

研究環境基盤部会説明資料  
高エネルギー加速器研究機構



つくばキャンパス(茨城県つくば市)



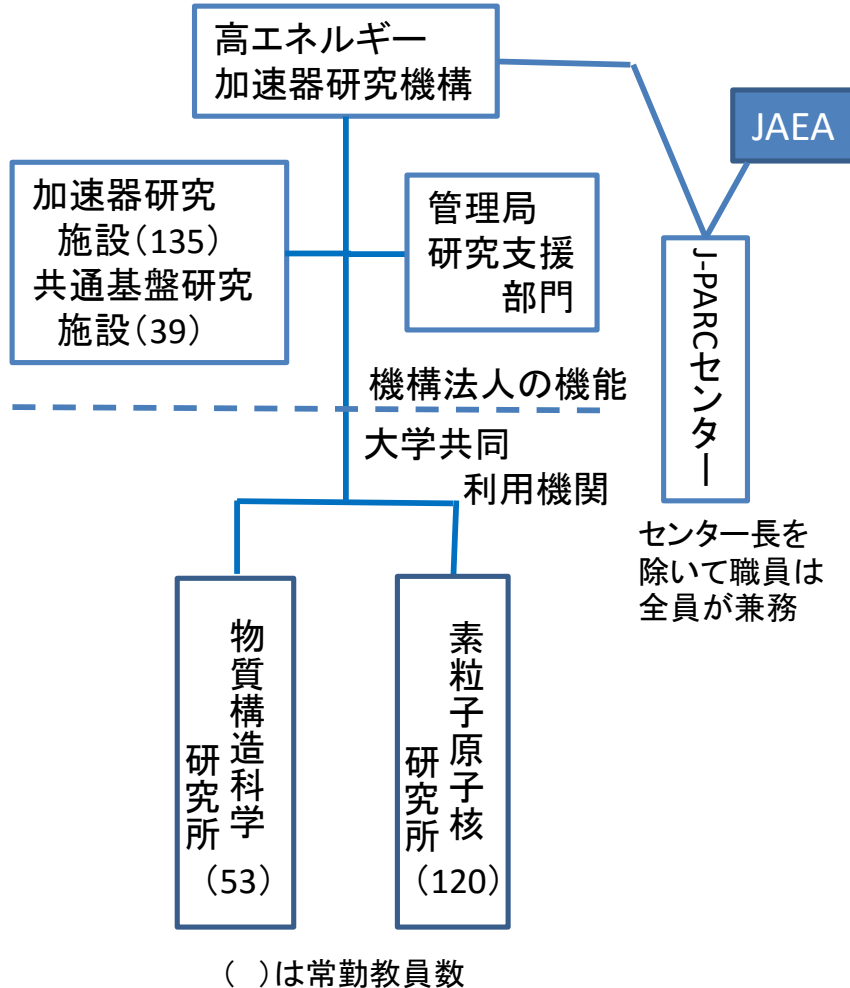
東海キャンパス  
(茨城県東海村、JAEAと共同でJ-PARCを運営)



INTER-UNIVERSITY RESEARCH INSTITUTE CORPORATION  
HIGH ENERGY ACCELERATOR RESEARCH ORGANIZATION

平成30年7月4日

# (1) - ① KEKの組織とガバナンス



## 研究計画

研究計画の優先順位を定めた研究実施計画(KEK-PIP)を策定。これに基づいて予算要求。

## 人件費

各部局に年2%の人件費削減を求め、うち1%を実削減、1%を機構による再配分に使用。

## KEKの機構ガバナンス

機構長裁量経費、間接経費、自己収入等を原資に8.5億円の機構裁量予算。KEK-PIPに沿った配分。

事務組織、研究支援組織および加速器などの技術基盤を担う組織を機構の下に一本化。

## 機構裁量予算

## 組織

- KEKにおいて機構法人の役割は明確で、ガバナンスは概ね適切と考えている。
- リーダーシップに対する制約: JAEAなどの他機関との共同事業が多岐にわたることによる制約は多々ある。
- 研究者コミュニティの意向は各研究所において反映。
- 経営人材育成の観点は今までほとんどなかったことは課題。
- 企業経営経験者を役員とすることには利点があるが、人選を非常に慎重に行う必要。
- 機構長補佐はアドホックに職員に依頼することが多く、特に補佐体制の充実を図る必要は感じていない。

