

# 学びの舞台は、国境を越えて

理学部天文学科



米国

スタンフォード大学

理学部天文学科4年  
戸谷研究室

津名大地

Daichi Tsuna

神奈川県横浜市生まれ。2013年3月公文国際学園高等部卒業、同年4月東京大学教養学部理科I類入学。15年4月同大学理学部天文学科進学。17年4月より同大学院理学系研究科物理学専攻修士課程に進学、同研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター（RESCEU）に所属予定。



## 宇宙の謎に、物理で挑む

学部4年次の夏、理学部の「学生国際派遣プログラム（SVAP<sup>\*1</sup>）」に応募して、米国スタンフォード大学に7週間留学しました。受け入れてくださったのは、宇宙物理学のChao-Lin Kuo教授です。実は3年次にも、サマースクールでスタンフォードを2ヶ月訪ね、Kuo先生の研究室に所属されている助教の方の講義を受ける機会がありました。そのとき、Kuo先生が、宇宙の起源に迫るプロジェクト「BICEP-3」に携わっておられることを知りました。宇宙の起源や成り立ちを研究する「宇宙論」に関心があり、Kuo先生のもとで学んでみたいと留学を決めました。

「BICEP-3」は、「宇宙マイクロ波背景放

射（CMB）」の「Bモード偏光」と呼ばれる現象の観測を目指すプロジェクトです。Kuo先生の研究室は、観測装置の開発に取り組んでいます。

「CMB」も「Bモード偏光」も、宇宙の起源と密接に関わる物理現象です。現代の技術で観測可能な最古の宇宙の姿は、誕生から38万年後のものです。それ以前は、ビッグバンの影響で宇宙の温度があまりに高く、電子の活発な動きに遮られ、光は遠くまで進むことができませんでした。次第に温度が下がり、光が遠くへ進めるようになったのが、「宇宙の晴れ上がり」と呼ばれる現象です。そのときの光（電磁波）がCMBで、ビッグバンの証拠とされています。CMBは1964年に初めて観測され、今ではビッグバンは揺るぎない定説となっています。

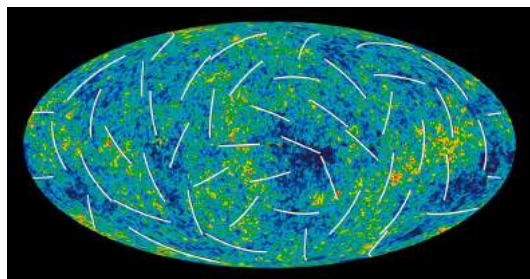
ただ、ビッグバンだけでは宇宙の成り立ちを十分に説明することはできません。ビッグバン以前に「インフレーション」と呼ばれる急激な加速膨張が起きた、という理論を提唱されたお一人が、東京大学名誉教授の佐藤勝彦先生です。インフレーションは138億年前の宇宙誕生からわずか $10^{-36}$ 秒後に起きたとする説が有力ですが、それを直接的に裏付ける決定

的な証拠はまだ観測されていません。

インフレーションの証拠として注目されているのが、「原始重力波」と呼ばれる現象です。2016年2月に世界初の検出が報じられた重力波は、2つのブラックホールが衝突して生まれたものです<sup>\*2</sup>。一方、「原始重力波」はインフレーションによって起きたとされる重力波です。ブラックホール由来のものよりはるかに微弱で、今ある重力波検出器で直接観測することはできません。ただし、原始重力波の影響でCMBがわずかにゆらぐ「Bモード偏光」が起こると考えられていて、これを観測できればインフレーションを裏付けることができます。

天文学には大きく理論・観測・装置開発の3つの分野があり、理論分野の戸谷友則先生にご指導いただいています。理論の魅力は、時間や技術などの制約を受けることなく、多様な現象を扱えることです。それを体現されているのが戸谷先生で、幅広い分野で業績をあげられています。

私自身の関心領域も広がってきています。もともとあった「宇宙論」への興味から、今ではブラックホールの理論研究にも惹かれています。いずれは戸谷先生のように、幅広い分野で活躍できる理論研究者になるのが目標です。



NASAが打ち上げたWMAP探査機が観測した宇宙マイクロ波背景放射（CMB）。青いところが温度が低く、赤いところが温度が高い。白い線は偏光の方向を示す。©NASA

