

第2話 国内通信・放送衛星搭載機器開発関係 その1

本誌特別編集顧問

北爪 進



次 に日本の通信、放送衛星CS、BS、ECS、ETS、NSTARなど日本国内向け通信・放送衛星開発を担当して経験したことを想起しながら出来事と感想を述べます。

1969年10月に宇宙開発事業団が発足し漸く日本独自の宇宙開発プロジェクトがスタートし国産技術の開発への道が開かれ、宇宙開発プロジェクトへの参画の機会が到来しました。そして実験・実用通信衛星シリーズCS、CS-2、CS-3、実験・実用放送衛星シリーズBS、BS-2、BS-3と実用気象衛星GMSの開発、俗に実用衛星“BCG Project”と呼ばれた実用衛星開発プロジェクトと実験用通信衛星ECS、ETSシリーズの開発が始まりました。そこで、それまでに携わったINTELSAT-IV号通信衛星の開発やINTELSAT R&D Projectの開発で習得した技術をもとに国産通信・放送衛星への搭載用通信・放送機器の開発の推進に寄与する道を探りました。その結果、通信衛星CS、CS-2、CS-3やECS、ETSシリーズ用衛星搭載通信機器の開発、更にBS-3放送衛星の開発、特に放送衛星搭載機器の全国産化に貢献することが出来ました。まずはその時経験したことを回顧し順次記述します。

1. 実用通信衛星CSシリーズの開発時のこと

まずは実験通信衛星としてCS(Communications Satellite)の開発が実用通信衛星に先がけ実施されました。引き続き実用通信衛星CS-2、CS-3と継続的に国家Projectとして開発が進められました。これらの衛星BusはPhilco Ford、その後のSSL (Space Systems Loral)、現在SSL/MDA社が担当しました。一方ミッション系の搭載通信機器についてそれぞれEMは電信電話公社(その後NTT)のもと、FMは宇宙開発事業団(NASDA)のもとN社が担当しました。いずれも日本としてはCバンド、Kaバンドを用いた衛星搭載通信機器の開発に注力しました。使用周波数に関しては当時世界的趨勢としてCバンド、Kuバンドの開発が主流でしたが、日本では既にKuバンドを用いた地上マイクロ波通信回線が国内に敷設され実用に供されており、衛星からの電波はこのKuバンドとの混信を避ける為にKaバンドが選定され、衛星通信への応用が世界に先がけ新規開発技術として採用されました。新規開発要素としては低雑音増幅器と電力増幅器、分合波器等の高周波回路を用いた送受信装置の開発であります。電力増幅器としては、C-Band が半導体を用いた固体電力増幅器、Ka-Bandが進行波管増幅器の開発でした。Ka-Bandの進行波管増幅器は世界に先駆けた技術開発でありました。それを1970年代に世界に先がけ達成して通信衛星に搭載したのであります。

通信衛星の主要なミッション機器である衛星搭載通信機器はN社が主契約者として実作業を担当しました。衛星バスはM社が主契約者でSSL(当時Philco Ford)がそのサブコン契約となって実作業を行いました。従ってN社製の衛星搭載通信機器をSSL社製の衛星バスに搭載する作業を行う必要があります。そこでN社の開発作業員がSSL社内に入場する必要があります。が契約上はこの2社間には何もありません。SSL社との契約はM社が担当しているのみであります。N社製衛星搭載通信機器はCustomer Furnished Equipmentとして当時のNASDA殿よりSSL社に引き渡されることとなりますが、実態はM社の存在が

あり事情が複雑であり、なかなか話が纏まりませんでした。

そこでSSL社の責任者と直接交渉してN社開発作業員用のOfficeの調達を交渉しました、その結果SSL社内にN社のOfficeを新設することはM社の反対があるので出来ず、SSL社の担当VPの社内における居室をN社社員のために解放してくれまして、N社社員が使用することを許可してくれたのです。それがMr. Don Growl. VP Marketingの部屋であり円満解決となりました。この部屋はVPが日常業務遂行に必要な電話、机等の事務用品は全て揃っている状態でN社に使用を許可して呉れたので即日活動開始出来ました。本国との連絡の為に国際電話も使用出来たことには感謝しました。その後彼との親交を深め問題が発生すると直接交渉して解決しました。因みに彼はこの間私と問題解決のために協議した事項を参考にして“*How to Proceed Japanese Program, Ten Commandments*”を纏め、その後の日本とのプロジェクト契約交渉等に参考にしていました。(注: SSL社の現在の名称はSSL/MDA社)

2. 通信衛星CS打ち上げ射場での出来事・Black Badge騒動

ブラック・バッジを支給され射場内自由行動許される

ECSの打ち上げに先駆け、日本最初の通信衛星CSが1977年米国のフロリダ州ケープ・カナベラルの射場から打ち上げられることになりました。その場合通信衛星CSにはN社製C/Kaバンド衛星搭載通信機器が搭載されているので打ち上げ射場での「衛星打ち上げ前試験」実施に参加し関連作業を実施する必要があります。私が米国のフロリダ州ケープカナベラルにある打ち上げ射場に派遣されました。射場内で作業するにはNASA発行の入場許可証が必要です。そのための試験がありこれに合格する必要があります。そのために筆記試験と口頭試問を受け合格する必要があります。試験の当日筆記試験は終わり、残りの口頭試問の最後の部分で私の身体に関する質問がありました。「身長は？体重は？髪の毛の色は？」と順次質問に答えて最後の質問に私は「Black」と回答しました。それに対して試験官は「それではWhiteだ」と告げたので私は咄嗟に「いやBlackです」と答え直しました。その後2～3回同様の応酬があり、私は飽くまでも「Blackです」と主張しました。当時過労のせいか少々頭髪に白いものが見えだし気になっていたこともあり、「それではWhiteだ」に対して「Blackです」で頑張りました。結局「そうかBlackか」と試験官が折れて試験は終了しました。

その後入場者バッジが支給されそれを胸に付けて射場内の決められた事務所に通勤していたある日、NASDAの責任者から「北爪さんのバッジはブラックで、米国籍の人に支給されるものであり、一般的に外国人にはホワイト・バッジが支給されるはず。そのブラック・バッジ(写真1)の保持者は射場内のどこでも立ち入れる特別のものでしょ」と指摘されました。思い起こしてみれば口頭試問の最後の言葉「それではWhiteだ」の意味は「それではWhite Badgeだ」の意味であり、私の「いやBlackです」は「いやBlack Hairです」の意味だったのですが「Black Badge」ですと受け取られたことになったのでしょうか。

当時、欧州ESAの実験用通信衛星がここケープカナベラルから打ち上げられ、残念ながら打ち上げに失敗し、ケープカナベラルの射場近くの海にロケットもろとも墜落してしまいました。通信衛星とロケット共に残骸の90%以上を拾い集めて原因究明の調査を行っている場所が射場内にありました。日本の通信衛星CSと同様な欧州の通信衛星なので興味がありました。そこで調査場所の近くに行きゲート越しに中を覗きこんだところ警備員がやってきて「貴方のようなブラック・バッジの所有者は中に入れるのでどうぞ！」と勧めてくれました。そこで恐る恐る中に入り、海から拾いあげられ破損している衛星に近づき、衛星の中に搭載されている通信機器用の導波管回路や進行波管増幅器など無残な姿を見てしまいました、そこで調査していたESAの係員から「一生懸命開発したのに、このような姿になって残念だ」と涙を流しながら泣き声混じりで話しかけられました、私も同様の仕事をしている立場から心より同情して涙が溢れてきました。

その後も射場におけるCSの作業がオフの時に他の射点で打ち上げ準備中のロケットに近づき観察したりしましたが、警備員よりお咎めなし！流石ブラック・バッジの威力と感嘆しました。

ところでESAの通信衛星打ち上げ失敗の原因は打ち上げロケットの初段と2段目の接続ボルトの空中での切り離し不良による、しかも従来の実績あるボルトから改版した新しいボルトを用いた為との結論と聞きました。この後に日本の通信衛星CSが同じデルタロケットで打ち上げられることになっていたのでNASDAのCS責任者はNASAの倉庫まで探しに行き実績のある従来の接続ボルトを探し出して用いるようにNASAと交渉したとの事でCSの打ち上げは無事成功でした。実績のある部品の使用の大切さを感じたところです。

無事に作業任期が終了して帰国の時がやってきました、これほど価値のある貴重なBlack Badgeを記念に日本へ持ち帰って大切に保管していたところ、早速米国大使館より呼び出し(Wanted)がありBlack Badgeの返却要求がありました、残念でしたが即刻返却致しました。

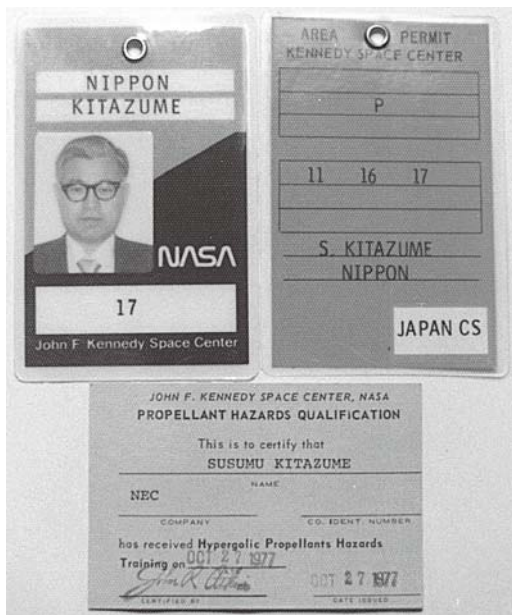


写真1 :NASAのBlack Badge



写真2: ケープ・カナベラル射場の前で

3. 通信衛星ECSの開発にまつわる秘話と打ち上げ失敗でのこと

実験用通信衛星ECS(Experimental Communications Satellite)の開発が1970年代初頭から国産技術の育成を目指して進められました。この間実用通信衛星CSシリーズの開発と並行して進められました。ECS通信衛星はミリ波の通信実験を目的として開発された実験用通信衛星であります。ミリ波とマイクロ波の通信機器が搭載されており両周波数の通信機器は衛星上で(C-Band)クロスストラップ通信ができる構成となっている特徴があります。ミリ波通信装置は送信部に進行波管増幅器を開発し搭載しています。マイクロ波は送信部に固体増幅器を開発して用いております。ECS通信衛星を図1に、ECS 通信機器であるTransponderを衛星プラットフォームへ搭載された状況を図2に示します。

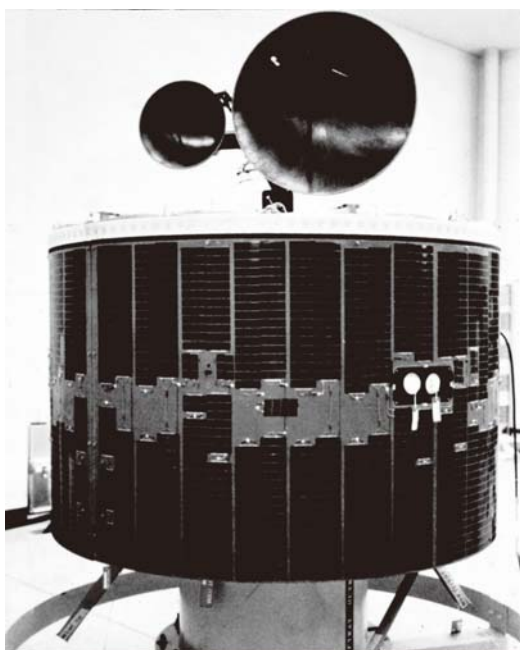


図1: 実験用通信衛星ECS



図2: ECS Transponder

ECS打ち上げ失敗に立ち会って・・2機とも

然し1979～80年の打ち上げ時に国産N-1ロケットと衛星との分離の問題等でN-1ロケット5号機、6号機共連続失敗して残念な結果となってしまいました。その後、通信技術開発衛星ETS (Engineering Test Satellite)と名前を変えてETS-4号など日本独自の衛星通信技術開発を進める役割を果たしました。次期技術試験通信衛星ETS-9もWINDSの後継機としての役割と共にこの開発線上にあるProjectと考えられます。

