

## Record of the 7<sup>th</sup> NUMO Technical Advisory Committee (TAC) meeting Tokyo, 27-29 September 2022

### BACKGROUND

Since the 6<sup>th</sup> meeting of TAC, NUMO has used the input provided by them to finalise the “pre-siting, SDM-based” safety case (the NUMO Safety Case, noted as NUMO SC in the following), which has now been subjected to international review by NEA. The objectives of this meeting are the following:

1. Presenting the output of the NEA review of the NUMO SC and general lessons learned
2. Review of the NUMO R&D plan
3. Discussion on knowledge management (KM) and assuring required human resources (HR)
4. Discussion on practicalities of moving forward with site characterisation / selection.

The list of participants (TAC members) of the meeting is given in Appendix 1, while the programme of the meeting is included as Appendix 2.

This record provides brief documentation of discussions at the meeting, following the “Chatham House Rule” of not attributing comments to specific participants.

### 背景

第6回技術アドバイザリー委員会（国内外専門家の合同委員会、以下、TACと表記）以降、NUMOはTACから示されたコメントに基づいて、サイト選定前段階における地質環境モデル（SDM）に基づくセーフティケース（NUMOセーフティケース）の作成を完了し、NEAによる国際レビューを受けている。本会議の目的は以下の通りである。

1. NUMOセーフティケースに対するNEAレビューのアウトプットと一般的な教訓の提示
2. NUMO研究開発計画のレビュー
3. 知識マネジメント（KM）と必要な人的リソース（HR）に関する議論
4. サイト特性調査・選定を進めていくための実際的な事項に関する議論

会議のTACメンバー参加者のリストは付録1に、会議のプログラムは付録2に示している。

この記録は、コメントによって参加者が特定されない「Chatham House Rule」に則って、会議での議論を文書化したものである。

### Block 2 – Overview of NEA review procedure and output

#### 2.1 Output of the NEA review (Tetsuo Fujiyama)

In this session, NUMO shared the key review output and NUMO's vision/plan for the recommendations made by the International Review Team (IRT) organised by NEA. This was based on the draft NEA review report provided to NUMO for factual checking. Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- NUMO's approach to identify key messages from the IRT and assess how these can be acted on is good and the fact that several responses are already reflected in R&D plans shows that NUMO is capitalising on the effort invested for development of NUMO SC.

- Some recommendations from the IRT are applicable only in the future stages of the siting programme. It would be useful to list up all topics to be treated in the future and prioritise them in terms of what is needed now and what is needed at later stages. If NUMO develops a roadmap of the programme, this will make everything you do more visible: which is mainly generic at present and gets more detailed at later stages. It has to be recognised that it is not possible to do everything now (e.g., assessing chemical toxicity of waste).
- As the IRT mentioned, term “containment” used by NUMO may need to be reconsidered to avoid potential confusion with the complete containment of radionuclides within a repository.
- The recommendation of defining safety function indicators: these are only meaningful if combined with more realistic modelling for determination of the important parts of the system. It is important to note these are “when relevant”, and depend on the way in which the acceptable performance targets are set. Setting these for engineering and geology too soon could limit ability to choose the most appropriate site within a volunteering context.
- The proposed link of monitoring to reversibility by the IRT is debateable: however there is a lot of work on this in Europe that is available.
- IRT recommendation on “keeping design options open” can be extended to widening the range considered, as already under consideration in Japan, but the range should not be too great. Nevertheless, there may be some key design principles that should be fixed (e.g., those that are waste-specific) and thus provide focus for the programme.
- Computing platforms for simulations go through significant changes over time, but there has been relative computational stability over the last 15 years. This may well change dramatically in the next decade with the advent of quantum computing: consider building a plan on how you keep abreast of these changes to ensure you have the right tools at the appropriate time.
- Operational safety: NUMO proposals to the IRT’s suggestion seem sensible as much knowledge can be taken over from relevant work in other national program as well as nuclear facilities and mining / underground construction industries. Based on WIPP experience, however, there should be special consideration of ease of recovery in case of accidents underground (“resilience”).
- Consideration of non-human organisms in safety assessment: this is carried out in some programmes, depending on differences in regulations. Generally, if safety margins are reasonable for humans, there are unlikely to be problems for other organisms. However, such assessment may need to be done in the future, so should be kept in mind and international developments followed. Local community sensitivity also needs to be considered here.
- Assessment is particularly tricky in the case of consideration of chemical toxicity included in wastes: here problems may be avoided by early discussions with waste producers and appropriate regulators.
- Verification and validation (V&V) – may not be rigorous for long-term models, but combination of analogues and credibility arguments may provide “sufficient confidence in validity”.
- There should be a cautious approach to any ARTEMIS review that the IRT recommended, which would be more appropriate if there was a major change of the overall Japanese radioactive waste management programme. This needs to be considered by METI, but seems to offer little benefit at the present moment.

