

平成28年4月7日、核融合科学研究所
核融合ネットワーク会合

文科省
核融合科学技術委員会の活動について

核融合科学技術委員会
主査 小川雄一

文部科学省 科学技術・学術審議会
 研究計画・評価分科会 核融合科学技術委員会

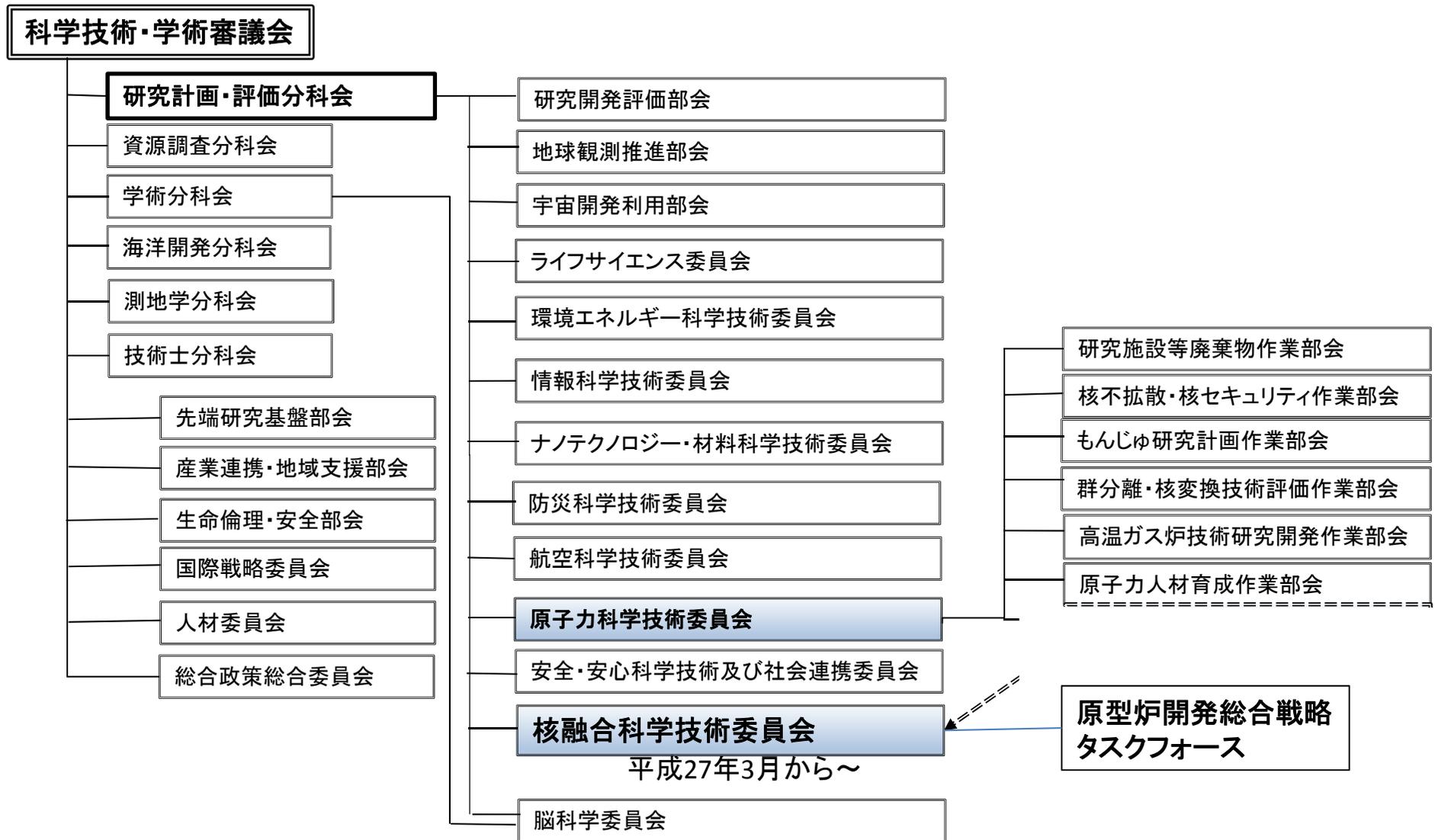


図1 文部科学省の科学技術・学術審議会組織図(抜粋)

