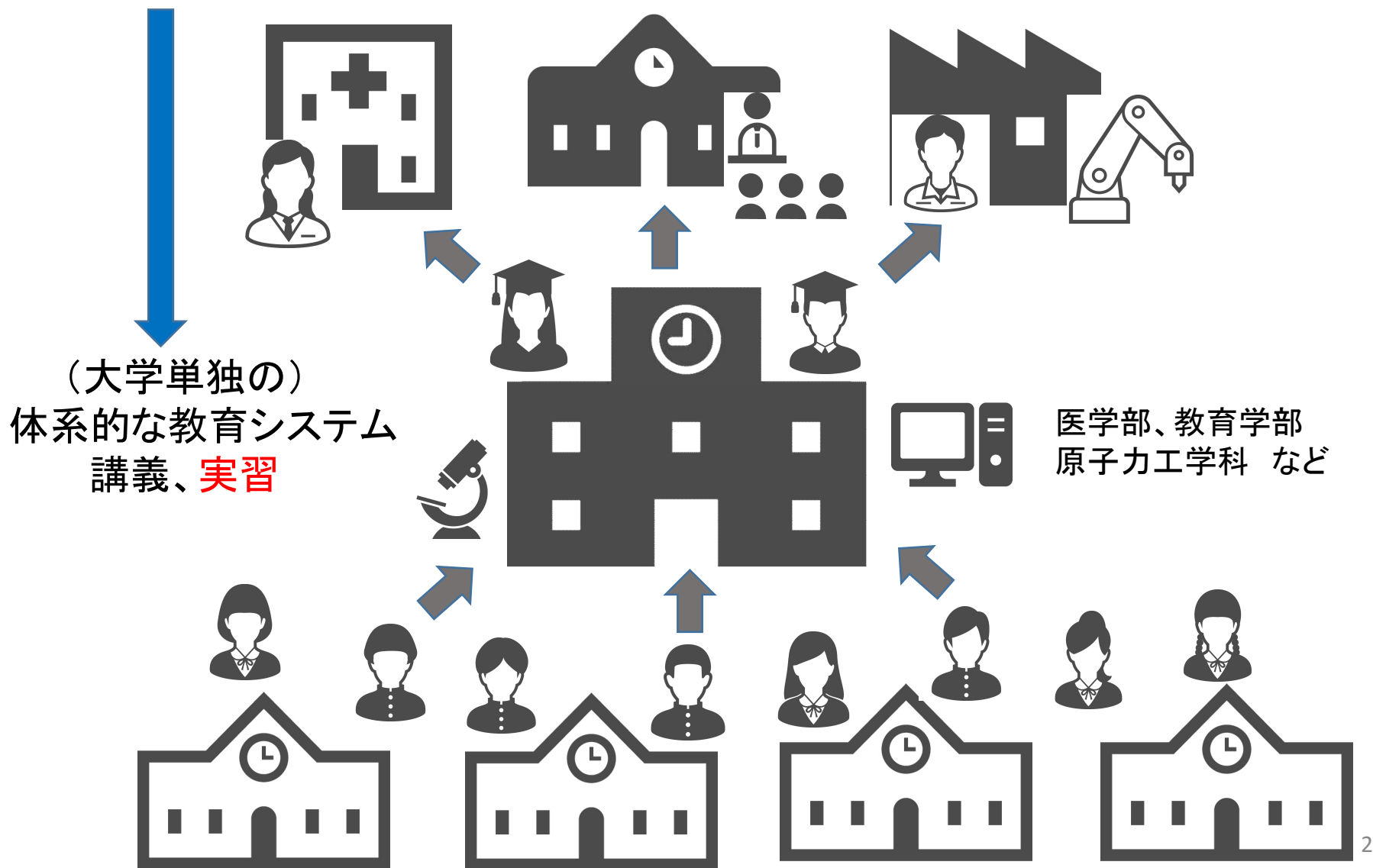


# 長期的視点に立った 新たな人材育成方策に関する意見

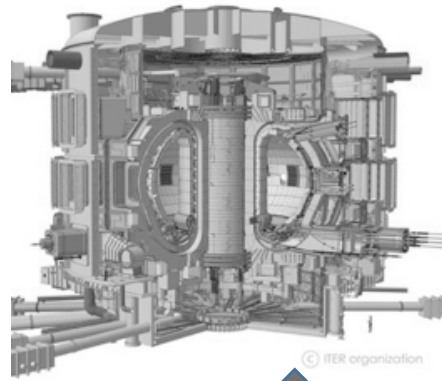
大野 哲靖  
名古屋大学工学研究科

# 通常の人材育成システム

社会的ニーズ: 医療従事者、教員、IT技術者、原子力技術者など



# 核融合研究分野での人材育成の現状



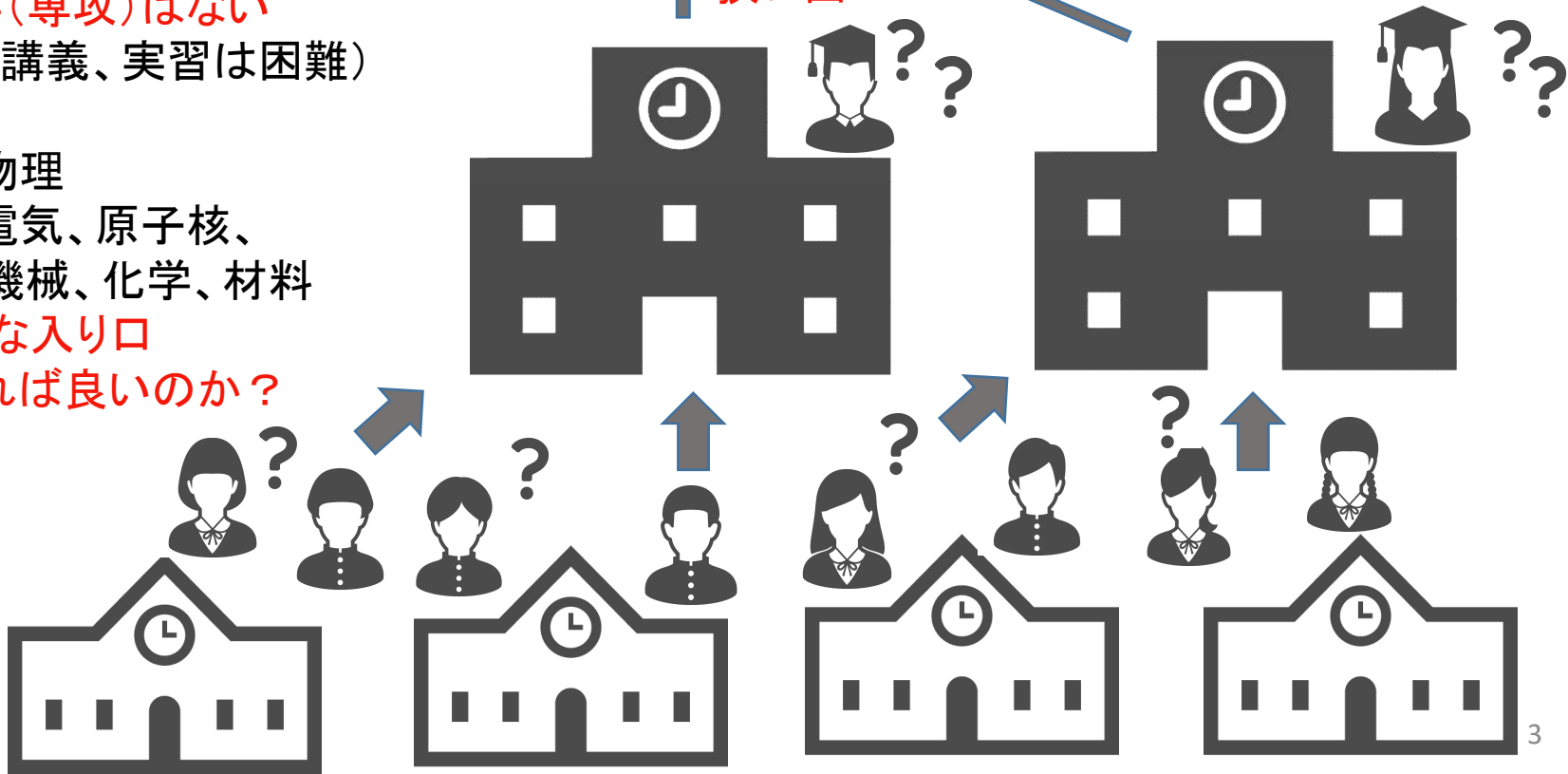
© IFR organization

狭い出口

核融合学科(専攻)はない  
(1大学では講義、実習は困難)

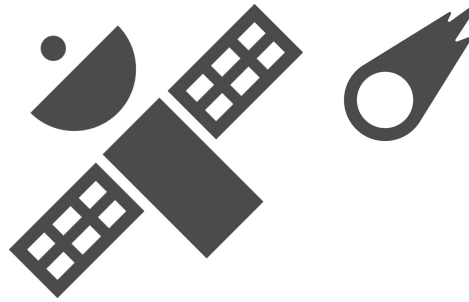
理学部 物理  
工学部 電気、原子核、  
機械、化学、材料  
多様な入り口

どこに入れば良いのか?



