

地球内部物理学

2019.12.2

地球内部はどうなっているのか？
（構造、物質、温度、運動）

地球内部はどうなっているのか？
(構造、物質、温度、運動)

どのようにして調べるか？

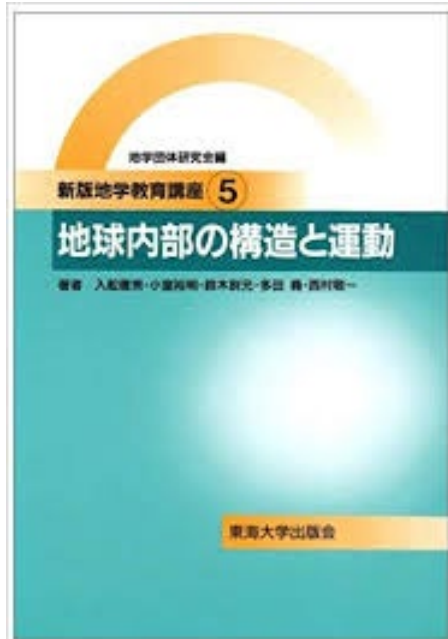
地球内部はどうなっているのか？
(構造、物質、温度、運動)

直接見たり,
試料を手にしたたりすることはできない

地球内部はどうなっているのか？
(構造、物質、温度、運動)

直接見たり,
試料を手にしたたりすることはできない

物理(+化学)に基づいて推論



地球に関する人類の理解(1)

地球の形

アリストテレス(BC4c)

地球に関する人類の理解(1)

地球の形

アリストテレス(BC4c)

(1) 南北に移動すると北極星の高度が変化する

(2) 月食のときの地球の影がつねに円である

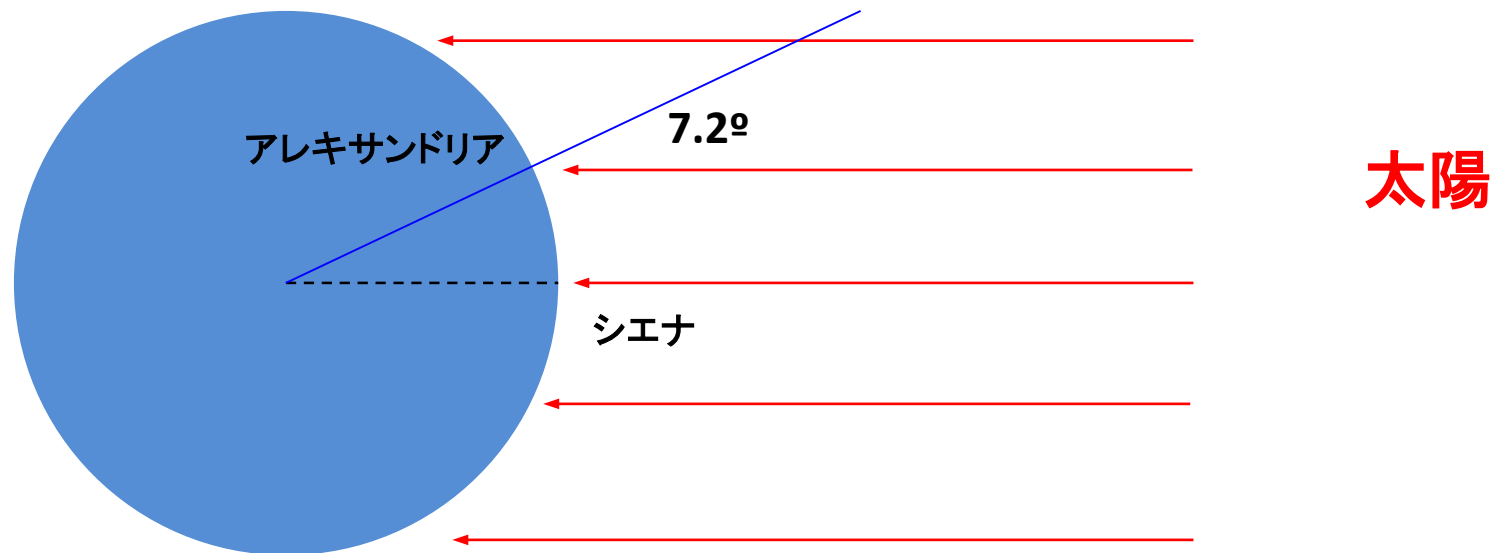
地球に関する人類の理解(2)

地球の大きさ エラステネス(BC3c)

地球に関する人類の理解(2)

地球の大きさ エラトステネス(BC3c)

緯度による太陽高度の違いから地球の半径を求めた



実際に地球の半径を求めてみよう

アレクサンドリア～シエネ： 920 km

正午における太陽高度の差： 7.2°

地球に関する人類の理解(3)

地球の質量

地球に関する人類の理解(3)

