

## 大学院集中講義・開講案内

科目名： 物理化学特別講義 I (1単位)  
授業番号： 理工学研究科 博士前期課程 R317, 博士後期課程 R318  
理学研究科 博士前期課程 R0317, 博士後期課程 R0318  
題目： **中性子星合体の物理と重力波**  
講師： 関口 雄一郎 (東邦大学 理学部 物理学科)  
日時・教室： 2018年5月11日(金) 3-4限 11号館 103教室  
2018年5月18日(金) 3-5限 11号館 103教室  
2018年5月25日(金) 3-4限 11号館 103教室

講義概要： 2017年8月17日、連星中性子星の合体からの重力波が初めて捉えられ、GW170817と命名されました。中性子星とは半径10 kmほどの大きさに太陽程度の質量を持つ超高密度の天体（コンパクト天体）であり、その中心領域では地上実験では達成しえないような高密度状態が実現しています。一方、重力波とは、一般相対性理論がその存在を予言した、光の速さで伝わる時空のゆがみの「さざなみ」で、電磁気学でいえば電磁波に相当します。荷電粒子の加速度運動によって電磁波が発生するのに対して、重力波は、時空を曲げる源である質量（エネルギー）が非球対称に時間変化をすることで発生します。重力波で発生する時空のゆがみは極めて小さく、それを捉えるためには、高感度の重力波検出器や、ノイズの中から重力波を探し出すためのデータ解析手法のみならず、到来する重力波の理論予測が必要不可欠になります。また、重力波と同時に電磁波も放射されるとすると、それを観測することができれば重力波と相補的な情報を得ることができるので極めて有用ですので、電磁波の理論予測も重要な意味を持ちます。すなわち、連星中性子星の合体からの重力波を捉えるためには、合体现象を「再現」し、重力波および電磁波の放射現象について理論的に調べておくことが必要となるのです。そのためにはアインシュタイン方程式を解くことが必要ですが、解析的に解くことはできないので、数値シミュレーションが必要になります。このような分野は数値相対論と呼ばれ、重力波検出に向けて世界中で研究が進められています。この講義では、中性子星の物理と重力波の基礎からはじめて、GW170817における重力波検出に必要な「理論予測」がどのようにして行われたか、その困難と面白さについて学びます。

1. アインシュタイン方程式と重力波
2. 中性子星の構造
3. 連星中性子星合体からの重力波
4. 連星中性子星合体からの電磁波
5. 少し脱線：重元素の起源と連星中性子星の合体
6. 数値相対論
7. GW170817のまとめ

上記の通り開講します。履修申請は5月2日(水)までに理工学系教務係で済ませて下さい。

8コマ目 (5月25日5限) は受講生だけでなく未履修学生と教員も対象としたセミナーです。

演題： **重力波天文学の幕開け：史上初の重力波直接検出がもたらしたもの**

日時： 2018年5月25日(金) 16:20 - 17:50

場所： 11号館103教室

講演概要：“We did it!” 米国の重力波観測装置 Advanced LIGO の研究チームによって、2015年9月14日に地球に到来した「連星ブラックホール合体」からの重力波が検出されGW150914と命名されました。一般相対性理論の提唱からおおよそ100年、アインシュタインからの宿題がついに解かれた瞬間です。この史上初の重力波直接検出のもっとも基本的で重要な意義は、私たちが宇宙を見る新しい「目（観測手段）」を手に入れ、重力波によって宇宙を調べる新しい天文学である「重力波天文学」の開拓への第一歩になったことであるといえます。例えば、ブラックホールそのものは光では見えないため、GW150914を重力波以外の手段で観測することはできませんでしたが、重力波では「見えた」のです。そして、重力波でブラックホールの衝突やブラックホール形成の瞬間が「見える」という事実は、強重力場における一般相対性理論のテスト様々な可能性へとつながっています。GW150914からおおよそ2年後には、「連星中性子星合体 (GW170817)」からの重力波がとらえられました。そして、地上実験では達成しえない高密度状態にある中性子星の物理に関する情報が重力波によってもたらされ、原子核・素粒子物理学分野に大きなインパクトを与えています。このように、重力波の直接検出は、ガリレオ・ガリレイによる月の観測によって電磁波による天文学が拓かれ、さまざまな宇宙の謎が解かれてきたことに匹敵する意義を秘めているといえます。この講演では、GW150914とGW170817における重力波（および電磁波）の観測について解説したのち、それらがもたらした意義と重力波観測の将来の可能性について紹介します。

問合せ先： 原子物理実験研究室 田沼 肇 (ext. 3355)