



## 2020年度社会・環境部会賞記念講演

# 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

---

電力中央研究所  
サステナブルシステム研究本部 生物・環境化学研究部門

中林 亮、杉山 大輔

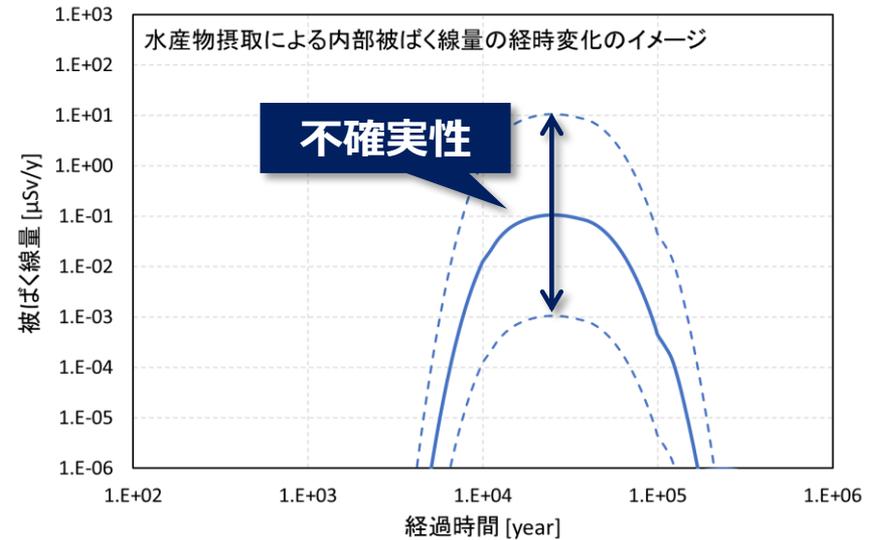
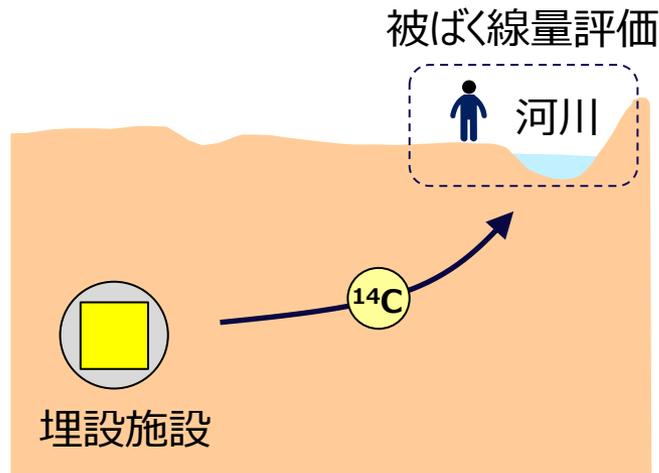
日本原子力学会 2021年秋の大会@Zoom  
2021年9月8日

# 講演内容

- ◆ 背景と目的
- ◆ 専門家意見聴取の手法に関する整理
  - ✓ 専門家意見聴取の種類
  - ✓ 集約アプローチの種類
- ◆ 諸外国の放射性廃棄物処分事業における事例調査
  - ✓ 英国
  - ✓ 米国
  - ✓ スウェーデン
- ◆ わが国の放射性廃棄物処分事業への適用に向けた提言

# 背景と目的

## ◆ 放射性廃棄物処分の長期安全評価

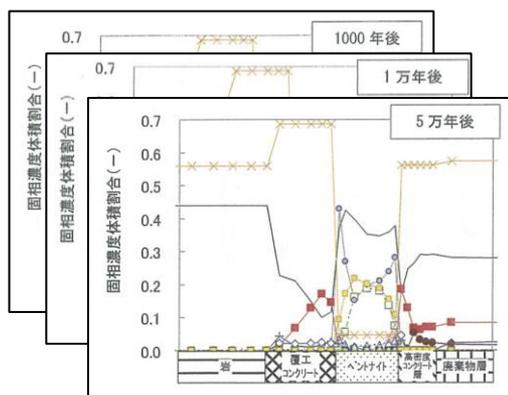


- ✓ 放射性廃棄物処分では情報や知識の欠如に伴う不確実性を避けられない  
不確実性を特定して影響を明らかにすること、どのような根拠で不確実性を設定したかを明示することが、放射性廃棄物処分場の設計の妥当性・信頼性の向上につながる

