

# お寺で宇宙学

磯部洋明

京都大学宇宙総合学研究ユニット・特定講師

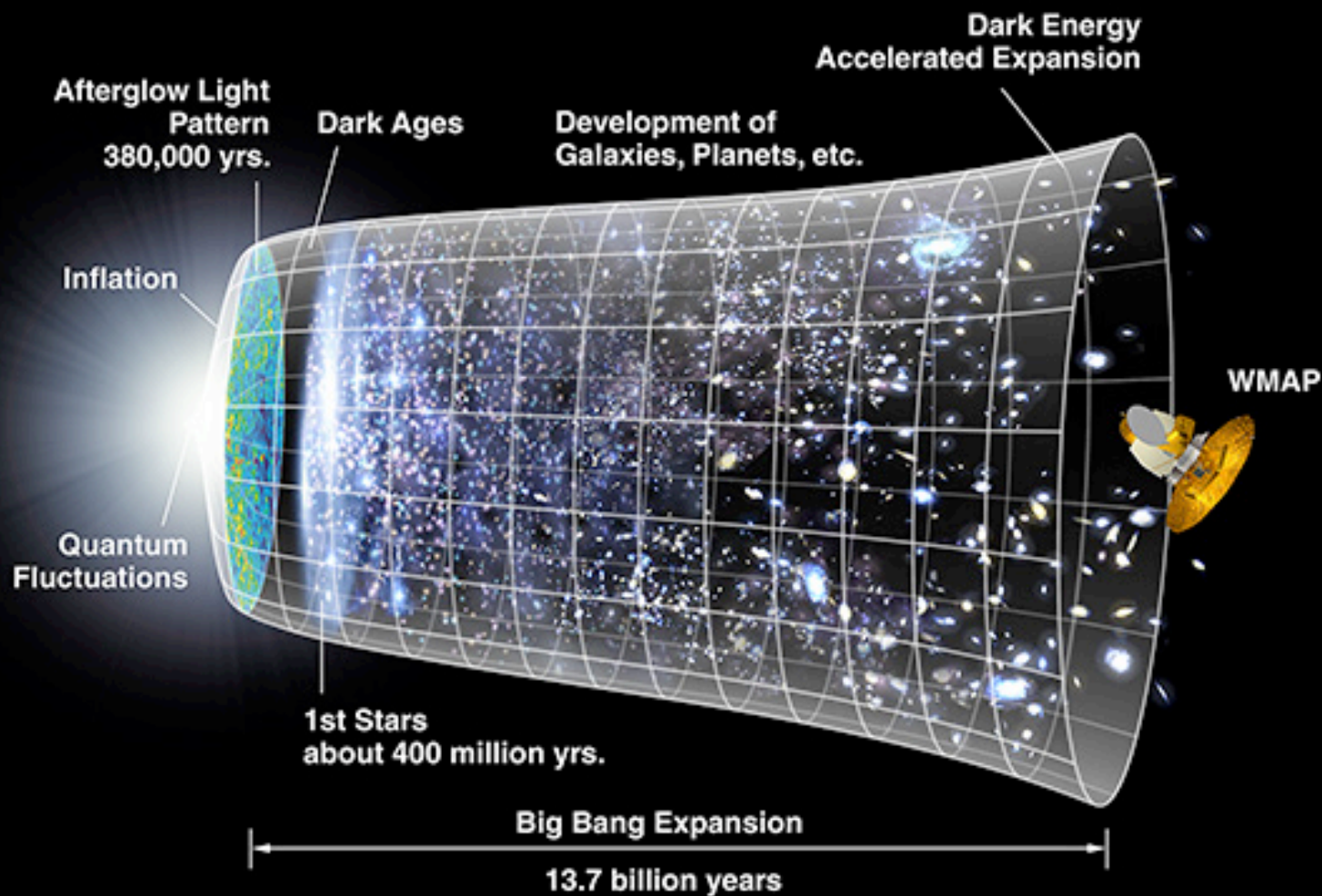
お寺で宇宙学 実行委員

# お寺で宇宙学の目的

1. 宇宙は面白い。お寺で語ったらもっと面白そうだ。
2. 科学に疎遠な人が科学に、お寺に疎遠な人がお寺に親しむきっかけにしたい
3. 普通の人々が宇宙へ行く時代はすぐそこまで来ている。その時、個人、社会、文化、宗教に何がおきるのか、いろんな人と一緒に考えたい

