

## はじめに

- ・調理している感の表出
- ・リアルな調理表現映像を合成したい(アニメーションの再生ではない)
- ・調理効果分かるインタラクティブシステムが欲しい

## 目的

- ・リアルタイム加熱調理シミュレーション体験システムの実現
- インタラクティブに調理効果を確認

## 関連研究



[TAITO et al 2007]  
クッキングママ  
調理操作追体験



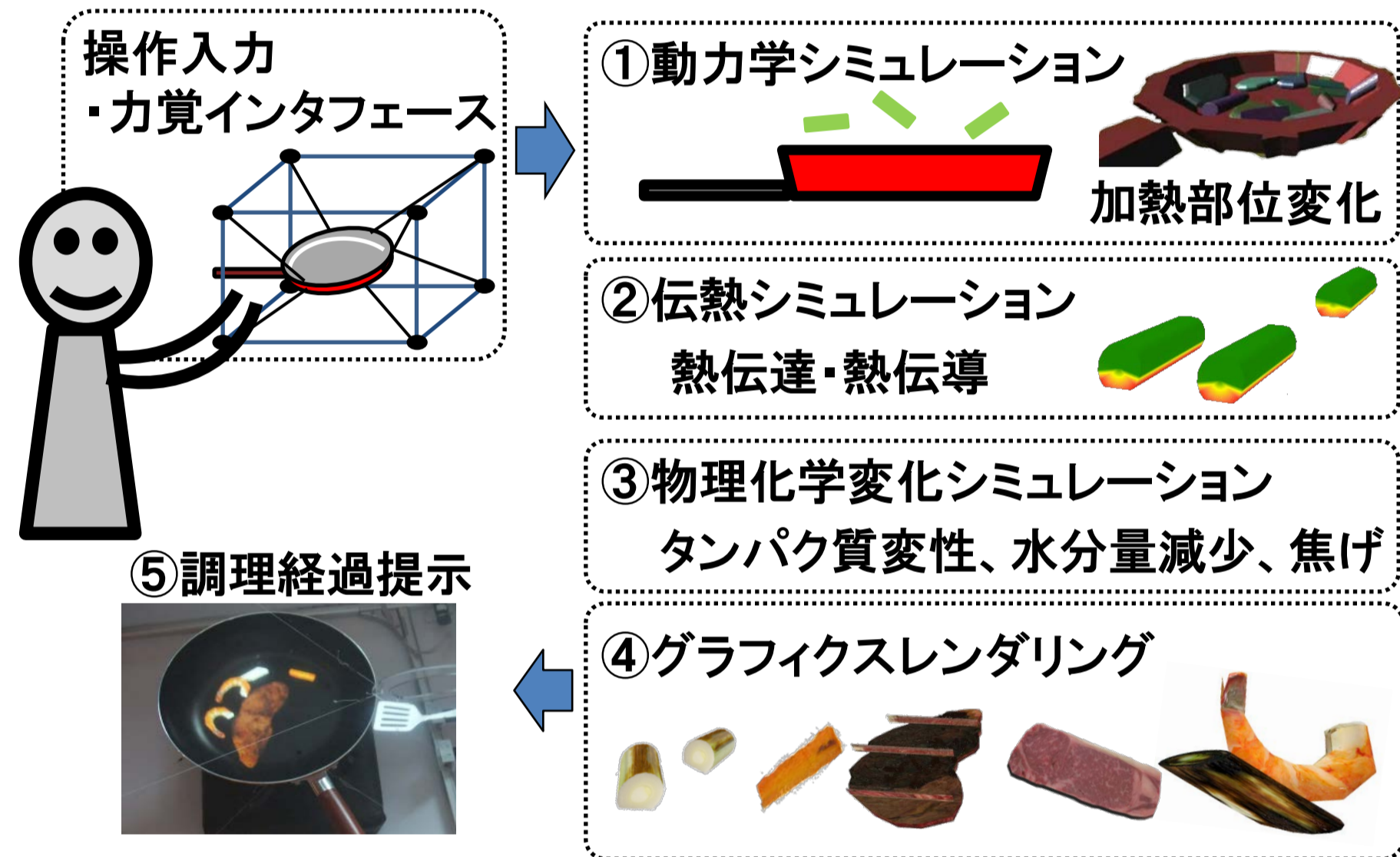
[森井 et al 2011]  
個体群操作モデル  
(チャーハン)



[Gabriel Ciriol et al 2011]  
The Virtual Crepe Factory  
:6DoF Haptic Interaction with  
Fluids 液体→薄膜変化

