

## 隔号連載エッセイ

## 小松英一郎の「天文学者ですがなにか？」

この原稿は、3月の末に書いています。ようやく暖かくなり、外で飲むビールがうまい季節になりました。Englischer Gartenを散歩していると、バーベキューのいい匂いが漂ってきて、たまりませんね。ここだけを見ていると、とても平和で、幸せです。

3月末現在、ロシアがウクライナに侵攻してから1ヶ月になります。ミュンヘン日本人会の皆様がこの会報を手取る頃には、侵攻は終結していることを願ってやみません。

そして、新型コロナウイルス感染症対策のために実施された最初のロックダウンから2年が経ちました。皆様が会報を手取る頃には、ほぼ全ての規制は撤廃され、日常生活には不便さを感じないのではないかと期待しています。

世界は、すっかり変わってしまいました。

絶望感や無力感に打ちのめされる日々を過ごす方もいらっしゃると思います。こんな時こそ、普段の生活を普段通りに送りに送り、日々を丁寧に過ごし、自分のすぐ周りの人たち（家族、友人、パートナー、職場の同僚）のことを思いやるのが大切だと思います。戦火を生きる人たちの思いやるのと同じくらい、まずは周りの人たちの思いやることで、この世界は少しずつ良くなっていくはずですが、世界はすっかり変わっても、人と人とのつながりの大切さは変わらないはずですから。

そして僕にできることは、普段通りに宇宙の話をする事です。今回のテーマは、「新しい物理学の兆候」です。

僕たち研究者は、新しいことを発見するのが仕事です。かっこよく聞こえますが、普段の研究で得られる「新しいこと」は大抵、一般の方々にはどうでも良い、チマチマした事ばかりです。しかし、それを地道にやり続けることで、思わぬ発見に結びつくことがあります。むしろ、そのような地道な研究なくして、いきなり大きな発見が得られることは、まずありません。4月8日に最終回を迎えるNHKの連続テレビ小説「カムカムエブリバディ」の中で、松重豊さん演じる時代劇俳優「虚無蔵さん」は、ことあるごとに「日々鍛錬し、いつ来るともわからぬ機会に備えよ」と言います。まさにその通りです。

そのような「大きな発見」では、これまで当たり前のように考えられてきた物理学の法則が書き換えられたり、新たな法則が発見されたりすることがあります。そのような時は業界を巻き込んだ大騒ぎとなります。もし、自分が幸運にしてその発見の場において、少しでも貢献できたのであれば、研究者冥利に尽きるというものです。

謎だらけの宇宙を研究していると、既存の物理学の法則では説明できず、新しい法則が必要になると思われる場面があります。例えば、去年の5・6月号では、星と星の間に存在する星間空間、そして銀河と銀河の間に存在する銀河間空間は、空っぽではなく、ガスが詰まっているという話をしました。ガスは水素やヘリウムなど、既存の物理学の法則で理解できる物質ですが、それ以外にも光を発しない「暗黒物質 (Dunkle Materie)」というものが存在することがわかっています。その正体は不明で、新しい物理学の法則が必要だと考えられています。

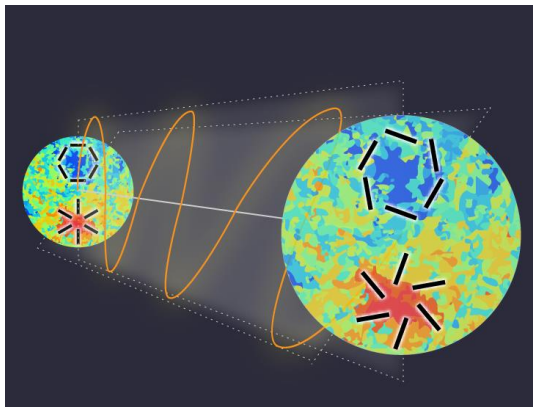
暗黒物質は光を発しませんが、光の進み方に影響を与えます。

ところで、光の正体は「電磁波」と呼ばれる波です。1864年に、スコットランド出身の物理学者マクスウェルは、電場と磁場が振動しながら伝わる電磁波の存在を理論的に明らかにしました。そのおかげで、電磁波を人工的に作り出すことが可能となり、30年後の1895年、電波を用いた通信技術への道が開かれました。「新しい物理学の法則」の発見が、生活を豊かにすることにつながったわけです。閑話休題。

