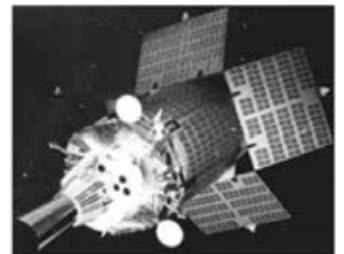


アメリカの宇宙安全保障の確保  
宇宙の兵器に関するFASパネルのレポート  
2004年9月

# Ensuring America's Space Security

Report of the FAS Panel on  
Weapons in Space



**September 2004**

## Acknowledgements

This report is the product of more than a year-long study conducted by the FAS's Panel on Weapons in Space. The Panel greatly appreciates the efforts of those who presented informative briefings to it; this report would not have been possible without their contributions. The presenters and four meetings at which they spoke are listed in Appendix 2.

Others deserve our thanks as well. George Lewis provided thorough, thoughtful comments on the first draft. Josh Kellar at FAS helped to research small satellites. Kellar provided valuable assistance in organizing the four Panel meetings, writing parts of the report and final editing. Professor Ted Postol at M.I.T. initiated some of the analysis on satellite vulnerability. Heidi La Bash of the Security Studies Program at M.I.T. helped with editing the report. Finally the Panel thanks Subrata Ghoshroy for his untiring dedication as Executive Director throughout this entire project. His hard work, initiating this study, assembling the Panel, identifying and organizing the presenters, and writing and editing the report, are fully appreciated. Ghoshroy wants to extend special thanks to Professor John Holdren at the John F. Kennedy School of Government, where he spent his sabbatical from the General Accounting Office.

The Panel thanks the Federation of American Scientists for sponsoring the study, particularly Henry Kelly, President and Michael Levi, Director of the Strategic Security Project. The Panel also thanks the John D. and Catherine T. MacArthur Foundation and the Ploughshares Fund for providing the resources that made the study possible.

Leonard Weiss, Chairman  
October 2004

## 謝 辞

このレポートは宇宙における兵器に関する FAS のパネルにより指揮された 1 年間以上のスタディの成果である。パネルは情報を多く含むブリーフィングを提示した人々の努力に大きな感謝を持っている。このレポートは彼等の寄与なしには実現しなかったものである。ブリーフィングを行った人々とかれらがしゃべった 4 つの会合は付録 2. にリストしてある。

他の人々にも感謝している。George Lewis は第 1 版のドラフトに全体にわたり思慮深いコメントをしてくれた。FAS の Josh Kellar は小型衛星の調査の支援をしてくれた。Kellar は 4 つのパネル会合を組織化すること、レポートの一部を書き、最終の編集をする上で貴重な支援をしてくれた。M.I.T. の Ted Postol 教授は衛星のぜい弱性のいくつかの解析を手ほどきしてくれた。M.I.T. の安全保障研究プログラムの Heidi La Bash はレポートの編集で支援してくれた。

最後にパネルは Subrata Ghoshroy にこのプロジェクト全体にわたって、倦むことなく主査に献身してくれたことに感謝する。

このスタディを開始することに、パネルを召集することに、講演者を設定し、組織化することに、そして、このレポートを書き、編集することに彼のハードワークには大きな感謝をしている。

Ghoshroy は会計局のサバティカルで政府の John F. Kennedy School にいた John Holdren 教授に特別の感謝を贈りたい。

パネルはスタディの後援をしてくれたアメリカ科学者連盟に、特に、Henry Kelly, 理事長と Michael Levi, 戦略安全保障プロジェクト・ディレクタに感謝をする

パネルはまた、John D. and Catherine T. MacArthur 財団と Ploughshares 基金にこのスタディを可能にしてくれた資金を提供いただいたことに感謝をしたい。

