

南極と国内を結ぶデータネットワーク 過去、現在、未来

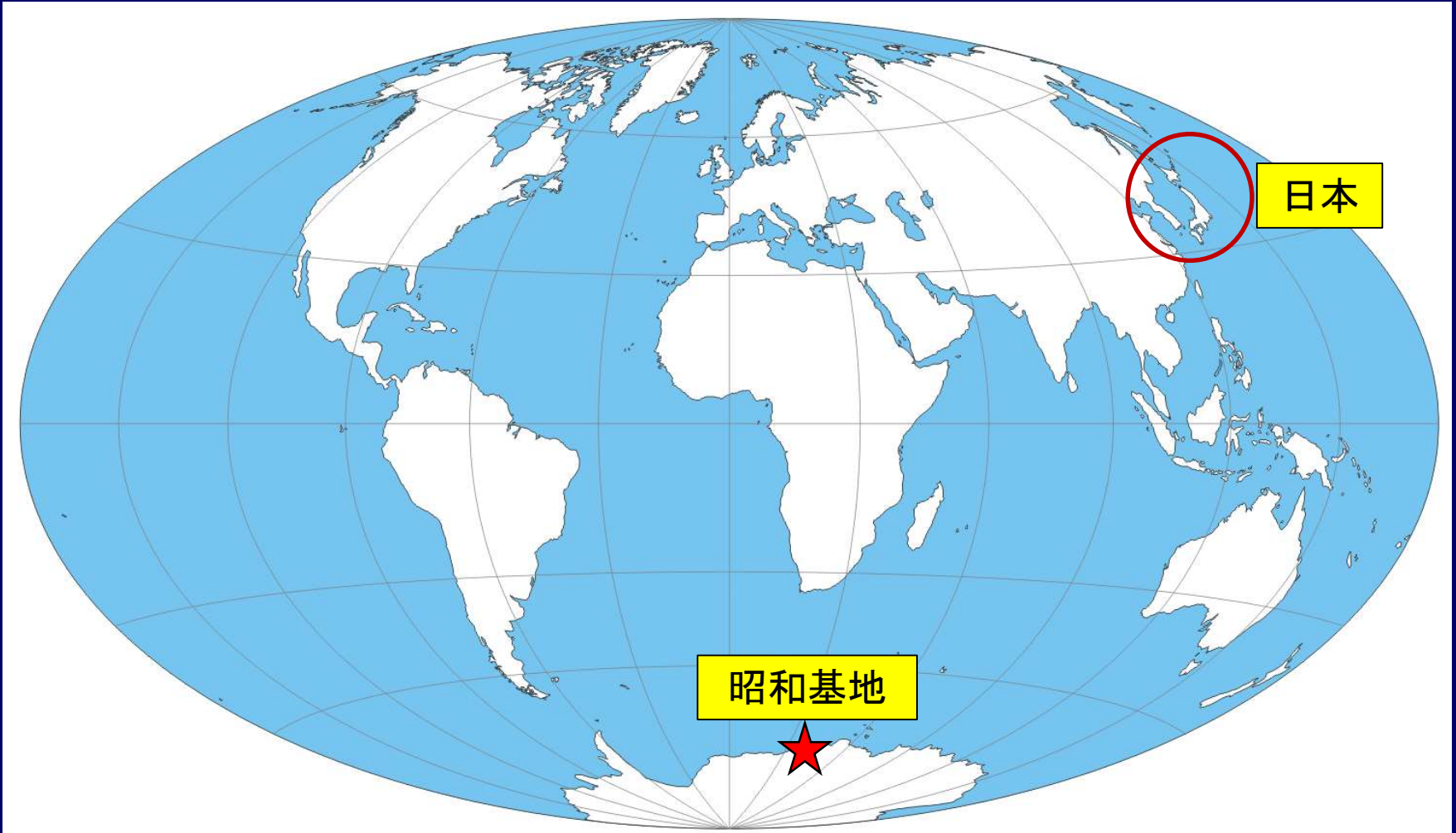
門倉 昭

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

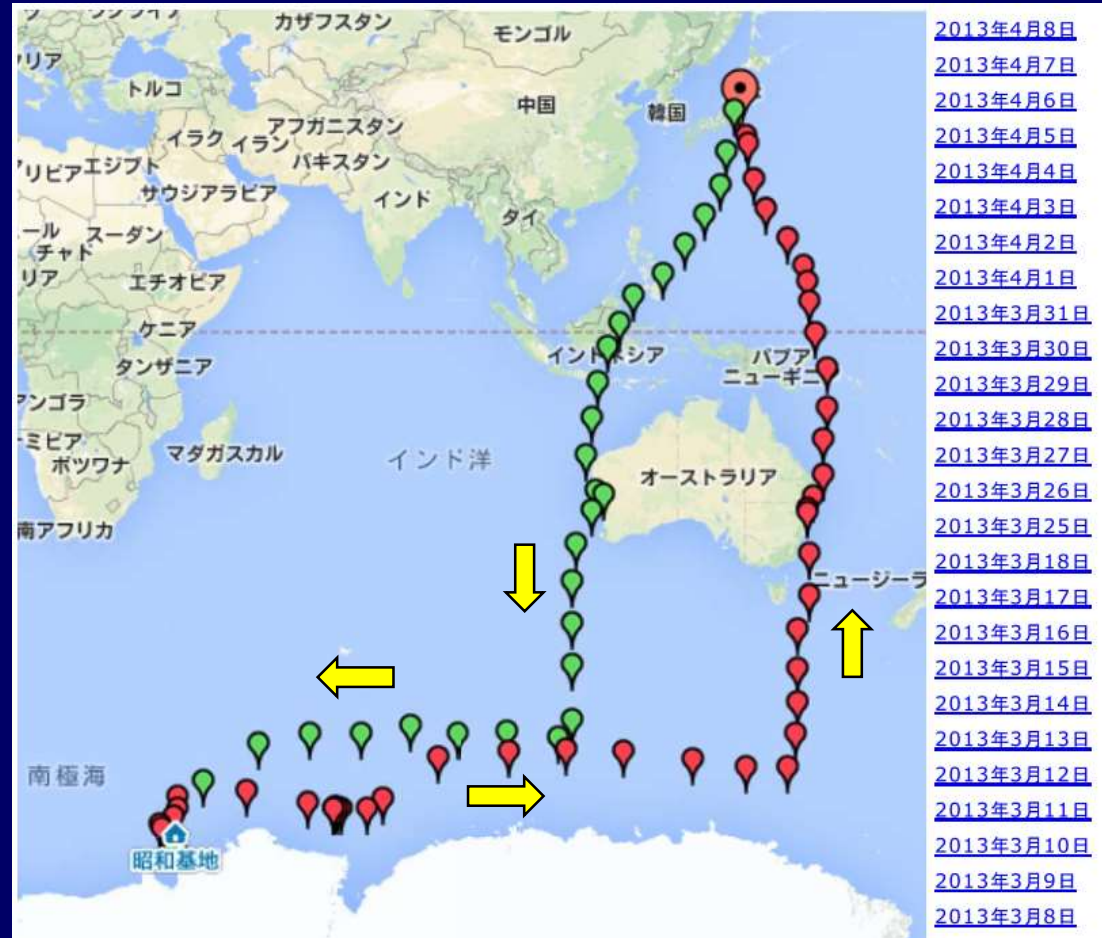


南極：遠隔地

- 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

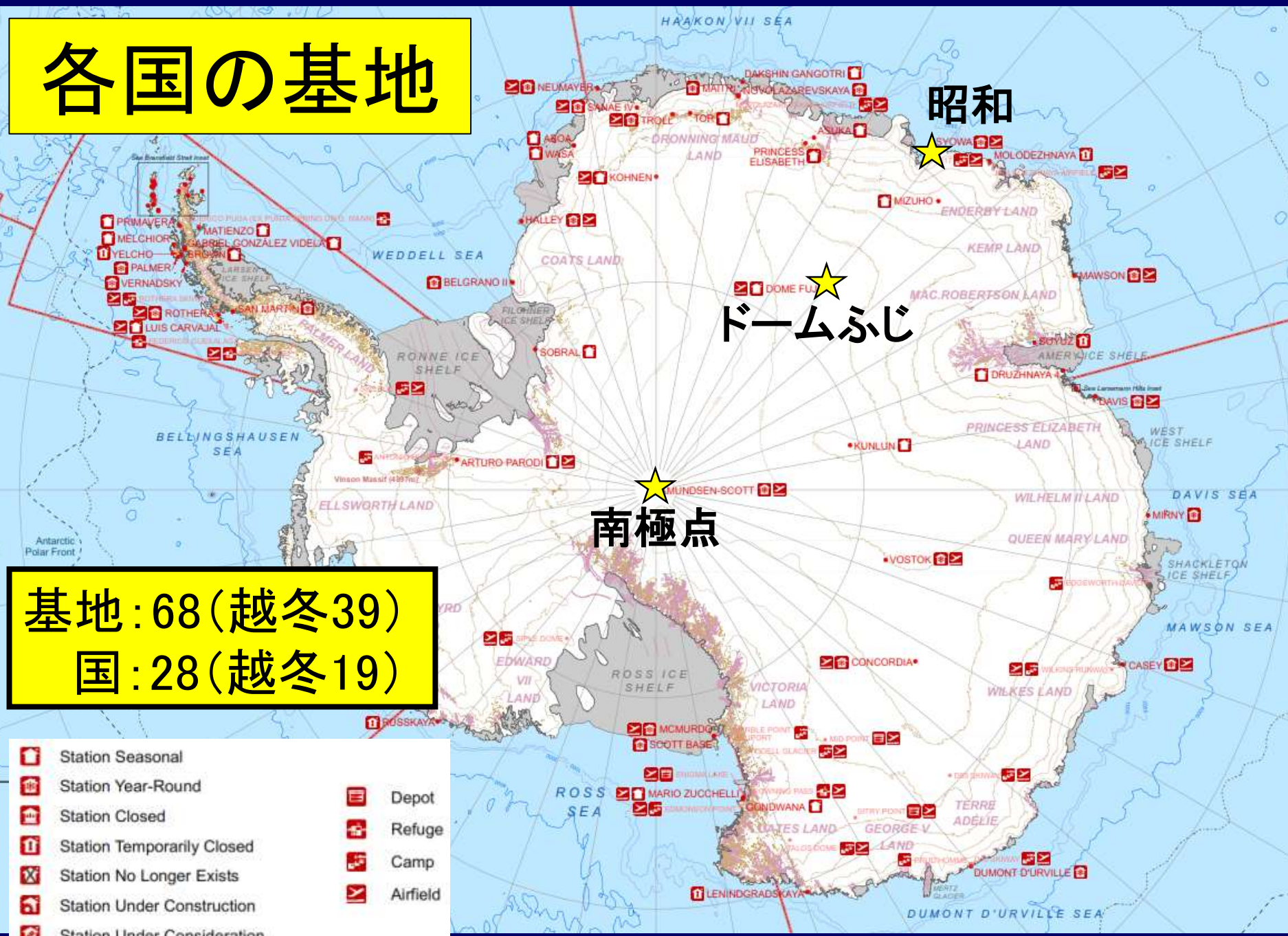


各国の輸送

オーストラリア



各国の基地



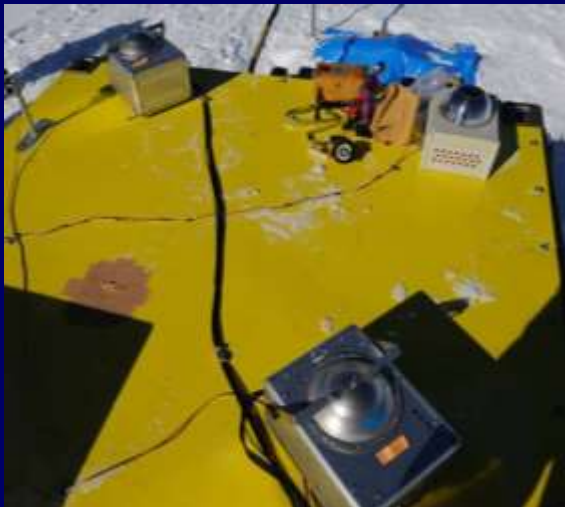
基地: 68 (越冬39)
国: 28 (越冬19)

- | | | | |
|--|-----------------------------|--|----------|
| | 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

