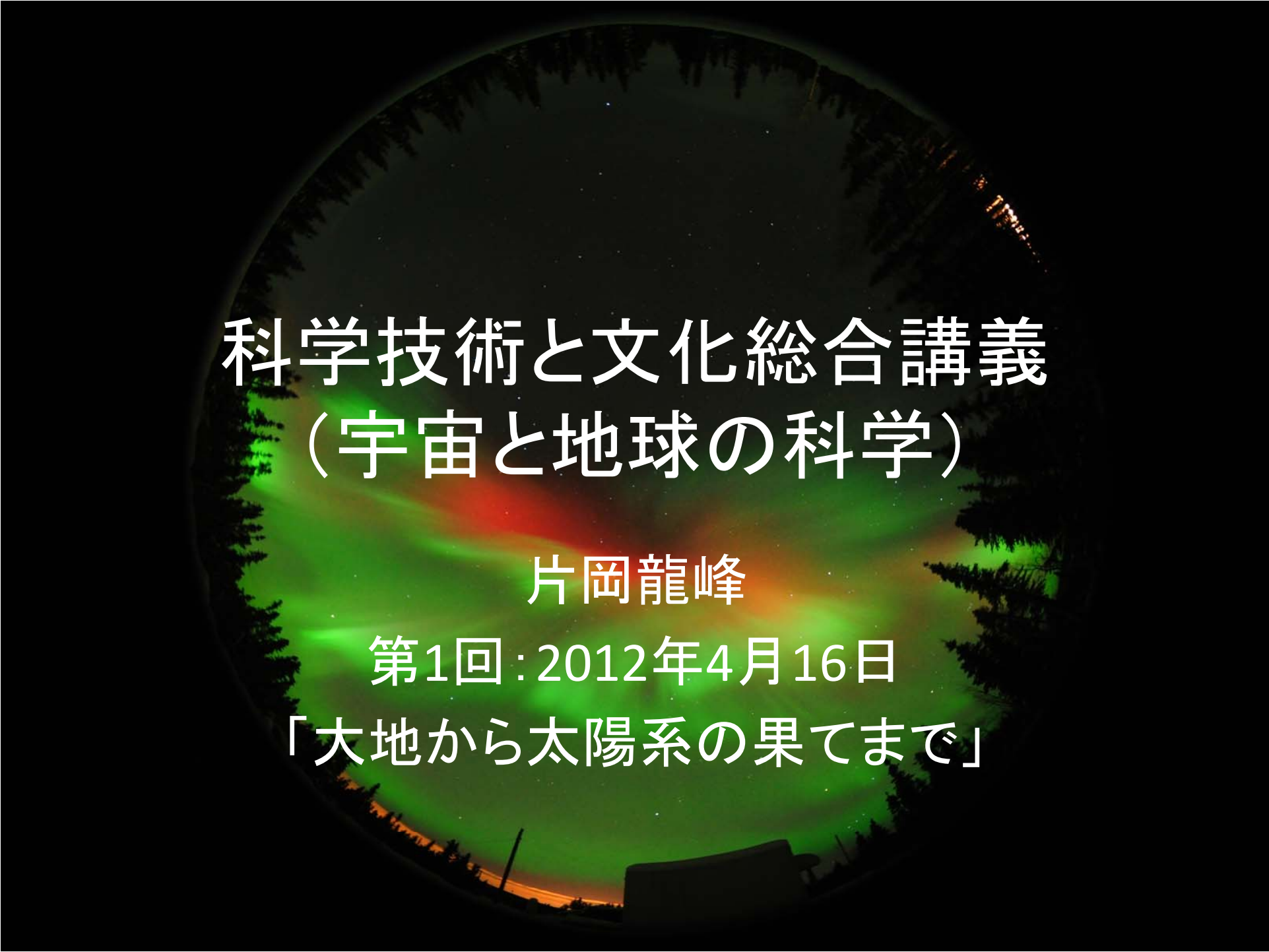




# 科学技術と文化総合講義 (宇宙と地球の科学)

片岡龍峰

第1回: 2012年4月16日

「大地から太陽系の果てまで」

# 目標

- これまで知らなかった宇宙と地球の関係について新たな知識を得ること。
- 各自の興味に応じて、講義で紹介した話題について深く考えられること。
- この時代になぜ？
  - 科学を知らないと身を守れない時代。
  - 宇宙スケールで見て考えて、大らかに生きる。

# 授業内容

- 1. 授業ガイダンス(オーロラ上映あり) 4月16日
- 2. 太陽地球環境1(大地から太陽系の果てまで)
- 3. 太陽地球環境2(生命を守る3つの盾「太陽風・地磁気・大気」) 4月23日
- 4. 太陽地球環境3(生命を脅かす3つの槍「宇宙線、宇宙塵、太陽紫外線」) 4月30日
- 5. 宇宙災害1(磁気嵐と大停電) 5月7日
- 6. 宇宙災害2(放射線帯と人工衛星障害) 5月21日(休講) 5月14日
- 7. 宇宙災害3(銀河宇宙線と太陽放射線被ばく) 5月28日
- 8. 宇宙天気予報1(世界の宇宙天気モニター) 6月4日
- 9. 宇宙天気予報2(宇宙天気の数値予報) 6月18日(休講) 6月11日
- 10. 太陽気候関係1(マウンダー極小期と魔女狩り) 6月25日(休講)
- 11. 太陽気候関係2(宇宙線雲仮説) 7月2日
- 12. 宇宙史と地球史1(暗い若い太陽のパラドックス) 7月9日
- 13. 宇宙史と地球史2(超新星と大絶滅) 7月16日
- 14. 宇宙史と地球史3(暗黒星雲と雪玉地球) +補講?
- 15. まとめ

\* 授業の内容は進み具合や最新の話題に合わせて適宜調整します。

# 成績評価の方法

- 出席(50%)とレポート(50%)で評価します。
  - アンケートの提出をもって出席とします。
    - アンケートの記述内容は成績評価の対象にしません。
  - レポートの提出は期間全体で2、3回とします。
- 予習は不要です。
  - 復習の補助になるよう、授業で用いた資料は、できるだけウェブサイトで公開します。
    - <http://sites.google.com/site/ryuhokataoka/>

# 初回内容

- オーロラ上映
  - オーロラの話、アマテラス
  - <http://aurora3d.jp>
- 今見ておくべき衝撃映像
  - 今後の授業内容のダイジェスト
  - <http://sohowww.nascom.nasa.gov/gallery/movies.html>
  - <http://stereo.gsfc.nasa.gov/gallery/gallery.shtml>
  - <http://image.gsfc.nasa.gov/poetry/educator/wicAurora.mpg>
  - <http://eol.jsc.nasa.gov/Videos/CrewEarthObservationsVideos/>
- 余裕があれば、宇宙旅行
  - 大地から太陽系の果てまで、ミタカ
  - <http://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/>

