

多属性効用解析の適用に関する一考察

原子力発電環境整備機構

正会員

○小池章久、土宏之

非会員

植田浩義、段田裕章

NAGRA

非会員

Neil Chapman、Petra Blaser

NAGRA（株大林組）

正会員

河村秀紀、佐藤晶子

1．はじめに

概要調査地区の選定において、多数の応募があった場合等複数の概要調査地区の相対的な比較が必要な場合には、「付加的に評価する事項」の各評価項目の尺度を用いて得られた評価結果を統合する総合的な評価軸を設定し、その評価結果に基づき相対評価を行うこととしている。この総合的な評価の考え方を明らかにする方法として、例えば多属性効用解析（MAA；Multi-Attribute Analysis）がある。MAAは、ある条件のもとに解析を行い、与えられた命題について総合評価を行うための解析手法であり、例えば、場所、地質環境、処分場概念といった条件に対して最も適している処分場サイトを得るといった命題を与えることにより、概要調査地区の選定という意思決定問題に対し、評価ツールとして適用できる可能性がある。本稿は、MAAの特徴と適用に際して留意すべき事項を把握することを目的として、試解析をおこなった事例を報告するものである。

2．MAAの概略手順

以下に、MAAの手順の概略を示す。

評価する項目を構成する要因（Factors）の設定する。
各要因を記述する属性（Attributes）に関し、評価尺度を設定する。属性は判断できる最小単位まで分類し、属性間の関連を検討する。
個々の属性に関し、評価尺度と評点との関係を検討する（評価尺度に対する評点の割り当て方など；Scoring）。
各属性に関しての重み付け（Weight）を検討する。
以上を基に総合評価を行う。

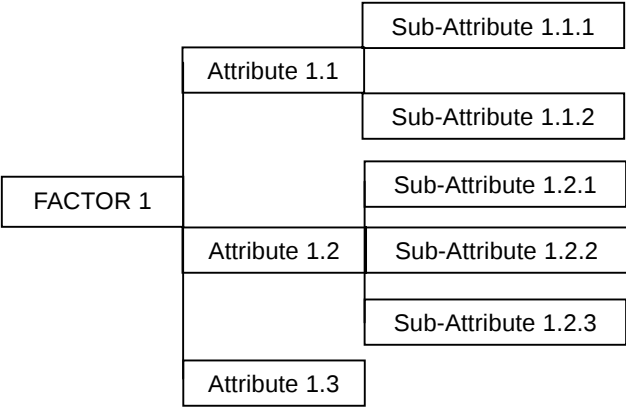


図-1 要因と属性との関連

3．技術的成立性に関する試解析

(1)前提条件

本検討では、処分場概念オプションの中からサイト（場所は特定せず、母岩のみ堆積岩と花崗岩を設定）に最適な処分場概念を得るという命題に対する試解析をおこなった。試解析の対象とした処分場概念オプションを表-1に示す。

評価する要因については、検討の結果、表-2のような項目が考えられた。しかし、現時点では深孔処分場概念と長大水平孔処分場概念については詳細なレベルにまで検討が進んでおらず要因の多くは正確な評価が困難であるため、今回は技術的成立性に着目して試解析を行うこととした。

(2)スコアリングモデル

技術的成立性に関する属性を表-3のように設定した。次に、個々の属性に関して評価尺度と評点との関係を検討し、スコアリングモデルを以下の～のように設定した。

表-1 処分場概念オプションの特徴

オプション	第2次取りまとめ(堅置き)	深孔処分場概念	長大水平孔処分場概念
概念図			
EBS			
特徴	・堅置き方式 ・ベントナイト温度<100 ・母岩の透水性が低い ・処分場面積が大きい	・立坑+坑道+深孔の組合せ ・ベントナイト温度<150 ・処分場面積が小さい	・長い水平坑道 ・横置き方式 ・PEMが最適
留意事項	・EBSの品質保証 ・大規模で良好な母岩を要する	・技術的困難性（ボーリング掘削の施工精度） ・EBSの安定性 ・安全概念 ・熱対流	・大規模な水平に広がった母岩を要する ・定置輸送の技術