[櫻井 et al 2011]  
焼きクレープの焦げ、泡表現モデル

## 調理シミュレータの構成



### ① 動力学シミュレーション

- ・フライパン、食材:3次元CG剛体モデル
- ・動力学シミュレーションライブラリSpringhead2
- ・食材の重さをフライパン越しに提示

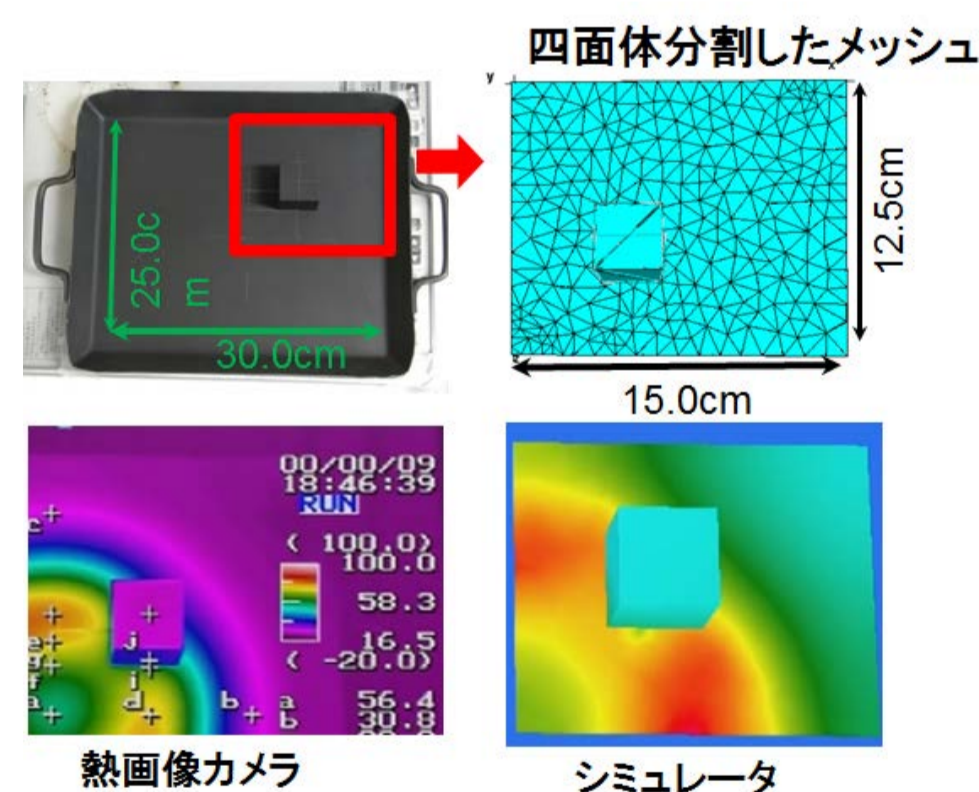
### ② 伝熱シミュレーション

熱伝導の支配方程式

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{Q}$$

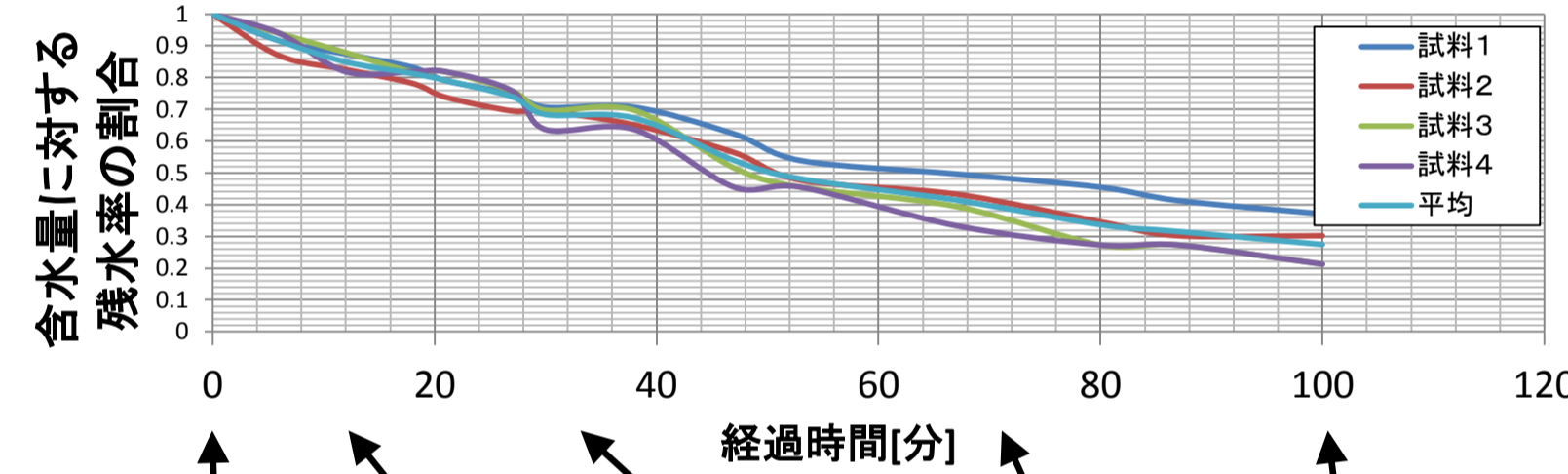
T: 温度, λ: 熱伝導率, Q: 内部発熱率 (Qは単位時間に単位体積当たり  
に供給される熱量・発熱率), ρ: 密度, c: 比熱, t: 時刻