ECS打ち上げ時、N型ロケットから衛星分離直後にロケットの軌道修正に失敗して、衛星を分離したロケットが前を飛行しているECS通信衛星に衝突してしまい衝突された衛星が損傷して、その後の静止衛星軌道への投入作業が不可能になってしまいました。このような事態の中、ECS通信衛星の消息を掴み、その後の処置を検討したい状況ですが、衛星の位置に関する手掛かりがありません。そこでNASDAのECS開発責任者に「C-Band通信系トランスポンダにコマンドを送信し、動作ON 状態にすることで衛星から電波が発信され、その信号を地上で受信して解析することで衛星の所在が掴めるでしょう」と提案しました、が回答は「通信系は衛星が静止軌道に投入されてからのみONに出来る規定になっているのでその提案は駄目である」と却下されました。「しかし、現状は非常事態であり他に方法がありません。非常事態なので実行しましょう！」徹夜作業で皆疲れている状況の中、激論を交わしました。更なる質問「一旦ONにしてその後OFFにできるのか?」「ONが出来ればOFFも出来るでしょう」「正常なコマンド操作ではないので強行すれば誰か責任を取らねばならない。立場上、私はとれない!」、「分かりました。私で良ければ責任を取りましょう」。これでようやくC-Band通信系をONにするコマンドを打つことが出来ました。その結果、見事にC-Band送信系が働き、電波が宇宙空間に送信され、筑波の衛星追跡管制室でも受信できました。こうして衛星の状況を観測することが出来て、衛星の位置や自転数などが判明し衛星追跡作業を行うことが出来ました。この衛星の主目的はKa-Band通信ミッションですが補助にC-Band通信トランスポンダをオムニアンテナへの接続可能な形で搭載しておいたため、このような時の追跡観測にも役立たせることが出来たのであります。

ところで規定に反してC-BandトランスポンダをONにして宇宙空間にC-Bandの電波を撒き散らすことを提案した私は、その後何時どのようなお咎めを受け責任を取られるのかと待機していましたが、その後何のお咎めの通知もありませんでした。

4. CS-2, CS-3搭載通信機器の開発

実験用通信衛星CSの開発と1977年無事打ち上げ成功したことを受けて、実用通信衛星CS-2、CS-3号の開発が実施されることとなりました。CS-2はC-Band (6/4GHz) 2RFチャンネル、Ka-Band (30/20GHz) 6RFチャンネルであります。

CS-3はC-Band (6/4GHz) 2RFチャンネル、Ka-Band (30/20GHz) 10RFチャンネルであります。図3に直径2.1mのプラットフォームに搭載されたCS-3号通信衛星搭載中継機を示します。図4は完成時搭載用通信機器を視察する関係者の一行です。

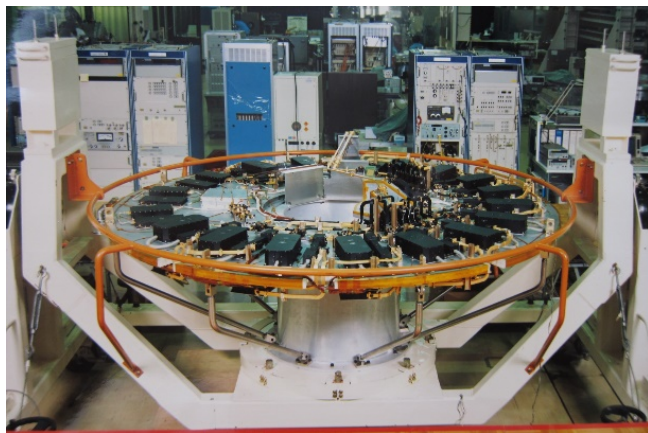


図3: CS-3号通信衛星搭載中継機



図4: 顧客訪問者への説明(右端筆者)

注:通信衛星CSシリーズの開発経過については、本誌の磯 彰夫:“昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと”, *Space Japan Review*, No.67 April/May 2010に報告されていますので参照してください。また磯 彰夫:“昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと”*Space Japan Review*, No.68-81に関連記事が連載されていますのでご参考にしてください。

5. 放送衛星BS-3号の開発

BS,BS-2号不具合解析委員会に召集されて・51回叱られて

T社が開発担当しました日本の放送衛星BS,BS-2号が軌道上不具合を発生し、NHKによる日本の衛星放送実用化に大きな遅れが生じてしまいました。そんな折に宇宙開発委員会の不具合調査委員会へ召集され斎藤成文委員長代理(委員長は当時の総理大臣)より原因究明調査会で証言を求められました。然しN社はそれまでBS, BS-2の開発に参加していないため公式の情報は一切入っていない事になっており正式には証言出来ない立場にありました。その事を会議の席で最初に申し述べましたところ、斎藤先生は激怒され、国家プロジェクトである放送衛星の開発にN社やT社と言う企業の壁は取り払い不具合検証を実施するべきである!との正論で攻め立ててこられ、調査委員会に於いて私は51回叱られました。正論ではあるが実際的には機能しない論法であります。

そこでひと工夫してBS, BS-2で実際に生じている不具合を検証するのではなく、私のINTELSAT-IV,-IVA号、INTELSAT-VI号、CS, CS-2用衛星通信機器等の開発経験や個人的に収集した情報をもとに“N社が開発を担当すればこのような不具合現象に対しては、相当する機器の開発段階に於いて「かくかく云々」に対応して、実運用時には不具合を発生させない機能を持たせるように開発作業を実施するであろう”との理論を展開しました。

所謂問題点を直接突くのではなく、N社なら最初からこのような性能を持つように設計することを説明して、不具合現象の情報を持っている人、即ち斎藤先生が双方を比較してどこに相違があるか判断してもらい、このようにすることで不具合の解決方法を間接的に理解して頂く戦法であります。