地球の質量

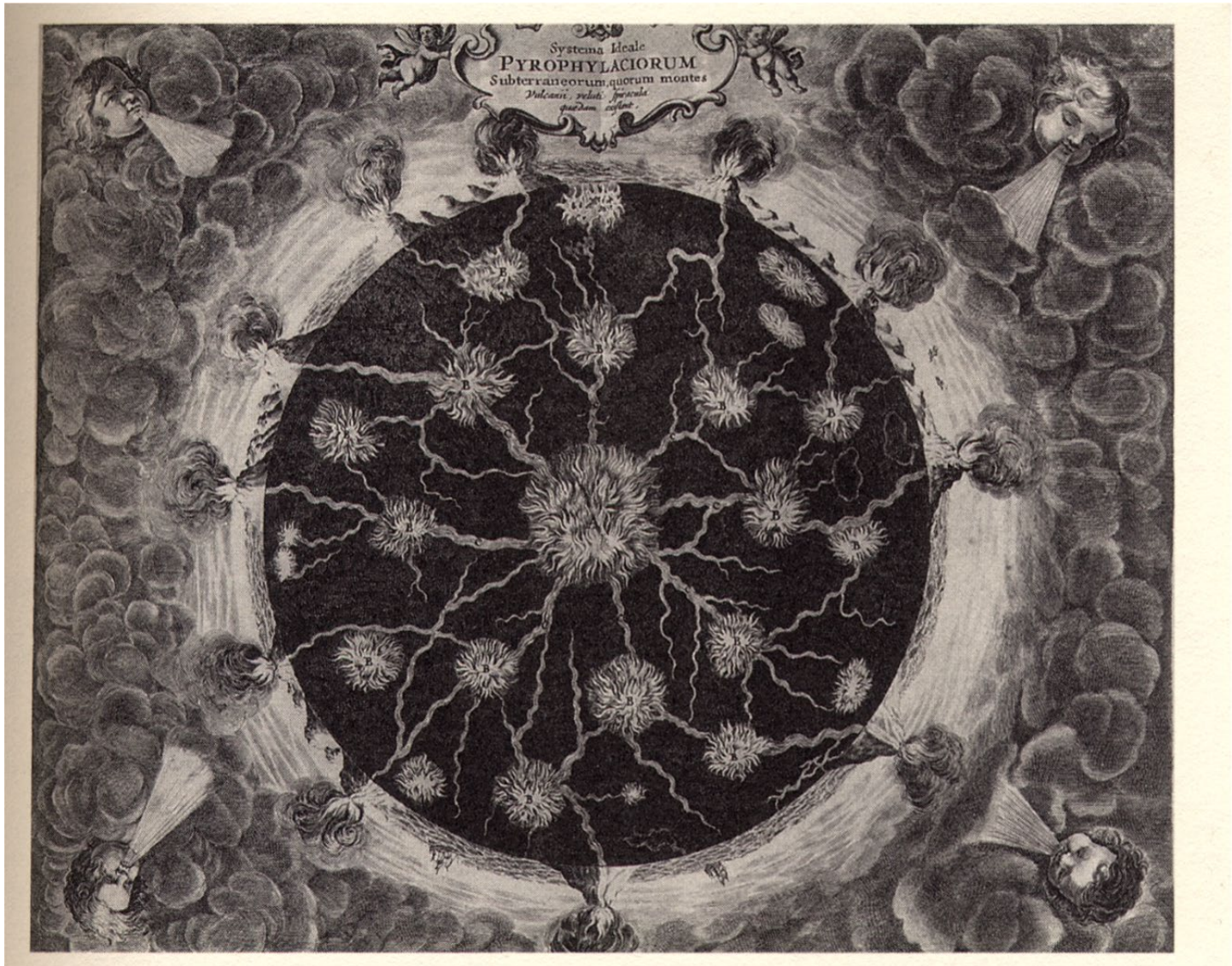
ニュートン(1687) 万有引力の法則

キャベンディッシュ(1789) 万有引力定数

平均密度: 5.5 g/cm^3

(地表付近の岩石: 3.0 g/cm^3)

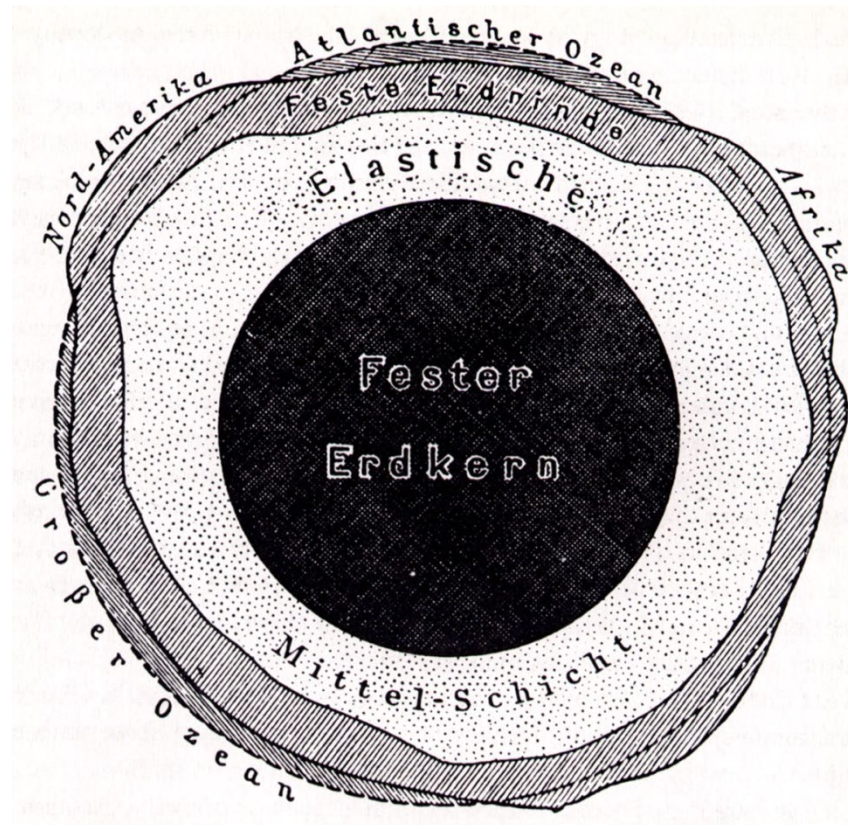
Kircher の想像図 (1665)



Kramer の想像図(1902)

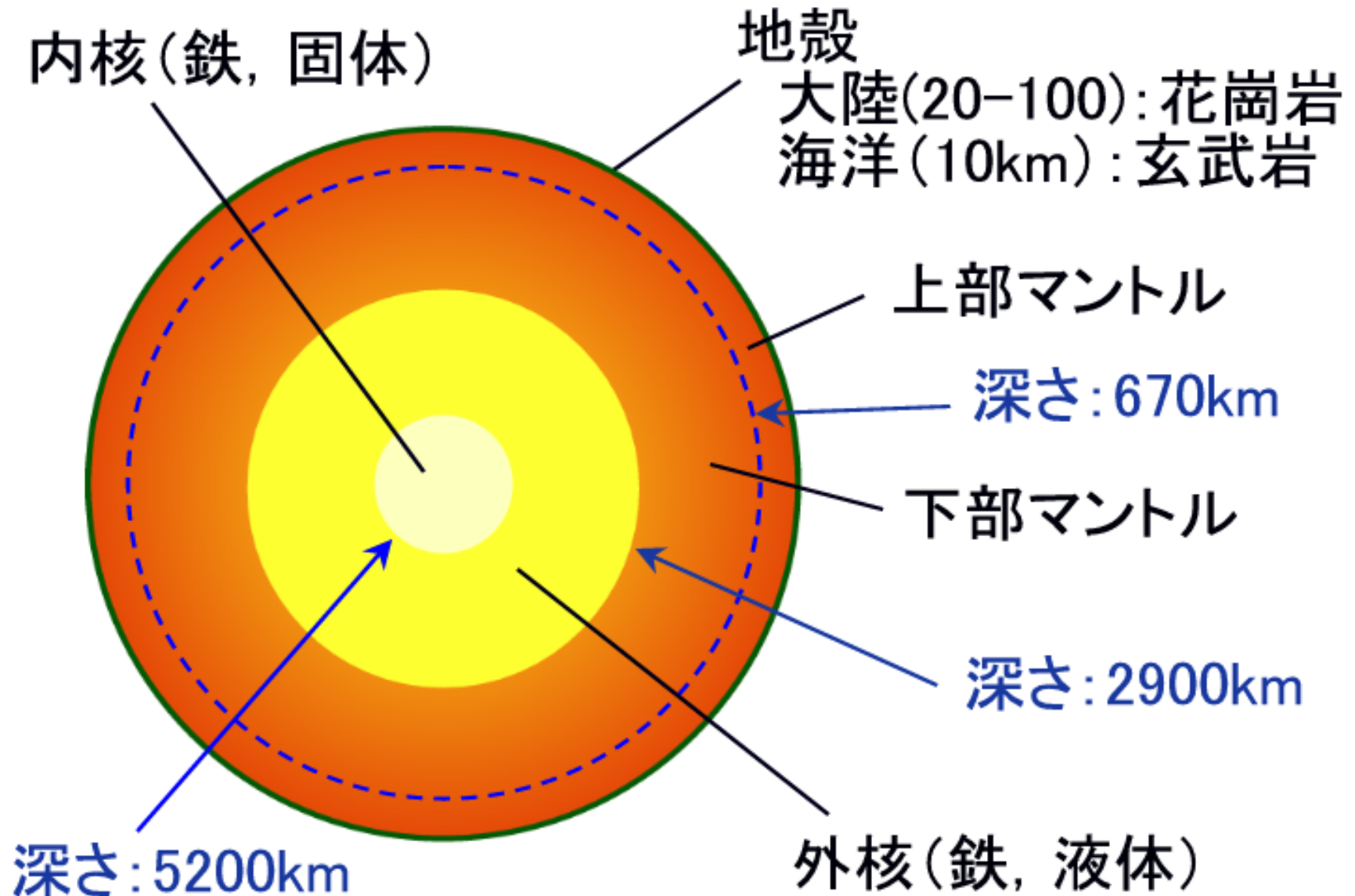
重力 ⇒ 深部に重い物質

熱 ⇒ 深部に熱い物質(液体)



