

透明半球とスlinkyバネで構成する 教材用震源モデル

–なぜP波初動は4象限分布を示すのか？–

A simplified seismic fault model constructed with two transparent spheres and four slinky springs as an educational tool

–Why do the P-arrival phases show a quadrants distribution?–

大阪教育大学・附属高校天王寺校舎(非常勤)

岡本義雄

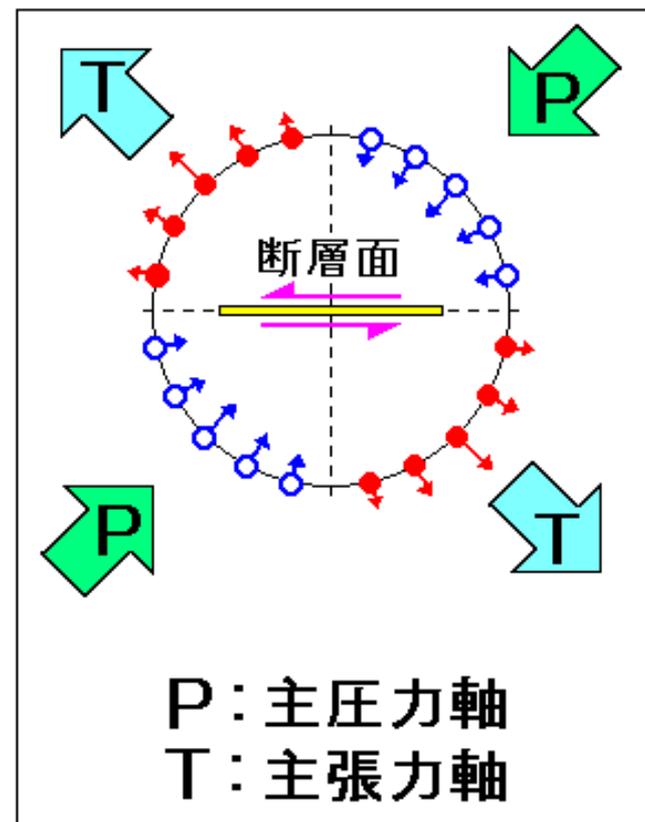
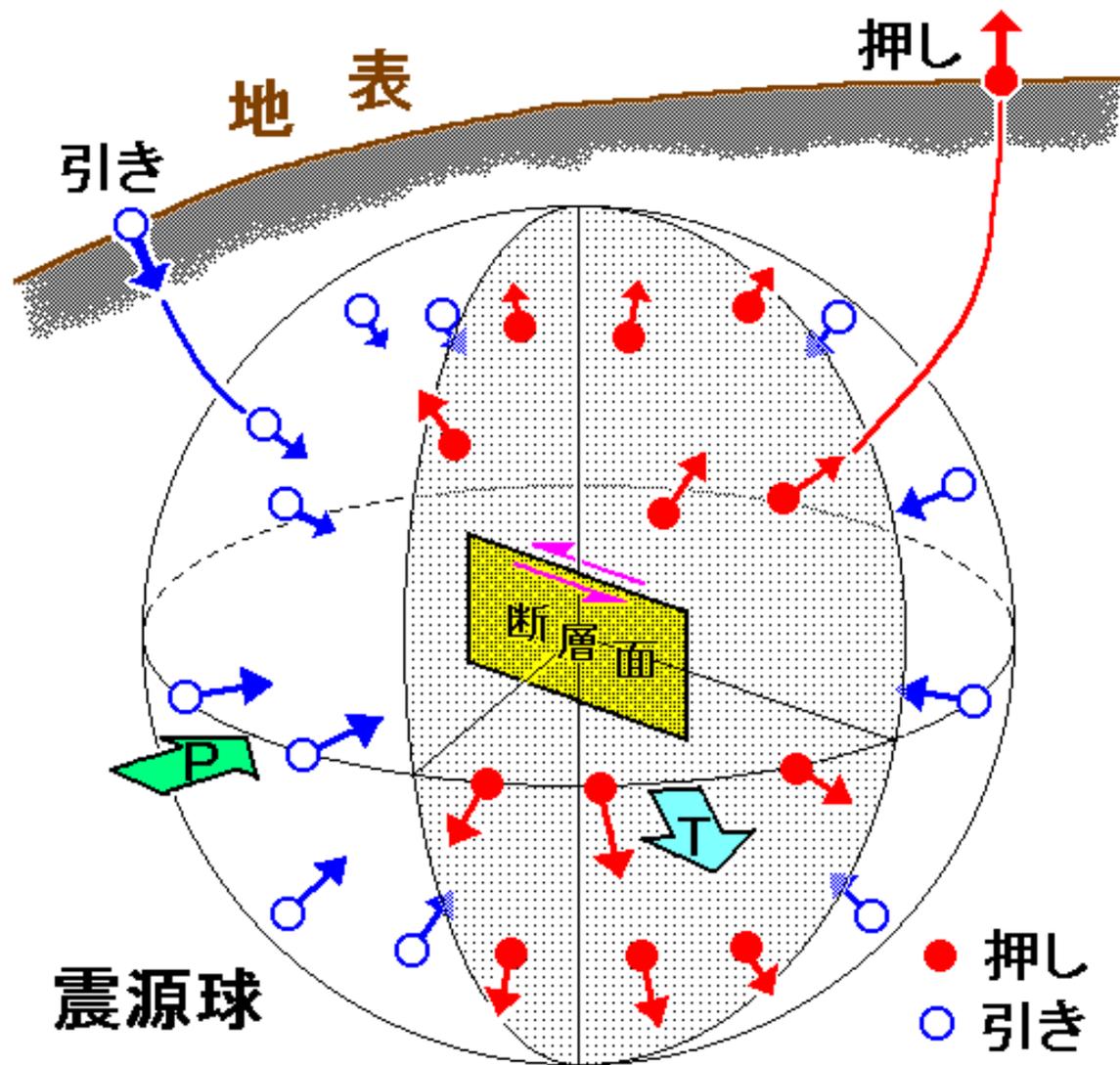
Yoshio Okamoto

yossi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

教科書の表現（啓林館「地学Ⅰ」）

教科書の表現その2 (数研出版「地学」)

専門機関の表現 (防災科技研のweb)

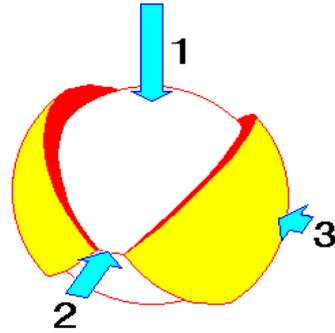


震源球の概念

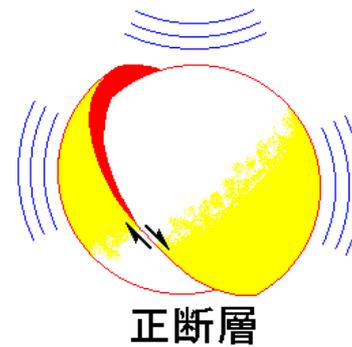
http://www.hinet.bosai.go.jp/about_earthquake/PNG/fig3.7.png

発震機構解の
表示法

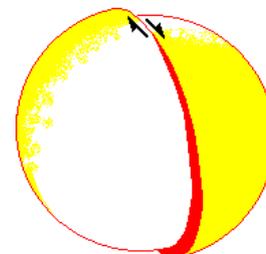
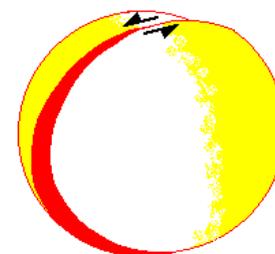
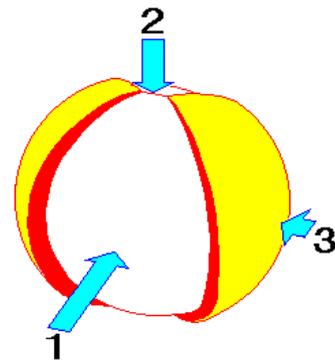
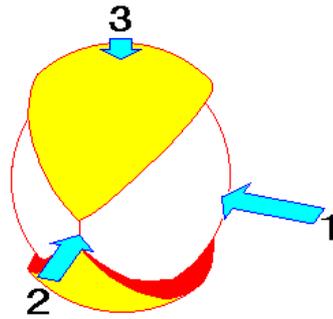
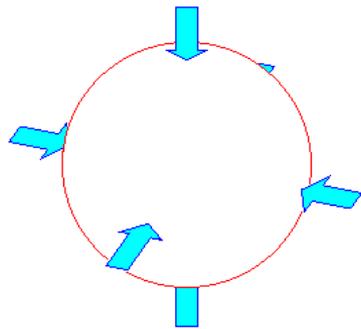
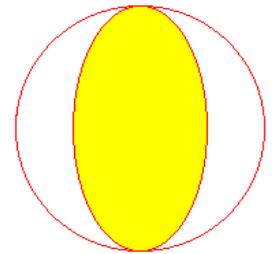
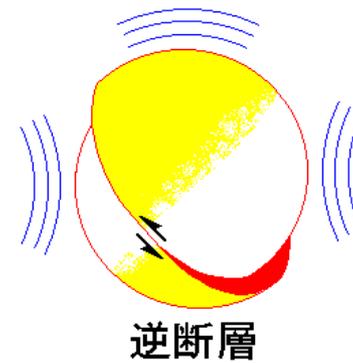
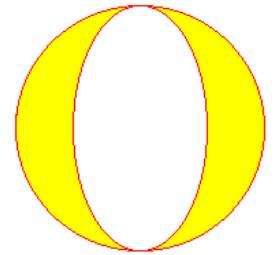
4つに割れる場合



