

(1) 放射性廃棄物処分における核種移行評価パラメータの定量化手法：**専門家意見聴取の活用事例調査****(1) Quantification of Radionuclide Migration Parameters in Safety Assessment of Radioactive Waste Disposal: Review on the Use of Expert Elicitation***中林 亮¹, 杉山 大輔¹¹電力中央研究所**1. はじめに**

原子力規制委員会は中深度処分に適用する規制基準の改訂に向けた検討を進めている。新規制基準では、将来の公衆全体の被ばくの可能性および線量を合理的な範囲でできる限り低減するための最新の知見・技術による措置の検討等とともに施設設計に関する詳細な説明が埋設事業者に求められ、その設計プロセスの妥当性の確認に重点が置かれる見込みである。設計プロセスの妥当性を高めるためには、安全評価に用いる核種移行評価パラメータの不確実性を定量化するだけでなく、十分に管理されたものであることを示す必要がある。パラメータの長期の不確実性の定量化には専門家の判断が不可欠と考えられる。このとき、不確実性を含むパラメータが十分に管理されたものであることを示すためには、専門家判断を得るためのプロセスを透明性と追跡性をもって示すことが重要である。しかし、我が国の放射性廃棄物処分の分野での適用事例はほとんどない。そこで、専門家意見聴取の一般的な手法を調査し、その特徴を整理したうえで、諸外国（米国と英国、スウェーデン）における放射性廃棄物処分の分野での活用事例を調査し、我が国の放射性廃棄物処分の分野への専門家意見聴取の適用に向けた考察を行った。本稿の詳細は文末の参考文献を参照されたい。

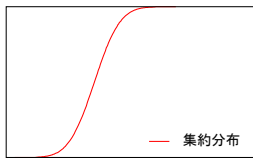
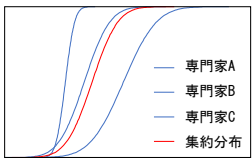
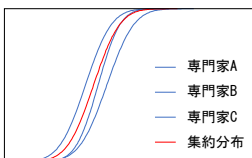
2. 専門家意見聴取の手法に関する整理**2.1 専門家意見聴取の種類**

専門家判断とは、専門家の論理的思考に基づき設定される定性的、もしくは定量的なデータを意味し、この専門家判断を取得するためのプロセスが専門家意見聴取と呼ばれる。専門家意見聴取には「正式な専門家意見聴取」と「略式な専門家意見聴取」に大別することができる。「正式な専門家意見聴取」とは、目標の定義・専門家の選定・事前トレーニング・専門家判断の聴取・聴取結果のフィードバック・専門家判断の集約等の複数の構成要素から成り立つ体系化された専門家意見聴取で、各構成要素の内容が詳細に文書化され、透明性と追跡性が高いプロセスを意味する。「略式な専門家意見聴取」は「正式な専門家意見聴取」の構成要素のうち、いくつかが簡略化されたプロセスを意味し、その簡略化の程度には幅がある。

2.2 集約アプローチの種類

専門家判断の集約アプローチについて、各専門家の判断の確信度の向上と複数の専門家判断の集約方法の観点から特徴を整理した（表 1）。専門家判断の集約方法として、行動集約アプローチ、数学集約アプローチ、これら二つを組み合わせた混合集約アプローチの 3 つが提案されている。いずれも最終的には一つの確率分布（表 1 の出力例の赤線）を得ることを目的としているが、数学集約と混合集約アプローチは集約分布以外に専門家個人の確率分布が得られるのが特徴的である。また、混合集約アプローチは専門家の意見交換を実施することで専門家の熟考が進み、数学集約アプローチで得られる専門家個人の意見よりも質の高い意見の取得が期待できる。ただし、各アプローチで特徴が異なるとともに、長所や短所は互いにトレードオフの関係にあることから、現状では絶対的に正しいアプローチは存在しないと考えられる。

表 1 集約アプローチの特徴

種類	行動集約アプローチ	数学集約アプローチ	混合集約アプローチ
出力例			
集約プロセス	複数の専門家が意見交換を通じて一つの確率分布に合意を形成する。	意見交換をしないで個別に提出された専門家判断を数学的手法で一つの分布に集約する。	意見交換をした後に個別に提出された専門家判断を数学的手法で一つの分布に集約する。
長所	意見交換により、新しい情報や知識を蓄積でき、質の高い専門家判断を取得できる。	意見交換を禁止することで、同調圧力等のバイアスが掛からない専門家判断を取得できる。	意見交換で質の高い専門家判断を取得でき、一つの分布を話し合いで導くことを目的としないためバイアスが低減した専門家判断を取得できる。
短所	話し合いで一つの分布を導こうとするが故に、同調圧力等のバイアスにより個人の意見が十分に反映されない可能性がある。	意見交換を禁止していることで質の高い専門家判断を取得できない可能性がある。	行動集約アプローチと数学集約アプローチの組み合わせのため手順が複雑で時間がかかる。

3. 諸外国の専門家意見聴取の事例

米国、英国、スウェーデンにおける専門家意見聴取の活用事例を調査したところ、各国ともに 1990 年代頃より専門家意見聴取の必要性を認め、手法の調査、開発が進められてきた。各国の事業者と規制側はいずれも放射性廃棄物処分におけるパラメータの不確実性を定量化するうえで、専門家意見聴取は重要な手段と認識している。米国と英国は「正式な専門家意見聴取」を採用し、スウェーデンは「略式な専門家意見聴取」を採用していた。いずれの国もすべての不確実性を定量化するために、「正式な専門家意見聴取」を活用することは、多大な時間や労力が必要となるため合理的ではないと考えており、重要度に応じて「略式な専門家意見聴取」と使い分けることが共通認識され、透明性と追跡性をもって十分に文書化することが重要とされている。集約アプローチとしては、米国は混合集約アプローチを、英国は行動集約アプローチを採用しており、米国では専門家意見聴取の能力や実務経験を有する個人と放射性廃棄物分野に関する知識を有する個人が協力してファシリテーターとしての役割を担い、英国ではその両方を有する個人がファシリテーターを務める形式で採用していた。

4. 我が国に適した専門家意見聴取のあり方

調査結果を踏まえて、我が国の放射性廃棄物処分への適用に向けたパラメータの設定方法を先行的に提案した。まず、対象とするパラメータを安全評価感度解析等で重要なものに限定した上で専門家の判断結果を聴取する。ここで、各専門家の熟考を促すため、専門家間の意見交換プロセスを組み込む。意見交換において、専門家意見聴取の実施経験に乏しく、経験豊富なファシリテーターが存在しない我が国の状況を踏まえると、意見聴取技術を有する人と評価パラメータに係る知見を有する人で構成されるチームがファシリテーターを担当することが望ましい。意見交換後に専門家から個別に聴取した判断結果の分布を記録した上で、数学的手法で集約してパラメータを定量化する。以上の方法によって、質を高めた専門家判断に基づく核種移行パラメータを、審査に対応可能な追跡性を確保した上で設定できるものと考えられる。

参考文献

中林亮, 杉山大輔, “放射性廃棄物処分における核種移行評価パラメータの定量化手法：専門家意見聴取の活用事例調査”, 日本原子力学会和文論文誌, Vol. 19, No. 2, pp. 47–64 (2020).

*Ryo Nakabayashi¹ and Daisuke Sugiyama¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry.