

## 速度強化型摩擦の原子論的起源 Atomistic origin of velocity-strengthening friction

波多野 恭弘<sup>1\*</sup>  
HATANO, Takahiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東大地震研

<sup>1</sup>ERI, Univ. Tokyo

小原による非火山性深部低周波微動の発見以来、様々な種類のスロー地震が次々と発見されてきたが、それら多様なすべり現象を生み出す物理過程は未だ謎に包まれている。プレート境界における応力蓄積過程の理解は、スロー地震のエネルギー解放機構やその発生サイクルの理解と不可分であるため、スロー地震を再現するさまざまなモデルがこれまで提出されてきた。すべりが加速せず進行するためには何らかの安定化機構が必要であり、実際に従来モデルの多くは速度・状態依存摩擦法則（あるいは類似の法則）を仮定し、正の速度依存性をもたせることによってゆっくりしたイベントを再現している。

複数の異なるモデルが雌雄を決するためにはマクロ観測データの更なる精緻化を待つ他ないが、モデルで仮定される様々な摩擦法則のミクロな物質科学的根拠の理解を深めておくことも必要であると考えられる。物質科学から帰結される摩擦特性はモデルへの拘束条件となり得るし、その拘束条件のもとでマクロな振る舞いを観測データとつきあわせることによってモデルの更なる高度化を目指すことも可能になる。

このような目論みのもと、ここではスロー地震のモデル化にしばしば用いられる速度・状態依存摩擦法則の原子論的基礎について論じる。これまで速度・状態依存摩擦法則は実験結果をまとめた経験則として確立してきたが、その微視的実体は必ずしも明確に理解されていない。たとえば、いわゆる「すべり弱化」を支配する長さ定数が法則の中に現れるが、その統計的性質は明確に定義されていない。また、摩擦係数の速度依存性がどのような物質定数から決まるのかも分かっていない。高温高压で水が存在すると正の速度依存性が観測されやすいことが経験的には分かっているが、そのような実験事実を第一原理的に理解する枠組はこれまで存在しない。

本研究では、原子論的構成法則からスタートして速度・状態依存摩擦法則を導出することにより、長さ定数と速度依存性を表す定数についてそれぞれ原子論的表式を与える。この結果によって、摩擦力のすべり速度依存性を物質定数だけから論じることが可能になる。これらの結果を踏まえ、スロー地震の理解に重要な以下の点を論じる。1. 正負の速度依存性が切り替わるクロスオーバー速度について。2. 摩擦特性における水の影響。

キーワード: 摩擦, 速度状態依存摩擦法則, クリープ

Keywords: friction, rate- and state-dependent friction, creep