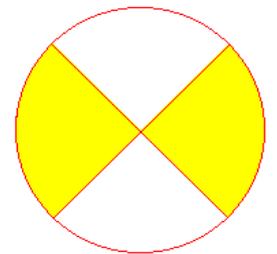
2つに割れる場合



上から見た模式図



左横ずれ断層 右横ずれ断層

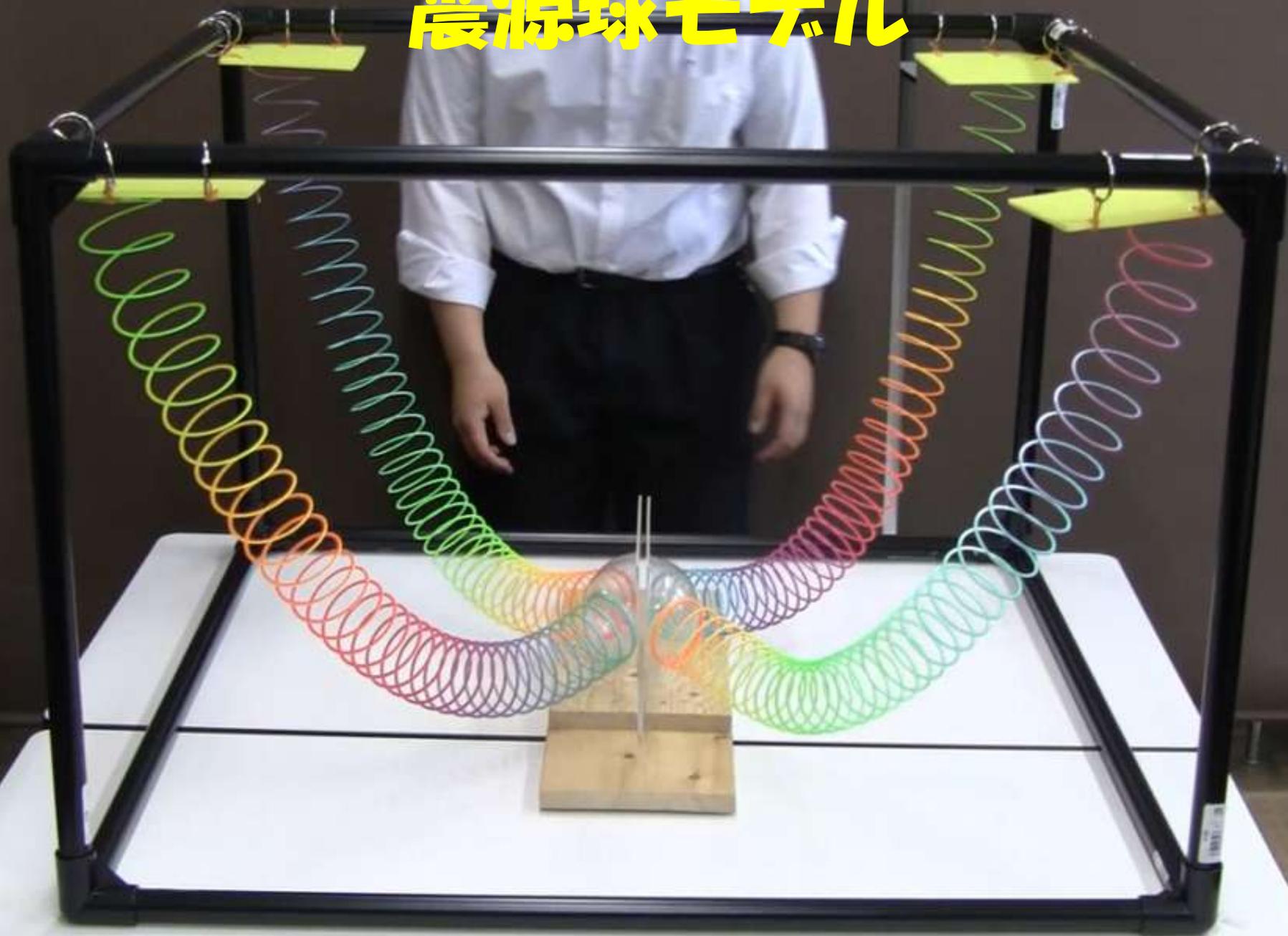


震源メカニズムの詳細はさておき

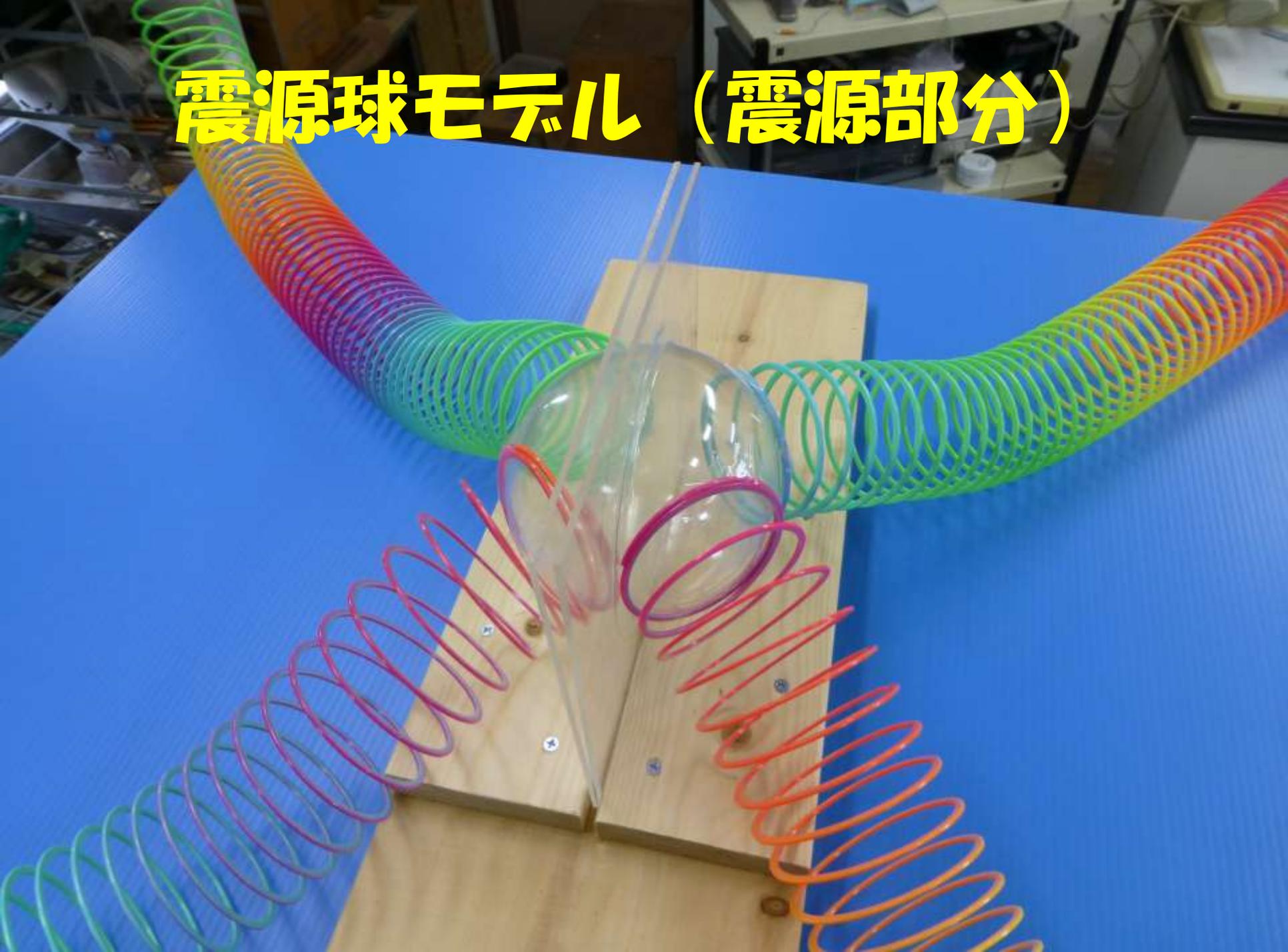
「P波初動の4象限分布とはなぜ生じるのか？」

- 天下一りに断層モデルを認める
- 断層破壊と主応力などの関係も認める
- P波初動は断層の初期破壊（つまり断層の最初のずれ）で生じると仮定する
- 生じたP波は弾性波動として地上に屈折しながら伝わりとする
- それらを肉眼で確認できるモデルを作る！

震源球モデル



震源球モデル（震源部分）



材料諸元

- **震源球（アクリル板と透明半球） × 2**
- **スリンキーばね（プラスチック製）：**
百円均一のもの × 4本
- **枠：矢崎のイレクター**
90cm × 8本， 60cm × 4本，
コーナージョイント 8個
- **フラ板 + 輪ゴム， リング， セロハンテープ，**
養生テープなど少々

実験その1（最初のモデル）

モデルの修正

- 波の伝播が速すぎて見れない。
- P波速度の式(左が均質媒体, 右がスlinky)

$$V_p = \sqrt{\frac{\kappa + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \quad v_c = \sqrt{\frac{KL}{\mu}} \quad \text{compressional wave}$$

より,

- ばねの重さを重くする(金属製スlinkyの使用) ⇒ 残念ながら高価で断念!
- ばねを柔らかくする. あるいはばねを2個直列にする.
- などの処方を考える.

