

## 「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 核融合研究作業部会) において必要とされた施策の実施状況

※本表では現在策定中の提言案の骨子案の課題と対応させている。

骨子案における課題	実施済	実施中	検討中
i. 多くの人材が参入するための、長期的ビジョンを示すロードマップの提示		1.1 1.2 2.8	
ii. 広範で多様な専門分野の習得や、ものづくり、システム統合を経験する、産学が連携した大学院教育プログラム		1.6 1.7 1.9 2.5 3.5	1.8 3.4 3.7
iii. ITER機構での日本人専門職員数の増大と、日本での研究開発、原型炉設計へのフィードバック		2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 3.2 3.3 3.6	3.1 3.4 3.7
iv. プロジェクトの継続的な維持と産業界の人材確保		2.6 2.8	
v. 国内・国外研究機関間、産学間、プロジェクト間、分野間など広い範囲での人材流動性と多様なキャリアパスの確立		1.3 1.4 1.5 2.2 2.5 3.5 3.6	2.7 3.1
vi. 核融合研究の知識普及・興味喚起と、社会からの支持を得るためのアウトリーチ活動		1.13	
留学生教育		1.1_0	1.12
中期計画	1.12		
大型予算の獲得のサポート			3.8

### 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

課題	施策	実施者	実施状況	現状	考えられる理由	今後の期待	参照番号
長期ビジョン(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	実施中	「原型炉開発のために必要な技術基盤構築の中核的役割を担うチーム」(合同コアチーム)が核融合原型炉の開発に必要な技術基盤構築の在り方を、我が国の核融合コミュニティの総意を踏まえて検討し、平成26年7月に「合同コアチーム報告」を取りまとめた。合同コアチーム報告を元に、「原型炉開発総合戦略タスクフォース」(タスクフォース)が平成27年6月よりアクションプランの策定等を行っており、平成29年7月より、ロードマップ策定を開始した。経済産業省資源エネルギー庁エネルギー白書へ戦略的な技術として記載。			1.1
	核融合エネルギー開発の長期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な・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	実施中	平成20年6月に核融合エネルギーフォーラム ITER・BA技術推進委員会が「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」にて、原型炉の建設段階への移行を決定までに必要な人員の評価を行った(平成20年時のポスト数に対して約200名増。15年で年間平均25名新規採用に相当)。			1.2
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広い。これらプラズマ理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	実施中	分野を横断した研究組織として、自然科学研究機構にて平成21年度新分野創成センターが創設され、イメージング技術に関する連携する「イメージングサイエンス」、及び平成22年度から「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」を開始し、既存の研究分野にとらわれず、国内外の研究者との連携を通して、異分野の研究手法や知見を融合させるプロジェクトを推進。工学分野、計算機科学技術での連携は進んでいない。		クロスアポイントメント制度の活性化やそれを支援する資金、連携することが評価される雰囲気醸成など。	1.3
	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	実施中	IFMIF/EVEDA、Spring-8、SACRAなどで協力は行われている。	分野外への大型プロジェクトへ「積極的に」関与するに到るには、他プロジェクトへ人員を投入する猶予が無いという状況もあるので、核融合分野への人員の流入を増やさないといけない。	IFMIF/EVEDAに関連して、KEKとQSTとの協力が進んでおり、加速器分野での更なる交流促進を期待。阪大レーザー研は、QST関西研や理研播磨(SP-8、SACLA)との協力による高エネルギー密度科学分野での交流を強化しており、更なる交流促進を期待。	1.4
	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	実施中	平成16年に開始された核融合研双方向型共同研究は、核融合研だけでなく、全国の附置研、センターを重点化・効率化し、コミュニティの核融合研究者の共同研究の場とする制度である。制度を成熟させ、連携を強化してきたほか、双方向共同研究をベースとした学生教育システムの構築の議論も始まっている。旧原子力機構・量研機構と大学、核融合研との共同研究は、トカマク炉心プラズマ共同研究、委託研究、原型炉設計合同特別チームに掛かる共同研究などを通して実施されている。		JT-60SAや原型炉設計についても、共同研究を拡大し、全国からの参画が増えることを期待。	1.5
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	実施中	量研機構と筑波大学との連携大学院、核融合研と北海道大学、富山大学、九州大学、東京大学との間の連携大学院、名古屋大学、九州大学への併任教官の設置がなされている。東京大学での核融合研究教育プログラムの実施。		大学間の更なる連携が期待される	1.6
	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	実施中				1.7
	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	検討中	産業界との連携は進んでいない		卓越大学院構想を通じ、連携が始まることを期待される。	1.8
産業界における人材育成・確保	核融合基盤技術を確認するため、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として、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り組みが必要である。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り組みも期待される。	産業界	実施中	ITER/BA成果報告会では企業と学生との交流を積極的に図るようにしており、産業界での人材育成への貢献を目指している。ITER用機器開発では、企業と大学・研究機関との共同研究をベースとして開発が行われている(量研機構-東芝-筑波大(ジャイロトロン)、量研機構-東芝-核融合研(超伝導コイル)、量研機構-三菱重工業-中部大-核融合研(ポロイダル偏光計)、等)。社員教育等での大学の利用は進んでいない。	大学の教育プログラム(通常の学生、社会人学生共に)と、企業側のニーズにミスマッチがある。	卓越大学院構想を通じ、連携が始まることを期待される。	1.9
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学会連合の活用など、関連する学協会との連携・協力を推進する。更に、国際的な大学院構想を検討。	各研究機関、コミュニティ	実施中	APFA Conferenceの隔年実施、第1回アジア・パシフィック物理学学会連合プラズマ会議の開催。総研大はAsia Winter Schoolを毎年開催している。日中協力、日韓協力、A3プロジェクトは若手の育成にも貢献している。			1.1_0
	国では「留学生30万人計画」により、産学官連合による海外の優秀な人材の大学院等への受け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	検討中	総合研究大学院大学などでは、留学生が増加しているが、情報共有などの連携は取れていない。		卓越大学院構想を通じ、連携が始まることを期待される。	1.11
その他	核融合科学の人材育成のためのプログラムを国立大学法人、大学共同利用期間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	実施済	自然科学研究機構の中期計画に記載済み。			1.12
	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	実施中	量研機構、核融合研、大学による広報活動を継続的に実施している。		アウトリーチヘッドクォーターに期待	1.13

