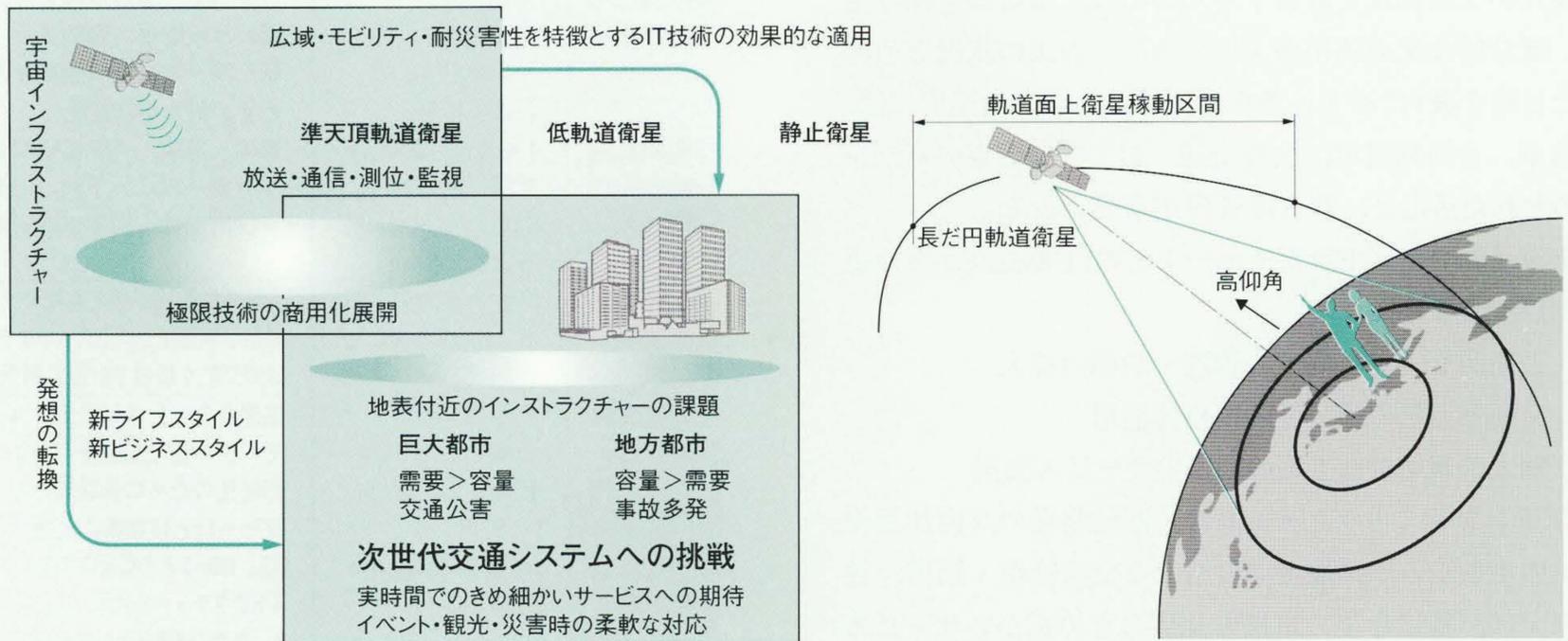


広域・モビリティ・耐災害性に優れる 宇宙インフラストラクチャーとITS

Space Infrastructures with Broadness, Mobility and Enduringness for Intelligent Transport Systems

浜田 亘 曼 *Nobuhiro Hamada* 上坂 直 行 *Tadayuki Kamisaka*
 浜野 亘 男 *Nobuo Hamano*



注：略語説明 IT (Information Technology)

宇宙インフラストラクチャーとITS (Intelligent Transport Systems)

宇宙と地表のインフラストラクチャーを適切に組み合わせることにより、費用効果の高いITSが実現できる時代になりつつある。三つの長だ円衛星の組合せにより、日本全国から、24時間、高仰角の良い見通しで通信・放送が実現できる。

