

## アジア太平洋地域における ATOVS データ再配信サービス

村田 英彦

### Asia-Pacific Regional ATOVS Retransmission Service (AP-RARS)

MURATA Hidehiko\*

#### Abstract

Regional ATOVS Retransmission Service in Asia-Pacific Region (AP-RARS) commenced its operation in June 2006. The aim of AP-RARS is to provide the users with ATOVS data from the NOAA satellites with a timeliness, meeting the requirements of Numerical Weather Prediction (NWP) model. RARS is recommended by CGMS after the success of EARS in Europe and North America Region. AP-RARS provides the users with ATOVS level 1C data in BUFR format through GTS. JMA provides data received at two HRPT direct readout stations, Kiyose and Syowa Station (Antarctica). Member countries of AP-RARS (and the number of its HRPT direct readout stations) are, Japan(2), China(3), Australia(4), and Korea(1). Data from these stations are available within about one hour. The accuracy of NWP is expected to be improved by the increase of available ATOVS data.

#### 要旨

数値予報で利用するデータの即時入手を目的として、AP-RARS の運用が 2006 年 6 月に開始された。AP-RARS は、アジア太平洋地域における参加各国の間で、NOAA 衛星からの直接受信データを処理して作成された ATOVS データを交換する取り組みで、欧州で運用中の EARS の成功を受け、CGMS によって構築が奨励された RARS の 1 つである。AP-RARS では、AAPP によって処理された ATOVS レベル 1C データを BUFR フォーマットに変換し、GTS 回線を用いて交換している。気象庁は、気象衛星センターおよび南極昭和基地における直接受信データを処理し、AP-RARS に提供している。現在、AP-RARS に参加している国（ならびに直接受信局数）は、日本（2）、中国（3）、オーストラリア（4）、韓国（1）である。これらのデータは、観測後ほぼ 1 時間以内には利用が可能となる。AP-RARS によって、全球速報解析に利用可能な ATOVS データ量が増加し、数値予報の精度向上が期待される。

#### 1. はじめに

NOAA 衛星に搭載の ATOVS は、赤外サウンダの HIRS とマイクロ波サウンダの AMSU-A、および AMSU-B または MHS の 3 つの測器から構成される。

ATOVS の観測からは、大気的气温や水蒸気量の鉛直的な情報を得ることができるため、ATOVS データは数値予報にとって重要な観測データである。現在、数値予報課における ATOVS データの利用に関しては、全球解析では輝度温度の直接同化（岡本、2007）を

\* 気象衛星センターデータ処理部システム管理課

2006 年 12 月 19 日受領、2007 年 2 月 23 日受理

行い、メソ解析と領域解析では輝度温度からリトリーブした気温および水蒸気量(水蒸気量は領域解析のみ)の同化(大和田、2007a)を行っている。より高精度の解析を行うためには、より多くの観測データを利用することが好ましく、数値予報では即時性のある観測データが有用とされている。

従来の ATOVS 輝度温度データの入手には、2通りの方法がある。1つは NOAA 衛星の運用機関である NOAA/NESDIS が受信および処理した全球データを取得する方法で、もう1つは NOAA 衛星が観測後即時的に放送している HRPT データを直接受信し、独自に処理する方法である。前者は、観測データの範囲は全球に及んでいるものの、観測から利用可能になるまで2時間ないし数時間を要するため、数値予報のような即時性が重要な用途に対しては、利用時刻までに充分量の観測データを取得することができないという欠点がある。これに対し後者は、観測後すぐにデータを利用することができる一方、取得できるデータの範囲は直接受信局付近に限られるという欠点がある。両者の欠点を補う方法として、欧州では EARS が考案された。EARS は、複数の直接受信局における ATOVS データを短時間のうちに収集し、再配信するサービスである。EARS によって、数値予報に利用するデータの範囲を拡大することが可能となった。

EARS の成功を受け、CGMS によって他地域への RARS の展開が奨励された。AP-RARS はアジア太平洋地域における RARS で、2006年6月に運用を開始した。現在の参加国は日本、中国、オーストラリア、韓国である。気象庁は AP-RARS のコアメンバーとしてその構築と運用に貢献している。

本稿では、AP-RARS 構築の背景および経緯(2章)、気象庁における AP-RARS 構築状況(3章)、AP-RARS データ運用状況(4章)、数値予報への貢献(5章)等について紹介する。

## 2. AP-RARS 構築の背景および経緯

AP-RARS は 2006年6月に運用が開始され、GTS 回線を通じて東京とメルボルン、東京と北京との間で ATOVS データの交換が行われるようになった。気象庁は、気象衛星センターにおける直接受信データに加え、2006年8月からは南極昭和基地における直接受信データを提供している。2006年9月には、東京とソウルとの間でもデータ交換が開始された。

本章では、RARS のモデルとなった EARS の構築と、国際的な経緯、国際的な動向に対応した気象庁の取り組みについて記す。なお、参考として付録 9.1 に AP-RARS に関連する会議と気象庁の取り組みについての履歴をまとめたので、必要に応じて参照されたい。

### 2.1 EARS の構築

EARS は、欧州内の複数の直接受信局で受信された ATOVS データを収集し、再配信するサービスである。前述のように、NESDIS から取得する全球データと直接受信データの欠点を補う方法として、EUMETSAT によって構築された。図 1 に、NESDIS からの全球データ、直接受信データおよび EARS データの対象範囲と取得までの所要時間を示す。EARS は 2002年11月より試験運用を、2005年1月より本運用を開始している。

EARS の実現には、パッケージソフトウェアである AAPP が大きな役割を果たしている。AAPP は、EUMETSAT をはじめとする欧州諸機関が共同で開発した ATOVS データ処理ソフトウェアで、それぞれの直接受信局での処理に AAPP を用いることで、データに互換性を持たせることが可能である。AAPP についての詳細は、NWP SAF のウェブサイト<sup>\*1</sup>または村田(2007)を参照されたい。

現在、EARS では、AAPP によって処理された ATOVS レベル 1A および 1C データ(データの処理レベルについては付録 9.1 を参照)を収集し、通信衛

<sup>\*1</sup> <http://www.metoffice.gov.uk/research/interproj/nwpsaf/aapp/index.html>

星によるデータ配信システム（EUMETCast<sup>※2</sup>）ならびに地上回線（GTS）によって再配信している。そのデータは観測から30分以内に利用が可能である。また、NOAA（米国）やCMC（カナダ）との協力により、EARSの直接受信局は欧州内だけではなく、北米にも拡大している。

## 2.2 国際的な経緯

### 2.2.1 第32回CGMS（気象衛星調整会議）（2004年5月開催）

CGMSは、気象衛星運用国または機関やWMO等によって構成されている気象衛星に関する調整会議である。この会議の検討事項の1つには、気象衛星データの配信や利用に関する項目がある。EARSについては、EUMETSATによって構築の計画当初からその現状が会議で報告されている（CGMS-XXIX EUM-WP-26, 2001）。

第32回CGMSでは、EARSにおける配信データが大変有効であることが確認された。これを受けて、欧州以外の地域でも同様のサービスRARS<sup>※3</sup>の構築が奨励され、WMO宇宙計画において焦点があてられることとなった（CGMS-XXXII Final Report, 2004）。

### 2.2.2 第1回RARSワークショップ（2004年12月開催）

RARSワークショップは、WMO宇宙計画によって

全世界的にRARSの枠組みを構築することを目的として主催されたワークショップである。WMO宇宙計画の当面の目標は、現在のATOVSデータの利用に対する要求を満たすことであるが、将来的にはAVHRRやASCATといったATOVS以外のデータにも適用できるように、戦略的に検討されるべきであるとしている。

第1回RARSワークショップではEARSに加え、新たなRARSとして、アジア太平洋地域および南米地域において、それぞれAP-RARSおよびSA-RARSを構築することが合意された。また、全球的なRARS参加国間の規則として、ATOVSの処理ソフトウェアにAAPPを使用すること、RARS間のデータ交換では共通化のためレベル1CデータをBUFRフォーマットで交換することなどが提案された。

AP-RARSに対しては、AP-RARS内での通信にGTSやインターネットによるFTPを使用すること、AP-RARSの調整はAPSDEUの枠組みで行うことなどが提案された。また、既知の直接受信局以外においても、AP-RARSに参加可能な直接受信局について調査が求められ、日本は南極昭和基地の利用可能性について調査することとなった（CGMS/WMO RARS Workshop Final Report, 2004）。

### 2.2.3 第6回APSDEU（アジア・太平洋域における衛星資料の交換と利用に関する会合）（2005年6

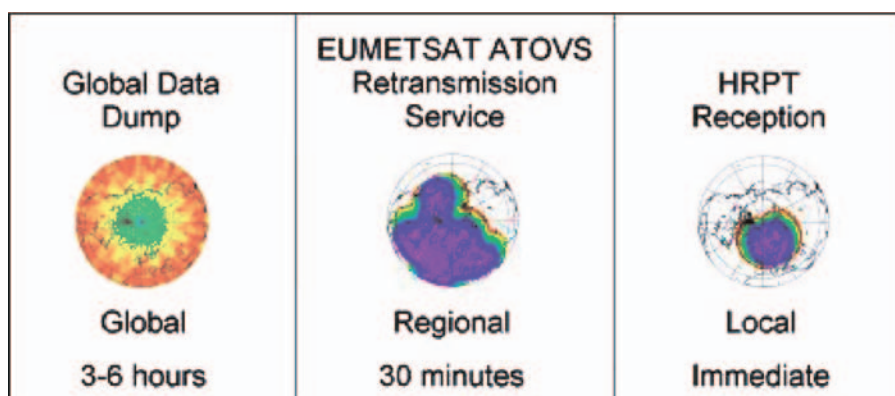


図1 NESDISからの全球データ（左図）、直接受信データ（右図）およびEARSデータ（中図）の対象範囲と取得までの所要時間（EUMETSATウェブサイト<sup>※4</sup>より転載）

