

見てみよう！ オーロラの不思議な世界

門倉 昭

国立極地研究所
宙空圏研究グループ

今日のお話しの内容

- オーロラのいろいろな形と動きと名前
- オーロラについて（オーロラって何？）
 - オーロラの高さは？
 - オーロラはなぜ光る？
 - オーロラ粒子はどこから来る？
 - オーロラはどこで見れる？

色々な形のオーロラ

遠くに見えると．．．帯（バンド）状



少し見上げる角度が上がると. . .



アーク (弓) 状

たかさんの (多重) アーク



カーテンの真下から見ると. . .

コロナ状



渦状 (スパイラル) 大波 (サージ)



渦状（スパイラル）



拡散 (ディフューズ) オーロラ

黒い (ブラック) オーロラ

脈動 (パルセーティング) オーロラ

アークなど : くっきりしたオーロラ
(ディスクリートオーロラ)

拡散 (ディフューズ) オーロラ

黒い (ブラック) オーロラ

脈動 (パルセーティング) オーロラ

オーロラの動き

カーテン状オーロラ（実際の速さ）

35-2



観測隊員が高感度ビデオカメラで撮影

オーロラ爆発（ブレイクアップ）カーテンが壊れる （実際の速さ）



観測隊員が高感度ビデオカメラで撮影

カーテンの裾（すそ）の回転（実際の速さ）



観測隊員が高感度ビデオカメラで撮影

カーテン状オーロラ（約300倍速）



南極昭和基地 観測隊員がデジタルカメラで撮影

多重アーク (約100倍速)



渦を巻くオーロラ（ループ状、スパイラル）



オーロラ爆発（ブレイクアップ）カーテンが壊れる



オーロラ爆発（ブレイクアップ）カーテンが壊れる



オーロラ爆発（ブレイクアップ） 空全体に広がる



ぼんやりした脈をうつようなオーロラ
(ディフューズオーロラ、脈動オーロラ)



全天のオーロラの様子

磁南 (高緯度)

Syowa all-sky camera


National Institute of Polar Research

西

東

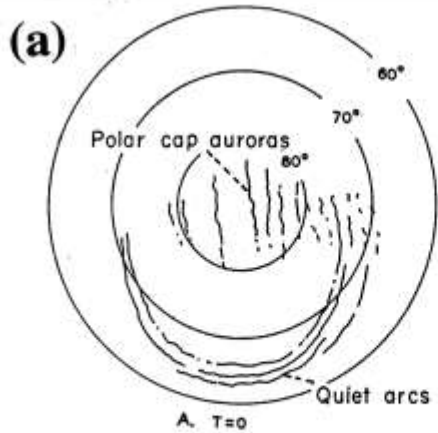
南極昭和基地
全天カメラ観測

磁北 (低緯度)

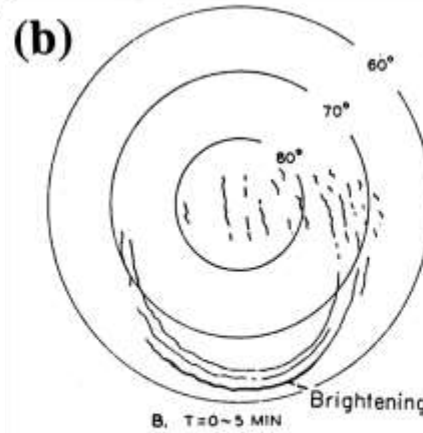
2017/07/16 14:08'10" 



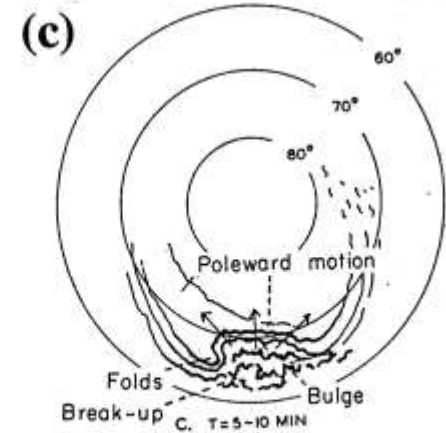
オーロラ嵐 (サブストーム) の発達



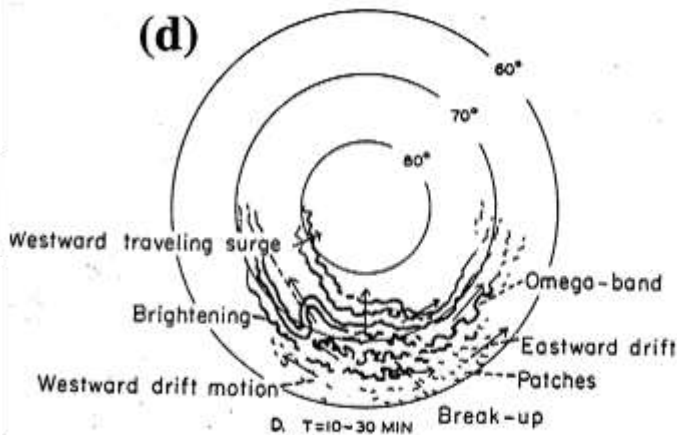
静穏期 (T=0)



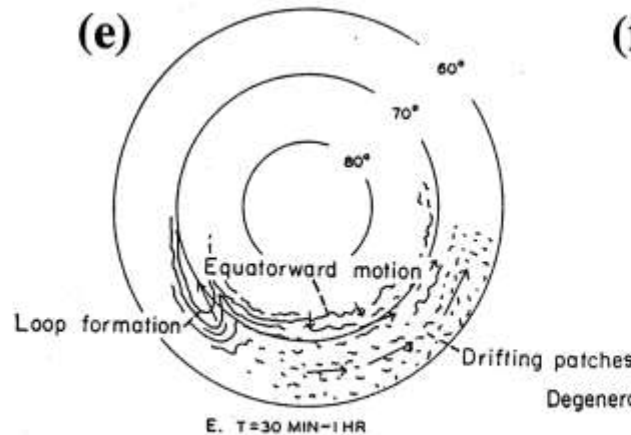
拡大期初期
(T=0~5 min)



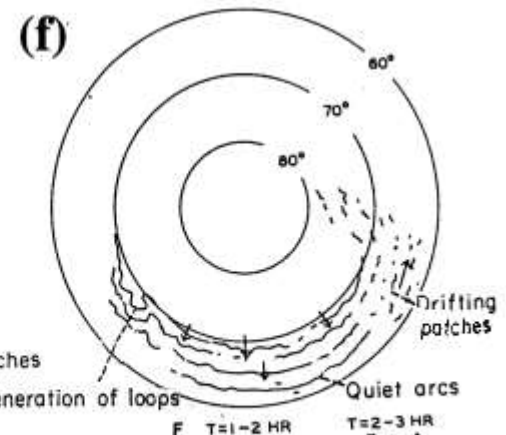
拡大期
(T=5~10 min)



拡大期
(T=10~30 min)



回復期
(T=30~60 min)



回復期
(T=1~2 hour)

全天のオーロラの様子 (オーロラ嵐)

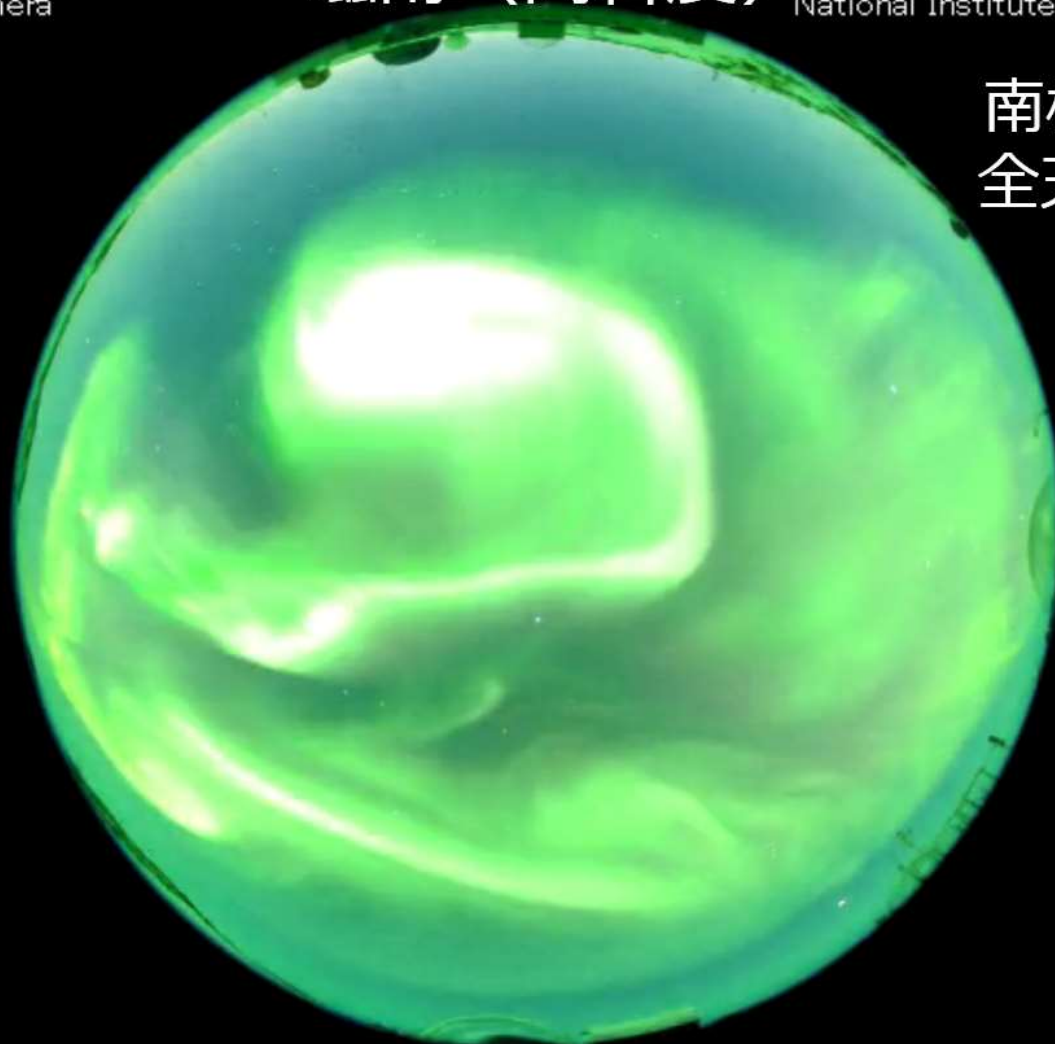
Syowa all-sky camera

磁南 (高緯度)

National Institute of Polar Research


南極昭和基地
全天カメラ観測

西



東

磁北 (低緯度)

2011/09/30 23:31'10" 

全天のオーロラの様子 (オーロラ嵐)

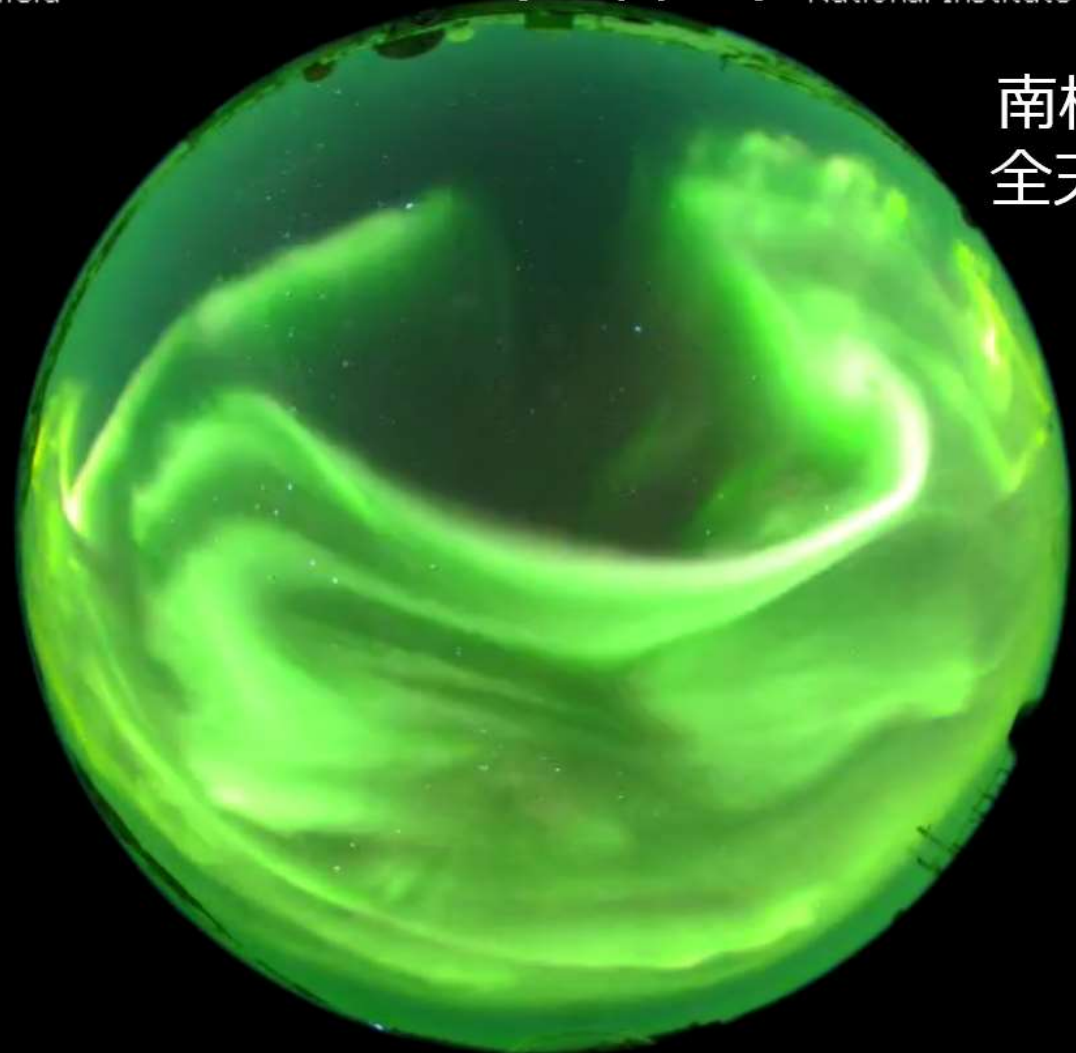
Syowa all-sky camera

磁南 (高緯度) National Institute of Polar Research

南極昭和基地
全天カメラ観測

西

東



磁北 (低緯度)

2015/06/14 00:20'46" 

全天のオーロラの様子（複数回のオーロラ嵐）

Syowa all-sky camera

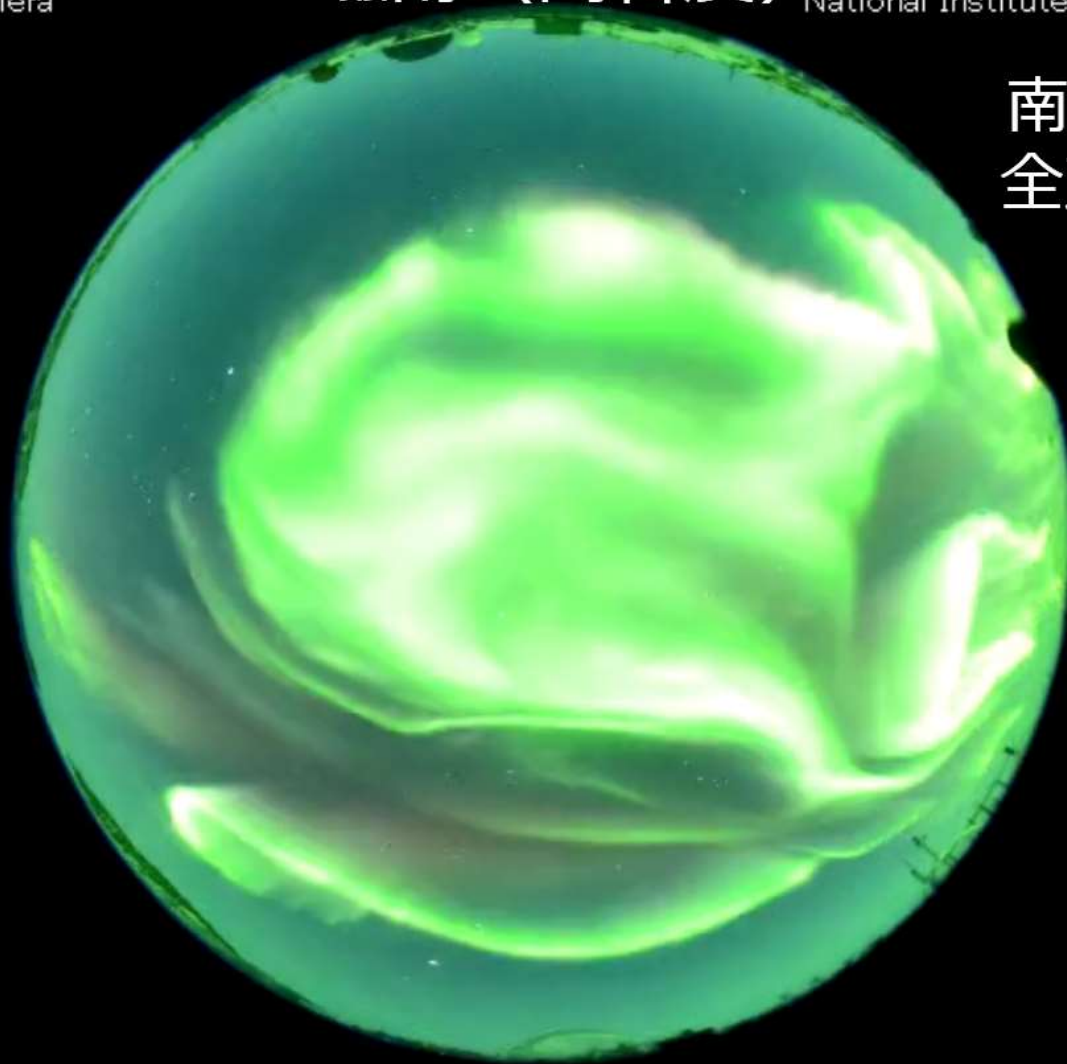
磁南（高緯度）

National Institute of Polar Research


南極昭和基地
全天カメラ観測

西

東



磁北（低緯度）

2017/07/16 18:19'56" 

全天のオーロラの様子（奇妙なオーロラ）

Syowa all-sky camera

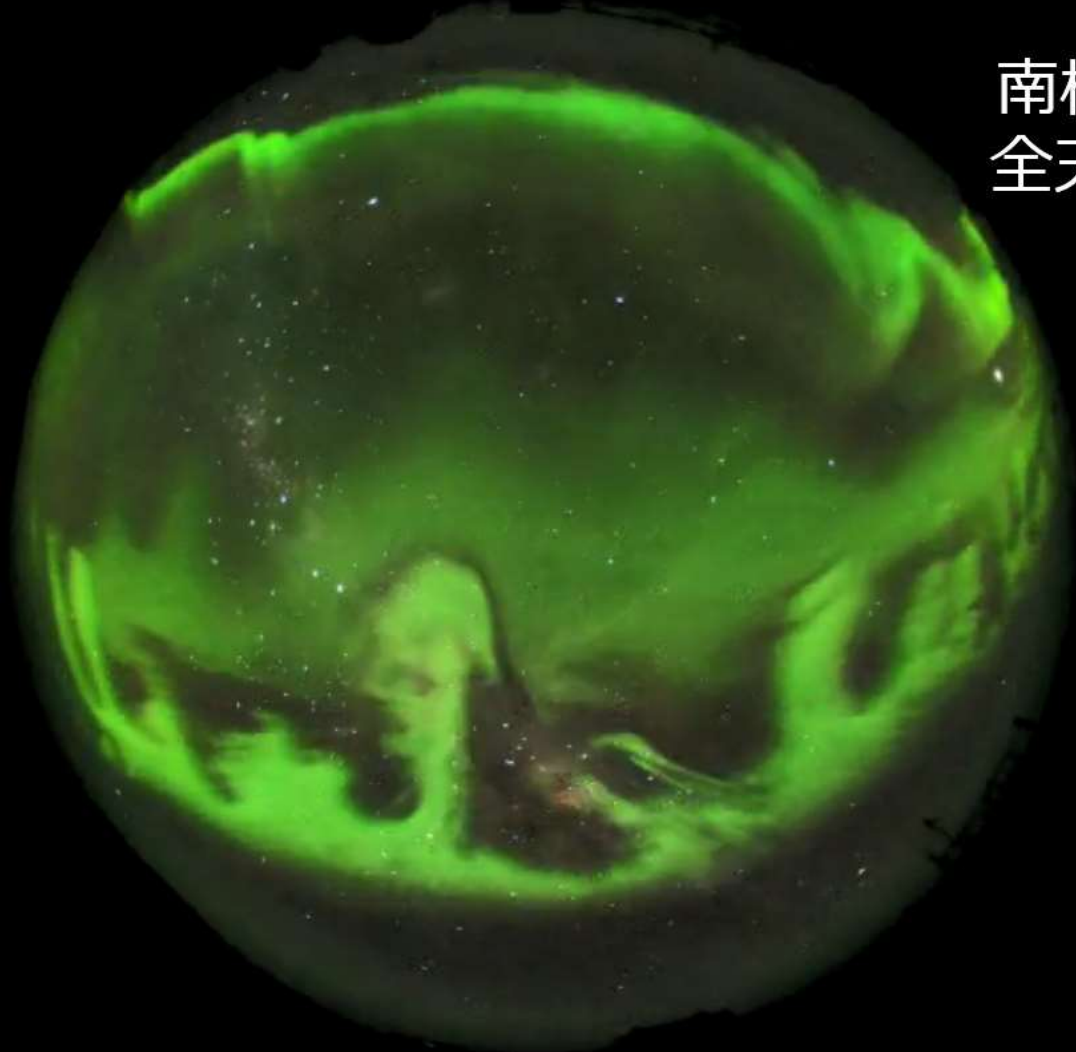
磁南（高緯度）

National Institute of Polar Research


南極昭和基地
全天カメラ観測

西

東



磁北（低緯度）

2010/06/11 00:09'40" 

「オーロラ」とは？

ローマ神話の
夜明けを告げる女神

名づけた人は？
ガリレオ・ガリレイ
(1607年、イタリア)



オーロラとは一体何？

何が、どこで、光ってるの？

どうして線（カーテン）のように見えるの？

オーロラはどこで光ってる？

1000km



人工衛星

オーロラ



熱圏

300km



観測ロケット

スペースシャトル

電離圏

100km

80km



中間圏

50km

成層圏

35km

オゾン層

15km

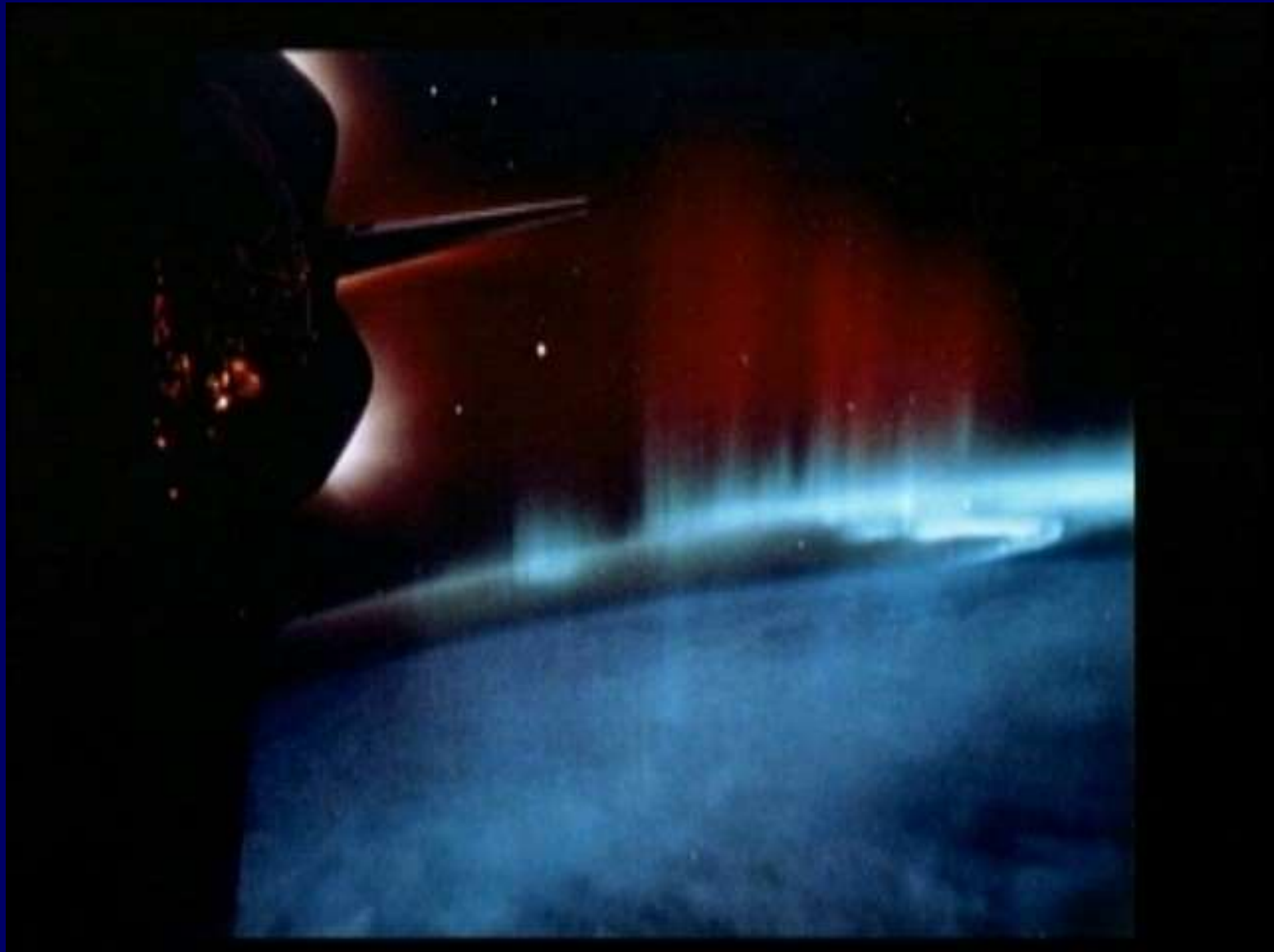
対流圏

曇っていると見えない

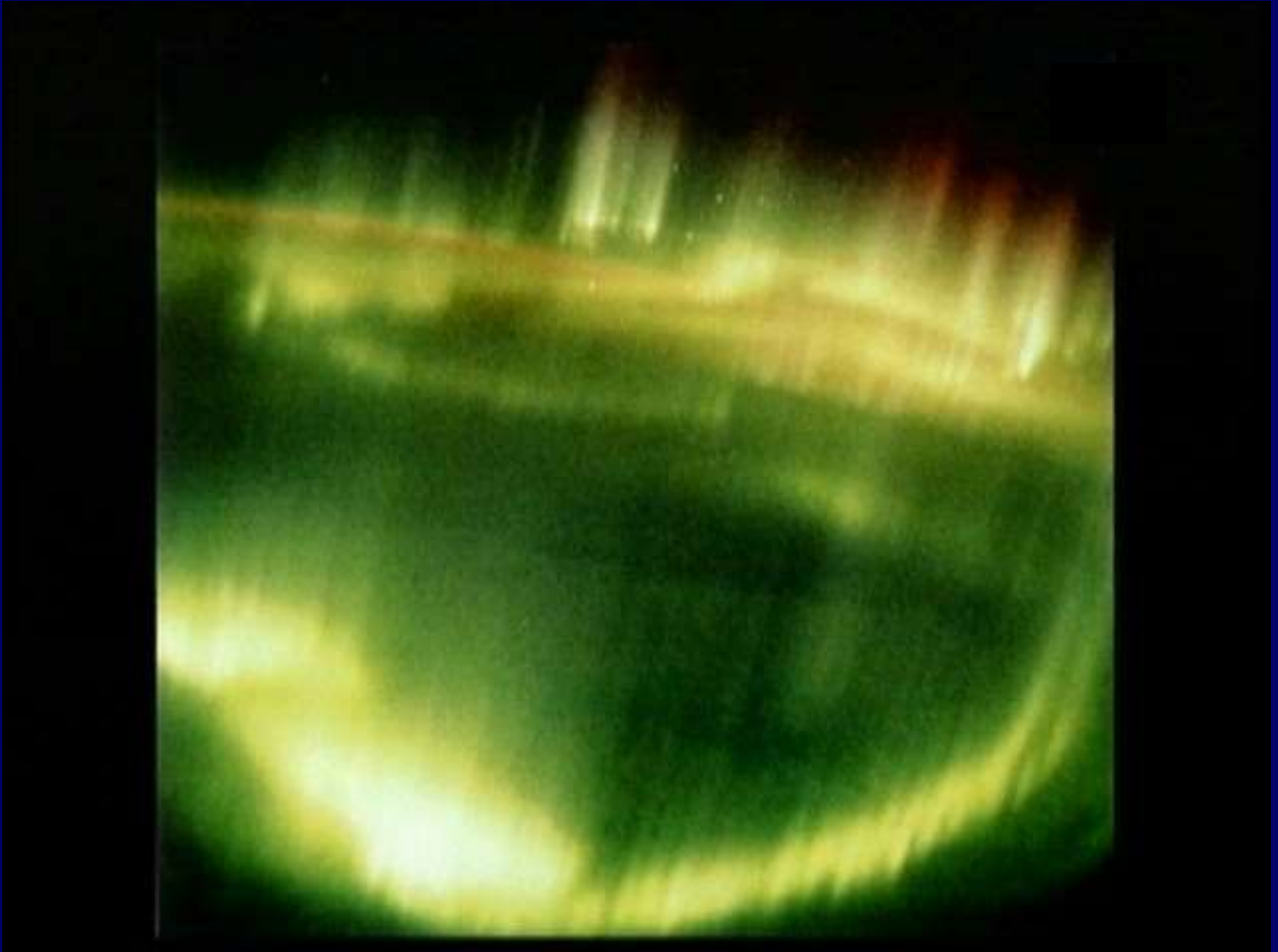
飛行機



スペースシャトルから見たオーロラ



スペースシャトルから見たオーロラ

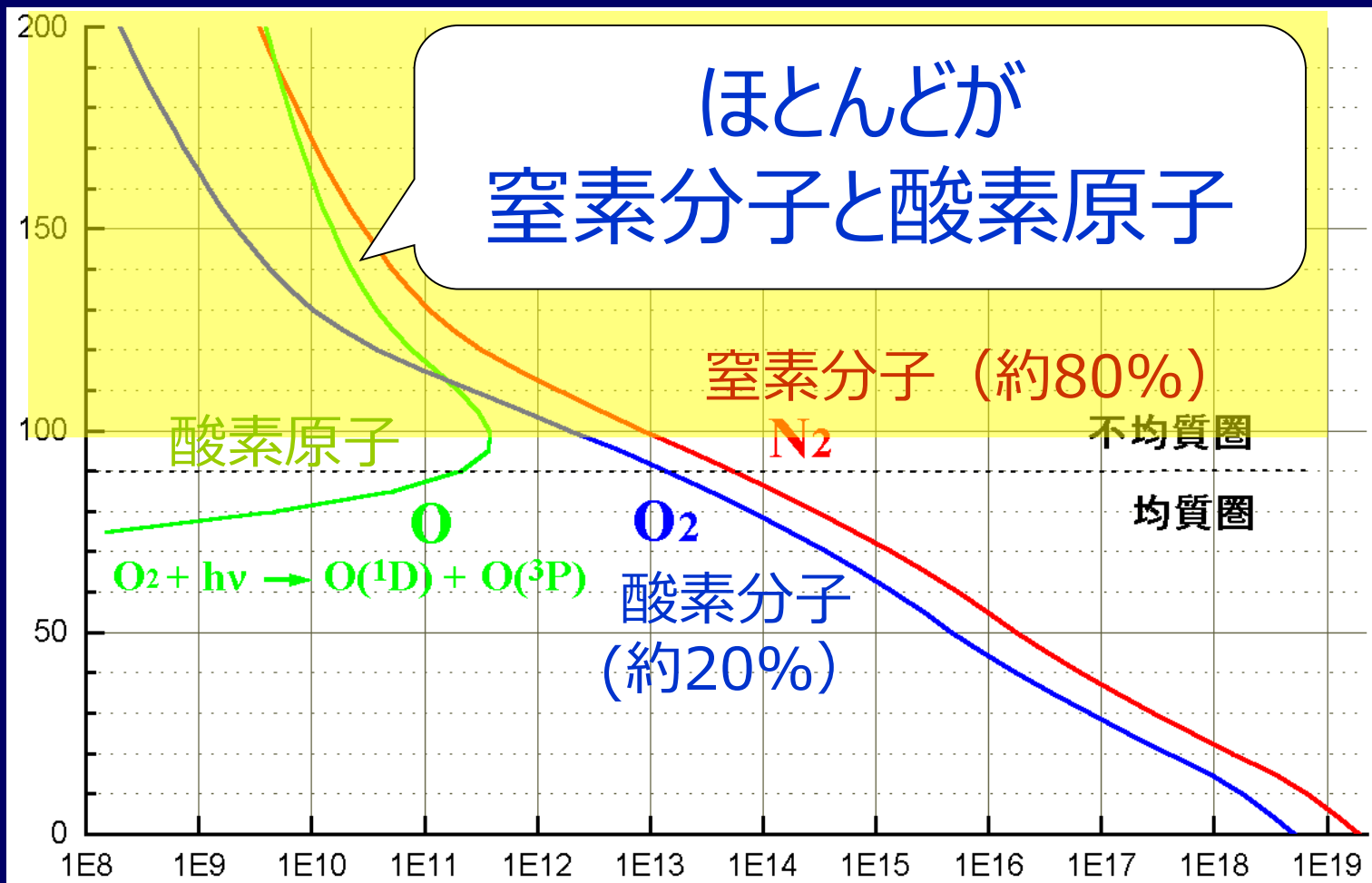


国際スペースステーション (ISS)から見たオーロラ



何が光ってるのだろう？

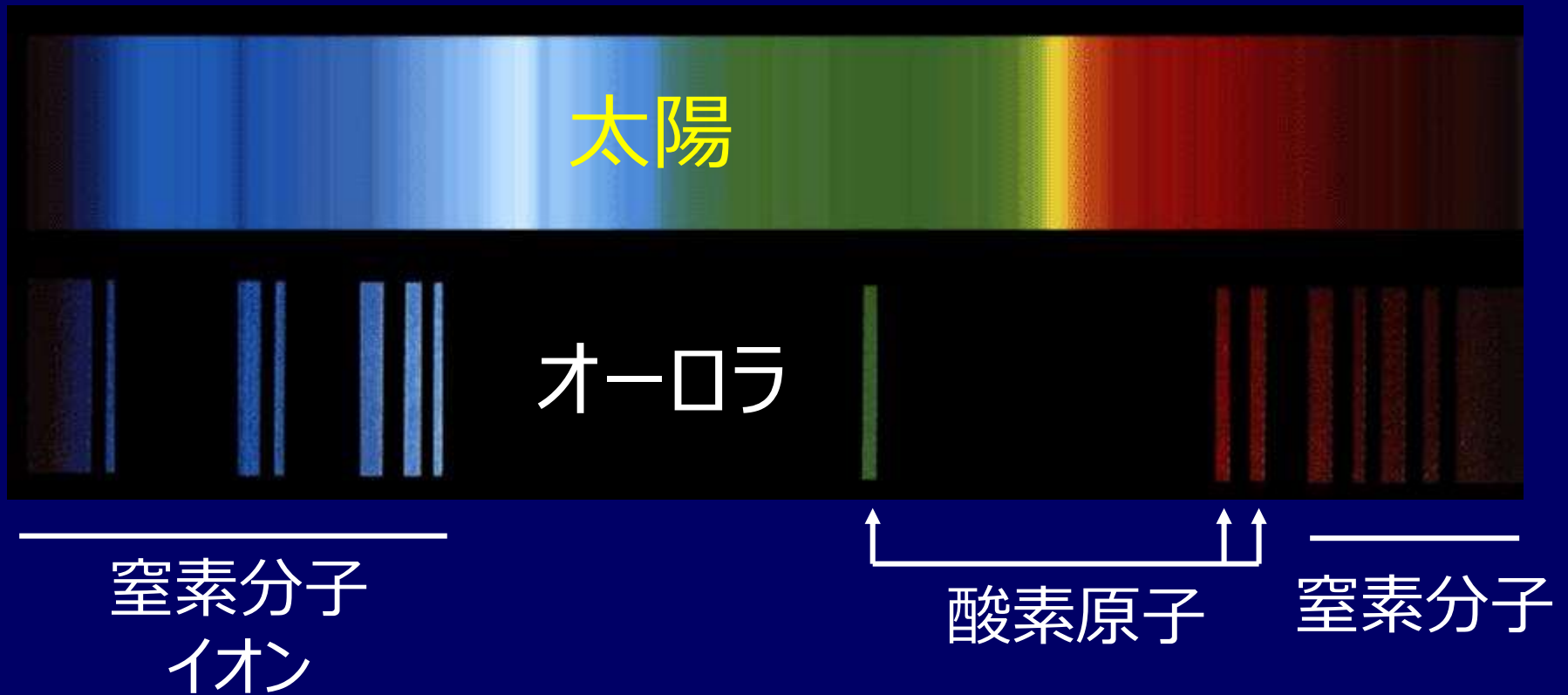
高さ
(km)



