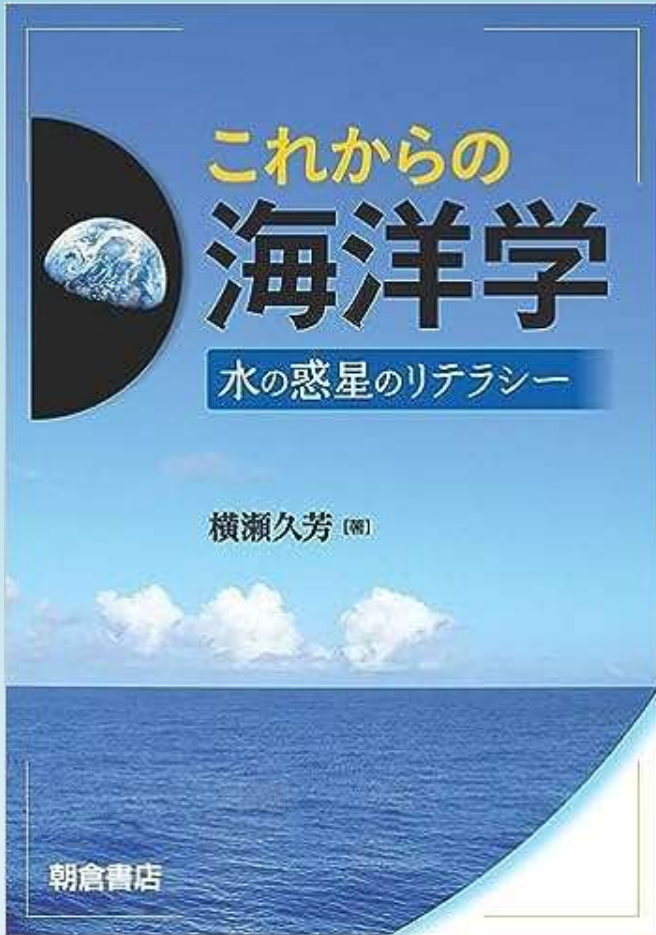


LESSON 2

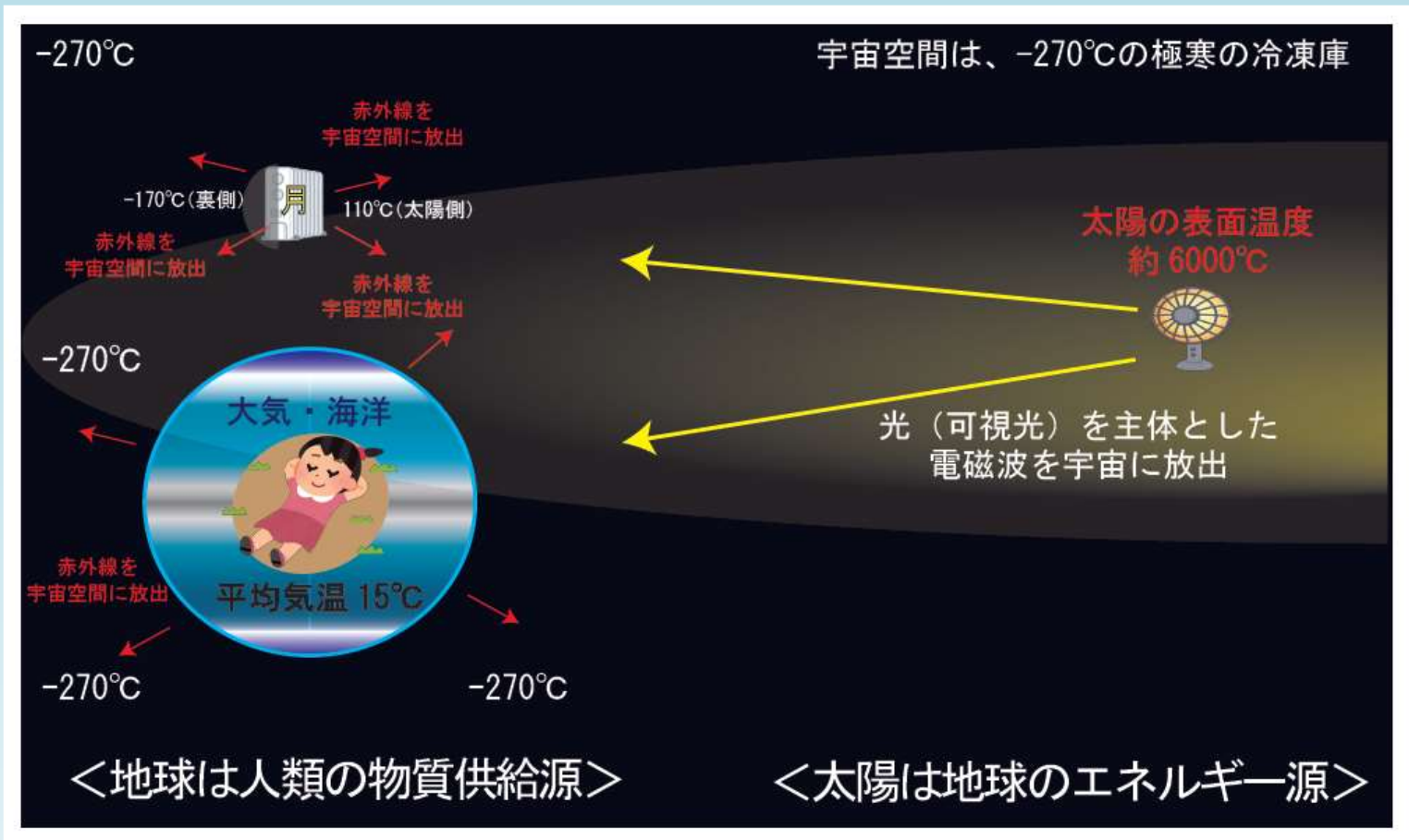
宇宙における地球

p. 1~9

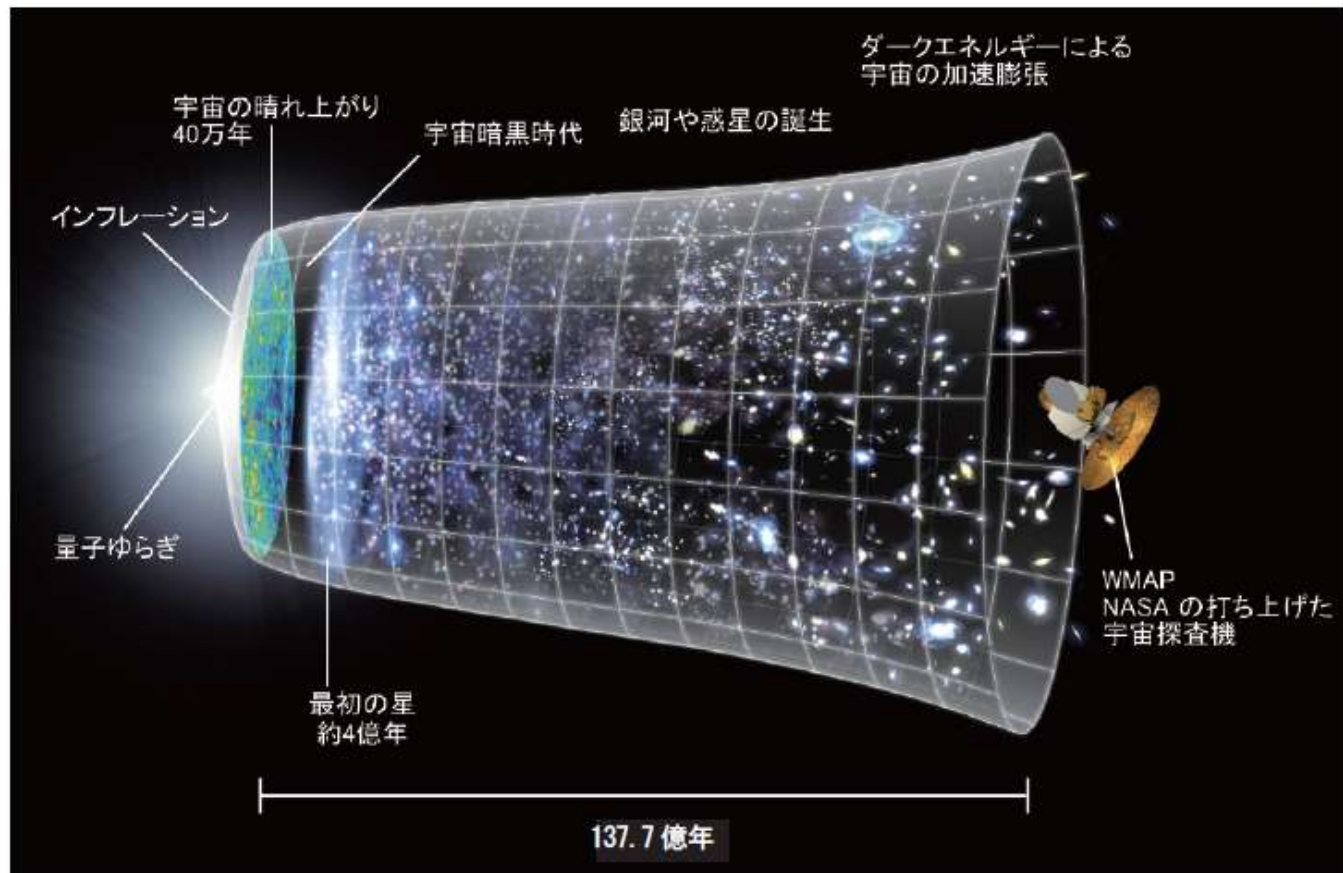


2023年度 教養課程：地球環境科学の最前線 A&B
担当： 熊本大学大学院 横瀬久芳（海洋火山学）

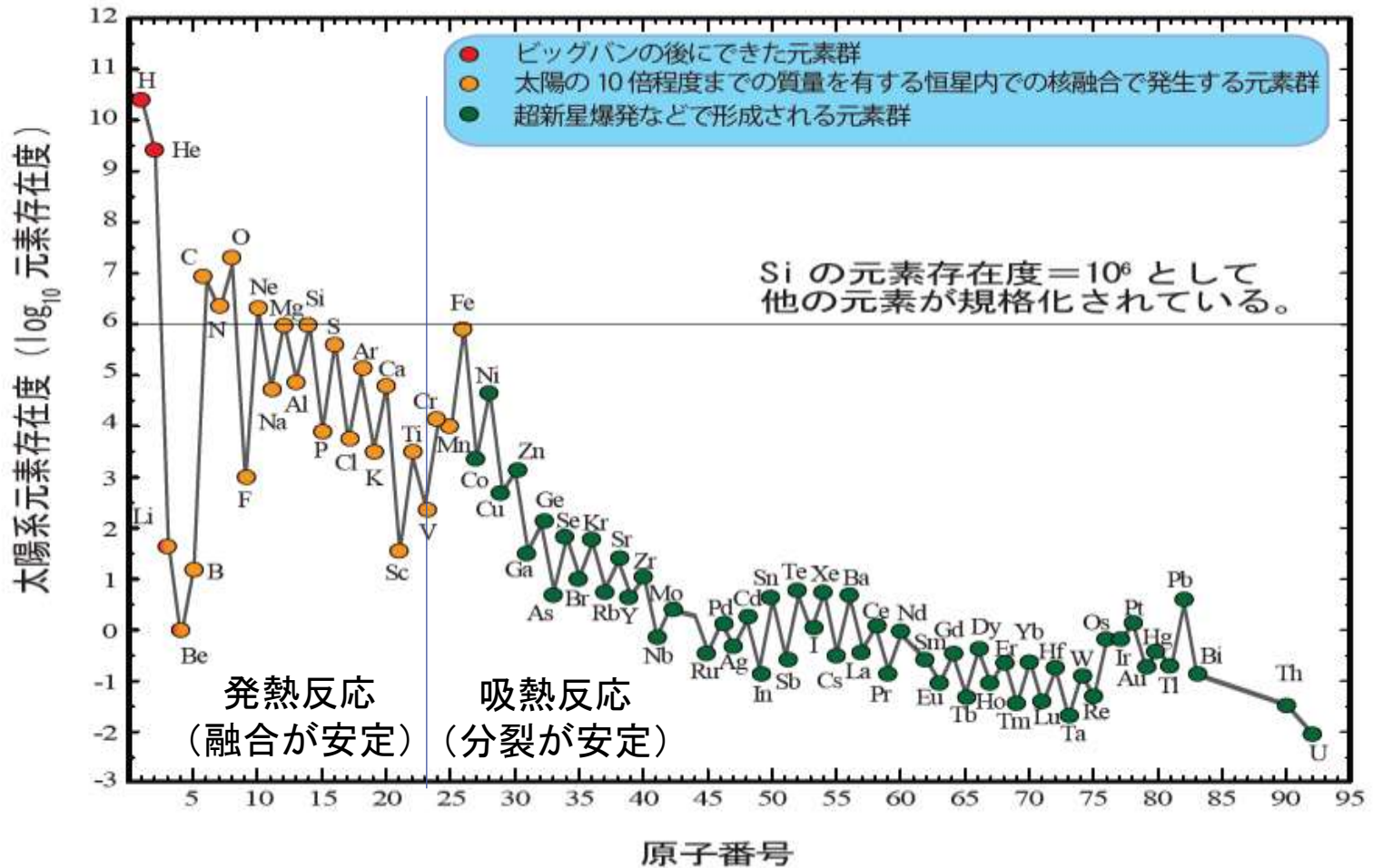
宇宙を漂う “水の惑星号”



