

第1話 海外通信衛星搭載通信機器開発関係 その1

本誌特別編集顧問

北爪 進



まえがき

1960年4月NECに入社以来マイクロ波地上通信装置、特に高周波回路と送受信装置の開発に従事していました。学生時代は小笠原研究室でフェライトの高周波(マイクロ波およびミリ波)回路への応用をテーマに研究していました。それはフェライトのマイクロ波応用、マイクロ波非可逆回路の研究です。就職に際して、学部の主任教授は私の希望のNECより東京電力を薦められました。理由はNECの事業である“無線”では飯は喰えない、東京電力の事業である“強電”がこれからの強い事業であると。無線は当時“弱電”と言はれ“無銭”に通じる！との解釈でありました。しかし私は小笠原研でフェライトの高周波回路への応用をテーマに研究していましたので無線通信の仕事に就きたいとの希望を持っていました。主任教授の推薦を押し切りNECに入社する道を選択しました。就職内定後1.5か月間の実習期間では有線通信の開発に廻されましたが、正式入社後は無線通信工業部に配属され安堵しました。先ず学生時代の研究実績を生かしてフェライトのマイクロ波応用として高周波非可逆回路であるアイソレータ、サーキュレータの開発を担当しました。それを起源にして4・6GHz帯マイクロ波送受信装置用の高周波回路であるフィルター、分波・合波器、周波数変換器、送受信機などマイクロ波高周波回路全般の開発に進みました。当時電電公社(現NTTの前身)が4・6GHzマイクロ波通信回線を東名阪に建設中であり、その回線向け送受信装置の開発にも従事しました。その後更に準ミリ波、ミリ波回線用送受信装置の開発と、より高周波の開発に進んで行きました。



図1: 小笠原教授と私 (CQ出版のご厚意による)

1. Hughes Aircraft CompanyでIntelsat-IV、-IVA号開発に参加して

そのような時期に米国のHughes Aircraft CompanyにてDr. Rosenを中心としたグループが通信衛星の開発に成功し実用化開発に進んでいました。そして国際衛星通信機構がINTELSAT-IV号の開発を当時世界の先進7カ国での共同開発とする計画を立てました。日本からはNECが選ばれ私もそのチームに参加することになりました。

1969年2月、米国Los AngelesにあるHughes Aircraft Company（以下HACと称する）のINTELSAT-IV号開発チームに参加することとなりました、何故私が選ばれたのか？と想起しますと、当時地上マイクロ波送受信装置や衛星通信地上装置の開発に忙しい時を過ごしていた為、業務繁忙とストレスにより胃潰瘍に罹ってしまい、医者から“ある期間休暇をとり療養すべし”との注意を受けてしまいました。そのことを会社に報告すると、上司の海東幸男部長から「日本にいたのでは療養休暇は採れない。海外、特に米国へ行けば少なくとも土、日は休めるから相当の療養となる。Hughes社に衛星搭載通信機器の開発要員として出向しないか？」との薦めがあり、その提案を受け入れることにしました。米国へ出かけるに当たり長期出張になるので2～3か月分の胃潰瘍治療薬を医者より処方してもらい持参することにしました。これが再び私の今後の運命を大きく左右する分岐点となったと思います。

外貨2.5ドルを持って米国Hughes Aircraft Companyへ出向する

出かけるに当たり、NECの社員資格は維持するが、給料はHughes社より現地通貨で受け取ること、出張経費は出せないと。当時外貨は貴重であり、日本国として外貨持ち出し禁止令の時代でありましたので正式には日本から外貨であるドルを持ち出せませんでした。米国到着時の当座の費用としては加州住友銀行より借用出来るように会社がアレンジするので現地到着時銀行へ電話するように、との指示でありました。しかし多少の手持ちが無いと心細いし電話も出来ないので自己資金で闇金融？より2ドル50セントを買い入れ持参しました。

最初の到着地、サンフランシスコ空港にて米国入国審査を受けることとなり、先ず荷物検査があり、そこで胃潰瘍治療薬の量が多い、米国で薬のセールスをするためのサンプルではないか？との疑いを掛けられ、その為に税金を支払うように！と請求されてしまいました。2.5ドルでは到底足りず、ましてや虎の子の2.5ドルは初期の生活費として大切であります。そこであくまでもこの薬は自己治療用である、滞在日数に比例して多くなるのであり、決してセールス用サンプルでは無い事を主張しました。検査官はそれでも税金支払いを要求するので、私も自己消費であるから無税のはず！と主張し検査台の上に腰かけ、私は真実を申告しているのでそれを認めるまではここを動かない！と主張しました。根気比べの様相となり遂に私の主張を認め無税で入国許可されました。これが私の最初の米国出張でした。

