

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

鬼塚隆志 2015.1.15

1 要約

最近、核兵器が使用される可能性が高まっており、これに対する有効な対応をさらに早急に実施する必要がある。ここでいう核兵器使用の可能性は、冷戦時代のように、核爆発によって生じる熱線・爆風・放射線による人員殺傷・建造物破壊効果を利用するものではない。使用される可能性が高いのは、1960年代の米ソの核実験時代から認識されていた人員殺傷・建造物破壊を引き起さない高高度における核爆発によって生じる強力な電磁パルスを利用し、高度に発展した国、軍、企業、国民がますます依存するようになっている電力システム・電子機器特にコンピュータ及び様々な物に使われている電気・電子システムを広域にわたって損壊・破壊するものである。その電磁パルスを用いる攻撃には、高高度における核爆発によって生じる HEMP (High-Altitude Electromagnetic Pulse, 高高度電磁パルス) を利用するものと、特殊設計された核爆発によって生じる超 EMP (ロシア人が呼称する超電磁パルス) を利用するものがある。

HEMP による攻撃が行われた場合、被害を受ける地域は核爆発の人員殺傷・建造物破壊効果が及ぶ地域よりも遥かに広大であり、例えば地上数十 km における HEMP が及ぼす被害地域は数百 km の地域であり、その地域内の大量に破壊された電気・電子機器及びそのシステム等を復旧するには多大な復旧要員と資器材等が必要となるも復旧要員等が不足し長期間復旧しない場合には、結果として飢餓及び疾病等が発生・蔓延し大量の人員が死に至るとみられている。

また HEMP 攻撃を行う能力については、1 発の核爆発でも瞬時に広大な地域に甚大な被害を及ぼし、特に高度に発展した核兵器大国に対しても極めて有効であることから、北朝鮮、その他のならず者国家も、その開発・取得に多大な努力を傾注しており、既に HEMP 攻撃能力を保有している可能性があるともみられている。さらにテロリストも HEMP 攻撃を行う恐れあるとする見方がある。

それらのことから、日本を含む先進国は、HEMP 攻撃を間近に迫った最も大きな脅威として真剣に認識し対策を講じなければならない。米国では連邦政府及び議会に対して、HEMP 攻撃に対しては、対応準備を行えばその損壊・破壊効果のある程度低減できるとして早急に対応準備を行うべきという提言が度々なされている。しかし現在のところ米国の国家挙げでの対応準備は特定の軍を除き進捗していないようである。

日本も、HEMP 攻撃に対する対応準備については、防衛省を含み、積極的には実施していないようであり、早急に世界各国特に友好国である先進国と連携し、HEMP 攻撃を未然

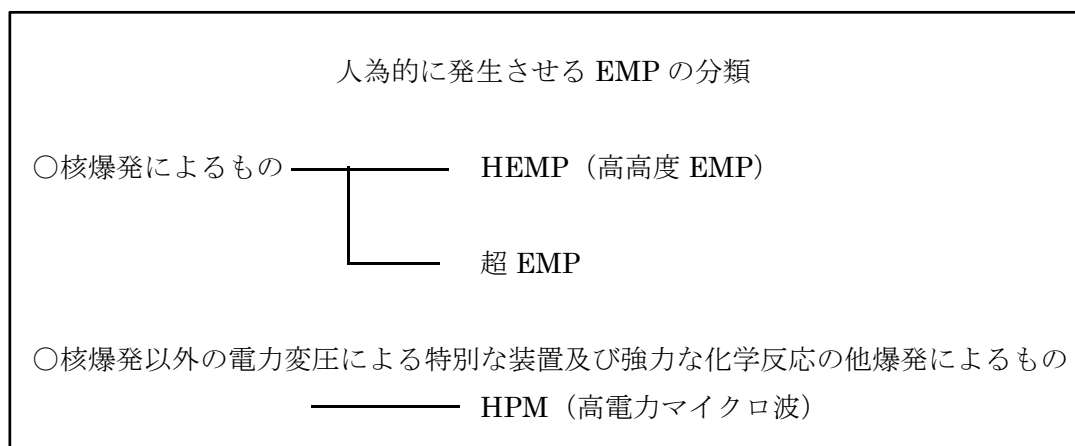
に防止する施策・措置を講じるとともに、自国の各大学・研究機関・企業等を含めた最新技術等を活用して、可能な限り HEMP 攻撃による損壊・破壊を低減する防護準備を、国家全体として実施する必要がある。

2 HEMP の概要

EMP は、極めて強力な電磁パルス（電磁波）であり、人には無害であるが、電子機器及びそれらを基盤に持つ物、例えばコンピュータ及び航空機などの電子部品（回路）を、電氣的に過負荷状態（耐性許容限度以上の負荷がかかる状態）にして損壊・破壊する。

核爆発によって生じる HEMP は EMP の 1 種である。EMP は、核爆発以外に、バッテリーの電力を変圧する特別な装置あるいは強力な化学反応及び爆発によっても発生させることができ、HPM（High Power Microwave, 高電力マイクロ波）と言われる。その損壊・破壊効果は、核爆発によるものに比し小さく局所的である。

HEMP を含みいずれの EMP も兵器として使用できることから、様々な EMP を用いる兵器（以下「EMP 兵器」という。）が、以前から開発されつつあり、また保有され使用されている。例えばイラク戦争においては HEMP 兵器ではない EMP 弾が実際に使用されている。



本論では主として、発生原理及びその損壊・破壊効果の概要がある程度明らかになっており、損壊・破壊効果が最も大きくかつ広地域に及ぶ HEMP を取り上げる。

(1) HEMP の発生原理及び損壊・破壊効果

HEMP は、「電磁波と情報セキュリティ対策技術、編者電気学会 電磁環境・情報セキュリティ技術調査専門委員会編、平成 24 年 1 月 10 日発行・発行者株式会社オーム社」によれば、核爆発を伴う放射大電力電磁パルスであるとして 31 頁に、次のように記述されている。

「HEMP の発生原理は、大気圏外の核爆発によって発生するガンマー線が大気圏に突入する際に空気分子と衝突し、コンプトン効果と呼ばれる電子拡散を引き起こす。この電子拡

散が強力な磁場を発生し、地上に到達することにより放出高電力パルスを生成する。HEMPは、立ち上がり約 2~3ns^{注)} のパルス波であり、その周波数スペクトラムは直流~300MHz^{注)} 程度の成分を持つ。また、その際、核爆発の規模にも依存するが、地上に降り注ぐ電磁界の電界強度は、数十 KV/m となる場合もある。HEMP は、地上にある情報・通信機器を含む電子機器や電力・通信線に誘起し、電子機器・システムを破壊させることが予想されている。」(原文のまま)

注) 2~3ns : 10 億分の 2~3 秒

注) 直流~300MHz : 直流から 300MHz (30 万 KHz) の交流

また簡潔に、「HEMP 脅威は、高空にて発生し地上近くまで伝搬した電磁波が、アンテナ(線状アンテナ)となる導体に誘起して(受信されて)機器内部に侵入するものである。HEMP の特性は、瞬時高電圧(大電流)サージ^{注)}であり、・・・その数値は通常の EMC^{注)}分野で取り扱われる電圧・電流より、約 3 桁大きい。」(原文のまま)と記述されている(62 頁)。

注) 瞬時高電圧(大電流)サージとは、瞬時に急上昇急低下する大電圧・大電流のことである

注) EMC (electromagnetic compatibility) とは、電磁環境適合性のことで、電子機器などが備える電磁的な不干渉性及び耐性のことである。電磁的な不干渉性とは、ある電子機器が動作することによって他の電子機器の動作を阻害しないことである。また電磁的な耐性とは、ある電子機器の動作が他の電子機器などが発生する電磁波によって阻害されないことである。

具体的には、HEMP は、上空約 30km ないし 40km から 400km に及ぶ高度で核弾頭が爆発することによって、下記 EMP の 3 要素を順次発生し、その 3 要素が累積することによって、電力システム、電子機器特にコンピュータ及び様々な物に含まれている電気・電子システムを、損壊・破壊する。EMP の 3 要素は、各種資料¹から次のように集約整理することができる。

* 初期 HEMP, EMP の第 1 要素 (E1)

E1 は、核爆発によって最初に発生する強力なパルス(瞬間的に変動する電波)エネルギーであり、核爆発により放出されるガンマー線が、コンプトン効果によって、強力な磁場(磁界)発生し、その磁場によって地上に生成する大電力のパルスである。