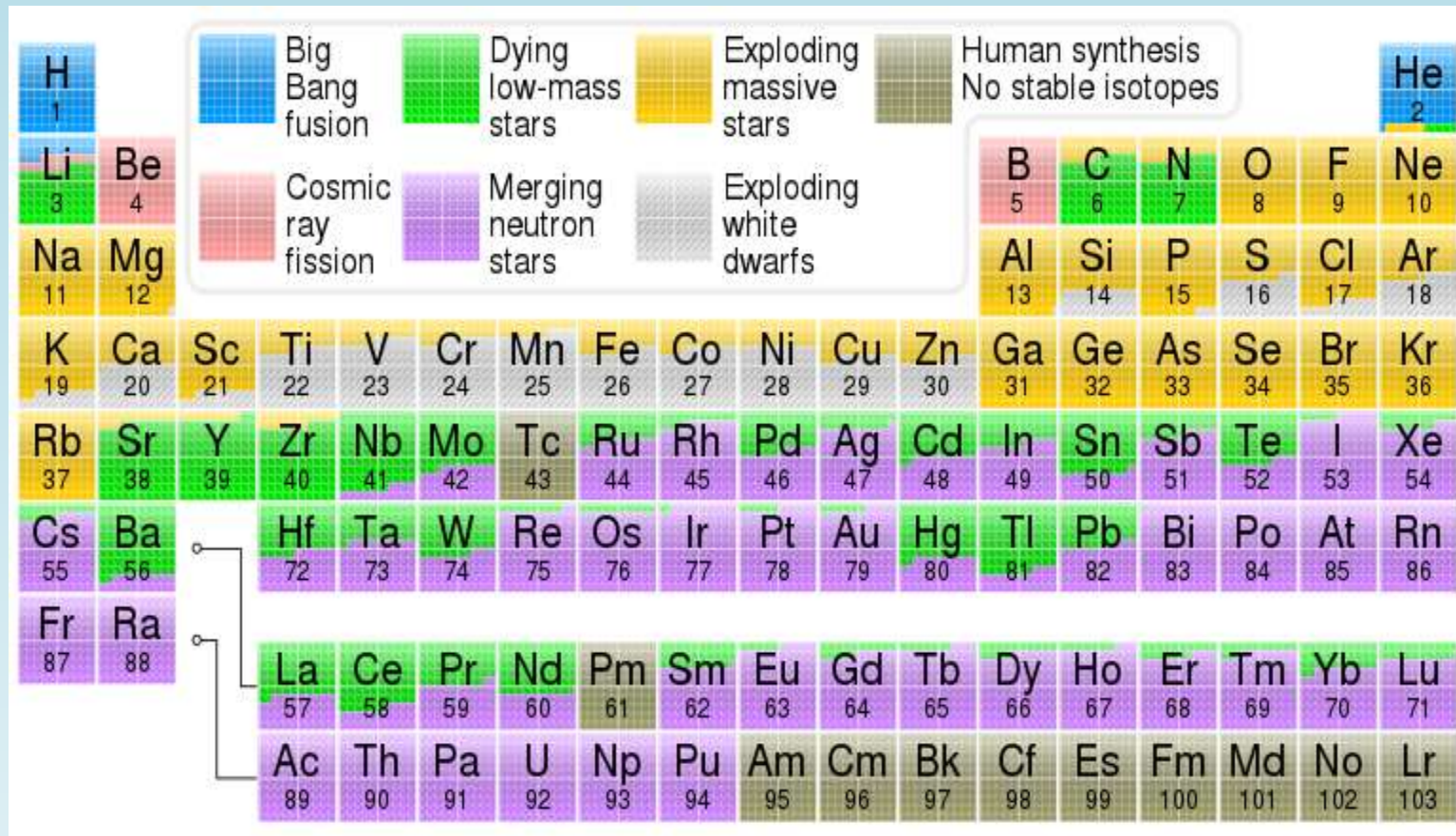
ビッグバン宇宙論



元素存在度と核融合



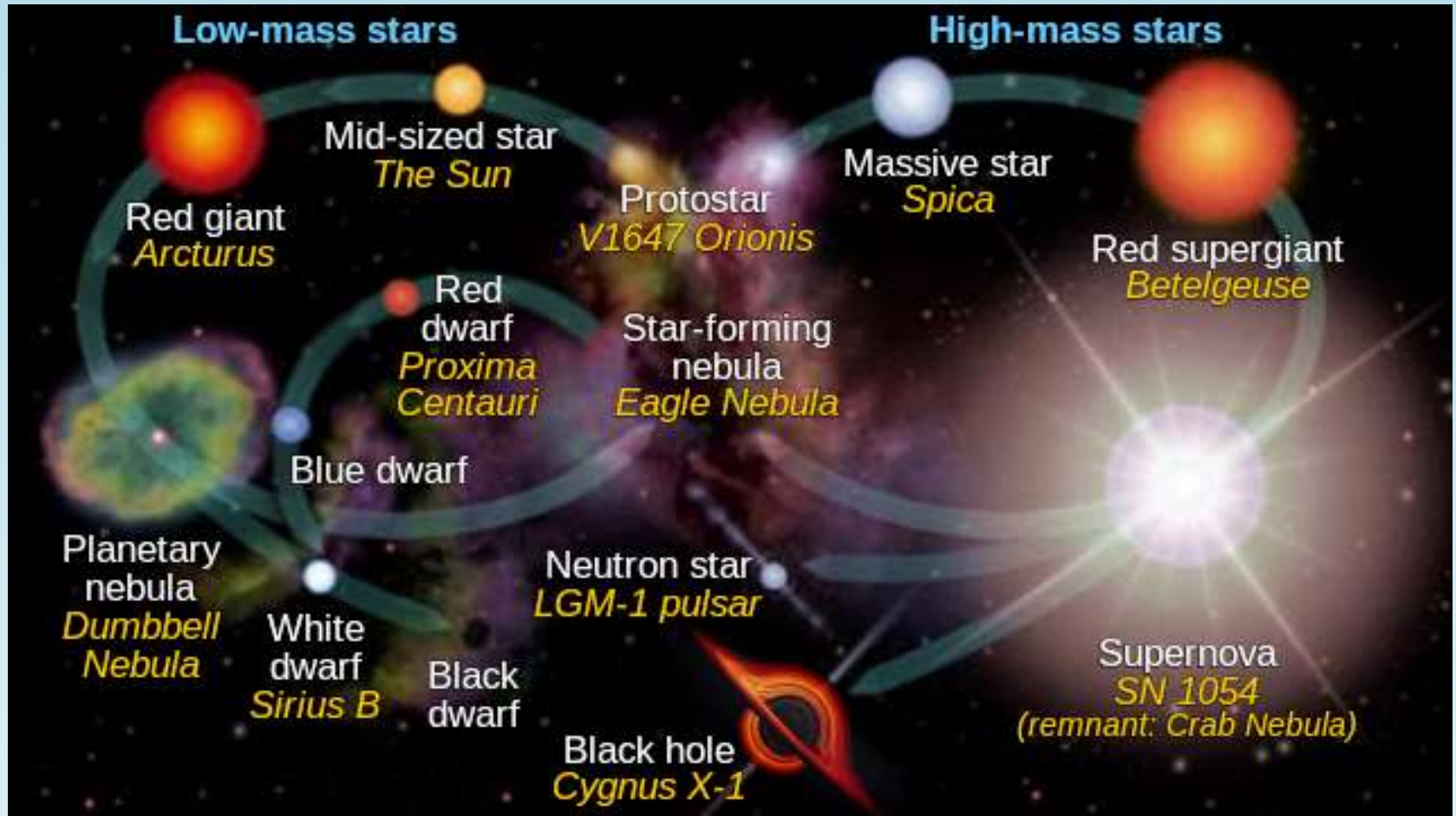
元素の起源



A periodic table showing the origins of the elements in the Solar System, based on data by Jennifer Johnson at Ohio State University.

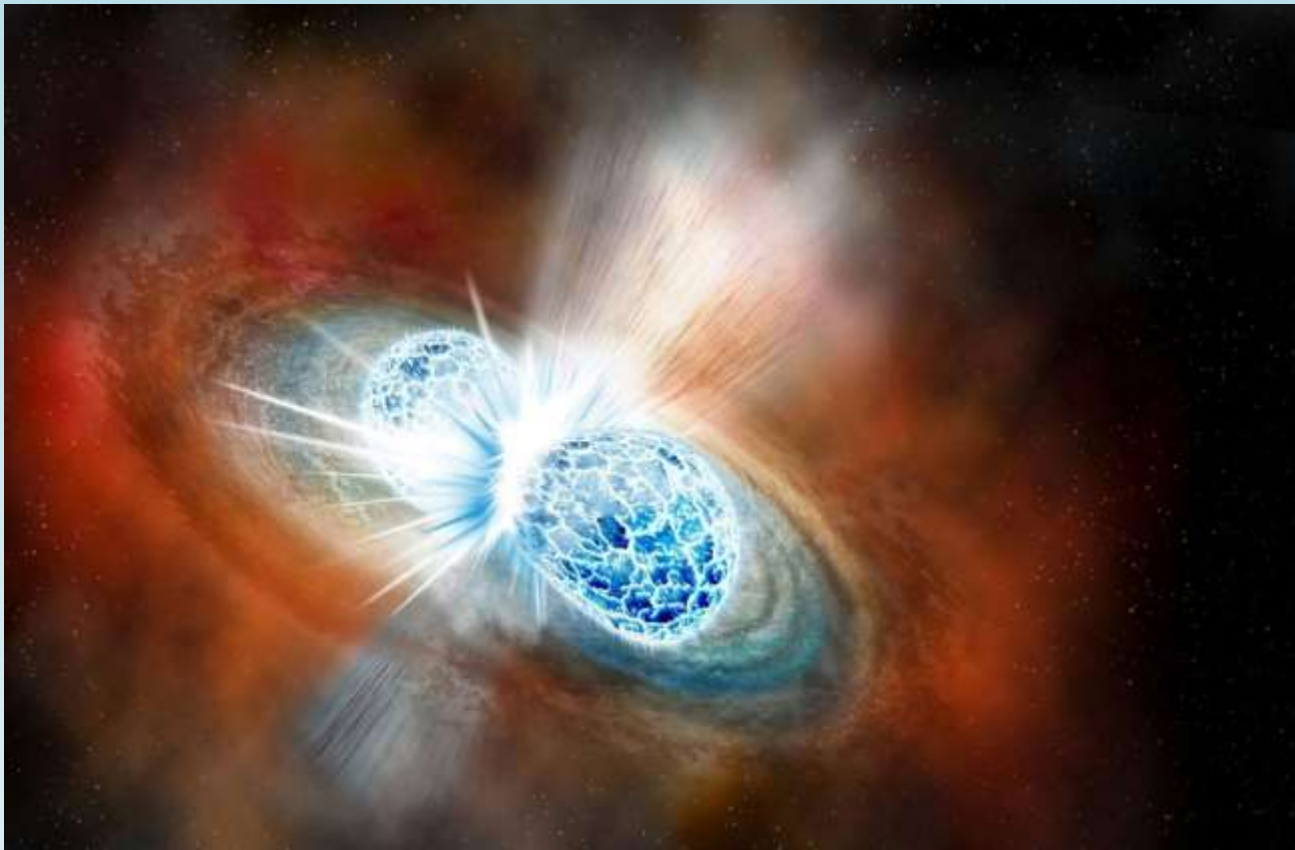
[File:Nucleosynthesis periodic table.svg - Wikimedia Commons](#)

恒星の一生 (サイズによって異なる)



Stellar evolution of low-mass (left cycle) and high-mass (right cycle) stars, with examples in italics. The background image is derived from http://imagine.gsfc.nasa.gov/teachers/lessons/xray_spectra/images/life_cycles.jpg and http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/bh_labeled.jpg by NASA's Goddard Space Flight Center.

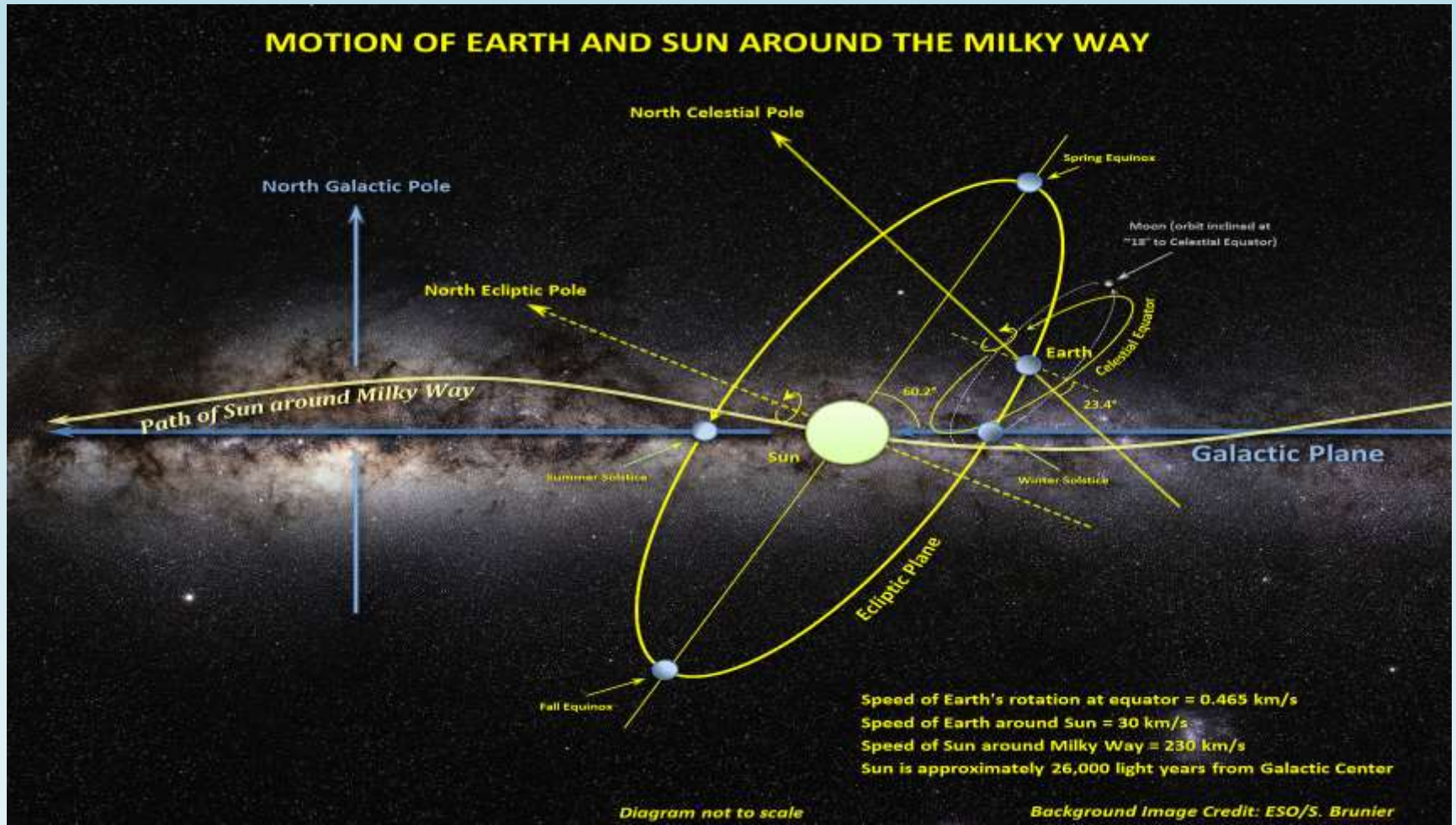
質量の大きな元素の合成



2つの中性子星同士が衝突して「キロノバ」と呼ばれる爆発を起こした瞬間の想像図。天... (nikkeibp.co.jp)

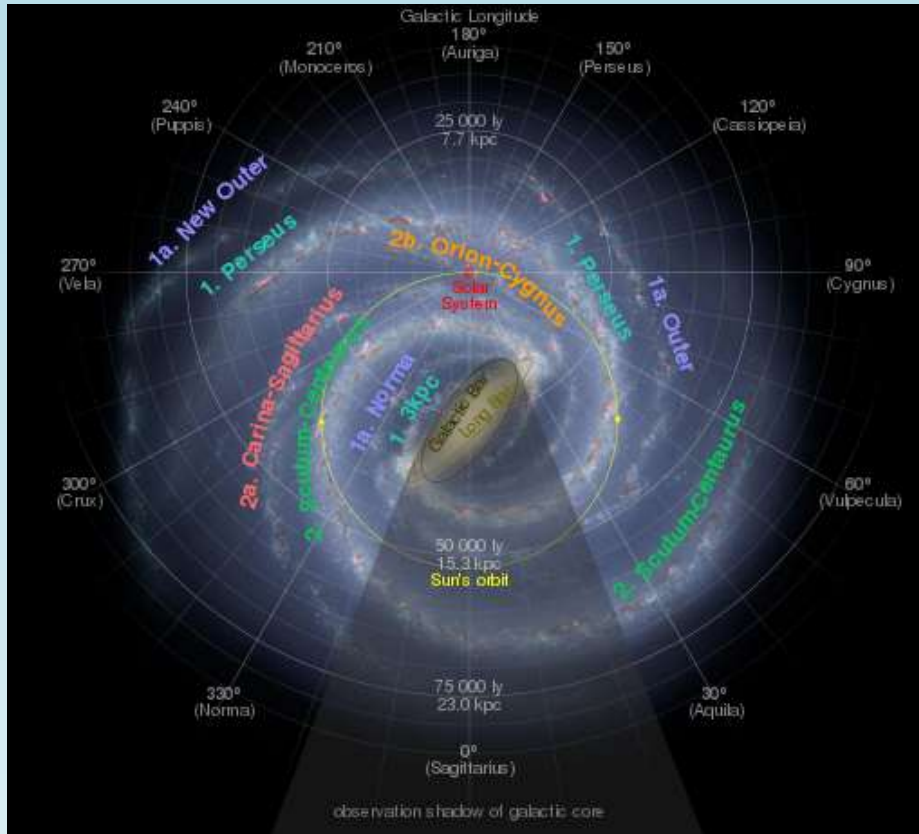
2つの中性子星同士が衝突して「キロノバ」と呼ばれる爆発を起こした瞬間の想像図。天文学者らは2017年10月16日、非常に激しくかつ可視光で観測できるこうした爆発によって引き起こされた「重力波」を初めて観測したと発表した。(ILLUSTRATION BY ROBIN DIENEL; COURTESY THE CARNEGIE INSTITUTION FOR SCIENCE)

Galactic Year (銀河年 = 約2億3000万地球年)