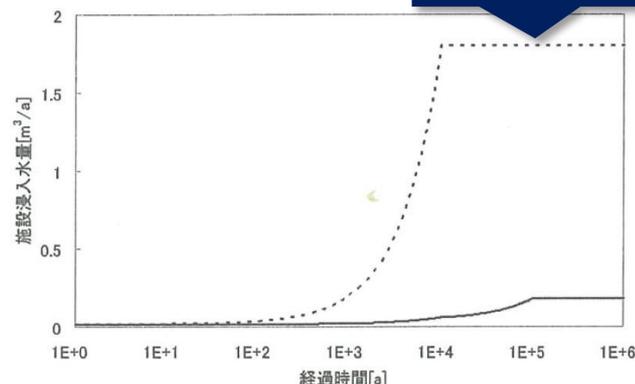
# 背景と目的

## ◆ 従前の核種移行評価パラメータの設定（原子力学会標準の例）

値設定に至るまでの  
プロセスが重要



附属書 10 図 3 確からしい条件設定における長期変質解析結果例



附属書 3 図 2 処分システムの状態変化に関するパラメータ設定値の経時変化

## 目的

- ✓ 専門家判断を取得するための一般的な方法論について調査し、その特徴を整理
- ✓ 諸外国（英国・米国・スウェーデン）における核種移行評価パラメータの定量化に向けた専門家判断の活用事例を調査し、その特徴を整理
- ✓ わが国の放射性廃棄物処分事業への適用性について考察し、わが国に適した専門家意見聴取のあり方を先行的に提言

# 講演内容

- ◆ 背景と目的
- ◆ 専門家意見聴取の手法に関する整理
  - ✓ 専門家意見聴取の種類
  - ✓ 集約アプローチの種類
- ◆ 諸外国の放射性廃棄物処分事業における事例調査
  - ✓ 英国
  - ✓ 米国
  - ✓ スウェーデン
- ◆ わが国の放射性廃棄物処分事業への適用に向けた提言

# 専門家意見聴取の種類

## ◆ 専門家判断(expert judgment)

- ✓ 専門家の論理的思考に基づき設定される定性的・定量的なデータ
- ✓ 定量的には点推定や確率分布として表現

## ◆ 専門家意見聴取(expert elicitation)

- ✓ 専門家判断を取得するプロセス

### □ 正式な専門家意見聴取

複数の構成要素から成り立つ体系化されたプロセス (右図)

### □ 略式な専門家意見聴取

正式な専門家意見聴取の構成要素のうち、いくつかは簡略化されたプロセス

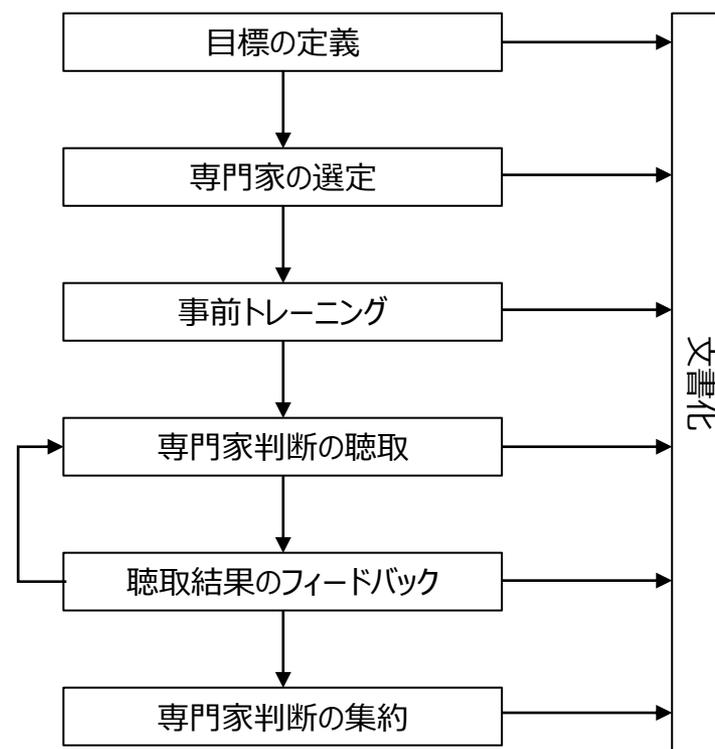
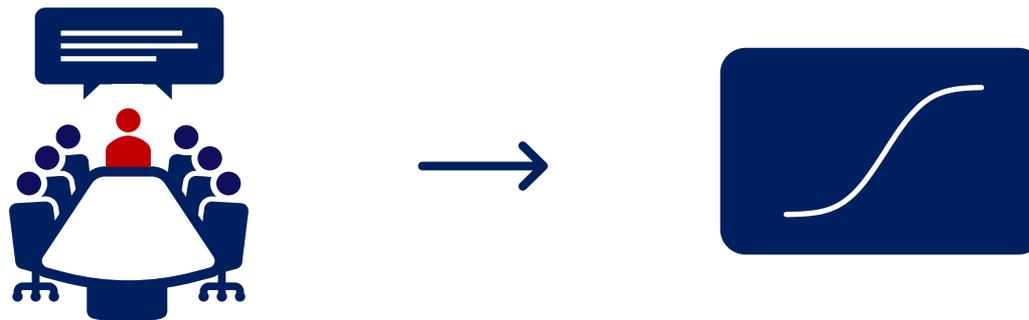