# 人材育成に特別な工夫が不要な分野もある

天文・宇宙開発分野など



国際宇宙ステーション  
南極観測隊



若年層の  
圧倒的な分野  
への憧れ

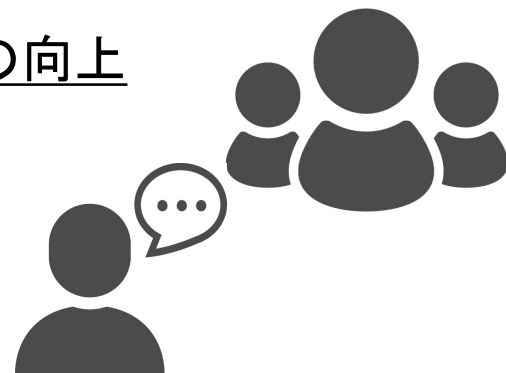
対応プロ  
グラムの新設



# 核融合人材育成システムの課題と目標

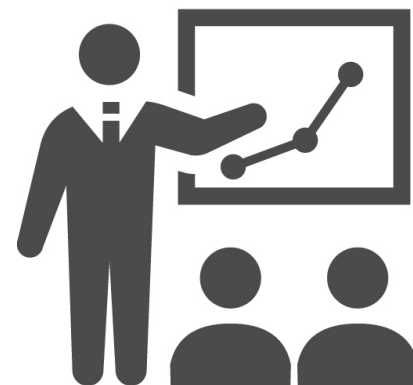
エネルギー・環境問題解決策として社会的認知度の向上  
若年層の核融合研究分野への憧れ の醸成

ITER, JT-60SAを国際宇宙ステーション、  
南極観測隊のステータスに！



体系的な核融合教育システム（講義、実習）の構築

拠点大学・研究機関を連携した新しい教育プログラム ！



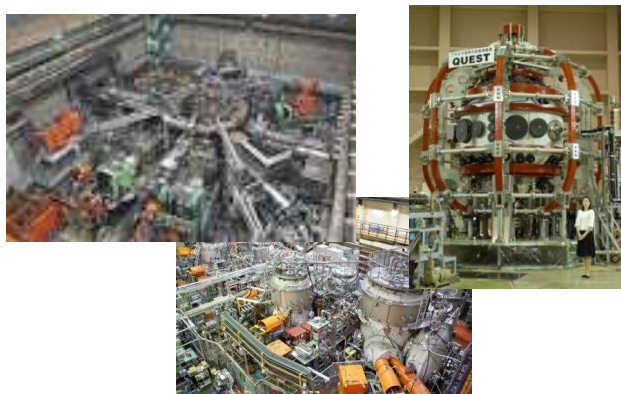
核融合人材のポスト・キャリアパスの明確化

ポストの拡大、キャリアパスの多様化！

# 核融合連携大学教育プログラム

拠点大学・研究機関が連携した  
核融合教育プログラムの構築

**実習**: 拠点大学・研究機関の中、  
**大型装置を活用**(LHD, JT-60SA  
など)



**高校生、大学生に対する核融合  
連携教育プログラムの見える化**



## 総合工学教育

- 超伝導コイル開発
- ブランケット開発
- ダイバータ開発
- 加熱・電流駆動システム開発
- 理論・計算機シミュレーション研究
- 磁場閉じ込め(炉心)プラズマ研究
- 計測・制御開発
- 核融合燃料システム研究
- 核融合材料開発または規格・基準策定
- 核融合炉の安全性と安全研究
- 稼働率と保守性

# 連携大学院への取り組みの現状

## 核融合科学研究所(NIFS)

総合研究大学院大学 核融合科学専攻

所定年限(5年または3年)の課程修了時に、総合研究大学院大学から学位(博士)授与



名古屋大学大学院 工学研究科

名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻

九州大学 総合理工学府 先端エネルギー理工学専攻

NIFS内に研究室があり、NIFSの教員から研究指導。修了時に各大学で学位を授与。



連携大学院(北海道大学、富山大学、九州大学)

学術交流協定に基づき、NIFS職員が各大学に出張して集中講義等を実施



特別共同利用研究員制度

全国の国公立大学の大学院生が、一定の期間、当研究所に滞在し、特定の研究課題に関する指導を、NIFS職員から受ける。



## 量子科学技術研究開発機構(QST)

筑波大学

博士後期課程の研究指導、QST職員である連携大学教員(教授2名、准教授1)が主査を担当



# 連携大学院の例

名古屋大学工学研究科  
エネルギー理工学専攻

核融合化学研究所との  
連携大学院

大型装置LHD  
スパコンを使った研究教育



## 核融合科学研究所 連携講座

平成8年—28年  
多くの博士後期課程  
進学者 32人

	講座名 担当教官	研究内容
基幹	超伝導工学 高井 吉明 教授 松井 尚之 助教授	核融合炉の実現に不可欠な超伝導コイル技術の基礎研究 および超伝導薄膜化技術を含む超伝導応用技術に関する研究
	エネルギーシステム工学 田坂 完二 教授 玉置 昌義 助教授 辻 義之 助手	核融合炉を中心とする21世紀のエネルギーシステムの 確立と長期炉型計画のためのシステムおよび基礎に関する 炉工学研究
講座	エネルギー変換工学 架谷 昌信 教授 松田 仁樹 助教授 板谷 義紀 助手 ノバック・ヴォイテク 助手	核融合によって発生する高温・高熱流束熱エネルギーの 輸送法、エネルギー変換法およびその有効利用と制御に 関する研究
	応用核物理学 河出 清 教授 山本 洋 助教授 雨宮 進 助手	核融合炉の放射化、核構造・崩壊様式の解明、未知原子 核の探索、核反応理論の改良、加速器ビームの高度利用
	プラズマ物性工学 高村 秀一 教授 上杉 喜彦 助教授 大野 哲靖 助手	プラズマの物性の解明と制御、特に核融合炉における不 純物の発生と輸送、燃料および灰粒子の循環の基礎過程 の研究
