

(一社) 日本原子力学会 標準委員会 基盤・応用技術専門部会
第15回「シミュレーションの信頼性」分科会 (A2SC) 議事録

1. 日 時 2019年6月19日 (水) 14:00 ～ 17:00

2. 場 所 東京都文京区本郷7-3-1
東京大学工学部 8号館2階226号室

3. 出席者 (敬称略, 分科会委員名簿順)

(出席委員) 中田耕太郎 (主査, 東芝ESS), 工藤義朗 (副主査, 電中研), 田中正暁 (幹事, JAEA), 相澤直人 (東北大), 浅見光史 (海技研), 大島 渉 (関電) (江田委員代理), 堂田哲広 (JAEA) (大島委員代理), 大貫 晃 (MHI), 大山一弘 (MFBR), 甲斐芳郎 (高知工大), 笠原直人 (東大), 川西智宏 (JAEA), 佐藤兼太 (東大) (酒井委員代理), 大川理一郎 (電中研) (古谷委員代理), 佐田幸一 (電中研), 鈴木知史 (JAEA), 鈴木喜雄 (JAEA), 巽 雅洋 (原子力エンジニア), 中村秀夫 (JAEA), 羽間 収 (CTC), 溝上伸也 (東電), 美原義徳 (鹿島), 李 艶栄 (茨大)

(欠席委員) 藤原大資 (テプシス), 永吉拓至 (日立),

※出席委員数 23 名 / 登録 26 名, 充足率: 88% (>67%: 成立下限)

(常時参加者) 大岡靖典 (NFI), 加藤達也 (東芝ESS), 東條匡志 (GNF-J), 他 1名

(欠席) 尾崎哲浩 (NFI), 坪井一正 (ANSYS), 久語達也 (JAEA), 佐藤達彦 (JAEA), 佐方宗樹 (シーメンスPLM)

(オブザーバ) 河村真一郎 (東芝ESS)

3. 議題

1) 主査挨拶

冒頭, 中田主査より, 本日の講演者および講演内容の紹介, ガイドライン改定に関して言及があった。

2) 資料確認・第14回議事録確認

田中幹事から配付資料の確認を行い, 前回分科会議事録案 (A2SC-15-2) について紹介した後, 承認された。

3) 委員就任について

田中幹事から, 鈴木 正昭 委員 (東京理科大) の委員就任について, メール審議により了承の後, 5月28日の基盤応用・廃炉技術専門部会において承認された旨, 改めて報告があった。

4) 最新知見・動向の調査

最新知見及び動向の調査として、資料（A2SC-15-3）に基づき、慶應大学 高野直樹 教授から、日本計算工学会に設置されている「不確かさのモデリング・シミュレーション法に関する研究会」に関する2015年から4年間の活動成果として、製造分野でのシミュレーションにおける不確かさ評価の事例紹介があった。シミュレーションを行う分野毎に不確かさ評価の目的が異なり、製造分野では、不確かさの定量的評価は単にシミュレーションの妥当性確認（Validation）のためではなく、製造プロセスや設計の改善につなげるために行っているとの紹介があった。質疑において、以下の議論があった。

サンプル点とサンプル点の間が空間的に離れているとの指摘に関して、製造分野では試作品を減らすためにシミュレーションを行っており、設計初期はパラメータのバラツキが大きく、シミュレーションの役割はよいサンプル点を見つけることを補助することにある。その際、サンプル点が探索領域のどこに位置するかが重要であり、実際は直交表では整理が難しいほど、サンプル点とサンプル点の間には未知の領域が存在している。

鋼材焼入れシミュレーションにPIRTを導入したことに関して、鋼材焼入れに対する製造現場とシミュレーションにおけるそれぞれのアプローチを見える化することによって、互いを具体的に認識できるようになったとの紹介があった。例えば、製造現場では複数の現象を1つのパラメータ（熱伝達率等）で整理していたが、このPIRTを活用することで、シミュレーションにおけるパラメータと実現象を対応づけられるようになった。

