令和 6 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

CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向
の把握及び国内体制強化に向けた研究

令和 4 年度～令和 6 年度
総合研究報告書

研究代表者　若井　聡智

令和 7(2025)年 5 月

目　次

Ⅰ．総合研究報告

「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

・・・・・・・・・・・p.1

（若井　聡智　研究代表者）

Ⅱ．分担研究報告

「医療と法執行機関等との連携に関する研究」

・・・・・・・・・・・p.60

（若井　聡智　研究代表者　近藤　久禎　研究分担者）

「国民保護訓練のあり方に関する研究」

・・・・・・・・・・・p.63

（若井　聡智　研究代表者　近藤　久禎　研究分担者）

「放射線危機管理に関する研究」

・・・・・・・・・・・p.67

（明石　真言　研究分担者）

「CBRNE テロリズムに関連する化学物質の管理・運用に関する研究」

・・・・・・・・・・・p.71

（江川　孝　研究分担者）

「化学テロ危機管理に関する研究」

……p.81

（大西　光雄　研究分担者）

「自衛隊/軍事関連分野における国際知見（NBC 関連）に関する研究」

……p.97

（木下　学　研究分担者）

「生物テロに関する研究」

……p.108

（齋藤　智也　研究分担者）

「CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）の改訂に関する研究」

……p.111

（高橋　礼子　研究分担者）

「NBC診断・治療　に関する研究」

……p.121

（竹島　茂人　研究分担者）

Ⅲ．研究成果の刊行に関する一覧表

……p.125

令和6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）
（総合）研究報告書

「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

研究代表者　若井聡智
（国立病院機構本部・DMAT 事務局・次長）

研究要旨

本研究は、世界健康安全保障行動グループ会合（GHSAG）を含む、国内外のネットワークを通じて国内外の最新の科学的・政策的知見を集約し、各国の政策・実事例の分析を行うと共に、諸外国・GHSAG 等で先進的に検討されている各種ガイドライン・対応マニュアル等を踏まえ、本邦でも活用可能な資料として整理を行う。その結果を厚生労働省に提示し、本邦での CBRNE テロに対する健康危機管理体制強化に向けた提案することを目的とする。

更に、平成 31 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包括的な CBRNE テロ対応能力構築のための研究（研究代表者：小井土雄一）内の「CBRNE テロ発生時の傷病者対応アウトリーチツール作成に関する研究（高橋礼子　研究分担者）」で作成した『CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）』の改訂を行い、最新の CBRNE テロ対応知見を集約すると共に、一般医療従事者向けにその知見を継続的に発信していく。

≪各分担研究概要≫

● CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）の改訂に関する研究

本研究では、CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）の内容改訂を通じて、既存資料の整理・視認性向上・機能強化に取り組んだ。特に、銃創・爆傷に関する診療指針の最新版反映や、ユーザビリティ向上に向けた WEB アンケートを実施し、実用性の検証を行った。アンケート結果からは、多くの項目で「丁度良い」との評価が得られ、特に内容の信頼性や構成の妥当性は高く評価された。一方で、視認性や検索性などのユーザビリティに関する改善要望も多く、図表の活用や構成の統一、機能の周知徹底などが今後の課題として示された。

以上より、MED-ACT は現時点で一定の有用性が確認されたものの、より実務に即した支援ツールとして発展させていくためには、今後も継続的な内容更新と機能改善を重ねていく必要があると考えられる。

また、平時の備えや研修・訓練といった応用可能性や、サイバー攻撃等の新たな脅威への対応も今後の発展における検討課題といえる。

● CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究

CBRNE テロに関する国内外の最新の学術研究・政策・指針・ガイドライン、関連する技術の開発の動向等の国際的な情報を収集・分析する。特に CBRNE 分野において先進的な学術

研究を行っている国際軍事医学関連会議等に参加し、国際的な動向や新たな知見を得る場として活用を図った。

≪放射線テロ≫

令和4～6年度は、国内外で行われた研修、ガイドライン、指針、ガイドラン、関連する技術の開発の動向等の情報を収集、分析し、効果的な医療対応もしくは研修制度の構築に必要な情報を集めた。放射性物質による体内外汚染への対応は、感染症対策のみならず化学物質や重金属による中毒と共通する部分がある。この期間中には、一般社団法人日本 CBRNE 学会が創設され、特殊災害・テロ対応の分野で各領域を超えて取り組む兆しも見えてきた。NBCRE 各領域で共通する部分は集約し、講義や実習を行う等系統的に研修を行い、健康危機管理の国内体制の強化に寄与することが求められている。

≪生物剤及びリスクコミニュケーション≫

本分担研究課題では生物剤及びリスクコミュニケーションの分野についての情報収集と還元を行った。令和 4 年度は、海外の生物テロ演習事例を紹介し、内閣官房、厚労省、消防、警察、自衛隊、病院関係者らと意見交換を行った。令和 5 年度は、脅威評価手法や生物剤の汚染が疑われる犯罪現場管理、原因不明疾患への対処等についての議論の情報共有を行った。また、国内でセキュリティ機関とのシナリオに生物テロを含む合同演習に参加し、助言者として準備しておくべき事項を明らかにした。令和6年度は、生物テロに関する公衆衛生機関とセキュリティ機関の連携強化に関する取り組み事例を共有した。これらの成果は、本邦における CBRNE テロ、特に生物テロに対する健康危機管理体制の強化に向けた今後の施策検討や関係機関間の連携強化に資するものである。

≪化学テロ≫

本研究では、令和 4 年度に化学テロの「覚知」に焦点を当て、ACMT 主催の CRAOT セミナーおよび WHO の化学事案対応ウェビナーを受講し、事案発生の早期認識に関する国際的知見を整理した。日本の化学テロ訓練は「覚知済み」を前提とするものが多く、覚知段階の評価が不十分である。CRAOT では毒性産業化学物質（TICs）等の多様な事案に対する覚知方法とリスク評価を網羅的に学び、WHO ではアウトブレイク調査のための段階的手法が示された。令和 5 年度は CBRNE（特に化学テロ）に対する国際的動向と日本の危機管理体制を比較検討し、特に「覚知」と多機関連携の重要性を確認した。GHSAG や CEWG を通じた各国の取り組み、マスタード・オピオイド・神経剤などの脅威に関する研究を踏まえ、覚知精度向上のためインフォサーベイランス（SNS 等のリアルタイム分析）活用の可能性、サイバーテロへの医療 BCP の課題を検討した。国際的には武力攻撃時の連絡・支援体制の構築に関する国際枠組み（EMRF）が検討されていた。令和 6 年度は水源・食品・製品への化学物質混入事例などを調査し、覚知と対応体制の課題を明らかにした。加えて、GHSI 主催シンポジウムにて、中毒情報センターと公衆衛生部門の連携強化の重要性が国際的に共有された。

日本においてオールハザード型対応のための、多機関連携体制の構築、および覚知支援のシステム整備といった基盤整備の必要性が示唆された。

≪自衛隊・軍事関連分野における国際知見（NBC 関連）≫

R4・R5 年度は米国防総省主催の MHSRS に、R6 年度は DTRA 主催の CBD S&T に参加

し、生物・化学剤の国際的な脅威対応の動向を調査した。MHSRS ではウクライナ侵攻に伴うCBRN リスクが注目されたが、詳細は情報保全上明かされず、砲弾による外傷(Shrapnel injury)が多い点が特徴的だった。CBD S&T では、Organ on a chip が微小生体模倣(microphysiological)システムと名を変えて前回の学会よりもさらに多くの発表がなされていたものの、革新的な進歩に欠けていた。一方でAI/MLやウェアラブル技術を用いたバイオサーベイランスへの関心が高まっていた。新型コロナ関連の話題はほとんど見られなかった。

≪医療と法執行機関との連携(事態対処医療)≫

近年、日本国内でも銃器を使用した立てこもり事件や要人銃撃事件が相次いで発生しており、事態対処事案における医療と法執行機関の迅速な連携の必要性が急速に高まっている。本研究では、こうした事案発生時において、現場近傍における医療者の待機・初期対応、すなわち「事態対処医療」を可能とする体制整備を目的とし、令和4年度から令和6年度にかけて段階的に研究と実証を行った。令和 4 年度には、事案発生時における「事態対処医療」の連携モデル(案)を示した。令和5年度にはその実現に向けて、関係省庁、関係機関担当者との意見交換の中で、解決すべき課題の抽出と必要な制度上の整理について取り組んだ。令和6年度はそれを基に、大阪府をモデルケースとして、警察と医療者(大阪 DMAT)の連携体制作りを目的とした研究に取り組んだ。

令和 6 年度には、人質立てこもり事件に、大阪府内の全災害拠点病院から大阪 DMAT が派遣できる体制が構築できた。

人質立てこもり事件はいつでも、どの地域でも発生する可能性がある。このような事件では、いち早く現場近くの医療者が出動して「傷病者が発生する可能性がある」という段階から、医療が現場付近で待機しておくことが重要である。そうすることによって、即座に対応することができ救命の可能性が高まる。また事態終息まで長時間を要する可能性が高く、そのような場合には医療者を交代させる必要がある。そのため、複数の災害拠点病院から都道府県 DMAT が派遣できる体制が重要である。今後は、全国的に共通の認識の中で活動できるよう、大阪モデルを普及していくことが重要であると考える。さらに、医療者に対する事態対処医療の啓蒙や教育、またCSCAを含む事態対処医療の全国標準化が実現されれば、武力攻撃事態等に対する国民保護における医療支援を円滑に行われると考える。そのため、より多くの医療者が事態対処医療に精通することは、国民保護という観点からも極めて重要である。

≪国民保護訓練のあり方≫

近年、我が国の安全保障環境は著しく変化し、周辺諸国における軍事的緊張の高まりを背景として、国民保護を含む危機管理体制の整備が急務となっている。そのような状況で、令和4年度から武力攻撃事態等を想定した訓練が本格的に実施されるようになった。令和 4 年度は住民避難について検証が行われたものの、「要配慮者避難」については、その必要性について合意するにとどまっていた。しかし、令和 5 年度は、「要配慮者」を含めた住民の搬送時期・搬送手段・搬送先の選定などを検証するために複数回の事前会議と鹿児島・沖縄での訓練が行われた。令和 6 年度はさらに具体的に、沖縄県の先島諸島の住民避難の検討の中

で、「要配慮者」避難のために必要な搬送手段と避難に関わる人的資源を確保するために、現時点でのそれらの必要数を見積もることを進めた。

成果として、①先島各市町村における要配慮者数と避難に必要な搬送手段・人的資源を見積もるために、要配慮者の属性ごとに7分類した。②その7分類をもとに、適切な島外避難手段への割り振り案の検討及び避難時に必要な支援体制（医療従事者等の付添い等）について整理した。しかしながら、人的資源・輸送力・情報管理システムの整備等において未だ多くの課題がある。

今後は、要配慮者の平時からの情報管理とそれによる避難行動計画のような個別の検討の策定、要配慮者の属性に応じた分類と搬送手段の整備、医療者・介護者の付き添い体制の確立、中継地点・搬送後の健康管理体制の構築、実効性ある訓練計画の策定と継続的な評価を充実させる必要がある。

≪CBRNE テロに係る薬事≫

CBRNE テロリズムに関連する化学物質について検討すべき化学物質の候補について検索エンジンを用いて検索した。その結果、有機リン化合物やフェンタニル誘導体が新たな化学テロの脅威として挙げられ、これらに対応する上で、有機リン化合物の解毒剤の用法変更やフェンタニル誘導体拮抗薬のキット化が課題として挙げられた。オーストラリアでの THN 研究では様々なタイプのナロキソン製剤が幅広いアクセスサイトを通じて入手可能になったことにより、オピオイド過剰摂取の状況下で少なくとも 1,649 人の過剰摂取者の蘇生が可能となり、1 日に 3 人の命が救われたことが推定された。さらに、放射線災害において、安定ヨウ素剤は、早期に被災者に配布する必要があり、被災地域の人口構成を考慮して服用の優先順位を決定する必要がある。

≪NBC 診断・治療≫

NBC診断のなかで、化学剤検知および治療に関する情報収集を行った。

化学剤検知紙については、二通りの入手方法がある。①東洋紡株式会社からの購入 ②米国アマゾンからネット購入可能

C 剤の検知と除染そして治療（拮抗薬）に必要な資器材の入手は国内で可能ではあるが、自動注射器が高額である事、そして「オピドキシム」の治療薬としての入手が困難である状況がある。

- CBRNE テロに関する国内外の科学的知見を基に、対応能力の現状と課題を明らかにする研究

内閣官房が把握する国内の CBRNE 関係の専門家リストを基に、専門家ネットワーク構築し、NBC ネットワーク専門家会合を実施した。令和4年度に1回、令和5年度に1回、令和6年度は2回実施した。

テーマとしては以下のとおり。

＜令和4年度＞

・コンピュータ技術とサイバーセキュリティにおける日本の課題、人材育成法および将来展

望

・生物テロを想定した海外の演習事例について、

＜令和5年度＞

・国民保護における住民避難等訓練について

・鹿児島県・熊本県国民保護共同訓練の教訓について

・国民保護共同訓練における要配慮者の避難の検討状況

＜令和6年度＞

・CBRNE 災害において化学テロに用いられる物質とその拮抗薬

・化学テロに関する海外の解毒薬等の情報

・CBRN対処への最新の取り組みについて

・東京地下鉄サリン事件から 30 年目の課題

・国土交通省・鉄道事業者におけるNBCテロ対策と地下鉄サリン事件以降の各種事案を踏まえた今後の課題

・都内で発災した意図的災害の対応事例と東京消防庁の取組

・警察における NBC テロ対策

・NBC対策にかかる国際協力（第2回日米豪印テロ対策作業部会兼第5回テロ対策机上演習の開催）

これらについて各専門家の講演の上、ディスカッションを行った。

研究代表者
若井聡智　国立病院機構本部・DMAT 事務局・次長
研究分担者
近藤久禎　国立病院機構本部・DMAT 事務局・次長
明石真言　東京医療保健大学・東が丘看護学部・教授
江川　孝　福岡大学・薬学部・教授
大西光雄　国立病院機構大阪医療センター・救命救急センター・診療部長
河野修一　自衛隊中央病院・内科医官・1等陸佐
木下　学　防衛医科大学校・医学教育部医学科免疫微生物学講座・教授
齋藤智也　国立感染症研究所・感染症危機管理研究センター・センター長
高橋礼子　愛知医科大学・災害医療研究センター・講師
竹島茂人　沖縄県立八重山病院・救急科部長

A. 研究目的

東日本大震災以降、危機における国の役割の強化が課題となっている。わが国は、絶え間のない国際的なテロ活動などの国際状況を背景に、CBRNE テロリズム（以下、CBRNE テロ）の脅威もある。また、新型コロナウイルス感染症等の影響や健康危機管理への意識の高まりとともに、CBRNE テロに関する国際動向を適確に把握し国内施策に反映することが重要な課題である。更に、CBRNE テロで使用される危険物質についての情報収集/共有・分析・対応検討や、災害・危機管理情報等を迅速にリアルタイムに知ることができるリアルタイム危機管理情報ソリューションの利活用、サイバーテロなど従来とは異なる形態のテロリズムへの対応策についても、検討が必要である。

そこで、本研究においては、世界健康安全保障行動グループ会合（GHSAG）を含む、国内外のネットワークを通じて国内外の最新の科学的・政策的知見を集約し、各国の法整備・政策・実事例の分析を行うと共に、諸外国・GHSAG 等で先進的に検討されている各種ガイドライン・対応マニュアル等を踏まえ、本邦でも活用可能な資料として整理を行う。その結果を厚生労働省に提示し、本邦での CBRNE テロに対する健康危機管理体制強化に向けた提案することを目的とする。

更に、平成 31 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包括的な CBRNE テロ対応能力構築のための研究（研究代表者：小井土雄一）内の「CBRNE テロ発生時の傷病者対応アウトリーチツール作成に関する研究（高橋礼子　研究分担者）」で作成した『CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）』の改訂を行い、最新の CBRNE テロ対応知見を集約すると共に、一般医療従事者向けにその知見を継続的に発信していく点が、本研究における特色・独創的な点である。

B. 研究方法

- **CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）の改訂に関する研究**（高橋礼子　研究分担者）

CBRNE テロに関する国内外の最新の科学的・政策的知見の情報収集・分析から抽出された課題・改善点を踏まえ、MED-ACT の各分野掲載資料のブラッシュアップを行うと共に、MED-ACT 改訂版についてユーザーによるモニター評価等を行い、利便性・有用性の評価と最適化を図る。具体的な手順としては以下に示す通りである。

1. 主に初年度に現時点での MED-ACT の課題抽出・分析を行う
2. 各分担研究者からの知見提供及び専門家ネットワーク内での事例検討等を踏まえ、抽出課題の更なる分析を行うと同時に、MED-ACT 改訂に向けた具体的な検討（資料収集・掲載、機能追加等）を行う
3. 3 年目に、各分野掲載資料を更にブラッシュアップすると共に、モニター評価を踏まえてコンテンツの更なる改訂を検討する

≪モニター評価詳細≫

- 評価ツール：WEB アンケート
- アンケート項目：資料 1 参照
- モニター対象者：

✧ DMAT インストラクター・タスク（DMAT インストラクターML（登録者約 2600 名）にて周知）

（倫理面への配慮）

本研究においては特定の個人、実験動物などを対象とした研究は行わないため倫理的問題を生じることは少ないと考えられる。

- **CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究**

GHSAG を通じて、参加国における CBRNE テロに関する科学的・政策的知見の状況を把握する。

CBRNE テロに関する国内外の最新の学術研究・法整備・政策・指針・ガイドライン、関連する技術の開発の動向等の国際的な情報を収集・分析する。特に CBRNE 分野において先進的な学術研究を行っている国際軍事医学関連会議等には極力現地での参加をし、WEB 参加だけでは得にくい、より詳細かつ機微に近い動向・知見を得る場として活用を図る。

各分野の研究分担者及び具体的な研究方法は以下の通り。

✧ 放射線：明石真言 研究分担者

国内外の RN 事故もしくはテロに関する教育・研修の内容、構成等について事例の分析を行う。また 分析を基に、我が国における対応能力の現状の課題と改善点を提案する。

得られた現状の課題の改善のため、我が国の健康危機管理対応に資する人材の強化 に必要な事項（強化が必要な分野、人材に求められる能力、育成プログラム、育成後 の受け皿等）を検討する。

（倫理面への配慮）

すでに公表されている指針、ガイドライン、マニュアル等あるいは、研修、講習、訓練、事故報告等についての情報の取得、技術の開発の動向等を収集、分析、提供することに関しては、倫理面への配慮は必要ない。

✧ 生物剤及びリスクコミニュケーション：齋藤智也 研究分担者

世界健康安全保障行動グループ(GHSAG)バイオワーキンググループ(BioWG)及びその関連会議に参加し、会議での意見交換、ヒアリング及び文献収集を通じて得られた情報を NBC ネットワーク専門家会合や研究班会議を通じて共有した。

（倫理面への配慮）

該当しない。

✧ 化学剤：大西光雄 研究分担者

令和４年度の研究に関して

米国で 2022 年 7 月 7 日及び 8 日に開催された米国医学毒物学会（American College of Medical Toxicology : ACMT）が開催した“テロにつながる化学物質及び放射性物質：Chemical and Radiological Agents of Opportunity for Terrorism（CRAOT）”を受講し、その内容を検討した。また、世界保健機関（WHO）が 6 月 16 日に開催した“化学物質が原因と思われる健康障害の発生を調査するための WHO ウェビナー：WHO webinar on investigating outbreaks of ill health that may be of chemical origin”を受講し、化学物質イベントの発生を覚知するために提唱している方策を検討した。

令和５年度の研究に関して、研究目的で述べた６つの項目に関して下記の方法で検討を行った。

1. GHSAG を通じて、参加国における CBRNE テロに関する科学的・政策的知見の状況に

関して。

CEWG の開催は 2023 年 4 月 6 日、6 月 27 日、9 月 21 日、12 月 7 日、2024 年 2 月 8 日、2 月 27 日、3 月 6 日、3 月 27 日に開催された。多くは web で開催されたが、2023 年 6月 27日はミュンヘンのドイツ連邦軍薬理学・毒物学研究所（Bundeswehr Institute of Pharmacology and Toxicology）にて開催された。これまで取りみを振り返り、今後の取り組みに関して議論された。また、ウクライナが Web で参加し、化学兵器の使用への対応として求められる事項の相談があった。

2. CBRNE テロ等に関係する危険物質を平時から有している施設、各々の施設で有している危険物質の種類及びその危険性に関する情報を事前に入手できるような体制・法整備に関して
   - CBRNE 災害・テロに関係する物質に関する法を調査した。
   - 過去の化学物質が関連する事故・災害・テロにおいて化学物質情報をどのように入手、活用されたかを調べ、課題を抽出した。
3. インターネットで多く使用される CBRNE 関係の用語の流行の捕捉
   - インフォサーベイランスやインフォデミオロジーを利用した化学イベントに関する研究報告の調査を行った。
   - インフォサーベイランスを利用した化学イベントの早期警戒システムの社会実装に関する検討を行った。
4. CBRNE テロに関する科学的・政策的知見の状況把握

   ミュンヘンのドイツ連邦軍薬理学・毒物学研究所にて 2023 年 6 月 28 日～29 日に開催された第 18 回 Medical Chemical Defense Conference（医学的化学物質防御会議：MCDC）に現地参加した。その知見と、人体への影響、拮抗薬に関する研究が進んでいる化学兵器に関して報告する。
5. サイバーテロ等の従来とは異なる形態のテロリズムへの対応策検討
   - つるぎ町立半田病院（徳島県美馬郡）のサイバーテロ対応に関する講演会（Security Blaze 2023:11 月 16 日 WEB）を聴講した。同医療機関は 2021 年 10 月 31 日（日曜日未明）にサイバーテロの攻撃を受けたことに関してコンピューターウイルス感染事案有識者会議調査報告書が 2022 年 6 月7日に公開された。また、2022 年 10 月 31 日（月曜日）早朝にサイバーテロの攻撃を受けた地方独立行政法人大阪府立急性期・総合医療センター情報セキュリティインシデント調査委員会の調査報告書が 2023 年 3 月 28 日公開された。これらをもとに課題を検討した。
   - サイバーテロを含むオールハザードアプローチとしての事業継続計画（BCP）のあり方を検討した。
6. 武力攻撃事態対応における医療支援の検討と提案
   - 武力攻撃事態を含む対応に関して、GHSAG が ”Global Health Security Initiative Event Management Response Framework（世界健康安全保障イニシアティブのイベント管理対応の枠組み：GHSI の EMRF)“を 2023 年 7 月に公開した。これは CBRNE 事案だけでなく、感染症のパンデミック、ロシアのウクライナ侵攻なども包含した、緊急事態に対処するため、GHSI 上級当局者や各ワーキンググループメンバー間の情報交換や対応の調整を促進することを目的としたものであるため検討した。

令和 6 年の研究に関して

1. これまでの化学物質が関連した事故や災害事例とその対応
    - 過去の化学物質関連事故・災害事案をできるだけ広範囲に取り上げ、覚知、対応や連携に関して検討した。
2. 各国の化学事故・災害に対する公衆衛生と中毒情報センターの取り組み
    - 2025 年 2 月 6 日、13 日、20 日の三日間にわたり開催されたオンラインシンポジウム“化学事故災害における公衆衛生管理を強化するための中毒情報センターとの連携”をまとめ、化学イベント時に求められる対応に関して考察した。

（倫理面への配慮）

本研究報告のすべての内容に関して、すでに発表された資料の分析、およびシンポジウムで発表された内容を元にした研究であるため倫理面での配慮すべき事項は存在しないと判断した。

✧ 自衛隊・軍事関連分野における国際知見（NBC 関連）：木下学　研究分担者

R4 年度の MHSRS は、参加人数が 4,000 人程度と、コロナ禍で 2 年間中断したが、最近数年間で最多となった。企業ブースの展示も増えていた。R5 年度の MHSRS も参加人数が 4,000 人程度と引き続き多くの参加者があった。露軍のウクライナ侵攻が続いていることもあり、米国での国防・危機意識の高まり、学会は活況を呈していた。CBD S&T は隔年開催だが、R6 年度の参加人数は 1,700 人程度と、コロナ禍前の水準より多くの参加者が集まった。やはり、米国での国防・危機意識の高まりが背景にあると考えられた。

✧ 医療と法執行機関との連携：若井聡智　研究代表者、近藤　久禎　研究分担者

令和 4 年度：法執行機関（警察、海上保安庁等）との初期協議を実施し、「事態対処事案関係機関連携モデル（案）」を作成した。

令和 5 年度：内閣官房、警察庁、厚生労働省、大阪府警等との意見交換を通じて、適用事案、医療の関与意義、DMAT の役割、派遣の法的・制度的課題等を検討した。

令和 6 年度：大阪府をモデルケースに、実際の警察訓練（人質立てこもり対応）に大阪 DMAT が参加し、協働実証と実装を推進した。

（倫理面への配慮）

なし

✧ 国民保護訓練のあり方に関する研究：若井聡智　研究代表者、近藤　久禎　研究分担者

令和 4 年度には、沖縄県先島諸島を対象とした図上訓練に参加し、要配慮者の搬送時期・搬送手段・搬送先の選定に関して、関係機関との協議を行った。

令和 5 年度には、鹿児島県および沖縄県で実施された図上訓練および実動訓練に参画し、要配慮者の避難に際して想定される実務的課題の抽出とその対策立案を行った。屋久島では実際に入院患者や施設入所者を搬送する訓練が行われ、搬送中継地点での健康観察体制の整備や、搬送手段（自衛隊機、船舶等）の実効性について検証された。

令和 6 年度には、沖縄県先島諸島（宮古島市、

石垣市、多良間村、竹富町、与那国町)を対象に、各市町村の要配慮者属性別分類を行い、輸送手段・人的資源の必要数を試算した。また、島外避難のための航空機・船舶の輸送力の最大化に関する評価を実施した。

(倫理面への配慮)

なし

✧ CBRNE テロリズムに関連する化学物質の管理に関する研究:江川 孝 研究分担者

CBRNE テロリズムに関連する化学物質について検討すべき化学物質の候補の検索には、PubMed、Google Scholar、CiNii 及び J-STAGE を用いた。PubMed は、NLM(米国国立医学図書館:National Library of Medicine)内の、NCBI(国立生物 科学情報センター :National Center for Biotechnology Information)が作成しているデータベースである。Google Scholar は、Google が提供する論文検索サイトであり、分野や言語を問わず、論文を幅広く検索することができる。CiNii(サイニー)は、国立情報学研究所が運営する論文データベースである。日本語の論文や大学図書館の本、雑誌、博士論文の情報を検索することができる。J-STAGE は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)が運営する論文検索サイトで、日本国内で発行された 3,000 誌以上の幅広い分野の刊行物が公開されている。一次検索として PubMed を用いて「terrorism」、「Chemical agents」、「Organophosphate」、「Fentanyl」のキーワードで、2012 年から 2022 年の 10 年分の検索を行い、検索サイト(Google Scholar、CiNii 及び J-STAGE)にて追加情報を収集した。収集した化学物質のうち、フェンタニル誘導体拮抗薬のキット化に着目し、オーストラリアでの管理方法や運用について調査し、放射線災害を含めた備蓄医薬品に着目し、韓国での管理方法や運用についても調査した。

(倫理面への配慮)

人を対象とした研究ではないため、倫理面の問題はない。

✧ NBC診断・治療 に関する研究:竹島 茂人 研究分担者

関係する各種メーカー等への問い合わせ等を行い情報収集した。

(倫理面への配慮)

人を対象とした研究ではないため、倫理面の問題はない。

C. 研究結果

● **CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール(MED-ACT)の改訂に関する研究**

(高橋礼子 研究分担者)

1. **令和 4 年度時点での MED-ACT の課題抽出・分析**

➢ 銃創・爆傷患者診療指針(Ver.2)の公開 http://2020ac.com/documents/ac/04/2/1/2020AC_JAST_gun02_2021.11.pdf

→作成元の研究班及び日本外傷学会へ掲載の了承を得た上で、現在 MED-ACT に掲載している Ver.1 からの改訂が必要である。但し同ページについては、新規ページの作成含め、大幅な改修が必要になるため、令和 5 年度実施することとした。

➢ 参考文献等のリンク切れ:11 か所

➢ 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改訂版の発出

→共にリンク先の URL 変更等の軽微な改修で対応可能であったため、新規リンク先を確認の上で令和 4 年度中に修正を行った。

2. **銃創・爆傷患者診療指針(Ver.2)の掲載**

http://2020ac.com/documents/ac/04/2/1/2020AC_JAST_gun02_2021.11.pdf

令和 3 年 11 月に公開された上記指針について、協力者に依頼して資料を Web ページでの閲覧に適した形に変換した上で、

I. 各種フローチャートの各ステップから個別項目に移動できるよう紐付け
II. 目次から個別項目に移動できるよう紐付け
III. 単語から説明ページに移動できるよう紐付け
IV. 引用文献の掲載元等へ移動できるようリンク先の確認・紐付け

を行い、令和 6 年 2 月公開とした。

3. 各分野掲載資料のブラッシュアップとモニター評価

【各分野資料のブラッシュアップ】

- **自動注射器研修関連資料（R3 冨尾班小井土分担にて作成・実施）**

本研究班の分担研究者及び各種研究班の情報収集を行ったところ、新規資料としては自動注射器に関する講義動画（評価者養成コース）を入手したため、これを追加掲載した。当該研修自体は自動注射器使用を想定した実働部隊（消防官・警察官・自衛隊員・海上保安官）向けの研修であったため、従来の対応同様、ID・パスワード付きの限定公開とした。

- **医療機関におけるサイバーセキュリティに関する資料リンクの掲載**

近年、医療機関に対するサイバー攻撃が新たな形のテロ活動としても注目されている。現状の MED-ACT は CBRNE テロを中心とした構成であるが、リンクページに下記資料の掲載サイトを追加し、サイバーセキュリティに対する注意喚起の一助とした。

- 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第 6.0 版
- 医療機関等におけるサイバーセキュリティ対策チェックリスト
- サイバー攻撃を想定した事業継続計画（BCP）策定の確認表

https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000516275_00006.html?_fsi=NMZ3pbZ1

【モニター評価結果（有効回答件数：40 件）】

- **回答者の属性**
  - 職種
    - 医師：25 件
    - 看護師：6 件
    - 救急救命士：5 件
    - 行政関係者：2 件
    - その他：2 件
  - 勤務先
    - 災害拠点病院：18 件
    - その他医療機関：12 件
    - 行政機関：5 件
    - 消防機関：3 件
    - その他：2 件
- **回答結果**

1. 総論内容の充実度
    - 専門的すぎる：6 件
    - 丁度良い：30 件
    - 内容不足：4 件

【自由記載】

- 基礎的すぎる内容が中心で、臨床的視点が乏しい
- 災害現場での活用というよりも学術的
- 基本的な知識にとどまっており、実践への落とし込みが弱い

2. 総論内容の読みやすさ

- 読みやすい・見やすい：9 件
- 普通：23 件
- 読みにくい・見にくい：8 件

【自由記載】

- 文字サイズが小さい

・ 構成が複雑で全体像がつかみにくい

3. 化学テロ部分の内容の充実度

・ 専門的すぎる:6 件
・ 丁度良い:33 件
・ 内容不足:1 件

【自由記載】

・ 薬剤名が多く、背景知識が必要
・ 臨床経験が浅いと理解しづらい
・ 要点が整理されておらず、情報を拾いにくい

4. 化学テロ部分の読みやすさ

・ 読みやすい・見やすい:11 件
・ 普通:21 件
・ 読みにくい・見にくい:8 件

【自由記載】

・ 図解が少なく、文章量が多い
・ スマホでは見にくい

5. 生物テロ部分の内容の充実度

・ 専門的すぎる:1 件
・ 丁度良い:35 件
・ 内容不足:4 件

【自由記載】

・ 内容は十分だが、もう少し実例があると理解しやすい

6. 生物テロ部分の読みやすさ

・ 読みやすい・見やすい:10 件
・ 普通:22 件
・ 読みにくい・見にくい:8 件

【自由記載】

・ 文章が長く、図表が少ない
・ セクションの区切りがわかりづらい

7. 放射線テロ部分の内容の充実度

・ 専門的すぎる:2 件
・ 丁度良い:36 件
・ 内容不足:2 件

【自由記載】

・ やや専門的だが、緊急時に必要な情報として妥当

8. 放射線テロ部分の読みやすさ

・ 読みやすい・見やすい:13 件
・ 普通:22 件
・ 読みにくい・見にくい:5 件

【自由記載】

・全体的に文字が詰まっていて読みにくい

9. 爆発テロ部分の内容の充実度

・ 専門的すぎる:3 件
・ 丁度良い:35 件
・ 内容不足:2 件

【自由記載】

・ 現場想定の記述があると理解しやすい

10. 爆発テロ部分の読みやすさ

・ 読みやすい・見やすい:14 件
・ 普通:19 件
・ 読みにくい・見にくい:7 件

【自由記載】

・ 段落が長く、見出しがあると助かる

11. PWA 機能の有用性

・ 有用である:22 件
・ 機能は有用だが使いにくい:4 件
・ 使っていないのでわからない:13 件
・ 不要である:1 件

【自由記載】

・ オフライン状態で画像が読み込まれない
・ 動作が重い

12. ユーザープロファイル機能の有用性

・ 有用である:26 件
・ 機能は有用だが使いにくい:2 件
・ 使っていないのでわからない:11 件
・ 不要である:1 件

【自由記載】

・ ユーザー別に内容を整理できると活用しやすい
・ 機能の存在を知らなかった

13. 単語からのページ移動機能の有用性

・ 有用である:28 件
・ 機能は有用だが使いにくい:3 件

・ 使っていないのでわからない:9 件
・ 不要である:0 件

【自由記載】
・ ページ内リンクが正確に飛べないとストレスになる
・ 類似語にも対応してほしい

14. 引用文献の掲載元等へのハイパーリンク追加の有用性
・ 有用である:29 件
・ 機能は有用だが使いにくい:2 件
・ 使っていないのでわからない:8 件
・ 不要である:1 件

【自由記載】
・ 参考文献の信頼性を確認するのに役立つ
・ リンク切れには注意してほしい

15. 検索機能の有用性
・ 有用である:25 件
・ 機能自体は有用だが使いにくい:2 件
・ 使っていないのでわからない:13 件

【自由記載】
・ 検索語のヒットが不安定
・ 複数語検索ができない

16. MED-ACT の CBRNE テロ等発生時の対応資料としての活用
・ 活用したい:30 件
・ 活用したくない:1 件
・ わからない:9 件

17. その他自由記載(一部抜粋・要約)
・ ユーザー別にお気に入り機能があれば使いやすくなる
・ 参考資料へのリンクは便利だが、リンク切れがないようにしてほしい
・ 検索はもう少しあいまい検索やサジェストがあってもよい
・ 行政職でもわかりやすい平易な解説があると助かる
・ 今後、アプリとしての展開も検討してほしい
・ 全体的に文字ばかりでわかりにくい。特に化学テロ編はもっと図があると助かる
・ 読み物としては優れているが、緊急時にすぐ確認できる構成ではない
・ 分量が多く、予習していないと現場で目的の情報にたどり着けない
・ 緊急相談ツールなどの紹介もあると、実務でさらに活用しやすい
・ 脱衣の手順など、作業の実際に関して写真があるとイメージしやすい
・ CBRNE に関心がある医療者には非常に有用なツール
・ 総論・各論・アルゴリズムがまとまっていて有用だった
・ 非常に良質なツールを開発してくれて感謝している

● CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究

✧ 放射線:明石真言 研究分担者

【国際研修及び情報共有】

国際研修に講師として参加、もしくは会議に参加し、放射線被ばくに関する情報を収集した。

1) 2022 年 12 月 1-3 日 **IAEA** Nuclear Emergency Management School ファシリテーターミーティング ウイーン、オーストリア 研修をいかに効果的かつ円滑に運営するかについて議論した。
2) 2023 年 2 月 21-27 日 **IAEA** School of Nuclear and Radiological Leadership for Safety in Japan 講義 東海大学、日本
3) **WHO** updates critical medicines list for radiological and nuclear emergencies を刊行し、放射線事故時に必要な医薬品等の備蓄に関する考え方を示した。 *https://www.who.int/publications/i/item*

/9789240067875

4) **NCT** Asia Pacific (APAC)
・2022 年 10 月 25 日～27 日ソウル、韓国
・2023 年 10 月 31 日～11 月 2 日、クアラルンプール、マレーシア
・2024 年 10 月 16 日～17 日フアヒン、タイ
オランダに本部を置く NGO NCT がアジア各国で開催した Non-Conventional Threat (NCT) APAC において、CBRNE 災害に対する考え方を議論し、対応の重要性を議論した。

5) 2023 年 2 月 20 日 **広島大学** 第 7 回放射線災害・医科学研究拠点国際シンポジウム 開催年月日広島 Radiation emergency medicine -a perspective on the past, present, and future と題する講演を行い、テロや戦争犯罪における放射線に利用に関して概説した。

6) 2024 年 1 月 16 日 **IAEA/HICARE** CC INTERNATIONAL TRAINING COURSE on Medical Responses to Radiation Accidents and Disasters での講義 講義テーマ:「Internal irradiation」「Lessons learned from Fukushima, Tokai-mura Accident」を行った。

7) 2024 年 7 月 6 日(土)-7 日(日)**WHO** The 3rd Guidelines Development Group meeting for the WHO guideline project on internal contamination assessment and management (iCAM) for selected radionuclides. この会議に web 参加し、体内被ばくの治療のガイドラインの作成に協力した。

【国内の教育・研修に関する情報の収集】
国内で行われた学会、教育・研修に参加し、情報収集し分析した。

(1) **認定 NPO 法人災害医療 ACT 研究所**
2022 年度宮城県災害医療従事者研修会での講義
・ 2023 年 6 月 25 日(日)2023 年度宮城県災害医療従事者研修会
・ 2024 年 6 月 2024 年度宮城県災害医療従事者研修会
上記研修会で「原子力災害への対応の実際」を行った。

(2) NPO 法人 NBCR 対策推進機構
・ 2022 年 12 月 18 日「第 2 回医療従事者・消防職員等のための CBRNE 災害医療対策講習会」で最近の放射線災害と医療対策について講演した。

(3) 一般社団法人 日本 CBRNE 学会
・ 2023 年 2 月 学会の設立 医療のみならず、C:chemical 化学的、B:biological 生物学的、R:radiological 放射線、N:nuclear 核、E:explosion 爆発の専門家からなる学会が設立された。複合災害事象を念頭においた多面的なオール・ハザード・アプローチ、専門的かつ複合的な観点から、現場を支援するオール・リソースによる多職種連携を念頭においた学会である。
https://j-cbrne.org/
・ 2023 年 11 月 NPO 法人 NBCR 対策推進機構共催シンポジウムと共催で、「ー関東大震災 100 年とコロナ禍 3 周年を迎えての CBRNE 災害対策ー」と題するシンポジウムが開催された。多くの東日本大震災の現場での対応責任者(元自衛隊指揮官)等が現場での対応を紹介した。
・ 2024 年 5 月 NBCR 対策推進機構共同主催シンポジウム「最近の放射線災害と医療対策 ―放射線被ばくの医学的対応―」
・ 2025 年 2 月 NBCR 対策推進機構共同主催学術大会「核・放射線(N/R)災害

と医療―放射線被ばくの医学的対応―」複合障害の治療及び大規模対応の問題点を指摘した。

✧ 生物剤及びリスクコミニュケーション：齋藤智也 研究分担者

3年間の研究を通じて、国際的な生物テロ対策に関する最新の知見収集と国内の関係機関との連携強化に関する活動を実施した。

令和 4 年度:世界健康安全保障行動グループ（GHSAG） バイオワーキンググループにおける生物テロに関する議論と海外で行われた生物テロ対応演習の内容を共有した。これらの情報は、今後の生物テロ対応手順の検討状況、特に、G7 に向けた対応手順検討の材料となった。また、自衛隊、消防、警察への情報提供とアウトリーチを実施したほか、消防における訓練の視察を行った。
海外における演習事例として、手製爆弾とともに毒素を散布されたと想定される事案を NBC ネットワーク専門家会合で報告した。これに基づき、内閣官房、厚労省、消防、警察、自衛隊、病院関係者らと意見交換を行い、特に以下の点について討議した。
・被災者の管理
・感染者の管理
・感染管理
具体的なシナリオベースの議論と、他国のオペレーション上の課題認識等の共有は、関係機関との連携推進に非常に有効であったと考えられる。

令和 5 年度：世界健康安全保障行動グループ（GHSAG） バイオワーキンググループ（BioWG）において共同議長として生物テロに関する議題の設定を行った。令和 6 年 2 月の対面会議では、以下の 4 つの課題を議論し、その結果を共有した。
・脅威とリスクの評価
・犯罪現場の管理
・異常疾患事例の管理
・高度隔離施設における感染症臨床管理
国内でのセキュリティ機関との協働については、令和 4 年度からのアウトリーチを経て、令和 5 年 5 月に陸上自衛隊・消防の合同訓練（G7 広島サミット開催前の CBRN テロ発生時除染訓練）に生物テロ専門家として実働参加する機会を得て、その経験のフィードバックを行った。

令和 6 年度：GHSAG BioWG において共同議長として生物テロに関する議題設定を行った。対面会合を令和 6 年 8 月にイタリア・ローマ、令和 7 年 2 月に日本で開催した。令和 6 年 8 月の会議では、生物テロ脅威とリスク評価について議論を深め、詳細な対応戦略検討のため専門家小グループ設置が推奨された。優先度の高い生物剤の分類は困難であった一方、そのインパクトとして、短時間での大量患者発生、MCM（Medical Countermeasures; 医療対策）の利用可能性、空気感染の制御といった対応の汎用的対策の重要性が強調された。令和 7 年 2 月の会議では、いくつかのシナリオをベースに全ての対応を洗い出し、公衆衛生機関と法執行機関の役割分担を議論し、平時に連携を深めておくべき領域が明らかになった。連携を深める上で重要なのは共同訓練と演習であることが指摘された。加えて、感染症に罹患した犯人の管理と生物テロ事案におけるコミュニケーション戦略がさらに議論が必要な部分と指摘された。また、汚染された犯罪現場の合同評価、公衆衛生側からの犯罪現場における専門的知識の提供、汚染された証拠の分析に関する専門的知見の提供といった点が、さらに緊密な連携を強化する因子として指摘された。
生物テロに関する関係機関の連携強化に関する活動として、以下の取り組みを実施した。令

和 6 年 7 月 22 日にドイツのロベルト･コッホ研究所（RKI）専門家を招聘し、生物テロに関するセミナー「Seminar on Bioterrorism Preparedness and Response」を開催した。国の関係省庁や東京消防庁等のセキュリティ機関が参加した。
東京消防庁及び陸上自衛隊と意見交換を行い、現場対応手順、特にサンプル採取や搬送方法について意見交換と共同演習を実施した。
大阪・関西万博に備え、Criminal-Epi Workshop を米国 FBI、RKI、ドイツ連邦警察の協力を得て、令和 7 年 2 月に大阪で開催した。公衆衛生機関と法執行機関の連携に重点を置いたケーススタディ･演習を行い、国の関係機関ほか、大阪の公衆衛生機関、警察の参加が得られた