# ジオスペース = Geo + Space

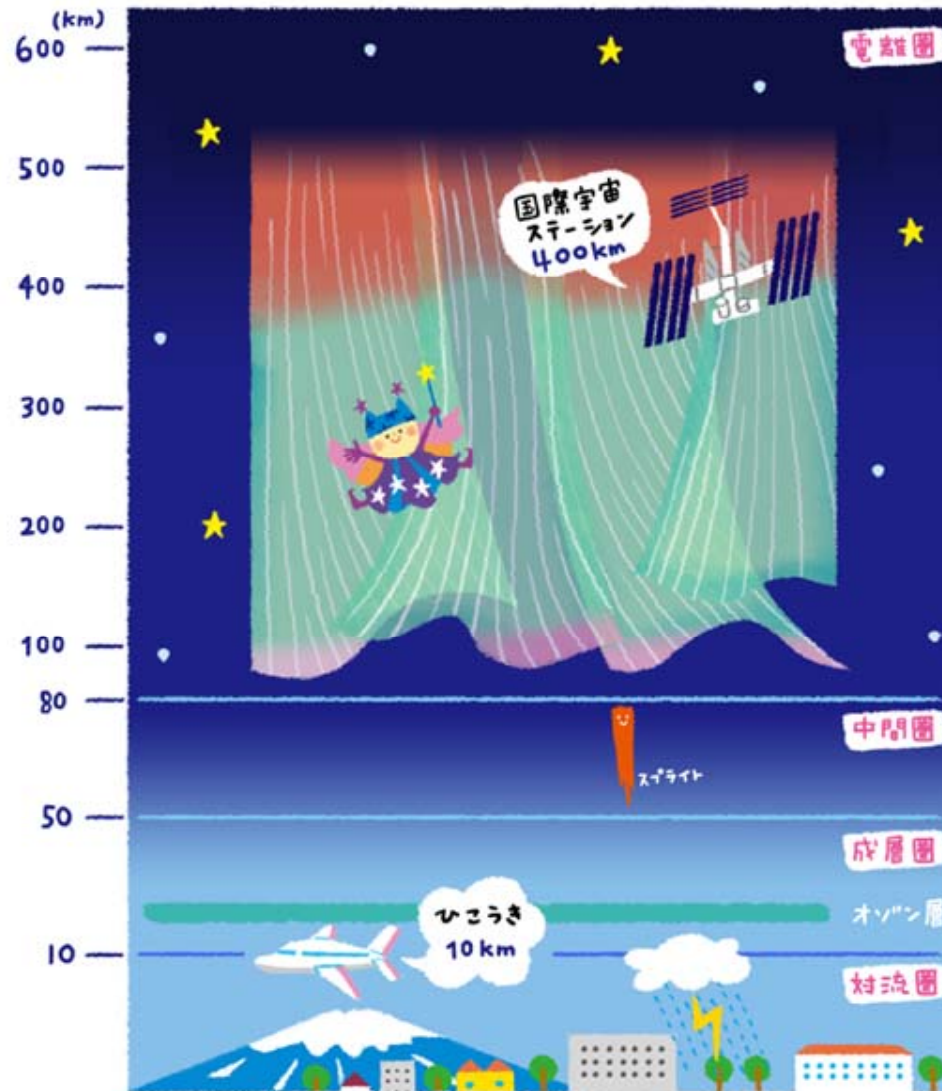


なぜ輪になる？

aurora3d.jp

オーロラを作る3つの要素は？

# オーロラの色



オーロラの電子はどこから来るのか？

オーロラの電子は大気にどれくらいエネルギーを落とすのか？

# オーロラの色の意味

- 酸素原子の禁制線

- 赤 630.0 nm

- 高度 > 200 km,  $E < 400$  eV,  $T = 147$  s

典型的な電子のエネルギー

- 緑 557.7 nm

- 高度 100-150 km,  $E = 2-10$  keV,  $T = 0.7$  s

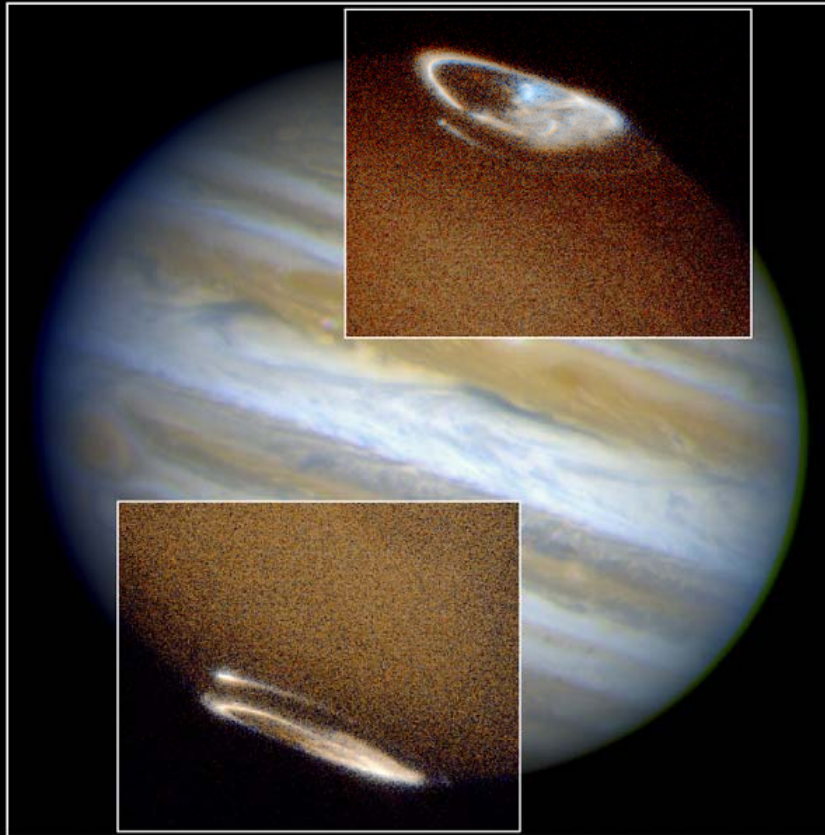
発光に要する典型的な時間

- 窒素分子

- ピンク 670.0 nm

- 高度 80-100 km,  $E > 10$  keV,  $T = 7$   $\mu$ s

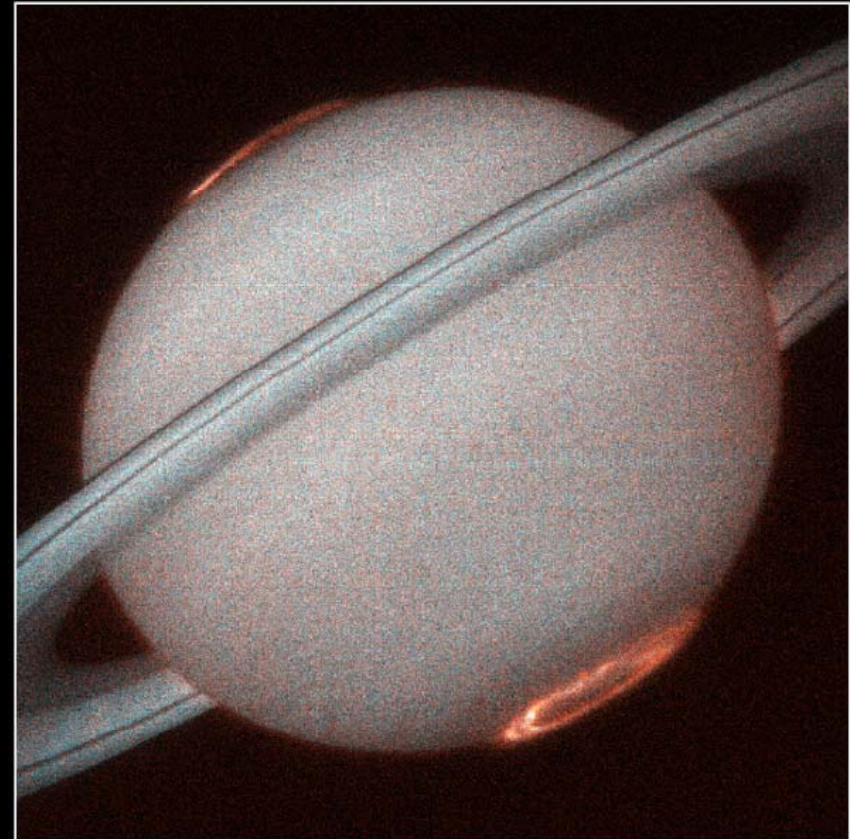
# 水素のオーロラが光る木星と土星



**Jupiter Aurora**

PRC98-04 • ST ScI OPO • January 7, 1998  
J. Clarke (University of Michigan) and NASA

HST • STIS • WFPC2



**Saturn Aurora**

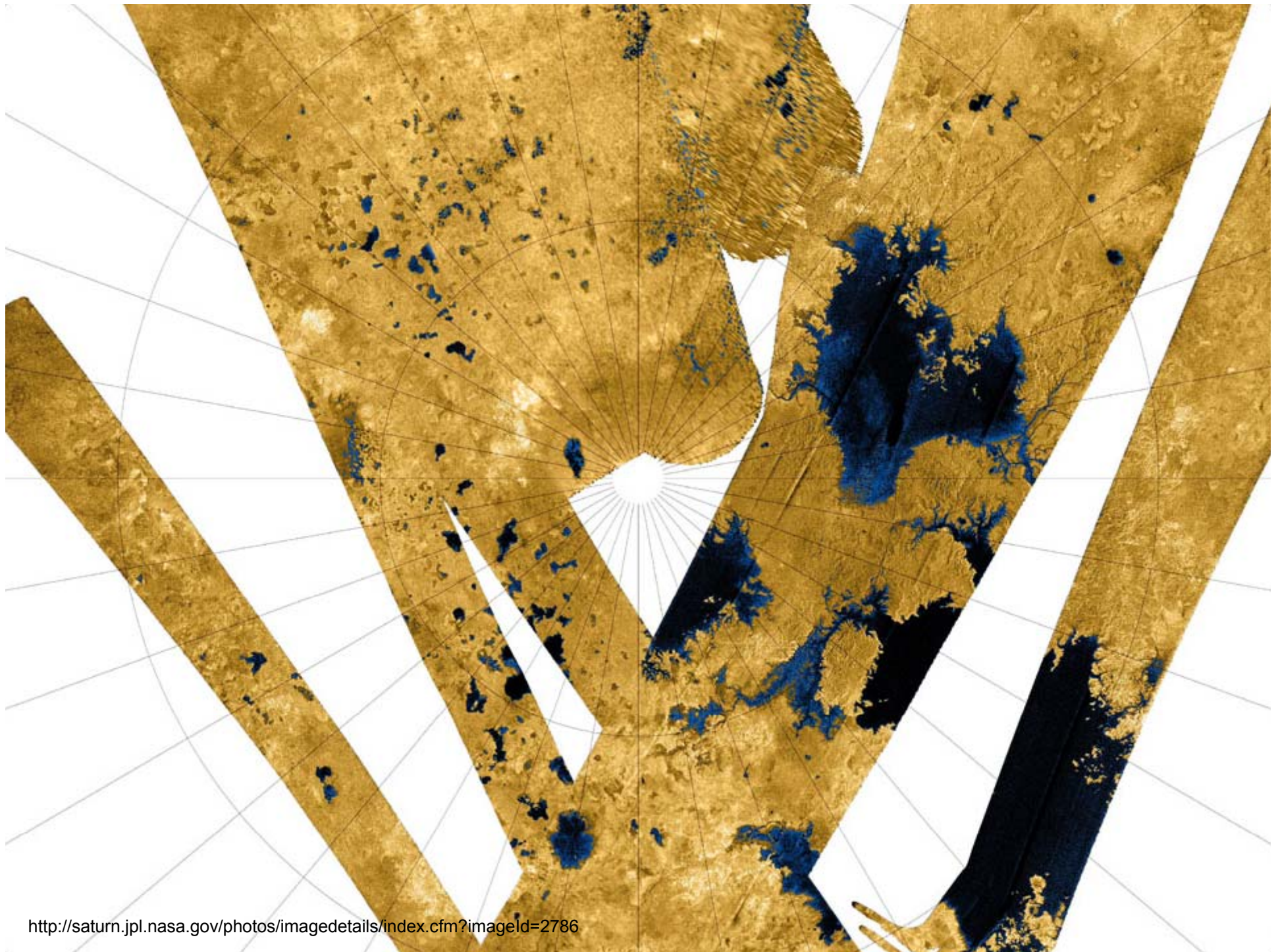
PRC98-05 • ST ScI OPO • January 7, 1998 • J. Trauger (JPL) and NASA

HST • STIS

他にオーロラの光っている星は？

# 『タイタンの妖女』(1959、SF小説)

- カート・ヴォネガット(1922-2007)
- 「タイタンには3つの海があり、どれも地球のミシガン湖ぐらいの大きさである。」
- 「もうひとつ、第四の海の初期段階ともいうべき93の湖沼の群れがある。」