太陽と地球と人類のこれから

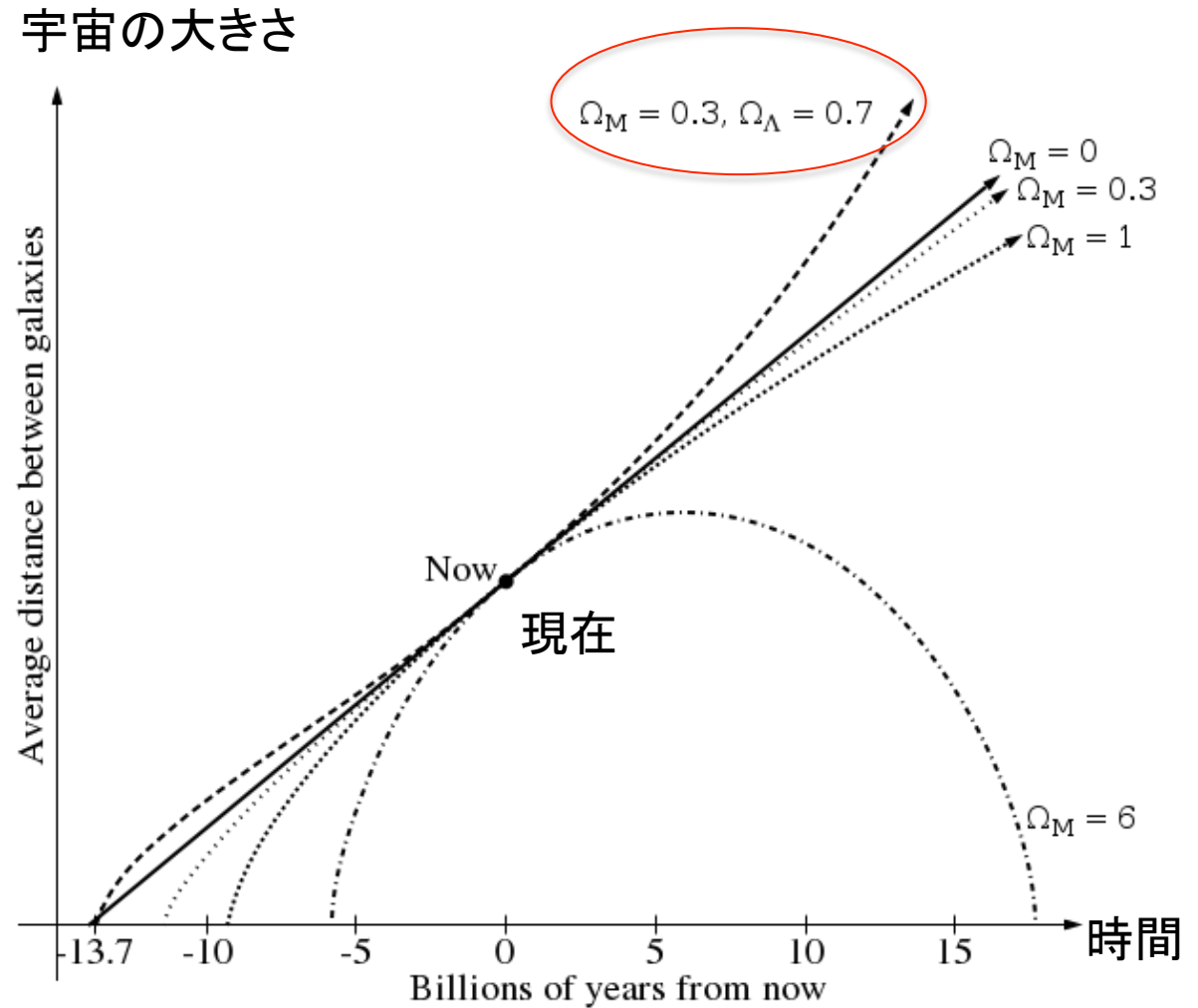
宇宙のこれまで。



# 宇宙の未来(>100億年先)

最新観測では、  
宇宙は137億年前に生まれ、  
加速度的に膨張を続けているらしい。

=>いつどのように終わるのか  
(そもそも終わりが来るのか)はよくわからない



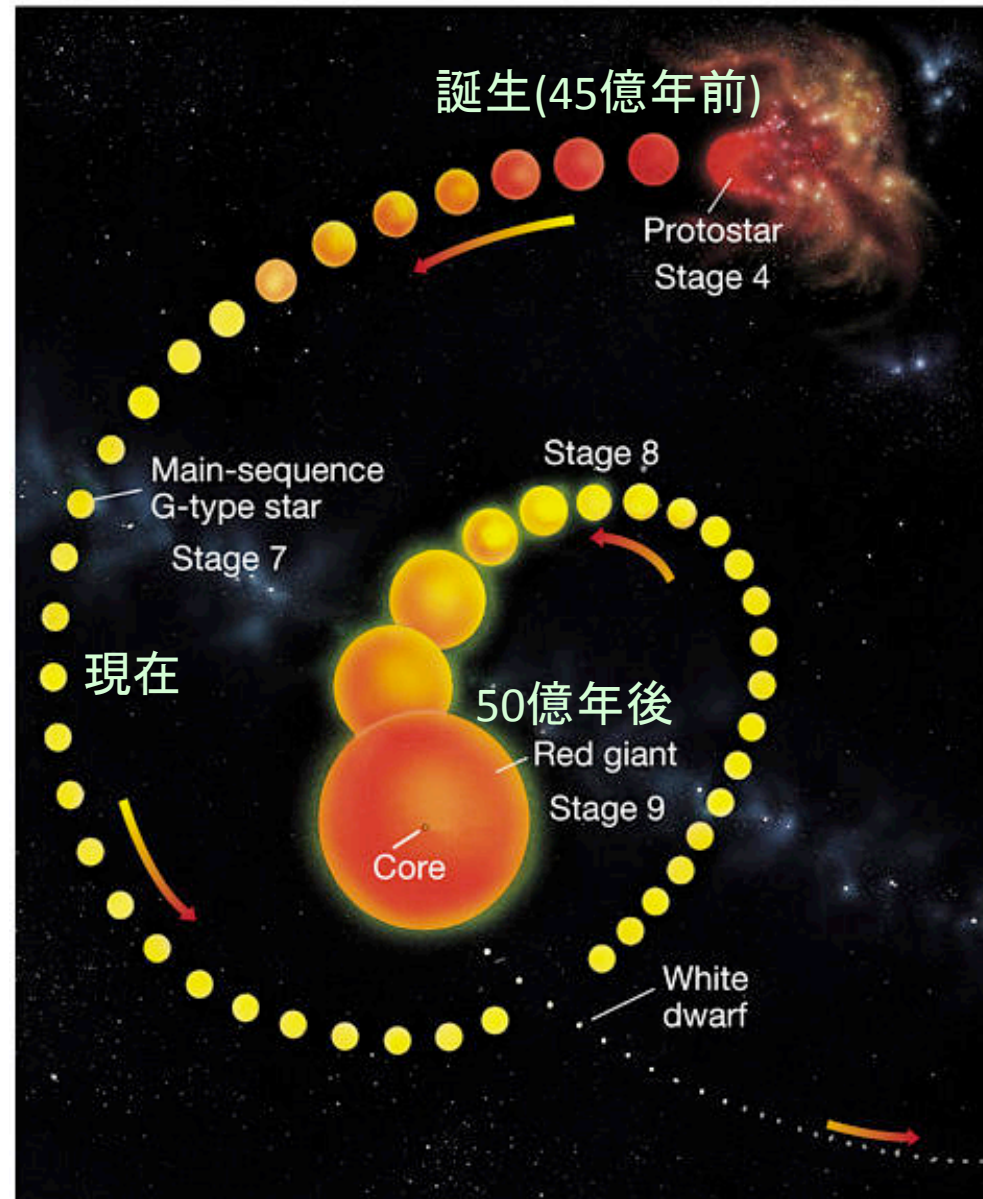
# 太陽系の未来(～50億年)

太陽は現在生まれてから45億年  
ちょうど寿命の半ばほど

あと5～60億年するとだんだん赤く  
ふくれあがる(赤色巨星)

この時地球を飲み込む。

太陽程度の質量ほ星は、最期を  
迎えると外層が宇宙空間に流れ  
出て「惑星状星雲」を形成し、中心  
に白色矮星が残る







# 地球は変化する星

| 事象        | 原因？                          | 時間       | 影響            |
|-----------|------------------------------|----------|---------------|
| 潮の満ち引き    | 地球の自転と月の公転                   | ～半日      |               |
| 1日        | 地球の自転                        | 1日       |               |
| 大潮・小潮     | 月の公転と太陽                      | 半月       |               |
| 月の満ち欠け    | 月の公転と太陽                      | 1ヶ月      |               |
| 1年        | 地球の公転                        | 1年       |               |
| 太陽の黒点周期   | 太陽磁場の変動                      | 11年～数10年 | 宇宙環境、気候変動     |
| ミランコビッチ周期 | 地軸の歳差、公転軌道の扁平率の変化など          | 2万～数10万年 | 気候変動          |
| 大量絶滅周期    | プラネットX、ネメシス、太陽系の昇降活動、銀河の腕の通過 | 3000万年   | 大量絶滅・気候変動     |
| ウィルソンサイクル | 超大陸の分裂と合体                    | 2.5億年    | 海水準変動・気候変動・絶滅 |
| 隕石衝突頻度    | マゼラン星雲の軌道                    | 20億年     | 気候変動・絶滅       |
| スターバースト頻度 | マゼラン星雲の軌道                    | 20億年     | 気候変動・絶滅       |