## ブロック 2-NEA によるレビュー手順と成果の概要

### 2.1 NEA レビューのアウトプット（説明者：藤山哲雄）

本セッションでは、NUMO セーフティケースに対する NEA のレビュー報告書案（内容に関する事実確認のために NEA から NUMO に提示されたドラフト版）に基づく主要なレビューのアウトプット、および国際レビューチームから提示された推奨事項に対する今後の NUMO のビジョンが NUMO から説明された。このプレゼンテーションに関する TAC からの主なコメントを以下に示す。

- NUMO が国際レビューチームからの重要なメッセージを特定し、それらをどのように今後の活動に生かすかを評価するアプローチをとっていることは好ましい。その対応としていくつかは既に研究開発計画に反映されているという事実は、NUMO がセーフティケース開発に費やした努力を最大限に生かしつつあることを示している。
- 国際レビューチームからのいくつかの推奨事項は、サイト選定計画の将来の段階においてのみ対応できるものである。今後の事業で扱われるトピックをすべてリストアップし、現時点で必要なものと将来的に必要なものという観点で優先順位を付けることは有用であろう。NUMO が事業のロードマップを作成すると実施すべき事項がより明確になる。これは、現段階では主にジェネリックな内容であるが、後の段階ではより詳細化することになる。現時点ではすべてを実施することはできないことを認識すべきである（例えば、廃棄物の化学毒性の評価）。
- 国際レビューチームが言及しているように、NUMO の「閉じ込め」という用語の使い方は、処分施設内に完全に放射性物質を閉じ込めることを指しているのか（あるいは多重バリアの遅延効果を含めた閉じ込め機能を指しているのか）、混乱を生じさせ得ることを避けるために、再検討される必要があるかもしれない。
- 安全機能に関する指標を定義すべきと提言されているが、これらはシステムの重要な部分を決定するためのより現実的なモデリングと組み合わせて初めて有効となる。また、これらが「いつ関係するか」について示すことが重要であり、それは許容可能な性能目標を設定する方法に依存する。これらを工学的対応や地質に対して早期に設定しすぎると、候補地を公募する制度においては最も適切なサイトを選定する能力を制限する可能性がある。
- モニタリングと可逆性を関連づけるべきとの国際レビューチームの提案は議論の余地がある。ただし、これについてはヨーロッパで多くの研究がなされており、利用することができる。
- 国際レビューチームが推奨する「設計オプションを使えるように維持しておく」ことは、日本で既に検討されているように、考慮する範囲を広げることにつながるが、その範囲はあまり大きくならないようにすべきである。設計オプションを維持するとしても、確定すべき幾つかの重要な設計の原則（例えば廃棄物に特有のもの）で、それゆえ事業の中心になるようなものがあると考えられる。
- シミュレーション用のコンピューティングプラットフォームは、時間の経過とともに大幅に変化するが、過去 15 年間、計算環境は比較的安定している。これは、量子コンピューティングの出現により、今後 10 年間で劇的に変化する可能性がある。適切なツールを適切なタイミングで利用できるよう、これらの変化に遅れないようにする計画を立てることを検討すべきである。
- 操業安全に関する国際レビューチームの提言に対する NUMO の対応案は、他国の事業のみならず、他の原子力施設や資源開発・地下建設での関連業務から多くの知識を引き継ぐことができることから賢明であると思われる。ただし、米国 WIPP の経験に基づ

- き、地下で事故が発生した場合の復旧の容易性（レジリエンス）については、特に考慮する必要がある。
- 安全評価におけるヒトではない生物への配慮については、規制の違いにより、一部の国の事業で実施されている。一般に、ヒトに対する安全マージンが妥当であれば、他の生物に対する問題は考えにくい。しかし、このような評価は将来実施する必要がある出てくるかもしれないので留意しておき、国際的な動向を見ておく必要がある。また、これについては地域社会の受け止め方も考慮する必要がある。
  - 廃棄物に含まれる化学的毒性を考慮する場合、評価は特に厄介である。ここでは、廃棄物発生者や適切な規制当局と早期に話し合うことで、問題を回避できるかもしれない。
  - 解析のV&V（検証と妥当性確認）について、長期を評価するモデルには厳密でないかもしれないが、ナチュラルアナログと信頼性の議論を組み合わせることで "妥当性に対する十分な確信" を得られる可能性がある。
  - 国際レビューチームが推奨するIAEAのARTEMISによるレビューについては、慎重なアプローチをとるべきである。このレビューは、日本の放射性廃棄物事業全体に大きな変更がもしあれば、より適切であろう。経済産業省が検討する必要があるが、現時点でレビューを受けるメリットはほとんどないと思われる。

## **2.2 Safety case production – lessons learned (Shogo Nishikawa)**

In this session, NUMO explained the lessons learned through the process of producing the NUMO SC report. Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- This honest and open self-assessment of lessons learned from problems is very valuable.
- Data management/control system problems experienced were also reported in foreign waste disposal organisations: key lessons learned were effective data freezing and introducing multiple checks of data used (including propagated data at point of use), which should be considered by NUMO.
- Taking the time to learn during development of a first safety case is considered to be of benefit to NUMO.
- For the next SC, you could consider what kind of indicators are needed when comparing sites and disposal system concepts in the site selection process. As you already have the fundamental knowledge gained in the first NUMO SC, the next SC could be developed top-down based on objectives at that stage.
- Quality Management: one of the benefits for the implementer of a national QA programme, is that you design activities to match the regulator requirements. QA requirements can be produced (or solicited from the government) to ensure that quality levels are sufficient when used for licensing.
- Meeting the goal of having technical reports in advance of development of the next SC could be helped by taking over / updating relevant SRs of NUMO SC, although overall structure and goals of such SRs could be reconsidered.
- Integration of knowledge to form the SC requires a holistic overview and good interaction between the discipline groups, which is certainly a key NUMO goal but needs to be pursued further.
- Optimisation is very important, but goals may be worth clarification. Note that the importance of optimisation should be borne in mind in most of the other presentation

blocks, as this involves close interaction between all technical groups – and possibly others who are responsible for socio-economic and sustainability / environmental impact issues.

- Presentation of dose assessment results: there is general agreement on the goal of being able to present safety in a more easily understood level.
- Time management: this should start with a more realistic time plan. Special dangers arise if unreasonable deadlines are specified: often QA review becomes squeezed if there are production delays, giving a loss of quality.

## 2.2 セーフティケースの作成からの教訓（説明者：西川将吾）

本セッションでは、NUMO セーフティケースの作成プロセスを経て NUMO が得られた教訓について説明があった。このプレゼンテーションに関する TAC からの主なコメントを以下に示す。

- このように問題から学んだ教訓を素直に自己評価することは、非常に貴重なことである。
- データの管理・制御システムに関する問題は諸外国の廃棄物処分の実施主体でも報告されている。重要な教訓として、効果的なデータフリーズ（データの固定）と使用データの複数回チェックの導入（使用された時に他に伝播するデータを含む）が得られており、これはNUMOでも考慮されるべきことである。
- 最初のセーフティケース作成において時間をかけて学ぶことは、NUMOにとってメリットがあると考えられる。
- 次に作成するセーフティケースでは、サイトの選定プロセスにおいてサイトや処分場概念を比較する際にどのような指標が必要であるかを検討することができるであろう。この最初のNUMOセーフティケース作成を通じて得られた基本的な知識が既にあるため、次のセーフティケースは事業段階の目的に基づきトップダウン的に構築できると考えられる。
- 品質管理について、実施主体にとって国による品質保証プログラムを適用する利点の一つは、規制機関の要件に適合するよう活動を設計できることである。事業許可申請時に使用する際に品質のレベルが十分であることを確認するため、品質保証に関する要求事項が作成される（または政府から要請される）ことがあり得る。
- 次のセーフティケースの作成に先立って技術報告書を作成しておくという目標を達成するためには、NUMOセーフティケースの関連付属書を引き継ぎ、更新していくことが有効であろう。ただし、このような付属書の全体的な構成と目標は再検討しても良いであろう。
- セーフティケースを形成するための知識の統合化には、全体を俯瞰する観点と、分野が異なるグループ間の良好な相互作用が必要となる。これは確かにNUMOの重要な目標であるが、さらに追求される必要がある。
- 最適化は非常に重要であるが、その目標を明確にすることは価値があろう。他のセッションにおけるほとんどのプレゼンテーションにおいても最適化の重要性を念頭に置く必要があることに注意が必要である。なぜなら、これはすべての技術グループと、場合によっては社会経済や持続可能性、環境影響の問題を担当する他のグループとの密接な相互作用を伴うからである。
- 線量評価結果の提示について、安全性をより理解しやすいレベルで提示できるようにするという目標に対しては、一般的に見解が一致している。

