

厚生労働行政推進調査事業費補助金  
厚生労働科学特別研究事業

2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等  
に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究

平成30年度総括・分担研究報告書

研究代表者 小井土 雄一  
(国立病院機構災害医療センター)

平成31(2019)年3月

# 目 次

## I. 総括研究報告

「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等  
重大事案への準備・対応に関する研究」

(小井土 雄一 研究代表者)

## II. 分担研究報告

「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)について」

(阿南 英明 研究分担者)

「化学テロ発生時の多数傷病者対応(病院内)について」

(本間 正人 研究分担者)

「化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について」

(水谷 太郎 研究分担者)

「化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の  
構築について」

(吉岡 敏治 研究分担者)

「国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム(ロジスティック面含む)について」

(近藤 久禎 研究分担者)

# 総括研究報告

研究代表者 小井土 雄一

(国立病院機構災害医療センター 臨床研究部 臨床研究部長)

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)  
「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた  
化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」  
総括研究報告書

研究代表者 小井土 雄一  
(国立病院機構災害医療センター 臨床研究部長)

研究要旨

*目的:*世界的にテロの脅威が高まっている中、2020 年(令和 2 年)オリンピック・パラリンピック東京大会(以下オリパラ)前後でのテロ発生危険性は高くなると予想される。本研究の目的は、オリパラの会場規模や配置等も踏まえた上で、化学テロ発生時の多数傷病者対応や、必要医薬品の種類・量の再検討、既存の化学災害・テロ対応の資料の再整理、緊急時用医薬品の国家備蓄及び流通在庫の配送スキームの整理等を行い、我が国における化学テロ対応体制の向上を図ることに加え、平成 29 年度特別研究事業「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」で抽出された新規課題の整理と具体的な対応策の検討を行うことである。

*研究方法:*それぞれのテーマの研究方法につき下記に示す。

① 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)について(阿南英明)

平成 29 年度に検討した化学テロ現場における本邦関係機関の活動指針の課題に基づき、世界における最新の知見を踏まえ、安全性を担保しつつ、被害者の救命率を最大化する実効性のある活動の在り方の提言を、我が国の国情に合わせた内容で作成する。

② 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院内)について(本間正人)

各種訓練から医療機関の受け入れの課題を抽出の上、有識者 WG を開催し、医療機関における「3 次救急・災害医療体制が整備された救急医療機関における化学テロ対応標準初動マニュアル改定案」を作成する。

③ 化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について(水谷太郎)

平成 29 年度研究の書面調査において回答が得られなかった災害拠点病院を対象とする再調査の実施と、千葉県東葛南部に所在する災害拠点病院および千葉県内の主要医薬品卸業者、東京都以外のオリンピック主要競技会場近隣に所在する災害拠点病院への解毒剤の備蓄に関するアンケート調査を新たに実施し、在庫の有無と在庫量の現状を確認した。その上でサリンによるテロ事態を想定した被害シナリオを作成した。

④ 化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の構築について(吉岡敏治)

国内外の研究會・検討會、医学会等を通じて得られた情報から、文献的裏付けの得られた事実を整理し、物性や毒性等、過去に作成された既存の各種化学剤に関するデータを更新するとともに、発災時に使用できる概要版を作成する。データが未整理であった第 4 世代神経剤(ノビチョク)、フェンタニル、リシンについて個々のデータベースを合わせて作成する。また、神経剤・びらん剤の対応の基本をポスターとして作成し、オリパラ会場近隣の災害拠点病院等に配布し内容・使用感等についての Web アンケートを実施する。

⑤ 国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム(ロジスティック面含む)について(近藤久禎)

(1)東京都 23 区以外の開催地域における戦略的配備案と搬送スキームの考案、(2)解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討、(3)作成した搬送スキームに基づく訓練シナリオを作成し、解毒剤配備と配送時の連携体制を検討し

た。

研究結果:それぞれのテーマの研究結果につき下記に示す。

① 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)について(阿南英明)

「化学剤の特性」「事案の想起」「避難・救助」「多様な要救助者対応」「被災者との良好なコミュニケーション」「除染」「防護と検知」「ゾーニング」「現場医療のあり方」「犯罪・テロとしての特性」の10項目について、『化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)に関する提言2018』をまとめた。

② 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院内)について(本間正人)

机上訓練からは、医療機関における除染能力の脆弱性、ゲートコントロール前の大行列、除染前トリアージ判断の困難、除染前トリアージ結果を除染エリア担当者への伝達が困難、水除染前の大行列、防護衣(PPE)の数の不足、交代要員の不足(防護服の不足)、病院に入るまでに時間がかかり重症患者の救命困難があげられた。この結果と欧米の最新の知見をふまえ、以下の項目について初動マニュアルの改訂を行った。

1. 基本的な考え方(患者の救命率最大化の追求)
2. 個人防護具(PPE)の考え方(曝露リスクに基づく合理的なPPEの選択)
3. 除染の考え方(脱衣と乾的除染の重要性)
4. ゲートコントロール(迅速な実施と追加的役割)
5. サーベイ(トキシドロームと放射線検知)
6. ゾーニング(院内での除染前後の区別)
7. 平時とテロ災害対応の連続性(平時の化学物質中毒対策の延長線としてのテロ対策)

③ 化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について(水谷太郎)

アンケート調査を実施した結果、屋外大型競技会場でのサリン散布シナリオにおいて、解毒剤のアトロピン製剤(以下アトロピン)、プラリドキシム製剤(パム)を初期投与する状況を想定し、競技会場から半径10km圏内にある災害拠点病院29施設へ患者を搬送した場合、各施設における解毒剤の保有数量は初期および継続投与量に不足が生じる可能性があると考えられた。また、同様に、屋内大型競技会場におけるサリン散布シナリオでは、競技会場から半径10km圏内にある災害拠点病院24施設へ患者を搬送した場合、現行の保有数量では初期および継続投与量に不足が生じる可能性があると考えられた。

④ 化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の構築について(吉岡敏治)

8類型25種類の古典的化学剤と、フェンタニル、リシン、ノビチョコクのデータベースを作成した。臨床現場において最重要な情報である中毒症状と治療については、概要と詳細に分け、発災時に時間を掛けずに対応できるように再整備した。除染の項では乾的除染と放水による応急除染、反応性皮膚除染ローション(Reactive Skin Decontamination Lotion: RSDL)による拭き取り除染の意義及び重要性を併記した。また、医療機関向けポスターについてはアンケート回収率が低く、正確な検証を行う事は困難であったが、回答のあった全施設から医療従事者向け情報として配布するという回答が得られており、オリパラに向けた化学テロ対応に向けて、情報提供に関する一定の有用性が確認された。

⑤ 国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム(ロジスティック面含む)について(近藤久禎)

解毒剤の2時間以内の投与を目標に掲げ、「二つの矢構想」を用いて搬送を行う戦略的搬送スキームとして、全ての開催地における戦略的配置と戦略的供給方法について検討した結果、国家備蓄を開催都道県に事前に分配配備し、さらにその一部を特定の医療機関等に初期配置する戦略的配置を考案した。しかし、国家備蓄をあらかじめ東京オリパラ会場近くに集めておくことは、備蓄を偏らすこととなり、地方(開催会場以外)で大規模テロが起こった

場合には対応が困難となることが懸念された。そのため、既存の国家備蓄のみではなく、東京オリパラ用の解毒剤の確保と準備が重要であることが判明した。また、より具体的な戦略的供給方法としての「二つの矢構想」を考察し、特に東京都では、「一の矢」では緊急走行による陸路搬送で対応することができ、「二の矢」としては、事前分配場所を都内の拠点施設とした場合、ヘリを使用した空路搬送で対応できることが分かった。加えて、解毒剤を必要な時間内に必要量を搬送するための指揮命令系統として、「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」に則った都道府県・国共に迅速かつ効果的な体制構築が重要であり、消防・警察機関のみならず、自衛隊の協力が必要であることが分かった。それに伴い、実効的な連携体制を進めていくために、自衛隊への訓練参加を条件とした搬送スキームの流れと訓練用フロー図を作成した(検討の詳細事項については安全保障の観点から非公開とした)。

#### 結論:

本研究により、化学テロ対応等に関する海外の最新の知見や準備・対応状況、国内の体制整備状況・課題等を踏まえ、現場対応者の安全を確保とより多くの危機的な被災者の救命を両立させる観点から、効率的・現実的な対応に向けた提言がなされた。特に、時間的概念を含めた対応へのシフトという意味では、現場での解毒薬投与に向けた自動注射器の準備(コールドゾーンでの医療者による使用のみならず、ホットゾーンで活動する部隊・人員による使用)や、現場における除染の即応性・迅速性の向上(乾的除染での除染ローションの使用、通常消防装備を用いた除染等)について、オリパラ前に早急に体制整備を検討する必要があると考える。

また、各種化学剤に関するデータベースの改訂・新規策定により、最新知見に基づいた対応が行える形に再整備された。今後は、化学剤のみならず、CBRNE テロ等における包括的な医療対応について既存資料の整理を行いつつ、現場の幅広い医療従事者が迅速・簡便に活用出来る形に整理する必要があると考える。

更に、現状の解毒薬の保有状況を鑑みると、国家備蓄を含む都道府県の枠を超えた医薬品保有・活用の仕組みが必要であるため、オリパラに向けて国家備蓄の開催都道府県への事前配置を含めた、戦略的配備・搬送スキーム案を策定した。これにより、国家備蓄使用においてより迅速かつ効果的な体制構築が可能と考える。今後は国家備蓄の戦略的かつ動的・継続的な維持に向け、科学的知見に基づいたテロ対応シミュレーションモデル等により、様々な発生状況・場所を想定した配置・配送の最適化の検討を行う必要があると考える。

#### 研究分担者

阿南英明(藤沢市民病院・診療部長・医療支援部長・救命救急センター長)

本間正人(鳥取大学・教授)

水谷太郎(茨城県西部医療機構・理事長 公益財団法人日本中毒情報センター・業務執行理事・常務理事)

吉岡敏治(公益財団法人日本中毒情報センター・代表理事 森ノ宮医療大学・副学長)

近藤久禎(国立病院機構災害医療センター・政策医療企画研究室長)

2020年オリンピック・パラリンピック東京大会期間中やその前後では、各種テロ発生に備え、これまでの知見に加えてオリンピック特有の状況(各種競技の複数会場での同時開催、海外渡航者を含めた多数の観客)を踏まえた備え及び対応が必要である。また、北朝鮮における緊張も高まっており、化学兵器の使用に備えた体制を構築する必要がある。本研究の目的は、オリンピックの会場規模や配置等も踏まえた上で、化学テロ発生時の多数傷病者対応や、化学テロ発生時の必要医薬品の種類・量の精緻化、既存の化学災害・テロ対応の資料の再整理、緊急時用医薬品の国家備蓄及び流通在庫の配送スキームの整理等を行い、化

#### A 研究目的

学テロ対応体制の向上を図ることに加え、平成 29 年度特別研究事業「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」で抽出された新規課題の整理と具体的な対応策の検討を行うことである。

## B 研究方法

それぞれのテーマの研究方法につき下記に示す。

### ① 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)について(阿南英明)

平成 29 年度の「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)に関する研究」において、現行の化学災害・テロ現場における関係機関の活動指針として検討を要すると考えられる項目として以下の 10 項目が挙げられた。

- ① 二次被害防止に加え「多数の救命」の重要性に関する明確なコンセプトを設定する
- ② 各活動に関して時間概念の重要性を強調する
- ③ 避難、脱衣など可及的速やかに実施する行動を明記する
- ④ 資機材に依存しないで実施可能な行為の提示など段階的除染方法の導入など除染の階層化を示す
- ⑤ 通常の消防装備機能の活用の検討する
- ⑥ 近年の研究成果を加味して、対処に関して論理的な構築を行う
- ⑦ 被災者に対して、自力で行動できる集団と支援介入すべき集団の存在を認識した体制構築をする
- ⑧ 被災者と救助者のコミュニケーションを意識した接触・誘導方法を検討する
- ⑨ 通常事故災害とは異なる現場の医療の在り方に関する課題と解決策を検討する
- ⑩ 作為的行為である化学テロの犯罪捜査との連携の重要性を再認識する

これらに基づいて提言項目を作成した。提言の内容に関しては、海外で示されている新知見や実験検証結果を参考にして、我が国の

国情に合わせた内容を作成した。

### ② 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(院内)について(本間正人)

本研究では、現行の化学災害・テロの医療対応上の課題を抽出するため、三段階の検討を行った。

#### 検討①:机上訓練

政令指定都市消防機関と化学テロを想定した机上訓練を実施し、医療機関の受け入れの課題について参加者より抽出した。

#### 検討②:総合訓練

厚生労働省委託事業「NBC 災害・テロ対策研修」の総合訓練から得た医療機関の受け入れの課題について抽出した。

#### 検討③:WG

有識者によるワーキンググループ(WG)を開催し、「救急医療機関における化学テロ対応標準初動マニュアル改定案」(以下改訂案)を作成した。

また、別途高橋研究協力者による研究において、CHEMM-IST の説明文、各項目、判別結果等の内容を邦訳し、リーフレットを作成する(図 1)。更に本リーフレットをオリパラ会場近隣の災害拠点病院等 109 施設に配布し、内容・使用感等についての Web アンケートを実施した。

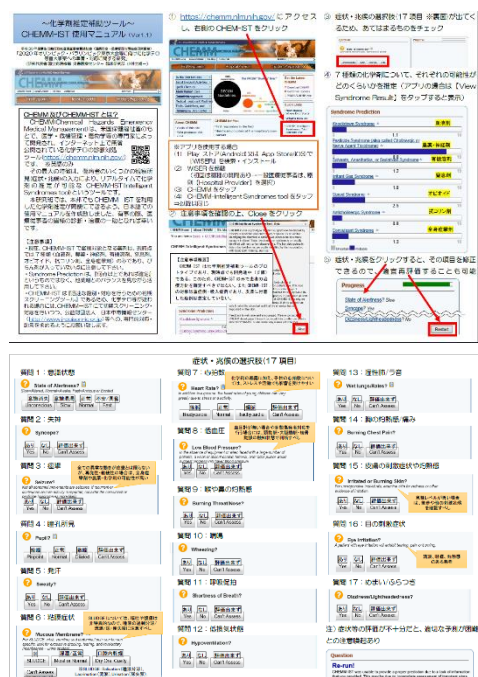


図 1. CHEMM-IST 使用マニュアル(リーフレット)

注) CHEMM-IST(Chemical Hazards Emergency Medical Management – Intelligent Syndromes tool): 米国保健福祉省のもとで医学・危機管理・毒物学等の専門家によって開発され、インターネット上で無償公開されている化学剤推定補助ツール

### ③ 化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について(水谷太郎)

#### i. 東京都内、千葉県内施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

##### 1) 調査対象

- 平成 29 年度の調査において回答が得られなかった東京都内の災害拠点病院 19 施設
- 東京都に隣接する千葉県東葛南部に所在する災害拠点病院 6 施設
- 千葉県内の主要医薬品卸業者 4 社 28 事業所(営業所、物流センターを含む)

##### 2) 調査期間

2018 年 12 月 5 日(水)~2018 年 12 月 11 日(火)

##### 3) 調査方法

病院には(資料 1)のアンケート調査用紙を、医薬品卸業者には(資料 2)を郵送により発送し、回収を行った。

院内薬局	院内処方	調剤
1. アナキト(毒物)併用	① 併用② 併用③ 併用④ 併用⑤ 併用⑥ 併用⑦ 併用⑧ 併用⑨ 併用⑩ 併用⑪ 併用⑫ 併用⑬ 併用⑭ 併用⑮ 併用⑯ 併用⑰ 併用⑱ 併用⑲ 併用⑳ 併用㉑ 併用㉒ 併用㉓ 併用㉔ 併用㉕ 併用㉖ 併用㉗ 併用㉘ 併用㉙ 併用㉚ 併用㉛ 併用㉜ 併用㉝ 併用㉞ 併用㉟ 併用㊱ 併用㊲ 併用㊳ 併用㊴ 併用㊵ 併用㊶ 併用㊷ 併用㊸ 併用㊹ 併用㊺ 併用㊻ 併用㊼ 併用㊽ 併用㊾ 併用㊿	併用
2. シブキ(毒物)併用	併用	併用
3. シブキ(毒物)併用	併用	併用
4. シブキ(毒物)併用	併用	併用
5. シブキ(毒物)併用	併用	併用
6. シブキ(毒物)併用	併用	併用
7. シブキ(毒物)併用	併用	併用
8. シブキ(毒物)併用	併用	併用
9. シブキ(毒物)併用	併用	併用
10. シブキ(毒物)併用	併用	併用
11. シブキ(毒物)併用	併用	併用
12. シブキ(毒物)併用	併用	併用
13. シブキ(毒物)併用	併用	併用
14. シブキ(毒物)併用	併用	併用
15. シブキ(毒物)併用	併用	併用
16. シブキ(毒物)併用	併用	併用
17. シブキ(毒物)併用	併用	併用
18. シブキ(毒物)併用	併用	併用
19. シブキ(毒物)併用	併用	併用
20. シブキ(毒物)併用	併用	併用
21. シブキ(毒物)併用	併用	併用
22. シブキ(毒物)併用	併用	併用
23. シブキ(毒物)併用	併用	併用
24. シブキ(毒物)併用	併用	併用
25. シブキ(毒物)併用	併用	併用
26. シブキ(毒物)併用	併用	併用
27. シブキ(毒物)併用	併用	併用
28. シブキ(毒物)併用	併用	併用
29. シブキ(毒物)併用	併用	併用
30. シブキ(毒物)併用	併用	併用
31. シブキ(毒物)併用	併用	併用
32. シブキ(毒物)併用	併用	併用
33. シブキ(毒物)併用	併用	併用
34. シブキ(毒物)併用	併用	併用
35. シブキ(毒物)併用	併用	併用
36. シブキ(毒物)併用	併用	併用
37. シブキ(毒物)併用	併用	併用
38. シブキ(毒物)併用	併用	併用
39. シブキ(毒物)併用	併用	併用
40. シブキ(毒物)併用	併用	併用
41. シブキ(毒物)併用	併用	併用
42. シブキ(毒物)併用	併用	併用
43. シブキ(毒物)併用	併用	併用
44. シブキ(毒物)併用	併用	併用
45. シブキ(毒物)併用	併用	併用
46. シブキ(毒物)併用	併用	併用
47. シブキ(毒物)併用	併用	併用
48. シブキ(毒物)併用	併用	併用
49. シブキ(毒物)併用	併用	併用
50. シブキ(毒物)併用	併用	併用
51. シブキ(毒物)併用	併用	併用
52. シブキ(毒物)併用	併用	併用
53. シブキ(毒物)併用	併用	併用
54. シブキ(毒物)併用	併用	併用
55. シブキ(毒物)併用	併用	併用
56. シブキ(毒物)併用	併用	併用
57. シブキ(毒物)併用	併用	併用
58. シブキ(毒物)併用	併用	併用
59. シブキ(毒物)併用	併用	併用
60. シブキ(毒物)併用	併用	併用
61. シブキ(毒物)併用	併用	併用
62. シブキ(毒物)併用	併用	併用
63. シブキ(毒物)併用	併用	併用
64. シブキ(毒物)併用	併用	併用
65. シブキ(毒物)併用	併用	併用
66. シブキ(毒物)併用	併用	併用
67. シブキ(毒物)併用	併用	併用
68. シブキ(毒物)併用	併用	併用
69. シブキ(毒物)併用	併用	併用
70. シブキ(毒物)併用	併用	併用
71. シブキ(毒物)併用	併用	併用
72. シブキ(毒物)併用	併用	併用
73. シブキ(毒物)併用	併用	併用
74. シブキ(毒物)併用	併用	併用
75. シブキ(毒物)併用	併用	併用
76. シブキ(毒物)併用	併用	併用
77. シブキ(毒物)併用	併用	併用
78. シブキ(毒物)併用	併用	併用
79. シブキ(毒物)併用	併用	併用
80. シブキ(毒物)併用	併用	併用
81. シブキ(毒物)併用	併用	併用
82. シブキ(毒物)併用	併用	併用
83. シブキ(毒物)併用	併用	併用
84. シブキ(毒物)併用	併用	併用
85. シブキ(毒物)併用	併用	併用
86. シブキ(毒物)併用	併用	併用
87. シブキ(毒物)併用	併用	併用
88. シブキ(毒物)併用	併用	併用
89. シブキ(毒物)併用	併用	併用
90. シブキ(毒物)併用	併用	併用
91. シブキ(毒物)併用	併用	併用
92. シブキ(毒物)併用	併用	併用
93. シブキ(毒物)併用	併用	併用
94. シブキ(毒物)併用	併用	併用
95. シブキ(毒物)併用	併用	併用
96. シブキ(毒物)併用	併用	併用
97. シブキ(毒物)併用	併用	併用
98. シブキ(毒物)併用	併用	併用
99. シブキ(毒物)併用	併用	併用
100. シブキ(毒物)併用	併用	併用

2. 真価前と取引のある主要卸薬品卸業者の有存在先宛名を付けて記入して下さい。

1) [ ]

2) [ ]

3) [ ]

4) [ ]

5) [ ]

資料 1. 病院宛調査票

院内薬局	院内処方	調剤
1. アナキト(毒物)併用	併用	併用
2. シブキ(毒物)併用	併用	併用
3. シブキ(毒物)併用	併用	併用
4. シブキ(毒物)併用	併用	併用
5. シブキ(毒物)併用	併用	併用
6. シブキ(毒物)併用	併用	併用
7. シブキ(毒物)併用	併用	併用
8. シブキ(毒物)併用	併用	併用
9. シブキ(毒物)併用	併用	併用
10. シブキ(毒物)併用	併用	併用
11. シブキ(毒物)併用	併用	併用
12. シブキ(毒物)併用	併用	併用
13. シブキ(毒物)併用	併用	併用
14. シブキ(毒物)併用	併用	併用
15. シブキ(毒物)併用	併用	併用
16. シブキ(毒物)併用	併用	併用
17. シブキ(毒物)併用	併用	併用
18. シブキ(毒物)併用	併用	併用
19. シブキ(毒物)併用	併用	併用
20. シブキ(毒物)併用	併用	併用
21. シブキ(毒物)併用	併用	併用
22. シブキ(毒物)併用	併用	併用
23. シブキ(毒物)併用	併用	併用
24. シブキ(毒物)併用	併用	併用
25. シブキ(毒物)併用	併用	併用
26. シブキ(毒物)併用	併用	併用
27. シブキ(毒物)併用	併用	併用
28. シブキ(毒物)併用	併用	併用
29. シブキ(毒物)併用	併用	併用
30. シブキ(毒物)併用	併用	併用
31. シブキ(毒物)併用	併用	併用
32. シブキ(毒物)併用	併用	併用
33. シブキ(毒物)併用	併用	併用
34. シブキ(毒物)併用	併用	併用
35. シブキ(毒物)併用	併用	併用
36. シブキ(毒物)併用	併用	併用
37. シブキ(毒物)併用	併用	併用
38. シブキ(毒物)併用	併用	併用
39. シブキ(毒物)併用	併用	併用
40. シブキ(毒物)併用	併用	併用
41. シブキ(毒物)併用	併用	併用
42. シブキ(毒物)併用	併用	併用
43. シブキ(毒物)併用	併用	併用
44. シブキ(毒物)併用	併用	併用
45. シブキ(毒物)併用	併用	併用
46. シブキ(毒物)併用	併用	併用
47. シブキ(毒物)併用	併用	併用
48. シブキ(毒物)併用	併用	併用
49. シブキ(毒物)併用	併用	併用
50. シブキ(毒物)併用	併用	併用
51. シブキ(毒物)併用	併用	併用
52. シブキ(毒物)併用	併用	併用
53. シブキ(毒物)併用	併用	併用
54. シブキ(毒物)併用	併用	併用
55. シブキ(毒物)併用	併用	併用
56. シブキ(毒物)併用	併用	併用
57. シブキ(毒物)併用	併用	併用
58. シブキ(毒物)併用	併用	併用
59. シブキ(毒物)併用	併用	併用
60. シブキ(毒物)併用	併用	併用
61. シブキ(毒物)併用	併用	併用
62. シブキ(毒物)併用	併用	併用
63. シブキ(毒物)併用	併用	併用
64. シブキ(毒物)併用	併用	併用
65. シブキ(毒物)併用	併用	併用
66. シブキ(毒物)併用	併用	併用
67. シブキ(毒物)併用	併用	併用
68. シブキ(毒物)併用	併用	併用
69. シブキ(毒物)併用	併用	併用
70. シブキ(毒物)併用	併用	併用
71. シブキ(毒物)併用	併用	併用
72. シブキ(毒物)併用	併用	併用
73. シブキ(毒物)併用	併用	併用
74. シブキ(毒物)併用	併用	併用
75. シブキ(毒物)併用	併用	併用
76. シブキ(毒物)併用	併用	併用
77. シブキ(毒物)併用	併用	併用
78. シブキ(毒物)併用	併用	併用
79. シブキ(毒物)併用	併用	併用
80. シブキ(毒物)併用	併用	併用
81. シブキ(毒物)併用	併用	併用
82. シブキ(毒物)併用	併用	併用
83. シブキ(毒物)併用	併用	併用
84. シブキ(毒物)併用	併用	併用
85. シブキ(毒物)併用	併用	併用
86. シブキ(毒物)併用	併用	併用
87. シブキ(毒物)併用	併用	併用
88. シブキ(毒物)併用	併用	併用
89. シブキ(毒物)併用	併用	併用
90. シブキ(毒物)併用	併用	併用
91. シブキ(毒物)併用	併用	併用
92. シブキ(毒物)併用	併用	併用
93. シブキ(毒物)併用	併用	併用
94. シブキ(毒物)併用	併用	併用
95. シブキ(毒物)併用	併用	併用
96. シブキ(毒物)併用	併用	併用
97. シブキ(毒物)併用	併用	併用
98. シブキ(毒物)併用	併用	併用
99. シブキ(毒物)併用	併用	併用
100. シブキ(毒物)併用	併用	併用

2. 真価前と取引のある主要卸薬品卸業者の有存在先宛名を付けて記入して下さい。

1) [ ]

2) [ ]

3) [ ]

4) [ ]

5) [ ]

資料 2. 医薬品卸宛調査票



- ii. 医薬品の必要備蓄数量の再検討  
平成 29 年度の研究において検討した(1)屋外大型施設と(2)屋内大型施設におけるサリン散布事案シナリオの被害想定を基に、各発災現場から半径 10km 圏内の災害拠点病院の解毒剤の保有数量から、必要備蓄量を再検討した。なお、平成 29 年度の研究において回答が得られた医療機関等の保有数は不変と想定した。
- iii. 東京都以外のオリンピック主要競技会場近隣施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査
- 1) 調査対象  
東京都以外のオリンピック主要競技会場 11 施設の近隣災害拠点病院 23 施設
  - 2) 調査期間  
2019 年 1 月 17 日(木)～2019 年 1 月 23 日(水)
  - 3) 調査方法  
アンケート調査用紙(資料 1)を郵送により発送し、回収を行った。

④ 化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の構築について  
(吉岡敏治)

国内外の研究會・検討會、医学会等を通じて得られた Personal Communication を含む情報から、文献的裏付けの得られた事実を整理し、物性や毒性等、過去に作成された既存の各種化学剤に関するデータを更新するとともに、発災時に使用できる概要版を作成する。データが未整理であった第 4 世代神経剤(ノビチョク)、フェンタニル、リシンについて個々のデータベースを合わせて作成した。また、神経剤・びらん剤の対応の基本をポスターとして作成し、オリパラ会場近隣の災害拠点病院等に配布し内容・使用感等についての Web アンケートを実施した。

⑤ 国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム

(ロジスティック面含む)について(近藤久禎)

以下の項目に関して検討し、東京オリンピック・パラリンピック時の化学テロ等災害時の実効性のある搬送スキームを考案した。

- I. 東京都 23 区以外の開催地域における戦略的配備案と搬送スキームの考案  
詳細な項目としては、(1)備蓄の配置場所、(2)備蓄の搬送スキームに関して調査した。
- II. 解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討  
詳細な項目としては、(1)陸路による搬送、(2)空路による搬送、(3)指揮命令系統・搬送ツールの選定に関して検討した。
- III. 作成した搬送スキームに基づく訓練用フロー図を作成し、解毒剤配備と配送時の連携体制の検討

C 研究成果

○分担研究の結果概要

① 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)について(阿南英明)

以下の 10 項目を提言としてまとめた。

- I. テロに使用される化学剤の特性
- II. 事案の想起
- III. 避難・救助
- IV. 多様な要救助者対応
- V. コミュニケーション(被災者への情報提供・除染方法の伝達・行動誘導)
- VI. 除染
- VII. 防護と検知
- VIII. ゴーニング
- IX. 現場医療
- X. 警察捜査との連携の重要性

上記の提言事項の中には、従来浸透してきた考え方からシフトした事項と、新たに提言した事項がある。

1. 従来の考え方からシフトした事項

- ① 検知活動と救護活動は同時並行で実施されるべきであること(検知・ゾーニング活動優先からのシフト)
- ② ファジーなゾーニングの許容(検知を前提とした厳密なゾーニング設定からのシフト)
- ③ 曝露リスクに基づく適切な个人防护具の選択(レベル A 防護具のみによる救助活動からのシフト)
- ④ 特殊資機材に頼らない除染の実施(特殊設備を前提とした除染からのシフト)
- ⑤ 早期医療介入のために必要な要件や手法の検討(非汚染地域における医師による介入のみの前提からのシフト)

## 2. 新たな提言事項

- ① 救援者が到着後にまず行うべき行動として、避難の指示を明示する必要性
- ② 多様な被災者を念頭においた対策の策定の必要性
- ③ 階層化され線形に実施する除染
- ④ 特殊資機材の到着を待たない救助活動の開始

上述の内容を盛り込んで、「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)に関する提言」(以下、「本提言」という。)を作成した。(阿南分担報告書参照)

### ② 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(院内)について(本間正人)

#### 検討①:

机上訓練では周辺医療機関 10 施設のうち水除染設備あり 40%、防護服あり 50%(レベル C 平均 2.1 着:最低 0 着、最高 5 着)で政令都市といえども脆弱であった。

#### 検討②:

総合訓練から得た課題として、ゲートコントロール前の大行列、除染前トリアージ判断の困難、除染前トリアージ結果を除染エリア担当者への伝達が困難、水除染前の大行列、防護衣(PPE)の数の不足、交代要員の不足(防護服の不足)、病院に入るまでに時間がかかり

重症患者の救命困難があげられた。

#### 検討③:

有識者による WG では、検討①、検討②の結果と欧米の最新の知見をふまえ、初動マニュアルの改訂項目の検討を行った。その結果、

1. 基本的な考え方(患者の救命率最大化の追求)
  2. 个人防护具(PPE)の考え方(曝露リスクに基づく合理的な PPE の選択)
  3. 除染の考え方(脱衣と乾的除染の重要性)
  4. ゲートコントロール(迅速な実施と追加的役割)
  5. サーベイ(トキシドルームと放射線検知)
  6. ゾーニング(院内での除染前後の区別)
  7. 平時とテロ災害対応の連続性(平時の化学物質中毒対策の延長線としてのテロ対策)
- の 7 項目について改定が必要と考えられ、結果を踏まえ、最新の知見を踏まえた初動マニュアルの改定を行った。(本間分担報告書参照)

#### CHEMM-IST アンケート(高橋研究協力者)

対象医療機関 109 施設の内、15 施設より回答を得られた(回収率 13.8%)。本リーフレットの施設内配布については、「配布したい」が 13 施設(86.7.7%)、「配布したくない」が 2 施設(8.3%)であった。また配布したくない理由については、「使う頻度が極めて低いものをリーフレットとして配布する意義が少ない(4 施設)」「文字が小さすぎて見づらい(4 施設)」などが挙げられた。

### ③ 化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について(水谷太郎)

#### i. 東京都内、千葉県内施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

調査票の回収率は、東京都内の病院は 68.4%で、平成 29 年度の調査結果と合わせる計 92.5%となった。東京都に隣接する千葉県東葛南部に所在する病院は 100%、医薬品卸業者は 100%であった。

各解毒剤の病院における保有状況を

みると、国内市販解毒剤では、シアノキットを保有する病院や、ホメピゾール点滴静注を保有する病院は極めて少なく、バル筋注を保有する病院も少なかった。また、ラディオガルダーゼカプセルは全ての病院で保有していなかった。院内製剤については、グルコン酸カルシウムゲルは全ての病院で保有していなかった。また、保有する解毒剤の品目、数量は病院間で大きな偏在を認めた。

医薬品卸業者の事業所における各解毒剤の保有状況をみると、シアノキット、メチレンブルー静注、ホメピゾール点滴静注を保有する施設が少なかった。また、ラディオガルダーゼカプセルは全ての施設で保有していなかった。物流センター機能を担っている事業所における解毒剤等の保有数量が、その他の事業所に比べ多い状況であった。

ii. 医薬品の必要備蓄数量の再検討

(1) 屋外施設におけるサリン事案

平成 29 年度の研究では、屋外施設災害事案として、大型競技施設である屋外大型競技会場内でペットボトルに入れたサリンがまかれる事案を想定し、初期投与に必要な解毒剤の数量を検討した。重症・中等症患者 410 名には、解毒剤のアトロピンとパムを重症度に応じ必要量を投与する。軽症患者 340 名には、解毒剤のアトロピンのみを投与する。発災競技会場から半径 10km 圏内にある災害拠点病院で保有する解毒剤の数量は、本シナリオにおける各患者への初期投与に必要な数量と比べ明らかに不足していた。

(2) 屋内施設におけるサリン事案

平成 29 年度の研究では、屋内施設災害事案として、屋内大型競技会場内で発生したサリンによる事件を想定したシナリオを作成し、初期投与に必要な解毒剤の数量を検討した。

本シナリオにおいては、観客席で、ペットボトルに入れたサリンがまかれる事

案を想定し、初期投与に必要な解毒剤の数量を検討した。被災者人数は 500 名で、うち重症患者(赤タグ)100 名、中等症患者(黄タグ)200 名、軽症患者は 200 名と想定した。

重症・中等症患者 300 名には、解毒剤のアトロピンとパムを重症度に応じ必要量を投与する。軽症患者 200 名には、解毒剤のアトロピンのみを投与する。発災競技会場から半径 10km 圏内にある災害拠点病院で保有する解毒剤の数量は、本シナリオにおける各患者への初期投与に必要な数量と比べ明らかに不足していた。

iii. 東京都以外のオリンピック主要競技会場近隣施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

調査票の回収率は、95.7%であった。各解毒剤の病院における保有状況は、東京都内、千葉県内施設と同様の傾向であり、シアノキットを保有する病院や、ホメピゾール点滴静注を保有する病院は極めて少なかった。保有する解毒剤の品目、数量は地域によって偏在を認めた。

④ 化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の構築について  
(吉岡敏治)

8 類型 25 種類の古典的化学剤と、フェンタニル、リシン、ノピチヨクのデータバンクを作成した。

データベースにこれまで未収載であった製造と使用の歴史について、各化学剤毎に記載をし、物性では環境汚染の持続時間等一部未ファイルであった部分を、可能な限り補足した。臨床現場において最重要な情報である中毒症状と治療については、概要と詳細に分け、発災時に時間を掛けずに対応できるように再整理した。サリンの治療では米軍のプラリドキシム(PAM)とアトロピン、ジアゼパムによる対応を収載し、さらにドイツで開発された PAM

よりもより有効とされるオビドキシムについて、記載した。

除染の項では最新の米国の除染ガイドラインに基づき、サリンは曝露後 50 分以上経つと、除染を行う意義はないとされる一方、マスタードは 22 時間は除染の必要がある旨を記載し、乾的除染と放水による応急除染、反応性皮膚除染ローション (Reactive Skin Decontamination Lotion: RSDL) による拭き取り除染の意義及び重要性を併記した。

医療機関向けポスターについてはアンケート回収率が低く、正確な検証を行う事は困難であったが、回答のあった全施設から医療従事者向け情報として配布するという回答が得られており、オリパラに向けた化学テロ対応に向けて、情報提供に関する一定の有用性が確認された。

## ⑤ 国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム (ロジスティック面含む) について (近藤久禎)

### I. 東京都 23 区以外の開催地域における戦略的配備案と搬送スキームの考案

#### (1) 備蓄の配置場所

東京都以外の開催会場場所に関しては、東京オリンピック・パラリンピックの競技大会組織委員会によれば<sup>(3)</sup>、北海道、宮城県、福島県、埼玉県、茨城県、千葉県、神奈川県、静岡県の 9 カ所で開催が予定されている。それによると、東京都以外の開催会場はそれぞれ 1~3 カ所であった。そのため、解毒剤投与の 2 時間以内を目標として国家備蓄の事前分配場所を検討した。検討の詳細事項については安全保障の観点から非公開とした。

#### (2) 搬送スキームの作成

国家備蓄を事前に開催都道県に分配備蓄し、さらにその備蓄の一部を開催自治体において戦略的に設置する拠点施設に初期配置する案を検討した。そして、それぞれの備蓄の戦略的供給方法として

「二つの矢構想」を考案した。それをもとに、拠点施設から発災場所付近の医療機関に解毒剤を搬送する「一の矢」と各都道県に分配された備蓄から対応医療機関に解毒剤を搬送する「二の矢」とする搬送スキームを作成した。

## ②戦略的供給方法(二の矢構想)



(図2: 国家備蓄の「二つの矢構想」モデル)

### II. 解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討

東京オリンピック・パラリンピック開催の中心である東京都をモデルとして、解毒剤の具体的な搬送ツールについて検討した。

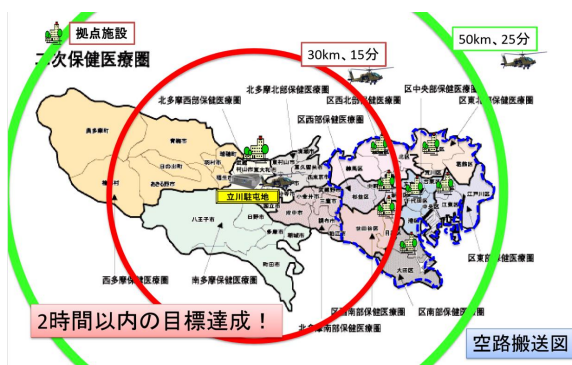
#### (1) 陸路による搬送

解毒剤を陸路で搬送する場合、道路の渋滞状況を鑑みる必要がある。それについて東京オリパラ開催時の道路渋滞予測が発表されている<sup>(4)</sup>。その発表によると、都内の一般道・高速道路では普段の交通量と比べて 1.3~3 倍となり、通常走行では非常に時間を要することが分かった。そのため、陸路搬送には緊急走行が最低条件である。東京都で通常時に緊急走行した場合、2.5km で平均 7.8 分要すると報告されている<sup>(5)</sup>。東京オリパラ時は、渋滞予測も考慮して、緊急走行では 10km 範囲内で最長 101.4 分要することが分かった。

#### (2) 空路による搬送

東京 23 区内の屋上ヘリポートを有している施設に配備する場合、交通渋滞を鑑

みれば、空路搬送は有力な搬送手段となる。ヘリコプターの距離と飛行時間に関しては、30kmで15分、50kmで25分要する。東京都のほぼ中央に立川広域防災基地があり、首都直下地震時に陸上自衛隊立川駐屯地に航空搬送拠点臨時医療施設(SCU)を設置する計画がある。そこで、例えば、立川駐屯地を空路搬送拠点とした場合、50km範囲で東京都全域をカバーすることができ、ヘリ搬送で約25分要することが分かった(Fig.2)。



(図3:立川駐屯地からヘリによる搬送所要時間. 赤円 25km、緑円 50km)

### (3) 指揮命令系統・搬送ツールの選定

事前に分配備蓄した解毒剤を目標投与時間内に供給するための戦略としての「二の矢構想」を実現するためには、迅速な指揮命令と搬送ツールが必要不可欠である。

搬送手段に関して、「一の矢」では、搬送時間の検討から陸路搬送で対応することが可能であることが分かった。そのため、搬送時間の検討から赤色灯があり緊急走行できる車両が必要である。緊急車両としては、消防救急車両、警察車両、DMATカー、日赤輸血運搬車、自衛隊車両などが挙げられる。さらに迅速性という意味では空路の使用も検討できる。

一方、「二の矢」では、迅速性の観点より、ヘリを用いた空路搬送が主軸となる。ヘリの種類に関しては、輸送する物品の大きさにもよるが、対応拠点となる病院のヘリポートの耐荷基準から中型ヘリの使

用が妥当である。

### III. 作成した搬送スキームに基づく訓練用フロー図を作成し、解毒剤配備と配送時の連携体制の検討

解毒剤の戦略的配置と戦略的供給に基づいた搬送スキームを作成し、それに従い訓練用フロー図を作成した(Fig.3,4)。



(図4:国家備蓄の事前分配スキーム)

(図5:二の矢構想搬送スキーム図)



## D 考察

### ① 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)について(阿南英明)

化学災害・テロの医療対応も、通常の救急医療と同様に早期の医療介入は普遍的な重要概念であり、その成否が被害者の生命予後・機能的予後に直結する。先進諸外国においては、救助者の安全確保と早期の被災者救援の両立を図るといふ一見すると二律背反するこの課題について、基礎研究や実証実験等を重ね、その両方を担保する手順の構築の模索が続けられている。

本分担研究では、救急医療の観点から、現場対応者の安全を確保とより多くの危機的な被災者の救命を両立させる観点から、近年の新たな科学的知見やベストプラクティス等の検討に基づいて、化学テロ発生時の病院前対応に関する提言を作成した。万が一、我が国でサリンなどの毒物が散布される事態が再び発生したとしても、当時より対応者の安全が守られ、多くの被害者の命を救う救護活動が実施される体制を構築することが強く望まれる。

## ② 化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院内)について(本間正人)

東京地下鉄サリン事件では、病院での医療者の2次被害が問題となった。このため、現行の初動マニュアルやNBC 災害・テロ対策研修等では、「対応要員のレベルCのPPEの着用の徹底」、「病院建物に入る前の除染実施の徹底」、「汚染区域と非汚染区域の区別の徹底」が強調されてきた。一方で、実際の訓練で検証を行ったところ、こうした活動の重視は、ゲートコントロールや除染エリアの手前で多くの患者の停滞を生み、救命処置や解毒薬投与への遅れにつながり、生命及び機能的予後に大きく影響を与えることが明らかとなった。東京地下鉄サリン事件では、心肺停止の患者が迅速な救命処置により社会復帰した症例が報告されている。患者の救命を最大限に尊重し、時間を意識した対応が求められる。

## ③ 化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について(水谷太郎)

本研究では、オリンピック主要競技会場内で発生したサリン散布事案を想定し、解毒剤であるアトロピンとパムの必要数量を再検討した。災害拠点病院の在庫数量では初期および継続投与量に不足が生じる可能性があり、保有する解毒剤の品

目、数量は病院間で偏在しているため、化学テロ・災害発生時に受け入れ可能な被災患者数も病院間で偏りを生じる可能性がある。

災害拠点病院を中心とした解毒剤の備蓄量を見直し、必要な場所に十分な量を供給できる体制の確保が重要である。国の化学災害・テロ対策の一環として、適切なシミュレーションを実施し、戦略的な備蓄体制を構築することが望まれる。

## ④ 化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の構築について(吉岡敏治)

世界各地で多数発生しているテロの種類を鑑みるに、通常多数傷病者対応の知識・方法に上乘せして、特殊災害の中でも、特に発生する可能性の高い化学テロへの対応体制について、最新の科学的知見に基づく見直しが重要である。この体制作りの基礎として、化学剤に関する近年の新たな科学的知見を集約したデータベースを作成した。今後、本知見をもとに、検知、個人防護、ゾーニング、除染、搬送、治療等について、見直しが実施されることが望まれる。また、医療機関として、その責務を果たすための設備や体制のあり方、役割分担と相互応援体制、医療や防災の計画のあり方についても再検討することも必要である。

## ⑤ 国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム(ロジスティック面含む)について(近藤久禎)

本研究において、解毒剤の2時間以内の投与を目標に掲げ、「二つの矢構想」を用いて搬送を行う戦略的搬送スキームとして、全ての開催地における戦略的配置と戦略的供給方法について検討した。その結果、国家備蓄を開催都道県に事前に分配配備し、さらにその一部を各都道県において指定する拠点施設に初期配置する戦略的配置を考案した。しかし、国

家備蓄をあらかじめ東京オリパラ会場近くに集めておくことは、備蓄を偏らすこととなり、地方(開催会場以外)で大規模テロが起こった場合には対応が困難となることが懸念された。そのため、既存の国家備蓄のみではなく、東京オリパラ用の解毒剤の確保と準備が重要であることが判明した。

また、より具体的な戦略的供給方法としての「二つの矢構想」を考察し、特に東京都では、「一の矢」では緊急走行による陸路搬送で対応することができ、「二の矢」としては、特定の場所を拠点施設とした場合、ヘリを使用した空路搬送で対応できることが分かった。加えて、解毒剤に必要な時間内に必要量を搬送するための指揮命令系統として、「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」に則った都道府県・国共に迅速かつ効果的な体制構築が重要であり、消防・警察機関のみならず、自衛隊や海上保安庁等の協力が必要であることが分かった。それに伴い、実効的な連携体制を進めていくために、自衛隊への訓練参加を条件とした搬送スキームの流れと訓練用フロー図を作成した。

今後は、本訓練や机上訓練を実施し、具体的な時間目標が達成できることを確認し、国家備蓄配送時の実効的な連携体制の検討を進めることが必要である。

## E 結論

本研究により、化学テロ対応等に関する海外の最新の知見や準備・対応状況、国内の体制整備状況・課題等を踏まえ、現場対応者の安全を確保とより多くの危機的な被災者の救命を両立させる観点から、効率的・現実的な対応に向けた提言がなされた。特に、時間的な概念を含めた対応へのシフトという意味では、現場での解毒薬投与に向けた自動注射器の準備(コールドゾーンでの医療者による使用のみならず、ホットゾーンで活動する部隊・人員による使用)や、現場における除染の即応性・

迅速性の向上(乾的除染での除染ローションの使用、通常消防装備を用いた除染等)について、オリパラ前に早急に体制整備を検討する必要があると考える。

また、各種化学剤に関するデータベースの改訂・新規策定により、最新知見に基づいた対応が行える形に再整備された。今後は、化学剤のみならず、CBRNE テロ等における包括的な医療対応について既存資料の整理を行いつつ、現場の幅広い医療従事者が迅速・簡便に活用出来る形に整理する必要があると考える。

更に、現状の解毒剤の保有状況を鑑みると、国家備蓄を含む都道府県の枠を超えた医薬品保有・活用の仕組みが必要であるため、オリパラに向けて国家備蓄の開催都道府県への事前配置を含めた、戦略的配備・搬送スキーム案を策定した。これにより、国家備蓄使用においてより迅速かつ効果的な体制構築が可能と考える。今後は国家備蓄の戦略的かつ動的・継続的な維持に向け、科学的知見に基づいたテロ対応シミュレーションモデル等により、様々な発生状況・場所を想定した配置・配送の最適化の検討を行う必要があると考える。

F. 健康危険情報  
なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

1. 小井土雄一: 圧挫症候群 今日の診療指針 私はこう治療している Volume60 医学書院 72-73 2018.1
2. 小井土雄一、近藤久禎、市原正行: 東日本大震災以降の新しい災害医療体制 平成 28 年熊本地震でさらに何を学んだか 週刊医学のあゆみ Vol.264 No.4 2018 1.27 P341-P349

3. 小井土雄一:今だから、スポーツ救急医学 TOKYO2020 と救急医 コンソーシアムと参画団体の取り組み 日本災害医学会 救急医学 Vol42 No.3 2018.3 P348
4. 小井土雄一:広域災害救急医療情報システム(EMIS)と診療情報 日本診療情報管理学会誌 24-37 Vol.30 No1.2018.6
5. 小井土雄一:BCP の整備が PDD の予防につながる 病院の経営を考える「本」地域ヘルスケア基盤の構築 エムシーヘルスケア 217~229 2018.6.15
6. 小井土雄一:DMAT(Disaster Medical Assistance Team) 総合リハビリテーション 674-677 Vol.46 No.7 2018,7
7. 小井土雄一、本間正人、眞瀬智彦、山内聡、阿南英明、若井聡智:医療機関に求められる BCP とは 東日本大震災と BCP の重要性 1766~1771 救急医学 第 42 巻第 13 号 2018.12
8. 小井土雄一、岬美穂:特集 広域災害と子ども 災害医療とは何か 小児内科 298-304 Vol.50 No.3 2018
9. 小井土雄一、小森健史ら: I なぜ、止血の方法を学ばなければならないか II ケガの種類 やさしく学ぶ応急手当 止血の方法 1~13 2019.2.1
10. 小井土雄一:圧挫症候群の初期治療と予防の指針 救急・集中治療最新ガイドライン 2018-19 救急・集中治療最新ガイドライン 2018-19 P148-151
11. 小井土雄一: XIV 外傷 2.多発外傷患者の集中治療管理 日本集中治療医学会専門医テキスト第 3 版ー 2019.3 P706-713 真興交易(株)医書出版部
12. 小井土雄一:災害医療の進化と今後の課題 対応策を作ることで進化してきた課題は医療・保健の協働と医療職以外との多機関連携 週刊 日本医事新報 3月2
13. 吉岡敏治、奥村 徹、三瀬雅史: 医療者の視点からの化学テロ対策の 現状と課題、中毒研究、2019、32: 19-29.
2. 学会発表
  1. Yuichi Koido : Importance of standardization for Emergency Medicine & Disaster Medicine ADVANCED MEDICAL and MEDICINE FORUM 2019.7 Indonesia
  2. Yuichi Koido: The role of Japan DMAT in Tokyo Inland Earthquake The 14th Asia Pacific Conference on Disaster Medicine Kobe 2018.10
  3. Yuichi Koido:標準災害診療記録を用いたのサーベイランスの重要性”J-SPEED/MDS The 16th China-International Modern Emergency & Disaster Medicine Forum 2018 2018.5.5 成都 中国
  4. 小井土雄一:特別シンポジウム「災害医学・医療への先端技術の活用」 災害時に高度医療を追求する意義 第24回日本災害医学会学術集会 2019.3.19 米子
  5. 小井土雄一:イントロダクション「災害診療記録と J-SPEED 第 24 回日本災害医学会特別セッション「災害診療記録 /J-SPEED」 2019.3.18 米子
  6. 小井土雄一:災害医療における外科医の役割 日本臨床外科学会宮城県支部学術集会 2019.1 仙台
  7. 小井土雄一:教育講演 東京オリンピック・パラリンピック大会に対する災害医療 平成 30 年度防衛医学セミナー 2019.2 東京
  8. 小井土雄一:特別企画1 日本に病院船は必要かー米国病院船マーシー東京寄



港に係る検討をふまえて 第46回日本救急医学会総会・学術集会 2018.11.19  
横浜

9. 小井土雄一:首都直下地震に備える地域災害医療対策 第23回北区医師会医学会 2018.10.20 東京

10. 小井土雄一:首都直下地震に備える地域災害医療対策 第23回北区医師会医学会 2018.10.20 東京

11. 本間正人 阿南英明 小井土雄一 大友康裕。シミュレーション研修手法を用いた化学テロに対する病院前救護体制の検討【口演】第46回日本救急医学会総会・学術集会 2018.11.21 (横浜)

12. 阿南英明 大友康裕 大城健一 嶋村文彦 高橋礼子 本間正人 小井土雄一。化学テロに対する現場対応指針の大幅な改変に関する提言【シンポジウム】。第24回日本災害医学会総会・学術集会 2019. 3.19(鳥取)

13. 阿南英明  
教育講演 化学テロ災害対応 Up to Date  
～本当に人命を救うために化学テロを体験した日本だからこそ求められる変革～。  
第24回日本災害医学会総会・学術集会  
2019. 3.18(鳥取)

14. 本間正人:化学テロに対する医療機関対応のパラダイムシフト. 第41回日本中毒学会総会・学術集会 川越市 2019年7月20日21日 (発表予定)

15. 本間正人:シミュレーション研修手法を用いた化学テロに対する病院前救護体制の検討. 第46回日本救急医学会総会・学術集会 2018年11月21日 横浜市

16. Masato Homma:A study on prehospital

system against chemical terrorism using simulation training method. Asia Pacific Conference on Disaster Medicine (APCDM) 16th Oct 2018 Kobe

17. 奥村徹、遠藤容子、吉岡敏治他: 提唱 Chemical APGAR score 「除染よりも処置を優先すべき被災者」 を見つけ出せ(会議録) 日本救急医学学会雑誌 29巻10号402, 2018.

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

H. 知的財産権の出願・登録状況  
なし

資料1. 病院宛調査票

**資料1 病院宛調査票**

情報確認年月日 ( )  
 施設名 ( )  
 記入者役職 ( )  
 記入者氏名 ( )  
 連絡方法 (電子メールアドレス : )  
 (電話 : ) (fax : )

1. 下表の化学テロ等健康危機事態に必要な解毒剤等について、在庫の有無と在庫量を記入してください。

解毒剤等(製品名)	在庫の有無	在庫量
<b>国内承認品</b>		
1) アトロピン硫酸塩注射液		
アトロピン注0.05%シリンジ「テルモ」	[ 有・無 ]	[ _____ 本]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「タナベ」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「フソー」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
2) パム静注500mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
3) ジアゼパム注射液		
ホリゾン注射液10mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
ジアゼパム注射液5mg「タイヨー」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
ジアゼパム注射液10mg「タイヨー」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
セルシン注射液5mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
セルシン注射液10mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
4) シアノキット注射用5gセット	[ 有・無 ]	[ _____ セット]
5) 亜硝酸アミル「第一三共」	[ 有・無 ]	[ _____ 管]
6) デトキソール静注液 2g	[ 有・無 ]	[ _____ 瓶]
7) バル筋注100mg「第一三共」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
8) ペニシラミン製剤		
メタルカプターゼカプセル50mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル]
メタルカプターゼカプセル100mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル]
メタルカプターゼカプセル200mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル]
9) メチレンブルー静注50mg「第一三共」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル]
10) ホメビゾール点滴静注1.5g「タケダ」	[ 有・無 ]	[ _____ バイアル]
11) アセチルシステイン内用液17.6%「あゆみ」	[ 有・無 ]	[ _____ 本]
12) ラディオガルダーゼカプセル500mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル]
<b>院内製剤品</b>		
13) 亜硝酸ナトリウム注射液	[ 有・無 ]	[ _____ ]
14) メチレンブルー注射液	[ 有・無 ]	[ _____ ]
15) グルコン酸カルシウムゲル	[ 有・無 ]	[ _____ ]
<b>個人輸入等で入手している医薬品</b>		
16) Cyanide Antidote Package	[ 有・無 ]	[ _____ パッケージ]
17) その他 個人輸入等で入手し、在庫している医薬品		
[ 製品名: _____ ]		[ _____ ]
[ 製品名: _____ ]		[ _____ ]

次頁に続く

2. 貴施設と取引のある主要な医薬品卸業者の名称を支店名を含めて記入してください。

- 1) [ \_\_\_\_\_ ]
- 2) [ \_\_\_\_\_ ]
- 3) [ \_\_\_\_\_ ]
- 4) [ \_\_\_\_\_ ]
- 5) [ \_\_\_\_\_ ]

## 資料2. 医薬品卸宛調査票

### 資料2 医薬品卸宛調査票

情報確認年月日 ( )  
 貴社名 ( )  
 記入者役職 ( )  
 記入者氏名 ( )  
 連絡方法 (電子メールアドレス : )  
 (電話 : )  
 (Fax : )

下表の化学テロ等健康危機事態に必要な解毒剤等について、在庫の有無と在庫量を記入してください。

解毒剤等(製品名)	在庫の有無	在庫量
<b>国内承認品</b>		
1) アトロピン硫酸塩注射液		
アトロピン注0.05%シリンジ「テルモ」	[ 有・無 ]	[ _____ 本 ]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「タナベ」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「フソー」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
2) バム静注500mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
3) ジアゼパム注射液		
ホリゾン注射液10mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
ジアゼパム注射液5mg「タイヨー」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
ジアゼパム注射液10mg「タイヨー」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
セルシン注射液5mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
セルシン注射液10mg	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
4) シアノキッド注射液5gセット	[ 有・無 ]	[ _____ セット ]
5) 亜硝酸アミル「第一三共」	[ 有・無 ]	[ _____ 管 ]
6) デトキソール静注液 2g	[ 有・無 ]	[ _____ 瓶 ]
7) バル筋注100mg「第一三共」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
8) ベニシラミン製剤		
メタルカプターゼカプセル50mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル ]
メタルカプターゼカプセル100mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル ]
メタルカプターゼカプセル200mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル ]
9) メチレンブルー静注50mg「第一三共」	[ 有・無 ]	[ _____ アンブル ]
10) ホメビゾール点滴静注1.5g「タケダ」	[ 有・無 ]	[ _____ バイアル ]
11) アセチルシステイン内用液17.6%「あゆみ」	[ 有・無 ]	[ _____ 本 ]
12) ラディオガルダーゼカプセル500mg	[ 有・無 ]	[ _____ カプセル ]

表1 調査対象とした解毒剤と対応する中毒起因物質

解毒剤 ( 国内市販製剤の販売名 )	調査の有無		対応する中毒または中毒起因物質 <sup>※1</sup>
	病院	医薬品 卸業者	
<b>国内市販製剤</b>			
1) アトロピン硫酸塩注射液 (アトロピン注0.05%シリンジ「テルモ」、アトロピン硫酸塩注0.5mg「タナベ」、アトロピン硫酸塩注0.5mg「フソー」)	有	有	有機燐系殺虫剤、副交感神経興奮剤
2) プラリドキムシヨウ化物注射液 (バム静注500mg)	有	有	有機リン剤
3) ジアゼパム注射液 (ホリゾン注射液10mg、ジアゼパム注射液10mg「タイヨー」、ジアゼパム注射液5mg「タイヨー」、セルシン注射液10mg*、セルシン注射液5mg*)	有	有	有機リン中毒、カーバメート中毒における虚脱
4) シアノキッド注射液5gセット (シアノキッド注射液用セット)	有	有	シアン及びシアン化合物
5) 亜硝酸アミル液 (亜硝酸アミル「第一三共」)	有	有	シアン及びシアン化合物
6) チオ硫酸ナトリウム注射液 (デトキソール静注液 2g)	有	有	シアン及びシアン化合物、ヒ素剤
7) ジメルカプロール注射液 (バル筋注100mg「第一三共」)	有	有	ヒ素・水銀・鉛・銅・金・ビスマス・クロム・アンチモン
8) ベニシラミン製剤 (メタルカプターゼカプセル50mg・同カプセル100mg、同カプセル200mg)	有	有	鉛・水銀・銅
9) メチレンブルー注射液 (メチレンブルー静注50mg「第一三共」)	有	有	メトヘモグロビン血症 (アニリン、ニトロベンゼン等)
10) ホメビゾール注射液 (ホメビゾール点滴静注1.5g「タケダ」)	有	有	エチレングリコール、メチルアルコール
11) アセチルシステイン内用液 (アセチルシステイン内用液17.6%「ショーワ」)	有	有	アセトアミノフェン
12) プルシアンブルー製剤 (ラディオガルダーゼカプセル500mg)	有	有	タリウム
<b>院内製剤</b>			
13) 亜硝酸ナトリウム注射液	有	無	シアン及びシアン化合物
14) メチレンブルー注射液	有	無	メトヘモグロビン血症 (アニリン、ニトロベンゼン等)
15) グルコン酸カルシウムゲル	有	無	フッ化水素
<b>海外市販製剤(国内未承認製剤)</b>			
16) Cyanide Antidote Package	有	無	シアン及びシアン化合物

※1 国内市販製剤については、当該医薬品製剤の添付文書の効能効果の記載に則った。

\* 有機リン中毒・カーバメート中毒への適応なし

図1. CHEMM-IST 使用マニュアル(リーフレット)

～化学剤推定補助ツール～  
CHEMM-IST 使用マニュアル (Ver 1.1)

平成 30 年度厚生労働省行政評価政策課委託事業(健康安全・危機管理対策研究事業)  
「2020 年オンラインピック・パワリングピック東京大会等に向けた化学テロ  
等重大事象への準備・対応に関する研究」  
(研究代表者 国立がん研究センター 臨床研究部 小井土 謙一)

**CHEMM 及び CHEMM-IST とは?**  
CHEMM (Chemical Hazards Emergency Medical Management) は、米国保健福祉省のもとで、医学・危機管理・毒物学等の専門家によって開発され、インターネット上で無償公開されている化学テロの診断対応ツール(https://chemm.nlm.nih.gov/)です。 ※英語のみ

その最大の特徴は、傷病者のいくつかの観察所見(症状・兆候)の入力により、リアルタイムで化学剤の推定が可能な CHEMM-IST (Intelligent Syndromes tool) というツールです。

本研究班では、本邦でも CHEMM-IST を利用した化学剤推定が簡便にできるよう、日本語での使用マニュアルを作成致しました。有事の際、医療従事者の皆様の診断・治療の一助となれば幸いです。

**【注意事項】**

- ・現在、CHEMM-IST で鑑別対象となる薬剤は、現時点では 7 種類(血液剤、農薬・神経剤、有機溶剤、窒息剤、オピオイド、抗コリン剤、全身麻酔剤)のみであり、びらん剤が入っていない点に注意して下さい。
- ・Syndrome Prediction は、『何点以上であれば確定』というものではなく、他薬剤とのバランスを見ながら活用して下さい。
- ・CHEMM-IST は『迅速な鑑別・対応を行うための初期スクリーニングツール』であるため、化学テロ等が疑われる場合には、CHEMM-IST にて初期スクリーニング・対応を行いつつ、公益財団法人 日本中毒情報センター(https://www.jpoison-loc.jp) 等への、専門的対応・助言を求めるとお願い致します。

① <https://chemm.nlm.nih.gov/> にアクセスし、右側の CHEMM-IST をクリック

※アプリを使用する場合  
(1) Play ストア(Android)又は App Store(iOS)で『WISER』を検索・インストール  
(2) WISER を起動  
(初回は職種の種類あり→一般医療従事者は、原則【Hospital Provider】を選択)  
(3) CHEMM をタップ  
(4) CHEMM-Intelligent Syndromes tool をタップ  
⇒以降は同じ

② 注意事項を確認の上、Close をクリック

**【注意事項概要】**  
CHEMM-IST は化学剤推定補助ツールのプロトタイプであり、現時点でも開発途中 (β版) である。このため、CHEMM-IST のみで表裏の治療方針を確定すべきではない。また、CHEMM-IST の対象は重症例・吸入症例であり、皮膚に付着した症例は想定していない。

③ 症状・兆候の選択肢(17項目 ※裏面)が出てくるため、あてはまるものをチェック

④ 7 種類の化学剤について、それぞれの可能性がどのくらいかを推定 (アプリの場合は【View Syndrome Result】をタップすると表示)

⑤ 症状・兆候をクリックすると、その項目を修正できるので、適宜再評価することも可能

**症状・兆候の選択肢(17項目)**

質問 1: 意識状態

State of Alertness? ⚠️  
Storn/Altered, Normal/Awaken, Fast-Anxious or Excited

意識消失 意識混濁 正常 不安/興奮

Unconscious Slow Normal Fast

質問 7: 心拍数

Heart Rate? ⚠️  
In addition to exposure, the heart rates of young children can vary greatly due to stress and activity.

徐脈 正常 頻脈 評価出来ず

Bradycardia Normal Tachycardia Can't Assess

化学剤の暴露に加え、子供の心拍数については、ストレスや活動でも影響を受けやすい

質問 13: 湿性肺/ラ音

Wet lungs/Rales? ⚠️

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

質問 2: 失神

Syncope? ⚠️

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

質問 8: 低血圧

Low Blood Pressure? ⚠️  
In the absence of equipment or when faced with a large number of patients, a weak or absent carotid, femoral, and radial pulses would suggest progressively lower blood pressure.

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

血圧計が無い場合や多数傷病者対応を行う場合には、頸動脈・大動脈・橈骨動脈の触知状態で判断すべし

質問 14: 胸の灼熱感/痛み

Burning Chest Pain? ⚠️

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

質問 3: 痙攣

Seizure? ⚠️  
Not all abnormal movements are seizures. If recurrent or continuous seizure activity is reported, consider the convulsant or pesticide hazard as one likely.

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

全ての異常な動きが痙攣とは限らないが、再発性・持続性の場合は、全身麻酔剤や農薬・化学剤の可能性が高い

質問 15: 皮膚の刺激症状や灼熱感

Irritated or Burning Skin? ⚠️  
For unresponsive individuals, examine skin for redness or other evidence of irritation.

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

意識レベルが低い場合は、発赤や他の刺激兆候を確認すべし

質問 4: 瞳孔所見

Pupil? ⚠️

縮瞳 正常 散瞳 評価出来ず

Pinpoint Normal Dilated Can't Assess

質問 10: 喘鳴

Wheezing? ⚠️

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

質問 16: 目の刺激症状

Eye Irritation? ⚠️  
A patient with eye irritation will exhibit tearing, pain or burning.

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

涙液、眼痛、灼熱感のある患者

質問 5: 発汗

Sweaty? ⚠️

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

質問 11: 呼吸促拍

Shortness of Breath? ⚠️

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

質問 17: めまい/ふらつき

Dizziness/Lightheadedness? ⚠️

あり なし 評価出来ず

Yes No Can't Assess

質問 6: 粘膜症状

Mucous Membrane? ⚠️  
For SLUDGE, while vomiting and abdominal pain can be non-specific, look for excessive drooling, tearing, and involuntary incontinence - urine or stool.

濡潤/正常 口腔内乾燥

SLUDGE Moist or Normal Dry Oral Cavity

Can't Assess 評価出来ず

※SLUDGE: Salivation(唾液分泌)、Lacrimation(涙液) Urination(尿失禁)、Defecation(便失禁)、Gastric Emptying(嘔吐)

注) 症状等の評価が不十分だと、適切な予測が困難との注意喚起あり

**Question**

**Re-run!**  
CHEMM-IST was unable to provide a proper prediction due to a lack of information that you provided. This may be due to: incomplete assessment of important signs

図2. 国家備蓄の「二つの矢構想」モデル

## ②戦略的供給方法(二の矢構想)

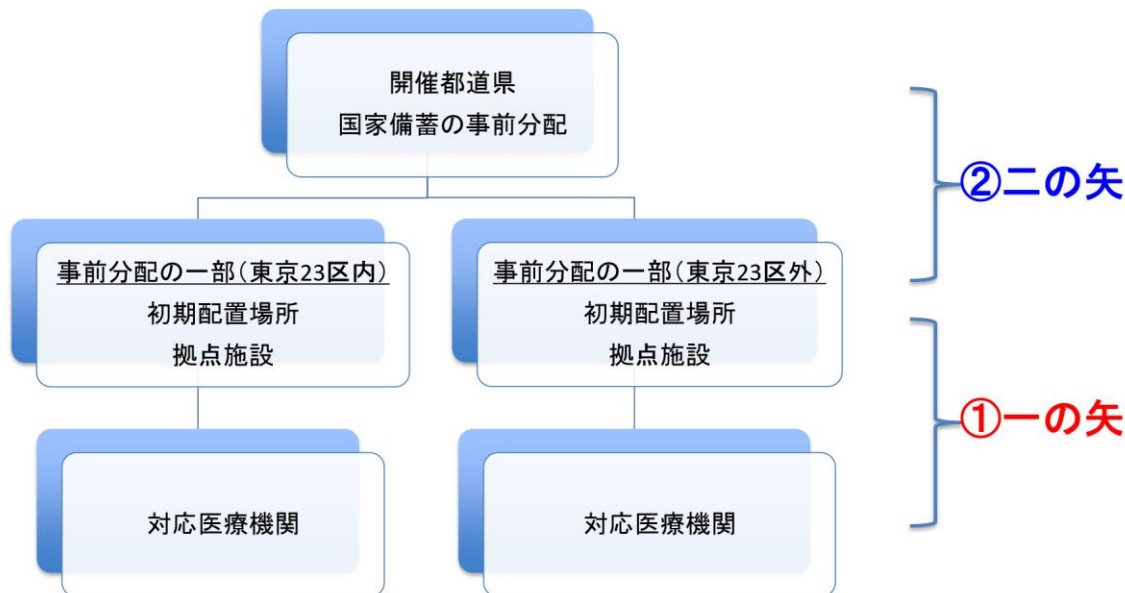


図3:立川駐屯地からヘリによる搬送所要時間. 赤円 25km、緑円 50km

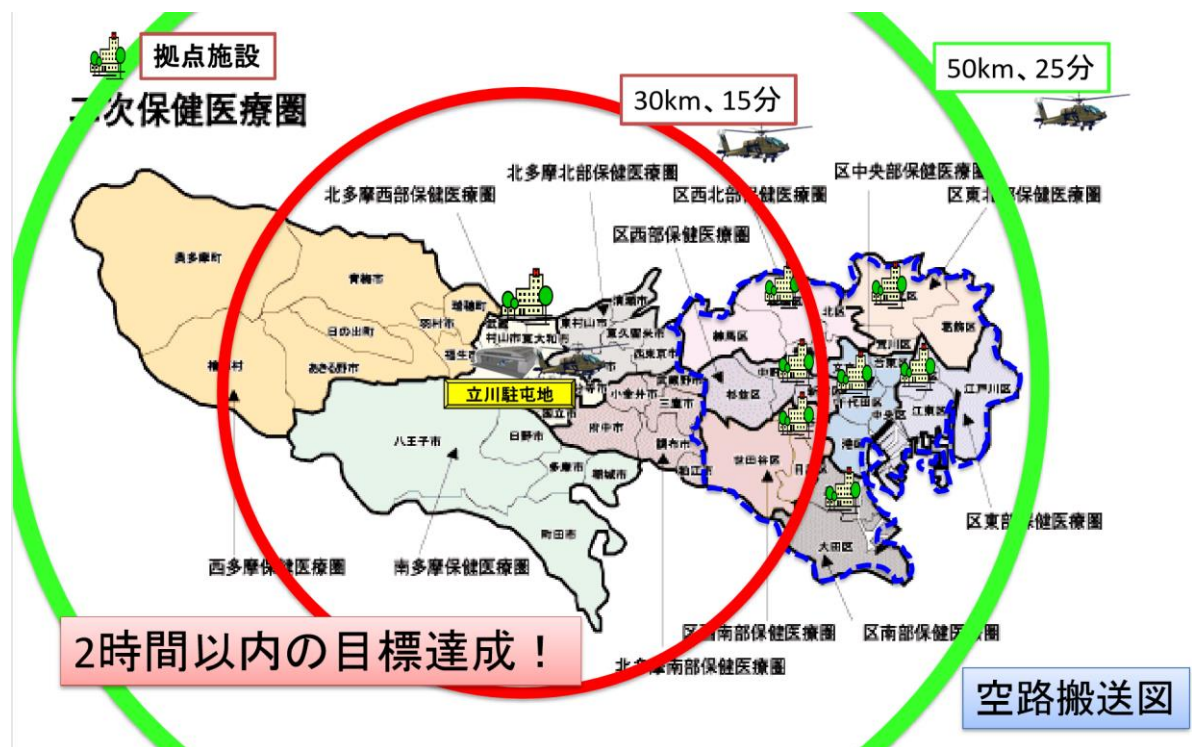


図4:国家備蓄の事前分配スキーム

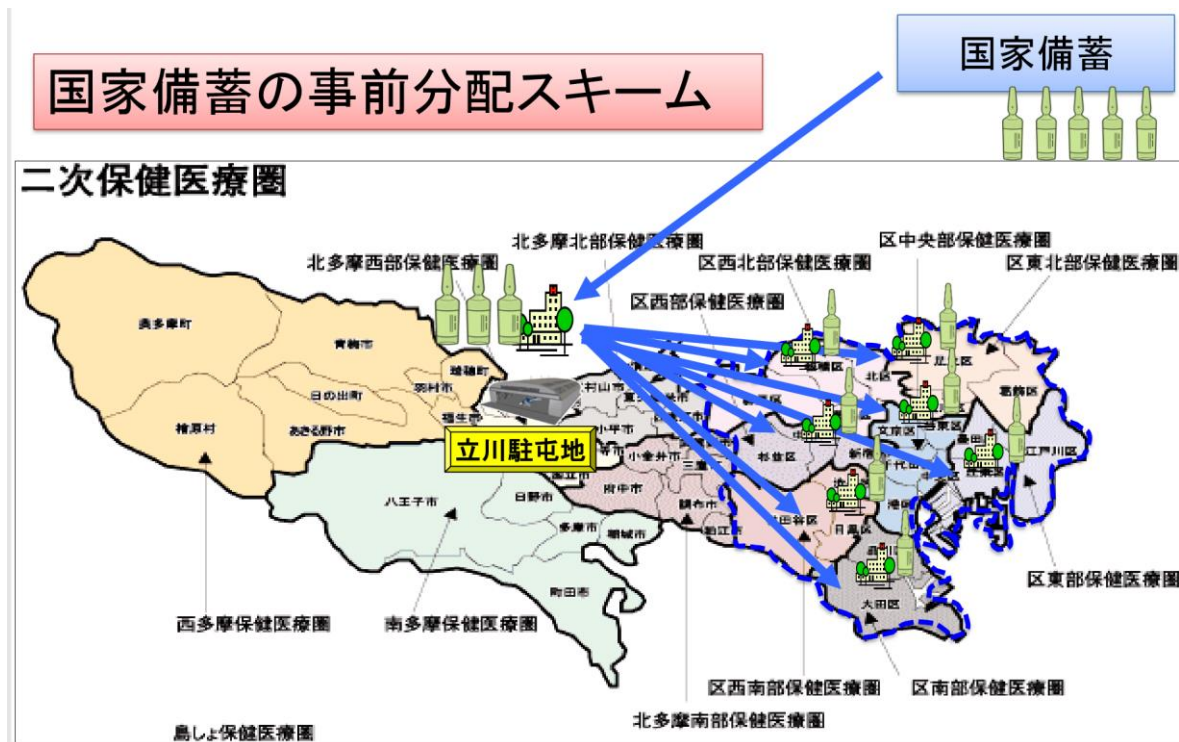


図5:二の矢構想搬送スキーム図



1 15 版 平成28年3月27日 第3380号

想いを強く心に響く

高松建設

0120-53-8101

朝の詩

花の国散歩

佐川氏「改竄」関与

森友文書周辺に認める 大阪地検聴取

# 五輪化学テロ かりへ想定

## 厚労省研究班 来月にも対策案

2020年東京五輪・パラリンピックの迎える口途途に迫る。厚生労働省の研究班(代表 小井土隆一、以下略称を「研究班」)が、会場に用いる建物の耐震と化学テロ対策を巡る対策案を記し、現場での作成を進めようとしている。分かった。「対策案をすりかえ」が中心となる。この対策案は、2019年5月にまとまり、それを基に「対策案を具体的な進捗を検討する」。

### 解毒剤新たに7施設備蓄

大阪府中では、化学テロ対策として、解毒剤を新たに7施設に備蓄する。これは、化学テロ対策として、大阪府中では、化学テロ対策として、解毒剤を新たに7施設に備蓄する。これは、化学テロ対策として、大阪府中では、化学テロ対策として、解毒剤を新たに7施設に備蓄する。

後には解毒剤を保管する。は時間がかかり、対策は、

# 内閣支持率続落 38%

## 自民FNN 不支持50%超える

内閣支持率は、FNN調査によると、38%に落ちた。自民党の不支持率は、50%を超えた。これは、FNN調査によると、38%に落ちた。自民党の不支持率は、50%を超えた。これは、FNN調査によると、38%に落ちた。自民党の不支持率は、50%を超えた。



4/24(火)

THE SANKI SHIRUBUN

0120-70-3034

朝の詩

花の国散歩

佐川氏「改竄」関与

森友文書周辺に認める 大阪地検聴取

# 佐川氏「改竄」関与

## 森友文書周辺に認める 大阪地検聴取



佐川氏(左)と森友文書の調査委員

大阪地検が、佐川氏(左)と森友文書の調査委員の関与を認め、佐川氏に改竄に関与したと認めた。佐川氏は、森友文書の調査委員として、大阪地検に聴取された。佐川氏は、森友文書の調査委員として、大阪地検に聴取された。

森友学園問題 参議院「森友会」が大敗。森友会は、参議院で敗北した。森友会は、参議院で敗北した。森友会は、参議院で敗北した。

財政省の説明は、改竄に関与したと認められた。財政省は、改竄に関与したと認められた。財政省は、改竄に関与したと認められた。

農業データベース 効率化で「潤い」

0120-70-3034



ふわり 花の国散歩

## 化学テロで解毒剤注射、医師以外も 五輪で厚労省検討

5/16(木) 20:23配信

Yahoo!検索

**朝日新聞**  
DIGITAL

2020年東京五輪・パラリンピックでサリンなどの化学テロが起きる事態に備え、厚生労働省は現場で活動する消防隊員らが負傷者に解毒剤を注射できるようにする検討を始める。解毒剤の注射は医療行為にあたり、原則医師や看護師しか認められていない。近く検討会を立ち上げ、年内にも方針をまとめる。

化学テロの際に注射器の使用を想定しているのは、汚染現場で活動する消防や警察、自衛隊などの専門部隊。検討会で注射できる条件や対象者などを整理し、素早く治療を始められる体制づくりを進める。

安全に携帯できる自動注射器を使った解毒剤の取り扱いも検討する。国内では、病院の外で使うのに不向きな静脈に注射するタイプの解毒剤しか承認されておらず、自動注射器を使えるための条件を整理する。

化学テロ対策をめぐっては、厚生労働省の専門部会が5年前に提言を公表。化学物質による急性中毒は、30分から数時間以内に解毒剤治療を始める必要があるとし、薬の備蓄や、負傷者を病院に運ぶ前に早期に治療を始める体制づくりを求めている。（阿部彰芳）

朝日新聞社

最終更新:5/16(木) 21:30

朝日新聞デジタル



## 化学テロ想定 消防隊員らによる解毒剤注射を検討へ 厚労省（産経新聞） - Yahoo!ニュース

三が海から学んだ人生の指針

Yahoo! JAPAN ヘルプ

**YAHOO!** ニュース  
JAPAN

### 化学テロ想定 消防隊員らによる解毒剤注射を検討へ 厚労省

5/16(木) 0:39配信

**産経新聞**

2020年東京五輪・パラリンピックで、サリン散布などの化学テロが発生した場合に備え、厚生労働省は15日、負傷者に対し、消防隊員らが注射器を使った解毒剤投与を行えるよう検討する方針を明らかにした。現行では医療行為に当たる注射は医師や医師の指示下にある看護師しか行えない。年内にも専門家による会議を設置し、緊急時の対応の在り方を検討する。

大会期間中は国内外から旅行客らが押し寄せ、会場のほか、地下鉄や観光地など警備が手薄な「ソフトターゲット」が化学テロの標的になる懸念がある。

この日開かれた医療関係者らを集めた会議で、厚生労働省の研究班は化学テロへの対応として、「多数の傷病者を救命する観点から、効率的で現実的な対応の在り方の再考が必要だ」などと指摘した。

発生直後の原因物質が推定できていない段階では、現場直近の「ホットゾーン」と呼ばれる危険区域で活動できるのは、厳重な防護服を装着した消防隊員らに限られる。「搬送後に解毒剤を投与するのでは時間がかかりすぎ、重症者を救命することはできない」などの意見があった。

厚生労働省は今後、ホットゾーン内で、医師以外の消防隊員や自衛隊員らが自動注射器を用いて負傷者に解毒剤の投与を可能とすることを検討。搬送時の二次被害を防ぐため、消防隊員らが原因物質を迅速に取り除く手段などを模索する意向も示している。

最終更新:5/16(木) 0:39

**産経新聞**

<https://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20190516-00000501-san-soci>

分担研究報告

「化学テロ等発生時の多数傷病者対応（病院前）について」

研究分担者 阿南 英明

（藤沢市民病院 診療部長・医療支援部長・

救命救急センター長）

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)  
「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた  
化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」

分担研究報告書

「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)について」

研究分担者 阿南英明 (藤沢市民病院 診療部長・医療支援部長・救命救急センター長)

研究要旨

1995 年に発生した東京地下鉄サリン事件当時の救助者の二次被害の発生の教訓から検知、防護、除染、ゾーニングといった安全対策を強調した体制と装備が構築された。しかし、そのことが迅速な被災者の救助の妨げになっている。平成 29 年度に検討した化学テロ現場における本邦関係機関の活動指針の課題に基づいて、「多数の救命」の重要性に関する明確なコンセプトを設定した。英国・米国で示されている新知見と海外での実験検証結果を参考にして、我が国の国情に合わせた新たな現場活動の在り方の提言を作成した。本提言は、化学物質特性の観点と、医学的見地から議論を行い、総務省消防庁の意見を取り入れて将来の継続的検討が必要な事項も盛り込んで作成した。

【研究協力者】

大城健一(川崎市立看護短期大学)

嶋村文彦(千葉県救急医療センター)

濱田昌彦(重松製作所、元陸上自衛隊化学  
学校副校長)

高橋礼子(国立病院機構災害医療センター)

\*オブザーバー

布川賢治(総務省消防庁 国民保護・防災部  
参事官室 課長補佐)

小谷聡司(総務省消防庁 救急企画室 救急  
専門官)

A 研究目的

1995 年に発生した東京地下鉄サリン事件において、救助者の二次被害が発生したことは我が国の化学テロの対策を構築する上で大きな契機となった。この経験を教訓として、検知、防護、除染、ゾーニングといった安全対策を強調した体制と装備が全国消防機関や医療機関に準備されている。また、全国で展開されている国民保護訓練においても、前述の対策が取られた現場対応が繰り返し実施されている。このように、救助者の安全が担保さ

れる仕組みは確立されつつあるが、一方で、現場の被災者の救援という観点では、整備前と比較し時間がかかる結果となっている。この問題は、東京地下鉄サリン事件以降、世界中で課題として認識され、対応者の安全を確保しつつ、人命の救助を迅速に実施するかという課題について研究が進められてきた。

本分担研究では、2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会を目前として、化学テロにおける病院前対応に関して、世界における最新の知見を踏まえ、安全性を担保しつつ、被害者の救命率を最大化する実効性のある活動の在り方を提言することを目的とした。なお、本提言は多数傷病者が発生する事案への対応を対象としており、個人または少数の傷病者対応では必ずしも適応されない点があることに注意が必要である。

B 研究方法

平成 29 年度の「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)に関する研究」において、現行の化学災害・テロ現場における関係機関の活動指針として検討を要すると考えら

れる項目として以下の 10 項目が挙げられた。

- ① 二次被害防止に加え「多数の救命」の重要性に関する明確なコンセプトを設定する
- ② 各活動に関して時間概念の重要性を強調する
- ③ 避難、脱衣など可及的速やかに実施する行動を明記する
- ④ 資機材に依存しないで実施可能な行為の提示など段階的除染方法の導入など除染の階層化を示す
- ⑤ 通常の消防装備機能の活用の検討する
- ⑥ 近年の研究成果を加味して、対処に関して論理的な構築を行う
- ⑦ 被災者に対して、自力で行動できる集団と支援介入すべき集団の存在を認識した体制構築をする
- ⑧ 被災者と救助者のコミュニケーションを意識した接触・誘導方法を検討する
- ⑨ 通常事故災害とは異なる現場の医療の在り方に関する課題と解決策を検討する
- ⑩ 作為的行為である化学テロの犯罪捜査との連携の重要性を再認識する

これらに基づいて提言項目を作成した。提言の内容に関しては、海外で示されている新知見や実験検証結果を参考にして、我が国の国情に合わせた内容を作成した。

## C 研究成果

以下の 10 項目を提言としてまとめた。

- I. テロに使用される化学剤の特性
- II. 事案の想起
- III. 避難・救助
- IV. 多様な要救助者対応
- V. コミュニケーション(被災者への情報提供・除染方法の伝達・行動誘導)
- VI. 除染
- VII. 防護と検知
- VIII. ゾーニング
- IX. 現場医療
- X. 警察捜査との連携の重要性

上記の提言事項の中には、従来浸透してきた考え方からシフトした事項と、新たに提言し

た事項がある。

### 1. 従来の考え方からシフトした事項

- ① 検知活動と救護活動は同時並行で実施されるべきであること(検知・ゾーニング活動優先からのシフト)
- ② ファジーなゾーニングの許容(検知を前提とした厳密なゾーニング設定からのシフト)
- ③ 曝露リスクに基づく適切な个人防护具の選択(レベル A 防護具のみによる救助活動からのシフト)
- ④ 特殊資機材に頼らない除染の実施(特殊設備を前提とした除染からのシフト)
- ⑤ 早期医療介入のために必要な要件や手法の検討(非汚染地域における医師による介入のみの前提からのシフト)

### 2. 新たな提言事項

- ① 救援者が到着後にまず行うべき行動として、避難の指示を明示する必要性
- ② 多様な被災者を念頭においた対策の策定の必要性
- ③ 階層化され線形に実施する除染
- ④ 特殊資機材の到着を待たない救助活動の開始

上述の内容を盛り込んで、「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前)に関する提言」(以下、「本提言」という。)を作成した。(添付資料)

## D 考察

化学災害・テロの医療対応も、通常の救急医療と同様に早期の医療介入は普遍的な重要概念であり、その成否が被害者の生命予後・機能的予後に直結する。1994 年の松本サリン事件と 1995 年の東京地下鉄サリン事件では、対応した消防隊員、警察官、医療従事者は除染や防護などの対応は行っていなかった。そのため、現場対応者や医療従事者に二次被害が生じたという問題が発生した。この経験から、現在の我が国の救護活動において精緻な検知、ゾーニング、防護、除染の体制が

構築された。こうした体制の確立により、現場対応者の安全性は飛躍的に向上した。一方で、除染というプロセスを経なかったため、日常の救急患者対応と同様に、迅速に傷病者に接触して救命処置を実施がなされたのも事実である。このように比較的早期に治療介入がなされたことは、結果的にそのテロの規模と比べ、サリンに曝露された被害者の死者数を抑えられた可能性がある。二次被害の経験を経て、現場対応者の安全性については改善したが、被災者の救命の可能性を最大化する方策については、少なくとも国内においては十分に検討が尽くされたとは言えない。先進諸外国においては、救助者の安全確保と早期の被災者救援の両立を図るという一見すると二律背反するこの課題について、基礎研究や実証実験等を重ね、その両方を担保する手順の構築の模索が続けられている。

以下に本提言の項目ごとに新知見を交えた考察をした。

### I. テロに使用される化学剤の特性

テロに使用される可能性がある化学剤は種々あるが、揮発性、臭い、即効性、濃度による効果、致死性など、各種の剤の特性に関する観点、次に短時間に多数の傷病者が発生させ、テロとしての効果を最大化するという蓋然性という2つの理由から、神経剤の対策を講じることが最も重要であると結論付けた。よって本提言の中で種々の具体的対処を検討する際に、神経剤を前提とした体制構築を示すことができた。同様に短時間に多数の傷病者を発生させる可能性のあるオピオイド剤については現在のところ、解毒剤・拮抗薬の位置づけや最適と考えられる対応手順について、国際的な知見が定まっておらず、使用された事案の提示に留めた。しかし世界的な注目度は高く、今後注意が必要である。

### II. 事案の想起

地下鉄サリン事件の現場においても当初の通報内容から化学剤の使用を想起することは困難であった。訓練においては化学剤使用を前提とした実施が繰り返されているが、実際には発災初期に化学剤を想起することは非常に

困難を伴う可能性がある。機械的検知は有用であるが、同時に特徴的な身体所見から迅速に推定することも重要である。海外においてCHEMM-ISTなどの化学剤推定補助ツールが開発されている。現場に到着した救助者が事前学習として活用することは、発災当初に化学剤の使用を想起しやすくする助けになる可能性がある。

### III. 避難・救助

現状、多くの現場対応マニュアルに明確な避難誘導の意義やあり方は示されていない。有毒物質から離れることで新たな傷病者発生や病態の悪化を阻止することは現場の統制を行う上で非常に大きな意義がある。また、自力で避難できない傷病者に関しては一刻も早い救助が重要であり、海外では特別な資機材の到着を待つ前に現場対応者の安全性を担保して救助活動を開始する方法について科学的研究が進んでいる<sup>1)</sup>。日本においても、科学的研究結果を加味した安全性と救助の迅速性を両立する方法を追求することが重要である。

### IV. 多様な要救助者対応

訓練で傷病者役を担うのは若い元気な学生が多い。しかし現実の社会では多様な人が被災して要救助者になりうる。例えば近年海外から訪れる外国人は増加しており、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会においても多くの外国人の来日が見込まれる。そのため、言語や文化が異なる被災者の対応を想定する必要がある。また、世界で最も高齢化が進んでいる日本では、高齢者が被災する可能性も高くなる。このように特別な支援を必要とする傷病者に対する計画を講じなくてはならない。

### V. コミュニケーション(被災者への情報提供・除染方法の伝達・行動誘導)

化学剤が散布された現場にいる大衆をどのように統制して効率的に行動を促すかに関する検討は重要である。そのための情報提供のあり方はどうあるべきなのかについて事前に検討し、必要な準備を検討する必要がある。実例が少ない中でこうした検討を行うことは大変ではあるが、提供すべき情報は決まっており、

事前に統一した様式を用いたコミュニケーション計画を準備することも考慮する必要がある。

## VI. 除染

化学物質への曝露時間をいかに減らすかは、被害者の救命率に直結する。米国生物医学応用研究開発局(BARDA)が出版した PRIMARY RESPONSE INCIDENT SCENE MANAGEMENT (PRISM)<sup>2)</sup> では、化学物質への曝露を大幅に下げることができる「脱衣」を早期に実施することの重要性を強調している。付着した衣類から蒸発する化学物質の吸入や浸透による経皮的吸収を回避するには、脱衣が非常に有効である。PRISM では The PRISM “Rule of Tens”として、脱衣だけで90%除染がされ、乾的除染を追加すると残存する汚染は1%まで低下すること、更に放水除染(gross decontamination)を加えると残存汚染が0.1%まで下がること示されている。また、時間経過とともに脱衣の効果は急激に低下することが判明しており、サリンに関しては60分経過するとほぼ皮膚汚染の除去効果はないことが示されている<sup>3)</sup>。英国の指針では、曝露後15分以内に脱衣することの重要性が明確に示されている<sup>4)</sup>。本邦の消防機関が通報から現場に到着するまでの時間は非常に速い。現場に到着後直ぐに対応を開始した場合に、まず最初に10分以内の脱衣実施を指示する妥当性がある。

これまで日本では、脱衣は乾的除染に含まれており、手順として、高度の防護具を着用した消防隊員が救助した傷病者を対象に、水除染か乾的除染かを選択して、乾的除染を実施する際に同時に実施することが標準的対処法とされてきた。この方法は、二次被害の防止は図ることができるが、結果的に脱衣の実施までに長時間を要するため、被害者の救命率の向上にはつながらない。これを改善するためには、水除染か乾的除染かの選別を最初に実施する手順を廃止し、PRISMに示されるように、一刻も早い脱衣の実施から開始すること、そして、機材に拘らず実施できる除染を迅速に開始し、必要に応じて水や特別な資機材を活用する方法を追加する、というように、線形

の手順で実施することが重要である。このように手順を単純化することで、科学的根拠に基づいて、専門資機材の到着を待たずに効果の高い除染と迅速性の確保による救命率の向上が期待できる。

## VII. 防護と検知

安全確保のための個人防護具(PPE)の使用については、科学的な検討に基づき、その曝露レベルに応じて選択を行うべきである。従来は、救護活動について最高レベルの化学防護性を有するレベルA防護具を装着することが常識的な考え方であった。未知の原因物質にも対応するためには、気道吸入と経皮吸収の面でも、レベルAが最も安全性が高いと考えられてきたからである。化学剤が気道から吸収されると毒性は即効性である。一方で、気体状の化学剤は経皮的な吸収に時間を要する。こうした化学物質の特性を考慮して、一定条件下に限り、レベルB防護具または消防隊員の通常装備での汚染域内の活動を認める考えを提言した。この考え方は科学的検証に基づいて米国陸軍が示したもので、生存者がいるサリン現場であれば、全面空気呼吸器マスクと消防防火衣装備で、30分間の活動が可能であることが示されている<sup>1)</sup>。高度な防護具は高価であり、全ての消防部隊に配備されているわけでない。さらに、装着に時間を要し、空気ポンベの使用時間は短く、装着した状態での動きは非常に制限される。結果的に、傷病者の救出に時間がかかる結果となりうる。安全性を確保した上で、被害者の救命率を向上するためには、最新の科学的知見に立脚して対応手順を改定するとともに、現場対応者に、レベルA防護具に依存せずとも救助活動が可能であることについて丁寧に説明を行い、不安を取り除くことが重要である。

## VIII. ゾーニング

従来の推奨された活動は、現場に到着した部隊が、検知に基づいて、明確なゾーニングを実施した後に救助人員が進入する考え方であった。しかし、前述したように、こうした手順では傷病者の救助開始が遅くなってしまう。しかも、III. 避難・誘導で述べた通り、救命率の

向上には、避難誘導時には、極力汚染現場（ホットゾーン）から離れた場所への退避を指示することが重要である。こうした方針を取る場合、未除染の被害者が存在するウォームゾーンの範囲は大きくなり、囲い込みは現実的ではない。迅速な除染や救出を実現するために、必ずしも厳格なゾーニングを先行することには拘らず、緩やかなゾーニングを許容することで活動の迅速性の向上が可能になる。

## IX. 現場医療

化学テロに対する早期の医療的介入の必要性に関しては普遍的な蓋然性がある。しかし、恒常的な教育訓練と専従部隊化されていない民間の医療従事者をホットゾーンやウォームゾーンなどの除染前のエリアに投入することは、かえって二次被害のリスクを高めるのみで現実的な解決策にはならない。化学テロの汚染域において医療的介入するためには、指揮命令系統下で専門的に日常的な訓練を実施している部隊の対応を前提に体制構築を検討する必要がある。症状の出現が速いほど重症であることが示されており<sup>5)</sup>、自力で避難できない状態に陥った傷病者は重症であることを示す。よって除染前エリアを含め、早期に解毒剤を投与することが重要である。また早期に解毒剤を投与しないと解毒効果が失われる<sup>6)</sup>。海外には、このような現場で使用できるように神経剤に対しては解毒剤の自動注射器が存在する。除染前エリアで活動する特殊部隊が、重篤な状態の被害者に対して、自動注射器を用いて解毒剤を投与できるようになれば、市民の命、そして現場対応者の安全を守るために大きな意義がある。必要な議論と手続きがなされることが期待される。

## X. 警察捜査との連携の重要性

作為的な行為であるテロは警察による犯罪捜査の対象である。犯人検挙、現場検証、証拠保全等の法執行活動は被災者の人命救助と並んで重要な活動である。消防機関、医療機関、公衆衛生当局、法執行当局等の関係者が密接に連携することで、更なる被災者の発生を回避し、原因の究明に寄与できる可能性がある。事案発生時に連携をスムーズに行う

には、現場活動を行う機関間で事前に細部に渡る標準業務手順を決め、訓練で検証を行い、練度を上げておくことが重要である。

最後に、本研究においては、逃げ遅れた被災者のうち誰を優先して救助するべきかについては結論が出ていない。生命徴候が明らかな傷病者を優先するのか、瀕死の傷病者を優先するのかなどの課題は残る。

## E 結論

本分担研究では、救急医療の観点から、現場対応者の安全を確保とより多くの危機的な被災者の救命を両立させる観点から、近年の新たな科学的知見やベストプラクティス等の検討に基づいて、化学テロ発生時の病院前対応に関する提言を作成した。万が一、我が国でサリンなどの毒物が散布される事態が再び発生したとしても、当時より対応者の安全が守られ、多くの被害者の命を救う救護活動が実施される体制を構築することが強く望まれる。

## 参考文献

- 1) U.S. Army Edgewood Chemical Biological Center. Risk Assessment of Using Firefighter Protective Ensemble with Self Contained Breathing Apparatus for Rescue Operations During a Terrorist Chemical Agent Incident. Aug. 2003, U.S. Army Soldier and Biological Chemical Command.
- 2) R.P.Chilcott and R. Amlot. Primary Response Incident Scene Management (PRISM) Guidance for Chemical Incidents Volume1: Strategic Guidance for Mass Casualty Disrobe and Decontamination. Office of the Assistant Secretary for Preparedness and Response (ASPR) / Biomedical Advanced Research and Development Authority (BARDA), 2015.
- 3) R.P.Chilcott, J.Larner, H.Matar. Primary Response Incident Scene Management (PRISM) Guidance for Chemical Incidents Volume1: Strategic Guidance for Mass

Casualty Disrobe and Decontamination.  
2nd Edition, ASPR/BARDA, 2018.

