

# 1A01 超小型衛星における国際動向及びビジネス動向

○金岡充晃、金山秀樹、斉藤由佳（シー・エス・ピー・ジャパン株式会社）

A summary and market of nano micro Satellite  
Mitsuteru Kaneoka, Hideki Kanayama, Yuka Saito (CSP Japan, Inc.)

Key Words: Nano Micro satellite, Business

## Abstract

In recent years, international competition is expanding for nano/micro satellites and Cubesat. It is also positioned as the next-generation industrial base in European and American space policies, and is becoming the core of research and development. While developing in China, Russia and even Asian countries, this paper introduces statistical data for 2003-2019. Then, we will announce the impact of COVID-19 and international and business trends in micro satellites.

## 1. はじめに

Cubesat を含む超小型衛星 (Nano/Micro satellite) は、近年は国際競争が拡大し、欧米各国宇宙政策においても次世代産業基盤として位置づけられ、研究開発の中核になりつつある。

中国やロシア及びアジア各国までもが開発を強化する中、本稿ではコロナ禍による影響を踏まえ、超小型衛星における国際動向及び国内ビジネス動向を報告する。

## 2. 2003年～2019年末の宇宙機打上統計

2003年～2019年末の期間にて、打上げられた宇宙機（衛星や探査機など）の統計を表1に、質量1000kg以下の宇宙機（衛星や探査機）における質量比率を図1に示す。また、2003年～2019年末の300kg以下宇宙機における、質量クラス別の打上数を図2に、Cubesat の分類を表2に示す。

表1 2003年～2019年末の質量別打上数

	打上衛星数	打上失敗衛星数
1～10kg	1257	85
11～30kg	114	8
31～50kg	67	7
51～100kg	122	14
101～150kg	88	2
151～200kg	56	2
201～300kg	239	1
301～400kg	35	0
401～500kg	62	3
501～800kg	143	6
801～1000kg	133	2
1001kg以上	1170	43
合計	3486	173

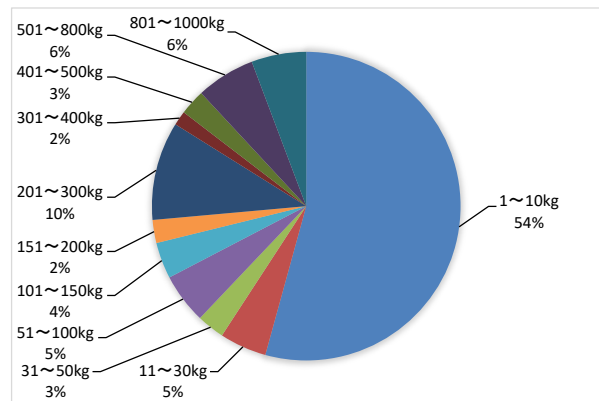


図1 1000kg以下宇宙機の質量別比率 (2003年～2019年)

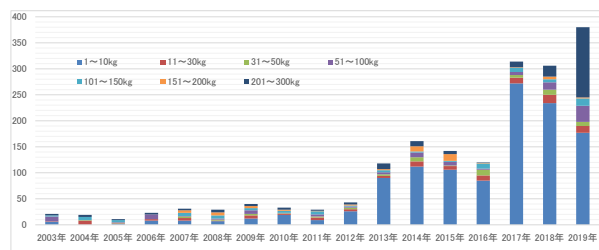


図2 打上年における各質量別の打上衛星数 (2003年～2019年)

表2 2003年～2019年末のCubesat分類

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	合計
0.25U																		4
1U	5	3	14	6	3	8	5	6	15	43	17	12	12	15	35	26	225	225
1.5U								4	2	13	18	21	4	21	9	54		54
2U			1	1	1	1			2	3	6	7	6	37	14	5		83
3U	1		1	1	2	7	2	6	27	107	76	58	203	141	92	725		725
3.5U, 4U													2	2	12	36	24	78
4.5U																		3
5U																		3
合計	2	10	2	12	6	2	9	5	7	7	8	19	18	15	10	17	24	173
備考	8	10	5	28	13	8	18	21	17	30	94	151	133	98	283	250	191	1356

2019年における100kg以下の衛星は229機が打ち上げられ、2018年の274機と比較して減少している。このうち、10cm四方のCubesat規格衛星は0.25U～16Uサイズまで165機が軌道投入された。これらCubesatは実用レベルへと到達しており、民間では光

学衛星サービスの PLANET 社が 32 機、AIS

(Automatic Identification System) /ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) /気象データを提供  
する SPIRE 社が 18 機打上げられた。