図 正式な専門家意見聴取のプロセス

# 集約アプローチの種類

## ◆ 行動集約アプローチ (behavioral aggregation approach)

**ファシリテーター：公平性を保ち、バイアスを見極め注意を促し、議論が円滑に進むよう管理**



### メリット

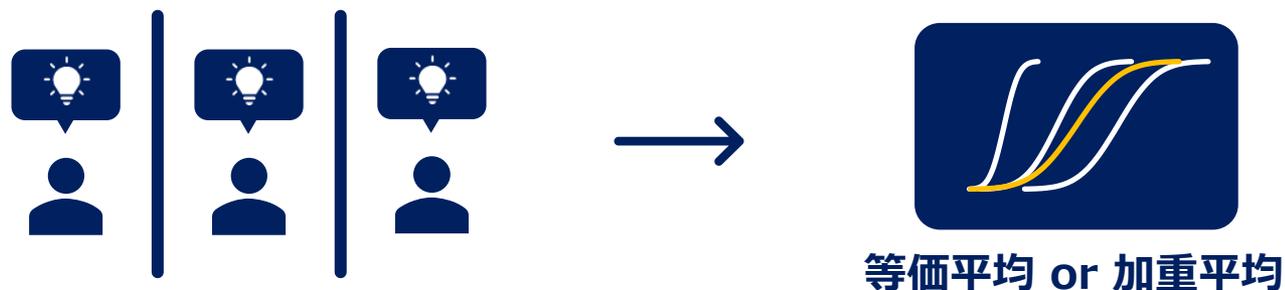
- ✓ 意見交換により新しい情報や知識を蓄積 ➡ 質の高い専門家判断を取得可能

### デメリット

- ✓ 同調圧力等のバイアスの発生可能性 ➡ 個人の意見が十分に反映されない可能性

# 集約アプローチの種類

## ◆ 数学集約アプローチ (mathematical aggregation approach)



### メリット

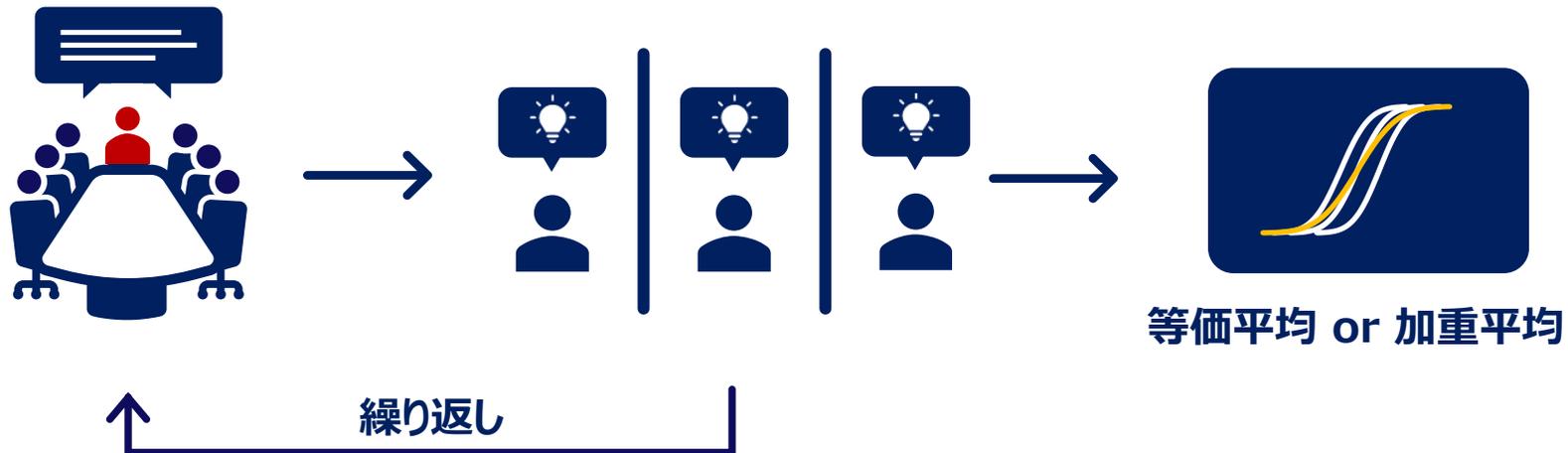
- ✓ 専門家間の意見交換の禁止 → バイアスのない専門家判断を取得可能

### デメリット

- ✓ 専門家間の意見交換の禁止 → 質の高い専門家判断を取得できない可能性

