

研究テーマ紹介 課題No.23

核融合炉設計を基盤とした システム創成・学際領域研究

核融合システム研究系
後藤拓也

キーワード:

核融合炉設計、システム工学、
科学技術社会論、社会経済学

ユニット構築会議
2021.5.31 ZOOM会議

提案の動機

- これまで核融合炉概念設計と関連する工学R&Dを進めてきたが、未だ核融合炉実現には課題山積
- 原型炉は仕様をほぼ確定して開発が進むが、代替方式・ソフト面の検討を進める実施主体が必要
 - ヘリカル・レーザーはアクションプランに明記
 - 先進ダイバータ・先進ブランケット開発はこれまで核融合研がリードし大学との共同研究を推進
 - 先進燃料 (DD, D³He, p¹¹B)、直接発電等の共同研究も長年継続
 - ソフト面での対応はまだこれから (コスト削減・アウトリーチ)
- 人材育成のためにもこれらの活動の継続は必要

炉設計を基盤とした研究が必要

- 開発研究に対し、多様な選択肢と知見を将来に遺す
 - 特定の仕様(炉型式、材料選択、プラント性能)に捉われない幅広い可能性の探求
 - 核融合炉環境に独特な現象の理解と制御
 - エネルギー源だけではない核融合の価値の追求
- 一方で、これらの研究に意義を与えるためには炉設計が必須
 - 具体像があってはじめてそれぞれの研究の範囲や目標、位置づけが定義される
 - 炉設計は核融合研究そのものの価値(何を生み出すか)の指標

➔ 炉設計を基盤とした研究体制を現状の課題から構想

核融合炉実現への課題

液体金属噴流・ペブルダイバータ基礎実験
(科研費・核融合工学研究プロジェクト経費)
先進ダイバータ・ブランケット研究
(NIFS一般共同研究)

システム統合

炉心制御(計測・加熱・燃料供給) 電力系統 超伝導・低温
遠隔保守 ダイバータ・ブランケット 発電・水素製造 安全管理
同位体処理

コストモデル開発
(BA炉設計共同研究・
原型炉研究開発共同研究)

経済性の実証

建設単価、発電原価、
外部経済性、資源確保
運用性(系統安定性等)

核融合炉

ヘリカル(核融合工学
研究プロジェクト)
レーザー(レーザー
実験炉設計委員会、
レーザー核融合戦略
会議)
トカマク(原型炉設計
合同特別チーム)

社会合意の形成

周辺環境影響、
放射性同位元素取り扱い

アウトリーチ研究会
(NIFS一般共同研究)
アウトリーチHQ

課題解決を導く多様な学術研究

システム工学

コンパクト化・高効率化・高出力密度化・高強度化
・即応性・固有安全性その他の同時達成、
規模の大きく異なるシステムの協調動作

核融合炉設計

社会経済学

建設単価・発電原価・
CO₂削減効果評価、
電力系統解析、
市場需給構造分析

科学技術社会論

リスクコミュニケーション、
核融合正史の編纂、
技術安全保障、
Society6.0?