核融合科学技術委員会(主査:小川雄一(東京大学))

○原型炉開発に向けた技術基盤構築のための体制整備について

- ・課題解決に向け、産学官が一体となって研究開発を行うための実効性のある推進体制(産学官の共創の場)の構築
- ・人材及び財源の確保に当たり留意すべき事項
- ・アクションプラン等の審議・策定
- ・現行のBA活動終了後(平成29年度以降)の研究開発の進め方

○トカマク方式以外の核融合研究の在り方について

- ・ヘリカル方式及びレーザー方式における核融合研究の進展状況の調査、今後の研究の在り方

○原型炉開発ロードマップの策定

- ・以上の状況を踏まえた、ロードマップの策定

原型炉開発総合戦略タスクフォース(主査:岡野邦彦(慶應義塾大学))

(1) 原型炉開発に向けたアクションプランの策定

(2) 原型炉設計合同特別チーム等による研究開発の進捗状況の把握、同チームへの助言等

(3) 幅広いアプローチ(Broader Approach)活動の成果も念頭に置きつつ、適切な時期に、技術基盤構築の進捗状況及び原型炉設計と各要素技術の課題解決への取組のとりまとめ

平成28年4月7日

原型炉開発に向けた アクションプランの検討について

原型炉開発総合戦略タスクフォース

岡野 邦彦

1. はじめに

- 文科省・核融合科学技術委員会(小川雄一主査)に設置された「原型炉開発総合戦略タスクフォース(TF)」では、委員会における原型炉に向けた技術基盤構築のための体制整備についての審議に資するものとして、「**原型炉開発に向けたアクションプラン**」をとりまとめた。
- アクションプランはアクションプラン**構成表**とアクションプラン**項目別解説**からなる。
- **今後の検討課題**についても整理を行った。

2. アクションプランについて

- **合同コアチーム報告** (平成26年7月及び平成27年1月)にある検討を元にしつつ、実効的なフォローアップと体制整備の進捗状況を確認できるアクションをまとめた。
- ダイバータ研究の加速については、核融合エネルギーフォーラム **ダイバータ研究開発加速戦略方策検討評価WG** (上田良夫主査) の報告を反映した。
- JAEA (現QST) 六ヶ所核融合研究所を拠点として設けられた **原型炉設計合同特別チーム** の取組との整合性についても留意した。

2. アクションプランについて

ヘリカル方式については、ヘリカル型定常核融合炉に向け、NIFSを中心に進む研究の多くが、主案原型炉に向けた共通の技術基盤を提供しうるとして、アクションプランに位置付けている。

レーザー方式は、その特有の研究開発がトカマク型原型炉に向けた共通の技術基盤の提供に資する部分は限定的になる。しかし、その共通技術基盤への寄与が、レーザー方式の計画全体で、どのような位置づけにあるかを明らかにしておくことは、我が国の核融合研究開発の全体像を俯瞰する上で必要であることから、**参考資料**として「レーザー炉特有の研究開発項目」を示すこととした。

2. アクションプランについて

社会科学的検討に関しては、社会連携活動をより効果的に行うことが、原型炉建設に向けて社会の理解を得るためにも重要と考えられることから、新たな項目として、「社会連携」を置いた。

他の項目と異なり、社会連携活動は、必ずしも組織的な取組がなれさせてきたとは言えないため、本アクションプランでは、活動を本格化するために必要な体制の構築も一つのアクションとして示した。

2. アクションプランについて

●アクションプラン構成表と項目別の補足説明からなり、次の4期間内にアクションを分類した。

- ①現在～2016年度
すでに実施中、またはすぐに開始すべきアクション
- ②2017年度～2019年度
中間C&Rまでに実施すべき、または完了すべきアクション
- ③2020年度～2027年度
中間C&R以後、第4段階への移行判断までに実施/完了すべきアクション
- ④2027年度～2035年度
移行判断後、建設開始までに実施/完了すべきアクション

