

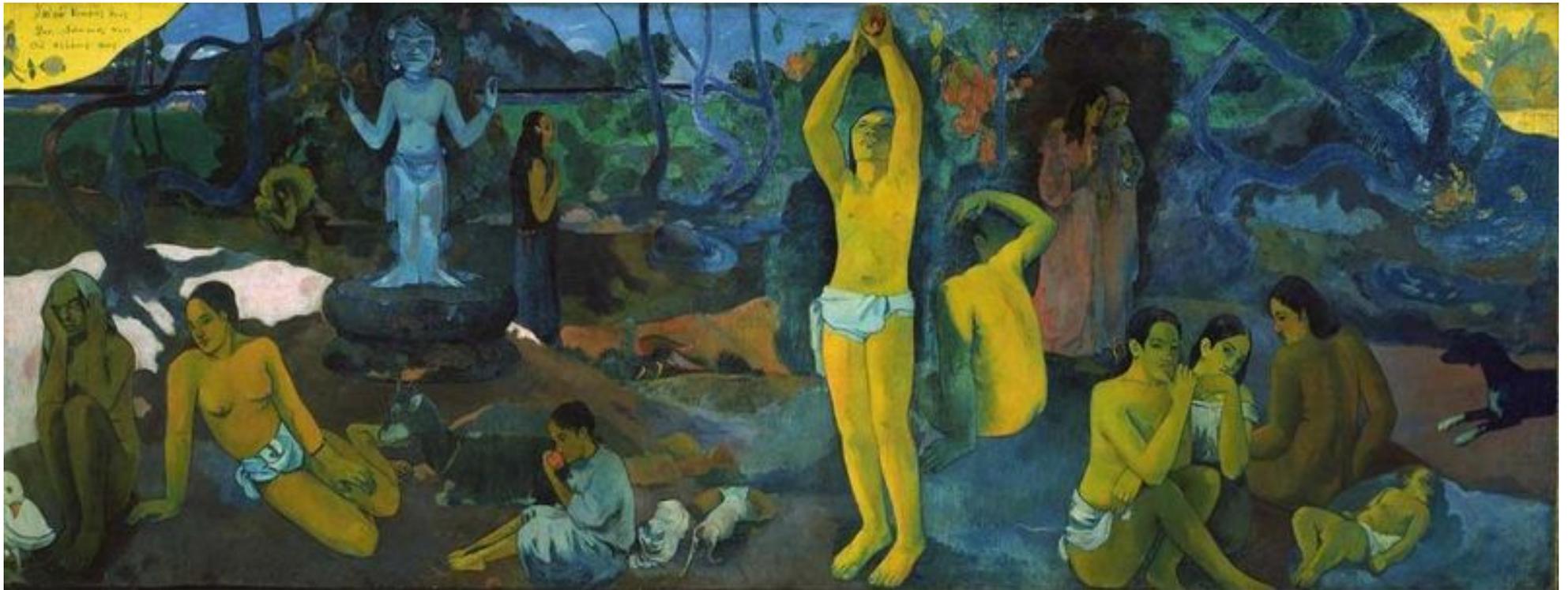
宇宙の不思議 ～大人のための自然科学入門～
2012年6月29日 宇治市生涯学習センター

第三回：私たちはどこへ行くのか ～人類と宇宙の未来～

磯部洋明
京都大学宇宙総合学研究ユニット

Star-Forming Region in the Carina Nebula  HUBBLESITE.org

我々はどこから来たのか？
我々は何者か？
我々はどこに行くのか？



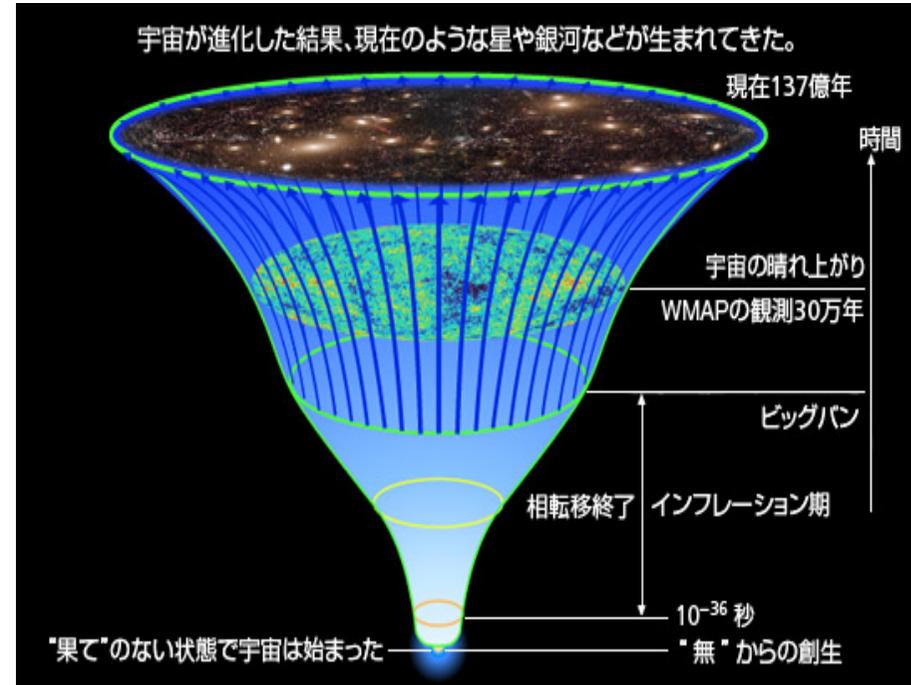
Paul Gauguin, ボストン美術館所蔵

今日の内容

- わたしたちの宇宙はどんなところ？
- 宇宙はどのようにして始まったか？
- 終わりはあるのか？

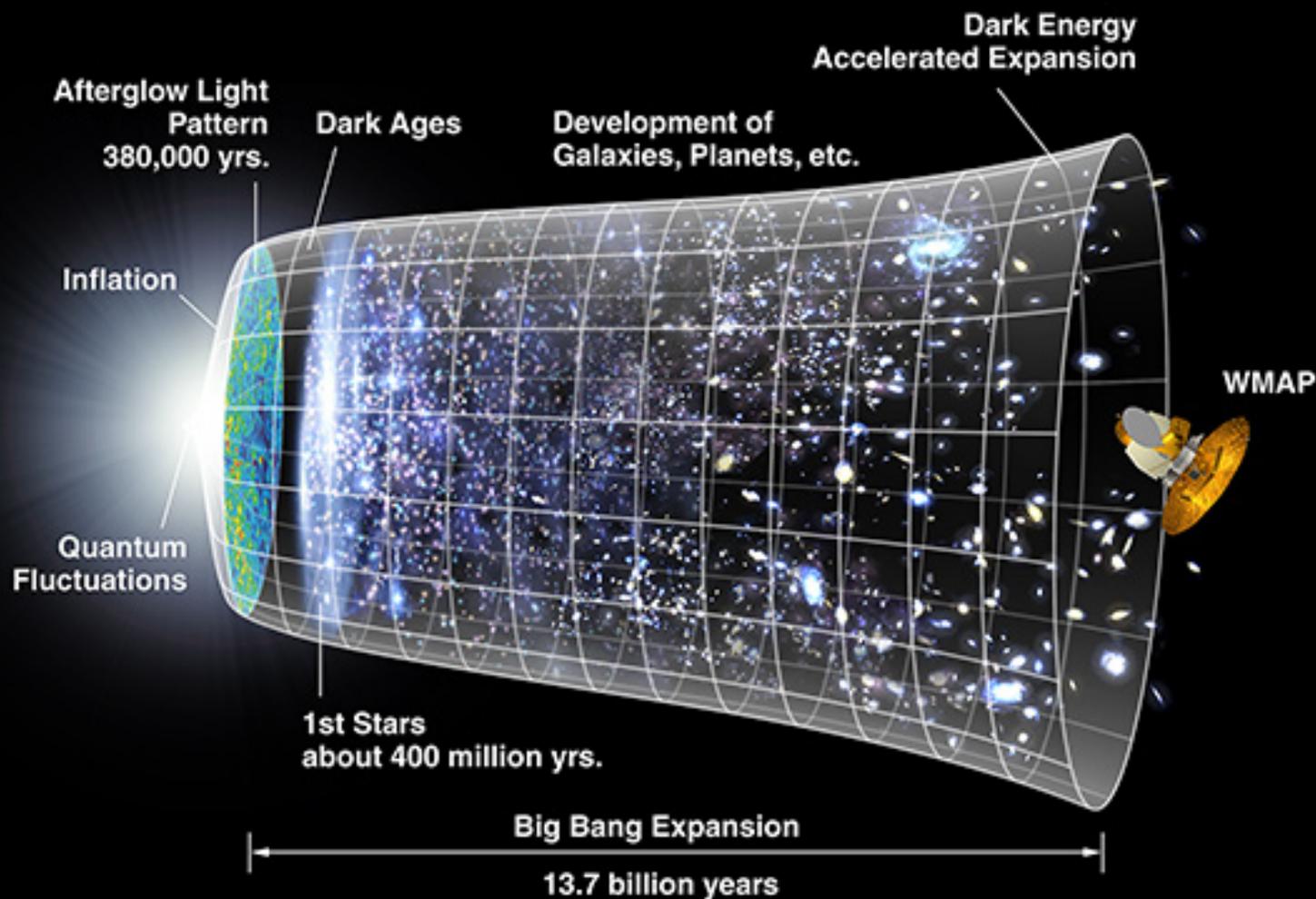
復習：宇宙はどのように生まれたのか？

- 宇宙は「無」から生まれた
- 「無」のゆらぎが、ある時「真空の相転移」を起こし、急激に広がった（インフレーション）
- 「真空の相転移」が起きて巨大なエネルギーが解放され、ビッグバン



