

有限差分法に基づく移流拡散スキームを導入した 3 次元大気拡散モデル GEARN-FDM の開発

Development of the Three-Dimensional Atmospheric Dispersion Model GEARN-FDM by Introducing Advection and Diffusion Schemes Based on Finite Difference Methods

*門脇 正尚¹, 寺田 宏明¹, 堅田元喜¹, 古野 朗子¹, 永井 晴康¹

¹原子力機構

原子力機構で開発した世界版緊急時環境線量情報予測システム WSPEEDI-II に差分型の移流拡散スキームを実装し、粒子型の大気拡散モデルとの比較および検証を行った。本講演ではその比較検証の結果について報告する。

キーワード：数値シミュレーション, 大気拡散, 有限差分法, WSPEEDI

1. 緒言

原子力施設の事故時に大気中へ放出された放射性核種を含む気塊の移流拡散および地表面汚染の把握については、数値モデルを用いた計算シミュレーションが有効な手段である。総観規模以下では、WSPEEDI で用いる粒子型モデルは予測精度が高く有効である。一方で総観規模より広域では、粒子型モデルの持つ潜在的な統計誤差や計算コストがしばしば問題となる。過去の観測や計算シミュレーションから、原子力施設由来の放射性物質の輸送は総観規模の範囲だけではないことが知られている。全球的な放射性物質の輸送を定量的に評価することは、原子力災害対策や事前防護に対して重要である。本研究では長距離の物質輸送を高精度で予測する大気拡散モデルを開発し、そのモデルの妥当性及び優位性を検証した。

2. 大気拡散モデリング

新たに開発した数値モデルは、局地気象予測モデル WRF と大気拡散モデル GEARN-FDM とで構成される。大気拡散は有限差分法に基づいて移流拡散方程式の拡散項および移流項を解く。拡散項は Crank-Nicolson 法で解く。水平拡散係数は Smagorinsky (1963) を用いて水平風から逐次診断する。鉛直拡散係数は WRF の診断結果を用いる。移流項は質量保存を満たす高精度差分法 (Walcek, 2000) で解く。モデル検証のため計算設定として欧州拡散実験 ETEX をシミュレートし、その観測結果と計算結果とを比較した。

3. 結果・考察

計算結果と観測結果を比較したところ、モデル性能を評価する統計量は粒子型モデルと同等かそれ以上の高い結果を示した。トレーサの時空間分布は観測値を再現する良好な結果を得た。計算で用いた水平拡散係数は、経験的に用いられる一定値の水平拡散係数と比べて、時空間変動が顕著だった。これは水平拡散係数一定値では物理的な水平拡散が十分に評価されていないことを示唆する。

参考文献

- [1] Walcek (2000), Minor flux adjustment near mixing ratio extremes for simplified yet highly accurate monotonic calculation of tracer advection, Journal of geophysical research, Vol 105, 9335-9348.
- [2] Smagorinsky (1963), General circulation experiment with the primitive equations 1. The basic experiment, Monthly weather review, Vol 91, No 3.

*Masanao Kadowaki¹, Hiroaki Terada¹, Genki Katata¹, Akiko Furuno¹ and Haruyasu Nagai¹

¹Japan Atomic Energy Agency