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」

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

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)が 2024 年 12 月 2～5 日に開催された。これに参加し、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。本学会は隔年で開催されるが、今年度はフロリダ州フォートローダーデールで開催された。会議では 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。バイデン民主党前政権下での開催であったが、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。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、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。

B. 研究方法

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。微小生体模倣システム（organ on a chip）、AI/ML（Machine Learning)をベースとしたデータサイエンス、ウエアラブルデバイスを用いたバイオサーベイランスが大きな 3 つの柱であった。とくに重要で印象に残った講演内容を次に記す。

C. 研究結果

Vann 氏（**NBC 防護プログラム担当国防次官補**）が、最近 2 年間の米国における CBRN 分野のオーバービューをした。

【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(**Organization for the Prohibition of Chemical Weapons; OPCW** のアドバイザー)
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

要旨でも触れたが、会議では 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

米国防脅威削減庁(DTRA)主催の生物・化学防護に関する科学技術会議(CBD S&T)に参加した。CBRN 分野の科学技術開発でも、微小生体模倣(microphysiological)システム、AI/ML をベースとしたデータサイエンス、ウエアラブルデバイスを元にしたバイオサーベイランスの 3 つの柱が重要で注目されていた。

F. 健康危険情報

とくになし。

G. 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. 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.

2.　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 による貪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.

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1.　特許取得:なし

2.　実用新案登録　:なし

3.その他　:なし