

## 内容

- I. 第33回通常総会開催
- II. 第33回通常総会・特別講演
- III. 令和5年役員紹介
- IV. 編集後記

## I. 第33回通常総会開催

第33回通常総会が令和5年6月14日(水)、学士会館にて開催され、盛況のうちに終了した。

当日は33名出席(会場からの出席16名、オンラインによる出席17名)、書面による出席25名のもと、西山副会長の司会で進められた。

なお、今回の総会にて会長交代が予定されていたため、会長挨拶・議長選任の前に会長交代の議案を審議した。



西山 副会長

### 1. 33回通常総会

#### (1) 第1号・第2号議案審議議事

##### ①第1号議案 令和5年 会長交代の件

沖田幹事より、東京大学 越塚誠一 教授にかわり、東京大学 阿部弘亨 教授が会長に就任する旨の説明が行われ承認された。

##### ②第2号議案 令和5年 顧問就任の件

沖田幹事より、第一号議案により会長を退任された、東京大学 越塚誠一 教授が顧問に就任した。

東京大学 関村直人 教授とともに2人顧問体制になる旨の説明が行われ承認された。



沖田 幹事

#### (2) 阿部会長挨拶

第1号議案の承認を受け、阿部新会長による就任挨拶が行われた。

「東京大学の阿部と申します。本日は会長に任命頂き大変ありがとうございます。私は専門が材料、マテリアルサイエンス、原子力材料で、核融合を含めてさまざまな材料の研究を致しております。一方電気協会の原子力規格委員会におきまして、越塚先生の後任として企画委員会の委員長を行っています。今回品質保証研究会にて、このような新参者、なおかつ専門外の間が会長という重要な役に着かせていただくことになりました。これからもご迷惑をお掛けすることになると思いますが、皆様方から色々と教えて頂き原子力の発展に少しでも貢献したいと考えておりますので、ご指導ご鞭撻宜しくお願いします。」



阿部 会長(議長)

## (3) 議長選任

会則/細則に従い、阿部会長が議長に選任され、(4)項議事が行なわれた。

## (4) 第3号・第4号議案審議議事

- ①第3号議案 令和5年度活動報告ならびに収支決算承認の件  
錦野幹事、西田幹事より、それぞれ活動報告、ならびに収支決算報告が行なわれた。

また、藤巻(真)監事より会計監査報告が行なわれ、両案ともに提案どおり承認された。

- ②第3号議案 令和4年度活動計画ならびに収支予算案承認の件  
錦野幹事、西田幹事より、それぞれ活動計画、ならびに収支予算案の説明が行われ、両案ともに承認された。

錦野  
幹事西田  
幹事藤巻(真)  
監事

## 2. 定例研究会活動報告

総会終了後、「定例研究会における今後の研究テーマについて」と題し、錦野幹事より、令和5年度の活動を報告した。



錦野幹事による説明および審議

## 【報告概要】

品質保証研究会では講演会・見学会・定例研究会の三つの活動を進めている。定例研究会活動においては、設立当初から三つのグループで活動をしており、第一グループにて品質保証システムの研究、第二・第三グループにてエラーマネジメントの研究・テーマの深掘りを進めてきた。一方で昨今の環境の変化(急速なデジタル化、電力の自由化、原子力発電所の新設・再稼働延期に伴うサプライチェーンの維持、カーボンニュートラルの達成等)を踏まえて、新たなテーマを抽出、選定する活動を行ったほうがいいのではないかという声が上がった。そのため、品質保証/品質管理のあるべき姿と、骨格・幹となるテーマの体系的な整理が必要と考えた。令和4年度の活動として、定例研究会活動の骨格・幹となるテーマを抽出、選定したことを報告する。

## 【定例研究会テーマ調査活動】

11名の有志を募り「定例研究会テーマ調査活動」として、下記のプロセスに従い5回の検討会実施し、テーマを調査・検討した。

## Step-1-1) あるべき姿の具体化:

ブレインストーミングを行い、あるべき姿は原子力業界に携わる人が、原子力の必要性、重要性を理解し、モチベーションを維持して原子力事業に取り組んでいる状態であると認識した

## Step-1-2) メンバーが認識する課題の抽出:

ブレインストーミングを行い、認識する課題を20件抽出した。合わせて、課題を幹・枝・葉に分類分けした

## Step-2-1) メンバーが認識する課題の整理:

課題(枝・葉項目)の関係を整理した

Step-2-2) メンバーが認識する課題(テーマ候補)の整理:

