

## 高分子ゲルのすべり摩擦における時空間不均一なスティックスリップ運動

東京大学 工学部 山口 哲生<sup>1</sup>, 土井 正男

## 1 はじめに

高分子ゲルを固体基板上ですべらせると、しばしばスティックスリップ運動を示す。我々は、粘着性を持つ高分子ゲルをガラス基板上ですべらせることによって、時空間的に不均一なすべりを生じ、すべりの規模に関する頻度分布がべき則（Gutenberg-Richter 則）を示す”実験室の中の地震現象”を見出している [1][2]。本研究では、ゲルを用いて地震現象を再現する試みの一つとして、ゲルの粘弾性とすべり挙動や統計性との関係に注目して研究を行なった [3]。

## 2 実験方法

Figure 1 には実験装置を示した。シリコン (PDMS) ゲルを一定速度  $V$  で駆動し、アクリル (PMMA) ブロック-PDMS ゲル界面の摩擦力を測定した。また、すべり界面の接触・非接触状態の時間変化を観察するために、斜め上方からビデオカメラで撮影した。

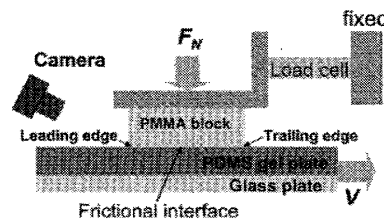


図 1: 実験装置の概略図

実験には粘弾性の異なる 2 つのシリコンゲル（以降、Gel A および Gel B と呼ぶ）を調製して使用した。それぞれの試料の線形粘弾性を調べたところ、 $G'$  は約 200KPa でほぼ等しいのに対し、 $G''$  はそれぞれ 1KPa (Gel A), 10KPa (Gel B) と一桁程度異なっていた。

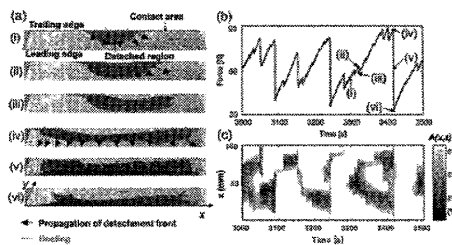


図 2: Gel A におけるすべり挙動。

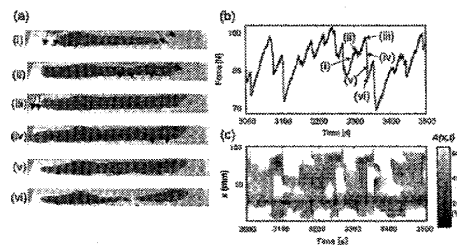


図 3: Gel B におけるすべり挙動。

<sup>1</sup>E-mail: yamaguchi@rheo.t.u-tokyo.ac.jp

### 3 実験結果

Figure 2, 3 には, それぞれ, Gel A, Gel B におけるすべり挙動のスナップショット (a) と摩擦力の時間変化 (b), および時空間プロット (c) を示した. 粘性がより小さい Gel A では, まず非接触領域 (濃い部分) の核が接触面の中止付近に生成し, 繰り返し小さな前駆すべりが起こることによって非接触領域が拡大していき, ある大きさに達すると大きな音 (地震でいう地震波) を伴った急速なすべりに移行した. 一方, より粘性的な Gel B では, 非接触領域が静かに生成・消滅を繰り返す, 連続的な振る舞いを示した. また, 各ゲル試料について, いくつかのすべり速度における摩擦力降下量 (摩擦力曲線での摩擦力の落ち幅, すべりの規模を表す) と累積頻度との関係を Figure 4 に示した. Gel A (Figure 4(a)) では 3 桁程度の規模にわたってべき分布を示し, さらに最大イベント (100N 程度) のところにイベントが集中していた. 前者は Figure 2 の前駆すべりに, 後者は大きな音を伴うすべりに対応している. このように, 大きなすべりの前駆的な過程としての不規則でべき的なすべり過程は, 実際の地震の統計との対応も見られ極めて興味深い. 一方, Gel B (Figure 4(b)) においては, Figure 4(a) と比較すると大きいすべりが抑制されていて, 曲線が途中で折れ曲がるのがわかった.

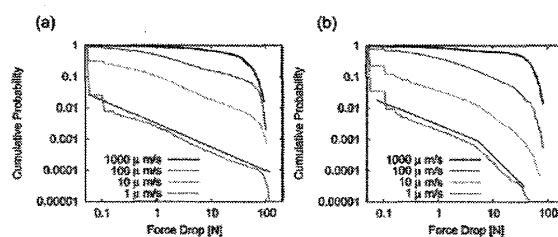


図 4: (a)Gel A および (b)Gel B における摩擦力降下量の累積頻度分布.

### 4 まとめ

粘弾性の異なる 2 種類のゲルを用いてすべり摩擦実験を行なったところ, 粘弾性の違いに起因すると思われる, 異なるすべり挙動が現れた. 本稿では述べなかったが, これらの違いは通常の地震と最近発見されたゆっくりすべりとの違いに相当すると考えられており, 現在地震学者と共同で詳細な検討を進めているところである [3].

### 参考文献

- [1] T. Yamaguchi, S. Ohmata and M. Doi, *J. Phys: Cond. Matt.* **21**, 205105 (2009).
- [2] M. Morishita, M. Kobayashi, T. Yamaguchi and M. Doi, *J. Phys: Cond. Matt.* **22**, 365104 (2010).
- [3] T. Yamaguchi, M. Morishita, H. Hori, H. Sakaguchi, J.-P. Ampuero and M. Doi, to be submitted.