

新たな脅威への対処に不可欠な宇宙

— ミサイル防衛における宇宙利用 —

*Persistent
Surveillance & Warning
from Space*

Missile Defense

Mission Assurance

Cyber Security

ASAT

Resilience

Total System Integration

Program Management

新たな脅威への対処に不可欠な宇宙

－ ミサイル防衛における宇宙利用 －

一般社団法人 日本宇宙安全保障研究所

2020

本書および本書に含まれる商標は、法律で保護されています。本書は、非営利目的での使用のみを目的として提供されています。

この出版物及びその一部を無断で印刷及びオンラインに掲載することは禁止されています。

本書を個人的に使用する場合に限り、変更がなく完全である限り、複製することを許可します。

商用利用のために、複製したり、別の形式で再利用したりするには作成者の許可が必要です。

転載およびリンクの許可については、以下をご参照ください。

URL: <http://www.jiss.or.jp>

Email: office@jiss.or.jp

Copyright © 2020 Japan Institute for Space and Security

All rights reserved.

まえがき

中国・ロシア・北朝鮮等の脅威が増大し、我が国を取り巻く安全保障環境が激的に変化しているとの状況認識のもと、日本宇宙安全保障研究所(JISS)では「宇宙の安全保障利用」に関して、2019年度の提言を以下の6つにまとめた。

- ✓ 提言 1 喫緊の脅威に対処可能な早期警戒システムを、さまざまな資産を最大限に活用しながら、日米で連携をして整備すべき
- ✓ 提言 2 宇宙からの監視機能を含めた真に海洋安全保障に資する MDA を、我が国主導で整備すべき
- ✓ 提言 3 我が国の安全保障をより確固たるものにするため、宇宙庁を新設し、宇宙予算の一括計上を実現すべき
- ✓ 提言 4 宇宙産業・科学技術基盤の強靱化を推進すべき
- ✓ 提言 5 各種の宇宙関連事業を通じて日米同盟の強化を図るべき
- ✓ 提言 6 我が国の安全保障宇宙利用のため「国家安全保障宇宙戦略」を策定すべき

このうち、「提言 1」については、従来の弾道ミサイル対処に加え、近年極超音速兵器が現れたことによって、敵対国とのバランスが大きく崩れている我が国のミサイル防衛に対するものである。各界への警鐘と考え、提言の第一に位置付けることとした。

本書は、この「提言 1」をまとめるにあたって、JISS 会員及び有識者の参加を得て昨年 9 月から本年 2 月まで十数回にわたり実施した勉強会での情報交換をもとに、その過程での意見を付図に沿って整理・集約したものである。今回の JISS 提言内容の背景のご理解に資すれば幸甚である。

また現下の新型コロナウイルスのパンデミックが世界を席卷する中であっても、安全保障情勢の厳しさは緩まることなく熾烈ささえ加わっている。JISS においては本提言の実現を強く期し、今後更なる調査・検討・推進を国内外に展開する所存である。

会員の皆様には提言の主旨にご賛同をいただき、本活動への積極的な参画をお願いする次第であります。

2020（令和 2）年 6 月

一般社団法人 日本宇宙安全保障研究所（JISS）
会長 森本 敏
理事長 今津 寛

目次

まえがき	i
目次	iii

1. 状況認識：我が国にとっての脅威 1

(1) 激変する安全保障環境	1
a. 中国関連	1
b. 北朝鮮関連	2
c. まとめ	4
(2) 我が国にとっての脅威	5
a. 現実の脅威	5
b. 新たな脅威：「極超音速兵器」	7
b-1. 北朝鮮：KN-23	7
b-2. 中国（PLA）：DF-17、星空2号	9
b-3. ロシア：アバンガルド	11
(3) 「極超音速兵器」の特徴	12
a. 主な特徴	12
b. HGVの特徴	12
c. HCMの特徴	13

2. 状況認識：脅威への備え 15

(1) 我が国のミサイル防衛システム	15
a. 弾道ミサイル対処	15
a-1. 現状	15
a-2. 今後	16
b. ミサイル防衛システムの全体構成	16
(2) 現状システムの課題	19
a. 任務保証（ミッション・アシュアランス）の観点からの問題	19
a-1. ミサイル防衛ミッションにおける欠落	19
a-2. 日米共同オペレーションと単独オペレーション時の違い（不明事項）	19
a-3. 敵基地反撃との関連	20
b. 新たな脅威の登場による課題	20
b-1. 「弾道ミサイル+極超音速兵器」への同時対処の必要性	20
b-2. 極超音速兵器対処の難しさへの対策と課題	20
(3) 米国の動向	24
a. 米政府の対応	24
b. 日本との反応差	24
b-1. 日本の事情	24
b-2. 米国の事情	24
c. 米国における宇宙センサ配備への具体的な動き	24
c-1. 米国の現状と動向：米国ミサイル防衛システム	24
c-2. 「極超音速兵器」への米国の対処	27
c-3. HBTSS 開発のスタート	27

3. 提言にあたっての重視事項 29

- (1) ミサイル防衛における任務保証（ミッション・アシュアランス）の確保 29
- (2) 日米互換性の維持による宇宙設備の抗たん性（レジリエンス）確保 30
- (3) ミサイル発射探知情報の緊密な接続によるミサイル防衛能力の最大発揮 30
- (4) 関心域（東アジア・西太平洋地域）に注力することによる費用対効果の確保 30
- (5) 宇宙配備の早期警戒・監視システム構築への取り組み 30
 - ① 米国メーカーの参画を得て、早期に国内システムを構築 30
 - ② 衛星・地上・運用全体をトータルシステムの視点から構築 31
 - ③ 対衛星攻撃（ASAT）及び対サイバー攻撃への対策 31
 - ④ ロケット燃焼データ等の監視情報収集への取り組み 31
 - ⑤ ホステッド・ペイロードの活用 31
- (6) 将来のミッドコース追跡システム構築への取り組み（日米協力） 32
 - ① 開発状況についての情報収集と米国開発への参画の検討 32
 - ② 技術開発への取り組み 32
 - ③ 米国の宇宙利用全体構想への参画 32

4. まとめ：ミサイル防衛における宇宙利用（提言） 33

- (1) 喫緊の脅威に対処するため、我が国として欠落している宇宙配備の早期警戒・監視システムを整備すべき 33
- (2) 将来のミッドコース追跡システムの構築に備えての取り組みを開始すべき 34

編集後記 34

参考資料 35

- ・参考資料 1 2020 年の北朝鮮による弾道ミサイル発射状況 35
- ・参考資料 2 警戒管制レーダ及び自動警戒管制システムの概要 35
- ・参考資料 3 イージス艦・ペトリオットシステム・警戒管制レーダの配備状況 36
- ・参考資料 4 我が国の気象衛星と米国 DSP/SBIRS とのセンサ比較 36
- ・参考資料 5 米本土ミサイル防衛における主な地上配備システムの概要 37

略語一覧 39

参考文献/ソースリスト 43

1. 状況認識：我が国にとっての脅威

(1) 激変する安全保障環境

a. 中国関連

過去、世界に対し「信頼できるパートナー」として振舞ってきた中国は、特にこの 10 数年の間に大きく立場を変え、経済産業面では 2014 年の「一帯一路」及び 2015 年の「中国製造 2025」を発表し、軍事面では 2015 年の国防白書で「海上での軍事闘争」に備える方針を内外に表明するに至っている。

まさに米ピーター・ナヴァロ氏の指摘にもある、「現状維持」国家とのペルソナを外し、アジアにおける影響力拡大への強固な意図を持った「現状変更」国家としての姿を現してきたと言える。

このような状況を受け米ランド研究所が米陸軍から委託されてまとめた報告書が「War with China」（2016 年発刊）である。

同報告書では、いくつか考えられる**米中戦争の主要なシナリオのひとつに、尖閣諸島をめぐる日中の対立から軍事衝突が起きる**ことを取り上げている。

尖閣問題^[注]については、海上保安庁が周辺接続水域入域及び領海侵入に対し監視・対処を行っているが、公表されているデータでは、ここ数年平均 50 隻強/月（領海侵入を含む、接続水域に入域した隻数）の頻度で常態化していたものが、2019 年には平均約 91 隻/月とほぼ倍増し、事態のエスカレートが危惧される状態となっている。

[注] 尖閣問題

（以下、海上保安庁 HP「尖閣諸島周辺海域における中国公船等の動向と我が国の対処」の説明を要約。
<https://www.kaiho.mlit.go.jp/mission/senkaku.html>）

・2008 年 5 月 7 日、中国 胡錦濤国家主席が日本を公式訪問し「戦略的互惠関係」の包括的推進に関する日中共同声明に署名を行ったが、それにもかかわらず同年 12 月 8 日、中国公船 2 隻が尖閣諸島周辺の我が国領海内に初めて侵入し、海上保安庁巡視船からの退去要求及び外交ルートを通じた抗議にもかかわらず、同日夕刻までの約 9 時間にわたり、我が国領海内を徘徊・漂泊する事案が発生した。

中国公船が我が国の主権を侵害する明確な意図をもって航行し、実力によって現状変更を試みるという、従来には見られなかった中国の新たな姿勢が明らかになった。

・2012 年 9 月 11 日に我が国が尖閣諸島のうち 3 島の所有権を民間人から国に移したことを口実として、中国公船が荒天の日を除きほぼ毎日接続水域に入域するようになった。

・2015 年 12 月 22 日には、機関砲を搭載した中国公船による接続水域への入域が初めて確認され、同月 26 日以降は当該船舶による領海侵入も発生している。

また具体的な脅威についても、2020 年 2 月に発表された米軍関係筋の情報を見ると、早期警戒衛星などにより探知された中国による弾道ミサイル発射実験は 2019 年 1 年間で合計百数十回に及んでいたことが分かっている。

詳しい内訳は不明だが、空母キラーと呼ばれる対艦弾道ミサイル「DF-21D」（射程 1500km 以上）や、米領グアムに届く中距離弾道ミサイル「DF-26」（射程約 4000 km）とみられる発射が多かったとされており、いわゆる第一・二列島線確保のための戦力を大幅に強化していることが推定される。

さらにそのミサイルの保有数量についても、米防衛総省がまとめた 2018 年と 2019 年の比較（表 1）を見ても、まさに中国人民解放軍（PLA）は大陸間弾道ミサイルというよりも、地上発射巡航ミサイル（GLCM）を含め、中距離弾道ミサイル（IRBM/MRBM）の増強を図っており、接近阻止・領域拒否（A2AD）戦略を着実に進めている状況がうかがえる。

表1 米国防総省による比較表（推定）

China's Rocket Force 2019

System	Launchers	Missiles	Estimated Range
ICBM	90	90	>5,500km
IRBM	80	80-160	3,000-5,500km
MRBM	150	150-450	1,000-3,000km
SRBM	250	750-1500	300-1,000km
GLCM	90	270-540	>1,500km

China's Rocket Force 2018

System	Launchers	Missiles	Estimated Range
ICBM	50-75	75-100	5,400-13,000+ km
IRBM	16-30	16-30	3,000+ km
MRBM	100-125	200-300	1,500+ km
SRBM	250-300	1,000-1,200	300-1,000 km
GLCM	40-55	200-300	1,500+ km

Source: DOD annual report on Chinese military developments, 2018 and 2019

Annotations: Kristensen/Korda, FAS 2019

(出典：FAS, The Pentagon's 2019 China Report)

この中国を震源地とする激変する安全保障環境のなかで、日本は尖閣問題を中心に、中国の軍備強化、米中の対抗関係、在日米軍基地への攻撃の蓋然性などから、現在最もクリティカルな状態にあるとも言えるかも知れない。

b. 北朝鮮関連

中国と深い関係を有する北朝鮮の動静も安全保障環境の不安定化に大きな影を落としている。

防衛省の発表による「北朝鮮が 2019 年に行ったミサイル発射」の状況を図 1 及び表 2 に示すが、その回数（25 回；過去最高）と計画性に特に目が引かれる。

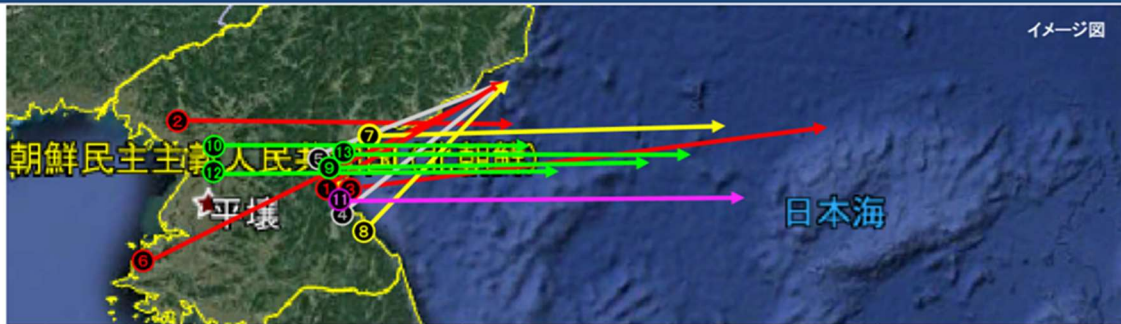
なかでも表 2 の「新型短距離弾道ミサイル」に分類されている、「5 月 4 日（①）、9 日（②）、7 月 25 日（③）と 8 月 6 日（④）に発射された計 4 回（8 発）のミサイル」は、ロシア製の短距離弾道ミサイル「イスカンデル」と類似した新型と分析されている。その特徴として、軌道が従来の弾道ミサイルとして予想されるものではなく、低高度で滑空飛行するなど、異なった運動を行ったことが報告されている。

このように北朝鮮も技術面、機動性でも着実に力をつけている。防衛関係者によると、新型短距離弾道ミサイル（KN-23）については、さらに日本も射程に収める中距離弾道ミサイルなどへの転用もありうるとみて注視されている。

2019年の北朝鮮による発射

2019.12.3現在

イメージ図



月日	①5月4日	②5月9日	③7月25日	④7月31日	⑤8月2日	⑥8月6日	⑦8月10日	⑧8月16日	⑨8月24日	⑩9月10日	⑪10月2日	⑫10月31日	⑬11月28日
時刻	0830、1050頃	1630、1650頃	0530、0600頃	0510、0530頃	0300、0320頃	0520、0540頃	0530、0550頃	0800、0820頃	0640、0700頃	0650、0710頃	0710頃	1635前後(約3分間隔)	1658頃
場所	ホド 虎島半島	クワン 亀城付近	ホド 虎島半島	クワン 元山付近	ヨンフン 永興付近	クアイル 付近	ナムア 咸興付近	トンフン 通川付近	ソドク 宣徳付近	ケチン 价川付近	クワン 元山付近	スンフン 順川付近	ヨンブ 連浦付近
距離	最大250km程度	400km程度 250km程度	600km程度	250km程度	250km程度	450km程度	400km程度	250km程度	350km～ 400km程度	最大300～ 350km程度	450km程度	350km～ 400km程度	380km程度
弾種	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイルの 可能性	短距離弾道 ミサイルの 可能性	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイル	潜水艦発射 弾道ミサイル	短距離弾道 ミサイル	短距離弾道 ミサイル
発数	2発	2発	2発	2発	2発	2発	2発	2発	2発	2発	1発	2発	2発
写真													

※ 分析中のものを含む。

※ 飛翔高度については、8月24日、10月31日及び11月28日に発射されたものは100km程度、9月10日に発射されたものは分析中、10月2日に発射されたものは最大900km程度、それ以外は、従来から北朝鮮が保有しているスカッドの軌道よりも低い高度(100km未満)と推定。

図1 北朝鮮によるミサイル発射状況(2019年)(出典:防衛省公表資料2019年12月3日)

表2 図1に掲載の北朝鮮発射ミサイルの分類(推定)

分類	発射日(図中番号)	飛しょう距離※1	推定高度※1
多連装ロケット砲 (KN-9)	④⑤	200 km	30 km
潜水艦発射弾道ミサイル 準中距離弾道ミサイル	⑪	450 km	900 km
短距離弾道ミサイル (KN-24)	⑦⑧ [参1-③]※3	400 km	48 km
短距離弾道ミサイル (超大型放射砲)※2 (KN-25)	⑨⑩⑫⑬ [参1-①②④]※3	380 km	100 km
新型短距離弾道ミサイル (KN-23)	①②③⑥	240～600 km	45～60 km

※1: インターネット等のメディア情報からの推定。

※2: 超大型放射砲は北朝鮮側での呼称。

※3: 「参1-」; 参考資料1に記載されている2020年3月に発射された4回(各2発)についてもその図中番号を分類に加えた。

c. まとめ

以上、中国及び北朝鮮を中心に我が国を取り巻く、米中関係を背景とした緊張状況を概括した。こうしたなか尖閣問題に代表されるように、我が国自身が中心的役割を果たす状況に追い込まれていることは、逃れようのない現実となっているといえる。

(2) 我が国にとっての脅威

a. 現実の脅威

我が国のミサイル防衛にとっての具体的な脅威について、特に北朝鮮、中国からの弾道ミサイル及び極超音速兵器を中心に、表3に整理する。

表3 弾道ミサイル及び新たな脅威である極超音速兵器

分類	特徴、関連動向、主たる迎撃兵器	保有国/主なミサイル/情報※1	
弾道ミサイル (BM)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 射程等による主な分類 SRBM : 300-1000km MRBM : 1000-3000km IRBM : 3000-5500km ICBM : > 5500km SLBM : 潜水艦発射 ■ 再突入速度は大半が極超音速、中射程以上のミサイルはロフテッド軌道をとることで、迎撃をしづらくする運用もある。 ■ 核兵器・化学兵器をはじめとする大量破壊兵器を搭載可、複数弾頭もあり。 ■ 米露間の弾道ミサイル関連の軍備管理条約は失効。中国とは制限条約はなし。 (新 START ; 2021年2月末に失効、INF条約 ; 2019年8月2日に失効) ■ 迎撃 : ・ミッドコースは SM-3、THAAD ・ターミナルは PAC-3 他 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 北朝鮮 SRBM ; 火星 5号(スカッド B)、6号(スカッド C) KN-18(スカッド MaRV Variant) KN-23(新型)、KN-24、KN-25 MRBM/ IRBM ; 火星 7号(ノドン)、火星 9号(スカッド ER) 火星 10号(ムスダン)、12号(KN-17) 北極星 2号 (KN-15)、テポドン 1号 ICBM ; 火星 14号、15号 ■ 中国 SRBM ; DF-15、DF-16 MRBM/ IRBM ; DF-21C、21D (空母キラー) DF-26 (グアムキラー) ICBM ; DF-5A、5B(3MIRVs)、5C(10MIRVs) DF-31、31A DF-41 	
極超音速兵器	極超音速滑空体 (HGV/ [HGB])	<ul style="list-style-type: none"> ■ 空力学的揚力(boost-glide)によって大気圏上層で跳躍・滑空を繰り返し、高速で飛しょうする。 ■ 弾道ミサイル、大型ロケット弾を初期ブーストとして使用する。 ■ 軍備管理条約上の位置づけは曖昧であったが、各条約失効後、制限はない。 ■ 迎撃 : ・ミッドコースは現状困難？ ・ターミナルは PAC-3 他 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 北朝鮮 : 新型(KN-23) ※2 核弾頭を搭載可、最大射程は 700km 程度か？ その形状から「イスカンデ擬き」とも呼ばれる。 ■ 中国 : DF-17 (DF-ZF) DF-16 を元にして弾頭部を滑空翼体にしたものか？ロケット推進部分を共通とすると、射程は 1000km 程度と推定。 ■ (参考) 露 : アバンガルド ICBM に搭載されて打ち上げられ、その後マッハ 20 を超える極超音速で滑空するミサイルとされている。
	極超音速巡航ミサイル (HCM)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大気圏内を空気吸引(air-breathing)により飛しょうする。 ■ 爆撃機、戦闘機、水上艦、潜水艦など各種プラットフォームからの発射を想定。 ■ エンジンの設計に高い技術力が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中国 : 星空 2号 中国政府は 2018年8月3日、超音速航空機の実験に成功したと発表。射程は不明だが、高度 30km、マッハ 5.5~6.0 で飛行し、将来的に核ミサイルを射出できるようになる？

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 研究開発、試験中。 ■ 迎撃：・早期探知→発射母体を攻撃 <ul style="list-style-type: none"> ・ミッドコースは現状困難？将来は SM-6 で対処。 ・ターミナルは PAC-3、将来は 中 SAM 改[BMD 対処]での対処も。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ (参考) 露：ツイルコン <p>プーチン大統領は露メディアに「マッハ 9、1000km 以上」と語ったとされる。有効射程は約 500km との報道もある。試験発射がフリゲート艦「アドミラル・ゴルシコフ」で 2019 年末から行われている。</p>
--	--	---

※ 1：弾道ミサイルについては北朝鮮、中国のみ。インターネット等のメディア情報からの推定。

※ 2：その射程から一般には新型の SRBM にも分類される。この表ではその特徴的な飛しょう特性から分類した。

b. 新たな脅威：「極超音速兵器」

新たな脅威として注目されている極超音速兵器は、ロシア、中国、さらには北朝鮮によって開発・試験され、実戦配備が公表されるに至っている。これらは従来の弾道ミサイルとは、異なった特徴を持っており、2019年度以降メディアでも頻繁に取り上げられている。

新兵器であり情報も少ないが、ここではその代表といえる KN-23、DF-17、星空 2 号、アバンガードについて、以下にインターネット等での情報をもとに、その概要を紹介する。

b-1. 北朝鮮：KN-23

後に KN-23 と命名される新しい移動式短距離弾道ミサイルは、2018 年 2 月の軍事パレードで初めて登場した。実射は翌年 2019 年 5 月 4 日に北朝鮮虎島半島から日本海に向け 2 発発射され、約 70～250 キロ先まで到達したとされる。当初はロケット砲かともみられていたが、北朝鮮の発表及び米韓当局の分析で新型の短距離弾道ミサイルと判定された。

また続く 5 月 9 日には、平安北道亀城から 2 発が発射され、1 発目 420km、2 発目 270km 飛行したと推定された。ミサイルの最大高度は当初 50km と伝えられたが、45～50km に修正されており、韓国のレーダでは捕捉・追尾が十分行えなかった可能性も指摘されている。

さらに北朝鮮は米艦合同軍事演習への警告として 2019 年 7 月 25 日に 2 発の KN-23 を発射し、これらは当初約 430 キロと 690 キロ飛行と推定されていた。しかし後の詳細な評価により、2 発のミサイルはともに約 600 キロの距離を飛行したと訂正された。また特に 2 発目のミサイルは 700 キロ近く飛んだともいわれられており、韓国のほぼ全域を射程に入れることが関係者の間で話題となった。

KN-23 はその外観に加え、下降開始後、しばらくしてプルアップし滑空する等、特性もロシアのイスカンデルと類似しているが、米韓共同で行った分析に基づき、新型であることが確認されている。なお、極超音速兵器ではないが、北朝鮮は 2019 年に入り短距離弾道ミサイル KN-24、KN-25 についても実験をしており、参考として合わせてその外観を紹介する。



図 2_1 2019 年 7 月 25 日発射の KN-23 飛しよう状況[概念図]



図 2_2 新型短距離弾道ミサイル (KN-23) (出典 : 労働新聞)



図 2_3 短距離弾道ミサイル (KN-24) (出典 : 労働新聞)



図 2_4 短距離弾道ミサイル (KN-25) (出典 : 労働新聞)

b-2. 中国（PLA）：DF-17、星空 2 号

■ 短距離弾道ミサイル（DF-17）

報道等では中国側の発表として「中国は DF-17 ミサイルの発射実験をすでに複数回実施しており、世界最強の弾道ミサイルになる」とのコメントを伝えている。

なかでも DF-17 の仕様については「射程距離 1800～2500km のミサイルで全過程の制御が可能、ミサイルには極超音速滑空体としての設計を採用。高度 60km での極超音速飛行を実現するほか、大気圏やその縁を滑空することで対ミサイル兵器による迎撃を不可能。」としている。

また、DF-17 は弾道ミサイル用のロケットによりが滑空に必要な速度まで加速を行うこと、下降段階に近づくブースタなどを切り離し、自らの小型ロケットエンジンで弾道を変化させながら滑空に入るとも説明されている。



図 2_5 2019 年 10 月 1 日 建国 70 周年の軍事パレードに登場した DF-17

（出典：PLA）

■ 星空 2 号 (Starry Sky-2)

2018 年 8 月 3 日、中国航空宇宙科学技術公司の航空力学研究所が極超音速航空機システム「星空 2 号」の試験に成功したと発表。10 分間近くの飛行試験の後、極超音速機を 30km の高度で分離しマッハ 5.5~6 で自律飛行時間 400 秒以上を達成したと伝えている。



図 2_6 星空 2 号の打ち上げ前の準備 (出典：中国央视)

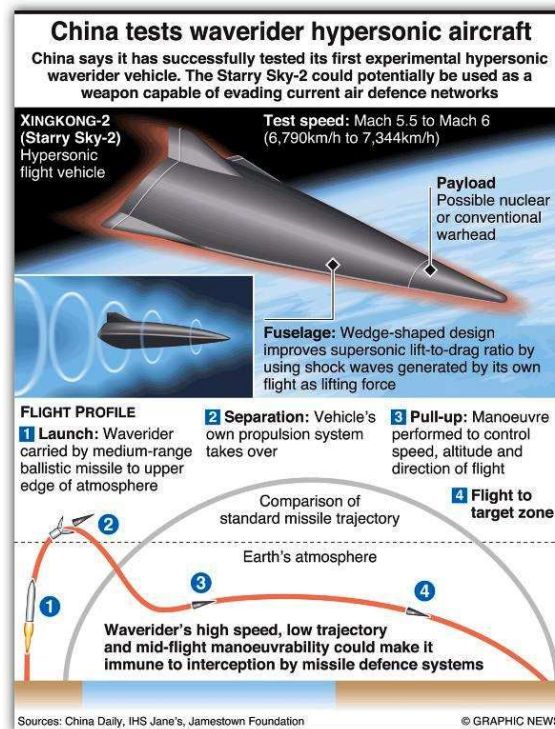


図 2_7 星空 2 号の紹介記事

(出典：https://www.graphicnews.com/en/pages/38225/china-hypersonic-waverider-vehicle)

b-3. ロシア : アバンガード

アバンガードの起源は、ソ連時代の 1980 年代半ばにさかのぼる。

2018 年 3 月 1 日、ロシアのプーチン大統領は恒例の議会向け年次教書演説を行い、アバンガードをはじめとする 6 種類の新型兵器の開発を公表した。

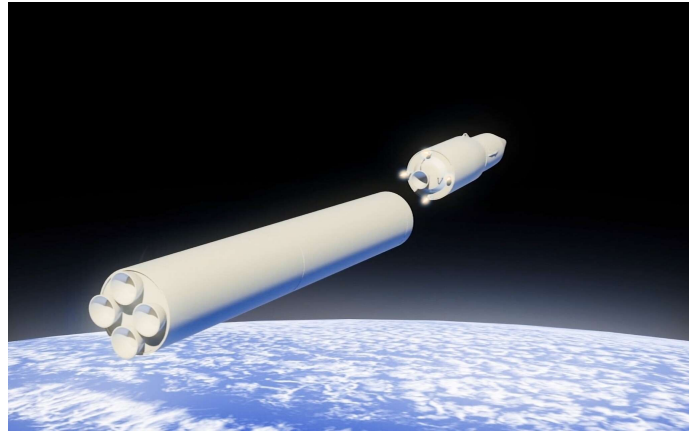


図 2_8 ブースターロケット分離(出典 : RTR Russian Television via AP)

アバンガードは仕様として通常弾頭または核弾頭の搭載が可能であり、射程は 6000km 以上とされる。

運用としては、弾道ミサイルで最高高度約 100km まで上昇した後、滑空体をロケットから分離し、その後マッハ 20 (6.28km/s) 近くのを速度を維持し、終末、目標に向かって下降するとされている。

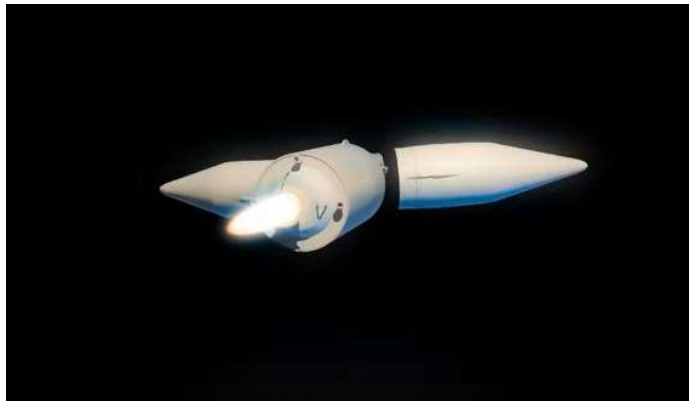


図 2_9 フェアリング分離 (出典 : RTR Russian Television via AP)

プーチン大統領はアバンガードが、自在にコースを変え、「米国のミサイル防衛網を突破できる」と強調。2019 年には最初のアバンガード連隊を配備すると述べたと伝えられている。

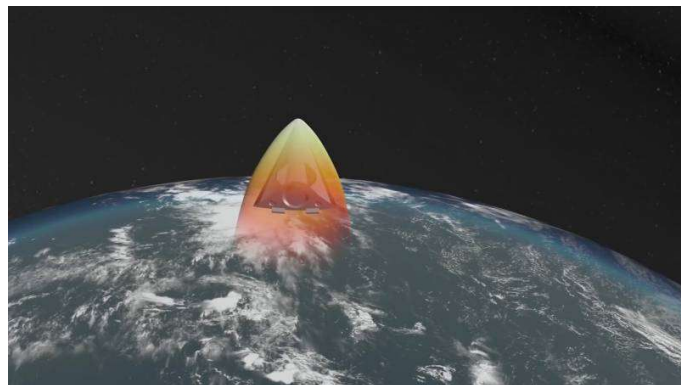


図 2_10 滑空体のイメージ (出典 : RTR Russian Television via AP)

(3) 「極超音速兵器」の特徴

a. 主な特徴

極超音速兵器は、表 3 にも示したとおり一般に 2 つに分類される。

- ・極超音速滑空体(HGV/[HGB])
- ・極超音速巡航ミサイル(HCM)

これらはともに一定高度に達した以降は、図 3 のように上昇を継続せず、大気圏内で異なった軌道をとる。したがって対象は弾道軌道を飛しようとするという従来の弾道ミサイル防衛システム的前提が成り立たない点がやっかいである。