- 4) National Ambulance Resillence Unit  
[NARU]. National Ambulance Service  
CBRNE/HAZMAT guidance-OFFICIAL,  
NARU, Oldbury, UK, 2014
- 5) CBRNE テロ対処研究会編. 必携 NBC テロ  
対処ハンドブック. 診断と治療社. 東京.  
2008.
- 6) 公益財団法人日本中毒情報センター.  
NBC 災害・テロ対策研修テキストブック.

## F. 健康危険情報

特になし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

投稿中

### 2. 学会発表

○本間正人 阿南英明 小井土雄一 大友康裕.  
シミュレーション研修手法を用いた化学テロ  
に対する病院前救護体制の検討【口演】  
第 46 回日本救急医学会総会・学術集会  
2018.11.21 (横浜)

○阿南英明. 教育講演 化学テロ災害対応  
Up to Date～本当に人命を救うために化学テロ  
を体験した日本だからこそ求められる変革  
～. 第 24 回日本災害医学会総会・学術集会  
2019. 3.18(鳥取)

○阿南英明 大友康裕 大城健一 嶋村文彦  
高橋礼子 本間正人 小井土雄一. 化学テロ  
に対する現場対応指針の大幅な改変に関  
する提言【シンポジウム】. 第 24 回日本災害  
医学会総会・学術集会 2019. 3.19(鳥取)

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

## H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし



# **化学テロ等発生時の多数傷病者対応 (病院前) 活動に関する提言**

～被害者の救命率の向上と対応者の安全確保の両立を目指して～

2019年3月1日

平成 29 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）及び平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」 研究代表者 小井土雄一（国立病院機構災害医療センター）

### 研究分担「化学テロ等発生時の多数傷病者対応（病院前）に関する研究」

研究分担者 阿南英明（藤沢市民病院）

#### 研究協力者

大城健一（川崎市立看護短期大学）

嶋村文彦（千葉県救急医療センター）

濱田昌彦（重松製作所、元陸上自衛隊化学学校）

高橋礼子（国立病院機構災害医療センター）

平林篤志（日本医科大学高度救命救急センター）

#### オブザーバー

布川賢治（総務省消防庁 国民保護・防災部 参事官室 課長補佐）

小谷聡司（総務省消防庁 救急企画室 救急専門官）

# 化学テロ等発生時の多数傷病者対応（病院前）活動に関する提言の目的

化学災害・テロへ対応する際には、災害救助の基本理念に基づいて、可能な限り多くの人命救助の追求をする必要がある。1995年の東京地下鉄サリン事件での救助者の二次被害の経験から、安全対策・二次被害防止策が重視され、さまざまな資機材導入と訓練が行われてきた。しかし、現場で被害にあった市民をいかに数多く救命するかという観点での検討は十分になされていない可能性がある。生命危機が逼迫した被災者が時間の経過とともに生命が絶たれていく状況において、完璧な二次被害防止だけを追求した対応では被害者の救命率の向上には結びつかない可能性がある。近年の研究や先進諸外国の指針などを参考に医科学的根拠に基づいて、本邦における化学テロ発生時に対応者の安全確保に加え、「多数の救命」の観点から、効率的で現実的な現場対応の在り方を提言することを目的とした。

本提言を構成する要点を以下に示す。

- 「化学テロ被害者の救命率の向上と対応者の安全確保の両立」の重要性に関する明確なコンセプトを設定する。
- 各活動に関して時間概念の重要性を強調する。
- 避難、脱衣など可及的速やかに実施する行動を明記する。
- 資機材に依存せず実施可能な行為の提示など、段階的除染方法の導入などにより除染の階層化を示す。
- 通常の消防装備機能の活用の検討を促す。
- 近年の研究成果を加味して、対処に関して論理的な構築を行う。
- 自力行動できる集団と支援介入すべき集団の存在を認識して被災者に対応する体制構築をする。
- 被災者と救助者のコミュニケーションを意識した接触・誘導方法を検討する。
- 通常の一般事故災害とは異なる現場の医療の在り方に関して、将来の課題検討の必要性を明示する。
- 作為的行為である化学テロであることから、犯罪捜査の観点で警察捜査との連携の重要性を示す。

# 目次

化学テロ等発生時の多数傷病者対応（病院前）活動に関する提言の目的	2
目次	3
I. テロに使用される化学剤の特性	5
1. 化学剤の分類	5
2. 物質の化学特性	6
3. 拡散の方法	6
4. 特殊な状況	6
5. 吸収について	7
6. テロとして使用される化学剤の特性	7
II. 事案の想起	9
III. 避難・救助	11
1. 拡声器等を用いて避難を指示する	11
2. 救助	12
3. 迅速に優先度判断	12
IV. 多様な要救助者対応	14
1. 要配慮者への支援	14
2. 資機材準備を待つて救助、除染活動開始を遅らせない	15
3. 自力移動できない被災者をグループ化して対応する	15
4. 救助時の搬送訓練等を日常的に実施する	15
V. コミュニケーション（被災者への情報提供・除染方法の伝達・行動誘導）	17
VI. 除染	19
1. 除染とは	19

2.	除染に関するパラダイムシフト .....	19
3.	各論 .....	22
1.	脱衣 (Disrobing).....	22
2.	即時除染 (Improvised decontamination) .....	24
3.	放水除染 (Gross decontamination) .....	26
4.	専門除染 (Technical decontamination) .....	28
VII.	防護と検知 .....	30
1.	個人防護具(PPE)について .....	30
2.	PPE のレベルについて .....	34
3.	先遣隊における PPE について.....	34
4.	検知について .....	35
VIII.	ゾーニング .....	37
IX.	現場医療.....	39
1.	現場で求められる救護技能 .....	39
2.	曝露後早期の解毒剤投与の必要性 .....	39
3.	化学テロにおける本邦医療チームの現状.....	41
4.	医療の早期介入に関する課題と対応策 .....	41
X.	警察捜査との連携の重要性 .....	44
1.	消防当局・医療機関との連携 .....	44
2.	公衆衛生・医療当局との連携 .....	45
	おわりに .....	46
	参考文献.....	47

# I. テロに使用される化学剤の特性

- ・ 多数傷病者の生命危機を生じる可能性が高い物質で、使用の蓋然性が高く、救助者の対応の困難性が高い剤はサリンなどの**神経剤**である。
- ・ 経気道吸収の防護が重要である。
- ・ 現場対応では物質の検知に関して、**神経剤か否か**の判別を第一優先に行うことが、効率的な活動である。

## 1. 化学剤の分類

表 1 に作用機序による化学剤の一般的な分類を示す<sup>1)2)</sup>。

表 1 化学剤の分類

分類	作用機序	例
神経剤	神経伝達を阻害	サリン、ソマン、タブン、VX、ノビチヨク
びらん剤	皮膚、呼吸器、粘膜を直接障害	マスタード、ルイサイト
血液剤 (シアン剤)	細胞内ミトコンドリアの酸素利用を阻害	シアン化水素、塩化シアン
窒息剤	肺胞を障害	ホスゲン、ジホスゲン
無能力化剤	中枢神経、末梢神経に作用して一時的に行動不能化	3-キヌクリジニルベンジラート (BZ)、オピオイド (フェンタニル)
催涙剤	粘膜を刺激	2-クロロベンジリデンマロノニトリル (CS)、クロロアセトフェノン (CN)、カプサイシン

## 2. 物質の化学特性

揮発性に関する物質の特性の違いによって、拡散や人体への影響の仕方が異なる(表 2)。

表 2 物質の化学特性

物質特性	拡散の程度	多数傷病者発生	人体への影響	例
揮発性	拡散しやすい	高リスク	付着後時間経過により消失しやすい	サリン、シアン
不揮発性	拡散しにくい	低リスク	消失せずに効果を発揮し続ける傾向	びらん剤、VX

## 3. 拡散の方法

剤を直接人体に塗布するなど、暗殺などの少人数殺傷に適するものとして、不揮発性の物質がある。反対に、化学剤を広範囲に拡散させることができれば、多数傷病者の発生という効果が発揮される。化学剤を拡散させるにはさまざまな方法がある。揮発性物質は剤を放置するだけで効果を発揮するが、不揮発性物質の場合にはエアロゾル化する機器を用いることで可能になる。建物の屋外など開放系で剤が散布される場合（松本サリン事件など）と屋内などの密閉系で散布される場合とでは拡散状況は変化する<sup>3)</sup>。一概に屋外といっても市街地など建造物の位置や気温、湿度、風、地理的条件や散布する物質の種類によって拡散状況と健康被害の発生は複雑に変化する。シミュレーションによってこの拡散状況を解析する方法が研究され、対応策の検討に利用することも示されている<sup>4) 5)</sup>。

- 揮発性物質：剤を放置するだけで拡散効果を発揮する
- 不揮発性物質：エアロゾル化する機器を用いることで拡散可能になる
- \* 化学剤を散布した場合には、種々の条件によって拡散状況と人体への影響は複雑に変化する。

## 4. 特殊な状況

爆発物による化学剤散布が行われたケースは過去あまりないが、国家間戦争としてミサイル弾頭に用いられることがある<sup>16)</sup>。また、特殊な化学剤使用方法として、毒性の低い2種

類以上の前駆体を混合することで毒性の高い化学物質を発生させるバイナリー化学剤があり<sup>1)</sup>、ミサイル弾頭に注入する化学剤として用いられる<sup>1)</sup>。

神経剤と血液剤など異なる性質の有毒化学物質を2種類以上散布することや、化学剤と放射性物質を混入することは、理論的にはありうるが、事例報告はない。このような2種類混合は、相互作用の面で効果・出現する症状、実効性の可能性などは不明な点が多い。

## 5. 吸収について

人体への有害性は経気道吸収と経皮的吸収によって生じる。有毒物質を吸い込むことによる経気道の吸収は効果が早く、症状も強く表れる。経皮的吸収の場合、比較的吸収に時間を要するものが多い。びらん剤は吸収による全身症状出現でなく、皮膚に対する直接的効果と経気道吸入による呼吸器障害が問題となる。皮膚障害はその効果発現には数時間ないし半日を要する。VXやノビチョクは沸点が高く揮発性が低いので、経気道的吸収による障害は生じ難い。一方で、液滴として少量皮膚に付着するだけで致死的となりうる<sup>16)</sup>。

揮発性物質の場合には気道からの吸入を防ぐことで、一定時間は人体に対する有害性を防衛することができる<sup>12)</sup>（「VII. 防護と検知」の「米国での科学的検討と実証実験」を参照）。

## 6. テロとして使用される化学剤の特性

一般に化学剤の毒性の指標は、**LCt<sub>50</sub>（50%致死曝露量）**と**Ct（曝露量）**とを用いる<sup>17)</sup>。

- ・ **LCt<sub>50</sub>**：経気道吸収される剤の毒性を示す方法として有用であり、防護具を付けない集団が一定の分時換気量での呼吸および一定の曝露時間状況下で、蒸気またはエアロゾルを吸入曝露した際に半数が死亡する化学剤の曝露量を指す。
- ・ **Ct**：蒸気・エアロゾル状の化学剤濃度（ $\text{mg}/\text{m}^3$ ）と曝露時間（分）の積で求められる。

LCt<sub>50</sub>は化学剤の特性として固有のものであり、数値が低い剤の危険性が高い。それに対してCtは数値が大きい場合に危険性が高く、濃度や曝露時間は、現場状況によって変化する。つまり、空間の広さや密閉性と避難行動の可否などに影響される。よって、Ctに着目した場合、①無色、無臭など、散布されていることに被災者が気づき難いこと、②剤が広い



空間に短時間で拡散しやすいこと、③すぐに症状が出現すること、④被災者に生命的危機が生じること、などの条件をもつ化学剤が散布された場合に危険性が高いと言える。

よって、表3のように危険性を分析することができる。

表3 L<sub>Ct</sub><sub>50</sub>とCtの特性

- 
- ・ L<sub>Ct</sub><sub>50</sub> が低い：神経剤
  - ・ Ct にかかわる事項のうち、剤の特性にかかわる事項
    - ①気づかれにくい＝無色・無臭：神経剤、血液剤
    - ②拡散性が高い：神経剤（VX 除く）、窒息剤
    - ③症状の出現が早い：神経剤、血液剤、窒息剤、無力化剤
      - \*びらん剤の皮膚症状は発症が遅い
    - ④生命の危険性が生じる：神経剤、血液剤、オピオイド剤\*
- 

※オピオイド剤は、一般に曝露された際に生命リスクが高くない無力化剤に分類されていたが、2002年10月モスクワ劇場占拠事件において、特殊部隊がオピオイド剤のフェンタニル誘導体を使用して、人質100名以上が死亡した事案がある。国際的にはテロに使用される化学剤として注意が必要であるが、危険性の評価が定まっていない<sup>1)</sup>。

上述したように、毒性比較にかかわる項目すべてにおいて神経剤、特に揮発性のサリンなどの危険性が問題である。よって、テロ行為として最も利用される蓋然性が高く、最も安全対策が難しいものとして、神経剤に対する対処法を前提とした体制を構築すること、特に経気道吸収対策を講じることが重要である。

従来、化学剤の特性や危険性については、救護上のリスクの大きさに関して十分な検討がなされず、画一的な対応策が構築されてきた。しかし、各々の化学剤は物質特性が大きく異なり、それを考慮した防御態勢を構築する必要がある。救護の観点で問題になる大量殺傷効果が高い揮発性物質を想定すると、単位時間あたりの吸収効果の観点では、経気道吸収の防御に重点をおいた対策を見直す必要がある。

## II. 事案の想起

- ・ 事案の発生初期には化学テロ・災害であることを察知することは困難である。
- ・ 消防や警察により、通常の現場対応から開始されることを前提とすべきである。
- ・ 「通常とは異なる状況や違和感」「急性発症の多数傷病者が発生」「意識障害、縮瞳、嘔吐など中毒症状」などは総合的に化学テロ・災害を疑う。
- ・ 通常の事案として現場活動を開始した後に、化学テロ・災害であることが判明した場合の対応策を十分に事前検討する必要がある。
- ・ 機械的検知法は万能ではない。
- ・ 身体症状から散布物質の特定が可能な場合がある。

事件発生の初期段階で化学テロ・災害事案であることを判断することは容易ではない。近年、海外では事件発生の蓋然性が高い場所に事前に遠隔検知装置などを配備して、剤のサーベイランスを実施し、散布を早期に感知し判別する試みがなされている<sup>8)</sup>。しかし、散布された剤の種類や濃度によっては特定困難である場合も想定されるので、これだけに依存することは望ましくない<sup>1)</sup>。化学剤が散布されたことを疑う要素として「通常とは異なる状況や違和感」「急性発症の多数傷病者が発生」「意識障害、縮瞳、嘔吐など中毒症状」などが挙げられる<sup>9)</sup>。ただし、爆発により散布する事態では外傷を伴った事案として発生するので、外傷の対処が主体になり、化学剤の使用を想起することは困難になる場合も想定される。

あらゆる現場において、異常な要救助者の身体所見など現場状況から、原因物質の種類や濃度に関してその存在を判別するように努める必要がある。例えば、被災者の多くが縮瞳（患者本人は暗くて視界が悪いと感じる）や涙、鼻汁など分泌亢進の症状をきたした場合には、神経剤に曝露された可能性を疑うことができる。このような身体所見等から原因物質を推定するにあたっては、事前学習の観点も含め、CHEMM-IST<sup>10)</sup>等の化学剤推定補助ツールを活用するとよい（CHEMM-ISTでは、意識状態・瞳孔所見・粘膜症状などの17項目の症状・徴候から、7種類の化学剤の推定が可能である）。機械的検知は時に有用であるが、救助活動を開始するにあたって、先行する必須の行為ではない。現場先着して初動を開始する救助者すべてに検知器を配備することは現実的ではない。それを理由に、救助活動開始が遅延することは避ける必要がある。機械的検知を早期に開始することは重要であるが、救助

活動の開始は検知行為と併行して実施されるべきものである。なお、機械的検知は万能ではなく、散布された剤の特定・濃度に関して、時間を要したり、偽陽性、偽陰性など誤判定を生じたりするなどの問題があるため、検知の結果だけに依存した対応戦略には注意が必要である<sup>1)</sup>。

これまで、各種の対応指針は、化学剤の使用が判明していることを前提とした内容が多く、それをもとに教育や訓練がなされてきた。しかし、過去の事案を再検討しても、対応初期から化学テロ・災害であることを疑うことは必ずしも容易ではない。火災や救急などにおいて通常の出動や現場初動を開始し、活動途中で化学テロ・災害事案であることに気づくことを前提とした対応策について十分に検討されてきたとは言い難い。既に現場活動を展開している状況で、後から化学テロ・災害であることに気づいた際にどのように行動するか、また、いかに気づくまでの時間を早くするかに関してシミュレーションと実動訓練を十分に繰り返す必要がある。

さらに、機械的な検知方法以外にも傷病者の身体所見などから化学剤の存在や種類を推定できる要素があり、それらから化学剤を推定するツールも存在することを周知する必要がある。救助活動にあたる消防士、救助隊員にも、要救助者の特徴的な身体所見に関しては、観察する習慣と最低限の知識を教育すべきである。

### Ⅲ. 避難・救助

- ・ 施設管理者や消防等の先着隊が化学テロ・災害が疑われる現場でまず行うべき行動は、避難の指示である。
- ・ より遠方の場所を指定して自力移動できる被災者を避難誘導する。
- ・ 遠方への避難が基本だが、困難な場合は窓やドアを閉鎖して有毒物質の流入を避ける。
- ・ 生命徴候のある要救助者が存在する場合には、直ちに救助を実施すべきである。
- ・ 迅速な救助活動を開始するために必要時には、全面空気呼吸器マスクと防火衣装着での救助を選択する必要がある。
- ・ 強引に引きずりだす **snatch rescue** の選択を考慮する。

#### 1. 拡声器等を用いて避難を指示する

被災者を一刻も早く汚染現場（ホットゾーン）から避難させることを最優先で実施する。化学剤の拡散を心配するよりも、被災者を早期に遠ざけることが何より重要である。高濃度の現場にとどまることが傷病者の状態を悪化させる最大の要素である<sup>11)</sup>。はじめに曝露された場所にいたとしても、早期に現場を離脱すれば身体症候の出現を回避できる可能性があり、結果的に傷病者数を減らすことにもつながる。

そのために、現場到着した救助者や現場となった施設の事業者は事態発生を疑った時点で、まず拡声器等を用いて、自力で動ける人に行動を促すことが求められる<sup>12)</sup>。自力移動できる人々には、方角や場所など、どこへ避難すべきかを明確に示す<sup>13)</sup>ことで、自力避難が可能となり、結果的に現場の負担が軽減できる。ただし、原因物質の比重や位置、大きさや濃度、風向風速、場所の高低など不確定な要素があり<sup>1)</sup>、拡散しやすい方向を即時的に判断することは困難である。例えば原因物質の比重は即座にはわからないことが多いので、避難方向として、高所なのか低所なのかを比重によって変更することにこだわると時間の浪費になる。よって屋内や地下が発生場所であれば、外の開放された場所を選び、より遠方へ避難させることを優先する<sup>11)12)</sup>。避難が困難な場合にはドア・窓を閉め隔絶された場所を確保する選択もある<sup>14)</sup>。

## 2. 救助

自力避難が不能な者に対しては、適切な個人防護具（personal protective equipment; PPE）装備と訓練を受けた消防隊員がホットゾーンで救助活動を行う。この際に、NBC 専用の PPE が無い場合でも、それら資機材の到着を待つと時間が経過してしまう。よって、**全面空気呼吸器マスクと防火衣装での救助（「VII. 防護と検知」の項参照）**を考慮すべきである<sup>13) 15)</sup>。消防隊員は避難支援とともに、救助手法として、丁寧な複数救助者による愛護的な救助にとらわれず、強引に引きずり出す snatch rescue の選択を考慮することも有効である<sup>15)</sup>。この方法は、要救助者の脇に 1 人または 2 人の救助者の腕を入れて下肢を引きずり出す方法である。

★防火衣や手袋に化学物質が付着することは前提なので、短時間の活動(生存者がいる場合には 30 分以内)に努め、終了次第、マスク、防火衣、手袋の装脱を行い、消防放水による除染を実施する<sup>15)</sup>（「VII. 防護と検知」の項参照）。

## 3. 迅速に優先度判断

救助の優先度に関しては、世界的に明確な基準が示されているわけではない。重要なことは、**生存の可能性がある傷病者を救命すること**と、**急速に病態が悪化する可能性がある傷病者に早期に対応すること**である。高濃度の化学剤に曝露された直後に、即死または心肺停止に陥る傷病者がいる。この場合、蘇生行為ができる場所への移動の後に蘇生を開始することは時間を要し、救命の可能性は低くならざるを得ない。したがって、多数傷病者を想定した場合には、以下のことに留意する。

- 自力避難できない傷病者の中から、生存徴候が明らかな者の救助を見つける<sup>16)17)</sup>。
- 呼吸と意識を確認する：苦しそうな呼吸やなんらかの意識障害を認める場合には、優先すべき症状の出現である<sup>16)</sup>。
- 自力で動けない人、なんらかの症状を有するが歩ける人を優先して対応する<sup>18)</sup>。
- 子供と高齢者、妊婦、基礎疾患を有する人は優先される必要がある<sup>17)18)19)</sup>が、持病に関して詳細を聴取することは困難が予想される。
- 非汚染域への移動が困難でも、高汚染域から低汚染域への移動を優先する<sup>17)18)</sup>。
- 外傷により活動性出血を認める場合にはターニケットなどによる止血を考慮する<sup>19)</sup>。

平成 28 年度の総務省消防庁報告書や各消防本部や局が保有するマニュアルでは、避難指示の必要性を強調した記載は非常に少ない。有毒物質から一刻も早く遠ざけることが、最大の効果をもたらすことは明らかなので、最初の行動として認識する必要がある<sup>13)16)17)18)</sup>。

汚染物質があるエリアの活動に関して、完全な防護体制と装備が理想であるが、完璧を追求すると生命的危機に瀕した傷病者を救う機会を減らすことにもつながりかねない。通常の消防装備でも限られた時間内の活動が可能であることが示されているので、実行すべきである。

また、短時間での救出のためには、一刻も早い救出に専念することを強調する必要がある。

## IV. 多様な要救助者対応

- ・ 社会には、要配慮者（外国人、身体障がい者、高齢者、年少者、妊婦など）が多数含まれており、救助活動において特別な対応が必要である。
- ・ 多様な要配慮者のために、資機材、救助体制や訓練など事前準備が必要である。
- ・ 同一言語や家族など、集団化させることで活動が円滑化できる可能性がある。
- ・ 特別な支援や必要な資機材準備のために救助活動を遅らせてはならない。
- ・ 被災者を自立して行動できるグループと支援が必要なグループ（さらに、化学剤によって無動化された人と、日常的な要支援者に分けられる）に分けて支援計画を立てる必要がある。

### 1. 要配慮者への支援

外国人、身体障がい者、高齢者、子どもなど、特に支援を要する人への対応策を事前に策定しておくことが重要である。特に、わが国のように高齢化が進む社会において、要救助者が救助者の指示に基づいて迅速に対応することができない集団が一定規模以上存在することを前提にして救助体制を構築しなくてはならない。身体自由度が損なわれている被災者に対して、さまざまな支援資機材を準備し、活用しなければならないこともある<sup>13)15)</sup>。

#### 多国語に対応する

外国人に対して、通訳の準備を可能な限り行う。英語以外にも遭遇する頻度が高い言語での説明や注意書きを用意する。同一言語の集団を形成して行動を促すことで、被災者は安心して行動可能になる。事前に各国語での録音や指示を書いた表示を用意すると利便性が高い。

#### 被災者の補助器具は可能な限り保持させる

松葉杖、眼鏡、補聴器など除染可能な補助器具は取り上げないようにする。取り上げることで移動や除染を自ら実施する妨げとなり、結果的に時間を費やすことになる。

#### 高齢者へ配慮する

高齢者は視力、聴力の低下がある。伝達事項の文字や音声を大きく、冬季などには偶発低体温症の対策が必要である。

#### 家族は一緒に行動させる

家族は一緒に、除染やその他の行動をとらせる。特に小児は親と一緒に避難、除染すべきで、両親に子どもの除染をさせると有用である。

## 2. 資機材準備を待つて救助、除染活動開始を遅らせない

自力で避難、脱衣することができない被災者に対して、移動のための資機材到着を待つことにより除染が遅れることは避けるべきである。

## 3. 自力移動できない被災者をグループ化して対応する

化学剤に曝露されたために動けない人と、身体障がい者は、その後の医療介入が大きく異なるので、分けて対応する方がよい（後述）。

## 4. 救助時の搬送訓練等を日常的に実施する

個人防護具（PPE）の着脱訓練と同様に、自力移動できない人の搬送等の対応訓練は日常的に実施しておくことが望まれる。

### 【要配慮者を意識した活動のためのグループ分けと具体的支援】

効率的な援助と実行のために患者のグループ分けをする<sup>13)</sup>。

1. 自力で移動可能なグループ：自力で除染できる被災者
2. 救助者による支援・介入が必要なグループ
  - ① 曝露された物質の影響で無動化され、自力での除染が不可能な被災者。
  - ② 曝露された物質の影響はあまりないが、救助者の支援が必要な被災者。

子ども・高齢者・身体障がい者・外国人（言語）・妊婦・認知症の人などの要配慮者は2-②に該当する。



### 【要支援の具体的対応】

具体的な要支援対応として、自力移動不可、または言語理解が不十分などの理由で音声誘導だけでは行動できない被災者に対して支援を行う必要がある。

#### 動けない人に対して使用する器具例：

ストレッチャー、車いす、プラスチック椅子、除染用ローラーなど

⇒救助者が付き添って誘導や移動、除染などの行動をする

高齢化や国際化が進む中で、本邦の社会は多様化している。避難誘導や救助に関して、多様な人々を想定した活動指針が作成されているケースは多くない。特別な準備や支援が必要な被災者を対象にした取り組みを入念に準備しなければ、現場活動は混乱をきたす。特に、このような対象者を想定した事前準備と訓練の必要性を強調した。

## V. コミュニケーション（被災者への情報提供・除染方法の伝達・行動誘導）

- ・ 被災者に迅速で適切な行動を開始させることが重要である。そのために、「健康被害の可能性」などの必要な情報提供をすべきである。
- ・ 行動手順を明瞭かつ丁寧に示すための工夫（拡声器、短い表現、画像、実演など）が有用である。

適切な情報提供の有無は被災者の行動に大きく影響する。何も情報提供しないで行動を促すことは困難である。一方で、事件の概要などの不要な情報提供は不安と憶測をもたらすだけで有益性がなく、適切な行動の妨げになる<sup>13) 20)</sup>。

現場対応する者は、被災者に対して以下に示すような具体的情報提供をすることで、群衆を適正な行動へ誘導できる可能性が高まる。そのためには事前に定型化した文言化と手順の作製が有用である。行動手順を明瞭かつ丁寧に示すことで、全体の活動の速度が上がり円滑化する。

### 【提供すべき情報】

#### ・ 健康・生命に関する情報に絞る

「有害な物質があるので今から対応をお伝えします。指示に従ってください」など。

#### ・ 除染をすることの意義

「上着を脱いでその表面に触らない様にするだけで大丈夫です」

「おしぼりなどで頭や顔を拭き取ると効果があります」など。

#### ・ 除染をしなかった場合の二次被害などのデメリット（自分も家族も）

「服を着たままだと具合が悪くなる可能性があります」

「そのまま帰宅するとご家族にも影響が出る可能性があります」など。

### 【伝えるための方法】

- ・ 拡声器を使用してゆっくり、単語で切るなど、端的にし、伝わりやすさを考慮。
- ・ 除染手順など、事前に録音・録画したメッセージを大きなテレビ画面などで表示。
- ・ 高いところで、除染方法などを実演して見せる。

これまでは、被災者の能動的な行動を誘導する手段について重視してこなかった。被災者が、自主的に行動できる動機付けや、より理解しやすい伝え方を検討することが重要である。

また、より効率的で迅速な行動（避難、除染など）をとるために、日常的な啓発活動を国家的、行政的に実施しておくことが望まれるが、そのためには将来的検討と、コンセンサスが必要である。

## VI. 除染

- 種々ある除染方法を事案や傷病者によって選択するのではなく、階層化した線形アルゴリズム（順番に進める考え方）によって行動を単純化した。
- 除染は ①脱衣⇒②即時除染⇒③放水除染⇒④専門除染 の順で進める。
- 一刻も早く脱衣すること（10分以内）が重要である<sup>13)</sup>。
- ①脱衣と②即時除染までで、99%の汚染が除去できるので、多くの場合は除染終了と考えてよい<sup>13)</sup>。
- 一刻も早く除染を実施すべきである。
- 専用の資機材準備が未完であることを理由に、除染の実施が遅れてはいけない。
- やれることから何でもやる＝資機材準備のために除染の開始が遅れてはならない
- 時間の概念をもつことが重要である。
- 除染後の汚水処理は可能な範囲で考慮するが、汚水回収体制構築のために人命救助が遅延することは許容すべきでない。

### 1. 除染とは

除染とは有害性のある物質を除去すること、または無害化することを指す。一般的には有害物質に汚染された衣類を脱ぐことや、体表に付着した物質を拭き取りや水洗いなどの方法で物理的に除去することを指す。近年は有毒物質を中和など、化学的に変化させることで無害化する方法もある。

### 2. 除染に関するパラダイムシフト

従来の除染手法<sup>9)21)</sup>には、以下の3つの課題があった。第一は乾的除染と水除染のいずれかの判断を、現場で初期対応する消防隊員に求めることは容易ではない。多くの研修会において消防隊員に訓練を行ってきたが、習得は容易でなく、記憶の維持も困難であった。第二は乾的除染に脱衣が包含されているため、最も簡便かつ重要な脱衣の実施が遅れる傾向があ

った。第三は特別な専門装備の使用を前提とする水除染の準備が完了するまで、一切の除染行為が開始されない運用であるために、傷病者の救助開始も遅れた。揮発性の化学剤は時間経過によって皮膚汚染部の除染効果が急速に失われることが判明しており、皮膚に付着したサリンでは60分経過すると、もはや除去効果はない<sup>22)</sup>。よって、一刻も早く脱衣を含む除染を開始するとともに、乾的除染か水除染かという従来の二者択一的判断から、段階的にやれることから開始してステップアップする線形アルゴリズムの概念へ転換が必要である。

### 【線形アルゴリズムに基づく除染】

行動を単純化して、資機材の有無を問わず迅速に行動を開始するためには、脱衣を含めて、線形アルゴリズムに基づいて、行動を促し、順次高レベルな除染を追加する方法が有用であると考えられる。

## ① 脱衣 ⇒ ② 即時除染 ⇒ ③ 放水除染 ⇒ ④ 専門除染

強調すべき重要な理念は「早期に除染を実施すべきであること」「専用の資機材の準備によって除染の実施が遅れてはいけないこと」「やれることからなんでもやること」であり、時間概念の重要性を強調することである。しかも、①と②までで99%の除染が完了できる

<sup>13)</sup>。

### ① 脱衣 (Disrobing)

### ② 即時除染 (Improvied decontamination) : その場にあるものを活用して即実施する除染

乾的除染(Dry decontamination)と水除染(Wet decontamination)

\* 大局的なリスク評価をして③放水除染 ④専門除染の追加の必要性を判断

- ・ 汚染物質の特性    ・ 除染資源の入手状況    ・ 汚染の範囲
- ・ 症状・徴候の悪化    ・ 搬送状況    ・ 被災者がさらなる除染を望むか

### ③ 放水除染 (Gross decontamination) : 多数傷病者に対して通常消防装備を用いて構成した除染法

- ・ Ladder-Pipe System: はしご車と消防放水

### ④ 専門除染 (Technical decontamination) : 専用除染テントを設置して実施

	汚染の残存 <sup>13)</sup>
脱衣 90%減	10%
拭き取り（即時除染の乾的除染法）でさらに 90%減	$10 \times 0.1 = 1\%$
水での洗浄（放水除染）でさらに 90%減	$1 \times 0.1 = 0.1\%$

従来、大型の除染設備など消防機関等が所有する専用資機材による除染が、必須の除染体制として扱われてきた。その結果、除染体制が確立しなければ救助活動も開始されず、生命的危機に瀕した傷病者の救助は開始されず、実動訓練においては、結果的に多くの被害者が生命を落とすことが推定されるという結論が導かれた。

また、厚生労働省の委託を受けた日本中毒情報センターの「NBC災害・テロ対策研修」やMCLS-CBRNEなどの研修を通して、乾的除染も水除染と同等の有用性があることを教育し訓練を行ってきた。多くのケースで大型の装備を必要としない乾的除染の選択を強調した経緯がある。しかし、水除染と乾的除染のどちらを選択すべきかに関する選別（トリアージ）が必要であることと、両方法が並列しているために、結局、水除染体制が構築されてからでないと、両者の選別も除染行為も開始されず、時間的改善がみられなかった。

今回の提案において重要なことは、選別することなく「待たずに、やれることからやる」という基本コンセプトに基づいたことと、放水除染(Gross decontamination)に示すような、一般消防放水機能を活用した除染を組み込んだ点である。

### 3. 各論

#### 1. 脱衣 (Disrobing)

曝露後、10分以内を目指して、可能な限り早く脱衣させる。

##### 目的：

衣類の直接浸透による経皮吸収の低減と、衣類に付着した揮発物の吸入を低減することが目的である。揮発性物質はかなり長時間衣類から揮発し続けることが判明しているため、汚染された衣類を脱がない限り、長時間呼吸として有毒物質を吸い続けることになる<sup>23)24)</sup>。15分以内の脱衣を推奨する報告もあるが<sup>16)</sup>、脱衣の有効性は、時間経過とともに低下することが報告されている<sup>25)</sup>ことから、10分以内を推奨する海外報告が出されている<sup>13)</sup>。本邦における消防機関の現場到着の早さを鑑みても、10分以内を目指して脱衣を促すように時間概念を設定することが可能であると考えられる。

脱衣の重要性は、非常に単純で迅速に行える行動であり、90%の除染が可能であるという有用性にある<sup>13)</sup>。

	汚染の残存 <sup>13)</sup>
脱衣 90%減	10%
拭き取り（即時除染の乾的除染法）でさらに 90%減	$10 \times 0.1 = 1\%$
水での洗浄（放水除染）でさらに 90%減	$1 \times 0.1 = 0.1\%$

##### 方法：

脱衣では顔に付かない、吸い込まないなど、上手に実施する必要がある。

- ・ ボタンやジッパータイプの着衣は開けて、そのまま袖を抜いて脱ぐ。
- ・ セーターなどの衣類は浮かせるように持ち上げて、裏返さずに脱ぐ。
- ・ 顔に触れないように脱ぐ。
- ・ 閉眼・息を止めて、目や気道からの汚染を防止する。
- ・ 可能なら衣類を切って、頭部を通さずに脱衣することが勧められる。

## 注意：

**プライバシーの保護が必要**である。特に女性は心理的ブレーキにより脱衣が遅れることが懸念される。

- ・ 男女を分ける。
- ・ 衝立など遮蔽物を準備・・・ブルーシート、既存の建物、専用車両なども考慮。
- ・ 一時的に着るリネンや衣類を用意。
- ・ 脱衣なくシャワーなどの水除染を実施しない！・・・有害性が大きく、効果が低い<sup>13)</sup>。
- ・ 大きなビニール袋を用意し、脱衣後の衣類などを保管・・・有毒物質の拡散防止と私物管理。

## 事前準備：

平時からの市民への啓発は、有事の行動を変える可能性がある。発災後に被災者に対して、わかりやすい指示ができるように準備する。

- ・ 平時から脱衣の重要性を啓発
  - ・・・ どの程度の周知をするのか、方法などについては検討を要する。
- ・ アプリ・ビデオ・パネルなど図示や現場での実演などで被災者へわかりやすく伝える
  - ・・・ 例) ボタン外す、顔に触れない、裏返さない、など。



## 2. 即時除染 (Improvised decontamination)

その場で使えるものをなんでも活用して可及的速やかに実施する方法である。揮発性の物質では時間の経過に伴って皮膚に付着した物質の除去効果が急速に失われるので<sup>22)</sup>、使えるもので、拭き取ったり、水ですすいだり流したりする。水を使う方法を水除染と呼び、水を使わない方法を乾的除染と呼称するが、曝露状況によって適する方法で選別することにこだわらずにどちらでも実施しやすい方から開始すべきである。汚染物は一般的に水を使用した方が除去しやすい。危険性の回避の観点から、除染行為は露出部（頭部・手）を中心に頭から足方向へ進める<sup>13)16)</sup>。

### 乾的除染

最も基本的な方法であり、いわゆる「拭き取り」である。

ティッシュペーパー、ペーパータオル、布、おしぼり、粉、草などなんでも使えるものを使う。液体や粒子の除去がしやすい。拭き取りの方法による差異はあまりない。この方法では除去しにくいものがあるが、禁じられるものもないと考えてよい。水除染に比して寒冷地でも実施しやすい利点がある。

※ 特に適している剤：非腐食性液体\*、水に反応する物質\*\*、蒸気やガス

\*：びらん剤、ギ酸、フッ化水素など腐食性物質以外。

\*\*：ナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、セシウムなどの金属。

### 水除染

**'rinse-wipe-rinse' method** 水ですすいでこすり洗いして、またすぐ方法である。水以外にスポンジやタオルでこすり洗いできると有用性が増す。水に反応するごく稀な化学物質以外はすべてに有用性があり、汚染物を除去しやすい。

●プールのシャワー、スプリンクラー、ボトルの水などで実施可能。

※ 特に適している剤：微粒子、腐食性（びらん剤、ギ酸、フッ化水素など）液体

→早期の実施が重症化を阻止する

※ びらん剤は水除染をすべきである。

## **重要！**

脱衣の項で示したように**即時除染まで実施すれば、汚染物質は99%除去**され、残留は1%だけである<sup>13)</sup>。ここまでの即時行為がいかに重要であることを示すものである。しかし、これ以降の除染方法も有用性があり、実施を否定するものではないので、以下の要素に照らして状況が許すならば必要に応じて実施を判断する<sup>17)18)</sup>。

- ・汚染物質の特性                   : 粘性物質（びらん剤の多く）の除去
- ・除染資源の入手状況           : 迅速に資機材が準備できている状況
- ・汚染の範囲                       : 全身の広範囲が汚染されている
- ・症状・徴候の悪化               : これまでの除染が終了していても、病状が進展する
- ・搬送状況                         : 医療機関への搬送が困難で、その場に滞在を余儀なくされる
- ・被災者がさらなる除染を希望   : 被災者の不安が強く、心理に配慮すべき

### **\* 反応性皮膚除染ローション（Reactive Skin Decontamination Lotion; RSDL）について**

化学剤が皮膚に付着した場合に、少量の薬液を塗布することで、化学剤を中和してその毒性を消失させる除染ローションとしてRSDLがある。カナダで開発された後、米国、カナダ、ヨーロッパ、オーストラリアなど各国・地域でクラスⅡの医療機器として承認され、軍を中心に広く世界中で普及しているが、本邦では未承認である。サリン、ソマン、VXなどの神経剤、びらん剤のマスタード、T-2毒素（カビ毒）、有機リン系農薬（欧州のみ適応あり）に対する有効性が確認されている。スポンジに液体をしみ込ませパックに包装したもので、必要時に迅速に使用可能なキットとなっている。パックから取り出して薬液がしみ込んだスポンジを腕、首、顔などの皮膚へ直接塗布することで化学剤を無害化できる。薬液を塗布した後に水を手に入れることができれば洗い流すことで容易に洗い流せる<sup>26)</sup>。

事前に必要数を購入して準備しておく必要があるため、国際会議での要人対応用に有用性が高いが、不特定多数の傷病者用に保有することは不効率な面がある。しかし、ファーストレスポnderである消防官や警察官用に保有することで、前述したように迅速な救助活動を展開する際に非常に有効性を発揮する可能性がある。

### 3. 放水除染 (Gross decontamination)

消防機関が除染専用資材を準備、使用する前に、多数傷病者に対して通常消防装備を用いて構成した除染法である。消防の放水機能を用いて水除染を実施する。後述するような専門の機材の到着を待つことなく救助を開始する必要性も想定される。その際に傷病者や救助者の除染手段として大いに活用すべき手法である。米国、英国など海外では標準的手法としてマニュアル化されている<sup>16)17)18)</sup>。

#### Ladder-Pipe System (図 1)

- ・ 2台の消防車とはしご車で3方向から消防放水するトンネルを構成する。
- ・ 脱衣を済ませた被害者は顔を上に向け、両手を挙げて、両足を広げ、皮膚をこすりながら、90度または360度回転してトンネルを通り抜ける。
- ・ しかし、全身に水をかけるので寒冷状況下では実施すべきでない。

#### 水圧

50～60psi（科学的根拠はない）程度に調整して強すぎないようにする。

#### 水温

低体温症対策として25℃以上が求められるが、冷水しかなければ待たずに実施すべきである。

#### 洗浄時間

自力で動ける成人は1人90秒程度で実施する。適正な洗浄時間に関してはさまざまな報告があり、定まった推奨時間はない。しかし、多数傷病者に対応する場合には全体としての有効性を発揮するために30秒程度を推奨する考えを示した報告がある<sup>27)</sup>。

#### 石鹼・洗剤の使用

遅れなければ使用を考慮する：特に油性汚染に有用性が高いが、そのために実施が遅れてはいけない。



図 1 Ladder-Pipe System

### ★ Active drying 積極的な拭き取り

布類で液体成分を吸収させて拭き取ること<sup>13)</sup>。

- 水除染と組み合わせると有効性が高くなる。
- **きれいなタオル**ですぐに拭き取ること、残存汚染の除去および体温喪失対策になる<sup>16)</sup>。
- 目、鼻、口周辺の拭き取りが重要である<sup>17)</sup>。
- 使用したタオルは汚染物として扱う。
- 除染の一過程なので、ウォームゾーン内として扱う。
- 積極的拭き取り (active drying) と併用するなら、Ladder-Pipe System は 15 秒程度の短時間でも効果的である。

#### 4. 専門除染 (Technical decontamination)

化学剤対応の専門部隊による専門機材（専用の個人防護具(PPE)や除染機材など）を用いた除染である。救助者、機材、施設の二次汚染が可能な限り生じないレベルまで汚染を取り除くことを目的にしている。①脱衣、②即時除染、③放水除染に引き続いて実施する。

- ・ 生命危機が迫っている傷病者に実施することは適さない。
- ・ PPE を装着したスタッフの指示に従って大型機材で行うので、現実性がある一方で、準備に手間取り、正確な手順で実施しないと効果が減弱する点に注意が必要である。
- ・ 石鹼や洗浄剤準備を含め、設備準備や汚水処理のために除染の実施を「待たせる」あるいは「遅れさせる」ことは、除染行為自体の有用性を損なうことなので、避ける必要があるということを強調する。
- ・ 除染行為の最中に心肺停止などの生命危機に至ることがあるので、注意すべきである。

#### びらん剤に関して

- ・ 付着した直後に症状発現がなく気づきにくい。
- ・ そのため時間が経過することが想定される。
- ・ 多くのびらん剤は粘稠性が高い液滴の特性があることと、明確に有効な拮抗薬が存在しないことも鑑みて、できる限り皮膚浸透性を軽減する観点から実施すべきである<sup>18)</sup>。
- ・ 大量あるいは油性の曝露の際には、石鹼や洗浄剤を用いるとよい<sup>18)</sup>。



図2 除染テントを立ち上げた様子



図3 テント内でのシャワーによる除染

## VII. 防護と検知

- すぐにレベル B の個人防護具(PPE)を装着できる場合には装着したうえで、直ちに活動を開始する。
- レベル B の PPE などの専用装備がない先着隊の場合、**全面空気呼吸器マスクと通常の防火衣**の装着で活動を開始する。
- 明らかに生存している被災者がいる現場、または生存者がいる可能性を探索すべき現場では、迅速に活動を開始する必要があるため、NBC 専用 PPE がいない場合には、**全面空気呼吸器マスクと防火衣**を装着して活動を開始する。
- 通常装備で活動を開始した場合には、活動時間の制限に関して時間測定し、救助者の身体所見に配慮する。
- NBC 専用 PPE が到着した場合には、即座に切り替える。
- 検知活動が救助活動より優先することはない。
- レベル A の PPE はすべての救助活動に必ずしも適しているとは言えない。

### 1. 個人防護具(PPE)について

化学テロに対応する個人防護具(Personal Protective Equipment;PPE)についてレベル A から D までの分類がある<sup>19)</sup>。

表 4. 化学テロに対応する PPE の比較

装備種類	呼吸保護具	安全性	可動性	脱着
レベルA	スーツ内で全面空気呼吸器マスクを装着	非常に高い	悪い	困難
レベルB	全面呼吸器付マスクを外に装着	高い	比較的良好	中等
レベルC	吸着缶付き防毒マスク	限定	比較的良好	中等
レベルD	N95またはサージカルマスク	低い	良好	容易

## レベル A

化学剤の浸透性を遮断した特殊素材のスーツで、隙間なく全身を覆うことでほとんどの化学物質から身を守ることができる。外界から遮断されたスーツの中で全面空気呼吸器マスクを装着するので、呼気ガスによってスーツ内が陽圧になってより安全性が高まる。しかし、可動性が悪い素材を使用しており、重量が重く、グローブは非常に作業がしにくい。さらに、装備の脱着には手間がかかり装着する空気ポンペの使用可能時間に制約されて実質的活動時間は 20 分程度と短くなる。暑熱環境下では内部環境は悪く、休憩と水分補給が必要で、連続装着は困難である。



図4 レベル A の PPE



## レベル B

レベル A の PPE と同様に化学剤の浸透性を遮断した特殊素材のスーツで全身を覆うが、顔面を全面空気呼吸器マスクで覆う。マスクと空気ボンベは PPE スーツの外に装着する。レベル A の PPE に比して活動性が高く、脱着も早い。



図5 レベル B の PPE

## レベル C

化学剤に対して防御性のある素材のスーツを装着するが、呼吸に関しては空気ポンベを使用することではなく、吸収缶を通して外界の空気を吸い込む防毒マスクを装着する。吸収缶が対応できる種類の化学剤を対象にする必要がある。比較的薄く活動しやすいスーツであるが、グローブやブーツとの境界面はテープによる目張りが必要である。



図 6 レベル C の PPE

## レベル D

職種ごとに日常の標準的な防御性の被服を装着し、ゴーグルなどによる目の保護と N95 マスクまたはサージカルマスクによる粒子吸い込みに対する防御を行う。揮発性化学剤の気道防御性はない。

## 2. PPE のレベルについて

- ・ ホットゾーンとなる汚染地域へ進入する際には原則としてレベル B 以上の PPE を装着して活動を開始する。
- ・ **レベル A の PPE** は脱着や除染を含めて空気ポンベの使用可能時間に制限されるうえに、緊急使用と活動の機敏性の面で劣るので、**救助活動には不向き**である。
- ・ レベル A の PPE の防護能力は、適正使用下でのレベル B の PPE と差異がない。そのため、レベル A の PPE は化学剤の曝露濃度が高いことが想定される**剤の検知や回収を目的に限って使用すべき**である。
- ・ 発災初期では化学テロ・災害発生を把握することが必ずしも容易ではない。そのため、初期対応においては NBC 専用 PPE だけでなく、通常装備のレベルの PPE の使用を許容することで、活動初期段階において化学テロであることが不明の現場（多くの現場はそうであると考えられる）での活動継続が可能になる。

### 先遣隊における PPE について

- ・ **先着隊が即座にレベル B の PPE で活動できるのならば、その装着が推奨される。**
- ・ しかし、迅速に専用装備による救助活動が困難であるならば、一刻も早い避難誘導と救助のためには**全面空気呼吸器マスクと通常の防火衣**装着での活動開始が必要である。防火衣は手袋などのつなぎ目を、ガムテープなどで目張りすることを勧める<sup>13)15)</sup>。
- ・ **即座に侵入し救助活動すべき状況**として以下がある。
  - ① 明らかに生存している被災者がいる現場
  - ② 生存者がいる可能性を探索すべき現場
- ・ テロに使用される化学剤はサリンなどの神経剤の蓋然性が高い。サリン現場に生存者がいる状況下では 30 分間活動が可能であることが示されている<sup>15)</sup>。
- ・ 生存者がいない現場であった場合には、3 分以内に現場を離脱すべきである<sup>15)</sup>。
- ・ **救助隊員になんらかの症状が出現した場合には、すぐに離脱すべき**である。
  - ⇒ 専用装備以外での救助活動後には迅速に脱衣し、消防放水等を用いて除染を行う。
- ・ 一緒に救助した傷病者に対しても迅速に除染する。
- ・ 通常装備としてレベル B の PPE を保有している場合は、初期救助活動に使用すべきである。
- ・ NBC 専用 PPE が到着した場合には即座に切り替える必要がある。

### 3. 検知について

検知活動は、救助活動と併行して実施する行為であり、検知結果の判明を救助活動の開始条件とすることは、迅速な救助の妨げになりうる。前述の防護装備による救助活動は、検知結果によらず開始できるものである。

検知は「神経剤か否かの判定」を優先し、検知器で剤が特定され、対応している剤であることが判明した場合には、レベル C の PPE へ積極的に切り替えて活動することで、機動性を高めることができる。

#### **\* 全米消防防護協会の化学防護具選択基準**

2018 年、National Fire Protection Association(NFPA)が発行した PPE 選択に関する記載<sup>28)</sup>を参考にすると、レベル A の PPE が必要な状況は以下のように限定される。

- ① ガス、粒子、蒸気が極めて高濃度な環境：工場などの屋内空間
- ② 液体を被るか、液体に没入して活動が必要な環境
- ③ 皮膚障害性が非常に高い化学物質が存在し、それが接触し得る環境：**フッ化水素等**
- ④ 皮膚に触れると容易に吸収する物質に接触する環境

これらの状況はテロ災害では想定し難く、むしろ危険物を扱う化学工場内の限定的空間での事案が想定される。

### **\* 米国での科学的検討と実証実験<sup>15)</sup>**

全面空気呼吸器マスクと通常の防火衣という通常装備の忍容性に関して偽剤を一定濃度にしたチャンバー内において消防隊員の体表に 17 か所のセンサーを装着して想定される活動を展開する実証実験を繰り返した。化学剤の毒性は経気道吸収または経皮的吸収によって生じる全身症状と局所症状がある。この危険性を定量化してシミュレーションを実施した。通報後に消防機関が現場に到着して活動を開始するまでの時間を想定して、剤が散布されてから 10 分後の現場での剤濃度が検討された。10 分後の時点で傷病者の 2% が生存できる濃度を **Maximum Survivable Concentration(MSC)** と規定した。サリンの場合は  $5 \text{ mg/m}^3$  である。

消防隊員が全面空気呼吸器マスクと通常の防火衣装着下での活動を前提とした。「曝露後 1~18 時間で 50% の消防隊員が発汗増加と筋力が低下する」程度は曝露に堪えうる危険レベルとして、何分間の活動が可能かを示した。神経剤の MSC では、消防隊員は 30 分間活動が可能であると結論づけた。また、理論上発生できる最大の濃度 ( $2,000 \text{ mg/m}^3$ ) でも、3 分間の活動は可能である。よって、生存者がいる現場では 30 分程度の活動が、生存者の存在が確認できない場合でも 3 分以内の探索が可能であると結論づけた。

従来、救助活動開始時にはレベル A の PPE の装着が前提であるかのように考えられてきた。しかし、近年の諸外国における全面空気呼吸器マスクと防火衣を用いた実証実験に基づく科学的知見に基づけば、迅速な救助や常時使用できる体制の実現には、レベル B の PPE や全面空気呼吸器マスク+防火衣装着での初期救助計画を持つことが適当と考えられる。また、救助活動と検知活動は併行して実施されるべきもので、検知結果を待つことなく救助活動を開始することが望まれる。

## VIII. ゾーニング

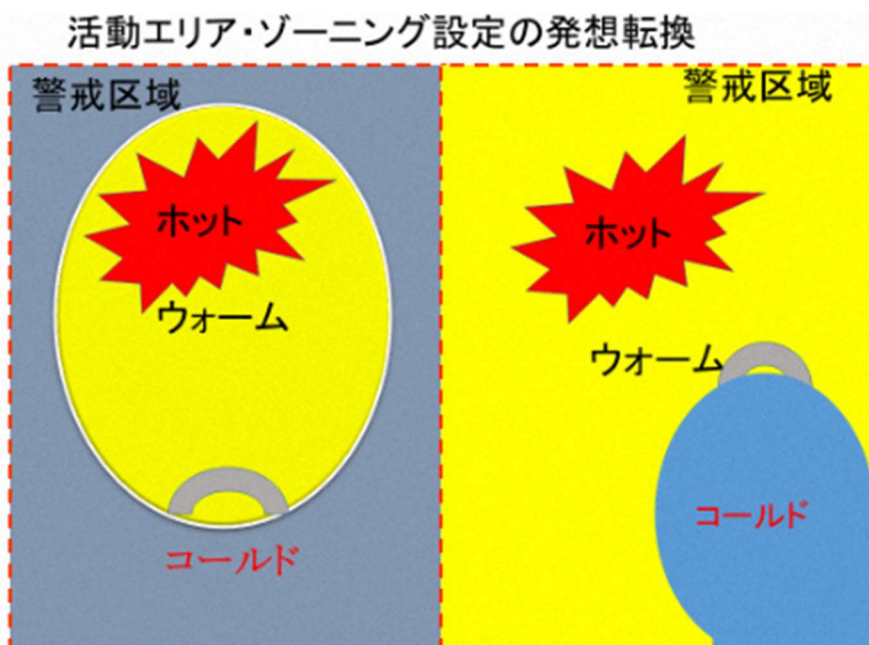
- ・ ゾーニングにおいて絶対的な囲い込みや区域分けは不可能である。
- ・ 完全なゾーニングの優先度は低く、最低限コールドゾーンの設置に注力すべきである。
- ・ 建物の構造や風向きの変化などを鑑みた、距離に関する基準設定は不可能である。
- ・ 屋外では希釈が進み、致死的濃度に至りにくいことを理解する必要がある。

自力移動が可能な被災者は、現場活動する消防隊員や警察官の指示を受ける前に自分の意思で行動している。また、前述したように先着した部隊や施設管理者が被災者に対して、より遠方への避難を指示・誘導する。よって、汚染されている被災者が存在する域をウォームゾーンと定義した場合には、ウォームゾーンは限りなく広範囲となり、囲い込むことは現実性がない。結果的に、ゾーンの境界はファジーであることを許容する必要性が生じる。従来のように初期活動として完成度の高い囲い込みのゾーニングを目指すことは、避難や脱衣などの除染のように、より優先して行うべき活動を遅延させうる。完全なゾーニングを目標とせず、最低限コールドゾーンの設定に注力することで活動が迅速化する。ゾーニングに過剰なリソースを振り向けることは慎むべきである（図7参照）。

距離をどのように設定するのか基準は明確化しにくい<sup>29)</sup>。化学物質は風の力で拡散するので、風下では距離が長くなる。また、有毒物質が自然に揮発する散布法ではなく、ファン機能付きの機器で積極的に散布した場合には広範囲の拡散が生じる。安全域を長距離に設定すれば救助者の安全は確保されるが、反対に動線が長くなり、救助活動に大きな支障をきたすことに留意すべきである。

これまで、高レベルの PPE を装着して検知活動の結果に基づいてゾーニングを完了した後に、救助活動を開始していたが、この活動手順の見直しが必要である。前項で述べたように救助活動を先に開始して検知活動は同時併行または後から実施されることが前提であるので、正確なゾーニングを実施することの意義は乏しい。

従来、軍事教書に示されたゾーニングの距離を参考に一般市街におけるゾーニングが例示されてきた。しかし、軍事教書で想定されるシナリオは、世界大戦の経験に基づく野戦を前提とした考え方であり、市街での化学災害やテロ行為にそのまま適応することは適切ではない。戦争で使用される条件との違いを考慮して現実的なゾーニングを実施する必要がある。



旧来のゾーニング概念

新たなゾーニング概念

図 7 活動エリア・ゾーニング設定の発想転換

## IX. 現場医療

- ・ 医療従事者に限らず、縮瞳や涙・鼻汁などの分泌亢進症状から原因物質の推定をすることは可能である。
- ・ 自動注射器を活用して早期に傷病者に対して解毒剤を投与する必要がある。
- ・ 化学テロ・災害に対して安易に災害派遣医療チーム（Disaster Medical Assistance Team; DMAT）の出動要請をすることは慎むべきである。
- ・ 海外のように、防衛当局の医療部門（自衛隊衛生部隊）の派遣を求める必要がある。
- ・ 危険地域で救助活動する専門部隊の隊員が解毒剤を早期に使用できる体制を検討すべきである。

### 1. 現場で求められる救護技能

- ・ 医療従事者に限らず、以下のような神経剤等の特徴的な徴候の把握に努めることで早期に原因物質を推定できる可能性がある。
  - ・ **縮瞳\***（被災者は暗く、視界が狭いことを自覚）、**眼痛\***、**分泌亢進\***（流涎、流涙、鼻汁）、線維束攣縮、呼吸困難、徐脈、低血圧
  - ・ \*特に神経剤では縮瞳や分泌亢進、眼痛などが出現しやすい。
- ・ 一方で、化学剤の濃度が高い区域内で被災者の徴候を厳密に確認することは困難である。全面空気呼吸器マスクを装着した救助者にとって被災者徴候を確認することは容易ではないためである。自力で避難した被災者にも症状が出現するので、確認しやすい人の徴候を活用することを考慮する。
- ・ **重篤な外傷に対する止血は優先**されるため、避難・救助段階でターニケットによる止血など救命処置を実施する必要がある。

### 2. 曝露後早期の解毒剤投与の必要性

急性に症状が出現する神経剤は、曝露量と曝露経路によって症状出現の仕方が異なるとされ、症状出現が速いほど重症であるとされる<sup>1)</sup>。自力で現場から避難できない状態に陥った傷病者は、早期に症状が出現したことを示しており重症患者であるといえる。また、化学剤



に曝露された傷病者が避難できずに現場にそのままとどまった場合、有毒物質を吸収し続けることになり、時間経過とともにさらに危険性が増す。これに対応するためには、早期の救出と早期の医療的介入が必要である。早期の救出に関しては既に述べたとおりであるが、**早期の医療的介入として解毒剤投与が重要**である。神経剤による症状は、神経筋接合部のアセチルコリン過剰により、縮瞳、鼻汁、発汗、悪心・嘔吐、全身脱力、気管支攣縮が発生し、意識消失、呼吸停止、全身痙攣が生じて死に至る<sup>1)6)9)12)</sup>。特に呼吸筋の麻痺や気道分泌物の著明な増加によって呼吸不全、呼吸停止が起きるため、神経筋接合部におけるアセチルコリン過剰状態を拮抗させることが最も重要である。

このような神経剤の症状に対して有用性が示されている解毒剤はアトロピンとオキシムである。アトロピンは神経筋接合部に大量に放出されたアセチルコリンの効果を遮断する。よって、動けない状況の傷病者に早期に解毒剤を投与して症状の進行を阻止・改善させることで救命できる可能性を高めることが期待される。また、神経筋接合部においてアセチルコリン分解酵素（コリンエステラーゼ）に結合した神経剤を遊離させるオキシムが有用であるが、コリンエステラーゼと神経剤の結合は時間経過とともに強化され、オキシムの効果が急速に失われる。これをエイジング(aging)という。半分のコリンエステラーゼのエイジングが完成する時間はサリンで5時間、ソマンでは2分とされる<sup>30)</sup>。**早期の投与ができないと解毒剤としての効果が失われる**ことから、早期の解毒剤投与は非常に重要である(図8)。

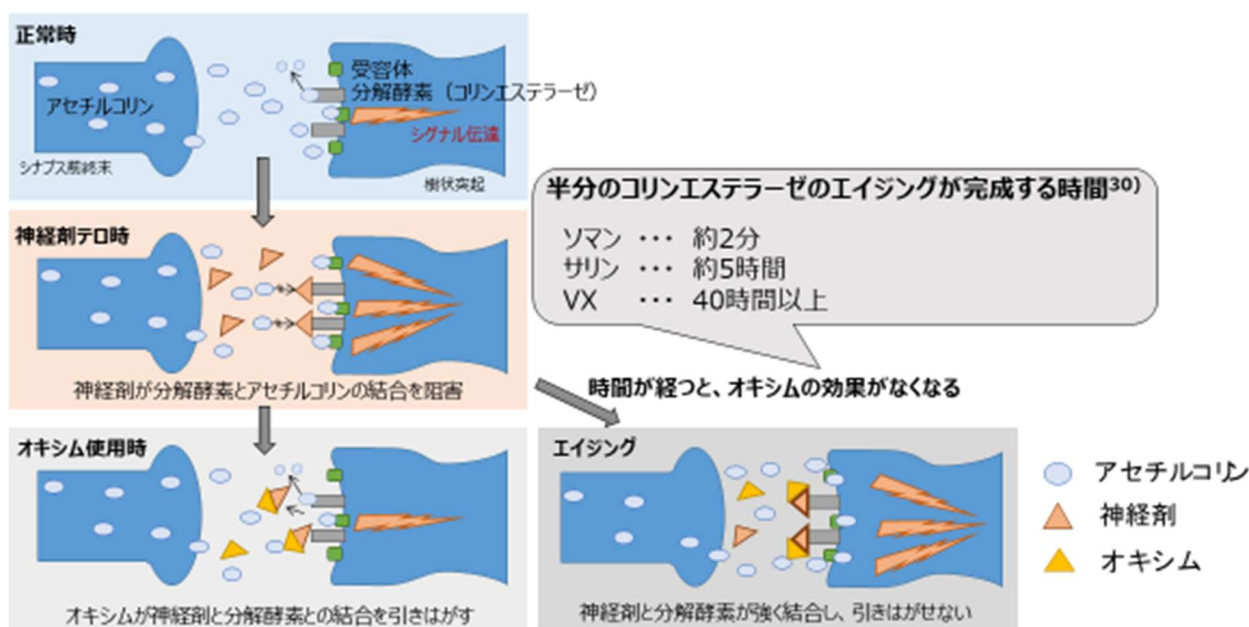


図8 早期解毒剤投与の必要性

### 3. 化学テロにおける本邦医療チームの現状

汚染地域（ホットゾーン）や準汚染地域（ウォームゾーン）で医療活動をするためには、PPE や解毒剤などの専門的装備とトレーニングが必要である。我が国の災害派遣医療チーム（DMAT）は地震などの自然災害や大規模交通災害などを対象として構築されてきた。よって、現在の日本 DMAT 隊員養成研修、DMAT 技能維持研修では化学剤対応の十分な研修は行われておらず、標準資機材の中にも化学テロで対応しうる PPE は入っていない。つまり、化学剤による多数傷病者発生現場に安易に DMAT などの医療チームの出動を要請することは有用性がないばかりか、危険性を高めることになりうる。化学テロにおけるホットゾーンやウォームゾーンでの対応は、専門教育を受け、日常的な訓練を実施し、業務手順に習熟し、平時から緊急出動ができるように準備がなされた専門部隊が行う必要があることを強調する。

### 4. 医療の早期介入に関する課題と対応策

米国では州兵の大量破壊兵器市民支援チーム(Weapons of Mass Destruction- Civil Support Team ; WMD CST)<sup>31)</sup> 米国連邦危機管理庁(Federal Emergency Management Agency;FEMA)の危険物質対応チーム(HAZMAT response team)<sup>32)</sup>、英国では危険地域対応チーム(Hazardous Area Response Team;HART)<sup>33)</sup> など、化学テロ発生時に派遣される専門部隊がある。現場での医療判断と応急処置にも対応するメンバーを含み、汚染地域（ホットゾーン）や準汚染地域（ウォームゾーン）での危険作業に従事する専属部隊で、軍など公的な機関において整備され、日常的に訓練を実施し、迅速な出動態勢を敷いている。非常に危険性の高い現場で、他の消防隊員らと協働して医療対応するためには日常的な専門訓練による技能習得と業務手順の習熟が必要である。明確な指揮命令権の下で危険活動を実施する必要があることを考慮すると、平時において医療機関での通常の医療に従事している民間医療従事者を現場派遣した場合に安全を確保することは困難である。結果的に派遣したとしても十分な機能を果たさない可能性がある。

適切な医療を実施するための要件は、①日常的に救助対応する部隊として訓練を実施し、業務手順に習熟していること、②指揮命令下に本来業務（公務）として危険行為に従事すること、などが挙げられる。

自衛隊の衛生部隊はこの要件を満たす可能性があるが、現場に到着する時間を考慮すると、ファーストレスポnderとして医療的介入の役割を全面的に担うのは難しいと考えられる。また、日常的な緊急対応を担う消防機関に属する救急救命士の活用も候補になると考えられるが、救急救命士による医療行為は、個別の症例ごとに医師の指示（メディカルコントロール）の下に特定行為を実施することが前提であり、多数傷病者に対する包括的な指示は認められておらず、たとえ解毒剤投与を特定行為として認めたとしても、現実的には、化学テロ時において、メディカルコントロールを前提とした運用を行うことには課題がある。

よって、現実的な対応として、下記のような検討が求められる。

- ・ 警察官や消防隊員、自衛隊員、海上保安官等の**ホットゾーンやウォームゾーンで活動する特殊部隊による解毒剤投与**の実施
- ・ 迅速かつ早期の救護活動のため、**神経剤に対する解毒剤の自動注射器**の使用

ホットゾーンやウォームゾーンにおける解毒剤の投与は、医師法の定める「医行為」に該当する可能性があり、医師や看護師等の医療従事者ではない特殊部隊員が実施することにはハードルがある。しかし、このようなエリアには医師や看護師等が容易に入ることができないという特殊性がある一方で、解毒剤をいち早く投与しなければならないという緊急性が存在する。このような点においては、一定の条件下で医療従事者以外の使用が認められている自動体外式除細動器（Automated External Defibrillator; AED）などと同様に非医療従事者による使用の条件を検討する方策が考えられる。

また、早期の救出のために、PPEや除染体制などに関して専門的設備に依存せずに対応することの重要性に関しては前述したが、自動注射器によって解毒剤を隊員が自らや同僚の隊員に対して使用できる環境を整備することは、万が一の際の医療的介入の利用可能性の確保による安心感の醸成につながり、迅速な活動開始の推進に役立つと考えられる。

神経剤解毒剤の自動注射器は、現在日本国内で薬事承認がなされたものは存在しない。早期の薬事承認に向けた取り組みを行うとともに、喫緊の課題である化学テロへの対応の緊急性を考慮すると、未承認の医薬品であっても、緊急事態においては使用できる体制を整備することが望まれる。

早期の医療的介入の必要性に関しては普遍的な整合性がある。しかし、恒常的な教育訓練と専従部隊化されていない民間の医療従事者を安易に活用する考えでは化学テロや災害には対処できない。専門的に日常的な訓練を実施し、指揮命令系統に基づいた部隊による対応を前提に体制構築を検討する必要がある。ホットゾーンやウォームゾーンにおける解毒剤の早期投与は、被災者の救命率向上において極めて重要である。自動注射器を用いて、そうした危険地域で活動する特殊部隊の隊員が解毒剤を投与できるようにすることは、市民の命、そしてファーストレスポnderの命を守るために必要不可欠である。必要な議論と手続きがなされることが期待される。

## X. 警察捜査との連携の重要性

- ・ 化学テロ・災害は犯罪捜査の対象になる。人命救助と同等に犯罪捜査、犯人検挙の重要性を理解し、連携・協力をする必要がある。

テロという反社会的不法行為に対して犯罪捜査は不可欠である。日常の平和な生活を営む一般国民が不幸な出来事に巻き込まれ、生命や健康を損なう事態に至った場合に、犯人検挙と裁判による正当な裁きを期待することになる。こうした観点から、犯罪捜査、犯人検挙と証拠保全は人命救助と同時に非常に重要な事項である。例えば、ホットゾーン内で救助活動中に原因になった剤の位置を変えてしまうだけで、証拠性が失われる可能性さえある。そのために、警察の部隊は、証拠動画撮影のためのビデオ機器を早期に設置することを理解する必要がある。

また、剤の確保は優先度が高い活動である。なぜならば、揮発性の化学剤は時間経過で消失しうるうえに、時間とともに分解・変性してしまう化学剤が多いためである。証拠性の担保として早期押収は重要である。また、被災者の中に犯罪関係者が紛れ込んでいることも想定される。そのため、救助、医療、公衆衛生の対応者にとって、警察による人定作業に対する連携・協力と理解は欠かせない。

こうした連携・協力の重要性は、「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地機関連携モデル」<sup>34)</sup>においても示されているとおりであるが、現行のモデルは、大まかな連携の在り方を定めているに過ぎず、実際に事案発生時に連携をスムーズに行うには、現場活動を行う機関間で事前に細部に渡る標準業務手順を決め、訓練で検証を行い、練度を上げておくことが極めて重要である。

### 1. 消防当局・医療機関との連携

医療機関への搬送時、また搬送先の医療機関についても、警察との密接な連携を行うことは重要である。前述のとおり、被災者の中にはテロ実行犯が紛れ込んでいる可能性もあり、搬送先の医療機関がさらなるテロの標的になる可能性もある。また被害者の生体検体を使用した剤の同定や曝露状況の聴取などが有用な場合もある。警察との密接な情報共有により、さらなる被災者の発生を止め、原因の追究に寄与することができる可能性もある。

## 2. 公衆衛生・医療当局との連携

化学テロ事案においては、解毒剤の確保や疫学的調査、救護班の支援調整、広域搬送調整等において公衆衛生・医療当局も関与する。例えば、米国においては、連邦捜査局（FBI）と疾病対策予防センター（CDC）が、CBRNE テロに対する犯罪捜査と疫学調査を合同で行うための覚書を結んでおり、日常的に各州担当者に向けた研修を行っている<sup>35)36)</sup>。実際に、複数の州において連携モデルが構築されており、合同対応が実施されている。本邦においても公衆衛生・医療当局と消防、警察等の役割分担と協力については、地域特性を考慮したうえで対応手順を詰めることが肝要である。

## おわりに

わが国でサリンが散布されるテロ行為によって、多数の被災者を出した不幸な事件発生から四半世紀が経過した。その間に諸外国で進められた科学研究から得られた新たな知見と、化学テロの経験から得られた貴重な教訓、そしてわが国の国情などを融合させた検討を行った。これにより、将来の課題を含めて、現場対応者の安全を確保と、より多くの危機的な被災者の救命を両立させた化学テロ発生時の病院前対応に関する提言を作成した。犠牲者を1人でも少なくするための検討資料として活用されることが望まれる。

## 参考文献

- 1) CBRNEテロ対処研究会（編）：必携NBCテロ対処ハンドブック．診断と治療社，東京，2008.
- 2) NBC災害・テロ対策研修テキストブック．公益財団法人日本中毒情報センター．
- 3) Naeslund E : Simulation of terrorist attack with chemical substances in a department store. Proc 6th Topical Meeting on Emergency Preparedness and Response, pp159-162, San Francisco, Calif, 1997.
- 4) Ermak DL : Modeling and Prediction Overview 2002 U. S. Department of Energy.
- 5) Kukkonen J, et al : Modelling aerosol processes related to the atmospheric dispersion of sarin. J Hazard Mater 85 : 165-179, 2001.
- 6) Robert A, De Lorenzo, Robert SP : Weapons of Mass Destruction ; Emergency Care. Prentice-Hall, Person Education Company, USA, 2000.
- 7) Raymond SW, Ken A : Biological and Chemical terrorism ; A Guide for Healthcare providers and First Responders. Thieme Medical Publishers, New York, 2004.
- 8) NBCテロ災害消防活動の基礎知識. Jレスキュー特別編集, イカロス出版, 東京, 2018.
- 9) 大友康裕（編）：MCLS-CBRNEテキスト； CBRNE現場初期対応の考え方. ぱーそん書房, 東京, 2017.
- 10) U.S. Department of Health & Human Services. CHEMM Intelligent Syndromes Tool (CHEMM-IST 2.0) ? Beta (Available from : <https://chemm.nlm.nih.gov/chemmist.htm>. Accessed on : April 27, 2019) .
- 11) Preston RJ, Marcozzi D, Lima R, et al : The effect of evacuation on the number on victims following hazardous chemical release. Prehosp Emerg Care 12 : 12-18, 2018.
- 12) Chilcott RP : Initial management of mass casualty incidents. Arora R, Arora P (eds) , Disaster Management Medical Preparedness, Response and Homeland Security, CABI, Press, 2013.
- 13) Chilcott RP, Amlot R : Primary response incident scene management (prism) guidance for chemical incidents volume 1; strategic guidance for mass casualty disrobe and decontamination. HSDL, 2015.
- 14) 島崎修次（監）：市民の安全；シェルターか避難か. 化学物質による災害管理 事故対策と救急医療, pp113-117, メディカルレビュー社, 東京, 2001.
- 15) U.S. Army Edgewood Chemical Biological Center. Risk Assessment of Using Firefighter Protective Ensemble with Self Contained Breathing Apparatus for Rescue Operations During a Terrorist Chemical Agent Incident. Aug. 2003, U.S. Army Soldier and Biological Chemical Command [cited 2018, Dec 18] (Available from : <https://www.hsdl.org/?view&did=441329>) .
- 16) National Ambulance Resilience Unit (NARU) . National Ambulance Service CBRNE/HAZMAT guidance-OFFICIAL, NARU, Oldbury, UK, 2014
- 17) Edgewood Chemical Biological Center (ECBC) . Guidelines for mass casualty decontamination during



an hazmat/weapons of mass destruction incident ; Volumes I and II, Edgewood Chemical Biological Center, Aberdeen proving Ground, 2013.

