

開催趣旨

シンポジウム VII： 中小規模核融合発電への取り組み
～新進基盤技術の展望，ON-DEMAND パルス化への道～

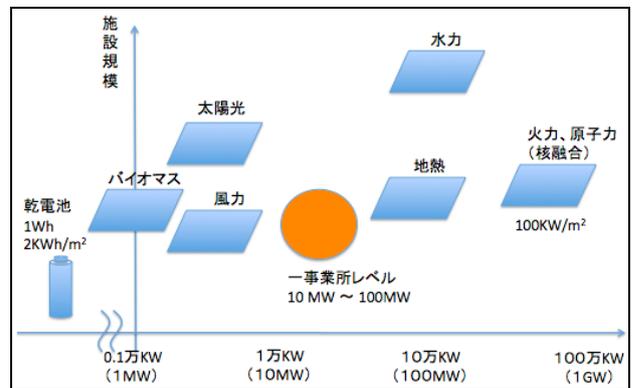
Opening talk for Scientific Research Symposium VII at the 32nd JSPF Annual Meeting on Middle Range Energy Production: power supply systems on demand by pulsed operation for nuclear fusion, following conventional fusion methods and using fundamental methods promoted rapidly in this decade.

中村 英滋
NAKAMURA Eiji

高エネルギー加速器研究機構
KEK

緒言

平成 26 年度及び平成 27 年度に（社）プラズマ・核融合学会に研究調査専門委員会(14-01: 先進急伸基盤技術を用いた小型汎用核融合炉方式の検討)を設置[1]して戴き，中小規模事業所をターゲットとした小型汎用炉に関する検討を行っております。近年急速に発展してきた要素基盤技術に関する情報を集約し，これらを設計ベースとした核融合炉方式を新旧問わず広く検討することで指針を構築することを目的とし，現状領域の確認と成立要件に関して調査を行っております。超伝導技術による高電力効率化，超強磁場技術による 700 テスラ級の室内利用化，研磨・コーティング技術による 35 MV/m 級強電界形成，100 TV/m 級大強度レーザー技術，高効率粒子線加速器等，個別基盤技術開発の急速な発展は目覚ましいものがあります。現在，D-T 反応を核融合発電の主体として様々な研究が推進されておりますが，上記基盤技術の成果により更なる高エネルギー粒子の生成・制御が可能となり，D-D や D-³He 等の核反応プロセスに関する実用的自由度の拡大が期待できます。トーラス系核融合炉，レーザー・慣性核融合炉はもとより，これらに続く方式で 1 万～10 万 KW クラスの中小規模発電とその汎用化を対象とし，プラズマ・核融合及び粒子線加速器の有識者と民間から委員を募ることで，ITER 等大規模集中型発電と相補関係を築き相乗効果となるような方向性を見出せるように，関連研究を推進していきたく思っております。



図： 電源規模概要

電力情勢

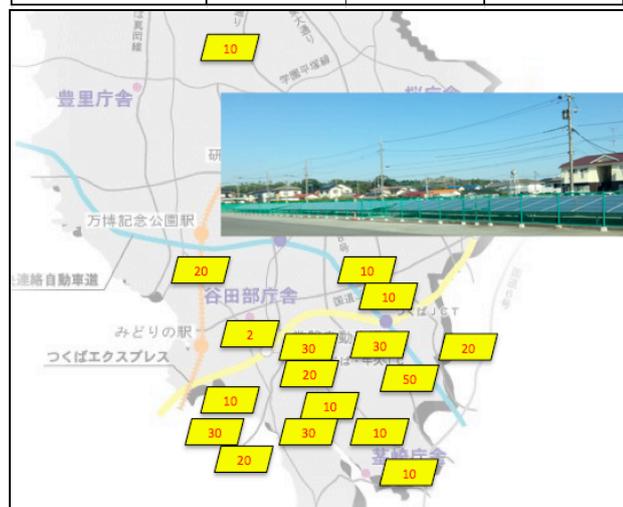
日本の電力事情は，石炭により先進的国家へ，石油による高度経済成長，原子力発電による脱化石燃料化，再生可能エネルギーによる脱長期廃棄物管理等の歩みを続けて参りました。2011年3月に起こりました原発における事象もあり，家庭用から中小規模までの太陽光発電も普及しつつあります。核融合発電は，原子力に較べて核廃棄物が少なくカスケード反応がない分，比較的安全な電源となり得ますが，殆どの核融合炉において一次電源が不可欠であります。この意味で，核融合炉は電力増幅という見方をしてもよいかと考えます。幸い，国策等により各地にKW～MW級の再生可能エネルギーに基づく発電設備が増えてきました。そういった電源を中小規模事業所用（1万～10万KW）の一次電源とし，増幅する形をとれば，発電効率が劣る設計になったとしても，社会生活に役立つ電源のひとつとなり

