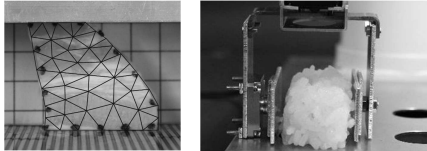
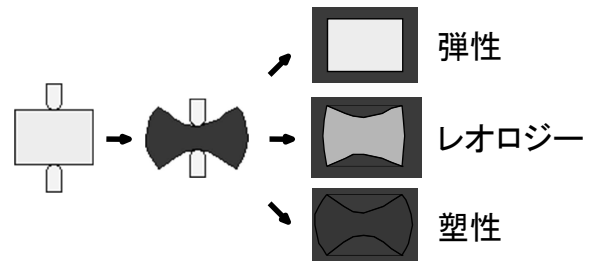


食品のレオロジー変形特性の同定



王忠奎 谷口祐介 木下正稔 崎口佳紀 末廣真也 平井慎一
(立命館大学 ロボティクス学科 平井研究室)
森川茂廣
(滋賀医科大学 MR医学総合研究センター)

レオロジー物体



レオロジー物体



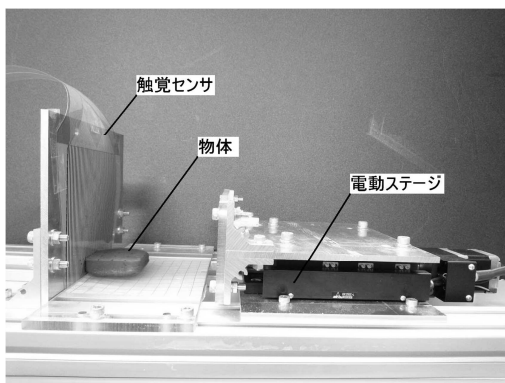
目的

変形に関する力学パラメータを実物から同定

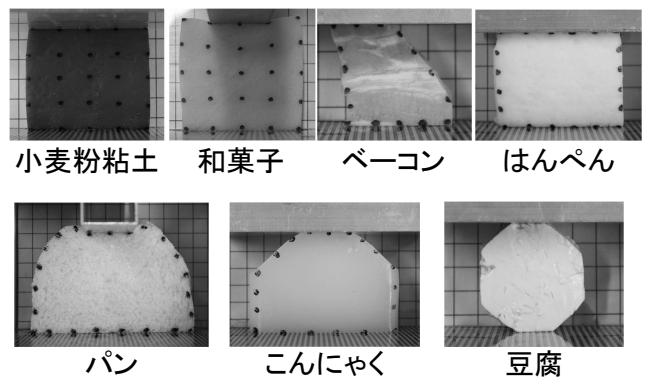
応用

食品の変形特性の数値化
(既存の装置で測れない特性の数値化)
生地 of 製造過程のシミュレーション

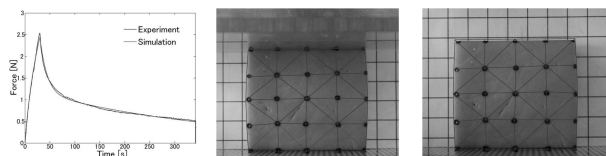
実験装置



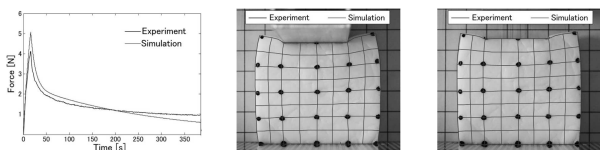
実験材料



小麦粉粘土

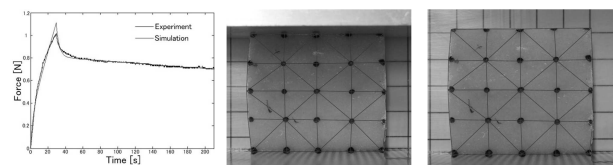


計測(上から全体を押す)

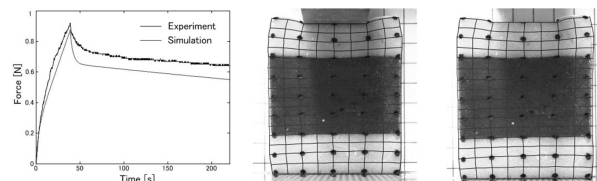


検証(上から中央部を押す)