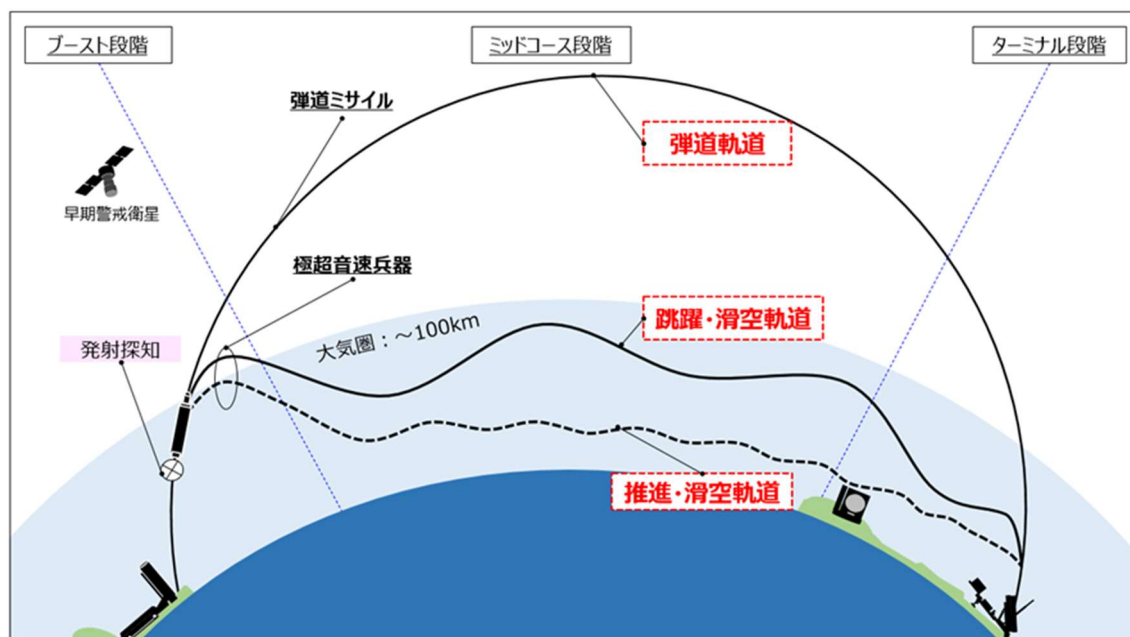


図 3 弾道ミサイル・極超音速兵器の飛しよう軌道 (概念)

以下に各極超音速兵器の特徴を整理する。

b. HGV の特徴

HGV は、通常、弾道ミサイル用のロケットに搭載して発射、ロケット分離後、適切な高度、速度、飛行経路角に放出され、薄い大気のなかで自重と同等の揚力を発生させながら、スキップするように目標に向かって滑空する。高度は約 100km から 40km を飛しようするとされている。従来の弾道ミサイルにも機動式弾頭 (MaRV) と呼ばれるものがあるが MaRV はロケット分離後もほとんどが弾道軌道を飛しようし、終末の再突入後にマニューバする点が違う。

HGV の速度は弾道ミサイルと大きく変わるものではないが、推進ロケットの分離後、弾道軌道を外れ、大気圏最上層を滑空し、必要に応じてマニューバできる点が大きく異なる。

HGV は、その機動性を生かし飛行中に目標を更新できるため、事実上打上げ時点では攻撃対象を予測することは不可能である。したがって守る側は対象を特定できないため、戦域全体にとっての脅威として扱う必要がある。(ただ北朝鮮の KN-23 は現段階ではそれほど機動性は持っていないとも言われている。)

また防御面からは、HGV は大気圏内を飛しようするために、大気圏外での運用が前提の SM-3 では対処できず、SM-6 の配備までは現状ではターミナル段階で対応するしかない。

c. HCM の特徴

HCM は極超音速で飛しょうする巡航ミサイルである。地上、航空機、または船舶から発射され、まずマッハ 4 か 5 程度まで加速されたのち、機体に組み込まれた空気吸引エンジン（例：スクラムジェット）で推力を発生させてさらに極超音速にまで加速し、その速度を維持する。

初期にマッハ 4 や 5 まで加速するためのオプションはいろいろあるが、その一つが弾道ミサイルにも使われるロケットブースタで、大きくはなるがシンプルで低価格であるため採用されることが多い。

極超音速飛行を行うには、ロケット分離後、機体に内蔵のスクラムジェットエンジン等で適切な燃焼圧力を得る必要があるため、巡航高度は 20～30km と推定されている。

強みは、機動性とその速度及び高度である。これらを組み合わせることで、例えば、航空機を発射機とした場合、発射地点に制約されず半径 1,000km 以内の目標に数分以内で攻撃することが可能な、高い柔軟性をもった攻撃兵器とすることができる。

HCM の極超音速は、従来の音速レベルと比較して圧倒的であり、既存の巡航ミサイル対処システムのタイムライン（探知から迎撃までの時間）を大幅に圧迫するため、やはり対処は難しく、HGV 同様に現状ではターミナル段階での対応とならざるをえないであろう。

2. 状況認識：脅威への備え

(1) 我が国のミサイル防衛システム

a. 弾道ミサイル対処

a-1. 現状

我が国の弾道ミサイル防衛においては、図4に示すように米軍の早期警戒衛星で探知した情報^[注]を受信し、JADGE（新自動警戒管制システム）を経て、我が国の警戒管制レーダ（FPS-5 他）やイージス艦に伝達される。その後、対象ミサイルを探知・追尾し、迎撃システムであるイージス艦の弾道弾迎撃ミサイル（SM-3）やパトリオット PAC-3 システムで対処することを基本としている。（各装備の概要については、参考資料2及び3を参照）

現在の我が国の弾道ミサイル防衛（BMD）体制

我が国の弾道ミサイル防衛は、**イージス艦による上層（大気圏外）での迎撃と、PAC-3ミサイルによる下層（高度十数km）での迎撃を組み合わせた多層防衛**

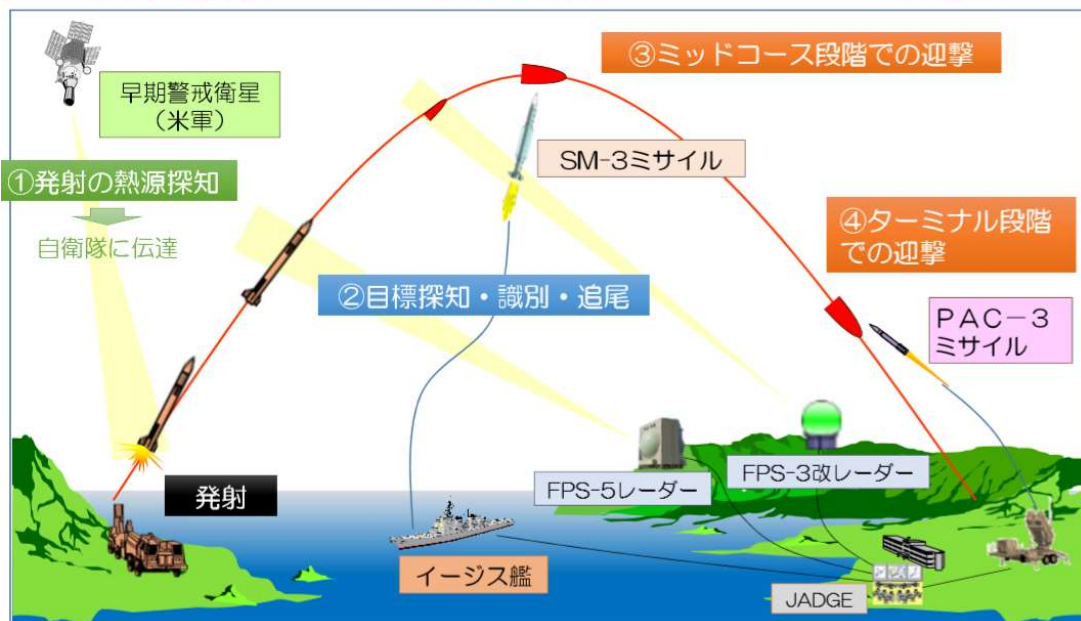


図4 BMD整備構想・運用構想図（出典：防衛省平成30年第2回説明資料 p.12）
(<https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/bmd/pdf/20180720.pdf>)

[注] 早期警戒情報

- ・早期警戒情報と呼ばれている情報には次の2種類が報告されている。
- ・一つは SEW（Shared Early Warning）情報と呼ばれ、米コロラド州にある米空軍の SEWS(Shared Early Warning System)において MCS(Mission Control Station)経由で入手した衛星情報と他のミサイル発射情報等と合わせて処理され、米国だけではなく同盟国向けに配布されているものである。内容は「我が国の方向へ発射される弾道ミサイルなどに関する発射地域、発射時刻、落下予想地域、落下予想時刻などのデータを、発射直後、短時間のうちに米軍が解析して自衛隊に伝達する情報（平成29年版防衛白書 p349 脚注14）」とされている。
- ・もう一つは、ミサイル防衛システム等においてキューイング情報として利用するための情報である。米国の弾道ミサイル防衛の説明では、早期警戒衛星からの情報は、米国本土の米空軍 MCS に送られるとともに、ミサイル対処の至急性を考慮し日本やドイツ、韓国の米軍基地に配置された JTAGS（Joint Tactical Ground Station）で直接受信・処理され、米軍の統合情報配布ネットワーク

IBSを通じてイージス BMD 艦他の迎撃ミサイル部隊等に送信されているともいわれている。
・我が国では三沢米軍基地に JTAGS が配備されているため、三沢で処理した情報を空自の JADGE で受信し、システムに入力されていると考えられているが、細部は不明である。ただ、早期警戒衛星からの情報（特に SBIRS）には、有事のミサイル発射情報だけでなく、平時を含め赤外線センサによる常時監視情報が含まれているが日本としての利用は報告されていない。

a-2. 今後

北朝鮮の弾道ミサイルを始め、新たな脅威が拡大するなか、2018 年に制定された中期防衛力整備計画（31 中期防）では空自の空中早期警戒機（E2D）9 機の調達計画が計画され、2019 年度には 2 機の配備を完了し、今後順次配備予定である。

さらに、2019 年度、2020 年度に就役を完了した『まや』型護衛艦 2 隻には、AWS ベースライン J7（ベースライン 9C）及びイージス BMD5.1 が装備され、SM-3 ブロック II A を運用可能となる。またこれによりイージス艦は 8 隻体制（4 個護衛隊群に 2 隻ずつ）が整うこととなった。

これら E2D、イージス艦ともに CEC 機能を装備予定である。この CEC 機能により、E2D が上空で探知した敵の長距離巡航ミサイルなどの情報が、離れた場所にいる海自イージス艦でも瞬時に共有され、その目標情報に基づき、迎撃（ローンチ・オン・リモート、エンゲージ・オン・リモート）が可能となる。これにより、NIFC-CA^[注]コンセプトが実現されることとなる。

[注] NIFC-CA（Naval Integrated Fire Control-Counter Air）

・米海軍の対空戦における統合射撃管制についてのコンセプト。作戦に参加する水上戦闘群の各艦、戦闘機及び早期警戒機のセンサ、ミサイルなどを一体的に運用することで戦闘を効率化し、特に個別センサのレーダ覆域外にいる目標に対しても他のセンサの情報を使ってミサイルを発射し迎撃することを可能にするものである。各プラットフォームに搭載・接続される CEC 機能が重要な柱となる。

迎撃ミサイルについても、新型の SM-3 ブロック II A に加え、航空機、巡航ミサイル、弾道ミサイル、さらには護衛艦にも対処可能な最新のスタンダード・ミサイル 6（SM-6）の導入が決定されており、『まや』型護衛艦に配備予定である。

また陸自の 03 式中距離地对空誘導弾（中 SAM）を改修し、弾道ミサイル迎撃能力を付与する研究（中 SAM 改 [BMD 対処]）が 2020 年から開始され、開発期間 3 年程度をかけて極超音速巡航ミサイルなどに対応する性能を目指すとされている。

なお、陸上配備型イージス・システム（イージス・アショア）については、平成 29 年 12 月 19 日の閣議決定にて、2 基を導入し、陸上自衛隊において保持することが決定されていたが、防衛省は令和 2 年 6 月 15 日に配備計画の停止を発表。今後の対応について、国家安全保障会議における議論を踏まえて検討していくこととなっている。

b. ミサイル防衛システムの全体構成

今後調達予定の装備を含め、我が国のミサイル防衛システムにおける主な構成要素とその保有状況を表 4 及び図 5 に整理する。なお、本図表では、米国の早期警戒衛星 SBIRS^[注]等に対応する宇宙配備システムを、その任務に注目し早期警戒・監視システム（仮称）及びミッドコース追跡システム（仮称）として構成要素の分類に加えている。

[注] SBIRS（Space-Based Infrared System；宇宙配備赤外線システム）

・SBIRS は米国の赤外線監視衛星システムである。冷戦期に静止軌道に配備された早期警戒衛星である DSP 衛星に代わって、静止軌道(GEO)衛星及び長楕円軌道（HEO）を周回する衛星搭載ペイロードから構成される。
・その主な任務は、DSP が核実験の監視、報復攻撃の判断のための弾道ミサイル発射の探知であったのに対し、冷戦後の戦略環境の変化に対応し、その任務を早期警戒・監視に広げた赤外線センサ監視

視網として DSP に代わり配備が開始されたものである。

- ・SBIRS においては、DSP の早期警戒ミッションと比べ、①新型ミサイルの試射、②配備済みの ICBM や SLBM についての定期的な試射等の監視・情報収集、③発射ミサイルの赤外線放射特性データの収集・蓄積と識別（分類）、④紛争地域の赤外線監視等の情報収集（インテリジェンス）のミッションにも活用されているが、その詳細は不明である。
- ・SBIRS のアーキテクチャとしては当初、上記の SBIRS-GEO 及び-HEO の他に、ロケット分離後のミッドコース段階を追跡する低軌道を周回する 20 機以上の衛星からなる STSS（Space Tracking and Surveillance System；旧称 SBIRS-LOW）がその構成に含まれていたが、実証システム（STSS-D）として、2009 年に 2 機の衛星を軌道上に配備しただけとなっている。

表 4 我が国のミサイル防衛システムの構成要素とその保有状況

段 階	任 務 (キルチェーンに おける機能)	対処システム※ 1		宇宙配備システ ムの例	我が 国の 保有 状況 ※ 1
		宇宙配備	地上配備 (国内)		
準備	情報収集	偵察・監視衛星		・KH(米) ・IGS (日)	○
	監視 ※ 2	早期警戒・監視シ テム(仮称)		SBIRS (次世代 OPIR) (米)	×
ブースト	発射探知 識別配布 [早期警戒] ※ 2	早期警戒・監視シ テム(仮称)		DSP/SBIRS (次世代 OPIR) (米)	△ ※ 3
ミッドコース	追跡 [捕捉・追尾]	[ミッドコース追跡シ テム(仮称)]		[STSS-D HBTSS] (米) ※ 4	×
			・FPS-5、3 改 ・FPS-7 ・E2D ・イージス艦 ※ 5		○ ○ ○ ○
	迎撃		【大気圏外】 ・SM-3 ブロック I A/B ・SM-3 ブロック II A 【大気圏内/低高 度】 ・SM-6		○ ○ △
			・パトリオット PAC-3 システム (MSE) ・中 SAM 改(BMD 対応) ※ 6		○ △
ターミナル	迎撃				○ △
	戦場状況把握 [迎撃、着弾等 の監視] ※ 2	早期警戒・監視シ テム(仮称)		SBIRS (次世代 OPIR) (米)	×
		偵察・監視衛星		・KH(米) ・IGS (日)	○
全段階	基幹インフラ	・衛星通信システム ・衛星測位システム		・DSN (日) ・QZSS (日)	○ ○

