

ブラックアウト事態に至る電磁パルス (EMP) 脅威の諸相とその展望

一政 祐行

はじめに

近年、安全保障の境界領域上にある問題として、高高度核爆発 (High-Altitude Nuclear Explosion: HANE) に伴い発生する電磁パルス (High Altitude Electromagnetic Pulse: HEMP) や、高出力マイクロ波 (High Power Microwave: HPM) 発生装置が発生させる非致死性の、しかしエレクトロニクスに不可逆的な損失を強いる電磁パルス (Electromagnetic Pulse: EMP) に対する関心が北米を中心に高まっている。高度な情報・電力インフラに依存した社会が形成されるなかで、非対称的な核攻撃手段の一つとして、他国から HEMP 攻撃が行われる潜在的なリスク認識が醸成されつつあり、昨今ではメディアも様々な形で警鐘を鳴らし始めている¹。

それと同時に、HPM 発生装置が市場で安価に販売され、またその製造や運用に関する知識も Web 上で拡散するなかで、テロリストや犯罪者などにより局地的な EMP 攻撃が行われる可能性² が広く国際的な懸念を呼んでいる。更に言えば、自然現象としても EMP 障害による被害は厳然と存在する。大規模なものとしては、巨大な太陽コロナの発生が太陽嵐 (solar storm) となって地表に降り注ぐことで EMP 障害が発生することが確認されており、実際に 1989 年 3 月にカナダ・ケベック州で発生したブラックアウト (大停電) 事態は、この太陽嵐によるものだとされている³。更に、2012 年 7 月に発生した太陽嵐は、人類文明を後退させるほどの甚大なブラックアウト事態を招く EMP 障害のリスクがあったものの、幸いにして、地球への直撃は免れたとの米国航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration: NASA) の発表⁴ があった。ここで言うところのブラックアウト事態とは、一時的で局地的な停電現象を指すのではなく、広域に及びあらゆる電力・通信インフラが

1 Dan Vergano, "One EMP Burst and the World Goes Dark," *USA Today*, October 27, 2010; Allison Barrie, "EMPs: How to Detect a Blast that Could Darken the World," *Fox News*, July 14, 2014; Sharon Weinberger, "The Boogeyman Bomb: How Afraid should We be of Electromagnetic Pulse Weapons?" *Foreign Policy*, February 17, 2010.

2 Michael F. Maloof, *A Nation Forsaken—EMP: The Escalating Threat of an American Catastrophe*, (Washington, D.C.: WND Books, 2013), pp. 8-11.

3 *Ibid.*, pp. 53-54.

4 "Near Miss: The Solar Superstorm of July 2012," National Aeronautics and Space Administration Website, July 23, 2014, http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2014/23jul_superstorm/.

EMP によって不可逆的にダウンしてゆく大停電事象である。この背景には、EMP に対して脆弱な産業制御 (Supervisory Control And Data Acquisition: SCADA) システムを利用する、多くの電力・通信等の基幹的社会インフラの損壊を皮切りに、カスケード効果を伴って被害が拡大することが指摘⁵されている。被害が広域に及ぶということは、救援や被害復旧が始まるリードタイムが相当に長くなることを意味し、また不可逆的なインフラへのダメージにより、基本的には故障した電力グリッドや送電インフラを部品交換・修理するまでは、電力が復旧しないことを指している。2005 年のハリケーンカトリーナの被害で、電力供給が停止した地域では僅か数日間のうちに著しく治安が悪化した経験を持つ米国では、こうした事態は肌身で感じられる深刻な脅威だとされ、ことにブラックアウト被害が広域に及ぶ場合、時間の経過とともに電力供給の停止、通信途絶の余波は拡大し、電話、鉄道輸送、無線通信、コンピューターシステム、輸送網、飲料水及び燃料の供給、商取引などの停止といった、国民の生命や財産にも直接影響する重大事態の生起が懸念されている⁶。

このように北米で EMP への脅威認識が共有される背景として、古くはニューヨーク大停電、昨今では前述したハリケーンカトリーナのように、様々な災害によるブラックアウト事態を経験するなかで、情報・電力インフラに強く依存した社会の持つ潜在的なリスク認識が醸成されたことが指摘⁷されている。そして、その経験が直接的なものか間接的かを問わず、また電力インフラに生じる問題がどのような要因によるものであれ、北米地域の電力グリッドが長期的に機能不全に追い込まれた際、生じうる被害予測が一般にも成立しやすくなってきている。実際に、従来からある化学・生物・核・放射性及び爆発物 (Chemical, Biological, Nuclear, Radiological and Explosives: CBRNE) に起因するリスク管理の概念において、新たに EMP 脅威 (E) も加えて議論する傾向⁸も昨今見受けられるようになっている。この CBRNE とは、警察や消防、医療機関、軍、そして自治体といった様々な行為主体による領域横断的な取り組みが求められるため、これまでは安全保障論の俎上に乗りにくいという側面があった。そして、CBRNE と同様に、またはそのリスクを構成する一部として、EMP の脅威も安全保障論の論理だけで議論するには問題の所在があまりに広範囲 (自然現象: 太陽嵐、核攻撃: HEMP、通常戦力による軍事攻撃/テロ攻撃: HPM ※詳細は後述する) に及ぶ重

5 Maloof, *A Nation Forsaken—EMP: The Escalating Threat of an American Catastrophe*, pp. 33-35.

6 Tilman A. Ruff, "The health consequences of nuclear explosions," ed. Beatrice Fihn, *Unspeakable Suffering: The Humanitarian Impact of Nuclear Weapons*, Reaching Critical Will, January 2013, <http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/Publications/Unspeakable/Unspeakable.pdf>, p. 20.

7 James Jay Carafano and Richard Weitz, "EMP Attacks: What the U.S. Must Do Now," *Backgrounder*, no. 2491, (November 17, 2010), http://thf_media.s3.amazonaws.com/2010/pdf/bg2491.pdf, p. 2.

8 Michael F. Maloof, "Understand EMP Threat? U.S. Enemies Do," *CBRN Terrorism Newsletter*, vol. 47, (February 2013), http://www.cbrne-terrorism-newsletter.com/resources/2013_1%20Dirty%20News.pdf, pp. 2-6.

大な問題である。更に、今日の先進国で一般に見られるような、複雑化した通信・電力及び各種社会インフラへのカスケード効果による EMP 被害の波及と、その対処方法を考慮するには、領域横断的な専門的知見の集約・検討が不可欠となる。

こうした前提のもとに、以下、EMP 脅威の諸相を捉えるべく、太陽嵐、HANE 及び HPM についてそれぞれ整理を行う。特に、本稿としては想定される被害の甚大さに鑑み、国家安全保障の文脈で注目されるべき HEMP を基軸に、その発生原理を概観する。続いて、様々な EMP 脅威とその被害想定に関して、先行研究における検討内容を踏まえて論じる。その上で、HEMP 攻撃能力の拡散状況と、それに対する抑止の考え方や対応策、或いは軍縮・不拡散からのアプローチについて多角的に考察する。

1. 今日における EMP 脅威の諸相

EMP の脅威は今日において、大きく太陽嵐（自然現象）、HANE（核兵器）による HEMP、HPM（通常兵器）の 3 つに分類することができる。なお、「放射大電力電磁パルス」という技術的な整理に則れば、雷も EMP を発生することになるが、その被害頻度から、従来より雷については様々な対策が講じられている⁹ため、ここでは割愛する。以下、安全保障論の検討課題として最も関心が払われるべき HANE と HEMP 脅威について、まず検討を行いたい。

(1) HANE と HEMP——その歴史的経緯——

核爆発によって生じる EMP の存在については、1945 年に米国で行われた世界初のトリニティ核実験（Operation Trinity）の時点で、既にエンリコ・フェルミ（Enrico Fermi）によって予想され、当時の観測関連電子機器全てに EMP を防護するためのシールドが施されていたといい、また 1958 年の米英 2 カ国による共同核実験においても、核兵器の対 EMP 脆弱性と抗甚性強化のための検討が行われていたとされる¹⁰。しかし、米国国防省及びエネルギー研究開発局が 1977 年にまとめた報告書「核兵器の効果（The Effects of Nuclear Weapons）」によれば、核爆発に伴う HEMP の効果は 1940 年代には殆ど注目されず、1950 年代に漸く核実験に付随した実験場周辺での電子機器の故障が認識されるようになり、

9 電気学会電磁環境・情報セキュリティ技術調査専門委員会（編）『電磁波と情報セキュリティ対策技術』（オーム社、2012 年）、34 頁。

10 Carl E. Baum, “System Design and Assessment Notes 32: From the Electromagnetic Pulse to High-Power Electromagnetics,” *Proceeding of the IEEE*, vol. 80, no. 6, (June 1992), <http://www.ece.unm.edu/summa/notes/SDAN/0032.pdf>, pp. 789-790.