また、米国と欧州がけん引している Cubesat 規格だが、2019 年は中国の打上数も増加している。特に民間企業の Cubesat 打上が数多く見られ、Guodian Gaoke 社、Laser Fleet 社、SPACETY 社、MinoSpace Technology 社の光学・IoT (Internet of Things) ミッションとして、6U サイズ衛星が合計 13 機打ち上げられた。現在は、技術実証段階にあり、SPACETY 社は 250M 元 (約 40 億円) の資金調達を完了し、将来的には 100 機単位の Cubesat コンステレーション構築を計画している。

2019 年は、米国や中国以外の Cubesat 民間事業も参入が相次いでいる。フランスでは電波情報解析の民間 Unseenlabs 社が実証機を打ち上げた。また、光学 &IoT 衛星としてスペインの AISTECH SPACE 社、スイス ASTROCAST 社、イスラエル Elbit 社、ポーランド SatRevolution 社、リトアニア Nanoavonics 社らが事業化を目的に実証機を打ち上げている。以上から、2019 年は IoT 衛星の打上ラッシュともいえた。これら事業者は技術実証成果に基づいて、衛星コンステレーション事業の展開に向け、追加資金調達を実施するとみられる。

さらに Cubesat の大型化も進んでいる。2019 年は 12U サイズの Cubesat が初めて 3 機打ち上げられた。その 3 機は「米 Hera System 社の 1m 分解能光学衛星」、「米空軍の宇宙デブリ監視衛星」、「仏 CNES と民間 Nexeya 社出資の ARGOS (M2M: Machine to Machine, IoT) 実証衛星」であった。また、16U サイズの Cubesat も米 AstroDigital 社が 2 機打ち上げられた。

日本では、QPS 研究所が 1 機と ALE 社が 2 機の民間小型衛星を打ち上げ、東京大学が 2 機、東京工業大学が 1 機、九州工業大学が 1 機、日本大学が 1 機の計 5 機の Cubesat が打ち上げられ、またルワンダ初の衛星 RWASAT を東京大学協力の下で上げられた。

### 3. 将来の需要予測

2020 年 1 月、SEI 社が 1~50kg 衛星の需要予測を公表し、2020 年は 300 機程度、2021 年は 330 機程度になると予測し、ミッション割合も 2019 年-2023 年間で、地球観測が 45%、IoT/M2M/AIS/ADS-B/光等の通信ミッションが 19%、技術実証が 22%、サイエンスが 13%、その他新規ミッションが 2%になると予測しており地球観測と通信ミッションの需要が拡大すると予測している。

### 4. Cubesat を中心とする技術開発動向

2019 年の Cubesat 技術開発動向では、先端技術をさらに高める戦略が発表されていた。特にサイエンスミッションとして最も困難とされている宇宙物理 (Astrophysics) ミッションとして NASA が年間\$5M (約 5 億円) の予算を準備する方針が発表され、

- ガンマ線バースト観測ミッション BurstCube
- ホットトランジット木星近紫外線観測ミッション CUTE (Colorado Ultraviolet Transit Experiment)
- M 型星の人類居住可能性の紫外線望遠鏡ミッション SPARCS (Star-Planet Activity Research CubeSat)
- 星形成領域と銀河の紫外線観測ミッション SPRITE (Supernova remnants/Proxies for Reionization/ and Integrated Testbed Experiment)

が発表された。これらミッションのうち、一部の検出器は日本企業 (浜松ホトニクス) のセンサーが採用されたという発表も見られている。これら高度なサイエンスミッションへ対応するため、姿勢制御 (ADCS: Attitude Determination and Control System) ユニットについても NASA がメーカーの BCT 社と高精度版 (Hyper-XACT) を開発実証する計画も発表されている。

米国動向に対し、欧州 ESA も

- Cubesat 月探査機 (LUCIE: LUNar CubeSats for Exploration)
- 小惑星探査機 (APEX: Asteroid Prospection Explorer, JUVENTAS, M-Argo)

計画を発表し、フォーメーションフライトミッション技術習や次世代の商用及び探査ミッションの基盤技術の開発戦略を発表している。さらに欧州では、Cubesat が次世代の宇宙産業基盤になると定義し、人材育成を目的とした ESA Academy CubeSats programme としてスペイン、フランス、アイルランド、ポルトガル、イタリア、イギリスの学生を育成している。この衛星設計教育において、必要な要求仕様を教育するだけでなく、新しい設計支援システム (MBSE: model based system engineering) を導入し、高度人材育成を行っている。

これら小型衛星の技術革新と政府宇宙機関や民間企業の利用拡大に伴い、軍の利用拡大方針も発表されている。Cubesat の軍事ミッションはアメリカのみで 2019 年は 1U~12U まで 20 機が打ち上げられている。ミッション内容は未発表なものが多くみられるが、小型衛星における民間企業や NASA 等が利用拡