# 集約アプローチの種類

## ◆ 混合集約アプローチ (mixed aggregation approach)



### メリット

- ✓ 専門家間の意見交換 ➡ 質の高い専門家判断を取得可能
- ✓ 一つの分布を取得することを目的としない ➡ バイアスが低減した専門家判断を取得可能

### デメリット

- ✓ 行動集約と数学集約アプローチの組み合わせ ➡ 手順が煩雑で時間や労力がかかる

# 講演内容

- ◆ 背景と目的
- ◆ 専門家意見聴取の手法に関する整理
  - ✓ 専門家意見聴取の種類
  - ✓ 集約アプローチの種類
- ◆ 諸外国の放射性廃棄物処分事業における事例調査
  - ✓ 英国
  - ✓ 米国
  - ✓ スウェーデン
- ◆ わが国の放射性廃棄物処分事業への適用に向けた提言

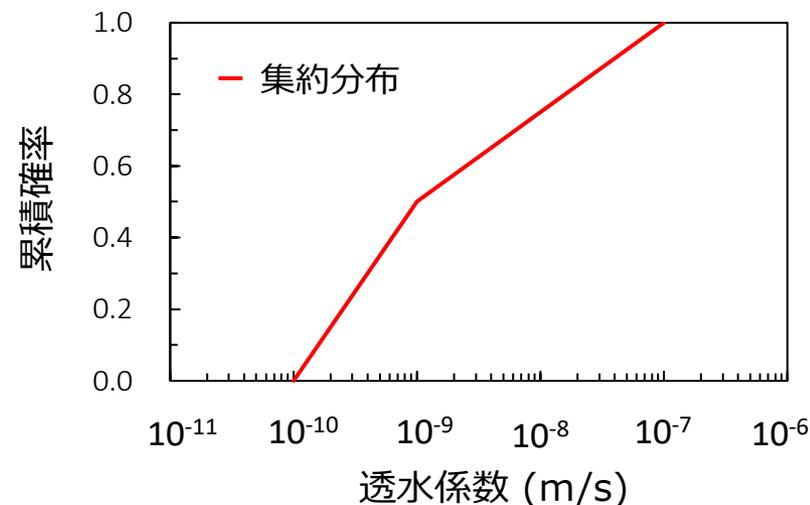
## 諸外国の事例 -英国-

### ◆ 正式な専門家意見聴取と行動集約アプローチによって「コンセンサス分布」を取得

- ✓ バイアスはファシリテーターの存在によって回避することが可能
- ✓ 専門家間の対話によって情報や知識の交換が促進され質の高い意見を取得可能
- ✓ 最終的な一つの確率分布に対して専門家全員のコンセンサスがある

