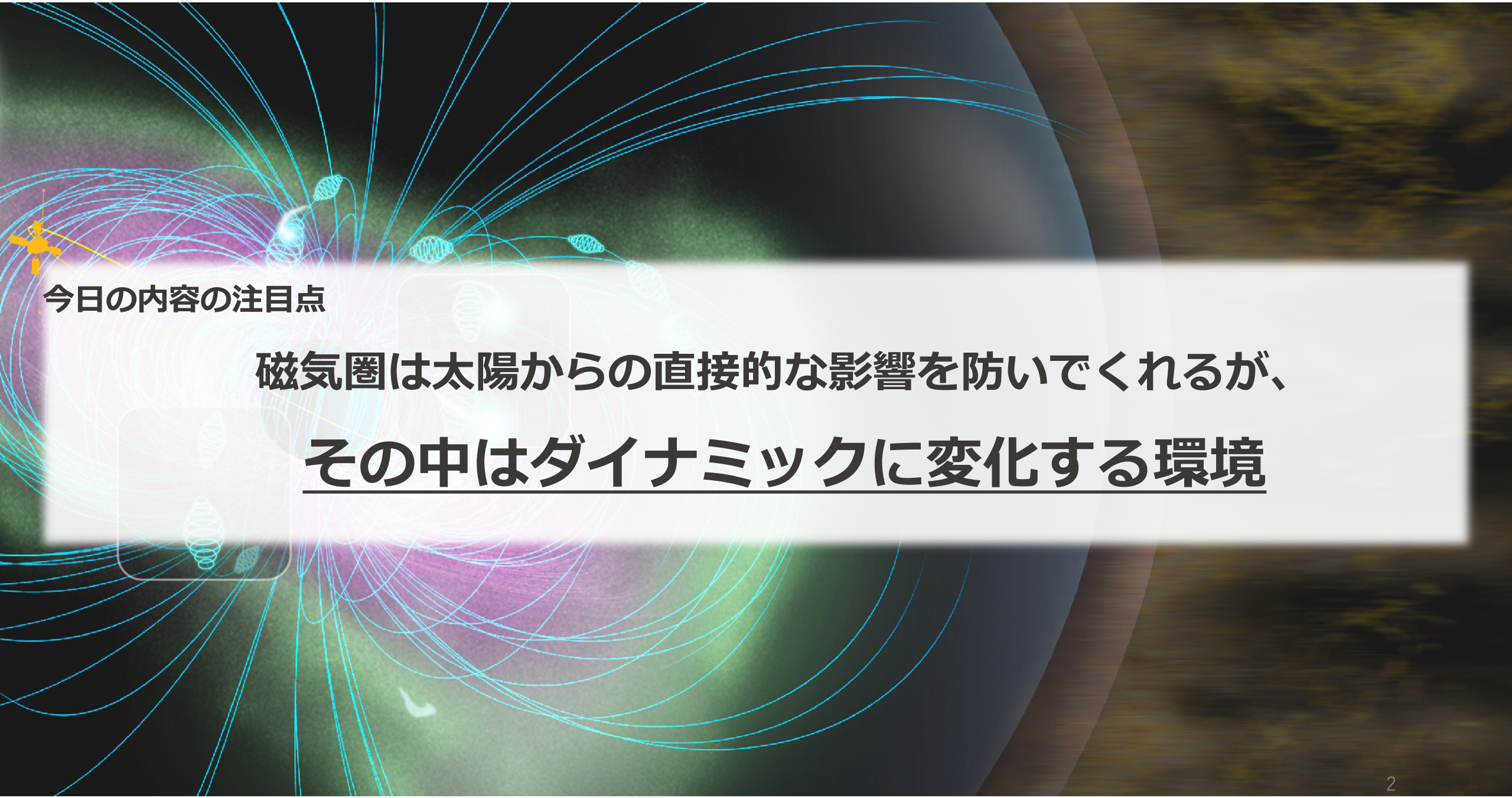
国立研究開発法人
情報通信研究機構

第16回宇宙天気ユーザーズフォーラム（オンライン）

宇宙天気ミニ講座
磁気圏

電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター
宇宙環境研究室
研究員　齊藤慎司



今日の内容の注目点

磁気圏は太陽からの直接的な影響を防いでくれるが、

その中はダイナミックに変化する環境

今日の話の流れ

- 磁気圏とは
  - 地球を太陽から護るシールド
- 磁気圏の中でダイナミックに起きていること
  - 磁気嵐
  - オーロラ
  - ヴァンアレン帯（電子放射線帯）
- まとめ