<sup>\*1</sup>: Study and Visit Abroad Program

<sup>\*2</sup>: P4, P11, P12も参照。

## 津波の全容解明に挑む

地球惑星科学専攻・地震研究所の佐竹健治先生の研究室で、津波について研究しています。津波は、海底の地殻変動により海水全体が垂直方向に隆起あるいは沈降する現象で、その特徴は、波長が数キロから数百キロメートルにも及びます。波長に比べて水深が浅い水域での波の動きは「浅水波方程式」で表され、津波を理解する重要な手掛かりです。

私は中国・上海の出身で、北京大学地球物理専攻を卒業しました。中国では津波の被害は滅多になく、学部時代はもっぱら地震を勉強していました。大学入学前年の2008年に起きた四川大地震が、私の関心を地震に向かわせたのです。

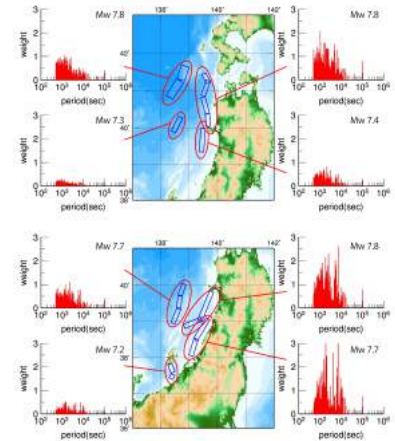
津波に関心を持ち始めたのは、2012年の夏、東大理学部の研究インターンプログラム(UTRIP<sup>\*1</sup>)で佐竹先生の研究室に来たのがきっかけです。幼いころから見ていたアニメの影響で、日本は憧れの国でした。北京大学のウェブサイトでプログラムのことを知り、地震研究の盛んな日本に学びに行こうと応募しました。

佐竹先生からは津波について多くのことを教わりました。2011年の東日本大震災は中国でも大きく報じられていたこともあり、津波を本格的に研究したいと、大学院で佐竹研究室に進学しました。

今は2つの研究に取り組んでいます。ひとつは、「固有モード」と呼ばれる方式を用いて、津波の波形をシミュレーションで高精度に再現することです。物体には特定波長に共振する「固有振動」が存在します。「固有モード」はこの性質を踏まえたアプローチで、他の方式よりも計算が早いのが利点です。ただ、コンピュータの処理能力の限界から、津波の波形再現に適用された例はありません。唯一近い先行研究として、佐竹先生らが1988年に取り組まれた日本海中部地震(1983年)の津波研究がありますが、技術面での制約から波形を再現することはできませんでした。

私は修士課程の2年をかけて、同じ日本海中部地震の津波を、「固有モード」を用いてより高精度に再現することに成功しました。同じアプローチで、世界のさまざまな津波を調べていきたいと思っています。

もうひとつの研究テーマは、「重力波(gravity wave)」です。アインシュタインの予言で有名な一般相対性理論の「重力波(gravitational wave)」とは異なる流体力学上の概念で、液体や気体が重力によって復元しようとして起こる波のことです。津波も「重力波」の一種ですが、2011年の東日本大震災では、津波の前に振幅の小さな「重力波」が観測されました。そのメカニズムの解明を目指し、モスクワ大学で津波の理論研究をされているM.ノゾフ教授らと共同研究に取り組んでいます。



日本海中部地震のシミュレーションから得られた知見をもとに、海底断層が動いたときの固有モードの重みを計算。浅いところで起きる地震ほど、重みが大きくなるが示されている。

この共同研究は、東京大学がモスクワ大学・サンクトペテルブルク大学と実施している日露学生交流プログラム(STEPS<sup>\*2</sup>)で、モスクワ大学に2ヶ月留学したことをきっかけに始まりました。博士課程に進学して次の研究テーマを探していたタイミングで、理論に強いノゾフ教授から直接指導を受け、つながりをつくれたことは大きな財産です。日本が持っている東日本大震災の観測データと理論を組み合わせ、今後は津波のさらなる解明に取り組んでいきます。

\*1 UTRIP: The University of Tokyo Research Internship Program  
\*2 STEPS: Students and Researchers Exchange Program in Sciences



### 北京大学地球物理専攻

### 理学系研究科 地球惑星科学専攻

理学系研究科地球惑星科学専攻  
博士課程2年 佐竹研究室

### 呉逸飛

Yifei Wu

中国・上海市生まれ。2009年9月北京大学に入学、地球物理専攻。2012年夏、学部3年時にUTRIPで東大理学部での研究インターンを経験。2013年9月東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻に進学(地震研究所所属)。2015年10月より同博士課程。

