

宇宙港

—マイクロサット（小型人工衛星）時代の大分空港の試み—

合田浩之^{1*}

Spaceports – the challenge by Oita Airport in the era of the micro satellite

Hiroyuki GODA(Tokai University)

In this paper, the author shows that the functions provided to ships in ports, such as transshipment functions in cargo transport, can be provided not only by ports but also by ships and marine structures. And this author tries to relativize port development itself by this analysis.

Key words: airports, aerial works, commercial satellite, satellite launch service, small satellite

キーワード：空港，航空機使用事業，商業人工衛星，衛星打上げサービス事業，小型人工衛星

1. はじめに

本論文において、筆者は大分空港において取り組みがはじまる人工衛星打上げサービス事業の拠点としての空港に関して論じるものである。

筆者は先に「港湾は、船舶を介して海陸を結合するものである。そして船舶は陸上の生物たる人間が、海洋で活動するための道具である。裏を返せば、港湾に必要とされる機能は、何らかの意味で船舶を用いた人間の活動に関連付けることができるであろう。」と論じた（註1）。これを港湾を空港に置き換えると、以下のように表現することができるだろう。「港湾は、航空機を介して空陸を結合するものである。そして航空機は陸上の生物たる人間が、空で活動するための道具である。裏を返せば、空港に必要とされる機能は、何らかの意味で航空機を用いた人間の活動に関連付けることができるであろう。」

筆者は、港湾経済の研究において、港湾が、貨物輸送あ

るいは旅客輸送に供されるインフラとしてのみ議論されることが多いことに違和感を覚える。少なからぬ港湾研究は、特定の地域の地域経済振興への裨益を最終的な目的として、貨物輸送に供される船舶あるいはクルーズ船の寄港数（貨物取扱い量・乗降客数）に関心を置く。しかしながら、船舶が港湾に求める機能は、船舶への旅客・船員の乗降、貨物・物資の積卸という機能に限らない（註2）。そして、そもそも、商港に寄港する商行為に供される船舶は、貨物船・旅客船に限らないし、旅客船は商法上の商人ではない私人が所有し、個人の娯楽として運航される船も存在し、それは港湾の運営においてあながち等閑視されるべきではないものとなっている（註3）。

如上の議論は、空港と航空機との関係においても当てはまる。航空機は、「他人の需要に応じ、航空機を有償で旅客又は貨物を運送する事業」（航空運送事業：航空法2条18項）のみに供されるのではなく、「他人の需要に応じ、

の研究『港湾経済研究』48号）、合田浩之（2008年）「補油港の研究『港湾経済研究』46号、59–71頁）。

（註3）そのような観点からの筆者の港湾研究の取り組みは以下の通り。合田浩之（2019年）「メガヨットとその法制度—日本でメガ・ヨットを享受するには」『港湾研究』49号、49–62頁）、合田浩之（2020年2月7日）「洋上風力発電に関する最近の港湾法改正について」『日本港湾経済学会関西部会』（口頭報告）

¹ 東海大学海洋学部

Corresponding author*: hiroyuki_goda@tsc.u-tokai.ac.jp

（註1）拙稿（合田浩之（2020年）「港湾機能の提供手段—海洋構造物による代替—ばら積み貨物を中心に—」『港湾経済研究』58号、1–15頁）参照。

（註2）そのような観点からの筆者の港湾研究の取り組みは以下の通り。合田浩之（2011年）「船籍港としてのシンガポール」『港湾経済研究』49号）、合田浩之（2010年）「避難港

航空機を使用して有償で旅客又は貨物の運送以外の行為を行う事業（航空機使用事業：航空法2条20項）にも供される。すなわち、空港は航空運送と航空機使用事業の双方のためのインフラであることは明白である。本稿は、航空機使用事業に供される空港について論じることを意味する（註4）。

