

# エネルギー物理工学分野 — 粒子線物理工学研究室 —

構成教員メンバー： 教授 渡辺幸信 准教授 金 政浩

## ●エネルギー物理工学分野とは

エネルギー科学分野における様々な課題を**物理学の原理・手法**を用いて教育・研究する学問分野です。その対象は広範囲に及びますが、**当研究室では、ミクロな原子核・原子スケールの物理を基礎にして、その成果を先端理工学分野へ応用することを目指しています。**もう少し具体的に言うと、粒子線応用分野（放射性薬剤製造や粒子線癌治療等）や核融合システムおよび宇宙機器開発に関連して、極微スケールの素粒子・原子核反応で発生した高密度エネルギーが巨視的スケールへ変換・輸送される物理機構を、粒子加速器実験や理論計算・数値シミュレーションによって解明し、それを応用に展開する**粒子線物理工学分野**の教育と研究を行っています。

## ●粒子線物理工学研究の守備範囲（原子核から宇宙まで）

当研究室が守備範囲とする研究対象の相関図を下に示します。原子核・原子スケールの物理に軸足を置いて、粒子線応用分野の新規開拓を行っています。素粒子・原子核反応で発生した高密度エネルギーは、ミクロ粒子（中性子、陽子、イオン等）や光子として放出されます。これらのエネルギーの塊が物質や生体中をどのように移動していくかを正確に知ること（粒子・イオン輸送計算）が、**粒子線応用分野（放射性薬剤製造、粒子線癌治療、長寿命放射性廃棄物の核変換技術など）**や**核融合エネルギー開発**では重要です。放射線の遮蔽、発熱・材料損傷、人体への照射線量等を推定評価する際に行う粒子線輸送計算では、粒子線物理工学の知見が必要不可欠となります。

また、別の応用分野に目を転じると、今世紀は**宇宙利用**の拡大が期待されています。人工衛星や宇宙ステーションは、宇宙線と呼ばれる**厳しい放射線環境**下に置かれており、搭載された電子機器や長期滞在する宇宙飛行士に対する高エネルギー宇宙線の影響を正しく評価することは、**安全・信頼性工学**の観点からとても重要です。さらに、**宇宙線**は地球にも降り注いでおり、大気と衝突して**中性子やミュオン等の2次宇宙線**が発生し、地表にも到達しています。この宇宙線ミュオンを原子炉やインフラ設備等の**大型施設等の非破壊イメージング**や地中空洞探査等に利用するための新しい検出器の開発研究を精力的に行っています。



次頁に、現在取り組んでいる研究テーマの概略を纏めています。

➤ **研究テーマ1： 原子核物理・核データとその応用（重陽子反応や核変換反応）**

重陽子ビームを使った加速器中性子源は、医療（癌治療や放射性薬剤製造等）や核融合炉材料照射試験、半導体ソフトウェア研究にとって有望な中性子源です。その設計開発に不可欠な重陽子入射反応の核物理研究（阪大での実験および理論計算）に力を入れ、放射性薬剤製造への応用に向けた基礎研究（九大や東北大での実験）も並行して進めています。さらに、核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化（国プロジェクト ImPACT の1つ）に関連した核反応データ測定を理研にある世界最高性能の実験施設 RIBF（注：113番目の元素 Nh 生成に成功した実験施設）で行っています。