アクションプラン構成表

0. 炉設計
1. 超伝導コイル
2. ブランケット
3. ダイバータ
4. 加熱・電流駆動システム
5. 理論・シミュレーション
6. 炉心プラズマ
7. 燃料システム
8. 核融合炉材料と規格・基準
9. 安全性
10. 稼働率と保守性
11. 計測・制御
12. 社会連携
13. ヘリカル方式
14. レーザー方式

参考資料:レーザー炉特有の研究開発項目

アクションプラン構成表

凡例

合同特別チームの 活動フェーズ	概念設計の基本設計		概念設計	工学設計
	2015	2017	2020	2027
#. 課題名 コアチーム報告に 準拠 (12項以後を除く)	アクションを、開始、実施機関記号、 アクション名、終了年の順に、以下 の例のように記載： (15)特/J/N:アクション1(19) 黒： 開始事項 赤： 完了事項 (15)特/J/N:アクション1(19)	中間C&R(20) 	C&R 原型炉段階へ(27)
	同区分期間に開始と終了の場合 の記載例： (15)特/J/N:アクション2 →(16)	注： 完了時期の(19)とは、 2020年に予定される中間 C&Rの前までを意味する。

責任をもって実施することが期待される機関・組織

- | | | |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 特： 原型炉合同特別チーム | 学： 学協会 | 大学研究所・センター等 |
| J： 日本原子力研究開発機構(核融合) | I： ITER機構 (ITER-DAを含む) | C1： 大阪大学レーザーエネルギー学研究中心 |
| N： 核融合科学研究所 | 物： 物質・材料研究機構 | C2： 京都大学エネルギー理工学研究所 |
| 大： 大学 | JW： 日本原子力研究開発機構(関西研) | C3： 筑波大学プラズマ研究中心 |
| 産： 産業界 | TF： 原型炉開発総合戦略タスクフォース | C4： 九州大学応用力学研究所 |
| F： 核融合エネルギーフォーラム | HQ： 社会連携活動で新たに想定される
ヘッドクォーター | |
| C1~C4： 大学研究所・センター等 (右記) | | |

合同特別チームの
活動フェーズ

黒: 開始事項
赤: 完了事項

概念設計の基本設計

概念設計

工学設計

2015

2017

2020

2027

2035

0.炉設計	炉概念の構築と概念設計			建設に向けた工学設計
	保守・炉構造の検討と決定			
	機器設計(目標設定と概念設計)		BOP概念設計	構造設計 構造設計
	原型炉プラズマ設計			サイト候補・規格基準
	安全確保指針(概念構築)		安全確保指針(評価と法令化)	
	物理・工学ガイドライン構築			
	物理・工学・材料データベース構築			データベース更新
	炉概念	(15)TF:アクションプラン →(16) (15)特:BA炉設計レビュー →(15) (15)特:運転計画(18) (16)特/J:初期炉心性能設定(18) (16)特:プラズマ形状設定(18) (16)特/TF:燃料サイクル・戦略(22) (16)特/TF:初期装荷燃料戦略(22)	(18)特:コスト概算 →(19) (17)特/J/N/大:統合シミュレータ(26) (19)特:基本設計概念 →(19) (19)特:燃料循環システム(26) (15)特:運転計画(18) (16)特/J:初期炉心性能設定(18) (16)特:プラズマ形状設定(18)	(20)特:炉心概念設計 →(26) (20)特/産:コスト評価 →(25) (25)特/産:全体概念設計 →(26) (16)特:燃料サイクル・戦略(22) (16)特:初装燃料戦略(22) (19)特:燃料循環システム(26) (17)特/J/N/大:統合シミュレータ(26)
保守・炉構造	(15)産/特:保守方式選択(18)	(15)産/特:保守方式選択(18)		
機器設計	(15)特:SC材評価・目標設定 →(17) (16)特/J:SC概念設計(19)	(19)特/J:原型炉TBM目標 →(19) (16)特/J:SC概念設計(19)	(21)特/産:BOP概念設計 →(25)	(27)特:プラズマ設計・計装制御→(31) (27)特/産:機器設計 →(31) (27)特/産:プラント・建屋設計→(31) (サイト評価向け) (27)特/産:BOP設計 →(31) (27)特/学:規格・基準 →(31) 規格基準・サイト候補決定後 (32)特/産:機器設計 →(35) (32)特/産:プラント・建屋設計→(35) (32)特/産:発電システム設計 →(35)