※ 1：調達計画中を含む(△)。JADGE 等の指揮統制系は省略。

- ※ 2 : 宇宙配備システムの任務は米国 SBIRS のミッション(任務)を元に表 5 にて定義
- ※ 3 : 宇宙配備システムは保有しないが、早期警戒情報を米国から受信し利用 (△)
- ※ 4 : ミッドコース追跡システムとしては現時点では開発/実証段階
- ※ 5 : 計画停止につき、イージス・アショアは対象外
- ※ 6 : BMD 対応の改修開発段階

表 5 米国 SBIRS のミッションと早期警戒・監視システム(仮称)との任務の対応

SBIRS ミッション (任務)	任務の概要	表 4 任務欄 との対応
Technical Intelligence	収集データのインテリジェンス活用	監視
Missile Warning	戦略および戦域弾道ミサイル迎撃へのタイムリーで正確な警告	発射探知 識別配布 [早期警戒]
Missile Defense	ミサイル防衛システムに必要な情報の計算・配布	
Battlespace Awareness	赤外センサによる戦域の監視状況を部隊に提供	戦場状況把握 [迎撃、着弾等の監視]

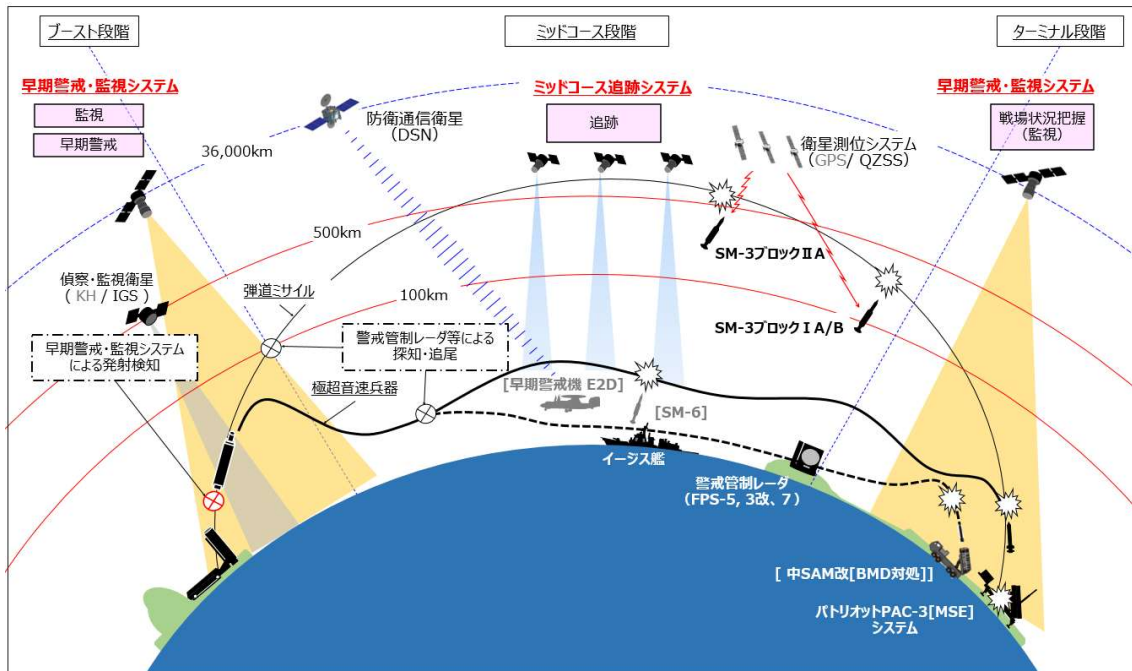


図 5 宇宙アセットを含めた我が国のミサイル防衛の全体運用構想図 (図中[]付きは調達/改修中の装備品)

(2) 現状システムの課題

a. 任務保証（ミッション・アシュアランス）の観点からの問題

a-1. ミサイル防衛ミッションにおける欠落

ミサイル防衛の全キルチェーンを通してみると表 4 の保有状況欄に示すとおり、迎撃システムは保有するものの、我が国としては宇宙配備センサによる「監視、早期警戒、戦場状況把握」といった機能は欠落したままである。ただそのうち迎撃システムのトリガとなる「早期警戒機能」については米国からの早期警戒情報を入手することで、辛うじてミサイル対処を成り立たせている状態である。

迎撃システムの保有はミサイル防衛における必要条件であるが、軍事やビジネスでいわれるところの OODA（O：監視 O：対応 D：意思決定 A：行動）ループを自ら回せるようにしなければ、ミッション達成のための十分条件は満たせない。

a-2. 日米共同オペレーションと単独オペレーション時の違い（不明事項）

米軍は弾道ミサイルに対し米国本土防衛及び東アジア防衛の任務を担っている。その即時性への要求は極めて高く、衛星からの発射探知情報を各戦域にて直接に処理できるように、米海軍の統合対空/ミサイル防衛計画システム（MIPS）により、前もって定められた要領で自動的に迎撃統制が行われることとなっている。

米軍と自衛隊との共同オペレーションとなる場合も、海自イージス艦は図 6 に示すように搭載する DWES 機能を介してこれら米国側の計画に基づいてリアルタイムに共同して対処が行われると言われている。

一方我が国側は JUDGE 経由で指揮管制が行われ、PAC-3 等のターミナル防御は早期警戒情報等で対処できるが、米軍との共同オペレーションが構築できない（MIPS が機能しない）単独での対処の場合、海自イージス艦でのミッドコース対処が同等にできるのか現状明確ではない。

さらに日本防衛では米国防衛以上に、限られた時間を争う処理が求められるため、使用される情報と指揮統制のリアルタイムさには整理が必要と思われる。

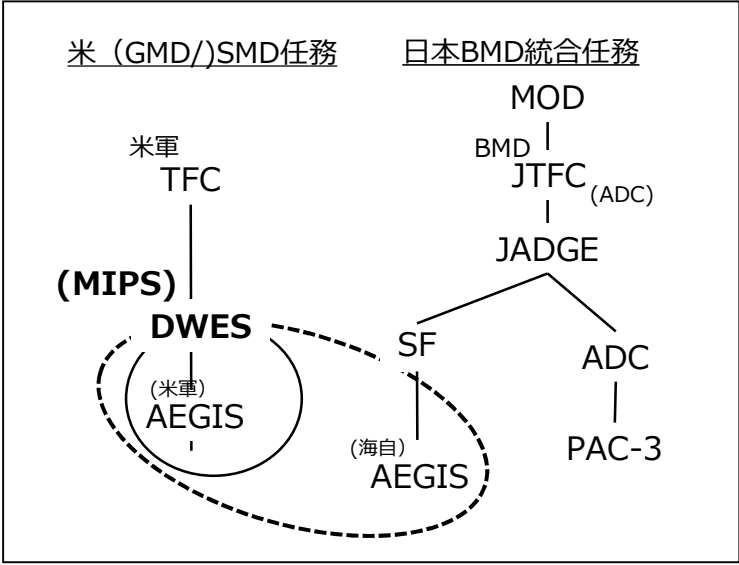


図 6 弾道ミサイル防衛関連の指揮管制系統（推定概念）

a-3. 敵基地反撃との関連

次に取り上げる問題は、敵基地反撃^[注]との関連である。敵基地反撃については多くの議論があるが、ここでは国際法にも日本国憲法にも適合するとされている『敵対国によるミサイル攻撃を探知したのちの反撃』を考える。

実行云々は別の議論として、このような反撃のためには、敵基地（敵策源地）の確定が必要であり、またその発射台の多くが移動式であることを考えると、少なくとも発射後即時にその位置を反撃手段に伝えることが、不可欠となる。

これを行うには、他国に頼むのではなく、独立国として自ら宇宙配備センサを保有・管理する以外にはないことは自明のことであろう。

[注] 敵基地反撃

- ・敵基地反撃：敵基地とは一般には、「北朝鮮の弾道ミサイル発射基地」を指す。北朝鮮がミサイルを発射しようとしたら、座して死を待つのではなく、待機ミサイルおよび発射台を破壊しようというものである。同じ脅威である中国(PLA)に対しては実行不可能なオプションなので、検討されていないのが現実か？
- ・一般に敵基地反撃は①予防攻撃、②先制的自衛、③反撃に分類される。まず、①予防攻撃は国際法でも違反であり、次に、②先制的自衛については国際法、政府答弁でも法的には可能であるとされているが、日本ではまだまだ多くの議論があることは事実である。
- ・したがって、政府を含めた解釈において適合する敵基地反撃という場合は、③「反撃」を指すというのが主流である。[敵対国の攻撃を受けた後及び攻撃着手が確認できた後の「反撃」]
- ・敵策源地：北朝鮮が保有する弾道ミサイルのうち、日本攻撃に用いられるのは主に準/中距離弾道ミサイルであり、その多くは輸送起立発射機（TEL；Transporter Erector Launcher）に搭載され、そこから発射される。したがって、敵基地反撃の対象は厳密にはこの移動可能な TEL となるため、基地ではなく敵策源地と呼ばれることとなったといわれている。

b. 新たな脅威の登場による課題

極超音速兵器の特徴については 1(3)項で述べたが、改めてまとめると、「弾道ミサイルに比べ、機動性を有しながら、速度は弾道ミサイル並みでありかつ低軌道を飛しょうできること」といえる。以下では、これらの特徴をもつ極超音速兵器の登場により強いられるミサイル防衛の困難さ、課題を考察する。

b-1. 「弾道ミサイル+極超音速兵器」への同時対処の必要性

根本的な課題は、脅威として弾道ミサイルと極超音速兵器との両方を同時に対処しなければならないことであり、さらには現状の地上配備システムに米国における IAMD（統合防空ミサイル防衛）を適用するだけで本当に対処可能となるのかということである。

また、極超音速兵器に対しては**我が国の場合は迎撃タイムラインが極端に制約されるため指揮統制のほとんどを自動化することが要求される**が、米軍 DWES のような処理をどう構築するのか、精査が課題となろう。

そのためには、まず「イージス艦を中心とした、早期警戒衛星情報、新空中早期警戒機（E2D）、迎撃ミサイル SM-6、CEC 機能などがトータルシステムとしてインテグレーションされ、極超音速兵器に対するミッドコース段階での迎撃がまず可能になっていることが大前提となる。

b-2. 極超音速兵器対処の難しさへの対策と課題

■ 高い機動性：現状の早期警戒情報の有用性への影響

極超音速兵器は、初期加速を終了し一定高度に達したのちに下降し、その機動性によって図 7 に示すように途中で大きくマニューバするため、弾道ミサイルと同様の経路予測、弾着地点予測は役に立たない。

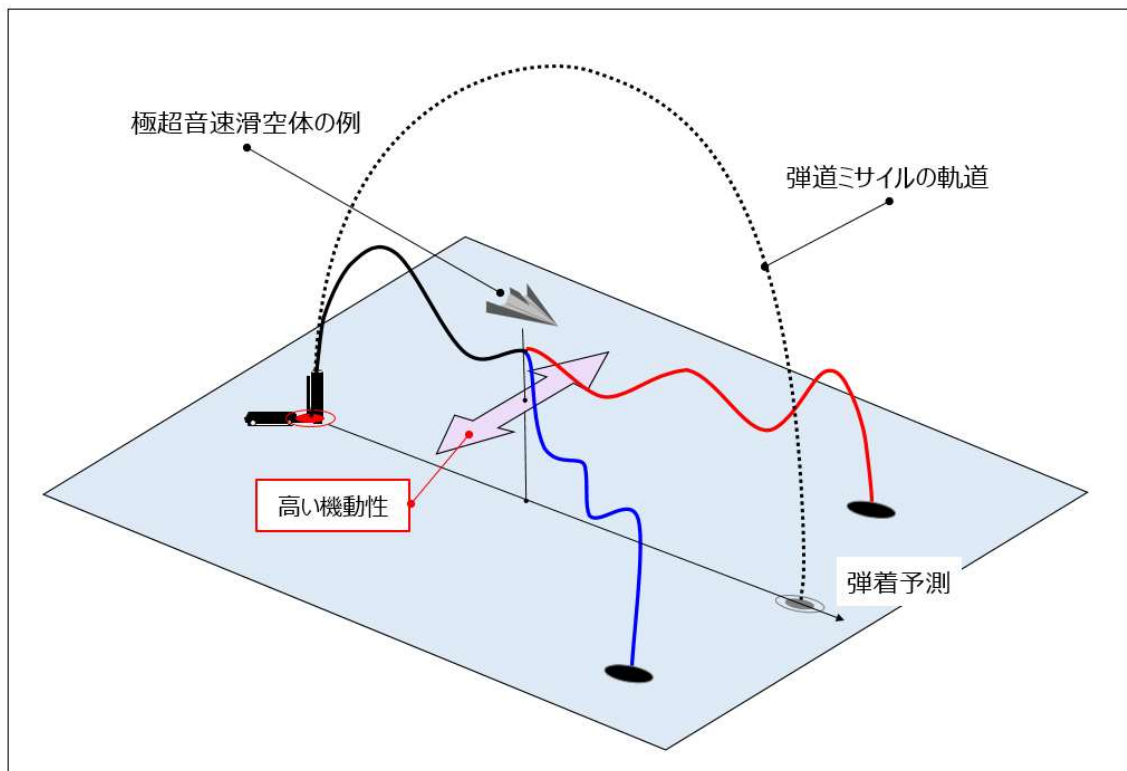


図7 高い機動性を持つ極超音速滑空体

また、極超音速兵器は初期ブースト段階に弾道ミサイルのロケット推進を利用するものが多い。発射時の分析だけでは、極超音速兵器であるかどうかの判断/識別はできず、米国ではブースト段階での分析精度向上のため、NFIRE プロジェクト等を通じてデータ収集を行っており、その改善、機能付加が検討されているが、その細部は不明である。

したがって、従来の早期警戒情報は、探知警報とその位置情報以外は、極超音速兵器の登場により、その有用性が薄れつつあるといえる。

■ 低軌道の飛しょう：地形（地球の曲率）によるレーダ探知距離への影響

すべての地上配備レーダは、図8に示すように遠距離に対する搜索において地形（地球の曲率）の影響を受け、低い高度の目標に対してその探知に限界がでてくる。

極超音速兵器はブースト段階終了後、宇宙空間を上昇し続ける弾道ミサイルと異なり、下降し大気圏を飛しょうするために、地球の曲率により探知距離が制約される。

この探知限界という問題には、センサ搭載の機動プラットフォームを事前に前方に展開しておくことが有効な対策となるが、イージス艦や早期警戒機（E2D）を適切な配置に展開するには、早い時点での事前情報/判断が必要であり、常に期待できるものではない。根本的な解消は宇宙配備センサ以外に手段はなく、それこそが早期警戒衛星を必要とする理由である。

地上レーダは、この宇宙配備センサから目標探知情報でキューイングされ、その方向にエネルギーを集中し搜索することで能力を発揮するが、逆にキューイング情報がなければレーダ探知は限界をも割り込みさらに遅れることとなる。

