

超大電力パルス技術の現状と展望 調査専門委員会 設置趣意書

パルス電磁エネルギー技術委員会

1. 目的

核融合プラズマや大出力マイクロ波の発生などの領域に応用が限られていた大電力電磁パルス発生技術が、物質の高温・高密度（高エネルギー密度）状態を生成する手段として再び注目されている。また、電力パルスを発生する技術そのものの開発が進展し、低コストで制御された電力パワーを物質に注入する手段として基礎科学や極限状態を利用した新物質創成などへの応用が期待されている。本調査委員会は、GW レベル以上の大電力パルスを発生する技術の現状を調査し、将来を展望することを目的とする。

2. 背景および内外機関における調査活動

TW (10^{12} W) 級の大電力電磁パルスを発生する技術（パルスパワー技術）は、核融合プラズマ、大出力荷電粒子やマイクロ波を駆動する手段として、米国や旧ソ連を中心とする国々で精力的に研究が続けられてきた。しかしながら、そのような大型のパルスパワー装置を用いた研究・開発は 1990 年代の初頭をピークに我が国では次第に下火となり、最近の 10 年程度は半導体スイッチの技術をベースにした小型で高繰返し能力を持つパルスパワー技術が研究・開発の中心になっている。一方、米国やロシアでは大型装置の開発が継続されており、最近では中国が同規模の大型装置を建設すべく精力的に研究開発を進めている。

大電力の電磁パルスを空間的に集中させると極端に強い電磁場が発生する。強力な電磁場と物質を相互作用させると高温・高密度あるいは高エネルギー密度の状態の物質を形成できる。最近では電磁パルス発生装置を用いた極限状態（高温・高密度あるいは高エネルギー密度状態）の物質の性質を調べる研究や、このような状態の物質を利用した短波長高輝度光源や粒子源などの開発が活発に行われている。

物質の極限状態を形成するためにはパルスのエネルギー投入が必要である。そのようなエネルギー投入手段はドライバと呼ばれ、我が国では短パルスレーザーが主流になっている。しかしながら、レーザーを用いた方法は高価であるうえに照射物質の状態の制御や評価が難しく、パルスの方法を用いた極限状態の研究が行われているのは大規模な施設に限られている。

大電力の電磁パルスを発生する技術と電磁エネルギーを物質の運動エネルギーや内部エネルギーに高効率に変換する技術が進歩し、物質の形状や状態の制御も比較的容易になった。大電力電磁パルス技術を用いることによって、大きな体積の試料を比較的 low コストで高温・高圧状態にすることが可能であるうえに、電力伝送線路や電極形状を工夫すれば、さまざまな形状の物質に均一なエネルギーを投入できる。これらの背景のもとに、大電力電磁パルスは低コストと制御性を両立できる有力なドライバとして再認識されつつある。

本調査委員会では、GW～TW 級の電磁パルスを発生する技術について調査を行い、技術の現状を概観するとともに産業や基礎科学などへの今後の応用可能性を展望する。

3. 調査検討事項

- ・ 大電力電磁パルス発生装置を用いた核融合研究の現状と展望
- ・ 原子力安全技術への応用可能性（衝撃破壊強度）
- ・ 基礎科学への応用の現状（新型誘導加速器の開発、天体プラズマ、プラズマ衝撃波、惑星科学、高密度プラズマ科学）
- ・ 産業応用可能性（短波長光源、パルス MHD 発電、高速流体制御、非平衡化学反応場、イオン源、イオンビーム）

4. 予想される効果

大電力電磁パルスは、電磁加速やジュール加熱による直接エネルギー変換を用いて低コストで大体積の高エネルギー密度状態を形成できる。また、電磁エネルギーを制御し、高速のプラズマ流やイオンビームに変換することも可能である。大電力電磁パルス生成の最新技術と、核融合工学、原子力工学、プラズマ工学や材料科学などへの応用の現状を調査することによって、新しい技術分野を開拓する足がかりが得られる。

5. 調査期間

平成 24 (2012) 年 1 月 ～ 平成 26 年 (2014 年) 12 月 (3 年間)

6. 委員会の構成 (職名別の五十音順に配列)

職名	氏名	(所属)	会員・非会員区分
委員長	堀岡 一彦	(東京工業大学)	会員 93040002
委員	鎌田 啓一	(金沢大学)	会員 9312471
同	升方勝巳	(富山大学)	会員 9002155
同	宮本修治	(兵庫県立大学)	会員 8108329A
同	高橋 努	(日本大学)	非会員
同	米田仁紀	(電気通信大学)	非会員
同	江 偉華	(長岡技術科学大学)	会員 a000523
同	湯上 登	(宇都宮大学)	非会員
同	岡村 勝也	(高エネルギー加速器研究機構)	会員 8204414
同	徳地 明	(株式会社パルスパワー技術研究所)	会員 a100296
幹事	菊池 崇志	(長岡技術科学大学)	会員 a070542
幹事補佐	佐々木 徹	(長岡技術科学大学)	会員 a080649

7. 活動予定

委員会	3回/年	幹事会	3回/年
見学会	1回/年		

8. 報告形態

技術報告書をもって報告とする。