銀河スケールの現象

ちょうこくしつ座矮小銀河

大マゼラン雲

おおいぬ座矮小銀河

太陽系

銀河系

10万光年

# 銀河が私たちに与える影響(～20億年)

銀河系のお隣のミニ銀河、  
第マゼラン雲と小マゼラン雲は  
20億年の周期で銀河系に近づく



銀河の接近の影響で星形成が活発になったり、  
隕石の雨が降ったりする



=>  
銀河同士の衝突の様子

# 星は動いている

太陽も他の星々も、銀河系の中を固有の速度で動いている。  
=>星の相対的に動いている=>星座の形も変わる

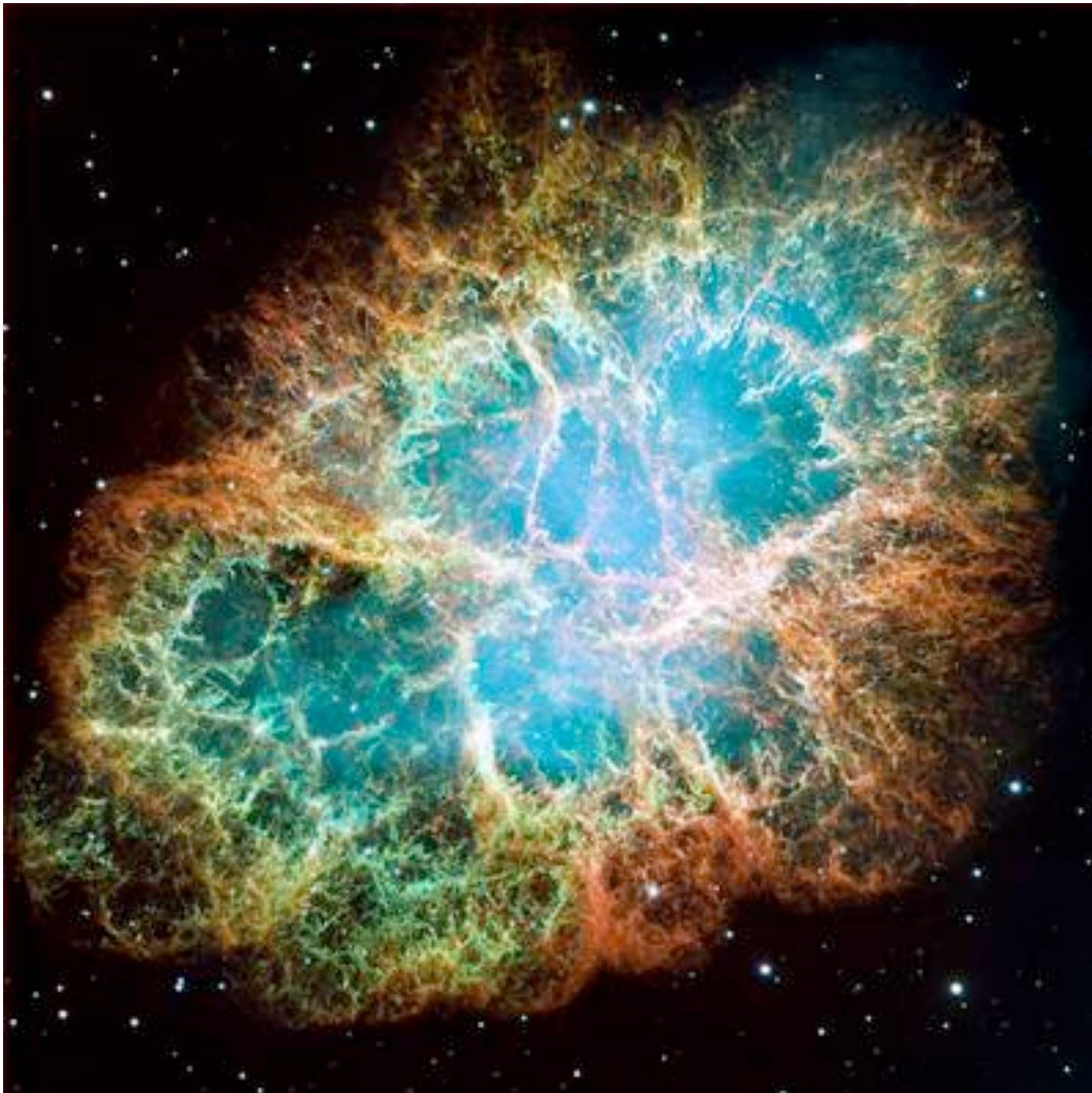
今の北斗七星



5万年後の北斗七星



ベガ(織女星)とアルタイル(彦星)の距離は現在15.3光年。7万年後に15.0光年まで近づきその後は永遠に離れてゆく。



もし太陽系のすぐ近く  
で超新星爆発が置き  
たら、地球大気が  
ふっとんでしまう

超新星残骸(Hubble)



