

# 大学等を対象とした新たな共同研究の 令和元年度採択結果について

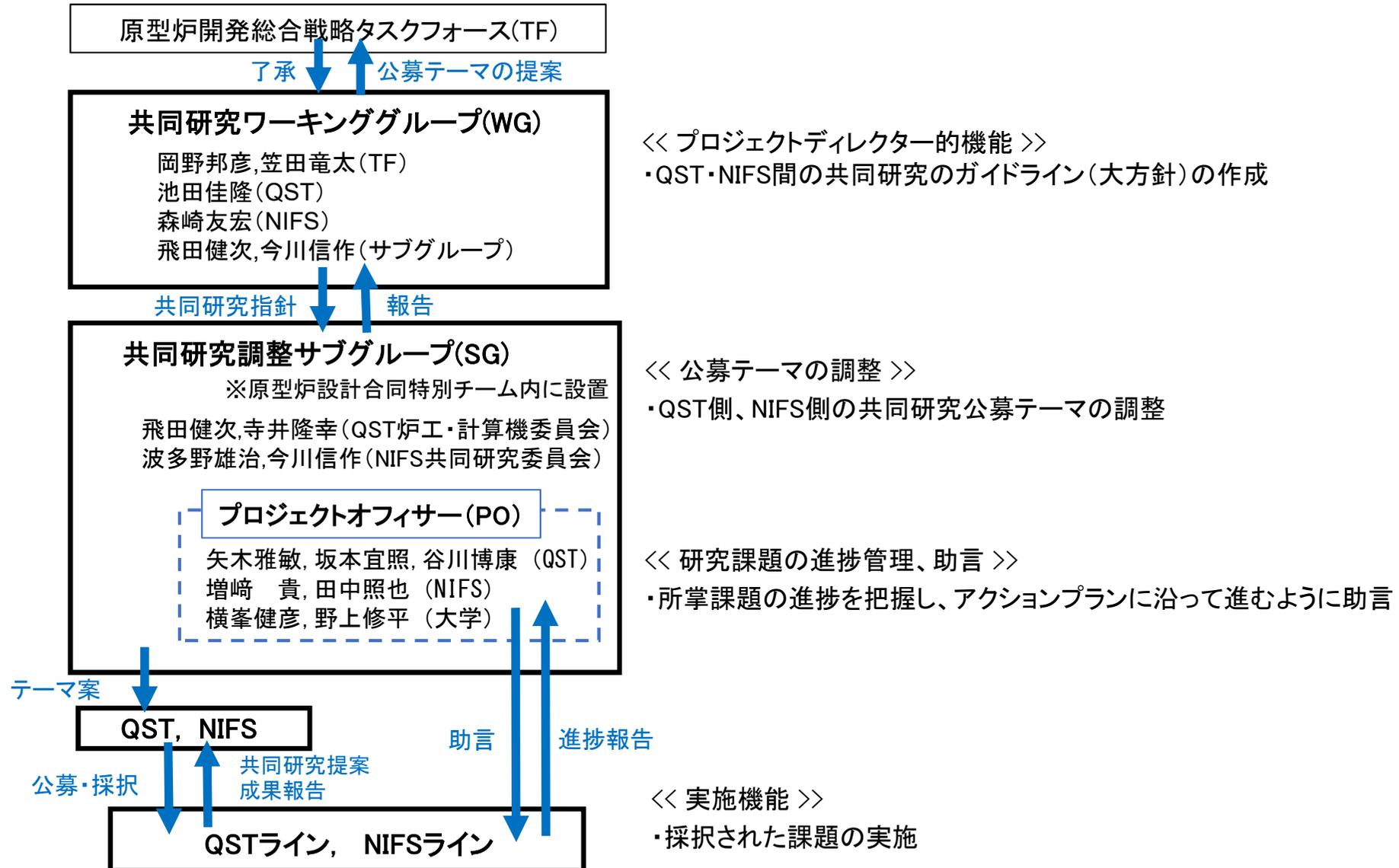
令和元年6月6日  
共同研究ワーキンググループ

# 共同研究の目的・運用体制(概要)

## 1. 目的

大学等を対象とした原型炉に向けた共同研究をとりまとめる新たな体制を整備し、自主・自律を前提とする大学等の優れた取組を支援することにより、国と各機関で、一体となって原型炉研究開発に取り組むことを目的とする。

