

陰陽（インヤン）格子を用いたダイナモシミュレーション

Dynamo Simulation by the Yin-Yang Grid

陰山 聡[1]

Akira Kageyama[1]

[1] 地球シミュレータセンター

[1] ESC

地球科学では、球面や球殻など、球ジオメトリで偏微分方程式を解く場合が多い。球ジオメトリにおいて偏微分方程式を解く場合、その基本格子系として緯度経度格子がよく用いられる。緯度経度格子とは、球座標の緯度と経度方向にそれぞれ等間隔に切った格子系である。この緯度経度格子を用いてシミュレーションを行う場合、二つの点に注意する必要がある。一つは北極と南極に「見かけの特異点」、あるいは「座標特異点」が現れること、そしてもう一つは、高緯度領域の格子間隔と低緯度領域の格子間隔が極端に異なることである。座標特異点はロピタルの定理を用いて回避することができるので、実際上は全く問題ではない。また格子間隔の不均一性の問題も、経度方向にフィルターをかけることで回避できる。

我々はこれまで、緯度経度格子にロピタルの定理とフィルター法を組み合わせた差分法によるシミュレーションコードを用いて、球殻ジオメトリでのダイナモ研究を行ってきた。これまでに、双極子磁場の自発的生成やその逆転現象などの現象の再現に成功している。しかし、これまでの経験から、上述のフィルター処理が計算の実効的な効率を著しく落としていることを深刻な問題として考えてきた。

この問題を解決するために我々は最近、球面上の新しい格子系を考案し、それを「陰陽（インヤン）格子」と名付けた。陰陽（インヤン）格子はキメラ格子の一種である。キメラ格子とは、複数の要素格子を互いの境界面で部分的に重なりあわせながら組み合わせる格子形成法の一つである。陰陽格子の要素格子は二つあり、それらは合同である。その要素格子は直交系で、緯度経度格子の一部と一致している。陰陽格子を用いたシミュレーションはフィルター処理が不要なので、計算効率が高く、ベクトル・並列計算にも向いている。

陰陽格子は現在、ダイナモ、マントル対流、大気・海洋のシミュレーション計算に応用されている。講演では、陰陽格子とそのダイナモシミュレーションへの応用について紹介する。