

# 核融合分野人材育成に関する アンケート・集計結果 (第一次解析:2016.2.22)

回答数:68研究グループと核融合研(総数365名)  
前回調査(平成18年12月)の40研究グループ, 総数225

大野哲靖(名古屋大学工学研究科)  
後藤拓也(核融合科学研究所)

# 大学での核融合研究の動向調査

## －文科省核融合作業部会への基礎資料－

平成18年12月 核融合ネットワーク

### ○ 対象と方法:

核融合科学ネットワークと核融合炉工ネットワークのメンバーを対象に、メールによるアンケート調査を実施(2006年12月実施)。

### ○ 調査項目:

- (1)核融合関連講座数, 教員数, 学生数
- (2)博士および修士取得者の動向(卒業数, 就職先)
- (3)研究論文・学会発表の主題のカテゴリー
- (4)核融合に関連する教育プログラム(講義や演習, 実験など)の実態
- (5)核融合関連分野の採用実態(研究職, 技術職など幅広く)

### ○ 回答率:

大学所属の核融合ネットワーク会員総数:333人      回答者:118人 (回答率:35%)

- 核融合科学研究所と日本原子力研究開発機構に関しては、採用実態動向調査を実施。

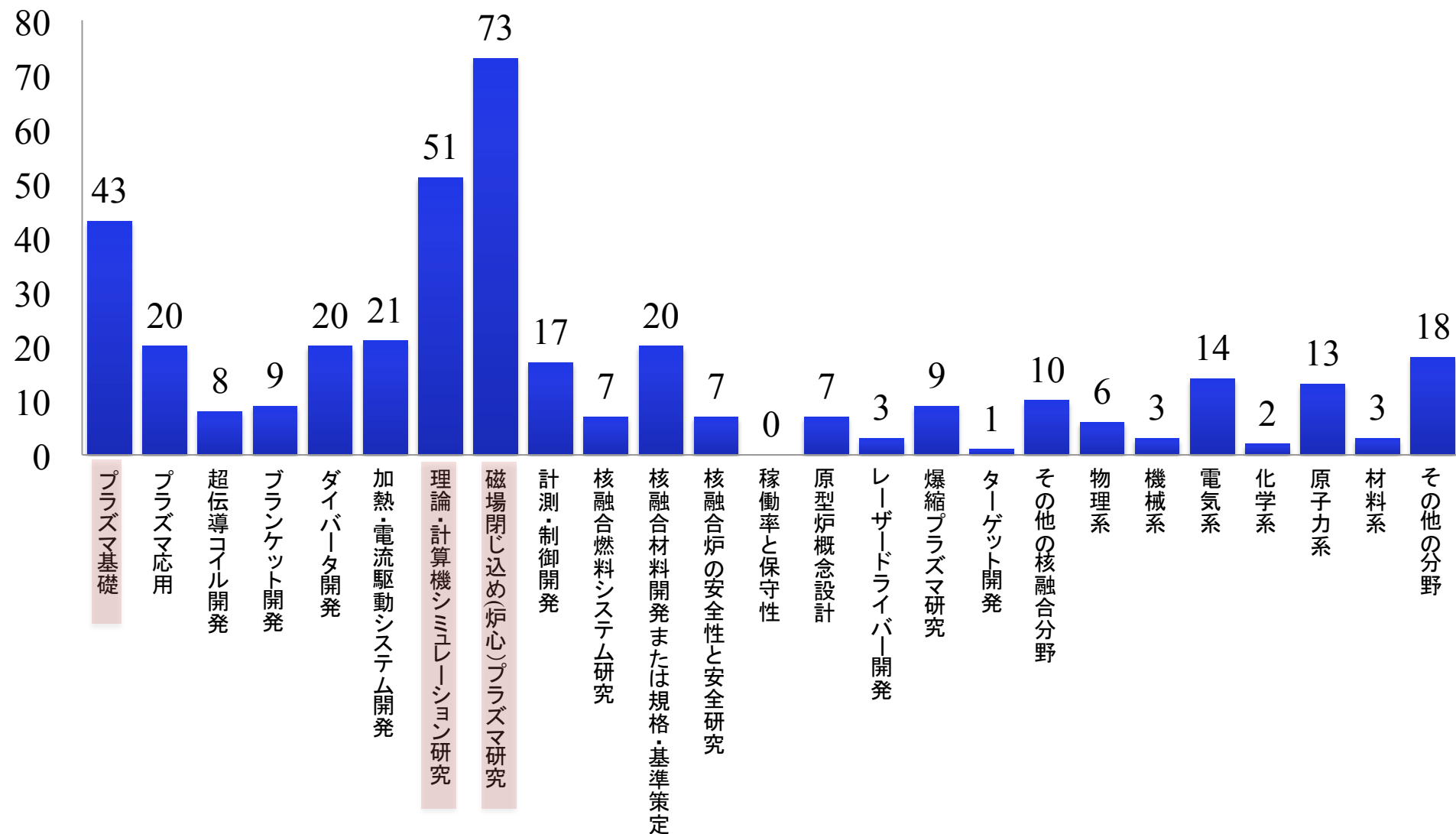
# アンケート作成・実施メンバー (核融合ネットワーク)

吉川(筑波大), 出射(九大), 大矢(静大), 笠田(京大),  
福本(兵庫県立大),  
鈴木(康), 岩本, 後藤(拓), 武藤, 相良(以上 NIFS),  
上田(阪大), 小川(東大), 大野(名大)

謝意: 中塚(文科省), 鵜飼(核融合ネットワーク事務局)  
プラズマ・核融合学会事務局

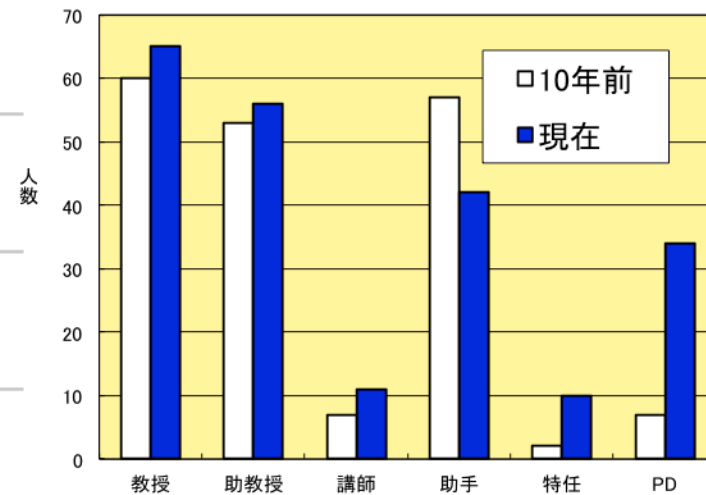
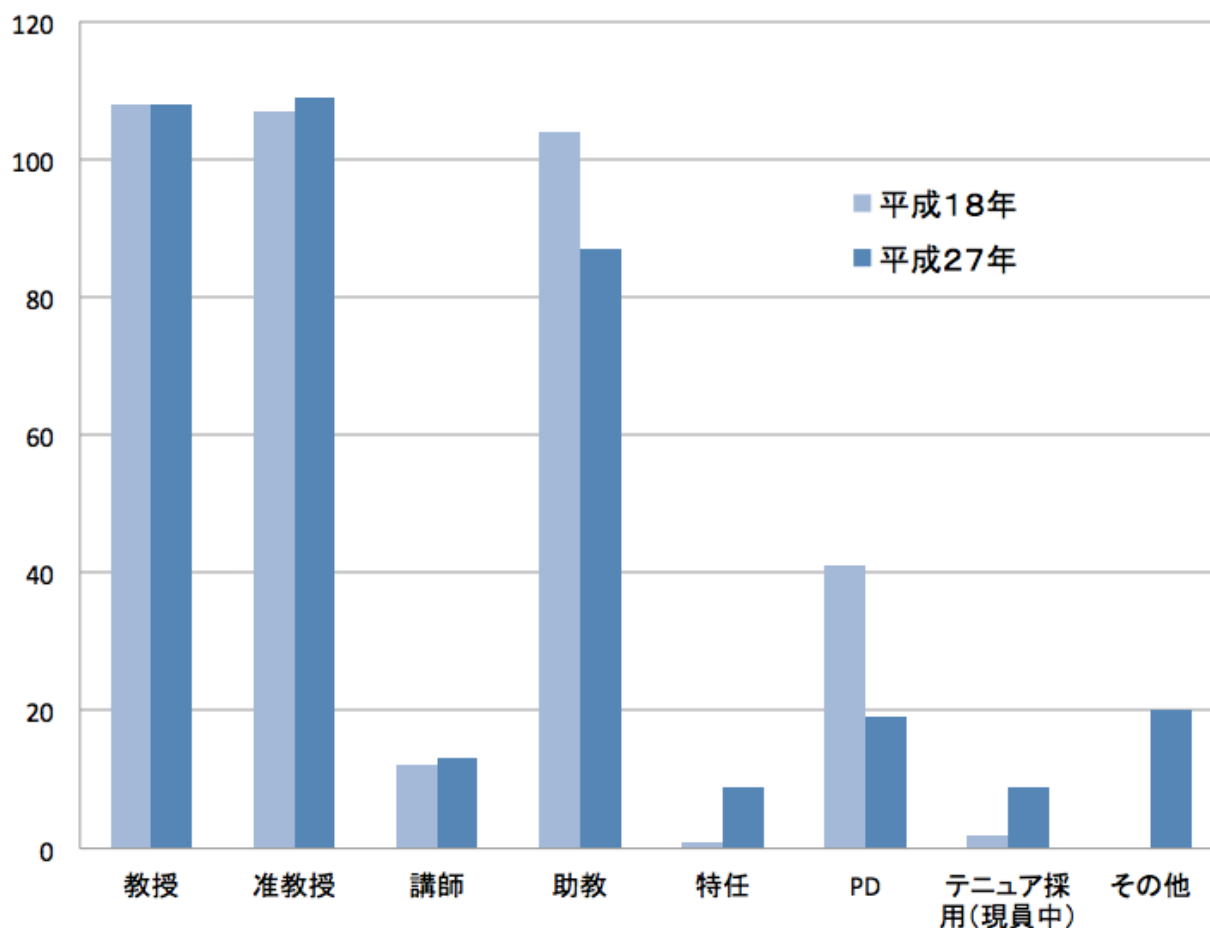
# 現在の研究分野

- 分野構成: 炉心プラズマが19.0%でトップ、以下理論・計算機シミュレーション13.2%、基礎プラズマ11.2%。稼働率と保守性のみ該当なし(一部重複あり)



# 教員数の動向

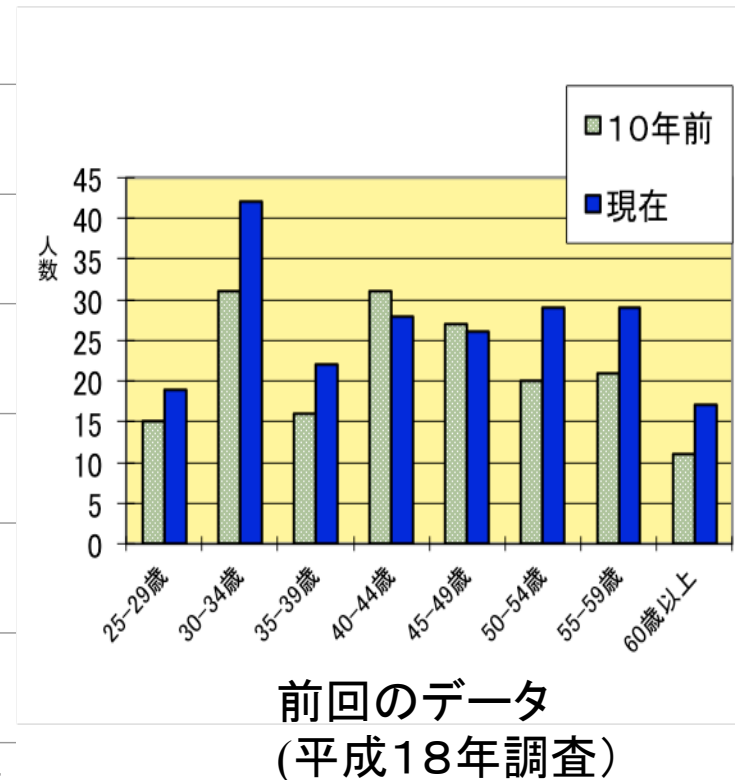
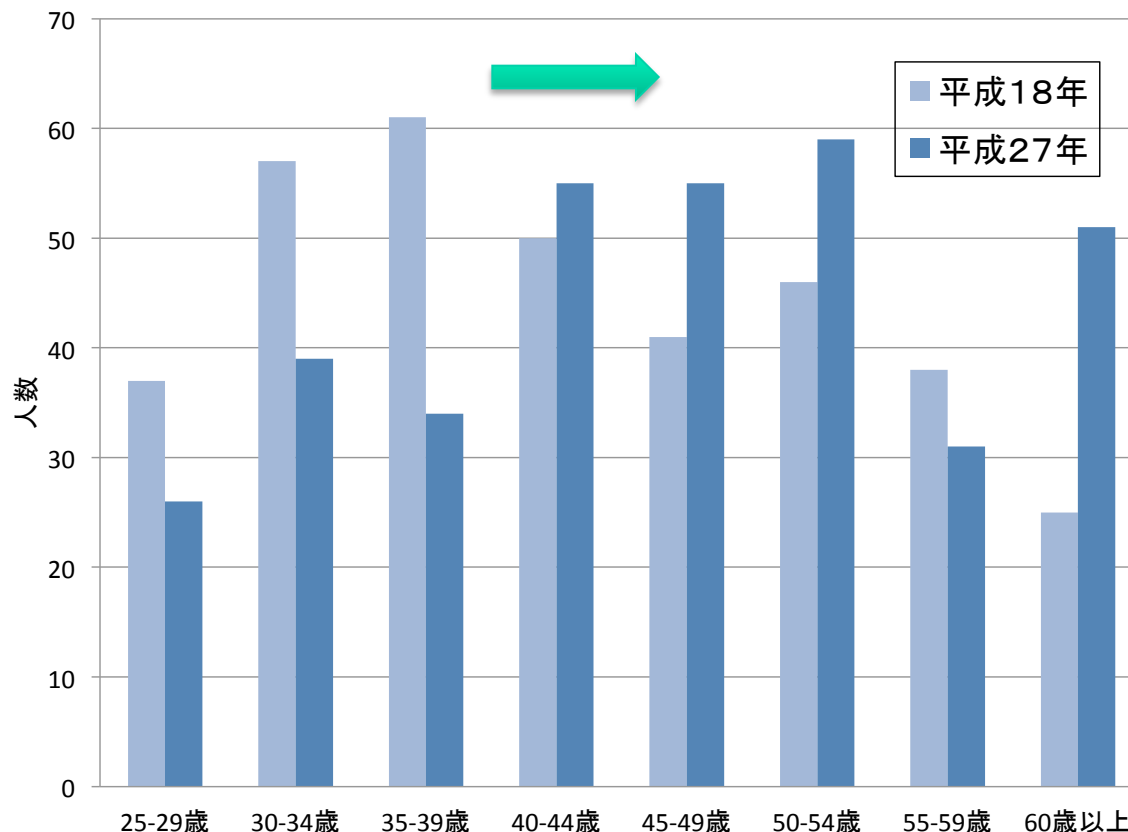
- 特任教授・特任助教や招聘教授、特命研究員、学術研究員等の**新しいポストが増加**（今回は**PD数が増加**）
- 教授、准教授、講師、助教の数は横ばい。