➤ **研究テーマ2： 半導体デバイスのソフトウェア（粒子・イオン輸送シミュレーション）**

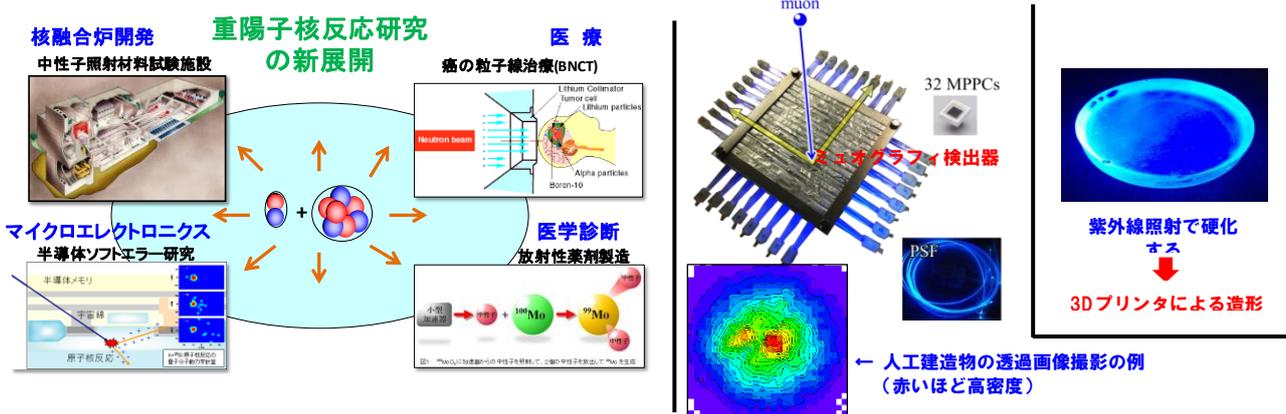
半導体デバイスに宇宙線（中性子やミュオン等）が入射して、核反応で発生した2次イオンによって電荷が付与され、それによってメモリー情報が反転して誤動作（ソフトウェア）が起きることが危惧されています。この物理機構を解明し、耐宇宙線デバイス設計のためのシミュレーション手法を産学連携の枠組で開発しています。環境中の宇宙線計測や、加速器ミュオンの照射実験を行っています。

➤ **研究テーマ3： 先端粒子線計測（宇宙線ミュオン計測や3Dプリンタ応用）**

地上ではミュオンとよばれる素粒子が降り注いでいます。物質に対する高い透過力が特徴です。近年この特徴を用いたレントゲン撮影が提案され、火山のマグマ状態観測やピラミッドの内部探査等へ使われた例があります。当研究室では、大型施設の透視や地中空洞探査等への応用に向けた宇宙線ミュオン計測装置の開発研究を行っています。また、将来の粒子線計測を見据え、3Dプリンタで容易に加工できる新しいシンチレーション検出器の開発研究にも着手しています。

➤ **研究テーマ4： レーザー駆動粒子加速（量研機構との共同研究：癌の粒子線治療等への応用）**

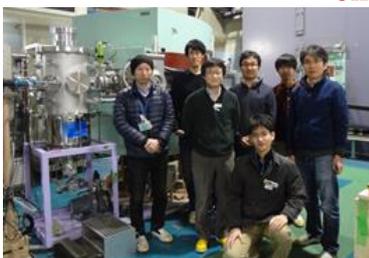
高強度短パルスレーザー光を薄膜標的に照射すると、高強度電場が発生して標的内で生成されたイオンが加速されます。この物理現象を応用した超小型レーザー駆動イオン加速システムの実用化に向けた基盤研究です。将来は粒子線治療や宇宙線環境模擬場などへの応用が期待されています。人工知能(AI)技術を測定系の制御やデータ解析へ応用することにも挑戦しています。



● 研究室における学生指導方針：

1. **グローバルな視点をもって国際的に活躍できる人材の育成**  
外国人研究者や留学生が常にいる環境を準備し、国際共同研究や国際会議への積極的な参加を奨励
2. **粒子加速器を使った他の研究機関との共同実験体験**  
共同実験を通じて、チームワークの重要性や現場における問題解決能力等を習得する機会の提供
3. **粒子線理工学の知識・経験が生かせる分野への進路指導**  
卒論・修論の指導を通じて、粒子線・放射線応用分野（医療、各種製造業、分析等）や原子力分野（メーカー、電力、規制当局等）などで活躍できる人材（研究者や高度専門技術者）の育成

**研究室HP** <http://enep.ence.kyushu-u.ac.jp/>  
**email:** [watanabe@aes.kyushu-u.ac.jp](mailto:watanabe@aes.kyushu-u.ac.jp)



阪大 RCNP における国内共同実験風景



研究室メンバー (H28 年度)



恒例の研究室旅行風景