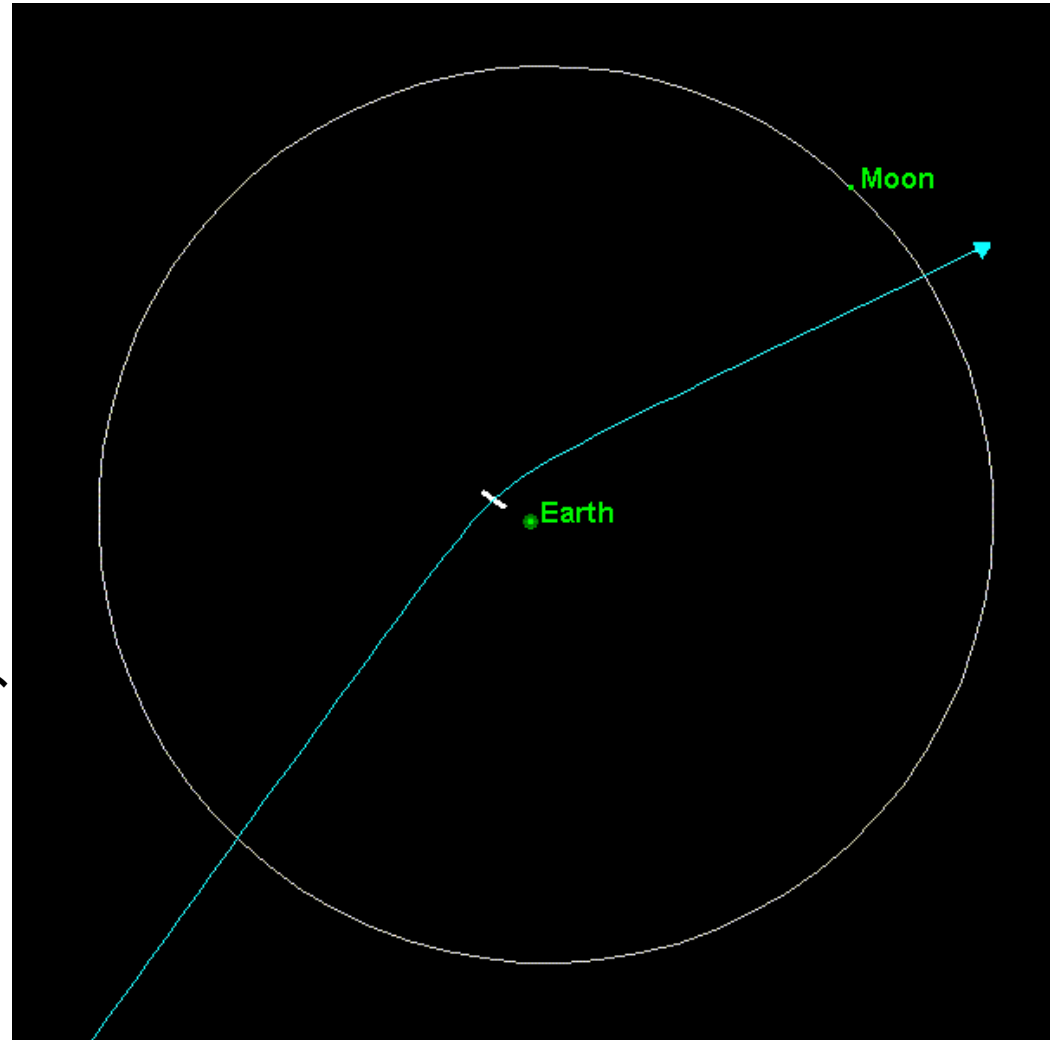
# 小惑星アポフィス

2029年に地球に接近

2036年の最接近時、わずかながら  
衝突の可能性がある

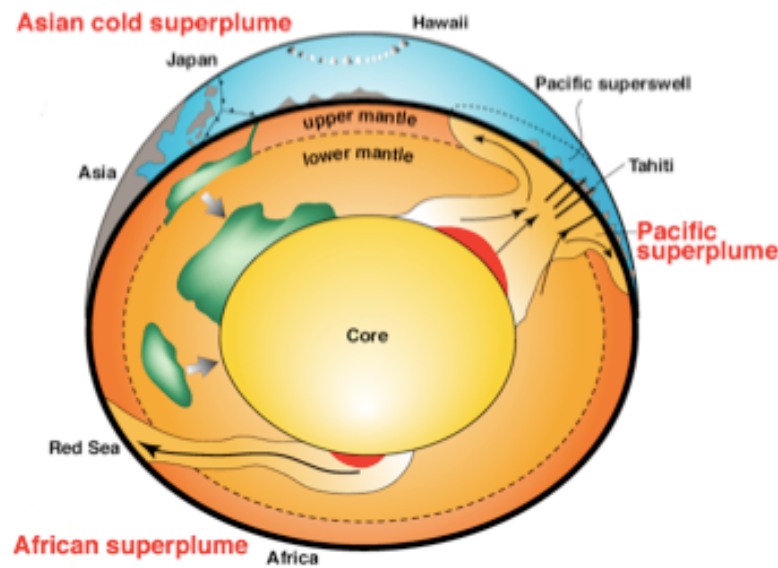
もし衝突することが分ければ、重たい探査機を衝突させる、小惑星本体にエンジンをつけて点火するなどして、軌道をかえる必要がある。

\*これはマゼラン雲の接近とは直接関係はありません。

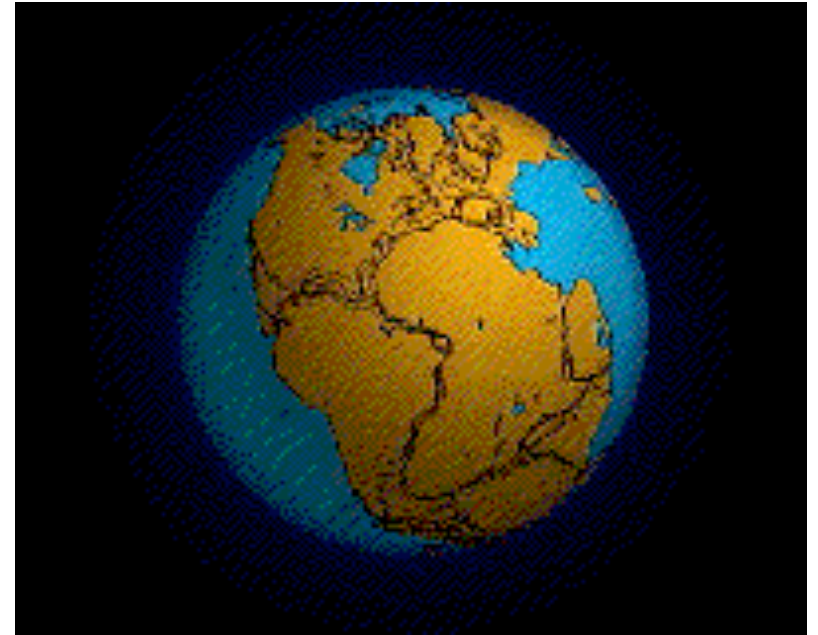


# 地形は変化する(～2億年)

- プレートの移動(プレートテクトニクス)により大陸は約2.5億年の周期で合体と分裂を繰り返す(ウィルキンソンサイクル)
- プレートの移動はより大規模なマントル対流が引き起こしている(プルームテクトニクス)



Maruyama (94,98)



超大陸パンゲアから現在の大陸ができるまで  
(2億年前～現在)