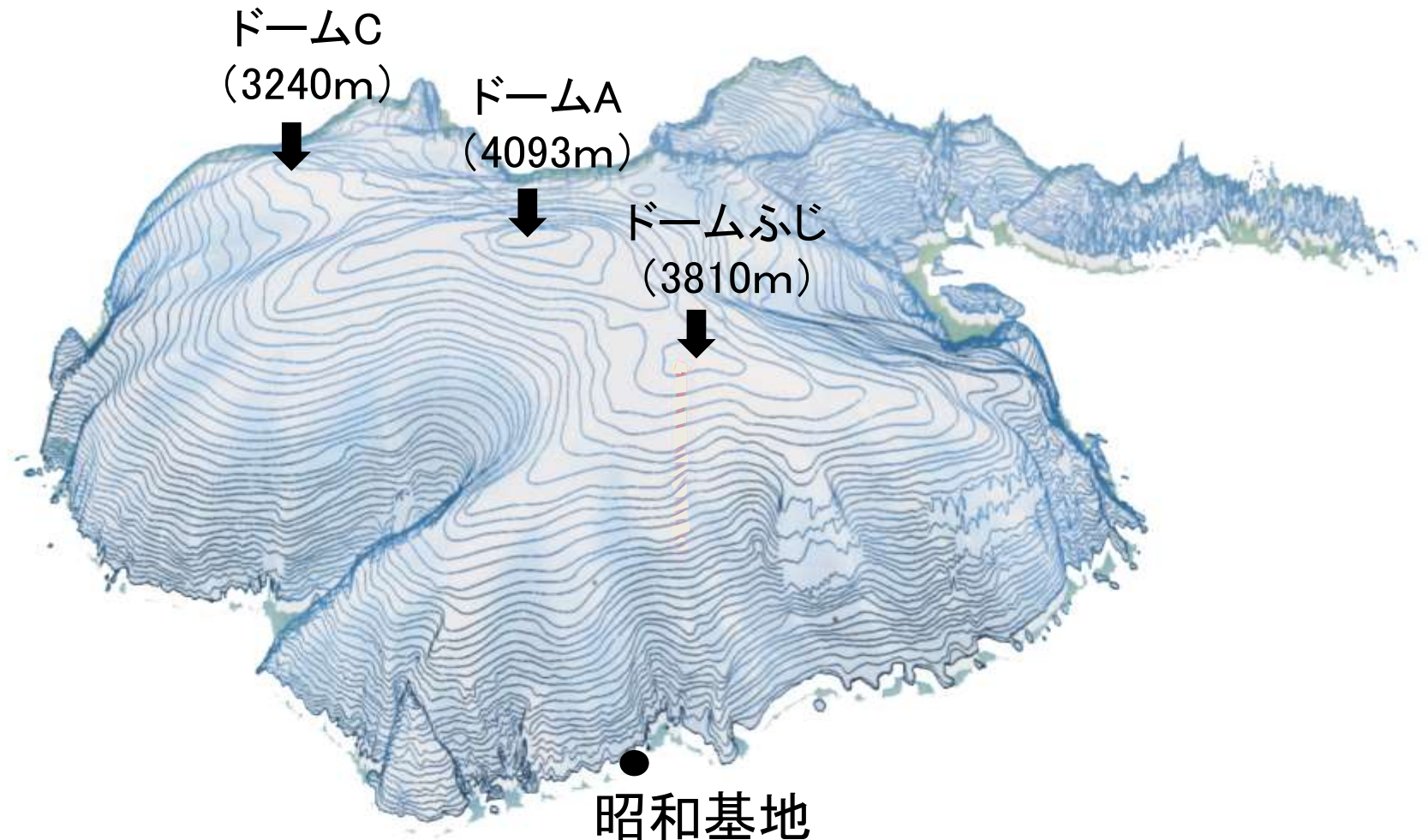


TDRS/GOES



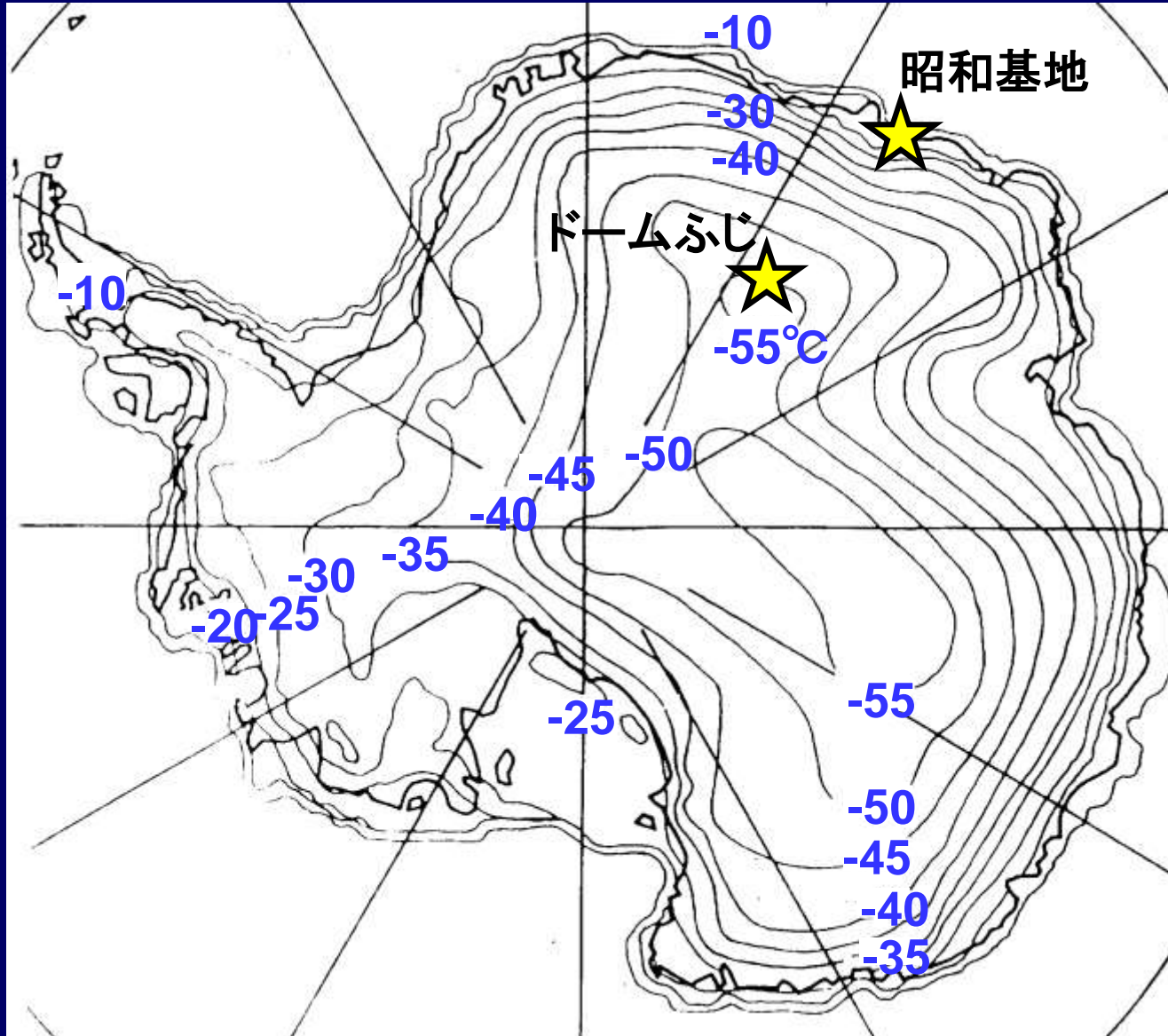
南極：過酷な環境：氷の大陸

厚さ：(最大)4776 m (平均)1856 m