そして 1960 年前後になって軍事用と民生用とを問わず、電子機器の多くが HEMP に対して脆弱であることがはっきりと認識されるに至った¹¹ という整理もある。

1963 年の部分的核実験禁止条約 (Partial Test Ban Treaty: PTBT) の発効までの間、主要な核兵器国が行った核実験の多くが大気圏内におけるものであったが、米国が HEMP の効果に伴う物理的影響について、実際にその発生を認識した契機として、ハワイから 1,400km 離れた太平洋上約 400km (248mile) 上空におけるスターフィッシュ・プライム核実験 (Operation Starfish Prime) が指摘される¹²。なお、米ソのミサイル・ギャップ論争が終息に向かう 1960 年代初頭、EMP はミサイル防衛の手段としても注目されていた。このスターフィッシュ・プライム核実験実施当時の背景として、HANE に伴うヴァン・アレン帯 (Van Allen radiation belt) での自由電子の大量放出により、敵国から飛来する核弾頭を直接、上空で破壊することが可能か否か技術的に検討されており、実際に米国において核兵器開発の父の一人に数えられるエドワード・テラー (Edward Teller) は、1980 年代前半の議会証言のなかで、HEMP 効果を攻撃のみならず、防衛の観点からも説明している¹³。

また、スターフィッシュ・プライム核実験に象徴される 1962 年の一連の米国による大気圏内核実験では、高度約 1,040km (650mile、注：これはスペースシャトルの軌道とほぼ同一である) において水爆が使用されたケースもある。このとき、約 3,360km (2,100mile) 北西の都市エリアでブラックアウト事態が生じ、これが結果的に HEMP の脅威を封じ込めるべく、米ソ間での 1963 年の PTBT 締結を後押ししたとする見方¹⁴もある。

さて、スターフィッシュ・プライム核実験とは、ドミニク作戦 (Operation Dominic) の名称で実施された 36 の一連の核実験群の一つであった。ドミニク作戦の内訳は 29 に及ぶ新設計の核兵器の空中投下実験、高々度での使用データ収集を目的とした 5 回の核弾頭搭載ロケット発射実験、そして核兵器システムの運用実験として、それぞれポラリス潜水艦からの弾

11 Samuel Glasstone and Philip J. Dolan, eds., *The Effects of Nuclear Weapons (Third Edition)*, (Washington, D.C.: U.S. Department of Defense and Energy Research and Development Association, 1977), p. 514.

12 Mark Schneider, *The Emerging EMP Threat to the United States*, (Fairfax: National Institute Press, November 2007), <http://www.nipp.org/wp-content/uploads/2014/12/EMP-Paper-Final-November07.pdf>, p. 1.

13 Charles B. Stevens, "Mastering EMP for Offense and Defense," *Executive Intelligence Review*, vol. 10, no. 27, (July 19, 1983), http://www.larouchepub.com/eiw/public/1983/eirv10n27-19830719/eirv10n27-19830719_033-mastering_emp_for_offense_and_de.pdf, p. 33; Edward Teller, "Dr. Edward Teller Explains the Need for Antiballistic-Missile Defense (Conference minutes at the Georgetown University Forum on Anti-Missile Beam Weapons at January 18, 1983)," *Executive Intelligence Review*, vol. 10, no. 5, (February 8, 1983), http://www.larouchepub.com/eiw/public/1983/eirv10n05-19830208/eirv10n05-19830208_054-dr_edward_teller_explains_the_ne.pdf, pp. 54-57.

14 Scott W. Merkle, "Non-Nuclear EMP: Automating the Military May Prove a Real Threat," *Federation of American Scientists Military Intelligence Professional Bulletin*, <http://www.fas.org/irp/agency/army/mipb/1997-1/merkle.htm>.

道ミサイルと ASROC 対潜水艦ロケットが 1 回ずつ試射されている¹⁵。これらのうち、空中投下実験のカテゴリとして、爆発威力の大きな核弾頭を搭載したソーミサイル (Thor Missile) を 48 ~ 400km (約 30 ~ 248mile) という高々度で爆発させることで、飛来する敵の弾道ミサイルに及ぶ破壊力や影響度を評価するフィッシュボウル作戦 (Operation Fishbowl) が実施された。この一連の実験は、米国として最後の空中投下実験であり、かつ爆発威力も 8.3Mt と極めて大きなものであった。実際に高度 3,697km という高高度爆発を行った 1962 年 10 月 30 日のホーサトニック (Housatonic) 実験や、自由落下で高度 3,648km (11,970ft) にて 1.59Mt の核爆発を起こしたチャマ (Chama) 実験などが行われている¹⁶。

スターフィッシュ・プライム核実験は、ソーミサイルに Mark-49 核弾頭を搭載し、1.45Mt という、米国が実施した大気圏内核実験としては非常に大きな規模の爆発威力を、太平洋ジョンストン島の上空約 400km で発生させた。このときの核爆発で生じた HEMP によって、そこから 1,400km 離れたハワイ諸島の電子システムに影響が及んだ。これらの島々では街灯が消え、建物のサーキットブレーカーが切れ、家々の侵入警報装置は誤作動して警報を鳴り響かせたほか、電話交換施設にも被害が出た¹⁷。

スターフィッシュ・プライム核実験の前後、当時の米国国内世論で争点化していた大気圏内核実験に伴う放射性降下物 (Fallout) の問題や、放射線被曝による宇宙飛行士らの健康被害リスク増大への懸念とも相まって、ジョン・フィッツジェラルド・ケネディ (John Fitzgerald Kennedy) 大統領は大気圏内核実験禁止に向けた決意を新たにしていたとされる。その一方で、国内での議論としては、前述した大気上層での核爆発によってヴァン・アレン帯の電子を増大させ、それをもって飛来する敵国の核弾頭を上層で打ち落とす構想を推進しようとする考え方も存在していた。マイケル・クレボン (Michael Krepon) は、こうした相反する二つの見方があるなかで、ケネディ大統領がスターフィッシュ・プライム核実験を敢行したものの、上述した健康被害への懸念に加えて、HEMP の影響によって人工衛星や通信網、軍の指揮統制に影響が及ぶことへの考慮、そして最悪の事態においては米ソが相互に核攻撃を応酬する状況下で、最終的にミサイル防衛に多くを依存せねばならないことへのリスク認識などが醸成され、PTBT 交渉に踏み出す決意を行った旨を指摘している¹⁸。

15 Nuclear Weapons Archive, "Operation Dominic 1962—Christmas Island, Johnston Island, Central Pacific," <http://nuclearweaponarchive.org/Usa/Tests/Dominic.html>.

16 Ibid.

17 EMP Commission, *Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack Volume 1: Executive Report*, http://www.empcommission.org/docs/empc_exec_rpt.pdf, (2004), p. 4.

18 Michael Krepon, "Analysis: Hot to not Test in Space," Stimson Center Website, November 7, 2011, <http://www.stimson.org/summaries/how-not-to-test-in-space/>.

