

米国におけるSTM政策動向の 調査結果について

宇宙法ミニセミナー

2019年7月12日

竹内 悠（慶應義塾大学宇宙法センター研究員、JAXA有人事業推進部）
岩井 貴志（同宇宙法センター研究員、JAXA法務・コンプライアンス課）

1. 背景—STMとは何か
2. SUMMIT FOR SPACE SUSTAINABILITY
3. SPACE ENTERPRISE SUMMIT
4. 米政府実務関係者等
5. まとめ（所感）

1. 背景・目的

- 2016年以降、米国では、米国防省が担っているSSA業務のうち、民生ユーザに対する接近解析情報の提供、警報発出等の機能を民生機関に移管すること（CSTM: Civil STM）に向け検討に着手。
- 2018年6月、米トランプ大統領は宇宙政策大統領令3号（SPD3-National Space Traffic Management Policy）に署名。SPD3では衛星運用者に対する情報提供の責任を国防省から商務省へ移管すること、米国がSTMのスタンダードを主導し関係国を巻き込んでいくこと等を指示。
- SPD3政策の一環として、STMを含む持続可能な宇宙開発に関する政府、民間セクター、国際パートナー間の協力について議論するため、「Space Enterprise Summit」を開催。



- 「Space Enterprise Summit」などの国際会議に参加し、情報収集を行うとともに、SPD3を踏まえた米STM政策動向、米の商業宇宙活動に対する最新の規制・許認可の動向、今後の法規制作成の見通し等を得るため、米政府実務関係者等から情報収集を行うこととした。

＜本活動の経緯＞

- 2016年 慶応義塾大学大学院法学研究科－JAXA法務・コンプライアンス課共同研究「宇宙法秩序形成研究」を開始し、STM概念も新しい秩序形成の一環として研究対象とした。
- 2017年 米国CSTM政策の発表を受けて、STMの議論が加速したため、米国、Global STM Workshop(英国)等への調査を実施。成果を宇宙政策委員会安全保障部会等へ報告。
- 2018年 米国SPD3等を踏まえて、調査を継続するとともに、国際宇宙法研究の立場からの分析を実施。Space Traffic Management Conference (University of Texas at Austin)等にて成果発表。
- また、STM勉強会を立上げ、産学官におけるSTMの理解増進の場を提供。
- 2019年 調査・研究を継続予定。

<STM政策の技術的背景:単位面積当たりの宇宙物体数>

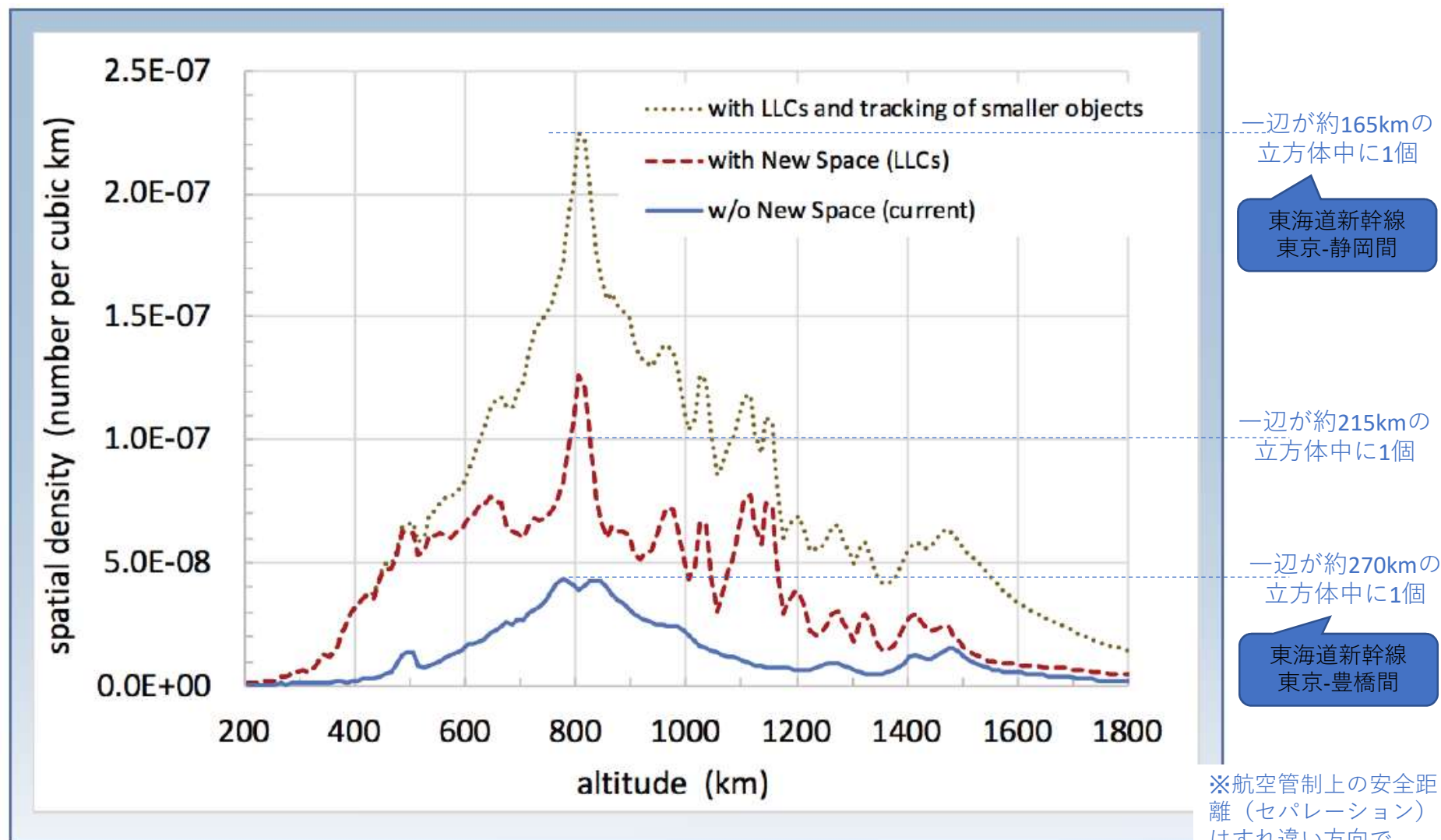


Figure 3: Spatial density of objects in LEO with and without New Space activity. Adding New Space LLCs will increase the density at all altitudes due to replenishment, disposal, and failed satellites. Adding the smaller objects that would appear with an improved tracking system will increase the density at all altitudes even more.

＜STM政策の技術的背景：衝突回避運用＞

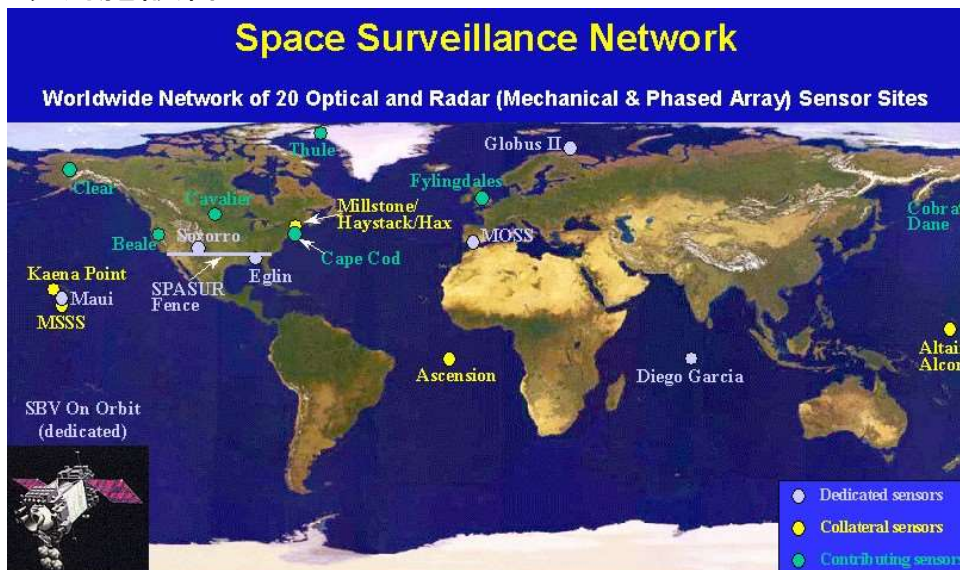
データ統合、解析、軌道決定等



米戦略軍統合宇宙機能部隊統合宇宙作戦センター
USSTRATCOM Combined Space Operation Center (CSpOC)
(元 JSpOC: Joint Space Operation Center)

観測施設群

↑ 観測データ



(出典) <http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/usspc-fs/space.htm>

トラッキング
データ



ウェブ等を通じてTLE、接近解析情報
(CSM: Conjunction Summary Message)
(接近警報)

Advanced conjunction assessment service

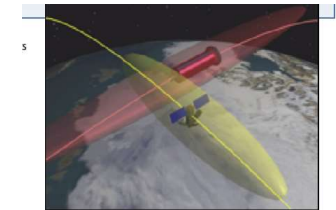
【SSA Sharing Agreements】



12国家機関、2国際機関、
20以上の民間運用者等
と実施
(日本政府機関は2012
年より)

