

# ● 講演

## 会長就任あいさつ

新川 浩

新川 浩：正員 国際電信電話株式会社  
The President's Inaugural Address. By Hiroshi SHINKAWA, Member (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd., Tokyo).  
資料番号：昭 48-87 [講演-1] 昭和 48 年 5 月 12 日の本会通常総会における講演要旨

### 1. はじめに

私は、このたび、会員皆様のご推挙によって、本会の会長に就任することとなりました。まことに身に余る光栄と存じます。

電子通信学会は、1917年に創立以来その半世紀を越える歴史において、絶えまない発展を続け、今や会員数約2万5千を擁し、またその学問的水準においても、わが国のみならず世界的にも最高の権威をもつ学会であります。このたび本会会長に推され、その責任の重大さを考えましたときに、浅学非才の私ごときものにその重責を果たし得るか否かまことに心もとない限りであります。ねがわくば会員各位のご指導ご鞭撻と学会役員および職員のご支援ご協力をお願いいたしまして、本学会発展のために微力の限りをつくす決心でございます。

本学会がその目的として貢献しようとする領域、すなわち、電子工学および電気通信に関する学問、技術ならびに関連事業が社会生活にしめる重要度は日に日に増大の一途をたどっており、今後ますますその傾向を強めるものと考えます。このことは本会の会員層を厚くし、その活動規模の拡がりにつながることを意味することは明らかであり、本会としては、それらの新

しい分野に活躍される会員、また拡大する本会活動の将来を担うであろう若い研究者、技術者ならびに学生に対して魅力ある学会活動を行ない、若い会員の積極的関心を集めるよう組織的な運営が必要になると思われれます。幸いに本学会においては業務運営近代化委員会が設けられ、これらの問題について真剣な検討が行なわれていると聞いております。歴代役員の方々が業務運営の改善に非常なご努力をはられましたことにより、本会は今日のように躍進的發展をとげてまいりました。私もこの伝統に従い、また近代化委員会の成果を生かしまして本会の今後の一層の発展のために努力いたしたいと存じております。

さて、恒例に従いまして、このごあいさつの機会を借りて、電子工学および電気通信に関する技術のうち、私が関係しております国際電気通信技術、特に衛星通信技術の発展経過ならびに将来の問題点についての展望を述べさせていただきます。

### 2. 国際通信技術の発展と通信衛星の利用

国際間の電気通信、特に大洋を横断する大陸間通信の歴史は、1866年大西洋を横断して英米両国間に海底電信ケーブルが完成した時に始まったといえます。その後海底電信ケーブルは、多くの改良を経て世界の

各地に敷設され、無線通信の出現までの間、大洋横断通信の唯一の手段としてきわめて重要な任務をはたしました。長波にはじまった無線通信の利用は、1920年代短波通信の出現によって、それが比較的小規模な設備によって世界各地間の直通回線を設けることができることから、それまでの海底電信ケーブルに代わる新しい伝送手段として利用されるようになり、以後30年余りに亘って国際通信手段の主役としての地位を保ち続けました。

しかしながら、短波無線はその利用し得る周波数帯の制限、電波伝搬の不安定などのため激増する通信需要に対して、質・量の両面からその能力の限度に達しました。技術者のたゆみない努力にもかかわらず他に代わるべき手段を得られず、国際通信の能力は年と共に社会の要求を満たせなくなって参りました。

1950年代における遠距離海底同軸ケーブル方式の出現は多年に亘る研究の成果によって、きわめて優れた品質と高い信頼性をもった多量の大陸間通信を可能とし、国際通信を一変させる改革の端緒を開いたといえます。続いて1960年に入り人工衛星を利用して電波を中継する衛星通信方式が実用化され、驚くべき速さで全世界に普及した結果、今や世界の国際通信の大部分が海底同軸ケーブルまたは通信衛星を通して行なわれるようになりました。わが国においても、現在、全対外回線の約60%を通信衛星に約30%を海底同軸ケーブルに依存しております。

