

## 1 はじめに

近年、バーチャルリアリティ (VR) に関する研究が数多くされている。剛体や弾性体といった物体の挙動の再現のための研究は非常に多いが、液体は流動的で連続的に変化する性質を持つため挙動を再現するのは難しい。当研究室では、対話操作性に重点を置いた粒子・体積ベース仮想液体モデルを提案しており、早い処理速度で臨場感のある対話操作が可能である [1]。またこのモデルにより、薬液同士を混合して色の変化を確認できる化学実験体験システムの開発を行っている [2]。本研究では液体内への固形物投入時の底面付近からの色変化を表現することで、薬液と固形薬品との反応を体験できるシステムを構築する。

## 2 粒子・体積に基づく仮想液体の表現

粒子・体積モデルでは、仮想液体を自由落下状態と容器内状態の 2 つの状態に分けている。前者の状態では粒子に基づく表現を行う。対話操作を優先して各粒子の大きさや干渉は考慮せずに重力、慣性に従って移動させる。後者の状態では容器内の対流を考慮せず静止しているものとして扱い、体積に基づき表現を行う。自由落下状態の液体は各容器の水面を通過した場合は換算比をもとに体積に変換させ、容器内状態の液体が容器から流出する場合には体積を粒子に換算比で変換し容器から粒子として流出させる。容器内に存在する液体の体積が容器内に入りうる最大容積を超えた場合に液体の流出は起こり、最大容積は容器の形や傾き等で変化する。

## 3 固体溶解時の色表現

液体に投入された固体の溶解時に、容器の底面から上方向への色の変化を表現したい。しかし前述のとおり本モデルでは容器内の液体は静止状態を基本としている。そこで、まず底面において拡散方程式に基づく 2 次元的な色の拡散を表現する (図 1)。また側面を表現するために、容器中央を縦に通るようなバッファを定義する (図 2)。このバッファ内で色の拡散を計算し、分割して側面に描画する。液体上面の色は側面上部の色に合わせて更新する。投入された固形物は重力に従い落下する。液面上面との干渉により波を表現する。底面到達後、その位置を基に前述の色の計算を行う。このように液体と固体の反応による色の変化を表現する。

## 4 実験とその結果

本提案モデルによる実験システムを構築し、検証した (図 3)。固形物が重力に従って落下し液体に入った

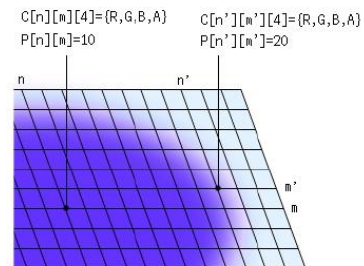


図 1: 色の拡散

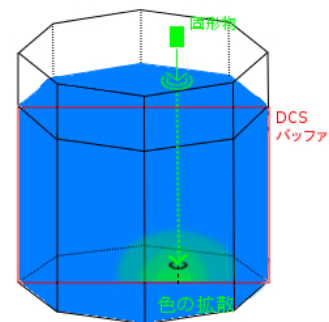


図 2: 側面描画用バッファ

後に、底面付近から自然な色変化が起きていることが確認できる。

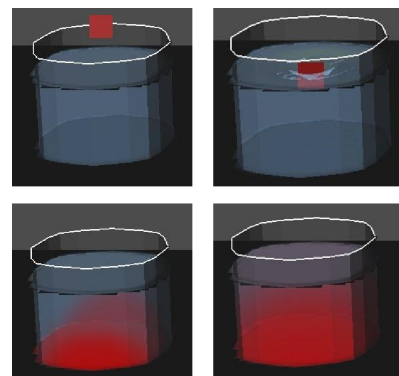


図 3: 実験の様子

## 5 むすび

本研究では仮想液体対話操作モデルにおいて、固体と液体の反応による色の変化を導入した。今後の課題として容器を底面側から見上げた時の見え方に対する表現や、液体内での気泡の描写などが考えられる。

### 参考文献

- [1] 夏目 祐樹, 伊藤 宏隆, 舟橋 健司 “粒子・体積ベース仮想液体操作モデルにおける流れる液体の表現”, 日本バーチャルリアリティ学会第 16 回大会講演論文集, pp.586-589, 2011.
- [2] アンドレアス・リンドルース, 夏目祐樹, 菅瀬和弘, 棚橋拓也, 舟橋健司 “粒子・体積ベース液体モデルを用いた VR 化学実験システム”, 日本バーチャルリアリティ学会第 15 回大会講演論文集, pp.364-367, 2010.