具体的なスケールはわからなかった

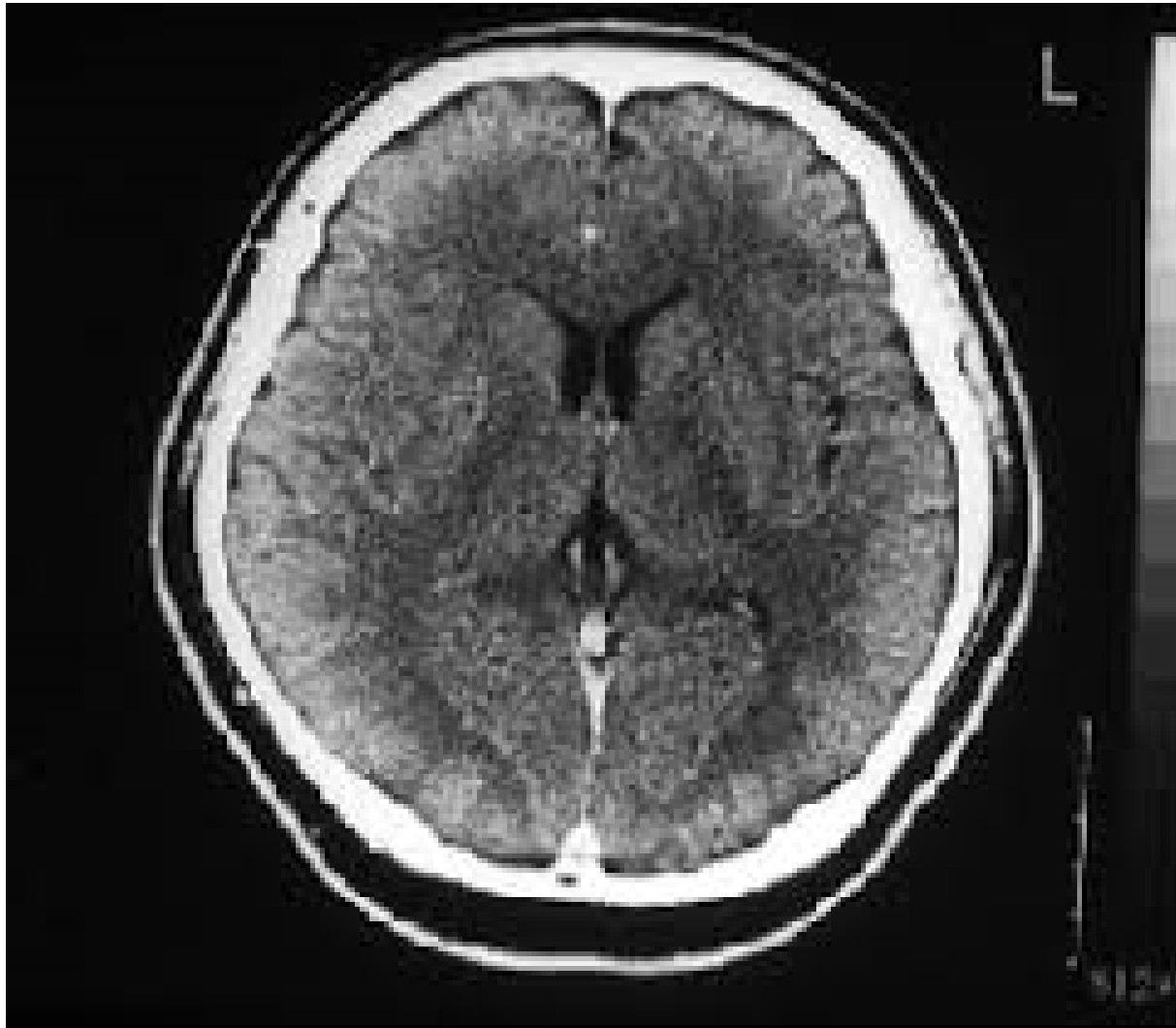
現在得られている地球内部構造



(a) 「ものを見る」ということ



頭部のX線CT (Computer-aided Tomography)イメージ



何を見ているのか？

① 地震波の発生

② 地震波の伝播

③ 地震計による検出

④ 地震学者による解析



地震学のはじまり(1)

明治維新一富国強兵一東京大学開設

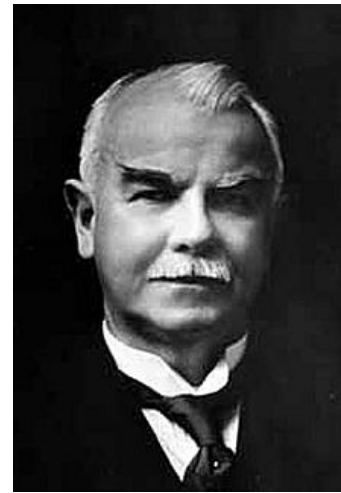
お雇い外国人教師

1876 ミルン Milne(英, 鉱山技師)来日

1878 ユーイング Ewing(英, 物理学者)来日



John Milne (1850-1913)



Alfred Ewing (1855-1935)

地震学のはじまり(2)

明治維新一富国強兵一東京大学開設

お雇い外国人教師

1876 ミルン Milne(英, 鉱山技師)来日

1878 ユーイング Ewing(英, 物理学者)来日

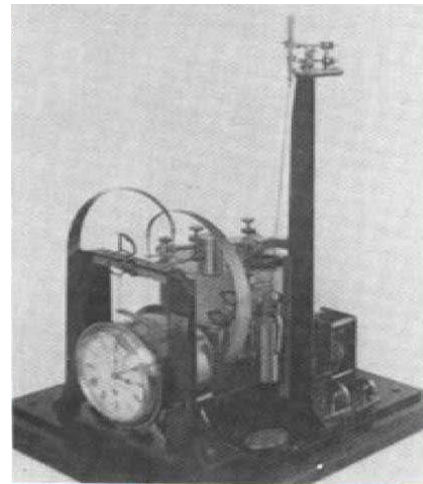
1880 横浜地震 ⇒ 地震計の開発



Fig. 2. FOREIGN TOMB-STONES YOKOHAMA, JAPAN.

図 1-3 横浜地震に対するミルンのスケッチ (2)

(出所: John Milne, "The Earthquake in Japan of February 22nd, 1880,"
Transactions of the Seismological Society of Japan Vol. 1 Part II, 1880, pp. 1-
116: Fig. 2.)



