

商業衛星の現状と今後の計画

Commercial Satellite Status and Future Plan

三 浦 秀 一*

Shuichi Miura

1. 国際通信衛星の現状

宇宙通信の有用性、即時性、機動性、広域性が、湾岸戦争において、一般国民が意識するしないにかかわらず、功罪取りまぜて明確に示された。この状況は、連合赤軍浅間山荘事件のTV放送に於いて、画像情報の国民に与えた影響と同じ事情と考えられる。個々人が知りたい情報が、音声、文字、画像を取りまぜて、ほぼリアルタイムに、茶の間のテレビに、何の苦痛も伴うことなく、コストを意識することもなく入ってくる時代が到来している。このような状況は、どのような商用宇宙通信システムにより可能となっているかを紹介してみよう。

宇宙通信システムは、大きくわけて二つの部分から成立している。一つは宇宙通信を仲立ちする宇宙局、即ち宇宙にある通信衛星であり、一つはこの人工衛星に通信すべき情報を乗せた電波を送り、もしくは、通信衛星から送られた電波を受信する地上の無線局、即ち地球局である。

我々が、米国ともヨーロッパとも、アジア諸国とも、ダイヤル即時で、仕事に、レジャーに自由に電話が出来るのは、多くの場合、宇宙通信によっている。

多数の人の電話の音声信号は、地上の電話線、交換機及び地上の電波回線網等を通じて地球局に集められ、通信衛星に送信される。通信衛星に搭載された中継器は、この電波を増幅して、相手先に応じて音声信号を世界各地の地球局に送信する。通信衛星から地球局に送られた音声信号は、目的地の地球局で受信され、地上回線網、交換機等を通じて、電話線によって相手方につながる。原理は同じであるが、通信内容によって、電波に乗せられる信号は、ファクシミリ信号であったり、企業間のデータ伝送であったり、特派員報告で

あったりする。又この信号が、テレビ画像である場合は、湾岸戦争の一場面であったり、パリコレクションの発表会場からのテレビ中継であったりする。そこにあるのは、送られる信号の複雑さのちがいのみである。電話の音声の場合は、一秒間に3000個程度の情報を送れば良いのに対し、テレビ画像ではその1000倍以上が必要である。これに応じて、地球局のアンテナを直径1m程度の小さなものにしたたり、テレビ画像を何チャンネルも送るためには、直径20m近いアンテナを用意する必要もある。

我々が現在、国際通信に使用している通信衛星は、インテルサットVI号と言い、国際的な衛星通信組織インテルサットにより運用されている。この衛星には、Cバンドと呼ばれる4000MHz 附近の周波数を使用する電波中継器が予備を含めて57系統が搭載され、36系統が使用されている。又Kuバンドと呼ばれる11000MHz の周波数帯で20系統が搭載され、10系統が使用されている。これらにより、電話36000回線とテレビ番組2チャンネルが伝送できるよう作られている。このような衛星が、地球の自転周期と同じ周期で赤道上空約36000Km で地球を回っているため、地球上から見ると一点に静止して見えるため静止衛星と呼ばれている。このような衛星が太平洋上、大西洋上、インド洋上等に配置され、全世界から通信が可能となっている。又ヨーロッパ、アメリカ等で通信の量が非常に多い地域に対しては、地上で受かる電波が強くなって、多量の通信が出来るように、衛星からの電波が、一定地域に集中するよう衛星に搭載されるアンテナを工夫した、スポットビームという技術が取り入れられ衛星の能力を高めている。人工衛星は高真空、無重力宇宙空間にあるため、空気の対流による熱の分散が出来ない。したがって、太陽に当たる面と、日陰の面では、そのままでは何百度にも及ぶ温度差が出来てしまう。この状態では、ICを始めとする電子部品が故障するため、電子機器が良好に動作する温度範囲、即ち0℃～

* 宇宙開発事業団 人工衛星開発本部通信放送衛星グループ
総括開発部長

〒105 東京都港区浜松町2-4-1

20°C程度に機器の温度を保つため、断熱材、熱放射材、ヒーター、熱分散用ヒートパイプ等が使われ、地上からの衛星状態のモニター及び制御と合わせて、この温度範囲を保つように常に管理されている。又衛星のアンテナが常に地上の定められた点に対して、0.02度程度のふらつき以内で方向を保つよう制御されているほか、中継器などを動作させるための2KW程度の電力が得られるよう太陽電池アレイが取付けられている。又衛星の位置がずれると、通信が不能となったり、他の衛星と干渉を生ずるため、地球から見て、衛星の方向が、0.1度以上動かないよう、地上からの指令により、小型ロケットを時々動作させて位置の修正を行っている。この衛星の重量は寿命初期で、約2.3tonあり、ヨーロッパのアリアンロケット、米国のタイタンロケットによって打上げられている。