## 2. 運用体制



# 共同研究の実施に向けた調整状況

## 第2回共同研究WG／第2回共同研究調整SG合同会合

### 議事概要

#### (1) SG; QST/NIFS採択課題(新規)の確認

- ✓ 分野・内容に重複が無いことを再度確認
- ✓ 課題提案型の申請には、採択には至らなかったものの新着想に基づく原型炉関連技術の提案あり  
(大学ならではの提案に対して期待感を共有)

#### (2) SG; PO (プロジェクトオフィサー)の役割

- ✓ アクションプランの課題毎にPOを割り当て
- ✓ POは合同成果報告会に出席、共同研究の実施状況の把握、助言

#### (3) WG; 共同研究の進捗状況の聴取

- ✓ SGから共同研究の採択状況について聴取

#### (4) WG/SG; 今年度の計画

- ✓ R2年度新規公募に向けたスケジュールを協議



第2回会合(R1年5月13日)

# QSTからの公募テーマ(新規)及び応募・採択件数

研究期間は3年程度(最長5年)、予算申請額は100万円以下/年。

アクションプラン 項目	公募テーマ及び内容	応募 件数	採択 件数
0. 炉設計	<b>(1) サプレッションプールでの水蒸気凝縮過程における非凝縮性ガスの影響</b> In-vessel LOCA時の真空容器過圧を抑制するためのサプレッションプール内において、原型炉で想定される水蒸気に微量の非凝縮性ガス(Ar, Heなど)が混入する場合について水蒸気凝縮特性に与える影響を検討する。	1	1
	<b>(2) 原型炉に向けたダイバータシミュレーション</b> SONIC等のダイバータシミュレーションコードの現行モデルにおける感度解析、プラズマや中性粒子輸送モデルの高度化等を進める。また、原型炉相当の高密度条件におけるシミュレーションの安定性向上の方策を検討する。		
5. 理論・シミュレーション	<b>(3) 低放射化フェライト鋼の照射硬化因子評価技術の開発</b> 低放射化フェライト鋼の核融合中性子照射による照射硬化を予測するための技術を開発する。照射により形成される転位ループまたは転位線の硬化への寄与度を定式化するため、転位ループの形成過程と、数密度・サイズ及び移動度に対する不純物または添加物の影響を解明するための実験的評価手法を提案(または硬化因子の特定)する。	1	1
	<b>(4) 核融合中性子照射場の理論的定量化に関する研究</b> 原型炉ブランケット構造材料を対象とし、核融合中性子の照射環境下(照射場)で生成するはじき出し欠陥量を理論的に定量化するための研究を推進する。数keVから数100 keVまでの種々のPKAエネルギーに対して1000点以上のデータ数を取得することで、衝突カスケード損傷での残存欠陥挙動について系統的な統計評価を行う。この結果に基づき、中性子エネルギースペクトルが互いに異なる照射場(原型炉、HFIR、A-FNSなど)の照射欠陥生成量を定量化する。		
	<b>(5) 核融合中性子源の照射モジュールシステムに関する研究</b> 核融合中性子源照射モジュールの伝熱媒体としてキャプセル中に充填する液体金属と鉄鋼材(F82HやSUS等)との腐食特性に関する実験的研究を行い、液体金属と鉄鋼材の共存性を評価する。		
8. 核融合炉材料と規格・基準			
	合計	5	5

