

# 核融合研究の推進に必要な人材の育成・確保について

平成20年7月

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会

原子力分野の研究開発に関する委員会

核融合研究作業部会

# 目 次

はじめに	1
第1章 核融合研究の推進と人材育成	2
第2章 現状の分析と課題	4
1. 基本的課題	4
2. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る中長期的な課題	6
3. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る緊急の課題	7
第3章 今後必要な施策	9
1. 核融合研究を推進するための施策	9
2. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る中長期的に行うべき施策	10
3. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る緊急に行うべき施策	11
(参考)	
核融合研究作業部会委員名簿	13
審議の経過	14
「ITER計画、幅広いアプローチをはじめとする我が国の核融合研究の推進方策 について」概要	15
用語解説	16
「核融合研究の推進に必要な人材の育成・確保について」概要	22

はじめに

核融合は、極めて広範な要素科学技術を統合する総合的科学技術である。このため、国が長期的なビジョンをもち、産学官の密接な協力体制の下、研究開発を推進する必要がある。また、核融合分野の研究・開発は、他の様々な科学技術分野と連携し、相補しあう関係を強め、人材の流動化も一層進める必要がある。核融合研究に係る、こうした長期的かつ広領域的な課題について、研究者コミュニティは総力をあげて取り組む必要があり、また国は適切な施策を行わなくてはならない。

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発に関する委員会は、ITER 計画に関する国内における推進体制の構築や核融合研究の重点化等について議論するため、平成18年3月に核融合研究作業部会（以下、「作業部会」という。）を設置した。作業部会では、ITER 計画や幅広いアプローチ活動（以下、「BA 活動」という。）が本格化したことに伴い、それに対応するための我が国としての体制等について検討が行われ、平成19年6月に、「ITER 計画、幅広いアプローチをはじめとする我が国の核融合研究の推進方策について」（以下、「推進方策」という。）が取りまとめられた。

この推進方策の中において、人材の育成・確保について、

- ・ 原子力の分野の中でも核融合研究は、長期にわたる学際的及び総合科学技術的なプロジェクトであることから、これを推進するためには、幅広い基礎学術と産業技術を有した人材の育成が必要不可欠
- ・ ITER 計画及び幅広いアプローチといった国際プロジェクトにおいて、我が国がリーダーシップを維持、発展させていくためには、その基盤となる国内研究（重点化課題や幅広い基礎研究）を一層強化し、これらを通じて優秀な人材を育成し、確保することが重要

と指摘されたことを受けて、平成20年2月以降、作業部会では人材の育成・確保に関する検討を更に深め、課題の整理と具体的な施策の検討を行った。

本報告書は、人材の育成・確保に関する作業部会で行われた検討結果を取りまとめたものである。

## 第1章 核融合研究の推進と人材の育成

新しいエネルギー源の開発は、世界的な地球環境や資源枯渇の問題を解決するために喫緊の課題であり、長期的ビジョンをもって推進する必要がある。核融合エネルギーは、資源量・供給安定性、安全性、環境適合性、核拡散抵抗性、放射性廃棄物の処理・処分等の観点で、恒久的な人類のエネルギー源として魅力的な候補であり、世界各国で注目され、研究開発が国際的に展開されている。

我が国における核融合研究は、平成17年10月に原子力委員会が策定した「原子力政策大綱」において、「革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する段階」として定義された。これを受けて、我が国は、現在、国際的な研究プロジェクトである ITER 計画・BA 活動へ参画し、ITER 計画・BA 活動の国内の中核機関である日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という。）を中心に、トカマク型核融合炉の工学的実証に向けた開発研究をオールジャパン体制の下で進めている。同時に、未解決の学術的・技術的課題を解決していく努力と、未知の領域を切り開く果敢な挑戦、多様な可能性の中から最適な方法を模索する活発な知的競争が継続的に行われなくてはならない。こうした学術的課題について、大学や大学共同利用機関である核融合科学研究所（以下、「核融合研」という。）を中核とした学術研究が継続的に行われている。

核融合研究から生み出される極めて広範な要素科学技術及びそれらを統合する技術は、核融合分野を含むビッグサイエンスやビッグプロジェクトにおける「ものづくり」の基盤にもなるものであり、我が国が「ものづくり」で世界をリードするための礎となるものである。開発の現場から生まれる様々なイノベーションを一般化し、継承可能なものとするためにも、広範な学識を生成、発展、継承する「知の循環システム」を構築し発展させる必要がある。

我が国は、核融合研究の黎明期から、全国の大学等で基礎研究とともに人材の育成を行う体制を整備・強化してきた。この実績によって、現在、我が国の核融合分野における研究者及び技術者は、当該分野の開発研究及び関連する分野も含めた学術研究において国際的なリーダーシップをとるに至っている。この「知の循環システム」を担う優秀な人材を育成し、臨機応変に確保できる仕組みを構築・維持することこそ、長期的ビジョンの下、産学官が連携して取り組むべき課題である。

今後、オールジャパンの体制で推進される ITER 計画や BA 活動などの大型プロジェクトは、それぞれ固有の目標をもった研究計画であると同時に「人材育

成」のための格好のプログラムとして捉えることができる。これらを「実践的教育の場（スクール）」として十分に活用するために、産学官が協力して、効果的なシステムを構築する必要がある。このためには ITER・BA 技術推進委員会などを議論の場として、幅広い人材が ITER 計画・BA 活動及びこれらに関連する研究・開発活動に参加できるシステム作りを企画すべきである。

作業部会では、ITER 計画及び BA 活動に対応するための我が国としての体制等について検討を行い、産学官の意見を集約する場である「核融合エネルギーフォーラム」を設置し、その下に「ITER・BA 技術推進委員会」を新設することを提言した。また、大学、核融合研や原子力機構がそれぞれの役割に基づき、固有の機能を活かしつつ、主体的に人材の育成・確保に関するネットワークを形成することの必要性を指摘している。この提言を受け、ITER・BA 技術推進委員会の設置を含めた核融合エネルギーフォーラムが平成 19 年 7 月に正式に発足するとともに、同年 10 月から ITER・BA 技術推進委員会の下で、原子力委員会が提示した「21 世紀中葉の実用化を目指し」との目標に基づく長期的ビジョンとして技術戦略ロードマップ及びそれに必要な人材の育成・確保に関する検討が、トカマク型原型炉を一つのケーススタディとして行われた（参考文献：核融合エネルギーフォーラム ITER・BA 技術推進委員会報告書「トカマク型原型炉に向けた開発実施のための人材計画に関する検討報告書」（平成 20 年 6 月）、及び同「核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略」（平成 20 年 6 月））。

今後は、このような取組をさらに円滑に進めるとともに、長期的ビジョンである技術戦略ロードマップの明確化及びその適切な施策が求められる。

次章以下では、「知の循環システム」を担う若手人材を育成するとともに、核融合研究の継続的な発展を可能とする人材の確保について、

- ・今世紀中葉までを目途とした核融合エネルギーの実用化にいたる長期的視点から、特に ITER 計画・BA 活動の本格的な実施が見込まれる今後 10 年程度の中長期的な課題
- ・ ITER 計画・BA 活動の始動に当たっての緊急の課題

を分析し、それぞれの課題に対し、求められる施策を提言する。

## 第2章 現状の分析と課題

### 1. 基本的課題

#### 【長期的ビジョン（技術戦略ロードマップ）の提示】

核融合研究は、長期間を要するとともに、極めて広範な要素科学技術を統合する総合科学技術であることから、研究を成功させるためには、核融合研究に関する長期的ビジョンが示され、社会的な合意を形成する必要がある。長期的ビジョンには、具体的な技術戦略ロードマップが必要であり、研究者・技術者のコミュニティが中心となり、開発する技術の必要性とその実行可能性について、具体的な時間スケール等を提示しなくてはならない。とりわけ、研究・開発を担う優秀な人材の育成・確保についての具体的な方策は、この技術戦略ロードマップの根幹となるものであり、慎重な検討が必要である。

#### 【人材の流動化】

核融合研究を担う人材を育成するためには、核融合、原子力、加速器等の個別分野毎に人材を育成するだけでなく、共通性や流動性を重視し、幅広い分野を大括りにして育成することも重要である。例えば、エネルギー科学という枠組で、科学技術の一般性を理解し、核融合に限定しない様々なエネルギー・環境技術の発展を担える人材が育成されるべきである。こうした幅広い分野で育成された研究者・技術者は、多様なキャリアパスを構築し、将来の核融合エネルギーの実用化に向けた段階での活躍が期待される。

ビッグプロジェクトにおいて、臨機応変に優秀な人材を確保するためには、プロジェクト間で人材の流動性を高め、様々なキャリアをもつ人材が参画できる枠組を確立しなければならない。現状においては、人材が学術あるいは「ものづくり」の個別分野に閉じ込められている傾向が指摘されている。核融合分野における人材の育成は、学術的あるいは技術的に関連が深い原子力、高エネルギー・加速器、天文・宇宙、デバイス開発、材料開発等の分野と連携を強め、これら分野を大括りにして、人材の流動性が確保される枠組を構築する必要がある。今後の核燃焼実験から実用化計画を見据え、原子力の中・長期課題である次世代炉技術の研究開発との連携・協力をより強化すべきであり、原子力機構内における取組が求められる。

また、他分野の大学院修了者がポストドクターとして核融合分野に参入する機会を増やすために、開放的かつ流動的なキャリアパスを確立していくことが求められる。高度な専門教育を受けた若手研究者が安定的に活動できる仕組み

を確立することは、人材の育成にとって最も重要な課題である。

さらに、大学から大学院、大学院修了後のキャリアパスを連続的に設計する必要がある。また、大学あるいは大学院から産業界へ進むパス、産業界と大学を結ぶパス、産業界と核融合研・原子力機構といった研究機関を結ぶパス、他の学術分野と交流するパスなど、様々なキャリアの可能性を確保し、多様な人材を育成する必要がある。

#### 【連携教育システムの構築】

核融合研究及び核融合研究に関連が深い科学技術分野で活躍できる人材を生み出すためには、まずこれらの研究の人類・社会に対する意義と魅力をアピールし、優秀な学生を集めなければならない。また、国際的な現場で活躍できるための高い技能と幅広い学識を身につけさせる教育システムが必要である。

大学及び核融合研においては、それぞれの大学院教育体制を多様化・高度化するとともに、連携・協力を強化し、各大学が培ってきた重厚な知的ストック、大学共同利用機関や大学の附置研究所が有する大型研究施設などを教育の現場で有効に活用する必要がある。例えば、材料やプラズマを始めとする諸要素をシステムとして統合化する核融合工学を更に推進するため、関係する研究機関の連携や共同利用・共同研究のための拠点整備を行うことを検討することなどが考えられる。さらに、原子力機構等の研究機関、産業界とも連携を強め、大学学部生から大学院生、ポストドクター等の若手研究者や技術者が、それぞれのレベルにおいて活発に交流し、基礎から実用化までを学べるプログラムを創出する必要がある。産業界と教育機関とは、人材の供給と OJT(On the job training)による結びつきを強化する必要がある。

#### 【産業界における人材育成・確保】

核融合エネルギーの実用化を見据えて、産業界とビッグプロジェクト及び大学などの学術界とは人材交流を一層活発化する必要がある。このため、産業界からは、「核融合ネットワーク」の活動に参加するなどし、学術界との連携を強めることが必要である。また、革新的科学技術による新産業創出への可能性を提示し、産業界の求める人材の育成のための大学におけるプログラムを明らかにすることも必要である。

長期にわたる研究開発の過程で、産業界において高度な専門技術を開発し継承するためには、開発、設計、製作の現場が連続的に創出されなくてはならない。核融合分野だけでは大型プロジェクトの連続性を確保することは難しく、核融合エネルギー開発を含む様々な大型技術開発を産学官が連携し企画・立案することが重要である。

### 【国際的な視点に立った人材の育成】

核融合エネルギーの開発研究は全世界的な取組であり、人材育成においても国際的な連携が必要である。特にアジア地域の連携を目指す国際的な大学院構想などの検討が期待される。

## 2. ITER 計画・BA 活動を中心とした研究に係る中長期的な課題

ITER 計画・BA 活動を推進するにあたって、中長期的な課題として、ITER 計画・BA 活動に直接的・間接的に関与する研究者・技術者の拡充、特に産業界においては、核融合エネルギーの実用化に向けた技術を伝承していくための取組が必要となる。

### 【研究者・技術者の拡充】

ITER 計画における ITER の建設期間（10年）及び JT-60 改修などの BA 活動の計画期間（10年）に必要とされる研究者の活動維持と建設後の実験開始を見越した人材育成が必要である。このためには、現実的で魅力的なキャリアパスのモデルの作成及び活躍の場の確保が必要である。

社会的な理解と支援及び若手研究者の参入を促すため、ITER 計画・BA 活動が若手の研究者・技術者の幅広い興味を喚起するよう、学术界と産業界の連携を強める必要がある。

