

南極と国内を結ぶデータネットワーク 過去、現在、未来



門倉 昭
国立極地研究所
極域データセンター

南極：遠隔地

- 日本～昭和基地：約1万4千km
- 文明圏から隔離、1回／年の輸送

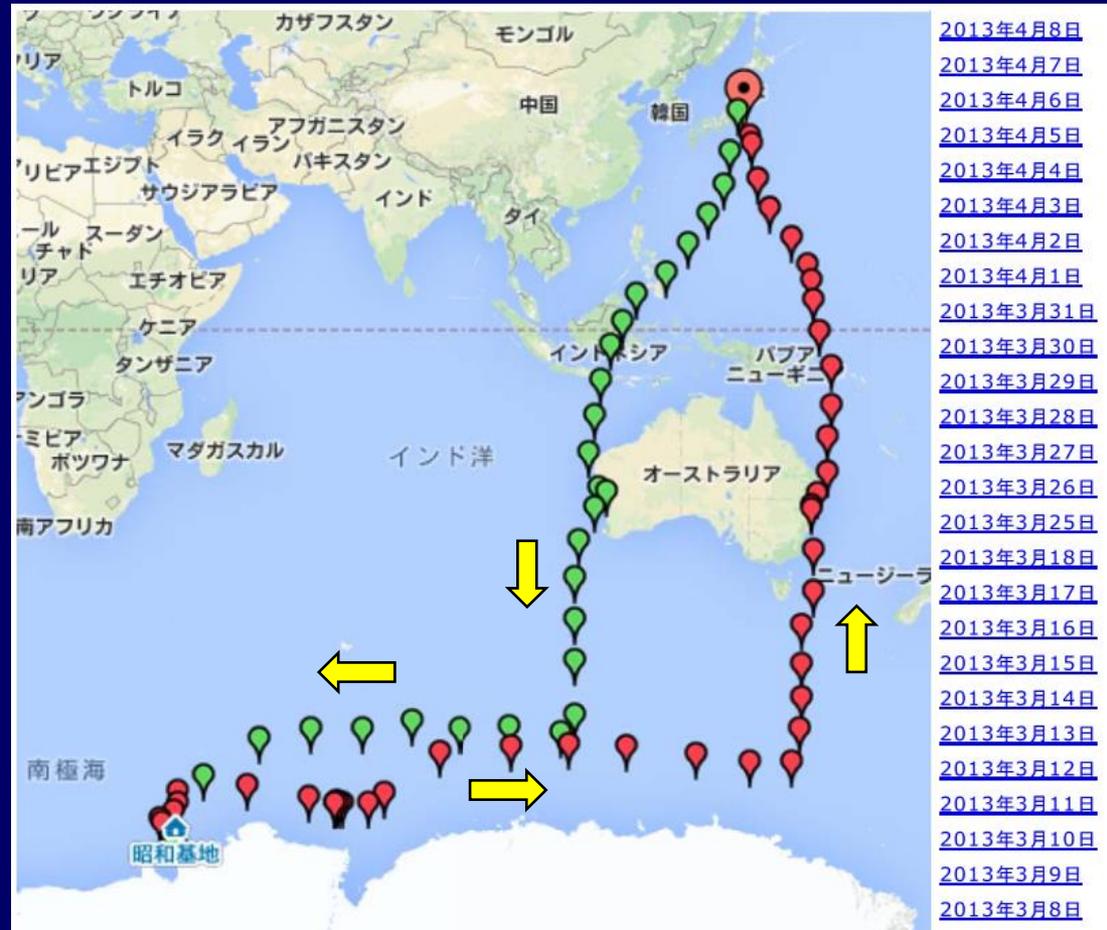


南極：遠隔地

- 日本～昭和基地：約1万4千km
- 文明圏から隔離、1回／年の輸送



南極観測船「しらせ」



南極への航空路

Dronning Maud Land Air Network

ケープタウン

日本(成田)

11月~2月



各国の輸送

米国



各国の輸送

オーストラリア

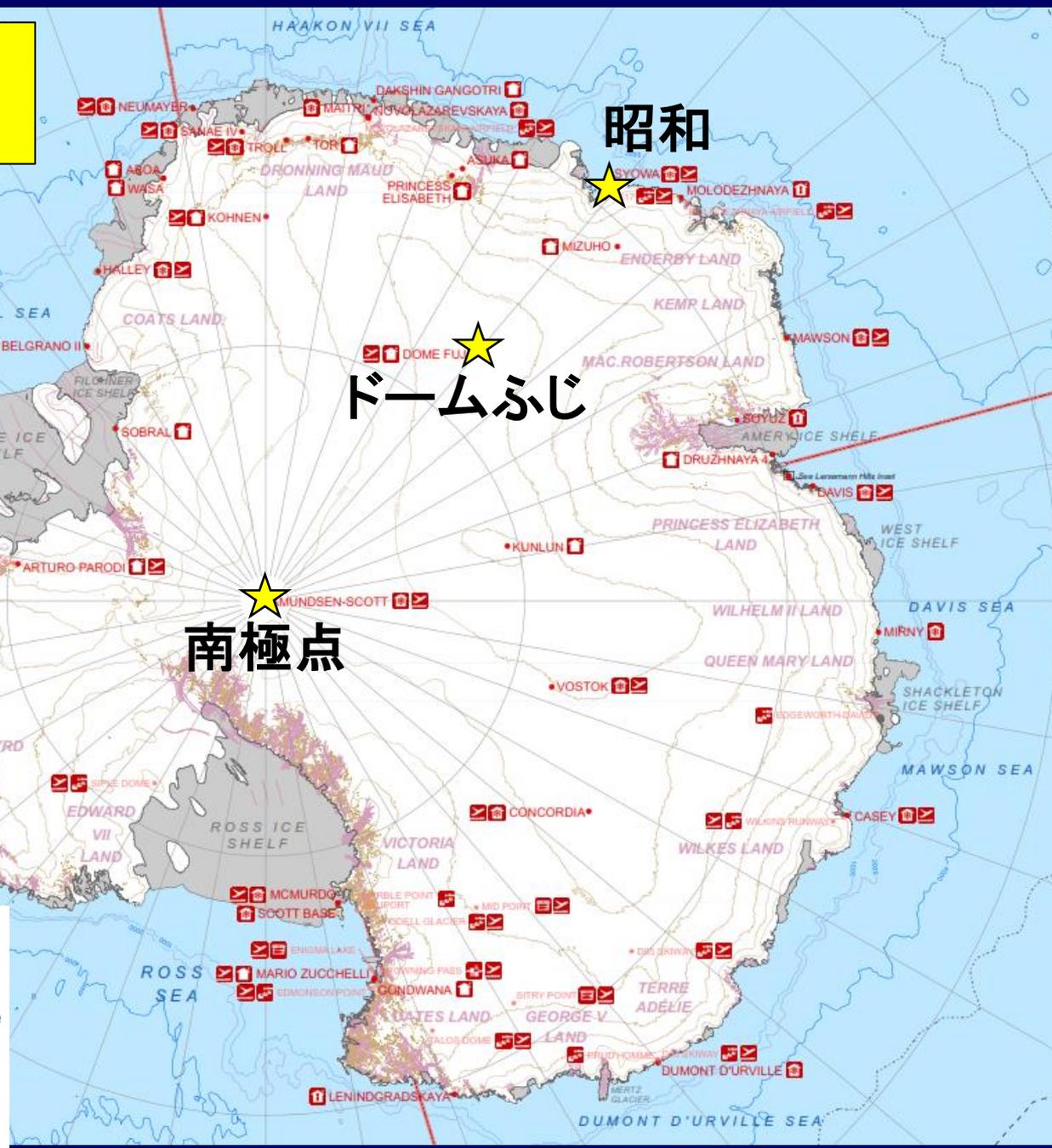


各国の基地



基地: 68 (越冬39)
 国: 28 (越冬19)

- | | | | |
|--|-----------------------------|--|----------|
| | Station Seasonal | | Depot |
| | Station Year-Round | | Refuge |
| | Station Closed | | Camp |
| | Station Temporarily Closed | | Airfield |
| | Station No Longer Exists | | |
| | Station Under Construction | | |
| | Station Under Consideration | | |



