

# 放散虫 *Mirifusus* 属の進化における骨組形状遷移の構造力学的検証

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

1)東洋大学理工学部, 2)新潟大学理学部, 3)京都大学工学研究科, 4) (独) 海洋研究開発機構地球環境変動領域, 5)東京学芸大学教育学部

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

## Structural Mechanical Verification of Succession of Skeleton Evolution of Radiolarian *Mirifusus*

T. Yoshino<sup>1</sup>, N. Ishida<sup>2</sup>, N. Kishimoto<sup>3</sup>, A. Matsuoka<sup>2</sup>, T. Kurihara<sup>2</sup>, K. Kimoto<sup>4</sup>, and S. Matsuura<sup>5</sup>

1) Toyo Univ., 2) Niigata Univ., 3) Kyoto Univ., 4) IORGC/JAMSTEC, 5) Tokyo Gakugei Univ.

**Keywords:** radiolaria, genus *Mirifusus*, frame structure, structural mechanics, evolution

### 1. はじめに

本研究では放散虫骨格の模様に注目して単純な力学問題を構築し、その変遷理由を力学的な視点から検討する。トムソンは放散虫骨格全体の形態が力学的に説明できると指摘した。しかし、これまでに放散虫骨格に対して構造力学を用いた解析が行われた例はない。骨格形状全体の問題を解くためには、それを構成する部分がどのような性質を持っているのかを理解することが不可欠であると考えられる。そこで、本研究では、節が重なった形状の放散虫について、節間を連結する骨組構造に着目し、その力学的性質を探ることとした。

本研究で解析の対象としたのは *Mirifusus* 属である。この属は、中生代ジュラ紀から白亜紀にかけて生息した、放散虫の進化史上で最大級の殻をもつグループである。*Mirifusus* 属の例を図-1 に示す。左は全体の形状を表し、右は下から上にかけて殻の模様の進化過程を表している。*Mirifusus* 属は環状の節が細い骨格によって幾重にも連結され、全体として紡錘形をしている。このグループは、進化を通じて紡錘状の外形に目立った変化はないが、節を連結する細い骨格構造は変化していくことが知られている。

### 2. 骨格構造の力学

骨格はシリカで構成されているために、変形は少ないとみなすことができる。そこで、線形弾性解析を用いて、骨格の変形について検討する。側面に見えている骨格を「長柱部材を剛接合した骨組構造物」、すなわち、非直交ラーメンとして解析を行った。

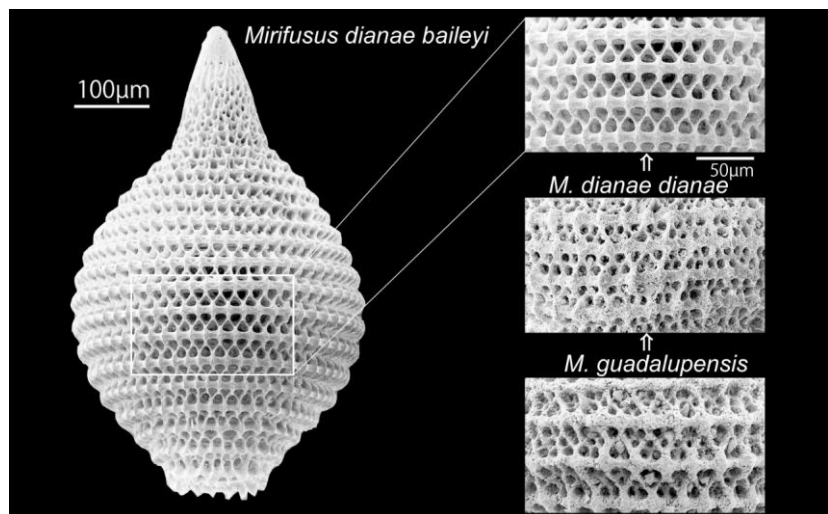


図-1 : *Mirifusus* 属の例とその骨格構造の変遷.