E1 は、数ナノ秒(10 億分の数十秒間)で数千ボルトのエネルギーを伝搬する強力な電波の衝撃波で、数十ナノ秒間継続する、3~30MHz (30000KHz) の高周波数で、波長 10~100m の短波である。

E1 は、爆発点から見通せる地域に存在する電気器具・電子機器及びそれらのシステムま

¹ 各種資料とは主として次の資料である。①CRS Report for Congress, High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices : Threat Assessments, Updated July 21, 2008, Clay Wilson
②Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack, Volume 1 : Executive Report 2004, 報告者 Dr. John S. Foster 他 8 名,
③ “ELECTROMAGNETIC PULSE : THREAT TO CRITICAL INFRASTRUCTURE”, Dr. PETER VINCENT PRY, TESTIMONY BEFORE THE SUBCOMMITTEE ON CYBERSECURITY, INFRASTRUCTURE PROTECTION AND SECURITY TECHNOLOGIES HOUSE COMMITTEE ON HOMELAND SECURITY, May 8, 2014

た電子機器・部品を基盤に持つ機械類など物体内に入り込み、それらの電気器具・電子機器等及び機械類の基盤となっている電子部品等を過負荷状態（耐性許容限度以上の負荷がかかる状態）にして、物体そのものの機能を不調にし、あるいは損壊・破壊する。この損壊・破壊等は広大な地域においてほぼ同時に生起する。

E1 は落雷防止装置では阻止することができない。

* 中間期 HEMP, EMP の第 2 要素 (E2)

E2 は、E1 の次に電子機器等に到達する、雷・落雷のような特性を有し、その損壊・破壊効果は、E1 に比し小さいが、E1 同様非常に遠方の地域まで及ぶ。

E2 は 0.3~3MHz (3000KHz) の中周波数でありミリ秒単位で継続する波長 100~1000m の中波である。

E2 は一般的な落雷防止装置で阻止できる。したがって E2 は、落雷防止装置を有する電子機器等を使用する物（物体）を直接損壊しまた破壊することはないものの、E1 が引き起こした損壊・破壊例えば落雷防止装置の損壊・破壊を通じて電子機器等内に入り込み、さらなる損壊・破壊を引き起す。

* 終期 HEMP, EMP の第 3 要素 (E3)

E3 は、核爆発による火球によって生じる。火球は膨張しその後崩壊するが、その際に地球の磁界（磁場）を振動・動揺させて、非常に大きな物体内に、E3 である EMP（磁気パルス）の 30~300KHz（キロヘルツ）の低周波数でかつ秒単位で継続する波長 1~10km の長波部分と結合する大電流（瞬時高電圧大電流サージ）を生成する。

E3 の波形は非常に長い線状（一次元）の物体と直接結合するので、多方向に長距離わたって地上にまたは地下浅く敷設された電線及び通信線は、E3 が入り込む理想的かつ最適な物体である。

E3 の伝送エネルギーは電線の長さに比例して大きくなることから、電線等は長ければ長いほど、大きな電流（電圧）を発生させ大量のエネルギーを伝送することになる。ある見解では 75 万ボルトに対応する設計の超高压変圧器を融解し得る E3 としての大電流を発生するとのことである。

E3 は、E3 の良い受信体と接続している電子機器・システム等を、例えば地上及び地下浅く敷設されている送電線・配電線の途中にある各種変電所及び変圧機（トランス）、主として地上の配電線と接続している電気器具及び電子機器例えばコンピュータなど、あるいは航空機の翼及び機体の金属外板を通じて E3 を受信する大型旅客機操縦用のサーボ機構（自動復帰制御機構）などを損壊・破壊する。したがって E3 は、E1 及び E2 とは異なり、地上の配電線等また良好な金属外板等の受信体と接続せずに、独自の発電装置から短い電線等により送られる電気を使用している物については、ほとんど損壊あるいは破壊しない。

E3 は、長い送電線等及び電話線等と接続している落雷防止装置では阻止できない。

因みに既述した超 EMP 弾等²は、上記 3 要素を順次発生する HEMP とは異なり、EMP の第 1 要素である E1 を生成するガンマー線を優先的に発生するように設計されているようである。ロシアの著作物によれば、信頼できる筋によるとして、超 EMP 弾等は 200KV/m の EMP（通常の 20Mt の核兵器が発生する 30KV の数倍に相当）を発生するとのことである。

また高高度核爆発の直後には、多くの商用通信衛星特に低軌道衛星も、その機能が低下するか停止するようであり、また地上にある多くの商用衛星統制施設も機能が低下するようである。

（2）HEMP の損壊・破壊効果に関する具体例

ア 米国

（ア） 米国は 1962 年 7 月 9 日、太平洋上空 400km において 1.4Mt（1.4 メガトン、140 万トン）の核実験（コード名は Starfish Prime）を行った。

その実験により爆発地点から約 1,300km 離隔したハワイ全域の無線・電話局の電子装置が妨害を受けて混乱し不通となった³。

また核弾頭（弾頭重量等は不明）が高高度で爆発した場合、HEPM が及ぶ地域次のようなになるとする研究結果がある⁴。

核爆発が地上 30km で起きた場合の HEMP が及ぶ地域は、ニューイングランド及びニューヨーク全域とペンシルバニアの約 2 分の 1 の地域である。

核爆発が米国中央の地上 400km で起きた場合の HEMP は及ぶ地域は、米国及びカナダとメキシコ全域である。

（イ） ワシントン DC 地域が HEMP 攻撃を受けた場合の被害及び経済的損失は次のように見積もられている⁵。

ボルチモア・ワシントン・リッチモンド地域に対する地上 30~80 マイル（約 50~130km）において爆発した核装置の HEMP は、少なくとも半径 500 マイル（約 800 キロ km）の地域に衝撃を与え、その瞬間 HEMP 中では、人は熱及び爆風を感じることはないものの、電気及び電力インフラの損壊・中断・破壊を経験することになる。その際のボルチモア・ワシントン・リッチモンドが被る経済的損失は、HEMP の影響を受ける全地域の経済的損失の約 10 分の 1 となり、損失は、7,700 億米ドルを超え、または年間 GDP（国内総生産）の 7%を超える額になるだろうと結論付けられている。また復旧には、防護有り無しにかかわらず、非常に重要なインフラを含み、最も有利な場合であっても 1 カ月を要し、最悪の検討ケースの場合、広範囲に及ぶ損壊によって数年間にわたって荒廃（無修復）状態が続くと推

² 注 1 の③“ELECTROMAGNETIC PULSE : THREAT TO CRITICAL INFRASTRUCTUR”

³ 注 1 の①CRS Report for Congress, High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices : Threat Assessments

⁴ 注 1 の③“ELECTROMAGNETIC PULSE : THREAT TO CRITICAL INFRASTRUCTUR”

⁵ 注 1 の①CRS Report for Congress に記述されている the Sage Policy Group of Baltimore と Instant Access Networks, LAN) が 2007 年 9 月に発表した研究論文

測されている。それは、復旧作業を遅らせる多くの困難かつ複雑な要因が生じるからであり、特に復旧には大量の備品・機器及び多くの要員・技術者が必要となるが、それらが極端に不足するからだとしている。さらに、HEMPは、直接被害を与えるボルチモア・ワシントン・リッチモンド地域を越えてえさらに広大な地域に被害を及ぼすことから、復旧は益々困難になるだろうと結論づけられている。

イ 旧ソ連邦

旧ソ連邦は1962年10月22日、184オペレーションK（対弾道ミサイルシステムA実験を行い、Dzhezkazgan（カザフスタンの都市ジェスカスガン）近傍上空290kmにおいて300ktの核兵器を爆発させた、その際、下記損壊・破壊が生じている⁶。

EMPにより誘発されたガンマー線が、約30マイクロ秒（100万分の30秒）で2000～3000アンペアを誘発し、その電流によって東西550kmに及び地上7.5mに架設されていた送電線60km毎に設置されていた増幅器の防護用の全ヒューズを破壊した。また若干遅れて発生するMHD（電氣的伝導流体に関する力学）的なEMPは、地下90cmまで侵入する低周波で地下浅く埋設されていた電線にほぼ直流の電流を誘導し、AqmolaとAlmaty（アルマトイ、カザフスタン南西部の都市）間の絶縁テープで防護された1000km長の導線及び鋼製の電線を過負荷状態にし、またKaraganda発電所の電源装置をオーバーヒートさせて火災を引き起し破壊した。

