

産業界の技術動向

通信のグローバル化を支える技術

国際電信電話株式会社 取締役 事業開発副本部長 平田 康夫

1. はじめに

情報通信は、ボーダレス化、グローバル化に向けて加速度的に進歩している。筆者は、1967年に京都大学電子工学科の修士課程を終え、KDDに入社、以来1989年に至るまでKDD研究所において衛星通信の研究に従事してきた。その後、移動通信やインターネットを始めとするマルチメディア関連の事業開発や技術開発に係わってきた。KDDに入社以来現在に至るまでの約30年間、情報通信技術の目覚ましい進歩に支えられ、筆者が深く関わってきた国際通信は飛躍的な発展を遂げた。国際伝送路の容量は、数100倍に増え、通信料金は数10分の1に安くなり、通信品質も格段に向上した。また、海外でのイベントのテレビ中継やニュースを誰もが極く当たり前のよう楽しむのはもとより、インターネットを介して海外のホームページにアクセスするのも日常茶飯事となっている。このような国際通信の飛躍的な発展の担い手が、衛星通信や光ファイバーなどに係わる伝送技術、さらにはデジタル通信技術や信号処理技術である。

ここではこれら通信のグローバル化を支えてきた技術の変遷を駆け足で回顧しつつ、今後の技術動向について触れてみたい。

2. 衛星通信時代

2.1. 国際基幹伝送路

表1 インテルサット衛星の性能

	運用開始年	地上重量	中継器数	容量 (片回線)	寿命
I号	1965年	38 kg	2	480	1.5年
II号	1967年	86 kg	1	480	3年
III号	1968年	146 kg	2	3,000 + 2TV	5年
IV号	1971年	700 kg	12	8,000 + 2TV	7年
IV-A号	1975年	720 kg	20	13,000 + 2TV	7年
V号	1980年	970 kg	27	24,000 + 2TV	7年
V-A号	1985年	1,090 kg	32	30,000 + 2TV	7年
VI号	1989年	4,240 kg	48	48,000 + 3TV	13年
VII号	1994年	3,590 kg	36	36,000 + 3TV	10-15年
VIII号	1997年	3,425kg	36	48,000 + 3TV	18年

我が国の国際衛星通信は、インテルサットと呼ばれる国際組織のもとで1967年に商用サービスが開始された。初期の衛星は、重量も100Kgに満たないもので、中継容量も電話回線500チャンネル程度であった。1970年代に入ると10,000チャンネル以上の中継容量を有する大型の通信衛星が大西洋上、インド洋上及び太平洋上に配備され本格的な衛星通信時代を迎えることになる。表1は、インテルサットがこれまでに打ち上げた衛星の性能を示したものである。V I号衛星に至るまでは急増する国際通信トラフィックを運ぶため、ひたすら衛星の大型化、大容量化が進められてきた。一方、1990年代になると大容量光海底ケーブルの出現により、大陸間を結ぶ国際基幹伝送路の主役の座を光海底ケーブルに譲ることになり、単なる大容量化だけではなく経済性をも追求した衛星が打ち上げられることになる。これら衛星通信の発展は、打ち上げ能力のアップや衛星製造技術の向上等に依るところが大きいだが、同時に地上設備に係わる通信技術の進歩も大きく貢献しており、その進歩に我が国は先導的役割を担っている。

また、衛星通信は、電力および帯域制限の厳しい電波をいかに有効に利用するかがシステム設計のポイントとなっており、衛星通信で培われた技術が他の通信システムで活用されている例も数多く見受けられる。その典型例が、デジタル通信技術である。デジタル衛星通信技術は、複数のユーザーが共通の衛星中継器にアクセスするマルチプルアクセス技術、信号を電波に乗せるための変復調技術、伝送路上の誤りを訂正し雑音に強いシステムを構築するための誤り訂正方式、および音声や画像等のアナログ信号をデジタル化する情報源符号化方式に大別される。アクセス方式としてT D M A (Time Division Multiple Access) をベースとするデジタル衛星通信システムの研究開発をK D D研究所において開始したのは1967年のことである。私事になるが、1967年は筆者が丁度K D Dに入社した年であり、その後23年間、衛星通信のデジタル化に係わる研究開発に従事したことになる。デジタル通信方式は、その後日米欧で積極的に研究開発が進められ、1980年代前半より順次実用化され、今日のデジタル通信全盛時代に至っている。