昭和

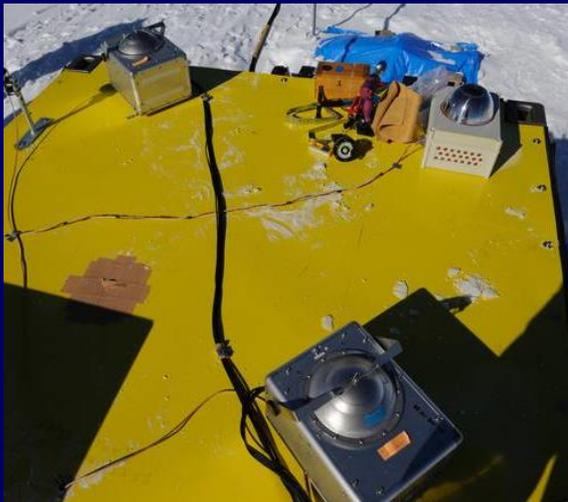
ドームふじ

南極点

昭和基地



ドームふじ基地 天文観測予備調査



南極点基地

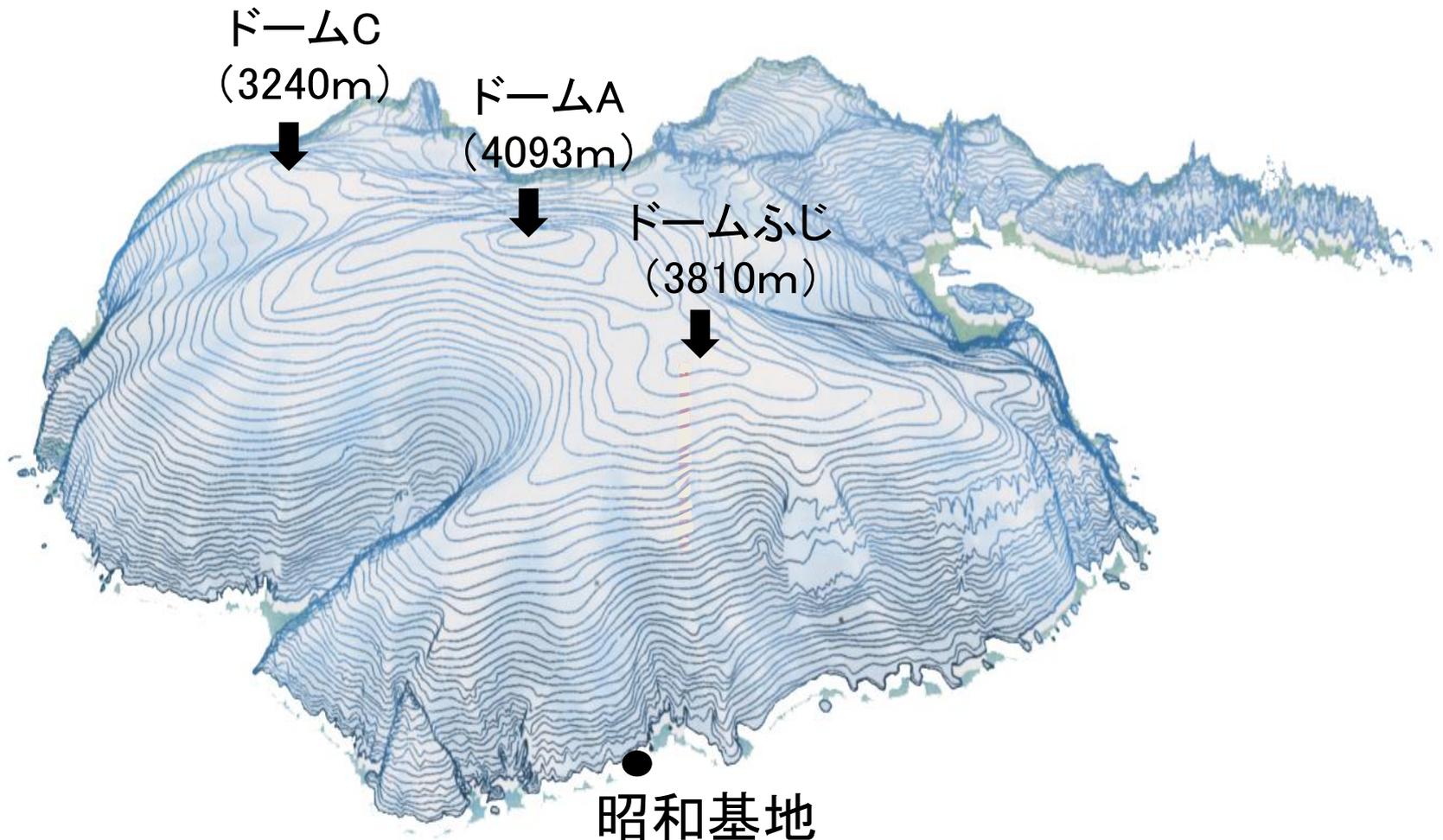


TDRS/GOES



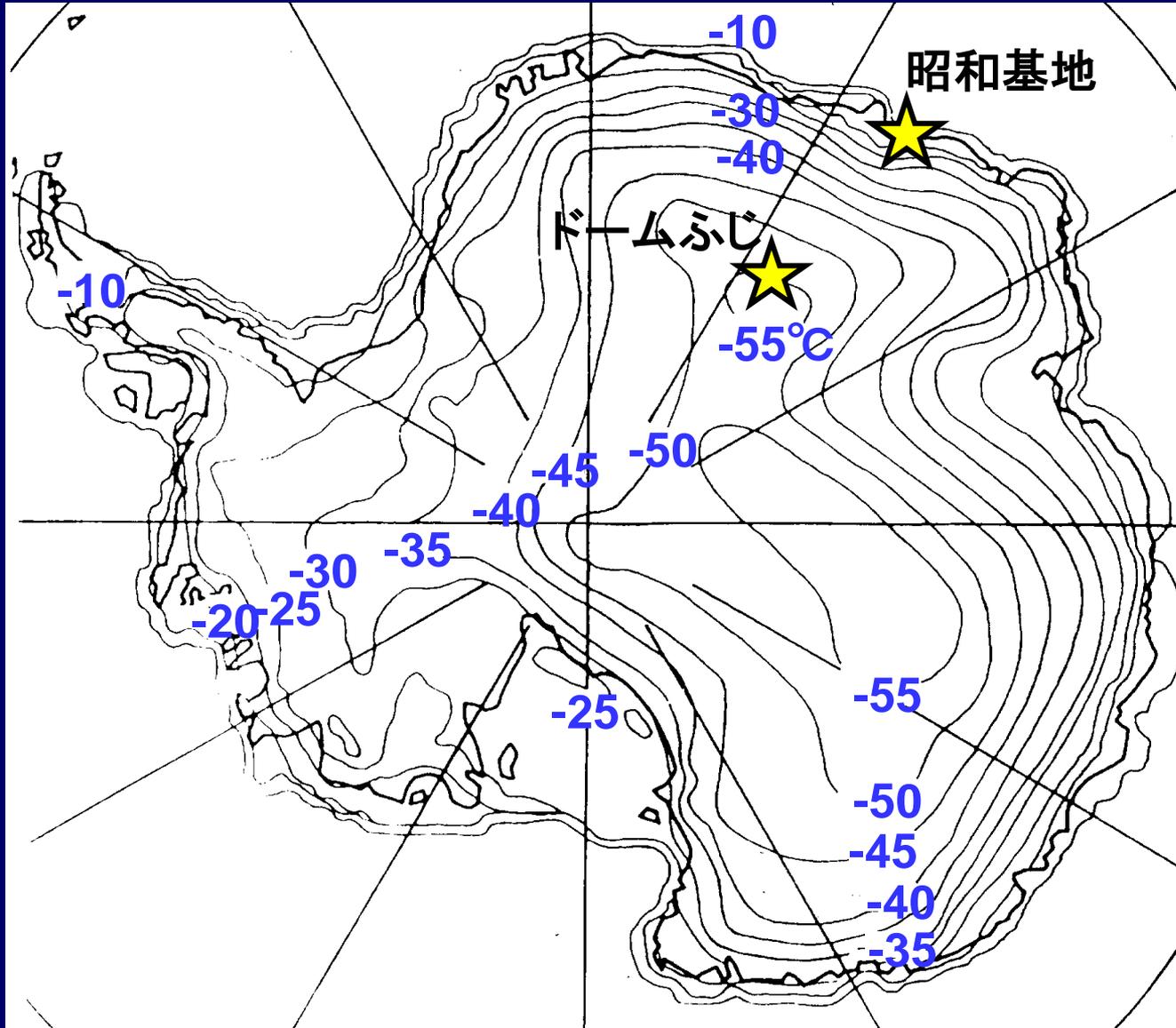
南極：過酷な環境：氷の大陸

