

北海道が挑む 宇宙開発の最前線



伊藤 献一 (いとう けんいち)

NPO法人北海道宇宙科学技術創成センター理事長

1939年札幌市生まれ。62年北海道大学工学部機械工学科卒。北海道大学大学院工学研究科教授を経て、2008年からNPO法人北海道宇宙科学技術創成センター(HASTIC)理事長。北海道大学名誉教授。91年の地下無重力実験センター(JAMIC)設置に伴い、微小重力下における燃焼現象の解明に取り組み、多くのナショナルプロジェクトに携わった。北海道宇宙産業基地研究会メンバーとして活動し01年からは同会議の主査を務めた。この間、北海道マイクログラビティ研究会を設立、北海道における無重力利用研究の基盤づくりを行った。また、北大に宇宙工学に関連した講座を開設し北海道の宇宙開発に先鞭をつけた。JAMICの閉鎖に伴い、秋葉鎌二郎元宇宙科学研究所長とともにHASTICを立ち上げ、宇宙開発全般に関与する地域の組織づくりに携わった。

宇宙開発には多額の費用が必要であり、国が組むべきであるとの認識が一般的であろう。「北海道で宇宙開発」というと、この言葉に多くの方は何らかの疑念を抱くのではないだろうか。

しかし、国だけに宇宙開発は委ねられるべきなのだろうか。民間が自らの意思によって、国に頼らずに宇宙開発に取り組むことはできないのであろうか。北海道から宇宙への道を、自らの意思による新しい形で拓くやり方があるのではないか。いま、道内で進みつつある北海道独自の宇宙開発への取り組みを紹介する。

1 原点は30年前

1984年3月、北海道東北開発公庫主催の「北海道東北を考える21世紀展望研究会」の最終報告書に「航空宇宙産業基地構想」が打ち出された。北海道開発庁は翌年6月この構想を入れた「北海道総合開発の長期ビジョン」を策定し、航空宇宙産業基地構想は北海道の「新計画基本構想案」「新計画案」(86年3月)における新長期総合計画の戦略プロジェクトの一つとして採用された。一方、85年9月に北海道内の産学官一体の調査活動を主体とする「北海道航空宇宙産業基地研究会議(以下「研究会議」)」が設立され、活動を開始した。研究会議がまとめた「北海道航空宇宙産業基地構想」には、北海道宇宙センターの設置が世界ならびに日本の宇宙産業の育成に貢献するものであり、あわせて北海道の経済浮上・地域の発展に寄与することとして掲げられた。

北海道宇宙センターの構成は、世界でも有数の規模をもち、大型ロケットおよびスペースシャトルやスペースプレーン等の宇宙往還機離発着が可能な有人対応のフライトセンター、研究施設や関連産業群を擁する壮大な構想であった。大樹町にフライトセンターを置きこれを中心に、帯広から広尾にかけてベルト状に関連機能をもたせるものであった。このフライトセンター設置と並行して札幌から新千歳・苫小牧・室蘭をつなぐ航空宇宙関連教育・研究施設を中心とした地域構成が提案された。

今日の北海道内における宇宙開発に関連する動きの原点は、すべて今から約30年前のこの時代にさかのぼることができる。

当時、航空宇宙産業基地構想の柱として大型の宇宙センター設置を掲げた理由は、種子島および内之浦の両基地以外に新たに射場を建設する大規模航空宇宙産業基地への拡充が将来の宇宙需要の増大に備えて必要となるというものであった。その成立要件としては、まず5,000haの用地確保が必要であり、このような広い用地は既存の地域では実現不可能で、北海道以外には求め得ないとした。加えて、静止軌道への衛星打上げでは赤道に近いほど自転速度を利用できるので北海道は不利であるが、将来の極軌道衛星^{*1}の増加が見込まれることを踏まえると決定的なハンディにはならないことを指摘していた。