実験装置改良版



実験その2(改良モデル)

実験その3 (スリンキーの特徴)

本モデルで確認できること

- 断層と震源球の関係
- 断層の初期破壊とP波の射出位相の関係
- 断層から生じる波の伝播経路
- かくろうじて地上におけるP波4象限分布の原因が見れるかな？(スロー再生でも無理？)
- もし震源球が断層でなく爆発震源であったら？
- S波の生じる原因とその伝播, 位相の特徴
- しかしP波速度 = S波速度となる点には注意！

よく間違われやすいもんだい

- 「力」(ベクトル)と「応力」(テンソル)の違い
- 断層のずれ方向(せん断応力)と主応力の方向の違い

(例)海洋下のトランスフォーム断層の震源球

- ダブルカップル(偶力)とずれ(変位)の概念の違い

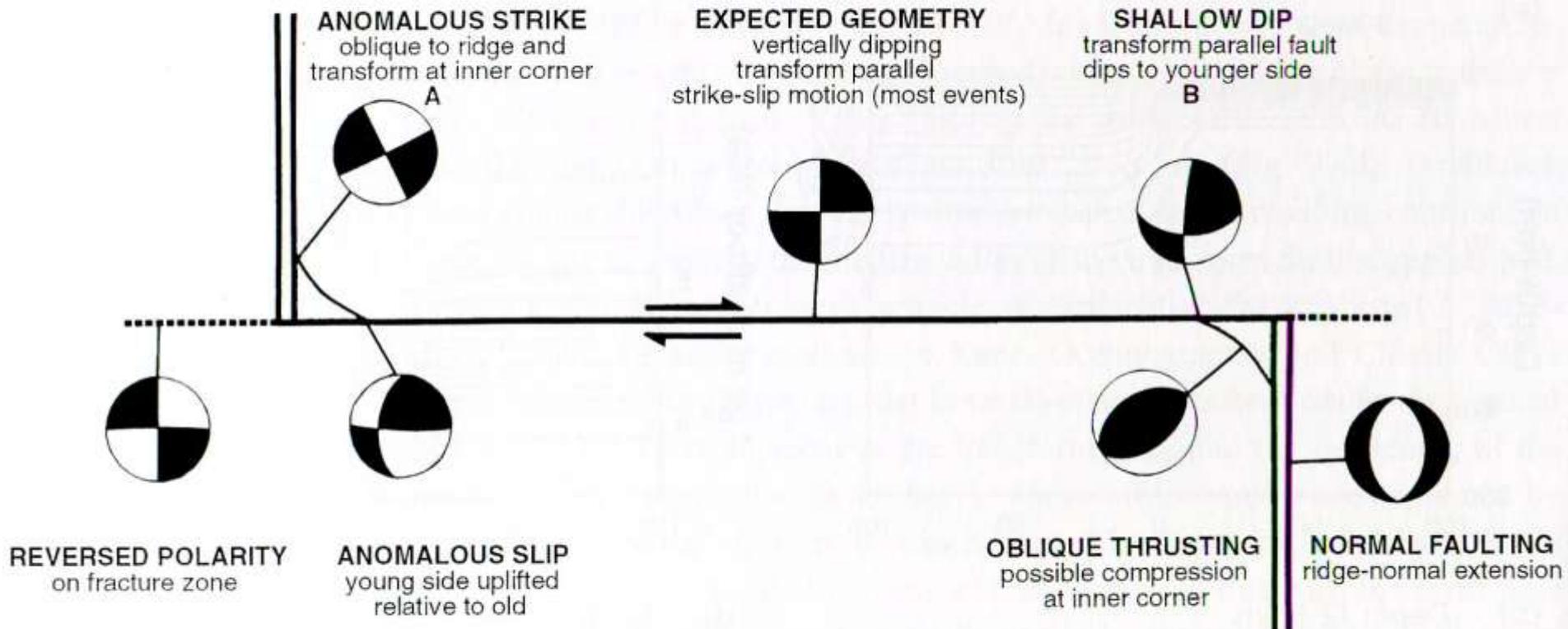


Figure 9.41. A schematic transform fault showing the types of earthquake which would occur at each location. Earthquakes A and B on the Romanche and Chain transform fault (Fig. 9.33) have the anomalous geometries illustrated here. (From Engeln *et al.* (1986).)