国際通信のための通信衛星システムは、インテルサットによって建設、運営されております。インテルサットは、1964年わが国を含む12か国の署名によって発効した暫定協定によって、ジョイントベンチャとして発足し、1965年最初の商用通信衛星インテルサットIを打上げてから現在までに17個の通信衛星を大西洋、太平洋およびインド洋上に打上げ、ほぼ全世界をカバーする通信衛星システムを完成しております。またその通信能力も現在使用中のインテルサットIV衛星は今後数年間の全世界の需要をまかない得るものであります。

本年2月、従来の暫定協定に代わる恒久協定が発効して、インテルサットは法人格をもった国際共同企業体として再出発することとなりました。

加盟国数は80を越え、参加する地球局も既設のもの約80、計画中のもの約50に達し、インテルサットの通信衛星システムはこれからも大きな発展が予期されております。1975年運用開始を目前に現在のイン

テルサットIV衛星を改良してその能力をほぼ倍増しようとするインテルサットIV-A衛星計画を進め、さらにこれにつづく衛星としてインテルサットV衛星の検討を進めております。また通信方式においても、すでにSPADE方式の商用試験を開始し、さらに、TDMA方式の導入を検討中であります。

このように衛星通信方式における技術の進歩はまことに目覚ましいものでありますが、ここで現在までの進歩の過程をふりかえり、将来への問題点を考えてみたいと思います。

### 3. 衛星通信技術進歩の経過

衛星を利用した国際間の通信実験としては1959年英米間で月の表面で反射した電波を利用して行なわれたものが最初でありましょう。しかし、これは限定された科学的目的のものであって実用性をもったものではありませんでした。人工衛星が打上げられるようになってから、種々の衛星で通信実験に類するものが行なわれましたが、ほとんどが宇宙飛行体と地球との通信が主なる目的であり、地球上の2点間の通信に人工衛星を積極的に利用したものは1960年NASAの打上げたEcho衛星が最初であります。しかしEcho衛星は衆知のように単に電波を反射するだけの受動衛星であって地上から発射された電波の進行方向を変えて地上に戻すに過ぎず、将来の通信衛星のあるべき姿を示したものとはいえません。

#### (a) 能動衛星の開発

この意味において1962年にATTで開発されたTelstar衛星およびNASAで開発されたRelay衛星は、衛星内に中継装置をもつ能動衛星であって、通信衛星の進むべき道を示した本格的実験衛星であったといえましょう。事実これらの衛星によってテレビ中継、多重電話等現在の通信衛星とほぼ同様の通信の可能性を証明しました。

しかし、Telstar衛星、Relay衛星ともいわゆる低高度のランダム軌道衛星であって、2点間で連続して通信を行なうには種々不便があり、また、多くの地球局が同時にこれを利用することも困難であり、そのまま世界通信網の手段として用いるには多くの問題点がありました。

#### (b) 同期衛星の成功

1963年から打上げられたNASAのSyncom衛星は、同年Syncom2の打上げ成功によっていわゆる静止衛星の可能性を証明し、衛星通信の実用化には

っきりした目途を与えました。

#### (c) 多元接続方式の達成

1965年インテルサットによる最初の商用衛星として、打上げられたインテルサットⅠは、本質的にはSyncom衛星の改良形でありましたが、1966年以降打上げられたインテルサットⅡにおいてはトランスポンダの直線性の改良によって、同一のトランスポンダに多数の搬送波を加えた場合の混変調を減少させ、多数の地球局が同時に同じ通信衛星を利用して多くの地点を結ぶ回線を設定するいわゆる多元接続(Multiple access)を可能にすることに初めて成功しました。これは衛星通信方式における画期的進歩の一つであったといえます。

#### (d) デスパンアンテナの採用

1966年NASAの打上げたATS衛星はデスパンアンテナ技術を確立し、それはインテルサットⅢ衛星に採用されました。それまでのスピ安定形衛星から発射される電波は、スピン軸の周囲に様に広がり、地球上で利用し得るものはそのわずかな部分で、きわめて貴重な衛星の電力をむだにしていたのが、デスパン技術の開発によってアンテナの指向性を常に地球に向けて固定することが可能となりました。これによって通信衛星の地球に向けての発射等価電力は著しく増大され通信能力の増大をもたらしました。