厚さ：(最大)4776 m (平均)1856 m



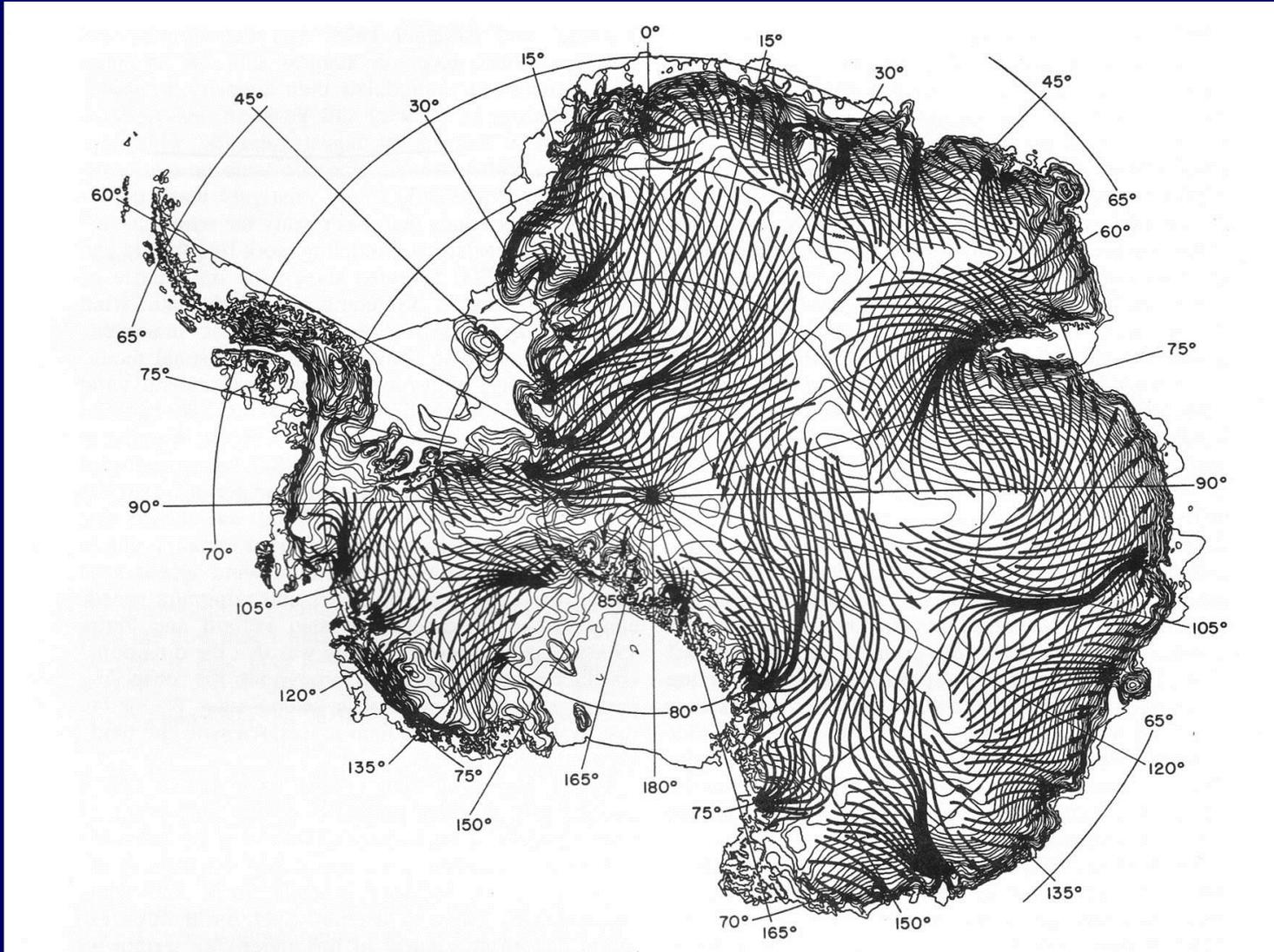
南極：過酷な環境：寒冷地

(年平均気温)



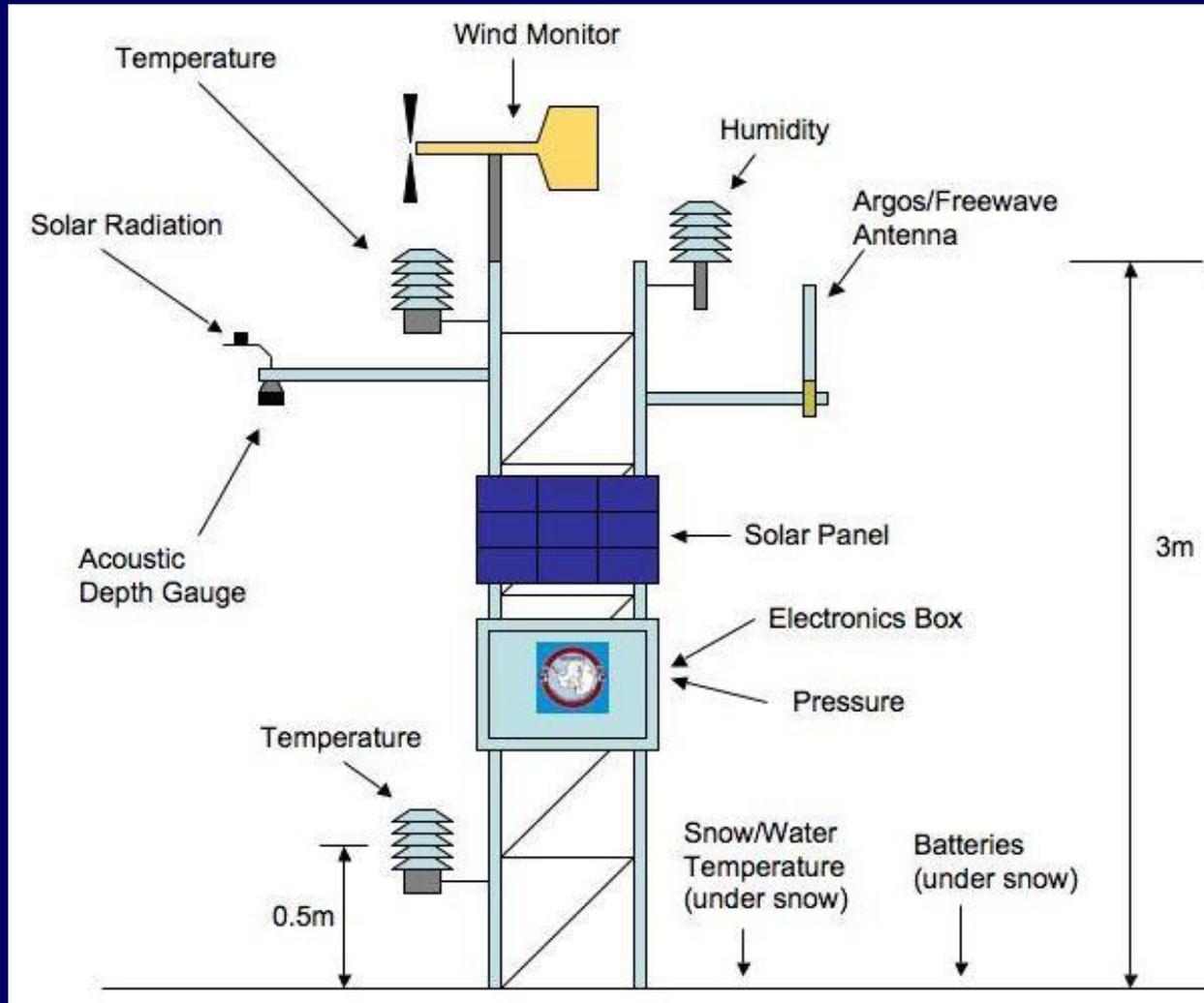
南極：過酷な環境：強風域

(地上風流線)



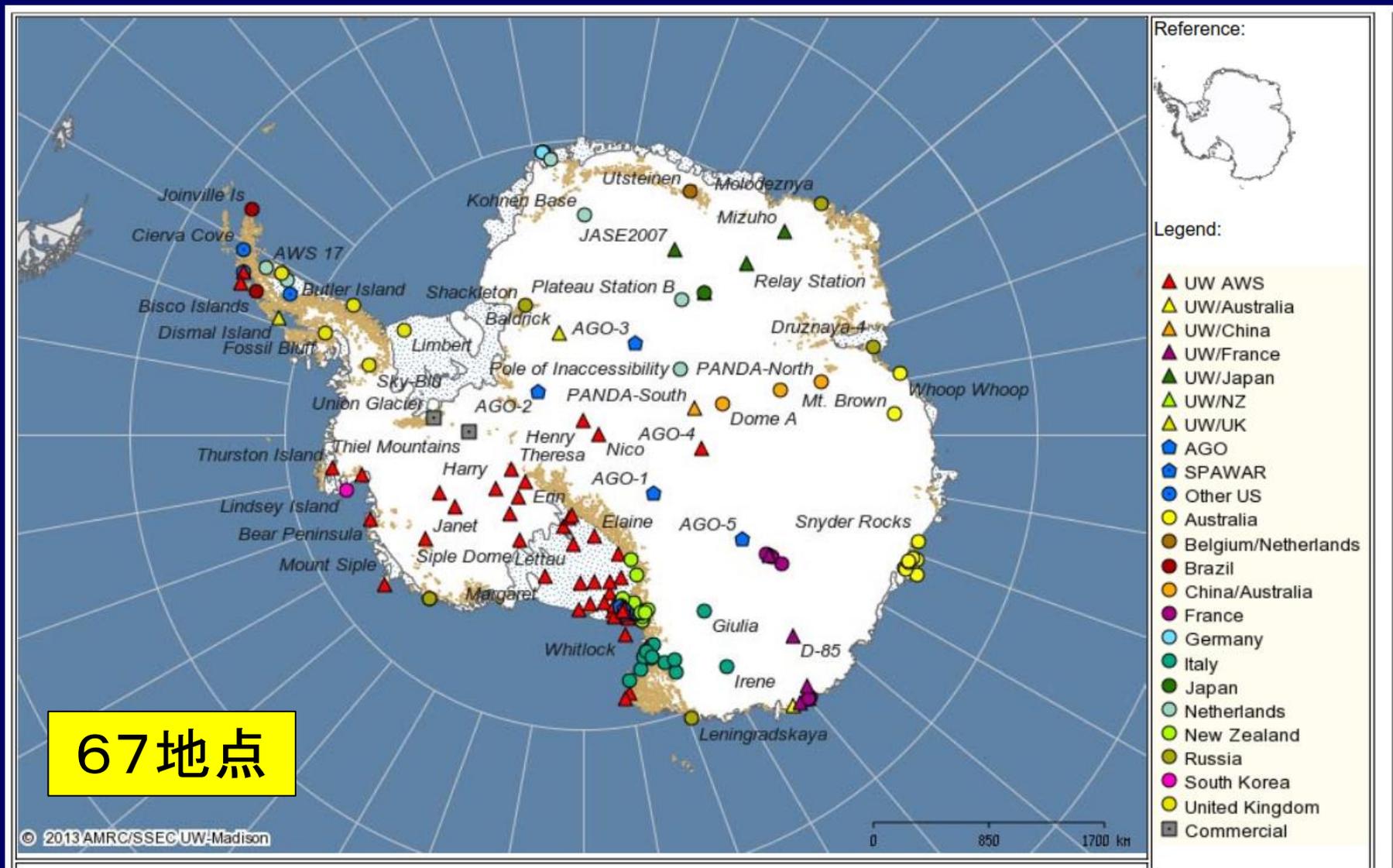
南極：無人觀測点(気象観測)