- 大陸の変動は気候の変動ももたらす
- 「領土」をベースにした「国家」は、せいぜい大陸変動の時間スケール(～1000万年)しか持たない

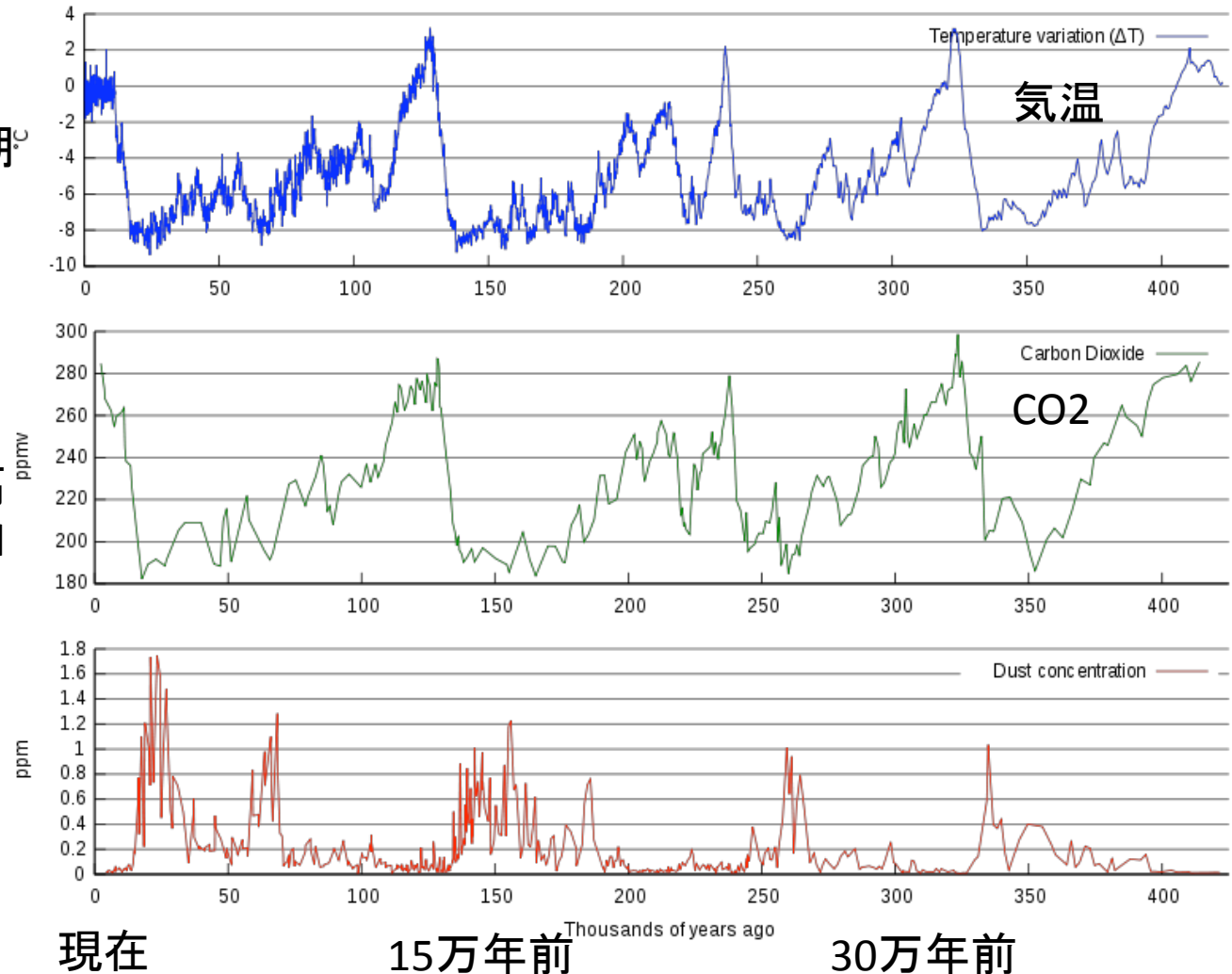
# 氷期はいずれまたやってくる

氷河期(glacial age, ice age)  
＝気温が低く、極域や山岳  
地帯に氷河が発達する時期

従って現在は氷河期

氷河期の中にも、特に気温  
が低い時期(氷期、glacial  
period)と、比較的気温が高  
い時期(間氷期、interglacial  
period)がある。

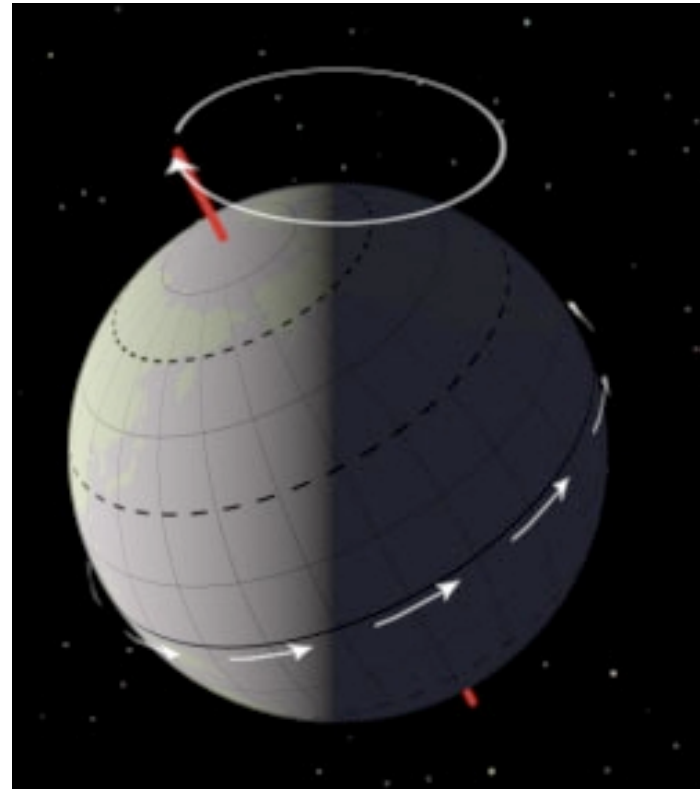
現在は1万年ほど前に始  
まった間氷期の途中



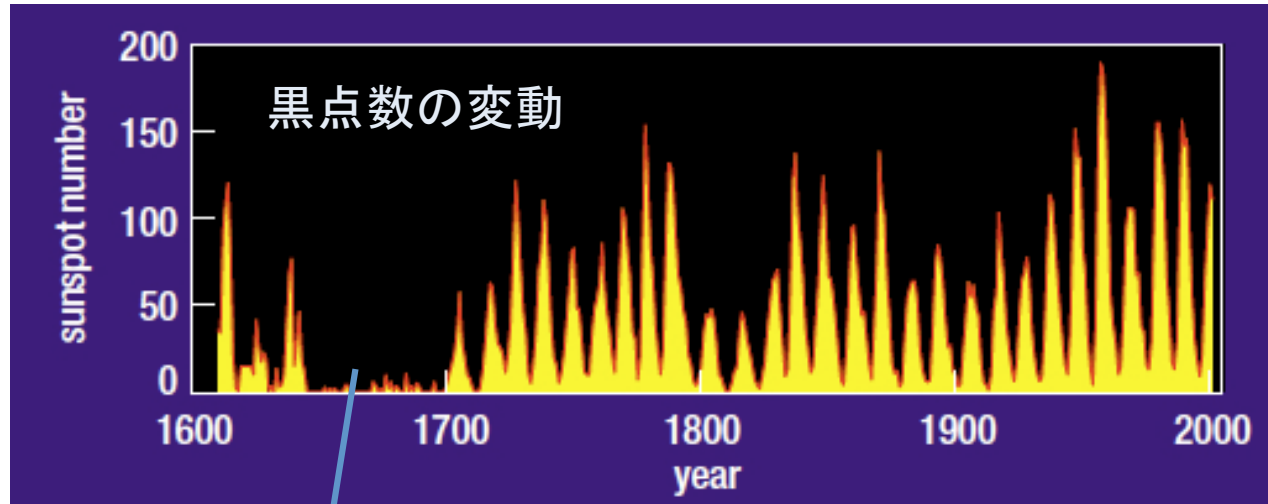


# 氷河期の形成メカニズム

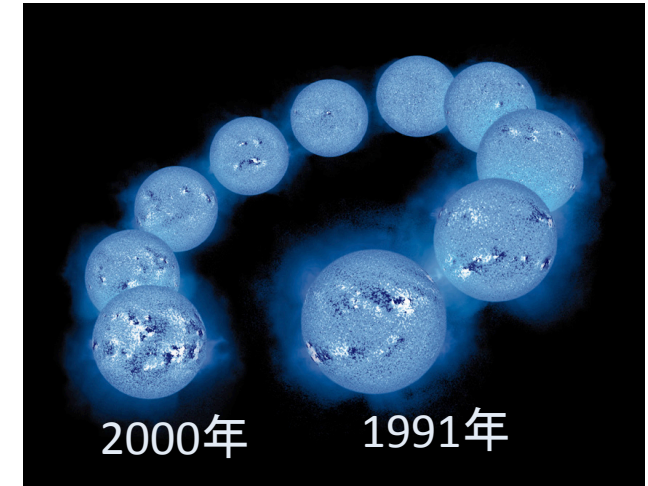
- 大気組成の変化(火山活動動、CO<sub>2</sub>)
- 地球の公転軌道の離心率や自転軸の傾き、歳差運動により、太陽から地球がうける日射量が変動する(ミランコビッチサイクル)
- 大陸配置
- 分かっていないことは多い