密度 (個/cc)

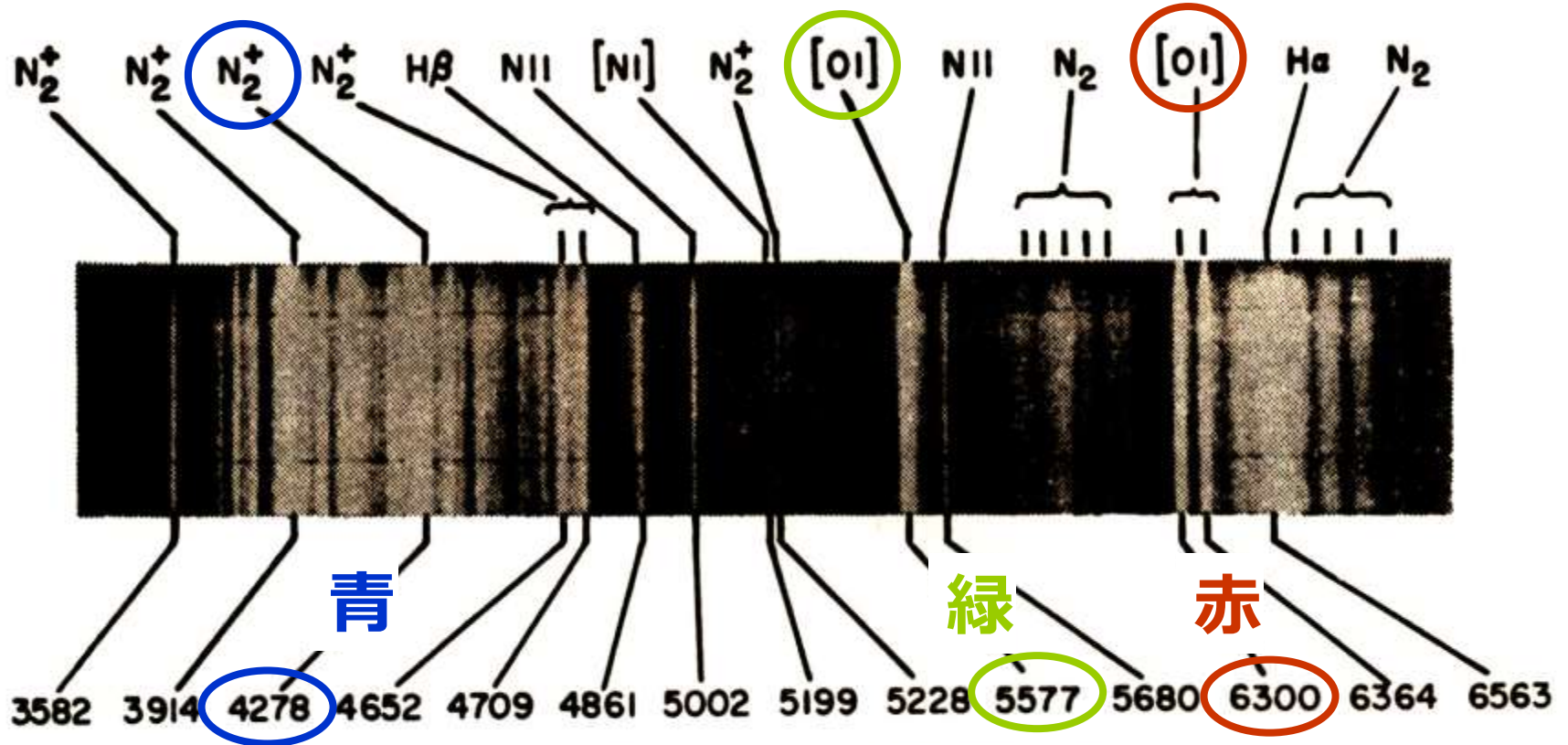
太陽の光とオーロラの光の違い

太陽：紫から赤まで連続的



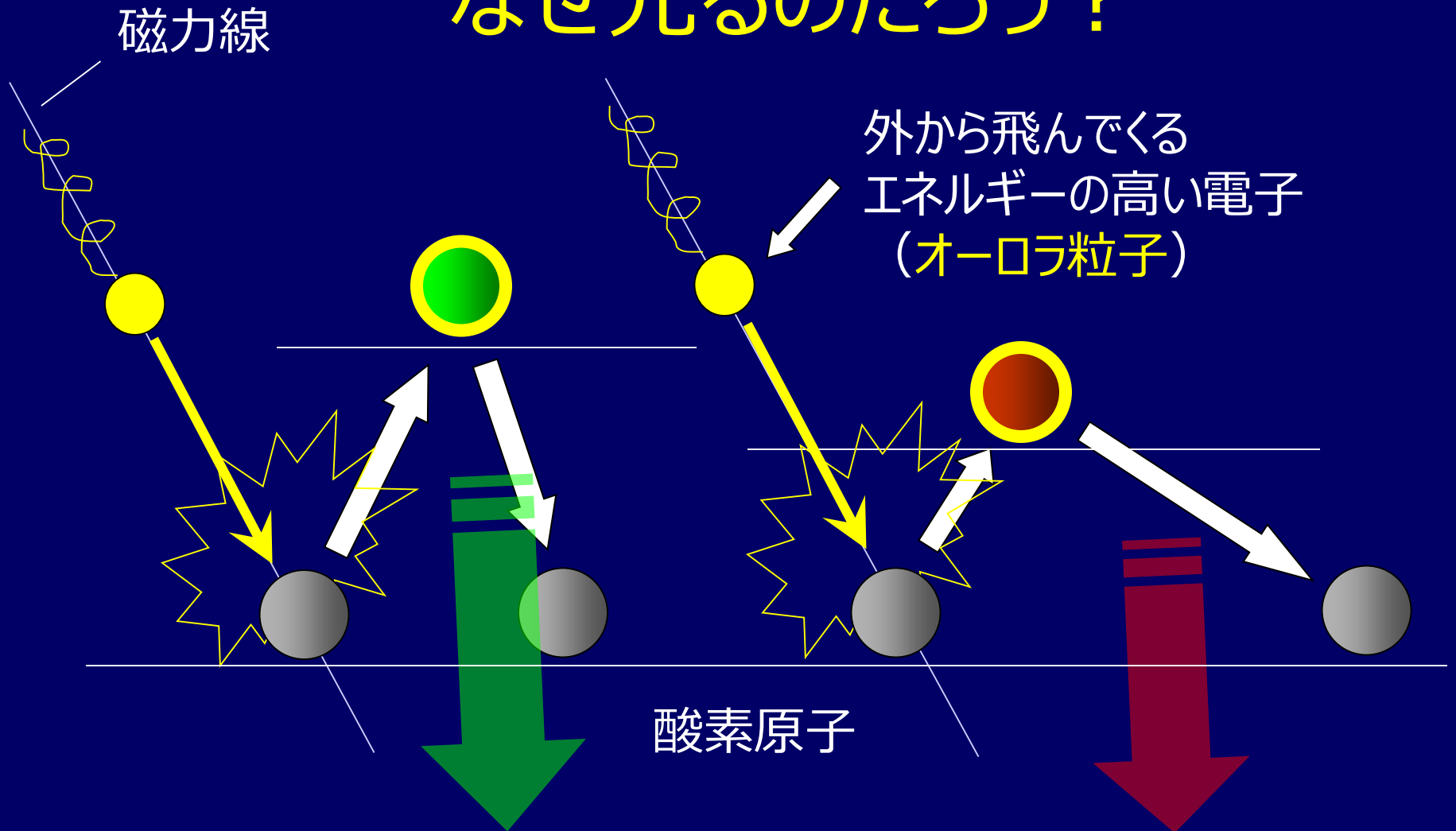
オーロラ：紫から赤の間でとびとび

オーロラは、窒素分子や酸素原子からの光



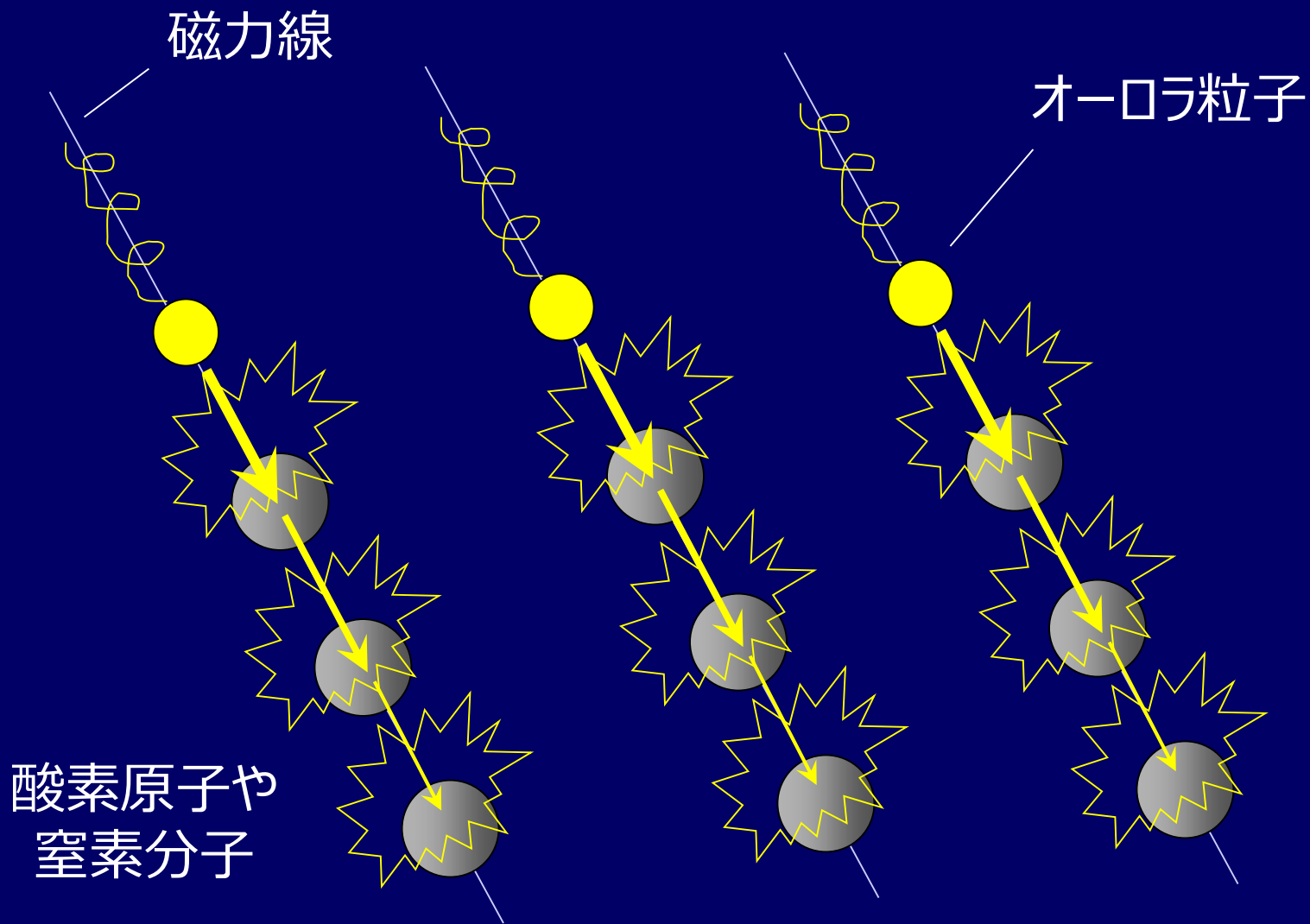
オーロラ光の波長 (Å)

