

背景誤差分散共分散行列の逆行列を必要としない前処理付き降下法 (POpULar) の変分解析への適用

A nonlinear descent method without inversion of the background error variance-covariance matrix in variational analyses

藤井 陽介 [1]; 蒲地 政文 [1]

Yosuke Fujii[1]; Masafumi Kamachi[1]

[1] 気象研

[1] MRI

<http://www.mri-jma.go.jp/Dep/oc/oc-sjis.html>

非線形の変分解析、すなわち、評価関数が2次関数でないような問題において、精緻な統計量を用いるために、新たな降下法を開発した。変分法において背景値と解析値の差を制限する拘束条件を評価関数に含めることは本質的であると、一般に理解されている。しかし、もし上記のような拘束条件を含めると、背景誤差分散共分散行列と呼ばれる多次元の行列の逆行列の計算が必要となる。この問題を解決するために大気データ同化システムではしばしば統計量が空間一様であるという仮定の下、フーリエ変換が使われている。しかしながら、陸の存在や統計量の非一様性のため、海洋で上記のような方法を利用することはできない。そのため、海洋の3次元変分法によるデータ同化システムでは、背景誤差分散共分散行列の逆行列の計算を回避できる共役勾配法が広く用いられている。しかし、この方法は非線形の問題には利用できない。即ち、2次関数でない評価関数を最小化することはできない。それゆえ、我々は、非線形の問題への適用が可能で、背景誤差共分散行列の逆行列の計算を必要としない、前処理付き準ニュートン法による降下法を開発し、Preconditioned Optimizing Utility for Large Dimensional Analysis (POpULar) と名付けた。この方法を用いると、非線形の問題について非一様な背景誤差相関を用いた最適化を簡単に行うことができる。例えば、アジョイント法の中で、背景誤差相関を取り扱うことが可能であり、Burger's 方程式を用いて、その効果を確認した。また、3次元変分法、および、アジョイント法による海洋データ同化にたいする、POpULar の有用性も調べた。3次元変分法では、海面力学高度に関する非線形の観測方程式を導入することが可能となり、その結果として解析場（最適化された場）が改善した。また、アジョイント法では水平の誤差相関を考慮することにより、それを無視していた従来のシステムに比べ、特に赤道付近の解析場に改善が見られた。このように、POpULar は精緻なデータ同化システムを構築するために有効な降下法である。