



高高度電磁パルス (HEMP) : 2019 年の米大統領令署名に至る経緯と今後の展望

一政 祐行 政策研究部防衛政策研究室

第 101 号 2019 年 8 月 8 日

NIDS コメンタリー

HEMP とは何か

地上 40 km から 400 km ほどの高高度核爆発に起因する高高度電磁パルス (High Altitude Electromagnetic Pulse: HEMP、核電磁パルス (Nuclear EMP) と) が安全保障上の争点となつて久しいが、今日に至るまで、その脅威評価を巡って賛否両論がある。最悪の想定として有名なものは米国における先行研究で、HEMP 攻撃が発生することで全米の電力網や通信ネットワークが不可逆的に破壊され、数ヶ月から数年にわたり電力のない状況が発生する結果、飢餓と疾病、社会的混乱により、一年間で人口の 67-90% が失われるとしたものである (※最初の電力網の発明以前の 1880 年時点で、馬車や石炭火力に支えられた米国人口が約 5,000 万人であったことを主たる算出根拠とする)¹。しかし、そもそも核攻撃能力を有する国にとっては効果も定かではない HEMP 攻撃よりも、敵対国の人口密集地や重要な軍事拠点への直接的な核打撃のほうが遙かに核の威嚇として有効であり、また被害想定の不確かさを理由に、社会インフラ全般に対する HEMP 抗たん性 (EMP hardening) 向上は、コストが高すぎて割に合わないといった批判も根強い²。なお、核爆発によって爆心地周辺数キロで生じる発源地 EMP (Source Region EMP) については、過去の大気圏内核実験でも通信障害や観測機材の故障などの形で報告がある³。更に、発生メカニズムやその特性は異なるものの、太陽フレアに伴う地磁気擾乱 (Geomagnetic Disturbance : GMD) のように、EMP には自然事象としての側面もある。よく知られた事例には、大規模なコロナ質量放出 (Coronal Mass Ejection: CME) によって北米や

欧州の通信システムに被害を与えた 1859 年のキャリントン・イベント (Carrington Event) がある⁴。そのため、HEMP 脅威を巡る主たる論点は、上述した高高度核爆発がコンプトン効果 (Compton effect) を起こすことで発生する初期 EMP (E1)、中間期 EMP (E2)、終期 EMP (E3 又は Magnetohydrodynamic EMP: MHD EMP) の 3 つのフェーズからなる大電力と、それが送電線などに接続された電子機器に降り注いで広範囲に及ぼす効果そのものとなる⁵。また、HEMP が地表に及ぼす電界強度とその地理的分布も重要な注目点である。米国の MIL 規格では HEMP の地表における電界強度を 50 kv/m としているが、これも主に爆発高度など (※電離層における回折など、地表の電界強度に副次的影響を及ぼす要素も先行研究においては指摘されている) によって、その影響の範囲や電界強度に濃淡が生じる可能性が理論的側面から研究されている⁶。

HEMP 研究を巡る米ソの歴史的経緯

冷戦期初頭、大気圏内核実験を通じて実証された HEMP は、1950 年代から 1960 年代前半にかけて、米ソ両国で様々な爆発高度や核出力のもとに複数の高高度核実験が行われ、調査研究の対象となってきた。公開情報からは高度 40 km 以上の高高度核実験として、米国が計 9 回を洋上で、また旧ソ連がおおよそ 6 回程度を地上などで実施したが、核不拡散問題と放射性降下物に対する国際社会の厳しい批判のなか、1963 年の部分的核実験禁止条約 (Partial Test Ban Treaty: PTBT) 発効後は、両国とも地下核実験や理論研究といった限定的な条件下での EMP 関連研究にシフトせざる得なくなった⁷。