# (1)－② 人的資源の改善

## KEKにおける教員の転入・転出状況：データ

H16年度 (373名中)			H28年度 (349名中)		
職名	転入	転出	職名	転入	転出
教授	1	3	教授	0	0
助教授	2	2	准教授	2	0
助手	2	4	助教	6	9
合計	5	9	合計	8	9

## 教員の流動性について

- 助教の流動性が高まる一方、上位職に停滞が見られる傾向
- KEKの研究者には大型の研究設備に関する特殊な専門性が求められる場合も多い。人事交流を一概に推奨できないケースも。
- 流動性を補完することを目的の一つとして、大学の分室を機構内に設置。すでに阪大、京大、九大と実施している。
- 流動性に資するためすべての人事委員会は半数を機構外の研究者から。
- 科研費により採用されているポスドクについては人件費の一部を機関が負担することによって専従義務をはずし、本人の自由な研究の時間を与える工夫をしている。
- 優れた研究設備を十分利用できるよう研究環境を充実することによって国内外の卓越人材を呼び込むことが可能。
- 異なる機能を持つ研究機関間の連携を進めるうえでクロスアポイントメントは有効。

# (1)－③ 物的資源の改善

研究施設・設備の老朽化が進行



- ESCO事業の導入による設備の老朽化対策および省エネ化促進(H29年度から、総額11.6億円)
- PFIによる研究者宿泊施設の更新 (H30年度から、総額10億円)

研究設備の維持・改良に困難



- 有償による産業利用の促進(H29は74件、1.2億円)
- 国際共同利用の促進によって測定装置などへの海外の財政負担(H30年度までの累積で85億円)

放射光施設の老朽化が顕著



- PFリングは建設以来36年が経過し、老朽化に加えて国際競争力も低下。大学などの研究者に十分な研究手段を提供できない状況に。
- 東北放射光計画への協力。
- 遠くない時期に施設の更新が必要。

その他の物的資源の改善



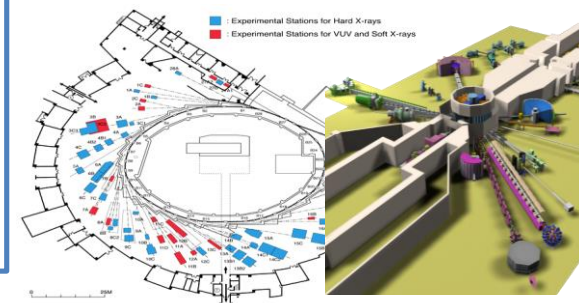
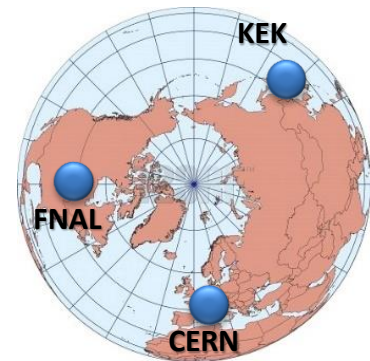
- 大学の研究用加速器施設(26か所)と協議会を設け、共同調達、人材育成、技術協力などを進めている。
- 加速器を産業、社会に有効活用するために応用超伝導加速器センター(仮称)の設置を検討。



# (1)－④ 機関の構成の見直し

## KEKの大学共同利用機関

- 機構がその基盤機能として大型加速器の建設、運転、性能向上などを行い、素粒子原子核研究所、物質構造科学研究所の2つの大学共同利用機関がこれを用いた共同利用研究を実施。
- 素粒子原子核研究所は世界の素粒子研究ネットワークの三拠点の一つとして素粒子物理学の新しい局面を切り開く研究を推進。
- 物質構造科学研究所では加速器から得られる放射光や中性子、 $\mu$ 粒子などをプローブに用いて物質科学、生物学、材料科学などの共同利用を進めている。また、年間74件の産業界からの利用も受け入れている。
- 両研究所における共同利用者のうち約1800名は大学院生であり、先端性の高い研究施設で世界中から集まる研究者と切磋琢磨しつつ研究を行う機会を提供。
- 両研究所では人的資源不足によって研究が制約される傾向。他機関との連携やクロスアポイントメントなどによる改善を進めている。



## 機関の構成の見直しの必要性

- 学問は時代とともに変化するものであり、それに伴って研究機関が担うべき研究上の役割やその存在意義も変化し得る。したがって、各々の機関がこの変化を適切に主導しているかを客観的に検証することは極めて重要。
- 国内の専門家のみで評価をゆだねたのでは十分な客観性を担保することは困難。客観性の高い国際評価制度を導入の上、これに基づいて機関の設置状況を検証することが必要。これに関して欧米の制度に学ぶべき点はまだあるのではないかと。

## (2) 人材育成機能の強化

### 総研大と機構法人の連携協力は不十分？

- 基盤機関(=専攻)における教育・研究においては連携協力に関わる問題はないのではないかと。
- 機構から総研大の本部機能への参画が十分ではない。  
→学長・機構長、担当理事同士、機関の所長間など様々な協議の場を設けており、機構の総研大本部機能への関与を促進する仕組みが整いつつある。
- 大学等連携推進法人の活用によって総研大本部機能への関与を制度化することは有効。

### KEKにおける総研大教育

- KEKでは、総研大設立以来240名余りの博士取得者を出しており、総研大は機構における大学院学生教育の枠組みとしてうまく機能している。
- 特に、加速器科学、粒子測定器、放射線科学など、他大学では学ぶ機会の少ない分野で多くの人材を育成している。この点で連携大学院制度と相補的。
- 総研大と連携大学院制度の併用によって学生数が増加し、共通の教育プログラム、学生同士で切磋琢磨する機会など、教育の質の向上に効果がある。
- 博士取得者のうち留学生が1/4、有職者が1/5を占めており、海外や産業界からも期待の声がある。

## (3)－① 他機関との連携・協力

名称	開始	参加機関	協力内容	特記事項
TIA	H24	産総研、物材機構、筑波大、東大	イノベーション創出	東大はH28年に参加
大学加速器連携協議会	H29	全国26大学・研究機関	加速器に関する共同調達、共同研究、人材育成プログラム	
光ビームプラットフォーム	H28	阪大レーザー研など8機関	放射光分野の連携促進、人材育成、放射光とレーザーの連携	JST委託事業
スパコンの相互利用		国立天文台、筑波大、京大、東大、千葉大、理研		
OpenIT	H22	30大学・研究機関	計測システム研究開発プラットフォーム	
KAGRA	H6	東大宇宙線研、国立天文台	低温重力波検出装置	
計算基礎科学連携拠点	H26	国立天文台、筑波大、京大、東大、千葉大、理研		
LiteBird		JAXA宇宙研、国立天文台、理研、東大、千葉大、岡山大ほか	宇宙マイクロ波背景放射の偏光観測による初期宇宙の研究	
BNCT	H20	筑波大、北大、JAEA、茨城県	ホウ素中性子捕獲治療	
名称	開始	参加機関	協力内容	特記事項
弱値の物理測定への応用	H29	自然機構、情シス機構	弱値の物理測定への応用	大学共同利用機関間の連携
遺跡出土品の測定	H29	人間文化機構	負ミュオンによる考古資料の非破壊内部元素組成分析	大学共同利用機関間の連携