＜JAXAの実行＞

CSM：360件/日 独自評価：2.5日に1回
軌道変更判断：45日に1回 軌道変更：2回/年



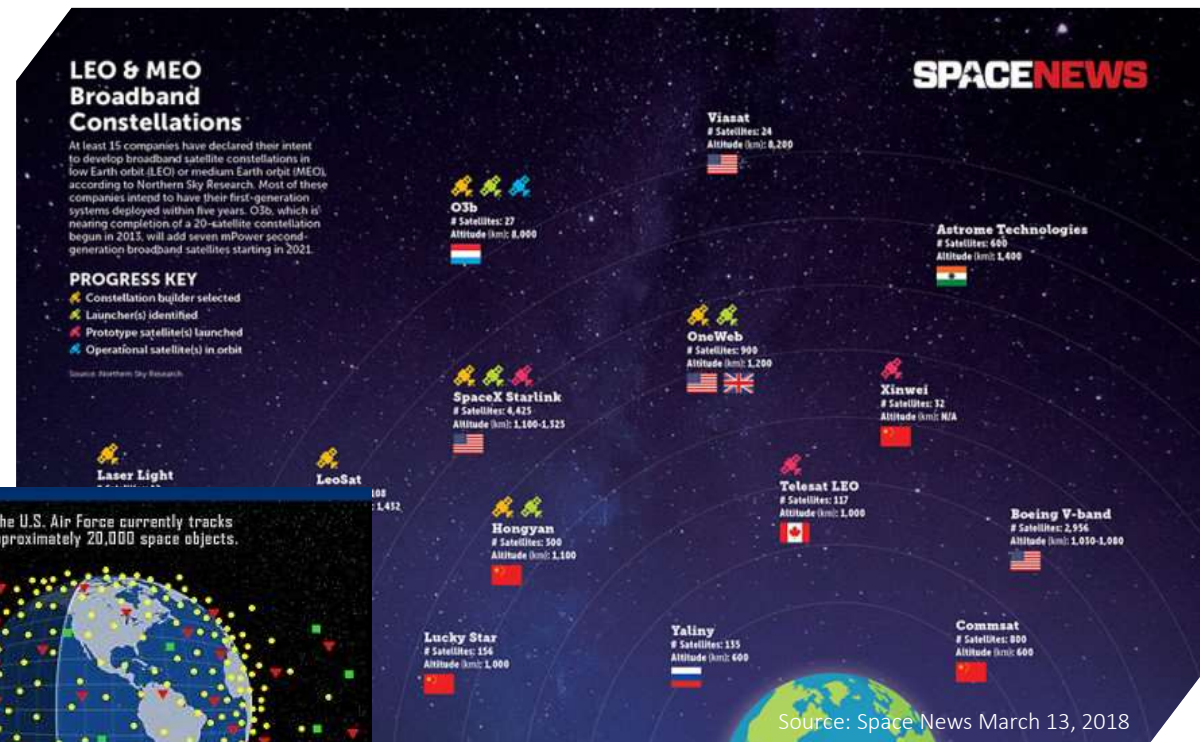
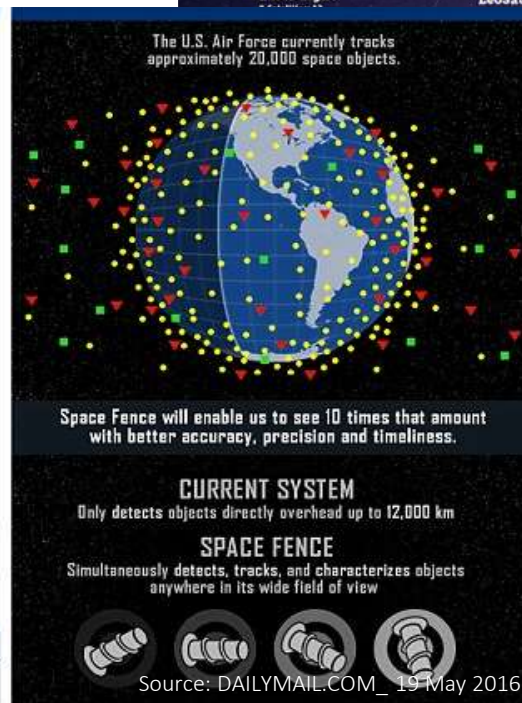
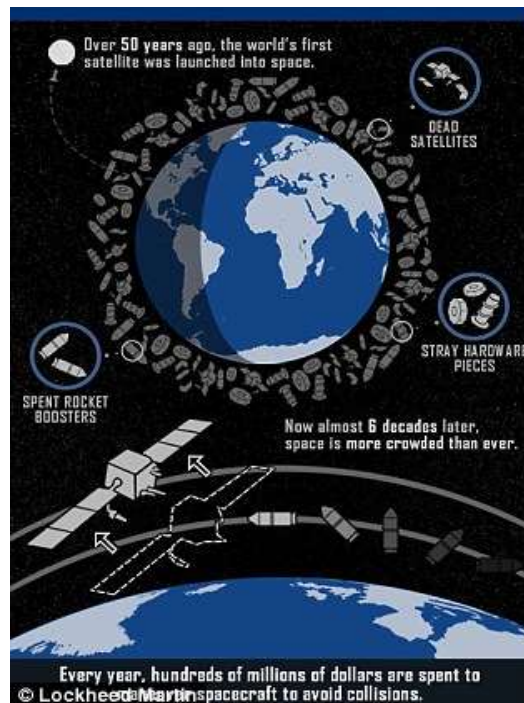
(出典) GLENN PETERSON ET AL. supra
note p.5.



衛星運用者

<STM政策議論加速の背景>

Space Fence稼動による
観測能力の向上



メガコンステレーション計画の
勃興



アラート数の増加

<STM政策議論加速の背景：メガコンの影響>

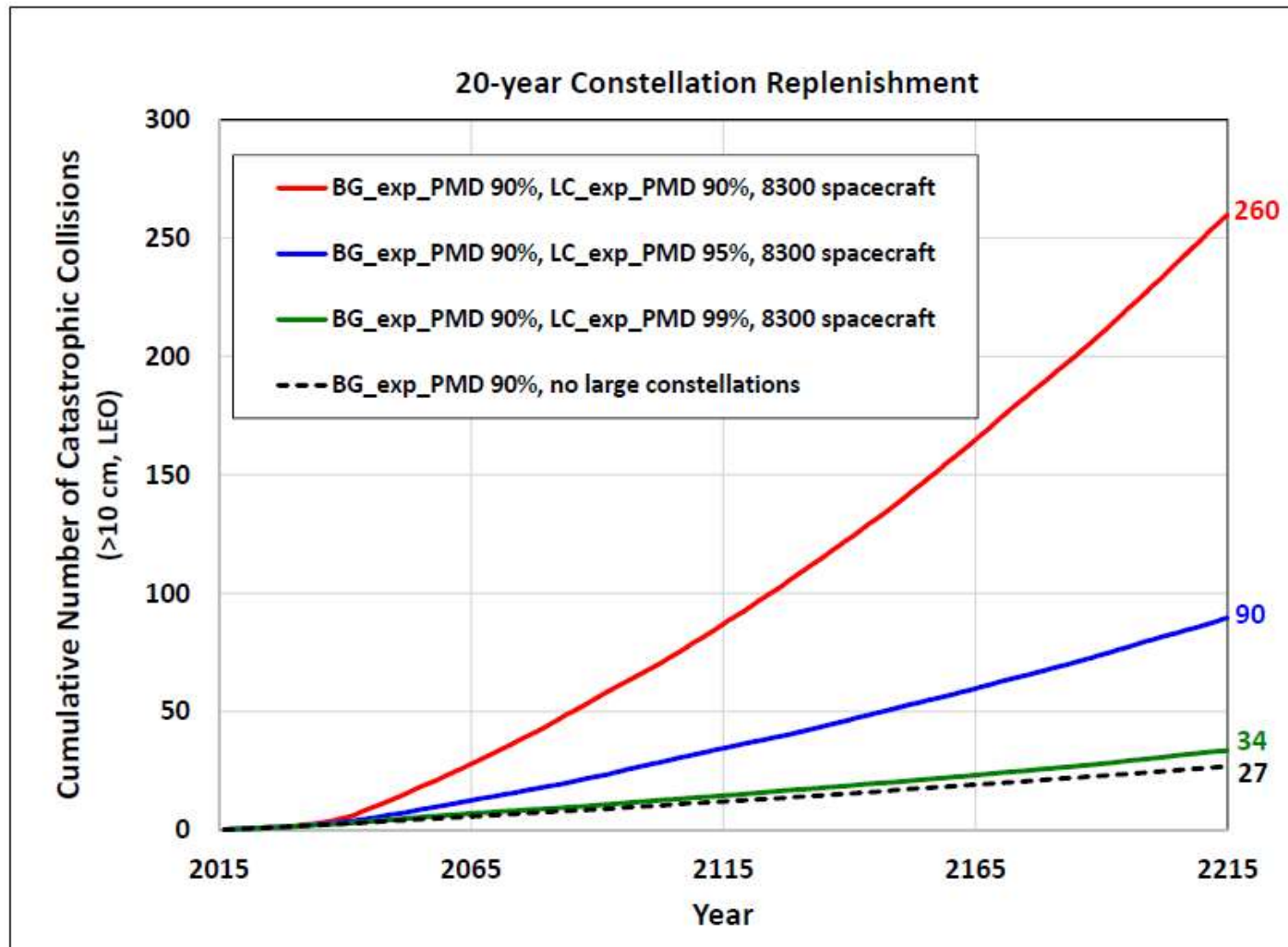
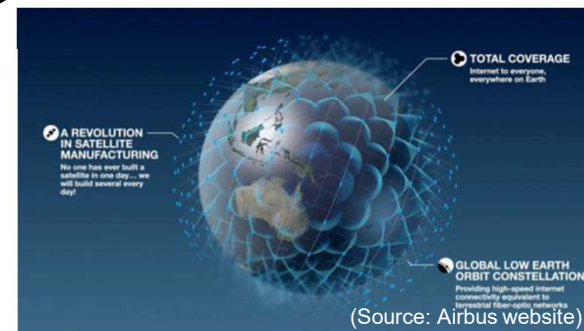
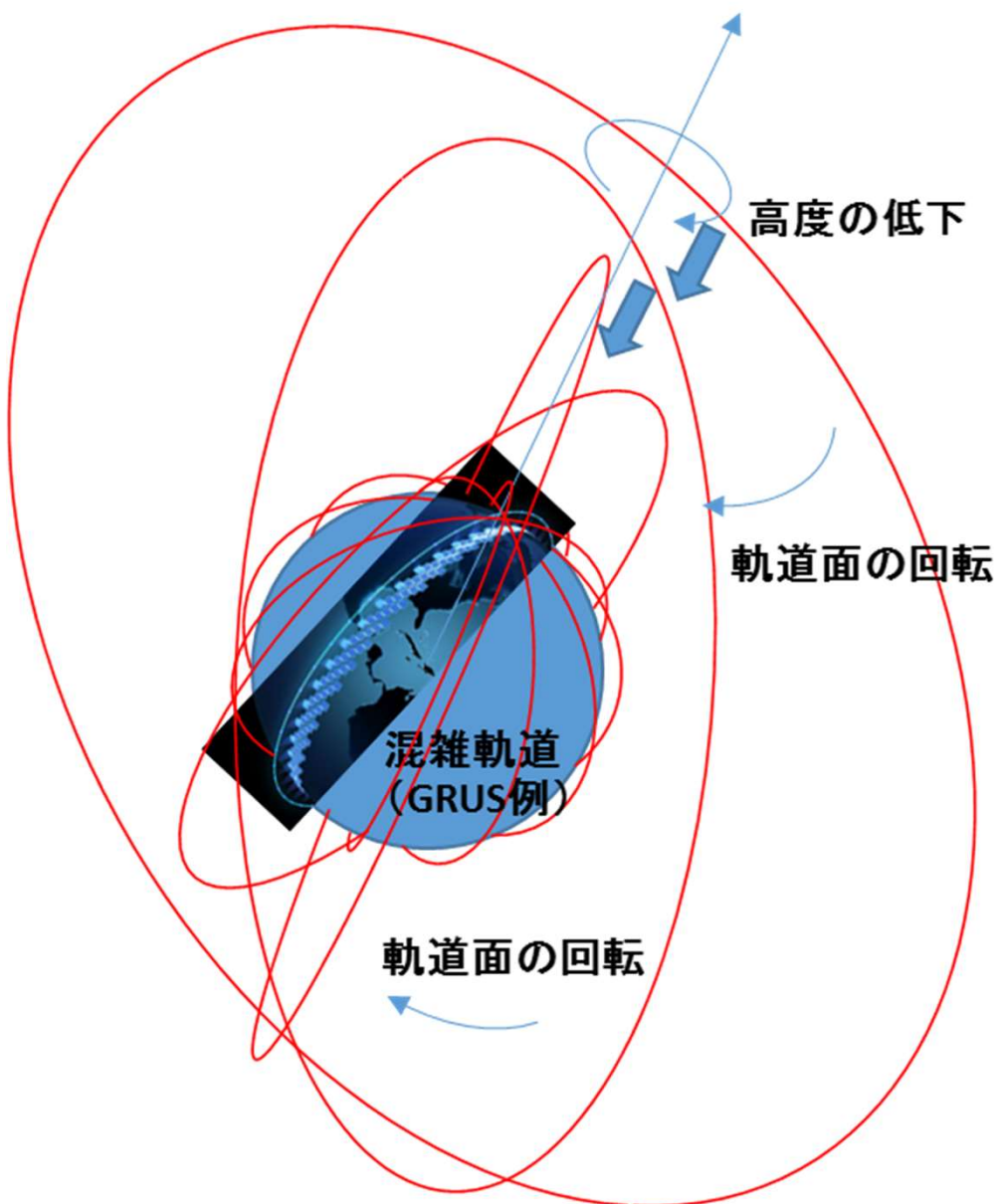


Figure 5. Results from LC scenarios where the LCs maintain full operations with spacecraft replenishment for 20 years. The total number of spacecraft in 3 LCs is 8300. The total numbers of catastrophic collisions in 200 years for the 4 curves are (top to bottom) 260, 90, 34, and 27, respectively.

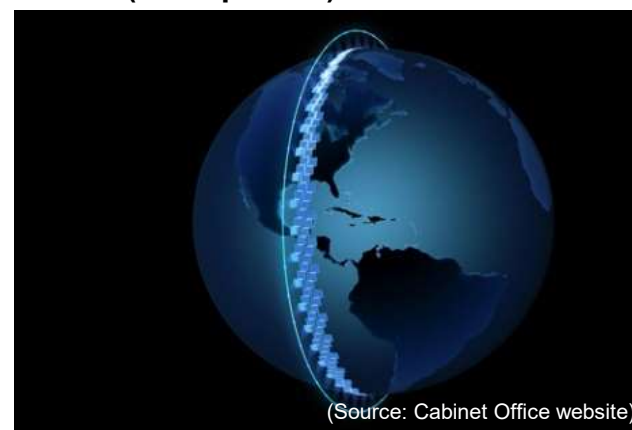
(出典) NASA Orbital Debris Program Office, ORBITAL DEBRIS QUARTERLY NEWS, Vol.22, Issue 3 (Sep. 2018).

＜STM政策議論加速の背景：メガコンの影響＞



OneWeb社
高高度周回衛星群
1000km以上
(OneWEB例)

GRUS (Axelspace社)



100Kg級超小型衛星50機による地上分解能
2.5mの地球観測網構築構想。2018年打上げ開
始、2022年に完成予定。

<STMの定義>

●IAA Cosmic Studyの定義

①物理的、②電波的障害を受けることなく、安全に宇宙空間へ③アクセスし、④運用し、及び⑤地上へ帰還するための⑥技術的及び⑦規制的取決め

●SPD3の定義

①衛星運用における干渉を避けて、宇宙環境における②運用の安全、安定及び持続可能性を向上させるための活動の③計画、調整及び軌道上の同期

(参考) 航空交通管理 (Air Traffic Management) の定義

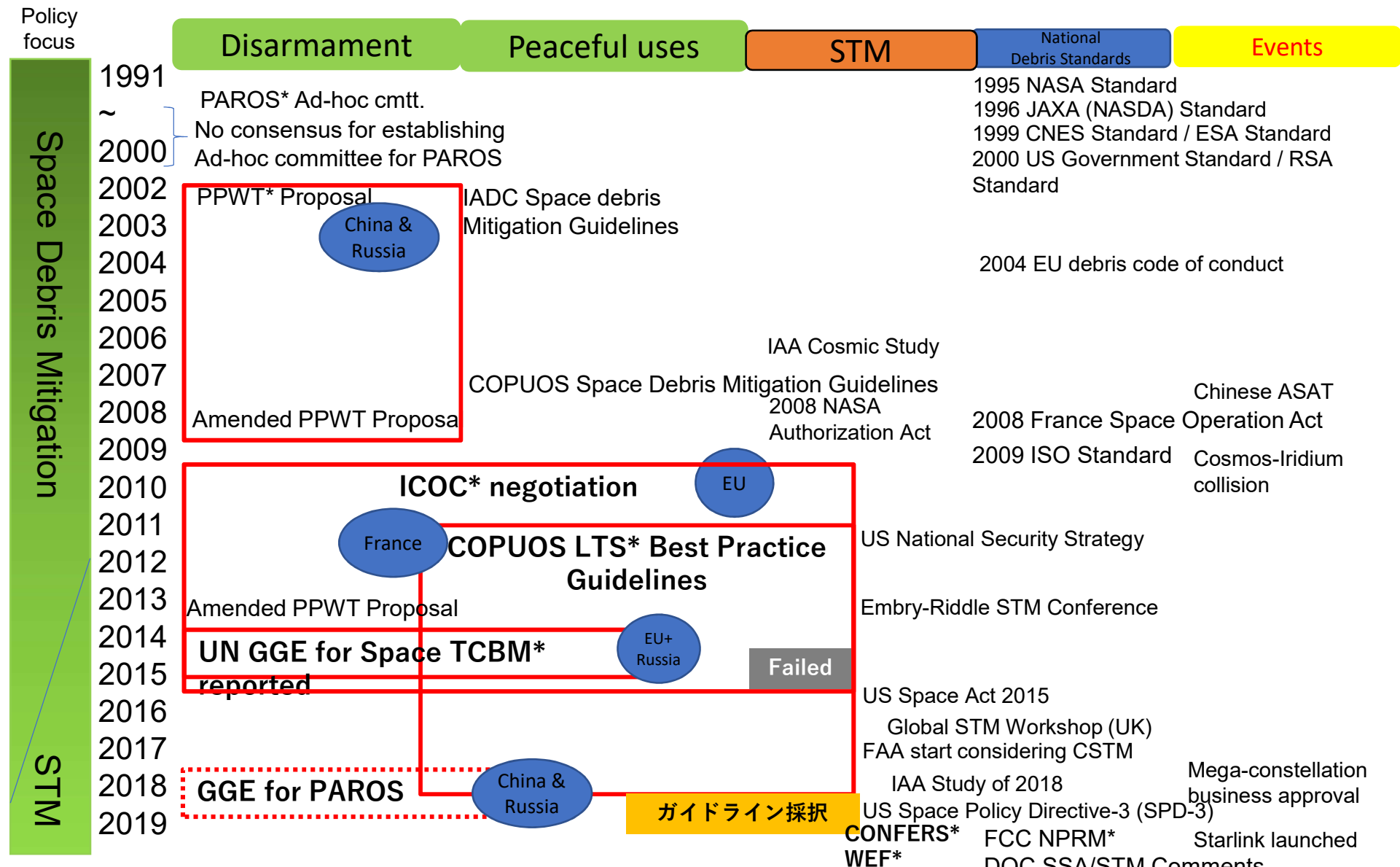
航空機運航の全ての段階において安全且つ効率的な運航を確保するために必要とされる空域管理、航空交通流管理及び航空交通業務の総称。



陸上、海上、航空と同様に、宇宙機の円滑な運行のための何らかの共通の仕組みが必要。



<STMに関する国際的な議論の動向>



*PAROS:Prevention of Arms Race in Outer Space

*GGE:Group of Governmental Experts

*PPWT:Treaty on the Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space, the Threat or Use of Force Against Outer Space Objects

*TCBM:Transparency and Confidence Building Measures

*ICOC:International Code of Conduct for Space Activities

*LTS: Long Term Sustainability of Space Activities

*NPRM:Notice of Proposed Rule Making*CONFERS:Consortium for Execution of Rendezvous and Servicing Operations

*WEF:World Economic Forum (Global Future Council, The Future of Space Technologies)

2. SUMMIT FOR SPACE SUSTAINABILITYの結果概要

- ◆日時: 2019年6月25日(火)～6月26日(水)
- ◆会場: National Press Club(ワシントンDC)
- ◆主催: Secure World Foundation(SWF)主催
- ◆参加者: 約175名(政府、非政府機関、産業界、大学、宇宙機関等が参加)
- ◆目的: 持続可能な宇宙開発(Space Sustainability)のための解決策を議論する

◆各セッション概要

マルチネスSWF事務局長挨拶

- 1999年に開かれた「宇宙空間の探査と平和利用に関する第3回国連会議(UNISPACEⅢ)」の際には持続可能な宇宙開発という概念はなかったが、いまや宇宙の活動者が増えマルチスケールな問題として、現実の政策論争となりつつある。今後SWFはこの議論に重点的に取り組む。
- 今年6月の国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)本委員会において、2010年から議論されてきた「宇宙活動の長期持続可能性(LTS)ガイドライン」が採択された。持続可能な宇宙開発は極めて大事。(マルチネスは元LTSWG議長)
- 米国では今後1兆ドル規模の宇宙市場になる。
- SWFはCONFERSやハーグWGに参加しており、衛星サービスのガイドラインや原則作り、国際枠組み作りに参加している。
- Security, safety, sustainabilityを確保する宇宙開発のための新たな市場が開拓されつつある中で、政府、民間、国際パートナーの役割を探っていくことが喫緊の課題。

2. SUMMIT FOR SPACE SUSTAINABILITYの開催結果

◆各セッション概要(続き)

オコーネル商務省商業宇宙室長挨拶

- 宇宙はリモートセンシング、通信、測位、天気、宇宙旅行などに使用されており、SSA・STMをどのように行うかは経済的な問題。
- SPD3では、商務省がリードして2024年までに“civil agency”を作ることとなっている。商務省がリードする理由は、センサやツールが新たな市場となるため。
- 国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)において「宇宙活動の長期持続可能性(LTS)ガイドライン」が採択されたが、標準化やベストプラクティスが重要となる。
- 衛星事業者のため、SSA・STMの品質や正確さ、スピードを向上させたい。
- SSAデータについて、国防省(DoD)のカタログを利用する。政府(軍) + 民間のデータに加え、海外のデータをどう入れ込むかが課題。



2. SUMMIT FOR SPACE SUSTAINABILITYの開催結果

◆各セッション概要(続き)

宇宙交通管理(STM)パネル(トップダウンかボトムアップか?)

- トップダウンとボトムアップ、両方のアプローチが必要。国際レベルでの議論は国内の議論を促す。一方で、民間で議論することにより、民間にとって厳しすぎない規制を作ることが可能。(軌道上の衛星の半分は民間の衛星であり、民間も責任を有するのではないか)

＜パネリストから以下のような独自のコメントもあった＞

- 参考となる枠組みとしては国際民間航空機関(ICAO)。年間12,000の件の国際標準・勧告(SARP)の改訂を管理している。
- 交通管理がすぐに必要な理由として①民間企業の低軌道における活動、②軌道上サービスの多様化(燃料の充填、軌道上マニュファクチュア等)、③宇宙を利用する国の増加、④有人宇宙活動(宇宙旅行、探査等)の増加、がある。
- 宇宙交通管理を行うため、①軌道上に打ち上げる際の技術的なルール(ライセンス)、②物体登録の活性化、③交通監視、④EcoTAXの導入(システム運用、デブリ除去のため)、⑤法律の整備が必要。また、宇宙交通管理は政府や政府間組織が行うべき内容ではないか。(航空管制や周波数については第三者が行っており、アウトソーシングできているという意見もあり)