漸く入国出来てほっとして次に国内航空便にてロスアンゼルスに向かい目的地へ到着しました。そこで指示通り加州住友銀行に電話するも誰も応対してくれません。漸く一人守衛さんらしき人が電話口に出ましたが、その人の返答は全くそっけないものでした。そのような話は聞いていないと。月曜日改めて電話してくるようにと。然し米国へ入国してしまいましたので今更帰国は出来ず宿泊先へ向かうしかありません。然し宿泊先へ行く為の手段として足が必要であります。その足としての車を借りる為にレンタカー屋へ行きました。予め日本より予約されているとのことで指定のレンタカー屋へ行きました。そこで遭遇した問題はレンタカーする事はOKだが先に200ドル、デポジットするようにとの要求でありました。加州住友銀行よりの借入が駄目であったのでそんな大金持っていません。そこで月曜日になれば銀行より借りられる予定である、それが駄目でも週末には収入があると主張しデポジットなしでの車の貸し出し要請を繰り返しました。Hughes社との契約で渡米して来たとの説明が功を奏してか車を借りることができました。然し走行メータも動かない“おんぼろ車”でした。兎に角借りられれば取り敢えずは凌げると我慢しました。

次に宿泊先のホテル(実はCulver CityにあるサークルKモーター)での出来事、そこで遭遇した問題はレンタカー契約と同様1週間分の宿泊代の先払い要求であります。既にレンタカー屋で経験済みなので同様の説明を行いました、ここでは更なる条件が付きまして。日本から来たのならここで毎晩開かれる集会に参加するか？するなら前払いを免除し宿泊をOKとする、との要求であります。そこで何の集会ですか？と聞き質したところ、このモーターの集会場での会とは、米国での創価学会活動の基地となっており毎夜信者が集まってお祈りを捧げるのだそうです。その会に毎晩参加することが前払い無しで宿泊させる条件である

と。こうして虎の子の2.5ドルを死守してレンタカーと宿泊場所を獲得する事が出来ました。1週間後に週給分として得たドルを懐にレンタカー屋へ行き、車の代金支払いと正常な車への交換を要請しました。その際1週間分のレンタカー代の精算について、その計算方式は“一定料金”プラス“単価×走行距離”でありました。然し、おんぼろ車を借りた為走行距離メータが稼働していない、従って借用後1週間の走行距離はゼロと認定することになります、マイル当たりの代金に相当する“単価×走行距離”の部分がゼロとなりますね、と主張しました。こうして借りるときの屈辱感を払拭し、何となく溜飲を下した気分となりました。創価学会関連集会への参加についても、それまでの宿泊代の支払いとその後の一定額をデポジットして、以後は仕事が忙しくなったことを理由にして退屈な集会への参加を取り止めることを申し出て了解を取り付けました。この間、朝食はビッグボーイの2階建てバーガーを貴重な2.5ドルで賄い、夕食は夜の集会に出ることでその会場に出される“つまみ”を胃袋に入れて我慢したものです。



図2: サークルKの駐車場でレンタカーに乗る私

(CQ出版社のご厚意による)

国際通信衛星INTELSAT-IV号の開発

国際通信衛星INTELSAT IV号開発チームは当時の先進7カ国、米国、英国、仏国、ドイツ、イタリア、カナダ、日本より選択された技術者、ManagerがHAC社に派遣され共同で国際通信衛星の開発を行うことを任務としました。NECは岩男MGのもと畑、矢田、本田、牛腸、木下、掘田、渡邊穰、それに私のチームでの参加でした。畑、矢田は受信機、北爪は分合波器、EQUALIZERなどのマイクロ波通信機器全般、本田は電源の分担であった。木下、掘田は生産管理、牛腸が生産技術の分担となった。開発が終了し製造図面化された機器を本国に持ち帰り製造し再びHAC社に送り届けそこで総合Integration & Testを実施した。NECはINTELSAT IV衛星の内の2号機の開発・製造担当であった。2号機は太平洋上空に打ち上げられ日本が中心で使用する予定であったが米国担当の1号機の製造完成が遅れたためNEC製の2号機が1号機に昇格し大西洋上に打ち上げられてしまいました。私が担当した分合波器の開発で私が提案したDirect Coupling Multiplexer がINTELSAT-4号の開発の中でBest Production Prizeを受賞しました(図4参照)。

