

# 超小型衛星の国際戦略・動向

超小型衛星利用シンポジウム2023  
2月21日

シー・エス・ピー・ジャパン(株)  
航空宇宙政策・産業グループシニアアナリスト  
金岡充晃  
kaneoka@csp.co.jp



# はじめに

- ✓ 超小型衛星は、サイエンスからビジネス及び防衛利用まで幅広く利用
- ✓ ここ10年で破壊的イノベーションを引き起こした
- ✓ 近年の超小型衛星打上は年300機以上
- ✓ Cubesatは欧米のみならず中国も積極的に打上
- ✓ 日本は、圧倒的に遅れているのが現状
- ✓ Cubesat以外にもPocketQubeやDISKSATなど、新たな超小型規格が登場している。
- ✓ 近年は先進的パイロード開発が中心の時代へ

# 打上統計資料のご紹介

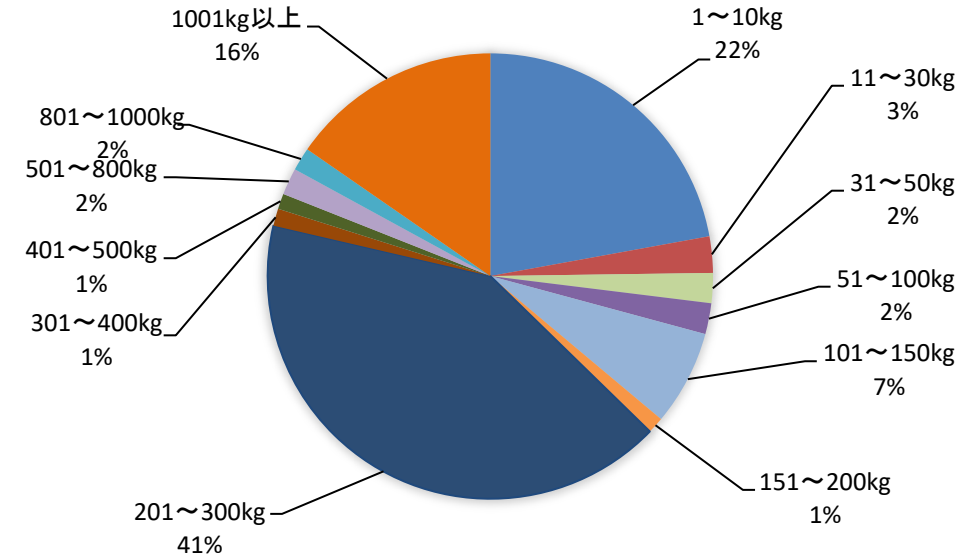
# 重量別、打上統計

## 2003～2022年データ

	打上衛星数	打上失敗衛星数
1～10kg	2013	122
11～30kg	240	25
31～50kg	198	8
51～100kg	204	16
101～150kg	628	7
151～200kg	108	6
201～300kg	3759	2
301～400kg	114	0
401～500kg	102	3
501～800kg	177	7
801～1000kg	153	4
1001kg以上	1397	52
合計	9093	252

## 重量別の割合

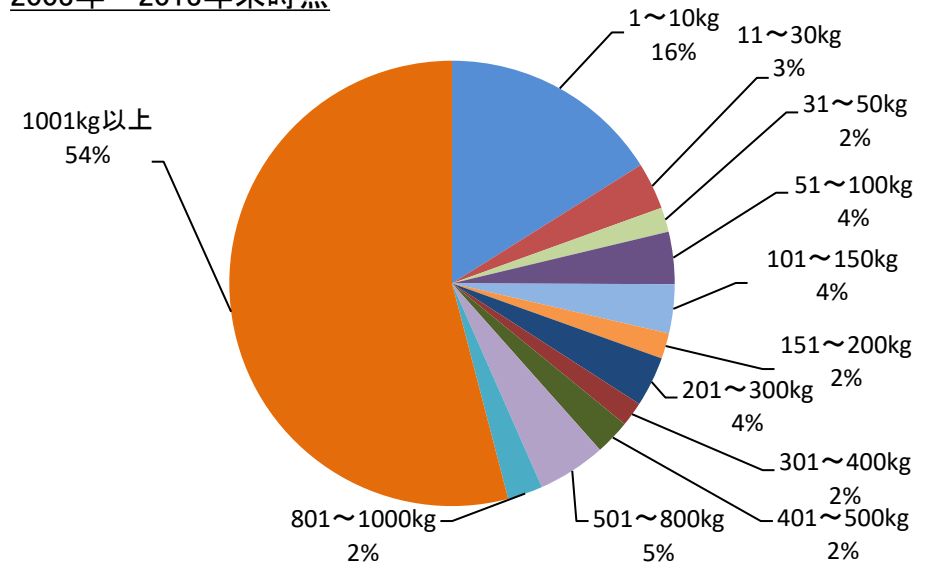
2003～2022年データ



2003年～2013年末時点

	打上衛星数	打上失敗衛星数
1～10kg	208	21
11～30kg	44	4
31～50kg	23	4
51～100kg	49	9
101～150kg	46	2
151～200kg	24	2
201～300kg	47	1
301～400kg	23	0
401～500kg	33	1
501～800kg	64	3
801～1000kg	33	1
1001kg以上	699	29
合計	1293	77