- ・ 時間管理に関する課題については、より現実的な工程を策定することから始めるべきである。不合理な期限を設定された場合に特に生じる危険性として、作成に遅延が生じた場合、しばしば品質保証に必要なレビューが圧迫され、品質の低下を招くことがある。

### 2.3 Concept for future safety cases (Tetsuo Fujiyama)

In this session, the concept of how NUMO will update its future safety case in the stepwise investigation phases is explained. Main comments from TAC on this presentation are listed below.

- ・ The continuing updating SC (with supporting documentations) can be used to support any major decisions in a structured manner – which needs consideration of the degree of design tailoring at each stage.
- ・ Carefully define limits on number of PI sites possible from the viewpoints of budgets and available characterisation teams / equipment. For a number of volunteers, consider how phasing is handled.
- ・ Repository concept development needs to be accelerated to support the DI decision.
- ・ Other national experience on site selection should be assessed to check more general lessons that can be learned from them.

### 2.3 将来のセーフティケースのコンセプト（説明者：藤山哲雄）

本セッションでは、今後 NUMO が調査を段階的に進めていく中で将来のセーフティケースをどのように更新していくのかについて、そのコンセプトに関する説明があった。このプレゼンテーションに関する TAC からの主なコメントを以下に示す。

- ・ 継続的に更新されるセーフティケース（これを支える文書群を含む）は、あらゆる主要な決定を体系的な方法でサポートするために使用することができる。これには、各段階における設計の適応の程度を考慮する必要がある。
- ・ 予算、および地質環境特性を評価するために利用できるチームや資機材の観点から、概要調査を実施できるサイト数の限界を慎重に決めておく必要がある。多くの候補地に対して、どのように段階的に対応していくかを検討しておく必要がある。
- ・ 精密調査地区の決定をサポートするために、処分場概念の開発を加速させる必要がある。
- ・ サイト選定に関する他国の経験を調べ、そこから学べるより一般的な教訓を確認する必要がある。

### Block 3 - Ongoing R&D topics of NUMO

In this block, examples of R&D activities currently being undertaken by NUMO to further expand the knowledge base that is integrated into the NUMO SC were presented.

#### ブロック 3 - NUMOの進行中の研究開発トピック

このブロックでは、NUMOセーフティケースに統合した知識基盤のさらなる拡充に向けて、現在NUMOが取り組んでいる技術開発の例が紹介された。

### ***3.1 Expanding scientific knowledge on Pre-Neogene sediments (Yoichi Oshiro, Hideharu Yokota)***

This presentation showed the results of systematic data acquisition from existing underground tunnels to expand the geological database on Neogene sedimentary rocks, which are widely distributed deep underground in Japan. Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- This kind of work is important for building knowledge and practical experience – maybe expand to consider other relevant rock types where knowledge bases are limited.
- Differences between data obtained and those used in the NUMO SC are understandable, but indicate that some values set in the SC may be over-conservative.
- Results obtained can be compared with similar geological settings studied elsewhere (especially Wellenberg in Switzerland), which can be used for consistency checks.