なぜ光るのだろう？



オーロラ粒子が大気にぶつかり、大気が励起（れいき）され、
安定な状態に戻るときに出す光、それがオーロラ

どうして線のように見えるのか？



オーロラ粒子が磁力線に沿って動くため

光っているのは
上空の酸素原子や窒素分子

緑色は酸素原子

オーロラのカーテンは
夜空に浮かび出た地球の磁力線

赤やピンク色は、
酸素原子か窒素分子

赤いオーロラ（酸素原子）



青や紫は、窒素分子イオン



オーロラの明るさは？

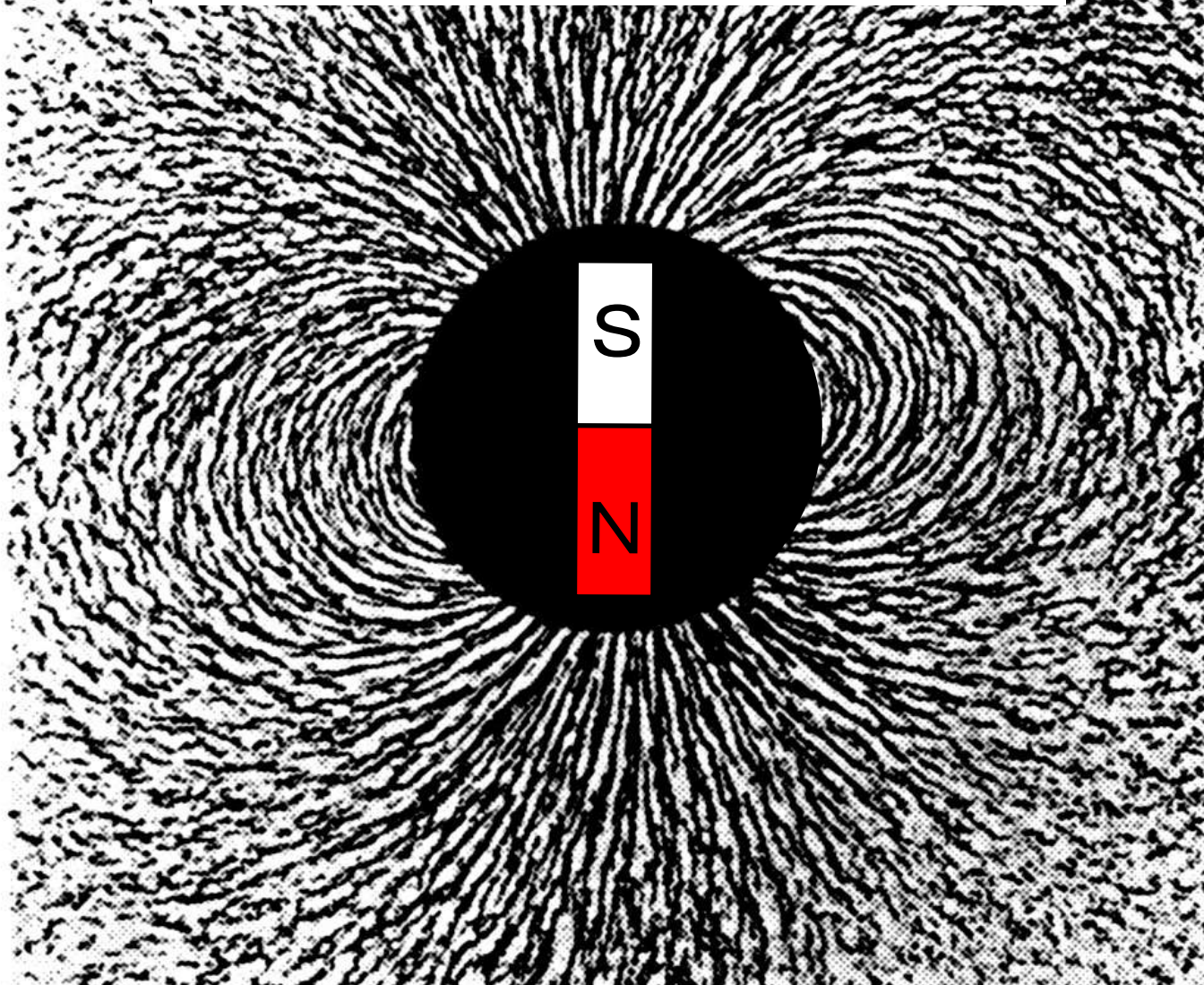
満月の明るさの1/100



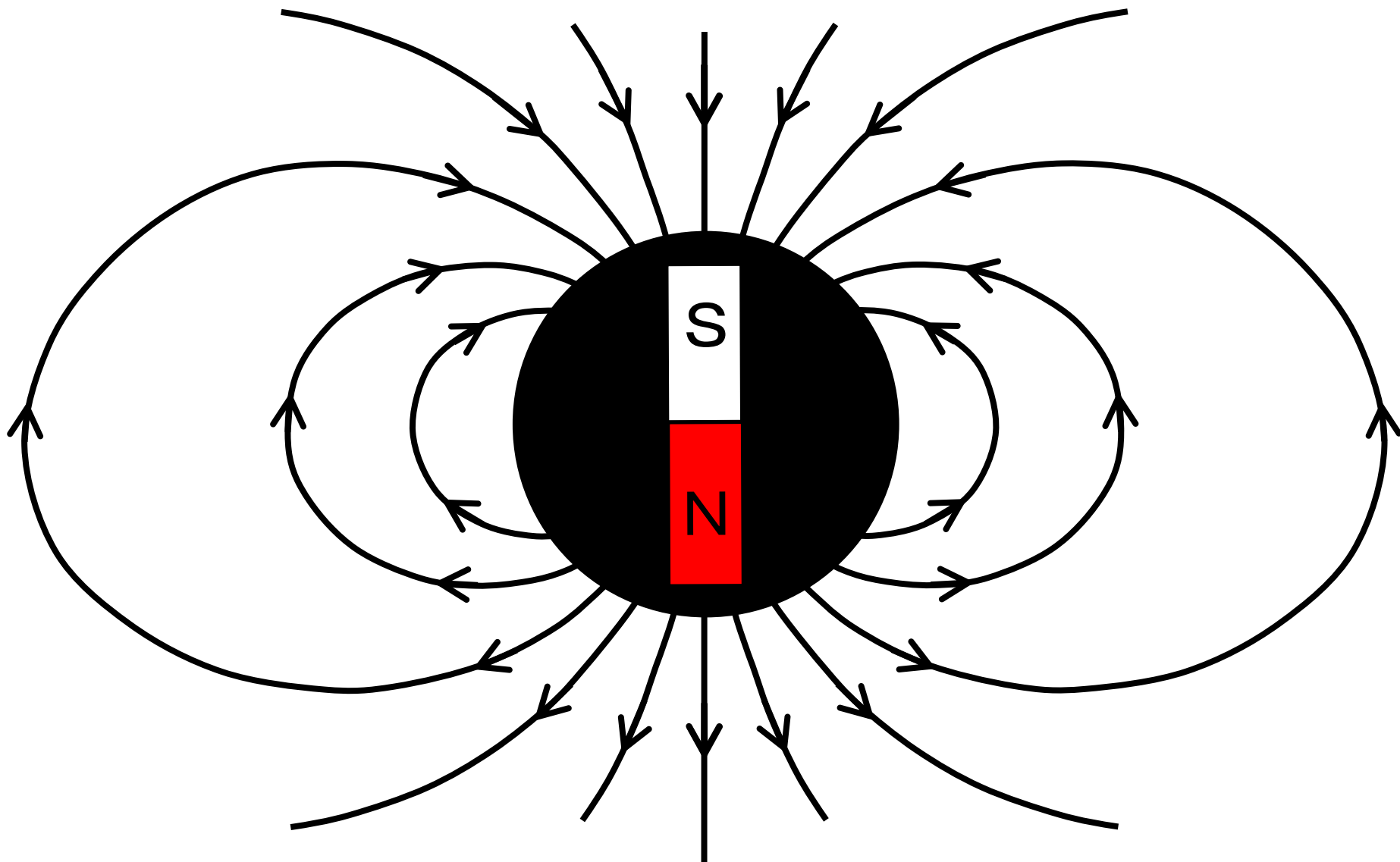
オーロラ粒子はどこから来るのか？



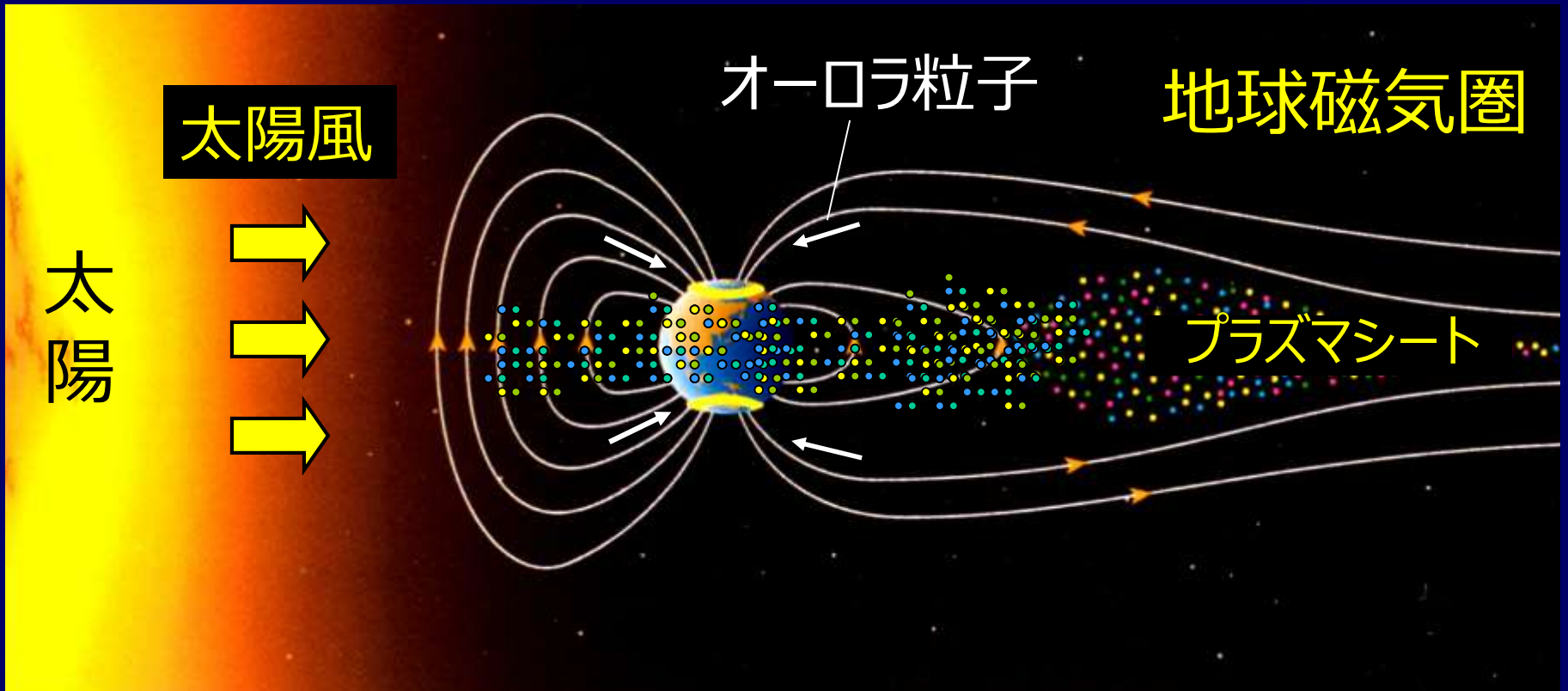
磁場と磁力線



地球のまわりの磁場

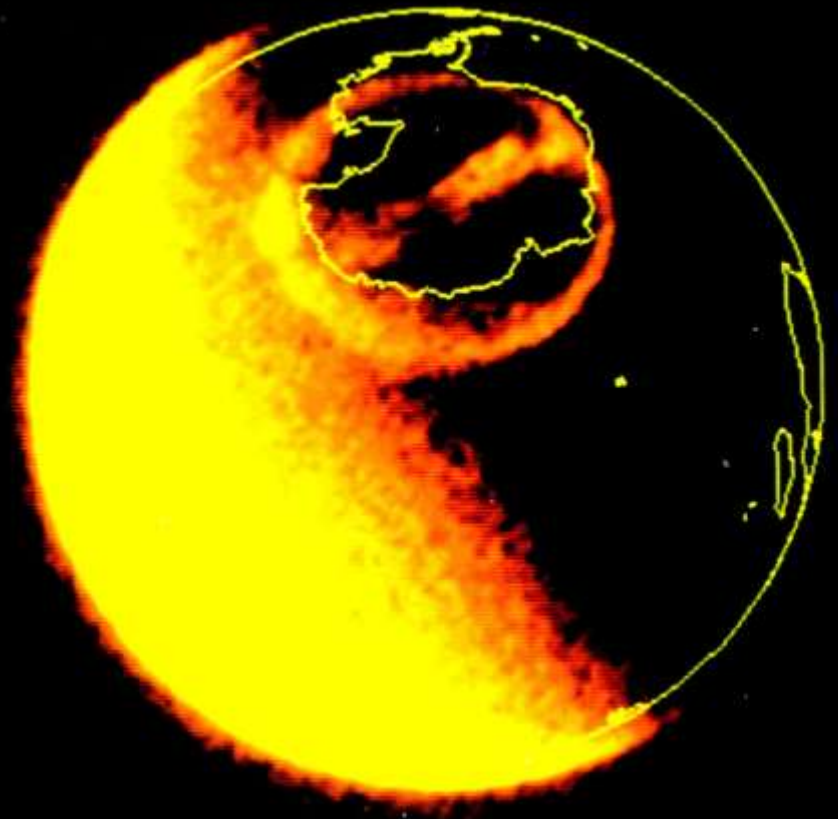
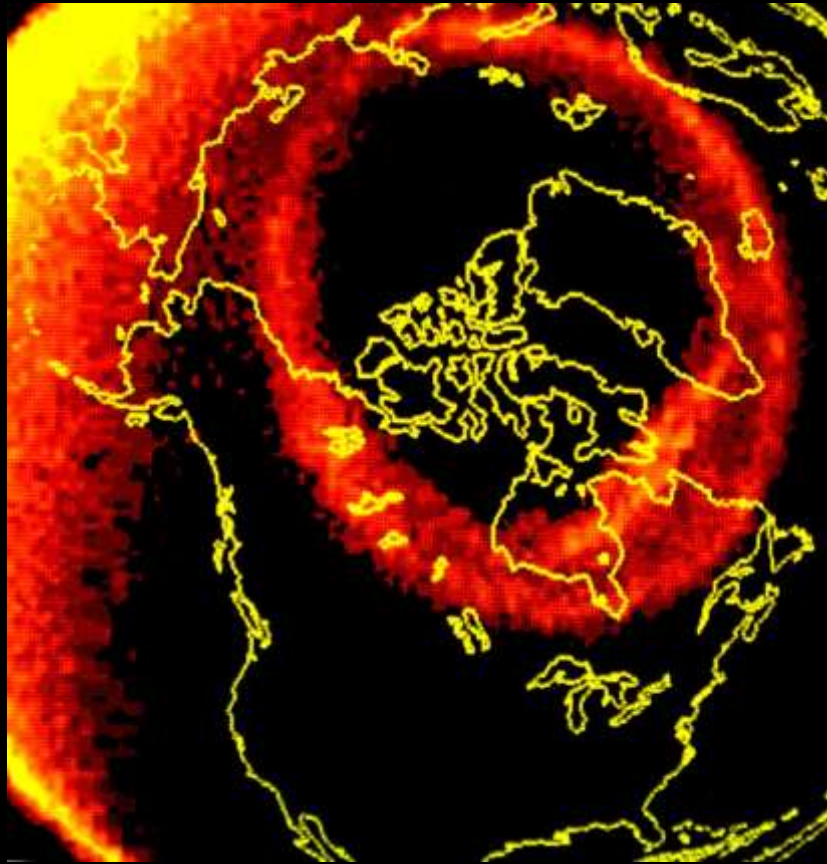