テーマ候補(葉項目)について、点数評価し上位案件を整理した

Step-3) テーマ決定:

最終候補として以下3件が上がった。

- a)NHK(無くす、減らす、変える)の実践
- b)コンプライアンス事故が発生しないような QMS づくり
- c)調達先評価、監査方法の改善

上記課題を踏まえ、最終的に以下二つを活動テーマとした。

- a)最新知見を踏まえた品質コンプライアンス事故が発生しない/させない QMS 等の研究
- b)NHK の実践(調達先評価、監査方法の改善含む)の研究

#### 【令和5年度定例研究会活動計画】

定例研究会第1Gr および第2Gr にて、令和5年度以降活動を推進する。

テーマ

第1Gr:最新知見を踏まえた品質コンプライアンス事故が発生しない/させない QMS 等の研究

第2Gr:NHK の実践(調達先評価、監査方法の改善含む)の研究

活動頻度

第1Gr:1回/2ヶ月の頻度で研究を進める(案計5回:8月,10月,12月,2月,4月)

第2Gr:1回/2ヶ月の頻度で研究を進める(案計5回:9月,11月,1月,3月,5月)

力量要件

定例研究会活動(第1Gr、第2Gr)へ参加でき、かつ以下の力量要件を持っている人を募集した。

第1Gr

- ・ISO 9001 に関する基礎知識(例:内部監査員有資格等)がある方
- ・品質コンプライアンス事故を自社から発生させたくない気概のある方
- ・国内外の最新知見を自社にフィードバックする業務に携わっている方

第2Gr

- ・業務プロセスの見直しに携わっている方
- ・調達先審査に携わっている方、経験がある方
- ・顧客監査に携わっている方

#### 【質疑応答】

Q:品質コンプライアンス事故をどのように定義しているか。

A:コンプライアンスとは一般的には法令遵守を指し、贈収賄・セクハラ・パワハラといった犯罪・ハラスメントをしないことを指すが、品質コンプライアンスとは数値の改ざん等製品やサービスに直接関わってくるものを品質コンプライアンス事故と考えている。

Q:例えばパワハラが原因で従業員が委縮してしまい結果として品質劣化つながった場合、コンプライアンス案件に直接関係していないが原因として抽出されるようなものなのか？

A:直接的には抽出されないが、そういう要素が組織要因として出てくると考えている。

Q:今年度の活動についてエンゲージメントに関する講演会・見学会を開催していたが、品質マネジメントシステムの中でエンゲージメントをよくしていくという仕組みを取り入れていくのか？

A:エンゲージメントを仕組みに落とし込み切れるとは考えていないが、モチベーションややる気みたいなものを今回の研究とは別と考えているというわけではなく、研究の結果に落とし込んでいくつもりである。

Q:NHK の定義は他の分野と同じか。他分野では NHK の K について、第三者的な立ち位置からの他動詞である「変える」ではなく、自分自身が変わっていくという意味を込めて自動詞「変わる」と考えていた。

A:令和4年度の研究では定義までは深堀しきれていなかった。今年度以降定義を明確にして議論していこうと考えている。

原子力安全における顧客のニーズを考えることが重要である。また、顧客を事業者・規制だけと捉えずに、一般の方々のニーズについても想像力を膨らませて議論してもらいたい。

## II. 第33回通常総会・特別講演

### 『コンピュータシミュレーションのV&V』

講師: 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 教授  
越塚 誠一 氏

#### 1. はじめに

放射性物質の大気拡散や津波のシミュレーションといった原子力の安全性に対するシミュレーションの役割は増している。そもそもシミュレーション結果は、どの程度信頼できるのかというコンセンサスがなく、悲観的に考えるとシミュレーション結果は不確かさだらけで使えない、逆に不確かさがあるにも関わらず結果をそのまま信用してしまうことも良くなく、その信頼性を高める方法論が求められている。



#### 2. 原子力分野におけるシミュレーション技術

計算力学はデジタルツインによる高度なモノづくりのための中心的な技術分野の一つである。

デジタルツインとは、デジタルデータをもとに物理的な製品をサイバー空間上で仮想的に複製する技術概念であり、仮想世界であらゆる想定が可能なシミュレーション技術である。研究開発、設計、製造、保守といったモノづくりの全ての工程をデジタルでシミュレーションし、実際の工程に活かしていこうというものである。例ではあるが、粒子法という私の研究分野で、自動車のギアボックスのシミュレーションをしたものがある。粒子で計算するのだが、可視化することで、あたかも実験をしているようなシミュレーション結果が得られる。他では工業製品だけでなく、食品や医療分野でもシミュレーションが有効に利用されており、様々な作業において活用され、日本の高度なモノづくりに計算力学は欠かせなくなっている。