✧ 化学剤:大西光雄 研究分担者

令和 4 年度の研究に関して

1. ACMT の CRAOT セミナーに関して

開催機関は 2 日間であった。ACMT と REAC/TS が開催主体であるが、有毒物質・疾病登録庁（Agency for Toxic Substances and Disease Registry：ATSDR）内の地域保健・危険評価室（Office of Community Health and Hazard Assessment：OCHHA）が支援しているとのことであった。対象者は、救急救命士や救急隊員、公衆衛生の専門家、法執行機関、救急医療従事者であった。本コースは令和 5 年度、令和 6 年度も開催され聴講したが、基本的なレイアウトは共通しており、取り上げる事案がいくつかアップデートされていた。

1 日目は放射性物質を起因とする事案に関するセミナーであり、開催主体は放射線緊急時支援センター（Radiation Emergency Assistance Center/ Training Site : REAC/TS）、8 モジュール 8 時間 40 分（休憩含む）にわたる内容であった。本研究は化学イベントを中心とするため 1 日目の内容に関しては割愛する。

2 日目は化学物質を起因とする事案に関するセミナーであった。現地時間 9 時から 17 時 20 分までの 8 時間 20 分（休憩含む）のセミナーであり 10 モジュールで構成されていた。以下、各モジュールを示す。

・ 毒物の災害：従来の化学兵器を超えて（Toxic Disasters: Beyond Conventional Chemical Weapons）

要点

- 中毒学の重要な原則を熟知する
  - ✧ 用量反応性
  - ✧ 曝露経路
  - ✧ トキシドローム
  - ✧ 除染と個人防護具（PPE）
- “目的達成型”化学兵器、“デュアルパーパスの化学物質”、毒性のある産業化学物質（Toxic Industrial Chemicals：TICs）に関して
  - ✧ テロリストが使用する可能性のある化学物質の同定
  - ✧ 個人及び集団が曝露された事案の歴史
  - ✧ さまざまなTICsで生じる健康への影響
  - ✧ 初期対応法
- 利用可能な情報源とツール
  - ✧ EPA、TRI、CAMEO 等
  - ✧ CHEMM と CHEMM-IST

・ 化学物質の爆発（Chemical Explosions）

要点

- 第 1 次から第 4 次爆傷に関して
- 第一次爆傷とクラッシュ症候群

- 熱傷の深度を理解する
- 熱傷の初期対応

・ 脅威としての有毒ガス（Toxic Gases as Threats）

要点

- 過去の産業におけるガス曝露事案
- 注目すべき主要な工業用ガス
- ガスがもたらす臨床像の理解と、ガスの物理的性質や毒性との関連付け
- 曝露や健康被害を低減するための方法

（1984 年インドのボパール化学工場事故でのイソシアン酸メチル漏出事故や 2002 年米国ノースダコタ州マイノットでの列車脱線によるアンモニア流出事故、2005 年米国サウスカロライナ州グランテビルでの列車衝突による塩素ガス流出事故、1981 年、82 年、86 年に発生した米国ロサンゼルスの化学工場でのホスゲン事故、1987 年テキサスでのフッ化水素事故の事例が示された。また、化学テロリスク評価：Chemical Terrorism Risk Assessment：CTRA による上気道と下気道それぞれに作用する化学物質が示された。）

・ 青酸や燻蒸剤とその危険性（Knockdown Agents: “Gasp Poisons”）

要点

- 窒息剤について
- 青酸と燻蒸剤の発生源と一般的な使用法について
- ３つの最も一般的な燻蒸剤（Vikane：フッ化スルフリル、Methyl Bromide：ブロモメタン、Phosphine：ホスフィン）
- 剤曝露後の臨床的な影響に関して
- 青酸中毒の治療法に関して

（青酸ガス、硫化水素、燻蒸剤に関してその性質などが示された。）

・ 有害物質拡散手段としての食品、水、医薬品（Food, Water & Medication as Vehicles for Toxic Threats）

要点

- 水、食品、医薬品のシステムを理解するための浄水場の仕組みについて
- 水、食品、医薬品の汚染に関する過去の事例をもとに、システムの脆弱性や潜在的な懸念物質を考察する
- 過去の事故やテロ事件が原因となったシステム全体の変化や法律について
- 水、食料、医薬品を守るための方法を詳しく知るためのリソースに関して

（2002 年ワシントン州シアトルのメープルリーフ貯水槽のフェンスが破られていたため、毒物混入の可能性に関するアセスメント、水の使用停止などの対応がとられた事案の紹介や、2003 年ミシガン州デトロイトでの牛ミンチ肉に殺虫剤が混入していた事件、2003 年米国メイン州ニュースウェーデンでのコーヒーにヒ素を混入させた事件、1982 年米国シカゴでのタイレノールブランドのアセトアミノフェンカプセルにシアン化カリウムカプセルを混入させていた事件、1996 年ハイチでの次エチレングリコールが混入した解熱薬事例、2008 年に中国から輸入したヘパリンに過硫酸コンドロイチン硫酸が混入していた事件などが紹介された。）

・　神経毒性を有する物質（Neurotoxic Agents）

要点

- 神経系に作用する中毒症候群
  - ✧ 鎮静
  - ✧ 痙攣
  - ✧ 幻覚症状
- 鎮静をもたらす毒物に特異な臨床像
- 中毒症候群に該当する化学物質の例
- 初期治療戦略

（2002 年モスクワの劇場占拠事件を例に挙げ、鎮静剤として GABA 作動性物質、カルフェンタニルを含むオピオイド、炭化水素が示された。また、2002 年にニューヨークで確認された中国から違法輸入されたテトラメチレンジスルホテトラミン含有殺鼠剤による中毒を例に挙げ、痙攣をきたす化学物質として有機リン、カーバメート、ニコチン、ヒドラジン、樟脳、有機塩素、ストリキニーネなどが述べられた。幻覚をきたす化学物質としては、LSD、トリプタミン、Ololiuqui（朝顔の種？）、アトロピン、スコポラミン、ヒヨスチアミン、BZ 剤（3-キヌクリジニルベンジレート）が紹介された。）

・　遅発性中毒症候群（Delayed Toxic Syndromes）

要点

- 化学物質暴露から症状出現まで時間を要するものがあることを認識する
- 遅発性中毒症候群をきたす化学物質
- 遅発性中毒症候群をきたす化学物質におけるトキシドローム

（タリウムやメチル水銀、ダイオキシンを利用した事件が述べられた。）

・　多数曝露傷病者発生時の心理的影響（The Psychological Impact of Mass Exposures）

要点

- 化学物質曝露多数傷病者事案による心理的影響
- 被害者のメンタルヘルスニーズへの適切な対応
- 有毒化学物質曝露を認識した後の多数の予想される行動
- 心的外傷を伴う出来事に対する急性の心理的/感情的反応の兆候と症状
- 有毒化学物質曝露後に恐怖や強い感情を抱く被害者を支援するための戦略

（化学物質事案が実際に発生しているか精神症状を呈しているだけなのかのアセスメントに関して述べられた。）

・　事案発生後の集団モニタリングのメリットとデメリット（After Event Population Monitoring Pros & Cons）

要点

- 医学的モニタリングとは
- 医学的モニタリングはなされるべきか
- その場合、いつ、どのように行うか
- 多数傷病者事案における医学モニタリング

（多数傷病者事案となりうる各化学物質に関して、それぞれ症状のモニタリングおよび検査によるモニタリングの可能性が詳述された。また、実例として 1995 年東京地下鉄サリン事件、1976 年イタリアのセベソ地方におけるダイオキシン放出事故、1996 年英国のシーエ

ンプレス号油流出事故が挙げられた。）

・　シナリオに基づいたディスカッション（Scenario-Based Discussion）

要点

- 想定:米国アトランタの鉄道で多数傷病者事案が発生した。
- 化学物質曝露によるトキシドロームを認識すること
- 化学物質曝露に対する効果的なマネージメント法を論じること
- 化学物質による公衆衛生上の緊急事態の覚知と管理を支援するリソースに関して
- 化学物質事案への対応におけるプレホスピタルや病院の医療従事者、公衆衛生や薬学といった異なった分野の役割を認識する

（東京地下鉄サリン事件に改めて触れられていた。また、神経剤に対する備蓄に関しても示された。）

2. 化学物質が原因と思われる健康障害の発生を調査するための WHO ウェビナーに関して

本ウェビナーの対象者は WHO 化学物質リスク評価関係者、公衆衛生専門家、化学物質事案の可能性の調査及び対応に関心を持つ人とされていた。内容は 2021 年に発刊された WHO の出版物である“化学物質が原因と疑われる傷病のアウトブレイクを調査するためのマニュアル：Manual for investigating suspected outbreaks of illness of possible chemical etiology”の紹介であった。傷病のアウトブレイクを覚知した際、その調査のための同マニュアルの活用法が示された。講師は英国健康安全保障局（UK Health Security Agency）のデビッドラッセル教授であった。デビッドラッセル教授は世界健康安全保障行動グループ（Global health Security Action Group：GHSAG）の化学イベントワーキンググループ（Chemical Event Working Group：CEWG）の一員である。

同マニュアルは大きく 2 章に分けられ、第 1 章ではクラスターやアウトブレイクを調査するための実践的ガイドであり、5 つの段階が示されていた。

第 1 段階　検出と警告、報告

第 2 段階　情報収集と評価

第 3 段階　病因の予備的検討

ここでは更なる情報の入手のためのエリアや影響を受けた人々の同定、疫学的、環境的、中毒学的な情報に基づいた化学事案の可能性を検討することが含まれていた。また、人々やメディアなどに対するリスクコミュニケーション戦略を立てることが述べられていた。

第 4 段階　現地調査

ここでは疫学、環境、中毒学のそれぞれに基づいた集学的なチームで調査を行う必要性が述べられていた。

第 5 段階　調査の完了

第 2 章では調査の原理と概念に関する各論が示された。

- リスクの評価、優先順位、管理、リスクコミュニケーション
- 疫学調査
- 環境調査
- 中毒学的調査
- 臨床検査
- 倫理的問題

が項目として挙げられていた。

令和６年度の研究に関して

1. これまでの化学物質が関連した事故や災害事例とその対応
   文献や報道記事などを渉猟して得た事項とその分析を下記に列挙する。
   - 水源が汚染された事案
     古い事案であるが、1950 年～1960 年代に発生した有機水銀による水俣病、1955 年から1960 年代に発生したカドミウム汚染によるイタイイタイ病がある。この２事案は河川が汚染され、その汚染された農作物や水産物を経口摂取することによる事案である。水源の汚染は現在でも発生しており、2003 年には茨城県神栖市の地下水が日本軍の遺棄化学兵器によって有機ヒ素化合物に汚染された事案、2015 年に明らかとなった米国ミシガン州フリントの鉛による水汚染など決して過去のものではない。意図的ではないが、2023 年には北海道越蘭町では地熱開発事業蒸気噴出事故により、一部の飲用井戸水がヒ素に汚染されたことがあった。
     また、未遂に終わっているものの水源へのテロ行為として認識しておかなければならない事案として、水道インフラの制御システムに対するサイバーテロが挙げられる。2021 年米国フロリダ州の水処理施設の監視制御システムに対してハッカーが遠隔操作で水道水に含まれる水酸化ナトリウムの基準値を変更した事案が発生した。上水道の質を維持するためのシステムを変更するテロ行為であった。

   - 食品等の製品が汚染された事案
     1968 年に発生したポリ塩化ビフェニルやポリ塩化ジベンゾフランによるカネミ油症事件、1955 年に発生したヒ素化合物による森永ヒ素ミルク事件が挙げられる。この２事案は製造された製品そのものが汚染されていたために健康被害が発生した事案である。食品が化学物質で汚染された事案は、現在でも散発的に発生している。発生頻度が高い物質はメタノールやジエチレングリコールが挙げられる。特にメタノールの混入は世界各国で何度も発生している。例えば、1986 年イタリア（23 名死亡）、1998 年マダガスカル（200 名死亡）、1999 年ブラジル（35 名死亡）、2000 年エルサルバドル（122 名死亡）、2002 年及び 2004 年ノルウェー（17 名死亡）、2001 年エストニア（68 名死亡）、2010 年ウガンダ（80 名死亡）、2012 年チェコ（38 名死亡）、2012 年カンボジア（49 名死亡）、2013 年イラン（8 名死亡、入院 694 名）、2013 年リビア（51 名死亡、中毒者 1000 名以上）、2014 年ケニア

（126 名死亡）、2015 年ナイジェリア（23 名死亡）、2018 年（マレーシア（45 名死亡）、2019 年コスタリカ（25 名死亡）、2020 年メキシコ（35 名死亡）、2021 年モロッコ（21 名死亡）、2022 年ペルー（54 名死亡）、2023 年ロシア（30 名死亡）などが挙げられるが、死亡者数が多く医療機関に相当数の収容が求められるであろうことが読み取れる。アルコールに混入されるので大人が被害に会うことが多い。列挙した中で、2000 年のエルサルバドルの事件はテロと考えられており、ローン・オフェンダーが実行可能な事案と認識する必要がある。ジエチレングリコールの混入は、1985 年のオーストリア産のワインに混入され世界で流通、1996 年のハイチでは解熱剤に混入、2007 年の中国では練り歯磨きに混入、2007 年のパナマでは歯磨き粉に混入、2009 年のナイジェリアでも歯磨き粉に混入、2022 年のインドネシアでは咳止めシロップに混入されているなど、他に南アフリカ、スペイン、インド、アルゼンチン、バングラデシュでも報告されている。腎不全を発生し重症化するため、特に子供の死亡事例が多く報告されている。

エチレングリコールの他に、最近でも報告のある製造時の混入事案としては、2008 年に発生した農薬であるメタミドホスが中国製冷凍餃子に混入していた事案（意図的に混入されていたとされるが、製造過程で入っているためこちらで取り上げた）、2008 年のメラミンが混入した中国製粉ミルク事案（ミルクの窒素含有率を上げ良い製品に見せるために混入）、2013 年の日本製冷凍ピザに農薬であるマラチオンが混入していた事案、2022 年にカナダで発生した香辛料へのアコニチン含有植物の混入事案、2023 年のアレルギーに効果があるとされた紅茶にステロイドが添加されていた事案など、さまざまな事案が存在する。

・ 意図的な混入

古い事案としては、飲料やチョコレートに青酸を混入させた 1977 年の青酸コーラ事件、1984 年～85 年に発生した菓子に青酸を混入させたグリコ・森永事件、1998 年のカレーにヒ素化合物を混入した和歌山カレー事件、1998 年の新潟、三重、愛知、京都など日本各地で発生した飲料へのアジ化ナトリウム混入事件、2003 年に発生した米国メイン州でのヒ素入りコーヒー事件、同年米国デトロイト州で発生した農薬入り牛ミンチ事件、2005 年静岡、2012 年仙台で、2023 年京都で発生したタリウム投与事件、全国各地（あるいは世界各地）で発生

しているとされるアルコール等の飲料に睡眠薬を混入させるデート・レイプドラッグ事件、Medical Child Abuse と呼ばれる子供に不必要な薬を与える児童虐待など枚挙に遑がない。また、猛毒のリシンをトウゴマからアルコール飲料で抽出して飲ませる事件も日本だけでなく海外でも確認できる。

前述の製造段階での混入でも取り上げたエチレングリコールであるが、日本で犯罪を目的として経口摂取させ、死に至らしめている事件が散見されている。ネット上にも情報があり、エチレングリコールによる犯罪の裁判資料において、人を殺めても発覚しにくい方法としてネット検索されたことが判決文に記されている。グリコ・森永事件の 1985 年にはパラコートなど農薬を飲料に混入させた事件が 1 都 2 府 22 県で 78 件発生し、和歌山カレー事件の 1998 年の事件後 5 ヶ月間だけで全国各地で 30 件以上の毒物事件が発生、またアジ化ナトリウムの事件は 1998 年に 4 件も発生していた。すなわち、模倣した犯罪が数多く発生したという特徴が報告されている。他害事案ではないが、硫化水素自殺が 2008 年に突然 1000 件以上発生したことも一種の流行・模倣であるといえよう。化学物質事案の一つの特徴と言える。

- 有毒ガス等の漏出、異臭

  有毒ガスが事業所や運搬中に漏出した事故が挙げられる。例えば 1993 年に愛知県岡崎市内の東名高速道路で発生したクロルピクリン漏出事故や 2008 年救急搬送された患者のクロルピクリンを混じた嘔吐物から発生した有毒ガスによる医療機関の汚染事故が挙げられる。他には 1994 年にインドのボパール州で発生したイソシアン酸メチル漏出事故（死者 8,000 人）や、2021 年にフィリピンの製氷工場で発生したアンモニア漏出事故、2022 年にヨルダンのアカバ港で塩素の容器が落下破損し塩素が漏出、13 名が死亡し 265 名が負傷した事故などがある。本邦では硫化水素や塩素ガスが何らかの原因で発生し、事業所内等で暴露することによる事案が多数報告されている。一方、異臭を感じる事案が往来の多い場所や学校等で発生した場合には、多数の搬送が発生することがあることに注意が必要である。すなわち、健康被害がはっきりしなくても不安が強く認められることがあり現場が混乱する可能性がある。

3. 各国の化学事故・災害に対する公衆衛生と中毒情報センターの取り組み

- GHSI シンポジウムとして 2025 年 2 月 6 日（Day1）、2 月 13 日（Day2）、2 月 20 日（Day3）

に行われた。それぞれの詳細は本報告書の末尾に付記する。

- テーマ：中毒センターと公衆衛生部門の協力による化学事故マネージメントの強化
  化学事故災害に際して、中毒情報センターと公衆衛生部門の連携が求められた事例などが共有された。

- フィリピンでのアンモニア漏出事故
  2021 年に発生した、製氷工場でのアンモニア漏出事故において、フィリピン大学国立中毒管理センターとフィリピン大学総合病院が連携し、傷病者の対応、情報共有、公衆衛生部門との連携が行われた。公衆衛生部門と中毒情報センターの連携が成功した事例とされたが、さらに公衆衛生と中毒情報センターを統合強化することが提言された。

- オマーンにおける塩素ガス漏洩事故
  2023 年に発生したオマーンの工業地帯で発生した塩素ガスの漏出事故では、ガス吸入により 42 名が負傷したが、国家レベルで危機管理計画が発動され危機対応チーム（National Hazmat Team）も出動した。オマーンの公衆衛生危機管理センターから中毒管理センターに速やかに情報が共有され、個人防護具の装着や除染方法の指導がなされた。公衆衛生部門と中毒情報センター等が速やかに連携することで、速やかな負傷者の受け入れにつながったと評価された。一方で、除染設備や電子的な情報共有システムがなく情報共有に限界があったため、今後、整備が望まれると振り返られている。

- カナダにおけるアコニチン中毒
  2022 年 2 月にカナダで発生した、輸入香辛料に含まれていたアコニチンによる食中毒事例が取り上げられた。カナダでは５つの中毒情報センターが 24 時間、市民や医療関係者に中毒に関する情報提供を行っている。医療機関で覚知されたアコニチン中毒に関して“砂姜”という香辛料が関与していることが判明し、地域保健部門や州の疾病管理センターに通知をしたが、国レベル（連邦食品検査庁）での製品のリコールは行われなかった。しかし、8 月には最初に覚知された州とは異なる州でアコニチン中毒が発生し香辛料の“砂姜”が原因であることが突き止められ、連邦食品検査庁が自主改修措置を命じた。すなわち、2 月に覚知されていた事案が国レベルでの対応がなされず、8 月に同様の食中毒が発生したことになった。こ

の事例以降、カナダ全土において、中毒情報センターと公衆衛生部門の正式な連携体制及びトキシコビジランスが強化されることとなった。課題としては　、稀な毒物に対しても迅速に検査可能な体制を全国区的に整備すること、トキシコビジランスの重要性の周知、公衆衛生部門と中毒情報センターの連携だけでなく、異なる機関（医療、公衆衛生、規制機関、司法機関等）の連携も重要であることが挙げられた。日本においても、毒入り冷凍餃子事件での対応において類似点が多く、多機関連携が平時から構築されていることが望まれる。

・ タイにおけるメタノール中毒事故
2024 年にタイで発生したメタノール事故では、当初中毒情報センターに中毒事案の報告が相次いでなされ、ハーブ酒が原因と考えられる」メタノール中毒が発生し 44 人が中毒となり 10 名が死亡した。医療機関においては、緊急対応が早期よりなされ、中毒情報センターや保健所、警察との連携が構築された。公衆衛生部門と中毒情報センターが迅速に連携することによって、被害拡大の防止に成功した事例としての評価があった。一方で、ホメピゾールが十分に用意されておらず、国家的な備蓄も求められるのではないかといった課題が挙げられていた。

・ 英国における DNP（2,4-ジニトロフェノール）中毒
DNP 中毒は 1933 年に体重減少作用が発見されたため注目されたが、白内障といった副作用があるために 1938 年には医療用としての用途は禁止された。しかし、DNP による健康被害は 2015 年から 2018 年に集中し、英国のみならずスウェーデン、ノルウェー、オーストラリアでの報告が認められた。2010 年 1 月から 2020 年 9 月までで WHO とともに収集したデータ 434 例中死亡率は 11.9%であった。英国で増加していたため、公衆衛生の視点から英国国立毒物情報サービス（中毒情報センター）、英国保健安全保障庁、食品基準庁が連携し、医療従事者への情報提供を行い、公衆衛生部門、規制機関、警察などとの協力体制の確立、国際的なオンライン販売の取り締まりを行った。2023 年には DNP は英国毒物法に基づく毒物に分類され、食品としての販売が違法化された。トキシコビジランスや関係各機関の連携、公衆衛生情報提供や診療ガイドラインの迅速な更新が評価される一方で、課題としては、法律改

正のプロセスの複雑性、診療ガイドラインの正確かつ迅速な提供、自動化されたトキシコビジランスシステムの必要性が挙げられていた。

・ チリにおける化学倉庫火災
チリで1995年に発生した、化学倉庫火災事故では10時間以上に及ぶ火災でサンディアゴ市内全域に有毒な煙が立ちこめ、深刻な健康被害を引き起こした。この事故対応では、倉庫に保管されていた化学物質に関する情報が不足しており、米国の緊急対応センター“CHEMTREC”に協力を要請することとなった。当時は中毒情報センターへ消防や医療機関から多数の問い合わせがあったものの、公衆衛生部門との連携は十分機能しておらず、化学災害に対する法整備が不十分とされた。公衆衛生部門の対応としては、周辺住民の避難勧告、環境モニタリング、医療機関での健康調査を行っていた。その後、2000年には化学緊急対応センターが設立され、化学物質の安全データシートのデータベース構築、化学物質に中毒情報センターの連絡先を表示することの義務化、化学災害緊急対応の専門チームの養成を行なった。2009年には中毒情報センターと公衆衛生部門の連携が整備され、事故時の情報支援体制がとられることとなった。また、2016年には化学事故をオンラインで記録・通報するためのプラットフォームも整備された。現在、化学災害に対する定期的な訓練プログラムが実施され、中毒情報センターと公衆衛生の連携が強化されているとのことであった。

・ 米国における合成カンナビノイド製品への殺鼠剤混入
米国フロリダ州で2021年に合成カンナビノイド製品(マリファナ)に殺鼠剤ブロジファクムが混入されていたため使用者に出血症状が持続し、4名の死亡、100名以上が入院するといったアウトブレークが発生した。異なる医療機関ではあったが、数日以内に出血傾向を呈する患者が複数報告され、全患者にマリファナの使用が認められたため製品の化学分析が行われた。その結果、長時間作用型の抗凝固性殺鼠剤であるブロジファクムが検出され、これはワルファリンの100倍以上の作用があり長期間高容量のビタミンKの投与が必要であった。中毒情報センターからのこれらの情報提供と、州保健局、連邦機関との連携が速やかに行われた。公衆衛生機関としては、最初に事案が判明した時から対象と考えられる地域に情報を提供し、症例のサーベイラ

ンスが行われ疑い例を含む５２例が特定された。特定された症例の社会的背景（無保険、ホームレスといった経済的背景）も情報収集されたため、各機関や企業との連携を通じて治療に必要なビタミン K の無償配布などの対応が行われた。保健、医療、法執行機関が連携し、原因化学物質の迅速な分析、患者のフォローアップのための地域健康保健計画への登録促進や医療機関への治療ガイダンスの発出、報道への通知などが評価された。一方で、ビタミン K の供給不足と備蓄の必要性、無保険・ホームレスに対する医療支援体制、法執行機関との情報共有の制約などの課題が示された。

・ 米国での麻痺性貝毒中毒アウトブレイク

米国オレゴン州において 2024 年に麻痺性貝毒による 42 名の食中毒アウトブレイクが発生した。野生のムール貝を摂食したことにより生じた事例とされ、中毒情報センターに入った症状などの情報から臨床的に麻痺性貝毒と診断された。その情報はすぐに現地の郡保健局に通報され、複数の患者が確認されたことからクラスター発生と認識され、州保健当局と中毒情報センターが共同で緊急通知文を作成し情報発信が行われた。州保健局は麻痺性貝毒の症例の基準を定義し、中毒情報センターへの入電、WEB 調査、摂食者からの聞き取り調査、医療機関からの報告により 42 症例を確認した。州保健局と中毒情報センターは共同で、医療期間への通知、公衆向けの様々なメディアを介した警告、多言語での情報提供、現地調査を行った。課題としては、貝毒のモニタリング検査をどのように行うか（検査の頻度など）、アウトブレイク発生前の統一した対応の整備、クラウド型の疫学調査ツールの必要性が挙げられた。

✧ 自衛隊・軍事関連分野における国際知見（NBC 関連）：木下学　研究分担者

R4：新型コロナ肺炎への米国・米軍の対応

R4 年度の MHSRS では、COVID-19 パンデミックに米国が如何に対応したか、数多くの発表がなされた。COVID-19 によるパンデミックは B 剤脅威の最も深刻な典型例であった。COVID-19 ウイルスは、突如として中華人民共和国の武漢で発生した全く未知のウイルスであった。由来に関しては WHO による客観的な調査が行われていないため、全く不明である。致死性が高く発症前から高い感染性を有する細菌やウイルスは、容易にパンデミックを引き起こす。遺伝子改変技術の進歩に伴い、このような病原体の出現は現実的な脅威となった。この種の生物剤脅威を念頭に、未知なる病原体に迅速に対応できるワクチン開発のプラットフォ

ームとして、mRNA ワクチンや DNA ワクチンの研究開発が米国防総省主導の下で莫大な資金をかけて行われて来た。次なる B 剤脅威への有効な対処策（MCM; medical countermeasure）を立てるには、過去から学ことが重要である。

R4 年度の MHSRS では学会初日に Teyhen 准将（Brooke 陸軍病院長）から米連邦政府の対応が次のように紹介された。

【講演概要】 2020 年 5 月に operation warp speed (OWS)という対策が始まった。ウイルス自体を制御すると共に、感染からの合併症に対応する 2 正面作戦である。国防総省や退役軍人局、CDC、FDA など関係する 10 省庁がホワイトハウスの下に協力した。ホワイトハウスをトップに、タスクフォースが NIH と各専門家グループの助言の下、製造物の管理調整、研究、臨床対応、患者血清採取、製造、普及の6つのチームを編成してオールアメリカで対応した。とくに公衆衛生部門と民間医療部門の協調が重要だった。サイト上での情報公開もしっかりとしたが、これが重要であった。各州の知識と能力を結集した。モノクローナル抗体の製造が得意な州、PCR が得意な州など（中央集権の日本とは基本的に違う）、各州で特徴があるそうだ。このような精力的な対応により、1 年目に早くもモノクローナル抗体による治療が行われた。臨床での治験は軍が得意であり、これを迅速に行った。軍は感染症の国際的な情報収集も得意であり、これが迅速なワクチン製造に繋がった。FDA による緊急承認も重要なポイントであった（EVA; emergency use authorization）。

【米軍各部門、セクションでの対応】

続いて、COVID−19 パンデミックへの対応に関して米軍の各医療施設からの発表があった。

1．Walter Reed 医療センター（CHARM study）

Walter Reed では CHARM study という prospective study を行った。海兵隊員は罹患しても経過がしっかりと追えるので prospective study に適している。あらかじめ健康な新兵に PCR を施行して、そこから感染患者の発生を待った。3,249 名が登録し、1%が PCR 陽性であったが、そのうち 65.2%は無症状であった。最終的には陽性が 1,107 名、陰性が 1,375 名となった。ウイルスの変異によって症状の軽減があった。詳しい解析は今後、行われるという。この CHARM study では、COVID−19 感染後の後遺症、すなわち訓練等での運動能力へ与える影響も見ている。普通の訓練と戦闘訓練、中長距離走のタイムなど、いろんな運動能力を感染前後で調べていた。総じて感染自体は軽症であったようだが、パフォーマンスの低下は認められた。今後はワクチンの影響や免疫能の変化も見ていく。後遺症に関してもみている。

2．米空軍の排水サーベイランス

米空軍での COVID−19 感染症に関するサーベイランス。詳細な解析検討はこれから。このサーベイランスをサル痘でもやりたいとのこと。

3．ハワイ Tripler 陸軍病院

INDOPACOM ではインドネシアと共同訓練 Garuda Shield を毎年やっている。熱帯湿潤地域でのコロナ感染の特徴を調べている。Prometheus 2.0 プロジェクト。訓練参加者のうち 75 人が感染した。感染者の血中コルチゾール値はハワイに帰ってから上昇したが、Spike 蛋白の IgG はハワイへ帰ってきて低下した。再感染の危険があるのか？ワクチンの影響など、詳しい検討は今後なされるらしい。

4．米軍医大(USUHS) IDCRP

USUHS の感染症臨床プログラム(IDCRP; Infection Disease Clinical Research Program)の新興感染症に対する EPICC study

(Epidemiology, Immunology, Clinical characteristics)の一環として COVID-19 を対象とした。2020.3~2022.4 の期間で感染者の症状とかを詳細に観察。不安や疲労、鬱のような後遺症が 6 か月も続く。咳は減るが関節痛は増強し、これが 3 か月は続いた。非感染者のデータがないのが問題か。今後はオミクロン株やワクチンの効果を検討する。

USUHS とエモリー大免疫微生物学講座の共同研究として、PASS study (prospective assessment of SARS-Co-2 seroconversion)が行われた。Waler Reed 病院の勤務者を対象とした。mRNA ワクチンを接種した健常人の prospective study である。Microbead-based multiplex immunoassay (MMIA)を使っている。6か月で抗体は減少していた。ワクチンはオミクロン株にも有効だった。

特記すべきは、米軍では COVID-19 パンデミック下であっても、決して COVID-19 対策一色にならず、幅の広い厚い研究をしていた。新たな脅威となる可能性がある COVID-19 以外のウイルス病原体に対するワクチンの開発研究を、Walter Reed 医療センターと米陸軍感染症研究所(USAMRIID; US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases)が中心となって行っていた。以下に紹介する。

1. Walter Reed 医療センター ジカワクチン

ジカは日本脳炎、黄熱と共に蚊が媒介するウイルス感染症。やっと 1 年前からジカワクチンの第 1 相治験が始まった。2015 年にジカが米国で見つかってから 5 年経っていた。ワクチン開発のスピードが遅いのか早いのか分からないが、彼らは遅いと感じているようだ。Lancet ではよく効いたと発表している(サルでの研究か?)。2 回接種するが半年あけて 2 回目を打つ。日本脳炎、黄熱のワクチンとの相乗効果も期待される。T 細胞の反応を見ていた。他にデングワクチンも開発中である。全世界に展開する米軍にはこの種のワクチンが必須だ。

2. 米陸軍感染症研究所(USAMRIID)

針なしで打てる DNA ワクチンの開発。Pharmajet という。筋注・皮下注と皮内注の2つのタイプがある。ベネズエラ馬脳炎(VEEV)のワクチンとして、サルを使ってやっている。サルへの VEEV の感染に関してはエアロゾルで肺から吸入させている。筋肉内へワクチンが入っていくが、なぜ針がなくてよいのか?今後、臨床検討をやる予定らしい。

TREAT (Threat Reduction of Emerging pathogens/toxins using antibody therapeutics)プログラムというのを行っている。南北アメリカ、アフリカ、スウェーデン、ジョージアに拠点がある。出血熱ウイルスへのワクチン開発を念頭にしたプロジェクトであるが、ヒトモノクローナル抗体開発のプラットフォーム作りである。エボラウイルスの感染からの生還者8人のB細胞を取ってきて抗体を精製、中和活性を見ている。いろんな抗体から強い抗体を作り出す Bi-specific mAb 戦略。非常に洗練された手法を用いている。

R5:米国・米軍のウクライナ支援について

R5 年度の MHSRS では、ウクライナ戦争での軍民問わず膨大な数にのぼる負傷への対処・治療が話題になった。ウクライナ戦における医療対処に関する詳細な報告と討論があったが、報告はすべて米国人からで、あくまで支援者である米国から見た現状報告であった。

【米国のウクライナ支援法案】

NDAA 2023 (国防権限法案 National Defense Authorization Act)という支援プログラムが米国にはあり、R5 年度の NDAA Section 736 の概要を如何に示す。

1. ロシアウクライナ戦争の教訓をウクライナと米国で共有する。
2. ウクライナと米国との両者で軍事医学の専

門家会議や交流を促す。
3. 米国は健康に関する政策や行政、リソースなどに関してウクライナ軍と協力する。
4. 新規や新型の兵器による健康への影響について研究を共同で行う。
5. ウクライナ軍と米軍医大 USUHS の間で、医学生の軍事医学教育に関する相互教育プログラムのための合意を締結する。
6. 米国はウクライナの負傷兵に関する支援プログラムの確立に協力する。
7. ウクライナ軍の次の分野の訓練を支援する。CBRNE 対処、予防医学と感染症、PTSD、自殺企図。
8. 米国はウクライナ支援に必要な医療リソースのリストを維持管理しておく。
R6 年度の NDAA Section 721 の概要では、第一線救護と研究に関する交流プログラムが Section 736 に追加された。四肢外傷、アンプタ、PTSD、TBI、他のメンタルヘルスに関する支援と訓練についてである。専門家からの意見交換、高度な臨床手技に関する支援と訓練、実臨床例での支援と訓練に関するものなども追加された。

【米国のウクライナへの医療支援の概要】

多剤耐性菌感染症の医療対処研究や負傷者のリハビリと装具の相談、Joint Trauma Registry の構築、放射線被ばくに対する防護具とトリアージに関する支援、ウクライナの戦場での医療リソースの供給とサプライチェーンの構築に関して協力・支援している。

教育と訓練では、外傷や外科の関連学会への参加（あまり実践的な効果はないと思われるが）、ASSET （Advanced Surgical Skills for Exposurein Trauma; 御遺体を用いた外傷トレーニング）への参加（効果がありそう）、止血処置訓練、メンタルヘルスケア（遠隔支援含む）を行った。

研究では、ロシアウクライナ戦争での負傷者治療の評価を行った。医療従事者に対するリモートでの面談調査、プレホスピタルでの治療、ダメージコントロール手術、後送処置、高度な治療、リハビリ、ASSET コースの支援（ポーランドで行うらしい）、外傷治療、リハビリ、再生医療、メンタルヘルスの分野での共同研究なども行っている。かなり具体的に戦場での教訓を学び取ろうとしている。

【ウクライナの医療体制の現状】

ウクライナの外傷治療システムは未熟で全体として欠陥がある。しかし、急速に米国主導で救急医療体制が構築されつつある。現状では医療レベルは個々の医療施設の能力に依存していて、国全体での救護システムがない。エビデンスに基づいた治療ガイドラインのようなものもない。外科医を含めて旧ソ連時代の“ものを言わない古い体質”が残っている。救急医療体制ができておらず、プレホスピタルでの治療が行われてない。Joint Trauma Registry のような外傷登録システムがなく、どんな治療が行われているか詳細が不明である。

【ウクライナでのプレホスピタルケア】

前述したが、地域や施設間での格差が激しく、施設間の相互連携がない。航空機を使った患者後送はなく、救急車、車、列車といった後送手段を使っているが、医療を受ける場所までの列車での後送には 2, 3 日もかかっている。

【ウクライナにおける病院での治療】

外傷や熱傷のガイドラインがない。ATLS (advanced trauma life support)がなく、主観的治療がなされている。最近教育された若い医者の方がエビデンスに基づいた治療ができる。軟部組織の治療方針がバラバラで統一されていない。四肢の骨折を直すのに時間をかけす

ぎている。医療備品が不整備で欠乏している。人工呼吸器チューブのような消耗品もストックがない。もし、お金を持っていたら医療機器を自費で買う。大怪我しても家族に金がないと何もできない。感染制御が徹底されておらず、単純に手を洗うだけ。一方、抗生剤は使い過ぎで、多剤耐性菌を作っている。

R6:米国・米軍の最新 CBRN 防護施策

R6 年度は米国における最新の CBRN 対処に関する動向を CBD S&T に参加して調査したので以下に紹介する。

Vann 氏(**NBC 防護プログラム担当国防次官補**)

最近 2 年間の CBRN 分野でのオーバービュー

【講演概要】これまでに、エボラや、英国での神経剤ノビチョクによる暗殺事件、コロナパンデミックなど、いろんな脅威があった。国際的な協力が CBRN 防護、とくに CB 対処では重要だ。我々の目的は米国民の保護、そして民主主義の保護にある。自由で開かれたインド太平洋に言及し、日本が重要だと言っていた。また、ロシアのウクライナでの大規模な軍事侵攻にも言及し、ウクライナの民主主義を守ると言っていた(バイデン民主党前政権のメンバーの発言)。中国のバイオテクノロジーはかなり進んでいいて、その技術の進歩とスピードは我々にとって脅威だ。AI/ML はじめ先端技術はすべて医科学分野に通じており、Human machine interface がその例だ。我々はこの分野におけるアカデミアの貢献に期待・注目している。

Watson 氏(**CB 防護担当国防副次官補**)と **DTRA JSTO (Joint S&T Office)**トップの Kristovich 氏の対談

【対談内容】生物化学防護で重要なことは兵士にとって有用な情報を集めることだ。

INDOPACOM に焦点を当てていた。ここでの作戦域は広大で CBRN 脅威に関しても地政学的な特徴を考慮して、診断や治療処置に工夫が必要だ。一方、国内でも CB テロの抑止には航空機搭乗事前チェックなどに関して進化が必要だと強調していた。

前線での兵士の CB 脅威事案での診断治療をどう進めるか？そのプラットフォーム作りが重要だ。スピード感を持って進める。フィリピンやオーストラリアと協力してやっていく(日本とは言わなかった)。ワクチン接種もその 1 つだ(バイデン民主党前政権のメンバーの発言でトランプ共和党現政権になってからはワクチン政策の見直しが進んでいるようだ)。Small molecule diagnosis を強調していた。

Medical/physiological wearable と physical/environmental wearable に注目していた。ウエアラブルデバイスがキーワードか。バイオサーベイランスも重要で、検知機器の開発を急ぐこと。早期検知のためのデータを収集する。

国際的な生物剤防護は英国とかとも協力してやっている。タイムラインが重要で、先進技術も現場に届くころには時代遅れになっているかも知れない。これら技術を早く現場に届けることが肝要だと言っていた。

Pope 氏(**Cooperative Threat Reduction; CTR** のトップ)

【講演概要】CTR(協力的脅威削減計画)は、旧ソ連の各共和国が保有する大量破壊兵器の脅威を削減し拡散を防止するため，アメリカが 1992 年から行なっている支援計画で、大量破壊兵器の削減をやっている。現在は対象を世界中に広げて大量破壊兵器の削減を行っている。これには生物化学兵器も含まれ、イラクやシリアの化学兵器処理もやった実績がある。カザフスタンではソ連の生物兵器処理、パキスタンでも生物兵器？化学剤？核兵器？を処分

したらしい。ウクライナでの核兵器の処分にも関与している(ソ連邦崩壊直後の話か)。アフリカではワクチンプログラムもやっている。ポリオワクチンがその例だ。OPCW とは特別な関係で、現在は生物化学兵器の破壊を主にやっている。2 つの大きなプログラムがある。

Bio PREVAIL:生物剤に関して。次なるパンデミックに対して世界中で監視をしている。感染症に国境はなく、バイオサーベイランスが重要だ。さらに検知に関する研究開発もやっている。

Global congress on chemical security and emerging threats:化学剤に関して。これは OPCW と深い関係がある。

Hotchikise 氏(**OPCW** アドバイザー)

OPCW(化学兵器禁止機関)は化学兵器禁止条約 CWC (Chemical Weapon Convention)に基づき 1997 年に設立された機関。

【講演概要】

1. 毒性化学剤:前駆体、弾薬化したもの、装備化したもの(兵器ではない)を対象に扱う。平和時では、化学剤になるものはすべて禁止というわけではない。ここがポイントだ。OPCW は 193 か国が加盟。イスラエル、南スーダン、エジプト、北朝鮮の4か国が非加盟。アンゴラやミャンマーも加盟している。米国は現在、完全に化学兵器の製造や保持を止めている。OPCW は、現在も化学物質の国際間の移動を監視している。化学剤に関する緊急事態への対処訓練もやっている。

2. サイエンステクノロジー:これはどんどん進歩していく。AI もふんだんに入って来る。最近の傾向として化学剤だけでなく生物剤や AI/ML、SNS、VR など各分野の境界がなくなってきた。データサイエンスを利用して新規物質を作ったりしている。ロボット技術や自動化技術で脅威となる剤の製造速度が速くなった。散布にはドローンが使われる。

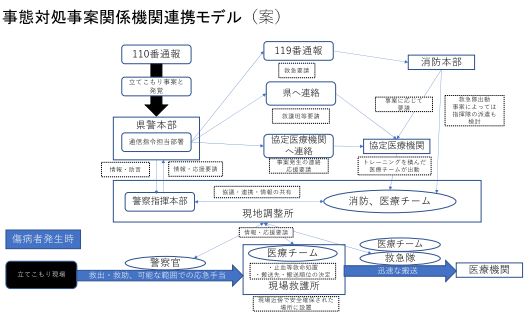
3. AI での研究にも挑戦している。Crowd-sourcing といって、不特定多数の人の寄与を募り、必要とするサービス、アイデア、またはコンテンツを取得するプロセスに注目している。AI やロボットを用いて PPE の製造や創薬が自動化、スピードアップをしている。

✧ 医療と法執行機関との連携:若井聡智　研究代表者、近藤　久禎　分担研究者

令和 4 年度

銃器立てこもりや大量殺傷型事案に対応する医療体制の必要性を提示できた。

「事態対処事案関係機関連携モデル(案)」を作成し、警察・消防・医療機関間の連携イメージを図示した。医療チームの構成、活動地点、安全確保などに関する課題を整理した。



令和 5 年度

医療従事者が現場近くに配置される意義、医療者の安全確保と法的整合性、DMAT が対応可能な理由等を明文化した。関係省庁・自治体・医療機関との意見交換を通じて、制度的障壁(病院長承認、費用・保険対応、指揮命令系統)を抽出した。「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処モデル」への統合可能性を示し、別モデルとしての必要性を区別した。