「The Solid Earth」 Fowler & 友

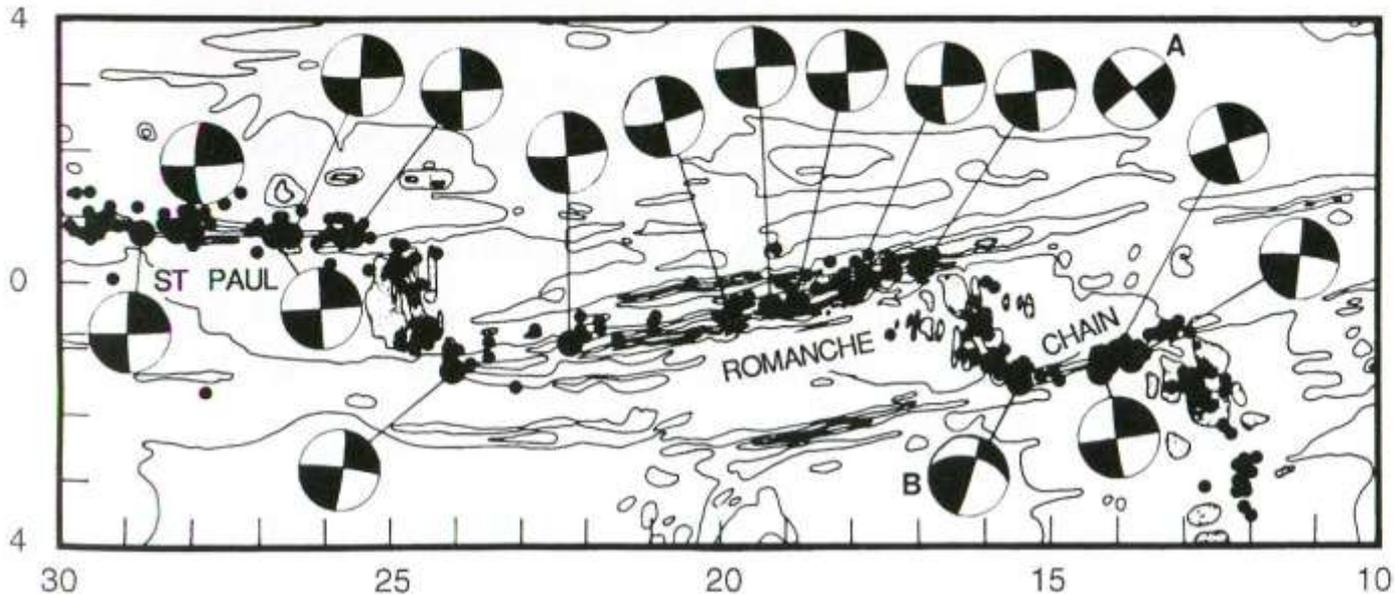


Figure 9.33. A bathymetric map of the St Paul, Romanche and Chain transform faults in the equatorial Atlantic (Table 9.4). Dots indicate earthquake epicentres. The large dots are those for which the fault-plane solutions are shown. Notice how closely the epicentres follow the ridge axis and transform faults. Because the foci were all shallow (less than 5 km), and the depth range of faulting is about 0–10 km, the foci were above (shallower than) the 600 °C isotherm. (From Engeln *et al.* (1986).)

axis. Had this been the case, the entire fault would be active, not just the portion between the two offset ridge axes, and the slip motion on the fault would be in the opposite direction to that shown in Fig. 9.32. This gave rise to the question ‘What happens to the fault on the continent?’ or ‘Where do transcurrent faults end?’ Plate tectonics neatly solved the problem.

There are several reasons why there are transform faults offsetting ridge axes. First, the major faults are determined by the geometry of the initial break between the two continents; this break occurs along zones of weakness, which are probably

文献&謝辞

- <http://www.physics2000.com/Pages/DownloadsNon-Calcp2k.html>より,
Chapter 13 non calculus Speed of Wave Pulses
- **本研究には科学研究費補助金基盤C (No.25350200)の補助を得ています.**
- **本研究の装置の組み立てや動画撮影の際に,
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
3年生 佐藤 雄亮君, 2年生 城垣 徹君, 栢割 脩平君,
小田望琴さんの協力を得ました.**

感謝し記します.