

喜多が行く



明るい未来テクノロジー紀行

第3話

「空飛ぶIT基地」成層圏プラットフォーム

「動の空間」対流圏、 穏やかで厳しい成層圏

ジェット旅客機の巡航高度は4万フィート弱。つまり約1万mの高空を飛行している。この高さから見える人工物は道路や滑走路など地図にも載るような大きなものに限られ、地形や海岸線も地図とまったく同じに映る。

フリークエントフライヤーならずともご存じだろうが、飛行機が東西方向に往復するとき所要時間が大きく違うのは、この高度に「ジェット気流」と呼ばれる、ときには時速300kmほどにも達する強い偏西風が年中吹いているから。この気流をうまく利用し、燃料をケチり時間を稼ぐのが、機長の腕前の1つだったりするわけである。

そしてこの辺りまでの大気の間層は「対流圏」と呼ばれている。対流圏では気温は上に行くほど低い。つまり上に行くほど空気の密度が大きくなっている。重い空気は下がるように、地上で暖められて密度の低くなった空気は上昇しようとする。上がったたり下がったりダイナミックな空気の動きと降雨や蒸発など水の大循環が重なって、風が吹き、嵐が起り、積乱雲が立ち昇る。我々に影響を及ぼす気象現象はこの対流圏で起こっており、航空機はその上辺をかすめて飛行していることになる。

そこからさらに1万mほど上昇すると、一年を通じて気流の穏やかな「成層圏」に達する。ここでは対流圏と温度プロファイルが逆転し、上に行くほど気温が上がっている。当然上ほど空気の密度が軽くなる。軽い空気が上に、重い空気が下にあるから空気の上下移動はさほど起こらない。成層圏では激しい風が吹くこともなく、雲もなく、雨も降らない。見下ろす景色は1万mも2万mもさほど変わらないというが、こと気象条件に関しては大きく違うのだ。

「もちろん生身の人間は行けない世界ですが、電子機器にも過酷な環境です。気圧は地上の20分の1と低いので、回路の中でアーク放電が起こるかもしれない。気温がマイナス70度Cだから、地上のままではまず動かない」

というのは、通信総合研究所(CRL)の三浦龍氏。神奈川県横須賀市にあるYRP(横須賀リサーチパーク)にあるCRL横須賀無線通信研究センターで無線イノベーションシステムグループを率いる三浦さんは、移動体衛星通信などの研究も手がけてきた無線通信のプロフェッショナルである。

その三浦さんが、なぜ成層圏にこだわるかというと、この高度に置くための「中継アンテナ」を研究テーマとしているから。

高度2万m、つまり東京タワーの60倍の高さのアンテナを使い、携帯電話やデジタル放送、高速インターネット通信のインフラにしようとする場合、どんな技術や機器が必要となるかという研究に、日々取り組んでいるのである。

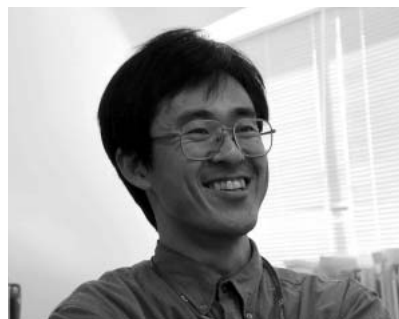
国家プロジェクト 「成層圏プラットフォーム」

より大きなスキームで言えば、高々度に電波の中継基地を置く「成層圏プラットフォーム」は、日本が国として大きな期待を込めて研究を支援しているテーマだ。1998年から郵政省(現総務省)と科学技術庁(現文部科学省)による省庁連携の国家プロジェクトとしてスタートし、航空宇宙技術研究所(NAL)が成層圏に滞在する飛行船の開発に取り組み、通信総合研究所(CRL)が通信・放送機構(TAO)とともに通信ミッション技術の開発に取り組んできた。東京タワーでいうところのタワー構造をNALが、アンテナや中継器をCRLとTAOが担当する体制で開発が進められてきた。