### 低レベル放射性廃棄物処分場Driggの事例

Participant	Role	Affiliation
C Peter Jackson	Facilitator/recorder	Serco TCS
Matt Couch	Recorder	Serco TCS
John Shevelan	Expert/Customer for information	LLWR
Andy Baker	Customer for information	LLWR
David Tonks	Expert	LLWR
Neil Shaw	Expert	LLWR (not present on 30 September 2009 or 26 April 2010)
Andras Paksy	Expert	NNL
Ed Henderson	Expert	NNL
Mike Thorne	Expert	Mike Thorne and Associates
Phil Hayes	Expert	Entec
Graham Garrard	Expert	Halcrow
Jon Knights	Expert	Halcrow
Mike Egan	Observer	Quintessa (not present on 30 September 2009 or 26 April 2010)
Alan Pauley	Observer	Quintessa (not present on 30 September 2009 or 26 April 2010)
George Fleming	Peer review observer	EnviroCentre (not present on 30 September 2009 or 26 April 2010)



人工バリア(ベントナイト改良砂)の1000年後の透水係数

## 諸外国の事例 -米国-

### ◆ 正式な専門家意見聴取と混合集約アプローチによって「コミュニティ分布」を取得

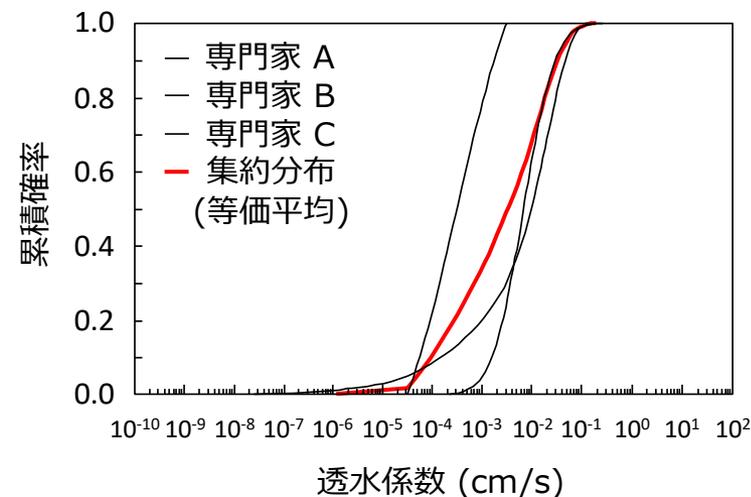
- ✓ コンセンサス分布の取得を目指すことは本来考慮すべき不確実性を抑制する恐れがある
- ✓ その時代の科学コミュニティとして道理のかなった意見の多様性を重視
- ✓ 集約分布は加重平均ではなく等価平均を採用

### 高レベル放射性廃棄物処分場ユッカマウンテンの事例

NAME	AFFILIATION	RESPONSIBILITIES
Kevin J. Coppersmith	Geomatrix Consultants, Inc.	Project management and planning; methodology development; facilitating workshops; documentation
Roseanne C. Perman	Geomatrix Consultants, Inc.	Project planning and methodology development; organizing workshops and field trip; documentation
Robert R. Youngs	Geomatrix Consultants, Inc.	Project planning and methodology development; documentation of results
Russ Patterson	U.S. Department of Energy	Project planning and oversight; review of project direction
William W. Arnold	Sandia National Laboratories	Project planning and methodology development; workshop planning; documentation
Dwight Hoxie	U.S. Geological Survey	Project planning and methodology development; workshop planning; documentation; documentation
Peter A. Morris	Applied Decision Analysis	Project planning and methodology development; peer review of project direction; expert elicitation methodologies
Martha W. Pendleton	M&O/Woodward-Clyde Federal Services	Project planning and oversight; expert selection process; review of project direction
Patrick Tucci	U.S. Geological Survey	Project planning and methodology development; workshop planning; documentation

EXPERT	AFFILIATION
R. Allan Freeze	R. Allan Freeze Engineering, Inc.
Lynn W. Gelhar	Massachusetts Institute of Technology
Donald Langmuir	Colorado School of Mines (Emeritus)
Shlomo P. Neuman	University of Arizona
Chin-Fu Tsang	Lawrence Berkeley National Laboratory