地球の自転 : 0.465km/s 地球の公転 : 30km/s 太陽の公転 : 230km/s

銀河の中心に生命は



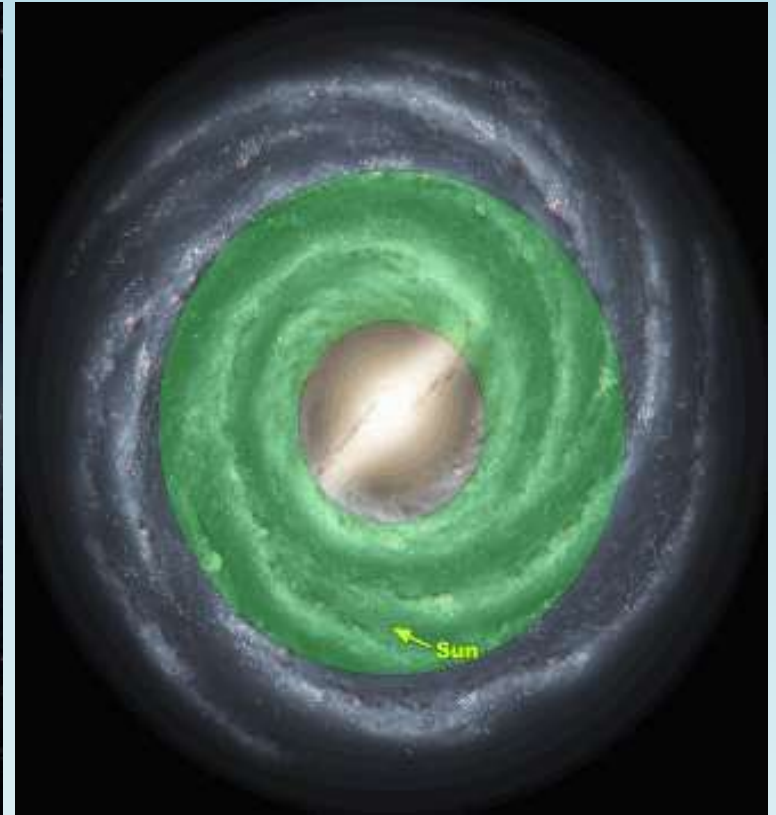
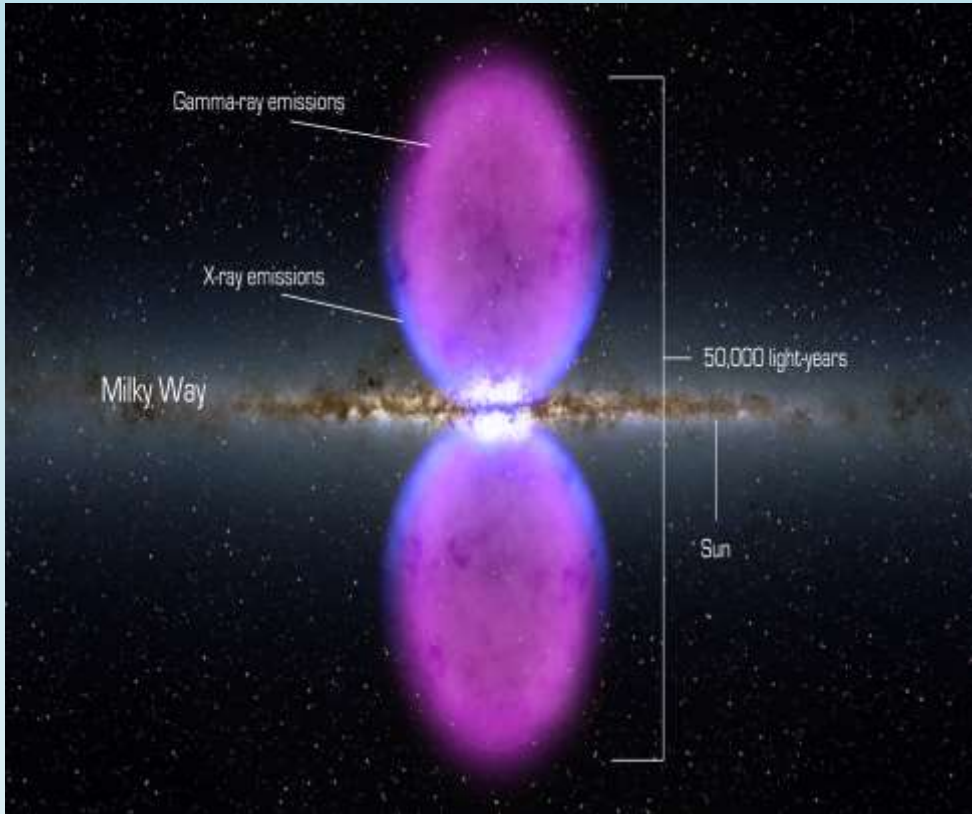
File:Artist's impression of the Milky Way.jpg: NASA/JPL-Caltech/ESO/R. Hurt derivative work: Cmglee - Artist's impression of the Milky Way.jpg

ESO/Y. Beletsky -
<https://web.archive.org/web/20081121184421/http://www.eso.org/gallery/v/ESOPIA/P aranal/phot-33a-07.tif.html>

天の川銀河をめぐる太陽系

レーザーの先が天の川銀河の中心

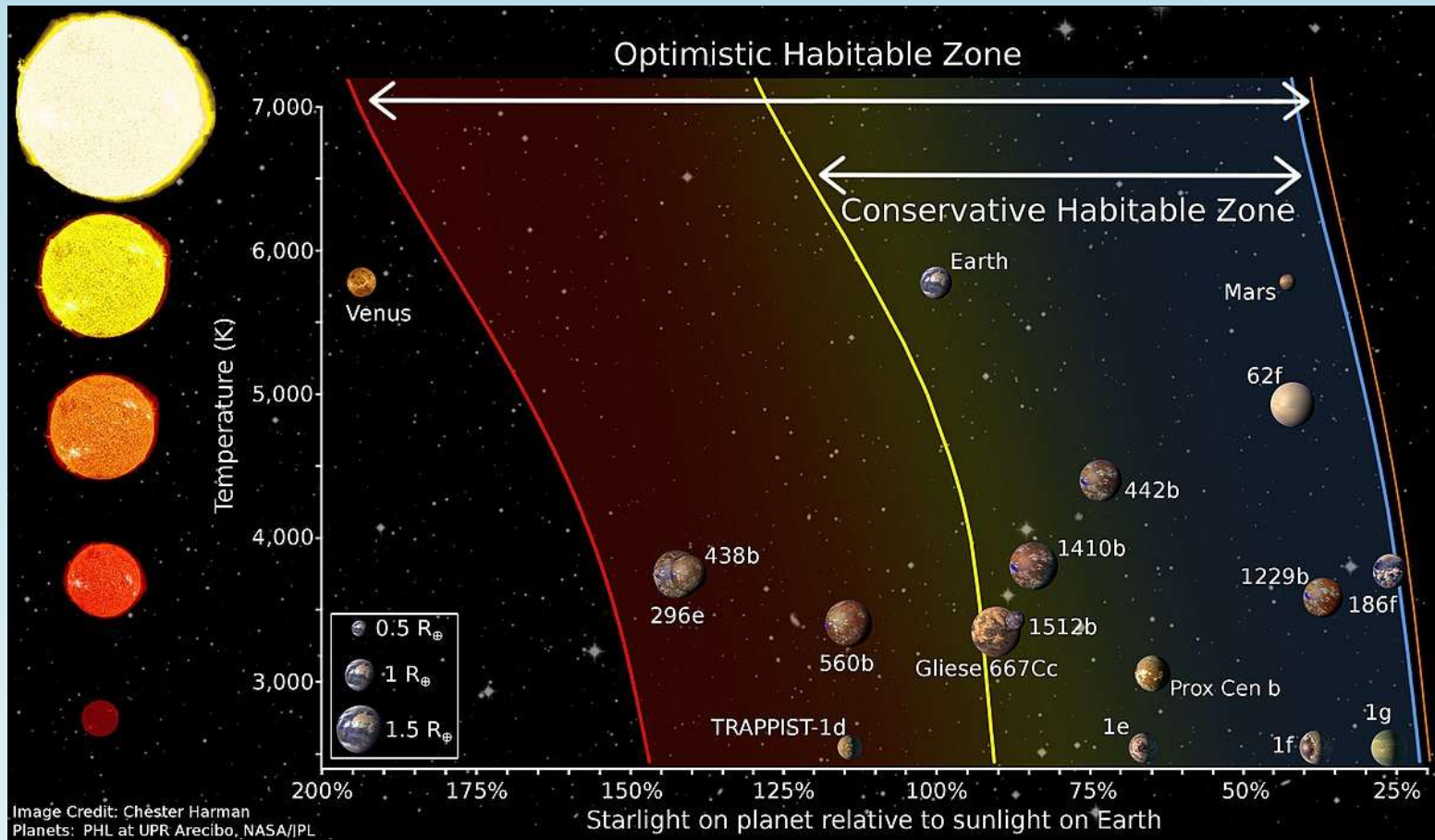
Galactic Habitable Zone



Credit: NASA's Goddard Space Flight Center -
http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/news/new-structure.html

NASA/Caltech
<http://www.news.wisc.edu/newsphotos/milkyway.html>

惑星系のハビタブルゾーン Circumstellar habitable zone: CHZ)



A diagram depicting the habitable zone boundaries around stars, and how the boundaries are affected by [star type](#). This plot includes [Solar System](#) planets ([Venus](#), [Earth](#), and [Mars](#)) as well as especially significant [exoplanets](#) such as [TRAPPIST-1d](#), [Kepler-186f](#), and our nearest neighbor [Proxima Centauri b](#).

