

「テレビ衛星中継」…皆さんは、この言葉を聴いて、どのようなことを、そして、どのような作業を想像なさいますか？

衛星、それは宇宙空間の浮遊、飛翔物です。人間が、自ら制作し、それを宇宙空間に打ち上げて、用途に沿って遠隔操作している場合があれば、元から宇宙空間を浮遊している小天体もあります。人類が、宇宙空間に放り上げて、監視はするけれど、適当に成り行きに任せている場合もあり得ます。

テレビジョン放送で遠隔地からの素材の（電氣的な）信号の運搬に利用する衛星は、人間が、それを意図的に遠隔操作している場合に当たります。従って、そうした衛星には寿命があります。その寿命とは、人工衛星が搭載している太陽電池が作動する期間と姿勢制御のためのジェット燃料の量を意味していて、通常は、永くても数十年間です。

人工衛星は、地上からの電波信号を受信してから、それを増幅して再び地球に向かって送り返していて、その電源は、その衛星に搭載してある太陽電池です。我々は、それを能動衛星とも呼びますが、現在利用されているのは、殆んど全部、その種類のもです。「スパイ衛星」も含めて……今度の東北地方の津波と原発の事故に関しても、アメリカなどの偵察衛星は津波の被害の様子は勿論、東京電力福島原子力発電所の何号機かの爆発の実情を鮮明な画像で写していました。しかし、そうした衛星は、事故、事件や災害などに限らず、大平原の麦などの作物の出来具合とか、海流の大きなうねりなど（軍隊などの移動や艦隊、特に潜水艦の行動）の監視にも利用できます。つまり、地球上のあらゆる変化の看視、追跡が出来るのです。

「衛星中継」と聴いて、皆さんは、どのような作業を想像なさいますか？

それは、地理的に非常に遠い、地球の反対側の、アメリカやヨーロッパなどから電波を発射して、日本の我々の受信機に、珍しい、最新の映像と音声が届けること……その通りです。言い換えれば、遠隔地からのテレビジョンの素材の中継のことなのです。

テレビジョンの放送や素材伝送は（ラジオでも同じですが）遠隔地からテレビの放送の信号を発射し、それを我々が受信して、国内の受信者に向かって届けることで「放送素材の運搬」や「同時放送」などという作業が完結します。

テレビジョンの放送は、背の高いアンテナから電波を発射して、それを遠隔地にある家庭の受信機、受像機で捉えて「放送」を見聴きする事でテレビ放送の作業が完結します。

東京タワーの場合、333メートルのアンテナで、半径が、百キロ余りの地域に電波が届きます。隅田川沿いの、本所、業平橋に近い押上の東京スカイ・ツリーは634メートルですから、東京タワーの倍近い高さがある、もっと遠くまで電波が届きます。然し限度はあります。人間の生命に危険を与えない範囲の、どんなに強い電波でも、届く距離に限度があります。制約条件は、電波の力と、もう一つ、地球が丸いことです。

私が、名古屋で勤務していたときの経験では、大晦日から新年にかけての「行く年来る年」とか、七、八月頃の「夏に拾う」と言った、「季節の風物詩」のような番組で、伊勢志摩から直接、全国中継ネットに送信する場合、伊勢神宮に近い、志摩半島の先端に近い、伊勢神宮の内宮（ないくう）の裏に聳える朝熊（あさま）山が、名古屋の中心部からの距離が、ほぼ百キロメートルで、電波を発射して効果を上げる、所謂、ワン・ホップ（ひとまたぎ）の送受信の限界でした。それでも、直線コースを走らせようとする、電波が伊勢湾の海の上をすれすれに飛びますので、冬と夏とでは、送受信の結果に差が出て、夏は海上の水蒸気のために、雑音が入る、「良質放送」は一寸無理でした。そのため、万全を期して、我々は、鈴鹿山脈の御在所岳（ございしょだけ）の一角に中継点を設けて、そこを経由して、所謂、二段中継で名古屋のテレビ塔まで放送の信号を送ったものでした。今でも技術的な条件は同じだと思います。