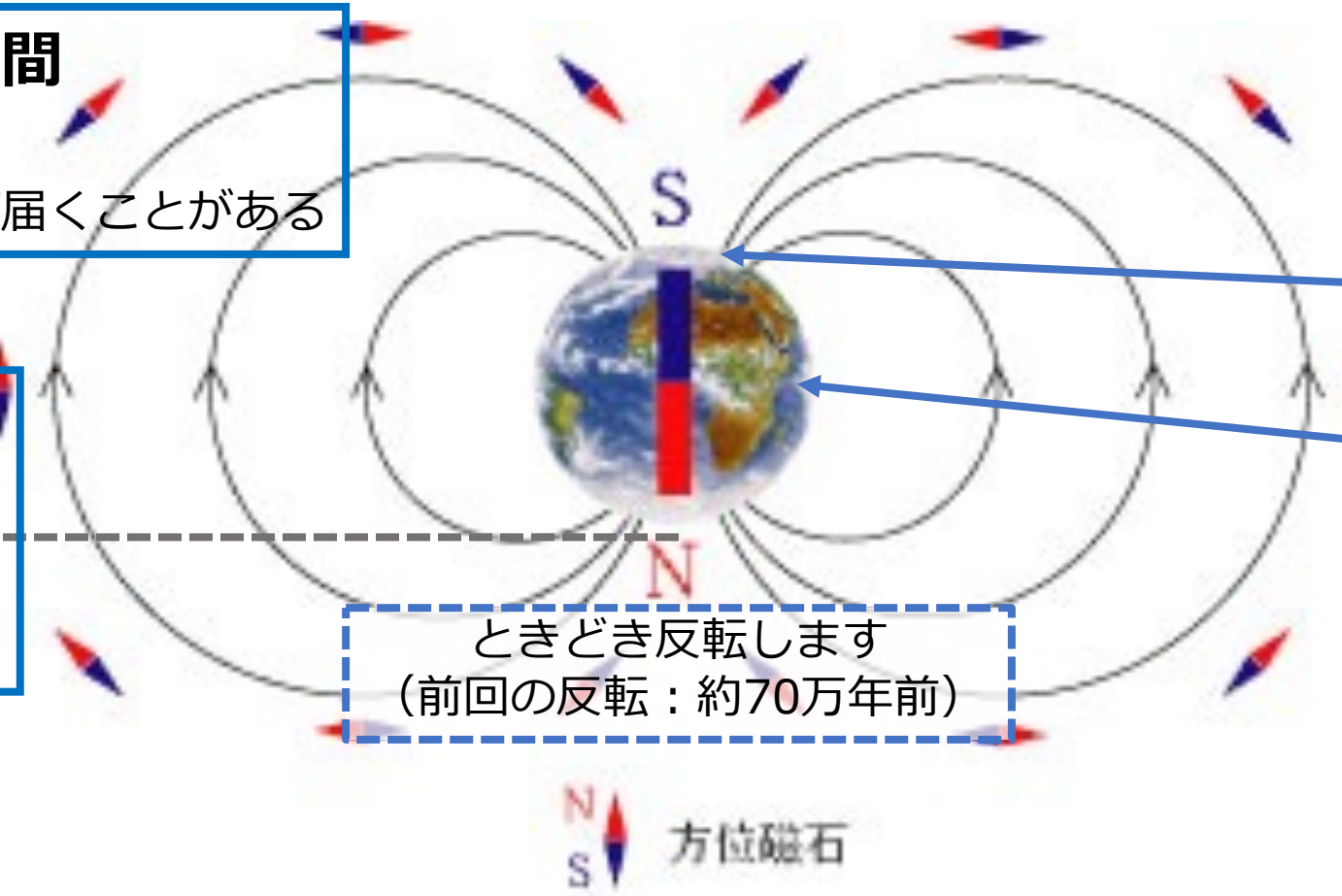
地球は磁場を持っている

遠くの宇宙空間へ広がる

月までその影響が届くことがある

遠くへ行くほど弱くなる

だいたい距離の3乗で弱くなっていく



ときどき反転します
（前回の反転：約70万年前）

磁場の強さ

極域付近~0.5ガウス
（~50マイクロテスラ）

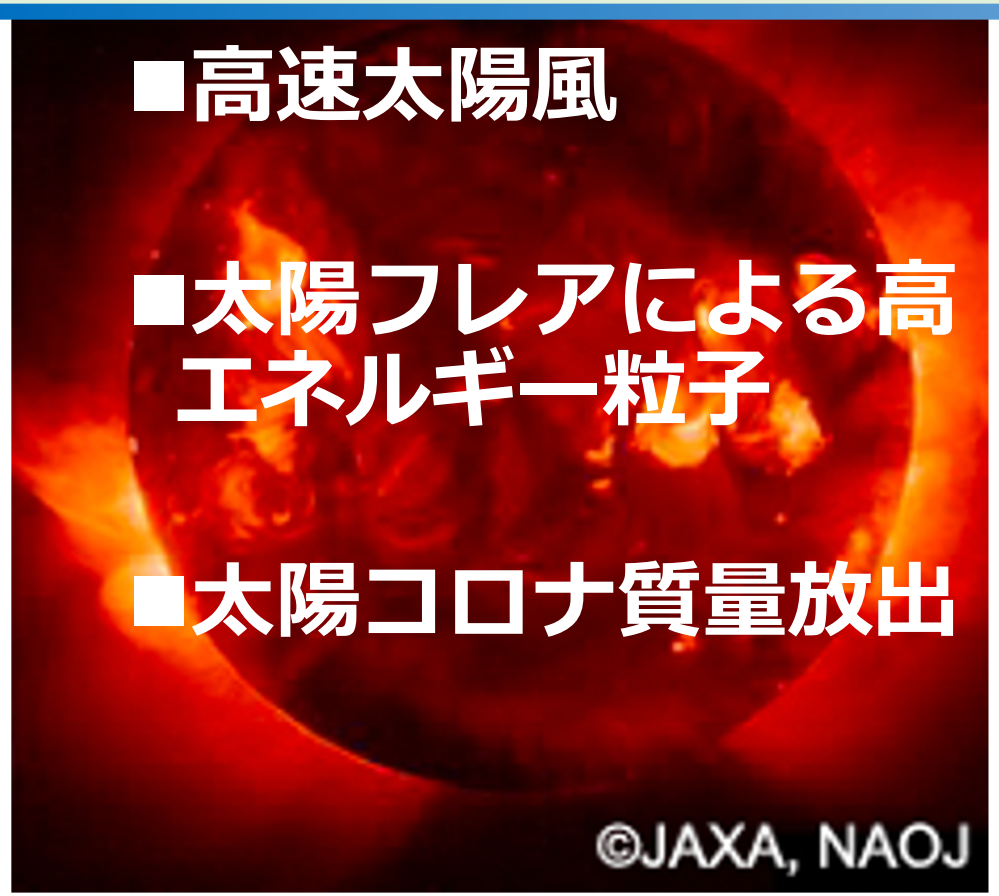
赤道付近~0.3ガウス
（~30マイクロテスラ）

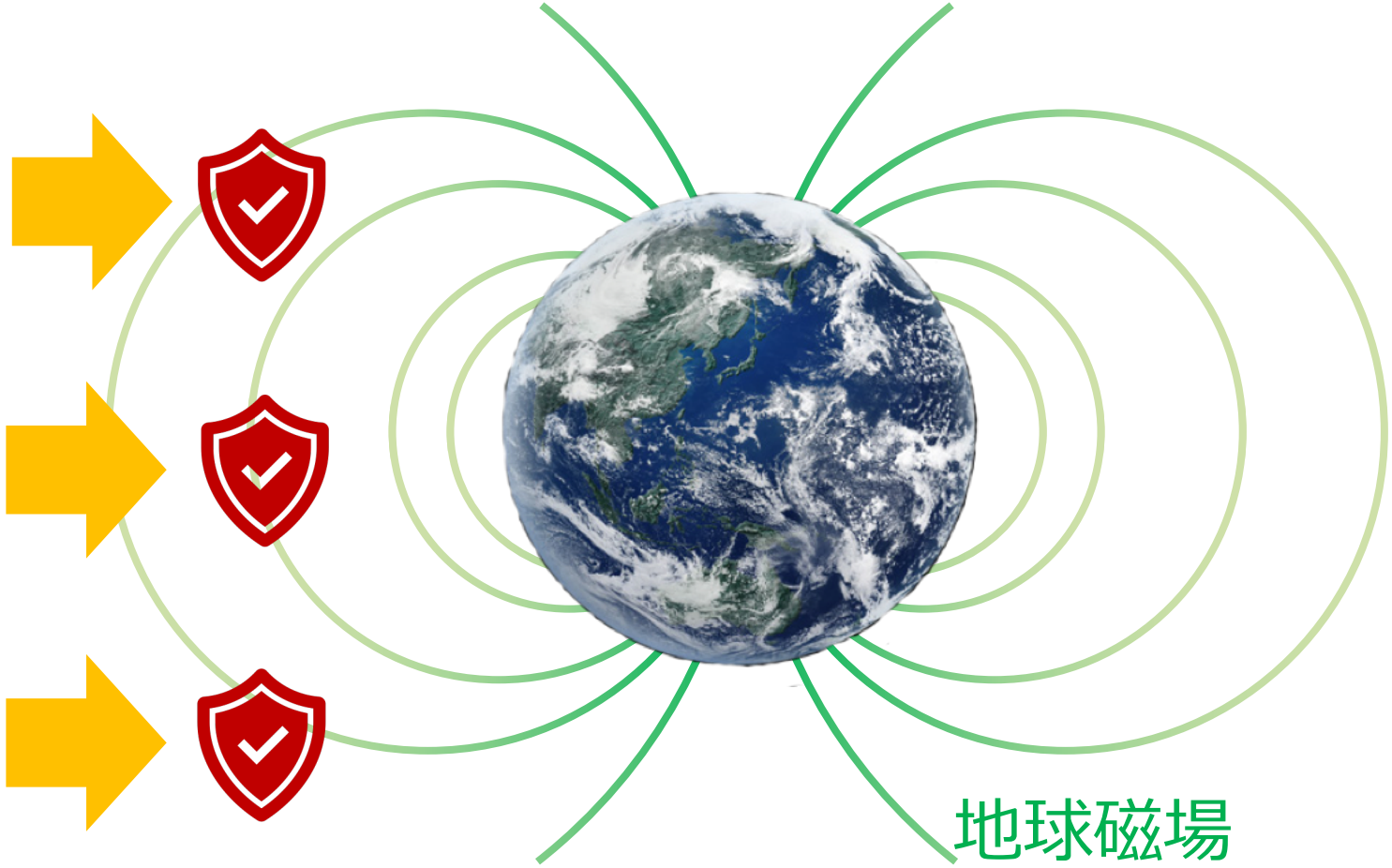
ピップエレキバン：
1000ガウス - 2000ガウスぐらい

宇宙に広がる地球の磁場の勢力圏内：地球磁気圏

