

## 福島第一原子力発電所廃棄物の特性に応じた統計的な分析計画法の検討 (2) ベイズ推定法による最適な分析点数の算出

A Study of Statistical Planning Method for Analysis Consistent with the Characteristics of the Fukushima Daiichi NPS Wastes

### (2) Calculation of the Optimal Sample Size Using the Bayesian Inference

\*堀田 拓摩<sup>1,2</sup>, 秋元 茉耶<sup>1,2</sup>, 永井 杏奈<sup>1,2</sup>, 大木 恵一<sup>1,2</sup>, Caroline Pyke<sup>3</sup>, Peter Hiller<sup>3</sup>, 駒 義和<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>IRID, <sup>3</sup>NNL

ベイズ推定法を用いた計算は、事前情報に基づいて仮説の真偽を確率で表す事ができ、計算結果に基づいて柔軟に判断できるため、事前情報が乏しい又は母集団が不明確な対象に対して有効である。本研究ではベイズ推定法を用いて分析の目的に応じた2種類の計算手法を示すことができた。

**キーワード** : DQO プロセス, ベイズ推定, 福島第一原子力発電所, 分析計画, 試料点数, mcmc サンプル

**1. 緒言** Data Quality Objectives Process (DQO プロセス) 及び統計手法のベイズ推定法を組み合わせた効率的な分析計画を検討している<sup>[1]</sup>。福島第一原子力発電所 (1F) 廃棄物は試料採取及び分析作業に制約があり、また、汚染機構や母集団が不明確な廃棄物が多いために、性状を把握するための最適な分析点数は従来法とは異なる確率論的な評価が必要となる。t-分布に関するベイズ推定法は事前情報に基づいて仮説の真偽を確率で表すことができる。ここで、仮説は分析の目的により複数が考えられ、(1) 処分区分への適合性の評価、(2) 母集団の分類 (分割及び統合) のために分析点数を決定する手法の確立が求められる。これら2つの目的を対象としてベイズ推定法に基づく計算手法及び導いた確率を考慮した分析点数の決定方法を検討した。

**2. 計算** 計算は統計ソフト R, mcmc サンプリング言語 JAGS 及び Bayesian Estimation Supersedes the t-Test (BEST) パッケージ<sup>[2]</sup>を用いた。計算に用いたデータは廃棄物の公開分析データを使用した。

### 3. 処分の基準値との比較 (1 標本検定)

廃棄物の放射能濃度分布が処分区分の基準値を超えないことの確率を求めるには、1 標本検定のベイズ推定が適している。本計算では、事前情報から母集団のばらつきを推定して、データ群をシミュレートし、分布の確率密度関数 (mcmc サンプル) を作成し、分析点数を変数とした推定のプロットに基づいて分析点数を設定した (Fig.1)。

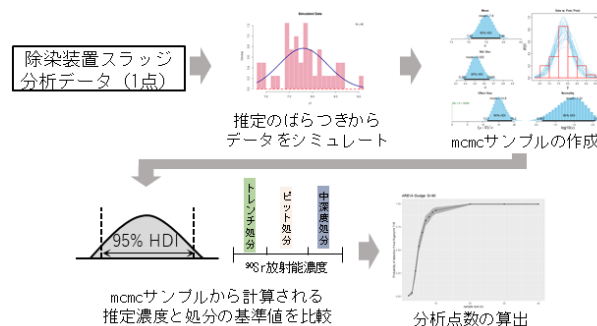


Fig. 1 処分の基準値との比較に必要な分析点数の計算

**4. 瓦礫廃棄物の性状に応じた分類 (2 標本検定)** 母集団が不明確で、着目すべき性状の分布のばらつきが大きな廃棄物の分類を目的とし、母集団間の性状の差が基準値を超えることの確率を求めるには、2 標本検定のベイズ推定が適している。本計算では、事前情報から母集団を分類するためのパラメータを設定し、母集団を2つに別けた。それらの母集団の差の確率密度関数 (mcmc サンプル) を作成し、分析点数を変数とした推定のプロットに基づいて分析点数を設定した。

**5. 結論** 廃棄物管理に係る2つの目的について、事前情報が乏しい又は母集団の不明確な廃棄物に対して、仮説に対する確率を導き出し、分析点数を決定する手法を示すことができた。この手法を DQO プロセスに組み合わせ、1F 廃棄物に対応した分析計画法を構築できる。本法の有用性を 1F 廃棄物に適用して示す<sup>[3]</sup>。

**参考文献** [1] 第1報, 本会. [2] Kruschke, J. K., *Journal of Experimental Psychology*, 142, 2, 573-603 (2013). [3] 続報, 本会.

本件は、平成30年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金 (固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」に係る補助事業の成果の一部取りまとめたものである。

\*Takuma Horita<sup>1,2</sup>, Maya Akimoto<sup>1,2</sup>, Anna Nagai<sup>1,2</sup>, Keiichi Ohki<sup>1,2</sup>, Caroline Pyke<sup>3</sup>, Peter Hiller<sup>3</sup>, Yoshikazu Koma<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>IRID, <sup>3</sup>National Nuclear Laboratory Limited.