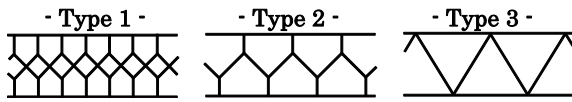


図-2 : *Mirifusus* 属の骨格モデル.

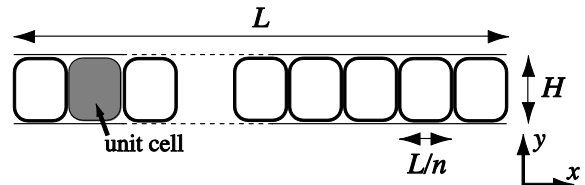


図-3 : 本研究で解析する周期境界構造.

図-2 に *Mirifusus* 属の骨組構造の模式図を示す. 実際の進化は, 実際に見られる骨格の構造の出現順に準じて, Type 1 から Type 2 を経て Type 3 へと変遷していると仮定して議論する. Type 1 と Type 2 について, 節点荷重をかけたときの変形を計算し, 変形が少ない構造を探ることで, *Mirifusus* 属の骨格の変遷を構造力学的に検討する. 注目している骨格構造は紡錘形状なので, 周期境界条件を適用し, さらに曲率を無視して2次元平面上の問題に近似する. 網目の部分がユニットセルの連結によって構成されているとみなす. 図-3 にその考え方を示す.

ユニットセルを構成するすべての部材の剛性マトリクスからユニットセル全体の剛性マトリクスを求め, 剛性方程式を解くことによって, ユニットセル内の節点変位が求められる. ユニットセル最下部は固定しているので, 検討する二種類の力において変位が最大になるのは外力がはたらくユニットセル最上部である. そのため, 最上部の節点変位について, 作用する力と同じ方向の変位成分にのみに注目する.

### 3. 結果と考察

Type 2 について圧縮荷重およびせん断荷重の両方による変形が最小になる構造を求めると, アスペクト比が小さい場合において Type 3 に似た形状が現れた (図-4). Type 1 についての同様な計算では, 中央のひし形が卓越する構造 (ダブルワーレントラス型) が得られた (図-5). 同一条件のもとで得られた構造について, Type 1 と Type 2 で変位の大きさを比較したところ, Type 2 のほうが小さく, より力学的に有利な構造であると考えられる. 今回得られた傾向は *Mirifusus* 属の進化過程と合致している. 実際に生じた進化は, ここで解析した力学的な要因以外の寄与も想定する必要がある. しかしながら, 力学的な最適化過程という捉え方によって, 骨格構造の進化について新たに解釈が可能になった点は注目すべきである.

### 文献

[1] 吉野隆ほか(2009), 放散虫 *Mirifusus* 属の進化と骨組み構造の力学的最適化, 応用力学論文集, 12, 35-42.

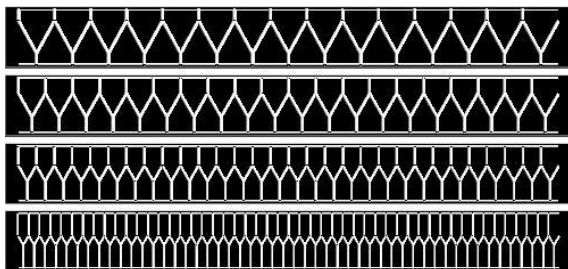


図-4 : Type 2 のおける圧縮変位最小構造の例.

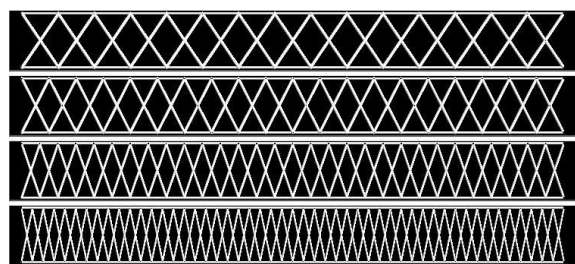


図-5 : Type 1 のおける圧縮変位最小構造の例.