飛行船が成層圏を飛ぶ ことの難しさ

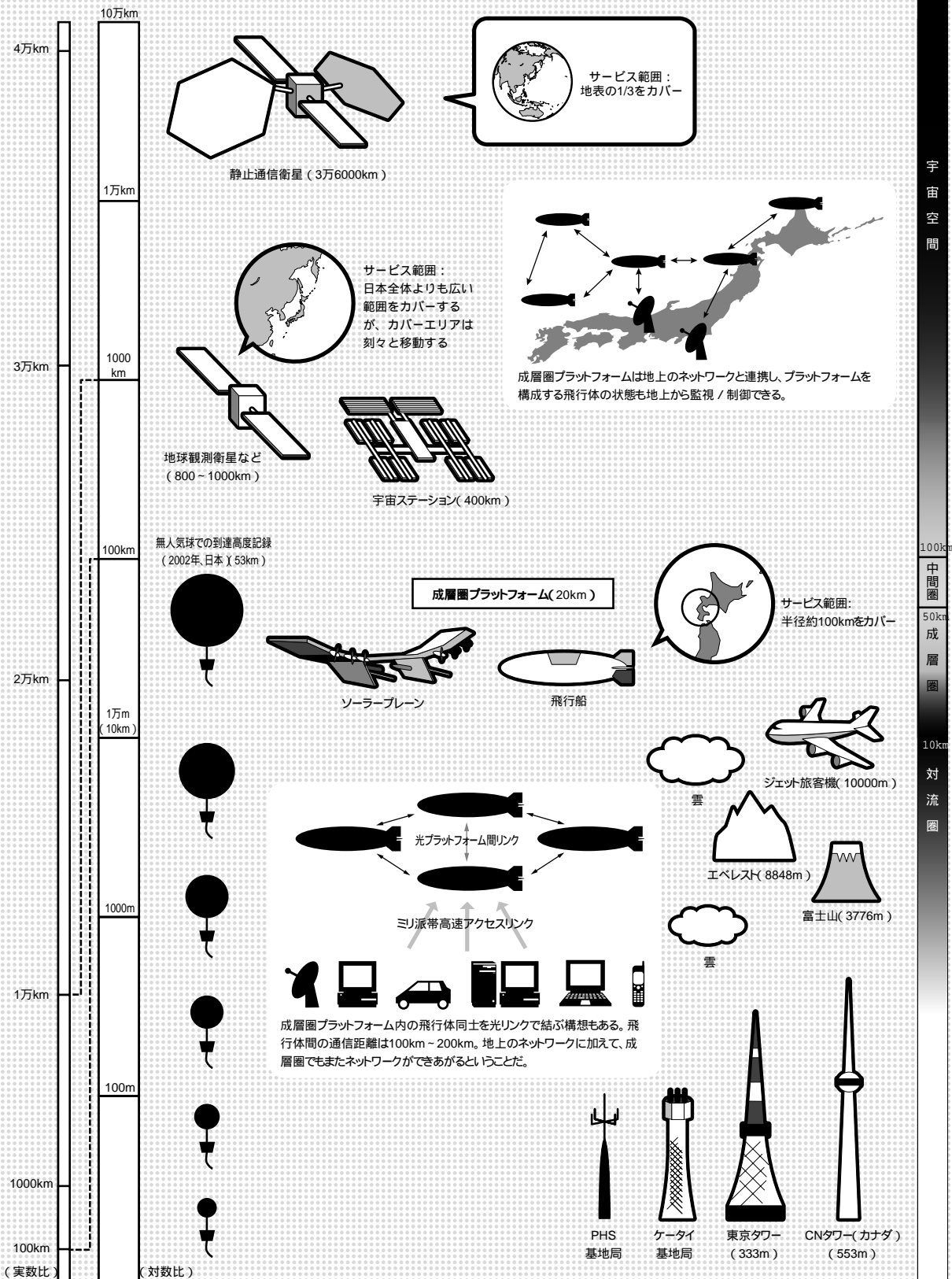
ところが、タワーとなるべき「飛行船」が難航している。

「飛行船というと100年以上の歴史もあるし、キドカラーとかGOODYEARだとかMALTSとかFUJIFILMとか、広告用途でよく目にしますよね。案外すぐできるんじ



独立行政法人通信総合研究所 横須賀無線通信研究センター 無線イノベーションシステムグループリーダー 三浦龍氏

「図説 通信プラットフォームの位置関係と特性」



やないかとみなさん思われがちなんです
が、これがかなり難しいんです」

1900年に初めてツェッペリン飛行船が
実用に供されたが、1930年代までには飛
行機に押されて輸送旅客用としての使命
を終えてしまっていた。これを現代によみ
がえらせようという試みなのだが、目標高
度が20kmとなると、ハードルもかなり高
い。気圧が20分の1になるということは得
られる浮力は20分の1だから、容積も20
倍必要となる。長径が200mほどの巨大
なサイズとなり、これは船でいうと3万ト
ンクラスの客船に匹敵する。これだけの大
きさの構造物を風圧に耐えて所定の高度
まで浮上させ、太陽エネルギーや燃料電
池などを使って長期間滞空させるのは、並
大抵のことではない。「格納庫から引き出
すだけでも風圧で苦勞する」そうで、世界
のどこにもまだ成層圏に達した飛行船は
存在しないのだという。

無線時代の始まりを告げるマルコーニ
の大西洋無線中継実験成功も、ツェッペ
リン飛行船の登場とほぼ同じ1901年だっ
た。飛行船に乗ったことのある人はごくわ
ずかしかないだろうが、現在では人類の
ほぼすべてが、何らかの形で無線通信の
お世話になっている。現実問題として、無
線技術のほうが、はるかに時代の先を進
んでいるわけだ。