前回のデータ  
(平成18年調査)

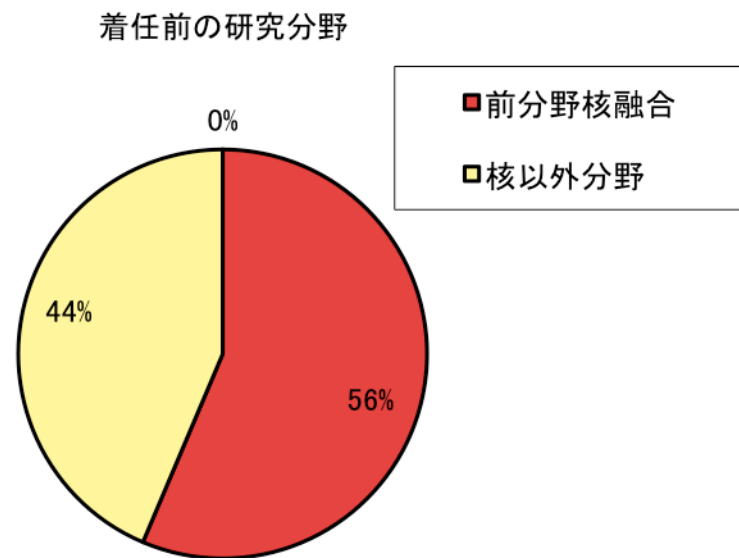
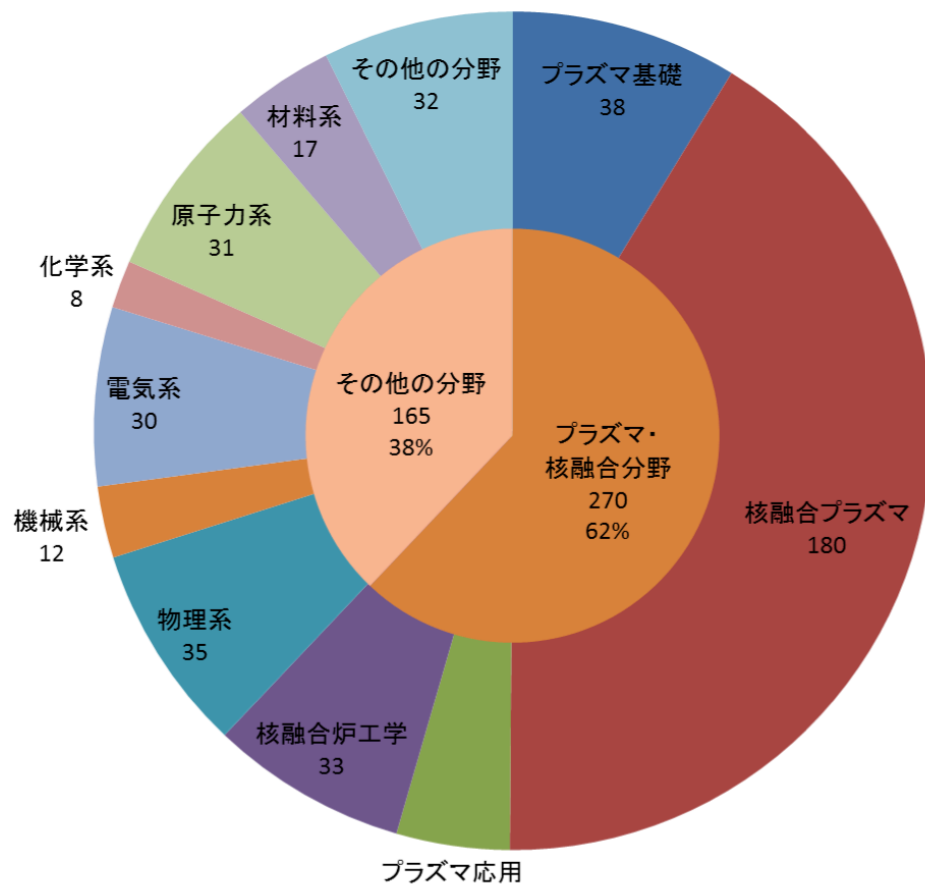
# 教員年齢構成の動向

- 「約10年前」のグラフを横軸2つ(10歳)分スライドさせるとほぼ現在の形となり、**そのまま高齢化**していることが読み取れる。
- 前回調査と今回調査の10年前を比較すると30代後半を除き割合はほぼ一致しているように思われる。
- 前々回、前回と比較し40歳未満が大きく減少。**
- 5年程度で研究者人口が大幅に減少。**



# 着任前の研究分野

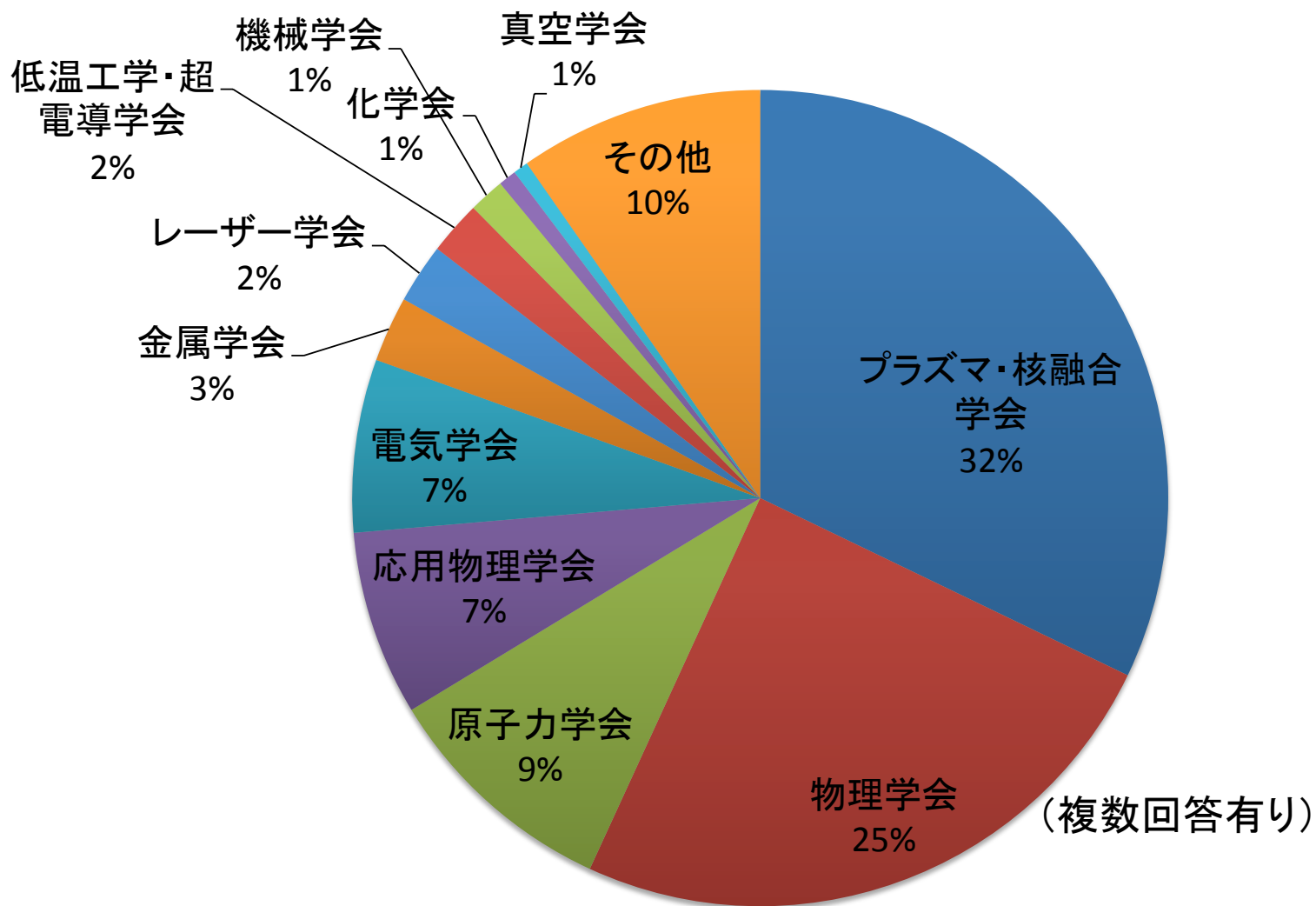
- 前回調査同様、約4割がプラズマ・核融合以外の分野から参入（※ただしその他の分野は重複回答があるため、実際にはもっと少ない可能性あり。前回については不明。）
- プラズマ・核融合分野からの着任では、プラズマ物理研究出身者が圧倒的に多く、これが現在の研究分野での人数構成にも影響していると考えられる。



前回のデータ  
(平成18年調査)

# 所属学会

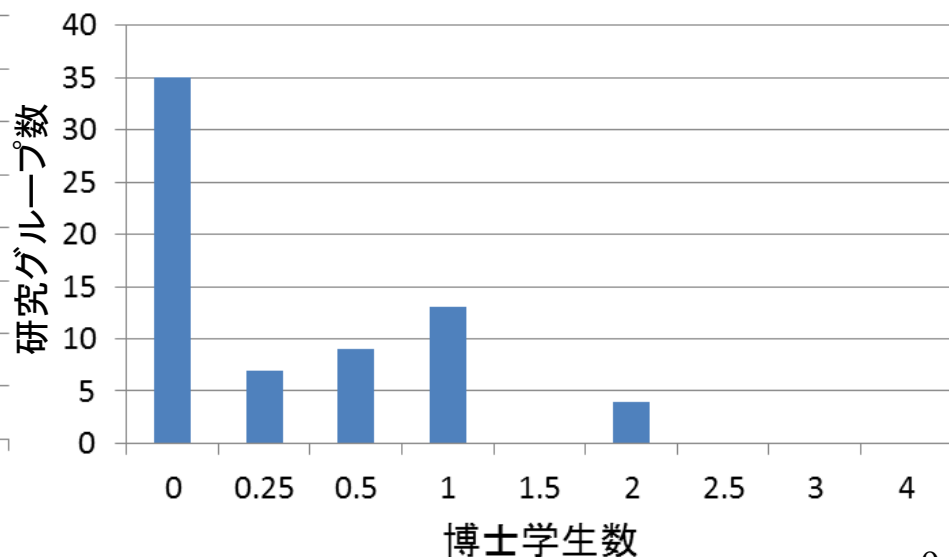
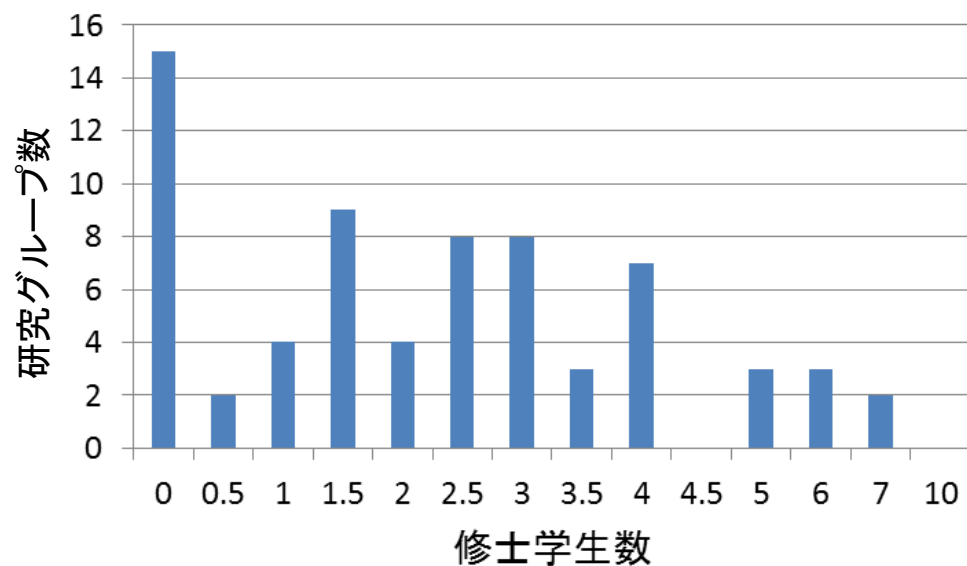
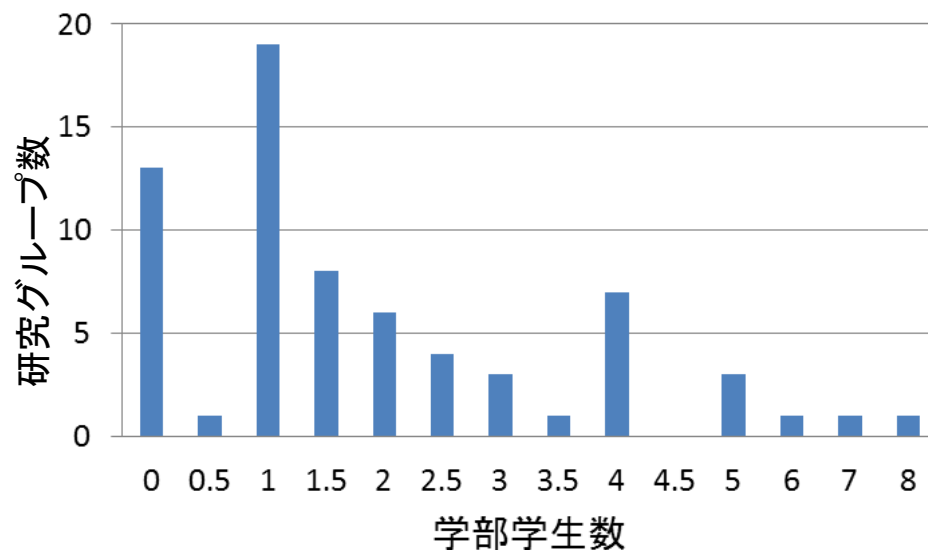
- 主要学会であるプラズマ・核融合学会をはじめ、いろいろな学会に所属している。着任前の分野の多様性に対応して、核融合研究の裾野の広がりを示している。



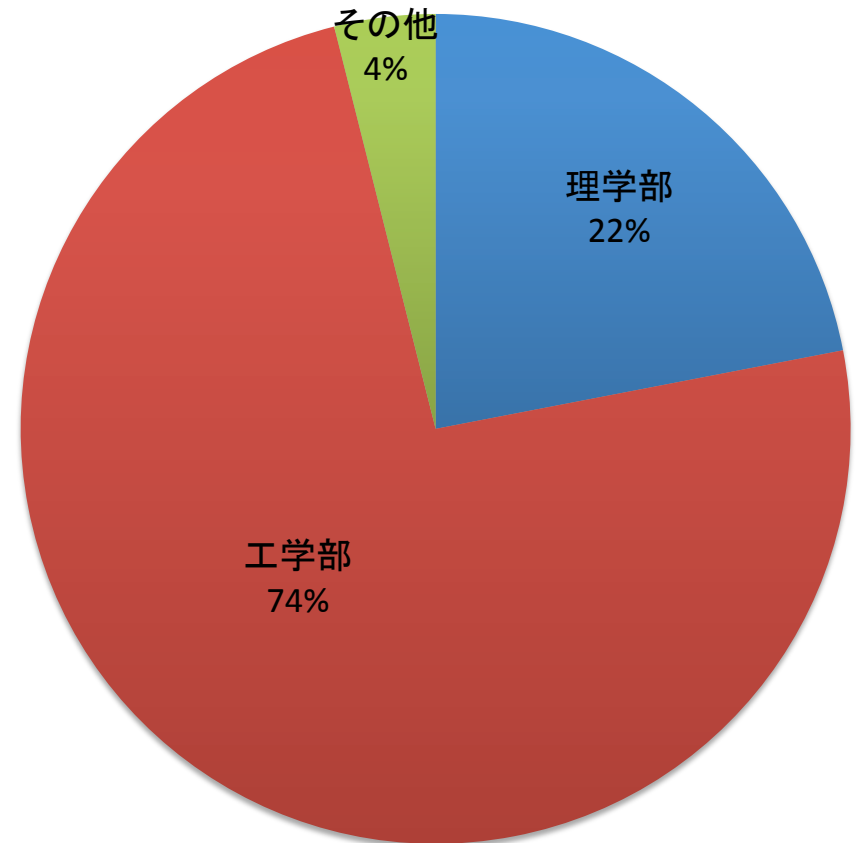
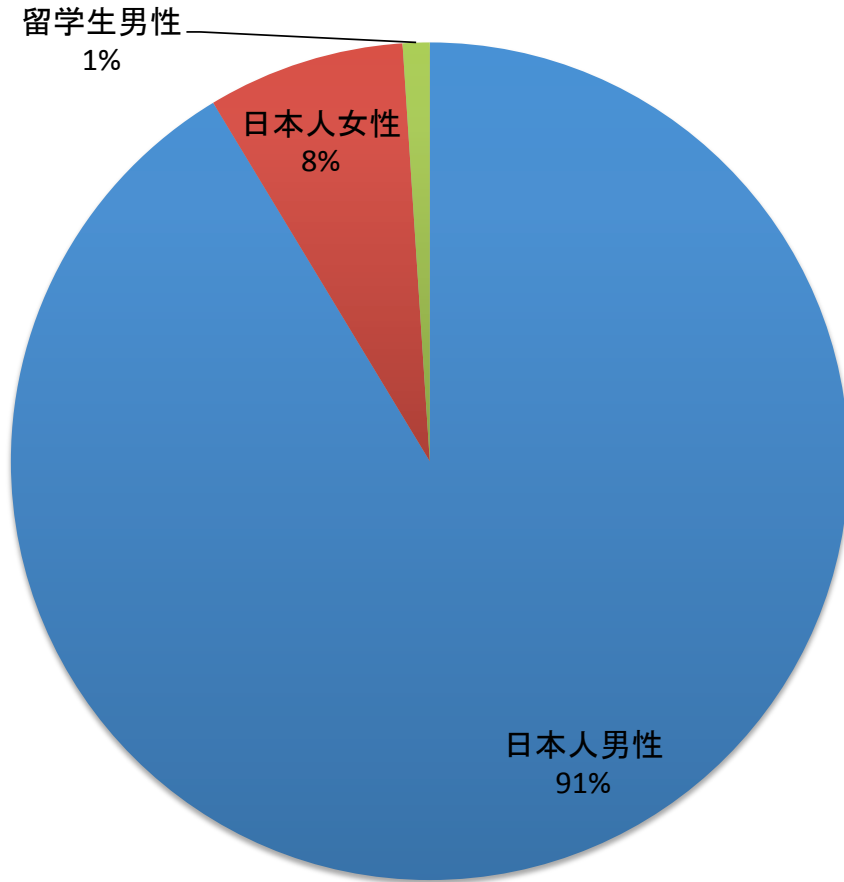


# 教員一人当たりの学生数

- 学部学生は1~2人、修士課程学生は2~3人、博士課程学生は1人程度と、前回調査と同様の傾向(前回調査は学部学生数のデータはなし)

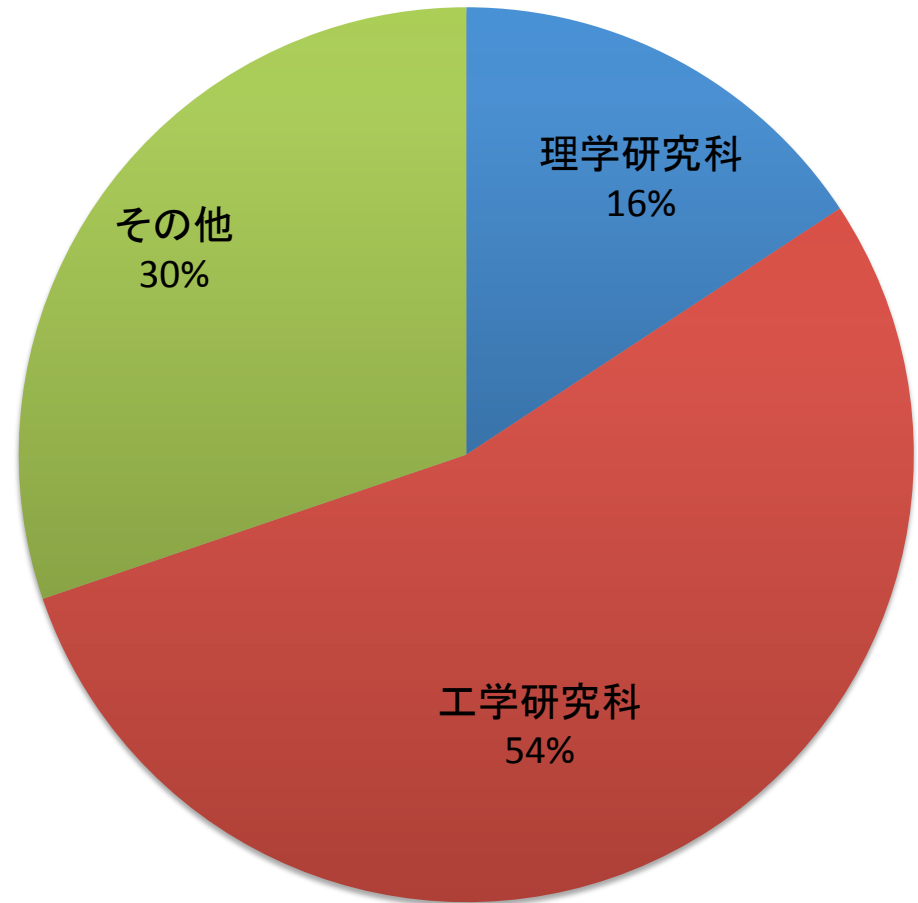
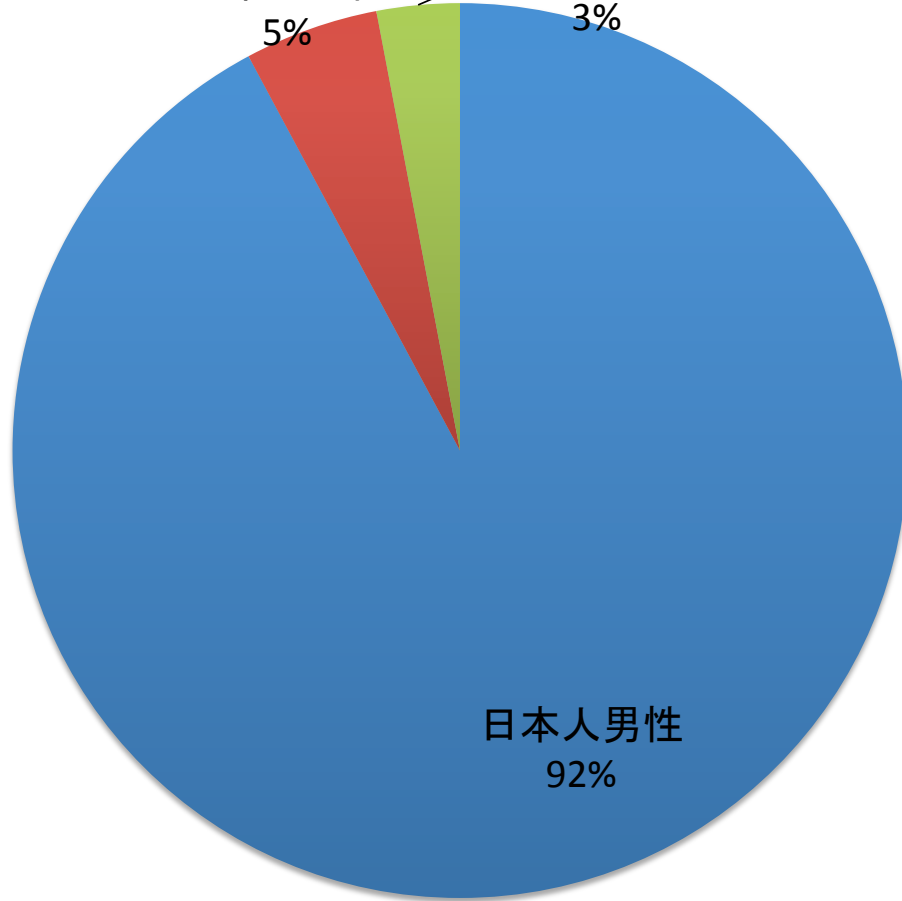


# 学部学生の構成(H27 総数289)



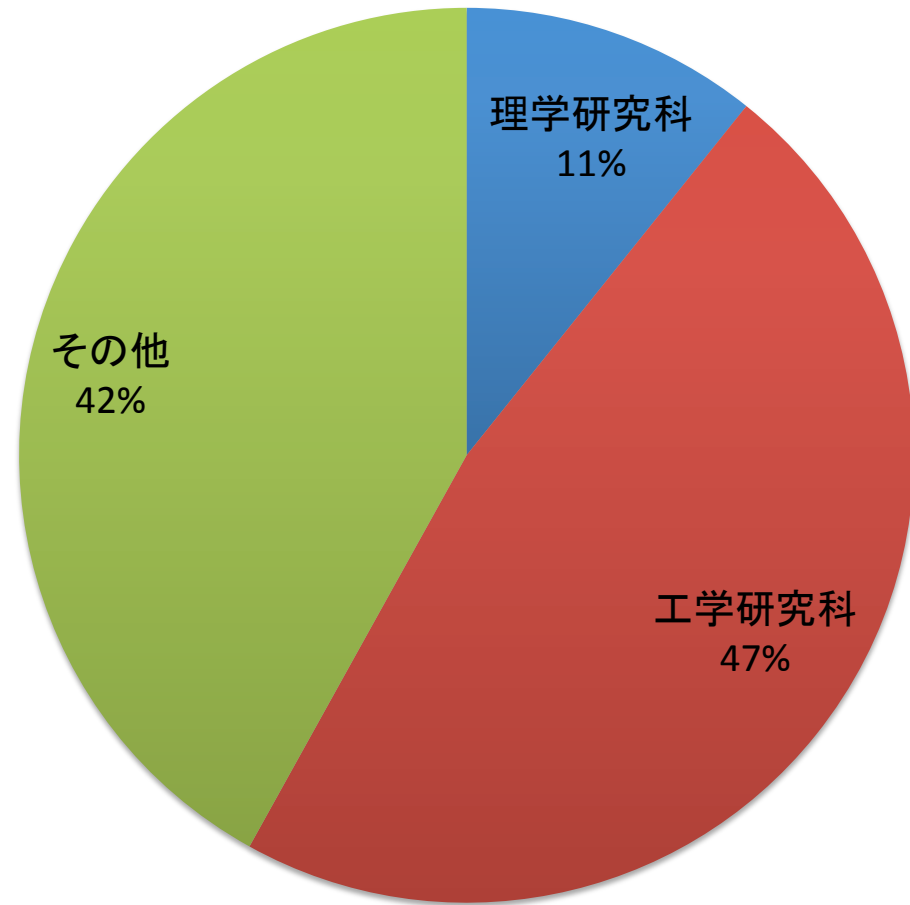
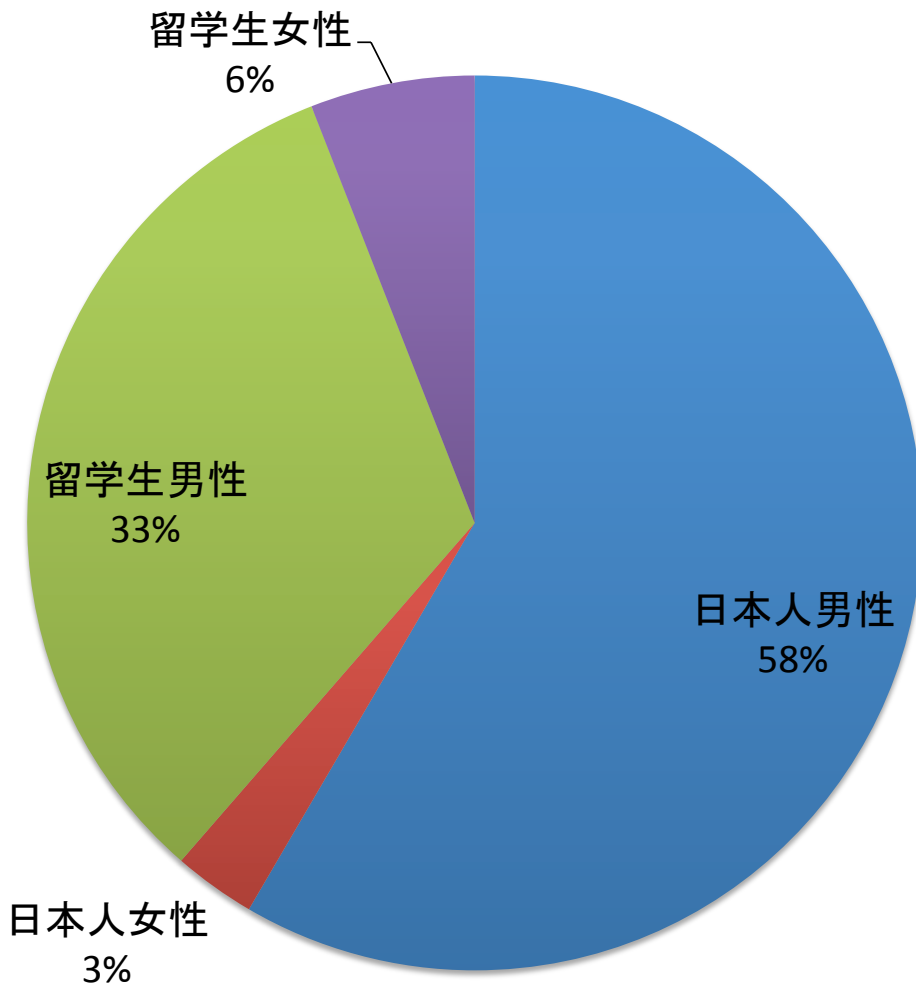
# 修士学生の構成(H27 総数433)

日本人女性 5%  
留学生男性 3%



大学院の多様化のためにその他が増えている

# 博士学生の構成(H27 総数101)

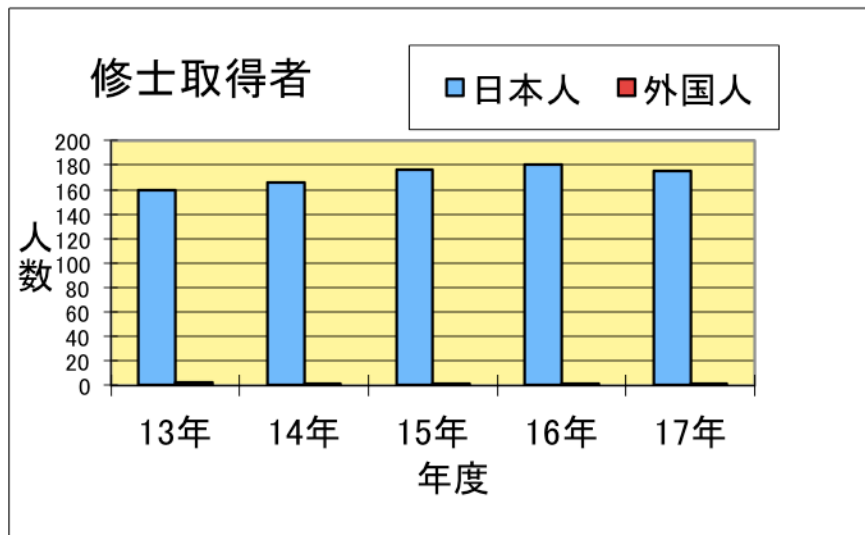
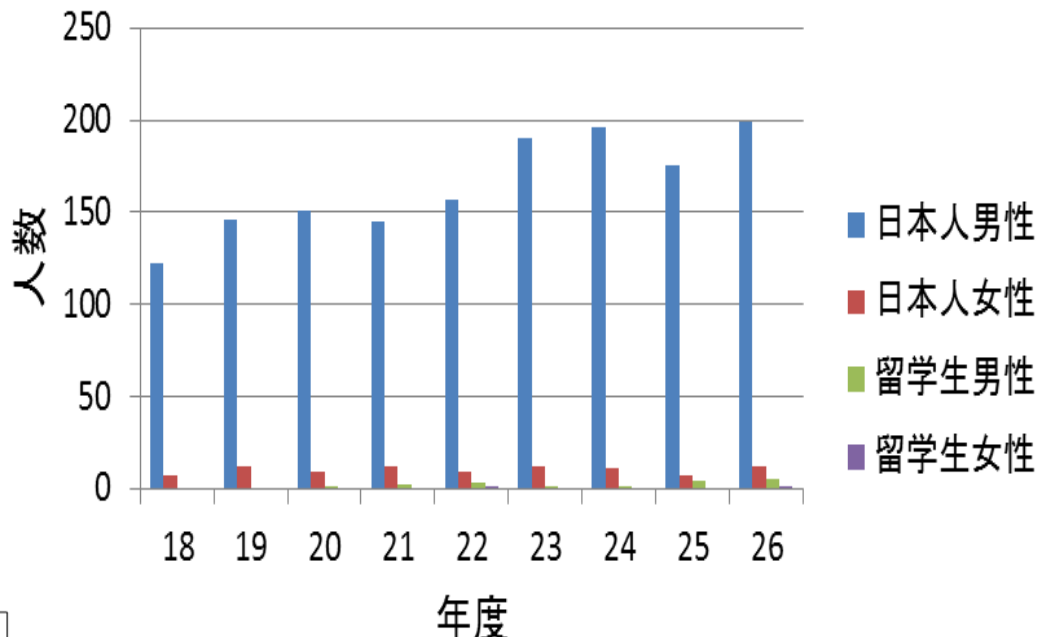


学部，修士課程比べて留学生の割合が非常に大きい

# 修士課程学生動向

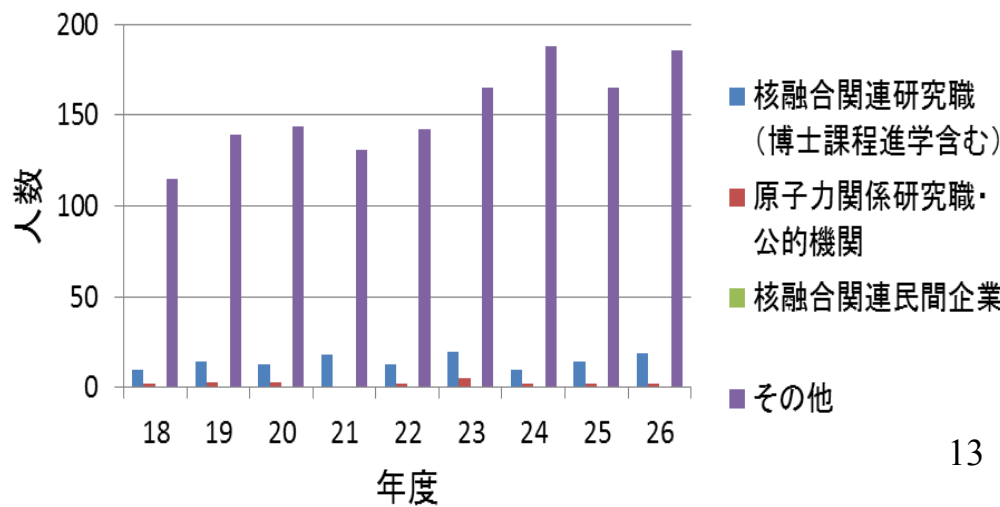
## 修士卒業生の総数

- 総数はやや増加傾向か(今回は飽和傾向)。
- ほとんどが核融合関連以外の就職である点は前回調査と変わらず。
- また総数がやや増加傾向ながら、核融合関連研究職就職(博士課程進学含む)の人数は増えていない。



前回データ(平成18年調査)

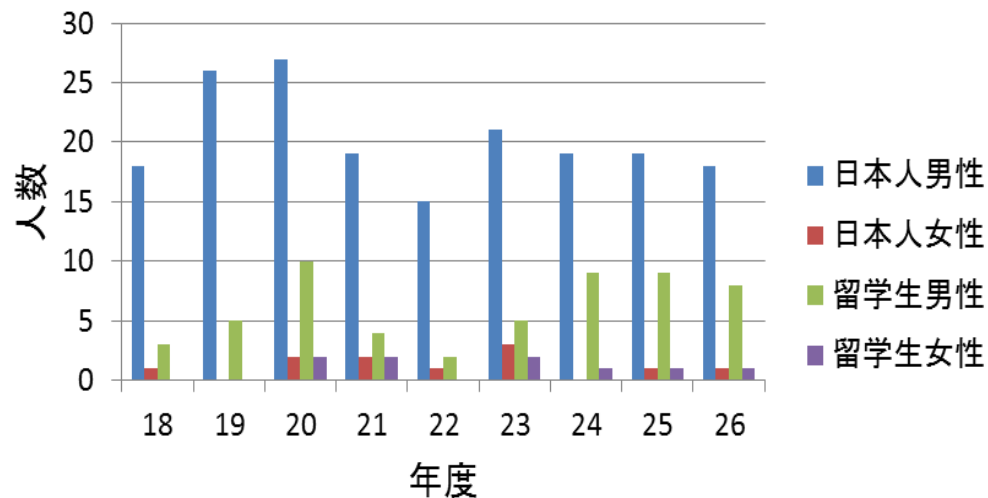
## 修士卒業生の進路・就職先



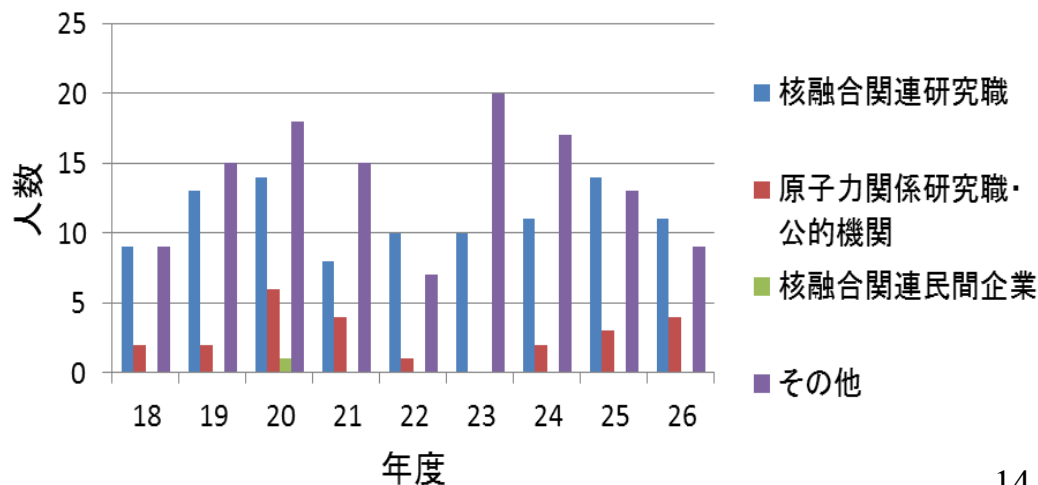
# 博士課程学生動向

- 総数は横ばいからやや微減傾向(前回は飽和傾向)。
- 修士課程学生数との比(留学生除く)でみると、**博士課程進学は約10人に1人で、前回調査より低下**。人数自体も前回より調査対象構成員数が増えたのに低下しており、**博士課程進学者数の低下**が明らか。一方**留学生の割合は前回(約1/5)から約1/3にまで上昇**。
- 就職先も核融合関連研究職の割合が若干低下。核融合関連民間企業はほぼ皆無。