協力講座	プラズマ計測工学 門田 清 教授 庄司多津男 助教授	プラズマ診断のためのレーザー分光・粒子計測法の開発 および各種プラズマにおける粒子・エネルギーの発生・ 輸送の研究
客員 教官	[核融合プラズマ制御工学] 東井 和夫 教授 相良明男 助教授	トーラス型プラズマ発生装置における周辺プラズマ制 御、閉じ込め改善および炉壁材の熱負荷制御の研究
	[高温プラズマ発生工学] 渡利徹夫 教授 佐藤国憲 助教授	プラズマ中の波動を利用したプラズマ加熱、プラズマ中 の電流駆動および高温プラズマ計測の先進的な研究
	[高温プラズマ解析学] 等々力二郎 教授 佐貫 平二 助教授	磁場中に閉じ込められた高温プラズマの磁気流体的平 衡、不安定性、輸送などに関する理論、シミュレーショ ン研究



# 核融合人材のポテンシャル

核融合炉システムを代表とする**総合理工学分野**を牽引する人材を育成

● 横断的分野に対応できる確実な**基礎力**

● 研究課題を解決する卓越した**専門力**

● 巨大で複雑なシステムを的確に把握する**俯瞰力**

● 国際協力においてプロジェクトを遂行できる**国際共創力**

● 安全で安心な巨大・複雑システムを構築できる**システム統合力**



核融合分野の人材は、核融合の研究開発にとどまらず、様々な分野・領域で活躍できる高いポテンシャルを有する。

(核融合フォーラム 松浦戦略官 資料より)

ITERで働くためにどんな資質が必要？(核融合エネルギーフォーラムパネルディスカッションより)

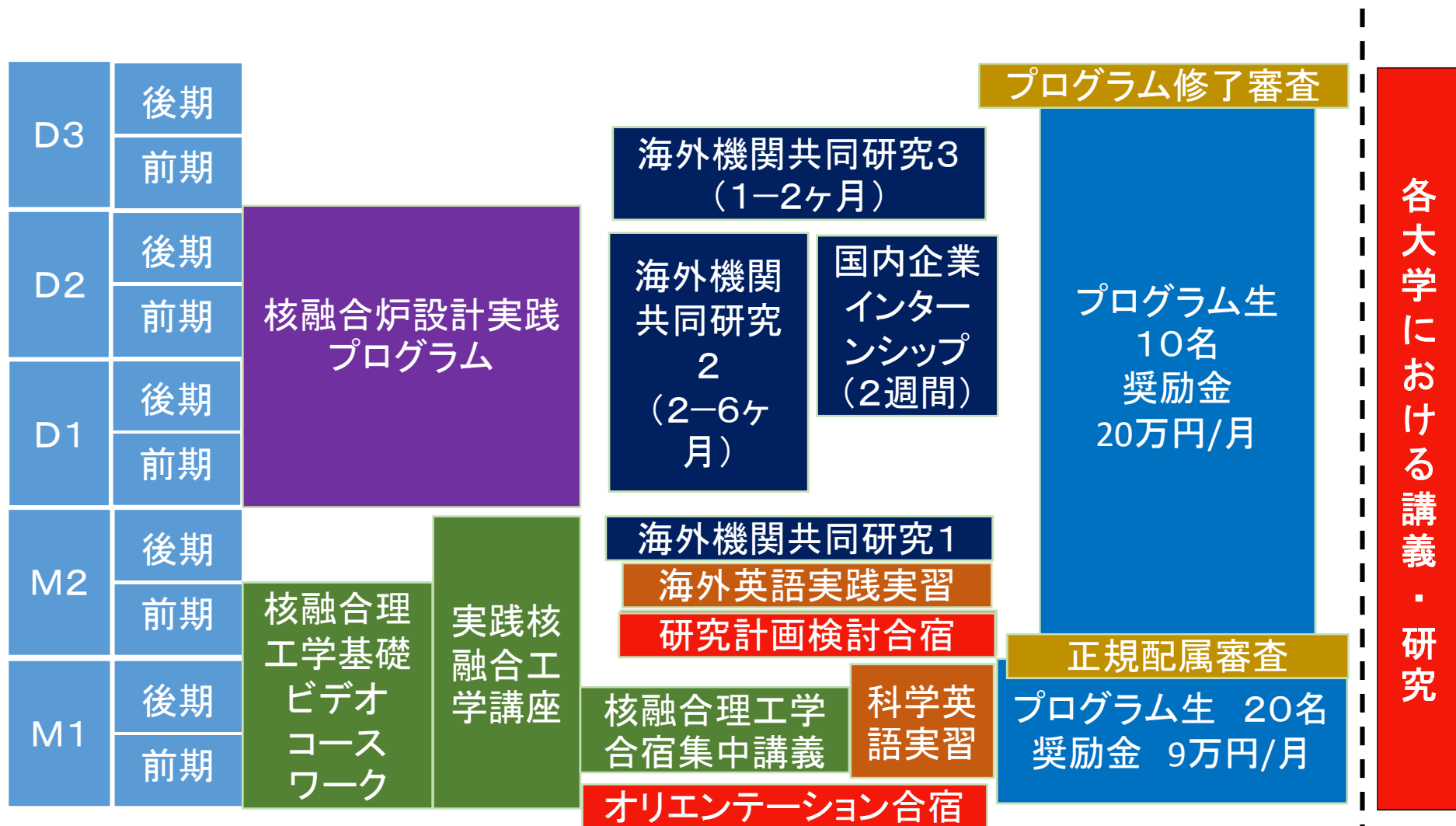
機器・装置の設計・施工・組立、サイト建設、プロジェクト管理等の分野では実社会で経験を積むことも重要