Automatic Weather Station (AWS)



南極：無人觀測点網(気象観測)

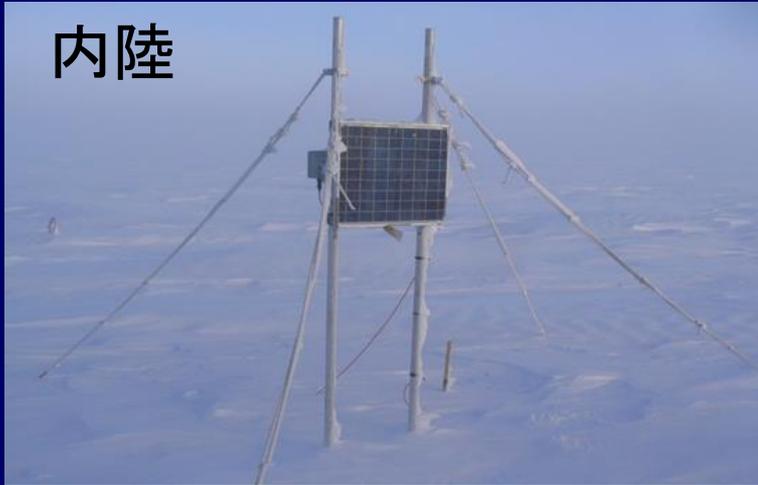
Automatic Weather Station (AWS)



南極：無人観測点(オーロラ現象)

Low Power Magnetometer (LPM)

内陸



沿岸部



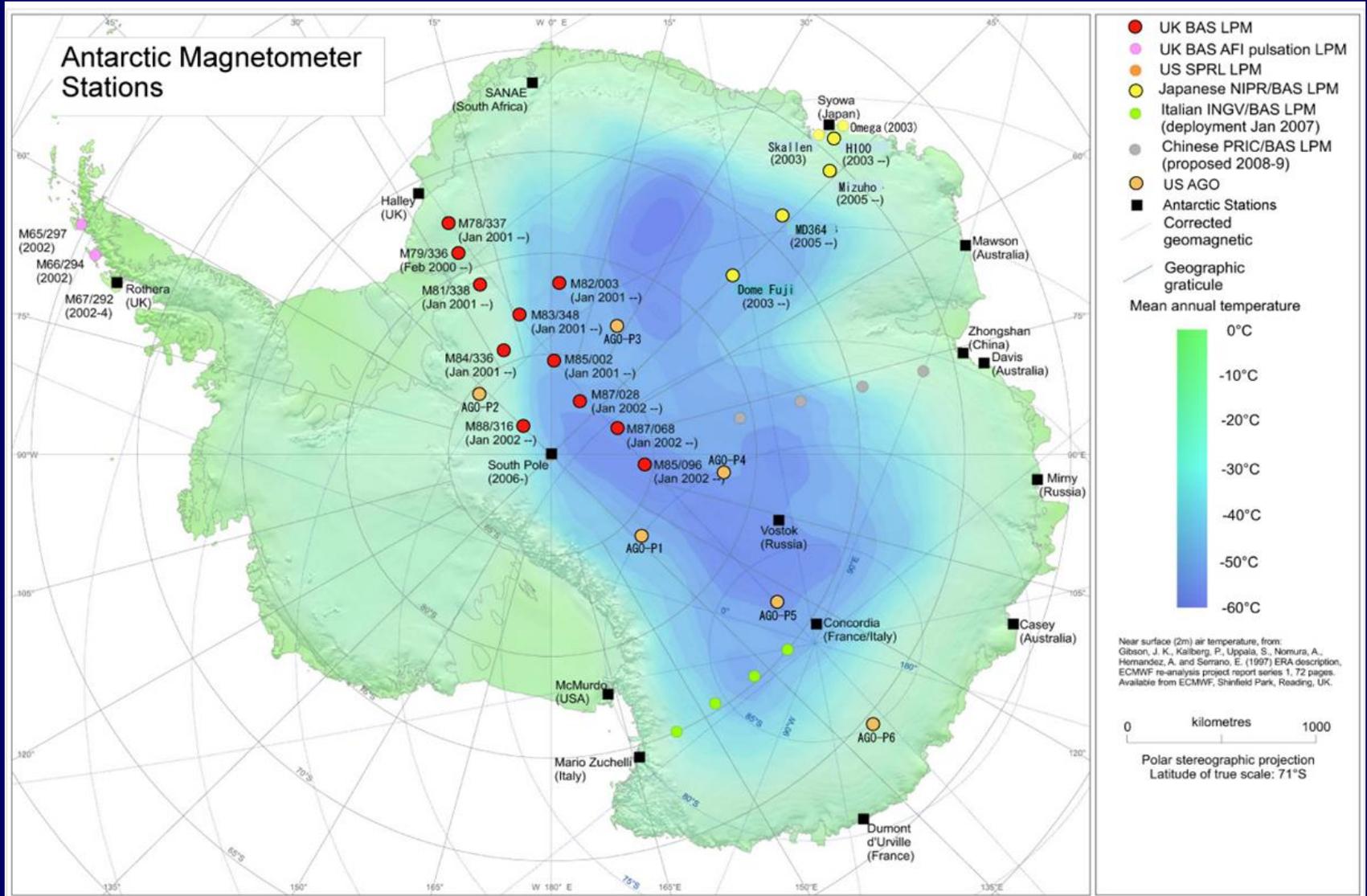
Automatic Geophysical Observatories (AGO)



- フラックスゲート磁力計
- 誘導磁力計
- 全天オーロライメージャ
- イメージングリオメータ
- ELF/VLF波動観測器
- LF/HF波動観測器

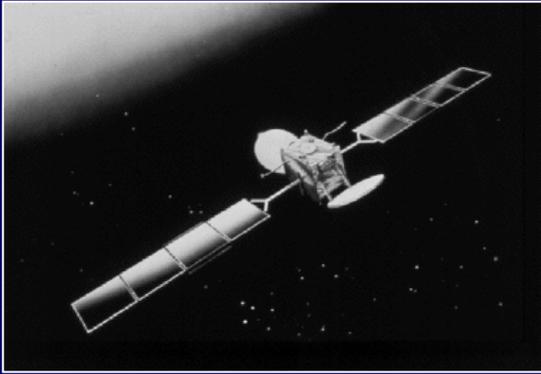
南極：無人観測点網(オーロラ現象)

無人磁力計ネットワーク

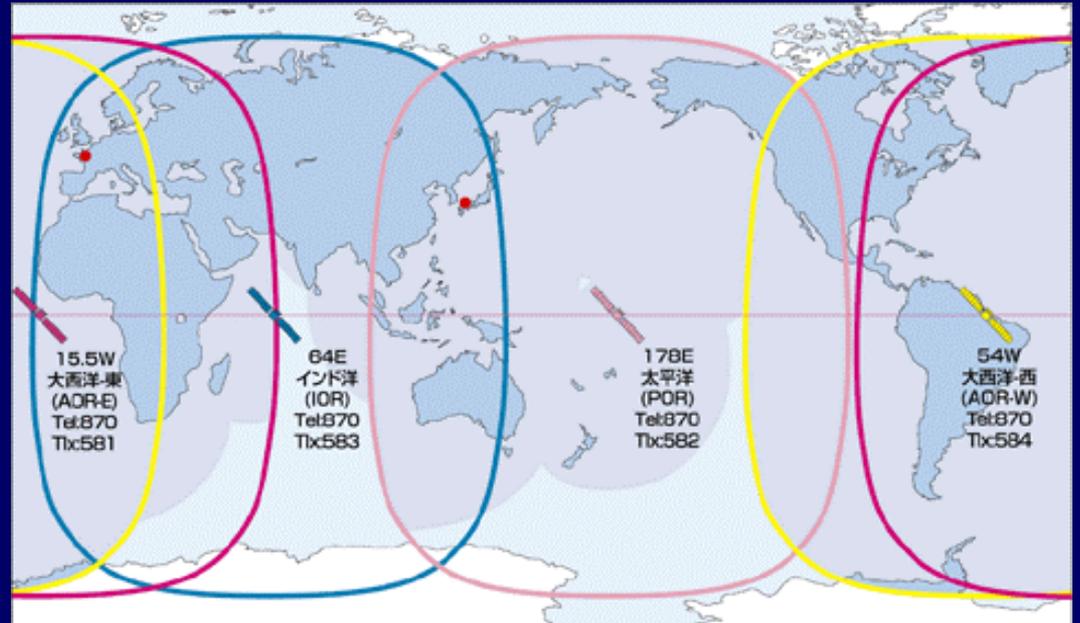
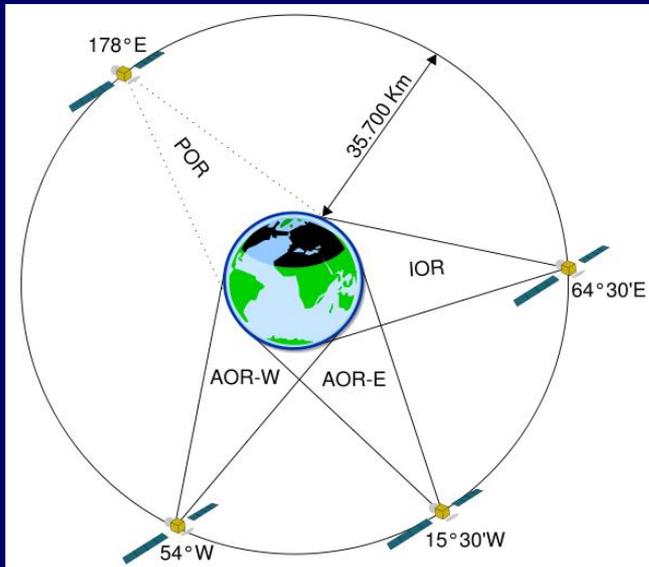