## 博士卒業生の総数

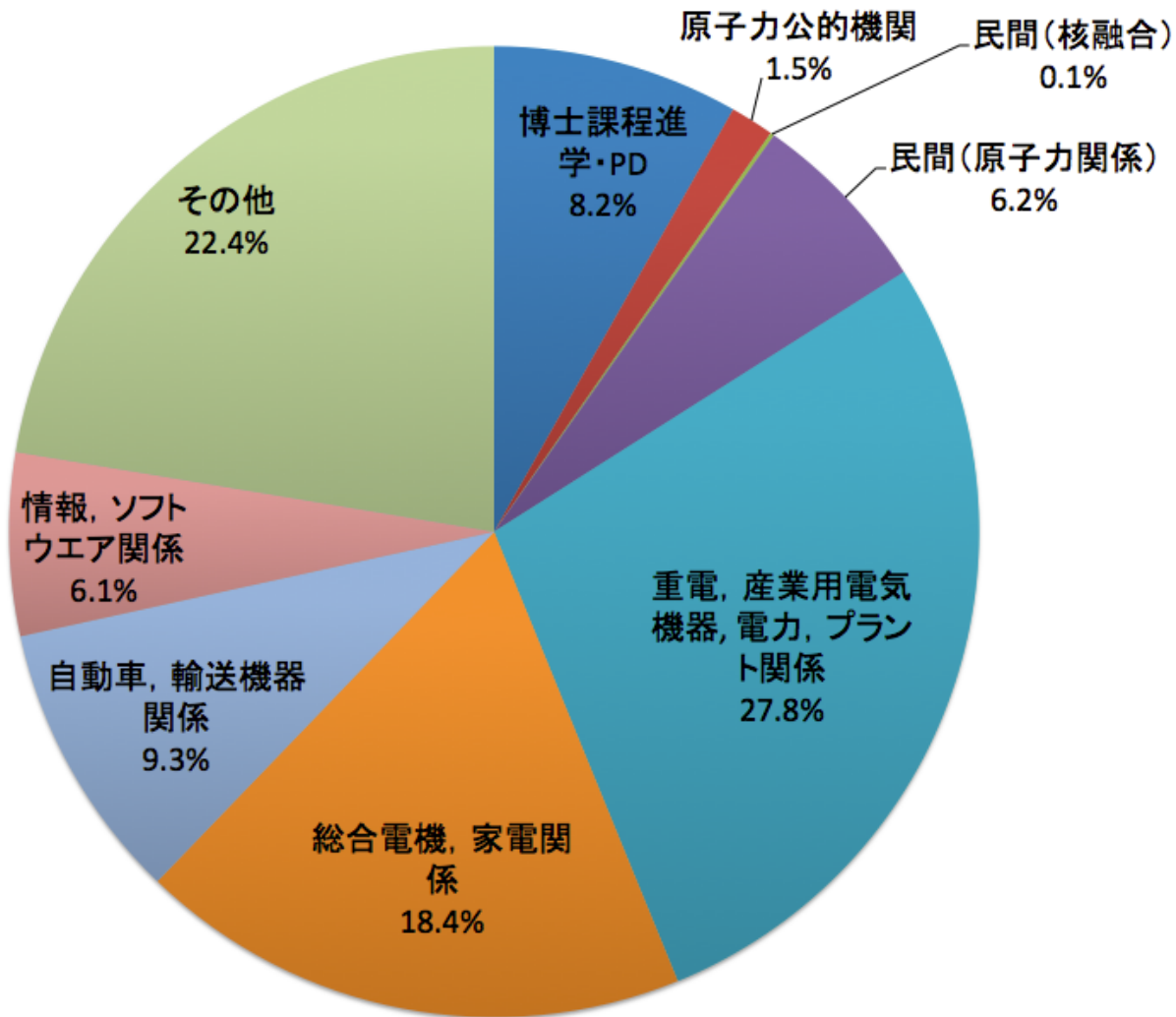


## 博士卒業生の就職先

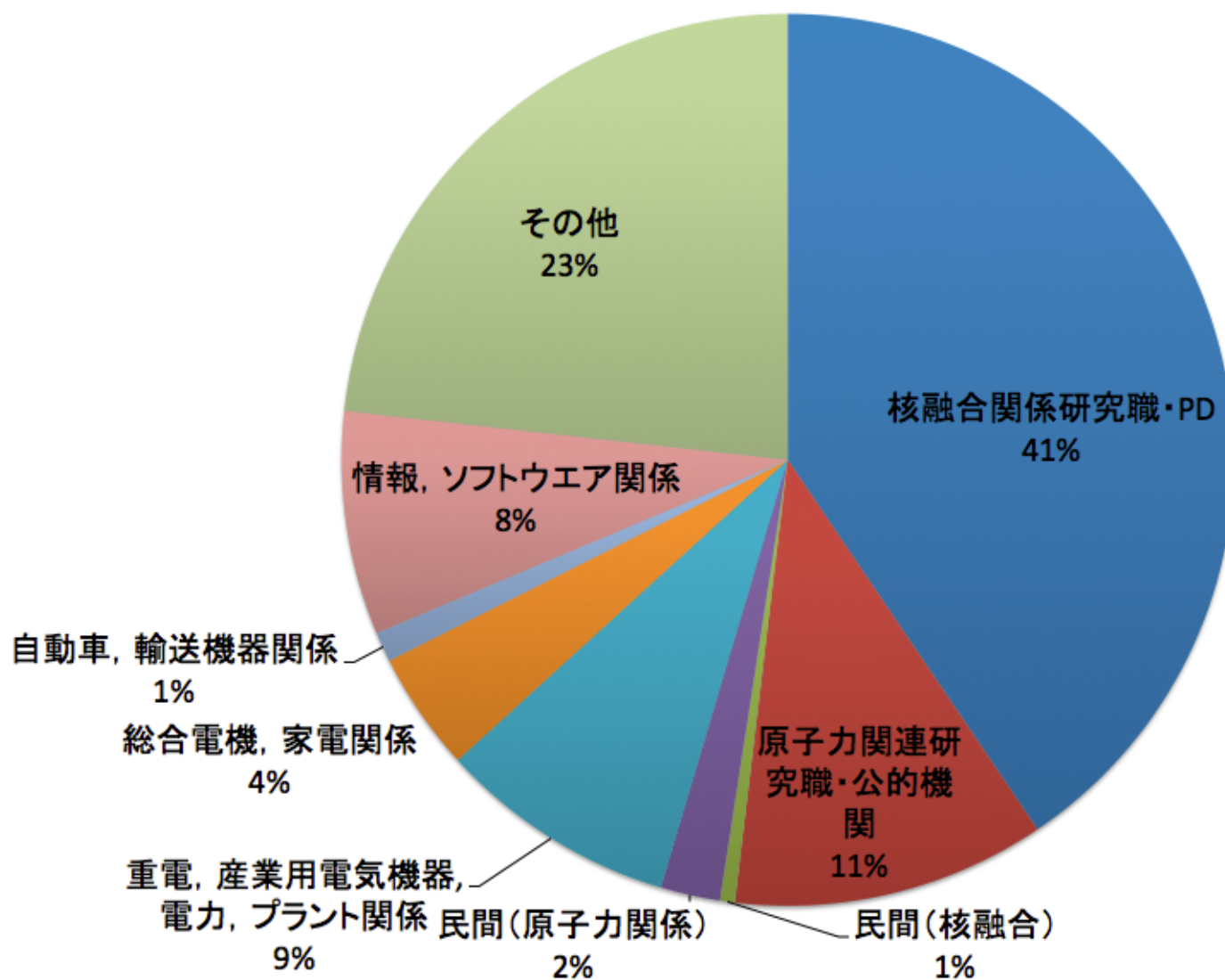


# 修士課程修了者進路

## (H18-H26: 総数1511人)

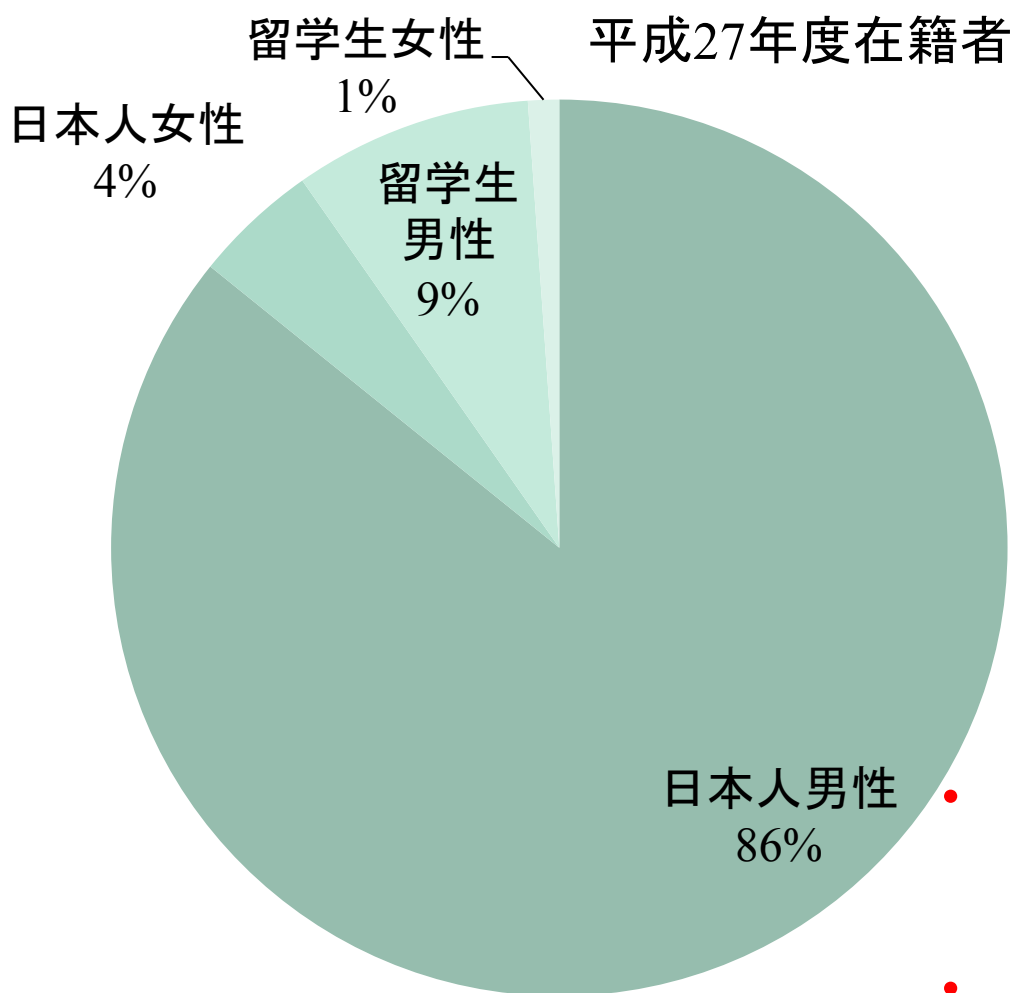


# 博士課程(日本人)修了者進路 (H18-H26: 総数185人)





# 男女学生分布(修士・博士課程)



|       | 博士課程 | 修士課程 | 合計  |
|-------|------|------|-----|
| 日本人男性 | 59   | 400  | 459 |
| 日本人女性 | 3    | 21   | 24  |
| 留学生男性 | 33   | 13   | 46  |
| 留学生女性 | 6    | 0    | 6   |

プラ核学会総会員数 1,646名  
(正会員1,299名、学生347名)

女性会員 49名

(正会員35名、学生14名)

学生女性比率 4%

正会員女性比率 2.7%

- プラズマ・核融合分野は女性は少ないものの、女子学生はほぼ研究職に就いている？
- 留学生女性の博士課程在籍者が多い

参考データ:「連絡会加盟学協会における女性比率に関する調査」(2015年)  
89の学会全体では女性比率は総数で9.1%(46,611人/510,964人)、一般会員で7.8%(32,634/418,679人)、学生会員で19.6%(13,290/67,664人)

# 進路フローの概要

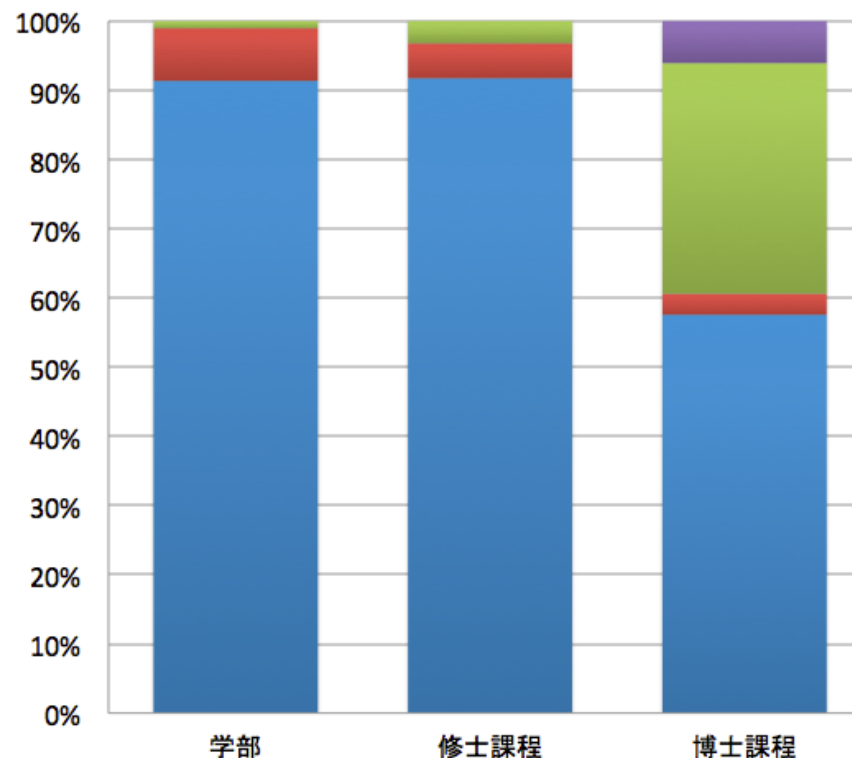
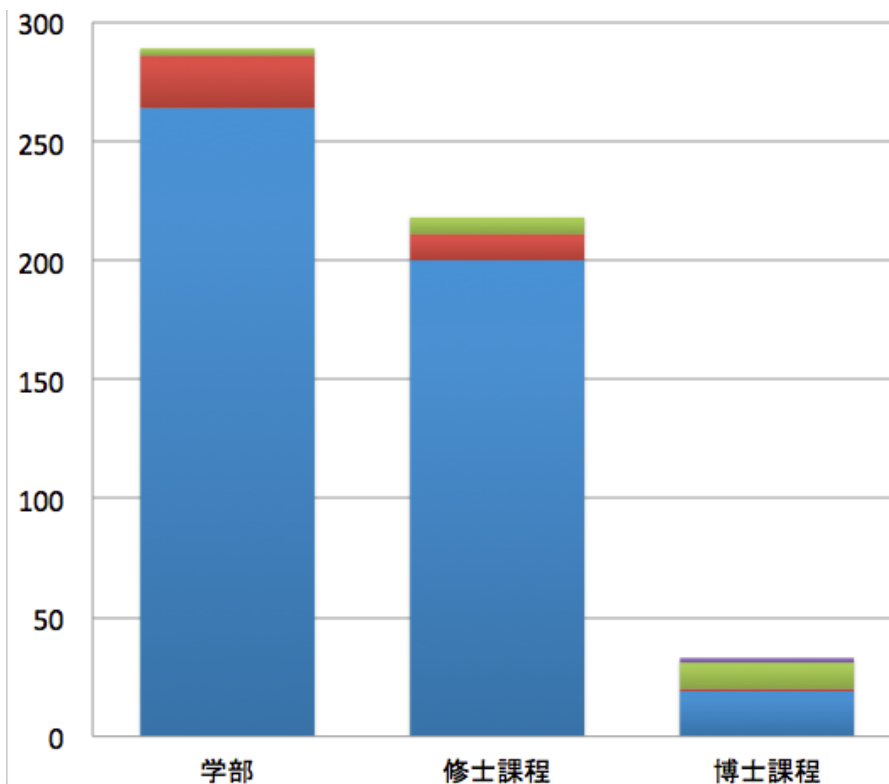
修士課程/学部: 75% (旧帝大進学率~80%)

→ 学部から修士課程への進学意欲は高い

博士課程/修士課程: 15% (博士課程(日本)/修士課程: 10%)