指摘点は主に次の2点です。

- 1: 進行波管増幅器の管内放電SSO (Spurious Switch Off)の発生と電源内の真空放電により進行波管増幅器のトリップオフが発生すること、それにより増幅器のOFF現象とアナログ/デジタル信号の通信品質の劣化が生じること
- 2: 蝕運用期間中に進行波管増幅器のOn/Off時トリップオフ現象が発生すること、従ってBS-2では自動電源再投入回路(リスタートユニット)を設けて上記1項のOFF現象発生時に自動的に電源を再投入するシステムを付加しましたが対症療法に過ぎず根本的解決になっていないこと。

6. BS-3号放送衛星の開発

BS-3a,b号衛星及び搭載通信機器開発での出来事

その後BS-3号放送衛星の開発プロジェクトが発足し開発が始まりました。その業務の主契約者にN社が選定されました。BS-1, 2号ではT社が海外より調達しました。N社ではBS-3号の開発を進めるに際し過去の経験を考慮して、放送衛星の主要なミッション機器である高出力増幅器を含むトランスポンダ全体の全国産化を計画しました。そして私がミッション機器国産化の総括責任者に任命されました。そこで上記のような不具合を克服する為の技術的処置として、N社社内の進行波管担当事業部に要請し共同開発作業を行いました。進行波管(TWT)のペDESTAL現象、管内放電SSOの撲滅と当事業部担当の進行波管増幅器(TWTA)の電源内真空放電対策、ポッテング材と注入時の脱泡作業の改善等を行いまして、進行波管の管内放電SSOと電源内真空放電の撲滅をはかりました。更に蝕運用に対する信頼性の向上対策について進行波管増幅器を含む中継器総合の「長期運用環境試験」を計画し実行しました。これは春分、秋分時各44日間の蝕期間に通信衛星が地球の影に入り太陽電池からの電力が途絶えるため、中継器の大電力増幅

器を不動作状態にし、電源復帰後再稼働に移行させること、この間大電力増幅器のコレクタ部が200度Cからマイナス70度の急激な温度変化に晒されることへの対策とそれに耐え得ることを証明することであります。このようにして衛星搭載中継器の全国産化を本格的に実施して、無事「長期運用環境試験」も済ませて完成させました。図5に長期運用環境試験プロファイルを示します。

次の問題点はBS-3開発初頭に発生しました問題として、隣国の韓国、台湾に対するBSアンテナカバレッジの制限が厳しくなったことです。日本国内は離島を含め十分カバーしなければなりませんが、この2か国はカバーしないように、との規定です。苦労した結果が図6に示すBS-3用アンテナの利得等高線です。その結果BS-3が実運用に入った後に、逆にそれまで日本の放送衛星からの電波を受信していたこれらの国の人達からTVが見え難くなったとのクレームが来たとの情報が入って来ました。

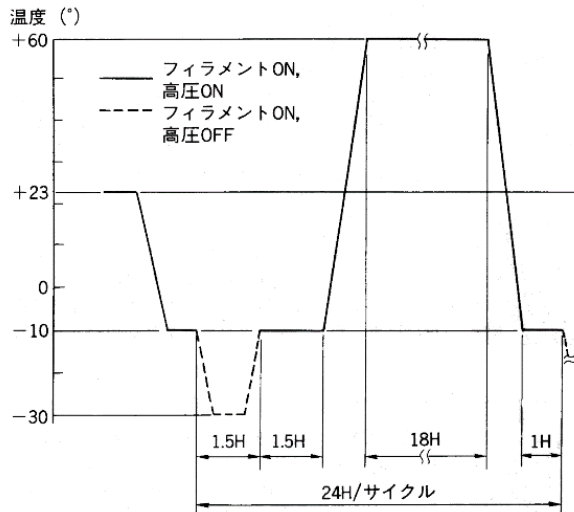


図5: 長期運用環境試験プロファイル

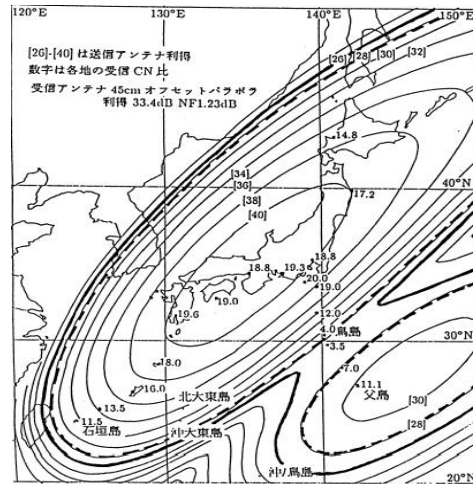


図6: BS-3放送用アンテナの利得等高線

ある日海外へ出張中の関本社長より電話があり「BS-3号経由日本の放送番組を見ていたが突然消えて見えなくなった。BS-3号放送衛星に不具合発生か？至急調査して報告せよ」との詰問が入って来ました。しかし日本では問題なく放送されているので、その旨伝えて、「今何処にいるのですか？」と質問しました。「今は台湾へ来ている。」そうですか、只今衛星が軌道上で8の字軌跡の東端に位置しているため台湾は最西端になりサービス範囲外となっているのである旨伝えたことがありました。これは隣国の韓国、台湾に対するBSアンテナカバレッジの制限が厳しくなったことで、それが実証された出来事であったのです。BS-3のアンテナ設計が正しかった証明であります。