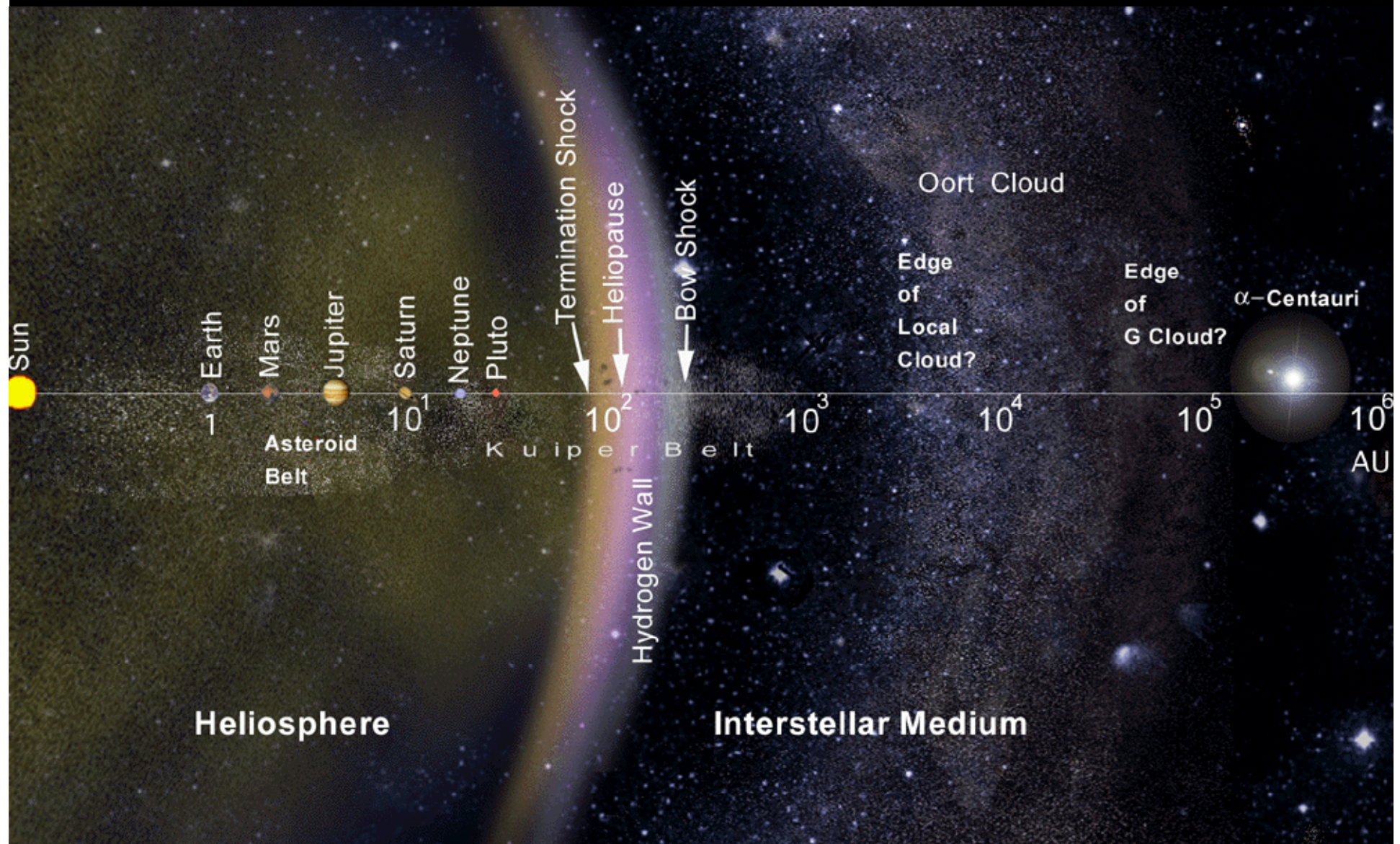


<http://saturn.jpl.nasa.gov/photos/imagedetails/index.cfm?imageId=2786>

# 究極の有人探査計画？

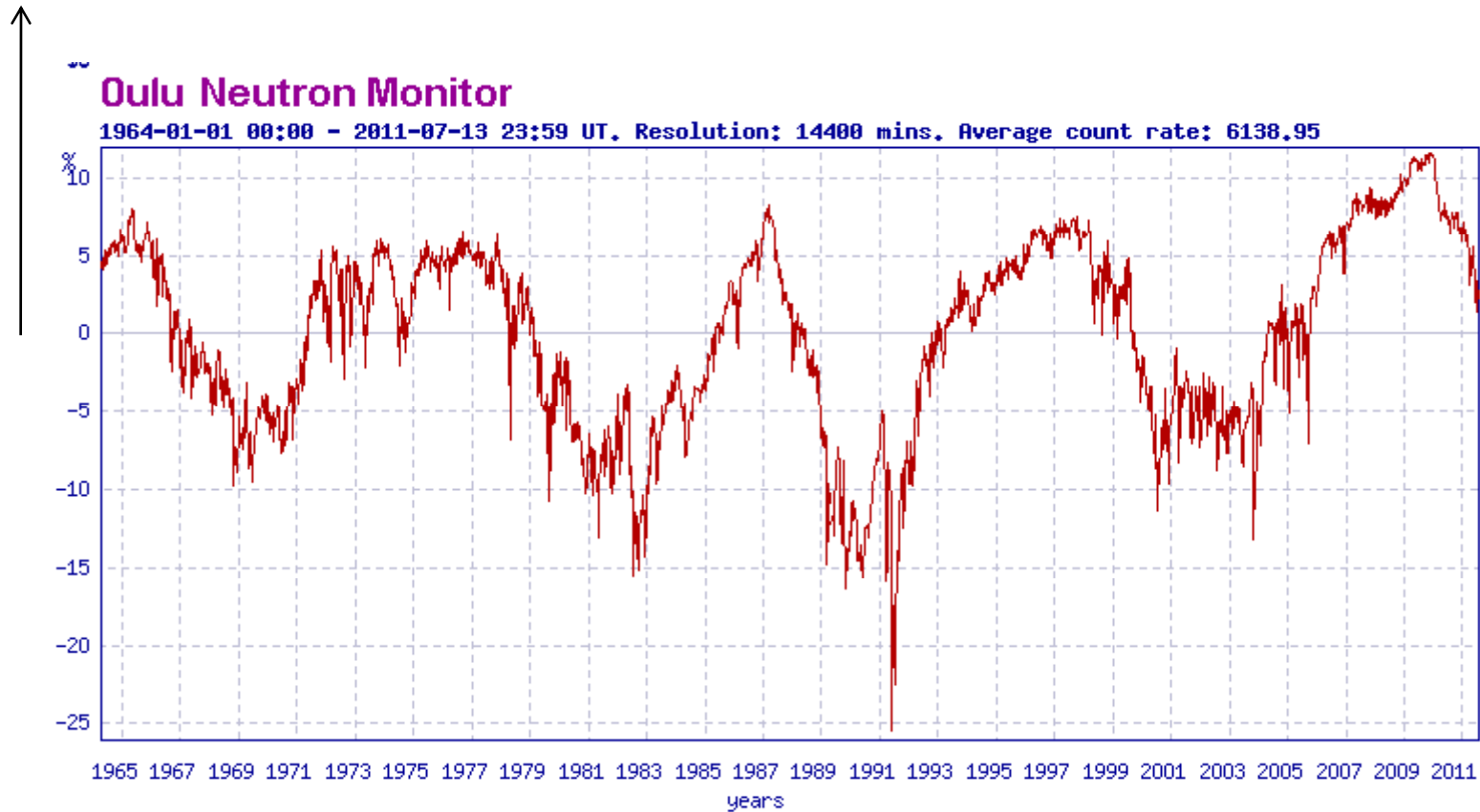
- たとえば
  - 「タイタンの湖に降り立ち生物を探査せよ！」
  - これから旅をする宇宙環境に関して私たちは何を知っていますか？
- 宇宙は放射線に溢れている。
  - オーロラの3要素は宇宙線の3つのバリア
    - 太陽風、地磁気、大気