Leonard Weiss, 会長  
2004年 10月

まえがき	Foreword	vi
エグゼクサマリ	Executive Summary	1
第一節： 背景： 宇宙の兵器化に関する論議	Section 1: Background: The Debate over Weaponizing Space	7
第二節： 宇宙活動の歴史的発展	Section 2: Historic Growth of Space Activities	11
a. 宇宙資産で提供されるサービス	a. Services Provided by Space Assets	11
b. 商業宇宙資産の軍事利用	b. Military Use of Commercial Space Assets	12
第三節： 米国宇宙システム： 脆弱性と脅威	Section 3: U.S. Space Systems: Vulnerabilities and Threats	14
序文	Introduction	14
可能性のある兵器の対応による脅威	Threats with Possible Space Weapons Response	15
a. 小型衛星	a. Small Satellites	15
b. 地上配備衛星攻撃兵器	b. Ground-based Anti-satellite Weapons	20
c. 高高度核爆発	c. High-altitude Nuclear Explosion	23
宇宙兵器で対抗できない脅威	Threats That Cannot be Addressed by Space Weapons	29
a. GPS信号を含め衛星リンクの妨害	a. Jamming of Satellite Links Including GPS Signals	29
b. 高分解能画像のコントロール	b. Control of High-Resolution Imagery	29
c. 軌道のデブリ	c. Orbital Debris	30
GPS衛星の欠損	Loss of GPS Constellation	35
第四節： 米国宇宙システムの防衛	Section 4: Protecting U.S. Space Systems	36
兵器化の事例	The Case for Weaponization	36
a. ラムズフェルド宇宙委員会レポート	a. The Rumsfeld Space Commission Report	36
b. 宇宙兵器に関連する計画	b. Space Weapons-Related Programs	38
c. 兵器化に対する選別された論議	c. Selected Arguments for Weaponization	39
兵器化への代替	Alternatives to Weaponization	41
a. 脆弱性の緩和	a. Mitigating Vulnerabilities	41
b. 抑止は変化したか？	b. Has Deterrence Changed?	41
c. 宇宙に関する国際道路法	c. International Rules of the Road for Space	43
d. 宇宙監視の改善	d. Improve Space Surveillance	43

巻末注	<b>Endnotes</b>	.....	45
略語と用語	<b>Glossary of Acronyms and Terms</b>	.....	48
付録	<b>APPENDICES</b>	.....	62
一般	<b>General</b>		
付-1	パネルメンバとスタッフの略歴	Appendix 1 .....	Biographies of Panel Members and Staff
付-2	パネル会合とプレゼンタ	Appendix 2 .....	Panel Meetings and Presenters
技術関連	<b>Technical</b>		
付-A	宇宙の問題	Appendix - A .....	Issues in Space - Daniel Hastings
付-B	衛星攻撃兵器	Appendix - B .....	Anti-Satellite Weapons - Geoffrey Forden
付-C	高高度核爆発による衛星への脅威	Appendix - C. . .	Satellite Threat due to High-altitude Nuclear Detonation - Dennis Papadopoulos
付-D	GPSカバレッジの感受性	Appendix - D .....	Sensitivity of GPS Coverage - Geoffrey Forden
付-E	軌道上のデブリ解析	Appendix - E .....	Orbital Debris Analysis - John Remo
付-F	潜在的敵の能力	Appendix - F .....	Capabilities of Potential Adversaries
	1. 中国		1. China - Hui Zhang
	2. ロシア		2. Russia - Pavel Podvig
	3. 北朝鮮		3. North Korea - David Wright
付-G	ブースト・フェイズ・ミサイル防衛に関するAPSレポートに対するコメント	Appendix - G .....	Commentary on the APS Report on Boost-Phase Missile Defense - John Remo

## 宇宙の兵器に関するFASパネル **The FAS Panel on Weapons in Space**

Leonard Weiss, Chair  
Phillip E. Coyle III  
Charles A. Fowler  
Robert A. Frosch  
Ivan Kaminow  
C.Kumar N. Patel  
John L. Remo  
Ian Roxborough  
Lawrence Scheinman  
Ray Williamson  
Jill Wittels