これらに加えて東大、筑波大など8大学10研究科と連携大学院制度がある。

### 連携強化に向けた方策

- KEKでは前頁のように異なる研究設備や専門性をもつ共・共拠点など他研究機関との連携研究を幅広く行っており、研究の多様性を高め、研究能力を最大限発揮するうえで非常に効果的。
- これらをさらに有効に機能させるためには、国立大学法人や機構法人が連携して、そのもとで研究者がなるべく制約なく連携研究を進められる枠組みを提供できる仕組みが望まれる。
- そのために大学等連携推進法人は解を与えるのではないか。研究者からの提案によって資源を配分する仕組みは現4機構でも実施しているが、さらに拡大、実質化の有効な方策となりうる。



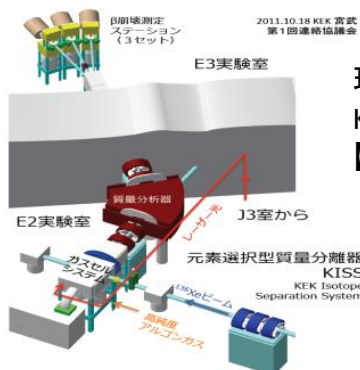
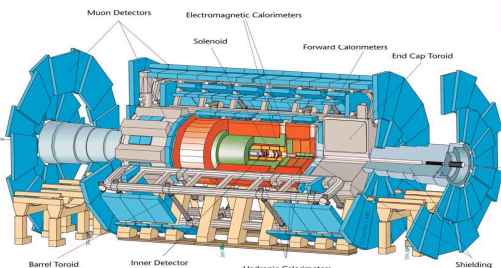
# (3) - ①補足 他機関との共同事業

日本原子力研究開発機構 (JAEA)  
J-PARCを共同運営



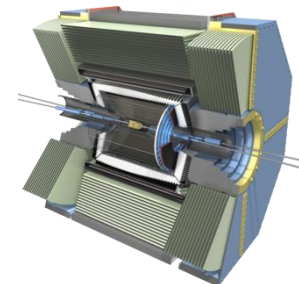
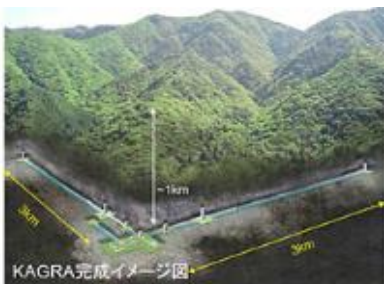
ヨーロッパ共同原子核研究所 (CERN)  
LHC/ATLAS実験

【KEKから】  
30人、  
27.5億円



理研仁科センター  
KISS実験  
【KEKから】9人、0.6億円

東大宇宙線研等  
KAGRA実験  
【KEKから】  
14人、0.6億円



25か国100研究機関  
Belle II 実験 (KEK)  
【他機関から】714人、  
32.8億円



インドDST  
インドビームライン  
【DSTから】68人、1.1億円



アステラス製薬 創薬ビームライン  
【他機関から】5人、9.4億円



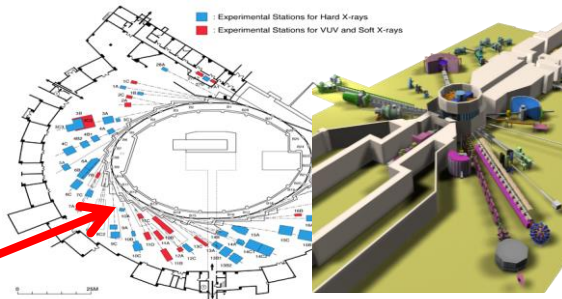
11か国20研究機関  
T2K実験 (KEK)  
【他機関から】317人、38億円