→ 低い充足率, 留学生による充足率の向上

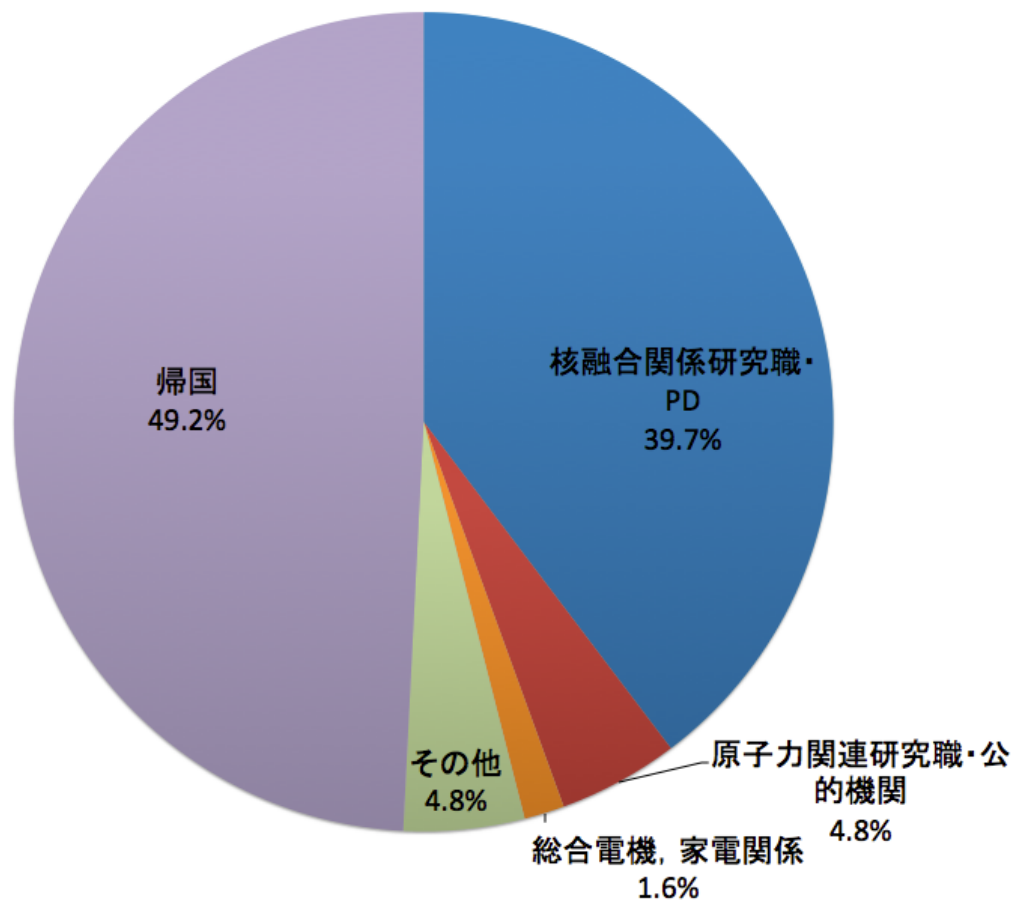
■ 留学生女性  
■ 留学生男性  
■ 日本人女性  
■ 日本人男性



修士課程はH27在籍者を1/2, 博士課程は1/3にして, 単年度比較とした。

# 博士課程(留学生)修了者進路 (H18-H26: 総数63人)

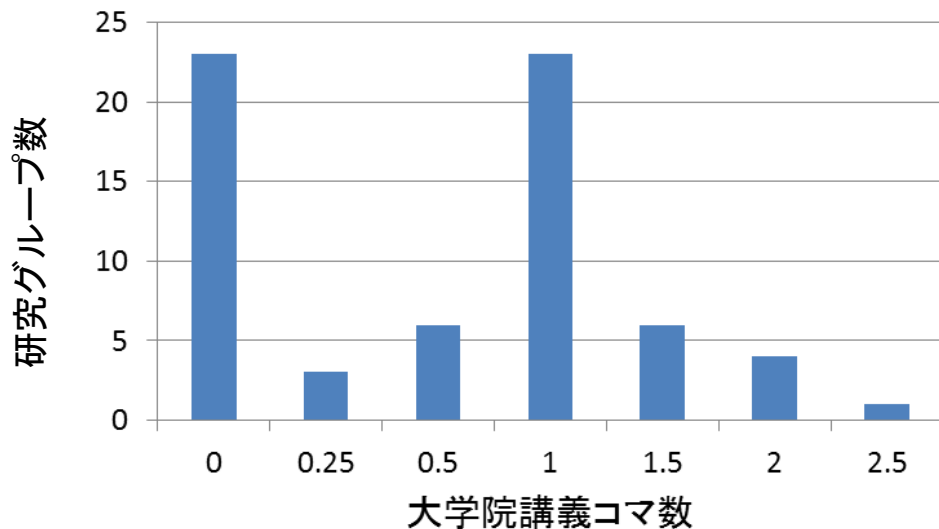
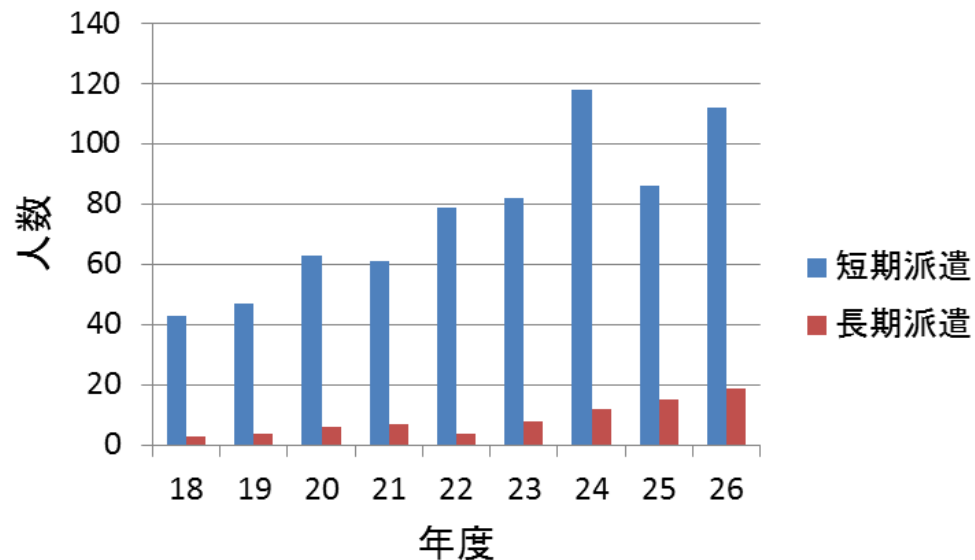
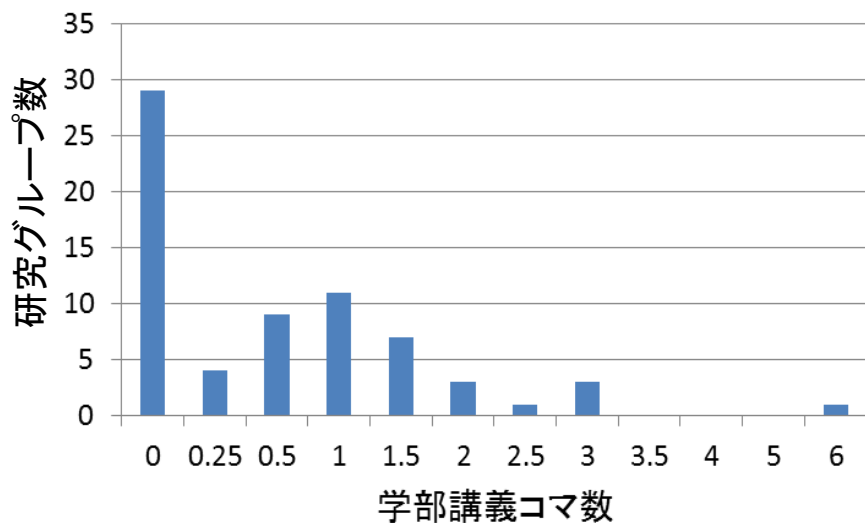
(中国, 韓国, バングラデッシュ, インド, パキスタン, インド、フランス他)



帰国後の進路:

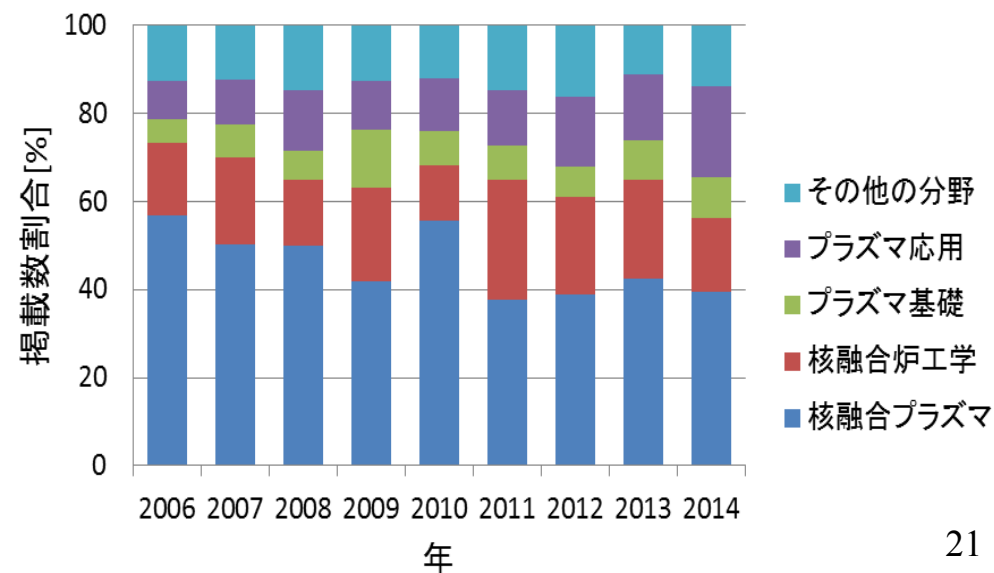
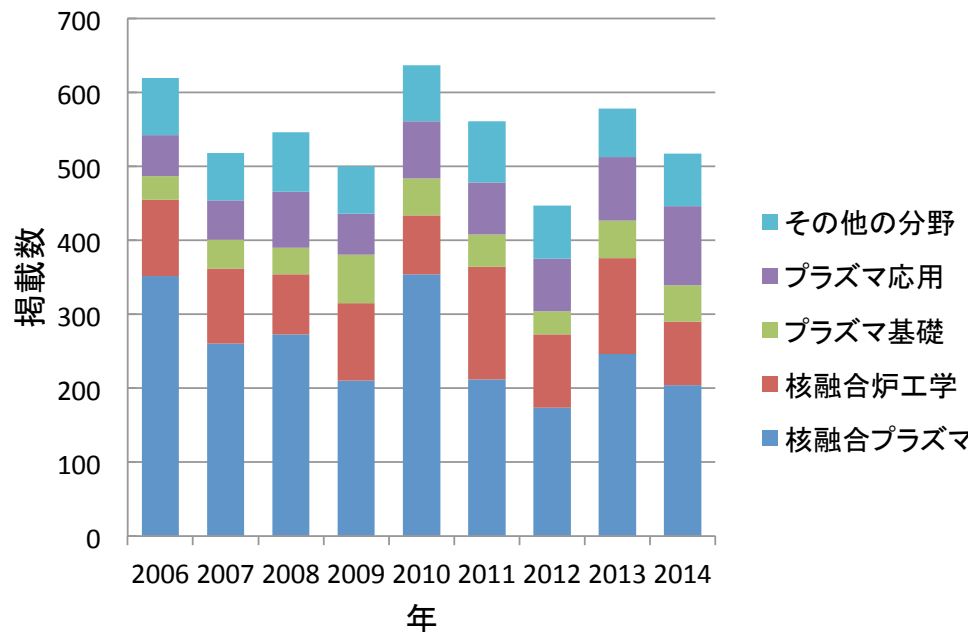
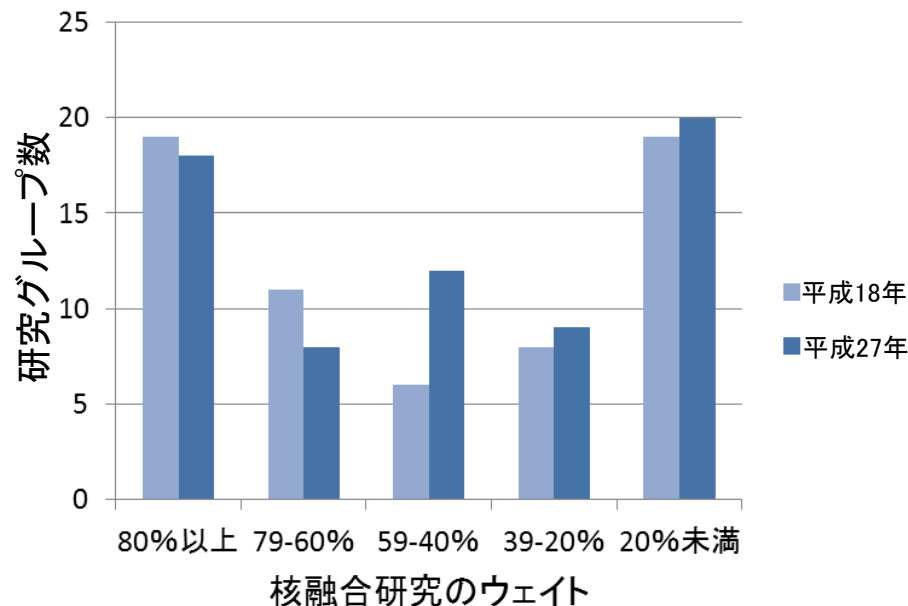
- 核融合関連の研究職
- 天体プラズマ関連の研究職
- レーザープラズマ関連の研究職
- 米国国立研究所PD
- 大学教員
- 民間企業

# 大学での教育の動向



- 学部・大学院とも教員一人あたりの講義数が1コマ程度弱（前回同様）（学部：0.62, 大学院：0.84 :核融合研は除く）
- 海外派遣は調査期間においては短期・長期ともに増加傾向。しかし、後述の通り現在は旅費確保が難しいとの意見が多く、今後減少に転じる可能性も。

# 大学での核融合研究の動向



核融合研究へのウェイトは前回調査よりもさらに低下傾向。**3割程度の研究グループはウェイトが20%未満に。**

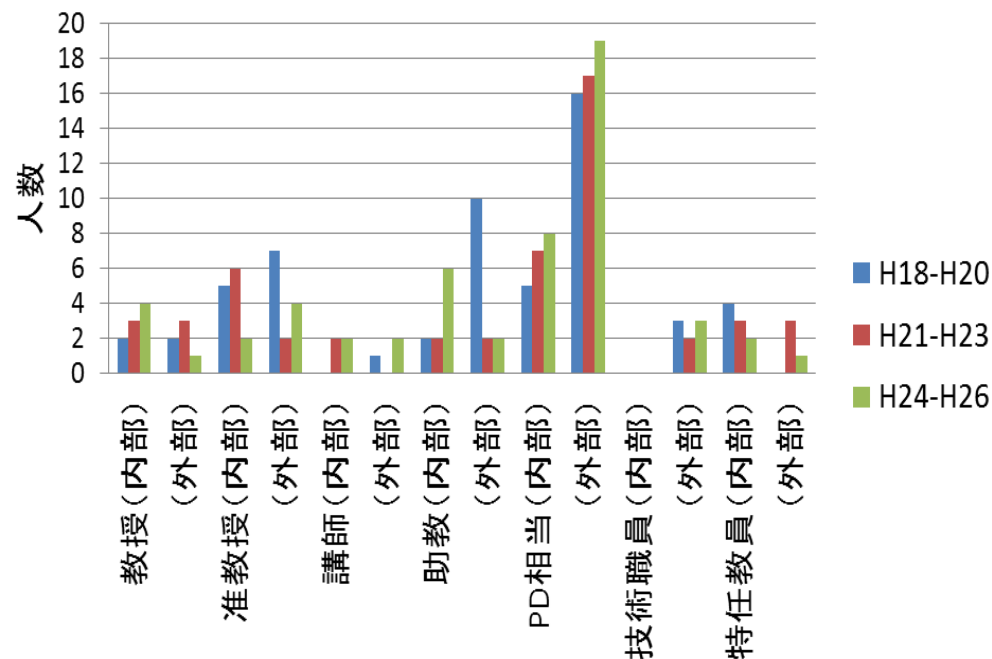
論文における核融合分野が占める割合も引き続き低下傾向で6割を割り込む年も。核融合以外の分野ではプラズマ応用が増加傾向にある。

論文総数そのものは年500～600件でほぼ横ばい。

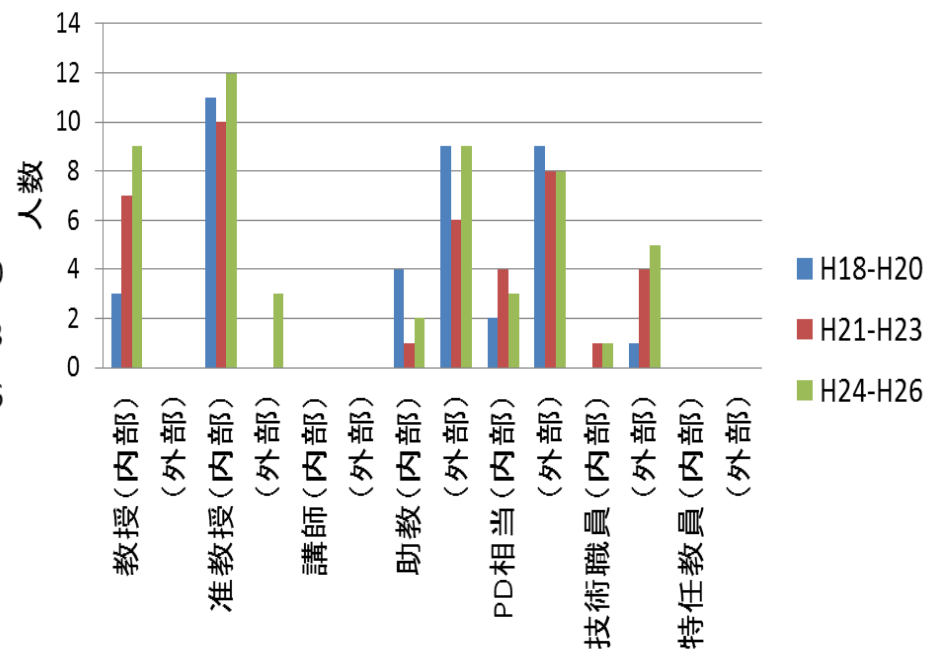
**BA活動への参加は92名で全体の約1/4(比較的大きな割合)**

# 核融合界での採用実態

大学



核融合研



- 大学ではPD相当が多い。助教以上の職については内部・外部採用の割合は同程度。助教の外部採用が減っている？
- 核融合研は教授・准教授の外部採用がほとんどない。
- 大学・核融合研とも教授の採用が年を追うごとに増えているのは、年齢分布が高齢化していることに起因している可能性。

# 意見など

- 学生の海外派遣に関して

- 資金面の問題を訴える声が多い。海外に興味を持つ学生がいても派遣できない現状がある。
- 一方学生のモチベーションを高めるのが難しいとの声も。日常的に国際共同研究を展開している研究室が少なく、海外に興味を持つ若手・研究者が減っていることが今後の核融合分野の先細りにつながると懸念する意見も。
- また長期派遣については、派遣先での評価が正当になされ、派遣者のキャリアとして示すことができる仕組みが必要との意見も。

- 人材育成等に関して

- 大学での(純粋な)核融合関連研究室の存続は非常に困難になってきている。就職先がイメージしにくいことから、学生確保のために核融合を前面に打ち出さない方針を取らざるを得ない状況も。
- 核融合研究の行き先が不透明なのが問題。また核融合だけで閉じずに、裾野を広げる必要(周辺分野への研究テーマ提示など)。
- 育成も大事だが、現在研究職にある人材の効果的な活用を考えるべき。
- 啓発活動の方向性を工夫すべき(小中学生にも興味を引く内容など)。

# 第一次解析のまとめと意見

- 現在の研究分野人数構成は、これまで主流である磁場閉じ込め物理研究者が多い。今後核融合炉開発を行うためには、**必要な分野への既存研究者の展開や新たな人材育成**などの施策が必要。
- 研究者(教員)の**高齢化問題は深刻**。5年後には大幅な研究者総数の減少が予想される。**退職世代の効果的な活用**を視野に入れるべき。
- 多くの学部学生、修士課程(博士前期課程)の学生がプラズマ・核融合分野の研究室に在籍し、**産業界への人材供給源**となっている。プラズマ・核融合分野での研究経験を有する人材が、**産業界発展に貢献をしていることの見える化**が必要。
- 一方、**博士課程進学者は増えていない**。また、個々の大学で広範囲にわたる核融合分野の教育を体系的に行うことは難しい状況にある。**大学間を横断した教育プログラム(横断型リーディング大学院プログラム)**が必要である。
- 各研究グループにおける核融合研究へのウェイトは低下し、プラズマ応用に関するウェイトが増加している。隣接他分野研究への展開は今後も重要である。一方、**大学における核融合研究を必要な規模存続させるためには、なんらかの仕組みが必要**。



以下参考：  
前回調査結果まとめ資料

# 大学での核融合研究の動向調査

## －文科省核融合作業部会への基礎資料－

平成18年12月 核融合ネットワーク

### ○ 対象と方法:

核融合科学ネットワークと核融合炉工ネットワークのメンバーを対象に、メールによるアンケート調査を実施(2006年12月実施)。

### ○ 調査項目:

- (1)核融合関連講座数, 教員数, 学生数
- (2)博士および修士取得者の動向(卒業数, 就職先)
- (3)研究論文・学会発表の主題のカテゴリー
- (4)核融合に関連する教育プログラム(講義や演習, 実験など)の実態
- (5)核融合関連分野の採用実態(研究職, 技術職など幅広く)

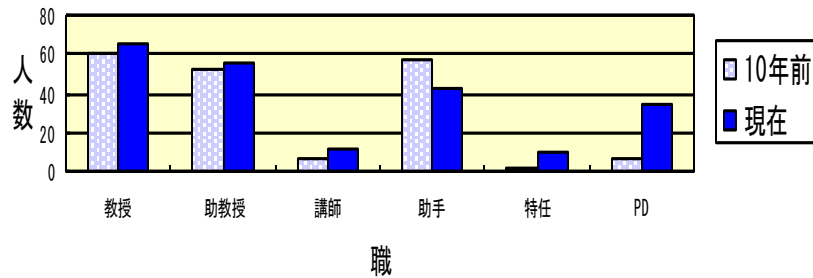
### ○ 回答率:

大学所属の核融合ネットワーク会員総数:333人      回答者:118人 (回答率:35%)

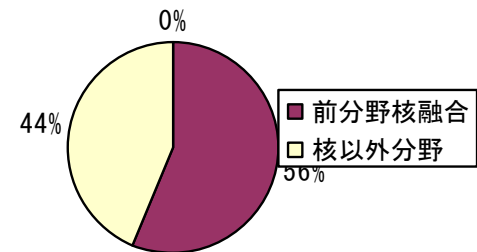
- 核融合科学研究所と日本原子力研究開発機構に関しては、採用実態動向調査を実施。

# 大学の教員数と年齢分布

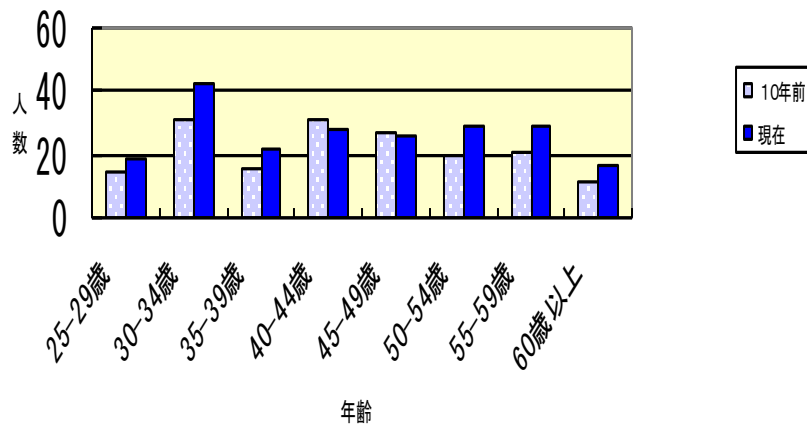
## 教員数の動向



## 着任前の研究分野



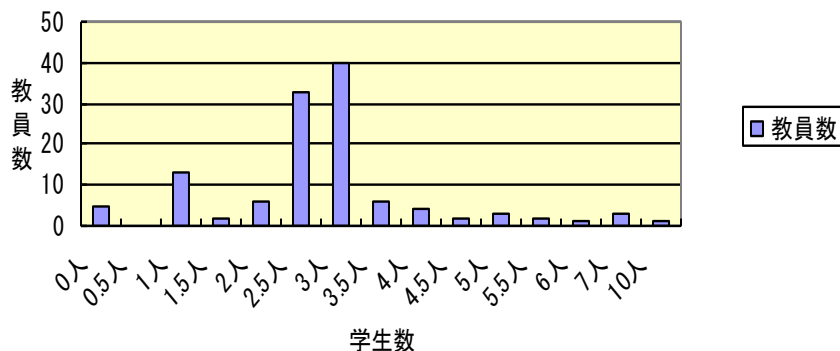
## 教員の年齢分布



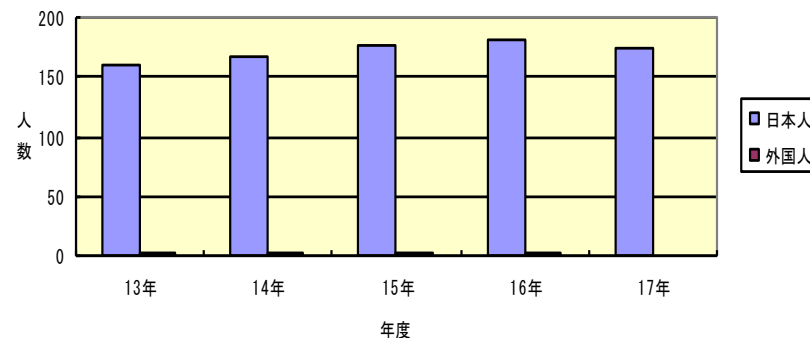
- ・PDが増えている
- ・4割以上が核融合以外の分野から核融合分野に参入

# 大学院生の動向(修士課程)

教員一人当たりの修士学生数

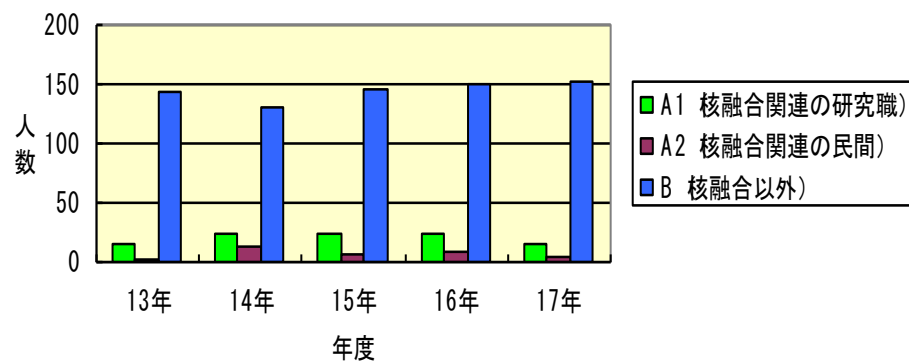


修士卒業生の総数



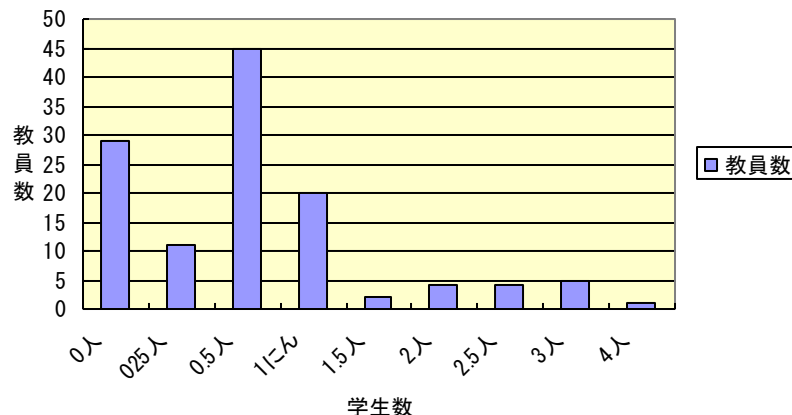
- ・教員一人当たり2.5～3人程度の修士学生を教育している。
- ・修士卒業生総数は飽和傾向にある。
- ・修士の就職先は主に核融合以外の分野である。