88年7月には「宇宙産業フロンティアシンポジウム」を東京で開催し、大樹町中心の宇宙基地構想を説明した。また、89年10月には「北海道宇宙工学懇談会」が設立され、道内の工学系研究者がこぞって参加した。ついで90年には地下無重力実験センター（JAMIC）が産炭地振興策として鳴り物入りで設立され、上砂川に世界最大の10秒間無重力落下実験施設が翌年完成した。

91年に構想推進のための基本指針が策定された。構想は壮大で、多岐にわたるものであった。

- ① フライトセンターの建設
- ② 宇宙飛行士の養成訓練センターの設置
- ③ 航空宇宙関連産業の誘致
- ④ 宇宙環境利用産業の誘致
- ⑤ 試験研究施設
- ⑥ 航空宇宙大学
- ⑦ 宇宙関連啓発施設

フライトセンターは大型ロケットの発射施設に加えて長さ5,000mの滑走路を併設するもので、周辺地域の基盤整備を含め、多くは産業誘致・施設誘致が主であった。

研究会議は、構想実現に向けて啓蒙活動を通して道民の理解と国や航空宇宙関連諸機関とのつながりを構

築していったが、その反面、具体的な事業創出や研究開発の実績を積み上げる点では注目されるような成果は得られなかった。

研究会議発足2年目の87年4月には参加93社が研究会の会員になり道外企業は約50社と、目標を達成したが、15年後の2002年には、当時の経済の冷え込みを反映し参加42社、道外企業13社と半減した。この間、地下無重力実験センターが設立わずか12年余で閉鎖されるなど、北海道における航空宇宙関連の動きは停滞を余儀なくされた。その結果、研究会議の役割は03年3月に「NPO法人北海道宇宙科学技術創成センター（以下「HASTIC」）」に委ねられることになった。

一方、大樹町は1992年独自に多目的航空公園の1km滑走路建設を表明し、95年に転圧滑走路、格納庫が完成し、宇宙センター構想の実現への第一歩を踏み出した。大学関係でも、室蘭工業大学に航空宇宙機システム研究センターが設置され、北海道大学では工学研究科の組織改編に伴い初の宇宙工学系の研究室が設けられるなど、地道な歩みがスタートしていた。

2 研究基盤の充実とHASTICの設立

HASTICはJAMIC存続運動の中で2002年に誕生した。存続運動は研究者中心の個人レベルの活動であり、組織や地域としての意向反映につながっていないことから、地域の意思を集約する目的を第一に掲げて、研究会議と無重力関連二団体の業務を統合する受け皿として設立された。HASTICは同時に、北海道の航空宇宙に関わる産官学を横通しするプラットフォームとしての役割を担うこととなった。

研究会議のそれまでの活動は決して無駄なものではなかった。しかし、問題点が当初より潜在していた。その一つは構想、すなわち夢が大きすぎて実現へのシナリオを自ら描くことができなかつたこと。もう一つは、航空宇宙関連の事業のみならず、研究開発においても北海道内に全く実績がないため構想の訴求力が弱かつたことである。HASTICが引き継いだ研究会議の目的達成への道筋は、従来の施設誘致型から実績に裏

^{*1} 極軌道衛星
地球などの天体の極の上空を通る衛星。

打ちされた情報発信型に転換する必要があった。

幸い道内大学における研究実績や、それに呼応した民間企業の参加が新しい流れをつくることとなった。室蘭工業大学（棚次巨弘教授）では大型の超音速風洞施設が設置され、北海道大学では無重力利用研究（藤田修教授）に加えて、全く新しい発想によるプラスチックを燃料とする無火薬式のカムイ（CAMUI）型ハイブリッドロケットの研究開発（永田晴紀教授）が進められ、地元企業（植松電機）との共同研究体制が整い、実用ロケット開発の道が開けた。北海道工業大学の超小型衛星開発（佐鳥新教授）も地元の企業の協力で道内初の人工衛星として実績を積むと同時に、衛星搭載用ハイパースペクトルカメラは地上の多用途計測機器としても商品化され、宇宙技術のスピンオフとして注目されている。これらの大学発の研究開発は、いずれもHASTIC研究開発ワーキング・グループの実績としても位置付けられている。

