



## 宇宙開発と建設産業との交流

西山 建志

キーワード：GPS，準天頂衛星，GIS，超高速インターネット衛星，太陽同期軌道

### 1. はじめに

最近、ベトナムのホーチミン大学リモートセンシング & GIS 学部を訪問した。ホーチミン市は仏領時代の白亜の建物に街路樹が涼しい陰をつくり、狭いながらも芸術的な景観の都市である。そして、その街並みが、悠々と流れるサイゴン河に押し詰まり、国際航路のハーバーとロータリに接し、その河下には、もっとスケールの大きいメコン河のデルタ地帯が広がっている。

建設機械化といわれて、私が思い浮かべたのは、そのような大自然である。そして、見上げるその上に、その対象を宇宙ステーション建設機械化、宇宙ホテル建設機械化、更に、月基地建設機械化、火星基地建設機械化となれば、用語上はピッタリするが、交流の実態はどうなのか。メコンデルタの開発に似ている中部国際空港の海上建設では、GPS 利用が報告されている。将来的には、環境問題に絡む、現場の動物や植生調査のための地球観測衛星画像が期待される。

建設機械化といわれて、ホーチミン大学におけるリモートセンシング & GIS 学部を連想した理由は、これらの分野の学部は建設土木シビルエンジニアリング学部から発展していることもある。シビルエンジニアリング学部での地球観測画像の応用は、学問的にはかなり進んでいて交流も広い。メコンデルタのような広大な地域の建設土木では、進捗状況や緊急医療の通信インフラストラクチャも衛星に頼ることになり、インターネット衛星、さらには、気象衛星の活用も考えられる。

遠い将来の構想としては、宇宙ホテルや、月面基地建設もあり、その交流分野は潜在的に広がるようである。米国が、航空機産業の技術者、製造ラインや治工

具を宇宙開発技術と共有化し、宇宙開発技術と航空産業技術を効率化しているように、建設土木分野と宇宙関連分野の技術者、製造ラインや治工具の共有は、宇宙開発の成果の活用以上に両分野の技術維持と効率化に重要な課題である。

### 2. 人工衛星の利用概要

人工衛星は国際電話や海外からの中継番組、カーナビゲーションなど、多く関わっている。飛行機や船が安全に航行するためにも、やはり人工衛星が宇宙から届けてくれる位置情報が欠かせない。これらサービスを、より正確に、スピーディーに、広範囲に提供するための技術試験も人工衛星によるもので、今後はインターネットや携帯電話をより便利にする通信衛星の打上げも予定されている。

私たちの暮らしに欠かせない通信や気象観測をはじめとして、天文観測や宇宙開発に至るまで、人工衛星はその目的に応じて実に多くの種類がある。もちろん、日本の人工衛星も幅広い分野のミッションを宇宙空間で行っており、最近では、地球の環境破壊や異常気象の原因解明や状況把握にも大きな役割を果たしている。また、惑星探査に関しては、月や火星へ探査機を送る計画が着々と進められ、その先には宇宙ホテルや月面基地や火星基地が建設機械化の対象に広がる事が期待される。

### 3. 海上の国際空港建設での GPS 測位衛星の利用例と宇宙技術 GPS の現状

(1) 最近の海上国際空港建設での情報化施工取組み事例に、GPS 利用システムがある。船による埋立

て作業の GPS による誘導システム、ブルドーザによる整地作業の GPS 敷均し管理システム、振動ローラによる締固め作業の GPS 転圧管理システムなどである。

GPS 測位情報の利用は、広大な施工現場において土砂の投入位置、敷均し厚、あるいは締固め位置の品質管理を含めた施工全体の効率化を目指したものである。今後、日本の地形環境に適した高度な測位に関する実験システムの研究開発が準天頂衛星システムを用いてなされている。

### (2) 準天頂衛星システムを用いた新しい測位の研究 ([www.jaxa.jp/jda/brochure/img/04/junten.pdf](http://www.jaxa.jp/jda/brochure/img/04/junten.pdf))

準天頂衛星は、1機以上が日本のほぼ真上に見え、山や建物によって見通せなかった場所でも、測位が可能になり、移動体向けの通信・放送サービスに有効である。また、準天頂衛星に加え、3機以上の静止衛星を打上げることにより、日本の衛星のみで高精度な測位が可能となる。日本の衛星のみで高精度な測位を行うことができれば、「測位の自在性」が確保され、地理環境や利用用途など、日本に適した自在な測位が可能になる。GPS との互換性、相互の運用性を保ちながら、「自立性をもった日本の衛星測位システム」への拡張性が準天頂衛星システムに期待されている。

近代化 GPS は米国政府が計画していて、民間ユーザの利便性を向上するため、新しい周波数や信号形式が採用される予定である。この近代化 GPS と同等な測位信号や、独自に設計した測位信号の生成、送信を行う機器を準天頂衛星に搭載し、常時日本の天頂付近から測位信号を送信することで、GPS のみを利用した場合より衛星配置を改善してユーザの利用可能時間を増大させることを目指している。

### (3) 地図情報システム GIS 陸域観測技術衛星 ALOS ([www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/alos/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/alos/index_j.html))

陸域観測技術衛星 ALOS (Advanced Land Observing Satellite) は、世界最大級の地球観測衛星で、地図作成、地球観測、災害状況把握、資源調査などへの貢献が目的である。