- ・有限要素法で離散化:空間・時間軸
- ・ガウスザイデル法で温度を求める



### ③ 物理化学変化シミュレーション

- ・食材加熱実験  
弱火:質量測定と焼け具合撮影
- ・焼け具合の判定  
質量減少 ≒ 水分流出 = 蒸発 + 流出 と仮定  
食材の残水率と焼け具合画像(テクスチャ)を対応



経過時間[分]	0	12	30	67	100
残水率	1	0.849192	0.683658	0.414339	0.274436
対応 テクスチャ					

### ・タンパク変性、焦げ変化モデル

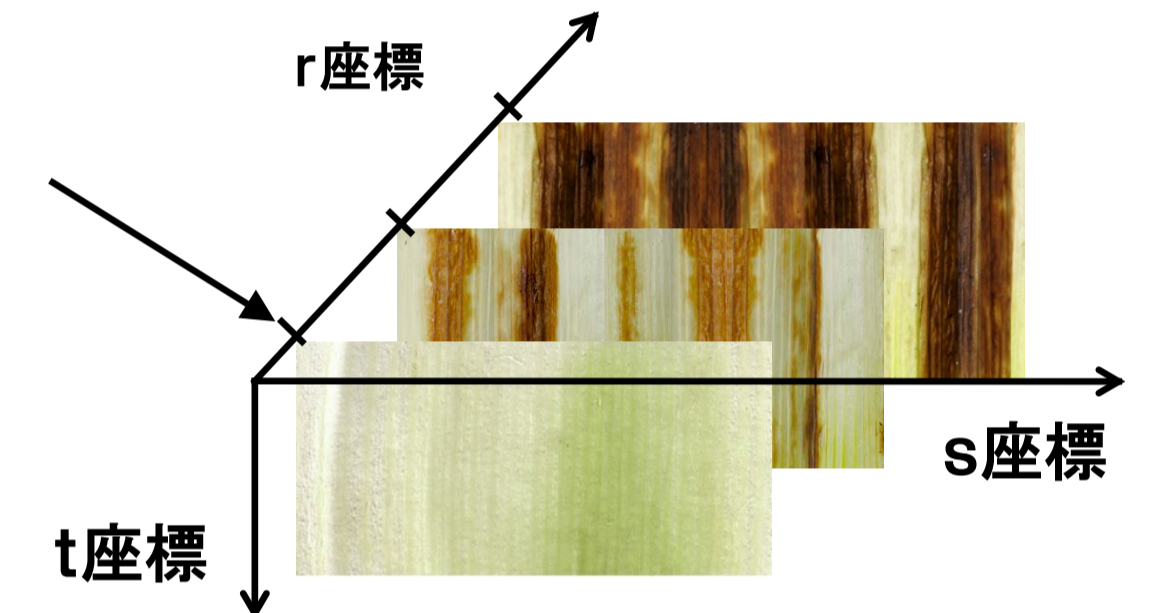
~100°C:	150°C~:
タンパク質 変性	キャラメル化、メイラード反応、焦げ 並行

- ~100°C
  - 牛肉 紅赤色 ⇒ 桃色 ⇒ 灰色
  - えび 黒青色 ⇒ 赤色
- 150°C~
  - 全食材対象:ねぎ、にんじん、エビ、牛ステーキ
  - キャラメル化、メイラード反応、焦げ