磁気圏は地球を護る防護壁

Point：地球への直接的な影響を防いでくれる

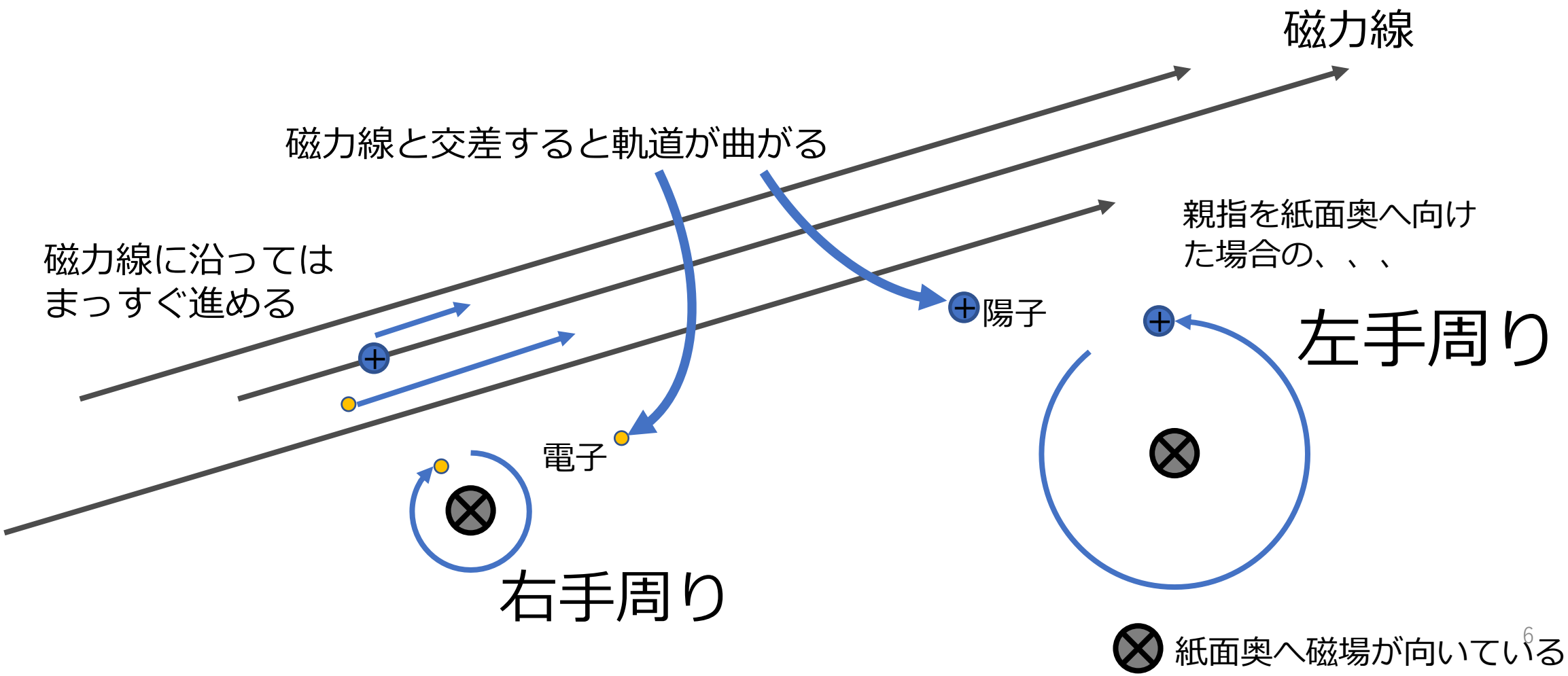




太陽はプラズマを吹き出す

磁力線の中での荷電粒子の動き

Point : プラズマ（荷電粒子の集合体）は磁力線を簡単には横切れない

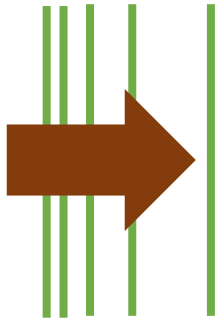


プラズマと磁力線の関係

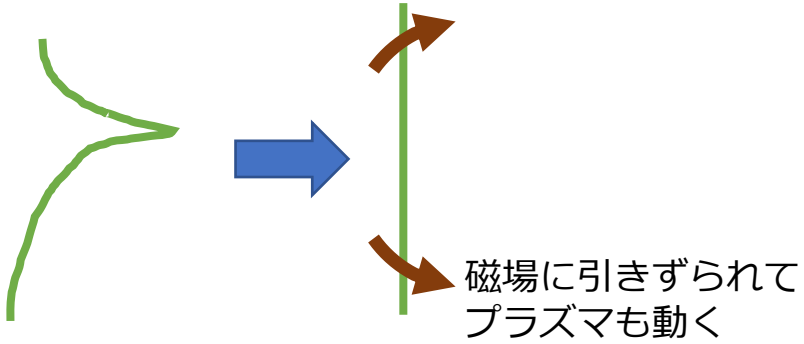
Point：プラズマの中の磁力線の性質はゴムひもに似ている

プラズマと磁力線の３つの特徴

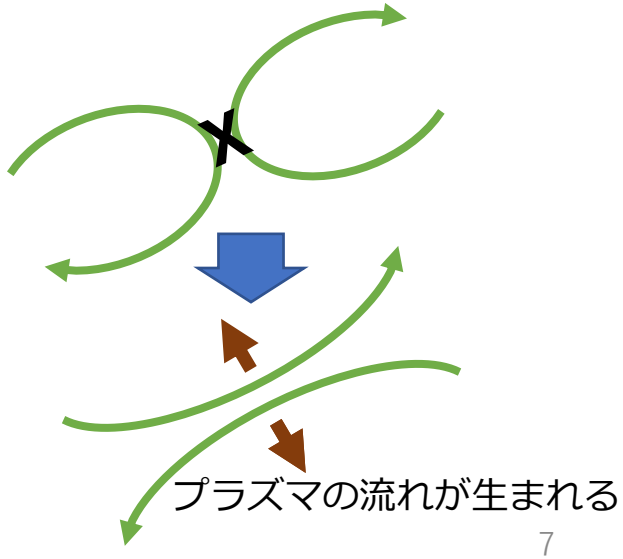