## スタッフ **Staff**

Subrata Ghoshroy - Executive Director and Editor  
Josh Kellar - Research Assistant  
Heidi La Bash- Assistant Editor

## Foreword

The urgent national debate about placing weapons in space has been stirred by three recent developments. First was the release of the January 11, 2001 Report of the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization, chaired by then Secretary of Defense-designate, Donald Rumsfeld; the Rumsfeld Commission warned of a potential "Space Pearl Harbor" and inferred that placing weapons in space could be a response. Second, in 2002 the United States withdrew from the Anti-Ballistic Missile Treaty, thereby removing one of the key legal barriers to deploying weapons in space. Finally, increased use of space assets has contributed significantly to the overwhelming advantage enjoyed by the U. S. military, making those assets an increasingly attractive target to potential competitors and causing some to argue that placing weapons in space can deter such threats.

In response, in December 2002 the Federation of American Scientists assembled a panel of distinguished scientists and engineers, including academics and former high-level government officials, to assess the security benefits of space weaponization. Recognizing that the rate of technological and political change makes long-term prediction difficult, the Panel limited its analysis to whether the United States should weaponize space in the next five to ten years. In particular, the Panel examined in detail the question of how best to protect the space assets of the United States in this period, considering space-based and non space-based counters to the most likely threats.

The Panel's charter was to consider carefully the arguments of proponents and opponents of weaponizing space, to make original technical analysis of some critical issues, and to provide the public and policymakers with a detailed summary of its findings, conclusions, and recommendations.

As part of its investigation the Panel heard testimony at four meetings from current and former military officials, independent researchers, academics, and representatives of non-governmental organizations involved with space and military policy.

Testimony was taken from Randy Correll, Richard DalBello, Richard Garwin, Laura Grego, Daniel Hastings, Peter Hayes, Theresa Hitchens, Michael Krepon, Jeffrey Lewis, Dennis Papadopoulos, Pavel Podvig, Ted Postol, Robert Preston, John Remo, David Wright, and Qiu Yong. A list of the panels and presenters follows the main report.

This report therefore represents over a year of investigation and analysis. It broadly represents the views of the Panel. While not every member agrees with every conclusion, the

## まえがき

最近の3つの開発によって兵器を宇宙に配置することに関し、緊急の国家としての論議を巻き起こした。先ず第一は2001年1月11日の国防長官に任命され委員長を務めたドナルドラムズフェルドによる米国の安全保障宇宙マネジメントと組織のアセスメント委員会の報告書の発表であった。ラムズフェルド委員会は潜在的な「宇宙真珠湾」を警告した。そして宇宙へ兵器を配置することが対応になりうることを示唆した。第二は2002年に米国はABM条約を撤回したことである。これにより、宇宙へ兵器を配備する鍵となる法律の障害の1つが取り除かれた。最後に宇宙資産の利用増大が米軍が享受している溢れるほどの利点に相当に寄与してきたことであり、これら資産は潜在的な競合者が増々魅力のある目標となり、宇宙に兵器を配置することでこのような脅威を阻止できることである。

これに答えて、宇宙の兵器化の安全保障上の利点を事前評価するため2002年12月に米国科学者連盟は学界と政府の元高官を含む著名な科学者と技術者からなる委員会を召集した。

技術的そして政治的变化により長期の予測は困難であることを認識しつつ、米国は今後5年から10年以内に宇宙を兵器化するべきかどうかに関し委員会の分析を限定した。特に、委員会はもっともあり得る脅威に宇宙ベースそして宇宙以外にベースをもつ対抗手段を考慮し、この期間に米国の宇宙の資産を守るのに最上の方法は何かを詳細に調べた。

委員会の任命は宇宙の兵器化の推進者と反対者の議論を注意深く考慮することであった。重要問題のもとになる技術分析を行うため、公衆と政策立案者に判明事項と結論及び推奨事項の詳細な要約を提供するためであった。調査の一部として現在と過去の軍の担当者、独立の研究者、学界、及び宇宙と軍事政策に関連する非政府組織の代表者からの証言を聴取した。

