

領域番号	2404	領域略称名	中性子星核物質
研究領域名	実験と観測で解き明かす中性子星の核物質		
研究期間	平成24年度～平成28年度		
領域代表者名 (所属等)	田村 裕和(東北大学・大学院理学研究科・教授)		
領域代表者 からの報告	<p>(1) 研究領域の目的及び意義</p> <p>ストレンジネス核物理、中性子過剰核物理、物性物理、天体物理が一体となって、中性子星に関連する地上実験・天体観測・理論研究を分野横断的に連携して推進し、宇宙で観測可能な最高密度をもつ中性子星内部の物質を解明する。(A) 陽子加速器施設 J-PARC を用いたストレンジネス核物理の実験研究、(B) 不安定核ビーム工場 RIBF を用いた中性子過剰核物理の実験研究、および、冷却原子気体を用いた中性子物質の実験的シミュレーション、(C) X線天文衛星 ASTRO-H を用いた高精度 X線観測、(D) 実験と観測を統合する理論研究 の4つの研究項目を組織し、それぞれ (A) 高密度核物質の EOS 構築に不可欠なストレンジ粒子（ハイペロンと K 中間子）と核子の相互作用を実験的に決定し、(B) 中性子物質・中性子過剰核物質の高密度から低密度までの物性を実験的に調べて精度の高い EOS を決定し、(C) EOS の適否を検証するために不可欠な中性子星半径の正確な測定を行い、そして (D) これらの成果を理論研究によって統合し、中性子星表面の希薄な中性子物質から、ハイペロンの混在が予想される中心部の高密度バリオン物質まで、幅広い密度領域をカバーする信頼性の高い核物質の状態方程式 (EOS) を決定して、中性子星内部の構造とそこに現れる様々な物質の正体を解明することを目指す。J-PARC, RIBF, ASTRO-H は、いずれも各分野で世界最高性能をもつ日本の研究施設であり、これらの研究が連携する意義は極めて大きい。この領域研究は、電子でなくバリオンが主役となる物性物理学“バリオン系物性物理学”を拓くことにもつながる。</p> <p>(2) 研究成果の概要</p> <p>中性子星核物質の EOS を決定するための様々な地上実験のデータを得た。(B03) 冷却原子の実験データからユニタリー極限のフェルミ粒子系 EOS を実測し、これを実際の低密度中性子星核物質の EOS に変換することに成功した。(B02) RIBF 等での中性子過剰核の構造や中性子スキン等の実験データを多数得て、低～中密度領域の EOS を支配する対称エネルギーを厳しく制限し、中性子物質の超伝導にかかわるダイニュートロン相関の情報も得た。(B01) 大型 TPC 検出器を完成させ世界初の中性子過剰核衝突実験に成功、高密度領域の対称エネルギーへの実験による制限がつけられる見通しがついた。(A02) J-PARC で Λ ハイパー核の荷電対称性の大きな破れを発見し、中性子過剰 Σ ハイパー核の情報も得た。ここから中性子過剰環境で重要となる Λ-Σ 結合の情報を引き出せる。K 中間子核の明確なデータも得て、中性子星での K 中間子凝縮の有無が確定できる。(A01) Ξ ハイパー核束縛状態を発見し Σ 中間子が引力であることが確定した。一方、A01 と A02 が予定していた実験のある部分は、J-PARC 事故のため期間内に終了できなかったが、装置の開発・製作や実験準備は完了した。これらの実験成果を、理論班(D01)が様々な理論計算と組み合わせ EOS を構築し、またハイペロン・パズル解明の鍵となるハイペロンを含むバリオン 3 体斥力も調べて今後の方向性を示した。(C01)では、ひとみ衛星の運用停止のため中性子星半径の精密観測はできなかったが、既存衛星のデータ解析でいくつかの重</p>		

	<p>要な成果を出すとともに、衛星用 X 線検出器技術の圧倒的向上を軌道上で示し、将来に向けた検出器技術のさらなる進展もあった。以上から、今後の観測で半径が精密に測定され、EOS が直接検証できる見通しとなった。</p>
--	--

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>Aー（研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの成果があったが、一部に遅れが認められた）</p>
	<p>本研究領域は、研究領域の設定目標に向かい、Ξ ハイパー核の発見や荷電対称性の破れの定量的な評価、冷却原子の計測による低密度中性子物質の状態方程式の導出や、マイクロカロリメータの軌道上動作実証など注目に値する研究成果を上げた。実験核物理・観測的宇宙物理、原子物理、そして理論核物理が一丸となって中性子星の状態方程式を追求するという新学術領域の形成における重要な前進があったと評価できる。一方で、J-PARC の事故による実験中断と ASTRO-H の運用停止という予期せぬ大きな困難があり、実験の遅れが一部で発生し、研究領域の設定目的の達成には至らなかった。</p> <p>中間評価結果の所見において指摘された、実験研究と理論研究との連携については、連携強化のための方策が十分にとられており、適切に対応をしたと評価できる。また、若手研究者の育成に向けた取組として、若手スクールを毎年開催したり若手研究員を雇用したりするなど、多数の新人を含む若手が研究領域に参加して自主性を育てる努力がなされており、若手育成に貢献してきたことも評価に値する。本研究領域は核物理学という枠での研究ではあるが、物性物理学の手法を適用するなど、関連分野への融合を目指す取組も明確であった。</p> <p>想定外の障害に対し代替研究計画を実施することにより多くの成果を上げてデータを蓄積しており、今後これらを活用していくことが期待される。</p>