

領域番号	2905	領域略称名	重力波創世記
研究領域名	重力波物理学・天文学：創世記		
研究期間	平成29年度～令和3年度		
領域代表者名 (所属等)	田中 貴浩（京都大学・大学院理学研究科・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>本領域では、重力波データ解析、重力波源となる天体(重力波対応天体)の多波長観測、理論的研究が三位一体となり、重力波物理学・天文学(=重力波観測によって開始する新しい研究)の流れを力強く推し進め、新領域を創成する。</p> <p>現在、重力波観測の開始という歴史的な時期にある。重力波という全く新しい観測データが得られることによる物理学・天文学の進展に対する波及効果は大きい。これまでの実績として、KAGRA のための基本的なデータ解析の準備の完了、フォローアップ体制の組織化が既に進んでいる。この好機をとらえて、(1)重力波データの総合的解析と(2)重力波検出から広がる新しい物理学・天文学の二つの側面から重力波物理学・天文学を推進する。(1)では理論とデータ解析が密接に連携して、標準的な枠組みを越えた重力波検出手法の開発をおこない、重力波データから物理的情報を引きだす。(2)では重力波観測と直接的に関係を持って発展していく研究分野を観測と理論が一体となり推進する。このことによって、KAGRA を擁する日本が、重力波物理学・天文学の創成にあたり、世界的に重要な役割を担うことができる。重力波検出による飛躍的進展が見込まれ、かつ、世界をリードする研究遂行能力があると見込まれるテーマに絞り計画研究を組織し推進する。本提案は、関連する異なる分野の研究者間の密接で、かつ、継続的な連携を可能にし、重力波物理学・天文学創成の国際的な競争で優位に立つことに寄与するものである。</p> <p>米国の LIGO に加え、現時点において、キロメートルサイズの重力波検出器は他に Virgo と KAGRA のみである。したがって、本領域期間中に有効な観測データを出せるようになる KAGRA の存在は国際的な観点からも非常に重要である。その際に、単に KAGRA が重力波観測データを発信するというだけでなく、その波及する研究分野の開拓においても世界をリードする研究を発信することが本領域の最重要課題である。また、次世代の重力波物理学・天文学を担う若い世代の研究者の育成を進める。これらを総合して「重力波物理学・天文学を創成する」ことが期待される成果である。</p>		
	<p><u>(2) 研究の進展状況及び成果の概要</u></p> <p>連星中性子星合体イベント GW170817 に関して、J-GEM による追観測では重力波天体の光赤外線対応天体の初観測に成功し、X線領域では MAXI が全世界で最も早い観測を行い上限値を得、Swift では急激に減光するキロノバ起源の紫外線放射が発見するとともに、早期X線のより深い上限値を得た。理論的研究においては、横から見た相対論的ジェットを考えることで、GW170817 に付随する通常より暗いガンマ線バーストと特異な残光を同時に説明できることを世界に先駆けて示した。さらに、数値相対論や元素合成を組み入れた、連星中性子星合体の高精度シミュレーションにより、合体後の電磁放射観測を統合的に説明するモデルの構築に成功した。数値相対論による新しい重力波波形モデルにもとづく潮汐変形率への観測的制限も発表準備中である。そのほかにも、関連する理論的研究は多数ある。</p>		

	<p>LIGO/Virgo O1,O2 の間に報告された 10 の連星ブラックホールイベントを用いた重力理論のテストとして、LIGO/Virgo が行っていない新たな解析結果を発表した。連星ブラックホールの起源を明らかにすることも大きな目標の一つだが、初代星形成や星団の力学進化のモデルの精密化等の取り組みも急速に進んでいる。</p> <p>超新星爆発からの重力波とニュートリノについては、計画研究 C02 の監修のもと、スーパーカミオカンデ(SK)ニュートリノ検出器の改修に成功した。これにより、SK にガドリニウムを装填し、背景ニュートリノを初めて観測可能になる準備が整った。理論面では超新星爆発の数値シミュレーションの進展があり、超新星コアにおける衝撃波不安定性を起源とする重力波の円偏光成分の理論予測につながった。この発見はデータ解析手法の進展にもつながっている。</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、概ね期待どおりの進展が認められるが、一部に遅れが認められる）</p>
	<p>本研究領域は、重力波データの解析、重力波源となる天体の多波長観測とそれらをつなぐ理論研究によって、重力波物理学と天文学の新しい流れを創出することを目指している。当初はブラックホールによる連星合体によって発生する重力波をターゲットとしていたが、本研究領域の採択直後に中性子連星合体が検出されるという時機を得て、研究は順調に進んでいる。日本の重力波検出器 KAGRA が稼働した際のデータ解析ソフトウェア提供を目指し、すでに米国で稼働している LIGO に参画、経験を積むなどの準備も進められている。</p> <p>一方、ブラックホールの質量が予測より大きかったなど、思いがけない結果も得られているが、十分に対応しきれていない印象がある。予定調和的な成果を上げるだけでなく、想像力を巡らせ、まったく新しい可能性を創出するという意識も持って研究を進めていただきたい。</p> <p>また、目標設定とそれに向けた進捗が不明瞭である。マイルストーンを明確に設定し、研究の過程で修正する点は修正し、新たに導入すべきことは躊躇なく導入して研究を実施するなど、領域代表者のマネジメントに期待したい。</p>