2. 大分空港における人工衛星の打上げサービス事業に関する拠点形成について

Virgin Orbit 社（本社米国カリフォルニア州—小型人工衛星打上げサービス事業を業とする企業）は、大分県と提携して、大分空港をアジア最初の「宇宙港（Horizontal Space Port）」として利用することを決定した。その利用とは、人工衛星を航空機から打上げるビジネスを行う上で、大分空港を、打ち上げのための母機の基地とすることである（2020年4月2日）（註5）。母機というのは、人工衛星を所定の衛星軌道まで持ち届けるロケットを発進させるための航空機（ボーイング747-400型を改造したもの）をいう。母機は衛星を搭載したロケットを、機体に懸架して、発射点の成層圏まで上昇して、ロケットを分離・発射させるのである。このことの意味は後述する（3.）。

Virgin Orbit 社は、この決定に先立ち、ANA ホールディングス株式会社と2019年6月9日に、この件で提携関係に入り、ANA ホールディングス株式会社の支援をうけるべく、同社と協議を開始した。ANA ホールディングス株式会社と Virgin Orbit 社の連名によるプレスリリースによれば、「ANAHD（筆者註、ANA ホールディングス株式会社のこと）は、ヴァージン・オービットの日本やアジアにおける打ち上げサービスのための輸送支援や、航空機と地上支援機材（航空機牽引車など）の整備もしくは運航支援において、協力関係を築く」（註6）とのことである。

そして「ANAHD は一般社団法人スペースポートジャパン（以下「SPJ」）とも連携して国内における宇宙機離着陸場に関する検証を行っており、ヴァージン・オービットの日本におけるサービス開始に最適な打ち上げ場所の選定に向けて SPJ と協力し、日本がアジアにおける宇宙輸送ハブになることを目指します。」とも述べている（註7）。

（註4）このような観点からの筆者の港湾研究の取り組みは以下の通り。合田浩之（2007年）『商業飛行船とその飛行場について』45号。なお、筆者は、株式会社日本飛行船の取締役として、航空機使用事業に関与したことがある（2006年9月から2007年4月まで）。

（註5） <https://virginorbit.com/oita-partners-with-virgin-orbit-to-establish-first-horizontal-spaceport-in-asia/>（2020年8月15日アクセス）

（註6）

<https://www.anahd.co.jp/group/pr/201906/20190606.html>

もともと、大分空港は空港法4条1項6号の国管理空港であるから、現時点では、管制と滑走路等の運営は国、空港ターミナルビルの運営は大分航空ターミナル株式会社（株主に大分県及び全日本空輸株式会社、日本航空株式会社が含まれている（註8））、駐車場の管理は一般財団法人空港振興・環境整備支援機構が担っている。

だから、大分県が Virgin Orbit 社と提携することが、空港の運営にどういう意味合いを持つのかは現時点ではよくわからない。もともと、大分県知事は、2020年4月14日の定例記者会見において、国が管制をつづけて土地を所有しながら、上物は民間企業が一体管理するコンセッションを構想していること、及びそのことと宇宙港の話に関連付けて述べているので（註9）、何らかの腹案が、県に存在しているのかもしれない。



（日本経済新聞2020年4月2日）

ただ、なぜ大分空港に白羽の矢がたったのかということは、公開情報がない。筆者が推測するに同飛行場が3000メートルの滑走路を擁し、母機の離着陸が可能なこと、飛行経路が洋上であり、万一の事故があったとしても住宅密集地とは関係がなさそうなこと、そして空港の稼働率が低いということではないだろうか。

3. 人工衛星の打ち上げサービスを航空機が関与する意味

1. 人工衛星の打ち上げサービス事業

人工衛星の打ち上げサービスという事業は、要するに、他

（2020年8月15日アクセス）

（註7） <https://www.spaceport-japan.org/> この団体は、日本が宇宙旅行ビジネスのアジアの拠点になることを目指している。

（註8）

<https://oat.oita-airport.jp/abouts/company.html>（2020年8月15日アクセス）

（註9）

<https://www.pref.oita.jp/site/chiji/chijiteireikaiken20200414.html>（2020年8月15日アクセス）

