

流星バースト通信による オホーツク海域環境情報収集システムの開発 3

高塚 徹¹、長澤 正氏²、椋本 介士³、若林 良二⁴、亀井 利久⁵、
藤田 和之⁶、三寺 史夫⁷

1. 技術部先端技術支援室
2. 沼津高等専門学校電子制御工学科
3. 静岡大学工学部電気電子工学科
4. 東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科
5. 防衛大学校電気情報学群通信工学科
6. 技術部装置開発室
7. 環オホーツク観測研究センター

はじめに

流星が大気圏に突入する時、その経路に沿って電離気体が発生（流星バースト）する。この気体の発生は数秒という短い時間だが、電波の反射体となりうる。この反射体を利用した通信のことを流星バースト通信（MBC: Meteor Burst Communication）と言い、通信距離約 1,600 km 以内の 2 点間における無線通信が可能である。

2008 年 12 月、低温科学研究所に札幌マスター局（図 1）、オホーツク海沿岸サロマ湖のキムアネップ岬（図 2）にキムアネップ・リモート局を設置した（直線距離約 235 km、両局の位置関係を図 3 に示す）。設置と同時にキムアネップ岬にある気象観測ステーションで収集した気象観測データを、流星バースト通信を使い札幌マスター局へ伝送を開始した（高塚ら 2009；高塚ら 2010）。2011 年 11 月には、アンテナの仰角を水平から 45 度に変更した。そこで本稿では、アンテナの角度の違いによる電波の受信数とデータ回収率について報告する。

アンテナ仰角の変更

2009 年 5 月 14 日から 2011 年 11 月 22 日までの通信では、取得されたデータパケット数が少なかった。検証期間中は送受信頻度が少なく、気象観測データの回収率が改善されない状態が続いた。送受信頻度の少ないのは、札幌マスター局とキムアネップ・リ



図 1 低温研屋上に設置されたアンテナ。



図 2 サロマ湖キムアネップ岬。

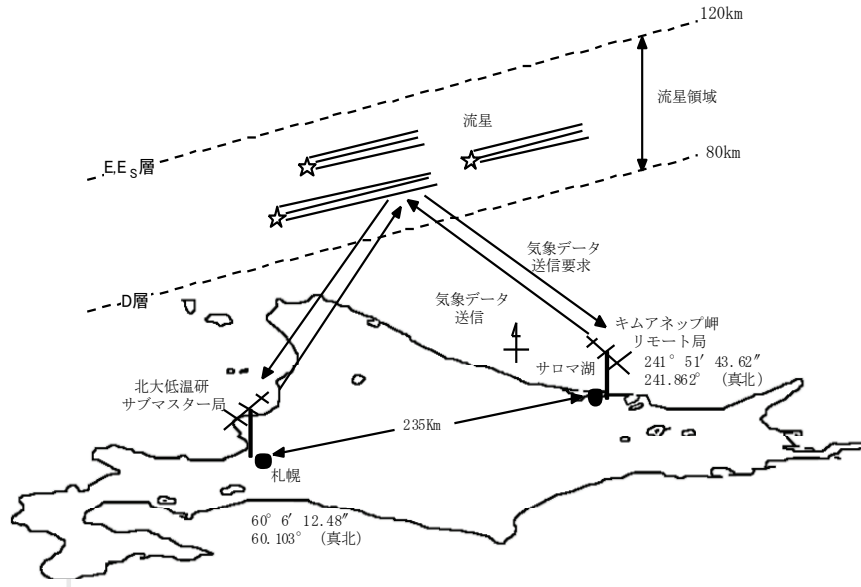


図3 流星バースト通信のシステム概要。

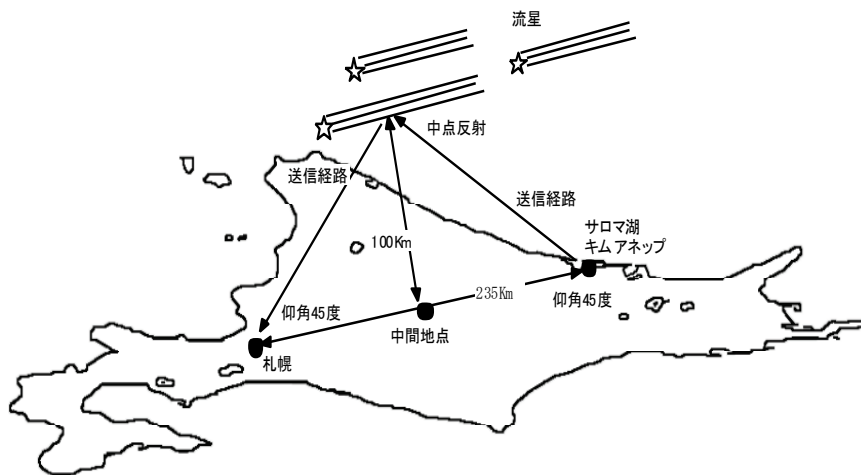


図4 中点反射の概略。キムアネップ・リモート局からの伝送の場合を示した。

リモート局のアンテナ（地上高 5 m）の主放射方向（アンテナの向き）が水平方向に向くように設置されていることが原因と考えられた（亀井ら 2012）。そこで、アンテナの主放射方向に仰角を付け、送受信の効率が良いとされる送受信間の中間地点における流星バーストを利用することにした（中点反射、図 4）。流星バーストの発生高度が約 100km、札幌ーサロマ湖キムアネップ岬間が約 235 km であることから 2011 年 11 月 22 日にマスター局のアンテナを、25 日にリモート局のアンテナをそれぞれ仰角 45 度にし、通信を再開した。図 5 にアンテナの仰角を変更した様子をマスター局とリモート局でそれぞれ示す。なお、アンテナの仰角を 45 度に固定させる留め具は、装置開発室で製作した（図 6）。



図5 札幌マスター局（上段）、キムアネツプ・リモート局（下段）のアンテナ部。
左（右）はアンテナの向きを水平（仰角45度）にしたもの。



図6 アンテナ仰角を45度にするための固定用留め具。

データ受信数

マスター局は、流星バースト通信の有無を探索し、リモート局がデータを伝送するように要求する。その要求により、キムアネツプ・リモート局からデータパケットが送信され札幌マスター局が受信する（高塚ら 2009）。1つのデータパケットには通信に関する情報と気象データ8項目（観測日時、風向、風速、気温、湿度、日射、気圧、バッテリー電圧）で構成されている。

図7は2009年1月から2012年10月までの1日あたりのデータ受信数を時系列で示したものである。アンテナが水平に設置された期間（2009年5月14日–2011年11月22日）を青い線で、仰角45度に設置した期間（2011年11月25日–2012年10月31日）を緑の線で示してある。双方ともデータ受信数は日によって大きなばらつきが見られるが、2012年4月下旬からばらつきが少ない。これは、安定して多くのデータが得られていることを示している。

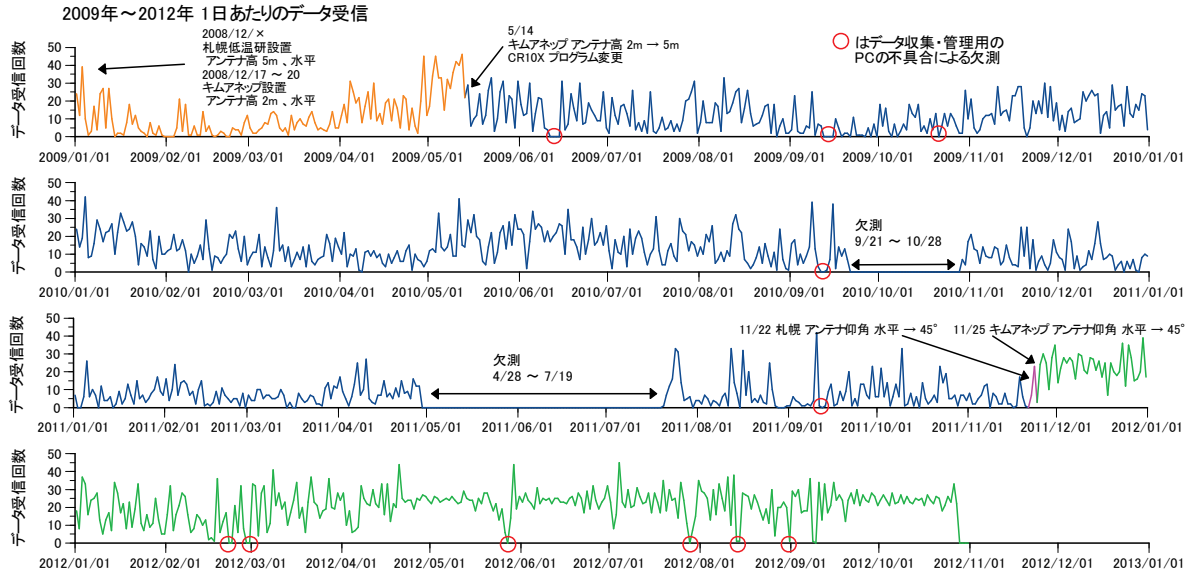


図7 1日あたりのデータ受信数。

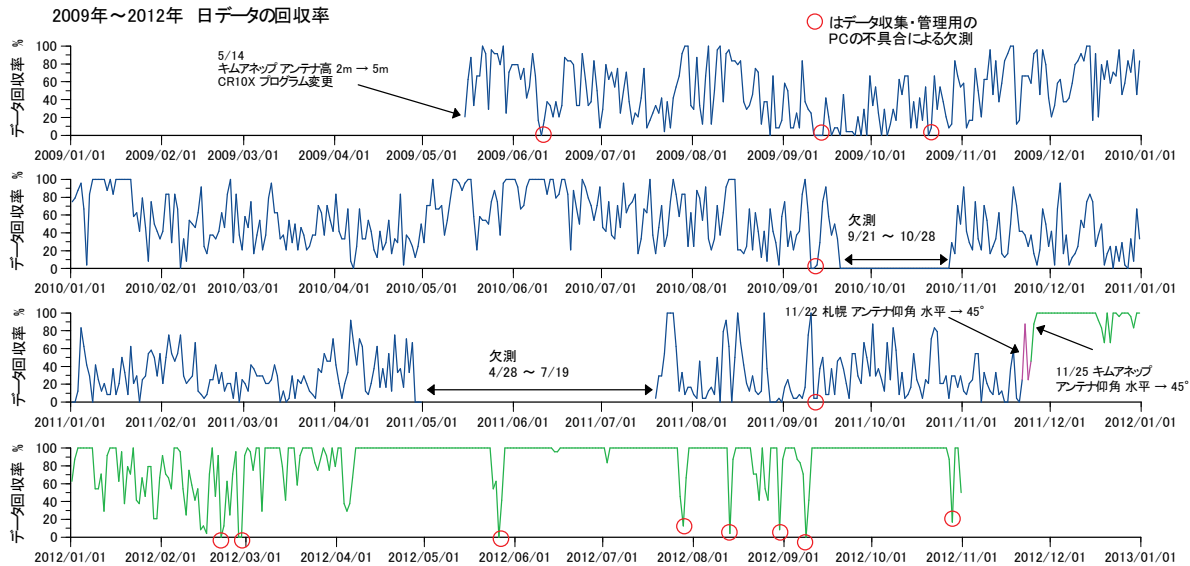


図8 日データ回収率。

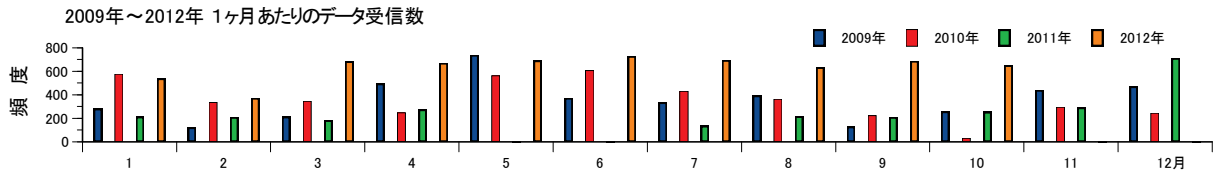


図9 1ヶ月あたりのデータ受信数 (2009年5月 - 2012年10月)。

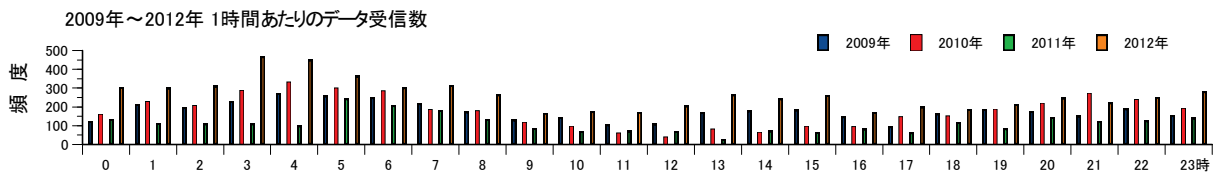


図10 1時間あたりのデータ受信数 (2009年5月 - 2012年10月)。

データ回収率

気象データは毎正時1時間ごとにデータロガーに記録され、5分後にリモート局のモデムのバッファにコピーされる。その後、流星バーストが発生した時にマスター局に伝送される。そこで、伝送されてきたデータを1日ごとに集計し、以下の式で回収率を計算した。

$$\text{回収率 (\%)} = (\text{回収した日データの個数} \div \text{日観測回数 } 24) \times 100。$$

図8に2009年5月から2012年10月までのデータ回収率を時系列で示す。仰角を45度に変更した2011年11月25日以降、変更以前の同時期に比べると大幅に回収率が良くなり、通信が安定していることが分かる。図9は年別1ヶ月あたりのデータ受信数の頻度分布、図10は同期間における年別1時間あたりのデータ受信数の頻度分布である（いずれも2009年1月から2012年10月までの期間）。アンテナの仰角を45度に変更した後、データ受信数が増え、変更以前の同時期に比べると比較的多くなりデータ回収率も良くなっている。

おわりに

通信距離が近い札幌ーサロマ湖キムアネツ岬間において、アンテナに45度の仰角を付けた。このことにより通信回線の頻度が向上し、データ受信数が増え、データ回収率が大幅に改善された。アンテナの仰角は45度が最適かどうか、引き続き検証を行っていきたい。

参考文献

- 高塚徹、石川正雄、白澤邦男、椋本介士、長澤正氏、若林良二。流星バースト通信によるオホーツク海域環境情報収集システムの開発 北海道大学低温科学研究所技術部技術報告第15号、52-57、2009。
- 高塚徹、白澤邦男、椋本介士、長澤正氏、若林良二、亀井利久。流星バースト通信によるオホーツク海域環境情報収集システムの開発 2 北海道大学低温科学研究所技術部技術報告第16号、38-43、2010。
- 亀井利久、若林良二、長澤正氏、椋本介士、白澤邦男、高塚徹、三寺史夫。近距離間での流星バースト通信に用いる指向性アンテナの一考察 電子情報通信学会総合大会講演論文集、2012年通信(1)、23、2012。