証言は Randy Correll, Richard DalBello, Richard Garwin, Laura Grego, Daniel Hastings, Peter Hayes, Theresa Hitchens, Michael Krepon, Jeffrey Lewis, Dennis Papadopoulos, Pavel Podvig, Ted Postol, Robert Preston, John Remo, David Wright, and Qiu Yong から得た。

パネルとブリーフィングを行った人のリストがメインレポートのあとにある。

このレポートは1年以上にわたる調査と分析の結果である。レポートはパネルの見方をおおよそ代表している。1つ1つの結論にメンバー一人一人が同意しているわけでは

<p>members are unanimous that, at this juncture, it is unwise and unnecessary to deploy weapons in space.</p>	<p>ないが、この重大時期に兵器を宇宙に配備するのは愚かで不要ということでは満場一致しているということである。</p>
<p>It recommends the issue be revisited in five years to update this assessment.</p>	<p>5年以内に、この事前評価をアップデートするため問題を再度、取上げることを推奨する。</p>

**Terms**

**用語**

<p>The Panel took the term "weaponization" to mean the placement of weapons in orbit that could attack targets in space or on the ground.</p>	<p>パネルは用語「兵器化(ウェポナイゼーション)」を軌道に兵器を配置して宇宙または地上の目標を攻撃することができるようにすることを意味するとした。</p>
<p>A Glossary of terms and abbreviations follows the main report.</p>	<p>用語と略語がメインレポートのあとにある。</p>

## Executive Summary

The overwhelming advantage enjoyed today by U. S. forces comes about in part through U.S. use of space. The U.S. military uses satellites for traditional support functions, such as intelligence, communication, and navigation, and to support new military capabilities, such as guiding precision munitions and enabling "network-centric warfare" through remote command centers and live video links from the battlefield. How best to maintain these advantages is a key question facing the U.S. military. In January 2001 the Rumsfeld Commission asserted that "the U.S. must develop the means both to deter and to defend against hostile acts in and from space. This will require superior space capabilities. "Some have taken this to mean that the United States must develop space weapons. Agreeing that it is critical that the U.S. maximize the security of its space assets, the Panel considered the key threats to U.S. space systems over the next five to ten years and examined the best counter to each threat (See Tables A and B).

In particular, the Panel sought to determine whether deploying weapons in space was the best counter to any plausible threats. After considering a wide range of vulnerabilities of U.S. space assets and the capabilities of various space-based weapons, the Panel unanimously concluded that it was not in the security interests of the United States to place weapons in space in the next five years.

The Panel also considered the usefulness of utilizing space weapons to attack ground targets. It was unanimous in concluding that ground-based weapons are more effective, more technically feasible, and carry a lower financial and political cost than do space-based weapons.

While the Panel emphasized the technical aspects of space weaponization, it also considered the political implications of placing weapons in space. It concluded that in cases where ground-based weapons offer equivalent capabilities, then U.S. strategic interests are better served by avoiding placement of weapons in space.

The Panel's findings are summarized in the pair of tables below. Table A represents significant threats to U.S. space systems in the near term, that conceivably could be countered by weapons deployed in space. Table B describes threats to space assets that cannot be mitigated by space weapons. The Panel agreed that, even for threats that could in theory be countered by space-based weapons, they are not the most effective means.

The Panel did not assess either space-based interceptors or space-based directed energy weapons fielded by a nation hostile to the United States, because, within the time frame of five to ten years, it concluded that no foreign country is likely to deploy space-based interceptors or directed energy weapons.

However, because one cannot preclude the future emergence of such threats, the Panel recommends that R&D on such weapons should continue, though not at a level commensurate with early deployment.