# 太陽活動と気候



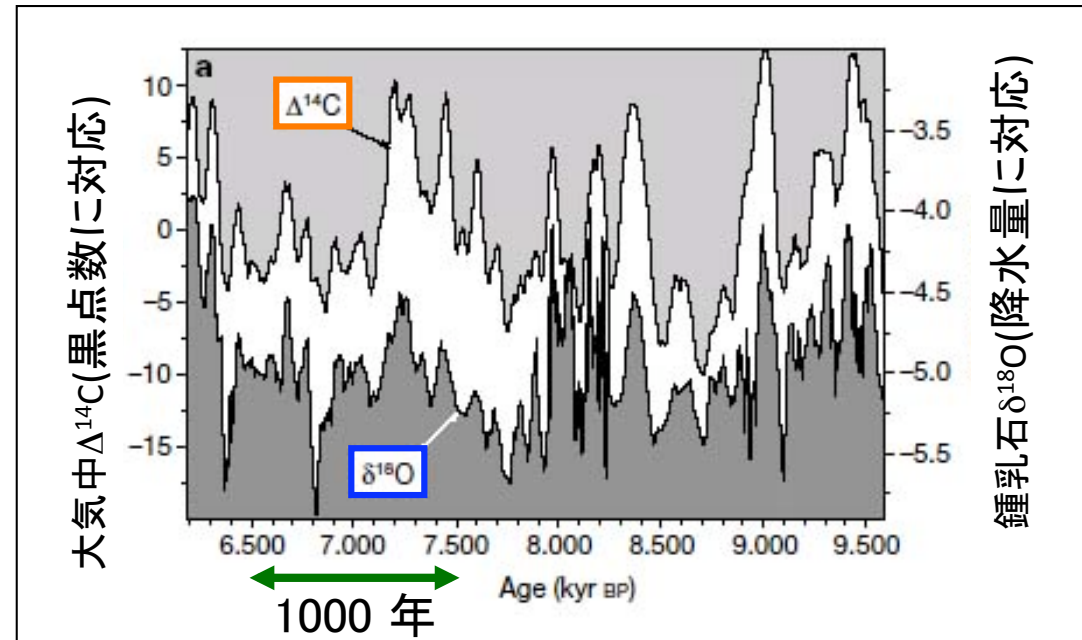
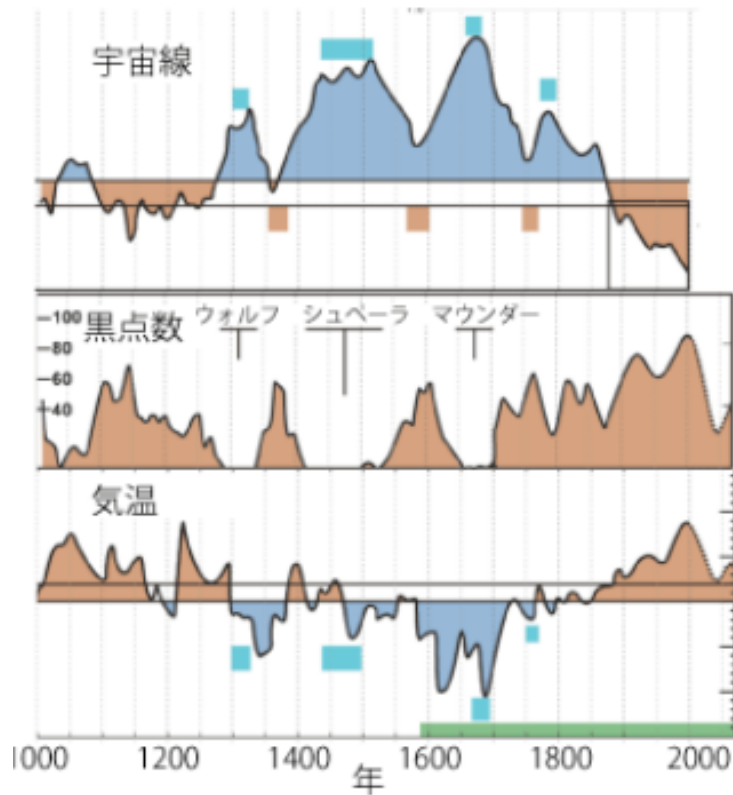
太陽磁場の変動



- 太陽黒点の数は11年周期で変動する
- 時折数十年間黒点がほとんど出現しない時期がある
- 黒点がほとんどなかった17世紀後半、地球はミニ氷河期だった

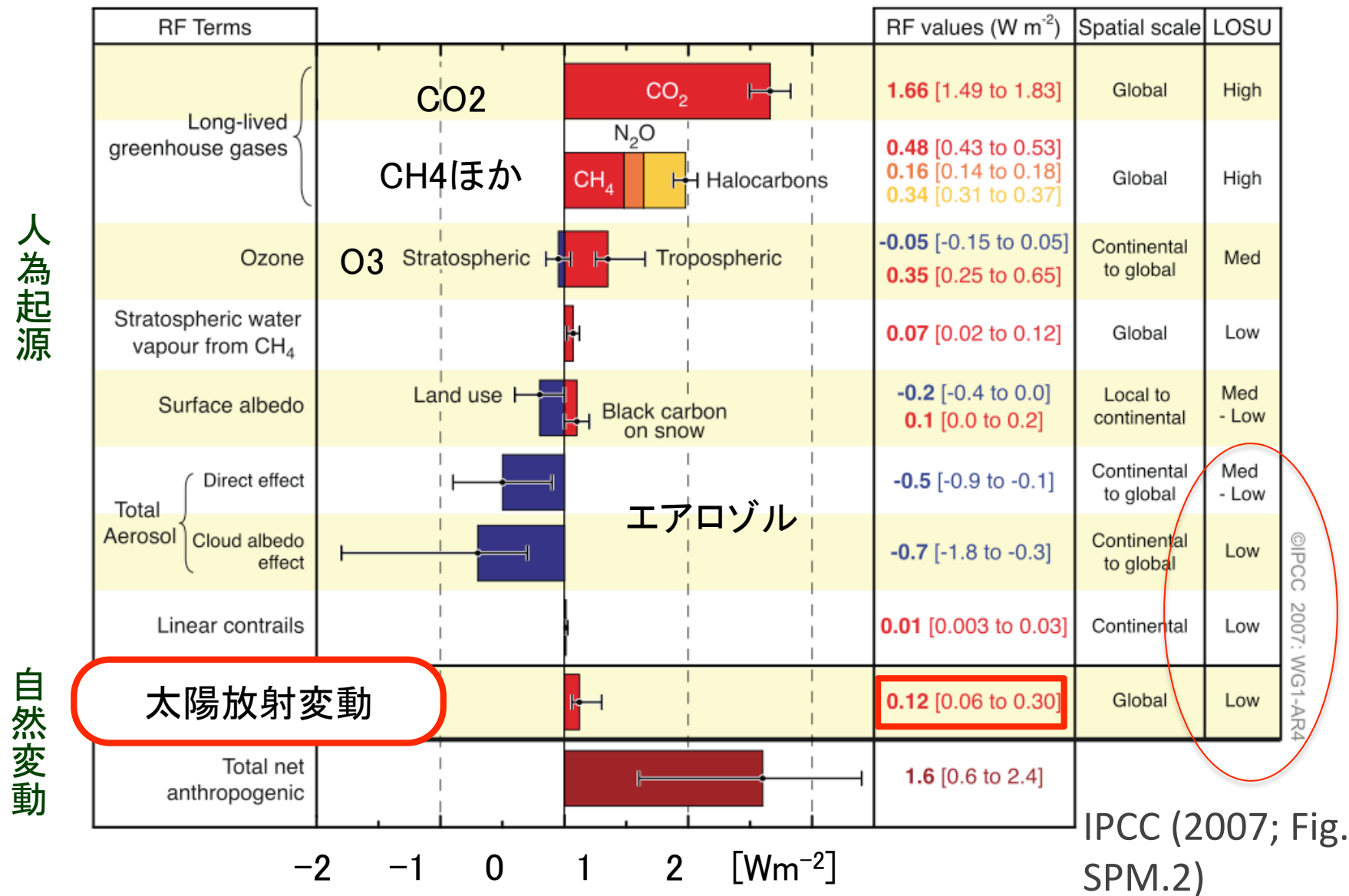
# 太陽活動と地球の気候

Neff et al., Nature (2001)