ITER 計画・BA 活動は、それぞれ固有の目標をもった研究プロジェクトであると同時に、人材の育成・確保のための格好のプロジェクト、いわば核融合研究のための「実践的教育の場（スクール）」として捉えることができる。そのためには、国内の中核機関である原子力機構のみでなく、大学、核融合研においても、ITER 計画・BA 活動を十分に活用することにより、多様な人材が ITER 計画・BA 活動及びこれらに関連する開発研究に参加し、様々なキャリアを積み上げることができる仕組みを作りあげることが必要である。

### 【技術の継承】

産業界における人材の育成・確保のためには、核融合エネルギーの実用化に向けた技術戦略ロードマップなどにおいて、我が国において確保すべき技術を明らかにしつつ、産業界における技術の継承を図っていくことが必要である。核融合エネルギーの実用化には、大企業からベンチャー企業まで産業界のあらゆる力が必要であるので、その点を考慮しつつ技術継承の取組を図っていくことが必要である。



また、トリチウムに深く関与する安全設計技術や許認可に関する一連の作業など、将来の原型炉の基幹技術は、ITER 機構だけでなく、国内にも蓄積すべきである。ITER 建設において我が国が製作を担当しない機器の設計、製作ノウハウの取得についても配慮する必要がある。技術は人であり、これらの経験の蓄積は人材の育成・確保の課題として捉えなければならない。

### 3. ITER 計画・BA 活動を中心とした研究に係る緊急の課題

ITER計画・BA活動の社会的な理解が広く得られ、社会的な支援を得るとともに、核融合研究分野へ進もうとする学生を引き込むための方策が必要である。特に現在、ITER機構に出向している日本人研究者の紹介を通じた認知度の向上が課題である。

#### 【ITER機構への派遣者数の増】

ITER機構が平成19年10月に発足し、平成20年5月末時点で、200名の直接雇用研究職員が存在する。我が国からは、約9%の職員を派遣するとともに、その他ビジティングリサーチャー等を短期派遣しているが、十分とは言えない。我が国としては、ITERの建設に係る機器の調達額の観点、準ホスト国としての立場を考慮し、さらなる派遣者数の増加が必要であり、そのための優秀な人材の確保とそれを可能とする枠組の構築が必要である。

#### 【産業界・大学等のITER計画・BA活動への参画】

ITER計画・BA活動の現場を支援することは、現場での我が国の国際競争力を直接高めるために極めて重要である。ITER計画の国内機関であり、BA活動の実施機関でもある原子力機構のみならず、産業界及び大学等からのITER計画・BA活動への参画が求められているところであり、その実現のため、人材の流動が活発化される必要がある。その際、特に大学等において問題となる、参画する研究者・技術者の身分、派遣元である大学等の負担、ITER計画・BA活動によって得られた成果の大学等における取扱いなどの課題が解決される必要がある。

特に、原子力機構においては、これらの人材の育成・確保及び大学等の活動について、柔軟な仕組みの構築及び原資の確保を図ることが必要である。

#### 【その他】

産業界においては、平成13年にITER工学設計活動が終了して以降、人材の育成・確保に必要な受注量が激減したことから、技術継承が不十分な状態で、技術者のリタイアが加速しており、技術者数が不足しているという問題がある。

この問題については、国と産業界との連携によって解決することが求められる。

### 第3章 今後必要な施策

#### 1. 核融合研究を推進するための施策

目的：核融合研究が、我が国の持続的な発展を支える基幹的技術開発として効率的に推進され、さらに様々な科学や技術の礎を形作る先端的学術として幅広く展開するために、開放的で流動性が高い人材育成システムを構築する必要がある。

施策：

##### 【長期的ビジョン（技術戦略ロードマップ）の提示】

- 核融合エネルギー開発の長期的ビジョンの提示、我が国のエネルギー戦略において核融合の位置づけを高める。〔国、コミュニティ〕
- 核融合エネルギー開発の長期的ビジョンのモデルプランとして、原型炉開発のプロジェクトが必要とする研究者の規模、人材育成のための具体的・定量的な目標を盛り込んだ技術開発ロードマップを示す。特に、原型炉を具体化するための技術開発ロードマップを策定する。〔コミュニティ〕

##### 【人材の流動化】

- 他分野との交流・連携の強化。プラズマ理工学の関連領域は学術、産業技術として最近ますます広がっており、また、核融合の基盤となる工学分野も非常に幅広い。これらプラズマ工学や核融合と基盤を共有する工学を横断する研究組織の創設を期待する。また、核融合分野で蓄積された計算機科学技術により他分野の計算科学に貢献していくことが人材育成につながる。〔コミュニティ〕
- 分野融合型の大型プロジェクトとして SPring-8 J-PARC 等があり、核融合分野からもレーザー核融合のリーディングプロジェクトなどの試みがなされており、このようなプロジェクトに積極的に関与していくこと。〔各研究機関〕
- 共同利用・共同研究をより一層推進するため、原子力機構、大学共同利用機関、全国共同利用型附置研究所等の機構内及び機構間の更なる連携強化を図る。〔各研究機関〕

##### 【連携教育システムの構築】

- 大学の研究・教育基盤の強化。大学院専攻や教育プログラム、連携大学院などの設置を進める。〔各研究機関、コミュニティ〕
- 核融合研と大学との教育面での連携強化。核融合研の双方向型共同研究に

連携大学院、特別研究員制度を組み込んだ教育・研究制度を構築する。〔各研究機関、特に核融合研〕

- 大学間連携及び大学と産業界とが連携した核融合教育プログラムの立ち上げ。〔各研究機関、産業界、コミュニティ〕

#### 【産業界における人材育成・確保】

- 核融合基盤技術を確立するため、基礎研究と実用化をつなぐ段階で、産業界と大学等が協働し、研究を推進することが重要である。そのため、例えば研究休職制度を利用するなどして、企業から研究者を大学の修士課程等へ積極的に送り出すなどの取組が必要である。また、世界の優秀な学生を集めたサマースクールを企業が協力して開催する取組も期待される。〔産業界〕

#### 【国際的な視点に立った人材の育成】

- 海外からの留学生による人材の育成。我が国における人材の確保だけでなく国際的な貢献としての責務である。特にアジアを対象として、APFA（アジアプラズマ核融合学会）、アジア・パシフィック物理学会連合の活用など、関連する学協会の連携・協力を推進する。さらに、国際的な大学院構想を検討。〔各研究機関、コミュニティ〕
- 国では「留学生30万人計画」により、産学官連携による海外の優秀な人材の大学院等への受入れを拡充することとしており、国際的な核融合研究の推進のためにも、人材の需給状況を明確にしつつ、大学等との間で情報の共有を図る。〔国〕