NASAの無人機との出会いで、 中継実験が実現

実際のプラットフォームの完成に先んじ

て、三浦さんたちはITU(国際電気通信連
合)の場で、成層圏通信で使う周波数帯
を提案し、2000年にトルコのイスタンブ
ールで行われたITU無線通信総会で採択
された。

これが世界の研究者の間に日本の真剣
な取り組みを知らせることになり、願っ
てもない話が飛び込んだ。太陽電池を動力
源に飛行する無人飛行機に資金を投じて
きたNASAからのアプローチである。

「一緒に実験やりませんか」とNASAから
申し出が来たんです。NASAはソーラープレ
ーンの魅力の用途を探しており、飛行
船の完成を待つ我々にとっても願っ
てもない実験プラットフォームだった。双方の利
害が一致し実験にこぎつけたんです」

実験に供されたソーラープレーン「パス
ファインダープラス」は、米国のエアロ・
ヴァイロメント社がNASAの資金援助を受
けて製作した、翼長37m・重量330kg・
最大飛行高度2万5000mの性能を有する
全翼無人機だ。同社は81年に英国海峡
をソーラープレーンで無着陸飛行に成功
し、姉妹機の「ヘリオス」は77mとジャン
ボジェットを上回る翼長を持ち、偵察機
「SR71」の高度記録を破る3万mを飛行
している。この分野で世界一の実績を有
するベンチャー企業である。

三浦さんらのグループは日本のドコモシ
ョップで買って、ちょっとだけソフトに改良
を加えたFOMA携帯端末や、FOMAの基
地局シミュレーター、そして「パスファイン
ダープラス」にぶら下げる形で装着する中
継器を製作し、ハワイのカウアイ島に持ち

込んだ。

原理的には、日の出ている間ならずっと
成層圏で浮かんでいられるソーラープレ
ーンをプラットフォームに実験が始まった。
2002年の6月のことである。

「予備実験で他の島からの電波の干渉が
明らかになった。アンテナの改造は間に
合わないの、ソフトウェアの書き換えで
カバーして、報道陣も招いての公開実験
にのぞみました。出たとこ勝負でしたが、
持参したFOMAのテレビ電話に映像が映
り、歓声が起こりましたよ」

世界初の通信中継実験は無事成功し
た。この秋には姉妹機の「ヘリオス」によ
るさらに高度な通信実験も予定されてい
る。電波源の位置を精密に割り出し、そ
こに向けて電波のビームを絞って通信す
る「デジタル・ビーム・フォーミング」の実
証実験や、1100万画素のデジタルカメラ
からの映像を伝送する実験、数メガ～数
十メガのIP通信など、成層圏プラットフ
ォームを介して行うさらに高度な実験が準備
されている。「ヘリオス」自身も、夜間も飛
行可能なように日中の電力を蓄える二次
電池のテストを行う予定だという。日米合
同チームによる「空飛ぶIT基地」の技術
は、着々と積み重ねられているのである。

さまざまな障害のある 既存の無線通信

テレビやラジオを視聴し、携帯電話を
当たり前に使っている我々は、無線通信
は成熟した技術で、すでに改良の余地が
なくなっただけで済んでしまいがちだが、そんな
ことはない。無線技術は見えにくいところで
進歩している。

高々度に置かれた電波の中継基地なら
BSやCSなどの衛星がすぐに思い浮
かぶ。広い地域をカバーし、同報性に富
み、災害にも強い衛星通信の恩恵に、わ
れわれはどっぷりと漬かってきた。地上波
のテレビだとゴーストが激しい場所でも、
衛星からの電波を受信すればキレイな映
像が得られる。しかし約4万km彼方から
の電波は微弱なため、それを捉えるため
には大きなお皿(パラボラアンテナ)を使

「パスファインダープラスによる実験の様子を動画でCD-ROMに収録!」

2002年の6月にハワイのカウアイ島で行
われた、パスファインダープラスによる実験
の様子が収録された映像が、本誌の付属CD-
ROMに収録されています(252ページ参照)。
実際に飛行しているソーラープレーンからの
映像なども含めて約30分の、本誌オリジナル
編集MPEGムービーをお楽しみください。
(映像提供:日本成層圏通信株式会社)



空に浮かぶパスファインダープラスの美しい姿が動画
で見られます

「4000万倍の力の差」

「静止衛星」は決して空間の1点に静止しているわけではない。赤道上を地球の自転と同じ方向に、地球の自転と同じ角速度で周回しているから、地表からは空の同じ場所に止まっているように見えるに過ぎない。しっかりとぶった帽子のつばの先は、頭をいくら動かしても同じ方向に見える、というのと似ている。地上のアンテナを一方に向けて固定しておけばいい静止衛星は、無線通信史の中でもノーベル賞級の「発明」といえる。