南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

➤ 1988年(29次) インマルサット衛星通信導入 2.4 kbps
(300倍)

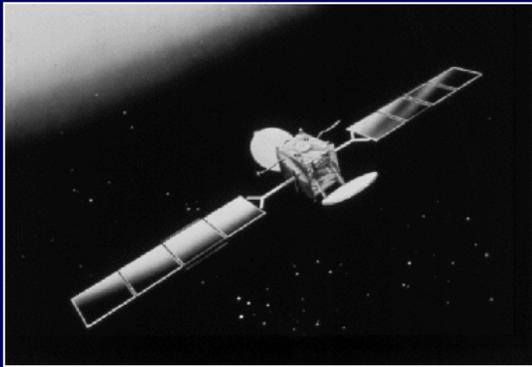


インマルサット衛星
静止衛星: 赤道上空 35,700 km
現在10機

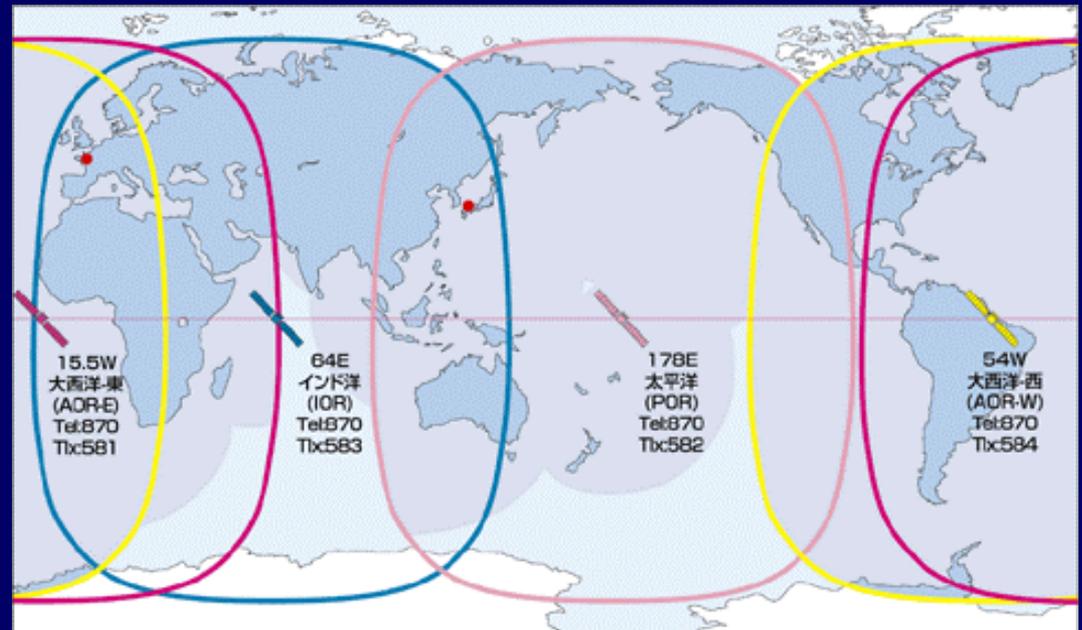
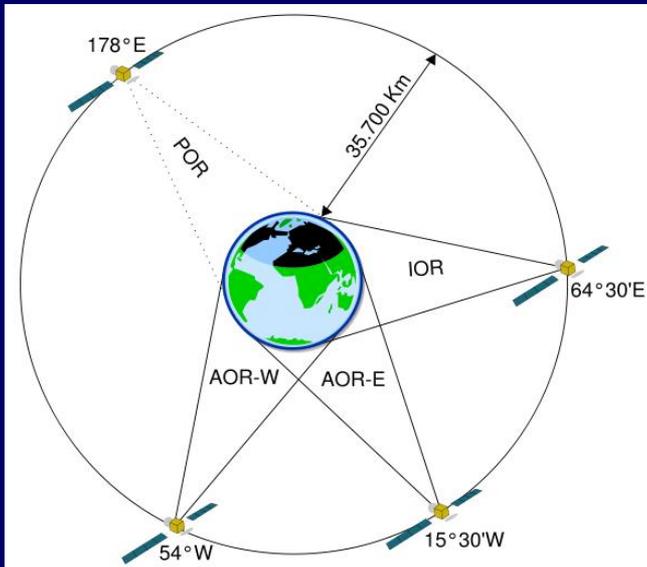


南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

➤ 1995年(36次) インマルサットBシステム導入 64 kbps
(8,000倍)



インマルサット衛星
静止衛星: 赤道上空 35,700 km
現在10機



南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

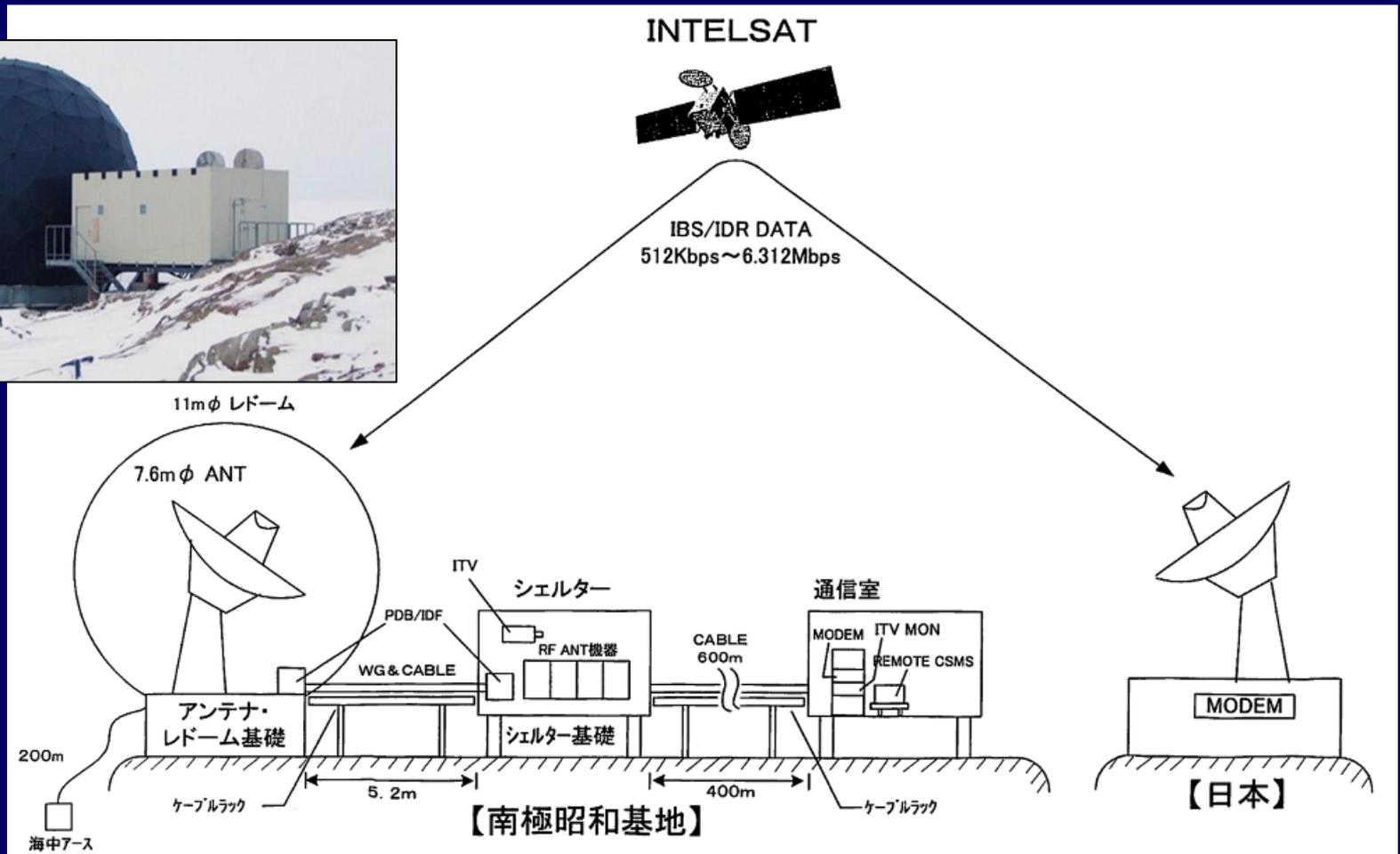
- 2004年(45次) インテルサット衛星通信導入 1 Mbps
(125,000倍)
- 2009年(50次) インテルサット回線増速 2 Mbps
(250,000倍)