#### 【その他】

- 核融合科学の人材養成のためのプログラムを国立大学法人、大学共同利用機関法人の中期計画に書き込むこと。〔国立大学法人、大学共同利用機関法人〕
- 核融合研究がエネルギー問題へ貢献していることの社会への発信。〔国、各研究機関、コミュニティ〕

## 2. ITER 計画・BA 活動を中心とした研究に係る中長期的に行うべき施策

目的：ITER 計画及び BA 活動を推進するための人材供給とともに、これらのプロジェクトの推進を通じて核融合研究の次世代を担う人材を育成するシステムを構築する必要がある。

施策：

【研究者・技術者の拡充】

- ITER計画・BA活動の経験者が学术界及び産業界に戻り、その経験を活かして活躍できるキャリアパスの確立。実績のあるシニアに限らず、大学院生を含めた若手研究者をITER計画・BA活動へ送る仕組み作り。また、ITER計画・BA活動へ人を送ることが、本人及び法人に不利益とならない枠組を構築する。〔コミュニティ〕
- JT-60改修期、ITERの建設期にITPAやJT-60の物理や計測・制御の研究、IFERCの実証炉プラズマ設計と基礎的な乱流研究等の背景理解を幅広く日常研究に取り込み、テーマ間で研究者の流動性を確保。多様な他分野の若手研究者にITER計画・BA活動を身近に感じてもらうことにより、長期的にITER計画・BA活動への参画を促すことにも配慮する。そのための枠組を構築する。〔国、国内実施機関としての原子力機構、コミュニティ〕
- ITER計画・BA活動のための国内・海外の研究機関との研究協力及び研究者の流動化促進。〔国内実施機関としての原子力機構〕
- ITER 機構における公募選考への対応について、産学官の連携をとり協力する。〔国内実施機関としての原子力機構、国、コミュニティ〕
- 大学に原子力関連講座を増設。核融合を勉強した人材を原子力産業界、電力業界に送るとともに、逆に原子力専門の人材から ITER 計画・BA 活動での活躍を期待する。〔各研究機関〕

【技術の継承】

- 我が国として維持すべき技術の継承方針と具体的方針を明示する。〔国、国内実施機関としての原子力機構、産業界〕
- 他の大型プロジェクトの人材を活用。また、分野横断的な大型プロジェクトの立案。〔コミュニティ〕
- 原型炉の基幹技術について、ITER 計画・BA 活動で取得するもの、我が国独自に取得すべき技術を明確化し、その研究開発の実施と継承のための体制について早急に検討する。〔国、各研究機関、産業界〕

3. ITER 計画・BA 活動を中心とした研究に係る緊急に行うべき施策

目的：ITER 計画及び BA 活動をオールジャパン体制で推進するため、優秀な人材を投入できるシステムの構築が急務である。また、核融合研究が学術としての多様性を維持・発展させるために、大学等の基礎研究を一層強化し、優秀な人材を育成する必要がある。

施策：

【ITER機構への派遣者数の増】

- 大学からITERへの長期派遣の際の、派遣元の大学へのサポートを大学共同利用機関である核融合研に期待する。大学と核融合研あるいは大学間の人材交流の促進のための契約が容易となるよう資金補助及び環境整備に当たる。〔大学、核融合研〕
- ITER機構への公募の際の競争力を高めるための派遣前教育プログラムを発足。〔国内実施機関としての原子力機構、国〕
- 現在、ITERに出向している日本人研究者の人物紹介やプロジェクトの全体像を広く紹介。文部科学省等に設けたITER広報専用ホームページを強化し、「ITER通信」のような形をつくり、若手研究者、学生に伝える。連合学会、連合シンポジウムの企画を進めて取り上げる。特に、ITERで働く研究者像をアピールすることが重要。〔国内実施機関としての原子力機構、国〕

【産業界・大学等のITER計画・BA活動への参画】

- ITER計画・BA活動のための大学等からの研究者（学生、PDを含む）の経費をITER補助金などにより措置。〔国内実施機関としての原子力機構、国〕
- シニア人材の研究・教育への参加。〔各研究機関、コミュニティ〕
- 学協会、産業界レベルでの人材募集の周知や交流による原子力及びそれ以外の工学分野からのリクルート。〔産業界、コミュニティ〕
- ITER計画・BA活動への参加研究者の充実を図るため、原子力機構、核融合研を中心としてITER機構への職員派遣の枠組を確立する。〔原子力機構、核融合研、各研究機関〕
- 研究者においては大型の競争的研究資金への積極的な応募とそのために必要な準備などへのネットワークからの支援。〔コミュニティ〕

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力分野の研究開発に関する委員会  
核融合研究作業部会 構成員名簿

(敬称略)

(委員)

- ◎ 飯 吉 厚 夫 中部大学総長  
石 塚 昶 雄 社団法人日本原子力産業協会常務理事  
大 島 ま り 東京大学大学院情報学環教授  
小 森 彰 夫 自然科学研究機構核融合科学研究所大型ヘリカル研究部  
研究総主幹  
香 山 晃 京都大学エネルギー理工学研究所教授  
坂 内 正 夫 情報・システム研究機構国立情報学研究所長  
笹 尾 眞實子 東北大学大学院工学研究科教授  
高 村 秀 一 愛知工業大学工学部教授  
田 中 知 東京大学大学院工学系研究科教授  
常 松 俊 秀 独立行政法人日本原子力研究開発機構核融合研究開発部門長  
東 嶋 和 子 サイエンス・ジャーナリスト  
平 山 英 夫 高エネルギー加速器研究機構理事兼任共通基盤研究施設長  
松 田 慎三郎 独立行政法人日本原子力研究開発機構執行役  
三 間 罔 興 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター長  
本 島 修 自然科学研究機構核融合科学研究所長  
吉 田 直 亮 九州大学応用力学研究所教授

(科学官)

- 吉 田 善 章 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

(学術調査官)

- 山 田 弘 司 自然科学研究機構核融合科学研究所大型ヘリカル研究部研究主幹

◎は、主査

(平成20年4月1日現在)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力分野の研究開発に関する委員会  
核融合研究作業部会の審議経過

回	日 時	議 題
第 9 回	平成19年10月29日(月)	審議事項について討議
第10回	平成20年 2 月 6 日(水)	以下の検討課題について審議 ・ I T E R 設計レビュー ・ I T E R ・ B A 技術推進委員会ロードマップ等検討ワーキンググループ中間報告 ・ 核融合研究分野における人材の確保
第11回	平成20年 4 月 2 日(水)	以下の検討課題について審議 ・ I T E R 設計レビューの進捗状況 ・ タスクフォースの設置 ・ 核融合研究分野における人材育成・確保
第12回	平成20年 5 月16日(金)	以下の検討課題について審議 ・ タスクフォースの審議状況 ・ 報告書論点整理
第13回	平成20年 6 月 4 日(水)	以下の検討課題について審議 ・ 報告書素案
第14回	平成20年 7 月 9 日(水)	以下の検討課題について審議 ・ 報告書(案)



