

# 核融合炉シミュレーション技術調査専門委員会 設置趣意書

原子力技術委員会

## 1. 目的

核融合エネルギー取り出しの実現に向けて、国際熱核融合実験炉（ITER）やJT-60SA等の大型実験装置の建設が進められ、核融合プラズマの物理的特性の実験研究およびプラズマ周辺装置の開発・実証が計画されている。核融合原型炉（以下原型炉）の開発やそれ以降の核融合実用炉（以下実用炉）の開発研究においても実規模装置による実験研究は重要である。しかし、実規模の大型装置は設計製作に長期間を必要とし、製造および運転に多大なコストがかかる。原型炉やそれ以降の実用炉における構造の最適化や運転の最適化の研究をこれらの実規模装置のみで行うことは困難であり、これを補完する技術が必要である。

類似の大型プラントである原子力発電では、プラントの挙動を模擬するシミュレータを用いることで、現実の装置を使うことなく、故障時の運転解析、運用最適化が実現している。核融合炉においても同様に数値計算によるシミュレータ技術が必須である。そこで、原型炉やそれ以降の実用炉に向けた計算機シミュレーション技術に関して調査検討することで、核融合炉実現に向けた今後の技術開発に資する。

## 2. 背景および内外機関における調査活動

現在建設中のITERや国内において稼働中の大型ヘリカル装置（LHD）などの核融合プラズマ実験装置でも分野ごとに数値計算モデルを使用したシミュレーション技術研究は推進されている。例えば、炉内プラズマの挙動に関しては、MHDのモデルに基づくシミュレーション、原子分子相互作用に基づくシミュレーション、周辺構造材との電磁回路モデルに基づくシミュレーションなどの研究が行われ、一部では相互にモデルを結合した複雑系の計算モデルの開発も行われている。また、数値計算結果を視覚的に表現するための仮想空間の研究も進められ、例えば、核融合科学研究所では稼働中のLHD内部を仮想現実化した仮想現実（VR）システムが開発され運用されている。さらに、このようなVRシステムは、プラント製造で使用されるCADと関係させ、装置の組み立てあるいは部材交換などの装置保守の計画にも使用されている。

核融合炉周辺機器においても、超伝導コイルを冷却するためのヘリウム冷凍機について計算機による実時間プラントシミュレータの構築が行われ、運転シミュレーションに使用されている。

このようにそれぞれの分野で精力的に数値計算モデルを使用したシミュレーション、あるいはVRシステムのようなマンマシンインタフェースの研究開発が進められているが、残念ながら核融合炉の研究分野では原子力発電プラントのようにこれらを統合したプラントのシミュレーションモデルを構築するまでには至っていない。

そこで、将来における核融合炉の数値計算シミュレーション技術を俯瞰するために、核融合炉に関連する各種数値計算モデル、シミュレーション技術の調査研究を実施する。

## 3. 調査検討事項

核融合炉に向けた数値モデル計算およびその周辺技術に関して、以下の事項に重点を置いて調査・検討する。

- ・核融合プラズマの物理特性およびプラズマ制御に関する数値モデル研究。
- ・大型装置の設計製作に関する、シミュレーション技術。
- ・プラント周辺機器の運転、最適化に関する数値モデル技術。
- ・数値モデルの計算結果と人のインタフェースに関する研究。

#### 4. 予想される効果

現時点では、数値計算モデル研究およびVRの検討はそれぞれの分野ごとに独立して行われている。原型炉やそれ以降の実用炉の設計および最適化作業においては、これらの数値計算モデルを連結あるいは統合して運用する必要が生じる。

本調査研究において、現在動いている数値モデル研究プロジェクトあるいはVR研究について横断的体系的に調査することにより、原型炉やそれ以降の実用炉において必要となる核融合炉数値計算モデルの概観を提示することで、原型炉設計検討の推進に直接の寄与となると同時に、従来の核融合研究分野の枠を越えた研究者および技術者の参画を促し、実用炉に向けた研究開発の促進が期待できる。

#### 5. 調査期間

平成29年(2017年)4月～平成32年(2020年)3月

#### 6. 活動予定

委員会	4回/年	幹事会	4回/年
見学回	1回/年		

#### 7. 報告形態

全国大会シンポジウムなどの技術報告会の開催をもって報告とする。