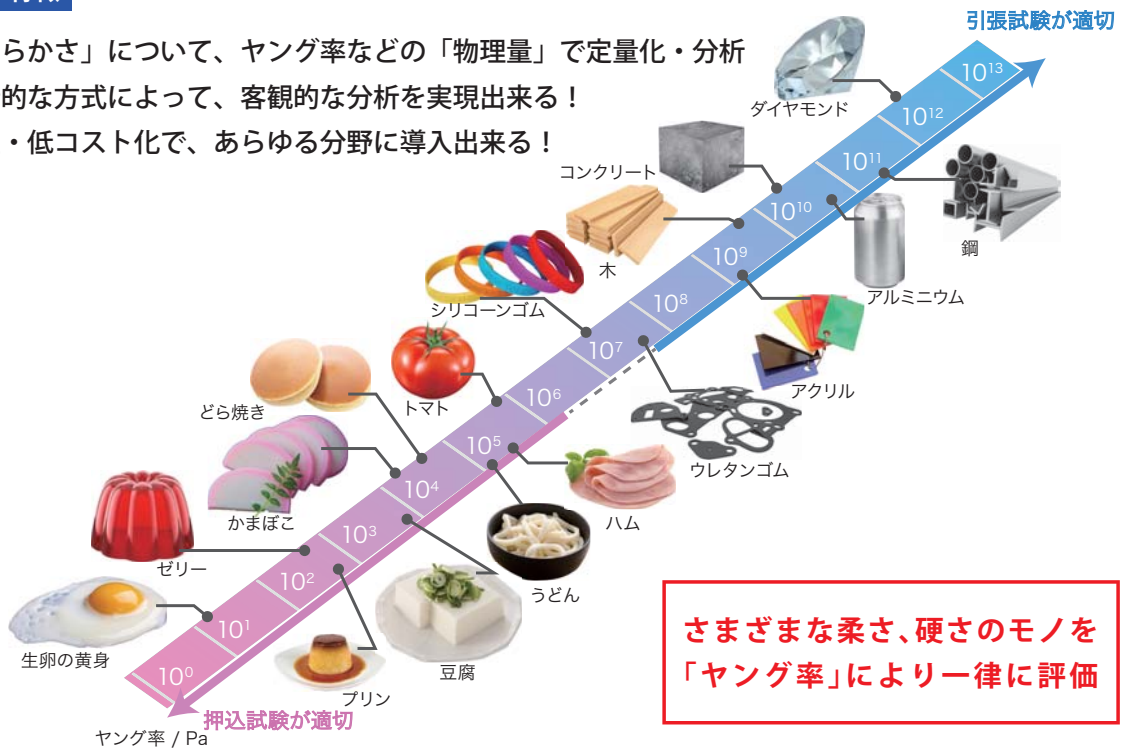


## 「やわらかさ」の定量化テクノロジーの学術ポイント

### 本技術の特徴

- ① 「やわらかさ」について、ヤング率などの「物理量」で定量化・分析
- ② 学術的な方式によって、客観的な分析を実現出来る！
- ③ 小型・低コスト化で、あらゆる分野に導入出来る！



さまざまな柔さ、硬さのモノを「ヤング率」により一律に評価

## 計測テクノロジーの「誰でも出来る」への実用化ヒストリー



2012年12月  
デスクトップ型

産業向け  
FAロボットの  
活用



2014年1月  
ハンディ型  
標準モデル

・ユーザビリティの向上  
・多様な使用状況への対応  
・デバイスの小型・低価格化



2014年7月  
ハンディ型  
高感度モデル

2016年  
実用化へ



素早く測れる  
センサー型

### ■セールスポイント

実用化してきたモノの柔さを弾性率（ヤング率）によって表現する方法は、医療など多様な分野・業界で普及し始めている。さらに、より手軽なセンサー型デバイスを開発したことから、より広い分野で誰でも活用いただける計測テクノロジーが仕上がった。

誰でも出来る！モノの「やわらかさ」を瞬時に測れる装置

■キーワード

やわらかさ デザイン 弾性 塑性 構成モデル 変形理論 数値シミュレーション

■研究の概要

さまざまな素材は、人々の生活を様々なシーンで支えています。その機能の設計・管理テクノロジーによって価値が決まります。特にヒトの身近で使われることが多い「やわらかい」素材は、より文化的な生活を実現していくために一層の発展が求められており、そのデザイン技術に高度化が必要となっています。

そこで現在、あらゆる身近なモノを対象として、「やわらかさ」を定量化した上で、さらに生活を豊かにできる「やわらかさ」を実現するための研究に取り組んでいます。

■研究・技術のプロセス／研究事例

■やわらかい素材の変形挙動の数値データ化法  
— 医師の触診テクノロジーの分析と応用 —

やわらかい素材の変形挙動は、時間依存性や材料学的・幾何学的な非線形性や時間依存性などの影響が硬いものと比較して大きいため、その数値データ化に多くの困難を伴います。