地球誕生

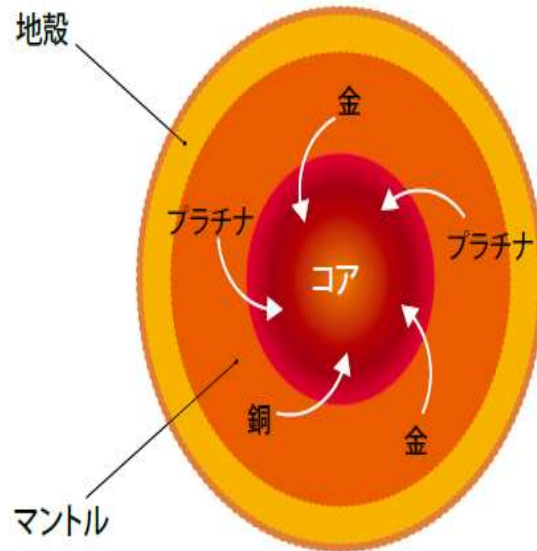


BRIGHT SIDE Series <https://youtu.be/u1qTrNUTVOw>

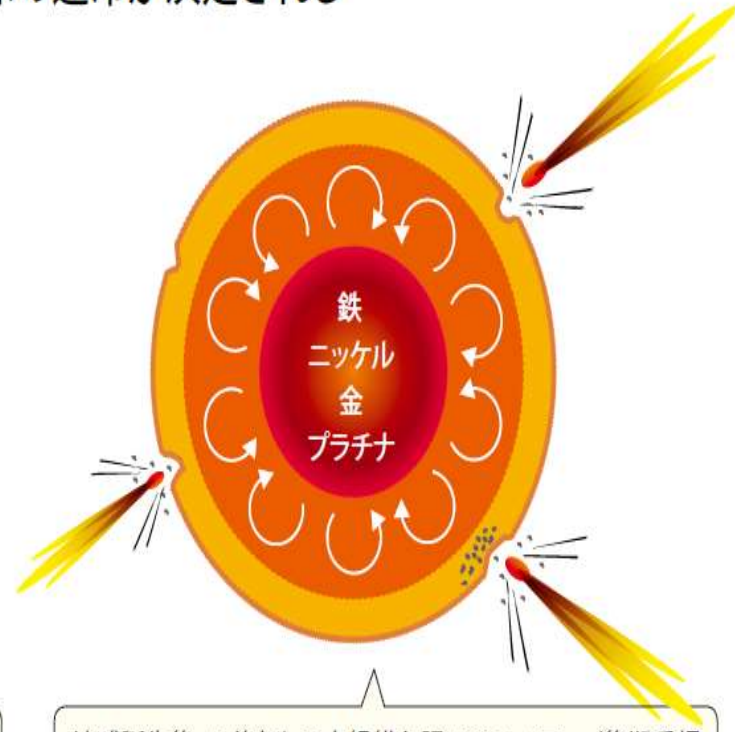
The past and future of the Solar System

マグマオーシャンとコア形成 地球の層状構造

地球が誕生した46億年からしばらくしてプラチナ鉱床の運命が決定される



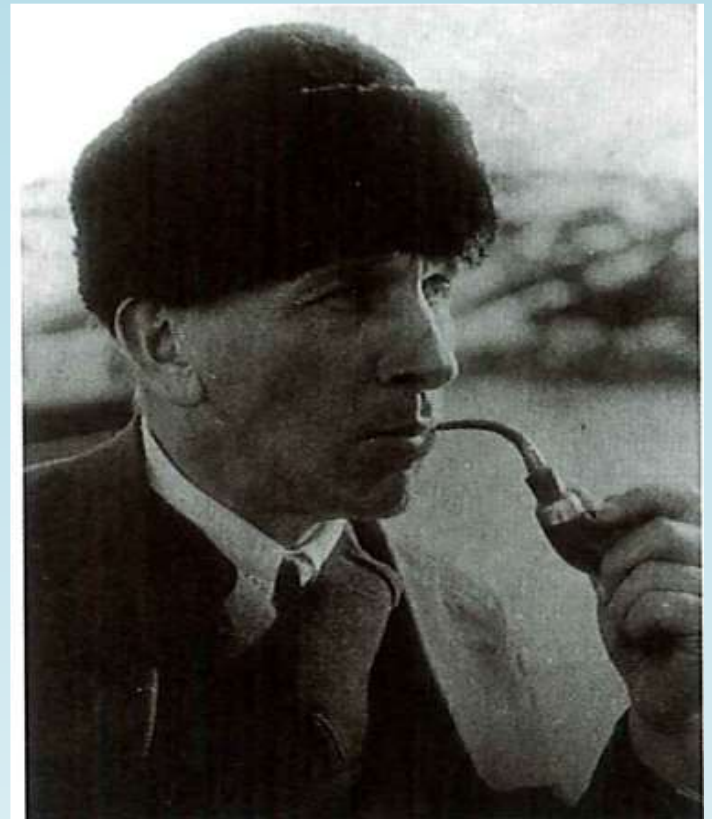
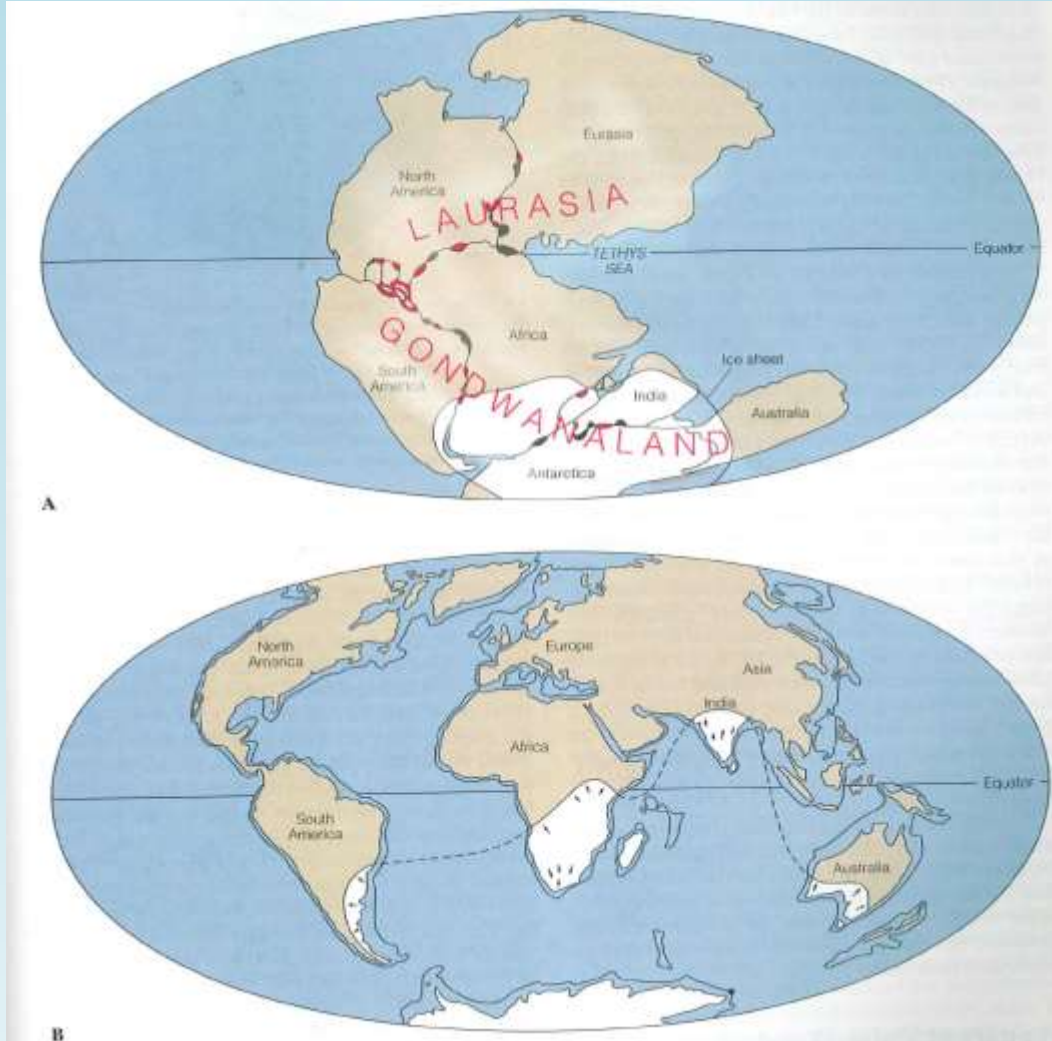
地球誕生後から1億年かけて作り出された「コア」と「マグマの海(後のマントル)」。プラチナをはじめとする多くの貴金属に富むコアとそれらに枯渇したマントルに、この時点で分離する。



地球誕生後、5億年して大規模な隕石のシャワー(後期重爆撃期)に見舞われる。貴金属(プラチナ、金など)が枯渇したマントル上部に、隕石シャワーによって貴金属が少し追加される。

