



研究領域名 地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化

東北大学・ニュートリノ科学研究センター・教授

い の う え くに お
井 上 邦 雄

研究課題番号：19H05802 研究者番号：10242166

【本研究領域の目的】

ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊 ($0\nu 2\beta$)・暗黒物質・超新星ニュートリノ・地球ニュートリノといった地下宇宙素粒子研究の総力を結集し、各時代・各重要過程の理解を系統的に紡ぐことで、「物質はどこから来たのか?」、「星・銀河はどのように作られたのか?」、「元素はどのように作られたのか?」、「どのように地球に行き着いたのか?」という一連の宇宙の歴史と物質の進化を解き明かす。「神岡」地下の強固な連携を国際共同に拡張し、各課題を更に深化する低温技術・核行列要素・暗黒物質分布、一連の宇宙の歴史と物質の進化の解明を系統的に展開する超新星爆発理論・物質進化を領域に取り込み、シナジー効果を増大させる。それによって、個々の研究の飛躍的な発展とともに、分野での高い競争力を長期間維持し、人材育成も含めた長期的な視野で研究戦略を立てることで、世界をリードして宇宙の歴史と物質の進化を解明する研究を展開する。

【本研究領域の内容】

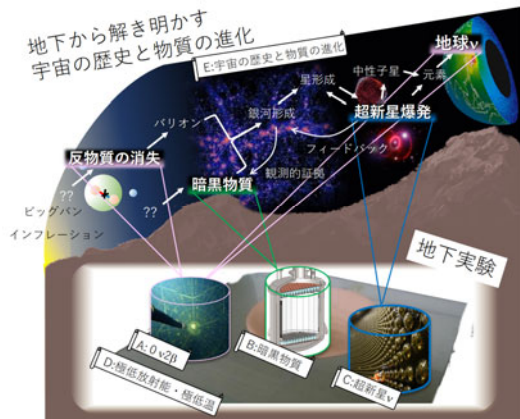


図1 研究項目と重要課題の関わり

$0\nu 2\beta$ の探索では、カムランド禅が世界を大きくリードしている。暗黒物質探索では、XENON 実験が世界をリードしており、XENONnT に発展する。超新星ニュートリノ観測ではスーパーカミオカンデが世界トップの感度を有しており、更に感度が高まるSK-Gd に発展する。地球ニュートリノ観測は、パイオニアであるカムランドが世界をリードしている。本研究領域は、各課題のトップランナーであるこれらの旗艦プロジェクトと将来展開を見据えた挑戦的な研究が、共通の基盤技術の下に連携し相乗的に発展する。将来を見据えた研究では、他核種を使った $0\nu 2\beta$ 実験が、同位体濃縮や極低温蛍光熱量計技術を取り込み、究極の感度技術を開拓する。また、暗黒

物質探索では、ニュートリノバックグラウンドの限界を突破する方向有感探索を国際協働で推進する。地下宇宙素粒子研究で基盤となる極低放射能技術では、世界最高性能を追求して展開するとともに、国際連携のデータベース発信により分野全体の技術レベルを底上げする。また、エネルギー分解能向上や低閾値を実現する革新技術として低温検出器技術を取り込み、長期にわたって世界をリードしていく。さらに、理論的な枠組みとなる素粒子的宇宙像と宇宙の化学進化描像のシームレスな統合を目指すことで、各研究の相乗効果・波及効果を大幅に高める。

【期待される成果と意義】

宇宙素粒子研究の最重要課題である $0\nu 2\beta$ 探索や暗黒物質の直接探索、さらに宇宙の化学進化を解明する上で重要な情報をもたらす超新星背景ニュートリノ観測・地球ニュートリノ観測のそれぞれで世界をリードした研究を推進することで、各課題それぞれで世界初の大発見を目指す。共通基盤・革新技術の発展や宇宙の歴史を貫く理論の構築は、周辺分野へも波及し、長期にわたって地下宇宙素粒子研究分野における世界的な中核として貢献する。本研究領域が実現する活発な国際協働環境は、世界で活躍する優秀な若手人材育成にも大きく貢献する。

【キーワード】

地下宇宙素粒子研究：宇宙線の少ない地下空間の極低放射能環境でのまれな現象観測によって、宇宙・素粒子の課題に取り組む研究。

ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊 ($0\nu 2\beta$)：宇宙物質優勢の鍵であるニュートリノ・反ニュートリノ同一性を検証できる唯一現実的な現象で、特定の原子核内の2回同時のベータ崩壊で、二つのニュートリノが消失する現象。

暗黒物質：宇宙の構造形成に不可欠な未知の素粒子で、銀河ハローを形成し地球周辺にも $0.3\text{GeV}/\text{cm}^3$ 程度存在する。

超新星背景ニュートリノ：遠方から次々到来する過去の超新星爆発ニュートリノで、星形成史や超新星爆発機構・化学進化の情報をもたらす。

【研究期間と研究経費】

令和元年度～令和5年度
1,129,500 千円

【ホームページ等】

<http://www.lowbg.org/ugap/>
inoue@awa.tohoku.ac.jp