#### (e) スポットビームの採用

インテルサットⅢ衛星は、デスパンアンテナを採用しましたが、そのカバレッジは地球全体であり、いわゆるグローバルビームといわれます。大陸間通信においては、そのカバレッジの中に広大な海洋を含んでおり、通信衛星から発射される電波の大部分は無用な海面を照射しているだけでした。衛星により大形のアンテナをとう載してビーム幅を狭くし地球上の必要な点だけに電波を集中するいわゆるスポットビームを使用することができれば同一の電力によってさらに大きな通信能力が得られることは明らかです。しかし、これはアンテナ指向方向をより精密に制御する技術、すなわち精密な姿勢制御技術が必要とします。インテルサットⅣ衛星は、グローバルビームの他に2個のスポットビームを採用し重要地点間の通信能力を増大することに成功しました。

#### (f) 周波数共用規準の確立

現在通信衛星の使用周波数帯として4.6GHz帯のいわゆるマイクロ波帯が主として用いられておりますが、これは衆知のように古くから地上の中継方式に利

用されていたものであり、衛星通信の運用がこれらの中継方式の運用と互いに妨害することなく、両立させることは衛星通信の存在価値にも関係する重要な問題であります。幸いに両方式に関係する技術者のCCIR, WARC等の場における協力によって、双方に多少の制約があるにせよ、その目的を達成できるような規準を確立することができたことは衛星通信方式の発展にとってきわめて重要な成果であったといえます。

## 4. 衛星通信技術のこれからの問題点

### 4.1 静止衛星軌道の有効利用

商用通信衛星システムの発足以来その発展はもっぱら静止衛星を利用して行なわれ、今後も当分はその方向を続けるものと考えられます。しかし静止衛星の軌道は、よく知られているように、赤道の上空高度約36,000kmの円軌道のみであって他にこれを求めることはできません。したがって将来の通信衛星システムの拡大を考えたときに、衛星自体の物理的衝突の可能性は無視し得るものとしても、同じ周波数の電波を使用する場合衛星相互間の電波干渉のために軌道に配置し得る通信衛星の個数には限度があります。したがって、衛星通信に対する需要の増大にそなえて、静止衛星軌道の利用によって提供できる通信能力を総合的に最大にするための技術問題を研究することはきわめて重要であります。もちろん、これは個々の通信衛星の能力の増大および採用すべき通信方式の改良等の問題と密接な関係がありきわめて複雑な問題であります。衛星の配置方法を主として考えますと、つぎのような諸点をあげることができます。

(a) 軌道に配置できる衛星の総数はすくなくとも個々の衛星通信能力をできるだけ大形とすべきか、または逆に小形の衛星を多数配置するようにすべきか。

(b) 同一の衛星に2組以上の周波数帯の中継装置を混載すべきか、または一つの周波数帯ごとに別々の衛星を配置すべきか。

(c) 軌道に同一規格の衛星システムのみを配置すべきか異種のシステムを混ぜて行くべきか。

これらの点について単に数学的な最大値を求めることは可能であっても、実際問題として各種のシステムの使用目的がかならずしも同一ではなく、考慮すべき要素がきわめて多岐にわたっており、簡単に結論を下すことはできません。

また衛星の配置方法以外の問題点として、

#### (d) 逆周波数帯の利用

#### (e) 衛星相互間の直接中継の実施

等があります。前者は現在上り回線に割当てられている周波数帯と下り回線に割当てられている周波数帯とをそれぞれ逆の方向に使用することによって、衛星間隔の縮小または周波数帯の有効利用をもたらすかどうかの問題で、これを利用する地球局の設けられる地域の電波利用状況等にも関係し一般的問題とはいえないと考えられます。衛星間の直接中継については、使用周波数帯の選び方によって大気中の酸素または水蒸気の分子による電波吸収が大きく、その電波通路と地球上との間の相互妨害をさけることができることから、周波数帯の共用が可能であるなどの魅力がありますが、この方式が軌道の有効利用につながるかどうかはなお研究を要します。