※2 [http://www.eumetsat.int/Home/Main/What\\_We\\_Do/EUMETCast/index.htm](http://www.eumetsat.int/Home/Main/What_We_Do/EUMETCast/index.htm)

※3 地域版のEARSという意味で、Regional ATOVS Retransmission Service

※4 [http://www.eumetsat.int/Home/Main/What\\_We\\_Do/Satellites/EARS\\_System/index.htm](http://www.eumetsat.int/Home/Main/What_We_Do/Satellites/EARS_System/index.htm)

## 月開催)

APSDEU は、衛星データ利用に関する需要の高まりに応じ、アジア太平洋地域の国々の間で衛星データやプロダクトの交換について議論する場として、1999年に日本が主体となって設立した枠組みである。日本、中国、オーストラリア、韓国、米国やカナダ等の国々がほぼ1年に1回程度の頻度で会合を実施している。ATOVSデータの交換は、第4回APSDEU以降、検討されていた課題であった。

第6回APSDEUでは、第1回RARSワークショップでの提案を受け、アジア太平洋地域におけるAP-RARS実施の枠組みとしてAPSDEUを位置づけることが承認され、具体的な懸案事項としてAP-RARSへの参加表明の確認、直接受信局の一覧作成、データの標準化についての調整等を行うこととなった。また、以下のように実施計画がまとめられた (Report on the Sixth APSDEU Meeting, 2005)。

- 第1段階 中核となる受信局を対象としたGTS経由でのデータ交換
- 第2段階 すべての受信局を対象とし、GTS以外の通信手段にも拡大
- 第3段階 ATOVS以外の衛星データにも拡張

### 2.2.4 第2回RARSワークショップ(2005年12月開催)

第2回RARSワークショップでは、アジア太平洋地域および南米地域におけるRARS構築の実施計画が策定されたことが、大きな成果であったと言える。また、全球的なRARS実施に向けて標準化仕様ドキュメントの第0版が作成された。

AP-RARSに対しては、第6回APSDEUでまとめられた実施計画の第1段階について、その内容がさらに具体化された。主要センター間の試験データ交換開始の日程や、データ交換の対象となる直接受信局等について詳細にまとめられた (WMO Global RARS and ADM Workshop Final Report, 2005)。

その後、この計画内容をふまえ、担当者間での電子メールによる調整を経て2006年6月にAP-RARSは運用開始に至った。

## 2.3 国際的な動きに対応した気象庁の取り組み

### 2.3.1 AAPPの導入

気象庁では、2002年に直接受信HRPTデータの処理ソフトウェアであるAAPPの導入に向けた調査を開始し、2004年9月にAAPPの現業的な利用を開始した (村田, 2005)。AAPPの導入は、世界的に広く利用されている共通ソフトウェアの使用によるメリットを考慮したものである。AAPPの導入によって、AAPPを使用している他の機関と互換性のあるATOVSデータを作成することができるようになった。AP-RARSが比較的スムーズに開始できたのは、AP-RARS参加各国が既にAAPPを導入していたことによるところが大きい。

### 2.3.2 南極昭和基地データの取得

第1回RARSワークショップにおいて、AP-RARSの直接受信局として南極昭和基地の利用可能性について調査することが気象庁に求められた。これを受けて、国立極地研究所へ打診した結果、データの提供をいただけることとなった。

2005年8月に、国立極地研究所からの南極昭和基地受信HRPTデータの試験的な取得および処理が開始された。2006年8月にはAP-RARSへのデータ提供が開始された。南極におけるデータの提供を早期に実現できたことに対しては、高い評価を受けている。

## 3. 気象庁におけるAP-RARS構築状況

AP-RARSに関する気象庁のシステムは、①HRPTデータの直接受信、②AAPPによるデータ処理、③BUFRファイルの交換、の3つの部分に分けられる。図2に現在のシステムの概要図を示す。本章ではそれぞれのシステム構成部分について紹介する。

### 3.1 HRPTデータの直接受信

気象庁は、気象衛星センターと南極昭和基地の2つの直接受信局のデータをAP-RARSに提供している。これらの直接受信局の諸元について表1にまとめた。なお、以下、直接受信局名としては気象衛星センター

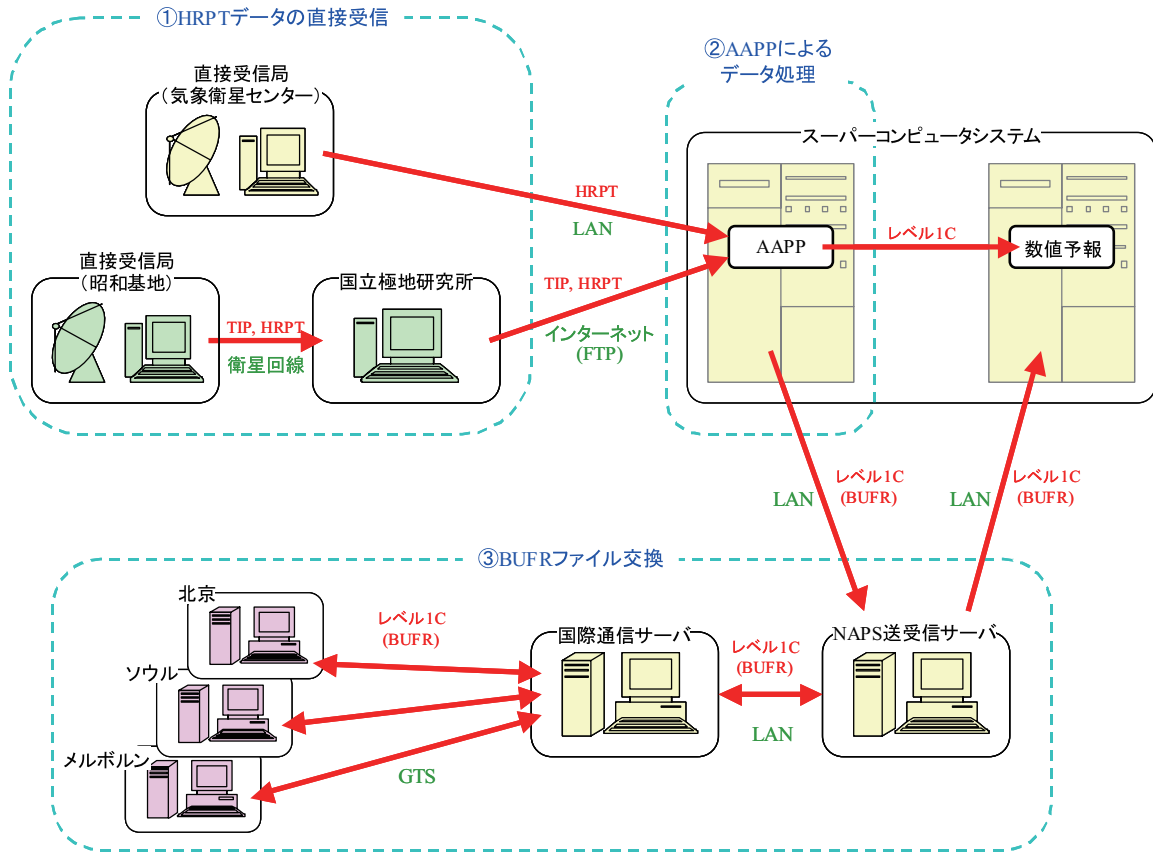


図2 気象庁におけるAP-RARSに関するシステムの概要図

表1 直接受信局の諸元 (2006年10月現在)

直接受信局	清瀬 (気象衛星センター)	昭和基地
運用機関	気象庁	国立極地研究所
所在地	東京都清瀬市 北緯 35.77 度、東経 139.53 度	南極昭和基地 南緯 69.00 度、東経 39.58 度
受信衛星	NOAA-17,18	NOAA-15,17,18
一日あたり HRPT 受信数 (2006年10月実績)	9.5 回	9.0 回

表2 NOAA衛星の運用状況(2006年10月現在)  
(NOAAのウェブサイト<sup>※5</sup>より抜粋)

衛星	軌道 <sup>※6</sup>	運用状況
NOAA-15	午前衛星	副
NOAA-16	午後衛星	副
NOAA-17	午前衛星	主

※5 <http://www.oso.noaa.gov/poesstatus/>

※6 NOAA衛星は太陽同期衛星のため、衛星が上空を通過する地方時刻はほぼ一定である。低緯度から中緯度にかけての地域では、1日2回の決まった時間帯にNOAA衛星が受信可能な範囲を通過する。1日2回の時間帯は通常、昼間と夜間にそれぞれ1回あり、昼間の通過時間帯が午前中の衛星を午前衛星、午後の衛星を午後衛星と称している。

を「清瀬」、南極昭和基地を「昭和基地」と記すこととする。

また参考に、現時点における NOAA 衛星の運用状況を表 2 にまとめた。AP-RARS においてデータ交換の対象となる ATOVS を搭載している衛星は、NOAA-15,16,17,18 である。

### 3.1.1 清瀬（気象衛星センター）における HRPT の直接受信

清瀬では現在、午前衛星として NOAA-17、午後衛星として NOAA-18 の、2 機の衛星から HRPT データを受信している。図 3 に、清瀬における各極軌道気象衛星の通過時間帯を示す。横軸は時刻（世界時）を時分 (hhmm) で示し、太い横線が、それぞれの衛星に対応した通過時間帯を示す。1 つの衛星につき 1 日 2