3 小型ロケットの開発

CAMUI型ハイブリッドロケットは、低コストでかつ安全なロケットとして2002年に1号機の打ち上げ実験が大樹町で行われ、今日まで50機を超える打ち上げを行っている。3号機まではロケットの外筒はアルミ系の金属製であった。宇宙開発に強い関心を寄せていた(株)植松電機の協力によりGFRP^{※2}あるいはCFRP^{※3}製となり、軽量化と低コスト化が実現し、性能も飛躍的に向上した。燃料は、安価で燃焼特性に優れたポリエチレンが使われた。推進力も1号機は30kgであったものが、昨年500kg級ロケットの飛翔に成功し、現在は1,000kg級のエンジンが開発され、地上燃焼試験を終え来年にも打ち上げ実験に移行する。北大との共同開発を進めてきた(株)植松電機は、小型ロケットの開発・製造・打ち上げを担う道内初の宇宙開発企業となった。



永田教授と1,000kg級燃料



CAMUI - 500pの打ち上げ

※2 GFRP(Glass Fiber Reinforced Plastics)
ガラス繊維強化プラスチック。

※3 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)
炭素繊維強化プラスチック。

※4 JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency)
独立行政法人宇宙航空研究開発機構。2003年に宇宙科学研究所、航空宇宙技術研究所、宇宙開発事業団が統合され発足。

※5 サブオービタル(suborbital)機
地球を完全に一周することのない弾道飛行をする機体。

ロケット打ち上げには地元大樹町の全面的協力があり、海上に向けての打上げ実験では大樹漁協の協力が欠かせない。打上げの様子を射点近く見学でき、身近な道産ロケットとして道民に広く親しまれるようになった。このロケットの実用化過程は、従来のロケット開発と異なり、開発途中のロケットも研究機関や大学の要望に応じた共同研究、もしくは商業打ち上げにいつでも応じていることである。これまでにJAXA^{※4}や大学の依頼による打ち上げも実施された。

衛星打ち上げのみを目標に掲げてロケット開発に取り組んでいたのでは目標到達に相当な年月と開発投資を要するが、段階的に実用化を図れば小型ロケットの新しい需要を生むことにもなる。我が国ではロケットの機種が極めて限られている中、今後、搭載ミッションの規模に応じたロケットを随時提供できる柔軟な開発体制は宇宙開発に新しい道を拓くものと考えている。

低コストでかつバラエティに富んだ小型ロケットの用途は、微小重力実験、成層圏全域の大気観測、衛星部品、超音速機部品、宇宙往還機などの要素試験など、教育・研究開発向けであるが、新たな用途として、様々なイベント用にも需要が見込める。

大型化の先には超小型衛星の低コスト単独随時打ち上げがある。CAMUI型ハイブリッドロケットは、航空機あるいはサブオービタル機^{※5}との組み合わせによる空中発射システムも組み入れた新しい宇宙輸送技術に先鞭^{せんべん}をつける可能性も大きい。

東京に本社を置くSNS(株)は、09年から(株)植松電機の協力を得て開発拠点を赤平市に移転、100kg級のアルコールロケットの開発を進め、北海道に拠点を置く新たな宇宙開発企業として事業展開を図っている。既存の技術を集約し超小型衛星を低コストで打ち上げるシステムの構築を目指し、11年に大樹町でHASTICに打ち上げを委託し、3回の打ち上げに成功。13年には推力500kg級（6号機）の打ち上げにこぎつけるなど開発のペースが速い。機体も3号機まではCAMUIの機体を使用していたが、4号機からは独自開発になった。

CAMUI型ロケットもSNS(株)液体ロケットも現段階

ではエンジン開発に注力しており、ロケットとして具備すべき飛行制御技術の開発にはまだ着手していない。今後はアビオニクス技術^{※6}、飛行制御技術の面でも斬新な開発成果が望まれる。