したがって、地形（地球の曲率）によるレーダ探知距離への影響を極限するためにも、宇宙配備センサからのキューイングをいかに早くが行えるかも大きな課題である。

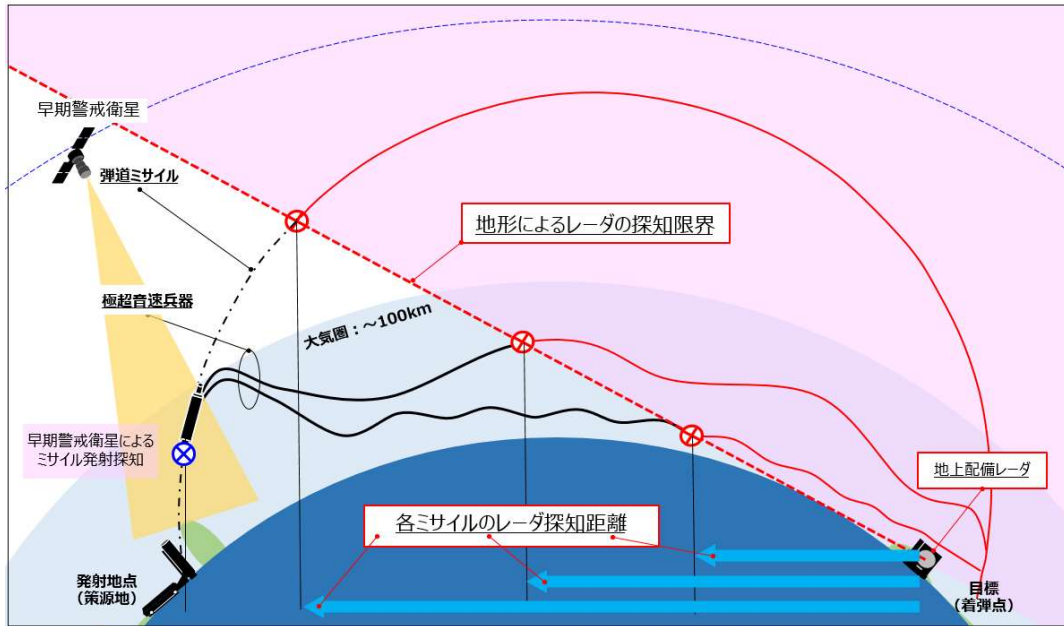


図8 地上配備レーダの地形による探知限界

■ 制限される探知距離と極超音速兵器の高速性：迎撃タイムラインへの影響

更なる影響は、レーダ探知距離が短くなることに加え、極超音速兵器の圧倒的な高速性により、ミサイル探知から迎撃（着弾）までの時間（タイムライン）が大きく圧縮されることである。

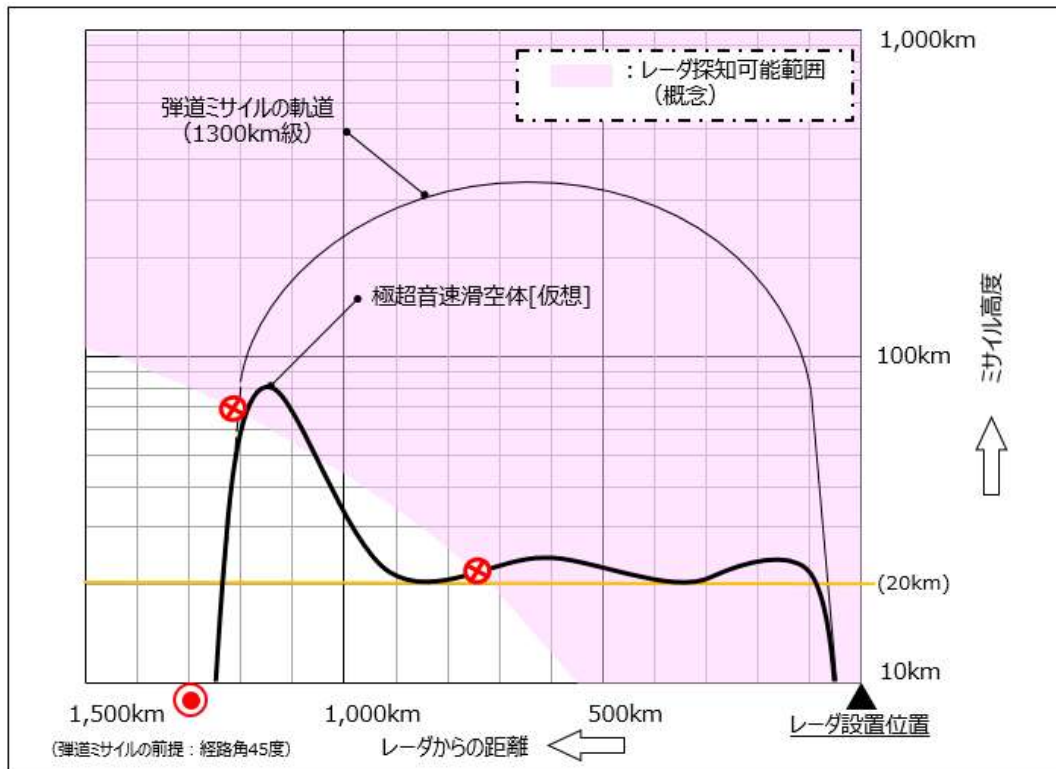


図9 弾道ミサイル及び極超音速兵器[仮想]に対するレーダ探知の比較例（縦軸は対数目盛）

図 9 には、概念的ではあるがレーダ探知以降のタイムラインの圧縮を理解する参考として、ミサイル発射地点から 1300km 離れたレーダサイトの探知領域（高度対応）を示す。この例では、ノドン級の中距離弾道ミサイル（MRBM）の探知から着弾するまでのプロファイルと、同射程の極超音速滑空体[仮想]（HGV）のプロファイルとを重ねてプロットしているが、迎撃タイムラインは MRBM:約 9 分、HGV:約 5 分と見積もられ、極超音速滑空体の場合の対処時間の短さが際立っている。（亜音速巡航ミサイルでは 25 分程度）

■ 影響を緩和する対策と課題

極超音速兵器による様々な影響への対策は「いかにミサイル発射からレーダ探知までの時間を短くするか」に総括される。

その対策は、1 つはセンサを搭載する機動プラットフォームの前方展開、2 つには宇宙配備センサの活用があげられる。

前者には常時警戒体制をとるか、かなり早い段階での緊急時の事前情報が必要である。またそれらプラットフォーム自身も攻撃対象となる脆弱性をもつため、常続性・安全性という観点からは、後者の宇宙センサの配備が最も優れたものといえ、次の 2(3)項で説明するように、米国はこの方向での取り組みの強化を表明している。

我が国としては（特に早期警戒・監視段階の）宇宙配備センサの開発・保有に早急に取り組むとともに、ミサイル防衛として、宇宙を含めたトータルシステムとして、いかに早く脅威目標を地上配備のレーダにキューイングし、ミッドコース段階を担当する迎撃システムの能力を最大発揮させるかが課題となる。

(3) 米国の動向

a. 米政府の対応

安全保障環境が大きく変化するなか、米国トランプ政権は 2019 年 1 月 17 日、オバマ政権下で策定された「弾道ミサイル防衛見直し（BMDR）」に換え、弾道ミサイルにとどまらない多様なミサイル脅威に対応する必要性を踏まえ、「弾道」を外した「ミサイル防衛見直し（MDR）」として、新たな対応の方針を発表した。

そのなかで、米国防総省は極超音速兵器自体の開発を早急に推進することの重要性を指摘している。北朝鮮については、その核・ミサイル脅威に対して引き続き厳しい認識を示し、迎撃に必要な措置として、米本土防衛用の地上配備迎撃ミサイル（GBI）の増強や、宇宙配備センサ、ブースト段階の迎撃能力の早期保有が必要であるとした。

またその説明の過程で、国防総省は宇宙配備センサを、地上センサと違い地理的制限によって妨げられることなく、柔軟に脅威ミサイルの「打上げから迎撃まで」を追跡できる最も有利なものと位置づけ、ロシアや中国からの新たな極超音速兵器から米国を防衛する唯一のソリューションであると結論づけている。

b. 日本との反応差

b-1. 日本の事情

我が国は、極超音速兵器の性能等を考えた場合、既に配備されつつあるミサイルの射程に完全に入っているにもかかわらず、2(2)項で示したように、SM-6 の配備完了等までは、ターミナル段階以外では全く対処できないのが現状である。

また今後、SM-6 が配備され、さらにローンチ・オン・リモート、エンゲージ・オン・リモートといった迎撃範囲を広げる手段が可能となったとしても、事前にセンサ搭載プラットフォームを的確に前方展開できなければ、ミッドコース対処には時間的余裕が全くない状況にある。

b-2. 米国の事情

一方米国における極超音速兵器自体への対策は以下に述べる米国内の動きに見られるように、その多くは開発段階であり、米国全体がその緊迫感を共有しているとはいえない状況にある。その背景には、ミサイル防衛は北朝鮮とイランに対抗するものであり、ロシアや中国に対しては核抑止力で対抗するという方針があるためとも思われる。

極超音速兵器は射程も現状は中距離クラスであり、速度も ICBM を超えるものではないため、まだ大国間のバランスを崩すものではないとの見方が少なくない。その意味で米国にとっては実質的には「ゲームチェンジャ」となっていないともいえる。そこが米国の対応が緊迫感に欠けて見える理由ではないだろうか。

ちなみに、トランプ米大統領は、北朝鮮の 2019 年 7 月のミサイル（KN-23）発射に関連し、記者団との懇談で同盟国（韓国）が射程圏内に入ることが話題になると、あくまでも短距離ミサイルであることを強調し、米国の領土に届かないため、ワシントンへの警告だとは思っていないと述べたと伝えられている。

c. 米国における宇宙センサ配備への具体的な動き

c-1. 米国の現状と動向：米国ミサイル防衛システム

米国における本土ミサイル防衛（地上配備ミッドコース防衛）では、図 10 のとおり、早期警戒衛星（SBIRS）で弾道ミサイルの発射を探知する。早期警戒レーダ（EWR、TPY-2）、イージス艦の SPY レーダ、海上配備 X バンドレーダ（SBX）等は衛星からキューイングを受け、戦闘管理システムが地上配備迎撃ミサイル（イージス艦、THAAD システム、GBI システ

△)に指示し、対処が行われることとなる。

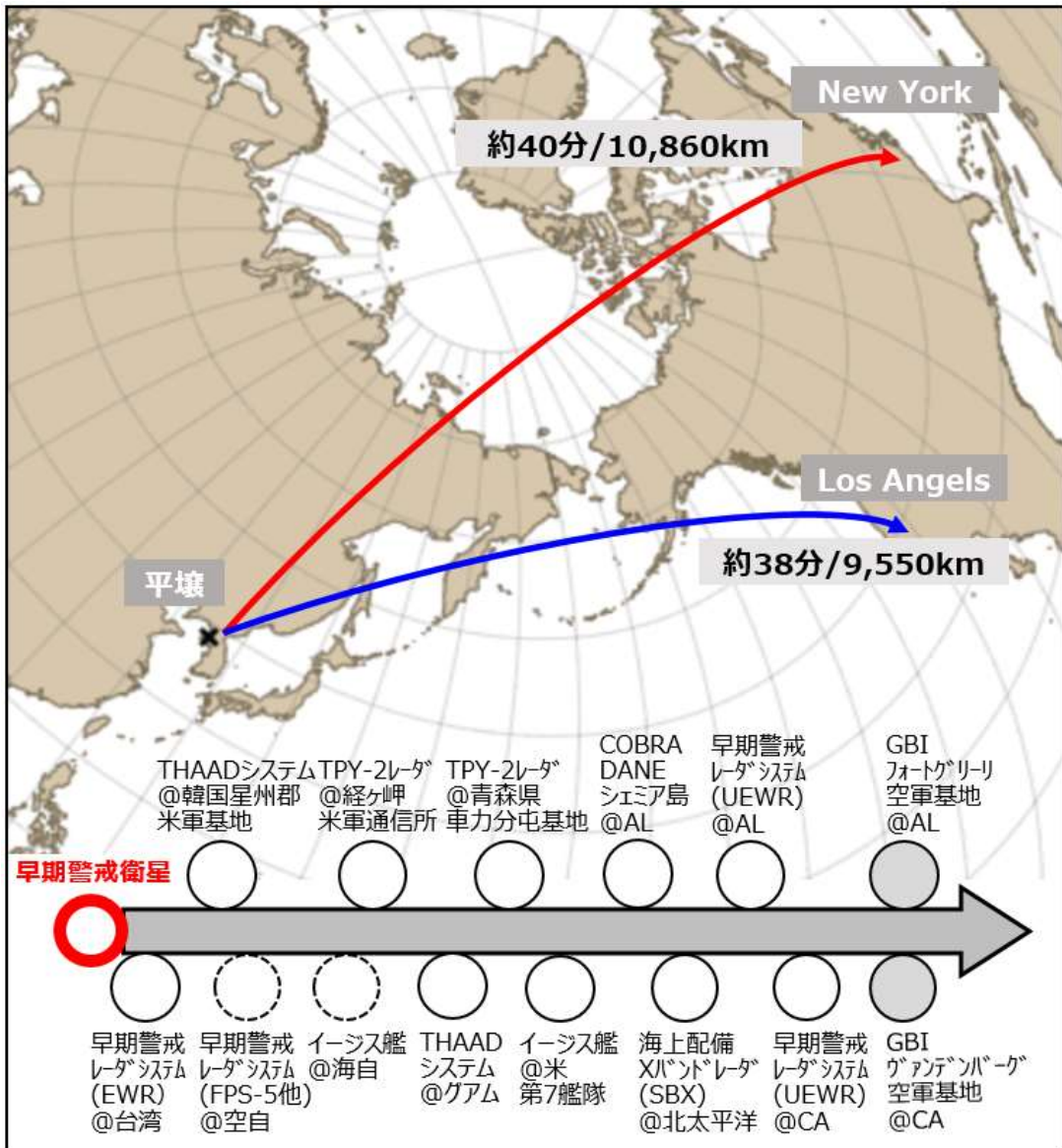


図 10 米本土ミサイル防衛の概念図

[地上配備の各装備品の概要については参考資料 5 を参照]

[The background chart is drawn using "Azimuthal Map, Anywhere" under CC BY-SA 4.0 license. <<http://maps.ontarget.cc/azmap/en.html>>]

このように見ると、米国本土ミサイル防衛システムもセンサ及び迎撃システムともに、最近の極超音速兵器の配備の進展により、このミッドコース段階での対処が大きく脅かされつつあることは自体は事実といえる。

したがって、地上配備レーダに対するレジリエンス（抗たん性）確保としての宇宙配備センサが強く求められる状況となっていることは、本土防衛には余裕はあるとはいえ、東アジアの同盟国の防衛、中国（PLA）の A2AD 戦略への対抗の意味からも対処を迫られている問題であることは同じである。

今後の宇宙配備システム SBIRS の後継としては、図 11 に示すように、次世代 OPIR 計画が承認され、GEO 対応を 2025 年 3 機配備が計画され、HEO についても 2 機の配備