# QST 令和元年度 原型炉研究開発共同研究の採択一覧

## 新規課題5件を含め41件を採択

- 炉設計: 11件
- 構造材料: 18件
- 理論・シミュレーション: 6件
- 中性子源: 6件

	研究課題名(構造材料)	AP項目番号 (〇は公募課題番号)	研究代表者(職位)	
1	破面寸法による微小引張試験片SS-J3の破断延性評価に関する検討	8	岐阜大学 中田 隼矢(准教授)	継続
2	中性子照射試験に向けた微小試験片による疲労試験技術の開発	8	東北大学 野上 修平(准教授)	継続
3	微小試験片による破壊靱性の評価及び試験指針の検討	8	大阪大学 大畑 充(教授)	継続
4	低放射化フェライト鋼のクリープ特性に及ぼす試験片寸法の影響	8	核融合科学研究所 長坂 琢也(准教授)	継続
5	原型炉構造材料のクリープ強度特性評価	8	福井大学 旭吉 雅健(准教授)	継続
6	原型炉構造材料の疲労及びクリープ疲労強度特性評価	8	立命館大学 伊藤 隆基(教授)	継続
7	F82H鋼における真応力-真ひずみ曲線の取得及び解析	8	福島高専 鈴木 茂和(准教授)	継続
8	低放射化フェライト鋼微小試験片の磁気特性の温度依存性評価	8	岩手大学 鎌田 康寛(教授)	継続
9	水素をトレーサーに用いた炉内構造物の損傷検出・評価技術の開発	8	鹿児島大学 駒崎 慎一(教授)	継続
10	原型炉内異材接合体製作技術及び残留応力推定法に関する研究	8	大阪大学 芹澤 久(准教授)	継続
11	低放射化フェライト鋼とステンレス鋼の異材溶接部における各種欠陥の評価	8	大阪大学 森 裕章(准教授)	継続
12	原型炉ダイバータ構造材料の水腐食に関する研究	8	室蘭工大 中里 直史(助教)	継続
13	照射下における低放射化フェライト鋼の組織安定性に関する研究	8	東京大学 阿部 弘亨(教授)	継続
14	低放射化フェライト鋼の照射下微細組織発達に及ぼす核変換ガス原子の影響	8	北海道大学 橋本 直幸(教授)	継続
15	超微小試験法による低放射化フェライト鋼の強度特性評価	8	東北大学 近藤創介(准教授)	継続
16	低放射化フェライト鋼中における水素同位体及びヘリウムの挙動に関する研究	8	鹿児島大学 佐藤 紘一(准教授)	継続
17	低放射化フェライト鋼の照射硬化因子評価技術の開発	8. (3)	島根大学 荒河 一渡(准教授)	新規
18	核融合中性子照射場の理論的定量化に関する研究	8. (4)	京都大学 森下 和功(准教授)	新規

	研究課題名(炉設計)	AP項目番号	研究代表者(職位)	
1	原型炉タングステンダイバータの非定常熱負荷による溶融挙動と蒸気遮蔽効果	3	大阪大学 伊庭野 健造(助教)	継続
2	原型炉における熱・粒子制御に関する物理課題の検討とモデル化	3	名古屋大学 田中 宏彦(助教)	継続
3	原型炉の炉心プラズマの性能評価	6	名古屋大学 岡本 敦(准教授)	継続
4	原型炉における電子サイクロロン電流駆動効率の改善と入射システムの検討	4	京都大学 長崎 百伸(教授)	継続
5	原型炉における先進ブランケット初期概念の検討	2	核融合科学研究所 田中 照也(准教授)	継続
6	核融合原型炉で発生する放射性廃棄物の管理シナリオに係る検討	9, 10	福井大学 川崎 大介(講師)	継続
7	原型炉におけるトリチウム蓄積量の予測及び実時間トリチウム除染法の検討	7, 9, 10	核融合科学研究所 芦川 直子(助教)	継続
8	表面制御による核融合炉材料中のトリチウム透過低減技術開発	7	静岡大学 近田 拓未(講師)	継続
9	高温高圧水と金属との界面における水素輸送モデルの構築と検証	7	近畿大学 大塚 哲平(准教授)	継続
10	原型炉TFコイル導体及び導体配列の概念設計検討	1	福井工大 伊藤 保之(教授)	継続
11	サブプレシヨンプールでの水蒸気凝縮過程における非凝縮性ガスの影響	9. (1)	早稲田大学 古谷 正裕(教授)	新規

