



本会記事

■ITER研究と将来展望に関するアンケート結果について

竹入康彦¹⁾，小川雄一²⁾

(¹)核融合科学研究所，(²)東京大学高温プラズマ研究センター)

1. はじめに

第6回核融合エネルギー連合講演会が6月に富山で開催され、ITERに関連して、特別講演「ITER計画の全貌」とパネル討論「ITER研究と将来展望」が企画された。前者が池田要 ITER 機構長の講演が行われるなど、フォーマルな話を中心に企画されたのに対して、後者はITERおよびBA(幅広いアプローチ)の研究内容とITER後の将来展望について、研究者の立場から参加形態も含めて議論することを目的に企画された。パネル討論「ITER研究と将来展望」を企画するにあたり、その内容を充実させるため、および、ITER・BA計画を含む核融合研究の今後の方向性の議論に資するものとするために、アンケートを事前に実施した。

ここでは、アンケートの集計結果について、ITER・BAへの意識、参加意欲、関心項目、および今後の核融合研究に関する項目等を中心に、アンケートに寄せられた声も含めて、その概要を報告する。

アンケートについての詳細な集計結果とその分析、およびアンケートに寄せられた声の詳細については、プラズマ・核融合学会のホームページ上に公開する予定である。なお、第6回核融合エネルギー連合講演会についての報告は、学会誌の8月号に記載されているので、そちらも参照されたい。

2. アンケートの概要

第6回核融合エネルギー連合講演会におけるパネル討論「ITER研究と将来展望」の講演及び討論を充実させるため、プラズマ・核融合学会会員、日本原子力学会核融合工学会会員、および連合講演会参加予定者を対象に、2006年5月29日(月)～6月7日(水)の10日間にわたってアンケートを実施した。内容は、パネル討論の各講演に対する項目、ITER・BA計画に対する意識、参加への意欲、ITER計画後の原型炉まで視野に入れた考え方に対する項目、そして、各種閉じ込め方式における共通性・相補性、核融合開発と学術研究・社会との関わりについての項目等、多岐にわたっており、核融合研究関係者の動向を幅広く調べるとともに、自由記述を通じて広範な意見を集めることを目的とした。

実施期間は短かったものの回答総数は231通にのぼり、連合講演会参加者数の半数を超えていることから、関係者の関心の高さが感じられる。

3. アンケート結果

まず、回答者の年齢、専門、所属に関するプロフィール

について図1に示す。参考までに示しているプラズマ・核融合学会会員の年齢分布と比べ、30代の回答者の割合の高いことがわかる。これは、ITERを担う若い世代のITERに対する関心の高さの反映であると考えられる一方、学生が中心の20代の回答者が少ないことは、将来の選択肢としての核融合研究に対する関心が必ずしも高いものではないことを意味しているのかもしれない。回答者の専門は、磁場閉じ込めと炉工学の関係者で占められており、慣性核融合研究者にとっては、ITERに対する関心はそれほど高くはないことを物語っている。回答者の所属は、核融合研を大学等としたことから、研究機関の回答者の大半は原子力機構の所属者と考えられる。

ITERおよびBAへの関心度を問うた結果を図2に示す。ITER・BAへの関心度は全体としてかなり高い。また、炉工学関係者より磁場閉じ込め関係者の方が、関心の程度が若干高い。注目すべきは、50代の方が30代よりも関心の程度が高いことであり、30年にわたって行ってきた核融合研究も核燃焼プラズマの段階まで進んできた、という思いの強さの表れではないかと思われる。

ITERおよびBAへの関与・参加意欲に関しては、図3に示すように、年齢層の低い方が実際の関与の度合いが少ない傾向にあり、若年層の方が相対的に関心の程度が低いことと関係しているのではないかと考えられる。原子力機構は組織的にITER・BAに取り組んでいることから、実際に直接関与しているのは、ほとんど原子力機構の人である。大学関係者は研究会や共同研究等を通じた間接的な関与までで、それも、この数字だけでは判断ができないが、高年