地震学のはじまり(3)

明治維新一富国強兵一東京大学開設

お雇い外国人教師

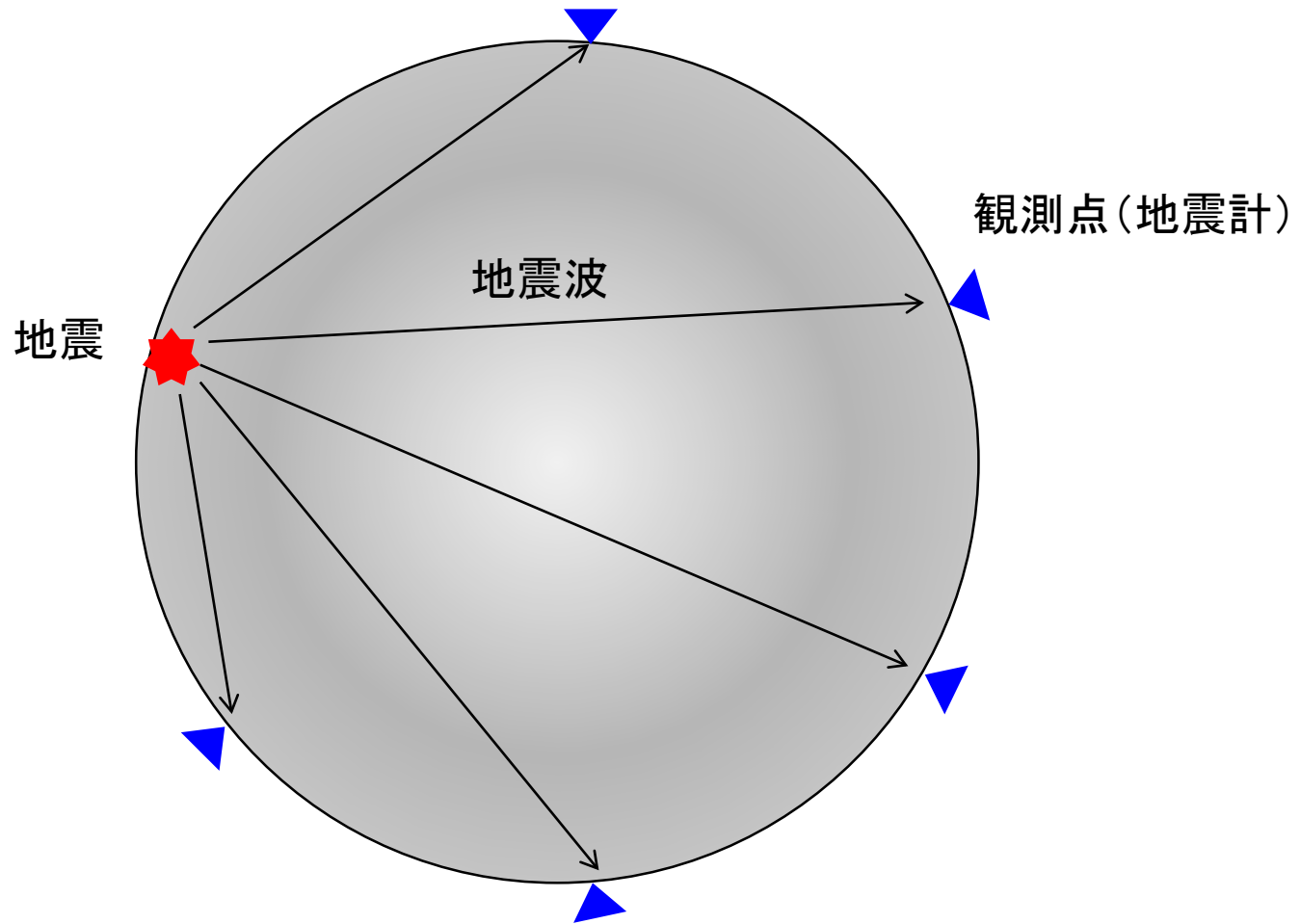
1876 ミルン Milne(英, 鉱山技師)来日

1878 ユーイング Ewing(英, 物理学者)来日

1880 横浜地震 ⇒ 地震計の開発

1883 Milne: 大地震は全地球的に観測可能(予言)

大地震を地球規模で観測すると



内部についての情報が得られる

地震学のはじまり(4)

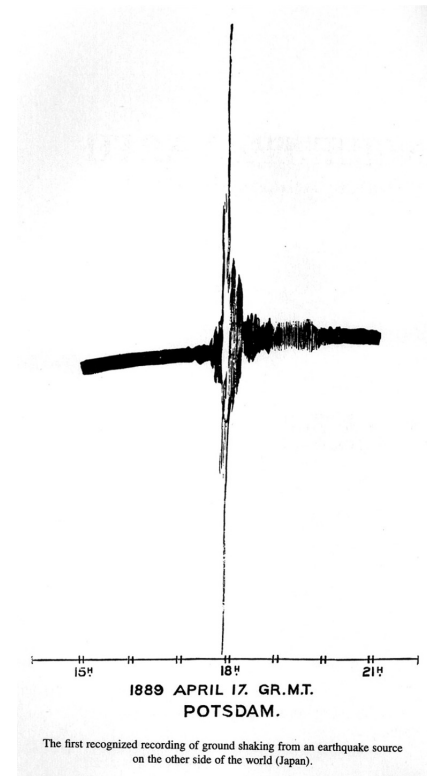
1883 Milne: 大地震は全地球的に観測可能(予言)

1889 パシュヴィッツ Pashwitz (独)

