

スキン・フロー地球理論

プレートテクトニクスを超えた新しい地球観

地球の表層ダイナミクスの再定義

現在の地球科学の課題

- ▶ プレート内部での大地震の発生
- ▶ チベット高原のような広域変形帯
- ▶ GPS観測が示す複雑な変形パターン
- ▶ 深発地震の連続的分布

これらは従来のプレートテクトニクスでは説明が困難

スキン・フロー地球理論とは？

基本概念

地殻 = 冷えて固まった薄い「表皮（スキン）」

マントル = 連続的に流動する高粘性流体

プレート境界 = 応力集中による破断帯

地表の動きは内部流動の表面現象

地球内部の動きを可視化

マンツルの対流が地表の変形を支配

[マンツル流動の概念図]

地殻 (5-70km)



マンツル (流動層)

従来理論との比較

項目	プレートテクトニクス	スキン・フロー理論
地殻の性質	剛体プレート	変形可能な表皮
境界の性質	明確な不連続面	応力集中帯
駆動力	プレート間相互作用	マントル流動
変形様式	境界集中型	連続分布型

理論の数学的基礎

支配方程式

マントル：ナビエ・ストークス方程式（高粘性近似）

地殻：粘弾性構成則（Maxwell型）

結合：境界での速度・応力の連続性

▶ レイリー数： $Ra \approx 10^6 - 10^7$

▶ 時間スケール： $10^0 - 10^8$ 年

▶ 空間スケール： $10^0 - 10^4$ km

事例研究：ヒマラヤ山脈

従来の説明

インドプレートとユーラシアプレートの衝突

新しい解釈

- ▶ マントル収束流による圧縮応力場
- ▶ 地殻の肥厚はアイソスタティック応答
- ▶ 「衝突」ではなく「圧縮場での浮力応答」

事例研究：日本列島

新しい視点での理解

- ▶ マントル下降流が海洋地殻を引き込む
- ▶ 「沈み込み」は表面現象の一部
- ▶ 背弧での分散変形も統一的に説明

複雑な地震分布パターンがより自然に説明可能

検証可能な予測

- ▶ **地震分布**：マントル流速勾配との相関 ($R^2 > 0.7$)
- ▶ **GPS観測**：連続的な速度場 (残差 $< 5\text{mm/年}$)
- ▶ **火山分布**：マントル上昇流との対応
- ▶ **重力異常**：深部構造との整合性

明確な判定基準により理論の妥当性を検証

社会への貢献

1. 地震災害予測の高度化

応力集中帯の特定による新たなリスク評価

2. 資源探査への応用

マントル流動と鉱床形成の関係解明

3. 長期地形変化予測

気候変動に伴う地殻応答の精密化

今後の研究計画

Phase 1 (1-3年): 理論構築と初期検証

Phase 2 (3-7年): 観測網構築と本格検証

Phase 3 (7-10年): 理論の確立または修正

- ▶ 国際共同研究の推進
- ▶ 最新観測技術の活用
- ▶ オープンサイエンスの実践

結論

地球を理解する新しい窓

- ▶ プレートテクトニクスの成功を継承
- ▶ より包括的な地球観を提供
- ▶ 検証可能な科学理論として提案
- ▶ 地球科学の新たな発展への貢献

原理論者：夏 恒治 博士

2025年8月