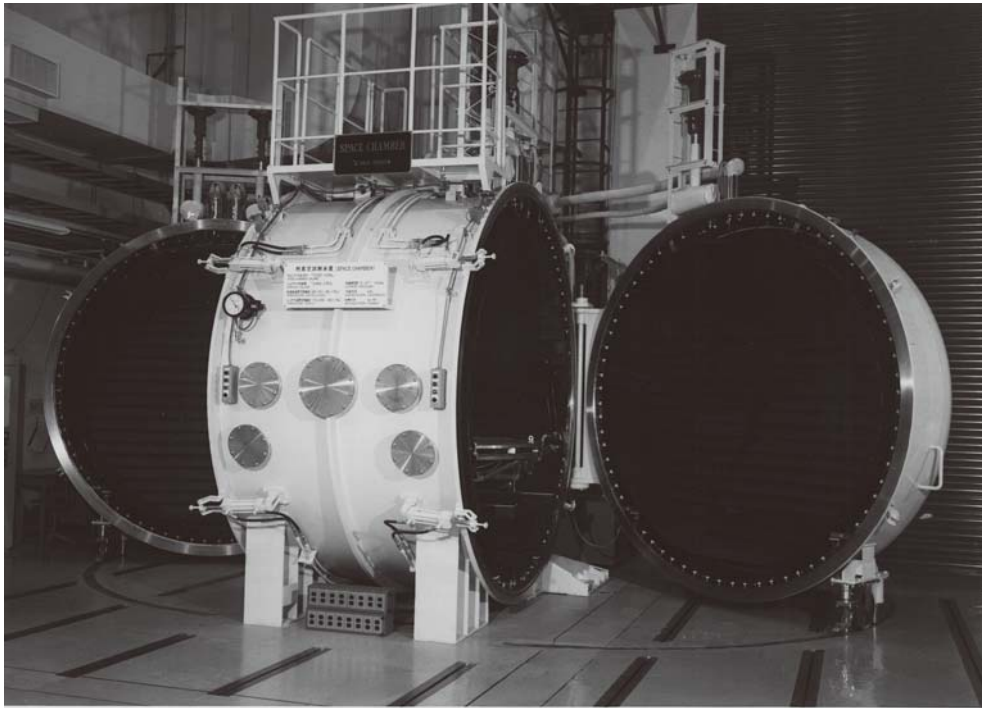


図7: 地上装置の写真 熱真空試験装置(TVT Chamber)

一方精神的訓話としてN社の関本社長より“BS-3の開発はN社としては最初だが、国家としては3号機目の実用化放送衛星であるので後がない。我が社としては背水の陣で開発業務を遂行するように”と申し付けられました。それに対して私は「失敗したら腹を切る覚悟です」と言いました。関本社長曰く「腹は俺が切るのだ、お前ではない！」と言われましたので「それなら私は助かるのですね」と返答したところ、「馬鹿を言え！お前は腹を切れるほど偉くない！打ち首獄門である。」武士が腹を切れるのは名誉なことであり、庶民は切腹出来ない、斬首刑に処せられると覚悟せよ！ということでありました。それから昼夜を問わず開発に没頭して遂に十分なる信頼性を確保し、全国産化放送衛星用通信機器の開発を成功させることが出来ました。その後、関本社長より放送衛星BS-3b号の衛星開発総合を含む全体プロジェクトの開発責任者に任命されその成功に導いたこと、N社の幹部会議で成功報告がされたとき、小林会長の起立礼(スタンディングオベーション)を受けたことはN社始まって以来の出来事であろうと思います。この開発経過と成功は正にNHKのProject -Xに相当する内容であると自負しています。その経過を書けば1冊の本が出来るほどの内容であります(実は斎藤成文先生の書かれた本があります)。

尚BS、BS-2段階で不具合となり問題となった現象でBS-3の開発段階で改善し実証試験も行ったSSO対策について、再度議論となり“BS-2では自動電源再投入回路(リスタートユニット)を設けてOFF現象発生時に自動的に電源を再投入するシステム”をつけたが、BS-3では改善処置がなされたのでこの処置は不要であるとの結論を出しました。しかし心配であるからバックアップとしてこの“自動電源再投入回路”を取り付けるように！との要求が出されました。いや「改善されているのだから必要ない、回路追加でむしろシステム信頼性を悪くする」との私を始めNASDA Project Manager殿の主張と2派に分かれ論争が再燃し製作作業が進まない影響が出てしまいました。そこで本件の処置は問題が生じれば責任を取るので私に一任して欲しいと、“取り付ける、付けない”を明らかにせず問題を引き取り作業を前に進めました。

BS-3号が打ち上げられ規定の寿命も問題なく達成され成功祝賀会も済んだ時、上記問題の両派の首領が同席する新橋のある料亭に招待され、“自動電源再投入回路(リスタートユニット)”は取り付けてあったね！ いやとりつけて無いね！どっちにしたのか証言せよ！と責められました。相反する意見の責任者の前でどちらと回答しても良くないと咄嗟に考え「本件は私の胸の内に収めてあの世まで持って行きます」と回答し成否は明らかにしていません。本件BS-3号進行波管増幅器の“軌道上でのヘリックス電流障害動作記録”を調査すれば判明することではありますが、兎に角本件は私が“あの世まで”持って行きます。



図8:BS-3 中継機EM とTWT寿命試験装置

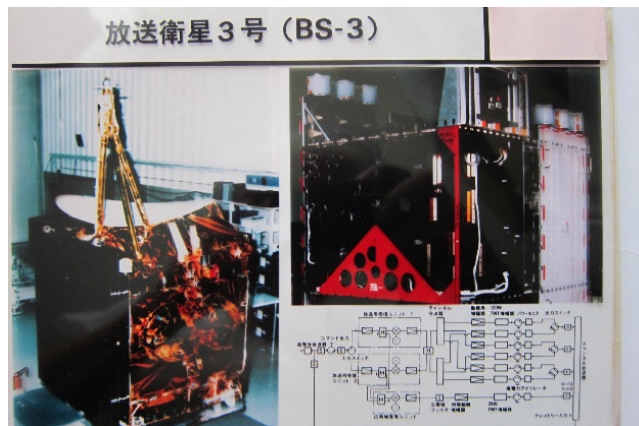


図9: BS-3 FM完成機

7. N-STAR-a/b開発への参画と成功

N-STARは日本の通信衛星CS、CS-2、CS-3の開発の成功と実運用の成果の延長線上でCS-4となる予定の通信衛星でありました。然し折しも1988年秋頃米国より通信衛星の調達方法について非関税障壁に当たるとのクレームが出され日本政府との協議に入りました。世に言われる悪名高き「スーパ301条」問題であります。その結果1990年4月日米合意として「政府およびNTTなどの機関が調達する研究開発以外の衛星は内外無差別に調達する」ことになりました。計画の初期では国産実用通信衛星CS-4と思われましたこの通信衛星はN-STARと改名され、内外無差別に調達すべき衛星と区分されたのであります。