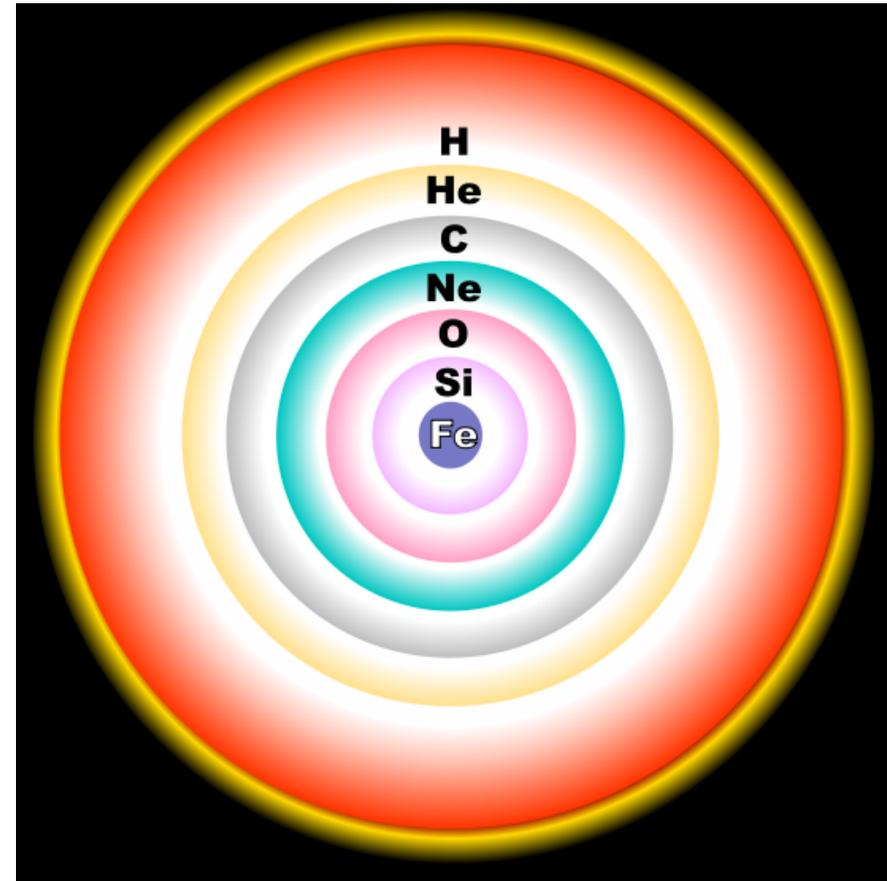
佐藤勝彦先生のHPより
<http://utaprc4.phys.s.u-tokyo.ac.jp/~sato/>

復習: 宇宙の進化



復習：水素とヘリウム以外の元素は全て星の中でできた

- 宇宙で最初の星は水素とヘリウム(と少しだけリチウム)のみ
- 星の中で核融合が進み、炭素(C)、酸素(O)などの元素が合成される
- 鉄より重い元素(金、銀、プラチナ、鉛など)は、超新星爆発の時にできる
- 宇宙の中に様々な元素が増えてから太陽系と地球が誕生し、生命が生まれた

