

昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと —東京オリンピックからCS開発計画の誕生まで—

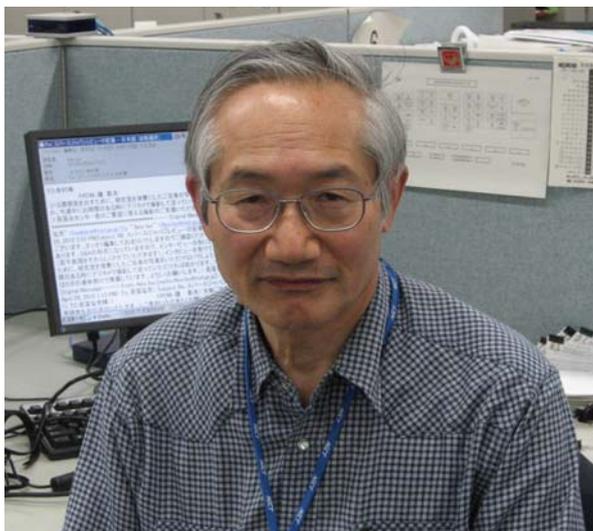
磯 彰夫

情報通信研究機構

昭和52年(1977年)12月15日にMDAC(現在ボーイング)製ソー・デルタ2914ロケットよりNASAケープケネディ宇宙センターからCSの打ち上げが成功し、9日後のクリスマスイブ12月24日の早朝に赤道上空東経135度(東経135度(GMT+9:00)の時刻が日本の標準時)の位置に実験用中容量静止衛星開発(CS)さくらが誕生しました。当時の電信電話公社でCSの開発にたずさわった磯彰夫さんにお話を伺いました。

SJRインタビューア: 今年がCS誕生33周年目となりますが、CSの開発にたずさわったご経験についてお話いただけますか。

磯氏: 今は遠くなりました昭和時代のCSの開発について、電電公社研究所勤務時における通信衛星搭載用30/20 GHz 中継器の研究開発(昭和42年から昭和48年)や宇宙開発事業団(NASDA、現在のJAXA)出向勤務期間中(昭和49年から昭和53年)における郵政省電波管理局および電波研究所(RRL)、電電公社技術局や横須賀電気通信研究所、三菱電機、日本電気、三菱商事パロアルトオフィス、米国フィルコ・フォード(現在のSS/L)等の日米の産官関係者が



▲ 磯 彰夫氏

- (1) 国内およびパロアルトにおける衛星搭載通信機器と衛星本体のインターフェース規格策定、設計、適合試験さらに衛星へのインテグレーション確認試験
- (2) パロアルトにおける通信衛星システム設計と確認試験
- (3) 筑波宇宙センターを中心にNASDA勝浦と沖縄の追跡管制所、またNASA STDN局支援のもとで実施された通信衛星静止軌道獲得計画と追跡管制オペレーション
- (4) RRL鹿島支所(現在のNICT)と電電公社横須賀電気通信研究所野比衛星通信実験所の協力による地球局の衛星CS経由の軌道上初期衛星通信機能確認試験など

において協働した通信衛星の開発現場での担当経験から学び、記憶に残る出来事を中心に述べたいと思います。

それでは初めに、CS計画の背景となる当時の衛星通信の状況についてお話いただけますか。

磯氏: 郵政省、電電公社、日本放送協会、国際電信電話株式会社から構成された産・官連携の4者協議会活動は昭和39年に開催された東京オリンピック競技模様の通信衛星経由、世界に向けたTV中継サービスの成功に大きな寄与をしたものと考えております。また、衛星通信設備の製造、建設工事を担当した産業界は

- (1) 衛星通信サービスエリア内に各ユーザーが地球局を設置すれば、各ユーザー地球局はそれぞれ相

互にいつでもどこでも通信できる特長を生かした、離島等の過疎地域における可搬局通信サービスや海洋域や空域、また宇宙空間における移動局通信サービス

- (2) 非常災害発生時に衛星通信装置をコンテナに収納し輸送後、被災地現地においてアンテナと装置を短時間に容易に組み立て展開できる簡易可搬局の設置により、災害被災地上回線を代替できる臨時回線通信サービス
- (3) 一斉同報機能・中継交換等の完全メッシュネットワーク機能を生かした通信・放送サービス

