

# 高高度電磁パルス (HEMP) 攻撃の脅威

## —喫緊の課題として対応が必要—

元陸上自衛隊化学学校長 鬼塚 隆志

### 1 はじめに

先進国の個人および組織の諸活動は、宇宙空間とサイバー領域（コンピュータネットワーク）の活用、及びその活用を可能にする電磁（波）スペクトラムの活用と相俟って、進化し続ける電気・電子系統無くしては最早存立し得なくなっている。そのような中、各国は、上記の科学技術を用いて、人的殺傷・建造物破壊などの動的破壊を引き起こすことなく、軍・民の諸活動に不可欠となっている電気系統のあらゆる物を、瞬時に広域にわたって非動的に損壊・破壊する兵器の開発、取得に多大な努力を傾注していると見られている。その兵器は、電磁波妨害兵器、サイバー兵器（マルウェアを送り込みコンピュータ・システムの制御の乗っ取り等を行う兵器等）、電磁（波）パルス兵器等であり、既にその一部は実際に使用されており、さらに、ならず者国家およびテロ組織等もそれらの技術や兵器の取得等に努めていると見られ、先進国の安全保障にとって極めて大きな喫緊の脅威となっている。中でも電磁（波）パルス兵器には多大な努力が傾注されており、その兵器で巨大な威力を持つものは、核兵器・核爆発装置を利用するものである。例えば約10キロトン程度の小型の核兵器・核爆発装置を高高度（約30～400km）が爆発して発生する電磁パルス（以後、高高度電磁パルス、またはHEMPと記す）の威力は、瞬時に半径数百～数千km以内に存在する電気系統をほぼ全て破壊し、個人・組織の諸活動を崩壊させると推測されている。因みに、現在の電子機器等は、電磁（波）パルス攻撃等をほとんど考慮せずに微弱電流・電圧で作動する電子素子・超集積回路（超LSI）を多用するようになっており、その結果、電磁パルス攻撃に対しては極めて脆弱になってい

る。さらに重要なことは、広域にわたる破壊状態等を復旧するには、大量破壊等に備えていない現行の復旧要員・資器材等の態勢では、数か月から数年かかると見られており、復旧が長引く場合には、結果として疾病および飢餓が発生・蔓延し大量の人員が死に至ると推測されているということである。

HEMP攻撃は、核兵器を保有しその打ち上げ手段を持つ国以外に、既に多数の長距離ミサイルを保有しかつミサイルに搭載可能な核弾頭の小型化を目指していると思われる北朝鮮はもとより、高度な核・ミサイル等の技術を有していない、ならず者国家およびテロリストグループであっても、下記①②から、実行する可能性がある。

- ①電気系統を破壊する地域が極めて広大なため、1発の爆発装置を、例え爆発装置を搭載するミサイルの命中精度が低くとも高度30km以上で爆発させるならば、高度に発展した電気・電子機器に依存している核兵器国に対して瞬時に甚大な被害を与えることができる。
- ②他国から不正に入手した高濃縮ウランを用いて、ガンバレル（砲身）型の核爆発装置（広島に落とされた核爆弾タイプのも）については比較的容易に組み立てることが可能とみられており、かつ入手容易な発射手段（ミサイル、気球等）とその打ち上げ基盤となる遺棄貨物船等を使用すれば、攻撃目標国に接近して実行することが可能である。

したがって日本を含む先進国は HEMP攻撃を喫緊の脅威として真剣に認識し、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。なおこの準備は、今後10年間に生起する確率が10～20%とも予測されている太陽が数百年周期で地球に引き起す強烈な磁気嵐による損壊・破壊効果、例えば1859年に生起したキャリントン事象のような事象に対しても必要なことである。

本拙論は、以上の観点から、発生原理の概要がある程度明らかになっており、かつ破壊効果が極めて大きいHEMPに焦点を当てて、電磁パルス（EMP）攻撃の概要、各国等のHEMP攻撃及び防御能力等、HEMP攻撃に対する国際的な取り組みを概説し、それらに基づき対HEMP防護のために我が国が最小限速やかに実施すべき事項について記述するものである。

