

文部科学省記者クラブ 御中  
文部科学省科学記者会 御中

東京工業大学広報センター長  
大 谷 清

## 機能性フィルムの表面歪み計測法を開発

ーウェアラブル端末やフレキシブルディスプレイ製造に威力ー

### 【要点】

- 大きく曲がるフィルムの表面歪みを簡便に定量計測できる手法を開発
- 柔軟なフィルムの曲げ歪みは従来の硬い材料とは大きく異なることを発見

### 【概要】

東京工業大学資源化学研究所の宍戸厚准教授、赤松範久大学院生、東京大学大学院新領域創成科学研究科の竹谷純一教授、九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所藤川茂紀准教授らの研究グループは、機能性フィルムの簡便な表面歪み計測法を開発した。光を回折するグレーティング（用語 1）をフィルム表面にラベル化することにより、フィルムの曲げによる表面歪み（用語 2）を簡単に定量計測できることを明らかにしたもの。

さらに、光応答性を有するフィルムやシリコーンゴムからなる積層フィルムが従来の固体力学から大きく乖離した変形挙動を示すことを見いだした。これは、柔軟な材料の力学（ソフトメカニクス）が、硬い材料を扱う従来の固体力学とは大きく異なることを表すものである。ソフトメカニクスの進展に伴い、ウェアラブルデバイスやフレキシブルディスプレイ開発に弾みがつくと期待される。

ウェアラブル端末やフレキシブルディスプレイの開発には機能性を有する柔軟なフィルムの積層化が必要だが、これまでは変形や破壊を防ぐ鍵となる表面歪みの簡便な計測法がなかった。

この成果は、20 日に英国の科学誌「サイエンティフィック・リポーツ（Scientific Reports）」（電子版）に掲載される。

## ●研究成果

宍戸厚准教授らの研究グループは、大きく曲がるフィルムの表面歪みを簡便に定量計測できる手法「表面ラベルグレーティング法」を開発した。フィルムの表層だけに回折格子と呼ばれる数マイクロメートル周期の構造をラベル化した。

このフィルムにレーザー光を入射すると、回折格子の周期に応じて光が回折する。フィルムを曲げながら、回折角を計測することによりフィルムの表面歪みだけを精度よく計測できる。表面が滑らかであれば、原理的に対象物を問わない。プラスチックだけでなく、ガラスや金属のフィルムに加え、異種物質からなる積層フィルムの表面歪みも計測可能な汎用性の高い手法である。

柔軟なエラストマーフィルムの曲げに伴う表面歪みを測定したところ、硬い材料を取り扱う従来の固体力学では説明できない特異的な変形挙動が明らかとなった。光応答性を有するフィルムの曲げでは、内面と外面の両面が収縮する曲げ変形が観測された。さらに、硬さの異なるシリコンゴムが積層されたフィルムでは、単層フィルムに比べて表面膨張が増大あるいは減少することを発見した。これらの結果は、柔らかい材料の力学（ソフトメカニクス）は硬い材料を扱う従来の固体力学とは異なることを示している。

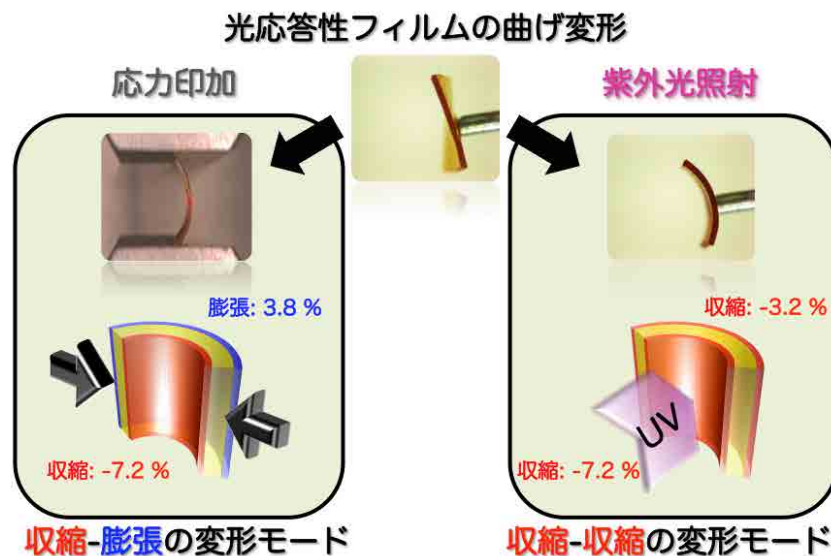


図 1. フィルムの曲げ変形に伴う表面の膨張と収縮。同じフィルムでも異なる外部刺激によって表層の歪みは全く異なる。柔らかい材料特有の力学が存在することを明らかにした。

## ●背景

材料の表面歪みは、力学特性に関わる基本的かつ重要な情報であるため、数多くの計測法が提案され利用されてきた。しかし、いずれも硬い材料の歪みを対象としており、近年、急速に開発が進むウェアラブル端末やフレキシブルディスプレイ

レイの素材となる柔軟な材料の変形歪みを計測できる手法が強く望まれていた。

### ●研究の経緯

同研究グループは、これまで機能性フィルムの創製とホログラム記録や力学応答評価を研究してきた。検討過程で培った表層のみに回折格子をラベル化する技術と光学技術を組み合わせることにより、フレキシブルなフィルムの表面歪みを簡便に計測できる本解析手法の開発に成功した。

### ●今後の展開

生体と親和性が高いソフトな材料やフレキシブルな材料の応用は日々増している。表面歪みの簡便な定量解析により、勘と経験に頼った素材開発から脱却し、定量的な材料設計が可能になる。ウェアラブル端末やフレキシブルディスプレイの開発に弾みがつくと期待される。

### 【用語説明】

(注1) グレーティング：光を回折する回折格子。屈折率の周期構造体により形成される。内部に周期的な屈折率変化を有するものと、表面に周期的な凹凸を有するものがある。表面ラベルグレーティング法では、いずれのグレーティングも利用可能である。

(注2) 表面歪み：表面の変形状態を表す尺度であり、初期状態の長さに対する変位の比で定義される。フィルムの曲げに伴い表面が膨張するため、デバイスの破壊や疲労の原因となる。表面歪みの簡便な定量計測手法が望まれていた。

### 【論文情報】

Facile strain analysis of largely bending films by a surface-labelled grating method, Norihisa Akamatsu, Wataru Tashiro, Keisuke Saito, Jun-ichi Mamiya, Motoi Kinoshita, Tomiki Ikeda, Jun Takeya, Shigenori Fujikawa, Arri Priimagi, & Atsushi Shishido, *Scientific Reports*, **4**, 5377/1-5377/6.

DOI: 10.1038/srep05377

### 【問い合わせ先】

東京工業大学 資源化学研究所准教授 宍戸 厚

Email: ashishid@res.titech.ac.jp

TEL: 045-924-5242

FAX: 045-924-5242