大陸移動説：アルフレッド・ウエゲナー

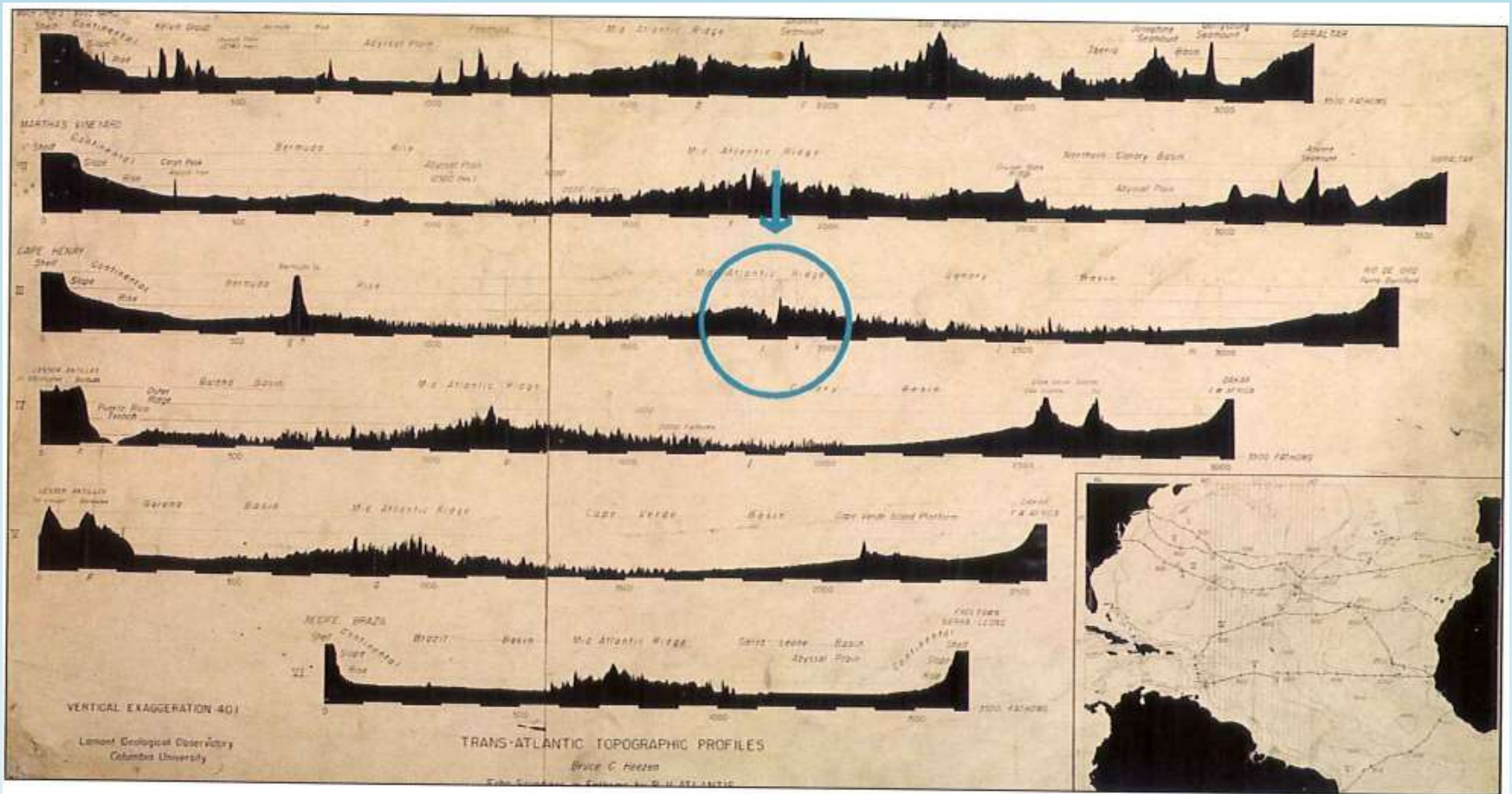
ドイツの地球物理学者：1880年～1930年、グリーンランド探検中に遭難死



ウエゲナーは、測地学、地球物理学、地質学、古生物学、動物地理学、植物地理学および古気候学の研究成果を動員して大陸移動の問題に取り組んだ。

当時、ウエゲナーの考えは、アメリカでは“ナンセンス”や“独善的”と強烈に批判されていた。

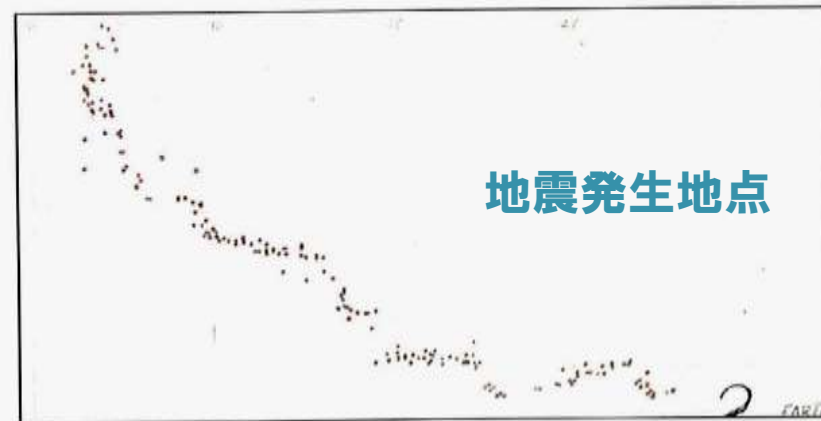
“電信の丘”の詳しい地形断面図



6本すべてに、グランドキャニオンをはるかにしのぐ、V字谷の存在。



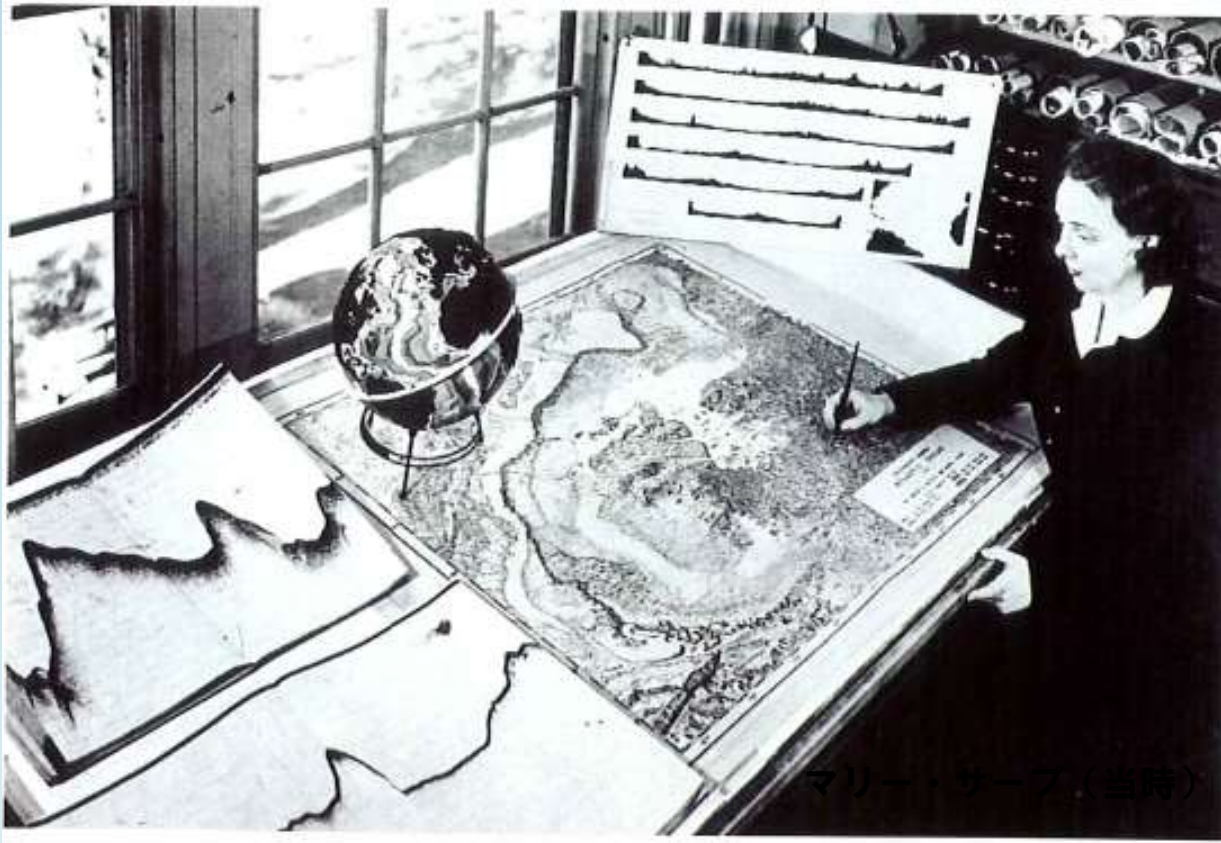
大西洋の海底に関するのデータの集積作業



ヒーゼンとサーブが大西洋中央部の海底図表をつくる際に参考にしたさまざまな資料。どの図もピッタリ合わさることはないが、大西洋中央部のほぼ同じ海域を網羅している。いちばん上は調査船の航跡が実線で表現された図。その次は調査船が測った水深データの記入された図。3番目はこの海域で起きた過去の地震発生地点のデータ。以上3枚の図をもとに起こした海底図表がいちばん下の1枚。中央海嶺の姿も明らかに、海底の詳細な姿が描かれている。2人はこのような地道な作業をくり返して、ついには全世界の海底図表をつくり上げることになる。

地震のあるところに山脈あり

ブルース & マリーの出会い



ブルース・ヒーゼン



ヒーゼン博士とともに海底という未知の世界に光をあてたマリー・サーブさん。

1929年 北大西洋の大陸斜面で海底電線がすべて切断される事故が発生ブルース・ヒーゼンは、事故原因が地震そのものではなく、大陸斜面で発生したタービダイト流であると見抜き、28歳にして一躍有名になった。

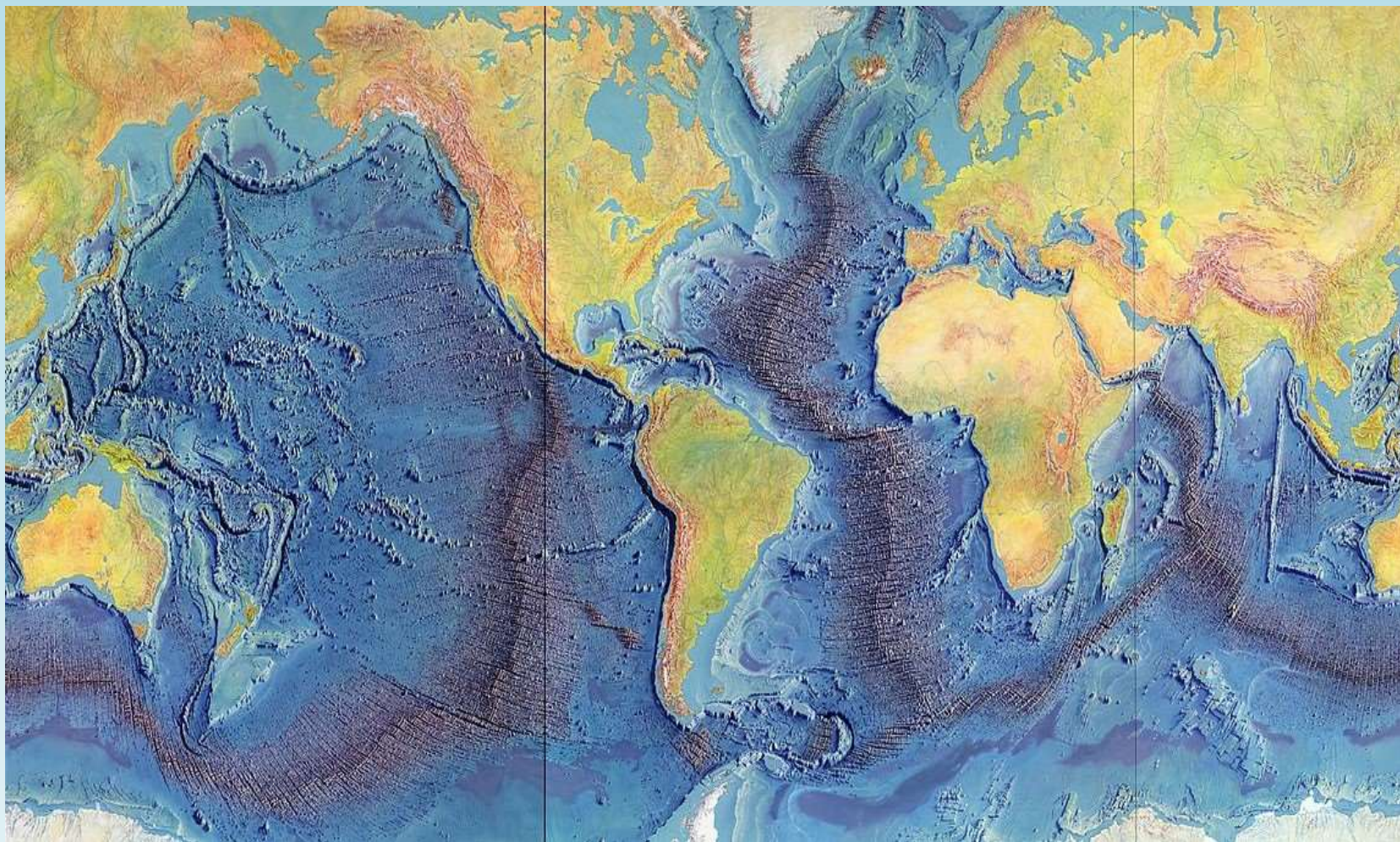
“若者よ、大西洋中央海嶺の探査に行かないか？そこにはいくつかの山があるが、その山がどっちに向かって連なっているかさえわかっていないんだ” モーリス・ユーイングにスカウトされ、以後30年間海底の研究を続ける。

“こんなはずはない！これじゃまるで大陸移動説じゃないか！”とうめいて頭を抱えるアメリカ人研究者のブルース。

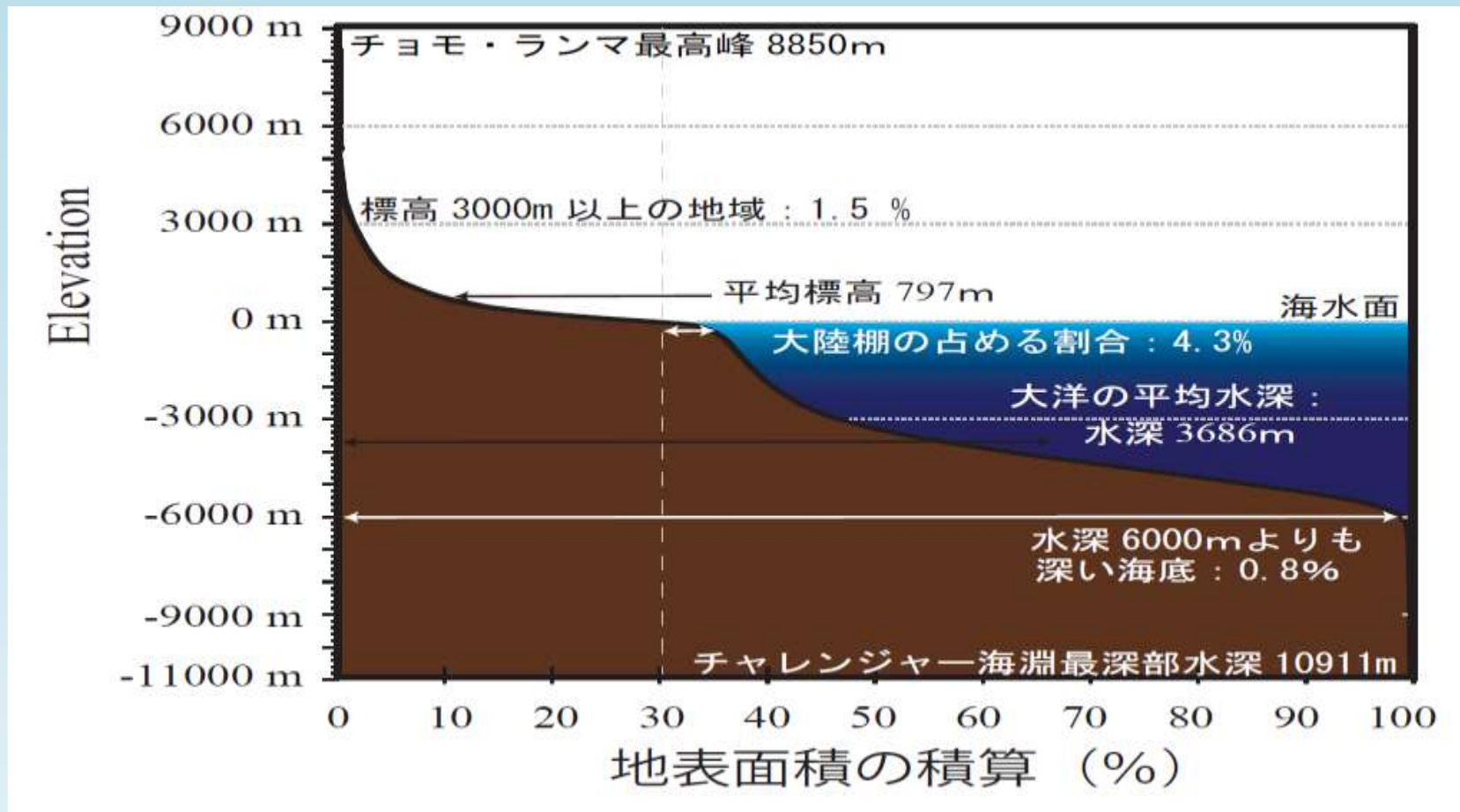


1956年にアメリカ科学アカデミーのシンポジウムで始めて発表された北大西洋海底図表。この図表が反響を呼んで、大陸移動説からプレートテクトニクス（1967）へと結実する。（ウエゲナーの死後、30年以上が経過する）

