

マイクロチューブ爆縮によるメガテスラ磁場の生成 - 人類未踏の極限物理の解明とその応用開拓 -

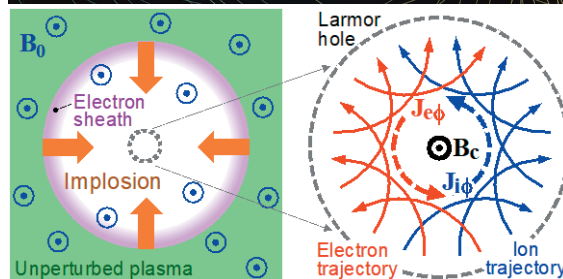
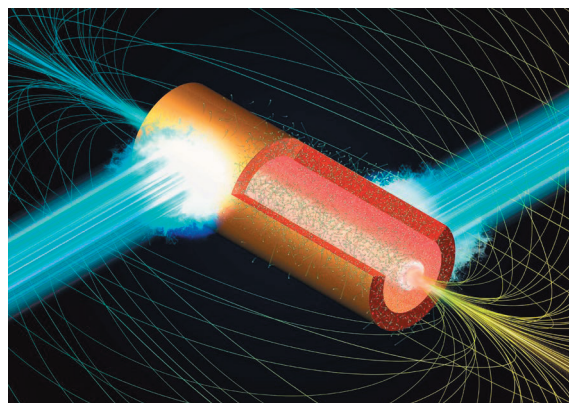
Generation of mega-tesla magnetic fields by microtube implosion

村上匡且 教授

メガテスラ磁場を生成するための新たな原理

磁場は現代物理学における最も基本的な概念の一つであると同時に、常に科学技術の最先端を切り開いてきた物理要素でもあります。例えば、地磁気は0.3～0.5ガウス、磁気ネックレスは0.1テスラ(=1千ガウス)、病院で使われる磁気断層写真(MRI)では約1テスラ(=1万ガウス)の磁場が必要です。過去半世紀以上に渡って更なる磁場強度の増強に向け様々な方式が追求されてきましたが、これまで人類が地上で実現した最大の磁場強度は2～3キロテスラでありこの壁を未だ超えるに至っていません。

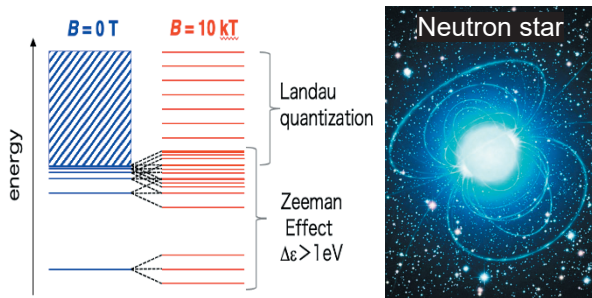
阪大レーザー研では、ミクロンサイズの中空円筒体に強力な超短パルスレーザーを照射することにより、キロテスラのさらに千倍強力なメガテスラの極超高磁場を生成させる新たな物理機構を世界で初めて提唱し、スーパーコンピューターを使った数値実験での原理実証に成功しました。種磁場があると、爆縮するイオン・電子は、ローレンツ力により右図のように各々が逆方向の偏向を受け、中心部で時計方向の強力なスピンの電流を形成します。電子とイオンは互いに逆符号の電荷を持つため、結局、イオンと電子が「協働」して種磁場を増幅する形で超高強磁場を生成します。その増幅率は数百倍から千倍程度に達し、中心軸上でメガテスラのオーダーとなります。



応用1

原子物理や宇宙物理など高エネルギー密度物理における学術的応用

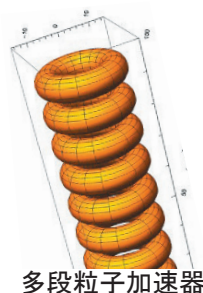
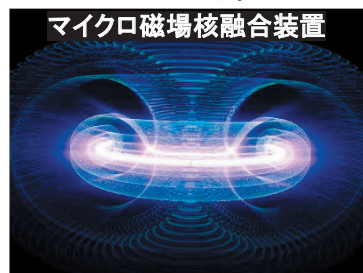
メガテスラという極超高強磁場に関して今回提唱された物理機構に基づき、今後、これまで議論の俎上にさえ載らなかったような量子電磁力学(QED)効果や極限パラメータ下での物性研究、さらには中性子星やブラックホール近傍において予測されているメガテスラ磁場に関連した宇宙物理など、未踏の研究領域に対する実験室での能動的な基礎研究が展開できることになり、基礎科学に対する大きなインパクトが見込まれます。



応用2

超コンパクトな磁場閉じ込め核融合装置や粒子加速器への応用

ギガガウスからメガテスラといった極超高磁場の下では、荷電粒子のラーマー半径はミクロンスケールとなり、極めて小さな空間内に相対的に長い時間、プラズマを閉じ込めることが可能になります。これを利用した超コンパクトなレーザー駆動磁場閉じ込め核融合装置への応用を考えることができます。さらには、トーラス状のユニットを多数連結することにより電磁相互作用を利用してミクロスケールの線型粒子加速器を構築することも可能となります。



グループHP <https://www.ile.osaka-u.ac.jp/research/csn/>

キーワード マイクロチューブ、メガテスラ磁場、核融合応用