が予定されている。

また極超音速兵器等へのミッドコース追跡対応として HBTSS 開発のような新しいコンセプトによる取り組みもスタートしている。

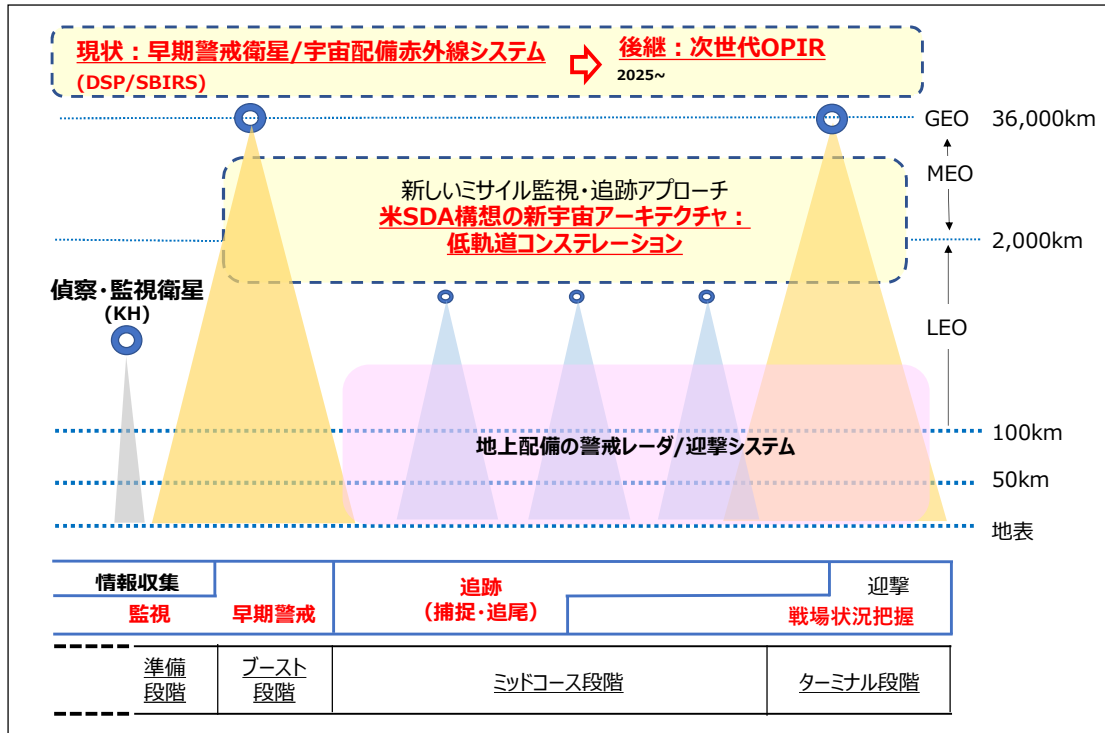


図 11 米国ミサイル防衛における主な宇宙利用の計画（概念）

その他、米国ミサイル防衛庁（MDA）で管理されている宇宙配備センサには、NFIRE プロジェクト及び SKA システムがある。

データ/インテリジェンス情報収集に分類されるため、取り上げられることは少ないが、信頼性のある宇宙利用のシステム構築には不可欠なものであり、以下にその概要を紹介する。

■ NFIRE (Near Field Infrared Experiment)

NFIRE は地球低軌道に打上げられ、2007 年から 2015 年まで 8 年間運用された。その任務は、ミサイルの排気プルームの観測と、推進中のロケットの各種解像度データを収集することで、MDA はこのデータを用いて SBIRS 等のデータ処理に用いるミサイルモデルやシミュレーションの検証と更新を行っている。

さらに将来の宇宙センサや SM-3 ブロック IIB のシーカ開発のために高解像度の短波長赤外線データも収集しているといわれている。

■ 宇宙配備迎撃評価（SKA）システム

SKA は、複数の商用衛星上にホスティングさせた小型赤外線センサをネットワーク化して用いる。個々のセンサには、弾道ミサイルと迎撃ミサイルとの衝突時の情報を収集するため 3 つの赤外線検出器が搭載されている。

軌道上での運用及び監視計画/データダウンロードは BMD システムによって管制され、迎撃評価に利用されている。プロジェクトは、2014 年からスタートし 2018 年末に配備を完了、10 年以上の運用を計画している。

c-2. 「極超音速兵器」への米国の対処

新たに登場した極超音速兵器については、弾道ミサイルと同様に打上げ時のロケット燃焼をもとにその発射を感知することは可能ではあるが、弾道飛しょうをするという前提が成り立たないため、ロケット切り離し以降の軌道は予測できない。

米国では極超音速兵器が登場する前からも、高度化する弾道ミサイルに対処するため「打上げ後ブースト段階からミッドコース段階、ターミナル段階までのすべての範囲」を監視できるような宇宙配備センサが必要とされ、STSS-D^[注]を使った実証実験が行われている。

このようなシステムが実用化されれば、極超音速兵器への対応も可能となると思われるが、開発費の高騰等の理由から、STSSとして実配備化は実質的になくなっている。

[注] 宇宙追跡監視システム-実証 (STSS-D)

- STSS-D (Space Tracking and Surveillance System-Demonstration)は、コンセプトの確認のために、捕捉用及び追跡用センサを搭載した 2 機の衛星を 2009 年に傾斜 58 度の地球低軌道に打上げ、様々な弾道ミサイル防衛システム (BMD) の試験に参加している。
- 基本コンセプトは、発射されミッドコース段階にある弾頭 (再突入体) の正確な追跡情報を、迎撃システムに直接提供することである。初期に捜索用センサでミサイル発射を感知し、自動的に追跡センサに移管し、追尾を継続する。また 2 機の衛星を用いることで、ステレオ視を行い、迎撃システムにほぼリアルタイムで 3 次元の目標位置を提供できるという。
- 2013 年にはイージス艦 BMD と SM-3 ブロック IA による中距離弾道ミサイル (MRBM) の実射迎撃試験 (FTM-20) で、STSS-D の追跡データに基づき、イージス艦 BMD のローンチ・オン・リモートによるミサイル迎撃に成功している。

c-3. HBTSS 開発のスタート

トランプ政権の国家防衛戦略 (NDS) や上記 MDR の発表後、宇宙センサ配備の見直しへの具体的な動きとして、2019 年にミサイル防衛局 (MDA) から「極超音速及び弾道ミサイル宇宙追跡システム (HBTSS)」についての提案要求が出された。

同年 10 月 29 日に複数の提案の中から Northrop Grumman、Raytheon、Leidos、および L3Harris の 4 社が選定されている。これらの企業は約 20M\$ で、2020 年 10 月 31 日までにプロトタイプ of センサ・ペイロードを設計することになっていると報じられている。

STSS に代わる宇宙追跡監視システムと見なされているが、要求細部は不明である。別途同じ国防総省下の宇宙開発庁 (SDA) によって構想されている国家防衛宇宙アーキテクチャ^[注]におけるトラッキング・レイヤーとして組み込まれるとも言われている。

[注] 国家防衛宇宙アーキテクチャ (National Defense Space Architecture)

- 国防総省の研究開発部門である SDA が主導する、通信、測位、追跡等の任務をもつ複数のコンステレーション (衛星群) を統合する宇宙システム構想。同じ米軍内ではこの構想を疑問視する向きもあり、必ずしも米軍を含めた統一した見解ではないとも言われている。
- また、SDA は 2021 年から 2025 年度までの 5 年間で 11B\$ を超える予算要求 (ドラフト) を計画していると伝えられている。そのうち 10.6B\$ は 250 機を超える衛星から構成されるトランスポート・レイヤーと呼ばれるグローバルな通信サービスを提供するメッシュネットワークのためのもので、その他宇宙追跡システムから構成されるトラッキング・レイヤーには 5 年間で 1.8B\$ を要求との説明がなされている。

3. 提言にあたっての重視事項

危機の顕在化のありようには1章で取り上げた以外にもいろいろな議論がある。ただ、現在の緊張の高まりには、その危機が万が一にでも戦闘行為に及ぶ場合、すぐにでも東アジア全体に亘る戦争へとエスカレーションすることが避けられない状況となりつつある。

しかし敵対勢力への予防攻撃や先制的自衛による対処は、日本としては様々な制約から今のままでは実質的に不可能であり、日米同盟のもと米国に頼る以外に選択肢はない。

よって我が国として国家国民の安全を保障するには、「敵対国による先制的ミサイル攻撃に対する確実なミサイル防衛」以外に手段がないことには異論はないであろう。

この場合の「ミサイル防衛」とは、戦闘開始前後に波状的に来襲する数十発、数百発に及ぶミサイル攻撃から、警戒レーダサイト、航空基地、艦艇基地、在日米軍基地等といった重要拠点の被害を最小限とすべく守り抜き、米軍による敵対勢力への反撃を待つことになるのではないだろうか。

そのためには、もちろん米国との連携は言うまでもないが、その兵力の来援まで、自ら、迎撃システム・部隊の能力を最大限に機能させることが不可欠となる。

具体的には、初期の敵ミサイル攻撃対処、並びに、その対処及び我が方の被害状況を即時に把握し、次に備えて迎撃体制を統制できなければならないことは当然である。

加えてそれを実現するには、戦闘開始以前の日頃から相手について、その保有ミサイル等について、詳細な特性を蓄積し、常時監視し、有事の予兆、警報を一瞬でも早く判断・発信できる装備を自ら保有して、はじめて達成可能となるといえる。

この要請に対して、我が国のミサイル防衛システムは、2章で整理したようにすでに地上配備の各警戒レーダ、新早期警戒機、新型イージス艦、地上迎撃システム等の再整備が進められつつある。しかし、ミサイル防衛においてその能力発揮の嚆矢ともなる宇宙配備の早期警戒・監視機能は、完全に欠落したままであり、もはや看過できない状況となっている。

また更に今回の脅威としての検討対象の中心となった極超音速兵器の分析から、我が国にとっては、敵対国との距離の近さ、脅威の飛しょう特性により、米国とは異なり現状においては、ミッドコース段階における迎撃がほとんど期待出来ない状況にあることが改めて確認された。

したがって、我々は『**我が国のミサイル防衛システムにおいて明らかに欠落となっている宇宙配備の早期警戒・監視システムを早急に整備すること**』を提言するが、本章ではその実現のために、特に重視するべきと集約された意見を整理するものである。

(1) ミサイル防衛における任務保証（ミッション・アシュアランス）の確保

- ・国家としてミサイル防衛ミッションの遂行を確実に保証する観点から、極めて重要な構成要素となる宇宙配備の早期警戒・監視機能を自ら保有すべきである。
- ・この課題に対し、現状は米国から情報の提供を受けることで、一応は欠落を補完しているが、現在まさに脅威が切迫・多様化し、また安全保障環境が激変するなか、同盟国とはいえ外部に依存するだけでなく、自ら管理・運用できるものとすべきである。
- ・また現状の早期警戒情報は、米軍三沢基地から配布されていると考えられているが、戦闘の初期段階で敵からの集中攻撃を受ける可能性が極めて高く、万が一その機能が喪失させられると、我が国の地上配備システムの能力が十全に発揮できない状態に陥ることとなる。
- ・2(1)項で述べたような地上設備の強化が推進されている状況でこそ、宇宙設備も含めたトータルシステムとしての抗たん性（レジリエンス）の確保が必須と考える。

(2) 日米互換性の維持による宇宙設備の抗たん性（レジリエンス）確保

- ・我が国における欠落機能を補完するにあたっては、米国の宇宙早期警戒衛星との互換性を持たせ、データ共有を向上することは、我が国の安全保障上のレジリエンスを確保するだけにとどまらず、同盟国である米国の国家安全保障の強化に貢献することとなる。
- ・また、日本として宇宙配備の早期警戒・監視機能を保有することで、現状提供を受けている米国からの早期警戒情報についても、単なる情報の受信・伝達から、米豪の関係のように、より高次元/広範囲の情報共有へと発展させることが期待される。

(3) ミサイル発射探知情報の緊密な接続によるミサイル防衛能力の最大発揮

- ・地形の制約によるレーダ探知可能範囲外の領域に対する、宇宙を利用したミサイル発射探知は、我が国の早期警戒レーダ網の能力自体を最大限発揮するために必須である。
- ・また迎撃タイムラインの圧縮を最小化し迎撃率を高めるためには、その探知情報を防空システムと緊密に接続することも不可欠である。
- ・特に新たな脅威である極超音速兵器は、ブースト段階終了後、弾道ミサイルとは異なった軌道を取りマッハ 5 以上の極めて高速で飛しようするため、脅威ミサイルを（打上げ直後/）ミッドコース/ターミナル段階の多層防衛によって確実に対処することが、重要な課題となる。
- ・しかし、現在利用している米国からの早期警戒情報は、一旦米国側の処理をへて JADGE システムに入力されるとされており、細部不明な点も多く、このようなミサイル防衛の最適化は必ずしも期待できないのが実情ではないだろうか。

(4) 関心域（東アジア・西太平洋地域）に注力することによる費用対効果の確保

- ・北朝鮮及び中国並びにその潜水艦によるミサイル発射を考慮すると、我が国にとっての関心域は、東アジア・西太平洋地域となる。全世界を対象とする米国とは違い、この領域に焦点をおいたシステムとすることで、構築の費用対効果を現実的なものとする事ができる。
- ・概略検討によると、極超音速兵器の探知・追尾を考えた場合、例えば関心域を北緯約 27～43 度の高度約 30 km-100 km の範囲に絞ると、赤外線センサを搭載した小型衛星 24 機を、2000km 程度の中・低軌道に配置することで、この対象範囲をカバーするシステムの構築が理論上可能である。
- ・この場合、搭載する赤外線センサは、静止軌道に配置することに比べるとはるかに小型にでき、国内技術の応用も可能である。
- ・また、静止軌道上のセンサと組み合わせることで、小型衛星の機数を半数程度に削減するコンステレーションも考えられる。いずれにしても関心域の限定で費用面での負担を避けるオプションを考えると、システム実現に大きく寄与すると考える。

(5) 宇宙配備の早期警戒・監視システム構築への取り組み

① 米国メーカーの参画を得て、早期に国内システムを構築

- ・北朝鮮によるテポドン 1 号の発射実験によってその対処が大きく問題となった 1998 年当時と比べると、約 20 年をへて静止/周回赤外線観測衛星関連の国内技術・実績は格段に向上している。
- ・すでに実現して有効性を認められている情報収集衛星システムと同様に、我が国での地上設備を含めた全体システム構築はもはや困難ではなくなっている。
- ・ただ、静止軌道配備の早期警戒・監視ミッション用の赤外センサを新たに開発するには時

間と費用がかかること、米国の宇宙配備の赤外線システム（SBIRS/次世代 OPIR）との互換性を持たせるとの観点から、初期の静止軌道配備の赤外センサ（イメージャ）については米国企業等の協力を得て開発することが現実的である。

② 衛星・地上・運用全体をトータルシステムの視点から構築

- ・衛星システムのみならず、地上処理システムについては、各警戒レーダや迎撃システムだけでなく他のインテリジェンスシステムと緊密に接続されたトータルシステムとして構築する必要がある。
- ・自衛隊の宇宙部隊に運用を見据えたチームを新設し、各種ミサイル、紛争地域監視等について赤外線情報（インテリジェンス）を分析・蓄積する人員の養成を早期に開始すべきである。

③ 対衛星攻撃（ASAT）及び対サイバー攻撃への対策

- ・戦闘初期においては、サイバー空間・宇宙空間を含めた5つのドメインすべてにおいて先制攻撃に対処しなければならない。特にサイバー戦、宇宙戦による先制攻撃は必ず行われると覚悟すべきであり、提言する宇宙配備システムの構築にあたっては、当然これらへの対策は必須となる。
- ・「宇宙システムの抗たん性の確保」については日米政府により様々なレベルでの取り組みが行われている。本書で提案するミサイル防衛のための宇宙配備システムの構築に際しても、対衛星攻撃（ASAT）及び対サイバー攻撃への対策に関する要件定義を確実に行うことが求められる。
- ・特に、提言する早期警戒・監視システムには、極超音速兵器の探知・追尾を担う中・低軌道に配置される小型衛星のコンステレーションが含まれる。これらは2007年の中国(PLA)の実験^[注]からも推測されるとおり、最も対衛星攻撃（ASAT）の対象となるものであり、その対策として現在内閣府によって検討されている即応型衛星打上げシステムとの連携を図ることをシステムの構想段階から行っていく必要がある。