### ④ グラフィクスレンダリング

- ・OpenGLの3次元テクスチャ機能利用

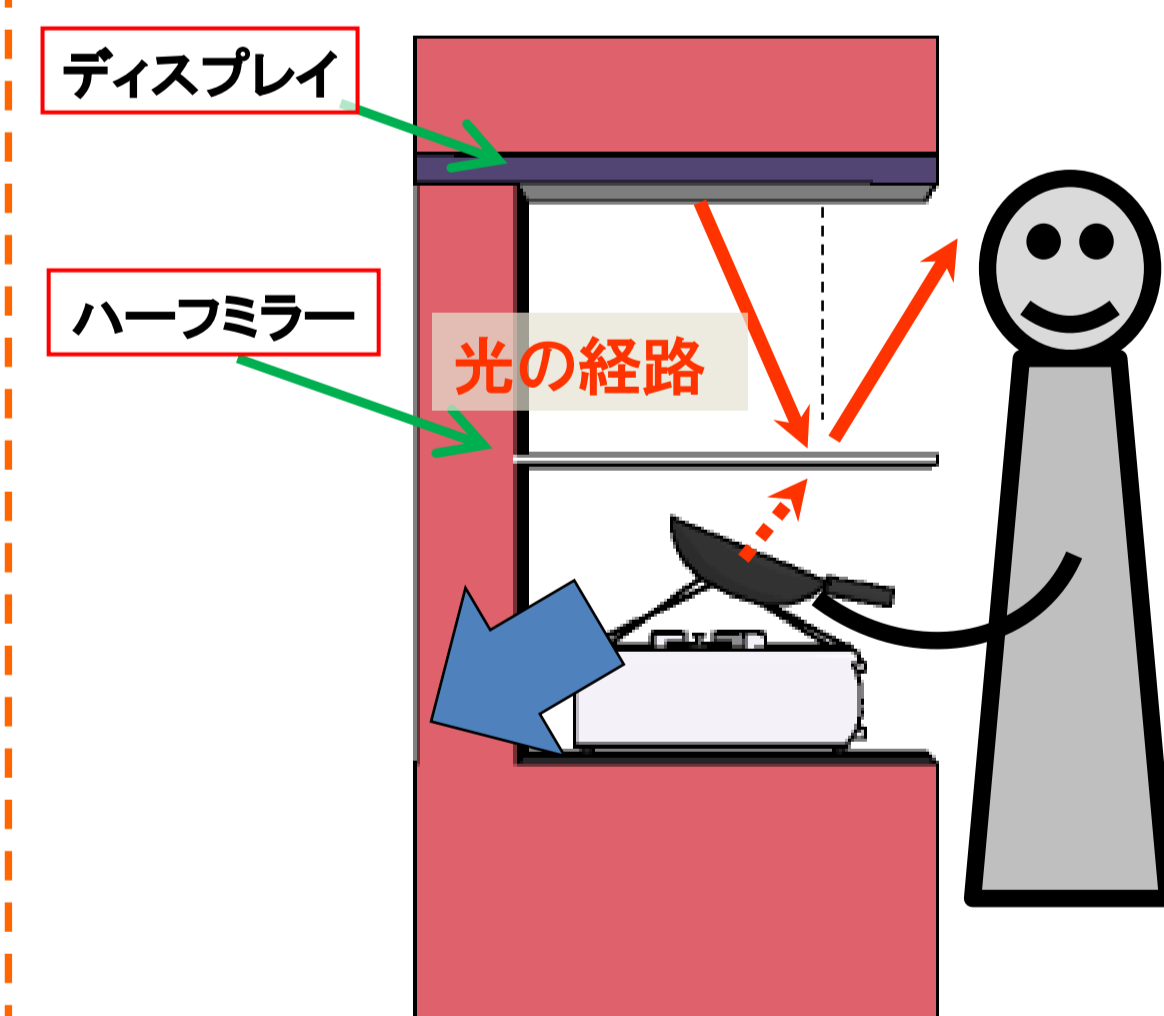


- ・内部断面温度、焼け具合表示



### ⑤ 調理経過提示

- ・ハーフミラーによる  
フライパンへの重量提示



Copyright テレビ東京 所さんのそのころ  
2011年6月10日放送より

## 今後の課題

- ・調理再現に必要な精度の見極めと高速化
- ・食材や調理のバリエーションを増やす

## 参考文献

- [TAITO et al 2007] オフィスクリエイト,タイトー,任天堂Wii, "クッキングママ みんなと一緒に料理大会!", 2007,
- [森井 et al 2011] 森井 敦士,上垣内 翔太,舟橋 健司,山本 大介, "VR調理学習システムのための存在確率に基づく粒子による個体群の上下動の表現", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2011, 16(1), 539-549
- [櫻井 et al 2011] "櫻井 快勢(北陸先端大), 白井 暁彦, Goslin Fabien(ENSAM P&I Lab), 宮田 一乘(北陸先端大),"クレープの表面形状のモデリング手法", エンタテインメントコンピューティング2007 年次大会論文抄録集, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会