海底の想像図 (1977年)

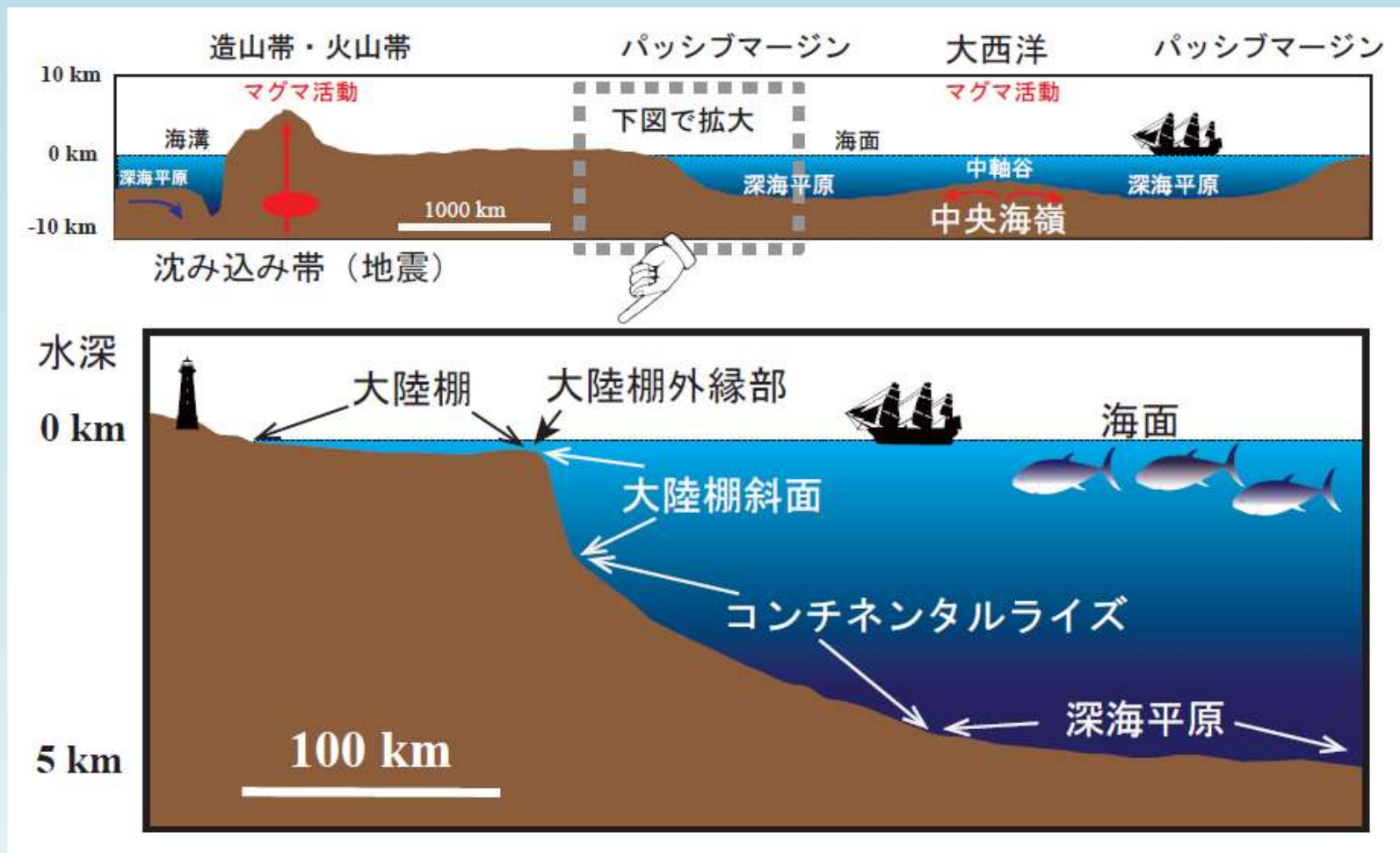


面積高度曲線 (地球上における水深・標高の割合)

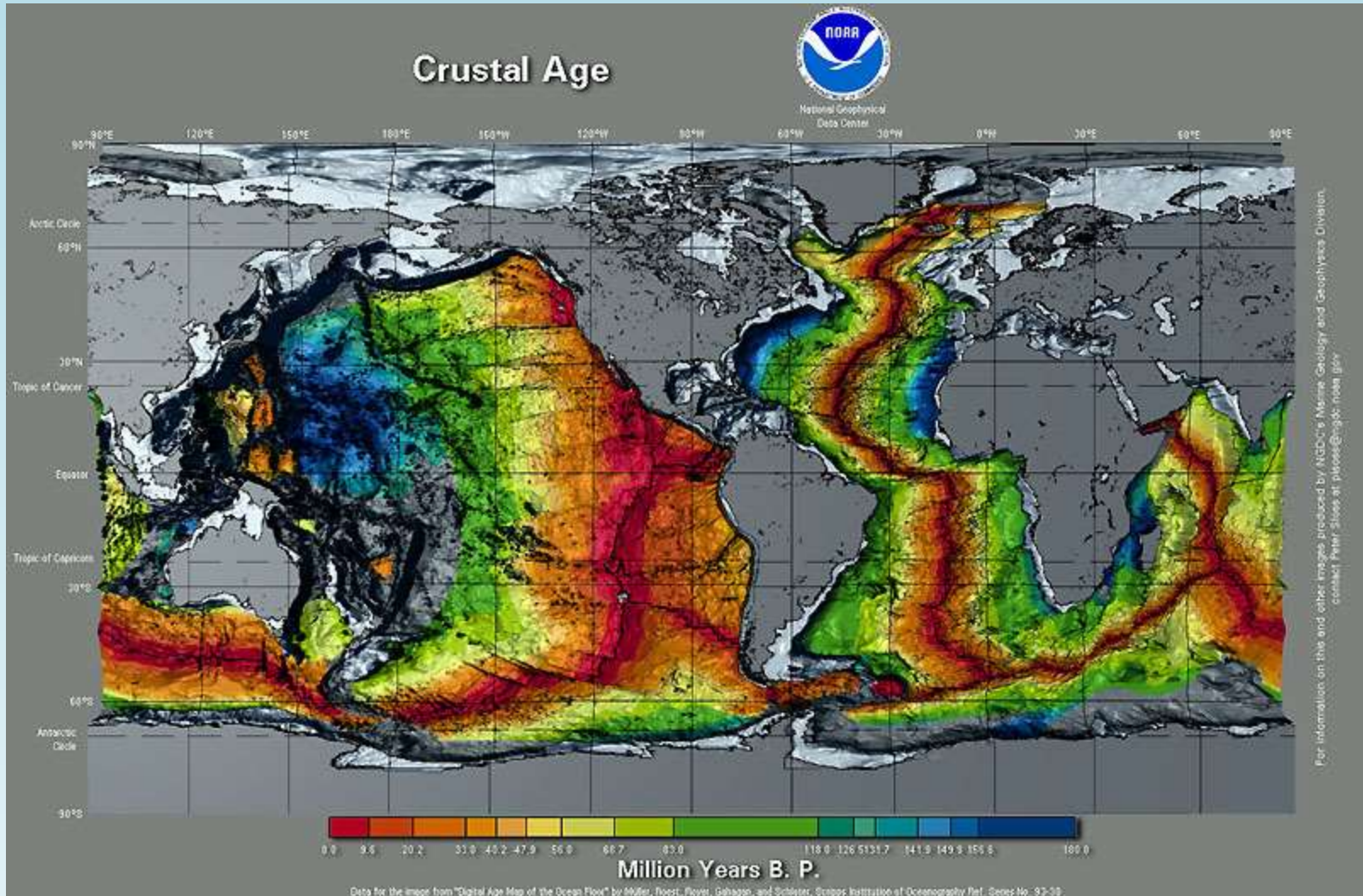


もしも地球表層の凹凸がなかったなら、地球は水深2400mの海に覆われる。

地表の凹凸は、複雑であるが、共通したパターンを持っている。



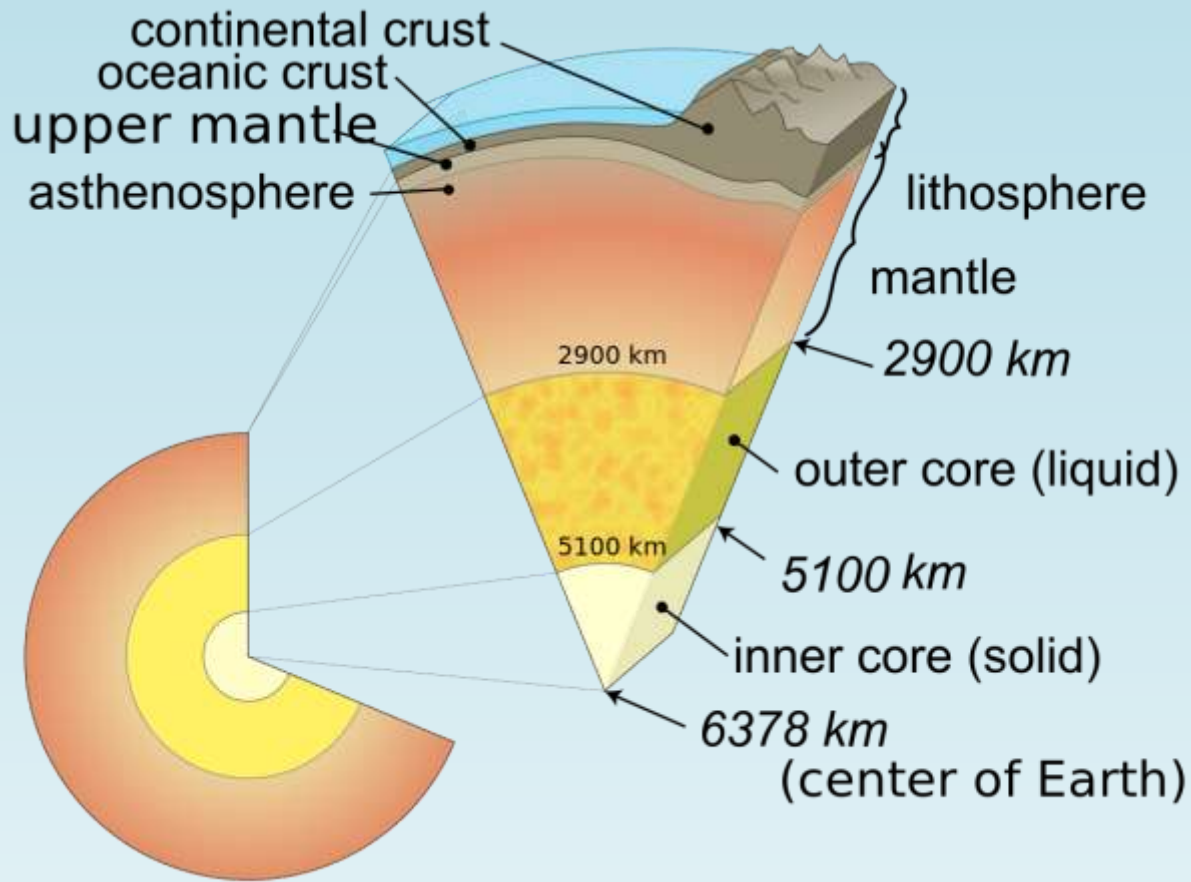
海洋底の形成年代の分布



http://earthguide.ucsd.edu/eoc/teachers/t_tectonics/p_age.html

地球の層状構造

(内核-外殻-マントル-地殻-海洋-大気)