18) United States Department of Homeland Security (USDHS) . Patient decontamination in a mass chemical exposure incident : National planning guidance for communities, United States Department of Homeland Security, Wasigton DC, 2014.

19) Harvard School of Public Health, Strategies for first receiver decontamination ; A collection of tactics to assist hospitals address common challenges associated with all-hazards decontamination of patients, Harvard School of Public Health, Massachusetts, 2013.

20) Carter H, Drury J, Rubin GJ, et al : Applying Crowd psychology to develop recommendation for management of mass decontamination. Health Secur 13 : 45-53, 2015.

21) 平成28年度救助技術の高度化等検討会報告書. 消防庁国民保護・防災部参事官付, 平成29年3月.

22) Chilcott RP, Larner J, Matar H : Primary Response Incident Scene Management (PRISM) : Guidance for Chemical Incidents. volume 1 ; strategic guidance for mass casualty disrobe and decontamination. 2nd Edition, 2018.

23) Gaskin S, Pisaniello D, Edwards JW, et al : Application of skin contamination studies of ammonia gas for management of hazardous material incidents. J Hazard Mater : 252-253 , 338-346, 2013.

24) Gaskin S, Pisaniello D, Edwards JW, et al : Chlorine and hydrogen cyanide gas interaction with human skin ; in vitro studies to inform skin permeation and decontamination in HAZMAT incidents. J Hazard Mater 262 : 759-765 , 2013.

25) Chilcott RP : Managing mass casualties and decontamination. Environ Int 72 : 37-45, 2014.

26) Schwartz MD, Hurst CG, Kirk MA, et al : Reactive skin decontamination lotion (RSDL) for the decontamination of chemical warfare agent (CWA) dermal exposure. Curr Pharm Biotechnol 13 (10) : 1971-1979, Review, 2012 .

27) U.S. Army Chemical, Biological, Radiological and Nuclear School [USACBRNs]. Guidelines for Military Mass Casualty Decontamination Operations during a Domestic HAZMAT/Weapon of Mass Destruction Incident. USACBRNs, 2011.

28) NFPA white paper: Risk-Based Selection of Chemical Protective Clothing: National Fire Protection Association; 2018

29) U.S. Department of Transportation [USDOT], Emergency Response Guidebook ; A Guidebook for First Responders during the Initial Phase of a Dangerous Goods/Hazardous materials Transportation Incident. USDOT, 2013.

30) Van Helden HPM, et al : Pharmacological effects of oximes ; How relevant are they? Arch

Toxicol 70 : 779-786,1996.

31 ) Weapons of Mass Destruction ( WMD ) Civil Support Team ( CST ) ( [https : //www.nationalguard.mil/Portals/31/Resources/Fact Sheets/Weapons of Mass Destruction Civil Support Team Fact Sheet Dec. 2017.pdf](https://www.nationalguard.mil/Portals/31/Resources/Fact%20Sheets/Weapons%20of%20Mass%20Destruction%20Civil%20Support%20Team%20Fact%20Sheet%20Dec.%202017.pdf) : access 2019-05-20.

32) Federal Emergency Management Agency [FEMA]. Hazardous Materials Response Team. FEMA ( [https : //www.fema.gov/media-library-data/1517234186621-1372c17d8a26c529787c93951878e3b1/NIMS\\_508\\_4\\_HazardousMaterialsResponseTeam.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/1517234186621-1372c17d8a26c529787c93951878e3b1/NIMS_508_4_HazardousMaterialsResponseTeam.pdf) . access 2019-02-20) .

33 ) How HART team are training personnel? Emergency Live ( [https : //www.emergency-live.com/equipment/how-hart-team-are-training-personnel/](https://www.emergency-live.com/equipment/how-hart-team-are-training-personnel/) ) (access 2019-02-20.

34) NBCテロ対策会議幹事会.NBCテロその他大量殺傷型テロ対処現地機関連携モデル (平成13年11月22日 (平成28年1月29日改定) . NBCテロ対策会議幹事会, 2018.

35) Federal Bureau of Investigation [FBI], Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. Joint Criminal and Epidemiological Investigations Handbook : 2015 Domestic Edition. FBI/CDC, 2015.

36) FBI-CDC San Francisco Regional Joint Criminal-Epidemiological (Crim-Epi) Investigations Workshop (Available from : <https://publichealthmaps.org/calendar/2018/7/11/fbi-cdc-san-francisco-regional-joint-criminal-epidemiological-crim-epi-investigations-workshop>) (access 2019-02-20) .

分担研究報告

「化学テロ等発生時の多数傷病者対応（病院内）について」

研究分担者 本間 正人

（国立大学法人鳥取大学 医学部器官制御外科学講座

救急・災害医学分野 教授）

平成30年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた  
化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」  
分担研究報告書

「化学テロ等発生時の多数傷病者対応（病院内）について」

研究分担者 本間 正人

（国立大学法人鳥取大学 医学部器官制御外科学 救急・災害医学分野 教授）

### 研究要旨

東京オリパラ開催を控え、また世界各地で多数発生しているテロを鑑み、特殊災害・テロに対応するための医療体制を強化することが急務である。本研究では、現行の化学災害・テロの医療対応上の課題を抽出するため、三段階の検討を行った。「検討①：机上訓練」では、政令指定都市消防機関と化学テロを想定した机上訓練を実施し、医療機関の受け入れの課題について参加者より抽出した。「検討②：総合訓練」では、厚生労働省委託事業「NBC 災害・テロ対策研修」の総合訓練から得た医療機関の受け入れの課題について抽出した。その上で、「検討③：WG」として、有識者によるワーキンググループ(WG)を開催し、「救急医療機関における化学テロ対応標準初動マニュアル改定案」（以下改訂案）を作成した。

結果として、検討①：机上訓練では周辺医療機関 10 施設のうち水除染設備あり 40%、防護服あり 50%（レベルC 平均 2.1 着：最低 0 着、最高 5 着）で政令都市といえども脆弱であった。検討②：総合訓練から得た課題として、ゲートコントロール前の大行列、除染前トリージ判断の困難、除染前トリージ結果を除染エリア担当者への伝達が困難、水除染前の大行列、防護衣（PPE）の数の不足、交代要員の不足（防護服の不足）、病院に入るまでに時間がかかり重症患者の救命困難があげられた。検討③：有識者による WG では、検討①、検討②の結果と欧米の最新の知見をふまえ、初動マニュアルの改訂項目の検討を行った。その結果、1. 基本的な考え方（患者の救命率最大化の追求）、2. 個人防護具(PPE)の考え方（曝露リスクに基づく合理的な PPE の選択）、3. 除染の考え方（脱衣と乾的除染の重要性）4. ゲートコントロール（迅速な実施と追加的役割）、5. サーベイ（トキシドルームと放射線検知）、6. ゾーニング（院内での除染前後の区別）、7. 平時とテロ災害対応の連続性（平時の化学物質中毒対策の延長線としてのテロ対策）の 7 項目について改定が必要と考えられ、結果を踏まえ、最新の知見を踏まえた初動マニュアルの改定を行った。

### 【研究協力者】

大友 康裕： 東京医科歯科大学

阿南 英明： 藤沢市民病院

高橋 栄治： 沼田脳神経外科循環器科病院 救急科

嶋村 文彦： 千葉県救急医療センター

### A. 研究目的

東京オリンピック・パラリンピック（オリパラ）開催を控え、また世界各地で多数発生しているテロを鑑み、多数傷病者対応の知識・能力

に加えて、さらに特殊災害・テロに対応するための体制作りや知識・能力の強化が急務である。2007（平成19）年度～2009（平成21）年度厚生労働科学研究事業（健康危機管理・テロリズム対策システム研究）「健康危機管理における効果的な医療体制のあり方に関する研究」

（主任研究者 大友 康裕（東京医科歯科大学）において「救急医療機関における CBRNE テロ対応標準初動マニュアル<sup>1</sup>」（以下、「初動マニュアル」という。）が作成された。2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会を目前となった現在までのこの間に進展した化学災害・テロ対策の科学的知見を反映したマニュアルの改訂作業はなされてこなかった。

本研究では医療機関における化学テロ多数傷病者発生時の対応に関して最新の科学的知見やベストプラクティスを踏まえ、初動マニュアルの改訂を行った。なお、本研究結果については、CBRNEに関する各種研修内容に反映するように働きかけていきたい。

## B. 研究方法

検討①：机上訓練 政令指定都市の消防機関と化学テロを想定した机上訓練を実施し、医療機関の受け入れの課題について参加者より抽出した。

検討②：総合訓練 NBC 災害・テロ対策研修の総合訓練から得た医療機関の受け入れの課題について抽出した。

検討③：WG 2018年12月17日、2019年2月19日の2日、専門家によるワーキンググループ(WG)会議を開催し、検討①②の内容や、最新知見を鑑み、現行の病院対応の標準となっている初動マニュアル<sup>1</sup>の内容のうち改訂すべき項目について検討を行った。

上記、3つの検討から、改訂案（別添資料）を作成した。

## C. 研究結果

検討①：政令指定都市の消防機関と化学テロを想定した机上訓練を実施した際に周辺の受け入れ医療機関の水除染設備と防護服の数を参加者より聴取した結果は表1の通りであった。

医療施設	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	合計
除染設備	○	×	×	○	×	×	×	×	○	○	4施設/10施設
防護服	5	0	0	3	0	0	0	5	3	5	21着/10施設

表1 化学テロを想定した机上訓練を実施した際の医療機関対応結果

検討②：NBC 災害・テロ対策研修の総合訓練から得た医療機関の受け入れの課題は表2の通りであった。

- ・ゲートコントロール前の大行列
- ・除染前トリアージ判断の困難
- ・除染前トリアージ結果を除染エリア担当者への伝達が困難
- ・水除染前の大行列
- ・防護服の数の不足
- ・交代要員の不足（防護服の不足）
- ・病院に入るまでに時間がかかり重症患者の救命が困難

表2 NBC 災害・テロ対策研修の総合訓練から得た医療機関の受け入れの課題

検討③：WGにおいて初動マニュアルの内容のうち、改訂すべき項目についての検討を行った。そのうえで、改訂案を作成し、主な改訂項目について根拠となる文献と共に呈示した。（別添資料）

主な改訂項目は以下の通りである。

### 1. 基本的な考え方

患者の救命や合併症を最小限にすることを最大限に尊重する。そのためには救命処置までの時間を重視し、治療の効果を最大限上げるためにすべての患者に DDABC を迅速に提供することを目的とする。

DDABC：

救急初期診療においては気道 (Airway)、呼吸 (Breathing)、循環 (Circulation) の手順に

従って救命・蘇生処置を行う線形アルゴリズムが基本でありこれは救急診療の ABC として知られている。化学テロ災害特有の概念として ABC の前に①解毒薬・拮抗薬の投与 (Drug) と、②除染 (Decontamination) が重要であり DD と呼んでいる。化学テロの初動では ABC の前に DD を行うことが重要であり化学テロの診療手順は DDABC となる。

①Drug (解毒薬・拮抗薬) : 解毒薬・拮抗薬が存在する場合、優先的に薬剤を投与することの重要性を示している。特に神経剤曝露の場合、分泌亢進、気道攣縮などにより気道確保のための気管挿管や有効な人工呼吸が困難になる場合もある。このような場合も、硫酸アトロピンや PAM の投与を早期に行うことで気道確保 (A) が可能となる。

②Decontamination (除染) : 患者の除染を優先することで患者の救命と共に、医療者の二次被害を避けることが可能となる。

## 2. 個人防護具 (PPE) の考え方

東京地下鉄サリン事件の際には汚染された患者が除染されることなく病院建物内に入り、多くの病院職員に 2 次被害をもたらした。これを避けるためには警備員や病院職員を病院敷地の出入口 (門) や建物の出入口 (玄関) に配置し、通常の患者と、災害現場付近から来院する汚染の可能性のある患者をいち早く発見し、病院建物内への侵入を防止し、待機場所や脱衣場所へ誘導する必要があるこの活動をゲートコントロールという。除染が完了していない患者に対応する要員は、原則として、顔面全体を覆うことができる面体型の濾過式呼吸防護具 (レベル C 面体) とレベル C 化学防護衣が必要である。一方、ゲートコントロール要員は患者と直接接触しないならば、その要員が装備する PPE は、気道呼吸に関しては、顔面全体を覆うことができる面体型の濾過式呼

吸防護具 (レベル C) を必要とするが、防護衣はタイベックス型の防護衣や病院で調達可能な全身を被包できる手術用ガウンやエプロンや (レベル D 相当) が許容される (以下、「レベル D+」という)。同様に直接汚染患者に接触しないことが想定される本部要員、誘導、伝令、搬送介助、自力脱衣介助等の要員の PPE も「レベル D+」が許容される。なお、水除染の介助者は、耐浸水性を有する化学防護衣、手袋、長靴の着用を原則とする。除染が完了した患者に対応する要員は、レベル D で対応可能である。二次汚染の危険があると判断されたならば、除染後の患者対応においてもレベル C 面体の着用が推奨される。

## 3. 除染の考え方

### 1) 乾的除染

乾的除染とは衣服の除去 (脱衣) と露出部や汚染部位の拭き取り (清拭) により原因物質を取り除く除染法である。具体的には、①外套の脱衣、②露出部や汚染部位の局所清拭を実施する。歩行・臥位にかかわらず乾的除染を出来るだけ多くの患者に迅速に実施する。自ら実施可能な患者は自己脱衣・自己清拭を推奨する。介助が必要な患者についてはスタッフや患者の同行者が介助する。担架搬送が必要な患者は、スタッフが衣服を裁断し、衣服を除去し、露出部の清拭を行う。

### 2) 自己除染の推奨

自分自身で脱衣可能な患者は可能な限り早期に自己脱衣を実施し、脱衣した衣服は袋に入れ密閉し、露出部位をウェット・ティッシュ等で自己清拭する (自己除染)。自己脱衣のための設備の整備や物品の備蓄を推奨する。自己脱衣は受傷直後に実施することを推奨し、病院施設外での実施を推奨する。平時から一般市民に自己脱衣の啓発を行うことが推奨される。

### 3) 水除染

水除染とは水を用いて洗浄除去・希釈することにより原因物質を取り除く除染法である。乾的除染に加えて水除染が必要な患者は、皮膚への浸達や皮膚症状がある場合に限定される。脱衣場所や除染設備の設置については、設置時間の短縮、設置人員や業務負担の軽減、24時間 365 日の対応の確実性をはかるために既存の設備を利用することが推奨される。また水除染の方法も、全身除染設備に限定せず、ペットボトル、バケツ、水道等病院で可能なものを利用する。水除染は病院建物外で行うことが理想であるが、乾的除染が完了した患者に対しては病院建物内の除染施設で水除染を追加することが許容される。

### 4. ゲートコントロール

ゲートコントロールとは、警備員や病院職員を病院敷地の出入口（門）や建物の出入口（玄関）に配置し、通常の患者と、災害現場付近から来院する汚染の可能性のある患者をいち早く発見し、病院建物内への侵入を防止し、待機場所や脱衣場所へ誘導する活動を指す。病院から汚染を守り、院内における二次被害を防止するために重要な活動で、発災の覚知から迅速に行う必要がある。敷地のゲートコントロールを行う警備員やその他の要員は前述のレベル D+としてレベル C 相当の面体型の濾過式呼吸防護具や吸収缶での装備に加え、皮膚に関しては院内における標準防護装備（レベル D）の着用が許容される。建物のゲートコントロール要員は、通常の服装（レベル D）で可能である。ゲートコントロール要員の役割として患者に対して自己脱衣・自己清拭を促すことが推奨される。

### 5. サーベイ

患者の中毒症状（トキシドローム）より原因

物質を推定する。最初の数名の患者や脱衣した衣服に対して、放射線検知を行う。

### 6. ゾーニング

除染前エリアと除染後エリアをわけると。除染前エリアはウォームゾーン(Warm Zone)、除染後エリアはコールドゾーン(Cold Zone)とも呼ばれる。

### 7. 平時とテロ災害対応の連続性

通常の中毒救急事案から化学テロ災害事象へ連続して移行できる計画や準備を提案する。院内においても二次汚染の危険があると判断されれば気道、呼吸、顔面皮膚粘膜を防御する目的に面体型の濾過式呼吸防護具（レベル C）を直ちに着用することが推奨される。

### D. 考察

東京地下鉄サリン事件では、病院での医療者の2次被害が問題となった。このため、現行の初動マニュアルや NBC 災害・テロ対策研修等では、「対応要員のレベル C の PPE の着用の徹底」、「病院建物に入る前の除染実施の徹底」、「汚染区域と非汚染区域の区別の徹底」が強調されてきた。一方で、実際の訓練で検証を行ったところ、こうした活動の重視は、ゲートコントロールや除染エリアの手前で多くの患者の停滞を生み、救命処置や解毒薬投与への遅れにつながり、生命及び機能的予後に大きく影響を与えることが明らかとなった。東京地下鉄サリン事件では、心肺停止の患者が迅速な救命処置により社会復帰した症例が報告されている。患者の救命を最大限に尊重し、時間を意識した対応が求められる。

**基本的な方向性：** 本研究班では、世界における最新の知見や動向の調査を踏まえ、「理想的な計画・準備」から、「効果的かつ現実的な

計画・準備」へと考え方を大きく転換し、時間短縮により患者の救命と後遺症の軽減を意識した対応が不可欠であるという認識に至り、初動マニュアルを改定した。

**個人防護具 (PPE) :** 米国労働安全衛生局 (OSHA) のガイドラインでは、災害現場において活動する消防警察等の災害現場での対応者 (first responder) がウォームゾーンで活動する場合はレベル B の PPE で活動し、原因物質や濃度が同定された後にレベル C の PPE が使用できるとしている<sup>2</sup>。一方で病院では、原因物質が存在する現場とは異なり、原因物質は患者や衣服に付着する物質に限定されるため、想定される濃度は極めて低いと推定され、現場の対応とは異なる基準が必要である<sup>3</sup>。OSHA の病院受け入れガイドライン<sup>4</sup>では、病院での対応者 (first receiver) を災害現場での対応者 (first responder) と区別し、病院対応での PPE は除染前エリアでは電動ファン付き呼吸用保護具 (PAPR: Powered air-purifying respirator) を有したレベル C が標準であり、除染後エリアではレベル D が標準であるとしている。また、吉岡ら<sup>5</sup>は、「開放空間においては直接未除染被災者と接触するスタッフ以外、ウォームゾーンでは個人防護装備は不要と思われる。医療機関のゲートコントロール要員には数少ないレベル C 防護装備を使用せず、除染スタッフのみが使用するのがコミュニケーション上も有効な対応である」と述べている。一方、安全の観点から気道、顔面粘膜、呼吸の防護は重要である。専門家による WG の検討においては、汚染患者に直接接触する可能性の少ないゲートコントロール、伝令、本部要員、誘導、移動搬送、自力脱衣介助等の要員は、レベル C 相当の面体型の濾過式呼吸防護具や吸収缶での装備に加え、皮膚に関しては院内における標準防護装備 (レベ

ル D) が許容されるとし、これを「レベル D+ 装備」と名付けた。なお、水除染介助者については、化学剤が溶け込んだ洗浄水により露出されている皮膚への曝露や防護服の浸透の危険がある。そのため、全身を覆いかつ耐透過性、耐浸透性 (撥水性) の高いレベル C (呼吸、皮膚) の防護衣、手袋、長靴の着用を原則とした。

**除染 :** 米国生物医学応用研究開発局 (BARDA: Biomedical Advanced Research and Development Authority) から発出されている除染マニュアル「PRISM (Primary Response Incident Scene Management)」において、Rule of Ten として図示されているが、脱衣で 90% の除染が、露出部の拭き取りで 99% の除染が可能とされている<sup>6</sup>。最近、英国では、患者各自が脱衣を実施し、さらに顔面や手の露出部位や髪を拭き、その後必要に応じて専門チームによる除染を行うプロトコルが提案されている<sup>7</sup>。わが国でも、自己脱衣を推奨し、露出部の拭き取りを出来るだけ多くの患者に迅速に施し、必要な人・部位にのみ水除染を追加する方策を標準とした。

**ゲートコントロール :** 過去の事例を検討すると、患者は何の前触れもなく来院する。化学テロ・災害の情報は直後では明らかでない。災害発生後現場で除染されない患者が多数来院する。東京地下鉄サリン事件では全患者の 80% が独力で除染もされないまま病院に到達した<sup>8</sup>。病院は日頃より消防機関や警察等と連携をとり、災害情報が迅速に提供される態勢を整えると共に、何らかの発災の情報を得た場合は、ゲートコントロールをいち早く行う必要があることを強調した。

**サーベイ :** 早期からの患者サーベイも重要である。化学災害においては、放射性物質を除



外すると共に、症状の組み合わせにより原因物質の推定は可能であるとされておりトキシドロームとよばれている。トキシドロームにより原因物質と程度を類推することができ<sup>9</sup>、拮抗薬の投与の目安となる。

**平時とテロ災害対応の連続性：**平時の救急対応事案から多数患者災害対応に連続的に対応できる体制が不可欠である。2008年5月農薬クロロピクリンを飲んで自殺を図り搬送された患者の吐物から強い塩素系ガスが発生し、吸い込んだ医師、病院スタッフ、患者等10名が入院する事件が発生した<sup>10</sup>。米国でも有機リン農薬服用患者の嘔吐により、病院スタッフの二次被害が発生し、アトロピンやPAMの投与を要した事例が報告されている<sup>11</sup>。病院スタッフが外傷診療等で使用する標準PPEに加え気道、顔面粘膜、呼吸の防護できる面体型の濾過式呼吸防護具を迅速に装着できる準備を平時から整備することが重要である。また、院内に汚染された患者が万一侵入した場合でも、職員や通常の患者から隔離できる区画や除染設備を24時間365日ベースで運用できるよう院内や救急部門隣接施設に除染設備が必要である。

## E. 結論

本研究では、検討①：机上訓練において、政令指定都市消防機関と化学テロを想定した机上訓練を実施し、医療機関の受け入れの課題について参加者より抽出した。検討②：総合訓練では、「NBCテロ対応セミナー」の総合訓練から得た医療機関の受け入れの課題について抽出した。検討③：WGでは、有識者WGを開催し、最新の知見に基づき、初動マニュアルの改訂すべき項目を検討した。上記の3つの検討に基づき、根拠となる文献と共に改定版を作成した。今後、本研究成果を広く国民や関係者

に共有するとともに、計画や訓練に活用されることで、一人でも多くの化学テロ被害者の救命や後遺症の防止につながることを期待したい。

## F. 健康危険情報

該当なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

該当なし

### 2. 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

○本間正人：化学テロに対する医療機関対応のパラダイムシフト. 第41回日本中毒学会総会・学術集会. 2019年7月20日21日. 川越市

○本間正人：シミュレーション研修手法を用いた化学テロに対する病院前救護体制の検討. 第46回日本救急医学会総会・学術集会. 2018年11月21日. 横浜市.

○Masato Homma: A study on prehospital system against chemical terrorism using simulation training method. Asia Pacific Conference on Disaster Medicine (APCDM) October 16<sup>th</sup>, 2018. Kobe.

## H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

### 1. 特許取得 なし

### 2. 実用新案登録 なし

### 3. その他

## 巻末文献

1 厚生労働科学研究事業「健康危機管理における効果的な医療体制のあり方に関する研究」班編：救急医療機関における CBRNE テロ対応標準初動マニュアル. 永井書店、東京、2009

- 2 Occupational Safety and Health Administration. Hazardous Waste Operations Emergency Response. Washington, DC. Occupational Safety and Health Administration; July 1, 2002. 29 CFR 1910.120(q) (3) (iii-iv).
  - 3 Hick JL, et. al. Protective Equipment for Health Care Facility Decontamination Personnel: Regulations, Risks, and Recommendations. *Ann Emerg Med.* 2003; 42: 370-380.
  - 4 Occupational Safety and Health Administration. Best Practices for Hospital-Based First Receivers of Victims from Mass Casualty Incidents Involving the Release of Hazardous Substances. Occupational Safety and Health Administration. 3249-08N. 2005. <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3249.pdf> (Accessed on June 1st, 2019.)
  - 5 吉岡敏治ら. *中毒研究.* 2019; 32: 19-29.
  - 6 Primary Response Incident Scene Management (PRISM) Guidance for Chemical Incidents. Volume1: Strategic Guidance for Mass Casualty Disrobe and Decontamination. Biomedical Advanced Research Development Authority, 2015.
  - 7 Chilcott RP, et al. *Emerg Med J.* 2019; 36: 117-123.
  - 8 Okumura T, Suzuki K, Atsuhiko F, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, part 1: community emergency response. *Acad Emerg Med.* 1998; 5: 613-617.
  - 9 Chemical Hazards Emergency Medical Management :CHEMM Toxidrome Cards [https://chemm.nlm.nih.gov/toxidrome\\_cards.htm](https://chemm.nlm.nih.gov/toxidrome_cards.htm) (Accessed on September 9th, 2018)
  - 10 小山 洋史ら. クロロピクリン集団災害における危機管理 (特集 集団中毒に対する危機管理体制--第30回日本中毒学会シンポジウム). *中毒研究.* 2009; 22, 25-31.
  - 11 Merrit N. Malathion overdose: when one patient creates a departmental hazard. *J Emerg Nurs.* 1989; 15: 463-465.
-

3 次救急・災害医療体制が整備された救急医療機関における化学テロ対応標準初動マニュアル

(改訂版)

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(健康安全・危機管理対策総合事業)

「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた

化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」

分担研究

「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院内)について」

研究分担者 本間 正人

(国立大学法人鳥取大学 医学部器官制御外科学 救急・災害医学分野 教授)

【研究協力者】

大友 康裕：東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 救急災害医学分野教授

阿南 英明：藤沢市民病院 診療部長・医療支援部長・救命救急センター長

高橋 栄治：沼田脳神経外科循環器科病院 救急部長

嶋村 文彦：千葉県救急医療センター 検査部長兼外傷治療科主任医長

## 目次

はじめに	3
改訂点の概要	4
3次救急・災害医療体制が整備された救急医療機関における化学テロ対応標準初動マニュアル	
1 医療機関における化学テロ災害対応の全体的な流れ	10
2 事前計画	14
3 災害発生覚知後の対応	21
4 収容準備(Prepare)	27
5 サーベイ(Survey)	32
6 除染(Decontamination)	34
7 トリアージ(Triage)	42
8 評価と診療(Evaluation and Care)	44
巻末文献	49

## はじめに

東京オリンピック・パラリンピック(オリパラ)開催を控え、また世界各地で多数発生しているテロを鑑み、多数傷病者対応の知識・能力に加えて、さらに特殊災害・テロに対応するための体制作りや知識・能力の強化が急務である。2007(平成19)年度~2009(平成21)年度厚生労働科学研究事業(健康危機管理・テロリズム対策システム研究)「健康危機管理における効果的な医療体制のあり方に関する研究」(主任研究者 大友 康裕(東京医科歯科大学)において救急医療機関における CBRNE テロ対応標準初動マニュアル<sup>1</sup>(以下初動マニュアル)が作成された。さらに公益財団法人日本中毒情報センターが厚生労働省医政局から委託を受け2006年(平成18)度よりNBC災害・テロ対策研修が実施されてきた。本研修の診療手順や総合演習は初動マニュアルに基づいて実施されてきたこともあり、初動マニュアルが災害拠点病院や救命救急センターにおける体制整備の礎となってきた。本研修が開始されてからすでに12年が経過する一方で、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会を目前となった現在までのこの間に進展した化学災害・テロ対策の科学的知見を反映したマニュアルの改訂作業はなされてこなかった。本研究では医療機関における化学テロ多数傷病者発生時の対応に関して最新の科学的知見やベストプラクティスを踏まえ、初動マニュアルの改訂を行った。なお、本研究結果については、関連する研修等の内容に反映されるように働きかけていきたい。本改訂ガイドラインをもとに、各医療施設で受け入れ計画をたて、それを基に準備訓練を行い化学テロ災害発生時には2次被害を最小限として多くの患者の救命と後遺症の軽減が図れることを祈願する。

## 改訂点の概要

### 1, 基本的な考え方

患者の救命や合併症を最小限にすることを最大限に尊重する。そのためには救命処置までの時間を重視し、治療の効果を最大限上げるためにすべての患者に DDABC (\*注)を迅速に提供することを目的とする。

(解説)

東京地下鉄サリン事件では、病院での医療者の2次被害が問題となった。このため、現行の初動マニュアルや NBC 災害・テロ対策研修等では、「対応要員のレベル C の PPE の着用の徹底」、「病院建物に入る前の除染実施の徹底」、「汚染区域と非汚染区域の区別の徹底」が強調されてきた。一方で、実際の訓練で検証を行ったところ、こうした活動の重視は、ゲートコントロールや除染エリアの手前で多くの患者の停滞を生み、救命処置や解毒薬投与への遅れにつながり、生命及び機能的予後に大きく影響を与えることが明らかとなった。東京地下鉄サリン事件では、心肺停止の患者が迅速な救命処置により社会復帰した症例が報告されている。患者の救命を最大限に尊重し、時間を意識した対応が求められる。本研究班では、世界における最新の知見や動向の調査を踏まえ、「理想的な計画・準備」から、「効果的かつ現実的な計画・準備」へと考え方を大きく転換し、時間短縮により患者の救命と後遺症の軽減を意識した対応が不可欠であるという認識に至り、初動マニュアルを改定した。

(\*注)救急初期診療においては気道(Airway)、呼吸(Breathing)、循環(Circulation)の手順に従って救命・蘇生処置を行う線形アルゴリズムが基本でありこれは救急診療の ABC として知られている。化学テロ災害特有の概念として ABC の前に①解毒薬・拮抗薬の投与(Drug)と、②除染(Decontamination)が重要であり DD と呼んでいる。化学テロの初動では ABC の前に DD を行うことが重要であり化学テロの診療手順は DDABC となる。

①Drug(解毒薬・拮抗薬):解毒薬・拮抗薬が存在する場合、優先的に薬剤を投与することの重要性を示している。特に神経剤曝露の場合、分泌亢進、気道攣縮などにより気道確保のための気管挿管や有効な人工呼吸が困難になる場合もある。このような場合も、硫酸アトロピンや PAM の投与を早期に行うことで気道確保(A)が可能となる。

②Decontamination (除染): 患者の除染を優先することで患者の救命と共に、医療者の二次被害を避けることが可能となる。

## 2、防護衣(PPE)の考え方

東京地下鉄サリン事件の際には汚染された患者が除染されることなく病院建物内に入り、多くの病院職員に2次被害をもたらした。これを避けるためには警備員や病院職員を病院敷地の出入口(門)や建物の出入口(玄関)に配置し、通常の患者と、災害現場付近から来院する汚染の可能性のある患者をいち早く発見し、病院建物内への侵入を防止し、待機場所や脱衣場所へ誘導する必要があるこの活動をゲートコントロールという。除染が完了していない患者に対応する要員は、原則として、顔面全体を覆うことができる面体型の濾過式呼吸防護具(レベルC面体)とレベルC化学防護衣が必要である。一方、ゲートコントロール要員は患者と直接接しないならば、その要員が装備するPPEは、気道呼吸に関しては、顔面全体を覆うことができる面体型の濾過式呼吸防護具(レベルC)を必要とするが、防護衣はタイベックス型の防護衣や病院で調達可能な全身を被包できる手術用ガウンやエプロンや(レベルD相当)が許容される(以下、「レベルD+」という)。同様に直接汚染患者に接触しないことが想定される本部要員、誘導、伝令、搬送介助、自力脱衣介助等の要員のPPEも「レベルD+」が許容される。なお、水除染の介助者は、耐浸水性を有する化学防護衣、手袋、長靴の着用を原則とする。除染が完了した患者に対応する要員は、レベルDで対応可能である。二次汚染の危険があると判断されたならば、除染後の患者対応においてもレベルC面体の着用が推奨される。

(解説)

米国労働安全衛生局(OSHA)のガイドラインでは、災害現場において活動する消防警察等の災害現場での対応者(first responder)がウォームゾーンで活動する場合はレベルBのPPEで活動し、原因物質や濃度が同定された後にレベルCのPPEが使用できるとしている<sup>2</sup>。一方で病院では、原因物質が存在する現場とは異なり、原因物質は患者や衣服に付着する物質に限定されるため、想定される濃度は極めて低いと推定され、現場の対応とは異なる基準が必要である<sup>3</sup>。OSHAの病院受け入れガイドライン<sup>4</sup>では、病院での対応者(first receiver)を災害現場での対応者(first responder)と区別し、病院対応でのPPEは除染前エリアでは電動ファン付き呼吸用保護具(PAPR: Powered air-purifying respirator)を有したレベルCが標準であり、除染後エリアではレベルDが標準であるとしている。ま



た、吉岡ら<sup>5</sup>は、「開放空間においては直接未除染被災者と接触するスタッフ以外、ウォームゾーンでは個人防護装備は不要と思われる。医療機関のゲートコントロール要員には数少ないレベル C 防護装備を使用せず、除染スタッフのみが使用するのがコミュニケーション上も有効な対応である」と述べている。一方、安全の観点から気道、顔面粘膜、呼吸の防護は重要である。専門家による WG の検討においては、汚染患者に直接接触する可能性の少ないゲートコントロール、伝令、本部要員、誘導、移動搬送、自力脱衣介助等の要員は、レベル C 相当の面体型の濾過式呼吸防護具や吸収缶での装備に加え、皮膚に関しては院内における標準防護装備(レベル D)が許容されるとし、これを「レベル D+装備」と名付けた。なお、水除染介助者については、化学剤が溶け込んだ洗浄水により露出されている皮膚への曝露や防護服の浸透の危険がある。そのため、全身を覆いかつ耐透過性、耐浸透性(撥水性)の高いレベル C(呼吸、皮膚)の防護衣、手袋、長靴の着用を原則とした。

---

### 3、除染の考え方

#### 1) 乾的除染

乾的除染とは衣服の除去(脱衣)と露出部や汚染部位の拭き取り(清拭)により原因物質を取り除く除染法である。具体的には、①外套の脱衣、②露出部や汚染部位の局所清拭を実施する。歩行・臥位にかかわらず乾的除染を出来るだけ多くの患者に迅速に実施する。自ら実施可能な患者は自己脱衣・自己清拭を推奨する。介助が必要な患者についてはスタッフや患者の同行者が介助する。担架搬送が必要な患者は、スタッフが衣服を裁断し、衣服を除去し、露出部の清拭を行う。

#### 2) 自己除染の推奨

自分自身で脱衣可能な患者は可能な限り早期に自己脱衣を実施し、脱衣した衣服は袋に入れ密閉し、露出部位をウェット・ティッシュ等で自己清拭する(自己除染)。自己脱衣のための設備の整備や物品の備蓄を推奨する。自己脱衣は受傷直後に実施することを推奨し、病院施設外での実施を推奨する。平時から一般市民に自己脱衣の啓発を行うことが推奨される。

#### 3) 水除染

水除染とは水を用いて洗浄除去・希釈することにより原因物質を取り除く除染法である。乾的除染に加えて水除染が必要な患者は、皮膚への浸達や皮膚症状がある場合に限定される。脱衣場所や除染設

備の設置については、設置時間の短縮、設置人員や業務負担の軽減、24 時間 365 日の対応の確実性をはかるために既存の設備を利用することが推奨される。また水除染の方法も、全身除染設備に限定せず、ペットボトル、バケツ、水道等病院で可能なものを利用する。水除染は病院建物外で行うことが理想であるが、乾的除染が完了した患者に対しては病院建物内の除染施設で水除染を追加することが許容される。

(解説)

米国生物医学応用研究開発局(BARDA: Biomedical Advanced Research and Development Authority)から発出されている除染マニュアル「PRISM (Primary Response Incident Scene Management)」において、Rule of Ten として図示されているが、脱衣で 90%の除染が、露出部の拭き取りで 99%の除染が可能とされている<sup>6</sup>。最近、英国では、患者各自が脱衣を実施し、さらに顔面や手の露出部位や髪を拭き、その後必要に応じて専門チームによる除染を行うプロトコルが提案されている<sup>7</sup>。わが国でも、自己脱衣を推奨し、露出部の拭き取りを出来るだけ多くの患者に迅速に施し、必要な人・部位にのみ水除染を追加する方策を標準とした。

---

#### 4, ゲートコントロール

ゲートコントロールとは、警備員や病院職員を病院敷地の出入口(門)や建物の出入口(玄関)に配置し、通常の患者と、災害現場付近から来院する汚染の可能性のある患者をいち早く発見し、病院建物内への侵入を防止し、待機場所や脱衣場所へ誘導する活動を指す。病院から汚染を守り、院内における二次被害を防止するために重要な活動で、発災の覚知から迅速に行う必要がある。敷地のゲートコントロールを行う警備員やその他の要員は前述のレベル D+としてレベル C 相当の面体型の濾過式呼吸防護具や吸収缶での装備に加え、皮膚に関しては院内における標準防護装備(レベル D)の着用が許容される。建物のゲートコントロール要員は、通常の服装(レベル D)で可能である。ゲートコントロール要員の役割として患者に対して自己脱衣・自己清拭を促すことが推奨される。

(解説)

過去の事例を検討すると、患者は何の前触れもなく来院する。化学テロ・災害の情報は直後では明らかでない。災害発生後現場で除染されない患者が多数来院する。東京地下鉄サリン事件では全患者の

80%が独力で除染もされないまま病院に到達した<sup>8</sup>。病院は日頃より消防機関や警察等と連携をとり、災害情報が迅速に提供される態勢を整えると共に、何らかの発災の情報を得た場合は、ゲートコントロールをいち早く行う必要があることを強調した。

---

## 5, サーベイ

患者の中毒症状(トキシンドローム)より原因物質を推定する。最初の数名の患者や脱衣した衣服に対して、放射線検知を行う。

(解説)

早期からの患者サーベイも重要である。化学災害においては、放射性物質を除外すると共に、症状の組み合わせにより原因物質の推定は可能であるとされておりトキシンドロームとよばれている。トキシンドロームにより原因物質と程度を類推することができ<sup>9</sup>、拮抗薬の投与の目安となる。

---

## 6, ゾーニング

除染前エリアと除染後エリアをわけろ。除染前エリアはウォームゾーン(Warm Zone)、除染後エリアはコールドゾーン(Cold Zone)とも呼ばれる。

---

## 7, 平時とテロ災害対応の連続性

通常の中毒救急事案から化学テロ災害事象へ連続して移行できる計画や準備を提案する。院内においても二次汚染の危険があると判断されれば気道、呼吸、顔面皮膚粘膜を防御する目的に面体型の濾過式呼吸防護具(レベル C)を直ちに着用することが推奨される。

(解説)

平時の救急対応事案から多数患者災害対応に連続的に対応できる体制が不可欠である。2008年5月農薬クロロピクリンを飲んで自殺を図り搬送された患者の吐物から強い塩素系ガスが発生し、吸い込んだ医師、病院スタッフ、患者等10名が入院する事件が発生した<sup>10</sup>。米国でも有機リン農薬服用患者の嘔吐により、病院スタッフの二次被害が発生し、アトロピンやPAMの投与を要した事例が報告されている<sup>11</sup>。病院スタッフが外傷診療等で使用する標準PPEに加え気道、顔面粘膜、呼吸の防護できる面

体型の濾過式呼吸防護具を迅速に装着できる準備を平時から整備することが重要である。また、院内に汚染された患者が万一侵入した場合でも、職員や通常の患者から隔離できる区画や除染設備を 24 時間 365 日ベースで運用できるよう院内や救急部門隣接施設に除染設備が必要である。

## I 医療機関における化学テロ災害対応の全体的な流れ

医療機関における化学テロ災害対応の全体的な流れを図1に示す。これに沿って本マニュアルの全体の流れを概説する。

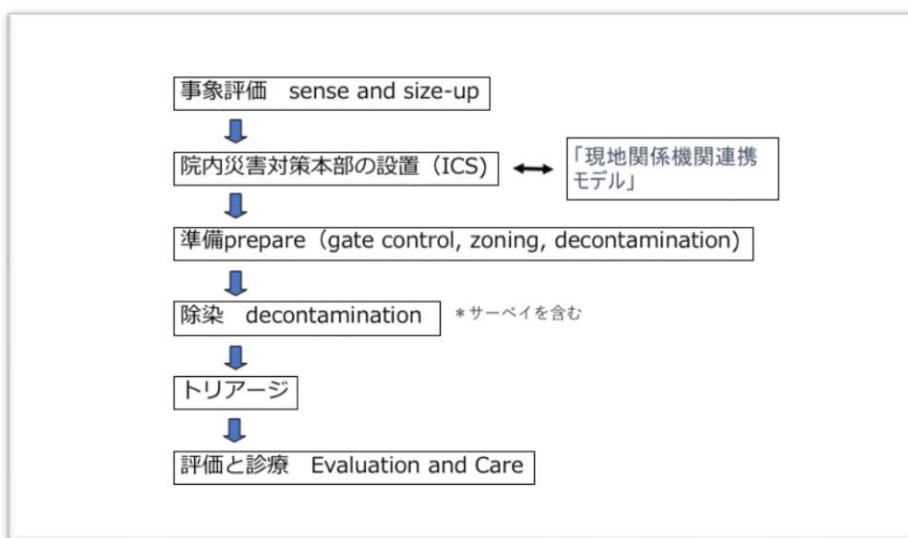


図1 医療機関における化学テロ災害対応の全体的な流れ

### 1. 事象評価(疑う)と準備 (SCENE AND SIZE UP)

以下の場合、化学テロ災害を疑い院内対応準備を開始する。

- 同一場所、同一時期の多数患者発生
  - テロ予告
  - 原因不明のショック、意識障害、神経症状、嘔吐、下痢、皮膚症状の発生。
  - 爆発事故・事件(化学剤の併用も念頭に置く)
  - 原子力関連施設、化学工場の事象
- など

## 2. 化学テロを疑ったとき・化学テロ発生情報を得たときの行動

- ① スタッフを集める
- ② 院内責任者(院長などの施設運営管理責任者)に報告
- ③ 院内関連部署への情報提供
- ④ 指揮命令系統確認
- ⑤ 患者受け入れ準備

## 3. 院内災害対策本部設置(指揮命令系統の確立)

各責任者を指定し、部門ごとに役割分担する。

- ① 現場責任者(患者受け入れに関する全体統括者)
- ② ゲートコントロール責任者
- ③ サーベイ責任者
- ④ 除染責任者
- ⑤ トリアージ責任者
- ⑥ 搬送責任者
- ⑦ 診療責任者
- ⑧ 患者情報集計責任者

## 4. 患者受け入れ準備

- ① 個人防護具・防護衣(PPE)装着指示
- ② ゲートコントロール設置
- ③ ゾーニング(除染前エリア、除染後エリア)
- ④ 物品準備(除染設備、脱衣衣類入れビニール、清拭用資機材、貴重品管理など)
- ⑤ 患者移動動線確保
- ⑥ 解毒・拮抗薬準備
- ⑦ 死体安置所確保

## 5. サーベイの実施

- ⑧ 肉眼的汚染有・爆発テロが疑われる場合、放射線測定を初めの数人に対して適宜行う。脱衣した衣服に対してもサーベイを行う。
- ⑨ トキシドローームにより原因物質を推定する(表1)。特に神経剤曝露の判断(縮瞳、分泌亢進、線維束攣縮)・解毒薬投与(硫酸アトロピン・オキシム剤)が出来るので重要である。

表1 トキシドローーム(CHEMM Toxidrome Cards<sup>10</sup>をもとに翻訳作成、一部改変)

トキシドローーム	症状	剤(例)
抗コリン性	視力障害、昏睡、意識障害、せん妄、乾燥、発熱、発赤、幻覚、便秘、記憶力障害、散瞳、ミオクローヌス、痙攣	抗ヒスタミン薬、三環系抗うつ薬、ブスコパン等の胃腸鎮痙薬、ベンゾジアゼピン(無力化剤)
抗凝固性	鼻出血、点状出血、倦怠感、脱力、蒼白、出血傾向、ショック	ワーファリン、抗凝固薬、抗血小板薬
有機溶剤、麻酔薬、鎮静薬への曝露	興奮又は意識障害、行動異常、不明瞭言語、眼振、失調歩行、熱傷様皮膚	ガソリン、ベンジン、トルエン、有機溶剤、ベンゾジアゼピン、バルビツレート
コリン作動性	下痢、尿失禁、縮瞳、気管支分泌物増多、徐脈、流涎、嘔吐、流涙、痙攣	有機リン、カルバメート、ニコチン、ピロカルピン、メスチノン、神経剤(サリン、ソマン、タブン、VX等)
痙攣性	痙攣、痙攣重積発作	ヒドラジン、殺鼠剤(テトラミン)、ビクロキシン、ストリキニーネ
刺激性・腐食性(吸入)	呼吸促迫、呼吸困難、咳嗽、軌道分泌物増多	ホスゲン、アンモニア、塩素、暴動鎮圧剤
刺激性・腐食性(経口・経皮)	(経口)粘膜障害、嘔気・嘔吐、流涎、腹痛 (経皮)皮膚刺激症状、疼痛、発赤、水疱、流涙	ホスゲン、ルイサイト、アンモニア、塩素、マスタード、フッ化水素、ジクロロメタン、暴動鎮圧剤
卒倒(ノックダウン)型	過換気、呼吸促迫、低血圧、意識障害、痙攣、開口障害、後弓反張、呼吸停止、心停止	シアン化合物、硫化水素、アジ化物、殺鼠剤(ロテノン、フルオロ酢酸ナトリウム)
麻薬性	意識障害、縮瞳、助呼吸、徐脈、低血圧、低体温、便秘	ヘロイン、モルヒネ、フェンタニル、オキシコドン
ストレス反応/交感神経興奮性	興奮、せん妄、散瞳、過呼吸、頻脈、高血圧、発汗、高体温、振戦	覚醒剤、アンフェタミン、コカイン、エフェドリン

## 6. 除染 (DECONTAMINATION)

出来るだけ多くの患者に迅速に乾的除染(脱衣・露出部拭き取り)を行うことを目標とする

### 1. 除染方法

- ① 乾的除染(脱衣・露出部拭き取り)
- ② 汚染部拭き取り除染
- ③ 水除染(局所)
- ④ 水除染(全身)

### 2. 除染中の緊急処置

- ① 気道確保(気管挿管など)
- ② 痙攣時にはジアゼパム10mg筋注
- ③ 神経剤曝露が疑われる際の硫酸アトロピン1～2mg筋注

## 7. トリアージ(診療の優先順位の決定)

患者の除染後の治療の優先順位を判断。

致命的外傷患者でない限り、蘇生の可能性があるので安易に黒に判定しない。

## 8. 評価と診療 (EVALUATION AND CARE)

### 1 PRIMARY SURVEY

目的: 生理学的危機を察知し蘇生する(バイタルサインの安定化)

手順: 化学災害の特殊性からDDABCの手順で生理学的安定化を目指す。その際にDrugのDが重要であり、拮抗薬の存在するシアン(CN)・神経(N)剤の拾い上げを特に意識して、素早くPSPSのうち縮瞳(P)と鼻汁・唾液などの分泌亢進(S)、線維束攣縮(S)の有無を確認し対処する。



\*外傷に伴った曝露として、放射性物質が混入した爆弾の使用(Dirty bomb)が想定される。可能な限り放射線チェック(万能でない)を施行する。

---

## 2 SECONDARY SURVEY

目的： 曝露原因物質の推定を進めながら詳細な身体観察・処置。

手順： 各原因の特性を念頭に、詳細な発災状況把握と身体観察から原因別の対処を行う。

**【重要】**「NBCテロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」に基づき消防本部を介して現地の物質簡易検知情報、日本中毒情報センターや放射線医学総合研究所の情報を総合して評価・診察する。現地での物質簡易検知結果と身体所見が合致するかを常に考え、相互連絡と現場へのフィードバックをする。

## II 事前計画

### 1 対応すべき化学テロ災害の事前想定を行い、事前計画をたてる

#### ① 対応レベル(規模)の設定をする(表2)

表2 対応レベル

レベル	規模
レベル1	通常救急対応規模(数人規模)
レベル2	数十人規模
レベル3	数百人規模

- ② 災害の種類を想定する。
- ③ 災害時の危険因子(HAZARD)を想定する。
- ④ 患者の病院への進入経路を想定する。
- ⑤ 患者数を想定する。
- ⑥ 応援が期待できる周辺の機関を確認しておく。

※本マニュアルはレベル2規模の化学テロ災害に対する救急医療機関での対応について記述する。医療機関の除染能力をはるかに超えた被災者数(レベル3)に対する事前計画として、近隣の公営体育館・プールを利用した水除染などの代替手段が考えられる。地域としての計画が求められる。

### 2 災害対策本部について事前計画を立てる

- ① 化学テロ対応と考えると災害対策本部を立ち上げる基準を作成する。
- ② 災害対策本部の要員を事前に決定しておく。  
構成員に関しては、院内災害対応マニュアルに明示する。
- ③ 院内各部門の対応事前計画を策定する。

- 1) 診療部門
- 2) 看護部門
- 3) 臨床検査部門
- 4) 放射線部門

5) 薬剤部門

6) 事務部門

### 3 安全確保対策について、事前計画を立てる

#### 1. 職員の安全確保

##### 1) 個人防護具(Personal Protective Equipment; PPE)の準備行う。

- ① 必要数量を算出し準備しておく。
- ② 面体(レベル C 対応の吸収缶)
- ③ 手袋(ブチル性または食器洗い用のゴム手袋)を推奨
- ④ 防護衣:レベル C 又はレベル D

水除染介助者は耐浸水性の防護衣・長靴・手袋(二重)を推奨

##### 2) 放射線測定器の準備

- ① 表面汚染測定器(サーベイメーター)
- ② 線量率測定器(空間線量計)
- ③ 個人警報線量計(アラーム付ポケット線量計)

#### 2. 治療現場の安全確保

##### 1) 患者の動線を事前に決定しておく。

- ① 汚染者(除染完了前の患者)と非汚染者(通常の患者・職員および除染完了後の患者)の動線が交差しないように患者の動線を決定する。
- ② 自分で自ら外套を脱衣し、露出部を清拭できる(自己脱衣)ができるように、ゲートコントロール周辺に、自己脱衣エリアを確保し資器材を配備する。
- ③ 脱衣が完了した患者は除染後エリア(コールドゾーン)へ誘導する。

- ④ 液滴の皮膚への浸潤、皮膚刺激症状があれば水除染(局所が原則、必要であれば全身)を追加する。院内除染施設あるいは院外の除染施設を活用する。

## 2) 防護服(PPE)の選択

レベル A: 有害物質が不明で、蒸気・ガス・液体・細菌などのあらゆる形態の生物化学物質から、呼吸器系・皮膚・眼・粘膜の高度の保護を必要とする最高度の危険性。

レベル B: 有害物質の性状・汚染濃度などが同定され、呼吸器系に対してはレベルAと同水準の高度の保護を必要とするが、皮膚に対してはレベルAよりは一段低い保護でよい程度の危険性。

レベル C: 有害物質の性状・汚染濃度などが同定され、呼吸器系統に対してはレベルBよりは一段低い保護でよく、皮膚に対しても概ねレベルBと同水準の保護を必要とする程度の危険性。

レベル D(+): 気道、呼吸、顔面粘膜はレベル C と同等であるが、皮膚に対しては C よりは一段低いレベルで良い程度の危険性。化学防護用の面体・マスクと病院内で通常使用する標準予防策(長袖の手術着やガウン、エプロンを想定)

レベル D: 大気中に有害物質がなく、有害な化学物質との接触や、予見不可能な化学物質による人体への危険性が排除されており、最小限の皮膚の保護を必要とする程度の危険性。呼吸器系は防塵マスク、N95 マスクと病院内で通常使用する標準予防策(長袖の手術着やガウン、エプロンを想定)

表3 PPE 選択の目安

エリア	水除染	除染前エリア		除染後エリア
汚染患者との直接の接触の可能性	あり	少ない	あり	なし
気道・呼吸	頭部、顔面を覆うレベルC	顔面全体を覆うレベルC	顔面全体を覆うレベルC	レベルD
防護衣	耐浸水性のレベルC防護衣	レベルCまたはレベルD	レベルC	レベルD
手袋	耐化学性 2重	耐化学性	耐化学性	病院内と同じ
長靴	耐化学性、耐浸水性	病院内とおなじ	耐化学性、耐浸水性が望ましい	病院内と同じ

### 3) エリア設定を事前に決定しておく。

#### ① 進入ゲートの設定

自力歩行患者および患者を乗せた車両・救急車の病院敷地内への進入ゲートを事前に決めておく。この進入ゲートは、可能な限り少なく、できれば1カ所とするのがよい。

#### ② 患者を乗せた救急車・車両の停車位置エリアの設定

#### ③ サーベイの準備

#### ④ 乾的除染エリア

i. 自己脱衣可能な患者のための自己脱衣エリアの設定

ii. 介助が必要な患者のための脱衣エリアの設定

iii. 臥位除染エリアの設定

#### ⑤ 水除染エリア

i. 場所の設定 (院外または院内)

ii. 必要物品の準備

#### ⑥ 除染前エリア(ウォームゾーン)と除染後エリア(コールドゾーン)

i. 除染前エリアと除染後エリアの境界線を決める

ii. 院内においても汚染患者の隔離エリアを事前に決めておく

iii. 水除染エリアを院内に設置する場合は院内において汚染エリア(除染前エリア)と非汚染エリア(除染後エリア)の境界線を決める

#### ⑦ トリアージエリアの設定

### 4) 病院閉鎖のための病院出入り口の管理体制を事前に決めておく。

① 要員を配置して人の出入りを管理する出入り口を事前に決めて明確にしておく。

② 施錠により閉鎖する出入り口を事前に決めて明確にしておく。

## 4 要員の配置・連絡・連携

1. 化学テロ対応に応じた職員の招集と役割分担、配置を事前に決めておく。

### 1) ゲートコントロール (PPE: レベル C 又は レベル D+)

- i. 事務・警備職員2名程度

### 2) サーベイ (PPE: レベル C 又は レベル D+)

- i. 放射線検知や空間線量測定のための放射線技師(医師)
- ii. 医師・看護師を配置し、トキシンドロームから原因物質を推定する。

特に神経剤曝露の判断(縮瞳、分泌亢進、線維束攣縮)・解毒薬投与(硫酸アトロピン, オキシム剤)の必要性を大まかに判断する。

### 3) 除染 (PPE: レベル C 又は レベル D+)

除染エリアにおいて、患者の全身状態に応じて、以下の3つのグループに分類し、医師・看護師・コメディカル・事務職員等を配置する。

- **自己乾的除染グループ** 自ら脱衣、露出部清拭が可能な独歩可能な患者を想定
  - i. 脱衣
  - ii. 清拭
- **介助乾的除染グループ** 脱衣、露出部清拭に介助が必要な患者で車イス等の要援助者を想定
  - i. 脱衣
  - ii. 清拭
- **臥位乾的除染グループ** 意識障害や重篤な症状等でストレッチャーでの搬送が必要な患者を想定
  - i. 脱衣
  - ii. 清拭
  - iii. 救急蘇生

### 4) トリアージ(PPE: レベルD)

- i. 医師・看護師事務職員

## 5) その他

- i. 臥位患者の搬送のための職員(PPE: 除染前エリア:レベルD+、除染後エリア:レベルD)
- ii. 病院建物閉鎖のための事務・警備職員(PPE: 着用不要)
  - ・ 出入りを管理する出入り口ごとに1~2名
  - ・ 施錠により閉鎖する出入り口を施錠し回る人員
- iii. 誘導・伝令(PPE: 除染前エリア:レベルD+、除染後エリア:レベルD)

2. 「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」における関係機関連絡先を事前に確認しておく。

- ① 消防本部
- ② 警察
- ③ 海上保安庁
- ④ 管轄保健所
- ⑤ 専門機関
  - i. 日本中毒情報センター  
[中毒110番:大阪072-726-9923(24時間対応)、つくば029-851-9999(9~21時対応)]
  - ii. 国立感染症研究所(代表:03-5285-1111)
  - iii. 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構高度被ばく医療センター  
[放射線被ばく医療ダイヤル:043-206-3189]

## 5 事前計画を評価しておく

- ① 資器材の定期点検
- ② 訓練の実施と改善活動
- ③ 地域防災計画等で病院の責務と役割を明確にしておく
- ④ 病院のみで対応できない事柄に関して事前に医師会、日本赤十字社、保健所、行政と調整する

### III 災害発生覚知後の対応

- 目的 化学テロ災害発生時に、迅速に病院受け入れ態勢を構築する。

#### 1. 化学テロ災害を疑う事象は？(SENSE AND SIZE-UP)

以下の状況をみた場合、化学テロの発生を疑う(表4)

表4 化学テロ災害を疑う事象

・ 同一場所、同一時期の多数患者発生・ 動物、鳥、魚、植物の死や変化・ テロ予告・ 原因不明のショック、意識障害、神経症状、嘔吐、下痢、皮膚症状の発生・ 爆発事故・ 事件(化学剤の併用も念頭におく)・ 原子力関連施設、化学工場内の事象など

#### 2. 化学テロを疑ったとき・発生情報を得たときの行動

【括弧内】は実施者を示す。

##### 1. レベル(規模)の推定

消防や警察、保健所や都道府県、他医療機関、メディア(テレビ、ラジオ)、SNS、インターネット等の情報を総合的に判断し、当院に来院する可能性のある傷病者数を推定する。なお、発災当初は情報が十分でないことが通常であるため、繰り返し情報収集と解析に努める。

##### 2. スタッフを集める(レベルごとに)

【現場指揮者(救急部門責任者)】

表5にレベル2における要員の目安を示す。



---

### 3. 院内責任者((院長など施設運営管理責任者)に報告

#### 【現場指揮者(救急部門責任者)】

- i. 必要に応じて(レベル2以上の予測時)院内災害対策本部設置(各施設院内災害対応マニュアルに規定された本部)を要請する。
- ii. 災害規模に応じて、外来、手術、検査などの通常業務の継続可否を検討する。

---

### 4. 院内関連部署への情報提供と人員の招集(表5)

#### 【災害対策本部または現場指揮者(救急部門責任者)】

\*院内緊急召集放送コードの利用を考慮する

- i. **診療部門**  
医師数の確保を診療部長など責任者と相談し、必要に応じて各診療科からの応援を確保する。
- ii. **看護部門**  
看護師の確保を看護部長など責任者と相談し、必要に応じて各部署から招集、非番者の招集を検討する。診療部門と協議して空床確保を行う。
- iii. **臨床検査部門**  
多数患者の検体検査実施の可能性を通知し準備を指示する。オーダー方法、検体搬送方法、結果通知方法の確認をする(院内災害対応マニュアルに事前計画しておくことが望ましい)。
- iv. **放射線部門**  
放射線測定器(表面汚染測定器、線量率測定器など)準備指示、多数患者のX線撮影の可能性を通知し準備を指示する。オーダー方法・検体搬送方法・撮影フィルム返送方法の確認をする(院内災害対応マニュアルに事前計画しておくことが望ましい)
- v. **薬剤部門**  
準備する薬剤の量は被災者数によって変わるので、1人あたりの使用薬剤の目安を表6に示す。
- vi. **事務部門**  
多数患者受け入れに関する体制準備指示をする。
  - ・ トリアージタグ準備

- ・ 除染設備準備
- ・ 関係機関連絡先確認
- ・ マスコミ対応準備(対応者、公表内容)
- ・ 記録

表5 レベル2における要員の例示(人数)

医師 10～12 人
看護師 10 数人
放射線技師 2～5 人 (放射線検知時)
臨床検査技師 2～5 人
薬剤師 2～5 人
事務職(その他) 約30人 (うち女性は最低3人)

防護服を着用し建物外で活動する要員(交代要員は含まない)				
	人数	医師	看護師	調整員(事務、コメディカル等)
ゲートコントロール	2			○
サーベイ・放射線検知	4	○		○
除染1:自己乾的除染グループ	4	○	○	○
除染2:介助乾的除染グループ	4	○	○	○
除染3:臥位乾的除染グループ	4	○	○	
搬送	4	○	○	○
誘導・伝令	4	○	○	○
指揮調整	4	○	○	○
総計	30			
建物内で活動する要員				
	人数	医師	看護師	調整員(事務、コメディカル等)
本部要員	6	○	○	○
トリアージ	2	○	○	
診療(医師)	6	○		
診療(看護師)	6		○	
診療(薬剤師)	5			○
診療(臨床検査技師)	5			○
院内ゲートコントロール・警備	10			○
総計	40			
注) 水除染が必要な場合はさらに要員が必要となる				

表6 患者1人あたりの使用薬剤の目安

<p>輸液:乳酸リンゲル・酢酸リンゲル・重炭酸リンゲル; 500ml×5本(外傷性ショックの場合、2000mlの輸液を初期輸液として使用)</p> <p>痙攣:ジアゼパム(10mg)3A(1回に10mg筋肉注射)、またミダゾラム(10mg)3A</p> <p><b>【神経(N)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・硫酸アトロピン(0.5mg=1A)25~80A(1時間の使用量)(1~2mg回を3~5分ごとに繰り返す)</li> <li>・PAM(500mg=1A)12g/日(初回1g使用しその後500mg/時)</li> </ul> <p>* 地下鉄サリン事件では640人の被災者を受け入れた聖路加病院において硫酸アトロピン2800AとPAM700A使用の記録がある。</p> <p><b>【シアン(CN)化合物】</b></p> <p>①ヒドロキソコバラミン:1キット(シアンキットとしては1キット5g+注射用蒸留水100mL静注が入っている。高価なので多くの準備は困難が予想される)</p>
---

②亜硝酸アミル(0.25mL=1A): 3A (5分ごとに5~6回まで使用可)  
3%亜硝酸ナトリウム(院内調剤 10mL=1A): 1A(10mlを5分以上かけて静注)  
③チオ硫酸ナトリウム:10%製剤7A (10%製剤で2g=1A 6.25A相当)(12.5gを20分以上かけて静注)  
【びらん剤】:BAL400~1200mg (2~4mg/kg 4~12時間ごと筋注)

## 5. 指揮命令系統確認

i) 各責任者を指定し、部門ごとに役割分担する。

① 現場指揮者(患者受け入れに関する全体統括者)

下記の分担を担う

- ② ゲートコントロール責任者
- ③ サーベイ責任者
- ④ 除染責任者
- ⑤ トリアージ責任者
- ⑥ 搬送責任者(个人防护衣装着 有・無)
- ⑦ 診療責任者
- ⑧ 情報管理責任者(患者情報集計)

事前に役割ごとのアクションカードを作製し、事態発生時に各責任者の指名と同時にカードを配布する工夫も考えられる。

## 6. 患者受け入れ準備【現場指揮者が指示】

- ① 个人防护具(PPE)装着指示
- ② ゾーニング[ゲートコントロール参照、動線、エリア]
- ③ 除染設備、除染対応物品(脱衣衣類入れビニール、貴重品管理など)
- ④ 患者移動動線確認
- ⑤ 脱衣場所確保
- ⑥ 解毒・拮抗薬準備

## ⑦ 死体安置所確保

NBC テロ現地関係機関連携モデルに基づいて、情報を収集し他機関と共有する。

表7 他機関と共有する情報

- ・ 収容患者数、氏名、症状、疑われる物質
  - ・ 推定物質結果(現地災害対策本部・中毒情報センター)と臨床情報との比較
  - ・ 情報結果を受け取るだけでなく、現地災害対策本部や保健所、中毒情報センターへフィードバックする。
  - ・ 医療機関同士の情報交換も必要
- \* 個々の医師、機関からの問い合わせによる回線輻輳に注意する。

## 3. 安全確保(3S)

- ① 現場責任者はゲートコントロール担当者、サーベイ担当者、除染担当者、搬送担当者に PPE 装着を指示する。特にゲートコントロール担当者は最優先である。
- ② PPE 装着(PPE のレベル)は、除染前エリアではレベル C の PPE が理想であるが、汚染患者に直接接触することが少ない部署(例えば警備、交通整理・誘導、ゲートコントロール、搬送介助者、物品輸送、伝令、指揮等)はレベル D+を許容する。
- ③ ゲートコントロール設定:事前に計画されている通りエリア設営をする。
- ④ 余裕があれば患者用簡易呼吸防護具の使用を考慮する。
- ⑤ 除染設備を準備する。
- ⑥ 放射線測定器を準備する。

## 4. 収容準備 (PREPARE)

### I ゲートコントロール

#### ●目的・ポイント

- ・ゲートコントロールは、病院の機能を維持するために病院を汚染から守る重要な活動である。
- ・ゲートコントロールには、病院敷地へのゲートコントロールおよび病院建物へのゲートコントロールがある。
- ・地下鉄サリン事件でも明らかのように大部分の患者は徒歩やタクシーで自ら来院するので早期のゲートコントロールが重要である。
- ・化学テロ災害の汚染者(患者)と非汚染者(通常の患者・職員など)が混じることがなく分けて対応することが必要である。
- ・汚染された可能性のある患者は、決められた場所に誘導・待機させ、院内に入る前に必ず乾的除染を実施することが重要である。

#### ゲートコントロールとは

警備員や病院職員を病院敷地の出入口(門)や建物の出入口(玄関)に配置し、通常の患者と、災害現場付近から来院する汚染の可能性のある患者をいち早く発見し、病院建物内への侵入を防止し、待機場所や脱衣場所へ誘導する必要があるこの活動をゲートコントロールという。

#### ゲートコントロールの具体的な方法

##### 1. 準備

##### A. 人員:

- ・ 「病院敷地のゲートコントロール」はおもに事務員・警備員が行う(以下病院敷地ゲートコントロール要員という)。病院敷地ゲートコントロール要員は管理すべきゲート毎に2名を配置する。患者に直

接接触しなければ、通常の警備服(長袖、長ズボン)、手袋にレベル C 対応の面体を許容する(レベル D+相当)。

- ・ 「病院建物のゲートコントロール」は院内から事務員が行う(以下病院建物ゲートコントロール要員という)。病院建物ゲートコントロール要員は管理すべき出入口毎に1-2名で PPE を着用する必要はない(レベル D 相当)。

表8 ゲートコントロール要員

	扱うゲート	PPE のレベル
敷地ゲートコントロール要員	敷地への出入口	レベル D+
建物ゲートコントロール要員	建物への出入口	レベル D

## B.資器材(敷地ゲートコントロール要員用)

- ① PPE(レベルD+) : 2着×ゲート数
- ② ベスト(反射板付き:夜間)
- ③ 誘導棒
- ④ コーン
- ⑤ コーンバー(スライドバー)
- ⑥ 安全表示テープ(立ち入り禁止テープ)
- ⑦ 情報伝達のための資器材
  - ・ 拡声器
  - ・ ホワイトボード
  - ・ 指示標識・看板・掲示板
  - ・ 無線機
  - ・ 事前に案内メッセージを録音した再生機等
- ⑧ 照明設備(夜間)

---

## 2. 場所設定

1. 患者の動線(入口)、救急車・車両の動線(入口)・停車位置を事前に決めておく
2. ゲートコントロールをすべき出入り口を明確にし、ゲートコントロール要員の配置計画を事前に決めておく
3. 建物ゲートコントロールをすべき出入り口を明確にし、各出入口に病院閉鎖要員の配置計画を事前に決めておく。配置できない場所は施錠する。

---

## 3. 注意事項

### A, 建物ゲートコントロールの手順

---

1. 災害対策本部の指示下あるいは事前計画に基づいて、事務責任者は部下に病院建物ゲートコントロール要員に命じる。
2. 建物ゲートコントロール要員は、事前計画に基づいて、指定された病院建物の出入り口を遮断する。建物ゲートコントロール要員が管理できない出入り口は内側より施錠する。
3. 建物内にいる患者・家族は、建物ゲートコントロール要員が管理する出口専用口より建物外に出す。
4. 建物ゲートコントロール要員は建物内に入る全ての患者・職員、その他に対して当該の患者でないか、曝露された可能性はないかを確認し、可能性のあるものは院内への立ち入りを禁止し指定場所へ誘導する。

### B, 敷地ゲートコントロールの手順

---

1. 災害対策本部の指示下あるいは事前計画に基づいて、事務責任者は部下に敷地ゲートコントロールを命じる。
  2. 敷地ゲートコントロール要員は、計画に従って適切な PPE を装着する。
  3. 敷地ゲートコントロール要員は、計画に従ってゲートコントロールに必要な物品を準備する。
  4. 事前の計画に基づいて、患者や車両を誘導する。
- ※ 二次汚染を防ぐために、患者には直接接触せずに、視覚(掲示板、身振りなど)、音声(拡声器、テープレコーダーなど)を用いた情報伝達方法を活用することが重要である。



5. 病院の受け入れ体制が確立したのち、現場指揮者に、計画に従って患者を指定場所に誘導する。

## II ゾーニング (ZONING)

### ● 目的・ポイント

- ・ 被害拡大防止のために行う。病院の汚染回避により通常診療の継続が重要である。
- ・ 汚染区域と非汚染区域と区別するためにゾーニングを行う
- ・ ゾーニングを行うことにより、汚染者(治療側も含む)が非汚染者と接触、交差することを防ぐ。
- ・ 境界を明確に区別するため、テープなどの目印を使用し、明瞭に表示する。
- ・ ゲートコントロールから除染エリアまでが除染前エリア(ウォームゾーン)、以降は除染後エリア(コールドゾーン)となる。
- ・ 院内で汚染が明らかになった患者や追加水除染が必要な患者を誘導するためのエリアを院内に設置する
- ・ ゾーニングの目的を果たすには、区域を決めるだけでなく、患者を誘導することが重要である。
- ・ 動線は一方通行になるようにする。
- ・ ゾーニングは、風向き、土地の高低、車両のアクセスなどを勘案して行うのが理想であるが、病院のゾーニングは建物の配置、空間の場所により制限をうける。

### ゾーニングのエリア設定・人員・資機材)

#### 1. 場所の設定

除染エリアを設置し、除染前エリア(ウォームゾーン)と除染後エリア(コールドゾーン)を区切る。除染後エリアにトリアージエリアを設置する。

#### 2. 人員

除染前エリア(ウォームゾーン)では PPE を着用した要員を配置する。除染後エリア(コールドゾーン)では PPE の着用は必要ない。

---

### 3. 資器材

1. 患者を誘導するための案内板、音声案内(テープレコーダーなどの音声再生機器)。
2. 区域の境界を示すコーン、ロープ、スライドバー、テープなど
3. サーベイ、除染、トリアージに必要な資器材は各項を参照のこと。

---

### 2 注意事項

1. 現場指揮者の指示に基づいて、事務担当者にゾーニングを行うよう命じる。
2. ゾーニング担当者は、事前計画に基づきゾーニングを行う。この際、順番としては、ゲートコントロール設置→除染エリア設置→サーベイ+ トリアージエリア設置→ゾーニング(境界線設置)の順で行う。
  - ※ 境界線は、コーン、ロープ、スライドバー、テープなどを用いて、明確に視認できるようにする。  
また簡単に境界を越えられないように工夫する。
  - ※ 患者の誘導を円滑にするために案内板を掲げる。また、視覚的だけでなく音声案内も行う。

## 5, サーベイ(SURVEY)

### ● 目的・ポイント

- ・ 放射線測定を実施する(早期に放射線(R, N)の関与を判断する)
- ・ トキシドルームから原因物質を推定する
- ・ 但し気道確保、体表の活動出血に対する止血のほか、神経剤曝露(縮瞳・分泌亢進、線維束攣縮の存在から判断)に対する硫酸アトロピン投与は容認される。

## 1, 準備

### 人員

1. サーベイは防護衣(PPE)を着用した医師と放射線技師が担当する。
2. サーベイエリアには責任者1名、実施者(1~2名)を配置する。

### 資器材

1. 個人防護衣(PPE)、レベルD(+) 2~3着
2. 放射線測定器(表面汚染測定器(サーベイメーター))1個、線量率測定器(空間線量計)1個、個人警報線量計(アラーム付)ポケット線量計2個
3. ホワイトボード(患者記録や患者への伝達などに使用)、ホワイトボード用ペン
4. 通信機器(無線機など)
5. 拡声器
6. 案内掲示板

## 2, 手順

### 受け入れまでの準備

1. サーベイエリア責任者はサーベイエリアスタッフの役割分担(サーベイエリア実施者、搬送要員、誘導要員)の決定を行う
2. サーベイエリアは汚染区域(ウォームゾーン)であることから、PPEを着用する。
3. サーベイエリアの位置は、車両の動線、車両の停車位置、患者の受け入れ場所、除染エリアとの位置関係を考慮に入れて設置する。
4. 患者の状況によって、ストレッチャー搬送、車いす、独歩可能患者のルートを分けて、除染エリアに誘導する。

---

### 受け入れ・サーベイエリアの実施

1. 現場除染が十分か不十分か:救急車など消防または警察車両で搬送され、現場で除染が確認でき、かつ搬送に関与した人員(救急隊など)に症状の訴えがない場合、現場除染が「十分」と判断する。それ以外は「不十分」とする。
2. サーベイエリアメーターを使用し全身を放射線検知(適宜最初の数人に対して)する。放射線が検知された場合には「放射線検出時の場合の手順」に進む。
3. 歩行可能か不可能か、介助必要か否か、担架搬送が必要か否かの判断を行う。

#### (注意点)

- ① PPE着用のため患者とのコンタクトはとりにくい。説明などは掲示板を利用する。
- ② サーベイエリア実施者は患者が汚染されている可能性を考え、原則、触れてはいけない。しかし意識障害などで自力では動くことが不可能な場合はこの限りではない。
- ③ 患者が化学剤を吸入する危険が高いと判断された場合、簡易呼吸避難防護具を患者に装着させる。
- ④ 神経剤曝露が判断(縮瞳、分泌亢進、線維束攣縮)された場合は必要に応じて硫酸アトロピンを投与する。その対応のために硫酸アトロピン(プレフィルドシリンジ)をあらかじめ準備しておく。

## 6 除染 (DECONTAMINATION)

### ● 目的・ポイント

- ・ 除染とは汚染物質(汚染された衣服を含む)の除去により汚染物質を可能な限り院内に持ち込まないことを目標とする。
- ・ 患者に対して迅速に乾的除染(脱衣と露出部の拭き取り)を院外で行う。
- ・ 必要な患者には ABC の確保と拮抗薬の投与を除染と同時に行う。
- ・ 衣服汚染の皮膚への浸潤、皮膚刺激症状があれば局所の拭き取り、水除染を追加する
- ・ 水除染は院外で行うことが理想であるが、院内の除染設備の使用も許容する
- ・ 除染にはPPEの着用が必要である。レベルCが理想であるが、レベルD(+ )も許容する
- ・ 水除染を介助する場合は、耐浸水性を有したレベルCのPPEを推奨する
- ・ プライバシーの保護を考慮しつつ除染の動線や場所、資器材を平時から事前に計画し訓練しておかなければならない。

### 除染における注意点

1. 除染責任者は作業前に現場で環境温・湿度の測定を行う。PPE を着用する要員は相互に簡単な健康チェックを行い、何らかの異常を認めた場合には責任者に報告する。作業前には十分な飲水を心がける
2. 個人防護衣(PPE)着用での除染作業は易発汗性、易疲労性の作業環境にあり、作業の継続は個人差があり、個人の体調、環境温、湿度にも左右される。一般には作業継続可能な時間は30分程度といわれ、交代チームを編成し、適宜交代する必要がある。
3. PPE 脱着の際にはペアで着用を助け合う。着用時にはマスク、手袋、作業靴の密閉性をお互いに確認し合う。密閉のため、通常、手袋と袖との間、作業靴と裾との間、正中の合わせ目(ファスナー)、襟元、マスクとフードとの間などに幅広い耐水性のテープを使用する。
4. マスクの吸収缶の正確な装着、蓋の開放、マスクに接続される送気部品の接続と電源の確認もペアで確認し合う。

5. 手袋着用の原則は3枚で、まん中が耐化学剤性能を有するもので、最内側は日常用いる使い捨て用手袋で、最外側は炭素入りなどの滑りにくい材質の手袋が望ましい。PPEを脱ぐ際には、最後に最内側の手袋を外す。
6. 電池を用いマスク内を送気するPPEでは送気が電池エネルギーに依存するため、電池エネルギーの喪失により送気が停止する。送気の停止は作業者の生命にかかわる事態故、このような型のPPEにおいては補充用電池の確保が必須となる。これは電池を用いる機器(喉頭鏡、SpO2モニターなど)全てに共通する。
7. 被災者のプライバシー保護に注意する。
8. 被災者のバイタルサイン、神経剤曝露の判断(縮瞳、分泌亢進、線維束攣縮)を忘れない。特に爆傷においては鼓膜損傷による難聴が生じる可能性がある。
9. 汚染された衣類、拭き取った布類を安全に収納・管理する。
10. 汚染中においても緊急処置(蘇生)を優先する。その際、視診、聴診、触診に著しい制限がある。平時よりPPEを着用し定期的な訓練が必要である。
11. PPEを着用しての除染は視野、聴覚の制限と情報伝達の制限、巧緻性の低下が必至であり、白板などの伝言板、説明文、音声案内、身振りなど工夫を有効に利用する。
12. 水除染ではテープ類の固定力が著しく低下する。気管挿管実施時の気管チューブの固定は、チューブホルダー(トーマス®ホルダー)の使用が望ましい。
13. 除染の際に使用する薬剤はプレフィルドシリンジを用いることを推奨する。

## 準備物品

### 1. 基本物品

- ① PPE(レベルC又はレベルD(+))
- ② 最内側用、最外側用のプラスチックやラテックスなどの手袋
- ③ 筆記用具(白板用マジック、油性マジック)
- ④ 情報伝達用白板(携帯用を含む)
- ⑤ 除染エリア全体の案内に必要な機材、順路掲示板(適所に)
- ⑥ 大量の大きなビニール袋

- ⑦ 大量のタオル、毛布、スリッパ
- ⑧ 電池、電源ならびに電源ドラム(各エリア)
- ⑨ ストープと燃料
- ⑩ 患者搬送用ストレッチャーとバックボード
- ⑪ 掛け時計(各エリア)
- ⑫ 廃棄用ゴミ箱
- ⑬ 医療資機材
  - ・ 薬剤(硫酸アトロピン、ジアゼパム)、シリンジ、注射針、医療廃棄物入れ
  - ・ 気道管理資器材(バッグバルブマスク(BVM)、喉頭鏡と電池、気管チューブ、チューブホルダー、スタイレット、シリンジ、酸素ボンベ)
- ⑭ 環境測定用の温度計、湿度計
- ⑮ 外側手袋除染用消毒剤(5%家庭用塩素系漂白剤)とバケツ

---

## 2. 準備物品(除染エリア別)

### A. 乾的除染エリア

#### a. 自己除染または要介助者に対する除染エリア(誘導、介助で男性・女性それぞれ2~4名)

- ① エリア掲示板と情報伝達用白板
- ② 男女別エリア表示
- ③ エリア案内と除染方法アナウンス用データと出力機器(テープレコーダーなどの音声再生機)
- ④ 筆記用具(白板用マジック、油性マジック)
- ⑤ 持ち物、脱衣を入れる透明なビニール袋(必要量)
- ⑥ 荷札もしくはトリアージタグ(名札用)
- ⑦ 簡易服(病衣、術衣、ディスポガウン、不透明ビニールで作成した衣服など)
- ⑧ 毛布
- ⑨ ハサミ
- ⑩ 椅子

#### b. 臥位乾的除染エリア(要員例:脱衣2名、処置2名、搬送2~3名)

- ① エリア掲示板と情報伝達用白板
- ② エリア案内と除染方法アナウンス用データと出力機器(テープレコーダーなどの音声再生機)
- ③ ハサミ3つ以上
- ④ 筆記用具(白板用マジック、油性マジック)
- ⑤ 持ち物、脱衣を入れる透明なビニール袋(必要量)
- ⑥ 荷札もしくはトリアージタグ(名札用)
- ⑦ 簡易服(病衣、術衣、ディスポガウン、不透明ビニールで作成した衣服など)
- ⑧ 毛布
- ⑨ ストレッチャー
- ⑩ 廃棄用ゴミ箱

#### C.水除染エリア(要員例:男1名、女1名):院内の除染設備の使用も許容する

- ① 除染エリア掲示板(男女別区分も含む)と白板
- ② 水除染エリア案内板と除染方法アナウンス用データと音声出力機器
- ③ 筆記用具(白板用マジック、油性マジック)
- ④ 男女区別表示
- ⑤ 水除染用シャワー(院内の水除染設備使用を許容する)、あるいはバケツ・ペットボトルの水、ホースや蛇口からの水を使用
- ⑥ スポンジ(必要量)
- ⑦ 石鹼(ボデイソープ)
- ⑧ 透明ビニール袋(必要量)
- ⑨ 薬剤(硫酸アトロピン、ジアゼパム)、シリンジ、注射針、医療廃棄物入れ
- ⑩ 気道管理資器材(BVM、喉頭鏡、気管チューブ、チューブホルダー、スタイレット、シリンジ、酸素ボンベ)
- ⑪ 時計



## 除染の実際

### 1. 脱衣の実際(立位)

- ・ 脱衣は汚染部位ならびに着衣の外側を内側に丸め込むように脱衣する。逆向きに丸め込むと汚染を拡大するので注意が必要である。
- ・ 頭部をくぐらなければ脱衣できない場合はハサミで前後に着衣を裁断し、顔面・頭部への汚染を防止する。
- ・ 特に冬場で、重ね着している場合は外套のみの脱衣を許容する。

### 2. 脱衣の実際(臥位)

- ・ 衣服の裁断を原則とする
- ・ 裁断した衣服は、汚染部位ならびに着衣の外側を内側に丸め込むように脱衣する。逆向きに丸め込むと汚染を拡大するので注意が必要である。

### 3. 着衣裁断の実際

1. 着衣裁断の際は身頃、袖、襟、肩の前後を分ける左右の外側線の中枢から末梢へ向かってハサミで切り、前後2枚に裁断する。外側を内側に丸め込むように脱衣し、ビニール袋に収納する。
2. 仰臥位では着衣裁断後、腹側を脱衣した後、ログロールもしくはフラットリフトにて背側を脱衣する。

※ ハサミで患者ならびに職員を傷つけないよう十分注意する。

### 4. 乾的除染の実際

1. プライバシーの保護をしつつ、汚染された衣類を脱衣所で注意深く脱がせる、あるいは担当者がハサミで裁断する。
2. 除去した衣類、所持品、身体に装着されたすべてのものをはずし、貴重品と廃棄できる衣服を別々にしてビニール袋に入れ、口をしっかりと縛る。
3. 脱衣が完了した後、簡易服を着衣所で着衣する。
4. トリアージエリアへ移動する。