#### **3.1 先新第三紀堆積岩類に関する科学的知見の拡張（説明者：大城遥一、横田秀晴）**

このプレゼンテーションでは、日本の地下深部に広く分布する先新第三紀堆積岩類に関する地質環境特性のデータベースを拡充するため、既存の地下トンネルから体系的にデータを取得した結果が報告された。これに関するTACからの主なコメントは以下の通りである。

- このような作業は、知識と実践的な経験を蓄積するために重要であり、知識基盤が限られている他の関連する岩種を検討することに対しても拡張してよいだろう。
- 本検討により取得したデータとNUMOセーフティケースで設定したデータの差は理解できるが、これはNUMOセーフティケースで設定した一部の地質環境モデルの設定値が過度に保守的である可能性を示している。
- 得られた結果は、他の場所で研究された類似の地質環境の設定（特にスイスのWellenberg）と比較することが可能であり、結果全体としての整合性の確認に使用することができるであろう。

### ***3.2 Development of the repository layout options for the HLW disposal in Japan (Tetsuhiro Ichimura)***

In this presentation, NUMO showed the results of a case study on the design considerations for a disposal facility under the coastal seabed, which was not considered in the NUMO SC. Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- This is a very good study, showing the considerations that need to feed into design for sites which may be more complex than SDMs developed in the NUMO SC.
- Need to remember that support services / infrastructure are very dependent on rock characteristics / requirements.
- With ramps for access tunnels, need to consider responses to geological perturbations.
- For such studies, need to be careful that you pick up all relevant requirements and consider practical limits on specific options.

### 3.2 日本における HLW 処分のための処分場レイアウトオプションの開発（説明者：市村哲大）

このプレゼンテーションでは、NUMOセーフティケースでは検討をしていなかった沿岸海底下を対象とした処分場の設計について、ケーススタディにより設計上の留意点を考察した結果が報告された。これに関するTACからのコメントは以下の通りである。

- ・ これは、NUMOセーフティケースで示した地質環境モデル（SDM）よりも複雑な可能性のあるサイトの設計に反映させるべき考察を示しており、非常に優れた検討である。
- ・ 操業を支える作業や設備は岩盤の特性や要件に大きく依存することを忘れてはならない。
- ・ アクセス坑道を斜坑とする場合、地質的な擾乱への対応を考慮する必要がある。
- ・ このような研究では、関連するすべての要件をピックアップし、特定のオプションに関する実際的な限界を考慮する必要があることに注意すべきである。

### 3.3 *Improvement of reliability on long-term performance assessment for vitrified waste* (Ryuta Matsubara)

In this presentation, NUMO reported on their work to improve the reliability of dissolution models for vitrified waste. Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- ・ Good focus on key parameters shown in NUMO SC: going further in the future to more realistically consider the fractured glass monolith would be useful.
- ・ Maybe useful to combine with analogue information to get a handle on long-term dissolution/alteration processes. Could also look at perturbation conditions (e.g., high pH of pore water)
- ・ Could be useful to emphasise role of reducing uncertainties and moving further towards realism.
- ・ May be useful information to be obtained from French and other international work on vitrified wastes. This could be an area for international collaboration.

### 3.3 ガラス固化体の長期性能評価における信頼性の向上（説明者：松原竜太）

このプレゼンテーションでは、ガラス固化体の溶解モデルの信頼性向上に向けた研究成果が報告された。これに関するTACからの主なコメントは以下の通りである。

- ・ NUMOセーフティケースで示された重要なパラメータによくフォーカスしている。将来的には、ガラス内部の割れた状況をより現実的に考慮することが有用であろう。
- ・ 長期的な溶解や変質のプロセスを把握するために、アナログ情報と組み合わせるのが有効かもしれない。また、状態に擾乱を与える条件（例：間隙水の高pH）を調べても良いかもしれない。
- ・ 不確実性を減らし、より現実的な評価に近づけていく本研究の役割を強調することは有用であろう。
- ・ フランスや他の国際的なガラス固化体に関する検討作業から得るべき有益な情報があるかもしれない。これは国際的な協働が可能な分野である。



## **DAY 2: WEDNESDAY 28 SEPTEMBER**

### **Block 4 - The NUMO R&D plan**

In this block, an overview of the Overall R&D Plan for geological disposal program in Japan over the five-year period from FY2023 was presented in each technical field. How the recommendations in the NEA review can be addressed was also discussed.

#### **ブロック 4 – NUMOの研究開発計画**

このブロックでは、2023年度から5年間の日本全体の地層処分に関わる研究開発計画の概要が技術分野ごとに紹介されるとともに、NEAのレビューにおける提言にどのように対応できるかについても議論された。

#### **4.1 Overview of the 5 year R&D plan (Tetsuo Fujiyama)**

Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- The 5-year R&D plan needs to be put in a longer timescale context. This is certainly important when considering NEA recommendations.
- It is important to ensure budget is sufficient to meet goals, based on clear prioritisation of R&D issues.