企業と大学が学生に何を教えるべきかをまとめたデータがある。トップは力学。シミュレーション、計算力学は、モノづくりに関して企業と大学の両者においてニーズの高い専門知識となってきた。

#### <講師ご略歴>

1984年  
東京大学工学部卒業  
1986年  
東京大学大学院工学系研究科  
修士課程修了  
1991年  
工学博士の学位取得(東京大学)  
1993年  
東京大学工学部助教授  
2004年  
東京大学大学院工学系研究科  
教授(現在に至る)

#### 専門分野:

粒子法、数値流体力学、計算力学、  
物理ベース CG、V&V、電熱流動及  
び原子力工学

#### 所属学会:

日本計算工学会、日本原子力学  
会、日本機械学会、日本流体力学  
会、混相流学会、日本船舶海洋工  
学会など

品質保証研究会 前会長(2016年  
度より 2022年度まで当研究会の会  
長としてご活躍)

原子力分野におけるソフトウェアの研究開発として、米国では NEAMS プログラム (The Nuclear Energy Advanced Modeling and Simulation) があり、この NEAMS を開発し、技術を高めて様々な原子力開発の基盤にしようというものである。

欧州では欧州 24 機関による次世代炉の熱流動研究のプロジェクトとして THINS プロジェクトがあり、シミュレーション技術を中心に知識を集約している。粒子法関係では、原子力関係の計算例がある。過酷事故の模擬実験を粒子法でシミュレーションしたもので、熔融物が凝固しながら広がっていくというプロセスをシミュレーションしているものや、福島第一原発における東日本大震災の津波の遡上を再現したものなどがある。

韓国と中国はそれぞれ独自の原子炉研究開発をおこなっており国産化しているのだが、同時にソフトウェアも国産化している。

日本は米欧韓中に大きく後れをとっており、日本においても、ソフトウェアを含めた基礎的技術力を高め、1F 事故後の、独自の安全な原子力発電所の研究開発をするべきと考える。

### 3. コンピュータシミュレーションの品質向上

コンピュータシミュレーションが使われるようになってきたが、実際に使うには品質を適切に評価すること、品質を向上させることが非常に重要である。コンピュータシミュレーションの品質向上のための方法論として、Verification & Validation (以降、V&V) が提唱されている。Verification は検証、Validation は妥当性確認を意味する。V&V には、モデル V&V と品質 V&V の2種類があり、それぞれ技術規格が作られている。

#### 3.1. モデル V&V

モデル V&V とは、モデル構築とシミュレーションにおける予測性評価に主眼を置いた V&V である。まず、概念モデルを作成し、さらに数値データに置き換えた解析モデルを作成して計算させることによって、実態の挙動の予測結果を得ることができる。その計算結果を解析解等と比べることで、解析モデルの作りこみの正しさを確認するのが Verification (検証) である。Validation (妥当性確認) は計算結果と実験データ(実際の物理現象)とを比べることで、概念モデルの正しさを確認することである。

世界的には米国機械学会の規格が広く注目を集めている。この規格では Verification (検証) を2段階で実施している。具体的は、Code Verification と Calculation Verification があり、前者はコード開発が正しく行われていることを検証し、後者は解析モデルを作成する際のメッシュ依存性等の誤差評価を検証するものである。

日本では、2015年に「シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン (AESJ-SC-A008:2015)」が日本原子力学会から発刊された。Verification (検証) と Validation (妥当性確認) は米国機械学会の ASME V&V-10、20 と同じであるが、V&V 後の予測 (prediction) についても記述した。モデル V&V では、予測 (prediction) に関する論争があり、V&V によって計算精度が保証される範囲は、検証された範囲であり、シミュレーションはその範囲外の現象を予測できないのではないかというものである。本ガイドラインではエレメント1から3までの要素において不確かさを拡大させる要因を抽出し、エレメント4の中で不確かさの拡大を定量化する。

#### 3.2. 品質 V&V

英国の非営利団体である NAFEMS (National Agency for Finite Element Methods and Standards) は、ISO9001 に準拠した計算業務の品質保証標準を整備しており、FEM 構造解析を中心に既に膨大なドキュメントが発行されている。

