

やわらかさを撮影できる次世代カメラの社会実装

—非接触かつ高速な粘性・弾性の可視化技術による新成長産業の創出—

1. 背景

「やわらかさ」は材質を測る重要な指標であり、液状物体の硬化度合いや乾燥具合、薄膜の品質や状態計測、生鮮食品などの鮮度や完熟度計測など産業、医療、一般生活の中でも応用は多岐に渡る。しかしながらこれら市場のニーズとは対照的に、従来の「やわらかさ」の計測には、人間の感覚と経験則に基づくヒューリスティックな手法や破壊検査をベースとした計測が行われており、誰もが手軽に「やわらかさ」の計測を行えるとは言い難い。また、従来の装置では「やわらか」過ぎて計測できない薄膜や塗膜などの分野では、検査ができないため、そのまま使用するということが現場では行われている。そのため、それらの素材を用いた後段のモノづくりにおいて、一定の不良品が出てしまうといった問題が存在する。これらの問題を解決するためには、「やわらか」過ぎる対象物体を破壊することなく計測可能な方法が必要となる。

一方、我々は音圧によって物体を非接触で加圧・加振するデバイスを撮像過程に導入し、撮影された結果を計算機で後処理することで物体の「やわらかさ」を非接触かつ高速に撮影可能なカメラを研究・開発してきた(図1)。しかし、本装置は光学実験台の上で原理検証するための装置に過ぎず、また複数の分野の技術を横断的に使用しているため開発する企業からすると実装時における障壁が高いという問題が存在したため、計測の現場に気軽に導入することは困難であった。

そこで本プロジェクトは、我々が研究・開発してきた「やわらかさ」を可視化可能な装置を社会実装することで、これまでやわらか過ぎて計測することが困難であったため開拓することができなかったその未踏な応用分野・市場の開拓を目指す。

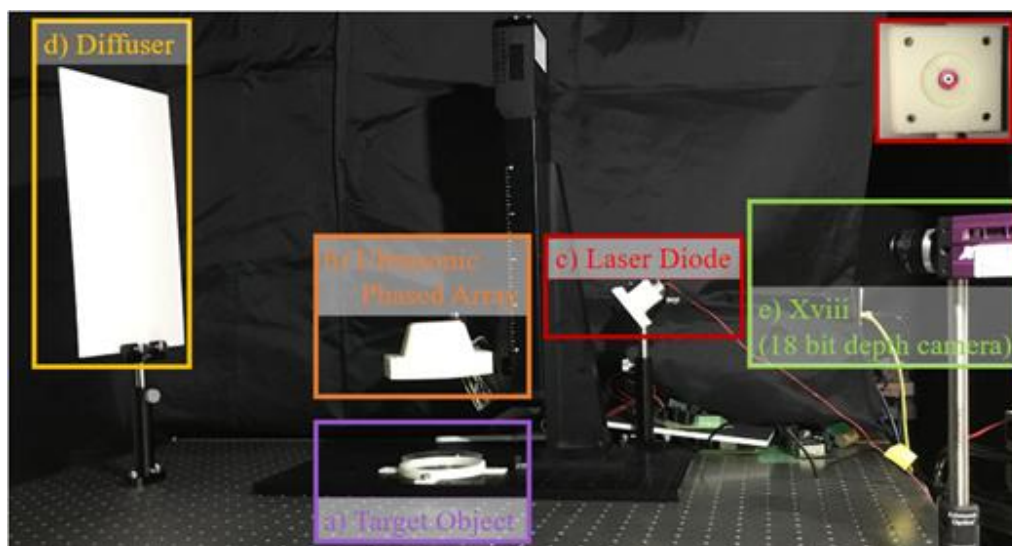


図1 申請時までに関した「やわらかさ」を計測する装置

2. 目的

本プロジェクトは、「やわらかさ(粘性・弾性)」を撮影可能な次世代カメラを社会実装することを目的とする。これまでの研究成果として、超音波アレイで物体表面を加圧・加振し、その微小変化をカメラで撮影することで物体の粘弾性を非接触・非破壊で計測する技術確立した。しかし、現状のプロトタイプでは、装置の安定性や操作性が低く、誰もが手軽に扱える状態ではなく、工場のラインや検査現場で利用するには十分ではない。そこで、本プロジェクトでは、現場で求められる要求を抽出し、現場で使用可能な安定性と操作性を持つ撮影装置および技術を構築する。具体的には、熱による計測値のドリフトを低減し、安定性を向上する。また、外部システムから制御可能な API および現場での調整が容易な GUI を実装し、操作性を向上する。さらに、プロトタイプを現場に持ち込み、必要な要件および事業性の評価を行い、事業化を推進する。薄膜や液体の検査現場において、経験に頼っていた手続きを置き換え、定量評価に基づく自動化を目指す。

