

古地磁気学的手法による大陸移動の再現 - 遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた逆問題 -

Paleomagnetic reconstruction -Inverse problem by use of a genetic algorithm-

宮澤 理稔[1], 中西 一郎[2]

Masatoshi Miyazawa[1], Ichiro Nakanishi[2]

[1] 京大・理・地物, [2] 京大・理

[1] Geophysics, Kyoto Univ, [2] Dept. Geophys., Kyoto Univ.

<http://www-seis.kugi.kyoto-u.ac.jp/>

古地磁気データを用いた大陸移動問題を数値計算的に行なうために既に定式化されている逆問題を、遺伝的アルゴリズムを時間領域でセンゲメントに分けて適用する方法によって解く。計算の結果、顕生代において赤道から北極に向かう common polar wandering path と、主要六大陸(ヨーロッパ、シベリア、アフリカ、北・南アメリカ、オーストラリア大陸)の移動、またパンゲアと思われる超大陸の再現ができた。

古地磁気データを用いた大陸移動問題を数値計算的に行なうための定式化が Uchimura(1993) 及び Kono and Uchimura(1994) によって既になされている。しかしこの問題が非線形であるために主要六大陸、即ちヨーロッパ、シベリア、アフリカ、北・南アメリカ、オーストラリア大陸の移動について、過去の大陸移動の研究(例えば Irving, 1977)に調和的な結果が得られていない。本研究ではこの問題に遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)を用いることにより、非線形問題において解を決定する上で重要な役割を担うとされている解の初期値依存問題を解決し、先の定式を解くことによって顕生代における大陸移動を再現し、この手法が有効であることを示す。

逆問題は、岩石から得た古地磁気極の観測値と予測値とのミスフィット S_1 と、正規化した大陸の総スリップ量 S_2 のトレードオフによって与えられる $S = S_1 + (\gamma) * S_2$ を最小にする、common polar wandering path、各大陸の緯度経度と Euler 回転を求めることに帰着される。定式化において以下のような仮定を設けている。大陸は変形することなく十分ゆっくり移動するため、慣性の影響が無視できる。沈み込み帯の影響を無視し、大陸の滑べりによる抵抗力を移動に対する主たる抵抗力とする。更に、大陸が重なり合うなどの物理的に不都合な現象が起こらないように、 S_1 、 S_2 の他に S_3 というペナルティ関数を与えた。また S_2 は特に多くのパラメータから決定されるため、これをランダムな全ての初期パラメータから小さくすることは、GA において簡単なモデルである simple GA(SGA)では難しい。そこで本研究では SGA を時間ステップ毎に区切ることにより、その区間における S_2 へのパラメータの寄与を減らし、十分な収束を試みた。SGA を各時間ステップのみで実行し、その結果を次の時間ステップの初期値データとすることによって、計算時間の短縮と解の分解能をあげることができる。 S は各時間領域の足し算で表されるため、このような手法を用いることが出来る。

計算の結果、common polar wandering path は赤道から現在の北極に向かって移動しており、Uchimura にやや調和的な結果が得られた。また、六大陸の再構築からは大西洋拡大、オーストラリア大陸の東進と共に、逆問題に SIMPLEX 法を用いた Uchimura では

見られなかったパンゲアと考えられる超大陸が約 150Ma 以前に確認できた。