その結果、NTTはこの通信衛星の開発に際して、通信衛星の高性能化を目指して開発する通信衛星と位置付けました。その要素技術は通信衛星の大型化、大電力化、アンテナの大型化であり、マルチビーム通信方式の採用により伝送容量の増大と地上局の小型化にあるとの認識で開発が推進されたと考えられます。N-STARの開発に先駆けETS-VIのマルチビームアンテナ方式、帯域幅200MHzのKa-Band中継器の開発成果とCSシリーズの成果を合わせ、それに移動体通信技術を含めた本格的なKa-Band 大容量通信衛星N-STARの開発であります。「スーパ301条」適用後公開入札の結果衛星開発メーカーとして米国のSSL社が選定されました。

N-STARのミッション機器構成

- **第1**にCS-3の継承であるC-Band、Ka-Bandのシングルビーム、ETS-VIで開発されたKa-BandとS-Bandマルチビーム、と公衆通信用Ku-Bandの5ミッションであります。全体で26トランスポンダが搭載されます。使用周波数はKa、Ku、C、Sの4波、ミッションは第一に156Mbps/SS-TDMA方式による高速通信を局間中継用と同程度の性能を期待したKa-Bandマルチビーム通信方式であります。アップリンク8ビーム、ダウンリンク3ビームで沖縄、日本列島をカバーします。
- **第2**に局間中継用のKa-Bandシングルビーム通信方式でCS-3ミッションの継承です。5系統であり帯域幅100MHz x 5であります。
- **第3**に公衆通信用Ku-Band通信システムであります。8系統あり、一系統あたり54MHzの帯域幅であり所要帯域幅は54MHz x 8であります。
- **第4**はCS-3のミッションの継承である離島通信などに用いられるC-Band通信ミッションであります。6系統あり1系統あたり72MHzで所要周波数幅は80MHz x 6であります。
- **第5**は移動体通信用のS-Bandマルチビーム通信ミッションであります。

N-STAR-A.B搭載通信機器開発・・・Ka-TWTは日本のFlagship !

日本の通信衛星CS、CS-2、CS-3の開発の延長線上にあるN-STAR通信衛星の開発に際して、そのMission Payloadである搭載通信機器の主要開発部分を衛星のPrime Contractorとなった米国Space System Loral社よりN社が受注しその開発に協力しました。Ka-Band Transponderを始めTT&C通信機器部分の開発であります。その調達に際して、Ka-Band進行波管増幅器の受注がSSLより海外メーカーに取られそうになりました。そこで当時のSSL社のCEO Mr. Berryと直談判しまして、このKa-Band衛星通信は日本が世界

に先駆けて開発したものであり、その心臓部とも言える進行波管増幅器は日本の通信衛星にとって National Flagであり海外メーカに渡せない。是非日本を再考してほしいと交渉しました。それに対してMr. Berryは“Ka-Band TWTAは日本のNational Flagか”とつぶやき考え込みました。この交渉の結果Ka-Band進行波管増幅器を含めMission Payloadの受注が来ました。N社がこの衛星開発に貢献出来た事は、1970年代から培われたECS、CS開発時代のSSL社との良好な関係が基本となって成功させることが出来たと自負しています。

CS開発時Mr. Don Growlと纏めた日本とのビジネス遂行の基本”How to proceed Japanese Project, Ten Commandments”を改版して説明資料に纏めSSL社のManagement層に説明、教示し成果をあげたのもこの時代のことです。こうして1970年代から培われたECS、CS開発時代のSSL社との良好な関係が基本となって成功させることが出来たことはOrionやAUSSAT Projectで培った交渉力ノウハウの成果であったと自負している。

N-STAR完成後、フランス領ギアナにある射場よりアリアンロケットによる打ち上げにも参加し、打ち上げ成功を共に喜びました。ホテルのプールサイドでの成功祝賀会では図10に示す通りSSL社や同僚からプールへ投げ込まれる荒っぽい祝福を受けたものです。



図10: N-STAR打ち上げ成功祝賀会にてプールへ投げ込まれる私



図11: N-STAR 通信衛星打ち上げ



図12: N-STAR 通信衛星寄せ書

8. 通信放送技術衛星COMETS用高度衛星放送用搭載機器開発

通信放送技術衛星COMETS(Communication and Broadcasting Engineering Test Satellite)は衛星間通信技術、高度衛星放送技術及び高度移動体衛星通信技術の通信放送分野の新技术、多周波数帯インテグレーション技術等の開発を目的としております。高度衛星放送用搭載機器の開発目標は21GHz帯を用いた次世代の高度衛星放送サービスの開発でありました。この計画に先立ち次世代の衛星放送技術及び移動体衛星放送技術の開発をめざしたBCTS (Broadcasting and Communications Technology Satellite)計画があり、この計画と実験用データ中継・追跡衛星計画EDRTSを統合した計画としてCOMETSが実現しました。即ち将来の高度移動体衛星通信、高度衛星放送及び衛星間通信分野の新技术の開発を目標にしたプロジェクトでありました。

高度衛星放送ミッションの特徴の一つはマルチビームサービスがあります。日本国を北海道から九州を6ビームでカバーするシステムの実現でした。隣接するビームは異なった周波数を用いる、その先のビームでは同一周波数の再利用を行うFrequency Reuse Systemの採用の実現であり、周波数の有効利用とシステム全体の伝送容量の増大が図れるシステムであります。