# ITER計画、幅広いアプローチをはじめとする我が国の核融合研究の推進方策について(報告)概要

## 第1章 核融合研究の現状と課題

平成19年6月27日 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力分野の研究開発に関する委員会 核融合研究作業部会

<p>1. 核融合研究の必要性・意義</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・将来に向けた新しいエネルギー源の開発は、世界共通の最重要課題の一つ。</li><li>・核融合エネルギーは、資源量、環境適合性等の観点で魅力的な候補。</li><li>・我が国の核融合研究は、経験と実績から世界をリードできる科学技術分野。</li><li>・原子力委員会核融合専門部会報告(H17.10)では「21世紀中葉までに実用化の目途を得るべく研究開発を促進する」と方針を提示。</li></ul>	<p>2. 核融合研究開発に関する基本方針</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・原子力委員会 第三段階核融合研究開発基本計画(H4.6)が策定されて以後、学術分科会核融合研究WG「今後の我が国の核融合研究の在り方について(H15.1)」、原子力委員会「原子力政策大綱(H17.10)」、原子力委員会核融合専門部会「今後の核融合研究開発の推進方策について(H17.10)」で方針が提示される。</li><li>・第3期科学技術基本計画(H18.3)において、ITER計画は戦略重点科学技術としての位置付け。</li></ul>	<p>3. 核融合研究の現状</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1)核融合研究の重点化課題にかかるチェック・アンド・レビューと共同利用・共同研究</li><li>・重点化課題の状況等を踏まえたチェック・アンド・レビューの実施等。</li><li>(2)ITER計画、幅広いアプローチ(BA)</li><li>・ITERサイト地の決定、幅広いアプローチの日本での共同実施の決定を経て、ITER協定、BA協定の署名に至る。</li></ol>	<p>4. 我が国の産業界の現状</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ITER工学設計活動終了後、核融合技術者が減少。ITER建設等を見据え、ITER/BA等のプログラムと産業界との連携強化が必要。</li></ul>	<p>5. 人材の育成・確保</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・国内研究(重点化課題、幅広い基礎研究)の強化、他分野との連携等による幅広い推進基盤の構築、関連する研究者・技術者が共同研究を通じて積極的にITER/BAに参加するための円滑な運営体制が必要。</li></ul>
--	---	---	--	---

## 第2章 今後の推進方策

### 1. ITER計画及び幅広いアプローチを中心とした研究開発の推進

#### (1)国際協力の視点からの意義

- 国際関係から見て、ITER/BAの実施には、国際的優位性と国際的協調の観点が必要となるため、ITER/BAに関わるアクター間の「非集中化」と「パートナーシップ」の実現が重要。
- BAを拠点としたアジアにおけるITER参加極の連携活動において、我が国の存在感、リーダーシップを示すことが期待される。

#### (2)具体的推進方策

- ①ITER計画を中心とした研究開発
  - ITPAをITER計画支援活動の一環として位置付けることが必要。
  - ITERにおけるTBMはブランケット開発における重要なマイルストーンであるが、国際協力での実施が不可欠。我が国は主案の固体増殖(水冷却)方式を原子力機構が、先進ブランケット方式を大学等がそれぞれ中心となって実施しつつ、TBMへの参加に向けて努力することが適切。
- ②幅広いアプローチを中心とした研究開発
  - 国際的拠点として、日欧以外のITER参加極からの幅広い参加を促すために、研究者長期滞在のための受入体制を整備することが重要。
- ③国内における研究開発の推進
  - ITER計画への支援及び原型炉に向けた先進定常プラズマの開発研究、炉工学技術開発を推進することが必要。

#### (3)推進に当たっての環境整備

- ①核融合エネルギーフォーラム
  - ITER/BAの関係者が議論し、機動的な意見集約を行うため、核融合フォーラムを改組して「核融合エネルギーフォーラム」を設置することが適切。
  - 特に、ITER/BAに関する意見集約・調整や連携協力等のため、「ITER・BA技術推進委員会」を置くことが適切。
  - 事務局は、原子力機構と核融合研が連携して行うことが適切。
- ②全国的な研究推進の充実
  - ITER/BAを成功させるためには開発研究と学術研究の相互補完的な推進が不可欠なため、全国の拠点がITER/BAを含めてネットワークを形成し、それぞれが相乗効果を発揮することが必要。今後、国と核融合関係者が協力し、体制の構築や適切な資金の確保に努めることが必要。

### 2. 学術研究の推進

#### (1)学術研究を推進する際の課題

- 核融合研究は学術研究と先端技術を統合する巨大なプロジェクトであるため、大型実験装置への「集中化」の一方で、「自由な発想」を本質とする学術研究や他分野との相互作用の重要性にも留意することが必要。
- 魅力ある核融合エネルギーの実現のため、学術研究とプロジェクト研究が相互作用しつつ研究開発が進められ、両者間の知の循環が形成されることが必要。

#### (2)具体的推進方策

- ①重点化課題の推進
  - 各重点化課題は全般的に推進されており、核融合研究全体へ貢献。
  - 今後、留意・改善点へ対応するとともに、重点化課題を中核とした一層強力な連携体制の構築に向けた取組みが重要。
- ②共同利用・共同研究の推進
  - 核融合研を中核とした共同利用・共同研究は重要な役割を果たしており、双方向型共同研究も順調に進展。共同研究重点化装置を活用した共同研究もより活性化している。今後、開発研究において連携協力を推進することが必要。
- ③ITER計画、幅広いアプローチに関する共同研究
  - 原子力機構が根幹の組織体制を構築するとともに、大学等からの参加と継続的な人材育成を可能とする資金とシステムの構築が重要。
  - 大学等の研究者が参加するためには、研究活動が基盤研究に資するものであり、大学側にメリットがあるとともに大学側から評価されることも重要。

#### (3)様々な分野との学術的連携

- 核融合エネルギーの研究開発は総合的科学技術であり、多様な分野の専門家を集めることが必要。
- 阪大レーザー研が「極端紫外(EUV)光源開発等の先進半導体製造技術の実用化」によって、ナノテク・材料分野において世界的成果を上げていることなどのように、核融合研究で得られた知見や基盤技術の活用によって、幅広い科学技術分野へ貢献し、分野融合型の研究活動を行うことが必要。
- 今後は、核融合分野と原子力分野との連携協力がますます重要。