### 4.2 通信衛星方式

#### (a) 新周波数帯の利用

1971年の無線通信主管庁会議において、拡大する衛星通信需要をまかなうために、新たに準ミリ波帯およびミリ波帯のいくつかの周波数帯を固定衛星通信用に割当てました。今後これを活用して衛星通信システムの発展をはかることはきわめて重要であります。現時点では、問題はむしろハードウェアの開発の段階といえましようが、これによって後に述べるような種々の新しい方式の実現が容易になるものと思われまます。

#### (b) 変調方式、多元接続方式の改良

現在までの衛星通信方式は概ね周波数変調を用いた周波数分割の多元接続方式 (FM-FDMA) を用いております。通信需要の拡大、参加地球局数の増大に対して、より高能率の運用を行なうためにはデジタル変調を用いた時分割多元接続方式 (PCM-TDMA) への移行が望まれております。地上システムとのインタフェースの問題等が解決されれば将来この方向に進むことは確実といえましよう。多元接続方式としては上記のものとして別に空間分割のもの (SDMA) が考えられますが、これはつぎに述べる周波数再使用の問題と関連して考えるべきものであります。

#### (c) 周波数の再使用

同一の衛星の中で二つ以上の地球局に対して同じ周波数の電波を混信なく使うことができれば、通信能力を著しく増大できることは明らかです。これを實現させる最も積極的な手段は、衛星上に多数の尖鋭な指向性をもったスポットビームアンテナを設けて空間分割多元接続 (SDMA) を行なうことでもあります。この場

合のアンテナは、隣接するビームの間の干渉をなくすためにサイドローブのすくない優れた指向性のものを必要とします。さらに電波の偏波面の直交性による弁別を活用することにより、周波数の再使用はさらに有効なものになると考えられます。

#### (d) 衛星内における信号の交換および処理

今までの通信衛星においては受信された信号はあらかじめ定められた経路を経て増幅、周波数変換されて送信されるだけでありましたが、上に述べたように新しい周波数帯が利用され、また PCM-TDMA および SDMA 等の新しい通信方式が採用されますと、衛星の中で信号の交換および処理等の高度の動作を行なうことが望まれます。これにはきわめて信頼性の高い各種のスイッチおよび回路網等の開発を必要といたします。

### 4.3 地球局および各種の地上設備

インテルサットシステムにおいては、地球局の性能に関して標準地球局特性を定めて参加各局はその強制条項を満足することが要求されております。将来における衛星通信システムの進歩ならびに地球局設備自体に関する技術の進歩によって、性能向上、設備および運用の簡素化が進むものと思われまます。

#### (a) 固定反射鏡と可動給電方式

地球局設備のうち最も特異な存在であるアンテナについては、衛星からの電波の地表面における電力束密度に限度を定められている現状において極端な簡素化は考えられませんが、軌道上の衛星の位置に大きな変動のおこることは考えられなくなってくるので、地球局において反射鏡を固定し、給電装置の調節によって衛星を追尾する簡単なアンテナの開発が進められております。

#### (b) 非冷却低雑音増幅器

現在の地球局において受信システムの雑音レベルを低下させるため、ヘリウムガス冷却のパラメトリック増幅器が広く用いられていますが、これが地球局の建設および保守を面倒にしております。最近における非冷却低雑音増幅技術の進展はこの問題の解決に明るい見通しを与えてくれます。

#### (c) エコーキャンセラ

静止衛星を利用する現在の衛星通信においては長い伝搬距離からくる信号の遅れは宿命的な欠点といえましよう。片方向伝送の場合は別として、両方向のリアルタイム伝送を必要とする電話の場合には、衛星による2中継以上の回線は商用に適さないものとされてお

ります。しかし、室内実験の結果によると、信号の遅れによる通話の困難さは遅れの長さそのものよりも、むしろエコーの強弱によって左右されることを示しております。現用のエコーサプレッサはエコーを抑圧すると同時に他の信号にも減衰を与えるためにエコーの抑圧にも限度がありますが、エコー信号のみを有効に打ち消すことのできるエコーキャンセラが開発されつつあり、この完成の暁には衛星通信における信号の遅れの影響を相当程度軽減できるものと考えます。