2. SUMMIT FOR SPACE SUSTAINABILITYの開催結果



◆各セッション概要(続き)

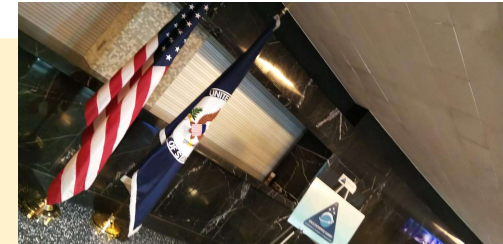
その他のパネル

<パネリストからの発言>

- 毎年100機の衛星が低軌道に打ち上げられているが、ここ1～2年は350機～400機が打ち上げられている。
- デブリ低減ガイドラインがあるにも関わらず、デブリ対策が行われていないミッションが多くある。
- より高精度なデブリの追跡、デブリ除去(ADR)、自動的な衝突回避、デブリを低減する技術が必要。
- 新規参入の民間衛星事業者も持続可能な宇宙開発の観点での責任ある行動が求められる。
- 過去5年で宇宙機関が7つ設立されている。(ポーランド、バーレーン、ニュージーランド、オーストラリア、トルコ、ポルトガル、UAE)
- 途上国が宇宙プログラムを持つ理由は、主に国の威信や軍の技術のため。(ASEAN諸国10カ国のうち、8カ国は宇宙プログラムを持っている)
- 途上国は技術力が乏しく持続可能な宇宙開発の自覚がない。まずは技術力を得ることが優先。
- 2015年から飛躍的にベンチャーキャピタルによる投資が増えた。小型衛星の能力が向上し、複数の衛星を組み合わせることにより、低いリスクの投資が可能となった。

3. SPACE ENTERPRISE SUMMITの結果概要

- ◆日時: 2019年6月26日(水)～6月27日(木)
- ◆会場: 米国務省(ワシントンDC)
- ◆主催: 国務省と商務省の共催
- ◆参加者: 500名以上、27か国から参加(政府、非政府機関、産業界、宇宙機関の代表等が参加)
- ◆目的: 最新の宇宙産業政策及び宇宙分野における新しい産業活動について議論すること



◆各セッション概要

トンプソン国務次官、ケリー商務副長官開会挨拶

- 今後の持続可能な宇宙開発のため、**産業連携、国際協力が重要。**
- 前週に国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)本委員会で「**宇宙活動の長期持続可能性(LTS)ガイドライン**」が採択されたことを歓迎。
- 米国では2040年までに宇宙市場1兆ドル規模にする。



3. SPACE ENTERPRISE SUMMITの結果概要

◆各セッション概要(続き)

ブライデNSTAIN NASA長官基調講演



- 月及びそれ以遠を目指すため、LEOの商業化をさらに進める(LEOにおいてNASAは1つの顧客になるよう)。
- 月探査(Gateway)についても、より商業目線の精神で進める。
- アポロ50周年にあたる今年、有人月計画を「アルテミス(ギリシャ神話におけるアポロの妹)」と名付けた。初の女性宇宙飛行士を含む多様な米国人宇宙飛行士を5年以内に月南極に送る。
- 宇宙政策大統領令1号(SPD1)でも謳われているように、産業パートナー、国際パートナーとの協力が必要。

宇宙機関長ラウンドテーブル

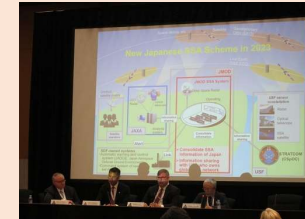
- 各国の商業化や国際協力の考え方について紹介。
- JAXA若田理事からは、ISS(LEO)における商業化、宇宙探査におけるトヨタとの協業について紹介した他、モデレータや会場からの質問に答える形で、宇宙探査イノベーションハブやJ-SPARCといった産業パートナーとの協業プログラムを通じて宇宙企業のみならず非宇宙企業とも協力していること、国連との協力プログラム(KiboCUBE)を通じて途上国とも協力していることなどを紹介。



3. SPACE ENTERPRISE SUMMITの結果概要

◆各セッション概要(続き)

透明性の時代におけるオープンアーキテクチャとデータ共有
(data sharing) パネル(吉富内閣府参与もパネリストとして参加)



<パネリストからの発言>

- 近年、衛星画像、PNT(測位、ナビゲーション、タイミング)、気象データにおいて技術革新が進み、データ共有の量が増加しており、将来の宇宙事業において宇宙におけるデータセットが重要なエリアの一つ。
- SPD3 は、国防省と商務省に対し、「オープンアーキテクチャーデータリポジトリ」の製作を含む衛星事業者のためのデブリの接近解析の通知を指示している。また、SSAに対して民間及び海外と協力する近代的なアプローチを求めている。
- システムを作る上で、様々な種類のcapability、例えば小型衛星、メガコンステレーション、マヌーバ等を考慮に入れる必要があり、課題。
- 欧州においてもガリレオ衛星等を運用しており、STMは重要。2014年に5カ国(現状8カ国)からなる「EU SSTコンソーシアム」を立ち上げ、今では衛星のセンサーや地上の望遠鏡を用いて欧州のデータベースを作っており、127の衛星がデブリ監視の対象となっている。
- 相互に理解を進めることが必要であり、米国の新たに作られるシステムと欧州のSSTデータベースとの間で(情報交換ではなく)データ共有を図りたい。
- 複数の情報をただ単に組み合わせるだけでは良いものは作れない。情報を理解し、「意思」を込めることが必要。データ共有の方法、データの権利の扱い、効率性、セキュリティ対策について検討が必要。

3. SPACE ENTERPRISE SUMMITの結果概要

◆各セッション概要(続き)