回、昼間と夜間に通過時間帯があり、それぞれの通過時間帯において 2～3 軌道が受信可能である。

図 4 に、1 回の通過時間帯において受信されたデータの例を示す。図中の赤い円は、アンテナから見た衛星の仰角が 3 度以上となる範囲で、円内上空を衛星が通過した際にその衛星が放送している HRPT の受信が可能である。このケースでは、夜間の通過時間帯において、受信可能範囲を NOAA 衛星が通過した 3 軌道についてデータを取得した。1 日当たりの NOAA 衛星の受信数は平均で約 9.5 回であった（2 機の合計。2006 年 10 月の例）。また図 5 は、観測地点に着目し、その地点が 1 日あたり何回観測されたかを示した図である（2 機の合計。2006 年 10 月の例）。

直接受信システムで取得された HRPT データは、LAN によって気象庁のスーパーコンピュータシステ

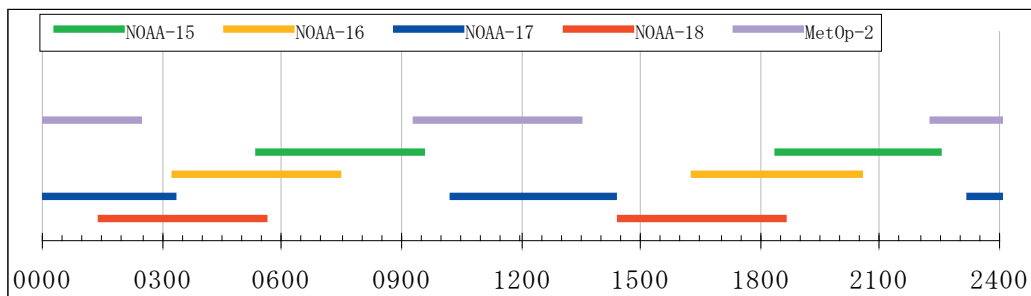


図 3 各極軌道気象衛星の通過時間帯（清瀬）

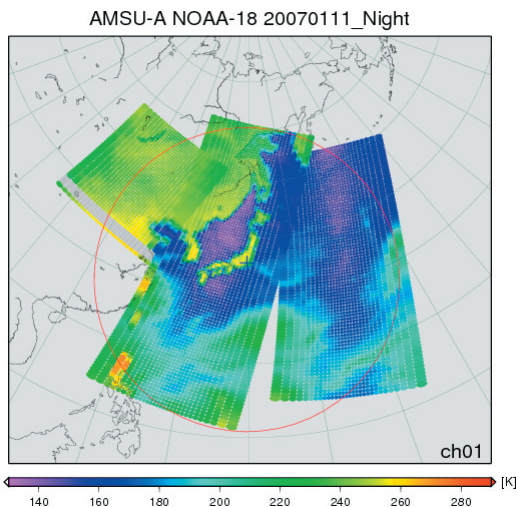


図 4 1 回の通過時間帯において受信されたデータの例（清瀬、2007 年 1 月 11 日夜軌道、NOAA-18 AMSU-A チャンネル 1 の輝度温度）

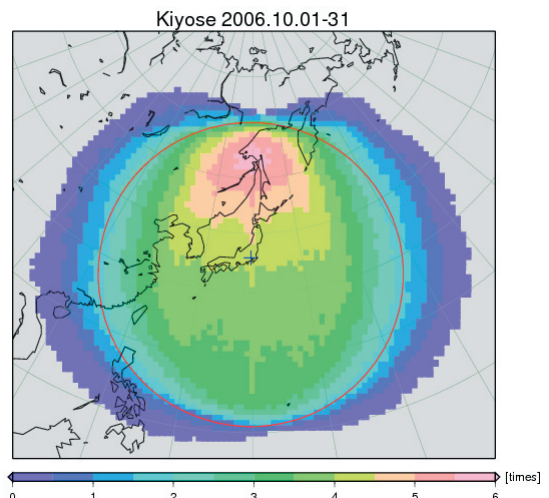


図 5 地点ごとの 1 日あたり観測回数の例（清瀬、2006 年 10 月平均）

ムに取得され、その後 AAPP によって処理されている。

2006年3月に極軌道気象衛星の受信アンテナと受信システムが更新され、NOAA衛星とは仕様の異なるMetOp衛星のAHRPTデータも受信が可能となった。これによって、現業極軌道気象衛星がMetOpシリーズに移行した後も、継続してデータを受信することができることとなった。また、受信システムの更新により、これまで2機までの衛星にしか対応することができなかったデータ受信管理が、3機以上の衛星についても対応可能となり、より多くのデータを取得することができるようになった。

### 3.1.2 昭和基地におけるHRPTの直接受信

国立極地研究所は、昭和基地においてNOAA衛星からのHRPTを直接受信している。現地では、この

データから作成したAVHRR画像を観測活動等の支援資料として使用している。またこのHRPTデータは、研究目的でも多くの研究者に利用されている。昭和基地では現在、NOAA-15,17,18の3機のNOAA衛星からデータを受信している。

図6に、昭和基地における各極軌道気象衛星の通過時間帯を示す。南極のような高緯度地域では、通過時間帯は低中緯度帯のように1日2回ではなく1日1回となる。昭和基地の場合、この通過時間帯において11~12軌道が受信可能である。しかし、昭和基地に整備されている受信アンテナは、オーロラを観測している米国国防総省運用のDMSP衛星のデータを受信するアンテナとしても兼用されているため、DMSP衛星データを受信する時間帯にはNOAA衛星の受信はできない。また、複数のNOAA衛星が同時

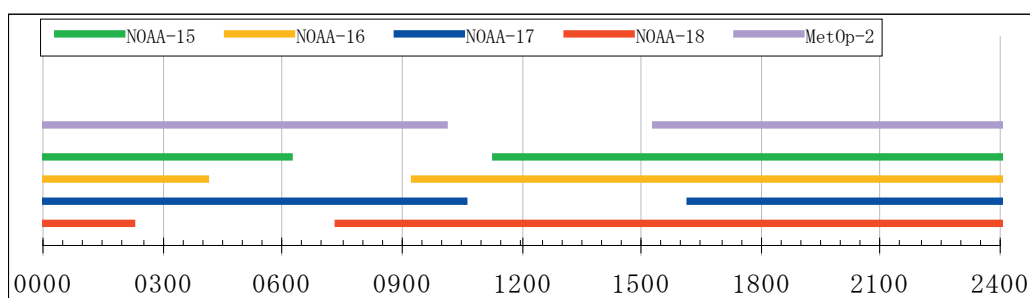


図6 各極軌道気象衛星の通過時間帯(昭和基地)

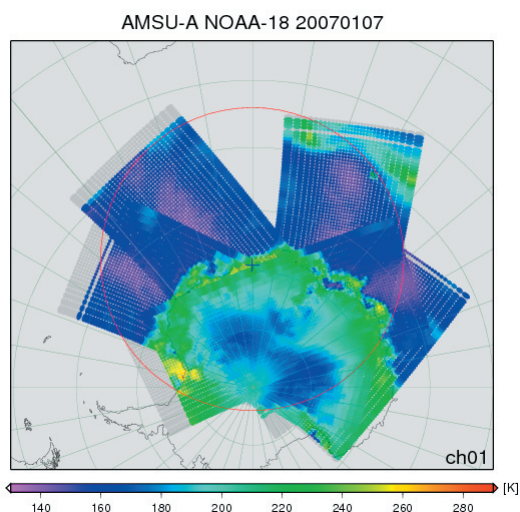


図7 1回の通過時間帯において受信されたデータの例(昭和基地、2007年1月7日、NOAA-18 AMSU-Aチャンネル1の輝度温度)

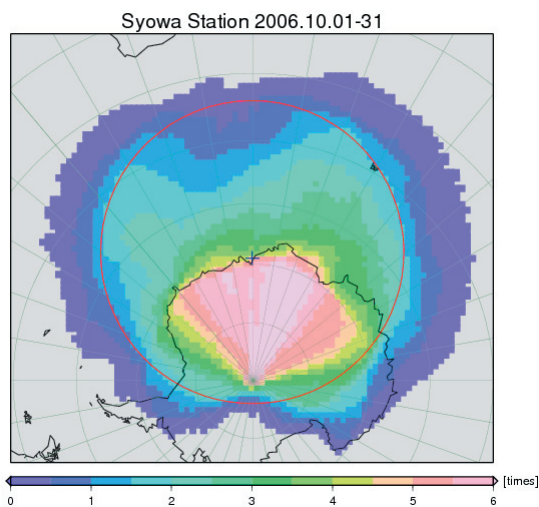


図8 地点ごとの1日あたり観測回数の例(昭和基地、2006年10月平均)

に受信可能になった場合でも、すべての衛星からのデータを受信することはできず、事前に設定された優先度に基づいて受信する衛星を決定している。その結果、NOAA 衛星の総通過回数は多いものの、実際に受信している軌道数は清瀬とほぼ同程度である。

図 7 に、1 回の通過時間帯において受信されたデータの例を示す。このケースでは、受信可能範囲（図中赤円）上空を NOAA 衛星が通過した 11 軌道のうち、5 軌道についてデータを受信した。昭和基地における NOAA 衛星の 1 日あたりの総受信回数は、平均で約 9.0 回<sup>\*7</sup>であった（3 機の合計。2006 年 10 月の例）。また図 8 は、観測場所に着目し、その地点が 1 日あたり何回観測されたかを示した図である（3 機の合計。2006 年 10 月の例）。