なお、時期を同じくして、1962 年にソ連もカザフスタンの核実験場の上空で大気圏内核実験 “Test 184” を行い、HEMP 効果を実地で確認した¹⁹とされる。このとき、核実験場の近傍ではサージプロテクターが焼け焦げ、電力供給が途絶し、およそ 600km にわたり地上及び地下の埋設ケーブルにダメージが生じるなどの HEMP 効果を実地で確認したとされ、それ以降、ソ連では軍民両方のインフラに対して、HEMP 攻撃への抗堪性を高める措置を講じているとの報告がされている²⁰。

(2) HEMP 発生 の原理について

HEMP の発生原理は、先行研究においても概ね以下のメカニズムで説明される。はじめに、HANE で生じた γ 線及び中性子が「コンプトン効果」として知られる空気中の水分子及び原子と相互作用することにより、核爆発地点周辺にイオン化したエリアが作り出される。このとき、負電荷を帯びた電子は重い正電荷を持つイオンから素早く分離し、結果的に 10 のマイナス 8 乗秒ほどの間に電界を発生させる。この電界強度はごく短時間のうちに低下するが、そのパルスの持続時間が短い一方で、大電力のエネルギーが発生する。これは核弾頭の爆発規模にも依るが、エネルギーはあらゆる電磁波と同様に、光の速度で爆発点から放射され、離れた距離にある金属やその他の電気導体に集まることになる。放射されたエネルギーは極めて強い電流と高電圧となり、金属や電気導体と繋がっている電子機器に深刻な被害を与える²¹。

なお、米国 EMP 委員会 (EMP Commission) が 2004 年に発表した報告書²²によれば、安全保障上最も重大な関心が寄せられている HEMP は、地上 40km から 400km の上空で、高高度における核弾頭の爆発の結果として発生し、この EMP は、それぞれ E1、E2、E3 という 3 つの構成要素から成り立つとされる。具体的には、その立ち上がり時間が 10 億分の 1 から数 10 億分の 1 秒の間と、ごくごく短い時間に測定される自由エネルギーパルスこそが EMP の第 1 構成要素、即ち E1 である。E1 は電磁衝撃として、電子基板を用いた制御システム、各種センサー、通信機器、防護機器、コンピュータなどの機器の機能を一時的に断絶させ、若しくはダメージを及ぼす。これらは地理的にも広範囲にわたって同時に発生・作用する。続いて EMP の第 2 構成要素、或いは中間的要素である E2 は、E1 と同じ地

19 EIS Council, *Report: USSR Nuclear EMP Upper Atmosphere Kazakhstan Test 184*, <http://www.eiscouncil.org/ICMDroot/images/upload/media/Soviet%20Test%20184.pdf>.

20 Clay Wilson, “High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices: Threat Assessments,” *CRS Report for Congress*, (July 21, 2008), p. 18.

21 Glasstone and Dolan, eds., *The Effects of Nuclear Weapons (Third Edition)*, pp. 515-516.

22 EMP Commission, “Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack Volume 1: Executive Report,” p. 4.

理的範囲で稲妻のように作用するもので、E1 と比べるとより地理的に広がるものの、その振幅は弱い。通常、稲妻による被害を想定して作られた枢要なインフラシステムにおいて E2 の及ぼす影響が問題になることはないが、EMP の第 1 構成要素である E1 と E2 が相乗効果を発揮すると、防護システムや制御システムに損害を与え、破壊してしまうリスクが生じる。これは、E1 が与えたダメージに続いて、E2 がシステムに入り込み障害を与えるためである。最後に EMP の第 3 構成要素として、ゆっくりと生起し、長期にわたって持続するパルスとして、長大な送電線に破壊的な電流を流し込み、接続された電力供給・分電システムにダメージを及ぼす E3 が発生する。これら E1、E2、E3 からなる一連のシーケンスは、それぞれが個別に被害をもたらすのみならず、後に与えられる被害は、その前の段階で与えられた被害によって一層増大されるという点で重要な意味合いを持っている²³。なお、1980 年の国連事務総長報告として、日本語版も出版されている『核兵器の包括的研究』(*Comprehensive Study on Nuclear Weapons*, A/35/392, September 12, 1980.) では、「電磁パルスとその効果」として、モスクワ上空、高度 100km で HANE が行われた場合に発生する HEMP 効果を図示している。更に、高度 10km から 15km までの HANE では、爆発の高度上昇につれて地上で受ける EMP の強さが減少する一方、大気の密度と地磁気場の変化との関係により、それ以上の高度では地上に再び強い EMP が降り注ぐとして、高度 80km の HANE では地上で半径約 1,000km、また高度 160km の場合は地上で半径約 1,500km の円形の地域に EMP 効果が及ぶと指摘している²⁴。

2. 様々な EMP 脅威とその被害想定

(1) HEMP 以外の EMP 脅威

前節で述べた HEMP のみが今日における EMP の脅威というわけではない。実際には様々なバリエーションが存在しており、自然発生によるケースから、EMP テロ攻撃の脅威、そして国家対国家の文脈での EMP 攻撃に至るまで、幾つかのパターンを整理することができる。本節では、以下 HEMP 以外の EMP 脅威について検討を行いたい。

HPM を発生させる高周波 (Radio Frequency: RF) 兵器は、近年、例えばイラク戦争でも使用されたと言われている通常兵器である。軍用の RF 兵器は、航空機に搭載して破壊対象電子機器のあるビルなどの上空で散布し、弾頭にある特殊な高周波発生管から gw

23 Ibid., pp. 5-6.

24 「核兵器の包括的研究——国連事務総長報告」服部学監訳 (連合出版、1982 年)、191-192 頁。

単位のマイクロ波インパルス信号を発振・照射する電子回路破壊弾などがある²⁵とされる。また、米国国内では、核抑止力を補う新たな手段として、いかなる攻撃も終結させる、核爆発を発生させない通常兵器型のクリーンな EMP 兵器の開発を促進すべき、との議論²⁶もある。

他方、テロリストや犯罪者が安価に組み立てることもできるような、スーツケースサイズの RF 兵器についても今日その存在が知られているほか、デュアルユース技術としての医療用機器、例えば結石破壊用の衝撃パルス発生装置などを悪用して、コンピュータや集積回路を遠隔破壊することも十分可能であるとされている²⁷。特に前者については、2001 年にシュライナーエンジニアリング (Shriner Engineering) 社が米国国防省の依頼で実施した、手製の RF 兵器がどこまで現実の脅威となりうるかとの実証実験が有名であり、結果、僅か 400 米ドル程度のコストで、1.8GW 級の HPM 出力を持つ RF 兵器が比較的容易に作成できることが明らかになったとされる²⁸。こうした HPM を発生させる RF 兵器を車載し、例えば秘密裏に航空管制塔や金融の中心街などの近傍でスイッチを ON にするだけで、局地的に PC やサーバのデータを破壊し、オンラインの商取引を不通にせしめる、或いは通信や灯火を途絶させるといった効果を発生させ得ると考えられる。実際に、テロや犯罪事件として RF 兵器が使用された事例が複数報告されており、こうした兵器によってもたらされる局地的な EMP 脅威の存在が犯罪防止やテロ対策の一環として議論されている²⁹。

さて、自然発生による「EMP 障害」という視点から見れば、1989 年にカナダ・ケベックを直撃した太陽風 (Solar Storm) の影響から、同地域の全ての電力グリッドが機能停止に追い込まれたケースは、しばしば当該分野の先行研究で言及されることがある。このケベックでの事例では、毎分 480nT という強力な E3 磁界強度の発生によって、僅か 92 秒の間にそれまで正常に機能していた電力グリッドが完全に破壊し尽くされた³⁰。幸いなことに、これまで文明が後退を余儀なくさせられるような甚大な太陽嵐を国際社会は経験せずに済んできているが、前述した HEMP や RF 兵器によりもたらされる EMP 脅威とは異なり、太陽嵐は自然現象であり、これを人為的に抑止することは当然のことながら不可能である。例えばキャリ

25 電気学会電磁環境・情報セキュリティ技術調査専門委員会(編)『電磁波と情報セキュリティ対策技術』(オーム社、2012年)、40-41頁。

26 Rachel Oswald, "U.S. Should Pursue Nuclear EMP Weapon: Ex-Lab Head," *Global Security Newswire*, (February 20, 2013).

27 Maloof, *A Nation Forsaken-EMP: The Escalating Threat of an American Catastrophe*, pp. 8-10.

28 Ibid., p. 11.

29 Ibid., p. 94.

30 Electric Infrastructure Security Commission, *Report: USSR Nuclear EMP Upper Atmosphere Kazakhstan Test 184*, p. 4.

ントン・フレア (Carrington flare) と呼ばれる 1859 年に発生した強大な太陽嵐³¹ が再び地球を襲った場合、現在の基幹的社会インフラが被る影響は、19 世紀当時のそれとは比較にならないほど甚大なものとなる可能性は否定できない。こうした太陽嵐によって被る致命的な被害を巡って、2014 年、著名な投資家として知られるポール・シンガー (Paul Singer) が、太陽嵐が原因で北米地域に大規模なブラックアウト事態が生じる可能性を甚大な投資リスクと捉えて警告し、メディアで話題となった³² ことは記憶に新しい。