注: 引用する人数は現在の参加人数、金額はプロジェクト毎の積算額

## 産業への貢献

- 放射光、中性子、ミュオンを物質研究のプローブとして産業利用に提供。材料研究や創薬に係る研究
- TIAの構成機関として産総研などとのチームプレーでイノベーションに貢献
- 加速器、粒子測定器からの技術波及による産業への貢献
- 加速器の産業、医療などへの応用

### PF、MLFにおける産業利用



「社会に役立つ放射光」事例  
構造材料分野「耐食鋼の耐食性発現メカニズムの解明」  
新日鐵住金株式会社

鋼の「さび」の生成プロセスを解析することにより、長期間大気環境下で使用可能な構造材料設計指針を提示

手法: *in situ* X線回折・XAFS法: 実環境を模擬した乾燥～湿潤サイクルの中で鋼材の構造変化をナノスケールで観察

「良いさび」の構造  
0.5 nm

Na<sup>+</sup>が陽イオン、Cl<sup>-</sup>が陰イオン  
鉄表面がO<sub>2</sub>と反応してFe<sup>2+</sup>とFe<sup>3+</sup>が生成し、O<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Oが反応してOH<sup>-</sup>が生成する。Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>が電荷を中和し、鉄表面に吸着する。Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>が電荷を中和し、鉄表面に吸着する。Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>が電荷を中和し、鉄表面に吸着する。

Ni添加耐食性鋼。表面にできる「良いさび」がClを近づけず、さびが広がらない

普通の耐食性鋼。表面にClが吸着し、「悪いさび」が広がる

戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

### TIA: 元々はつくばイノベーションアリーナ

「つくば」から未来の産業へ

TIA-nanoは、つくば地区をひとつの集合体と考え、そこに蓄積された世界トップレベルのナノテクノロジーの研究資源を有機的に活用することによって形成された、産業技術総合研究所(産総研)、物質・材料研究機構(NIMS)、筑波大学、高エネルギー加速器研究機構(KEK)を中核とするオープンイノベーションハブです。

筑波大学  
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology  
NIMS

東大

### 新プロジェクト始動!

### 革新的構造材料

構造材料の未活用情報を取得する先端計測技術開発

2014年10月、TIA-nanoの先進計測技術開発が、産総研の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)エスエーロー「革新的構造材料」に採択されました。

腐化発生後の形態計測  
腐化発生前、電子状態計測まで拡張!

電子及びX線回折と相関構造

放射光施設と物質構造科学

PF

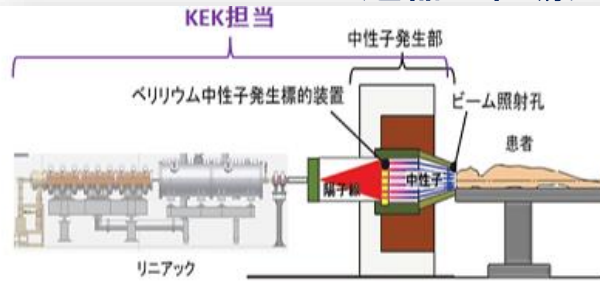
ナノ構造を有する革新的構造材料の社会実装

航空機における構造材料  
・複合材  
・アルミ  
・チタン  
・鉄鋼  
・Ni合金等

構造材料研究センター/先端計測

イオンビーム分析施設と人材育成

### 加速器の医療への応用: BNCT





## (4) 機構法人の枠組み

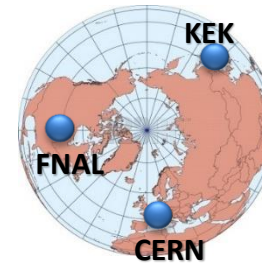
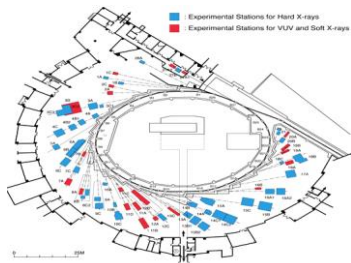
### 現在の4機構法人体制のメリット・デメリット