---

## 5. 水除染の実際

1. 明らかに露出部位に汚染を認めた場合には脱衣所にてこれを拭き取っておく。
2. プライバシーの保護をしつつ、汚染された衣類を注意深く脱がせる、あるいはハサミで裁断する。
3. 除去した衣類、所持品、身体に装着されたすべてのものをはずし、ビニール袋に入れ、口をしっかりと縛る。
4. 脱衣が完了した後、歩行可能な被災者は自ら、歩行不能な被災者は除染担当者が露出部や汚染部位を中心に適切な温度の水でスポンジを用い洗う。皮膚を傷つけるほどスポンジで皮膚を強くこすらないように気をつける。開放創は最優先に洗浄する。洗眼もこのときにしっかり行う。次いで備えつけの洗剤を用いて露出部や汚染部位を中心に洗った後、洗い残しのないよう。十分にすすぎを行う。洗い残しが多い部位は指間、腋窩、背面、特に臂部などである。
5. バックボードなどの搬送器具も十分洗浄する。
6. 除染後は着衣所にて低体温防止のために水分をしっかりと除去し、新しい着衣を付け、毛布にて保温に努める。
7. 拭き取り後、トリアージエリアへ移動する。

---

## 6. 除染中の緊急処置

除染中の緊急処置には以下が含まれる。

- ① 気管挿管を含む気道確保
- ② 痙攣時のジアゼパム10mgの筋注
- ③ 神経剤曝露の判断(縮瞳、分泌亢進、線維束撃縮)による硫酸アトロピン 1～2mg筋注がある。

---

## 7. 要員の交代

1. 除染作業では必ず交代が必要になる。
2. 現場責任者もしくはエリア責任者から交代の合図とともに交代する。また、作業中になんらかの問題が生じた場合も責任者の判断のもと、同様に交代する。

3. 【耐浸水性の防護衣を着用している隊員限定】洗浄される者は両上肢を 45 度程度外転し、頭を垂れ、雨傘のような体勢をとる。その状態で第三者がシャワーを用い頭側から PPE を十分に洗浄する。
4. 洗浄終了後、PPE 脱衣の前に3枚目の最外側の手袋を外し、5%家庭用漂白剤でまん中の手袋を洗浄し、次いで水で洗い流す。これを3回繰り返す。同様に作業靴を洗浄する。
5. 脱衣した PPE を収納するビニール袋の口を広げ、その中に立つ。脇に脱衣後に使用する靴を用意する。
6. PPE に貼付した密閉用テープをすべて外す。
7. まん中の手袋を外す。
8. PPE の脱衣は上述した脱衣の基本と同様で、外側を丸め込むように脱衣する。手順としてはフードを外し、正中のファスナーを開放し、両袖を袖口付近まで外す。
9. 両袖口を外さないまま、身頃、下肢へと脱衣を進め、作業靴を脱いで、両袖を脱ぐ。
10. マスクのストラップを開放し、マスクを外す。
11. 脱衣した PPE をビニール袋に収納する。
12. 最内側の手袋を外す。
13. 休息と飲水などの後、再度除染作業に入る場合には洗浄した PPE、もしくは新しい PPE を同様に装着し作業する。

---

## 8. 除染エリア(場所)の除染

1. 院内災害対策本部もしくはエリア責任者から撤収の合図とともに作業を開始する。
2. 除染の作業により汚染されたと考えられる場所、器材を大量の水で洗浄する。
3. 特異的な除染剤・中和剤などがあれば併用する場合もある。
4. 洗浄が完了したら上述の脱衣の方法により脱衣する。

## 9. 特殊な除染方法

### A. 拭き取り除染の実際(核・放射線・テロ災害)

1. 明らかに皮膚に汚染を認めた場合には脱衣所にてこれを拭き取る。
2. その後は乾的除染に準ずる。

### B. サーベイエリアで放射線検知がされた場合

→ 除染の最終段階で、放射線検知を行う。

1. 局所で放射線検出されない場合

トリアージエリアへ移動する。

2. 開放創などのため十分な除染が実施できず、局所で放射線検出される場合

局所拭き取り除染を行い、局所放射線汚染部を被覆(被覆材・ラップやガーゼなどで覆い、包帯などでずれないように巻く)して汚染拡大を防止しトリアージへ移動する。トリアージ・診察の結果、迅速な治療が必要と判断されれば、これを優先的に実施する。

優先治療不要な場合や優先治療終了時、養生など汚染拡大防止準備済みの部屋で、局所放射線汚染部を十分な麻酔下に大量の生理食塩水による洗浄や汚染組織のデブリードマンなどを実施して除染する。

3. 放射線源となっている可能性のある金属片などが刺さっていて容易に除去できる場合には除去する。除去した異物の管理は注意する。

## 7 トリアージ (TRIAGE)

### ● 目的・ポイント

- ・ 除染が終了した患者について治療の優先順位を判断するものである。
- ・ START 式トリアージをベースにしているが、シアン(CN)、神経剤(N)などでは、呼吸停止であっても、拮抗薬の使用によって状態が改善する可能性があるため、致命的外傷患者でない限り安易に黒に判定しない。

### 1. 準備

#### 1. 人員

1. トリアージエリアには責任者1名、実施者(1～2名)を配置。
2. エリア内搬送要員[个人防护衣(PPE)非着用] 3～4名。
3. トリアージ後、患者を各トリアージ区分(赤・黄・緑・黒)のエリアへ移動させるための搬送班も必要数待機させる。

#### 2. 資器材

1. 除染の後に行うので、PPE を着用する必要はない。但し、外傷患者の血液や体液で汚染されないように、標準予防策に準じた、マスク・手袋などの着用は必要である。
2. 体温低下を防ぐための毛布などを準備しておく。
3. 神経剤の場合は迅速な治療が必要となることがあるため、以下のような蘇生のための医療器材一式は、すぐに使える状態にしておく必要がある。
  - ① 解毒・拮抗薬
    - ・ 神経剤に対し→硫酸アトロピン
    - ・ 痙攣に対し→ジアゼパム
  - ② 気道確保
    - ・ 気管挿管

- ・ 外科的気道確保
- ③ 呼吸
- ・ バッグバルブマスク(BVM)あるいはジャクソンリース回路
  - ・ 酸素

### 3. 場所設定

1. トリアージエリアを除染後エリア(コールドゾーン)に設置する。
2. 各トリアージ区分(赤・黄・緑・黒)への動線を確保しておく。

## 2. 手順

1. 患者が歩行可能であり、かつ化学剤による症状が認められない場合、「緑」とする。歩行不能、あるいは化学剤による症状が疑われれば次に進む。
2. 呼吸が感じられない場合、直ちに気道確保を行う。
  - 1) 気道確保を行っても呼吸が感じられない場合
    - ① 蘇生が困難と考えられる重症外傷を認めた場合「黒」とする。
    - ② それ以外の場合は、「赤」と判定し、人工呼吸を行うとともに、神経剤を疑う所見がないかをチェックし、必要に応じ解毒・拮抗薬を投与する(この点が、通常の START 式トリアージと異なっている)。
3. 呼吸が確認できたら、呼吸回数で次の判定を行う。
  - 1) 呼吸数が毎分 9 回以下、あるいは 30 回以上なら「赤」と判定する。
  - 2) 呼吸数が毎分 10 回から 29 回であれば次に進む。
4. 橈骨動脈の触知を行う。
  - 1) 橈骨動脈が触れない場合「赤」と判定する。
  - 2) 橈骨動脈を触知できれば次に進む。
5. 簡単な命令に従うかをチェックする。
  - 1) 命令に応じなければ「赤」と判定する。
  - 2) 命令に応じる場合「黄」と判定する。

## 8.評価と診療(EVALUATION AND CARE)

### ● 目的・ポイント

- Primary survey (PS)
- 生理学的危機を探知し蘇生する(バイタルサインの安定化)。
- 化学テロ災害患者特有の病態 CN-N(CN:シアン、N:神経剤)を認知し適切な蘇生および拮抗薬投与を行う。
- Secondary survey (SS)
- 曝露原因物質の推定を進めながら詳細な身体観察・検査・処置。
- 化学剤の特性を念頭に、詳細な発災状況把握と身体観察から原因別の対処を行う。

## 1.準備

### 1. 場所設定

1. 診療場所は、院内災害対応マニュアルに準じる。
2. 区分Ⅰ(赤)、区分Ⅱ(黄)、区分Ⅲ(緑)、区分Ⅳ(黒)のエリアを設定する。その際に配慮すべきこととして、
  - 1) 除染後トリアージからの動線
  - 2) ボトルネックとなりやすいX線撮影や手術室、アンギオ室との動線が交差せずスムーズであるか否かを確認する。

### 2. 人員(スタッフ)配置

1. 診療エリアの責任者1名、補佐役1～2名
2. 事務職員数名
3. 診療を行う医療チーム(医師、看護師):基本的には院内災害対応マニュアルに準じる。
  - 1) 区分Ⅰ(赤)エリア:(医師1名十看護師2名)×2チーム以上
  - 2) 区分Ⅱ(黄)エリア:医師1名十看護師2名以上

3) 区分Ⅲ(緑)エリア:医師1名、看護師数名

---

### 3. 資器材

1. 個人防護衣(PPE)は不要。スタンダードプレコーションに準じる、皮膚を露出させないように留意
2. サージカルマスク、ゴーグル、ガウン、ビニールエプロン、ディスポ手袋、ディスポキャップ。
3. 通常の診療資器材に加え以下の物品を用意。
4. ホワイトボード、拡声器
5. 筆記用具、ハサミ、密閉用ビニール袋、ガムテープ、廃棄物箱
6. 通信機器(無線、院内 PHS など):本部、病棟、手術室、放射線科などとの連絡
7. 一般診療資器材
8. 特殊薬剤(PAM、硫酸アトロピンなど)

## 2. 手順と注意点

---

### 1. 受け入れ

1. 診療責任者は役割分担をする。
2. 診療責任者は診療エリアの場所を設定し、資器材の確認を行わせる。
3. ベッド作成
4. 除染終了患者を境界線まで迎えに行く。

---

## 2. PRIMARY SURVEY

### a. 第一印象

外傷診療の第一印象(ABCD 評価\*)に加え、PSPS\*\*の有無を見て CN-N(シアン、神経剤)を素早く探す。

\* (A:気道、B:呼吸、C:循環、D:意識を素早く15秒程度で評価する手順)



\*\* (P:縮腫、S:鼻汁などの分泌亢進、P:肺・呼吸、S:皮膚・筋所見)

## b. 詳細な ABCDE アプローチ(通常の外傷診療の手順に加え)

### 1. Airway:

- 1) 必要なら気管挿管。分泌が多い場合は、神経剤を疑い、吸引。硫酸アトロピン 1～2mg 筋注。

### 2. Breathing: 呼吸の評価と安定化

- 1) 頸部・胸部の観察、酸素投与、胸部X線
- 2) SpO<sub>2</sub> 低下のない呼吸困難ではシアンを疑い、気管挿管と 100%酸素投与。

### 3. Circulation: 循環の評価と安定化

- 1) 皮膚所見、脈の触知、輸液路確保・輸液

### 4. Dysfunction of CNS: 中枢神経の評価と安定化

- 1) 意識レベル確認、瞳孔所見
- 2) 痙攣コントロールにはジアゼパム 5mg 静注または 10mg 筋注投与
- 3) 瞳孔正常、分泌亢進なし、線維束攣縮なしの痙攣ではシアン中毒を疑う。

### 5. Exposure and Environmental control: 除染後の衣類除去と環境管理

- 1) 外傷の合併、皮膚病変評価、保温
- 2) 切迫するシアンを疑ったら Secondary survey の最初に確定のための情報収集に努める。

---

## 3. SECONDARY SURVEY

### Step 1: 切迫する CN 確認

Primary Survey の中でシアン中毒を疑った場合、迅速に以下のことを実行。

- ① 動・静脈血液ガス分析(説明できない乳酸アシドーシス、静脈血中の高酸素分圧)
- ② 情報収集(現場物質簡易検知結果、日本中毒情報センターなど)
- ③ その結果、確定的と判断した場合は早急に拮抗薬を投与する。シアン中毒の拮抗薬投与は Step 5 参照。

### Step 2: ISAMPLE

1. Information: 情報(現場、中毒情報センター)

**重要!** 「NBCテロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」に基づき消防本部を介して現地の物質検知情報、日本中毒情報センターの情報を収集し、総合して評価・診療をする。また、患者診療の結果、得られた臨床情報を、消防本部および日本中毒情報センターへフィードバックする。

\* 個々の医師、機関からの問い合わせによる回線輻輳に注意。

2. Symptoms: 自覚症状

3. Analysis, Antidote and Allergy: 分析結果、解毒剤、アレルギー歴

4. Meal: 最終経口摂取時間

5. Place: どこで?

6. Last action: いつ、何をしていたか?

7. Event: どのような状況で曝露された?

**Step3: 物質特定と観察**

1. 状況から曝露が疑われる徴候をみた場合化学テロの発生を疑う。

2. 瞳孔(P)、分泌(S)、呼吸・肺(P)、皮膚(S)をチェック:いずれかの物質に合致しない場合、PSPSの陽性所見を重視して、複数の物質曝露を考慮する。

**Step4: 検査所見、その他**

① 神経剤: 血清 ChE 低下

② シアン化合物: 説明できない乳酸アシドーシス、静脈血中の高酸素分圧

③ びらん剤:

マスタード; 接触時疼痛なし

ルイサイト; 接触時疼痛あり

ホスゲンオキシウム; 接触時疼痛あり

④ 放射線(急性放射線症):

- ・ 前駆症状(悪心、嘔吐、下痢、頭痛、意識障害、発熱)(被曝直後消失する)
- ・ リンパ球数減少(被曝2時間後から)

## Step 5 : 特異的治療

### 1. 神経剤

- ・ 硫酸アトロピン 2～4mg(筋注)・
- ・ 分泌が落ち着くまで 3～5 分ごとに繰り返す
- ・ PAM1g: 20 分以上かけて静注

### 2. シアン化合物

- ・ ヒドロキシコバラミン 5g+注射用蒸留水 100m/静注(シアノキット(R))
- ・ 直後なら亜硝酸アミル吸入5分ごとに 5～6 回
- ・ 3%亜硝酸ナトリウム 10ml 5～15 分かけて
- ・ 10%チオ硫酸ナトリウム 125mL 10 分以上かけて

### 3. びらん剤:ルイサイトなら BAL(R)2～4mg/kg 4～12 時間毎 筋注を考慮する

### 4. 窒息剤:特になし

### 5. オピオイド:ナロキソン塩酸塩 0.2mg 静脈内投与(反復投与が必要)

### 6. 急性放射線症:特異的な治療なし。合併する外傷などの治療を優先する。

### 7. 放射性物質汚染:合併する外傷などの治療を優先する。安定化の後、局所除染、下記キレート剤投与を考慮する。

## Step6: 詳細な外傷治療

外傷の場合、詳細な全身観察と根本治療を実施する。

1. 厚生労働科学研究事業「健康危機管理における効果的な医療体制のあり方に関する研究」班編：救急医療機関における CBRNE テロ対応標準初動マニュアル. 永井書店、東京、2009
2. Occupational Safety and Health Administration. Hazardous Waste Operations Emergency Response. Washington, DC. Occupational Safety and Health Administration; July 1, 2002. 29 CFR 1910.120(q)(3)(iii-iv).
3. Hick JL, et. al. Protective Equipment for Health Care Facility Decontamination Personnel: Regulations, Risks, and Recommendations. *Ann Emerg Med.* 2003; 42: 370-380.
4. Occupational Safety and Health Administration. Best Practices for Hospital-Based First Receivers of Victims from Mass Casualty Incidents Involving the Release of Hazardous Substances. Occupational Safety and Health Administration. 3249-08N. 2005.  
<https://www.osha.gov/Publications/osha3249.pdf> (Accessed on June 1st, 2019.)
5. 吉岡敏治ら. 中毒研究. 2019; 32: 19-29.
6. Primary Response Incident Scene Management (PRISM) Guidance for Chemical Incidents. Volume1: Strategic Guidance for Mass Casualty Disrobe and Decontamination. Biomedical Advanced Research Development Authority, 2015.
7. Chilcott RP, et al. *Emerg Med J.* 2019; 36: 117-123.
8. Okumura T, Suzuki K, Atsuhiko F, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, part 1: community emergency response. *Acad Emerg Med.* 1998; 5: 613-617.
9. Chemical Hazards Emergency Medical Management :CHEMM Toxidrome Cards
10. NIH CHEMM Toxidrome cards [https://chemm.nlm.nih.gov/toxidrome\\_cards.htm](https://chemm.nlm.nih.gov/toxidrome_cards.htm) (Accessed on September 9th, 2018)
11. 小山 洋史ら. クロルピクリン集団災害における危機管理 (特集 集団中毒に対する危機管理体制 --第 30 回日本中毒学会シンポジウム). 中毒研究. 2009; 22, 25-31.
12. Merrit N. Malathion overdose: when one patient creates a departmental hazard. *J Emerg Nurs.* 1989; 15: 463-465.

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)  
「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた  
化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」

分担研究報告書

「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院内)について」

分担研究者 本間 正人(国立大学法人鳥取大学 医学部器官制御外科学講座  
救急・災害医学分野 教授)

別添

「化学ハザード緊急医療管理ツール(CHEMM:Chemical Hazards Emergency Medical  
Management)について」

研究協力者 高橋 礼子(国立病院機構災害医療センター 臨床研究部 客員研究員)

研究要旨

【目的】化学ハザード緊急医療管理ツール(CHEMM: Chemical Hazards Emergency Medical Management)とは、米国保健福祉省のもとで、医学・危機管理・毒物学等の専門家によって開発され、インターネット上で無償公開されている化学テロの診断対処ツールである。その最大の特徴は、傷病者のいくつかの観察所見(症状・兆候)の入力により、リアルタイムで化学剤の推定が可能な CHEMM-IST(Intelligent Syndromes tool)というツールにある。化学テロ対応においては、CHEMM に基づいた考え方・対応が世界標準になりつつあるため、2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会でも CHEMM を活用することが望まれるが、本ツールは全て英語での表記となっており、一般医療従事者が簡単に使用できるツールとは言い難い。「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院内)について」(分担研究者:本間 正人)の一部として、CHEMM-IST を一般医療従事者も簡単・迅速に使用出来るよう使用マニュアル(案)を作成した上で、アンケートにて内容・使用感等の評価を行い、CHEMM-IST 使用マニュアルの最適化を行ったため、別途報告する。

【方法】CHEMM-IST の説明文、各項目、判別結果等の内容を邦訳し、リーフレット(B4 3ツ折)を作成した。更に本リーフレットをオリパラ会場近隣の災害拠点病院等 109 施設に配布し、内容・使用感等についての Web アンケートを実施した。

【結果】対象医療機関 109 施設の内、15 施設より回答を得られた(回収率 13.8%)。本リーフレットの施設内配布については、「配布したい」が 13 施設(86.7.7%)、「配布したくない」が 2 施設(8.3%)であった。また配布したくない理由については、「使う頻度が極めて低いものをリーフレットとして配布する意義が少ない(4 施設)」「文字が小さすぎて見づらい(4 施設)」などが挙げられた。

※「配布したい」と回答した施設からも、コメント・要望としての回答があったため、「配布したくない理由」の回答施設数に齟齬が見られた。

【考察】CHEMM-IST 使用マニュアルは、オリパラに向けた化学テロ対応に有用であるとして、各医療機関で受け入れられる傾向にあると考えられる。使用感については「文字が小さい」という意見があったため、完成版では一部フォントを拡大する形で対応した。今後は、オリパラでの CHEMM を取り入れた形での体制構築に向け、各種テロ対応の研修会等での CHEMM-IST の認知度向上を図ると共に、有事の際には本マニュアルを活用した迅速な対応に結び付ける必要があると考えられる。

## A 研究目的

化学ハザード緊急医療管理ツール

CHEMM(CheMical Hazards Emergency Medical Management)とは、米国保健福祉省のもとで、医学・危機管理・毒物学等の専門家によって開発され、インターネット上で無償公開されている化学テロの診断対処ツール(<https://chemm.nlm.nih.gov/>)である。CHEMMには、詳細な除染・防護行動や治療、訓練計画の要領なども記載があり、これらの内容がiPhone/Android アプリとしても公開・配布されている。CHEMMの最大の特徴は、リアルタイムで化学剤の推定が可能なCHEMM-IST(Intelligent Syndromes tool)というツールにある。本ツールは、医療従事者等が傷病者のいくつかの観察所見(症状・兆候)に関する質問に回答を入力することで、ベイズ推定により、可能性の高い化学剤を事後確率として提示することができる。

化学テロ対応においては、CHEMMに基づいた考え方・対応が世界標準になりつつあるため、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会(以下、オリパラ)で諸外国医療関係者との連携するためには、CHEMMを取り入れた体制構築が必要である。しかし、本ツールは全て英語での表記となっており、すべての医療従事者が簡単に使用できるツールとは言いがたいのが現状である。

そこで本研究では、化学テロ対応の国際的標準化・諸外国医療関係者との連携体制構築の前段として、CHEMM-ISTを医療現場において簡単・迅速に使用出来るよう使用マニュアルを作成した。

## B 研究方法

CHEMM-ISTの説明文、各項目、判別結果等の内容を邦訳し、リーフレット(B4 3ツ折)を作成した(図1)。更に本リーフレットをオリパラ会場近隣の災害拠点病院等109施設(東京都 80、北海道 1、宮城県 1、福島県 1、茨城県 2、千葉県 9、埼玉県 5、神奈川県 6、静岡県 4)に配布し、内容・使用感等についてのWebアンケート(資料1)を実施の上、本マニュアルの最適化を図った。

## C 研究成果

対象医療機関109施設の内、15施設より回答を得られた(回収率13.8%)。以下に、主なアンケート結果を示す(詳細は、資料2を参照)。

【Q1】CHEMM-IST使用マニュアル(リーフレット)についてお尋ねします。このリーフレットを貴機関において、医療従事者向け情報として配布したいですか？

- ◆ 配布したい:13施設(86.7%)
- ◆ 配布したくない:2施設(13.3%)

【Q2】「配布したくない」を選択された機関の方にお尋ねします。なぜ配布したくないと考えますか？(複数回答可) ※主なものを抜粋

- ◆ 使う頻度が極めて低いものをリーフレットとして配布する意義が少ない
- ◆ 文字が小さすぎて見づらい
- ◆ 発生頻度が少ない為、リーフレットとして持つのではなく、ERに掲示でも良いのではないかと。

【Q3】ご意見・お気づきの点等ございましたら、ご記入ください。 ※主な内容を抜粋

- ◆ CHEMM-ISTがどれくらい現場で役立つかは使っていないので実感は解らないが、広く使ってもらうには日本語解説の作成はよかったと思う。

## D 考察

回収率が低く、正確な検証を行う事は困難であったが、CHEMM-IST使用マニュアルの配布は、オリパラに向けた化学テロ対応に有用であるとして、各医療機関で受け入れられる傾向にあると考えられる。

また、「使う頻度が極めて低いものをリーフレットとして配布する意義が少ない」という意見も見られたが、ポスター等の掲示物にしてしまうと、誰でも見ることが出来る反面、PC等の操作をしながら掲示物を確認することは煩雑になるため、現行のリーフレットの様に、手元に置けるもので確認する形が対応しやすいと考えられる。

更に使用感については「文字が小さい」という意見もある一方で、リーフレットそのもののサイズ感については過不足が無く、また研究タイトル等の部分が非常に小さいフォントであり見づらかったということから、CHEMM-IST使用マニュアル(完成版)は、別添1の通りとした。

今後は、オリパラでのCHEMMを取り入れた形での体制構築に向け、各種テロ対応の研修会等でのCHEMM-ISTの認知度向上を図ると共に、有事の際には本マニュアルを活用した迅速な対応に結び付ける必要があると考えられる。また、海外知見の

更なる導入と本邦での定着に向けては、CHEMM アプリの日本語版の開発等を含む国際連携についても、中長期的に検討すべきと考えられる。

なお、CHEMM-IST そのものとしても、いくつかの課題・制約が挙げられる。

- Syndrome Prediction は、『何点以上であれば確定』という基準がないため、他薬剤とのバランスを見ながら活用する必要がある点
- CHEMM-IST で鑑別対象となる薬剤は、現時点では7種類のみである点  
→びらん剤は対象薬剤に入っておらず、びらん剤に特徴的な所見を選択した場合には、窒息剤の可能性が最も高くなる
- CHEMM は改訂が繰り返されており、本マニュアルも定期的な見直しが必要である点  
このため実際の使用時には、上記の制限をふくめ、CHEMM-IST が『迅速な鑑別・対応を行うための初期スクリーニングツール』であることを認識しておく必要がある。これを更に確実な対応とするためには、前述のCHEMM-IST を用いた初期スクリーニング及び初期対応を行いつつ、化学災害・テロの専門家に対し、専門的対応・助言を求める体制を構築するのが良いと考えられる。

## E 結論

化学テロ対応の国際的標準化・諸外国医療関係者との連携体制構築に向け、CHEMM-IST 使用マニュアルを作成した。今後は、各種テロ対応の研修会等での CHEMM-IST の認知度向上を図ると共に、有事の際には本マニュアルを活用した迅速な対応に結び付けることが重要である。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

なし

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## ～化学剤推定補助ツール～ CHEMM-IST 使用マニュアル (Ver.1.1)

平成30年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」  
（研究代表者：国立病院機構 災害医療センター 臨床研究部 小井土雄一）



### CHEMM 及び CHEMM-IST とは？

CHEMM (Chemical Hazards Emergency Medical Management) は、米国保健福祉省のもとで、医学・危機管理・毒物学等の専門家によって開発され、インターネット上で無償公開されている化学テロの診断対処ツール (<https://chemm.nlm.nih.gov/>) です。 ※英語のみ



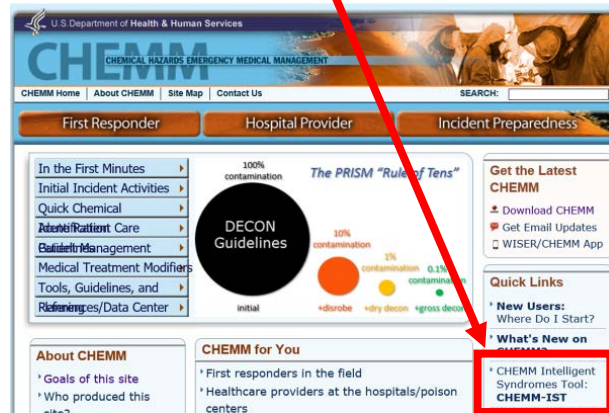
その最大の特徴は、傷病者のいくつかの観察所見(症状・兆候)の入力により、リアルタイムで化学剤の推定が可能な CHEMM-IST (Intelligent Syndromes tool) というツールです。

本研究班では、本邦でも CHEMM-IST を利用した化学剤推定が簡便にできるよう、日本語での使用マニュアルを作成致しました。有事の際、医療従事者の皆様の診断・治療の一助となれば幸いです。

#### 【注意事項】

- ・現在、CHEMM-IST で鑑別対象となる薬剤は、現時点では7種類（血液剤、農薬・神経剤、有機溶剤、窒息剤、オピオイド、抗コリン剤、全身痙攣剤）のみであり、びらん剤が入っていない点に注意して下さい。
- ・Syndrome Prediction は、『何点以上であれば確定』というものではなく、他薬剤とのバランスを見ながら活用して下さい。
- ・CHEMM-IST は『迅速な鑑別・対応を行うための初期スクリーニングツール』であるため、化学テロ等が疑われる場合には、CHEMM-IST にて初期スクリーニング・対応を行いつつ、公益財団法人 日本中毒情報センター (<http://www.j-poison-ic.or.jp>) 等への、専門的対応・助言を求めるとお願い致します。

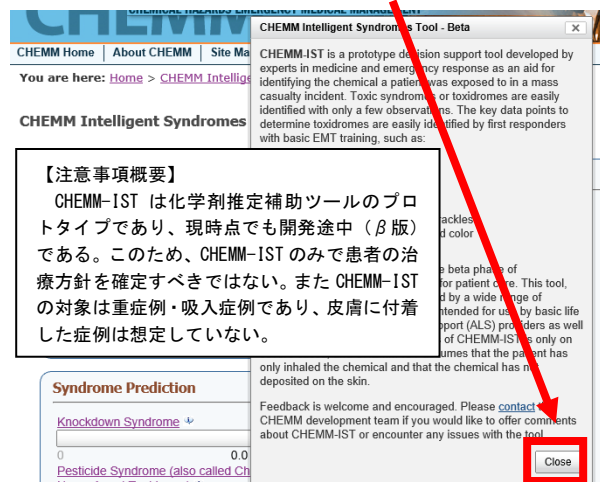
- ① <https://chemm.nlm.nih.gov/> にアクセスし、右側の CHEMM-IST をクリック



#### ※アプリを使用する場合

- (1) Play ストア(Android)又は App Store(iOS)で『WISER』を検索・インストール
- (2) WISER を起動  
(初回は職種の質問あり→一般医療従事者は、原則【Hospital Provider】を選択)
- (3) CHEMM をタップ
- (4) CHEMM-Intelligent Syndromes tool をタップ  
⇒以降は同じ

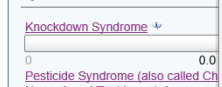
- ② 注意事項を確認の上、Close をクリック



#### 【注意事項概要】

CHEMM-IST は化学剤推定補助ツールのプロトタイプであり、現時点でも開発途中（β版）である。このため、CHEMM-IST のみで患者の治療方針を確定すべきではない。また CHEMM-IST の対象は重症例・吸入症例であり、皮膚に付着した症例は想定していない。

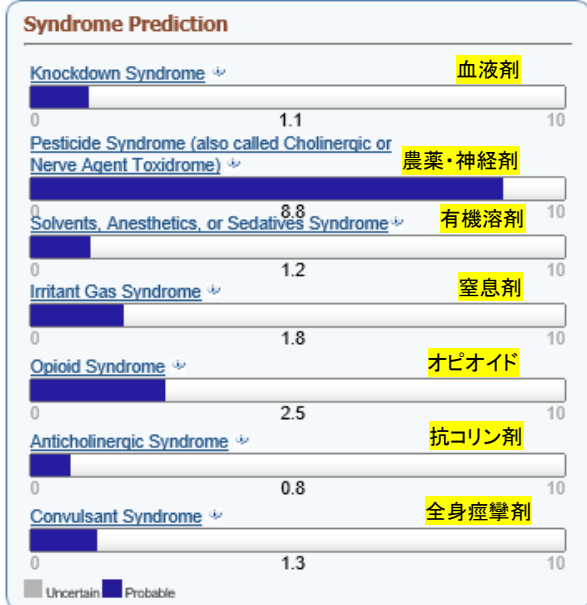
#### Syndrome Prediction



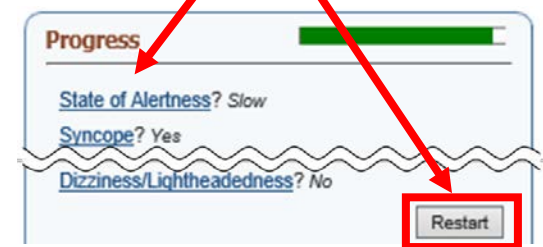
- ③ 症状・兆候の選択肢(17項目 ※裏面)が出てくるため、あてはまるものをチェック



- ④ 7種類の化学剤について、それぞれの可能性がどのくらいかを推定（アプリの場合は【View Syndrome Result】をタップすると表示）



- ⑤ 症状・兆候をクリックすると、その項目を修正できるので、適宜再評価することも可能





# 症状・兆候の選択肢(17項目)

## 質問 1：意識状態

**State of Alertness?**  
Slow=Altered, Normal=Awake, Fast=Anxious or Excited

意識消失   意識混濁   正常   不安/興奮  
Unconscious   Slow   Normal   Fast

## 質問 2：失神

**Syncope?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 3：痙攣

**Seizure?**  
Not all abnormal movements are seizures. If recurrent or continuous seizure activity is reported, consider the convulsant or pesticide toxidrome as more likely.

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

全ての異常な動きが痙攣とは限らないが、再発性・継続性の場合、全身痙攣剤や農薬・化学剤の可能性が高い

## 質問 4：瞳孔所見

**Pupil?**

縮瞳   正常   散瞳   評価出来ず  
Pinpoint   Normal   Dilated   Can't Assess

## 質問 5：発汗

**Sweaty?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 6：粘膜症状

**Mucous Membrane?**  
For SLUDGE, while vomiting and abdominal pain can be non-specific, look for excessive drooling, tearing, and involuntary incontinence – urine or stool.

※ SLUDGE   湿潤/正常   口腔内乾燥  
SLUDGE   Moist or Normal   Dry Oral Cavity

Can't Assess   評価出来ず

※SLUDGE: Salivation(唾液分泌), Lacrimation(流涙), Urination(尿失禁), Defecation(便失禁), Gastric Emptying(嘔吐)

## 質問 7：心拍数

**Heart Rate?**  
In addition to exposure, the heart rates of young children can vary greatly due to stress and activity.

徐脈   正常   頻脈   評価出来ず  
Bradycardia   Normal   Tachycardia   Can't Assess

化学剤の暴露に加え、子供の心拍数については、ストレスや活動でも影響を受けやすい

## 質問 8：低血圧

**Low Blood Pressure?**  
In the absence of equipment or when faced with a large number of patients, a weak or absent carotid, femoral, and radial pulses would suggest progressively lower blood pressure.

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

血圧計が無い場合や多数傷病者対応を行う場合には、頸動脈・大腿動脈・橈骨動脈の触知状態で判断すべし

## 質問 9：喉や鼻の灼熱感

**Burning Throat/Nose?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 10：喘鳴

**Wheezing?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 11：呼吸促拍

**Shortness of Breath?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 12：低換気状態

**Hypoventilation?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 13：湿性肺/ラ音

**Wet lungs/Rales?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 14：胸の灼熱感/痛み

**Burning Chest Pain?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

## 質問 15：皮膚の刺激症状や灼熱感

**Irritated or Burning Skin?**  
For unresponsive individuals, examine skin for redness or other evidence of irritation.

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

意識レベルが低い場合は、発赤や他の刺激兆候を確認すべし

## 質問 16：目の刺激症状

**Eye Irritation?**  
A patient with eye irritation will exhibit tearing, pain or burning.

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

流涙、眼痛、灼熱感のある患者

## 質問 17：めまい/ふらつき

**Dizziness/Lightheadedness?**

あり   なし   評価出来ず  
Yes   No   Can't Assess

注) 症状等の評価が不十分だと、適切な予測が困難との注意喚起あり

### Question

#### Re-run!

CHEMM-IST was unable to provide a proper prediction due to a lack of information that you provided. This may be due to: incomplete assessment of important signs

## 資料1 アンケート項目

【Q1】 CHEMM-IST 使用マニュアル(リーフレット)についてお尋ねします。このリーフレットを貴機関において、医療従事者向け情報として配布したいですか？

- 配布したい
- 配布したくない

【Q2】「配布したくない」を選択された機関の方にお尋ねします。なぜ配布したくないと考えますか？(複数回答可)

- 不要である
- 内容が専門的すぎる
- 使う頻度が極めて低いものをリーフレットとして配布する意義が少ない
- リーフレットとして個人で持つ必要は無い
- リーフレットのサイズが大きすぎる
- リーフレットのサイズが小さすぎる
- 文字が小さすぎて見づらい
- デザインが悪い
- 既に化学テロ対応の鑑別診断に関するポスター・リーフレット等を活用している
- その他(自由記載可)

【Q3】 ご意見・お気づきの点等ございましたら、ご記入ください。

## 資料2 アンケート結果

【Q1】 CHEMM-IST 使用マニュアル(リーフレット)についてお尋ねします。このリーフレットを貴機関において、医療従事者向け情報として配布したいですか？

- 配布したい:13 施設(86.7%)
- 配布したくない:2 施設(13.3%)

【Q2】「配布したくない」を選択された機関の方にお尋ねします。なぜ配布したくないと考えますか？(複数回答可)

- 不要である:1 施設
- 内容が専門的すぎる:1 施設
- 使う頻度が極めて低いものをリーフレットとして配布する意義が少ない:4 施設
- リーフレットとして個人で持つ必要は無い:1 施設
- リーフレットのサイズが大きすぎる:0 施設
- リーフレットのサイズが小さすぎる:0 施設
- 文字が小さすぎて見づらい:4 施設
- デザインが悪い:1 施設
- 既に化学テロ対応(鑑別診断)に関するポスター・リーフレット等を活用している:0 施設
- その他(自由記載可) ※主な内容を抜粋
  - ✓ 配布したいと回答したが、気付いた点として上記項目にも回答した
  - ✓ 頻度が少ない為、リーフレットとして持つのではなく、ERに掲示でも良いのかと思う(金銭的なことを考えなくても構わないのであれば、リーフレットを配布することに問題は無い)

【Q3】 ご意見・お気づきの点等ございましたら、ご記入ください。 ※主な内容を抜粋

- CHEMM-IST がどれくらい現場で役立つかは使っていないので実感は解らないが、広く使ってもらうには日本語解説の作成はよかったと思う。

分担研究報告

「化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について」

研究分担者 水谷 太郎

(茨城県西部医療機構 理事長/(公財)日本中毒情報センター

業務執行理事 常務理事)

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)  
「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた  
化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」

分担研究報告書  
「化学テロ発生時の必要薬剤の種類・量の再検討について」

研究分担者 水谷太郎 (茨城県西部医療機構 理事長)  
研究協力者 高野博徳 (公益財団法人日本中毒情報センター 施設次長)

研究要旨

平成 29 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(厚生労働科学特別研究事業)「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」において、東京都内の災害拠点病院と、同病院への医薬品の供給を担う医薬品卸業者における解毒剤の備蓄に関するアンケート調査を実施し、在庫の有無と在庫量を確認した。

本研究では、平成 29 年度研究の書面調査において回答が得られなかった災害拠点病院を対象とする再調査の実施と、千葉県東葛南部に所在する災害拠点病院および千葉県内の主要医薬品卸業者、東京都以外のオリンピック主要競技会場近隣に所在する災害拠点病院への解毒剤の備蓄に関するアンケート調査を新たに実施し、在庫の有無と在庫量の現状を確認した。その上でサリンによるテロ事態を想定した被害シナリオを作成した。

回答が得られなかった災害拠点病院に対する再調査および千葉県東葛南部に所在する災害拠点病院に対する解毒剤備蓄に関するアンケート調査を実施した結果、屋外大型競技会場でのサリン散布シナリオにおいて、解毒剤のアトロピン製剤(以下アトロピン)、プラリドキム製剤(パム)を初期投与する状況を想定し、競技会場から半径 10km 圏内にある災害拠点病院 29 施設へ患者を搬送した場合、各施設における解毒剤の保有数量は初期および継続投与量に不足が生じる可能性があると考えられた。また、同様に、屋内大型競技会場におけるサリン散布シナリオでは、競技会場から半径 10km 圏内にある災害拠点病院 24 施設へ患者を搬送した場合、現行の保有数量では初期および継続投与量に不足が生じる可能性があると考えられた。

本研究では、オリンピック主要競技会場内で発生したサリン散布事案を想定し、解毒剤であるアトロピンとパムの必要数量を再検討した。災害拠点病院の在庫数量では初期および継続投与量に不足が生じる可能性があり、保有する解毒剤の品目、数量は病院間で偏在しているため、化学テロ・災害発生時に受け入れ可能な被災患者数も病院間で偏りを生じる可能性がある。

災害拠点病院を中心とした解毒剤の備蓄量を見直し、必要な場所に十分な量を供給できる体制の確保が重要である。国の化学災害・テロ対策の一環として、適切なシミュレーションを実施し、戦略的な備蓄体制を構築することが望まれる。

## A. 研究目的

平成 29 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(厚生労働科学特別研究事業)「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」において、東京都内の災害拠点病院と医薬品卸業者における解毒剤の備蓄に関する書面調査を行い、東京オリンピック・パラリンピック競技会場におけるサリンによるテロ事態を想定した被害シナリオを作成した。被害シナリオを基に検討した初期投与に必要な解毒剤の数量は、災害拠点病院における解毒剤の備蓄では不十分であり、更に多くの解毒剤の確保が必要との提言がなされた。

本研究では、平成 29 年度の研究で実施した東京都災害拠点病院における解毒剤の備蓄に関する書面調査において、回答が得られなかった災害拠点病院へ再度調査を実施するとともに、オリンピック主競技場から近い千葉県東葛南部に所在する災害拠点病院および千葉県内の主要医薬品卸業者への解毒剤の備蓄に関する書面調査を新たに実施し、サリンによるテロ事態を想定した被害シナリオを基に検討した初期投与に必要な解毒剤の数量が、災害拠点病院の保有在庫でどの程度賄うことができるか検討した。

また、東京都以外のオリンピック主要競技会場近くに所在する災害拠点病院への解毒剤の備蓄に関する書面調査を実施し、サリンによるテロ事態を想定した被害シナリオを基に検討した初期投与に必要な解毒剤の数量が、競技場近隣の災害拠点病院の保有在庫でどの程度賄うことができるか検討した。

## B. 研究方法

### 1. 東京都内、千葉県内施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

平成 29 年度の調査において回答が得られなかった東京都内の災害拠点病院、東京都に隣接する千葉県内の災害拠点病院、千葉県内主要医薬品卸業者における解毒剤の備蓄に関する書面調査を実施した。

#### 1) 調査対象

調査対象の病院は平成 29 年度の調査において回答が得られなかった東京都内の災害拠点病院 19 施設、および東京都に隣接する千葉県東葛南部に所在する災害拠点病院 6 施設、医薬品卸業者は千葉県内主要 4 社 28 事業所(営業所、物流センターを含む)とする。病院には国内市販解毒剤 12 種類、院内製剤 3 種類、海外市販製剤(国内未承認解毒剤)1 種類について、医薬品卸業者には各事業所別に国内市販解毒剤 12 種類について、在庫の有無と在庫量を調査した(表 1)。

#### 2) 調査期間

2018 年 12 月 5 日(水)～2018 年 12 月 11 日(火)

#### 3) 調査方法

病院にはアンケート調査用紙「医療機関用解毒剤等保有調査票(2 枚)」(資料 1)を、医薬品卸業者には「医薬品卸用解毒剤等保有調査票(1 枚)」(資料 2)を郵送により発送し、回収を行った。回収された調査票は日本中毒情報センターで集計した。

### 2. 医薬品の必要備蓄数量の再検討

平成 29 年度の研究において検討した(1)屋外大型施設と(2)屋内大型施設におけるサリン散布事案シナリオの被害想定を基に、各発災現場から半径 10km 圏内の災害拠点病院の解毒剤の保有数量から、必要備蓄量を再検討する。なお、平成 29 年度の研究において回答が得られた医療機関等の保有数は不変と想定した。

### 3. 東京都以外のオリンピック主要競技会場近隣施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

東京都以外のオリンピック主要競技会場(11 施設)の近隣に所在する災害拠点病院のうち、抽出した数施設における解毒剤の備蓄に関する書面調査を実施した。

#### 1) 調査対象

東京都以外のオリンピック主要競技会場 11 施設の近隣災害拠点病院 23 施設を調査対象とした。国内市販解毒剤 12 種類、院内製剤 3 種類、海外市販製剤(国内未承認解毒剤)1 種類について、在庫の有無と在庫量を調査した(表 1)。

#### 2) 調査期間

2019年1月17日(木)～2019年1月23日(水)

### 3) 調査方法

アンケート調査用紙「医療機関用解毒剤等保有調査票(2枚)」(資料1)を郵送により発送し、回収を行った。回収された調査票は日本中毒情報センターで集計した。

(倫理面への配慮)

本研究は、「ヒト」もしくは「ヒトから得られた検体」等や動物を対象としていない。また、医療機関や事業所の具体的情報を公表しないことにより、各施設に不利益が生じないよう配慮した。

## C. 研究結果

### 1. 東京都内、千葉県内施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

調査票の回収率は、東京都内の病院は68.4%で、平成29年度の調査結果と合わせる計92.5%となった。東京都に隣接する千葉県東葛南部に所在する病院は100%、医薬品卸業者は100%であった。

各解毒剤の病院における保有状況を見ると、国内市販解毒剤では、シアノキットを保有する病院や、ホメピゾール点滴静注を保有する病院は極めて少なく、バル筋注を保有する病院も少なかった。また、ラディオガルダーゼカプセルは全ての病院で保有していなかった。院内製剤については、グルコン酸カルシウムゲルは全ての病院で保有していなかった。また、保有する解毒剤の品目、数量は病院間で大きな偏在を認めた。

医薬品卸業者の事業所における各解毒剤の保有状況を見ると、シアノキット、メチレンブルー静注、ホメピゾール点滴静注を保有する施設が少なかった。また、ラディオガルダーゼカプセルは全ての施設で保有していなかった。物流センター機能を担っている事業所における解毒剤等の保有数量が、その他の事業所に比べ多い状況であった。

### 2. 医薬品の必要備蓄数量の再検討

#### (1) 屋外施設におけるサリン事案

平成29年度の研究では、屋外施設災害事案として、大型競技施設である屋外大型競技会場内でペットボトルに入れたサリンが

まかれる事案を想定し、初期投与に必要な解毒剤の数量を検討した。重症・中等症患者410名には、解毒剤のアトロピンとパムを重症度に応じ必要量を投与する。軽症患者340名には、解毒剤のアトロピンのみを投与する。発災競技会場から半径10km圏内にある災害拠点病院で保有する解毒剤の数量は、本シナリオにおける各患者への初期投与に必要な数量と比べ明らかに不足していた。

#### (2) 屋内施設におけるサリン事案

平成29年度の研究では、屋内施設災害事案として、屋内大型競技会場内で発生したサリンによる事件を想定したシナリオを作成し、初期投与に必要な解毒剤の数量を検討した。

本シナリオにおいては、観客席で、ペットボトルに入れたサリンがまかれる事案を想定し、初期投与に必要な解毒剤の数量を検討した。被災者人数は500名で、うち重症患者(赤タグ)100名、中等症患者(黄タグ)200名、軽症患者は200名と想定した。

重症・中等症患者300名には、解毒剤のアトロピンとパムを重症度に応じ必要量を投与する。軽症患者200名には、解毒剤のアトロピンのみを投与する。発災競技会場から半径10km圏内にある災害拠点病院で保有する解毒剤の数量は、本シナリオにおける各患者への初期投与に必要な数量と比べ明らかに不足していた。

### 3. 東京都以外のオリンピック主要競技会場近隣施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

調査票の回収率は、95.7%であった。各解毒剤の病院における保有状況は、東京都内、千葉県内施設と同様の傾向であり、シアノキットを保有する病院や、ホメピゾール点滴静注を保有する病院は極めて少なかった。

保有する解毒剤の品目、数量は地域によって偏在を認めた。

## D. 考察

### 1. 東京都内、千葉県内施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

平成 29 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」における解毒剤の備蓄に関する書面調査において、シアノキット、ホメピゾール点滴静注の保有数が極めて少なく、バル筋注の保有数が少ない状況が示された。本年度の研究では、平成 29 年度の研究において回答が得られなかった災害拠点病院および東京都に隣接する千葉県東葛南部に所在する災害拠点病院の保有状況を調査し、より精度の高い保有状況を把握した。その結果、シアノキット、ホメピゾール点滴静注の保有数が極めて少なく、バル筋注が少ない状況に変わりなかった。個々の医療機関が化学テロ・災害対応のために事前に購入することは困難である実態が確認された。このため、化学テロ・災害対策として国家備蓄や都道府県が関与する公的な備蓄が必要と考えられた。

また、医薬品卸業者におけるアトロピンおよびパムの在庫数量は、物流センター機能を担う事業所に多いことから、大規模化学テロおよび化学災害発生を想定した場合は、これら事業所から災害拠点病院へ在庫解毒剤を迅速に配送するシステムや体制の構築が必要と考えられた。

### 2. 医薬品の必要備蓄数量の再検討

#### (1) 屋外施設におけるサリン事案

本シナリオでは、発災現場から半径 10km 圏内にある災害拠点病院 29 施設に患者が搬送されたことを想定した。750 名の全ての患者にアトロピンの投与を行い、重症患者 70 名と中等症患者 340 名を合わせて 410 名にパム投与を行うと想定すると、保有数量で初期投与に必要な解毒剤の数量を賄うことが出来ず、初期投与後の継続投与も出来ない状況であった。

#### (2) 屋内施設におけるサリン事案

本シナリオでは、発災現場から半径 10km 圏内にある災害拠点病院 24 施設に患者が搬送されたことを想定した。500 名の全ての患者にアトロピンの投与を行い、重症患者 100 名と中等症患者 200 名を合わせて 300 名にパム投与を行うと想定すると、保有数量で初期

投与に必要な解毒剤の数量を賄うことが出来ず、初期投与後の継続投与も出来ない状況であった。

医療現場において、アトロピンは中毒以外の病態や処置にも用いられるが、その適応は近年減少しており、医療機関の備蓄量も減少している可能性がある。近年、農薬中毒は全国的に症例数が減少傾向であり、特に都会においては稀である。また、プラリドキシムは有機リン系農薬もしくは神経剤中毒時以外の適応がないため、医療機関における備蓄量は限定的と考えられる。

### 3. 東京都以外のオリンピック主要競技会場近隣施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査

東京都内、千葉県内施設の解毒剤の備蓄に関する書面調査と同様に、シアノキット、ホメピゾール点滴静注の保有数が極めて少ない状況であった。また、限定的に抽出した病院での現状であるが、解毒剤の保有数は地域により偏在を認めた。地方都市の大型競技会場を標的にした化学テロ・災害発生時には、被災患者の受け入れが困難になることが想定される。東京都内の災害拠点病院における書面調査と同様、化学テロ・災害対策として国家備蓄や都道府県における公的な備蓄が必要と考えられた。

## E. 結論

オリンピック主要競技会場内で発生したサリン散布事案を想定し、解毒剤であるアトロピンとパムの必要数量を再検討した結果、災害拠点病院の在庫数量では初期投与を完結することさえ困難であることが判明した。

また、保有する解毒剤の品目、数量は病院間で偏在しているため、化学テロ・災害発生時に受け入れ可能な被災患者数も病院間で偏りを生じる可能性がある。

2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会に備え、災害拠点病院を中心とした解毒剤の備蓄数量を見直し、十分な備蓄量の確保が重要である。また、各病院で保有する解毒剤の品目、数量の偏在解消には、国家備蓄を



含む都道府県の枠を超えた解毒剤の配備と活用の仕組みが必要である。

また、こうした化学テロは、今回検討がなされていない会場以外の場所(ソフトターゲット)を狙われる可能性もある。大規模イベント時には、いかなる場所であっても医薬品共有を迅速に行うことができる体制を築くことが必要であり、そのためには、本研究を基礎として、医薬品配送まで考慮に入れたシミュレーションモデルに基づき解毒剤の配備最適化を行うことが望まれる。

国の化学テロ・災害対策の一環として、最適化された戦略的な備蓄体制が構築されることが強く期待される。

#### **F. 健康危険情報**

なし

#### **G. 研究発表**

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

なし

#### **H. 知的財産権の出願・登録状況**

なし

# 資料1 病院宛調査票

情報確認年月日 ( )  
 施設名 ( )  
 記入者役職 ( )  
 記入者氏名 ( )  
 連絡方法 (電子メールアドレス : )  
 (電話 : ) (fax : )

1. 下表の化学テロ等健康危機事態に必要な解毒剤等について、在庫の有無と在庫量を記入してください。

解毒剤等(製品名)	在庫の有無	在庫量
<b>国内承認品</b>		
1) アトロピン硫酸塩注射液		
アトロピン注0.05%シリンジ「テルモ」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 本]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「タナベ」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「フソー」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
2) パム静注500mg		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
3) ジアゼパム注射液		
ホリゾン注射液10mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
ジアゼパム注射液5mg「タイヨー」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
ジアゼパム注射液10mg「タイヨー」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
セルシン注射液5mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
セルシン注射液10mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
4) シアノキット注射用5gセット		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ セット]
5) 亜硝酸アミル「第一三共」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 管]
6) デトキソール静注液 2g		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 瓶]
7) バル筋注100mg「第一三共」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
8) ペニシラミン製剤		
メタルカプターゼカプセル50mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]
メタルカプターゼカプセル100mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]
メタルカプターゼカプセル200mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]
9) メチレンブルー静注50mg「第一三共」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
10) ホメピゾール点滴静注1.5g「タケダ」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ バイアル]
11) アセチルシステイン内用液17.6%「あゆみ」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 本]
12) ラディオガルダーゼカプセル500mg		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]
<b>院内製剤品</b>		
13) 亜硝酸ナトリウム注射液	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ ]
14) メチレンブルー注射液	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ ]
15) グルコン酸カルシウムゲル	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ ]
<b>個人輸入等で入手している医薬品</b>		
16) Cyanide Antidote Package	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ パッケージ]
17) その他 個人輸入等で入手し、在庫している医薬品		
[ 製品名: _____ ]	[ _____ ]	[ _____ ]
[ 製品名: _____ ]	[ _____ ]	[ _____ ]

2. 貴施設と取引のある主要な医薬品卸業者の名称を支店名を含めて記入してください。

1) [ \_\_\_\_\_ ]

2) [ \_\_\_\_\_ ]

3) [ \_\_\_\_\_ ]

4) [ \_\_\_\_\_ ]

5) [ \_\_\_\_\_ ]

## 資料2 医薬品卸宛調査票

情報確認年月日 ( )  
 貴社名 ( )  
 記入者役職 ( )  
 記入者氏名 ( )  
 連絡方法 (電子メールアドレス : )  
 (電話 : )  
 (fax : )

下表の化学テロ等健康危機事態に必要な解毒剤等について、在庫の有無と在庫量を記入してください。

解毒剤等(製品名)	在庫の有無	在庫量
<b>国内承認品</b>		
1) アトロピン硫酸塩注射液		
アトロピン注0.05%シリンジ「テルモ」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 本]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「タナベ」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
アトロピン硫酸塩注0.5mg「フソー」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
2) パム静注500mg		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
3) ジアゼパム注射液		
ホリゾン注射液10mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
ジアゼパム注射液5mg「タイヨー」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
ジアゼパム注射液10mg「タイヨー」	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
セルシン注射液5mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
セルシン注射液10mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
4) シアノキット注射用5gセット		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ セット]
5) 亜硝酸アミル「第一三共」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 管]
6) デトキソール静注液 2g		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 瓶]
7) バル筋注100mg「第一三共」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
8) ペニシラミン製剤		
メタルカプターゼカプセル50mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]
メタルカプターゼカプセル100mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]
メタルカプターゼカプセル200mg	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]
9) メチレンブルー静注50mg「第一三共」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ アンプル]
10) ホメピゾール点滴静注1.5g「タケダ」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ バイアル]
11) アセチルシステイン内用液17.6%「あゆみ」		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ 本]
12) ラディオガルダーゼカプセル500mg		
	[ 有 ・ 無 ]	[ _____ カプセル]

表1 調査対象とした解毒剤と対応する中毒起因物質

解毒剤 ( 国内市販製剤の販売名 )	調査の有無		対応する中毒または中毒起因物質※ <sup>1</sup>
	病院	医薬品 卸業者	
<b>国内市販解毒剤</b>			
1) アトロピン硫酸塩注射液 (アトロピン注0.05%シリンジ「テルモ」、アトロピン硫酸塩注0.5mg「タナベ」、アトロピン硫酸塩注0.5mg「フソー」)	有	有	有機燐系殺虫剤、副交感神経興奮剤
2) プラリドキシムヨウ化物注射液 (パム静注500mg)	有	有	有機リン剤
3) ジアゼパム注射液 (ホリゾン注射液10mg、ジアゼパム注射液10mg「タイヨー」、ジアゼパム注射液5mg「タイヨー」、セルシン注射液10mg*、セルシン注射液5mg*)	有	有	有機リン中毒、カーバメート中毒における痙攣
4) シアノキット注射用5gセット (シアノキット注射用セット)	有	有	シアン及びシアン化合物
5) 亜硝酸アミル液 (亜硝酸アミル「第一三共」)	有	有	シアン及びシアン化合物
6) チオ硫酸ナトリウム注射液 (デトキソール静注液 2g)	有	有	シアン及びシアン化合物、ヒ素剤
7) ジメルカプロール注射液 (バル筋注100mg「第一三共」)	有	有	ヒ素・水銀・鉛・銅・金・ビスマス・クロム・アンチモン
8) ペニシラミン製剤 (メタルカプターゼカプセル50mg・同カプセル100mg、同カプセル200mg)	有	有	鉛・水銀・銅
9) メチレンブルー注射剤 (メチレンブルー静注50mg「第一三共」)	有	有	メトヘモグロビン血症 (アニリン、ニトロベンゼン等)
10) フォメピゾール注射剤 (ホメピゾール点滴静注1.5g「タケダ」)	有	有	エチレングリコール、メチルアルコール
11) アセチルシステイン内用液 (アセチルシステイン内用液17.6%「ショーワ」)	有	有	アセトアミノフェン
12) プルシアンブルー製剤 (ラディオガルダーゼカプセル500mg)	有	有	タリウム
<b>院内製剤</b>			
13) 亜硝酸ナトリウム注射液	有	無	シアン及びシアン化合物
14) メチレンブルー注射液	有	無	メトヘモグロビン血症 (アニリン、ニトロベンゼン等)
15) グルコン酸カルシウムゲル	有	無	フッ化水素
<b>海外市販解毒剤(国内未承認解毒剤)</b>			
16) Cyanide Antidote Package	有	無	シアン及びシアン化合物

※<sup>1</sup> 国内市販解毒剤については、当該医薬品製剤の添付文書の効能効果の記載に則った。

\* 有機リン中毒・カーバメート中毒への適応なし

分担研究報告

「化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と  
新たなテロ対策の構築について」

研究分担者 吉岡 敏治

((公財)日本中毒情報センター 代表理事/

森ノ宮医療大学 副学長)

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)  
「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた  
化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」

分担研究報告書

「化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の構築について」  
研究分担者 吉岡 敏治 公益財団法人 日本中毒情報センター 代表理事  
森ノ宮医療大学 副学長

**研究要旨**

**研究目的：**既存の各種化学剤のデータベースを見直すとともに、テロ等に使用される蓋然性の高いサリンとマスタードについて、詳細なデータの多面的な再検討を行う。また 2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けて、医療機関における化学テロ被災者への対応の基本について、病院に配布するポスターを作成する。

**方法：**国内外の研究会・検討会、医学会等を通じて得られた **Personal Communication** を含む情報から、文献的裏付けの得られた事実を整理し、物性や毒性等、過去に作成された既存の各種化学剤に関するデータを更新するとともに、発災時に使用できる概要版を作成した。データが未整理であった第 4 世代神経剤（ノビチョク）、フェンタニル、リシンについて個々のデータベースを合わせて作成する。また、神経剤・びらん剤の対応の基本をポスターとして作成し、オリパラ会場近隣の災害拠点病院等に配布し内容・使用感等についての **Web** アンケートを実施した。

**結果及び考案：**8 類型 25 種類（①神経剤：サリン、ソマン、タブン、VX、②びらん剤：マスタード、ルイサイト、ナイトロジェンマスタード、ホスゲンオキシム、③血液剤：シアン化水素、塩化シアン、ヒ化水素、④窒息剤：塩素、クロロピクリン、ホスゲン、ジホスゲン。⑤催涙剤：クロロアセトフェノン、オルトクロロベンジリデンマロノニトリル、ブロムベンジルシアニド、ジベンゾオキサゼピン、カプサイシン、⑥催吐剤：アダムサイト、⑦無力化剤：クヌクリジルベンザレート、⑧くしゃみ剤：ジフェニルシアノアルシン、ジフェニルクロロアルシン）の古典的化学剤に加え、フェンタニル、リシン、ノビチョクのデータベースを作成した。

データベースにこれまで未掲載であった製造と使用の歴史について、各化学剤毎に記載をし、物性では環境汚染の持続時間等一部未ファイルであった部分を、可能な限り補足した。臨床現場において最重要な情報である中毒症状と治療については、概要と詳細に分け、発災時に時間を掛けずに対応できるように再整理した。サリンの治療では米軍のプラリドキシム(PAM)とアトロピン、ジアゼパムによる対応を記載し、さらにドイツで開発された PAM よりもより有効とされるオビドキシムについて、記載した。

除染の項では最新の米国の除染ガイドラインに基づき、サリンは曝露後 50 分以上経つと、除染を行う意義はないとされる一方、マスタードは 22 時間は除染の必要がある旨を記載し、乾的除染と放水による応急除染、反応性皮膚除染ローション (Reactive Skin Decontamination Lotion: RSDL) による拭き取り除染の意義及び重要性を併記した。

医療機関向けポスターについてはアンケート回収率が低く、正確な検証を行う事は困難であったが、回答のあった全施設から医療従事者向け情報として配布するという回答が得られており、オリパラに向けた化学テロ対応に向けて、情報提供に関する一定の有用性が確認された。

わが国の化学剤に関する専門家の全面的な協力を得て、収集した知見を既存の化学剤に関するデータベースに反映した。成果物として、更新を行ったデータベースの全資料及び医療機関向けポスターを添付する。東京オリンピック・パラリンピックに向けて、科学的根拠に基づく人命救助を第一にした新たな化学テロ対応手順及び研修・訓練用のマニュアルを策定することが、重要である。

**結論：**国内の医療機関が参照可能な最新の科学的知見に基づく化学剤のデータベースを整備した。本成果は、我が国の化学テロ対策における科学的基盤情報として活用が期待される。

#### 【研究協力者】

奥村 徹 (公益財団法人 日本中毒情報センター 理事 メディカル ディレクター)

郡山 一明 (救急振興財団 救急救命九州研修所 教授)

濱田 昌彦 (株式会社 重松製作所 社長付主任研究員)

遠藤 容子 (公益財団法人 日本中毒情報センター 理事 大阪中毒 110 番 施設長)

波多野 弥生 (公益財団法人 日本中毒情報センター 大阪中毒 110 番 施設次長)

三瀬 雅史 (公益財団法人 日本中毒情報センター 大阪中毒 110 番 施設次長)

黒木 由美子 (公益財団法人 日本中毒情報センター 参与)

#### A. 研究目的

(公財) 日本中毒情報センターは、2000 年の沖縄サミットを契機に、化学テロリズムに対する対策に資するため、化学剤の特徴や医療対応等の情報をまとめたデータベースを整備し、医療機関の化学テロ対応に活用されてきたり。本研究の目的は、現在のデータベースの抜本的な更新である。

我が国は、国際的なイスラム過激派組織や近隣諸国等の脅威にさらされている。報道では、近隣諸国の中にはサリンを弾頭につけて着弾させる能力を保有している可能性がある国も存在しており<sup>2)</sup>、2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会 (以下、「東京オリパラ」という。) の開催を控え、現時点ではサリンテロに対応するための体制作りが現実的な急務であると考えられる。



表 1. 参加あるいは情報入手の可能であった会合等について

---

世界健康安全保障イニシアティブ (GHSI:the Global Health Security Initiative)  
スウェーデン国防省 FOI 主催 International Symposium On Protection Against Chemical  
and Biological Warfare Agents  
化学兵器禁止機関 (OPCW) 援助防護セミナー  
化学兵器禁止機関 (OPCW) 総合演習 (ASSISTEX)  
CBRNe world 誌主催 CBRNe Convergence  
救助技術の高度化等検討委員会 (総務省消防庁)  
NBC災害・テロ対策研修 (厚労省)  
量研機構高度被ばく医療センター 国民保護CRテロ初動セミナー  
国民保護共同実動訓練 (内閣官房、自治体)  
テロ対策特殊装備展 (アドバンス・セミナー)  
日本救急医学会や日本中毒学会、日本集団災害医学会の化学災害関連セッション

---

本分担研究の目的は現行の各種化学剤のデータベースを見直すとともに、すべての化学剤への対応の基本となり、しかもテロ等に使用される蓋然性の高いサリンとマスタードについて、多面的かつ詳細なデータベースを更新することである。加えて、東京オリパラに向けて、この2つの化学剤について医療機関における対応の基本をポスターとしてまとめ、内容・使用感等のフィードバックを得て、本ポスターの最適化を図ることである。

## B. 研究方法

国内外の研究会・検討会、医学会、更には研修会や訓練等(表1)を通じて得られた **Personal Communication** を含む情報の中から、文献的裏付けの得られた事実を整理し、物性や毒性等、既存の各種化学剤に関するデータベースを更新するとともに、概要版を作成した。データベースとして未整理であったノビチョク、フェンタニル、リシンのデータベー

スを合わせて作成した。

データベースの基本骨格は表2に示す如くとし、概要には製造と使用の歴史を追加し、物性では、環境汚染の持続時間等一部未ファイルであった部分のデータを可能な限り、収集した。臨床現場で重要な中毒症状と治療については、概要と詳細に分類して整理した。

更に医療機関における神経剤・びらん剤の被災者への対応の基本を化学テロ被災者の症状と治療(A3)をポスターとして作成した。更に本ポスターをオリパラ会場近隣の災害拠点病院等109施設(東京都80、北海道1、宮城県1、福島県1、茨城県2、千葉県9、埼玉県5、神奈川県6、静岡県4)に配布し、内容・使用感等についてのWebアンケート(Googleフォームを使用)を実施した。アンケート内容は別添1を参照されたい。

## C. 研究結果

8類型25種類(①神経剤:サリン、ソマン、タブン、VX、②びらん剤:マス

タード、ルイサイト、ナイトロジェンマスタード、ホスゲンオキシム、③血液剤：シアン化水素、塩化シアン、ヒ化水素、④窒息剤：塩素、クロロピクリン、ホスゲン、ジホスゲン。⑤催涙剤：クロロアセトフェノン、オルトクロロベンジリデンマロノニトリル、ブロムベンジルシアニド、ジベンゾオキサゼピン、カプサイシン、⑥催吐剤：アダムサイト、⑦無力化剤：クヌクリジルベンザレート、⑧くしゃみ剤：ジフェニルシアンアルシン、ジフェニルクロロアルシン)の古典的化学剤と、フェンタニル、リシン、ノビチョコクのデータベースを作成した。

更新を行った後のデータベースを、巻末に収載する。ここでは、サリンとマスタードのデータベースについて、新たな追加内容と、まだ一部の専門家の間でしか認識されておらず、わが国では未だ訓練マニュアル等にも反映されていない内容を中心に、その概略を述べる。

表 2. データベースの基本骨格

1. 概要
2. 物性
3. 毒性、毒作用機序、体内動態
4. 中毒症状
5. 治療
6. 予後

概要には、データベースにこれまで未収載であった個々の化学剤の製造と使用の歴史を記載した。化学戦争と言われた第一次世界大戦とは異なり、第二次世界大戦では実戦に化学剤が大量に使用されることはなかったが、製造や事故の歴史はそれなりに、化学剤の特性の理解につながっている<sup>4,5)</sup>。

物性では、環境汚染の持続時間等、

一部未ファイルであった部分を可能な限り、補足した<sup>6,7)</sup>。高度な持続性をもつマスタードについては、各種の気象条件下において、汚染された地面との接触により被害を与えうる時間が記載された。これらのデータは遺棄化学剤の処理に際しても極めて重要と考えられる。

毒性については、今回、経気道(吸入)、経口、経皮、眼からの吸収等、あらゆる摂取経路の中毒量と致死量を記載し、急性曝露ガイドラインレベル(AEGL, Acute Exposure Guideline Level)を併記した。AEGLは、米国の危険物質の急性曝露ガイドラインレベルの開発に関する国家諮問委員会(National Advisory Committee for the Development of Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Substances: AEGL Committee)によって策定されたもので、公衆に対する閾値濃度(=その濃度以上で影響発現の可能性あり)であり、5つの曝露時間(10分、30分、1時間、4時間、8時間)のそれぞれに対し、想定される健康被害を以下の3段階のレベルに分類し、空气中濃度(ppmまたはmg/m<sup>3</sup>)で表したものである<sup>8,10)</sup>。

- ・AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値
- ・AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値
- ・AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

医療にとって最も必要な情報である中毒症状と治療については、概要と詳細に分け、発災時に時間を掛けずに対応でき

るように再整備した。サリンの治療では米軍の PAM とアトロピン、ジアゼパムによる対応を収載し、さらにドイツで PAM よりも、より有効とされるオビドキシムについても記載した<sup>11,27)</sup>。

特異的解毒剤のないマスタードでは、イラン・イラク戦争で使用された経緯もあり<sup>12)</sup>、皮膚、眼、呼吸器に対する広い意味での対症療法について、さまざまな研究、報告がある。報告のある全ての治療法、使用する薬剤名を網羅したが、マスタードの治療で最も強調されているのは、組織障害を起こす前に、迅速に除染することである。

サリンの除染の項には発災現場における消防の除染法として、水除染専用資機材の使用による除染と、乾的除染による応急除染に消防隊のシャワーカーテンによる除染<sup>14)</sup>と、反応性皮膚除染ローション(Reactive Skin Decontamination Lotion: RSDL)による拭い取り除染を追記した。医療機関における除染についても、やはり即応できる設置型の水除染システムが有用であるが、病院においても有用な RSDL による拭い取り除染を追記した<sup>3, 15, 27)</sup>。

米国の除染ガイドライン(PRISM: Primary Response Incident Scene Management)の最新版(2版)では、除染の必要性を判断するツールとして、ASPIRE (Algorithm Suggesting Proportionate Incident Response Engagement)が提唱されており、これによると、サリンでは曝露後 50 分以上経つと、除染を行う意義はないとされている。マスタードは 1,325 分となっており、曝露後 22 時間までは除染の必要がある<sup>16)</sup>。ただし、マスタードによる被災

者の予後は、マスタードに曝露してから除染するまでの時間に依存するので、できれば 10 分以内に除染すべきとされている。可能な限り早い除染が必要なことは他の化学剤も同様である。

サリンの予後については、松本サリン事件<sup>18)</sup>と地下鉄サリン事件からの報告<sup>9, 17)</sup>をまとめた。マスタード曝露後の予後は、イラン・イラク戦争でマスタードに曝露した退役軍人への 20 年間におよぶまとまった調査<sup>12)</sup>があり、これを要約して収載した。マスタード曝露では死亡率は低いが、より多くの被災者が長期間に渡って健康を害すると言う意味で、社会へのインパクトは大きい。

表 3 に、既存のデータベースから、不確実、不要な情報を削除し、必要な情報を加えて簡潔にまとめた成果物の収集整理項目を示す。結果として、サリンとマスタードのデータベースは他の化学剤のデータベースよりもかなり簡潔なものとなった。

医療機関向けポスターについては、基本的に化学テロでは徹底した対症療法と呼吸・循環の維持が重要であること、除染よりも治療を優先すべき状況は無呼吸を含む心肺停止、意識障害、痙攣、出血であること、除染についてはびらん剤は持続時間が前述のように極めて長いので、徹底した水除染をおこなうこと、逆に VX とびらん剤以外は、一時性化学剤(non-persistent chemicals)であり、化学剤被災者の多くは気体のみの曝露であることを強調した。また、神経剤とびらん剤については、臨床症状による重症度判定を各論として簡潔にまとめ、解毒剤の使用方法について記載した。NBC テロ発生時に拠点となる病院では、このポスターの情報のみで、おおよそ対応できる

ように工夫した。このポスターに対し、対象医療機関 109 施設の内、15 施設からアンケートの回答が得られたが、回収率が 13.8%と低く、正確な評価を行う事は困難であった。一方で、回答のあった全施設から医療従事者向け情報として配布するという回答が得られており、医療機関における化学テロ対応について、情報提供内容については一定の有用性が確認

された。一方で、内容が専門的すぎる、ポスターのサイズが小さすぎる（文字が小さくて見づらい）、内容が患者に対して威圧的である、などの意見が寄せられた。こうした意見から、医療機関について、ポスター以外の方法で簡潔に参照できる情報の提供を行う方策の検討が必要と考えられた。

表 3. サリンとマスタードの整理項目（データベース整理項目）

---

1. 概要

2. 物性

[構造式]、[分子量]、[比重]、[沸点]、[凝固点]、[蒸気圧]、[蒸気密度]、[揮発度]、[引火点]、[溶解性]、[反応性]、[環境汚染の持続時間]

3. 毒性、毒作用機序、体内動態

○毒性

[ヒト中毒量]：吸入ヒト最小中毒量、経口ヒト最小中毒量、吸入ヒト半数不能量  
マスタードについては眼や皮膚の最小中毒量、半数不能量も収載

[ヒト致死量]：吸入ヒト半数致死量、皮膚浸透ヒト最小致死量

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

○毒作用機序（中毒学的薬理作用）

○体内動態

[吸収]、[分布]、[代謝]、[排泄]

4. 中毒症状

[概要]：吸入暴露時、皮膚曝露時

[詳細]：神経症状、呼吸器症状、循環器症状、消化器症状、泌尿器症状、その他症状

5. 治療

[概要]：解毒の投与と呼吸循環機能の維持管理

[詳細]

①吸入の場合：除染、対症療法、特異的処置（アトロピン、PAM ヨウ化物、PAM 塩化物、オビドキシム塩化物、HI-6、Hagedorn oxime、butyrylcholinesterase）

②経皮の場合：除染

③眼に入った場合：除染、治療

6. 予後

---

#### D. 考察

世界各地で多数発生しているテロの種類を鑑みるに、通常の数傷病者対応の知識・方法に上乘せして、特殊災害の中でも、特に発生する可能性の高い化学テロへの対応体制について、最新の科学的知見に基づく見直しが重要である。この体制作りの基礎として、化学剤に関する近年の新たな科学的知見を集約したデータベースを作成した。今後、本知見をもとに、検知、個人防護、ゾーニング、除染、搬送、治療等について、見直しが実施されることが望まれる。また、医療機関として、その責務を果たすための設備や体制のあり方、役割分担と相互応援体制、医療や防災の計画のあり方についても再検討することも必要である。

(公財)日本中毒情報センターは、オウム事件を経験し、2000年のG8沖縄サミット<sup>19,20</sup>から、化学テロリズムに対する対策を策定するため、個々の化学剤の中毒データベースを整備するとともに、発災現場での対応と医療機関の対応のあり方を検討してきた<sup>1)</sup>。この経験は引き続いてG8北海道洞爺湖サミット<sup>21)</sup>、アジア太平洋経済協力(Asia Pacific Economic Cooperation:: APEC)会合、G7伊勢志摩サミットのテロ対策<sup>22,23)</sup>に活かされるとともに、整備したデータベースを基本として、2001年から化学災害研修、毒劇物テロ対策セミナーを5年間実施し、引き続いてさらにNBC災害・テロ対策研修を10年間行い、現在に至っている<sup>24,25)</sup>。

一方、国は、国民保護法に基づき、NBCテロ対処現地関係機関連携モデルを策定し、机上訓練を全国各地で頻繁に行いながら、同時に大規模な国民保護共同

実動訓練を行ってきた<sup>26)</sup>。

しかしながら、わが国の化学テロ対策は、化学テロ対応に必須とされる個人防護、検知、ゾーニング、除染への対応、換言すれば被害の拡大と二次被害の発生防止に重点をおいた対策である。一方、諸外国では頻発するテロへの対応に迫られて、救命に重点をおいた現場体制の構築へと変化しつつある。

一番の進歩は優れた検知機器の開発であり、化学テロにおいて発災早期に化学剤の特定が可能となった。化学テロでは、化学剤が作用し続けるホットゾーンからの救出・救助が、まさに時間との闘いとなる。この観点から、少しでも安全な場所に移動させるショートピックアップ方式が取り入れられているが、化学剤の確定と発災状況から、気体による被災か、液滴付着の可能性があるかの判断ができれば、ゾーニングや除染の考え方も根本的に変わる。

現場において、被災者の救出・救助、後は、一次トリアージにより除染の必要性や除染の種類が判断され、必要な応急処置が行われる。医療機関向けのポスターにまとめたDDABCの手順は現場においても病院においても採用されるものである。除染(D)よりも治療(ABC)が優先されるのは、無呼吸を含む心肺停止、意識障害、痙攣、出血である。サリンでは心停止に先立って呼吸停止を来すので、気道の確保と呼吸補助が早期に行われれば、心停止は免れ得る。しかしながら、化学テロによる被災者の救命救急処置を誰がいつから行うのか、わが国では定かではない。英国では、2005年より危険区域対応チーム(Hazardous Area Response Team: HART)を組織し、救急救

命士がホットゾーンで化学テロ対応医薬品を用いた救命救急活動を行う体制を整えている<sup>28)</sup>。我が国においても、多数の被害者の救命に重点を置くならば、汚染現場（ホットゾーン）の救護活動に従事する消防、警察などのNBC専門部隊において、自動注射器を用いた解毒剤の投与などを可能にすることが望まれる。

除染について、サリンとマスタードのデータベースでは、摂取経路別に除染の種類と適応を収録したが、最新の米国除染ガイドラインでは、各種化学剤の曝露後の除染必要時間が示されており、サリンでは曝露後50分、マスタードでは1,325分（22時間）以上経つと、除染を行う意義はないとされている<sup>16)</sup>。これは皮膚表面からのサリンとマスタードの拡散を考えた理論上の数値と考えられるが、どんな化学剤も可能な限り早い除染が必要であることは自明である。特にマスタードの皮膚障害は、曝露してから除染するまでの時間に依存するので、可能な限り10分以内に除染するべきとされている。一方、サリン曝露後50分以上経つと、除染を行う意義はないというのは、現場救護関係者にとっては驚きな内容である。わが国では、先着部隊の要請により、専門部隊が到着し、レベルA防護装備に身をかため、検知、ゾーニングをして、除染設備立ち上げて、救出救助にかかり、さあ、除染しようとなった時に50分経過していれば、もはや除染の必要は無いということになる。

50分は、専用の水除染設備を発災現場で立ち上げるという前提では微妙な時間である。とくに救命処置を必要とする重症患者に救出・救助に引き続いて除染を行うためには、神経剤とびらん剤専用開発された反応性皮膚除染ローション

（RSDL）が有用で、その必要性がさらに高まったと言える。医療機関における除染においても、患者来院時に即応できる設置型水除染システムもしくはRSDLによる拭き取り除染が推奨されるべきであると言えよう。

被災者の救出・救助、特に発災現場から自力脱出できない重症被災者の救命を最優先すべきことは当然であるが、東京地下鉄サリン事件で多くの二次被害者を出した反省から、我が国の多くのマニュアルや訓練シナリオは、二次被害防止に軸足が置かれている。二次被害は発生させるべきではないが、化学剤の確定後の対応は、未確定時の対応に比べ、より安全に対応が可能となる。化学剤の確定が発災早期に行われ、救出救助に重点をおいた訓練マニュアルの策定とその実施検証がより多くの被害者の救命につながる。

医療界と現地関係機関、さらには行政との間の実行可能な連携とともに、国民から専門家まで一致した危機管理概念が普及することが望まれる。

医療機関における化学テロ対応に関して、ポスターでの情報提供について一定の有用性が確認されたが、サイズ・デザイン等含めた課題も抽出された。今後は、今回整備された各種データベース含め、一般医療従事者が迅速かつ簡便にアクセス可能となる情報提供のあり方について、さらなる検討が必要と考えられた。

## E. 結論

わが国の化学テロ対策について、専門家の協力を得て、既存の化学災害・テロに関するデータベースを見直し、最新の科学的知見を収集・整理し、個別の化学

剤や毒性の高い産業毒性物質に関する基本的なデータベースを作成した。本データベースの整備で得られた基礎的知見を、目下の東京オリパラを含めた今後の化学災害・テロ対策に生かしていくことが望まれる。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

1) 吉岡敏治、奥村 徹、三瀬雅史：医療者の視点からの化学テロ対策の現状と課題、中毒研究、2019、32：19-29.

### 2. 学会発表

1) 奥村徹、遠藤容子、吉岡敏治他：提唱 Chemical APGAR score 「除染よりも処置を優先すべき被災者」を見つけ出せ(会議録) 日本救急医学会雑誌 29 卷 10 号 402, 2018.

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## 参考文献

- 1) (公財) 日本中毒情報センター 会員ホームページ、化学兵器等中毒対策データベース
- 2) 日本経済新聞. 北朝鮮ミサイル「サリン弾頭可能」安倍首相. 2017/4/13  
[https://www.nikkei.com/article/DGXLASFS13H16\\_T10C17A4EAF000/](https://www.nikkei.com/article/DGXLASFS13H16_T10C17A4EAF000/)  
(最終閲覧日 2019/5/24)
- 3) 平成 29 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(厚生労働科学特別研究事

業)「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」 研究代表者：小井土雄一、分担研究報告書「化学災害・化学テロ対応に関する資料の収集と新たなテロ対策の構築について」(研究分担者：吉岡敏治)

- 4) 脇本直樹、太尾田正彦：防衛衛生. 1995; 42: 507-516.
- 5) Tu, AT：化学兵器の毒作用と治療. 日救医学会誌. 1997; 8: 91-102.
- 6) US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases：Medical Aspect of chemical and Biological Warfare,1997
- 7) HSDB (Hazardous Substance Data Bank), 1994
- 8) EPA. Acute Exposure Guideline Levels for Airborne Agents. Agent GB (Sarin).  
<https://www.epa.gov/aegl/agent-gb-sarin-results-aegl-program> (cited:2019-03-2090320)
- 9) Okumura T, Takasu N, Ishimatsu S, Miyanoki S, Mitsuhashi A, Kumada K, Tanaka K, Hinohara S. Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack. *Ann Emerg Med.* 1996; 28: 129-35.
- 10) 国立医薬品食品衛生研究所：サリン. 急性曝露ガイドライン濃度(AEGL).  
[http://www.nihs.go.jp/hse/chem-info/aegl/agj/ag\\_Agent\\_GB\(Sarin\).pdf](http://www.nihs.go.jp/hse/chem-info/aegl/agj/ag_Agent_GB(Sarin).pdf)
- 11) (公財) 日本中毒情報センター 会員ホームページ、化学テロ・化学災害対応体制
- 12) Balali-Mood M, Hefazi M, Mahmoudi M, et al: Long-term complications of sulfur mustard poisoning in severely intoxicated Iranian veterans. *Fundam Clin Pharmacol.* 2005; 19: 713-721.