	研究課題名(理論・シミュレーション)	AP項目番号	研究代表者(職位)	
1	原型炉における不純物制御に向けた統合輸送シミュレーションスキームの開発	5	九州大学 糟谷 直宏(准教授)	継続
2	内部輸送障壁形成に関する大域的ジャイロ運動論シミュレーション	5	京都大学 今寺 賢志(助教)	継続
3	原型炉に向けたジャイロ運動論モデルによる電磁乱流シミュレーション解析	5	名古屋大学 前山 伸也(助教)	継続
4	核燃焼効率評価のための統合輸送コード開発	5	京都大学 村上 定義(教授)	継続
5	原型炉に向けた3次元平衡解析	5	京都大学 中村 祐司(教授)	継続
6	原型炉ダイバータシミュレーションの予測精度向上に向けた基礎的検討	5. (2)	慶應義塾大学 星野 一生(准教授)	新規

	研究課題名(中性子源)	AP項目番号	研究代表者(職位)	
1	液体リチウム中の非金属不純物の制御法に関する研究	8	九州大学 片山 一成(准教授)	継続
2	液体リチウムループにおける窒素回収	8	京都大学 八木 重郎(講師)	継続
3	核融合中性子源の設計に向けたリチウムターゲットの流動評価に関する研究	8	名古屋大学 辻 義之(教授)	継続
4	強力中性子源のための高速リチウム流動安定性評価に向けた山実験によるターゲット厚さ計測手法の検証とノズル内壁表面粗さの影響評価	8	大阪大学 帆足 英二(准教授)	継続
5	核融合中性子源設計に向けたリチウムターゲット下流配管とクエンチタンク構造に関する研究	8	京都大学 横峯 健彦(教授)	継続
6	核融合中性子源照射モジュールの液体金属伝熱媒体と鉄鋼材料の材料共存性に関する実験的研究	8. (5)	東京工業大学 近藤 正聡(准教授)	新規

# NIFS共同研究の公募種目

## (A) 課題指定型

研究課題を公募において指定し、アクションプランに基づき、中長期的な視点に立った概念として先進的な研究課題。

- ・ 研究期間は3年、予算申請額は3年間総額で上限1,500万円

## (A') 課題指定型（若手優先）

研究課題を公募において指定し、アクションプランに基づき、中長期的な視点に立った概念として先進的な研究課題。若手研究者を育成するために、応募年度4月1日時点で39歳以下の研究者が、一人で取り組む研究に限って公募するものとする。

- ・ 研究期間は3年以内、予算申請額は総額で上限500万円

## (B) 課題提案型

アクションプランの課題に対応するため、新興・融合分野との連携等により、これまでになかったような新たなアプローチで取り組む課題。終了時の審査により重要性が確認された場合には、その翌年度に課題指定型の枠で公募することも検討する。

- ・ 研究期間は単年度のみ、予算申請額は上限100万円

- ※ 本事業の予算枠に合わせるために、採択後に公募時に提案された経費を査定することがあり得る。
- ※ そのほか、NIFS及びQST共同研究の具体的な公募内容・手続きについては、公募要領に記載。

# NIFSからの公募テーマ(新規)及び応募・採択件数

※件数の( )は若手優先の数(内数)

