

化学物質は広く製造、使用、貯蔵、廃棄、輸送されており、急性と慢性双方で健康に影響して、公衆に健康危害をもたらす潜在的な危険性がある。それゆえ、各国は緊急対応計画を作成して、地域、地方、国、国際的なレベルで化学災害に備える事が不可欠である。資源を有効活用するには、リスクの優先順位付けが必須(不可欠)である。ハザード(危険有害性)を特定し、リスクを優先順位付けし、リスクを減らす戦略を立てなければならない。

スクリーニングツールの使用方法

スクリーニングツール作成の基本的な前提として、以下が示されている。

①化学災害は4つの基本的な傷害機序(すなわち、火災、爆発、中毒、衝撃的な事件の経験)により傷害を起こす(WHOの声名)。

②リスクは危害の起こり易さと定義される。

$$\text{リスク} = (\text{ハザード (危険有害性) の重大性}) \times (\text{曝露の蓋然性}) \quad \text{式 (1)}$$

③化学物質のハザード(危険有害性)は、通常3つのカテゴリー、毒性、可燃性、反応性に分類され、これらは全て定量的に表すことができる。ハザード(危険有害性)の重大性はその化学物質によって引き起こされる最大のハザード(危険有害性)と定義される。

$$\text{ハザード (危険有害性) の重大性} = (\text{化学物質によって引き起こされる最大のハザード (危険有害性)}) \quad \text{式 (2)}$$

④(被害が最大となる)急性吸入毒性を毒性のパラメーターとして使用する(原本表3)。利用可能な場合には、米国環境保護庁(EPA: Environmental Protection Agency)が開発した急性曝露ガイドライン(AEGLs: Acute Exposure Guidelines)を急性毒性のパラメーターとして使用する。AEGLs(急性曝露ガイドライン)は、吸入曝露の限界となる閾値(この閾値未満では健康が確保できる、健康危害がおこらない)を表し、これは10分間から8時間の急性曝露の時間に適用できる。

⑤化学物質によって引き起こされる最大のハザード(危険有害性)は、3つのカテゴリー(吸入毒性、可燃性、反応性)の中の一番高い点数に基づいて定める。ハザード(危険有害性)の重大性の段階とスコア(点数)は5段階(原本表4)で評価される。

⑥曝露の蓋然性は、その化学物質の放出されやすさ(しやすさ)と入手のしやすさで見積もる。

$$\text{曝露の蓋然性} = (\text{化学物質の放出されやすさ (しやすさ)}) \times (\text{入手のしやすさ}) \quad \text{式 (3)}$$

⑦放出されやすさは「その物質の蒸気圧」によりスコア化(原本表5)し、入手のしやすさは「生産量、市販の有無、流通量、規制、製造の困難さ」などによりスコア化された(原本表6)。

⑧曝露の蓋然性は5段階にクラス分けされ、スコア化される(原本表7)。

⑨上記の段階を経て、客観的かつ半定量的に評価されたハザード（危険有害性）の重大性と曝露の蓋然性に応じて、5×5の対称マトリクス（行列）が作成された（**原本 図 1**）

このマトリクスを事例に当てはめて、主要な化学物質のリスクを検証した（**原本 図 2**）

なお、スクリーニングツールの利用方法に関する「利用ガイド」も作成されており、この「利用ガイド」についても併せて翻訳を行った。

考察

ハザード（危険有害性）を特定し、リスクを優先順位付けし、リスクを減らす戦略を立てる上で、今回翻訳をおこなったCEWGのスクリーニングツールは非常に有用である。基本的かつ合理的な前提（仮定）と推論に基づいて、3つの式（上記式(1)～(3)）に則ってリスク評価を行うという方法論は客観的かつ緊用性があると同時に、地域の実情を反映した評価を可能とする。わが国においてもこのリスク評価法は有用であり、各地域に即して検討を行うことが望まれる。