太陽と地球の磁場とオーロラ



プラズマシートからオーロラ粒子が降ってきて、
オーロラを光らせる

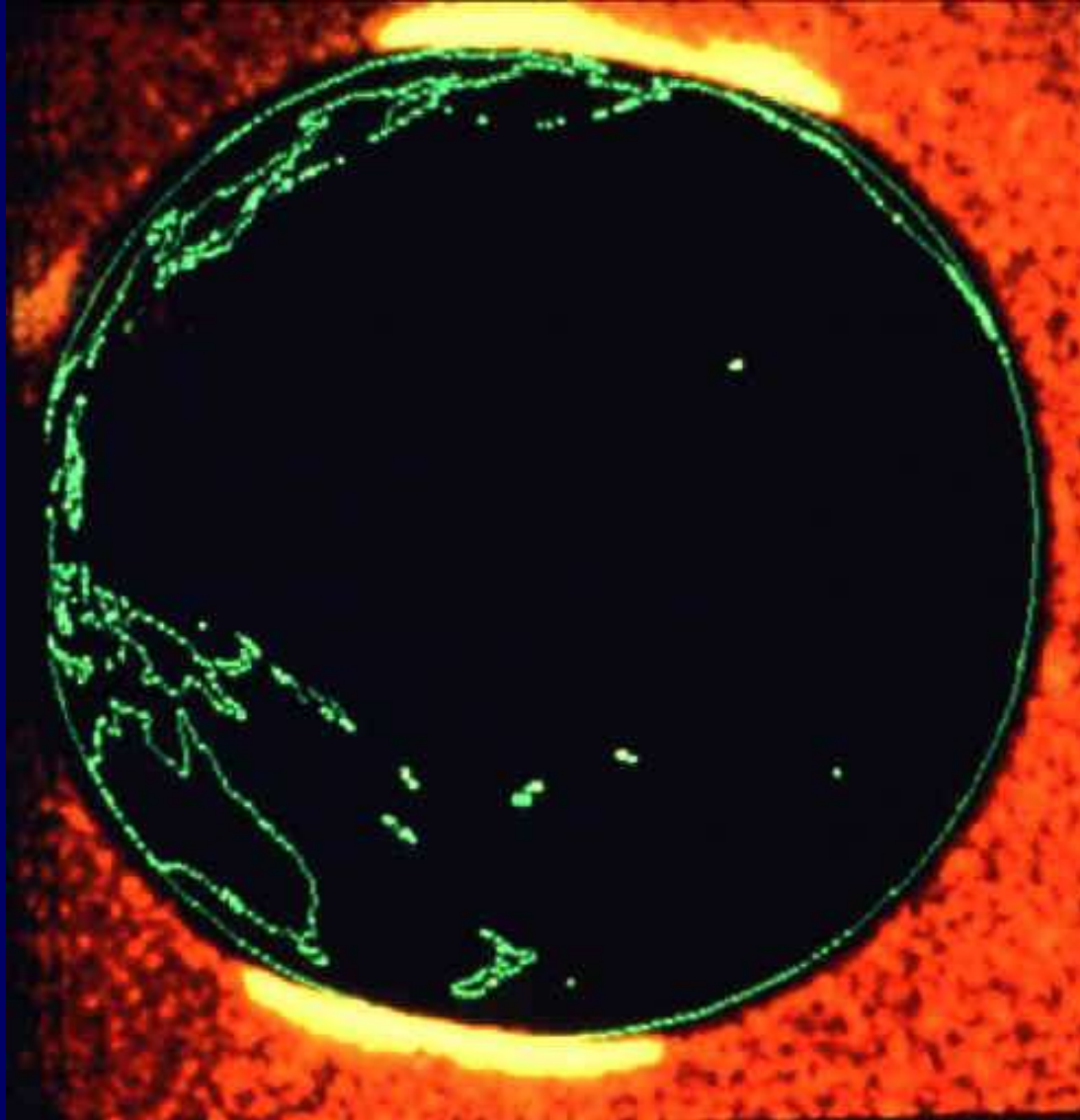
地球の外から見たその瞬間のオーロラの形



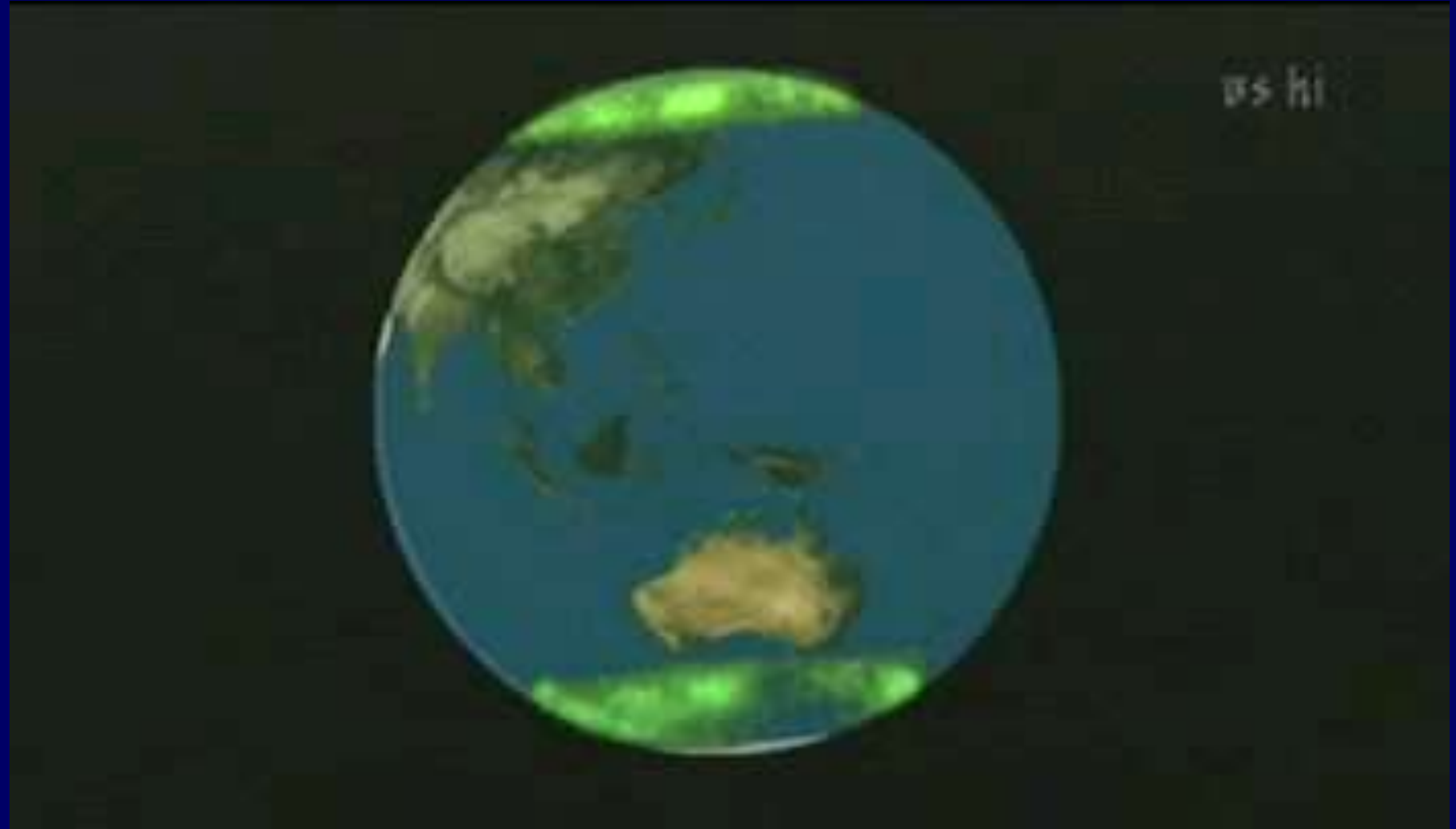
DE衛星紫外線カメラ

卵型をしている（オーロラオーバル）

オーロラは南北同時にあらわれる

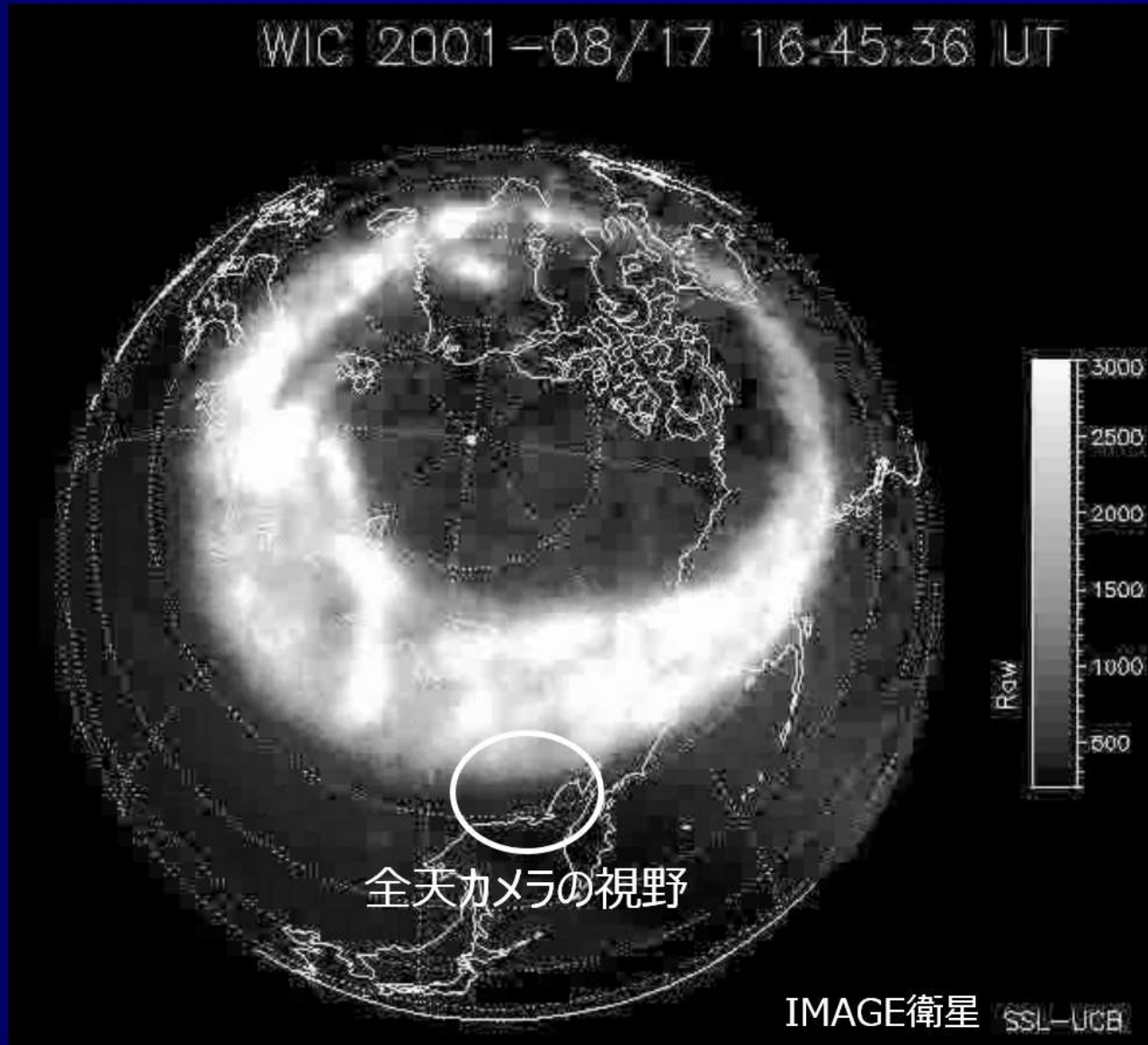


オーロラは南北同時にあらわれる



POLAR衛星

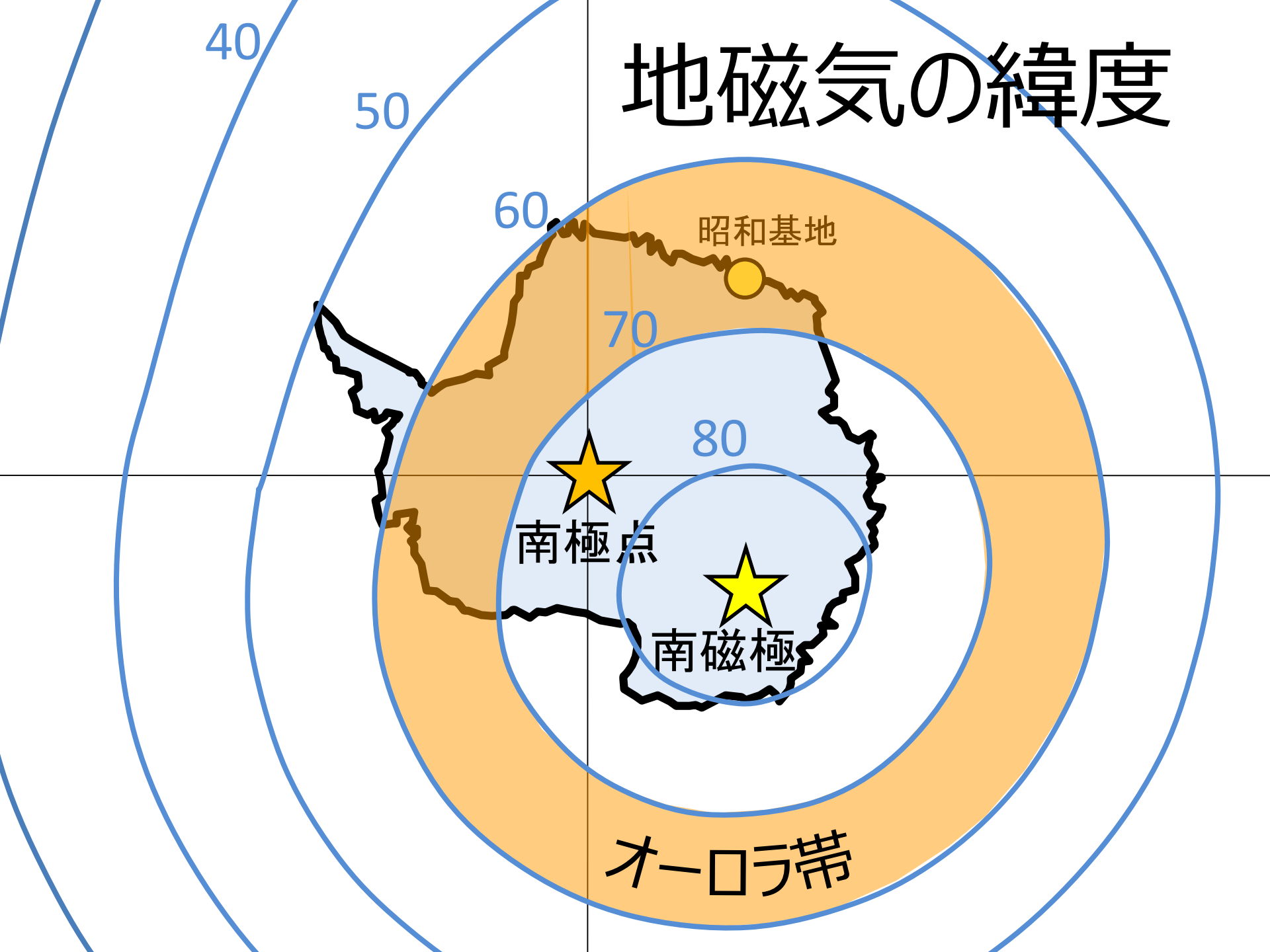
人工衛星から見たオーロラ嵐



オーロラはどこで見れる？



地磁気の緯度



昭和基地

70

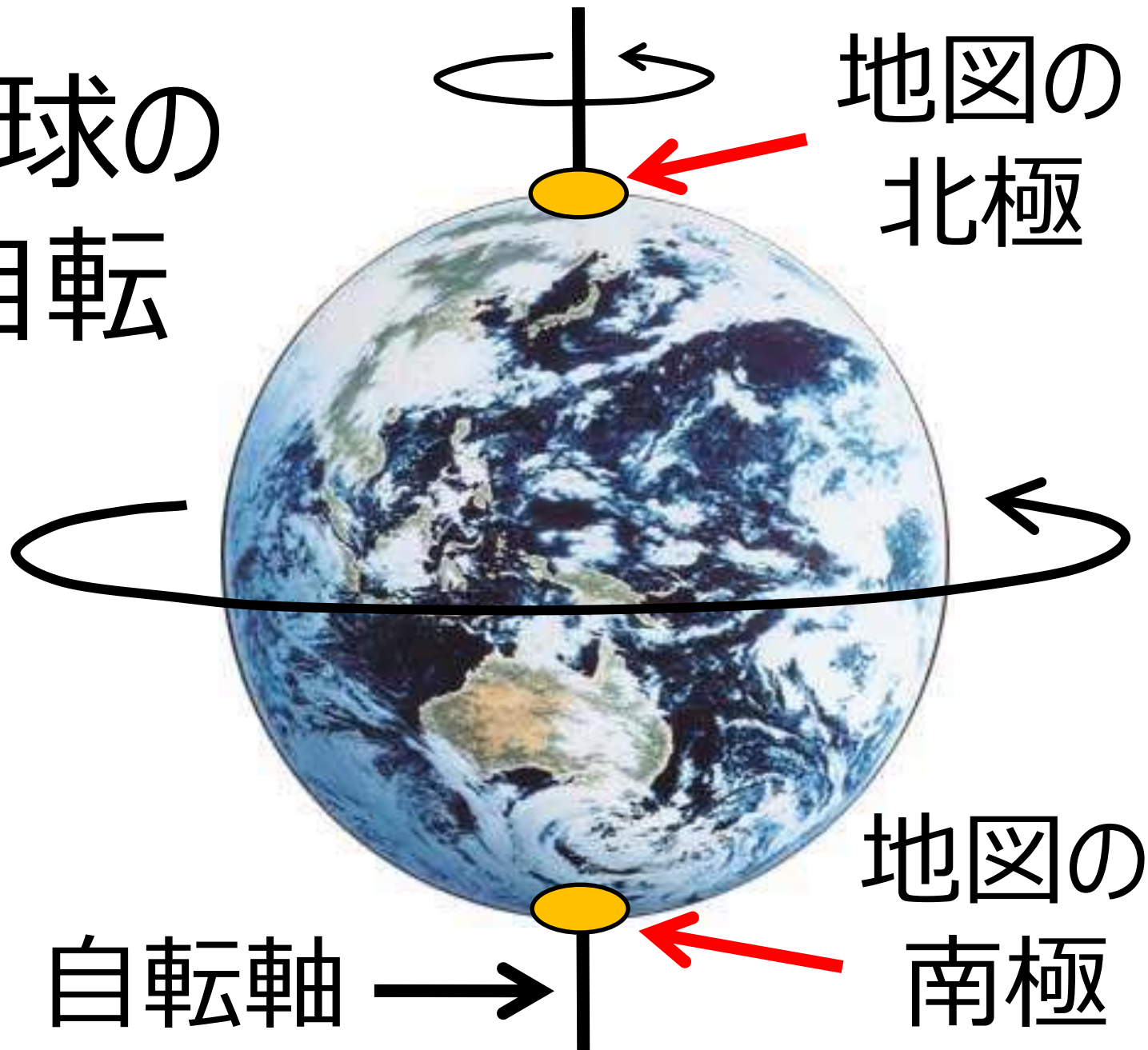
80

南極点

南磁極

オーロラ帯

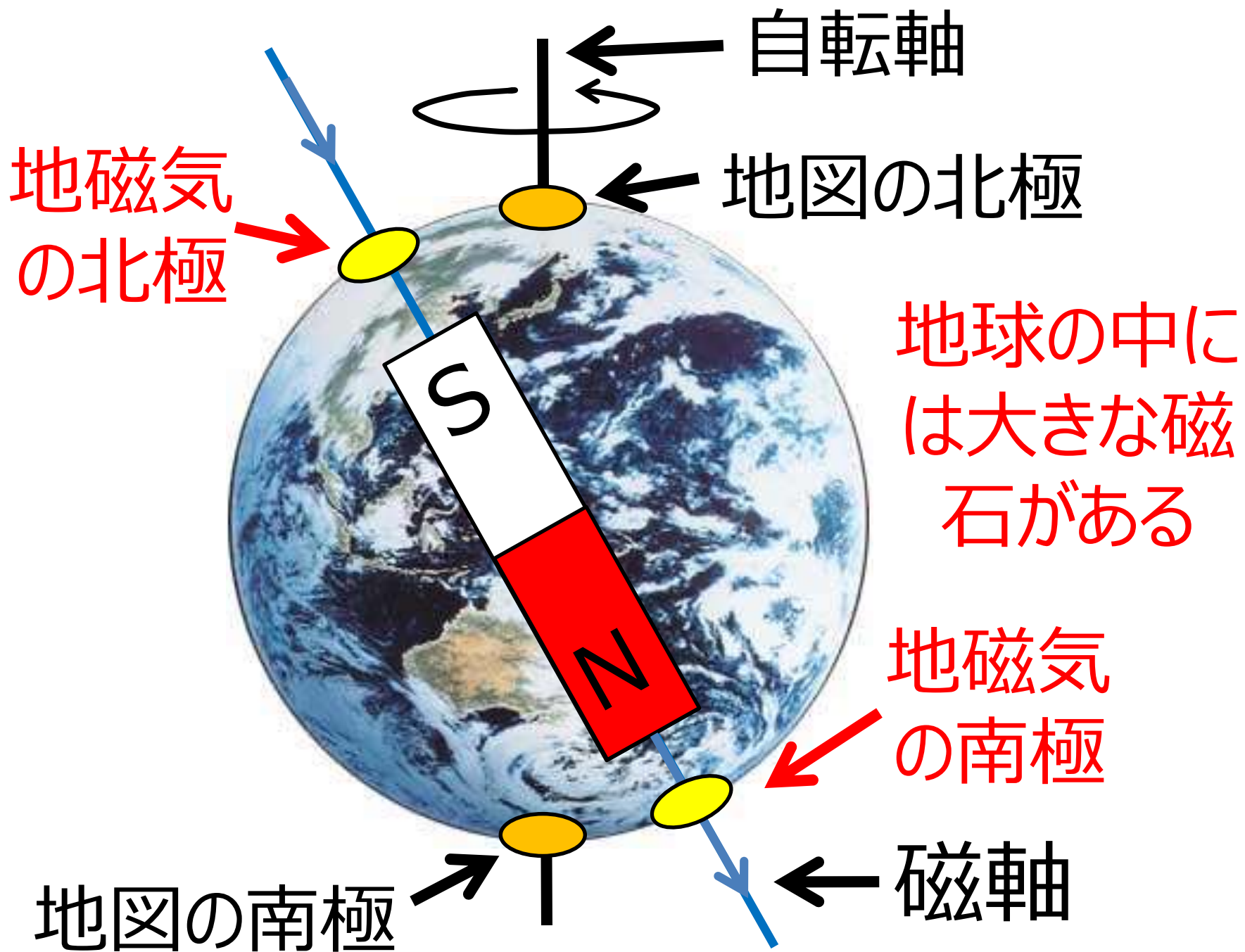
地球の
自転



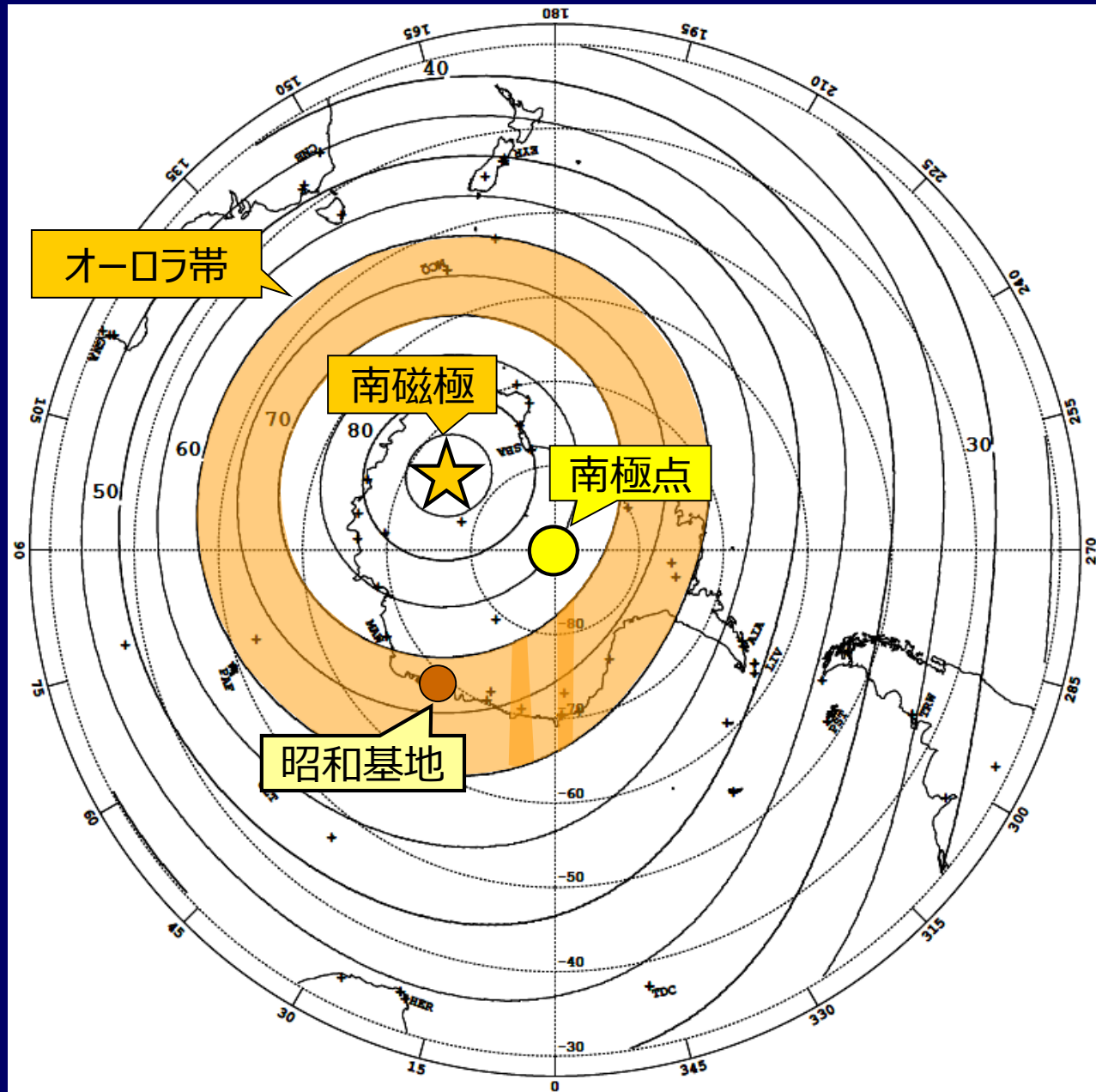
地図の
北極

地図の
南極