- ❑ JAEAと共同でJ-PARCを運営するにあたって生じる多くの問題を対等な法人同士の立場で協議を積み重ね解決することができた。これには原子力規制庁の理解が得られる体制作りの観点からも非常に重要であった。
- ❑ 自律して意思決定できる法人として海外の政府機関、財政支援機関と折衝し、KEKで進める研究計画に海外からの研究者の参加と多額の出資を得ることができた。
- ❑ 加速器科学の発展を担う上で大学共同利用にとどまらず、産業利用、国際共同利用、加速器の社会・産業への応用などを展開してきたが、他機関との横並びを求められることなしに自律性をもってこれらを進めることができた。
- ❑ デメリットとしてはスケールメリットの欠如が上げられるが、定量的には上記メリットを上回らないのではないか。

### 総研大+4機構で大学等連携推進法人を作る場合

- ❑ 中心的な機能は連携研究の促進。現在4機構間で行っている連携事業を拡大強化して、資源配分を伴った連携プラットフォームを設ける。ここでは5法人にとどまらず、大学、共・共拠点など幅広い連携研究を支援することが望ましいが、具体的な制度設計は今後の課題。
- ❑ 国際協力事業支援や共通技術支援など、共通化可能なものを抽出して大学等連携推進法人に集約することによって効率化が可能。
- ❑ 上に述べた機構法人体制のメリットを損なうことなくこれらを実現するために大学等連携推進法人は有効に機能し得る制度。
- ❑ 大学等連携推進法人制度は総研大での大学院教育の強化にも活用可能。

- 国内大学の研究者に大型加速器による先端的研究の機会を提供  
→国内の研究、教育のレベルアップ
- 大学間連携、産学連携の拠点、国際化の足掛かりなど  
→大学の機能強化に寄与



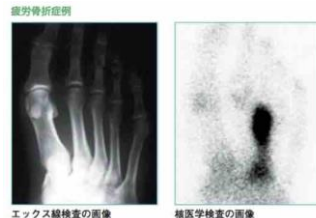
主に素粒子研究において世界の3拠点の協調と競争によって人類の知識に貢献。



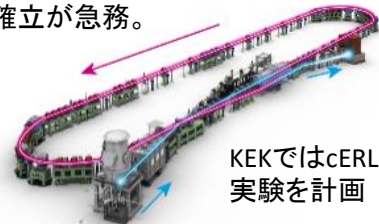
材料開発、創薬へ4つのプローブを提供

### 例1) 核医学検査薬製剤

核医学検査薬<sup>99m</sup>Tcの原料は100%輸入(年額150億円)。生産は原子炉に頼るため不安定。加速器ベースの生成技術の確立が急務。



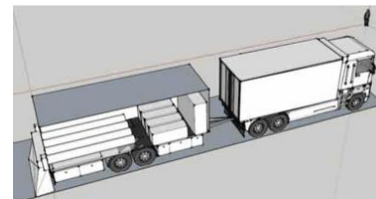
造影骨析症例      核医学検査の画像



KEKではCERNを使った実証実験を計画

### 例2) アスファルトの長寿命化

通常舗装道路の寿命は10年。電子ビーム照射によって硬化(架橋)させ、長寿命化が可能。車載小型大電流加速器が必要。



### その他の例

- 次世代半導体リソグラフィ用EUV光源
- ホウ素中性子捕獲療法(BNCT)用小型中性子源
- 核融合炉用材料照射試験
- 加速器駆動核変換システム(ADS)

## (4) 機構法人の枠組み

### 一法人に統合するメリット

- ❑ 機構裁量予算にスケールメリットがあり、短期間に大規模な投資が可能。
- ❑ 重複部分を整理することによって効率化が可能。  
→役員、一部の事務職員などの人件費は縮小可だが、機関の重複は些少。
- ❑ 機構長のリーダーシップで機関や研究内容の見直しが可能。  
→機構長の選考方法などを見直すことが必要。実は統合のメリットではない。