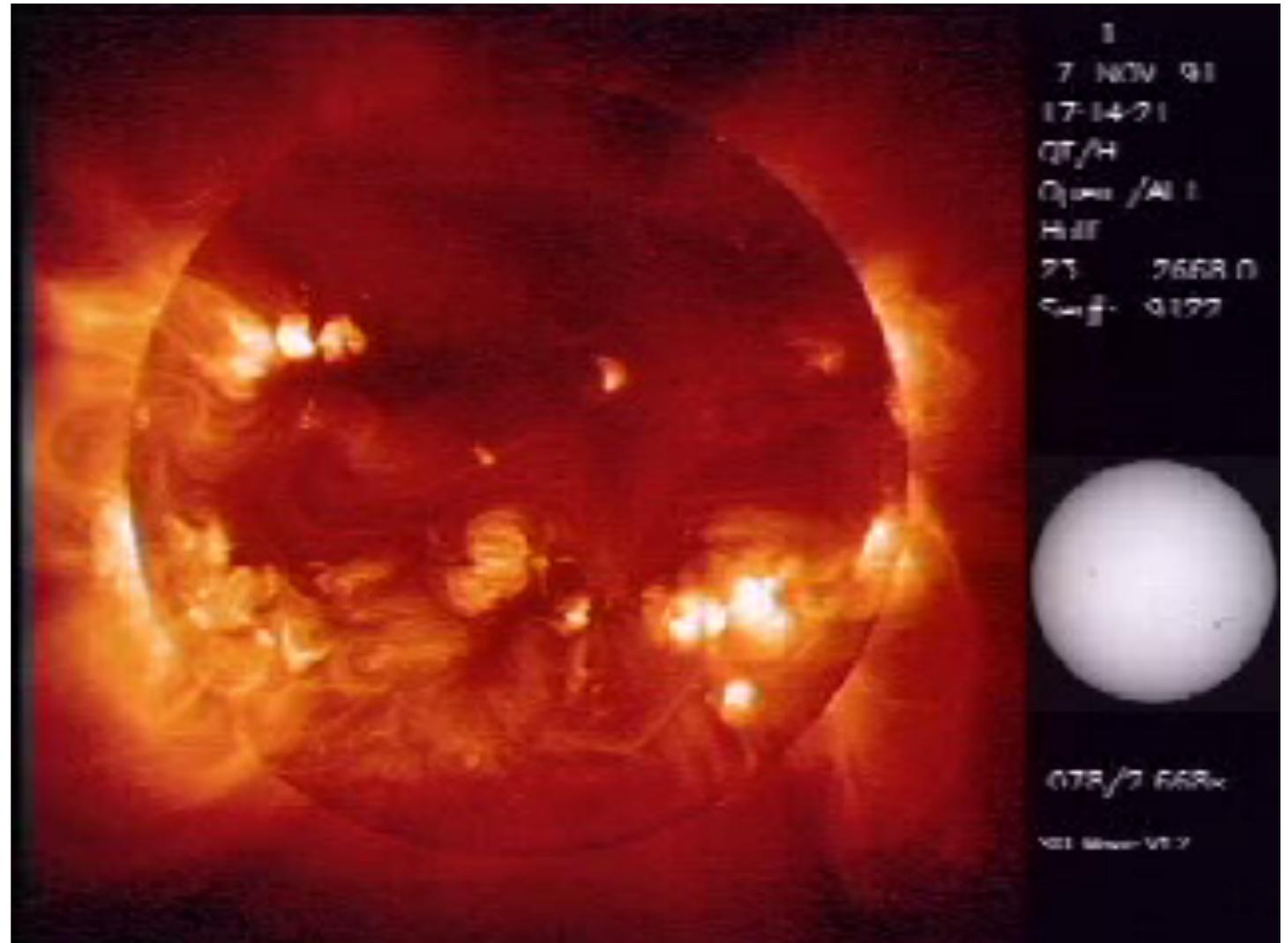


復習：太陽は活発に変化している

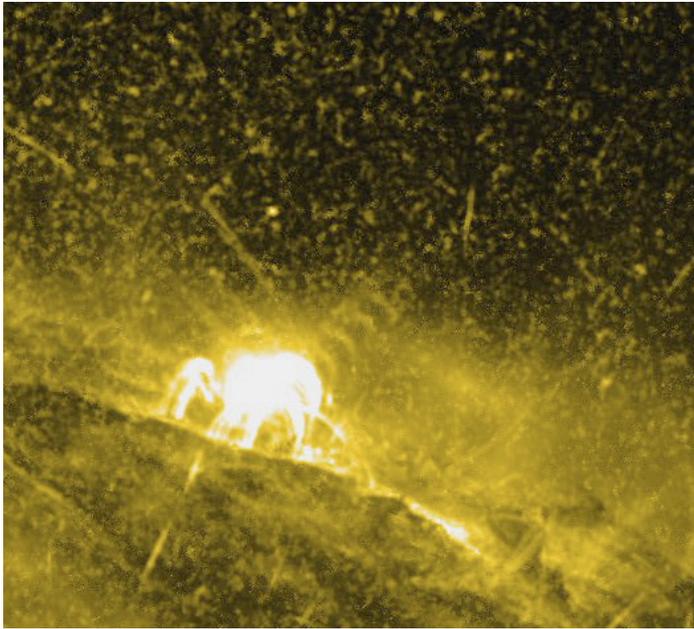
X線で見た太陽

温度が100万度以上の**コロナ**

ピカッと光るのは、**太陽フレア**と呼ばれる爆発

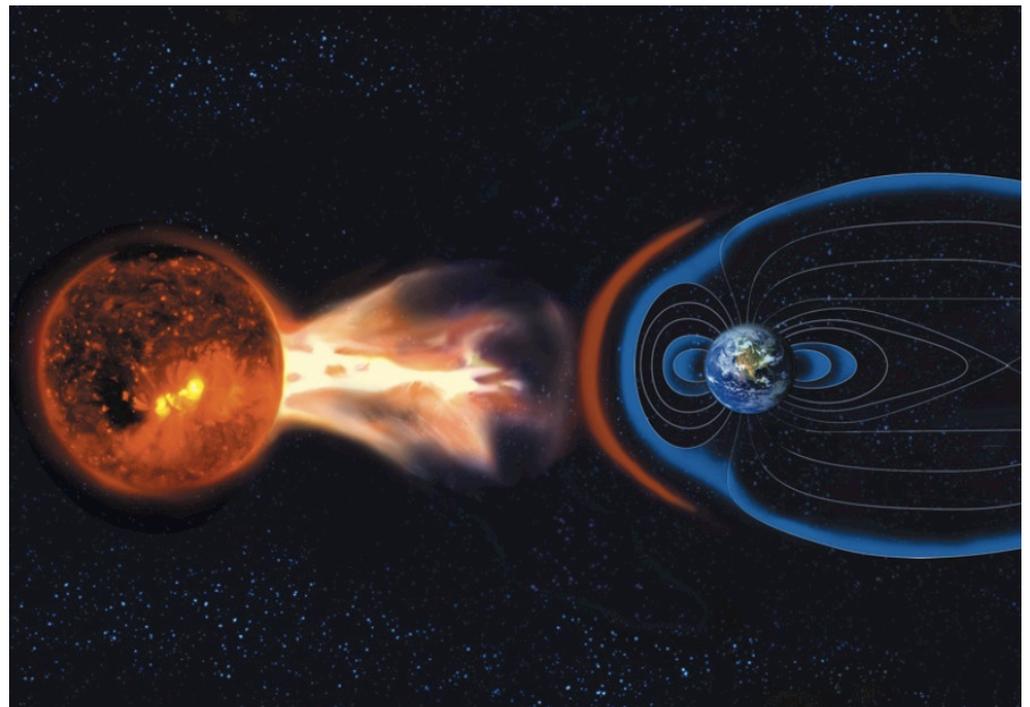


復習：太陽活動は地球と人間の活動に影響を与える



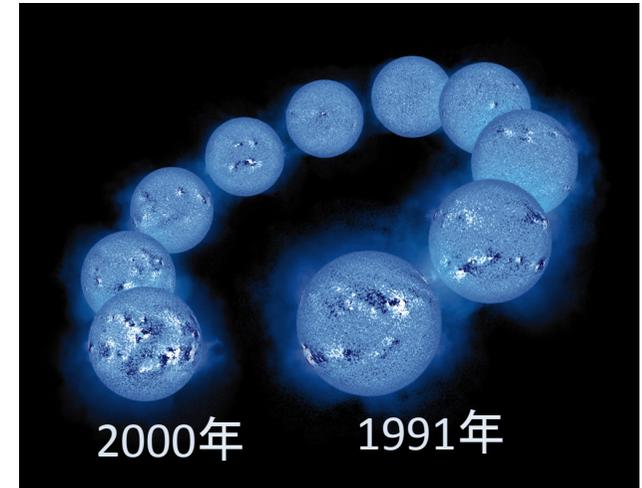
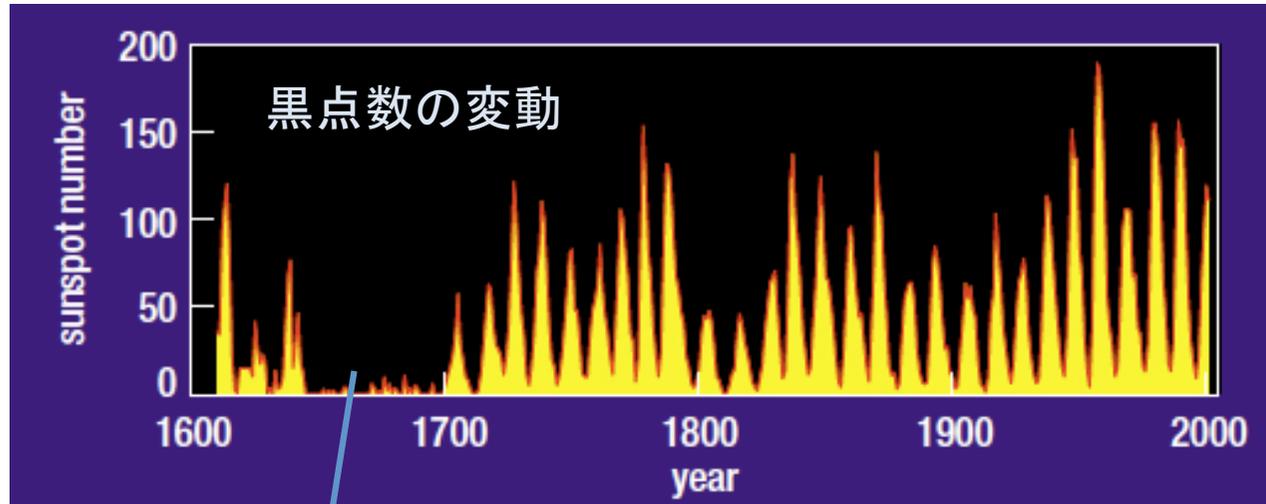
太陽フレアに伴う高エネルギー放射線
=> 宇宙飛行士の被爆
人工衛星の故障