人の需要に応じて、人工衛星を「ロケット」(註10)に搭載して打ち上げて、人工衛星を予定された衛星軌道に予定されたタイミングで「持ち届けること」を商業活動をいう。いってみれば、宇宙空間への人工衛星のジャストインタイム物流とすることができる(註11)。

したがって、人工衛星の打ち上げサービス事業には、民間企業同士の競争が生じている。それは打ち上げ費用の削減(註12)・打ち上げの成功率・衛星を軌道に載せる日時が、どれだけ需要家の希望の日時に合致したかという点である。

2. 人工衛星の打ち上げ場所

人工衛星を搭載したロケットの打ち上げには、地球の自転による「遠心力」を最大限利用した方が有利である。地球の自転による遠心力が最大になるのは、赤道上であるから、打ち上げ場所は、なるべく赤道に近い方が良い。

日本では、ロケットの打ち上げ場所が、鹿児島県(種子島・内之浦(大隅半島))となったのも、日本の施政権の及ぶ陸上で、なるべく赤道に近付けるという発想があったからである(註13)、日本で最初に人工衛星の打上げに成功したのは、おおすみ1号(1970(昭和45)年)2月11日であった。その時点では沖縄県は米国から返還さ

(註10)ロケットは「使い捨て」である。かつては、何度も繰り返し使えるスペース・シャトル(宇宙往還機。地球に帰還可能な payloads 14.4 重量トン)がアメリカ航空宇宙局(NASA)によって運用されていた。この打ち上げ費用は、1度の発射あたり4億5000万ドルと公表されている。

https://www.nasa.gov/centers/kennedy/about/information/shuttle_faq.html#1 (2020年8月15日アクセス)
従って、1重量トンあたり3125万ドルということになる。上述の費用には、宇宙からの帰還後の保守整備費が含まれていない可能性がある。しかし、同じアメリカ合衆国にて人工衛星打上げサービスを影響するSpace X社が用いるFALCON 9型(ペイロード5.5重量トン)とロケットの2020年の標準料金は、6200万ドル(1トン当たり1127万2727ドル)に過ぎない。

<https://www.spacex.com/media/Capabilities&Services.pdf> (2020年8月15日アクセス)

(註11)

JAXA(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)の宇宙輸送の定義においては、宇宙ステーション補給機(HTV:HII Transfer Vehicle HTV)の打ち上げによる、「国際宇宙ステーションへの物資の輸送」も含んでいる。

http://www.jaxa.jp/article/special/transportation/kochiyama_j.html (2020年8月15日アクセス)

(註12)日本の官需の人工衛星打ち上げさえも、費用削減が求められている。国立研究開発法人・宇宙航空研究開発機構(以下JAXA)が開発したHIIAロケットの打上げ業務が2007年にJAXAから三菱重工業株式会社に移管されたのは、打ち上げ費用の削減が理由である。<http://h2a.mhi.co.jp/> (2020年8月15日アクセス)HIIAロケットの能力向上を目的として開発されたHII Bロケットは、コストダウンを目的として、JAXA/三菱重工業株式会社との共同開発となった。

れていなかった。

もともと、ロケットの打ち上げには陸上(対流圏)の気象条件に左右される。そうであれば飛行機で成層圏まで上昇して成層圏において発射してしまえばよいということになる。そして高高度においては大気密度・気圧が小さくなるため、同出力のエンジンでも地上発射と比べて重い機体を発射できることになる(註14)。

そういうことであれば、ロケットの発射場等の地上設備が不要となる。他方、当然ながら母機を駐機する空港が必要となるし、母機の稼働率をあげていくための営業活動も必要となる。これは筆者の一つの推測であるが、大分空港でVirgin Orbit社がロケット打ち上げのための母機を駐機することに対して、なんらかの経済的な優遇がなされて誘致されたのではないか。