英語での議論、書類の読み方、書類のまとめ方等の技術が重要

あらゆるプレッシャーに負けずに英語で話の出来る柔軟性

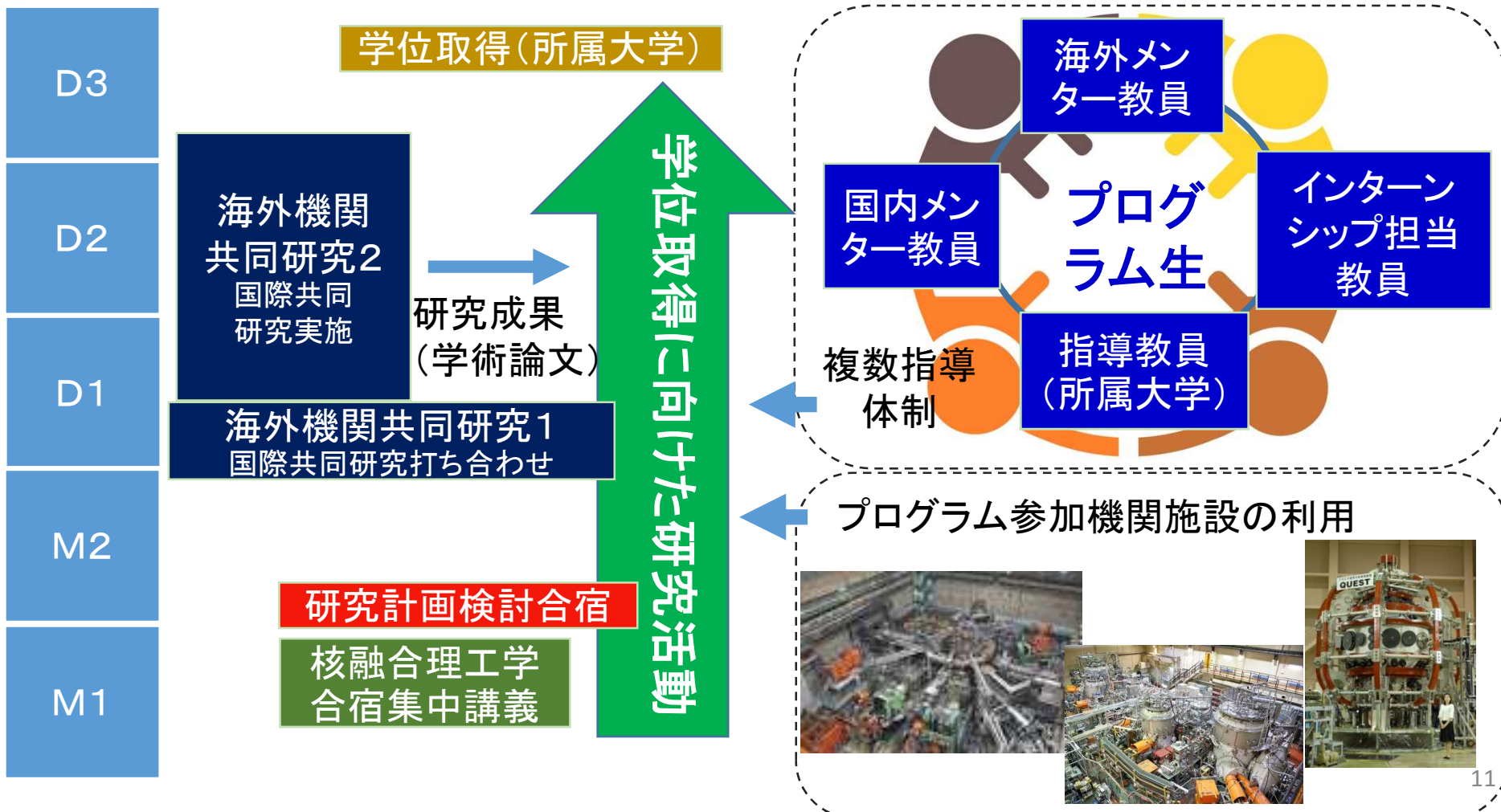
計算(解析)も得意な方がより理想的

# 連携教育プログラム内容の例

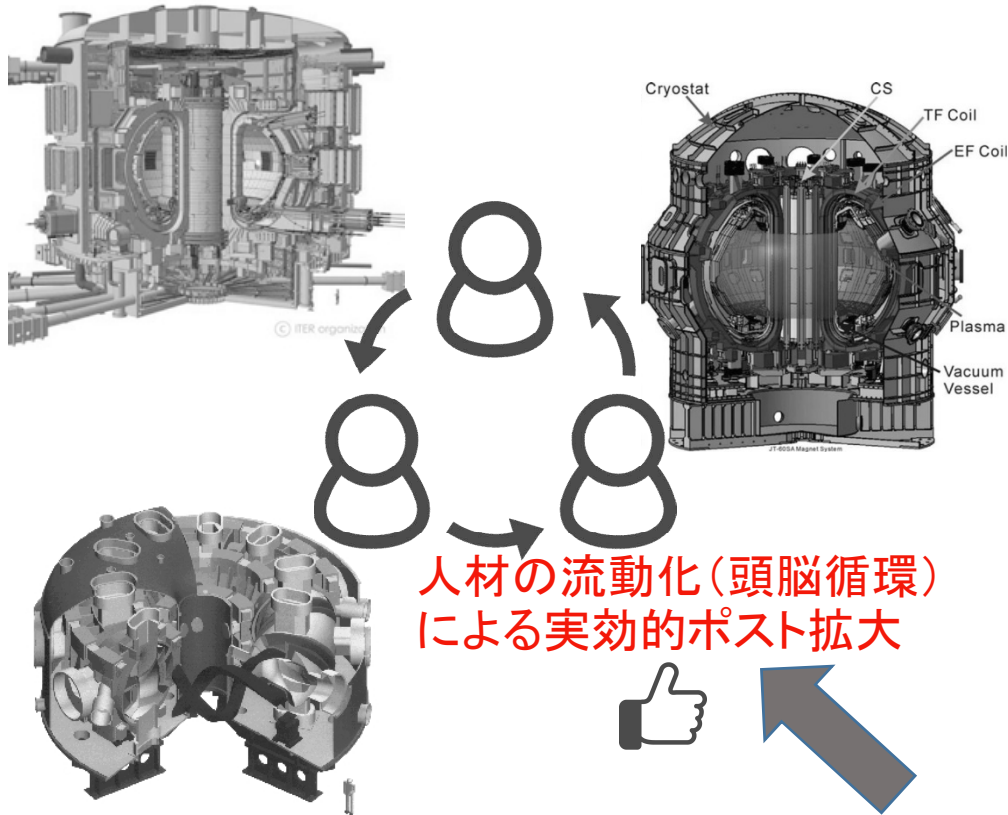


# 連携教育での学位取得の考え方

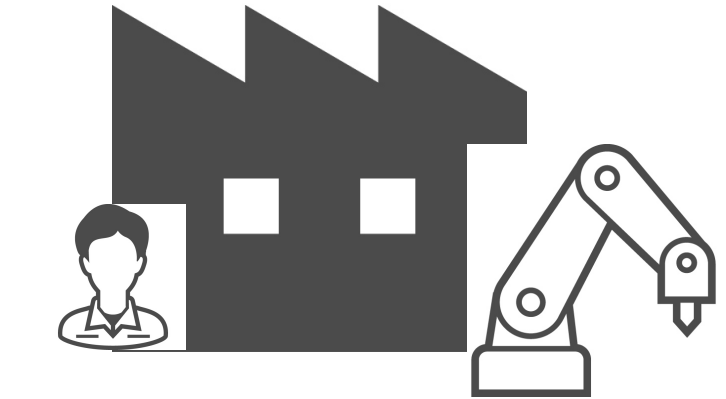
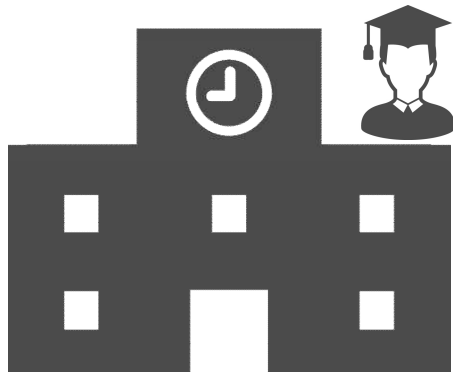
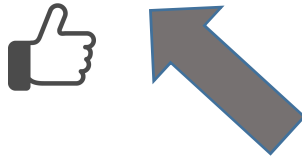
- プログラム遂行とプログラム生の学位取得を有機的に関連づける。
- 指導教員，国内・国際メンター教員，インターシッピング担当教員によるチームを作り，学位取得に向けた研究活動をフォローアップする。



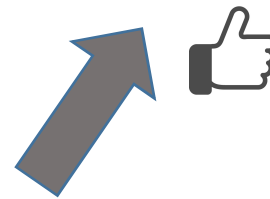
# 核融合人材のポスト・キャリアパス形成



人材の流動化(頭脳循環)  
による実効的ポスト拡大



企業での積極的な(博士)人材採用