等の衛星通信サービスの特長を生かした世界における衛星通信産業の将来の発展を予見した時期と考えます。

そして、郵政省や通信放送事業者は静止軌道位置・周波数と通信放送サービスエリアとが密接に関係することから、衛星軌道と周波数の国益確保のために、アジアやオセアニア太平洋地域における各国主官庁や通信放送事業者との協調と連携及びCCIR(現ITU-R)標準規格化等、電波行政と通信放送事業に関する国際化の進展の必然性を認識した時期と理解しております。

他方、衛星軌道と周波数に関する新たな国益に対して、世界各国の関係機関から理解を得るため、通信放送サービス事業普及促進に必要な新たな衛星軌道と周波数資源の開拓を目的とする通信放送衛星研究開発を進め、国内に衛星通信放送事業化を進める機運が芽生えた時代と記憶しております。

東京オリンピック以降、CS計画以前の通信衛星計画はどのようなものだったのでしょうか？

磯氏：4社協議会を中心に次期通信衛星計画「6/4、14/12、30/20、35/32 GHzの4周波数帯の実験通信衛星(ECS)」の検討が進められました。改めて、良く知られた周波数1GHzから350GHzにおける大気吸収損失を図1に示します。(Recommendation ITU-R P.676-7, Attenuation by Atmospheric Gases (Question ITU-R 201/3) 参照)

6/4 GHz帯が0.01dB/km、14/12 GHz帯が2 dB/km、20 GHz帯が1 dB/km、22 GHz帯が2 dB/km、30 GHz帯が1dB/km、32/35 GHz帯が0.15 dB/km、60 GHz帯が15dB/km、120 GHz帯が2 dB/km、190 GHz帯が20 dB/km、320 GHz帯が30 dB/kmを示しております。

静止衛星と地球局との距離は35,786 kmですから、大気吸収損失は衛星回線損失に自由空間損失と共に大きく影響します。また、受信性能の劣化に与える影響も無視できません。他方、屋内の閉じられた空間における2地点間の大気吸収損失と自由空間損失は屋外の広い空間に比べて小さな値となります。

6/4 GHz帯は固定マイクロ波回線として安定品質の電話サービスを提供しており、14/12 GHz帯は11 GHz、15 GHz帯の短距離無線回線サービスがすでに行われていましたので、後発の6/4 GHz帯及び14/12 GHz帯衛星通信回線は固定マイクロ波回線と共存するための地球局の置局設計検討が必要となりました。