アクションプラン 項目	公募テーマ及びアクションプランとの対応	応募 件数	採択 件数
2. ブランケット	(1) 液体ブランケットのMHD圧力損失低減 ----- 先進ブランケット;「原型炉TBMのための先進ブランケット概念検討と素案提示」、「小型試験体製作、機能・特性試験」、および「実環境相当の統合循環ループ試験」	2 (1)	(1)
	(2) 液体ブランケット異材接合部の増殖/冷却材との共存性研究 ----- 先進ブランケット;「原型炉TBMのための先進ブランケット概念検討と素案提示」、「小型試験体製作、機能・特性試験」、および「実環境相当の統合循環ループ試験」	2	1
3. ダイバータ	(3) ダイバータ機器健全性評価技術の開発 ----- 材料・機器開発;「ダイバータ機器の保全や補修技術の評価と開発」	(1)	0
	(4) 耐照射性向上に向けたダイバータ用タングステン合金の開発 ----- 材料・機器開発;「ダイバータ機器構成材料の中性子照射影響」	1	1
	(5) ダイバータ用タングステン合金の再結晶抑制技術の開発 ----- 材料・機器開発;「ダイバータ機器の保全や補修技術の評価と開発」	0	0
	(6) ダイバータデタッチメントプラズマ中の原子分子過程実験とモデリング ----- プラズマ運転シナリオ;「ダイバータプラズマシミュレーション開発」	2	1
7. 燃料システム	(7) 燃料循環システム要素技術 ----- 燃料循環システム技術開発;「燃料循環システム要素技術(不純物除去、同位体分離など)の開発」	2	1
	合計	10 (2)	5 (1)

# NIFS 令和元年度 原型炉研究開発共同研究の採択一覧

	種目	研究課題名	AP項目番号 (○は公募課題番号)	研究代表者 (所属機関)
1	(A')課題指定型 (若手)	MHD圧力損失低減用機能性被覆の創製と特性評価	2. (1)	静岡大学 近田 拓未(講師)
2	(A)課題指定型	液体ブランケット異材接合部の増殖/冷却材との共存性研究	2. (2)	東京工業大学 近藤 正聡(准教授)
3	(A)課題指定型	耐照射性および再結晶遅延性能の向上のためのタングステン合金の開発	3. (4)	東北大学 野上 修平(准教授)
4	(A)課題指定型	非接触プラズマにおける原子分子過程と粒子輸送に関する実験とモデリング	3. (6)	名古屋大学 大野 哲靖(教授)
5	(A)課題指定型	高速応答原型炉燃料サイクルとプロトンポンプフロントエンド	7. (7)	京都大学 小西 哲之(教授)
6	(B)課題提案型	溶融塩抽出及び電気化学的手法を用いた液体増殖材中不純物の低減	2. 先進ブランケット、 「小型技術試験体、機能・特性試験」	京都大学 八木 重郎(講師)

応募19件：課題指定型10件(若手優先2件を含む)，課題提案型9件

採択6件：課題指定型5件(若手優先1件を含む)，課題提案型1件

課題提案型の分野：

1. 超伝導コイル；高強度構造材料・耐放射線絶縁材料(1件)
2. ブランケット；先進ブランケット(2件)
3. ダイバータ；開発目標の整合性確認と炉設計への適用(2件)
3. ダイバータ；材料・機器開発(2件)
4. 加熱・電流駆動システム；高信頼性(1件)
8. 核融合炉材料と規格・基準；増殖機能材料(1件)

# 公募・実施スケジュール(実績と予定)

	QST共同研究	NIFS共同研究
1月22日	原型炉開発総合戦略タスクフォース（公募テーマ等の検討）	
下旬	公募開始（1/24）	
2月下旬	公募締切（2/25）	
3月上旬		公募開始（3/6）
下旬		公募締切（3/29）
4月中旬	採択通知（4/17）	採択通知（4/19）
5～6月	共同研究開始	共同研究開始
12月初旬	次年度公募開始	次年度公募開始
1～3月	研究成果報告会 研究成果報告書提出	研究成果報告会（調整中） 研究成果報告書提出（2/28）
6月頃 （調整中）	QST・NIFS合同成果報告会	