大を進める中で軍事的にコストが合えば、利用価値があると報道された点も2019年の大きなポイントといえる。

## 5. 新型コロナウイルス (COVID-19) の影響

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の影響により、IMF の予測では世界 GDP が2020年3~6%が失われると予測され、世界経済の900兆円が失われると推測している。国別ではアメリカが200兆円、欧州は100-200兆円が失われると推測され、航空業界は30兆円が失われると推測されている。

宇宙業界においても影響が出ており、2020年3月にLEO通信メガコンステのONEWEB社が米連邦倒産法第11条を申請し、宇宙ホテルBigelow Aerospaceが従業員解雇を発表した。4月には地上局サービスのSpeedcast社が5月には静止通信衛星Intelsatが米連邦倒産法第11条を申請している。大手静止衛星通信は地上光通信の台頭及び固定通信マーケットの縮小及びLEO通信網 (ONEWEB、Starlink、Kuiper等) の参入により、近年はビジネスモデルの業態変化を進める動向がみられており、そのあおりを受けた格好となっている。またONEWEBもSoftbank偏重の資金調達モデルだったこと、同社が約3200億円資金調達して、負債が約1700億円に達し、事業継続の資金調達に失敗した影響が指摘されている (ONEWEBは2020年7月に英国政府のコンソーシアムと米ヒューズ社が買収すると発表され、事業が継続される見込みである)。小型衛星の事業者も2020年4月にオーストラリアのsky and spaceが同国の倒産法第11条を申請している。

### 5.1. ロケット打上需要への影響

COVID-19によりロケット打上影響について、2020年1月~6月末まで打上データを分析したところ、Starlink 打上 (7回) も影響し、ロケット打上数は失敗も含めて45回行われており、2019年同期比では41回だったこともあり、ロケット打上そのものは大きく影響していない。他方で、小型ロケット企業の先駆者であるRocketlabが打上失敗し、新規参入予定のVirgin Orbit社LuancherOneロケットが初号機打上失敗し、2020年は小型ロケット業界受難の年となっている。また、SpaceXのStarlink衛星打上の相乗り打上価格が破格の約1億円で販売され、BlackskyやPlanet (skysat) らが利用している。小型衛星打上ロケット業界は、コスト勝負がより厳しくなることから、衛星サービス業との間で垂直統合する体制に迫られており、一部小型ロケットサービス会社が小型

衛星サービス会社へ出資することで囲い込みする動向も見られている。以上からコスト競争に加え、COVID-19の影響から小型ロケットサービス会社はより厳しい市場競争にさらされることが推測される。また大型ロケットも下記に示す商用静止衛星の需要減により、横ばいになると見られる。

### 5.2. 製造業及び製造現場への影響

他方で宇宙業界におけるCOVID-19への影響について、特にインパクトが大きいのは製造業や製造現場である。すでに国内でも部品調達に納期遅れが見られ、特に海外部品の調達が遅れている。小型衛星開発も緊急事態宣言により衛星開発が停止もしくは大幅遅れが発生していることがヒアリングから明らかになっている。また、非常事態宣言が解除後も現場が直ぐに再開しているわけではなく、製造業ではスケジュール遅れ、学術衛星開発も学生が学内に入構できない関係から設計・製造・試験に大きな影響が発生している。しかし、“緊急事態宣言解除したから稼働再開している”との認識不足もあり、スケジュール遅れがどの程度発生するかというより、“スケジュール厳守が優先”という意識が強い影響もあり、そのしわ寄せが現場へきている。COVID-19による影響は、現場の製造・試験過程にある衛星、ロケットは少なからず遅延が発生している。

これら現場の情報及び海外経済状況の動向から、衛星製造業においては、商用静止衛星需要は年間5-10機の間で推移、小型衛星需要においても (メガコンステを除いて) 年間150-300機と拡大スピードが鈍化すると推測している。これは資金調達遅れ及び、着実に売上が立つベンチャーへ投資が絞られる可能性からの推測である。

### 5.3. 衛星データサービスへの影響

他方で、COVID-19により、むしろ需要喚起につながったのが地球観測衛星の衛星データ利用である。人の往来が止まった影響で、地球観測衛星のデータ利用による情報収集が加速し、衛星データ利用市場は拡大したといわれている。2020年7月には、小型地球観測衛星を運用するBlackskyが米空軍より“Covid-19によるリアルタイムモニタリング”の業務を受注している。現状の衛星データ利用に加え、各国政治判断のツールや軍事利用が拡大に加え、企業による同業他社の稼働状況の収集や、国境付近の監視など、必要に迫られた需要により、衛星データサービスは需要が拡大している。

