

流星バースト通信

—古くて新しい見通し外データ通信—

静岡大学 工学部 教授 福田 明

Akira Fukuda,
Professor, Faculty of Engineering,
Shizuoka University



貧乏人の通信衛星

“Poorman’s Satellites” これは、最近の流星バースト通信ブームを報じたニューヨークタイムズの見出しである。流星バースト通信は、流れ星の飛跡に残る電離気体柱による低VHF帯電波の反射現象を利用した見通し外通信であるが、通信媒体としてこのような自然現象を利用する上、装置は極めて簡単でよいため、簡易性・経済性という点がその最大のセールスポイントになっている。狭い国土に高度な通信網が密に張り巡らされている我国では、これまでほとんど関心を持たれてこなかったこの特異な通信手段について、以下簡単に紹介しよう。

それはどのようなものか

夜空に流れ星を期待して眺めていても、めったに見られるものではないことは、大抵の皆さんの経験であろう。「あんなものを通信の手段として使うなんて、あまりにも暢気すぎないか、結局遊びではないのか」という声が聞こえてきそうである。そこでまず最初に、この地球には一日に約1トン、個数にして 10^{12} 個にもものぼる宇宙の塵が、日夜休むことなく“霧雨のように”降り注いでいることを申し上げておこう。その大部分はミリグラム以下の微小なものであるが、そんな小さなものでも、地上100kmほどの高度で、大気との摩擦によって長さ数10kmの細長い電離気体柱(流星バースト)を生成する。その発生高度は約100km。肉眼で見えるのは中でも特別に大きいものだけなのである。

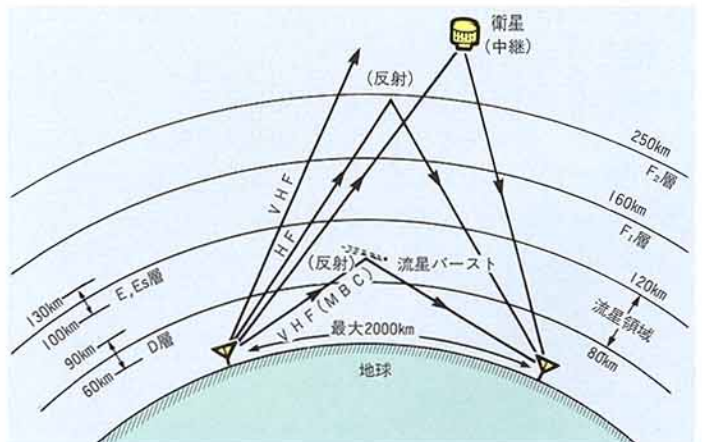
この流星バーストの位置と角度がある条件を満たしていると、与えられた2局間にこれを反射体とした見通し外通信路が設定できるのである(第1図)。通信可能な最大距離は約2000km。これは、地球の半径と反射体の高度から計算できる。流星バースト通信に通常用いられるごく簡単な装置の場合、2局間で利用できる通信路は数10秒に1回の割合でランダムに開き、平均数100ミリ秒のランダムな時間、これを使うことができる。筆者らのこれまでの実験データによると、浜松—

八戸間の通信路は、平均約14秒に1回、平均約0.26秒の間開いている。

最近では、大規模なアンテナアレイなどを用いた、流星バースト通信らしからぬ大容量システムも、米国国防省のARPAなどで開発されているが、そのような大容量システムとしての流星バースト通信の、衛星通信などに対する競争力は、軍用など特殊な場面以外ではほとんど期待できないであろう。流星バースト通信は、あくまでも低価格な簡易通信システムとして生きていくべきである。