地殻：～数百度

上部マントル：数百度
～2000°C

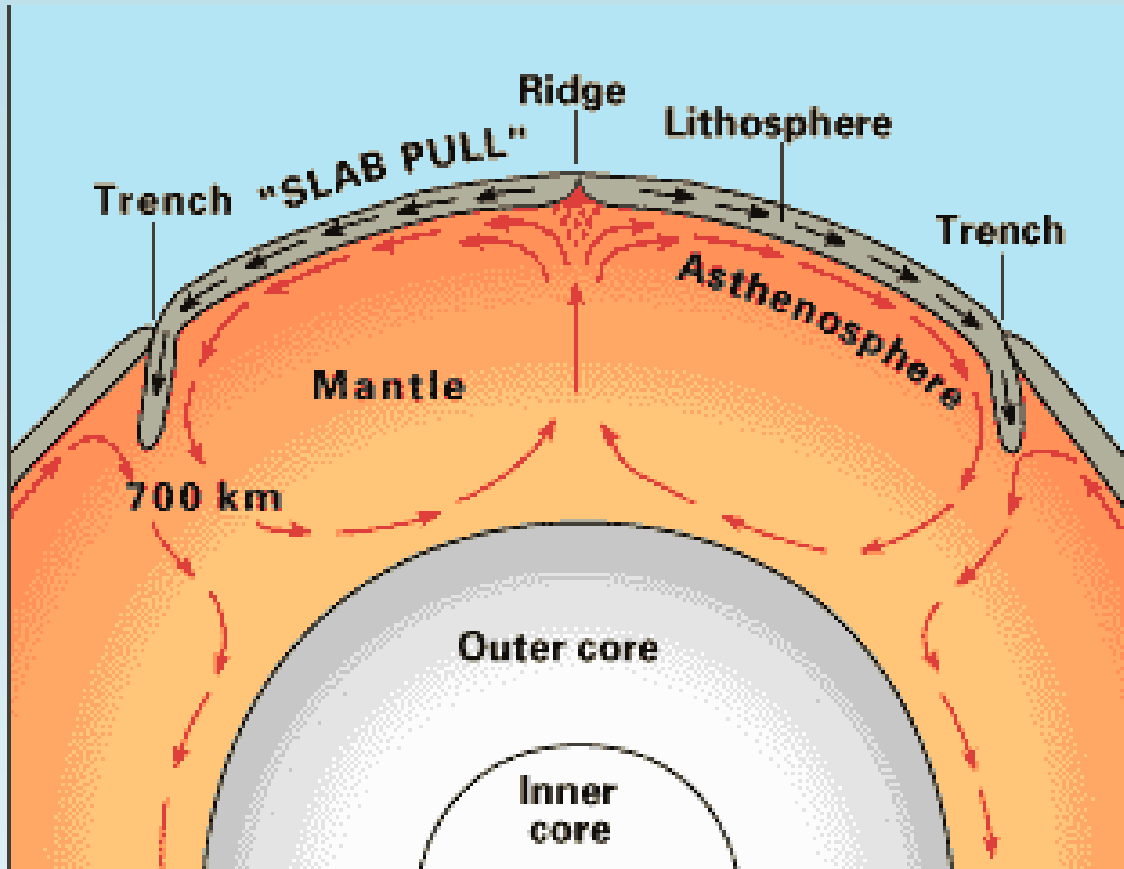
下部マントル：2000～
3500°C

外殻：3500～5700°C

内核：5700°C

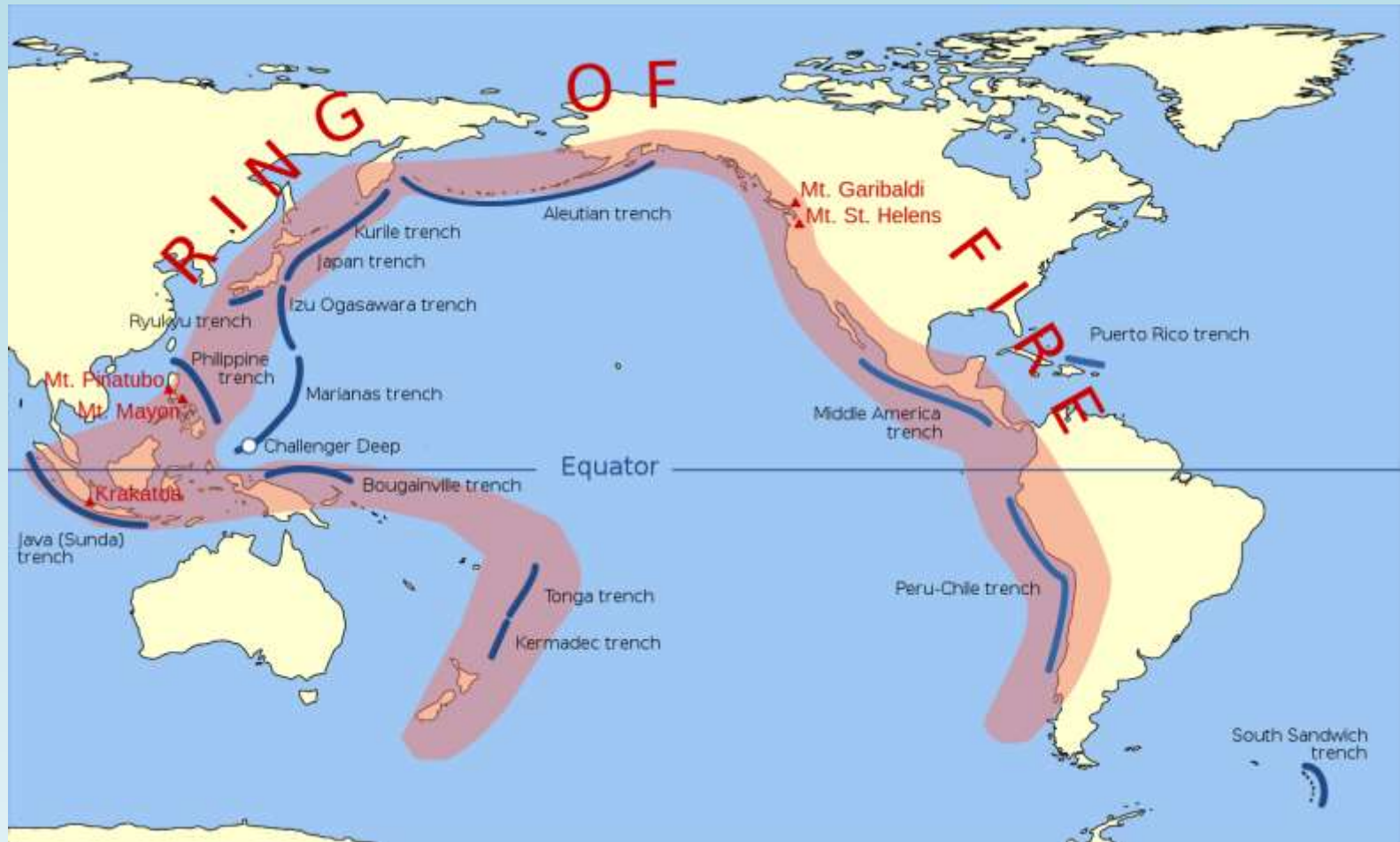
地球内部が5700°Cある理由は、重たい放射性元素の存在

プレートテクトニクスと物質循環

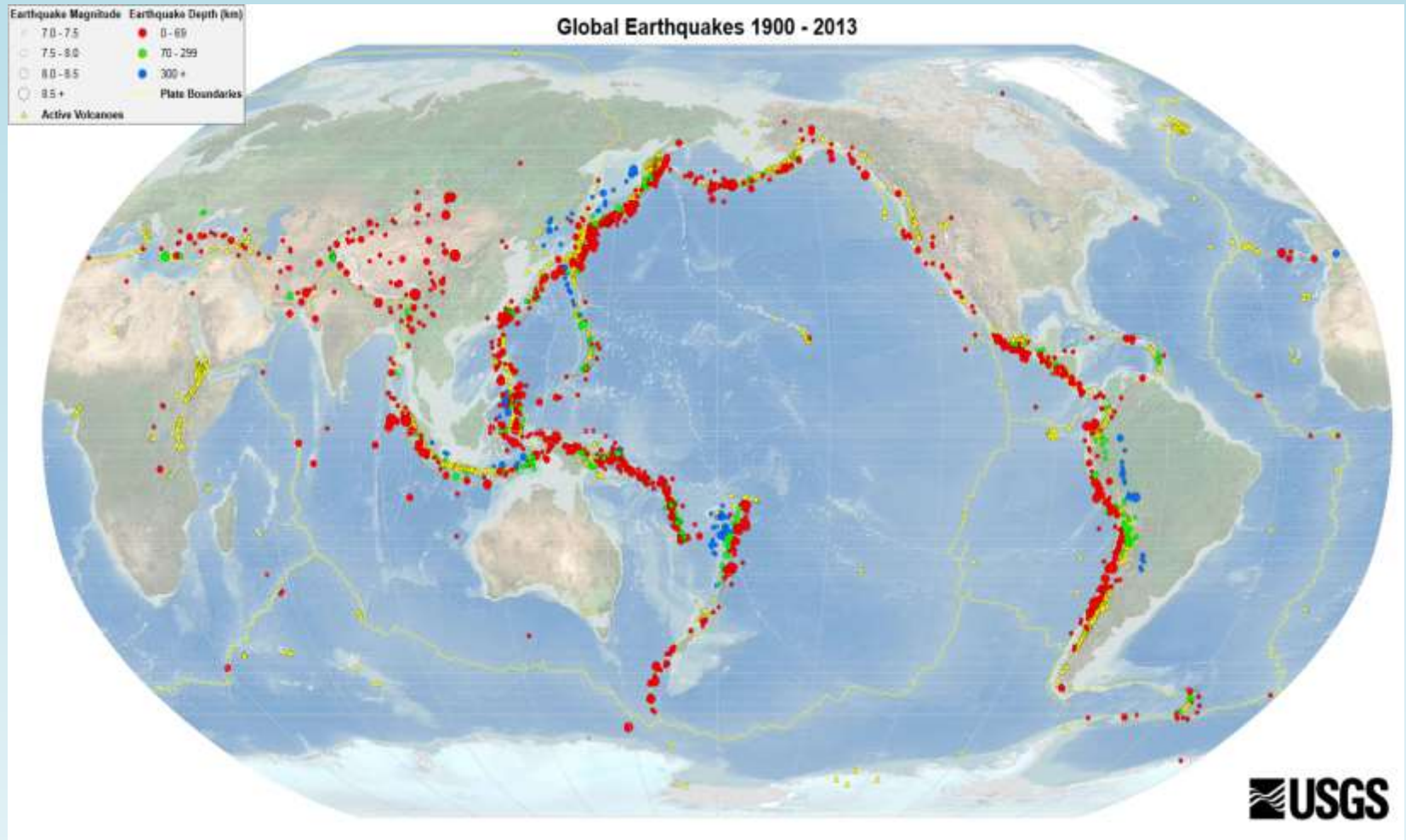


<https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/unanswered.html>

環太平洋火山帶：環太平洋造山帶



環太平洋で発生する地震



レアアース仮説における プレートテクトニクスの位置付け

1. 二酸化炭素—岩石による地球のサーモスタット
2. 地上を作り上げる
3. 生物の多様な進化を促進する
4. 地球磁場を可能にする
5. 太陽系の地球型惑星で明確なプレートテクトニクスが確認できるのは地球だけである

などなど