

第10章 電気通信

10.1 地理的な制約

電気通信は宇宙利用の中で際立ったものである。数多くの政治的、経済的利害関係と結び付いたこの分野の急成長からも証明される。規制緩和と前後し、民間投資と商用分野への展開が、国家計画との相乗効果により、新しい途を拓いた。

本来、衛星は、地理的な広がりをもった地域に情報を伝えるための理想的な手段である。各地域特有の制約がなければ、全世界への情伝達が可能である。衛星建造と打上げに大きな投資が必要であるが、地上に高価なインフラストラクチャを必要とせず、特に、不均一な人口分布の国には最適のシステムである。衛星通信の重要な利点は、地上ネットワークに損害を与える洪水、台風、地震などの自然災害に強いことである。また、衛星管制局も、より小型で、簡単になっている。衛星通信は、データ量があるレベルまでは、今日の光ファイバのような地上通信技術に十分対抗できるので、電気通信ネットワークを立上げる場合には最適な方式である。一方、テレビ放送は、ケーブルネットワークと融合し、衛星放送が基本となっている。

米の衛星、もしくは、米のライセンス下で製造された衛星を用いて、世界規模の電気通信システム構築を進める国が増え続けている。複雑な技術と過大な初期設備投資が勝者となるための重要な要因である。米の軍用プログラムと民間の衛星研究開発資金が米企業のリードを強化した。さらに、高い内需と海外からの大量発注は、経済規模効果により、生産原価を下げた。最後に、米イニシアチブの競争奨励と規制緩和が、主要な民間事業者の立場をさらに強化した。

米はサービスコストをできる限り低くする方策として自由競争を促進した。この流れは、最初に国際商用電気通信網を設置した国際組織の憲章の変化の中にも見られる。技術主導である限り、新需要が新市場を産出す。即ち、携帯電話、社内ネットワーク、マルチメディアなどは米のビジネスに非常に好ましく、経済と産業の関係を補強した。周波数獲得と標準化制定がますます決定的な問題となると、国際的な場での米の支配的地位が多国籍企業の協力により、より有利で好都合となった。

衛星通信は宇宙利用の特別なエリアであるが、一方、純粋な商用面から、衛星が関連する部分は、通信全体の小さい部分でしかない。事実、光ファイバとの競争を考えると、今日のサービスの発達は、衛星にとって好都合なわけでない。固定通信のように、衛星が適した個所ではインターネットブームにより利益を上げているが、携帯電話市場の拡大により、非静止衛星システム計画は実現されていない。もちろん、衛星が、新需要を満たすことに最適な手段とは限らない。時間遅延を嫌う対話型マルチメディアがその例である。しかしながら、インフラストラクチャの存在しない地域に地球規模のサービスを保証できることは決定的なプラス要因である。この点からも、今日、より多くの機会と新市場を見極める必要がある。

世界中に行渡っているテレビ放送とは別に、衛星通信は電気通信の新技术と規制に順応

しなければならない。今日、衛星通信は先進国に留まらず、世界中に展開され、大洋横断の通信リンクから大陸内をカバーする通信リンクに方向転換することで、新活路を見つける必要がある。

リンクとカバレッジ

通信衛星は、固定・移動に限らず、山陰の影響、地球の湾曲の影響を受けずに、離れた2地点での通信を可能にする。唯一の条件は衛星が見えることだけである。データを送るため、宇宙に配備された物体を使う考えは新しいものではない。1945年、アーサー・C・クラークは地球に対し静止している衛星が、この目的に使えると提案した。1951年米軍は月の表面を利用して、受動型ではあるが、信号伝達することを考えていた。宇宙時代の初めから、衛星通信が最初の宇宙利用と考えられていた。

このシステムは2つに分けられる：電波を送受信するため、地球上に設置された局の地上部分と、衛星とその管制を行う局の宇宙部分。地球局と衛星の間の通信リンクは、地球局から衛星方向をアップリンク、反対方向をダウンリンクと呼ぶ。1958年に打上げられたSCORE(Signal Communication by Orbiting Relay Experiment)衛星と1960年に打上げられた Courier は、初の通信衛星と考えられている。しかし、これらの衛星は受信信号を瞬時に中継することができず、完璧な意味の通信衛星ではない。前者は事前に記録されたメッセージを放送するだけで、後者は受信したメッセージを記録するが、再送信は後日になってからであった。

Echo 1 (1960年)が真の意味での最初の通信衛星であった。ただし、受信信号を単に反射するだけの受動衛星であり、極度の信号減衰が大きな欠陥となった。この方式はすぐに捨てられた。一方、能動衛星は、中継器にて受信信号を増幅し、再送信することができる。テルスター衛星(1962年)はこの方式の最初のものであった。この衛星はエネルギー供給源(一般には太陽電池)を持ち、精度0.1度で地球方向を指向する方向性アンテナを備えていた。完全な衛星姿勢制御を必要とするが、受信されたアップリンク信号は別の周波数帯に変換され、数十億倍に増幅された後、再送信される。これら一連の処理は中継器によって行われた。

地球局には微弱な信号を受信するアンテナが備付けられ、アンテナのサイズにより受信可能な信号レベルが異なる。さらに、送受信のため、アンテナは正確に衛星に向けられなければならない。この手順には衛星追跡管制も含まれる。任意の方位角および仰角、あるいは、地球軸に対し垂直および水平に設定できるよう、アンテナは直行する2軸で回転可能である。非静止衛星の場合、さらに大きな自由度の回転が必要である。静止衛星でも、地球の扁平と軌道傾斜角による影響のため追尾が不可欠である。

指向精度は風のような気象条件も考慮する必要がある。宇宙時代の初め、仏 Brittany に設置された Pleumeur-Bodou は、高さ 54 m、長さ 29 m、重さ 340 t であった。大きさ、効率、及びコストの点で、アンテナ技術の進歩は重要な要因であった。口径 60 cm の VSAT

(Very Small Aperture Terminal)の発展は、社内ネットワークでの利用から、現在、スター型ネットワークにも利用されている。主局を經由せず直接 VSAT 間を繋ぐネットワークも導入され、この結果、衛星経由にてユーザ同士が繋がれるようになった。

搬送波周波数は使い易さと利用可能度によって決まる。一つの回線しか使えないシングルアクセスシステムからマルチプルアクセスシステムに変わっている。マルチプルアクセスの様々な形式を図 10.1 に示す。マルチプルアクセスでは、衛星にて、同時に複数のメッセージを処理し、地球局にて必要なメッセージのみを取出す。

電波は直線的に伝搬するので、通信可能な地点は見通し内に位置する必要があり、幾何学的要因に依存する。衛星から見える地表面の広さは衛星高度により異なる(図 9.1 参照)。従って、低軌道衛星のカバーエリアは、地表面の約 42%をカバーする静止衛星より、はるかに狭い。

静止衛星のカバーエリア 42%と同じカバーエリアを、数時間ではあるが、傾斜角約 62 度の Molniya 軌道の遠地点側でも実現できる(図 3.22 参照)。この地点は、同程度の衛星高度であるが、より高い緯度となる。これは露の様に、広い範囲の経度で高緯度の国に適している(図 10.2)。

全ての場合、衛星が天頂からずれ、地球縁に近づくにつれ、衛星と局の間の距離が長くなり、結果、回線品質に影響を及ぼす。即ち、局の置かれた地点での水平軸と衛星方向のなすサイト角が小さくなると回線品質に影響を与える。(図 10.3)

もう一つ考慮すべき点は、地形からの制約である。地球局の位置によっては、衛星を見ることができない場合もある。高緯度の山中に設置された地球局は特に問題となる。

衛星通信リンクを静止衛星と低軌道の間にする、地球局から低軌道衛星が見える軌道弧は 81 度よりかなり大きくなるが、衛星高度は高くなる。(図 10.4)。

どのような衛星通信リンクを選ぶかは使用目的による。固定点間での通信リンクは初めから使われており、今でも最も一般的である。今日、携帯電話との通信リンクが重要となっているが、実現は期待よりも幾分遅れている。この新市場の需要を満たすため、非静止衛星群を用いたプロジェクトが進行中である。

もう 1 つの衛星通信リンクは、地球上の固定点と低軌道衛星を、静止衛星を中継して結ぶことである。これらは衛星間中継(IOLs)として知られている。残念ながら、1 機の低軌道衛星では地球の裏側に行った場合、通信は遮られる。衛星 4 機(予備 1 機)を用いた NASA の TDRS (Tracking Data Relay Satellite)システムではスペースシャトルと常時通信が可能である。衛星 20 機を用いて、複数アクセスモードが可能な商業版が検討されていた。しかし、米国防省(DoD)から電子妨害を取り除くことを求められ、結果、回避技術の難しさと大きなコスト増のため、断念された。

衛星間リンク(ISLs)は静止衛星のダブルホップの技術的ハンディ・キャップを軽減し、長距離間通信を、地上網中継なしで、可能とする。特に、地上通信網は外国の領土にある時や有事の際、必ずしも利用可能とならない。

衛星から見える地域が、衛星のアンテナカバレッジである。地球局から送信された信号を衛星にて効率良く受信できる地域である。アンテナの指向性が鋭くなると、エネルギーが集中される領域が制限され、その結果、カバレッジが狭くなる。グローバルカバレッジと呼ばれる静止衛星の最大カバレッジは地球の約 3 分の 1 になるが、この領域内での信号レベルはかなり低く、他システムからの干渉を受けやすい。セミグローバル、もしくは、ヘミスフィアと呼ばれる少し狭い地域のカバレッジもある。一方、スポットカバレッジでは鋭い指向性のアンテナを必要とする(図 10.5)。しかしながら、限定した地域では、高 EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power)を実現できる。1 機の衛星には、同時に異なるカバレッジを照射できるようアンテナが数個備えられている。

電波は、伝搬経路にある大気と気象の影響により減衰する。高湿気、雪、氷、過度の温度、及び砂嵐等が、高周波数帯にて、非常に低いサイト角の場合、交差偏波特性の劣化や信号減衰となる。特に、雨の影響が最も大きい。雨滴、その密度と大きさ、頻度、雲の高さ、雲の状態、これら全てが電波伝搬特性に影響を与える。その影響度は、衛星の仰角と経路長に関係する(図 10.6)。特別な場合を除き、高品質の衛星リンクを確保するにはサイト角 20 度以上が望ましい(図 10.7)。

上記に加え、衛星は太陽活動の影響も受ける。最大太陽活動と呼ばれる周期的な活動(約 11 年周期)は通信性能に影響を与える。そのため、衛星ペイロードは太陽輻射の増加による静電荷帯電量の変動、反転に対処できなければならない。

図 10.1 多元接続方式

FDMA(Frequency Division Multiple Access)周波数多元接続：初期の多元接続方式、各々の局が、割当てられた周波数で送信し、衛星は全ての受信信号を再送する。信号は受信局にて選別される。TDMA(Time Division Multiple Access)時分割多元接続：各々の局が同じ周波数帯を使用、あらかじめ定められた時分割期間内に信号を送信する。通信信号は送信局または受信局にて選別される。CDMA (Code Division Multiple Access)符号分割多元接続：最近の方式、干渉に強い。送信前に、通信信号は、信号周波数よりも高い周波数(1000 倍程度)でランダムに、ただし、デジタル的には周期性をもって拡散される。周波数スペクトルを広げることにより信号エネルギーを増やすことになる。数 kHz のユーザ信号は、数 MHz の帯域幅に拡散される。信号レベルは当初のレベルよりはるかに大きなレベルとなり、干渉に強くなる。受信機は逆拡散にて信号を再生する。

図 10.2 モルニヤ衛星と静止衛星軌道のフットプリント比較

図 10.3 サイト角と地理的影響

地理的影響は高緯度地域の山と深い渓谷で大きい。

図 10.4 静止衛星と低軌道衛星の視野範囲

軌道が高いほど、視野範囲が狭くなる

図 10.5 経度 0 度の静止通信衛星のカバレッジ

サイト角 20 度以上の局に限定。低くなると減衰が大きくなり過ぎる。地域限定カバレッジ(セミグローバル、リージョナル、スポット)は狭いエリア上にエネルギーを集中でき、より強い信号レベルが得られる。

図 10.6 雨による影響

信号 A は、雲の密度と高さにより、信号 B よりかなり影響を受けるが、雨の方向に対する路程長と角度により、信号 C より影響が少ない。

図 10.7 雨と信号の減衰

各地の降雨量に基づく降雨減衰量の地理的分布。グラフはサイト角に対する降雨減衰量(デシベル)を、降水量をパラメータ(4 レベル:色にて分類)として表示。降水量が最も大きいゾーンではサイト角 30 度以上が望ましい。その他のゾーンでは 20 度以上で十分。降水量が最も大きいゾーンは偶然にも赤道線上にある。ただし、この地域ではサイト角が他の地域より大きくなり、この結果、雨の影響が幾分緩和されている。降雨減衰の対策は、衛星もしくは地球局にて技術的に対処、あるいは、雨の影響を受けにくい周波数帯を選ぶこと。(国際電気通信連合の資料より転載)

10.2 周波数と申請

通信衛星は 2 つの有限な資源を使用する: 静止衛星軌道、及び、無線周波数。各国は現在使用している周波数帯の保護と将来の使用に対し活発に活動している。電気通信に対する規制は宇宙時代の前から存在する。国際電気通信連合(ITU)は 1865 年設立以来、様々なユーザの活動を調整する最も古い政府間組織である。1947 年に国連の専門機関となり、殆ど全ての国が参画している。憲章の冒頭に、加盟国が独自に電気通信を規制する至高の権利を完全に認めると明言し、『無線周波数スペクトルの合理的、公平、能率的、経済的使用』を実行する目的で、宇宙分野を含め、国際的な電気通信の分野で中心的な役割を果たしている。

ITU 活動の基本は加盟国間の利害調整である。まず、第一の規則は様々なサービスに対する周波数の国際分配を分野別に体系化することである。これは 1906 年ベルリンでの国際無線通信会議(WRC)にて採択された。加盟国は、自国無線局に対し、定められた技術条件を満足するという前提で、国内での周波数割当権限を保つと定義されている。これらの国内割当を報告するという義務が第二の規則である。1927 年ワシントンでの国際無線通信会議にて、様々なサービスに使われる、初の完全な周波数分配表が作られた。ただし、これ

はガイドラインであった。決定権は加盟国にあった。また、最初に申請した人が、まず獲得できるという原理に従い、当初、無線局は報告するだけで周波数帯域を獲得できるという特権を暗黙の内に了解していた。以来、この柔軟性が周波数分配の基本となっている。宇宙通信での事前計画に関する唯一の例は、直接放送に関する取決めであり、1977年に採択、2000年に改訂された。

ITU は、技術組織として電気通信を管理する国際公務員の役割を果たしながら、情報化社会とその経済の急成長に対応した規制緩和の影響を受け、1990年代の初めから、新しい政治的課題に直面している。技術に関する新しい動きは電気通信、コンピューティング、及びAVメディア技術の収束であり、産業レベル、民間運用者の登場、及び企業の国際化が様相を変えた。1992年ジュネーブの全権委員会議で、加盟国を尊重しながらも、ITUの力を強くする意味合いの憲章と修正可能な議決の導入により、ITUは組織の基本的な改革を実行した。

ITU 活動

ITUには、静止衛星の周波数と軌道分配に関する2つの活動分野がある。1つは一連の世界無線通信会議(WRC)であり、もう一つは、周波数分配政策の実行と周波数の国際登録管理を行う無線通信規則委員会(RRB)である。

WRCは立法権限を有し、国際外交の枠組みで開催されている。WRCでは種々のサービスに対する周波数分配を決める。RRBは周波数分配政策の実行と周波数の国際登録管理である。国内での周波数割当はそれぞれの国に基本的な権限がある。WRC会合は、主に主管官庁及びオブザーバ資格の地域組織、国際組織、インテルサットの代表など1,000人の代表者が参加する。最近、特に、規制緩和を行った国々から民間団体の参加が増え、国の代表団に纏められている。これは、商業的な点からもWRCにとって良い兆候である。WRCは無線通信規則(RR)の改訂を行い、これが会議の大きな比重を占める。衛星通信のための周波数や軌道に対し、分配されている周波数表からどの部分を使用するのか、技術面、運用面、規則面を総合して検討する。これらの分配を、特定とするのか共用とするのか、世界共通とするのか、地域限定とするのかが検討される(図10.8)。加盟国が国際的に保護を求めるとすれば、自国の周波数割当を無線規則集に記載された周波数分配表と一致させる必要がある。

1997年ジュネーブのWRCにて、既に分配され目一杯使用されている周波数帯を新たに使用したいという提案があり、周波数分配に関する利害関係から、加盟国間での難しい交渉となった。様々な技術的解決法として、より高い周波数帯を新しく使用すること、同じ周波数帯域を静止衛星と次世代衛星通信であるGMPCS(Global Mobile Personal Communications Satellite)のような非静止衛星とで共用することが検討された。民間事業者が新しいサービスを開始しようとする時、唯一投票権を持つその国の主管官庁が調整を行う。主管官庁は、同時に、管理監督の及ぶ会社を好み、このことは魅力的なプロジェク

ト計画をもった米事業者に有利に働いた。

2000年イスタンブールでのWRC 2000には150カ国々から代表者2,037人が出席し、4つの大きな議題を検討した。有害な干渉を与えないことを条件に、非静止衛星システムがKuバンド(10-18 GHz)を共有するという1997年に決議した規則の確認から始まった。次に、第3世代携帯電話(IMT 2000)のために周波数を分配することを合意、最後に、将来の欧州の衛星無線航法システムであるガリレオを開発するために周波数を分配した。

並行して、直接放送衛星に関する1977年のプロジェクトの修正案が決められた。これはユーザベースを広げるのと同時に、周波数不足と増加する需要に悩む開発途上国の関心を和らげることを狙ったものであった。欧州とアフリカの国はアナログ10チャンネルに相当する軌道位置を、アジアの国はアナログ12チャンネルに相当する軌道位置を確保した。

加盟国からの特定の局に関する周波数の調整と通告は、無線通信規則委員会(RRB)が独立して司り、周波数の登録はここでされる。1992年の改革(1994年から実施)はRRBの力をその前任となる国際周波数登録委員会(IFRB)に比べ制限した。調整と通告に関するRRBの結論が加盟国に対し必ずしも強制にはならないにもかかわらず、RRBがこの種の調整で結論を出すと国際的には重んじられ、必要ならば、加盟国が相互に受け入れられる案の作成を支援している。複雑な手続きは4段階に分類される：申請、調整、通告、及び、登録。この4段階を経て、周波数は国際周波数登録簿に登録される。この手続きは運用者の権利よりも、妥協と合意を促進するよう作られている。

しかしながら、ペーパー衛星と呼ばれる架空の衛星からの申請が増え、手続きが過剰なまでに複雑で、仕事を進めるのに不十分であることが判明した。真のプロジェクトが存在しなくても、ペーパー衛星は将来使用するであろうと思われる衛星の軌道位置と周波数を、時間的制約を理由に申請している。

開発途上国が、最初、自国が必要な技術レベルに達する前に、静止軌道上の全ての軌道位置が先進工業国によって占められるのを恐れ、この方法を用いた。

電気通信規制緩和の環境下にて、これら資源の経済価値が増大することが知られ、周波数と軌道位置を申請する国の数が雪玉が転がるように増えた。1992年、トンガ政府はIFRBに31の軌道位置を申請した、これは自国の電気通信需要と比べ物にならない数である。IFRBからの圧力に屈し6つの分配を受け入れたが、直ちに他の国々に、これらの周波数と軌道位置を使う権利を安く売却しようとし始め、ITU憲章の解釈に疑問を投げかけることとなった。

米、露、及びいくつかの欧州の国を含む先進国も、同様にこの手法を使い出した。例えば、衛星建造が始まる前に、マルチメディアサービスのKaバンドが飽和するという状況を作り出した。

ここ数年は、ペーパー衛星の調整に非生産的に費やされている。真の衛星の承認を遅らせ、多量の申請がRRBの仕事を妨げている。1997年のWRCとこれに続く1998年のミネアポリスでの全権会議にて、問題の重大性が強調されたが、純粋に拘束力のある対策は加盟

国には受入れられなかった。期限を制限することと、申請費用を課すという部分的な施策しか採られなかった。最も重要なことは、運用者に対し、プロジェクトの定期的な進捗報告、ネットワーク、衛星の製造状況、想定している打上げロケットに関する基本情報を公表するよう要求することである。このような措置によりプロジェクトの現実性を査定できる。

古典的な資源管理活動とは別に、ITU は、民間企業の重要性を認識した上で発展しなければならない。民間企業からの代表者は会議に出て活躍している。しかし、長期間活躍している民間メンバの地位は、1996年の電気通信政策世界フォーラムにて公にしられるようになった。このフォーラムは戦略オリエンテーションに責任があるが、意思決定力のない柔軟な組織である。世界的な衛星メーカと民間事業者の援助で、柔軟な規則、即ち、ソフトな法律がこのフォーラムから生まれた。1998年3月、2回目のフォーラムは電気通信の通商面と宇宙サービスでの世界貿易機関(WTO)協定に関するものであった。

次のステップはITUで活動する民間企業の役割を、ITU憲章と規約の中に記載することであった。2000年3月、1998年に設立された改革審議会では、ITUのユニークな役割を、周波数管理機関、政府の省、ユーザ、メーカ、及び、サービスプロバイダの各団体に対し世界的なフォーラムを提供する唯一の組織として確認した。その目的は、国際的な無線通信活動の調和をとる世界組織として、ITUの活動を支持することである。RAPは、民間事業者を統合するために採った方法を拡大することで、民と官での真のパートナーシップの導入を推奨した。ITUのこの改革は、組織が他の国際的なプレーヤとの競争の中にいることを気づかせることにあったように見えた。

前後して、1994年に提案された情報スーパーハイウェイプロジェクト(GII)を通して情報化社会を作るという米の役割は、電気通信の自由化への転換となり、宇宙分野にも波及した。1995年ブリュッセルのG7会議で、活動に際し競争的枠組みを認めたガイドライン採択は、工業先進国の中で高く評価された。1996年の会議では、自由化を更に強調し開発途上国まで含むよう拡大された。これは、衛星通信にも新しい転機となった。

3年の難しい交渉の末、1997年2月15日WTOは電気通信に関し基本的な合意を得た。世界の電気通信ネットワーク91%以上を代表する69ヶ国の政府が、電気通信市場を世界に開放することを約束した。1999年中国も協定に参加することに同意し、この動きは確実なものとなった。前後して、米連邦通信委員会(FCC)は、米の国益と国家安全保障の要求に合致するという条件付ではあるが、非米衛星を用いた外国事業者に対し、米内の電気通信市場を開く新しい法律を採択した。