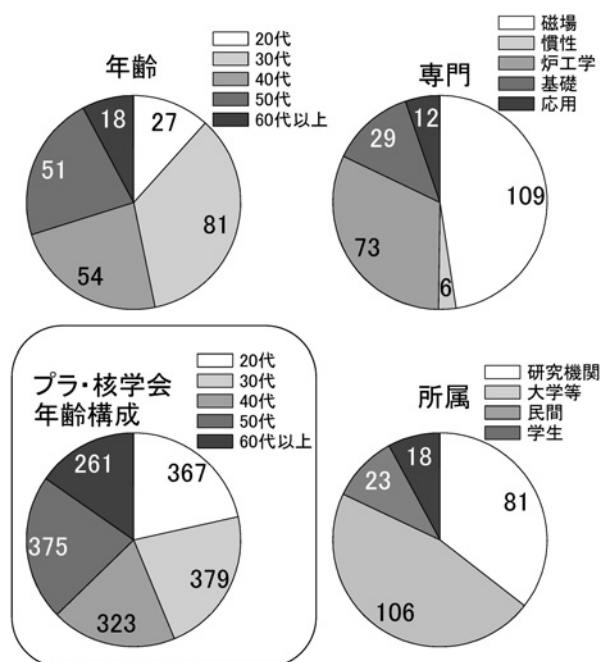


図1 回答者の年齢、専門、所属に関するプロフィール。

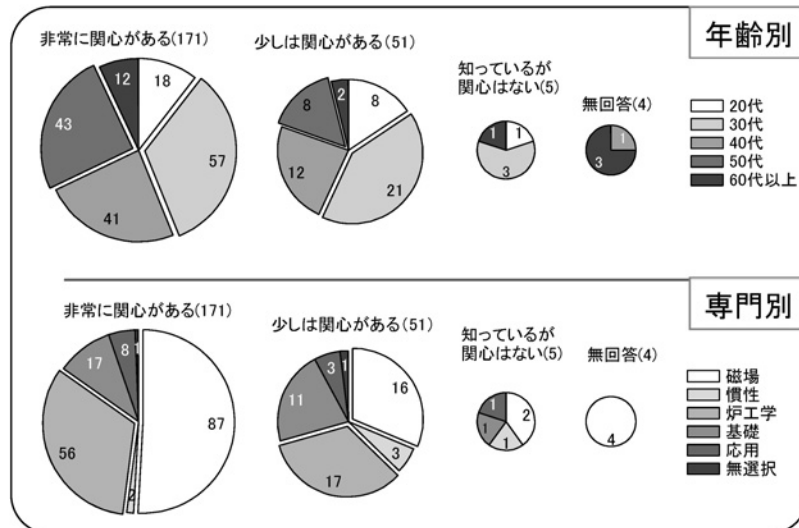


図2 ITER および BA への関心度。

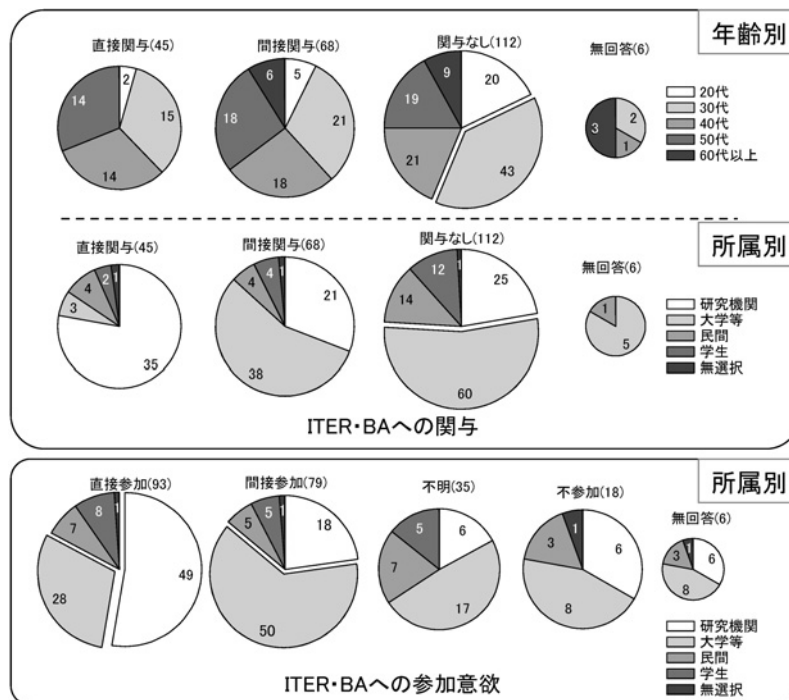


図3 ITER および BA への関与の程度および参加意欲。

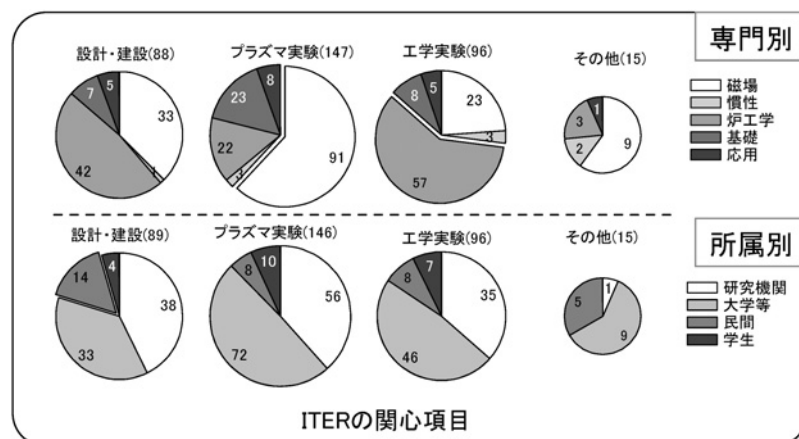


図4 ITERの関心項目。

年齢層が主に関与しているのではないかと考えられる。今後の参加意欲については、原子力機構の人の参加意欲は高いが、大学関係者も直接参加への意欲が高い結果が示されている。現在の関与の程度に比べて、大学関係者の直接的・間接的参加意欲は高いと捉えることができる。

ITERの関心項目に関する結果は図4に示されている

が、磁場閉じ込め関係者はプラズマ実験に、炉工学関係者は工学実験および建設に関心がある、というある意味当然の結果が得られている。なお、民間の人の半数近くは建設に関心がある。一方、図5にBAの関心項目を示しているが、磁場閉じ込め関係者はJT-60SAに、炉工学関係者は原型炉設計・R&D調整センターに関心がある。一方、実証炉