### 3. 産業連携

- 産業界における技術力の維持等も含め、ITER・BA技術推進委員会等を通じた産業界と国及び実施機関との連携体制の構築が必要。今後とも、各研究機関と産業界との連携強力の推進が必要。

### 4. 人材の育成・確保及び国民への説明

#### (1)人材の育成・確保

- 大学、核融合研、原子力機構が主体的な役割に基づき人材育成・確保のネットワークを形成することが必要。
- 特に核融合研は大学の人材育成へのさらなる貢献を、原子力機構は大学院教育への協力及び連携大学院制度の活用を推進することが望まれる。
- 広い学術分野及び産業界からの人材の流動を一層進めていくことが必要。
- ITER/BAへの参加が若手研究者のキャリアパスとして位置付けられることが重要。
- 「原子力人材育成プログラム」等の制度の活用が重要。
- 将来を見据えた観点から、国際プロジェクトに関わるができるという点が、学生への魅力の1つとなる。
- 総合的な科学技術を担う人材の育成のため、学生をある段階まで専門付けせず、幅広い視野を持たせるという視点も重要。

#### (2)国民への説明

- 社会に対する説明責任を果たすため、積極的に情報発信に努めるとともに、国民の核融合に対する理解推進に資する活動の充実に努めることが必要。
- 将来の核融合エネルギーでは安全性の問題が重要な課題であり、その安全性について十分に説明していくことが必要。
- 核融合が多様なエネルギー対策全体の中で議論され、その結果、特に優れているとの認識が得られ、国民から大きな理解と支持が得られることを期待。

## －用語解説－

### ○APFA（アジアプラズマ核融合学会）

正式名称は Asia Plasma and Fusion Association。日本、中国、韓国のプラズマ及び核融合研究の学会並びに研究機関の協力のもとに、1998年に設立。2003年にはインドが加盟。プラズマ・核融合科学及び工学分野のアジアの研究者の相互情報交換、若手の人材育成、友好のために組織し、プラズマ科学と核融合工学の発展に貢献することを目的とする。

### ○IFERC（国際核融合エネルギー研究センター）

幅広いアプローチのプロジェクトの一つ。青森県六ヶ所村に設置され、原型炉設計・R&D調整センター、ITER遠隔実験研究センター、核融合計算機シミュレーションセンターから構成され、これらが連携しつつ核融合エネルギーの実現に向けた研究開発を効果的・効率的に実施する。

### ○ITER計画

制御された核燃焼プラズマの維持と長時間燃焼によって核融合の科学的・技術的実現性を実証することを目指したトカマク型の核融合実験炉計画。1992年から日本・米国・欧州・ロシアの国際協力として推進され、9年間の工学設計及び、主要機器の技術開発を行った。平成13年11月からは、政府間協議を開始し、平成17年6月にモスクワで開催された第2回6極閣僚級会合においてITERの建設地がフランス・カダラッシュに決定。平成19年10月にITER協定が発効し、ITER機構が正式に発足した。現在の参加極は日本、EU、米国、韓国、中国、ロシア、インドの7極である。

### ○ITER工学設計活動

ITER建設に資する詳細な設計と工学R&Dを実施するため、日欧露米の四極が協定を結び1992年から開始した活動が「ITER工学設計活動(EDA)」である。設計作業は、四極の専門家で混成された共同中央チームが日欧米の三拠点をネットワーク化して進められた。工学R&Dは、中心ソレノイドモデルコイル、トロイダルモデルコイル、真空容器セクタ、ブランケットモジュール、ダイバータカセット、遠隔操作などについて実機規模での試作や技術開発が実施された。EDA協定外ではあるが、物理R&Dも併行して進められ、世界の主要なトカマク装置による実験結果からITERでの閉じ込め特性の予測精度向上やダイバータ部設計などに貢献した。特にJT-60で内部輸送障壁の形成とそれに伴うプラズマの高圧力化が実証されトカマクによる定常運転に展望を与えたことは、ITERの合

理的な設計オプションの検討を促進させた。その結果、コンパクトな装置設計を更に検討するため、EDA 協定は 1998 年 7 月から 3 年間延長されることになった。その後、現在の ITER 設計の原点と言える最終設計報告書 (FDR) が取り纏められ、最終報告 (FR) を ITER 理事会が承認して、2001 年 7 月に ITER 工学設計活動は終了した。

#### ○ITPA (国際トカマク物理活動)

ITER/EDA 期間中に行っていた ITER 物理 R&D を継承し、2001 年から EU、米国、ロシア、日本の 4 極の研究者が トカマクプラズマの物理解明および ITER 等の核燃焼プラズマの性能検討を行う国際的な研究活動。閉じ込め、輸送物理、ダイバータ、周辺、定常運転、MHD、計測に関連する 7 つの専門グループと調整委員会がある。

#### ○J-PARC (大強度陽子加速器施設)

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) は、高エネルギー加速器研究機構と原子力機構により建設された施設。世界最高クラスの大強度陽子ビームを生成する加速器と、その大強度陽子ビームを利用する実験施設で構成される最先端科学の研究施設。

#### ○JT-60

臨界プラズマ試験装置 JAERI Tokamak-60 の略称であり、原子力機構那珂研究所で稼働している世界最大級のトカマク装置である。米国の TFTR (シャットダウン)、欧州の JET 装置と併せて 3 大トカマクといわれた。JT-60 で達成された 5 億度を越える世界最高温度は、ギネスブックにも登録されている。

#### ○OJT (職場内訓練)

On the Job Training の略。業務を行う上で必要となる技術や能力を修得する場合、担当する業務についてそのまま訓練を受けること。

#### ○SPring-8 (大型放射光施設)

SPring-8 (Super Photon ring 8 GeV) は、原子力機構及び理化学研究所により、兵庫県の播磨科学公園都市に建設され、平成 9 年 10 月に供用を開始した世界最高性能の放射光施設。

#### ○アジア・パシフィック物理学会連合

正式名称は Association of Asia Pacific Physical Societies。アジア、太

平洋沿岸における物理関連学会の連合であり、物理における研究、教育、地域の協力のために 1990 年に設立。16 の国及び地域から 17 学会が加盟しており、日本からは日本物理学会及び応用物理学会が参画している。

#### ○核拡散抵抗性

核兵器への転用が困難であることをいう。核融合炉の燃料は核燃料物質ではなく、核兵器への転用は技術的に難しい。世界規模で利用されるエネルギー源には、不適切な利用に対する安全保障を担保するため、このような核拡散抵抗性が不可欠と考えられている。