図 10.8 国際電気通信連合(ITU)によって定義された地域とゾーン

周波数割当のため、無線規則にて、世界をライン A、B、及び C.にて、三つの ITU 地域に分類。国境の関係で、何個かの地域が外されたり、付け加えられたりしているが、無線規則に記載。特定の申請は、この ITU 地域内では、属する国々全てに適用される。

10.3 通信衛星のミッション

通信衛星はさまざまなサービスを提供しており、大部分の通信衛星システムは多目的である（図 10.9 及び図 10.14 参照）。従来はテレビ放送と固定・移動通信という二つの市場が常に共存し、宇宙システムの発展を先導してきた。インターネットやマルチメディアが成長への新しい可能性を拓けてはいるが、地上システム、特に光ファイバ・システムとの競争により衛星通信システムは傍流に留まっている。光ファイバ・システムは 1990 年代の技術と比較すると、飛躍的な長寿命化と大容量化を実現できるようになった。次に通信分野の周辺に位置する航法・測位分野は、衛星が特に適しており、異なる展開を見せている。第 3 世代の移動体衛星システムにおける新プロジェクトでは、測位分野の活動と通信分野の活動との間で、ある程度の統合も展望されている（11 章参照）。また、宇宙通信分野における最近の変革は、成長拡大を続ける民間の運用会社に依存している。運用会社は主に米だが、増大する国際投資とも連携している。

初期においては、衛星は脇役として考えられていた。とくに短距離及び中距離の再送信のための国際回線用として利用されていたが、しばしば地上中継が併用されていた。しかし、次第に衛星システムによるテレビ放送や Point-to-Point 通信の高速・長距離回線の通常サービスが開発されてきた。宇宙通信システムがさらに普及するに伴い、これらの国際システムと並行して、まず国内システム、その後地域システムが誕生し始め、一層多くの国が関わるようになってきた。

同時期に、光ファイバ分野では目覚ましい進歩が見られ、このことが地上ケーブルのサービスの地位を強力なものにしている。用途によっては、衛星システムは地表からの距離が大きいため生ずる伝送遅延という固有の欠点がある。2 ホップが必要な場合、すなわち信号が地表と静止軌道の間を 2 往復して伝送する際には、このハンディ・キャップはさらに大きくなる。これらのことから宇宙システムは全通信分野の僅か 2 % 程度の市場しか獲得していない。しかしながら通信分野における世界的な需要への継続的な増大は衛星通信分野で 2 つのアプローチが可能であることを意味している。地上のあらゆる地点間の臨時回線を地上の最低限の設備により提供するには、衛星は依然として最もフレキシブルな方法である。ある利用対象者については、最低限の軽量の装置のみを所有することで大きな便益が得られている。一方、短距離大容量回線については、衛星使用は地上ネットワークが使えない際に妥当となり得る。

衛星は通信分野の独占排除に貢献してきた。地上システムは単一システムで構成する方が好まれる傾向にあり、それによって国家管理を容易にしてきたが、VSAT で知られる超小型のアンテナ開口をもつ地球局開発と合わせて、増大する衛星の能力はプライベート・ユーザには地上通信回線バイパスを可能とした。非地域性を有する宇宙活動はテレポートの概念に解答がある。これらのグループは単一サイトにおいて、衛星回線への直接接続を含め各種通信システムを統合している。必然的にそのようなテレポートの場所は経済活動の地

理的分布を変え、国と地域の発展に直接影響する。まだ将来展望のレベルまでには至っていないが、通信インフラストラクチャの周囲に集まったそれらのグループは情報で囲まれた戦略的な位置にいることを表していると言えることは間違いない。通信ネットワークは、多国籍企業がこれに大きく依存していることから、有望市場の可能性を有し、ますます多くの国が利益獲得に熱心である。特にアジアにおいてこの現象は顕著である。アジアでは最近、マレーシア、台湾、韓国、シンガポールなどの工業国が商業的魅力をアピールし、近代化プロセスを加速するため通信サービス自由化を進めている。現在この地域で開発中の国及び地域の宇宙システムはこの傾向に大きく貢献している(図 10.24 及び 10.27 参照)。

トランスポンダはさまざまな需要に対し賃貸・利用できることから、どのようなサービスが提供されているかの正確な識別はなかなか困難で(図 10.24 参照) 多様化は日毎に進んでいる。当然ながら、ある種の衛星、特に放送衛星はますます特化しているが、このことは、しばしば一運用者によって管理されているグローバルシステムの内部で業務が分割されていることを表わす事象にすぎない。

異なる周波数帯に対する業務配分は、周波数割当に関する利害関係の点では明らかに商業的利益を示している。このことは C バンドと Ku バンドのサービスが圧倒的であることから明らかである。実際、激しい競争と高度な技術は欧米メーカーが Ku バンドのトランスポンダ開発を好んできたような手法に関連している。

市場で利用できる各種サービスを考慮すると、政府プログラムは別として、テレビが全体活動の 4 分の 3 以上を占めている。地球レベルでの英語によるテレビ・チャンネルの数多くの開設とともに、テレビ放送は地域及び地方のチャンネルに至るまで大きな関心事である。海外での文化的少数民族の場合には、母国文化への接触を維持する有力な方法となっている。ケーブルと衛星が相互に影響しあったことにより、今日では衛星があらゆる種類のテレビ配信を担えるまでになっている。

標準的な固定通信は、まだ存在はしているものの、とくに魅力的展望を与えていない。光ファイバ分野がいまや衛星よりも大きな投資による利益を得ており、また規制緩和によって大きく影響されてきた。従って衛星分野はポイント対マルチポイント回線を提供することで多様化する必要がある。衛星の有利な点はシステム形成において異なるタイプの宇宙応用を展開できることにある。従って衛星は単なる中継ではなく、気象、測位、危機管理等の情報を提供するものと考えることができる。しかしながら、この種のタイプの活動に関わる大部分の衛星によって提供されているグローバル・カバレッジは連続的ではない。このことは、克服すべき多くの技術的困難が残されていることを意味する。

移動通信は年に 25%成長という確実に新たな機会を提供している。しかしこの分野で衛星が占める市場は、劇的に規制緩和されてきたものの、通信市場全体の中で占めている割合は大きくない。すなわち、そのような条件下では、数%の少数のシステムのみが生残れるにすぎないことになる。必要とされる投資が膨大な場合には、なおさらである。ある静止軌道衛星システムはすでにユニバーサル・カバレッジが可能な衛星群(コンステレーション

ョン)のようなサービスを提供することができるが、地上通信システムが最も貧弱で、衛星が本来は有益と考えられる地域においても需要がないという困難に遭遇している。それに加えて、地域の運営者によるいかなる制約からも原則自由という衛星の非規制性は、衛星を魅力的なものにする助けになっていない。グローバルスターのようなプログラムにおいては、ゲートウェイを通して地上ネットワークに接続したいという要求が、そのようなハンディ・キャップを補っている。衛星固有の利点を多少損なうことにはなるが。

衛星が真に機会を見出せるインターネットの発展によってもたらされる明るい展望を別にすると、主要な不確実点は間違いなくマルチメディア市場である。現時点では、インタラクティブの適用はむしろ地域レベルで興っている。技術的には衛星システムはデータ配信方式が適していることから、実際のインタラクティブリティを達成するためには衛星システムは多くの課題を解決する必要がある。

宇宙通信は40年以上にわたって静止軌道システムが好まれ、その技術特性は関係するミッションに良く適合してきた。新しいサービスを考えると、低中地球軌道衛星コンステレーションのアイデアはより魅力的になってきた。それに合わせて、移動電話プロジェクトは1990年代末の数量が拡大している。しかしこのことは静止衛星の終焉を意味しない。イリジウムの破産や2000年のICO資金問題で見られるように、コンステレーション・プロジェクトは資金面で困難に遭遇しており、このターニングポイントの重要性を評価することはまだ困難である。

静止衛星の優勢

静止衛星の展開は繊細な運用である(第2章参照)が、その明白な固定性は地上部分を大きく単純化している。アンテナサイズは衛星電力増加で抑えることができ、端末は低コストで開発できる。それ以外の有利点は寿命が15年程度まで可能なことで、コスト問題の円滑化に寄与している。静止衛星の打上計画は年々このシステム数の上昇と利用国のさらなる拡大を示している。

新衛星群と新サービス

過去数年の間、アンテナ技術、信号処理装置の能力や電子回路には著しい技術進歩があった。移動体通信、プライベート・ユーザ及びマルチメディアの新要求が結びついて、低軌道（LEO）、中軌道（MEO）、長楕円軌道（HEO）の非静止衛星群を含むこのプロジェクトは本物の革命的な出来事と見なされた。

天空を通過するこれら衛星群はしばしば、図 10.12 に示すように、固定した静止衛星に対して周回衛星と呼ばれ、柔軟な使用と小型地球局端末とによって新ビジネスモデルを提示している。価格は要求条件を絞った技術仕様の量産機器を使って低下させねばならない。戦略防衛イニシアティブ(Strategic Defense Initiative)のような軍事研究プログラムからの結果を導入する等のいくつかの要素を組み合わせればこのアプローチは可能になる。恐らく 1990 年代中頃に期待されたものよりもっと控えめな見方であるが、成長傾向を表している。

図 10.13 に 2000 年夏時点に調査したプロジェクトとプログラムを示しているが、計画した多くの衛星群は明らかに 1990 年代後半に見られた多数のプロジェクトに比べ陽の目を見ている。1989 年初頭にモトローラ社によって研究されたイリジウム計画は決定的な影響を及ぼし、1989 年にグローバルスター、1991 年にプロジェクト 21（後の ICO）が競合プロジェクトとして出てきた。

プロジェクトを立て上げて丁度 6 ヶ月後に破綻が襲った時、世界金融のミニ恐慌が起こった（306 ページ参照）。この開発は幾つかの要因によって説明できる。まず、これら衛星群を使うことの利点は地球上のあらゆる地点で基地局設置をすることなくユーザが柔軟な回線を確立できることである。一方、これらから得られる収益は潜在的なユーザが少なく、システム自身が技術的に複雑である限りおのずと制約がある。イリジウムとグローバルスターの 2 つのプログラムを比較して言えることは市場の存在が宇宙運用特有の利点よりもっと重要であることである。イリジウムは自律的な宇宙通信サービスができるよう設計されており、地上ネットワークと無関係に運用できるよう衛星に小型スイッチング機器を搭載している。実際、地球局端末を正確にセットアップすることは難しくかつ比較的高価なものになる。これが加入者数を制限している。地上携帯電話は 1990 年代の始めの予測より急速に、かつより著しい進展がなされている。地上携帯電話は結果として料金が下がっているが、宇宙通信システムはプライベート・ユーザにとって比較的高価なままとなっている。さらに、規制緩和による通信市場の自由化は地上の移動体電話運用者間のローミング合意事項をもたらした。しかるに、宇宙通信システムでは、特に政府機関で、規制緩和をせずある運用者からの攻撃行為に対してだけ対応している。

イリジウムとグローバルスター・プログラムを比較して言えることは（306 307 ページ参照）現傾向として、宇宙通信システムの形態は独立した単独システムよりむしろ地上ネットワークと補完関係となるシステムの方が良いように思える。

ICO プロジェクトはインマルサットによって設計された。設立された多くのプロジェクトの中で、この ICO はイリジウムの故障によって最も不利益を受けたプロジェクトの一つで