宇宙通信用実験RRL局が茨城県鹿嶋市に、東京オリンピック中継のためのインテルサット地球局が茨城

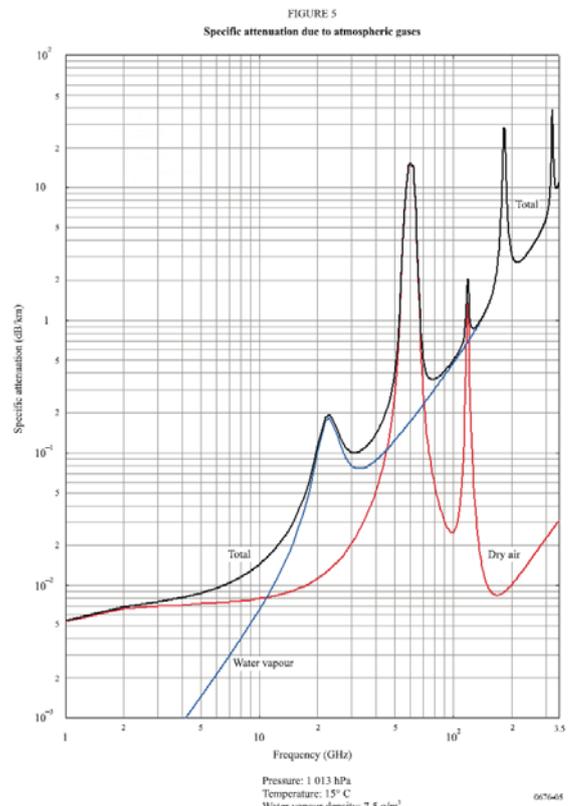


図1 電波の大気吸収損失

県日立市十王町に設置されたことやその後のインテルサット地球局や電電公社横須賀電気通信研究所の野比衛星通信実験所、通信放送衛星機構君津衛星管制センターが北や西の方向が山や小高い丘に囲まれ、太平洋に面して南東から南西方向にかけてわずかに開けた地点に立地している点から理解できます。

30/20GHz帯衛星通信は電電公社が主体となり研究を進めました。6/4GHz帯及び14/12GHz帯の衛星通信事業化は30/20GHz帯衛星通信研究開発成果から得られる宇宙実証技術と固定無線回線の無人化と自動化の運用実績から得られる部品や装置等のシステム高信頼化・保守運用技術の総合的研究開発成果を生かすことにより、実現可能であるという当時の衛星通信事業化検討の結果、30/20GHz帯衛星通信研究開発に集中投資したものと思います。

また、より周波数が高く未開拓分野の35/32GHz帯衛星通信研究開発はRRLが主体となり研究を行いました。14/12GHz帯は国際電信電話株式会社研究所が中心となり研究を進めました。

30/20 GHzより高い周波数帯についてはいかがですか。

磯氏: 22GHz帯は加入者無線システムとしてすでに事業化されております。60GHz帯は宇宙空間では大気損失の影響を受けないので、シングルホップ・グローバル衛星通信を実現するためMilsar衛星間通信周波数帯として用いられています。(Donald H. Martin, Communications Satellite, Aerospace Corporation (2000)参照)

さらに60GHz帯は大気吸収損失と自由空間損失が他の周波数として大きい特長を利用し、IEEE802.15.3c WPAN標準規格が2009年10月に策定されるとともにIEEE802.11 ad WLAN標準規格策定が鋭意行われており、屋内における大型薄型壁掛けTV、PCや携帯電話等携帯端末の周辺機器へのレイアウトフリー・スーパーブロード・ネットワークセントリックサービスの普及促進活動が進められています。

将来、120GHz帯、190GHz帯、320GHz帯(テラヘルツ帯)の周波数帯は宇宙空間において大気吸収損失や降雨減衰の影響を受けることがないので、通信及び観測衛星間超高速中継通信周波数帯及び大気吸収損失と自由空間損失の影響が軽微な屋内や周辺における小電力無線通信周波数帯として有力な候補と思われる。

シングルホップ・グローバル衛星間通信は、衛星軌道位置間隔が20度以下であれば、通信回線設定に必要なラウンドトリップタイム遅延時間は $250\text{ms} \times 2 + 50\text{ms} \times 2 = 600\text{ms}$ でダブルホップ・ラウンドトリップタイム遅延時間 $250\text{ms} \times 4 = 1\text{sec}$ に比して小さく、地球局相互の回線設定時間を短くでき、サービスエリアが地球規模に拡大できます。例えば、通信・放送・観測静止衛星間中継グローバル衛星システムは経済水域を含む国土面積が世界5位の日本全土と周辺各国や太平洋やインド洋において、非常災害監視や災害発生時の救援活動のための1年365日24時間常時通信・放送・観測サービスの国際貢献に寄与できるものと確信しております。

また、100GHzを超える小電力無線通信は次世代のIEEE802. WPANおよびWLAN標準規格化候補として、デジタル家電TV、PC及び携帯電話器等の周辺機器レイアウト・フリー高品位映像や超高速データサービスのより一層の拡充に大きな役割を果たすことが期待されます。そして、農林水産1次産業や生産加工2次産業及び流通消費3次産業における総合的な労働生産性向上産業の創出に貢献することが望まれます。

ありがとうございました。次回はCS開発計画の誕生についてお伺いいたします。■