4. 小型人工衛星への需要

Virgin Orbit社が母機をボーイング747-400型ヲベースとした改造機とするのであるから、射出するロケットが収納する人工衛星は、いわゆる小型人工衛星であることが想定されている(註15)。

アメリカ合衆国 Sattelite Industry Associationによれば、世界で2016年に打ち上げられた人工衛星は126個で

http://www.jaxa.jp/article/special/transportation/kochiyama_j.html (2020年8月15日アクセス)

(註13)領土内にロケットの打ち上げ場所として適切な場所が確保できないならば、外国(企業・政府)に打ち上げを委託するか、浮体式の「洋上打上げ施設」を海面に浮かべて「適切な場所」まで移動していき、そこから打上げるという方法も理論的にはあり得る。中国政府航天科技集団は2019年6月5日に中国製ロケット「長征11号」を、黄海の洋上に浮かべた洋上打上げ施設から打上げて、人工衛星7基を軌道に載せることに成功した(「長征11号 海上から宇宙へ—中国のロケット打ち上げ技術の向上をアピール」『Science Portal China』153号(2019年6月19日))。

https://spc.jst.go.jp/hottopics/1907/r1907_fu.html (2020年8月15日アクセス)

日本でもAstrocean社(<https://astrocean.jp/> (2020年8月15日アクセス))によって2020年2月茨城県沖で船からのロケット打上げに成功されたことが報道されている(<https://www.nhk.or.jp/ohayou/digest/2020/04/0403.html> (「ロケット打上げ新時代“洋上打上げ”に密着」『NHK おはよう日本』2020年4月3日(2020年8月15日アクセス)))。

(註14)石津祐介「宇宙ロケットなぜ空中発射?専用の巨大飛行機を用意してまで実現する理由とは」『乗りものニュース』2017年9月24日(<https://trafficnews.jp/post/78599/2> (2020年8月15日アクセス))

(註15)これまで各国が打上げてきた人工衛星は重量数トン程度の大型の人工衛星である。このような大型衛星を打上げるロケットを空中発射するための大型機を製造して打上げサービスを請け負う企業もアメリカ合衆国には存在する。2011年に設立されたStratolaunch Systems社(<https://www.stratolaunch.com/> (2020年8月15日アクセス))である。

2016年に打上げられた人工衛星 (全世界)					
種類	衛星個数		金額		衛星単価 万ドル
		構成比	億ドル	構成比	
商業通信	20	16%	22	16%	11,032
民間/軍用通信	3	2%	8	6%	33,095
試験	8	6%	1	1%	1,839
地表観測	64	51%	17	12%	2,596
科学	4	3%	7	5%	18,386
軍事偵察	13	10%	61	44%	48,540
航海支援	13	10%	17	12%	13,238
気象	4	3%	6	4%	14,709
合計	126	100%	139	100%	11,032

Satellite Industry Association "State of the Satellite Industry Report 2017", p.18
注) 衛星個数の構成比は元資料の端数処理の関係か、単純合計では100%にならない。
元資料は、個数と金額の内訳が開示されていないので筆者が按分。
衛星単価も筆者が単純計算

(図表 1 2016年に打ち上げられた人工衛星)

あるが、そのうち Cube Sat.と俗称される超小型人工衛星は46個で37%に達したという(註16)。

港湾と関係の深い海運では、既に小型人工衛星 (Small Satellite) については、既に商業利用がなされている。

例えば、株式会社ウェザーニューズは、北極海航路の海氷観測のために2013年11月に超小型人工衛星 WNISAT-1 を打ち上げ、この衛星のリカバリーのために2号機 WNISAT-1R を2017年7月にロシアのソユーズロケットで打上げている(註17)。北極海航路の航行支援においては、同社の航行支援をうけることは事実上の標準となっている。

これら WNISAT-1 及び WNISAT-1R の開発・製造は東京大学・東京工業大学の中で開発された小型衛星の技術をベースに2008年に設立された株式会社アクセルスペース社によってなされた(註18)。

いずれにしても人工衛星は、多様な目的のために廉価な

(註16) Satellite Industry Association, "State of the Satellite Industry Report 2017", p.18.