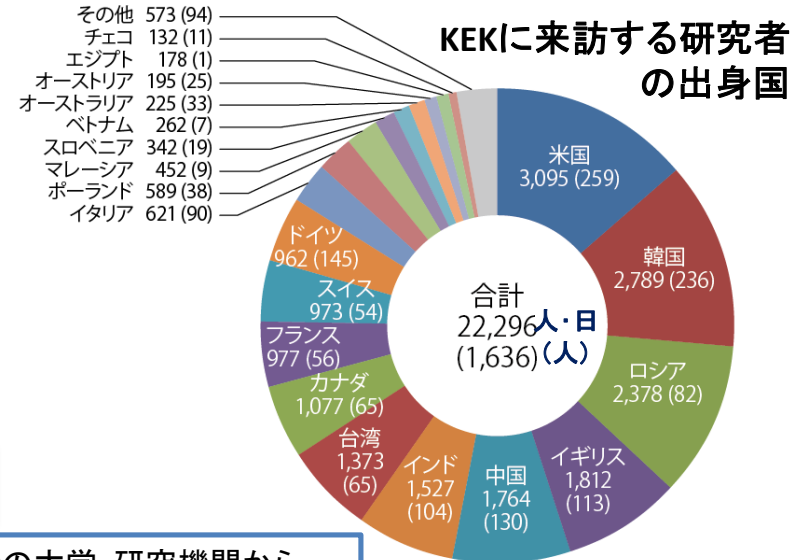
両者の慎重な比較が必要

### 一法人に統合する場合のデメリット

- ❑ JAEAと共同でJ-PARCを運営するにあたって生じる多くの問題の解決が困難に。これには原子力規制庁の理解が得られる体制作りにおいても懸念。
- ❑ 海外の政府機関、財政支援機関との折衝が困難に。これまでのようにKEKで進める研究計画に海外から大規模な研究者の参加と多額の出資が得られるか。
- ❑ これまで大学共同利用にとどまらず、産業利用、国際共同利用、加速器の社会・産業への応用などを展開してきたが、他15機関との同質化が求められると独自の方向性が困難に。

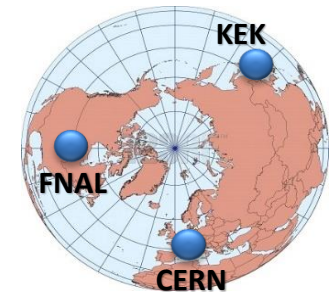


- 素粒子物理学の研究はボーダーレスに行われる傾向が強くなりつつある。研究者の興味によって世界中どこの研究施設にも参加可能。
- 加速器施設の建設・運転はホスト機関が負担し、実験を行う測定器の建設・運転やデータ解析のための計算機設備などは参加研究者が負担するルールがある。
- KEKはその国際ネットワークの一拠点



## Belle IIの例

- ◆世界25か国、100の大学・研究機関から約800名の研究者が参加
- ◆海外からの財政拠出 33.8億円
- ◆東南アジア、中東の科学新興国の研究者にも研究と人材育成の機会を提供