2. 移動体通信衛星の現状及び衛星間通信衛星

我々の生活に、さらに影響を及ぼす宇宙通信技術として、移動体通信がある。今までは、国際線を飛行する航空機との電話は不可能であったが、どこでも、誰でも、誰でも、いつでも通信が出来るという通信の命題に答えるべく、航空機とも電話が出来る宇宙通信システムが活動を開始しつつある。これは船舶などを対象として海事衛星通信サービスの運用を行う国際機関として発足したインマルサットが、サービス対象を航空機に広げる事によって可能となったものである。移動体通信では、船舶、航空機等に搭載するアンテナが大型に出来ないことから、人工衛星のアンテナ及び中継器の能力の方を、大幅に向上する必要がある。又使用できる回線数も少数となる。現在使用されているマレックスという専用衛星では、伝送可能な回線数は46音声回線である。又その能力をさらに向上させたインマルサット衛星では、陸上から船舶等に対しては125回線、船舶から陸上へは250回線が伝送可能である。

固定地点間の通信については、宇宙通信システム以外にも、海底ケーブルがあり、光通信技術の進捗とともに、海底光ケーブルによる通信が発達してきており、経済性、修理可能性等から、国際通信の立場からは、宇宙通信システムの独壇場としての役割りはくずれつつある。しかしながら移動体通信については、ケーブルを使用することが出来ないことから、宇宙通信がさらに脚光を浴びることとなり、インマルサット以外にも、米国、カナダ、ヨーロッパ等で新しい衛星システムが誕生しつつある。さらに人工衛星による地球観測

の広がりにつれて、地球観測衛星からの取得データを中継して、一点の地球局からでは見えないためデータ伝送の出来ない地点での取得データをリアルタイムに収集するための衛星間通信衛星が脚光を浴びている。我が国も米国、ヨーロッパに伍して、技術試験衛星VI型及び通信放送技術衛星(COMETs)でこの技術開発を目ざしている。この二つの衛星では、衛星間通信のほか、各種周波数帯での移動体通信の技術開発も行っており、将来の衛星通信システムの基盤となる技術蓄積が得られる予定である。

3. 地域衛星システム

これまで、主として国際的な宇宙通信システムについて紹介してきたが、同じ技術は複数国にまたがる地域通信あるいは一国内の通信においては、さらに効率的な利用が行われている。即ち、衛星からの電波を、ある地域もしくはある国、さらにある国の一部地域にしぼる事によって、より強い電波を送ることが出来る、より簡易な地球局設備で宇宙通信が可能となる。このような例として、我が国の通信衛星CS、民間の衛星JCSAT、スーパーバード等がある。このような衛星を利用することによって、多数のテレビ番組を国内各地のCATV局に送り、受信者はケーブル局に加入することによって、一気に何十チャンネルもの新たなテレビ番組を見たり、多数の音楽放送チャンネルを聞くことが出来る。又小型のアンテナによる企業内データ伝送やTV会議等も可能となっている。ヨーロッパにおいては、一例として、16チャンネルのテレビ番組の伝送が可能な衛星が打上げられており、付随する音声も複数国語が選べることから、ヨーロッパ中の人が、この衛星の小型受信装置を使用して、自国語で多数のテレビ番組を楽しむことが可能となっている。アジアにおいても、多くの島から成り、地上通信回線網の構築が困難なインドネシアでは、独自の通信衛星を打上げて、自国の通信網を構築すると同時に、まだ衛星を所有していない近隣国に、この衛星の中継器の一部を貸し出すサービスを行っている。このような例は、北米大陸、南米大陸、ヨーロッパ、中近東にも多数あり、それぞれの国、地域の通信の中核になっている。