この過程で、奇しくも米ソともに PTBT 発効前夜の 1962 年に実施した高高度核実験—スターフィッシュ・プライム核実験(米国、太平洋ジョンストン島上空)と第 184 核実験(旧ソ連、カプーステンヤール又はノバヤゼムリア核実験場、ただし実験名や実施条件は資料によって一致しない⁸⁾)—によって、両国はそれぞれ HEMP が地上の広範囲に物理的影響をもたらすことを確認した。米国の場合、高高度核実験の直後に爆発地点から 1,400km 離れたハワイ諸島で生じた停電事案が有名だが、これらの被害は軽微なものであり、かつ復旧作業も迅速に遂行された。その後、米国サンディア国立研究所の研究者によって専門的見地からこのハワイ停電事案が検証され、停電の原因は HEMP 効果に帰する根拠があるとの結論を得た⁹⁾が、当時、HEMP が安全保障上の重大な脅威だと捉えられた形跡は認められず、またハワイ停電事案をもって、米国の核戦略や国民保護に何らかの顕著が影響をもたらされたとは到底言えない状況であった。

その後、米国では HEMP 効果をシミュレートすることで、航空機や艦艇、ミサイルなどの各種装備品や軍用インフラの EMP 抗たん性の測定が行われ、そのための試験場(よく知られたものとしては、ニューメキシコ州アラバカーキの Atlas-I がある¹⁰⁾)が冷戦期を通じて運用された¹¹⁾。また、通信分野での EMP 対策を定めた前述の MIL 規格の策定など、主として軍事面での HEMP 対策が進められた。しかし、こうした一方で電力網や通信ネットワークなど社会インフラの HEMP 対策は遅々として進まなかったとの批判もあり¹²⁾、見方によっては、近年に至るまで、米国で HEMP 脅威が重大な安全保障上の脅威として真剣に受け止められてこなかった可能性も示唆される。

他方、1994 年にフランスで開催された欧州電磁気学シンポジウム(EUROEM)の席上で、ロシア国防省技術物理中央研究所のロボレフ(V.M. Loborev)少将によって、旧ソ連の第 184 核実験で地上数百キロにわたって生じた HEMP による物理的被害の詳細(近傍の発電所で火災発生、地下電力ケーブルが熱で溶解、地上電力ケーブルも絶縁機焼失、長距離電話のスパークギャップ装置が故障など)が報告された。同報告は、HEMP 脅威の実相を伝える情報として西側関係者の注目を大いに集めた¹³⁾。公開情報に基づ

く先行研究からも、旧ソ連の高高度核実験では爆発高度(40~50km、150km、300km 前後)と核出力(極小規模から 300kt 程度)を揃えることで、HEMP の影響について比較実験を試みていた形跡が見てとれる¹⁴⁾。なお、旧ソ連のケースで特筆すべきは、それらが主に地上で実施された点のみならず、複数回行われた比較実験のうち、広範囲に被害を及ぼしたと報告される事例が前述の僅か一回であったことである。また、関連する無視しえないもう一つのポイントとして、HEMP の軍事的側面に特化したと思しき旧ソ連の核兵器開発を巡る証言がある。これは 1999 年 4 月 30 日、コソボ紛争に対する平和的解決策を議論するため、米国議員団とロシア連邦議会下院議員団がオーストリア・ウィーンにて会合を持った際、駐米ロシア大使経験者であったルキン(Vladimir Lukin)元ロシア最高会議国際関係委員会議長が米国議員団に対して、地表での電界強度 200kv/m を発揮する旧ソ連の超 EMP 兵器(Super EMP Weapon)の存在について語ったとの証言である¹⁵⁾。この証言内容の真偽を検証する術はないものの、少なくとも HEMP の効果を巡って、旧ソ連では当時の米国よりも軍事的に強い関心を抱いていた可能性が指摘できよう。なお、付言するならば、冷戦期から今日に至るまで、米ソ(口)以外の核兵器国や実質的な核兵器保有国が高高度核実験を実施した事例は確認されていない。5 核兵器国(米口英仏中)のうち、近年、米国の情報提供のもとに HEMP 脅威に関する検討結果を公開した英国の事例¹⁶⁾はあるものの、HEMP の効果を実証的に把握する機会があった国としては、事実上、米ソ(口)2 カ国のみと考えられる。