## エグゼクサマリ

米軍が享受している圧倒的な利点は米が宇宙を利用していることに起因している。米軍は伝統的な支援機能例えば、インテリジェンス、通信、そして航法に、新しい軍事能力の支援、例えば精密誘導弾や遠隔司令センタを通じたNCW ネットセントリック・ウォーフェアを可能にするため、そして戦場からの生ビデオリンクに衛星を利用している。これら利点をどのように維持できるかは米軍の直面する鍵となる質問である。

2001年1月ラムズフェルド委員会が主張したのは、米国は宇宙において、また宇宙からの脅威の行動を抑止・防衛する手段を開発せねばならないとした。これには卓越した宇宙の能力が必要とされる。人によっては米国は宇宙兵器を開発せねばならないことを意味すると受取った。米国が宇宙の資産の安全を最大限に使うことが重要であることに同意したとして、パネルは、次の5年から10年に米国の宇宙システムの鍵となる脅威を考慮し、それぞれの脅威にどのように対抗するのがベストかを調べた。(表AとBを参照)

特にパネルは宇宙に兵器を配備することが如何なるもっともらしい宇宙の兵器に対しても最上の対抗手段なのかを決めることを追究した。

米国の宇宙資産の広い範囲のせい弱性と様々な宇宙ベースの兵器の能力を考慮した上で、パネルは満場一致で次の5年間は宇宙に兵器を配置することは米国の安全保障の利益にかなわないと結論した。

パネルは地上目標の攻撃に宇宙兵器を利用することの有効性についても検討した。地上にある兵器の方がもっと効果的であり、もっと技術的に実現性があることそして宇宙配備の兵器に比べて経済的に政治的により低いコストであることも全員の合意となった。

パネルが判ったことは以下の2つの表にまとめてある。表Aは宇宙に配備した兵器で概念的に対抗でき、近い将来の米国の宇宙システムへの顕著な脅威を表している。表Bは宇宙兵器では低減できない宇宙資産への脅威を記載している。パネルが同意したのは、理論的に宇宙配備の兵器で対抗できる脅威に関してさえもそれらはもっとも有効な手段とはならないということに同意した。

パネルは米国に対して脅威となる国が配備した宇宙配備の迎撃機や宇宙配備の指向性エネルギー兵器は事前評価しなかった。なぜなら、5年から10年という期間内に宇宙配備の迎撃機あるいは指向性エネルギー兵器を配備しそうな外国の国はないと結論したからである。

しかし、将来のこういった脅威が出現する可能性を否定することはできないので、パネルはこのような兵器の研究開発の継続を推奨するが、早期の配備を開始するレベルではないように求める。

Table A: 宇宙兵器で対抗できるであろう脅威 Threats possibly countered by space weapons

脅威 (検出困難順) Threats in order of decreasing detection difficulty	脅威の成熟度 Threat maturity	インパクト Impact	最上の低減戦略 Best mitigation strategy
小型衛星 ・宇宙地雷 Small satellites/ space mines	同一軌道宇宙地雷技術は未だ利用できない Co-orbital space mine technology not yet available to threat countries	静止軌道にある 1 機以上の衛星に対する損害。デブリは多くの衛星に損害を与える可能性がある Damage to one or more satellites in GEO. Resulting debris may damage many satellites.	国際条約が宇宙の「道路法」を支配している。検証と強制には宇宙監視の改善が必要。 International treaty governing "rules of the road" in space. Improved space surveillance for verification and enforcement.
地上型指向性エネルギー兵器 Ground-based directed energy ASAT	LEO 衛星を撃つことが可能 Can hit satellites in LEO.	脆弱な衛星特に偵察衛星には一時的または永久的損害に。 Temporary or permanent damage to vulnerable satellites, particularly reconnaissance satellites	検出センサ、防護回路及び電子/光システムの搭載。ASAT 禁止の国際条約。報復の段取り、制裁。 Installation of detection sensors, protective circuits and electro/optic systems. International treaty banning ASAT. Retaliatory steps, sanctions.
地上型機械エネルギー衛星攻撃兵器 Ground-based kinetic energy antisatellite weapon (ASAT)	LEO 衛星を撃つことが可能 Can hit satellites in LEO.	各発射は単一の衛星に損害を与え得る。 Each launch can damage a single satellite.	重大な際は、代替衛星の即応打上げ。射場の従来型の攻撃。ASAT 国際禁止条約。 Quick launch of replacement satellite, if critical. Conventional attack on launch site. International treaty banning ASAT.
宇宙の核爆発 Nuclear explosion in space	SCUD タイプミサイルをもつ国は LEO 衛星に被害を与えられる Countries with SCUD-type missile can damage LEO satellites.	視準線の衛星には即損傷。全ての低軌道衛星は 1 週間から 1 月に亘る。 Immediate damage to satellites in line of sight. All LEO satellites over a period of weeks to months	適切な耐放射線レベルの評価支援の改良モデル。耐放射線軍事衛星。代替衛星の即応打上げ。 Improved models to help estimate appropriate radiation hardening levels. Radiation-hardened military satellites. Quick launch of replacement satellites.