日本では、日本計算工学会が2011年に「工学シミュレーションの品質マネジメント(JSCES S-HQC 001)」(以降、HQC001)と「工学シミュレーションの標準手順(JSCES-HQC002)」(以降、HQC002)を発売した。HQC001は「品質マネジメントシステム(JIS Q 9001:2015)」の要求事項を工学シミュレーション業務に読み替えた補足的な要求事項をまとめている。本規格は組織が工学シミュレーション業務に対するISO9001認証を取得する場合の品質マニュアルの原型であり、2014年には附属書に“ISO9001導入の手順”を追加している。HQC002は、HQC001に基づいて、構造解析や流体解析などの工学的シミュレーションを行う場合の標準的な手順をまとめたものである。業務マニュアルの原型として利用できるように構成されており、契約内容の確認、計画からデータの保管まで一連の工程を含んでいる。Verification(検証)は、本計算前に解析モデルの確認を行う事前検証と、計算後に行う解析結果の検証を合わせて系統的なVerification(検証)を実施する。また、レビュープロセスを顧客要求事項の明確化、解析計画書の作成、Validation(妥当性確認)の段階で設けている。

#### 4. 原子力分野におけるV&V関連規格

日本原子力学会の「シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン(AESJ-SC-A008:2015)」(以降、V&Vガイドライン)はV&Vを行う上での基となるような規格である。その後、それにそった関連規格が発行されており、原子力分野のシミュレーションに関わる最近の規格は、モデルV&Vや品質V&Vの考え方に沿って作られている。以下に日本の原子力分野におけるV&V関連規格を紹介する。

日本原子力学会から「発電用原子炉施設の安全解析における放出源の有効高さを求めるための数値モデル計算実施基準:2011(AESJ-SC-A004:2011)」がある。本規格はV&Vガイドラインより以前に発行されており、米国機械学会のASME V&VをもとにV&Vを規定している。

日本原子力学会の「統計的安全評価の実施基準:2021(AESJ-SC-S001:2021)」はLOCAなどに対する保守的解析を、不確かさの定量化と、その結果に基づき最適評価コードによる解析と統計的な処理を組み合わせることによって、確率の情報を含んだ、より現実的な評価結果を得ることができる。なお、同規格の2008年度版はV&Vガイドラインの基になっている規格である。

日本原子力学会の「BWRの核熱水力安定性評価基準:2021(AESJ-SC-P007:2021)」は炉心での沸騰に関して、時間遅れを伴う核熱フィードバックを通じた振動の減幅比を規定したものであり、解析コードのValidation(妥当性確認)を要求している。

日本電気協会の「取替炉心の安全性の確認に用いる解析コードの適格性評価規定(JEAC4215-2022)」は取安解析コードの適格性を予め確認するものである。本規定は規制庁の検査ガイドに記載された。

その他に日本電気協会の「原子力安全のためのマネジメントシステム規定(JEAC4111-2021)」、「デジタル安全保護系の検証及び妥当性に関する指針(JEAG4609-2020)」、原子力安全推進協会「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン(JANSI-GQA-01-第3版)」がある。

土木学会「地盤・構造物の非線形解析法の検証と妥当性確認の方法 ―ガイドラインとその実践事例―(2021)」は、線形解析と非線形解析を分けて記述しているのが特徴で、基本的な手順は米国機械学会のASME V&V 10と整合している。

米国のモデルV&Vの規格では、リスク情報を用いて意思決定を行うという考え方を採用している。

米国機械学会にASME V&V 40(2018)医用機器のV&V規格がある。医用は実験が困難でありながら高い安全性が求められる。この規格の特徴はV&VにRisk Informedが加わっていることが特徴。Decision



Consequence あるいはModel Influenceの大きいものほどModel Riskが高くなるため、慎重にV&Vを実施する。またNASA-STD-7009A(2016)は、Models and Simulationの品質に関してV&Vよりも広く規定し、米国機械学会のASME V&V40と同様にリスクのマトリックスを用いている。ここでのリスクはISO9001の定義によるものであり、原子力分野におけるグレーテッドアプローチの考え方に似ている。