以上のことから、HEMP攻撃によって被る損壊・破壊の概況は次のようになる。

HEMPの損壊・破壊効果が及ぶ地域内に存在するあらゆる電子機器特にコンピュータ及び、それらを基盤に持つ物体は、HEMPの良好な受信体である地上及び地下浅く敷設された送電線・配電線に接続されている、接続されていないかにかかわらず、動作（機能）不良となるかまたは破壊されることになる。特に地上の配電線等からの商用電気を利用する電子機器等及びそれを基盤に持つ物体は、E3によってさらに大きな損壊を受けることになる。同時に広域に敷設された送電線等の変圧器が損壊・破壊されて大停電が発生し、商用電気そのものが使用できなくなる。

このようなHEMP攻撃に対し最も大きな被害を受ける国は、高度に進歩・発展した日本を含む先進国である。それは、先進国が、電気に特に電子機器特にコンピュータならびにそれらを基盤とする物に極めて大きく依存するようになっているからであり、しかもそれらの電子機器等には、耐HEMPを考慮することなく少エネルギー化を目指して小型化、少電圧・電流化が進んでいる民生用の電子機器・部品がますます使用されるようになっているからである。

それらのことから、HEMP攻撃を受けた場合、具体的には次のような事態が生起するであろう。

国家、企業、国民にとって不可欠なインフラ特に全ての基盤となる電力・電気インフラ、

⁶ Nuclear weapons test effects : debunking popular exaggeration that encourage proliferation (<http://ed-thelen.org/EMP-ElectroMagneticPulse.html>), 2014/09/17

その他の電気を用いる情報・通信システム、鉄道・航空・船舶・バスなどの運輸・輸送システム、金融・銀行システム、医療システム、上下水道システム、及び建造物・施設の維持管理用システム（電気・上下水道・エレベータ等の装置）等が、損壊・破壊される。同時に、政府及び各省庁・自治体等の管理業務用システム、企業の管理運営等の各種業務処理用システム、特に軍（日本では自衛隊）の指揮・統制・運用システム、警察などの犯罪捜査システム及び出入国管理システムなど、特に電気及び情報・通信システムのインフラを利用するコンピュータネットワークシステムが損壊・破壊される。その結果、国・自治体、企業、国民の全活動が麻痺状態に陥り大混乱事態が生起する。

さらにそのような大混乱事態の復旧を考えた場合、事前に準備していない限り、通常のシステム等の故障に備えた復旧要員・電子資機材等で対応することになり、そのために復旧の長期化は避けられず、結果として飢餓及び疾病などが発生、蔓延し大量の人員が死に至る可能性がある。

3 各国の HEMP 能力

(1) 米国以外の諸国の HEMP 攻撃及び防護能力⁷

ロシアと中国は、現在米国に対して核弾頭装備の弾道ミサイルをもって有害な HEMP を発生させる能力を有しており、また北朝鮮のような国も 2015 年までには、おそらくその能力を持つ可能性がある。数年間のうちに HEMP の実行能力を開発する可能性がある国は、英国、フランス、インド、イスラエル、パキスタンである。

中国

2008 年 6 月 25 日の下院軍事委員会（the House Armed Services Committee）の公聴会における非対称の戦争及び対衛星兵器に関する審議には、米国は中国が行う EMP 攻撃の目標になっているということが含まれていた。

1999 年の国防省報告によれば、中国は EMP 兵器の開発を積極的に行っており、また他の電子戦システム（electronic warfare system）及びレーザー兵器の開発にもかなりの資源を当てており、さらに中国は 2010 年までに米国を打撃できる ICBM を 60 基相当保有するとともに、この 10 年間の終了前後に現行の ICBM を 20 基、長射程のものに換装するようである。

ロシア

米国の前ソ連邦大使でまたロシア議会外交委員会の前議長でもあったウラジミール・ルキン（Vladimir Lukin）は、ロシアは現在米国上空で HEMP 効果を起こす能力を保有していると述べている。このことに関し旧ソ連邦は、冷戦間に平和目的の宇宙発射体と偽り秘密

⁷ 注¹の①CRS Report for Congress, High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices : Threat Assessments

兵器として軌道爆弾（FOBS：Fractional Orbital Bombardment System）を開発し、衛星のように核兵器装置を軌道上で周回させ突然 EMP 攻撃を行う能力を保有したとみられている。

また伝えられるところでは、旧ソ連邦及びロシアは、2 (2) イで既述した 1962 年に旧ソ連邦が大気中における一連の核実験を行い HEPM の破壊効果等を観測して以来、民間及び軍の電子機器・装置の防護を強化することによって、またそれらの防護されたシステムを扱う要員を継続的に訓練することによって、HEMP に対する自国インフラの防護準備を広範囲にわたって実施している。

イラン

伝えられるところではイランは、2005 年に北朝鮮から射程 2,500 マイル（約 4,000km）の中距離弾道ミサイル（IRBM：Intermediate-Range Ballistic Missile）を数発入手し、2006 年には自国の核弾頭搭載能力のある弾道ミサイルであるスカッド数発の実験を行っている。このことに関しイランは、それらのミサイルは飛行中に爆発したが、それらの爆発はミサイルの自爆機構の結果であり、実験は十分な成功を収めたと公式に説明した。

2005 年のテロリズム及び技術と自国の安全（ホームランド・セキュリティ）に関する司法組織小委員会の公聴会における参考人（証人）は、この出来事はイランが HEMP 攻撃を行うために実施したとみられる兆候であると指摘している。2008 年 7 月、イランはさらに長距離の弾道ミサイル数発の実験発射を行った。しかしこれについては、単にイランが用いる脅しの戦術だろうという見方がある。

北朝鮮

Peter Vincent Pry 博士（現在、国家及び国土安全保障に関する特別調査委員会のイグゼクティブ・ディレクター、米国核戦略フォーラムのディレクター）が The Atlantic and Conversation で行った講演内容によれば次の通りである。

2012 年 12 月 12 日、北朝鮮は KSM-3 衛星を軌道に周回させるのに成功し、地球上のどの国家に対しても小型の核弾頭を大陸間で運搬可能という能力を示威した。米国に対する EMP 攻撃の脅威に関する（議会）評価委員会は、ロシア、中国、北朝鮮（ロシアからの援助で）は、おそらく並外れて強力な EMP の場を生成するために、低爆発力の、また高レベルのガンマー線を発生させる特別設計の核兵器（ロシア人が呼称する超 EMP 兵器）を開発していると判断している。公開情報によれば、韓国軍事情報機関及び中国の軍事関係者は、北朝鮮が超 EMP 弾を保有していると確信している。

北朝鮮の KSM-3 衛星の軌道は、米国に対して核 EMP 攻撃ができる FOBS の運搬特性を示すものであった。北朝鮮は 2013 年 2 月 12 日に第 3 回目の核実験を行い、再び核危機を引き起した。その最中の 2013 年 4 月 10 日、KSM-3 衛星は、米国の地理的中心近くで米国本土に最大の EMP の場を設定する最適高度（KSM-3 が核兵器であった場合）にあっ

た。また 2013 年 4 月 16 日、KSM-3 衛星は、ワシントン DC・ニューヨーク市の回廊上空で米国電力の 75%を発電する東部電力網を停電させるのに最適とみられる領域に、最強の EMP の場を設定するのに最も適した位置と高度にあった。

但しこの件については、2013.4.11 における米国国家情報長官 (DNI: Director of National Intelligence) の公式表明により、同長官は「北朝鮮政府が各種の核兵器を完全に開発し実験しているとの指摘は誤りのようだとする前国防相の声明に同意する」と表明し、さらに「北朝鮮は、未だに核武装ミサイルに必要な全ての能力を見せつけてはいない。」と表明している。

韓国及び台湾

両国の EMP に対する防護準備に関しては、米国の著書「知られざる大惨事 電磁パルスから米国を防護する取組み」⁸の中に記述されており、要点を抽出して記述する。

韓国と台湾の EMP に対する電力 (配電) 網と他の緊要なインフラの防護は、米国よりも進んでいる。

韓国大統領は、北朝鮮の超 EMP (Super EMP)兵器の開発を懸念し、自国の緊要なインフラ防護に関する大統領命令を出した。この命令は、米国が引き続き積極的に超大国の役割を遂行する、攻撃に対して韓国を防衛する、防衛できるという、ソウルの確信が大きく低下していることを、明確に反映するものである。実際に最近、北朝鮮はロシアが与えた非核兵器である無線周波“砲”(radiofrequency “cannon”)を用いて、韓国の通信機関 (報道機関, communications) 及び民間航空交通に対する GPS 受信機を妨害するという攻撃を行っている。

