

# 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、”**現代物理**”（特に、**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などの医療や長寿命放射性廃棄物の核変換技術などのエネルギー関連分野）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（安心・安全・スマートな未来社会を支えるために）

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。**安心・安全・スマートな現代社会**を支えるために、エネルギー、医療、宇宙開発分野等におけるミクロな粒子線（中性子やミュオン等）の先端的应用を目指し、**素粒子・原子核物理と医・工学の境界領域の研究**を展開しています。

まず、原子核物理の応用として、**医療用放射性同位元素(RI)の製造**や**放射性廃棄物の核変換技術**に注目しています。近年、RIの医療応用技術は、PETなどの診断分野に加え、新たなドラッグデリバリーシステムに基づいたがんの治療にも広がっています。当研究室では、**加速器中性子源**を用いて、新たな医薬品やトレーサーの製造法を開発しています。また、核変換技術は原子力発電で発生した長寿命核分裂生成物の有害度低減や資源化にも有望視されており、必要な核反応基礎データの測定や理論解析を行っています。

もう1つの研究テーマは、素粒子の1つである**ミュオン**の応用です。宇宙から地上に飛来する宇宙線ミュオンを使った透視技術である**ミュオグラフィ**をインフラ設備等の劣化探査に応用するため、専用的高性能検出器や解析手法を開発しています。また、宇宙線ミュオンにより半導体素子に誘起される**ソフトエラー**（一時的な誤動作）の物理機構を解明し、その発生率の予測精度向上に取り組んでいます。



➤ **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（放射性薬剤製造や癌治療や等）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番目の新元素 Nh 生成に成功した実験施設）で行い、 $^{93}\text{Zr}$  のデータ解析を主に担当しています。

➤ **研究テーマ2： 半導体デバイスのソフトウェア**

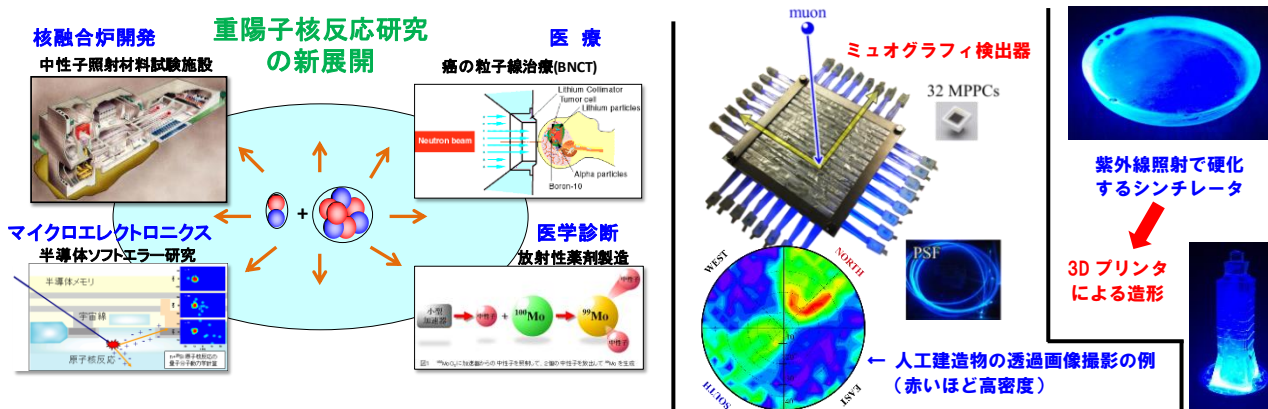
地上や宇宙で使用される半導体デバイスに宇宙線（中性子やミュオン等）が入射し付与された電荷により、メモリー情報が反転して誤動作（ソフトウェア）が起きることが危惧されています。この物理機構を解明し、耐宇宙線デバイス設計のためのシミュレーション手法を産学連携の枠組で開発しています。また、地上環境中の宇宙線計測や加速器ミュオンの実デバイス照射試験等の実験研究も行っています。

➤ **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礎研究です。将来は粒子線治療（“量子メス”）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。

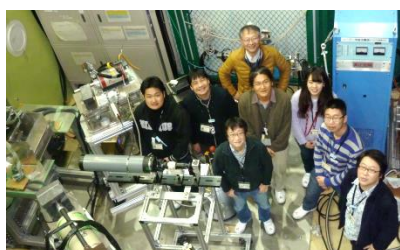


● 研究室における学生指導方針：

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メンバーとの共同実験体験  
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)



J-PARC MUSE における国内共同実験風景



研究室メンバー (H29 年度)



恒例の研究室旅行風景 (H29. 11)