## 2 電磁パルス（EMP）攻撃の概要

### （1）EMP攻撃の種類

EMP攻撃は、下記ア、イに大別することができる。

#### ア 核爆発を利用するEMP攻撃

この攻撃は、高高度（地上30km～400km）における核爆発によって発生するHEMP（高高度電磁パルス）を利用する攻撃であり、電子機器等を破壊する地域は極めて広大である。この攻撃はさらに(ア)通常の核弾頭・核爆発装置を用いるEMP攻撃と(イ)特殊設計の核弾頭・核爆発装置を用いるEMP攻撃（スーパーEMP攻撃という）に区分される。

#### イ 核爆発を利用しないEMP攻撃

この攻撃は、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、ほぼ瞬間的に発生する濃密なマイクロ波、すなわちHPM（強力マイクロ波）を利用する攻撃であり、電子機器等を破壊する地域はアに比し、狭小である。

いずれのEMP攻撃兵器も以前から開発されており、特にイ核爆発によらないEMP攻撃の一部であ

るEMP弾は、イラク戦争において実際に使用されている。

以下、発生原理および各種EMP攻撃による被害状況等について記述する。

### （2）HEMPの発生原理

ここでは、主として発生原理の概要がある程度明らかになっているHEMPの発生原理等を記述する。HEMPは3要素からなる。

それらの発生原理等は各種資料<sup>1</sup>から次のように要約できる。

#### ○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、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）を発生し、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、波長10～100m、周波数3～30MHz（メガヘルツ、1MHzは100万Hz）の短波（電波）であり、かつ数ns（ナノ秒、1nsは10億分の1秒）で数千ボルトのエネルギーを伝搬する強力な衝撃波であり、数10 nsの間継続する。E1は、爆発点から見通せる地域内の電気器具・電子機器及びそのシステム内に、またそれらを用いる機械類等の物体内に入り込み、それらの基盤となる電子素子・部品等を過負荷状態（耐性許容限度以上の負荷をかける状態）にして損壊・破壊する。E1は落雷よりも高速で発生しかつ継続時間が短いため、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は落雷のような特性を有しE1の次に電子機器等に到達し、E1同様非常に遠距離まで及ぶ。E2は、波長100～1,000m、周波数0.3～3MHzの電波であり、数ミリ秒（1000分の数秒）間継続する。E2は一般的な落雷防止装置で阻止できるが、E1が損壊・破壊した箇所から電子機器等内に入り込みさらなる

<sup>1</sup> 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. Jhon 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

損壊・破壊を引き起す。

○終期HEMP (EMPの第3要素：E3)

E3は、核爆発によって発生する火球に起因し、火球が膨張し崩壊する際に地球の磁界(磁場)を振動・動揺させて、非常に大きな電導体に大電流を誘起する。その大電流は、E3の周波数30～300KHz(キロヘルツ)で、約1マイクロ秒(100万分の1秒)から数百秒間継続する波長1～10kmの長波部分と結合して発生する。E3の波形は、非常に長い線状(1次元)の物体と直接結合するため、地上及び地下浅く長距離にわたって敷設された電線・電話線等は、E3が入り込む理想的かつ最適な物体である。E3による電流(電圧)は電線等の長さに比例して大きくなる。ある資料では、75万ボルトに対応する超高压変圧器を融解し得る大電流を発生することである。従ってE3は長い送電線・配電線の途中にある各種変圧器及び長い電線等と接続している電子機器・システム等を、またE3の良導体である大型航空機の機体・翼の金属外板と接続する操縦用のサーボ機構(自動復帰制御機構)等を損壊・破壊する。E3は長い送電線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。

スーパーEMP弾等は、主としてE1を発生する。ロシアの文献では200kV/m(キロボルト/メートル)を発生することである。因みに太陽が数百年周期で地球に引き起す強烈な磁気嵐による大規模なEMPは主としてE3である。

(3) HEMPによる被害状況(米国におけるシナリオに基づくシミュレーションの結果)

HEMP攻撃により電子機器等が破壊される地表面の被害地域は、極めて広大であり、爆発高度が高くなるほど広がる。爆発高度に応じる地表面の被害地域の半径は、高度30kmで半径602km、高度100kmで半径1,100km、高度200kmで半径1,556km、高度300kmで半径1,905km、高度400kmで半径2,200kmである。例えば爆発高度30kmでニューヨーク～ワシントン間の直距離約360kmを遙かに超え、特に爆発高度400kmでは米国大陸の