核融合によって既存学問が発展

極限・多階層システム工学

極限・限定環境下での
複雑・高度工学システムの高信頼性・協調動作
→ 深海・深地層・宇宙探査等

原子力分野における
原子力学に相当する
学問体系

核融合学

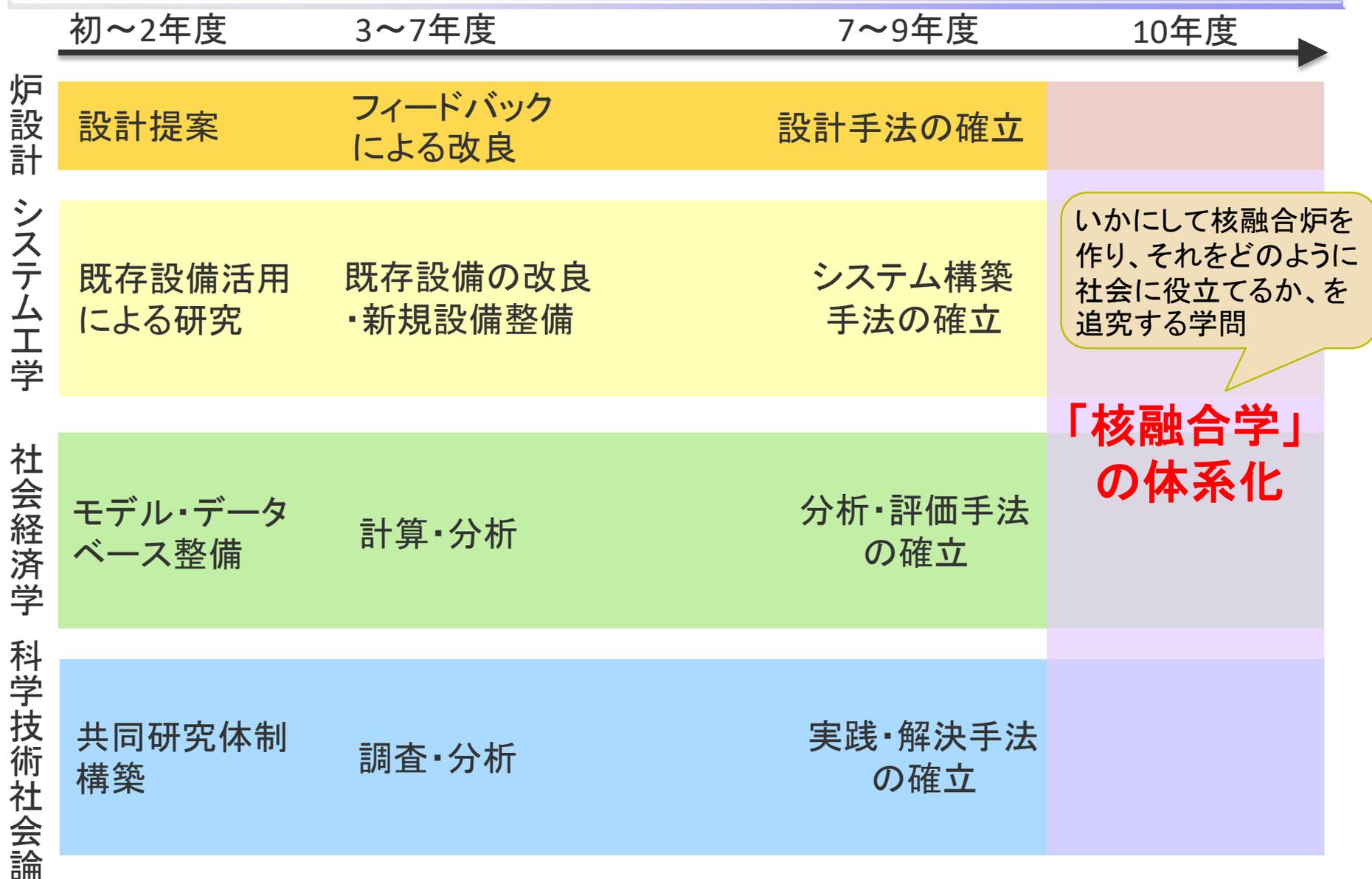
未来社会経済学

これまでにない特徴を持つ
エネルギー源の大規模導入
→ 新技術のインパクト評価、
未曾有の事態への対応

革新的 科学技術社会論

巨大・先進科学技術の開発
→ 民意重視時代の革新的科学
技術推進への合意形成

10年で「核融合学」を体系化



必要な研究環境

工学研究設備

核融合研(総合工学実験棟・超伝導マグネット研究棟・
開発実験棟)にある大型研究設備
(Oroshi-2、ACT-2、大口径高磁場試験装置、...)
共同研究先大学・研究機関の実験装置

設計チーム

計算機環境

炉システム設計、配位最適化、
運転シナリオ解析、安全解析、
CO₂排出量削減シナリオ分析等
大規模計算用計算

共同研究体制

炉設計・核融合工学から
一般科学・人文社会科学(経済・
政治・文化)まで幅広い展開

想定する研究体制

研究ユニット

炉設計

システム
工学

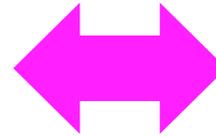
社会経済学

科学技術
社会論

技術部

技術支援・
運転支援

共同研究・
実験設備
共同利用



外部研究機関

- 大学・高専（理工学、社会学、経済学、心理学、...）
- 研究機関（QST、RITE、...）
- 民間企業

参加・
情報交換

学会

- プラズマ・核融合学会
- 機械学会
- 計測自動制御学会
- エネルギー・資源学会
- 科学技術社会論学会
- ...