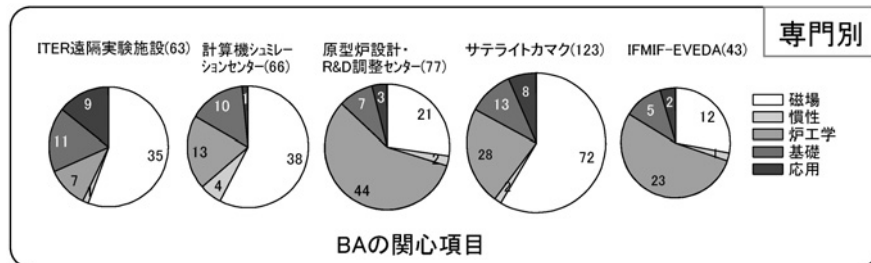


図5 BAの関心項目。

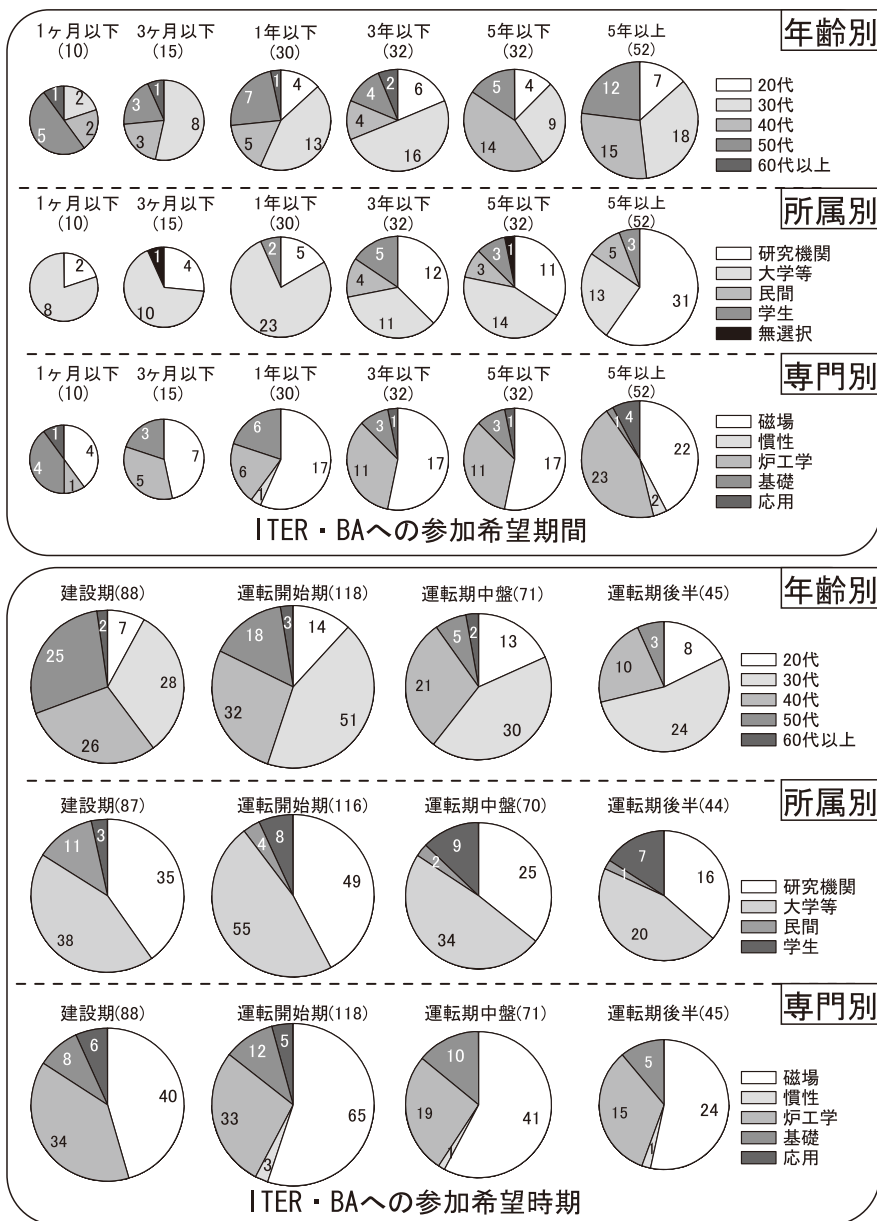


図6 ITER および BA への参加希望期間と参加希望時期。

に向けて必須の課題である材料開発に対してきわめて重要なIFMIF-EVEVAに対する関心が相対的に低く、炉工学関係者にとっても最大関心事ではないという意外な結果が得られている。

ITERおよびBAへの参加希望期間と参加希望時期についての結果を図6に示す。40～50代は長期参加指向だが、20～30代は3年以下か5年以上に分極している傾向にある。これは、原子力機構関係者が5年以上を指向しているのに対して、大学関係者は1年前後を希望していることと合わせて考える必要がある。なお、民間の人は3年以上を指向している。いずれにしても、高年齢層の方が、ITERに対して強い参加意欲があるのではないと思われる。一方、炉工学関係者は5年以上を希望している割合が高いが、設問の関係で、これがBAの課題に対してなのかITERの課題に対してなのかは不明である。ITERおよびBAへの参加希望時期としては、運転開始時期への参加希望が多く、また、建設期の参加意欲も高い。民間は建設期に、高年齢層は早い時期に、30代はITERの運転が始まってから、といった傾向があるような感じである。また、炉工学関係者は建設期から、磁場閉じ込め関係者は運転開始から、といった傾向も窺える。