# 參考資料

---

# これまでの議論

## 「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」(平成29年12月18日 核融合科学技術委員会)(抜粋)

- 原型炉設計合同特別チームを中心に炉設計を推進して開発計画を立案し、量子科学技術研究開発機構、核融合科学研究所、大学、産業界の間で開発計画の中で担う役割を分担する。そして、国と各機関で戦略と問題意識を共有し、一体となって原型炉研究開発に取り組むために新しい制度設計も含めた体制整備を行う。
- 核融合科学研究所及び大学は、相補的・代替的なヘリカル方式・レーザー方式の推進や、核融合プラズマと炉工学の学術基盤の構築、教育並びに人材育成を行う。それらを大学の自主・自律のもとに進めると同時に、ITERやJT-60SA、LHD、BA活動への積極的な参画も期待される。
- 大学では、より多くの優秀な人材を育成すべく、独創的で魅力的な学術研究を推進し、国内外との共同研究を通して、多様な研究の機会を学生や若手研究者に提供するなどの取組を行うべきである。



## 「原型炉研究開発ロードマップについて(一次まとめ)」(平成30年7月24日 核融合科学技術委員会)(抜粋)

- アクションプランの実現にあたっては、炉工学の基礎研究等において、大学等の貢献が不可欠であることは言うまでもない。また、本年3月28日に核融合科学技術委員会が取りまとめた「核融合エネルギー開発の推進に向けた人材の育成・確保について」において、改めて、原型炉研究開発に必要な人材の確保にあたっての、大学等の重要性を示したところである。
- 自主・自律を前提とした大学等の優れた取組みを支援するためには、これまでの量子科学技術研究開発機構を中心とした体制に加えて、大学等を対象とした原型炉に向けた共同研究をとりまとめる新たな体制を整備することが必要である。
- 大学等を対象とした新たな共同研究のとりまとめ体制の整備にあたっては、その中核を担う機関、つまり中核機関を設けることが望ましい。中核機関の要件としては、核融合に関して、①大学等が自主・自律のもとに取り組む共同研究をとりまとめた実績や、②研究を通じた人材育成にも取り組んできた実績が十分にあり、③世界最先端の大型核融合装置の設計、建設、運用まで取り組むことのできる能力を有し、その能力を原型炉設計等にも生かすことのできる機関であること、があげられる。
- 上記要件を鑑みると、中核機関としては、核融合科学研究所が最適であり、今後さらに、核融合科学研究所を中心とした体制の検討を深めていく必要がある。



# QST核融合炉工学委員会、核融合大型計算機検討・利用委員会

## 核融合炉工学研究委員会(平成30年度)

氏名	所属
寺井 隆幸(委員長)	東京大学大学院 工学系研究科
井口 哲夫	名古屋大学大学院 工学研究科
上田 良夫	大阪大学大学院 工学研究科
小川 雄一 (原型炉設計・工学R&D専門部会長)	東京大学大学院 新領域創成科学研究科
柿内 秀樹	環境科学技術研究所 環境影響研究部
木村 晃彦	京都大学 エネルギー理工学研究科
功刀 資彰	京都大学大学院 工学研究科
小西 哲之	京都大学 エネルギー理工学研究科
坂本 瑞樹	筑波大学 プラズマ研究センター
村田 勳	大阪大学大学院 工学研究科
橋爪 秀利	東北大学大学院 工学研究科
長谷川 晃	東北大学大学院 工学研究科
波多野 雄治	富山大学 水素同位体科学研究センター
深田 智	九州大学大学院 総合理工学研究院
室賀 健夫 (強力中性子源専門部会長)	自然科学研究機構 核融合科学研究所
岸本 泰明	京都大学大学院 エネルギー科学研究科
飛田 健次	QST 核融合エネルギー研究開発部門
坂本 慶司	QST 核融合エネルギー研究開発部門
林 巧	QST 核融合エネルギー研究開発部門
矢木 雅敏	QST 核融合エネルギー研究開発部門
坂本 宜照(幹事)	QST 核融合エネルギー研究開発部門
春日井 敦	QST 核融合エネルギー研究開発部門
谷川 博康	QST 核融合エネルギー研究開発部門
河村 繕範	QST 核融合エネルギー研究開発部門
岩井 保則	QST 核融合エネルギー研究開発部門
中道 勝	QST 核融合エネルギー研究開発部門
中村 博文(幹事)	QST 核融合エネルギー研究開発部門