3. 製品・サービスの内容

本プロジェクトでは、物体の「やわらかさ」を撮影可能なカメラを、以下の条件を満たして実装する。

- ①専門知識が無くとも現場で簡単に扱えるデバイスである。
- ②他のシステムとの連携が可能な API が実装されている。
- ③搬入が容易なデバイスとなっている。

以下に製作した装置の外観およびユーザーインターフェースを示す（図2）。

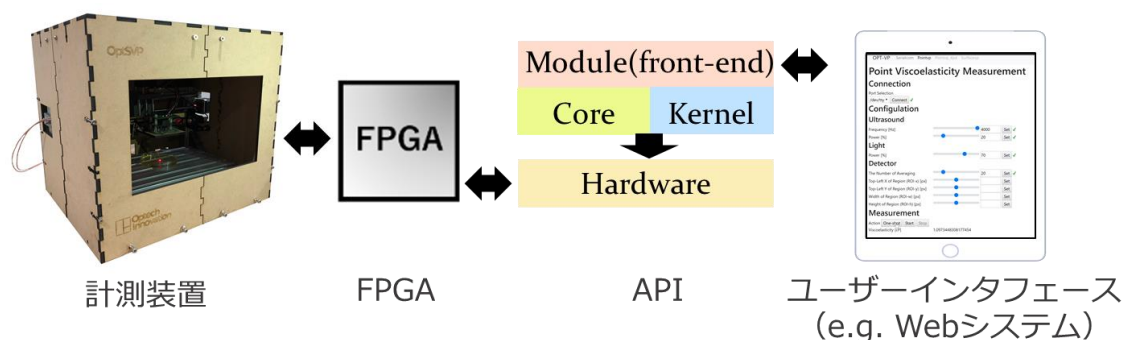


図2 今回実現した装置の全体構成

対象物体を計測装置内部に設置し、フォーカスを合わせて計測ボタンを押すと対象物体の粘性と弾性が計算され出力される。対象物体を加振する強さは API もしくはユーザーインターフェースから制御可能である。ユーザーは web 通信を介して計測装置を操作することが可能であり、簡単な設定のみで対象物体の「やわらかさ」である粘性・弾性の計測が可能である。

4. 新規性・優位性

類似した商品としては、株式会社トリプルアイの独立した回転子を用いたレオロジー測定器や株式会社コガネイによる圧縮空気と干渉計を用いた計測装置が存在する。前者はその機構上、大きな範囲ではなく一点での粘性・弾性を接触式で計測する装置であり、二次元平面における粘性・弾性の分布の計測を目指した我々の方法とは大きく異なる。また後者においても、音による加振は圧縮空気による加圧と比較し、より精細なコントロールが可能であり、よりやわらかいものを計測するという目的において我々の方法に優位性がある。

5. 事業普及（または活用）の見通し

未踏アドバンス事業期間中にユーザー候補の企業からヒアリングを行い、製品に求められる仕様の検討を行った。また、実際にサンプルをもらい、粘弾性の測定を行った。現在はサンプルの計測に十分な性能を持っていると評価していただいた企業との交渉中である。加えて、ラスベガスで開催された CES2020（コンシューマー・エレクトロニクス・ショー）において製品のデモを行った（図4）。80 名以上と名刺交換を行い、その中から特に興味をもっていただいた企業様と現在打ち合わせの交渉を行っている。これらの中からユーザー企業様と実証実験をしていく予定である。



図4 CES での出展の様子

6. 期待される波及効果

工場などの生産現場において電子機器の製造過程・水圧転写による模様付け・光学製品製造過程など薄膜を扱う現場は非常に多い。現在では弾性・粘性のデータの取得が困難であるため、現場のライン全てで全品検査することは難しく、人手による感

覚と破壊検査との併用による検査が主流である。そのため不良品の数をある一定以上減らすことは困難であるといった問題が存在する。本プロジェクトによる「やわらかさの撮影が可能なカメラ」が実装された場合、ラインの全品検査が可能となるためファクトリーオートメーションにおいて効果的である。また、接着剤の硬化度合いやインクの乾燥具合など「やわらかさ」の評価や化粧品などの粉状の物質の粘性評価など生産現場においてこれまで評価が困難であった物質の定量評価が可能であるため利用可能な範囲は非常に広い。また、医療現場においては患部の触診を非接触で行えることが期待されることからライフ・イノベーションの推進にも役立つと考えられる。また、一般家庭においても簡易検査の幅が広がるという波及効果も期待できる。例えば、冷蔵庫における生鮮食品の鮮度や完熟度を教えてくれる機能の付与、電子レンジやコンロの使用時における調理状態の可視化や肌のハリを検査することによる健康状態の推定など家庭におけるQoLの向上が期待できる。以上のように、これまで人が感覚と経験則に基づき判断を行っていた領域の自動化と定量化が本プロジェクトの成果により達成できると期待される。

<https://optechinnovation.com/>

7. イノベータ名（所属）

青砥 隆仁（筑波大学 助教 兼 Optech Innovation 合同会社 CEO）

高谷 剛志（国立情報学研究所 特任研究員）