韓国の EMP から緊要なインフラを防護しようとする計画は、約 5 年間にわたって進められており、かなり進捗しているようだ。また韓国は、輸出用の超高压変圧器 (Extra High Voltage (EHV) Transformers) を製造する唯 2 か国の 1 国であり、既に全ての電力網にとって不可欠の超高压変圧器を製造していない米国よりも遥かに優れている。キャリントン事象級の磁気嵐^{注)}あるいは EMP 攻撃の直後には、米国は韓国の超高压変圧器がどうしても必要となるであろう。

注) キャリントン事象は 1859 年 9 月 1 日から 2 日かけて観測された記録上最大の太陽嵐 (磁気嵐) である。その時、カリブ海沿岸等世界中でオーロラが観測され、またヨーロッパ及び北米全土の電報システムが停止し、電信用鉄塔に火災が発生するなどしている。小規模な太陽嵐による磁気嵐は度々に発生しているが、キャリントン事象級の磁気嵐が今後 10 間に生起する確率は 10~12%という予測がある。

台湾もまた EMP 攻撃から自国の電力 (配電) 網及び他の緊要なインフラを防護する計

⁸ Apocalypse Unknown, The Struggle to Protect America From An Electromagnetic Pulse Catastrophe, Dr. Peter Vincent Pry, Task Force on National and Homeland Security

画を有しており、計画を実行中である。台北は、北京が自国領と考えている台湾を無防衛状態にする EMP 攻撃で奪還する中国軍の文書及び実際の準備を、良く承知している。

1997 年中国は、見せかけの軍事訓練（演習）において、先例のない台湾に対する“ミサイル封鎖“missile blockade”を実行した。中国は、台湾空域と台湾の近海に対してミサイルを発射し、数日間、民間航空機の運航及び島への船舶航行を停止させた。ミサイルの中の 1 発が超 EMP 弾頭を運搬していたようだ。

台湾の軍事情報機関は、議会における臨時ブリーフィングにおいて、中国は米国から盗み出した設計情報を基にロシア人科学者の援助を受けて開発した超 EMP 兵器を持っていると評価して旨明らかにした。また軍事専門家達は、中国の共産軍は現在、キロトン級の EMP 弾頭を作戦展開することができるかと信じている…。EMP 攻撃は、最初の、戦いを麻痺させる打撃であり、他の部隊が台湾を攻撃する道筋を作るという要求に合致する唯一の攻撃の選択肢となついていると述べている。

（２）米国の HEMP に対する防護能力

米国も核兵器保有大国であり、当然のことながら核爆発を用いる HEMP 能力の他に、核爆発によらない EMP 能力についても開発し続けており、また保有しているものとみられる。

しかしながら、自然界で発生する EMP がもたらす被害⁹及び HEMP 攻撃に対する米国の防護能力は特定の軍を除き非常に脆弱であり、またその脆弱な状態を改善し強化する取組みについても、緊要なインフラを防護する法が未だ整備されておらず、かつ予算の配分も少なく、現在のところほとんど行われていない状況にある。

このことは、Peter Vincent Pry 博士による論文及び著書に記述されていることから明らかである。2 点を抽出し、また要約して記述する。

ア 法律の未整備による HEMP 対応準備の遅延

この件については、「電磁パルス：緊要なインフラに対する脅威¹⁰（2014 年 5 月 8 日付）」の中に、次のような記述がある。

自然の EMP がもたらす大惨事または核による EMP 攻撃は国家の電気網を数か月あるいは数年にわたって停電にし、また近代社会及び 3 億 1 千万人米国人の生命を維持するのに必要な、その他の全ての緊要なインフラー通信、輸送、銀行業、金融、糧食及び給水ーを崩壊させる。

国家の電気網を防護するためのシールド法（SHILD Act）を緊急に可決する必要がある。2010 年に、下院がグリッド法（GRID Act）を全会一致で可決した後、1 人の上院議員が法案に関する延期（停止）を主張しなかったならば、電気網の強化には 3.5 年かかることから

⁹ 一例、米国は 1989 年 3 月 13 日、北米上空の地磁気嵐によってケバック州の水力発電の電力網が崩壊した。米国ではこのような事態が過去多数発生している。

¹⁰ 注 1 の③“ELECTROMAGNETIC PULSE : THREAT TO CRITICAL INFRASTRUCTUR”

2014年現在、国家は既に防護されていたであろう。

EMPを重視した新しい国家計画のシナリオを策定するための緊要なインフラ防護法(the Critical Infrastructure Protection Act (CIPA))を緊急に可決することが必要である。国家計画のシナリオは、連邦、州及び地方の緊急事態の計画、訓練、資源配分全ての基礎となるものなので、EMPの大惨事に対する国家の準備を著しく改善することになる。

上記に関し2015年1月6日現在、入手可能な公開資料によれば、上記の国家の電力を防護するためのシールド法は上院が承認しておらず、またEMPを重視した新しい国家計画のシナリオを策定する緊要なインフラ防護法も議会では承認されていない。両法に関係する2015会計年度の米国情報(機関)権限法(Intelligence Authorization Act for Fiscal Year 2015)は、大統領が2014年12月19日に署名しているが、同法の329条によれば、米国国家情報長官(DNI)は「2025年までの米国の国益に対して、外国及び外国の非国家の行動者達(non-state actors (NSA))が引き起こす脅威を含み、人工のEMP兵器によって引き起こされる脅威に関する報告」を、本法公布後6か月以内に上院及び下院の軍事委員会等に提出しなければならない。2015年1月現在報告は提出されていないようだ。もし報告が提出されて承認されれば、米国のHEMPに対する防護準備は正式に動き始めるであろう。

イ 軍の対応不可能なテロリスト等によるHEMP攻撃

この件については、米国の著書「知られざる大惨事電磁パルスの大惨事から米国を防護する取組み」の中で記述されており、要約して記述する。

米国の様々な研究機関等で、テロリスト等も実行する可能性がある10ktの核弾頭が高度約30kmで爆発するというHEMP攻撃のシナリオに基づく研究が行われた。

参考：長崎に投下された核爆弾は約22ktであり、また広島に投下されたものは15ktである。

米国の強化されていない現在の緊要なインフラに壊滅的な破壊を引き起こすには、10ktの核弾頭1発が生成するHEMP域で十分である。HEMP攻撃を成功させるには、高度約30kmの高度で爆発する限り、核弾頭(核装置)を正確な位置・高度に打ち上げる必要はない、HEMP攻撃を行うために核弾頭(核装置)を高度30kmまで上昇させることは、ミサイル以外に市販されている気象観測用の気球であっても可能である。

ならず者国家あるいはテロリストが米国に対しHEMP攻撃を行う場合には、廃船となった船舶・貨物船等を利用して米国本土に接近した後、不正に入手したミサイルに、あるいは市販用の気球に、不正に入手した核装置あるいはプルトニウム・部品等を用いて組み立てた核装置を取り付けて30kmの高度に到達させて爆発させるものとみられる。

このような気球を用いた核兵器の爆発は何ら新しいことではなく、米国は、1957年に実施した一連のPlumbob(吊り下げ)核実験において気球に核兵器を取り付けて11回の核爆発を行い、また1958年にも一連のHardtack実験において、12個の気球核兵器の実験を行っている。

米国の現在のミサイル防衛システムでは、上記のような HEMP 攻撃を阻止することはできないであろう。それは、米国のミサイル防衛システムは、北極海または太平洋から発射されるミサイルを迎撃するためにアラスカとカリフォルニアに配備されており、米国本土に近い東側海域または湾岸海域の貨物船等から発射されるミサイルを迎撃する態勢をとっていないからである。また例えミサイル防衛システムが米国本土の東側地域及び湾岸地域に配備されたとしても、貨物船等から発射されるミサイルを、HEMP 攻撃に適する高度 30km に到達する前に迎撃できる時間はほとんどなく、迎撃できないと推測される。

4 HEMP に対する日本を含む国際的な取組み

HEMP に関連する国際的な取組みには、HEMP を発生する核兵器そのものの保有を制限・阻止しようとする国際政治的な取組み、核兵器の使用を抑止しようとする軍事的な取組み、及び HEMP の破壊等効果に対処するための国際的な技術的取組みがある。ここでは国際政治的な取組みと国際的な技術的取組みについて記述する。

(1) 国際政治的な取組み

国際政治的な取組みには、主として、核実験を禁止する取組み、及び核兵器を拡散させない取組み、ならびに日本が 1994 年以降、核兵器の全面廃絶を目指して毎年「案」を国連に提出している「核軍縮決議」がある。ここでは主として核兵器を禁止する取組みと拡散させない取組みについて記述する。

