

卒業研究概要

提出年月日 2014 年 1 月 31 日

卒業研究課題

多数の泡の成長と合体

学生番号

B10-006

氏名

井原 貴幸

概要（1000字程度）

指導教員

真貝 寿明

印

石鹸やビールの泡をはじめとし、我々は日常の中でよく「泡」を目にする。しかし一方で、泡の構造を知るための教材やシミュレーションできるツールが身近にない。そこで本研究では、さまざまな泡のモデルを作成・改良し、より簡潔で取り扱いやすい泡のモデルを追求した。

まず、ポロノイ図による泡の表現について取り組んだ。多数の泡を模式的に表せるが、一方で物理的背景はなく、泡が持つ曲線をうまく再現できていない点を確認した。

次に、運動方程式を適用したシャボン玉の泡モデルを作成した。シャボン玉がつねに球状で、大気圧とつりあうまで膨張・収縮するという仮定から、気体の状態方程式から運動方程式を定義した(式1)。さらに、泡の膜の厚さが一定の値を下回ったとき、泡が破裂するものとした。このモデルにより、泡の半径 r の増減を得る結果を得ることができた。速度 v に比例する抵抗力を含めると、シャボン玉の半径 r が次第に落ち着いていく結果を得られた(図1)。

$$4\pi r^2 \left(\frac{\bar{r}^3 \bar{P}_0}{r^3} \right) - kv = m \frac{d^2 r}{dt^2} \quad (1)$$

$r(t)$ =泡の半径, t =時間, $v = \frac{dr}{dt}$, \bar{P}_0 =泡内の圧力の初期値, \bar{r} =半径の初期値, P_0 =大気圧, m =泡の質量

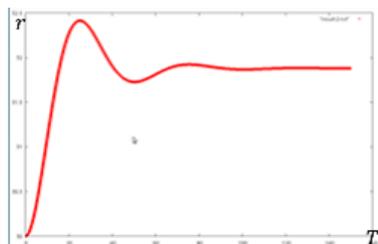


図1:抵抗力により、泡が減衰振動して次第に落ち着いていく様子(半径 r の時間変化を示す。)

多数の泡の合体を具体的に表現するために、個々のシャボン玉の半径を解きながら、初めに作成したポロノイ図モデルの考えを組み合わせた新たなモデルを作成した。3つ以上のシャボン玉が接合した場合、ポロノイ図におけるポロノイ点を基点とした境界線を考える工夫を取り入れた。論文では境界面を結ぶ線を、ポロノイ点によって決定するロジックを詳述する。そのモデルを用いたシミュレータの画面が図2である。現実中存在する四角いシャボン玉も、このモデルを用いて再現できた。

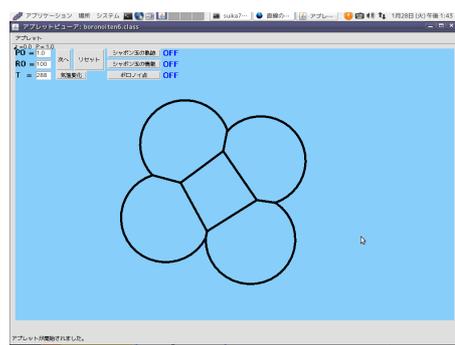


図2:シミュレータ画面の例。周囲から同じ圧力を受けたシャボン玉は立方体になる。

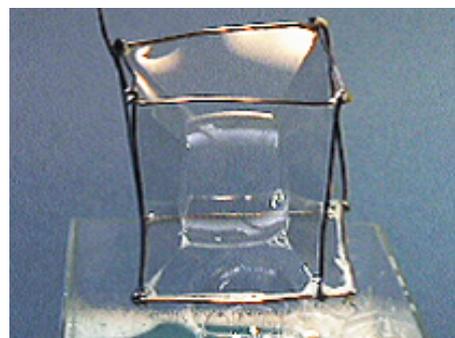


図3:四角いシャボン玉の実例(引用 www.tohoku-epco.co.jp)