## 第1シールド: 太陽風、太陽圏



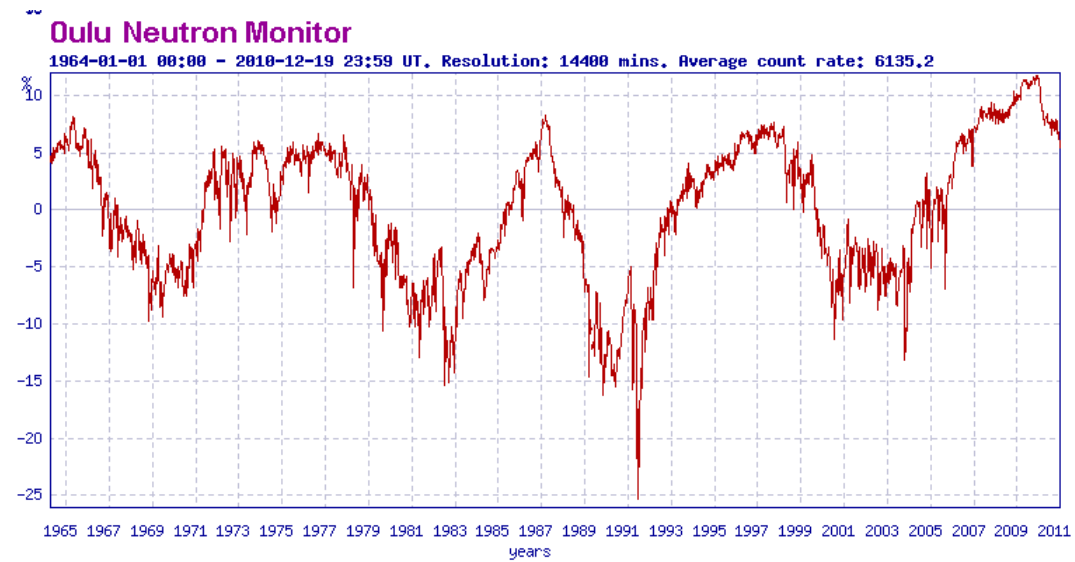
放射線はどこから来る？

宇宙からの放射線が地球に降り注ぐ量

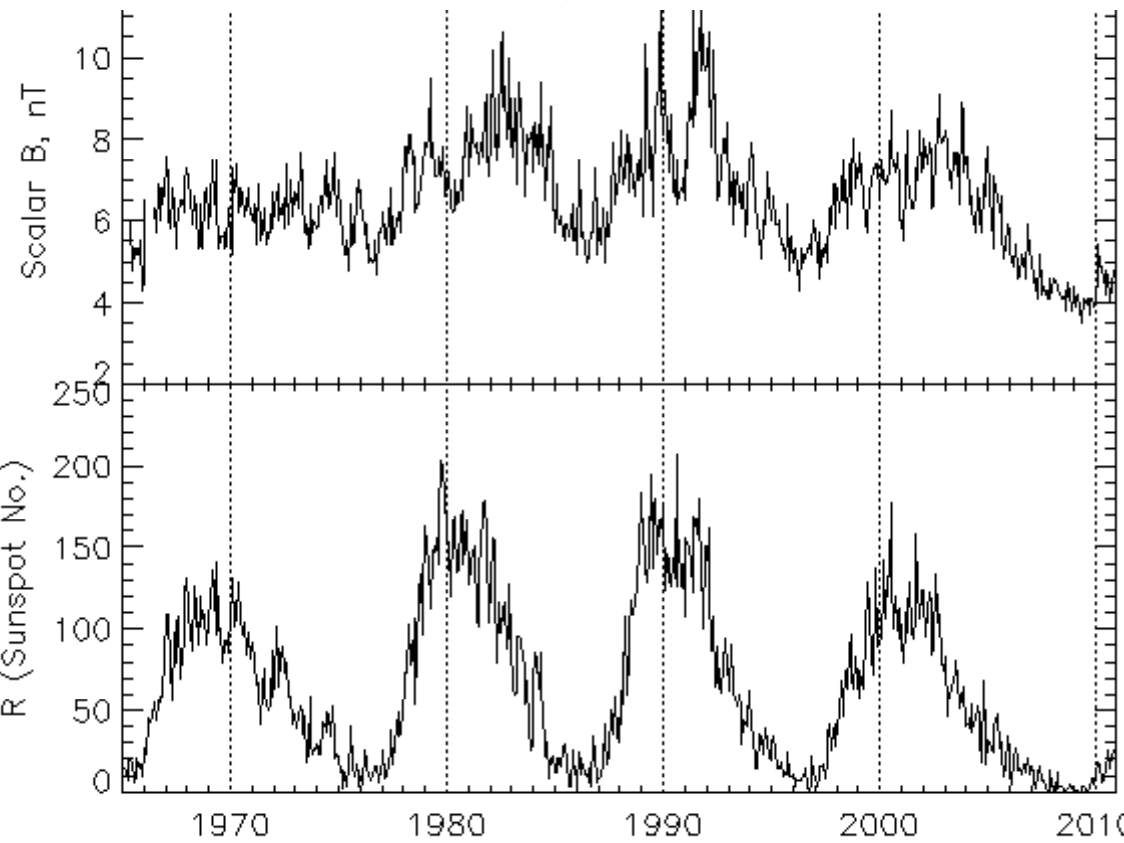


なぜ増えたり減ったりしている？

宇宙放射線

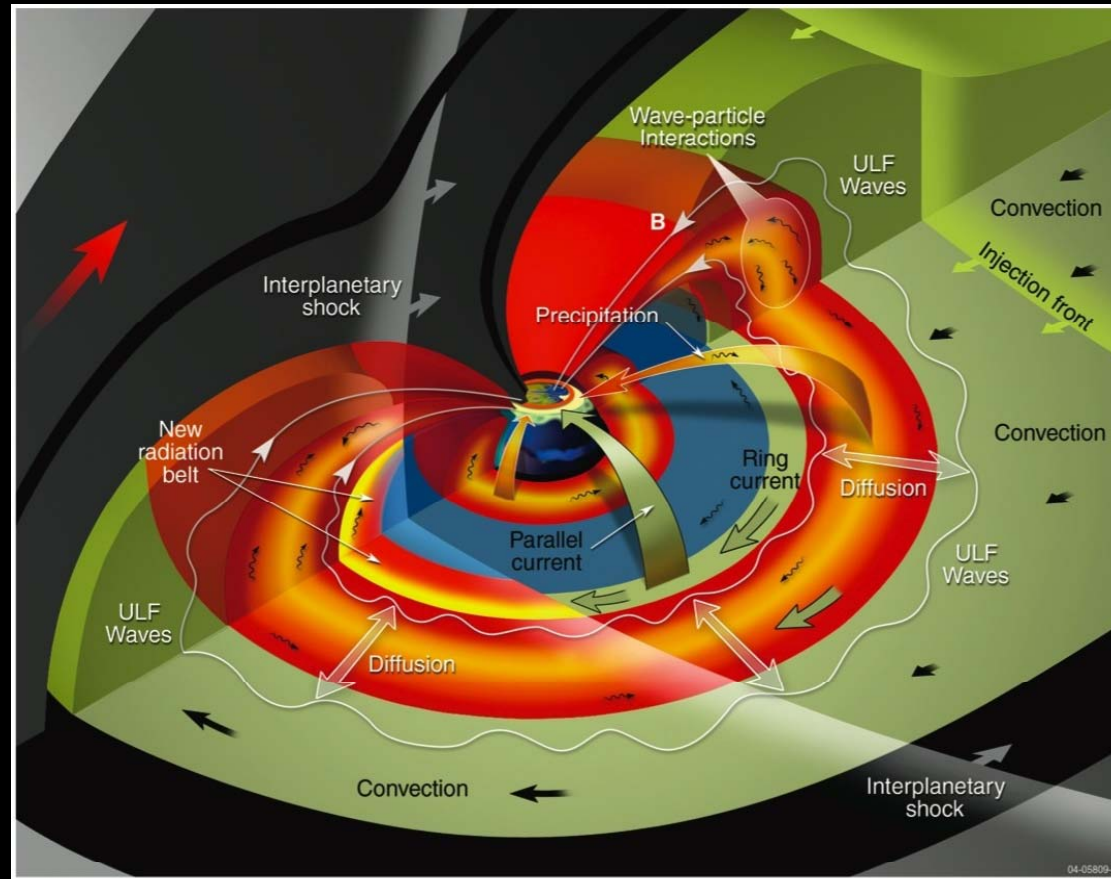


太陽風磁場



太陽黒点