HEMP 脅威の評価—米国の取り組み—

さて、旧ソ連とロシアの HEMP 対策の取り組みについては、依然として不透明な部分も多いものの、対照的に情報開示の進んでいる米国では冷戦期以来、度々 HEMP 脅威の問題が俎上に載り、関係各機関で検討が行われてきた経緯が明らかになっている。軍用インフラに関する開示済みの文書の例を挙げれば、1981 年に EMA 社が取りまとめ、海軍水上兵器センター(Naval Surface Weapon Center)に提出した米国の水上艦艇装備品の EMP 抗たん性向上に関する

技術設計ガイドライン¹⁷の存在がある。また、1990 年には MIL 規格として、緊急で重要な任務を遂行する地上の指揮・統制・通信・コンピュータ・情報 (C4I) 施設のための HEMP 防護に関するガイダンスが作成された¹⁸。一方、社会インフラについて見れば、米国原子力規制委員会 (NRC) が 1983 年の段階で、既に EMP 事案の発生後も原発の安全システムは稼働するとの調査結果をまとめており、その後 30 年を経た 2014 年に上記の調査結果の見直しを行った際にも、改めて同様の結論に至ったことが発表されている¹⁹。

しかし、繰り返しになるが HEMP の脅威評価を巡っては、今日まで米国政府関係者や専門家の中で議論が割れている。最大の論点は、高高度核実験が行われていた、今を遡ることおよそ 60 年前の真空管時代の社会インフラと、IoT 時代における電力や通信、上下水道、輸送などの重要な社会インフラ—その多くが EMP に脆弱な産業制御システム (Supervisory Control and Data Acquisition: SCADA) によって支えられている—の違いをどう受け止めるか、という点にあると言えよう²⁰。こうしたなか、HEMP 脅威に正面から取り組んだのが 2001 年に米国議会に設置された米国に対する EMP 攻撃脅威評価委員会 (Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack、以下 EMP 委員会) であった。EMP 委員会は HEMP 攻撃脅威に関して連綿と警鐘を鳴らし、技術的なバックグラウンドを持つ有力な委員会メンバーの知見に基づき、HEMP に対して脆弱性を持つ社会インフラの同定や、対策の在り方を問うた情報発信を通じて、米国内外の注目を集めてきた。更に、この EMP 委員会の活動と関連して、元米国下院議長のギングリッジ (Newt Gingrich) や元米国中央情報局 (CIA) 長官のウールジー (James Woolsey) らの関与のもとに、EMP 委員会議長で元米国航空宇宙局 (NASA) 長官代理のグラハム (William Graham) や同委員会スタッフのプライ (Peter Vincent Pry) らが各種メディアを通じて、折々に HEMP 対策の必要性を訴えてきた。そして 2004 年と 2008 年に二度にわたり、EMP 委員

会としての報告書²¹を議会に提出した²²。また、2011 年 11 月には米国議会の諮問委員会として、国家及び国土安全保障タスクフォース (The Task Force on National and Homeland Security) の設立許可が署名され、米国に対する人為的及び自然現象としての EMP 脅威とその対応の検討が開始された。しかし、EMP 委員会については国防省と国土安全保障省が予算申請を行わず、2017 年 9 月末にその業務を終了した²³。一方、国家及び国土安全保障タスクフォースは議会からの資金提供は受けず、寄付金のみでの運営ではあるが、元 EMP 委員会の関係者が中核となって HEMP 脅威の検討を継続している²⁴。