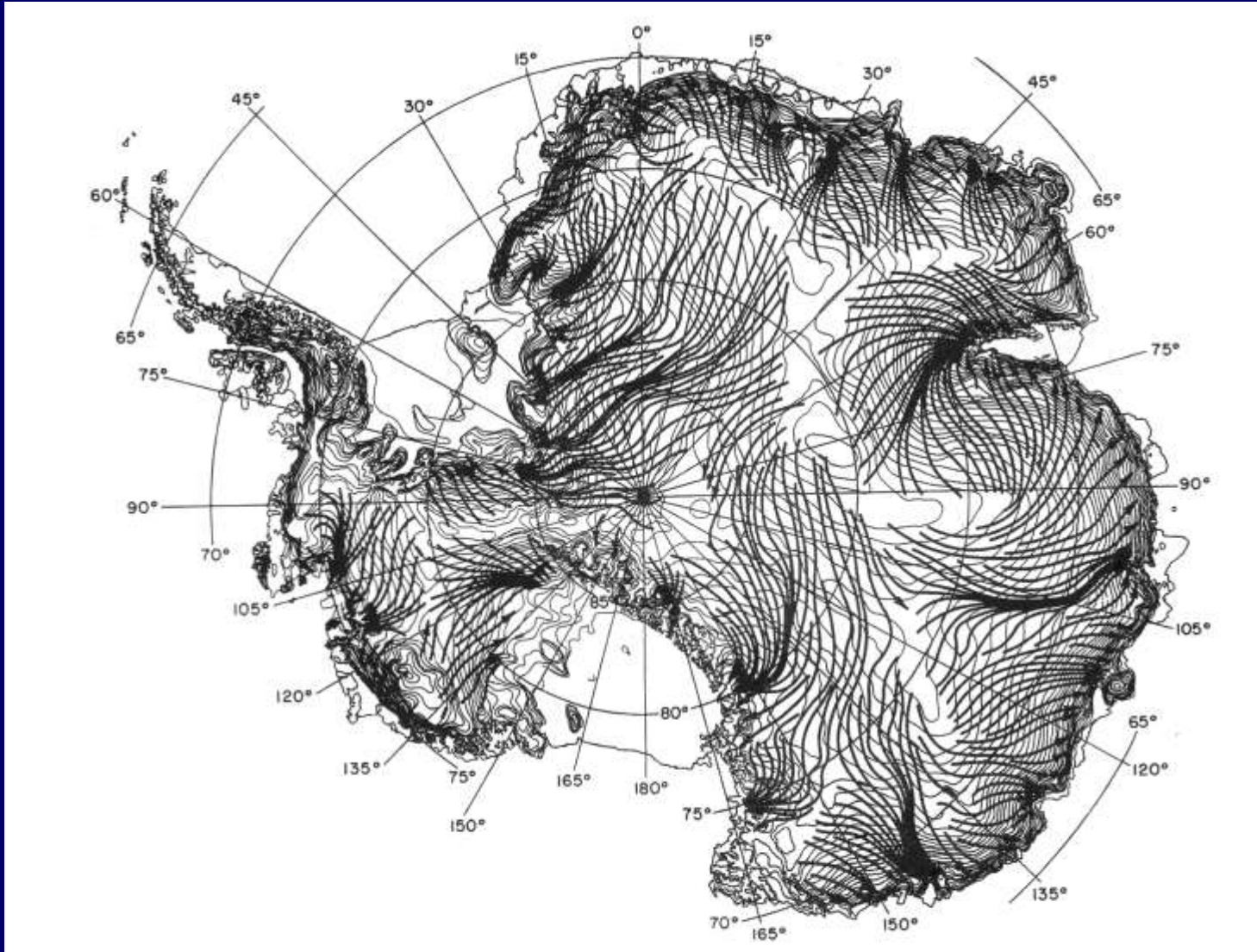
南極：過酷な環境：寒冷地

(年平均気温)



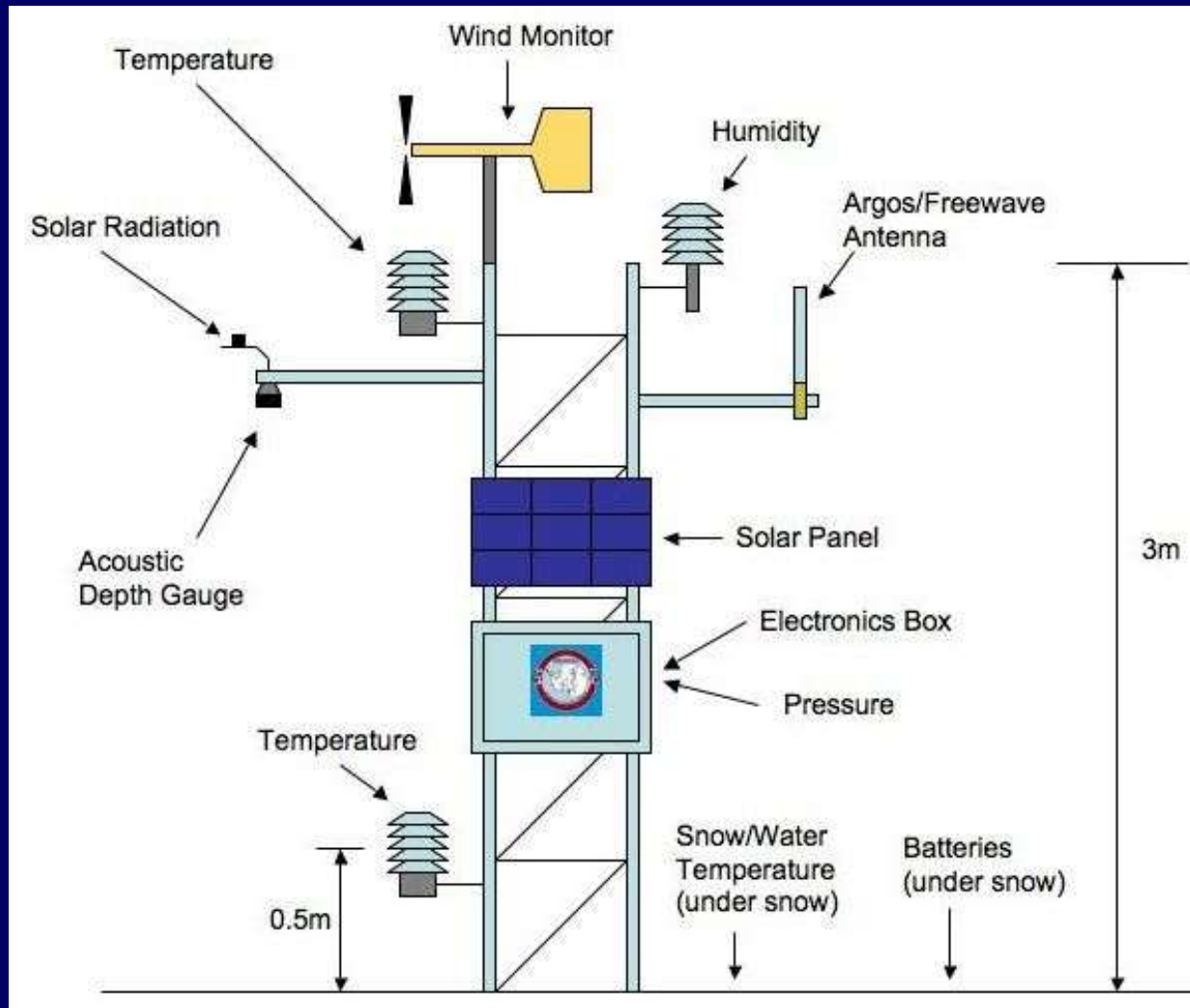
南極：過酷な環境：強風域

(地上風流線)