なお、これによれば人工衛星の打ち上げサービス事業の市場は2016年で55億ドル市場という(同7頁)。アメリカ合衆国 Satellite Industry Association によれば、人工衛星の製造業(2016年に126個打上げられた衛星を組立てた産業)の市場規模が139億ドルで、この人工衛星の製造業と打ち上げサービス業が人工衛星産業のコアの部分であると認識している(同7頁)。単純計算すると、194億ドル市場である。

アメリカ合衆国 Satellite Industry Association では、コアの部分の外側に衛星利用産業が1277億ドルの市場を形成しており、ここにテレコミュニケーション・地表観測・科学・国家安全保障の4領域があるとす。テレコミュニケーションの領域には、テレビ放送・電話・放送・航空・海事・道路交通の産業での衛星利用があるとす、地表観測に農業や気象観測・災害の影響減災・資源探査での衛星利用があるとす。

なお小型衛星については、明確な定義はない。しかしながら、Cube Sat.と呼ばれる超小型人工衛星は重量数 kg とか 50kg あたりという理解がなされているのは、確かであり、既にごく普通の大学の研究室あたりで院生の教育などで人工衛星の組立がなされている世界になっている(例えば東北

小型の衛星を製造し、廉価に打ち上げられることが期待されているのである。

いずれにしても、小型衛星に関しては、その需要が増大するとする見込みが、一般的である(註19)。

5. 結 論

小型人工衛星、ひいては衛星を軌道に載せるロケットのその打ち上げの需要の増加が確かなものであるとするならば、航空機による成層圏からのロケットの射出というものは、一定の合理性があり、その業としての可能性は肯定できるであろう。そのような業に供される航空機の拠点としての空港の必要性は、それゆえに肯定されるであろう。

なぜ、それが大分空港なのか、ということは現時点で公開されている情報だけでは、よくわからない。しかしながら港湾にしる、空港にしる、その整備が国費でなされたとしても、その利用率・稼働率を高めていくことは大切なことは確かである。整備時の港湾・空港の需要見通し…これは恐らく旅客と貨物しか想定していないであろうが、現実の需要の推移に乖離があった場合、運送以外の需要の発掘を試みることは、肯定されるであろう。そして発掘する潜在的な将来需要が、十分確からしさを持つものであれば、その試みも肯定されるであろう。

引用文献

引用文献は、註に挙げたものが全て。

大学超小型衛星開発チーム(2011年)『マイクロサット開発入門』東北大学出版会 といった教科書まで今や刊行されている)。

(註17) 同社2017年6月14日プレスリリース <https://jp.weathernews.com/news/16813/> (2020年8月15日アクセス)

(註18) 同社ウェブサイト <https://www.axelspace.com/about/> (2020年8月15日アクセス)

(註19) いろいろな将来予想が存在するが、例えば株式会社日本政策投資銀行航空宇宙室・企業金融第2部・産業調査部『日本における宇宙産業の競争力強化—変革期にある本邦宇宙産業の歩みと将来—』2017年5月、60頁、図表II-7「50kg以下の小型打上げ機数に係る将来予測」

なお、日本の宇宙政策は、宇宙基本法(平成20年法律43号)24条に基づいて制定された宇宙基本計画に従って推進される。宇宙基本計画の実施と評価・見直しを管掌する内閣府は、宇宙政策委員会を設置している。宇宙政策委員会『宇宙産業ビジョン2030』21頁には各国が小型衛星ビジネスに力を入れており、日本政府が日本の関係ビジネスの強化に向けて取り組む必要があることを指摘している。