



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Fault Slip Behaviors in Plate Subduction Zones inferred from the Nano-scale Pore Structure of Fault Rocks [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	中元, 啓輔
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15601号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/90763">https://hdl.handle.net/2115/90763</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Keisuke_Nakamoto_review.pdf, 審査の要旨



# 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(理学) 氏名 中元 啓輔

審査担当者 主査 准教授 亀田 純  
副査 教授 永井 隆哉  
副査 教授 栗谷 豪  
副査 助教 マリ ピトン

## 学位論文題名

Fault Slip Behaviors in Plate Subduction Zones  
inferred from the Nano-scale Pore Structure of Fault Rocks  
(断層岩のナノスケール間隙構造からみるプレート沈み込み帯の断層すべり挙動)

### 博士学位論文審査等の結果について (報告)

本学位申請論文は、プレート境界型地震を引き起こしたと考えられる断層の微細組織、特にナノスケールの間隙(ナノポア)構造を取り扱ったものである。これまで断層のマクロポア構造について多くの研究が行われてきたが、ナノポアの構造についてはほとんど検討されてこなかった。論文では、プレート沈み込み帯の浅部から深部にいたる様々な環境で活動した断層岩を対象に、主にガス吸着法を用いて間隙構造を系統的に分析し、断層運動に伴うそれらの構造変化を検討している。

論文の前半ではプレート沈み込み帯の浅部断層(房総付加体中の白子断層)を対象に解析を行い、主すべり面(断層ガウジ)では局所的に細孔径が低下していること、一方10 nm以下の細孔容積やBET比表面積は増加傾向にあることを見出した。これらの観察に加え、断層ガウジのXRDスペクトルのシミュレーションを行い、断層を構成する粘土鉱物に構造変化(積層数の減少)が見られることを報告している。以上の結果より、当該断層においては粘土鉱物の剥離・変形が優先的に生じたことでナノポアが形成され、さらにそれが地震発生時の粒子破碎に伴うエネルギー散逸を抑制し、高速断層すべりを促進した可能性が高いと論じている。

一方、沈み込み帯深部で活動した断層(九州四万十帯の延岡断層)では、断層周囲の岩石(母岩)と断層面において明瞭な比表面積変化は見られないものの、断層においてメソポア容積が選択的に減少していることを確認し、この要因として断層活動によって粉碎された粘土粒子の充填とそれに伴う細孔の閉鎖が起こったと考察している。さらにこうしたプロセスが、断層の透水性の低下を引き起こし、地震発生時の高速変形に伴う動的断層弱化過程(熱圧化)に寄与した可能性を議論している。

論文の最後では、先の2つの断層を含めて沈み込み帯の浅部から深部に至る過程でみられる間隙構造変化を包括的に論じている。まず母岩に着目すると、地下深度3 km程度を境に比表面積が急激に減少する。また母岩と断層における比表面積の大小関係を見ると、この深度が転換点となり、それ以浅では断層において比表面積が増加する一方、深部ではほぼ変化が見られないかむしろ低下する傾向にある。またこの転換点は沈み込み帯における地震発生領域の開始点とおおむね一致する。これらの観察より、沈み込み帯における地震発生帯の成立過程は間隙構造の変化と強くリンクしていると考えられ、またその変化を引き起こす重要なプロセスとして、流体を介した活発な続成作用の進行が示唆されている。

このように本論文では、プレート沈み込み帯に見られる断層岩の詳細な間隙構造解析を通して、

ナノポアの形成と消失プロセス、地震発生帯の成立過程、さらに地震性断層すべりにおけるエネルギー収支、断層弱化過程や強度回復過程について重要な示唆を与える議論を展開している。本研究は新規性が高く、沈み込み帯の地震発生過程を明らかにする上でナノポアを解析することの重要性を示した点でも意義が大きく、関連分野への大きな波及効果が期待できる。

よって、本論文は、北海道大学博士（理学）の学位申請論文として審査に値するものと認めます。