観測機器は標高など地形データを読みとる「パンクロマチック立体視センサ (PRISM)」、土地の表面の状態や利用状況を知るための「高性能可視近赤外放射計 2 型 (AVNIR-2)」、陸地や氷床の観測が可能な「フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ (PALSAR)」を搭載し、地図作成だけでなく、環境破

壊や災害の拡大防止、資源の探査にも役立つ。

ALOS のセンサは地形の精密計測が可能で、2万 5,000 分の 1 の地図が作成できるほどの地形データ収集を行え、「日本やアジア太平洋地域などの地図の作成・更新」が期待されている。また、「地球環境と開発との調和を図るための地域観測」「国内外の大規模火災の状況把握」「国内外の資源探査」「将来の地球観測に必要な技術開発」の目的もある。

### (4) 画像送受信での利用—超高速インターネット衛星 WINDS—

([www.jaxa.jp/missions/projects/sat/tsushin/winds/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/missions/projects/sat/tsushin/winds/index_j.html))

インターネット衛星「WINDS」はメガからギガへの超高速インターネット双方向通信衛星で、政府 IT 戦略本部の「e-Japan 重点計画」に基づき研究開発されているもので、一般家庭でも CS 受信とほぼ同じ直径 45 センチ程度のアンテナで、最大 155 Mbps の受信及び 6 Mbps の送信を、また企業等が直径 5 m 級のアンテナで最大 1.2 Gbps の超高速双方向通信の達成を目的としている。さらに我が国と身近なアジア・太平洋地域の諸国との超高速通信の実現も目的としている。

WINDS は、インターネット、教育、医療、災害対策、ITS などの各分野における衛星利用を推進する宇宙インフラストラクチャ構想「i-Space」の中で、大容量データ通信分野の技術実証を担う衛星である。

高速インターネット網が行きとどいていない地域の「デジタル・ディバイド解消」、いつでも、どこでも高度な医療を提供できる「遠隔医療」、離れた地点間の学校、研究者の交流を可能にする学術・教育分野での応用、など、データ通信のより有効な使い道が現実のものとなっていく。

## 4. 建設土木分野の開発に伴う環境問題と衛星利用

環境問題は重要な課題であるが、建設土木分野の開発においても同様と推察する。このため、衛星情報の施工現場での植生調査、あるいは環境観測への利用が期待される。

### (1) 地球観測衛星による植生調査と地質幾何調査 ([www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/index_j.html))

人工衛星から地球を観測することによって得られた

データは、天気予報、農業や漁業の調査や予測、自然災害の拡大防止などで利用されている。また、異常気象や地球温暖化、オゾン層の破壊といった環境問題を解決していくための糸口を見つける手段でもある。

## (2) 植生と太陽同期軌道からの定時観測

地球環境の現状把握で将来を予測すること、自然災害の状況を捉えて被害を防ぐこと、農林水産資源、水資源を管理する等、私たちの安全と生活向上のためにはさまざまな課題がある。これらの問題の解決に貢献するため、日本から多くの地球観測衛星が打上げられ、衛星が観測したデータは、陸地、海洋、大気に見られる地球環境の現状把握を通して、天気予報、災害監視、資源探査、森林管理、漁場管理などの幅広い分野にわたって活用され、私たちの日常生活に役立っている。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）では地球観測衛星の開発、地上設備によるデータ受信、記録、保存、提供、データの利用研究を含めた「地球観測システム」を構築し、地球環境変動予測の高精度化や私たちの安全・生活向上を目的に、衛星による地球観測を推進している。

衛星の観測データを受信し解析し、海洋プランクトン、植生分布、オゾン層、台風や火山、流水などの自然界の変動現象に関する情報が、農林業、土地利用、防災、海象、漁業、大気環境、気象などに活用されている。

衛星による植生観測には太陽光の反射を観測する太陽同期衛星が用いられる。この衛星は観測場所における太陽光入射角の条件が良く、また、地上が暖められることによる上昇気流が作る雲の少ない午前中に回ってくる。日本の衛星だけでなく世界中の衛星が同じ午前10時頃に上空に飛来し観測データを送ってくる。

そのため、午前10時頃は観測衛星のラッシュになる。太陽光の反射に影響されない観測方法としてマイクロ波を照射し、その反射を観測する衛星もある。この場合、昼夜を問わず、また、天候にも左右されずに観測できる。ただ、この衛星ではマイクロ波を照射するため、雲や植生等は透過し、大地や流水のようなものしか観測できないが、盛土等の進捗管理には好条件である。

## 5. まとめ

建設土木分野と人工衛星利用の交流について述べた。

これらは、将来の宇宙ホテル、月基地、火星基地のため、宇宙に建設資材を運ぶ輸送系と異なり、情報インフラストラクチャに基づき交流できる分野であり、人工衛星利用には日進月歩に革新が続くIT技術の普及が前提である。建設土木分野は長い歴史とノウハウに裏打ちされた分野であり、さらに、公共事業と呼ばれているように、その規則や体制が成熟、完成していると推察するが、IT情報化を進めていると聞く。

昨年日本機械学会では宇宙ステーションについて学会誌1冊で特集された。自然の中での業務の多い建設土木分野の日本建設機械化協会でも、次の交流のエポックとして宇宙利用の特集を期待したい。 **JCMA**

### 【筆者紹介】

西山 建志（にしやま けんじ）  
宇宙航空研究開発機構  
主幹