## 核融合大型計算機検討・利用委員会(平成30年度)

氏名	所属
中島 徳嘉(委員長)	自然科学研究機構 核融合科学研究所
功刀 資彰	京都大学大学院 工学研究科
藤堂 泰	自然科学研究機構 核融合科学研究所
渡邊 智彦	名古屋大学 理学部・大学院理学研究科
古川 勝	鳥取大学大学院 工学研究科
飛田 健次	QST 核融合エネルギー研究開発部門
矢木 雅敏	QST 核融合エネルギー研究開発部門
井手 俊介	QST 核融合エネルギー研究開発部門
石井 康友(幹事)	QST 核融合エネルギー研究開発部門
宮戸 直亮	QST 核融合エネルギー研究開発部門

# NIFS原型炉研究開発共同研究委員会

委員名簿(平成31年1月現在)

氏名	所属
波多野 雄治(幹事長)	富山大学研究推進機構水素同位体科学研究センター
今川 信作(幹事)	核融合科学研究所
石田 真一	量子科学技術研究開発機構核融合エネルギー研究開発部門
大野 哲靖	名古屋大学大学院工学研究科
長壁 正樹	核融合科学研究所
笠田 竜太	東北大学金属材料研究所
坂本 宜照	量子科学技術研究開発機構核融合エネルギー研究開発部門
坂本 隆一	核融合科学研究所
田中 照也	核融合科学研究所
野上 修平	東北大学大学院工学研究科
増崎 貴	核融合科学研究所
室賀 健夫	核融合科学研究所
森崎 友宏	核融合科学研究所
横峯 健彦	京都大学大学院工学研究科

# 今回公募する課題を選定した理由

## QST共同研究

アクションプランを直接的に遂行する研究開発

- QSTが担当する共同研究は、これまで原型炉設計合同特別チームを中心に取り組んできた課題について、大学が有する専門性を活用することで、より効率的に進捗すると望まれるものを選定した。
- 今回の公募においては、原型炉設計合同特別チームにおける設計活動、研究開発の進展を踏まえて、炉設計、理論・シミュレーション、核融合炉材料と規格・基準の3項目を対象とした。
- 炉設計については、目下の課題となっている、サプレッションプールによる事故影響緩和を進めていくべく、その特性を詳細に検討していく。
- 理論・シミュレーションについては、これまでの検討で成果が現れはじめているダイバータのモデルについて、さらなる高度化を進めることとする。
- 核融合炉材料と規格・基準については、これまで検討を進めてきた低放射化フェライト鋼の課題に着目するとともに、核融合中性子源の概念設計に向けた、理論的研究と、工学的課題について着目することとした。

## NIFS共同研究

大学等の自主・自律を前提とし、中・長期的な人材育成を含むアクションプランを遂行する研究開発

- アクションプランで大学の担当とされている項目のうち、ブランケット、ダイバータ、燃料システムについては、原型炉を構成する機器のなかでも、とりわけ飛躍的な技術進展が必要である一方、ある程度我が国の研究者に強みのあるものであるため、本制度で支援することが効果的であると考えられる。
- また、システムとしても興味深いことから、若手研究者の参画を呼び込むことも期待され、すぐに技術を完成させる必要はなくとも、中長期的な視野で、人材育成の布石を打っておくことが必要な分野でもある。
- ブランケットに関しては、原型炉概念との整合性の観点で、運転の後半で設置が検討されている液体ブランケットに関する問題を、課題に設定した。
- ダイバータに関しては、ITERにも採用され、原型炉への採用も有望であるものの、さらなる可能性の研究が必要なタングステンを追求することとした。ただし、シミュレーション研究については、学術的観点からダイバータプラズマの基礎物理過程に着目し、QST共同研究と差別化している。
- 燃料システムについては、学術的な総合知を問う課題として設定している。