合同特別チームの
活動フェーズ

黒: 開始事項
赤: 完了事項

		概念設計の基本設計	概念設計	工学設計		
		2015	2017	2020	2027	2035
NBI		ITER NBTF 建設・試運転・運転				
		JT-60SA用装置改造・試運転・運転				
		ITER NB電源・HVブッシング 建設・試運転・運転				
		ITER 加速器 製作・試運転・運転				
		ITER, JT-60SA NBI R&D試験装置(JAEA)				
		LHD NBI R&D試験装置(NIFS)				
		メンテナンスレス負イオン源試験施設整備・試験			DEMO用試験施設建設・試験	
原型炉試験施設			(17) J/N: メンテナンスレス負イオン源試験施設整備(25)	(17) J/N: メンテナンスレス負イオン源試験施設整備(25)	(25) J/N: 原型炉用NB試験施設整備(35)	(25) J/N: 原型炉用NB試験施設整備(35)
高出力化	(15) J: 高電圧電源、HVブッシングの開発(19) (15) J: 高出力ビーム源の基盤技術の開発(22)	(15) J: 高電圧電源、HVブッシングの開発(19)	(15) J: 高出力ビーム源の基盤技術の開発(22)	(15) J: 高出力ビーム源の基盤技術の開発(22) (20) J: 超高電圧電源、HVブッシングの開発(35)	(15) J: 高出力ビーム源の基盤技術の開発(22) (20) J: 超高電圧電源、HVブッシングの開発(35)	(20) J: 超高電圧電源、HVブッシングの開発(35)
定常化	(15) J/N: ビーム軌道制御技術の開発(22)	(17) J/N: 大: 長パルス用RF負イオン源の研究 → (19) (17) J/N: 大: RF負イオンビーム光学研究(22)	(17) J/N: 大: RF負イオンビーム光学研究(22) (15) J/N: ビーム軌道制御技術の開発(22)	(17) J/N: 大: RF負イオンビーム光学研究(22) (15) J/N: ビーム軌道制御技術の開発(22) (22) J: ITER用長パルス・高出力ビーム源の実証(35) (22) J/N: 原型炉用定常・高出力ビーム源の概念設計 → (26)	(15) J/N: ビーム軌道制御技術の開発(22) (22) J: ITER用長パルス・高出力ビーム源の開発(35) (27) J/N: 原型炉用定常・高出力ビーム源の原理実証試験 → (35)	(27) J/N: 原型炉用定常・高出力ビーム源の原理実証試験 → (35)

合同特別チームの
活動フェーズ

黒: 開始事項
赤: 完了事項

	概念設計の基本設計	概念設計	工学設計
	2015	2017	2020
			2027
			2035

12..社会連携	核融合OR活動HQの在り方検討	核融合OR活動HQの設置	核融合OR活動の推進	
		ロードマップ策／原型炉設計活動に関する社会連携	サイト選定に関する社会連携	建設・運転に関する社会連携
OR活動HQ設置	(16)TF/特/J/N/F/学: 核融合OR活動HQの在り方の検討 →(16)	(17)TF/特/J/N/F/学: 核融合OR活動HQの設置 →(19)	(20)HQ/TF/特/J/N/F/学: 核融合OR活動の推進(35)	(20)HQ/TF/特/J/N/F/学: 核融合OR活動の推進(35)
OR人材育成		(18) TF/特/J/N/F/学: OR教育体制及びプログラムの検討 →(19)	(20)HQ/TF/特/J/N/F/学: OR教育の実施(35)	(20)HQ/TF/特/J/N/F/学: OR教育の実施(35)
社会連携活動	(16)TF/特: 核融合エネルギー開発ロードマップ／原型炉設計活動に関する社会連携活動の実施(19)	(16)TF/特: 核融合エネルギー開発ロードマップ／原型炉設計活動に関する社会連携活動の実施(19)	(20)HQ/TF/特: 原型炉建設サイト選定に関する社会連携活動の実施 →(26)	(27)HQ/TF/特: 原型炉建設・運転に関する社会連携活動の実施 →(35)