個人的に衛星の神様と崇めたDr. Rosenを始め、Thom Hathbeth, Dr. OZAKI, Mr. SHIMIZU, Mr. Neal Silence, Mr. Jack Yamashiro, Mr. Zebel, Crischina, Houtermanなど、又ここで一緒に開発を行った各国の仲間達がその後それぞれ自国に帰り通信衛星開発の中核となっていたのでその人達を通して、国際的なビジネス遂行の人脈ネットワークが出来て、その後のビジネス遂行に大いに役立つこととなった。その経緯を後ほど記述致します。

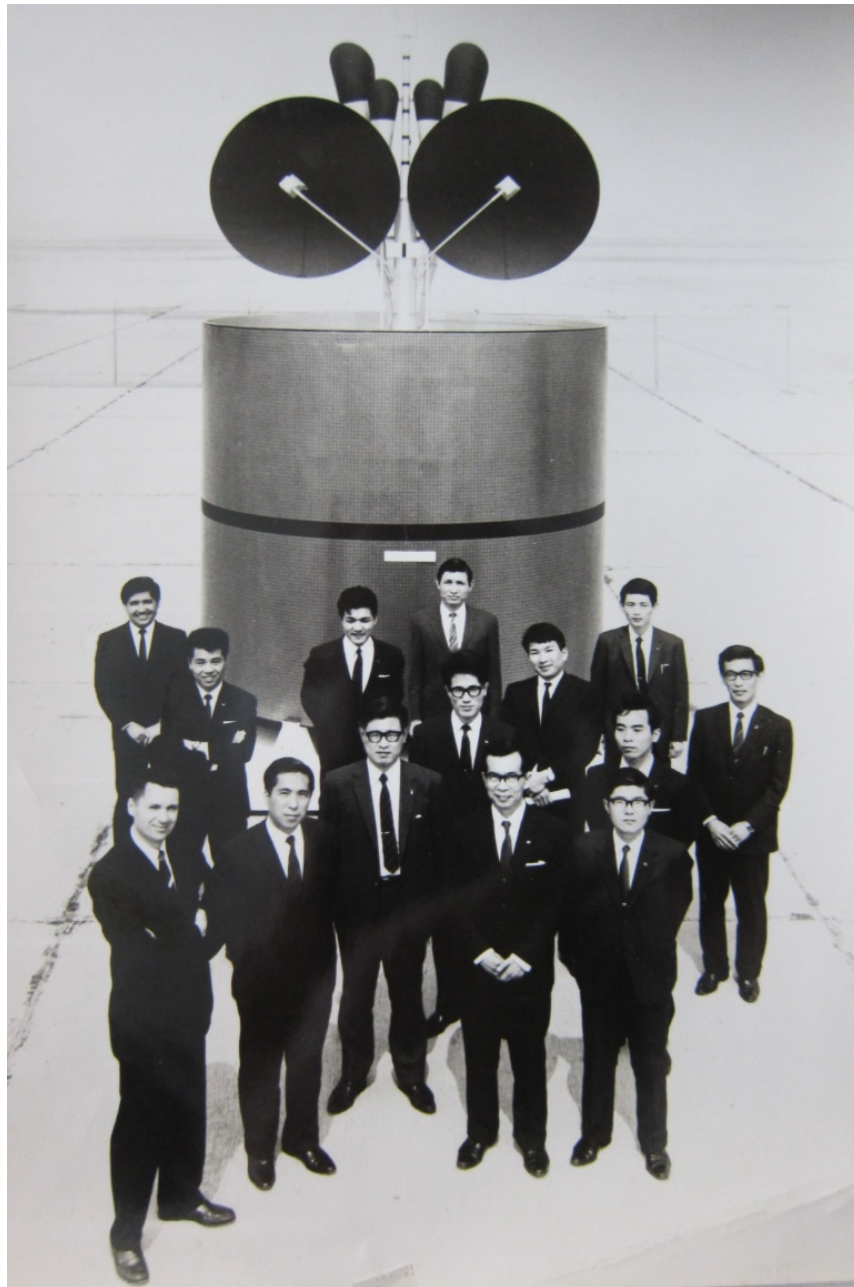


図3：Intelsat IV号日本チーム

2. 通信衛星の神様 Dr. Rosen とのこと

こうして通信衛星INTELSAT IV号開発チームの一員としてHughes Aircraft Companyへ派遣され、先ず同社のCulver City Divisionに配属されました。ここでは衛星搭載用電源関係の開発を主たる任務としていたようです。しかし私は高周波回路関係の仕事を希望していましたのでその旨を申告し辛うじて高周波回路用遅延等価器の開発担当を命ぜられました。私の希望は高周波分波・合波器の新種の開発設計だった為少々失望しましたが仕方なく受ける事としました。設計は直ぐに完成し、あと残すところ試作・確認実験でした。試作現場の作業効率がNECと比較してとても良くて1~2日で希望の試作品を作成して引き渡してくれるため、試作・試験検討がはかどり1か月もかからず初期に要請された開発作業を終わらせることが出来ました。



図4: Direct Coupling Multiplexer (platform中央)

配属換えをDr. Rosenに直訴する

そんなある日、Hughes社の通信衛星開発総責任者であるDr. Rosenとの会見の機会があり、そこで現状報告を行う機会を得ることが出来ました。そこで私は初期に要請された遅延等価器の開発は既に済ませたこと、私は分波・合波器の新種の開発を希望していること、どうやらその開発はCulver City Divisionではなく他のDivisionで行われているようなので配置換えを直訴しようと考えました、その際最初に現在の所属を訴えるために“I am confined in Culver City”と表現したためDr. Rosenは驚いて即刻Hughes社所属の担当者呼び出し事情確認しました。暫くして再開された話し合いの場で分波/合波器の新種の開発を含む衛星搭載通信機器全般の開発を担当しているAirport Site Divisionに異動することが認められました。その時Dr. Rosenは私に“I am **confined** in Culver City”ではなく、“I am **located** in Culver City”と表現することが適切である、と諭されました。この事実は担当者間で話題になってしまいました。現状を意識的に厳しい表現で示し相手の関心を得て問題解決した？例かもしれません。Airport Site Divisionの総括責任者はDr. Howard Ozakiでした。



図5 : Dr. Rosenと私 Syncom 25周年記念祝賀会にて

Dr. Howard Ozakiのこと

当時Airport Site Divisionを統括していたDr. Howard Ozakiには技術開発のみならず通信衛星の事業運営などの指導も頂き、その後INTELSAT-VI号通信衛星やAUSSAT通信衛星搭載通信機器の開発・契約全般に関して協力・指導頂き、NECにとっては大変お世話になった人です。”**Dr. Ozaki is the father of Satellite Communications in NEC**”という言葉がふさわしい人物であります。



図6 : Dr. Ozaki , Intelsat-VI号 Transponder Contract Award

3. INTELSAT IV号の打ち上げ時の出来事

N社が担当したINTELSAT-IV号の2号機は太平洋に打ち上げられる予定であったがHughes社担当の1号機の製作が遅れ、その代りとして大西洋への打ち上げとなってしまいました、1971年1月無事打ち上げられ所定の衛星軌道に投入され軌道上試験に入りました。そこで通信機器の軌道上での性能試験(After In Orbit Test)の実施に入りました。

6, 4GHz周波数特性の試験に入ったところ地上試験では素晴らしい周波数特性に調整して、それを確認したのですが、軌道上では見るも無残なとんでもない特性になっておりました。どうしてこんな特性になってしまったのかN社の担当者が集まり徹夜で調査しましたが原因がわからず、地上より36,000km上空の軌道に静止している衛星に施す手段が無くパニック状態になってしまいました。その時Hughes社のあるEngineerがやって来たので現状を話したところ“それは衛星のスラスターをふかして衛星を左右に振ろう”そうすれば治るかもしれない、との提案でした。いやそんなことして衛星を破損したら大変だからそれだけは止めて欲しい、と答えましたが「衛星に損傷を与えない範囲でのスラスター動作で済むはず」、とその後Hughes社の責任者,Program Manager等の検討結果スラスターをふかし衛星を揺さぶるとの結論となった。私達N社の人間は衛星に悪影響が起きないかそれが心配で固唾をのんで注目しているのみでありました。その瞬間がやって来て直後、それまでの異常な周波数特性が地上で測定した通りの綺麗な周波数特性となって再現しました。唯々嬉し涙のみで声が出ませんでした。後ほどHughes社の関係者を含め検討の結果マイクロ波回路のどこかに微量の不純物が入り込み、地上では地球の引力で引き寄せられどこかに張り付いていたものが衛星軌道上の無重力状態になって動き出し伝送特性に悪影響を与える位置まで移動したのではないかと、それがスラスターによる衛星への振動でどこか影響のないところへ吹き飛ばされた結果振幅周波数特性が正常に戻ったのであろう、との結論でありました。

その後日本の通信衛星会社であるJSAT社の衛星でPhase Lock Oscillatorを使用したビーコン信号喪失事件がありましたが私が同様な方法を提案して解決した例があります。それはこのときの経験が役に立ったものと感じています。

4. INTELSAT R&D Projectに参加して研究費を調達する

INTELSAT IV号の開発に引き続き衛星通信によるサービス領域の拡大と伝送容量の増大など通信性能の増強を計画したINTELSAT IVA号の開発が行われました。そのころ日本でも宇宙開発の必要性が認識され通信衛星や打ち上げロケットの開発を推進する組織として宇宙開発事業団(NASDA)が1969年10月に設立されました。通信衛星搭載通信機器の開発も当時の郵政省電波研究所(RRL)と宇宙開発事業団(NASDA)が研究開発を開始しました。先に述べた通り、それ以前に先進7か国によるINTELSAT IV号、IVA号の開発に日本の代表として参加していました。その結果INTELSAT IV号F1~F8号は1971年1月~1974年11月にそれぞれ打ち上げられました。そこでこれらの技術を通信用衛星搭載通信機器の国産化の為に役立てました。

研究開発費の調達

宇宙開発事業団は衛星本体の開発に主力を置き研究をすすめていましたので上記の実績をもとに衛星搭載通信機器の国産化を推進しました。当時N社の通信機器開発の主力はケーブル伝送通信や地上マイクロ波通信システムの開発に主力がおかれていました。その中で如何にして衛星搭載通信機器開発の研究費を調達するかが大きな課題でありました。国際衛星通信分野ではINTELSATが中心となり活発に研究開発を推進していましたのでそこに目を付けINTELSAT IV、IVA号での実績を活用してINTELSAT R&Dから研究費の獲得をすることに注力しました。その結果1976年から1990年までに受注した研究費はIS-824 14/4GHz受信器からINTEL-699まで12本に及びました。又このプロジェクトのよい点は研究の成果をINTELSATの計画する次期通信衛星に搭載し実用化する具体的なプロジェクトへ採用してくれることであります。

表1:INTELSAT R&Dの研究項目一覧

Contract No.	Name of Subsystem	Frequency	Customer	Term
IS-824	14/4GHz Receiver	14GHz	INTELSAT	1976-1978
IS-894	Regenerative RCVR	6 GHz /120Mbps	INTELSAT	1978-1979
INTEL-055	Frequency Converter	4/0.07GHz,0.07/4GHz 23/6GHz,32/6GHz	INTELSAT	1979-1981
INTEL-056	Low Noise Amplifier	23GHz	INTELSAT	1980-1981
INTEL-119	Satellite Switching Center	4GHz	INTELSAT	1981-1982
INTEL-201	ISL Frequency Up Converter	4/23GHz 4/32GHz	INTELSAT	1982-1983
INTEL-264	Low Noise ISL Receiver	30/4 GHz	INTELSAT	1983-1985
INTEL-281	Linearizer for TWTA	4 GHz	INTELSAT	1983-1985
INTEL-321	16x4 Onboard Baseband Switch	Baseband	INTELSAT	1983-1985
INTEL-371	RF Switching Diagnostics	4GHz	INTELSAT	1983-1985
INTEL-462	Onboard Processor	Baseband	INTELSAT	1986-1988
INTEL-699	SAW Filter Matrix	4GHz	INTELSAT	1989-1990

即ち次期通信衛星にINTELSAT R&Dで開発した新技術を次期通信衛星搭載機器の内の10%程度採用するとの基本政策を持っているとのことであり、研究成果を実用に採用されることで研究成果が実用化されるチャンスがあることであります。例えばINTELSAT-VI号通信衛星ではこの研究開発の成果を多く採用することが出来ました。又その後1990年4月日米合意として発効されたSuper 301条の輸出障壁の中、この障壁に負けずに、世界各国の通信衛星へこの研究成果を元に開発されました衛星搭載通信機器が採用され活躍する機会を得ることが出来たことは大きな成果であります。■

(次号に続く)