## 5. まとめ

シミュレーション技術は原子力分野における共通基盤的で重要な技術であり、今後、ますます発展していくと考えられる。

シミュレーションの品質を高めるための方法論としてV&Vが提唱されており、モデルV&Vと品質V&Vの2種類の流れがある。

シミュレーションのV&Vは、関係する技術規格に反映されるようになってきた。

## 6. 質疑応答

- Q. 品質を高める方法論として、モデルV&Vと品質V&Vの2種類の流れがあるが、その使い分けはあるのか。
- A. モデルV&Vを手順に基づいてVerification(検証), Validation(妥当性確認)を行い、シミュレーションの品質を高めることは、その一つ一つのステップを確実に実施することであり、そのためには品質マネジメントシステムによる管理が必要である。日本原子力学会のV&Vガイドラインでは、モデルV&Vを品質マネジメントシステムに則って実施するように規定している。
- Q. 予測に関して、米国機械学会のASME V&Vでは、当初、ポジティブな姿勢であったが、その後、保守的な姿勢に変化したと説明があったが、原子力学会のV&Vガイドライン策定ではどう捉えたのか。
- A. 不確かさを考慮して予測評価を行う際は、不確かさをどう見積もるかということが課題となる。例えば、あるシミュレーションソフトを使い、あるメッシュで解析を行うと、5%程度誤差が出ることはVerification(検証)により評価できる。また、Validation(妥当性確認)では10%程度誤差があり、両者を足すと15%程度となる。この15%程度の誤差で実炉をやっていいかという、そうとは限らない。パラメータの変化等もあり、不確かさの拡大について評価することをV&Vガイドラインでは記述している。不確かさの拡大を評価することとで予測を評価しようと規定している。
- Q. 原子力分野における日本のソフトウェアの研究開発が米欧韓中から大きく遅れをとっているとのことだが、なぜ遅れているのか。
- A. ソフトウェアの研究開発の遅れは原子力分野に限ったものでない。日本の輸出入の統計では、ソフトウェアの輸出1%に対して輸入99%であり、輸入超過である。なぜこうなっているか実態はよくわからないが、実体験としてソフトウェアで研究費の申請を行っても採択率は低かった。ソフトウェアは実体がないので実感が沸きにくい風潮があるのかもしれない。

## Ⅲ. 令和5年役員紹介

第198回幹事会において、以下の通り承認された。令和5年は本体制で運営していく。

### 1. 役員紹介

(役職ごと五十音順)

会長	阿部 弘亨	東京大学大学院工学系研究科原子力専攻/(兼担)・原子力国際専攻・教授
副会長	宇奈手 一之	三菱重工業 株式会社
副会長	手柴 一郎	株式会社 日立製作所
副会長	工藤 竜太	東芝エネルギーシステムズ株式会社
幹事	沖田 康典	三菱重工業 株式会社
幹事	清宮 明	東芝エネルギーシステムズ株式会社
幹事	高次 正弥	三菱重工業 株式会社
幹事	高橋 淳	株式会社 日立プラントコンストラクション
幹事	錦野 嘉浩	株式会社 日立製作所
幹事	西田 徹	ゼネラル・エレクトリック・グローバル・サービス
監事	田上 貴吉	一般社団法人 原子力安全推進協会
監事	藤巻 真吾	株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

### 2. 退任役員の紹介

会長としてご活躍された越塚誠一教授が退任された。今後は顧問として品質保証研究会への活動にご協力いただく。

また、ご活躍いただいた以下3名について、退任された。これまでのご尽力に感謝致します。

西山 秀樹氏(東芝エネルギーシステムズ 株式会社):副会長

谷浩 昭氏(東芝エネルギーシステムズ 株式会社):幹事

藤巻 慎二郎氏(一般社団法人 原子力安全推進協会):監事

### 3. 新任役員の紹介

令和5年新役員就任について紹介する。

阿部 弘亨氏(東京大学):会長

工藤 竜太氏(東芝エネルギーシステムズ 株式会社):副会長

田上 貴吉氏(一般社団法人 原子力安全推進協会):監事



阿部  
会長



工藤  
副会長



田上  
監事

## Ⅳ. 編集後記

本年3月に開催された2023 World Baseball Classicにて日本代表が世界一になった。

その活躍の裏側が「憧れを超えた侍たち 世界一への記録」と題し、ネットにて配信が開始されたため、監督や選手とのコミュニケーション、各選手の苦悩など、裏側でどのようなことがあったのか興味があり、楽しみに視聴した。監督がどのようなチームを作りたいかったのか、監督からチームメンバーへの思いの伝え方、選手たちのやる気、選手たちの努力(苦悩や悔しさも)が分かる内容であり、世界一になったチームの裏側がどのような雰囲気だったのかがよくわかった。

チーム作りは会社での組織作りと同じだと思った。ここ数年、エンゲージメントやモチベーションを高める働き方を言われているが、この番組にもいろいろなヒントがあった。まず、仲間が気持ちよく仕事ができるようにコミュニケーションの更なる改善を図るなど、できることから始めていきたい。

(編集:Y.N)

以上