インテルサット衛星:
静止衛星:現在34機



南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

インテルサット衛星回線 常時接続 2 Mbps



南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

インテルサット衛星回線によるデータ伝送状況

観測部門	伝送データ量 (GB/年)	持帰りデータ量 (GB/年)	伝送量割合 (%)
気象定常	0.034	7.0	0.5
電離層定常	580.0	580.0	100
測地(GPSデータ)	4.9	4.9	100
宙空圏	703.8	4,478.7	15.7
衛星受信	362.1	7,317.1	4.9
地圏	46.5	846.5	5.5
合計	1,697.3	13,234.2	12.8

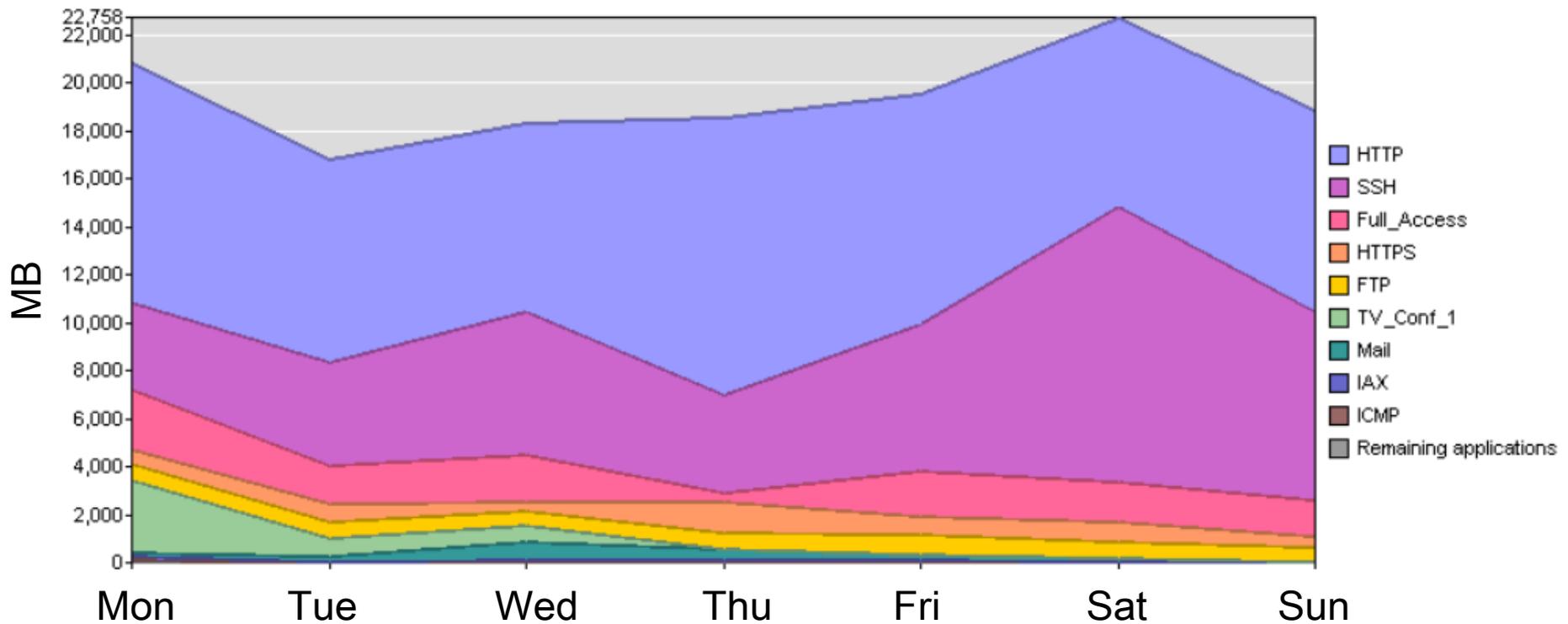
2 Mbps → 21.6 GB/日、7,884 GB/年

南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

インテルサット衛星回線 週間利用状況

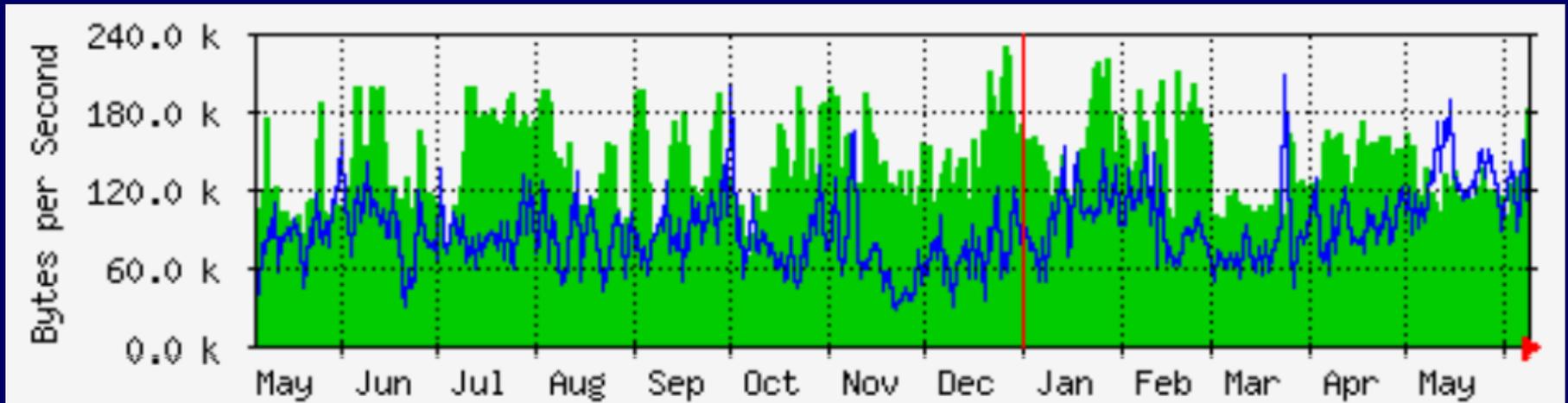
Traffic Volume by Application

Percent of traffic To and From WAN by application



南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