フレアに伴い噴出する磁気プラズマ
(コロナ質量放出)
=> 磁気嵐、オーロラ
通信障害
送電線網、パイプラインの障害



復習：太陽活動は地球気候にも影響を与えるかもしれない

太陽黒点の変化



マウンダーミニмум



- 今から300年ちょっと前、黒点がほとんどない時があった

- そのころ地球はミニ氷河期だった

そのころのイギリスのテムズ川をかいた絵

今日のお話：人類と宇宙の未来

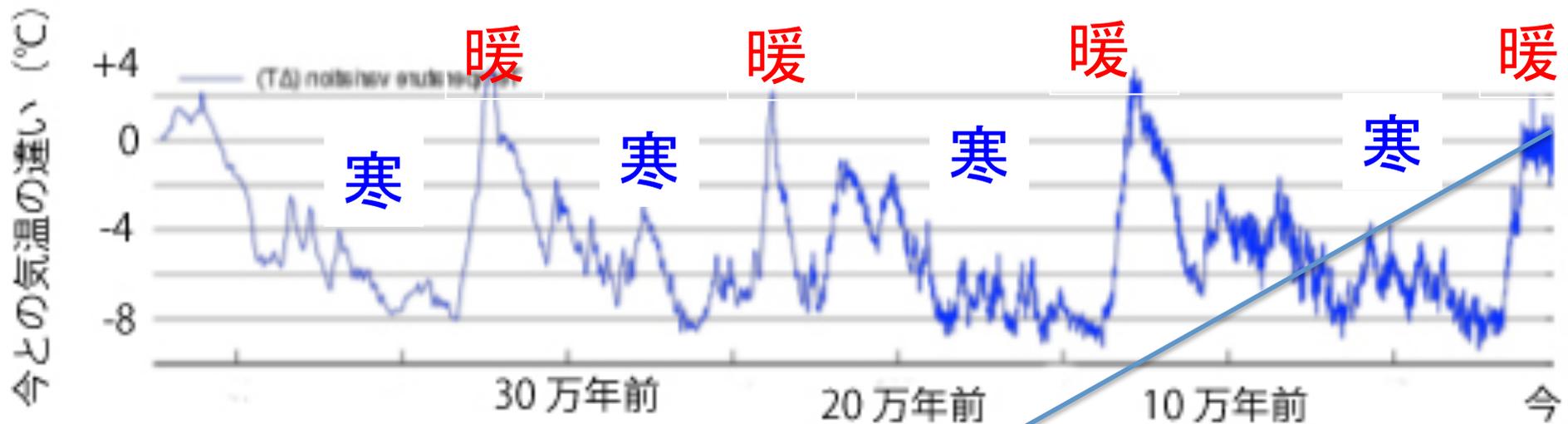


S. Fujinami

地球に起きる変化とその要因

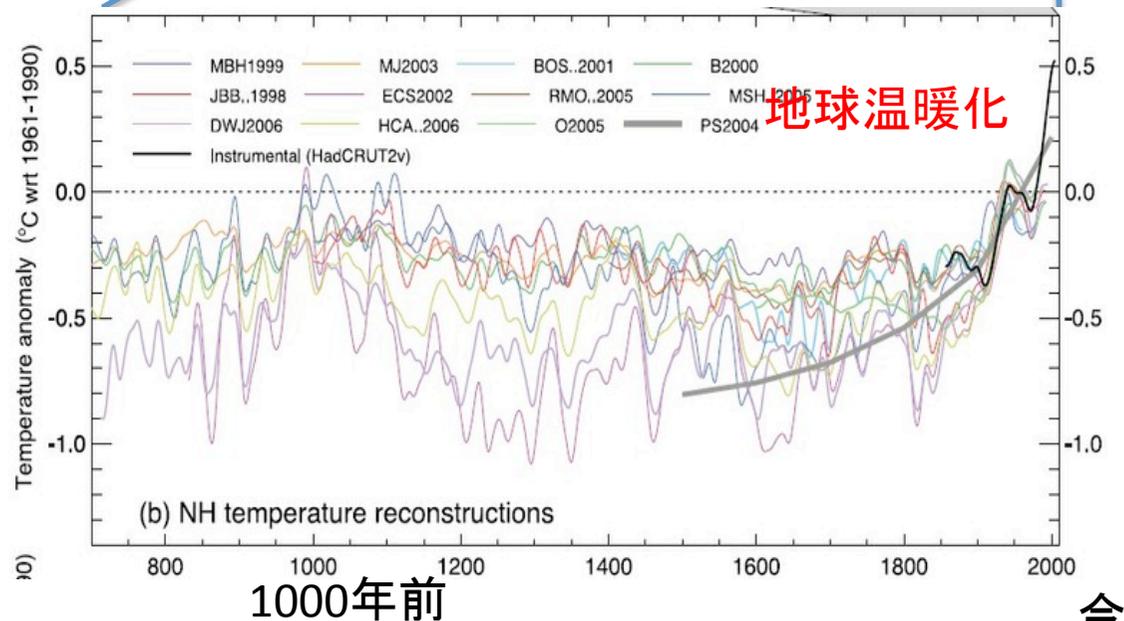
- 昼と夜、潮の満ち引き(1日)...地球の自転
- 月の満ち欠け、大潮・小潮(1月)..月の公転
- 1年、季節(1年)...地球の公転(と地軸の傾き)
- 太陽フレア活動(1年)...太陽の自転に関係しているがよく分からない
- ミランコビッチ周期による日射量の変化(数万年)...公転軌道や自転軸の周期的変化等
- 大量絶滅周期(数千万年)...隕石、太陽活動など??よく分からない
- 超大陸の合体と分裂(ウイルソンサイクル...2-3億年):地球内部の運動
- 隕石衝突とスターバースト(20億年):マゼラン雲の通過

大昔の地球の気温

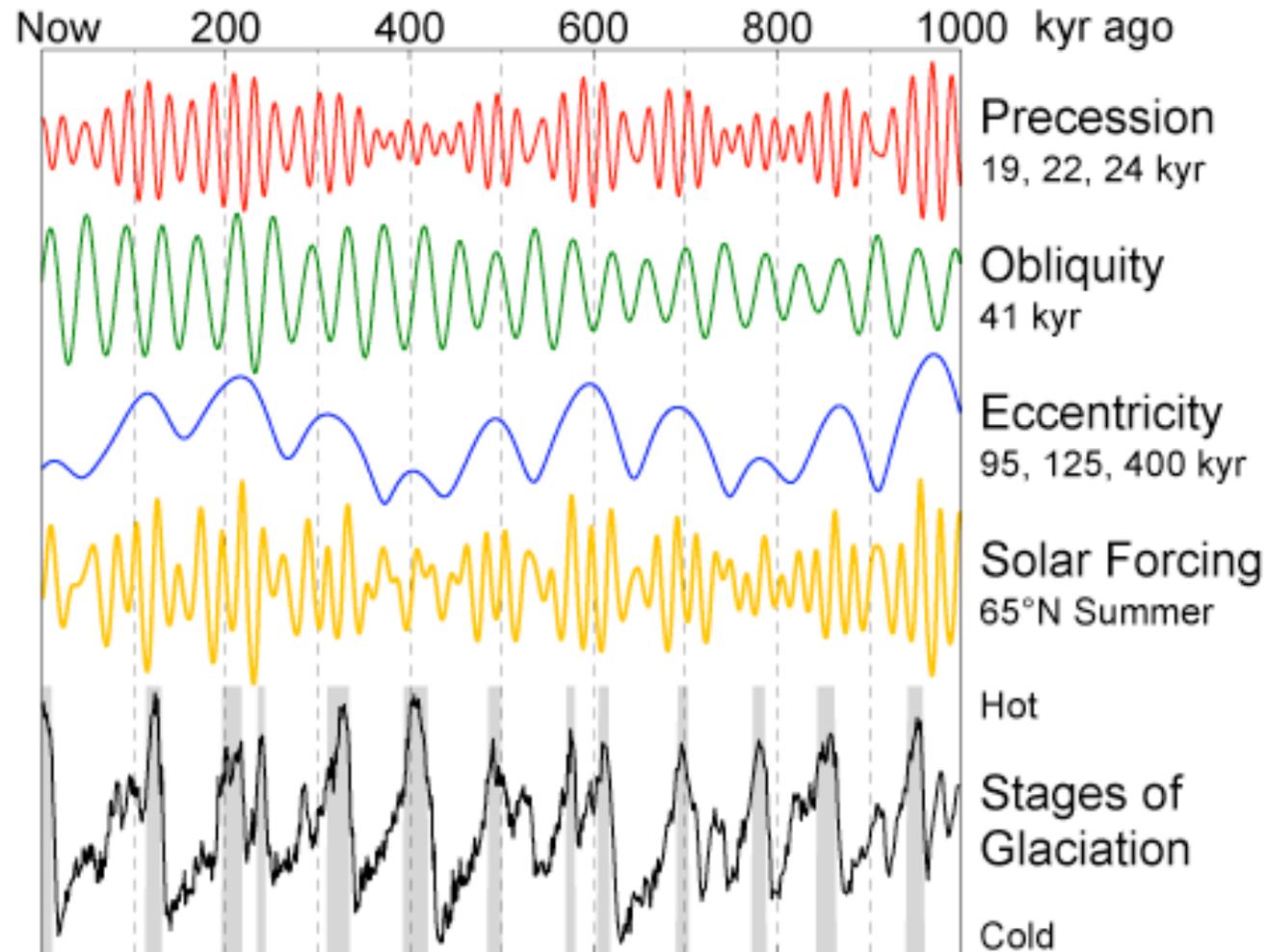


今の地球は「氷河期」
...の中ではわりと暖かい
「間氷期」

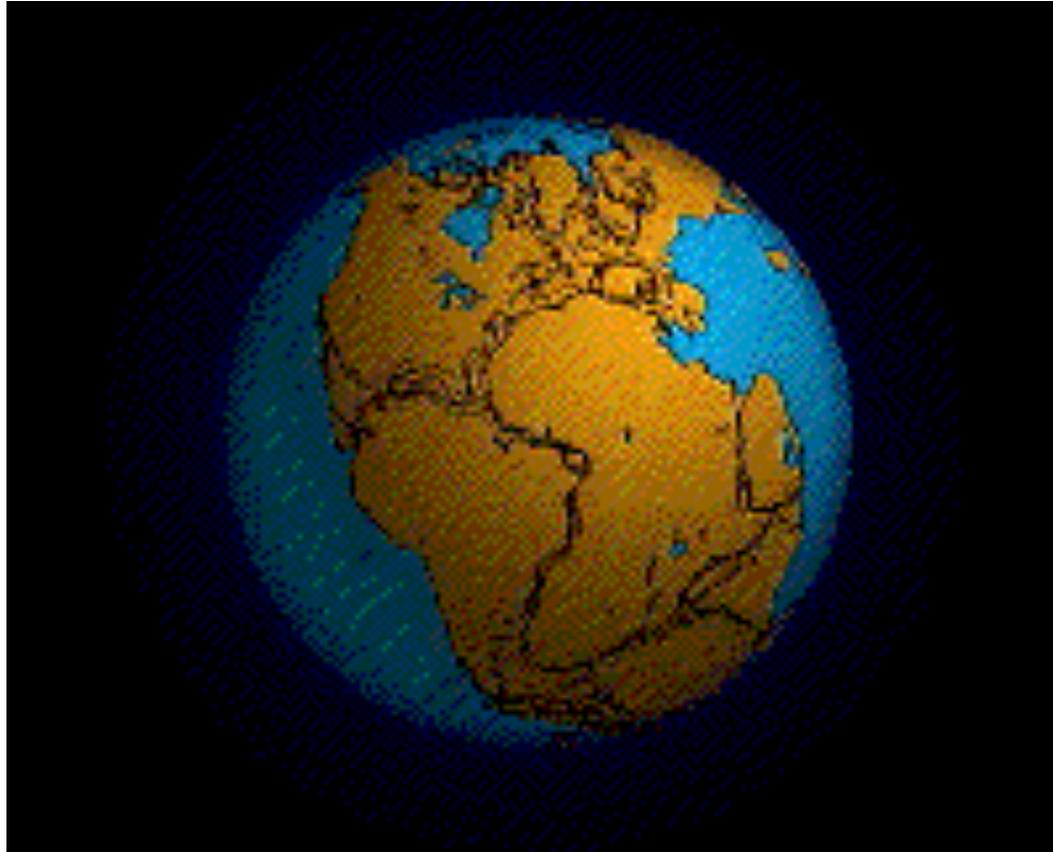
恐竜がいたころは、今よりもずっと暖かった



ミランコビッチサイクル

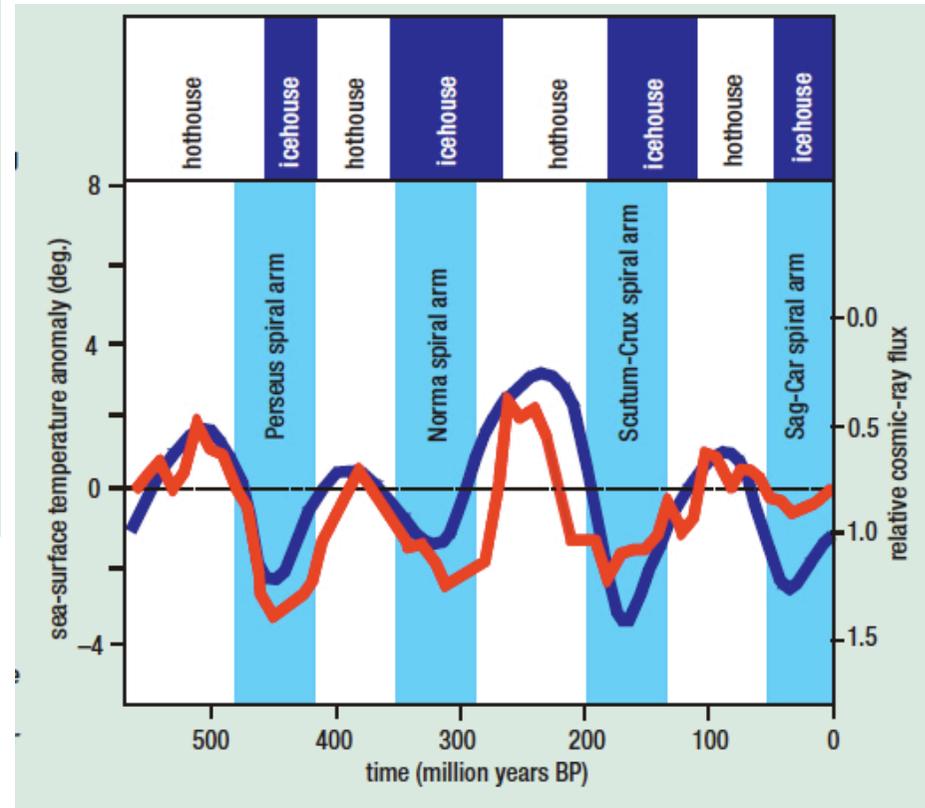
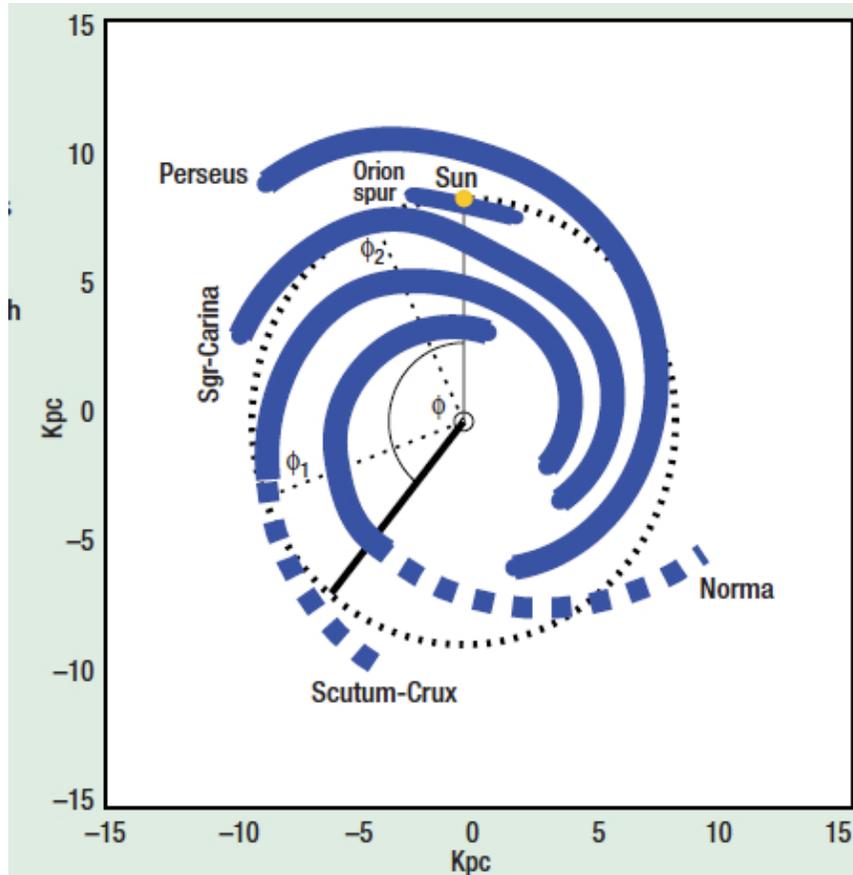


ウィルソンサイクル(超大陸の分裂と合体)

