

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2016年06月10日採択

申請者氏名	衣川智弥 (会員番号 6613)
連絡先住所	〒 277-8582 千葉県柏市柏の葉 5-1-5
所属機関	日本天文学会
職あるいは学年	研究員
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会でのポスター発表
講演・観測・研究題目	First star V
渡航先 (期間)	ドイツ (2016年7月31日～8月5日)

私はドイツのハイデルベルクで行われた研究会 "First star V" に参加し、ポスター発表を行いました。本研究会は、天文学における重要なトピックである初代星の形成や進化、またそれらが基になっている可能性のある超大質量ブラックホールの形成についての研究成果が発表されていました。私は本研究会において「Binary black hole remnants of first stars for the gravitational wave source」というポスター発表を行いました。私は現在、初代星起源のコンパクト連星合体の重力波による観測可能性を理論的に研究しています。2015年9月14日、アメリカの重力波観測器 advanced LIGO は世界で初めて重力波 (GW150914) の直接観測に成功しました。日本でも重力波観測器 KAGRA がテスト稼働を終え、本格的な観測に向け動き出しています。これら重力波観測器のメインターゲットはコンパクト連星の合体です。コンパクト連星とは、星が寿命を終え超新星爆発や重力崩壊を起こしてできるコンパクト星（ブラックホール、中性子星）同士の連星で、コンパクト連星は重力波放出により軌道が縮まり、いずれ合体します。合体及びその直前には強い重力波を発するので重力波観測器でその現場をとらえることができます。しかし、重力波によるエネルギー放出は弱いため、合体までのタイムスケールは数億年から宇宙年齢以上と非常に長くなります。したがって、宇宙初期にできたコンパクト連星でも現在で合体するものがあるはずで、よって、重力波観測において宇宙初期にできたコンパクト連星の寄与が効いてくると考えられます。そこで、我々は初代星に注目しました。最近の研究から、初代星の典型的な質量は10-100太陽質量程度と考えられています。これは、典型的な質量が太陽質量程度である現在の星に比べ、非常に重い天体です。コンパクト星は母天体が8太陽質量以上なので、初代星は現在の星よりもコンパクト星になりやすい。さらに、初代星は星風による質量損失が効かない。つまり、質量を失わず重いまま進化していくので、より重いコンパクト星になりやすいという特徴を持ちます。重力波観測は質量の $5/2$ 乗で観測範囲が広がるので、観測に有利になります。したがって、申請者は宇宙最初の星である初代星に注目し、重力波源として研究を行ってきた。その結果、初代星起源の連星は典型的に約30太陽質量程度の連星ブラックホールになることを2014年に示しました。この結果は連星特有の不定パラメータや初期条件によらず、初代星自体の星の進化の物理から決まっていることも2016年に明らかにしました。なぜ、初代星が30太陽質量の連星ブラックホールになるかということ、初代星は前述のように典型的に10太陽質量から100太陽質量の大質量星として生まれます。そのうち、50太陽質量より小さいものは半径が小さく進化するため、連

星の相互作用などによる質量の損失が効きづらくブラックホールになるものはほとんどそのままの質量で進化していきます。一方 50 太陽質量より重いものは半径が大きく連星の相互作用によって質量を失い 30 太陽質量程度の星に落ち着きます。そのため、初代星は典型的に約 30 太陽質量の連星ブラックホールとなります。一方で従来観測されてきた X 線連星内にあるブラックホール候補天体は 10 太陽質量程度であり、30 太陽質量のような重いブラックホールはほとんど存在しないだろうと思われていました。しかし、LIGO による重力波の初検出 (GW150914) はまさに約 30 太陽質量の重い連星ブラックホールの合体によるもので、宇宙には従来考えられていなかった重い連星ブラックホールが多く存在することが示唆されており、それが初代星起源だった可能性がでてきます。私は本研究成果は重力波業界だけでなく、初代星形成および進化について研究している方々にも知っていただきたく本研究会で研究の発表および議論をしてきました。現地でも、海外のいろんな研究者の方に興味を持っていただき、特に INAF の Stefania Marassi 氏や MIT の Alexander Ji 氏には非常に興味を持ってもらい、初代星の観測可能性や初期宇宙での r-process などについて議論を交わしました。特に、宇宙初期の r-process 元素の起源については私の結果では初代星起源の連星中性子星が形成されないという結果が出ているので中性子星ブラックホール連星での r-process 元素形成も考えた方がいいのではないかという議論を Ji 氏と行いました。本研究会へ参加したことで今まで議論したことのない方々と議論ができ、今後の研究を進めるうえで非常に貴重な経験となりました。今回の渡航に関しまして、多大な援助をいただいた、日本天文学会早川基金並びに関係者の方々に厚くお礼申し上げます。