

地盤・構造物の非線形地震応答解析法の妥当性確認/検証方法の体系化に関する研究小委員会

活動報告

背景：シミュレーション品質保証に関する世界の流れ

- **1980年代：EUでは英国NAFEMS(National Agency for Finite Element Methods and Standards)が既に取り組んでいる。**
 - 汎用構造解析プログラムの精度向上のため、多くのベンチマークテストを作成・実施
 - 各種教育用テキストの作成,各種セミナーの実施等
 - NAFEMSの品質保証システム (QMS: Quality Management System)
 - 工学シミュレーションを実施する組織の品質マニュアル,工学シミュレーションの品質保証に資する種々のマニュアルを発行
- **2002年に米国機械学会 (ASME: American Society of Mechanical Engineers) の中に工学シミュレーションの品質保証に関する標準化を目指し、標準としてV&Vを体系化**
 - 現在、構造解析、流体解析など様々な分野のドラフトが準備され、ASME Standardとして発行されつつある

背景：シミュレーション品質保証に関する 我が国の流れ

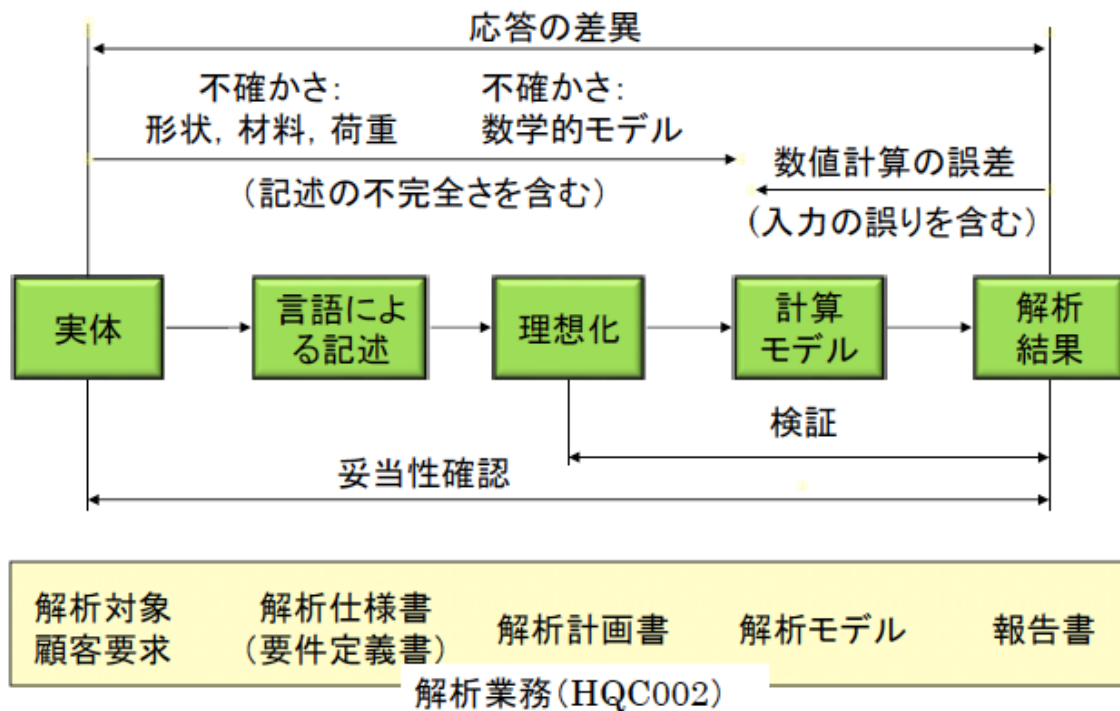
- 2009年：日本計算工学会は「シミュレーションの品質・信頼性研究分科会」を組織し、海外動向、産業界における取組みの状況等について調査を実施
 - 2014,2015年：我が国の実情にあった実務的な品質マネジメントや標準手順に関する標準の作成
- 2014年：日本原子力学会/学会標準「シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン：2014」（案）
 - 原子力シミュレーション全般に対するModel V&Vの基本的な考え方の提示
 - BEPU(Best Estimate Plus Uncertainty)計算のV&Vを指向-原子力学会標準「統計的安全評価の実施基準：2008」
 - 妥当性確認されていない領域へのシミュレーションモデルの適用（外挿，スケーリング）に伴う不確かさの拡大の定量評価，総括不確かさ（誤差&不確かさを統合）等の概念を導入