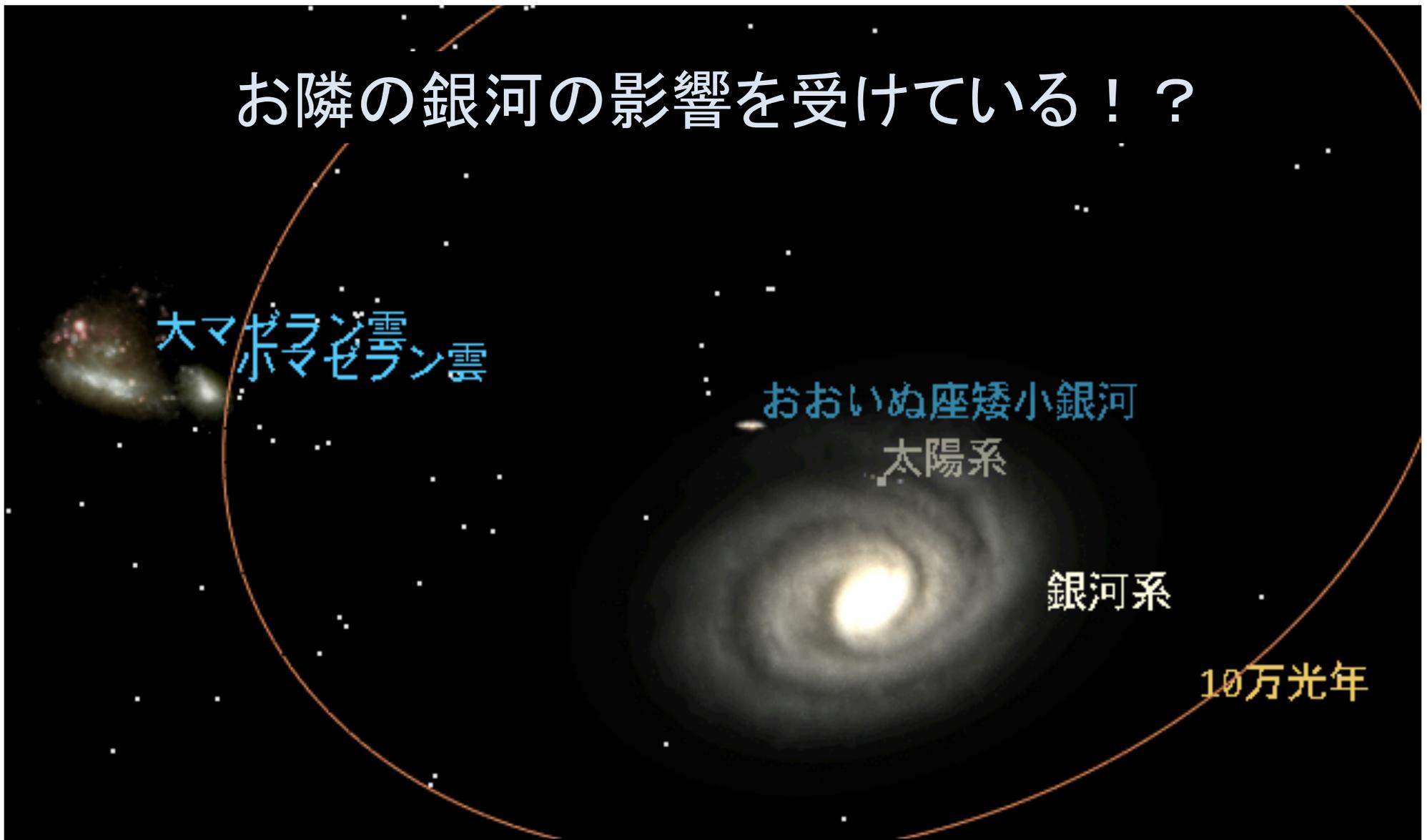


2億年前、地球の大陸は「パンゲア」というひとつの巨大大陸だった。これからも数億年ごとに、地球の大陸はくっついたりはなれたりする。

銀河スケールの変動



お隣の銀河の影響を受けている！？



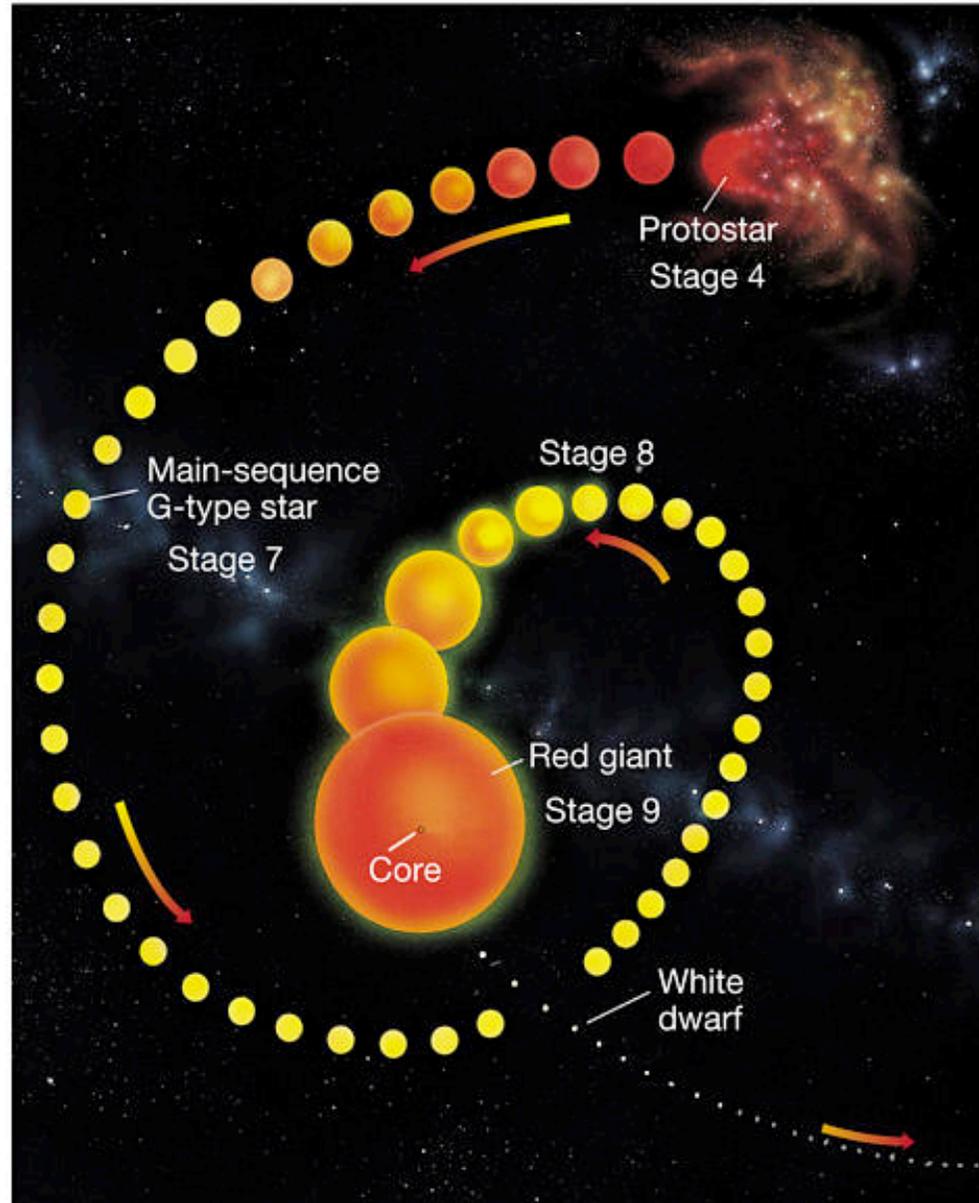
- 銀河系の隣にある大マゼラン雲と小マゼラン雲は、20億年に一回銀河系に近づく。
- そのとき、銀河系では星がたくさん生まれたり、地球に隕石の雨が降ったりする

太陽と地球の未来

太陽は約60億年後寿命を迎え、急に赤く膨れ上がる(赤色巨星)

(恐らく)このとき地球は飲み込まれる

人類の遠い子孫(その時にはヒトの形をしていないかも)がこの時も生きのびようと思ったら、違う恒星に逃げないといけない





太陽が死ぬ時はこんな感じ

他の星へ逃げて、その先は？

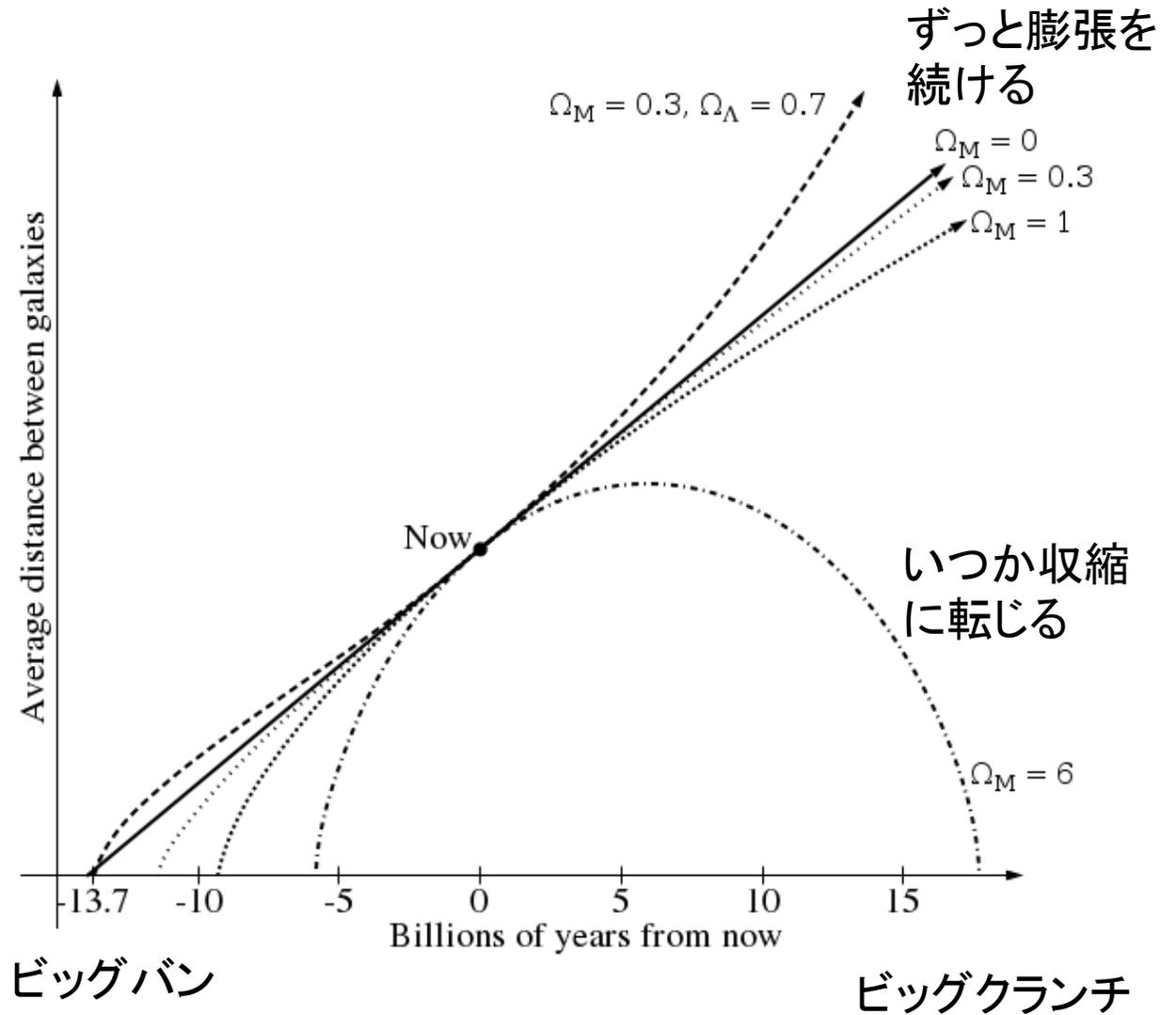
- 全ての星はいずれ寿命を迎える
- 新しい星が生まれるためのガスや塵も、やがて尽きる
- やがてブラックホールと光子だけの宇宙になる(ブラックホールもやがて蒸発してしまう)？
- 宇宙の膨張はどんどん加速し、やがてすべてがバラバラになってほとんど空っぽの宇宙になる？
- ほんとのところどうなるかはほとんど分かっていない....

宇宙の未来

可能性1:
宇宙の中にある物質の
引力が膨張の勢いに勝
てば、宇宙はいつか収
縮に転じて、最後はつぶ
れてしまう
=ビッグクランチ

可能性2:
引力の方が弱ければ、
段々減速しつつも永久に
膨張を続ける

可能性3:
どんどん加速度的に膨
張を続ける。その先
は??