# 磁気圏、放射線帯

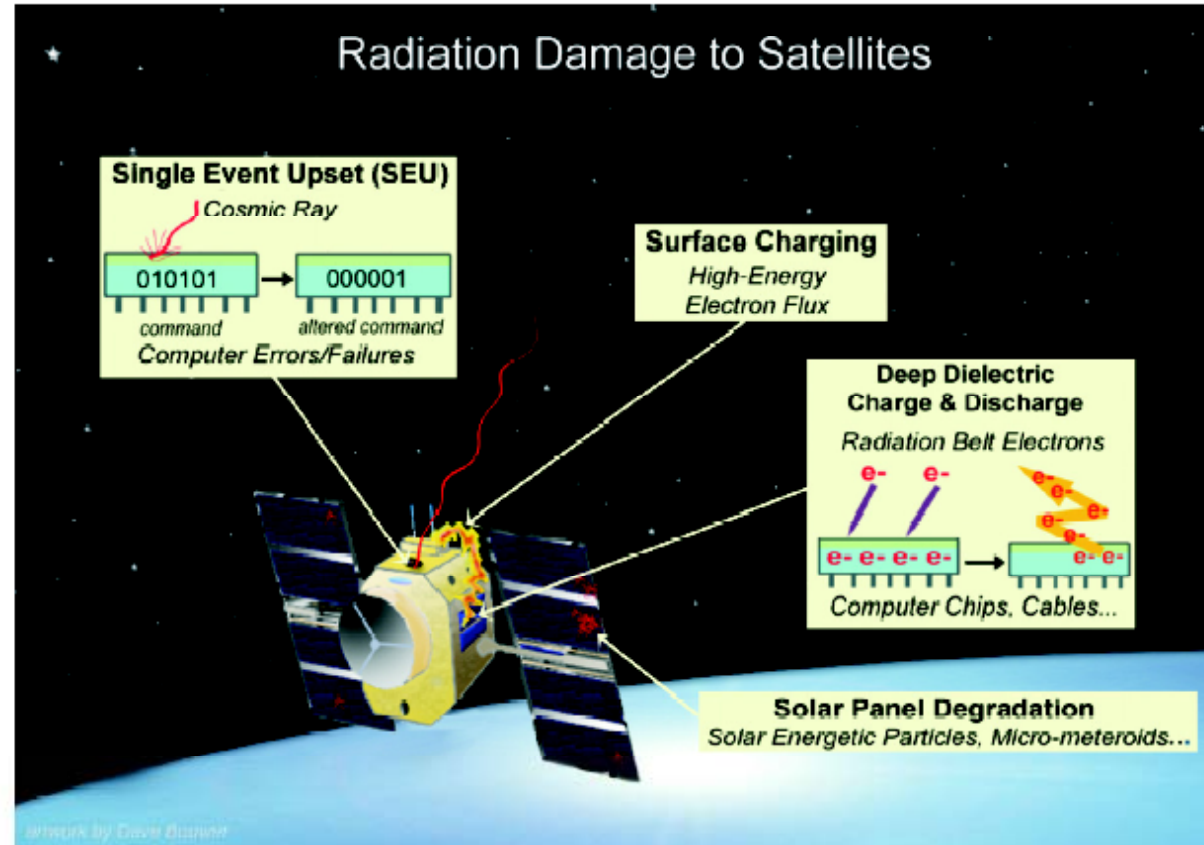


# 人工衛星による宇宙利用

天気予報  
(気象衛星)

カーナビ  
(GPS衛星)

衛星放送  
(BS衛星)

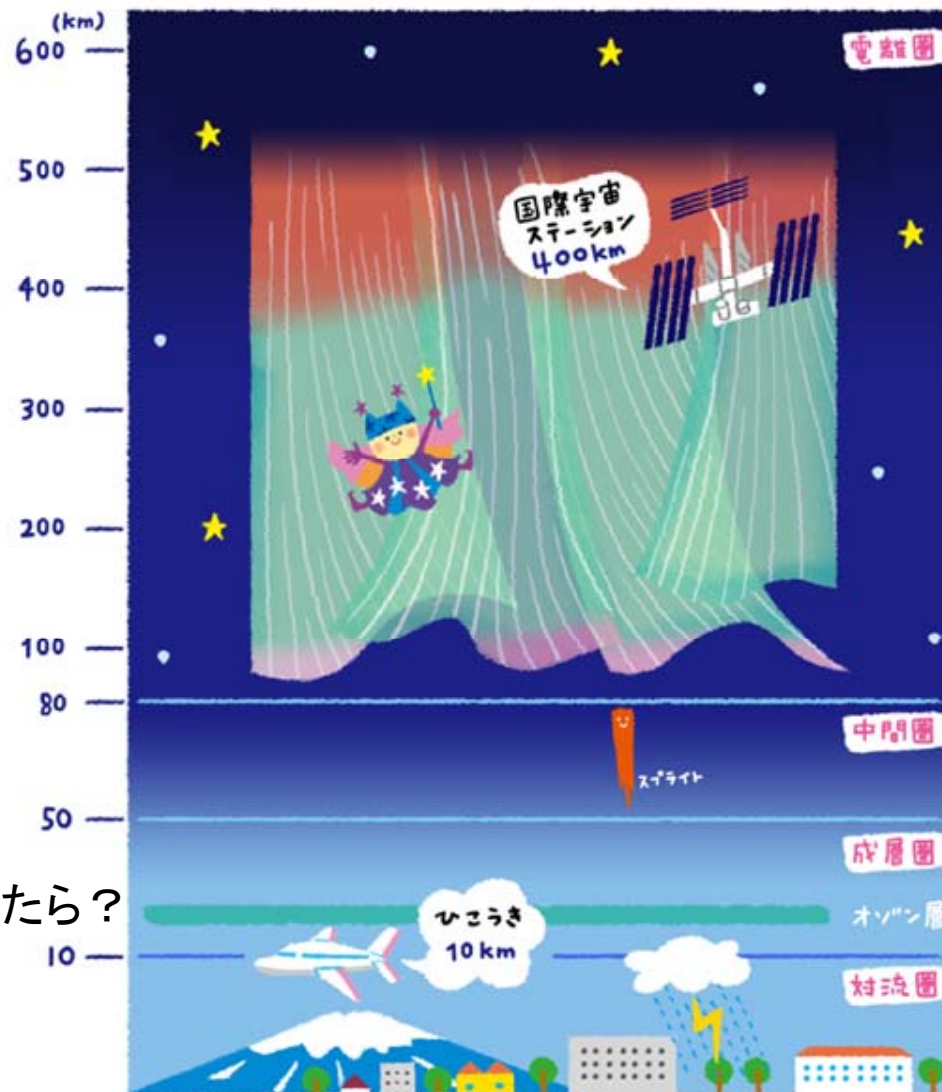


# 宇宙天気の不解決問題

- 太陽フレアとオーロラ爆発
  - プラズマ爆発トリガーの仕組み？
- 太陽放射線と地球放射線帯
  - 粒子加速の仕組み？
- 太陽周期と地磁気反転
  - ダイナモの仕組み？

