

極限レーザープラズマの数値シミュレーション

<スタッフ> 千徳 靖彦 教授、佐野 孝好 助教、柴田 一範 特任助教、岩田 夏弥 特任研究員

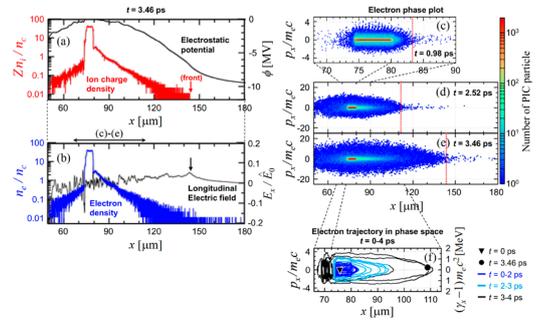
私たちは高エネルギー密度状態にある極限物質を理論的に、またコンピュータシミュレーションを活用して研究しています。高エネルギー密度状態というのは、星の内部や惑星の内部など密度が高く高温な状態です。実験室では非常に強いレーザー光を物質に照射して、一瞬で超高温状態にすることで作り出すことができます。超高温状態では物質は一部もしくは完全にプラズマ化し、高速電子やイオンなどの高エネルギー粒子線や、X線やガンマ線を放射します。高エネルギー密度プラズマは、粒子から光子、光子から粒子へのエネルギー変換が様々な過程を経て起こる複雑系システムです。高エネルギー密度プラズマの生成過程や内部で起こっている物理を理解することで、星の内部で起こっていることを推定したり、高エネルギー粒子加速器や制御核融合の実現に寄与したいと思っています。

複雑な現象の理論的な理解を深めるためにスーパーコンピュータによるシミュレーションを積極的に活用しています。シミュレーションはコンピュータ上の仮想実験です。理論を理解するのはもちろん、想像力が大事な研究です。

TOPICS1

超高強度レーザーと物質の相互作用とX線放射物理

レーザー研には世界最大規模のレーザーシステムがあります。実験室で超高強度レーザーを物質照射すると、ピコ秒(1兆分の1秒)という短い時間スケールで、10keV(1億度)の超高温状態になり、高エネルギー粒子と大量のX線を発生して、一瞬で飛散します。その時起こっている現象を理解するために、粒子シミュレーションによって実験をコンピュータ上で模擬して、レーザー吸収過程、粒子発生、X線放射などを含めた高温プラズマのダイナミクスを研究します。

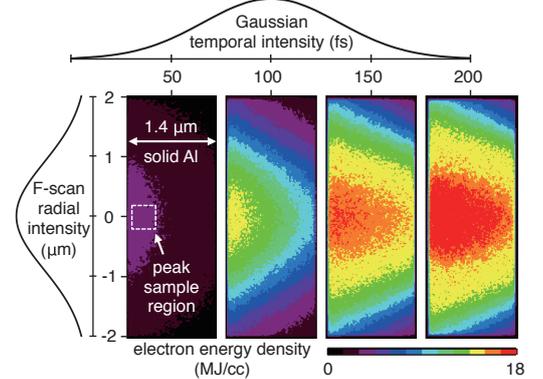


A. Yogo, K. Mima, N. Iwata et al., Sci. Rep. 7, 42451 (2017)

TOPICS2

X線レーザー(XFEL)と物質の相互作用

一般にレーザーというと可視光域の光だが、近年、XFEL(X線自由電子レーザー)という新たな光源が開発されました。光子のエネルギーはレーザーの1万倍から10万倍高エネルギーのX線です。このX線レーザーを物質に照射すると、光子による光電離過程がトリガーとなって、様々な原子過程が引き起こされ、物質はプラズマ化していきます。私たちは高強度X線レーザーによる物質加熱の物理過程の数値モデルを構築して、X線の吸収過程を理解しようとしています。



R. Royle, Y. Sentoku, R.C. Mancini et al., Phys. Rev. E 95, 063203 (2017)

TOPICS3

極限的な強磁場中でのレーザープラズマ相互作用

近年、レーザー実験においてキロテスラ級の強磁場(ネオジウム磁石の1000倍以上)を発生させることが可能となりました。通常、レーザー光は固体密度を越えるような高密度プラズマには侵入できません。しかし、このような極限的な磁場が存在すると、強力なレーザー光が高密度プラズマの中を伝播することも可能となります。そこで起こりうる全く新しいプラズマの加熱過程や荷電粒子の加速現象を理解するため、プラズマ粒子(PIC)シミュレーションを用いた解析を行っています。