### 第3章 今後必要な施策

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

課題	施策	実施者	実施状況	現状	考えられる理由	今後の期待	参照番号
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、その経験を生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みを構築する。	コミュニティ	実施中	ITER計画・BA活動の経験者のキャリアパスは見えない。量研機構以外の若手研究者がITER計画・BA活動へ参加する仕組みは、国内組織の制度としては確立していない。現状では、個人的な理由以外にITER計画・BA活動へ参加することが、本人・所属機関にとって魅力的なインセンティブが無い。	クロスアポイント制度等の普及が進んでいないため、ITER計画・BA活動に参加することの人件費の問題や、減ったエフォートに対する措置が無い。慢性的な人員不足で、他のプロジェクトに人員を裂く余裕が無い。所属機関でのポジションの維持の困難さ、流動性の低さから次のポジションを探す困難さ。	卓越大学院構想を通じて、大学院生や若手・中堅研究者がITER計画・BA活動への参加が奨励されることや、組織的な仕組みができることを期待。	2.1
	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。そのための枠組みを構築する。	国、国内実施機関としての原子力機構、コミュニティ	実施中	量研機構のトカマク炉心プラズマ共同研究、委託研究、原型炉設計合同特別チームに掛かる共同研究を通じ、全国の大学、核融合研との共同研究が実施されている。核融合研のITER・BA連携部会によるITPAへの参加補助も実施されている。しかし、幅広く日常研究に取り組む状況までになっているかは疑問。他分野の若手研究者を取り込むことはできていない。それを促進する枠組みはできていない。	共同研究予算が大きくないため、申請意欲が上がらない。	科研費並まで共同研究予算を拡充するなどし、共同研究意欲を上げる。	2.2
	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	実施中	研究協力は行われているが、流動化を促進するには至っていない。		量研機構と大学間との共同研究が組織的・制度的に推進されることを期待する。それを通じて、流動化に発展することも期待。	2.3
	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、国内実施機関としての原子力機構、コミュニティ	実施中	メールやHPでの公募情報のアナウンス、量研機構により、応募者に対する申請書類作成、面接のためのアドバイスを実施しているが、採用に至る率が必ずしも高い状態ではない。ITER機構の日本人職員数・比率は低下傾向(H29.4現在、25名(10全体の3.2%))。	日本分担機器の開発等の国内業務過多による人員不足等	H29.4からQSTは体制強化を図り、選定プロセスにおける支援、在籍型出向による若手企業人の派遣促進方策等を進めており、派遣増を期待。	2.4
	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、電力産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	実施中	大学に原子力関連講座は増設できていない。修士課程修了者の就職先として、原子力産業界、電力産業界はあるであろうが、組織的な取り組みによるものではない。	ITERでの任期終了後のパスが不安定であるため、参画意欲を押し上げることができない。	博士課程修了者も上記業界への就職して活躍することが望ましい。原子力関連から特に共通性の高い放射線や安全の分野から、ITER計画・BA活動へ参画する人材が増えることを期待。	2.5
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	実施中	現在、アクションプラン、ロードマップの策定が進められている。	技術の継承方針は、技術項目、開発時期に依存するため、アクションプラン、ロードマップの策定を待つ必要があった。	アクションプラン、ロードマップの策定を通じ、国際共同研究のストラテジーも含めて議論が制定されていくことを期待する。	2.6
	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	検討中	他の大型プロジェクトとの交流が無い。	他分野の研究者に核融合研究でのニーズを伝えられていないため。		2.7
	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	実施中	現在、アクションプラン、ロードマップの策定が進められている。	技術の継承方針は、技術項目、開発時期に依存するため、アクションプラン、ロードマップの策定を待つ必要があった。	アクションプラン、ロードマップの策定を通じ、国際共同研究のストラテジーも含めて議論が制定されていくことを期待する。	2.8

