

## 高強度レーザー開発と粒子加速への応用

### Development of high intensity laser system and its application to particle acceleration

量研関西研<sup>1</sup> ○近藤 公伯<sup>1</sup>

KPST, QST<sup>1</sup>, °Kiminori Kondo<sup>1</sup>

E-mail: kondo.kiminori@qst.go.jp

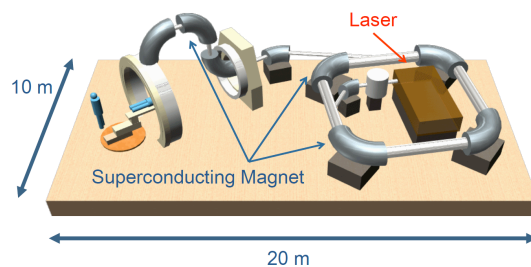
レーザー応用の醍醐味は様々であるが、やはりパワーレーザーの時空コヒーレンスを高くすることで実現できる極高強度の光の利用は興味深い。

技術の進歩は目覚ましく、達成できるピーク出力は、今や4 PW (4千兆ワット) に達するものが論文発表されるに至っている。1999年にPerryが核融合用の大型ガラスレーザーをCPA(Chirped Pulse Amplification)レーザーとして利用することで1 PWの出力をシングルショットベースで達成した時代は、はるか昔となり、1 PWは10 Hzでの繰り返し出射も可能になりつつある。先に記した4 PWは0.1 Hzの繰り返しで動作する。ここまで来るとPWレーザーで初めて起こせる物理現象は、レーザーの信頼性を向上することで10年程度の近い将来に産業や医療にも実用化できるかもしれない。

本講演では、このようなピーク出力の大きな、すなわち高強度レーザー装置について、量研で開発してきたJ-KAREN-Pレーザーを紹介しながら説明する。世界では、欧州3拠点で10 PWのレーザー施設が本格的な運用を開始すべく開発が進められており、中国では100 PW装置建設の予算が決まった。

一方、その応用として注目されているのは、レーザープラズマを利用した荷電粒子の加速技術である。極短パルスレーザーを利用することで、レーザープラズマ中に空間的な電荷分離状態を作り出し、そこに生じた強力な加速電界で荷電粒子を一気に加速する。レーザー加速には、電子の加速と、粒子線、すなわちイオンの加速とではそのスキームが大きく異なる。電子は質量が小さく、現在の技術では比較的容易に電子に対し相対論的な光強度で照射ができるため、電子プラズマ波に波破碎を起こすことで光速近く位相速度の電子プラズマ波に自己入射が可能となる。これに対し、イオンは光速近くまで光で直接加速するのは困難なので、例えば固体薄膜裏面に上述の電荷分離を発生し、一気に加速する。QSTのJ-KAREN-Pレーザーを用いれば、集光強度 $10^{22}$  W/cm<sup>2</sup>が薄膜ターゲット表面で実現でき、最大54 MeVの陽子線発生に成功している。また、炭素線であれば核子あたり最大12 MeV、すなわち144 MeVの加速が可能になっており、およそ10年後の達成を目標に、図に示す第5世代重粒子線がん治療装置「量子メス」の開発を目指している。

なお、本研究は、JST 未来社会創造事業JPMJMI17A1の支援を受けたものである。



量子メス (第5世代重粒子線がん治療装置)