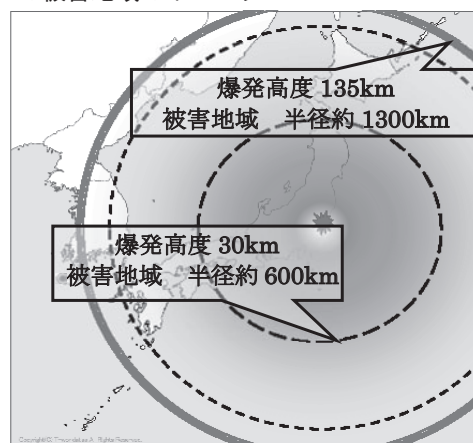
ほぼ全域を覆う。(出典：Peter Vincent Pry, *Civil-Military Preparedness For An Electromagnetic Pulse Catastrophe*, のデータを基に記述)

具体的な被害状況は、米国議会EMP議員団(Congressional EMP Caucus)が認定した国家・国土安全保障調査会が描くシナリオによると、10キロトンの通常の核弾頭および核爆発装置がニューヨーク真北上空135kmで、またボルチモア上空30kmで爆発して発生するHEMPによる被害の状況は、双方とも同じであり表1の通りである。特にこのシナリオ等を日本の上空に置き換えた場合の被害地域のイメージは図1のようになる。シナリオ<sup>2</sup>の概要は次の通りである。

表1 HEMPによる被害状況

項目	被害規模
死傷者	数百万人(筆者註：復旧長期化の結果として)
インフラ被害	米国東部の全域
停電地帯からの避難民	数百万人
汚染状況	米国東部全体、恐らく数州・約64km <sup>2</sup> 以上に亘って散在する原子炉、工場、製油所、パイプライン、燃料貯蓄所、その他工業施設の、火災や爆発等による放射能と化学物質の脅威
経済的な影響	数兆米ドル
復旧予定期間	数年

図1 上記シナリオ等を日本の上空に置き換えた場合の被害地域のイメージ



出典：筆者作成

<sup>2</sup> 著書Apocalypse Unknown: To Protect America From An Electromagnetic Puls Catastrophe, By Dr. Peter Vincent Pry (現在、国家・国土安全保障に関する特別委員会および米国核戦略フォーラムのディレクター)等, Task Force on National Homeland Securityの、P190～P203による。





ならず者国家およびテロリストグループが、ある国から窃取した高濃縮ウランを用いて、比較的作成容易といわれているガンバレル（砲身）型（広島に落とされた核爆弾のタイプ）の10キロトンの核爆発装置を即製し、下記1）、2）の要領で爆発させる。

- 1) 廃棄貨物船等を利用して米国近海から、不正に入手したミサイルで発射し、ニューヨーク真北上空135kmで爆発させる。
- 2) 小型船舶で内陸水路に侵入して、あるいは領海外から、入手可能な気象用の高高度上昇気球を用いて、ワシントンD.C.-ニューヨーク市の回廊に向かう風を利用して放出・上昇させて、高度計と無線信管を用いて、ボルチモア上空30km以上の高度で爆発させる。（気球の能力に関し、2012年10月、あるアクロバット者が、気象用の高高度上昇気球を用いて上昇し、高度約39kmからスカイダイビングするのに成功している。また高高度上昇気球は1個で数百ポンド（1ポンドは約454グラム）を上昇させることができ、誰でも入手可能である）

参考として、3キロトンの特殊設計の核爆発装置等が米国の地理的中央上空400kmで爆発した場合に発生するスーパー EMPによる被害状況を示すと、表2のようになる。

表2 スーパー EMPによる被害状況

項目	被害規模
死傷者	数百万人（筆者註：復旧長期化の結果として）
インフラ被害	連接する米国全域
停電地帯からの避難民	数百万人はカナダおよびメキシコを目指す
汚染状況	連接する米国全域、恐らく数州・約64km以上に亘って散在する原子炉、工場、製油所、パイプライン、燃料貯蓄所、その他工業施設の、火災や爆発等による放射能と化学物質の脅威
経済的な影響	数兆米ドル
復旧予定期間	数年

また10キロトンの核爆装置が、熱戦、爆風、放射線による人員殺傷・建造物破壊を引き起す地表面近くの低高度で爆発する場合、同時に発生する電磁パルスSREMP(Source Region Electromagnetic Pulse)による被害地域は、HEMPおよびスーパー EMPによる被害地域に比し極めて狭小である。これに関し前記以外の国家計画作成用のシナリオ<sup>3</sup>によれば、10キロトンの核爆装置がホワイト・ハウスの近傍の低高度で爆発した場合として、そのSREMPにより電気・電子機器が損壊・破壊される被害地域は、人員殺傷・建造物破壊地域と同じであり、爆発地点から半径3～8kmの地域である。