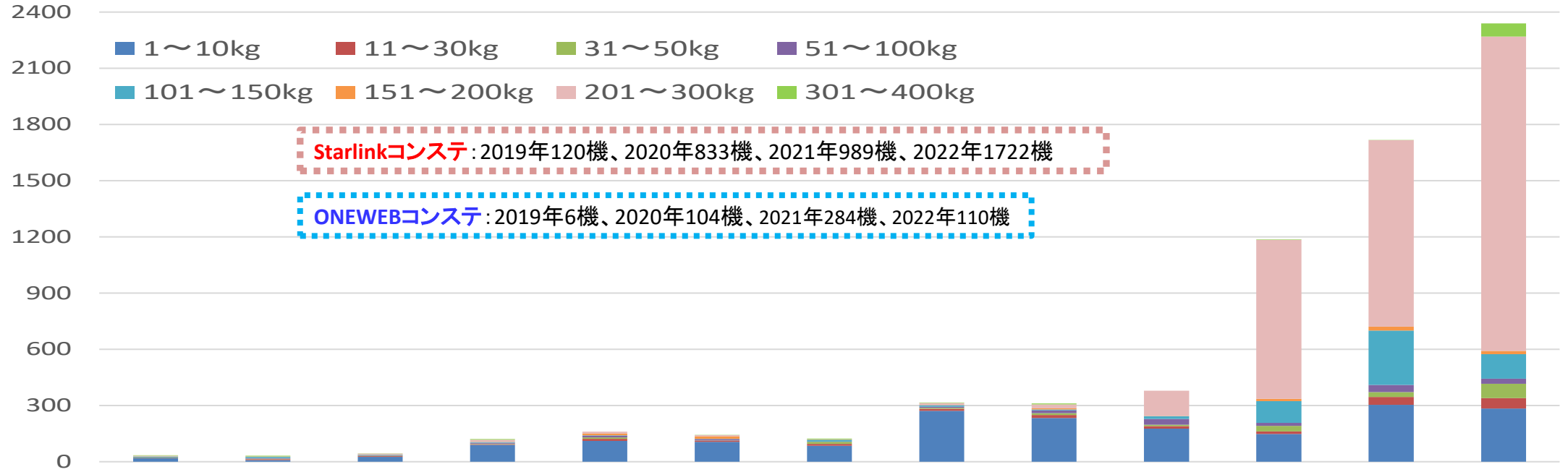
2003年～2013年末時点



Source:CSP-JAPAN作成

# 1～400kg衛星における打上統計(2010年～2022年末)

(打上げ失敗を含まない)



	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
1～10kg	19	9	26	90	112	106	85	272	234	177	149	304	284
11～30kg	2	5	4	4	10	7	10	11	16	13	13	42	56
31～50kg	1	2	3	3	8	1	11	5	10	8	30	26	76
51～100kg	1	4	2	4	9	7	2	6	14	31	16	38	28
101～150kg	4	6	2	4	2	2	10	8	6	14	116	291	131
151～200kg	2	1	2	2	10	13	1	1	5	2	12	21	17
201～300kg	4	2	4	11	10	6	1	11	21	135	848	994	1678
301～400kg	2	3	2	3	0	1	4	2	5	0	3	1	70
合計	35	32	45	121	161	143	124	316	311	380	1187	1717	2340

- Starlinkが1722機(主に2種類290kg型が1668機、303kg型が54機)、Onewebは露ロケット使用不可のため110機と停滞
- 多波長(ハイパー)Satellogic社や、GhGガス観測GhGsat社が次世代型光学センサー搭載の衛星コンステを打上
- 地上携帯電話と衛星と直接通信するLYNK Global社が量産仕様型の衛星(50kg級)を打上開始

# Cubesat打上実績の分析

## サイズの傾向

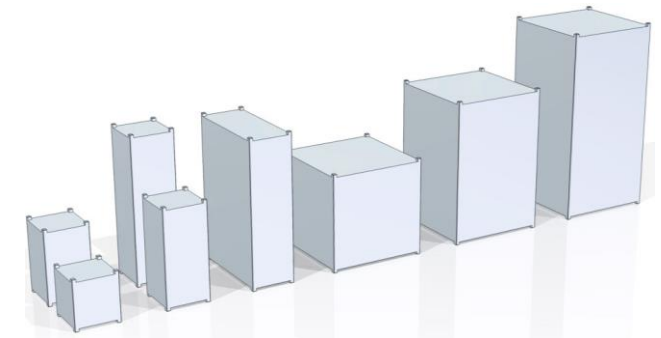
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
0.25U									4	4	44	84	57	193
0.5U												3	2	5
1U	5	6	15	43	17	12	12	15	35	26	4	31	28	249
1.5U	4	2		13		18	2	4	2	9	2	4	2	62
2U			2	3	6	7	6	37	14	5	3	11	13	107
3U	7	2	6	27	107	76	59	203	141	92	72	124	117	1033
3.5U、5U								2	0	0	0	0	0	2
6U					2	2	2	12	36	24	26	49	52	205
12U										3	3	7	7	20
16U									1	2	0	0	2	5
PocketCube系	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	32
他	5	7	7	8	19	18	15	10	17	26	8	33	26	199
合計	21	17	30	94	151	133	96	283	250	191	162	346	338	2112