他方、これは必ずしも EMP に起因するものではないが、大規模なブラックアウト事態がサイバー攻撃によって引き起こされる可能性を重大なリスクと捉え、これに警鐘を鳴らす議論が散見されることにも言及しておきたい。サイバー攻撃によるブラックアウト事態といっても、その被害規模が限定的なものに留まる保証はどこにも存在しない。米国連邦エネルギー規制委員会 (Federal Energy Regulatory Commission: FERC) による非公開の報告書を踏まえたメディア報道では、全米には合計 100 カ所ほどの死活的に重要な変電所が存在していること、そして、そのうち 9 カ所の相互接続変電所 (interconnection substation) と、米国国内の変圧器供給メーカー 1 社を破壊しさえすれば、少なくとも 18 カ月間に渡り、北米の電力グリッドは絶望的なブラックアウト事態に陥ると指摘³³ されている。また、2014 年 11 月、米国上院インテリジェンス委員会において米国国家安全保障局 (National Security Agency: NSA) 長官と米国サイバーコマンド司令とを兼務するマイケル・ロジャース (Michael Rogers) は、中国及びその他の 1 ~ 2 の国 (注: CNN が報じたところの推測によればロシア) は、サイバー攻撃によって米国の電力グリッドを完全にシャットダウンする能力を有していると証言³⁴ している。更に、2008 年には既に米国中央情報局 (Central Intelligence Agency: CIA) 関係者によるパブリックコメントとして、米国以外の地域で発生した複数の大都市規模でのブラックアウト事態がインターネット経由でのサイバー攻撃により引き起こされた³⁵ とも報じられている。ここで非常に興味深いのは、英国の著名な保険組合であるロイズ (Lloyd's) が 2015 年に発表した緊急リスク報告書の存在である。同報告書は、北米でのサイバー攻撃による大規模なブラックアウト事態発生リスクを検討したうえで、想定される様々な被害シナリオに応じ

31 E. W. Cliver and L. Svalgaard, "The 1859 Solar—Terrestrial Disturbance and the Current Limits of Extreme Space Weather Activity," *Solar Physics*, vol. 224, (2004), p. 408.

32 "Elliott Warns of Greatest Danger in Electromagnetic Pulse," *Bloomberg Business*, July 30, 2014, <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-07-29/elliott-sees-most-significant-danger-in-electromagnetic-pulse>.

33 "U.S. Risks National Blackout from Small-Scale Attack," *Wall Street Journal*, March 17, 2014, <http://www.wsj.com/articles/SB10001424052702304020104579433670284061220>.

34 Jamie Crawford, "The U.S. Government Thinks China Could Take Down the Power Grid," *CNN Politics*, November 21, 2014, <http://www.edition.cnn.com/2014/11/20/politics/nsa-china-power-grid/>.

35 Tom Espiner, "CIA: Cyberattack Caused Multiple-City Blackout," *CNET*, January 22, 2008, <http://www.cnet.com/news/cia-cyberattack-caused-multiple-city-blackout/>.

て、米国経済に及ぶインパクトが 5 年間で 2,430 億 US ドルから最大で 1 兆 240 億 US ドルに及ぶと試算³⁶している。

このように、それぞれの発生要因や文脈は異なれども、大規模なブラックアウト事態が発生することへの警戒感の高まりは、巡り巡って HEMP 脅威とそれによって生じる影響について、改めて注意喚起する結果をもたらしたと指摘できるのではないだろうか³⁷。

(2) 予想される EMP 被害の実相——HEMP による被害想定を中心に——

大規模な EMP の影響は、基本的にそれが HEMP であれ、太陽嵐によるものであれ、大気中、地表から海洋にまで及ぶ³⁸。米ソが大気圏内核実験を通じて HEMP がもたらす効果を認識した 1960 年代の初頭は、まだ真空管式のコンピュータの開発が続いており、パラメトロン及びトランジスタ式に加えて、漸く集積回路 (S/360) を用いたコンピュータの開発が始まったばかり³⁹であった。また、宇宙開発に目を向ければ、1961 年に 4 月 12 日に世界初の有人飛行として、ソ連のユーリイ・アレクセーエヴィチ・ガガーリン (Yuri Alekseyevich Gagarin) 宇宙飛行士による地球 1 周が成し遂げられ、続く 1962 年に米国初の有人軌道飛行として、ジョン・ハーシェル・グレン (John Herschel Glenn Jr.) 宇宙飛行士による地球 3 周⁴⁰が行われた時期でもあった。当時、既に電気・通信網が徐々に張り巡らされ、人工衛星の運用も始まっていた。しかし、いずれにしても今日のように高度にネットワーク化された社会ではなかったため、1960 年代の大気圏内核実験で確認された HEMP 効果が、今日いかなる被害をもたらすのかについては、近年の大都市における停電事象なども参考に類推するより仕方ない部分もある。

HEMP 攻撃に伴って生じる電力グリッドへのカスケード効果と、広範囲に波及しうる被害に関して、例えばマイケル・F・マルーフ (Michael F. Maloof) はこれを「19 世紀への逆行」と形容し、大規模かつ長期化するブラックアウト事態に備えるべく、警鐘を鳴らしている。具

36 Cambridge Center for Risk Studies, "Business Blackout: The Insurance Implications of a Cyber Attack on the US Power Grid," *Lloyd's Emerging Risk Report*, (2015), <http://www.lloyds.com/~media/files/news%20and%20insight/risk%20insight/2015/business%20blackout/business%20blackout20150708.pdf>, p. 21.

37 一政祐行『『核兵器の人道的影響』論議と高高度電磁パルス (HEMP) 脅威の再評価』(日本国際政治学会 2015 年度研究大会、分科会セッション B-5 安全保障 I、2015 年 10 月 30 日報告)、<http://jair.or.jp/upload/2015paper/B05-Ichimasa.pdf>, 11 頁。

38 Federation of American Scientists, "Nuclear Weapon EMP Effects," <http://www.fas.org/nuke/intro/nuke/emp.htm>.

39 山田昭彦「コンピュータ開発史概要と資料保存状況について——第一世代と第二世代コンピュータを中心に」『国立科学博物館技術の系統化調査報告』第 1 集、2001 年 3 月、40 頁、<http://sts.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/003.pdf>。

40 宇宙航空研究開発機構宇宙情報センター「世界の宇宙開発の歴史 1960 年代」、http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/world_space_projects_1960.html。

体的には、広域に及ぶEMP被害によって、電子制御が主流となっている今日の殆どの自動車や輸送トラックが可動しなくなり、ガソリンスタンドは地下タンクからの汲み上げ用電動ポンプを失うことで燃料供給を途絶し、全世界で300万人もの利用者がいるとされる心臓ペースメーカーは、体内で加熱して使用者に肉体的なダメージを及ぼすと指摘する。また、ラジオやTVは完全にその機能を停止するため、混乱時に多くの市民が求める情報のアベイラビリティは極度に低下する。非常用のバックアップ設備を温存した放送局があったとしても、自家発電のための燃料自体が数日で尽きることは目に見えているため、追加的な発電機への燃料供給が途絶すれば、機能を停止するケースが相次ぐと予想される。通信分野に目を向ければ、携帯電話は固定回線電話と比べてもEMPに対して脆弱であり、その殆どが機能しなくなると考えられており、これは非常事態において、市民が警察や消防に緊急連絡する手段を失うことを意味する。また、為替や株といった電子化された商取引のシステムも甚大な被害を受け、最悪の場合は全てのオンライン情報がバックアップもろとも消滅する可能性がある。人間が生命活動を維持する上で最も基本的な要素である水と食糧についても、電力・輸送インフラが機能停止してから間もなく、その生産と流通の両面で広域にわたり深刻な欠乏状況が生じるであろうことが予想されている⁴¹。

これらの想定のうち、非常時の電力供給能力について、先進国では3日程度の自家発電用燃料を備蓄している組織も数多くあると考えられるが、その備蓄が尽きた後、燃料が適時に供給されるか否かは、輸送網の復旧条件によって大きく左右されると考えられ、この問題は警察や消防といった初動対応者、政府機関、医療機関、交通・運輸関連機関及び企業においても様に当てはまり得る問題点だと言わざるを得ない。更に、こうした被害の復旧に要する時間についても、それが長引けば長引くほど、ガバナンスに関わる問題へ直接的な影響が及ぶことが予想される。実際に、ブラックアウト事態が長期化した場合の国内の治安維持、食糧供給、医療や保健衛生体制に深刻な影響が及ぶ懸念を指摘する先行研究も多い⁴²。

一方、主要国では電力グリッドをはじめとする発電、生産、製造、監視制御や通信基盤などの分野で、一般的に広く普及しているSCADAシステムは、本稿冒頭で言及したとおり、EMPに対して非常に脆弱であるとされる。これらが故障・損壊に至った場合には、多大な復旧コストを要するとの見積もりが、過去のSCADAシステム故障事例から算出されて

41 Maloof, *A Nation Forsaken—EMP: The Escalating Threat of an American Catastrophe*, pp. 61-74.

42 EMP Commission, "Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack Volume 1: Executive Report," pp. 24-48; Carafano and Weitz, "EMP Attacks - What the U.S. Must Do Now," pp. 4-12.

いる⁴³。また、2011 年に日本で発生した福島第一原発事故で大きく注目されたように、原子力発電所の全電源が不可逆的に喪失してしまった場合に、最悪の結末としていわゆるメルトダウンが生じるリスクも考慮せねばならないであろう。

なお、前掲した米国議会調査局の 2008 年の報告書では、これまでの米国国内での EMP 対策への不備 (inaction) が積み重なって、今日の EMP 脅威をより甚大なものにしてしまっているとの見方を強調している⁴⁴。こうした不備を挽回する政策的アプローチとして、米国上院では、2010 年前後より「国土安全保障科学技術法 (H.R.4842, the Homeland Security Science and Technology Act of 2010)」や「グリッド信頼性及びインフラ防衛法 (H.R.5026, the Grid Reliability and Infrastructure Defense (GRID) Act)」、 「送電のための高電圧インフラに対する致命的被害からの保護法 (H.R.668, the Secure High-voltage Infrastructure for Electricity from Lethal Damage (SHIELD) Act)」などの法案が相次いで提案されているものの、これまで一度も投票・採択されておらず、結果として米国国内での EMP 脅威対策が進まないことが批判⁴⁵されている。

3. HEMP 脅威への対応

(1) HEMP 攻撃能力の拡散

スコット・スチュワートとネイト・ヒュー (Scott Stewert and Nate Hughes) は HEMP 関連の知見の蓄積について、米ソ 2 カ国のみが上空 20km 以上での大気圏内核実験を合計で 20 回弱敢行したが、しかし、HEMP にまつわるこうしたデータ自体は極めて限定的なものに留まっていることを指摘する⁴⁶。5 核兵器国それぞれに核兵器の効果を研究していたことに疑問の余地は少ないものの、HEMP に関する知見がどの程度普及しているのかを示す公開情報は限られている。米国議会調査局の報告書では、2004 年の時点でロシアと中国が HEMP 攻撃能力を有しており、北朝鮮も 2015 年までに同等の能力を獲得するであろうこと、そして英、仏、インド、パキスタン及びイスラエルも、数年がかりで HEMP 攻撃能力を獲得する可能性を指摘するとともに、弾道ミサイル実験を重ねるイランが、先々 HEMP 能力を獲

43 Maloof, *A Nation Forsaken—EMP: The Escalating Threat of an American Catastrophe*, pp. 33-35.

44 Wilson, “High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices: Threat Assessments,” <http://www.fas.org/sgp/crs/natsec/RL32544.pdf>, p. 5.

45 James Jay Carafano, Baker Spring and Richard Weitz, “Before Lights Go Out: A Survey of EMP Preparedness Reveals Significant Shortfalls,” *Backgrounder*, no. 2596, (August 15, 2011), pp. 3-5.

46 Scott Stewert and Nate Hughes, “Gauging the Threat of an Electromagnetic Pulse (EMP) Attack,” *STRATFOR Security Weekly*, (September 9, 2010), http://www.stratfor.com/weekly/20100908_gauging_threat_electromagnetic_pulse_emp_attack.

得することへの懸念を表明している⁴⁷。また、同報告書では公刊文献からの引用という形で、現在もロシアが一流の物理学者達を集めた電子戦兵器 (electronic warfare weapons) や EMP 効果に関する研究を行っているとしている⁴⁸。米国ローレンス・リバモア国立研究所の所長を務めたジョン・フォスター (John Foster) も、中国とロシアが今日においても EMP 攻撃能力を保有している可能性がある旨発言⁴⁹している。他方、天然資源防衛委員会 (Natural Resources Defense Council: NRDC) の 1989 年の調査報告によれば、フランスは自国の核兵器システムに対する EMP 防護措置をめぐり、政府部内及び民間コントラクターで EMP シミュレーターを開発し、1970 年代から積極的に同国ミサイルシステムの EMP 防護策検討を行ってきた⁵⁰としている。このフランスの核戦力との関連で、ポール・ブラッケン (Paul Bracken) は、同国が電力グリッドと通信システムを破壊するための EMP 弾頭も保有している旨⁵¹指摘している。

この他のケースとしては、昨今、北朝鮮が HEMP 攻撃手段の獲得を目指しているとの指摘⁵²や、それが米国に対する直接的脅威になり得るとの懸念⁵³も示されている。実際に、再突入体の実証実験が未了の北朝鮮において、数少ない核兵器ストックパイルを有効活用するための手段に、米国本土まで到達可能な弾道ミサイルを用いた HEMP 攻撃オプションを示唆する報道⁵⁴もある。また、これは北朝鮮に限ったことではないが、HEMP 攻撃が実際に行われる場合、軌道上の人工衛星が、その運用に重大な損害を被る恐れがある。HEMP 攻撃は低軌道上の人工衛星に無差別に影響を及ぼすため、一般的に宇宙利用が進んでいる国々では HEMP 攻撃により生じる被害が極めて深刻な一方で、例えば北朝鮮のように宇

47 Wilson, "High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices: Threat Assessments," pp. 16-17.

48 Ibid., p. 18.

49 Rachel Oswald, "U.S. Should Pursue Nuclear EMP Weapon: Ex-Lab Head," *Global Security Newswire*, February 20, 2013.

50 Andrew S. Burrows, Robert S. Norris, William M. Arkin and Thomas B. Cochran, "NWD 89-1: French Nuclear Testing, 1960-1988," *Nuclear Weapons Database Project Working Paper*, (February 1989), http://docs.nrdc.org/nuclear/files/nuc_89020001a_87.pdf, p. 23.

51 Paul Bracken, *The Second Nuclear Age: Strategy, Danger, and the New Power Politics*, (New York: Times Books, 2012), p. 238.

52 Nuclear Threat Initiatives, "North Korean Military Officer Threatens to Nuke the White House," *Global Security Newswire*, July 28, 2014, <http://www.nti.org/gsn/article/north-korean-military-officer-threatens-nuke-white-house/>.

53 James R. Woolsey and Peter Vincent Pry, "How North Korea Could Cripple the U.S.," *Wall Street Journal*, May 21, 2013.

54 Peter Vincent Pry, "North Korea EMP Attack Could Destroy U.S.—Now: Obama Must Take Immediate Action," *The Washington Times*, December 19, 2012, <http://www.washingtontimes.com/news/2012/dec/19/north-korea-emp-attack-could-destroy-us-now/?page=all>.

宙利用が進んでいない途上国では、EMP 攻撃によって直接被る影響も総体的に少ないことから、HEMP 攻撃を実施する敷居に高低が生じる旨指摘⁵⁵されている。

(2) EMP 脅威への対応策と防護措置

前節まで、拡散する HEMP 攻撃能力に関する先行研究の指摘を概観してきたが、こうした EMP 脅威に対する備えとして、具体的にどういった措置が求められるのであろうか。

先行研究のなかでは、HEMP が HANE によって引き起こされる以上、最も重要な対抗策とは、即ちミサイル防衛の強化であり、また実際に EMP 被害が発生した場合に適切な対応を採る観点から、EMP 脅威に対する国家計画の策定や、或いは太陽嵐などの自然災害対策を基軸として、多国間連携を強めることが重要であるなどと指摘⁵⁶されている。また、近年の HEMP 脅威を巡る先行研究で一つの傾向として浮かび上がるのは、HEMP 攻撃そのものに対する抑止力ということではなく、あくまでも EMP 被害によって生じる長期的なブラックアウト事態を「新たなサイバー攻撃の側面」と位置づけて結果管理の在り方を論ずる⁵⁷か、或いはより広範な「危機管理の課題」の一つとして捉えている⁵⁸点である。

大規模な停電がもたらす直接的・副次的災害をより深く掘り下げ、EMP 脅威の顕在化阻止、回復力 (resilience) の強化、予想不可能な事態への対処、そしてコミュニケーション能力の強化⁵⁹ 策を打ち出したジェームズ・ジェイ・カラファノとリチャード・ウェイツ (James Jay Carafano and Richard Weitz) らの先行研究では、米国でのハリケーンカトリーナの被害経験こそ、EMP 脅威を想定する上で最良の教訓に結び付くとし⁶⁰、また EMP 対策としては回復力ある電力グリッドを米国とカナダが整備し、両国の統合的な災害対応計画や重層化したグローバルな通信インフラの重要性を指摘するとともに、HEMP 攻撃に対する弾道ミサイル防衛の強化や、より攻撃的な拡散対抗の追求⁶¹ などの提案を行っている。これは、不可抗力の側面が強い太陽嵐による EMP 被害への対処や、局地的な HPM を用いたテロ攻撃に対しても、抗堪性や復元力を高めるという観点に立った重要な考え方だと言えよう。

55 福島康仁「顕在化する対宇宙システムの脅威」『日本軍縮学会ニュースレター』No.12 (2012 年 11 月 2 日) 9 頁、<http://www.disarmament.jp/pdf/NL12.pdf>。

56 Carafano and Weitz, "EMP Attacks—What the U.S. Must Do Now," pp. 14-15; Maloof, *A Nation Forsaken—EMP: The Escalating Threat of an American Catastrophe*, pp. 102-103.

57 George Loukas, *Cyber-Physical Attacks: A Glowing Invisible Threat*, (Elsevier, 2015), pp. 225-227.

58 James Woolsey and Peter V. Pry, "Op-Ed: EMP Blackout could be Closer You Think," *Arutz Sheva Israelnews.com*, (November 7), 2013; Peter Vincent Pry, "PRY: Nat Geo Docudrama's Horror Very Real," *Washington Times*, November 3, 2013.

59 Carafano and Weitz, "EMP Attacks—What the U.S. Must Do Now," p. 12.

60 Ibid., p. 8.

61 Ibid., p. 2.

なお、日本国内で HEMP 攻撃に対する抑止力や結果管理について論考した昨今の先行研究としては、各国間での相互支援体制整備の重要性や弾道ミサイル防衛 (Ballistic Missile Defense: BMD) の効用と限界の指摘、また EMP 攻撃発生時のために強靱で冗長性のある政府・各省庁・自治体・企業など組織の構築を促した鬼塚による政策提案⁶²がある。また、主として技術的な観点から EMP も視野に入れ、電子機器に対する侵入電磁波対策について取り纏めた電気学会電磁環境技術委員会による検討成果⁶³がある。なお、後者の研究によれば、HPM、太陽嵐、HEMP のいずれについても、電子機器への侵入電磁波対策が主たる防護措置となる。具体的には電子機器に接続したケーブルからの侵入防止、電磁波遮蔽材による機器本体の防護対策、回路基板の小型化や部品配置・配線パターン最適化による被害局限、そして最終的には瞬間的な高電圧 (大電流) サージに対応するための避雷器のような防護措置として、電流或いは電圧制限器具やフィルタ装置の施工が有効であり、特に地表に到達する電磁界強度のピーク値がおよそ 50kV/m に達するとされる HEMP については、前述した電流・電圧制限器具やフィルタ施工が必要だとされている⁶⁴。

このように、HEMP の脅威、或いは EMP 被害への対応策を巡って、近年様々なアプローチが議論されているが、領域横断的な検討が前提となる EMP 脅威への対応策について、一般的な処方箋を書くことの難しさは想像に難くない。しかしながら、こうした議論のエッセンスをまとめるならば、枢要な電子機器や通信インフラに各国が如何に EMP 防護措置を講じていくか、という基本的な課題はもとより、HEMP 攻撃の抑止や結果管理を巡るシナリオベースでの考察、更には有事における危機管理問題の範疇で、より一般的な事象としてのブラックアウト事態への社会の抗堪性／復元力の確保、そして各国間での連携の検討といったように、極力、その間口を広くとったアプローチが求められていると言えるのではないだろうか。

(3) HEMP 攻撃に対する抑止力構築及び結果管理を巡る論考

HEMP の脅威に関する興味深い論点の一つとして、冷戦期以来の安全保障論、なかんずく、核抑止論の文脈では、EMP が大きく取り上げられる機会が少なかったという事実がある。この理由の一つとしては、膨大な核戦力を背景とした米ソ対立のなかで、HEMP が通信や電力インフラにもたらす脅威は掌握されていても、HEMP を発生させるためだけに、本来であれば相手国の戦略的要衝をターゲットに収めた核戦力を用いることは、そもそも現実

62 鬼塚隆志「国民も知っておくべき高高度電磁パルス (HEMP) の脅威 HEMP 攻撃対応準備を急げ」日本安全保障戦略研究センター、2015 年、<http://www.ssrc.goyuren.jp/SSRC/oniduka/oniduka-5-20150121.pdf>、21-22 頁。

63 電気学会電磁環境・情報セキュリティ技術調査専門委員会 (編)『電磁波と情報セキュリティ対策技術』(オーム社、2012 年)。

64 同上、60-62 頁、203 頁。

的な想定とはなりにくかった⁶⁵ことが指摘される。また、一般には核兵器の爆発によって生じる熱線、爆風と衝撃波、初期及び残留放射線といった物理的な破壊効果や、兵器としての運用戦略などが注目されることはあっても、EMP はあくまでも核爆発の副次的効果として捉えられたのみ⁶⁶で、その影響自体が国際安全保障分野における重大な関心事ではなかったとも考えられる。実際に、2010 年に米国上院で他国の EMP 兵器開発状況について国家情報長官 (Director of National Intelligence: DNI) に報告を求めた法案審議でも、それが核攻撃によって発生する HEMP に類似した効果を及ぼすと考えられる一方で、従来から核兵器に適用されてきた抑止力としての計算には、こうした EMP 兵器が含まれていなかった旨、言及されている⁶⁷。

もっとも、戦略論の一環として EMP の脅威を論点に挙げた事例は冷戦期にも散見され、例えばハーマン・カーン (Herman Kahn) は、限定的な核攻撃によって全面核戦争が開始されるシナリオの一つとして、ソ連が米国の軍時通信基盤を破壊する意図で HEMP 攻撃をしかけ、それが奏功すれば続いて究極的な打撃をかけてくるとし、他方もし HEMP 攻撃が期待どおりの成果を示さなかった場合には、米国からの軍事的報復を招かず、米国民の生命に危害が及ばぬ程度の警告攻撃 (exemplary attack) として、これを利用する⁶⁸可能性を指摘している。また、戦略核攻撃目標に関する研究で知られるデズモンド・ボールとジェフリー・リッチェルソン (Desmond Ball and Jeffrey Richelson) は、原子力発電所に対する戦略核攻撃の検討として HEMP 攻撃に言及し、その有効性を巡る様々な言説を紹介している⁶⁹。

さて、今日こうした EMP 脅威に対する具体的な対応策、或いは結果管理のアプローチについて、北米では様々な試みや議論が進められている。米国国防省は 2000 年代以降、幾つかの EMP 脅威を念頭においた検討を実施し、一部は報告書として公表もされている。例えば国防科学委員会タスクフォースによる 2005 年の「核兵器の効果:実験、評価、シミュ

65 Richard L. Garwin, "Opinion: EMP Can't Stop American Nuclear Retaliation," *New York Times*, December 4, 1983, <http://www.nytimes.com/1983/12/04/opinion/1-emp-can-t-stop-american-nuclear-retaliation-084377.html>.