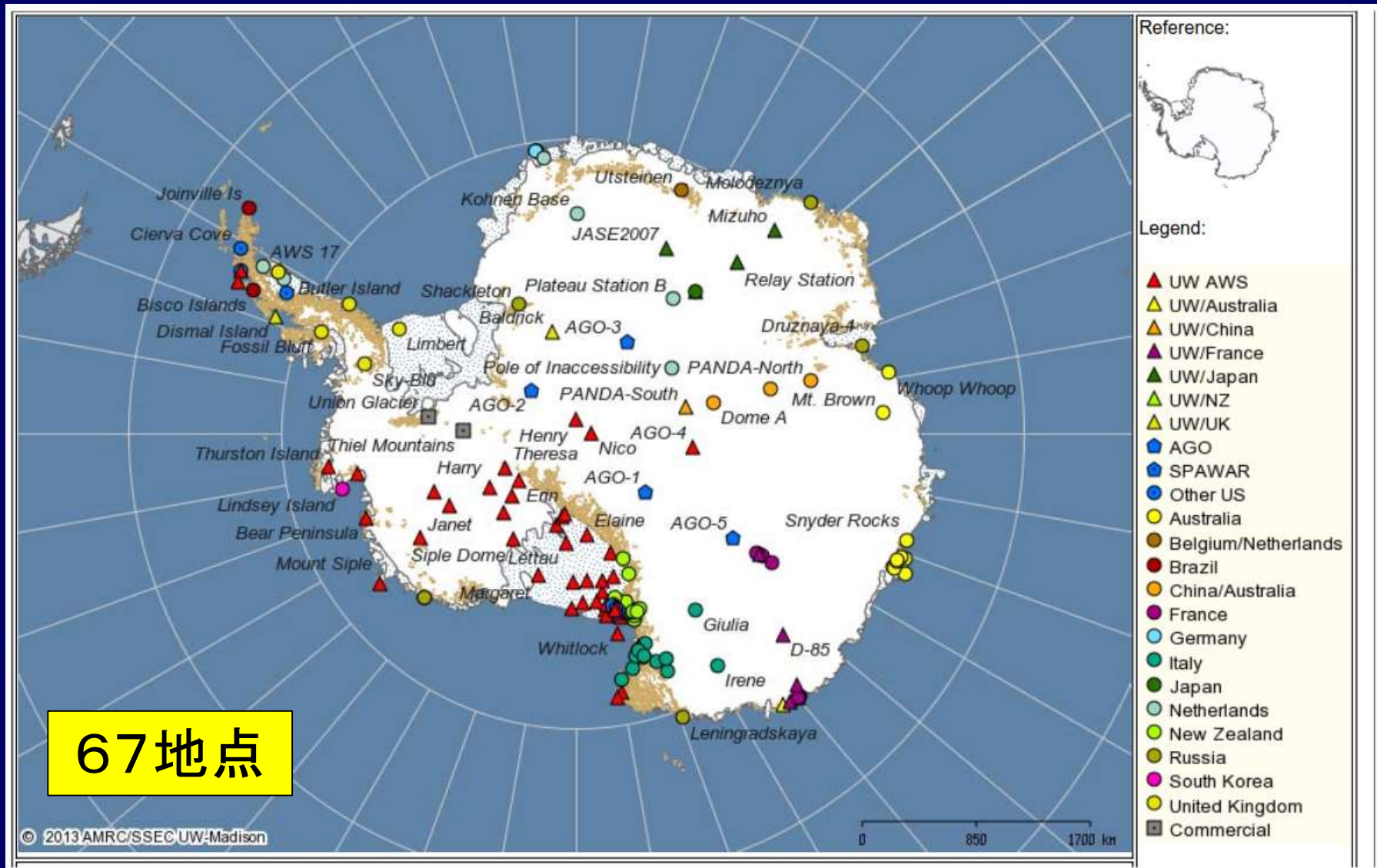
南極：無人觀測点(気象観測)

Automatic Weather Station (AWS)



南極：無人觀測点網(気象観測)

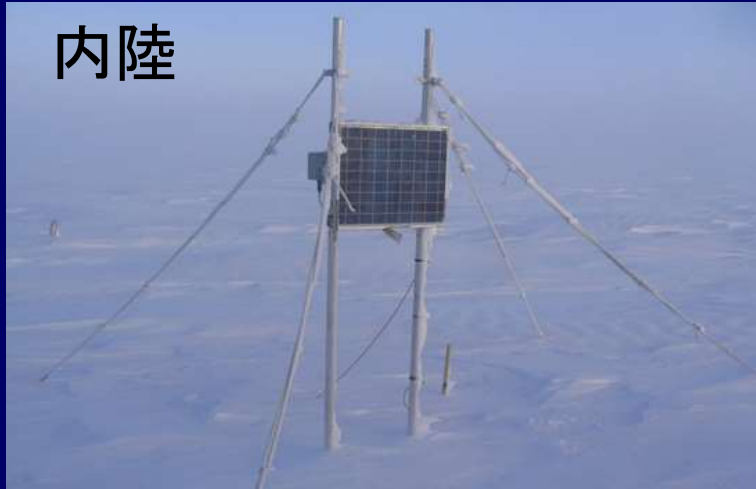
Automatic Weather Station (AWS)



南極：無人観測点(オーロラ現象)

Low Power Magnetometer (LPM)

内陸



沿岸部



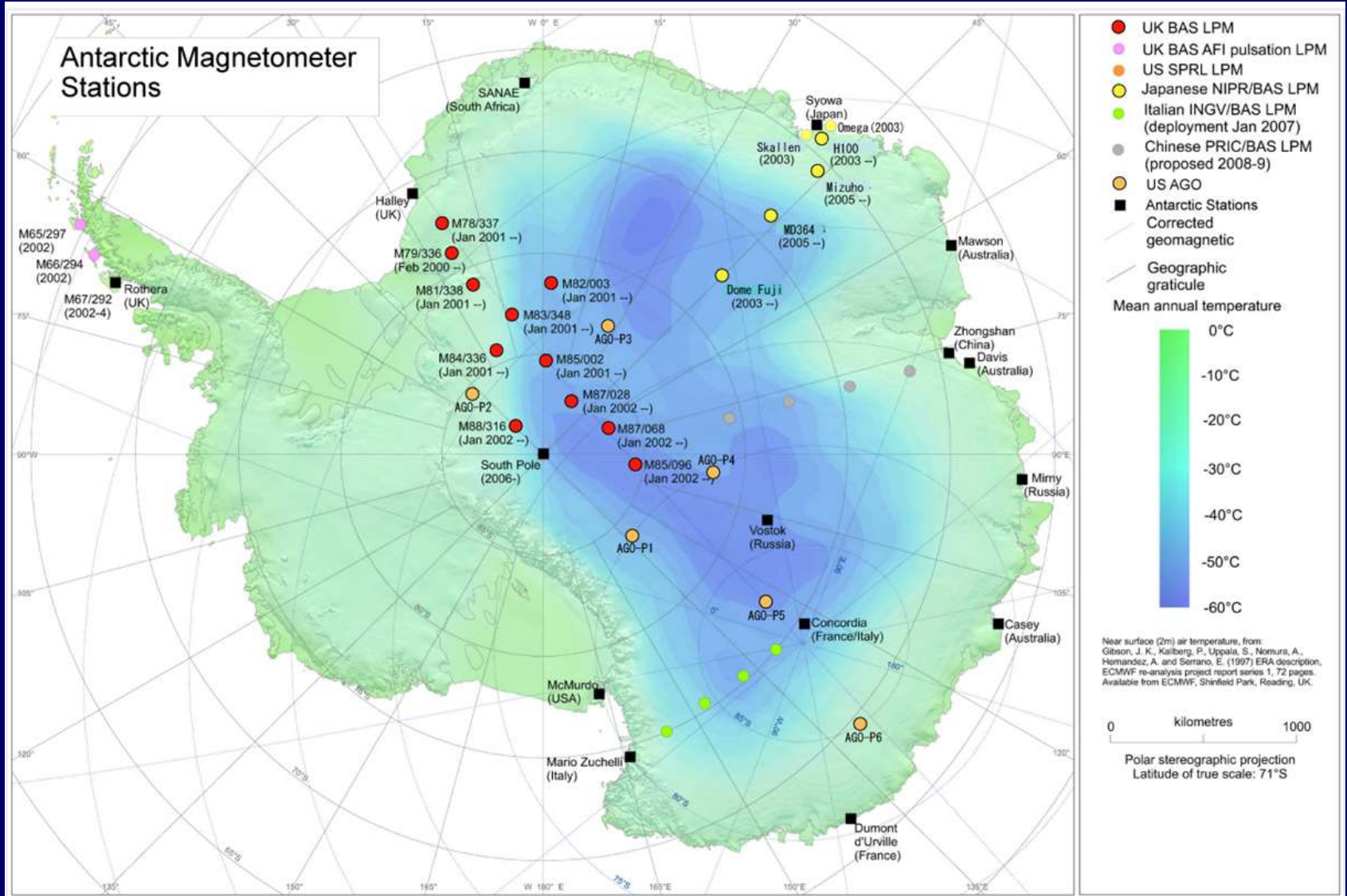
Automatic Geophysical Observatories (AGO)



- 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



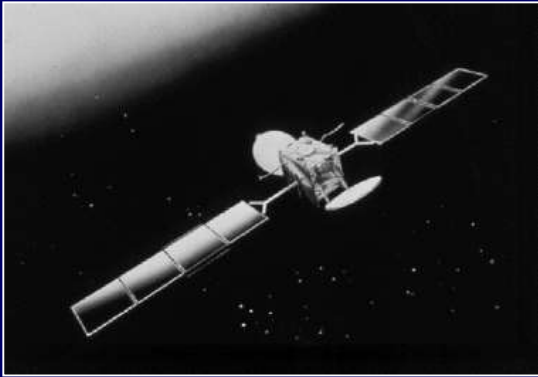
南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