#### ○核融合エネルギーフォーラム

大学、研究機関、産業界などの研究者・技術者、さらに各界の有識者などの自主参加に基づく組織で、核融合エネルギー実現に向けた研究・技術開発の促進・支援などを協力して実施することを目的とする。その前身となる核融合フォーラム（2002 年 5 月設立）を発展継承する形で 2007 年 7 月に発足した。主な活動は、国内意見の集約や連携協力の調整、関連情報の発信と核融合エネルギーへの理解増進、国の施策に対する提言などである。新しい取組として、若手研究者・技術者の優れた活動の顕彰を目的として核融合エネルギー奨励賞が創設された。また、ITER 計画や幅広いアプローチ（BA）に関する国からの技術的な検討依頼に機動的に対処するため ITER・BA 技術推進委員会が新設され、産官学の国内組織や専門分野の代表でメンバーが構成されることから、全日本的な議論と国内意見の迅速な集約を可能にしている。事務局は原子力機構核融合研究開発部門と核融合科学研究所が連携して行い、活動全体を統括する運営会議は、自主参加による専門クラスターを総括する調整委員会と新設された ITER・BA 技術推進委員会の活動分担を調整する役割も担っている。

#### ○核融合ネットワーク

大学等の核融合科学、核融合炉工学及び核融合科学の一部としてプラズマ科学（基礎プラズマ）に関与する研究者で構成され、核融合コミュニティの活性化と研究の進展を図るための意見集約の場である。委員会を中心として自主・自律した活動を行っている。核融合科学研究所を基盤として、研究情報交換の活性化・効率化、共同研究の活性化、研究拠点の充実・整備、国際協力の有機的推進、独創的基礎研究の促進、若手教育の推進などを実施し、重点研究の調整・推進や先導的・基盤的研究の育成を図ることを目的としている。

### ○原型炉

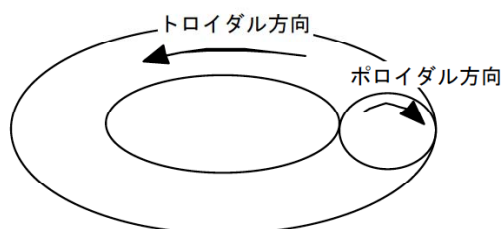
ある形式の動力炉を開発する場合、原子炉及びそのプラントについて、技術的性能の見通しを得ること、その原子炉の大型化についての技術的問題点ならびに経済性に関する目安を得ること等を目的として作られた原子炉を原型炉という。核融合の場合、プラント規模での発電及び燃料増殖の実証と、一定の経済性を見通せる目安を得る事を目的に建設される。

### ○双方向型共同研究

核融合科学研究所と各大学の核融合科学関係の研究センターの両者の共同研究者がお互いに往来し、それぞれの研究資源の相乗的活用を図る共同研究。

### ○トカマク型核融合炉

トロイダルな形状の閉じ込め方式でプラズマは磁場により閉じ込められる。主たる磁場はトロイダル方向のトロイダル磁場であるが、これだけではプラズマを閉じ込めることができない。プラズマの圧力と磁力がバランスして平衡を保つためにはポロイダル磁場も必要である。ポロイダル磁場は、プラズマ中にトロイダル方向の電流を流すことにより作られる。プラズマ電流はオーム加熱の原理により、プラズマ加熱としての役割も果たしている。旧ソビエトのクルチャトフ研究所で考案され、その優れた閉じ込め性能のために世界各国の研究所で、この形式のプラズマ実験装置が建設され研究されてきた。



### ○特別研究員制度

大学院博士課程在学者及び大学院博士課程修了者等で、優れた研究能力を有し、大学その他の研究機関で研究に専念することを希望する者を「特別研究員」に採用し、研究奨励金を支給する制度。

### ○トリチウム

水素の同位体であり、三重水素とも言う。原子核は陽子 1 個と中性子 2 個から構成され、半減期 12 年でベータ崩壊する放射性物質である。重水素とトリチウム（三重水素）の核融合反応は比較的低い温度で起こりやすいため、核融合

炉における主燃料として考えられている。天然には十分存在しないため、リチウムと中性子の反応を利用して、核融合炉システムの中で生産する必要がある。

#### ○幅広いアプローチ活動

ITER 計画と並行して補完的に実施する研究開発プロジェクトで、2005 年 6 月にモスクワで開催された第 2 回 6 極閣僚級会合において、日欧協力の下、我が国で実施することが決定された。実施プロジェクトは、文部科学省に設置された ITER 計画推進検討会における検討を経て、①国際核融合エネルギー研究センター、②サテライトトカマク装置及び③国際核融合材料照射施設工学実証・工学設計活動、の 3 プロジェクトが選定された。平成 19 年 6 月に B A 協定が発効。

#### ○放射性廃棄物

核融合炉では、中性子によって放射化された炉内外機器及び建屋、トリチウムを吸蔵した炉内機器、冷却材などが放射性廃棄物になる。核融合炉における放射性廃棄物には高レベル放射性廃棄物の発生がないという特徴がある。ブランケットなど炉心に近いところで利用される機器は余裕深度処分（低レベル放射性廃棄物の中でも比較的放射能レベルが高いものを一般的な地下利用に対して十分な余裕を持った地表下 50-100m 程度に埋設処分すること）の対象となるが、その他の大部分の低レベル廃棄物は浅地中埋設処分が可能である。

#### ○要素科学技術

核融合エネルギーのような人類未踏の科学技術開発は、様々な科学知・技術知を動員し、未知の物質状態で起こる現象を予測することによって企画され推進される。それぞれ要素をなす知は、学術や技術の地平で一般化・体系化された知識や方法であり、実験や理論的演繹などを通じて高い蓋然性と精度が獲得される。こうした「要素科学技術」の発展・蓄積と、個別の科学技術開発プロジェクトとは、いわば横糸・縦糸の関係を形成する。核融合エネルギー開発のためには、プラズマ物理をはじめとする物理学や化学、原子力工学や電気工学、機械工学、さらには環境学、国際協力学、経済学から法学にも及ぶ広範囲の学術・技術分野にある最先端の要素科学技術を集め総合化する必要がある。

#### ○リーディングプロジェクト

文部科学省で実施中のプロジェクト。我が国の経済活性化を目的に、大学等での研究成果や産学官の技術力の活用等により、実用化を視野に入れた研究開発が行われている。

#### ○留学生 30 万人計画

日本を世界により開かれた国とし、アジア、世界との間のヒト・モノ・カネ・情報の流れを拡大する「グローバル戦略」展開の一環として位置づけ、2020 年頃を目途に留学生 30 万人を目指す計画。