衛星が静止衛星となるには「赤道上空」と「3万6000km」という2つの条件を満たさねばならない。軌道面が赤道面と角度をなしていると、衛星の角度(仰角)は高くなったり低くなったりして見えるし、軌道面が赤道面と一致していても高度が3万6000kmより低いと、衛星は東に動いて見え(自転より速く周回する)、高いと西に動いて見える(遅く周回する)。この2条件を満足する静止軌道は、現在300機以上の各国の衛星でぎっしり埋まっている。電波の干渉を避けるため、使用する周波数帯の国際的な調整も必要で、日本の衛星放送のチャンネルが奇数なのは、お隣の韓国のそれが

偶数だからだったりする。静止軌道は「限られた資源」であり、これを補完する通信プラットフォームが求められるゆえんだ。

見通し距離で成層圏プラットフォームと静止衛星を比べると、日本のような中緯度地域からだと衛星までは約4万km。かたや成層圏プラットフォームは直下で20km。距離にして2000倍の差があるから、電波の強度(距離の二乗に反比例)で4000万倍の差が生じる。成層圏プラットフォーム通信は、ビットレートの高い通信を小さな端末やアンテナで行うだけでなく「限られた資源」を有効に生かす意味でも必要とされているわけだ。

う必要がある。

いっぽう地上付近を這う電波は、さまざまなモノに反射して、違った経路を通りアンテナに飛び込む「フェージング」や「マルチパス」などの影響が避けられない。現在の携帯電話やPHS、3G携帯電話などの移動体通信では、こうした影響をキャンセルする高度な信号処理技術がすでに実用化されている。大地震などの災害に見舞われると地上の基地局は使えなくなるが、そこを衛星通信がカバーする形で、通信という「ライフライン」が構築されているわけである。

既存の通信インフラを補完する成層圏プラットフォーム

現在の携帯電話端末のような小さな機器で、衛星というプラットフォームに依存する移動体通信を行おうとすると、アンテナが大きく電波の出力の強い衛星を打ち上げる(宇宙開発事業団・CRLで開発中の「技術試験衛星VIII型」など)か、低い軌道にたくさんの衛星を配置する(イリジウム)しか方法がない。

「でも私自身、衛星通信の研究も手がけ

てきたのでよくわかるのですが、衛星にはまどろっこしい部分がある。コンセプトを固め、設計し、試験を重ねる作業に時間がかかり、打ち上げられる頃にはその技術が陳腐化してしまう。逆にそれだけの時間をかけて練り上げるからこそ、宇宙空間という修理不能で過酷な環境でもメンテナンスフリーで運用できるわけです。ところが成層圏プラットフォームなら、最新技術をすぐ搭載できる。故障しても降ろして修理できる。衛星が苦手とする部分を補完し、衛星より1~2桁安いコストでシステム運用ができるはずなんです」

Sサイズの無線通信インフラが地上のアンテナ、Lサイズが通信衛星とすれば、その間のMサイズをカバーするのが、成層圏プラットフォームだ。地上の通信インフラや衛星を補完する存在として、よりビットレートの高い通信や放送を担うことになると、三浦さんは強調する。

「ハンドオーバー(基地局の切り替え)なしで、新幹線や飛行機に乗っている間中、高速通信を行うことも可能になります」

世界的に見ても、成層圏プラットフォームの通信にここまで本腰を入れて取り組

んでいるのは、日本のほかには米国国防総省が目立つくらいであるとも三浦さんはいう。

昨年の実験が成功したことで、成層圏プラットフォーム通信は、ソーラープレーンを利用するならすぐにも実用化が可能な段階に来ている。ただ、日本の航空法はそうした無人機が人家の上を飛行することを認めておらず、法律面での調整などはまだまだこれからだ。技術力だけでは克服しきれない仕事も山のように控えているが、ぜひそれを高い場所から見下ろし、乗り越える道を見つけてほしいと思う。

独立行政法人 通信総合研究所(CRL)

 <http://www.crl.go.jp/>

喜多充成(きた みつなり)

1964年石川県生まれ。

産業技術・モノ作りを10年来のテーマとする技術系ライターで、本誌草創期からの執筆陣の1人。連載「インターネットビジネス利用の現場から(1995~)」「2005年へ光る道(1998~)」「超未来ラボ(2001~)」特集「電子メール革命(1995)」「いまそこにある定額制(1999)」などを担当。ウェブ上ではキャノン広報記事「開発者が語る「これがキャノン!」」などがある。

 <http://web.canon.jp/technology/interview/>

次回は「絶対に破られない暗号」に行く!(予定)



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp