

放散虫 *Mirifusus* 属の殻形態から着想した 3 次元フレーム構造の力学特性

岸本直子、吉野隆、石田直人、木元克典、栗原敏之、松岡篤、松浦執
科学技術振興機構／京大、京都府宇治市五ヶ庄

kishimoto@kuaero.kyoto-u.ac.jp

Mechanical Properties of 3-D Frame Structures Inspired by Radiolaria *Mirifusus*

N. Kishimoto, T. Yoshino, N. Ishida, K. Kimoto, T. Kurihara, A. Matsuo,
S. Matsuura

JST/Kyoto Univ., Gokasho, Uji, Kyoto

Abstract: There is a very wide diversity of forms in marine plankton, which has the history of evolution of five hundred million years. The diversity results from various factors including adaptation to fluctuations in environments. We focus on mechanical factors in order to find adaptive forms applicable to artificial structures like space structures. In this paper, we investigate mechanical properties of 3-D frame structures inspired by forms of the large-sized Radiolaria, *Mirifusus*, in the Mesozoic Era, which appearances had changed through the Era..

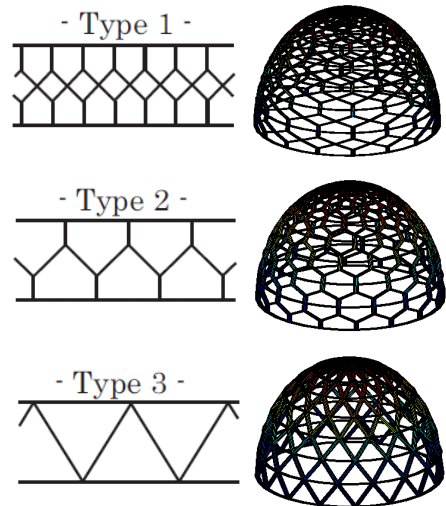
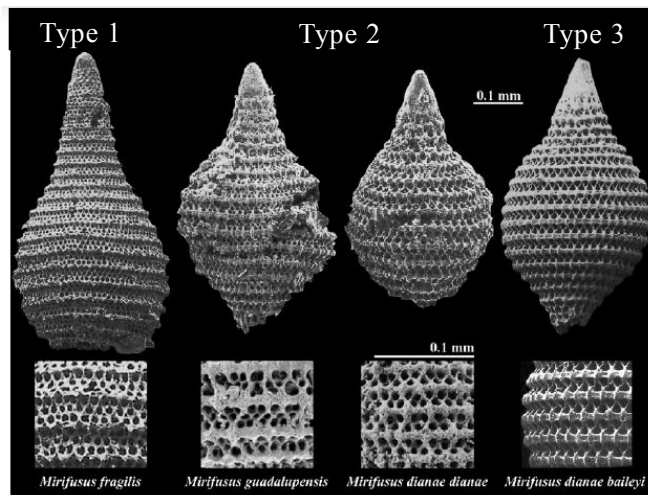
Keywords: Marine Plankton, Radiolaria, Space Structures

1. はじめに

5 億年の進化の歴史をもつ海洋性プランクトンの形態は、環境の変動に対して実に多様である。特に無機質の骨格をもつプランクトンは化石として残存し、数億年にわたる形態の変遷を追跡することが可能である。こうした骨格は、同一ユニットの繰り返しという幾何学的な規則性をもっているが、内部の柔軟な生体を保護するという力学的な役割も担っていると考えられる。著者らは、特に重力から解放された構造物の最適な形態を探索するために、海洋性プランクトンの形態に着目し、その形態の数理モデル化に取り組んできた。また、力学的に合理的な構造物の形態を探索するとともに、進化の過程における形態の変遷と力学特性との関係を明らかにするために、中生代に生息していた大型の放散虫、*Mirifusus* 属をとりあげその骨格パターンの基本要素の 2 次元モデルについて解析した¹。本発表では、全体形状や考えられる外力との関係を明らかにするために *Mirifusus* 属の骨格パターンに基づく 3 次元のフレーム構造を構成し、その力学特性について考察した。

2. 放散虫 *Mirifusus* 属の形態から導出したフレーム構造

放散虫 *Mirifusus* 属は、中生代ジュラ紀から白亜紀にかけて生息した、放散虫進化史上最大級の殻をもつグループである。*Mirifusus* 属の例を図 1 (a) に示す。このグループは、進化の過程で紡錘状の外形が目立った変化はないが、節を連結する細かい骨格構造は変化していくところが知られている²。図中左の方がより古く、右の方が新しい。これらの骨格パターンを 3 種類にモデル化した 3 次元フレーム構造を図 1 (b) に示す。



(a) *Mirifusus* 属の骨格

(b) 骨格パターンと3次元フレームモデル

図1. 放散虫 *Mirifusus* 属の骨格とモデル化

図には、1列分のパターンと半球面上に割りつけたモデルを示している。Type 3はいわゆるワーレントラスと呼ばれる。外形とパターンとの関係を調べるために、半球面のほか円筒や実際の *Mirifusus* 属の外形をモデル化した曲面上へ割りつけたモデルも検討した。

3. 力学特性の解析

前節で構築したモデルに対していくつかの境界・荷重条件を設定し、ひずみエネルギーや応力・ひずみ分布といった力学特性を求めた。荷重条件として、上下方向の圧縮やせん断、水圧を模擬した一様な圧縮力を仮定した。解析条件や力学特性の評価において、荷重や応力は、材料のヤング率を使って、部材断面半径や円筒の高さ等は、球や円筒の半径を使って無次元化した。その結果、2次元モデルと同様の評価により Type 1 から Type 3 への変遷について、力学的な合理性で説明できる部分もあることが示された。講演にて解析の詳細を述べる。

4. おわりに

本研究では、海洋性プランクトンの骨格パターンに基づいて構築したフレーム構造の力学特性を検討した。もとにした骨格パターンは顕微鏡下で観察された最外層骨格であり内部構造や骨格の断面形状といった重要な情報が欠落している。今後は、実際の骨格の3次元形状に基づいたモデル化に取り組む予定である。

<参考文献>

1. 吉野隆、石田直人、岸本直子、松岡篤、栗原敏之、木元克典、松浦執、放散虫 *Mirifusus* 属（海洋プランクトン）の進化と骨組構造の力学的最適化—骨組形状遷移の構造力学的検証—、応用力学論文集 Vol. 12、pp. 35 - 42。
2. Baumgartner, P.O., O'Dougherty, L., Gorican, S., Urquhart, E., Pillecuit, A., and De Wever, P., Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys, Occurrences, Systematics, Biochronology, Mémoires de Géologie (Lausanne), No 23, 1995.