ある。1999年11月イリジウムの破綻後、ICOは2000年5月にICO、テレディシック、グローバルとの合併で新ICOとなった。あまり知られていないが楕円軌道で独創的なアーキテクチャを持ち、大型で安価な固定局の開発を目指して目的地域によりよいサービスを提供するエリプソ・プロジェクトが残っている。それでもやはり債務の影響でICO、テレディシック、グローバルとの調整に入らざるをえなくなった。

テレディシックとスカイブリッジは異なったタイプのプロジェクトであり、マルチメディア・サービスの提供を考えている。2つのシステムの背後にある考えは宇宙通信システムを自主運用するか地上ネットワークとの補完関係にするかという異なったアプローチをとっている。テレディシックはモトローラ、ボーイング、マトラ・マルコーニ・スペース社の共同プロジェクトである。これは最も野心的なプロジェクトで、連続して全地球域で通信が確保できるようオンボード・スイッチングと衛星間通信ができるの衛星群800機から構成されるようになっていた。ところが、このプロジェクトはまだ幾分実験的性格を帯びているだけでなく財政難ともあいまって、衛星群の数は1998年には300機以下、2002年には100機以下と段々減少していった。

アルカテルとロラール社によって開発されたスカイブリッジ・システムはインターネットアクセスとして地上ネットワークとの競合よりむしろ補完関係を考えている。このシステムは煩雑でなくかつ安価であるため、新しいユーザへの迅速なサービスが提供でき、地上ネットワークのギャップを埋める柔軟性を持っている。

GEOとLEOの両衛星システムを利用すればプロジェクトの信頼をさらに高めることができる。国内及び国際サービス提供を目指すこれらシステムを提案している運用者の中で、米の会社が優勢であるのが最近の特徴である。

グローバル移動パーソナル通信衛星(Global Mobile Personal Communications Satellite)サービス及びマルチメディアデータ伝送は新衛星群にビジネスとしての刺激を与えているが、この新サービスが成功するかどうかは非静止衛星に関するだけでなく、全体プログラムの達成度合いがどうであるかによる。

宇宙での占有率から見れば、多くのプロジェクトは静止衛星を基本にしており、特にアジアではそうである。移動電話のようなサービス形態では静止ではない別の好ましい軌道がある。

放送サービス(ラジオ、テレビ、ビデオ)は静止衛星が主体として残っているが、メッセージ分野は低軌道衛星が適している。二衛星間の切替えなしで連続して受信できることは静止衛星の利点であり、従来の運用者はすでにこの市場に参入している。一方、低軌道衛星は運用費用を低く抑えるパーソナル通信用として利用される。他のケースとしてマルチメディア・サービスのようなものはより複雑である。静止衛星は伝播時間遅れがあるため、真の双方向性通信を行なうサービスに利用するなら致命的な弱点となる。しかし、いろいろな技術的解決策が研究中であり、このサービスにはサイバースターやGEスターのような既存の静止衛星が利用できる。一方、スペースウェイ、アストロリンク、ウエスト

のようなプロジェクトはいまだスルー・リピータである。

通信サービスに対する周波数配分は他のことも考慮し決定する（図 10.9,10.13 を参照）。低い周波数（VHF,UHF）は主にメッセージや位置情報サービス用に確保されている。伝送速度が低くかつ安価であることが決め手である。位置情報の場合は GPS 規格に沿ってさらなる議論がある。

L バンドは移動体電話に、S,C,X バンドは放送、通信用に利用される。

K バンドは新しいプロジェクトでよく利用される。K バンドは広帯域、高速通信のような技術的利点を持っているが、利用しているプロジェクトが少ないので干渉等通信規則の観点からも容易にこの周波数が配分できる。雨による信号の減衰（降雨減衰）のような技術的困難性は徐々に解決され強固な基盤が確立されてきている。

衛星は利点を多く提供している。新衛星は開発中の各種の技術を組合わせて特徴付けるべきである。

完全デジタル化オンボード信号処理装置、ATM スイッチ、ASIC、インテリジェンス機能、ナノテク、オプトエレクトロニクス、アクティブアンテナ等が現在の主研究課題である。

最新の要求分析によれば宇宙通信サービスはグローバルな運用区域、超高速伝送、連続運用、可搬性及び柔軟性のような要求を満たさなければならない。静止衛星か非静止衛星かにかかわらず、新規プロジェクトのシステムは新市場が開拓できるよう、これらの基準を満たすことが必要である。

結局、宇宙通信システムが新しい地上ネットワークと競合あるいは補完関係をとって生残るためには、できるだけ価格を下げるのが重要である。

この衛星ビジネスは相互接続された全世界通信システムのコンセプトをベースとしたグローバル・アプローチをとることにより異なったサービスの問題点を解決し、普及していく。

新市場を切開いていくためには、衛星はグローバル・システムの中で地上システムと補完的な役割を果さなければならない。

10.4 宇宙通信の地理学

宇宙の通信システムは、実現された順番からでは、国際的なサービスから国内サービスを経由して、地域サービスへと発展しながら、それぞれ異なった規模で発達してきた。様々な要求に基づいたシステム利用法と、その3つのサービスシステムを組み合わせると、世界の国々の共通の性質・特徴（類型）が正に見出せる（図 10.14）。

国際的システム利用は、もはや、日常茶飯事である。これは、国内サービスまたは地域のサービス、或いはこの2つのサービスが整備されることによって、より頻繁になるかもしれない。人口集中地域の中心地から遠く離れたところに住んでいる住民集団が存在しているように、人口とか、土地面積、更に地理的要因を含めて、もっと調査する必要があるが、生活水準のような個人所得や国内総生産高、及び世界貿易への関わりの割合のような経済的要因の解析を通して、世界の国々は分類されている。その各国が関心を抱いているのは、地域的、国内的、世界的ネットワークの設計と選択についての、更に進んだ、意味のある標準である。

世界的システムというのは達成すべき目標（ノルマ）でもある。というのは、現在の文化と商業の系列から完全に外に位置している経済的に恵まれないほんの少しの国は、これらのサービスをまだ活用していないからである。従って、関連するネットワークの有益性が何であれ、公正な評価方針と共に、公共サービスと無差別化の推進という考え方に基づき、伝統的に引継がれてきた国際組織の運営方針は、ほとんどの発展途上国から、強く抵抗を受けてきた。実際、途上国は、国内通信の場合でさえ、選択対象となる選択肢（代案）を持たない場合が多い。更に、統制権を最大レベルに保持しようとしている国々にとっては、その国の優秀な代表者とか、意志決定のできる権威者のいる国営の宇宙通信組織が重要な役割を果たしてきた。しかしながら、世界的情報社会と継続的な規制緩和の拡大を目指して、米のプロジェクトが徐々に遂行されるにつれて、公共サービス提供という幾つかの義務を果たしている間は、私企業を幾度も擁護することを条件として、国際組織が発展してきた（ページ 298 - 304 参照）。

国内のシステムに関する限りでは、ほぼ確実に言えることは、地理的要因と経済的要因が結合された結果だということである。全く異なった環境、つまり米の場合は経済環境、ソ連の場合はむしろ地理的環境から派生しているが、米国内システム及び広範囲にわたるソ連のシステムから伸展してきた新たな芽は、今や、勝利を運命づける、無敵の技術獲得へと導かれて行った。

多くの国々に対して、さらなる動機づけを促したものは、海外から大量の既製品を購入することになって、自分たち自身のシステムを開発し、自分たちの自立を示そうとする、より政治的にあおり立てられた野望である。1970年代になると、国内システムを開発することによって、欧州の国々が、独自の技術的ノウハウを取得することができるようになった。

図 10.14 2000 年 1 月 1 日の宇宙通信の地理学

衛星は、サービスを受ける国々でなく、会社名、国籍により表現されている。コンソーシアムの会員資格も表示されている。

衛星を商品化することにより、産業基盤の醸成にも役立っている。無数のシステムと世界的規模の米市場を利用し、米の製造業者は、確実に指導権を得てきた。しかし、米メーカーは、もはや唯一の供給者ではない。

この方面での日本とインドの努力は、自立性を定着させて、多種多様のシステムを提供しようとする米と同じ要望を映し出している。特に、インドの実績は、貧困地域や遠く離れた地域での通信教育、遠隔医療といった必要性に直面している発展途上国にとっては大変興味深いものである。まったく別のやり方として、高品位テレビ放送のノウハウを持った日本は、その標準化確立を目指し、むしろ実質的実績を得ることを目指している。また一方では、つい最近、Melco（三菱電機）などのような私企業が衛星宇宙通信市場に興味を示すようになった。

最近の多くのプログラムを勢いづけたのは、自立していこうとする、あれやこれやの同じような探求である。国内で宇宙通信ができる衛星を持つことは、国の発展の程度を示す指標となるし、工業化された国のグループの中では、その工業化の状況を検分する方法とみなされることがある。メキシコ、韓国、台湾は、この論拠を明らかにする都合が良い国である。製造システム確立を目指し、自国製造業を盛んにしようとしていると、宇宙技術を部分的に精通しているだけで、力強いイメージをその国に持たせてしまうようにも見える。

10.5 国際システム (International Systems)

国際宇宙通信機構の創設にとっては米の指導的役割と共に人工衛星の惑星的スコープと国際通信のニーズ増大が決定的要件となった。1961年米衛星通信政策の宣言にてケネディ大統領は「世界人類の緊密な隣人として世界平和のため、全世界の国に対して国際衛星通信システムへの参加を招請する」と宣言した。

当時の技術的、政策的背景において、独占的に通信行政を託された国家行政機関の間で国際協力のもと衛星通信システムの開発が進められた。

米は国内企業の要請で国際通商条約を提示しようとしたが、国際通信衛星機構(Intelsat)の創設が政府間機構として検討された。

1964年に欧州各国の要請により米の支配への欧州権益の確保策としてINTELSAT機構が創設された。1973年には純粋な商業性を持った国際機構に取って代った。米のパートナーは米への対抗処置として、又技術的ノウハウの取扱いと国際システムの公共性確保の保証のために、そのような公共機関の中に各国家の存在感を残すことを模索した。

1971年、ソ連がソ連ブロックを巻き込み Intelsat に対抗して Intersputnik という類似

組織を創設した。

1979年、新しい国際機構である、国際海事衛星機構(Inmarsat)がIntelsatと同様の手法で国際移動体通信を取扱う機構として創設された。これにはソ連も米に次ぐ第2の貢献国として参加した。

1984年の初頭、宇宙分野において通信事業開放の機運が出始め、存在するorderにブレーキをかけはじめた。地域国家や企業が宇宙通信の分野に入り始める新環境が出現してきた。それらの企業が宇宙通信システムの所有者や運用者になりはじめた。形態や資金調達も多様性を持ち始めた。同時に国家が規制をかけるようになった。規制緩和と技術革新の相乗効果によって通信サービスの硬直性を緩和し、国際と国内サービスの規制の相違が解消されつつあった。そのような状況下で国際通信衛星機構の新しい装いが出てきた。商業的、政策的目的の複合された更に多様化されたサービス出現がうながされた。国際レベルでは、宇宙システムは国際化の傾向があり一層不均一化の傾向を示した。古い形の宇宙通信機構は私企業化し、またはその傾向が強くなった。公共サービスを行うことを保証することは政府間条約によって実行されるようになった、それに加え、私企業による国際間通信ネットワークは米の3衛星開発企業、ヒューズ社、ロッキードマーチン社、ロラール社によって推進された、彼らは自分自身で国際規約を守り垂直統合の手順に従って国際システム運用者として活動することを自分自身に課した。更に限界ぎりぎりの運用者も出現した、それはWorld Spaceと言う私企業であり静止衛星3機を持って世界ネットワークを構築しデジタルラジオ放送サービスを行うことを目的としていた。その後、主に米を中心として各種衛星通信サービス会社が設立され世界をカバーする衛星コンステレーションを構築し国際コンソーシアムをつくり民間衛星通信サービスを提供するシステムを構築していった。

国際政府間システムの変身

・ Intelsat

1964年に創設された時は11ヶ国より構成された。1987年には旧ソ連邦共和国からの参加もあり138カ国が加盟した。この時点でインテルサットは本当の意味で真の国際機関となり、2000年には300カ国・地域がユーザとなりその実力を証明した。企業としての成功は疑う余地がなかった。しかしながら、より競争原理の働く環境作りのため、新しい米の通信自由化政策の動きに対しては、インテルサットはその市場を開放進化するよう強制されていった。公共サービスを提供する義務も守らされた。

パトロンとしての心構えから、唯一の国際貿易取扱機関としての原理を課すことで米の技術的指導者として利潤を作り出した。

政府統制下の私企業としてのCOMSAT(Communications Satellite Corporation)が国内、国際のインテルサット委員会に対して米を代表する機関としてのニーズを提供する目的で1963年に創設された。61%の議決権を保持し主要議事を主導する権利を維持していた。

非静止衛星を用いる初のプロジェクトが提案された、それは地上装置のアンテナと衛星搭載機器の完全な協調動作が期待されたものであった。しかし静止衛星の展開が 1965 年、最初のアーリーバードの打上げ成功から十分にマスターされており少なくとも技術面では米支配を克服できなかった。こうした状況に対する非米メンバの嫌気の増大が遂に今後どの加盟国も 40%以上の議決権を保持できないとの新条項の追加を導きだした。これにより初期の一国による独占体制が終焉へと導かれた。

この初期構成において、2001 年の民営化までに、非営利の商業組織形態であった Intelsat は原則的にトランスポンダをリースまたは購入するメンバ国に対して公共通信業務を提供していた。加盟国会議は通信業務を管轄している官庁か国家機関の代表で構成されていた。それは 1973 年合意に参加していた国家が事実上の役員会を構成していた。全体の最低限 0.05%の投資に対して 1 票の投票権があてられ役員会が構成されていた。通常の場合は多数決、重要案件は 2/3 以上の賛成で議決された。

もう一つの方法として、その国の Intelsat の衛星使用率でウエイティングされた投資率によって役員会の議決権が付与される方法もとられた。管理主体はこの投資率の多い国、または複数の国のグループの代表約 30 で構成され管理されていた。この代表団は executive committee（実行委員会）の長である Director General（会長）の選任と監督権を有する立場でもあった。加盟国の投資割合は国際貿易の量に比例した国際通信容量に依存することは明白であった。Intelsat のフレームワークの中で、米は全通信容量の 1/5 を占め、議論の余地なく第 1 位を占め、次に英が続く。第二グループの大口ユーザとしてノルウェー、伊、日、仏、独があったが少容量であることは明白であった。

全加盟国の 2/3 を占める第三国は全通信容量の 1/3 しか利用されていないのが実情であった。Intelsat の価格政策は使用量には関係なく、コストは同等と評価された。それは小容量のユーザも料金が上がるようなペナルティは受けないシステムであったため小容量ユーザが現存するシステムの熱心な擁護者となっていた。そこで Intelsat は 1999 年、アフリカの通信事業の重要な運用者になっていた。50 カ国以上が Intelsat System に依存し、そのうちの 25 カ国が国内通信需要を国際通信システムに依存するようになっていた。

国際通信サービスはこの組織の基本的条件であり、1966 年の初頭、Intelsat は国際通信サービスを開始した、Intelsat の通信容量の素晴らしい成長は通信衛星の容量の増加による（Fig 10.16）。アーリーバード 1 号は電話 240ch またはテレビ 1 ch の伝送容量しかなく、地上の受信アンテナは 30 m のものが必要であったため国際通信にも制限があった。Intelsat VI 号通信衛星は電話 120,000 ch の伝送容量を持ち、増強された EIRP (Equivalent Isotropically Radiation Power) は伝送容量を増大させると共に地上の受信アンテナを小型化し新規に行う地上受信装置の設置を容易にすることができる。この機能は衛星搭載機器の更なる性能向上によって今も増大されている。

Intelsat は広帯域サービスや非営利組織からくるイメージによりその名声を得ている。衛星に関する最新技術が電話、テレビ、テレックス、ファックス、データ伝送、画像伝送

などの多様化をもたらしている。その技術は各国が気にしている地上装置設置コストを大幅に減少させ得る。Intelsat は地球上に 500 基地もの受信局を有し公的、私的ユーザを確保している。それにも拘らず、一般的に通信開放の方向へ進み、多くの国がそれを受入れる傾向となっている、その背景には米がグローバルな情報通信基盤の構築のために、この組織の問題点を真剣に提唱し始めたことがある。最大株主である米が国際組織としての Intelsat が行使していた相当数の特権に異議申立てをし始めた。この特権は自由競争原理に対して障害となっている。米の地位に対する逆転の兆候、新システムは初期においては無罪であると認識されたことが今では有罪ではないかを明確にする必要に迫られている。

1992 年にワーキンググループが創設され、1995 年には Intelsat 2000 と命名されたが、国際通信の責を負っているグループと自由化を提唱するグループの共通の場を創設する活動が開始された。現在広く行きわたる折衷案での集約が図られようとしている中、グローバルシステムに対する利益の保証を継続すべきとの要求が、特に Intelsat に依存しているユーザから Intelsat によって公共サービス提供を続けるべきとの結論が引き出された。主要な三か条が尊重されることとなった、：ワールドワイドサービス、全地球レベルの無差別カバレッジ、全ネットワークの接続可能なグローバル総合接続と料金統一の 3 点である。

1998 年 3 月、連合体は民営化への道の第 1 歩としてその財産を分離委譲することを結論づけた。先ず通信衛星 6 基を私企業である New Skies に譲渡する。この企業はマルチメディアとインターネットサービスを開拓することを目的としている。加盟国の配慮は全システム運用者の公平な競争を保障するために Intelsat からの独立を保障することである。1999 年 10 月、加盟国は正式に現在の国際協調組織から複雑な組織、即ち基本的に公共サービスを継続することを尊重し、政府の管理下にある全資産を分離譲渡される商業衛星通信サービス会社であることを認め、分離させることを確認した。

株主と Intelsat 加盟国より構成されたペナン (Penang) ワーキンググループが更なる改革を提唱した、その結果 1999 年 12 月、Intelsat 理事会 (Board of Governor) は将来の Intelsat の形態として 2 社の子会社を有する持株会社方式への移行を選択した。そして最終的に 2000 年 11 月、連合体は異口同音に Intelsat 民営化を提唱した。2001 年 7 月に民営化への移行が完了した。持株会社 Intelsat Ltd が全所有の 2 社、すなわち主要従業員の雇用とサービスを行う Intelsat Service Corp. と、衛星の衛星軌道位置とライセンスを所有する Intelsat LCC: の 2 社である。同時に分離された国際官庁組織である International Telecommunication Satellite Organization (ITSO) がこれら 2 社の公共サービスの実施合意遵守を監視している。

Intersputnik

Intersputnik はソ連邦の主導で 1971 年国際通信共同機構として創設されモスクワに事務所を開設した。この組織も遠大な改革の歴史を有している。組織構造には無頓着な新企業を創設した、それも Lockheed Martin Intersputnik (LMI) という名称でありロンドンにベ

ースをもっており、衛星の新時代を開拓する運命を背負っている。 Intersputnik は 1991 年より年率 20% の伝送容量の成長を経験している。2000 年にはインドの加盟により 23 の加盟国となり 100 以上のユーザを持っている。 Intersputnik はソ連の Intelsat への対抗として創設され、Intelsat の独占を許さずこれに反対する勢力拡大をねらったものである。又 1 加盟 1 投票権方式で Intelsat の米独占に対抗した。事実 Comsat による独占的法則から、ソ連はその国際貿易が少ないことにより不利な状況にあった、従って理事会に於ける影響力に限界があった。基本的なところで政策的利害関係があり、通信、特にテレビ伝送の点で自治権を確保するとの観点からソ連政府による優位性が確保されていた。1959 年にフルシチョフ大統領はテレビの宇宙空間伝送政策を彼の政治日程に織込む計画を作成した、そして最初の計画が 1965 年にできあがった。

Intersputnik 組織は初期には 1967 年に創設されていた Interkosmos Association (連盟) のメンバー国を含んでいた、それは宇宙研究分野との協力を喚起すると共にその他の国々の参加を睨らんとしたことであった (Fig 10-17 参照)。政策決定の主体は各国一票の投票権を持った理事会が握っていた。理事会は行政上の事項を審議するが 4 年任期を有する長官が議長を務めている。それは機器と価格を取決める小委員会から成っている。議決は満場一致以外は 2/3 以上の賛成で決められる仕組みである。財政はそのシステムを構築し使用することを提案した関係構成国によって準備され、理論的にはそれから得られた利益も応分の配分を受取る仕組みである。このシステムの技術的管理は必要な技術基盤と手段を所有している国によって保証され、それができる国は米以外では露のみである。特に大規模投資は露によって行われ、実際の料金より安価で提供され、加盟国のシステムについては教育的目的とシステム強化へリンクさせることで正当化されている。各国間のテレビ伝送が約 50% を占めておりそれが主用途である。

長期間にわたって、Intersputnik はソ連ブロック内の通信に対して 3 基のモルニア衛星に依存していた、今日では、10 基の静止軌道 Raduga, Gorizont, Express, Gals 衛星群に置換わって運用されている。新世代用として 1999 年に打上げられた LMI-1 号のような欧州衛星も使われている。高信頼性や高性能がそれらの衛星を使う理由ではなく、再活性化の目的で投資を外国に開放する政策を取っている。その結果、静止軌道スロットの確保がなされ、実用的効果が得られている。このことは、露支配の終焉と通信の規制緩和と民営化の顕在化を意味していると指摘できる。

Inmarsat

Inmarsat (INTERNATIONAL MARITIME SATellite Organization) は前述の二つの国際通信機構より遅れて誕生した。1979 年にその機構が批准されて以来 1982 年まで商業化が進まなかった。

インマルサットは国連の政府機関である政府間海事諮問機構、 Intergovernmental Maritime Consultative Organization (IMCO) の主導権のもと創設された非常に特殊な組

織である。その目的は静止衛星を用いて海事移動体と地上通信ネットワークとのリンクを準備することである。電話やテレックスを含む広域サービスを提供するが SARSAT-COSPAS 探査や救助サービスの優先的アクセスをも目的としている、この組織はインマルサットのロンドン企業体の中にサービスオフィスを置いている。この組織の定款はナビゲーションサービスも計画しており欧州の数カ国はインマルサットを使って民間の GPS サービスを開発することを計画している、それが Global Navigation Satellite System (GNSS) である。二つの計画が現在検討中である。

Inmarsat はその初期において Intelsat と同様な組織であった、しかしインマルサットは米の支配を除去し、特殊なサービスの提供が義務づけられており、かつソ連が 1975 年に自国の海軍へのサービスに興味を表明していた。組織の長期政策が全加盟国で組織する大会にて議論されていた、1 メンバが一票の投票権を有している、理事会が最高議決機関であり 6 年毎に理事長を選任する。理事会は 18 カ国の主要加盟国と数ヶ国を代表する 4 代表より構成されている。投票権はその投資額を考慮して重み付けがされている、1980 年にはソ連が米に次いで第二位の投資国となった。加盟国は 1986 年には 48、1990 年に 58、1991 年に 64、1997 年には 79、2000 年には 86 カ国となった。この増加率はこの組織の発展を示している。現在の宇宙通信組織に降りかかっている改革の波により、移動体への新通信サービスが ICO Global Service の創設を呼び起こした。

最初のサービスは 1985 年より開始され、6 衛星に搭載されたトランスポンダが使用された、その半分が ESA(欧州宇宙機関) からリースした Marisat と Marecs 衛星で構成され、残りは Intelsat からリースし構成された。通信需要の増大と共に 1983 年 Inmarsat 機構は自前の衛星を持つことを決定した。4 基の第二世代衛星と 3 基の第三世代衛星が既にリースしている衛星に加え順次打上げられた。このシリーズの最初に Inmarsat II F1 が 1990 年 10 月 30 日に打上げられインド洋上空に配置された。1991 年には Inmarsat II F2 が大西洋上空に 1992 年には Inmarsat II F3 が太平洋上空に配置され、Inmarsat II F4 を大西洋の 2 基目として打上げ第 2 世代のシステムが完成した。更に 1996 年、Inmarsat III が 3 基の Inmarsat III F1,F2,F3 の打上げで始まり、1997 年に Inmarsat III F4、1998 年に Inmarsat III F5 が続いた。

加盟各国の投資分担はその国の海事衛星への興味の高さと地上装置の設置台数を示す良い指標となっている (Fig 10.18)。露はその経済成長の困難さによりその投資額は急激に減少し政府間機構として稼動した最終年度の 1998 年には仏、独に次いで 8 位で 4 % に低下している。米は優位を保ち約 25 % の投資分担で 1 位を保ち、英と日本が続いていた。最近ノルウェーが 3 位に浮上してきた。その後オイルタンカーや漁船による Inmarsat の利用に加え航空、海事応用などに刺激された新しい使い方により加盟国の順序に調整が必要となっている。Inmarsat の活動が海事分野から移動体へと拡大していることは 1985 年ごろより予見され、理事会で航空分野への応用技術を身に付ける必要が強調され 1989 年に初めて実行された。170 カ国の 300 航空会社が使用している。

1987年、モバイルサービスへの最初の周波数割当交渉がITU、Inmarsatで厳しく行われ、例外条件付きで臨時使用として認められた、この新サービスは1990年初頭には益々激しくなってきた、その決定は今後のビジネス展開への大いなる転換点となった。

それは高緯度地方への衛星サービスを提供するために非静止軌道衛星システムのサービスを含めた衛星通信システムの提唱が推奨され米の大規模衛星通信サービス企業に対抗する法律的根拠の明確化が必要である。これはGlobalstar, Iridiumその他のプロジェクトを通してパーソナル移動体通信市場全体を接収するプロセスとなる。

米の政策による規制で直接介入は困難なことにより、子会社設立政策が決定された。その役割はグローバルな携帯電話システムを構築することに専念することとした。この決定は加盟国間での激論の末1994年5月に行われたが、その影にはいくつかの考察が積重ねられた、その一つに、国際機関の持つ原則が一般的には大規模な商業上のリスクまで拡大しないこと、また加盟国がこれ以上このようなプロジェクトに対して投資をしてシステムを使用する責任を持つことができないであろうこと、などである。

このような理由よりICOは1995年1月に妥協の産物として英法のもとに設立された。こうして新しくリスクの高いICOグローバルサービスが私法(private law)のもと、Inmarsatはその大株主にはなり得ないという条件で創設された。この方式は同様のサービスを提供する他の私企業との間で公平な競争を保証するためである。Inmarsatはその子会社に対してある一定以上の影響力を与えてはいけない。例えば子会社の不測のできごとから自分を守ることやその事業より利益を得ることを期待するようなことはできない。

Intelsatに起きたことと同様に、Inmarsatの基本的再構築の構想が1994年に民営化議論のプロセスとして始まった、理事国は1998年基本的合意に達し次年の4月にその形ができた、2つの企業から構成され、第一がInmarsat Ltd.であり英法のもとで2/3が民間所有であり株式市場に上場される。もう一方が政府間機構でInternational Mobile Satellite Organization (IMSO)、国際移動体衛星機構、である。IMSOは86カ国のメンバからなる単純な機構であり理事長と事務局メンバは最大11メンバである。新組織の予算は新会社であるInmarsatが管理する、その責務は公的サービス実行の管理である。新会社が守らなければならない4原則は改定条文に記述されており更に公共サービスに関するIMSOとInmarsatの合意文書である。即ち海事通信の継続的実行と特にthe GLOBAL Maritime Distress and Safety System (GMDSS)の範囲内での探査と救助活動、人種差別なしのサービス実施、平和的サービスの確約、そして最後に衛星通信を必要とする全ての地域へのサービス提供義務である。

民間国際衛星システム (Private International System)

米の三大衛星製造会社、Hughes, Lockheed Martin,とLoralは衛星通信サービスを提供しつつその新サービスの成長の中から自前の衛星を用いて莫大な利益を生み出す衛星通信市場の国際化を準備している。これが新たな合併を通して米の衛星通信市場の改革をもた

らすこととなる。

Hughes Communications Inc

ヒューズ・エレクトロニクス・コーポレーション (Hughes Electronics Corporation) の電子・防衛グループは防衛部門がレイセオン (Raytheon) と合併して 1996 年と 1997 年に機構改革を実行した。その子会社であるヒューズ宇宙通信会社 (Hughes Space and Communications Company) はその間、強大な衛星開発会社としてその一角を占めていた。そして当社は宇宙応用技術の統合政策を実行するため、更に子会社を創設した、Hughes Network System (HNS) は地上装置の開発を目的とし、Hughes Communications Inc. (HCI) は宇宙通信応用サービスを目的とする子会社である。後者は Intelsat とは独立の民間企業として世界最大の衛星通信運用者である PamAmsat を買収し国際衛星通信会社となった。HCI はそれ自身運用者となり、PanAmsat の新しい事業へのファイナンスを実施している。新会社となった PamAmsat は国内、海外衛星通信サービスを取扱う一つのグループに纏まっていった、PAS の 14 衛星で構築されている国際衛星通信ネットワーク、HCI の 10 基の国内衛星通信、直接衛星放送 DTH Galaxy Satellite のラテンアメリカと 5 衛星による米 DirecTV 網向け衛星放送システムなどである。1998 年 10 月には PanAmsat-8 号衛星を打上げ、中国をそのカバレッジの中に入れた。また Galaxy XR を 2000 年に打上げ、最高に特徴ある衛星応用としてケーブル TV への配信サービスを開始した。(Fig 10.14 参照)

また 2000 年 1 月、ボーイング (Boeing) 社によるヒューズ衛星開発事業の買収により米の宇宙開発事業界に別の衝撃が走った。それにより、ヒューズ社は広帯域プロジェクトや当時新たに必要となってきた新通信事業への投資資源としてファイナンスを獲得できた。特に HCI は Ka-バンドを用いた固定用高速データ通信を取扱う衛星群システムである Spaceway project に参画していた。その一つ、Spaceway Express, は 8 基の静止軌道上の衛星で構成されるシステムであり、もう一つ、Spaceway NGSO は非静止軌道上 12 基以上の衛星より構築されるシステムである。Boeing 社はこの買収により世界最大の衛星開発企業となった。衛星産業は現在、Boeing 社ともう一つの巨大企業である Lockheed Martin 社を中心に動いている。

Lockheed Martin Global Telecommunications

国際衛星通信システムを所有している、第二の巨大な民間宇宙開発企業は Lockheed Martin 社である (Fig. 10.14 参照)。前例の如く、宇宙開発力の増強は合併や買収によって強化されてきた。1995 年、Lockheed 社は Martin Marietta 社と合併し防衛産業界最大の企業となり宇宙開発への貢献をリードするようになった。Martin Marietta は General Electric グループから買収された子会社と共に GE Space を買収した。そこで Lockheed Martin は通信政策を調整し、さらに衛星通信運用者となって衛星製造メーカーとしての能力を拡大していった。新オペレーティング会社、Lockheed Martin Global

Telecommunications (LMGT)は1998年8月に最新技術衛星サービス高収益市場への好位置企業として創設された。

各種ネットワークを統合し相互接続する目的でLMGTはGE Astro Spaceを引継いだ衛星運用者であるGE American Communicationsと共にGE Americomを構成した。その役割は12基の国内通信衛星Satcom-CとGE衛星のみならず南米大陸をカバーしているNafuelsatとGE-4そして更に欧州とアジア市場をカバーするネットワークの統合を行っている。更にLockheed Martinは1997年に国際組織であるIntersputnikとジョイントベンチャーを形成した。新会社LMIは最初の国際衛星フリートをIntersputnikより衛星をリースすると1999年に打上げた衛星にて構成した。この衛星群はCIS国家のみならず東欧、南アジア、及びアフリカをカバーした。遂にLockheed Martin Global TelecommunicationsはAstrolinkと称されるプロジェクトに自社の衛星を打上げ、Ka帯を使った広帯域マルチメディアと衛星インターネット用国際衛星通信サービスを行うシステムを構築しTRWとTelespatioと共に新会社を設立した。

Loral Global Alliance

Loral Space & Communicationsは成功裏に衛星ネットワークを構築した第3番目に大きな米の衛星メーカーである。このグループは1998年にLoral交際同盟のコントロール下に置かれている(Fig 10.14参照)Loralは商用市場への対応能力をLoral Skynet, Cyberstar, Satmexの3社の総合力で増強していった。Loral SkynetはAT&T Telstar 4,5基を買収し1997年に創設し、CyberstarはOrion network systemsと合併し1997年に創設し、また、1997年よりSatmexの49%を握った。Loral Cybostarはインターネット・プロトコルを用いて高性能な国際インターネット接続サービスに特化している。1999年にはOrion 3P衛星を失い、その補充に香港にあるAPT Satellite CompanyよりApstar 2Rの通信用ペイロードを全数リースした。それにより、アジア、欧州、アフリカをカバーする広範囲のサービスを獲得した。また1998年にはロラル・スペース・コミュニケーション(Loral Space Communications)はアルカテル(Alcatel)と共同でEurope*Starをベンチャーとして起こし、ビデオ伝送と通信サービスを成長性のある5つの地域、即ち欧州、中東、南アフリカ、インド、東南アジアに巧妙に普及させていった。それはvast zonesをカバーする技術を用い大量市場へのサービスを提供する。1999年に打上げられたAfristarと2000年に打上げられたAsiaStar、更に南米向けに打上げられるAmeriStarによって3大大陸をカバーするプロジェクトが進められた(Fig 10.14参照)民間企業の運用者Worldspaceはプログラムプロデューサや受信機のデストリビュータを含め広範な出資者を有しておりまた各国政府機関や国連の姉妹機関、さらに個人的スポンサからもファンドを受けている。

新しい世界的パーソナル通信システム

1998年より、個人的企業連合により作られた低軌道衛星による新国際衛星通信網の建設

計画が現実化されてきた。どのような技術が使われるのか、静止軌道衛星か低軌道衛星か？狭帯域か広帯域か？グローバルか地域か？固定通信かモバイル通信か？などなど既知の定義の中にあるものか、ITUによって定義された用語を用いると GMPCS システムとなるが、最新のパーソナル電話通信システムとなろう。