キーワード：高レベル放射性廃棄物、地層処分、処分場概念、多属性効用解析
連絡先：東京都港区芝 4-1-23 Tel.03-4513-1114 Fax.03-4513-1599

概念のシンプルさ：EBS を構成する要素の数と要素の設置手順の数から決定するものとし、以下のようなモデルを設定した。

- ・「EBS の構成要素の数」×3 + 「EBS 定置の手順の数」
- ・得点は逆数の最大値を 10 点満点として付ける。

廃棄体製造の容易性：廃棄体構成要素の数と各要素の材料入手の困難さで決定するものとし、以下のようなモデルを設定した。

- ・「廃棄体の構成要素の数」 + 「材料別の入手の困難さ」
- ・得点は逆数の最大値を 10 点満点として付ける。

建設の容易性：慣習的な土木工事技術を用いて処分場の建設が可能かどうかの程度に依存するものとし、以下のような点数を設定した。

0 掘削・建設に関わる技術が未開発であるため新技術の開発が必要
10 従来工法で掘削・建設が可能

廃棄体の輸送およびハンドリングの容易性：廃棄体の重量や大きさと処分坑道や空洞の大きさの比較に基づき、ハンドリングの困難さを求めることとし、以下のようなモデルを設定した。

- ・「廃棄体の重量 (ton) × 最長の長さ(m)」 ÷ 「トンネル (ボーリング、空洞を含む) の直径(m)」
- ・得点は逆数の最大値を 10 点満点として付ける。

閉鎖とシーリングの容易性：概念がシーリングに依存する程度やシーリングの大きさと複雑性、シーリングを行う場所へのアクセス性に依存するものとし、以下のような点数を設定した。

0 アクセス困難な場所に複数の複雑なシーリングが必要

10 アクセス可能な場所で良好な作業環境と母岩環境で設置可能

維持管理の容易性：開放された空間の大きさ(m³)によるものとし、建設、操業の実施手順を勘案して点数を設定した。

品質保証 (EBS 定置) の容易性：以下のような点数に技術的判断を加えて設定した。

0 坑道での緩衝材の原位置締固め

10 PEM または緩衝材を設置しない概念

(3) 試解析の結果

表-4 に示したような重み付けを設定し、点数を求めた。その結果、要求される技術レベルにそれぞれ優劣はあるが、長大水平孔処分場概念、第 2 次取りまとめの処分概念、深孔処分場概念の順で適用性の柔軟性に差があることがわかった。その差は小さいものの、長大水平孔処分場概念が高得点となったのは、人工バリアシステムとして PEM を想定していることから、概念のシンプルさと品質保証の容易性の得点が高くなったためである。

4. 今後の課題

サイト個別の条件を加味した詳細な検討が行われていないことから、今回の試解析は専門家による定性的な点数付けを含め、多くの仮定に基づいている。今後、適確で客観的な結果を出すには、詳細なデータの準備のほか、以下に示す事項を十分に検討していく必要がある。

- ・ データと要素の重み付けを導き出すプロセス
- ・ 全体への影響度合い (感度分析)
- ・ 複数の様々な専門家のグループによる評価

表-2 要因の設定 (例)

	要 因
1	長期安全性
2	建設および操業時の安全性
3	セキュリティの確保
4	技術的成立性
5	地質環境の変化に対する工学的なロバスト性
6	地質環境の変化に対するセーフティケースのロバスト性
7	環境影響
8	パブリックアクセプタンス
9	柔軟性
10	操業までのタイムスケール
11	コスト

表-3 「技術的成立性」の属性 (例)

	属 性
4.1	概念のシンプルさ
4.2	廃棄体製造の容易性
4.3	建設の容易性
4.4	廃棄体の輸送およびハンドリングの容易性
4.5	閉鎖とシーリングの容易性
4.6	維持管理の容易性
4.7	品質保証の容易性

表-4 属性に対する重み付け (例)

属 性	重み付け
概念のシンプルさ	0.20
廃棄体製造の容易さ	0.15
建設の容易さ	0.10
廃棄体の輸送およびハンドリングの容易さ	0.10
閉鎖とシーリングの容易性	0.10
維持管理の容易性	0.15
品質保証の容易性	0.20
合計	1.00