

Space Japan Milestone

世界初の成層圏無線中継に成功！

通信総合研究所

通信総合研究所は、2002年6月から7月にかけて、ハワイ州カウアイ島にて、通信・放送機構、米国 AeroVironment 社、SkyTower 社及び NASA との協力により、無人ソーラープレーン Pathfinder Plus に通信総合研究所が開発した信号中継器を搭載した通信・放送信号の成層圏中継の実験を実施し、成功しました。

実験の背景

通信総合研究所は、平成 10 年度より、通信・放送機構と連携しながら、成層圏プラットフォームの実現を目指して通信・放送に関する研究開発を進めるとともに、国際電気通信連合 (ITU) 等での標準化活動に積極的に貢献して参りました。高度約 20km 前後の成層圏に滞空させて様々な用途に利用する飛行体を「成層圏プラットフォーム」と呼びます。この成層圏プラットフォームを無線通信や放送の基地局として利用すれば、将来の全く新しい通信インフラとしてきわめて有望です。

放送サービスを考える場合、最低仰角を5度とすれば、成層圏プラットフォーム1機でのサービスエリアは半径200km程度となり、日本全国で6機あればほぼ100%カバーできます。ちなみに地上のテレビ放送では全国で数千箇所の送信局や中継局を用いていますので、これが6局で置き換えられる可能性があります。成層圏プラットフォームとしては飛行船、または無人ソーラープレーンなどが候補となっていますが、太陽電池をエネルギー源として成層圏を飛行した実績のあるのは現時点では無人ソーラープレーンのみです。Pathfinder Plus は、NASA の ERAST 計画 (Environmental Research Aircraft and Sensor Technology: 環境調査飛行機およびセンサー技術) のために AeroVironment 社が開発した無人ソーラープレーンです。昼間限定ですが、1998年に高度24kmでの世界で初めての飛行に成功しました。長さ36.3m、幅3.4mの翼で構成されています。今回、Pathfinder Plus に通信総合研究所が開発した信号中継器を搭載し、通信・放送信号の成層圏中継実験を実施しました。本実験は、第3世代移動通信システム IMT-2000、地上デジタルテレビジョン放送方式 (ISDB-T) によるハイビジョン放送など新世代の通信放送信号を高度20km上空の成層圏で中継する世界初の実験となりました。

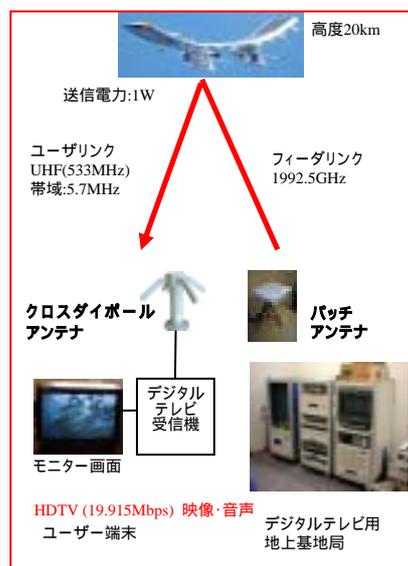
実験はハワイ州カウアイ島の米海軍 Pacific Missile Range Facility (PMRF) で3回実施しました。第1回目(6月24日)は、成層圏中継によるデジタルテレビジョン放送を実施しました。第2回目(6月28日)、第3回目(7月20日)は商用携帯電話端末を使用した第3世代携帯電話システム方式による音声・画像・インターネット伝送実験を実施しました。なお、第3回目は公開実験としました。



無人ソーラープレーン
Pathfinder Plus



カウアイ島周辺を上昇中



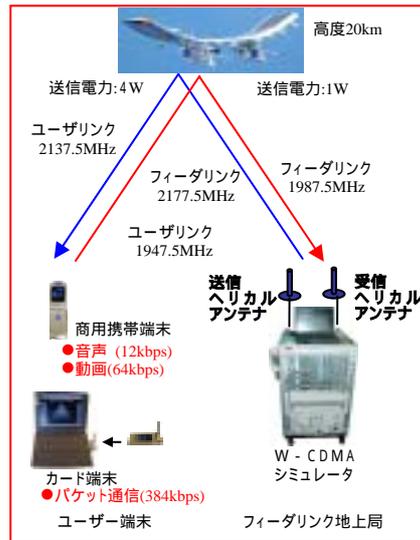
デジタルテレビジョン放送実験の構成



成層圏中継器を経由した
デジタルテレビ放送波の受信モニター

第1回実験(デジタルテレビジョン放送実験)

6月24日早朝、気象などの条件が整い実験実施のゴーサインが出されました。Pathfinder Plus は9時37分に離陸、午後3:30ごろ高度20kmに達し、ハイビジョン放送信号の中継を開始しました。Pathfinder Plus を中継した信号は地上の受信機に接続されたモニター画面上に鮮明なハイビジョン画像として明瞭な音声とともに映し出され、世界で初めて成層圏中継によるデジタル放送が成功しました。伝送方式は日本の地上デジタル放送で用いるISDB-T方式を用いました。最終的に、最も厳しいパラメータの組合せ(Mode 3、64QAM、内符号化率7/8)でも良好な受信が行えることを実証しました。実験では伝送特性測定、中継器内温度測定等を実施し、ソーラープレーンによる成層圏中継回線が十分安定であることを確認しました。



IMT-2000 通信実験の構成

第2回実験(IMT-2000方式による通信実験)

Pathfinder Plus は6月28日の8時20分、離陸し、午後1時28分に高度20kmに到達しました。その後、商用携帯端末単独でのIMT-2000通信接続試験を試みましたが、残念ながら接続はできませんでした。原因を調査した結果、ユーザ端末からPathfinder Plus 向けの回線の同一帯域内に、200km以上離れた隣の島から、地上では観測されなかった大きな干渉波が送信されていることを確認しました。このため、商用携帯端末に利得の高い外部アンテナを付加して信号対干渉波電力比を改善することにより通信接続を行い、データを取得しました。今回の実験では、遅延の大きな成層圏中継回線において、プロトコルのわずかな修正によりIMT-2000方式の通信接続が可能であることが確認できました。



IMT-2000 通信用
送受信アンテナ(リターンリンク)

第3回実験(IMT-2000方式による通信実験:公開実施)

第2回実験で観測された干渉波を抑圧するため、サイドローブをさらに10~15dB以上低減したビームパターンをもつアンテナ(9素子アレイ)を製作し、Pathfinder Plus に搭載しました。改良アンテナを搭載したPathfinder Plus は7月20日の8時29分に離陸し13時24分、高度20kmに達しました。その後、再度、携帯端末単体を用いた通信接続を行った結果、見事に成層圏中継によるIMT-2000音声・動画通信の接続に世界で初めて成功しました。これは将来、地上系と成層圏系が特別なハードウェアなしに同じ携帯端末で互いにローミングできる可能性のあることを示すものです。今回は実験を一般に公開し、音声・動画通信のデモンストレーションを実施しましたが、世界各国から40名ほどの参加がありました。



成層圏中継による動画通信

おわりに

ハワイ現地での作業期間が3ヶ月近くにわたる大規模な実験でしたが、関係者の努力により、当初の予定通りのデータを取得することができました。本実験で得られたデータや経験は、将来の飛行船型成層圏プラットフォームを用いた通信・放送システムの開発にも役立つことが期待されます。本実験を支えてくださった方々に感謝します。

<http://www2.crl.go.jp/mt/b181/index.html>