ア 核実験を禁止する取組み

この取組みにより、大気中、宇宙、海中での核実験を禁止する限定的核実験禁止条約 (PTBT: Partial Test Ban Treaty) が 1963 年に発効した。この条約によって 1962 年に米国とソ連邦が地上で実施したような核実験は禁止され、それ時以来、重要なインフラに対する大規模な HEMP の損壊・破壊効果を測定する実験は制限されている。しかし PTBT は地下における核実験を禁止していなかったことから、米国は 1992 年に、核兵器の応酬による HEMP 破壊等効果に対して軍事システムを強化する防護技術を研究するために、ネバダ実験場の地下において核装置の爆発実験を行った。

その後、地下核実験を含むあらゆる空間における核爆発実験及び、その他の核爆発を禁止する包括的核実験禁止条約 (CTBT: Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty) が、国連総会で 1996 年 9 月に採択され、2013 年 12 月現在 183 各国が署名し 161 カ国が批准している。日本も 1996 年 9 月に署名し 1997 年 7 月に批准している。しかし CTBT については、インド、パキスタン、北朝鮮は署名しておらず、また発効要件国である米国、中国、イスラエル、エジプト、イラン、イスラエルも 2014 年現在、署名はしているものの批准^{注)}はしておらず、そのために未だに発効には至っていない。

注) CTBT が発効するためには、発効要件国である特定の 44 カ国 (条約の付属文書に記載されている。ジュネーブ軍縮会議の構成国) 全ての批准が必要とされている。

そもそも CTBT は不平等で欠陥のある条約であると言われている。それは、加盟国に対してあらゆる空間での新たな核実験を禁止するものではあるが、既に核実験を行い核兵器製造等に関する各種技術等を保有する核兵器保有国に対して核兵器の廃絶を義務づけるものでもなく、また核爆発を伴わない未臨界核実験（臨界前の核実験）についても禁止していないからである。事実、核兵器保有国である米国及びロシアは未だに繰り返し未臨界核実験を繰り返し核兵器の能力向上を図っている。

イ 核兵器を拡散させない取組み

この取組みによって、「核兵器の不拡散に関する条約（NPT：Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons）」（以下「核不拡散条約又はNPT」という。）が、1970年3月5日に施行された。

この条約の目的は、原子力の平和利用は認めるものの、1957年1月1日以前に核兵器を保有していた米、旧ソ連邦現在のロシア、英、仏、中の5か国を「核兵器国」と定め、それ以外の核兵器保有国を増加させないことにより核戦争の可能性を少なくすることであった。また同条約には逐次増加し現在ほとんどの国が加盟（日本は1970年2月に署名、1976年6月に批准）しており、各加盟国は、核不拡散条約加盟国の、核の平和利用を行う権利と、核兵器を拡散させない下記義務を有している。

義務の概要

- 核兵器国は、核兵器を他国へ移譲せず、またその製造等について非核兵器国を援助しない。
- 非核兵器国は、核兵器の受領、製造、取得せず、製造のための援助をしない。○非核兵器国は、国際原子力機関（IAEA）の査察を含む保証措置を受け入れる。

しかしながら、NPT 加盟国（締約国）及び国際原子力機関（IAEA：International Atomic Energy Agency）は、長年にわたって核兵器を拡散させない取組みを行ってはいないものの、NPT 加盟国から、核兵器を保有しているとみられる国及び核兵器の保有を迫及している国が出現しており、核兵器の拡散を完全には阻止できていない。例えば、北朝鮮（現在 NPT から事実上脱退している）が核実験及びミサイル発射実験を繰り返し、最近では核兵器を保有しているとみられること、またイランも核兵器の保有を目指していた、現在も目指しているとみられることなどである。

当然のことながら NPT 未加盟国であるインド（1974年5月18日と1998年5月11日・13日に核実験を実施）とパキスタン（1998年5月28日と30日に核実験を実施）及びイスラエル（核実験等は不明）は、確実に核兵器を保有しているとみられている。

北朝鮮、パキスタン、イラン、インド、パキスタン、イスラエルの他に、核兵器の保有を目指し1990年以降保有を断念した南アフリカ、アルジェリア、ブラジル、アルゼンチン、

リビア、イラク、シリアのように、多数の国等が核兵器の開発及び保有を目指すのには、次の3つの大きな要因を挙げることができる。

① 核兵器保有を目指す国の思惑・企図

一義的には原子力の平和利用すなわち原子力発電所を建設しその電力を利用することである。しかしそれ以上に原子力発電関連の技術はもとより発電の際に生成される副産物のプルトニウム等が核兵器の製造に利用でき、かつ核兵器を保有すれば政治的・軍事的に有利になることから、かなりの国が核兵器の開発及び保有を試みることにあつた。特に1発の核爆発であっても核大国に与え得る HEMP の壊滅的な損壊・破壊効果及びその効果が引き起こす大惨事を考慮した場合、ならず者国家のみならずテロリスト達が核兵器を取得し保有しようとするのは、何等不思議なことではない。

② 核兵器保有を目指す国家を支援する国家及び企業・個人等の存在

核兵器保有を目指す国家に対して、ある国家が、またはある国の公営企業・私企業・組織・個人が、国家の暗黙の了解の下にあるいは秘密裏に、核兵器の開発・製造に必要な技術及び人的・物的な資機材を、不正に移転しており、現在も移転している可能性がある。

国家による移転に関しては、ある核兵器国等が自国の陣営及び自国と他国の結びつきを強化・拡大しようとして、また核兵器の開発を目指しある程度の技術等を保有する国どうしが互いに自国の核兵器（核弾頭と核運搬ミサイル）を完成させようとして、国家自体が、あるいは企業・組織・個人を通じて移転しているとみられる中国、パキスタン、北朝鮮などの事例が多々存在する。

また国家以外による移転に関しては、ある国の私企業・個人が、国は公的には関与を否定するものの国の暗黙の了解の下に、自国の核兵器の開発・製造に関与し、また他国に核兵器関連技術に移転し拡散させた数々の事例がある。一例としてはパキスタン人のカーン博士が、国の承認・支援の下（国は関与を否定）、核兵器製造関連装置、部品、技術を買収・移転するために世界的規模で構築した闇市場いわゆるカーンネットワークがある。この闇市場は1980年から2003年にかけて存在し、リビア、北朝鮮、イラン及びその他の国に核兵器関連技術等に移転したが、現在では公には消滅したとみられている。これに反し闇市場の一部は未だに存続しているという見方もある。因みに各種の公開資料によれば、カーン博士は北朝鮮に核濃縮技術を移転し、一方北朝鮮はパキスタンにミサイル技術を移転している。

③ ソ連邦が崩壊したことによる核兵器関連技術及び人的物的資機材の流出・拡散

旧ソ連邦の核兵器及びミサイルに関連する技術の他に人的物的資機材も、北朝鮮にも流出・拡散したとみられている。

上記に加えて国連の核軍縮決議について付記すれば、2014年12月2日、国連総会は、日本が提出した核軍縮決議案「核兵器の全面的廃絶に向けた共同行動」を、賛成170、反対

1 (北朝鮮)、棄権 14 (中国及びロシアなど) で採択している。その際の決議案の共同提案国は米英を含め過去最多の 116 か国であった。

以上のように CTBT (PTBT)、NPT 及び IAEA、国連の核軍縮決議は、既述したように一般的には核兵器保有国の増加を阻止するのに大きく寄与したとみることはできるものの、核実験及び核兵器の拡散特に核兵器の保有を完全には防止・阻止できてはいない。

核兵器の拡散及び保有を阻止する上で特に重要なことは、②の核兵器保有を目指す国家を支援する国家及び企業・個人等の存在をなくすことである。

(2) 国際的な技術的取組み

国際的な技術的取組みは、主として国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission (IEC)) 及び国際通信連合 (International Telecommunication Union (ITU)) など幾つかの国際的機関・組織によって行われている。IEC 及び ITU の取組みの成果は、各種内容・項目毎に逐次に規格・勧告の形で出され、後に改定されるものもある。ここでは IEC 及び ITU について記述する。

IEC は、電気・電子工学及びその関連技術を扱う標準化団体であり、IEC 憲章が規定している標準化する範囲は、発電及び送電、電子機器、磁気学及び電磁気学、電気音響学、マルチメディア、遠隔通信である。IEC へ参加している日本の組織は日本工業標準調査会 (JISC) である。標準化に関し標準の一部は国際費用標準化機構 (ISO) と共同で開発されている。