このように流星バースト通信路は、その開閉が確率的ではあるが、マルチパスなど伝搬特性の面では、電離層反射による短波通信路などに比べて非常に安定した素直な性質を持っているので、現代のコンピュータ技術をもってすれば、これを利用するための装置・設備の構築と、その運用は極めて簡単で、運用の自動化も容易なのである。事実、筆者の研究室のシステムは、アマチュア無線機にわずかな改良を施し、これに自作モデムとパソコンを付けたものである。用いる電波は一波で、アンテナは5素子八木。学生諸君が書いたソフトにより双方向メッセージ伝送システムやデータ収集システムが構築されている(第2図)。

一方、流星バースト通信の欠点は、容量が小さいことと、相続くデータ送信の間どうしても数10秒ないし数分の間隔を覚悟しなければならない点である。従って、会話音声の伝送などには向かない。しかし次節



第1図 流星バースト通信

で見ると、今日の高度情報化社会の時代においても、小容量だが重要な、しかし数分程度の遅れは問題としないデータへの通信要求は、一般の想像以上に多いのである。

どこから来てどこへ行くのか

筆者らが1992年に実験局を開設するまで、我国ではほとんど無視され続けてきた流星バースト通信ではあるが、実は、物理学者長岡半太郎の1929年の論文が、流星と電離層との関係を論じた世界で最初のもので認められているのは興味深いことである。その後、1930年代からのレーダ観測による地球物理学的な研究の時代を経て、1960年代には欧米において第1次流星バースト通信ブームが起こった。しかし不幸にも、その直後に始まった衛星通信ブームに押されて、流星バースト通信は忘れ去られ、その実用化も1980年代まで持ち越されてしまったのである。

1970年代末になり、コンピュータやメモリの技術が進歩すると、流星バースト通信の簡易性がますます発揮しやすくなり、データ収集やメッセージ伝送の分野で、いくつかの実用システムが構築されるようになった。衛星を基本としたシステムに比べて、すべての面で小回りが利く点も、このシステムの魅力の一つである。これらのシステムの成功がきっかけとなって、世界各地で以下に述べるような種々のシステムが構築されるようになり、これが現在まで続いている第2次の流星バースト通信ブームとなったのである。

現在、各地で運用されている流星バースト通信システムは、大きく、データ収集システム・遠隔監視システム・メッセージ伝送システム・移動体追跡システムなどに分けることができる。データ収集システムの例

としては、SNOTEL（第3図、ロッキー山中に約600個の気象観測端末を持つ）やアラスカのAMBCSが、遠隔監視システムとしてはフィリピンの約100基の灯台の自動監視システムが、また移動体用システムとしては、米国MCC社による米大陸及びヨーロッパ全土におけるトラック追跡システム（現在展開中）や、我が国海上保安庁水路部の漂流ブイからの海象データ収集システム（現在実証実験中）などがある。さらに、メッセージの伝送システムとしては、衛星回線のバックアップ用として、軍用のものがいくつかあるようである。また、流星バースト通信の応用として、大河における水資源（発電・灌漑・飲用水）管理のためのテレメータシステムが多数見られるのも興味深いことである。中でも大規模なのはナイル川のものであるが、その他、アルゼンチンや中国の大河でもいくつかのシステムが活躍している。

このように、今日、通信インフラの整備されていない広大な地域での、簡易な小容量データ通信システムとしての流星バースト通信の地位は確立しつつあるように見える。もちろん今後も、日々世界を駆け巡る膨大な通信量の中では無視できるオーダー以下の量しか運ばないし、間違っても通信界の主流になることはありえないが、適材適所、流星バースト通信が適材となる適所は意外に多いのである。そして、運ばれるデータの価値は、その量だけでは決まらないのである。今後も、アルゴスやイリジウムなどの衛星システムや短波システムとの棲み分けが行われていくであろう。

筆者の夢は、砂漠や南極の観測システムなどに、流星バースト通信にとっての適所を見つけ、そこに、筆者らの開発した新技術をふんだんに採用した通信網を構築することである。



第2図 流星バースト通信用浜松実験局
(左：アンテナ、右：無線機器)

第3図 SNOTEL
(左：データセンタ、右：端末の例)