「EMP への国家のレジリエンスの調整に関する大統領令」の署名へ

その後、EMP 委員会などで HEMP 脅威への懸念の声が高まるにつれて、2015 年、エネルギー省は EMP レジリエンス戦略について電力産業と調整のうえで検討を開始し、2017 年には「EMP レジリエンス行動計画」を策定・公刊した²⁵。こうしたなか、米国の HEMP 脅威評価の潮目が大きく変化したのは、2017 年前後にかけてのことであったのではないかと考えられる。具体的には、まず 2016 年の米国大統領選挙に際して発表された「共和党綱領」で、北朝鮮やイランの核問題と、中国やロシアの戦争計画に言及しつつ、HEMP 脅威が現実のものであり、大統領、議会、国土安全保障省、国防省、政府、電力事業者ら民間セクターが協力して電力網を守る必要があることを明記した²⁶。続いて、2017 年 9 月 3 日、北朝鮮の国営通信が核実験と大陸間弾道ミサイル開発とを結びつける形で HEMP 攻撃能力の獲得に言及²⁷して注目を集めた。これは奇しくも EMP 委員会の終了したのと同月の出来事であった (※なお、EMP 委員会関係者によるものを含めて、北朝鮮の核開発と HEMP 脅威とを結びつける議論は、それまでも頻繁になされてきた経緯がある)。

2018 年に入るとより顕著な展開があり、国土安全保障省から「EMP と GMD の脅威から国土を守り準

備するための戦略」が発表²⁸され、翌 2019 年 3 月 26 日には、「EMP への国家のレジリエンスの調整に関する大統領令」がトランプ(Donald Trump)大統領によって署名・発出された²⁹。特に後者の大統領令は、HEMP と GMD の両方に焦点を当てた点で、過去に例を見ない画期的なものであった³⁰。その一部を抜粋すると、EMP については「テクノロジー及び重要なインフラシステムを妨害し、品質低下させ、損害を与える潜在性を持つ」とし、「人為的或いは自然に生起する EMP が地理的に広範に影響を及ぼし、国家安全保障や経済的繁栄にとって重要な要素を混乱させ、かつグローバルな通商と安定にも反対方向に作用する可能性がある」として、米連邦政府によるレジリエンス強化の必要性を具体的に明記(Sec.1.)したほか、防護が必要な重要なインフラについては「安全保障、国家経済安全保障、国家公衆衛生または安全において死活的な、物理的・仮想的を問わないシステムとアセット」(Sec.2.(a))だと定義した。そして、同大統領令として国務長官には「外交努力により同盟国やパートナー国と EMP 効果へのレジリエンスについて調整をリードすること、国防省や他省庁の長と連携し、核の装置の利用可能性を低減することで、米国や同盟国、パートナー国に対する EMP 攻撃の蓋然性を低下させる核不拡散と抑止効果を強化すること」(Sec. 5.(a)(ii))とし、また国防長官には「他省庁の長及び同盟国、パートナー国、民間セクターらのエンティティとも適宜に連携し、米国の利益であるところの宇宙システムへの影響を含め、迅速に EMP を特徴付け、その属性を明らかにし、警報を鳴らす能力を向上・開発せねばならない」(Sec. 5.(b)(i))と命じた。そのうえで「攪乱されれば国や地域の公衆衛生や安全、経済安全保障、若しくは国家安全保障に破滅的な結果をもたらしうる国の重要な機能や付随した優先される重要なインフラシステム、ネットワーク、アセット(宇宙のアセットを含む)を同定しリスト化」(Sec.6.(a)(i))し、これらの「同定から 1 年以内に、国土安全保障長官は他省庁の長らと適宜協調し、適切な政府及び民間セクターの EMP スタンドバイを用い、同定されたどの重要なインフラシステム、ネットワーク、アセットが最も EMP に対して脆弱かを評価」

(Sec.6.(a)(ii))することと定めた。そして国土安全保障長官に対して「(※上記の)同定から 180 日以内に連邦政府機関の関連部局や科学技術政策局(OSTP)局長、そして他の適切な機関の長と協議し、テストデータを評価し、それらデータのなかで国内の重要なインフラシステム、ネットワーク、アセットに関する EMP の効果についてのギャップを同定する」(Sec.6.(b)(i))ことなど、90 日、180 日、1 年、4 年と期限を定めて、関係する政府機関で HEMP に対する脆弱性を同定するよう命じている。この大統領令について、ペリー(Rick Perry)エネルギー長官は「米国の敵対者に対して、米国が脅威を真剣に捉えているとの明確なメッセージである」との声明³¹を発出している。見方によっては、同大統領令には技術的な脆弱性への対処という意味合いのみならず、HEMP 攻撃を検討する敵対者に対する拒否的抑止力の構築と、米国が拡大抑止を提供する同盟国やパートナー国にもそれを及ぼそうとする含意も指摘できよう。

大統領令の署名から間を置かずには発表された米国電力研究所(EPRI)の報告書「HEMP と基幹電力系統」³²では、送電システムへの HEMP の影響を 3 つのフェーズに分けて検討した結果、潜在的な HEMP の影響を緩和するための技術手段は明らかだとして、HEMP によって数ヶ月から数年にわたり米国で停電が続くのではないかとする見解には、そもそもの対策が可能だとの立場からこれを支持しない、との明確な結論を打ち出した。しかし、この EPRI 報告書には元 EMP 委員会の関係者らから技術面で強い批判が寄せられた³³ほか、各種メディアでもその内容の賛否を問う議論となっている³⁴。なお、EPRI 報告書のもとになった個別の調査研究成果は 2016 年から同研究所により公開済みであり³⁵、これらは前述した米国エネルギー省との共同作業の一環であった。ちなみに、一般的な EMP 対策としては、コストとの兼ね合いもあるものの、電磁波シールドやノイズフィルタなどの防護措置を用いることが有効だとされる³⁶。また、既に国際電気通信連合電気通信標準化部門(ITU-T)の各種勧告において、HEMP による意図的な電磁攻撃や、それに対する抵抗性(immunity)を得るためのガイドが

明確化されている³⁷。そこで焦点となるのは、HEMP をどの程度広い地域に及ぼす被害をもたらす脅威と見做すのかという「評価」であり、それは究極的には、安全保障のリスクとコストの「判断」に委ねられることになると思われる³⁸。

HEMP 脅威を巡る今後の展望

大気圏内での高高度核実験が過去のものとなり、その後、社会インフラが大きく発展するなかで脅威評価がなかなか定まらなかった HEMP だが、2019 年に米国で GMD と HEMP の両方に目配りした大統領令が署名されたことで、これまでの議論に一区切りがつき、今後、米国連邦政府としてのスタディを深めるとともに、一部の領域では同盟国やパートナー国とも連携し、脆弱性の同定と対策に向けた具体的な一歩を踏み出す可能性が見えてきた。ちなみに米軍関係の EMP 抗たん性向上について過去の検討事例で言え

ば、必要な追加的経費として、米軍のシステム及び市販のコンピュータなどへの組み込みであれば 2～3%、また米軍の保有する電子ハードウェアに対する改装 (retro-fit) であっても、総コストの 3～10% の上乗せで対策が可能だと議会で証言されたこともある³⁹。言うまでも無く、高高度核実験を行った歴史を持つ 2 つの核兵器国の一つとして、米国政府機関が有するであろう HEMP 関連の知見は、他国のそれを凌駕すると見て良く、また本稿で言及した HEMP 関連の MIL 規格のように、国内外で頻りに参照される基準を定めてきた経緯もあることから、米国での対策の進展が各国にも何らかの形で波及してゆくことも考えられる。引き続き、米国及び同盟国やパートナー国での HEMP 脅威対策への動向と今後の展開が注目される。

¹ William Graham, James R. Woolsey and Peter Vincent Pry, "The EMP Executive Order? Where Were Bush and Obama?" National Review website, May 3, 2019.

² 一例として、以下を参照。Jack Steinberger, "The Electromagnetic Pulse Produced by a Nuclear Bomb Explosion High Above the Atmosphere," Archive.org website, September 2006; Jeffrey Lewis, "The EMPire Strikes Back: Electromagnetic Pulse is the Conservative Fetish that Just Won't Die" *Foreign Policy*, May 24, 2013.

³ K.S.H. Lee, ed., *EMP Interaction: Principles, Techniques, and Reference Data*, A Summa Book, 1986, pp.45-46.

⁴ John Kemp, "Time to be Afraid - Preparing for the Next Big Solar Storm," *Reuters*, July 26, 2014.

⁵ EMP Commission, "Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack Volume I: Executive Report," pp.4-6.

⁶ John McRary, "The Amplitude Distribution of an Electromagnetic Pulse Propagated through the Ionosphere," *EMP Theoretical Note*, No.80, June 1970; Michael A. Messier, "A Standard Ionosphere for the Study of Electromagnetic Pulse Propagation," *EMP Theoretical Note*, No.117, March 1, 1971; R.D. Jones and D.Z. Ring, "Ionospheric Modification of the Electromagnetic Pulse from Nuclear Explosions," *EMP Theoretical Note*, No.174, July 1972.

⁷ 一政祐行「米ソの大気圏内核実験と高高度電磁パルス (HEMP) 研究」『CISTEC journal』No.173、2018 年 1 月、59-63 頁。

⁸ 一政、前掲論文、61-62 頁。

⁹ Charles N. Vittitoe, "Did High-Altitude EMP Cause the Hawaiian Streetlight Incident?" *System Design and*

Assessment Notes, Note 31, June 1989.

¹⁰ Charles Reuben, "In Memoriam Empire my Prince Carl Baum, Trestle-Maker," *Alibi*, Vol.20, No.1, January 6-12, 2011.

¹¹ W.D. Prather, D.V. Giri and R.L. Garner, "Dr. Carl Baum: One Remarkable Career," *The Radio Science Bulletin*, No.312, March 2005, pp.13-14.

¹² Jena Baker McNeill and Richard Weitz, "Electromagnetic Pulse (EMP) Attack: A Preventable Homeland Security Catastrophe," The Heritage Foundation website, October 20, 2008.

¹³ この点に関連して、グレビッチ (Gurevich) は EUROEM 会議以前にも、たびたび旧ソ連の高高度核実験と HEMP に関する情報が発信されており、それらは冷戦期の米国においても参照が可能であったことから、情報が不足していたのではなく、HEMP に対する米国 (特に米軍) の関心自体がそもそも薄かったのではないかと、この指摘を行っている。Vladimir Gurevich, *Protection of Substation Critical Equipment against Intentional Electromagnetic Threats*, Wiley, 2016, pp.26-27.

¹⁴ 一政、前掲論文、61 頁。

¹⁵ Clay Wilson, "High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices: Threat Assessments," *CRS Report for Congress*, March 26, 2008, p.12.

¹⁶ "House of Commons Defence Committee Developing Threats: Electro-Magnetic Pulses (EMP) Tenth Report of Session 2010-12," U.K. House of Commons Defense Committee, February 8, 2012.

¹⁷ S.R. Rogers, et. al., "Final Report: Engineering Design Guidelines for Electromagnetic Pulse Hardening of Naval Equipment Prepared for Naval Surface Weapons Center," July 15, 1981.

¹⁸ "Military Standard: High-Altitude Electromagnetic

Pulse (HEMP) Protection for Ground-Based C4I Facilities Performing Critical, Time-Urgent Missions (MIL-STD-188-125),” U.S. Department of Defense, June 26, 1990; Electromagnetic Threats Current Capabilities and Emerging Threat, American Foreign Policy Council Strategic Primer, Winter 2018 Volume 4, 2018, p.4.

¹⁹ Scott Burnell, “UPDATE: Keeping U.S. Reactors Safe from Power Pulses,” U.S. NRC Blog website, July 5, 2016.

²⁰ 一政祐行「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」『防衛研究所紀要』第 18 巻第 2 号、2016 年 2 月、10 頁。

²¹ EMP Commission, “Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack Volume 1: Executive Report,” 2004; EMP Commission, “Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack Critical National Infrastructures,” 2008.

²² なお、2019 年 1 月には EMP 委員会として過去に作成された 3 点の報告書 “Nuclear EMP Attack Scenarios and Combined-Arms Cyber Warfare”、“Political-Military Motives for Electromagnetic Pulse Attack”、“Foreign Views of Electromagnetic Pulse Attack” が同委員会関係者の Web サイトで追加的に開示された (<http://www.firstempcommission.org/>)。

²³ Statement for the Record Dr. William R. Graham, Chairman Dr. Peter Vincent Pry, Chief of Staff Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack to U.S. House of Representatives Committee on Homeland Security Subcommittee on Oversight and Management Efficiency Hearing “Empty Threat or Serious Danger: Assessing North Korea’s Risk to the Homeland,” October 12, 2017.

²⁴ “History of the Task Force on National and Homeland Security,” Electromagnetic Pulse (EMP) The Task Forces on National and Homeland Security website.

²⁵ “U.S. Department of Energy Electromagnetic Pulse Resilience Action Plan,” U.S. Department of Energy, January 2017.

²⁶ “Republican Platform 2016,” The Republican National Committee, 2016, p.54.

²⁷ “North Korea’s ‘Electronic Bomb’ Technology of Russian Origin, Experts Say,” *UPI*, September 14, 2017.

²⁸ “Strategy for Protecting and Preparing the Homeland against Threats of Electromagnetic Pulse and

Geomagnetic Disturbances,” U.S. Department of Homeland Security, October 9, 2018.

²⁹ “Executive Order on Coordinating National Resilience to Electromagnetic Pulses,” The White House, March 26, 2019.

³⁰ GMD に起因する脅威については、2016 年 10 月にオバマ (Barack Obama) 前大統領の署名による大統領令があるが、このときには人為的な EMP 脅威としての HEMP には全く言及されなかった。”Executive Order Coordinating Efforts to Prepare the Nation for Space Weather Events,” The White House, October 13, 2016.

³¹ “President Trump Signs Executive Order for Resilience Against Electromagnetic Pulses,” U.S. Department of Energy, March 26, 2019.

³² R. Horton, “High-Altitude Electromagnetic Pulse and the Bulk Power System: Potential Impacts and Mitigation Strategies,” EPRI 2019 Technical Report, April 29, 2019, p.xii.

³³ William Graham, James R. Woolsey and Peter Vincent Pry, “The EMP Executive Order ? Where Were Bush and Obama?” National Review website, May 3, 2019.

³⁴ “EPRI Analysis Identifies Potential Impacts and Solutions to Mitigate An Electromagnetic Pulse (EMP) Event on the Electric Grid,” *Bloomberg*, May 1, 2019; James Conca, “Can Nuclear Power Plants Resist Attacks of Electromagnetic Pulse (EMP)?” *Forbes*, January 3, 2019.

³⁵ “Electromagnetic Pulse (EMP) Grid Resiliency: Transmission Vulnerability and Mitigation,” EPRI website, February 2016.

³⁶ 丸山雅人、岡本健、奥川雄一郎、加藤潤「高高度核爆発電磁パルス (HEMP) への対策検討の取り組み」『NTT 技術ジャーナル』2018 年 3 月、50-51 頁。

³⁷ 一般財団法人電気学会・電気システムセキュリティ特別技術委員会スマートグリッドにおける電磁的セキュリティ特別調査専門委員会 (編)『IoT 時代の電磁波セキュリティ-21 世紀の社会インフラを電磁波攻撃から守るには』科学情報出版、215-216 頁。

³⁸ 一政「米ソの大気圏内核実験と高高度電磁パルス (HEMP) 研究」、63 頁。

³⁹ Lowell Wood, Statement Before the House Research and Development Subcommittee, Hearing on EMP Threats to the U.S. Military and Civilian Infrastructure, October 7, 1999.

プロフィール profile

政策研究部
防衛政策研究室
主任研究官 一政 祐行
 専門分野：軍備管理・軍縮・不拡散、
 安全保障論

本欄における見解は、防衛研究所を代表するものではありません。
 NIDS コメンタリーに関する御意見、御質問等は下記へお寄せ下さい。
 ただし記事の無断転載・複製はお断りします。

防衛研究所企画部企画調整課
 直 通：03-3260-3011
 代 表：03-3268-3111 (内線 29171)
 F A X：03-3260-3034
 ※ 防衛研究所ウェブサイト：<http://www.nids.mod.go.jp/>