東京の場合は、関東地方の遠隔地からは、関東平野を見下ろす茨城県の筑波山の中継点として、東京のテレビ塔まで放送の素材を送ったものです。「成田騒動」の中継したときも、その経路を用いました。

関東地方で事件が発生した時には、現地へ向う中継技術チームは、どの方向に筑波山があるかを念頭に、現場へ向かったものでした。現場一番乗りと、その現場からの映像と音声の送信が成功するかどうかは同じではないのです。

関西では、大阪と奈良との県境の生駒山（いこまさん）が、中継に有利なポイントです。全国各地の放送局は、それぞれ、地理的な条件を勘案した、独自の中継技術地図を持っている筈です。札幌冬季オリンピック大会の時は、洞爺湖（とうやこ）を目の下に見下ろす、恵庭（えにわ）山の大滑降の会場からの中継もありましたが、その時には、テレビ中継は、まさに雪との闘いで、中継カメラを乗せた、雪の斜面の、そのカメラを撤収する時には、雪融け近くになると、雪崩の危険もあって、文字通り「決死の覚悟」で作業が行われたと聞いています。

日本だけではなく、フランスでも、イタリアでも、ドイツでも、アメリカでも状況は同じ筈です。大袈裟に言えば、一寸物騒ですが、地理的な条件を前提

とした、軍事的な作戦行動に似ています。

そして、地球が丸いことを克服するためには、もっと高いところが必要でした。しかし、人間が建てることの出来る柱は、江東深川のスカイ・ツリーでお判りの様に、あの 634 メートル（語呂合わせでは「ムサシ=武蔵？」だそうです。因みに 333 メートルの東京タワーは昭和三十三年に竣工したので、高さをその語呂にあわせて揃えたのだと言われています。記憶には便利ではないでしょうか？）が建設技術的に見て、精一杯なのだそうです。

「衛星」の利用が求められたのはその所為です。そして、衛星を用いれば、地平線の彼方、地球の裏側とでも、回線の組み合わせを工夫すれば、テレビジョンの信号の送受信が可能です。

天文学、天体力学の登場です。そのために、この分野の技術者は、放送技術の基本である電磁気学と併行して、ニュートンやケプラーの法則などの天体力学を真剣に研究して、現代に適した宇宙通信技術を編み出したのです。

地球という「大地」は一つの大きな球です。また、テレビジョンの信号を送受するのですが、大気中には色々な塵埃（ほこり）があつて、電波の通行を邪魔します。そのため、普通は、仰角六度以下の、低い角度ですと山や建物がなくても、空気中のちり（塵埃）の層に遮られて、信号が明瞭に送受信できません。仰角六度というのは、非常に低い角度で、ラジオ体操で両手を広げて、手の指先が真横に見えるくらいから、一寸、上に持ち上げたくらいの角度です。

それで衛星ですが、当初は、地上の一点から見て、同じ位置に止まって見える衛星を打ち上げることは、非常に難しいことでした。地球が宇宙空間に浮遊している天体だからです。現在は、静止衛星を利用する時代と呼ばれていますが、今でも、厳密にはその位置は終始、少しずつ変化しているのです。そのため、衛星との間で電波を受け送りするアンテナは、受け取る電波の信号の力（ゲイン）が最大になるように計器で計算させて、細かく首を動かしているのです。つまり、「静止」とは、お互いに止まって見えるように移動することなのです。並行して走る列車、電車の様に。

また、衛星通信の地上側の操作は、直径が二十メートルほどの、金属の網のお椀を用いて行なわれています。それがパラボラ・アンテナです。彎曲面が幾何学的にパラボラ型のパラボラ・アンテナは、原理的には、首を上下左右に、自由に振ることが出来るように制作してあります。それは、普段は、機械が事前に命令されたプログラムに従って作動していますが、手動のハンドルもあつて、操作員は、信号の追尾アンテナが受け取る電波の信号の値（ゲイン）が最大になるようにアンテナ本体の「向き」や角度を、自在に操作できるようになっています。この後お話しする、移動衛星を二十メートル級の大アンテナを用いて追尾していたエンジニアは、微妙で大切なオペレーションをやり遂げたこ