- 13) 吉岡敏治、化学テロ対策の現状と課題：化学テロから人命を守るために。自治体危機管理研究。2017; 19: 49-65.
- 14) Primary Response Incident Scene Management (PRISM): Volume 1: Strategic Guidance
- 15) Reactive Skin Decontamination Lotion (RSDL) - Medical Countermeasures Database, US department of Health & Human Services
- 16) Primary Response Incident Scene Management (PRISM): Volume 2: ASPIRE (Algorithm Suggesting Proportionate Incident Response Engagement)
- 17) Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, Hinohara S. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 2: Hospital response. *Acad Emerg Med.* 1998; 5:618-24.
- 18) 松本市地域包括医療協議会、有毒ガス対策特別委員会より入手資料
- 19) 平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金化学物質リスク研究事業「化学物質リスク評価におけるヒトデータの利用に関する研究」研究代表者 杉本侃
- 20) 吉岡敏治、池内尚司、石沢淳子、辻川明子、遠藤容子、黒木由美子；沖縄サミットの救急医療体制、化学物質による中毒を含むテロ対策について。救急医療ジャーナル。2000; 8:17-20.
- 21) 吉岡敏治、嶋津岳士、黒木由美子、荒木浩之、飯田薫：【北海道洞爺湖サミット】北海道洞爺湖サミット 2008 における NBC 災害・テロ対策 化学兵器対策を中心に。日本集団災害医学会誌 2008; 13: 163-171.
- 22) 平成 27 年度厚生労働科学研究費補助金(厚生労働科学特別研究事業)「平成 28 年主要国首脳会議 (G8) ) に向けての救急・災害医療体制の構築に関する研究」研究代表者：行岡哲男、分担研究報告書「NBC テロ対応における医療体制整備に関する研究」(研究分担者：吉岡 敏治)
- 23) 水谷太郎、黒木由美子、飯田薫、三瀬雅史、郡山一明、井上貴昭：伊勢志摩サミット 2016 における化学テロ対策の経験と今後の課題。保健医療科学。2016; 65: 561-568.
- 24) (公財) 日本中毒情報センター 会員ホームページ、毒劇物テロ対策セミナー資料
- 25) 発行責任者 吉岡敏治、「平成 29 年度第 2 回 NBC 災害・テロ対策研修」テキストブック、公益財団法人 日本中毒情報センター、平成 29 年 11 月 16 日発行
- 26) 内閣官房 国民保護ポータルサイト、訓練の記録映像
- 27) 吉岡敏治、奥村徹、三瀬雅史：医療者の視点からの化学テロ対策の現状と課題、中毒研究、2019、32:19-29
- 28) Hazardous Area Response Team (HART) :North West Ambulance Service,NHS.  
[http://www.nwas.nhs.uk/our-services/managing-major-incidents/hazardous-area-response-team-\(hart\)/](http://www.nwas.nhs.uk/our-services/managing-major-incidents/hazardous-area-response-team-(hart)/)



## 化学剤データベース

I.	神経剤	1
1.	サリン (GB)	1
2.	ソマン (GD)	11
3.	タブン (GA)	14
4.	VX	17
II.	びらん剤	26
1.	マスタード (H, 精製マスタード: HD)	26
2.	ルイサイト (L)	36
3.	ナイトロジェンマスタード (HN-1, HN-2, HN-3)	42
4.	ホスゲンオキシム (CX)	51
III.	血液剤	55
1.	シアン化水素 (AC)	55
2.	塩化シアン (CK)	65
3.	ヒ化水素 (SA)	68
IV.	窒息剤	73
1.	塩素 (Cl <sub>2</sub> )	73
2.	クロルピクリン (PS)	79
3.	ホスゲン (CG)	85
4.	ジホスゲン (DP)	92
V.	催涙剤	94
1.	クロロアセトフェノン (CN)	94
2.	オルトクロロベンジリデンマロノニトリル (CS)	100
3.	ブロムベンジルシアニド (CA)	105
4.	ジベンゾオキサゼピン (CR)	108
5.	カプサイシン (OC)	111
VI.	催吐剤	116
1.	アダムサイト (DM)	116
VII.	無力化剤	120
1.	キヌクリジルベンザレート (BZ)	120
VIII.	くしゃみ剤	125
1.	ジフェニルシアノアルシン (DC)	125
2.	ジフェニルクロロアルシン (DA)	128
IX.	新興化学剤	131
1.	フェンタニル	131
2.	リシン (WA)	136
3.	ノビチョコク	138

# I. 神経剤

## 1. サリン (GB)

### 概要

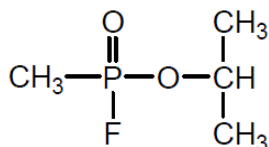
サリンは、1902年ドイツで神経剤の毒ガスとして開発された有機リン化合物である。アセチルコリンエステラーゼ(以下 AChE)の作用を阻害して、神経終末での神経伝達物質であるアセチルコリンの分解を阻害するため、アセチルコリンの過剰刺激様症状(ムスカリン様作用、ニコチン様作用、中枢神経症状)が現れる。特異的な解毒薬として硫酸アトロピンや、パム(以下、PAM)などのオキシム剤が知られる。「サリン」の名称は、ナチスでサリン開発に携わったシュラーダー (Gerhard Schrader)、アンブローズ (Otto Ambros)、リッター (Gerhard Ritter)、フォン・デア・リンデ (Hans-Jürgen von der Linde) の名前から取られた。第一次世界大戦中マスタードガスで負傷したヒトラーは毒ガス使用には消極的で、ドイツ軍はサリンを実戦に使用しなかった。また、同盟国の日本に対してもサリンの製造技術は提供されなかった。1988年、イラン・イラク戦争時、ハラブジャ事件が発生、イラク軍がイラン軍および自国のクルド人に対し毒ガス攻撃を実施、サリンも使用したとされる。1993年にはオウム真理教が合成に成功。サリンを用いて、池田大作サリン襲撃未遂事件、滝本太郎弁護士サリン襲撃事件、松本サリン事件、地下鉄サリン事件を起こした。シリア内戦では、2013年にシリアの首都ダマスカス近郊にあるグータに、サリンを搭載したロケットが打ち込まれ死傷者が出た(グータ化学攻撃)。2017年4月にはアサド政権が反政府勢力に対しサリンを使用したとされる(カーン・シェイクン化学兵器攻撃)。国際的には、ジュネーヴ議定書(正式名称; 窒息性ガス、毒性ガスまたはこれらに類するガスおよび細菌学的手段の戦争における使用の禁止に関する議定書)が1925年にジュネーヴで作成され(1928年発効)、サリンの戦争における使用が禁止され、日本も1970年に批准した。日本国内ではオウム真理教による両サリン事件を受けて、サリン等による人身被害の防止に関する法律(平成7年4月21日法律第78号)が施行され、所持や生産などが禁止されている。その後、国際的に化学兵器禁止条約 (Chemical Weapons Convention、CWC) が、1993年に署名され(1997年発効)、戦時の使用のみならず、化学兵器の開発、生産、貯蔵も禁止されることとなった。

特性として、強い AChE 阻害作用を有する。無色、無臭の液体で神経剤の中では最も気化しやすい。非常に作用が速く、吸入曝露、皮膚曝露、経口摂取によって、全身症状を呈する。酸または酸性溶液と接触すると、フッ化水素を遊離する。また、加熱すると刺激性のフェーム(フッ化物、リンの酸化物)を遊離し、肺水腫を引き起こす。下記の症状の右へ行くほど重症である。縮瞳→鼻汁→気管支痙攣→分泌亢進→呼吸障害→痙攣→呼吸停止。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。

## 1. 物性

純粋なものは、常温では無色無臭の液体で、揮発しやすい。

[構造式]



[分子量] 140.09

[比重] 1.0887g/mL (25°C)

[沸点] 147°C

[凝固点] -57°C

[蒸気圧] 0.38657 kPa (≒2.9 mmHg) (25°C)

[相対蒸気密度] 4.86 (空気=1)

[揮発度] 22,000mg/m<sup>3</sup> (25°C)

[引火点] 可燃性でない。

[溶解性] 水 1L に 1×10<sup>6</sup>mg が溶解する (25°C)

(参考) 神経剤は一般に水溶性は中程度で、脂溶性が高い。

[反応性]

水中で加水分解を受けるが、その速度は pH と温度に影響される。

酸または酸性溶液に接触すると、フッ化水素を遊離する。

加熱すると分解し、フッ化物やリンの酸化物である刺激性のフェームを遊離する。

[環境汚染の持続時間]

サリンは直ちに蒸発するので、環境では非持続性である。

地面汚染によって予想される有害作用の持続時間は以下の通りである。

気温 10°C、雨の降っている中程度の風のある日 ; 1/4~1 時間

気温 15°C、晴れで、微風のある日 ; 1/4~4 時間

気温-10°C、晴れで、風がなく、雪が降っている日 ; 1~2 日

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

強い AChE 阻害作用を有する。無色、無臭の液体で神経剤の中では最も気化しやすい。非常に作用が速く、吸入曝露、皮膚曝露、経口摂取によって、全身症状を呈する。酸または酸性溶液と接触すると、フッ化水素を遊離する。また、加熱すると刺激性のフェーム(フッ化物、リンの酸化物)を遊離し、肺水腫を引き起こす。

[ヒト中毒量]

吸入ヒト最小中毒量 : (ガス) 1×10<sup>-4</sup>mg・分/m<sup>3</sup>

半数不能量 : 75mg・分/m<sup>3</sup> (非運動時)

経口ヒト最小中毒量：2 μg/kg

[ヒト致死量]

吸入ヒト半数致死量(LC<sub>50</sub>)：100mg・分/m<sup>3</sup>

経皮ヒト最小致死量：0.01mg/kg

皮膚へ少量滴下しただけで死亡する。

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	神経剤 GB (サリン) 107-44-8				
	ppm [mg/m <sup>3</sup> ]				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.0012 [0.0069]	0.00068 [0.0040]	0.00048 [0.0028]	0.00024 [0.0014]	0.00017 [0.0010]
AEGL 2 (障害レベル)	0.015 [0.087]	0.0085 [0.050]	0.0060 [0.035]	0.0029 [0.017]	0.0022 [0.013]
AEGL 3 (致死レベル)	0.064 [0.38]	0.032 [0.19]	0.022 [0.13]	0.012 [0.070]	0.0087 [0.051]

AEGL 1 (不快レベル)：不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル)：避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル)：生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

## 中毒作用機序

AChE と結合し、自律神経節、中枢神経系、神経筋接合部にアセチルコリンを蓄積させ、中毒症状を引き起こす。

・AChE 阻害作用：

AChE の活性部位に結合し、酵素を阻害する。

サリン、タブンはソマンに比べて AChE 阻害作用は弱い (マウス)。

エイジング半減期：サリン；約 5 時間

ソマン；約 2 分

タブン；40 時間以上

VX；40 時間以上

・サリンは酸または酸性溶液と接触するとフッ化水素を発生し、フッ化水素中毒を引き起こす可能性がある。

## 体内動態

[吸収]

吸入、皮膚、結膜、消化管から吸収される。

[分布]

マウスに 80 μg 注入後、脳、肝臓、腎臓、血漿中にサリンが検出される。

#### [排泄]

マウスの実験では、大部分が腎臓から排泄される。15分後の脳、肝臓、血漿、腎臓におけるサリンの濃度は、初期の濃度の85%程度に減少。

### 3. 中毒症状

#### [概要]

- ・極めて作用が速く、吸入曝露、皮膚曝露、経口摂取によって、全身症状を呈する。皮膚曝露の場合、症状発現が10時間以上遅れることがある。ときに眼の曝露によっても全身症状を呈する。
- ・有機リン剤中毒と同様の症状を示し、縮瞳はほぼ必発。  
縮瞳、視覚障害（眼前暗黒感、視野のぼやけ）、倦怠、脱力、悪心、腹痛、下痢、筋攣縮、発汗、鼻汁過多、流涙、流涎、気道内分泌物過多、気管支攣縮、呼吸困難、意識消失、痙攣、弛緩性麻痺、尿失禁、無呼吸。
- ・吸入曝露時：低濃度の吸入曝露で、数分間に、縮瞳、視覚障害、鼻汁過多、呼吸困難を来す。  
高濃度の蒸気では1～2分で意識を消失し、その後、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を来す。縮瞳、流涙、流涎、鼻汁過多。気道内分泌物過多もあり、発汗、筋線維束性攣縮、尿失禁などがおこる
- ・皮膚曝露時：少量の場合、症状発現までに通常数時間以上を要する。曝露部位のみ、筋線維束性攣縮、発汗を認めることがある。多量では嘔気、嘔吐、下痢などの消化器症状、全身発汗、倦怠感がみられる。極めて大量または致死量に近い量では、10～30分の無症状期のあとに突然、意識消失、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を起こす。
- ・サリンにより報告されている症状  
下記症状の右へ行くほど重症。  
縮瞳→鼻汁→気管支痙攣→分泌亢進→呼吸障害→痙攣→呼吸停止
- ・一般的に眼症状のみのものは軽症、呼吸障害や痙攣、呼吸停止を来たしたものは重症とされる。それ以外は、中等症である。

#### 診断

消防や警察の検知と臨床症状に矛盾がないことの確認が必要である。

身体に付着した残存薬剤の分析、鼻汁や血液中のメチルホスホン酸モノイソプロピルの検出は診断につながるが、通常は神経剤中毒に特異的な診断法はない。現実的には縮瞳、分泌亢進、筋肉の痙攣・虚脱等の臨床症状と血中コリンエステラーゼ値の低下が有機リン系化合物中毒を推定する根拠となる。

#### [詳細]

##### (1) 神経症状

- ①ムスカリン様症状：縮瞳、気管分泌物過多、鼻汁、流涙、尿失禁、腹痛、嘔吐、徐脈、気管支痙攣、流涎、発汗、下痢、血圧低下
- ②ニコチン様症状：筋肉の痙攣・硬直、循環虚脱

頻脈、血圧上昇、攣縮、呼吸麻痺

③中枢神経症状：不安、興奮、不眠、悪夢等

中枢神経系抑制、混乱、せん妄、頭痛、昏睡、痙攣

(2)呼吸器系症状

咳、くしゃみ、呼吸困難、胸部圧迫感、喘鳴、頻呼吸、気道内分泌物過多、肺水腫、重症例は呼吸障害、呼吸停止

(3)循環器系症状

心電図異常：56人中42.9%に比較的軽微な心電図異常がみられた。

(内訳)不整脈40.7%(洞頻脈、洞徐脈、1度房室ブロック、完全右脚ブロック、左軸偏位、右軸偏位)

心筋障害40.7%(左室肥大、右室肥大疑い、非特異的T波変化、左房負荷)

その他18.5%(QT間隔短縮、時計方向回転、肢誘導低電位)

重症例は心停止

(4)消化器系症状

嘔気、嘔吐、下痢、便失禁

(5)泌尿器系症状

頻尿、尿失禁

(6)その他

\*眼：縮瞳、眼痛、複視、眼前暗黒感、流涙

自覚症状；目の前が暗い、見えにくい、視野が狭い、近くを見ると目が痛い、眼痛、見ようとしても集中力がない、異物感

他覚症状；縮瞳、視力低下、充血(毛様充血が主体、結膜充血)、視野狭窄、びまん性表層角膜症、ERGの変化(a波の遅延と反応の低下、b波の増強)、調節力の変化、眼瞼痙攣

\*耳鼻咽喉頭症状：くしゃみ、鼻汁、唾液過多、喉頭痛

\*皮膚：発汗

\*妊娠時の作用：4例の妊娠女性が視野狭窄、頭痛、嘔気、嘔吐を主訴として入院したが、アトロピン投与により2日間で退院している。曝露時妊娠36週目の女性は23日後に無事出産した。

\*検査所見：血漿・赤血球ChE値の低下

全身症状(嘔吐、下痢、呼吸器症状。筋繊維束性攣縮)が出現する大量曝露があった場合、赤血球中AChE活性は通常、正常値の30%以下である。

血液や尿の検体や患者に残された爆弾の破片等異物、除染廃液等は、確定診断のみならず捜査上も重要であるので、余裕がある限り、検体の確保と保存に努める。

[予後]

・松本サリン事件の報告書によると、重症者では痙攣波等の脳波異常、不整脈等が比較的長期間(1~2ヵ月程度)遷延したが、後遺症として残存したことは確認されてい

ない。いわゆる遅発性末梢神経障害は、松本では他覚的には確認できなかった(神経伝導速度等の検査でも明かな異常はなかった)が、自覚的なしびれを3ヵ月程度訴えた患者が10%弱存在した。

- ・東京地下鉄サリン事件の入院患者110人中、重症例5例(来院時、心肺停止状態3例、意識障害・痙攣・呼吸停止2例)のうち、2例が死亡した他は一週間以内で軽快退院した。重症例、軽症例ともに症状の再燃や Intermediate syndrome 等を疑わせる所見はなかった。
- ・集中力がないなどの不定愁訴的訴えが多く、不穏・不安は入院中患者の12%程度に見られたが、退院時には18%に増加していた。悪夢、不眠、フラッシュバック(出来事を再体験する)、抑うつ傾向等、心的外傷後ストレス障害(PTSD)の発症と思われる症例もあった。更に頭痛、腹痛、肩や手の痛み等身体的症状が続く例は精神科外来で対応した。
- ・米国では湾岸戦争症候群の原因のひとつとして、低レベルの神経剤曝露が疑われているが、結論は出ていない。
- ・サリン曝露者の海馬の体積が有意に減っていたという報告もある。
- ・サリン事件被害者の会が独自に行った調査によると、精神的、身体的な影響が残っているとの予備調査の結果も出ているが、国家規模での後遺症の調査は事件発生10年後の警察庁のアンケート調査以来、行われていない。国際的にも長期影響の被害調査が求められている。

## 4. 治療

### [概要]

- ・軽症にはアトロピンのみ投与、中等症にはアトロピンとPAMを投与、重症にはアトロピンとPAM、ジアゼパムを投与する。
- ・アトロピンはムスカリン様症状のコントロールには有効である。ジアゼパムは中枢神経症状の制御に対症的に使用できる。
- ・PAMはサリンとVXにはよく効き、タブンとソマンに対しての効果は落ちるとされる。PAMは血液脳関門を通過できないため、中枢神経症状は改善できない。
- ・呼吸循環機能の維持管理：
  - 死亡原因は呼吸不全(中枢抑制、呼吸筋麻痺、気管支痙攣や分泌物による閉塞等により起こる)であり、呼吸管理が重要である。
  - ミダゾラムもしくはプロポフォールを麻酔導入剤として使用する。人工呼吸が必要で、筋弛緩剤が必要な時には、神経筋遮断剤スキサメトニウム(サクシニルコリン)の使用は、コリンエステラーゼ阻害剤によってスキサメトニウムの分解が阻害され、呼吸筋麻痺を遷延させるので避ける。十分な補液を行う。
- ・観察期間：
  - 吸入曝露では症状発現は早く、ほとんどの場合、医療機関到着時までには重篤化する。
  - 縮瞳以外の症状がすべて消失するまで、入院・経過観察を行う。

縮瞳はまれに数週間持続することがある。

皮膚曝露の場合、症状発現までにはときに10時間以上かかるので、少なくとも10時間は経過観察する。

#### [詳細]

##### \*吸入の場合

全身症状が出現していないか注意深く観察する。

呼吸不全を来していないかのチェックとその対応を行う。

##### (1) 基本的治療

A. 除染：新鮮な空気下に避難させる。

医療者は二次汚染を避けるために个人防护装備を着用する。

吐物は密閉容器に入れて燃るべき方法で処分する。

汚染された衣類は除去し、有害廃棄物として処理する。

曝露された皮膚、眼は、水で洗浄する。

- ・以前は次亜塩素酸塩 100～500ppm (0.01～0.05%) 液を使用した除染が推奨されていたが、濃度調整の際のミスが起きうることや皮膚が荒れる（生体の防御としての皮膚バリアの破綻を意味する）ため、最近では推奨されない。
- ・露出部の皮膚や毛髪はRSDL® (Reactive Skin Decontamination Lotion) でぬぐい取り除染を行う。

B. 呼吸不全を来していないかチェック。

C. 全身症状が出現しないか注意深く観察する。

##### (2) 対症療法

A. 酸素投与：気道確保、酸素投与、人工呼吸等を一般の救命処置に準じて行う。

B. 痙攣対応：ジアゼパム等の抗痙攣薬によりコントロールする。

難治性、再発性の場合、フェノバルビタールまたはフェニトイン等の抗痙攣剤を使用する。

注意：ジアゼパム製剤のうち、効能・効果に「有機リン中毒における痙攣の抑制」がある製剤は、2018年3月現在、以下のとおり（他のジアゼパム製剤は適応外使用となる点に注意）。

- ・ホリゾン<sup>®</sup>注射液 10 mg（丸石製薬）
- ・ジアゼパム注射液 10 mg「タイヨー」（武田テバファーマ）

ジアゼパムは、痙攣を発症した例のみに使い、痙攣のない症例には使わない。

C. 肺水腫の監視：24～72時間後に肺水腫が出現することがある。

動脈血ガスをモニターするなど呼吸不全の発生に留意する。

D. 気管支攣縮：アトロピン投与で不十分であれば、交感神経刺激薬やテオフィリン等の気管支拡張薬を使用する。

E. 不整脈治療：心電図モニター、一般的な不整脈治療を行う。

F. 縮瞳のみの症例への対応：トロピカミド・塩酸フェニレフリン(ミドリン<sup>®</sup> P点眼液)、塩酸シクロペントラート(サイプレジン<sup>®</sup> 1%点眼液)を点眼。または治療を必要としない。アトロピン点眼も良いが、効果が長く、コントロールがつきにく



い。

- G. 禁忌薬剤：スキサメトニウム(サクシニルコリン)、その他コリン作働薬  
神経筋遮断剤スキサメトニウム(サクシニルコリン)の使用はコリンエステラーゼ阻害薬によってスキサメトニウムの分解が阻害され、呼吸筋麻痺を遷延させるのでさける。

(3) 特異的処置 (解毒剤・拮抗剤投与の詳細)

- A. 硫酸アトロピン：主に神経剤のムスカリン様作用の治療に有効で、ニコチン様作用(筋・横隔膜の脱力、筋線維束攣縮、昏睡、痙攣等)には効果が無い。

初回投与量

成人：軽症～中等症では 2mg(4 管) を筋注または静注、  
重症では 6mg(12 管) を筋注。

小児：0.02～0.08mg/kg を筋注または静注

追加投与：5～10 分で効果が得られない場合、2mg を再投与。

脈拍数 70/分以上を維持量の基準とする。

脈拍は他の要因の影響をうけるので、神経剤中毒のアトロピン療法の指標には、流涎の消失、皮膚の乾燥、気道内分泌物の低下を用いるべきとの考えもある。

(参考) 米軍使用の自動注射製剤 AtroPen<sup>(R)</sup> はアトロピン 2mg/本含有

米国では、アトロピンの中枢神経系への効果が薄いため、より中枢神経系への作用が強く、神経剤による痙攣の予防が期待でき、ムスカリン作用を抑制する、スコポラミンをアトロピンと併用することも推奨されている。

- B. オキシム剤投与：重篤なニコチン様作用あるいは中枢神経作用に対して用いる。

1) PAM ヨウ化物：

可能な限り早期に投与する。眼症状、鼻汁のみの軽症例には投与の適応はない。広く有機リン中毒の治療薬として使用されているが、用法・用量に関しては、様々な議論があり、合意形成には至っていない。PAM 自体に ChE 阻害作用があるので、必ず、アトロピンを併用する。

① パム静注 500 mg<大日本住友製薬>の添付文書にある用法・用量

PAM ヨウ化物として、通常成人 1 回 1g を静脈内に徐々に注射する。

なお、年齢、症状により適宜増減する。

インタビューフォームには次の用法・用量が参考として掲載されている。

初回投与：1～2g (小児では 20～40mg/kg) を生食 100mL に溶解し、15～30 分間かけて点滴静注または 5 分間かけて徐々に静注する。パム投与初期には呼吸管理を十分に行う。

継続投与：投与後 1 時間経過しても十分な効果が得られない場合、再び初回と同様の投与を行う。それでも筋力低下が残る時は、慎重に追加投与を行う。0.5g/hr の点滴静注により 1 日 12g まで投与可能。

## 2) PAM 塩化物 :

米軍ではアトロピン(2mg)、PAM 塩化物(600mg)の自動注射器を各自 3 本携帯させ、自己治療・戦友治療に同時使用(筋注)させている。加えて痙攣に対してジアゼパム(10mg)自動注射器 1 本を携帯させている。現在ではさらに 600mg の PAM と 2.1mg のアトロピンを一回同時投与できる製剤(DuoDote®)に置き換わっている。

## 3) オビドキシム塩化物 :

オビドキシム塩化物(OBIDOXIME DICHLORIDE)は PAM より低毒性で代替薬として有効であるが、臨床経験が少ない。サリン、VX、タブンに有効性が高く、ソマンには有効性が低いとされている。しかし、欧州特にドイツでは、PAM よりも有効であるとされている。低用量の投与の場合は、容易に血液脳関門を通過しない。静注による高用量の投与の場合は、血中濃度のピークに達し、また血液脳関門を通過する。250mg 静注し、その後時間当たり 30mg を持続投与する。

## 4) その他のオキシム剤 :

HI-6 ; オキシム剤として、曝露後治療薬及び予防薬としても最も有望視されている。ただし、タブンやソマンには有効性が低いとされる。

サリン、VX に優れた AChE 賦活作用を有する。

カナダ軍では、2010 年アトロピンと HI-6(2 塩化物)、あるいは HI-6(DMS)の自動注射器を導入しているが、わが国では入手できない。

Hagedorn oxime (HLö-7);最新のオキシム剤。犬や猿の動物実験では、より広い範囲の神経剤に有効であるとされるが、ヒトデータは不足している。

## 5) butyrylcholinesterase

10 年ほど前から、ヤギにヒト butyrylcholinesterase の遺伝子を導入して乳汁中にヒト butyrylcholinesterase を大量生産し、経静脈投与する技術が開発され、有望視されている。

## \* 経皮の場合

### (1) 基本的処置

A. 除染 : 医療者は二次汚染を避けるために個人防護装備を着用する。

吐物は密閉容器に入れて注意深く廃棄する。

汚染された衣類は除去し、有害廃棄物として処理する。

液滴汚染部位や露出部は、石鹼と大量の水で洗浄する。

以前は次亜塩素酸塩 100~500ppm (0.01~0.05%) 液を使用した除染が推奨されていたが、濃度調整の際のミスが起きうることや皮膚が荒れる(生体の防御としての皮膚バリアの破綻を意味する)ため、最近では勧められない。

露出部の皮膚や毛髪は RSDL® (Reactive Skin Decontamination Lotion) でぬぐい取り除染も有効である。

B. 症状のある患者はすべての症状が改善するまで経過観察する。

### (2) 対症療法

痙攣対応、肺水腫の治療、必要ならば、吸入の場合に準じて治療する。

(3) 特異的処置

アトロピン、PAM 等オキシム剤投与、吸入の場合に準じて治療する。

\* 眼に入った場合

(1) 基本的処置

A. 除染：大量の微温湯または生理食塩液で 15～30 分洗眼する。

洗淨後に疼痛、腫脹、流涙、羞明等の症状が残る場合、眼科的診察が必要である。

B. 眼に入って全身症状が出現することがあるので、注意深く観察する。

(2) 対症療法

A. 縮瞳：眼への直接曝露による縮瞳は、全身投与のアトロピンに反応しない。

・眼痛(毛様痛)を伴う場合、散瞳薬の点眼が有効<sup>1)</sup>。

トロピカミド・塩酸フェニレフリン(ミドリン® P 点眼液)を点眼、または塩酸シクロペントラート(サイプレジン® 1%点眼液)を点眼する。

(アトロピン点眼も良いが、効果が長く、コントロールがつきにくい。)

・殆どは眼への治療は必要としない、

痛みや暗さ等を訴えなければ、対光反応が戻るまで経過観察を行う。

B. 充血：毛様充血—トロピカミド・塩酸フェニレフリン(ミドリン® P 点眼液)点眼

結膜充血—0.02%フルオロメトロン(フルメトロン® 点眼液 0.02%)点眼 16)

C. びまん性表層角膜症：抗生剤眼軟膏、1%コンドロイチン硫酸エステルナトリウム(コンドロン® 点眼液 1%)点眼

D. その他：必要ならば、吸入の場合に準じて治療する。

\* 経口の場合

(1) 基本的処置

A. 催吐：禁忌

B. 胃洗淨：気道確保、痙攣対策を行った上で実施する。

C. 活性炭・下剤投与

(2) 対症療法

痙攣対策、肺水腫の治療、必要ならば、吸入の場合に準じて治療する。

(3) 特異的処置

アトロピン、PAM 等のオキシム剤投与、吸入の場合に準じて治療する。

## 2.ソマン (GD)

### 概要

ソマンはサリン、タブン、VX と同じく神経剤に分類される化学剤である。その構造から、P-メチルホスホノフルオリド酸 ピナコリル、あるいは IUPAC 系統名として P-メチルホスホノフルオリド酸 1,2,2-トリメチルプロピル、と呼ぶこともできる。1944年にドイツの化学者、リヒャルト・クーンによって3番目のG剤として開発され、US codeでGDとも呼ばれる。最大の特徴は、結合したアセチルコリンエステラーゼ（以下AChE）が不可逆老化（エージング）する時間が数分と短く、治療薬のPAM使用を数分以内に行わなければならないことになるが、これは事実上不可能である。

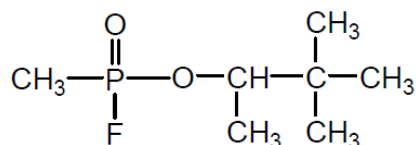
無色～茶色がかった液体で、速やかに蒸発する。わずかに果実臭、カンフル臭がある。非常に作用が速く、吸入曝露、皮膚曝露、経口摂取によって、全身症状を呈する。酸または酸性蒸気と接触すると、フッ化水素を遊離する。また、加熱すると刺激性のフェーム（フッ化物、リンの酸化物）を遊離し、肺水腫を引き起こす。以下の症状の右へ行くほど重症である。縮瞳→鼻汁→気管支痙攣→分泌亢進→呼吸障害→痙攣→呼吸停止。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない（レベルC防護装備が必要）。

### 1. 物性

無色液体、わずかな果実臭がある。可燃性あるも、爆発的には燃えない。

サリンに比べると沸点が高く、蒸気圧、揮発度がともに低く、蒸発しにくい。

[構造式]



[分子量] 182.19

[比重] 空気より重い

[沸点] 198℃

[凝固点] -42℃

[蒸気圧] 0.05332 kPa (≒0.40 mmHg)

[揮発度] 3900mg/m<sup>3</sup>(25℃)

[引火性] 可燃性

[溶解性] (参考)神経剤は一般に水溶性は中程度で、脂溶性が高い。

[反応性] 酸または酸性蒸気と接触するとフッ化水素を遊離する。加熱すると分解し、刺激性のある有毒フェーム（フッ化物；F<sup>-</sup>、リン酸化物；PO<sub>x</sub>）を発生する。

[環境汚染の持続時間]

VX以外の有機リン剤は環境中で比較的速く分解する

すべての有機リン剤エステルは水中で加水分解を受け、一般的に加水分解物

は親化合物よりも毒性が低い。

次亜塩素酸で分解されるが、分解時に塩化シアン (CNC1) を発生するので注意する。VX を除く神経剤は数時間で蒸発、分散するので、環境では通常、非持続性と考えられている。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

極めて速やかにコリンエステラーゼ阻害作用が発現する。

ソマン、サリン、タブン等の神経ガスは毒性が強く、実験動物には mg 以下の量で致死となる。ソマンは VX より毒性は低い、サリン、タブンより毒性は強く、1 滴で致死である。

皮膚、眼に対して浸透による強い作用を示す。

酸または酸性蒸気と接触すると、フッ化水素を遊離し、フッ化水素中毒を引き起こす可能性がある。

加熱すると分解し、刺激性のある有毒フェーム(フッ化物 ; F<sup>-</sup>、リン酸化物 ; PO<sub>x</sub>) を発生する。

#### [ヒト中毒量]

吸入ヒト最小中毒量 : (ガス)  $1 \times 10^{-5} \text{mg} \cdot \text{分}/\text{m}^3$

半数不能量 : タブン(約  $300 \text{mg} \cdot \text{分}/\text{m}^3$ ) とサリン ( $75 \text{mg} \cdot \text{分}/\text{m}^3$ ) の間

#### [ヒト致死量]

吸入ヒト半数致死量 (LC<sub>50</sub>) :  $35 \sim 50 \text{mg} \cdot \text{分}/\text{m}^3$

経皮ヒト推定半数致死量 (LD<sub>50</sub>) : (液体)  $100 \text{mg}/\text{人}$ 、 $350 \text{mg}/\text{人}$

経皮ヒト推定致死量 : (ガス)  $11000 \text{mg} \cdot \text{分}/\text{m}^3$

経皮ヒト半数致死量 (LD<sub>50</sub>) :  $5 \text{mg}/\text{kg}$  ( $350 \text{mg}/70 \text{kg}$ )

#### [急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	神経剤 GD (ソマン) 96-64-0				
	ppm [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]				
	10 分	30 分	60 分	4 時間	8 時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.00046 [0.0035]	0.00026 [0.0020]	0.00018 [0.0014]	0.000091 [0.00070]	0.000065 [0.00050]
AEGL 2 (障害レベル)	0.0057 [0.044]	0.0033 [0.025]	0.0022 [0.018]	0.0012 [0.0085]	0.00085 [0.0065]
AEGL 3 (致死レベル)	0.049 [0.38]	0.025 [0.19]	0.017 [0.13]	0.0091 [0.070]	0.0066 [0.051]

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

## 中毒作用機序

AChE と結合し、自律神経節、中枢神経系、神経筋接合部にアセチルコリンを蓄積させ、中毒症状を引き起こす。

### ・ AChE 阻害作用：

AChE の活性部位に結合し、酵素を阻害する。

ソマンはタブン、サリンに比べて AChE 阻害作用が最も強い。（マウス）

エージング半減期：ソマン；約 2 分

サリン；約 5 時間

タブン；40 時間以上、

VX；40 時間以上

- ・ ソマンは酸または酸性蒸気と接触するとフッ化水素を発生し、フッ化水素中毒を引き起こす可能性がある。

## 体内動態

### [吸収]

肺、皮膚、結膜から速やかに吸収される。

経口摂取時は消化管からも吸収される。

### [分布]

マウスに静注後、脳全体に均一に分布したが、視床下部がやや高濃度であった。

実験動物でソマンは明らかに体内に貯蔵され、たえず遊離されている。

肝における代謝速度は遅く、蓄積する。

### [排泄]

マウスに静注時、約 50% が 1 分以内に遊離の pinacolylmethylphosphonic acid となり、この代謝物の消失半減期は 1 時間以内であった。

## 3. 中毒症状

神経剤共通の症状を示す。

詳細はサリンの項を参照。

## 4. 治療

神経剤共通の治療方針となる。ただし、エージングが早いため、PAM などのオキシム剤はほとんど効果を期待できない。

詳細はサリンの項を参照。

### 3. タブン (GA)

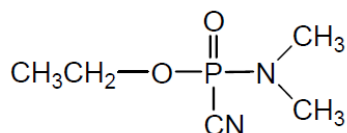
#### 概要

タブンはサリン、ソマンや VX と同じく神経剤に分類される化学剤である。1936 年にドイツで開発された神経ガス(nerve agent)で、第二世代(第一次世界大戦で製造・使用された毒ガスが第一世代)の毒ガスである。1938 年にサリン、1944 年にソマンがドイツで合成されたため、German gas の頭文字をとって G 剤と呼ばれ、開発順に GA、GB、GD というコードネーム US Code がつけられた。「タブン」という名称は、タブンがドイツ軍の正式兵器として採用される以前、Le-100 という名称で研究されていた際に、Le-100 の効果を検討する会議に出席したあるドイツ軍人がその毒性の強さに「これはタブーだ」とコメントしたことによる。イラン・イラク戦争で 1983 年にイランがはじめてタブンを使用した。強いアセチルコリンエステラーゼ(以下 AChE) 阻害作用を有する無色～茶色がかった液体または無色の蒸気で、わずかに果実臭がある。非常に作用が速く、吸入曝露、皮膚曝露、経口摂取によって、全身症状を呈する。水または酸と接触すると、シアン化水素を遊離する。漂白剤(さらし粉)によって分解し、塩化シアンを発生する。また、加熱するとシアンやリンの酸化物である刺激性のフェームを遊離し、肺水腫を引き起こす。臨床症状は重症の有機リン剤中毒に準じ、治療もそれと同様に硫酸アトロピンやプラリドキシム(以下 PAM)を投与する。以下の症状の右へ行くほど重症である。縮瞳→鼻汁→気管支痙攣→分泌亢進→呼吸障害→痙攣→呼吸停止。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベル C 防護装備が必要)。

#### 1. 物性

茶色がかった無色の液体で、蒸気は無色である。不純物が微量存在するとかすかな果実臭(ビターアーモンド様)がある(純粋なものは無臭、無色)。蒸気圧、揮発度がともに低く、蒸発しにくい。熱すると発生する蒸気は空気と混ざると爆発の可能性ある。同様に容器が熱せられると爆発の可能性ある。

[構造式]



[分子量] 162.12

[比重] 1.073 (空気より重い)

[沸点] 150℃で約 3 時間後に完全分解

[凝固点] -50℃

[蒸気圧] 0.009331 kPa (≒0.07 mmHg)

[相対蒸気密度] 5.63(空気=1)

[揮発度] 610mg/m<sup>3</sup>(25℃)

[溶解性] 水に溶け、速やかに加水分解する。

[反応性] 強酸、アルカリと速やかに反応して加水分解する。

水または酸と接触すると、シアン化水素を遊離する。

漂白剤(さらし粉)によって分解し、塩化シアンを発生する。

加熱すると分解し刺激性のある有毒フェーム( $PO_x$ 、 $CN^-$ 、 $NO_x$ )を発生する。

[環境汚染の持続時間]

タブンは水中または湿った土壌中では速やかに分解する。

水中半減期；25℃ 175分、20℃ 267分、15℃ 475分

99.9%分解されるのに要する時間は、海水中で45時間、蒸留水中で22時間  
VXを除く神経剤は数時間にわたって蒸発、分散するので、環境では通常、非持続性と考えられている。

タブンを土壌表面に適用する野外実験で、1.71時間で適用量の50%、4.66時間で90%が大気中に蒸発した。

大気中では蒸気相に存在し、水酸基ラジカルによって光で分解される。

大気中推定半減期；4.8時間

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

極めて速やかにAChE阻害作用が発現する。タブンはパラチオンより毒性が強い。吸入曝露時が特に毒性が強いが、経口摂取、経皮、眼に入った場合も吸収されて毒性を示す。皮膚に対してタブン蒸気は容易には浸透しないが、液体は非常に速やかに浸透する。水または酸と接触すると、シアン化水素を遊離する。漂白剤(さらし粉)によって分解し、塩化シアンを発生する。加熱すると分解し、刺激性のある有毒フェーム( $PO_x$ 、 $CN^-$ 、 $NO_x$ )を発生する。

[ヒト中毒量]

半数不能量：約300mg・分/ $m^3$  吸気(休息中)

視力消失：3.2mg・分/ $m^3$  吸気

[ヒト致死量]

吸入ヒト半数致死量(LC<sub>50</sub>): 150~400mg・分/ $m^3$

経皮ヒト推定半数致死量(LD<sub>50</sub>)：(液体)1000mg/人

経皮ヒト推定致死量：(ガス)20,000mg・分/ $m^3$ 、30,000mg・分/ $m^3$

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	神経剤 GA (タブン) 77-81-6				
	ppm [ $mg/m^3$ ]				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.0010 [0.0069]	0.00060 [0.0040]	0.00042 [0.0028]	0.00021 [0.0014]	0.00015 [0.0010]
AEGL 2 (障害レベル)	0.013 [0.087]	0.0075 [0.050]	0.0053 [0.035]	0.0026 [0.017]	0.0020 [0.013]



AEGL 3 (致死レベル)	0.11 [0.76]	0.057 [0.38]	0.039 [0.26]	0.021 [0.14]	0.015 [0.10]
-------------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

### 中毒作用機序

ChE と結合し、自律神経節、中枢神経系、神経筋接合部にアセチルコリンを蓄積させ、中毒症状を引き起こす。

・ AChE 阻害作用 :

AChE の活性部位に結合し、酵素を阻害する。

タブン、サリンはソマンに比べて AChE 阻害作用は弱い。(マウス)

エイジング半減期 : タブン ; 40 時間以上

(ソマン ; 約 2 分、サリン ; 約 5 時間、VX ; 40 時間以上)

・ タブンは水や酸と接触すると分解し、シアン化水素を、漂白剤に触れると塩化シアンを発生し、シアン化水素中毒、塩化シアン中毒を引き起こす可能性がある。

### 体内動態

[吸収]

肺、皮膚、結膜から速やかに吸収される。

経口摂取時は消化管からも吸収される。

[分布]

マウスに静注後、脳全体に均一に分布したが、視床下部がやや高濃度であった。

[代謝]

肝における代謝速度は遅く、蓄積する。

[排泄]

マウスに静注時、約 50% が 1 分以内に遊離の pinacolylmethylphosphonic acid となり、この代謝物の消失半減期は 1 時間以内であった。

### 3. 中毒症状

神経剤共通の症状を示す。

詳細はサリンの項を参照。

### 4. 治療

神経剤共通の治療方針となる。

詳細はサリンの項を参照。

## 4.VX

### 概要

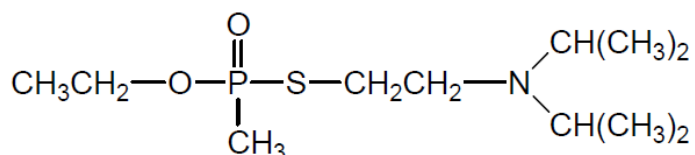
VXはサリン、タブン、ソマンと同じく、神経剤に分類される化学剤である。1952年にラナジット・ゴーシュ (Ranajit Ghosh) によってイギリスのポートンダウン (Porton Down) にある政府研究施設で開発された第三世代(第一次世界大戦で製造・使用された毒ガスが第一世代、1930～1940年代にドイツで開発されたタブン、サリン、ソマン等のG剤が第二世代の毒ガスである)の毒ガスである。米国では1959年にVXの工場がつけられ、1961年に生産開始、1969年に生産が中止されるまでに数万トンが生産されたといわれている。日本で1994～1995年にオウム真理教の犯行グループが個人のテロのためVXを使用した。最近では、2017年2月に金正男とされる人物が暗殺された手段がバイナリーのVXであるとされた。このほか、使用法としては、通常の砲弾、ロケット弾に充填して、航空機からエアロゾルの形で散布されたり、ミサイルの化学弾頭に詰められたりもする。粘度が高いため、溶剤(n-ヘキサン等)に溶かして散布することもある(オウム真理教の犯行グループは注射器に詰めて対個人的に使用した)。

強いアセチルコリンエステラーゼ (以下、AChE) 阻害作用を有し、神経剤の中で最も毒性が強い。無色～琥珀色、無臭の油状液体で、揮発しにくい。非常に作用が速く、特に皮膚曝露によって全身症状を呈する。他の神経剤よりも環境汚染が持続し、毒ガスとしての作用が長く持続する。臨床症状は重症の有機リン剤中毒に準じ、治療もそれと同様に硫酸アトロピン、プラリドキシム(以下 PAM)を投与する。下記の症状の右へ行くほど重症であるとされる。縮瞳→鼻汁→気管支痙攣→分泌亢進→呼吸障害→痙攣→呼吸停止。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。

### 1. 物性

無色無臭の液体(20℃)で、極めて揮発しにくい。散布後有毒ガスを何日間も放出し続ける能力および持続性のある、「戦場で効率的に配備できて最大の効果をもたらし、敵に利をもたらさない」(“terrain denial”)軍事化学物質である。条件によっては、環境汚染が4ヶ月以上持続する。V剤は特にアルカリ溶液中でサリンよりも加水分解に対して抵抗性がある。

[構造式]



[分子量] 236.44

[比重] 1.0083g/mL(25℃)

[沸点] 298℃(計算値)

[凝固点] < -51℃

[蒸気圧] 9.3325 kPa(≒0.0007mmHg) (25℃)

[相対蒸気密度] 9.2(空気=1)

[揮発度] 10.5mg/m<sup>3</sup> (25℃)、揮発しにくい。揮発に必要な時間；1800 秒

[反応性] 加熱すると分解し、有毒フューム(SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>)を発生する。

[環境汚染の持続時間]

VX は毒ガスとしての作用が長く持続する。他の神経ガスよりも環境汚染が持続する。

地面汚染によって予想される有害作用の持続時間

気温 10℃、雨の降っている中程度の風のある日；1～12 時間

気温 15℃、晴れで、微風のある日；3～21 日

気温-10℃、晴れで、風がなく、雪が降っている日；1～16 週間

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

極めて速やかにコリンエステラーゼ阻害作用が発現する。阻害作用はサリンよりも強い。赤血球 ChE (真性コリンエステラーゼ) を阻害する。化学兵器の中で最も毒性が高い。VX は皮膚からきわめてよく吸収され、皮膚曝露ではサリンの約 100 倍の毒性を示す。揮発しにくいが高温度が高いと蒸気吸入曝露が起こり、サリンの約 3 倍の毒性を示すと推定される。VX は他の神経ガスよりも環境汚染が持続する。加熱すると分解し、有毒フューム(SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>)を発生する。

[ヒト中毒量]

吸入ヒト最小中毒量：(ガス)5x10<sup>-6</sup>mg・分/m<sup>3</sup>(ロシア軍)

(ガス)1.10x10<sup>-5</sup>mg・分/m<sup>3</sup> (米軍)

経口ヒト；TDLo：4 μg/kg 悪心、嘔吐、消化管運動亢進、下痢

筋注ヒト；TDLo：3200ng/kg 視野変化、傾眠、悪心、嘔吐

皮下注ヒト；TDLo：30 μg/kg 頭痛、悪心、嘔吐

静注ヒト；TDLo：♂1500ng/kg 幻覚、認識力低下、悪心、嘔吐

- ・軍用有効濃度(または不能量)：>0.5mg・分/m<sup>3</sup>
- ・半数不能量 (ICt50)：半数致死量 (LCt50) より小さいと推定されるが、資料によって18mg・分/m<sup>3</sup>、35mg・分/m<sup>3</sup>、50mg・分/m<sup>3</sup>とばらつきがある。
- ・地面が VX 0.5～5mg/m<sup>2</sup> で汚染されると、個人防護装備や除染なしでは極度に危険である。

[ヒト致死量]

吸入ヒト半数致死量(LCt50)：10mg・分/m<sup>3</sup>

資料によって35mg・分/m<sup>3</sup>、50mg・分/m<sup>3</sup>とばらつきがある。

吸入ヒト推定致死量：(ガス)0.1mg・分/m<sup>3</sup>

静注ヒト；LD50：0.008mg/kg

筋注ヒト；LD50：0.012mg/kg

経皮ヒト；LD50：0.315mg/kg

経皮ヒト推定半数致死量(LD50)：(液体)6mg/人、6～10mg/人

(V 剤)経皮ヒト推定致死量：(液体)♂2～10mg

吸入ヒト推定致死量：(エアロゾル)♂5～10mg・分/m<sup>3</sup>

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	神経剤 VX 50782-69-9				
	ppm [mg/m <sup>3</sup> ]				
	10 分	30 分	60 分	4 時間	8 時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.000052 [0.00057]	0.000030 [0.00033]	0.000016 [0.00017]	0.0000091 [0.00010]	0.0000065 [0.000071]
AEGL 2 (障害レベル)	0.00065 [0.0072]	0.00038 [0.0042]	0.00027 [0.0029]	0.00014 [0.0015]	0.000095 [0.0010]
AEGL 3 (致死レベル)	0.0027 [0.029]	0.0014 [0.015]	0.00091 [0.010]	0.00048 [0.0052]	0.00035 [0.0038]

AEGL 1 (不快レベル)：不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル)：避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル)：生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

### 中毒作用機序

AChE と結合し、自律神経節、中枢神経系、神経筋接合部にアセチルコリンを蓄積させ、中毒症状を引き起こす。

・ AChE 阻害作用：

AChE の活性部位に結合し、酵素を阻害する。

VX の AChE 阻害作用はサリンよりも強い。

エイジング半減期：VX；40 時間以上

(ソマン；約 2 分、サリン；約 5 時間、タブン；40 時間以上)

・ほとんど揮発しないため、経気道曝露でよりも経皮曝露により中毒をきたす。

### 体内動態

[吸収]

VX は皮膚からきわめてよく吸収される。

(神経剤)肺、皮膚、結膜から速やかに吸収される。

経口摂取時は消化管からも吸収される。

[代謝]

肝における代謝速度は遅く、蓄積する。

## 3. 中毒症状

[概要]

以下のような有機リン剤と同様の中毒症状が出現する。

ムスカリン様症状：縮瞳、気管分泌物過多、鼻汁、流涙、尿失禁、腹痛、  
嘔吐、徐脈、気管支攣縮、流涎、発汗、下痢、血圧低下

ニコチン様症状：筋肉の痙攣・硬直・虚脱・麻痺  
頻脈、血圧上昇、呼吸麻痺

中枢神経症状：不安、興奮、不眠、悪夢

中枢神経系抑制、混乱、せん妄、頭痛、昏睡、痙攣

皮膚曝露時：皮膚から極めてよく吸収され、急速に症状が発現する。少量の場合、曝露部位のみ、筋線維束性攣縮、発汗を認めることがある。多量では、次いで嘔気、嘔吐、下痢などの消化器症状、全身発汗、倦怠感がみられることがある。極めて大量または致死量に近い量では、10～30分の無症状期のあとに突然、意識消失、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を起こす。

蒸気曝露時：低濃度の蒸気曝露で、数秒～数分間に、縮瞳、視覚障害、鼻汁過多、呼吸困難を来す。

高濃度の蒸気では1～2分で意識を消失し、その後、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を来す。縮瞳、流涙、流涎、鼻汁や気道内分泌物の過剰分泌もあり、発汗、筋線維束性攣縮、尿失禁などがおこる。

- ・ 重症例では意識障害が出現し、急速に増悪する。意識障害の回復の経過中、興奮、独語、幻覚等の精神症状が出現する。この意識障害が7日間位続くことがある。これらの意識障害や精神症状は徐々に回復し、合併症がない限り、完全に回復する。
- ・ 神経剤中毒では他の有機リン剤中毒に比べて、縮瞳が著明である。

## [詳細]

### (1) 神経症状

- ①ムスカリン様症状：縮瞳、気管分泌物の増加、鼻汁、流涙、尿失禁、腹痛、嘔吐、徐脈、気管支攣縮、流涎、発汗、下痢、血圧低下
- ②ニコチン様症状：筋肉の痙攣・硬直、循環虚脱  
頻脈、血圧上昇、攣縮、呼吸麻痺
- ③中枢神経症状：不安、興奮、不眠、悪夢等  
中枢神経系抑制、混乱、せん妄、頭痛、昏睡、痙攣

### (2) 呼吸器系症状

気管分泌過多、気管支攣縮、胸部圧迫感、呼吸困難、呼吸不全、誤嚥による化学性肺炎、化学性肺炎、肺水腫は、加熱分解された有毒・刺激性フェームの吸入による。

### (3) 循環器系症状

徐脈、血圧低下、不整脈、心筋炎、頻脈、血圧上昇

### (4) 消化器系症状

嘔気、嘔吐、下痢、腹痛、流涎

便失禁、腸重積症(14ヵ月児の1例報告あり)

### (5) 泌尿器系症状

頻尿、尿量減少、蛋白尿、

(6)その他：

- \*眼：縮瞳(著明)、複視、流涙  
外眼筋間代性痙攣(斜視または眼振様痙攣)  
羞明；時に数ヵ月続くことがある。  
最重症では散瞳  
慢性視力低下
- \*酸・塩基平衡：代謝性アシドーシス
- \*血液：血液凝固異常、出血傾向  
血清CPKの上昇；重症例では高値
- \*鼻：くしゃみ、鼻汁
- \*喉：唾液分泌の増加
- \*皮膚：発汗、経皮曝露で皮膚炎
- \*骨格筋：筋脱力・疲労、筋線維束性攣縮、筋麻痺
- \*内分泌：高血糖
- \*精神病：精神障害、種々の人格・行動異常(慢性曝露)  
思考異常、健忘症、言語障害、抑鬱、
- \*免疫：免疫系の異常、アレルギー反応(皮膚症状)
- \*その他：低体温
- \*妊娠時の作用：データなし
- \*検査所見：血漿・赤血球コリンエステラーゼの低下  
全身症状(嘔吐、下痢、呼吸器症状。筋繊維束性攣縮)が出現する大量曝露があった場合、赤血球中AChE活性は通常、正常値の30%以下である。  
血液や尿の検体や患者に残された爆弾の破片等異物、除染廃液等は、確定診断のみならず捜査上も重要であるので、余裕がある限り、検体の確保と保存に努める

[予後]

- ・1994年12月の会社員VX殺害事件では、被害者が自宅から出てきた後を追い、淀川区の路上でVXを後頭部に注射器で噴射しようとしたところ、針を付けたまま注射。被害者は「痛い」と声を出し、犯人らを追いかけるも、間もなくUめき声をあげて痙攣を起こし路上に倒れ、通行人が110番通報。ただちに大阪大学医学部附属病院に搬送されたが、脳死状態となり、10日後に死亡した
- ・2017年2月に金正男とされる人物がVXによって暗殺された事件では、曝露後、そのまま歩行して、現場の空港にあるクリニックを自ら受診後、急変、救急車搬送中に心肺停止状態になったとされる。

#### 4. 治療

[概要]

VXは皮膚から吸収されやすいので、汚染部位の除染は至急行う。

アトロピンはムスカリン様症状のコントロールには有効で、ジアゼパムは痙攣等の中枢神経症状を制御するために使用できる。

PAM は VX には有効性が高い。VX ではサリン、ソマンに比べて、エイジングはゆっくりと起きる。動物で曝露後 48 時間まで PAM 治療による酵素賦活が有効であった。

エイジング半減期：VX；40 時間以上

(タブン；40 時間以上、ソマン；約 2 分、サリン；約 5 時間)

#### ・診断

VX の曝露を受けても皮膚の局所症状は出現しないため、気付かれないことが多く、脳血管障害と誤診されることがある。そのため診断が遅れることが多い。

血漿・赤血球コリンエステラーゼの低下、重症例では低下が著しい。

血液、衣服、さらに土や水等の一般環境からの VX またはその代謝産物である。

メチルホスホン酸エチルやメチルホスホン酸の検出が診断に有用である。

#### ・呼吸循環機能の維持管理

弛緩剤が必要な時には、神経筋遮断剤スキサメトニウム(サクシニルコリン)の使用は、コリンエステラーゼ阻害剤によってスキサメトニウムの分解が阻害され、呼吸筋麻痺を遷延させるので避ける。ジアセパムかチオペンタールを麻酔導入剤として使用する。十分な補液を行う。

#### ・観察期間：縮瞳以外の症状がすべて消失するまで、入院・経過観察を行う。

縮瞳はまれに数週間持続することがある。

### [詳細]

#### \*吸入の場合

##### (1) 基本的処置

##### A. 除染：新鮮な空気下に避難させる。

医療者は二次汚染を避けるために个人防护装備を着用する。

吐物は密閉容器に入れて注意深く廃棄する。

汚染された衣類は除去し、有害廃棄物として処理する。

曝露された皮膚、眼は、水で洗浄する。

以前は次亜塩素酸塩 100～500ppm (0.01～0.05%) 液を使用した除染が推奨されていたが、濃度調整の際のミスが起きうることや皮膚が荒れる(生体の防御としての皮膚バリアの破綻を意味する)ため、最近では勧められない。

露出部の皮膚や毛髪は商品化された RSDL® (Reactive Skin Decontamination Lotion) でぬぐい取り除染を行う。

##### B. 呼吸不全を来していないかチェック。

##### C. 全身症状が出現しないか注意深く観察する。

##### (2) 対症療法

##### A. 酸素投与：気道確保、酸素投与、人工呼吸等を一般の救命処置に準じて行う。

##### B. 痙攣対応：ジアゼパム等の抗痙攣薬によりコントロールする。

難治性、再発性の場合、フェノバルビタールまたはフェニトイン等の抗痙攣剤を使用する。

動物ではジアゼパムよりミダゾラムが効果的であった。

ジアゼパムは、痙攣を発症した例のみに使い、痙攣のない症例には使わない。

C. 肺水腫の監視：24～72 時間後に肺水腫が出現することがある。

動脈血ガスをモニターするなど呼吸不全の発生に留意する。

D. 気管支痙攣：アトロピン投与で不十分であれば、交感神経刺激薬やテオフィリン等の気管支拡張薬を使用する。

E. 不整脈対策：心電図モニター、一般的な不整脈治療

F. 極軽症(縮瞳のみ)：サリンに準じて、

トロピカミド・塩酸フェニレフリン(ミドリリン® P 点眼液)、  
塩酸シクロペントラート(サイプレジン® 1%点眼液)を点眼。  
または治療を必要としない。

(アトロピン点眼も良いが、効果が長く、コントロール  
がつきにくい。)

G. 精神症状：ハロペリドールを使用することもある。

H. 禁忌薬剤：サクシニルコリン(suxamethonium)、その他コリン作働薬

(気管挿管のために筋弛緩剤が必要な場合、サクシニルコリン  
は筋麻痺を延長する可能性があるため避けるべきである。)

### (3) 特異的処置

A. 硫酸アトロピン：主に神経剤のムスカリン様作用の治療に有効で、ニコチン様作用(筋・横隔膜の脱力、筋線維束攣縮、昏睡、痙攣等)には効果がない。

#### 初回投与量

成人：軽症～中等症では 2mg(4 管) を筋注または静注、

重症では 6mg(12 管) を筋注。

小児：0.02～0.08mg/kg を筋注または静注

追加投与：5～10 分で効果が得られない場合、2mg を再投与。

脈拍数 70/分以上を維持量の基準とする。

脈拍は他の要因の影響をうけるので、神経剤中毒の

アトロピン療法指標には、流涎の消失、皮膚の乾燥、  
気道内分泌物の低下を用いるべきとの考えもある。

#### (参考)

米軍使用の自己注射 AtroPen(R)はアトロピン 2mg/本含有

B. オキシム剤投与：重篤なニコチン様作用あるいは中枢神経作用に対して用いる。

#### 1) PAM：

可能な限り速やかに筋注する。神経剤に曝露され、症状のある患者には、  
全て適応となる。可能な限り早期に投与する。

用法・用量に関しては様々な議論があり、合意形成には至っていない。

① パム静注 500 mg<大日本住友製薬>の添付文書にある用法・用量  
PAM ヨウ化物として、通常成人 1 回 1g を静脈内に徐々に注射する。



なお、年齢、症状により適宜増減する。

インタビューフォームには次の用法・用量が参考として掲載されている。

初回投与：1～2g（小児では20～40mg/kg）を生食100mLに溶解し、15～30分間かけて点滴静注または5分間かけて徐々に静注する。パム投与初期には呼吸管理を十分に行う。

継続投与：投与後1時間経過しても十分な効果が得られない場合、再び初回と同様の投与を行う。それでも筋力低下が残る時は、慎重に追加投与を行う。0.5g/hrの点滴静注により1日12gまで投与可能。

## 2) PAM 塩化物：

米軍ではアトロピン(2mg)、PAM 塩化物(600mg)の自動注射器を各3本/人を携帯させ、自己治療・戦友治療に同時使用(筋注)させている。さらに痙攣に対してジアゼパム(10mg)自動注射器1本を携帯させ、アトロピン投与後に使用させている。現在ではさらに600mgのPAMと2.1mgのアトロピンを一回同時投与できる製剤(DuoDote®)に置き換わっている。

## 3) オビドキシム塩化物：

オビドキシム塩化物(OBIDOXIME DICHLORIDE)はPAMより低毒性で代替薬として有効であるが、臨床経験が少ない。サリン、VX、タブンに有効性が高く、ソマンには有効性が低いとされている。しかし、欧州特にドイツでは、PAMよりも有効であるとしている。低用量の投与の場合は、容易に血液脳関門を通過しない。静注による高用量の投与の場合は、血中濃度のピークに達し、また血液脳関門を通過する。250mg 静注または筋注1回投与(中等症)、もしくは初回250mg 静注または筋注1回

## 4) その他のオキシム剤：

HI-6；オキシム剤として、曝露後治療薬及び予防薬としても最も有望視されている。VXに優れたAChE賦活作用を有する。

カナダ軍では、2010年アトロピンとHI-6(2塩化物)、あるいはHI-6(DMS)の自動注射器を導入しているが、わが国では入手できない。

Hagedorn oxime (HLö-7)；最新のオキシム剤。犬や猿の動物実験では、より広い範囲の神経剤に有効であるとされるが、ヒトデータは不足している。

## 5) butyrylcholinesterase

10年ほど前から、ヤギにヒトbutyrylcholinesteraseの遺伝子を導入して乳汁中にヒトbutyrylcholinesteraseを大量生産し、経静脈投与する技術が開発され、有望視されている。

## \*経皮の場合

### (1)基本的処置

A. 除染：医療者は二次汚染を避けるために個人防護装備を着用する。

吐物は密閉容器に入れて注意深く廃棄する。

汚染された衣類は除去し、有害廃棄物として処理する。

石鹼と大量の水で洗浄する。

以前は次亜塩素酸塩100～500ppm(0.01～0.05%)液を使用した除染が推奨

されていたが、濃度調整の際のミスが起きうることや皮膚が荒れる（生体の防御としての皮膚バリアの破綻を意味する）ため、最近では勧められない。

露出部の皮膚や毛髪は商品化された RSDL® (Reactive Skin Decontamination Lotion) でぬぐい取り除染を行う。

B. 症状のある患者はすべての症状が改善するまで経過観察する。

(2) 対症療法

痙攣対策、肺水腫の監視他、必要ならば、吸入の場合に準じて治療する。

(3) 特異的処置

アトロピン、PAM 等オキシム剤投与、吸入の場合に準じて治療する。

\* 眼に入った場合

(1) 基本的処置

A. 除染：曝露部位を大量の微温湯または生理食塩液で 15～30 分洗浄する。

洗浄後に疼痛、腫脹、流涙、羞明等の症状が残る場合、眼科的診察が必要。

B. 眼に入って全身症状が出現することがあるので、注意深く観察する。

(2) 対症療法

A. 縮瞳：

- ・眼への直接曝露による縮瞳は、全身投与のアトロピンに反応しない。
- ・トロピカミド・塩酸フェニレフリン(ミドリン® P 点眼液)を点眼、または塩酸シクロペントラート(サイプレジン® 1%点眼液)を点眼する。  
(アトロピン点眼も良いが、効果が長く、コントロールがつきにくい。)
- ・または治療を必要としない。  
(痛みや暗さ等を訴えなければ、対光反応が戻るまで経過観察を行う)。

B. その他：必要ならば、吸入の場合に準じて治療する。

\* 経口の場合

(1) 基本的処置

A. 催吐：禁忌(痙攣、昏睡の可能性があるので)

B. 胃洗浄：気道確保、痙攣対策を行った上で実施する。

C. 活性炭・下剤投与

(2) 対症療法

痙攣対応、肺水腫の治療他、必要ならば、吸入の場合に準じて治療する。

(3) 特異的処置

アトロピン、PAM 等オキシム剤投与、吸入の場合に準じて治療する。

## II. びらん剤

### 1. マスタード (H, 精製マスタード : HD)

#### 概要

マスタードは、皮膚、眼及び呼吸器に作用し、接触部位をびらんさせる化学剤である。1859年にドイツのニーマンにより合成された。第一次世界大戦中にイープル戦でドイツ軍により初めて使用され、それにちなんでイペリット (Yperite) とも呼ばれる。硫黄を含むことから、サルファマスタード (Sulfur mustard gas)、硫黄マスタードとも呼ばれる。硫黄マスタードは、約30%の硫黄化合物(ほとんどが硫酸)を含んでいるが、蒸留により製造されたものはほとんど不純物を含まず、精製マスタードと言われている。マスタードは、1925年ジュネーブ議定書により戦時使用禁止が決議された(日本は1970年に批准)。

旧日本陸軍では、1931年(昭和6年)に「きい一号(甲)、(乙)」として、1936年(昭和11年)に「きい一号(丙)」として武器として採用され、広島県大久野島で大量に生産された経緯がある。一方、旧海軍では「三号特薬甲」と呼称され、さがみ海軍工廠において製造された。

第二次世界大戦では実戦に使用されなかったが、1943年12月2日、イタリアの連合国側の重要補給基地であるバーリ港でドイツ軍は、輸送船・タンカーを始めとする艦船16隻を沈没させた。その際、アメリカ海軍リバティ型輸送船「ジョン・E・ハーヴェイ号」には大量のマスタードが積まれており、漏れたマスタードが輸送船から出た油に混じったため、救助された連合軍兵士たちは大量のマスタードに曝露した。翌朝、兵士たちは目や皮膚を侵され、重篤な患者は血圧の低下などを経て白血球値が大幅に減少し、結果、被害を受けた617人中83名が死亡した。一日あたりの死者の数を見ると、被害後2日目、3日目に最初のピークを迎え(マスタードによる直接の死者)、8日、9日後に再度ピーク(白血球減少症による感染症)を迎えた。この事件によりマスタードがX線同様に突然変異を引き起こす可能性が高いと考え、当時はX線照射療法しかなかった悪性リンパ腫の治療にマスタードが試みられた。第二次大戦中、大量に製造・貯蔵されて海洋等に投棄されたので、漁師等が曝露される事故が発生している。米国では現在は製造されていない(EPA, 1985年)。数カ国は現在も大量に保有しており、事故または意図的使用による危険性が懸念されている。アルキル化剤として生物実験に少量使用される。2, 2'-チオジエタノール(マスタードの前駆体)は一部の国を除いて輸出禁止となっている。

最近では1984年にイラン・イラク戦争の際に、イラク軍が使用した。2015年8月には、I S I S (Islamic State of Iraq and Syria)によるイラクでの使用が疑われている。マスタードに曝露する経路は、眼粘膜、皮膚、経気道曝露が多いが、飲食物がマ

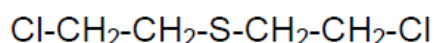
マスタードに汚染されていた場合は、経口により中毒となる。マスタードによる被災者の予後は、マスタードに曝露してから除染するまでの時間に依存する。特異的解毒剤はなく、対症療法が主となる。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない（レベルC防護装備が必要）。

びらん剤のなかで、接触時に痛みを生じないのはマスタードだけである。他のびらん剤（ルイサイトやホスゲンオキシムなど）では痛みを伴うため、自ずと防御行動がとりやすくなるが、マスタードによる病変はより重症化しやすい。マスタードの皮膚病変は、ルイサイトのそれと異なり、水疱の周囲に紅斑を伴う。しかし、それだけでは実際の鑑別は不能である。

## 1. 物性

常温では無色の液体。通常不純物が含まれていることが多く、黄色～暗褐色を帯び、チョコレートスプレッド状と表現される。からし、またはにんにくに似た特有の臭気を有する。精製マスタード(HD)は、臭気は少ない。人体だけでなくゴム、皮、木等の透過性も高い。

[構造式]



[分子量] 159.08

[比重] 液体 ; 1.2741(20℃)、1.2685(25℃) 固体 ; 1.338(13℃)

[pH] データなし

[沸点] 217℃(分解)、227℃

[凝固点] 14.45℃

[相対蒸気密度] 5.4(空気=1) 地面に沿って拡がるため低所では特に危険性が高い。

[蒸気圧] 95.976 hPa(≒0.072mmHg)(20℃)、1,199.7 hPa(≒0.9mmHg)(30℃)

[揮発度] 630mg/m<sup>3</sup>(20℃)

[引火性] 引火点 105℃、燃焼性がある

[溶解性] 水に難溶。25℃で水 1L に 0.68g、20℃で 0.05%

油脂、ガソリン、灯油、アセトン、アルコールによく溶ける。

水中で緩徐に加水分解され塩酸とチオジグリコールを生じる。

塩水中では加水分解が遅延する。

[反応性] 化学的、物理的に比較的安定。

アルカリ化、高温では加水分解速度が増加する。

加熱または酸により分解し、毒性の強い硫化物、塩化物のフェームが発生する。

次亜塩素酸カルシウム(さらし粉)、次亜塩素酸ナトリウム、クロラミンで不活化される。(水で徐々に加水分解され、次亜塩素酸カルシウムにより速やかに酸化され毒性の低いスルフォキシドとなるが、この反応は条件によっ

ては不完全で、1952年にドイツで事故の際に土壌を水と次亜塩素酸カルシウムで繰り返し十分に処理したが、2週間後も微量検出された。)

#### [環境汚染の持続時間]

大気中：マスタード蒸気は光化学的に分解される。半減期 推定 1.4 日

土壌中：主に蒸発、加水分解により消失し、一部は浸透する。

汚染された地面との接触または蒸発により被害を与えうる時間は、以下の気象条件下では次のように推定される。

気温-10℃、晴、無風、積雪：2-8 週間

気温 0℃：50-92 日

気温 10℃、雨、中程度の風速：12-48 時間

気温 15℃、晴、微風：2-7 日

気温 25℃：31-51 時間

地中に大量に埋めた場合は、何十年も残存する可能性がある。

水中：半減期：5 分(37℃)

低濃度では、迅速に加水分解される。

高濃度では、1.75 時間(0℃)、4 分(25℃)、43 秒(40℃)

加水分解速度は速いが、水に難溶のため、水に溶けない部分がより長く残存する可能性がある。水中に大量に放棄した場合、水より重いので底に沈み、分解速度は溶解の程度(マスタードの表面積、水流、温度等により異なる)に依存する。水温が 14.4℃以下であれば固体となり、溶解に数ヵ月～何年も要することがある。海水中に溶けだしたマスタードの分解半減期は 15 分(25℃)～175 分(5℃)である。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

マスタードは人体を構成する蛋白質や DNA に対して強く作用することが知られており、蛋白質や DNA の窒素と反応（いわゆるアルキル化反応）し、毒性を呈する。このため、皮膚や粘膜などに作用すると共に、細胞分裂の障害を引き起こし、遺伝子を傷つけ、発癌性を持つ。また、抗がん剤と同様の作用機序であるため、造血器や腸粘膜にも影響が出る。

### 毒性

#### [ヒト中毒量]

地面の汚染：10-60mg/m<sup>2</sup>でも防護具や除染がなければ有害

経口ヒト；LD<sub>50</sub>：0.7mg/kg

眼：最小中毒量(Ct)：12～70 mg・分/ m<sup>3</sup>

皮膚ヒト；65 μg で皮膚刺激を生じる。

皮膚ヒト；LD50：100mg/kg

皮膚：最小中毒量(Ct)：200mg・分/m<sup>3</sup>（但し、気温、湿度、皮膚の湿り気、曝露部位による）

10 μg の液体曝露でも水疱を生じることがある。

臭気閾値：0.03mg/L、0.015mg/m<sup>3</sup>

一般的に中毒濃度では臭気を感知できるが、訓練を受けていないヒトは気づかないこともある。

[曝露量と生体への効果]

曝露量(mg・分/ m <sup>3</sup> )	発現までの時間	臨床症状
皮膚 >200	4-8 時間	紅斑、掻痒、知覚過敏
1000-2000	3-6 時間	紅斑、水疱形成
10000	1-3 時間	紅斑
眼 <12	数時間-数日	発赤
50-100	4-12 時間	結膜炎、異物感、流涙、羞明
200	3-12 時間	角膜混濁(潰瘍)、眼瞼浮腫、羞明
呼吸器 33-70	12 時間-2 日	鼻粘膜刺激
133-600	4-6 時間	上気道：咽頭痛、鼻汁、嘔声 下気道：咳、発熱
1000-1500	4-6 時間	気道浮腫、肺炎、ARDS

[発癌性]

IARC による発がん性の分類：グループ 1 (ヒトへの発癌性について十分な証拠がある)  
肺がん発生率は、第一次世界大戦での曝露者や第二次世界大戦中に工場で曝露した労働者では増加が認められている。

[ヒト致死量]

吸入ヒト；LCt50：1500 mg/分/ m<sup>3</sup>

吸入ヒト；LCLo：23ppm/10 分

経皮ヒト；LDLo：60-64mg/kg/1 時間

経皮ヒト；LD：4500mg/人(推定)

皮下ヒト；LDLo：5mg/kg

死亡者数：第一次世界大戦での曝露患者 12 万人中 2~3%。イラン・イラク戦争では 3~4%。

死因は通常、呼吸不全または骨髄抑制による。

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	硫黄マスタード 505-60-2				
	ppm [mg/m <sup>3</sup> ]				
	10 分	30 分	60 分	4 時間	8 時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.060 [0.40]	0.020 [0.13]	0.010 [0.067]	0.0030 [0.017]	0.0010 [0.0083]
AEGL 2 (障害レベル)	0.090 [0.60]	0.030 [0.20]	0.020 [0.10]	0.0040 [0.025]	0.0020 [0.013]
AEGL 3 (致死レベル)	0.59 [3.9]	0.41 [2.7]	0.32 [2.1]	0.080 [0.53]	0.040 [0.27]

AEGL 1 (不快レベル)：不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

## 中毒作用

- 1) 皮膚びらん作用
- 2) 細胞分裂の盛んな細胞、組織 (基底細胞、粘膜上皮、骨髄幹細胞等) の傷害作用
- 3) 発がん作用

作用機序 :

- ・マスタードは生体内で反応性が高く、不安定な sulfonium 化合物となり、蛋白質や核酸等の高分子化合物の SH 基や NH<sub>2</sub> 基をアルキル化する。
- ・DNA のアルキル化により架橋を形成し、二重鎖を破壊する。
- ・皮膚びらん作用や症状発現までの潜伏時間はアルキル化だけでは説明がつかない。作用機序について、いくつかの仮説があるが、いずれも十分には明らかにされていない。

## 体内動態

[吸収]

曝露されると 3-5 分の間に不可逆的にアルキル化が起こる。

液体または蒸気が接触すると皮膚から吸収される。

吸収速度(蒸気) 1.4 μg/cm<sup>2</sup>/分 (21°C)、2.7 μg/cm<sup>2</sup>/分 (31°C)

(液体) 2.2 μg/cm<sup>2</sup>/分 (16°C)、5.5 μg/cm<sup>2</sup>/分 (39°C)

経皮吸収されたうちの 10% は吸収部位の脂肪組織に蓄積する。

[分布]

曝露数分後には組織や組織液中にマスタードは検出されなくなる。

(水疱中の液に眼や皮膚が接触しても毒作用を生じない)

剖検例での組織内濃度は以下の順である。

脂肪 > 皮膚(含皮下脂肪) > 脳 > 腎 > 筋 > 肝 > 髄液 > 脾臓 > 肺

[排泄]

尿中に分解産物のチオジグリコールが検出されるが、特殊な検査で一般的な検査ではない。尿中のチオジグリコールの半減期(ヒト)は 1.18 日 である。

## 3. 中毒症状

[概要]

- ・ガスまたは液体に曝露されると、1 時間～数時間後に接触部位に紅斑が起こり、水疱や浮腫を経て壊死に至る(症状が出るまで汚染に気づかないことがある)。皮膚に対する作用は天候により異なり、高温多湿状態では作用を増強させる。よって、腋窩や陰股部に症状が出やすい。症状の発現は 24 時間まで遅延することもある。眼はマスタード曝露のもっとも敏感な標的器官である。曝露されると角膜刺激症状が

数分後から出ることもある。

眼：軽症	4～12 時間後	流涙、搔痒感、灼熱感、異物感
中等症	3～6 時間後	発赤、眼瞼腫脹、疼痛
重症	1～2 時間後	著明な眼瞼腫脹、疼痛、角膜傷害
気道：軽症	6～24 時間後	鼻汁、くしゃみ、鼻出血、嘔声、乾性咳嗽
重症	2～6 時間後	重度の咳嗽、軽～重度の呼吸困難
皮膚：軽症	2～24 時間後	紅斑、水疱
重症	2～12 時間後	紅斑、水疱

- ・マスタード曝露のイラン軍兵士 94 人中の症状の頻度は、結膜炎(94%)、皮膚発赤(86%)、咳(86%)、色素沈着(82%)、霧視(80%)、羞明(72%)、水疱(69%)、呼吸困難(45%)の順に多かった。
- ・第一次大戦中のマスタード曝露による早期死亡の原因の大部分は呼吸不全によるとされる。死因は、呼吸不全、合併する呼吸器感染、敗血症によるものが多い(曝露 4 日以降)。致死量をこえる曝露の場合、急性の中毒症状(中枢神経系の興奮、痙攣、重度の気道傷害)が出現し、早期に死亡する。

#### [詳細症状]

- (1)皮膚：蒸気曝露で通常 I～II 度、液体曝露では III 度の熱傷を生じる。

会陰部、腋窩、頸部等温かく、湿潤な部位は障害を受けやすい。

はじめに紅斑が出現し、紅斑部位は知覚過敏、軽い灼熱感、浮腫を伴う。

表皮下層の液状化壊死が進んで、浸出液が貯留し水疱を形成するが、水疱内浸出液は 24 時間後には凝固するため、ドレナージを妨げ、治癒を遅延させる。

組織学的変化は曝露後 3-6 時間で始まり、基底の有棘細胞(ケラチノサイト)の核濃縮、基底細胞の変性、細胞内・外の空胞形成、基底細胞層の壊死、表皮の剥離へと進行する。

反復曝露により皮膚が感作されることがある。

蕁麻疹を生じ、色素沈着、落屑を残す。

小児では、成人よりも皮膚障害が出現する時間が早く、症状もより重かった(イラン・イラク戦争時の曝露者に関する報告による)。

- (2)眼：マスタードのコリン作用により、縮瞳を来す。臭気をわずかに感知する濃度でも 1 時間曝露すると結膜炎が起こる。通常 30 分～3 時間(24 時間以内)で症状が出現する。

角膜びらん、潰瘍を伴う眼病変は、その程度により、眼の異物感、刺激、流涙、羞明、霧視、眼瞼痙攣、眼瞼浮腫等の症状が数ヵ月以上にわたって軽快、再燃を繰り返すことがある。重症では失明に至る。

潰瘍、変質した障害部位の角膜炎が 40 年にもわたって再発することがある。

- (3)呼吸器系：曝露量に応じて上気道から下気道深部へ傷害は進行する。鼻汁、鼻出血、くしゃみ、嘔声、乾性咳嗽、呼吸困難、咳。

咽頭炎の症状が 1～2 日間続いて気管支炎に移行する。

重症の場合は、肺水種、無気肺に二次感染として気管支肺炎を合併し、発熱、



喀痰の増加等とともに低酸素血症が出現する。肺水腫に陥って死亡することもある。

- (4)循環器系：A-V ブロック等の不整脈や心停止が出現することがある。
- (5)精神・神経系：不眠、うつ状態、筋力低下、頭痛、めまい、倦怠感、食欲不振、嗜眠、痙攣、昏睡
- (6)消化器系：高濃度曝露(1000 mg・分/ m<sup>3</sup>以上)、または汚染された食物の摂取や唾液の嚥下により生じる。経口曝露した場合は、嘔気、嘔吐、消化管出血、下痢、腹痛、消化管全体に浮腫が起き、穿孔することもある。一過性のトランスアミラーゼ、LDHの上昇を認めることがある。
- (7)血液：高濃度曝露(100 mg・分/ m<sup>3</sup>以上)により骨髄抑制を生じる。骨髄やリンパ組織の形成不全に基づく汎血球減少症やリンパ球減少症を起こす。白血球増多の後、3～5日後から白血球が減少し、約10日後に最低値となる。白血球数500以下は予後不良である。血小板減少性紫斑病となることもある。赤血球減少はまれである。高濃度曝露によるがん化や骨髄抑制などから、radiation mimetic（放射線と紛らわしい）という表現がなされる。

#### [予後]

皮膚：熱傷に比べて治癒傾向が乏しく、水疱の治癒には数週間～数ヵ月を要する。二次感染がなければ通常、保存的治療で治癒する。皮膚病変は移植を要する例は少ない。

##### ・長期予後調査

曝露8～13年後の調査で、傷害部位の神経学的異常（刺すような痛み、灼熱感、痒み等）、色素沈着等が認められた。

曝露16～20年後の40名への調査では、35名に皮膚の合併症が認められた。症状発現率は、そう痒感65%、色素沈着症55%、紅斑性丘疹42.5%、皮膚乾燥40%、多発性さくらんぼ状血管腫37.5%、萎縮27.5%、色素脱失症25%、灼熱感20%、脱毛10%、湿疹7.5%、肥厚性瘢痕2.5%であった。

眼：中等度までの角結膜炎やびらんは治癒するが、重症の場合は失明する。潰瘍、角膜炎が40年にもわたって再燃することがある。

##### ・長期予後調査

曝露16～20年後の40名への調査では、39名に眼の合併症が認められた。発現率は、そう痒感42.5%、灼熱感37.5%、羞明30%、流涙27.5%、読字困難10%、充血10%、眼痛2.5%、異物感2.5%であった。また、慢性結膜炎が17.5%に認められ、角膜縁周囲色素沈着17.5%、血管蛇行15%、角膜壁厚減少15%、角膜縁虚血12.5%、角膜混濁10%、角膜血管新生7.5%、角膜上皮性欠損5%であった。

呼吸器系：軽症であれば1-2週間で症状はおさまるが、咳は1ヵ月以上に及ぶこともある。重症の場合は、多くは慢性気管支炎に移行し、肺気腫、肺

線維症を合併する。マスタード生産工場の労働者に肺癌(扁平上皮癌、未分化癌が多い)の発生や、血液検査で染色体異常が多く認められた。

・長期予後調査

曝露 16～20 年後の 40 名 (平均年齢 43.8 歳±9.8 歳) への調査 (イラン-イラク戦争でマスタードに曝露した退役軍人への調査) では、40 名全員に呼吸器系症状が認められた。発現率は、咳 100%、痰 100%、呼吸困難 85%、喀血 60%、喘鳴 95%、握雪音 50%、狭窄音 10%、軽度の低酸素血症 67.5%、中等度の低酸素血症 27.5%であった。マスタード生産工場の労働者に肺癌(扁平上皮癌、未分化癌が多い)の発生や、血液検査で染色体異常が多く認められた。

神経系症状：運動神経障害、感覚神経障害。曝露 16～20 年後の 40 名への調査は、40 名全員に神経系症状が認められた。運動神経障害の発現率は、左の脛骨神経 37.5%、右の脛骨神経 35%に、左の腓骨神経 12.5%、右の腓骨神経 20%であった。感覚神経障害の発現率は、左の脛骨神経 75%、右の腓骨神経 72.5%であった。

免疫：WBC、RBC、ヘマトクリット、IgM、補体 C3 の値の上昇

曝露 16～20 年後の 40 名 (平均年齢 43.8 歳±9.8 歳) の免疫等に関する検査値を健康成人 35 名 (患者と同年代) と比較した調査では、WBC、RBC、ヘマトクリット、IgM、C3 の値は、顕著に上昇していた。また、単球と CD3+リンパ球 (成熟 Tリンパ球総数) の割合 (%) は顕著に増加しており、CD16+56 陽性細胞 (NK 細胞) の割合 (%) は顕著に低下していた。なお、WBC 値の上昇は慢性気管支感染症によるものであり、赤血球数増加とヘマトクリット値の上昇は気管支障害により二次的に惹起された慢性低酸素症によるものと考えられている。

精神症状：イランのマスタード被害者の報告からは、癌化、呼吸障害、皮膚症状などの後遺症と相まって、長期的な精神的なケアに継続して配慮することが、クオリティオブライフの向上につながるということが指摘されている。死亡率が低いマスタード曝露ではあるがより多くの被災者が長期間にわたって健康を害すると言う意味では、社会へのインパクトは大きい。

#### 4. 治療

##### [概要]

- ・ 組織へ障害を起こす前に、迅速に除染することが重要である。チオ硫酸ナトリウムが低毒性のため、マスタードスカベンジャー (scavenger) としてヒトにも使用されるが、有効性は明らかではない。マスタードが細胞に到達した場合は、特異的解毒剤はない。治癒までに長時間を要し、他の同程度の物理的、化学的熱傷より重症化しやすく、感染しやすくなる。
- ・ 一般的な熱傷に比べ、痛みは激しい傾向にあり、より多くの鎮痛薬を使わなければならない傾向にある。また、体液の喪失は少ないので、過剰輸液にならないようにする。

- ・ 症状からの推定曝露量と対応
  - ・ 体表面積の 50%以上の紅斑が生じた場合は、LD<sub>50</sub> 値の 2 倍量の曝露と推定される。
  - ・ 曝露 4～6 時間以内に呼吸困難が生じた場合は致死量に曝露していると推定される。
  - ・ 体表面の 5%以上の曝露または眼痛、流涙など角膜障害が示唆される場合は入院が必要である。曝露した可能性がある場合は、潜伏期間があるので少なくとも 8 時間は経過観察が必要である。
- ・ マスタードの治療に関しては様々な報告、研究があり、眼、皮膚、呼吸器に対する主な治療を以下に記す。
 

眼：人工涙液、1.5% 重炭酸ナトリウム、0.5% ジクロラミン T、抗生剤点眼、ステロイド点眼、散瞳薬、緑内障治療薬、免疫調整役、抗血管内皮増殖因子、コンタクトレンズ、瞼板縫合術、角膜切開、幹細胞・羊膜・角膜移植

皮膚：0.1% 臭化ベンザルコニウム、クロラミン T 溶液、局所抗生剤、局所ステロイド薬、抗ヒスタミン薬・鎮痛薬の全身投与、デブリードメント、皮膚移植

呼吸器：N-アセチルシステイン、抗生剤、気管支拡張剤、吸入ステロイドと持続性 β<sub>2</sub> 刺激薬の組み合わせ、免疫抑制剤/抗コリン作動薬、ククミノイドプロテアーゼ阻害剤、インターフェロンサーファクタント療法
- ・ イランのマスタード被害者の一部に対し、体内の硫黄マスタード除去目的で、血液透析と血液灌流に加えチオ硫酸塩および他のチオールが投与が行われたが、こうした治療はマスタード中毒の治療法として確立したものではない。また、被害者から採取された血液からは活性型マスタードが検出されておらず、血液透析と血液灌流には理論的根拠もないこと、さらに白血球減少症などの免疫機能が低下した患者では出血や二次感染の危険があることから、むしろ適用すべきではない。

#### [詳細]

##### \*経皮の場合

基本、大量の水で洗浄する。事前に準備しているのであれば、0.5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いて除染しても良い。RSDL®やフーラーズアースによる拭き取り除染も有効である。

- ・ 局所療法は、熱傷に準じた治療を行う。
- ・ 強いかゆみを伴う紅斑：カラミンローションやステロイドクリームを塗布する。
- ・ 水疱：水疱皮膜は可能な限り保存する。破れた水疱は生理食塩水で洗浄し、イソジンゲルやシバーサルファダイアジンクリーム（ゲーベンクリーム<sup>®</sup>）を塗布。水疱中の液体はマスタードを含まないので、びらん作用はない。
- ・ 皮膚欠損が広範であれば植皮を要する。
- ・ 電解質やカロリーの維持は全身熱傷の治療に準じる。
- ・ 経口ステロイド剤、ビタミン E の投与、抗菌剤の塗布等
- ・ 皮膚病変には、NSAID 軟膏とステロイド軟膏を混ぜたものが有効な可能性があるとの報告もある。