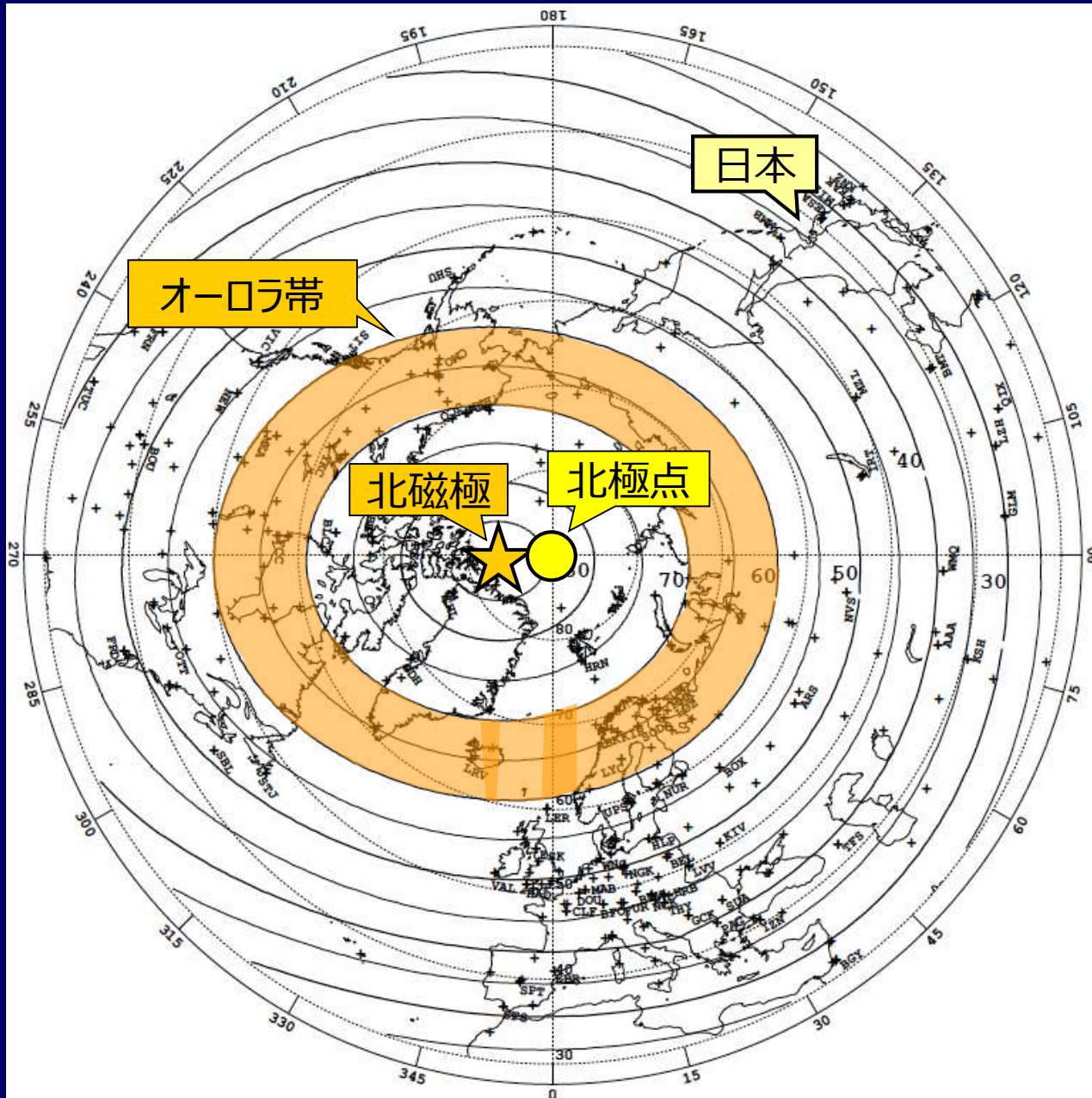
自転軸



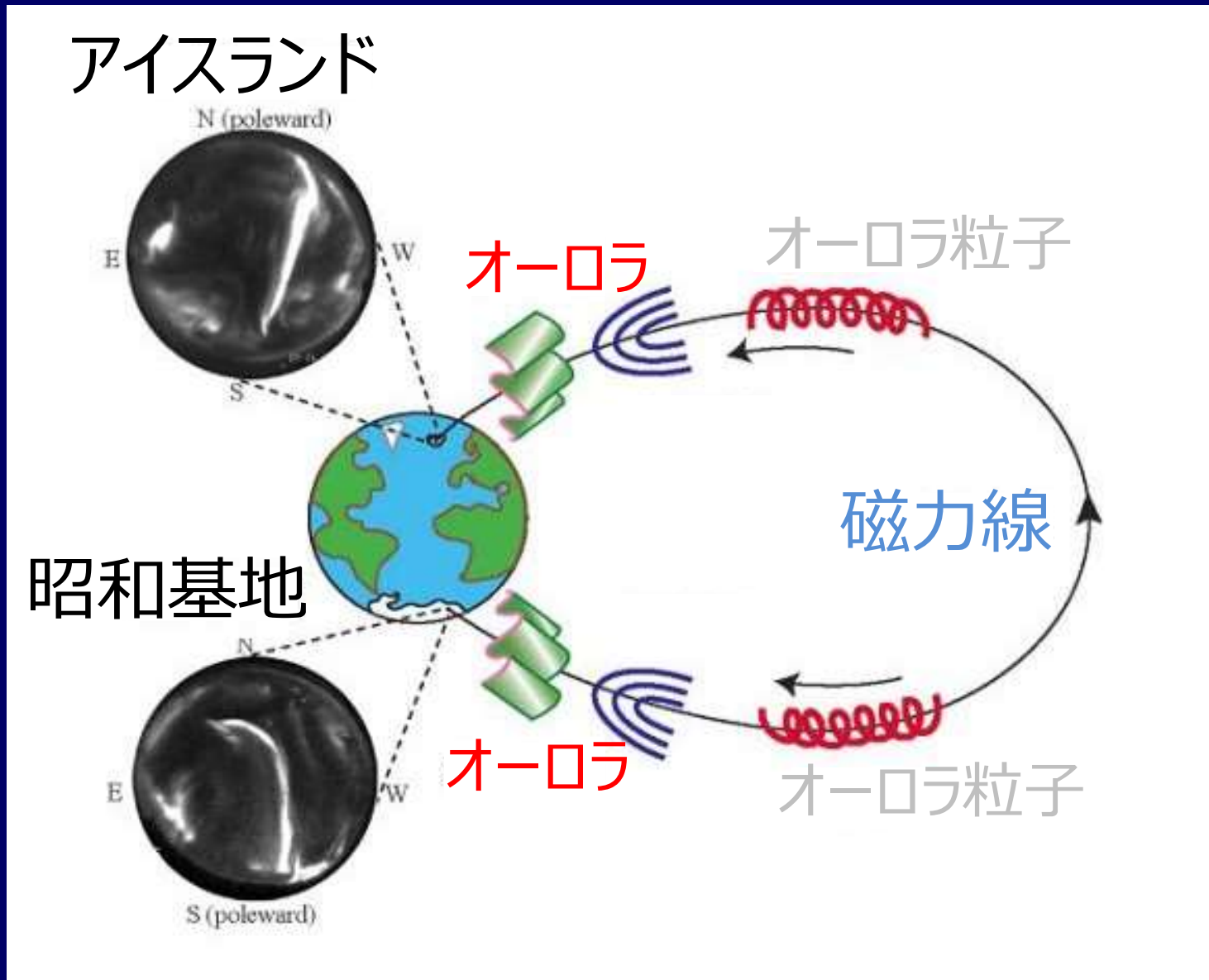
地磁気座標と「オーロラ帯」



北半球でオーロラが見れるところ

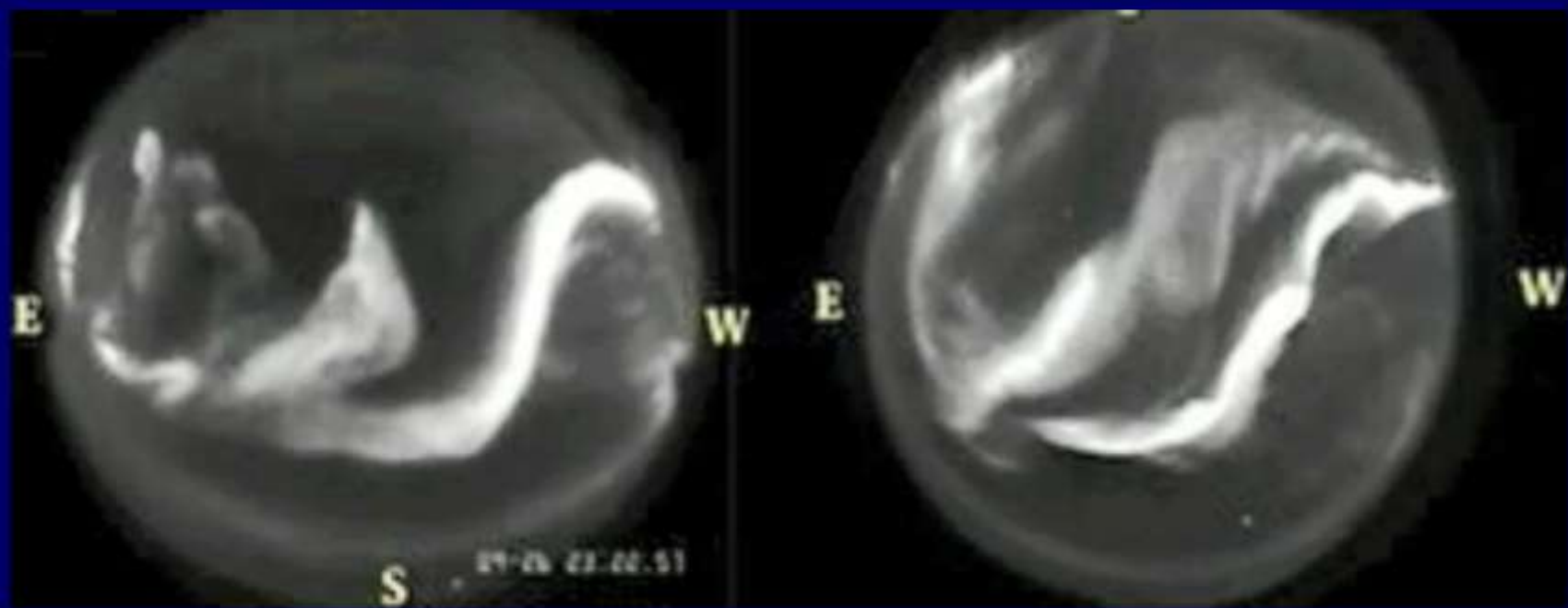


昭和基地～アイスランド同時観測



昭和基地ーアイスランド同時観測

2003年9月26日



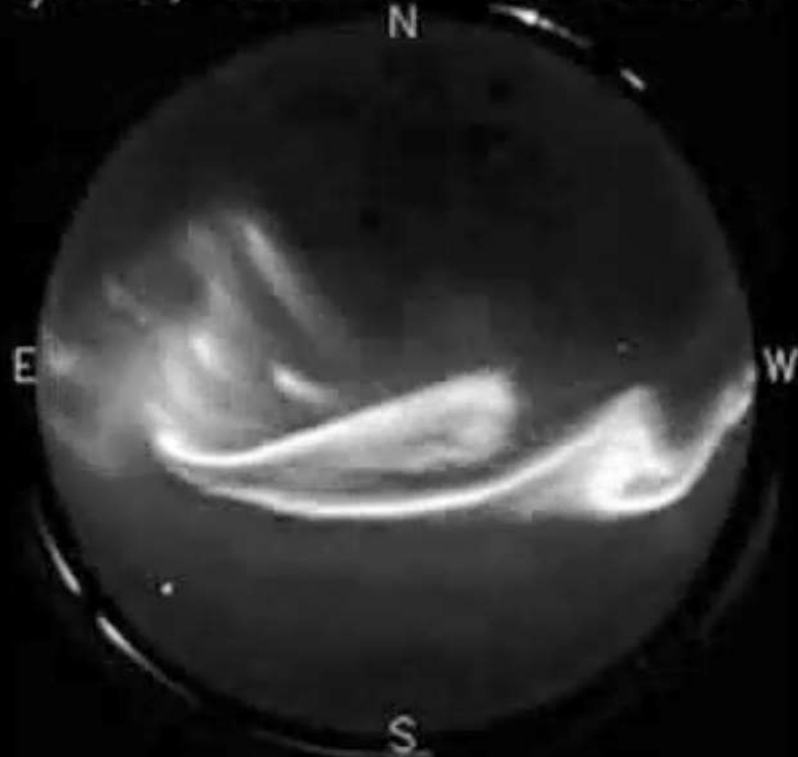
アイスランド

昭和基地

昭和基地ーアイスランド同時観測

2011年9月30日

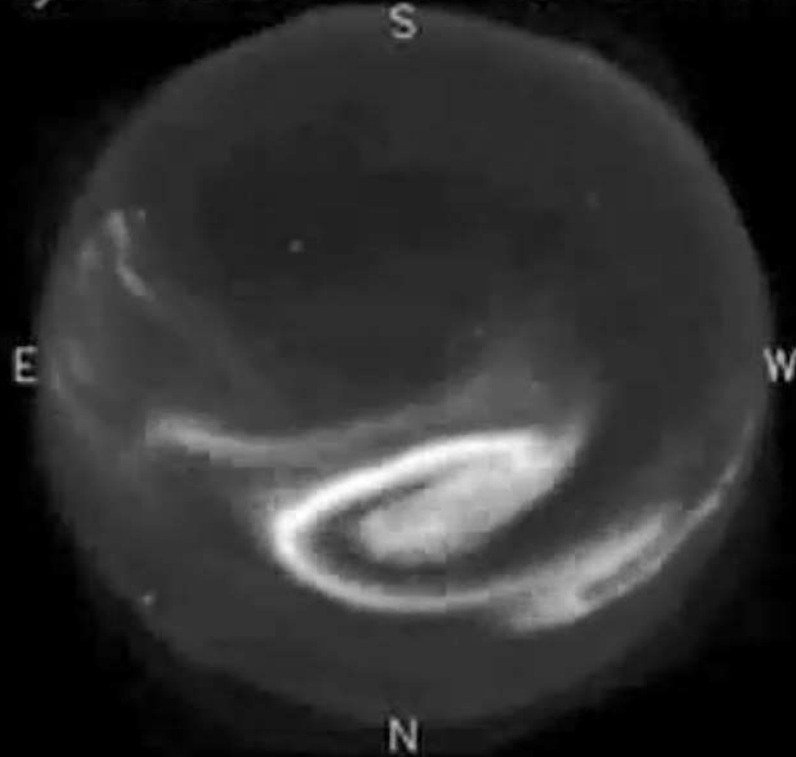
Tjornes, Iceland 23:16:49 UT



Northern Hemisphere

アイスランド

Syowa Station 23:16:49 UT



Southern Hemisphere

昭和基地

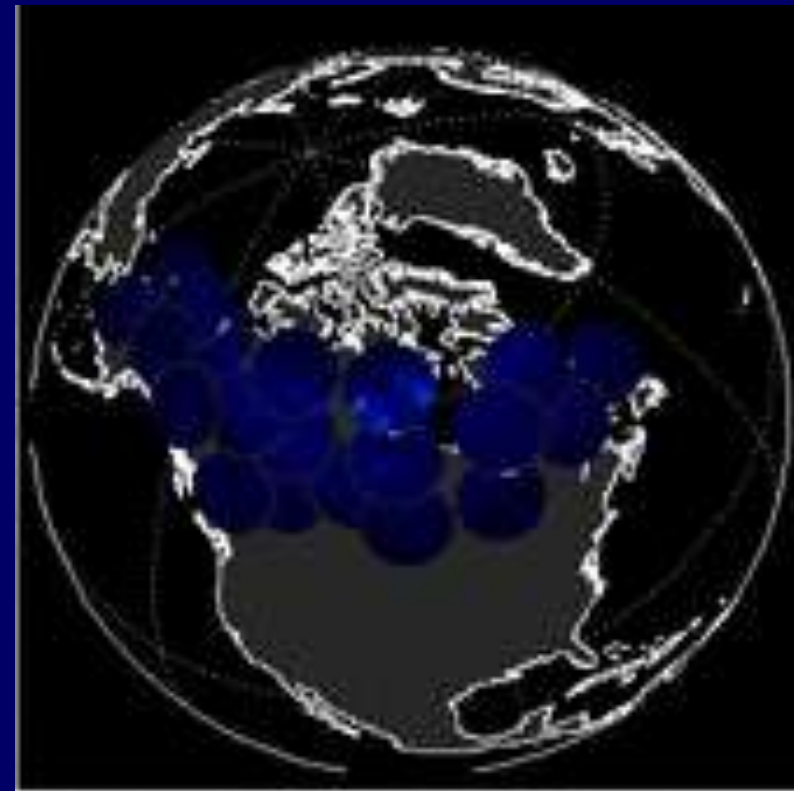
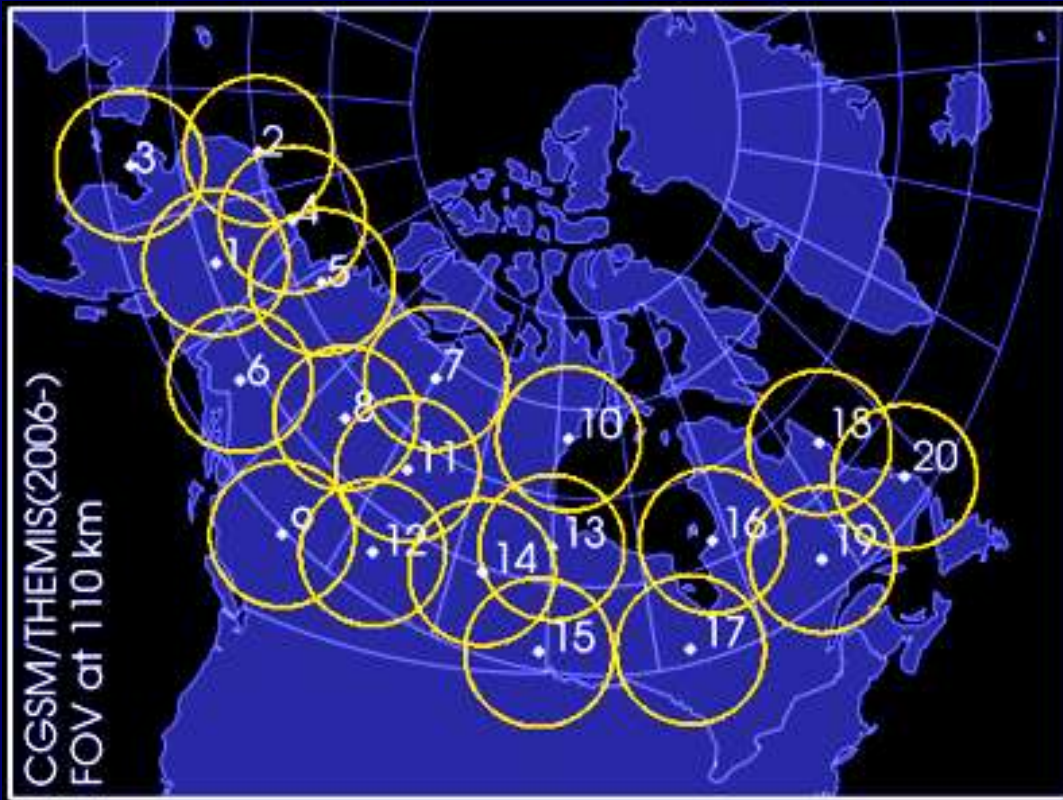
オーロラを観測している場所は？