この場合の人員殺傷の被害は、重症者は少なくとも15万人、爆発地域からの自力避難者は50万人、その中での除染必要者は約10万人と見積もられている。ホワイト・ハウス周辺より人口密度の高いニューヨーク、シカゴに対する人員殺傷効果は前記の4～8倍となる。建造物破壊効果は、人員殺傷効果にも影響するが、建造物の高さ・強度および密集度等により変化する。

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

以上のことから、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電力・電気供給に係るインフラ（例えば発電所、送電システム）、およびその電気を用いるその他のインフラ例えば、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、および建造物・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。特に送電線からの外部電源を利用する原子力発電所は、HEMP攻撃による送電停止に対して固有の非常用電源・発電機等により対処できない場合、福島原発事故のような事態に陥る可能性がある。換言すれば、政府および各省庁・自治体等の管理業務用

<sup>3</sup> Written Statement to Accompany Testimony at United States Hearing for the Committee on Homeland Security and Governmental Affairs, titled "Nuclear Terrorism : Confronting the Challenges of the Day After, April 15, のP3～P5による。（www.hage.senate.gov/download/041508dal/as）

システム、企業の管理運営等の各種業務処理用システム、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および出入国管理システムなど、特に電気および情報・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、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ということである。

さらにこの大混乱事態を復旧するには、現状では、大規模な破壊・故障等に備えていない、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、結果として飢餓および疾病などが発生、蔓延し大量の人員が死に至ると推測される。

### 3 各国の HEMP 攻撃及び防護能力

#### (1) 米国以外の諸国<sup>4</sup>

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いる。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。

#### ア 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および対衛星兵器に関する審議では、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 (電磁気パルス) 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) およびレーザー兵器の開発にもかなりの資源を当てている。

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、中国は米国から窃取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スーパー EMP兵器を保有していると評価している旨明らかにしている。

#### イ 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。旧ソ連邦は、冷戦間に平和目的の宇宙発射体と偽わり秘密兵器としてFOBS (部分軌道爆弾) 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EM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、旧ソ連邦およびロシアは、1962年に旧ソ連邦が一連の大気圏内核実験を行ってHEPMの破壊効果等を観測して以来、民間および軍の電子機器・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。参考<sup>5</sup>として、ロシアの真空管の生産は世界1であり、半導体およびマイクロチップ (電子回路の微小な構成要素) と比べた場合、真空管のEMPに対する強度は数百万倍以上である。

#### ウ 北朝鮮

(ア)第1回目の人工衛星の打ち上げ<sup>6</sup>

2012年12月12日、北朝鮮はKSM-3衛星を周回極軌道に乗せるのに成功し、地球上のどの国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。このKSM-3衛星の軌道は、米国に対して核EMP攻撃ができるFOBS (部分軌道爆弾) 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回目の核実験を行って再び核危機を引き起した。その危機の最中の同年4月10日、KSM-3衛星 (核兵器を装備していた場合) は、米国本土の地理的中心近くで最大のHEMP域を生成する最適高度にあった。また2013年4月16日のKSM-3衛星は、

<sup>4</sup> CRS Report for Congress, High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices : Threat Assessments, Updated July 21, 2008を要約整理して記述

<sup>5</sup> 著書Apocalypse UnknownのP247による

<sup>6</sup> Dr Peter Vincent Pry がThe Atlantic and Conversationで行った講演内容及びCRS Report for Congress, High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Device:Threat Assessments, Updated July 21,2008のP250からP258を要約して記述



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。

但しこの件に関し米国国家情報長官（DNI）は、2013年4月11日に、「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」また「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。」と公式に表明している。

(イ)第2回目の人工衛星の打ち上げ

北朝鮮は2016年2月6日再び人工衛星を打ち上げ高度約500kmの周回極軌道にのせた。このことがもたらす脅威については、(ア)項と同じである。

この件に関し、2016年2月12日、ジェームス・ウォールゼイ（R. James Woolsey）CIA元長官）他3名<sup>7</sup>によるNATIONAL REVIEW「過小評価している北朝鮮とイランからの核ミサイルの脅威」と題する記事の冒頭で、次のように記している。