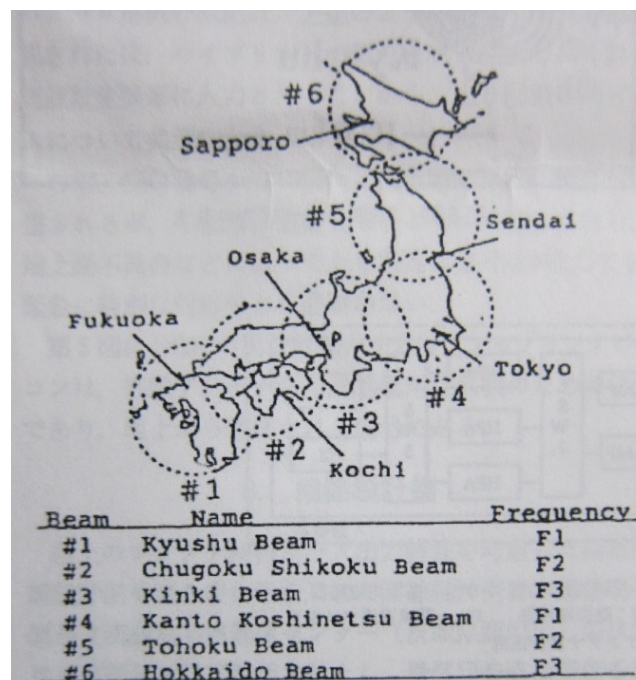


図13: COMETS システムマルチビーム構成

(参考:通信総合研究所季報、March 1997 Vol 43 No.1 COMETS計画の概要)

COMETSは愛称「かけはし」と命名され1998年2月21日にH-IIロケット5号機にて打ち上げられました、がH-IIロケットの第2段エンジンの燃焼時間が予定より短かった為静止トランスファー軌道より低い軌道、軌道傾斜角が初期計画の0度が約30度となってしまいました。当時同時期に横浜パシフィコの展示場で開催されていたAIAA International Communications Satellite Systems Conferences (ICSSC) & Exhibit 1998 (Yokohama開催)にCOMETSの模型とMission機器が展示されており打ち上げ翌日に総務省、NICTの責任者が展示場にて放送業者のインタビューを受ける段取りになっていましたが打ち上げ失敗?の為皆さん対応にNo.との意向となってしまいその後の対応に苦慮しました。結果NICT理事長よりMission機器開発担当のN社が対応すべしとの指示で私に白羽の矢が立てられ止む無く急遽対応しました。放送業者の司会者には出来るだけ短時間の駆け足で(「かけはし」にひっかけて)済ませましょう、展示品が大型のため駆け足で上に登ってみて下さい、などと駄洒落を言つて時間を稼ぎ打ち上げ不具合に言及しないようにしました。

その後衛星は当初計画の静止軌道には投入されませんでした、軌道傾斜角約30度に投入されその後計画されていた準天頂衛星の軌道に近似であり通信ミッションの準天頂軌道での動作確認試験の先取り実施となったことは思わぬ成果であり「転んでも唯では起きない」技術的成果であったとの声があります。

9. JSAT株式会社の創立と衛星通信事業の打ち上げ

1985年ごろ日本最初の商業衛星通信事業計画についての提案を社内でした。日本も通信の自由化の兆しが出始めた1980年代の初頭、通信衛星のオペレータ事業の提案をN社内で行いました。然し社内では取り合う上司は居らず、それならこのアイデアを外部に提案してもよいですね、とグループトップの了解を得た後、伊藤忠商事の関係者に話を持って行きました。M氏がこの案を社内懸賞論文に提案され、当時の降旗副社長が取り上げて下され関係者の奔走で実現しました。その後JSAT株式会社となって日本最初の衛星通信事業者の誕生となりました。当時通信衛星分野では世界的に見てHughes社がNo.1であることを説明し協力を推奨しました為かJSATの衛星はHughes社のHS-393Wide Bodyが採用され1989年12月31日に1号機が打ち上げられました。この通信衛星に搭載されている通信機器は米国製でありましたが、その後JCSAT-3号通信衛星には初めて日本製の通信機器が全面的に採用されました。衛星バスはHughes社製です。そして1997年2月17日アトラスセントールで無事打ち上げられました。図に当時のHughes社、JCSAT社の関係者との喜びの状況の写真を掲載します。その後継続的に同社通信衛星には国産の通信機器が採用されました。



図14: 打上げ時の射場



図15: 打ち上げ成功で喜び会う関係者(祝賀会)

軌道上でBeacon信号が途絶え通信衛星一基lostの危機

ところで日本製衛星搭載通信機器が全面的に採用になり静止軌道上で順調に稼働していましたある日Beacon信号が断になり衛星の静止軌道上での位置調整に支障を生じている、この損害を弁償せよ、とのJSAT社副社長からの要求が飛び込んできました。本機器は通信衛星をJSAT社に収めた米国Hughes社にN社が通信機器と共に納入したBeacon Oscillatorが動作不能となったことで生じた事件でした。そこでN社の担当者に確認したところ、その通りであるとの回答が返ってきた。そこで私自身衛星からのBeacon信号近辺の雑音特性データを調べたところ雑音レベルの中に埋もれている僅かなBeacon信号がわずかに周波数シフトはしているが存在するように見えたのでBeacon Oscillatorは完全に死んではいない、回復の手段はある！！と断言しました。その方法は「軌道上の衛星を左右に振るようにスラスターを噴かせて欲しい」と言う案であります。早速その旨JSAT副社長に進言したところ「Noである、しかしHughes社に君が直接依頼してOKであれば黙認する」との回答であったので早速直接要請しました。1週間ほど経過した後、この案を実行することとなりました。結果は見事に回復することに成功しました。JSAT副社長もこの結果を見てその後クレーム無しとなりました。これはBeacon OscillatorがPhase Lock Oscillatorの原理を使っていることより何らかの原因で位相ずれを生じていたBeacon信号が外部からの衝撃により共振器に引き込まれ正常化することを期待しての実験であり、見事に成功した結果でありました。これもINTELSAT-IV号2号機の経験が生きた結果であります。

その後JSAT社は日本国内の競争相手のSuperBird社を買収し現在アジア太平洋地域最大の衛星通信オペレータに成長しています。現在もその方々との懇親の場としてSNGA (Space Nuts Golf Association)があります。JSAT生い立ちの話はDr. K. Sachdev著AIAA版 “Success Stories in Satellite Systems”に詳述されていますのでご一読下されば幸甚です。