66 服部「核兵器の包括的研究」190-193頁。

67 U.S. House of Representatives, 111th Congress, 2nd Session, "H.R.6471, A Bill to Require the Director of National Intelligence to Submit a Report on the Foreign Development of Electromagnetic Pulse Weapons," introduced to the House (December 1, 2010), http://fas.org/irp/congress/2010_cr/hr6471.html.

68 Herman Kahn, *Thinking about the Unthinkable in the 1980s* (Simon & Schuster, 1984), pp. 139-140.

69 Desmond Ball and Jeffrey Richelson, eds., *Strategic Nuclear Targeting*, pp. 2254-260.

レーション」⁷⁰はこの一例である。ほかにも、2009年発表の「非通常作戦概念と祖国」⁷¹や、2011年に前述した国防科学委員会タスクフォースの中間発表として公開された「EMP及びその他の核兵器の効果に対するシステム及びアセットの生存性」⁷²などがある。また、2010年には米陸軍大学で「暗闇の中で：インフラストラクチャーへの壊滅的で危機的な事態発生時の軍事立案ワークショップ」と題した会合が開催され、太陽風とHEMPこそが最も起こりうる危機的なEMP事態であるとの認識のもとに、前述したSCADAシステムへのサイバー攻撃にも類した電力喪失事態をいかに予防・対応・回復 (preparation, response and recovery) させるか検討している⁷³。また、米陸軍大学では2013年にも「致命的なブラックアウト：危機的な電力インフラストラクチャーの脆弱性と民軍の復元力」と題した研究成果を発表⁷⁴するなど、電力グリッドに対する脅威として総括することで、HEMPに加えて、サイバー攻撃、太陽嵐、HPM、自然災害やその他のテロ攻撃もたらすリスクと、それに対する抗堪性や復元力の在り方について継続的に検討されていることが伺われる。

(4) 核兵器の人的影響とEMP脅威

冷戦期以来、核兵器の脅威に立ち向かうアプローチの一つとして、核軍縮・核不拡散の国際的な取り組みがある。HEMP脅威の源泉がHANEという核攻撃の一形態によるものである以上、中長期的な視野で見れば、HEMP脅威に対する対応策の根源は、核軍縮・核不拡散に求められると言っても過言ではないのではないだろうか。

前述したPTBTは、こうした核軍縮・核不拡散の初期の成果の一つでもあり、大気圏内核実験という限定的な側面ながらも、実質的にHANEを禁止する規範形成の効果を持つと見なすこともできる。他方、今日存在する核軍縮・核不拡散の枠組みのなかで、HEMP攻

70 *Report of the Defense Science Board Task Force on Nuclear Weapon Effects Test, Evaluation, and Simulation*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, (April 2005), <http://www.fas.org/irp/agency/dod/dsb/nweffects.pdf>.

71 *A Panel Report of the Defense Science Board 2007 Summer Study on Challenges to Military Operations in Support of U.S. Interests: Unconventional Operation Concept and the Homeland*, Office of the Under Secretary of Defense For Acquisition, Technology, and Logistics, (March 2009), <http://www.acq.osd.mil/dsb/reports/ADA498404.pdf>.

72 *Interim Report of the Defense Science Board (DSB) Task Force on the Survivability of Systems and Assets to Electromagnetic Pulse (EMP) and other Nuclear Weapon Effects (NWE)*, Office of the Under Secretary of Defense For Acquisition, Technology, and Logistics, (August 2011), <http://www.acq.osd.mil/dsb/reports/ADA550250.pdf>.

73 Kevin Cogan, "In the Dark: Military Planning for a Catastrophic Critical Infrastructure Event," *CSL Study*, (May 2011), <http://www.nuevatribuna.es/media/nuevatribuna/files/2014/02/06/inthedark.pdf>.

74 Cynthia E. Ayers and Kenneth D. Chrosniak, "Terminal Blackout: Critical Electric Infrastructure Vulnerabilities and Civil-Military Resiliency," *CSLD Issue Paper*, vol. 1-13, (October 2013), http://www.csl.army.mil/usacsl/publications/IP_1-13-Critical_Electric_Infrastructure.pdf.

撃を規制する、或いは核兵器の運用に掣肘を加えるような 2 国間・多国間条約は一部の例外を除いて殆ど存在していない。この例外というのが、1972 年の米ソ第 2 次戦略兵器制限交渉 (Strategic Arms Limitation Talks 2: SALT-2) である。冷戦期、ソ連が HEMP 攻撃も可能な人工衛星を模した宇宙配備の核戦力・部分軌道爆撃システム (Fractional Orbital Bombardment System: FOBS) を開発・配備した⁷⁵が、最終的に、米ソ両国はこうした兵器の配備禁止に合意し、SALT-2 に調印したとされている⁷⁶。

しかしながら、本稿で検討してきたように、HEMP はあくまでも高高度での核爆発に付随して発生する事象と見なされてきた背景がある。そのため、これまで直接 HEMP 攻撃に規制をかけるような普遍的なアプローチが採られたケースは存在しないと言ってよい。例えば包括的核実験禁止条約 (Comprehensive Nuclear Test-Ban-Treaty: CTBT) や、核兵器不拡散条約 (Nuclear Non Proliferation Treaty: NPT) は、HEMP 攻撃を実行しようとする国に対して、それを「非難し汚名を着せる (stigmatize)」のに適切な法的根拠を持っているとは言い難い。しかし、HEMP 攻撃によって生じうるブラックアウト事態は、まさしく核兵器による人道的問題の対象として取り上げるべき、深刻かつ重大な課題である。広域にわたり長期化するブラックアウト事態は、結果として直接的な核攻撃が行われるのと同じように、壊滅的な人道的被害をもたらす可能性も否定できないのではないだろうか。

この関連で、近年、まさに核兵器の人道的影響という切り口が国際社会の注目を集めるようになりつつある。かかる切り口は、本稿で論じる人道的問題としての HEMP 脅威という文脈からも注目すべきところが多いので、以下、具体的にその経緯を概観したい。まず、2010 年の核兵器不拡散条約 (NPT) 運用検討会議で、「核軍縮に向けた人道的アプローチ」が採用されたことを皮切りに、2015 年の NPT 運用検討会議に向けた 2012 年の第 1 回準備委員会において、16 カ国から核兵器の人道的影響に関する共同声明が提出された。それ以来、同年の国連総会で 34 カ国の有志国による同種の提案が提出され⁷⁷、2013 年の NPT 運用検討会議準備委員会では、南アフリカが代表して行った核兵器の人道的影響についての共同演説に、その発言の時点で 74 カ国が賛同する⁷⁸など、急速に支持が拡大している。

こうした有志国による核兵器の人道的影響への認識増大を軸に、核軍縮・核不拡散の新たな在り方をめぐって、NPT 運用検討会議のロットとの境界領域で、新たに国際的な取り

75 Woolsey and Pry, "The Growing Threat from an EMP Attack."

76 "R-36O / SL-X-? FOBS," Federation of American Scientists, <http://fas.org/nuke/guide/russia/icbm/r-36o.htm>.

77 Mitsuru Kurosawa, "2013 NPT Preparatory Committee and Nuclear Disarmament," 『大阪女学院大学紀要』第 10 号 (2013 年) 85-87 頁, http://www.wilmina.ac.jp/ojc/edu/kiyo_2013/kiyo_10_PDF/d2013_07.pdf.

78 外務省「2015 年 NPT 運用検討会議第 2 回準備委員会 (概要と評価)」2013 年 5 月 3 日, http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/page3_000130.html.