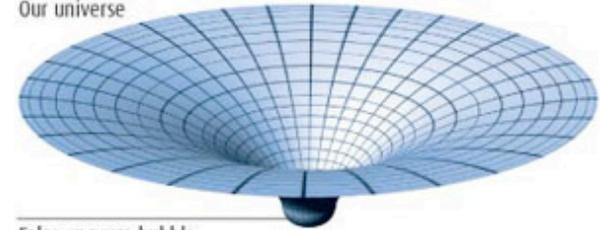
子宇宙／孫宇宙が生まれるかも？

- 宇宙のある場所から、突然別の宇宙が生まれて膨張を始めるかも？
- もしかしたら、我々の宇宙が生命が住めなくなる前に、子宇宙・孫宇宙に移り住めるかも？
- もしかしたら我々の宇宙も、別の宇宙から生まれたのかも？
- でも新しく生まれた宇宙は、我々の宇宙とは似ても似つかないかも？
- 研究はされているが、まだまだ分からない事だらけ...

CREATE YOUR OWN UNIVERSE

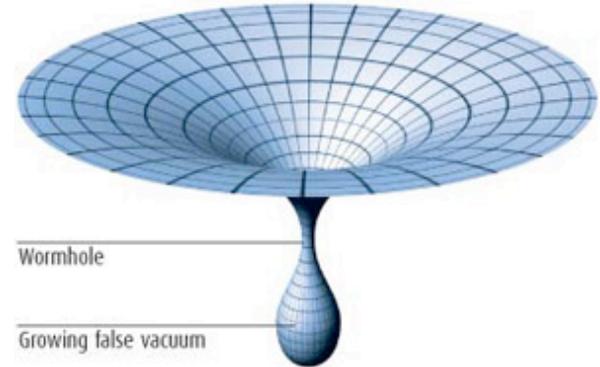
First, concentrate a large amount of mass in a way that distorts the space-time of our universe, creating a region of "false vacuum"

Our universe



False vacuum bubble

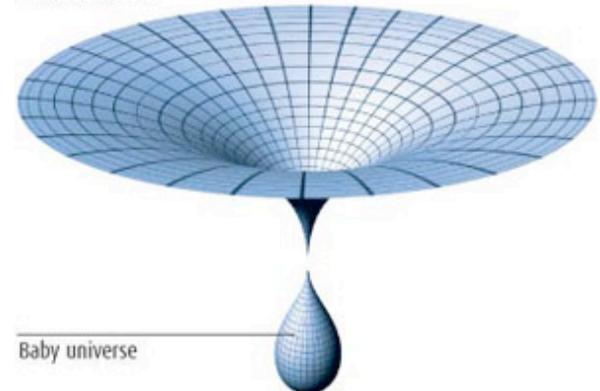
As the false vacuum grows, its connection to our universe narrows into a wormhole



Wormhole

Growing false vacuum

Eventually, the wormhole pinches off and a new baby universe is born



Baby universe

多元宇宙 (multiverse)

- uni(一つの)-verseに対してmulti(複数の)-verse
- 我々の宇宙と同じような(又はかなり違った)宇宙が他にもたくさんある？
- 理論的にはあり得る。しかし外の宇宙の情報は「原理的に」知り得ない
- 決して知覚できないものを存在していると言えるか？ 哲学的問題。



人は宇宙へ出てゆくだろうか？

日本政府が宇宙開発にかけているお金

平成22年度予算（政府原案）（宇宙関係予算）【各府省の主な施策】

全府省庁合計 **3,390億円**（対前年度 **▲90億円（▲2.6%）**）

【内閣官房】	63,638	(▲689)	【外務省】	190	(+3)
○ 情報収集衛星関係経費	63,536	(▲688)	○ 衛星画像における情報収集および分析にかかる経費	184	(+2)
○ 宇宙開発戦略本部にかかる経費	102	(▲1)	※ その他、独立行政法人の運営費交付金の内数として、人工衛星を活用した技術協力を実施。		
【内閣府】	801	(+562)	【農林水産省】	1,110	(+380)
○ 総合防災情報システム(人工衛星等を活用した被害早期把握システムを統合)	697	(+562)	○ 農林水産施策におけるリモートセンシング技術の活用	762	(+99)
【警察庁】				48	(+281)
○ 高解像度衛星画				10	(▲307)
【総務省】				46	(+608)
○ 準天頂衛星システム				18	(+58)
○ 超高速インターネ				54	(▲693)
○ 地域衛星通信ネ				37	(▲186)
【文部科学省】				38	(▲300)
○ 地球環境変動観				35	(±0)
○ 宇宙利用促進調査研究費	432	(+132)	【環境省】	1,682	(+174)
○ 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)	1,986	(+986)	○ 「いぶき」観測データ解析・処理	696	(+65)
○ 準天頂衛星システム	8,114	(▲1,186)	○ 気候変動影響モニタリング・評価ネットワーク	336	(+99)
○ 金星探査機(PLANET-C)	9,709	(+3,646)	○ 自然環境保全基礎調査	270	(+21)
○ 日本実験棟「きぼう」の運用・科学研究等	15,310	(▲61)	【防衛省】	60,933	(+2,914)
○ 宇宙太陽光発電に係る研究開発	350	(+79)	○ 衛星通信、商用画像衛星の利用等	19,738	(+796)
○ 宇宙ステーション補給機(HTV)	25,127	(+298)	○ 宇宙を利用したC4ISRの機能強化のための調査・研究	1,260	(+1,182)
○ LNG推進系	2,950	(▲7,750)	○ 弾道ミサイル防衛(BMD)(宇宙関連)	39,932	(+934)
○ 小型固体ロケット	2,000	(+1,787)			
○ 超小型衛星研究開発事業	300	(新規)			

約三千数百億円

* 平成21年度第2次補正予算案に5,076百万円を別途計上。

※ 各府省庁予算の単位は百万円。四捨五入の関係で合計は必ずしも一致しない。

日本の国家予算は？

- 平成22年度収入：~92兆円
 - 公債(借金)：~44兆円
 - 税収：~37兆円
 - その他収入：~11兆円
- 平成22年度支出：~92兆円
 - 社会保障関係：~27兆円
 - 国債費(借金返済)：~21兆円
 - 地方交付税：~17兆円



宇宙は人間に
何をもたらしてきたか

天文学は最古の学問(の一つ)

- ヒトはいつの時代も、「宇宙(世界)はどのようなのか？」に興味を頂いてきた

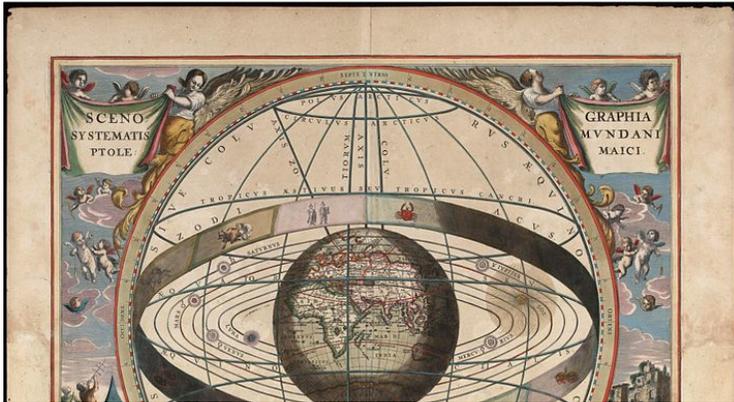


古代インドの宇宙観

<http://rikanet2.jst.go.jp>より拝借

それでも地球は回っている...