修士卒業生の就職先

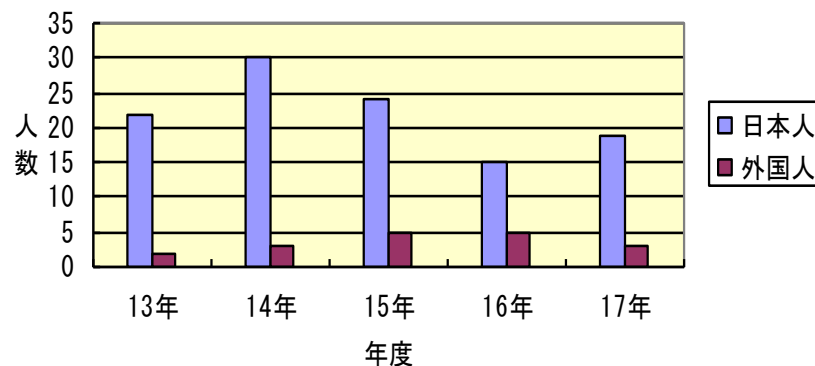


# 大学院生の動向(博士課程)

教員一人当たりの博士学生数

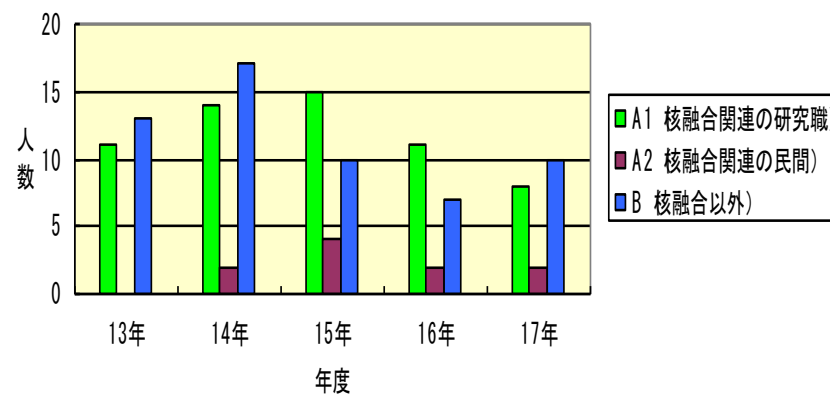


博士卒業生の総数



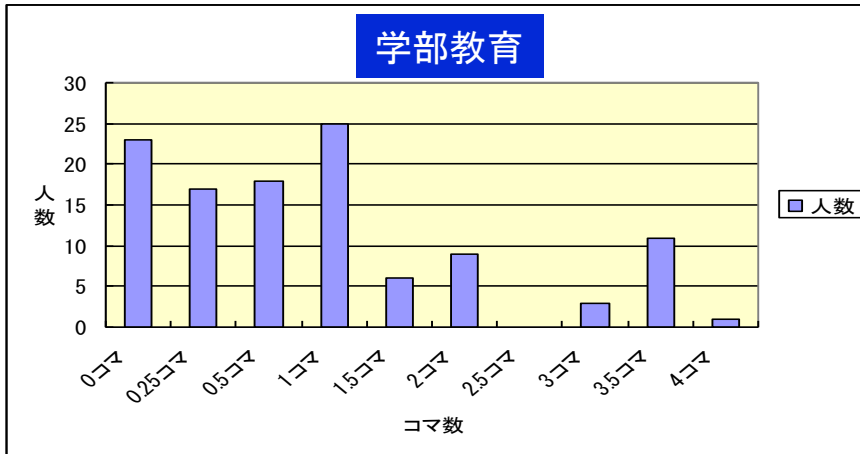
- ・教員一人当たり0.5～1人程度の博士学生を教育している。
- ・修士学生数と博士学生数の比は6.5:1であり、修士学生の6～7人に1人が博士課程に進学。
- ・博士卒業生総数は減少傾向にある。
- ・博士の約半数は核融合以外の分野に就職している。
- ・核融合関連の民間への就職が少ない。

博士卒業生の就職先

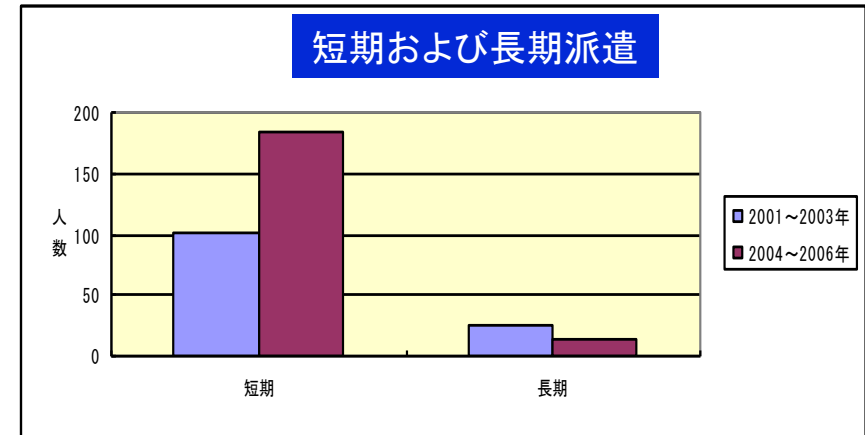


# 大学での教育動向

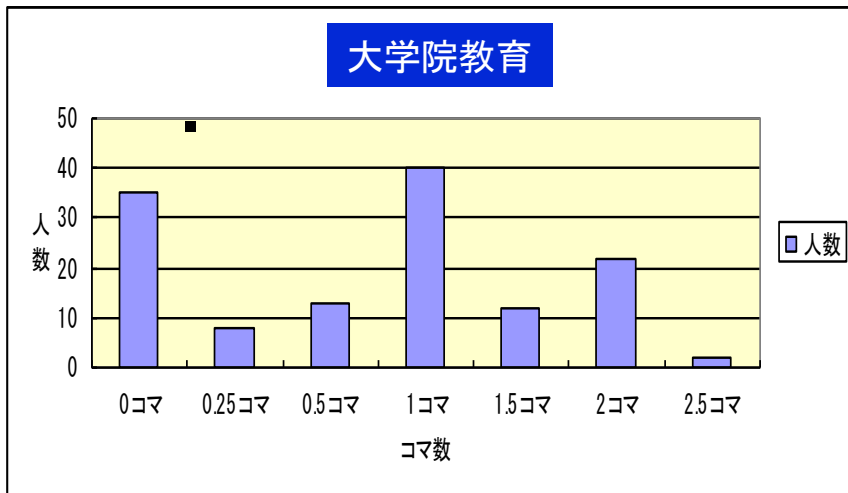
## 教員一人当たりの核融合関連の授業コマ数



## 学生の海外派遣



## 大学院教育

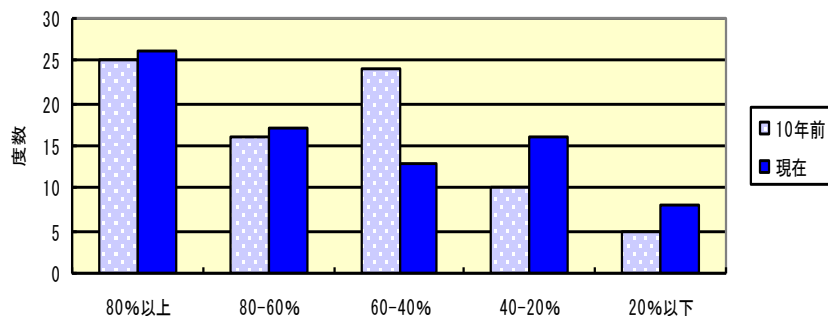


- ・教員1人当たりの核融合関連の授業は、学部においては1コマ以下が多い。大学院においても、1コマ程度である
- ・学生の短期の海外派遣は増えているが、長期出張は減少傾向にある。

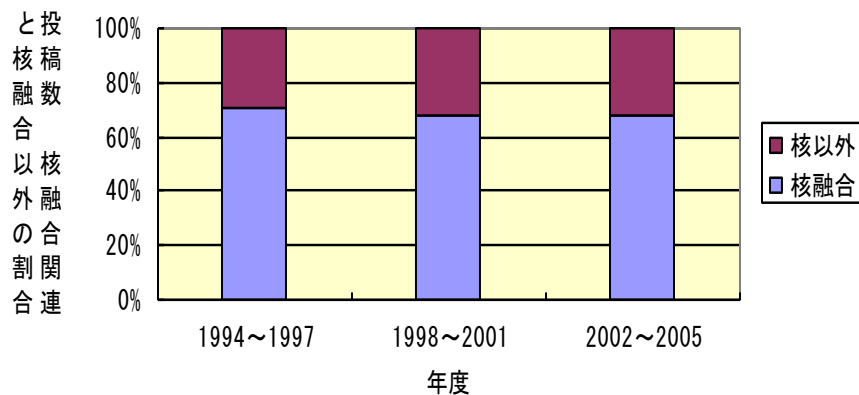
- ・学生の海外渡航費の工面が難しいとの意見が多かった。

# 大学での核融合研究の動向

## 核融合研究のウェイト



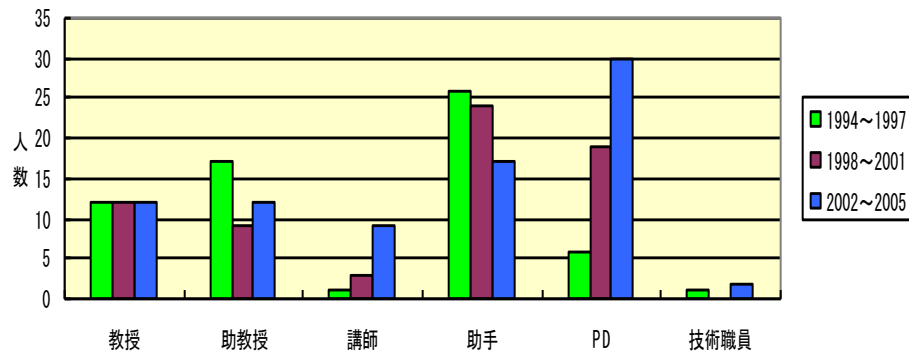
## 核融合研究の論文割合



- ・核融合研究に対するウェイトは10年前に比べて、やや低くなっている。
- ・核融合以外の分野に関する論文がやや増大の傾向になっている。

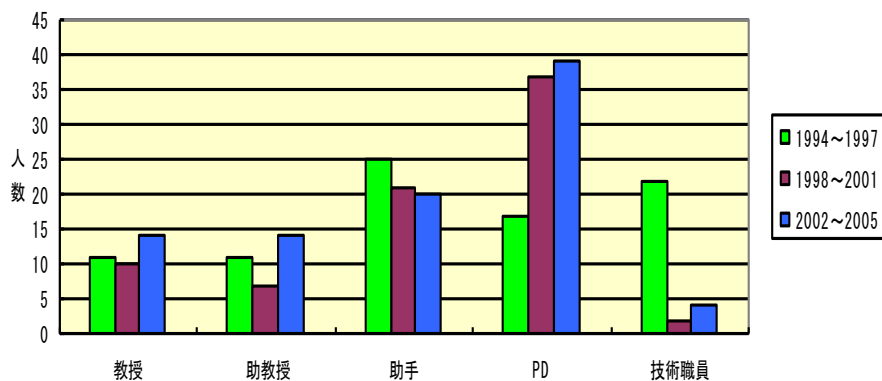
# 核融合界の採用実態

## 大学

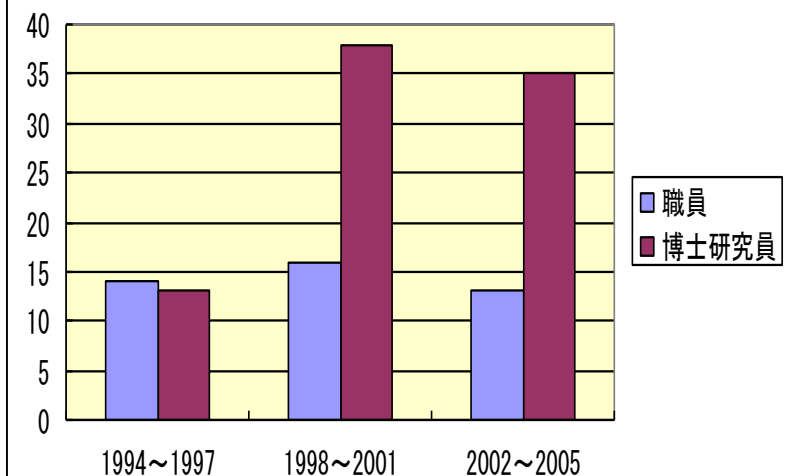


- ・大学、核融合科学研究所、日本原子力研究開発機構、ともにPDの採用数が大幅に伸びている。
- ・大学等の教授、助教授、助手や原子力機構の職員の採用は横ばい状態である。

## 核融合科学研究所



## 日本原子力研究開発機構





## @学部・大学院教育での問題点

・学部3年次に自由研究及び発表の単位があり、そこでは核融合を取り上げるものが毎年複数名いるが、必ずしもその後核融合関連の卒業論文に入っていないのが現状です。

・他分野からの学生も多いので、その点に配慮して構成している。

・日本の原子力、核関連産業が少ないため、他の産業分野に行ってしまう

・電力エネルギー関連コースへ配属を希望する学生が年々少なくなっている。

・旅費に関しては現状各研究室毎に工面しているが、将来の核融合開発を担う学生の核融合への関心をより一層促すため、旅費等の支援制度を充実して欲しい。

・学生を海外に派遣する際の旅費等の諸経費への援助が乏しく、学生負担が大きいこと

・修士の学生は就職活動期間が長くなる傾向にあり、十分な時間プラズマ実験に参加できないこと。また、基礎的な実験教育訓練を施す時間がないまま、実機実験へ参加させざるを得ないこと等が挙げられる。

・核融合分野の求人が極めて少ないので、教養以外で核融合を教える意義が少ない

・以前は、学部においてプラズマ・核融合を系統的に学ぶプログラムを用意していたが、学部再編などのために、現在は廃講となっている。

・阿部(東北) 高エネルギー材料工学、量子サイエンス入門、プラズマ基礎物理学、量子機械学

・高瀬(東大) プラズマ物理学、流体力学、電磁気学I、現代実験物理学

・高村(名大) プラズマ工学、電子回路工学、電磁気学

・功刀(京大) 流体熱工学、核エネルギー変換工学、原子核工学序論、エネルギー理工学設計演習・実験

・荷電粒子の力学、波動現象論、プラズマ物理、核融合工学

(エネルギー変換工学、量子ビーム科学、電磁気学、核融合エネルギー工学)

# 人材育成 の推進に向けて

## 背景

- ・核融合は世代を超えた長期プロジェクトでる。
- ・核融合界における人材育成の重要性が各方面で叫ばれている。
  - 例えば、文科省の核融合作業部会
- ・人材育成を支援する企画が提示されている。
  - 例えば、原子力人材育成プログラム？
- ・人材育成の具体的なプログラムが構想されている。
  - ➔例えば、六ヶ所村での大学院構想？、東大での核融合研究教育プログラム

## 核融合ネットワークの役割

- ・人材育成の重要性を訴えるには、現状分析と将来見通しに対する基礎データが必須
- ・継続的な統計データの収集と蓄積が肝要
- ・統計データの共有化と多面的な分析が重要