原型炉とそれに向けた課題の意識を問うたところ、図7に示すように、重要な原型炉の役割として発電実証を多くの人が掲げている。炉心プラズマの課題については定常運転と熱・粒子制御が挙げられており、原型炉の役割も含めて定常運転に対する問題意識が強いことがわかる。一方、炉工学の課題についてはブランケット、トリチウム技術、構造および熱負荷材料等、現在の課題がそのまま挙げられており、炉心プラズマに比べて多くの解決すべき問題があるとの認識が強いようである。原型炉実現のクリティカルパスに対する意識でも、図8に示すように、同様の問題意識が見られるが、核燃焼制御についても多くの人が挙げており、ITERにおける重要な課題としての認識が窺える。また、経済性についての指摘も多く掲げられており、核融合発電炉を実現する上での重要な問題であるとの認識が強い。

トカマクと他磁場方式、およびトカマクと慣性方式との共通性・相補性を問うという大胆な設問を行ったが、図9および図10に示すように、概ね予想された結果となった。すなわち、炉心プラズマに対しては、トカマクにおける知見が他の環状磁場方式の研究に対して概ね役立ち、共通性があるとの認識に対して、逆に他の環状磁場方式における知見は同じ環状磁場方式としてトカマクに対しても役立つという見方とそうではないとの見方に分かれている。炉工学に対しても同様な傾向が見えるが、相互の共通性および相補性に対する認識は炉心プラズマに比べて高い。一方、トカマクと慣性方式における共通性・相補性については、双方とも希薄であるとの認識が高く、炉工学に対しても炉心プラズマに比べれば弱いものの双方向性があまりないとの認識であった。