1. 流れと交差する磁力線は引きずられる**（磁場凍結）**



2. 曲がっていたらまっすぐになろうとする**（磁気張力）**



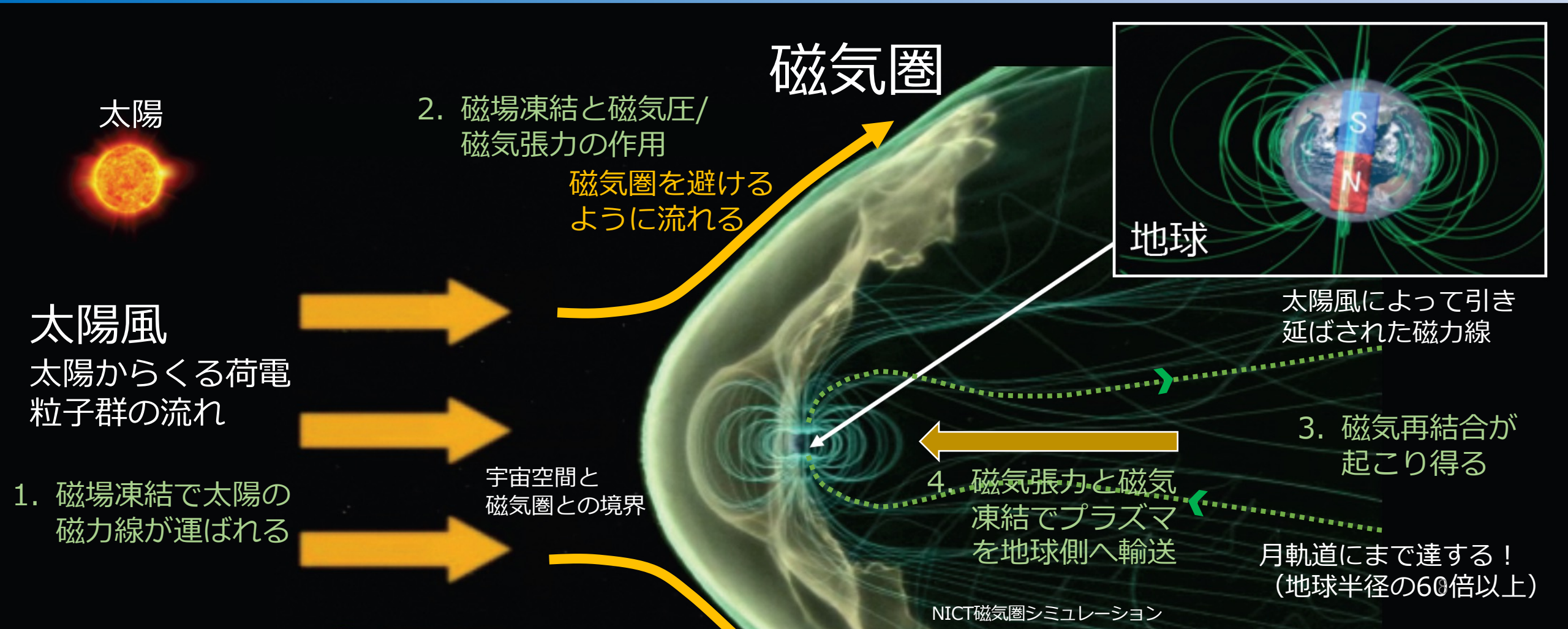
3. 逆方向の磁力線が近づくと繋ぎかわる**（磁気再結合）**



＋α：押されると反発する**（磁気圧）**

地球磁気圏の形

Point：太陽側は押しつぶされ、反対方向に引き延ばされる



地球磁気圏の役割

- 地球磁気圏はさまざまな宇宙環境から地球を護っている
  - 太陽フレアに伴う高エネルギー陽子、電子
  - 高速太陽風によるプラズマの暴風
  - 太陽質量放出（CME）の襲来

直接的な影響は防いでくれる。
でも磁気圏の中は決して静かではない。

原因：磁気圏の後ろ側（太陽風と逆方向）からプラズマを中に取り込む

地球磁気圏の中で起きること

1. 磁気嵐（地球磁場が乱れる）

2. オーロラの発生（電離圏の嵐とも呼ばれる）

3. 高エネルギー電子の発生（人工衛星への影響）

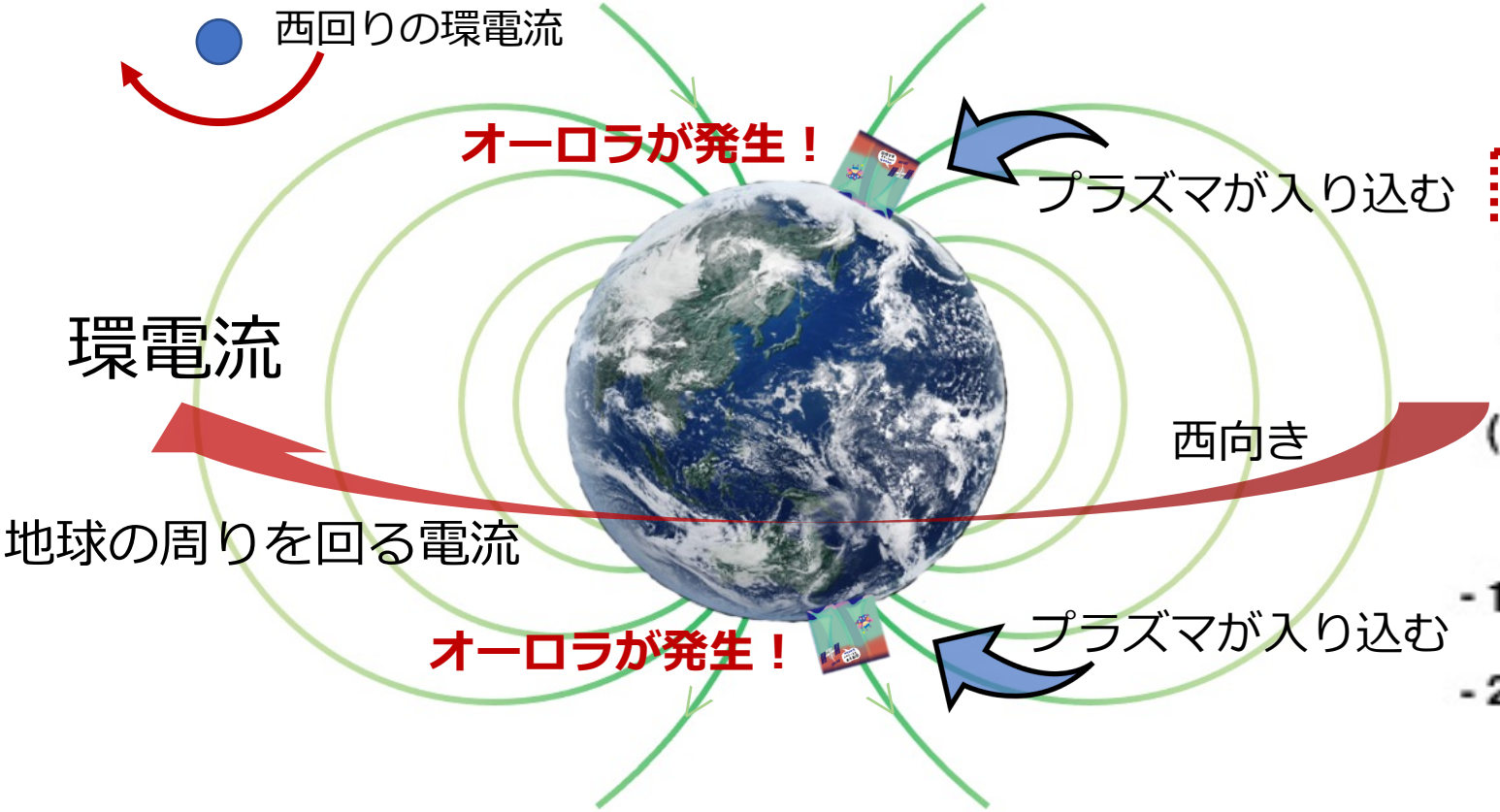
これらが活発に変化している。

磁気嵐（地磁気擾乱）

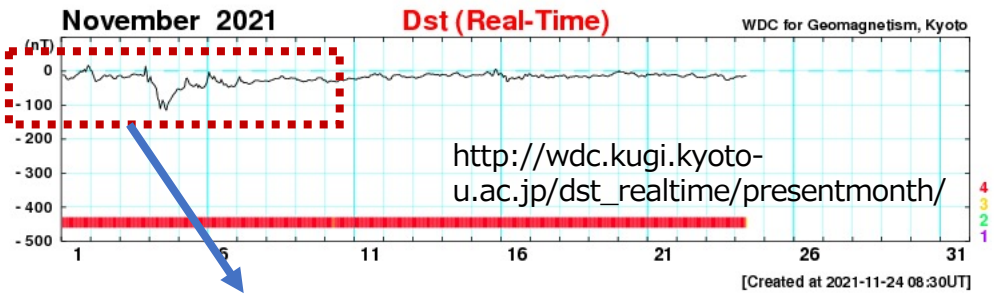
地球地磁場が弱くなる

Point：高速風やCMEの影響で磁気圏の中に電流が流れ磁場が弱まる

北極上空からみたイメージ



赤道付近の磁場強度が減少！