ほとんどのケースで、米企業が発案者となっている。しかし、この計画の初期段階で進められた方法は事業の複雑さとそれぞれ異なった計画であることが明確になった。

Orbital Science Corporation によって創設され、1998 年 10 月にサービスインした Orbcomm constellation は little LEO システムと呼称された。それは低軌道に投入された衛星はその重量が 40Kg 級と軽量であり投資金額も少ない、その結果、その低速度、低容量の情報と GPS 測位サービスが既存の固定、移動体通信サービスを改善し現在まで成功している。

1987 年より、米企業であるモトローラ社は Iridium 計画を開発した、全体投資額が継続的に増加することに対応するため（US\$3.5B = 約 4,000 億円）また困難な技術解決に対応するために 19 企業の連合体を作る必要に迫られた。

1998 年 11 月に始まった民営化の結末は初期計画通りにはいかなかったが、それはこのプログラムの開発途中で事情が変化したこと起因する [293 ~ 295 ページを参照]。Iridium システムは自主的システムとしての原則と地上システムまたは空間伝播システムのどちらかを選択できるシステムであった初期計画よりずれていった、同時に、市場開拓の必要性から、他の通信システムとの競合のため、モトローラはグローバルカバレッジのアイデアを中止せざるをえなかった。

1999 年 3 月末までに、Iridium 社は 10,294 の加入者を獲得していたが、この数字は 1998 年末での目標 40,000 加入者をはるかに下回っていた、更に 1999 年第 1 四半期で \$ 500M の累積損失を出していたためこれ以上業務を継続できない破産状態に陥った。それは 2000 年 3 月 17 日に現実のものとなった。ところが Iridium は地上網と完全に分離独立で全世界をカバーできる特徴があり、米政府によってその有利性を認められた結果、2000 年末には財政的危機を脱することとなった。DoD と新組織となった Iridium LLC との契約により、国防総省とその他政府機関によって衛星システム利用が可能となった。この支援によって Iridium LLC は 2001 年に再び民間組織によるサービスができることとなり、2002 年には新衛星 2 機を打上げることとなった。

2000 年 2 月、Globalstar は補完衛星 4 機を打上げ 48 機からなる低軌道衛星システム群を完成させた。このプロジェクトは 1989 年より始まったが、実際は 1993 年になって Loral & Space Communications が創業者の運用者と共に Globalstar L.P. と呼ばれる米の私企業を創設した。SSL は 42% のシェアを持ち、残りは欧州の投資家が大きな割合を占めた。Globalstar 計画はその初期計画より地上網と協調接続する堅実なものであった。この方法は技術面において、衛星の数と搭載機器の複雑さを単純化した。このような条件下において、このシステムは別々のゲイトウェイを経由して衛星システムと地上システムの接続を

行うことを意図するものである（Fig 10.20 参照）。地上移動体通信コストの低減が開発途上国における隔離された地域において、経済性の面で電話ボックスからの固定通信サービスの可能性について優位性を持つこととなる。特に現在通信手段のないサハラ砂漠以南のアフリカでのサービスの可能性をもたらすこととなる。

Globalstar は 2002 年 1 月には 100 カ国以上で端末機やサービスを販売していた、またその他では配信の許可を得ていた。主な市場は海事機能、エネルギー、農業関係、輸送系や探査救難活動の分野まで発掘され拡大されていた。政府機関も重要な需要者となってきた。固定高速通信網、マルチメディアやインターネットを含む双方向サービスのための広帯域システムや衛星群システムはまだ開発途上であり、どのようなサービスが成功するか未知数である。

二つの重要なプロジェクトである **Teledesic** と **ICO Global Communications** 双方が技術的・経済的困難に遭遇し 2000 年 5 月に合併した。新しい会社として ICO-Teledesic Global が創設された。統合は二段階で行われた、第一段階は、2003 年初頭、ICO 衛星の打上げを可能にし、第二段階は 2004 年に Teledesic 高速通信システムの構築が開始できるというものである。

2000 年の世界無線通信会議において、欧州のプロジェクトである **Skybridge** が必要な周波数割当てを確保した。Skybridge LP は Boeing 社との間で 1999 年 12 月にパートナーシップの合意を取付けた、Boeing 社は株主となり衛星の打上げを分担すると共に米の市場開拓を分担することとなった。2000 年 4 月、同様の合意書に欧州 露合同会社である Starssem との間でサインした。その結果 80 機より成る衛星群システムの打上げが 2003 年に開始される準備が整った。

10.6 地域衛星通信システム（Regional Systems）

地域衛星通信システムは技術開発と商用サービスにおいて国内、国際通信が互いに結合する傾向があり、複雑に絡み合い形成されている。Eutelsat や Arabsat のように政府間組織による運用者の構成に関して、また Apstar や Asiasat のような私企業への依存に於いて形成される場合でも、地域衛星通信システムは最近の規制緩和の傾向の中で国際衛星通信が蒙っているのと同じような影響を受けている、即ち政府間組織から次第に民営化され民間資本の増加傾向が見られる、この傾向は特にアジアで顕著である。

政府間組織によるシステム（Intergovernmental systems）

Eutelsat（ユーテルサット）

通信衛星の重要性は欧州において早くから認められていた。1960 年代より、各種の実験衛星プロジェクトが欧州宇宙機関である ESRO (European Space Research Organization) において計画されていた。予備的検討はテレビ伝送の開発に向けられていたがその経済性は不透明であった。欧州の主要国は例えば伊のシリオ（Sirio）衛星のように国内プロジェ

クトに傾斜したり、または仏と独の共同プロジェクトであるシンフォニー（Symphonie）衛星のように二国間の共同プロジェクトになる傾向があった。

これまでは、欧州は宇宙開発を組織的に行ってきたが、地域衛星通信システムを確立するアイデアが最前線に戻って来た。1979年には、欧州宇宙機関（ESA）はECSと名づけられた通信衛星5機の開発を決定した。この衛星システムは1997年に創設されたユーテルサット（Eutelsat、European Telecommunications Satellite Organization）により管理される。ECSシステムは二つの任務が課せられていた、衛星は郵便・通信行政の必要業務と欧州放送連合（EBU, European Broadcasting Union）によって計画されていたテレビ放送プログラムの業務の双方を満足する必要があった。周波数配分の問題を避けるため、4～6GHz帯が既に多く使われているため、衛星は10GHz以上の周波数を使うように設計された。このプログラムの特徴は欧州に最新技術の開発機会を与えたことでもあった。

最初の衛星である軌道試験衛星(OTS, Orbital Test Satellite)は1978年に衛星搭載大型アンテナにより小型地上局を用いてリンク試験を行うことができ、同時に産業界に伝送特性に関するデータを提供した。既存の通信行政がそのサービスを衛星通信に取って代わるのではないかと危惧していたが、ECSはそのサービスを次第に改善していき、Eutelsat 1号に名前を変更し運用を実施するに至った。

1985年、Eutelsatへの正式加盟は17加盟国であったが、その後44加盟国へと発展し、そのサービスも増加した。大きな伝送容量を必要とするテレビジョンサービスの他に、通信衛星は地域内の固定通信用国内、国際電話サービスやデータ伝送サービスも実施した。ビジネス通信や携帯電話への接続などの特殊サービスも開発していった。携帯電話市場との競争力の強化はこの組織の付加価値を高め新たな収入源の確保と共にこの分野での世界的リーダーであるとの自己主張を強化していった。

1990年より、Eutelsatの地域的使命感は東欧諸国の加盟と1992年に開発されたEutelsat II F4号によって益々強化された（Fig 10.21 参照）。この政策は新しいHot Bird衛星の打上げでそのサービスエリアが70cmアンテナでフィンランドからモスクワ、リスボンからモスクワまで拡大し益々増強されていった。

2000年4月17日、露の会社NPO PMがアルカテル社と共に行ったシベリア・欧州衛星（Siberian European Satellite）SESATの打上げが、鉄のカーテンの崩壊以後Eutelsatの大西洋からウラル山脈への拡大路線のビジョンは微動だにしていないことを示した。

その原型において、欧州諸国の地上電話網の補完的手段であった衛星通信を、Eutelsat加盟国はIntelsatによって設定されたルールを越えることなく、国際通信のために使ってきた。実際にはEutelsatシステムは電話サービスよりも70%を占めるテレビジョンサービスを通じて大きな利益を上げてきた。この市場において、EutelsatはCLT(Compagnie Luxembourgeoise de Teledeffusion)が開発したAstra衛星と直接的に競争状態に入った。Astraは商業ベースでその強みを発揮していた。更に1999年にはEutelsatは東経12.5度に位置する衛星によって大西洋ゲートミッションの展開を始めた、これは結局のところ、

組織が南北アメリカと欧州間のリンク接続を上げるのに役立った。これは大陸間のインターネット市場にビジネス網を確立することと、一般市民へのテレビ配信に貢献すると共に欧州における地位向上に貢献することとなった。

衛星通信組織における一般的組織改革において、一般とは異なる意見が出てきた、Eutelsat は競争に対抗する内部組織を作るべきことと、民営化のプロセスは 1998 年に始められ、1999 年には加盟国による連盟は Eutelsat を仏法のもとで有限責任会社に移行することを認めた。

Eutelsat の資産と機能を移転する日は総意として 2001 年 7 月 2 日となった。政府間当局としては、Eutelsat SA は欧州システムの基本的理念を尊重すべきことを確認した。即ち万国共通のサービスを提供する義務、全欧州のカバレッジ、関係国の公平な取扱いと適正な競争の保証である。

アラブサット (Arabsat)

アラブ衛星通信機構 (Arab Satellite Communications Organization) は地域通信網の開発への政策的要請により創設された。それは特別な事情により、またアラブ諸国の共通した文化とアラブの独自性を強調したアラブ諸国の理念に強く影響されている。正式には 1976 年に、テレビ放送を主機能として創設された、それはパイプライン創設後 9 年、アラブ郵便連合創設後 30 年経っていた。このシステムは 1979 年以後の技術変革のみならず新しい流行をも取り入れていた。文化的、歴史的一体性の概念が強く感じられるが、民族再統合の理想はアラブ民族連合への効果的形態への探求の道程でもある。

アラブサットプログラムは経済的、政策的理由の結合によって湧き出てきた。1976 年、石油市場における成功と新収入源によって活気づけられ、22 カ国は静止通信衛星の開発、打上げ、運用を決定した。この当時、アラブサットプロジェクトは非常に革新的なものであった、カナダと米は Intelsat が保有している衛星を使用していたが、それに加え更に自前の衛星を保持しており、それは真に国内事情によって通信衛星を必要としていたためであった。

技術レベルに関する事項はさておき、オイルマネーは国際的企業連合より衛星 3 機を購入するという外交的手段によって宇宙市場に競争を喚起する方法で再投資された。仏企業であるエアロスペース社がプロジェクトの纏め役となり、打上げはアリアンスペースとスペースシャトル・ディスカバリーに委託された、1983 年より地上受信装置は日本の企業が受注、製作した。最初の衛星は 1985 年 2 月に初期とは全く異なった状況下で打上げられ、国際的観点から最善の状況となっていた、アリアンは 1981 年より成功裏に活動を開始し、インテルサットは既に 1984 年にその独占性を失っていた。

その間、アラブ諸国の状況は非常に悪化していた、地域的に見ると、受信装置の分布と投資負担は政策的相違をもたらしていた (Fig 10.22 参照)。特にエジプトはアラブ世界で特異な状況となっている、その結果、イスラエルとの折衝が始まり、衛星通信システムが