#### **4.1 5年間の研究開発計画の概要（説明者：藤山哲雄）**

このプレゼンテーションに関するTACからの主なコメントは以下の通り。

- 5カ年の研究開発計画は、より長い時間軸を見据えたうえで考えられていることが必要である。これはNEAの提言を検討する上で間違いなく重要なことである。
- 研究開発課題の明確な優先順位に基づき、目標を達成するために十分な予算が確保されていることが重要である。

#### **4.2 Geological R&D goals & priorities (Hiromitsu Saegusa)**

Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- Planning of baseline monitoring seems to be an important topic that needs to be included: both in terms of strategy and technology.
- The R&D needs that have been prioritised are all to do with the evolutionary processes of the geosphere, related to repository evolution. These processes may be relevant for some sites and not others. To understand such processes, NUMO should try to ensure flexibility to tailor work to actual sites.
- In terms of new technology, major advances in geophysics should be carefully assessed (acoustic tomography, micro-seismics...)
- In terms of hidden faults, focus should be on those that are not known to be active, but might be activated in the future or could be LDFs. LDF specification should incorporate understanding of how these features are formed / developed. Special consideration of horizontal features (structure of faults) which would affect the underground repository is also required.
- 4D SDM needs to be shown to applicable: focus is on extrapolation from the past, considering uncertainties.

#### **4.2 地質環境の調査・評価に関する研究開発の目標と優先事項（説明者：三枝博光）**

このプレゼンテーションに関するTACからの主なコメントは以下の通り。

- ・ ベースラインモニタリングの計画は、戦略および技術の両方の観点から含めるべき重要なトピックと思われる。
- ・ 優先度を高く設定された研究開発ニーズはすべて、処分場の変遷に関連する地質環境の長期変動プロセスに関係している。これらのプロセスは、関係するサイトもあれば、そうでないサイトもある。このようなプロセスの把握については、NUMOは実際のサイトに応じた検討が行えるよう柔軟性の確保に努めるべきである。
- ・ 新しい技術という点では、地球物理学の大きな進歩（音響トモグラフィ、マイクロ地震学など）を注意深く評価する必要がある。
- ・ 隠れた断層に関して、活断層とは知られていないが将来的に活動する可能性があるもの、またはレイアウト決定特性（LDF : Layout Determining Features）となり得るものに焦点を当てるべきである。LDFの特定においては、それらの特徴がどのように形成され、発達してきたかの理解を組み入れるべきである。地下施設への影響が大きい水平方向の特性（断層構造）についても特に考慮が必要である。
- ・ 4次元SDMが適用できることを示す必要がある。不確実性を考慮した過去からの外挿が焦点となる。

#### **4.3 Engineering R&D goals & priorities (Yoshito Kitagawa)**

Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- ・ Nicely structured, showing use of NEA input and putting 5-year R&D plan within the context of a long-scale implementation plan. Can give feedback to detailed planning of PI and DI work.
- ・ As there is over-conservative treatment of the EBS in the NUMO SC, there is still knowledge and insights going into different design options that will evolve over the approximately 100 years until repository closure. Thus, close interaction with SA team will be important for realistic modelling of the EBS.
- ・ Under design factors, it is important to add recovery from accidents.
- ・ Under socio-economic, recommend to add Carbon-accounting.

#### **4.3 工学技術に関する研究開発の目標と優先事項（説明者：北川義人）**

このプレゼンテーションに関するTACからの主なコメントは以下の通りである。

- ・ NEAからのインプットを活用し、5ヶ年の研究開発計画を長期的な実施計画の中に位置づけるなど、うまく構成されている。概要調査および精密調査における業務の詳細計画にフィードバックすることができる。
- ・ NUMOセーフティケースでは人工バリアシステム（EBS）を過度に保守的に扱っているため、処分場が閉鎖されるまでの約100年にわたって進化するさまざまな設計オプションにつながる知識と洞察がまだ残っている。したがって人工バリアの現実的なモデリングに向けて安全評価チームとの密接なやり取りが重要になる。
- ・ 設計因子に事故からの回復を加えることが重要である。
- ・ 社会経済的な側面では、カーボンアカウンティング（炭素会計）を考慮することを推奨する。

#### **4.4 Operational safety R&D goals & priorities (Satoru Suzuki)**

Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- Demonstration of durability of safety measures is low priority at present, needed only when designs are much better specified. If waste is packaged, however, some tests can be carried out on these, which can be (or may be already done by) waste producers.
- Bituminous waste may be a special focus, because of the relative vulnerability to fire of this waste form. Extensive work carried out in France should be followed.
- In terms of mitigation in case of abnormal events, scenarios need to be developed that explicitly include recovery (and any required cleanup).
- When accident analyses results in requirements for mitigation, these should be explicitly captured.
- Combinations of accidents should be considered (which may be covered in common mode failure scenarios).