令和 6 年度

大阪府警との協議を繰り返し、実働訓練に大阪 DMAT が参加して安全性や連携の方法を確認した。 全災害拠点病院からの DMAT 派遣体制を大阪府として正式に承認された。医療と警察間の情報共有シートを作成し、研修および実地訓練で使用して検証した。 さらに事態対処救護研修を大阪府警職員向けに実施した。

＜抽出された課題と対応策＞

令和 4 年度時点では、事態対処事案における医療機関と法執行機関、その他関係機関との連携についての全国的な体制整備の欠如が課題で、解決のためには作成した「関係機関連携モデル」を関係機関に照会し、各関係機関から抽出される意見を反映させて実効性のあるものにすること、と連携してくれる医療チームの補償等の整理をしなければならなかった。

令和 5 年度には、「（たてこもり事件や要人警護の際に）医療が現場近くにいる意義」としては、現場で外傷診療に長けた医療従事者がいた場合、現場近隣の比較的安全な場所まで移動したのち、すぐに応急止血処置を実施できるため救命の確率が十分に上がることが推測できる。と報告した。また、連携してくれる医療チームとしては、現場の医療従事者に求められる能力としては、患者に対する処置が最も大きいが、同時に警察を中心とした関係機関との連携、医療機関との連絡などの調整機能を核とする、いわゆる指揮と連携 Command&Control の役割も求められる。その意味では、DMAT が適していると考えた。

令和 6 年度は、大阪府をモデルケースとしてDMAT研修の際に、アドバンスコースとして、当該事案への対処を学ぶ機会を設けという計画であったが、さらに進んで大阪府 DMAT が立てこもり事案で現場に派遣される体制が構築された。ただし、この体制を全国に普及させるためには、以下の課題があり、対応を講じて実施し続ける必要がある。

1. 事案発生時における DMAT 派遣の正当性と補償：各都道府県の DMAT 活動要領と保険制度の整合性確認が不可欠。
2. 医療者と法執行機関との情報共有：情報シートの活用と訓練による相互理解の促進。
3. 特殊外傷・心理的支援の研修：個人防護用のチョッキ及び防弾チョッキ等の装着者への対応、人質経験者へのケアなど事態対処医療特有の技術習得が必要。
4. 輸血、銃器知識など：今後の研修項目に含め、全国研修標準化を目指す。

✧ 国民保護訓練のあり方に関する研究：若井聡智　研究代表者、近藤久禎　分担研究者

令和 4 年度

沖縄県先島諸島を対象とした図上訓練において、武力攻撃予測事態における避難の基本方針を確認した。要配慮者の搬送時期・搬送手段・搬送先の選定については考慮されておらず、会議への医療分野からの参加が少ない現状を踏まえ、要配慮者支援の必要性を関係機関に提言した。またその搬送計画には、避難行動要支援者を九州まで移送することは困難であり、与那国島の要配慮者を石垣島にある県立八重山病院で受け入れる計画も策定していただきたいことを説明した。

令和 5 年度

鹿児島県図上・実働訓練

鹿児島県庁に保健医療福祉調整本部が設置され、鹿児島県：口永良部島・屋久島の住民（要配慮者 324 名を含む）を対象とした実働訓練を実施した。鹿児島県 DMAT を中心に、屋久島の入院患者避難調整、急変時対応が実

施された。屋久島から鹿児島本土の受け入れ港に中継地点での救護所設置等を設置し、健康状態をチェックして搬送手段、搬送先調整することとしたため、妊婦の急変事案、屋久島の入院患者について健康状態が悪化することなく搬送できた。自閉症やひきこもり状態の住民避難の際に DPAT が助言をして対応した。

沖縄県意見交換会・図上訓練

要配慮者を、独歩・護送・担送・重担送に分類し、各市町村でそれぞれの人数を確認したが、市町村毎の要配慮者の基準が曖昧であり、正確な人数把握ができていなかった。

石垣市では、QR コードを活用した住民避難登録カードを作成した。この目的は、一般住民が航空機で避難する際に、空港で円滑に乗り込むためのものであり、要配慮者の情報を把握するためには今後、改善が必要であると思われた。

令和 6 年度

要配慮者を 7 分類（独歩、要配慮独歩、護送、要医療護送、担送、要医療担送、重担送）に分類し、それぞれに必要な搬送手段と人的資源を整理した。

民間航空機、船舶、自衛隊 PFI 船、海保巡視船等のアセットを基に、最大 2 万人/日規模の避難輸送力を確保可能と試算された。 医療者や介護士の付き添い条件を属性別に明文化し、搬送計画に反映させた。

宮古島市、多良間村、石垣市、竹富町、与那国町における要配慮者の人数把握を実施し、属性別に搬送想定を立案。要配慮者の7分類ごとの搬送途中に必要な付き添いのための人的資源の整理（案）をした。

先島各市町村の要配慮者数

✧ 宮古島市における行政の支援を要する要配慮者の概数は、4,582 人。

（うち①在宅：3,392 人、②社会福祉施設入所者：659 人、③入院患者：531 人）

✧ 多良間村における行政の支援を要する要配慮者の概数は、25 人。

（うち①在宅：25 人、②社会福祉施設入所者：0 人、③入院患者：0 人）

✧ 石垣市における行政の支援を要する要配慮者の概数は、3,012 人。

（うち①在宅：1,971 人、②社会福祉施設入所者：696 人、③入院患者：345 人）

✧ 竹富町における行政の支援を要する要配慮者の概数は、33 人。

（うち①在宅：14 人、②社会福祉施設入所者：19 人、③入院患者：0 人）

✧ 与那国町における行政の支援を要する要配慮者の概数は、11 人。

（うち①在宅：11 人、②社会福祉施設入所者：0 人、③入院患者：0 人）

＜抽出された課題と対応策＞

令和 4 年度

要配慮者の避難支援活動の必要性を認識しているものの、対応方法を検討するに至っていなかった。武力攻撃予測事態において、多数の住民を安全に避難させるためには、我が国の災害医療の経験と考え方を基に進めていくことが極めて重要である。

令和 5 年度

特に鹿児島県の実働訓練を通じて、以下の項目に課題があることが判明した。

①武力攻撃事態等を含む国民保護事案で被災者への支援を行う医療者の選定

②保健医療福祉分野が対応すべき対象

③搬送途中の事故やサイバー攻撃など突発的事案への対応

④天候、武力攻撃開始、搬送拒否、体調悪化など不確定要素への備え

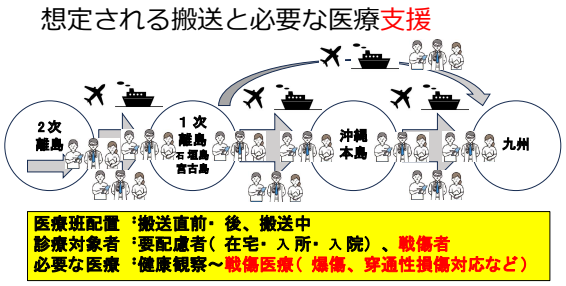
⑤避難住民のトラッキングシステムと情報管理

⑥避難後生活の中長期的問題

令和 6 年度

① 要配慮者7分類の一般化

② 輸送力の確保
③ 搬送に関わる人的資源の確保
搬送元医療者の不足や、搬送途中に加えて搬送直前、到着直後など搬送中継地点での健康チェック人員等を考慮すると相当数の医療者が、避難対象地域を支援する必要があると考えられる
これには、医療者のスキルに合わせて段階的に業務を決定することも必要であると考える。また、多数の住民を安全に避難させるためには、支援する医療福祉関係者に対して、国民保護事案及び災害時の搬送に関する教育、実働訓練が必要となる。また、搬送に関わる資機材の確保も必要である。



✧ CBRNE テロリズムに関連する化学物質の管理に関する研究：江川 孝 研究分担者

PubMed を用いて「terrorism」及び「Chemical agents」のキーワードで、2012 年から 2022 年の 10 年分の文献を検索した結果、129 件が該当した。検索した 129 件中、「Organophosphate」と and 検索で 12 件の論文が、「Fentanyl」との and 検索で 4 件の論文が該当した。また、第 4 世代神経剤であるノビチョク（Novichok）との and 検索では、1 件の論文が該当した。オーストラリア政府は、Pharmaceutical Benefits Scheme（PBS）の一環として、Take Home Naloxone（THN）予備研究に資金を提供した。THN の評価は、主要な評価項目に取り組むために、一次データ収集活動を併用した。量的データと質的データの両方が、消費者（THN の受領者）としてパイロットに参加した人々と、ナロキソンが提供された施設の第一線スタッフ（アクセスサイトスタッフ）から収集され、オピオイドとナロキソンの供給と使用に関する行政データと調査データの分析を収集した。その結果、18 ヵ月間に 27,955 件のナロキソンが供給されたことが記録されており、これに対して過去 2 年間の PBS による供給は 3,579 件であった。図 1 に韓国（KDMAT）の対テロ時に展開される診療サイトの処置室を示す。KDMAT は、放射線災害や化学テロに備えてヨウ化カリウム剤（KI：安定ヨウ素剤）、Ca−DPTA/ Zn−DPTA、プルシアンブルーを備蓄しており、その規模は 1,000 人に対して 2 週間分の供給が可能となっている。また、これら備蓄医薬品は 3 年ごとの更新が行われている。



図 1 対テロ時の処置室（KDMAT）

✧ NBC診断・治療 に関する研究：竹島 茂人 研究分担者

化学剤検知紙については、国内メーカーからも入手可能であった。米国アマゾンからのネット購入も可能であったが、国内メーカーからの方が、リーゾナブルに購入できた。
＜参考＞
東洋紡株式会社からの見積金額
品名： 化学剤検知紙
数量： 10 冊
金額： 7,150 円（税込）

D. 考察

- **CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）の改訂に関する研究**

（高橋礼子　研究分担者）

アンケート結果では、MED-ACT の各項目において「丁度良い」との評価が多く、特に生物・放射線・爆発といった個別領域では、内容の妥当性が比較的高く評価されていた。一方で、視認性やユーザビリティに関する課題も挙げられており、読みやすさや構成にばらつきが見られた。こうした点については、MED-ACT が既存資料を引用して構成されている特性上、各資料ごとに構成や表現が異なることが原因と考えられる。特にフローチャート形式の有無や視覚的整理の程度に差があり、それが読みやすさの評価にも反映された。中でも核・放射線・爆発テロについては、もともと一体化されたガイドラインや視覚資料が整っていることもあり、高評価を得ていたが、他分野との構成上の不一致は避けがたく、MED-ACT 側で独自に統一するには制約がある。このような構成の不統一や視認性の差異は、以前から指摘されている課題であり、本研究としても重要性は認識している。ただし、現時点での改訂では対応に限界があり、引用元との調整や将来的な再構成の可能性を視野に入れつつ、今後の検討課題として位置付けるにとどめたい。

システム面では、PWA 機能や検索機能、ページ内リンク、文献リンクなどの多様な要素が「有用である」と評価された一方、実際には「使っていない」「存在を知らなかった」とする回答も目立ち、機能の周知不足が課題として浮かび上がった。検索機能については特に不満の声が多く、ヒットの不安定さや複数語検索の不可といった技術的制限に対して改善要望が集中していた。この点に関しては、現在 H-CRISIS サイト全体で検索機能のアップデートが進行中であり、MED-ACT もその一環として対応予定である。将来的には、健康被害危機管理事例データベースのようにタグ付けや組み合わせ検索が可能な構成に改修され、検索結果の精度や利便性が向上することが期待されている。また、ピンポイント表示のためのシステム高度化には一定の費用と時間を要することから、段階的な改修として来年度以降も継続して検討していく必要がある。

また自由記載の「緊急時にすぐ確認できる構成にしてほしい」「予習していないと目的の情報にたどり着きにくい」といった声からは、テロ発生時に迅速かつ的確に必要な情報へアクセスできるという、MED-ACT 本来の目的に対する期待が感じられる。しかし、前述の通り MED-ACT は既存資料をベースに構成されており、利便性や視認性の面では一部に限界がある。特に構成の統一や視覚的整理といった点については、引用元の制約もあり、ツール側での柔軟な対応が難しい面がある。そのため、検索機能やナビゲーション機能の充実によって補完を図ることが理想とされるが、現時点では H-CRISIS 全体のシステム改修との連携状況もあり、十分な改善には至っていないのが実情である。このような状況を踏まえ、災害時の即時対応が MED-ACT の主目的である一方で、平時の研修や訓練、教材としての活用も一つの応用の方向性として考えられる。

さらに、現在の MED-ACT が CBRNE テロ対応を主軸として構成されている一方、近年では実際にサイバー攻撃を受けた医療機関も発生しており、現実的な脅威として無視できない状況にある。今後はこうした新たなリスクにも目を向け、必要に応じて対応範囲を見直していくことも検討課題となる。今後は、CBRNE に限らず多様化する健康危機に対応できるよう、他領域との連携や情報内容の拡充についても検討を進める必要がある。（但し、MED-ACT を掲載している H-CRISIS（国立保健医療科学院所

管）が、デジタル庁発足に伴い、予算を前年度6 月までに申請することが必要になったため、今後の新規資料掲載については前年度6月までに掲載時の仕様含めて調整する必要があり、より計画的なブラッシュアップが必要となる）

総じて、今回の調査結果は、現状のMED-ACT が一定の評価を得ている一方で、視認性・操作性・機能性のさらなる改善と、利用場面に応じた柔軟な構成の必要性、そして対象領域の拡張性といった多面的な視点から、今後の発展に向けた明確な指針を与えるものである。

- **CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究**

✧ 放射線：明石真言 研究分担者

以上述べた国際機関、NPO、学会等が実施した研修に参加、また会議に参加した。我が国の従来の RN 災害やテロに対する医療対応の研修は、以前はそのほとんどが原子力施設のある自治体に限定されていたが、最近は原子力施設の有無に関係になく参加できる研修が多く、オールハザードという点も加味されてきた。

自然災害に比し CBRNE 事象の頻度は低く、その対応には専門性が高く専門家の数は限られているのが現状である。一方では、その対応には他の領域との共通点もあり、経験の情報共有は非常に重要である。各事象は独立して起こるとは限らず、複合事象として起こる。東日本大震災がそうであり、核兵器もその範疇に入ることは言うまでもない。NCT や日本 CBRNE 学会のように、地味ではあるが、可能な限りの出せる情報を共有できる機会を作ること、自然災害も含めたオールハザードの対応が求められる。

今回も国際原子力機関 IAEA、経済協力開発機構／原子力機関 the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) Nuclear Energy Agency (NEA) 、世界原子力発電事業者協会 The World Association of Nuclear Operators (WANO) が運営している Nuclear Events Web-based System (NEWS)によれば、盗難線源や健康影響が現れない程度の被ばく事故の報告はあるが、それ以上のものはない。
https://www-news.iaea.org/Default.aspx

数少ない情報の共有および収集の継続は不可欠である。

✧ 生物剤及びリスクコミニュケーション：齋藤智也 研究分担者

3 年間の研究活動を通じて、今後の生物テロに関する計画的対処を考えるうえで多くの示唆が得られた。

海外の生物テロ演習事例は、CBRN 対応におけるフォーマルな連携と細部の作り込みが丁寧に行われており、本気度が高く、過去の演習で明らかになったギャップを埋めてテストする位置付けが明確であるとの印象を受けた。これらの計画から演習、フィードバックに至るプロセスは非常に示唆に富み、国内関係者の動機づけに有用であったと考えられる。病原体を専門的に扱う機関の役割や、保有すべき機能（検査や検体採取の専門知識、現場に急行可能な部隊、機微情報扱い）といった点についても有用な知見であった。日本も要素では引けを取らないが、“カオスが生じる”ような「本気」の訓練・演習に真摯に取り組む必要がある。

現場対処の訓練参加は非常に重要な機会となった。各セキュリティ機関の想定する「現場」は異なることから、演習を通じてイメージを擦り合わせていく必要がある。また、想定される現場についてより理解を深め、SOP や特殊な用語、装備に関する理解を深めることが重要であると

考えられた。
GHSAG BioWG での議論は、生物テロ対応に関する全体像の洗い出しと関係機関との役割分担を明らかにし、連携すべき領域を明確にした。また、ドイツの専門家による講義や CrimEpi ワークショップは、多くのセキュリティ機関と公衆衛生機関の参加を得て、知見の共有と連携強化の機会となった。
引き続き同グループでの情報共有を継続し、生物テロ対応に関して、警察・消防との情報共有・強固な連携を推進していく意義がある。今後もアウトリーチを継続し、消防等との図上演習に参加して関係を構築しつつ、生物テロ対処に関する合同演習の企画を検討する必要がある。

✧ 化学剤:大西光雄 研究分担者

化学テロ・化学物質事案において、「覚知」と初動アセスメントが重要である。各国で経験した事案から、関係機関としては、中毒情報センター、公衆衛生、法執行機関、医療機関等が挙げられ、地域住民とのリスクコミニケーションが重要であることが示唆された。現在、多職種・多分野における「覚知」「連携」「備え」といった多層的な体制は国際的な課題とされ、整備・構築されつつある。国内において、多職種・多分野の医療従事者や公衆衛生関係者に対してオンセットが明らかではない化学物質事案への対応を含む教育、SNS 解析による覚知システム、平時からの化学物質情報の可視化、他機関連携型の BCP・医療体制の整備といったシステム整備が求められる。また、この連携体制は化学事案発生時のみならず、平時から常時連携する体制構築が求められると考えられた。

✧ 自衛隊・軍事関連分野における国際知見(NBC 関連):木下学 研究分担者

R4 年度の MHSRS はコロナ禍の中断を経て 3 年ぶりに開催された。COVID−19 パンデミックに如何に米国が対応したかのレビュー的な要素が強かったが、他のウイルスや細菌感染へのワクチン開発もしっかりと行っていた。しっかりとした見解には未だ至っていなかったが、ロシアや中国を対抗勢力と定め、認知戦を絡めた CBRN 脅威というものにも関心を払っていた。

R5 年度の MHSRS ではウクライナ戦争での米国のウクライナ支援が重要なテーマであった。1,000 以上の医療施設が物理的に破壊されたが、ロシア軍は医療施設を攻撃の標的にしている現状がある。ロシア軍のドローンは医療後送車を標的にしている。また、ウクライナでは定時手術や通常の診療がストップしている。酸素ボンベも欠乏している。燃料の備蓄や入手が困難になっており、移動や通信が不確実になっている。病院ではバックアップの発電機に常に頼っている状態。公衆衛生的には、人混みがひどく病気が蔓延する状態になっている。喫煙や糖尿病、高血圧がウクライナ市民には多い。メンタルヘルスのケアも必要だ。負傷者は、情勢が不安定な地域で発生している。従来通りの地上戦での負傷者が多い。衝撃波と Shrapnel injury(爆弾破片での損傷)の複雑な負傷だ。熱傷治療も重要だ。実際の治療では、緊急時の外科資材、鎮痛薬、輸血システムやキットが深刻な不足に陥っていた。ザポリージャやチェルノービリなどの原発施設での攻防も伝えられており、負傷者が出ている模様であるが、放射線被ばくなどに関する詳細な報告はなかった。同様に、マリウポリでのアゾフ廃り製鉄所の攻防戦では、地下に立てこもるウクライナ軍に対して、ロシア軍の化学剤による攻撃が

容易に想像できたが、これに関する詳細な報告もなかった。CBRN の脅威はウクライナ戦では常に現実的な脅威として存在しているが、詳細な事実は今後、明らかになって来ると期待する。

R6 年度の CBD S&T では 1. Organ on a chip が微小生体模倣(microphysiological)システムと名を変えて前回の学会よりもさらに多くの発表がなされていた。しかし、革新的な進歩は見当たらず、むしろ批判的な質問が散見された。2. AI/ML はさらに注目度が増し、これをベースにしたデータサイエンス的な発表が明らかに増えていた。3.ウエアラブルデバイスも関心が高く、これと連動したバイオサーベイランスは話題になっていた。印象に残ったのは、アカデミアの発表よりベンチャー企業からの発表が目立っていた点だった。米国においてさえも科学技術の先細り感が感じられた。新型コロナ感染症やmRNAワクチンに関する発表もほとんどなく、もはや関心は次の段階へと移っているようであった。

✧ 医療と法執行機関との連携:若井聡智 研究分担者、近藤 久禎 分担研究者

本邦でも昨今、「ふじみ野市散弾銃男立てこもり事件」「東京都大田区猟銃男立てこもり事件」(共に令和4年)、「長野県中野市猟銃男立てこもり事件」「福岡県糸島市医院立てこもり事件」「埼玉県蕨市郵便局立てこもり事件」(共に令和5年)「千葉県船橋市アパート立てこもり事件」(令和 7 年)など、銃器及び刃器を使用した立てこもり事件が頻発している。さらには、「安倍晋三銃撃事件」等の要人を標的とした銃撃事件など、今後も、同様の事案が増加する可能性が高いと考えられる。そのため、事態対処医療の普及と、医療機関と法執行機関、その他関係機関との連携が急務であると思われる。

連携体制構築の第一歩として、大阪府における全災害拠点病院からの大阪 DMAT 派遣体制は、全国展開のモデルとして非常に意義深い。今後は、大阪モデルを他都道府県へ展開し、事態対処医療に精通した人材の育成と訓練機会の拡充を推進すべきである。併せて、CSCA 等の標準化を通じて、全国一律の対応力強化が必要である。

さらに、医療者に対する事態対処医療の啓蒙や教育、また CSCA を含む事態対処医療の全国標準化が実現されれば、武力攻撃事態等に対する国民保護における医療支援を円滑に行われると考える。そのため、より多くの医療者が事態対処医療に精通することは、国民保護という観点からも極めて重要である。

✧ 国民保護訓練のあり方に関する研究:若井聡智 研究代表者、近藤 久禎 分担研究者

3年間を通じて、国民保護における要配慮者の避難について検討されるようになった。
現時点では、要配慮者を7分類し、それぞれの分類ごとに適切な搬送手段と必要となる人的資源を検討している段階であるが、人的資源・輸送力・情報管理システムの整備等において未だ多くの課題がある。
対策本部設置など、災害医療のノウハウが国民保護の枠組みに十分に反映される用にすることが重要であると考える。

✧ CBRNE テロリズムに関連する化学物質の管理に関する研究:江川 孝 研究分担者

PubMed を用いて「terrorism」及び「Chemical agents」のキーワードで、2012 年から 2022 年の 10 年分の文献を検索した結果、「有機リン化合物(Organophosphate)」と and 検索で 12 件の論文が該当した。有機リン化合物

の神経剤は、最も致命的で容易に使用できる化学兵器の一つであり、テロの世界的な脅威を考えると、有機リン化合物について基本的な理解を深めておくことが重要である。有機リン化合物には、サリン（GB）、ソマン（GD）、VX などがある。1900 年代前半から半ばにかけて、化学的に類似した殺虫剤から開発され、その揮発性と兵器化の可能性が第二次世界大戦中に利用されたが、戦争中に使用されることはなかった。神経ガスの最近の使用例としては、1995 年の地下鉄サリン事件、2017 年の金正男暗殺事件（VX のバイナリーフォームを使用）がある。最近では、セルゲイ・スクリパルやアレクセイ・ナヴァルニーの暗殺未遂事件で、VX よりも強力な「ノビチョク」が使用されている。G 剤、V 剤、ノビチョク剤はいずれもアセチルコリンエステラーゼ（ChE）を阻害することで致死的に作用する。ヒトでのアセチルコリンエステラーゼ作用の阻害は、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、急性ムスカリン様症状（流涎、流涙、排尿、下痢、嘔吐、気管支漏、気管支攣縮、徐脈、縮瞳など）及び筋肉の線維束性収縮や筋力低下など一部のニコチン様症状を引き起こす。これらの症状は曝露から数日～数週間後に神経障害が発生する可能性がある。急性ムスカリン様症状に対しては、試験的なアトロピンの投与が行われる。気管支漏および気管支攣縮は、用量調節した高用量のアトロピンを投与し、神経筋毒性にはプラリドキシムヨウ化物の適応となる。有機リン中毒は有機リン化合物が生体内 ChE に結合してリン酸化し、アセチルコリンの分解を阻止することによりアセチルコリンが蓄積して中毒症状を起こす。プラリドキシムヨウ化物は、このリン酸エステルを ChE より離脱させ、ChE の酵素活性を回復させる。しかし、日本の保険診療においてサリンの解毒剤とされる「パム（プラリドキシムヨウ化物）静注 500mg」は、サリンへの適応がないことや筋注ができないこと等の問題がある。一方、「terrorism」及び「Chemical agents」のキーワードと「Fentanyl」の and 検索では、4 件の論文が該当した。フェンタニル誘導体は、我が国で、全身麻酔、保険適用の範囲で全身麻酔における鎮痛、局所麻酔における鎮痛の補助及び激しい疼痛(術後疼痛、癌性疼痛なで)に対する鎮痛に対してフェンタニルが使用される。フェンタニル中毒（過量投与）の症状は、薬理作用の増強により重篤な換気低下を示す。換気低下又は無呼吸の場合には酸素吸入を行い、必要 に応じて呼吸の補助又はコントロールを行う。呼吸抑制は麻薬拮抗剤の作用より長く続くおそれがあるため、必要に応じて麻薬拮抗剤(ナロキソン、レバロルファン等)の投与を行う。ナロキソンは、オピオイド受容体において麻薬性鎮痛剤の作用を競合的に拮抗することにより、これらの薬剤（フェンタニル）に起因する呼吸抑制等の作用を改善する。我が国では、処方箋医薬品であり、処方箋により使用される。しかし、アメリカでは薬物の過量投与による死亡例が 1999 年以降倍増しており、2013 年には 43,982 例の死亡が報告されている。これらのうち、オピオイド鎮痛薬の処方による死亡例は 16,235 例(37%、オキシコドン、ヒドロコドンなど)、ヘロインによるものは 8,257 例(19%)であった。薬物使用者および家族や友人の薬物過量摂取を把握した場合、地域ベースの過量摂取予防プログラムとして、専門家ではない一般人に対し、ヘロインやオピオイドによる致死的な呼吸抑制を改善するオピオイド拮抗薬であるナロキソンのキットを配布し、使用法の練習が提供されている。

有機リン化合物およびカーバメート化合物は、消化管、肺および皮膚から吸収される。血漿および赤血球コリンエステラーゼを阻害してアセチルコリンの分解を妨げ、アセチルコリンがシナプスに蓄積する。カーバメート化合物は、曝

露から約 48 時間以内に自然に消失するが、有機リン化合物はコリンエステラーゼに不可逆的に結合する。治療には、アトロピンが気管支攣縮および気管支漏の軽減のために十分な量で投与され、神経筋症状の軽減するためにプラリドキシムヨウ化物がアトロピンの後に投与される。また、ベンゾジアゼピン系薬剤が痙攣発作に対して使用される。シアン(C N −)は、3 価の鉄イオン(F e3 +)と強い親和性を持ち、ミトコンドリア内呼吸酵素であるシトクロム酸化酵素の Fe3+と結合して酸化的リン酸化能を阻害する。その結果、細胞内ミトコンドリア内におけるブドウ糖からのエネルギー産生が停止して酸素が組織に供給されても利用できない組織酸素代謝失調を引き起こす。シアン中毒では、解毒療法として亜硝酸・チオ硫酸療法が確立されている。亜硝酸・チオ硫酸療法は、酸化剤として亜硝酸アミルや亜硝酸ナトリウムを投与することにより、人為的にヘモグロビンの Fe2＋を Fe3＋（メトヘモグロビン）に変え、シアンメトヘモグロビンを形成させ、シアンとシトクロムオキシダーゼの Fe3＋との結合を解離させる。さらに、亜硝酸アミルや亜硝酸ナトリウムに加えてロダネーゼの基質としてチオ硫酸ナトリウムを投与し、メトヘモグロビンと結合したシアンをチオシアン酸に変化させて尿中へ排泄する。しかし、チオ硫酸ナトリウムは、作用発現が遅いため、亜硝酸ナトリウムあるいはヒドロキソコバラミンとの併用が推奨されている ヒドロキソコバラミンは、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とシアンイオンが置換することにより、シアノコバラミンが形成され、尿中に排泄される。ジメルカプロールは、金属イオンに対する親和性が強く、体内の諸酵素の SH 基と金属イオンの結合を阻害する。また、既に結合が起こっている場合、金属と結合して体外への排泄を促進し、阻害されていた酵素の活性を賦活する効果を示す。ジメルカプロールは、ヒ素、水銀、鉛、銅中毒に有効であることが確認されており、金、ビスマス、クロム、アンチモンによる中毒の毒性を低下させるがウラニウムには無効である。ペニシラミンは、鉛・水銀・銅などの重金属とキレート化合物を生成しその排泄を促進させる。ウイルソン病の治療では、ペニシラミン 2 分子が血清銅 1 分子と 結合して可溶性のキレートを形成し、尿中排泄を促進する。プルシアンブルーは、腸管内で放射性セシウムおよびタリウムを捕獲し、体内に再吸収されないように働き、捕獲された放射性セシウムおよびタリウムはそのまま腸管内を移動し、便として体外へ排泄される。メチレンブルー（メチルチオニニウム塩化物）はメトヘモグロビン形成物質によるメトヘモグロビン血症に対して用いられる。メチルチオニニウム塩化物は、赤血球において、NADPH 還元酵素存在下でメチルチオニニウム塩化物により生成したロイコメチレンブルーが、メトヘモグロビンをヘモグロビンに還元して、メトヘモグロビン血症を改善する。ホメピゾールは、肝臓アルコールデヒドロゲナーゼによるエチレングリコールあるいはメタノールの代謝を阻害し、それらから生成されるグリコール紗案、ギ酸、シュウ酸などの有害な代謝物の生成を抑制することにより、エチレングリコール中毒あるいはメタノール中毒における中毒症状を改善する。医薬品の使用期限は、製造された後にその安全性や有効性が保証される期間を指す。一般的に、医薬品の使用期限は製造日から数年間とされているが、具体的な期間は製品や成分によって異なる。一般的に、使用期限は、安全性の確保、有効性の確保、安定性の確保の要素を考慮して決定される。製造業者は、通常の保存条件での安定性テストに加えて、加速試験を行うことがある。加速試験により、製品の長期間の安定性を予測し、使用期限が決定される。

わが国では、原子力災害が発生した場合に

備えて原子力災害医療を適切に実施するため、都道府県、原子力発電所が設置してある地方自治体、消防機関、原子力事業者及び高度被ばく医療支援センターなどは、その役割に応じて要員や資機材の確保、訓練の実施など、あらかじめ必要な体制が整備されている。高度被ばく医療支援センター（弘前大学、福島県立医科大学、量子科学技術研究開発機構、福井大学、広島大学、長崎大学）は、平時では主に高度専門教育研修等を行うとともに、原子力災害時には原子力災害拠点病院では対応できない高度専門的な診療及び原子力災害拠点病院等への医療支援等を行う。また、原子力災害医療・総合支援センターは、平時では主に原子力災害拠点病院に対する支援や関連医療機関とのネットワークの構築を行うとともに、原子力災害時には原子力災害医療派遣チームの派遣調整等を行う。原子力災害が発生した場合、被ばく傷病者等への対応が想定されることから、都道府県、消防機関、自衛隊、原子力事業者及び防災関係機関は、その役割に応じて避難退域時検査や簡易除染、高線量被ばく傷病者等の治療を行う高度被ばく医療支援センターなどへの搬送などの医療活動を実施する。都道府県薬剤師会は、都道府県の要請により災害薬事コーディネーターを県の災害対策本部に設置される保健医療福祉調整本部に派遣し、災害支援薬剤師の派遣調整を行う。また、災害支援薬剤師は指定避難所などに隣接する場所に設置される避難退域時検査会場や指定避難所に派遣される避難退域時検査班、医療救護班、健康管理班の一員として救護活動にあたる。安定ヨウ素剤の配布に当たっては、事前配布の場合は医師の関与の元で配布、緊急配布の場合は地方公共団体職員等が配布するとしているが、平時の計画においてはできる限り医師や薬剤師が関与する体制整備を求めている。また、都道府県薬剤師会は、原子力災害が発生した場合に住民等の放射線被ばくに関する不安への対応のため、心身の健康に関る相談体制がとられる。原子力災害により放射性物質が周辺環境に放出された場合、放射性物質のうち放射性ヨウ素が吸入、経口摂取等により体内に取り込まれると、放射性ヨウ素は甲状腺に選択的に集積するため、放射性ヨウ素による内部被ばくの影響により数年から数十年後に甲状腺がん等を発症するリスクが上昇する。また、その影響は年齢が低いほど大きいとされている。放射性ヨウ素による甲状腺の内部被ばくは、安定ヨウ素剤を適切なタイミングで服用することにより予防又は低減をすることができる。ただし、安定ヨウ素剤の効能又は効果は放射性ヨウ素による甲状腺の内部被ばくの予防又は低減をすることのみであり、放射性物質に対する万能の治療薬ではない。安定ヨウ素剤は甲状腺以外の内部被ばく及び希ガス等による外部被ばくには全く効果がなく、避難、一時移転、屋内退避、飲食物の摂取制限等の他の防護措置と組み合わせて活用することが重要である。安定ヨウ素剤の服用は、その効果を最大限に生かすため、40 歳未満の者を対象として原則1回のみの服用となる。特に新生児、乳幼児や妊婦の服用を優先させる。なお、40 歳以上については、放射線被ばくにより誘発される甲状腺発ガンのリスクが認められないことから服用の対象とならないため、被災地の人口特性を考慮した備蓄が求められる。安定ヨウ素剤の副作用は、急性のアレルギー反応と甲状腺ホルモンの分泌異常による中長期的な健康影響が考えられる。ヨード系造影剤により引き起こされるようなアナフィラキシーショックを含むアレルギー反応は、ヨウ素含有量や投与方法等が異なり、安定ヨウ素剤の服用で生じる可能性は極めて低い。また、安定ヨウ素剤に含まれるヨウ化カリウムによりアレルギー症状が生じる可能性は 極めて低く、ヨ

ウ化カリウム以外の添加物についても、他の薬剤及び食品添加物として汎用されている使用実績や、含有量が微量である点からも安全性は極めて高いといえる。甲状腺ホルモンの分泌異常による中長期的な健康影響についても、単回服用で生じる可能性は極めて低い。アナフィラキシーショックを含む急性のアレルギー反応は極めてまれだが、救護所等での体制整備や受入れ可能な医療機関との連携等に努め、適切な対応をとる必要がある。また、甲状腺ホルモンの分泌異常による中長期的な健康影響は、妊婦の単回服用の場合、一般成人のデータによると甲状腺機能は正常範囲内の一過性の変化であると考えられ、経過観察を優先すべき対象者は新生児となる。服用後数日以降の経過観察について、特に新生児が服用した場合の甲状腺機能低下症については配慮が必要であり、血液検査等による確認を行うことが考えられる。安定ヨウ素剤の服用トリアージ（優先順位の決定）も、災害時には考慮されるべきである。

✧ NBC診断・治療　に関する研究：竹島　茂人　研究分担者

C 剤検知紙の入手は、米アマゾンからのネット購入は可能であった。更に、陸上自衛隊関係者からの情報で、東洋紡株式会社から入手可能の情報があり、問い合わせたところ、県立病院からの購入も可能であった。各種情報は、鵜呑みにすることなく確認が必要と考えられた。

E. 結論

3年間の研究を通じて、放射線危機管理分野において、IAEAやWHO等の国際機関の研修・会議を通じて放射線災害医療の最新知見を収集し、国内研修への応用可能性を検討した。放射線被ばく時の対応医薬品や人材育成プログラムの必要性を指摘し、放射線分野における多職種連携教育の重要性を訴えた。

生物テロとリスクコミュニケーション分野では、GHSAG BioWG の共同議長として、国際会合を通じて生物テロに関する知見を発信した。日本国内では消防・自衛隊等と合同訓練を実施し、公衆衛生と治安機関の連携課題を洗い出した。今後の対処戦略と訓練モデル構築が求められる。

化学物質と薬事制度においては、フェンタニル誘導体や有機リン系神経剤など新たな化学的脅威の調査を実施し、これらへの備えとして中毒情報センターの整備、解毒薬の供給体制、関連法制度の強化が不可欠とされた。インフォサーベイランスによる早期検知の必要性も提起された。

NBC 診断・治療資機材においては、化学剤の現場対応に必要な検知紙や拮抗薬の国内調達状況を調査した。自動注射器や除染資材の供給に関する課題を整理し、CBRNE医療資機材の整備指針構築の必要性を指摘した。特に現場実用性を重視した対応が必要である。

軍事医学・NBC 国際技術の動向では、米国での軍事医学会議や国防機関主催の技術会議に参加し、AI、バイオセンサー、ウェアラブル機器を用いた CBRNE 対応の技術動向を調査した。ウクライナ支援やCOVID-19の対応事例から、軍事・民間医療の連携の重要性を指摘した。

医療・法執行機関連携／国民保護においては、大阪DMATと警察の連携による「大阪モデル」を確立し、事態対処医療の即応体制を構築した。さらに、沖縄県先島諸島での国民保護における要配慮者避難訓練では属性別7分類に基づく搬送資源の試算がなされ、地域間連携と人的資源配置の課題を明確化した。また、CBRNE テロ対応の実務支援ツール「MED-ACT」の改訂を行い、特に実務的有用

性と視認性の向上に努めた。WEB アンケートによる評価では内容面への高評価が得られた一方、ユーザーインターフェースや検索機能には改善余地が指摘された。緊急時に即応できるツールとしてさらなる改修が求められる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

【海外】

(木下 学)

1) Tanoue T, Kinoshita M, Kearney BM, Ito S, Goto H, Yamashiro A, Fukunaga T, Sato H, Mori K, Kuwata K, Matsubara H, Kato A, Nakashima M, Nakashima H, Imakiire T, Oshima N. Lipopolysaccharide preconditioning augments the antibacterial activity of renal macrophages and ameliorates acute kidney injury caused by *Staphylococcus aureus* bacteremia in mice. Innate Immun *in press*

2) Goto H, Ishikiriyama T, Oe K, Asaga R, Sato H, Mori K, Kearney BM, Nakashima H, Sugaya T, Kinoshita M, Oshima N. Liver Fatty Acid−binding Protein Point−of−Care Testing Detects Heat−induced Organ Damage: A pilot Study in Japanese Male Self−Defense Force Personnel. Sci Rep 2025, 15;7197. doi: 10.1038/s41598−025−91685−7

3) Nakashima H, Kearney BM, Kinoshita M. The liver X receptor promotes immune homeostasis via controlled activation of the innate immune system in the liver. Biomolecules 2024, 15:25. doi: 10.3390/biom15010025.

4) Koga K, Satoh Y, Kashitani M, Nakagawa R, Sato M, Asai F, Ishizuka T, Kinoshita M, Saitoh D, Nagamine M, Toda H, Yoshino A. Augmentation of psychiatric symptom onset vulnerability in male mice due to mild traumatic brain injury. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry 2024, 136;111153. doi: 10.1016/j.pnpbp.2024.111153

5) Takase B, Higashimura Y, Masaki N, Kinoshita M, Adachi T, Sakai H. Liposome−encapsulated hemoglobin rescues hemorrhagic shock heart through anti−ischemic and anti−arrhythmogenic effects on myocardium in repetitive 65% bleeding rat model. Artif Organs 2025, 49;39−51. doi: 10.1111/aor.14858

6) Yanagisawa H, Maeda H, Noguchi I, Tanaka M, Wada N, Nagasaki T, Kobayashi K, Kanazawa G, Taguchi K, Chaung VTG, Sakai H, Nakashima H, Kinoshita M, Kitagashi H, Iwakiri Y, Sasaki Y, Tanaka Y, Odagiri M, Watanabe H, Maruyama T. Carbon monoxide−loaded red blood cells ameliorate metabolic dysfunction−associated steatohepatitis progression via enhancing AMP−activated protein kinase activity and inhibiting Kupeer cell activation. Redox Biology 76;

103314, 2024. doi: 10.1016/j.redox.2024.103314.

7) Kerney BM, Nakashima H, Kinoshita M. A soldier−scientist in the land of the rising sun. Counting WMD Journal 28; 28−33, 2024.

8) Shirato Y, Hsueh AJ, Mutalib NA, Deng Y, Suematsu R, Kato A, Kearney BM, Kinoshita M, Suzuki H. Bipolar clark−type oxygen electrode arrays for imaging and multiplexed measurements of the respiratory activity of cells. ACS Omega 19; 10825−33, 2024. doi: 10.1021/acsomega.3c09802.

9) Goto H, Nakashima H, Mori K, Tanoue K, Ito S, Kearney BM, Kato A, Nakashima M, Imakiire T, Kumagai H, Kinoshita M, Oshima N. L−carnitine pretreatment ameliorates heat stress−induced acute kidney injury by restoring mitochondrial function of tubular cells. Am J Physiol Renal Physiol 326; F338−51, 2024. doi: 10.1152/ajprenal.00196.2023.

10) Kaneko K, Hagisawa K, Kinoshita M, Ohtsuka Y, Sasa R, Hotta M, Saitoh D, Sato K, Takeoka S, Terui K. Early treatment with H12−(ADP)−liposomes ameliorates post−partum hemorrhage with coagulopathy caused by amniotic fluid embolism in rabbits. AJOG Global Reports 14; 100280, 2023. doi: 10.1016/j.xagr.2023.100280.

11) Nakashima H, Kearney BM, Kato A, Miyazaki H, Ito S, Nakashima M, Kinoshita M. Novel phenotypical and functional sub−classification of liver macrophages highlights changes in population dynamics in experimental mouse models. Cytometry: Part A 103; 902−14, 2023. doi: 10.1002/cyto.a.24783

12) Goto H, Kinoshita M, Oshima N. Heatstroke−induced acute kidney injury and the innate immune system. Front Med 10:1250457, 2023. doi: 10.3389/fmed.2023.1250457

13) Ishida O, Hagisawa K, Yamanaka N, Nakashima H, Kearney BM, Tsutsumi K, Takeoka S, Kinoshita M. *In vitro* study on the effect of fibrinogen γ−chain peptide−coated ADP−encapsulated liposomes on post−cardiopulmonary bypass coagulopathy using patient blood. J Thromb Haemost 21; 1934−42, 2023 doi: 10.1016/j.jtha.2023.03.018

14) Ito S, Goto H, Tanoue K, Koiwai K, Ishikiriyama T, Kearney BM, Mori K, Nakashima M, Nakashima H, Kumagai H, Seki S, Kinoshita M, Oshima N. Early treatment with C−reactive protein−derived peptide reduces septic acute kidney injury in mice via controlled activation of kidney macrophages. J Leukoc Biol 113; 400−13, 2023. doi: 10.1093/jleuko/qiad015

15) Nakashima H, Kinoshita M. Antitumor immunity exerted by natural killer and natural killer T cells in the liver. J Clin

Med 12; 866, 2023. doi: 10.3390/jcm12030866

16) Miyazaki H, Kinoshita M, Nakashima H, Nakamura S, Saitoh D. Pioglitazone modifies Kupffer cell function and protects against *Escherichia coli*-induced bacteremia in burned mice. Int J Mol Sci 23; 12746, 2022. doi: 10.3390/ijms232112746

17) Goto H, Nakashima M, Nakashima H, Noguchi M, Imakiire T, Oshima N, Kinoshita M, Kumagai H. Heat accumulation ameliorated heat stress-induced acute kidney injury and prevented changes in kidney macrophages and fibrosis. Am J Physiol Renal Physiol 323; F243-54, 2022. doi: 10.1152/ajprenal.00065.2022

18) Nakashima M, Kinoshita M, Nakashima H, Kato A, Mori K, Koiwai K, Shinomiya N, Seki S. Mouse liver B cells phagocytose *Streptococcus pneumoniae* and initiate immune responses against their antigens. J Immunol 209; 26-37, 2022. doi: 10.4049/jimmunol.2100520

19) Takase B, Higashiyama Y, Asahina H, Masaki N, Kinoshita M, Sakai H. Intraosseous infusion of liposome-encapsulated hemoglobin (HbV) acutely prevents hemorrhagic anemia-induced lethal arrhythmias, and its efficacy persists with preventing proarrhythmic side effects in the subacute phase of severe hemodilution model. Artif Organ 46; 1107-21, 2022. doi: 10.1111/aor.14170

20) Goto H, Shoda S, Nakashima H, Noguchi M, Imakiire T, Oshima N, Kinoshita M, Tomimatsu S, Kumagai H. Early biomarkers for kidney injury in heat-related illness patients: A prospective observational study at Japanese Self-Defense Force Fuji Hospital. Nephrol Dial Transplant 38; 644-54, 2023. doi: 10.1093/ndt/gfac166.