ポツダムで東京の地震を観測



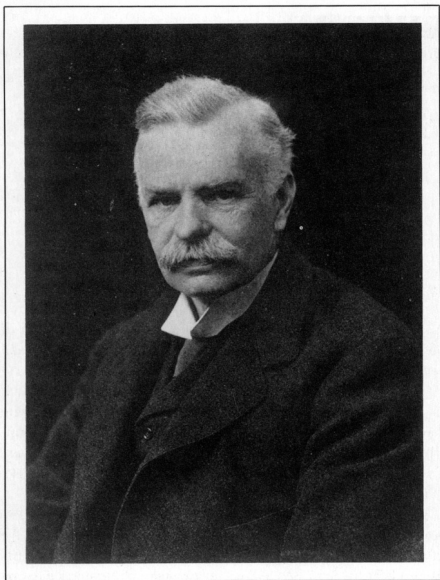
E. Von Rebeur Paschwitz
(1861-1895)



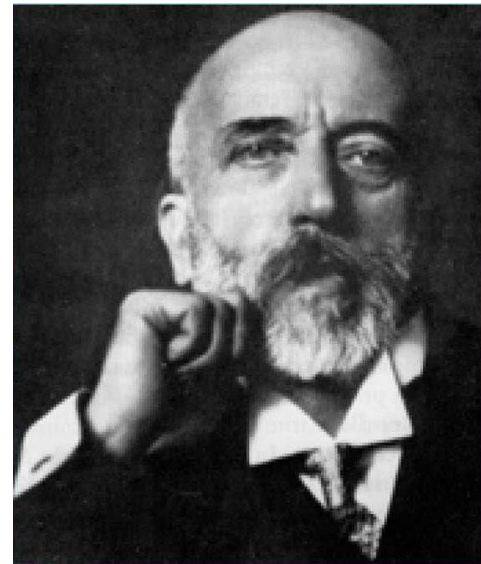
地球内部構造の解明(1)

1906 オルダム Oldham コアの発見

1909 モホロヴィチッチ Mohorovicic モホ面の発見

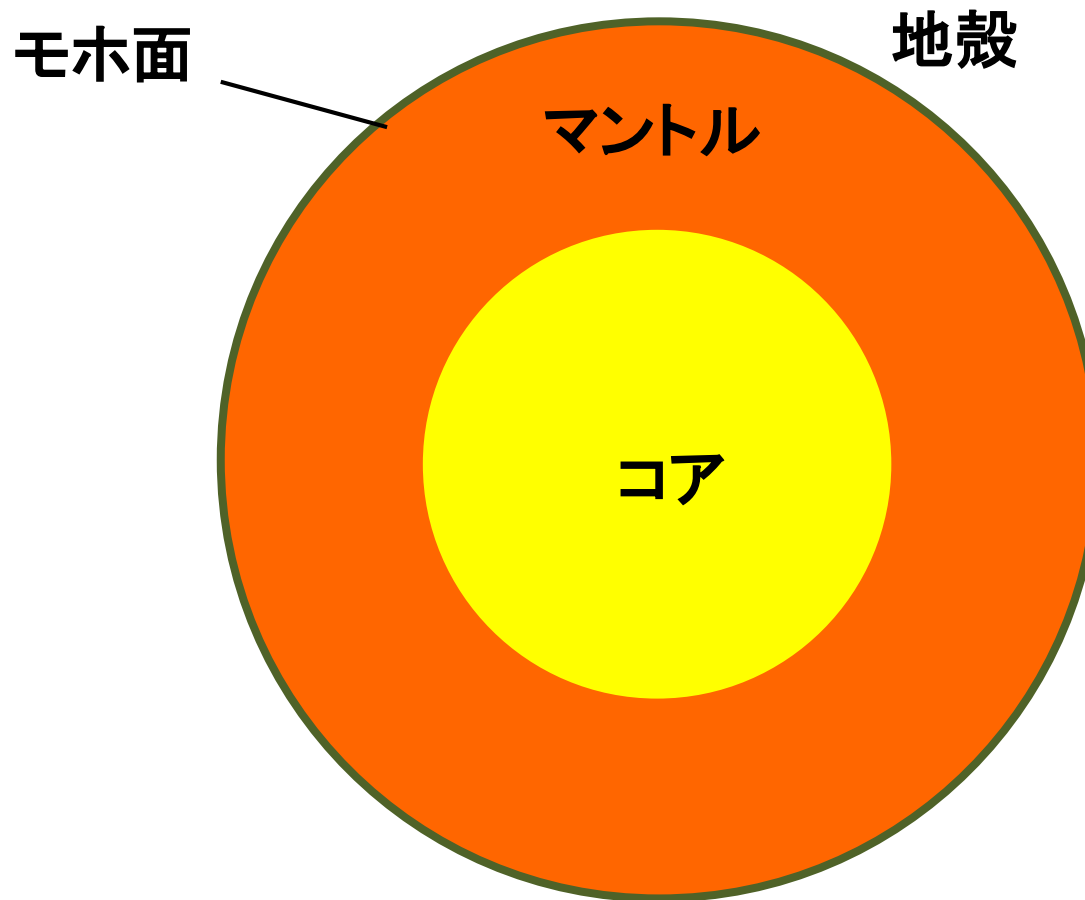


Richard Oldham
(1858-1936)