得ると考えます。ITERをはじめとする一局集中大規模発電所に加え、小規模多局発電の検討を進めたく思っております。近年は、用途の多様化、デジタル的な即時給電の用途に対応するパルス出力の需要もあると思われま。小出力炉の役割は、上記のような実用レベルのものだけでなく、IFMIFのようなGW級核融合炉の各種評価試験器としても用いることが可能と考えます。副題に示したパルス化により、出力制御の自由度を拡大し様々な用途が可能となればと期待しております。炉のパルス出力化は、瞬時出力粒子束が増えるため、耐久構造材料等の重要課題が立ち塞がっており、今後の各所における開発研究に依存するところが大きいです。他方、基礎物理研

表：2015年9月の発電量と消費燃料の概要 [2]

主要10社	発電量		平均電力 (GW)
	(GWh)	比率 (%)	
火力	44,796	66.3	62.22
水力	5,937	8.8	8.25
原子力	671	1.0	0.93
新エネルギー等	203	0.3	0.28
他社	15,933	23.6	22.13

主要10社	消費量		(kt/日)
	(kt)	比率 (%)	
石炭	5,817	57.6	15.93
LNG	3,915	38.7	10.72
重油	275	2.7	0.75
原油	98	1.0	0.27
核燃料	(-)	(-)	(-)



図：つくば市近郊の中小規模太陽光設備（数字はパネル面積概算[単位 10m²]～[KW]：2015年10月28日までの調査分。研究機関、戸建用を除く）。

究におけるMW級高エネルギー粒子線加速器や高周波源の高効率化に関する進展により、指向性荷電粒子群の電気変換技術も進歩を遂げてきており、非中性子キャリアの核反応過程により指向性出力、電磁誘導による電力変換の技術も期待できます。既にGW級発電炉での検討は行われており、ピックアップの消耗問題が難航要因と結論されております[3]が、小出力においてはその可能性が残るところとも感じます。これに限らず、様々な可能性を検討していきたいと思っております。

結言

本会は、福井大学主導で開催されました量子ビーム応用研究会における原子力・高エネルギー加速器の検討を引継いでおります。広い観点で見直すため、昨年度、理工学から経済学までの講演を戴いたセミナー「中小規模汎用エネルギー・発電への取り組み（第1回・社会とエネルギー）」を開催しました[4]。これらの研究会等の協議内容を踏襲し情報をまとめる場を設けたく思っております。核融合研究開始当初から今に至るまで、様々な場で同様の研究がなされてきているかと察します。より広い観点から様々な分野の研究を直視するため、皆様のご経験・ご意見を伺うべく、シンポジウムを開催したく思っております。

謝辞

本シンポジウム開催に至るまでに長期的に、また、数多くの方々のご協力を戴きました。学会事務局、及び、シンポジウム・年会開催関係者、講演者に厚く御礼申し上げます。また、開催に至る個別研究を支援して戴きました諸先生方、各研究機関事務員にも感謝申し上げます。特に、本シンポジウムの根幹をなす議論を戴きました(故)木代純逸先生に御礼の言葉を添えさせて戴きます。この講演は、(社)プラズマ・核融合学会研究調査専門委員会 14-01, 科研費 21540310, 25286089, 26610074 からの助成により得られた成果に基づくものとなります。

参考文献

- [1] <http://www.jspf.or.jp/introduction/senmon/>
- [2] 電気事業連合会, 2015年9月速報 http://www.fepec.or.jp/library/data/hatsujuden/_icsFiles/afieldfile/2015/10/13/hatsuju_s_20151013.pdf
- [3] 電気学会 電力・エネルギー部門 新エネルギー・環境技術研究会 ～MHD技術応用調査専門委員会～ http://fmm.kz.tsukuba.ac.jp/denki/public_html/pros.html
- [4] Particle Applications for Wide uses <http://research.kek.jp/group/PAW/>