わが国のエネルギーの20%、GNP (国民総生産)の10%を占める交通活動の分野では、特に都市部の道路事情などのため、交通需要が道路容量を越えた状態にある。このため、IT (Information Technology)の活用に加え、不急不要な交通を削減するために、ライフスタイルとビジネススタイルの革新などによる交通状況の改善が望まれている。この意味で、宇宙インフラストラクチャーに代表されるような、市民・企業の思考と行動を転換できる条件作りが大切である。

宇宙インフラストラクチャーに関しては、放送・通信・測位・観測などさまざまな利用が進められている。これらはいずれも、地上に対して一意にして均一的に、かつ広範囲にアクセスできる特徴を生かしたものであり、近年の科学技術の恩恵を受けて、費用対便益比のよいプロジェクトも出現しつつある。

日立製作所は、全国レベルの広域性、高速移動体追従などの機動性、耐災害性に優れる長だ円軌道衛星をはじめとする各種の宇宙開発プロジェクトに参画し、商用化への道を進めている。

1 はじめに

宇宙産業は、特に欧米では、近年急速に商用化が進んでいる。現在認知されている商用衛星は約450機あり、その技術の有効性や不可欠性が示唆されている。一方、その市場の大きさや成長性を見ると、現在では機器と応用システムが拮(きつ)抗している。しかし、2010年には応用システムが機器の3倍を占めると推定されており、宇宙インフラストラクチャーの応用の多様性がうかがえる。

交通活動を円滑、安全、快適にするためには、交通の

需要と供給の平衡化を考慮する必要がある。このために、IT (Information Technology)の活用による、不急不要な交通の削減と、日常生活とビジネスの各スタイルの革新などによる交通状況の改善が望まれる。

一方、従来のITS (Intelligent Transport Systems)では、地上系のインフラストラクチャーに依存する場合、広く全域をカバーするための経済性、高速移動に対する追従性、災害時などでの危機管理性などの課題が残されている。

ここでは、ITSから見た宇宙インフラストラクチャー

の利用，現在の開発動向，およびわが国の取組みについて述べる。

2 宇宙インフラストラクチャーへの期待

2.1 交通の視点からの宇宙インフラストラクチャー

現在の交通状況を改善するためには，適切な目標設定と，統合的な交通運用が大切である。各国の状況を加味した目標を表1に示す。さらに，統合的な交通運用には，自動車，共同利用車，公共交通，および自転車のバランスのとれた活用と，駐車場管理が重要である。

宇宙インフラストラクチャーなどのITの視点からの要件は以下のようなになる。

- (1) 大局的な，実時間での管理・制御の導入
- (2) 交通と通信の補完性の積極的活用
- (3) 個人に親切で，きめの細かいサービス支援

ITインフラストラクチャーは，基盤整備の計画評価や刻々のボトルネック地点での柔軟な交通管理・制御，料金課金に，特に今後，市民参加型のきめ細かいサービスを実現するうえで有効である。これらを実現するためには，宇宙と地上インフラストラクチャーそれぞれの特徴を生かした，総合的サービス支援が望まれる。

2.2 宇宙開発の動向^{1),2)}

世界的に見ると，これまで数多くの静止衛星が宇宙インフラストラクチャーとして打上げられ，放送や通信など情報ネットワークとして利用されている。また，気象観測や測地観測などでの利用から，偵察や測位など軍事利用を中心とするものまで，数多くの衛星が打上げられている。わが国では，1990年代のデジタル化の流れの中で，VSAT(衛星通信用小型地球局)システムなど双方向通信をはじめ，ポータブルな携帯型端末の通信利用や，BS(放送衛星)，CS(通信衛星)などデジタル放送での利用が進んでいる。また最近では，情報収集衛星などの観測衛星の開発や，放送・通信・測位・観測など数多くの可能性を秘めた準天頂衛星の開発も進められており，新たな宇宙開発利用の局面を迎えている。

特に，米国や欧州などでは，軍・宇宙の技術を産業に移行することにより，「IT革命」と呼ばれる社会の変革を支えてきた。わが国でも，経済団体連合会の活動の中で日立製作所も参加し，効果的で競争力のある宇宙インフラストラクチャーの構築を提案している³⁾。