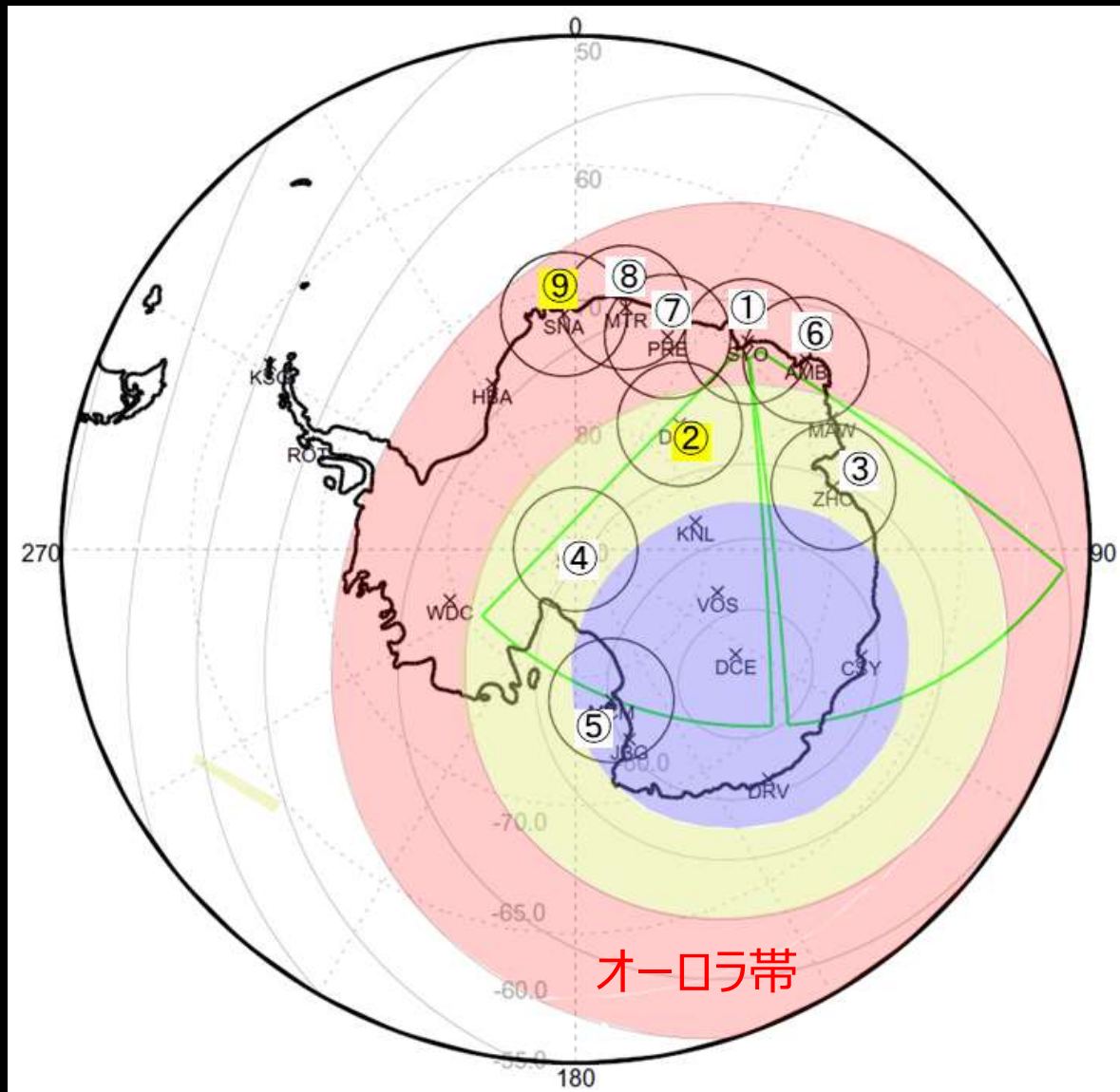
北半球のオーロラ観測点



北米のオーロラ観測点



南極のオーロラ観測点



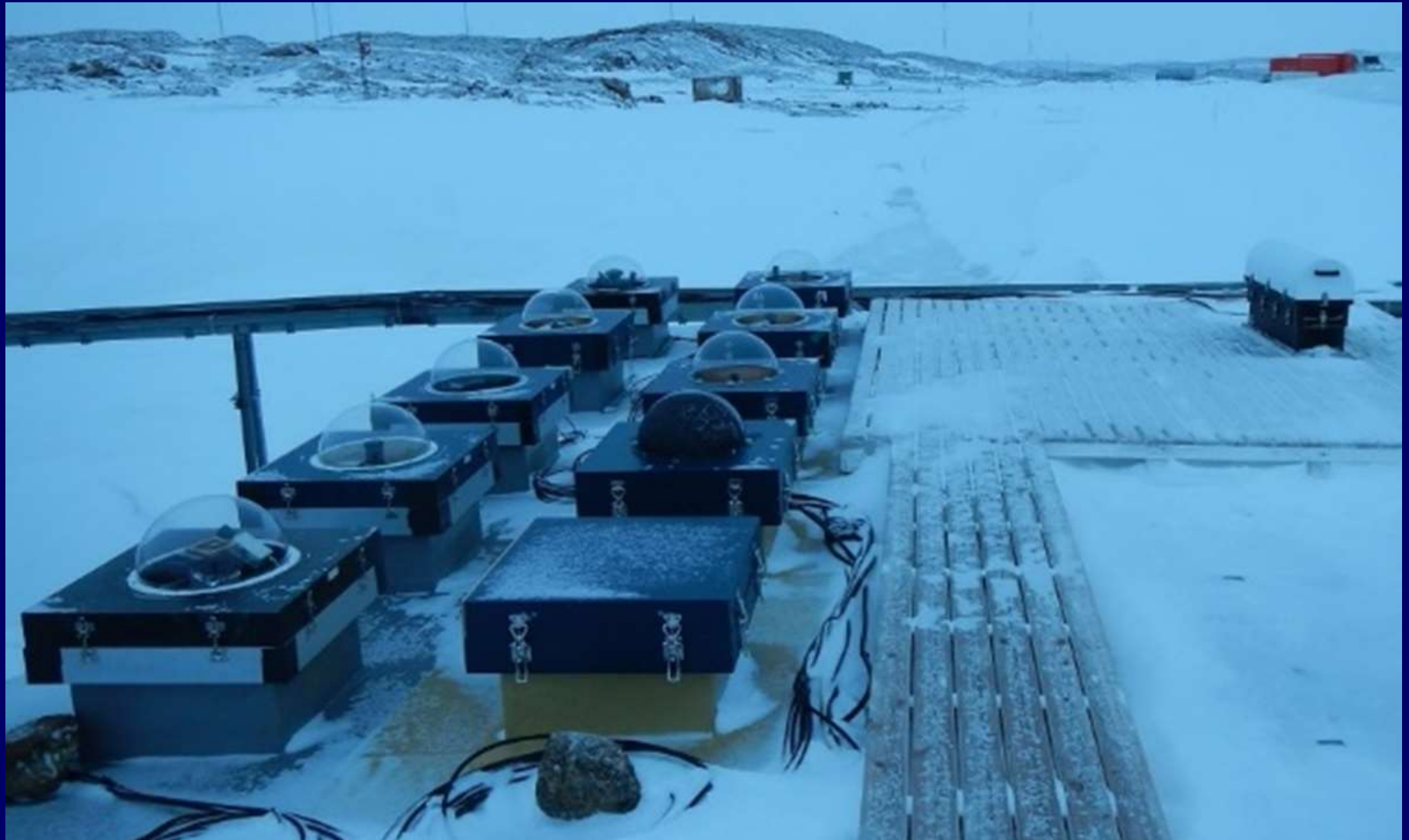
オーロラ帯

境界領域

極冠域

- ① 昭和基地 (日本)
- ② ドームふじ (日本)
- ③ 中山基地 (中国)
- ④ 南極点基地 (米国)
- ⑤ マクマード基地 (米国)
- ⑥ アムンゼン湾 (無人)
- ⑦ ベルギー基地 (無人)
- ⑧ マイトリ基地 (インド)
- ⑨ サナエ基地 (南ア)

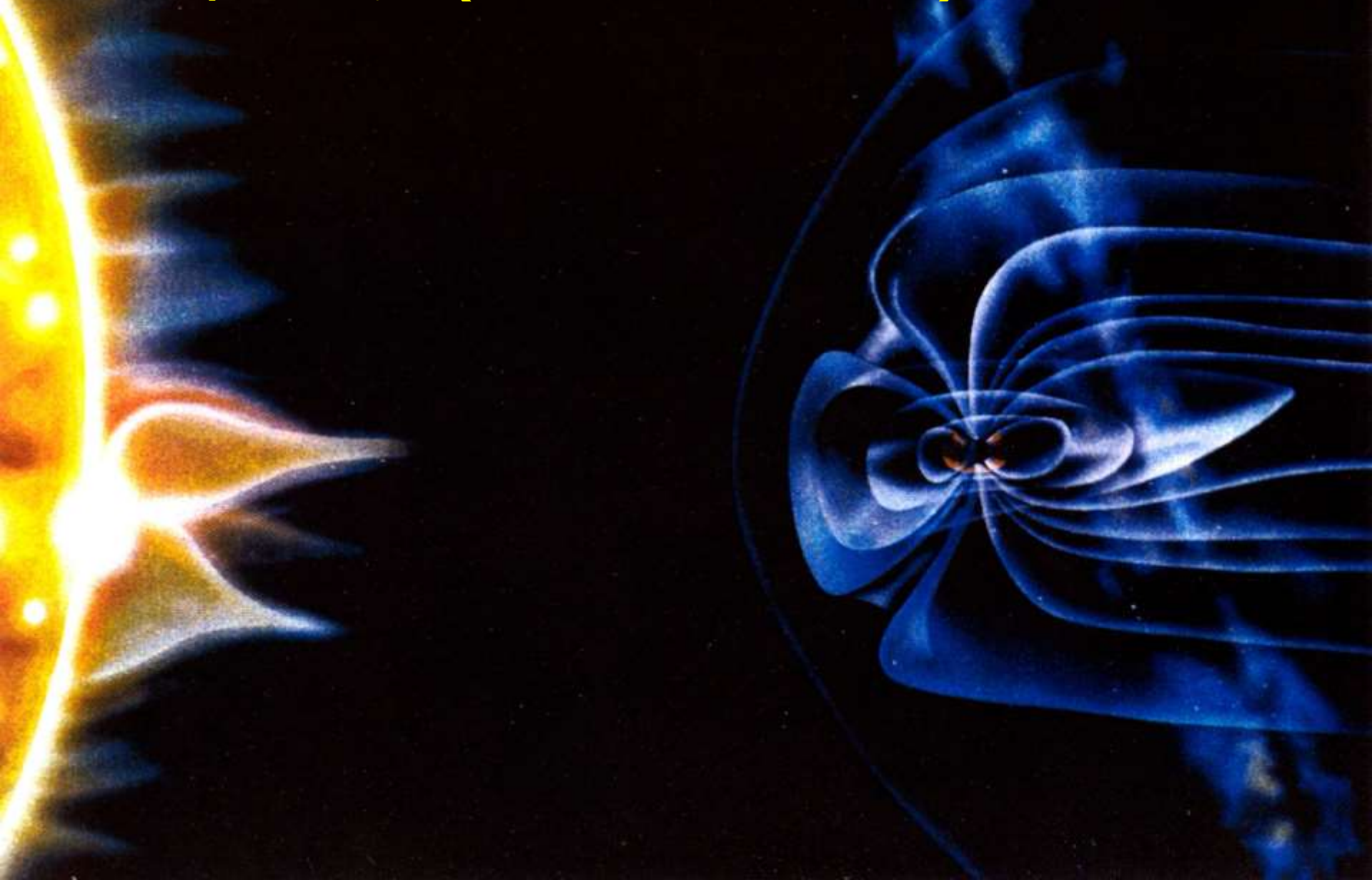
昭和基地のオーロラ観測器



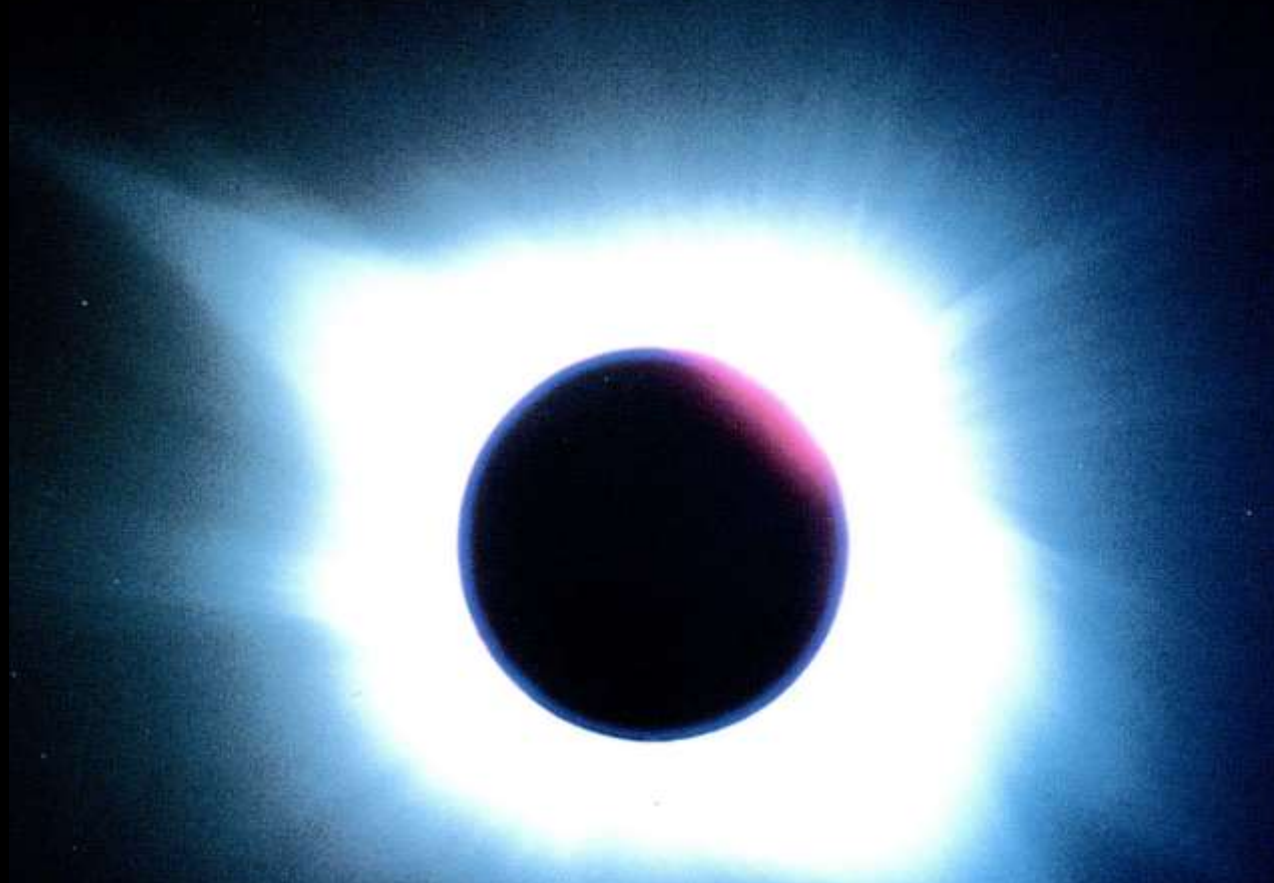
アイスランドのオーロラ観測器



太陽風 (solar wind) とは？



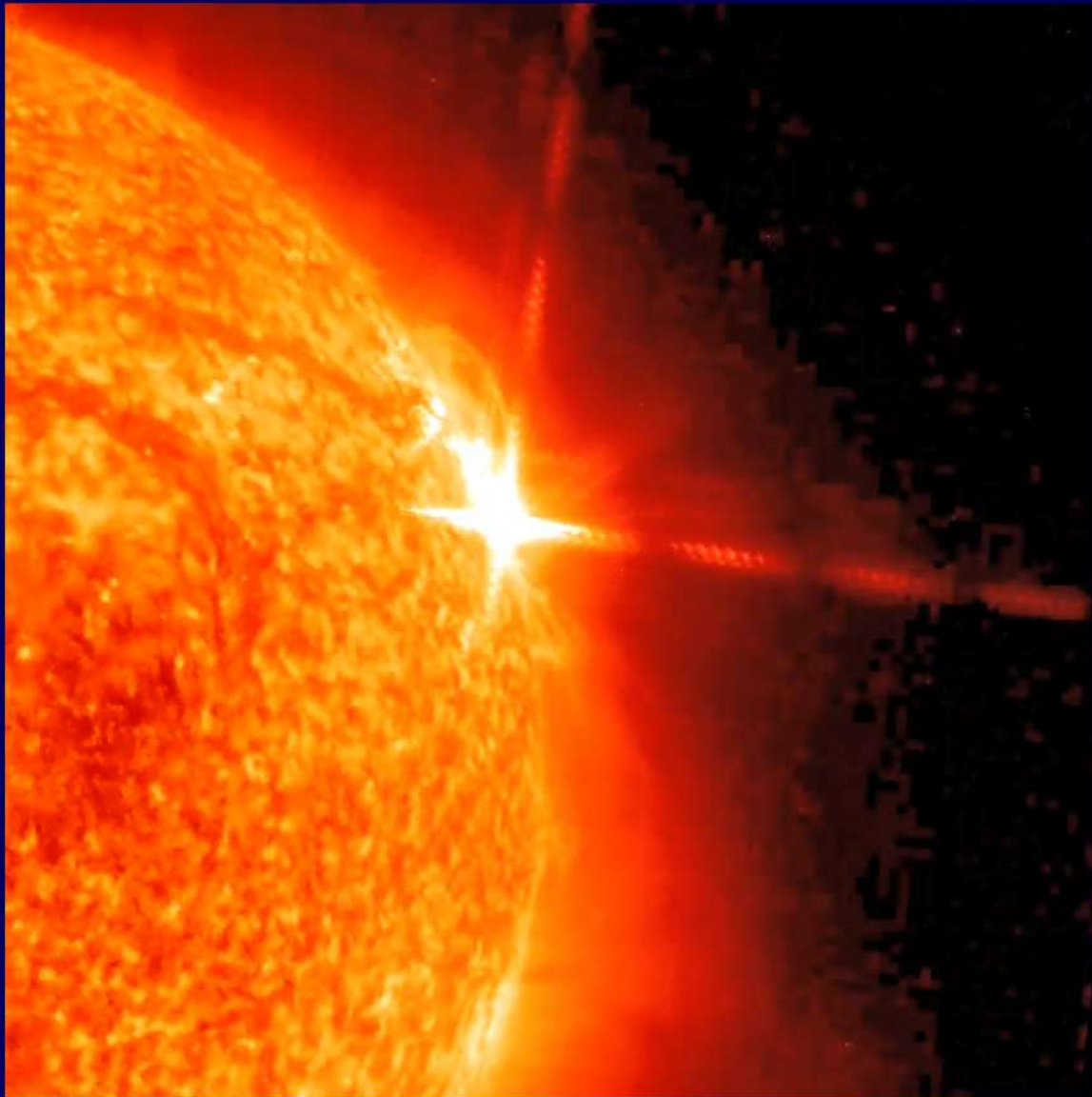
太陽風 (solar wind)