北朝鮮は土曜日に2番目の自国の人工衛星を打ち上げたが、未だに国の報道機関はその実在する脅威を無視続けている。ホワイト・ハウスは核武装した北朝鮮が電磁パルス攻撃によって極めて大量の米国人を殺戮する能力を示威したことを認めていない。ホワイト・ハウスのスポークスマンおよびメディアは、北朝鮮はミサイルまたは人工衛星の打ち上げ用の小型核弾頭をまだ保有していないという根拠のない確信に基づいて国民をミスリードしている。

上記3カ国のスーパーEMPに関し、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スーパーEMP兵器）を開発していると判断している。

エ 韓国<sup>8</sup>

韓国大統領は、北朝鮮のHEMP特にスーパー

EMP攻撃能力の開発を懸念して、韓国重インフラ防護に関する大統領命令を出し、その防護計画は既に約5年間続いておりかなり進捗しているとみられている。このことに関し北朝鮮は最近、非核の電磁パルス攻撃により、韓国の交通機関と民間航空交通に対するGPS受信機を妨害する攻撃を行っている。因みに韓国は、輸出用の超高压変圧器（EHV transformer）を製造する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。

オ 台湾<sup>9</sup>

台湾は、中国が自国領と考えている台湾を無防護状態にする中国軍の文書および実際の準備を良く承知しており、EMP攻撃から自国の電力（配電）網およびその他の重要インフラを防護する計画を実行中である。

(2) 米国のHEMP攻撃及び防護能力

米国はHEMP攻撃能力については、当然のことながら核兵器大国であり、核爆発を用いるHEMP能力の他に、また核爆発によらないEMP能力についても開発し続けており、また保有しているとみられる。防護能力については、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現政府の取組みについても、重要インフラ防護法が未だ未整備で、かつ予算もほとんど配分されておらず、現在のところ進んでいないようである。また、現在の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いるミサイル防衛システム態勢では、ならず者国家等が中古貨物船等で米国に接近しメキシコ湾等から低質のミサイルで核爆発装置を打ち上げて行うHEMP攻撃については阻止できない。米国のHEMP攻撃に対する限定的な準備状況は次の通りである。

○法律整備の状況

2015年6月25日、下院の国土安全保障委員会（Homeland Security Committee）は電磁パルス（EMP）から米国人を防護するための重要な法律である重要インフラ防護法（CIPA）を可決した。2015年8月4日には、電磁パルスの脅威に対して重

<sup>7</sup> 他の3名とは、William R. Graham, NASA元長官代理、議会EMP委員会議長）、Henry F CooperとPeter Vincent である。

<sup>8</sup> 著書Apocalypse UnknownのP247による

<sup>9</sup> 著書Apocalypse UnknownのP247による



要インフラを安全にする等のために、2002年の国土安全保障法を改正する法案が、下院の第114議会の第1セッションに提出されている。

#### ○国防省の取組み（2015年8月までの状況）

国防省は、北朝鮮等によるEMP攻撃の脅威認識し、ピータソン空軍基地の近傍に所在していた核攻撃に対して早期の警戒と指揮・作戦を行う北米航空宇宙防衛コマンドの司令部（Norad）を、10年前に撤収したコロラド・スプリングス近傍のシャイアン山脈に所在する多数の地下掩蔽壕のある場所に復帰させつつある。その地下掩蔽壕は冷戦時に核戦争から生存するために構築したものでEMP攻撃に抗し得るとのことである。また国防省は最近、2020年までに通信電子機器を改良するために7億米ドルの契約を行っている。

○各州独自の取組み：例えば、メイン州とヴァージニア州は州法を制定してEMP攻撃対応に関する研究に着手しており、フロリダ州も州の電力網を強化する実行策を検討中である。またテキサス、ノース・カロライナ、サウス・カロライナ、インディアナ、ニューヨークの各州もそれぞれ対応し始めている。

## 4 HEMP に対する国際的な取組み

国際的な取組みには、（1）HEMPを発生する核兵器そのものの保有を制限・阻止しようとする政治的な取組み、（2）HEMPの破壊等効果に対処するための技術的取組み、（3）核兵器の使用を抑止しようとする軍事的取組みがある。ここでは（1）、（2）のみについて記述する。

### （1）HEMPを発生する核兵器そのものの保有を制限・阻止しようとする政治的取組み

この取組みには、主に、ア．核実験を禁止する取組み、イ．核兵器を拡散させない取組み、ウ．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。  
ア 核実験を禁止する取組み