4. 放送衛星システム

放送衛星は、通信衛星の出力を一段と強力にし、小型の家庭用のアンテナでテレビ画像、音楽放送等を受信出来るようにしたものであり、大出力の通信衛星に

よる番組分配との差がなくなってきている。

5. 人工衛星の開発と今後の技術開発

人工衛星の開発は、衛星がロケットにより打上げられた後は、人が手をふれることが出来ず、故障しても修理が出来ないことから特殊な技術が必要となる。又宇宙空間が、高真空、無重力、強力な紫外線、放射線等の環境にあることから、特別な対策が必要である。又打上後軌道上では無重力で力は働かないが、ロケットによる打上げ段階では、10Gにも及ぶ加速度、140デシベル以上にもなる大音響、広い周波数帯におよぶ強大な振動等に耐えることが必要となる。さらにロケットの打上げ能力の中で、衛星としての最大限の能力の発揮を求められることから、あらゆる部品、材料に対して徹底した軽薄短小化が求められる。これらの特殊な技術を使った上、7年～10年程度、一切人の手を触れることなく故障せずに動作することが要求されるため、その開発には、一点の無理、無駄、あやまちがあってもならない。しかしながら、人間の作業において、設計、製作、試験、運用の各段階で、何十万点にも及ぶ部品にかかわる作業で、これらの欠陥をなくす事は誠に困難である。民生機器では製品が何百万個も製作され、売り出され使用されてから発見された欠陥も修理され、新製品では正が行われるサイクルが得られ、作業の自動化、機械化により人為的ミスが除去され、部品、材料、回路等の見直しも不断に行われ、新しい試験方法による欠陥の事前発見等も製品が枯れるにしたがって可能となってくる。しかし、一個ないし多くて10個程度しか製造されない人工衛星では、このようなフィードバックは不可能に近い。このため厳密な設計、解析、試験モデルによる確認、予備系をそなえた回路構成、徹底した試験、訓練された作業員による作業、検査員による二重チェック等が行われるが、宇宙空間では、人類の知見を越えた事象が起り得るほか、複合的な原因による故障、偶発的に生ずる故障、放射線による故障等も発生している。このため学問だけではなく、経験主義的な手法が最も安全な手法となっている。一方より高度な宇宙通信サービス、より経済的な宇宙技術の観点からは、新たな技術開発が常に求められている。この矛盾を、一個一個の衛星の成功と失敗の歴史の中から、解決し続けているのが宇宙開発である。この点で、最も進歩しているのが米国である。米国は、科学衛星、軍事衛星、技術衛星、インテルサット衛星、民間通信衛星等で多くの技術開発、経験の蓄

積を行ってきている。これらの中で、放射線に強いIC、ヒートパイプによる熱制御、展開式大型アンテナ、軽量ハネカムコア材、ニッケル水素電池、チタンの加工、カプトンを使用した熱制御材、太陽光は反射し内部の熱は放射する表面材料、高効率太陽電池セル、二液式アポジモータ等新技術の宇宙実験を行っており、他国を引きはなしてしている。又衛星全体としての設計技術に於いても豊富な経験を有している。これに対抗して、ヨーロッパでは、EC諸国が協力、競争して米国技術に追いつき、追い越そうとしており、旧植民地国も含めた、多数の衛星の需要に基づいて、衛星開発の実績で米国に近づきつつある。これに対し、我国は、技術ポテンシャルは充分あるが、需要が国内にほぼ限られていた事から、衛星開発の機数が少なく、前述のように経験主義も求められる衛星開発においては、国際競争力のある産業としては非常に困難な状況にある。日米交渉によって、商用衛星のオープンな調達を行うこととなった日本としては、ヨーロッパ等他の国とも手を組み、孤立して外国の圧力を受けることのない体質を作り、経験を積み重ねて行くことが考えられる。人工衛星は修理が出来ないことから、リスクを伴っている。技術の進歩により、このリスクを回避する事は必要であるが、万全ではない。一つのシステムに対して、なるべく安価に、多数の衛星を配置することも必要である。インテルサットはこの方式を取っている。NHKが、BS-2X、BS-3Hを計画したのもこの道と言えよう。又衛星を標準化、シリーズ化することによって、コスト低減、信頼性の向上をはかる事が出来る。米国及びヨーロッパの衛星もこの方式を取っており、我国もこの方式を取りたいが、衛星の数が少なく、実績の積み重ねの点で不足しているのが実状と考えられる。しかし、衛星搭載機器については、中継器、アンテナ、太陽電池等輸出も含めて実績を重ねつつある機器も増えてきている。