太陽のコロナ（高温の水素ガス）
が外側に流れ出したもの
おもな成分：陽子、電子

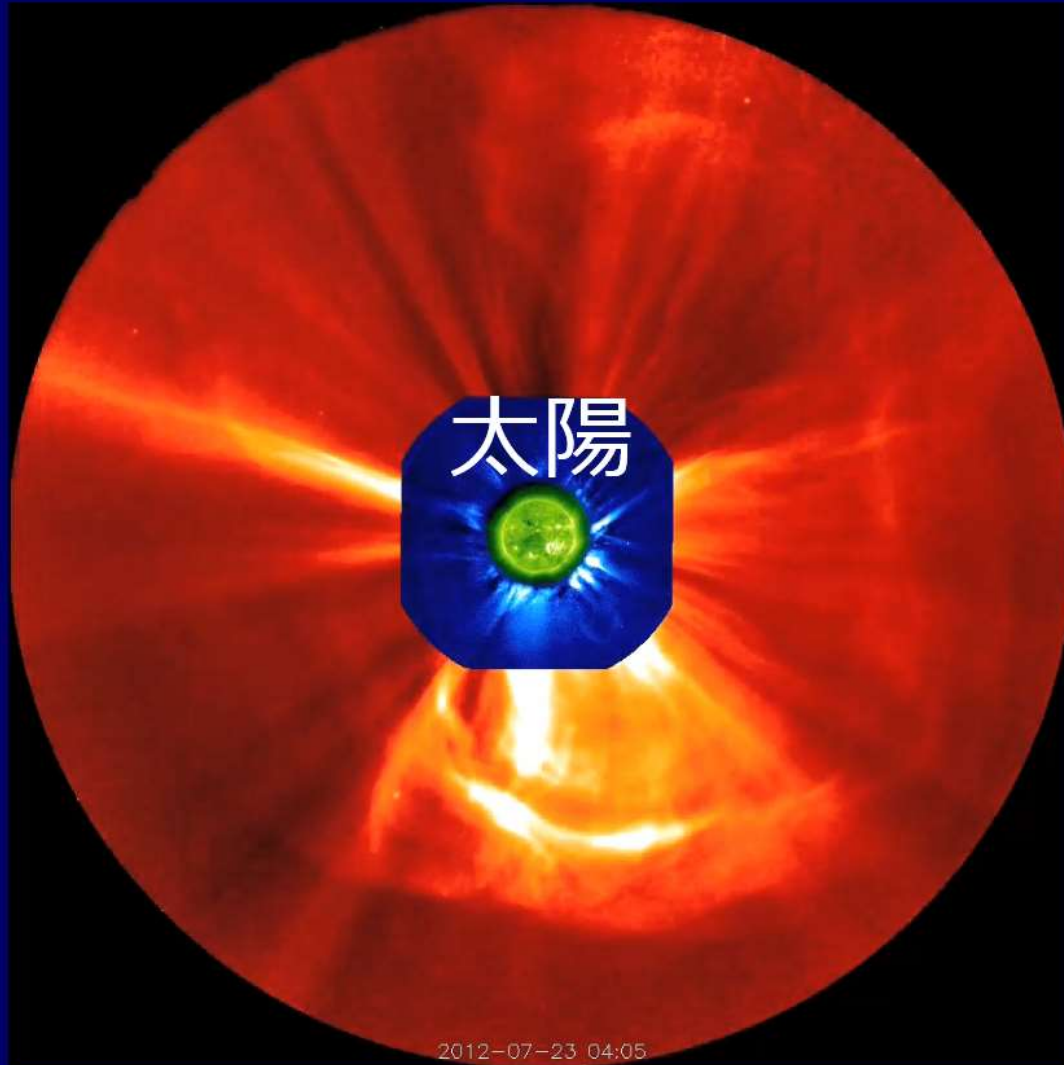
日蝕の時のコロナ

太陽表面の爆発現象：フレア



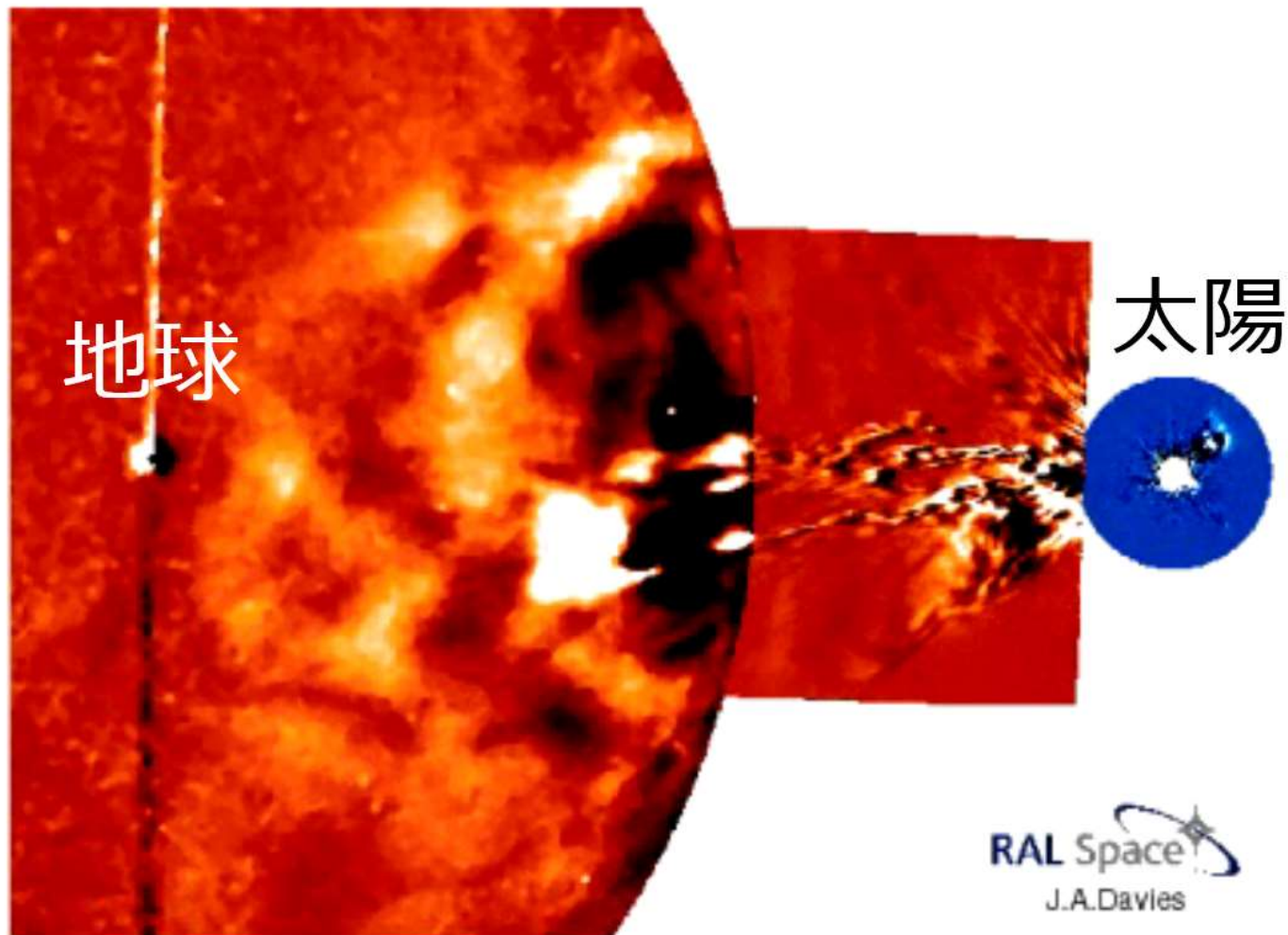
STEREO衛星

フレアで太陽から放出されるコロナ Coronal Mass Ejection

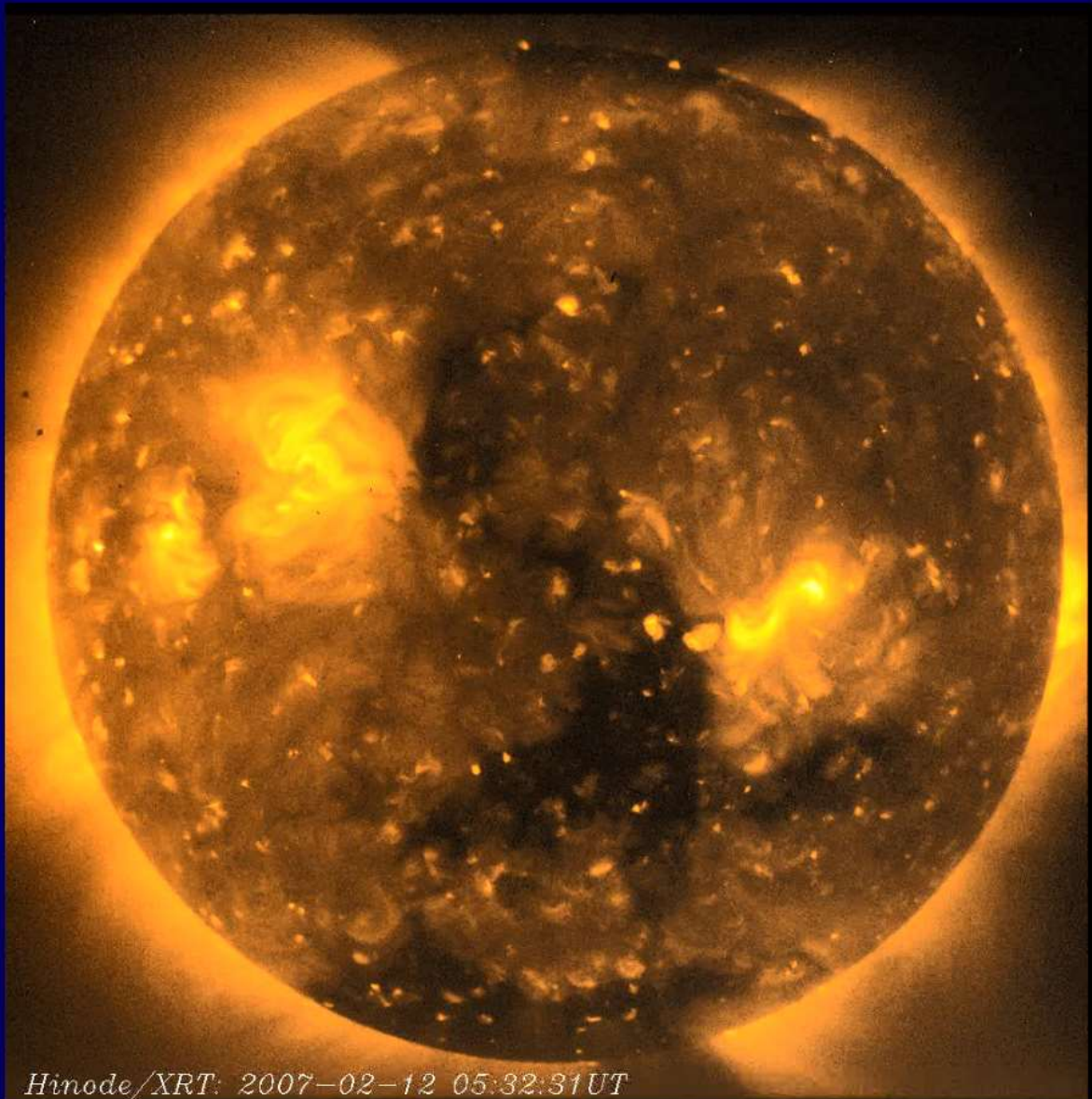


放出されたコロナが地球をおそう

STEREO-A/SECCHI
2011-06-08 13:30UT



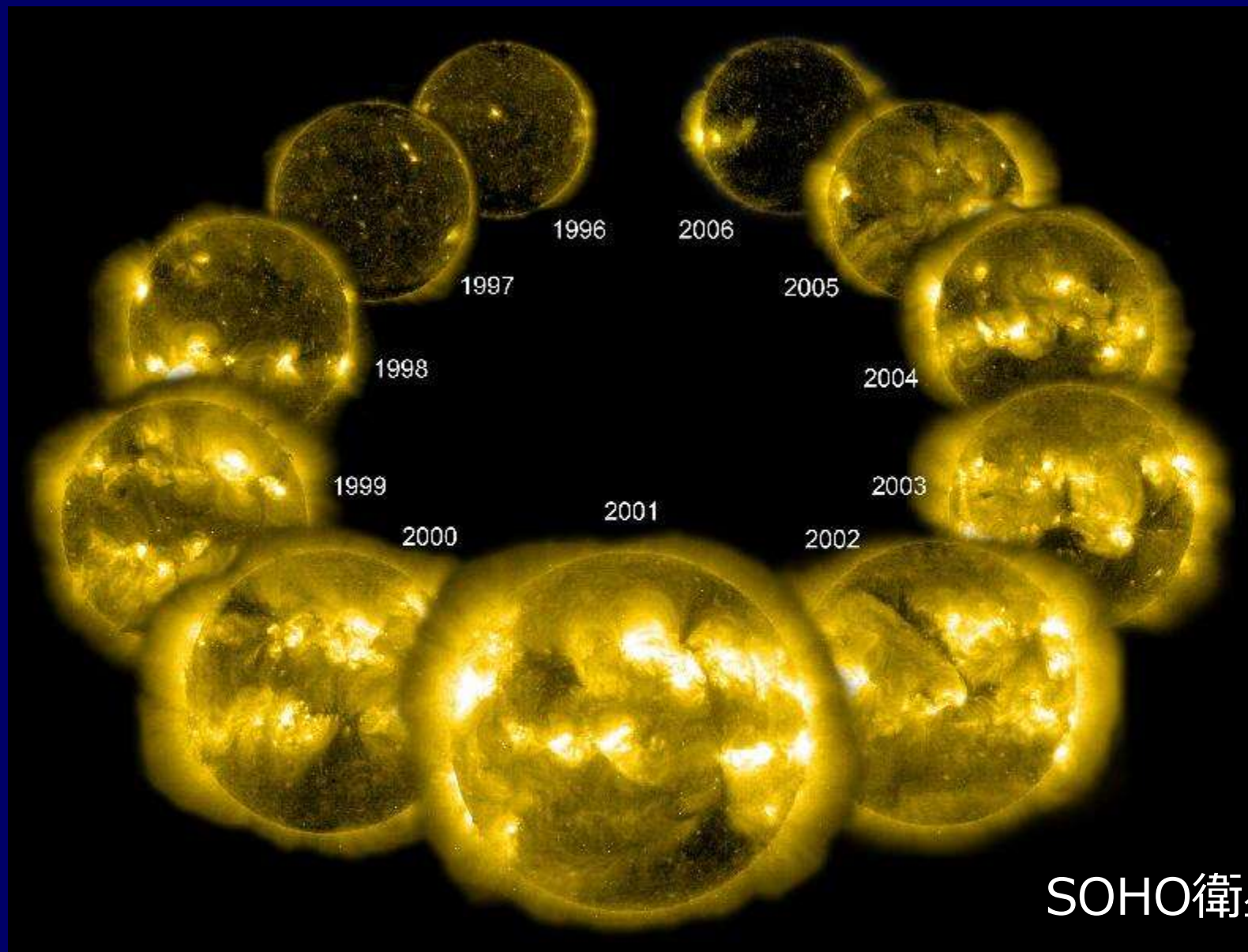
太陽は自転している（約27日周期）



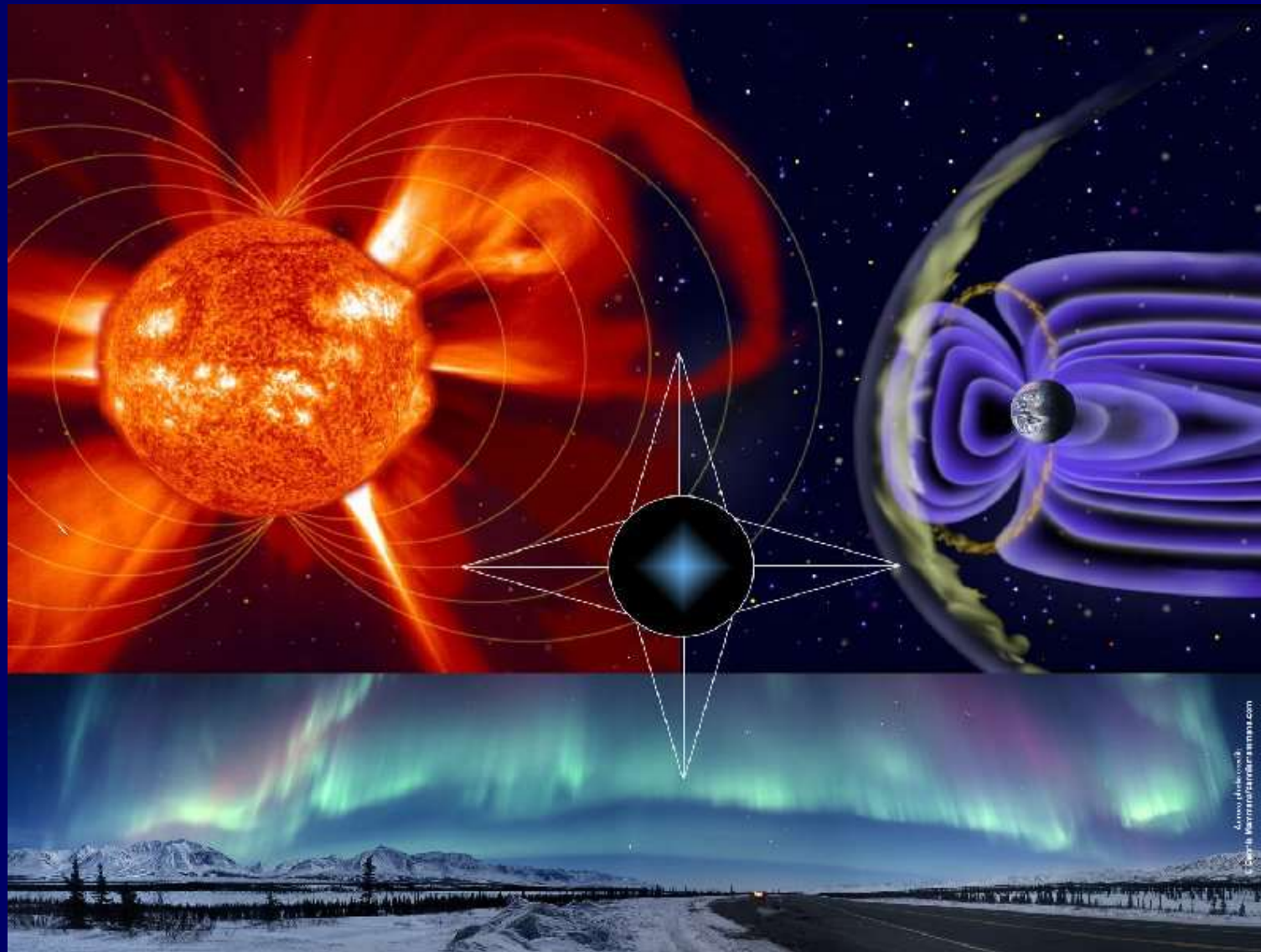
Hinode/XRT: 2007-02-12 05:32:31UT

ひので衛星

太陽活動の変化（11年周期）



太陽～地球～オーロラ



NASA