#### 4.4 操業安全に関する研究開発の目標と優先事項（説明者：鈴木覚）

このプレゼンテーションに関するTACからの主なコメントは以下の通りである。

- 安全対策に関する耐久性の実証は、現時点では優先順位が低く、設計の仕様がもっと具体的になってから必要である。しかし、廃棄物が容器に格納されている場合は、廃棄物発生者が行う（あるいは既に行っている）いくつかの試験を実証に使うことができる。
- アスファルト固化体は火災に対して比較的脆弱な廃棄物であるため、特に注目されるかもしれない。フランスで行われた広範な研究をフォローする必要がある。
- 万一異常事象が発生した場合に対する影響緩和の観点からは、リカバリー（および必要な浄化）を明示的に含むシナリオを作成する必要がある。
- 事故解析の結果、影響緩和が求められる場合は、それを明示的に把握する必要がある。
- 事故の組み合わせを考慮する必要がある（これは共通モード故障のシナリオでカバーされる場合がある）。

#### 4.5 Post-closure safety R&D goals & priorities (Kiyoshi Fujisaki)

Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- Well-structured move to increased realism, with recognition of the importance of uncertainties, is compatible with recommendations from the NUMO SC review. Also, it is good that sensitivity analysis is explicitly included.
- More realistic modelling does not always require specially developed tools: some general mathematical tools may be applied, although it seems that NUMO is aware of this.
- V&V priorities should be considered, where focus on the EBS may be sensible in early stages with consideration of tests at different scales.
- Limitations of complex models should be recognised; combinations of complex and simple models can be useful to improve system understanding.
- Consider long-term software management to cover computer platform evolution with time.

#### 4.5 閉鎖後長期安全性に関する研究開発の目標と優先事項（説明者：藤崎淳）

このプレゼンテーションに関するTACからの主なコメントは以下の通りである。

- 不確実性の重要性を認識し、より現実的なものにするために良く構成された研究開発の取組みは、NUMOセーフティケースのレビューからの推奨事項に適合している。また、感度解析が明示的に含まれているのも良い。

- ・ より現実的なモデリングを行うために、必ずしも特別に開発されたツールが必要なわけではない。一般的な数学的ツールが適用できる場合もあるが、NUMOはこの点を認識しているようである。
- ・ 検証と妥当性確認 (V&V) の取組みについては、優先順位を検討する必要がある。初期の段階では異なるスケールでの試験を考慮し、人工バリアシステム (EBS) に焦点を当てるのが賢明であろう。
- ・ 複雑なモデルの限界を認識すべき。複雑なモデルと単純なモデルの組み合わせは、システムの理解を深めるために有用である。
- ・ コンピュータ・プラットフォームの進化に対応した長期的なソフトウェア管理を考えるべきである。

#### **4.6 Management tools R&D goals & priorities (Shogo Nishikawa)**

Main comments from TAC on this presentation are listed below:

- ・ Well-structured approach to RMS / KMS and KB development / use has been illustrated.
- ・ Capture & archiving of decisions is important; may be worth explicitly illustrating.
- ・ After structuring requirements, describing them in detail and defining their level is a large challenge (linked to decision-making). This builds on past RMS developments, but should also access experience in other programmes (e.g., difficulty of propagating high level requirements to more detailed sub-system requirements and specifications)
- ・ TAC understands the importance of KM and RM in NUMO.
- ・ Also, technology transfer and education are indispensable. TAC hope that NUMO will support education leading to interest in the field of geological disposal in universities and hopefully also to younger generations.