Verification and Validation(V&V:検証 と妥当性確認) の必要性

- ものづくりのプロセスにおける計算力学シミュレーションの果たす役割が増大している.
- シミュレーション技法は飛躍的に発展する可能性を有し，その発展が期待される.
- 誤った使い方によるトラブルや事故が発生した場合の社会的影響やその対策にかかるコストが大きい.

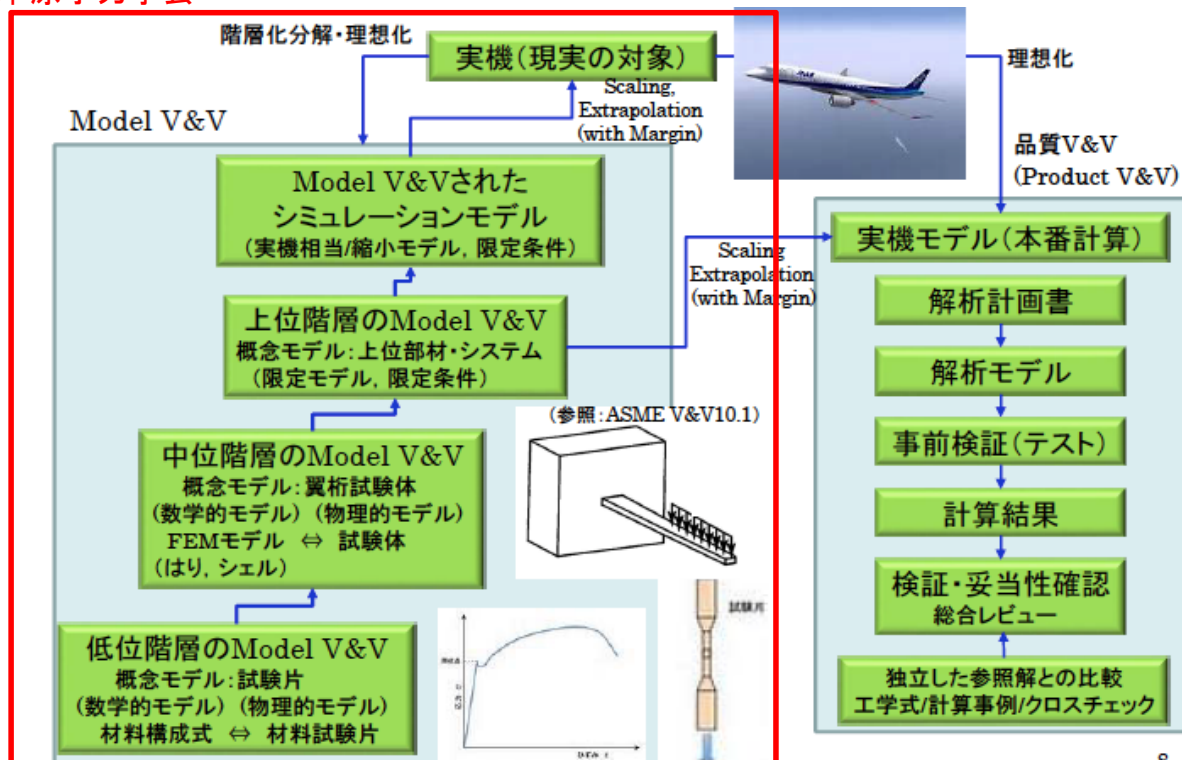
⇒ シミュレーション技法は耐震設計や照査を行う上で必要不可欠であり，結果の品質と信頼性を保証するための方法論の確立により，その利活用と発展と促進することを必要