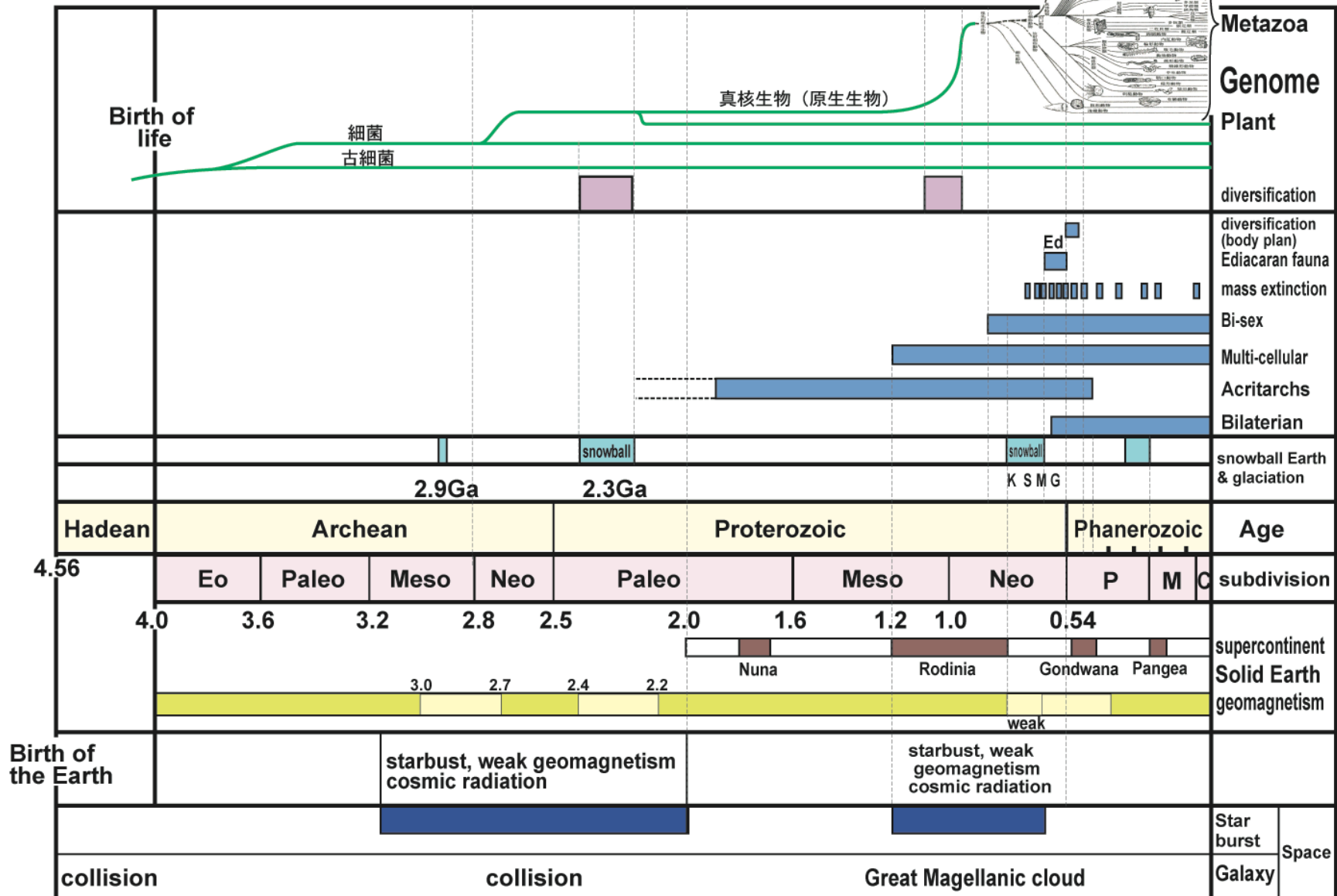
- 太陽黒点の数と地球の気候には相関がある(黒点が少ないと寒い)
- 相関＝因果関係ではない。本当に黒点活動が影響しているかどうかはまだ分からない
- 可能性は
  - (1)太陽からの全放射エネルギーの変動
  - (2)紫外線や高エネルギー粒子による高層大気の変動を介した
  - (3)黒点の増減により地球に降り注ぐ宇宙線の影響(雲の量が変わる)

