

自己評価報告書

平成23年 4月 1日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2011

課題番号：20244067

研究課題名（和文） 高分子の粘着・剥離現象の多階層的研究

研究課題名（英文） Multiscale studies on adhesion phenomena in polymers

研究代表者

土井 正男 (DOI MASAO)

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号：70087104

研究分野： 数物系科学

科研費の分科・細目： 物理学・生物物理・化学物理

キーワード： 高分子、破壊力学、キャビテーション

1. 研究計画の概要

(テーマ1) 粘着・剥離過程のメソスケールモデリング

これまで、粘着剤を固体基板から引き離した時に生じる、粘着剤内部でのキャビテーションを記述したモデルは提案されていたが、実際の剥離過程でより重要となる、粘着剤-被着体界面でのキャビテーションに対するモデル化は行われていなかった。そこで本研究では、引離し時の界面キャビテーション過程を記述するメソスケールモデルを構築し、実験との比較を試みる。また、ゲルに対して固体基板上でせん断変形を加えた際にも、界面でのキャビテーションが起こることが本研究グループでの実験で観察されている。本研究では、せん断変形時のキャビテーション挙動の解析やモデル化も試みる。

(テーマ2) ナノスケールの接触・剥離シミュレーション

ナノスケールの接触・剥離過程は、最近精力的に行なわれている高分子表面でのダイナミクスを理解するうえで大変重要であるが、あまり研究されていない。本研究では、JKRコンタクトのナノスケールシミュレーションを行ない、粘着・剥離時の高分子の挙動とフォースカーブとの関連を調べる。

2. 研究の進捗状況

(テーマ1) については、粘着剤の引離し過程におけるキャビテーション過程を記述する理論モデルを構築し、解析解を導出することに成功した。さらに、実験結果と比較したところ、実験結果を定性的に説明することができた。また、ゲルのせん断変形時のキャビ

テーション挙動を記述するモデルの構築も併せて行い、実験で観察される定常せん断過程の挙動を再現することに成功した。

(テーマ2) については、JKRコンタクトのナノスケールシミュレーションを行ない、粘着・剥離時の高分子の挙動とフォースカーブとを関連付けることに成功した。また、表面近傍での複素弾性率に関する情報を抽出する手法の開発も併せて行なっている。

3. 現在までの達成度

(テーマ1) に関しては、界面キャビテーション過程のモデル化やせん断変形時の挙動の再現に成功しており、(テーマ2) については、AFMを用いた表面レオロジー測定 of 基礎的な解析手法への提案など、一定の成果を上げている。しかしながら、粘着剤やゲルが基板から剥離する時に生じる大変形の効果の検討や、(テーマ1) と (テーマ2) との連携、すなわち、異なる階層間の連携などについては、まだ検討を行っていない。

4. 今後の研究の推進方策

今後は、剥離時の大変形を考慮したモデル化や、異なる階層間の連携などを行なっていきたい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計28件)

①Masatoshi Morishita, Masaru Kobayashi, Tetsuo Yamaguchi, and Masao Doi、Observation of Spatio-temporal Structure in Stick-slip Motion of an Adhesive Gel-sheet、J. Phys. Condens Matter、有、22、2010、365104/1-6

②Tetsuo Yamaguchi, Satoshi Ohmata, Masao Doi、Regular to chaotic transition of stick-slip motion in sliding friction of an adhesive gel-sheet、J. Phys.: Condens. Matter.、有、21、2009、205105

③Hiroshi Morita, Ken Nakajima, Toshio Nishi, Masao Doi、” Coarse-grained Molecular Dynamics Simulation Study of Nanorheology and Nanotribology” Journal of the Society of Rheology、有、37、2009、105-111

[学会発表] (計 8 3 件)

①H. Morita, M. Doi、Simulation Study of the Adhesion Dynamics between Soft Rubber and Solid Substrate、5th Pacific Rim Conference on Rheology、2010/8/4、Hokkaido Univ

②T. Yamaguchi, N. Gravish, K. Autumn and C. Creton、Modelling of frictional adhesion in the Gecko attachment system、Gordon research Conference、2009/7/28、Colby-Sawer College, America

③ M. Doi、Challenges in Multi Scale Modeling -Our Experience in the Polymer Modeling Project-、Multiscale modeling and simulations of hard and soft materials、2009/12/17、Bangalore, India

[図書] (計 2 件)

①土井正男、岩波書店、ソフトマター物理学入門、2010、275

②森田裕史・土井正男、NTS、自己組織化ハンドブック (高分子薄膜の引き剥がしにおける構造形成)、2009、814-816

[その他]

ホームページ

<http://rheo.t.u-tokyo.ac.jp/modules/Publication/>

<http://rheo.t.u-tokyo.ac.jp/~doi/>

<http://rheo.t.u-tokyo.ac.jp/~yamaguchi/index.html>