なお、本スクリーニングツールにおいてはToxicity（毒性）の評価（**原本の表 3、4**）にはLD50値（半数致死量：物質の急性毒性の指標で、物質を投与した動物の半数が死亡する用量で表わされる）が使用されているが、参加者の一人からはLD50はもう使わずに、Maximum Tolerated Dose (MTD：最大耐用量)を用いるべきだとの見解が示された。論文作成の当初にLD50が用いられた理由は、これが毒性の指標として一般的に利用されていることに加えて、このセクションを作成する際に用いたWHOのRatのDataがLD50を用いていたため（Dr. Sara Joan Armourより）とのことであった。今後はToxicityの指標としてMaximum Tolerated Dose (MTD)、あるいは他のより適切な指標を使用することを検討する必要がある。ただし、多くの化学物質についてその値が定められている指標でなければならないので、代替となる指標の候補の選択肢はほとんどないと考えられる。

化学イベントワーキンググループ（CEWG）の活動に関する討論では、日本の具体的な貢献（インターネット上での情報サーベイランスへの人的貢献や「化学災害における公衆衛生リスクのスクリーニングツール」を発展途上国に普及させるための学習プログラムや研修コース作成のための人的・資金的貢献など）を求められる場面が少なからずあり、これらの要望にどのように答えていくかは今後の課題である。

おわりに

わが国は今後も世界健康安全保障イニシアティブ（Global Health Security Initiative:GHSI）の化学イベントワーキンググループ（Chemical Events Working Group:CEWG）を通じて、化学テロ等の事案に対する情報収集、交換、発信を行い、世

界に対する貢献を継続する必要がある。

今回翻訳した「化学災害における公衆衛生リスクのスクリーニングツール」は CEWG の具体的な成果であり、今後わが国の状況に応じて利用できる体制を整備することにより、様々な化学テロ・災害事案への対応が促進されると期待される。

なお、本スクリーニングツールの詳細な翻訳版は、日本中毒情報センター (<http://www.j-poison-ic.or.jp>) および日本中毒学会のホームページ (<http://jsct.umin.jp>) にて公開され、入手可能であるので活用して頂ければ幸甚である。

なお、本研究は平成 25 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）「健康危機管理・テロリズム対策に資する情報共有基盤の整備に関する研究」（研究代表者：近藤久禎）の分担研究「化学テロ危機管理」として実施した。

参考文献

- 1) David H Blakey, Marc Lafontaine, Jocelyn Lavigne, et al. A screening tool to prioritize public health risk associated with accidental or deliberate release of chemicals into the atmosphere.
BMC Public Health 2013, 13:253-262.

謝辞

本スクリーニングツールの作成と日本語翻訳の許諾を頂きました化学イベントワーキンググループ（Chemical Events Working Group）メンバー諸氏に謝辞を表します。

David H Blakey, Marc Lafontaine, Jocelyn Lavigne, Danny Sokolowski, Jean-Marc Philippe, Jean-Marc Saponi, Walter Biederbick, Regine Horre, Willi B Marzi, Hisayoshi Kondo, Yumiko Kuroki, Akira Namera, Tetsu Okumura, Miyako Yamamoto, Mikio Yashiki, Peter G Blain, David R Russell, Susan M Cibulsky, David A Jett and on behalf of the Global Health Security Initiative

図表（原本の番号通りに記載）

表3 化学物質のハザード(危険有害性)の重大性の基準とスコアリング(点数化)

吸入毒性 AEGL-3 または PAC-3 (mg/m ³) 60分間の曝露	可燃性		反応性		NFA スコア
	毒性 スコア	NFA 可燃性基準*	NFA スコア	NFA 反応性基準*	
≤1	4	可燃性ガスまたは極低温物質 引火点が22.8℃未満かつ沸点が 37.8℃未満の液体 空気に触れると自然発火する物 質	4	250℃の瞬時出力密度 (IPD) が1000W/mLまたはそれ以 上の物質；常温常圧で局所 の熱衝撃・物理衝撃により反 応する	4
>1, ≤10	3	引火点が22.8℃未満かつ沸点が 37.8℃以上の液体；または 引火点が22.8℃以上かつ沸点が 37.8℃未満の液体	3	250℃のIPDが100W/mL以上 で1000W/mL未満；高温・高 圧下で熱衝撃・物理衝撃によ り反応する	3
>10, ≤100	2	引火点37.8℃以上で93.4℃未満 の液体	2	250℃のIPDが10W/mL以上で 100W/mL未満	2
>100, ≤1000	1	引火点が93.4℃以上の液体、固 体、半固体	1	250℃のIPDが0.01W/mL以上 で10W/mL未満	1
>1000	0	NFAで0に割り当てられている 場合	0	250℃のIPDが0.01W/mL未満	0