➤ 1957年(1次) 昭和基地開設、HF短波通信 8 bps

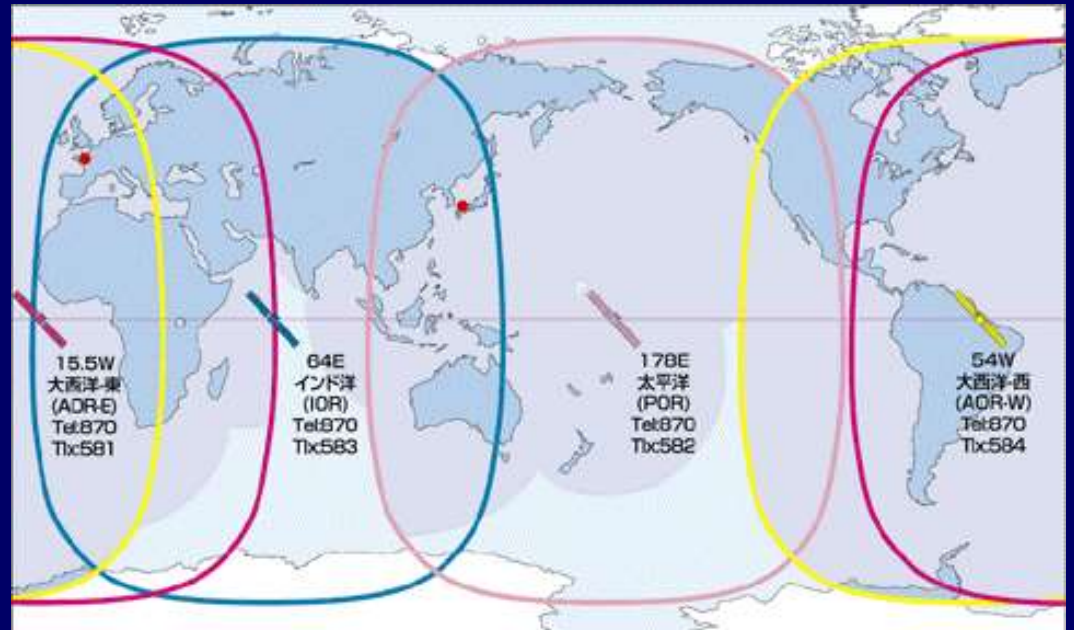
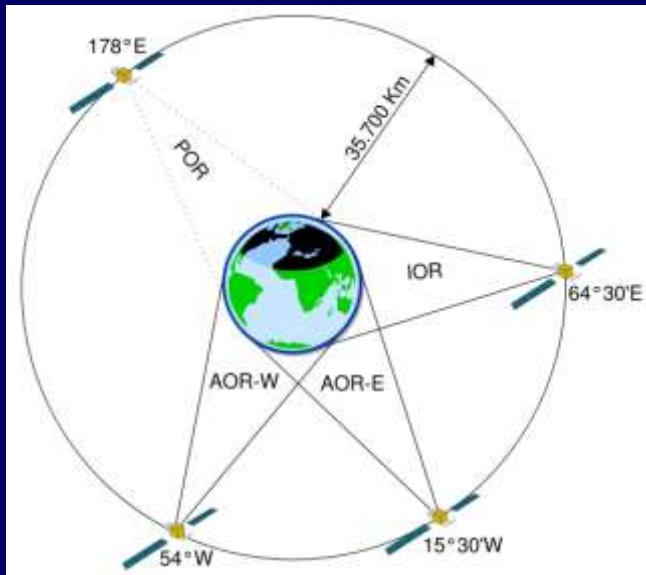


南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

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

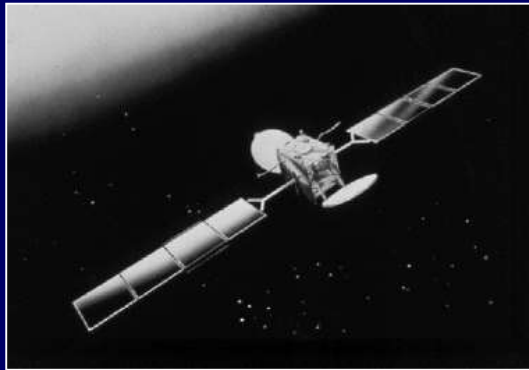


インマルサット衛星
静止衛星: 赤道上空 35,700 km
現在10機

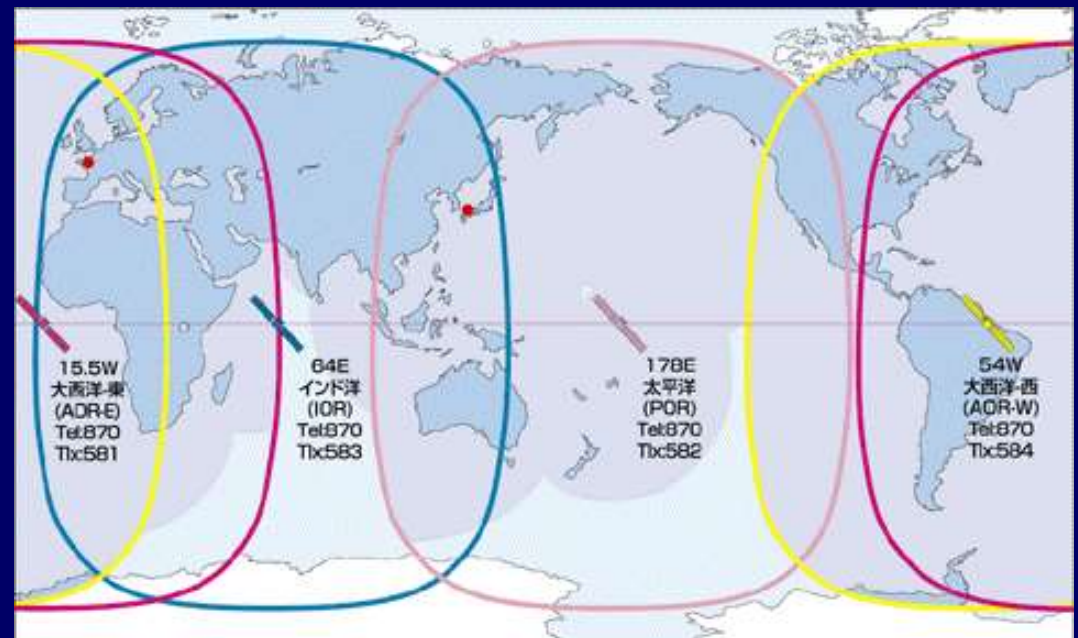
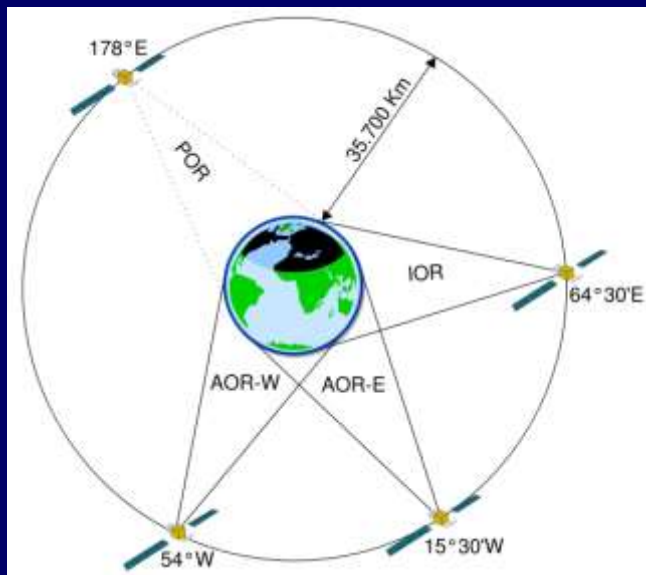


南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

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

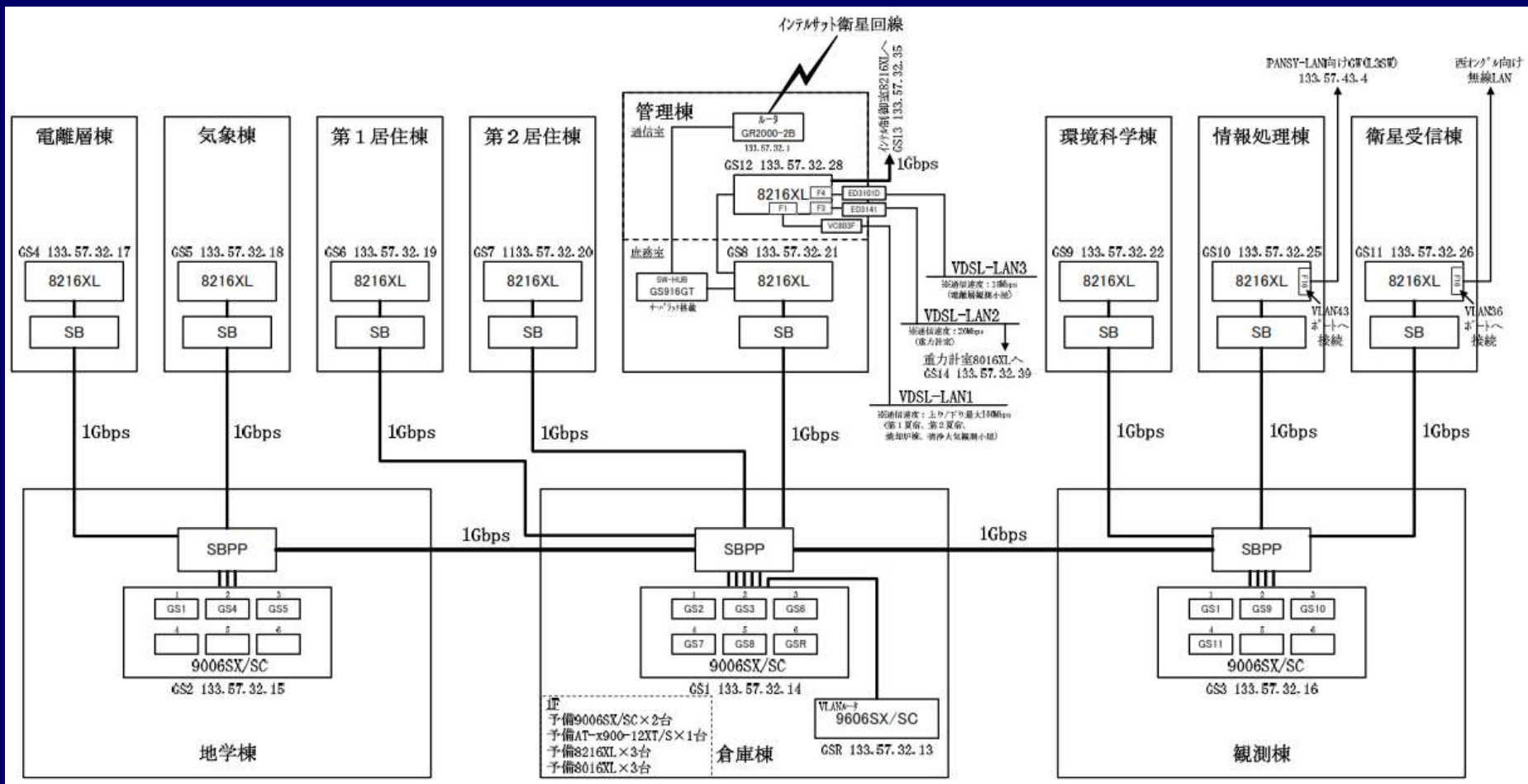


インマルサット衛星
静止衛星: 赤道上空 35,700 km
現在10機



南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

- 1997年(38次) 基地内LAN(155Mbps)整備
→ 1 Gbps (現在)