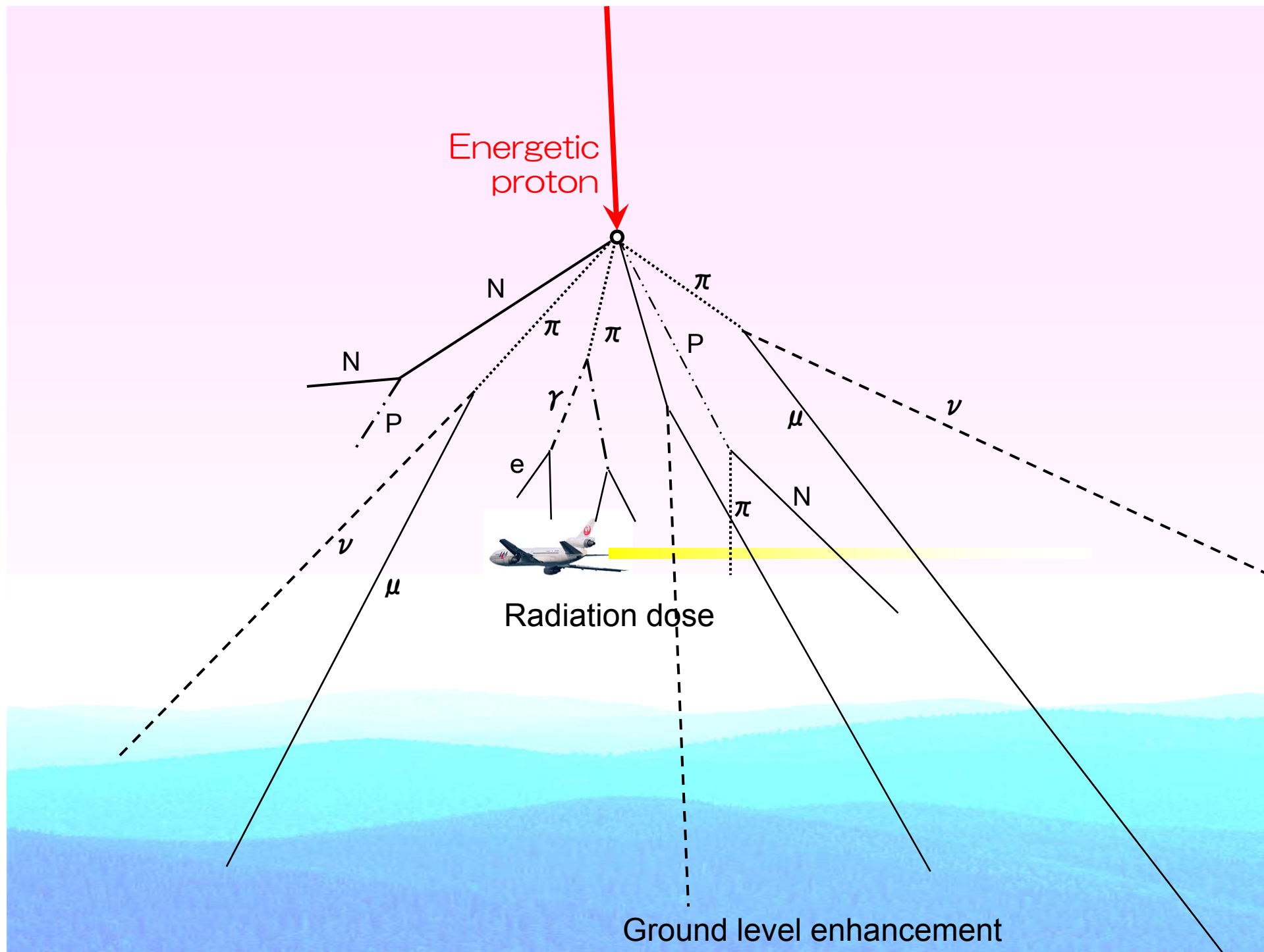
第3シールド: 大気

# 対流圏、成層圏、中間圏、熱圏



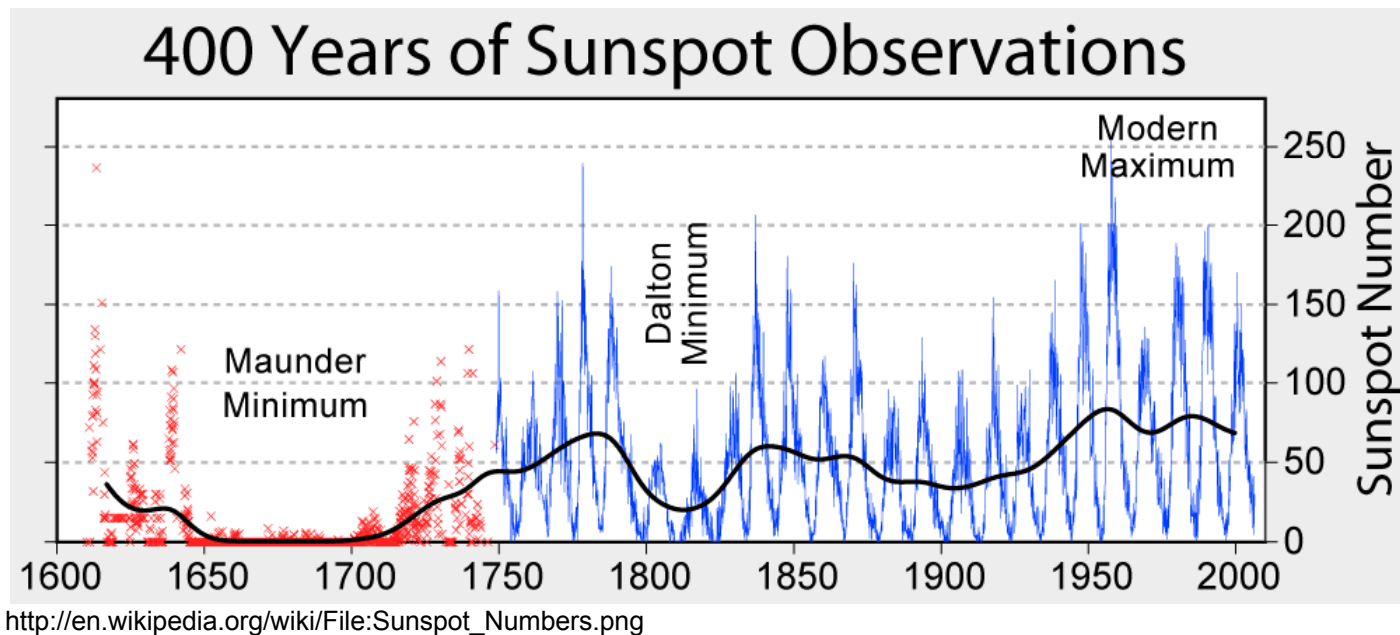
オゾン層がなくなったら？

この区切りはどうやって決まっている？



# 太陽と地球の長期変化

- 太陽黒点の11年周期が変化している。
  - 2008-2009年には黒点がほとんど出なかった。
- マウンダー極小期には寒かった。
  - またマウンダー極小期のようになるのか？