昭和基地で受信された HRPT データは、受信完了直後にインテルサットによる衛星回線で国立極地研究所内のサーバへ転送される。気象庁からは、インターネットを経由して国立極地研究所のサーバへアクセスし、FTP により昭和基地受信データを取得 (get) している。しかし、HRPT はファイルサイズが大きい（1 ファイルあたり 100Mbyte 前後）ことから衛星回線への負荷が大きく、昭和基地からの転送にしばしば遅延や休止が発生することがあった。その対策として、AP-RARS では ATOVS データのみの利用が目的であることや、即時性が重要であることを考慮し、HRPT ファイルから ATOVS データに関連する部分だけを抽出した「TIP ファイル」と称するファイルを作成し、HRPT ファイルより先に転送することとした。HRPT ファイルから TIP ファイルを作成するプログラムは、気象衛星センターで作成したものを、昭和基地の直接受信システムに直接組み込んでいただいている。TIP ファイルのサイズは元の HRPT に対して 6.7% と小さく、TIP ファイルに対しては回線負荷によるデータの遅延や休止の問題は生じていない。なお、オリジナルの HRPT ファイルは、その転送が完了していると思われる十分な時間（現在は 24 時間）を置いた後、ま

とめて取得しアーカイブしている。

### 3.2 AAPP によるデータ処理

清瀬ならびに昭和基地で直接受信されたデータは、いずれも気象庁のスーパーコンピュータシステムにおいて AAPP による処理が施されている。スーパーコンピュータシステムにおける AAPP 処理、昭和基地データの処理における特記事項、ファイル交換のための BUFR ファイル作成処理についてそれぞれ記す。

#### 3.2.1 スーパーコンピュータシステムにおける AAPP 処理

AAPP による直接受信データの処理システムが気象衛星センターで最初に構築されたのは、現在のスーパーコンピュータシステムが整備される前の 2004 年 9 月であった（村田 2005）。このシステムは、同年度末に控えたスーパーコンピュータシステムの整備を控え、既存の大型汎用計算機ならびに高密度衛星風作成サーバによって、一時的に構築された処理システムであった。この処理システムでは、AAPP プログラムによる一連の処理をまとめて動作させるシェルスクリプトを、大型汎用計算機のスケジューラから起動することで運用を行っていた。一連の処理をまとめて動作させていたため、個々の AAPP プログラムごとに処理の監視や再実行をすることは困難であった。

2005 年 3 月、スーパーコンピュータシステムの整備に伴い、AAPP による処理はすべてスーパーコンピュータシステム上へ移植された。この際、一連の処理をまとめて動作させていたシェルスクリプトは機能を分割された。これによって、前システムでは困難であった、ジョブ単位による処理の監視や再実行が容易となった。

また、移植にあたっては、運用方法の相違に対応した変更も必要であった。AAPP は多くの場合、Korn シェルで記述されたスクリプトと Fortran90 プログラムをコンパイルして作成された実行モジュールのペア

<sup>\*7</sup> ノイズが多く含まれていることによりレベル 1C データを作成できなかった HRPT データ数も含む。



で処理を行っている。しかし AAPP は、その動作に AAPP 特有の環境 (HOME ディレクトリにある設定ファイルを読む、軌道情報を特定のディレクトリに蓄積する、特定の作業用ディレクトリを使用する、等) を想定しており、スーパーコンピュータシステムでの運用方法と大きく異なっている。そこで、AAPP をスーパーコンピュータシステムで動作させるために、Fortran90 プログラムによる実行モジュールのみを利用し、これらの実行モジュールを動作させるスクリプトは、独自に作成したものを使用することとした。

2006年10月現在、稼動している AAPP のバージョンは 5.3 である。間もなく、MetOp 衛星データの処理にも対応した最新バージョン 6.3 へ移行の予定である。

### 3.2.2 昭和基地データの処理

昭和基地で直接受信されたデータの処理は、基本的に清瀬で直接受信されたデータの処理と同じである。しかし、昭和基地からは HRPT ファイルではなく TIP ファイルを取得しているため、これに対応して昭和基

地データの処理には変更を加える必要がある。

図9に、AAPPによる直接受信データの処理の流れを示す。清瀬で直接受信されたデータと昭和基地で直接受信されたデータの処理とで異なる部分を図中に示した。なお、本図への掲載は主要なジョブにとどめ、アーカイブ処理やデータ収集などのジョブは省略してある。

国立極地研究所から取得された TIP ファイルは、一旦、擬似的な HRPT ファイルに変換される (図9の「TIP2HRPT」)。この処理は、HRPT ファイルの AVHRR データ部分に、0 詰めをすることにより空データを格納するものである。これによって、HRPT を入力データとする AAPP の一連の処理を、清瀬で直接受信された HRPT データの処理と同様に行うことが可能となる。TIP ファイルから作成された HRPT ファイルの AVHRR データ部分は空であるため、センサー別に分離された後の AVHRR データに関する処理は行わない (図9の「AVHRRCL」、「AVH2HIRS」、「AVH2HIRS\_MSC」)。

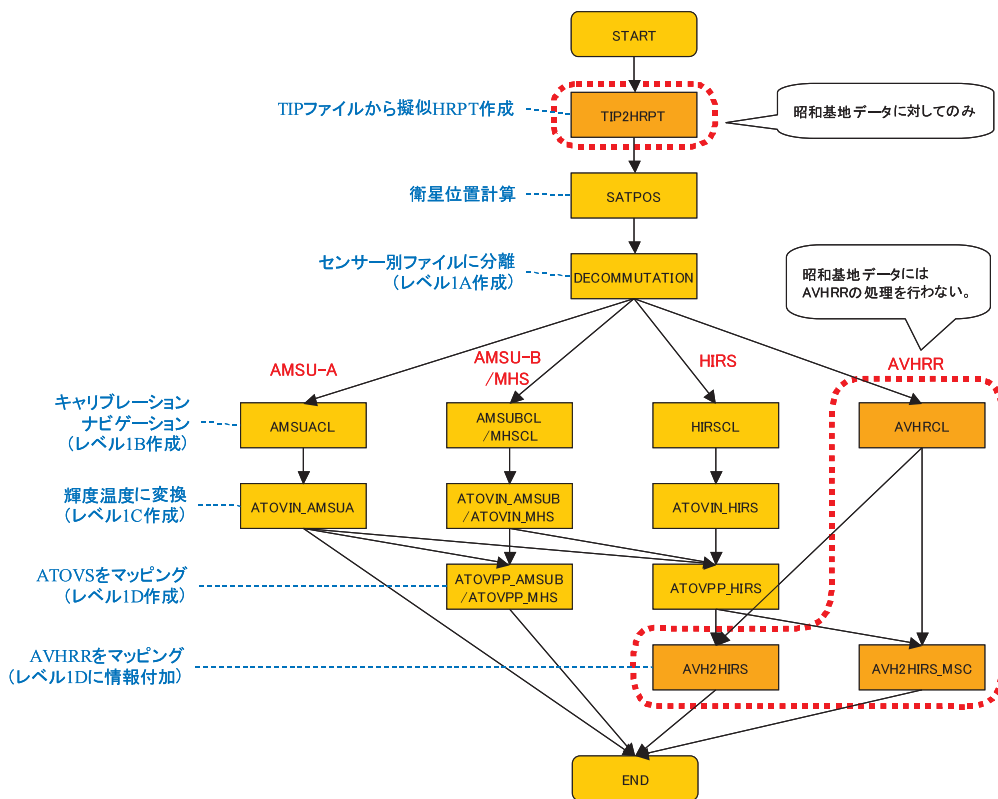


図9 AAPPによる直接受信データの処理の流れ (主要なジョブを抜粋)

### 3.2.3 BUFR ファイル作成処理

AP-RARS において交換されるデータは、AAPP によって作成された ATOVS レベル 1C データである。現在の取り決めでは、これらのレベル 1C データは BUFR フォーマットに変換されて交換されることになっている。

BUFR ファイルを作成するプログラムには特に取り決めはなく、気象衛星センターでは現在、イギリス気象局が作成したツールを利用している。このツールは、

AAPP 管理者である Nigel Atkinson 氏に問い合わせ、無償での提供と使用の許可を受けた。なお、AAPP のバージョン 6 以降は、ECMWF の BUFR ライブラリ<sup>※8</sup>を利用した BUFR ファイル作成ツールが標準実装されていて、こちらを利用することも可能である。

BUFR ファイル作成処理は、スーパーコンピュータシステム上で AAPP 処理の後続処理として行われている。BUFR フォーマットに変換されたレベル 1C ファイルは、AP-RARS のファイル命名規則に従ったファ

ファイル命名規則：

Z\_RARS\_C\_cccc\_yyyyMMddhhmmss\_Rrrr\_(AAPP filename)\_bufr.bin

cccc：ファイル作成センターを示す符号を大文字で

(東京:RJTD、北京:BAWX、メルボルン:AMMC、ソウル:RKSL)

yyyymmddhhmmss：BUFR ファイル作成時刻（年月日時分秒）

rrr：直接受信局を示す 3 文字の符号を小文字で

(清瀬:kiy、昭和基地:syo、クリブポイント:cpt、メルボルン:mel、  
ダーウィン:dar、パース:pth、北京:pek、ソウル:seo)

(AAPP filename)：AAPP で作成されたファイル名で、以下のように定義される。

sensor11c\_sat\_yyyymmdd\_hhmn\_orbit\_11c

ここで、

sensor：hirs, amsua, amsub, mhs のいずれか

sat：noaa15, noaa16, noaa17, noaa18 のいずれか

yyymmdd：観測開始時刻の年月日を 8 桁で

hhmn：観測開始時刻の時分を 4 桁で

orbit：軌道番号を 5 桁で

ファイル名の例：

「清瀬受信の NOAA-18 AMSU-A レベル 1C データ（観測開始時刻 2007 年 1 月 7 日 2 時 0 分、軌道番号 08413）から 2007 年 1 月 7 日 2 時 10 分 13 秒に東京で作成された BUFR の場合」

Z\_RARS\_C\_RJTD\_20070107021013\_Rkiy\_amsual1c\_noaa18\_20070107\_0200\_08413\_11c\_bufr.bin