日本計算工学会・標準によるシミュレーションのプロセスとV&Vの関係



日本計算工学会標準によるV&V

日本原子力学会



委員会の設立趣旨と期待される成果

- **趣旨**：地盤・構造物に関する非線形地震応答解析の品質や信頼性向上のため、妥当性確認（Validation）と検証（Verification）に関する課題を整理し、それを実施するための考え方を幾つかの事例を示しながら、体系的にとりまとめる。
- **活動期間**：平成28年10月から平成32年3月
- **期待される成果**：
 - V&Vの実施手順
 - 評価事例集
 - 不確実さを考慮した予測性能の評価手法

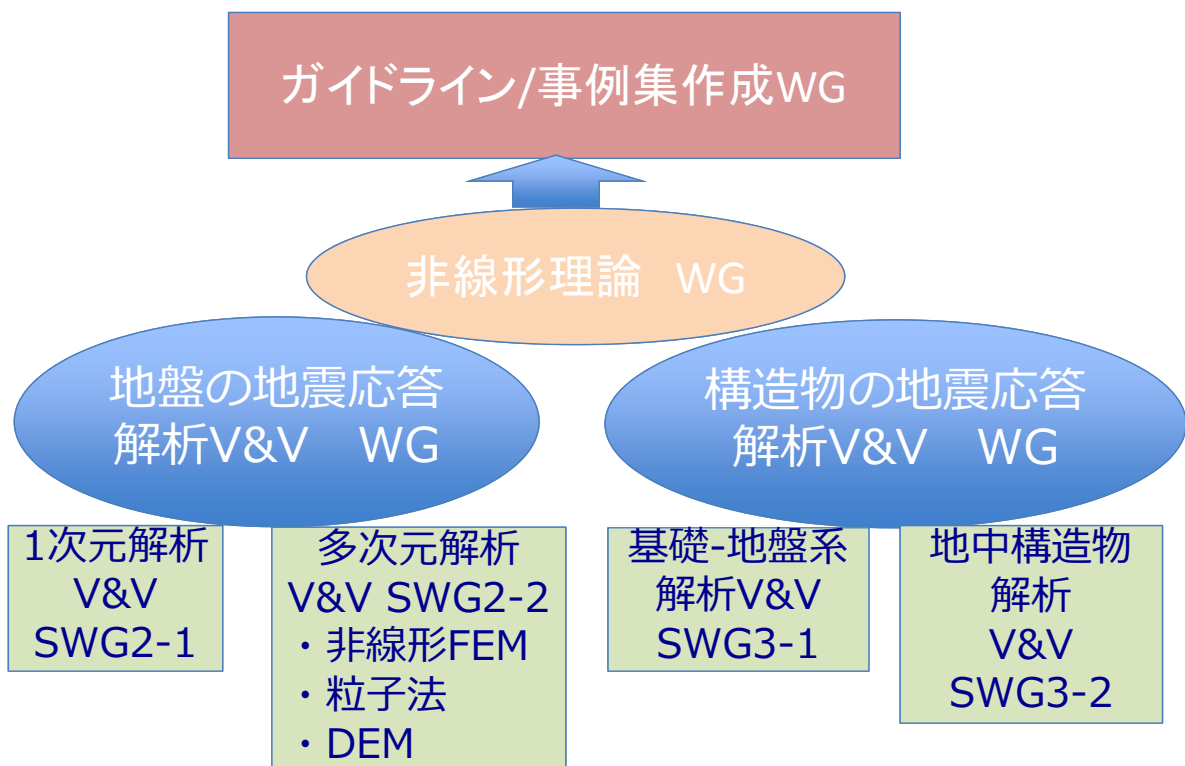
小委員会委員(総数：26名)