民間の宇宙活動に関して我が国では法整備が非常に遅れている。特にロケットなどの輸送系の法整備は全く手つかずとっていい。そのような環境で、小規模とはいえ公的空間を利用するロケットを民間が勝手に打ち上げることは問題である。HASTICではこれまで、宇宙関連政府機関と協議を重ね、未整備な法体系の中でも自己責任で打ち上げ実験を実施してきた。しかし、これからの小規模な民間の宇宙開発の発展を考えると、民間企業が自己の責任で打ち上げを可能とする環境が必要であり、北海道では民間の独自開発によるロケット打ち上げの実績を重ね、将来の法整備に備えていく。

4 航空宇宙機開発の国際動向

国際的な航空機開発動向は、低コスト化、低燃費化、低騒音化、低NO_x化の要求が急速に進み、これらの要求を満たす大型機出現の一方、80席以下で大型機以上の省エネ機、ビジネスジェット機の開発サイクルの時短化、より安定性・操縦性に優れた自家用機、中国などの将来の巨大市場に対応するビジネス機・自家用機など、いずれも2030年頃をターゲットにした開発の動きが感じられる。

航空宇宙輸送形態へのチャレンジの大きな契機となったのは、米国が国際宇宙ステーション（ISS）へのアクセス手段であったスペースシャトルを既に退役させ、ISSへの自国の輸送手段開発は民間の開発に肩代わりさせたことである。既に開発競争は新規の宇宙企業を誕生させている。宇宙輸送手段の民間解放による

サブオービタル機の出現も近い。しかも、これは単なる宇宙体験飛行に留まらず二地点間（P2P）宇宙飛行技術開発につながるものとしての期待も高い。



SNS(樹)すずかぜ500kg級ロケット

※6 アビオニクス(Avionics)技術
航空機に搭載され飛行のために使用される通信機器。航空システム、自動操縦装置、飛行管理システムなどの電子機器の技術。

エアロンチ技術^{※7}は、航空機あるいはサブオービタル機による衛星打ち上げであり、大型ロケットによる衛星打ち上げばかりでなく、超小型人工衛星の打ち上げ機会にも大きな変革をもたらすものとして期待される。そのための飛行基地も必要になる。

革新的な自動車飛行機の実用化も見逃せない。「空飛ぶ自動車」はそう遠くない将来、効率的省燃費移動システムとして発展する可能性がある。もちろん簡易な機体であっても高度な位置情報に基づく飛行制御系を備えた自動化が前提となろう。

以上のように、航空機宇宙機の技術開発にとって最も重要なインフラは、頻繁でかつ多様な飛行試験を不自由なく実施できる試験飛行場である。同時に試験飛行場はサブオービタル機、エアロンチ機など宇宙への輸送手段としての宇宙港（スペースポート）の役割も果たせるものとなるべきと考える。2050年頃に花開く今世紀半ばの航空宇宙輸送技術の萌芽はすでに育ち始めている。

宇宙へのアクセスを世界的にみると、射点を複数有し、衛星の軌道方向に応じた射場の選択が可能となっている。静止衛星や宇宙探査衛星の打ち上げならば、地球の自転速度を利用できる赤道に近い緯度からの発射が有利である。しかし、低軌道衛星では、打ち上げ場の選択は経済性が優先する。衛星打ち上げで国際競争力を保持するには打ち上げコストの低減が絶対条件である。ちなみに、太陽同期軌道の衛星を大樹町で打ち上げれば、既存の射場に比べロケットの搭載重量は1.4—2倍になると試算されている。その理由は、大樹町では打ち上げ方向は真東から真南まで可能であるが、種子島では東向きのみで、南向きの打ち上げが制限されるためである。このことは打ち上げコストに大きく響く問題である。