組みが生じている。2013年3月にノルウェー・オスロで開催された「核兵器の人的影響に関する国際会議」(オスロ会議)では、核兵器の使用が短期的・長期的にもたらす様々な影響をめぐって、各国専門家が科学的見地から議論し、5核兵器国を除く127の国及び国連、各機関などから500名を超える参加があった⁷⁹。核軍縮や核不拡散の文脈からも注目された同会合は、2014年2月にそのフォローアップとして、第2回会合(ナジャリット会議)がメキシコ・ナジャリットで開催され、146の国及び国連、各機関やNGOが参加した⁸⁰。そして、2014年12月には第3回目の会合(ウィーン会議)がオーストリア・ウィーンで開催され、158か国の参加国のなかで、核兵器国として初めて米国及び英国が参加した⁸¹。

それでは、こうした会議において、HANEやHEMPの脅威はどのように議論されてきたのであろうか。第1回のオスロ会議でのプレゼンテーションはWeb上で公開されている⁸²が、このなかで核兵器の爆発による人体への被害や、都市における破壊シミュレーション、或いは核爆発発生時に備えた体制のあり方などが論じられた一方で、HEMP脅威について言及したケースは見当たらない。続くナジャリット会議では、報告者から核兵器の爆発に伴う社会経済的影響が中心的に議論されるなかで、米国EMP評議会による2008年の報告書に言及した報告⁸³が僅かに1本あった。しかし、その他の会議報告ではEMP脅威に対する議論は見受けられず、議長総括⁸⁴でもEMPには言及されていない。ウィーン会議における各報告⁸⁵では、欧州の軍事基地における核兵器爆発を想定したシナリオとして、付带的に発生するEMPに言及した報告⁸⁶が1本あったが、やはりその他の会議報告でHEMP脅威へ

79 外務省「核兵器の人的影響に関する国際会議(概要と評価)」2013年3月6日、http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kaku/hinw_201303.html。

80 外務省「第2回核兵器の人的影響に関する会議(概要と評価)」2014年2月17日、http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page22_000925.html。

81 外務省「第3回核兵器の人的影響に関する会議」2014年12月25日、http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page24_000380.html。

82 Government of Norway, *Presentations at the Human Impact of Nuclear Weapons*, (March 2013), http://www.regjeringen.no/en/topics/foreign-affairs/humanitarian-efforts/presentations_humimpact/id715937/。

83 Richard Moyes, "Impact of a nuclear weapon detonation on infrastructure and the economy," paper presented at the Second Conference on the Humanitarian Impact of Nuclear Weapons, (Nayarit, Mexico, February 13-14, 2014), <http://www.sre.gob.mx/en/images/stories/cih/article36.pdf>。

84 "Chair's Summary," Second Conference on the Humanitarian Impact of Nuclear Weapons, (Nayarit, Mexico, February 14, 2014), <http://www.sre.gob.mx/en/images/stories/cih/ci.pdf>。

85 Europe Integration Foreign Affairs Federal Ministry Republic of Austria, "HINW14vienna - Presentations," (December 8-9, 2014), <http://www.bmeia.gv.at/en/european-foreign-policy/disarmament/weapons-of-mass-destruction/nuclear-weapons-and-nuclear-terrorism/vienna-conference-on-the-humanitarian-impact-of-nuclear-weapons/presentations/>。

86 Matthew McKinzie et al., "Calculating the Effects of a Nuclear Explosion at a European Military Base," paper presented at the Vienna Conference on the Humanitarian Impact of Nuclear Weapons, (December 8-9, 2014), http://www.bmeia.gv.at/fileadmin/user_upload/Zentrale/Aussenpolitik/Abruestung/HINW14/Presentations/HINW14_S1_Presentation_NRDC_ZAMG.pdf。

の議論は見受けられず、議長総括⁸⁷での言及もなされていない。もう一つ付言するならば、2015 年 5 月にニューヨークで開催された NPT 運用検討会議において、HANE と HEMP がもたらす人道的影響は、主要委員会 I (核軍縮)、主要委員会 II (核不拡散) のいずれにおいても、全く顧みられていない⁸⁸という現実がある。

今日の高度に情報化が進んだ社会で HEMP 攻撃がどのような被害をもたらしうるのかについて、参照可能な過去の具体的事例があるわけではないため、冷戦期の大気圏内核実験のデータを元にした推測や、太陽嵐による被害、或いは小規模な EMP 実験装置におけるシミュレーション結果を演繹して考察する以外、EMP 脅威の実像を議論することは困難である。しかし、前節までで検討してきたとおり、カスケード効果を伴って広域に拡大しうるブラックアウト事態の影響は、時間の経過とともに HEMP 攻撃を受けた側、特にその市民社会に深刻な被害をもたらすことは明らかである。HEMP が HANE によって発生する以上、それは核戦力の特殊な運用という意味で核攻撃の一つの形態であり、そうであるならば、核兵器の人道的影響のスコープにおいても、今後は真正面から議論されるべき喫緊の課題だと言えるのではないだろうか。

換言するならば、既存の核軍縮・核不拡散にかかる国際的な枠組みのなかで EMP 脅威を論じる際、核兵器の人道的影響にかかる議論こそが今日最も妥当なスロットであり、それにも拘わらず、これまでのオスロ会議からウィーン会議に至る議論のなかで、殆ど EMP 脅威が顧みられていないことは、憂慮すべき事実であると指摘せねばならない。

おわりに

本稿では HEMP に焦点を当て、その脅威の諸相について検討を試みてきたが、改めて今日の社会を支える電力・通信インフラの対 EMP 脆弱性と、万一の HEMP 攻撃事態によって引き起こされる混乱や、電力グリッドの復旧に要するコストの大きさが浮き彫りになったと言えよう。EMP 脅威とは、ある意味で古くて新しい問題であるが、なかでも HANE によって引き起こされる HEMP は、これまでの核兵器を巡る軍縮・不拡散の取り組みからも抜け落ちてしまっていた重要課題である。このことを踏まえれば、国家対国家の文脈での今日的な

87 “Report and Summary of Findings of the Conference,” Vienna Conference on the Humanitarian Impact of Nuclear Weapons, December 8-9, 2014, http://www.bmeia.gv.at/fileadmin/user_upload/Zentrale/Aussenpolitik/Abruestung/HINW14/HINW14_Chair_s_Summary.pdf.

88 “Draft Final Document Volume 1,” 2015 Review Conference of the State Parties to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, May 21, 2015, <http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/Disarmament-fora/npt/revcon2015/documents/DraftFinalDocument.pdf>.

HEMP 攻撃リスクを低減するためにも、HANE は核攻撃であるとの共通認識を、まずは全ての核兵器国、非核兵器国の間で醸成することが先決ではないだろうか。このとき一つのアプローチとして、核実験禁止にかかる多国間条約を議論の土台として活用してはどうであろうか。例えば CTBT 発効促進会議のような機会を利用して、HANE と HEMP の技術的側面と EMP 被害の人的見地の両方から、こうした脅威について国際社会に注意喚起を行うことも一案だと言えよう。

HEMP 攻撃は紛れもなく核攻撃の一形態であり、それは即座に人命を奪うことなく、電力・通信インフラに致命的な打撃を及ぼす非対称的脅威だと見なすことができる。しかも、これまで検討してきたように、HEMP 攻撃の影響は広範かつ長期に及ぶ可能性が高く、また時間の経過とともに、想像を超える甚大な被害が付带的に生じることが懸念される。本稿では HEMP 攻撃後の死傷者数予測には触れなかったが、「19 世紀への逆行」という形容詞にも見て取れるように、食糧、水、燃料の供給とともに、治安や保健衛生、医療、通信などに深刻な問題が生じる結果、人命にも少なからぬ犠牲が出るであろうことは多くの先行研究の分析が一致するところであり、これらは即ち、核兵器による人道的な問題に他ならない。

各国において、EMP に対する社会やインフラの抗堪性の強化であるとか、HANE を想定したミサイル防衛の強化、或いは大規模なブラックアウト事態における多国間での連携といった対応策を講じることが不可欠であることは言を俟たない。しかしその一方で、改めて核兵器の人的影響にかかる議論の一環として HANE の問題を個別に取り上げ、HEMP 攻撃を禁止する国際規範の形成を目指すことも、中長期的に見て重要な EMP 脅威への対策だと言えるのではないだろうか。

(いちまさすけゆき 政策研究部防衛政策研究室主任研究官)