インテルサット衛星回線 年間利用状況



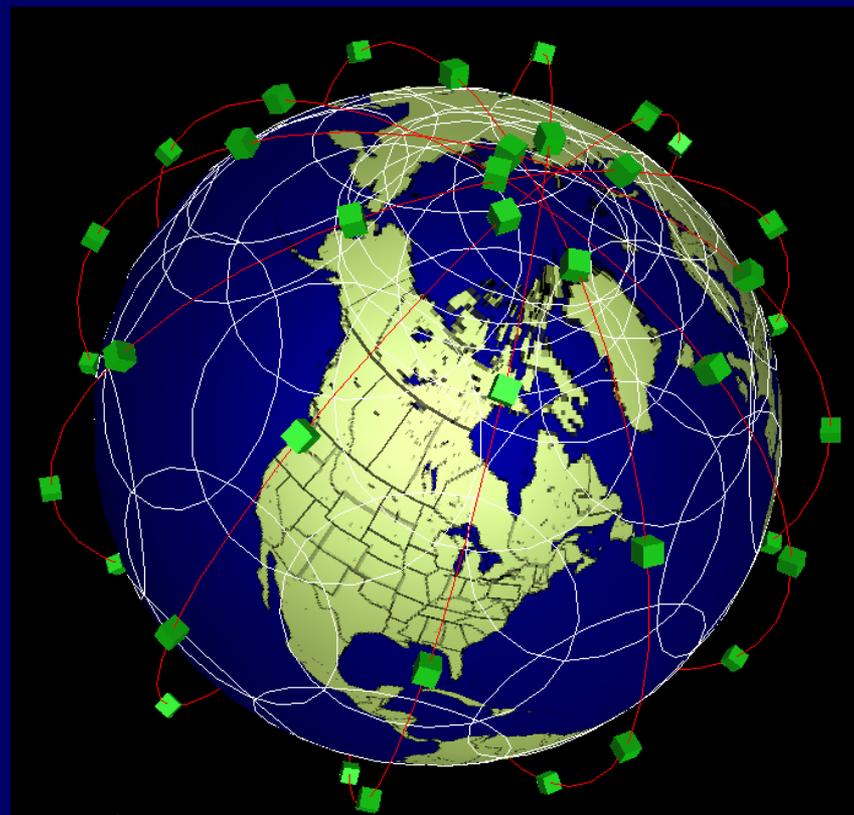
青：極地研→昭和基地 緑：昭和基地→極地研

南極と国内を結ぶデータネットワーク ドームふじ基地

イリジウムOpenPortシステム 128 kbps



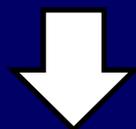
イリジウム衛星
高度 : 780 km
6軌道面 x 11機 = 66機



南極と国内を結ぶデータネットワーク ドームふじ基地

イリジウムOpenPortシステム 128 kbps

- 現在： 天文観測調査データ取得：150 MB/月
- 将来： 本格観測時データ量：連続伝送：1.38 GB/日



コストの問題： ¥820/MB



南極と国内を結ぶデータネットワーク

南極点基地

TDRS (Tracking and Data Relay Satellite) 衛星
150 Mbps

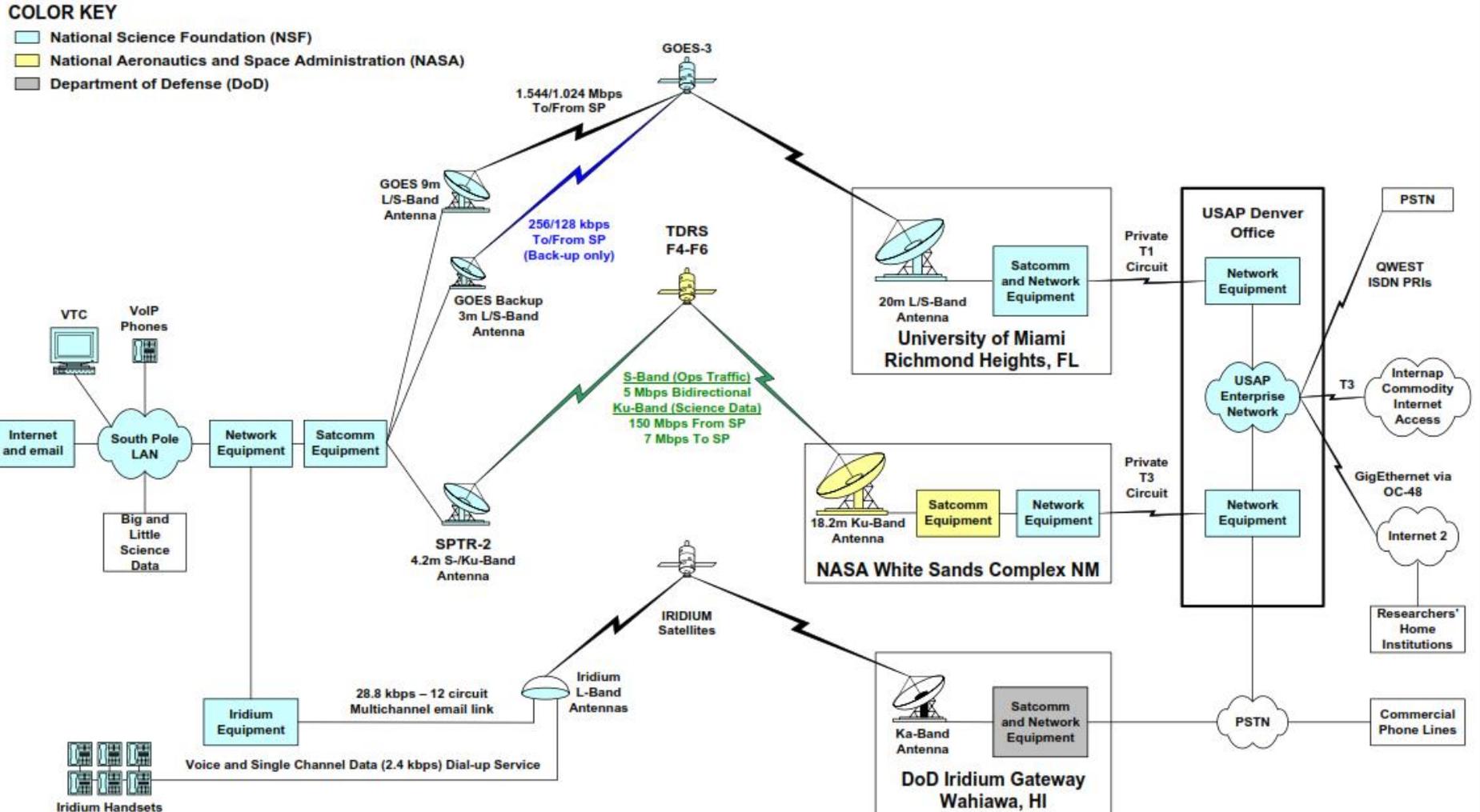


TDRS衛星：静止衛星、現在8機
南極点用には、軌道傾斜角が
大きいものを使用。国際宇宙ステーションやハッブル
宇宙望遠鏡などのデータ中継にも使用。

南極と国内を結ぶデータネットワーク

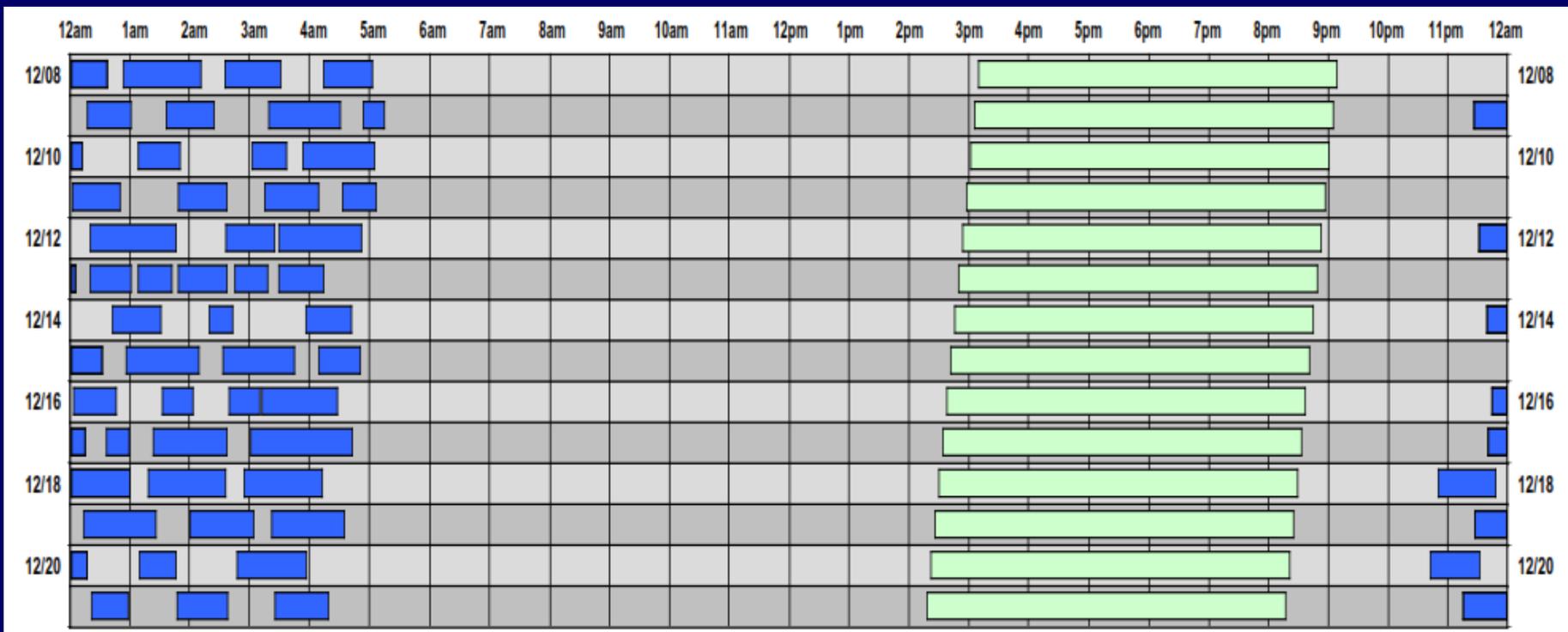
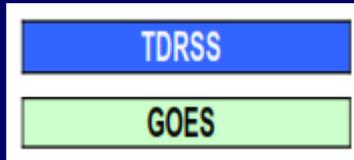
南極点基地