ITU は、国際連合の 1 機関であり、国際電機連合憲章に基づき無線通信と電気通信分野において各国間の標準化と規制を確立することを目的としており、主要業務は標準化以外に、無線周波数を割当てること、国際電話を行うための核国間の接続を調整すること等である。日本は ITU の理事国として管理運営に参加している。

参考 IEC 及び ITU の細部組織：

IEC には、規格を開発するための技術分野ごとに分かれた専門技術委員会 (Technical Committee (TC)) があり、特定の TC は副委員会 (Subcommittee (SC)) を有している。

ITU には、主要業務を行う、無線通信部門 (ITU-R)、電気通信標準化部門 (ITU-T)、電気通信開発部門 (ITU-T) 及び事務総局を有している。

IEU 及び ITU が、以前から行ってきた国際的な技術的取組みは、HEMP (高高度核爆発) 対応するものではなく、一般的な電子機器・装置特にコンピュータなどの本体が発する電磁波に対するものであった。それは、電磁波が空間は当然のこととして電磁波遮蔽 (シールド) 機能を具備していない建造物等の壁面等を通り越して他の電子機器等の機能を阻害し、また電磁波が受信・判読されて重要な情報が漏洩することに起因する。具体的な対応としては、電子機器等が発生する電磁波を低減して他の電子機器等の動作を阻害しないこと、すなわち電子機器等の干渉性を高めること、あるいは他の電子機器が発生する電磁波から遮蔽

して電子機器等の動作が阻害されないようにすること、すなわち電子機器等の耐性を強化すること、またその電子機器等が発生する電磁波が受信・判読されて重要な情報が漏洩しないようにすることであった。

しかし IEU 及び ITU は、1990 年以降、HEMP に対応する技術的な取組みも行うようになっており、その概要は、書籍「電磁波と情報セキュリティ対策技術」¹¹及びその他の公開文書などの諸資料¹²から、次の通りである。

ア 国際的な対応

(ア) IEC（国際電気標準化会議）の対応

核爆発に伴う HEMP 及び HPEM (high power electromagnetic, 大電力電磁気) が及ぼす損壊等に対する技術的対応は、1997 年に発足した IEC TC77 SC77C^{注)} (国際電気標準会議・専門技術委員会 77 の下部組織である副委員会 77C) が、ある国及び組織等が提出した標準化案等の文書を審査する形で行っている。

注) IEC TC77 SC77C :

TC77 (Technical committee77) は IEC の電磁両立性 (EMC) に関する技術文書の審査を行う専門技術委員会である。

SC77C (Sub-Committee77C) は TC77 の下で、核爆発に伴う HEMP 及び HPEM の影響に関する技術文書を担当する。

IEC TC77 SC77C は、「大電力過渡現象 (high power transient phenomena)」として、電子機器・システム障害に対する電磁的脅威として HPEM 環境の検討を行い、意図的に大電力電磁気環境を生成して電子機器・システムに障害を与える IEMI (意図的電磁気障害, Intentional Electromagnetic Interference) については、HEMP 環境と HPEM 環境に区分して検討し、2003 年には HEMP 環境に関する議論を終了し、関連する多くの規格を制定している。その規格・勧告は EMC (electromagnetic compatibility (電磁環境適合性すなわち電磁的な不干渉性及び耐性)) の規格として IEC61000 シリーズの文書で出されている。SC77C は、2012 年 11 月現在、HPEM (大電力電磁) 環境に対する規格の策定を進めている。

IEC61000 シリーズ (2014 年 12 月 2 日更新)¹³の発効状況から HEMP に直接関係する

¹¹ 「電磁波と情報セキュリティ技術」：編者電気学会 電磁環境・情報セキュリティ技術調査専門委員会編，平成 24 年 1 月 10 日発行・発行者株式会社オーム社

¹² 公開文書等の資料：SC77C におけるイミュニティ規格の最新動向，古賀隆章（東京大学）(iri-tokyo.jp/mtep/etsuran, 2012.12.02 検索)，電磁波セキュリティに関連する標準化の取組み，富永哲欣，小林隆一，関口秀紀，瀬戸信二，NTT 東日本エネルギー研究所，情報通信機構 (ntt.co.jp/laurnal/fields/jr 200808016.pdf, 2012.12 検索)，SS77C におけるイミュニティ規格の最近動向，小関隆章（東京大学）(iri-tokyo.jp/mtep/etsuran.html, 2014.12.10 検索)

ITU-T SG5 における通信 EMC の標準化動向，本間文洋/奥川雄一郎/高谷和弘，NTT 環境エネルギー研究所，NTT 技術ジャーナル 2014.2 (ntt.co.jp/journal/1402/files/jn201402078.pdf)

¹³ IEC 61000 Series の発行状況，2014/12/02，IPS Corporation，Global Information of EMC Standards and Regulations，株式会社アイピーエス BMC 情報コーナー (ips-emc.co.jp/ipsstd/members/standards/61000_series.html 2014.12.15 検索)

規格を抽出すれば次の通りである。

○61000-1 シリーズ

- ・ 61000-1-3 : 2002 年発効 民生機器・システムに対する HEMP の影響

○61000-2 シリーズ

- ・ 61000-2-9 : 1996 年発効 HEMP 環境の解説-放射射妨害
- ・ 61000-2-10 : 1998 年発効 HEMP 環境の解説-伝導性妨害,
- ・ 61000-2-11 : 1999 年発効 HEMP 環境の分類
- ・ 61000-2-13 : 2005 年発効 HEMP 環境-放射及び伝導

○61000-4 シリーズ 電磁両立性 (EMC) - 試験及び測定技術関連

- ・ 61000-4-23 : 2000 年発効 HEMP 及びその他の放射妨害に対する防護装置の試験法
- ・ 61000-4-24 : 1997 年発効 HEMP 伝導妨害保護装置の試験法
- ・ 61000-4-25 : 2001 年発効 (2012 年 3 月改定) 機器及びシステムの HEMP イミュニティ試験法
- ・ 61000-4-32 : 2002 年発効 HEMP シミュレータの概要
- ・ 61000-4-35 : 2009 年 7 月発効 HEMP シミュレータ概論

○61000-5 シリーズ 電磁両立性 (EMC) - 設置及び緩和関連

- ・ 61000-5-3 : 1999 年発効 HEMP 防護の概念
- ・ 61000-5-4 : 1996 年発効 HEMP に対するイミュニティ (耐性) - HEMP 放射妨害に対する保護装置の仕様
- ・ 61000-5-5 : 1996 年発効 HEMP 伝導妨害に対する保護デバイス (回路) の仕様
- ・ 61000-5-8 : 2009 年 9 月発効 分散型インフラストラクチャの HEMP 保護方法
- ・ 61000-5-9 : 2009 年 7 月発効 HEMP 及び HPEN のシステムレベル感受性のアセスメント

○61000-6 シリーズ 電磁両立性 (ECM) - 一般規格、共通規格など

- ・ 61000-6-6 : 2003 年発効 屋内機器の HEMP イミュニティ

因みに、HEMP 環境に関する国際的な規格・勧告リストは、HEMP 環境 E1, E2, E3 に区分されて規定されている。また「IEC 61000-4-25」の目的は、HEMP に晒された電気電子機器の電源線、アンテナ、入出力信号線、制御用の線について、共通性、再現性がある基礎的評価方法を確立することであると記述されており、「IEC 61000-5-4」及び「IEC 61000-5-5」には、HEMP 環境におけるイミュニティ (電磁妨害耐性) 対策として有効な、シールド、フィルタ、過電圧防護素子に関することが記述されている。

(イ) ITU-T (国際電気通信連合—電気通信標準化部) の対応

日本の研究開発組織 (代表者 徳田正満 東京都市大学) は、平成 19 年度から 21 年度にかけて、意図的電磁波障害 (IEMI) に対して安全な情報通信ネットワークインフラを構築することを目的として、情報通信機器・システムの試験評価方法及びその防護対策技術の研究・開発を行った。引続きその研究成果を基に、ITU-T (国連電気通信連合 電気通信標準化部門) の勧告を策定することを目標として、ITU-T SG5 (Study Group5) において、通信事業者向けに通信センタまたはデータセンタにおける電磁波セキュリティの技術的基準を示す勧告案の策定を行い、2009 年 6 月に HEMP から通信センタまたはデータセンタ内の機器を防護する指針として ITU-T K.78 が、また 2009 年 11 月には HPEM (高出力電磁環境) から通信センタまたは通信システムを防護する指針となる ITU-T K.81 の勧告が制定されるに至った¹⁴。