備考：他とはPocketCube (5cm四方)、ThinSat、15cm四方、17cm四方など30kg以下の衛星、探査機、ローバなど

## 開発組織の傾向

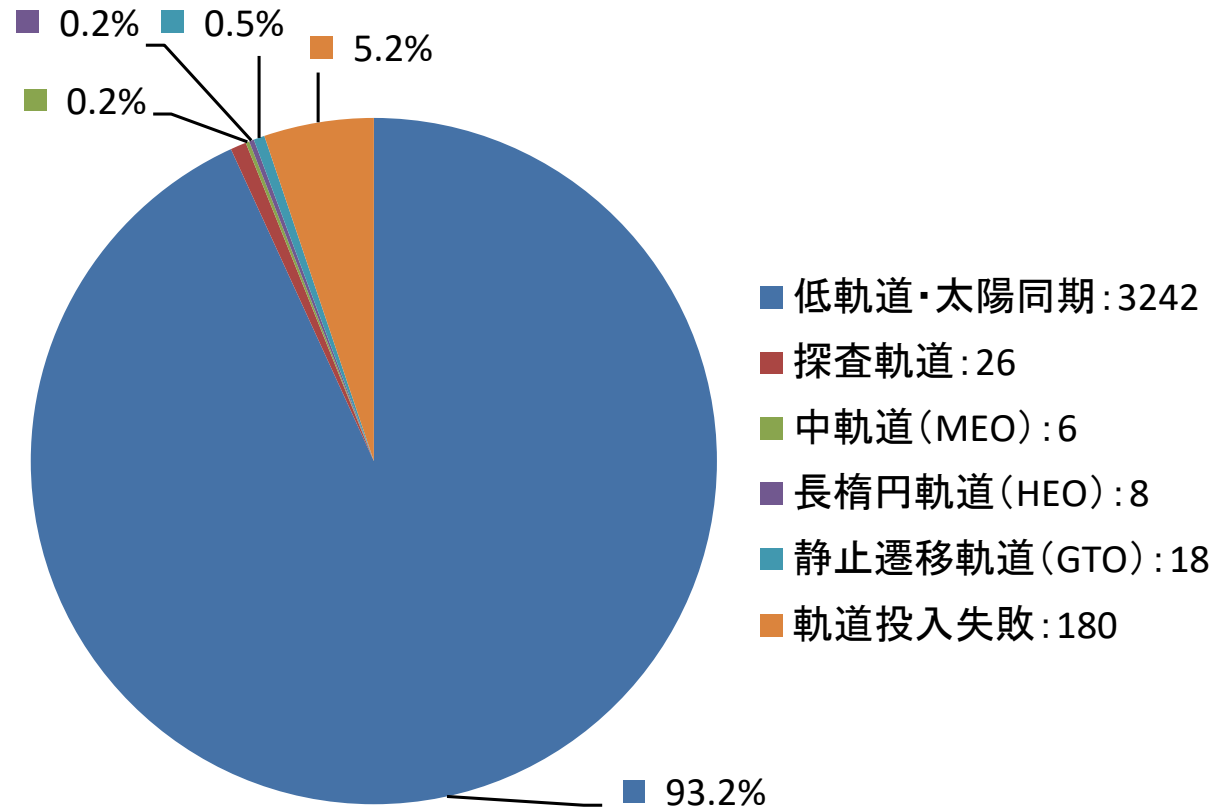
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
大学・高校衛星	9	9	20	35	32	28	22	67	71	53	26	63	86	521
宇宙機関	3		2	10	4	16	10	13	11	19	5	18	27	138
軍事・国家研究所	7		3	27	3	15	11	10	41	25	14	47	14	217
民間企業	2	8	5	22	112	74	53	193	127	94	114	218	211	1233
合計	21	17	30	94	151	133	96	283	250	191	162	346	338	2112

- ・5cm四方標準(1P,2P,3P等)のPocketCube打上が過去最多(32機)
- ・0.25Uの殆どがSpaceXが買収したSwarm Technology(56機)
- ・3U打上数が最も多いが、高度ミッション向けに6Uサイズも堅調
- ・12Uは月探査機CAPSTONEに加え、民間の3GPP通信衛星も
- ・16Uは英ビデオ撮像衛星とスペインの1.8m分解能衛星を打上
- ・3UはポーランドSatRevolution社とスイスAstrocastが民間打上拡大



# 200kg以下の打上軌道

(2003~2022年)

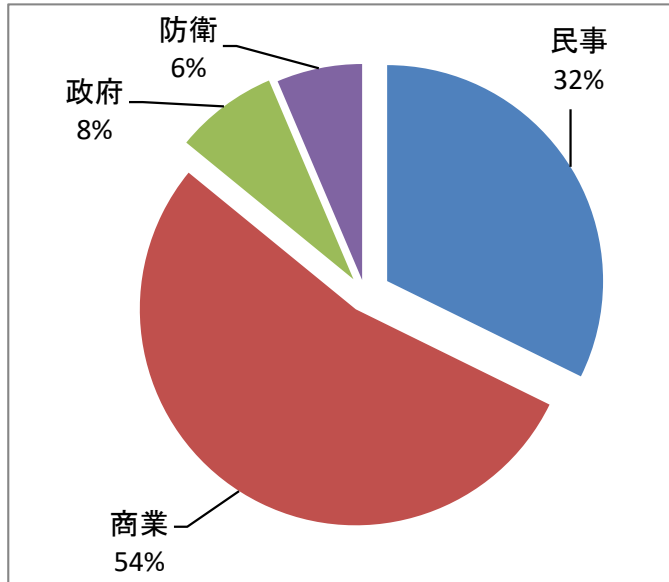


- SLS、Falcon-9、Electronにより、月探査系Cubesat打上数が最多(10機以上)
- Lockheed Martinが2基の自社投資開発の12U(LINUSS)を2機GTO投入
- VEGAが中軌道(高度5800km)へ6機のCubesatを打上(1U3機、3U3機)