図 10 AP-RARS における BUFR ファイル命名規則

<sup>※8</sup><http://www.ecmwf.int/products/data/software/download/bufr.html>

イル名で、NAPS 送受信サーバへ転送される。NAPS 送受信サーバへ転送されたファイルは、国際通信サーバ、GTS 回線を経由して AP-RARS 参加機関へ転送される。

### 3.3 BUFR ファイルの交換

RARS は、それぞれの機関で作成されたファイルを交換することによって成立する。ファイル交換の手段には、GTS やインターネットといった地上回線のほか、通信衛星から配信するという方法が考えられる。現在、AP-RARS では第1段階として GTS 回線を使用してファイルの交換を行っている。GTS 回線が選択された理由は、既存の GTS 回線を使用することで、早期にファイル交換を実現することができるためである。AP-RARS における BUFR ファイル命名規則、AP-RARS における通信網についてそれぞれ記す。

#### 3.3.1 BUFR ファイル命名規則

図 10 に、BUFR ファイルの命名規則を示す。2006 年 6 月の AP-RARS 運用開始時には、「(AAP filename)」部分の解釈が参加機関ごとに異なるなどの不一致があったため、異なる命名規則によるファイル名が混在することとなった。しかし、第3回 RARS ワークショップ（2006 年 8 月開催）や第7回 APSDEU（2006 年 9 月開催）による調整を経て、命名規則が統一された。

#### 3.3.2 AP-RARS における通信網

AP-RARS における通信網を図 11 に示す。国際間の通信には GTS 回線が使用されており、ここでは、GTS におけるセンターを都市名で記す。

東京とメルボルンは、AP-RARS における主要センターの役割をしている。東京は日本の受信局のファイルに加え、北京およびソウルからのファイルをメルボルンへ転送し、メルボルンはオーストラリアのファイルを東京へ転送している。メルボルンから転送されているファイルは、現在はオーストラリア国内の受信局のものだけであるが、近日中にシンガポールやニュー

ジーランドなどからのファイルも追加される予定である。メルボルンから東京へ転送されたファイルは、ソウルからのファイルと日本の受信局のファイルとともに、北京へ転送される。現在のところ南半球のデータを不要としている韓国へは、北京からのファイルと、清瀬のファイルのみを転送している。

現在、AP-RARS データの交換は、GTS 上のファイル転送のみで行われているため、GTS にアクセスすることが出来ない機関はこれを取得することができない。しかし今後は、衛星配信やインターネットによる配信の可能性なども検討されている。

今後予定されている RARS 間のデータ交換においては、東京はワシントン（米国）、メルボルンはエクセター（英国）、北京はオッフェンバッハ（ドイツ）との交換を、それぞれ分担することになっている。

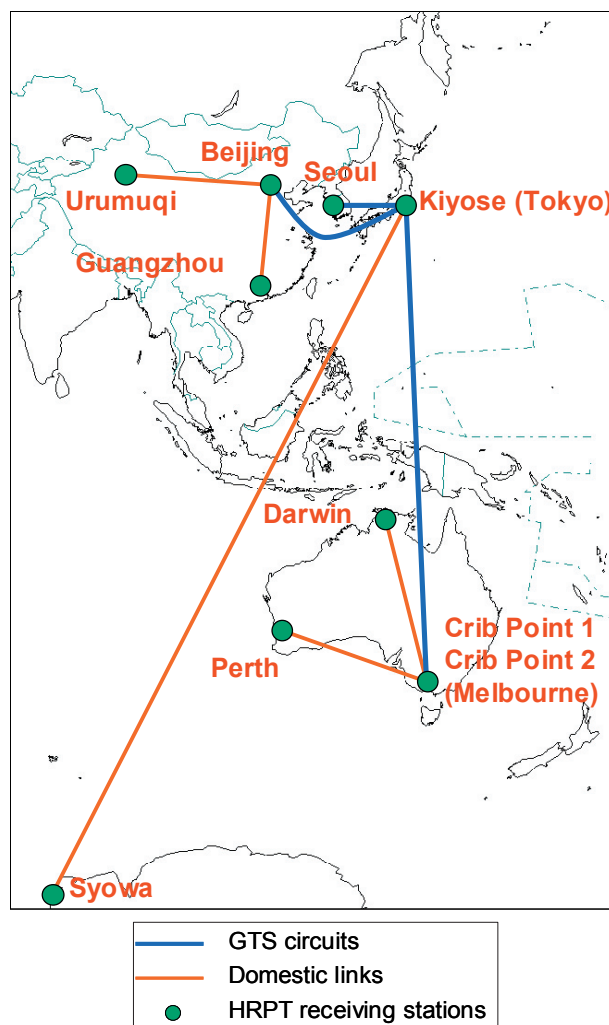


図 11 AP-RARS における通信網 (2006 年 10 月現在、情報通信課作成)

#### 4. AP-RARS データ運用状況

本章では、AP-RARS によって実際に取得しているデータについて、その観測範囲や入電に要する時間などを紹介する。

##### 4.1 AP-RARS における直接受信局および受信可能範囲

2006年10月現在、AP-RARS においてデータの交換が行われている直接受信局は、表3に示す10地点である。それぞれの直接受信局について、その名称とBUFRファイル名に使用される3文字の地点符号、位置および主に受信している衛星を記した。なお、中国からのデータは、国内の3地点における直接受信データを重複がないように結合したファイルとして配信されている。また、オーストラリアの受信地点のうち、クリブポイント1とクリブポイント2は、メルボルン郊外のクリブポイントに2基のアンテナがあり、これらを区別するために便宜的に符号を別にして配信していると思われる。

図12に、直接受信局の位置とそのおよその受信可能範囲を示す。受信可能範囲を示す円は、図4などで示したものと同様で、アンテナから見た衛星の仰角が3度以上となる範囲である。また、図13に実際の受信データの例として、最も多くの直接受信局が受信しているNOAA-18について、半日分の各受信局のデータを重ね合わせたものを示す。日本周辺の数値予報

精度の向上に重要な日本の西方のデータについては、中国の直接受信局が広くカバーしており、中央アジアにまで及ぶ範囲のデータが取得されている。また日本からオーストラリアにかけて受信可能範囲の円が隣接しており、この間のATOVS データがほぼ連続するデータとして取得されている。

表3で示したように、各直接受信局では、受信可能範囲を通過したすべての衛星のすべての軌道についてHRPT データの受信を行っているわけではない。直接受信局を運用している機関がそれぞれの利用目的や設備の制約に応じ、受信する衛星や軌道を選択しているものと思われる。

##### 4.2 AP-RARS データの入電に要する時間

入電に要する時間として、受信開始時刻（観測開始時刻）から本庁NAPS 送受信サーバでBUFR ファイルを受信するまでの時間を、2006年10月1日から31日までの1ヶ月間の実績を対象に、直接受信局別に調査した。表4にデータ入電に要する時間についての調査結果を、図14(a)～(h)にそれぞれの直接受信局のデータ入電に要する時間について、ヒストグラムおよび積算頻度を示す。データ入電に要する時間には、受信開始から受信終了までの時間（受信可能範囲内を衛星が移動する時間）、AAPP による処理時間およびBUFR フォーマットへの変換処理時間、GTS 回線を経由した転送時間が含まれる。なお、気象庁から提

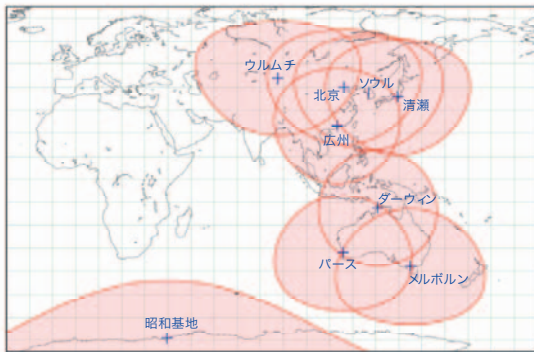


図12 AP-RARS 直接受信局による受信可能範囲

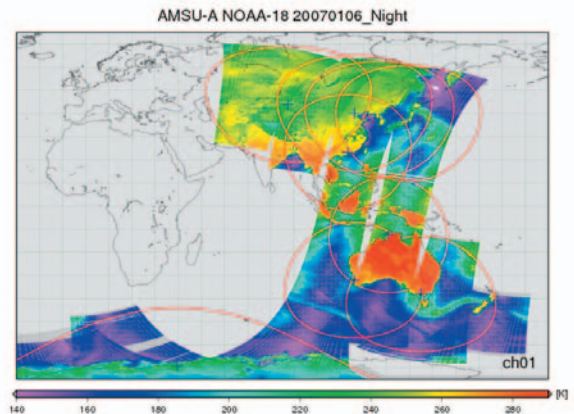


図13 AP-RARS 直接受信局による受信データの例 (2007年1月6日12～24UTCにおけるNOAA-18 AMSU-A チャンネル1の輝度温度)

供しているデータ(清瀬および昭和基地)については、GTS回線を経由した転送時間は含まれないため、国外から提供されるデータと入電に要する時間の比較をする際には留意されたい。

グラフにある緑色の破線は、EARSが観測後30分以内にデータを入手しているという状況を考慮して、入電時間の目安として示したものである。清瀬および昭和基地のデータは、GTS回線を経由した転送時間を

含まないため入電が早い。メルボルン近郊のクリブポイント2地点のデータは、同じオーストラリア国内のダーウィンおよびパースのデータより若干早く、ほぼ30分以内に入電している。中国および韓国からのデータは、オーストラリアからのデータと比較して入電までにやや時間を要しているが、いずれも60分以内にはほとんどのデータが入電している。

表3 AP-RARS 直接受信局および主に受信している衛星 (2006年10月現在)