和菓子

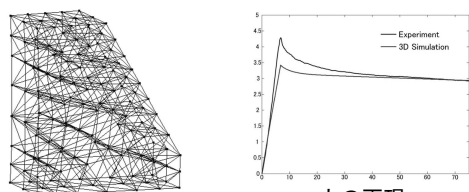


計測(個々の材料)

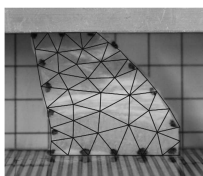


検証(層状の和菓子)

ベーコン



力の再現

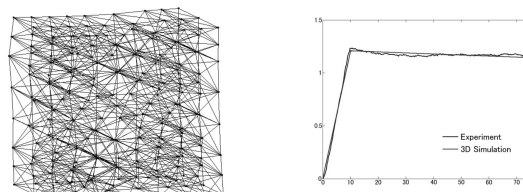


変形形状

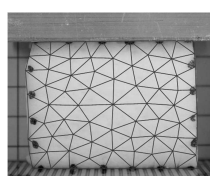


成形形状

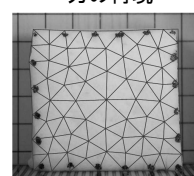
はんぺん



力の再現

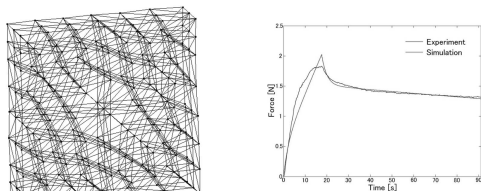


変形形状

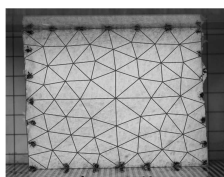


成形形状

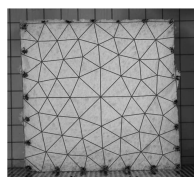
パン



力の再現

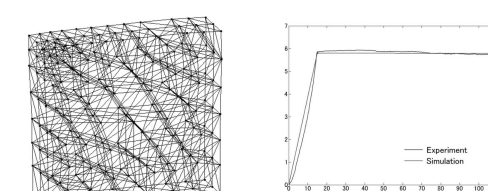


変形形状

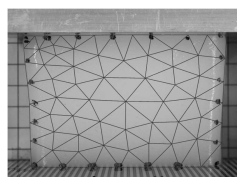


成形形状

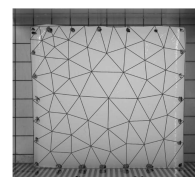
こんにゃく



力の再現

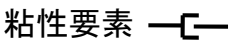


変形形状



成形形状

レオロジー変形特性の表現

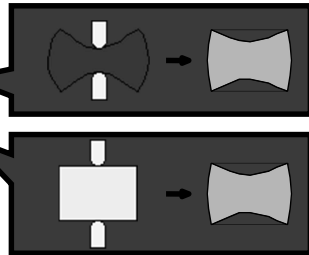
弾性要素  粘性要素 

並列・直列に接続

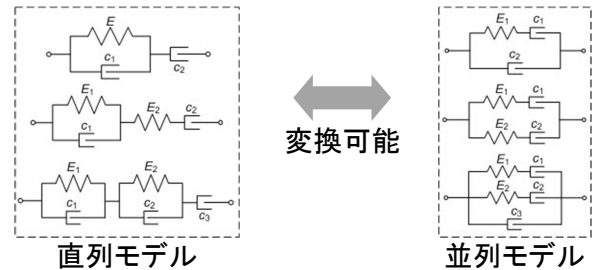
戻り変位

残留変形

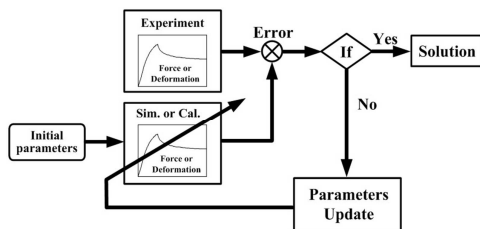
戻り速度



二種類のレオロジー要素



パラメータの同定(数値化)