宇宙インフラストラクチャーの典型的なサブシステムとして，静止衛星，長だ円軌道衛星群，および低・中軌道衛星があげられる(表2参照)。

表1 交通の視点からの宇宙インフラストラクチャーなどITへの期待

わが国の交通の目標は各国との比較が参考になる。その実現には，実時間でのきめ細かいサービスを可能とする宇宙インフラストラクチャーなどITへの期待が大きい。

目 標	根 拠	宇宙インフラストラクチャーなどのITへの期待
共同利用車の運用	乗用車の保有台数：1,000人当たり，米国520台，日本370台	位置追跡，個別車両管理，運転状況監視，時間帯別・状況別・個人別の価格体系などきめ細かいIT機能
需要と供給の実時間バランス	1人の走行距離：年間で欧米7か国5,000~9,500 km，日本3,000 km	車両，道路，人を実時間レベルで割り振り・予約。ICカード技術で個人別要求に対応
交通事故半減	億台km当たり：日本は先進5か国に続いて6位，米英の倍	広域事故監視：地上監視カメラを補完。宇宙インフラストラクチャーは間欠的な監視で計画に利用
公共交通サービスの多様化	料金負担率：日本；独立採算欧米；20~70%	高度なサービスによるマルチモーダル化で交通をバランス。利便性のための施設のバリアフリー化とIT技術の支援
小型電気自動車などの活用	公害指標：路面電車比で自動車は4~18倍 エネルギー，NOx，騒音，交通死者，空間占有	CO ₂ ，NOxなどの監視に宇宙インフラストラクチャーを活用。運転制約が大きい車両の最適運用にITインフラストラクチャーによるきめ細かい支援

表2 宇宙インフラストラクチャーの主要サブシステムの特徴

三つのタイプの宇宙インフラストラクチャーは，それぞれの特徴を生かして利用されている。静止衛星はすでに配置に余裕がなく，仰角も低いという課題がある。今後は，準天頂軌道衛星や低軌道衛星の活用が注目される。

	静止衛星	長だ円などの準天頂軌道衛星	低・中軌道衛星
特 徴	● 一つの衛星で国内カバーが可能	● 三つの衛星で国内カバーが可能 ● 仰角が高く，構造物や山岳の影響が少ない。	● 多数の衛星で国内カバーが可能 ● 低高度のため，センサの精度が高い。
課 題	仰角が低い。衛星配置に余裕がない。	高度が高いため，画像監視目的では空間分解能が下がる。	飛行維持に関するノウハウの蓄積が必要。衛星間の干渉

特に長だ円軌道衛星では，旧ソ連で150機を超える実績があり，米国でもSerius Satellite Radio社が自動車向けデジタル音楽放送として，類似な別の軌道で2000年冬季からサービスインを予定している。現在，ITU(International Telecommunication Union)では，非静止衛星の一つとして扱われ，その衛星放送に関しては2000年5月に，わが国とアジア太平洋地域会合の共同提案に基づき，国際調整手続が決議された。この事実は，長だ

円軌道衛星の特徴を生かした放送システムを中心とした、各種応用への道を開くものとする。日立製作所としても、国内で長だ円軌道衛星を用いた、新たな宇宙インフラストラクチャーの早期実現に向けた活動を展開するとともに、その利用分野でも貢献していく考えである。

2.3 日立製作所の宇宙分野への取組み状況

日立製作所が実施してきた宇宙インフラストラクチャー関連のプロジェクトは、データ配信分野、監視分野、通信・放送(情報)分野、および基盤分野に大別できる⁴⁾。特に通信・放送分野では、この特集の別論文⁵⁾で述べているように、長だ円衛星の早期実用化を目指した活動を進めている。

これらの実績は、今後、トータルで便益対費用効果の高い宇宙インフラストラクチャーを構築するうえで重要になるものとする。

3 宇宙インフラストラクチャーの長所と短所

道路交通では、現在、地上センサの一次元的な情報収集と、メタリックや光など有線系や携帯電話など地上無線系のインフラストラクチャーなどによる情報伝達が主体になっている。しかし、道路交通情報の処理が高度になるにしたがい、二次元的な情報収集や、同時に数多くの自動車に対する情報提供、制御などが求められてくる。