1962年までは米ソが盛んに大気圏内で核実験を行っていたが、実験による放射能物質（フォールアウト）が広域汚染を引き起すという国際的懸念から、主に大気圏内での核実験を禁止する部分的核実験禁止条約（PTBT）が1963年に発効した。さらに

地下核実験の遠隔監視と検証手段が進展し、1996年に地下核実験をも禁止する包括的核実験禁止条約（CTBT）が1996年国連で採択された。日本は1996年9月に署名し1997年7月に批准している。しかし同条約は発効要件国である特定の44カ国のうち署名済みの米国、中国、エジプト、イラン、イスラエルが2015年6月現在批准しておらず発効には至っていない。特にインド、パキスタン、北朝鮮は未署名国である。

### イ 核兵器を拡散させない取組み

核不拡散の国際規範は1970年に施行された核不拡散条約（NPT）によって形成されてきた。同条約の締約国は逐次増加し現在、国連加盟国数に次ぐ190カ国（北朝鮮を除けば189カ国）である。日本は1976年6月に批准している。締約国は、核の平和利用を行う権利と核兵器を拡散させない義務を有している。拡散させない義務は、『①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。②非核兵器国は、核兵器の受領、製造、取得をせず、製造のための援助をしない。③非核兵器国は、国際原子力機関（IAEA）の査察を含む保障措置を受け入れる』である。しかしNPT締約国から、核兵器の保有を追及する国例えば北朝鮮などが次々と出現しており、NPTは核兵器の拡散を完全には阻止できていない。またNPT未参加国のうちインド（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、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見られている。

特にNPTは、国際テロリスト等の非国家主体に対する核拡散は想定しておらず、そのために2004年に国連安保理で決議1540号が採択され、国連憲章第7章に基づき全ての国連加盟国は非国家主体に対して核兵器を含む大量破壊兵器の不拡散措置を講じることが義務付けられ、加盟国に不拡散措置の実施状況について定期的な報告を求めているが、完全には履行されていない。核軍縮交渉は唯一米ロ間で実施されているが2009年の新START以降進捗していない。さらに原子力供給国グループ（NSG）やミサイル技術管理レジーム（MTCR）等の輸出管理等がありそれらは間接的にはHEMP攻撃の脅威の低減に寄与しているとも言えるが、現在のところHEMP



攻撃を直接規制する国際規範は存在しない。

#### ウ 核軍縮決議

2015年12月7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166、反対3（北朝鮮、中国、ロシア）、棄権16（米英仏を含む）で採択した。総会では、1994年から毎年同趣旨の決議が採択されているが、今年には北朝鮮に加え中国、ロシアが反対に回り、また昨年米英仏が棄権に回っている。

総じて核兵器の保有を制限・阻止しようとする政治的取組みは、核兵器保有国の増加阻止にはある程度寄与したと言えるが、核実験及び核兵器の拡散特に核兵器の保有を完全には阻止できてはいない。

以上ことから、CTBT（PTBT）、NPTおよび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、核実験およ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。

### (2) HEMPの破壊等効果に対処するための技術的取組み

国際的な技術的取組みは、主として国際電気標準会議（IEC）および国際通信連合（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（日本の参加組織は日本工業標準調査会（JISC））およびITU（日本は理事国として参加）の取組みの成果は、各種内容・項目毎に逐次に規格・勧告の形で出される。この規格・勧告については後に改定されることもある。IECおよびITUのみについて記述する。

IEUおよび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。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（電子機器等の不干渉性を高める）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（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および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」<sup>10</sup>およびその他の公開文書などの諸資料<sup>11</sup>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（高高度電磁パルス）およびHPEM（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（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、ある国およ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。

IEC TC77 SC77C は、大電力過渡現象として、電子機器・システム障害に対する電磁的脅威としてHPEM（大電力電磁気）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）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、関連する多くの標準・規格を制定している。その規格・勧告はEMC（電磁環境適合性すなわち電磁的な不干渉性および耐性）の規格としてIEC61000シリーズの文書として出されている。

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

<sup>10</sup> 「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

<sup>11</sup> 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. 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/fiels/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)