ITU-T 勧告 K.78 は、「電磁波と情報セキュリティ対策技術」¹⁵の 6.2.1 HEMP に対する要求によれば次の通りである。

ITU-T 勧告 K.78 は、電気通信施設に対する勧告であり、高度数十 km で核爆発が起きた場合に発生する HEMP に対する EMC (Electromagnetic compatibility, 電磁環境適合性あるいは電磁的な不干涉性及び耐性) 要求を示した勧告である。

また本勧告は、電気通信関連施設に対する HEMP の EMC 要件を規定した勧告・指針であり、(ア) 項で記述した IEC TC77 SC77C が検討し策定した電子機器等に対する HEMP の一般的な規定である既存規格 及び従来の EMC (電磁環境適合性) 関連規格を参照し、通信事業者の施設に適用する際の諸条件を考慮して、情報通信機器及びシステムに対するイミュニティ (耐性) 試験の方法や試験レベルを規定したものである。

HEMP に関するイミュニティ試験には、E1 を想定した放射性妨害波試験と、E1 及び E3 を想定した伝導性妨害波試験があり、試験は、各電気通信設備やそれに付随する電源設備に適した試験を行う必要があるとして、試験内容及びその試験レベル、試験の方法等を規定している。

これに関連する通信 EMC の標準化¹⁶については、新会期 (2013~2016 年) における ITU-T SG5 第 1 回会合の概要と審議状況の報告の中に、「電気通信設備の電磁波セキュリティに関する課題として、HEMP や HPM による電磁波攻撃に対する防護方法と、電磁波特性を悪用した情報漏洩への対策について検討しています。・・・」と記述されており、電気通信施設に関する HEMP 等に対する防護方法等は未だ確立されてはいないとみることができ

¹⁴ 情報通信ネットワークインフラにおける悪意ある電磁波攻撃に対する評価及び防護技術による研究(0703006)

¹⁵ 電磁波と情報セキュリティ対策技術、平成 24 年 1 月 10 日発行、編者 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、発行者 竹生修己 発行者 株式会社オーム社

¹⁶ ITU-T SG5 における通信 EMC の標準化動向 (ntt.co.jp/journal/1402/files/in201402078.pdf NTT 技術ジャーナル 2014.2) による。

イ 日本特に防衛省の対応

日本における電磁波・情報セキュリティ関連の規格としては、「防衛省規格」と民間任意団体である「情報セキュリティ研究会」が作成した「新情報セキュリティガイドライン」（2004年11月）がある。

また耐 HEMP に関連する規格には「防衛省規格 電磁干渉試験方法である NDS C 0011C（制定 昭和 54 年 6 月 13 日、改正 平成 23 年 6 月 15 日）」があり、その細部は同試験方法の「8.4 伝導感受性試験」と「9.4 放射感受性試験」に記載されている。

伝導感受性試験は、HEMP による被爆のうち伝導的影響に関する試験方法を規定した試験であり、機器の電線リード線または相互接続リード線を通じて受ける HEMP の電磁エネルギーによって、機器に生じる誤作動や損壊の有無を評価するものである。また放射感受性試験とは、HEMP による被爆のうち放射的影響に関する試験方法を規定したものであり、この試験は高い電界強度の放射的な被爆状況を実現するためのものである。

以上のように、HEMP に対する国際的な技術的取組みとしては、各国及び国際的な専門機構・組織が逐次に検討・審議して HEMP に対応する国際的規格・勧告を出しつつあるが、その規格・勧告が、電力・電気インフラ、その他の電気を使う各種のインフラ、電子機器及びそれらのシステムに現在どの程度反映されているか明らかでない。また、HEMP に対して現在各国、日本がどのような準備を進めているのについても良くわからない。既述したように米国政府の対応は進んでいない。

特に日本の場合、HEMP の破壊等効果から自国を技術的に防護することについては、政府、各省庁、自治体、企業等が、学識者等を交えて十分な被害見積もりを行い、それに基づき国民までもが一体となって実際に対応準備を進めている大震災対処等と比較した場合、政府も国民も HEMP の脅威特にその攻撃により被る大被害の状況すら認識していない状況にあり、ほとんど進んでいないと言わざるを得ない。認識していないということについては、内閣情報セキュリティセンター（NISC）が出した「情報セキュリティ研究開発戦略（改定版）」（2014.7.10）の「情報通信システム全体のセキュリティの向上」の中で、EMP については「このように、サイバー攻撃に対しては常に新たな対策が必要となってくるが、物理的攻撃に対しても従来の対策だけでなく、例えば EMP（電磁パルス）により電子システムを破壊する行為に対する防護技術も課題になってくる。」（原文のまま）とのみ記述していることから明らかである。

したがって日本政府は、少なくとも、HEMP の脅威特に HEMP の破壊等の効果を認識し、HEMP 攻撃に技術的に対応し得る日本の現状について、特にどこまで技術的に対応できるか、またどのようにすれば HEMP の破壊等効果を低減・回避できるかについて、明らかにする必要がある。参考までに明らかすべき一例としては、

東京電力が東京周辺に送電するために総延長 7,000km にわたって東京周辺の地下に敷設しているといわれる送電線・配電線（途中には各種変電所・変圧器が設置されている）は、

HEMP に対してどの程度安全か？

地上の発電所から地上に架設された送電線・配電線によって送電されてくる電気を、地下の配電線等で首都圏地域に送電・配電しているのであれば、地上の変電所等が HEMP 攻撃によって破壊等されれば、地上送電線等での送電はもとより地下送電線等への送電も停止状態となり、東京周辺地域は大停電になるのではないかと？

また地下送電線網には地上の送電線等に誘伝した E3 を遮断する装置があるのか。遮断できなければ E3 によって、地下送電線・配電線の変圧器等も、また地下配電線と接続している地上及び地下施設の電子機器等も破壊されるのではないかと？
などである。

5 日本として速やかに実施すべき現実的な対応

HEMP 攻撃は、どんな国であっても、また絶えず移動する帰属国の不明な小組織及びテロ組織であっても、核兵器を保有すれば、比較的入手容易なミサイル、気球を用いて実行可能であり、かつ 1 発の核攻撃で被攻撃国特に先進国に対して壊滅的な打撃（被害）を与えることが可能である。特に HEMP 攻撃を、絶えず移動する帰属国の不明な小組織等が行う場合には、またある国がその小組織等を利用して行う場合には、核または通常兵器で報復しようとしても報復すべき目標・位置の特定が困難であり報復できないとみられること、すなわち核による抑止が機能しないとみられること、また直接人員殺傷等の悲惨な事態を引き起こさないことなどから、実行される可能性は高いとみることができる。

そのような HEMP 攻撃を政治・経済・人口など国の維持発展に必要な機能が極端に集中している東京周辺が受けた場合には、日本は図り知れない大打撃を被ることになり、国家の存立・存続そのものが危ぶまれる事態に陥る可能性がある。

したがって日本は、国を挙げて積極的に取り組んでいる大震災対処と同じ様に、HEMP 攻撃に対しても、国際政治的な取組みをさらに推進するとともに、現在では限界はあるものの HEMP 攻撃に対する技術的な防護準備についても速やかに着手し可能な限り実施する必要がある。以下日本として速やかに実施すべき現実的な対応（軍事的な対応は除く）について記述する。

（1）HEMP 攻撃に対する国際政治的な対応及び各国間における相互支援体制・態勢の確立

ア 国際政治的な対応

4 項「HEMP に対する日本を含む国際政治的な取組み」（1）国際政治的な取組みとして既述した、核兵器の全廃及び核拡散の完全防止を実現する国際政治的な取組みを、さらに推進する必要がある。

HEMP 能力そのものである核兵器の拡散を防ぐには、CTBT 及び NPT、国連の核軍縮決議以外の新たな取組みが必要ではあるが、当分の間は CTBT、NPT 及び IAEA、国連における核軍縮決議を有効に活用する必要がある。特に CTBT、NPT に関しては、現在の問題

点である CTBT については未臨界核実験の禁止も含めるとともに、NPT についても、核兵器保有を目指す国を支援する国家及び企業・個人の存在を禁止しかつ阻止可能となるように是正し、かつ全ての国を CTBT 及び NPT に加盟させて、その義務を忠実に順守させる必要がある。