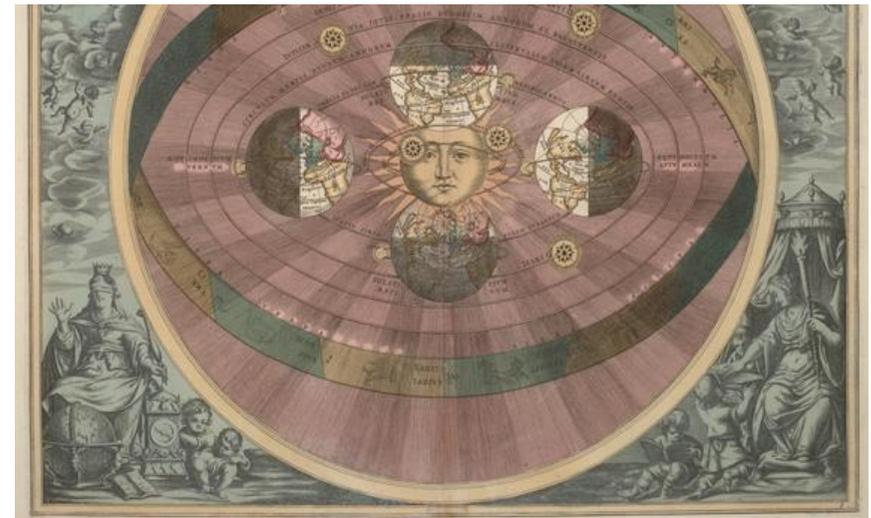
天動説



地動説

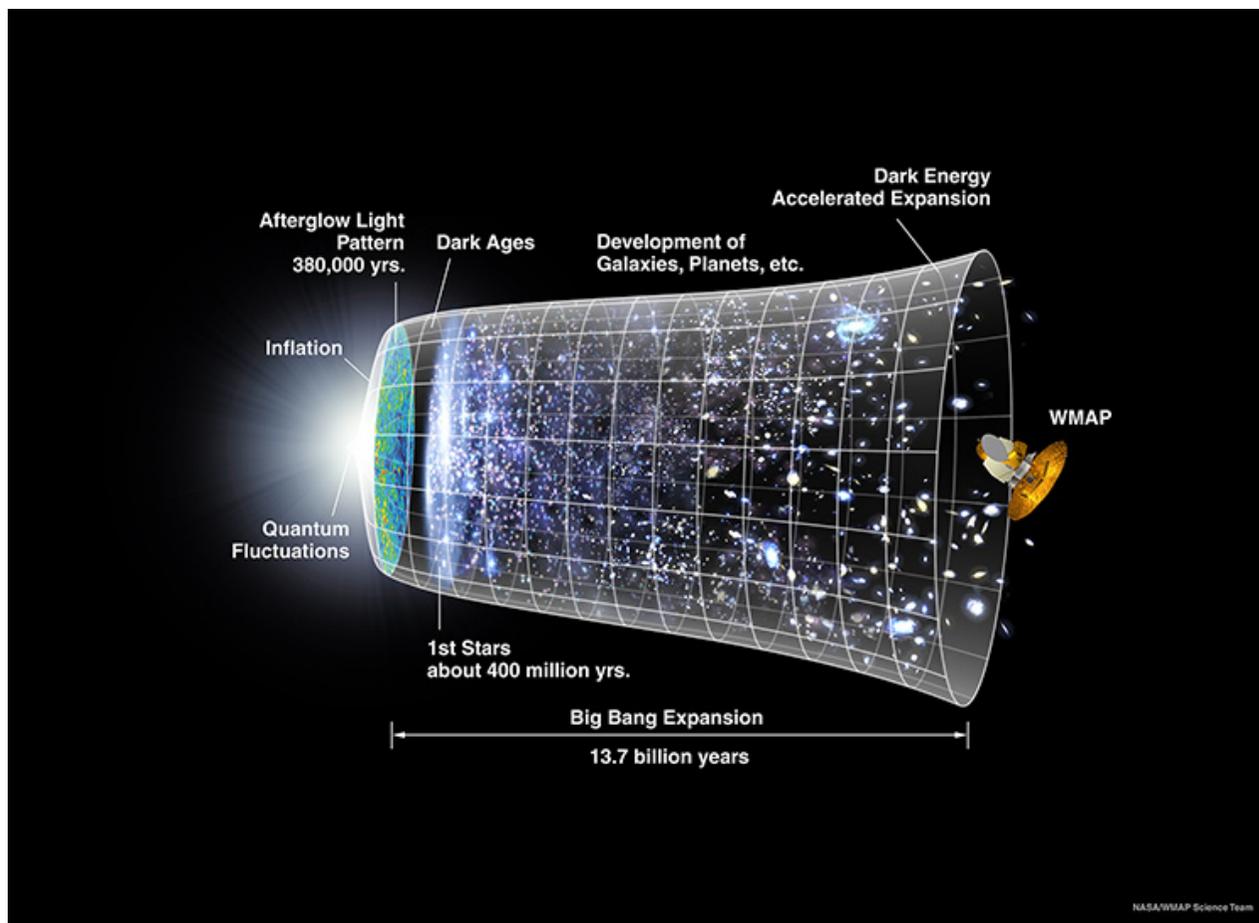


世界は人間の理性で理解できるものである



夜空の星の動きの精密な観察と、それを論理的・数学的に説明しようという努力から、地動説が見いだされた

宇宙は永遠に同じではない



- 宇宙がビッグバンで始まり、今も膨張を続けていることは、今では誰もが知っている。
- が、アインシュタインですらも初めは受け入れられなかった

20世紀の宇宙開発の最大の成果



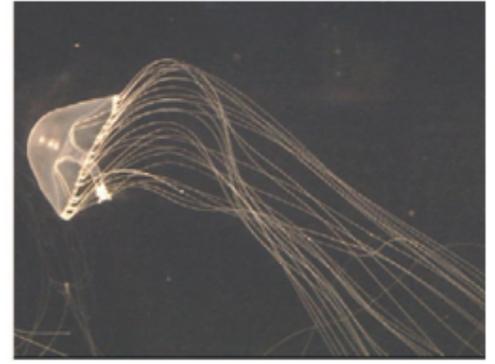
- 「地球は青かった」...ガガーリン
- 「宇宙から見ると国境などない」...宇宙飛行士が口を揃えて言う言葉
- 「米ソの冷戦を終わらせたのは、究極的には宇宙から見た地球の姿である」...立花隆
- 「宇宙船地球号」

それで、いいのか？

- 冷戦が終わった後も、地域の紛争はむしろ激化しているところがある
- 地球の環境は変化する。生命はいつか進化する...いい環境？地球を守るって？
- 「地球市民」は究極のグローバル化。「国境などない」「みんなが同じ文化」で本当にいいのか？？

人間は文化を変えて環境に適応してきた

様々な自然環境 ⇒ 多様な種の生命



様々な自然・社会的環境 ⇒ 多様な文化



文化の多様性

- 環境も、社会も、これからどんどん変化する
 - それに適応するには、多様な文化を保持しておかないと？

- 宇宙進出がもたらした「地球は一つ」の思いが、「文化」まで一つにしてしまわないだろうか？

レヴィ=ストロースさん曰く



- おそらく私たちは、平等と博愛がいつの日かヒトのあいだに、多様性を損なうことなく実現される夢を描いているのだろう。しかし、人類が、かつて想像し得た価値のみの不毛な消費者となり、亜流の作品と幼稚な発明を生み出すことに甘んじたくないならば、人類は、真の創造が、異なった価値観からの呼びかけにたいするある意味の聴力障害を想定し、それが**異なった価値観の拒否、あるいはその否定にまでつながるものである**ことを、学ばなくてはならない
- 創造に満ちた偉大な時代とは、**遠く離れたパートナーと刺激を与え合える程度に情報交換ができ**、しかもその頻度と速度は、集団・個人間に不可欠の壁を小さくしすぎて交換が容易になり、**画一化が進み多様性が見失われない程度に留まっていた時代** * *

*レヴィ=ストロース「はるかなる視線」みすず書房
* *レヴィ=ストロース「レヴィ=ストロース講義」平凡社

....光速の壁が通信を難しくするレベルの宇宙へいけと？

思考実験1

- どこか違う星に移住することになった。もう地球には帰れない。選ばれた1000人が、新しい星で子孫を増やしてゆく。
- ...この時、遺伝子診断で、潜在的に病気や障害を持ちやすい人を除くのは、正しいこと？

思考実験2

- どこか違う星に移住することになった。この先300年間、宇宙船の中で世代をつなぎながら生きのびなければならない。その間、健康でいる以外に特に仕事はない。
- この難しいミッションに要求される「能力」とは？クリエイティブでみんなをひっぱる能力のある人？それともずっと部屋にこもってゲームをしているだけで満足できる人？

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



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

The banner features a background image of Earth from space. In the top left, the JTB logo is displayed. Below it, the text 'JTB宇宙旅行' and 'Travel Experience in SPACE' is shown. In the top right, the 'SPACE adventures' logo is present. The right side of the banner contains four product tiles:

- 本格宇宙旅行 (軌道飛行)**: Orbital Space Flight, featuring an image of a space station.
- 宇宙体験旅行 (亜軌道飛行)**: Suborbital Space Flight, featuring an image of Earth from space.
- 無重力体験 (アメリカ)**: Zero Gravity Experience, featuring an image of a person in a zero-gravity environment.

JTBのウェブサイト <http://www.jtb.co.jp/space/>

宇宙に行くのは少数の団体？

	メイフラワー号	モルモン教徒	巨大宇宙コロニー	小惑星への移住
年	1620	1847	2???	2???
人数	103	1,891	10,000	23
積荷(トン)	180	3,500	3.6 million	50
費用(1975の米ドルで)	600万ドル	1500万ドル	1000億ドル	100万ドル
積荷1ポンドあたりの費用	\$15	\$2	\$13	\$10
1家族当たりの費用を年収で割った値	7.5	2.5	1,500	6

人間はどこまでいくのか？

東の地を征服するための遠征を考えた王

- 王: まずギリシャを征服するぞ
- 賢者: その次は？
- 王: アフリカを征服する
- 賢者: アフリカの次は？
- 王: アジアに行こう、まず小アジア、次にアラビアだ
- 賢者: ではアラビアの次は？
- 王: インドまで行こう
- 賢者: インドの次は？
- 王: ああ、休息いたそう
- 賢者: なぜ今休息しないのですか？



自らの多様な可能性を確保し、変化に適応して
生き伸びてゆくために、人は宇宙へ行く...のかも。