

最適化解析シーケンス OPAS の開発と放射性セシウム将来予測モデルへの応用

Development of an Optimization Analysis Sequence OPAS and its Application to the Prediction Models for Radioactive Cesium Distribution

*鈴木忠和¹、杉田武志¹、木名瀬栄²、操上広志²、北村哲浩²

¹株式会社ナイス、²日本原子力研究開発機構

最適化問題を総合的に解く OPAS(Optimization Analysis Sequence)を開発した。OPAS は放射性セシウムの分布状況変化モデルにおける環境パラメータの導出などの環境安全問題に適用され、良好な結果を得た。ここでは、OPAS の概要と適用結果について報告する。

キーワード：最適化、OPAS、逆問題、環境変数、Cs 分布予測モデル、コンパートメントモデル、環境安全

1. 緒言 2つの環境安全問題への適用結果から計算時間、解の精度において OPAS は他の手法と比べて満足する結果が得られた。OPAS の解析の流れと適用した問題の計算結果については口頭発表する。

2. OPAS の概要と応用 非線形最適化問題に対する手法は、生成された幾何形状を用いて最適点を探索する発見的な方法と、関数の導関数を用いて探索方向を決定し探索を行う傾斜法に分類される。目的関数が多峰性の場合、傾斜法による手法は、効率は良いが収束点がパラメータの初期値に大きく依存する。一方、発見的な方法は、収束効率は悪いが初期値依存性がなく大域的な最適点に収束する。OPAS の開発に際してはこのことが考慮され、解析の流れはドライバーによって制御される。OPAS が適用された2つの問題の概要は以下のとおりである。

(1) 放射性セシウム分布状況予測モデルにおける環境変数の導出^(注)

対象となる予測モデルは、

$$D(t; p_1, p_2, p_3) = (p_1 - D_{BG}) \left\{ p_2 \exp((- \ln 2 / p_3) t) + (1 - p_2) \exp((- \ln 2 / T_{slow}) t) \right\} \times \frac{k \exp(-\lambda_{134} t) + \exp(-\lambda_{137} t)}{k+1} + D_{BG} \quad (1-1)$$

ただし、 $D(t; p_1, p_2, p_3)$ は経過時間 t における空間線量率 $[\mu\text{Sv/h}]$ で、導出するパラメータは、

$$p_1 = D_0 \text{ (初期空間線量率 } [\mu\text{Sv/h}] \text{)}, \quad p_2 = f_{fast} \text{ (減衰が速い成分の割合)}, \\ p_3 = T_{fast} \text{ (減衰が速い成分の環境半減期 } [y]) \text{ である。}$$

(2) 森林のコンパートメント間でのインベントリ移行係数を時間変化から導出^(注)

最適化の対象となる動的コンパートメント数学モデルは、以下のとおりである。

$$\frac{dy^k}{dt} = - \sum_{j=1}^m \lambda_j^k y^k(t) \text{ (流出項)} + \sum_{j=1, j \neq k}^m \lambda_k^j y^j(t) \text{ (流入項)} \quad (2-1)$$

ただし、 $y^k(t)$ は compartment k における放射エネルギー (Bq) で、導出するパラメータは、

$$\bar{\lambda} = (\lambda_j^k) \text{ (compartment } k \text{ から } j \text{ への移行係数 } (y^{-1}) \text{) である。}$$

3. 結論 適用された2つの問題に対して OPAS は良好な解を与えた。OPAS は今後も、原子力の環境安全分野を中心に、結果から原因を推測する逆問題への手法として適用していきたい。

^(注)本作業は株式会社ナイスが日本原子力研究開発機構からの委託を受けて実施したものである。

*Tadakazu SUZUKI¹、Takeshi SUGITA¹ ; NAIS Co., Inc、

Sakae KINASE²、Hiroshi KURIKAMI²、Akihiro KITAMURA² ; Japan Atomic Energy Agency