最後に、学術研究、人材育成、社会への発信について尋ねたところ、図11に示すように、核融合研究を学術として発展させるために重要な様々な要素が挙げられた中で、学

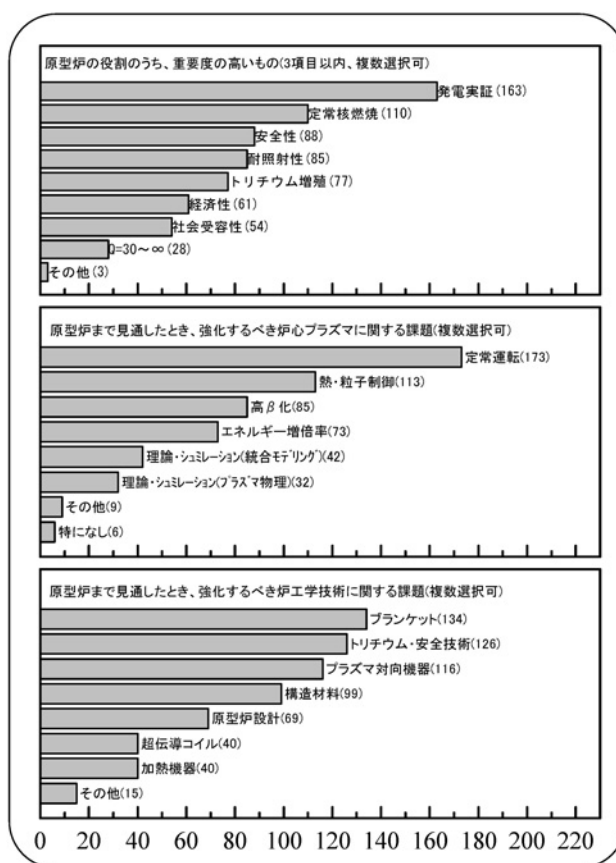


図7 原型炉とそれに向けた課題の意識。

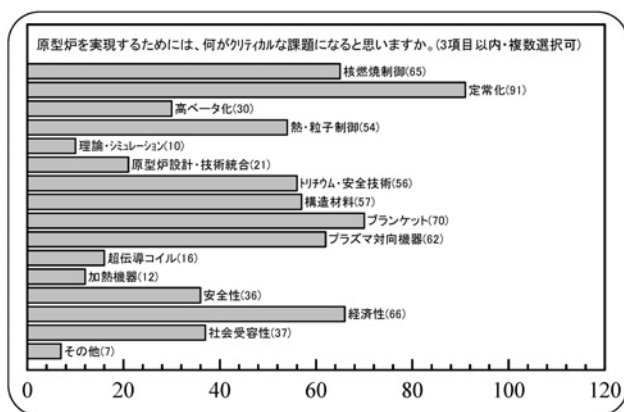


図8 原型炉実現へのクリティカルパス。

術としての体系化に対する意識が比較的高いことがわかった。また、長期にわたる人材育成については、常勤ポストの増設と共に、若手研究者を研究の最前線に立たせる制度設計を指摘する声が多かった。核融合研究に対する社会的理解と支援を受けるためには、学校への教育・広報活動を含めた社会への宣伝・発信の重要性を指摘すると共に、多くの人が核融合による発電の早期デモンストレーションを掲げていたことは注目に値する。