### 第3章 今後必要な施策

#### 3. ITER・BA活動を中心とした研究に掛かる喫緊に行うべき施策

課題	施策	実施者	実施状況	現状	考えられる理由	今後の期待	参照番号
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になる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	検討中	どちらが原因か分析が必要であるが、大学からITERへ参画することによる要請も、核融合研からの支援も、いずれも無い。	量研機構以外からITERへ本格的に参画しようという機運が無い。	まずは制度や先例を作ることで、参画しようと言う意識や動きが始まるのではないかと。特に、卓越大学院によるITERへの若手研究者・学生の派遣やIPA(ITER Project Associate)による教員派遣等が期待される。	3.1
	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	実施中	応募に際して、量研機構が応募書類の添削や面接の指導等を実施しているが、採用に至る率が必ずしも高い状態ではない。ITER機構の日本人職員数・比率は低下傾向(H29.4現在、25名(10全体の3.2%))	日本分担機器の開発等の国内業務過多による人員不足等	H29.4からQSTは体制強化を図り、選定プロセスにおける支援、在籍型出向による若手企業人の派遣促進方策等を進めており、派遣増を期待。	3.2
	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」のような形を作り、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で働く研究者増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	実施中	核融合エネルギーフォーラムのホームページにて、「サン・ポール・レ・デュランスの風」としてITERの日本人職員の紹介を行っている。また、若手を意識してSNSでの情報発信も頻繁に行っている。			
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、国内実施機関としての原子力機構	検討中	どちらが原因か分析が必要であるが、量研機構からの予算措置、大学からITERへ参画する要請も無い。	量研機構以外からITERへ本格的に参画しようという機運が無い。	NIFSのCOE研究員がITERサイトで研究活動できるような制度設計を模索する。ITERサイトのリエゾンオフィス強化し、日本人研究者がITERサイトで活躍しやすい体制整備をすすめる。まずは制度を作ることで、参画しようと言う意識や動きが始まるのではないかと。	3.4
	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	実施中	原子力機構の退職者が大学にて研究、教育に従事する例がある。		産業界の退職者の有効活用も望ましい。卓越大学院構想で促進されることを期待。	3.5
	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	実施中	数は多くないが、プラント会社など産業界からITER機構へ参画する例がある。		更なるリクルートが必要。	3.6
	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みを確立する。	原子力機構、核融合研、各研究機関	検討中	そのような動きは無い。ITER機構の外部契約員や2017年からはITER Project Associateなどの個人としての枠組みでの実施例のみ。	核融合研では、ITER補助金などが入らないと難しいと考えられる。ITERに参加することによる、実質的な欠員に対する補填も必要。	実施には国からの要請も必要か。卓越大学院構想を通じた大学院生の派遣、若手研究者も期待。	3.7
	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	検討中		ITER関連であれば、ITER補助金で実施すべきという考え方もある。	ITER関連でも、学術的な意義付けなどの申請側は努力やそれを裏付けるグループ作りも必要。ITERや原型炉に将来重要で、他分野でも有望な技術に関しては、コミュニティとして取り組むべき。	3.8