

浮遊性有孔虫チャンバー形成モデル –その1:モデルと実装–

吉野隆¹, 木元克典², 岸本直子³, 松岡篤⁴, 栗原敏之⁴, 松浦執⁵, 石田直人⁴

1)東洋大学工学部, 2)(独)海洋研究開発機構地球環境観測研究センター, 3)(独)宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部, 4)新潟大学理学部, 5)東海大学開発工学部

E-mail: tyoshino@toyonet.toyo.ac.jp

A Simple Model for Chamber Formation of Foraminifera –Part 1: Model and Implementation–

T. Yoshino¹, K. Kimoto², N. Kishimoto³, A. Matsuoka⁴, T. Kurihara⁴, S. Matsuura⁵, and N. Ishida⁴

1) Toyo Univ., 2) IORGC/JAMSTEC, 3) ISAS/JAXA, 4) Niigata Univ., 5) Tokai Univ.

Keywords: chamber formation model, foraminifera

1. はじめに

筆者らは海洋性プランクトンの進化や多様性についての知見を宇宙構造物の設計に活かすべく横断型の研究プロジェクトを進行させている[1]. プランクトンの形態を数理的に解析するための方法のひとつとして, 本講演では有孔虫チャンバーの形態形成を再現する単純なモデルを提案する. プランクトンの形態を正確に表現することは設計のために重要なことはもちろんであるが個体を記述する上でも重要である. 本モデルによる現実の有孔虫種の再現可能性については木元らによる講演[2]に任せることとし, 本講演ではモデルの構築と実装, そして有孔虫以外への応用についての議論を行う.

2. モデルと実装

チャンバーを球形に近似し, 球の連結のしかたを数列で記述する. そのために, 3次元直交座標系において, 1)半径の拡大の仕方 r_n , さらに xy 平面で 2)2球の連結距離 d_n , 3)球の中心を結ぶ線の曲がり方 θ_n を指定し, z 軸方向に 4)高さの増え方 h_n を記述する. 図-1にその模式図を示した. さらに, 次のチャンバーの形成方法が直前のチャンバーの形成方法にのみによるとする. ここでは, これらの数列が, 等比数列であることと, 角度

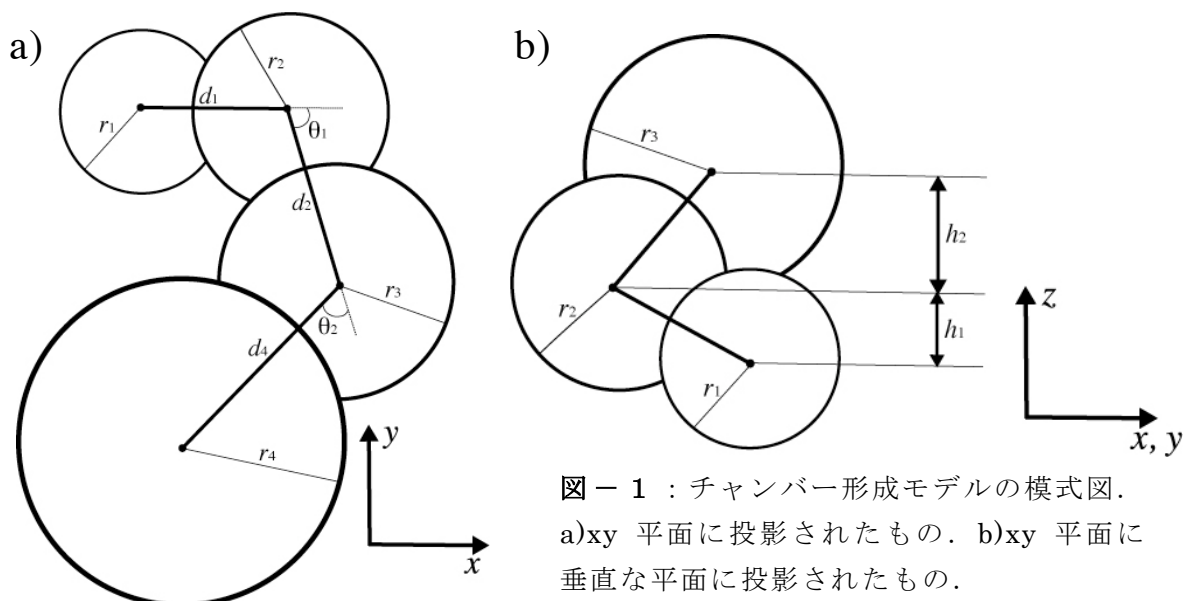


図-1 : チャンバー形成モデルの模式図.

a) xy 平面に投影されたもの. b) xy 平面に垂直な平面に投影されたもの.