暗黒物質が集中する場所を光が通過すると、物質の重力で引きずられ、電磁波の進行方向が変化します。これは「重力レンズ効果」と呼ばれます。ニュートンの万有引力の法則では説明できない現象で、1916年にアインシュタインが発表した「新しい物理学の法則」である一般相対性理論によってその存在が予言されました。まだ生活の役には立ちませんが、右の写真（提供：NASA）のように、とんでもなく美しい姿で、見る人の目を楽しませてくれます。これもまた、天文学の醍醐味です。写真中央で赤い光を放つ、星の大集団の銀河の背後には、青い光を放つ銀河があります。その青い光の軌跡は、手前の赤い銀河の重力で曲げられ、元の銀河の形とは似ても似つかぬリング状の光となって見えているのです。これは「アインシュタイン・リング」と呼ばれます。



僕たちの研究チームは最近になって、暗黒物質は、光の軌跡を曲げるだけでなく、電磁波を構成する電場が振動する面を回転させる「複屈折効果」を起こしているのではないかと発表しました。英語で言うと Birefringence、ドイツ語だと Doppelbrechung です。何のこっちゃ全くわかりませんよね。それは、これが最先端の話題だからです。



光がガラスを通過すると、屈折します。これは、空気中とガラス中では電磁波が伝わる速度がわずかに異なるためです。ガラスではなく、サファイアなどの結晶だと、異なる振動方向を持つ電磁波は異なる速度を持ち、さらに複雑な振る舞いを見せます。もはや読者の方は誰もついてきていないと思うので、ざっくり結論だけ言えば、左の画像（提供：南雄人氏）に示すように、奥から手前に進行する電磁波（オレンジ色の線）の振動面は、わずかに回転します。

このエッセイを何度かご覧になった方は、遠い昔、宇宙が灼熱の火の玉だった頃に発せられた光は、138 億年という途方もない時間を旅して、今地球に届いていることを聞いたことがあるかもしれません。「宇宙マイクロ波背景放射」です。まだ聞いたことがない方は、2020 年の 5・6 月号をご覧になってみてください。僕の日々の研究は、この光を使って宇宙の性質を調べることです。ある日、ひょんなことから、宇宙マイクロ波背景放射の電磁波の振動面の振る舞いを調べてみようという気になりました。すると、どうも、わずかに回転した兆候が見られたのです。驚きました。この結果は、2020 年の 11 月に論文として発表し、記者発表をさせていただきました（「パリティ対称性 小松」で検索すると出てきます）。

しかし、です。このような「新しい物理学の法則」の兆候は、いきなりはっきりとは見えません。実験データを取得し、その解析の結果、予想に反する結果が出たとしても、それは実験の仕方にミスがあったのかもしれませんが、データ解析に不備があったのかもしれませんが、単に確率的にたまたまそういう結果が出ただけかもしれません。今後、さらに測定精度を向上し、「いつ来るともわからぬ機会に備える」のです。

その結果、宇宙マイクロ波背景放射の複屈折効果が確定したら、どうなるのでしょうか？ それは、暗黒物質で満たされた宇宙空間は、電磁波の伝わり方で見ると、まるでサファイアのように振る舞うことを示します。それは、暗黒物質が何でできているか、その正体の解明に大きく近づくことを意味します。もう、毎日がワクワクドキドキです。

まあ、生活の役には立たないのですけどね。

日中は宇宙にどっぷり浸かっているのですが、帰宅してニュースを見ると、地上で起こっている悲惨な出来事と向き合うことになります。心が引き裂かれます。それでも、自分にやれることをやっていくしかないのだと、僕は考えます。

Bis zum nächsten Mal!

#### 小松先生のプロフィール

兵庫県宝塚市出身。東北大学理学部卒業、理学博士。

米国プリンストン大学博士研究員、テキサス大学教授をへて現在、マックス・プランク宇宙物理学研究所所長。

日本天文学会林忠四郎賞（2015 年）、基礎物理学ブレイクスルー賞（2017 年）や井上学術賞（2021 年）など、国内国外の賞を多数受賞。