南極と国内を結ぶデータネットワーク 昭和基地

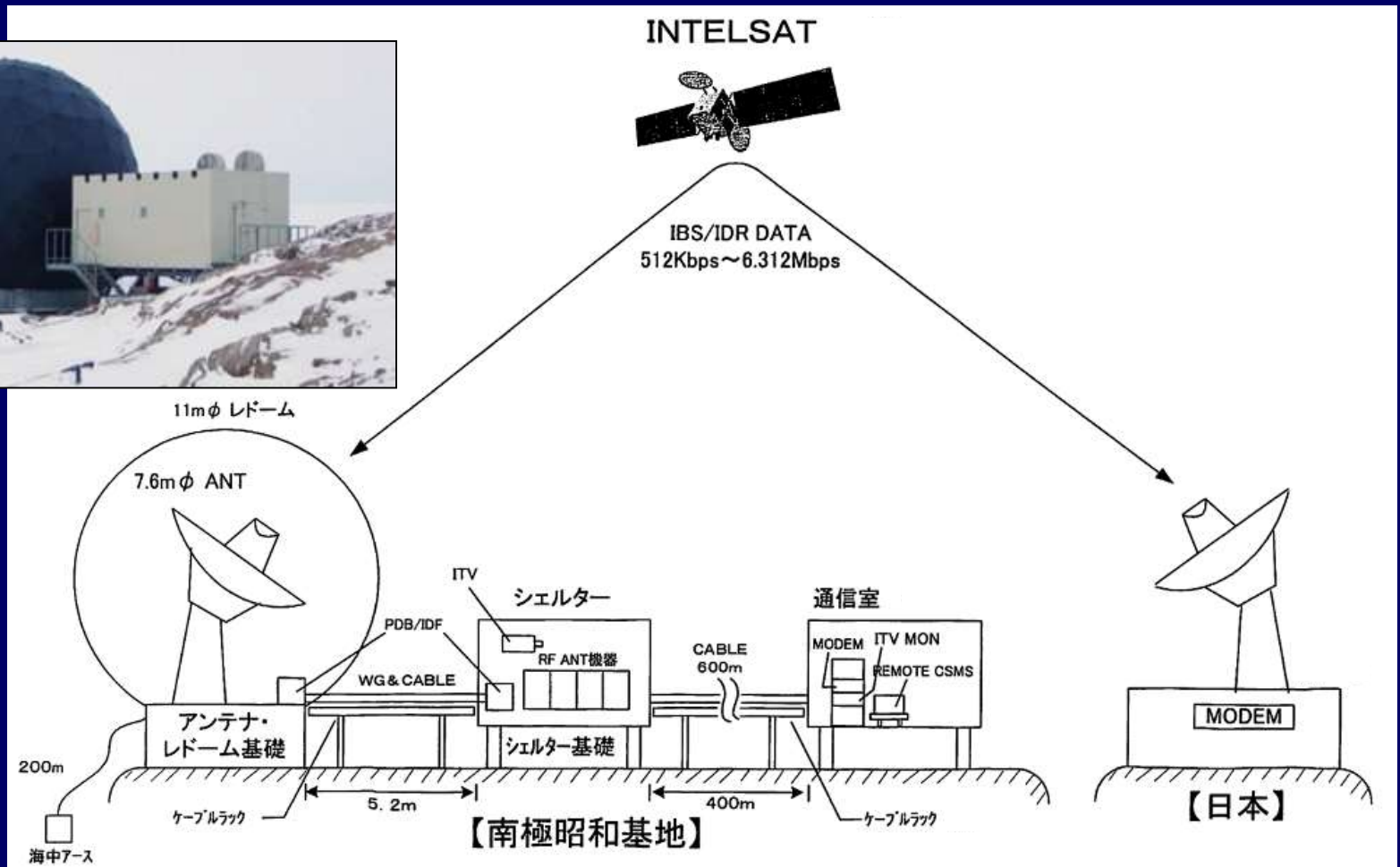
- 2004年(45次) インテルサット衛星通信導入 1 Mbps (125,000倍)
- 2009年(50次) インテルサット回線増速 2 Mbps (250,000倍)
- 2014年(55次) インテルサット回線増速 3 Mbps (375,000倍)