Table B: 宇宙兵器で対抗できない脅威 Threats that cannot be addressed by space weapons

脅威 (検出困難順) Threats in order of decreasing detection difficulty	脅威の成熟度 Threat maturity	インパクト Impact	最上の低減戦略 Best mitigation strategy
GPS 信号の妨害 Jamming of GPS signals	局地的妨害利用可能 Localized jamming available	GPS は頑健であり、局地的妨害の影響は小さい。 GPS system quite robust. Effect of local jamming small.	GPS 誘導兵器は頑健に作られている。平和時の違反者への制裁。 GPS guided weapons are being made robust. Sanction offenders in peacetime.
衛星リンクの妨害 Jamming of satellite links	広帯域妨害装置が利用できる Wide band jammers available	商用衛星は感受性が高い。 Commercial satellites susceptible	国際基準、制裁、軍事行動の究極脅威を通じた強制。 Enforcement through international norms and sanctions, and eventual threat of military action.
軌道上デブリ Orbital Debris	適用範囲外 N/A	低軌道にある宇宙兵器からの軌道デブリは現在深刻な問題ではない。静止軌道では深刻となり得る。 Orbital debris from space weapons in LEO not now a serious problem. Could be serious in GEO.	よりすぐれた監視、ロケット部品の廃棄処分の国際管理、宇宙汚染への罰則。 Better surveillance, international control of disposal of rocket components, penalties for littering in space.

Because of the especially important role played by the Global Positioning System (GPS) constellation of satellites, a section of this report is devoted to threats to the GPS.

Analysis showed that the system is relatively well-protected, because it can sustain the loss of up to four satellites without losing coverage. Furthermore, the fact that GPS satellites are at high altitude drastically lowers the number of countries that could take direct action against them. The Panel recommends U.S. development of a quick-launch capability to be able to further protect the GPS and other critical space

GPS 衛星のコンステレーションが果たす役割が特に重要なため、このレポートの節は GPS への脅威に当てられた。

解析の結果ではシステムは比較的うまく守られていることが判った。それは、カバレッジを失わずに4つの衛星まで失ってもシステムが維持できるからである。

さらに、高高度に GPS 衛星がある事実は、衛星に対して直接のアクションをとることのできる国の数を非常に少なくしている。パネルは脅威に曝された時には、さらに GPS とその他の重要な宇宙システムを守ることができるよう米国が即応



systems if they come under threat.  
The Panel's conclusions and recommendations follow.