イ 各国間における相互支援体制・態勢の確立

甚大な被害を引き起す HEMP 攻撃に対しては、日頃から核兵器特に HEMP 攻撃等に関する情報を獲得し、それに基づき国際的に対応しかつ自国の防護準備を着実に進める必要がある。そのために日本は、関係諸国との間において、自然災害対処と同様、HEMP 攻撃等に関する情報を適宜に獲得し共用できる体制・態勢を構築する必要がある。

また HEMP 攻撃による甚大な被害を復旧するには、被害国 1 国のみで対応困難であり各国の支援が必要である。そのために日本は、関係諸国との間において、自然災害対処と同様、HEMP 攻撃による被害復旧に必要な人的・物的支援を迅速に提供できる体制・態勢を構築する必要がある。

(2) 核兵器による攻撃を無効化する技術的な対応

核兵器による攻撃を無能力化するために現在各国がとっている対応には、弾道ミサイルを使用する攻撃である場合には、核弾頭を搭載している、いないにかかわらず、その飛翔してくる弾道ミサイルをミサイルによって破壊する弾道ミサイル防衛 (BMD: Ballistic missile defence) と、核爆発から人員・装備等を防護する核シェルターがある。このことに関し日本がとっている対応は BMD のみである。この BMD は、核兵器を保有していない日本にとって、核ミサイルを撃破して被害を阻止する唯一の極めて重要な手段である。

しかしながら BMD は、現状では衛星を利用する HEMP 攻撃には対応することができず、また飛翔してくる全ての弾道ミサイルを確実に破壊できるとは限らないために、弾道ミサイルによる HEMP 攻撃を完全に阻止することは不可能である。

したがって日本は、HEMP 攻撃に対し、現在まで明らかになっている技術的な防護措置に基づき最小限、下記事項を早急に行う必要がある。

ア HEMP 攻撃に対して強靱かつ冗長性のある政府・各省庁・自治体・企業等組織の構築

現在業務の効率化・合理化を目指してコンピュータネットワークにより構築されつつある中央集権的な業務遂行・処理システム等が密集する地域特に首都圏地域及び他の大都市地域は、HEMP 攻撃の最適な日標となる。

したがって政府・各省庁・自治体・企業等は、各組織の管理・業務システム等を構築するにあたっては、1 発の HEMP 攻撃で国家・首都・大都市・企業等の全機能が破壊等されて麻痺しないようにしなければならない。そのためには、各種電子機器・システム等を可能な限り地方に分散して独立的な業務の遂行・運営が可能になるようにし、成し得れば中央における機能が破壊され麻痺した場合において、中央機能を代行あるいは補完できるようにする必要がある。

イ 日本の現時点における HEMP 攻撃に対する技術的防護の可能性の把握等、
及びそれに基づく HEMP 攻撃対処計画等の徹底

政府は、産・学と一体となって、少なくとも下記事項について、現時点で出されている規格・勧告に適合しているか否か例えば電磁波遮蔽(シールド)機能を有するか否かを把握し、また HEMP 破壊等効果を低減する方法・使用法等及び故障復旧のための要員及び予備電子機器・部品等の状況を明らかにして、それに基づく HEMP 攻撃対処計画を確立し、それらを各省庁・自治体・企業等及びその下部組織特に自衛隊、警察、消防などの実働組織はもとより、国民まで徹底し、組織的に対応する必要がある。

HEMP 防護対象施設・設備等

- 国家、企業、国民にとって不可欠なインフラ
 - ・ 全ての基盤となる電力・電気インフラ
 - ・ 電力・電気インフラの電気を用いる各種のインフラ
情報・通信システム、公共交通機関(鉄道・航空・船舶・バスなど)の各種業務用システム、金融・銀行システム、医療システム、上下水道システムなど
 - ・ 上記のインフラ及びシステムを設置する建造物・施設、建造物等の維持管理用設備(電気及び上下水道・エレベータ等の装置など)
- 電力・電気インフラ及び各種インフラ特に情報・通信システム等と接続する政府・各省庁・自治体などの行政機関及び企業等の管理・業務処理システム、各システム等を設置する建造物・施設及び建造物等の維持管理用設備特に自衛隊の指揮・統制・運用システム、警察・消防・公安調査庁などの指揮・統制・運用システム、それらを使用する建造物、施設の維持管理用の施設
- 上記以外の、行政機関、その他の組織及び個人が用いる固定型・移動型・携帯型の電子装置・電子機器類及び電子機器を基盤に持つ物

主要参考文献

- 1) 電磁波と情報セキュリティ対策技術, 平成 24 年 1 月 10 日発行, 編者 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, 発行者 竹生修己 発行者 株式会社オーム社
- 2) High Altitude Electromagnetic Pulse (HEPM) and High Power Microwave (HPM) Devices : Threat Assessments, Updated July 21.2008, Clay Wilson, Specialist in Technology and National Security Foreign Affairs, Defense, and Trade Division, CRS Report for Congress
- 3) Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack, Volume1 : Executive Report 2004
Commission Members : Dr. John S. Foster, Mr. Earl Gjelde, Dr. William R. Graham (Chairman), Dr. Robert J. Hermann, Mr. Henry (Hank) M. Kluepfel, Gen Richard L. Lawson, USAF (Ret.), Dr. Gordon K. Soper, Dr. Lowell L. Wood, Jr. , Dr. Joan B. Woodward
- 4) Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack, Critical National Infrastructures,
Commission Members : Dr. John S. Foster, Mr. Earl Gjelde, Dr. William R. Graham (Chairman), Dr. Robert J. Hermann, Mr. Henry (Hank) M. Kluepfel, Gen Richard L. Lawson, USAF (Ret.), Dr. Gordon K. Soper, Dr. Lowell L. Wood, Jr. , Dr. Joan B. Woodward, April 2008
- 5) “ELECTROMAGNETIC PULSE : THREAT TO CRITICAL INFRASTRUCTURE”, Dr. PETER VINCENT PRY, TESTIMONY BEFORE THE SUBCOMMITTEE ON CYBERSECURITY, INFRASTRUCTURE PROTECTION AND SECURITY TECHNOLOGIES HOUSE COMMITTEE ON HOMELAND SECURITY, May 8, 2014
- 6) Interim Report of the Defense Science Board (DSB) Task Force on Survivability of Systems and Assets to Electromagnetic Pulse (EMP) and other Nuclear Weapon Effects (NEW), Summary Report No.1, August 2011, Office of the Under Secretary of Defense For Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C.20301-3140
- 7) Nuclear weapons test effects : debunking popular exaggerations that encourage proliferation ([http : //ed-thelen.org/EMP-ElectroMagneticPulse.html](http://ed-thelen.org/EMP-ElectroMagneticPulse.html))2014/09/17
- 8) Apocalypse Unknown, The Struggle to Protect America From An Electromagnetic Pulse Catastrophe, Dr. Peter Vincent Pry (Contributors ; Dr. William R. Graham, R. James Woolsey, Ambassador. Henry Cooper, Dr. William Radasky, Jhon Kappenman, Dr. Alberto Ramirez Orquin, David B. Jackson, Thomas S. Popik), Task Force on National and Homeland Security
- 9) SC77C におけるイミュニティ規格の最新動向, 古賀隆章(東京大学(iri-tokyo.jp/mtep/etsuran), 2012.12.02 検索)
- 10) 電磁波セキュリティに関連する標準化の取組み, 富永哲欣, 小林隆一, 関口秀紀, 瀬戸信二, NTT 東日本エネルギー研究所, 情報通信機構 (ntt.co.jp/laurnal/fiels/jr_200808016.pdf, 2012.8 検索)
- 11) 情報通信ネットワークインフラにおける悪意ある電磁波攻撃に対する評価及び防護技術に関する研究 (073103006), 研究代表者 徳田正満 東京都市大学, soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/.../kokusai.pdf 2014.12.8 検索)
- 12) SS77C におけるイミュニティ規格の最近動向,小関隆章(東京大学)(iri-tokyo.jp/mtep/etsuran.html), 2014.12.10 検索)
- 13) ITU-T SG5 における通信 EMC の標準化動向, 本間文洋/奥川雄一郎/高谷和弘, NTT 環境エネルギー研究所, NTT 技術ジャーナル 2014.2 (ntt.co.jp/journal/1402/fiels/jn201402078.Pdf)
- 14) 防衛省規格 電磁干渉試験方法, NDS C 0011 C, 制定 昭和 54 年 6.13, 改正平成 23 年 6.15, (mod.go.jp/trdi/data/pdf/c/c0011c.pdf)
- 15) 情報セキュリティ研究開発戦略 (改定版), 2014 年 7 月 10 日, 情報セキュリティ政策会議