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

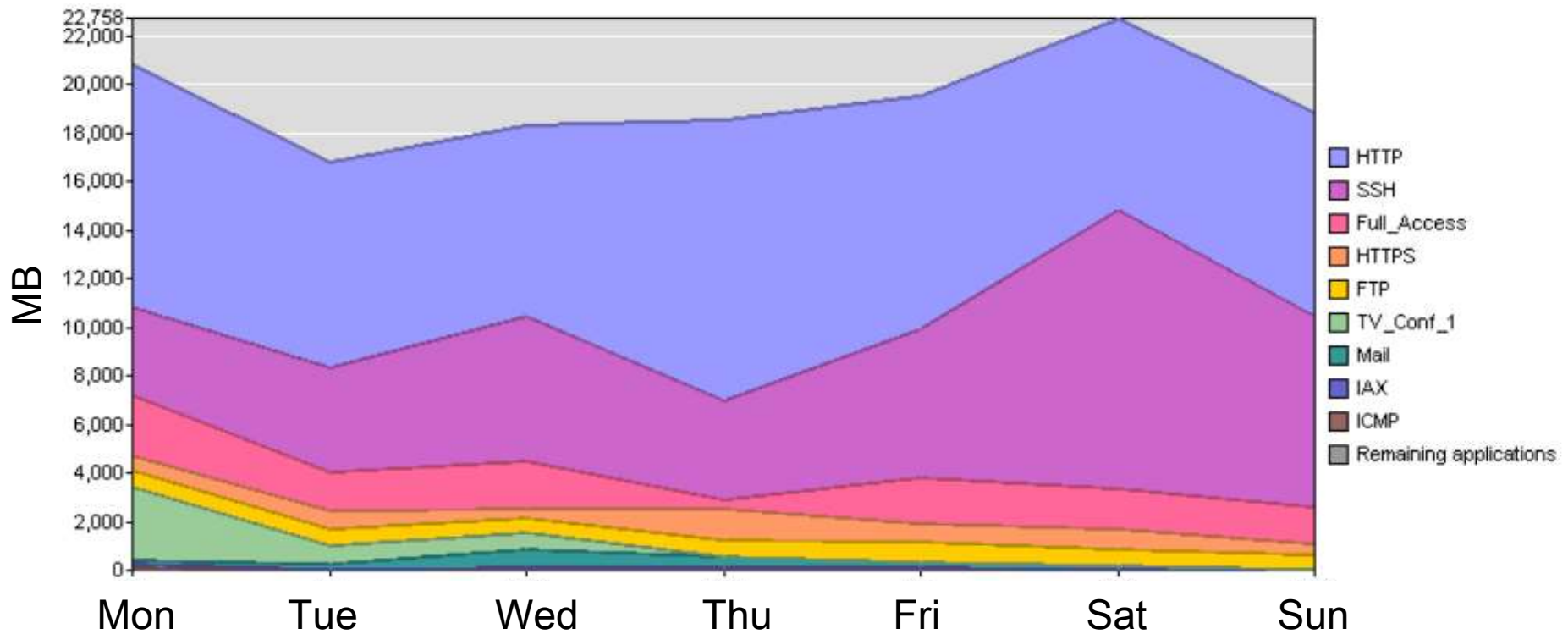
2 Mbps → 21.6 GB/日、7,884 GB/年

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

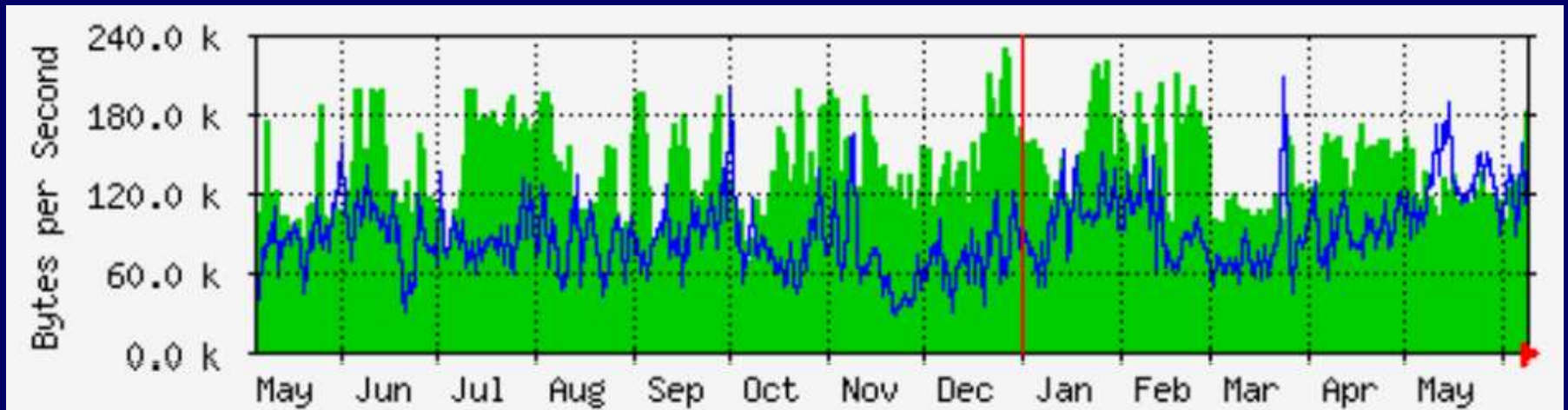
Traffic Volume by Application

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



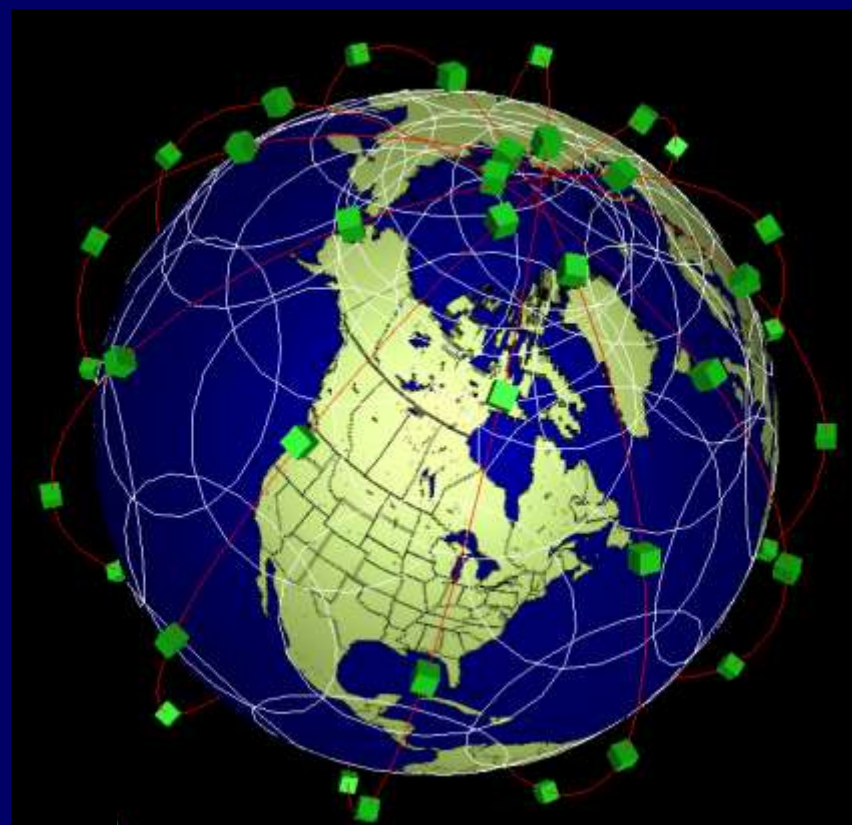
青：極地研→昭和基地 緑：昭和基地→極地研

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



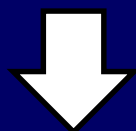
イリジウム衛星
高度 : 780 km
6軌道面 x 11機 = 66機



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



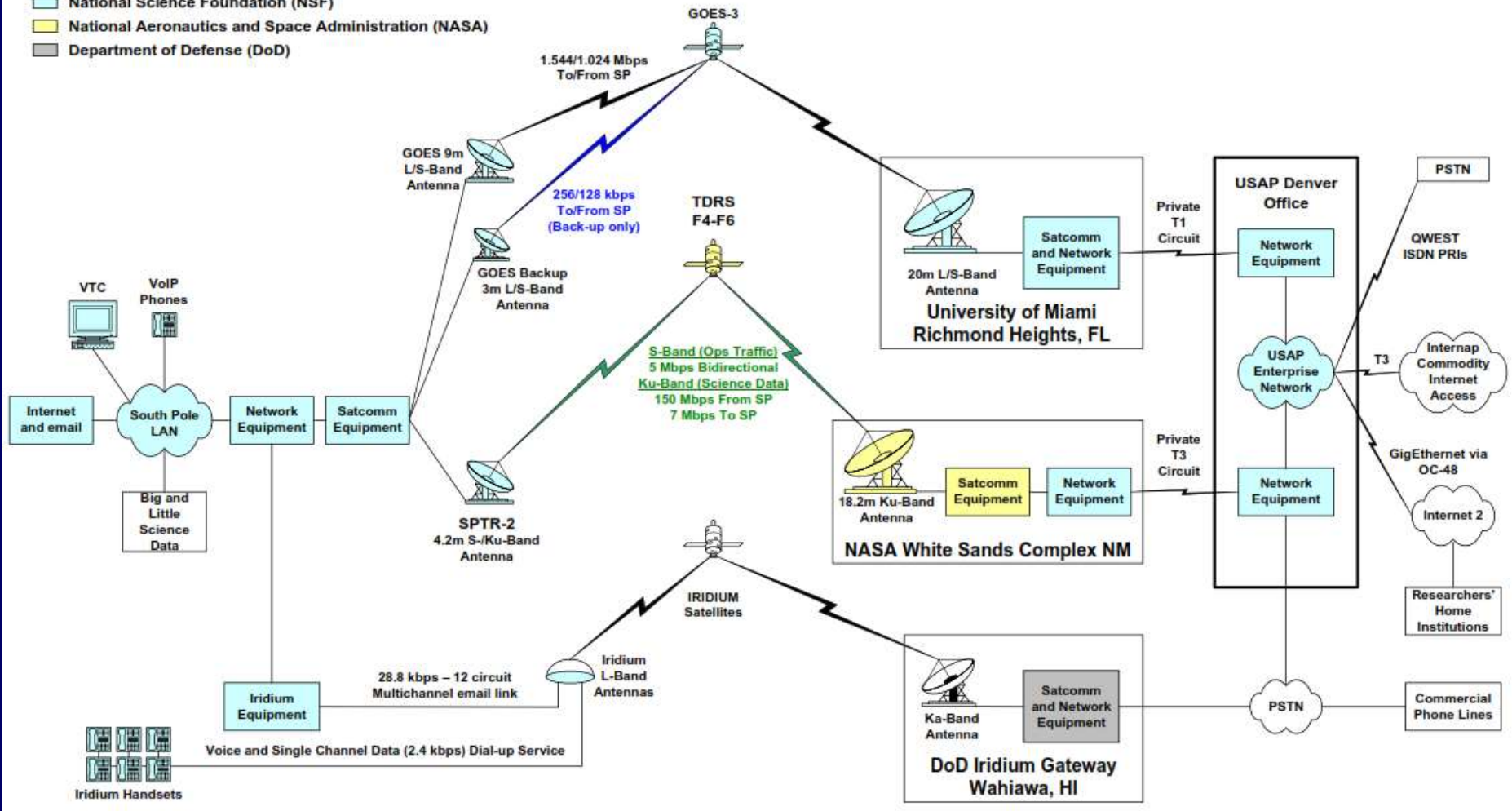
TDRS衛星：静止衛星、現在8機
南極点用には、軌道傾斜角が
大きいものを使用。国際宇宙ステーションやハッブル
宇宙望遠鏡などのデータ中継にも使用。

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

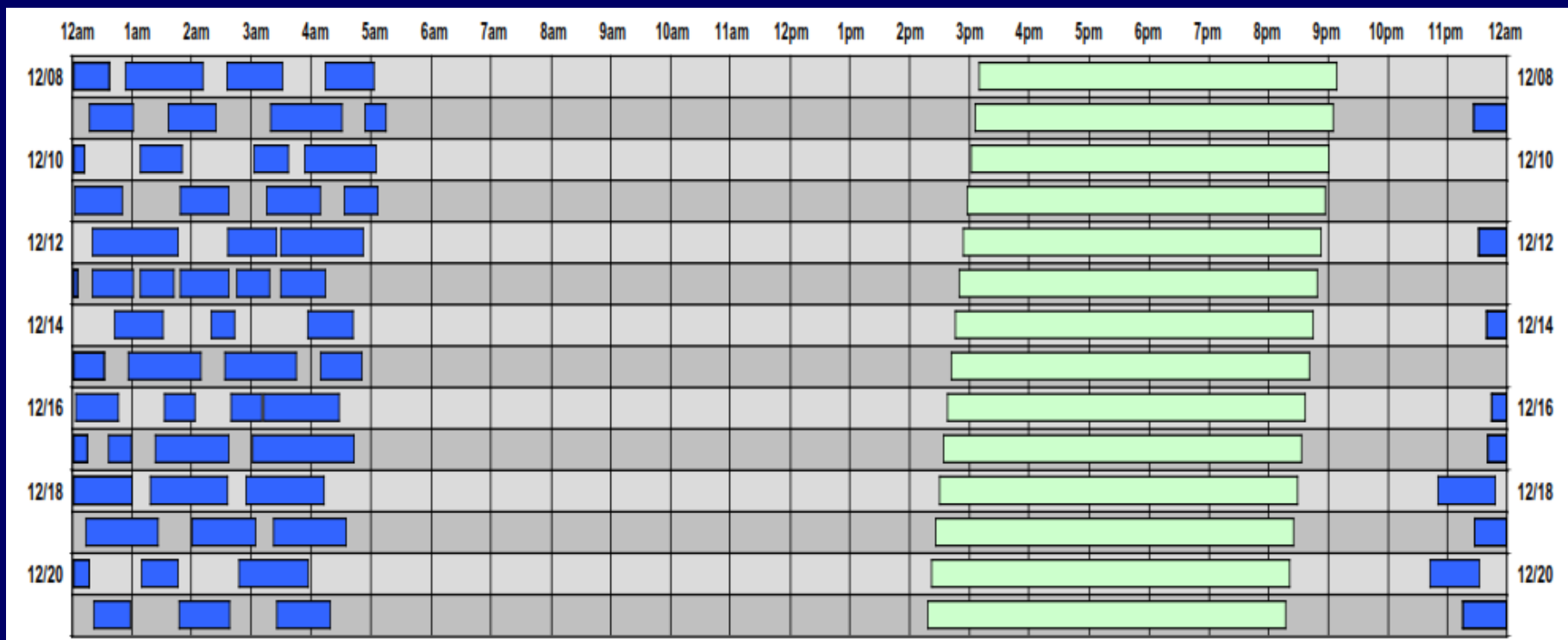
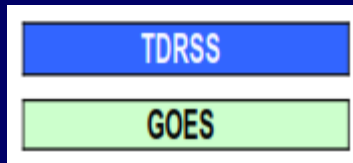
COLOR KEY