- o Space weapons do not constitute the best mitigating strategy to any of the perceived threats to space assets: ground-based anti-satellite weapons, jamming, space mines, orbital debris, or a high-altitude nuclear explosion.
- o No space weapons should be deployed by the United States in the next five years, although R&D should continue at an appropriate level so that the United States is not caught by surprise.
- o The U.S. should ensure that critical space systems are redundant and placed in multiple orbital planes to reduce the damage caused by losing an individual satellite.
- o Critical military infrastructure in low earth orbit should be hardened against radiation to increase survivability in the event of a high-altitude nuclear explosion.
- o Quick launch capabilities should be developed in order to replace critical space infrastructure if it is threatened or disabled.
- o The U.S. should take the initiative to secure verifiable international agreements, including "rules of the road" that make clearer what is considered threatening activity in space.
- o The U.S. should continue to improve its space monitoring capabilities and space situational awareness to prevent stealthy hostile actions and further reduce the threat posed by background orbital debris.
- o The threat posed by small satellites is not well understood. A thorough technical study should be undertaken to assess the magnitude of this threat over the next ten years. In particular, the study should investigate the minimum requirements in fuel and mass for various orbital maneuvers, how much support from ground stations they would require, and the homing and stealth capabilities of small satellites.
- o The panel developed a rigorous analytical model of the hazard posed by orbital debris. Based on this model the panel determined that suborbital and low earth orbit explosions will not generate debris fields that are significant hazards to space infrastructure.  
Such debris fields could result from the interception of ballistic missiles in space or from the direct destruction of satellites. Assets in geostationary orbit, however, are much more closely packed and explosions at or near this orbit could potentially cause debris fields that would be extremely dangerous to military and commercial assets.
- o To improve confidence in models of the debris problem, the panel recommends that the appropriate government agencies undertake or commission studies to better correlate

打上げの能力を開発することを推奨する。  
パネルの結論と推奨は：

- \*宇宙兵器は宇宙資産への如何なる認知されている脅威：地上型衛星攻撃兵器、妨害、宇宙機雷、軌道デブリ、あるいは高高度核爆発に対する最上の低減戦略
- \*次の5年間には米国は宇宙兵器を配備するべきではない。しかし米国が不意を襲われることのないように適切なレベルで研究開発は継続すべきである。
- \*米国は個々の衛星を失うことで生じる損害を低減するため、重要な宇宙システムが冗長で複数の軌道面に配置されることを確保すべきである。
- \*低軌道の重要な軍事インフラは高高度の核爆発の際に残存性を増すため、放射線に対し強化すべきである。
- \*脅威に曝されるか無力化された際に重要な宇宙のインフラを置き換えるため即応打上げ能力を開発すべきである。
- \*米国は何が宇宙において脅威となる活動と考えられるかをより明確にする「道路法(rules of the road)」を含め、検証できる国際協定を確保するイニシアティブをとるべきである。
- \*米国は隠密的な敵の行動を防止し、背景の軌道デブリで起こされる脅威のさらなる低減のため宇宙モニタリング能力と宇宙での状況認識(SSA)を改善し続けるべきである。
- \*小型衛星で引き起される脅威は良く理解されていない。次の10年の間にわたってこの脅威の大きさを事前評価する包括的な技術スタディを請負うべきである。スタディは様々の軌道マヌーバに対する燃料と質量の最少の要求事項、地上局からどの程度の支援を必要とするか、そして小型衛星の対象に向かう能力とステルス性を調べるべきである。
- \*パネルは軌道のデブリによって引き起される危険の厳密で解析的なモデルを開発した。このモデルに基づきパネルは準軌道と低軌道の爆発が宇宙のインフラに顕著な危険となるデブリフィールドを発生しないことを結論づけた。

このようなデブリフィールドは宇宙での弾道ミサイルの迎撃または衛星の直接的な破壊から発生し得る。しかしながら、静止軌道の資産は近接して存在するので、この軌道または近傍での爆発は潜在的に軍事及び商用の資産に極度に危険となる潜在的なデブリフィールドの原因となり得る。

- \*デブリ問題のモデルの確信を改善するため、パネルは適切な政府省庁が現在の断片モデルをもっと精密な計測とよ

the current fragmentation models with more precise measurements.

o The panel recommends that a similar study be commissioned in five years to assess how changes in the political and technological landscape may have altered the arguments for and against space weaponization.

り良い相関をとるための検討作業を請負うか委員会スタディを行うことを推奨する。

\*パネルは類似のスタディを5年以内に実施することを推奨する。政治的、技術的なランドスケープ(景色)の変化は、宇宙の兵器化への賛否の議論を変化させたかもしれない。