##### \*眼に入った場合

2%重炭酸ナトリウムで十分に洗浄する。または大量の水で 15 分以上洗浄し、2.5

%チオ硫酸ナトリウム液で中和する。曝露後 10 分以内が望ましい。

- 市販の点眼剤でも刺激、結膜炎を軽減する
- 結膜炎：抗生物質軟膏、ステロイド軟膏の塗布
- 眼痛：鎮痛剤の全身投与  
局所麻酔剤の使用は好ましくない。
- 羞明、眼瞼痙攣：1%硫酸アトロピンの点眼（1日数回）  
羞明が強い場合は暗い部屋に収容するかサングラスを使用。  
眼帯は圧迫により眼瞼を癒着することがあるので使用しない。
- 角膜混濁：角膜移植

#### \*吸入の場合

新鮮な空気下に移送する。

曝露後 15 分以内であれば、2.5%チオ硫酸ナトリウム液のネブライザー投与が中和に効果がある可能性がある。

呼吸循環管理

- 呼吸器症状が早期から出現する症例は重症であるので、気管挿管・呼吸管理を要する。
- 上気道の刺激症状には吸入器による加湿、鎮咳剤の投与
- 十分な補液
- 化学性肺炎、二次感染対策
- 骨髄抑制対策：G-CSF、血液幹細胞移植
- ステロイド剤投与は、肺病変の進行を抑制する。

#### \*経口の場合

- 催吐：禁忌
- 希釈：牛乳または水を 120-240mL (15mL/kg 以下) 投与。
- 胃洗浄：消化管出血、穿孔の危険性を考慮して判断する。  
痙攣対策をとった上で施行する。
- 活性炭の投与：有効性は不明。内視鏡検査の妨げになる。
- 塩類下剤の投与：有効性は不明

## 2. ルイサイト (L)

### 概要

ルイサイト (Lewisite)は、アダムサイトなどと同じく有機ヒ素化合物であり、びらん剤として用いられる。ルイサイトは即効性があるため、遅効性のマスタードと組み合わせてマスタード-ルイサイトとして使うことがある。

旧日本陸軍は、1931年(昭和6年)に「きい二号」として武器として採用した。また、マスタードにルイサイトを1:1の割合で混合し、化学弾頭に充填している。この組み合わせは、当時ソビエトを仮想敵国としていた旧陸軍が、寒冷地使用を考えた場合にマスタード単独だと凍るので、ルイサイトを凍らない様にいわば、凝固点降下剤として混ぜたとされる。一方、旧海軍では「三号特薬乙」と呼称した。

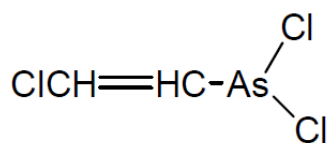
第一次世界大戦前にドイツでも開発されていたが、1918年に米軍のレイス大尉が合成法を確立したので、「ルイサイト」と呼ばれている。1925年ジュネーブ議定書により戦時使用禁止が決議された(日本は1970年に批准)。

ルイサイトは、マスタードよりも皮膚からの吸収はよいが、毒性はほぼ同等である。ルイサイトは、マスタードと異なり曝露直後から症状があるので、何らかの対処がされるが、吸収されるとヒ素中毒に陥る。対症療法が主となるが、ヒ素中毒に対しては特異的解毒剤(British Anti-Lewisite: BAL)の投与を行う。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。

### 1. 物性

褐色～黒色の油性液体。純品は無色。刺激のある果実臭ないしゼラニウム臭、西洋ワサビ臭を有する。マスタードより揮発しやすい。

[構造式]



[分子量] 207.31

[比重] 1.888(20°C/4°C)

[沸点] 190°C

[凝固点] -13°C

[蒸気圧] 0.1160 hPa(≒0.087 mmHg)(0°C)、0.5266 hPa(≒0.395 mmHg)(20°C)

[蒸気密度] 7.15(空気=1)

[揮発度] 4480 mg/m<sup>3</sup>(20°C)

[溶解性] 水、希鉍酸に不溶、有機溶剤に可溶。

[反応性] 水分で速やかに加水分解されるため、湿度が高い場合は蒸気を有効濃度に保つのは難しい。強アルカリで加水分解され、びらん作用をもたない物質となる。  
加熱により分解し、有毒ガスが発生する。

[環境汚染の持続時間]

大気中：蒸気は光化学的に分解される。半減期 推定 1.2 日

水中：水分で速やかに加水分解される。

土壌中：土壌表面の部分は蒸発する。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

ルイサイトは、マスタードよりも皮膚からの吸収はよいが、毒性はほぼ同等である。吸収されるとヒ素中毒に陥る。

### 毒性

[ヒト中毒量]

眼：半数不能量；300 mg・分/m<sup>3</sup>

0.001 mL でも穿孔や失明を起こすことがある。

経皮：0.5 mL の付着で全身症状を生じ、2 mL では致死性的となる。

[ヒト致死量]

吸入；半数致死量 (LCt50)：1200-1500 mg・分/ m<sup>3</sup>、(ガス)1500 mg・分/ m<sup>3</sup>

吸入；最小致死量 (LCLo)：6 ppm/30 分

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	ルイサイト 1 (541-25-3) (ルイサイト 2 (40334-69-8) およびルイサイト 3 (40334-70-1) の混合物を含む)				
	mg/m <sup>3</sup> (注：ppm ではない)				
	10 分	30 分	60 分	4 時間	8 時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	1.3	0.47	0.25	0.070	0.037
AEGL 3 (致死レベル)	3.9	1.4	0.74	0.21	0.11

NR：データ不十分により推奨濃度設定不可

AEGL 1 (不快レベル)：不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル)：避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル)：生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

### 中毒作用機序

1) 皮膚びらん作用

## 2) 毛細血管透過性亢進作用

### 3) ヒ素中毒

正確な作用機序は明らかではないが、およそ以下のように考えられている。ルイサイトは3価のヒ素を有し、このヒ素は酵素や蛋白のSH(スルフヒドリル)基に結合する。その結果、ピルビン酸オキシダーゼ、アルコール脱水素酵素、コハク酸酸化酵素等多くのSH基を含む酵素やグルタチオンの機能が阻害され、細胞死から組織障害を生じる。特に表皮の正常機能と形態維持に關与するピルビン酸代謝系の障害により皮膚病変を生じさせる。

## 体内動態

### [吸収]

吸入、皮膚(3~5分以内)から吸収される。

### [分布]

ヒ素は主として肝、腎、肺に、少量は筋肉、神経組織に分布する。ケラチン質はSH基を多く含むので、ヒ素は毛髪、爪から高濃度で検出される。水疱中の液はびらん作用はないが、ヒ素を0.8~1.3 mg/mL含有する。ヒ素の分布容量：数L/kg

### [排泄]

ルイサイトをLD<sub>10</sub>、LD<sub>40</sub>量を皮下投与した場合、ヒ素の血中半減期は55-75時間、血中クリアランスは120 mL/hr/kgで、肝、肺、腎の組織濃度が血中の数倍と高かった。BALを12時間にわたって最大量投与したところ脳、肝のヒ素濃度は65~89%低下した。脳、脊髄のヒ素総量はBAL投与により2/3以上低下した。ヒ素は、ヒトでは主として尿中に排泄されるが、尿、糞便、汗、母乳、毛髪、皮膚、肺からも排泄される。

## 3. 中毒症状

### [概要]

- ・ びらん作用はマスタードと類似しているが、マスタードと異なり曝露直後に症状が出現する。眼に入ったときはすぐに痛みを生じ、マスタードより激痛を伴う。吸収されるとヒ素中毒に陥る。
- ・ 曝露するとまずびらん剤として作用し、続いて呼吸器系への刺激作用、さらに全身のヒ素中毒症状(肝、腎障害)が出現する。大量に曝露すると毛細血管透過性亢進、血液濃縮、血圧低下により”ルイサイトショック”を起こす。
- ・ 皮膚に0.5 mL付着しただけでも重篤な全身症状を生じ、2 mLでは致死率が高い。マスタードより腐食性が強い。
- ・ 臭気を感知する濃度以下でも、眼や粘膜を刺激する。マスタードより揮発性が高いので、より広範囲に影響する。ヒトが気体に曝露した中毒例はこれまでにない。

### [詳細症状]

- (1) 皮膚：液体に触れると直後に刺すような、焼けるような感覚。2,3分以内に激しい痛み。30分以内に紅斑。  
痛みを伴う水疱の出現は数時間以内(12時間以上遅れることもある)。

曝露 5 分後には腐食性の化学熱傷と同様に、死んだ上皮が灰色となる。

水疱の有無に関わらず、痒みや刺激症状が 24 時間は続き、48～72 時間後に軽減する。熱傷部位が広範で深い場合は、組織の壊死（壊疽）に陥り、痂皮を形成する。

(2) 眼：液体が入ると直後に刺すような、焼けるような感覚。流涙。眼瞼痙攣。早期から縮瞳。2, 3 時間で結膜や眼瞼の浮腫、虹彩炎、角膜のかすみ。1 分以内に洗浄しないと失明することもある。

ルイサイトの霧のような微粒子が眼に入った場合は、一過性の角膜上皮のびらんが生じる。

(3) 呼吸器系：マスタード曝露と同様の症状がみられる。泡沫状または血性痰を伴う痙性咳、呼吸困難、胸痛、肺水腫を来す。

(4) 循環器系：血管透過性亢進により大量の体液、電解質が漏出し、循環血液量の減少をきたす。ヒ素の血管拡張作用も加わって、重篤な場合はショックを来す（動物で報告されている）。

(5) 神経系：脱力感、不穏（動物で報告されている）

(6) 消化器系：下痢（動物で報告されている）

(7) 肝症状：巣状肝壊死、胆管粘膜壊死

(8) 泌尿器系：腎障害

(9) 血液：溶血性貧血はヒ素中毒で起こるが、ルイサイトでの報告はない。動物実験のルイサイトショックで真性または溶血性貧血が報告されている。

(10) その他：体温低下（動物で報告されている）

毛髪、尿、血中、胃内容物のヒ素濃度の測定は、曝露が明らかでない場合は、診断に有用である。

#### [予後]

皮膚：皮膚病変はマスタードの場合より治りやすい（同程度の熱傷よりはやや長い）

Bowen's 病(表皮内扁平上皮癌)を誘発すると考えられる。

吸入：慢性呼吸器疾患との因果関係が報告されている。

眼：重症の場合は治癒するまでに約 6 週間かかる、

## 4. 治療

### [概要]

症状が出現した患者は、全ての症状が十分回復するまで特定の適切な施設で治療する。次に該当する場合は全身管理（呼吸・循環機能、ショック対策、BAL の筋注等）が必要となる。

- ・ 呼吸困難や泡状痰を伴う咳が出現し、肺水腫の徴候がみられる場合
- ・ 手のひら大以上の面積が接触またはやけどし、15 分以内に洗浄されなかった場合
- ・ 15 分以内に除染を行った場合でも、体表の 5%以上が液体のルイサイトに曝露し、30 分以内に皮膚の灰色化または白色化の徴候や紅斑がみられる場合

### [詳細]

\*経皮の場合



(1) 基本的処置

直ちに曝露部位を大量の水で洗浄する。

RSDL®では分解されるとはメーカーは保証していないので注意する。

(2) 特異的治療

BAL 軟膏塗布：吸収を阻止する。

日本および海外で製造されていない。

水疱が出現する前に BAL 軟膏を塗布し、指で擦り込み、5 分間放置後、水で洗い流す。

(軟膏塗布により 1 時間位で一時的に刺激感、痒み、丘疹が出現することがある)

参考) BAL 軟膏の作成例(大阪府立急性期総合医療センター)

〈処方〉	薬品名	量
	2,3-ジメルカプト-1-プロパノール※	50g
	流動パラフィン	25g
	吸水軟膏	450g
	全量	500g

〈製法〉

① 2,3-ジメルカプト-1-プロパノールと流動パラフィンを乳鉢に入れ、乳棒でよく混和する。

② ①に吸水軟膏を加えてよく混和し全質均等とする。

※ ドラフト内で作業する。

※ 2,3-ジメルカプト-1-プロパノール (ジメルカプロール)

試薬一級 東京化成 (25 g / 瓶)

分子式：SHCH<sub>2</sub>CH(SH)CH<sub>2</sub>OH 分子量：124.23

メルカプタン様の不快な臭いがある。

メタノールまたはエタノール(99.5)と混和する。

ラッカセイ油にやや溶けやすく、水にやや溶けにくい。

\* バル注 (100 mg / 1ml / A) を使用すると、10g 中に 1g では 10A (10 ml) となり、軟膏にならないので使用は断念した。

〈貯法〉 密封容器 (不快臭あり) 冷暗所にて保存

BAL の投与：BAL の筋注

製品名：バル(R)筋注 100 mg 「第一三共」；第一三共

投与方法：最大 3 mg/kg を最初の 2 日間は 4 時間ごとに、3 日目は 6 時間ごとに、以降 10 日目まで 12 時間ごとに筋注。

5 mg/kg を超えると 50% の患者に副作用が出現する。副作用が極度に重篤な場合や遷延する場合を除き、投与コースは中止しない。

参考) バル(R)筋注 100 mg 「第一三共」のヒ素中毒に対する用法・用量

- ・ジメルカプロールとして、通常成人 1 回 2.5 mg/kg を第 1 日目は 6 時間間隔で 4 回筋注する。第 2 日目以降 6 日間は毎日 1 回 2.5 mg/kg を筋注する。
- ・重症緊急を要する中毒症状を呈する場合、1 回 2.5 mg/kg を最初の 2 日間は

4時間ごとに1日6回、3日目には1日4回、以降、10日間あるいは回復するまで毎日2回筋注する。

- ・年齢、症状により適宜増減する。

#### 〈過量投与の症状〉

- ・嘔気・嘔吐、頭痛、口唇・口腔・咽頭・眼の灼熱感、流涙・流涎、筋肉・胸部の圧迫感、振戦、血圧上昇など、ときに昏睡、痙攣を起こすことがある。  
(症状は通常30-90分で改善する)
- ・エピネフリン、エフェドリン、抗ヒスタミン剤などの投与が症状を緩解するとの報告がある。

参考)BAL(British anti-lewisite, ジメルカプロール)の作用機序

- ・BALは金属との親和力が強く、酵素蛋白のSH基とヒ素の結合を阻害。
- ・既に結合している場合はヒ素と結合して体外への排泄を促進し、酵素の活性を賦活する。

#### \*眼に曝露した場合

##### (1) 基本的処置

直ちに曝露部位を大量の水または生理食塩水で洗浄する。  
医療機関では眼の洗浄に生理食塩水を使用する。

##### (2) 特異的治療

BAL点眼：吸収を阻止する。

日本および海外で製造されていない。  
植物油中5~10%

必要に応じて「経皮の場合」に準じて行う。

#### \*吸入の場合

##### (1) 基本的処置

新鮮な空気下に避難する。

##### (2) 特異的治療

必要に応じて「経皮の場合」に準じて行う。

#### \*経口摂取の場合

##### (1) 基本的処置

- ・催吐：禁忌
- ・希釈：牛乳または水を120-240 mL(15 mL/kg以下)投与。
- ・胃洗浄：早期に施行  
痙攣対策をとった上で施行。
- ・活性炭・塩類下剤の投与：有効性は不明。

##### (2) 特異的治療

必要に応じて「経皮の場合」に準じて行う。

### 3. ナイโตรジェンマスタード (HN-1, HN-2, HN-3)

#### 概要

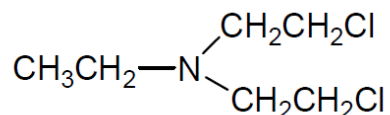
マスタードは、硫黄由来の臭気を持ち、水に溶けにくく油に溶けやすい、毒性が強い、という3点から、化学剤としては取り扱いにくかった。そのため、各国でマスタードの改良が試みられ、アメリカとドイツでほぼ同時に完成したのが、硫黄を窒素に変えたไนโตรジェンマスタードであった。化学剤としてはHN-1~3があるが、HN-2は不安定な物質で重要視されていない。HN-1は温度により揮発度が異なる。米軍では化学剤として使用したことはないが、保有はしていた。HN-2の塩酸塩(塩酸ナイโตรジェンマスタード-N-オキシド)は医薬品(抗腫瘍薬、ナイトロミン<sup>(R)</sup>)として用いられていた。HN-3は蒸気圧、揮発度ともに低く、酷暑時でも有効な蒸気濃度にならず、実戦で使われたことはない。1925年ジュネーブ議定書により戦時使用禁止が決議された(日本は1970年に批准)。特異的解毒剤はなく、対症療法が主となる。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。

#### HN-1 : bis(2-Chloroethyl) ethylamine

##### 1. 物性

わずかに魚臭、アミン臭を有する液体。暗黒色でかび臭を有する。

[構造式]



[分子量] 170.08

[比重] 1.0861 (23°C/4°C)

[沸点] 194°C (計算値、分解する)

66°C (3mmHg)、85.5°C (12mmHg)

[融点] -34°C

[蒸気圧] 0.24mmHg (25°C)

[相対蒸気密度] 5.9 (空気 = 1)

[揮発度] 127mg/m<sup>3</sup> (-10°C)、308mg/m<sup>3</sup> (0°C)、1520mg/m<sup>3</sup> (20°C)、3100mg/m<sup>3</sup> (30°C)

[引火性] 可燃性はあるが爆発性は高くない。

[溶解性] 水にほとんど不溶。多くの有機溶剤と混和しうる。

[反応性] 加熱により分解し、有毒な塩素ガス、窒素酸化物を生成する。

65°Cで鋼をわずかに腐食する。金属と反応して可燃性の水素ガスを生じる。加熱により、爆発性を持つ。

[環境汚染の持続時間]

データなし

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

[ヒト中毒量]

眼ヒト半数不能量 (IC<sub>50</sub>): 200mg・分/m<sup>3</sup>

[ヒト致死量]

ヒトの最小致死量は明らかではない。

吸入ヒト半数致死量 (LC<sub>50</sub>): 1500mg・分/m<sup>3</sup>

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level)] 暫定値

	ナइटロジェンマスタード HN-1 CAS #: 538-07-8				
	mg/m <sup>3</sup> (注: ppm ではない)				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	0.13	0.044	0.022	0.0056	0.0028
AEGL 3 (致死レベル)	2.2	0.74	0.37	0.093	0.047

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

[発癌性] ヒトでおそらく発がん性を示す。

### 中毒作用機序

ナइटロジェン・マスタードは、クロロエチルアミン類で蛋白質や核酸をアルキル化する。DNA、特にグアニンのアルキル化により二重鎖が破壊され、DNA合成が阻害される。

### 体内動態

[吸収]

経皮、吸入、経口摂取による

[代謝]

解毒せず、蓄積する

## 3. 中毒症状

[概要]

中毒症状に関する情報は少ない。眼、皮膚、粘膜への刺激がある。マスタードと

類似の眼に対する刺激があるが、出現時間は早く、傷害はより重い。（眼傷害の発現は数時間-40年まで遅延することがある。アルキル化剤としての性質により皮膚に水疱を生じる。

#### [詳細]

- (1)呼吸器系:crackle を伴う呼吸困難。気管支肺炎(24時間以後に発症することがある)。大量曝露では、肺水腫(発症は曝露後24-72時間遅れることがある)
- (2)神経系:類似物質の大量曝露では、振戦、運動不能、運動失調、痙攣が出現。
- (3)消化器系:吸入、服用で嘔気、嘔吐  
激しい下痢(出血を伴うこともある)  
服用した場合は、消化管の刺激または熱傷による症状。
- (4)血液:造血障害
- (5)皮膚:刺激症状、水疱
- (6)眼:強い刺激、傷害

## 4. 治療

### [概要]

特異的解毒剤はなく、迅速な除染が傷害を軽減する唯一の方法である。化学的に類似のマスタードの治療に準じる。チオ硫酸ナトリウムが低毒性のため、マスタードスカベンジャー (scavenger)としてヒトにも使用されるが、有効性は明らかではない。曝露した可能性がある場合は、潜伏期間があるので少なくとも8時間は経過観察が必要である。体表面の5%以上の曝露または眼痛、流涙など角膜障害が示唆される場合は入院が必要である。呼吸・循環機能の維持・管理を行う。

### [詳細]

#### \*経皮の場合

基本、大量の水で洗浄する。

- ・熱傷創に準じた治療を行う。
- ・強いかゆみを伴う紅斑:カラミンローションやステロイドクリームを塗布
- ・水疱:水疱皮膜は可能な限り保存する。破れた水疱は生理食塩水で洗浄し、イソジンゲルやシルバーサルファダイアジンクリーム (ゲーベンクリーム<sup>(R)</sup>)を塗布
- ・皮膚欠損が広範であれば植皮を要する。

#### \*眼に入った場合

大量の水で15分以上洗浄する。洗浄後も刺激感や疼痛、腫脹、流涙、羞明等の症状が続く場合は眼科的診察が必要。

- ・抗生物質軟膏、ステロイド軟膏の塗布
- ・1%硫酸アトロピンの点眼  
コンタクトレンズ、薄膜または全層の角膜移植は遅延性の角膜炎による視力の改善に効果があるかもしれない。

#### \*吸入の場合

新鮮な空気下に移送する。

- ・呼吸器症状が早期から出現する症例は重症であるので、気管挿管・呼吸管理を要する。
- ・上気道の刺激症状には吸入気加湿、鎮咳剤の投与
- ・化学性肺炎、二次感染対策

\*経口の場合

催吐：禁忌

希釈：牛乳または水を 120-240mL (15mL/kg 以下) 投与する。

胃洗浄：消化管出血、穿孔の危険性を考慮して判断する。痙攣対策をとった上で施行する。

活性炭の投与：有効性は不明。むしろ内視鏡検査の妨げになる。

塩類下剤の投与：HN-1, 2 に関する有効性は不明である。

体外排泄促進法：血液浄化療法の有効性に関する報告はない。

十分な補液。痙攣対策。

骨髄抑制対策：G-CSF、血液幹細胞移植

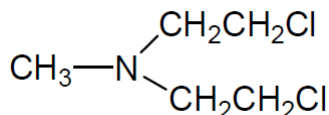
## HN-2 : bis(2-Chloroethyl)methylamine

### 1. 物性

無色～微黄色をおびた油状の液体。ニンニク、にしん、マスタード臭を有する。

低濃度ではソフトな石鹼臭、高濃度では果実臭 (US Army report)

[構造式]



[分子量] 156.07、192.53 (塩酸塩)

[比重] 1.118 (25°C/4°C)

[沸点] 87°C (18mmHg)、75°C (10mmHg)、64°C (5mmHg)、59°C (2mmHg)

[融点] -60°C

[蒸気圧] 65mmHg (25°C)

[蒸気密度] 空気より重い

[揮発度] 3.581mg/L (25°C)

[引火性] 可燃性

[溶解性] 水に非常にわずかに溶ける。

ジメチルホルムアミド、二硫化炭素、四塩化炭素、他の有機溶剤、油類と混和しうる。

[反応性] 加熱により、爆発性を持つ。

[環境汚染の持続時間]

大気中：HN-2 蒸気は光化学的に分解される。半減期 推定 2 日

土壌中：乾いた土壌からは蒸発し、光化学的に分解される。

湿った土壌中では、水中と同様に加水分解される。

水中:速やかに加水分解される。methyldiethanolamine となる。  
半減期 11 時間(25°C)

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### [ヒト中毒量]

眼ヒト半数不能量(ICt<sub>50</sub>):100mg・分/m<sup>3</sup>

経皮ヒト半数不能量 ICt<sub>50</sub>):(マスク使用時)2500-9000mg・分/m<sup>3</sup>

経口ヒト中毒量:ボランティアに4-6mg/日を1回経口投与後、嘔気、嘔吐、頭痛、下痢が24時間続いた。

### [ヒト致死量]

吸入ヒト半数致死量(LCt<sub>50</sub>):3000mg・分/m<sup>3</sup>

静注ヒト半数致死量(LD<sub>50</sub>):推定1mg/kg

[急性曝露ガイドラインレベル(AEGL, Acute Exposure Guideline Level)] 暫定値

	ナイトロジェンマスタード HN-2 CAS #: 51-75-2				
	mg/m <sup>3</sup> (注: ppm ではない)				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	0.13	0.044	0.022	0.0056	0.0028
AEGL 3 (致死レベル)	2.2	0.74	0.37	0.093	0.047

AEGL 1 (不快レベル): 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル): 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル): 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

### [刺激性]

眼刺激性(ウサギ 400 μg): 強い刺激性あり

皮膚腐食性/刺激性: 強力なびらん作用があり、腐食性を有する。

### [発癌性]

IARC の分類: 2A(ヒトに対して発癌性を示す可能性が非常に高い)(1987)

## 中毒作用機序

ナイトロジェン・マスタードは、クロロエチルアミン類で蛋白質や核酸をアルキル化する。DNA、特にグアニンのアルキル化により二重鎖が破壊され、DNA 合成が阻害される。

## 体内動態

### [吸収]

イヌに 3mg/kg 静注後、血中から速やかに消失した。

[分布]

イヌに 3mg/kg 静注した場合、組織中濃度は低く、最も高いのは骨髄であった。

[代謝]

生体内でグアニン基や SH 基と反応する。

[排泄]

イヌに 3mg/kg 静注した場合、ごくわずかな 0.01%は尿中に排泄された。

### 3. 中毒症状

[概要]

- ・マスタードと類似の眼に対する刺激があるが、出現時間は早く、傷害はより重い。
- ・吸入による症状は 4-6 時間後に出現する。
- ・低濃度の慢性曝露により感作されていると、症状がより早く出現する。
- ・肺水腫、壊死した組織片による物理的窒息、二次感染により 2,3 日後に死亡することがある。
- ・第一次世界大戦でナイトロジェンマスタード使用による致死率は 2%。患者の 98% は 30 日以上入院を要し、予後は視力障害、永久的失明、皮膚瘢痕、気管支狭窄、慢性気管支炎、食欲不振、ナイトロジェンマスタードに対する過敏反応等が認められた。

[詳細]

- (1)循環器系:高濃度ではショック、AV ブロック、心停止
- (2)呼吸器系:咽頭痛、鼻汁、嗄声、失声、乾性咳、crackle を伴う呼吸困難  
大量曝露では、肺水腫(発症は曝露後 24-72 時間遅れることがある)
- (3)神経系:食欲不振、脱力、嗜眠、頭痛  
高濃度では中枢神経抑制、痙攣
- (4)消化器系:嘔気、嘔吐、腹痛、血性下痢
- (5)血液:骨髄抑制、貧血、白血球減少
- (6)眼:流涙、刺激症状は 20 分以内に出現し、ピークは 8-10 時間まで。  
眼瞼や眼周囲粘膜の水疱、痛み、縮瞳、眼瞼痙攣、羞明、まれに失明
- (7)皮膚:紅斑、強い痒み、膨疹、壊死、色素沈着、接触性皮膚炎、脱毛
- (8)耳:耳鳴、聴覚消失
- (9)その他:発熱、精子形成障害、無月経、月経異常

### 4. 治療

HN-1 参照

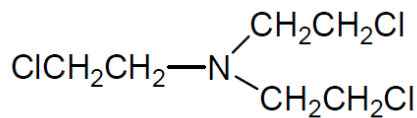
#### HN-3 : tris(2-Chloroethyl) amine

##### 1. 物性

微黄色をおびた液体。わずかに魚臭+石鹼臭。純品は無臭。

[構造式]





[分子量] 204.53

[比重] 1.2347(25°C/4°C)

[沸点] 144°C(15mmHg)

[融点] -4°C

[相対蒸気密度] 7.1(=空気 1)

[揮発度] 0.120mg/L(25°C)

[引火性] 可燃性はあるが、容易には爆発しない。

[溶解性] 水にわずかに溶ける。ジメチルホルムアミド、二硫化炭素、四塩化炭素、他の有機溶剤、油類と混和しうる。

アルコール、エーテル、ベンゼンに可溶。

[反応性] 塩素処理により分解される。

サラシ粉やクロラミンにより分解され、低毒性になる。

弱アルカリ下(pH=8)では24時間以内に90-95%分解される。

り分解し、有毒な塩素ガス、窒素酸化物を生成する。

金属とは反応しない。

[環境汚染の持続時間]

大気中:速やかに光化学的に分解される。半減期 5時間

土壌中:主に加水分解される(特に弱アルカリ下)と推定される。

水中:主に加水分解される(特に弱アルカリ下)と推定される。

硫黄マスタードの3倍持続性がある。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

[ヒト中毒量]

眼ヒト半数不能量(IC<sub>50</sub>):200mg・分/m<sup>3</sup>

経皮ヒト半数不能量(IC<sub>50</sub>):2500mg・分/m<sup>3</sup>

2-6mg服用後、嘔気、嘔吐が出現。

最小中毒量(白血球減少症が出現):塩酸塩で214μg/kg

[ヒト致死量]

ヒトの最小致死量は不明

吸入ヒト半数致死量(LC<sub>50</sub>):1000mg/m<sup>3</sup>

経皮ヒト半数致死量(LD<sub>50</sub>):10mg/kg

[急性曝露ガイドラインレベル(AEGL, Acute Exposure Guideline Level)] 暫定値

	ナイトロジェンマスタード HN-3 CAS #: 555-77-1
	mg/m <sup>3</sup> (注: ppm ではない)

	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	0.13	0.044	0.022	0.0056	0.0028
AEGL 3 (致死レベル)	2.2	0.74	0.37	0.093	0.047

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

[刺激性]

眼刺激性: 強い刺激性あり

[発癌性]

ヒトの発癌性に関する報告なし

### 中毒作用機序

ナイトロジェン・マスタードは、クロロエチルアミン類で蛋白質や核酸をアルキル化する。DNA、特にグアニンのアルキル化により二重鎖が破壊され、DNA合成が阻害される。

### 体内動態

[吸収]

皮膚、吸入、経口摂取により吸収される。

[排泄]

母乳への移行: 報告なし

### 3. 中毒症状

[概要]

- ・マスタードと類似の眼に対する刺激があるが、出現時間は早く、傷害はより重い。
- ・眼の刺激症状は、皮膚や呼吸器の刺激症状が出現しない濃度でも起こりうる。

[詳細]

(2) 呼吸器系: 吸入により、はじめに鼻、咽頭の刺激症状が出現。

咳、嘔声、呼吸困難、湿性ラ音、気管支肺炎。

大量曝露では、肺水腫(発症は曝露後 24-72 時間遅れることがある)

(3) 神経系: 痙攣(実験動物のみ)

(4) 消化器系: 服用により食道、消化管の刺激症状。

嘔気、嘔吐。

吸収されると細胞分裂を抑制し、激しい血性下痢、消化管の壊死性傷害。

- (5) 血液: 骨髄抑制
- (6) 眼: 結膜炎
- (7) 皮膚: 紅斑、痒み、刺激、水疱形成、熱傷、脱毛
- (8) その他: 精子形成障害、月経異常

#### 4. 治療

HN-1 参照

## 4.ホスゲンオキシム (CX)

### 概要

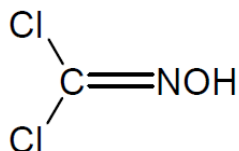
ホスゲンオキシム(Phosgene oxime)は強い腐食性を持つびらん剤である。一般的には、びらん剤(blister agent)とされるが、水疱 (blister) は作らず、urticant、nettle agent(湿疹剤)とも言われる。ハロゲン化オキシム剤の中で最も毒性が強く、マスタードガスよりも皮膚への刺激性が高いと言われている。実際に戦争で使われたことがないため人体に対する作用は不明な点が多く、動物実験による効果から推測されているだけである。

曝露直後にルイサイトは疼痛と水疱、ホスゲンオキシムは疼痛が接触局所に出現し、マスタードガスとナイトロジェンマスタードでは遅れて疼痛と水疱が出現する。ホスゲンオキシム白色の結晶性粉末で、不快な強い刺激臭がある。軍用品の純度では黄～褐色の液体である。暴露直後に痛みが出現し、速やかに組織の壊死を起こす。他の毒ガスより衣服やゴムに速やかに浸透する。ブチルゴムですら浸透する。とはいえ、発災現場での現実的な対応には、通常の化学防護装備で対応する。その際、皮膚の刺激症状が出るようであれば、即座に手袋やブーツを交換する。特異的解毒剤はなく、対症療法が主となる。二次汚染を防ぐため、未除染の患者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。

### 1.物性

白色の結晶性粉末。不快な強い刺激臭。軍用品の純度では黄～褐色の液体。

[構造式]



[分子量] 113.93

[沸点] 128℃

[融点] 35～40℃(室温で液体化しうる)

[蒸気圧] 11.2mmHg(25℃)(固体)、13mmHg(40℃)(液体)

[揮発度] 1800mg/m<sup>3</sup>(20℃)

[溶解性] 水に溶ける(70%)、多くの有機溶剤(アルコール、エーテル、ベンゼン)に可溶。

[反応性] アルカリ水溶液で速やかに加水分解する。多くの金属を腐食する。

[環境汚染の持続時間]

土壌中で分解するのに数日から数週間かかる他のびらん剤と異なり、持続性は低い。乾燥した土壌中では2時間で分解され、水分を多く含んだ土壌だとさらに早く分解する。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

基本的に極めて毒性が高い。作用機序は不明である。

### 毒性

[ヒト中毒量]

吸入最小作用量(Ct):約 300mg・min/m<sup>3</sup> (蒸気、エアロゾル)

半数不能量 (蒸気曝露でおこる眼障害による) :300mg・min/m<sup>3</sup> 以下

[ヒト致死量]

吸入半数致死量 (LCt<sub>50</sub>) :1500~2000mg・min/m<sup>3</sup>

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ] 暫定値

	ホスゲンオキシム CAS : 1794-86-1				
	mg/m <sup>3</sup> (注: ppm ではない)				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.17	0.056	0.028	0.0069	0.0035
AEGL 2 (障害レベル)	0.50	0.17	0.083	0.021	0.010
AEGL 3 (致死レベル)	36	25	13	3.1	1.6

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

[刺激性]

皮膚刺激性:強い刺激性あり

眼刺激性:強い刺激性あり

### 中毒作用

作用機序は明らかではない。SH 基及びNH<sub>2</sub>基と反応する。接触した部位の毛細血管組織に強い作用を生じる。人体の表面に付着すると加水分解によって塩酸とアルデヒド基に分離し、塩酸が皮膚や粘膜を焼き、アルデヒド基がタンパク質の側鎖のアミノ基と反応を起こし細胞を壊死させるとも言われる。

### 体内動態

[吸収]

皮膚から数秒以内に完全に吸収される。

## 3. 中毒症状

[概要]

- ・曝露直後に痛みが出現し、速やかに組織の壊死を起こす。皮膚、眼、呼吸器が傷害され、他のびらん剤より重い組織障害を生じる。
- ・皮膚病変は一見じんましん様で強酸による損傷に類似している。びらん剤ではあるが、びらんは生じない。皮膚傷害は治癒するのに、1～6ヶ月を要する。
- ・ホスゲンオキシムは曝露直後に痛みが出現し、速やかに皮膚（紅斑、壊死が特徴的）や眼（結膜炎が必発症状）が傷害され、水疱はできないことから、他のびらん剤と鑑別できる。

#### [詳細症状]

##### (1)皮膚

高濃度で強い刺激性があり、速やかに壊死を起こす。

接触部位は、数秒以内に痛みを生じ、30秒以内に白色に変性し、その周囲は強い痛みを伴う紅斑となり、15分以内にじんましんを生じる。24時間後には白変した部分は褐色化し、落屑、壊死、化膿性滲出液等を生じる。水疱は作らない。その後、痂皮を形成し、約3週間で痂皮は脱落する。かゆみと痛みは、皮膚傷害が治癒するまで続くことがある。

##### (2)眼

低濃度でも強い刺激性がある。痛み、結膜炎、角膜炎を起こす。接触により永久的な角膜障害を残し、失明に至る。

##### (3)呼吸器系

低濃度でも強い刺激性があり、上気道の刺激症状が出現する。吸入および経皮曝露後数時間で肺水腫を生じる。肺水腫に伴い、壊死性細気管支炎から肺血栓症に至ることがある。

##### (4)消化器系

出血性炎症を生じることがある。

## 4. 治療

### [概要]

特異的解毒剤はなく、迅速な除染が傷害を軽減する唯一の方法である。理想的には、曝露後直ちに、（数秒以内）に除染するのが好ましい。化学的に類似の強酸などの腐食性物質の治療に準ずる、呼吸・循環機能の維持管理に努める。皮膚や衣服がホスゲンオキシムによって汚染されている場合、直接、若しくは気化して二次被害を起こすので、ABCの呼吸循環管理を行いつつも、汚染管理は徹底する。医療機関内に汚染を持ち込まないために、除染を行ってから院内に搬入する。皮膚、眼の刺激症状が無ければ、剤への曝露はないものと考えられることができる。

### [詳細]

#### \*経皮の場合

基本、大量の水と石鹼で洗浄する。若しくはRSDLで除染後、大量の水で洗浄する。ただし、RSDLの製造者はホスゲンオキシムを除染できるとはしていない。皮膚病変が広範囲にわたる場合には、バイブラバスなどの治療用泡風呂で1日2-3回入浴させる。

熱傷に準じた治療を行う。

強いかゆみを伴う紅斑の場合カラミンローションやステロイドクリームを塗布する。

皮膚欠損が広範であれば植皮を要する。皮膚曝露範囲が広いようであれば、熱傷治療施設への転送が必要となる。

\*眼に入った場合

大量の水で5-10分洗浄する。癒着するので、眼帯は着けない。結膜炎に対して、硫酸アトロピンなどの散瞳薬、抗菌薬眼軟膏、ワセリンなどで加療する。羞明がある場合にはサングラスをかけさせる。

\*吸入の場合

新鮮な空気下に移送し、呼吸管理を行う。

\*経口の場合

腐食性物質なので催吐は禁忌である。嘔気、嘔吐には制吐剤で対処する。

### III. 血液剤

#### 1. シアン化水素 (AC)

##### 概要

シアン化水素は、塩化シアンと同じく、血液剤に分類される。気体のシアン化水素は青酸ガスといい、液体は液化青酸という。水溶液は弱酸性を示し、シアン化水素酸と呼ばれる。気体、液体、水溶液のいずれについても、慣習的に青酸（せいさん）と呼ばれる。この語は紺青に由来する。チトクロームオキシダーゼと結合し、細胞の酸素利用を阻害する。無色でかすかにビターアーモンド（苦扁桃）臭のある、非常に揮発しやすい可燃性の液体または気体。空気より軽く揮発性が高いため野外では速やかに拡散し、致死濃度に達しにくいいため、化学兵器としてはあまり有用ではないとされる。化学兵器としてのこの欠点を克服するために空気より重い塩化シアンが製造された。第一次世界大戦中の1916年に連合軍（仏、英）がドイツ軍に対して小規模に使用した。イラン・イラク戦争で、イラク軍はイラン軍に対してシアン化水素を使用したとされる。旧日本陸軍は、1937年（昭和12年）に「ちや一号」として制式化、その後、対戦車兵器として液化青酸270g入りのビン「一式手投丸缶」（ちび弾とも呼ばれた）を製造した。戦車にぶつけて割ると、装甲の隙間から中に入り込み、乗員を中毒させるのが目的であった。一方、旧海軍では「四号特薬」と呼称した。最近の事例では、1988年3月18日、イラク北東部のハラジャブ市（当時イラン軍の占領下）で、イラク軍によりクルド人に対し使用されたと指摘されている。兵器としてではなく、閉鎖空間での使用例としては、第二次世界大戦下にナチスの強制収容所でユダヤ人殺害のため、毒ガスとして使用された。アメリカ合衆国の一部の州ではガス室刑にシアン化水素を用いていたが、処刑後の清掃などに大きなコストがかかることなどもあり、1999年以降行われていない。執行後のガス室は壁面に付着した青酸ガス成分を除去するため、毎回の洗浄作業が必要となる。この作業に対する防護措置、危険手当、各種消耗品等の負担は大きく、現在の米国において最もコストがかかる死刑方法とされる。1995年5月に新宿駅地下街でオウム真理教信者が、シアン化ナトリウムと硫酸を混合することにより発生させようとしたが、未遂に終わった。イラクは2009年1月に化学兵器禁止条約に加入し、大量の化学兵器を廃棄した。ジュネーブ議定書（1925年）で戦時使用禁止が議決された（日本は1970年に批准）。シアン化水素は、特に吸入曝露により全身症状を呈するが、皮膚曝露、経口摂取によっても中毒症状を引き起こす。すなわち、使用散布方法としては、閉鎖された室内で使用するか、食物、水分を汚染させるか、もしくは屋外で散布される。アグロテロとして農作物を汚染させる可能性は低いとされる。作用が迅速であるのが特徴で、大量を吸入すると、突然意識を失い、呼吸停止により急死する。重症の場合、迅速に解毒剤を投与することが救命の重要要素となる。二次汚染を防ぐため、未除染の患者と物品に直接接する者は防護を怠ってはならない（レベルC防護装備が必要）。

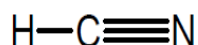
#### 1. 物性

シアン化水素は無色、可燃性の液体または気体である。シアン化水素酸はシアン化水素の水溶液で、青みがかった揮発性の液体である。ともにかすかにビターアーモンド（苦



扁桃)臭または桃の種の臭いがある。ここでいうビターアーモンド臭とは、製菓に用いるアーモンドエッセンスの甘い香りとは異なる。また、嗅盲といって遺伝的にこの臭いを感じない人が20%~40%いる。

[構造式]



[分子量]27.03

[比重](気体)0.941、(液体)0.687

[沸点]25.6℃

[融点]-13.4℃

[蒸気圧]53.3 kPa(≒400 mmHg)(9.8℃)、98.9 kPa(≒742 mmHg)(25℃)

[揮発度] $1.088 \times 10^6 \text{mg/m}^3/25^\circ\text{C}$

[引火点]-17.8℃

可燃性の気体であり、爆発範囲(5.6~40.0%)を持つ。特にアルカリと反応して爆発する。その他、熱や炎にさらされることによって爆発のリスクが高まる。

[溶解性]水に極めて良く溶ける。アルコール、エーテルにも溶ける。

[反応性]水、蒸気、酸または酸性フュームと反応し、あるいは加熱分解により有毒フュームCNを生じる。熱、炎および酸化剤と接触すると火災の危険性がある。

[環境汚染の持続時間]

基本的に空気よりも軽い気体なので、持続性はきわめて低い。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

シアン化水素は作用が迅速であるのが特徴で、高濃度曝露では呼吸不全により急死する。吸入時の症状は空気中の濃度により大きく変動する。60mg/m<sup>3</sup> 60分曝露では重篤な症状は引き起こさないが、200mg/m<sup>3</sup> 10分曝露、5000mg/m<sup>3</sup> 1分曝露では死亡することがある。シアン化水素の毒性報告は幅が広く、270 ppmで即死というものから、5,000 ppmの1分間の吸入で半数死亡というものまである。これは肝臓によるチオシアン酸化解毒能力と、細胞の壊死に対する抵抗力における個体差が激しいものと考察される。蓄積性は低いので、一度意識が戻れば急速に回復する。

### 毒性

[ヒト中毒量]

吸入ヒト中毒量 60mg/m<sup>3</sup> 60分曝露では重篤な症状は引き起こさない。

最小中毒量 TCLo 500mg 3分

吸入最小中毒量 TCLo 5mg/m<sup>3</sup> : 頭痛

吸入最小中毒量 TCLo 吸入 20mg/m<sup>3</sup> : 悪心、嘔吐、脈拍変化

[空気中濃度と中毒作用]

18～36ppm 数時間曝露後、軽度の症状が出現  
 110～135ppm 0.5～1時間の曝露で致死または生命に危険  
 135ppm 30分間の曝露で致死  
 181ppm 10分間の曝露で致死  
 270ppm ただちに死亡、または6～8分以内に死亡  
 (1ppm:1.1mg/m<sup>3</sup>に相当)  
 300ppm 数分内に死亡

[血中シアン濃度]

～2.3mg/L：支持療法のみで生存している。  
 3.85～40mg/L：拮抗剤投与により重度の中毒から生存  
 1.0mg/L以上で顕著な症状発現

[ヒト致死量]

吸入ヒト半数致死量(LC<sub>t50</sub>):2,500mg～5,000 mg・分/ m<sup>3</sup>  
 経皮ヒト推定半数致死量(LD<sub>50</sub>):(液体)約100mg/kg  
 吸入ヒト致死量:100mg/m<sup>3</sup> 1時間  
                   120mg/m<sup>3</sup> 30分  
                   200mg/m<sup>3</sup> 10分

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	シアン化水素 74-90-8				
	ppm				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	2.5	2.5	2	1.3	1
AEGL 2 (障害レベル)	17	10	7.1	3.5	2.5
AEGL 3 (致死レベル)	27	21	15	8.6	6.6

AEGL 1 (不快レベル)：不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値  
 AEGL 2 (障害レベル)：避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値  
 AEGL 3 (致死レベル)：生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

[刺激性]

気道に軽度の刺激性があり、皮膚や眼に液体が触れた場合も刺激性がある。

(参考)

許容濃度等：日本産業衛生学会 許容濃度：5ppm (5.5mg/m<sup>3</sup>) (経皮吸収)  
 ACGIH TLV-C：4.7ppm (5 mg/m<sup>3</sup>) (経皮吸収)  
 NIOSH REL-STEL：4.7 ppm (5mg/m<sup>3</sup>)

NIOSH IDLH : 50ppm(シアン化合物として)

## 中毒作用機序

### 細胞呼吸阻害作用

シアン(CN<sup>-</sup>)は3価の鉄イオン(Fe<sup>3+</sup>)と強い親和性を持ち、チトクロームオキシダーゼのFe<sup>3+</sup>に結合し、細胞内呼吸を阻害する結果、細胞のミトコンドリアではブドウ糖からのエネルギー産生が停止する。組織に酸素は運搬されるが組織がこれを利用できない状態となる。いわば、化学的窒息と言われる。

### 酸素欠乏に伴う二次的作用

中枢神経細胞は酸素欠乏に最も敏感で、まず中枢神経系に影響が出、続いて呼吸増加、心機能亢進し、その後、中枢神経系・呼吸・心筋の抑制により心拍出量が減少する。これらの作用に細胞内低酸素状態が加わる。

## 体内動態

### [吸収]

化学兵器としては経気道的に曝露させるが、大量では皮膚からも吸収されて中毒を引き起こす。

### [分布]

血液経由で全器官・組織に分布する。赤血球中の濃度は血漿中の2~3倍、蛋白結合率:血漿中の約60%が蛋白結合している。分布容量:約0.41L/kg

### [代謝]

シアン化水素は、肝臓で硫黄の存在下に酵素ロダナーゼにより代謝され、毒性の低いチオシアネートとなる。

### [排泄]

チオシアネートは主に尿中に排泄される。吸収されたシアン化水素の一部は未変化体で肺より排泄される。

## 3. 症状

### [概要]

大量に吸入すると、突然意識を失い、呼吸停止により直ちに死亡する。シアンは呼吸中枢を直接刺激するため、高濃度曝露では吸入直後には呼吸数、換気量とも増加する。30秒以内には意識消失、痙攣、数分で呼吸停止、さらに数分で心停止にいたる。中等量の場合、病的な状態が1時間以上続くことがある。血管拡張のため曝露後から全身の温感が出現、持続し、紅潮を認める。ついで嘔気、嘔吐、ときに頭痛をきたす。さらに胸部絞扼感を伴う呼吸困難が出現、最後に意識消失し、痙攣が出現する。低濃度曝露では、呼吸数・換気量の増加、めまい、嘔気、嘔吐、頭痛がみられる。曝露が続くと呼吸困難、脱力を伴う。細胞が酸素を利用できないため、静脈血酸素濃度が上昇し、皮膚は鮮紅色を呈する。このためチアノーゼを肉眼的に確認することは困難である。嫌気性代謝による代謝性アシドーシス(乳酸アシドーシス)がみられる。

## [詳細]

- (1)循環器系:初期には頻脈、血圧上昇、のちに徐脈、血圧低下。  
心電図異常;重症の場合、AVブロック、続いて心停止に至る場合もある。  
ST-T波の変化も見られる。
- (2)呼吸器系:初期には呼吸数・換気量の増加、頻呼吸、のちに呼吸抑制(一般的)、無呼吸へと進行する。非心原性肺水腫が出現することがある。チアノーゼはみられない。
- (3)精神・神経系:初期には頭痛、頭重感、めまい、中枢神経刺激(不安、興奮、闘争行動)のちに昏睡、痙攣、麻痺、死亡。重症中毒では昏睡、痙攣を起こす。  
精神症状として非理性的行動、暴力行為、躁状態が見られる。
- (4)泌尿器系:多尿、尿崩症は予後不良を示唆する
- (5)酸・塩基平衡:代謝性アシドーシス(乳酸アシドーシス、アニオンギャップ増加)は必発。
- (6)内分泌:(重症)インスリン耐性高血糖症
- (7)眼:重度の曝露では一般的に散瞳。眼底検査で網膜の動脈と静脈が同程度の赤色を示す。
- (8)皮膚:(皮膚曝露)皮膚への直接曝露からも吸収される。全身の重篤な熱傷の報告もある。

\*異常臨床検査値:血中シアン濃度の上昇;0.5~1.0  $\mu\text{g/mL}$ ・軽度の作用

2.5  $\mu\text{g/mL}$ 以上・昏睡、痙攣、死亡

静脈血中酸素濃度の増加、代謝性アシドーシスはシアン中毒では必発の兆候である。

## [検査]

血液:ヘモグロビン、動脈血液ガス、静脈血酸素分圧または酸素飽和度、血清電解質、血清乳酸塩、全血シアン濃度

ヒドロキシコバラミン使用時には、ヒドロキシコバラミンが赤色のため、AST、クレアチニン、ビリルビン、マグネシウムなどの血中イオンが分光光度計で正確に測定できない恐れがある。

中心静脈血:可能ならば、同静脈酸素分圧差を確認しておくべき。

尿:尿中シアン化物濃度

胸部X線検査:呼吸困難のある患者では実施する。

MRI:シアン化合物によるパーキンソン症候群のある患者では障害の部位、程度を同定するのに有用。

## 4. 治療

### [概要]

呼吸循環管理を最優先させる。特に吸入による中毒の場合は、発症が速いので、医療従事者との接触時に歩行可能であれば、治療の必要性は殆ど無い。

日本で医薬品として市販されシアン中毒の適応がある解毒剤は、ヒドロキシコバラミン、チオ硫酸ナトリウム、亜硝酸アミルである。

## [詳細]

### (1) 基本的処置

#### A. 避難、除染

- ・患者を新鮮な空気の下へ移送する(救助者は適切な保護具を着用する)。
- ・汚染された衣服や靴は注意深く脱がせ、密封し、有毒廃棄物として処理する。
- ・理論上、気体に曝露されたのであれば、水除染の必要性は低いと思われるが、国際的なガイドラインでは。曝露した皮膚を石けんと水で十分洗い、曝露した眼は温水で15～20分以上洗浄するよう推奨している。

#### B. シアン化水素への曝露が疑われるようであれば、直ちに純酸素の投与を行う。

呼吸不全を来していないかチェック。心肺停止であっても、口対口人工呼吸は、曝露経路に関わらず、決して行ってはならない。

#### C. 排泄促進

血液透析：血液透析はコントロールしにくいアシドーシスを補正し、またチオ硫酸ナトリウムにより生成したチオシアン酸を除去できることから、理論的には有効な方法といえるが、エビデンスに欠けており、シアン中毒の標準的治療法とは考えられない。

血液吸着：現時点ではシアン化水素中毒の標準的治療とは考えられない報告例でも有用性は認められていない。

### (2) 対症療法

A. 酸素投与：直ちに100%酸素投与を開始する。必要であれば気管挿管し気道を確保する。気管支痙攣が起きているときは $\beta$ 遮断薬を吸入させる。

B. アシドーシス対策：炭酸水素ナトリウム投与

C. 痙攣対策：ジアゼパム等ベンゾジアゼピン系薬剤を投与

D. 不整脈対策：心電図モニター、一般的な不整脈治療

E. 血圧低下対策：ドパミン、ノルエピネフリンの投与

F. 肺水腫の有無を確認：曝露後24～72時間まで発現が遅れることがある。

G. 電解質バランス調整：大量輸液用の静脈路の確保

### (3) 特異的処置

解毒剤として日本で医薬品として市販され、シアン中毒の適応がある解毒剤は、ヒドロキシコバラミン、チオ硫酸ナトリウム、亜硝酸アミルである。

#### 1) ヒドロキシコバラミン

薬剤名 : シアノキット(R)注射用5gセット(メルクセローノ)

構成 : ヒドロキシコバラミン注射用5g 1バイアル、  
日本薬局方生理食塩水(200mL)1本、  
溶解液注入針1個、輸液セット(22ゲージ翼付注射針付き)  
1セット、23ゲージ翼付注射針1セット

作用機序 :

ヒドロキシコバラミン分子の三価のコバルトイオンに結合している水酸イオンがシアンイオン(CN<sup>-</sup>)と置換することにより、無毒のシアノコバラミンが形成され、尿中に排泄される。ヒドロキシコバラミンは血液脳血管関門

を通過するため、直接中枢神経系で効果を示す。

用法・用量：

ヒドロキシコバラミンとして 5 g(1 バイアル) を生理食塩液 200 mL に溶解して必要量を投与する。

・初回投与

成人：通常、ヒドロキシコバラミンとして 5 g を、日本薬局方生理食塩液 200 mL に溶解して、15 分間以上かけて点滴静注する。

小児：通常、ヒドロキシコバラミンとして 70 mg/kg を、15 分間以上かけて点滴静注する。ただし、1 バイアル（ヒドロキシコバラミンとして 5 g）を超えない。

・追加投与

症状により 1 回追加投与できる。

追加投与にあたっては、まずヒドロキシコバラミン初回投与量（成人：5g、小児：70mg/kg）を点滴静注しながら、十分なモニタリングを行い、被災者の臨床症状、たとえば神経・心血管状態が安定するか否かによって、追加投与が必要かを判断する。

適応に従って 15 分間～2 時間かけて点滴静注する。

使用上の注意：

・投与後、皮膚や血清、尿、粘膜に赤色の着色を認めることがある。この着色のため、血液検査、尿検査のデータに影響を及ぼす。この影響は 2-3 日間続く。

チオ硫酸ナトリウムとの併用について

IPCSの資料では、重症患者にはヒドロキシコバラミンとチオ硫酸ナトリウムと投与すべしと記載されている。同時投与は避け、同時に投与しなければならない場合には、同じ静脈路から投与しないこと。本剤とチオ硫酸ナトリウムとを混合するとチオ硫酸-コバラミン化合物を形成し、ヒドロキシコバラミンが遊離シアンと結合できなくなり、解毒作用が低下する。

## 2) チオ硫酸ナトリウム

チオ硫酸ナトリウムは実際には亜硝酸ナトリウムの後に投与されているが、亜硝酸ナトリウムによる治療の開始と同時に投与してもよい。データは少ないが、ヒトでのシアン中毒にチオ硫酸ナトリウムの単独療法が有効であることを示唆する事例報告がある。

薬剤名：デトキソール<sup>®</sup>静注液 2 g<日医工株式会社>（2014 年 11 月現在）

作用機序：ミトコンドリア内酵素 rhodanese により、本剤がシアンイオン(CN<sup>-</sup>)と反応し、毒性が弱く尿中に排泄しやすいチオシアン酸塩(SCN<sup>-</sup>)を生成させる。解毒を促進するために、本剤を静注し補給する。細胞内のシアンに対しても有効である。これを応用して、遺伝子組み換えで作成した rhodanese を治療に使おうという試みもある。

用法・用量：

- ・成人：通常、1回 12.5～25 g 静注(増減)。
  - 一般に、10%チオ硫酸ナトリウム 125 mL を 10 分間で静注する。
  - 年齢、症状により適宜増減する。
- ・初回量；デトキソール<sup>®</sup>注は 10%溶液で 1 バイアル 20 mL (2 g) となっているので、成人では 125 mL を投与する。
- ・反復量；1 時間後に臨床症状が再発または持続する場合、初回量の 1/2 を再投与する。
- ・小児：
  - ・ 412.5 mg/kg または 7 g/m<sup>2</sup> 体表面積を 0.625～1.25g/min. の割合で静注。最大投与量：12.5 g
  - ・ 体重 25kg 以下の小児では、50 mg/kg を 10 分間で静注する。

使用上の注意：

- ・ 静脈内投与時、注射の速度をできるだけ遅くする
- ・ 腎不全があると、チオシアン酸塩の排泄が減少し毒性が増大する。
- ・ 連用した場合に効果が漸次低下する傾向にあるため、投与が 7～10 回に達した場合、適宜休薬することが望ましい。
- ・ ヒドロキシコバラミンとの併用による有効性および安全性は確立していない。

同時投与は避け、同時に投与しなければならない場合には、同じ静脈路から投与しないこと。

3) 亜硝酸塩療法：亜硝酸アミル吸入・亜硝酸ナトリウム静注・チオ硫酸ナトリウム静注

亜硝酸ナトリウムの静注が直ちに可能な場合は亜硝酸アミルを吸入する必要はない。

作用機序：

亜硝酸塩を投与し、メトヘモグロビンをつくると、チトクロームオキシダーゼの Fe<sup>3+</sup> と結合していたシアンイオン (CN<sup>-</sup>) が遊離してメトヘモグロビンの Fe<sup>3+</sup> と結合しシアンメトヘモグロビンとなり、チトクロームオキシダーゼを保護する。

処置開始基準：

状況証拠とともに、意識障害、痙攣、アシドーシス、バイタルサインの異常等のシアンによる中毒症状がある中等症～重症症例に使用する。

但し、シアン化水素吸入により昏睡状態に陥っても、曝露がごく短時間で、来院時に意識が回復し、アシドーシスやバイタルサインの異常がみられない場合、投与は必要ない。

3)-1 亜硝酸アミル吸入

薬剤名：亜硝酸アミル「第一三共」

適応基準：シアンによる中毒

用法・用量：

- ・ 自発呼吸がある場合、1 回 1 管 (0.25 mL) を被覆を除かずそのまま打ち叩いて破碎し、内容をガーゼ等の被覆にしみ込ませて、鼻孔に当てて吸入させる。

43)55)

- ・自発呼吸がない場合バッグマスク等の呼吸器経路内に、1回1管(0.25 mL)を、被覆を除かずそのまま打ち叩いて破碎したアンプルを投入し内容を吸入させる。

亜硝酸ナトリウムの準備ができるまで、100%酸素と交互に30秒間/分吸入、2～3分毎に新しいアンプルを使用する。アシドーシスが認められた場合、炭酸ナトリウム静注により補正を行う。

中止の基準：亜硝酸ナトリウム静注の準備ができれば中止する。

### 3)-2 亜硝酸ナトリウム静注

薬剤名：日本に医薬品の市販製剤はない。

試薬(特級)の亜硝酸ナトリウムを用い3%注射液を院内製剤化し、医師の責任の下に使用する。

用法・用量：

・成人：

初回投与：3%溶液10 mLを3分間で静注する。

再投与：亜硝酸ナトリウム、チオ硫酸ナトリウムの投与でも効果がなければ、重大な合併症(血圧低下、過剰のメトヘモグロビン血症)がない場合に限って、亜硝酸ナトリウムとチオ硫酸ナトリウムを初回の半量投与する。

・小児：亜硝酸ナトリウムとして10 mg/kg(3%溶液として0.33 mL/kg)を3分間で静注する。

使用上の注意：

- ・投与速度が速いと、血圧低下を起こしやすいので、注意深く頻りに血圧をモニターしながら投与する。血圧低下がみられた場合、投与速度を遅くする。
- ・チアノーゼ、メトヘモグロビン血症、溶血性貧血、血圧低下、呼吸困難、頻脈、痙攣等の副作用報告がある。

調整法(非市販品の場合)：

試薬(特級)の亜硝酸ナトリウムを用い3%溶液に調整する。

注射用蒸留水20 mLに亜硝酸ナトリウム0.6gを入れて製する。

ろ過滅菌し、アンプルに充填する。

### 3)-3 チオ硫酸ナトリウム静注

亜硝酸ナトリウムの静注に続いて、本剤の静注を行う。

[予後]

全身症状が回復するのは通常、速やかである。しかし高率に中枢神経系に障害が残ると考えられる。

\*経皮の場合

(1)基本的処置

- A. 除染:汚染された衣服は脱ぎ、曝露した皮膚を石けんと水で十分に洗浄する。  
洗浄後も刺激感や疼痛が続くなら、医師の診察が必要。
- B. シアン化合物は皮膚から吸収されて全身症状を引き起こすことがあるので、



注意深く観察する。

(全身症状が出現するのは通常、重篤な熱傷を起こしている場合か、シアン化合物溶液に全身が浸漬されている場合のみである)

(2) 対症療法

必要ならば、吸入・経口の場合に準じて治療する。

**[経過観察]**

- ・軽度の曝露で無症状の患者は 4～6 時間経過を観察する
- ・重症患者(昏睡、痙攣、ショック、代謝性アシドーシス、不整脈等)および解毒剤を投与した患者はすべての症状が改善するまで、または少なくとも 24 時間は入院させ、集中治療室管理を行う。
- ・迅速に治療が開始された場合、通常、速やかに回復するが、まれに遅れて中枢神経症状が出現することがあるため、数週間～数ヵ月間隔でフォローする。

## 2. 塩化シアン (CK)

### 概要

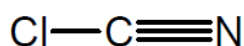
塩化シアンは、シアン化水素と同じく、血液剤に分類される。空気より重く発火しにくくして、化学兵器として使いやすいように、シアン化水素を改良したものである。第一次世界大戦中、1916年連合軍(仏、英)がドイツ軍に対して小規模に使用した。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用禁止が議決された(日本は1970年に批准)。イラン・イラク戦争で、イラクが使用したとされる。イラクは2009年1月に化学兵器禁止条約に加入し、大量の化学兵器を廃棄した。

シアン化水素と同様に、チトクロームオキシダーゼと結合し、細胞の酸素利用を阻害する。無色で揮発性の高い液体または気体。水分や酸と反応し、シアン化水素、塩化水素、塩素などを生じる。シアン化水素と異なり、蒸気は低濃度でも眼、鼻、気道粘膜に強い刺激性がある。催涙剤と同様、曝露直後より、眼刺激、流涙が生じる。吸入するとさらに鼻・喉刺激、咳、胸部絞扼感が出現する。作用が迅速であるのが特徴で、大量を吸入すると、突然意識を失い、呼吸停止により急死する。重症の場合、迅速に解毒剤を投与することが救命の鍵となる。二次汚染を防ぐため、未除染の患者と物品に直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。

### 1. 物性

塩化シアンは常温で無色、揮発性の高い液体または気体。(ペルシャ湾地域のような温帯で使用するとガスとなり、低温地域で使用すると、エアゾール状の霧となる。)シアン化水素より比重は大で、不燃性である。

[構造式]



[分子量] 61.48

[比重] 1.218(4°C/4°C)

[沸点] 13.1°C

[融点] -6.5°C

[蒸気圧] 1010 mmHg/20°C

[蒸気密度] 1.98 g/cm<sup>3</sup>

[揮発度] 2.6x10<sup>6</sup> mg/m<sup>3</sup>/12.8°C

[引火点] 可燃性なし

[溶解性] 水にわずかに溶ける。

アルコール、エーテルに可溶。有機溶剤に可溶。

[反応性] 水、蒸気、酸と反応し、あるいは加熱分解によりシアン化水素、塩化水素、塩素、NO<sub>x</sub>等を生じる。

### 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

## 毒性

- ・シアン化水素と異なり、蒸気は低濃度でも眼、鼻、気道粘膜に強い刺激性がある。  
約 10 mg/m<sup>3</sup> 以上で、直ちに眼刺激、催涙を生じる。
- ・シアン化水素と同様、高濃度曝露では呼吸不全により急死する。  
吸入毒性はシアン化水素の 1/2 以下。

### [中毒量]

吸入ヒト中毒量:10 mg/m<sup>3</sup> 催涙、結膜刺激  
吸入ヒト不能量:7000 mg・分/m<sup>3</sup>

### [致死量]

吸入ヒト半数致死量(LC<sub>50</sub>):11000 mg・分/m<sup>3</sup>  
吸入ヒト致死量:48 ppm-30 分

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ] 設定なし

### [その他の毒性]

刺激性:低濃度でも眼、鼻、気道粘膜に強い刺激性がある。  
眼刺激性(ヒト):>10 mg/m<sup>3</sup> 直ちに眼刺激、催涙  
100 mg 2 分/m<sup>3</sup> 強い刺激性

### (参考)

許容濃度等: ACGIH TLV-C: 5mg/m<sup>3</sup>  
NIOSH IDLH : 50 mg/m<sup>3</sup> (シアン化合物として)  
臭い閾値:2.5 mg/m<sup>3</sup>(1 ppm)で刺激臭  
刺激性、催涙性が強いいため、臭気は認知しがたい。

## 中毒作用機序

眼、上気道、肺への刺激作用

遊離した塩素や塩化水素による直接的な刺激作用で、気管支に強い炎症、肺の充血・浮腫を引き起こす。

## 体内動態

### [吸収]

肺から速やかに吸収される。

化学兵器としては呼吸への作用を目的として使用されるが、大量では皮膚からも吸収されて中毒を引き起こす。

塩化シアンは吸入、皮膚から吸収される。

### [分布]

塩化シアンは血液経由で全器官・組織に分布する。

赤血球中の濃度は血漿中の 2~3 倍。

蛋白結合率:血漿中の約 60%が蛋白結合している。

分布容量:約 0.41 L/kg

### [代謝]

塩化シアンはヘモグロビンおよびグルタチオンと反応してシアンイオンを生じ、肝臓で硫黄の存在下、酵素ロダナーゼにより代謝され、毒性の低いチオシアネートとなる。

**[排泄]**

チオシアネートは主に尿中に排泄される。

吸収された塩化シアンの一部は未変化体で肺より排泄される。

### 3. 症状

**[概要]**

10 mg/m<sup>3</sup>以上の濃度では直ちに眼刺激、催涙を生じる。吸入するとさらに鼻・喉刺激、咳、胸部絞扼感が生じる。全身症状が治まった後に肺水腫が出現することがある（多量の泡沫状喀痰を伴う持続性咳嗽、crackle、重度の呼吸困難、著明なチアノーゼが認められる）。

**[詳細]**

シアン化水素の項を参照。

### 4. 治療

**[概要]**

呼吸循環管理を最優先する。特に吸入による中毒の場合は、発症が速いので、医療従事者が接触した時に歩行可能であれば、治療の必要性は殆ど無い。日本で医薬品として市販されシアン中毒の適応がある解毒剤は、ヒドロキシコバラミン、チオ硫酸ナトリウム、亜硝酸アミルである。重症例ではシアン化水素中毒と同様に治療する。

**[詳細]**

シアン化水素の項を参照。

### 3.ヒ化水素 (SA)

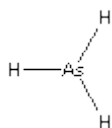
#### 概要

アルシン（ヒ化水素、水素化ヒ素）は、シアン化水素や塩化シアンと同様に血液剤としてまとめられるが、いわゆるシアン中毒とは作用機序が異なり、溶血毒である。溶血することによって末梢組織への酸素供給が低下する意味では、同じ仲間である。化学剤として研究されてきたが、アルシンはホスゲンの10分の1の毒性といまひとつ毒性が低く、製造が難しく、可燃性も高いことから実際には今まで戦場で使用されたことがない。それでも、いわゆるジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用禁止が議決された(日本は1970年に批准)。その後、化学兵器禁止条約(1997年)で開発・製造・貯蔵・使用が禁止された(日本は調印済み)。しかし、小規模なテロの手段として使用される懸念はある。また、ヒ素中毒の患者を胃洗浄する際に、ヒ素と胃酸(塩酸)とが反応して、ヒ化水素を発生することが知られており、中毒診療上、その中毒への対策が問題となっている。工業界でも、半導体のマイクロチップを製造する作業過程でも発生する。さらには、砒素を含む殺虫剤と酸を混合しても発生する可能性がある。無色で粘膜刺激作用の無い気体である。濃度が0.5ppm以上であればわずかなニンニク臭であるが、それより低い濃度(0.05ppm)から毒性を示す。ニンニク臭は、不純物のテルルによるものとも言われる。重篤な中毒であれば、曝露後30～60分以内に症状が発現するが、通常は非刺激性のため、当初は顔色や気分も比較的良く、症状が遅れて(曝露の程度によるが2～24時間後)発現する。アルシン中毒の三主徴は、腹痛、ヘモグロビン尿、黄疸であり、多数の被害者が遅れてこのような症状をきたしていれば、アルシン中毒を疑う。特徴的な毒作用は血管内溶血である。溶血により急性腎不全が生じる。腎に対する直接作用もある。死因は腎不全、心筋障害、肺水腫である。貧血には輸血、重症の溶血には交換輸血を行い、腎不全には血液透析を行う。アルシン(砒化水素)は砒素化合物より発生するが、アルシンによる中毒は砒素中毒ではない。従って、砒素のキレート剤の投与は無効であり、むしろ投与してはならない。

#### 1. 物性

無色で、粘膜刺激作用の無い気体。

[構造式]



[分子量] 77.93

[比重] 3.484 g/L

[沸点] -62.5℃

[融点] -117℃

[蒸気圧] 11,000 mmHg at 68 EF (20EC) HSDB 2007)

[相対蒸気密度] 2.66 (空気=1)

[引火点] 極めて可燃性あり。熱や火花で爆発の危険あり。

[溶解性] 水、アルカリ、エタノールに微溶。

[反応性] 光により急速に分解する。

[環境汚染の持続時間] ガス体なので、持続性は低い。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

0.05ppm 以上で毒性を示す。ガス自体に刺激性が無く、臭いも中毒量よりも高い濃度でしか感じないので、臭いで被害を防ぐことはできない。

### 毒性

[曝露濃度と中毒作用]

3ppm 1 分間の吸入で中毒

25-50ppm 30 分の吸入で死亡(溶血による)

100ppm 30 分以内の吸入で死亡(溶血による)

150ppm ただちに死亡

尿中ヒ素濃度との関係

70-100mcg/L 中毒症状出現 (正常値: <20  $\mu$ g/L)

[ヒト中毒量]

ヒト最小中毒濃度 3ppm

325  $\mu$ g/m<sup>3</sup>

[ヒト致死量]

ヒト最小致死濃度 25ppm・30 分

300ppm・5 分

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	アルシン 7784-42-1				
	ppm				
	10 分	30 分	60 分	4 時間	8 時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	0.3	0.21	0.17	0.04	0.02
AEGL 3 (致死レベル)	0.91	0.63	0.5	0.13	0.06

NR: AEGL 2 の値が臭気閾値を下回っているため濃度の設定は推奨されない

AEGL 1 (不快レベル): 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル): 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル): 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

(参考)

許容濃度等 ACGIH TLV-TWA : 0.05ppm  
NIOSH IDLH : 3ppm

## 中毒作用

赤血球中のグルタチオンを枯渇、膜を不安定にし、急速に大量の溶血を起こす。

## 体内動態

### [吸収]

ヒ化水素は吸入によりよく吸収される。  
皮膚からも吸収される。

### [分布]

ヒ素は肝、骨、皮膚、内臓、髪、爪など体内に広く分布する。

### [代謝]

詳しい代謝経路は分かっていない。

### [排泄]

長期間のうちにわずかな量のヒ素が、尿、糞便、髪、爪に排泄される。  
わずかな量はトリメチルアルシンとして呼気に排泄される。

## 3. 症状

### [概要]

重篤な中毒であれば、曝露後 30～60 分以内に症状が発現するが、ガスは非刺激性のため、当初は顔色や気分も比較的良く、症状が遅れて(曝露の程度によるが 2-24 時間後)発現する。初期症状は、全身性の筋力低下、頭痛、悪寒、口渇、腹痛、呼気にニンニク臭、結膜の変色で、食欲不振、悪心嘔吐などの胃腸症状もあらわれる。アルシン中毒の三主徴は、腹痛、ヘモグロビン尿、黄疸である。特徴的な毒作用は溶血である。溶血により急性腎不全が生じる。腎に対する直接作用もある。死因は腎不全、心筋障害、肺水腫である。心筋に対する作用は、アルシンによる直接作用による可能性が高い。

### [詳細]

#### (1)循環器系

低血圧症、不整脈、心電図上 T 波の上昇、頻拍  
遅れて心筋壊死・心機能不全 (18 ヶ月後)

#### (2)呼吸器系

呼気にニンニク臭。呼吸困難、頻呼吸  
高濃度曝露：急性肺炎または肺水腫、crackle、ARDS

#### (3)神経系

頭痛、倦怠感、錯乱、めまい、感覚異常  
高濃度曝露：数日後に脳症(不穏、記憶力の消失、激情、失見当識)  
2-3 週間後に末梢神経症状(手・足のしびれ、筋肉の衰弱、羞明)  
アルシン曝露 1-6 ヶ月後に運動神経、感覚神経共にポリニューロパ

チー、精神症状が出現したとの報告もある。

(4) 消化器系

嘔気、嘔吐、食欲不振、腹痛

(5) 肝機能

黄疸(24-48 時間後)(重篤な溶血の場合)、肝腫大

(6) 泌尿器系

紅茶色のヘモグロビン尿(4~6 時間後)、血尿、脇腹痛、乏尿、無尿  
ヘモグロビン尿がしばしば目に見える最初の症状であることがある  
急性腎不全(溶血による)

(7) その他

\*血液

溶血(4-6 時間後)、曝露 24 時間以上経過してからは、溶血は起こらない。  
高カリウム血症

\*皮膚

ブロンズ様(青銅色)の色素沈着(重篤な溶血の場合)

\*筋肉

全身性筋力低下、筋痙攣、戦慄

\*その他

口渇、悪寒、結膜の変色(赤、オレンジ、茶、真ちゅう色、過ビリルビン血症によるものではない)発熱(マラリアやレプトスピラ症と間違われることがある)

\*異常臨床検査値

血中ヒ素濃度：重篤な中毒であれば  $200 \mu\text{g/dL}$ (正常値  $< 20 \mu\text{g/dL}$ )の値を示すが相関性はない。曝露の指標にはなる。血漿遊離ヘモグロビン濃度は  $2\text{g/dL}$  を超えることがある(正常値  $< 1\text{mg/dL}$ )。ハプトグロビン濃度の低下、ヘマトクリット値の低下。尿中ヒ素濃度は上昇しているかもしれないが、これは救急医療の現場では役に立たない。

[検査]

血中ヒ素濃度の測定：重篤な中毒であれば  $200 \mu\text{g/dL}$ (正常値  $< 20 \mu\text{g/dL}$ )  
以上の値を示すが相関性はない。曝露の指標にはなる。呼吸器症状がある患者では、胸部 X 線検査を行う。

#### 4. 治療

[概要]

症状が遅れて(2~24 時間後)出現するので、十分注意して経過観察する。  
溶血の所見があれば、72 時間は腎不全の徴候が現れないか観察する必要がある。  
必要に応じて、交換輸血、血液透析、ハプトグロビン製剤の投与を考慮する。

[詳細]

\*吸入の場合

- (1) 基本的処置：新鮮な空気下に移送、ガス体なので、皮膚は除染の必要が無い。
- (2) 対症療法



- 1)呼吸管理：気道確保し、100%酸素吸入
- 2)輸液管理：高カリウム血症(溶血、嘔吐による)に留意。溶血を生じている患者の尿はアルカリ化し、尿量は2mL/h/kgに維持する。  
アルカリ尿を保つことで、ヘモグロビンとアルシン化合物の腎尿細管への沈着を防ぐ。

### (3)特異的治療法

#### 1)交換輸血：

- ・重症の溶血には交換輸血を行う。
- ・血漿遊離ヘモグロビンが1.5g/dL以上であれば考慮する。
- ・早期であれば、赤血球に取り込まれたヒ素を除去するのに有効である。

#### 2)血液透析：

- ・単なる保存的治療、腎障害の予防だけでなく、血中のヒ素を減少させる。

(ただし、本中毒の本態は砒素中毒ではない)。

#### 3) ハプトグロビン製剤の投与

高度の溶血によってヘモグロビンが大量に放出されると、血液中のハプトグロビンがヘモグロビン代謝のために消費されて消失する。そうなることと処理しきれない過剰の遊離ヘモグロビンが血液中に残ることになる。遊離ヘモグロビンは尿細管の機能障害(腎障害)を引き起こす。そこで、血液から精製したハプトグロビン製剤を投与し、血液中のハプトグロビンを補充することにより、過剰の遊離ヘモグロビンを肝臓に運び処理すれば、溶血に伴う腎障害を抑制することができる。日本では、この目的で、ハプトグロビン製剤が使用されているが、ハプトグロビン製剤は血液製剤であるので、リスクとベネフィットを勘案した上で使用の可否を判断する。

#### 4) BAL やその他のキレート療法：

- ・無効。曝露直後に使用できたとしてもアルシンによる溶血を抑えることができない。

### [経過観察]

症状が遅れて(2～24時間後)出現するので、十分注意して経過観察する。無症状の場合、4～6時間経過観察し、その間無症状の場合、退院させたとしても、その後、症状が出現、あるいは尿の変色が出現すれば直ちに受診させる。溶血の所見があれば、72時間は腎不全の徴候が現れないか観察する必要がある。

## IV. 窒息剤

### 1. 塩素 (Cl<sub>2</sub>)

#### 概要

緑黄色、強い刺激臭のある気体で、ホスゲン、ジホスゲン、クロルピクリンと同じく窒息剤に分類される。第一次世界大戦において本格的に使用された。1915年4月22日ドイツ軍がイープル戦で連合軍に対して塩素ガスによる攻撃を開始し、その後大規模に使用した。これは、人類史上最初の大規模毒ガス攻撃とされる。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用禁止が議決された(日本は1970年に批准)。粘膜刺激作用が強く、特に吸入曝露により呼吸器(主に上気道)を刺激し、呼吸器症状が出現する。窒息剤の吸入毒性はホスゲン>クロルピクリン>塩素の順に強い。窒息剤の物性は、水溶性により、アンモニアの様に高い水溶性を示すものとホスゲンのように低い水溶性のもの、塩素のようにそれらの中間の水溶性を呈するものとに分けられる。臨床的には水溶性が高ければ上気道の病変が主体となり、低ければ下気道の病変が主体と成り、中間の水溶性であれば、上気道、下気道共に侵されることになる。空気より重く、低所や密閉空間では危険性が高まる。軽度～中等度の曝露では、喘鳴、嘔声、咳、呼吸困難、息切れ、胸部灼熱痛、窒息感がみられ、大量曝露では一般的に肺水腫が出現する。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は呼吸管理、肺水腫対策、感染対策が中心となる。二次汚染を防ぐため、除染患者の除染に従事する者や物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。最近では、塩素は化学兵器というよりも危険な化学工業品として認識されており、広く工業界に存在する塩素がテロリストに使用されてしまうことが懸念されている。米国国土安全省のシナリオでは、大都市では塩素ガスのテロにより17,000名の死者と100,000人の負傷者が出ることが想定されている。

#### 1. 物性

常温で気体、緑黄色、強い刺激臭がある。7気圧以上で液体となるので保管、輸送には耐圧ボンベに入れられ、液体は橙黄色。水に溶けて塩酸となる。水素と爆発性混合気体をつくる。これは日光、加熱、火花により爆発する。金属類と接触すると発火して反応。微量の水分がこれを促進する。

[構造式]



[分子量]70.9

[比重] (蒸気)2.48 (空気=1)

(相対蒸気密度 (空気=1):2.5

(液体)1.4085 (20°C、6.864気圧で)

(液体)1.5649 (-35°C、0.9949気圧で)

[沸点] -34°C

[融点] -101°C

[蒸気圧] 673 kPa(≒5048 mmHg) (20°C)、777 kPa(≒5830 mmHg) (25°C)

[相対蒸気密度] 2.5 (空気 1)

[引火点] ガスそのものは、可燃性なし

[溶解性] 水に溶けて塩酸となる。

水への溶解度：0.9972g/100mL(10℃)

：0.7g/100mL(20℃)

[反応性]

火災危険：中等度。テレピン油、エーテル、アンモニアガス、炭化水素、金属粉等とも反応して発火ないしは爆発を起こす。

混触危険物質：アンモニア、有機化合物、アセチレン(光照射)、チタン、Al、SbCl<sub>3</sub>、テトラエチルシラン、アリルスルフィンアミド、tert-ブタノール、ブチルゴム-ナフタレン、3-クロロプロピレン、塩化コバルト(II)メタノール、フタル酸ジブチル、ジクロロ(メチル)アルシン、エーテル、ジエチル亜鉛

爆発性混合物をつくるもの：硫酸アミド、ベンゼン、ジメチルホスホルアミド、グリセリン、ジメチルホルムアミド、ヘキサクロロジシラン

腐食性：きわめて強い。特に水分があると、大部分の金属を腐食する。水分のない時は、高温、加圧下で反応。

空気中での性質：液化ガスは速やかに気化し、有毒・腐食性ガス(塩酸)を発生する。このガスは空気より重く、低所に流れる。

[環境汚染の持続時間]

塩素は暖かい天候の下では速やかに消散するので、環境中の残留性は低い。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

[中毒量]

吸入ヒト半数不能量：1,800mg-分/m<sup>3</sup>

曝露濃度と中毒作用

0.2-3.5ppm 臭いを感じずるが、曝露に耐え得る

1-3ppm 軽度の粘膜刺激性があるが、1時間以内の曝露には耐え得る

5-15ppm 上気道に中程度の刺激性あり

30ppm 曝露直後より胸痛、嘔吐、呼吸困難、咳

40-60ppm 肺炎、肺水腫

430ppm 30分間以上の曝露で致死的

1,000ppm 数分間以内の曝露で致死的

小児は、気道の直径が小さいので、成人よりもより感受性が高い。そのうえ、体重あたりの分時換気量が大きく、避難にかかる時間も長くなりがちであるため重症化しやすい。

[致死量]

吸入ヒト半数致死量(LC<sub>50</sub>)：19000mg-分/m<sup>3</sup>

吸入ヒト;LCLo:430ppm/30分

34~51ppmに1~1.5時間以上曝露された場合も同様に致死的

吸入ヒト;LCLo:500ppm/5分

吸入ヒト;LCLo:2,530mg/m<sup>3</sup>/30分

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	塩素 7782-50-5				
	ppm				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
AEGL 2 (障害レベル)	2.8	2.8	2	1	0.71
AEGL 3 (致死レベル)	50	28	20	10	7.1

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

(参考)

許容濃度:

LV-TWA:0.5ppm(約1.5mg/m<sup>3</sup>)

TLV-STEL:1ppm(約3.0mg/m<sup>3</sup>)

IDLH : :25ppm

臭い閾値:3.5ppm

[刺激性]

強い粘膜刺激作用

### 中毒作用機序

- ・皮膚・粘膜刺激作用が強く、高濃度では腐食作用を示す。
- ・呼吸器（主に上気道）に対する刺激作用が強い。

塩素は水に溶けやすいため、吸入により喉頭など上気道に作用する。

塩素は生体の水と触れると活性酸素（発生基酸素）と塩酸を生じ、活性酸素の強い酸化作用により組織傷害、酸により刺激を引き起こす。

### 体内動態

[吸収]

塩素ガス濃度にもよるが、通常、初期中毒症状は曝露直後に発現する。

[代謝]

生体の水分と触れると活性酸素と塩酸を生じる。

### 3. 症状

#### [概要]

呼吸器系症状は曝露直後～数時間以内に発現する。気道刺激が強い場合、肺水腫になることがあり、曝露後 24 時間以内または 24～72 時間後に発症することがある。曝露後、喉頭痙攣を起こして瞬時に呼吸停止に至ることもある。塩素ガス曝露により、眼、鼻、口の灼熱感、流涙、鼻漏、嘔気・嘔吐、頭痛、めまい、失神、皮膚炎を生じる。咳、窒息、胸骨下痛、低酸素血症、肺炎、気管支痙攣、肺水腫が出現することもある。気管支肺炎、呼吸器系虚脱は致死性の合併症である。軽度曝露では肺の異常を残すことはほとんどないが、中等度～大量曝露ではしばしば後遺症として長期的な肺機能障害が残る。これは、反応性気道疾患群 (Reactive Airway Dysfunction Syndrome: RADS) といわれ、どの患者が慢性的な後遺症を残すかを予測することはできない。しかし、喫煙歴があったり、以前、RADS に罹患した者はリスクが高いと言われる。低酸素血症が続く場合、致死率が高い。