特に、伝送インフラストラクチャーとしての衛星は同時性と広域性で有利かつ経済的であるため、今後は、宇宙インフラストラクチャーを組合わせたITSが有力になるものとする。

また、都市部では携帯電話網などのITS用地上無線通

表3 宇宙と地上インフラストラクチャーの特徴と比較

宇宙インフラストラクチャーは電子機器の普及によって相対的に地上土木インフラストラクチャーよりも経済性を高めており、応用のくふうにより、便益対費用比に優れる可能性が高い。

	宇宙インフラストラクチャー	地上付近土木インフラストラクチャー
情報と運輸	情報の流通による輸送量の削減	輸送力の向上
情報流通	広域放送 限定チャンネル通信	地域放送 多数チャンネル通信
監視	間欠的・広域的監視	連続的・地点的監視
効果の影響領域	広域(全国, アジア地域)	都市・地域単位
コミュニティ	仮想コミュニティ (世界レベル, 分野)	地域コミュニティ
投資額	衛星(群)当たり約1,000億円	年間約8兆円
事業モード	公共→民	公共

信との併用が予想される。逆に、人口集中の少ない地域では、ITSのための地上系のインフラストラクチャーの維持は、経済的にも困難になるため、宇宙インフラストラクチャーの多地域での施設共用が進むものと思われる。

また、準天頂軌道衛星を使った測位システムにより、ITSとさらに有機的な結合のある宇宙インフラストラクチャーが構築できる。

宇宙と従来の地表付近の土木インフラストラクチャーとを性格的に比較したものを表3に示す。

(1) ITSすなわち情報と運輸の視点では、従来型が、基本的に道路などの輸送力を向上するための施設の増強を主題としてきたのに対し、宇宙インフラストラクチャーは、主として情報の流通により、輸送の代替や削減を図ることになる。

(2) 放送・通信機能：情報配信では、宇宙インフラストラクチャーは明らかに広域をカバーできるが、通信チャンネル数が利用可能周波数幅によって制約されるという点が特徴である。このため、限られたチャンネルを有効活用するくふうが大切である。

(3) 広域監視機能：監視系の宇宙インフラストラクチャーでは、その精度を高めようとする、監視領域が狭まり、間欠的に巡回的な観測にならざるをえない。しかし、空間分布を一望できるので、従来の地上インフラストラクチャーでは得難い情報が入手できる。これらの基本情報を適切に加工することにより、貴重な情報が入手できる。

(4) カバー範囲は、一つまたは1組(三つ)の衛星で、日本全国はもとより、アジア地域などの広域に及ぶ。

(5) 投資額で比較すると、近年の宇宙開発の費用は合理的な水準に下がってきており、従来型のインフラストラクチャーと同様に、1件ごとに便益対費用効果を評価してプロジェクトを推進することが可能になると考える。

(6) さらに、採算の見通しがある場合、公共依存から、民間資本のプロジェクトに広がっていくものとする。

4 宇宙インフラストラクチャーに支えられる総合モバイル体系のイメージ

4.1 宇宙インフラストラクチャーの意義

1990年代に入り、宇宙技術は、科学の領域から、日常生活の根底を支える基盤技術の領域に変化している。応用も当初の軍事・安全保障分野から、冷戦終了の影響もあり、市民生活に大きくシフトしている。カーナビゲーションでのGPSや衛星放送・通信、気象衛星をはじめと

し、最近では1 m精度で読み取れるスペースセンシング^{※1)}など、人々は知らないうちに宇宙インフラストラクチャーの恩恵を日々受けている。

この技術の応用により、さまざまな地域のライフスタイルやビジネススタイルが変わっていくことも十分予想され、歴史的分岐点の到来の可能性がある。

宇宙技術は、21世紀に夢をはぐくませるフロンティアの一つであり、経済性、信頼性、軽量性および省電力性を評価関数として、攻略すべき典型的なシステム工学の対象と言える。