OR: アウトリーチ、HQ: ヘッドクォーター

合同特別チームの
活動フェーズ

黒: 開始事項
赤: 完了事項

	概念設計の基本設計		概念設計	工学設計
	2015	2017	2020	2027
13.ヘリカル方式	高性能プラズマの実証研究			
	ヘリカル炉特有の炉工学研究と成立性提示			
	ヘリカル炉概念設計			ヘリカル炉工学設計
	シミュレーション技術の蓄積			
			数値実験炉構築	
ヘリカルプラズマ	(15)N/大:ダイバータ部の熱負荷低減と粒子制御(25) (15)N/大:輸送特性と高エネルギー粒子の閉じ込め特性(25)	(17)N/大:高性能プラズマの実証(21)	(17)N/大:高性能プラズマの実証(21) (15)N/大:ダイバータ部の熱負荷低減と粒子制御(25) (15)N/大:輸送特性と高エネルギー粒子の閉じ込め特性(25) (22)N/大/J:定常運転の実証とプラズマ壁相互作用 →(25)	
炉工学・炉設計	(15)N/大:3次元解析によるヘリカル炉の成立性(19) (15)N/大:大型高磁場超伝導ヘリカルマグネットの成立性(25) (15)N/大:長寿命液体ブランケットの成立性(25) (15)N/大/産:低放射化構造材料開発研究(25) (15)N/大/産:高熱流プラズマ対向機器・材料開発研究(25) (15)N/大:ヘリカル炉概念設計(26)	(15)N/大:3次元解析によるヘリカル炉の成立性(19)	(15)N/大:大型高磁場超伝導ヘリカルマグネットの成立性(25) (15)N/大:長寿命液体ブランケットの成立性(25) (15)N/大/産:低放射化構造材料開発研究(25) (15)N/大/産:高熱流プラズマ対向機器・材料開発研究(25) (15)N/大:ヘリカル炉概念設計(26)	(27)N/大/産:ヘリカル炉工学設計 →(35)
数値実験炉	(15)N/大/J:物理素過程のシミュレーション(26) (15)N/大/J:複合物理結合・階層間結合シミュレーション(26)		(15)N/大/J:物理素過程のシミュレーション(26) (15)N/大/J:複合物理結合・階層間結合シミュレーション(26)	
			(20)N/大:数値実験炉構築(30)	(20)N/大:数値実験炉構築(30)

3. 今後の検討課題

- アクションプラン実施に向けた喫緊の取組として以下の体制整備を進める必要がある
- 1) 「ダイバータ研究開発の戦略的加速」については、引き続き組織的な検討が必要。
- 2) TF報告では「核融合アウトリーチ活動ヘッドクォーター」が提案されている。日本全体を統括して活動しうる組織の実現が必要。

3. 今後の検討課題

- 3) アクションプランの実効性を高めるためには、特別チームのさらなる強化等、産学官の共創の場が必要不可欠。
- リソースを論じるには、責任をもって実施する中心機関・組織を明らかとすることが必須。
- アクションプランには「責任をもって実施することが期待される機関・組織」をあげた。今後は、BA協定期間終了後の国際連携活動等も視野に入れた具体的な取り組みが必要。

3. 今後の検討課題

- アクションプランの最大のクリティカルパスとなるITER計画について、TFでは現在のベースライン文書に示されている計画に基づき、検討を行った。

ITER計画においては、計画の見直しが進められており、その結果次第では、アクションプランについても見直しを余儀なくされる部分が生じる。

その際は、ITER計画の変更と整合した形にするとともに、ITER計画の進捗の影響を直接受けない項目については、引き続き着実な推進を図れるよう、またITERの目標をより早期にかつ確実に達成できるよう、アクションプランを統合的視座から最新のものとする必要がある。

3. 今後の検討課題

- アクションプランの更新にあたっては、以下の3点は特に重要課題として、TFが特別チームと密に連携し、産学官の各組織とも協力して引き続き検討を進める。

- 1) 炉心プラズマ
- 2) ダイバータ開発
- 3) ブランケット開発

アクションプランは以下から ダウンロードが可能

文部科学省

核融合科学技術委員会

原型炉開発総合戦略タスクフォース(第8回)

2016年3月18日

配付資料

[http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/
gijyutu2/074/shiryo/1368567.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/074/shiryo/1368567.htm)