国	受信局	符号	緯度	経度	NOAA-15	NOAA-16	NOAA-17	NOAA-18
日本	清瀬	kiy	35.77N	139.53E			○	○
	昭和基地	syo	69.00S	39.58E	○		○	○
オーストラリア	メルボルン(クリブポイント1)	cpt	37.88S	144.96E	○		○	○
	メルボルン(クリブポイント2)	me1	37.88S	144.96E		○		
	ダーウィン	dar	12.46S	130.84E	○		○	○
	パース	pth	31.95S	115.89E	○		○	○
中国	北京	pek	39.93N	116.28E		○	○	○
	広州		23.13N	113.30E		○	○	○
	ウルムチ		43.78N	87.60E		○	○	○
韓国	ソウル	seo	37.48N	126.92E			○	○

表4 データ入電に要する時間についての調査結果 (2006年10月実績)

国	受信局	1日当たり平均受信軌道数	30分以内に入電する割合(%)	60分以内に入電する割合(%)	50%のファイルが入電する時間(分)	80%のファイルが入電する時間(分)	90%のファイルが入電する時間(分)	平均入電時間(分)
日本	清瀬	9.5	100.0	100.0	16	16	18	13.8
	昭和基地	7.8	97.5	100.0	22	24	26	21.0
オーストラリア	メルボルン(クリブポイント1)	14.9	84.7	95.9	26	30	32	45.0
	メルボルン(クリブポイント2)	3.4	91.4	97.1	22	24	26	23.7
	ダーウィン	7.4	33.3	97.4	32	38	40	33.1
	パース	8.6	35.8	97.1	32	38	42	33.3
中国	北京	18.4	6.1	86.7	44	54	66	66.8
	広州							
	ウルムチ							
韓国	ソウル	6.8	4.6	88.7	42	48	76	80.5

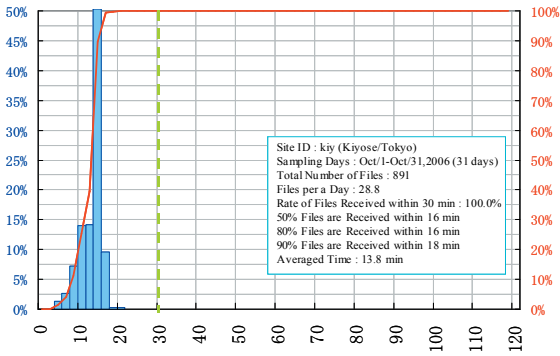


図 14(a) データ入電に要する時間 (日本/清瀬)

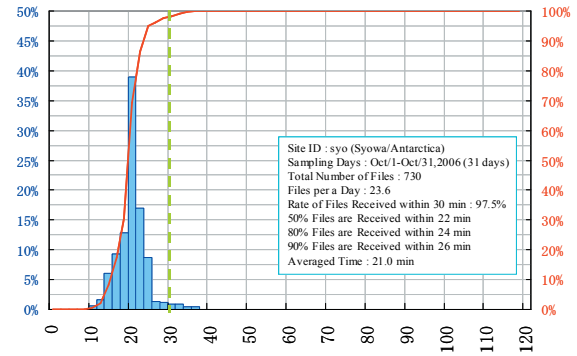


図 14(b) データ入電に要する時間 (日本/昭和基地)

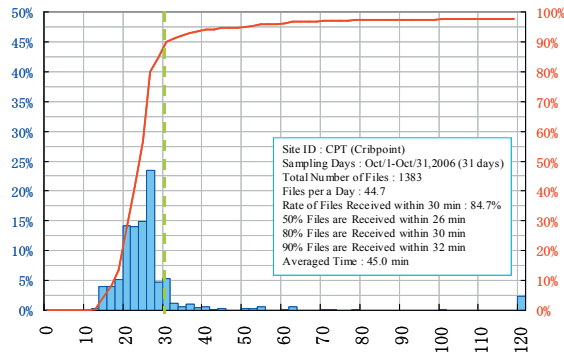


図 14 (c) データ入電に要する時間  
(オーストラリア/クリブポイント1)

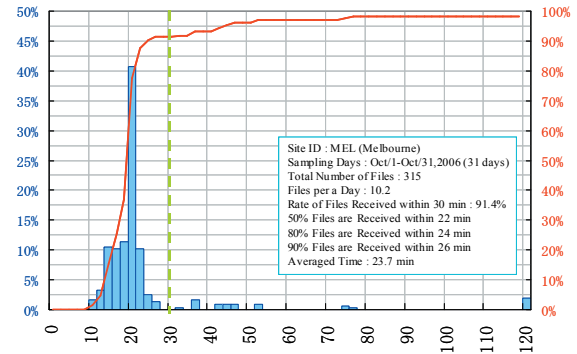


図 14 (d) データ入電に要する時間  
(オーストラリア/クリブポイント2)

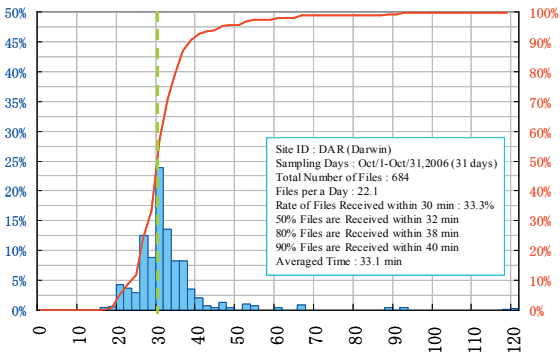


図 14 (e) データ入電に要する時間  
(オーストラリア/ダーウィン)

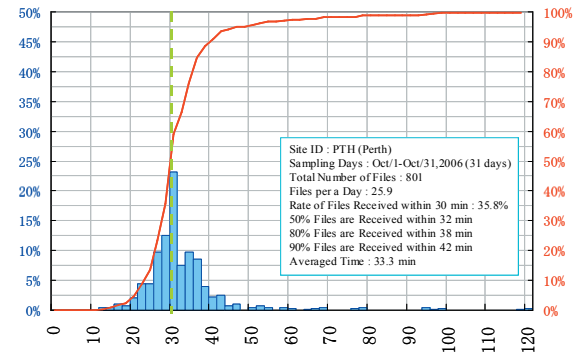


図 14 (f) データ入電に要する時間  
(オーストラリア/パース)

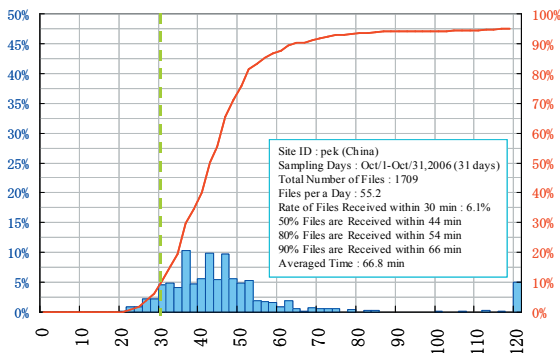


図 14 (g) データ入電に要する時間  
(中国/北京・広州・ウルムチ)

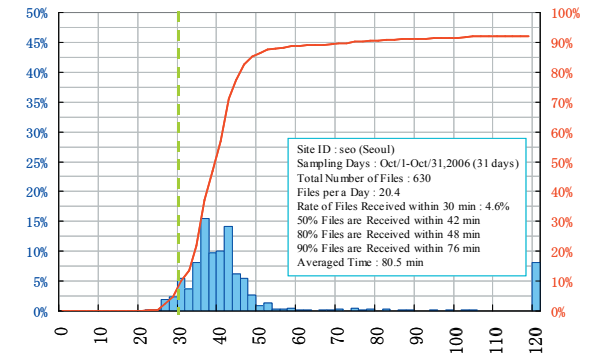


図 14 (h) データ入電に要する時間 (韓国/ソウル)

## 5. 数値予報への貢献

気象庁では2007年2月にAP-RARSデータの数値予報への利用を開始した。特に全球モデルの速報解析では利用できるデータが増加し、その解析結果、つまり数値予報の初期値の精度が向上する。

現在、全球解析ではATOVSレベル1Cデータの輝度温度を同化している。このレベル1Cデータには、NESDISから取得した全球データと、清瀬（気象衛星センター）において直接受信されたデータがあり、いずれもAAPPによって処理されたデータである。AP-RARSによって取得されるデータも、同じくAAPPによって処理されたレベル1Cデータであるため、既に現業利用されているATOVSデータと同様に利用することが可能である。

本章では、大和田(2007b)で示されている、数値

予報におけるAP-RARSデータ利用の効果について紹介する。

### 5.1 全球速報解析における利用可能なデータの増加

AP-RARSデータは、NESDISから取得している全球データより入電が早いため、このデータを利用することにより、全球速報解析で利用可能なATOVSデータ数が増加する。全球速報解析は1日4回、00,06,12,18UTCを解析時刻として行われている。それぞれの解析では、解析時刻の3時間前～3時間後までを同化ウィンドウとし、この間に観測されたデータが使用される。ただし、全球速報解析におけるデータの入電打ち切り時刻は解析時刻から2時間20分後に設定されており、それ以降に入電したデータは速報解析には使用されない。

図15に、AP-RARSによる速報解析のATOVSデータ数の増加を、従来のデータ数に対する割合で示す。

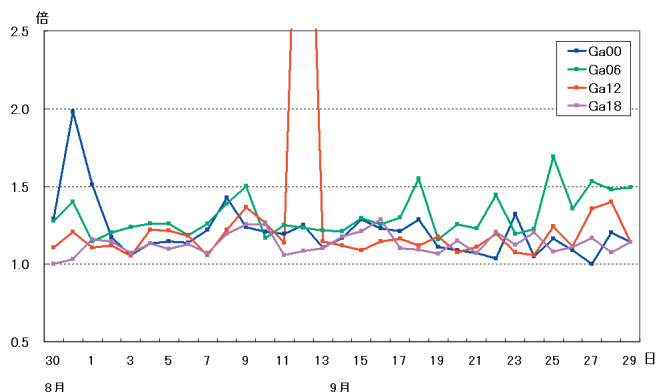


図15 AP-RARSデータの入電による速報解析のATOVSデータ数の増加を、従来のデータ数に対する割合として解析時刻別に時系列で示したもの。2006年8月30日から9月29日まで。(大和田、2007b)より転載。