Systems Architecture Description

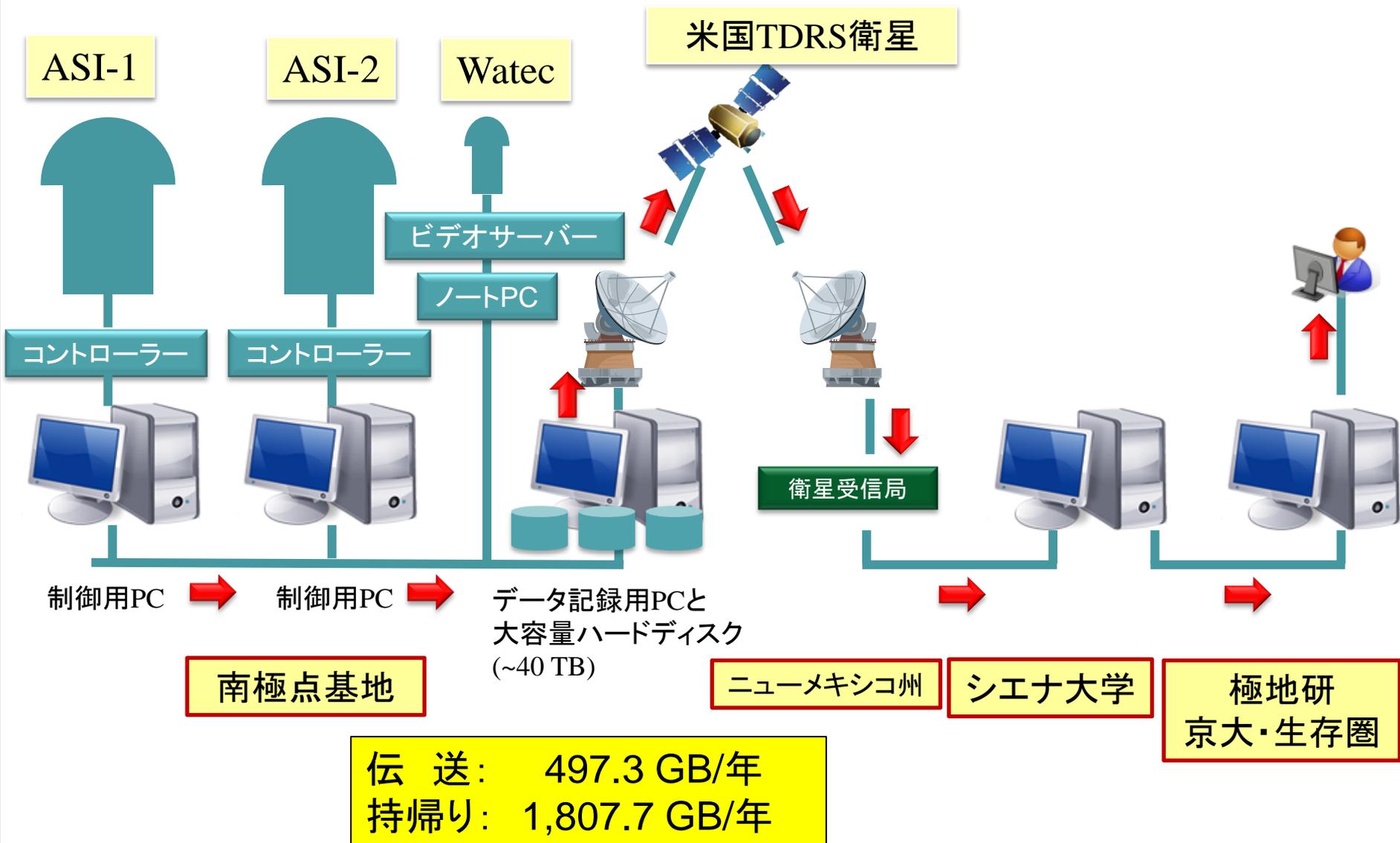


南極と国内を結ぶデータネットワーク 南極点基地

Satellite Schedule



南極点全天オーロライメージャデータ伝送



南極と国内を結ぶデータネットワーク 無人磁力計

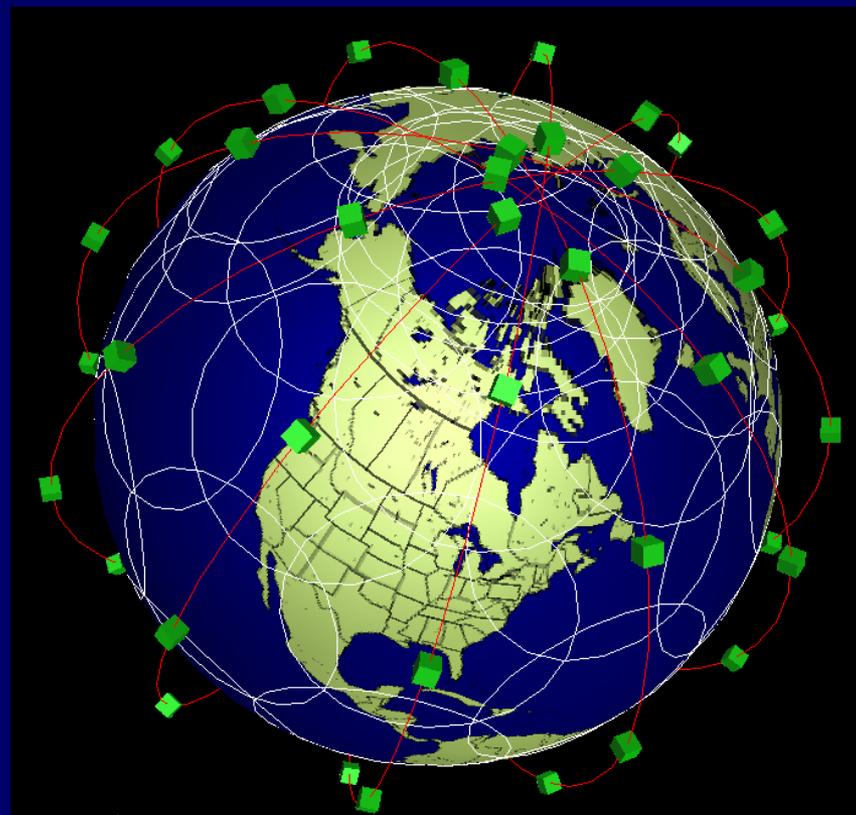
イリジウム衛星電話システム： 2.4 kbps



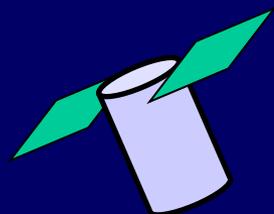
イリジウム衛星

高度：780 km

6軌道面 x 11機 = 66機

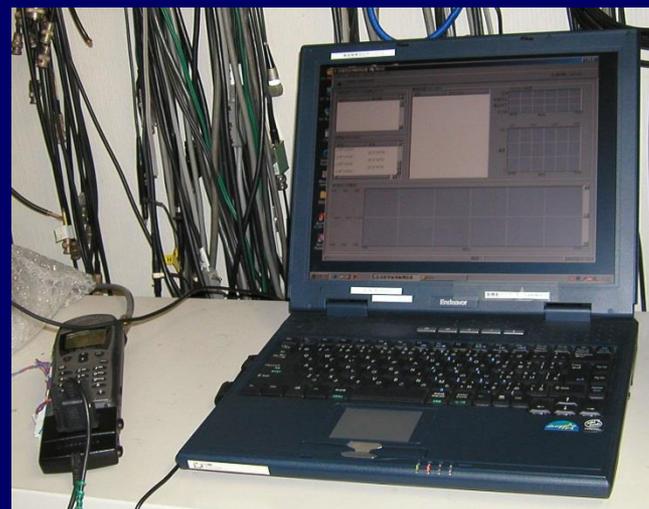


極地研型無人磁力計



イリジウム衛星電話
によるデータ伝送、
コマンド送付が可能

2.4 kbps
3.5 MB/日



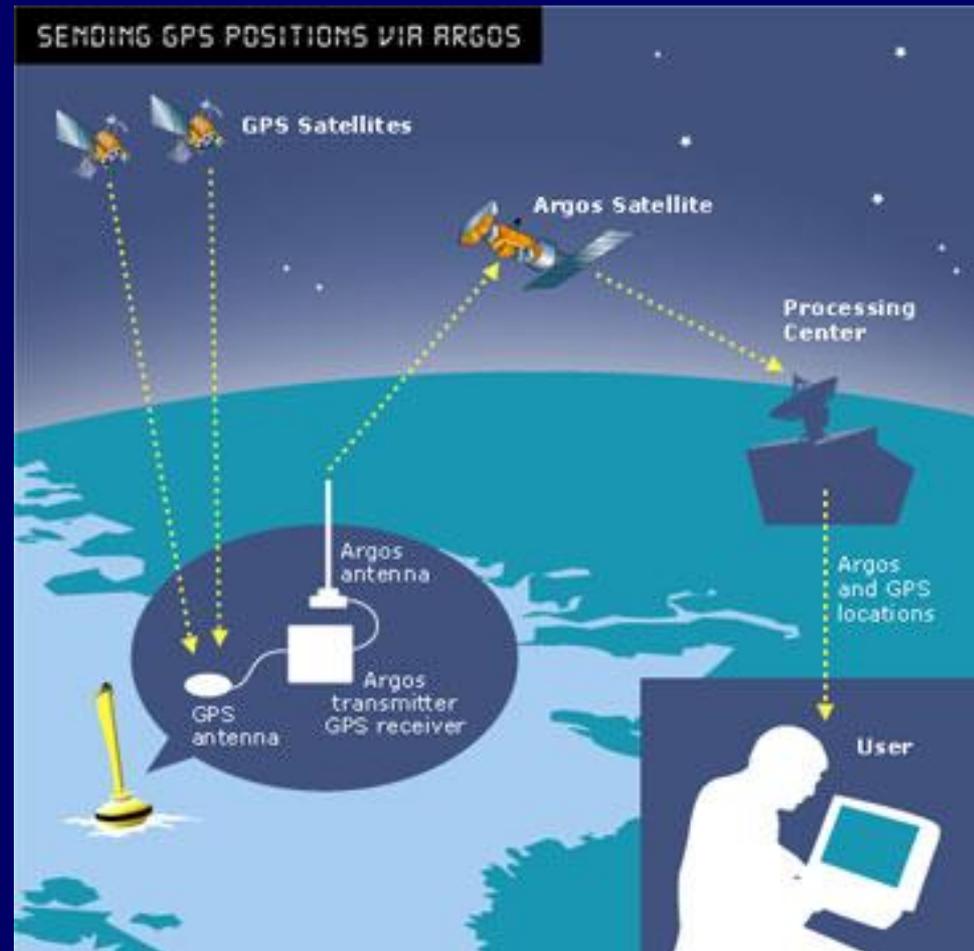
南極と国内を結ぶデータネットワーク Automatic Weather Station (AWS)

ARGOSシステム: $256 \text{ bit}/90 \text{ sec} = 2.8 \text{ bps}$

ARGOS衛星

高度: 850 km

極軌道、太陽同期、4機



まとめ

昭和基地

- 1957年(1次) HF短波通信 8 bps
- 1988年(29次) インマルサット衛星通信 2.4 kbps
- 1995年(36次) インマルサットBシステム 64 kbps
- 2004年(45次) インテルサット衛星通信 1 Mbps
- 2009年(50次) インテルサット回線増速 2 Mbps
- ドームふじ基地 イリジウムOpenPort 128 kbps
- 南極点基地 TDRSシステム 150 Mbps
- 無人磁力計 イリジウム衛星電話 2.4 kbps
- 無人気象装置 ARGOSシステム 2.8 bps