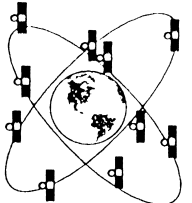
2.2. 衛星を用いた移動通信

大洋上を航行する船舶を対象とした衛星通信システムは1976年に米国において実用化され、その後1982年に国際機関であるインマルサットに引き継がれグローバルなシステムに発展する。初期のシステムは、インテルサットの場合と同様にアナログのF M方式が用いられていたが、1980年代後半に伝送効率の良い誤り訂正技術および音声符号化技術をベースとするデジタル通信方式が適用されるようになり、対象とする移動体も船舶に限らず、陸上移動体や航空機へと拡がっていった。

インマルサットで代表される衛星による移動通信は、赤道上空36,000Kmの静止衛星によって行われていたが、近年低軌道衛星を利用する携帯電話通信システムが注目を集めている。現在、商用に向けてシステム開発が進められている衛星携帯電話システムを表2に取りまとめて示す。このようなパーソナル衛星通信システムの設計のポイントである衛星軌道については、高度1千Km程度の円軌道に多数の衛星を打ち上げる低軌道システム (L E O ; Low Earth Orbit System)と高度1万Km程度の円軌道を使用する中高度軌道システム (M E O ; Medium Earth Orbit System)とがある。

前者すなわちL E Oをベースとして、66個の衛星を極軌道上に打ち上げ、かつ衛星間中継を行うことによって、宇宙空間でグローバルネットワークを構築しようというのがモトローラが中心とな

表2 実用間近のパーソナル衛星通信システム

システム名	IRIDIUM	GLOBALSTAR	ICO
衛星構成			
事業者名	Iridium Inc.	Loral Qualcomm Sat. Services Inc.	ICO Inc.
衛星軌道	低軌道(LEO)	低軌道(LEO)	中軌道(MEO)
衛星高度	765km	1,389km	10,355km
衛星数	66	48	10
軌道面数	6	8	2
多元接続方式	TDMA/TDD	CDMA	TDMA

って推進しているイリジウムシステムのアプローチである。グローバルスターは、LEOではあるが、傾斜角軌道を採用し、高度を約1400Kmとイリジウムに比較すると若干高くすることによって衛星の数を48個にしている。一方、インマルサットおよびその署名当事者が中心のなって商用化を進めているICOシステムは、高度が約1万Kmの傾斜角円軌道上に10個の衛星を配備することによってグローバルネットワークを実現しようとしている。

これらパーソナル衛星通信システムは、開発が順調に進めば1998年秋にも実用化される予定になっている。また、地上セルラーと一体化した携帯電話端末の開発も進められており、地球上のどこにいても通信サービスが受けられる時代が現実のものになるのも間近であろう。もっとも、パーソナル衛星システムは、システム構築のコストや中継容量の点から考えると、地上のセルラーに取って変わるほど強力なシステムではなく、地上セルラーのサービスエリア外で使用されるといった補完的な役割りを担うものといえよう。すなわち、衛星通信の役割り、位置づけを正しく認識しておくことも、衛通信の健全な発展のために重要であろう。

2.3. 衛星通信のその他の応用

衛星通信は、以上述べた基幹伝送路や移動通信以外にも、様々な分野で通信のグローバル化、パーソナル化に役立っている。衛星から直接放送を行う衛星放送、超小型地球局からニュース等の素材情報を発信するSNG(Sattelite News Gathering)、カーナビでお馴染みのGPS(Global Positioning System)など我々の日常生活に深く関わっているサービスが次々に実用化されている。

3. 光海底ケーブルが主役の座に

我が国と米国を結ぶ最初の太平洋横断海底ケーブル（T P C - 1）が開通したのは1964年のことであり、その通信容量はわずか128電話回線であったが、短波通信に頼らざるをえなかった国際通信を画期的に改善した。その後、衛星通信に主役の座を譲るものの1970年代から80年代にかけて衛星通信とともに急増する国際通信を支えてきたのはアナログの同軸海底ケーブルであった。

1989年には、280M b p s の容量を持つ光ファイバーによる第3太平洋海底ケーブル（T P C - 3）を建設し、高品質、大容量の光海底ケーブルの時代に突入した。その後1992年に容量が560M b p s のT P C - 4が、さらに1996年には5 G b p s の伝送容量の備えたT P C - 5が日本米国間に敷設された。これらのシステムはいずれも1970年代よりK D Dで進めてきた光海底ケーブル方式を適用したもので、その方式概要を表3に示す。T P C - 5で用いられているO S - A方式では、光信号を数10Km毎に配置された海中の中継器で電気信号に変換することなく光のまま直接増幅する光増幅方式を採用することによって大容量化、高信頼度化を図っている。さらに、波長多重技術などを適用することによって、中継容量を拡張することが可能であるという利点もある。