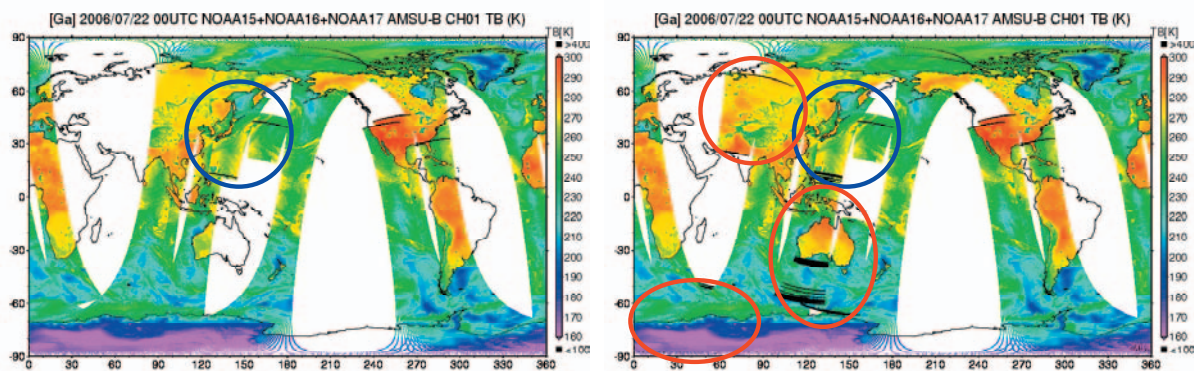


図16 AP-RARSデータの有無によるデータの分布範囲の違い。AMSU-Bチャンネル1の輝度温度を示す。2006年7月22日00UTCの速報解析で利用可能なデータ。左はAP-RARSデータがない場合、右はAP-RARSデータがある場合。青色の円は既に利用されている清瀬の直接受信データ、赤色の円はAP-RARSによって追加されたデータを示す。(大和田、2007b)より加筆して転載。

日々変動はあるものの、平均して 1.2 倍程度のデータ増となっている。

図 16 に、AP-RARS データの有無によるデータの分布の違いを示す。左は AP-RARS データがない場合、右は AP-RARS データがある場合で、青色の円で囲まれた部分は既に利用されている清瀬の直接受信データ、赤色の円で囲まれた部分は AP-RARS によって追加されたデータを示す。AP-RARS データがない場合と比較して、AP-RARS データがある場合では、利用可能なデータの分布範囲が拡大していることがわかる。なお、AP-RARS データがない場合においても、既に清瀬における直接受信データは利用されている。

## 5.2 AP-RARS データによる全球速報解析の改善

AP-RARS によって速報解析に使用されるデータ数

が増加することで、速報解析の精度が向上し、サイクル解析<sup>\*9</sup>の結果に近くなることが期待される。AP-RARS データの利用による効果を評価する方法として、同じ解析時刻における速報解析とサイクル解析の解析結果の差を確認する。AP-RARS データを利用した場合と利用しない場合を比較し、利用した場合のほうが利用しない場合と比べてその差が小さくなっていれば、AP-RARS データの利用の効果があるとす。

図 17 は、2006 年 9 月 18 日 00UTC を解析時刻とする速報解析において、利用可能な NOAA 衛星の AMSU-A データの分布を示す。黒い円で囲まれた部分は AP-RARS によるデータで、それぞれ昭和基地の NOAA-15 データと、ウルムチの NOAA-16 データである。図 18 に、この解析時刻における 20hPa 高度の解析値の差 (速報解析 - サイクル解析) を示す。青

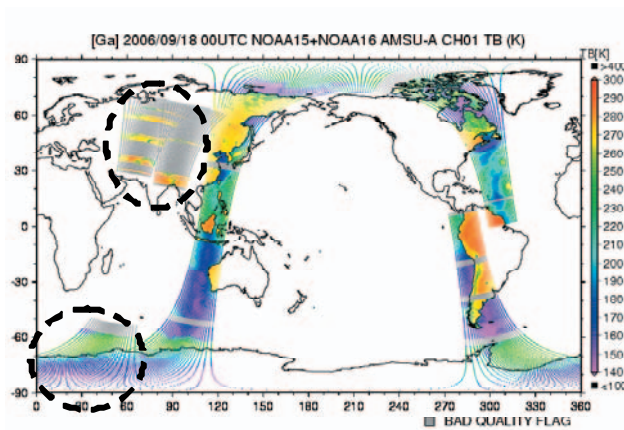


図 17 2006 年 9 月 18 日 00UTC における NOAA 衛星 AMSU-A の入電分布。AMSU-A チャンネル 1 の輝度温度を示す。灰色は不良データを意味する。黒い円で囲まれた部分は AP-RARS のデータ。(大和田、2007b) より転載。

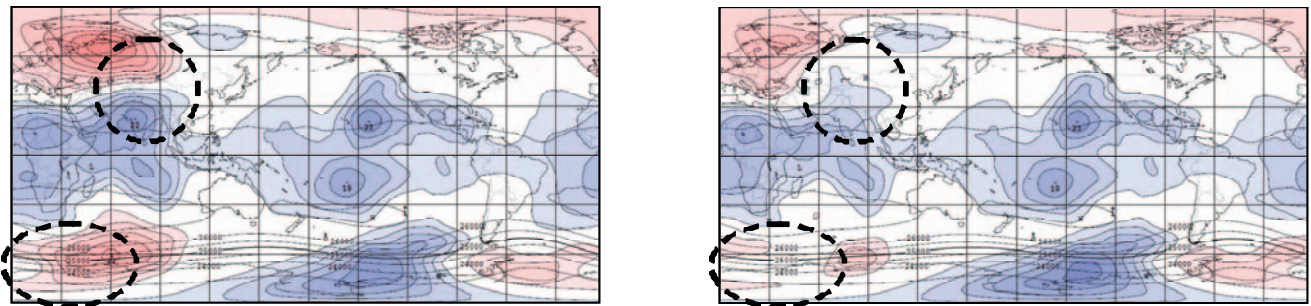


図 18 図 17 の解析時刻における 20hPa 高度の解析値差 (速報解析 - サイクル解析)。青色が負、赤色が正領域を意味する。等値線はサイクル解析の 20hPa 高度。左は AP-RARS データを利用しない場合、右は AP-RARS データを利用した場合。黒い円で囲まれた部分は、AP-RARS のデータが利用された領域。(大和田、2007b) より転載。

<sup>\*9</sup> データ締め切りまでの時間が長い解析で、速報解析の第一推定値を作成するために行われる。00,12UTC の解析では解析時刻の 11 時間 35 分後、06,18UTC の解析では 5 時間 35 分後が、データ入電打ち切り時刻である。利用できるデータが多いため、一般的に速報解析より精度がよい。



色はその値が負、赤色は正であることを意味する。左が AP-RARS データを利用しない場合、右が AP-RARS データを利用した場合である。黒い円で囲まれた部分は速報解析における AP-RARS データの分布に対応しており、サイクル解析ではそれぞれ NESDIS の全球 NOAA-15、NOAA-16 データがカバーしていた (図省略)。2つの領域のどちらも、AP-RARS データを利用した場合の解析値差が小さくなっていることから、AP-RARS データの利用が有効であったことが確認できる。また、他の要素における解析値の差についても同様の傾向が見られた。

## 6. 展望

RARS は ATOVS データの即時取得に有効な方法であることから、今後も推進されていくであろう。以下に今後の RARS の展望について記す。

### 6.1 RARS データの空白域の補完

現在の RARS 受信局の分布には、太平洋の大部分の地域やアフリカ地域に空白域がある。第3回 RARS ワークショップ (2006年8月開催) や、第7回

APSDEU (2006年9月開催) では、現在の AP-RARS のデータの空白域を埋めるため、直接受信局の拡張が必要であることが認識され、候補局リストが作成された (WMO Global Workshop on RARS and IGDDS Draft Report, 2006; Report on the Seventh APSDEU Meeting, 2006)。現在、それぞれの候補局の AP-RARS への参加可能性を打診しているところである。

アフリカにおける空白域については、現在 RARS の構築は検討されていないが、利用可能な受信局が知られている。第15回 ITSC (2006年10月開催) では、これらの受信局によって構築が可能なアフリカ地域における RARS を含めた、全球的な RARS による受信可能範囲が紹介されている (図19)。

### 6.2 RARS 間のデータ交換

地域の異なる RARS 間でデータ交換をすることにより、全球におよぶ広範囲のデータを取得することが可能となる。RARS 間のデータ交換については、第1回 RARS ワークショップからの検討事項となっており、RARS 間ではレベル1C データを BUFR フォーマットで交換する、等の取り決めが既に提案されている。

AP-RARS の次の大きなステップは、RARS 間のデー

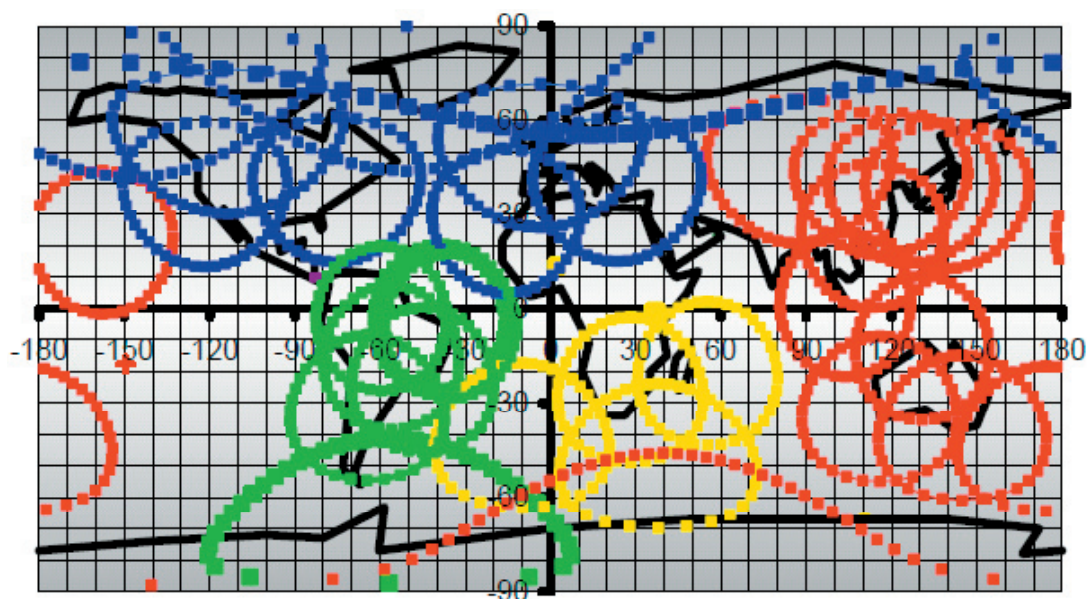


図19 2007年末までに計画されている RARS 受信局に、構築が可能なアフリカ地域における RARS を加えた、全球的な RARS による受信可能範囲。Dumont et al. (2006) より転載。  
青：EARS、赤：AP-RARS、緑：SA-RARS、黄：構築が可能なアフリカ RARS

タ交換である。第7回 APSDEU では、RARS 間のデータ交換に向けてファイル命名法の標準化や通信方法等について具体的な課題が提起された。

### 6.3 MetOp 衛星データの利用

2006年10月に、EUMETSATによる次世代極軌道気象衛星 MetOp が打ち上げられた。MetOp 衛星にも NOAA 衛星と同様に ATOVS が搭載されていることから、RARS によって交換され、数値予報で利用できる ATOVS データの増加が見込まれる。MetOp 衛星に搭載されているマイクロ波散乱計 ASCAT は、海上の風を観測するセンサーとして数値予報への利用価値が高く、RARS での交換が検討されている。

### 6.4 ATOVS 以外のデータへの拡張・通信衛星によるデータ配信

RARS というデータ交換の手法が確立することにより、ATOVS 以外のデータ交換への拡張も期待される。例えば、EARS では既に AVHRR や MetOp 衛星の ASCAT データについても配信が予定されている<sup>\*10</sup>。ただし、ATOVS 以外のデータへ拡張することにより、データサイズも大幅に増大することから、データ交換を実現するためには大量のデータ配信が可能な手段が必要となる。大量のデータに対しては、EARS のデータ配信システム EUMETCast で使用されているような、通信衛星による配信が有効である。

現在、通信衛星による全球的なデータ配信網が構築されているところであり、欧州、アフリカ地域および南北アメリカ地域への通信には EUMETCast、アジア太平洋地域への通信には中国による FengyunCast が用いられる計画である。通信衛星によるデータ配信には、地上回線やサーバの整備が難しい途上国においても、安価なシステムにより受信が可能になるというメリットもある。

## 7. おわりに

AP-RARS が運用を開始し、アジア太平洋地域における広範囲の ATOVS データがほぼ1時間以内に利用できることとなった。気象庁は AP-RARS の構築および運用に大きく貢献することができた。今後、直接受信局の追加や RARS 間のデータ交換、ASCAT 等の新たなデータの追加によって、より多くのデータが数値予報で利用可能となり、その精度向上が期待される。気象庁は、今後も RARS の運用や拡張に向けた活動を続けていく予定である。

## 8. 謝辞

南極昭和基地における直接受信データの利用については、国立極地研究所に多大な便宜を図っていただきました。ここに改めて謝意を表します。

本稿の作成にあたり、多大な助言を賜りました、情報通信課 中園昭彦データネットワーク管理室長、同課 斎藤隆弘調査官、数値予報課 竹内義明数値予報モデル開発推進官、同課 岡本幸三予報官、大和田浩美技術専門官、気象衛星課 宮本仁美衛星整備計画官、同課 上清直隆調査官、ならびに査読していただいた関係官に御礼申し上げます。

<sup>\*10</sup> 対象とするデータが ATOVS だけではないことから、略語 EARS の意味を、EUMETSAT ATOVS Retransmission Service から EUMETSAT Advanced Retransmission Service に変更している (CGMS-XXXIII EUM-WP-11, 2005)。

9. 付録

9.1 AP-RARS 関連会議と気象庁における取り組みの履歴

日付	国際会議	気象庁における取り組み
2004.05.17-20	第32回 CGMS	
2004.09.15		AAPP処理の運用開始
2004.12.16-17	第1回 RARSワークショップ	
2005.03.01		AAPP処理をスーパーコンピュータシステムへ移植
2005.06.01-03	第6回 APSDEU	
2005.08.15		昭和基地データ処理の試験運用開始
2005.11.01-04	第33回 CGMS	
2005.12.01-02	第2回 RARSワークショップ	
2006.03.17		清瀬の受信アンテナおよびシステム更新
2006.06.07		メルボルン・北京とのファイル交換開始 清瀬データの配信開始
2006.08.21		昭和基地データ処理の運用開始 昭和基地データの配信開始
2006.08.31-09.01	第3回 RARSワークショップ	
2006.09.20		ソウルとのファイル交換開始
2006.09.20-22	第7回 APSDEU	
2006.11.02-07	第34回 CGMS	
2007.02.22		数値予報全球解析でのAP-RARSデータ利用開始

9.2 AAPP におけるデータの処理レベル (村田、2005)

レベル 0	NOAA 衛星が観測し、即時的に放送している生データ。 HRPT データ。
レベル 1A	HRPT データを、各センサー別のファイルに分離したもの。 観測値はデジタルカウント値のみ。
レベル 1B	キャリブレーション・ナビゲーション処理を施したデータ。 観測値はデジタルカウント値とキャリブレーション係数。
レベル 1C	キャリブレーション・ナビゲーション処理を施したデータ。 観測値は輝度温度に変換済み、(デジタルカウント値へは不可逆)。
レベル 1D	他センサーの FOV へのマッピングや、地表面状態や雲量などの 情報が付加されたデータ。

参考文献

APSDEU, 2005: Report on the Sixth Asia-Pacific Satellite Data Exchange and Utilization (APSDEU) Meeting

APSDEU, 2006: Report on the Seventh Asia-Pacific Satellite Data Exchange and Utilization (APSDEU) Meeting

CGMS, 2004: CGMS-XXXII Final Report

CGMS/WMO, 2004: CGMS/WMO Regional ATOVS Re-transmission System (RARS) Workshop Final Report

Dumont, M., J. Lafeuille and A. Soerensen, 2006: A global network of Regional ATOVS Retransmission Services (RARS), Proceedings of the 15th International TOVS Study Conference, October 2006.

EUMETSAT, 2001: The ATOVS Retransmission Service, CGMS-XXIX EUM-WP-26

EUMETSAT, 2005: Status Report on EARS, CGMS-XXXIII EUM-WP-11

WMO, 2005: WMO Global RARS and ADM Workshop Final Report

WMO, 2006: WMO Global Workshop on RARS and IGDDS Draft Report

大和田浩美、2007a: ATOVS リトリーブデータの同化、数値予報課別冊 53 号 (投稿中)

大和田浩美、2007b : AP-RARS、数値予報課別冊 53 号 (投稿中)

岡本幸三、2007 : ATOVS 直接同化、数値予報課別冊 53 号 (投稿中)

村田英彦、2005 : AAPP による直接受信 NOAA/ ATOVS データ処理、気象衛星センター技術報告第 46 号、33-48

村田英彦、2007 : AAPP、数値予報課別冊 53 号 (投稿中)

略語一覧

AAPP: ATOVS and AVHRR Pre-processing Package

ADM: Advanced Dissemination Method

AHRPT: Advanced High Resolution Picture Transmission

AMSU: Advanced Microwave Sounding Unit

AP-RARS: Asia-Pacific Regional ATOVS Retransmission Service

APSDEU: Asia Pacific Satellite Data Exchange and Utilization

ASCAT: Advanced Scatterometer

ATOVS: Advanced TIROS Operational Vertical Sounder

AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer

BUFR: Binary Universal Form for the Representation

CGMS: Co-ordination Group for Meteorological Satellites

CMC: Canadian Meteorological Centre

DMSP: Defense Meteorological Satellites Program

EARS: EUMETSAT ATOVS Retransmission Service

ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

EUMETCast: EUMETSAT's Broadcast System for Environmental Data

EUMETSAT: European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites

FOV: Field of View

GTS: Global Telecommunications Service

HIRS: High Resolution Infrared Radiation Sounder

HRPT: High Resolution Picture Transmission

IGDDS: Integrated Global Data Dissemination

ITSC: International TOVS Study Conference

MetOp: Meteorological Operational satellite  
programme

MHS: Microwave Humidity Sounder

NESDIS: National Environmental Satellite,  
Data and Information Services

NOAA: National Oceanic and Atmospheric  
Administration

NWP: Numerical Weather Prediction

RARS: Regional ATOVS Retransmission Service

SAF: Satellite Application Facility

SA-RARS: South-American Regional ATOVS  
Retransmission Service

TIP: TIROS Information Processor

WMO: World Meteorological Organization