

## 1 はじめに

当研究室では、一般家庭を対象とした VR コンテンツの一つとして、VR 調理学習システム「バーチャルお料理教室」の開発を行っている [1]。これまでに、調理の場面における固体群操作モデルの研究を進めてきた。複数の固体で構成されるが、全体で一つの集合体であると認知される物を「固体群」と定義している。固体群の挙動を、その構成要素である粒子の挙動計算を基に表現すると対話操作性が損なわれてしまう。そこで、文献 [1] の固体群操作モデルではハイトフィールドに基づいて固体群を表現し、固体群全体に作用する力を扱う大域的な挙動計算を行うことにより、非常に高速な処理速度と対話操作を実現している。しかし、調理容器を静止させた状態で固体群が崩れる挙動の表現は局所的な計算で簡易に行っている。そこで、本研究では局所的な計算ではなく、固体群の全体（限定的な領域）において「崩れ」という挙動を表現するためのモデルを提案する。

## 2 固体群操作モデル

本モデルでは、固体群全体を一つの操作対象とし、全体に作用する力による変化を曲面で近似表現している。固体群の挙動を表現するために適用する曲面を「変形曲面」と呼称する。容器内の固体群挙動の概要を図 1 に示す。しかし、この挙動計算は調理容器を操作することによって固体群に力が作用する場合に限定しており、調理容器を静止させた状態で固体群が崩れる挙動の表現は局所的な計算で簡易に行っている。そのため、1 ステップで処理される崩れ挙動は局所的なものであり、挙動が全体に影響するには相当な時間が必要である。

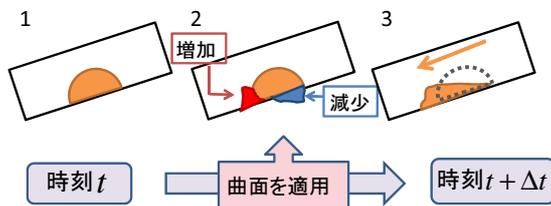


図 1: 変形曲面による固体群変形の過程

## 3 変形曲面による崩れの表現

本提案モデルでは崩れる固体群全体（あるいはその一部分）を一體的に扱い、変形曲面によって崩れを表現する。本手法では、適切なパラメータを設定することにより、固体群の崩れを任意のステップで行うことが可能となる。固体群の崩れ挙動の概要を図 2 に示す。始めに崩れが起こる可能性のある箇所を近傍と

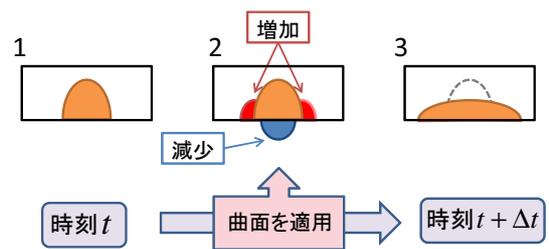


図 2: 変形曲面による固体群の崩れ表現

の関係から求める。次に、円錐状の崩れ領域を定義する。崩れ領域は積み重なった固体群が安定を保つ形状を基に作る。崩れ領域によって崩れの影響が及ぶ範囲を求め、崩れ領域の体積と固体群の体積との比較によって固体群の形状を推定し、崩れが起こるかを最終的に判定する。崩れが起こると判定された領域に変形曲面を適用することにより、大きな領域で固体群が崩れる挙動を表現する。また、変形曲面を適切に設定することで、任意のステップで崩れが表現可能となる。

## 4 実験

本提案モデルによる実験システムを構築した (図 3)。実験システムにおいて、固体群が崩れる様子が確認できる。また簡単なアンケート調査より、固体群の崩れの進行速度の違いが感じられるとの評価が得られた。

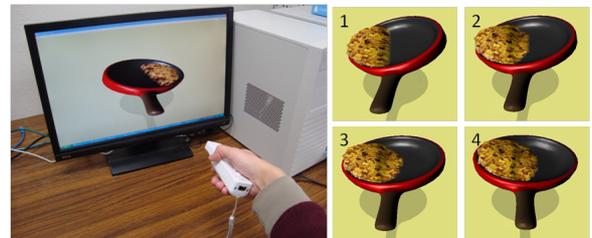


図 3: 実験の様子

## 5 むすび

本研究では、VR 調理学習システム「バーチャルお料理教室」の一環として、従来の固体群操作では局所的な計算で簡易に行っていた固体群の崩れ挙動の表現を変形曲面によって大域的に行い、固体群を構成する個々の固体の性質による崩れ方の違いを表現を可能とした。今後の課題としては、本モデルで点対称に限定している崩れ表現の拡張が挙げられる。非対称に積み重なった固体群の崩れに対応することで、より自然な崩れの挙動を表現することが可能となる。最終的には、VR 学習システムを完成させる予定である。

### 参考文献

- [1] 森井 敦士, 上垣内 翔太, 山本 大介, 舟橋 健司, "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固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, Vol.16, No.4, pp.539-549, 2011.12 .