- National Science Foundation (NSF)
- National Aeronautics and Space Administration (NASA)
- Department of Defense (DoD)

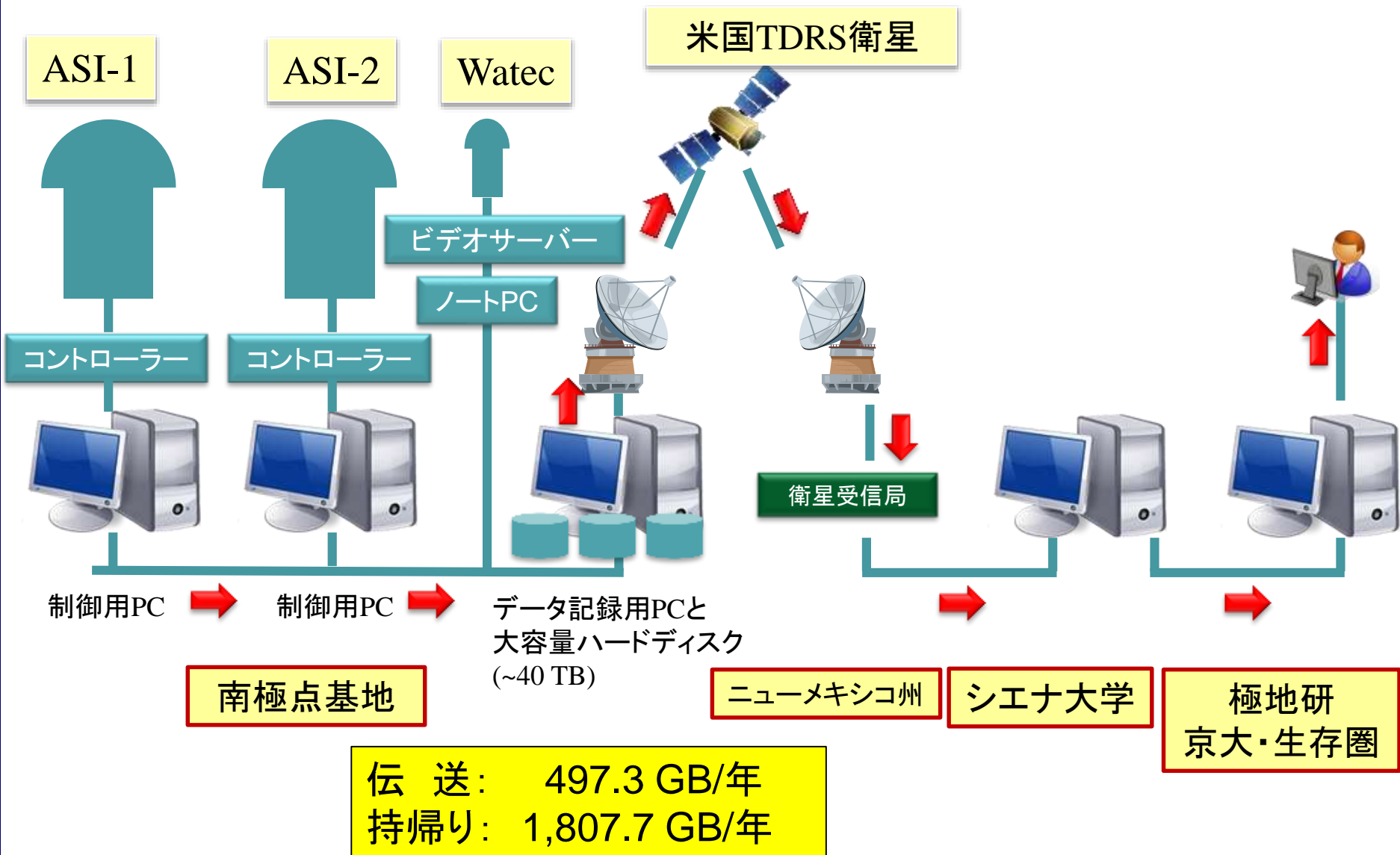


南極と国内を結ぶデータネットワーク 南極点基地

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

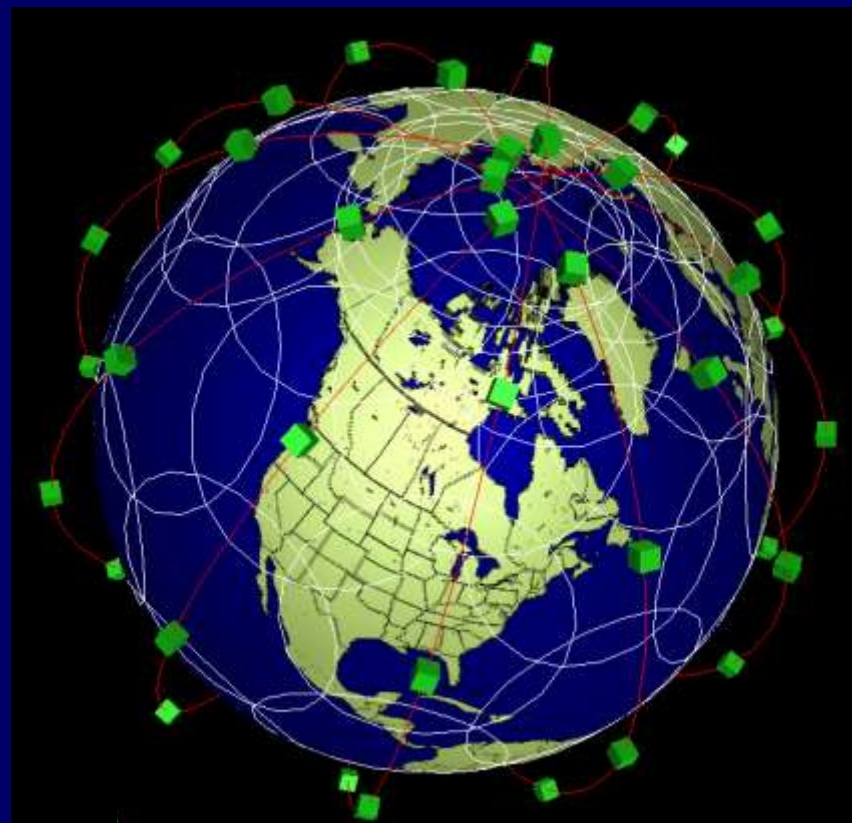
イリジウム衛星電話システム： 2.4 kbps



イリジウム衛星

高度：780 km

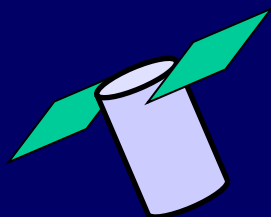
6軌道面 x 11機 = 66機



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



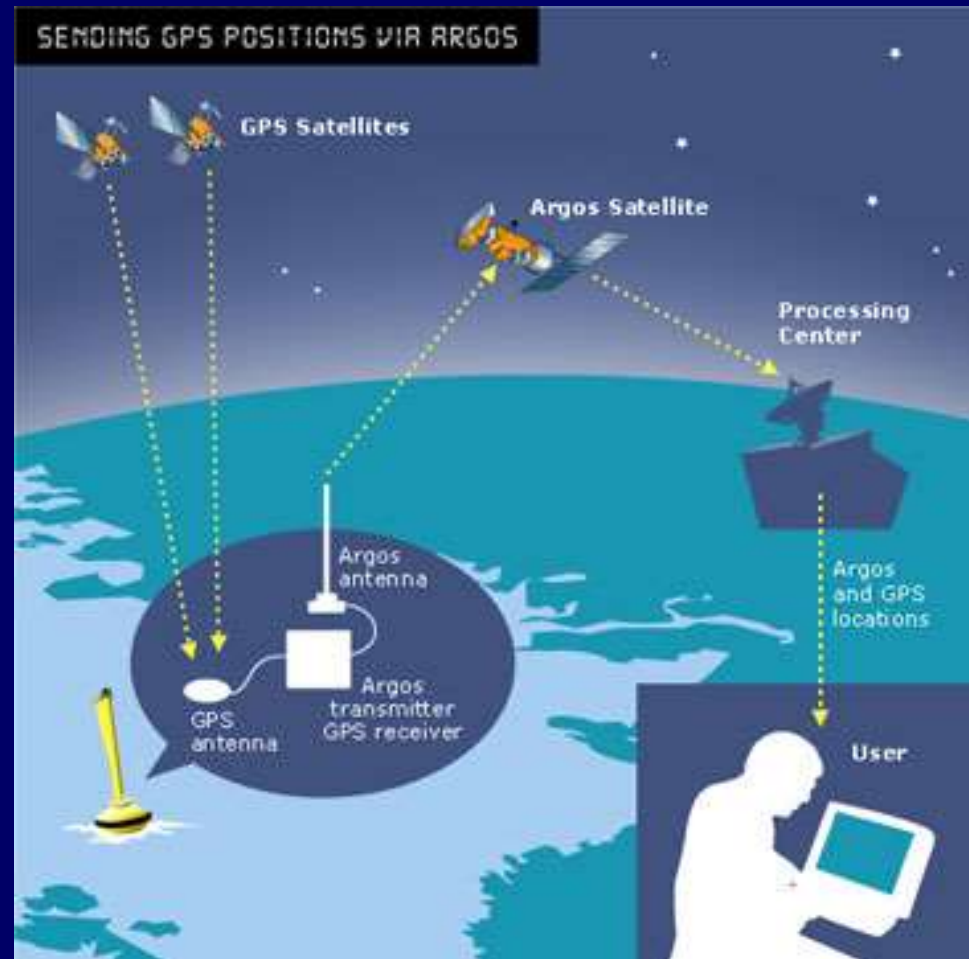
南極と国内を結ぶデータネットワーク Automatic Weather Station (AWS)

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
- 2014年(55次) インテルサット回線増速 3 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