不確かさのモデリングの勘所として、QoI(Quantity of Interest)の裾野分布（ 3σ 以上）につながるパラメータの存在範囲を重点的にサンプリングする方法など研究例が紹介された。本講演で紹介した事例では、パラメータ空間全体から400程度の断面をとり、パラメータとQoIの相関の有無は人間が判断した。人の作業量には限界があるため、設計者・解析者を支援するツールが必要であるといえる。原子力の安全分野のシミュレーションでは、裾野分布で応答が急激に変化する、いわゆるクリフエッジの取り扱いが課題となる点について、サンプル点を容易に追加でき点で事情が異なる。

5) ガイドライン改定について

工藤 副主査から、資料（A2SC-15-4）「モデルV&V実施プロセスの拡張性について」を用い、ガイドライン改訂に係る論点として、実験が存在しない状態／条件に対して、シミュレーションで実験を代替できるよう、その要件を明らかにし、精度の高い計算を妥当性確認用の実験の拡張として取り扱う「準妥当性確認」をガイドラインに規定として取り込むことに関する提案を行った。資料に関して、計算物理がエレメント2とエレメント4の間に配置されているが、エレメント2の左側（シミュレーション側）など、既定のV&V枠組みの外側からサポートするという形式が

よいのではないかと指摘に対して、理想論としては、妥当性確認 (Validation) 実験の代替機能となることにあり、エレメント3の右側 (実験側) がよいと思われる。計算物理は実験の拡張として取り扱うから、実験の一部としてエレメント3に含めて「物理的モデル化 (実験+計算物理)」とし、計算物理はエレメント2と分離してエレメント2から計算物理に繋がる矢印は不要という議論があった。準妥当性確認はエレメント4の前に入れるのがよい。「高精度」の定義として、絶対的精度ではなく、対象とする解析コードの精度に対して相対的に高精度として扱う必要があるのではないかと議論があった。ガイドラインへの記載について、代替手法としてシミュレーションで妥当性を確認する可能性を標準に示すだけでも価値はあること、計算物理は代替または実験データの拡張、足りないデータを作るツールとして考えられること、との意見があった。ただし、近似の非常に少ない数値モデルという表現は制約が多いため、本文に入れるのは難しいのではないかと指摘があった。この他、準妥当性確認の使用を認めることによる、設定根拠の説明性など、規制対応への影響について質疑があった。また、分野毎に個別に検討すべき課題であるとの意見が述べられた。関連事例 (US-NRC CASMO) が示された。最後、本件は継続議論とすることが了承された。

6) ガイドライン英文化について

中田主査から、資料 (A2SC-15-5) に従って、ガイドライン英文化の策定に係る対応方針について説明があり、今後の予定として、英訳版の発行は本年9月末を目指し、表紙の作成、まえがき部分の英訳等を進めることについて説明があった。

7) その他

田中幹事より、資料 (A2SC-15-6) により、5月につくばで開催されたICONEでのV&V関連発表の状況について、パネルセッションの状況、V&V関連のトラック (Track15) での発表の状況について紹介があり、小規模なセッションではあったが、活発な議論はできていたことが紹介された。

田中幹事より、資料 (A2SC-15-7) により、2019年秋「計算科学技術部会 企画セッション」について、「不確かさの有効活用によるシミュレーションの信頼性確保」というテーマで、中田主査から「シミュレーションの信頼性確保及び不確かさの活用」について、工藤副主査 (統計的安全評価手法標準分科会主査) から「統計的安全評価における信頼性確保及び不確かさの活用」、佐田委員 (放出源の有効高さ評価分科会副主査) から、「放出源の有効高さ評価における信頼性確保及び不確かさの活用」について講演を頂き、このようなシミュレーションの信頼性確保に関わる最新の取組みを紹介するとともに、聴衆から幅広くご意見、ご提案などのフィードバックを得て、個々の取組みを更に深化させることを目的とすることが紹介された。

4. 配付資料：

- A2SC-15-1 議事次第
- A2SC-15-2 第14回議事録（案）
- A2SC-15-3 「不確かさのモデリング・シミュレーション法に関する研究会」
- A2SC-15-4 ガイドライン改定について
- A2SC-15-5 ガイドライン英文化について
- A2SC-15-6 ICONEでのV&V関連発表の状況について
- A2SC-15-7 2019年秋の大会「計算科学技術部会 企画セッション」提案

以上