# アウトリーチ活動の例 高校生シンポジウム

## 第16回高校生シンポジウム

「未来をつくるプラズマ-体験してみよう! 総合工学のフロンティア-」

日時: 2018年9月22日(土)

場所: 核融合科学研究所 大会議室(実習参加校はTV会議による高校からの参加も可能です)

主催: 一般社団法人プラズマ・核融合学会

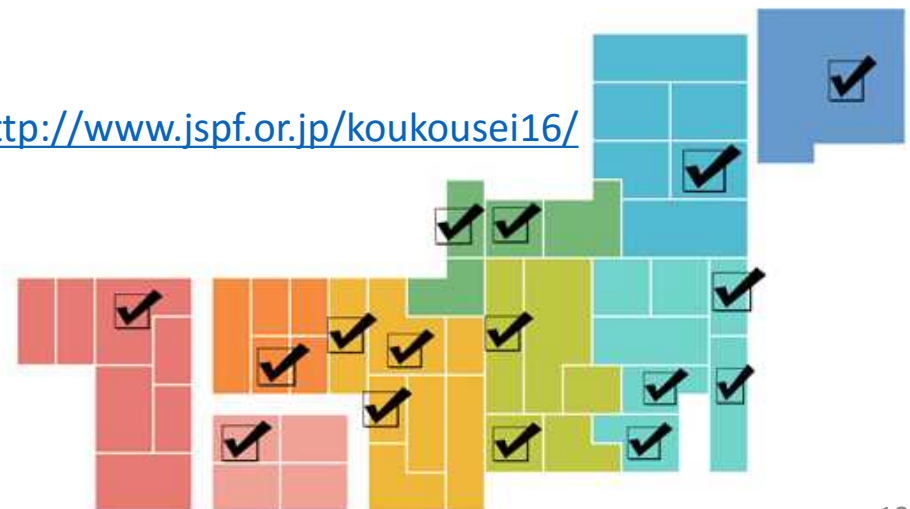
共催: 核融合科学研究所

参加費: 無料

## 「事前プラズマ実習」 プラズマ・核融合コミュニティによる取り組み

北大(佐々木研)・東北大(安藤・高橋・小室研)・筑波大(坂本研)・東大(吉田・西浦研)・東大(高瀬・江尻研)・日大(浅井研-1)・日大(浅井研-2)・日大(荒巻研-1)・日大(荒巻研-2)・日大(高杉研)・東海大(利根川研)・富山大(波多野研)・金沢大(上杉・田中研)・核融合研(八木研)・核融合研(吉村信研)・名大(大野・梶田・田中研)・名大(豊田研)・京大(門研)・阪大(上田研)・兵庫県立大(永田・福本・菊池研)・広島大(難波研)・広島大(桧垣・伊藤研)・愛媛大(神野研・前原研)・九大(出射研)

<http://www.jspf.or.jp/koukousei16/>

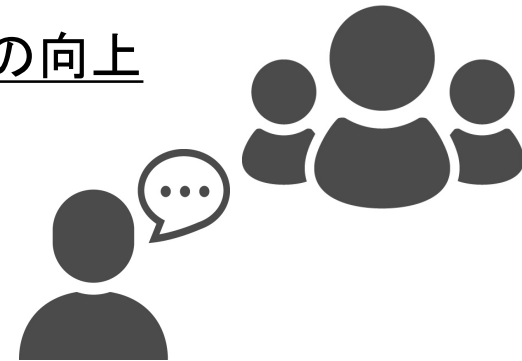


# 核融合人材育成システム構築への取り組み

エネルギー・環境問題解決策として社会的認知度の向上  
若年層の核融合研究分野への憧れ の醸成

ITER, JT-60SAを国際宇宙ステーション、  
南極観測隊のステータスに！

アウトリーチヘッドクォーター創設 (SNS等のメディア戦略、  
プラズマ・核融合コミュニティ全体での新しい取り組み 当該分野学生の参加)



体系的な核融合教育システム(講義、実習)の構築

拠点大学・研究機関を連携した新しい教育プログラム !  
卓越大学院? → 全日本的な連携大学院 NIFS, QST

学生組織の構築(夏の学校(学会)、プラズマフロンティア研究会  
(NIFS)、若手科学者によるプラズマ研究会(QST)の有機的な連携)  
→リトリート研修会



核融合人材のポスト・キャリアパスの明確化

ポストの拡大、キャリアパスの多様化！

NIFS, QST, 文科省による頭脳循環システム構築(の議論)

核融合関連企業と学生組織との懇談会(情報の共有) → 研究インターンシップ?



# 付録

# 核融合フォーラムパネルディスカッション

## 「人材育成について」

### ○報告

卓越大学院と大学連携

JT-60SAを含めたQSTでの人材育成の考え方、取り組み

米国経験に基づく国際的人材の育成について

核融合若手が考える原型炉時代を迎えてどんな人材育成が必要か

核融合原型炉に向けた人材育成

### ○話題提供

人材育成に関する文部科学省での議論

私とITER

### ○パネル討論

日時：平成28年2月28日（金）

場所：名古屋大学東山キャンパス

榊原 悟 総研大・核融合研

竹永 秀信 量研機構

高瀬 雄一 東京大学

後藤 拓也 核融合研

尾崎 章 東芝エネルギーシステムズ

秋山 毅志 文科省学術調査官

梶田 信 名古屋大学



# パネルディスカッションでの意見

## 「核融合博士号取得者が企業で活躍するには」

高い専門性の知識と、広い総合的な知識があれば、企業でやっていけないかと考えている。

企業に入ったときに大学院でやったことそのものが役立つ必要は無く、何か与えられたときに、いかにしてそれがちゃんとできるようになるかというトレーニングが重要なのではないかと思う。

企業でも核融合に係れることを知っている人は少ない。そして、企業に就職してからITERに行くとか、企業に就職してから学術に戻ってくるとか、いろいろなキャリアパスが示せれば、その道を選ぶ人も増えるのではないかと思う。

博士で来る人はそれなりの年齢と知識があるので、それなりのポストを考えますが、企業ではすぐに戦力になるひとを求めている。(インターンシップなどの仕組みについて)博士の人がみんなインターンシップに行くのかというと、イメージがわからない。

簡単に情報が得られれば良いと考える。学生と企業のマッチングはしないといけない。

論文数を高めるためには、その研究を支える中堅の技術者をどのように増やしていくか。原型炉とか日本の製造技術を考えると、そういったところが体力として効く。そのような視点を広げた人材育成の議論が必要と思う

# パネルディスカッションでの意見

## 「ITER機構日本人職員を増やすためには」

ITERの実験はまだ先で、ITERに行くことはお薦めではない。もうすぐ始まるJT-60SAや今実験やっているところでこれまでと違った経験をつんで、ITERが本格的に実験をやっているところに行くのが重要。

物理部門に行くためには、JT-60SAなどに重点化した方が良いと思う。学生さんを受け入れて、ITERが運転したときに活躍してもらうことが重要。また、ITERに行って経験をつむことも重要。ITERの実験については、ITERに関与しつつ国内の装置で経験を積むことも重要。

若い人は地位とか名誉を重視しない。納得できることが重要。実経験の話は重要。あるサイトに行けば(ITERに関するあらゆることが)全てみられるということであれば、学生も見ると思う。

大学院に入ってもらえないのは、やはり出口がはっきりしていないから。生物系なら企業が雇っているが、核融合はまだ国家プロジェクトなので。全ての原因はそこにあると思う。

企業にITERに人を出してくださいと言われていています。いろんな制度を用意してもらっている。過去5年間は企業を辞めて行ってくださいと言っていた。その意味ではやり易くなったと思う。

ITER建設期にポスドクなどが行くのはタイミングがどうか、という意見があったが、他の国は、モナコフェローを含めて行っている。そのような中、日本の顔がはっきり見えないという話もある。どこが良いのか、どういうものが得られるのか、学生であれば博士論文にどんな役立つものがあるのかなどの掘り下げた議論が必要。