衛星通信は、広域性や広帯域性、低雑音性などを特徴とし、くふうによって性能が向上する領域である。従来型の道路・港湾設備と比較しても、方式や応用によって初期投資が低くて済み、投資効果を十分に引き出すことが期待できる。衛星通信の主な特徴は以下のとおりである。

- (1) アジア^{※2)}などの広域地域に、標準的方式の配置、整備
- (2) 放送・通信に加えて、可視光・赤外線・マイクロ波利用のカメラ・センサ機能により、大局的な情報の収集
- (3) 広域・チャンネル数限定通信による、専門分野や趣味が共通するバーチャルコミュニティの実現

4.2 次世代ITSへの期待

上述した技術の可能性を延長すると、宇宙インフラストラクチャーを活用することにより、次のような展開が期待できる。

(1) モビリティと通信の補完性を意図した通信整備

遠隔教育、遠隔療養、遠隔会議、移動体通信、デジタル放送、インターネットによるバーチャルコミュニティなどの活用と、モビリティと通信・放送機能を合理的に組み合わせることにより、不急不要な交通量を削減し、快適な交通環境を形成する。

(2) 耐災害性の高い交通系の構築

広域監視を活用した農業・漁業・都市開発・環境保護・国の危機管理・安全保障への応用により、災害や危機発生時の適切な優先交通支援環境を構築し、交通に悪影響を及ぼす自然災害・気象からの保護を可能とする。

(3) グローバル活動に備えた陸・海・空を一体化したイ

ンターモーダルな交通システムと、真のインターモーダル交通に備えた広域放送・通信・監視システムの構築

(4) 広域的判断を伴う渋滞・海難・ハイジャック対策システムの構築

(5) 山岳部や海岸部での物流・人流の追跡・捕獲と動的再段取りシステムの構築

5 おわりに

ここでは、宇宙インフラストラクチャーとITSの関係について述べた。ITSの進展には、従来の地表面付近のインフラストラクチャーを越えた、発想・効用の両面で効果の期待できる宇宙インフラストラクチャーのような基盤の構築が望ましいと考える。

日立製作所は、総合電機メーカーとしての実績およびこれまでのITSに関する実績を踏まえて、宇宙インフラストラクチャーの構築に向けた活動を展開し、ITS分野でも、トータルシステム構築のベストパートナーとして、より前向きな提案の推進に励み、21世紀型の住みよい街造りに貢献していく考えである。

参考文献

- 1) D. J. Bem : Broadband Satellite Systems, IEEE Comsoc Surveys(2000.6)
- 2) 衛星通信研究, KDD研究所(1999.9)
- 3) 経済団体連合会: わが国宇宙開発利用体制の改革と宇宙利用フロンティアの拡大(2000.6)
- 4) 日立評論, 平成9~12年各1月号
- 5) 近藤, 外: デジタル放送システムのITSへの応用, 日立評論, 82, 9, 585~588(平12-9)

執筆者紹介



浜田 亘曼

1968年日立製作所入社, システム事業部 ITS推進センター所属
現在, ITSなどの開発・企画に従事
工学博士
IEEEシニア会員, 電気学会会員, 情報処理学会会員
E-mail: hamada@siji.hitachi.co.jp



浜野 亘男

1982年日立製作所入社, 放送・通信システム推進事業部所属
現在, 放送・通信システムの開発に従事
工学博士
IEEE会員
E-mail: n-hamano@cm.ssd.hitachi.co.jp



上坂 直行

1983年日立製作所入社, 放送・通信システム推進事業部所属
現在, 宇宙システム・宇宙機器システムの開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: t-kamisaka@cm.ssd.hitachi.co.jp

※1) スペースセンシング: 衛星を利用した、光学的または電波的監視方式

※2) (a) 各種災害に対する被害の影響が世界の40~90%(件数, 金額, 人口面)を占めている。(b) 地球人口の61%が住んでいるにもかかわらず、アジアの通信インフラストラクチャーが不足している(対欧米比20~25%)。