* 基準の完全なリストに関してはNFA 704 を参照 [30]

表4 ハザード(危険有害性)の重大性の段階とスコアリング(点数化)

ハザードの重大性の段階	極度 Extreme	深刻 Major	顕著 Significant	中程度 Moderate	軽度 Minor
ハザードの重大性の点数 (吸入毒性、可燃性、反応性の3つのハザード 分類のうち一番高い点数をとる)	4	3	2	1	0

表5 蒸気圧のスコアリング(点数化)

蒸気圧 (kPa 20℃)	蒸気圧 (mmHg 20℃)	スコア (点数)
気体・圧縮液体	気体・圧縮液体	6
液体, 蒸気圧 ≥ 50	液体, 蒸気圧 ≥ 376	5
液体, 蒸気圧 ≥ 10, < 50	液体, 蒸気圧 ≥ 75.2, < 376	4
液体/固体, 蒸気圧 ≥ 1, < 10	液体, 蒸気圧 ≥ 7.52, < 75.2	3
液体/固体, 蒸気圧 ≥ 0.1, < 1	液体/固体, 蒸気圧 ≥ 0.752, < 7.52	2
液体/固体, 蒸気圧 < 0.1	液体/固体, 蒸気圧 < 0.752	1

表6 化学物質の入手しやすさの判定基準とスコアリング(点数化)

入手しやすさの基準	入手しやすさのスコア(点数)
高生産量化学物質、購入規制が少ない、広範囲にわたって使用され輸送されている、最低限の警備(HPV)	5
市販されている、購入規制が無い(または少ない)、広範囲にわたって使用されている、最低限の警備(CAN)	4
市販されている、購入規制が多い、限定的な使用、厳重な警備(CAR)	3
市販されていない、化学合成が容易、前駆物質が得られる、標準的な設備で合成可能(CS)	2
市販されていない、化学合成が難しい(複雑な多工程が必要)、合成に特殊な設備が必要(CSD)	1

表7 曝露の蓋然性の段階とスコアリング(点数化)

曝露の蓋然性の段階	頻発 Frequent	しばしば発生 Likely	時々発生 Occasional	めったにない Seldom	起こりそうにない Unlikely
曝露の蓋然性の点数	30-25	24-19	18-13	12-7	6-1

図1 リスクマトリクス

ハザード (危険有害性)の 重大性(SH)	曝露の蓋然性(PE)				
	頻発 Frequent (30-25)	しばしば発生 Likely (24-19)	時々発生 Occasional (18-13)	めったにない Seldom (12-7)	起こりそうにない Unlikely (6-1)
極度 Extreme (4)	極めて高い	極めて高い	極めて高い	高い	中
深刻 Major (3)	極めて高い	高い	高い	中	低い
顕著 Significant (2)	極めて高い	高い	中	低い	極めて低い
中程度 Moderate (1)	高い	中	低い	低い	極めて低い
軽度 Minor (0)	中	低い	極めて低い	極めて低い	極めて低い