[注] 2007年の中国の実験

- ・中国のASATへの取組みは2007年1月の人工衛星破壊実験により、その存在が公式に明らかとなった。この実験で使用されたASATは中距離弾道ミサイルDF21をベースとした固体ロケットで、高度約850～860kmの軌道にあった衛星に命中し、これを破壊している。
- ・この実験により多数のデブリが発生、欧米諸国を中心に抗議がなされ、衛星攻撃兵器（ASAT）の実験を自粛する方向となっている。

④ ロケット燃焼データ等の監視情報収集への取り組み

- ・宇宙配備センサからの赤外線観測データは、米国のSBIRS/NFIRE/SKAプロジェクトで行われているように、ミサイル探知だけでなく、燃焼ガスの特性からのロケットの特定/識別、着弾時点での被害推定、火山活動/災害モニタなど、様々な応用が可能である。
- ・これらに対しては、現時点でも気象衛星等を使って参考機会（ミサイル発射、燃焼試験、紛争地域の戦場監視など）を利用したデータ収集は可能であり、衛星システムの開発を待たず、宇宙からの警戒監視データを収集分析する体制を構築すべきである。（参考資料4を参照）

⑤ ホステッド・ペイロードの活用

- ・我が国は現在気象衛星を始めとする静止軌道上の衛星を保有しており、ここ数年のうちに後継/追加衛星の打上げが、計画されているものもある。
- ・これらの衛星を含め、商用衛星、科学衛星等にミッション・ペイロードを相乗りさせることで早

期に費用対効果の高いシステム構築を図ることも考慮すべきである。

(6) 将来のミッドコース追跡システム構築への取り組み（日米協力）

① 開発状況についての情報収集と米国開発への参画の検討

・新たな脅威である極超音速兵器の飛しよう過程を、宇宙からカバーできる実用システムはなく、米国でもまだ研究・実証段階である。2019年度から米ミサイル防衛局（MDA）により新たに HBTSS の開発がスタートしているが、依然実証段階である。

・しかし、極超音速兵器への対抗としてそのミッドコース追跡は地上設備を補完する意味からも、重要な機能であり、今後米国の開発について、その将来の開発への参画の可能性の検討を含め、十分な情報収集・意見交換・国内研究開発が必要である。

② 技術開発への取り組み

・我が国としても民間の技術を結集し、将来の赤外線イメージャの開発、中・低軌道配備の小型衛星のコンステレーションにおける運用技術の開発に積極的に取り組み、受け身ではなく米国との連携の一環として共同開発への参画等を働きかけるべきである。

③ 米国の宇宙利用全体構想への参画

・米国では、HBTSS 開発のほか、低軌道衛星コンステレーションによる実証開発である Blackjack 計画が進められている。

・それらは単独目的ではなく、将来的にそれらを包含する軍事衛星全体に対するより大きな次世代宇宙アーキテクチャ構想の一部ともいわれており、もはや単純なミサイル防衛という枠では収まらなくなりつつある。

・したがって、宇宙分野における日米連携をより実効のあがる緊密なものとするには、これらのより大きな宇宙利用構想の枠組みへの参画も考慮することが重要と考える。

4. まとめ：ミサイル防衛における宇宙利用（提言）

1章の「状況認識」において概括したように、現状変更を試みる中国は急速に軍の近代化・強化を進めており、弾道ミサイルをはじめ多くの種類のミサイルを多数保有するとともに、さらにその増強を図っている。加えて、現在のミサイル防衛システムでは対処が困難となる極超音速兵器の開発も進めている。また、北朝鮮もミサイル発射実験を繰り返し、極超音速兵器に分類されるミサイルについても技術及びその運用能力を高めている。これらは大量破壊兵器の搭載化への取り組みとともに、我が国周辺の安全保障環境を不安定化させる大きな要因である。

このような安全保障環境において、特に極超音速兵器の登場により顕在化した我が国のミサイル防衛システムにおける問題点を、宇宙配備センサを構築し一体化したトータル防衛システムとして再構築することで解消することが、喫緊の課題となっている。

以下は、3章で整理した「ミサイル防衛における宇宙利用」にあたっての重視事項をもとに、JISSとしての「ミサイル防衛における宇宙利用（提言）」としてまとめるものである。

（1）喫緊の脅威に対処するため、我が国として欠落している宇宙配備の早期警戒・監視システムを整備すべき

現在の我が国のミサイル防衛体制においては、ミサイルの発射探知及びブースト段階での識別情報の取得・分析を米国に依存しており、それらの情報を我が国のミサイル防衛システムに接続するまでに若干といえども一定の時間を要している。

様々な態様のミサイル脅威に、より効果的に対応するためにはミサイル発射情報等をミサイル防空システムに接続するまでの時間を極小化し、限られた対処時間を最大限有効に使用し得るよう早期警戒能力を向上する必要がある。

また現在、我が国の安全保障にとって極めて重要な、他国からのミサイル発射及び識別情報は同盟国といえ、他国の情報にのみ頼っている状況にある。

これは、様々な場所からのミサイル発射に対して、発射後直ちにアトリビューションを行い、対処手段を講じることができるようにすることは、独立国としての責務であり、安全保障の観点から一刻も看過できないことである。

加えて我が国がこのような能力を保有することは、レジリエンス向上の観点からも米国にとって有益なことであり、日米同盟の強化にもつながるものと考えらる。

このため、以下のことを提言する。

- ① 宇宙からの監視により、弾道ミサイル等の発射を早期に探知、追跡、識別し得る能力を我が国として保有し、それらの情報を遅滞なく防空システムと連携させ、早期警戒能力を向上するための、衛星・地上・運用全体を見据えたトータルシステムとして構築する。
この際、日米双方の宇宙アセットのレジリエンス向上のため、米国の宇宙配備赤外線監視システム（SBIRS／次世代 OPIR）との互換性を持たせるとともに、構築システム自体への脅威となる対衛星攻撃や対サイバー攻撃への対応策を講じる必要がある。
- ② 宇宙からの警戒監視データを、我が国において収集、分析しうる体制を構築する。
そのためには早期監視システムの運用のために必要な人材の養成を早期に開始する必要がある。
- ③ また当該システムの構築・運用に際して、データの共有を図ることに加え早期に構築するため、システム構築及び運用の実績・ノウハウの蓄積の豊富な米国からの協力を得ることが

適当であり、その際には協力を得る分野を明確にして米国と協議することが重要である。

- ④ また、効率的なシステム構築のために今後打ち上げが予定される気象衛星を始めとする商用、科学衛星等に赤外警戒・監視のミッション・ペイロードを相乗りさせることも検討する必要がある。

加えて、宇宙からの警戒・監視データを収集分析、活用する体制を早期に構築するため、システムの完成を待たず、気象衛星等のデータ等を参考機会として活用することが有効である。

(2) 将来のミッドコース追跡システムの構築に備えての取り組みを開始すべき

新たな脅威である極超音速兵器に対応するために必要となるミッドコース段階におけるミサイル追跡システムの構築に向けて、我が国及び米国産業界の参画を得て、米国が計画する開発計画等、その協力の在り方について検討を開始する必要がある。

またさらに、我が国の安全保障をより確かなものとするため、米国が念頭に置いている、ミサイル防衛を超えた国家防衛のためのより大きな宇宙利用の全体構想の検討に参画することも検討する必要がある。

編集後記

Chatham House Rule (チャタムハウス・ルール)

「チャタムハウス・ルールに基づいて会議またはその一部が開催された場合、参加者は受け取った情報を自由に使用することができますが、発言者の身元や所属、他の参加者の身元は明らかにされることはありません。」

(<https://www.chathamhouse.org/chatham-house-rule> から邦訳)

JISS の研究会・勉強会での議論は、このチャタムハウス・ルールに則って行われています。このルールは英国のシンクタンク、チャタムハウス（王立国際問題研究所）で採用されているもので、安全保障のようなセンシティブな問題についての議論を促進・支援するものとして、世界中で使用されています。

今回の「ミサイル防衛における宇宙利用」の検討にあたっては、多くの有識者や日米産業界からのご参加をいただき、その成果として本書をまとめあげることができました。

本来であれば、ご協力いただいた皆様のお名前をあげ、お礼を申し上げるべきところですが、上記チャタムハウス・ルールに則り、控えさせていただきます。ご容赦をお願いいたします。

紙面を締めるにあたり、勉強会にご参加いただきました皆様、資料をご提供いただいた皆様には、心より感謝申し上げます。本当にありがとうございました。

「ミサイル防衛における宇宙利用」勉強会 幹事一同
三堀 隆 (主席研究員)
平田 英俊 (顧問)
神山 洋一 (政策研究員)
今津 寛史 (政策研究員)
田中 好雄 (主任研究員)

以上

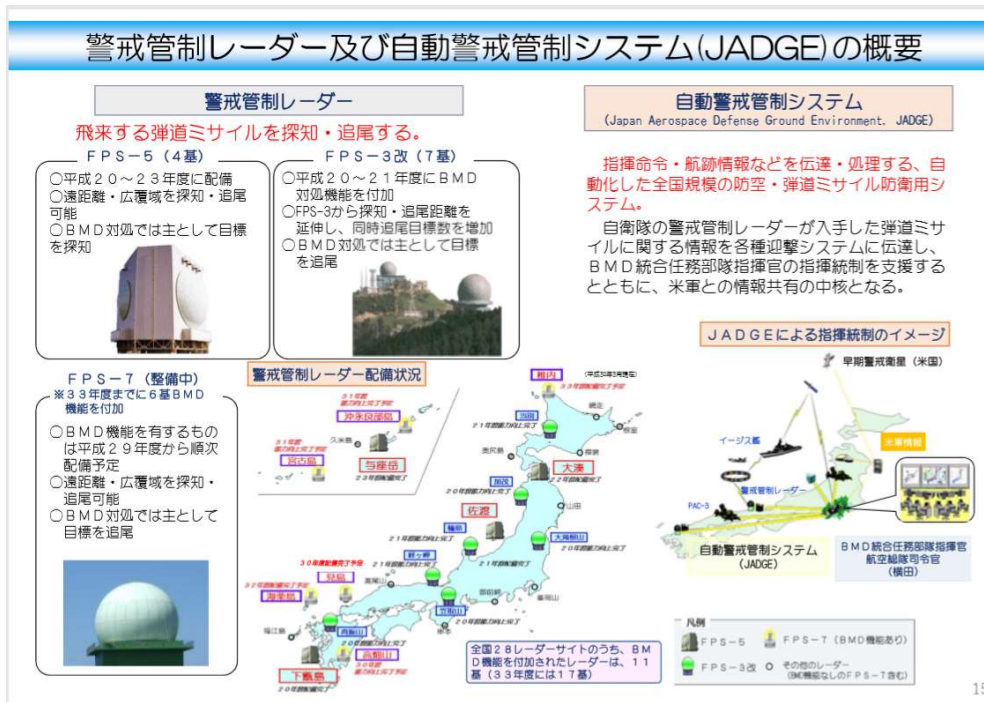
参考資料

参考資料 1 2020年の北朝鮮による弾道ミサイル発射状況



(出典：防衛省 HP「北朝鮮のミサイル等関連情報」2020年4月7日アクセス
(<https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/northKorea/index.html>)

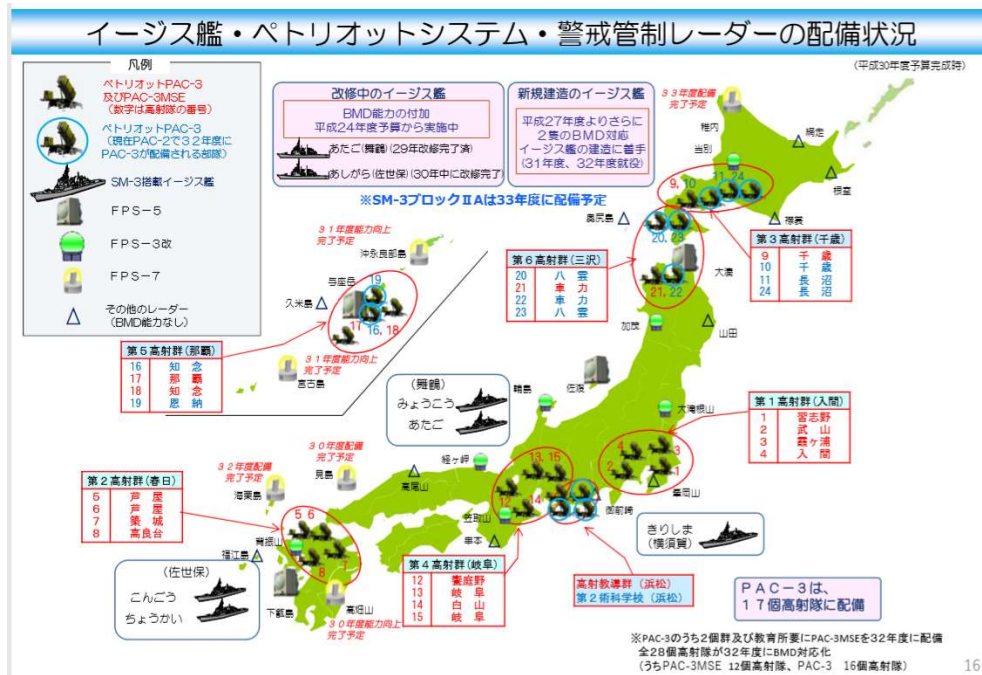
参考資料 2 警戒管制レーダ及び自動警戒管制システムの概要



(出典：防衛省平成30年第2回説明資料 p.15)

(<https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/bmd/pdf/20180720.pdf>)

・参考資料3 イージス艦・パトリオットシステム・警戒管制レーダの配備状況



(出典：防衛省平成30年第2回説明資料 p.16)
(<https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/bmd/pdf/20180720.pdf>)

・参考資料4 我が国の気象衛星と米国 DSP/SBIRS とのセンサ比較

項目	ひまわり8号・9号 (GOES-R相当)	DSP ※1	SBIRS-GEO ※1	SBIRS-HEO ※1
放射計	Scan(AHI)	Spinning Scan	Scan、S&S※2	Scan
バンド数	16 (可視3/近赤外3/赤外10)	2 (短赤外、中赤外)	3 (短赤外、中赤外、STG※3)	
監視範囲	・全球、 ・関心領域(時分割)	全球	・Scan:全球 ・S&S:関心領域	極地方
分解能	・0.5km~1km(可視) ・1km~2km(近赤外) ・2km(赤外)	1~数km(推定)	・Scan:1~3km ・S&S:1km以下	1~3km
更新頻度	・10分/全球 ・30秒/関心領域 (500x1000km)	~10秒/全球 (6rpm)	数秒?/全球	

※1 DSP/SBIRSの方式・性能は推定
 ※2 S&S: Step & Stare
 ※3 STG: See To Ground waveband (波長は不明)