21) Ito S, Nakashima M, Ishikiriyama T, Nakashima H, Yamagata A, Imakiire T, Kinoshita M, Seki S, Kumagai H, Oshima N. Effects of L-Carnitine treatment on kidney mitochondria and macrophages in mice with diabetic nephropathy. Kidney Blood Press Res, 47; 277-90, 2022 doi: 10.1159/000522013

22) Maeda H, Ishima Y, Saruwatari J, Mizuta Y, Minayoshi Y, Ichimizu S, Yanagisawa H, Nagasaki T, Yasuda K, Oshiro S, Taura M, McConnell MJ, Oniki K, Sonoda K, Wakayama T, Kinoshita M, Shuto T, Kai H, Tanaka M, Sasaki Y, Iwakiri Y, Otagiri M, Watanabe H, Maruyama T. Nitric oxide facilitates the targeting Kupffer cells of a nano-antioxidant for the treatment of NASH. J Control Release 341; 457-474, 2022. doi: 10.1016/j.jconrel.2021.11.039

23) Hagisawa K, Kinoshita M, Takeoka S,

Ishida O, Ichiki Y, Saitoh D, Hotta M, Takikawa M, Filho IT, Morimoto Y. H12-(ADP)-liposomes for Hemorrhagic Shock in Thrombocytopenia: Mesenteric Artery Injury Model in Rabbits. Res Pract Thromb Haemost, 6; e12659, 2022 doi: 10.1002/rth2.12659

24) Ito Y, Yamamoto T, Miyai K, Take J, Scherthan H, Rommel A, Eder S, Steinestel K, Rump A, Port M, Shinomiya N, Kinoshita M. Ascorbic acid-2 glucoside mitigates intestinal damage during pelvic radiotherapy in a rat bladder tumor model. Int J Radiat Biol, 98; 942-57, 2022 doi: 10.1080/09553002.2021.2009145.

25) Rump A, Eder S, Hermann C, Lamkowski A, Kinoshita M, Yamamoto T, Take J, Abend M, Shinomiya N, Port M. Modeling principles of protective thyroid blocking. Int J Radiat Biol, 98; 831-42, 2022 doi: 10.1080/09553002.2021.1987570.

（明石真言）

1) Nagata T, Arishima T, Yamaguchi Y, Hirohashi N, Usa T, Hasegawa A, Hanada H, Yamamoto N, Okamoto T, Akahoshi T, Hamada M, Abe T, Kikukawa M, Nakao H, Yamamura H, Sakamoto T, **Akashi M**, Hagihara A. Radiation Emergency Medical Preparedness in Japan: A Survey of Nuclear Emergency Core Hospitals. Disaster Med Public Health Prep. 7, 1-7. DOI: 10.1017/dmp.2021.348, 2022.

2) Tani K, Ishigure N, Kim E, Tominaga T, Tatsuzaki H, **Akashi M**, Kurihara O. Biokinetic model analysis with DTPA administration for a case of accidental inhalation of actinides in Japan. Radiat Prot Dosimetry. 199: 2025-2029, 2023

3) Tsukada H, Takeda A, Takahashi T, Fukutani S, **Akashi M**, Takahashi J, Uematsu S, Chyzhevskyi I, Kirieiev S, Kashparov V, Zheleznyak M. Transfer of ^{137}Cs and ^{90}Sr from soil-to-potato: Interpretation of the association from global fallout in Aomori to accidental release in Fukushima and Chornobyl. Sci Total Environ. 899:165467, 2023

4) Abe Y, Takashima Y, Akiyama M, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, S T Goh V, Sugai-Takahashi M, Alkebsi L, Ishii K, Kudo K, Sakai A, Kurihara O, Miura T, Suto Y, **Akashi M**. A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS). Radiat Prot Dosimetry 199:1565-1571. 2023

5) **Akashi M**, Role of radiation emergency medicine: historical view-a perspective on the past, present, and future. J Radiat Res. 65: i24-i31, 2024

（江川　孝）

1) Journal of pharmaceutical health care and sciences、9、Adrenaline-resistant anaphylactic shock caused by contrast medium in a patient after risperidone overdose: a case report、2023年7月12日、T Nakano, T Egawa et al

2) Scientific Report, 14, Comparison of preventive effects of combined furosemide and mannitol versus single diuretics, furosemide or mannitol, on cisplatin-induced nephrotoxicity, 2024 年

【国内】

（木下　学）

1) 木下学、中島弘幸、カーニーブラッドリー. 米陸軍リポソーム製剤 Army Liposome Formulation を用いた生体へのプレコンディショニングと戦傷病の予後改善効果. 防衛技術ジャーナル 520;4-9, 2024.

（大西　光雄）

1) 大西光雄 ICT を利用したトキシドローム の活用 救急医学 47:465-471,2023
2) 大西光雄:【トキシドローム真実はいつもひとつ!!か!?】トキシドロームの応用 ICT を利用したトキシドロームの活用「救急医学」47(4):465-471、へるす出版、2023 年 4 月
3) 大西光雄:【細菌だけじゃないクリニックで注意すべき食中毒】化学物質・薬品化学物質の添加・混入による食中毒。「小児科」、64 巻 12 号 Page1284-1291、金原出版、2023 年 12 月

（江川　孝）

1) 宮崎県薬会誌、197、大規模災害時に薬剤師に求められること、2022 年 4 月 1 日、宮崎県薬剤師会、江川孝
2) 月刊薬事、64、災害時の初動―医療機関ごとの薬剤師の役割を整理する―、2022 年 11 月 1 日、(株)じほう、江川孝
3) けんこう福岡、58、どうする？大規模災害発生時の帰宅困難者対策、2023 年 3 月 1 日、福岡県産業医学協議会、江川　孝
4) 調剤と情報増刊、薬剤師の災害時の課題解決！BOOK、2023 年 2 月 29 日、(株)じほう、東京、208 頁、江川孝編
5) 調剤と情報、29、災害時、薬剤師にできること、2023 年 8 月 1 日、(株)じほう、江川　孝
6) 日本薬剤師会雑誌, 76, 改訂版「薬剤師のための災害対策マニュアル」の概要と令和6年度能登半島地震での対応, 2024 年
7) 日本薬剤師会雑誌, 77, 多職種での共同介入により団地独居の末期がん高齢者の孤立死を防止できた一例, 2025 年

2. 学会発表

（木下　学）

1) 木下学　生物・化学・放射線(CBRN)脅威対処について　陸上自衛隊化学学校教育講演　さいたま(大宮)　2024.08.08.
2) 木下学　Trained innate immunity による貧食細胞の殺菌活性増強からみた重症感染症対策　第 37 回外科感染症学会　東京　2024.11.08.
3) 木下学　Trained innate immunity for sepsis/septic shock in compromised hosts　Ludwig Boltzmann Institute for Traumatology (LBI)　オーストリア(ウイーン)　2024.11.20.
4) 木下学　諸外国における新規血液製剤の現況　第 31 回日本輸血・細胞治療学会秋季シンポジウム　さいたま(大宮)　2024.10.18.
5) 木下学　人工血液の現状と展望　第 48 回日本血液事業学会総会　福岡　2024.11.13.
6) 木下学　人工血液による頭部外傷を含む外傷性凝固障害救命への挑戦　第 30 回日本脳神経外科救急学会　東京（お茶の水）　2025.02.07.

(国際学会発表)

1) Goto H, Shoda S, Nakashima H, Noguchi M, Imakiire T, Oshima N, Kinoshita M, Tomimatsu S, Kumagai H:
Early biomarkers for kidney injury in heat-related illness patients: A prospective observational study at Japanese Self-Defense Force Fuji Hospital. Military Health System Research Symposium (MHSRS), Kissimmee, 2023 (Workshop)
2) Hagisawa K, Kinoshita M, Ishida O, Kearney BM, Takeoka S:

H12-(ADP)-Liposomes Effectively Promote Hemostasis and Improve Survival Rates in Experimental Animal Model of Non-compressible Torso Hemorrhage with Thrombocytopenia. Military Health System Research Symposium (MHSRS), Kissimmee, 2023

3) Kinoshita M, Hagisawa K, Ishibashi H, Sakai H, Terui K:
Resuscitative efficacy of hemoglobin vesicles for severe postpartum hemorrhage in pregnant rabbits. The 45th Annunal Congress on Shock, Portland, 2023

4) Take J, Moriya K, Eder S, Steinestel K, Hermann C, Lamkowski A, Rump A, Abend M, Yamamoto T, Port M, Shinomiya N, Kinoshita M, Imai K:
Radioprotective Effect of Vitamin C in Human Fibroblast Cells. ConRad2023, Munich, 2023

（大西　光雄）

1) 大西光雄、曽我部拓、石田健一郎、吉川吉暁、 下野圭一郎、 小島将裕、 田中太助、 小川晴香：化学物質汚染傷病者対応を目的とした強制排気システムを有する初療空間の構築。第 45 回 日本中毒学会総会・学術集会、さいたま、2023 年 7 月 15 日

2) 上野由貴、井後星哉、平井優実、祝洸太朗、飯沼公英、小島将裕、曽我部拓、石田健一郎、大西光雄、吉野宗宏：中毒診療における多職種連携を更に進めるには救急初療で薬物情報提供を行う中毒担当薬剤師の導入。第 45 回日本中毒学会総会・学術集会、さいたま、2023 年 7 月 15 日

3) 石田健一郎、吉川吉暁、寺尾紀昭、飯沼公英、草深進、山本幸伸、黒田愛美、大西光雄：従来型」BCP から「オールハザード型」BCP への進化の提言-コロナ禍での BCP の改訂や災害訓練を経て-。第 77 回国立病院総合医学会、広島、2023 年 10 月 21 日

4) 大西光雄 ”爆傷など特殊事案を知る・・・新しい連携、深化した連携で対応するために” 第 172 回近畿救急医学研究会救急隊部会 講演 なら 1000 年会館 奈良 2023 年 5 月 26 日
大西光雄 化学テロと解毒剤 NBC ネットワーク専門家会合 東京 2024. 8. 1

5) 大西光雄. 災害と中毒 化学災害を中心に 第 46 回日本中毒学会総会・学術集会 基調講演 神戸. 2024 年 7 月 24 日
戸上由貴, 廣瀬智也, 竹川良介, 服部雄司, 大西光雄. 多職種で考える！病院前中毒診療の課題とその解決に向けて. 第 46 回日本中毒学会総会・学術集会, 神戸. 2024 年 7 月 24 日

6) 大西光雄 2025 大阪・関西万博医療対応をより強靭にするために-過去の人為的な多数傷病者事案を参考にした想定にどう対応するか 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会 特別企画 1 2025 大阪・関西万博に向けて名古屋 2025 年 3 月 6 日

（江川　孝）

1) シンポジウム 7: 災害時の医療体制における各県薬剤師会の取り組み, ウクライナ避難民に対する医療支援活動、第 81 回九州山口薬学大会, 熊本, 2022 年 9 月 19 日

2) シンポジウム 9: 災害時情報ストラテジー～災害時、より良い薬物療法を提供するために～, 災害時の薬事情報管理と災害薬事のためのシステム構築, 第 32 回日本医療薬学会, 高崎, 2022 年 9 月 23 日

3) International Symposium 1: Humanitarian Assistance to Ukrainian Refugees in the Republic of Moldova, 第32回日本医療薬

学会, 高崎, 2022 年 9 月 23 日

4) シンポジウム Dia-Mat：令和 2 年 7 月豪雨災害におけるモバイルファーマシーを活用した薬事対応, 第 60 回日本糖尿病学会九州地方会, 福岡, 2022 年 10 月 8 日

5) 分科会 15：DMAT ロジスティックチーム隊員から見た薬剤師の医療救護活動について, 第55回日本薬剤師会学術集会, 仙台, 2022 年 10 月 10 日

6) 特別講演2：どうする？大規模災害発生時の帰宅困難者対策, 福岡県産業医学大会, 久留米, 2022 年 12 月 17 日

7) 大会長講演, 新時代の薬事対応, 第 10 回日本災害医療薬剤師学会学術大会, 福岡, 2023 年 2 月 25 日

8) ウクライナ避難民を対象にした仮設診療所における医薬品の使用動向調査, 第 10 回日本災害医療薬剤師学会学術大会, 福岡, 2023 年 2 月 26 日

9) 宿泊療養施設における一般用医薬品の使用動向調査から見るオミクロン株の特徴, 第 10 回日本災害医療薬剤師学会学術大会, 福岡, 2023 年 2 月 26 日

10) 特別企画 5：ウクライナ紛争―武力紛争事案への日本からの支援, ウクライナ戦争避難民への人道的支援におけるロジスティックス活動, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年 3 月 10 日

11) パネルディスカッション 19：災害時の医薬品供給体制について～薬事コーディネーターの役割と必須医薬品～, 災害時の薬剤師活動マニュアルの作成と体制整備について, 第28回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年 3 月 10 日

12) 学会主導研究委員会企画：災害医学研究をしたくなる！, 適切な薬物療法を提供するためのストラテジー, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年 3 月 11 日

13) 口演 50, モルドバ国内の仮設診療所におけるウクライナ避難民を対象にした医薬品の使用動向調査, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会（2023 年 3 月 9 日～11 日）、岩手

14) 近年の災害における被災地域での 医薬品供給体制の新展開、日本学術会議公開シンポジウム・第 15 回防災学術連携シンポジウム「気候変動がもたらす災害対策・防災研究の新展開 」, オンライン, 2023 年 4 月 11 日

15) 被災地における薬剤師の役割, 第 7 回日本老年薬学会学術大会, 福岡, 2023 年 5 月 20 日

16) 国際的人道支援における医療支援, 日本災害医学会学生部会九州支部第 8 回災害医療セミナー, 福岡, 2023 年 6 月 24 日

17) Pharmaceutical Response to Medical Relief Operations for Ukrainian Refugees in Moldova, Forbidden City International Pharmacist Conference (2023), オンライン, 2023 年 7 月 11 日

18) 薬剤師のための災害対策マニュアル改定と 令和 5 年 7 月九州北部豪雨災害での検証, 第 56 回日本薬剤師会学術大会, 和歌山, 2023 年 9 月 17 日

19) Pharmaceutical responses to Ukrainian Refugees in Moldova, 81st FIP WORLD CONGRESS OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES, ブリスベン, 2023 年 9 月 27 日

20) Development of Disaster Pharmaceutical Care Training Programs for Pharmacist, 2023 29th FAPA, 台湾, 2023 年 10 月 27 日

21) International Session; Survey on trends in

the use of the OTC drug in the recovery accommodation facilities for Covid-19 patients, The 33rd Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, 仙台, 2023 年 11 月 3 日

22) International Session; Strategies for disaster relief responses by pharmacy students in a disaster situation, The 33rd Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, 仙台, 2023 年 11 月 3 日

23) 救命救急センターにおける外傷患者の Augmented Renal Clearance の発現率, 第 33 回日本医療薬学会年会, 仙台, 2023 年 11 月 3 日

24) 国際人道支援における薬剤師の役割, 第 56 回東海薬剤師学術大会, 四日市, 2023 年 12 月 3 日

25) パネルディスカッション; 薬剤師のための災害対策マニュアル改定と災害薬事コーディネーターの役割, 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会, 京都, 2024 年 2 月 22 日

26) パネルディスカッション; 令和5年九州北部豪雨災害における災害薬事コーディネーターの活動, 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会, 京都, 2024 年 2 月 23 日

27) パネルディスカッション; 災害研修におけるスプレッドシートを活用したクロノロ共有システムの実証実験, 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会, 京都, 2024 年 2 月 23 日

28) シンポジウム; 災害対策マニュアル改訂の経緯と全般的な解説, 第 11 回日本災害医療薬剤師学会学術大会, 北見, 2024 年 3 月 16 日

29) 災害時医療体制の法的背景と医薬品供給, 第 15 回日本プライマリ・ケア連合学会学術大会, 浜松, 2024 年 6 月 8 日

30) 南海トラフ地震に備えて 災害薬事コーディネーターに期待される役割, Miyazaki Pharmacist Meeting 2024, 宮崎, 2024 年 7 月 7 日

31) CBRNE 災害において化学テロに用いられる物質とその拮抗薬, 第 1 回 NBC ネットワーク専門家会合, 東京, 2024 年 8 月 1 日

32) Development of an information sharing system for the status of activities during disasters, FAPA2024, Seoul, 2024 年 11 月 1 日

33) Activities by community pharmacy pharmacists in health counseling sessions for the elderly based on regional medical cooperation, The 34th Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, Chiba, 2024 年 11 月 2 日

34) Study on the Usefulness of Leucine-rich α2 glycoprotein as a biomarker in Cerebral Infarction Patients, The 34th Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, Chiba, 2024 年 11 月 2 日

35) Algorithm for Cold Symptom Recommendations Based on a Survey of OTC Drug Use Trends in COVID-19 Accommodation Care Facilities, The 34th Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, Chiba, 2024 年 11 月 2 日

36) 団地居住高齢者を対象とした定期健康相談会の取り組み（第1報）－AGEs 測定による 食生活への関心の高まり－, 第 34 回日本医療薬学会年会, 幕張, 2024 年 11 月 3

日

37) 大規模災害時への備え、薬剤師に求められる責務と覚悟, 長崎県病院薬剤師会令和 6 年度第 5 回学術講演会, オンライン, 2024 年 11 月 15 日

38) The Japan Pharmaceutical Association's response to the Noto Peninsula earthquake of 2024, APCDM2024, Seoul, 2024 年 11 月 26 日

39) 災害時の医薬品供給の現状と課題, 第 45 回メディコピア教育シンポジウム「災害医療の最前線」, 東京, 2025 年 1 月 19 日

40) 災害対応で受援薬剤師に求められる責務と覚悟, 第 57 回北陸信越薬剤師学術大会, 石川, 2025 年 2 月 23 日

41) 健康サポート薬局薬剤師を中心とした多職種連携による団地居住高齢者に対する定期的な健康相談会の取り組み, 第 35 回日本老年医学会 九州地方会, 福岡, 2025 年 3 月 1 日

42) 団地居住高齢者を対象とした定期健康相談会の取り組み(第 2 報)―健康アカデミー通信, 健康レシピの考案―, 第 35 回日本老年医学会 九州地方会, 福岡, 2025 年 3 月 1 日

43) パネルディスカッション 7:災害薬事対応と薬剤師のための災害対策マニュアル改訂, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

44) 特別企画 能登半島地震を振り返る 2: すべての被災者へ医薬品を届けるために, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

45) パネルディスカッション 1 :日本プライマリ・ケア連合学会災害支援チーム Primary Care Assistance Team の発足と 多機関連携への取り組み, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

46) 災害薬事コーディネーター研修におけるクロノロジー共有アプリの実証実験, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

47) 大規模災害時の医薬流通に関する根本的な課題の解決に向けて～薬 DIG の成果と課題～, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

48) 災害時「食べる」連携研修コース(D-EATs)設立に向けた試み, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

49) ンターネット上における医薬品過剰摂取に関する情報検索行動の解析, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

50) 災害時医薬品在庫管理アプリ「MedStock」の構築, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 7 日

51) 卒前教育としての災害ロジスティクスにおける多職種連携教育の効果, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

52) 和 6 年能登半島地震における災害薬事コーディネーター業務, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

53) 災害医療ロジスティクス演習から考える多職種連携における薬剤師の役割, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

54) 履修者として関わった医系学生災害医療ロジスティクス演習で得られたもの, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

55) 日本国内における薬物乱用防止啓発活動が人々の関心に与える影響, 日本薬学会第 145 年会, 福岡, 2025 年 3 月 27 日
56) 日本国内でのオーバードーズ関連情報の検索行動解析, 日本薬学会第 145 年会, 福岡, 2025 年 3 月 27 日

（齋藤智也）

1) 北山明子,高橋健一郎,太田雅之,村上耕介,齋藤智也. 国立感染症研究所感染症危機管理研究センターのセキュリティ機関との連携・協力活動(2023 年 4 月～2024 年 12 月)について.第 30 回日本災害医学会総会・学術集会.名古屋.2025 年 3 月.
2) 北山明子,濵田優一,高橋健一郎,太田雅之,村上耕介,石原朋子,齋藤智也. 国立感染症研究所感染症危機管理研究センターのセキュリティ部門との連携・協力について. 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会. 京都.2024 年 2 月.
3) 齋藤智也. 生物テロを想定した海外の演習事例について.令和4年度第1回 NBC ネットワーク専門家会合.2023 年 2 月.

（若井聡智）

1) 若井聡智 近年の災害医療支援の考え方, 第 30 回日本輸血・細胞治療学会秋季シンポジウム, 長崎, 2023 年 10 月 27 日
2) 若井聡智 武力攻撃事態を想定した輸血医療の備え, 第 30 回日本輸血・細胞治療学会 秋季シンポジウム, 長崎, 2023 年 10 月 27 日
3) 若井聡智 武力攻撃事態対応訓練における災害医療の立場からの提案, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会,岩手, 2023 年 3 月 9 日
4) 若井聡智 我々が実施している事態対処医療の現状と展望, 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会,京都, 2024 年 2 月 22 日
5) 若井聡智 武力攻撃予測事態訓練における 離島からの要配慮者避難に対する災害医療支援, 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会,京都, 2024 年 2 月 22 日
6) 若井聡智 武力攻撃事態等に対応するために求められる医療, 第 52 回日本救急医学会総会・学術集会, 仙台, 2024 年 10 月 14 日
7) 若井聡智 本邦における事態対処医療の取り組みにおける提案, 第 27 回日本臨床救急医学会総会・学術集会, 鹿児島, 2024 年 7 月 19 日
8) 若井聡智 災害医療から見た紛争地域支援,第 30 回日本災害医学会総会・学術集会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

資料１　アンケート項目

【職種】
医師・看護師・薬剤師・臨床検査技師・放射線技師・救急救命士・その他コメディカル・事務・その他

【勤務先】
医療機関・研究教育機関・実働機関（消防・警察等）・その他

【Q1】総論部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？
- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q1 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q2】総論部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？
- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい（具体的な理由・箇所：　　）

※Q2 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q3】各論（化学テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？
- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q3 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q4】各論部分（化学テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？
- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい（具体的な理由・箇所：　　）

※Q4 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q5】各論（生物テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？

- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q5 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q6】各論部分（生物テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？

- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい

※Q6 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q7】各論（核・放射線テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？

- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q7 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q8】各論部分（核・放射線テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？

- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい

※Q8 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q9】各論（爆発テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？

- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q9 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q10】各論部分（爆発テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？

- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい

※Q10 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q11】PWA 機能（オフラインでも資料閲覧が可能な機能）は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q11 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q12】ユーザープロファイル機能（ユーザー別に各資料及び個別項目をピックアップして表示）は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q12 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q13】単語からのページ移動機能は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q13 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q14】引用文献の掲載元等へのハイパーリンク追加は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q15 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q15】検索機能は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q15 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q16】MED-ACT を CBRNE テロ等発生時の対応資料として活用したいですか？

- 活用したい
- 活用したくない
- わからない

※Q16 で活用したくないとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q17】ご意見・お気づきの点等ございましたら、ご記入ください。

化学剤検知紙【取扱説明書】

1. はじめに

本製品をお買い上げいただき、誠にありがとうございます。本製品を安全にご使用いただくため、ご使用になる前に本取扱説明書をよくお読みいただき、正しくご使用ください。お読みになった後もお手元に保管ください。

2. 概要

化学剤検知紙は、化学兵器と言われるような毒性の極めて高い特定化学物質の存在或いは種類を、その汚染環境下で速やかに認識し、事後の対応を迅速に行うために開発された、軽易な検知アイテムです。

3. 諸元

表 諸元表

項　目	諸　　元	
検知性能	検知限界 …… ～0．01μL(液滴) 発色時間 …… 5秒以内(付着後)	＊目視判定
識別性能	びらん剤 …… マスタードガス(H剤) …… 赤色 神経剤 …… サリン，タブン，ソマン(G剤) …… 赤みの黄色(橙色) …… VXガス(V剤) …… 暗青(群青)色	
その他	粘着式(裏面粘着テープ) 小型軽量 …… 小冊子型 (2枚／冊，2片／枚：計4片)	質量：7±2g

4. 使用要領

本製品の使用要領(例)を以下に示します。

①化学剤に対応した防護マスク、防護衣、手袋、シューズ等の適切な保護具を着用する。

②台紙から検知紙を引き剥がし、被服や装備品に貼り付ける。

③化学剤により発色点が現れたら、表紙裏の標準発色と比較し、化学剤の種類を特定する。

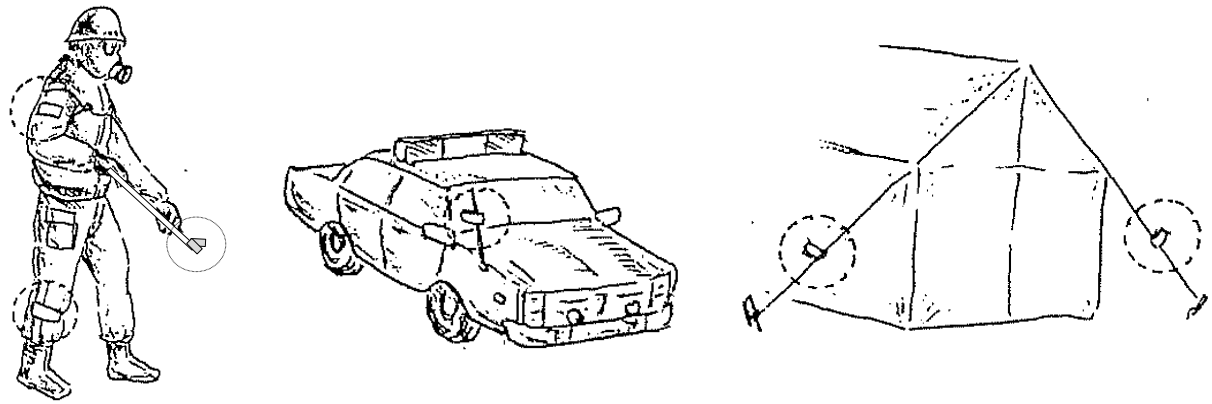


図 使用イメージ

5. 注意事項

お使いになる人や他の人への危害を未然に防止するため、必ずお守りいただく注意事項を「⚠警告」「⚠注意」として記載しています。誤った取り扱いをした時に、重症や後遺症の重大な結果に結びつく可能性が大きいものを、特に「⚠警告」としていますが、「⚠注意」の事項でも、状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。いずれも安全に関する重要な内容ですので、必ず遵守してください。

●使用上のご注意

⚠警告	化学剤に対応した防護マスク、防護衣、手袋、シューズ等の適切な保護具を着用して本製品をご使用ください。
	本製品は、液状の化学剤が対象です。ガス状の化学剤については検知困難です。また、指定された化学剤にのみ発色するのではなく、類似した化学的性質を有する物質に対して似た呈色を示すことがあります。使用状況或いは環境に応じて他の検知手段との併用による確認を実施してください。

●廃棄上のご注意

⚠注意	使用後の本製品は、化学剤を吸収していますので、廃棄に当たっては、廃棄物処理業の免許を持つ専門業者にご相談の上、廃棄してください。

●保管・輸送上のご注意

⚠注意	性状変化を避けるため、常温で直射日光を遮断できる室内（高温・多湿を避けて）で保管してください。
	火気のない安全な場所で保管してください。万一着火した場合は、水噴霧、二酸化炭素、粉末、泡消火剤等にて消火してください。

TOYOBO
Beyond Horizons

東洋紡株式会社

機能繊維AC事業部

〒104-8345　東京都中央区京橋一丁目17番10号
TEL:(03)6887-8813, FAX:(03)6887-8900

化学剤検知紙

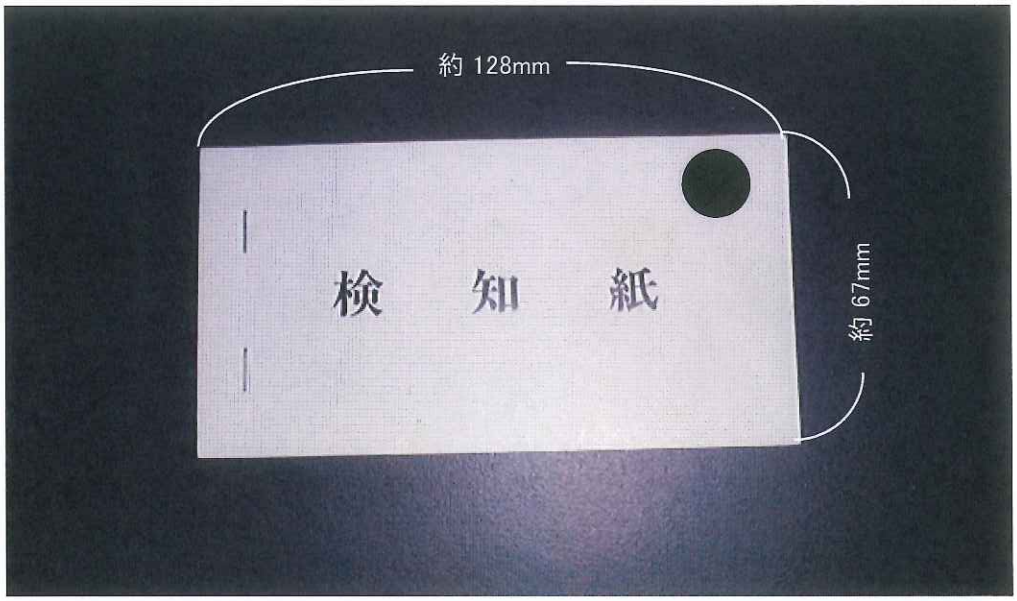


図1　製品外観（表紙・閉状態）

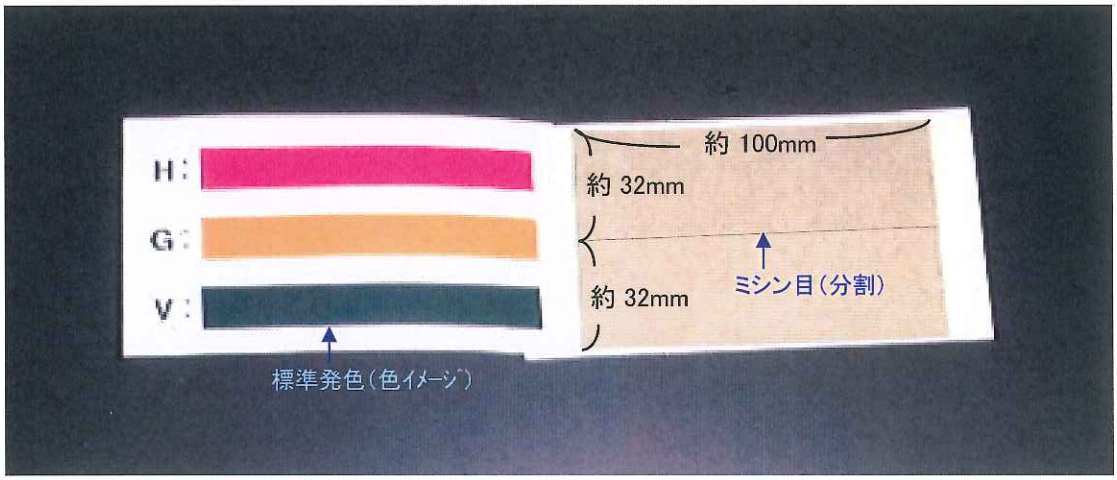


図2　製品外観（開状態）

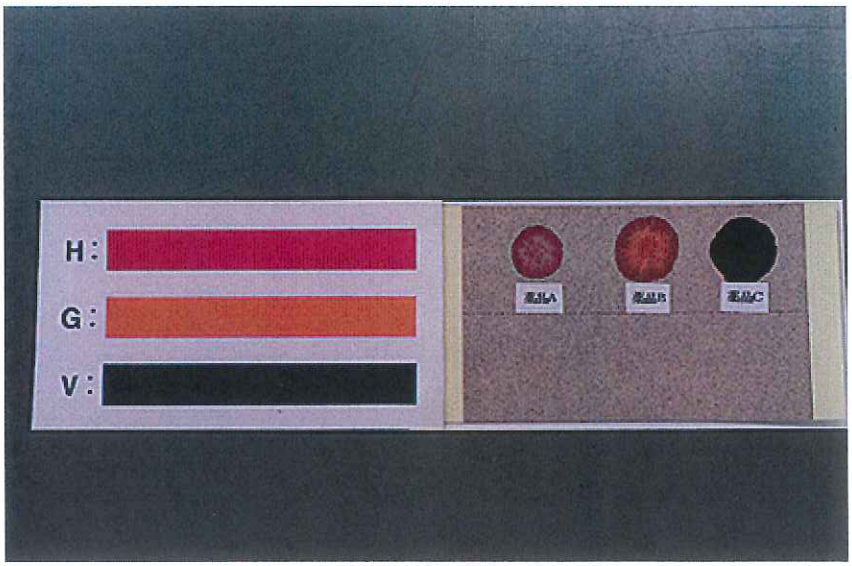


図3　擬剤による呈色イメージ

総括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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）研究報告書

「医療と法執行機関等との連携に関する研究」

研究代表者　若井　聡智
（国立病院機構本部　DMAT 事務局　次長）
研究分担者　近藤　久禎
（国立病院機構本部　DMAT 事務局　次長）

研究要旨
【目的】近年、日本国内でも銃器を使用した立てこもり事件や要人銃撃事件が相次いで発生しており、事態対処事案における医療と法執行機関の迅速な連携の必要性が急速に高まっている。本研究では、こうした事案発生時において、現場近傍における医療者の待機・初期対応、すなわち「事態対処医療」を可能とする体制整備を目的とし、令和 4 年度から令和 6 年度にかけて段階的に研究と実証を行った。令和 4 年度には、事案発生時における「事態対処医療」の連携モデル（案）を示した。令和 5 年度にはその実現に向けて、関係省庁、関係機関担当者との意見交換の中で、解決すべき課題の抽出と必要な制度上の整理について取り組んだ。令和 6 年度はそれを基に、大阪府をモデルケースとして、警察と医療者（大阪 DMAT）の連携体制作りを目的とした研究に取り組んだ。
【結果】令和 6 年度には、人質立てこもり事件に、大阪府内の全災害拠点病院から DMAT が派遣できる体制が構築できた。
【考察】人質立てこもり事件はいつでも、どの地域でも発生する可能性がある。このような事件では、いち早く現場近くの医療者が出動して「傷病者が発生する可能性がある」という段階から、医療が現場付近で待機しておくことが重要である。そうすることによって、即座に対応することができ救命の可能性が高まる。また事態終息まで長時間を要する可能性が高く、そのような場合には医療者を交代させる必要がある。そのため、複数の災害拠点病院から都道府県 DMAT が派遣できる体制が重要である。今後は、全国的に共通の認識の中で活動できるよう、大阪モデルを普及していくことが重要であると考える。さらに、医療者に対する事態対処医療の啓蒙や教育、また CSCA を含む事態対処医療の全国標準化が実現されれば、武力攻撃事態等に対する国民保護における医療支援を円滑に行われると考える。そのため、より多くの医療者が事態対処医療に精通することは、国民保護という観点からも極めて重要である。

A. 研究目的

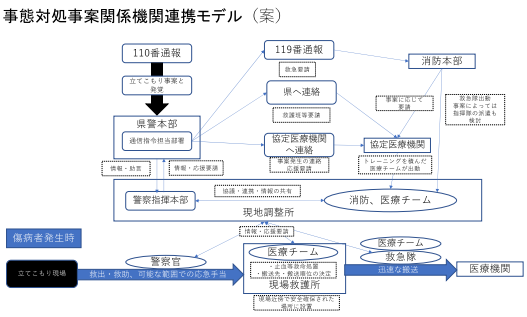
近年、日本国内でも銃器を使用した立てこもり事件や要人銃撃事件が相次いで発生しており、事態対処事案における医療と法執行機関の迅速な連携の必要性が急速に高まっている。本研究では、こうした事案発生時において、現場近傍における医療者の待機・初期対応、すなわち「事態対処医療」を可能とする体制整備を目的とし、令和 4 年度から令和 6 年度にかけて段階的に研究と実証を行った。

B. 研究方法

令和 4 年度：法執行機関（警察、海上保安庁等）との初期協議を実施し、「事態対処事案関係機関連携モデル（案）」を作成した。
令和 5 年度：内閣官房、警察庁、厚生労働省、

大阪府警等との意見交換を通じて、適用事案、医療の関与意義、DMAT の役割、派遣の法的・制度的課題等を検討した。
令和 6 年度：大阪府をモデルケースに、実際の警察訓練（人質立てこもり対応）に大阪 DMAT が参加し、協働実証と実装を推進した。（倫理面への配慮）
なし

C. 年度別の成果
令和 4 年度
銃器立てこもりや大量殺傷型事案に対応する医療体制の必要性を提示できた。
「事態対処事案関係機関連携モデル（案）」を作成し、警察・消防・医療機関間の連携イメージを図示した。医療チームの構成、活動地点、安全確保などに関する課題を整理した。



令和 5 年度
医療従事者が現場近くに配置される意義、医療者の安全確保と法的整合性、DMAT が対応可能な理由等を明文化した。関係省庁・自治体・医療機関との意見交換を通じて、制度的障壁（病院長承認、費用・保険対応、指揮命令系統）を抽出した。「NBC テロその他大量殺傷型テロ対処モデル」への統合可能性を示し、別モデルとしての必要性を区別した。

令和 6 年度
大阪府警との協議を繰り返し、実動訓練に大阪 DMAT が参加して安全性や連携の方法を確認した。 全災害拠点病院からの DMAT 派遣体制を大阪府として正式に承認された。医療と警察間の情報共有シートを作成し、研修および実地訓練で使用して検証した。 さらに事態対処救護研修を大阪府警職員向けに実施した。

＜抽出された課題と対応策＞
令和 4 年度時点では、事態対処事案における医療機関と法執行機関、その他関係機関との連携についての全国的な体制整備の欠如が課題で、解決のためには作成した「関係機関連携モデル」を関係機関に照会し、各関係機関から抽出される意見を反映させて実効性のあるものにすること、と連携してくれる医療チームの補償等の整理をしなければならなかった。
令和 5 年度には、「（たてこもり事件や要人警護の際に）医療が現場近くにいる意義」としては、現場で外傷診療に長けた医療従事者がいた場合、現場近隣の比較的安全な場所まで移動したのち、すぐに応急止血処置を実施できるため救命の確率が十分に上がることが推測できる。と報告した。また、連携してくれる医療チームとしては、現場の医療従事者に求められる能力としては、患者に対する処置が最も大きいが、同時に警察を中心とした関係機関との連携、医療機関との連絡などの調整機能を核とする、いわゆる指揮と連携 Command&Control の役割も求められる。その意味では、DMAT が適していると考えた。
令和 6 年度は、大阪府をモデルケースとしてDMAT研修の際に、アドバンスコースとして、当該事案への対処を学ぶ機会を設けという計画であったが、さらに進んで大阪府 DMAT が立てこもり事案で現場に派遣される体制が構築された。ただし、この体制を全国に普及させるためには、以下の課題があり、対応を講じて実施

し続ける必要がある。

1. 事案発生時における DMAT 派遣の正当性と補償:各都道府県の DMAT 活動要領と保険制度の整合性確認が不可欠。

2. 医療者と法執行機関との情報共有:情報シートの活用と訓練による相互理解の促進。

3. 特殊外傷・心理的支援の研修:個人防護用のチョッキ及び防弾チョッキ等の装着者への対応、人質経験者へのケアなど事態対処医療特有の技術習得が必要。

4. 輸血、銃器知識など:今後の研修項目に含め、全国研修標準化を目指す。

D.考察

本邦でも昨今、「ふじみ野市散弾銃男立てこもり事件」「東京都大田区猟銃男立てこもり事件」(共に令和4年)、「長野県中野市猟銃男立てこもり事件」「福岡県糸島市医院立てこもり事件」「埼玉県蕨市郵便局立てこもり事件」(共に令和5年)「千葉県船橋市アパート立てこもり事件」(令和 7 年)など、銃器および刃器を使用した立てこもり事件が頻発している。さらには、「安倍晋三銃撃事件」等の要人を標的とした銃撃事件など、今後も、同様の事案が増加する可能性が高いと考えられる。そのため、事態対処医療の普及と、医療機関と法執行機関、その他関係機関との連携が急務であると思われる。

連携体制構築の第一歩として、大阪府における全災害拠点病院からの大阪 DMAT 派遣体制は、全国展開のモデルとして非常に意義深い。今後は、大阪モデルを他都道府県へ展開し、事態対処医療に精通した人材の育成と訓練機会の拡充を推進すべきである。併せて、CSCA 等の標準化を通じて、全国一律の対応力強化が必要である。

さらに、医療者に対する事態対処医療の啓蒙や教育、また CSCA を含む事態対処医療の全国標準化が実現されれば、武力攻撃事態等に対する国民保護における医療支援を円滑に行われると考える。そのため、より多くの医療者が事態対処医療に精通することは、国民保護という観点からも極めて重要である。

E.結論

令和 4〜6 年度の研究を通じて、事態対処医療の体制整備に向けた具体的方策を示すことができた。特に大阪府におけるモデル構築と実装は、他地域にも応用可能な有用な前例となる。今後は、法整備や訓練体系の整備、全国的な医療・法執行機関の連携促進を通じて、医療が迅速かつ安全に事案対応できる環境整備を図る。

F. 研究発表

1. 論文発表
2. 学会発表

1) 若井聡智 我々が実施している事態対処医療の現状と展望, 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会,京都, 2024 年 2 月 22 日
2) 若井聡智 本邦における事態対処医療の取り組みにおける提案, 第 27 回日本臨床救急医学会総会・学術集会, 鹿児島, 2024 年 7 月 19 日
3) 若井聡智 武力攻撃事態等に対応するために求められる医療, 第 52 回日本救急医学会総会・学術集会, 仙台, 2024 年 10 月 14 日

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得:なし
2. 実用新案登録 :なし。
3. その他 :なし

https://www.soumu.go.jp/main_content/000924645.pdf

総括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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）研究報告書