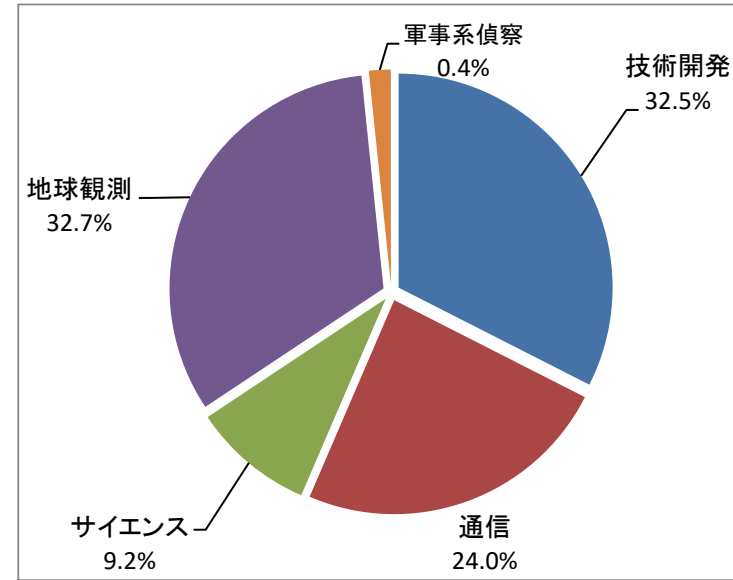
# 100kg以下衛星の種類及びミッション

(2003~2022年)

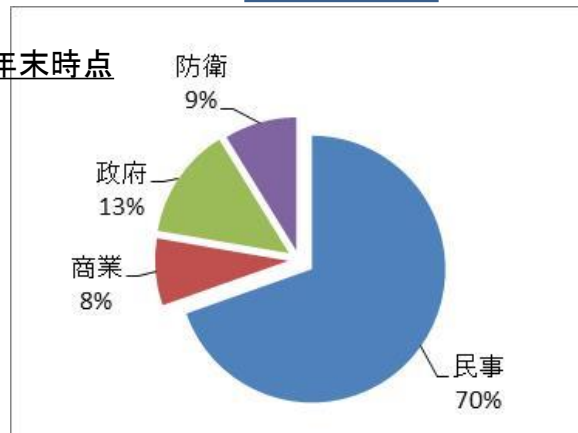
2003~2022年データ 衛星の分野分析



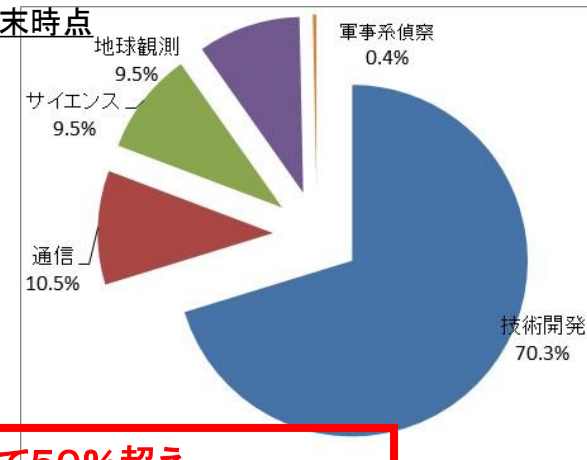
2003~2022年データ 衛星のミッション分析



2003年~2013年末時点



2003年~2013年末時点



**2003年の統計開始から、2021年段階で商業比率が初めて50%超え  
通信と地球観測需要の拡大のより、技術開発比率が低下しているが全体数は増加**



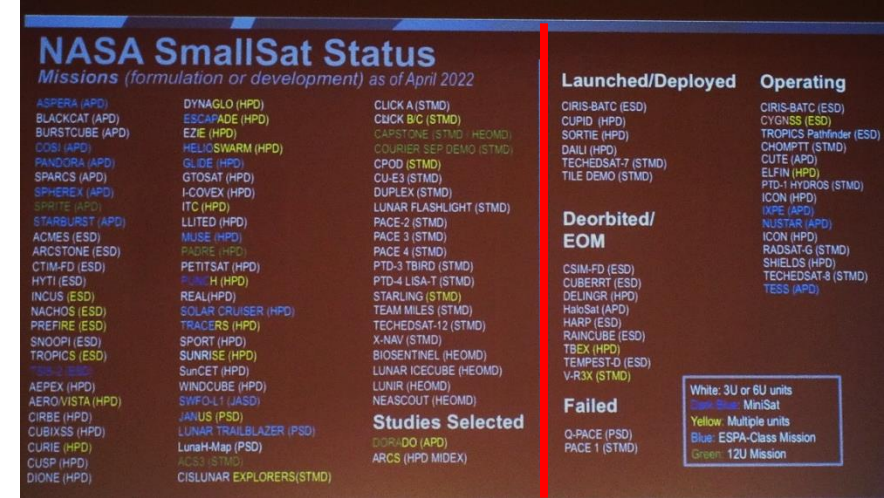
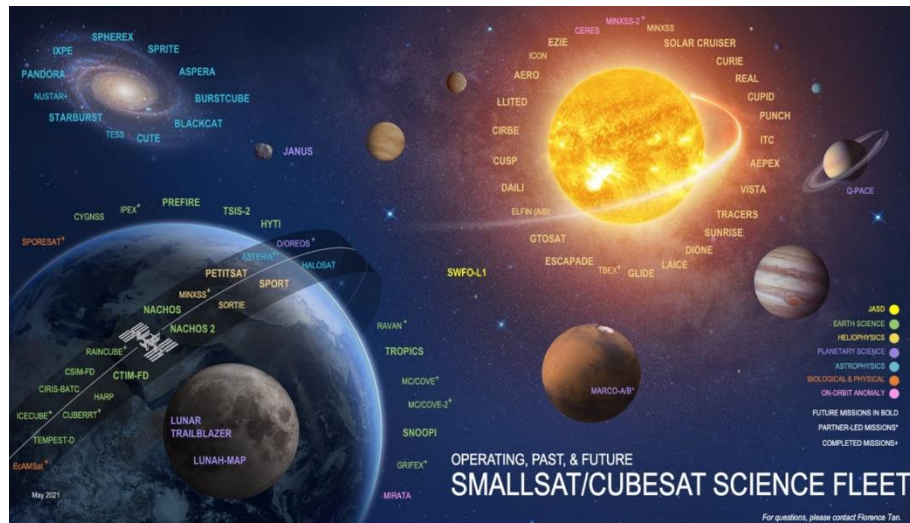
# 米USAF-AFRL(米空軍)の将来ビジョン

- 2030年の宇宙モビリティの未来像として「即応打上(コールアップから24時間で打上)」、「衛星や宇宙機の軌道の再配置」、「モジュール性による機能向上/修理機能」、「飛行中の燃料給油」、「軌道上での組立&製造」、「自律型のドッキング」、「XGEOの宇宙管制と運用」などを掲げている。



宇宙モビリティと輸送の未来像

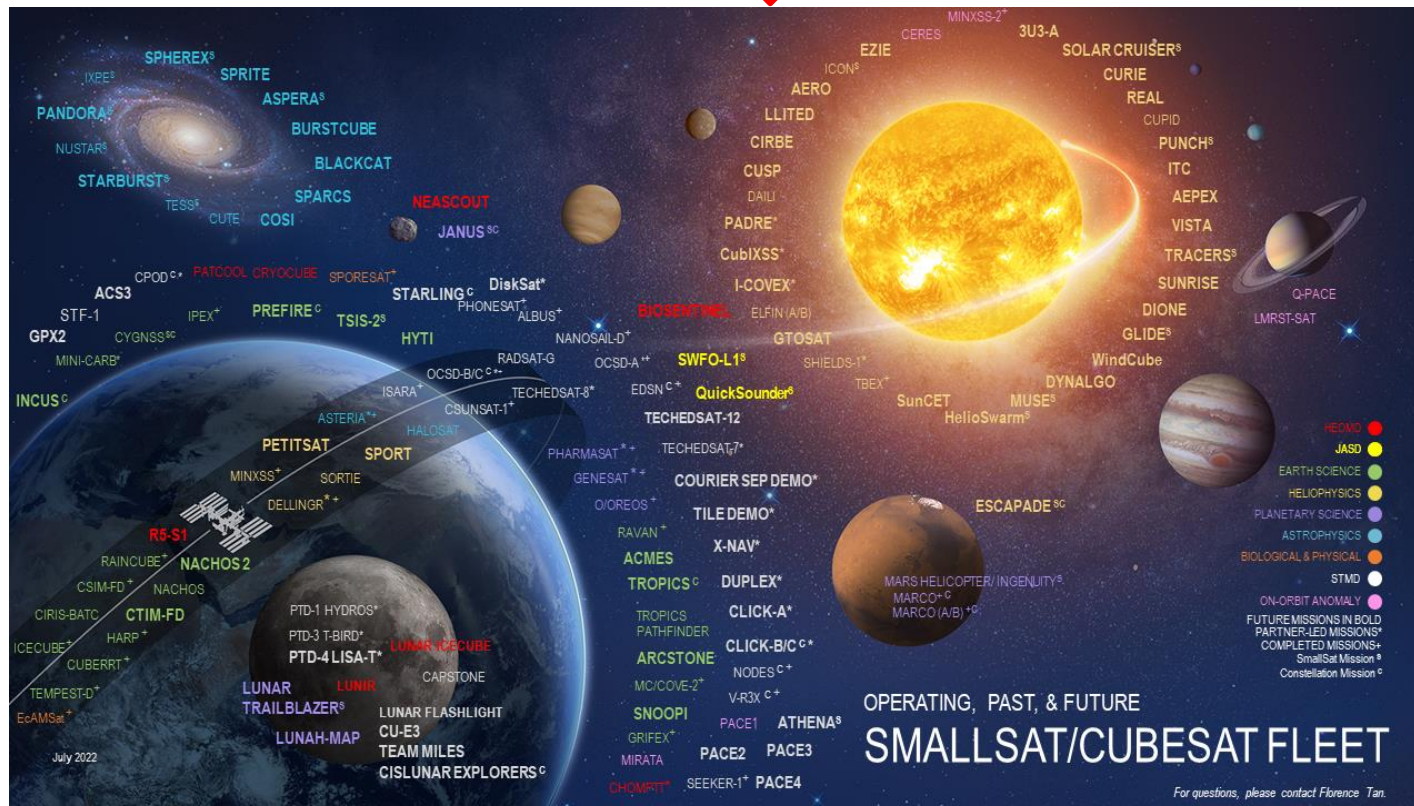
# NASA小型衛星ミッションの実績と計画(2022年)



今後の計画

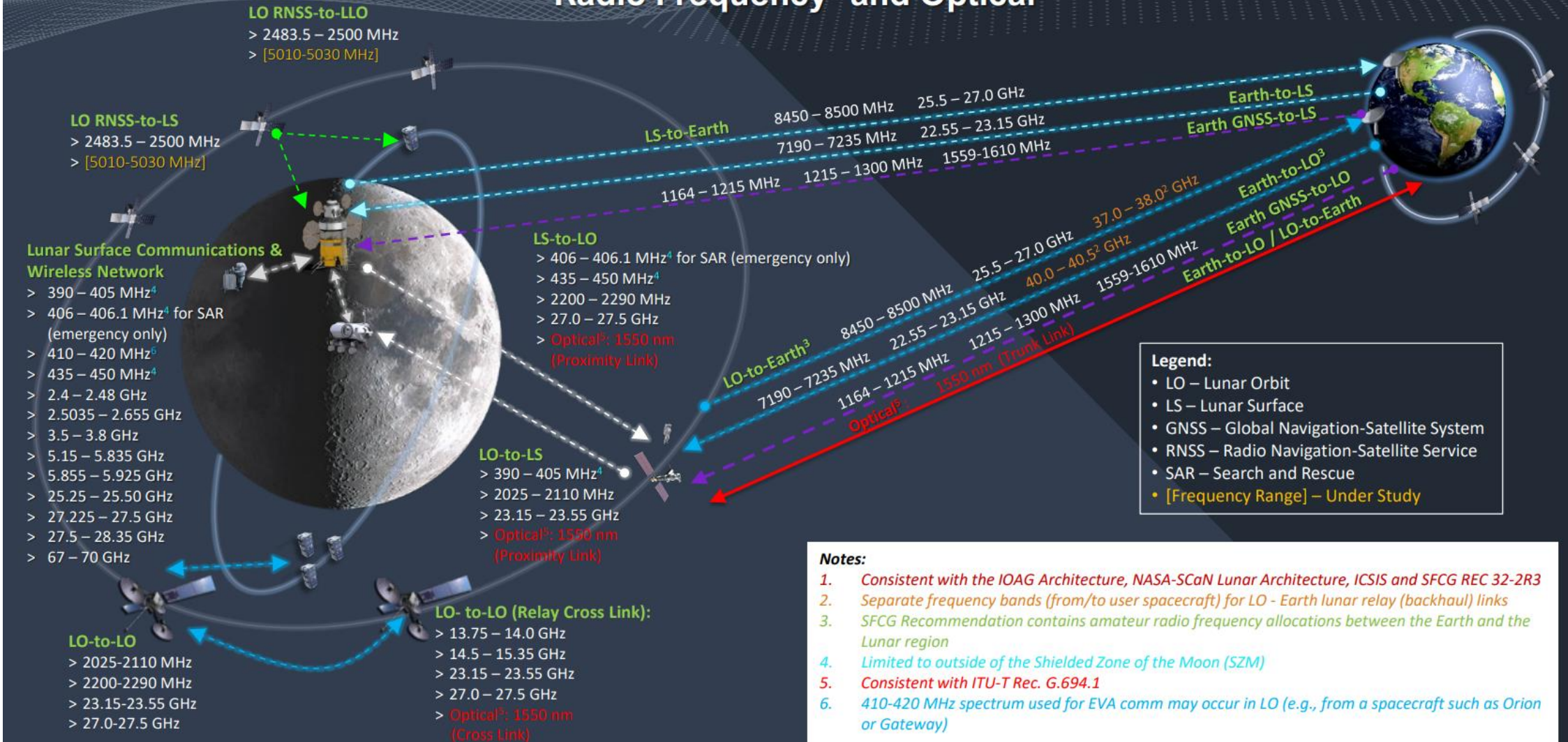
実績

着実に、アースサイエンス、天文ミッション等にCubesatを含む小型衛星プログラムを増加させている



# 月面 & 月面-地球間の通信規格の検討 (電波 & 光通信)

## Electromagnetic Spectrum Architecture for Lunar Region Radio Frequency<sup>1</sup> and Optical



Updated 5 August 2022

# 変わる軌道定義 (CubesatもCis-Lunarミッション拡大)

- ✓ LEO、MEO、GEO、月軌道だったが、近年は
- ✓ **VLEO、LEO、MEO、GEO、XGEO、Cis-Lunarと定義変更**
- ✓ USAFはVLEOとXGEOが活動領域として定義
- ✓ NASAはCis-Lunarという定義
- ✓ 今後、Cubesatを含む小型衛星の活動領域が拡大見込み
- ✓ さらに、AerospaceCorp提唱のCubesat派生型のDISKSAT規格もVLEOとXGEOで利用拡大見込み
- ✓ RocketLabがCis-LunarへCAPSTONE探査機(12U)サイズを打ち上げたように、小型ロケットの打上需要が従来のLEOに加えてXGEOやCis-Lunarという打上サービスが拡大する可能性あり(カイロロケットの上段強化が将来的に必要になると推察)



YESFORN!

International involvement in DevSecOps and exercises

- High-cadence exercising of new software, data sources, and op in live-virtual-constructive scenarios
- Integrating commercial and allied data sources