4. アンケートに寄せられた声から

アンケートでは、質問の中に自由に記述してもらった項目をいくつか設けており、「生の声」を直接聞けるようにし

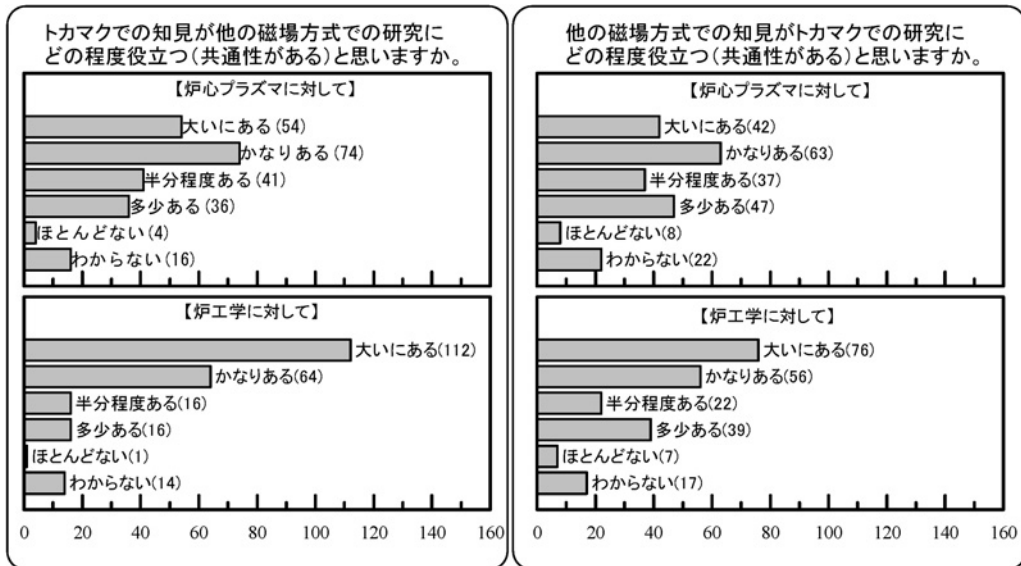


図9 トカマクと他の磁場方式との共通性・相補性。

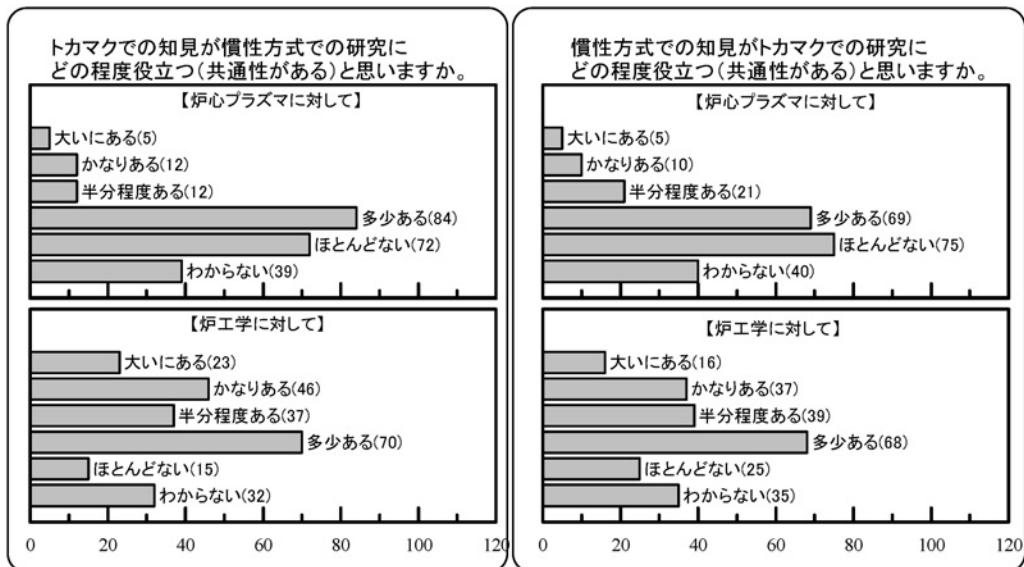


図10 トカマクと慣性方式との共通性・相補性。

た。詳細は学会のホームページ上で紹介するが、ここでは、派遣に関する事柄と BA に関する事柄に対する意見の一部を紹介する。

長期派遣に関しては61名から、自由記述の意見が寄せられている。特に、帰還後のポストについては23名から意見が寄せられており、「極内機関・大学・企業に関わらず、長期派遣から帰国した際の身分保障を原子力機構や核融合研ほか各研究機関で責任を持って対応する体制を持つべき。」といった意見が出されている。また、「大学でのポストを保持したまま大学以外で仕事をするを、大学が許すとは考えられず、やはり参加が難しいと思う。」といった大学での立場に関する意見も9名から寄せられている。関連して待遇や環境についても「ITER-EDAに参加した経験から、給与・年金等の処遇、官民の処遇の差別、家族の問題（特に、子女の教育、日本に扶養家族を残した場合の対応）、国際プロジェクト参加が日本では必ずしもキャリア

パスにならない。」といった声が7名から出されている。「原型炉以降に必要な主要機器でありながら、ITERに企業から人を派遣しなかったが故に、設計製造技術を蓄積するのに貴重な機会を逸する可能性は非常に高い。例えば企業がITERでの受注可能性が無くても、日本として原型炉以降に必要なのであれば、企業から人を派遣しやすくなるなら体制作りが必要と思われる。」という意見が民間から出されているが、きわめて重要な視点ではないかと考えられる。

短期派遣については34名からのコメントが寄せられており、「短期派遣においては博士課程の学生もある程度参加できるように枠を設けた方がよいと思われる。学生という時期に直に国際プロジェクトに触れることは、本人にとって良い刺激、経験になると共に、修士学生などの博士課程進学へのモチベーションになり、工学業界での博士不足解消への一手法としてよいと考えられる。」といった意見が学

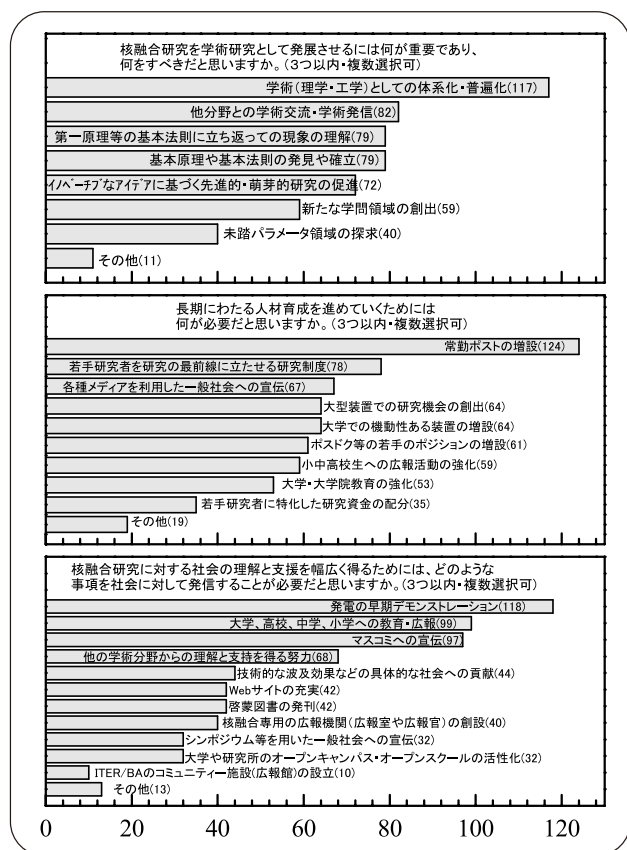


図11 核融合研究に対する学術研究としての意識、人材育成、および社会への発信。

生から出されている。また、「長期、短期派遣を合わせて数十名の人材が常に ITER サイトと国内の研究機関との間で流動できるだけのポストを国内でもしっかり用意すべきである」と考える。そのためには大学の核融合・プラズマを扱う講座・研究室をぜひもっと増やしてもらいたい。」という、人材育成に関する視点からの意見が研究機関の人から出されている。

BA については38名がコメントを寄せているが、とかく情報が不足していることから「BA に関する情報が ITER 以上に伝わってこない。BA で何をしようとしているのか、学会としてのコンセンサスがないのでは?」といった声が大学関係者から出されている。また、「BA の終了後のプランを示していただくことが重要です。予算の制約はあると

と思いますが、ITER 後の炉を想定した工学試験も行っていたら企業研究者は参加しやすいと思います。」という民間の人からのコメントは重要な視点であると思われる。

5. おわりに

今回のアンケートは、連合講演会において企画したパネル討論の充実を意図して当初計画されたため、準備期間もまた実施期間も短かったが、多くの核融合研究者の回答を得ることができた。ここに改めて回答していただいた方々にお礼申し上げます。アンケートの内容は、関係者で協議を重ねるに従い、ITER・BA の関連事項にとどまらず、今後の核融合研究の動向にも関わる重厚なものとなり、その結果は、核融合研究者の間で広く議論をしてもらえるものである、との認識から、学会誌にその概要を載せることにした次第である。時間がなく、分析が十分ではない点が多々あるが、学会のホームページ上に詳細な結果を公表するので、各々の視点で分析をしていただき、ここに示した内容に対する批判等も含めて、広く議論していただければ幸いである。

謝 辞

本アンケートは以下の方々との協議により内容を検討し、実施されたものであり、その結果の報告を筆者らが代表して行ったものである。

朝倉大和(核融合研)、石田真一(原子力機構)、小野塚正紀(三菱重工業)、笠田竜太(京大)、高津英幸(原子力機構)、関子秀樹(九大)、中西秀哉(核融合研)、成嶋吉朗(核融合研)、福山 淳(京大)、宮澤順一(核融合研)、室賀健夫(核融合研)

本誌への掲載にあたり、成嶋吉朗氏には図の作成に関して多大な貢献をしていただいた。なお、アンケートは、プラズマ・核融合学会のホームページ上に設けられた「第6回エネルギー連合講演会」のホームページを通じて行われた。実施にあたり、学会事務局には大変お世話になった。また、連合講演会のプログラム委員長であった田中和夫先生には、アンケート実施に際して強力な支援をいただいた。連合講演会の組織委員長であった高村秀一先生には、アンケートの実施と学会誌への報告に対して多くのアドバイスをいただいた。ここに改めてお礼申し上げる。

(原稿受付 2006年9月21日)