その他のパネル

＜パネリストからの発言＞

- 国連としてもSDGs等の観点から新興国や民間パートナーなど、新しいプレイヤーの参入を支援している。JAXAとのKiboCUBEは好例(新興国パネルにおけるディピッポ国連宇宙部長の発言)。
- 宇宙産業の発展によって宇宙機の需要が確実に増加する中で、運用安全が資金獲得においても重要。その観点で規制やルール作りは産業界としても重要な課題。
- 今日の宇宙活動は政府主導から民間主導に移行している。規制やルール作りは重要であるものの、産業振興も考慮する必要がある、トップダウンとともにボトムアップ両方のアプローチが必要となる。
- この他、高倉内閣府参事官からは我が国の規制作りと産業振興のバランスをとっていく必要があるという考え方等が紹介された。



4. 米政府実務関係者等へのインタビュー結果

※ヒアリング相手方の個人的見解等が含まれており、政府の正式な見解ではないことに留意することが必要

【SPD3の実施状況】

- 米国議会は一度に大きな規制権限を与えない伝統がある。FAAも当初は打上げ許可権限のみだったものが、再突入、サブオービタル機へと進展してきた。商務省に大きな規制権限を一気に与えることは困難。
- SPD3の実行は米政府内のほぼすべての省庁が関与して実施されている。
- 商務省は現在2種類の意見招請中。①センサデータと接近解析を実施するための能力として民間にどのような能力があるか。②デブリに対する新たなルールはどのようなものが望ましいと考えるか。①については近々にも「Industry Day」によって意見集約を実施するだろう。
- SPD3では、NASA作成のデブリ低減ガイドラインのレビューが商務省とNASAに指示されている。FCCは政府から独立した機関のため10月に独自のNPRM(Notice of Proposed Rule-Making)を発出していたが現在は商務省主導で設置した省庁間WGにて連携中。

4. 米政府実務関係者等へのインタビュー結果

【Open Architecture Data Repository (OADR)】

- 商務省は、発展しつつあるSSA、STM産業との調和の取れた規範(norm)の作成を目指して情報収集をしている段階。産業界にどのような能力や潜在力があるかを取りまとめた上で、それをOADRとして公開しようとしている。OADRへ軍のカタログをどこまで取り込めるか、OADRへインプットするセンサデータを民間から購入するのか、国際パートナーからの無償提供を求めるのか等は今後の論点。まずはこの権限を商務省に与えるための議会承認が必要。8月の国防授權法と商務・法務・科学歳出法にて決着するはず。米国政府がSTM政策を国際的にリードするためにも国内政策の方向性を決めることが先決。
- SSAデータ産業はAGIが巨大すぎるが、独占企業化させてはならない。ExoAnalytics、LEOLabs等が競合でそれぞれ強みと弱みがある。
- CSPOCが提供してきたデータ(Spacetrack)を引続き無償で利用できるか否かは、OADRの構成に依存するが、SSA Sharing Agreementによる軍一軍間の協力は引続き無償で実施することは決まっている。

4. 米政府実務関係者等へのインタビュー結果

【STMに関する規制】

- STMに係る規制を衛星運用許可等の要件に取り込むかは今後検討だが、データや配布手段の主体、コストを精査する必要がある、直ちに結論は出せない。現時点で商務省はまずはSTMのための「標準」作りを進める。現在、関係する標準41セットを特定し、内容を精査中。
- STMに関する国内ルールと国際ルールは鶏と卵の問題だが、米国は米国産業界の実行をスタンダードとして抽出した上で国際ルールへ展開したい意向は持っている。
- FAAは、STM政策の一部として、ロケット上段部の再突入に関する許認可基準に関するNPRMを発出した。

5. まとめ(所感)

- 今回開催された国際会議を通じて、米国政府は米国の産業界に対し、宇宙の商業化を支援する姿勢を示すとともに、産業界や海外の活動、意見を吸い上げたかったものと思われ、米国政府にとって有益な場であったと考えられる。米国政府は引き続き国内外のステークホルダーとの対話の継続が重要と考えている。
- 今後の持続可能な宇宙開発に向けて、「共通規範の作成」、「産業連携」、「国際協力」の重要性が改めて確認されたほか、COPUOS本委員会で「LTSガイドライン」が採択されたことが歓迎され、同ガイドラインの実施への期待が示された。(米国の産業界にもこの実施の必要性が浸透していたことが特筆すべき)
- 商務省が責任を有するOADRについて、商務省も現状は手探り状態で、最善の方法を見い出そうとしている印象。
- OADRを作る上で、米国政府は海外からのデータを取り込むことも考えているため、今後日本としての対応を検討することが必要になると思われる。
- 今後もこれまでと同様に無償でSSAデータを得られるかについて、軍-軍間の協力については引き続き継続されるようであるが、それ以外の機関(政府・民間)については無償だという確証を得ることはできなかった。商務省が作るOADRに依存しそうであるが、今後、米国政府への働きかけが必要になると思われる。

【展望】

➤前週末に期せずしてLTSガイドラインが採択され、これが国際的な共通規範のベースとなる流れが作られた。LTSガイドラインは内容が包括的であり、COPUOSがコンセンサスで採択した点で政治的普遍性があり、専門家会合(EG)からのボトムアップのインプットを基に作成した点で実行的であり、技術的にも妥当で実施可能なものとなっている。図らずも8年にわたって議論されてきたことで、各国の政治レベルへの認識も高まっており、STMを達成するための国際的な共通規範としての資格を備えている。

➤これに伴って、STM政策は、その本来的な目的である、持続可能な宇宙活動(Sustainable Space Activities)の一手段としての位置づけに変化しつつあると考える。