Innovation Portfolio topics

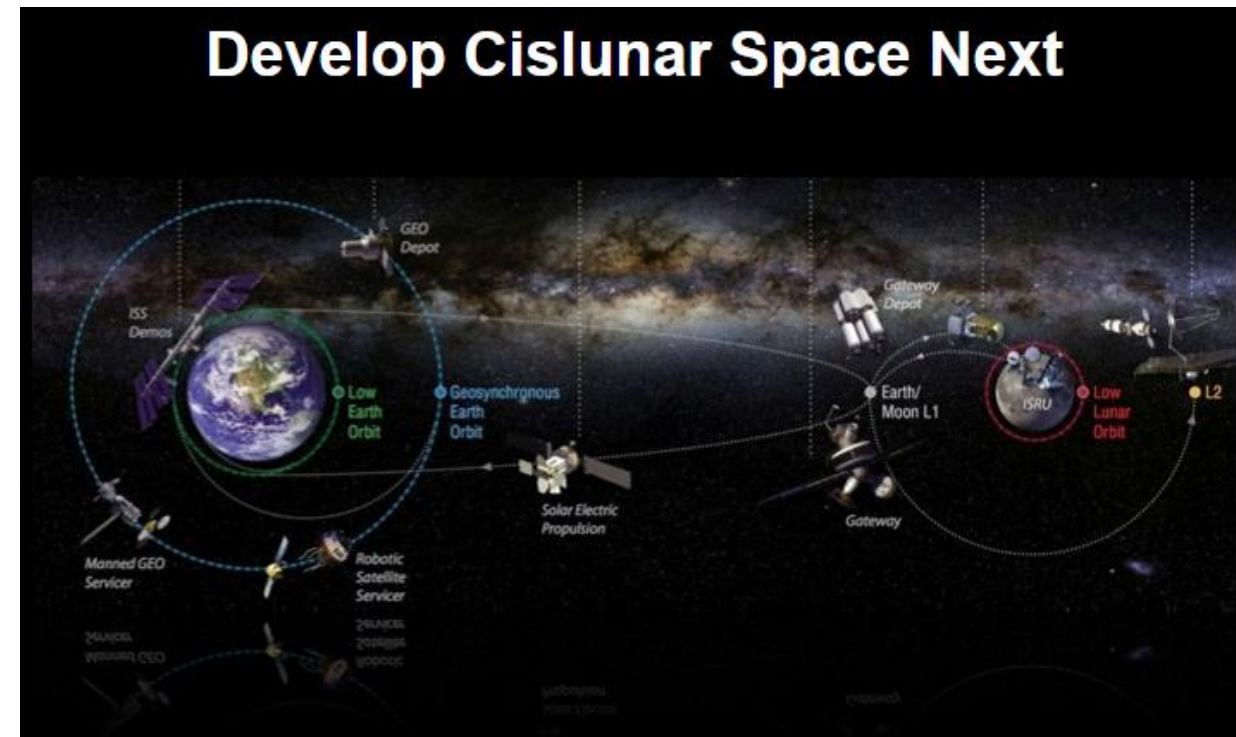
- New phenomenology, sensing architectures, and component technology

Space Domain Awareness **VLEO to XGEO**

- Harnessing geographically distributed allies to improve coverage, timeliness, and capacity
- Enormous basic research opportunity: trajectory estimation, maneuver detection, uncertainty quantification

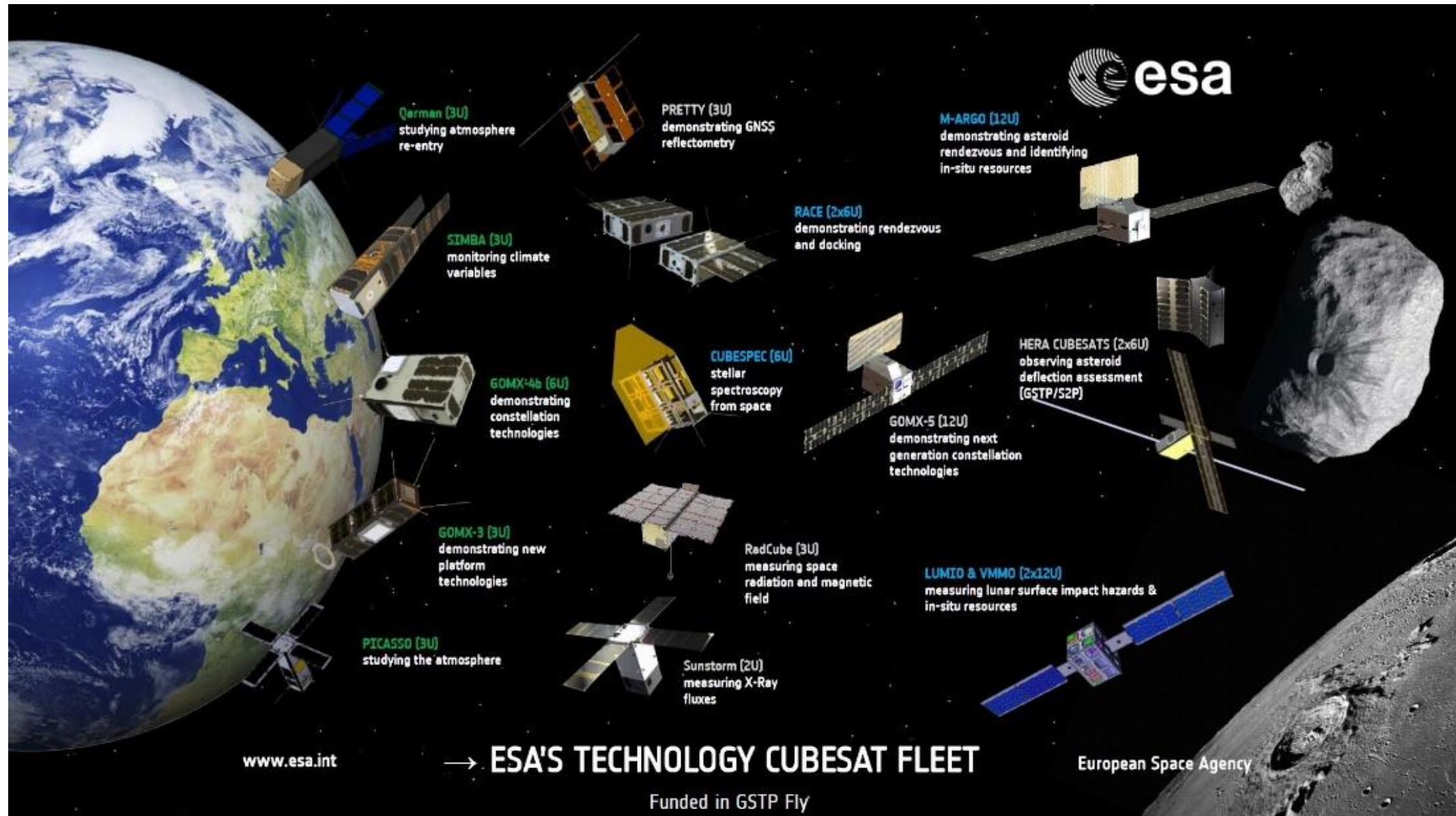


MSMU/HAD: Integrated commercial and allied sensors into DoD TCPED, test in warfighter exercises