## 6. 国内宇宙ビジネスの動向分析

国内宇宙ベンチャーへの（非大手宇宙企業における）出資者及び提携企業の動向を表 3 に示す。この表より、様々な大手企業が投資もしくは提携をしていることが明らかとなった。特に注目すべきことは、非宇宙企業の動向であるが、宇宙事業を十分に行えるポテンシャルのある製造業及びその関連出資企業の投資動向が見られている。2020 年 8 月には SONY が JAXA や東京大学と超小型衛星を、Panasonic が“車載・5G 通信を担うコンポーネンツで構成された大量生産向け超小型人工衛星実証事業”という経済産業省の補助事業に採択された。両者とも小型衛星事業へ参入すると見られる。他方で、従来の国内大手宇宙企業の出資が消極的であることも特徴である。

新規参入による宇宙利用の拡大が期待される一方で、Covid-19 の影響により、“顧客と売り上げ”を持たないベンチャーは今後、立ち行かなくなると推測される。加えて、国内宇宙ベンチャーの脆弱さも徐々に明らかになってきている。具体的には、人材不足である。これは国の政策でも問題視されており、人材の流動性が政府でも提言されている。次にベンチャーが故の問題であるが、突然会社化した場合に生じてしまう、民法・会社法及び税法の中身を十分理解していない問題により、取引企業との間で信頼関係を大きく害してしまい、事業継続の障害となる問題である。傲慢・高圧的な態度によって少なからず宇宙業界内部に不協和音が生じている動向が見られている。取引相手は会社組織ではある一方で人間でもあり、“搾取・利用”ではなく“双方がリスペクトして一緒に発展”するスキームが必要である。

今後は、国際競争の中で生き残る宇宙産業を育成するためには、独自の優位的技術を育成する必要がある。これは必ずしも特許を判断基準にする必要はないが、アイデアやコンセプトだけでなく、その技術を自信で設計・開発・実証できない限り、国際競争の中で優位的な立場にはならない可能性が高い。特に衛星データ利用や通信事業はセンサーや装置の技術的優位性に各国政府が高度化開発を支援している。日本国内では、その支援体制がまだ弱いと言え、今後の政策的課題ともいえる。

次に投資側への期待も変化がみられる。Venture Capital (VC) は組織上 IPO（上場や公開株）を優先する動向がみられ、時間をかけて育成するスキームに向かない問題を指摘されていた。このため、最近では大手企業出資型の CVC による宇宙投資を希望するベンチャーも見られている。

## 7. まとめ

2019 年打上統計データ紹介により、Cubesat が欧米に限らず中国でもスタンダードとなり、6U サイズの開発が加速し、12 サイズの開発も各国で進められている。このため、Cubesat は次世代の基盤技術になるという認識が日本以外では進んでいることが明らかとなった。先端を行く米国では、Cubesat による最も困難な宇宙天文物理を 6U サイズの Cubesat 実施する計画が續々発表され、欧州 ESA では遅れ挽回のため、JAXA-ISAS と似た ESA Academy CubeSats programme として人材育成及び MBSE 等の最先端技術教育で次世代人材育成に力を入れ始めた。

探査ミッションの Cubesat 開発も進んでいる。Covid-19 の影響で開催中止となったが、惑星探査 Cubesat の国際会議は北京される予定だった。日本が小惑星探査機“はやぶさ 2”で盛り上がっている間に、世界は Cubesat 探査機開発で争っている。

Covid-19 のインパクトは、短期的にはロケット打上に影響はなく、地球観測衛星データ利用は需要が拡大した一方で、製造業はダメージが大きく、衛星開発現場では大きく遅延している。小型衛星の需要は将来的に拡大スピードが鈍化すると予測する。

国内宇宙ベンチャーの出資・提携リストを作成したが、非宇宙企業の参入が見られ、既存宇宙産業は投資を控えている動向が見られている。また、ベンチャー企業を健全に育成する施策及び支援体制が早急に必要になるとみられる。

### 参考文献

- (1) 2020 Nano/Microsatellite Market Forecast, 10th EDITION SpaceWorks Enterprises, Inc. (SEI), <https://www.spaceworks.aero/nano-microsatellite-forecast-10th-edition-2020/> (参照日 令和 2 年 8 月)
- (2) ESA Roadmap for ESA In-Orbit Demonstration Missions & Enabling Technologies, Roger Walker, European CubeSat Symposium 2019, 11-13 September 2019
- (3) Fly Your Satellite! The ESA Academy CubeSats programme, David Palma, European CubeSat Symposium 2019, 11-13 September 2019
- (4) U.S. military is eager to take advantage of smallsats at scale if price is right <https://spacenews.com/u-s-military-is-eager-to-take-advantage-of-smallsats-at-scale-if-price-is-right/> (参照日 令和 2 年 8 月)