#### ○レーザー核融合

強度レーザーを用いて、直径数 mm の燃料小球（ペレット）を、等方的に爆縮（断熱圧縮）させ、瞬時に超高密度・高温プラズマを生成し、核融合反応を起こさせる方式をレーザー核融合と呼ぶ。固体密度の 1000 倍に及ぶ密度のプラズマを慣性によって閉じ込める。

#### ○連携大学院

大学院設置基準第 13 条 2 項の規定に基づき、大学院の学生が、所属する大学院以外の研究機関等において研究指導を受ける際に、大学と研究機関等との間で学生の指導方法、研究員の派遣等の協定書を結び、研究機関の研究員に大学院の客員教授の発令を行うなど、組織的に特別研究学生の受入・指導を行う制度。

# 核融合研究の推進に必要な人材の育成・確保について(概要)

## 第1章 核融合研究の推進と人材育成

- ・新エネルギー源の開発は、地球環境や資源枯渇の問題を解決するための喫緊の課題。核融合エネルギーは、資源量、環境適合性等の観点から研究開発が国際的に展開。
- ・我が国は、現在、ITER計画・BA活動に参画し、原子力機構を中核機関としてオールジャパン体制で推進。同時に、大学や核融合研を中核とした学術研究が継続的に実施。
- ・核融合研究から生み出される広範な要素科学技術及びそれらを統合する技術は、我が国が「ものづくり」で世界をリードするための礎であり、その知の継承と循環が必要。
- ・長期的ビジョンの下、ITER計画やBA活動などを「実践的教育の場」として活用し、産学官の連携による優秀な人材の育成と確保が課題。
- ・このため、ITER・BA技術推進委員会などを議論の場として、システム作りを企画すべき。

## 第2章 現状の分析と課題

### 1. 基本的課題

#### 【長期的ビジョン(技術戦略ロードマップ)の提示】

・核融合研究は、長期間を要し、広範な要素科学技術を統合する総合科学技術であることから、長期的ビジョンが必要。人材の育成・確保はその根幹。

#### 【人材の流動化】

・核融合、原子力、加速器等の個別分野毎だけではなく、共通性や流動性を重視し、幅広い分野を大括りにして人材を育成。  
・実用化計画を見据え、原子力における研究開発との連携協力を強化。  
・高度な専門教育を受けた若手研究者が安定的に活動できるためのキャリアパスの設計を確立。

#### 【連携教育システムの構築】

・大学及び核融合研の連携・協力による大学院教育体制の多様化・高度化。大学共同利用機関や大学の附置研究所等有する大型研究施設の教育への活用。新たな共同利用・共同研究拠点の整備。

#### 【産業界における人材育成・確保】

・産業界とビッグプロジェクト及び大学などの学術界との人材交流を一層活発化。

#### 【国際的な視点に立った人材の育成】

・核融合エネルギーの開発研究は全世界的な取組であり、国際的な連携が必要。特にアジア地域との連携。

### 2. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る中長期的な課題

#### 【研究者・技術者の拡充】

・大学、核融合研においても、ITER計画・BA活動を十分に活用し、関連する開発研究への参加も合わせて、多様な人材が、様々なキャリアを積み上げることができる仕組みが必要。

#### 【技術の継承】

・我が国において確保すべき技術を明らかにしつつ、産業界における技術の継承を図っていくことが必要。

### 3. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る緊急の課題

#### 【ITER機構への派遣者数の増】

・ITER建設に係る機器の調達額の観点、準ホスト国としての立場を考慮し、さらなる派遣者数の増加が必要。そのための優秀な人材の確保とそれを可能とする枠組の構築が必要。

#### 【産業界・大学等のITER計画・BA活動への参画】

・大学等において問題となる、参画する研究者・技術者の身分、派遣元である大学等の負担などの課題が解決される必要。  
・原子力機構においては、人材の育成・確保及び大学等の活動について、柔軟な仕組みの構築及び原資の確保を図ることが必要。

### 2. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る中長期的に行うべき施策

#### 【研究者・技術者の拡充】

・ITER計画・BA活動の経験者が経験を活かして活躍できるキャリアパスの確立。実績あるシニアに限らず、若手研究者をITER計画・BA活動へ送る仕組み作り。〔コミュニティ〕

#### 【技術の継承】

・他の大型プロジェクトの人材の活用。分野横断的な大型プロジェクトの立案。〔コミュニティ〕  
・原型炉の基幹技術について、ITER計画・BA活動で取得するもの、我が国独自に取得すべき技術を明確化し、その継承体制について早急に検討。〔国、各研究機関、産業界〕

### 3. ITER計画・BA活動を中心とした研究に係る緊急に行うべき施策

#### 【ITER機構への派遣者数の増】

・大学からITERへの派遣の際の、派遣元大学へのサポートを核融合研に期待。〔大学及び核融合研〕  
【産業界・大学等のITER計画・BA活動への参画】  
・ITER計画・BA活動のための大学研究者(学生、PDを含む)の経費をITER補助金などにより措置。〔国内実施機関としての原子力機構、国〕  
・原子力機構、核融合研を中心としたITER機構への派遣枠組の確立。〔原子力機構、核融合研、各研究機関〕  
・学協会、産業界レベルでの人材募集の周知や交流による原子力及びそれ以外の工学分野からのリクルート。〔産業界、コミュニティ〕

## 第3章 今後必要な施策

### 1. 核融合研究を推進するための施策

#### 【長期的ビジョン(技術戦略ロードマップ)の提示】

・核融合エネルギー開発の長期的ビジョンの提示、我が国のエネルギー戦略において核融合の位置づけを高める。〔国、コミュニティ〕

#### 【人材の流動化】

・他分野との交流・連携の強化。分野横断組織の創設への期待。〔コミュニティ〕  
・原子力機構、大学共同利用機関、全国共同利用型附置研究所等の機構間の更なる連携強化。〔各研究機関〕

#### 【連携教育システムの構築】

・大学間連携及び大学と産業界とが連携した核融合教育プログラムの立ち上げ。〔各研究機関、産業界、コミュニティ〕

#### 【産業界における人材育成・確保】

・産業界と大学等が協働し、研究を推進することが重要。研究休職制度など、企業から研究者を大学院へ送り出すなどの取組が必要。〔産業界〕

#### 【国際的な視点に立った人材の育成】

・アジアプラズマ核融合学会、アジア・パシフィック物理学会連合など、関連する学協会の連携・協力を推進。さらに国際的な大学院構想を検討。〔各研究機関〕