「国民保護訓練のあり方に関する研究」

研究代表者　若井　聡智
（国立病院機構本部　DMAT 事務局　次長）
研究分担者　近藤　久禎
（国立病院機構本部　DMAT 事務局　次長）

研究要旨

近年、我が国の安全保障環境は著しく変化し、周辺諸国における軍事的緊張の高まりを背景として、国民保護を含む危機管理体制の整備が急務となっている。そのような状況で、令和 4 年度から武力攻撃事態等を想定した訓練が本格的に実施されるようになった。令和 4 年度は住民避難について検証が行われたものの、「要配慮者避難」については、その必要性について合意するにとどまっていた。しかし、令和 5 年度は、「要配慮者」を含めた住民の搬送時期・搬送手段・搬送先の選定などを検証するために複数回の事前会議と鹿児島・沖縄での訓練が行われた。令和 6 年度はさらに具体的に、沖縄県の先島諸島の住民避難計画の中で、「要配慮者」避難のために必要な搬送手段と避難に関わる人的資源を確保するために、現時点でのそれらの必要数を見積もることを進めた。

成果として、①先島各市町村における要配慮者数と避難に必要な搬送手段・人的資源を見積もるために、要配慮者の属性ごとに7分類した。②その7分類をもとに、適切な島外避難手段への割り振り案の検討及び避難時に必要な支援体制（医療従事者等の付添い等）について整理した。しかしながら、人的資源・輸送力・情報管理システムの整備等において未だ多くの課題がある。

今後は、要配慮者の平時からの情報管理とそれによる避難行動計画の策定、要配慮者の属性に応じた分類と搬送手段の整備、医療者・介護者の付き添い体制の確立、中継地点・搬送後の健康管理体制の構築、実効性ある訓練計画の策定と継続的な評価を充実させる必要がある。

A. 研究目的

近年、我が国の安全保障環境は著しく変化し、周辺諸国における軍事的緊張の高まりを背景として、国民保護を含む危機管理体制の整備が急務となっている。特に、要配慮者（高齢者、障害者、入院患者等）の避難支援体制の整備は災害医療の知見を活かすべき最重要課題とされている。本研究は、国民保護計画における要配慮者支援の現状と課題を明らかにし、武力攻撃事態等において現実的かつ実効的な訓練計画および体制整備を図ることを目的として、令和 4 年度から 3 年間にわたる段階的な研究活動を実施した。

B. 研究方法

令和 4 年度には、沖縄県先島諸島を対象とした図上訓練に参加し、要配慮者の搬送時期・搬送手段・搬送先の選定に関して、関係機関との協議を行った。

令和 5 年度には、鹿児島県および沖縄県で実施された図上訓練および実働訓練に参画し、

要配慮者の避難に際して想定される実務的課題の抽出とその対策立案を行った。屋久島では実際に入院患者や施設入所者を搬送する訓練が行われ、搬送中継地点での健康観察体制の整備や、搬送手段（自衛隊機、船舶等）の実効性について検証された。

令和6年度には、沖縄県先島諸島（宮古島市、石垣市、多良間村、竹富町、与那国町）を対象に、各市町村の要配慮者属性別分類を行い、輸送手段・人的資源の必要数を試算した。また、島外避難のための航空機・船舶の輸送力の最大化に関する評価を実施した。

（倫理面への配慮）

なし

C. 年度別の成果

令和 4 年度

沖縄県先島諸島を対象とした図上訓練において、武力攻撃予測事態における避難の基本方針を確認した。要配慮者の搬送時期・搬送手段・搬送先の選定については考慮されておらず、会議への医療分野からの参加が少ない現状を踏まえ、要配慮者支援の必要性を関係機関に提言した。またその搬送計画には、避難行動要支援者を九州まで移送することは困難であり、与那国島の要配慮者を石垣島にある県立八重山病院で受け入れる計画も策定していただきたいことを説明した。

令和 5 年度

鹿児島県図上・実働訓練

鹿児島県庁に保健医療福祉調整本部が設置され、鹿児島県：口永良部島・屋久島の住民（要配慮者 324 名を含む）を対象とした実働訓練を実施した。鹿児島県 DMAT を中心に、屋久島の入院患者避難調整、急変時対応が実施された。屋久島から鹿児島本土の受け入れ港に中継地点での救護所設置等を設置し、健康状態をチェックして搬送手段、搬送先調整することとしたため、妊婦の急変事案、屋久島の入院患者について健康状態が悪化することなく搬送できた。自閉症やひきこもり状態の住民避難の際に DPAT が助言をして対応した。

沖縄県意見交換会・図上訓練

要配慮者を、独歩・護送・担送・重担送に分類し、各市町村でそれぞれの人数を確認したが、市町村毎の要配慮者の基準が曖昧であり、正確な人数把握ができていなかった。

石垣市では、QR コードを活用した住民避難登録カードを作成した。この目的は、一般住民が航空機で避難する際に、空港で円滑に乗り込むためのものであり、要配慮者の情報を把握するためには今後、改善が必要であると思われた。

令和 6 年度

要配慮者を 7 分類（独歩、要配慮独歩、護送、要医療護送、担送、要医療担送、重担送）に分類し、それぞれに必要な搬送手段と人的資源を整理した。

民間航空機、船舶、自衛隊 PFI 船、海保巡視船等のアセットを基に、最大 2 万人/日規模の避難輸送力を確保可能と試算された。 医療者や介護士の付き添い条件を属性別に明文化し、搬送計画に反映させた。

宮古島市、多良間村、石垣市、竹富町、与那国町における要配慮者の人数把握を実施し、属性別に搬送想定を立案。要配慮者の7分類ごとの搬送途中に必要な付き添いのための人的資源の整理（案）をした。

先島各市町村の要配慮者数

✧ 宮古島市における行政の支援を要する要配慮者の概数は、4,582 人。

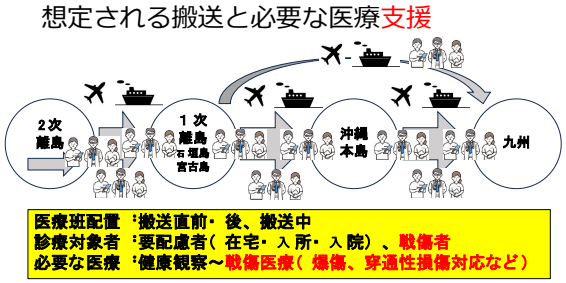
（うち①在宅：3,392 人、②社会福祉施設入所者：659 人、③入院患者：531 人）

✧　多良間村における行政の支援を要する要配慮者の概数は、25 人。
（うち①在宅：25 人、②社会福祉施設入所者：0 人、③入院患者：0 人）
✧　石垣市における行政の支援を要する要配慮者の概数は、3,012 人。
（うち①在宅：1,971　人、②社会福祉施設入所者：696 人、③入院患者：345 人）
✧　竹富町における行政の支援を要する要配慮者の概数は、33 人。
（うち①在宅：14　人、②社会福祉施設入所者：19 人、③入院患者：0 人）
✧　与那国町における行政の支援を要する要配慮者の概数は、11 人。
（うち①在宅：11 人、②社会福祉施設入所者：0 人、③入院患者：0 人）

＜抽出された課題と対応策＞
令和 4 年度
要配慮者の避難支援活動の必要性を認識しているものの、対応方法を検討するに至っていなかった。武力攻撃予測事態において、多数の住民を安全に避難させるためには、我が国の災害医療の経験と考え方を基に進めていくことが極めて重要である。

令和 5 年度
特に鹿児島県の実働訓練を通じて、以下の項目に課題があることが判明した。
①武力攻撃事態等を含む国民保護事案で被災者への支援を行う医療者の選定
②保健医療福祉分野が対応すべき対象
③搬送途中の事故やサイバー攻撃など突発的事案への対応
④天候、武力攻撃開始、搬送拒否、体調悪化など不確定要素への備え
⑤避難住民のトラッキングシステムと情報管理
⑥避難後生活の中長期的問題

令和 6 年度
①　要配慮者7分類の一般化
②　輸送力の確保
③　搬送に関わる人的資源の確保
搬送元医療者の不足や、搬送途中に加えて搬送直前、到着直後など搬送中継地点での健康チェック人員等を考慮すると相当数の医療者が、避難対象地域を支援する必要があると考えられる
これには、医療者のスキルに合わせて段階的に業務を決定することも必要であると考える。また、多数の住民を安全に避難させるためには、支援する医療福祉関係者に対して、国民保護事案及び災害時の搬送に関する教育、実働訓練が必要となる。また、搬送に関わる資機材の確保も必要である。



D.考察
　3年間を通じて、国民保護における要配慮者の避難について検討されるようになった。
現時点では、要配慮者を7分類し、それぞれの分類ごとに適切な搬送手段と必要となる人的資源を検討している段階であるが、人的資源・輸送力・情報管理システムの整備等において未だ多くの課題がある。
対策本部設置など、災害医療のノウハウが国民保護の枠組みに十分に反映される用にすることが重要であると考える。

E.結論

3 年間の研究活動により、武力攻撃事態等における要配慮者避難体制の構築には、以下のような対応が不可欠であることが明らかとなった。

- 要配慮者の平時からの情報管理とそれによる避難行動計画の策定
- 要配慮者の属性に応じた分類と搬送手段の整備
- 医療者・介護者の付き添い体制の確立
- 中継地点・搬送後の健康管理体制の構築
- 実効性ある訓練計画の策定と継続的な評価

F. 研究発表

1. 論文発表
2. 学会発表

- 第30回日本輸血・細胞治療学会 秋季シンポジウム 2023.10.27
  「近年の災害医療支援の考え方」と「武力攻撃事態を想定した輸血医療の備え」
- 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会
  「武力攻撃事態対応訓練における災害医療の立場からの提案」
- 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会
  「武力攻撃予測事態訓練における 離島からの要配慮者避難に対する災害医療支援」
- 第 52 回日本救急医学会総会・学術集会
  「武力攻撃事態等に対応するために求められる医療」
- 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会
  「災害医療から見た紛争地域支援」シンポジウム

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得:なし
2. 実用新案登録 :なし。
3. その他 :なし

令和6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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）研究報告書

「放射線危機管理に関する研究」

研究分担者　明石 真言
（東京保健医療大学・東が丘看護学部大学院看護学研究科・教授）

研究要旨

当該研究は、CBRNE テロの中でも特殊な範疇に入る放射線・核分野における事故やテロ対応に関係する国内外の指針、ガイドラン、関連する技術の開発の動向等の情報を収集・分析し、効果的な国内体制の強化に寄与することを目的としている。これまでに NR 事故・災害に関するマニュアル、ガイドライン等が国際機関や諸外国で作成されているが、テロに特化したものはほとんどない。国際原子力機関 IAEA と経済協力開発機構／原子力機関 OECD/NEA が運営する事故報告サイト NEWS、また原子力規制委員会のサイト“原子炉等規制法または放射性同位元素等規制法に基づく報告”を見ても、令和 4−6 年の間に治療を要する放射線による治療を要する被ばく事象は公開されていなかった。世界保健機関 WHO は、Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network（REMPAN)という各国の連携組織を持つ。IAEA は緊急時のために Incident and Emergency Centre という部署を持ち、Response and Assistance Network（RANET)の枠組みで対応する。2022−2024 年度は、国内外で行われた研修、ガイドライン、指針、ガイドラン、関連する技術の開発の動向等の情報を収集、分析し、効果的な医療対応もしくは研修制度の構築に必要な情報を集めた。放射性物質による体内外汚染への対応は、感染症対策のみならず化学物質や重金属による中毒と共通する部分がある。この期間中には、一般社団法人日本 CBRNE 学会が創設され、特殊災害・テロ対応の分野で各領域を超えて取り組む兆しも見えてきた。NBCRE 各領域で共通する部分は集約し、講義や実習を行う等系統的に研修を行い、健康危機管理の国内体制の強化に寄与することが求められている。

A. 研究目的

自然界にも存在し、医療、工業、農業など様々な分野で利用される放射線であるが、ひとたび安全な使用が妨げられると、放射線は社会にとって大きな脅威となる。不適切な放射線の使用は頻度が少ない上に、放射線に関する十分な知識がないことも一因である。一方では不適切な放射線の使用は定期的に起きている。

日本における放射線テロ の対策は、原子力防災を基準として考えられているが、現実は必ずしもそうとは限らない。CBRNE テロ災害に関する公衆衛生及び医療における対策について、国内外対応能力の向上及び人材強化を行うために、国内外の教育・研修の最新の政策的知見を集約し、政策・実事例を分析し、その結果、効果的な医療対応研修制度の構築、また、その強化に寄与することを目的とした。

B. 研究方法

国内外の RN 事故もしくはテロに関する教育・研修の内容、構成等について事例の分析を行

う。また 分析を基に、我が国における対応能力の現状の課題と改善点を提案する。

得られた現状の課題の改善のため、我が国の健康危機管理対応に資する人材の強化 に必要な事項（強化が必要な分野、人材に求められる能力、育成プログラム、育成後 の受け皿等）を検討する。

（倫理面への配慮）

すでに公表されている指針、ガイドライン、マニュアル等あるいは、研修、講習、訓練、事故報告等についての情報の取得、技術の開発の動向等を収集、分析、提供することに関しては、倫理面への配慮は必要ない。

C. 研究結果

【国際研修及び情報共有】

国際研修に講師として参加、もしくは会議に参加し、放射線被ばくに関する情報を収集した。

1) 2022 年 12 月 1-3 日 **IAEA** Nuclear Emergency Management School ファシリテーターミーティング ウイーン、オーストリア 研修をいかに効果的かつ円滑に運営するかについて議論した。
2) 2023 年 2 月 21-27 日 **IAEA** School of Nuclear and Radiological Leadership for Safety in Japan 講義 東海大学、日本
3) **WHO** updates critical medicines list for radiological and nuclear emergencies を刊行し、放射線事故時に必要な医薬品等の備蓄に関する考え方を示した。
https://www.who.int/publications/i/item/9789240067875
4) **NCT** Asia Pacific (APAC)
・2022 年 10 月 25 日～27 日ソウル、韓国
・2023 年 10 月 31 日～11 月 2 日、クアラルンプール、マレーシア
・2024 年 10 月 16 日～17 日フアヒン、タイ

オランダに本部を置く NGO NCT がアジア各国で開催した Non-Conventional Threat (NCT) APAC において、CBRNE 災害に対する考え方を議論し、対応の重要性を議論した。

5) 2023 年 2 月 20 日 **広島大学** 第 7 回放射線災害・医科学研究拠点国際シンポジウム 開催年月日広島 Radiation emergency medicine -a perspective on the past, present, and future と題する講演を行い、テロや戦争犯罪における放射線に利用に関して概説した。
6) 2024 年 1 月 16 日 **IAEA/HICARE** CC INTERNATIONAL TRAINING COURSE on Medical Responses to Radiation Accidents and Disasters での講義 講義テーマ:「Internal irradiation」「Lessons learned from Fukushima, Tokai-mura Accident」を行った。
7) 2024 年 7 月 6 日（土）-7 日（日）**WHO** The 3rd Guidelines Development Group meeting for the WHO guideline project on internal contamination assessment and management (iCAM) for selected radionuclides. この会議に web 参加し、体内被ばくの治療のガイドラインの作成に協力した。

【国内の教育・研修に関する情報の収集】

国内で行われた学会、教育・研修に参加し、情報収集し分析した。

(1) **認定 NPO 法人災害医療 ACT 研究所**
2022 年度宮城県災害医療従事者研修会での講義
- 2023 年 6 月 25 日（日）2023 年度宮城県災害医療従事者研修会
- 2024 年 6 月 2024 年度宮城県災害医療従事者研修会

上記研修会で「原子力災害への対応の実際」を行った。

(2) NPO 法人 NBCR 対策推進機構

・ 2022 年 12 月 18 日「第 2 回医療従事者・消防職員等のための CBRNE 災害医療対策講習会」で最近の放射線災害と医療対策について講演した。

(3) 一般社団法人　日本 CBRNE 学会

・ 2023 年 2 月　学会の設立　医療のみならず、C：chemical 化学的、B：biological 生物学的、R：radiological 放射線、N：nuclear 核、E：explosion 爆発の専門家からなる学会が設立された。複合災害事象を念頭においた多面的なオール・ハザード・アプローチ、専門的かつ複合的な観点から、現場を支援するオール・リソースによる多職種連携を念頭においた学会である。
https://j-cbrne.org/

・ 2023 年 11 月 NPO 法人 NBCR 対策推進機構共催シンポジウムと共催で、「－関東大震災 100 年とコロナ禍 3 周年を迎えての CBRNE 災害対策－」と題するシンポジウムが開催された。多くの東日本大震災の現場での対応責任者（元自衛隊指揮官）等が現場での対応を紹介した。

・ 2024 年 5 月　NBCR 対策推進機構共同主催シンポジウム「最近の放射線災害と医療対策　―放射線被ばくの医学的対応―」

・ 2025 年 2 月　NBCR 対策推進機構共同主催学術大会「核・放射線（N/R）災害と医療―放射線被ばくの医学的対応―」複合障害の治療及び大規模対応の問題点を指摘した。

D. 考察

以上述べた国際機関、NPO、学会等が実施した研修に参加、また会議に参加した。我が国の従来の RN 災害やテロに対する医療対応の研修は、以前はそのほとんどが原子力施設のある自治体に限定されていたが、最近は原子力施設の有無に関係になく参加できる研修が多く、オールハザードという点も加味されてきた。

自然災害に比し CBRNE 事象の頻度は低く、その対応には専門性が高く専門家の数は限られているのが現状である。一方では、その対応には他の領域との共通点もあり、経験の情報共有は非常に重要である。各事象は独立して起こるとは限らず、複合事象として起こる。東日本大震災がそうであり、核兵器もその範疇に入ることは言うまでもない。NCT や日本 CBRNE 学会のように、地味ではあるが、可能な限りの出せる情報を共有できる機会を作ること、自然災害も含めたオールハザードの対応が求められる。

今回も国際原子力機関 IAEA、経済協力開発機構／原子力機関 the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) Nuclear Energy Agency (NEA) 、世界原子力発電事業者協会 The World Association of Nuclear Operators (WANO) が運営している Nuclear Events Web-based System (NEWS)によれば、盗難線源や健康影響が現れない程度の被ばく事故の報告はあるが、それ以上のものはない。

https://www-news.iaea.org/Default.aspx

数少ない情報の共有および収集の継続は不可欠である。

E. 結論

2022 年 2 月に始まったロシアによるウクライナ侵攻は終息を得ず、その他にも 2023 年のイスラエル・パレスチナ間の紛争など国際紛争の

火種は尽きない。これらの紛争では核・放射線も時に話題となっているが、幸いにして核兵器の使用や放射線漏れが起きるような核施設の攻撃もないが、このように世界の分断化が進んでいる。放射線・核による事象についても考慮が不可欠である。災害・テロ対応全体の一部として対応が望まれる。

F. 研究発表

1. 論文発表

1) Nagata T, Arishima T, Yamaguchi Y, Hirohashi N, Usa T, Hasegawa A, Hanada H, Yamamoto N, Okamoto T, Akahoshi T, Hamada M, Abe T, Kikukawa M, Nakao H, Yamamura H, Sakamoto T, **Akashi M**, Hagihara A. Radiation Emergency Medical Preparedness in Japan: A Survey of Nuclear Emergency Core Hospitals. Disaster Med Public Health Prep. 7, 1−7. DOI: 10.1017/dmp.2021.348, 2022.

2) Tani K, Ishigure N, Kim E, Tominaga T, Tatsuzaki H, **Akashi M**, Kurihara O. Biokinetic model analysis with DTPA administration for a case of accidental inhalation of actinides in Japan. Radiat Prot Dosimetry. 199: 2025−2029, 2023

3) Tsukada H, Takeda A, Takahashi T, Fukutani S, **Akashi M**, Takahashi J, Uematsu S, Chyzhevskyi I, Kirieiev S, Kashparov V, Zheleznyak M. Transfer of ^{137}Cs and ^{90}Sr from soil−to−potato: Interpretation of the association from global fallout in Aomori to accidental release in Fukushima and Chornobyl. Sci Total Environ. 899:165467, 2023

4) Abe Y, Takashima Y, Akiyama M, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, S T Goh V, Sugai−Takahashi M, Alkebsi L, Ishii K, Kudo K, Sakai A, Kurihara O, Miura T, Suto Y, **Akashi M**. A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS). Radiat Prot Dosimetry 199:1565−1571. 2023

5) **Akashi M**, Role of radiation emergency medicine: historical view−a perspective on the past, present, and future. J Radiat Res. 65: i24−i31, 2024

2. 学会発表

なし

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得:

2. 実用新案登録 :なし。

3.その他 :

令和6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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）研究報告書

「CBRNE テロリズムに関連する化学物質の管理・運用に関する研究」

研究分担者　江川　孝
（福岡大学・薬学部・教授）

研究要旨

東日本大震災以降、危機における国の役割の強化が課題となっている。わが国は、絶え間のない国際的なテロ活動などの国際状況を背景に、CBRNE テロに関する国際動向を適確に把握し国内施策に反映することが重要な課題である。そこで、フェンタニル誘導体や第 4 世代神経剤を含め CBRNE テロリズムに関連する化学物質について検討すべき化学物質の候補を抽出し、対応について検討した。有機リン化合物やフェンタニル誘導体が新たな化学テロの脅威として挙げられ、これらに対応する上で、有機リン化合物の解毒剤の用法変更やフェンタニル誘導体拮抗薬のキット化が課題として挙げられた。オーストラリアでの THN 研究では様々なタイプのナロキソン製剤が幅広いアクセスサイトを通じて入手可能になったことにより、オピオイド過剰摂取の状況下で少なくとも 1,649 人の過剰摂取者の蘇生が可能となっている。また、放射線災害において、安定ヨウ素剤は、早期に被災者に配布する必要があり、被災地域の人口構成を考慮して服用の優先順位を決定する必要がある。

A. 研究目的

東日本大震災以降、危機における国の役割の強化が課題となっている。わが国は、絶え間のない国際的なテロ活動などの国際状況を背景に、CBRNE テロリズム（以下、CBRNE テロ）の脅威もある。また、新型コロナウイルス感染症等の影響や健康危機管理への意識の高まりとともに、CBRNE テロに関する国際動向を適確に把握し国内施策に反映することが重要な課題である。更に、CBRNE テロで使用される危険物質についての情報収集/共有・分析・対応検討や、災害・危機管理情報等を迅速にリアルタイムに知ることができるリアルタイム危機管理情報ソリューションの利活用、サイバーテロなど従来とは異なる形態のテロリズムへの対応策についても、検討が必要である。Global Terrorism Database（GTD)は、1970 年以降に世界中で発生したテロ事件の情報を含むオープンソースのデータベースであり、テロリズムとインテリジェンス研究センターとメリーランド大学テロリズムとテロリズムへの対応の研究のための国立コンソーシアム（Study of Terrorism and Responses to Terrorism: START）によって管理されている。GTD に報告された化学テロ事件の特徴を把握し、使用された化学物質の種類、関連する罹患率と死亡率、事件の地理、意図された標的について詳しく理解することは、地域の化学テロ対策活動を開発し、最適化する際に役立つと考えられている。Zahran らは、GTD データベースを検索し、「化学」と分類された、あるいは事件の説明に「化学兵器」が含まれるテロ事件すべてを特定し、各事件を検証して 8 つの化学兵器カテゴリーのいずれかに分類した。1970 年から 2015 年までの化学テロ事件の総件数を、化学剤カテゴリー、負傷者数、死亡者数、地理的地域、ターゲット別に分析した。化学剤カテゴリー別に負傷者数と致死者

数、平均負傷者数と致死者数を求めた。その結果、156,772 件のテロ事件が GTD に報告され、そのうち 321 件（0.2%）が「化学」または「化学兵器」事件として報告された。これらのうち、292 件（90.1%）が分析のための包含基準を満たしていた（重複報告および化学テロ剤を伴わない事件は除外）。報告された化学剤カテゴリーは、未知の化学物質（30.5%）、腐食剤（23.3%）、催涙ガス（12.3%）、特定できないガス（11.6%）、シアン化物（8.2%）、農薬（5.5%）、金属（6.5%）、および神経ガス（2.1%）である。このデータセットに含まれる化学テロ事件は、1 件あたり平均して 51 人の負傷者（薬剤間の平均範囲：2.5−1622）と 7 人の死者（薬剤間の平均範囲：0.0−224.3）をもたらした。神経ガス事件（2.1%）は、1 件あたりの死亡者数（n=224）および負傷者数（n=1622）の平均値が最も多かったと報告した。また、2002 年に発生したモスクワ劇場占拠事件（2002 年 10 月 23 日〜26 日）では、ロシア連邦保安庁の特殊部隊(アルファ部隊)が突入し、KOLOKOL−1 と呼ばれる無力化ガス(非致死性)を使用したが、後日、ロシア保健省によって「フェンタニル誘導体を主成分とするガスを使用した」と発表した。一方、1970〜80 年代にかけてソビエト連邦で開発された第 4 世代神経剤であるノビチョクは、 VX ガスの 5〜8 倍の殺傷能力を有し、2 種類の化学物質を混合して使用するバオなり兵器として 2018 年 3 月・6 月にイギリスにてロシアの元諜報員等に対して使用された。ノビチョクは、毒性、検知、残存性、発症までの潜伏時間などが他の神経剤と異なる可能性があると考えられている。そこで、2023 度は、フェンタニル誘導体や第 4 世代神経剤を含め CBRNE テロリズムに関連する化学物質について検討すべき化学物質の候補を検索・抽出し、2024 度は、海外でのフェンタニル誘導体拮抗薬のキット化製剤について調査した。さらに、2025 年度は、放射線災害を含めて備蓄医薬品の品目や品質が課題として挙げられ、海外での放射線災害に使用される医薬品について調査した。

B. 研究方法

CBRNE テロリズムに関連する化学物質について検討すべき化学物質の候補の検索には、PubMed 、Google Scholar 、CiNii 及び J−STAGE を用いた。PubMed は、NLM(米国国立医学図書館:National Library of Medicine)内の、NCBI(国立生物 科学情報センター :National Center for Biotechnology Information)が作成しているデータベースである。Google Scholar は、Google が提供する論文検索サイトであり、分野や言語を問わず、論文を幅広く検索することができる。CiNii（サイニー）は、国立情報学研究所が運営する論文データベースである。日本語の論文や大学図書館の本、雑誌、博士論文の情報を検索することができる。J−STAGE は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）が運営する論文検索サイトで、日本国内で発行された 3,000 誌以上の幅広い分野の刊行物が公開されている。一次検索として PubMed を用いて「terrorism」、「Chemical agents」、「Organophosphate」、「Fentanyl」のキーワードで、2012 年から 2022 年の 10 年分の検索を行い、検索サイト（Google Scholar、CiNii 及び J−STAGE）にて追加情報を収集した。収集した化学物質のうち、フェンタニル誘導体拮抗薬のキット化に着目し、オーストラリアでの管理方法や運用について調査し、放射線災害を含めた備蓄医薬品に着目し、韓国での管理方法や運用についても調査した。

（倫理面への配慮）

人を対象とした研究ではないため、倫理面の問題はない。

C. 研究結果

PubMed を用いて「terrorism」及び「Chemical agents」のキーワードで、2012 年から 2022 年の 10 年分の文献を検索した結果、129 件が該当した。検索した 129 件中、「Organophosphate」と and 検索で 12 件の論文が、「Fentanyl」との and 検索で 4 件の論文が該当した。また、第 4 世代神経剤であるノビチョク（Novichok）との and 検索では、1 件の論文が該当した。オーストラリア政府は、Pharmaceutical Benefits Scheme（PBS）の一環として、Take Home Naloxone（THN）予備研究に資金を提供した。THN の評価は、主要な評価項目に取り組むために、一次データ収集活動を併用した。量的データと質的データの両方が、消費者（THN の受領者）としてパイロットに参加した人々と、ナロキソンが提供された施設の第一線スタッフ（アクセスサイトスタッフ）から収集され、オピオイドとナロキソンの供給と使用に関する行政データと調査データの分析を収集した。その結果、18 ヵ月間に 27,955 件のナロキソンが供給されたことが記録されており、これに対して過去 2 年間の PBS による供給は 3,579 件であった。図 1 に韓国（KDMAT）の対テロ時に展開される診療サイトの処置室を示す。KDMAT は、放射線災害や化学テロに備えてヨウ化カリウム剤（KI：安定ヨウ素剤）、Ca−DPTA/ Zn−DPTA、プルシアンブルーを備蓄しており、その規模は 1,000 人に対して 2 週間分の供給が可能となっている。また、これら備蓄医薬品は 3 年ごとの更新が行われている。



図 1　対テロ時の処置室（KDMAT）

D. 考察

PubMed を用いて「terrorism」及び「Chemical agents」のキーワードで、2012 年から 2022 年の 10 年分の文献を検索した結果、「有機リン化合物（Organophosphate）」と and 検索で 12 件の論文が該当した。有機リン化合物の神経剤は、最も致命的で容易に使用できる化学兵器の一つであり、テロの世界的な脅威を考えると、有機リン化合物について基本的な理解を深めておくことが重要である。有機リン化合物には、サリン（GB）、ソマン（GD）、VX などがある。1900 年代前半から半ばにかけて、化学的に類似した殺虫剤から開発され、その揮発性と兵器化の可能性が第二次世界大戦中に利用されたが、戦争中に使用されることはなかった。神経ガスの最近の使用例としては、1995 年の地下鉄サリン事件、2017 年の金正男暗殺事件（VX のバイナリーフォームを使用）がある。最近では、セルゲイ・スクリパルやアレクセイ・ナヴァルニーの暗殺未遂事件で、VX よりも強力な「ノビチョク」が使用されている。G 剤、V 剤、ノビチョク剤はいずれもアセチルコリンエステラーゼ（ChE）を阻害することで致死的に作用する。ヒトでのアセチルコリンエステラーゼ作用の阻害は、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、急性ムスカリン様症状（流涎、流涙、排尿、下痢、嘔吐、気管支漏、気管支攣縮、徐脈、縮瞳など）及び筋肉の線維束性収縮や筋力低下など一部のニコチン様症状を引き起こす。これらの症状は曝露から数日～数週間後に神経障害が発生する可能性がある。急性ムスカリン様症状に対しては、試験的なアトロピンの投与が行われる。気管支漏および気管支攣縮は、用量調節した高用量のアトロピンを投与し、神経筋毒性にはプラリドキシムヨウ化物の適応となる。有機リン中毒は有

機リン化合物が生体内 ChE に結合してリン酸化し、アセチルコリンの分解を阻止することによりアセチルコリンが蓄積して中毒症状を起こす。プラリドキシムヨウ化物は、このリン酸エステルを ChE より離脱させ、ChE の酵素活性を回復させる。しかし、日本の保険診療においてサリンの解毒剤とされる「パム（プラリドキシムヨウ化物）静注 500mg」は、サリンへの適応がないことや筋注ができないこと等の問題がある。一方、「terrorism」及び「Chemical agents」のキーワードと「Fentanyl」の and 検索では、4 件の論文が該当した。フェンタニル誘導体は、我が国で、全身麻酔、保険適用の範囲で全身麻酔における鎮痛、局所麻酔における鎮痛の補助及び激しい疼痛(術後疼痛、癌性疼痛なで)に対する鎮痛に対してフェンタニルが使用される。フェンタニル中毒（過量投与）の症状は、薬理作用の増強により重篤な換気低下を示す。換気低下又は無呼吸の場合には酸素吸入を行い、必要 に応じて呼吸の補助又はコントロールを行う。呼吸抑制は麻薬拮抗剤の作用より長く続くおそれがあるため、必要に応じて麻薬拮抗剤(ナロキソン、レバロルファン等)の投与を行う。ナロキソンは、オピオイド受容体において麻薬性鎮痛剤の作用を競合的に拮抗することにより、これらの薬剤（フェンタニル）に起因する呼吸抑制等の作用を改善する。我が国では、処方箋医薬品であり、処方箋により使用される。しかし、アメリカでは薬物の過量投与による死亡例が 1999 年以降倍増しており、2013 年には 43,982 例の死亡が報告されている。これらのうち、オピオイド鎮痛薬の処方による死亡例は 16,235 例(37%、オキシコドン、ヒドロコドンなど)、ヘロインによるものは 8,257 例(19%)であった。薬物使用者および家族や友人の薬物過量摂取を把握した場合、地域ベースの過量摂取予防プログラムとして、専門家ではない一般人に対し、ヘロインやオピオイドによる致死的な呼吸抑制を改善するオピオイド拮抗薬であるナロキソンのキットを配布し、使用法の練習が提供されている。

有機リン化合物およびカーバメート化合物は、消化管、肺および皮膚から吸収される。血漿および赤血球コリンエステラーゼを阻害してアセチルコリンの分解を妨げ、アセチルコリンがシナプスに蓄積する。カーバメート化合物は、曝露から約 48 時間以内に自然に消失するが、有機リン化合物はコリンエステラーゼに不可逆的に結合する。治療には、アトロピンが気管支攣縮および気管支漏の軽減のために十分な量で投与され、神経筋症状の軽減するためにプラリドキシムヨウ化物がアトロピンの後に投与される。また、ベンゾジアゼピン系薬剤が痙攣発作に対して使用される。シアン(C N −)は、3 価の鉄イオン(F e^{3+})と強い親和性を持ち、ミトコンドリア内呼吸酵素であるシトクロム酸化酵素の Fe^{3+}と結合して酸化的リン酸化能を阻害する。その結果、細胞内ミトコンドリア内におけるブドウ糖からのエネルギー産生が停止して酸素が組織に供給されても利用できない組織酸素代謝失調を引き起こす。シアン中毒では、解毒療法として亜硝酸・チオ硫酸療法が確立されている。亜硝酸・チオ硫酸療法は、酸化剤として亜硝酸アミルや亜硝酸ナトリウムを投与することにより、人為的にヘモグロビンの Fe^{2+}を Fe^{3+}（メトヘモグロビン）に変え、シアンメトヘモグロビンを形成させ、シアンとシトクロムオキシダーゼの Fe^{3+}との結合を解離させる。さらに、亜硝酸アミルや亜硝酸ナトリウムに加えてロダネーゼの基質としてチオ硫酸ナトリウムを投与し、メトヘモグロビンと結合したシアンをチオシアン酸に変化させて尿中へ排泄する。しかし、チオ硫酸ナトリウムは、作用発現が遅いため、亜硝酸ナトリウムあるいはヒドロキソコバラミンとの併用が推奨されている ヒドロキソコバラミンは、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と

シアンイオンが置換することにより、シアノコバラミンが形成され、尿中に排泄される。ジメルカプロールは、金属イオンに対する親和性が強く、体内の諸酵素の SH 基と金属イオンの結合を阻害する。また、既に結合が起こっている場合、金属と結合して体外への排泄を促進し、阻害されていた酵素の活性を賦活する効果を示す。ジメルカプロールは、ヒ素、水銀、鉛、銅中毒に有効であることが確認されており、金、ビスマス、クロム、アンチモンによる中毒の毒性を低下させるがウラニウムには無効である。ペニシラミンは、鉛・水銀・銅などの重金属とキレート化合物を生成しその排泄を促進させる。ウイルソン病の治療では、ペニシラミン 2 分子が血清銅 1 分子と 結合して可溶性のキレートを形成し、尿中排泄を促進する。プルシアンブルーは、腸管内で放射性セシウムおよびタリウムを捕獲し、体内に再吸収されないように働き、捕獲された放射性セシウムおよびタリウムはそのまま腸管内を移動し、便として体外へ排泄される。メチレンブルー（メチルチオニニウム塩化物）はメトヘモグロビン形成物質によるメトヘモグロビン血症に対して用いられる。メチルチオニニウム塩化物は、赤血球において、NADPH 還元酵素存在下でメチルチオニニウム塩化物により生成したロイコメチレンブルーが、メトヘモグロビンをヘモグロビンに還元して、メトヘモグロビン血症を改善する。ホメピゾールは、肝臓アルコールデヒドロゲナーゼによるエチレングリコールあるいはメタノールの代謝を阻害し、それらから生成されるグリコール紗案、ギ酸、シュウ酸などの有害な代謝物の生成を抑制することにより、エチレングリコール中毒あるいはメタノール中毒における中毒症状を改善する。医薬品の使用期限は、製造された後にその安全性や有効性が保証される期間を指す。一般的に、医薬品の使用期限は製造日から数年間とされているが、具体的な期間は製品や成分によって異なる。一般的に、使用期限は、安全性の確保、有効性の確保、安定性の確保の要素を考慮して決定される。製造業者は、通常の保存条件での安定性テストに加えて、加速試験を行うことがある。加速試験により、製品の長期間の安定性を予測し、使用期限が決定される。

わが国では、原子力災害が発生した場合に備えて原子力災害医療を適切に実施するため、都道府県、原子力発電所が設置してある地方自治体、消防機関、原子力事業者及び高度被ばく医療支援センターなどは、その役割に応じて要員や資機材の確保、訓練の実施など、あらかじめ必要な体制が整備されている。高度被ばく医療支援センター（弘前大学、福島県立医科大学、量子科学技術研究開発機構、福井大学、広島大学、長崎大学）は、平時では主に高度専門教育研修等を行うとともに、原子力災害時には原子力災害拠点病院では対応できない高度専門的な診療及び原子力災害拠点病院等への医療支援等を行う。また、原子力災害医療・総合支援センターは、平時では主に原子力災害拠点病院に対する支援や関連医療機関とのネットワークの構築を行うとともに、原子力災害時には原子力災害医療派遣チームの派遣調整等を行う。原子力災害が発生した場合、被ばく傷病者等への対応が想定されることから、都道府県、消防機関、自衛隊、原子力事業者及び防災関係機関は、その役割に応じて避難退域時検査や簡易除染、高線量被ばく傷病者等の治療を行う高度被ばく医療支援センターなどへの搬送などの医療活動を実施する。都道府県薬剤師会は、都道府県の要請により災害薬事コーディネーターを都道府県の災害対策本部に設置される保健医療福祉調整本部に派遣し、災害支援薬剤師の派遣調整を行う。また、災害支援薬剤師は指定避難所などに隣接する場所に設置される避難退域時検査会場や指定避難所に派遣される

避難退域時検査班、医療救護班、健康管理班の一員として救護活動にあたる。安定ヨウ素剤の配布に当たっては、事前配布の場合は医師の関与の元で配布、緊急配布の場合は地方公共団体職員等が配布するとしているが、平時の計画においてはできる限り医師や薬剤師が関与する体制整備を求めている。また、都道府県薬剤師会は、原子力災害が発生した場合に住民等の放射線被ばくに関する不安への対応のため、心身の健康に関る相談体制がとられる。原子力災害により放射性物質が周辺環境に放出された場合、放射性物質のうち放射性ヨウ素が吸入、経口摂取等により体内に取り込まれると、放射性ヨウ素は甲状腺に選択的に集積するため、放射性ヨウ素による内部被ばくの影響により数年から数十年後に甲状腺がん等を発症するリスクが上昇する。また、その影響は年齢が低いほど大きいとされている。放射性ヨウ素による甲状腺の内部被ばくは、安定ヨウ素剤を適切なタイミングで服用することにより予防又は低減をすることができる。ただし、安定ヨウ素剤の効能又は効果は放射性ヨウ素による甲状腺の内部被ばくの予防又は低減をすることのみであり、放射性物質に対する万能の治療薬ではない。安定ヨウ素剤は甲状腺以外の内部被ばく及び希ガス等による外部被ばくには全く効果がなく、避難、一時移転、屋内退避、飲食物の摂取制限等の他の防護措置と組み合わせて活用することが重要である。安定ヨウ素剤の服用は、その効果を最大限に生かすため、40 歳未満の者を対象として原則1回のみの服用となる。特に新生児、乳幼児や妊婦の服用を優先させる。なお、40 歳以上については、放射線被ばくにより誘発される甲状腺発ガンのリスクが認められないことから服用の対象とならない。安定ヨウ素剤の副作用は、急性のアレルギー反応と甲状腺ホルモンの分泌異常による中長期的な健康影響が考えられる。ヨード系造影剤により引き起こされるようなアナフィラキシーショックを含むアレルギー反応は、ヨウ素含有量や投与方法等が異なり、安定ヨウ素剤の服用で生じる可能性は極めて低い。また、安定ヨウ素剤に含まれるヨウ化カリウムによりアレルギー症状が生じる可能性は 極めて低く、ヨウ化カリウム以外の添加物についても、他の薬剤及び食品添加物として汎用されている使用実績や、含有量が微量である点からも安全性は極めて高いといえる。甲状腺ホルモンの分泌異常による中長期的な健康影響についても、単回服用で生じる可能性は極めて低い。アナフィラキシーショックを含む急性のアレルギー反応は極めてまれだが、救護所等での体制整備や受入れ可能な医療機関との連携等に努め、適切な対応をとる必要がある。また、甲状腺ホルモンの分泌異常による中長期的な健康影響は、妊婦の単回服用の場合、一般成人のデータによると甲状腺機能は正常範囲内の一過性の変化であると考えられ、経過観察を優先すべき対象者は新生児となる。服用後数日以降の経過観察について、特に新生児が服用した場合の甲状腺機能低下症については配慮が必要であり、血液検査等による確認を行うことが考えられる。安定ヨウ素剤の服用トリアージ（優先順位の決定）も、災害時には考慮されるべきである。

E. 結論

CBRNE テロリズムに関連する化学物質について検討すべき化学物質の候補について検索エンジンを用いて検索した。その結果、有機リン化合物やフェンタニル誘導体が新たな化学テロの脅威として挙げられ、これらに対応する上で、有機リン化合物の解毒剤の用法変更やフェンタニル誘導体拮抗薬のキット化が課題として挙げられた。オーストラリアでの THN 研究では様々なタイプのナロキソン製剤が幅広

いアクセスサイトを通じて入手可能になったことにより、オピオイド過剰摂取の状況下で少なくとも 1,649 人の過剰摂取者の蘇生が可能となり、1 日に 3 人の命が救われたことが推定された。さらに、放射線災害において、安定ヨウ素剤は、早期に被災者に配布する必要があり、被災地域の人口構成を考慮して服用の優先順位を決定する必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

1) 宮崎県薬会誌、197、大規模災害時に薬剤師に求められること、2022 年 4 月 1 日、宮崎県薬剤師会、江川孝
2) 月刊薬事、64、災害時の初動―医療機関ごとの薬剤師の役割を整理する―、2022 年 11 月 1 日、(株)じほう、江川孝
3) けんこう福岡、58、どうする？大規模災害発生時の帰宅困難者対策、2023 年 3 月 1 日、福岡県産業医学協議会、江川 孝
4) 調剤と情報増刊、薬剤師の災害時の課題解決！BOOK、2023 年 2 月 29 日、(株)じほう、東京、208 頁、江川孝編
5) Journal of pharmaceutical health care and sciences 、 9 、 Adrenaline-resistant anaphylactic shock caused by contrast medium in a patient after risperidone overdose: a case report、2023 年 7 月 12 日、T Nakano, T Egawa et al
6) 調剤と情報、29、災害時、薬剤師にできること、2023 年 8 月 1 日、(株)じほう、江川 孝
7) Scientific Report, 14, Comparison of preventive effects of combined furosemide and mannitol versus single diuretics, furosemide or mannitol, on cisplatin-induced nephrotoxicity, 2024 年
8) 日本薬剤師会雑誌, 76, 改訂版「薬剤師のための災害対策マニュアル」の概要と令和6年度能登半島地震での対応, 2024 年
9) 日本薬剤師会雑誌, 77, 多職種での共同介入により団地独居の末期がん高齢者の孤立死を防止できた一例, 2025 年