そこで本研究グループでは、ヒト軟組織の症状をユビで触れるだけで高精度に診断できる医師の触診技術を解決のヒントとして、やわらかい素材の変形挙動を数値データ化する押込試験法を考案しました(図2)。この方法は、基本となる弾性接触理論(Hertz, 1881)の式へ評価試料の薄さの影響を表す項を内挿することで、プローブ(圧子)を触れさせるだけで素材の柔らかさ(ヤング率)を求めることができる拡張式を定式化したものです。

■さまざまな素材の柔らかさ計測と評価  
— 計測システムの実用化と応用 —

人に心地よさを与えてくれる「やわらかさ」を工学的に創り出すためには、その定量的な計測に加えて、次に結果と人の感覚との相関性の分析・解明を経て、さらに求められる素材の創製法の考案が必要です。

そこで現在、さまざまな素材の柔らかさを定量化できる計測システムを実用化し、これを多様な産業分野における「やわらかさ」の計測・評価に利用して頂いています(図3)。利用分野は、計測方法を考案するヒントを得た医療分野を始めとして、さらに美容・化粧品や食品、自動車など岐にわたります。

さらに、より優れた製品を創り出せる「やわらかさ」を求めて、製品化した計測システム(図4(a))から得られるデータについて数値シミュレーションで分析しながら「やわらかさ」のデザイン技術を追求しています(図4(b))。

■セールスポイント

ここで実用化した計測システムは、得られる数値データの客観性の高さに加えて、その測定プロセスでの接触形態が実際に近いことから、人が触れることの多い素材に関わる多様な産業分野の製品デザインで既に欠かせない技術となっています。

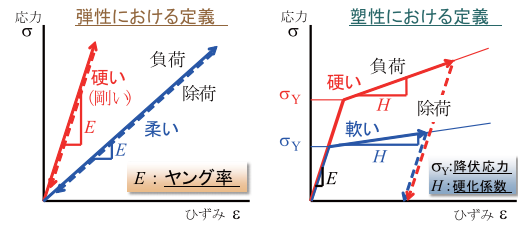


図1.「やわらかさ」を定量データ化する構成モデル(弾性/塑性)における評価指標の定義

素材へ力を加えて除荷した際に元へ戻る「弾性」において応力 $\sigma$ とひずみ $\epsilon$ の比として定義されるヤング率(Young's modulus)は、素材の「やわらかさ」を表す最も基本的な評価指標の1つとなっています。他には、「塑性」において定義される降伏応力や効果係数などが「やわらかさ」の評価指標として用いられています。

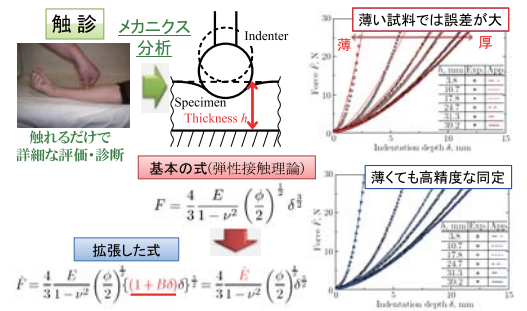


図2.「やわらかさ」を触れて評価する触診のメカニクス分析と押込試験法への拡張

医師の触診技術に基づいて弾性接触理論を拡張し、これに基づいた定式化結果によって触れるだけで弾性係数(ヤング率)を同定できるようにした。



図3.あらゆる素材を、共通の指標(弾性係数)で評価可能とする計測法

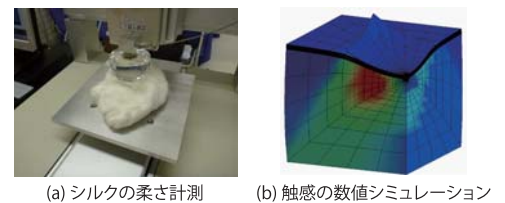


図4. 計測テクノロジーの実用化(a)とデザイン技術の研究開発(b)

人に幸福感を与えられる素材の創出を目指して  
「やわらかさ」の計測・評価とデザイン技術の研究開発



特許第 5076253 号/特許第 5574333 号/特開 2014-29277  
特許第 4967181 号(国立大学法人東京農工大学)/特許第 5836745 号(株式会社堀内電機製作所)/特開 2013-160662(国立大学法人東京農工大学)  
特開 2014-105998(株式会社堀内電機製作所・国立大学法人東京農工大学・深圳市大族電機科技有限公司)/特開 2014-87584(国立大学法人東京農工大学) 他