図2 化学物質が大気中へ放出された場合のリスク判定の例

化学物質	吸入毒性 AEGL-3 または PAC-3 (mg/m ³) [#] 60分間の曝露		NFPA スコア		主たる ハザード (最大値をとるハザード)	SH (ハザード の重大性) スコア ^{##}	SH (ハザード の重大性) 段階 ^{##}	物理的形 状(20℃)	蒸気圧 (kPa、 20℃)	蒸気圧 スコア ^{**}	利用し やすさ	利用し やすさの スコア [^]	曝露の 蓋然性 (確率) のスコ ア ^{^^}	曝露の蓋然性 (確率)の段 階 ^{***}	リスク ⁺
	値	点数	可燃性	反応性											
塩素	58	2	0	0 Ox	毒性(T)	2	顕著	気体		6	HPV	5	30	頻発	極めて高い
イソシアン酸メチル	0.47	4	3	2 W		4	極度	液体	54	5	HPV	5	25	頻発	極めて高い
ホスゲン	3.1	3	0	1		3	深刻	気体		6	HPV	5	30	頻発	極めて高い
ザリン	0.13	4	1			4	極度	液体	0.27	2	CSD	1	2	起こりそうにない	中
VX	0.01	4	1	0		4	極度	液体	0.00009	1	CSD	1	1	起こりそうにない	中
メタミドホス	8.1	3				3	深刻	固体	0.000002	1	HPV	5	5	起こりそうにない	低い
パラチオン	2	3	1			3	深刻	液体	0.000005	1	HPV	5	5	起こりそうにない	低い
硫黄マスタード	2.1	3	1	0		3	深刻	液体	0.0096	1	CS	2	2	起こりそうにない	低い
シアン化カリウム	40	2	0	0		2	顕著	固体		1	HPV	5	5	起こりそうにない	極めて低い
炭酸ナトリウム	780*	1				1	軽度	固体		1	HPV	5	5	起こりそうにない	極めて低い
フッ素	20	2	0	4	反応性(R)	4	極度	気体		6	HPV	5	30	頻発	極めて高い
テトラエチル鉛 (四エチル鉛)	62.4*	2	2	3		3	深刻	液体	0.027	1	HPV	5	5	起こりそうにない	低い
硝酸アンモニウム	440*	1	0	3 Ox		3	深刻	固体		1	HPV	5	5	起こりそうにない	低い
アジ化ナトリウム	32*	2	0	3		3	深刻	固体		1	CAN	4	4	起こりそうにない	低い
メタン	11000	0	4	0	可燃性(F)	4	極度	気体		6	HPV	5	30	頻発	極めて高い
シアン化水素	17	2	4	2		4	極度	液体	82.6	5	HPV	5	25	頻発	極めて高い
エチレンオキシド (酸化エチレン)	360	1	4	3		4	極度	気体		6	HPV	5	30	頻発	極めて高い
一酸化炭素	380	1	4	0		4	極度	気体		6	HPV	5	30	頻発	極めて高い
ホスフィン	5.1	3	4	2		4	極度	気体		6	CAN	4	24	しばしば発生	極めて高い
硫化水素	71	2	4	0		4	極度	気体		6	HPV	5	30	頻発	極めて高い
メタノール	9400	0	3	0		3	深刻	液体	12.3	4	HPV	5	20	しばしば発生	高い
アンモニア	769	1	1	0		T F	1	軽度	気体		6	HPV	5	30	頻発
ペンタカルボニル鉄	1.4	3	3	1	T F	3	深刻	液体	4.7(25℃)	3	HPV	5	15	時々発生	高い
トリクロロニトロメタン (クロロピクリン)	9.4	3	0	3	T R	3	深刻	液体	2.7	3	CAN	4	12	めったにない	中

ハザードの重大性は式2と表3、表4から判定する；曝露の蓋然性は式3と表5、表6、表7から判定する；リスクは図1から判定する；*PAC-3値；**記載がない限り20℃での値；W=水；Ox=酸化剤；HPV=高生産量；CAN=市販されている。購入規制がない；CS=化学合成が容易；CSD=化学合成が難しい；#表3を参照；##式2より；###表4参照；^表5参照；^^表6参照；^^^式3より；^^^^表7参照；+図1参照；斜体=化学剤

分担研究報告

「化学剤等に関する防衛医学的視点からの研究」

研究分担者 西山 靖将

(防衛医科大学校 防衛医学講座 准教授)

平成 26 年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

「健康危機管理・テロリズム対策に資する情報共有基盤の整備に関する研究」

研究者代表 国立病院機構災害医療センター 近藤久禎

「化学剤等に関する防衛医学的視点からの研究」

研究分担者氏名 西山靖将

自衛隊中央病院 総務部健康管理課長

研究要旨

健康危機管理やテロリズム対策に資する情報共有基盤の整備には、国内外のネットワークの強化が果たす役割が大きい。これまで、自衛隊医官の立場から、諸外国の軍事部門や危機管理機関の専門家と学際的議論を行い、危機管理の更なる構築に資する知見を得ることができたので、これらの貴重な情報を防衛医学的見地からの考察を加味してとりまとめ、論文発表を行った。最終年度に向けて、懸念される大規模災害やパンデミック、テロリズム等の、我が国の健康上の脅威に対する準備と対応を新たな知見を踏まえて総括したい。