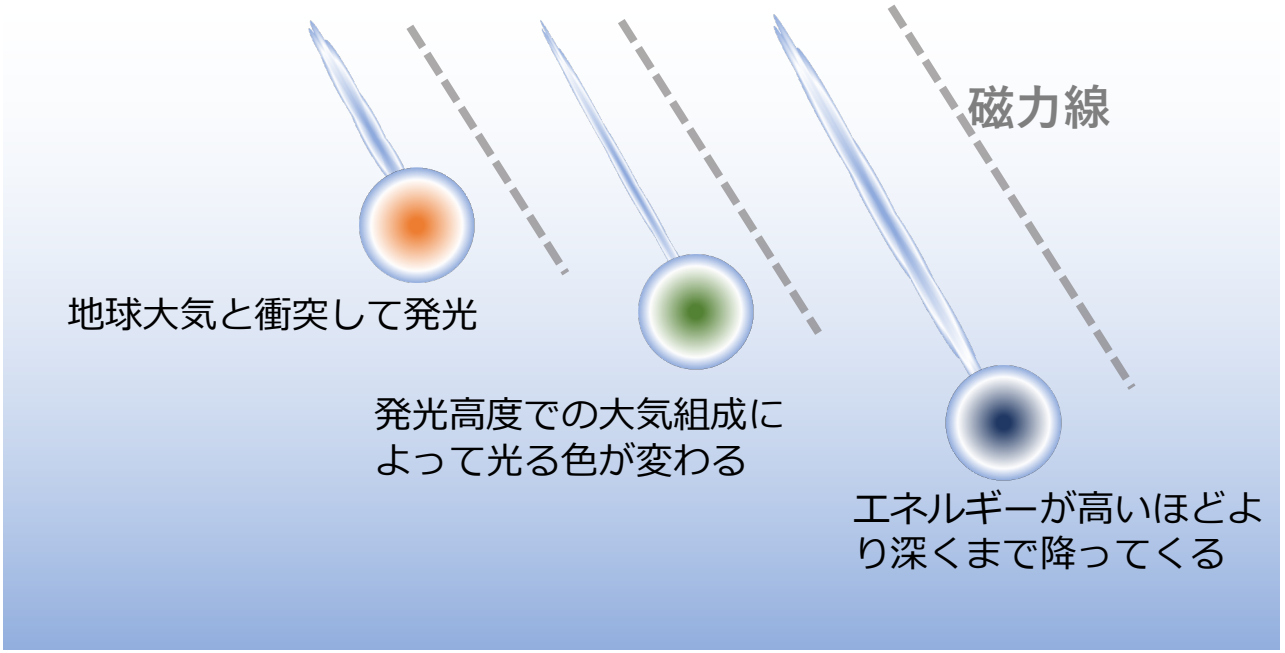


地球赤道付近での複数の磁場観測から計算される

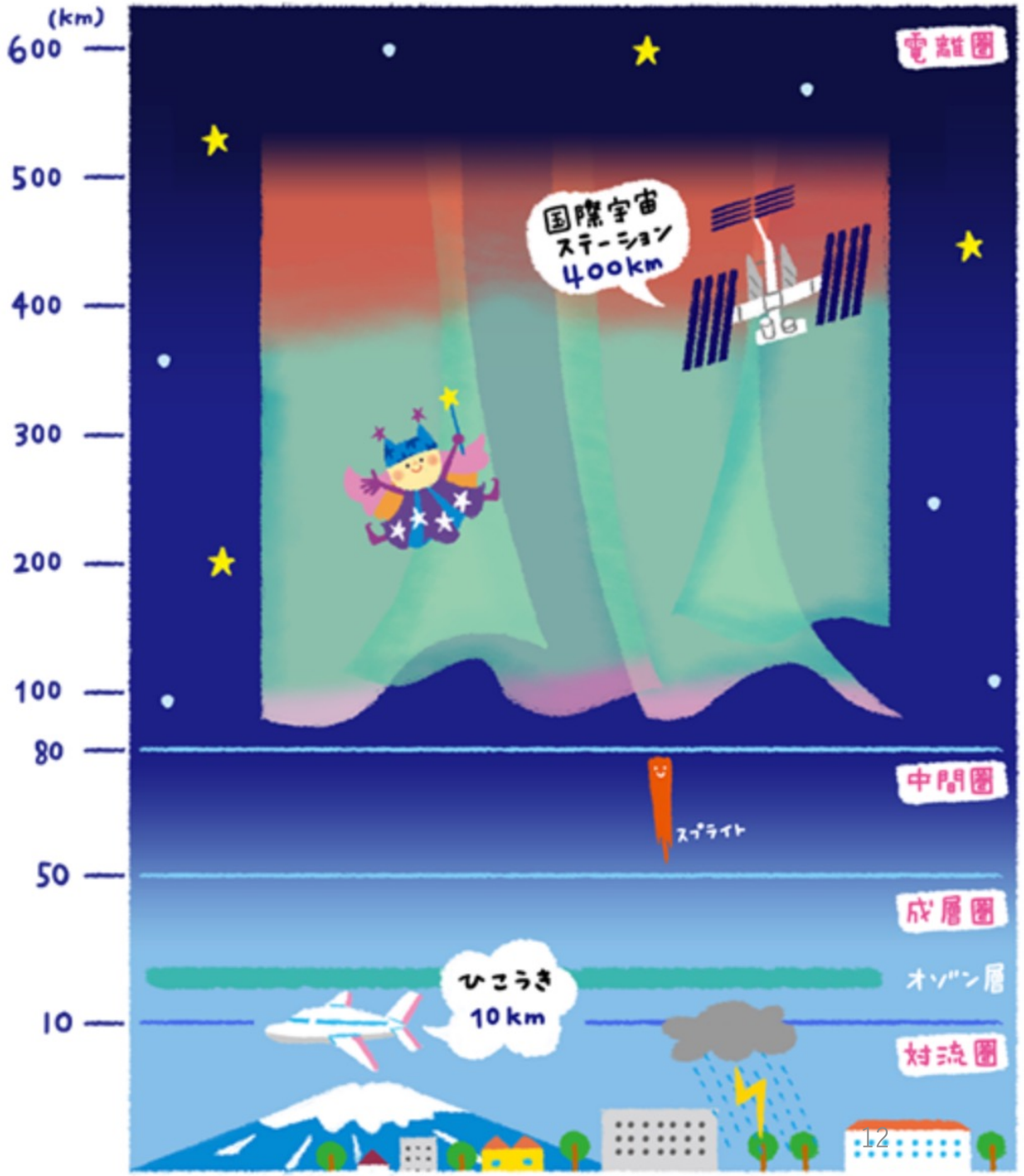
オーロラの発生

Point：磁気嵐の時に宇宙から降ってくる
たくさんのプラズマが大気を光らせる

光る仕組み：
地球大気にプラズマが降ってきて発光



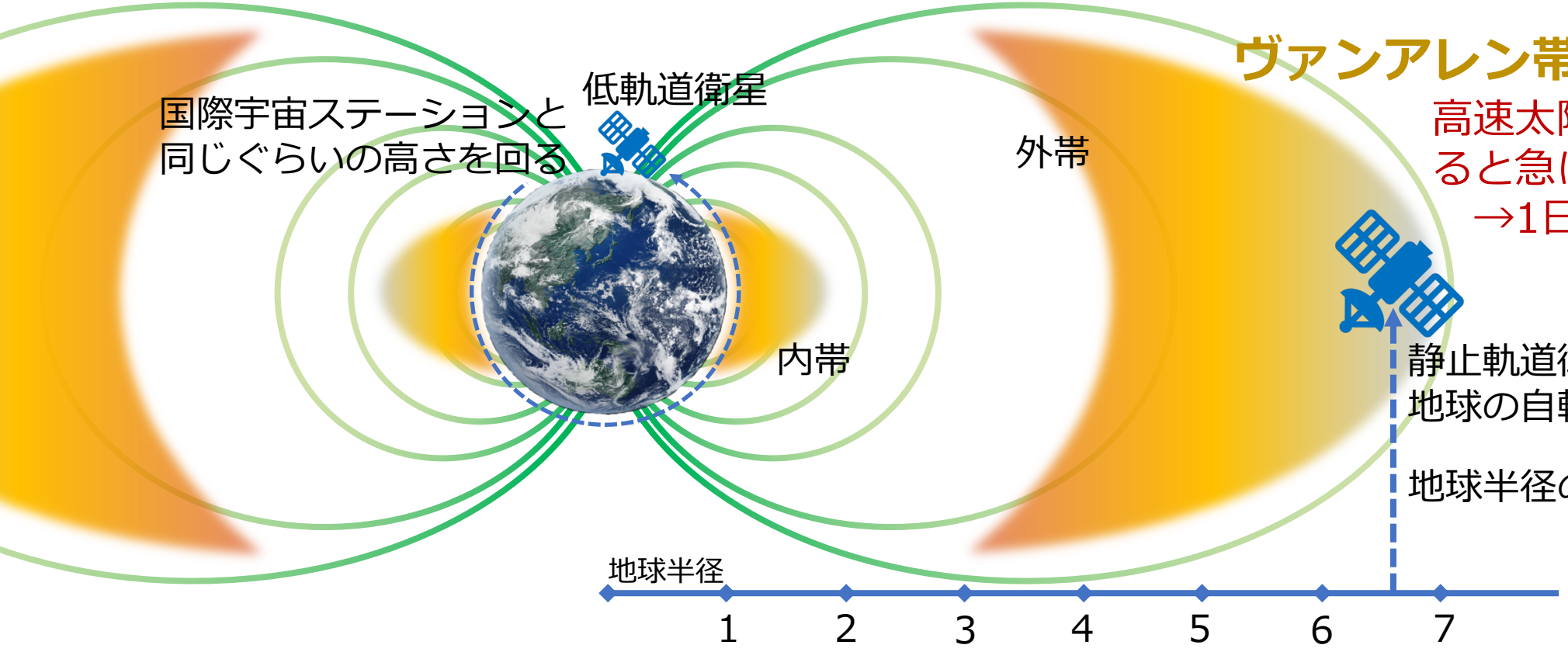
http://aurora3d.jp/aurora_model/



国際宇宙ステーションから見えるオーロラ

高エネルギー電子の閉じ込め
- ヴァンアレン帯 -

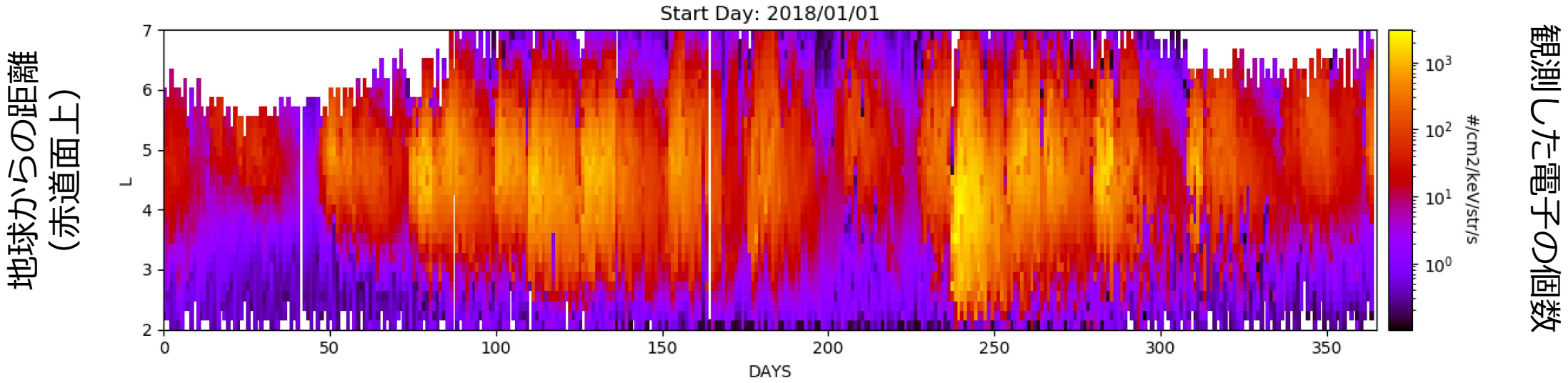