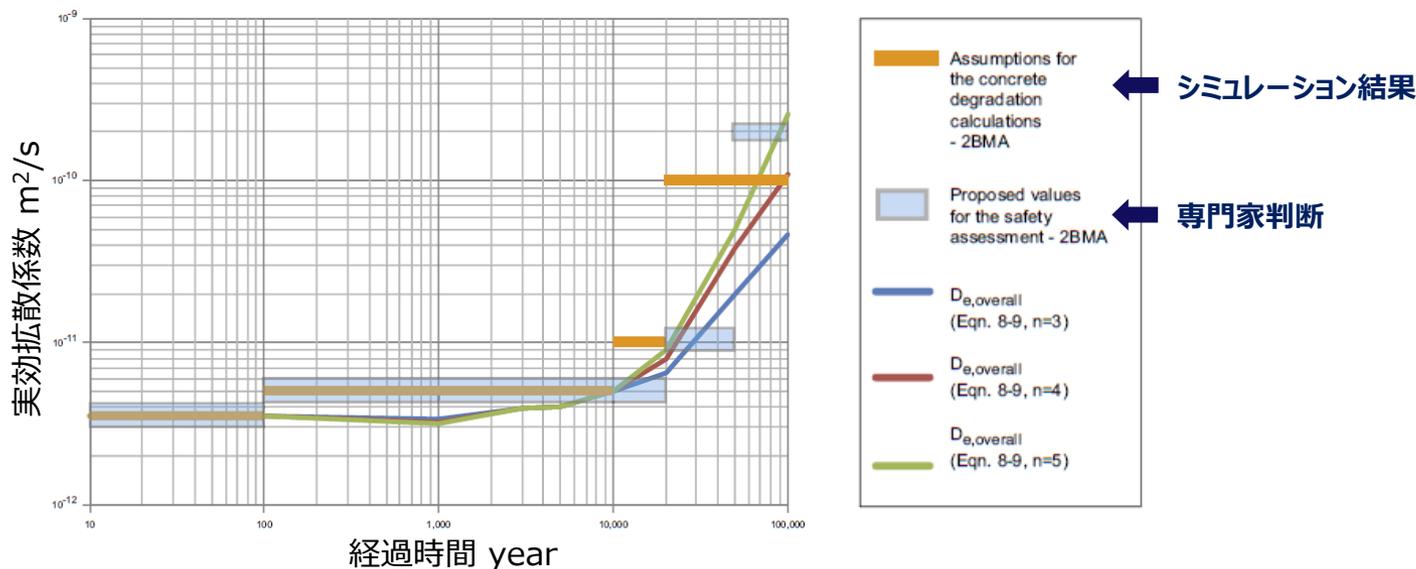
凝灰岩の透水係数

# 諸外国の事例 -スウェーデン-

## ◆ 略式な専門家意見聴取によって「分布」を取得

- ✓ データの適格性（透明性・追跡性・科学的妥当性）を重視
- ✓ 正式な専門家意見聴取の実施の可否は下記基準を満たした場合のみ実施
  - 不確実性が非常に大きく、安全性に多大な影響を与える問題であること
  - 正式な専門家意見聴取を実施することにより不確実性を低減できること

## 低・中レベル放射性廃棄物処分場SFRの事例



人工バリア(コンクリート)の実効拡散係数

# 講演内容

- ◆ 背景と目的
- ◆ 専門家意見聴取の手法に関する整理
  - ✓ 専門家意見聴取の種類
  - ✓ 集約アプローチの種類
- ◆ 諸外国の放射性廃棄物処分事業における事例調査
  - ✓ 英国
  - ✓ 米国
  - ✓ スウェーデン
- ◆ わが国の放射性廃棄物処分事業への適用に向けた提言

# わが国の放射性廃棄物処分事業への適用に向けた提言

- ◆ 専門家意見聴取の実施の有無・程度はパラメータの重要度を考慮して検討すべき
- ◆ 専門家意見聴取は透明性・追跡性があるように十分に文書化すべき
- ◆ 専門家意見聴取は事業者側と規制側が協力して実施するのが効果的
- ◆ 専門家意見聴取は専門家間の意見交換を重視すべき
- ◆ ファシリテーターは複数のメンバーのチームとして構成することが推奨できる
- ◆ わが国で専門家意見聴取を実施する場合は混合集約アプローチが推奨できる

専門家意見聴取によってパラメータの不確実性を定量化し、検討の記録を注意深く文書化することは、設計プロセスの妥当性を評価するために有効な手段となりうると考えられる。

**ご清聴ありがとうございました**