2. 学会発表

1) シンポジウム 7:災害時の医療体制における各県薬剤師会の取り組み, ウクライナ避難民に対する医療支援活動、第 81 回九州山口薬学大会, 熊本, 2022 年 9 月 19 日
2) シンポジウム 9:災害時情報ストラテジー～災害時、より良い薬物療法を提供するために～, 災害時の薬事情報管理と災害薬事のためのシステム構築, 第 32 回日本医療薬学会, 高崎, 2022 年 9 月 23 日
3) International Symposium 1: Humanitarian Assistance to Ukrainian Refugees in the Republic of Moldova, 第32回日本医療薬学会, 高崎, 2022 年 9 月 23 日
4) シンポジウム Dia-Mat:令和 2 年 7 月豪雨災害におけるモバイルファーマシーを活用した薬事対応, 第 60 回日本糖尿病学会九州地方会, 福岡, 2022 年 10 月 8 日
5) 分科会 15:DMAT ロジスティックチーム隊員から見た薬剤師の医療救護活動について, 第55回日本薬剤師会学術集会, 仙台, 2022 年 10 月 10 日
6) 特別講演2:どうする？大規模災害発生時の帰宅困難者対策, 福岡県産業医学大会, 久留米, 2022 年 12 月 17 日
7) 大会長講演, 新時代の薬事対応, 第 10 回日本災害医療薬剤師学会学術大会, 福岡, 2023 年 2 月 25 日
8) ウクライナ避難民を対象にした仮設診療所における医薬品の使用動向調査, 第 10 回日本災害医療薬剤師学会学術大会, 福岡, 2023 年 2 月 26 日
9) 宿泊療養施設における一般用医薬品の使用動向調査から見るオミクロン株の特徴, 第 10 回日本災害医療薬剤師学会学術大会, 福岡, 2023 年 2 月 26 日

10）特別企画 5:ウクライナ紛争―武力紛争事案への日本からの支援, ウクライナ戦争避難民への人道的支援におけるロジスティックス活動, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年 3 月 10 日
11）パネルディスカッション 19:災害時の医薬品供給体制について～薬事コーディネーターの役割と必須医薬品～, 災害時の薬剤師活動マニュアルの作成と体制整備について, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年 3 月 10 日
12）学会主導研究委員会企画:災害医学研究をしたくなる！, 適切な薬物療法を提供するためのストラテジー, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年 3 月 11 日
13）口演 50, モルドバ国内の仮設診療所におけるウクライナ避難民を対象にした医薬品の使用動向調査, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会（2023 年 3 月 9 日～11 日）、岩手
14）近年の災害における被災地域での 医薬品供給体制の新展開、日本学術会議公開シンポジウム・第 15 回防災学術連携シンポジウム「気候変動がもたらす災害対策・防災研究の新展開 」, オンライン, 2023 年 4 月 11 日
15）被災地における薬剤師の役割, 第 7 回日本老年薬学会学術大会, 福岡, 2023 年 5 月 20 日
16）国際的人道支援における医療支援, 日本災害医学会学生部会九州支部第 8 回災害医療セミナー, 福岡, 2023 年 6 月 24 日
17）Pharmaceutical Response to Medical Relief Operations for Ukrainian Refugees in Moldova, Forbidden City International Pharmacist Conference (2023), オンライン, 2023 年 7 月 11 日
18）薬剤師のための災害対策マニュアル改定と 令和 5 年 7 月九州北部豪雨災害での検証, 第 56 回日本薬剤師会学術大会, 和歌山, 2023 年 9 月 17 日
19）Pharmaceutical responses to Ukrainian Refugees in Moldova, 81st FIP WORLD CONGRESS OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES, ブリスベン, 2023 年 9 月 27 日
20）Development of Disaster Pharmaceutical Care Training Programs for Pharmacist, 2023 29th FAPA, 台湾, 2023 年 10 月 27 日
21）International Session; Survey on trends in the use of the OTC drug in the recovery accommodation facilities for Covid-19 patients, The 33rd Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, 仙台, 2023 年 11 月 3 日
22）International Session; Strategies for disaster relief responses by pharmacy students in a disaster situation, The 33rd Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, 仙台, 2023 年 11 月 3 日
23）救命救急センターにおける外傷患者の Augmented Renal Clearance の発現率, 第 33 回日本医療薬学会年会, 仙台, 2023 年 11 月 3 日
24）国際人道支援における薬剤師の役割, 第 56 回東海薬剤師学術大会, 四日市, 2023 年 12 月 3 日
25）パネルディスカッション;薬剤師のための災害対策マニュアル改定と災害薬事コーディネーターの役割, 第 29 回日本災害医学会総会・学術集会, 京都, 2024 年 2 月 22 日

26) パネルディスカッション；令和5年九州北部豪雨災害における災害薬事コーディネーターの活動，第 29 回日本災害医学会総会・学術集会，京都，2024 年 2 月 23 日
27) パネルディスカッション；災害研修におけるスプレッドシートを活用したクロノロ共有システムの実証実験，第29回日本災害医学会総会・学術集会，京都，2024 年 2 月 23 日
28) シンポジウム；災害対策マニュアル改訂の経緯と全般的な解説，第 11 回日本災害医療薬剤師学会学術大会，北見，2024年 3 月 16 日
29) 災害時医療体制の法的背景と医薬品供給，第 15 回日本プライマリ・ケア連合学会学術大会，浜松，2024 年 6 月 8 日
30) 南海トラフ地震に備えて 災害薬事コーディネーターに期待される役割，Miyazaki Pharmacist Meeting 2024，宮崎，2024 年 7 月 7 日
31) CBRNE 災害において化学テロに用いられる物質とその拮抗薬，第 1 回 NBC ネットワーク専門家会合，東京，2024 年 8 月 1 日
32) Development of an information sharing system for the status of activities during disasters, FAPA2024, Seoul, 2024 年 11 月 1 日
33) Activities by community pharmacy pharmacists in health counseling sessions for the elderly based on regional medical cooperation, The 34th Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, Chiba, 2024 年 11 月 2 日
34) Study on the Usefulness of Leucine-rich α2 glycoprotein as a biomarker in Cerebral Infarction Patients, The 34th Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, Chiba, 2024 年 11 月 2 日
35) Algorithm for Cold Symptom Recommendations Based on a Survey of OTC Drug Use Trends in COVID-19 Accommodation Care Facilities, The 34th Annual Meeting of the Japanese Society of Pharmaceutical Health Care and Science, Chiba, 2024 年 11 月 2 日
36) 団地居住高齢者を対象とした定期健康相談会の取り組み（第1報）－AGEs 測定による 食生活への関心の高まり－，第 34 回日本医療薬学会年会，幕張，2024 年 11 月 3 日
37) 大規模災害時への備え、 薬剤師に求められる責務と覚悟，長崎県病院薬剤師会令和 6 年度第 5 回学術講演会，オンライン，2024 年 11 月 15 日
38) The Japan Pharmaceutical Association's response to the Noto Peninsula earthquake of 2024, APCDM2024, Seoul, 2024 年 11 月 26 日
39) 災害時の医薬品供給の現状と課題，第 45 回メディコピア教育シンポジウム「災害医療の最前線」，東京，2025 年 1 月 19 日
40) 災害対応で受援薬剤師に求められる責務と覚悟，第 57 回北陸信越薬剤師学術大会，石川，2025 年 2 月 23 日
41) 健康サポート薬局薬剤師を中心とした多職種連携による団地居住高齢者に対する定期的な健康相談会の取り組み，第35回日本老年医学会 九州地方会，福岡，2025 年 3 月 1 日
42) 団地居住高齢者を対象とした定期健康相談会の取り組み（第 2 報）―健康アカデミー通信，健康レシピの考案―，第 35 回日本老年医学会 九州地方会，福岡，2025

年 3 月 1 日

43) パネルディスカッション 7:災害薬事対応と薬剤師のための災害対策マニュアル改訂, 第30回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

44) 特別企画 能登半島地震を振り返る 2: すべての被災者へ医薬品を届けるために, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

45) パネルディスカッション 1 :日本プライマリ・ケア連合学会災害支援チーム Primary Care Assistance Team の発足と 多機関連携への取り組み, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

46) 災害薬事コーディネーター研修におけるクロノロジー共有アプリの実証実験, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

47) 大規模災害時の医薬流通に関する根本的な課題の解決に向けて～薬 DIG の成果と課題～, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

48) 災害時「食べる」連携研修コース (D-EATs)設立に向けた試み, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

49) ンターネット上における医薬品過剰摂取に関する情報検索行動の解析, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 6 日

50) 災害時医薬品在庫管理アプリ「MedStock」の構築, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 7 日

51) 卒前教育としての災害ロジスティクスにおける多職種連携教育の効果, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

52) 和 6 年能登半島地震における災害薬事コーディネーター業務, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

53) 災害医療ロジスティクス演習から考える多職種連携における薬剤師の役割, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

54) 履修者として関わった医系学生災害医療ロジスティクス演習で得られたもの, 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会記念大会, 名古屋, 2025 年 3 月 8 日

55) 日本国内における薬物乱用防止啓発活動が人々の関心に与える影響, 日本薬学会第 145 年会, 福岡, 2025 年 3 月 27 日

56) 日本国内でのオーバードーズ関連情報の検索行動解析, 日本薬学会第 145 年会, 福岡, 2025 年 3 月 27 日

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

G. 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 :なし

令和６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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）分担研究報告書

「化学テロ危機管理に関する研究」

研究分担者　大西 光雄
（国立病院機構 大阪医療センター 救命救急センター 診療部長）
研究協力者　竹川 良介
（大阪大学医学部附属病院　高度救命救急センター　特任助教）

研究要旨

本研究では、令和４年度に化学テロの「覚知」に焦点を当て、ACMT 主催の CRAOT セミナーおよび WHO の化学事案対応ウェビナーを受講し、事案発生の早期認識に関する国際的知見を整理した。日本の化学テロ訓練は「覚知済み」を前提とするものが多く、覚知段階の評価が不十分である。CRAOT では毒性産業化学物質（TICs）等の多様な事案に対する覚知方法とリスク評価を網羅的に学び、WHO ではアウトブレイク調査のための段階的手法が示された。令和５年度は CBRNE（特に化学テロ）に対する国際的動向と日本の危機管理体制を比較検討し、特に「覚知」と多機関連携の重要性を確認した。GHSAG や CEWG を通じた各国の取り組み、マスタード・オピオイド・神経剤などの脅威に関する研究を踏まえ、覚知精度向上のためインフォサーベイランス（SNS 等のリアルタイム分析）活用の可能性、サイバーテロへの医療 BCP の課題を検討した。国際的には武力攻撃時の連絡・支援体制の構築に関する国際枠組み（EMRF）が検討されていた。令和６年度は水源・食品・製品への化学物質混入事例などを調査し、覚知と対応体制の課題を明らかにした。加えて、GHSI 主催シンポジウムにて、中毒情報センターと公衆衛生部門の連携強化の重要性が国際的に共有された。

日本においてオールハザード型対応のための、多機関連携体制の構築、および覚知支援のシステム整備といった基盤整備の必要性が示唆された。

Ａ．研究目的

化学テロに対する危機管理においては、本邦では東京地下鉄サリン事件を想定した取り組みがなされてきた。また、化学テロ事案を覚知できたとしての運用がなされてきた。例えば、国民保護訓練で行われた化学事案対応訓練はサリンなど神経剤が撒かれた設定が大半である。米国などの化学テロ関連の講習を調査し、初年度である令和４年度は特に“覚知”部分に関する検討を行った。

また、地下鉄サリン事件は同時多発的に多数の被害者が発生する特徴があった。一方で、サリン以外の化学テロ、あるいは化学災害に対する体制、訓練、多機関連携に関しては想定されていないわけではないが、個別に検討されていることが多く、総合的に対応可能なシステムは整備されていないと考えられる。

そこで、化学物質を原因とするあらゆる災害（テロを含む）を想定し、過去の事例も参考にしながら、報収集方法を含め総合的なシステム構築の必要性、実現可能性に関して検討することとす

る。令和5年度は以下の6項目を研究課題として抽出した。

1. 世界健康安全保障行動グループ（Global Health Security Action Group：GHSAG）を通じて、参加国におけるCBRNEテロに関する科学的・政策的知見の状況を把握する。GHSAG の化学イベントワーキンググループ（Chemical Event Working Group：CEWG）では、化学物質のリスクの優先順位評価や医療対応における研究ニーズや標準治療法の特定、早期警戒や報告などその他のcross-hazard プロジェクトに取り組んでいる。特にロシアのウクライナ侵攻では化学兵器が使用される懸念が高まり、GHSAG 参加国はどのように情報を共有し、ウクライナのニーズに応えるかといった課題が発生した。今回の研究ではウクライナ対応で出てきた課題とその取り組みに関して報告する。
2. CBRNE テロ等に関係する危険物質を平時から有している施設、各々の施設で有している危険物質の種類及びその危険性に関する情報を事前に入手できるような体制・法整備

   例えば爆発物の原料となる物質として塩素酸カリウム、塩素酸ナトリウム、硝酸、硫酸、塩酸、過酸化水素、硝酸アンモニウム、尿素、アセトン、ヘキサミン及び硝酸カリウムが挙げられるが、これらの中には肥料に使われるものもあり、2022 年 7 月 8 日の安倍晋三元内閣総理大臣が殺害された事件において作成された爆発物はインターネットを通じて調達されたと報じられている。これ以外にも爆発物を製造・所持する事件は複数発生しており（例：2016 年の宇都宮市連続爆発事件や名古屋の大学生による爆発物製造事件、2021 年の香川県高松市の軽自動車爆発事件など）、2018 年および 2022 年に警察庁により関係各省庁にこれらの物質の販売業者がとるべき措置の周知・指導の徹底がなされているところである。しかしながら、実際にはどの事業所においてこれらの物質を保有しているかの情報は CBRNE に対応する医療機関が知ることは難しい。大きな火災や爆発によりこのような物質が拡散する可能性があり、地域の保管状況や危険性等の情報に関して、過去の災害事例を含めてその入手方法、活用方法、災害発生時の医療対応を検討する。
3. インターネットで多く使用される CBRNE 関係の用語の流行の捕捉

   （ア）インターネットでの情報を利用する症候群サーベイランスをインフォサーベイランス（Infoveillance）とし、人間の行動に関する情報を収集するためにインターネット情報を利用する研究をインフォデミオロジー（Infodemiology）とする新しい概念が Gunther Eysenbach によって提唱された。このようなインターネット情報を収集して化学イベントの流行や発生を認知する方法がないか検討する。

   （イ）インターネットを利用した化学テロ（災害）関連の情報収集に関する方法の検討、提案を行う。
4. CBRNEテロに関する科学的・政策的知見の状況把握
5. サイバーテロ等の従来とは異なる形態のテロリズムへの対応策検討
6. 武力攻撃事態対応における医療支援の検討と提案

過去の事例を検討することにより、発災がはっきりした事案だけではなく、いつ発災したかわからない事案を含めた対応や、近年のテロリズムは組織に属さない個人が行うテロ行為が問題となっており、ローン・オフェンダーと呼ばれ、各国で対策が急がれている。これらローン・オフェンダーに

よるテロ行為において化学物質を使用する可能性が出てきている。ローン・オフェンダーの場合には組織だった行動をするわけではないため、神経剤のような化学兵器を製造してテロ行為に及ぶより、比較的入手しやすい物質による行為も想定しておかなくてはならない。たとえば、食品等の製造段階における意図的な化学物質混入なども想定する必要があろう。ローン・オフェンダーを考慮に入れた化学テロ危機管理を考えるに当たって、令和６年度は過去の化学物質が関連する事案に関する検討することとした。この場合、化学物質が関連する事案をいかに認識し、どのような体制で対応するのが望まれるのか、国内外の情報を整理する必要もあると考えられ、国際的な取り組みを含めて検討した。

この検討では、化学物質が関連したこれまでの事故・事案を振り返り、どのように覚知することが可能か、どのような連携が望まれるかを検討した。次に、世界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 Event Working Group）が主催した“Enhancing Public Health Management of Chemical Incidents through Collaboration with Poison Centres(化学事故災害における公衆衛生管理を強化するための中毒情報センターとの連携)”が開催されたので、この取り組みを化学物質が関連した事案に対する各国の取り組みとして取り上げた。

Ｂ．研究方法

令和４年度の研究に関して

米国で 2022 年 7 月 7 日及び 8 日に開催された米国医学毒物学会（American College of Medical Toxicology : ACMT）が開催した“テロにつながる化学物質及び放射性物質：Chemical and Radiological Agents of Opportunity for Terrorism（CRAOT)”を受講し、その内容を検討した。また、世界保健機関（WHO）が 6 月 16 日に開催した“化学物質が原因と思われる健康障害の発生を調査するための WHO ウェビナー：WHO webinar on investigating outbreaks of ill health that may be of chemical origin”を受講し、化学物質イベントの発生を覚知するために提唱している方策を検討した。

令和５年度の研究に関して、研究目的で述べた６つの項目に関して下記の方法で検討を行った。

1. GHSAG を通じて、参加国における CBRNE テロに関する科学的・政策的知見の状況に関して。

   CEWG の開催は 2023 年 4 月 6 日、6 月 27 日、9 月 21 日、12 月 7 日、2024 年 2 月 8 日、2 月 27 日、3 月 6 日、3 月 27 日に開催された。多くは web で開催されたが、2023 年 6月 27日はミュンヘンのドイツ連邦軍薬理学・毒物学研究所(Bundeswehr Institute of Pharmacology and Toxicology)にて開催された。これまで取りみを振り返り、今後の取り組みに関して議論された。また、ウクライナが Web で参加し、化学兵器の使用への対応として求められる事項の相談があった。

2. CBRNE テロ等に関係する危険物質を平時から有している施設、各々の施設で有している危険物質の種類及びその危険性に関する情報を事前に入手できるような体制・法整備に関して

   - CBRNE 災害・テロに関係する物質に関する法を調査した。
   - 過去の化学物質が関連する事故・災

害・テロにおいて化学物質情報をどのように入手、活用されたかを調べ、課題を抽出した。

3. インターネットで多く使用される CBRNE 関係の用語の流行の捕捉
   - インフォサーベイランスやインフォデミオロジーを利用した化学イベントに関する研究報告の調査を行った。
   - インフォサーベイランスを利用した化学イベントの早期警戒システムの社会実装に関する検討を行った。
4. CBRNEテロに関する科学的・政策的知見の状況把握
   ミュンヘンのドイツ連邦軍薬理学・毒物学研究所にて 2023 年 6 月 28 日～29 日に開催された第 18 回 Medical Chemical Defense Conference（医学的化学物質防御会議：MCDC）に現地参加した。その知見と、人体への影響、拮抗薬に関する研究が進んでいる化学兵器に関して報告する。
5. サイバーテロ等の従来とは異なる形態のテロリズムへの対応策検討
   - つるぎ町立半田病院（徳島県美馬郡）のサイバーテロ対応に関する講演会（Security Blaze 2023:11 月 16 日 WEB）を聴講した。同医療機関は 2021 年 10 月 31 日（日曜日未明）にサイバーテロの攻撃を受けたことに関してコンピューターウイルス感染事案有識者会議調査報告書が 2022 年 6 月7日に公開された。また、2022 年 10 月 31 日（月曜日）早朝にサイバーテロの攻撃を受けた地方独立行政法人大阪府立急性期・総合医療センター情報セキュリティインシデント調査委員会の調査報告書が 2023 年 3 月 28 日公開された。これらをもとに課題を検討した。
   - サイバーテロを含むオールハザードアプローチとしての事業継続計画（BCP）のあり方を検討した。
6. 武力攻撃事態対応における医療支援の検討と提案
   - 武力攻撃事態を含む対応に関して、GHSAG が ”Global Health Security Initiative Event Management Response Framework（世界健康安全保障イニシアティブのイベント管理対応の枠組み：GHSI の EMRF)“を 2023 年 7 月に公開した。これは CBRNE 事案だけでなく、感染症のパンデミック、ロシアのウクライナ侵攻なども包含した、緊急事態に対処するため、GHSI 上級当局者や各ワーキンググループメンバー間の情報交換や対応の調整を促進することを目的としたものであるため検討した。

令和 6 年の研究に関して

1. これまでの化学物質が関連した事故や災害事例とその対応
   - 過去の化学物質関連事故・災害事案をできるだけ広範囲に取り上げ、覚知、対応や連携に関して検討した。
2. 各国の化学事故・災害に対する公衆衛生と中毒情報センターの取り組み
   - 2025 年 2 月 6 日、13 日、20 日の三日間にわたり開催されたオンラインシンポジウム“化学事故災害における公衆衛生管理を強化するための中毒情報センターとの連携”をまとめ、化学イベント時に求められる対応に関して考察した。

（倫理面への配慮）

本研究報告のすべての内容に関し

て、すでに発表された資料の分析、およびシンポジウムで発表された内容を元にした研究であるため倫理面での配慮すべき事項は存在しないと判断した。

C．研究結果および考察

令和 4 年度の研究に関して

1. ACMT の CRAOT セミナーに関して

開催機関は 2 日間であった。ACMT と REAC/TS が開催主体であるが、有毒物質・疾病登録庁（Agency for Toxic Substances and Disease Registry：ATSDR）内の地域保健・危険評価室（Office of Community Health and Hazard Assessment：OCHHA）が支援しているとのことであった。対象者は、救急救命士や救急隊員、公衆衛生の専門家、法執行機関、救急医療従事者であった。本コースは令和５年度、令和６年度も開催され聴講したが、基本的なレイアウトは共通しており、取り上げる事案がいくつかアップデートされていた。

1 日目は放射性物質を起因とする事案に関するセミナーであり、開催主体は放射線緊急時支援センター（Radiation Emergency Assistance Center/ Training Site：REAC/TS)、8 モジュール 8 時間 40 分（休憩含む）にわたる内容であった。本研究は化学イベントを中心とするため 1 日目の内容に関しては割愛する。

2 日目は化学物質を起因とする事案に関するセミナーであった。現地時間 9 時から 17 時 20 分までの 8 時間 20 分（休憩含む）のセミナーであり 10 モジュールで構成されていた。以下、各モジュールを示す。

・ 毒物の災害：従来の化学兵器を超えて（Toxic Disasters: Beyond Conventional Chemical Weapons）

要点

- 中毒学の重要な原則を熟知する
  - ✧ 用量反応性
  - ✧ 曝露経路
  - ✧ トキシドローム
  - ✧ 除染と個人防護具（PPE）
- “目的達成型”化学兵器、“デュアルパーパスの化学物質”、毒性のある産業化学物質（Toxic Industrial Chemicals：TICs）に関して
  - ✧ テロリストが使用する可能性のある化学物質の同定
  - ✧ 個人及び集団が曝露された事案の歴史
  - ✧ さまざまなTICsで生じる健康への影響
  - ✧ 初期対応法
- 利用可能な情報源とツール
  - ✧ EPA、TRI、CAMEO 等
  - ✧ CHEMM と CHEMM-IST

・ 化学物質の爆発（Chemical Explosions）

要点

- 第 1 次から第 4 次爆傷に関して
- 第一次爆傷とクラッシュ症候群
- 熱傷の深度を理解する
- 熱傷の初期対応

・ 脅威としての有毒ガス（Toxic Gases as Threats）

要点

- 過去の産業におけるガス曝露事案
- 注目すべき主要な工業用ガス
- ガスがもたらす臨床像の理解と、ガスの物理的性質や毒性との関連付け
- 曝露や健康被害を低減するための方

法

（1984 年インドのボパール化学工場事故でのイソシアン酸メチル漏出事故や 2002 年米国ノースダコタ州マイノットでの列車脱線によるアンモニア流出事故、2005 年米国サウスカロライナ州グランテビルでの列車衝突による塩素ガス流出事故、1981 年、82 年、86 年に発生した米国ロサンゼルスの化学工場でのホスゲン事故、1987 年テキサスでのフッ化水素事故の事例が示された。また、化学テロリスク評価：Chemical Terrorism Risk Assessment：CTRA による上気道と下気道それぞれに作用する化学物質が示された。）

・　青酸や燻蒸剤とその危険性（Knockdown Agents: “Gasp Poisons”）

要点

- 窒息剤について
- 青酸と燻蒸剤の発生源と一般的な使用法について
- ３つの最も一般的な燻蒸剤（Vikane：フッ化スルフリル、Methyl Bromide：ブロモメタン、Phosphine：ホスフィン）
- 剤曝露後の臨床的な影響に関して
- 青酸中毒の治療法に関して

（青酸ガス、硫化水素、燻蒸剤に関してその性質などが示された。）

・　有害物質拡散手段としての食品、水、医薬品（Food, Water & Medication as Vehicles for Toxic Threats）

要点

- 水、食品、医薬品のシステムを理解するための浄水場の仕組みについて
- 水、食品、医薬品の汚染に関する過去の事例をもとに、システムの脆弱性や潜在的な懸念物質を考察する
- 過去の事故やテロ事件が原因となったシステム全体の変化や法律について
- 水、食料、医薬品を守るための方法を詳しく知るためのリソースに関して

（2002 年ワシントン州シアトルのメープルリーフ貯水槽のフェンスが破られていたため、毒物混入の可能性に関するアセスメント、水の使用停止などの対応がとられた事案の紹介や、2003 年ミシガン州デトロイトでの牛ミンチ肉に殺虫剤が混入していた事件、2003 年米国メイン州ニュースウェーデンでのコーヒーにヒ素を混入させた事件、1982 年米国シカゴでのタイレノールブランドのアセトアミノフェンカプセルにシアン化カリウムカプセルを混入させていた事件、1996 年ハイチでの次エチレングリコールが混入した解熱薬事例、2008 年に中国から輸入したヘパリンに過硫酸コンドロイチン硫酸が混入していた事件などが紹介された。）

・　神経毒性を有する物質（Neurotoxic Agents）

要点

- 神経系に作用する中毒症候群
  - ✧ 鎮静
  - ✧ 痙攣
  - ✧ 幻覚症状
- 鎮静をもたらす毒物に特異な臨床像
- 中毒症候群に該当する化学物質の例
- 初期治療戦略

（2002 年モスクワの劇場占拠事件を例

に挙げ、鎮静剤として GABA 作動性物質、カルフェンタニルを含むオピオイド、炭化水素が示された。また、2002 年にニューヨークで確認された中国から違法輸入されたテトラメチレンジスルホテトラミン含有殺鼠剤による中毒を例に挙げ、痙攣をきたす化学物質として有機リン、カーバメート、ニコチン、ヒドラジン、樟脳、有機塩素、ストリキニーネなどが述べられた。幻覚をきたす化学物質としては、LSD、トリプタミン、Ololiuqui（朝顔の種？）、アトロピン、スコポラミン、ヒヨスチアミン、BZ 剤（3-キヌクリジニルベンジレート）が紹介された。）

・　遅発性中毒症候群（Delayed Toxic Syndromes）

要点

- 化学物質暴露から症状出現まで時間を要するものがあることを認識する
- 遅発性中毒症候群をきたす化学物質
- 遅発性中毒症候群をきたす化学物質におけるトキシドローム

（タリウムやメチル水銀、ダイオキシンを利用した事件が述べられた。）

・　多数曝露傷病者発生時の心理的影響（ The Psychological Impact of Mass Exposures）

要点

- 化学物質曝露多数傷病者事案による心理的影響
- 被害者のメンタルヘルスニーズへの適切な対応
- 有毒化学物質曝露を認識した後の多数の予想される行動
- 心的外傷を伴う出来事に対する急性の心理的/感情的反応の兆候と症状
- 有毒化学物質曝露後に恐怖や強い感情を抱く被害者を支援するための戦略

（化学物質事案が実際に発生しているか精神症状を呈しているだけなのかのアセスメントに関して述べられた。）

・　事案発生後の集団モニタリングのメリットとデメリット（After Event Population Monitoring Pros & Cons）

要点

- 医学的モニタリングとは
- 医学的モニタリングはなされるべきか
- その場合、いつ、どのように行うか
- 多数傷病者事案における医学モニタリング

（多数傷病者事案となりうる各化学物質に関して、それぞれ症状のモニタリングおよび検査によるモニタリングの可能性が詳述された。また、実例として 1995 年東京地下鉄サリン事件、1976 年イタリアのセベソ地方におけるダイオキシン放出事故、1996 年英国のシーエンプレス号油流出事故が挙げられた。）

・　シナリオに基づいたディスカッション（Scenario-Based Discussion）

要点

- 想定：米国アトランタの鉄道で多数傷病者事案が発生した。
- 化学物質曝露によるトキシドロームを認識すること
- 化学物質曝露に対する効果的なマネージメント法を論じること
- 化学物質による公衆衛生上の緊急

事態の覚知と管理を支援するリソースに関して

- 化学物質事案への対応におけるプレホスピタルや病院の医療従事者、公衆衛生や薬学といった異なった分野の役割を認識する

（東京地下鉄サリン事件に改めて触れられていた。また、神経剤に対する備蓄に関しても示された。）

2. 化学物質が原因と思われる健康障害の発生を調査するための WHO ウェビナーに関して

本ウェビナーの対象者は WHO 化学物質リスク評価関係者、公衆衛生専門家、化学物質事案の可能性の調査及び対応に関心を持つ人とされていた。内容は 2021 年に発刊された WHO の出版物である“化学物質が原因と疑われる傷病のアウトブレイクを調査するためのマニュアル：Manual for investigating suspected outbreaks of illness of possible chemical etiology”の紹介であった。傷病のアウトブレイクを覚知した際、その調査のための同マニュアルの活用法が示された。講師は英国健康安全保障局（UK Health Security Agency）のデビッドラッセル教授であった。デビッドラッセル教授は世界健康安全保障行動グループ（Global health Security Action Group：GHSAG）の化学イベントワーキンググループ（Chemical Event Working Group：CEWG）の一員である。

同マニュアルは大きく２章に分けられ、第１章ではクラスターやアウトブレイクを調査するための実践的ガイドであり、5 つの段階が示されていた。

第１段階　検出と警告、報告

第２段階　情報収集と評価

第３段階　病因の予備的検討

ここでは更なる情報の入手のためのエリアや影響を受けた人々の同定、疫学的、環境的、中毒学的な情報に基づいた化学事案の可能性を検討することが含まれていた。また、人々やメディアなどに対するリスクコミュニケーション戦略を立てることが述べられていた。

第４段階　現地調査

ここでは疫学、環境、中毒学のそれぞれに基づいた集学的なチームで調査を行う必要性が述べられていた。

第５段階　調査の完了

第２章では調査の原理と概念に関する各論が示された。

- リスクの評価、優先順位、管理、リスクコミュニケーション
- 疫学調査
- 環境調査
- 中毒学的調査
- 臨床検査
- 倫理的問題

が項目として挙げられていた。

令和６年度の研究に関して

1. これまでの化学物質が関連した事故や災害事例とその対応

文献や報道記事などを渉猟して得た事項とその分析を下記に列挙する。

- 水源が汚染された事案

古い事案であるが、1950 年～1960 年代に発生した有機水銀による水俣病、1955 年から 1960 年代に発生したカドミウ

ム汚染によるイタイイタイ病がある。この２事案は河川が汚染され、その汚染された農作物や水産物を経口摂取することによる事案である。水源の汚染は現在でも発生しており、2003年には茨城県神栖市の地下水が日本軍の遺棄化学兵器によって有機ヒ素化合物に汚染された事案、2015 年に明らかとなった米国ミシガン州フリントの鉛による水汚染など決して過去のものではない。意図的ではないが、2023 年には北海道越蘭町では地熱開発事業蒸気噴出事故により、一部の飲用井戸水がヒ素に汚染されたことがあった。

また、未遂に終わっているものの水源へのテロ行為として認識しておかなければならない事案として、水道インフラの制御システムに対するサイバーテロが挙げられる。2021 年米国フロリダ州の水処理施設の監視制御システムに対してハッカーが遠隔操作で水道水に含まれる水酸化ナトリウムの基準値を変更した事案が発生した。上水道の質を維持するためのシステムを変更するテロ行為であった。

・ 食品等の製品が汚染された事案

1968 年に発生したポリ塩化ビフェニルやポリ塩化ジベンゾフランによるカネミ油症事件、1955 年に発生したヒ素化合物による森永ヒ素ミルク事件が挙げられる。この２事案は製造された製品そのものが汚染されていたために健康被害が発生した事案である。食品が化学物質で汚染された事案は、現在でも散発的に発生している。発生頻度が高い物質はメタノールやジエチレングリコールが挙げられる。特にメタノールの混入は世界各国で何度も発生している。例えば、1986 年イタリア（23 名死亡）、1998 年マダガスカル（200 名死亡）、1999 年ブラジル（35 名死亡）、2000 年エルサルバドル（122 名死亡）、2002 年及び 2004 年ノルウェー（17 名死亡）、2001 年エストニア（68 名死亡）、2010 年ウガンダ（80 名死亡）、2012 年チェコ（38 名死亡）、2012 年カンボジア（49 名死亡）、2013 年イラン（8 名死亡、入院 694 名）、2013 年リビア（51 名死亡、中毒者 1000 名以上）、2014 年ケニア（126 名死亡）、2015 年ナイジェリア（23 名死亡）、2018 年（マレーシア（45 名死亡）、2019 年コスタリカ（25 名死亡）、2020 年メキシコ（35 名死亡）、2021 年モロッコ（21 名死亡）、2022 年ペルー（54 名死亡）、2023 年ロシア（30 名死亡）などが挙げられるが、死亡者数が多く医療機関に相当数の収容が求められるであろうことが読み取れる。アルコールに混入される

ので大人が被害に会うことが多い。列挙した中で、2000 年のエルサルバドルの事件はテロと考えられており、ローン・オフェンダーが実行可能な事案と認識する必要がある。ジエチレングリコールの混入は、1985 年のオーストリア産のワインに混入され世界で流通、1996 年のハイチでは解熱剤に混入、2007 年の中国では練り歯磨きに混入、2007 年のパナマでは歯磨き粉に混入、2009 年のナイジェリアでも歯磨き粉に混入、2022 年のインドネシアでは咳止めシロップに混入されているなど、他に南アフリカ、スペイン、インド、アルゼンチン、バングラデシュでも報告されている。腎不全を発生し重症化するため、特に子供の死亡事例が多く報告されている。

エチレングリコールの他に、最近でも報告のある製造時の混入事案としては、2008 年に発生した農薬であるメタミドホスが中国製冷凍餃子に混入していた事案（意図的に混入されていたとされるが、製造過程で入っているためこちらで取り上げた）、2008 年のメラミンが混入した中国製粉ミルク事案（ミルクの窒素含有率を上げ良い製品に見せるために混入）、2013 年の日本製冷凍ピザに農薬であるマラチオンが混入していた事案、2022 年にカナダで発生した香辛料へのアコニチン含有植物の混入事案、2023 年のアレルギーに効果があるとされた紅茶にステロイドが添加されていた事案など、さまざまな事案が存在する。

・ 意図的な混入

古い事案としては、飲料やチョコレートに青酸を混入させた 1977 年の青酸コーラ事件、1984 年～85 年に発生した菓子に青酸を混入させたグリコ・森永事件、1998 年のカレーにヒ素化合物を混入した和歌山カレー事件、1998 年の新潟、三重、愛知、京都など日本各地で発生した飲料へのアジ化ナトリウム混入事件、2003 年に発生した米国メイン州でのヒ素入りコーヒー事件、同年米国デトロイト州で発生した農薬入り牛ミンチ事件、2005 年静岡、2012 年仙台で、2023 年京都で発生したタリウム投与事件、全国各地（あるいは世界各地）で発生しているとされるアルコール等の飲料に睡眠薬を混入させるデート・レイプドラッグ事件、Medical Child Abuse と呼ばれる子供に不必要な薬を与える児童虐待など枚挙に遑がない。また、猛毒のリシンをトウゴマからアルコール飲料で抽出して飲ませる事件も日本だけでなく海外でも確認できる。

前述の製造段階での混入でも取り上げたエチレングリコー

ルであるが、日本で犯罪を目的として経口摂取させ、死に至らしめている事件が散見されている。ネット上にも情報があり、エチレングリコールによる犯罪の裁判資料において、人を殺めても発覚しにくい方法としてネット検索されたことが判決文に記されている。グリコ・森永事件の 1985 年にはパラコートなど農薬を飲料に混入させた事件が 1 都 2 府 22 県で 78 件発生し、和歌山カレー事件の 1998 年の事件後 5 ヶ月間だけで全国各地で 30 件以上の毒物事件が発生、またアジ化ナトリウムの事件は 1998 年に 4 件も発生していた。すなわち、模倣した犯罪が数多く発生したという特徴が報告されている。他害事案ではないが、硫化水素自殺が 2008 年に突然 1000 件以上発生したことも一種の流行・模倣であるといえよう。化学物質事案の一つの特徴と言える。

・ 有毒ガス等の漏出、異臭

有毒ガスが事業所や運搬中に漏出した事故が挙げられる。例えば 1993 年に愛知県岡崎市内の東名高速道路で発生したクロルピクリン漏出事故や 2008 年救急搬送された患者のクロルピクリンを混じた嘔吐物から発生した有毒ガスによる医療機関の汚染事故が挙げられる。他には 1994 年にインドのボパール州で発生したイソシアン酸メチル漏出事故（死者 8,000 人）や、2021 年にフィリピンの製氷工場で発生したアンモニア漏出事故、2022 年にヨルダンのアカバ港で塩素の容器が落下破損し塩素が漏出、13 名が死亡し 265 名が負傷した事故などがある。本邦では硫化水素や塩素ガスが何らかの原因で発生し、事業所内等で暴露することによる事案が多数報告されている。一方、異臭を感じる事案が往来の多い場所や学校等で発生した場合には、多数の搬送が発生することがあることに注意が必要である。すなわち、健康被害がはっきりしなくても不安が強く認められることがあり現場が混乱する可能性がある。

3. 各国の化学事故・災害に対する公衆衛生と中毒情報センターの取り組み

・ GHSI シンポジウムとして 2025 年 2 月 6 日（Day1）、2 月 13 日（Day2）、2 月 20 日（Day3）に行われた。それぞれの詳細は本報告書の末尾に付記する。

・ テーマ：中毒センターと公衆衛生部門の協力による化学事故マネージメントの強化

化学事故災害に際して、中毒情報センターと公衆衛生部門の連携が求められた事例などが共有された。

・ フィリピンでのアンモニア漏出事故

2021 年に発生した、製氷工場でのアンモニア漏出事故において、フィリピン大学国立中毒管理センターとフィリピン大学総合病院が連携し、傷病者の対応、情報共有、公衆衛生部門との連携が行われた。公衆衛生部門と中毒情報センターの連携が成功した事例とされたが、さらに公衆衛生と中毒情報センターを統合強化することが提言された。

・ オマーンにおける塩素ガス漏洩事故
2023 年に発生したオマーンの工業地帯で発生した塩素ガスの漏出事故では、ガス吸入により 42 名が負傷したが、国家レベルで危機管理計画が発動され危機対応チーム（National Hazmat Team）も出動した。オマーンの公衆衛生危機管理センターから中毒管理センターに速やかに情報が共有され、個人防護具の装着や除染方法の指導がなされた。公衆衛生部門と中毒情報センター等が速やかに連携することで、速やかな負傷者の受け入れにつながったと評価された。一方で、除染設備や電子的な情報共有システムがなく情報共有に限界があったため、今後、整備が望まれると振り返られている。

・ カナダにおけるアコニチン中毒
2022 年 2 月にカナダで発生した、輸入香辛料に含まれていたアコニチンによる食中毒事例が取り上げられた。カナダでは５つの中毒情報センターが 24 時間、市民や医療関係者に中毒に関する情報提供を行っている。医療機関で覚知されたアコニチン中毒に関して“砂姜”という香辛料が関与していることが判明し、地域保健部門や州の疾病管理センターに通知をしたが、国レベル（連邦食品検査庁）での製品のリコールは行われなかった。しかし、8 月には最初に覚知された州とは異なる州でアコニチン中毒が発生し香辛料の“砂姜”が原因であることが突き止められ、連邦食品検査庁が自主改修措置を命じた。すなわち、2 月に覚知されていた事案が国レベルでの対応がなされず、8 月に同様の食中毒が発生したことになった。この事例以降、カナダ全土において、中毒情報センターと公衆衛生部門の正式な連携体制及びトキシコビジランスが強化されることとなった。課題としては　、稀な毒物に対しても迅速に検査可能な体制を全国区的に整備すること、トキシコビジランスの重要性の周知、公衆衛生部門と中毒情報センターの連携だけでなく、異なる機関（医療、公衆衛生、

規制機関、司法機関等）の連携も重要であることが挙げられた。日本においても、毒入り冷凍餃子事件での対応において類似点が多く、多機関連携が平時から構築されていることが望まれる。

・ タイにおけるメタノール中毒事故
2024 年にタイで発生したメタノール事故では、当初中毒情報センターに中毒事案の報告が相次いでなされ、ハーブ酒が原因と考えられる」メタノール中毒が発生し 44 人が中毒となり 10 名が死亡した。医療機関においては、緊急対応が早期よりなされ、中毒情報センターや保健所、警察との連携が構築された。公衆衛生部門と中毒情報センターが迅速に連携することによって、被害拡大の防止に成功した事例としての評価があった。一方で、ホメピゾールが十分に用意されておらず、国家的な備蓄も求められるのではないかといった課題が挙げられていた。

・ 英国における DNP（2,4-ジニトロフェノール）中毒
DNP 中毒は 1933 年に体重減少作用が発見されたため注目されたが、白内障といった副作用があるために 1938 年には医療用としての用途は禁止された。しかし、DNP による健康被害は 2015 年から 2018 年に集中し、英国のみならずスウェーデン、ノルウェー、オーストラリアでの報告が認められた。2010 年 1 月から 2020 年 9 月までで WHO とともに収集したデータ 434 例中死亡率は 11.9%であった。英国で増加していたため、公衆衛生の視点から英国国立毒物情報サービス（中毒情報センター）、英国保健安全保障庁、食品基準庁が連携し、医療従事者への情報提供を行い、公衆衛生部門、規制機関、警察などとの協力体制の確立、国際的なオンライン販売の取り締まりを行った。2023 年には DNP は英国毒物法に基づく毒物に分類され、食品としての販売が違法化された。トキシコビジランスや関係各機関の連携、公衆衛生情報提供や診療ガイドラインの迅速な更新が評価される一方で、課題としては、法律改正のプロセスの複雑性、診療ガイドラインの正確かつ迅速な提供、自動化されたトキシコビジランスシステムの必要性が挙げられていた。

・ チリにおける化学倉庫火災
チリで 1995 年に発生した、化学倉庫火災事故では 10 時間以上に及ぶ火災でサンディアゴ市内全域に有毒な煙が立ちこめ、深刻な健康被害を引き起

こした。この事故対応では、倉庫に保管されていた化学物質に関する情報が不足しており、米国の緊急対応センター“CHEMTREC”に協力を要請することとなった。当時は中毒情報センターへ消防や医療機関から多数の問い合わせがあったものの、公衆衛生部門との連携は十分機能しておらず、化学災害に対する法整備が不十分とされた。公衆衛生部門の対応としては、周辺住民の避難勧告、環境モニタリング、医療機関での健康調査を行っていた。その後、2000 年には化学緊急対応センターが設立され、化学物質の安全データシートのデータベース構築、化学物質に中毒情報センターの連絡先を表示することの義務化、化学災害緊急対応の専門チームの養成を行なった。2009 年には中毒情報センターと公衆衛生部門の連携が整備され、事故時の情報支援体制がとられることとなった。また、2016 年には化学事故をオンラインで記録・通報するためのプラットフォームも整備された。現在、化学災害に対する定期的な訓練プログラムが実施され、中毒情報センターと公衆衛生の連携が強化されているとのことであった。

・ 米国における合成カンナビノイド製品への殺鼠剤混入

米国フロリダ州で2021年に合成カンナビノイド製品(マリファナ)に殺鼠剤ブロジファクムが混入されていたため使用者に出血症状が持続し、4名の死亡、100名以上が入院するといったアウトブレークが発生した。異なる医療機関ではあったが、数日以内に出血傾向を呈する患者が複数報告され、全患者にマリファナの使用が認められたため製品の化学分析が行われた。その結果、長時間作用型の抗凝固性殺鼠剤であるブロジファクムが検出され、これはワルファリンの 100 倍以上の作用があり長期間高容量のビタミンＫの投与が必要であった。中毒情報センターからのこれらの情報提供と、州保健局、連邦機関との連携が速やかに行われた。公衆衛生機関としては、最初に事案が判明した時から対象と考えられる地域に情報を提供し、症例のサーベイランスが行われ疑い例を含む５２例が特定された。特定された症例の社会的背景（無保険、ホームレスといった経済的背景）も情報収集されたため、各機関や企業との連携を通じて治療に必要なビタミン K の無償配布などの対応が行われた。保健、医療、法執行機関が連携し、原因化学物質の迅速な分析、患者のフォローアップのための地域健康保健計

画への登録促進や医療機関への治療ガイダンスの発出、報道への通知などが評価された。一方で、ビタミン K の供給不足と備蓄の必要性、無保険・ホームレスに対する医療支援体制、法執行機関との情報共有の制約などの課題が示された。

・ 米国での麻痺性貝毒中毒アウトブレイク

米国オレゴン州において 2024 年に麻痺性貝毒による 42 名の食中毒アウトブレイクが発生した。野生のムール貝を摂食したことにより生じた事例とされ、中毒情報センターに入った症状などの情報から臨床的に麻痺性貝毒と診断された。その情報はすぐに現地の郡保健局に通報され、複数の患者が確認されたことからクラスター発生と認識され、州保健当局と中毒情報センターが共同で緊急通知文を作成し情報発信が行われた。州保健局は麻痺性貝毒の症例の基準を定義し、中毒情報センターへの入電、WEB 調査、摂食者からの聞き取り調査、医療機関からの報告により 42 症例を確認した。州保健局と中毒情報センターは共同で、医療期間への通知、公衆向けの様々なメディアを介した警告、多言語での情報提供、現地調査を行った。課題としては、貝毒のモニタリング検査をどのように行うか（検査の頻度など）、アウトブレイク発生前の統一した対応の整備、クラウド型の疫学調査ツールの必要性が挙げられた。

Ｅ．結論

化学テロ・化学物質事案において、「覚知」と初動アセスメントが重要である。各国で経験した事案から、関係機関としては、中毒情報センター、公衆衛生、法執行機関、医療機関等が挙げられ、地域住民とのリスクコミニケーションが重要であることが示唆された。現在、多職種・多分野における「覚知」「連携」「備え」といった多層的な体制は国際的な課題とされ、整備・構築されつつある。国内において、多職種・多分野の医療従事者や公衆衛生関係者に対してオンセットが明らかではない化学物質事案への対応を含む教育、SNS 解析による覚知システム、平時からの化学物質情報の可視化、他機関連携型の BCP・医療体制の整備といったシステム整備が求められる。また、この連携体制は化学事案発生時のみならず、平時から常時連携する体制構築が求められると考えられた。

Ｆ．研究発表

1. 論文発表

1) 大西光雄　ICT を利用したトキシドロームの活用 救急医学 47:465-471, 2023

2) 大西光雄：【トキシドローム真実はいつもひとつ!!か!?】トキシドロームの応用 ICT を利用したトキシドロームの活用「救急医学」47(4)：465-471、へるす出版、2023 年 4 月

ックで注意すべき食中毒】化学物質・薬品化学物質の添加・混入による食中毒。「小児科」、64 巻 12 号 Page1284-1291、金原出版、2023 年 12 月

２．学会発表

1) 大西光雄、曽我部拓、石田健一郎、吉川吉暁、 下野圭一郎、 小島将裕、 田中太助、 小川晴香：化学物質汚染傷病者対応を目的とした強制排気システムを有する初療空間の構築。第 45 回 日本中毒学会総会・学術集会、さいたま、2023 年 7 月 15 日

2) 上野由貴、井後星哉、平井優実、祝洸太朗、飯沼公英、小島将裕、曽我部拓、石田健一郎、大西光雄、吉野宗宏：中毒診療における多職種連携を更に進めるには救急初療で薬物情報提供を行う中毒担当薬剤師の導入。第 45 回日本中毒学会総会・学術集会、さいたま、2023 年 7 月 15 日

3) 石田健一郎、吉川吉暁、寺尾紀昭、飯沼公英、草深進、山本幸伸、黒田愛美、大西光雄：従来型」BCP から「オールハザード型」BCP への進化の提言-コロナ禍での BCP の改訂や災害訓練を経て-。第 77 回国立病院総合医学会、広島、2023 年 10 月 21 日

4) 大西光雄 ”爆傷など特殊事案を知る・・・新しい連携、深化した連携で対応するために” 第 172 回近畿救急医学研究会救急隊部会 講演 なら 1000 年会館 奈良 2023 年 5 月 26 日
大西光雄 化学テロと解毒剤 NBC ネットワーク専門家会合 東京 2024. 8. 1

5) 大西光雄. 災害と中毒 化学災害を中心に 第 46 回日本中毒学会総会・学術集会 基調講演 神戸. 2024 年 7 月 24 日
戸上由貴, 廣瀬智也, 竹川良介, 服部雄司, 大西光雄. 多職種で考える！病院前中毒診療の課題とその解決に向けて. 第 46 回日本中毒学会総会・学術集会, 神戸. 2024 年 7 月 24 日

6) 大西光雄 2025 大阪・関西万博医療対応をより強靭にするために―過去の人為的な多数傷病者事案を参考にした想定にどう対応するか 第 30 回日本災害医学会総会・学術集会 特別企画 1 2025 大阪・関西万博に向けて名古屋 2025 年 3 月 6 日

（発表誌名巻号・頁・発行年等も記入）

Ｇ．知的財産権の出願・登録状況
（予定を含む。）

1. 特許取得：
2. 実用新案登録 ：なし。
3. その他 ：

令和6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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）分担研究報告書

「自衛隊/軍事関連分野における国際知見（NBC 関連）に関する研究」

研究分担者 ”木下 学“
（防衛医科大学校・免疫微生物学講座・教授）

研究要旨

R4 年度と R5 年度は米国防総省(DoD)が主催する米軍事医学会(MHSRS; Military Health System Research Symposium)に参加、R6 年度は米国防脅威削減庁(Defense Threat Reduction Agency; DTRA)主催の生物・化学防護に関する科学技術会議(Chemical Bio Defense Science & Technology; CBD S&T)に参加し、国際的な軍事科学分野における生物剤や化学剤脅威への対処動向を調査した。MHSRS では、ロシア軍のウクライナ侵攻に関する話題が中心で、とくに CBRN 関係ではザポリージャやチェルノービリなどの原発施設での攻防戦での放射能汚染の脅威や戦術核の脅威が現実のものとなっていたことが注目されたが、残念ながら詳細な報告は情報保全の点からなされていなかった。侵攻するロシア軍、国土を防衛するウクライナ軍共に正規軍同士の大規模衝突であり、イラクやアフガニスタンでの戦争で多く認められた IED(即席爆発装置)による下肢損傷などより、砲弾等の破片による外傷(Shrapnel injury)が多い特徴があった。CBD S&T は隔年開催されるが、今回は、1. Organ on a chip が微小生体模倣(microphysiological)システムと名を変えて前回の学会よりもさらに多くの発表がなされていた。しかしながら、目を見張るような革新的な進歩は見当たらず、むしろ批判的な質問が散見された。2. 一方、AI/ML はさらに注目度が増し、これをベースにしたデータサイエンス的な発表が明らかに増えていた。3.ウエアラブルデバイスも関心が高く、これと連動したバイオサーベイランスは話題になっていた。本学会は生物剤の脅威やパンデミックも対象となる学会だが、新型コロナ感染症や mRNA ワクチンに関する発表はほとんどなく、もはや関心は次の段階へと移っているようであった。

A. 研究目的

CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握を効果的に進めるために、フロリダ州キシミーで開催された米軍軍事医学会（MHSRS: Military Health System Research Symposium）に R4 年度、R5 年度と参加した（R4 年度：2022 年 9 月 12 日より4日間、R5 年度：2023 年 8 月 14 日より4日間）。R4 年度はコロナ禍での中断を経て3年ぶりに開催された学会であった。R6 年度も本学会には参加しているが、別課題での出張・参加であり、そこでの内容は割愛する。R6年度は、2024年12月2日より4日間、フロリダ州フォートローダーデールで開催された米国防脅威削減庁（Defense Threat Reduction Agency; DTRA）主催の生物・化学防護に関する科学技術会議(Chemical Bio Defense Science & Technology; CBD S&T)に参加した。本学会は隔年で開催されるため、コロナ禍がほぼ終息した米国での本格的な本学会の再開となった。これらの学会への参加により得られた米国の最新のバイオテロをはじめとし

た CBRN 脅威対処の最新動向を報告する。

B. 研究方法

R4 年度の MHSRS は、参加人数が 4,000 人程度と、コロナ禍で 2 年間中断したが、最近数年間で最多となった。企業ブースの展示も増えていた。R5 年度の MHSRS も参加人数が 4,000 人程度と引き続き多くの参加者があった。露軍のウクライナ侵攻が続いていることから、米国での国防・危機意識の高まり、学会は活況を呈していた。CBD S&T は隔年開催だが、R6 年度の参加人数は 1,700 人程度と、コロナ禍前の水準より多くの参加者が集まった。やはり、米国での国防・危機意識の高まりが背景にあると考えられた。

C. 研究結果

R4：新型コロナ肺炎への米国・米軍の対応

R4 年度の MHSRS では、COVID−19 パンデミックに米国が如何に対応したか、数多くの発表がなされた。COVID−19 によるパンデミックは B 剤脅威の最も深刻な典型例であった。COVID−19 ウイルスは、突如として中華人民共和国の武漢で発生した全く未知のウイルスであった。由来に関しては WHO による客観的な調査が行われていないため、全く不明である。致死性が高く発症前から高い感染性を有する細菌やウイルスは、容易にパンデミックを引き起こす。遺伝子改変技術の進歩に伴い、このような病原体の出現は現実的な脅威となった。この種の生物剤脅威を念頭に、未知なる病原体に迅速に対応できるワクチン開発のプラットフォームとして、mRNA ワクチンや DNA ワクチンの研究開発が米国防総省主導の下で莫大な資金をかけて行われて来た。次なる B 剤脅威への有効な対処策（MCM; medical countermeasure）を立てるには、過去から学ことが重要である。

R4 年度の MHSRS では学会初日に Teyhen 准将（Brooke 陸軍病院長）から米連邦政府の対応が次のように紹介された。

【講演概要】 2020 年 5 月に operation warp speed (OWS)という対策が始まった。ウイルス自体を制御すると共に、感染からの合併症に対応する 2 正面作戦である。国防総省や退役軍人局、CDC、FDA など関係する 10 省庁がホワイトハウスの下に協力した。ホワイトハウスをトップに、タスクフォースが NIH と各専門家グループの助言の下、製造物の管理調整、研究、臨床対応、患者血清採取、製造、普及の6つのチームを編成してオールアメリカで対応した。とくに公衆衛生部門と民間医療部門の協調が重要だった。サイト上での情報公開もしっかりとしたが、これが重要であった。各州の知識と能力を結集した。モノクローナル抗体の製造が得意な州、PCR が得意な州など（中央集権の日本とは基本的に違う）、各州で特徴があるそうだ。このような精力的な対応により、1 年目に早くもモノクローナル抗体による治療が行われた。臨床での治験は軍が得意であり、これを迅速に行った。軍は感染症の国際的な情報収集も得意であり、これが迅速なワクチン製造に繋がった。FDA による緊急承認も重要なポイントであった（EVA; emergency use authorization）。

【米軍各部門、セクションでの対応】

続いて、COVID−19 パンデミックへの対応に関して米軍の各医療施設からの発表があった。

1．Walter Reed 医療センター（CHARM study）

Walter Reed では CHARM study という prospective study を行った。海兵隊員は罹患しても経過がしっかりと追えるので prospective study に適している。あらかじめ健康な新兵に PCR を施行して、そこから感染患者の発生を

待った。3,249 名が登録し、1%が PCR 陽性であったが、そのうち 65.2%は無症状であった。最終的には陽性が 1,107 名、陰性が 1,375 名となった。ウイルスの変異によって症状の軽減があった。詳しい解析は今後、行われるという。この CHARM study では、COVID-19 感染後の後遺症、すなわち訓練等での運動能力へ与える影響も見ている。普通の訓練と戦闘訓練、中長距離走のタイムなど、いろんな運動能力を感染前後で調べていた。総じて感染自体は軽症であったようだが、パフォーマンスの低下は認められた。今後はワクチンの影響や免疫能の変化も見ていく。後遺症に関してもみている。

2. 米空軍の排水サーベイランス

米空軍での COVID-19 感染症に関するサーベイランス。詳細な解析検討はこれから。このサーベイランスをサル痘でもやりたいとのこと。

3. ハワイ Tripler 陸軍病院

INDOPACOM ではインドネシアと共同訓練 Garuda Shield を毎年やっている。熱帯湿潤地域でのコロナ感染の特徴を調べている。Prometheus 2.0 プロジェクト。訓練参加者のうち 75 人が感染した。感染者の血中コルチゾール値はハワイに帰ってから上昇したが、Spike 蛋白の IgG はハワイへ帰ってきて低下した。再感染の危険があるのか？ワクチンの影響など、詳しい検討は今後なされるらしい。

4. 米軍医大(USUHS) IDCRP

USUHS の感染症臨床プログラム(IDCRP; Infection Disease Clinical Research Program)の新興感染症に対する EPICC study (Epidemiology, Immunology, Clinical characteristics)の一環として COVID-19 を対象とした。2020.3~2022.4 の期間で感染者の症状とかを詳細に観察。不安や疲労、鬱のような後遺症が 6 か月も続く。咳は減るが関節痛は増強し、これが 3 か月は続いた。非感染者のデータがないのが問題か。今後はオミクロン株やワクチンの効果を検討する。

USUHS とエモリー大免疫微生物学講座の共同研究として、PASS study (prospective assessment of SARS-Co-2 seroconversion)が行われた。Waler Reed 病院の勤務者を対象とした。mRNA ワクチンを接種した健常人の prospective study である。Microbead-based multiplex immunoassay (MMIA)を使っている。6 か月で抗体は減少していた。ワクチンはオミクロン株にも有効だった。

特記すべきは、米軍では COVID-19 パンデミック下であっても、決して COVID-19 対策一色にならず、幅の広い厚い研究をしていた。新たな脅威となる可能性がある COVID-19 以外のウイルス病原体に対するワクチンの開発研究を、Walter Reed 医療センターと米陸軍感染症研究所（USAMRIID; US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases）が中心となって行っていた。以下に紹介する。

1. Walter Reed 医療センター ジカワクチン

ジカは日本脳炎、黄熱と共に蚊が媒介するウイルス感染症。やっと 1 年前からジカワクチンの第 1 相治験が始まった。2015 年にジカが米国で見つかってから 5 年経っていた。ワクチン開発のスピードが遅いのか早いのか分からないが、彼らは遅いと感じているようだ。Lancet ではよく効いたと発表している（サルでの研究か？）。2 回接種するが半年あけて 2 回目を打つ。日本脳炎、黄熱のワクチンとの相乗効果も期待される。T 細胞の反応を見ていた。他にデングワクチンも開発中である。全世界に展開する米軍にはこの種のワクチンが必須だ。

2. 米陸軍感染症研究所（USAMRIID）

針なしで打てる DNA ワクチンの開発。Pharmajet という。筋注・皮下注と皮内注の2つのタイプがある。ベネズエラ馬脳炎（VEEV）のワクチンとして、サルを使ってやっている。サル

への VEEV の感染に関してはエアロゾルで肺から吸入させている。筋肉内へワクチンが入っていくが、なぜ針がなくてよいのか？今後、臨床検討をやる予定らしい。

TREAT（Threat Reduction of Emerging pathogens/toxins using antibody therapeutics）プログラムというのを行っている。南北アメリカ、アフリカ、スウェーデン、ジョージアに拠点がある。出血熱ウイルスへのワクチン開発を念頭にしたプロジェクトであるが、ヒトモノクローナル抗体開発のプラットフォーム作りである。エボラウイルスの感染からの生還者8人のB細胞を取ってきて抗体を精製、中和活性を見ている。いろんな抗体から強い抗体を作り出す Bi-specific mAb 戦略。非常に洗練された手法を用いている。

R5：米国・米軍のウクライナ支援について

R5 年度の MHSRS では、ウクライナ戦争での軍民問わず膨大な数にのぼる負傷への対処・治療が話題になった。ウクライナ戦における医療対処に関する詳細な報告と討論があったが、報告はすべて米国人からで、あくまで支援者である米国から見た現状報告であった。

【米国のウクライナ支援法案】

NDAA 2023（国防権限法案 National Defense Authorization Act）という支援プログラムが米国にはあり、R5 年度の NDAA Section 736 の概要を如何に示す。

1. ロシアウクライナ戦争の教訓をウクライナと米国で共有する。
2. ウクライナと米国との両者で軍事医学の専門家会議や交流を促す。
3. 米国は健康に関する政策や行政、リソースなどに関してウクライナ軍と協力する。
4. 新規や新型の兵器による健康への影響について研究を共同で行う。
5. ウクライナ軍と米軍医大 USUHS の間で、医学生の軍事医学教育に関する相互教育プログラムのための合意を締結する。
6. 米国はウクライナの負傷兵に関する支援プログラムの確立に協力する。
7. ウクライナ軍の次の分野の訓練を支援する。CBRNE 対処、予防医学と感染症、PTSD、自殺企図。
8. 米国はウクライナ支援に必要な医療リソースのリストを維持管理しておく。

R6 年度の NDAA Section 721 の概要では、第一線救護と研究に関する交流プログラムが Section 736 に追加された。四肢外傷、アンプタ、PTSD、TBI、他のメンタルヘルスに関する支援と訓練についてである。専門家からの意見交換、高度な臨床手技に関する支援と訓練、実臨床例での支援と訓練に関するものなども追加された。

【米国のウクライナへの医療支援の概要】

多剤耐性菌感染症の医療対処研究や負傷者のリハビリと装具の相談、Joint Trauma Registry の構築、放射線被ばくに対する防護具とトリアージに関する支援、ウクライナの戦場での医療リソースの供給とサプライチェーンの構築に関して協力・支援している。

教育と訓練では、外傷や外科の関連学会への参加（あまり実践的な効果はないと思われるが）、ASSET（Advanced Surgical Skills for Exposurein Trauma; 御遺体を用いた外傷トレーニング）への参加（効果がありそう）、止血処置訓練、メンタルヘルスケア（遠隔支援含む）を行った。

研究では、ロシアウクライナ戦争での負傷者治療の評価を行った。医療従事者に対するリモートでの面談調査、プレホスピタルでの治療、ダメージコントロール手術、後送処置、高度な治療、リハビリ、ASSET コースの支援（ポーランドで行うらしい）、外傷治療、リハビリ、再生医療、

メンタルヘルスの分野での共同研究なども行っている。かなり具体的に戦場での教訓を学び取ろうとしている。

【ウクライナの医療体制の現状】

ウクライナの外傷治療システムは未熟で全体として欠陥がある。しかし、急速に米国主導で救急医療体制が構築されつつある。現状では医療レベルは個々の医療施設の能力に依存していて、国全体での救護システムがない。エビデンスに基づいた治療ガイドラインのようなものもない。外科医を含めて旧ソ連時代の“ものを言わない古い体質”が残っている。救急医療体制ができておらず、プレホスピタルでの治療が行われてない。Joint Trauma Registry のような外傷登録システムがなく、どんな治療が行われているか詳細が不明である。

【ウクライナでのプレホスピタルケア】

前述したが、地域や施設間での格差が激しく、施設間の相互連携がない。航空機を使った患者後送はなく、救急車、車、列車といった後送手段を使っているが、医療を受ける場所までの列車での後送には 2, 3 日もかかっている。

【ウクライナにおける病院での治療】

外傷や熱傷のガイドラインがない。ATLS (advanced trauma life support)がなく、主観的治療がなされている。最近教育された若い医者の方がエビデンスに基づいた治療ができる。軟部組織の治療方針がバラバラで統一されていない。四肢の骨折を直すのに時間をかけすぎている。医療備品が不整備で欠乏している。人工呼吸器チューブのような消耗品もストックがない。もし、お金を持っていたら医療機器を自費で買う。大怪我しても家族に金がないと何もできない。感染制御が徹底されておらず、単純に手を洗うだけ。一方、抗生剤は使い過ぎで、多剤耐性菌を作っている。

R6:米国・米軍の最新 CBRN 防護施策

R6 年度は米国における最新の CBRN 対処に関する動向を CBD S&T に参加して調査したので以下に紹介する。

Vann 氏(**NBC 防護プログラム担当国防次官補**)

最近 2 年間の CBRN 分野でのオーバービュー

【講演概要】これまでに、エボラや、英国での神経剤ノビチョクによる暗殺事件、コロナパンデミックなど、いろんな脅威があった。国際的な協力が CBRN 防護、とくに CB 対処では重要だ。我々の目的は米国民の保護、そして民主主義の保護にある。自由で開かれたインド太平洋に言及し、日本が重要だと言っていた。また、ロシアのウクライナでの大規模な軍事侵攻にも言及し、ウクライナの民主主義を守ると言っていた(バイデン民主党前政権のメンバーの発言)。中国のバイオテクノロジーはかなり進んでいいて、その技術の進歩とスピードは我々にとって脅威だ。AI/ML はじめ先端技術はすべて医科学分野に通じており、Human machine interface がその例だ。我々はこの分野におけるアカデミアの貢献に期待・注目している。

Watson 氏(**CB 防護担当国防副次官補**)と **DTRA JSTO (Joint S&T Office)**トップの Kristovich 氏の対談

【対談内容】生物化学防護で重要なことは兵士にとって有用な情報を集めることだ。

INDOPACOM に焦点を当てていた。ここでの作戦域は広大で CBRN 脅威に関しても地政学的な特徴を考慮して、診断や治療処置に工夫が必要だ。一方、国内でも CB テロの抑止には航空機搭乗事前チェックなどに関して進化が必要だと強調していた。

前線での兵士の CB 脅威事案での診断治療

をどう進めるか？そのプラットフォーム作りが重要だ。スピード感を持って進める。フィリピンやオーストラリアと協力してやっていく（日本とは言わなかった）。ワクチン接種もその 1 つだ（バイデン民主党前政権のメンバーの発言でトランプ共和党現政権になってからはワクチン政策の見直しが進んでいるようだ）。Small molecule diagnosis を強調していた。
Medical/physiological wearable と physical/environmental wearable に注目していた。ウエアラブルデバイスがキーワードか。バイオサーベイランスも重要で、検知機器の開発を急ぐこと。早期検知のためのデータを収集する。
国際的な生物剤防護は英国とかとも協力してやっている。タイムラインが重要で、先進技術も現場に届くころには時代遅れになっているかも知れない。これら技術を早く現場に届けることが肝要だと言っていた。

Pope 氏（**Cooperative Threat Reduction; CTR** のトップ）
【講演概要】CTR（協力的脅威削減計画）は、旧ソ連の各共和国が保有する大量破壊兵器の脅威を削減し拡散を防止するため，アメリカが 1992 年から行なっている支援計画で、大量破壊兵器の削減をやっている。現在は対象を世界中に広げて大量破壊兵器の削減を行っている。これには生物化学兵器も含まれ、イラクやシリアの化学兵器処理もやった実績がある。カザフスタンではソ連の生物兵器処理、パキスタンでも生物兵器？化学剤？核兵器？を処分したらしい。ウクライナでの核兵器の処分にも関与している（ソ連邦崩壊直後の話か）。アフリカではワクチンプログラムもやっている。ポリオワクチンがその例だ。OPCW とは特別な関係で、現在は生物化学兵器の破壊を主にやっている。2 つの大きなプログラムがある。
Bio PREVAIL：生物剤に関して。次なるパンデミックに対して世界中で監視をしている。感染症に国境はなく、バイオサーベイランスが重要だ。さらに検知に関する研究開発もやっている。
Global congress on chemical security and emerging threats：化学剤に関して。これは OPCW と深い関係がある。

Hotchikise 氏（**OPCW** アドバイザー）
OPCW（化学兵器禁止機関）は化学兵器禁止条約 CWC (Chemical Weapon Convention)に基づき 1997 年に設立された機関。
【講演概要】
1．毒性化学剤：前駆体、弾薬化したもの、装備化したもの（兵器ではない）を対象に扱う。平和時では、化学剤になるものはすべて禁止というわけではない。ここがポイントだ。OPCW は 193 か国が加盟。イスラエル、南スーダン、エジプト、北朝鮮の4か国が非加盟。アンゴラやミャンマーも加盟している。米国は現在、完全に化学兵器の製造や保持を止めている。OPCW は、現在も化学物質の国際間の移動を監視している。化学剤に関する緊急事態への対処訓練もやっている。
2．サイエンステクノロジー：これはどんどん進歩していく。AI もふんだんに入って来る。最近の傾向として化学剤だけでなく生物剤や AI/ML、SNS、VR など各分野の境界がなくなってきた。データサイエンスを利用して新規物質を作ったりしている。ロボット技術や自動化技術で脅威となる剤の製造速度が速くなった。散布にはドローンが使われる。
3．AI での研究にも挑戦している。Crowd-sourcing といって、不特定多数の人の寄与を募り、必要とするサービス、アイデア、またはコンテンツを取得するプロセスに注目している。AI やロボットを用いて PPE の製造や創薬

が自動化、スピードアップをしている。

D. 考察

R4 年度の MHSRS はコロナ禍の中断を経て 3 年ぶりに開催された。COVID-19 パンデミックに如何に米国が対応したかのレビュー的な要素が強かったが、他のウイルスや細菌感染へのワクチン開発もしっかりと行っていた。しっかりとした見解には未だ至っていなかったが、ロシアや中国を対抗勢力と定め、認知戦を絡めた CBRN 脅威というものにも関心を払っていた。

R5 年度の MHSRS ではウクライナ戦争での米国のウクライナ支援が重要なテーマであった。1,000 以上の医療施設が物理的に破壊されたが、ロシア軍は医療施設を攻撃の標的にしている現状がある。ロシア軍のドローンは医療後送車を標的にしている。また、ウクライナでは定時手術や通常の診療がストップしている。酸素ボンベも欠乏している。燃料の備蓄や入手が困難になっており、移動や通信が不確実になっている。病院ではバックアップの発電機に常に頼っている状態。公衆衛生的には、人混みがひどく病気が蔓延する状態になっている。喫煙や糖尿病、高血圧がウクライナ市民には多い。メンタルヘルスのケアも必要だ。負傷者は、情勢が不安定な地域で発生している。従来通りの地上戦での負傷者が多い。衝撃波と Shrapnel injury（爆弾破片での損傷）の複雑な負傷だ。熱傷治療も重要だ。実際の治療では、緊急時の外科資材、鎮痛薬、輸血システムやキットが深刻な不足に陥っていた。ザポリージャやチェルノービリなどの原発施設での攻防も伝えられており、負傷者が出ている模様であるが、放射線被ばくなどに関する詳細な報告はなかった。同様に、マリウポリでのアゾフ廃り製鉄所の攻防戦では、地下に立てこもるウクライナ軍に対して、ロシア軍の化学剤による攻撃が容易に想像できたが、これに関する詳細な報告もなかった。CBRN の脅威はウクライナ戦では常に現実的な脅威として存在しているが、詳細な事実は今後、明らかになって来ると期待する。

R6 年度の CBD S&T では 1. Organ on a chip が微小生体模倣(microphysiological)システムと名を変えて前回の学会よりもさらに多くの発表がなされていた。しかし、革新的な進歩は見当たらず、むしろ批判的な質問が散見された。2. AI/ML はさらに注目度が増し、これをベースにしたデータサイエンス的な発表が明らかに増えていた。3.ウエアラブルデバイスも関心が高く、これと連動したバイオサーベイランスは話題になっていた。印象に残ったのは、アカデミアの発表よりベンチャー企業からの発表が目立っていた点だった。米国においてさえも科学技術の先細り感が感じられた。新型コロナ感染症や mRNA ワクチンに関する発表もほとんどなく、もはや関心は次の段階へと移っているようであった。

E. 結論

R4～R6 年度は、新型コロナ肺炎のパンデミックが終息を迎え、米国、米軍がどのような対応をしたかが、米軍事医学会のトピックスとなっていた。また、これと同時期にウクライナ戦争が激しくなり、米国のウクライナ支援が注目された。CBRN への対応も、着実に進歩、変化しており、今後もその動向が我が国を含めた世界の安全保障に直結することから、引き続き注意を払うべきと考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

1. Tanoue T, Kinoshita M, Kearney BM, Ito S, Goto H, Yamashiro A, Fukunaga T, Sato H, Mori K, Kuwata K, Matsubara H,

Kato A, Nakashima M, Nakashima H, Imakiire T, Oshima N. Lipopolysaccharide preconditioning augments the antibacterial activity of renal macrophages and ameliorates acute kidney injury caused by *Staphylococcus aureus* bacteremia in mice. Innate Immun *in press*

2. Goto H, Ishikiriyama T, Oe K, Asaga R, Sato H, Mori K, Kearney BM, Nakashima H, Sugaya T, Kinoshita M, Oshima N. Liver Fatty Acid-binding Protein Point-of-Care Testing Detects Heat-induced Organ Damage: A pilot Study in Japanese Male Self-Defense Force Personnel. Sci Rep 2025, 15;7197. doi: 10.1038/s41598-025-91685-7
3. Nakashima H, Kearney BM, Kinoshita M. The liver X receptor promotes immune homeostasis via controlled activation of the innate immune system in the liver. Biomolecules 2024, 15:25. doi: 10.3390/biom15010025.
4. Koga K, Satoh Y, Kashitani M, Nakagawa R, Sato M, Asai F, Ishizuka T, Kinoshita M, Saitoh D, Nagamine M, Toda H, Yoshino A. Augmentation of psychiatric symptom onset vulnerability in male mice due to mild traumatic brain injury. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry 2024, 136;111153. doi: 10.1016/j.pnpbp.2024.111153
5. Takase B, Higashimura Y, Masaki N, Kinoshita M, Adachi T, Sakai H. Liposome-encapsulated hemoglobin rescues hemorrhagic shock heart through anti-ischemic and anti-arrhythmogenic effects on myocardium in repetitive 65% bleeding rat model. Artif Organs 2025, 49;39-51. doi: 10.1111/aor.14858
6. Yanagisawa H, Maeda H, Noguchi I, Tanaka M, Wada N, Nagasaki T, Kobayashi K, Kanazawa G, Taguchi K, Chaung VTG, Sakai H, Nakashima H, Kinoshita M, Kitagashi H, Iwakiri Y, Sasaki Y, Tanaka Y, Odagiri M, Watanabe H, Maruyama T. Carbon monoxide-loaded red blood cells ameliorate metabolic dysfunction-associated steatohepatitis progression via enhancing AMP-activated protein kinase activity and inhibiting Kupeer cell activation. Redox Biology 76; 103314, 2024. doi: 10.1016/j.redox.2024.103314.
7. Kerney BM, Nakashima H, Kinoshita M. A soldier-scientist in the land of the rising sun. Counting WMD Journal 28; 28-33, 2024.
8. Shirato Y, Hsueh AJ, Mutalib NA, Deng Y, Suematsu R, Kato A, Kearney BM, Kinoshita M, Suzuki H. Bipolar clark-type oxygen electrode arrays for imaging and multiplexed measurements of the respiratory activity of cells. ACS Omega 19; 10825-33, 2024. doi: 10.1021/acsomega.3c09802.

9. Goto H, Nakashima H, Mori K, Tanoue K, Ito S, Kearney BM, Kato A, Nakashima M, Imakiire T, Kumagai H, Kinoshita M, Oshima N. L-carnitine pretreatment ameliorates heat stress-induced acute kidney injury by restoring mitochondrial function of tubular cells. Am J Physiol Renal Physiol 326; F338-51, 2024. doi: 10.1152/ajprenal.00196.2023.
10. Kaneko K, Hagisawa K, Kinoshita M, Ohtsuka Y, Sasa R, Hotta M, Saitoh D, Sato K, Takeoka S, Terui K. Early treatment with H12-(ADP)-liposomes ameliorates post-partum hemorrhage with coagulopathy caused by amniotic fluid embolism in rabbits. AJOG Global Reports 14; 100280, 2023. doi: 10.1016/j.xagr.2023.100280.
11. Nakashima H, Kearney BM, Kato A, Miyazaki H, Ito S, Nakashima M, Kinoshita M. Novel phenotypical and functional sub-classification of liver macrophages highlights changes in population dynamics in experimental mouse models. Cytometry: Part A 103; 902-14, 2023. doi: 10.1002/cyto.a.24783
12. Goto H, Kinoshita M, Oshima N. Heatstroke-induced acute kidney injury and the innate immune system. Front Med 10:1250457, 2023. doi: 10.3389/fmed.2023.1250457
13. Ishida O, Hagisawa K, Yamanaka N, Nakashima H, Kearney BM, Tsutsumi K, Takeoka S, Kinoshita M. *In vitro* study on the effect of fibrinogen γ-chain peptide-coated ADP-encapsulated liposomes on post-cardiopulmonary bypass coagulopathy using patient blood. J Thromb Haemost 21; 1934-42, 2023 doi: 10.1016/j.jtha.2023.03.018
14. Ito S, Goto H, Tanoue K, Koiwai K, Ishikiriyama T, Kearney BM, Mori K, Nakashima M, Nakashima H, Kumagai H, Seki S, Kinoshita M, Oshima N. Early treatment with C-reactive protein-derived peptide reduces septic acute kidney injury in mice via controlled activation of kidney macrophages. J Leukoc Biol 113; 400-13, 2023. doi: 10.1093/jleuko/qiad015
15. Nakashima H, Kinoshita M. Antitumor immunity exerted by natural killer and natural killer T cells in the liver. J Clin Med 12; 866, 2023. doi: 10.3390/jcm12030866
16. Miyazaki H, Kinoshita M, Nakashima H, Nakamura S, Saitoh D. Pioglitazone modifies Kupffer cell function and protects against *Escherichia coli*-induced bacteremia in burned mice. Int J Mol Sci 23; 12746, 2022. doi: 10.3390/ijms232112746
17. Goto H, Nakashima M, Nakashima H, Noguchi M, Imakiire T, Oshima N, Kinoshita M, Kumagai H. Heat accumulation ameliorated heat stress-induced acute kidney injury and

prevented changes in kidney macrophages and fibrosis. Am J Physiol Renal Physiol 323; F243−54, 2022. doi: 10.1152/ajprenal.00065.2022

18. Nakashima M, Kinoshita M, Nakashima H, Kato A, Mori K, Koiwai K, Shinomiya N, Seki S. Mouse liver B cells phagocytose *Streptococcus pneumoniae* and initiate immune responses against their antigens. J Immunol 209; 26−37, 2022. doi: 10.4049/jimmunol.2100520
19. Takase B, Higashiyama Y, Asahina H, Masaki N, Kinoshita M, Sakai H. Intraosseous infusion of liposome−encapsulated hemoglobin (HbV) acutely prevents hemorrhagic anemia−induced lethal arrhythmias, and its efficacy persists with preventing proarrhythmic side effects in the subacute phase of severe hemodilution model. Artif Organ 46; 1107−21, 2022. doi: 10.1111/aor.14170
20. Goto H, Shoda S, Nakashima H, Noguchi M, Imakiire T, Oshima N, Kinoshita M, Tomimatsu S, Kumagai H. Early biomarkers for kidney injury in heat−related illness patients: A prospective observational study at Japanese Self−Defense Force Fuji Hospital. Nephrol Dial Transplant 38; 644−54, 2023. doi: 10.1093/ndt/gfac166.
21. Ito S, Nakashima M, Ishikiriyama T, Nakashima H, Yamagata A, Imakiire T, Kinoshita M, Seki S, Kumagai H, Oshima N. Effects of L−Carnitine treatment on kidney mitochondria and macrophages in mice with diabetic nephropathy. Kidney Blood Press Res, 47; 277−90, 2022 doi: 10.1159/000522013
22. Maeda H, Ishima Y, Saruwatari J, Mizuta Y, Minayoshi Y, Ichimizu S, Yanagisawa H, Nagasaki T, Yasuda K, Oshiro S, Taura M, McConnell MJ, Oniki K, Sonoda K, Wakayama T, Kinoshita M, Shuto T, Kai H, Tanaka M, Sasaki Y, Iwakiri Y, Otagiri M, Watanabe H, Maruyama T. Nitric oxide facilitates the targeting Kupffer cells of a nano−antioxidant for the treatment of NASH. J Control Release 341; 457−474, 2022. doi: 10.1016/j.jconrel.2021.11.039
23. Hagisawa K, Kinoshita M, Takeoka S, Ishida O, Ichiki Y, Saitoh D, Hotta M, Takikawa M, Filho IT, Morimoto Y. H12−(ADP)−liposomes for Hemorrhagic Shock in Thrombocytopenia: Mesenteric Artery Injury Model in Rabbits. Res Pract Thromb Haemost, 6; e12659, 2022 doi: 10.1002/rth2.12659
24. Ito Y, Yamamoto T, Miyai K, Take J, Scherthan H, Rommel A, Eder S, Steinestel K, Rump A, Port M, Shinomiya N, Kinoshita M. Ascorbic acid−2 glucoside mitigates intestinal damage during pelvic radiotherapy in a rat bladder tumor model. Int J Radiat Biol, 98;

942−57, 2022 doi: 10.1080/09553002.2021.2009145.

25. Rump A, Eder S, Hermann C, Lamkowski A, Kinoshita M, Yamamoto T, Take J, Abend M, Shinomiya N, Port M. Modeling principles of protective thyroid blocking. Int J Radiat Biol, 98; 831−42, 2022 doi: 10.1080/09553002.2021.1987570.

3. 学会発表

（招待講演）

1．木下学　生物・化学・放射線(CBRN)脅威対処について　陸上自衛隊化学学校教育講演　さいたま(大宮)　2024.08.08.

2. 木下学　Trained innate immunity による貧食細胞の殺菌活性増強からみた重症感染症対策　第37回外科感染症学会　東京　2024.11.08.

３．木下学　Trained innate immunity for sepsis/septic shock in compromised hosts　Ludwig Boltzmann Institute for Traumatology (LBI)　オーストリア(ウイーン)　2024.11.20.

4. 木下学　諸外国における新規血液製剤の現況　第 31 回日本輸血・細胞治療学会秋季シンポジウム　さいたま(大宮)　2024.10.18.

5. 木下学　人工血液の現状と展望　第 48 回日本血液事業学会総会　福岡　2024.11.13.

6. 木下学　人工血液による頭部外傷を含む外傷性凝固障害救命への挑戦　第30回日本脳神経外科救急学会　東京(お茶の水)2025.02.07.