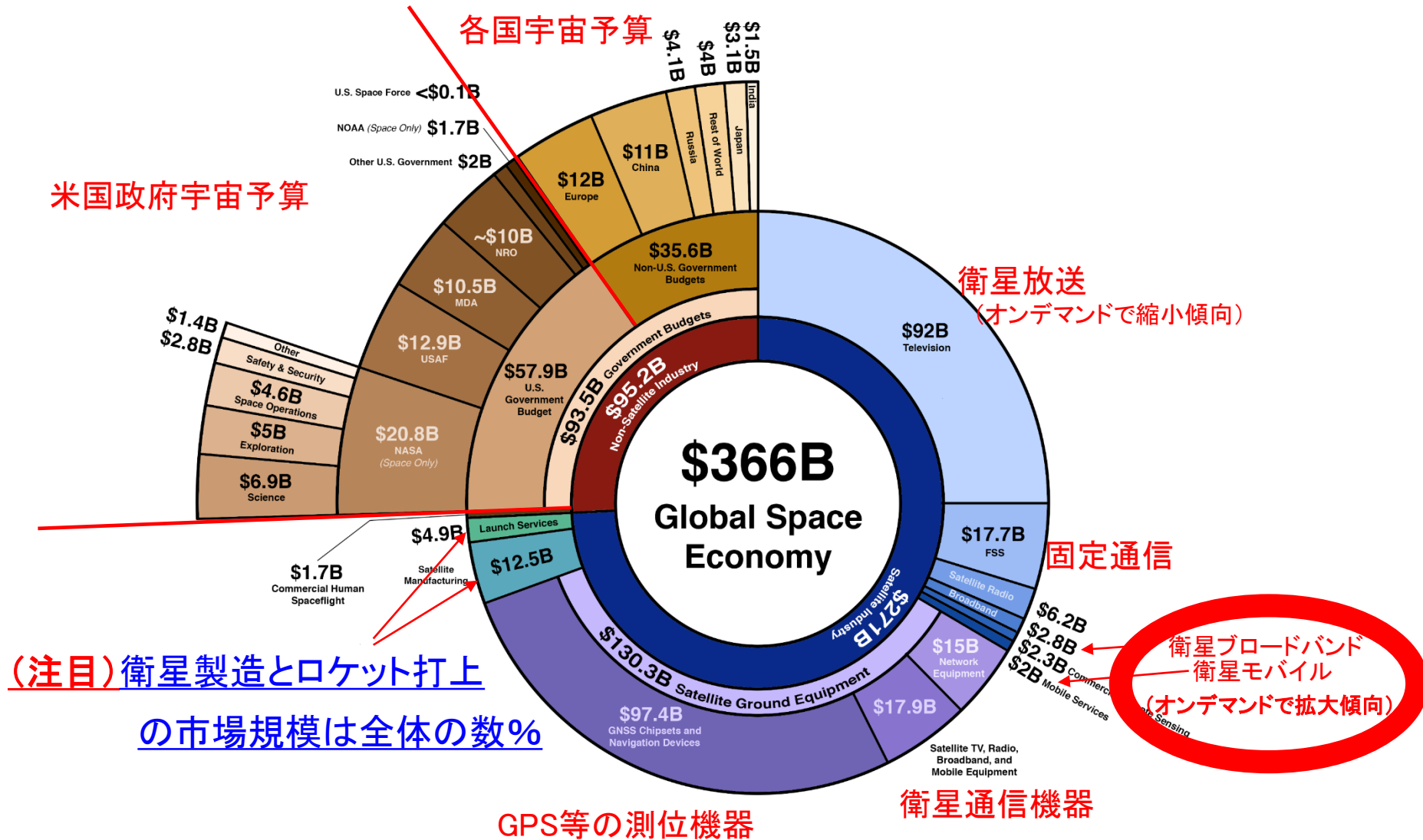


# ESAの小型衛星戦略

- NASAとは違い、技術開発に加えて民間ビジネスの開発支援も実施



# 宇宙の市場規模は？ (=ビリオネアが狙う市場は？)



米国政府宇宙予算

各国宇宙予算

衛星放送  
(オンデマンドで縮小傾向)

固定通信

(注目) 衛星製造とロケット打上  
の市場規模は全体の数%

衛星ブロードバンド  
衛星モバイル  
(オンデマンドで拡大傾向)

GPS等の測位機器

衛星通信機器



全体で約40兆円市場とされています(自動車業界の10分の1程度)

# 私の認識

- 宇宙ビジネスの**最大マーケットは通信**
- **衛星製造 & ロケット打上の市場規模は小さい(5%)**
- 宇宙は**地上に立脚したサービス & ビジネスで成立**
- 現在の宇宙旅行は**富裕層のお遊び**(1人数百万円以下ならないと拡大せず)
- 月民間ビジネス成立には**数十年、今は官需中心**  
(宇宙政策とビジネスは違うのに、同一視する傾向が不幸を招く)

**タイムスパンを見極めて、今儲かるビジネス、10年後に儲かるビジネス、30年後に儲かるビジネスを考える時では？**

# まとめ

- 超小型衛星が宇宙産業発展の起爆剤
- Cubesat搭載の先進ペイロード開発
- 光通信はCubesat搭載型がキー
- 光学ハイパー/GhG観測は、多波長の時代へ
- 準2次元衛星(DISKSAT)がコンステのキー
- イーロンマスク経済圏分析のように、各産業の横串を通す思想が、ビジネスで勝つキー