A. 研究目的

本研究の目的は、防衛医学（国際的には「軍事医学」という用語が広く使用）の視点から、今後のわが国の健康危機管理やテロリズム対策に有用な国内外の情報を集約し、分析検討を加え、情報共有基盤の整備に貢献することである。

B. 研究方法

（倫理面への配慮：特記事項はなし。）

本研究を実施するにあたっては、主として、陸海空自衛隊の災害派遣活動記録や防衛省公刊、関係政府機関等の災害対処記録、Pub-Med 等のデータベースから得られた国内外の論文等の学術資料を元に調査した。

C. 研究結果

健康危機管理研修

保健所や自治体の保健衛生部門の健康危機管理対応能力の向上に資する教育を国立保健医療科学院で行われている。今年度は保

健所長候補者に対してわが国の災害法制を踏まえた自衛隊の災害派遣活動について教育を実施した。この教育では、阪神淡路のような都市型災害、東日本大震災のような津波型災害という、異なる巨大自然現象をもたらす被害に対する自衛隊の取り組みについて、これまでの教訓事項や今後の方向性について、とりわけ災害医療コーディネーター制度を活用したDMAT等の民間救急医療チームとの軍民連携についての考察を議論した統制のとれた公衆衛生活動家の人材育成の開発は、わが国の危機管理に重要と思われる

自衛隊の災害医療

東日本大震災は津波による甚大な自然災害に加え、原子力事故という人為的災害も合併した複合災害であり、この巨大災害への対応は国際的にも注目されている。そこで、諸報告をもとに、自身の災害派遣経験も踏まえた考察を行い、平素からの多様な分野（感染症、放射線医学、法医学、地域保健

等)の人材育成が危機対処能力の向上に不可欠との考察に至った。これらの研究結果は、各専門家の好評を受け、米国の災害医学関連誌に学術論文として掲載された。

D. 考察

最終年度に向けての取り組みも踏まえて考察する。現職の自衛隊医官という立場から、情報共有基盤の整備のためには、軍民連携(Civil Military Cooperation: CMCO)の理念を具体化し情報基盤に応用することである。今年度は、幹部自衛官の定期人事異動を受けて防衛医科大学から自衛隊中央病院へ転勤となり研究環境が大きく変化した。自衛隊の直轄機関に所属する利点を活かし、次年度は自衛隊医療との連携についての研究に取り組みたい

E. 結論

東京オリンピックの開催を控え、マシギヤザリングや CBRNE テロリズム等の都市型人為災害への準備と対応、また首都直下型地震や南海トラフ等の将来の大規模災害に向けての自衛隊の準備等を考察し、実践的な提言となるような学術報告に総括したい。

F. 健康危険情報

特記すべき事項はなし。

G. 研究発表

1. 論文発表

Nishiyama Y. Countermeasures by LC16m8 immunization for smallpox bioterrorism. International review of the armed forces medical services. 2013 86(3): 20-23.

Nishiyama Y. Readiness and Response for chemical terrorism. International forum

of medical corps. 2013 2:52-54.

Nishiyama Y. Book review: Sphere standard. J of National Defense Medical College. 2014 39(1):70-71.

Nishiyama Y. Disaster relief activities of the Japan Self Defense Forces following the Great East Japan Earthquake. Disaster Medicine and Public Health Preparedness. 2014 Jun;8(3):194-198.

西山靖将 健康危機管理研修参加報告 防医大誌 2014 39(1):54-57.

西山靖将 国際軍事医学会議世界大会参加報告 防医大誌 2014 39(3):215-218.

2. 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

Nishiyama Y, et al. JSDF activities for health concern in the Tsunami disaster and nuclear incident. International military medical symposium on Cobra Gold 2014. 15 Feb, 2014, Thailand.

Nishiyama Y. Medical response to the catastrophe: perspective from Japan Self Defense Forces. 2014 International Academic Conference of Korean Military Medical Association. 24, Oct, 2014, Korea.

西山靖将ほか Cobra Gold 2014 に学ぶ防衛衛生の将来展望 防衛衛生学会 平成 26 年 2 月 6 日 東京

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

特記すべき事項はなし。

2. 実用新案登録

特記すべき事項はなし。

3. その他

特記すべき事項はなし。

分担研究報告

「放射線防護剤としてのビタミンCの可能性」

研究分担者 木下 学

(防衛医科大学校 免疫微生物学講座 准教授)