T P C - 5は、日米間を南回りと北回りのループ状で結ぶ大容量海底ケーブルシステムで、計画段階ではT P C - 5は当分がらで回線容量の余剰状態が長く続くと見なされていた。しかし、マルチメディア時代に向けて需要が急増し、来年にはケーブル容量が不足するような事態になってきており、容量増加を図るためT P C - 5に波長多重技術が適用されることになっている。

さらに、K D Dでは、1999年3月完成をめざして、日本を一周する光海底ケーブル（J I H ; Japan Information Highway）を現在建設中であるが、このケーブルシステムは、波長多重技術を適用することによって100Gbps（電話換算で120万チャンネル）の容量を備えている。

表3 K D Dが開発した光海底ケーブルシステム

海底ケーブル方式	O S - 2 8 0 M	O S - 5 6 0 M	O S - A
線路速度	280 Mbit/s	560 Mbit/s	5 Gbit/s
容量／ファイバ対	3,780 回線	7,560 回線	60,480 回線
中継器	再生中継器	再生中継器	光直接増幅器
信号波長	1.31 μ m	1.55 μ m	1.55 μ m
中継器間隔	50 ~ 70 km	120 ~ 150 km	30 ~ 100 km
適用システム	T P C - 3	T P C - 4 等	T P C - 5 C N 等
実用開始年度	1 9 8 9 年	1 9 9 2 年	1 9 9 5 年

4. マルチメディア時代に向けて

マルチメディア化、ボーダレス化、パーソナル化に向けてインターネットは急成長を見せている。我が国のインターネット利用者数は昨年末で900万人に達し、サービスプロバイダーは2000社を越えている。また、我が国と海外を結ぶインターネットの回線容量は、1 Gbpsを越えるに至っている。1年数カ月前の1996年秋に日米間においてインターネット回線容量が電話回線の容量を上回ったこと

に驚きを感じたが、今ではその差は、2倍以上に広がっている。一方、わが国と米国以外を直接結ぶインターネット回線は、総て合わせても日米回線の4%弱に過ぎない。この米国中心のネットワーク構成は全世界的傾向であり、今後のマルチメディア時代を支えてゆくであろうインターネットの健全な発展のためには、グローバルベースでバランスのとれたインターネット網を構築してゆくことが重要であり、そのためにもアジアでのインターネットバックボーンの整備を積極的に進めているところである。

インターネットは、従来の回線交換型ネットワークと比較して、利便性、網の拡張性、経済性などの面において非常に優れているが、その一方で、誰でもが自由にアクセスできるため、セキュリティや信頼性などが必ずしも保証されていない。そのため、企業情報通信システムをインターネット上で構築するには問題があるが、IP (Internet Protocol) 技術をベースとし、ファイアウォールや帯域保証機能などを付加することによって、信頼性の高い安全な閉域網、すなわちイントラネットを構築することが可能である。このイントラネットにかかわる新しい技術、新製品が猛烈なスピードで次々に開発されており、今後、情報通信ネットワークはIP技術をベースとしたものになるものと思われる。また、商品の受発注、売買、決済などビジネスから一般消費者活動に至るまで様々な電子商取引 (EC: Electric Commerce) がインターネット、イントラネット上で行われることになろう。

5. おわりに

情報通信に関連した技術の進歩には目を見張るものがある。マルチメディア化、ボーダレス化、パーソナル化は、今後ますます加速されることになろう。技術の進歩のお陰で、一般消費者にとって、生活が豊かになる、便利になる、安くなるということは確かに悪いことではない。しかし、急成長という光の裏には必ず影の部分がある。インターネットの普及の結果として、プライバシーの侵害、教育、社会道徳への悪影響、詐欺や中傷などの犯罪等々が問題になってきている。一般に、光の部分の技術の進歩に較べて影の部分への対応はついつい後回しになりがちである。30年間光の部分の技術を追ってきた筆者にとって最近特に影の部分が非常に気になるところである。影の部分を法律や教育によって蓋をすることが重要であることは言うまでもないが、技術の面からも関係者が一層本気で取り込んで行くことが大切であることを、最後に反省を込めて強調したい。