・参考資料 5 米本土ミサイル防衛における主な地上配備システムの概要

装備品名	概要
早期警戒レーダ (EWR/UEWR)	米国内ではアラスカ州のフォートグリーリー基地およびカリフォルニア州に配備されており、東アジアでは台湾の樂山山頂に設置されている。UHF 波(超高周波)を使用し遠距離、多数のミサイルを同時に捕捉・追尾できる。改良型の早期警戒レーダ(UEWR)は、推定最大探知距離は4800kmになるといわれている。
THAAD システム	THAAD(推定迎撃高度約40-150km)は弾道ミサイルを大気圏内・上層域で迎撃するシステムであり、大気圏外で迎撃するSM-3と大気圏内・低層域で迎撃するPAC-3(推定迎撃高度約15km)との中間域に対する迎撃システムである。後述のTPY-2レーダの情報をもとにTHAADミサイルを誘導する。東アジアでは韓国慶尚北道星州、及びグアムの米軍基地に配置されている。
イージス艦 [SPY-1, SM-3, SM-6]	米海軍は、イージス艦としてアーレイバーク(Arleigh Burke)級ミサイル駆逐艦とタイコンデロガ(Ticonderoga)級ミサイル巡洋艦を保有、BMD対応のイージス艦は2021年末時点で48隻とされ、そのうち東アジアの弾道ミサイル防衛対応はBMD指揮艦「シャイロー」を始め、第7艦隊第15駆逐隊の9隻が任務にあたる。日本は2020年就役したまや型を含め、8隻を保有、搭載迎撃ミサイルに差はあるが全艦がBMD対応可能である。イージス艦にはAN/SPY-1レーダが搭載されており、同時追跡可能目標数は100以上といわれ、弾道ミサイルに対する推定探知距離は約310kmと見積もられている。周波数はSバンド、上部構造物に4面を固定装備することで、全周半球空間の捜索が可能である。発射されたミサイルの追跡・指令誘導も行う。迎撃ミサイルとしては、敵目標を大気圏外で迎撃するSM-3と大気圏内での迎撃および巡航ミサイル対応のSM-6(推定迎撃高度約33km)を搭載できるミサイル垂直発射装置MK41を装備する。アーレイバーク級では約90セルを装備する。
TPY-2レーダ	弾道ミサイルを遠距離で探知、捕捉・追尾するXバンドレーダである。TPY-2には「前線配備モード」と「ターミナル配備モード」の2つがあるとされ、前者は前線基地に配備され、弾道ミサイルが発射されると、自らもしくは早期警戒衛星等からの情報により捕捉し追跡を開始し、弾道ミサイルシステムに目標位置を送信する。後者はTHAAD迎撃ミサイル基地近くに配備・接続され、その主レーダセンサとして機能する。周波数はXバンドを使用し高解像度の画像化処理により、発射されたミサイルの種類を識別できるとされており、探知距離は約1,000kmといわれている。米軍はTPY-2レーダを青森県の空自車力分屯基地及び京都府経ヶ岬米軍通信所にそれぞれ配備済み。これらはハワイ及びグアムに展開中のTHAAD発射中隊の前線基地レーダの役割を担っている。
海上配備 Xバンドレーダ (SBX)	海底油田掘削装置の上に搭載されたXバンドレーダで、自走または曳航にて移動する。アラスカ州アリューシャン列島のアダック島を母港とし、通常はアラスカ近海の北部太平洋に在泊する。推定最大探知距離は数千kmといわれている。
Cobra Dane [Upgrade]	アラスカ州シミア島に設置されたL-bandレーダ。当初はソ連のミサイル実験を監視し、情報を収集する追跡レーダとして開発されたが、2004年にミサイル防衛用に改修された。約3200kmの探知能力と、高い分類識別があるとされ、GBIのための追跡・管制用に用いられる。
GBI	地下サイロから発射される地上配置型の大型弾道ミサイル防衛ミサイル(GBI)で、アラスカ州フォートグリーリー基地およびカリフォルニア州ヴァンデンバーグ空軍基地に配備。大陸間弾道ミサイルをミッドコース中間点、大気圏外で迎撃する。

略語一覧

A		
A2AD	Anti-Access Area Denial	接近阻止・領域拒否
ADC	Air Defense Command	航空総隊
AEGIS	—	イージス・システムを搭載した艦船の総称
ABI	Advanced Baseline Imager	米気象衛星 GOES-R の赤外イメージャ
AHI	Advanced Himawari Imager	気象衛星ひまわり 8・9 号の赤外イメージャ
ASAT	Anti-Satellite weapon	対衛星兵器/衛星攻撃兵器
AWS	AEGIS Weapon System	イージス武器システム
B		
BMD	Ballistic Missile Defense	弾道ミサイル防衛
BMDR	Ballistic Missile Defense Review	弾道ミサイル防衛見直し
C		
CEC	Cooperative Engagement Capability	共同交戦能力
D		
DSN	-	Xバンド防衛通信衛星
DSP	Defense Support Program Satellite	国防支援計画衛星 (早期警戒衛星)
DWES	Distributed Weighted Engagement Scheme	分散型重み付け交戦処理
DoD	United States Department of Defense	米国防総省
E		
EWR	Early Warning Radar	早期警戒レーダ
ER	Extended Range	射程延長
G		
GBI	Ground Based Interceptor	地上配備迎撃ミサイル
GEO	Geostationary Orbit	静止軌道 (高度約 36 千 km)

GLCM	Ground Launched Cruising Missile	地上発射巡航ミサイル
GMD	Ground-based Midcourse Defense	米本土地上配備型ミッドコース防衛
H		
HBTSS	Hypersonic and Ballistic Tracking Space Sensor	極超音速及び弾道ミサイル宇宙追跡システム
HCM	Hypersonic Cruise Missile	極超音速巡航ミサイル
HEO	High Earth Orbit	高軌道、遠地点が静止軌道より外の地球周回軌道
HGB	hypersonic glide body	極超音速滑空体
HGV	Hypersonic boost-Glide Vehicle	極超音速滑空体
I		
IAMD	Integrated Air and Missile Defense	統合防空ミサイル防衛
ICBM	Inter-Continental Ballistic Missile	大陸間弾道ミサイル
IGS	Information Gathering Satellite	情報収集衛星
INF	Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty	中距離核戦力全廃条約
IRBM	Intermediate-Range Ballistic Missile	中距離弾道ミサイル
J		
JADGE	Japan Aerospace Defense Ground Environment	新自動警戒管制システム
JTAGS	Joint Tactical Ground Station	統合戦術地上ステーション
JTFC	Joint Task Force Commander	(BMD) 統合任務部隊指揮官
K		
KH	KeyHole	米偵察衛星の呼称
L		
LEO	LOW Earth Orbit	地球低軌道 (高度 2000km 以下)
M		
MaRV	Maneuverable Re-entry Vehicle	機動式弾頭 (機動再突入体)
MCS	Mission Control Station	ミッション コントロール ステーション

MDA	Maritime Domain Awareness	海洋状況把握
MDA	Missile Defense Agency	ミサイル防衛局
MDR	Missile Defense Review	ミサイル防衛見直し
MEO	Medium Earth Orbit	静止軌道と低軌道との中間の軌道
MIPS	Maritime Integrated Air and Missile Defense Planning System	米海軍 統合対空/ミサイル防衛計画システム
MIRV	Multiple Independently - targetable Reentry Vehicle	多目標弾頭
MRBM	Medium-Range Ballistic Missile	準中距離弾道ミサイル
MOD	Minister of Defense	防衛大臣
MSE	Missile Segment Enhancement	ミサイル部分強化型
N		
NDS	National Defense Strategy	国家防衛戦略
NIFC-CA	Naval Integrated Fire Control – Counter Air	海軍統合射撃管制-対空
O		
OPIR	Overhead Persistent IR system	宇宙配備 IR 監視システム
P		
PLA	People's Liberation Army	中国人民解放軍
Q		
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	準天頂衛星システム
S		
SBIRS	Space-Based Infrared System	宇宙配備赤外線システム
SBX	Sea-based X-Band Radar	海上配備 X バンドレーダ
SDA	Space Development Agency	宇宙開発庁
SF	Self Defense Fleet	自衛艦隊
SEW	Shared Early Warning	早期警戒情報
SEWS	Shared Early Warning System	早期警戒情報システム
SRBM	Short-Range Ballistic Missile	短距離弾道ミサイル
SLBM	Submarine-Launched Ballistic Missile	潜水艦発射弾道ミサイル
START	Strategic Arms Reduction Treaty	米露間戦略兵器削減条約
STSS	Space Tracking and Surveillance System	宇宙追跡監視システム

T		
TEL	Transporter Erector Launcher	輸送起立発射機
TFC	Task Force Commander	任務部隊指揮官
THAAD	Terminal High- Altitude Area Defense	終末高高度防衛
U		
UEWR	Upgraded Early Warning Radar	改良型早期警戒レーダ

参考文献/ソースリスト

1. 状況認識（脅威）

（1）激変する安全保障環境

- 1 ピーター ナヴァロ（著）、赤根 洋子（翻訳）、『米中もし戦わば』、文藝春秋、2016
- 2 David C. Gompert, Astrid Stuth Cevallos, “War with China: Thinking Through the Unthinkable”, RAND Corporation, 2016
- 3 Federation of American Scientists (FAS)、The Pentagon’s 2019 China Report (Posted on May.06, 2019 in China, Nuclear Weapons by Hans M. Kristensen) 、閲覧日 2020-04-17, <https://fas.org/blogs/security/2019/05/chinareport2019/>
- 4 DoD、[PDF] ANNUAL REPORT TO CONGRESS Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2019、閲覧日 2020-04-17, https://media.defense.gov/2019/May/02/2002127082/-1/-1/1/2019_CHINA_MILITARY_POWER_REPORT.pdf
- 5 DoD、[PDF] ANNUAL REPORT TO CONGRESS Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2018、閲覧日 2020-04-17, <https://media.defense.gov/2018/Aug/16/2001955282/-1/-1/1/2018-CHINA-MILITARY-POWER-REPORT.PDF>
- 6 海上保安庁、尖閣諸島周辺海域における中国公船及び中国漁船の活動状況について、閲覧日 2020-04-17, <https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/post-280.html>
- 7 防衛省、北朝鮮のミサイル等関連情報、閲覧日 2019-12-14、2020-04-17, <https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/northKorea/index.htm>
- 8 Jan van Tol, Mark Gunzinger, Andrew F. Krepinevich, Jim Thomas, “AirSea Battle: A Point-of-Departure Operational Concept”、CSBA、2010
- 9 Thomas G. Mahnken, Travis Sharp, Billy Fabian , Peter Kouretsos, “Tightening the Chain: Implementing a Strategy of Maritime Pressure in the Western Pacific”、CSBA、2019

（2）我が国にとっての現実の脅威

- 1 CSIS、The Missile Threat、閲覧日 2020-04-17, <https://missilethreat.csis.org/missile/>

(3) 新たな脅威「極超音速兵器」の特徴

- 1 Richard H. Speier, George Nacouzi, Carrie Lee, Richard M. Moore, "Hypersonic Missile Nonproliferation: Hindering the Spread of a New Class of Weapons", RAND Corporation, 2017
- 2 福田 浩一、防衛装備庁技術シンポジウム 2019、島嶼防衛用高速滑空弾の現状と今後の展望、令和元年 11 月 13 日
- 3 中山 久広、防衛装備庁技術シンポジウム 2019、極超音速飛行を可能とするスクラムジェットエンジンの研究、令和元年 11 月 13 日

2. 状況認識（対処）

(1) 我が国のミサイル防衛システム

- 1 防衛省、弾道ミサイル防衛（BMD）について、閲覧日 2020-04-17, <https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/bmd/index.html>
- 2 防衛省、陸上配備型イージス・システム（イージス・アショア）に関する秋田県及び山口県への説明について、閲覧日 2020-04-17, https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/bmd/aegis_ashore.html
- 3 防衛省、予算等の概要 | 平成 27 年度～平成 31 年度、閲覧日 2020-04-17, https://www.mod.go.jp/j/yosan/yosan_gaiyo/h27-31.html
- 4 能勢/伸之（著）、東アジアの軍事情勢はこれからどうなるのか データリンクと集団的自衛権の真実、PHP 新書、2015
- 5 Space Based Infrared Surveillance SBIRS, [PDF] SBIRS MISSILE DEFENSE EARLY WARNING SATELLITE, Lockheed Martin Corporation, 閲覧日 2020-04-17, [https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/space/photo/sbirs/SBIRS_Fact_Sheet_\(Final\).pdf](https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/space/photo/sbirs/SBIRS_Fact_Sheet_(Final).pdf)

(2) 現有システムによる対処での課題

(-)

(3) 米国の動向

- 1 DoD MDA, [PDF] 2019 MISSILE DEFENSE REVIEW、閲覧日 2020-04-17, <https://media.defense.gov/2019/Jan/17/2002080666/-1/-1/1/2019-MISSILE-DEFENSE-REVIEW.PDF>
- 2 Congressional Research Service (CRS)、[PDF] Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress、閲覧日 2020-04-17, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45811>

- 3 Missile Threat (Missile Defense Project ; CSIS)、Defense Systems、
閲覧日 2020-04-17、
<https://missilethreat.csis.org/defsyst/>
- 4 Congressional Research Service (CRS)、[PDF] Navy Aegis Ballistic
Missile Defense (BMD) Program: Background and Issues for Congress
Updated March 31, 2020、閲覧日 2020-04-17、
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/RL/RL33745>
- 5 DoD MDA、[PDF] Fiscal Year (FY) 2021 Budget Estimates Overview、
閲覧日 2020-04-17、
<https://www.mda.mil/global/documents/pdf/budgetfy21.pdf>
- 6 Nathan Strout、Congress wants more clarity on space-based missile
warning、C4ISRNET、December 17, 2019、閲覧日 2020-04-17、
[https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2019/12/17/
/congress-wants-more-clarity-on-space-based-missile-warning/](https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2019/12/17/congress-wants-more-clarity-on-space-based-missile-warning/)
- 7 Sandra Erwin、DARPA’s big bet on Blackjack、SpaceNews.com、
January 8, 2020、閲覧日 2020-04-17、
<https://spacenews.com/darpas-big-bet-on-blackjack/>
- 8 Nathan Strout、The MDA is still in charge of hypersonic-tracking
space sensors、C4ISRNET、March 16, 2020、閲覧日 2020-04-17、
[https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2020/03/16/the-
mda-is-still-in-charge-of-hypersonic-tracking-space-sensors/](https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2020/03/16/the-mda-is-still-in-charge-of-hypersonic-tracking-space-sensors/)
- 9 Sandra Erwin、Space Development Agency to seek bids for its first
constellation、SpaceNews.com、April 2, 2020、閲覧日 2020-04-17、
[https://spacenews.com/space-development-agency-to-seek-bids-
for-its-first-constellation/](https://spacenews.com/space-development-agency-to-seek-bids-for-its-first-constellation/)

3. 提言にあたっての重視事項

- 1 内閣府・宇宙政策委員会 宇宙安全保障部会 第17回会合 資料3 宇宙システム
全体の抗たん性強化に関する主要事項について、平成28年11月7日、閲覧
日 2020-04-17、
[https://www8.cao.go.jp/space/committee/27-anpo/anpo-
dai17/shiryu3.pdf](https://www8.cao.go.jp/space/committee/27-anpo/anpo-dai17/shiryu3.pdf)
- 2 安藤 昭芳、G空間 EXPO2019 日本写真測量学会・日本リモートセンシング学会
シンポジウム「気候変動適応と衛星地球観測」、ひまわり及び後継静止気象衛星、
令和元年11月28日

4. 検討まとめ：ミサイル防衛における宇宙利用（提言）

(-)

以上

新たな脅威への対処に不可欠な宇宙

－ ミサイル防衛における宇宙利用 －

JISS Technical Report 2020-01

発行日：2020（令和2）年9月25日

発行者：一般社団法人 日本宇宙安全保障研究所 (JISS)

〒100-0014 東京都千代田区永田町二丁目12番8号 永田町SRビル3F

電話：03-6205-4744、URL: <http://www.jiss.or.jp>