## T2Kの例

- ◆世界11か国から約500名の研究者が参加
- ◆海外からの財政拠出 38億円
- ◆アメリカの同様な研究施設と激しく競争しながら計画を推進



これらの研究施設によって国際研究拠点の一つとして、わが国がこの分野で世界を先導する役割を担う。  
国内の若手研究者は国内で国際研究チームの環境を経験できる。

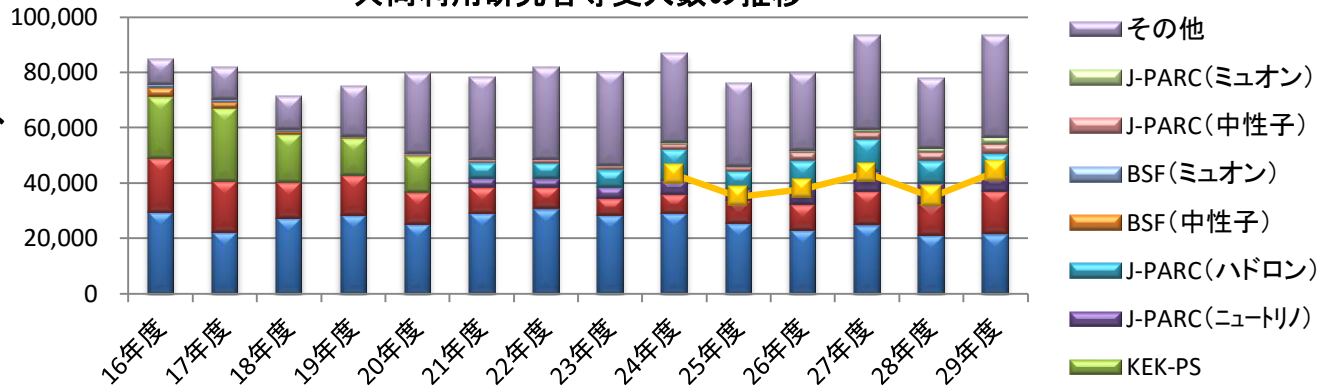
## 大学共同利用の実施

3つの研究施設(J-PARC、SuperKEKB、PF)で年間8万人・日の共同利用者を受け入れ、大学の研究力強化、若手育成に貢献。

- ◆大学の専用施設の設置（東大理学部 附属分光化学センター）
- ◆阪大、京大、九大の分室を設置。
- ◆大学等連携支援事業（平成17～29年度延べ331件）、

人・日

共同利用研究者等受入数の推移



## 大学に設置した加速器を用いた研究に貢献

### 大学加速器連携協議会

- 加速器機器の共同調達
- 加速器に関する共同研究
- 人材育成



## 大学の国際研究協力への貢献

### ◆日米協力事業

1979年に米エネルギー省(DOE)と旧文部省の間で発足した高エネルギー物理学の研究協力事業。現在はDOEとKEK間で実施。日米の大学などの研究者が双方で行う研究を公募により支援。H30は27件の提案を採択。

### ◆TYL(Toshiko Yuasa Lab.)

2006年にフランスの財政支援機関IN2P3、IRFUとKEKが設立したバーチャル研究所。日仏の大学などの研究者が双方で行う研究を公募により支援。H30は26件の提案を採択。

### ◆LHC実験への参加の支援

CERN(ジュネーブ)で行われている国際共同実験LHC計画に日本の大学研究者が参加するのを支援。17大学165人が参加、うち大学院生は85人。

## ■ J-PARC運営上の困難

- ▶ J-PARCは日本原子力研究開発機構(JAEA)とKEKの共同運営。目的の全く異なる両者による運営には多くの困難。
- ▶ これまでは機構法人同士の対等な立場での協議を重ね問題を解決してきた。
- ▶ 原子力規制庁からは「一者申請」を求められているが、KEKとJAEAの長が一体的に運営を行うという説明で「二者申請」を例外的に認められている。

## ■ 海外から多額の出資を受ける上での困難

- ▶ これまで現行研究計画に合計85億円の出資、物的貢献を得ている。この交渉は困難を極めるのが通例。
- ▶ 自律的に意思決定できる法人でなければこの交渉はほぼ不可能。

## ■ 従来の大学共同利用の枠組みを大きく越えた運営の困難

- ▶ 加速器科学の宿命として設備、維持に多額の予算が必要。このために国際共同利用、産業利用、さらには加速器の産業への応用などの仕組みを整備し、それらによって大学共同利用を成り立たせてきた。
- ▶ この結果、KEKの大学共同利用のあり方は他とは非常に異質。それをさらに大幅に拡大する方向。
- ▶ 統合した法人のもとでこのような異質性の拡大が可能か。同化が求められると加速器科学は成り立たない。