内部変形と力を計測

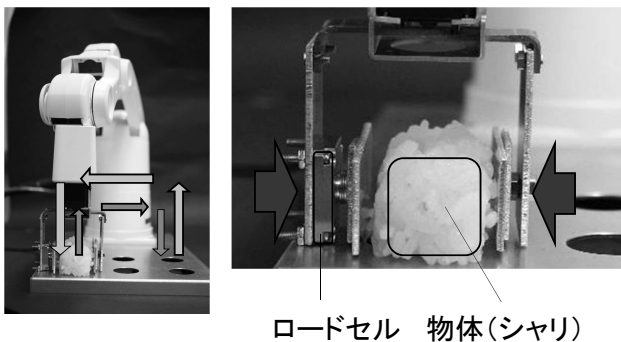
計測値とシミュレーション値を比較

誤差が小さくなる変形パラメータを算出

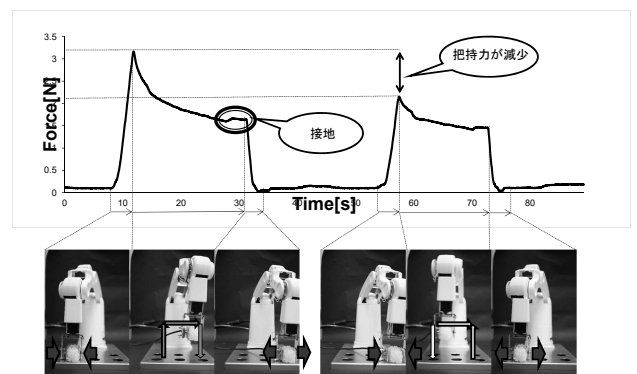
推定パラメータ

Mat.	Trial	γ	E_1 MPa	E_2 MPa	C_1 MPa·s	C_2 MPa·s	α_1 MPa·s	α_2 MPa·s
粘土	Red-06	0.2672	0.0287	0.0604	8.8323	0.5482	—	—
	Red-08	0.2902	0.0318	0.0721	13.291	0.6973	—	—
	Red-10	0.2367	0.0220	0.0675	8.4719	0.6829	—	—
和菓子	Mat.1	0.3746	0.0135	0.0247	14.820	0.0539	14.811	0.0185
	Mat.2	0.3353	0.0106	0.0373	6.6096	0.0783	6.6034	0.0377
	Mat.3	0.3267	0.0092	0.0508	4.0958	0.0822	4.0851	0.0521
ベーコン	Trial.1	0.4850	0.0083	0.0557	0.0224	23.352	0.0197	23.314
はんぺん	Trial.1	0.4252	0.00024	0.0055	0.1388	3.2316	0.1385	3.2307
パン	Trial.1	0.0290	0.00996	0.00406	0.0234	1.8503	—	—
こんにゃく	Trial.1	0.4595	0.00103	0.01377	30.006	400.86	—	—

ピックアッププレース

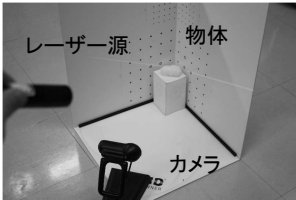


力の計測結果



変形の計測

3Dスキャナー

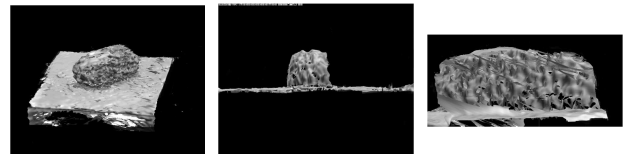


カメラ



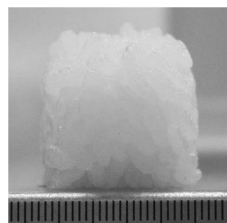
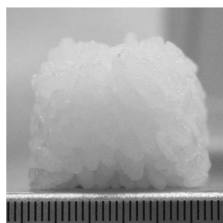
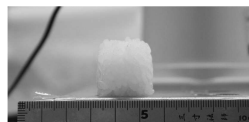
変形の計測

3Dスキャナー



変形の計測

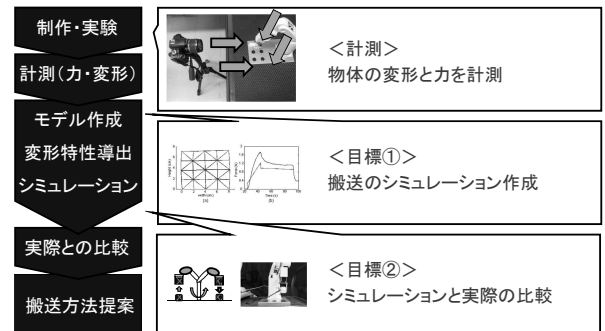
カメラ



ピックアンドブレース前

ピックアンドブレース後

今後の予定



結論

レオロジー物体のモデリング
内部変形と力を計測し、力学パラメータを推定
さまざまな食材への応用
ピックアンドブレースへの展開

課題

シミュレーションの高速化
ピックアンドブレースのシミュレーション