の変化だけは一定値を取ることを仮定する.

$$r_n = r^{n-1}, d_n = dr^{n-1}, \theta_n = \theta, h_n = hr^{n-1},$$

このとき, 4 種類のパラメータ r, d, θ, h とチャンバーの個数を指定することによって有孔虫の形態を作ることができる. ここで紹介する結果はすべてこの等比数列モデル(対数らせんモデル)による.

作成した入力画面を図-2に示す. 実装には Mathematica を用いた. スライダーの移動や数値の入力によって3次元画像を作成することができるので, CG に不慣れな場合でもさまざまな形態形成を試みる事が可能になっている.

3. 議論

球の中心座標の回転軸が z 軸方向に固定してしまうことが本モデルの最大の難点である. また, 実際の中心間距離が $\sqrt{d_n^2 + h_n^2}$ となってしまうことなど, 微分幾何学的描像になっていないことも表現としては問題であろう. しかし, 現在の方式が観察事実に対応しやすいのも事実である.

我々のモデルはトムソン[3]による巻貝モデルの有孔虫版とみなせることや Okamoto[4]によるアンモナイト形状の微分幾何モデルの離散化版とみなせることがわかってきた. 実際に, 我々のモデルでも単純なアンモナイトの(ような)形態を作成することができる. その例を図-3に示した. Okamoto の手法を用いれば, 上述の微分幾何学的問題を解消できるのではないかと期待している. トムソンの著書には, 有孔虫と巻貝の関係について述べられているが, 具体的な数理モデルの提示や実在種との対応関係については説明がないことも付記しておく.

数理モデルを用いて形態を記述することができたのでチャンバーの体積最大化問題に取り組むことができた. これについては講演にて議論する予定である.

文献

- [1] 岸本直子ほか(2007) 横断型プランクトン研究プロジェクトについて, 形の科学会誌, **22**, 37-38 (シンポジウム要旨).
- [2] 木元克典ほか(2008) 浮遊性有孔虫チャンバー形成モデル—その 2: 実在する形態との比較—, 形の科学会誌, 本号 (シンポジウム要旨)
- [3] トムソン, D(1969) 生物のかたち, 東大出版会
- [4] Okamoto, T. (1988) Analysis of heteromorph ammonoids by differential geometry, *Palaeontology*, **31**, 35-52.

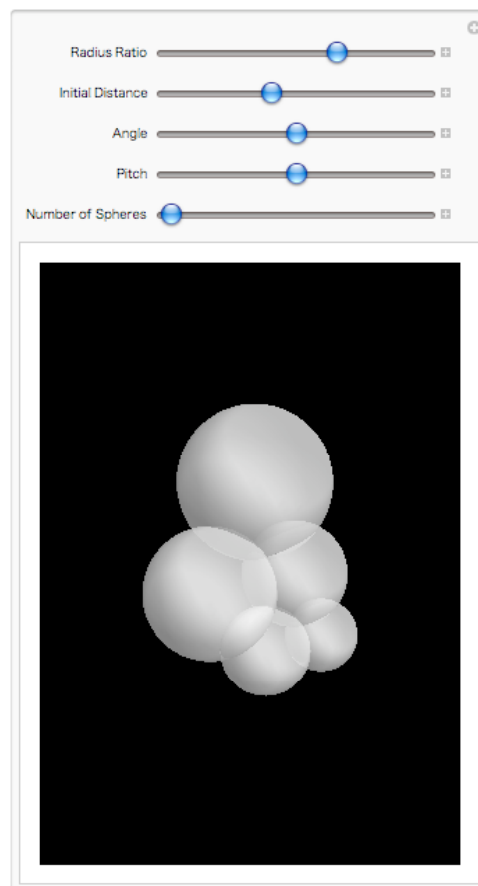


図-2: 作成した入力画面の例.

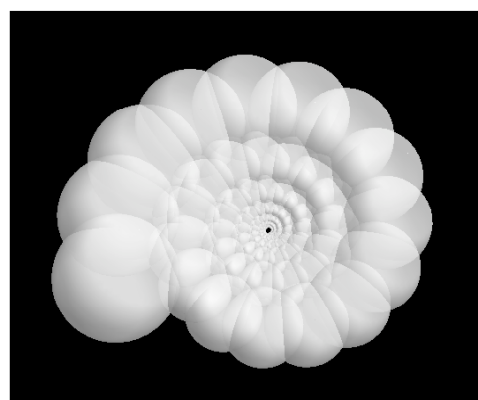


図-3: 我々のモデルから得られるアンモナイト(らしき)形