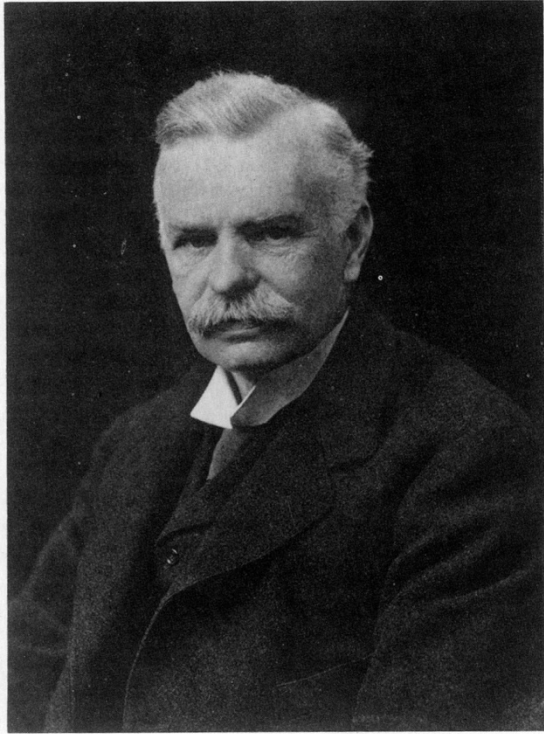
Andrija Mohorovicic
(1857-1936)

20世紀初頭までに解明された内部構造



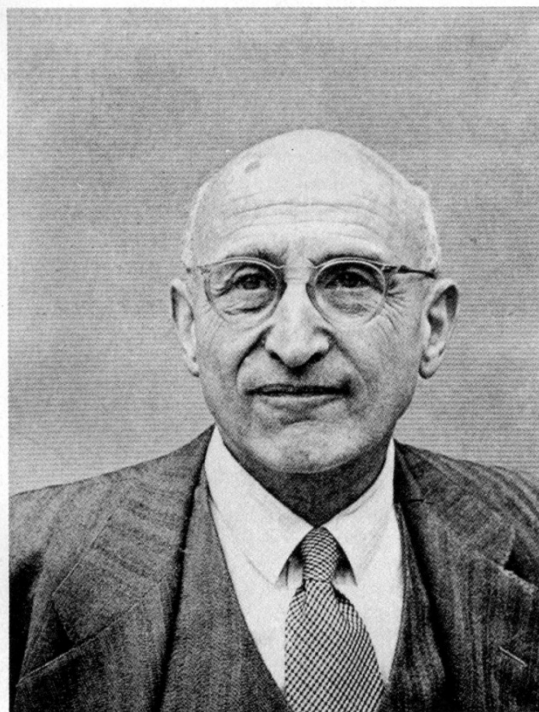
地震波速度が不連続的に変化 ⇒ 物質が異なる

コアについての理解



Richard Dixon Oldham (1858–1936)
“Geologists have turned in despair from the [constitution of the Earth] leaving its center as a playground for mathematicians.”

Oldham (1906)
内部に遅い領域



Beno Gutenberg (1889–1960)
“The first attempt to find the structure of the whole Earth from transmission times of earthquake waves through the Earth was made by R. D. Oldham.”

Gutenberg (1914)
コアは液体



Inge Lehmann (b. 1888)
The inner core is “a hypothesis which seems to hold some probability, although it cannot be proved from the data at hand.”

Lehman (1936)
中心部は固体



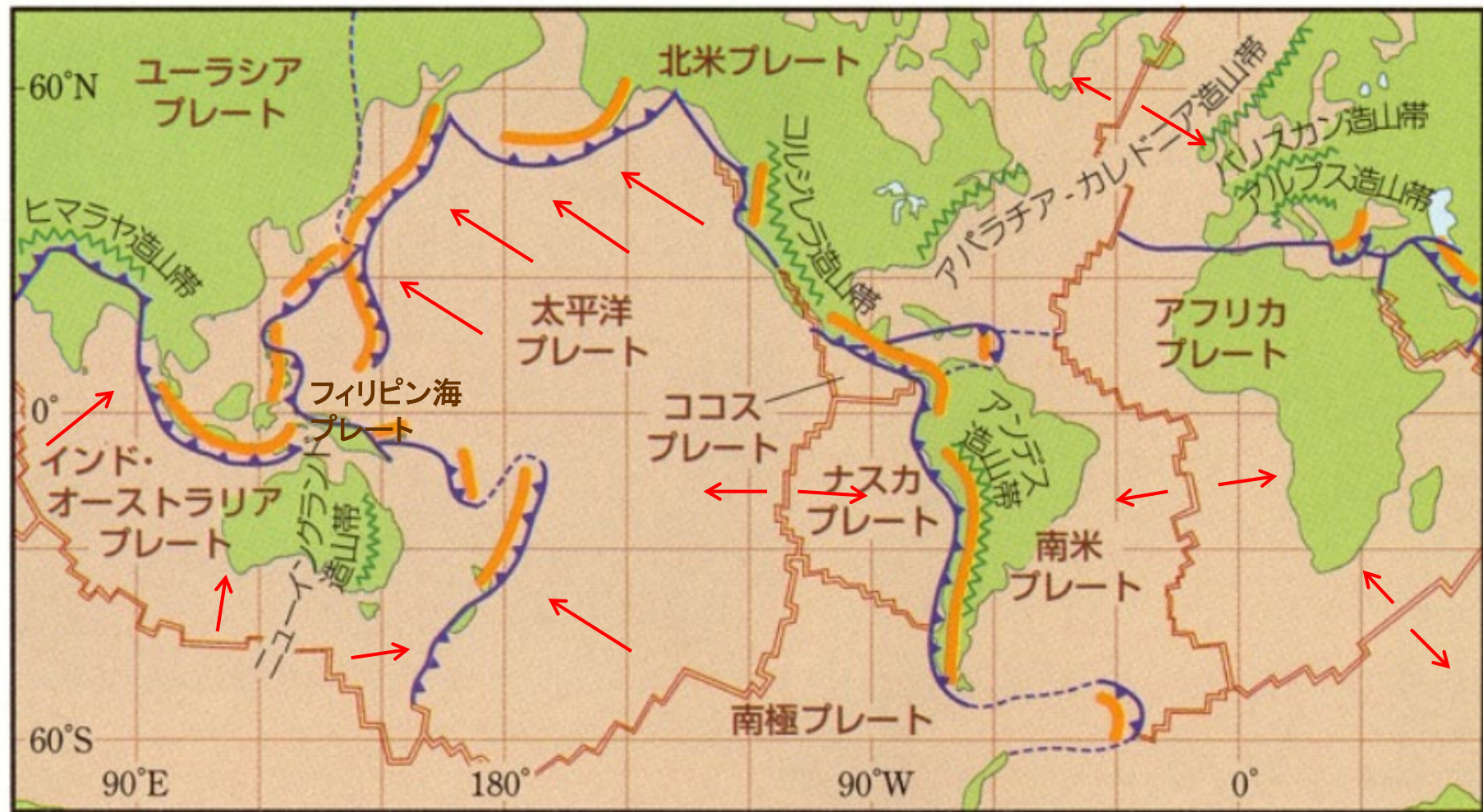
Alfred Wegener (1850-1930)