(国際学会発表)

1. Goto H, Shoda S, Nakashima H, Noguchi M, Imakiire T, Oshima N, Kinoshita M, Tomimatsu S, Kumagai H: Early biomarkers for kidney injury in heat−related illness patients: A prospective observational study at Japanese Self−Defense Force Fuji Hospital. Military Health System Research Symposium (MHSRS), Kissimmee, 2023 (Workshop)
2. Hagisawa K, Kinoshita M, Ishida O, Kearney BM, Takeoka S: H12−(ADP)−Liposomes Effectively Promote Hemostasis and Improve Survival Rates in Experimental Animal Model of Non−compressible Torso Hemorrhage with Thrombocytopenia. Military Health System Research Symposium (MHSRS), Kissimmee, 2023
3. Kinoshita M, Hagisawa K, Ishibashi H, Sakai H, Terui K: Resuscitative efficacy of hemoglobin vesicles for severe postpartum hemorrhage in pregnant rabbits. The 45th Annunal Congress on Shock, Portland, 2023
4. Take J, Moriya K, Eder S, Steinestel K, Hermann C, Lamkowski A, Rump A, Abend M, Yamamoto T, Port M, Shinomiya N, Kinoshita M, Imai K: Radioprotective Effect of Vitamin C in Human Fibroblast Cells. ConRad2023, Munich, 2023

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得:なし。
2. 実用新案登録 :なし。

3.その他 :なし。

令和6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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）研究報告書

「 生物テロに関する研究」

研究分担者 齋藤智也 国立感染症研究所感染症危機管理研究センター・センター長
研究協力者 北山明子 国立感染症研究所感染症危機管理研究センター・第5室長

研究要旨
不安定な世界情勢などを背景に、CBRNE テロリズム（CBRNE テロ）の脅威は継続しており、健康危機管理の観点からその国際動向を適確に把握し、国内施策に反映することが重要課題である。本研究は、世界健康安全保障行動グループ会合（GHSAG）を含む国内外ネットワークを通じて、国内外の最新の科学的・政策的知見、各国の法整備・政策・実事例、諸外国で検討されている各種ガイドライン・対応マニュアル等を集約・整理し、厚生労働省に提示することで、本邦のCBRNEテロに対する健康危機管理体制強化に向けた提案を行うことを目的とする。特に、本分担研究課題では生物剤及びリスクコミュニケーションの分野についての情報収集と還元を行った。令和 4 年度は、海外の生物テロ演習事例を紹介し、内閣官房、厚労省、消防、警察、自衛隊、病院関係者らと意見交換を行った。令和 5 年度は、脅威評価手法や生物剤の汚染が疑われる犯罪現場管理、原因不明疾患への対処等についての議論の情報共有を行った。また、国内でセキュリティ機関とのシナリオに生物テロを含む合同演習に参加し、助言者として準備しておくべき事項を明らかにした。令和6年度は、生物テロに関する公衆衛生機関とセキュリティ機関の連携強化に関する取り組み事例を共有した。これらの成果は、本邦における CBRNE テロ、特に生物テロに対する健康危機管理体制の強化に向けた今後の施策検討や関係機関間の連携強化に資するものである。

A. 研究目的

本研究の目的は、世界健康安全保障行動グループ会合（GHSAG）を含む国内外のネットワークを通じて最新の科学的・政策的知見を集約し、各国の法整備・政策・実事例の分析を行うと共に、諸外国・GHSAG 等で先進的に検討されている各種ガイドライン・対応マニュアル等を踏まえ、本邦でも活用可能な資料として整理することである。その結果を厚生労働省に提示し、本邦でのCBRNEテロに対する健康危機管理体制強化に向けた提案を実施することを目的とする。特に、本分担研究課題においては、生物剤及びリスクコミュニケーションの分野についての情報収集と還元を行うことを目的とする

B. 研究方法

世界健康安全保障行動グループ(GHSAG)バイオワーキンググループ(BioWG)及びその関連会議に参加し、会議での意見交換、ヒアリング及び文献収集を通じて得られた情報を NBC ネットワーク専門家会合や研究班会議を通じて共有した。

（倫理面への配慮）

該当しない。

C. 結果

3 年間の研究を通じて、国際的な生物テロ対策に関する最新の知見収集と国内の関係機関との連携強化に関する活動を実施した。

令和 4 年度:世界健康安全保障行動グループ（GHSAG） バイオワーキンググループにおける生物テロに関する議論と海外で行われた生物テロ対応演習の内容を共有した。これらの情報は、今後の生物テロ対応手順の検討状況、特に、G7 に向けた対応手順検討の材料となっ

た。また、自衛隊、消防、警察への情報提供とアウトリーチを実施したほか、消防における訓練の視察を行った。
海外における演習事例として、手製爆弾とともに毒素を散布されたと想定される事案を NBC ネットワーク専門家会合で報告した。これに基づき、内閣官房、厚労省、消防、警察、自衛隊、病院関係者らと意見交換を行い、特に以下の点について討議した。
・被災者の管理
・感染者の管理
・感染管理
具体的なシナリオベースの議論と、他国のオペレーション上の課題認識等の共有は、関係機関との連携推進に非常に有効であったと考えられる。

令和 5 年度：世界健康安全保障行動グループ（GHSAG） バイオワーキンググループ（BioWG）において共同議長として生物テロに関する議題の設定を行った。令和 6 年 2 月の対面会議では、以下の 4 つの課題を議論し、その結果を共有した。
・脅威とリスクの評価
・犯罪現場の管理
・異常疾患事例の管理
・高度隔離施設における感染症臨床管理
国内でのセキュリティ機関との協働については、令和 4 年度からのアウトリーチを経て、令和 5 年 5 月に陸上自衛隊・消防の合同訓練（G7 広島サミット開催前の CBRN テロ発生時除染訓練）に生物テロ専門家として実働参加する機会を得て、その経験のフィードバックを行った。

令和 6 年度：GHSAG BioWG において共同議長として生物テロに関する議題設定を行った。対面会合を令和 6 年 8 月にイタリア・ローマ、令和 7 年 2 月に日本で開催した。令和 6 年 8 月の会議では、生物テロ脅威とリスク評価について議論を深め、詳細な対応戦略検討のため専門家小グループ設置が推奨された。優先度の高い生物剤の分類は困難であった一方、そのインパクトとして、短時間での大量患者発生、MCM（Medical Countermeasures; 医療対策）の利用可能性、空気感染の制御といった対応の汎用的対策の重要性が強調された。令和 7 年 2 月の会議では、いくつかのシナリオをベースに全ての対応を洗い出し、公衆衛生機関と法執行機関の役割分担を議論し、平時に連携を深めておくべき領域が明らかになった。連携を深める上で重要なのは共同訓練と演習であることが指摘された。加えて、感染症に罹患した犯人の管理と生物テロ事案におけるコミュニケーション戦略がさらに議論が必要な部分と指摘された。また、汚染された犯罪現場の合同評価、公衆衛生側からの犯罪現場における専門的知識の提供、汚染された証拠の分析に関する専門的知見の提供といった点が、さらに緊密な連携を強化する因子として指摘された。
生物テロに関する関係機関の連携強化に関する活動として、以下の取り組みを実施した。令和 6 年 7 月 22 日にドイツのロベルト・コッホ研究所（RKI）専門家を招聘し、生物テロに関するセミナー「Seminar on Bioterrorism Preparedness and Response」を開催した。国の関係省庁や東京消防庁等のセキュリティ機関が参加した。
東京消防庁及び陸上自衛隊と意見交換を行い、現場対応手順、特にサンプル採取や搬送方法について意見交換と共同演習を実施した。
大阪・関西万博に備え、Criminal-Epi Workshop を米国 FBI、RKI、ドイツ連邦警察の協力を得て、令和 7 年 2 月に大阪で開催した。公衆衛生機関と法執行機関の連携に重点を置いたケーススタディ・演習を行い、国の関係

機関ほか、大阪の公衆衛生機関、警察の参加が得られた

D. 考察

3 年間の研究活動を通じて、今後の生物テロに関する計画的対処を考えるうえで多くの示唆が得られた。

海外の生物テロ演習事例は、CBRN 対応におけるフォーマルな連携と細部の作り込みが丁寧に行われており、本気度が高く、過去の演習で明らかになったギャップを埋めてテストする位置付けが明確であるとの印象を受けた。これらの計画から演習、フィードバックに至るプロセスは非常に示唆に富み、国内関係者の動機づけに有用であったと考えられる。病原体を専門的に扱う機関の役割や、保有すべき機能（検査や検体採取の専門知識、現場に急行可能な部隊、機微情報扱い）といった点についても有用な知見であった。日本も要素では引けを取らないが、“カオスが生じる”ような「本気」の訓練・演習に真摯に取り組む必要がある。

現場対処の訓練参加は非常に重要な機会となった。各セキュリティ機関の想定する「現場」は異なることから、演習を通じてイメージを擦り合わせていく必要がある。また、想定される現場についてより理解を深め、SOP や特殊な用語、装備に関する理解を深めることが重要であると考えられた。

GHSAG BioWG での議論は、生物テロ対応に関する全体像の洗い出しと関係機関との役割分担を明らかにし、連携すべき領域を明確にした。また、ドイツの専門家による講義や CrimEpi ワークショップは、多くのセキュリティ機関と公衆衛生機関の参加を得て、知見の共有と連携強化の機会となった。

引き続き同グループでの情報共有を継続し、生物テロ対応に関して、警察・消防との情報共有・強固な連携を推進していく意義がある。今後もアウトリーチを継続し、消防等との図上演習に参加して関係を構築しつつ、生物テロ対処に関する合同演習の企画を検討する必要がある。

E. 結論

本研究は、生物テロに関する国際動向の把握と国内体制強化に向けた取り組みを推進した。これらの成果は、本邦における CBRNE テロ、特に生物テロに対する健康危機管理体制の強化に向けた今後の施策検討や関係機関間の連携強化に資するものである。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

北山明子,高橋健一郎,太田雅之,村上耕介,齋藤智也. 国立感染症研究所感染症危機管理研究センターのセキュリティ機関との連携・協力活動(2023 年 4 月～2024 年 12 月)について.第 30 回日本災害医学会総会・学術集会.名古屋.2025 年 3 月.

北山明子,濵田優一,高橋健一郎,太田雅之,村上耕介,石原朋子,齋藤智也. 国立感染症研究所感染症危機管理研究センターのセキュリティ部門との連携・協力について.第 29 回日本災害医学会総会・学術集会.京都.2024 年 2 月.

齋藤智也. 生物テロを想定した海外の演習事例について.令和4年度第1回NBC ネットワーク専門家会合.2023 年 2 月.

G. 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 :なし。

令和6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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）研究報告書

「CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）の改訂に関する研究」

研究分担者　高橋　礼子
（愛知医科大学　災害医療研究センター　講師）

研究要旨
【目的】本研究は、CBRNE テロ発生時に一般医療従事者が迅速かつ的確に対応できる体制を構築することを目的に、「CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）」の内容改訂およびシステム機能の整備を行い、実用性向上を図るものである。
【方法】既存のガイドライン・手引き等を活用しつつ、国内外の最新知見を反映する形で MED-ACT の各項目を改訂すると共に、DMAT インストラクター等を対象に Web アンケートを実施し、内容・構成・機能面の評価と課題の抽出を行った。
【結果】アンケート結果では、内容に関しては総じて「丁度良い」との評価が多く、特に放射線・爆発領域の評価が高かった。一方で、視認性のばらつきや検索機能の使いづらさ、機能周知の不十分さが課題として挙げられた。構成上の不統一は、引用資料の形式に起因するものであり、改訂には限界もあるが、検索機能やナビゲーション機能によって補完する方針とした。
【考察】現行の MED-ACT は、災害時の即時対応支援ツールとして一定の有用性を示したが、今後は視認性や操作性のさらなる改善に加え、平時の研修・訓練での活用や、サイバー攻撃などの新たな健康危機への対応も視野に入れた継続的なブラッシュアップが求められる。検索機能などの技術的対応については、H-CRISIS 全体の改修と連携しながら段階的に進める予定である。

≪研究協力者≫
国立保健医療科学院　小森　賢一郎

A. 研究目的

東日本大震災以降、危機における国の役割の強化が課題となっている。わが国は、絶え間のない国際的なテロ活動などの国際状況を背景に、CBRNE テロの脅威もある。また、新型コロナウイルス感染症等の影響や健康危機管理への意識の高まりとともに、CBRNE テロに関する国際動向を適確に把握し国内施策に反映することが重要な課題である。更に、CBRNE テロで使用される危険物質についての情報収集/共有・分析・対応検討が必要である。

本研究では、平成 31 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包括的な CBRNE テロ対応能力構築のための研究（研究代表者：小井土雄一）内の「CBRNE テロ発生時の傷病者対応アウトリーチツール作成に関する研究（高橋礼子　研究分担者）」で作成した『CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール（MED-ACT）』の改訂を行い、最新の CBRNE テロ対応知見を集約すると共に、一般医療従事者向けにその知見を継続的に発信していくことを目的とする。

B. 研究方法

CBRNE テロに関する国内外の最新の科学的・政策的知見の情報収集・分析から抽出された課題・改善点を踏まえ、MED-ACT の各分野掲載資料のブラッシュアップを行うと共に、MED-ACT 改訂版についてユーザーによるモニター評価等を行い、利便性・有用性の評価と最適化を図る。具体的な手順としては以下に示す通りである。(太字部分を今年度実施)

1. 主に初年度に現時点での MED-ACT の課題抽出・分析を行う
2. 各分担研究者からの知見提供及び専門家ネットワーク内での事例検討等を踏まえ、抽出課題の更なる分析を行うと同時に、MED-ACT 改訂に向けた具体的な検討(資料収集・掲載、機能追加等)を行う
3. 3年目に、各分野掲載資料を更にブラッシュアップすると共に、モニター評価を踏まえてコンテンツの更なる改訂を検討する

≪モニター評価詳細≫

- 評価ツール:WEB アンケート
- アンケート項目:資料 1 参照
- モニター対象者:
  - ✧ DMAT インストラクター・タスク(DMAT インストラクターML(登録者約 2600 名)にて周知)

(倫理面への配慮)

本研究においては特定の個人、実験動物などを対象とした研究は行わないため倫理的問題を生じることは少ないと考えられる。

C. 研究結果

1. **令和 4 年度時点での MED-ACT の課題抽出・分析**

➢ 銃創・爆傷患者診療指針(Ver.2)の公開
http://2020ac.com/documents/ac/04/2/1/2020AC_JAST_gun02_2021.11.pdf
→作成元の研究班及び日本外傷学会へ掲載の了承を得た上で、現在 MED-ACT に掲載している Ver.1 からの改訂が必要である。但し同ページについては、新規ページの作成含め、大幅な改修が必要になるため、令和 5 年度実施することとした。

➢ 参考文献等のリンク切れ:11 か所

➢ 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改訂版の発出
→共にリンク先の URL 変更等の軽微な改修で対応可能であったため、新規リンク先を確認の上で令和 4 年度中に修正を行った。

2. **銃創・爆傷患者診療指針(Ver.2)の掲載**
http://2020ac.com/documents/ac/04/2/1/2020AC_JAST_gun02_2021.11.pdf

令和 3 年 11 月に公開された上記指針について、協力者に依頼して資料を Web ページでの閲覧に適した形に変換した上で、

I. 各種フローチャートの各ステップから個別項目に移動できるよう紐付け
II. 目次から個別項目に移動できるよう紐付け
III. 単語から説明ページに移動できるよう紐付け
IV. 引用文献の掲載元等へ移動できるようリンク先の確認・紐付け

を行い、令和 6 年 2 月公開とした。

3. **各分野掲載資料のブラッシュアップとモニター評価**

【各分野資料のブラッシュアップ】

● **自動注射器研修関連資料(R3 冨尾班小井土分担にて作成・実施)**

本研究班の分担研究者及び各種研究班の情報収集を行ったところ、新規資料としては自動注射器に関する講義動画(評価者養成コース)を入手したため、これを追加掲載した。当該研修自体は自動注射器使用を想定した実働

部隊（消防官・警察官・自衛隊員・海上保安官）向けの研修であったため、従来の対応同様、ID・パスワード付きの限定公開とした。

- **医療機関におけるサイバーセキュリティに関する資料リンクの掲載**

近年、医療機関に対するサイバー攻撃が新たな形のテロ活動としても注目されている。現状の MED-ACT は CBRNE テロを中心とした構成であるが、リンクページに下記資料の掲載サイトを追加し、サイバーセキュリティに対する注意喚起の一助とした。

- 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第 6.0 版
- 医療機関等におけるサイバーセキュリティ対策チェックリスト
- サイバー攻撃を想定した事業継続計画（BCP）策定の確認表

https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000516275_00006.html?_fsi=NMZ3pbZ1

【モニター評価結果（有効回答件数:40 件）】

- **回答者の属性**
  - 職種
    - 医師:25 件
    - 看護師:6 件
    - 救急救命士:5 件
    - 行政関係者:2 件
    - その他:2 件
  - 勤務先
    - 災害拠点病院:18 件
    - その他医療機関:12 件
    - 行政機関:5 件
    - 消防機関:3 件
    - その他:2 件
- **回答結果**

1. 総論内容の充実度
   - 専門的すぎる:6 件
   - 丁度良い:30 件
   - 内容不足:4 件

【自由記載】
- 基礎的すぎる内容が中心で、臨床的視点が乏しい
- 災害現場での活用というよりも学術的
- 基本的な知識にとどまっており、実践への落とし込みが弱い

2. 総論内容の読みやすさ
- 読みやすい・見やすい:9 件
- 普通:23 件
- 読みにくい・見にくい:8 件

【自由記載】
- 文字サイズが小さい
- 構成が複雑で全体像がつかみにくい

3. 化学テロ部分の内容の充実度
- 専門的すぎる:6 件
- 丁度良い:33 件
- 内容不足:1 件

【自由記載】
- 薬剤名が多く、背景知識が必要
- 臨床経験が浅いと理解しづらい
- 要点が整理されておらず、情報を拾いにくい

4. 化学テロ部分の読みやすさ
- 読みやすい・見やすい:11 件
- 普通:21 件
- 読みにくい・見にくい:8 件

【自由記載】
- 図解が少なく、文章量が多い
- スマホでは見にくい

5. 生物テロ部分の内容の充実度
- 専門的すぎる:1 件
- 丁度良い:35 件
- 内容不足:4 件

【自由記載】
- 内容は十分だが、もう少し実例があると理解しやすい

6. 生物テロ部分の読みやすさ

・ 読みやすい・見やすい:10 件
・ 普通:22 件
・ 読みにくい・見にくい:8 件

【自由記載】
・ 文章が長く、図表が少ない
・ セクションの区切りがわかりづらい

7. 放射線テロ部分の内容の充実度
・ 専門的すぎる:2 件
・ 丁度良い:36 件
・ 内容不足:2 件

【自由記載】
・ やや専門的だが、緊急時に必要な情報として妥当

8. 放射線テロ部分の読みやすさ
・ 読みやすい・見やすい:13 件
・ 普通:22 件
・ 読みにくい・見にくい:5 件

【自由記載】
・全体的に文字が詰まっていて読みにくい

9. 爆発テロ部分の内容の充実度
・ 専門的すぎる:3 件
・ 丁度良い:35 件
・ 内容不足:2 件

【自由記載】
・ 現場想定の記述があると理解しやすい

10. 爆発テロ部分の読みやすさ
・ 読みやすい・見やすい:14 件
・ 普通:19 件
・ 読みにくい・見にくい:7 件

【自由記載】
・ 段落が長く、見出しがあると助かる

11. PWA 機能の有用性
・ 有用である:22 件
・ 機能は有用だが使いにくい:4 件
・ 使っていないのでわからない:13 件
・ 不要である:1 件

【自由記載】
・ オフライン状態で画像が読み込まれない
・ 動作が重い

12. ユーザープロファイル機能の有用性
・ 有用である:26 件
・ 機能は有用だが使いにくい:2 件
・ 使っていないのでわからない:11 件
・ 不要である:1 件

【自由記載】
・ ユーザー別に内容を整理できると活用しやすい
・ 機能の存在を知らなかった

13. 単語からのページ移動機能の有用性
・ 有用である:28 件
・ 機能は有用だが使いにくい:3 件
・ 使っていないのでわからない:9 件
・ 不要である:0 件

【自由記載】
・ ページ内リンクが正確に飛べないとストレスになる
・ 類似語にも対応してほしい

14. 引用文献の掲載元等へのハイパーリンク追加の有用性
・ 有用である:29 件
・ 機能は有用だが使いにくい:2 件
・ 使っていないのでわからない:8 件
・ 不要である:1 件

【自由記載】
・ 参考文献の信頼性を確認するのに役立つ
・ リンク切れには注意してほしい

15. 検索機能の有用性
・ 有用である:25 件
・ 機能自体は有用だが使いにくい:2 件
・ 使っていないのでわからない:13 件

【自由記載】
・ 検索語のヒットが不安定
・ 複数語検索ができない

16. MED-ACT の CBRNE テロ等発生時の対応資料としての活用
・ 活用したい:30 件

- 活用したくない:1 件
- わからない:9 件

17. その他自由記載(一部抜粋・要約)

- ユーザー別にお気に入り機能があれば使いやすくなる
- 参考資料へのリンクは便利だが、リンク切れがないようにしてほしい
- 検索はもう少しあいまい検索やサジェストがあってもよい
- 行政職でもわかりやすい平易な解説があると助かる
- 今後、アプリとしての展開も検討してほしい
- 全体的に文字ばかりでわかりにくい。特に化学テロ編はもっと図があると助かる
- 読み物としては優れているが、緊急時にすぐ確認できる構成ではない
- 分量が多く、予習していないと現場で目的の情報にたどり着けない
- 緊急相談ツールなどの紹介もあると、実務でさらに活用しやすい
- 脱衣の手順など、作業の実際に関して写真があるとイメージしやすい
- CBRNE に関心がある医療者には非常に有用なツール
- 総論・各論・アルゴリズムがまとまっていて有用だった
- 非常に良質なツールを開発してくれて感謝している

D. 考察

アンケート結果では、MED-ACT の各項目において「丁度良い」との評価が多く、特に生物・放射線・爆発といった個別領域では、内容の妥当性が比較的高く評価されていた。一方で、視認性やユーザビリティに関する課題も挙げられており、読みやすさや構成にばらつきが見られた。こうした点については、MED-ACT が既存資料を引用して構成されている特性上、各資料ごとに構成や表現が異なることが原因と考えられる。特にフローチャート形式の有無や視覚的整理の程度に差があり、それが読みやすさの評価にも反映された。中でも核・放射線・爆発テロについては、もともと一体化されたガイドラインや視覚資料が整っていることもあり、高評価を得ていたが、他分野との構成上の不一致は避けがたく、MED-ACT 側で独自に統一するには制約がある。このような構成の不統一や視認性の差異は、以前から指摘されている課題であり、本研究としても重要性は認識している。ただし、現時点での改訂では対応に限界があり、引用元との調整や将来的な再構成の可能性を視野に入れつつ、今後の検討課題として位置付けるにとどめたい。

システム面では、PWA 機能や検索機能、ページ内リンク、文献リンクなどの多様な要素が「有用である」と評価された一方、実際には「使っていない」「存在を知らなかった」とする回答も目立ち、機能の周知不足が課題として浮かび上がった。検索機能については特に不満の声が多く、ヒットの不安定さや複数語検索の不可といった技術的制限に対して改善要望が集中していた。この点に関しては、現在 H-CRISIS サイト全体で検索機能のアップデートが進行中であり、MED-ACT もその一環として対応予定である。将来的には、健康被害危機管理事例データベースのようにタグ付けや組み合わせ検索が可能な構成に改修され、検索結果の精度や利便性が向上することが期待されている。また、ピンポイント表示のためのシステム高度化には一定の費用と時間を要することから、段階的な改修として来年度以降も継続して検討していく必要がある。

また自由記載の「緊急時にすぐ確認できる構成にしてほしい」「予習していないと目的の情報にたどり着きにくい」といった声からは、テロ発生時に迅速かつ的確に必要な情報へアク

セスできるという、MED-ACT 本来の目的に対する期待が感じられる。しかし、前述の通りMED-ACT は既存資料をベースに構成されており、利便性や視認性の面では一部に限界がある。特に構成の統一や視覚的整理といった点については、引用元の制約もあり、ツール側での柔軟な対応が難しい面がある。そのため、検索機能やナビゲーション機能の充実によって補完を図ることが理想とされるが、現時点では H-CRISIS 全体のシステム改修との連携状況もあり、十分な改善には至っていないのが実情である。このような状況を踏まえ、災害時の即時対応が MED-ACT の主目的である一方で、平時の研修や訓練、教材としての活用も一つの応用の方向性として考えられる。

さらに、現在のMED-ACTがCBRNEテロ対応を主軸として構成されている一方、近年では実際にサイバー攻撃を受けた医療機関も発生しており、現実的な脅威として無視できない状況にある。今後はこうした新たなリスクにも目を向け、必要に応じて対応範囲を見直していくことも検討課題となる。今後は、CBRNE に限らず多様化する健康危機に対応できるよう、他領域との連携や情報内容の拡充についても検討を進める必要がある。(但し、MED-ACT を掲載している H-CRISIS(国立保健医療科学院所管)が、デジタル庁発足に伴い、予算を前年度6 月までに申請することが必要になったため、今後の新規資料掲載については前年度6月までに掲載時の仕様含めて調整する必要があり、より計画的なブラッシュアップが必要となる)

総じて、今回の調査結果は、現状のMED-ACT が一定の評価を得ている一方で、視認性・操作性・機能性のさらなる改善と、利用場面に応じた柔軟な構成の必要性、そして対象領域の拡張性といった多面的な視点から、今後の発展に向けた明確な指針を与えるものである。

E. 結論

本研究では、CBRNE テロ対策医療・救護支援ツール(MED-ACT)の内容改訂を通じて、既存資料の整理・視認性向上・機能強化に取り組んだ。特に、銃創・爆傷に関する診療指針の最新版反映や、ユーザビリティ向上に向けたWEB アンケートを実施し、実用性の検証を行った。アンケート結果からは、多くの項目で「丁度良い」との評価が得られ、特に内容の信頼性や構成の妥当性は高く評価された。一方で、視認性や検索性などのユーザビリティに関する改善要望も多く、図表の活用や構成の統一、機能の周知徹底などが今後の課題として示された。

以上より、MED-ACT は現時点で一定の有用性が確認されたものの、より実務に即した支援ツールとして発展させていくためには、今後も継続的な内容更新と機能改善を重ねていく必要があると考えられる。

また、平時の備えや研修・訓練といった応用可能性や、サイバー攻撃等の新たな脅威への対応も今後の発展における検討課題といえる。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 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 :なし

資料１　アンケート項目

【職種】
医師・看護師・薬剤師・臨床検査技師・放射線技師・救急救命士・その他コメディカル・事務・その他

【勤務先】
医療機関・研究教育機関・実働機関（消防・警察等）・その他

【Q1】総論部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？
- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q1 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q2】総論部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？
- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい（具体的な理由・箇所：　　）

※Q2 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q3】各論（化学テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？
- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q3 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q4】各論部分（化学テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？
- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい（具体的な理由・箇所：　　）

※Q4 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q5】各論（生物テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？

- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q5 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q6】各論部分（生物テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？

- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい

※Q6 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q7】各論（核・放射線テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？

- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q7 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q8】各論部分（核・放射線テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？

- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい

※Q8 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q9】各論（爆発テロ）部分は、臨床現場で活用する際の内容として十分ですか？

- 専門的すぎる
- 丁度良い
- 内容が不足している

※Q9 で内容不足とご回答頂いた方は、具体的な項目・内容もご回答ください。

【Q10】各論部分（爆発テロ）部分は、臨床現場で活用する際に読みやすい・見やすいですか？

- 読みやすい・見やすい
- 普通
- 読みにくい・見にくい

※Q10 で読みにくい・見にくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q11】PWA 機能（オフラインでも資料閲覧が可能な機能）は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q11 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q12】ユーザープロファイル機能（ユーザー別に各資料及び個別項目をピックアップして表示）は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q12 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q13】単語からのページ移動機能は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q13 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q14】引用文献の掲載元等へのハイパーリンク追加は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q15 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q15】検索機能は有用ですか？

- 有用である
- 機能自体は有用だが使いにくい
- 不要である
- 使っていないのでわからない

※Q15 で使いにくいとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q16】MED-ACT を CBRNE テロ等発生時の対応資料として活用したいですか？

- 活用したい
- 活用したくない
- わからない

※Q16 で活用したくないとご回答頂いた方は、具体的な理由・箇所もご回答ください。

【Q17】ご意見・お気づきの点等ございましたら、ご記入ください。

令和6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）
「CBRNE テロリズム等に係る健康危機管理体制の国際動向の把握及び国内体制強化に向けた研究」

（総合）研究報告書

「 NBC診断・治療 に関する研究」

研究分担者 ”竹島 茂人“
（沖縄県立八重山病院・医局・救急科部長）

研究要旨
NBC診断のなかで、化学剤検知および治療に関する情報収集を行った。
化学剤検知紙については、二通りの入手方法がある。
① 東洋紡株式会社からの購入
② 米国アマゾンからネット購入可能

A. 研究目的

従来、国内では入手困難とされていた、C 剤検知紙と神経剤拮抗剤について入手の可否を検証した。

B. 研究方法

関係する各種メーカー等への問い合わせ等を行い情報収集した。

（倫理面への配慮）

不要

C. 研究結果

化学剤検知紙については、国内メーカーからも入手可能であった。米国アマゾンからのネット購入も可能であったが、国内メーカーからの方が、リーゾナブルに購入できた。

＜参考＞

東洋紡株式会社からの見積金額

品名： 化学剤検知紙
数量： 10 冊
金額： 7,150 円（税込）

D. 考察

C 剤検知紙の入手は、米アマゾンからのネット購入は可能であった。更に、陸上自衛隊関係者からの情報で、東洋紡株式会社から入手可能の情報があり、問い合わせたところ、県立病院からの購入も可能であった。各種情報は、鵜呑みにすることなく確認が必要と考えられた。

E. 結論

C 剤の検知と除染そして治療（拮抗薬）に必要な資器材の入手は国内で可能ではあるが、自動注射器が高額である事、そして「オピドキシム」の治療薬としての入手が困難な状況がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的所有権の取得状況

なし。

※関連する書類を添付

化学剤検知紙【取扱説明書】

1. はじめに

本製品をお買い上げいただき、誠にありがとうございます。本製品を安全にご使用いただくため、ご使用になる前に本取扱説明書をよくお読みいただき、正しくご使用ください。お読みになった後もお手元に保管ください。

2. 概要

化学剤検知紙は、化学兵器と言われるような毒性の極めて高い特定化学物質の存在或いは種類を、その汚染環境下で速やかに認識し、事後の対応を迅速に行うために開発された、軽易な検知アイテムです。

3. 諸元

表 諸元表

項　目	諸　　元	
検知性能	検知限界 …… ～0．01μL(液滴) 発色時間 …… 5秒以内(付着後)	＊目視判定
識別性能	びらん剤 …… マスタードガス(H剤) …… 赤色 神経剤 …… サリン，タブン，ソマン(G剤) …… 赤みの黄色(橙色) …… VXガス(V剤) …… 暗青(群青)色	
その他	粘着式(裏面粘着テープ) 小型軽量 …… 小冊子型 (2枚／冊，2片／枚：計4片)	質量：7±2g

4. 使用要領

本製品の使用要領(例)を以下に示します。

①化学剤に対応した防護マスク、防護衣、手袋、シューズ等の適切な保護具を着用する。

②台紙から検知紙を引き剥がし、被服や装備品に貼り付ける。

③化学剤により発色点が現れたら、表紙裏の標準発色と比較し、化学剤の種類を特定する。

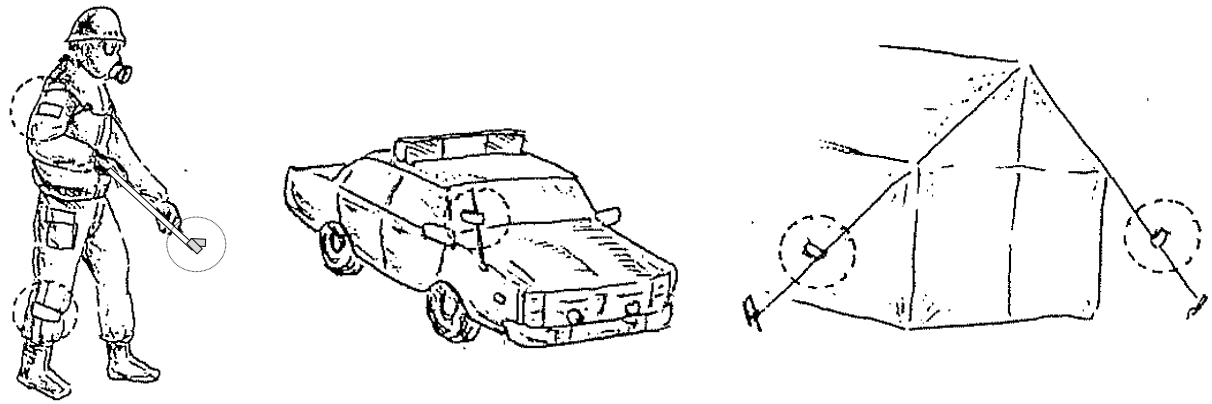


図 使用イメージ

5. 注意事項

お使いになる人や他の人への危害を未然に防止するため、必ずお守りいただく注意事項を「⚠警告」「⚠注意」として記載しています。誤った取り扱いをした時に、重症や後遺症の重大な結果に結びつく可能性が大きいものを、特に「⚠警告」としていますが、「⚠注意」の事項でも、状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。いずれも安全に関する重要な内容ですので、必ず遵守してください。

●使用上のご注意

⚠警告	化学剤に対応した防護マスク、防護衣、手袋、シューズ等の適切な保護具を着用して本製品をご使用ください。
	本製品は、液状の化学剤が対象です。ガス状の化学剤については検知困難です。また、指定された化学剤にのみ発色するのではなく、類似した化学的性質を有する物質に対して似た呈色を示すことがあります。使用状況或いは環境に応じて他の検知手段との併用による確認を実施してください。

●廃棄上のご注意

⚠注意	使用後の本製品は、化学剤を吸収していますので、廃棄に当たっては、廃棄物処理業の免許を持つ専門業者にご相談の上、廃棄してください。

●保管・輸送上のご注意

⚠注意	性状変化を避けるため、常温で直射日光を遮断できる室内（高温・多湿を避けて）で保管してください。
	火気のない安全な場所で保管してください。万一着火した場合は、水噴霧、二酸化炭素、粉末、泡消火剤等にて消火してください。

TOYOBO
Beyond Horizons

東洋紡株式会社

機能繊維AC事業部

〒104-8345　東京都中央区京橋一丁目17番10号
TEL:(03)6887-8813, FAX:(03)6887-8900

化学剤検知紙

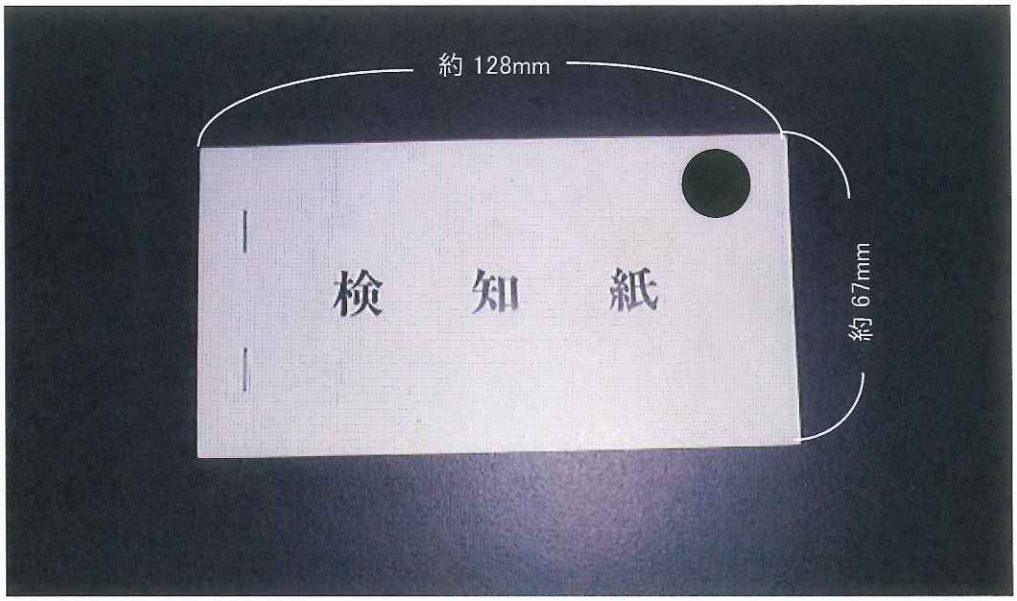


図1　製品外観（表紙・閉状態）

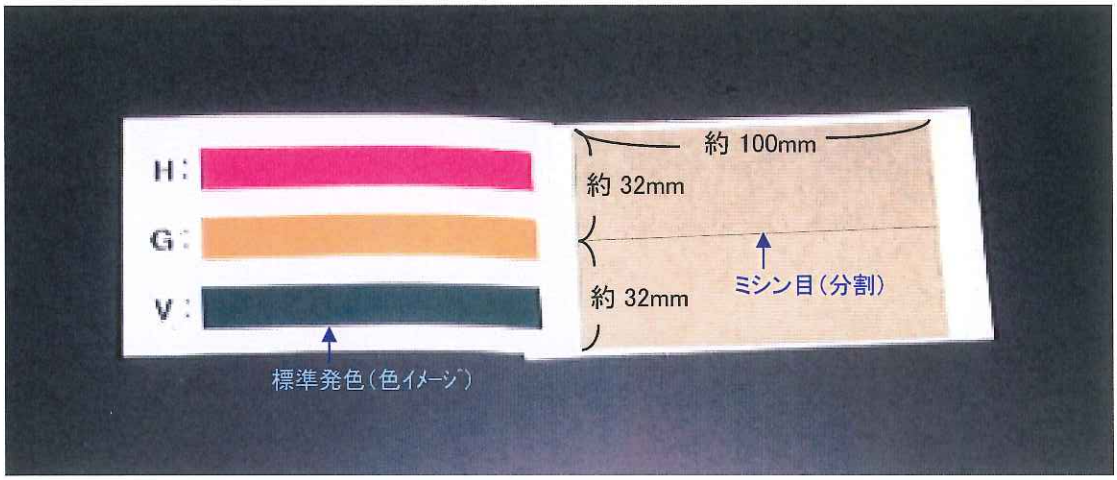


図2　製品外観（開状態）

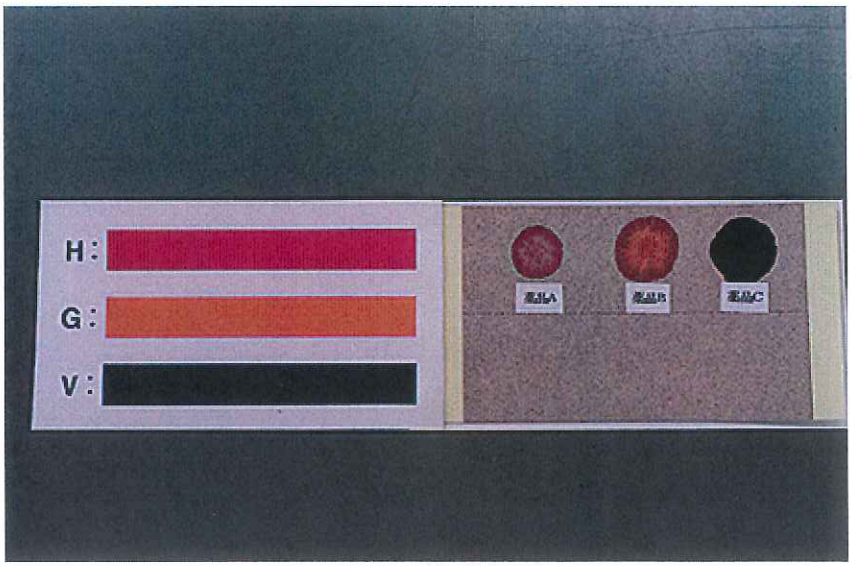


図3　擬剤による呈色イメージ

別紙4

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
江川　孝	薬剤師の災害時の課題解決！BOOK	江川　孝	調剤と情報増刊	(株)じほう	東京	2024	208頁

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
江川　孝	大規模災害時に薬剤師に求められること	宮崎県薬会誌	197	p9−10	2022年
江川　孝	災害時の初動―医療機関ごとの薬剤師の役割を整理する―	月刊薬事	64	p3191−3194	2022年
Nagata T, Arishima T, Yamaguchi Y, Hirohashi N, Usa T, Hasegawa A, Hanada H, Yamamoto N, Okamoto T, Akahoshi T, Hamada M, Abe T, Kikukawa M, Nakao H, Yamamura H, Sakamoto T, **Akashi M**, Hagihara A.	Radiation Emergency Medical Preparedness in Japan: A Survey of Nuclear Emergency Core Hospitals.	Disaster Med Public Health Prep.	7	1−7	2022
Tanoue T, Kinoshita M, Kearney BM, Ito S, Goto H, Yamashiro A, Fukunaga T, Sato H, Mori K, Kuwata K, Matsubara H, Kato A, Nakashima M, Nakashima H, Imakiire T, Oshima N.	Lipopolysaccharide preconditioning augments the antibacterial activity of renal macrophages and ameliorates acute kidney injury caused by *Staphylococcus aureus* bacteremia in mice.	Innate Immun			*in press*
Tani K, Ishigure N, Kim E, Tominaga T, Tatsuzaki H, **Akashi M**, Kurihara O.	Biokinetic model analysis with DTPA administration for a case of accidental inhalation of actinides in Japan.	Radiat Prot Dosimetry.	199	2025−2029	2023
Tsukada H, Takeda A, Takahashi T, Fukutani S, **Akashi M**, Takahashi J, Uematsu S, Chyzhevskyi I, Kirieiev S, Kashparov V, Zheleznyak M.	Transfer of ^{137}Cs and ^{90}Sr from soil−to−potato: Interpretation of the association from global fallout in Aomori to accidental release in Fukushima and Chornobyl.	Sci Total Environ.	899	165−167	2023

Abe Y, Takashima Y, Akiyama M, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, S T Goh V, Sugai-Takahashi M, Alkebsi L, Ishii K, Kudo K, Sakai A, Kurihara O, Miura T, Suto Y, **Akashi M**.	A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS).	Radiat Prot Dosimetry	199	1565-1571	2023
江川　孝	どうする？大規模災害発生時の帰宅困難者対策	けんこう福岡	58	P13-14	2023年
T Nakano, T Egawa et al	Adrenaline-resistant anaphylactic shock caused by contrast medium in a patient after risperidone overdose: a case report.	Journal of pharmaceutical health care and sciences	9	p1-6	2023年
江川　孝	災害時、薬剤師にできること	調剤と情報	29	p83-92	2023年
A Takagi T Egawa et al	Comparison of preventive effects of combined furosemide and mannitol versus single diuretics, furosemide or mannitol, on cisplatin-induced nephrotoxicity	Scientific Reports	14	1-7	2024年
江川　孝	改訂版「薬剤師のための災害対策マニュアル」の概要と令和6年度能登半島地震での対応	日本薬剤師会雑誌	76	11-15	2024年
Akashi M	Role of radiation emergency medicine: historical views-a perspective on the past, present, and future.	J Radiat Res.	65	i24-i31	2024
Nakashima H, Kearney BM, Kinoshita M.	The liver X receptor promotes immune homeostasis via controlled activation of the innate immune system in the liver.	Biomolecules	15	25	2024
Koga K, Satoh Y, Kashitani M, Nakagawa R, Sato M, Asai F, Ishizuka T, Kinoshita M, Saitoh D, Nagamine M, Toda H, Yoshino A.	Augmentation of psychiatric symptom onset vulnerability in male mice due to mild traumatic brain injury.	Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry	136	111153	2024

Yanagisawa H, Maeda H, Noguchi I, Tanaka M, Wada N, Nagasaki T, Kobayashi K, Kanazawa G, Taguchi K, Chaung VTG, Sakai H, Nakashima H, Kinoshita M, Kitagashi H, Iwakiri Y, Sasaki Y, Tanaka Y, Odagiri M, Watanabe H, Maruyama T.	Carbon monoxide-loaded red blood cells ameliorate metabolic dysfunction-associated steatohepatitis progression via enhancing AMP-activated protein kinase activity and inhibiting Kupeer cell activation.	Redox Biology	76	103314	2024
Kerney BM, Nakashima H, Kinoshita M	A soldier-scientist in the land of the rising sun.	Counting WMD Journal	28	28-33	2024
Shirato Y, Hsueh AJ, Mutalib NA, Deng Y, Suematsu R, Kato A, Kearney BM, Kinoshita M, Suzuki H.	Bipolar clark-type oxygen electrode arrays for imaging and multiplexed measurements of the respiratory activity of cells.	ACS Omega	19	10825-10833	2024
Goto H, Nakashima H, Mori K, Tanoue K, Ito S, Kearney BM, Kato A, Nakashima M, Imakire T, Kumagai H, Kinoshita M, Oshima N	L-carnitine pretreatment ameliorates heat stress-induced acute kidney injury by restoring mitochondrial function of tubular cells.	Am J Physiol Renal Physiol	326	F338-351	2024
木下学、中島弘幸、カーニーブラッドリー	米陸軍リポソーム製剤 Army Liposome Formulationを用いた生体へのプレコンディショニングと戦傷病の予後改善効果	防衛技術ジャーナル	520	4-9	2024
勢島 英、江川 孝 ほか	多職種での共同介入により団地独居の末期がん高齢者の孤立死を防止できた一例	日本薬剤師会雑誌	77	205-209	2025年
Goto H, Ishikiriyama T, Oe K, Asaga R, Sato H, Mori K, Kearney BM, Nakashima H, Sugaya T, Kinoshita M, Oshima N.	Liver Fatty Acid-binding Protein Point-of-Care Testing Detects Heat-induced Organ Damage: A pilot Study in Japanese Male Self-Defense Force Personnel.	Sci Rep	15	7197	2025
Takase B, Higashimura Y, Masaki N, Kinoshita M, Adachi T, Sakai H.	Liposome-encapsulated hemoglobin rescues hemorrhagic shock heart through anti-ischemic and anti-arrhythmogenic effects on myocardium in repetitive 65% bleeding rat model.	Artif Organs	49	39-51	2025