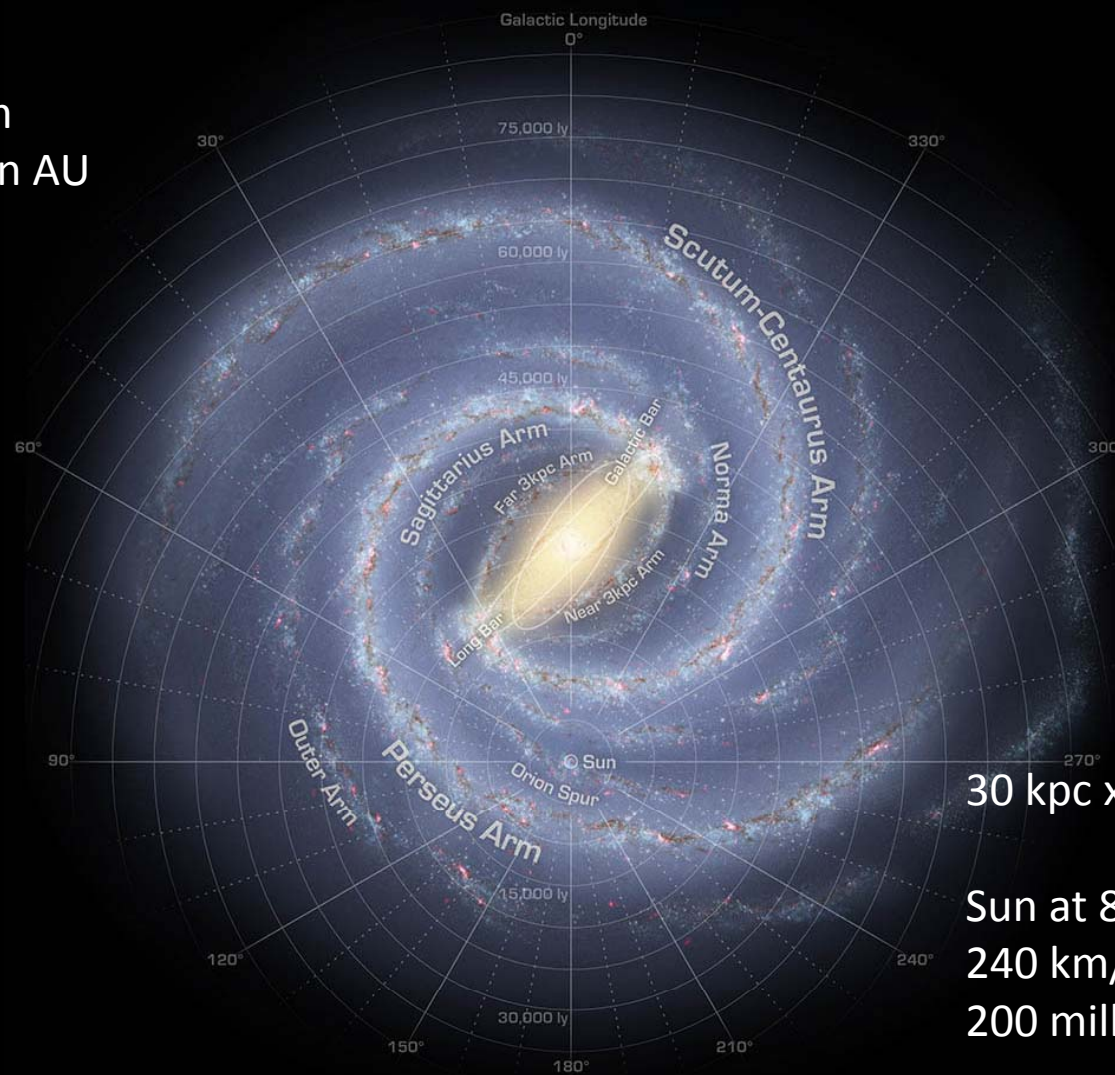


## 地球史と宇宙史の関係

1 pc = 3d16 m

1 AU = 1.5d11 m

1 pc = 0.2 million AU



30 kpc x 30 kpc x 200 pc

Sun at 8.5 kpc

240 km/s relative motion

200 million year rotation

**Annotated Roadmap to the Milky Way**

[artist's concept]

# 暗黒星雲と超新星残骸

大量の塵！



## 暗黒星雲

1-100 pc

10-100 K

100-1000 /cc

20 km/s

1% of mass is dust

Time scale is million years

(a number of geomagnetic excursions occur)

銀河宇宙線の源！



## 超新星残骸

10-100 pc

10-100 MK

0.01-1 /cc

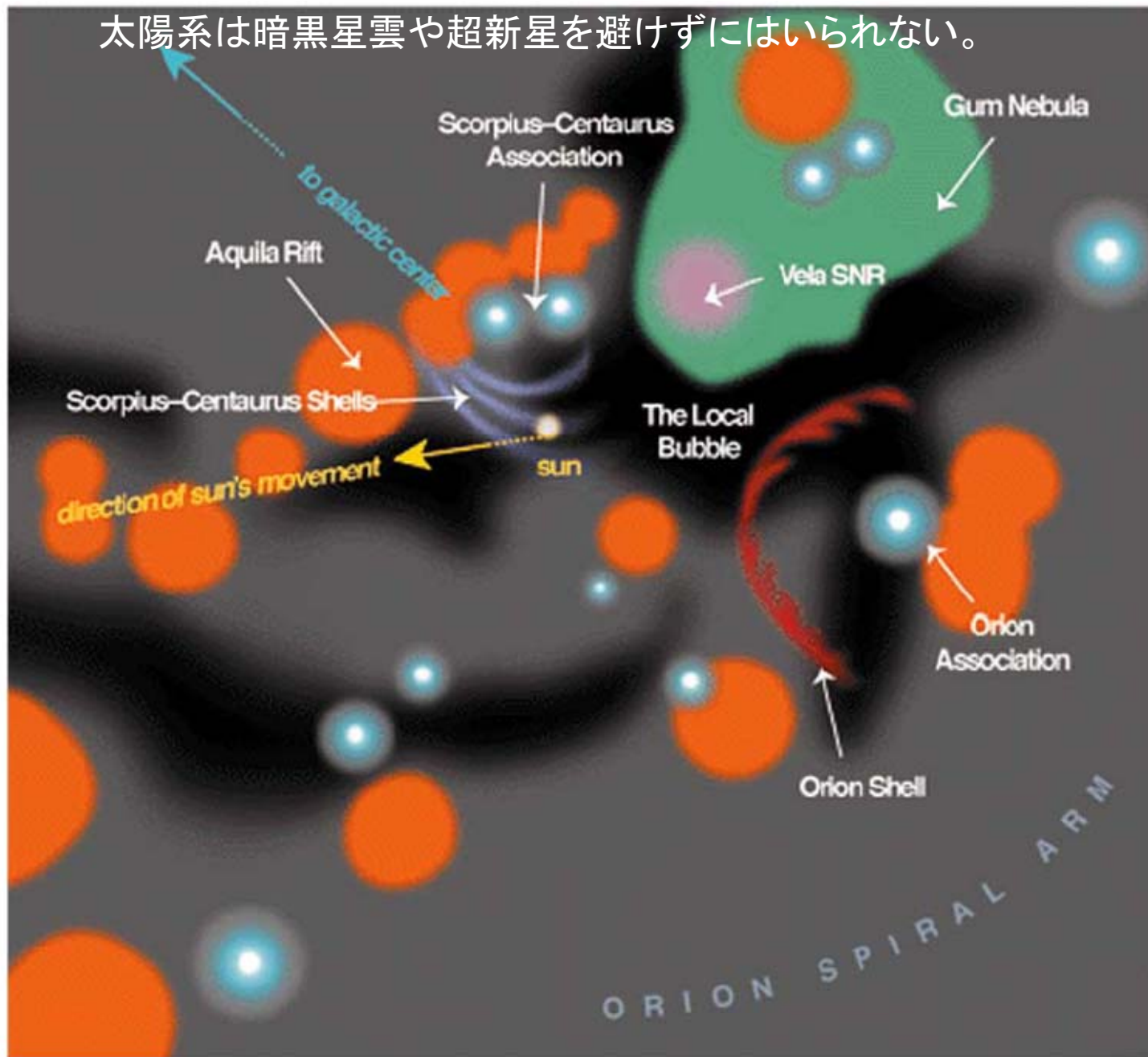
1000 km/s

10 % of pressure is cosmic rays

Time scale is thousand years

10億年に1回か2回は直撃する(1000/cc DC or 10 pc SNR)

太陽系は暗黒星雲や超新星を避けずにはいられない。



■ molecular clouds

■ diffuse gas

400-500 pc view ([Frisch 2000](#))

# まとめ

- 宇宙と地球がどのようにつながっているか、考えたことはあるでしょうか。
- 宇宙と大気の境界では、オーロラが光っています。オーロラを作るには、太陽風、地磁気、大気という3つの要素が必要です。それぞれ、宇宙の放射線から生命を守る第1、第2、第3のバリアになっています。このようにして、オーロラを知ることは、宇宙と地球の関係を知ることに繋がっています。
- 本講義では、オーロラに代表される、宇宙と地球の科学について、最先端の映像を紹介しつつ、いま問題になっている課題について解説します。今後の国際的な宇宙探査や宇宙利用について考えるための基礎的な知見が養われることを期待します。

# 前半(4月、5月)の参考書

- 宇宙天気の入門的な本。
  - 『太陽と地球のふしぎな関係』(税込1,029円)
    - 上出 洋介 ブルーバックス
    - ISBN: 9784062577137
- 宇宙天気の専門的な本。
  - 『総説 宇宙天気』(税込6,300円)
    - 柴田一成・上出洋介 京都大学学術出版会
    - ISBN: 9784876985548

# アンケート

- 学籍番号、学科、学年、氏名は忘れずに。
- ご意見はご自由に。
  - 自己紹介？
  - なぜ「宇宙と地球の科学」を履修したいと思いましたが？
  - 宇宙と地球の科学に関して、どんなことに興味がありますか？