このように目的の異なる機能を持つ通信・放送衛星の開発が並列に且つ研究開発衛星の開発成果を通じて相互に技術を共用しつつ開発が進められ成果を挙げた結果と認識されます。図16にその経過を示します。

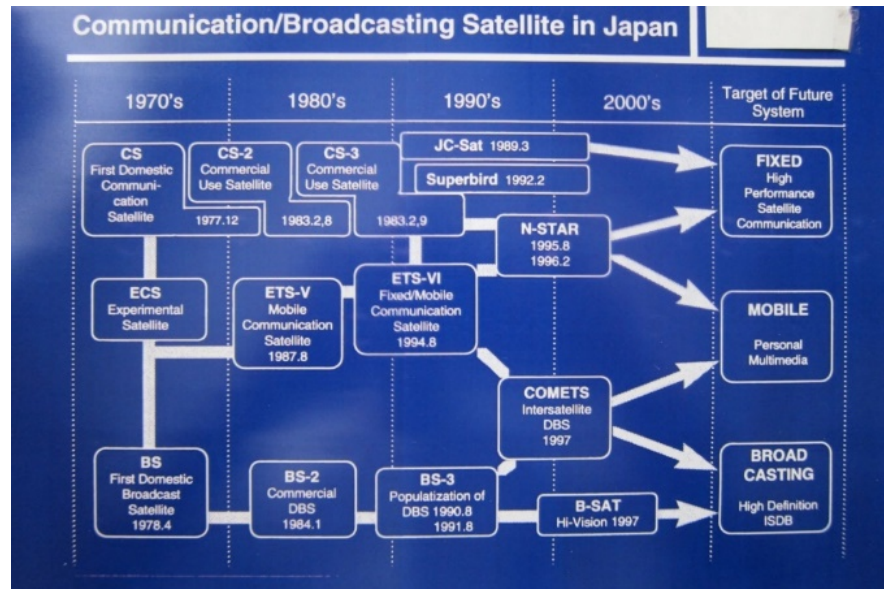


図16: 通信・放送衛星の開発経過

10. 市村賞本賞受賞

INTELSAT-IV号,-IVA号,-VI号通信衛星の開発に参画しましたこと、又INTELSAT R&Dでの新技術の開発とそれを基礎に国産技術の自主開発を行い衛星搭載用通信機器に応用し、MMIC化による小型軽量の送受信装置の開発を進めました。その結果、衛星搭載通信機器の小型化への貢献と衛星搭載通信機器の開発とその事業化、海外拡販に成果を挙げたことで市村賞本賞を受賞しました。図17に開発品の一例を示します。

この賞は先端的技術開発を起こし、それを元に世界市場に進出して事業化したことを評価し顕彰するものであるとの趣旨であります。毎年審査されますが本賞は該当者なしの年が多くこの賞が創立されて18回目ですので第18回市村賞本賞と称されますが、本賞としては第10回目でした。それほど価値ある賞であると認識するように言い渡されました。名誉総裁三笠宮殿下より賞状を拝受しました。

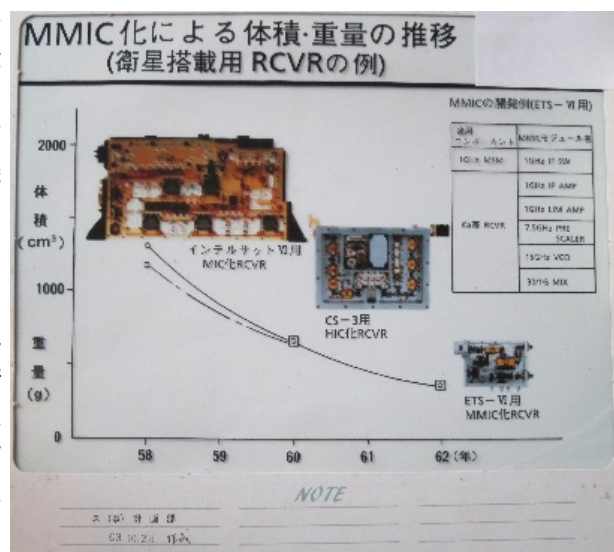


図17: 衛星搭載用受信機の小型化の1例



図18:市村賞受賞式、三笠の宮殿下



図19:市村賞本賞受賞式と名誉総裁三笠宮殿下との記念写真

副賞として頂きました賞金はN社の会社幹部、無線グループ、そして当事業部の皆さん全員とその家族との懇親会、合計3回に分けて開催された受賞記念祝賀会のパーティ代で全額消費しました。特に当事業部の従業員とその家族全員を横浜東急ホテルに招待し、一家の主人が日ごろ会社でどのような仕事に従事し社会の為に貢献しているのかをご家族に知って頂くと共に、その間家庭を支えている奥様への感謝の気持ちを表す積りでした。又この受賞を聞きつけた静岡県富士高第八期の同期会にて久保田啓司氏、井出清章氏などが中心となり市村賞受賞記念祝賀会を地元富士市で開催してくれましたことは名誉なことでも有難く感謝致しました。



図20: 副賞と記念品等

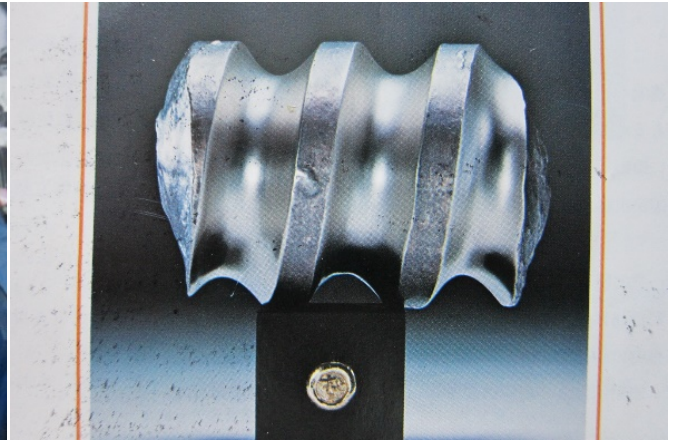


図21: 市村賞本賞 記念品



図22: 受賞パーティにて

[次号に続く](#)