#### (d) DSI (Digital Speech Interpolation)

高価な長距離伝送路をより有効に活用するために海底同軸ケーブルシステムでは TASI (Time Assignment Speech Interpolation) が広く用いられており、その改良形の TASI-B 方式は海底ケーブル回線と衛星回線の相互補完の目的にも利用可能であります。衛星通信システムが将来デジタル化した場合には同様の機能をはるかに簡単な方法で行なうことができるので、このために各国で種々の DSI 方式の開発が進められております。将来国際的に統一された規準によって、これが実用されれば衛星通信の能力はさらに倍増することができるものと期待されます。

#### 4.4 通信衛星本体

打上げ機構を含む人工衛星本体の改良は、宇宙開発に関する研究の主流としてきわめて広い分野にわたって強力に進められており、いまその全てについて述べることはもちろん不可能であります。ここでは、これまで述べてきたような衛星通信システムの発展を可能にするために、特に通信衛星本体に要望される技術の二、三についてふれてみたいと思います。

##### (a) 一次および二次電源

衛星通信システムの能力増大に対して、通信衛星が供給できる電力の増大は不可欠の要素であります。一次電源方式としては今後当分は太陽電池が引続いて用いられるものと思いますが、その出力の増大に対して今後その能率向上と重量軽減が望まれます。このためには、打上げの後宇宙空間で展開し、その表面を常に太陽に向けるよう制御されるシステム、軽量の薄膜太陽電池アレイの開発が進められております。

静止衛星軌道の通信衛星は必然的に1年に2期の日食期間が存在し、その間太陽電池の出力は中断されます。通信サービスを維持するために、その間の電力を供給する二次電源を必要とするわけであり、従来の通信衛星では、二次電源としてニッケルカドミウム電池が用いられておりますが、その重量は全動システ

ムの重量の約半分をしめております。より高いエネルギー密度をもつ二次電源の実現を目ざして、三電極 Ni-Cd 電池、リチウム電極電池、充電可能な燃料電池等の開発が進められております。

##### (b) 姿勢制御

尖鋭なスポットビームアンテナを利用する新しい通信方式、通信衛星相互間の直接中継等を可能にするには、アンテナのプラットフォームとしての通信衛星により精密な姿勢制御が要求されます。そのためには従来の光学的センサの改良とともに地球上から発射されるビーコン電波による制御方式等が実用化されつつあります。また衛星の大形化に伴って従来主として用いられたスピン安定方式から3軸ガスジェットによるアクティブな制御方式への移行等も必要であると考えられております。

#### 4.5 非静止衛星軌道の利用

インテルサットをはじめソ連を除くすべての国で実用または計画中の通信衛星は静止衛星であり、ソ連はその領土が静止衛星に不向きな高緯度地域に亘っていることから、自国領土を効果的にカバーする傾斜長だ円軌道のモルニヤ衛星を実用していることは衆知のとおりであります。静止衛星軌道がいずれは満員となるであろうこと、静止衛星による通信では信号の伝達時間を短縮することができないこと、また最初に述べた実験衛星 Relay, Telstar 等の傾斜軌道の低高度衛星を用いて、現在の静止衛星では直接連絡することのできない遠距離の通信を行なうことができたこと等を思いますと、将来静止衛星軌道以外の軌道を利用した衛星通信システムの出現を否定することはできないと信じます。この場合通信衛星自体のもつべき性能、採用すべき通信方式および地球局の設備などすべてに亘って全く異なった問題を投げかけるものと考えます。

## 5. おわりに

以上国際間の通信を主体とした衛星通信システムに関する技術的諸問題について述べました。

今後衛星通信方式は、国際間のみでなく国内通信の分野でも利用されることと思います。今までの努力によって完成されてきた関連技術をさらに発展させ、また新しい使命に対応する新しい問題を解決していくことによって衛星通信の利用分野はますます発展の途をたどるものと信じております。

終わりに重ねて会員の皆様のご協力をお願いしまして私のごあいさつを終わります。