

領域番号	2603	領域略称名	地下素核研究
研究領域名	宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	井上 邦雄（東北大学・ニュートリノ科学研究センター・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>宇宙の始まりから現在までの歴史には多くの謎が存在し未だ系統的な理解には至っていない。宇宙の始めには物質の元となる素粒子が作られ軽い元素が合成された。重力がそれらを引きつけ宇宙には大小様々な構造が形成される。超新星爆発を起こした恒星は多様な元素をばらまき、それらを原料に資源に富んだ地球が形成された。そして、太陽活動に影響されながら人類が誕生する環境が実現した。この経過には、宇宙・素粒子の大問題といわれる現在の標準理論が説明できない謎が含まれ、また未解明の事柄も多い。</p> <p>なぜ物質の元となる素粒子と反物質の元となる反粒子は同数でなかったのか？宇宙の構造形成に必要な標準理論には含まれない暗黒物質とは何か？超新星爆発の歴史とその詳細機構は？太陽活動や地球活動のエネルギー源は？物質粒子の中で宇宙に桁違いに多く存在するニュートリノはなぜ極端に軽いのか？</p> <p>本領域は、これらの謎の解明に取り組む「ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊($0\nu 2\beta$)の探索」・「暗黒物質の直接探索」・「過去及び現在の超新星爆発ニュートリノの観測」などの地下素粒子原子核実験が連携し、共通課題である極低放射能技術を共有化し向上させ、さらに系統的な理論で結びつけることで統一的な素粒子模型・宇宙像の構築を目指す。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>極低放射能技術における連携・宇宙の歴史を貫く理論研究が大きく進展し、それらをフィードバックすることで個々の計画研究においても世界をリードする成果を得ることができた。</p> <p>$0\nu 2\beta$の探索では、連携により放射性不純物の低減に成功し当初目標を大幅に繰り上げ、縮退構造をほぼ排除することに成功した。さらなる高感度化も実現し、逆階層構造に到達し複数の理論モデルを検証する探索を開始できた。二重ベータ崩壊核の同位体濃縮では、独自の多チャンネル向流電気泳動法に加えレーザー濃縮においても高い濃縮度を達成し、多様な濃縮技術を開発した。暗黒物質探索では、電子散乱にも感度がある大統計季節変動解析で、初めて確実な手法でNaI結晶実験の発見の主張を排除することに成功した。将来の決定的発見のための方向感度を持つ装置開発でも、素材の低バックグラウンド化とともに高感度化が進んだ。超新星ニュートリノ観測では、放射性不純物低減の実現でSuper-Kamiokandeの高感度化が承認され、観測開始間近である。また、超新星爆発の前兆現象の研究も進展し、マルチメッセンジャー観測のための超新星アラームシステムが稼働し、近傍爆発でもデータを取りこぼさないデータ取得系の高度化が実現した。理論研究においても、多様な角度からの研究が進み、$0\nu 2\beta$や暗黒物質直接探索に予言や指針を与える成果が得られた。</p> <p>領域全体での連携が相乗的に進み、若手育成や国際連携、キャリアパスの拡大も順調に進んだ。</p>		

科学研究費補助金審査部会における所見	A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)
	<p>本研究領域は、ニュートリノのマヨラナ性の検証、暗黒物質の探索、超新星爆発のニュートリノ観測などの地下素粒子原子核研究の実験グループが連携し、研究に必須となる極低放射能環境を実現させ、系統的な理論で結びつけることで統一的な素粒子模型・宇宙像の構築を目指したものである。</p> <p>密接な連携により放射性バックグラウンドの大幅な低減に成功し、各実験の大幅な感度向上を達成したことは大いに評価できる。得られた成果は国際的にトップレベルであり、我が国の基礎科学研究で重要な位置を占めるニュートリノ科学をさらに発展させる上でも有効であったと考えられる。また、若手研究者の育成について大いに成果が上がっている点も評価できる。</p> <p>今後は、本研究領域で開発された多くの装置を活用し、学术论文の発表等より学術的な研究成果を生み出すことが強く期待される。</p>