5 北海道スペースポート計画

北海道開発局では1988年から91年にかけて「航空宇宙産業基盤展開調査」を実施し、米国のマーシャル飛行センターやケネディ宇宙センターに匹敵する規模の

※7 エアロンチ技術(air launch)
航空機または宇宙機からの空中発射。

スペースポートを大樹町に設置する「北海道航空宇宙産業基地構想」の推進方法に関して模索したが、決定的な方策を示すには至らなかった。

それから4半世紀が経った今、当時とは宇宙開発を取り巻く国際的環境が大きく変化していることを考慮し、HASTICでは大樹町の多目的航空公園を拡張して、次世代の航空宇宙機開発に向けてあらゆる種類の宇宙機、航空機の試験飛行が可能な、航空宇宙多目的飛行センター（仮称「北海道スペースポート」）の設置を新たに提案している。これは、30年前に策定した「北海道航空宇宙産業基地構想」とは内容が大きく異なる。航空宇宙輸送技術開発に効果的に利用できる汎用施設として、大型滑走路を備えた「多目的な航空宇宙飛行場」として整備していくことを戦略として、半世紀先を見通した計画を立案していく。すなわち、滑走路は航空機および水平離発着宇宙機の開発に必要な施設であり、合わせて、中小のロケット垂直打ち上げ射場を併設するところに大きな特徴がある。

スペースポートの滑走路は、超音速機、無人機など特殊仕様機、次世代対応の様々な航空機・宇宙機の開発試験飛行、自動車飛行機開発、航空機・宇宙機パイロットの飛行訓練、水平離発着による再利用型宇宙機、サブオービタル宇宙機、中小型人工衛星空中発射（エアロンチ）機などに使用する。衛星打ち上げに加え、短時間宇宙実験および宇宙飛行も実施可能である。

滑走路拡張案は、既存の1,000m滑走路を3,000m延長し4,000mに拡張。横風用副滑走路3,000mは必要に応じて新設。滑走路幅は既存の30mから60mないし100mに拡幅。滑走路用地は最大250ha、総面積200～600haである。運用管理は大樹町。総予算は用地取得

費・移転補償・用地造成・滑走路舗装・連絡通路・燃料貯蔵設備などで約100億円規模である。これには地上設備（格納庫・整備場・管理施設など）は含まない。

計画は段階的に進め、現状からより多機能な「場外着陸場」として施設拡充を図り、宇宙機の離着陸を可能とする「特殊場外着陸場」としての法制整備を進める。将来的には水平離発着宇宙機の本格的運行を可能とするスペースポートとして位置付ける。合わせて、大樹町多目的航空公園でイプシロンロケット級の中・小型ロケット打上げ射点として整備を進める。

CAMUI型ロケットとサブオービタル機の組み合わせによる超小型人工衛星打ち上げ事業も予定される。そのほか小型ロケット垂直打ち上げ場も併設する。将来的には宇宙往還機の離発場として機能させる多目的「試験宇宙港」となる。

6 北海道スペースポートと観光

北海道スペースポートの設置は少なからず北海道の他産業にも影響を及ぼす。特に北海道観光にとって大変有利に働くことである。北海道は、近年、近隣諸国（台湾・韓国・中国・東南アジア各国）からの観光客でにぎわっている。北海道では農業や酪農、食品加工産業などの産業現場が同時に観光資源化している。美瑛・富良野地区の畑作地や花栽培地が観光資源としてトップクラスの地位にある。十勝地方では畑と防風林が織りなす景観が本州やアジア各国でも見られないさわやかな風景を提供している。

北海道スペースポートは航空宇宙技術の開発現場であり、体験参加型のイベントを提供できれば、北海道観光、特に道東観光の内容が深みを増し、宇宙開発の理解を深める場として見る人に大きな感動を与え、共感を呼ぶ優れた観光資源となる。また、我が国の航空宇宙技術の未来を垣間見ることのできる展示場（ショーケース）にもなる。現在、米国で事業化が進められているサブオービタル宇宙観光飛行が近い将来（2015年以降）に北海道でも実現するとできれば、アジアにおける北海道の魅力が倍増するものと考えられる。



北海道スペースポート計画想像図
CAMUIロケットと空中発射サブオービタル機

NPO法人北海道宇宙科学技術創成センター
<http://www.hastic.jp/>