#### **4.6 マネジメントツールに関する研究開発の目標と優先事項 (説明者：西川将吾)**

このプレゼンテーションに関するTACからの主なコメントは以下の通りである。

- ・ 要件管理システムおよび知識マネジメントシステム、知識基盤の開発・活用のための体系的なアプローチが示されている。
- ・ 意思決定の記録と保存は重要であり、明示的に説明する価値があるだろう。
- ・ 要件を構造化した後、それを詳細に記述し、そのレベルを定義することは難題である (意思決定と連動するため)。これは、過去の要件管理システムの開発に基づいているが、他国の事業における経験も利用すべきである (例えば、上位の要件をより詳細なサブシステムの要件や仕様に反映させることの難しさ)。
- ・ TACは、NUMOにおける知識マネジメントと要件マネジメントの重要性を理解している。
- ・ 技術移転や教育も欠かせない。NUMOが大学における地層処分分野への興味につながる教育を支援し、より若い世代にも知ってもらいたいと願っている。

#### **Block 5 – KM (Knowledge Management) and human resources**

In this block, in order to discuss on how knowledge management and human resource management in geological disposal projects could be implemented, TAC members introduced their countries' approaches to these issues and lessons were identified for NUMO to consider.

## ブロック 5 – 知識マネジメントと人的資源

このブロックでは、地層処分事業における知識マネジメントと人的資源のマネジメントがどのように実行できるかについて議論するため、TACメンバーよりこれらの課題に対する各国の取り組みが紹介されるとともに、NUMOが考慮すべき教訓が特定された。

### 5.1 Status in national programmes: GB, US, CH, SE, FI, FR (International TAC)

#### Key Lessons

- Both KM and HR are recognised to be critical areas in all programmes, but the approach to addressing them varies significantly – maybe due to the different boundary conditions of large and small programmes. If NUMO refers to other countries' approaches, it is necessary to pay attention to differences to the boundary conditions in Japan.
- A key area of interest for NUMO involved capture of tacit knowledge: there were differing degrees to which this was formalised in the national programmes, but more details can be provided to expand on the presentations made by TAC.
- It is important to learn from experience elsewhere, ensure goals are clearly specified to ensure a cost-effective approach (methodology and any tools that may be used) that is embedded in the organisation. Here linking to relevant international initiatives is particularly important.
- Long-term knowledge (and record) preservation is a safety issue that should be borne in mind.

### 5.1 各国の事業における取組み状況：英国、米国、スイス、スウェーデン、フィンランド、フランス (TAC海外委員)

#### 重要な教訓

- 知識マネジメントと人的資源は、すべての国の事業において重要な領域であると認識されているが、それらに取り組むアプローチは大きく異なる。おそらく事業の大小によって境界条件が異なるためであり、NUMO が他国のアプローチを参考にする場合は日本の境界条件との違いに注意が必要である。
- NUMO の主要な関心分野は暗黙知の獲得である。このことが各国の事業においてどの程度体系化されているかは様々であるが、TAC が行った発表からさらに内容を広げるため、より詳細な情報を提供することができる。
- 他の経験から学び、組織に浸透させるべき費用対効果の高いアプローチ（方法論と使用される可能性のあるツール）を確かなものとするために目標を明確に特定することが重要である。特に、関連する国際的な取組みとの連携が重要である。
- 知識（および記録）の長期保存は、安全上の問題でもあることに留意すべきである。

## **DAY 3: THURSDAY 29 SEPTEMBER**

### **TAC closed session and wrap up**

TAC key observations and other output from the closed session were summarised. Comments and questions from NUMO mainly involved clarification.

TAC has been involved in discussions since 2015 with a particular focus on providing advice on the development of NUMO SC. This was successfully completed. It was confirmed that goals of TAC now will be more on stepwise siting and supporting R&D, also helping NUMO collaborate more closely with other national programmes.

TAC members were thanked for all their hard work over the last 7 years and for the knowledge that they had transferred.

#### **TAC 委員のみの審議および会議の総括**

TAC委員のみの審議に基づく主な所見とその他の結果がまとめられた。NUMOからの意見と質問は主に説明の補足を求めるものであった。

現在のTACは、2015年以降、NUMOのセーフティケースの作成に対して助言を与えることに特に焦点を当てた議論を行ってきた。これは成功裏に完了した。今後のTACの目標は、段階的なサイト選定と研究開発に対するサポート、さらにNUMOが他国の事業とより密接に協力することを支援することであることが確認された。

NUMOは、TACメンバーに対して過去7年間にわたる多大な努力とNUMOへの知識伝承に対して感謝の意を表した。

#### **Appendices**

1. TAC participants list
2. TAC meeting programme