#### [詳細症状]

- (1)呼吸器系:(軽度/中等度曝露)喘鳴、嘔声、咳、呼吸困難、息切れ、胸部灼熱痛、窒息感  
(大量曝露)肺水腫、喉頭痙攣、喉頭浮腫による低酸素血症、チアノーゼ、呼吸停止  
高濃度では失神、即死もあり得る。  
(後遺症)高齢者や曝露直後に顕著な呼吸障害がみられた患者では遷延性の後遺症 RADS が出現する頻度が増大する。
- (2)循環器系:脈拍微弱、高血圧に続く低血圧、循環虚脱  
(大量曝露)循環虚脱、頻脈、不整脈  
循環不全により 24 時間以内に死亡することがある。
- (3)神経系:頭痛  
興奮・不穏;呼吸障害のある患者で出現することがある。  
中枢神経抑制;重篤な肺障害が生じた患者では中枢神経抑制(嗜眠～昏睡)を引き起こすことがある。
- (4)消化器系:流涎、嘔気、嘔吐(典型的)
- (5)酸・塩基平衡:(大量曝露)低酸素血症に続いて、代謝性アシドーシスがみられる。
- (6)皮膚:発汗、紅斑、疼痛、刺激感、水疱形成、高濃度で熱傷、顔面に塩素ざ瘡をみる場合がある。加圧した液化塩素では、皮膚の凍傷、熱傷
- (7)眼:刺激感、灼熱感、結膜炎
- (8)鼻:刺激感、灼熱感
- (9)喉:刺激感、灼熱感、疼痛、嘔声
- (10)血液:白血球増多症は塩素曝露と相関性を示す

### 4. 治療

## [概要]

塩素ガスに曝露されても、皮膚や眼の刺激症状が全く無ければ、除染を行う必要は無い。除染は、一般的に3-5分間、大量の水で除染することとされている。

鼻、喉、眼、気道粘膜にわずかに灼熱感(軽度の咳を伴うこともある)があるだけの患者は曝露場所を離れるだけで、通常、治療を必要としない。より強い症状(胸部絞扼感、呼吸困難、強い咳、不穏等)がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。長期間にわたる呼吸障害が後に出現することがあるので、入院させて6~12時間経過観察することが勧められる。咳がひどい場合には、リドカイン4%溶液4mlで症状は改善する。特異的解毒剤・拮抗剤はない。基本的処置を行った後、対症療法を行う。輸液管理は、進行する肺水腫を防ぐために輸液制限や利尿剤を使う。また、人工呼吸器管理ではPEEPを使用する。気管支痙攣をおこしている場合には、 $\beta_2$ 作動薬を使う。軽い呼吸器症状や気管支攣縮であれば、 $\beta$ 刺激薬の吸入で治療を行う。激しいせきがあるものの呼吸障害を来していない場合には、リドカインの吸入(4%溶液4ml)を行えば症状を落ち着かせる。呼吸状態が悪化すれば、気管挿管のうえ、人工呼吸器につながるが、その際には、tidal volumeを5-8ml/kgと低換気にすることが推奨される。理論的には、重炭酸ナトリウムの吸入(5%溶液の吸入)が有効である可能性がある。次亜塩素酸や塩酸を中和できるはずである。いくつかの研究で、ステロイドの吸入、静脈投与の有効性が示唆されている。しかも、投与のタイミングは曝露後可及的速やかに行うことによってより良い結果を得ると言う。このほかの有望な治療としては、N-アセチル-L-システイン(NAC)などのような抗酸化剤などがあるが、まだ動物実験の段階である。

## [詳細症状]

### \*吸入した場合

#### (1) 基本的処置

新鮮な空気下へ移動、呼吸不全をきたしていないかチェック。保温し安静を保つ。

#### (2) 対症療法

A. 咳や呼吸困難のある患者には、必要に応じて気道確保、酸素投与、人工呼吸等を行う。

##### 酸素投与

最初に加湿した100%酸素を短時間投与し、その後酸素濃度を調節する。5%重炭酸ナトリウムで加湿した酸素により呼吸器症状が劇的に改善されたとの報告があるが、有効性・安全性は確認されていない。

胸部X線検査:気道刺激がある場合、胸部X線検査を行う。

呼吸機能検査:呼吸器系症状は曝露直後~数時間以内に発現することがあ

るので、呼吸機能を数時間モニターする。症状が消失するまで呼吸機能を長期モニターするのが望ましい。人工呼吸を必要とする呼吸不全をきたすと、予後が悪い。

B. 熱傷:粘膜、眼、皮膚が腐食されていないか調べる。粘膜の腐食・熱傷がある場合、通常の熱傷治療、二次感染予防処置を行う。

C. 気管支痙攣:喉頭痙攣、気管支痙攣は気管支拡張薬の吸入治療を行う。

- D. 肺水腫: 気道刺激が強い場合、肺水腫になることがあるので、動脈血液ガスをモニターするなど呼吸不全の発生に留意する。  
呼吸不全が進行する場合は人工呼吸(持続的陽圧呼吸)が必要。
- E. 不整脈: 重症の場合を除いて不整脈は少ない。心電図モニターで重症の不整脈がみられる場合、抗不整脈薬投与を考慮する。

\*眼に入った場合

- (1) 基本的処置: 大量の微温湯で 15 分間以上洗浄する。
- (2) 対症療法: 洗浄後も刺激感や疼痛、腫脹、流涙、羞明などの症状が残る場合には眼科的診療が必要。角膜刺激がある場合、角膜障害についてフルオレスセイン染色法で検査し治療する。

\*皮膚に付着した場合

- (1) 基本的処置: 付着部分を石鹼と水で十分に洗う。
- (2) 対症療法: 洗浄後も刺激感や痛みが残るならば受診。必要ならば、吸入の場合に準じてリドカインを塗布する。

\*経口の場合

- (1) 基本的処置
- A. 催吐: すべきではない(食道・消化管の刺激・熱傷が起きることがあるため)
- B. 胃洗浄: 出血・穿孔の可能性があるので、有用性については十分検討すべき(痙攣対策を行った上で実施する)。
- C. 活性炭・下剤投与
- (2) 対症療法
- A. 食道・消化管の刺激・熱傷が進行する可能性があるため、注意深く観察する。
- B. これらの徴候がみられた場合、傷害の程度を調べるために内視鏡検査を考慮する。

[経過観察]

曝露後 24 時間の経過が良好であれば、退院させてよい。曝露の程度によるが、二次感染がなければ、通常 3~4 日以内に改善する。人工呼吸を必要とする呼吸不全をきたすと、予後が悪い。

## 2. クロロピクリン (PS)

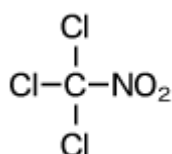
### 概要

第一次世界大戦において、1916年以降ドイツ軍、連合軍ともにクロロピクリンを化学兵器(催涙ガス)として使用した。1918年に燻蒸剤として有用であることが判明した。日本でも農薬登録されている。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用禁止が議決された(日本は1970年に批准)。農薬として使用時にまれに事故が起こるほか、テロではないが、1988年には、暴力団員が北九州市の入浴施設にクロロピクリンを投げ込み入場客約150人が中毒症状を起こした事件があった。近年では、1989年4月9日、ソ連のグルジャ共和国の民族デモに治安部隊が出動し、クロロピクリンを使用した。また、2008年には、熊本県の救命救急センターにてクロロピクリンを自殺企図で服毒した患者が嘔吐し、患者や職員50名以上が中毒症状を来した。事故事例では、液体が気化して被害を起こすが、理論上、液体として食べ物や飲料水に混入される可能性もある。ホスゲン、ジホスゲン、塩素と同じく、窒息剤に分類される。無色、油状の刺激性液体で、強烈な臭いがあり、容易に気化する。粘膜刺激作用が強く、特に吸入曝露により、呼吸器症状が出現する。窒息剤の吸入毒性はホスゲン>クロロピクリン>塩素の順に強い。空気の5.7倍の重さで、地面を這うようにして緩やかに拡がる。眼痛、流涙、咽頭痛、咳、鼻汁、嘔気・嘔吐、頭痛が一般的にみられる。重症例では胸痛、呼吸困難、喘鳴、喘息様発作、喉頭痙攣、気管支肺炎、肺水腫が出現することがある。二次汚染を防ぐため、液滴の付着した未除染の患者を除染する者や汚染された物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は呼吸管理、肺水腫対策、感染対策が中心となる。なお、クロロピクリン工業会は事故の未然防止、緊急対応の普及に熱心であり、そのホームページ(<http://www.chloropicrin.jp/>)には、各種資料を収載している。

### 1. 物性

無色、油状の刺激性液体、刺すような刺激臭がある。

[構造式]



[分子量] 164.39

[比重] 1.651

[沸点] 112°C

[融点] -64°C

[蒸気圧] 2.7 kPa (=20.15 mmHg) (20°C)

[相対蒸気密度] 5.7(空気 1)

[揮発度]

[引火性] 可燃性あり。



[溶解性] エチルアルコール、ベンゼン、二硫化炭素に可溶。エチルエーテルには微溶性、水には不溶。

1mg/L は 148.8ppm、1ppm は 6.72mg/m<sup>3</sup>

[反応性] 酸に安定、アルカリに不安定。気化ガスは引火性、爆発性なし。加熱すると分解し有毒フュームの Cl<sup>-</sup>、NO<sub>x</sub> を発生する。水中では分解しない。特に大きな液体容器の場合、火気、衝撃があれば、爆発の危険性がある。光の影響下で分解し、有毒なフューム(塩化水素、窒素酸化物など)を生じる。日光により分解し、ホスゲンが生成される可能性がある。

[環境汚染の持続時間]

土壌中推定半減期: (沖積土、洪積土)4 日、(火山灰土)5 日  
環境中で比較的安定で、ゆっくりと揮発する。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

ヒトの吸入毒性は ホスゲン>クロルピクリン>塩素の順に強い。

30 分間曝露時の致死濃度:ホスゲン;25ppm、クロルピクリン;119ppm、塩素;430ppm

[中毒量]

吸入ヒト;TCLo:2mg/m<sup>3</sup>(0.3ppm) 流涙、結膜刺激

1ppm 流涙、痛み

4ppm 数秒間の曝露で行動不能となる。

15ppm 数秒間の曝露で呼吸・気道障害を起こす。

・大気中濃度とヒトに対する影響

0.1ppm 長時間作業における無影響レベル

約 1ppm 短時間作業における無影響レベル、感知可能濃度

約 2ppm 催涙濃度

約 5ppm 不耐濃度

約 10ppm 長時間曝露における致死濃度

約 100ppm 短時間曝露(30 分)における致死濃度

約 300ppm 極めて短時間曝露(10 分)における致死濃度

[致死量]

吸入ヒト;LC:119 ppm(=0.8 mg/L)/30 分 肺水腫を起こして死亡

297.6 ppm(=2 mg/L=2,000mg/m<sup>3</sup>)/10 分

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	クロールピクリン CAS: 76-06-2				
	ppm				
	10 分	30 分	60 分	4 時間	8 時間
AEGL 1 (不快レベル)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
AEGL 2	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05

(障害レベル)					
AEGL 3 (致死レベル)	2.0	2*0	1.4	0.79	0.58

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

#### 参考

許容濃度: 日本産業衛生学会: 0.1ppm (0.7mg/m<sup>3</sup>)

ACGIH: (時間荷重平均値) 0.1ppm (0.7mg/m<sup>3</sup>)

(短時間曝露限度) 0.3ppm (2mg/m<sup>3</sup>)

TLV-TWA : 0.1ppm (0.7mg/m<sup>3</sup>)

OSHA-PEL : (0.1ppm (0.7mg/m<sup>3</sup>))

OEL-TWA: 0.1ppm (0.7mg/m<sup>3</sup>)

臭い閾値: 1.1ppm、 7.3mg/m<sup>3</sup>

#### 中毒作用機序

・皮膚・粘膜刺激作用が強く、腐食性もある。

活性化されたハロゲン基を持つ SN<sub>2</sub> (2分子置換反応) アルキル化剤で、SH基と強く結合する性質があり、眼粘膜や鼻粘膜の知覚神経終末でSH含有酵素を阻害する。その結果、疼痛、流涙、鼻汁などを引き起こす。

・呼吸器に対する作用部位は塩素とホスゲンの中間。

クロルピクリンは水に溶けにくいため上気道よりも中・細気管支を傷害する。これに対し、塩素は喉頭など上気道に作用し、ホスゲンは肺胞を強く傷害し肺水腫に至る。

・ヘモグロビン中のSH基と反応し、酸素運搬能を阻害する。

・日光により分解し、ホスゲンが生成される可能性がある。

#### 体内動態

[吸収]

吸入により速やかに吸収される。

[代謝]

不明。肺で分解されない。

### 3. 中毒症状

[概要]

曝露直後より眼痛、流涙、結膜充血などの局所刺激症状が出現する。吸入すると、咽頭痛、咳、鼻汁、流涙、嘔気・嘔吐、頭痛が一般的にみられる。重症例では胸痛、呼吸

困難、喘鳴、喘息様発作、喉頭痙攣、気管支肺炎、肺水腫が出現することがある。また血圧低下、嗜眠状態、痙攣、肝・腎機能障害などがみられることもある。強い眼刺激性があり、眼に入ると、流涙、眼痛を起こす。重篤な角膜損傷を引き起こすことがある。皮膚刺激作用が強く、皮膚に付くと、水疱、びらん、熱傷等を引き起こすことがある。経口摂取すると、嘔気、嘔吐、下痢を伴う重篤な胃腸炎、腹痛を起こす。大量摂取時には、全身の毛細血管透過性が亢進し、肺水腫、循環虚脱を呈することがある。

#### [詳細]

- (1)呼吸器系:咳、喀痰、咽頭痛、胸痛、呼吸困難、喘鳴、喘息様発作、喉頭痙攣、気管支肺炎、肺水腫、閉塞性細気管支炎  
(動物、長期曝露)下気道傷害(線維形成性気管支周囲炎、細気管支周囲炎)が後遺症として残ることがある。
- (2)循環器系:頻脈、不整脈、軽度血圧上昇(いずれも恐怖と疼痛によるもの)  
低血圧、中心静脈圧上昇、肺血管抵抗上昇、全末梢血管抵抗低下
- (3)神経系 :頭痛、めまい、嗜眠状態、振戦、運動失調、筋線維束攣縮、筋不全麻痺、てんかん様痙攣、せん妄、失語症
- (4)消化器系:(経口の場合)嘔気、嘔吐、不快な味、上腹部不快感、腹痛、下痢、胃腸炎、食道狭窄、食道びらん・出血性潰瘍、胃潰瘍
- (5)肝 :肝障害(s-GOT、s-GPTの軽度上昇)
- (6)泌尿器系:腎障害
- (7)皮膚:刺激、疼痛、熱傷(I~II度)、接触部位の水疱、びらん、皮膚炎
- (8)眼 :流涙、眼痛、複視、角膜剥離を伴う化学損傷、眼痙攣、散瞳、充血、浮腫、結膜炎を起こし、視力障害を起こすことがある。
- (9)血液:低蛋白血症、低酸素血症、貧血
- (10)鼻 :鼻漏、くしゃみ
- (11)口:唾液分泌亢進、不快な味
- (12) 酸・塩基平衡:代謝性アシドーシス
- (13)その他:間歇期にアルコール飲用後、失語症を呈した症例がある。

#### [検査]

- ・動脈血血液ガスモニター
  - ・胸部X線検査:多量吸入時や呼吸器系症状のある場合、胸部X線検査を行う。
  - ・肝機能検査、肺機能検査:急性症状がおさまった後に行う。
  - ・内視鏡検査:食道・消化管の刺激・熱傷がある場合、傷害の程度を調べるために内視鏡検査を考慮する。
- 粘膜損傷の程度を観察するのに有用であるが、穿孔の危険性を伴うため慎重にすべきである。

## 4. 治療

#### [概要]

特異的解毒剤・拮抗剤はない。基本的処置を行った後、対症療法を行う。呼吸・循環器機能の維持管理を行う。

## [詳細]

### \*吸入の場合

#### (1) 基本的処置

新鮮な空気の下に移動。呼吸不全を来していないかチェック。保温し、安静を保つ。

#### (2) 対症療法

咳や呼吸困難のある患者には、必要に応じて気道確保、酸素投与、人工呼吸等を行う。多量吸入時や呼吸器系症状のある場合、胸部 X 線検査を行う。喉頭痙攣では気管挿管し、人工呼吸が必要である。喉頭痙攣、喘鳴は気管支拡張薬の吸入治療を考慮する。気管支のれん縮が起きている場合には、サルブタモールの吸入やアミノフィリンの投与を行う。高濃度酸素の吸入をしても PaO<sub>2</sub> が上昇しなければ肺水腫の発生に注意し、気管挿管を行い十分な加湿とともに人工呼吸(持続的陽圧呼吸)が必要である。ウサギの肺水腫に対して前投薬としての抗ヒスタミン剤の静注は有効。曝露後(特に症状出現後)に投与した場合の有効性は不明である。気管支肺炎:細菌感染の関与があれば、抗生物質を使用する。ステロイドは一般に無効である。肺の炎症反応軽減目的で短期間(2-4日)ステロイドを投与してもよいが、エビデンスは無い。易感染性を引き起こす可能性もある。遷延性に閉塞性細気管支炎や二次性気道感染を起こすことがあるので、注意深く観察する。

### \*眼に入った場合

#### (1) 基本的処置

直ちに大量の微温湯で 15 分間以上洗浄する。眼はこすらない。

#### (2) 対症療法

強い眼刺激、角膜損傷を起こす可能性がある。洗浄後、早期に眼科的診察を受けるのが望ましい。刺激が続く場合、眼科用ステロイド剤または局所麻酔剤含有眼軟膏が時に必要。

### \*皮膚に付着した場合

#### (1) 基本的処置

直ちに付着部分を石鹼と流水で十分洗う。皮膚から除去されるスピードが極めて重要となる。

#### (2) 対症療法

刺激感、疼痛が残るなら医師の診察が必要。皮膚の熱傷がある場合、標準的外用剤による熱傷治療を行う。皮膚の過敏反応を示す患者はステロイド剤または抗ヒスタミン剤の全身投与または塗布治療を行う。皮膚炎が 1 時間以上続く場合、ビューロウ溶液(1:40)での湿布包帯、ステロイド剤またはカラミンローションを塗布する。二次感染がある場合、抗生剤治療が必要。痒みには抗ヒスタミン剤の経口投与が有用。メトヘモグロビン血症の場合には、メチレンブルーの投与を考慮。

### \*経口の場合

#### (1) 基本的処置

- A. 催吐:すべきでない(食道・消化管の刺激・熱傷が起きることがあるため)
- B. 希釈:直ちに牛乳(なければ水)を 120~240mL(小児では 15mL/kg 以下)を飲

ませて希釈する。

- C. 胃洗浄：出血・穿孔の可能性があるため、有用性については十分検討すべき。  
痙攣対策を行った上で注意深く実施する。

(2) 対症療法

- A. 痙攣対策：ジアゼパム静注  
B. 低血圧対策：輸液、昇圧剤、ステロイド剤等  
C. 代謝性アシドーシス：重炭酸ナトリウムで補正  
D. 潰瘍防止：H2-ブロッカー、制酸剤等

[経過観察]

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状以外のすべての症状が消失するまで、経過観察を行う。遷延性に閉塞性細気管支炎や二次性気道感染を起こすことがあるので、注意深く観察する。

### 3. ホスゲン (CG)

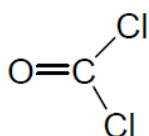
#### 概要

窒息剤に分類される化学兵器。1915年にドイツ軍が塩素とホスゲンの混合ガスを初めて使用、その後ドイツ軍、連合軍ともにホスゲンを使用した。第一次世界大戦中の化学兵器による死者の約80%はホスゲンによるものだったとされている。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用禁止が議決された(日本は1970年に批准)。旧日本陸軍では1931年(昭和6年)に「あを一号」として武器として採用、大久野島において製造された経緯がある。1985年2月にベトナム軍がタイ・カンボジア国境で使用したロケット弾からもホスゲンが検出されている。1994年9月には、オウム真理教の信者4人がジャーナリストの江川紹子をホスゲンで襲撃した。1995年3月の強制捜査以降で一連のオウム事件が発覚した際に同事件の立件も浮上したが、被害が重大でないことを理由に起訴猶予処分となった。また、ホスゲンは別称二塩化カルボニルと呼称され、ポリカーボネイトやポリウレタン等の原料となる非常に重要な産業毒性物質の一つで、2008年5月、無許可でホスゲンを製造していたとして化学兵器禁止法違反(製造の無届け)の疑いで、経済産業省が石原産業を告発した例がある。無色、牧草または干し草臭のある気体で、加圧あるいは冷却により無色～淡黄色の液体となる。粘膜刺激作用が強く、特に吸入曝露により呼吸器(主に下気道)を刺激し、呼吸器症状が出現する。窒息剤の吸入毒性はホスゲン>クロロピクリン>塩素の順に強い。空気より重く、低所では特に危険性が高まる。咳、息切れ、呼吸困難、胸部絞扼感、胸痛が一般的にみられる。肺水腫が出現するのが特徴的で、高濃度曝露では急激に出現するが、低濃度では8～24時間、ときに72時間まで遅れることがある。二次汚染を防ぐため、皮膚刺激症状のある除染が必要な患者や汚染された物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は呼吸管理、肺水腫対策、感染対策が中心となる。

#### 1. 物性

常温で無色の気体、加圧あるいは冷却により無色～淡黄色の液体である。生牧草または干し草に似た臭い、低濃度ではカビ臭い干し草の臭い、高濃度では刺激臭、室温では腐敗した果物臭がある。窒息剤の物性は、水溶性により、アンモニアの様に高い水溶性を示すものとホスゲンのように低い水溶性のもの、塩素のようにそれらの中間の水溶性を呈するものとに分けられる。臨床的には水溶性が高ければ上気道の病変が主体となり、低ければ下気道の病変が主体と成り、中間の水溶性であれば、上気道、下気道共に侵されることになる。このようにホスゲンは、水溶性が低いがゆえに症状の無い潜伏期にその後の呼吸悪化を予測することが困難となる。

[構造式]



[分子量]98.91

[比重]液体:1.432、気体:3.4

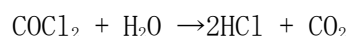
[沸点]8.2℃

[融点]-118℃

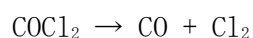
[揮発度] 6,370,000mg/m<sup>3</sup>(20℃)

[溶解性]ベンゼン、トルエンによく溶解し、四塩化炭素、酢酸に対しては約20%が溶解する。

[反応性]水分と接触すると塩酸と二酸化炭素に加水分解される。  
湿った空気中ではよりゆっくりと分解する。



熱により、一酸化炭素と塩素に分解する。



[環境汚染の持続時間]

- ・地面汚染によって予想される有害作用の持続時間  
気温 10℃、雨の降っている中程度の風のある日 ;数分  
気温 15℃、晴れで、微風のある日 ;数分  
気温-10℃、晴れで、風がなく、雪が降っている日;15分~1時間
- ・土壌中:ガス状ホスゲンは水分含量 11%の土壌に強く吸着された。  
比較的乾燥した土壌には強く吸着されるが、水分含量の高い土壌では揮発、二酸化炭素と塩酸とに加水分解がおりうる。
- ・水中:水中に遊離すると、急速に揮発により失われる。同時にゆっくりと二酸化炭素と塩酸に加水分解される。
- ・空气中:空気中では分解されにくく、光分解せず、ヒドロキシラジカルやオゾンのような反応基とは反応しない。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

ヒトの吸入毒性は 窒息剤の中では最も強い (ホスゲン>クロルピクリン>塩素)。高濃度のホスゲンを吸入すると早期に眼、鼻、気道などの粘膜で加水分解によって生じた塩酸によって刺激症状が生じる。

### 毒性

- ・ヒトの吸入毒性は ホスゲン>クロルピクリン>塩素の順に強い。  
(30分間曝露時の致死濃度:ホスゲン;25ppm、クロルピクリン;119ppm、塩素;430ppm)
- ・3ppm以上では通常、上気道刺激、眼刺激があり、3ppm以下の曝露では直ちに症状を伴うことはないが、通常、24時間以内に遅発性の症状が出現する。
- ・50ppm以上では短時間曝露でも直ちに治療をしなければ即死、25ppmでは非常に危険、低濃度長時間曝露(例えば3ppm/170分)で致死的となることがある。
- ・眼刺激性や臭いは中毒濃度の警告とはならない。臭いを感じる濃度は、症状を来たす濃度よりも5倍以上高いので、危険な濃度を察知することにならない。臭い閾値:0.5ppm

- ・小児は、気道の直径が小さいので、成人よりもより感受性が高い。そのうえ、体重あたりの分時換気量が大きく、避難にかかる時間も長くなりがちであるため、重症化しやすい。同様に、上気道や眼の刺激症状が少ないので、それだけ曝露時間が長くなってしまふ。
- ・水と接すると分解されるので、食物や飲料水への混入は考えにくい。

[中毒量]

吸入ヒト半数不能量: 1,600mg-分/m<sup>3</sup>

吸入ヒト;TCLo:25ppm/30分

[致死量]

吸入ヒト半数致死量(LCt<sub>50</sub>):3,200mg-分/m<sup>3</sup> (推定)

吸入ヒト;LCLo:25ppm/30分

吸入ヒト;LCLo:50ppm/5分

吸入ヒト;LCLo:♂360mg/m<sup>3</sup>/30分

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level) ]

	ホスゲン CAS: 75-44-5				
	ppm				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	0.6	0.6	0.3	0.08	0.04
AEGL 3 (致死レベル)	3.6	1.5	0.75	0.2	0.09

NR: データ不十分により推奨濃度設定不可

AEGL 1 (不快レベル): 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル): 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル): 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

(参考)

許容濃度:LV-TWA::0.1ppm(約0.40mg/m<sup>3</sup>)

OSHA-PEL:0.1ppm

IDLH::2ppm

中毒作用機序

- ・呼吸器(主に下気道)に対する刺激作用

上気道では加水分解を受けにくいので、刺激は少ない。

ホスゲンが細気管支や肺胞に達して水分に触れると、加水分解が起こり塩酸を生じ、肺水腫、気管支肺炎、まれに肺膿瘍を引き起こす。肺毛細血管の透過性が



亢進し、血漿成分が肺間質や肺胞内に漏出し、肺水腫を起こす。循環血漿量の 30～50%が肺胞内に漏出し、“陸上溺死”の状態になり、血液濃縮、循環障害、組織低酸素をきたす。

- ・ホスゲンによる肺障害の機序として、以下の説もある。  
生じた塩酸が関与するのはわずかで、主にアシル化反応による。肺水腫の発現は肺 ATP 濃度、Na-K ATPase 活性の低下や他の肺酵素阻害と相関する。
- ・曝露を受けた動物では、肺に好中球流入が起こる。サイトカインやフリーラジカル等の反応性メディエーターは肺障害の原因物質と考えられている。
- ・皮膚、眼に対する刺激作用  
液化ホスゲンは皮膚につくと化学熱傷、眼に入ると角膜混濁を起こすことがある。

## 体内動態

### [吸収]

ガスは気道組織に侵入し、肺からわずかに直接吸収される。

### [代謝]

吸入すると、細気管支、肺胞などに侵入した後、ここで水分と接触して徐々に分解を受け、塩酸と二酸化炭素を生じる。ホスゲンは水分と速やかに反応するが、組織中の遊離アミンや SH 基などより速やかに反応するので、高濃度曝露時に未反応のホスゲンが全身循環に入るとの考えは疑わしい。

### [排泄]

加水分解で生じた塩酸および二酸化炭素はそれぞれ腎臓、肺から排泄される。

## 3. 症状

### [概要]

一般的に曝露後数時間～24 時間で咳、息切れ、呼吸困難、胸部絞扼感、胸痛などが出現する。極めて少量曝露の場合、数時間～24 時間後に激しく運動すると、軽度の息切れがみられるが、後にわずかな運動だけでも息切れすることがある。少量曝露の場合、曝露後数日経過して肺炎が出現することがある。大量曝露では、数時間で重度の咳、呼吸困難、喀痰を伴う肺水腫が出現することがある。極めて大量曝露の場合、まれに数分以内に喉頭痙攣が出現し、死亡することがある。曝露がなくなると、症状は消失するが、高濃度の場合には症状が再燃し、肺水腫を引き起こすことがある。>50ppm/分では 1～4 時間以内、<50ppm/分では 8～24 時間以内に症状が再燃することがある。初期症状の発現はガス濃度に依存し、後期症状の重症度は濃度と曝露時間の積である総吸入量に依存する。

### [詳細]

- (1) 呼吸器系:>3ppm:咳、息切れ、呼吸困難、胸部絞扼感、胸痛が一般的にみられる。  
<3ppm:上気道刺激はみられない(しかし遅発性の肺水腫を起こすことはある)。

胸部 X 線で、両側の間質性陰影と聴診上両側の断続性ラ音 crackle 聴取。

頻呼吸:浅い頻呼吸がみられることがあるが、濃度とは無関係で一貫性がなく、

一般的に前兆ではない。

肺水腫:高濃度曝露では1~2時間、中等濃度曝露では4~6時間、低濃度曝露では8~24時間以内に胸部X線検査で、肺水腫像がみられることがある。72時間まで遅れることもある。

(大量曝露)呼吸不全(重度の呼吸困難)、持続性の咳、血痰が一般的で、曝露がなくなると消失するが、肺水腫が進行するにつれて再び出現する。

(遅発症状)咳、多量の泡沫状喀痰、進行性の呼吸困難、重度のチアノーゼ、胸部X線所見でびまん性陰影、血液ガス異常、湿性ラ音・水泡音等

(二次感染)曝露3~5日後に二次感染による肺炎が明らかとなることもあり、致死的合併症となることもある。

慢性肺気腫、慢性気管支炎、気管支拡張症、肺線維症を来たす。

症例報告では、数週間で呼吸器機能は正常範囲内に戻るが、完全な回復には数年かかったという。

(2)循環器系: 低血圧、頻脈、心不全(肺水腫の合併症としてみられることがある。)

(3)神経系 :不安、見当識障害、昏睡、痙攣

(4)消化器系:(高濃度曝露)嘔気、嘔吐

(5)泌尿器系:アルブミン尿、無尿、血尿を伴う腎障害が起きることがある。

(6)眼:(ガス)>3ppm:眼のヒリヒリ感、流涙(一般的)、結膜充血、眼瞼痙攣  
<3ppm:眼刺激作用はない。

(液体)眼に入ると、強い眼刺激作用、角膜混濁、穿孔(1例報告)

(7)鼻:>3ppm:鼻腔の灼熱感

<3ppm:鼻腔の粘膜刺激症状はないが、遅発性の強い作用を示すことがある

(8)喉:喉頭浮腫;喉頭蓋・声帯の浮腫

>3ppm:咽喉刺激、咽喉・口腔内の発赤、胸部圧迫感(一般的)

(9)皮膚:液化ガスが皮膚につくと、重症の皮膚刺激、皮膚熱傷、凍傷

(10)血液:血液濃縮;毛細血管からの血漿漏出に伴って起こる。低酸素血症、多血症

(11)酸-塩基平衡:呼吸性アシドーシス、呼吸性アルカローシス、代謝性アシドーシス;病態により一貫していない。

(12)感染/免疫抑制:ラットで、インフルエンザウイルス感染の重症化・長期化、免疫力抑制が認められた。

#### [検査]

- ・動脈血液ガスモニター、肺機能検査、胸部X線検査を行う。
- ・大量曝露時は作用が遷延することがあるので、継続的に胸部X線検査を行うのが望ましい。
- ・血中ホスゲン濃度は臨床的には有用ではない。

## 4. 治療

### [概要]

特異的解毒剤・拮抗剤はない。基本的処置を行った後、対症療法を行う。呼吸・循環器機能の維持管理を行う。

## [詳細]

### \*吸入した場合

ホスゲンのガスに曝露されて皮膚にも眼にも刺激症状が無い患者に対して、除染は不要である。むしろ、このような被災者は除染なしに直接、コールドゾーンに誘導すべきである。

#### (1) 基本的処置

- ・新鮮な空気の下に移動
- ・呼吸不全をきたしていないかチェック。臥位で呼吸が苦しければ、起坐位にする。
- ・保温し、安静を保つ。
- ・曝露が疑われる場合、少なくとも6時間は経過観察する。

#### ・厳格な運動制限と安静

少しの運動でも臨床的な潜伏期を短くし、呼吸器症状を悪化させる。有症状者に運動をさせれば、死を含む急激な悪化を覚悟しなければならない。従って、厳格な運動制限が強く推奨される。

#### (2) 対症療法

- A. 咳や呼吸困難のある患者には静脈路を確保し、必要に応じて気道確保、酸素投与、人工呼吸等を行う。小児で吸気性喘鳴 (stridor) がひどくなるようであれば、エピネフリンの吸入を考慮する。
- B. 肺水腫対策: ・動脈血血液ガスをモニターするなど呼吸不全の発生に留意する。  
呼吸不全が進行する場合は人工呼吸 (持続的陽圧呼吸) が必要。
- C. 実験的治療法: 以下の治療をヒトの肺水腫治療に使用するにはさらに研究が必要。
  - ・ヘキサメチレンテトラミン: (ヒト、動物) ホスゲン曝露前に予防的に投与しない限り、死亡率、肺への作用を減少させることはない。  
本剤は第一次世界大戦当時、ホスゲン用防毒マスクの吸収缶の中に中和剤の1つとして入っていた。
  - ・N-アセチルシステイン: (ウサギ) 気管内投与し、ホスゲン曝露後の肺水腫の発生を低下させた。
  - ・アミノフィリン、テルブタリン、DBcAMP (dibutyryl adenosine 3,5-cyclic monophosphate)、イソプロテレノール: (ウサギ) 曝露後投与、曝露前投与で肺水腫の予防に有用であった。
  - ・その他: (イヌ) 酸素投与、炭酸水素ナトリウムは代謝性アシドーシスの補正に有用であった。サーファクタントエアゾールは肺合併症を改善させる可能性はあるが、肺水腫に対する効果は不明。

### \*眼に入った場合

- (1) 基本的処置: 大量の微温湯で少なくとも15分間以上洗浄する。
- (2) 対症療法: 刺激感や疼痛、腫脹、流涙、羞明などの症状が洗浄後も残る場合には眼科的診療が必要。

### \*皮膚に付着した場合

- (1) 基本的処置: 付着部分を石鹼と水で徹底的に洗う。
- (2) 対症療法: 洗浄後も刺激感や痛みが残るならば医師受診。

必要ならば、上記吸入の場合に準じて治療する。

A. 化学熱傷：・患部は愛護的にケアする。

・患部や損傷のある四肢は高举し、荷重させない。

・初期に明らかな組織壊疽がない限り、外科的処置は最後の手段とすべ

き。

[経過観察]

・予後を左右する重要な因子は肺水腫と二次感染で、二次感染を起こさず 48 時間以上経過すれば、以降は改善に向かう。

・24～48 時間生存すれば、一般的に予後は良好と考えられる。

・回復後、後遺症は起こらないとされているが、まれに肺気腫、慢性気管支炎、気管支拡張症、肺線維症が残ることもある。

・長期的な肺機能障害として反応性気道疾患群 (Reactive Airway Dysfunction Syndrome: RADS) を来たすことが知られる。

## 4. ジホスゲン (DP)

### 概要

窒息剤に分類される化学兵器。第一次世界大戦中、ドイツ軍は化学兵器(窒息ガス)として最初は塩素を使用していたが、塩素用防毒マスクが開発されたため、当時のガスマスクでは防げない毒ガスとしてホスゲンに切り替えた。初めてホスゲンが使用された数か月後に、ジホスゲンは化学兵器として開発された。

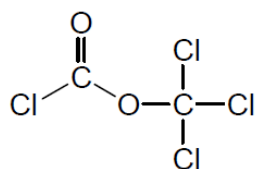
ジホスゲンは、ホスゲン対応のガスマスクのフィルターを破壊するためにクロロホルムを加え手合成したものである。環境中では、ホスゲンとクロロホルムに分解し、中毒作用を示す。クロロホルムにより、流涙などの粘膜刺激症状を示すが、クロロホルムによる全身中毒症状を示すことは無い。最初に記録された戦場での使用は1916年である。常温で液体のジホスゲンの取り扱いの危険性は常温で気体のホスゲンより低い。そのため、ホスゲンが必要な場合にはジホスゲンの状態で(密封タンクなどで)輸送し、使用場所で分解させることによってホスゲンを得るといったことも行われる。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用禁止が議決された(日本は1970年批准)。

常温では無色の液体で、ホスゲンに似た刈りたての干し草臭がある。アルカリ物質、水分との反応、加熱などによって分解し、ホスゲンを生じ、中毒作用を示す。粘膜刺激作用が強く、特に吸入暴露により呼吸器(主に下気道)を刺激し、呼吸器症状が出現する。窒息剤の吸入毒性はホスゲン>クロロピクリン>塩素の順に強い。ホスゲンは空気より重く、低所では特に危険性が高まる。咳、息切れ、呼吸困難、胸部絞扼感、胸痛が一般的にみられる。肺水腫が出現するのが特徴的で、高濃度暴露では急激に出現するが、低濃度では8~24時間、ときに72時間まで遅れることがある。二次汚染を防ぐため、皮膚刺激症状のある除染が必要な患者や汚染された物品と直接接する者は防護を怠ってはならない(レベルC防護装備が必要)。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は呼吸管理、肺水腫対策、感染対策が中心となる。

### 1. 物性

常温では無色の液体。ホスゲンに似た刈り立ての干し草臭、刺激臭がある。

[構造式]



[分子量]197.83

[比重](液体)1.6525(14°C)

[沸点]128°C(760mmHg) 常温では液体

[融点]-57°C

[蒸気圧]10mmHg(20°C)

[溶解性]水に不溶、アルコールにわずかに溶ける、エーテルに非常によく溶ける

[反応性]室温で安定。

加熱により(約 300℃で)分解し、ホスゲンを発生する。

有孔物質、活性炭、アルカリ性物質、温水などにより分解し、ホスゲンを発生する。水中で分解する。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

分解してホスゲンを生じる。

吸入、経口摂取いずれも非常に毒性が強く、組織に対して強い刺激性がある。

- ・眼刺激、上気道刺激、暴露した表面の化学傷
- ・大量暴露では通常、肺水腫が出現する。
- ・眼刺激は暴露がなくなった後もしばらく続く。
- ・皮膚感作が起こることがある。

[中毒量]

吸入ヒト半数不能量: 1, 600mg-分/m<sup>3</sup>

[致死量]

吸入ヒト半数致死量(LCt<sub>50</sub>): 3, 200mg-分/m<sup>3</sup>

### 中毒作用機序

分解してホスゲンを生じ、中毒作用を示す。

詳細はホスゲンの項を参照。

### 体内動態

分解してホスゲンを生じる。

詳細はホスゲンの項を参照。

## 3. 症状

ホスゲンよりも、流涙が強い。

詳細はホスゲンの項を参照。

## 4. 治療

特異的解毒剤・拮抗剤はない。基本的処置を行った後、対症療法を行う。

呼吸・循環器機能の維持管理を行う。

詳細はホスゲンの項を参照。

## V. 催涙剤

### 1. クロロアセトフェノン (CN)

#### 概要

CN は CS、CA、CR、OC と同じく、催涙剤に分類される。暴徒鎮圧用あるいは護身用スプレーとして使用されている。化学名クロロアセトフェノンで、無色または黄色～茶色の結晶性固体である。刺激臭があり、低濃度蒸気はリンゴの花の香りに似ている。水溶液中で安定である。CN は 1871 年にドイツの Graebe により初めて合成され、第一次世界大戦末期の 1918 年に米国において毒ガス(催涙剤)として開発された。ジュネーブ議定書(1925 年)で戦時使用の禁止が議決された(日本は 1970 年批准)。CN は CS が開発されるまで主要な催涙剤であった。わが国においても旧日本陸軍が 1931 年(昭和 6 年)に「みどり剤二号(みどり剤一号は臭化ベンジル)」として制式化され、広島県大久野島で製造・貯蔵された。なお、旧海軍では一号特薬と呼称している。

ベトナム戦争では米軍・南ベトナム政府が使用した。CN をさらに強化する目的で CNB(CN に carbon tetrachloride、benzene を配合したもの)、CNC(クロロアセトフェノンをクロロフォルムに溶かしたもの)、CNS(CN、クロロフォルム、クロルピクリンの合剤)が作成されたが、CS のほうが効果がありかつ毒性が低いので、CS にとって代わられた。1970 年前後に日本でも警察機動隊がデモ鎮圧のために使用した。溶解し、充填した製品が日本に輸入されていることが確認されている。護身用として使われるものには、TW<sup>®</sup>シリーズ、メイス<sup>®</sup>などが知られ、口紅型、ペン型、ライター型、警棒型など種々の形があり、容器に「CN」と表示されているものもある。護身用スプレーは、最近では、カプサイシンやペッパーズプレーが広く使われるようになっている。

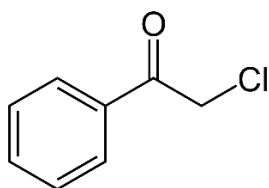
催涙作用は CR > CS > CN > CA の順に強く、吸入毒性は CN > CS > CR の順である。曝露直後より、眼の灼熱感、疼痛、流涙が生じる。通常、作用は一過性であるが、密閉された場所で曝露されると、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫などが出現し、死亡の可能性もある。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は対症的に行う。通常、曝露場所を離れるだけで、治療を必要としない。

#### 1. 物性

無色の結晶、黄色～茶色の固体。鋭い、刺激性の、強烈な、花のような臭いがある。

低濃度蒸気はリンゴの花の香りに似ている。

[構造式]



[分子量] 154.59

[比重] 1.3

[沸点]244-245°C

[融点]54°C

[凝固点]20-59°C

[蒸気圧]5.4x10<sup>-3</sup>mmHg(20°C)

[揮発度]105mg/m<sup>3</sup>(20°C)

[引火性] 可燃性あり

[溶解度]水にはほとんど不溶。アルコール、エーテル、ベンゼンによく溶ける。

アセトン、二硫化炭素に溶ける。

[反応性]水にほとんど溶けず、はなはだ安定で、水と煮沸しても加水分解しない。

炭酸ナトリウムの温水溶液によって加水分解し、無害の物質 (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COCH<sub>2</sub>OH) を生じる。

熱せられると爆発性のある蒸気を発生させる。従って、容器を熱すると爆発の可能性がある

護身用スプレー:

剤形:口紅型、ペン型、ライター型、ピストル型、警棒型など種々

容量:携帯用に 20~75mL の小型のものが多いが、事務所・店舗用に 400mL、520g と大型のものもある。

表示:容器に“CN”と表示されているものもあるが、日本では表示基準は定められていない。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

- ・最小中毒量、最小致死量は確立されていない。
- ・毒性は濃度、粒子径、曝露時間に依存する。  
直径約 0.3-0.5μ の粒子が噴霧されると末梢気道にまで入り込む。
- ・刺激作用は湿度が高まると強くなる。
- ・加熱すると分解し、有毒フューム Cl<sup>-</sup>を発生する。
- ・臭い閾値:0.1mg/m<sup>3</sup> (弱い臭い;0.1020mg/m<sup>3</sup>)  
(強い臭い;0.15mg/m<sup>3</sup>)

[中毒量]

吸入ヒト;TCLo:20mg/m<sup>3</sup> 咳

ヒト不能濃度:5-15mg/m<sup>3</sup>、5~20mg/m<sup>3</sup>

軍用有効濃度:>約 10mg/m<sup>3</sup>

刺激作用:>0.15-0.4mg/m<sup>3</sup>

催涙作用:>0.3-0.4mg/m<sup>3</sup>

[致死量]

吸入ヒト;LCLo:159mg/m<sup>3</sup> /20M、 8500mg/m<sup>3</sup> /10M

吸入ヒト推定半数致死量(LCt50):10,000mg-分/m<sup>3</sup>

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level)] 未設定

[その他の毒性]



(参考)

許容濃度: ACGIH-TLV-TWA ; 0.05ppm(約 0.32mg/m<sup>3</sup>)

OSHA PEK-L-TWA 一過性限界値:0.05ppm(約 0.3mg/m<sup>3</sup>)

NIOSH-IDLH : 3ppm:100mg/m<sup>3</sup>

### 中毒作用機序

- ・活性化されたハロゲン基を持つ SN2(2 分子置換反応)アルキル化剤で、SH 基や求核性官能基と強く結合する性質があり、眼粘膜や鼻粘膜の知覚神経終末で SH 含有酵素を阻害する。その結果、疼痛、流涙、鼻汁、くしゃみなどを引き起こす。
- ・阻害された酵素活性は速やかに賦活されるため、通常、作用は一過性であるが、長時間または高濃度曝露では肺水腫など重篤な作用を引き起こすことがある。
- ・CN の大量曝露では皮膚・粘膜と接触時に遊離された塩素原子が塩酸に還元され、局所の刺激や損傷の原因となる。
- ・CN エアゾールをラットに LC<sub>50</sub> 値の 1/10 の濃度で吸入させた実験で、肺サーファクタントの減少、細気管支上皮の細胞変性、肺泡中隔壁の肥厚が認められ、CN の吸入毒性が主に肺の損傷によることを示唆している。
- ・吸入のほか、可能性として食物や飲料に混ぜて汚染させることも想定される。

### 体内動態

[吸収]

局所で吸収され、刺激症状を呈する。催涙作用は極めて速やかに出現する。

### 3. 症状

[概要]

- ・曝露後、直ちに眼の灼熱感、疼痛、流涙などが生じる。これらは通常、30 分位で沈静化するが、眼瞼痙攣や発赤、腫脹が 1~2 日間みられることもある。
- ・高濃度では、角膜剥離を伴う化学損傷を引き起こすことがある。
- ・眼症状に加えて、鼻刺激感、鼻漏、咳、くしゃみ、胸部絞扼感、舌・口腔の灼熱感、金属味、流涎、嘔気、嘔吐、声門痙攣等がみられることが多い。これらの症状は曝露後、数週間続くことがある。
- ・皮膚に付くと、灼熱感、紅斑が一般的にみられ、皮膚炎や高濃度では化学損傷を引き起こすことがある。
- ・密閉された場所で曝露されると、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫などが出現し、まれに死亡することもある。
- ・8 時間~数日間の潜伏期を経て、急性肺水腫を引き起こすことがある。

[詳細]

(1) 呼吸器系: 咽喉痛、咳、くしゃみ、胸部絞扼感;

曝露直後より起こるのが特徴的で、曝露後数週間続くことがある。

声門痙攣; 刺激作用のために曝露直後より起こることがあるが、1-2 日間遅れて出現することもある。

気管支漏

喉頭気管気管支炎、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫；

密閉空間での曝露後、1-2日遅れて出現することがある。

(2)循環器系：頻脈、血圧上昇（パニックによる恐怖感や疼痛により起こる）

症状が遷延する例もある。

(3)神経系：興奮、失神；パニックによる恐怖感や疼痛により起こる。

(4)消化器系：舌・口腔の灼熱感、金属味、嘔気（一般的）

嘔吐；時にみられる。

流涎

（経口摂取）上腹部不快感、胃腸炎

食道及び消化管の刺激または熱傷が起こることが予想される。

(5)泌尿器系：腎尿細管障害；催涙剤製造工場の爆発事故で死亡した労働者で腎障

害を起こしたとの逸話的報告がある。

(6)眼：眼の灼熱感、疼痛、流涙、複視、重篤な結膜炎

眼瞼痙攣、発赤、腫脹、角膜剥離を伴う化学損傷

角膜混濁、大量曝露で永久的な混濁

動物で永久的な角膜損傷や眼壊死の報告がある。

閉所で使用された場合、失明の可能性もある。

(9)皮膚：灼熱感と刺激感、紅斑、疼痛、水泡（一般的、特に皮膚が湿っていると症状が強く

出る）皮膚炎、化学損傷

(10)鼻：初め、鼻刺激感（ヒリヒリ感）、鼻充血、鼻漏

(11)免疫：過敏反応

(12)血液：白血球増多症；CN曝露後、白血球数が  $20,000/\text{mm}^3$  に増加し、数日間続くことがある。

[検査]

- ・呼吸器症状がある患者では、動脈血血液ガスモニター、胸部X線検査、肺機能検査を行う。

## 4. 治療

[概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はないので、対症療法を行う。

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状のみがみられる患者は曝露場所を離れるだけで、通常、治療を必要としない。症状がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。

[詳細]

\*吸入の場合

(1) 基本的処置

- ・新鮮な空気の下に移動
- ・呼吸不全をきたしていないかチェック
- ・保温し、安静を保つ

## (2) 対症的治療

- ・咳や呼吸困難のある患者には静脈路を確保し、必要に応じて気道確保、酸素投与、人工呼吸等(ただし、直接口対口呼吸は行わず、必ずポケットマスク等を使うか、バッグ・バルブ・マスクを使用)を行う。
- ・呼吸困難が数時間続くなら入院させ、気管支痙攣や肺炎の進行について観察する(胸部X線、動脈血液ガスを持続的にモニターする)。
- ・抗生物質、ステロイドの予防的投与はおそらく有効ではない。
- ・気管支痙攣や喘鳴がある場合、 $\beta 2$  刺激薬の吸入治療を考慮する。
- ・肺疾患の既往歴のある患者では症状が重篤化あるいは遷延する可能性があるため注意が必要である。アミノフィリンの投与や $\beta 2$  刺激薬(サルブタモール等)の吸入を必要とすることがある。

### \*眼に入った場合

#### (1) 基本的処置

直ちに大量の流水または生理食塩水(室温)で15分以上洗眼する。

眼はこすらない。洗眼する場合には、剤の小粒子や容器の破片などが眼に入っていないかを確認する。

#### (2) 対症的治療

- ・刺激感、疼痛、腫脹、流涙、羞明が続く場合は、眼科的診察が必要。
- ・角膜剥離についてフルオレセイン染色など検査する。  
抗生物質やステロイド剤の点眼、鎮痛剤の投与、散瞳薬が必要となることもある。

### \*皮膚についての場合

#### (1) 基本的処置

- ・汚染された衣服を脱がせ、直ちに刺激の少ない石けんと大量の流水で十分に洗浄する。水が少ないと、刺激を増大することがある。または炭酸水素ナトリウム希釈液で洗浄する。次亜塩素酸溶液は皮膚の損傷を悪化させるので使用しない。
- ・皮膚からの薬剤除去速度が非常に重要である。
- ・刺激感や疼痛がある場合、医師の診察をうける。

#### (2) 対症的治療

- ・水泡がある場合は生理食塩水のみで洗浄する。
- ・抗生物質やステロイド剤の塗布、痒みには抗ヒスタミン剤の経口投与および熱傷治療を行う。
- ・必要であれば、破傷風予防の処置を行う。

### \*経口の場合

#### (1) 基本的処置

- ・催吐:行わない(食道、消化管に刺激、損傷が起きることがあるため)。
- ・胃洗浄:摂取後早期の場合、注意深く胃洗浄する。  
痙攣がある場合は痙攣対策を行った上実施する。
- ・活性炭・下剤投与

#### (2) 対症的治療

- ・食道、消化管の刺激症状、化学熱傷について注意深く観察する。

・これらの徴候がみられた場合、内視鏡検査を行う。

[経過観察]

・通常、約 30 分で鎮静化するが、症状が続く場合、1～2 日間観察する。  
高濃度曝露の場合、数週間の経過観察を要することもある。

## 2. オルトクロロベンジリデンマロノニトリル (CS)

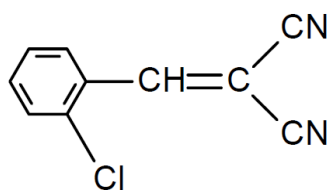
### 概要

CSは非致死性の催涙剤のひとつである。CSは1928年英国のCorsonとStoughtonによって合成され、両者の頭文字をとって名付けられた。1960年代までに催涙剤として世界的に採用され、特にベトナムで米軍・南ベトナム政府により多量に使用された。またCN同様、暴徒鎮圧用に用いられる。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用の禁止が議決された(日本は1970年に批准)。粉末スプレーや溶剤に溶かしたスプレーがある。化学名 *o*-クロロベンジリデンマロノニトリルで、胡椒様臭のある白色の結晶性固体。速やかに加水分解する。催涙作用はCR>CS>CN>CAの順に強く、吸入毒性はCN>CS>CRの順である。曝露直後より、眼の灼熱感、疼痛、流涙が生じる。通常、作用は一過性であるが、密閉された場所で曝露すると、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫などが出現することがある。構造中にシアンを含むが、体内で遊離されるシアン化合物による中毒は起こらないと考えられる。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は対症的に行う。通常、曝露場所を離れるだけで、治療を必要としない。しかし、密閉された空間での使用など誤用された場合、死亡例も報告されている。また、催涙ガス弾が直接顔面に当たるなどして失明した例、頭部に当たって植物状態になった例など後遺症も報告されている。また、将棋倒しによる死亡の可能性もあるが、南米ベネズエラの首都カラカスのナイトクラブで2018年6月、催涙ガス弾が爆発し、未成年8人を含む17人が死亡した。何者かが催涙ガス弾を爆発させたとみられる。客が出口に殺到し、押し合う形になったという。Haarらによると、OCをはじめとする催涙剤は、暴徒鎮圧には限られた効果しかなく、疾病罹患はもとより死亡例を出すことすらあり、使用すべきではないとしている。

### 1. 物性

白色の結晶性固体、胡椒様臭がある。

[構造式]



[分子量]188.62

[沸点]93-95°C

[融点]310-315°C

[蒸気圧] 0.0045 Pa (≒3.4×10<sup>-5</sup>mmHg) (20°C)

[揮発度]無視しうる程度

[安定性]比較的速やかに加水分解する(半減期; 15分/25°C)

[溶解性]水に不溶。

アセトン、ジオキサン、塩化メチレン、酢酸エチル、ベンゼンに溶ける。

[環境汚染の持続時間]

土壌に粉末を散布した場合、何週間も活性が残存する。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

- ・ 催涙作用はCNの約10倍であるが、毒性は低い。  
CNと類似の作用であるが、作用はCNより速やかにしかも低濃度で現れる。
- ・ 最小中毒量、最小致死量は確立されていない。
- ・ 毒性は濃度、粒子径、曝露時間に依存する。
- ・ 刺激作用は湿度が高まると強くなる。
- ・ 製品の毒性は使用されている溶剤の種類・性質によって影響を受ける。
- ・ 加熱すると分解し、有毒フューム  $Cl^-$ 、 $NO_x$ 、 $CN^-$ を発生する。

#### [ヒト中毒量]

催涙作用： $>0.004mg/m^3$

ヒト不能濃度： $1-5mg/m^3$

ヒト半数不能濃度(1分間曝露時)： $10mg/m^3$

軍用有効濃度： $>約1mg/m^3$

吸入ヒト最小中毒量；TCLo： $1500\mu g/m^3/90M$  結膜刺激、咳

#### [ヒト致死量]

吸入ヒト推定半数致死量(LC<sub>50</sub>)： $25,000\sim150,000mg\text{-分}/m^3$

吸入ヒト致死量；LC： $60\times10^3mg/M/m^3$ (推定)□

経口ヒト半数致死量(LD<sub>50</sub>)：約 $200mg/kg$  または  $14g/人$

#### [急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level)]

	催涙ガス CAS 2698-41-1				
	mg/m <sup>3</sup>				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
AEGL 3 (致死レベル)	140	29	11	1.5	1.5

NR：データ不十分により推奨濃度設定不可

AEGL 1 (不快レベル)：不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル)：避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル)：生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

#### [その他の毒性]

刺激性：皮膚刺激性(ヒト  $10mg/H$ )：弱い刺激性あり

眼刺激性(ヒト♂ 5mg/m<sup>3</sup>/20S)：強い刺激性あり

発がん性・催奇形性：現時点ではデータなし

動物実験の研究報告では、妊娠に影響は無かった。

頻回投与試験：吸入ラット(100mg/m<sup>3</sup>/6H/14D-I)：催涙、死亡

吸入マウス(10mg/m<sup>3</sup>/6H/14D-I)：死亡

腹腔内(160mg/kg/10D-I)：肝臓重量・胸腺重量の変化

(参考)

許容濃度：TLV-TWA：0.05ppm(約0.39mg/m<sup>3</sup>)

OSHA PEK-L-TWA 一過性限界値：0.05ppm(約0.4mg/m<sup>3</sup>)

IDLH(生命に直ちに危険または死亡)：2mg/m<sup>3</sup>

### 中毒作用機序

- ・ 活性化されたハロゲン基を持つ SN2(2分子置換反応)アルキル化剤で、SH基や求核性官能基と強く結合する性質があり、眼粘膜や鼻粘膜の知覚神経終末でSH含有酵素を阻害する。その結果、疼痛、流涙、鼻汁、くしゃみなどを引き起こす。
- ・ 阻害された酵素活性は速やかに賦活されるため、通常、作用は一過性であるが、長時間または高濃度曝露では肺水腫を起こすなど重篤となる。
- ・ CSの大量曝露では皮膚・粘膜と接触時に遊離された塩素原子が塩酸に還元され、局所の刺激や損傷の原因となる。
- ・ in vitro、in vivo でブラジキニンを産生する可能性があり、毒性への関与が指摘されている。
- ・ 体内で遊離されるシアン化物による中毒は実際には起こらないと考えられる。

### 体内動態

[吸収]

催涙作用は極めて速やかに出現する。

[分布]

[代謝]

- ・ 肝臓で代謝され、o-クロロベンズアルデヒドとマロノニトリルとなる。マロノニトリルはさらにチオシアネートとシアン化物に代謝され、o-クロロベンスアルデヒドはo-クロロ安息香酸とo-クロロ馬尿酸に代謝される。
- ・ 致死濃度のCSエアゾールを曝露させたイヌの血漿中に有意な量のシアン化物は出現しない。

[排泄]

- ・ 尿中にo-クロロ馬尿酸(主)、o-クロロ安息香酸(少量)が排泄される。

### 3. 症状

[概要]

- ・ 曝露後、直ちに眼の灼熱感、疼痛、流涙などが生じる。これらは通常、30分位で沈静化するが、眼瞼痙攣や発赤、腫脹が1～2日間みられることもある。

- ・ 高濃度では、角膜剥離を伴う化学損傷を起こすことがある。
- ・ 眼症状に加えて、鼻刺激感、鼻漏、咳、くしゃみ、胸部絞扼感、舌・口腔の灼熱感、金属味、流涎、嘔気、嘔吐、声門痙攣などがみられることが多い。これらは曝露後、数週間続くことがある。
- ・ 密閉された場所で曝露すると、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫などが出現し、まれに死亡することもある。
- ・ 皮膚に付くと、灼熱感、紅斑が一般的にみられ、皮膚炎や高濃度では化学損傷を引き起こすことがある。
- ・ 90例の症例分析では、61%に皮膚症状、57%に眼症状、40%に呼吸器症状、13%に胃腸症状、7%に神経学的症状を呈した。また、症状の持続期間は以下のとおりであった。

眼症状、呼吸器症状：数分から数時間

胸部絞扼感：1日間

反応性気道機能不全(Reactive Airways dysfunction syndrome : RADS)：数ヶ月から数年

#### [詳細]

(1)循環器系：頻脈、血圧上昇；パニックによる恐怖感や疼痛により起こる。

うっ血性心不全；成人で高濃度のCS曝露後に報告された例がある。

(2)呼吸器系：

- ・ 咽喉痛、咳、くしゃみ、胸部絞扼感；曝露直後より起こるのが特徴的で、曝露後数週間続くことがある。
- ・ 声門痙攣；刺激作用のために曝露直後より起きることがあるが、1-2日間遅れてみられることもある。
- ・ 気管支漏
- ・ 喉頭気管気管支炎、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫；密閉空間での曝露後、1-2日遅れて出現する。症状が遷延する例もある。
- ・ 喘息・アトピー歴のない21歳女性がCS曝露後2年間、咳、息切れを示した。
- ・ 4ヵ月男児が家屋内で2,3時間CS曝露後、15日間肺野の異常陰影が残存し、白血球増多症を示した。
- ・ 喘息患者、慢性気管支炎患者ではCS曝露により症状が悪化する。

(3)神経系：興奮、失神；パニックによる恐怖感や疼痛により起こる。

- ・ 頭痛；CSエアゾールを曝露した被験者4名中3名が頭痛を訴え、その内2名は曝露後24時間、頭痛が続いた。

(4)消化器系：舌・口腔の灼熱感、金属味、嘔気(一般的)

嘔吐；時にみられる。

流涎

(経口摂取)上腹部不快感、胃腸炎、腹部痙攣、下痢

(5)肝：肝障害；CS重症中毒1例で報告がある。



(6) 泌尿器系：

- ・ 腎尿細管障害；催涙剤製造工場の爆発事故で死亡した労働者で腎障害を起こしたとの逸話的報告がある。

(7) 眼：眼の灼熱感、疼痛、流涙、一過性の眼圧上昇、複視、重篤な結膜炎、眼瞼痙攣、発赤、腫脹、角膜剥離を伴う化学損傷

動物でみられた CN による永久的な角膜損傷や失明は CS ではみられなかった。

(8) 皮膚：灼熱感と刺激感、紅斑(特に皮膚が湿っていると症状が強くなる)、皮膚炎、化学損傷

(9) 鼻：鼻刺激感(ヒリヒリ感)、鼻充血、鼻漏

(10) 免疫：過敏反応

#### 4. 治療

##### [概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はないので、対症療法を行う。

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状のみがみられる患者は曝露場所を離れるだけで、通常、治療を必要としない。症状がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。

##### [詳細]

CN 参照

### 3. ブロムベンジルシアニド (CA)

#### 概要

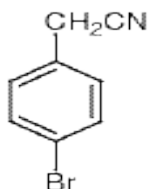
CAは非致死性の化学兵器である催涙剤のひとつである。CAは1881年にReimerにより合成され、1914年に純品で単離された。第一次世界大戦中、フランス軍により「カーミット」の名称で初めて毒ガスとして使用されたが、現在は使用されることは少なく、催涙剤としての重要性は低い。催涙剤としては、致死性が高いものの、びらん剤や神経剤に比べると致死性は低く、中途半端なため、使われなくなった。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用の禁止が議決された(日本は1970年に批准)。

化学名  $\alpha$ -ブロムベンジルシアニド Bromobenzyl cyanide (BBC) で、黄色みを帯びた結晶性固体。酸っぱい果物臭がある。吸入毒性はCNにほぼ匹敵する強さであるが、催涙作用は弱く、CR>CS>CN>CAの順である。曝露直後より、眼の灼熱感、疼痛、流涙が生じる。通常、作用は一過性であるが、密閉された場所で曝露されると、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫などが出現することがある。構造中にシアンを含むが、体内で遊離されるシアン化合物による中毒は起こらないと考えられている。通常、曝露場所を離れるだけで、治療を必要としない。しかし、密閉された空間での使用など誤用された場合、死亡の可能性もある。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は対症的に行う。

#### 1. 物性

黄色みを帯びた結晶性固体、酸っぱい果物臭がある。

[構造式]



[分子量] 196.05

[沸点] 132-134°C

[融点] 29°C

[蒸気圧]  $1.2 \times 10^{-2}$  mmHg (20°C)、 $2.8 \times 10^{-2}$  mmHg (30°C)

[蒸気密度] 6.8(空気=1)

[引火点] 可燃性のありなし

[溶解性] 水にほとんど溶けない。アルコール、エーテル、クロロホルム、アセトン、他の一般的有機溶媒に溶ける。ホスゲン、クロロピクリンなどにも溶ける。

[反応性]・水および湿気によって極めて徐々に分解する。

・空気に触れてもわずかに分解するのみで比較的安定。長時間貯蔵すると、徐々に分解して紅色を呈する。

・150°C以上に加熱すると、速やかに分解する。

[環境汚染の持続時間]

・持久度は通常開放地で3日、地中に浸透した場合は15~30日とされる。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

毒性は濃度、粒子径、曝露時間に依存する。刺激作用は湿度が高まると強くなる。最小中毒量、最小致死量は確立されていない。体内でシアン化物を多量に遊離することはないので、シアン中毒を起こすことは少ない。加熱すると分解し、有毒フェューム  $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{CN}^-$  を発生する。臭い閾値(最小検出濃度) :  $0.09\text{mg}/\text{m}^3$

#### [中毒量]

眼刺激作用 :  $>0.15\text{mg}/\text{m}^3$

催涙作用 :  $>0.3-0.5\text{mg}/\text{m}^3$

#### [致死量]

吸入ヒト推定半数致死量(LC<sub>50</sub>) :  $11,000\text{mg}\text{-分}/\text{m}^3$

推定致死量 :  $0.90\text{mg}/\text{L}$  (30分)

(参考)

許容濃度 : 設定されていない。

### 中毒作用機序

CN 参照

### 体内動態

#### [吸収]

催涙作用は極めて速やかに出現する。

#### [代謝]

シアン化物を多量に遊離することはない。

## 3. 症状

### [概要]

曝露後、直ちに眼の灼熱感、疼痛、流涙などが生じる。これらは通常、30分位で沈静化するが、眼瞼痙攣や発赤、腫脹が1~2日間みられることもある。高濃度では、角膜剥離を伴う化学損傷を起こすことがある。眼症状に加えて、鼻刺激感、鼻漏、咳、くしゃみ、胸部絞扼感、舌・口腔の灼熱感、金属味、流涎、嘔気、嘔吐、声門痙攣等がみられることが多い。これらの症状は曝露後、数週間続くことがある。密閉された場所で曝露されると、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫などが出現し、まれに死亡することもある。皮膚に付くと、灼熱感、紅斑が一般的にみられ、皮膚炎や高濃度では化学損傷を引き起こすことがある。

### [詳細]

CN を参照

## 4. 治療

### [概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はないので、対症療法を行う。

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状のみがみられる患者は曝露場所を離れるだけで、通常、治療を必要としない。症状がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。

**[詳細]**

CN を参照

## 4. ジベンゾオキサゼピン (CR)

### 概要

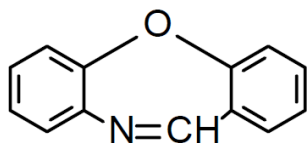
CRは催涙剤で、暴徒鎮圧・護身用スプレーである。1962年に合成され、新しく開発された催涙剤で、CSより毒性が低いことから暴徒鎮圧用に注目を集めている。しかし、実際にはあまり使用されていない。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用の禁止が議決された(日本は1970年批准)。

化学名ジベンゾオキサゼピンで、淡黄色の固体。水溶液中で安定で、水中でも刺激作用を保持している。催涙作用は催涙剤のなかでも最も強いが(CR>CS>CN>CA)、吸入毒性は低く、CN>CS >CRの順である。揮発性が低く、呼吸器(下気道)への作用がほとんどない点を除き、CN、CSと同様の作用を示すと考えられる。曝露直後より、眼の灼熱感、疼痛、流涙が生じるが、通常、作用は一過性である。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は対症的に行う。通常、曝露場所を離れるだけで、治療を必要としない。

### 1. 物性

淡黄色の固体である。

[構造式]



[分子量] 159.23

[融点] 72°C

[蒸気圧]  $5.9 \times 10^{-5}$  mmHg (20°C)

[溶解性]  $3.5 \times 10^{-4}$  モル/L (20°C)

[反応性] 水溶液中で安定(水中でも刺激作用を保持している)。

[環境汚染の持続時間] 環境中に残るとされている。

### 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

#### 毒性

- ・ 催涙作用は最も強力であるが、毒性は最も低い。  
作用は皮膚、眼に局限し、蒸気圧が低いいため気道への作用はほとんどない。
- ・ CRの吸入毒性はCNに比べて弱い。  
CNでは密閉空間曝露でヒト死亡例があるが、CRではそのような報告はない。  
非常に高濃度のCRエアゾール(78, 200, 140, 900, 161, 300mg・分/m<sup>3</sup>)をラットに曝露してもごくわずかの肺損傷がみられるだけである。
- ・ 毒性は濃度、粒子径、曝露時間に依存する。
- ・ 刺激作用は湿度が高まると強くなる。
- ・ 最小中毒量、最小致死量は確立されていない。
- ・ 加熱すると分解し、有毒フューム NO<sub>x</sub> を発生する。

- ・ 臭い閾値:設定されていない。
- [中毒量]
  - 催涙作用:>0.002mg/m<sup>3</sup>
- [致死量]
  - 吸入ヒト推定半数致死量(LC<sub>50</sub>):>100,000mg-分/m<sup>3</sup>
- [その他の毒性]
  - 刺激性:皮膚刺激性(ヒト 500 μg/H):弱い刺激性あり
  - 眼刺激性(ウサギ 5mg):弱い刺激性あり
  - 発がん性:吸入マウス;204mg/m<sup>3</sup>/18W-I:発がん性あり
- (参考)
  - 許容濃度:設定されていない。

### 中毒作用機序

- ・ 皮膚・粘膜刺激作用:皮膚・粘膜の知覚神経終末受容体と局所的に反応し、曝露部位で疼痛、催涙作用を引き起こす。
- ・ 吸入毒性はCNに比べて弱い。  
CRエアゾールをラットにLC50値の1/10の濃度で吸入させた実験で、肺の炎症反応は示したが、CNとは異なり、肺サーファクタントには影響を与えず、肺の組織形態学的変化は認められなかった。

### 体内動態

- [吸収]
  - 催涙作用は極めて速やかに出現する。

## 3. 症状

### [概要]

- ・ 曝露後、直ちに眼の灼熱感、疼痛、流涙などが生じる。これらは通常、30分位で沈静化するが、液が眼に入ると、眼瞼痙攣や発赤、腫脹が3~6時間続くことがある。液が鼻に入ると、鼻刺激感、鼻漏、口に入ると、舌・口腔の灼熱感、流涎、嘔気、嘔吐などがいずれも一過性に出現することがある。
- ・ 皮膚に付くと、灼熱感、紅斑が一過性にみられるが、CN、CSでみられるような皮膚炎や化学損傷は起きにくい。

### [詳細]

- (1)循環器系:頻脈、血圧上昇;パニックによる恐怖感や疼痛により起こる。
- (2)呼吸器系:
  - ・ 咽喉痛、咳、くしゃみ、胸の締めつけられる感じ;曝露直後より起こるのが特徴的で、曝露後数週間続くことがある。
  - ・ 声門痙攣;刺激作用のために曝露直後より起こることがあるが、1-2日間遅れてみられることもある。
  - ・ 気管支漏

- ・ 喉頭気管気管支炎、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫；密閉空間での曝露後、1-2日遅れて出現することがある。
  - ・ 症状が遷延する例もある。
- (3) 神経系: 興奮、失神; パニックによる恐怖感や疼痛により起こる。
- (4) 消化器系: 舌・口腔の灼熱感、金属味、嘔気(一般的)  
嘔吐; 時にみられる。  
流涎  
(経口摂取) 上腹部不快感、胃腸炎
- (5) 泌尿器系:
- ・ 腎尿細管障害; 催涙剤製造工場の爆発事故で死亡した労働者で腎障害を起こしたとの逸話的報告がある。
- (6) 眼: 眼の灼熱感、疼痛、流涙、眼圧上昇、眼瞼痙攣、発赤、腫脹
- (7) 皮膚: 灼熱感と刺激感、紅斑(一過性、特に皮膚が湿っていると症状が強く出る)  
皮膚炎や化学損傷は起きにくい。
- (8) 鼻: 初め、鼻刺激感(ヒリヒリ感)、鼻充血、鼻漏
- (9) 免疫: 過敏反応

[検査]

- ・ 呼吸器症状がある患者では、動脈血液ガスモニター、胸部X線検査、肺機能検査を行う。

#### 4. 治療

[概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はないので、対症療法を行う。

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状のみがみられる患者は曝露場所を離れるだけで、通常、治療を必要としない。症状がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。

[詳細]

CN 参照

## 5. カプサイシン (OC)

### 概要

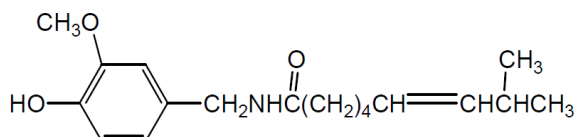
OC (いわゆる pepper spray で Oleoresin Capsicum の略) は CN、CS、CA、CR と同類で、催涙剤に分類される。暴徒鎮圧用あるいは護身用スプレーとして使用されている。一般名オレオレシカプシカムで、トウガラシ抽出液である。主要成分はトウガラシの辛み成分のカプサイシン (結晶性アルカロイド) で、焼けるような味がある。OC5~13% を溶剤 (アセトン、酢酸エチル、メチルアルコール) に溶かし、充填した製品が日本に輸入されていることが確認されている。噴射剤には二酸化炭素、LPG、ダイフロン 134a などが使用されている。ペパーメイス®、ファーストディフェンス®、MK® シリーズ、ガーディアン® などが知られ、口紅型、ペン型、ライター型、警棒型など種々の形があり、容器に「OC」と表示されているものもある。用途としては、暴徒鎮圧、護身用、犬や熊への防御用としても使われる。歴史的には古くは 17 世紀の明代の中国で、唐辛子を燃やして、戦争に使ったという記録は残っているが、近代以降では、1973 年、米国連邦捜査局 (FBI) により護身用として使用されたのが最初だとされる。

曝露直後より、眼の灼熱感、疼痛、流涙が生じる。密閉された場所で曝露されると、気管支痙攣、気管支肺炎、肺水腫などが出現することがある。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は対症的に行う。通常、曝露場所を離れるだけで、治療を必要としない。しかし、1993 年以来、OC を使った逮捕中に 70 名の死者が出たと報告されている。人権擁護団体アムネスティ・インターナショナルは、1990 年代の初頭から 100 名以上が OC に曝露した後、死亡しているとしている。いっぽう、逮捕の過程で亡くなった例の大部分は、それが、直接 OC の作用によるものかは疑問で他の原因があるとする意見もある。いずれにしても、OC の健康障害に関して大規模の前向きのコホート研究が必要とされる。

### 1. 物性

焼けるような味がある。

[構造式]



[分子量] 305.42

[沸点] 210-220°C

[融点] 65°C

[溶解性] 冷水にはほとんど不溶。

アルコール、エーテル、ベンゼン、クロロホルムによく溶ける。

二硫化炭素、濃塩酸にわずかに溶ける。石油エーテルに溶ける。

### 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態



## 毒性

- ・強い皮膚粘膜刺激作用
- ・カプサイシンの皮膚刺激感受性は個人差が大きく、表皮角質層の厚さに依存する。

### [中毒量]

- ・ヒト鼻粘膜にカプサイシン 75  $\mu$ g を塗布すると、灼熱感、くしゃみ、鼻から漿粘液分泌を生じる。
- ・ $10^{-4}$ モル以下の濃度で舌に灼熱感を生じる。

### [致死量]

カプサイシン：ヒト経口推定致死量：0.5-5g/kg

### [その他の毒性]

刺激性：ラット眼に 50  $\mu$ g/mL を投与すると、明らかな疼痛と眼瞼痙攣を生じる。

### (参考)

治療量：トウガラシ；成人、蠕動運動の促進に約 60mg

多くの熱帯の国々の成人は食品として約 3g/日摂取している。

### 許容濃度：

ACGIH-TLV-TWA ; 0.05ppm(約 0.32mg/m<sup>3</sup>)

OSHA PEK-L-TWA 一過性限界値：0.05ppm(約 0.3mg/m<sup>3</sup>)

NIOSH-IDLH : 100mg/m<sup>3</sup>

## 中毒作用機序

- ・カプサイシンは脂溶性のフェノール類で、強い粘膜刺激作用がある。ヒドロキシフェニル基、特に水酸基が強い辛味の原因と考えられている。
- ・神経に作用してサブスタンスPを遊離し、神経の脱分極を引き起こして血管拡張、平滑筋の興奮、知覚神経末端の活性化をもたらす。
- ・化学物質による痛覚、温覚の閾値を高める。
- ・気管支収縮作用：カプサイシンは *in vitro* でヒト気管支を収縮させる。

## 体内動態

### [吸収]

カプサイシンはラット空腸から非能動輸送で吸収される。

カプサイシンの 85%がラット消化管から 3 時間以内に吸収される。

### [分布]

ジヒドロカプサイシンは肝ミクロゾーム蛋白と非可逆的に結合する(エポキシド代謝)が、中枢神経系には結合しない。

カプサイシンは血液脳関門を通過する。

### [代謝]

主に肝臓の Cyp(チトクローム P-450)系で加水分解される。

## 3. 症状

### [概要]

- ・ 皮膚粘膜刺激作用があり、眼、鼻、肺、皮膚に灼熱感が生じる。
- ・ 経口摂取すると、灼熱感が口腔内、食道、胃、腸など消化管全体に及び、排便時には肛門の灼熱感もある。下痢がみられることもある。
- ・ OC スプレー吸入後、重篤な肺損傷を起こした例や死亡した例もある。

#### [詳細]

(1)呼吸器系:(吸入)灼熱感、肺刺激、咳

息切れ、喘鳴、呼吸困難、気管支痙攣、肺水腫が出現することがある。  
生後4週児で無呼吸がみられた。

(慢性吸入)慢性気管支炎(気管支拡張症になることがある)

(2)循環器系:(吸入)生後4週児で血圧低下、心拍数170がみられた。

(ラット、注射)初め血圧低下、一過性に血圧上昇、ついで再び血圧低下が認められた(アドレナリン受容体またはコリン受容体いずれに対する処置も無効であった)。

(3)神経系:疼痛刺激閾値の増大;種々の化学的疼痛刺激に感じにくくなる。

(4)消化器系:嘔気、嘔吐、下痢、肛門の灼熱感

カプサイシン含有植物を噛むと、唇、舌、口腔粘膜に強い刺すような痛みを引き起こす。上皮細胞の腐肉形成、または軽度の粘膜出血が起こることがある。

(慢性)消化管上皮の損傷・破壊、粘膜表面は軽度紅斑～浮腫、微小出血を示す。

(7)その他:

\*眼:眼に入ると、刺激感、流涙、刺痛、結膜炎、紅斑、角膜剥離

・OC スプレー曝露を受けた81名中、45名(56%)は眼の灼熱感、36名(44%)は結膜の充血、32名(40%)は紅斑、13名(16%)は流涙、7名(9%)は角膜剥離を生じた。

・OC スプレー曝露後、30名中7名(23%)にフルオレスセイン染色で角膜剥離が確認された。

\*皮膚:皮膚に付くと、灼熱感、疼痛、紅斑が一般的にみられるが、水疱は伴わない。

(慢性・長期曝露)水疱、皮疹

手;トウガラシ加工労働者にみられる手の皮膚炎で、大半の症例は焼けるような感覚と軽度の紅斑を示すのみで、通常、熱傷はみられない。

トウガラシを毎日食べるタイの人々では、線維素融解性の増大、血液凝固能の低下がみられる。

#### [検査]

呼吸器症状がある患者では、動脈血液ガスモニター、胸部X線検査、肺機能検査を行う。

## 4. 治療

#### [概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はないので、呼吸・循環管理等の対症療法を行う。

#### [詳細]

\*吸入の場合

(1)基本的処置

- ・新鮮な空気の下に移動
- ・呼吸不全をきたしていないかチェック

## (2) 対症的治療

- ・必要に応じて気道確保、酸素投与等を行う。
- ・全身症状の出現について注意深く観察し、必要に応じて対症療法を行う。
- ・咳；麻薬、局所麻酔薬で軽減される可能性がある。
- ・気道抵抗の増大；抗コリン薬で拮抗できる。
- ・粉末を大量吸入し、重症の場合；気管内挿管を行い、洗浄や吸引を行う。
- ・呼吸障害に ECMO を使って救命した例も報告されている。

## \*眼に入った場合

### (1) 基本的処置

- ・直ちに大量の流水で 15 分以上洗眼する。
- ・眼はこすらない。
- ・コンタクトレンズは直ちに外す。

### (2) 対症的治療

- ・刺激感、疼痛、腫脹、流涙、羞明が続く場合は、眼科的診察が必要。
- ・疼痛コントロールのために局所麻酔薬が必要となることもある。  
カプサイシン 50  $\mu$ g/L に曝露した動物の眼を局所麻酔薬で治療すると、疼痛は軽減したが紅斑は変わらなかった。

## \*皮膚についた場合

### (1) 基本的処置

- ・カプサイシンは冷水よりも温水に溶けやすいので、刺激の少ない石けんと温水で曝露部位を数回洗う。
- ・カプサイシンはアルコールにもよく溶けるので、十分洗浄できない場合、損傷のない皮膚に対しては少量のアルコールを用いるのもよい。
- ・冷水洗浄は勧められるが、緩解が長続きしない。

### (2) 対症的治療

- ・食酢洗浄・浸漬(5%酢酸水溶液)：皮膚(特に手)の刺激が緩解する。  
手を 30 分以上浸す。重篤例では数時間の浸漬が必要となることがある。
- ・植物油浸漬：  
冷たい水道水に浸すと疼痛は速やかに軽減されるが、植物油浸漬では疼痛の軽減が長く持続する。
- ・局所麻酔薬：リドカインゼリーが有効との報告がある。  
リドカイン・プリロカインエマルジョン塗布後約 1 時間で疼痛が軽減された。

49 名の警察学校でのボランティアを被験者とした研究では、アルミニウムヒドロキシド懸濁液、2%リドカインゲル、ベビーシャンプー、牛乳、水、の各群で疼痛緩和に差が見られなかったとの報告もある。

## \*経口の場合

### (1) 基本的処置

- A. 催吐:通常、不要(刺激性があり、自然嘔吐、下痢を起こすことがある)。
- B. 活性炭投与:但し、有効性は明らかでない
- C. 下剤投与:不要(蠕動運動を引き起こすため)

(2) 対症的治療

- ・必要に応じて対症療法を行う。

[経過観察]

皮膚曝露の重篤例では、疼痛は長時間持続することがある。  
症状が続く場合、1～2日間観察する。

## VI. 催吐剤

### 1. アダムサイト (DM)

#### 概要

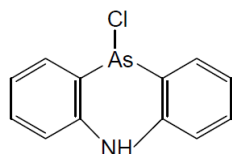
アダムサイトは吸入すると嘔吐を引き起こすため、催吐（嘔吐）剤に分類される。くしゃみ剤と言われることもある。アダムサイトが初めて合成されたのは、ドイツであったとされている。1918年に米国イリノイ大学の Adams により製造が完成し、その名にちなみ、アダムサイトと名づけられた。ベトナム戦争で用いられたアダムサイトと催涙ガスの混合物(米軍のいわゆる DM-CN)は特に催吐作用が強く、致死性がある。純品は常温で無臭の緑がかった黄色の結晶で、ほとんど揮発しない。通常、エアゾールとして微粒子を空中に散布する。散布時は無色無臭である。曝露数分後より、眼・鼻・咽喉の粘膜刺激、くしゃみ、咳などが出現する。作用は催涙剤に類似しているが、毒性は催涙剤より強い。構造中にヒ素を含むが、通常、全身性のヒ素中毒が起きるとは考えにくい。特異的な解毒剤・拮抗剤はないので、治療は対症的に行う。ジュネーブ議定書(1925年)で戦時使用の禁止が議決された(日本は1970年批准)。

嘔吐剤には、アダムサイト (DM) のほか、ジフェニルクロロアルシン(DA)、ジフェニルシアノアルシン(DE)などが知られている。DA、DCは旧軍ではあか剤と呼ばれていた。嘔吐剤の目的は、暴徒鎮圧剤として使われる目的と、化学戦の際にガスマスクを外させる目的があった。

#### 1. 物性

純品は常温で無臭の緑がかった黄色の結晶である。散布時は無色無臭であるが、煙が濃縮されると緑がかった黄色を呈する。DAは無色の結晶、DCは白色の固体、アダムサイト(DM)とDAは無臭だが、DCはニンニク臭、若しくはビターアーモンド臭がある。

[構造式]



[分子量]277.59

[比重]1.65g/cm<sup>3</sup> (20°C)

[沸点]410°C(分解)

[融点]195°C

[蒸気圧]2x10<sup>-13</sup>mmHg(20°C)、4.5x10<sup>-11</sup>mmHg(25°C)

[揮発度]0.02mg/m<sup>3</sup>、ほとんど揮発しない

[溶解性]水にはほとんど溶けない。0.0064g/水100g(室温)

ベンゼン、キシレン、四塩化炭素にはわずかに溶ける。

有機溶媒ではアセトンに最も良く溶ける(13.03g/100g、15°C)。

[反応性]水によって極めて徐々に加水分解する。  
加熱すると加水分解して濃橙紅色の物質を生じる。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

- ・作用は催涙剤に類似しているが、毒性は催涙剤より強い。
- ・アダムサイトは有機ヒ素化合物であるが、通常の使用条件下では全身性のヒ素中が起きるとは考えられていない。しかし遺棄された場合には、環境中の砒素汚染が問題とされる。

### [中毒量]

吸入ヒト半数不能量:22~150mg・分/m<sup>3</sup>、 8mg・分/m<sup>3</sup>-60 分間曝露

眼刺激作用 (TC<sub>50</sub>):0.5mg/m<sup>3</sup>

(TC50;1 分間曝露時半数のヒトが刺激を感じる最低濃度)

最低刺激濃度;0.1mg/m<sup>3</sup>

呼吸器(下気道)刺激濃度;0.5mg/m<sup>3</sup>

嘔吐誘発量:確立されていないが、約 370mg・分/m<sup>3</sup> と推定されている。

(4.6~144mg・分/m<sup>3</sup> では 10%以下の人に嘔気が認められた。)

### [致死量]

吸入ヒト推定半数致死量(LCt50):11,000mg・分/m<sup>3</sup>

吸入ヒト推定致死量(LC):15,000mg・分/m<sup>3</sup>

3,000mg/m<sup>3</sup> に 10 分間曝露

650mg/m<sup>3</sup> に 30 分間曝露

### 中毒作用機序

眼・粘膜刺激作用

眼・鼻・咽喉粘膜の知覚神経終末でSH含有酵素を阻害し、疼痛、流涙、くしゃみ、咳等を引き起こす。

### 体内動態

#### [吸収]

作用の出現は非常に速やかである。

(22mg/m<sup>3</sup>の濃度で一時的に行動不能となるのに要する時間は1分である)

## 3. 中毒症状

### [概要]

- ・恐怖心、不安感、不信感など様々な感情が被害者に噴出し集団ヒステリー状態となる。
- ・曝露数分後より刺激症状が出現する。軽度の場合、30分位で改善する。眼刺激、流涙、鼻・副鼻腔の疼痛、鼻汁(感冒様)、鼻つまり、頭痛、喉の焼けるような感じ、激しくくしゃみ、咳が出現する。次いで激しい頭痛、胸痛、胸部絞扼感が出現し、嘔気、嘔吐を

催す。これらは通常、1～2 時間で緩解する。頭痛、抑うつ、悪寒、嘔気、嘔吐、腹痛、下痢等の全身症状が、ときに曝露後数時間続く。

- ・汚染された食物を経口摂取すると、嘔気、嘔吐、下痢(血性)、脱力、めまいが起こる。
- ・アダムサイトの場合、医学的処置が必要となるのは被害者の 1%未満である。

#### [詳細]

(1) 呼吸器系: 喉の焼けるような感じ、咳、胸痛、胸部絞扼感、呼吸困難

(高濃度) 密閉された場所で曝露されると、肺水腫を含む重篤な肺損傷を引き起こし、まれに死亡することもある。

(2) 神経系: 頭痛(前頭部の激痛)、めまい、ふらつき、下肢の脱力、全身の震え

症状が進行すると、抑うつがみられることもある。

(高濃度) 密閉された場所で曝露されると、運動失調、知覚異常、麻痺、意識喪失を引き起こすことがある。

(3) 消化器系: 流涎、嘔気、嘔吐、腹痛、下痢

(4) その他:

\*眼: 焼けるような感覚、流涙

(高濃度) 密閉された場所で曝露されると、角膜壊死を引き起こすことがある。

\*皮膚: 野外では高濃度にならないため、通常、皮膚への作用はほとんどない。

(高濃度) 焼けるような感覚、紅斑、疼痛、水疱形成、限局性腫脹

\*鼻: 鼻・副鼻腔の疼痛、鼻汁(感冒様)、鼻つまり、くしゃみ

\*その他: 悪寒(感冒様)、耳・顎・歯の痛み、体痛

#### [検査]

呼吸器症状がある患者では、動脈血血液ガス分析、胸部 X 線検査、呼吸機能検査を行う。

アダムサイトは、分解産物の測定が困難であるが、血中、尿中の有機砒素を測定することは意味があるとされる。

## 4. 治療

#### [概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はない。対症的に治療する。

#### [詳細]

\*吸入の場合

(1) 基本的処置

- ・新鮮な空気の下に移動
- ・呼吸不全をきたしていないかチェック

(2) 対症的治療

- ・呼吸困難、喉頭痙攣がある場合、気管内挿管、酸素投与、人工呼吸が必要となることがある。
- ・嘔吐: 制吐剤の投与
- ・頭痛: 鎮痛剤の投与
- ・肺水腫対策

\*眼に入った場合

(1) 基本的処置

直ちに大量の流水で洗眼する。眼はこすらない。

(2) 対症的治療

- ・洗淨後も刺激感が続く場合は、眼科的診察が必要である。
- ・眼科用ステロイド剤または局所麻酔剤の眼軟膏が必要となることもある。

\*皮膚についての場合

(1) 基本的処置

- ・汚染された衣服を脱がせ、皮膚刺激症状があるときには、石けんと大量の水で十分に洗淨する。

(2) 対症的治療

- ・皮膚の炎症所見が 1 時間以上続く場合は、湿布を行った後、ステロイド剤含有クリームまたはカラミンローションを局所に塗布する。

参考) 湿布は収斂作用のあるブロー液(U. S. P. の酢酸アルミニウム液)を 40 倍希釈して使用することが勧められている。

- ・二次感染があれば、抗生物質療法、痒みには抗ヒスタミン剤の経口投与が必要となることがある。

[経過観察]

回復に 1~2 日を要することがある。

喘息など肺疾患の既往歴のある患者は症状が悪化する可能性があるため、観察が必要である。



## VII. 無力化剤

### 1. キヌクリジルベンゼレート (BZ)

#### 概要

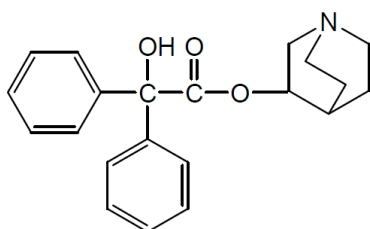
BZ と LSD に代表される無能力化剤（無力化剤）は、致死性は低いですが、少量の曝露でも著しい精神障害をきたして、兵士が命令を認識したり遂行したりできなくなり、戦闘不能にすることを目的とするものである。

BZ は、ムスカリン受容体マーカーの実験用試薬である QNB(3-quinuclidinyl benzilate) と同物質である。BZ は抗コリン剤で、いわゆるグリコール酸(glycolate)である。刺激性はなく、症状の発現が 30 分から 20 時間程度迄遅れるため、それまで曝露に気付かないこともある。エアゾールとして散布される。米軍は 1960 年代から化学兵器として保有した。加熱により分解して NO<sub>x</sub> フュームを発生するため、熱を発生するような兵器（ミサイル等）に搭載することもできる。しかし、症状発現までに時間を要する上に曝露によって狂暴性を帯びることがあることがわかり、化学兵器としては逆効果なため、1989 年 10 月までに廃棄処理された。イラクが湾岸戦争当時に大量に保有していた Agent15 は、BZ と類似もしくは同一の物質とみられる。また、1995 年 7 月ボスニア・ヘルツェゴビナにおける紛争において使用されたとされている。特異的解毒剤としてフィズスチグミンがある（日本では未承認）。「化学兵器の開発、生産、貯蔵及び使用の禁止並びに廃棄に関する条約」に該当する物質である。室内、屋外で散布するときは、微細な粉状か、液体に溶かしてエアロゾル化して散布される。水、食料も汚染させることが可能である。

#### 1. 物性

白色無臭の結晶である。

[構造式]



[分子量] 337.45

[比重]

[沸点] 320°C

[融点] 164-167°C

[引火性] 可燃性あり

[溶解性] 水溶性。プロピレングリコール、ジメチルスルホキシドに可溶

[反応性] 多くの溶剤中で安定

半減期 3～4 週間（湿気がある大気中）

加熱により分解してNO<sub>x</sub>フュームが発生する。  
 熱に強い（ミサイル搭載可）  
 可燃性であるが爆発性は低い。  
 金属と反応して可燃性の水素ガスを発生する。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

中毒量と致死量の差が大きい。

[ヒト中毒量] ヒトの中毒量は確立していない

#### ・経口

静注もしくは筋注による毒性の80%

ヒト半数最小影響量 (MED<sub>50</sub>) (軽度の認知力障害を起こす最小量) :  
 2.5 μg/kg (24時間以内に回復)

ヒト半数不能量 : 6.2 μg/kg

(参考として類似の作用機序を持つアトロピンでは140 μg/kg)

#### ・吸入

静注による毒性の40~50% (直径1.0ミクロン粒子吸入の場合)

ヒト半数不能量 : 110mg・分/m<sup>3</sup>、112mg・分/m<sup>3</sup>

[ヒト致死量] ヒトの致死量は確立していないが、

LD50 は 2-5 mg/kg であると予測されている。

・吸入 ヒト半数致死量 (LC<sub>t50</sub>) : 200,000mg・分/m<sup>3</sup>

[急性曝露ガイドラインレベル (AEGL, Acute Exposure Guideline Level)]

	BZ CAS : 6581-06-2				
	mg/m <sup>3</sup>				
	10分	30分	60分	4時間	8時間
AEGL 1 (不快レベル)	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2 (障害レベル)	0.067	0.022	0.011	NR	NR
AEGL 3 (致死レベル)	1.2	0.41	0.21	NR	NR

NR : データ不十分により推奨濃度設定不可

AEGL 1 (不快レベル) : 不快感を生じ、可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL 2 (障害レベル) : 避難能力の欠如や不可逆的で重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL 3 (致死レベル) : 生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡が増加する空气中濃度閾値

[その他の毒性]

刺激性 : なし

発がん性：IARC 発がん分類 未分類  
(参考)

許容濃度：日本産業衛生学会勧告値；未設定  
ACGIH 勧告値；短時間曝露限界値 (TLV-STEL) 記載なし  
時間荷重平均 (TLV-TWA) 記載なし

## 中毒作用機序

### 1) 抗コリン作用

- ・コリン作動性神経末端のムスカリン受容体でアセチルコリンと競合的に拮抗し、その作用を阻害する。
- ・平滑筋、心筋、外分泌腺、自律神経節、中枢神経系のムスカリン受容体でアセチルコリンの効果が遮断される。
- ・BZ はアトロピン類似の作用(20 倍以上)を示すが、中枢神経系に対する作用はアトロピンより強力で、記憶力、問題解決力、注意力、理解力を低下させる。

2) ニコチン性受容体ではアセチルコリンの作用を遮断しない。

## 体内動態

### [吸収]

経口、吸入、経皮で吸収される。

バイオアベイラビリティ：経口 約 80%

(静注と比較した吸収率) 吸入 40~50% (1 ミクロン粒子)

経皮 5~10% (プロピレングリコール溶解液塗布)

### [分布]

全身の組織に分布

血液脳関門通過性：あり

### [代謝]

主に肝臓で代謝されると推定される。

### [排泄]

未変化体及び代謝物は主として尿中に排泄される。

## 3. 中毒症状

### [概要]

いわゆる、抗コリントキシドローンを呈する。著しい精神障害 (少量でも陶酔感~絶望感までの気分の変化、大量では著しい幻覚等) をきたす。症状出現は吸入後 20 時間以内 (平均 2 時間)、経皮曝露では 36 時間程度まで遅れることがある。曝露量が多いと症状出現が早く、持続時間が長くなる。

第 1 期 (0~4 時間)：散瞳、口渇、頻脈等のアトロピン様症状、軽度の中枢症状

第 2 期 (4~20 時間)：混迷状態、運動失調、発熱

第 3 期 (20~96 時間)：せん妄状態 (刻々と変化する)

第 4 期 (回復期)：パラノイア、深い睡眠、覚醒、這う登る等の徘徊、失見当識

健常人では特に治療しなくても通常2～4日で回復するが、曝露量に依存する。

#### [詳細]

- (1) 循環器系症状  
頻脈（後に正常もしくは徐脈となることがある）、不整脈（大量曝露時）
- (2) 呼吸器系症状  
データなし
- (3) 神経系症状  
運動失調、失見当識、混迷、めまい、幻覚、意識レベルの低下  
脱力、理解力・判断力・注意力・記憶力の低下、言語障害
- (4) 消化器系症状  
口渇、嘔吐、消化管運動の抑制
- (5) 泌尿器系症状  
尿閉
- (6) その他  
眼：散瞳、視力障害  
皮膚：皮膚の乾燥、紅潮  
その他：発熱

#### [検査]

大量曝露時は心電図のモニタリングを行う

## 4. 治療

#### [概要]

解毒剤・拮抗剤としてフィゾスチグミンがあるが、日本では医薬品として承認されていない。経過観察、治療法選択の基準は以下の通りである。

- ・大量曝露でない限り、健常人では特に治療しなくても通常2～4日で回復する。
- ・暴れる場合は拘束が必要である。
- ・生命の危険があるのは、精神障害時の行動による傷害、高熱（特に高温多湿環境下、脱水状態）、大量曝露による不整脈や電解質異常を伴う昏睡時等である。

#### 治療の概要

- 重症（心・呼吸器障害、高熱が出現している場合）；
  - 一般的救命処置、体温コントロール
  - フィゾスチグミン投与（但し、日本では医薬品として承認されていない）  
（体温及び他のバイタルサインが適切に管理された場合のみ投与を考慮）
- 中等症（抗コリン症状が著明または悪化している場合）；
  - フィゾスチグミン投与
- 軽症（軽度の抗コリン症状）；
  - 経過観察（悪化する可能性もあるので数日間は医師の監視下におく）

#### [詳細]

\*吸入の場合

- (1) 基本的治療

救助者は汚染環境下では個人防護装備を着用のこと

- A. 新鮮な空気下に速やかに移送
- B. 呼吸不全を来していないかチェック
- C. 汚染された衣服は脱がせ、曝露された皮膚、眼は大量の流水で洗う。

(2) 生命維持療法および対症療法

- A. 呼吸管理  
咳や呼吸困難のある患者には、必要に応じて気道確保、酸素投与、人工呼吸等を行う。
- B. 循環管理  
血圧低下に対しては、カテコラミンを使用した循環管理  
不整脈に対しては、抗不整脈薬等の適宜使用
- C. 痙攣対策
- D. 発熱対策：体温コントロール（外部冷却等）

(3) 特異的治療法

[解毒剤・拮抗剤]

フィズスチグミン：日本では医薬品として承認されていない。

作用機序：アセチルコリンエステラーゼを阻害し、アセチルコリン濃度を上昇させ、BZ に拮抗する。第三級アミンで血液脳関門を通過するため、中枢症状も改善する。

参考) ピロカルピン、ネオスチグミン等の第四級アミンは血液脳関門を通過しないため中枢症状には効果がない。

\*経口の場合

(1) 基本的処置

- A. 催吐
- B. 胃洗浄
- C. 活性炭の投与

(2) 生命維持療法および対症療法

必要に応じて、上記吸入の場合に準じて治療する。

\*経皮の場合

(1) 基本的処置

直ちに付着部分を石鹼と水で十分洗う。

手袋は皮膚吸収率が低い（5-10%）ので、必要ないとする文献もある。

(2) 生命維持療法および対症療法

洗浄後も刺激感、疼痛が残るなら医師の診察が必要である。

必要に応じて、上記吸入の場合に準じて治療する。

\*眼に入った場合

(1) 基本的処置

直ちに大量の微温湯で少なくとも15分間以上洗浄する。

(2) 生命維持療法および対症療法

洗浄後も刺激感、疼痛、腫脹、流涙、羞明が続く場合は、眼科的診察を受ける。

必要に応じて、上記経口の場合に準じて治療する。

## VIII. くしゃみ剤

### 1. ジフェニルシアノアルシン (DC)

#### 概要

ジフェニルシアノアルシン (DC) は、ジフェニルクロロアルシン (DA) の催吐作用とシアン化合物としての致死作用を組み合わせることを目的として開発され、1918年ドイツ軍によって初めて使用されたが、致死作用に関しては立証されなかった。ドイツ軍ではDCはDAと同じく青十字 (Blue Cross Agent) と呼称されていた。毒性はDAよりも強く、DCもDAと同じく「マスクブレイカー(剤による作用で嘔気を催させ、兵士にマスクを外させる)」としてガス攻撃の当初に使用する。旧日本陸軍では1931年(昭和6年)「あか1号」として制式化されている。当時試験的にDCを経験した研究者は次のようにその効果を表現している。

『あか1号は、くしゃみ剤とされているが、濃度が極めて低い場合にはくしゃみも出るが、我々の体験ではくしゃみ等は出ないで、鼻、喉、胸をかきむしられるように刺激され、居ても立ってもいられない場合が多い。この状態が20分ぐらい続くのだからやりきれない。この苦痛の緩和にコーヒーとコニャックが効果があるとされ、これらにありつけるのがせめてもの慰めであった。』

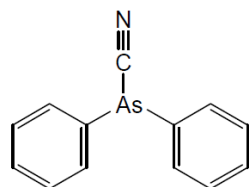
上記の体験談から、作用効果は非常に速く激烈であるが、一定時間を経過すると回復する状況が理解できる。別称としてClark2がある。

日本では、2003年、茨城県神栖町で、ジフェニルシアノアルシンの分解産物でもあり原料でもあるジフェニルアルシン酸による地下水汚染に起因した有機砒素中毒事例が生じた。

#### 1. 物性

無色のガラス状白色の固体、ニンニク臭あるいはビターアーモンド臭がある。微粒子として作用し、濃度が低い場合においても即効的に一時戦闘不能の状態にすることが可能であるが、致死効果は期待できない。

[構造式]



[分子量] 255.1

[比重] 液体の場合 : 1.3338 (35°C)

[沸点] 350°C (300°Cで約25%分解)

[融点] 31.5°C~35°C

[蒸気圧] 0.0002mmHg (20°C)

[揮発度] 2.8mg/m<sup>3</sup>

[相対蒸気密度] 8.8 (空気=1)

[溶解性] 水に不溶かつ加水分解しにくい。クロロホルムや他の有機溶媒に可溶。

[反応性] 常温で非常に安定。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

[中毒量]

ヒト吸入最小刺激濃度：0.25 mg/ m<sup>3</sup>

ヒト吸入 IC<sub>t50</sub>：30 mg・min/ m<sup>3</sup> (30 秒)、20 mg・min/ m<sup>3</sup> (5 分)

[致死量]

ヒト吸入 LC<sub>t50</sub>：10,000 mg・min/ m<sup>3</sup>

毒性はジフェニルクロロアルシン (DA) よりも 10 倍強い。

(参考)

許容濃度

IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health)：5 mg/ m<sup>3</sup>、

時間荷重平均 (TLV-TWA)：0.01 mg/ m<sup>3</sup>

### 中毒作用機序

眼・粘膜刺激作用

### 体内動態

[吸収]

作用の出現は非常に速やかである。

## 3. 中毒症状

- ・ 眼、皮膚、粘膜を刺激し、鼻汁、くしゃみ、咳、頭痛、胸部圧迫感、悪心、吐き気、不快感を引き起こす。
- ・ 作用速度は非常に速く、高濃度の場合 30 秒ほどで耐えられなくなる。通常の使用濃度では、効果は曝露後も約 30 分継続する。高濃度の場合には、効果が数時間持続する。
- ・ 速やかに解毒され、無能力化される量であっても、1 時間程度でその効果はなくなる。

[検査]

呼吸器症状がある患者では、動脈血血液ガス分析、胸部 X 線検査、呼吸機能検査を行う。

DC は体内でジフェニルアルシン酸に分解されるため、血液、尿のサンプルを曝露後 24 時間以内に確保できれば、ガスクロマトグラフィー-質量分析法 (Gas Chromatography - Mass spectrometry : GC/MS) で定量できる。

## 4. 治療

## [概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はない。対症的に治療する。

## [詳細]

### \*吸入の場合

#### (1) 基本的処置

- ・新鮮な空気の下に移動
- ・呼吸不全をきたしていないかチェック

#### (2) 対症的治療

- ・呼吸困難、喉頭痙攣がある場合、気管内挿管、酸素投与、人工呼吸が必要となることがある。
- ・嘔吐：制吐剤の投与
- ・頭痛：鎮痛剤の投与
- ・肺水腫対策

### \*眼に入った場合

#### (1) 基本的処置

直ちに大量の流水で洗眼する。眼はこすらない。

#### (2) 対症的治療

- ・洗浄後も刺激感が続く場合は、眼科的診察が必要である。
- ・眼科用ステロイド剤または局所麻酔剤の眼軟膏が必要となることもある。

### \*皮膚についた場合

#### (1) 基本的処置

- ・汚染された衣服を脱がせ、石けんと大量の水で十分に洗浄する。

#### (2) 対症的治療

- ・皮膚の炎症所見が 1 時間以上続く場合は、湿布を行った後、ステロイド剤含有クリームまたはカラミンローションを局所に塗布する。  
参考) 湿布は収斂作用のあるブロー氏液 (米国薬局方の酢酸アルミニウム液) を 40 倍希釈して使用することが勧められている。
- ・二次感染があれば、抗生物質療法、痒みには抗ヒスタミン剤の経口投与が必要となることがある。



## 2. ジフェニルクロロアルシン (DA)

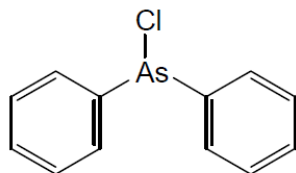
### 概要

ジフェニルクロロアルシン (DA) は、くしゃみ剤の中で最も早く (1917 年) ドイツ軍が使用した。ドイツ軍では DA はジフェニルシアンアルシン (DC) と同じく青十字 (Blue Cross Agent) と呼称されていた。また、DA 等のくしゃみ剤は当時のガスマスクに使用されていた活性炭を通過したため、その効果によって、兵にガスマスクを外させ、致死効果を狙ったホスゲン等の致死性化学剤に曝露させて死に至らしめたとされており、「マスクブレイカー」としてガス攻撃の当初に使用されていた。DA の作用速度は非常に早く、1 分間の暴露後、2～3 分以内に効果が発現する。DA 単独では暴徒鎮圧剤として 1930 年代まで使用されていた。なお、旧日本陸軍では後述するジフェニルシアンアルシン (DC) と併せて「あか剤」と呼称しているが、DA が採用された記録はない。別称として Clark1 がある。

### 5. 物性

純粋の場合無色の結晶であり、加熱すると分解する。その際、塩素、フェニルヒ酸等の有毒なヒュームを生じる。常温では安定であるが、水の存在により容易に加水分解する。

[構造式]



[分子量] 264.6

[比重] 液体の場合 1.39 (50°C) 蒸気密度 9.1 (空気との比較 計算値)

[沸点] 383°C (分解温度: 300-350°C)

[融点] 37.3°C、39-44°C

[蒸気圧] 0.0036mmHg (45°C 計算値)

[揮発度]  $2.36 \times 10^2$  (50°C 蒸気圧からの計算値)

[溶解性] 0.2g/100ml (水に溶けにくい)

[反応性] 純粋な場合、安定。水によって容易に加水分解する。

### 6. 毒性、中毒作用機序、体内動態

#### 毒性

[中毒量]

ヒト吸入  $ICt_{50}$ : 12mg·min/ m<sup>3</sup>

[致死量]

ヒト吸入  $LCt_{50}$ : 15,000mg·min/m<sup>3</sup> (推定)

(参考) 有機ヒ素化合物としてヒ素換算による毒性評価は次の通り。

IDLH : 5 mg/ m<sup>3</sup>、TWA : 0.01 mg/ m<sup>3</sup>

## 中毒作用機序

眼・粘膜刺激作用

## 体内動態

[吸収]

作用の出現は非常に速やかである。

## 7. 中毒症状

[概要]

- ・ 眼、皮膚、粘膜を刺激し、鼻汁、くしゃみ、咳、頭痛、胸部圧迫感、悪心、吐き気、不快感を引き起こす。
- ・ 作用速度は非常に速く、高濃度の場合 30 秒程度で耐えられなくなる。通常の使用濃度では、効果は曝露後も約 30 分継続する。高濃度の場合には効果が数時間持続することがある。
- ・ 速やかに解毒され、ガス濃度が無能力化される濃度であっても 1 時間後には効力を失う。

[検査]

呼吸器症状がある患者では、動脈血液ガス分析、胸部 X 線検査、呼吸機能検査を行う。DA は体内でジフェニルアルシン酸に分解されるため、血液、尿のサンプルを曝露後 24 時間以内に確保できれば、ガスクロマトグラフィー-質量分析法 (Gas Chromatography - Mass spectrometry : GC/MS) で定量できる。

## 4. 治療

[概要]

特異的な解毒剤や拮抗剤はない。対症的に治療する。

[詳細]

\*吸入の場合

(1) 基本的処置

- ・ 新鮮な空気の下に移動
- ・ 呼吸不全をきたしていないかチェック

(2) 対症的治療

- ・ 呼吸困難、喉頭痙攣がある場合、気管内挿管、酸素投与、人工呼吸が必要となることがある。
- ・ 嘔吐：制吐剤の投与
- ・ 頭痛：鎮痛剤の投与
- ・ 肺水腫対策

\*眼に入った場合

(1) 基本的処置

直ちに大量の流水で洗眼する。眼はこすらない。

(2) 対症的治療

- ・洗浄後も刺激感が続く場合は、眼科的診察が必要である。
- ・眼科用ステロイド剤または局所麻酔剤の眼軟膏が必要となることもある。

\*皮膚についての場合

(1) 基本的処置

・汚染された衣服を脱がせ、皮膚刺激性作用があれば石鹼と大量の水で十分洗浄する。

(2) 対症的治療

- ・皮膚の炎症所見が 1 時間以上続く場合は、湿布を行った後、ステロイド剤含有クリームまたはカラミンローションを局所に塗布する。  
参考) 湿布は収斂作用のあるブロー氏液(米国薬局方の酢酸アルミニウム液)を 40 倍希釈して使用することが勧められている。
- ・二次感染があれば、抗生物質療法、痒みには抗ヒスタミン剤の経口投与が必要となることがある。

## IX. 新興化学剤

### 1. フェンタニル

#### 概要

米国 CDC は、不法薬物としてのフェンタニルだけでなく、テロの手段として意図的に散布等されるフェンタニルについても懸念を表明し、その対応について規定している。同時に、不法薬物としてのフェンタニルが乱用され、その場面にファーストレスポンドーが遭遇したようなケースに対しては、職業上の曝露に対するガイドラインを規定し対応している。このような曝露の可能性のある職業としては、消防、警察、救急隊員、病院関係者等がある。即効性のある合成麻薬であり、意識を失うことなく鎮痛効果を期待できる。中枢神経系に作用し呼吸機能を阻害する。従って、フェンタニルは致死性のこともあり得る。モルヒネの 80 倍、ヘロインの百倍程度強力であると言われている。人間の機能を失わせてしまう無能力化剤として使用できる可能性がある。なお、無臭である。

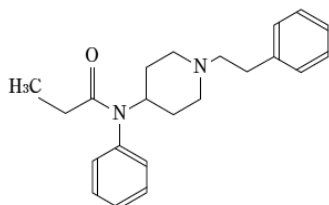
フェンタニル自体は、1960 年にベルギーのチームがモルヒネ系薬物とは構造の異なる鎮痛薬として合成し、強力で即効性のあるオピオイド系鎮痛薬として世界中で使われるようになった。2002 年 10 月、モスクワ劇場占拠事件においてロシア軍特殊部隊がフェンタニル系の薬物を使用したと言われている。これにより、人質 127 名が死亡した。(その他のガスが混入されていたかどうかは不明である。英国 DSTL の英国人生存者の衣服からの分析では、フェンタニルとカフエンタニルの混合物であったカルフェンタニルとレミフェンタニルのエアロゾルとも、KOLOKOL-1 とされる毒ガスであるとも言われている。いずれも超高力価で、特にカルフェンタニルはモルヒネの 10,000 倍以上の効果を有する) この事件で多数の死者が出た一因は、情報提供が適切になされず、駆けつけた救急隊員が必要な解毒薬(ナロキソン)を必要量用意できなかったからだとする意見もある。

近年、米国においてフェンタニルの乱用による死者が激増しており、社会問題となっている。それに伴い、警察や消防といったファーストレスポンドーが現場でフェンタニルに曝露する機会が出てきており、対応が課題となってきた。2016 年に死亡した米国の著名な歌手プリンスや、2017 年に死亡した米国のロックミュージシャンのトム・ペティも、死因は鎮痛薬のフェンタニル、すなわちオピオイドの過剰摂取によるものであった。なお、CDC の報告書によれば、米国における薬物の過剰摂取による死亡者は年々増えている。1999 年時点では 10 万人あたり 6.1 人であった死亡率が、2016 年には 19.8 人となったという。これは、2015 年の 16.3 人と比較しても 21%増となっている。ちなみに、オピオイドをはじめとする薬物の過剰摂取により、2016 年 1 年間で 6 万 4 千人もの米国人が命を落としたと、トランプ米大統領は、2018 年 1 月末に行った一般教書演説で述べている。

#### 1. 物性

白色の結晶又は結晶性の粉末である。

[構造式]



[分子量]336.47

[融点] 85~87°C

[溶解性]メタノール、エタノール (95) に極めて溶けやすく、アセトニトリルに溶けやすく、0.1mol/L 塩酸試液にやや溶けにくく、0.01mol/L 硫酸試液に溶けにくく、水にほとんど溶けない。

なお、基本的な性状は結晶又は結晶性粉末であるが、テロでの散布手段を考えれば、液体や微細粒子も考えられる。即ち、空气中に微細粒子や液体のスプレー（エアロゾル）の形で、また水や食物への混入、農作物への汚染等が懸念される。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

人間に対する正確な LD50 は知られていない・

(参考) ラット 3.1mg/kg モンキー 0.03mg/kg

### 中毒作用機序

・中枢神経抑制に続く昏睡、呼吸抑制。

急性麻薬中毒の症状は、四肢、中脳、脳幹、脊髄に局在するオピオイドレセプターと過剰投与された麻薬との特異的反応である。しかし、麻薬の異常な大量投与の場合、麻薬はオピオイドレセプターを介さないで、発作を引き起こすといわれている。

μ レセプター (モルヒネなど) :

多幸感、上脊髄鎮痛、呼吸抑制に関与する

δ レセプター (N-アリルノルフェノゾシンなど) :

不快感、幻覚、妄想、呼吸と血管運動の刺激に関与する

κ レセプター (ケトサイクラゾシンなど) :

脊髄鎮痛、縮瞳、鎮静、睡眠、呼吸抑制などに関与

・禁断症状 (慢性)

### 体内動態

[吸収]

筋注では 30 分以内に吸収される

[分布]

蛋白結合率 : 80~86%

分布容量 : Vd=4L/kg

[代謝]肝で代謝される

代謝物：デスプロピオニルフェンタニル、ノルフェンタニル

[排泄]

尿中に、85%以上が3～4日間で排泄される、未変化体は6%。

腎クリアランス＝11.2mL/min/kg

半減期： $t_{1/2}$ ＝2～4時間（母化合物）

### 3. 中毒症状

痛覚脱失は、静脈注射や点滴では数分以内にピークが起こる。100 $\mu$ gの処方で、無感覚の時間は30分～60分続く。皮膚からの吸収は、数時間から数日続くこともある。飲み込んだ場合には、二段階の曝露が起こる。最初の2～3分で初めの曝露があり、2時間以上たって消化器からの吸収がある。呼吸器からの吸入による吸収は速い。

呼吸機能の低下が起こる。フェンタニルの静脈処方により、速やかに胸部筋肉の筋剛直（ウッドチェストシンドローム）が起こり、正常な呼吸が阻害されることが知られている。頭蓋内圧亢進や筋肉の硬化、けいれん等が、フェンタニルの使用の際に起こることが報告されている。

\*経口曝露

縮瞳（後に緩和されることもある）、意識の低下、呼吸機能の低下、血中の酸素濃度の低下、血液の酸性化、低血圧、脈拍低下、ショック症状、胃の蠕動運動低下、消化能力低下、肺水腫、意識喪失、そして死に至る。

\*吸入曝露

飲み込んだ場合を参照する。

\*経皮曝露

同上であるが、皮膚温度が高いほど吸収が大きい傾向にある。

\*眼に入った場合

痛みが起こることがある。

### 4. 治療

大きくは拮抗薬投与と呼吸管理が重要である。拮抗薬はナロキソン（ナルカン）0.4～2.0mgがオピオイドの過剰摂取において推奨されている。

- ・ナロキソンは、通常静脈内投与するが、自動注射器による筋注、経鼻投与も行われる。特に、大量の被害者が出るテロのような状況で筋注の繰り返しは効率が悪いので、高用量化や経鼻投与製剤の即効性、持続性を高める薬剤開発が行なわれている。
- ・効果は5-10分で見られる。効果を維持するため、繰り返し処方してもよい。
- ・ナロキソンは、wooden chest syndrome（胸郭の固縮）の改善にも効果的である。

注意：日本国内の製剤と米国の高用量製剤では、ナロキシソンの含有量が異なる。また剤型も、日本国内はアンプル製剤のみであるが、米国では鼻用吸入キット、オートインジェクター、シリンジ製剤が販売されている。（表 日本国内のナロキソン製剤と米国の高用量製剤の比較 参照）

\*経口の場合

速やかに現場から避難させ、気道を確保し、嘔吐を防ぎ医師か救急隊員の指示でナロ

キソンを処方する。また、活性炭懸濁液（30g/240mL）を、20g-100g 投与する。子ども（1-12 才）では 25-50g とする。その後、病院へ搬送する。

\*吸入した場合

現場から離し、呼吸と脈拍を確認して気道を確保し呼吸困難や浅く短い呼吸を認めた時はバッグバルブマスクを用いて、酸素吸入を行う。呼吸停止の際は人工呼吸をする。全身の状況を確認しつつ、対症療法を行う。全身の中毒症状が現れたら、経口摂取の場合に準じて処置する。





\*経皮の場合

除染を実施した後、飲み込んだ場合に準じて処置する。

[経過観察]

- 呼吸機能の低下やその他のオピオイドの影響によるものについては、少なくとも 12-24 時間の経過観察が必要である。心拍機能とともに、低血圧や不整脈の監視も必要になる。
- 肺水腫が起こりやすく、起こればそれに応じた対応と治療が必要になる。

表 日本国内のナロキソン製剤と米国の高用量製剤の比較

国	日本	米国	米国	米国
製品名	ナロキソン塩酸塩静注0.2mg【第一三共】	NARCAN- naloxone hydrochloride spray	EVZIO- naloxone hydrochloride injection	NALOXONE HYDROCHLORIDE INJ., USP (1mg/mL) 2mL SYR
会社	第一三共 アルフレツザファーマ	Adapt Pharma Inc	kaleo, Inc.	INTERNATIONAL MEDICATION SYSTEMS, LTD.
製品名				
濃度	0.2mg/mL	4 mg/0.1 mL	2 mg/0.4 mL	1mg/mL
容量	1mL(0.2mg)/アンブル	0.1mL(4mg)/デバイス	0.4mL(2mg)/デバイス	1mL(1mg)/シリンジ
適応	麻薬による呼吸抑制及びに覚醒遅延の改善	NARCAN Nasal Spray is indicated for the emergency treatment of known or suspected opioid overdose, as manifested by respiratory and/or central nervous system depression. NARCAN Nasal Spray is intended for immediate administration as emergency therapy in settings where opioids may be present.	EVZIO is an opioid antagonist indicated for the emergency treatment of known or suspected opioid overdose, as manifested by respiratory and/or central nervous system depression in adults and pediatric patients. EVZIO is intended for immediate administration as emergency therapy in settings where opioids may be present.	Naloxone hydrochloride injection is indicated for the complete or partial reversal of opioid depression, including respiratory depression.
用法・用量	ナロキソン塩酸塩として、通常成人1回0.2mgを静脈内注射する。効果不十分の場合、さらに2～3分間隔で0.2mgを1～2回追加投与する。なお、患者の状態に応じて適宜増減する。	Initial Dosing: The recommended initial dose of NARCAN Nasal Spray in adults and pediatric patients is one spray delivered by intranasal administration into one nostril. Repeat Dosing: If the desired response is not obtained after 2 or 3 minutes, administer an additional dose of NARCAN Nasal Spray using a new NARCAN Nasal Spray. If there is still no response and additional doses are available, administer additional doses of NARCAN Nasal Spray every 2 to 3 minutes using a new NARCAN Nasal Spray with each dose until emergency medical assistance arrives.	Administer EVZIO to adult or pediatric patients into the anterolateral aspect of the thigh, through clothing if necessary. Administer additional doses of EVZIO, using a new auto-injector, if the patient does not respond or responds and then relapses into respiratory depression. Additional doses of EVZIO may be given every 2 to 3 minutes until emergency medical assistance arrives.	An initial dose of 0.4 mg to 2 mg of naloxone hydrochloride may be administered intravenously. If the desired degree of counteraction and improvement in respiratory functions are not obtained, it may be repeated at two-to-three-minute intervals. If no response is observed after 10 mg of naloxone hydrochloride have been administered, the diagnosis of opioid-induced or partial opioid-induced toxicity should be questioned. Intramuscular or subcutaneous administration may be necessary if the intravenous route is not available.
薬価	912円/バイアル	\$37.50/1本	不明（未確認）	不明（未確認）



## 2. リシン (WA)

### 概要

ひまし油 (castor oil)の原料として年間 100 万トン以上生産されているトウゴマの実 (*Ricinus communis*) に含まれる毒素。容易かつ安価に生成でき、毒性が高く、エアロゾルとして安定。生物兵器の一つであるが、毒素であり、ワクチンはない。特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は呼吸管理、肺水腫対策、感染対策が中心となる。化学兵器禁止条約では、サリンや VX 等とともに表 1 剤に規定されている。米国 CDC の生物テロ対処リストではカテゴリー B に分類。WHO が 2004 年に発表した生物兵器に使われる恐れのある感染症である微生物 11 種、毒素 6 種の中の一つである。

世界中で栽培されるひまし油の豆 (トウゴマ) から抽出され、比較的簡単に大量の毒素を得ることができる。毒素は蛋白複合体であり、熱や次亜塩素酸塩溶液に弱い。蛋白質なので抗原性があり、人ではアレルギー反応を起こす。トウゴマの種子を圧搾するとヒマシ油がとれ、絞りがすにリシンが残る。リシンは油に溶けないので、ヒマシ油の中には溶け込まない。絞りがすは肥料として使われ、モグラ退治用の農薬として製品化している国もある。第二次世界大戦中米国で生物兵器として開発され、毒性がきわめて高くソマンや VX と同等である (ホスゲンの 40 倍)。臭いがなく症状が徐々に現われるので、警戒されにくく戦場での検出方法が困難などの特徴あり。熱や衝撃によって活性を失うので兵器化には問題がある。

1978 年ロンドン市内のバス停で、ブルガリアの亡命作家ゲオルギ・マルコフが何者かにこうもり傘の先端から大腿後面を撃たれた。数時間後から高熱がみられ、26 時間後に血性嘔吐を繰り返し、不整脈・腎不全を併発し出血性ショックにて 11 日目に死亡した。剖検で、大腿後面から直径 1.52mm の金属球が摘出され、リシンが検出された。2013 年、アメリカで当時の大統領バラク・オバマ宛の手紙に混入されていたリシンを、シークレットサービスが発見。2015 年、日本でも別居中の夫の焼酎にトウゴマから抽出したリシンを混ぜて殺害をもくろんだとして、殺人未遂の疑いで妻が逮捕された。2018 年 6 月ドイツで猛毒のリシンを使った生物兵器の製造を計画した容疑でチュニジア人の男 (29) が逮捕された。警察幹部は、「ドイツ初となる生物兵器を使った攻撃に向けた非常に具体的な準備が進められていた」と述べている。警察の特殊部隊が 6 月 12 日、ケルン (Cologne) にあるシエフ・アラール・H (Sief Allah H) 容疑者の自宅アパートを急襲。見つかった「毒物」は後にリシンと判明した。容疑者は、イスラム過激派組織「イスラム国 (IS)」が発したリシン爆弾製造に関する指示に従ったとみられている。

### 1. 物性

精製されたリシンは、常温で固体、無味無臭である。

[分子量] 約 65,000 (糖蛋白質)

[溶解性] 水にのみ溶ける。

### 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

#### 毒性

その毒性は体内への曝露経路により異なる。吸入曝露は経口摂取よりは効果が大きい。吸入曝露でのLD<sub>50</sub>は3-5 μg/kg であるのに対して、経口摂取では20 mg/kg である。経皮からの毒性値は知られていない。

### 中毒作用機序

毒素はエアロゾル吸入か経口摂取により、蛋白の同化を妨げ直接細胞に作用し組織壊死を起こす。

### 体内動態

[吸収]

症状が現われるまでに、数時間の潜伏期がある。

### 3. 中毒症状

エアロゾルの吸入では、8時間の潜伏期後に息切れ、胸部圧迫感、咳、発熱、悪寒、筋肉痛を起こす。36～72時間で、肺水腫による呼吸不全で死亡する。

リシンを経口摂取された患者は、嘔吐、下痢、腹痛、ショックを起こす。リシン毒素の合併症は、多臓器不全と播種性血管内凝固（DIC）である。

### 4. 治療

治療は対症療法のみで、抗毒素はなくワクチンや予防法も現在まで開発されていない。

経口摂取後4時間以内なら、催吐が有効と考えられる。嘔吐・下痢で脱水が著しいので、水と電解質の補給が重要である。尿中排泄はほとんどなく、強制利尿は効果がない。遊離ヘモグロビンによる腎障害防止のため尿のアルカリ化が有効と考えられる。呼吸不全は酸素投与をし、必要があれば気管内挿管・人工呼吸で治療する。低血圧やショックでは、輸液を含めた全身管理が必要である。

### 汚染管理

リシンに傷害されても、皮膚が除染されていれば、隔離や二次感染への注意は不要である。次亜塩素酸塩は、リシンを変性させ無効にする。以前は、次亜塩素酸塩である次亜塩素酸ナトリウムはリシンに限らず広く化学剤、生物剤の除染剤として推奨されてきたが（人体皮膚に使う場合は、0.01－0.05%溶液、器物に使う場合には5%溶液）、手荒れを起こすことも多く、海外では濃度調整の人為的ミスなどの事故もあり、人体には推奨されなくなってきた。よって人体の皮膚除染は大量の水と石鹼を使用することが推奨される。

### 3. ノビチョク

#### 概要

ロシア語で「新参者」を意味し、1970年代から80年代にかけてソビエト連邦が秘密裏に作った神経剤グループを指す。そのうちのひとつ「A230」は VX ガスの 5-8 倍の殺傷能力を持ち、数分で人を死に至らしめる。液体あるいは固体であるとみられる。いくつかは、毒性の低い 2 種類の化学物質の状態で作られ、混ぜ合わせて殺傷性を高める「バイナリー兵器」だと考えられている。そのうち 1 種は化学兵器としてロシア軍での使用が許可されているという。こうした情報はロシアからの亡命化学者ミルザヤノフによって明らかにされた。数百の派生物があると言われ、毒性では、ノビチョク 5、及び 7 が最強とされるものの、それがどの構造式のものかは明らかではない。なお、ミルザヤノフの著書にある構造式は、一部が意図的に改ざんされているという話もあったが、実際には正確であるという見方もある。もともと、NATO の標準的な検知器にかからず、個人防護装備を透過し、かつ使用者は安全に取り扱えることを目指していたものと言われる。

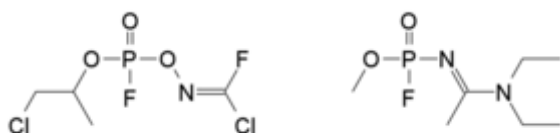
1992 年、ロシアが化学兵器禁止条約(CWC)に署名する直前という絶妙のタイミングで、モスクワの週刊誌に 2 名の化学者(フェドロフとミルザヤノフ)の手記が掲載された。これで、旧ソ連の新化学剤開発が 70 年代から 90 年代にかけて営々と続けられていたことが明るみに出た。このころ、西側の財政支援による旧ソ連の化学兵器生産施設の一般産業用への転換が進められていた。米国国防総省は早い段階からこの旧ソ連・ロシアのノビチョクに関連する動きを掴んでいたものと思われる。その同盟国である英国も同様である。化学兵器禁止条約の付表には、当該化合物そのものはない。従って、申告、査察、検証の対象とはならないという解釈もできる。一方で、CWC はその総則、締約国の一般的義務の中で、このような物質の製造、使用等を禁じており、その観点からは規制されているとの見方もある。英国首相テリーザ・メイは 2018 年 3 月、イングランドにおけるロシアの元スパイ毒殺未遂事件に使用されたと発表。ロンドン警視庁は同年 7 月 4 日、英南部エイムズベリーで 6 月 30 日に意識不明で発見された男女は、神経剤「ノビチョク」を浴びていたと発表。後に女性は死亡した。

#### 1. 物性

常温で液体又は固体。

VX 以上に気化しにくいと考えられる。

[構造式] 一例として示されているものには以下がある。



[分子量] 不明

[比重] [融点] [沸点] [融点] [蒸気圧] [蒸気密度] [揮発度] [引火点]

[溶解性] いずれも不明

[環境汚染の持続時間]

湿気に弱く不安定と言われている。従って、環境汚染の持続時間は長くないと見られるが、エイムズベリーのカップルの事件からみて香水瓶の中で保管されているような状態では数か月は持つとみられる。

## 2. 毒性、中毒作用機序、体内動態

### 毒性

[中毒量] 不明

[致死量]

ノビチョクと他の化学剤との毒性比較

名称	半数致死量 (mg)	備考
タブン (GA)	1,500	
サリン (GB)	1,700	
ソマン (GD)	350	
硫黄マスタード (HD)	1,400	
VX	5	10mg という文献もあり
ノビチョク	1以下?	開発者の著書から推定

※数値は各文献により異なるのでここでは米軍 FM3-11 を主体に記述する。

※※液体に皮膚曝露した場合 (70kg 男性)

[刺激性] 不明

[発癌性] 不明

### 中毒作用機序

ノビチョクの作用機構もまた、全般的には、神経剤の作用機構と同じと考えられる。すなわち、組織のアセチルコリンエステラーゼ(以下、AChE)を抑制し、アセチルコリン(以下、ACh)が、筋、骨格筋、中枢神経、腺に作用する。AChの作用は、筋、腺、神経をシナプスすなわち接合部を介して刺激させ作動することである。終末器官(例:骨格筋)を刺激するために、神経終末は ACh をシナプスに放出し筋肉を収縮させる。筋肉は ACh が存在するかぎり、収縮を持続する。アセチルコリンエステラーゼ(以下 AChE)が、ACh を分解する。この作用が、筋肉収縮を制御している。神経剤が組織の AChE の作用を阻害すると、AChE はコリン作動性受容体部位(筋肉・腺・神経組織など)での ACh を加水分解することができなくなる。ACh がシナプス中に急速に蓄積・過剰状態となり、持続的に刺激状態となる。筋肉では筋線維収縮をコントロールできなくなり、筋線維束性攣縮として現れる。その後短時間で、筋肉は疲弊し収縮を止め、呼吸筋麻痺状態になり死亡する。筋肉のほかに、分泌腺が刺激され、また眼にも作用し、発汗過多、鼻汁過多、流涙・縮瞳など種々の症状が発現する。コリン作動性受容体部位を有する臓器としては、

平滑筋、骨格筋、中枢神経系と、多くの外分泌腺である。ムスカリンはコリン作動性部位のいくつかを刺激するが、これらはムスカリン作動部位として知られている。これらの部位を有する臓器としては平滑筋、交感神経節がある。ニコチンは他のコリン作動性部位を刺激し、ニコチン作動部位として知られているが骨格筋や分泌腺に存在する。中枢神経系は両方の型の受容体を有しているが、中枢神経での薬理学的作用は複雑で全ては解明されていない。アトロピンは、ニコチン作動部位よりもムスカリン作動部位において、過剰な ACh を阻害する。

### 3. 中毒症状

液剤の神経剤とほぼ類似するものと考えられる。このことは、実際に英国のカップルが香水瓶に入ったノビチョクに触れた際の状況にもいえる。即ち、女性が突然にゾンビのようになったというものである。生き残った男性の話によると、「開封していない香水の瓶を拾い、数日後、それを彼女にプレゼントした。彼女はその香水のブランドを知っていて、すぐに手首に吹きかけ、擦りつけた。15 分後、彼女の様子が急速に悪化し、病院に運ばれた。自分も香水に触れたが、匂いが全くしなかったので不審に思い、水道で洗い流した。程なくして、自分も具合が悪くなり、意識を失った。8 日後、彼女は亡くなった。」(BBC ニュースより) と言う。

一般的に神経剤の液剤の少-中等量曝露では、局所の発汗、嘔気、嘔吐、虚脱感がみられるが、大量曝露では突然の意識消失、痙攣、無呼吸、弛緩性麻痺が認められる。皮膚への大量の液剤曝露時には、その効果は数分以内に引き起こされる。通常は 1~30 分の無症候性期間があるが、それ以降に突然次々と意識消失、痙攣、無呼吸、筋弛緩などを発症する。ノビチョクの場合も、同様であろうと推察される。

検査所見は、一般的な神経剤のものと同様であると考えられる。すなわち、神経剤により血清コリンエステラーゼ (以下、ChE) 活性は阻害される。この ChE 値低下は診断に有用である。神経剤曝露時の急性期には、血清 ChE 値よりも、赤血球 ChE 値の方が感受性が高い。しかし、わずかな曝露では、赤血球 ChE 値は正常のことも低下することもあり、局所症状の重症度と ChE 値の相関は認められない。松本サリン事件でも、急性期の眼、鼻症状を訴えた患者の多くは、血清 ChE 値は正常であり、初期局所症状と ChE 値は必ずしも相関しなかったという。一方、東京地下鉄サリン事件では血清 ChE 値と症状におおまかな相関がみられていたともいう。一般に重症者では赤血球 ChE 活性は 70~80%またはそれ以上阻害されている。また、赤血球 ChE 活性が 50%までの低下であれば全身症状は出現しないと考えられている。

### 4. 治療

一般的に、神経剤曝露された患者でも、早期の人工呼吸や拮抗剤投与が施されたなら生存の可能性は大きい。神経剤中毒の治療には除染、呼吸管理、拮抗剤投与、維持療法などがあり、患者状況により治療法が選択される。急性期に最も重要なのは、気道確保/呼吸管理 (大量曝露時:30 分~3 時間)、分泌物の頻回な吸引と循環管理である。気道収縮や分泌物のため気道抵抗は高く、当初換気は困難である。アトロピンの作用で、多

量の気道内分泌物の粘調度が高まるため、換気運動を阻害する。そのため、頻回な気道内容の吸引が必要となる。今回のスクリパリ親子のケースを見ても同様である。

「今回の治療のポイントは、早急な集中治療室への搬送、強力な鎮静措置による脳損傷対策、ポートン・ダウン研究所の専門家の助言だった。治療を続けるなか、オピオイドの過剰摂取は否定された。有機リン中毒、あるいは神経剤による中毒でよく見られる症状だった。病院の集中治療室の医師は、「神経剤による症状だと気が付いたとき、2人は助からないと思った」と語っている。強力な鎮静剤で脳損傷予防もはかられた。退院後にマスコミによる会見に登場したユリアさんの喉の気管切開痕からも、それがうかがわれた。スクリパリ親子の治療チームは AChE をいかにして活性化させるかに関心があったが、自然回復を待つしかなかった。赤血球 AChE 活性は、赤血球の新陳代謝率に従って1日おおよそ1%の割合で回復する。組織中および血清 AChE 活性は、新しい AChE の合成によって回復する。酵素はいくつかの化学物質によって再活性化される。この物質が PAM などのオキシム剤である。しかし、時間が経過し神経剤-酵素複合体がエーゼング（老化、不可逆的に結合）していれば、オキシムは無効となる。

[経過観察]

一般的に、神経剤の大量曝露による重篤症状からの回復期に、健忘、集中力の低下、不眠等の症状が4~6週間も続くことがある。今回の元ロシアスパイ親子のケースも同様であったと推察される。また、ロシアの科学者によると、ノビチョクは不可逆な神経損傷を引き起こし、犠牲者に永久的な障害をもたらす可能性があると言っている。1987年、モスクワの研究所で開発に携わっていた科学者の一人がノビチョクに偶然曝露する事故があった。彼は意識回復まで10日かかり、歩行能力を失い、3ヶ月後レニングラードの診療所で治療を受けた。腕の筋力低下、肝硬変に至る肝炎、癲癇、高度のうつ症状、集中力低下が起きた。再び職場復帰することもできず、5年後に死亡したという。

## 汚染管理

スクリパリ親子の事件では、現場のソールズベリーにおいて危険とされた地域の除染を行い、おおよそ500人の一般人に所有物の洗浄をするように勧告がなされた。また、スクリパリ氏親子は、屋外のベンチで意識不明の状態で見つめられたが、運び込まれたソールズベリー地域病院の職員たちにとって原因不明であり、さらに、警官のニック・ベイリー氏が同様の症状で運び込まれたときに異変に気づいた。病院職員の二次被害も懸念された。マスクや防護服のような防護措置は全く取られていなかった。本来であれば、液状神経剤と同様の汚染管理が必要であった。

# 化学テロ被災者の症状と治療

## 医療機関における対応の基本

1. 汚染していると思われる被災者に接触する際には、必ず個人防護衣を装着して対応する。院内のエリア区分によって汚染管理を徹底し、二次被害を予防する。
2. 化学剤の治療では、基本的に徹底した対症療法、呼吸・循環の維持が最重要である。
3. 以下のごとく、**DDABC**の順で治療を進める。ただし、除染を優先するか、治療を優先すべきかを判断しなければならない。  
治療を優先すべき代表的な状況は、無呼吸を含む心肺停止、意識障害、痙攣、出血である。

**D** : Decontamination 除染 ■ 気体の曝露であれば、乾的除染（脱衣、靴等の交換、タオル等によるぬぐい取り）を行う。神経剤被災者の多くは気体のみの曝露である。  
■ 液体の曝露であれば、大量の水と石鹼で洗う。びらん剤はホスゲンオキシムを除いて、持続性が極めて高いので、全例大量の水と石鹼で洗う。

**D** : Drug 解毒薬治療

**A** : Airway 気道の確保、維持

**B** : Breathing 呼吸の補助

**C** : Circulation 循環管理

公益財団法人 日本中毒情報センターのウェブサイト (<http://www.j-poison-ic.or.jp>)  
で公開される情報も参考にすること

化学剤名	臨床症状（重症度判定）	解毒薬の使用方法など															
<b>神経剤</b> サリン ソマン タブン VX ビチョック剤	<b>治療対象外</b> ：縮腫のみ  <b>軽症</b> ：縮腫、鼻汁  <b>中等症</b> ：（軽症に加えて） 嘔気・嘔吐、発汗、流涎、筋攣縮、呼吸困難  <b>重症</b> ：（中等症に加えて） 痙攣、呼吸障害、意識障害、弛緩性麻痺	<b>■ 硫酸アトロピン</b> （国内製剤の添付文書とは用法・用量が異なる*1） * 1 Medical Management Guidelines for Nerve Agents <a href="https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=523&amp;tid=93">https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=523&amp;tid=93</a> <table border="1"> <thead> <tr> <th>重症度</th> <th>成人</th> <th>&gt;10歳</th> <th>2～10歳</th> <th>0～2歳</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽症～中等症</td> <td>2～4mg筋注</td> <td>2mg筋注</td> <td>1mg筋注</td> <td>0.05mg/kg筋注または0.02mg/kg静注</td> </tr> <tr> <td>重症</td> <td>6mg筋注</td> <td>4mg筋注</td> <td>2mg筋注</td> <td>0.1mg/kg筋注または0.02mg/kg静注</td> </tr> </tbody> </table> 5～10分で効果が得られない場合、2mg筋注（0-2歳：1mg筋注） アトロピン療法の指標：流涎の消失、皮膚の乾燥、気道内分泌物の低下  <b>■ プラリドキシムヨウ化物（PAM）</b> 初回1～2g（小児：20～40mg/kg）を生食100mLに溶解し、15～30分間かけて点滴静注または5分間かけて徐々に静注。投与後1時間経過しても十分な効果が得られない場合、再び初回と同様の投与。それでも筋力低下が残る時は、0.5g/hrの点滴静注により1日12gまで投与可能。  <b>■ ジアゼパム</b> （国内製剤の添付文書とは用法・用量が異なる*1） 痙攣に対して、（成人）1mg静注、（>5歳）1mg静注、（0-5歳）0.2～0.5mg静注	重症度	成人	>10歳	2～10歳	0～2歳	軽症～中等症	2～4mg筋注	2mg筋注	1mg筋注	0.05mg/kg筋注または0.02mg/kg静注	重症	6mg筋注	4mg筋注	2mg筋注	0.1mg/kg筋注または0.02mg/kg静注
重症度	成人	>10歳	2～10歳	0～2歳													
軽症～中等症	2～4mg筋注	2mg筋注	1mg筋注	0.05mg/kg筋注または0.02mg/kg静注													
重症	6mg筋注	4mg筋注	2mg筋注	0.1mg/kg筋注または0.02mg/kg静注													
<b>びらん剤</b> マスタード ルイサイト ナイトロジェンマスタード ホスゲンオキシム	<b>治療対象外</b> ：眼、皮膚の軽度の刺激症状のみ  <b>軽症</b> ：体表面積5%未満の皮膚障害（紅斑、びらん、水疱、壊死）、眼痛、流涙、角膜障害  <b>中等症</b> ：体表面積50%未満の皮膚障害（紅斑、びらん、水疱、壊死）、眼痛、流涙、角膜障害  <b>重症</b> ：体表面積50%以上の皮膚障害（紅斑、びらん、水疱、壊死）、呼吸障害	<b>■ びらん剤の鑑別</b> * 2 Medical Management Guidelines for Blister Agents <a href="https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=922&amp;tid=190">https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=922&amp;tid=190</a> ルイサイトは、曝露直後から痛みや水泡を生ずる。 マスタード、ナイトロジェンマスタードでは、数時間経ってから痛みや水泡を生ずる。 ホスゲンオキシムは曝露直後に痛みが出現するが、水泡はできない。  <b>■ ルイサイトにのみ解毒薬「バル筋注100mg」がある</b> （国内製剤の添付文書とは用法・用量が異なる*2） ショックまたは著しい肺障害がある患者にのみ投与。 3～5mg/kgを4時間ごとに4回投与。投与レジメンは重症度、症状に応じて調整する。 副作用が極度に重篤な場合や遷延する場合を除き、投与コースは中止しない。  <b>■ 皮膚の治療</b> 熱傷に準じた治療を行うが、通常の熱傷よりも治癒に時間がかかる。皮膚病変が広範囲にわたる場合には、バイブラバスなどの治療用泡風呂で1日2-3回入浴させる。強いかゆみを伴う紅斑の場合カミンローションやステロイドを塗布する。皮膚欠損が広範であれば植皮を要する。皮膚曝露範囲が広いようであれば、熱傷治療施設への転送が必要となる。															

## 別添1

【Q1】 化学テロ被災者の症状と治療（ポスター）についてお尋ねします。このポスターを貴機関において、医療従事者向け情報として配布したいですか？

- 配布したい
- 配布したくない

【Q2】 「配布したくない」を選択された機関の方にお尋ねします。なぜ配布したくないと考えますか？（複数回答可）

- 不要である
- 不採用の医薬品が掲載されている
- 内容としてポスターとして掲示することがそぐわない
- デザインが悪い
- 内容が患者に対して威圧的である
- 内容が専門的すぎる
- 使う頻度が極めて低いものをポスターとして配布する意義が少ない
- スペースがない
- ポスターのサイズが大きすぎる
- ポスターのサイズが小さすぎる
- 文字が小さすぎて見づらい
- 既に化学テロ対応（症状・治療等）に関するポスター・リーフレット等を活用している
- その他（自由記載可）

【Q3】 ご意見・お気づきの点等ございましたら、ご記入ください。



分担研究報告

「国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム

(ロジスティック面含む)について」

研究分担者 近藤 久禎

(国立病院機構災害医療センター

臨床研究部 政策医療企画研究室長)

平成30年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）

「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた

化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究」

分担研究報告書

「国家備蓄及び流通在庫の配送スキーム（ロジスティック面含む）について」

研究分担者 近藤 久禎

（国立病院機構災害医療センター 臨床研究部 政策医療企画研究室長）

研究協力者 平林 篤志

（日本医科大学付属病院 高度救命救急センター 助教）

## 研究要旨

【背景】我々は平成29年度に行った研究で、化学テロ等事案の傷病者に発災2時間以内に解毒剤を投与する目標を設定した。さらに、その目標を達成するために、東京都23区内において、事前に解毒剤を配置する戦略的配備とその解毒剤を「二つの矢構想」を用いて搬送を行う戦略的搬送スキームを考案した。しかし、開催会場は東京都23区以外の地域も含まれており、その他の開催都道府県の体制を検討し、より実効性のある搬送スキームの作成が急務である。

【目的】本研究の目的は、すべての開催地域における戦略的配備案と搬送スキームを考案し、解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討を行い、東京オリンピック・パラリンピックを想定した解毒剤の配備案と搬送スキームを考案することである。

【方法】（1）東京都23区以外の開催地域における戦略的配備案と搬送スキームの考案、（2）解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討、（3）作成した搬送スキームに基づく訓練用フロー図を作成し、解毒剤配備と配送時の連携体制を検討した。

【結果・考察】解毒剤の2時間以内の投与を目標に掲げ、「二つの矢構想」を用いて搬送を行う戦略的搬送スキームとして、全ての開催地における戦略的配備と戦略的供給方法について検討した結果、国家備蓄を開催都道府県に事前に分配配備し、さらにその一部を特定の医療機関等に初期配置する戦略的配備を考案した。しかし、国家備蓄をあらかじめ東京オリパラ会場近くに集めておくことは、備蓄を偏らすこととなり、地方（開催会場以外）で大規模テロが起こった場合には対応が困難となることが懸念された。そのため、既存の国家備蓄のみではなく、東京オリパラ用の解毒剤の確保と準備が重要であることが判明した。また、より具体的な戦略的供給方法としての「二つの矢構想」を考察し、特に東京都では、「一の矢」では緊急走行による陸路搬送で対応することができ、「二の矢」としては、事前分配場所を都内の拠点施設とした場合、ヘリを使用した空路搬送で対応できることが分かった。加えて、解毒剤を必要な時間内に必要量を搬送するための指揮命令系統として、「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」に則った都道府県・国共に迅速かつ効果的な体制構築が重要であり、消防・警察機関

のみならず、自衛隊の協力が必要であることが分かった。それに伴い、実効的な連携体制を進めていくために、自衛隊への訓練参加を条件とした搬送スキームの流れと訓練用フロー図を作成した。今後は、本訓練や机上訓練を実施し、具体的な時間目標が達成できることを確認し、国家備蓄配送時の実効的な連携体制の検討を進めていく。

## A. 研究目的

我々は平成 29 年度に行った研究で、化学テロ等事案の傷病者に発災 2 時間以内に解毒剤を投与する目標を設定した<sup>(1)(2)</sup>。さらに、その目標を達成するために、東京都 23 区内において、事前に解毒剤を配置する戦略的配備とその解毒剤を「二つの矢構想」を用いて搬送を行う戦略的搬送スキームを考案した。しかし、開催会場は東京都 23 区以外の地域も含まれており、その他の開催都道府県の体制を検討し、より実効性のある搬送スキームの作成が急務である。

本研究の目的は、すべての開催地域における戦略的配備案と搬送スキームを考案し、解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討を行い、東京オリンピック・パラリンピックを想定した解毒剤の配備案と搬送スキームを考案することである。

## B. 研究方法

### I. 東京都 23 区以外の開催地域における戦略的配備案と搬送スキームの考案

詳細な項目としては、(1) 備蓄の配置場所、(2) 備蓄の搬送スキームに関して調査した。

### II. 解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討

詳細な項目としては、(1) 陸路による搬送、(2) 空路による搬送、(3) 指揮命令系統・搬送ツールの選定に関して検討した。

### III. 作成した搬送スキームに基づく訓練用フロー図を作成し、解毒剤配備と配送時の連携体制の検討

上記項目に関して検討し、東京オリンピック・パラリンピック時の化学テロ等災害時の実効性のある搬送スキームを考案した。

## C. 研究結果

### I. 東京都 23 区以外の開催地域における戦略的配備案と搬送スキームの考案

#### (1) 備蓄の配置場所

東京都以外の開催会場場所に関しては、東京オリンピック・パラリンピックの競技大会組織委員会によれば<sup>(3)</sup>、北海道、宮城県、福島県、埼玉県、茨城県、千葉県、神奈川県、静岡県の 9 カ所で開催が予定されている。それによると、東京都以外の開催会場はそれぞれ 1~3 カ所であった。そのため、解毒剤投与の 2 時間以内を目標として国家備蓄の事前分配場所を検討した。検討の詳細事項については安全保障の観点から非公開とした。

#### (2) 搬送スキームの作成

国家備蓄を事前に開催都道府県に分配備蓄し、さらにその備蓄の一部を開催自治体において戦略的に設置する拠点施設に初期配置する案を検討した。そして、それぞれの備蓄の戦略的供給方法として「二つの矢構想」を考案した。それをもとに、拠点施設から発災場所付近の医療機関に解毒剤を搬送する「一の矢」と各都道府県に分配された備蓄から対応医療機関に解毒剤を搬送する「二の矢」とする搬送スキームを作成した。

## ②戦略的供給方法(二の矢構想)



(Fig. 1: 国家備蓄の「二つの矢構想」モデル)

## II. 解毒剤投与の時間目標を達成するための具体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討

東京オリンピック・パラリンピック開催の中心である東京都をモデルとして、解毒剤の具体的な搬送ツールについて検討した。

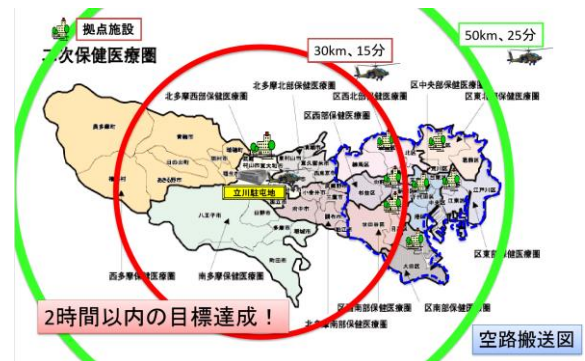
### (1) 陸路による搬送

解毒剤を陸路で搬送する場合、道路の渋滞状況を鑑みる必要がある。それについて東京オリパラ開催時の道路渋滞予測が発表されている<sup>(4)</sup>。その発表によると、都内の一般道・高速道路では普段の交通量と比べて1.3~3倍となり、通常走行では非常に時間を要することが分かった。そのため、陸路搬送には緊急走行が最低条件である。東京都で通常時に緊急走行した場合、2.5kmで平均7.8分要すると報告されている<sup>(5)</sup>。東京オリパラ時は、渋滞予測も考慮して、緊急走行では10km範囲内で最長101.4分要することが分かった。

### (2) 空路による搬送

東京23区内の屋上ヘリポートを有している施設に配備する場合、交通渋滞を鑑みれば、空路搬送は有力な搬送手段となる。ヘリコプターの距離と飛行時間に関しては、30kmで15分、50kmで25分要する。東京都のほぼ中央に立川広域防災基地があり、首都直下地震時に陸上自衛隊立川駐屯地に航空搬送拠点臨時医療施設(SCU)を設置する計画がある。そこで、例えば、立川駐屯地を空路搬送拠点とした場合、50km範囲で東

京都全域をカバーすることができ、ヘリ搬送で約25分要することが分かった(Fig. 2)。



(Fig. 2: 立川駐屯地からヘリによる搬送所要時間. 赤円 25km、緑円 50km)

### (3) 指揮命令系統・搬送ツールの選定

事前に分配備蓄した解毒剤を目標投与時間内に供給するための戦略としての「二の矢構想」を実現するためには、迅速な指揮命令と搬送ツールが必要不可欠である。

搬送手段に関して、「一の矢」では、搬送時間の検討から陸路搬送で対応することが可能であることが分かった。そのため、搬送時間の検討から赤色灯があり緊急走行できる車両が必要である。緊急車両としては、消防救急車両、警察車両、DMATカー、日赤輸血運搬車、自衛隊車両などが挙げられる。さらに迅速性という意味では空路の使用も検討できる。

一方、「二の矢」では、迅速性の観点より、ヘリを用いた空路搬送が主軸となる。ヘリの種類に関しては、輸送する物品の大きさにもよるが、対応拠点となる病院のヘリポートの耐荷基準から中型ヘリの使用が妥当である。

## III. 作成した搬送スキームに基づく訓練用フロー図を作成し、解毒剤配備と配送時の連携体制の検討

解毒剤の戦略的配置と戦略的供給に基づいた搬送スキームを作成し、それに従い訓練フローを作成した(Fig. 3, 4)。(検討の詳細事項につ

いては安全保障の観点から非公開とした)



(Fig. 3: 国家備蓄の事前分配スキーム)



(Fig. 4: 二の矢構想搬送スキーム図)

## D. 考察

### I. 東京都 23 区以外の開催地域における戦略的配備案と搬送スキームの考案

#### (1) 備蓄の配置場所

東京都以外の開催会場は各道県で概ね 1～3ヶ所である。各都道県の中心となる拠点施設を中心とした体制作りが重要である。備蓄の配置場所としては、解毒剤投与の 2 時間以内を目標とし、拠点施設の検討の詳細事項については安全保障の観点から非公開とした。

#### (2) 搬送スキームの作成

化学テロ事案等に対する解毒剤の国家備蓄は、厚生労働省において、化学災害・テロ等対応医薬品備蓄事業として全国に備蓄がなされている。それに伴い、東京オリパラ時の化学テロ事案等に対して解毒剤を迅速に投与するために、国家備蓄を事前に開催都道県に分配備蓄し、さらにその備蓄の一部を拠点施設に初期配置する案を

検討した。しかし、国家備蓄をあらかじめ東京オリパラ会場近くに集めておくことは、備蓄を偏らすこととなり、地方（開催会場以外）で大規模テロが起こった場合には対応が困難となる蓋然性が高い。それを解決する方法として、既存の国家備蓄とは別に東京オリパラ用の新規の解毒剤の確保が重要であると考えた。それにより、東京オリパラ時における化学テロの対応は新規の解毒剤で対応し、地方で起こった化学テロに対しては既存の国家備蓄で対応することが可能となる。さらに東京オリパラ用の解毒剤が不足した場合は、既存の国家備蓄を追加で使用することで不足分も補える体制となる。そのため、東京オリパラ用の新規の解毒剤の確保と準備が重要である。

さらに各都道県の事前配備場所としては、空路搬送を考慮した場所が必要であり、ヘリポートや空路搬送ツールをコントロール可能な拠点が必要である。そのため、拠点施設の候補として、ヘリポートのある施設が望ましい。

また、一の矢・二の矢に必要な解毒剤の量をどのように見積もるかは、災害内容でその都度考える必要があるかもしれない。しかし、その都度必要量を見積もることは非常に困難であり、さらに、それによって搬送ツールも考慮することになると搬送と投与までの迅速性に欠ける。そのため、より良い方法としては、前もって発災規模による搬送量のレベル分けとそれに合わせた搬送ツールの指定をしておくこと、そしてそうした情報を元に、実際の発災と医薬品搬送をシミュレーションするツールを開発することでより迅速性が高まる。今後、そうしたツールを用いて、東京オリパラ期間中における解毒剤の国家備蓄の最適配備に関するシミュレーションを実施し、検証を行い、レベル分けについて検討する必要がある。

### II. 解毒剤投与の時間目標を達成するための具

## 体的な指揮命令系統・搬送ツールの検討

### (1) 陸路搬送について

前述したとおり、傷病者に解毒剤を投与するまでの目標時間の設定が必要であり、サリンをはじめとする神経剤や有機リン殺虫剤による中毒では、可能な限り 2 時間以内に投与することが推奨されている<sup>(1)(2)</sup>。しかし、開催時の道路混雑は避けることは出来ず、すでに渋滞予測が発表されている。それによれば、都内の一般道・高速道路では普段の交通量と比べて 1.3~3 倍となり、東京オリパラ時の緊急走行では 10km 範囲内で最長 101.4 分要することが分かった。このことから、目標の 2 時間以内に解毒剤を投与するためには、拠点施設から対応医療機関に解毒剤を搬送する「一の矢」では、緊急走行による陸路搬送で対応できることが分かった。

### (2) 空路搬送について

上述の東京オリパラ時の交通渋滞を鑑みれば、空路搬送は有力な搬送手段である。また、ヘリコプターの距離と飛行時間に関しては、30km で 15 分、50km で 25 分要し、例えば、立川駐屯地を空路搬送拠点とした場合、50km 範囲で東京都全域をカバーできる。東京都内において特定の場所を拠点施設とした場合、国家備蓄を事前に開催都道県に分配備蓄した場所から対応医療機関に搬送する「二の矢」として、ヘリを使用した空路搬送で対応できることが分かった。

### (3) 指揮命令系統・搬送ツールの選定

解毒剤を必要な時間内に必要量を搬送するには、確立した指揮命令系統のもとに、多組織・多機関連携が必要である。しかし、搬送スキームと同様に、現時点では国家備蓄の搬送に対する明確な指揮系統や連絡体制は存在していない。

「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」の中には、医薬品の確保等の要請において、「都道府県は、医薬品の不足する恐れが生じた場合、厚生労働省に対して、必要な医薬品の確保等を要請する」の記載があり<sup>(6)</sup>、医

薬品の要請の流れを定めている。そのため、都道府県・国共に迅速かつ効果的な体制構築が重要である。また、現場レベルでの国家備蓄の分配・搬送のコントロールについては、解毒剤を配備する拠点施設にコーディネーターを設置することが望ましい。

搬送手段に関して、陸路搬送が主となる「一の矢」では、搬送時間の検討から赤色灯があり緊急走行できる車両が必要である。緊急車両としては、消防救急車両、警察車両、DMAT カー、日赤輸血運搬車、自衛隊車両などが挙げられる。さらに迅速性という意味では空路の使用も検討できる。

一方、「二の矢」では、「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」の中に「搬送支援が必要な場合には、都道府県又は厚生労働省は、警察、消防、海上保安庁又は自衛隊に対して、医薬品搬送の支援を要請する」との記載があり<sup>(6)</sup>、搬送ツールとして各関係機関と連携し使用できる可能性がある。しかし、消防・警察はテロ対応や交通整理などで非常に多忙であり対応困難が予測されるため、「公共性」、「緊急性」、「非代替性」に基づいた自衛隊派遣要請や海上保安庁への要請が必要である可能性がある。さらに、迅速性の観点より、東京都全域をカバーする 50km 範囲ではヘリ搬送で約 25 分要することから、空路搬送を主軸とした対応が必要であり、自衛隊や海上保安庁のヘリの活用が望まれる。ヘリの種類に関しては、輸送する物品の大きさにもよるが、対応の拠点となる病院のヘリポートの耐荷基準から自衛隊が所有する UH-1 等の中型ヘリの使用が妥当である。しかし、迅速性が重要であるため、各関係機関とは事前に計画・調整をおこなっておくことが重要である。また、東京都以外も交通渋滞は予測され、東京都と同様の対応が求められる。

## Ⅲ. 作成した搬送スキームに基づく訓練用フロ

## 一図を作成し、解毒剤配備と配送時の連携体制の検討

上述してきた戦略的な搬送スキームに基づいた訓練を実施し、より実効的な連携体制を進めていくことが重要である。今回、その目的のために、「公共性」、「緊急性」、「非代替性」に基づいた自衛隊への協力要請を軸に、自衛隊への訓練参加を条件とした搬送スキームの流れと訓練用フロー図を作成した。今回の訓練の中で特に重要なことは、迅速性の観点から、前もって東京オリパラ開催時に自衛隊等に協力するように調整しておく必要がある。

今後は、本訓練や机上訓練を実施し、具体的な時間目標が達成できることを確認し、国家備蓄配送時の実効的な連携体制の検討を進めることが重要である。

## E. 結論

本研究において、解毒剤の2時間以内の投与を目標に掲げ、「二つの矢構想」を用いて搬送を行う戦略的搬送スキームとして、全ての開催地における戦略的配置と戦略的供給方法について検討した。その結果、国家備蓄を開催都道県に事前に分配配備し、さらにその一部を各都道県において指定する拠点施設に初期配置する戦略的配置を考案した。しかし、国家備蓄をあらかじめ東京オリパラ会場近くに集めておくことは、備蓄を偏らすこととなり、地方（開催会場以外）で大規模テロが起こった場合には対応が困難となることが懸念された。そのため、既存の国家備蓄のみではなく、東京オリパラ用の解毒剤の確保と準備が重要であることが判明した。

また、より具体的な戦略的供給方法としての「二つの矢構想」を考察し、特に東京都では、「一の矢」では緊急走行による陸路搬送で対応することができ、「二の矢」としては、特定の場所を拠点施設とした場合、ヘリを使用した空路搬送で対応できることが分かった。加えて、解毒剤

を必要な時間内に必要量を搬送するための指揮命令系統として、「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」に則った都道府県・国共に迅速かつ効果的な体制構築が重要であり、消防・警察機関のみならず、自衛隊や海上保安庁等の協力が必要であることが分かった。それに伴い、実効的な連携体制を進めていくために、自衛隊への訓練参加を条件とした搬送スキームの流れと訓練用フロー図を作成した。

今後は、本訓練や机上訓練を実施し、具体的な時間目標が達成できることを確認し、国家備蓄配送時の実効的な連携体制の検討を進めることが必要である。

## 参考文献

- (1) Balali-Mood M, Saber H. Recent advances in the treatment of organophosphorous poisonings. Iran J Med Sci 2012; 37: 74-91.
- (2) Garbino JP, Haines JA, Jacobsen D, et al. : Evaluation of antidotes: Activities of the International Programme on Chemical Safety. J Toxicol Clin Toxicol 1997; 35: 333-343.
- (3) 公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会  
<https://tokyo2020.org/jp/>
- (4) 東京都オリンピック・パラリンピック準備局  
<http://www.2020games.metro.tokyo.jp/tai-kaijyunbi/torikumi/yusou/index.html>
- (5) 磯部孝之ら 大規模都市施設における救急の現場到達所要時間計算式の構築及び分析・評価：日本建築学会計画系論文集,第80巻,第707号,145-155
- (6) NBC テロ対策会議幹事会：「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処現地関係機関連携モデル」 H13年11月22日 (H28

年1月29日改訂)

- (7) 吉岡敏治：化学テロ等健康危機事態における医薬品備蓄及び配送に関する研究. 平成 24 年度 厚生労働科学研究費補助金 総括・分担研究報告書 (2013 年 3 月)

#### **F. 健康危険情報**

なし

#### **G. 研究発表**

- ・ 第 47 回日本救急医学会総会発表予定

#### **H. 知的財産権の出願・登録状況**

なし



## 研究成果の刊行に関する一覧表

## 書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
小井土雄一	圧挫症候群	小室一成 (総編集)	今日の治療指針	医学書院	東京	2018.1	72-73
小井土雄一	BCPの整備がPDDの予防につながる	エム・シー・ヘルスケア株式会社	地域ヘルスケア基盤の構築：病院の経営を考える「本」	日本医療企画	東京	2018.6	217-229
小井土雄一、尾方純一、根本学、畑中哲生	Iなぜ、止血の方法を学ばなければならないか IIケガの種類	山本保博 監修	止血の方法：やさしく学ぶ応急手当	ぱーそん書房	東京	2019.2	1-13
小井土雄一	圧挫症候群の初期治療と予防の指針	岡元和文 編著	救急・集中治療最新ガイドライン 2018-19	総合医学社	東京	2018.2	148-151
小井土雄一	XIV 外傷 2. 多発外傷患者の集中治療管理	日本集中治療医学会教育委員会 編集	日本集中治療医学会専門医テキスト 第3版	真興交易(株)医書出版部	東京	2019.3	706-713

## 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
小井土雄一、近藤久禎、市原正行	東日本大震災以降の新しい災害医療体制 平成28年熊本地震でさらに何を学んだか	週刊医学のあゆみ	Vol. 264 No. 4	341-349	2018.1
小井土雄一	今だから、スポーツ救急医学 TOKYO2020と救急医 コンソーシアムと参画団体の取	救急医学	Vol. 42 No. 3	348	2018.3
小井土雄一	広域災害救急医療情報システム (EMIS) と診療情報	日本診療情報管理学会誌	Vol. 30	24-37	2018.6
小井土雄一	DMAT (Disaster Medical Assistance Team)	総合リハビリテーション	Vol. 46 No. 7	674-677	2018.7
小井土雄一、本間正人、眞瀬智彦、山内聡、阿南英明、若井聡智	医療機関に求められるBCPとは 東日本大震災とBCPの重要性	救急医学	Vol. 42 No. 13	1766-1771	2018.12

小井土雄一、岬穂	特集 広域災害と子ども 災害医療とは何か	小児内科	Vol. 50 No. 3	298-304	2018
小井土雄一	災害医療の進化と今後の課題 対応策をすることで進化してきた課題は医療・保健の協働と医療職以外との多機関連携	日本医事新報	No. 4950 2019年3月9日号	8-9	2019. 3
吉岡敏治、奥村徹、三瀬雅史	医療者の視点からの化学テロ対策の現状と課題	中毒研究	No. 32	19-29	2019. 3

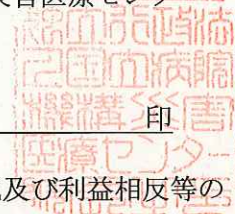
平成31年 3月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立病院機構災害医療センター

所属研究機関長 職名 病院長

氏名 宗田 大



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
2. 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究
3. 研究者名 (所属部局・職名) 臨床研究部 部長  
(氏名・フリガナ) 小井土 雄一・コイド ユウイチ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

平成31年 3 月 12 日

厚生労働大臣 殿

機関名 藤沢市民病院

所属研究機関長 職 名 院長

氏 名 常田康夫 印



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
- 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究
- 研究者名 (所属部局・職名) 診療部長・医療支援部長・救命救急センター長  
(氏名・フリガナ) 阿南 英明・アナン ヒデアキ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

平成31年2月6日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人鳥取大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 豊島 良太 印



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
2. 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等  
重大事案への準備・対応に関する研究
3. 研究者名 (所属部局・職名) 医学部・器官制御外科学講座・救急・災害医学分野・教授  
(氏名・フリガナ) 本間 正人・ホンマ マサト

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入(※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査(※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他(特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

平成31年 4月 日

厚生労働大臣 殿

機関名 公益財団法人日本中毒情報センター

所属研究機関長 職名 代表理事

氏名 吉岡 敏治



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
- 2. 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究
- 3. 研究者名 (所属部局・職名) 業務執行理事 常務理事  
(氏名・フリガナ) 水谷 太郎・ミズタニ タロウ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する口<sup>○</sup>にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 茨城県西部医療機構

所属研究機関長 職名 理事長

氏名 水谷 太郎



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
2. 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究
3. 研究者名 (所属部局・職名) 茨城県西部医療機構・理事長  
(氏名・フリガナ) 水谷 太郎・ミズタニ タロウ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

平成31年 4月 日

厚生労働大臣 殿

機関名 公益財団法人日本中毒情報センター

所属研究機関長 職名 代表理事

氏名 吉岡 敏治



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
2. 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究
3. 研究者名 (所属部局・職名) 代表理事 理事長  
(氏名・フリガナ) 吉岡 敏治・ヨシオカ トシハル

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。



平成31年3月2日

厚生労働大臣 殿

機関名 森ノ宮医療大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 荻原 俊男



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
- 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究
- 研究者名 (所属部局・職名) 副学長  
(氏名・フリガナ) 吉岡 敏治・ヨシオカ トシハル

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入(※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査(※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他(特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

平成31年 3月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立病院機構災害医療センター

所属研究機関長 職名 病院長

氏名 宗田 大



次の職員の平成30年度厚生労働行政推進調査事業費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
- 2. 研究課題名 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究
- 3. 研究者名 (所属部局・職名) 臨床研究部・政策医療企画研究室長  
(氏名・フリガナ) 近藤 久禎・コンドウ ヒサヨシ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。