Point：高いエネルギーを持った電子が磁気圏の中に閉じ込められている



ダイナミックに変化する高エネルギー電子

Point：数日以内で高いエネルギーの電子数が100-1000倍以上、広い範囲で増える！

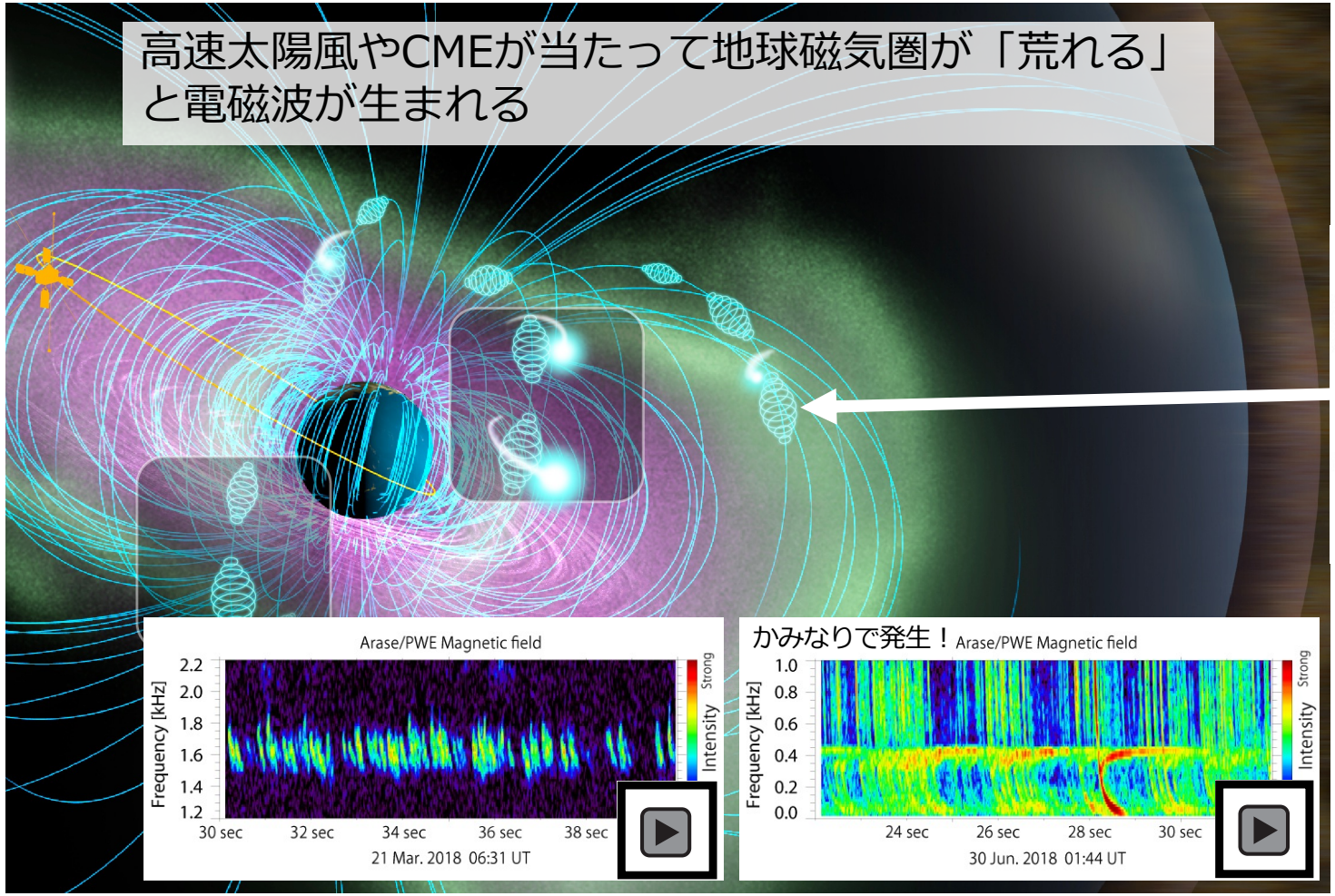
2018年に日本の科学衛星ERG（あらせ）が観測した高エネルギー電子の量



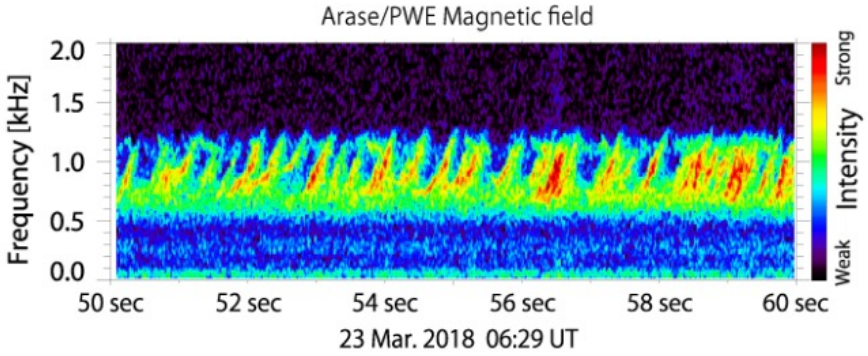
磁気圏内で発生するさまざまな要因から増減が決まる

- 低エネルギーの電子を加速する
- 高エネルギーの電子を減速させる
- 高エネルギーの電子を磁気圏から逃がす

電磁波で高エネルギー電子を作る



人工衛星によって観測された
電磁波：コーラス波



観測された電気信号をそのまま
まスピーカーに流し込むと…

「宇宙のさえずり」とも呼ばれます

https://ergsc.isee.nagoya-u.ac.jp/outreach/sound.shtml.ja

まとめ

今日の内容の注目点

磁気圏は太陽からの直接的な影響を防いでくれるが、

<u>その中はダイナミックに変化する環境</u>

- 磁気嵐（磁気圏の中で発生するさまざまな現象の源）
- オーロラ（極域に流れ込む磁気圏のプラズマによって光る）
- ヴァンアレン帯（高いエネルギーを持った電子がさまざまな要因で増減する）

日々の変化と予報は　https://swc.nict.go.jp/　で確認！