Alfred Wegener (1850-1930)



プレート・テクトニクス

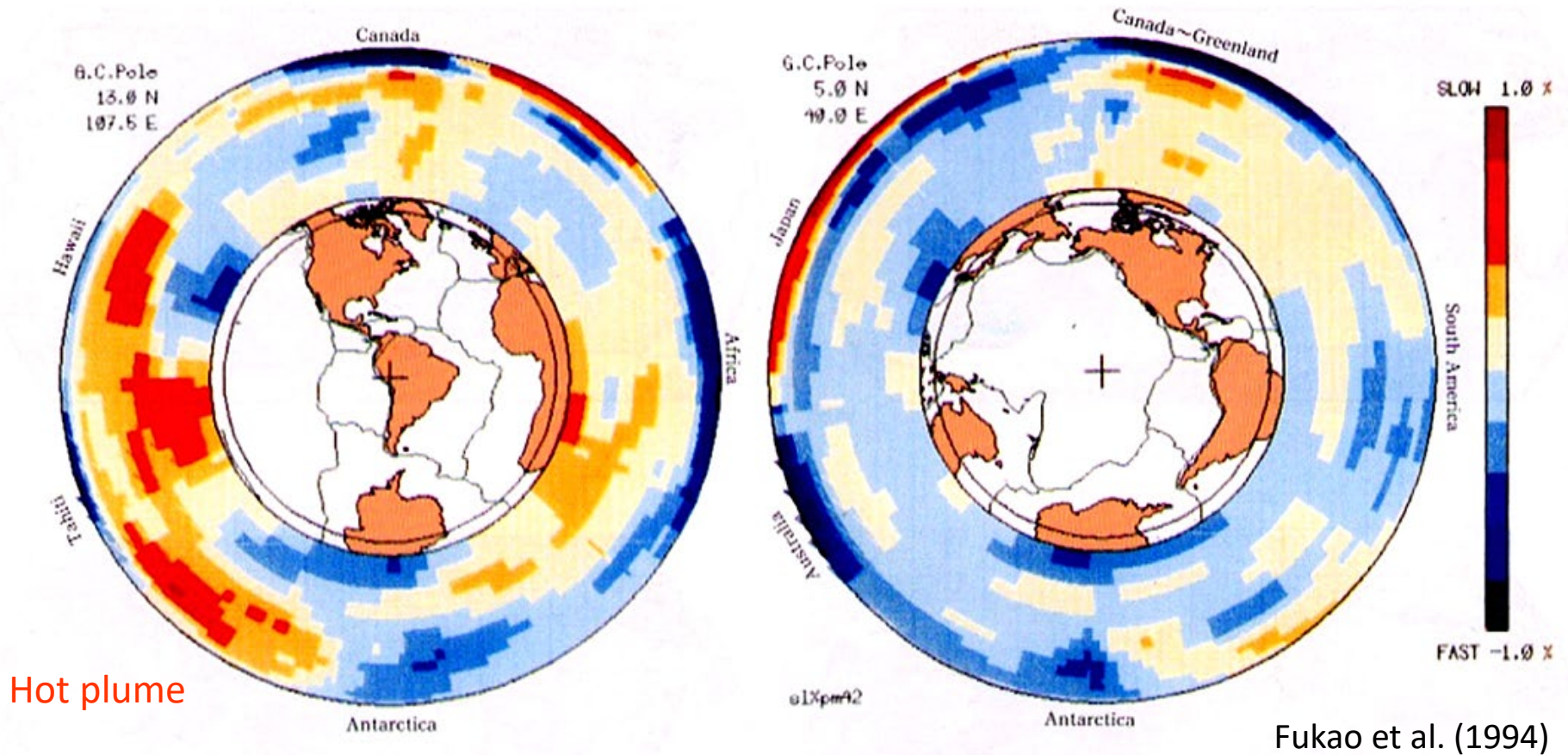


プレートどうしが衝突しているか、沈みこんでいるところ

火山弧

造山帯

地震波速度トモグラフィ



地震波速度の遅い, 速い

⇒ 温度の違い

(1%の速度の違いはおおよそ100°Cの差)

⇒ 密度の差 ⇒ 上昇流, 下降流

現在の地球内部についてのイメージ