設置され始めたが自己所有の地上局がない状況であった。財政的状況がこの組織にもっと柔軟な対応を要請しはじめた。政策的不一致と同様に財政的問題から地上受信装置の設置の遅れが出始めた。リビアは投資家の間では良い評判にありながら地上装置設置がゼロである。

電話中継の他、アラブサット衛星は共通の放送プログラム伝送に用いられる予定であった。それはアラブの一体感を強めるものでもあった。しかし問題はこの最終目標であるべきサービスにも各国間の意見の不一致により問題が生じはじめた。週に一度か、日に一度しかチュニジアテレビ・ラジオ放送スタジオからの放送が行われなかった。他国から衛星で送られてきた情報の全部または一部を国内放送網に載せる方法をとっていた。初期のアラブ諸国の大望は到底実現できない状況となっていた。電話網の強化統合は依然制限があり、インテルサット衛星を利用したほうが好都合の国も出てきた。

実際には、1991年になって、漸くシステムの背景にある理念が発展する兆しが出始めた、ある時期にはアラブサットによる直接放送の可能性がメンバ国の政府によって総合的に管制されるべきとの要望が出され、制限されてしまった。しかし外国の衛星よりの放射電力と無制限に拡散した受信アンテナはこれ以上正常に動作することを保証できない状況となっていることを示している。それに加え、ナイルサットのような広域をカバーする国内衛星システムの打上げにより国際調整が不可能な状況となった。

数年の財政面での検証期間を経て、アラブサットは商業的、経済的サービスの観点を強化し、新しく生きる道を見出した。この方針は第一世代の衛星 1C をインドに売却することで例証された。1996年に打上げた第二世代衛星のトランスポンダのうち、空きチャンネルはリースすることを決めたことで、この傾向がさらに確認された。提供するサービスは他の衛星システムと同様に、電話、データ伝送、ラジオテレビ放送、及びビジネス通信網等である。第3世代の衛星、1号機が1999年に打上げられた。この衛星はKuバンドを用い中東、北アフリカ、欧州の広範囲をカバーし直接放送を行うことができる機能をもっている。20TVチャンネルのオンラインサービスは、ユーザ拡大の努力の結果であり、同時にイラクやその他の国外のTV配信会社へのサービス提供の再構築も行うことができるようになった。それに並行して行われたアラブ情報ハイウェイの構築はアラブサット、アラブラジオ放送連盟及びエジプトのナイルサット間のパートナーシップの成果として最も強調すべきことである。2000年、この組織の利益は、主にテレビジョンサービスより挙げたものであったが、アラブサットの3衛星を用いてのアラブと外国のTVとの相互浸透と西欧の衛星によるアラブチャンネルの放送と相まってもたらされた。2001年11月に出された新世代衛星2機の発注と2004年の打上げ予定のニュースは、国際市場におけるアラブの存在感の高揚を鮮明化証明した。このような経済性見通しの主張の他に、この新しい方向付けは、2001年秋のアフガニスタン紛争においてカタルに基地をおくアルジャジーラによる全世界向け放送で示されたように、世界にアラブの文化的存在感を示すことに役立っている。

パラパ (Palapa)

歴史的に見て、パラパは地域的使命感を持った世界第2の衛星通信システムである。その手法は独特のものであった。このプログラムはインドネシアで開発された方式である。この国は領土と人口が広範囲に散らばった状態であり、衛星を用いた通信手段が最適の状態となっている。地上システムではとても満足できない状態である。最初のパラパ衛星は1976年に打上げられ、国内のテレビジョンと電話回線の需要を満たすことを目的とした。

2年後、フィリピンがパラパ衛星でフィリピン国内の一部をカバーすることの合意書にサインした。タイ国とマレーシアもこれに続き宇宙機器のユーザとなった。使い方や動機はこの種のシステムとして最初に創設された Eutelsat とは違っていても、1979年にインテルサットによってパラパはついに地域衛星通信システムとして認知された。

時は過ぎ、パラパは ASEAN (the Association of Southeast Asian Nation) 諸国にサービスを提供できる能力を持った国内システムになっていた (Fig 10.23 参照)。第3世代の通信衛星パラパC (Parapa C) は1996年に新たに Ku バンド放送サービスをアジア全域に拡大する機能をもってサービスインした。同時に、第二世代の衛星、Parapa B はパラパシステムの初期管理に加盟していた企業連合に徐々に売却されていった。新パラパシステムは1993年に、国内、国際の通信事業者により資金提供された私企業である新民間運用者であるサテリンド (Satelindo) によって新たに創設された。

民間地域衛星通信システム (Private regional System)

地域通信システムという概念は米には存在しなかったが、欧州ではルクセンブルグ大公国が主要株主である SES (Societe Europeenne des Satellite) が Astra 社を作った時に民間地域システムの例を初めて世間に示した。Astra 社は衛星のみ使用する、または地上のケーブルと衛星を組合せて使用する放送会社にトランスポンダをリースしている。今日このような衛星の活用方法と Eutelsat との競争により欧州の限られた市場が、Astra 社に対して新市場に積極的な国際企業連合体に対して興味を持つように仕向けるようになった。そのような新市場は発展途上国にあり、多くのアジア諸国で例証されているように、新情報技術による利益の誘導は民間システムとして実現されているのが一般的である。アジアにおける情報通信インフラストラクチャの不足と自然の障壁がこのような地域に対しては衛星通信が適している状況を作り出している。経済的困難な時期を過ぎ、宇宙関連プロジェクトが再び増加に転じ、一般的に地理的条件より民間化と国際化が進展する状況を作り出している (Fig 10.24 参照)。

SES-ASTRA

米では地域衛星システムが開発されないが、欧州では SES により管理された Astra システムを基礎として最初の純粋な地域衛星通信システムが提案された。主要株主としてのルクセンブルグと共に、Astra はトランスポンダの賃貸業を行っている。無線放送会社は賃貸

したトランスポンダをそのまま使用したり、他の地上回線と組合せて利用できる。

ビジネス中心に考え、Eutelsat によって一部市場が占有され、競争が激化している欧州市場を考慮し、SES は新市場に入っていくため国際企業連合体の株式を購入する方向に走った。2002 年には、SES-Astra は、3 静止軌道上に 12 衛星を装備して、更に大電力を持った非常にパワフルなトランスポンダを放送会社やマルチメディア供給会社向けに準備している。更にスカンジナビアン諸国、ラテンアメリカとアジアの衛星運用者とパートナーシップを組み、米の運用者であるアメリコムを買収し SES-Global の創設に導いた。この会社は現在 4 カ国で活動し世界中の主な衛星運用者に戦略的投資を行っている。

Asiasat

アジアにおいて、規制緩和効果が最初に感じられたのは、アジア衛星通信会社 (Asia Satellite Telecommunications Company) Asiasat が香港に創設された時であった。商用衛星通信事業を創業したこの会社は、中国国際信託投資会社 (CITIC) によって他の株式保有会社の 2 社、ハッチンソンワンポア社 (Hutchinson Whampoa) とケーブル・アンド・ワイアレス社 (Cable and Wireless) と共に作られた。1999 年には、この 2 社は欧州の SES 社の 49.5% を保有することになる。このことは衛星運用者にとって事業推進のためには全世界的カバレッジを必要とすることを示した。旧 Westar 衛星であった Asiasat 1 は 1991 年に交代機を打上げた。この間 1995 年には Asiasat 2 が、また 1999 年 3 月 21 日には Asiasat 1 の交代機として Asiasat 3 がそれぞれ打上げられた。この運用者によって、世界の人口の 3 分の 2 と中国、インドも含めアジアの 50 カ国以上、中東と CIS 諸国、オーストラリアがカバーされている (Fig. 10.25 参照)。提供されているサービスは多様化しており、高速インターネット、マルチメディアを含み公衆電話から個人用 VSAT までに及んでいる。

Measat

1996 年、マレーシアの民間企業であるビナリアン衛星システム (Binariang Satellite Systems) が衛星 2 機を新しい地域衛星ネットワーク Measat を構築するために静止軌道に打上げた。このシステムは中東、インド、フィリピン、オーストラリアに放送と通信を提供する (Fig. 10.24 参照)。更に衛星 2 機を打上げ、中国、中東、アフリカへとサービス領域の拡大を計画している。

AceS

Asia Cellular Satellite (AceS) はモバイル・パーソナル通信に特化した、アジア・太平洋地域を独占的にカバーする世界初の地域衛星システムである (Fig 10.26 参照)。アジアのパートナーによる共有システムであり、2000 年 2 月 12 日に打上げられた通信衛星 Garuda 1 は低コストで個人用ターミナルよりデータと共に携帯電話による通信が可能である。中国を含む 26 カ国の 43 の地上携帯電話運用者と契約が成立している、そして 2 機目の衛星の

打上げが計画され、バックアップ機能と共に中央アジア、東欧、北アフリカの一部までサービス領域の拡大が計画されている。このシステムは Iridium や Globalstar の国際戦略に挑戦する地域衛星システムを意図している。

Thuraya

地域衛星システムである Thuraya は、Taurus 衛星クラスタの中に組込まれた後、名づけられたが、Thuraya Satellite Communications Company によって 2000 年 5 月に、世界の約 40% を占める GSM モバイル通信サービスの提供のため、最初の衛星が打上げられた。会社は主にアラブ諸国の株主によって構成され更に Arabsat やこの衛星を開発製造した米 Hughes Space and Communications も含まれている。サービスは基本的に静止衛星の寿命と同等の 15 年保証されている。この低コストのサービス領域はインド大陸、中央アジア、中東、北、中央アフリカ及び欧州の 100 カ国以上を含んでいる。

10.7 国内衛星通信システム (National Systems)

国内システムの各種アイデアもまた公的機関のシステムの変化につれていろいろ変化してきた。米のケースが、この種のサービスの例題として定義するのには、最も適していると思われる。国内システムの国際共同企業体との結合や、国家の領土を超えてのサービス領域の拡大などに見られるように、国内サービスと国際サービスの分岐点がはっきりしない状況である。このような状況で国内システムは一般とは異なった関心事によって対応して開発された (Fig 10.27 参照)。国内衛星システムは最初、開発途上国によって、広大且つ不均一な領域を電話とテレビ放送サービスによってカバーする必要から創設された (FIG. 10.14)。当時そのような国はカナダ、米、ソ連であった。1970 年代は、地上通信網を衛星通信で補った。その他の国の国内システムはこれら 3 カ国より遅れてできた。1983 年から 1985 年には、発展途上国のインド、インドネシア、中国、メキシコ、ブラジル、さらに西洋地域の仏、オーストラリア、そして英などでは更に進化した方法にて設定された、これら 3 カ国は軍用にも宇宙を利用した。1989 年から 1992 年の傾向は日、スウェーデン、英、独、香港、スペインと伊が自国の衛星通信ネットワークを築いた。これら諸国は貿易量の拡大と国境を越えての TV 放送チャンネルの拡大に熱心であった。最近サービスを開始したタイ、トルコ、韓国、イスラエル、マレーシア、アルゼンチンそしてエジプトのシステムは増加する国内需要に対応して開発されているが政治的、経済的理由も考慮されている。エジプトのナイルサット (Nilesat) の場合は、最初は直接衛星放送用に用いられるアラブ衛星であったが、今は国内映画制作にも使われている。地域組織のラスコム (Rascom) による、最初のアフリカ衛星の打上げに関する発表は、アフリカ大陸は未だその他の国に対して遅れをとっていることを示している。これは衛星通信の必要性が未だ低いことと資金不足が原因であろう。この地域における国内衛星通信は近い将来でも期待できない状態である。