6. おわりに

宇宙技術開発では、成功の陰に失敗が忍びより、失敗の中から成功への道すじが示されてきた。失敗をおそれない技術開発とリスク管理を行った経営の両輪が必要である。

一個の衛星の打上げに、どれだけ多くの関係者が、ロケットの発射とともに成功を祈り、不具合に涙したかを振り返ると、宇宙開発こそ人類のロマンとも言える。無私の心でロマンを求め、冷徹な自然科学の法則

により判決が下る瞬間でもある。宇宙は夢の実現であると同時に、人智の足りなさに対する神による試練の場でもある。誠に宇宙開発は、男(女性も)の仕事場であり、遊び場であり、時によっては死に場所である。

宇宙通信システムについて紹介させて頂いたが、商業宇宙通信の現代のような隆盛を誰が20年前に予期したかと考えると、先人の叡智と勇気、汗と涙に心から拍手を送りたい。

後援行事ごあんない

「地球環境産業技術動向調査報告会」

“—地球環境関連技術開発のシーズ発掘のために—”

〔趣 旨〕 平成2年7月に設立されたRITEが、NEDOの委託を受けて実施した事業のうち、学会の協力を得て実施した平成2年度地球環境産業技術動向調査の成果を、地球環境問題に取り組む研究者、技術者をはじめ広く関係者の方々に報告するものです。(京都と福岡で開催)

〔主 催〕 地球環境産業技術研究機構 (RITE) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

〔後 援〕 近畿通産局 (福岡では九州通産局)、化学工学会、日本化学会、エネルギー・資源学会、関西経済連合会 (京都のみ)

〔日 時・場 所・定 員〕

・京都…平成3年9月26日 (木) 13:00~17:30

京都リサーチパーク サイエンスホール
(京都市下京区中堂寺南町17)

200名

・福岡…平成3年10月14日 (月) 13:00~16:50

福岡銀行本店講堂 (10F)
(福岡市中央区天神2-13-1)

200名

〔参加費〕 無料 (但し、資料代5,000円)

〔報告内容〕

9月26日(木) 京都

- | | | |
|---|------------|---------|
| 1. 「CO ₂ 排出量をベースとした既存の産業技術の評価」…………… | 東京大学 | 鈴木 基之教授 |
| 2. 「CO ₂ 問題の対策技術に関する評価手法」…………… | 京都大学 | 岡崎 守男教授 |
| 3. 「地球環境問題に対するCO ₂ の低減と有効利用技術」…………… | 大阪大学 | 東稔 節治教授 |
| 4. 「電気化学・光化学的なCO ₂ 低減策」…………… | 大阪大学 | 米山 宏教授 |
| 5. 「バイオ的方法によるCO ₂ 低減」…………… | 岡崎国立共同研究機構 | 田中 晃二教授 |
| 6. 「触媒化学的なCO ₂ 低減策およびCO ₂ 低減策のまとめ」…………… | 京都大学 | 乾 智行教授 |
| 7. 「自然エネルギーによるCO ₂ グローバルリサイクルシステムの可能性調査」…………… | 大阪工業技術試験所 | 佐野 寛部長 |

10月14日(月) 福岡

- | | | |
|--|-----------|---------|
| 1. 「CO ₂ 排出量をベースとした既存の産業技術の評価手法」…………… | 東京大学 | 迫田 章義教授 |
| 2. 「CO ₂ 問題の対策技術に関する評価手法」…………… | 神戸大学 | 中西 英二教授 |
| 3. 「地球環境関連研究の動向(化学工学的視点)」…………… | 九州大学 | 若林 勝彦教授 |
| 4. 「触媒化学的なCO ₂ 低減策」…………… | 九州大学 | 荒井 弘通教授 |
| 5. 「電気化学、光化学的なCO ₂ 低減策」…………… | 東京大学 | 藤嶋 昭教授 |
| 6. 「バイオ的方法によるCO ₂ 低減策」…………… | 熊本大学 | 谷口 功教授 |
| 7. 「自然エネルギーによるCO ₂ グローバルリサイクルシステムの可能性調査」…………… | 大阪工業技術試験所 | 佐野 寛部長 |

問い合わせ先

・財団法人 地球環境産業技術研究機構 担当:企画調査部 小林,大江

〒600 京都市下京区塩小路通烏丸西入 TEL 075-361-3611 FAX 075-361-5607

・九州通商産業局商工部公害保安課 担当:古賀

TEL 092-431-1301