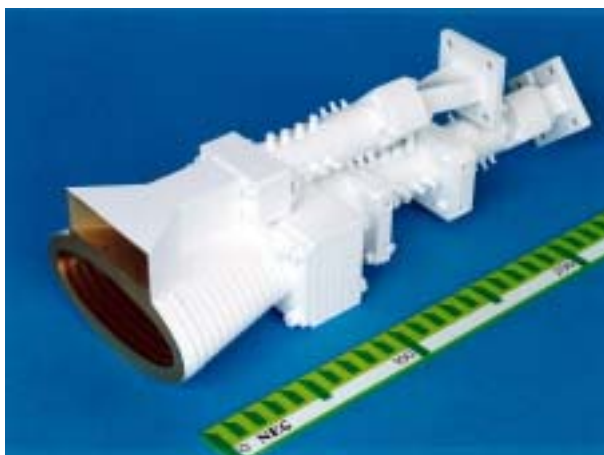


放送衛星搭載アンテナ開発裏話

本誌編集委員の小淵と申します。8-9月号に続き2回目の衛星余話となります。この号では私が関係した放送衛星3号(BS-3)に搭載された放送衛星搭載アンテナの1次ホーンの開発秘話についてご紹介します。放送衛星3号搭載アンテナの開発の話が私の処に来たのは、1985年11月の事でした。このアンテナの開発にはNHK技術研究所の協力、NASDAの協力、開発当事者のNEC技術者他の努力で実現しました。このアンテナに対する要求は東経110度の静止軌道から、日本国内の全ての地域で40cmから60cmの小型のアンテナで衛星直接受信ができる事であった。静止軌道から日本国内を見た場合の視野角は、与那国島から小笠原諸島迄を含めると $3^{\circ} \times 2^{\circ}$ 、小笠原は共同受信方式で大型のアンテナで受信する方式を要求されたので、主ビームの要求視野は $3^{\circ} \times 1^{\circ}$ であった。衛星はGE-3000バスで地球面側にアンテナを搭載する事を考えると余り大きなアンテナは採用できない。試行錯誤の結果、アンテナは1.7m x 0.8mの楕円オフセットリフレクターに、一次フィー



▲ 図-1 BS-3 衛星搭載アンテナの一次フィード

(下)楕円コルゲートホーン (上)矩形ホーン

ドフォーンとして放射効率を上げる為、楕円コルゲートホーンを採用する事になった。楕円コルゲートホーンとは図-1に示すような、ホーンの内側に凹凸をもった歯がついたフィードフォーンで開口部が楕円形をしている。思い付きは良かったが、さてどうやって照射特性を解析し、どうハードウエアを実現したら良いのか途方に暮れた。図書館通いをして文献を調べたところ、

ドフォーンとして放射効率を上げる為、楕円コルゲートホーンを採用する事になった。楕円コルゲートホーンとは図-1に示すような、ホーンの内側に凹凸をもった歯がついたフィードフォーンで開口部が楕円形をしている。思い付きは良かったが、さてどうやって照射特性を解析し、どうハードウエアを実現したら良いのか途方に暮れた。図書館通いをして文献を調べたところ、

プリンターに計算が終わるたびに一行ずつ出力するが、タイプライターと同じで大変大きな音を発生した。また、一回の解析に10時間以上かかるため、寝ている間中、計算させた。その為、隣近所からうるさいとクレームを受け、また奥さんからも止めて欲しいと文句を言われたようであるが、それにもめげず続けてくれた。其のお陰で正確なホーンの解析パターンが得られ、それを2時放射パターン解析にインプットする事ができた。彼が引き受けてくれなかったらBS-3の正確なアンテナ解析は出来なかったと思っている。このホーンの難しいところは、楕円形をしている為、短軸及び長軸及び長さ方向でコルゲートの溝の深さが違う事、また開口部から口元の円偏波合成器に接続する為、スムーズに楕円から円径に変換しなければならない。その為、コルゲートの歯の深さが異なる事があった。この最適寸法を求めるのに1年近く掛かったと記憶している。さらに次の難題が持ち上がった。どうやって製作するのかである。ロストワックス法と計算機制御の5



図-2 BS-3a/b 衛星イメージ図 NASDA 提供

軸精密旋盤での切削が検討された。コルゲートの歯の加工がロストワックスでは刃先が上手く仕上がらない為、切削が選択された。NECの玉川工場でTWTを製作していたので、そこに切削を依頼した。一体加工部分の長さは100mm程度であったが、口元が15mm程度の為、開口部から切削すると、バイトが片持ちのため口元近くで切削中にぶれを起こし殆ど不良品になってし

まった。100台近く作って完成品は3台だけであった。今ならもっと良い技術があると思うが、当時は他に選択の余地がなかった。毎日原価UPと納期との板ばさみで悩み続ける日々であった。然しながら、このホーンのお陰で放射効率70%以上のBS-3のアンテナが完成し、衛星は1990年にBS-3aが1991年にBS-3bが打上げられた。全国で直ぐに300万世帯で視聴され、現在は後継機に引き継がれて1400万人が利用していると聞いている。今から18年も前の話ではあるが、チームワークと情熱とプライドをもった若きエンジニアが居たからこそその成果であったと思っている。ハードウェアを担当していると失敗の連続であるが、また完成したときの喜びは言葉では言い尽くせないものである。若き時代のアンテナ開発に関わる四方山話を紹介させていただきました。