とを思い出して、後日、作業中の緊張とスリルを熱を込めて語ってくれました。

一寸、理窟を言いますが、地球は球体です。そのため、衛星を利用して遠隔地と連絡を取り合うためには、地球の周囲に、少なくとも衛星が三個必要です。然し、当初は何処にその三個の衛星を配置すれば良いか。配置するとは何をするかで、若干議論がありました。衛星をジッと一箇所に留めておくためには複雑な理窟、工夫、操作が必要だったからです。

例えば、日米間で、兎も角、テレビの信号を受け送りするためには、太平洋上に衛星が必要でした。しかし、何処かの上に、ジッと留まっているように衛星を配置することが当初は無理でした。そのため、通信衛星を、赤道に直角の軌道で、つまり、北極と南極の上空を通過する軌道で、「縦に」地球の外側で、衛星を周回させることが試みられました。二十四時間で地球を一周させると、例えば、地球の東経 180 度、と言うか西経 0 度付近の、太平洋上を南北に通過する円軌道で衛星を周回させると、その衛星経路で、日本の東海岸とアメリカの西海岸とで連絡が取れます。つまりテレビジョンの信号を送受信できます。然し、衛星は飛んで（周回して）いますので、一箇所で見ていると数十分間程度しか、相互連絡は取れません。しかも直系が十数メートルの巨大なパラボラアンテナを操作しながら（衛星を追尾しながら）、多分、手動で、その作業を行っていた筈です。

太平洋を跨ぐ、日米間の、最初のテレビ衛星中継は、1963 年、昭和 38 年 11 月 23 日、金曜日、日本時間午前四時ごろに、数分間、実施されました。アメリカのフロリダ州アリゾナの砂漠の真中の、ジェームズバーク地上局と日本の茨城県十王町の KDD 茨城国際衛星通信所との衛星通信の開通式のイベントとして行なわれたのでした。その日、日本では参議院議員全国区選挙の開票が終わった朝でした。二晩にわたる開票作業で日本のマスコミは、各社、へとへと時間帯でした。そこへ、当初は、ワシントンから祝辞を述べる筈だった（それは、実は、事前にホワイト・ハウスの芝生の前庭で収録してあったのですが…）J.F.ケネディー、第 35 代アメリカ大統領が、就任から二年後に、遊説先のテキサス州のダラスで、夫人や州知事と並んで、オープンカーで喝采に迎えていたときに、沿道のビルの一室に潜んでいたオズワルドという犯人（といわれる暴漢）に狙撃され、頭部を撃たれて、死亡した、つまり暗殺されたというニュースが、事件現場の映像とともに「衛星で」送られてきたのです。

そして、その数時間後、太平洋上を南北に周回していた「アーリー・バード」という通信衛星が、再び KDD の茨城通信所のアンテナで捕捉できる位置に来て、中継放送を再開したとき、「犯人逮捕」という事件の続報がそれに続きました。

その衛星中継では、ダラスからの、「狙撃犯人逮捕」の、現場からの同時中継でした。逸早く逮捕された犯人オズワルドが警官に両側から腕を抱えられて移送される途中に、その場面を「同時、生（なま）中継」で放送中の、その画面の中で、中年後期の、淡い色の背広にソフト帽を被ったジャック・ルビーという、やや肥り気味の男に、正面から拳銃で腹部を撃たれて、オズワルドが苦痛で、少し口を開き、顔をしかめて崩れ落ちる姿が、一部始終、テレビの画面の中で展開しました。早朝からテレビを看ていた全国の、日本の視聴者も、全員その、ナマの映像を見ることになったのでした。

亡くなられたケネディー大統領には、誠に申し訳ないのですが、世界のテレビ界、マスコミ界は、あらためて衛星通信の威力、そしてその有用性を思い知らされたのでした。

それ以後、衛星通信には工夫が加えられ、衛星を赤道上に配置し、地球の回転と同じ早さで東へ向って飛び続けるように「設置」しました。地上から見ると、それが、停まっているように見えるので、日本では、それを「静止」衛星と呼んでいます。英語では「シンクロナイズド・サテライト」と呼びますが、フランス語でも「ラ・サテリット・サンクロニゼ」と呼んでいます。中国では、それを「同期衛星」と呼んでいます。その方が科学的には正しい呼称です。