定されている。

(イ)ITU-T（国際電気通信連合-電気通信標準化部）の対応

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の勧告が制定されている<sup>12</sup>。

ITU-T勧告K. 78は、「電磁波と情報セキュリティ対策技術」<sup>13</sup>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10kmで核爆発が起きた場合に発生するHEMPに対するEMCの要求を示した勧告である。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および従来のEMC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、情報通信機器およ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および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、試験内容およびその試験レベル、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<sup>14</sup>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には、「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、各国およ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、電子機器およびそれらのシステムに現在どの程度反映されているか、すなわちHEMPに対して現在各国特に日本がどのような準備を進めているのかについては明らかにされていない。また既述したように米国政府の対応準備も進んでいない。

特に我が国の場合、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

<sup>12</sup> 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および防護技術による研究（0703006）

<sup>13</sup> 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

<sup>14</sup> ITU-T SG5における通信EMCの標準化動向（NTT技術ジャーナル2014 2, ntt.co.jp/journal/1402/files/in201402078.pdf）



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。」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。参考までに明らかに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た場合、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起した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およ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 我が国が最小限速やかに実施すべき現実的な対応

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・存続そのものが危殆に瀕する可能性がある。

したがって我が国は、国を挙げて積極的に取り組んでいる大震災対処と同様に、HEMP攻撃に対して

も、官・産・学が一体となって、国際政治的な取り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可能な限り実施する必要がある。以下国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。下記（1）イ以降の記述内容はHEMP攻撃以外の各種の電磁パルス攻撃、および太陽により数百年毎に発生する大規模な磁気嵐に対しても適応できるものである。

### （1）HEMP攻撃に対する国際政治的な取組みおよ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

HEMP能力そのものである核兵器の全廃および核拡散の完全防止を実現する国際的な取組をさらに推進する。また新たな取組も模索する。当分の間はCTBT、NPTおよび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には未臨界核実験の禁止も含めるとともに、NPTに関しては核兵器保有を目指す国を支援する国家および企業・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および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

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。そのために関係諸国との間において、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）国内における対HEMP防護体制・態勢の構築

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（国際規格・勧告）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

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、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、中央機能を代替・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、およびそれに基づく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(ア)(イ)(ウ)に関し、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・使用法等および故障復旧のための要員および予備の電源、燃料、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・企業等およ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。

- (ア)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
  - ・上記のインフラおよ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（電気および上下水道・エレベータ等の装置など）
- (イ)電力・電気インフラおよ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および企業等の管理・業務処理システム、各システム等を設置する建造物・施設および建造物等の維持管理用設備
  - 中でも自衛隊の指揮・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
- (ウ)上記以外の、行政機関、その他の組織および個人が用いる固定型・移動型・携帯型の電子装置・電子機器類および電子機器を基盤に持つ物

## 6 おわりに

先進国は核爆発によるHEMP攻撃に対して極めて脆弱になっている。このことは、現在および将来の先進国の諸活動が、電気・電子系統に大きく依存している、依存していくが故の結果いわゆる負の遺産である。HEMP攻撃への対処は、核爆発によるために我が国は、通常の核攻撃同様米国の拡大核抑止の範疇で対処可能と考えるかもしれない。しかし次のようなHEMP攻撃に対しては、米国の核抑止は機能しないであろう。それは、帰属国不明で拠点をえつつ活動するテロリストグループ等が、独自に、また某国に利用されてHEMP攻撃を行う場合には、報復する攻撃目標位置の特定が困難で、かつ電気系統のみの破壊で悲惨な人員殺傷・建造物破壊等を引き起さないことから、攻撃を受けた国等は、戦争行為である攻撃を受けたとは判断し難く、そのために報復攻撃実行の決断が極めて困難となり、仮に決断したとしても指揮統制システムおよび特に核・通常兵器システム等の電子機器特にコンピュータ等が破壊されている状況では、報復攻撃の適時かつ有効な発動ができなくなると見られるからである。

とは言え、HEMP攻撃を受けたとしても、攻撃により被る大規模な被害については、米国において「対応準備を行えば、HEMP攻撃による大規模な被害は低減可能である。早急に対応準備を行うべし」等との提言がなされているように、現行技術でもある程度軽減可能である。我が国としても、将来に亘って先進国・技術立国として存続せんとするならば、HEMP攻撃を現実に起こり得る喫緊の最大の脅威として捉え、早急に関係諸国と連携し、国一丸となって対応準備を進める必要がある。本拙論が、HEMP攻撃に対する脆弱性とその対応について考えるきっかけになれば幸である。