

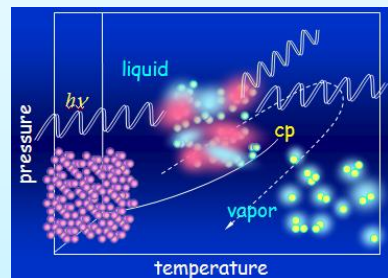
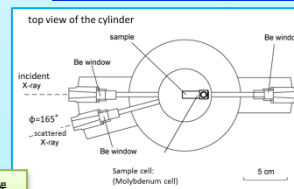
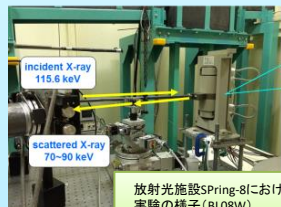
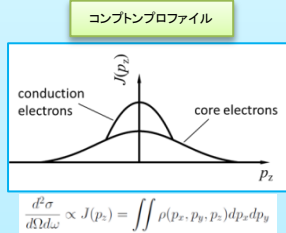
原子・分子の空間位置が無秩序な系を不規則系と呼び、具体的には液体・アモルファスのことをさします。不規則系物理学は、物性物理学の一分野をなし、結晶のような周期性を持たない極めて興味深い研究対象です。“格子”という拘束のない不規則系では、電子系とイオン系が互いに強く結合しており、そこに起因する様々な興味深い物性が現れます。不規則系研究室では、マイクロからマクロに至るまで、液体金属、クラスターなどの物性研究を通じて、21世紀の基礎科学を牽引していくと考えています。

流体金属における電子状態の研究

液体状態には、結晶固体にはないユニークな物性が現れます。気液共存線を迂回するように温度と圧力を制御すると、密度の連続かつ大幅な低下を実現することができます。流体金属は臨界点近傍で金属-絶縁体転移を起こします。当研究室では、このような極限下における電子状態の個別・集団運動の微視的様相に着目し、放射光を用いた非弾性散乱実験を駆使することによって、その挙動の解明に取り組んでいます。

X線コンプトン散乱測定による流体金属の電子運動量密度測定

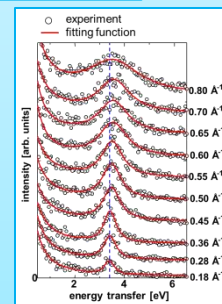
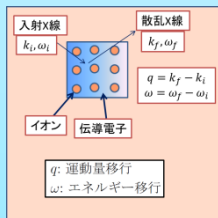
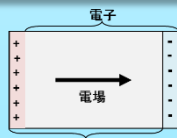
伝導電子の個別運動状態に関する知見が得られます。流体金属中の価電子の運動状態を通じて、その局在・運歴状態を探ります。



X線ラマン散乱測定による流体金属中のプラズモン観測

散乱角の小さな領域の測定により、価電子の集団運動状態に関する知見が得られます。電子間の相互作用に関する情報が得られます。

プラズモン(プラズマ振動の量子)



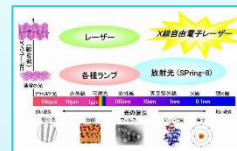
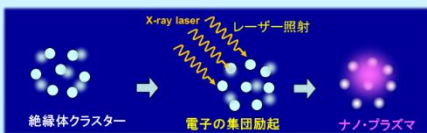
液体ルビジウムの非弾性散乱スペクトル

X線レーザーを用いたクラスターの研究

21世紀に入りX線自由電子レーザー(XFEL)が運転を開始し、コヒーレントX線という全く新しい光を用いて、単一粒子の構造決定やX線での非線形現象やフェムト秒高速分光等の新しい研究が開拓されています。不規則系研究室では、原子・分子が集合した少数多体系である「クラスター」に注目して、X線自由電子レーザー利用研究を展開しています。周期境界条件を満たさないという意味ではクラスターも不規則系の仲間であり、巨視的な物質では見られない構造や物性の発現、物性のサイズ依存性、大きな表面の寄与、および1つの粒子中に環境の異なる原子が存在する不均一性の強い系であるなど、興味深い系です。また、クラスターは原子・分子と凝縮系の間相であり物質の階層性を解明する手がかりとも期待されます。

FELによるナノプラズマ生成

自由電子レーザーの強力なX線パルスを照射すると、透過力の高いX線でも物質はプラズマ化されてしまいます。

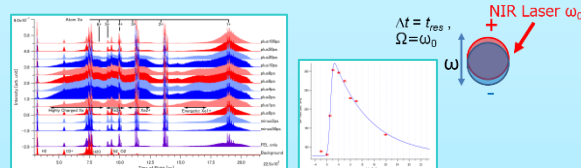


- 高強度 (輝度は放射光の1億倍)
- 短パルス (時間分解能フェムト秒)
- コヒーレント光 (高い空間コヒーレンス)



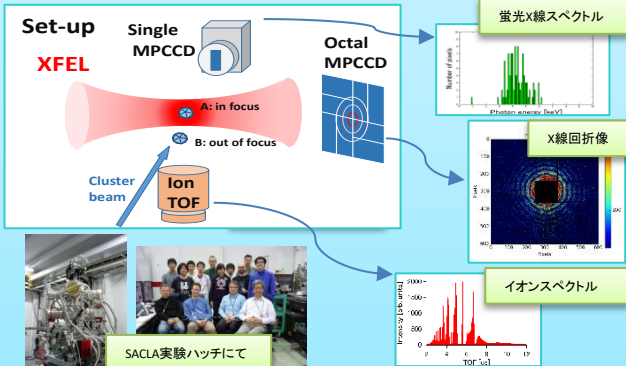
自由電子レーザーによるナノプラズマ生成と時分割計測

FELで生成するプラズマ状態を、FELの短パルス特性を用いた時分割計測で調べています



XFELを用いた単一粒子構造解析と放射線損傷評価

XFELを用いた単粒子構造解析と、XFEL照射によって起こる放射線損傷過程の研究を進めています。



我々はクラスターを用いて、コヒーレントX線という未知の光と物質との相互作用についての研究を進めています。国家基幹技術であるXFELは様々な応用研究が期待されていますが、我々はクラスターの単一粒子構造解析、フェムト秒高強度FELによる非平衡励起状態の生成と高速電荷ダイナミクスの時分割計測などを用いた特長ある研究を展開中です。またXFEL利用研究は、国際的な共同研究であり、学外、海外の研究グループとの協力の基に研究を展開しています。