- **委員長**：中村 晋 日本大学
- **幹事長**：酒井久和 法政大学
- **幹事**：
 - 中瀬仁(東電設計),末富岩雄(エイト日本技術開発),樋口俊一(大林組技術研究所), 室野剛隆(鉄道総合技術研究所), 西山誠治(日建設シビル), 矢部正明(長大)
- **委員**：
 - 堀 宗朗(東京大学地震研究所), 吉田 望 (関東学院大学), 小野祐輔(鳥取大学大学院), 一井康二(関西大学), 塩見忠彦(マインド), 梶田幸秀(九州大学大学院), 桐山貴俊(清水建設), 若井明彦(群馬大学大学院), 大矢陽介(港湾空港技術研究所), 鈴木孝洋(熊谷組), 藤原寅土良(東日本旅客旅客鉄道)古川愛子 (京都大学大学院), 西村 学 (パシフィックコンサルタンツ), 大竹省吾(オリエンタルコンサルタンツ), 渡邊学歩(山口大学大学院), 梅林福太郎(オリエンタルコンサルタンツ), 畑 明仁(大成建設), 有賀義明(弘前大学大学院)

小委員会の活動計画

- **基本活動方針**：WG構成案および活動計画案の提案，活動はWGによる活動を通じて実施する。WGは4回/年程度実施する。WGの活動，委員会の実施は幹事会を通じて実施する。
- **平成28年度**：
 - 基本方針，活動の実施体制と計画の議論
- **平成29年度**：
 - 1次元の非線形地震応答解析に関するV&Vの考え方，事例を先行し，多次元地盤，地盤構造物形の対象と検討方針を議論
 - 研究討論会を開催し，地震応答解析に関するV&Vの現状と課題を把握する。
- **平成30年度**：
 - WGでV&Vの考え方と検討事例を作成し，ワークショップの開催
- **平成31年度**：
 - 地震応答解析に関するV&Vの手順書(ガイド)を作成し，各WGでの検討事例をまとめ，シンポジウムを開催

委員会の活動体制



これまでの活動状況

■平成28年度

- 12月27日:第1回幹事会,土木学会 (活動方針に関する事前打ち合わせ)
- 1月18日:第1回委員会,土木学会 22名参加 (活動方針に関する審議)
- 2月23日:第1回SWG2-2: 京都大学 5名参加 (話題提供, WGの進め方の審議)

■平成29年度

- 幹事会: 5月22日
- サブWGの会合; SWG2-1(5月2日, 7月27日,土木学会), SWG3-1(5月10日,**), SWG3-2(5月18日,**), SWG2-2(6月19日,*)
- 予定: 年次大会・研究討論会(福岡, 9/13)

地震応答解析に関するV&Vの基本方針

- **適用範囲**: 外的作用下での社会基盤施設の設計, 建設および維持管理に適用される地盤工学分野, 構造工学分野およびその複合分野におけるモデリング&シミュレーション
- **V&Vは2階層で実施**
 - 材料, 復元力モデル V&V
 - 応答解析 V&V
- **V&Vは数学的モデル(数理モデル+数値モデル)の検証と予測性能の判断と検証を実施**
 - 評価指標の設定
 - 不確かさの因子同定, 定量化
 - 予測性能の設定と評価

研究討論会の開催

- **日時**：平成29年9月13日 13:00-15:00
- **場所**：九州大学 2号館2303
- **題目**：非線形地震応答解析の品質保証とそのあるべき姿について考える - 非線形地震応答解析法の妥当性確認/検証方法の体系化に向けて -
- **趣旨**：耐震設計などで利活用が増加している非線形地震応答解析法の品質評価の現状を認識し、体系化の必要性に関するコンセンサスを形成するとともにそれに必要な課題を明らかにすることを目的とした討論を行う。

研究討論会:話題と構成 V&Vの現状と課題

- **国内外のV&Vの取り組み**：座長：中村晋(日本大学)
- **話題提供(15分×5=75分)**
 - **HPCを用いたシミュレーション**
堀 宗朗(東京大学地震研究所, 予定)
 - **鉄道構造物の地震応答解析**
室野剛隆(鉄道総合技術研究所, 予定)
 - **港湾構造物の地震応答解析**
一井康二(広島大学大学院)
 - **道路構造物の地震応答解析**
矢部正明(株式会社長大)
 - **地盤工学分野での数値解析**
若井明彦(群馬大学大学院)
- **討議(30分)**：V&Vの必要性、乗り越えるべき課題