# 気候変動の要因(IPCC)



# 生命の進化

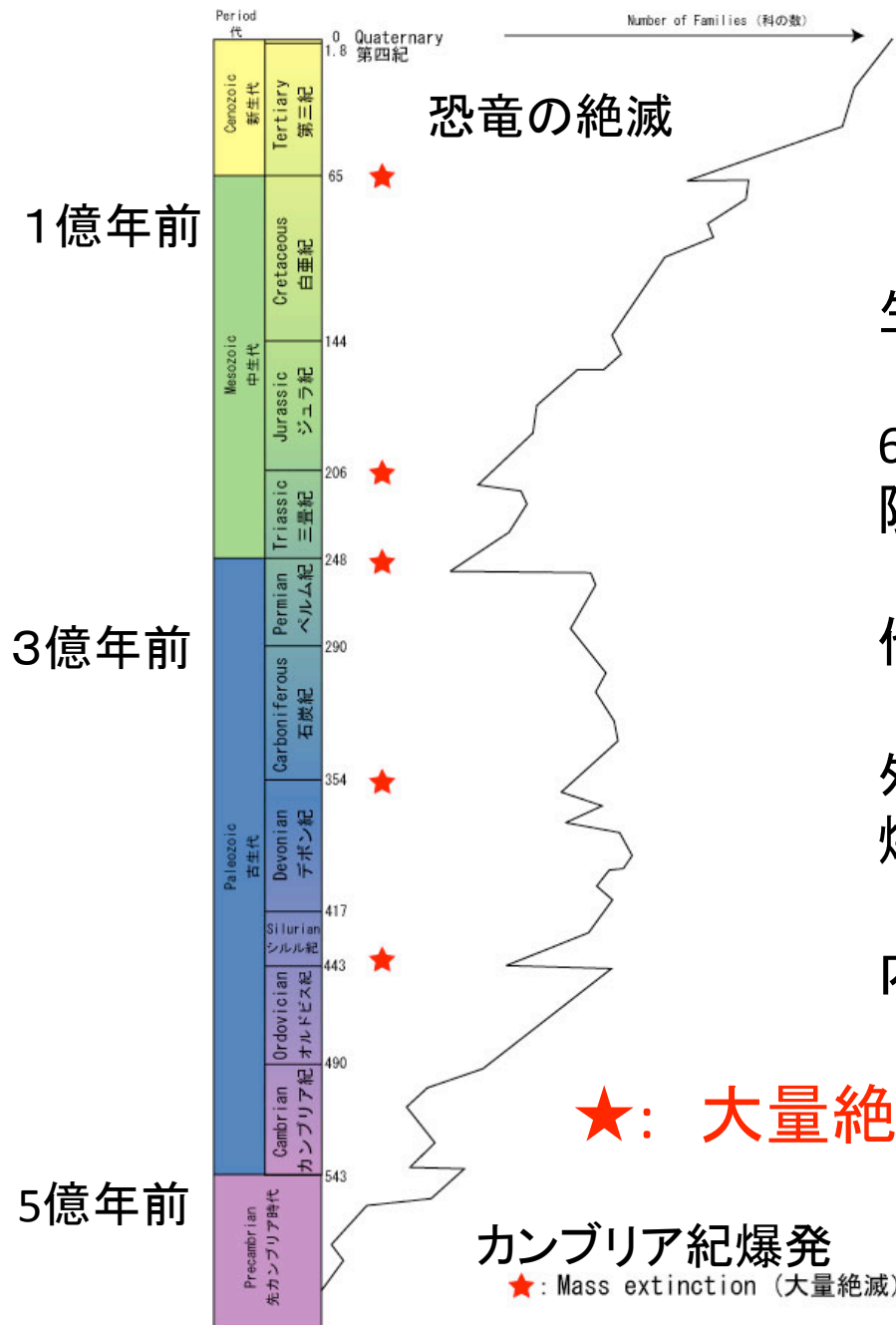
東京工業大学丸山茂徳先生の資料より





→生物の種類

# 大量絶滅



生命の大量絶滅は何度も起きている。

6500万年前の恐竜の絶滅は、恐らく巨大隕石の衝突によるもの。

他の大量絶滅の原因ははっきりしていない

外的要因: 巨大隕石、近傍の星の超新星爆発など

内的要因: 気候変動、火山活動など

# 人類とは

- 約200万年前、アフリカで誕生。
- ~100万年は生命進化の時間スケール。
- 100万年立てば、
  - 人類は別の生き物に進化するかもしれない
  - 人間以外の生き物が知的に高度に発達するかもしれない
  - 人工生命、人工知能が人間に反乱(SFの古典的テーマ)
  - 宇宙人との遭遇(これは明日にも起こるかもしれないし、永久に起こらないかもしれない)
- その時人間はどう対応するのか？

# 宇宙へ進出することは生物学的な進化を促進するか

- 地球上と宇宙(宇宙空間、月・惑星)の違い
  - 重力の違い
  - 銀河宇宙線、太陽高エネルギー粒子などによる放射線被爆
- 生物的進化により適応するか、技術・文化により適応するか
- 生命の進化の歴史を見ると、環境の劇的な変動(大量絶滅)が急激な進化を引き起こしているようにも見える
- 遺伝子を破壊する放射線被爆は、個体にとっては死につながるが、生物種としては進化を促進する方向に働くかもしれない

# 我々にはネアンデルタール人の血が混じっている？

現世人類の祖先がアフリアを出た後でネアンデルタール人と交配し、今のアフリカ人以外の人種にはネアンデルタール人の血が混じっている可能性がある

現世人類と交配可能で知的に高い異種が登場した時、

遺伝子操作等で(定義は難しそうだが)現世人類とは生物学的に「違う」人類が誕生した時、

我々は受容、共存できるだろうか？

## ナショナルジオグラフィック ニュース

ニューストップ | 動物 | 古代の世界 | 環境 | 文化 | 科学&宇宙 | 風変わりニュース | :

### ネアンデルタール人、現生人類と交配



Ker Than  
for National Geographic News  
May 7, 2010

これからは他人のことを“旧人類”といってバカにする前に鏡を見る必要がありそうだ。最新の研究により、ほとんどの現代人がネアンデルタール人とのつながりを持っていることが明らかになった。遺伝子構造の少なくとも1～4%はネアンデルタール人に由来するものだという。



写真を拡大

研究では、遺伝子解析により、現生人類（ホモ・サピエンス）とネアンデルタール人（ホモ・ネアンデルターレンシス）の異種交配を示す確かな証拠が発見された。ネアンデルタール人はおよそ3万年前に絶滅した人類の近縁種である。

また、現生人類とネアンデルタール人は

# 宇宙へ行く意義

- 夢、好奇心、探究心、人類史的意義
- 実的なメリット
  - 資源・エネルギー（小惑星での資源探査、太陽光発電）
  - 増加する人口。地球以外に住む場所を求めて
  - 宇宙ならではの研究開発⇒地上の技術へ（国際宇宙ステーションに対し求められていること）

# 宇宙へ行く意義：私見

- 地球上で永遠に成長を続けることはできない
- 定常で成長のない社会は幸福になりえるか？物質的な充足を知り、学問と芸術とスポーツに喜びを見いだすようになるのか？
- 個人的には、そうできる人々はあるだろうが、人類全体がそうなれるというのはインテリの理想論にすぎない気がする
- 成長・発展(の可能性があること)が、人類の幸福と安定に必要なのだとすれば、宇宙進出はそれを提供する可能性の一つになる



# なぜ宇宙へ行くのか

- 生命が個体としても主としても多様であることの必然
  - 一部の「ヘンな奴ら」がフロンティアを開拓してきた
  - 生命の陸上への進出、エベレスト登山
- 宇宙進出における違い
  - 個の力では困難。
  - 国家レベルでも困難になりつつある
  - 集団の大多数の意志として、新しいフロンティアを目指さないといけない。
  - 国際協調 ISS

普通の人が宇宙へ行く時代はすぐそこまで来ている

国内・海外旅行の予約はJTB

店舗検索 MyJTB(JTB INFO CREW会員専用) 予約照会・取消 ホーム ご利用案内 サイトマップ ヘルプ

JTB 国内 旅館ホテル 高級旅館ホテル 温泉 国内ツアー JR・航空+宿泊 レジャーチケット 高速路線バス 海外 海外ツアー 海外航空券 海外ホテル 海外現地ツアー

トップ > JTB宇宙旅行

**JTB宇宙旅行**  
Travel Experience in SPACE

SPACE

**JTB宇宙旅行**  
Travel Experience in SPACE

Replay

本格宇宙旅行 (軌道飛行)  
Orbital Space Flight

宇宙体験旅行 (弾道飛行)  
Suborbital Space Flight

無重力体験 (アメリカ)  
Zero Gravity Experience in U.S.A

無重力体験 (ロシア)  
Zero Gravity Experience in RUSSIA

よくあるご質問

お問い合わせ

JTB宇宙旅行 紹介ムービー  
Flashムービー 3分36秒

**JTB宇宙旅行**  
Travel Experience in SPACE

**JTB宇宙旅行関連リンク集**

- 宇宙航空研究開発機構「JAXA」
- 航空と文化 [財団法人日本航空協会]
- All About
- 三菱電機株式会社ウェブサイト
- JAXA 宇宙オープンラボ [宇宙航空研究開発機構 JAXA]

お問い合わせは… **JTB宇宙旅行事業推進室**

Mail space@hd.jtb.jp  
TEL 03-5796-5977

<http://www.jtb.co.jp/space/>

# 宇宙生存学研究会

[トップページ](#)[目的と概要](#)[マンガ宇宙生存学](#)[イベント](#)[コンタクト](#)[関係者向け](#)

## 宇宙生存学研究会について

本研究会はJAXAきぼう利用フォーラムの研究会の一つとして、宇宙における未来の人類社会のあり方を多面的に検討することを目的に編成されたものです。 [more](#)

## マンガ宇宙生存学について

未来の宇宙コロニーを舞台にしたマンガです。マンガの舞台を通じて 未来の宇宙進出における様々な問題を考えます。 [more](#)

## 関係機関

- + [きぼう利用フォーラム](#)
- + [JAXAきぼう日本実験棟](#)
- + [京都精華大学](#)
- + [京都大学宇宙総合学研究ユニット](#)
- + [宇宙とアート](#)

<http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/usss/uchuseizon/>