日本語は、単純素朴で、「停まっているように見える」という、「静止」という情緒に転んだ、非科学的な感覚から脱却していないと私は考えています。

また、現在用いられている通信衛星は、1970年の大阪万国博では、会場中央の「お祭り広場」の、岡本太郎が制作した「太陽の塔」もあった、大屋根の広場の、柱の隅の上に、コムサットから提供された通信衛星が数個展示されていましたが、一口で言うと、石油の大型のドラム缶とほぼ同じ大きさで、その片側に、お盆のようなパラボラ・アンテナが種々組み合わせて配置してあるのが、普通の通信衛星の姿のようです。

こうした通信衛星は、スイスのジュネーヴに本部のある「ITU 国際電気通信連合」の承認の上で、アメリカの、「コムサット COMSAT」という会社が管理運営しています。宇宙区間を「飛んでいる」のですから、通信衛星は常に「軌道修正」を行っています。作動させる電力は太陽電池で賄っていますが、姿勢制御にはジェット噴射が必要です。ですから、大まかに言うと、通信衛星の寿命は、内蔵しているジェット燃料に制限されます。それは「衛星の寿命」と呼ばれています。また、静止衛星は赤道上なら何処に打ち上げて良いとは行きません。地上との信号の送受に関連して、混信があつてはいけませんので、送受信アンテナの機能上、混信が起こらない距離と角度など、専門的には、細かい規定が設けられています。空想科学小説のようですが、そこにも、極めて厳

格な物理などの科学的な約束が貫かれているのです。

コムサット COMSAT を事業主体とする通信衛星の、宇宙空間での、現在の配置は赤道上の三箇所にあります。それは太平洋では、インドネシアのカリマンタン（ボルネオ）島付近の上空 3 万 6 千キロの宇宙空間と、インド洋上、大西洋上の、高さ、約 3 万 6 千キロの空間にそれぞれ配置されていて、それらは、太平洋衛星、インド洋衛星、大西洋衛星と呼ばれています。

また、最近は、特に、「大国」が自前の軍事衛星を打ち上げて、地球規模の専用連絡網を形成していますが、それらは今後、調整を要する問題だと思えます。アメリカのオバマ大統領は、ビンラディン容疑者の殺害に関わる映像の総てをワシントンのホワイト・ハウスの地下のオペレーション・ルームで看視していたという話がありますが、軍事衛星を駆使すれば、実施は可能だと思われま

す。先に挙げた東日本大震災の津波と原発の爆発の実情以外にも、アメリカは、様々な軍事的実情を、世界中について、ほぼ、隈なく補足しているようです。北朝鮮やイラクが、横穴を掘って工作施設などを山間部の辺地に設営しているらしいのも、そうした国際的な「偵察、査察の技術」の水準を熟知しているからだと思えます。それは、且ってナチス・ドイツがアルプス山系の山間僻地に秘密裏に、その種の施設の建設、配置を行なっていたことも想起させますが、中国や北朝鮮がどの位、そうした衛星駆使能力を持っているかは今のところは謎です。しかし、こうした活動のテクニクは、人類の科学ですから、その国々にとっても、その気になれば取得できる知識であり、技術だと思えます。

更に、また、現在行なわれている衛星通信は、諸国家の便益に配慮して、公表された特定の周波数を用いる国際的なオペレーションですが、軍事衛星についてはデータの諸元は秘密ですから、その探り合いは熾烈だと想像されますし、使用する電波の種類も複雑化して来ているようです。フレデリック・フォーサイスの小説では、中東の砂漠地帯で、スパイ衛星に向かって、情報の圧縮された強烈な信号を、瞬時に発射して、秘密の連絡を行なっていると、衛星を宇宙兵器で攻撃、破壊するなど、頭脳の遊びに近いような話が出てきますが、世界の国々では、それに近い頭脳競争が行われているのも事実だと私は考えています。

このお話は、物騒なので、このあたりで止めることにします。

皆さんも、どうぞ、こうした問題意識を持って、今日のこの分野の現在と将来にもご注目ください。

(元 NHK 衛星中継コーディネーター)

2011.09.17

終

