

中部電力株式会社

中部電力は、中部地域に本社を構える総合エネルギーサービス企業です。グループ一体で「脱炭素社会実現への貢献」に取り組み、2050 年までに温室効果ガス排出量ネット・ゼロを目指しています。

当社はカナダの地熱スタートアップ Eavor Technologies Inc.に出資し、Eavor は、地下に蒸気や熱水がない地域でも活用可能な「Eavor-Loop™」を開発した企業で、この技術は地下にループを形成し、水を循環させて熱を回収する次世代型地熱システムです。

ミュンヘンより南に位置する Geretsried では、この技術を活用した世界初の商業地熱プロジェクトが進行中で、当社はプロジェクト会社「Eavor Erdwärme Geretsried GmbH & Co. KG」に出資し、技術者を派遣して掘削・建設を進めています。

この技術は地熱発電のゲームチェンジャーとなる可能性を秘めており、当社は普及を支援し、日本導入も視野に持続可能なエネルギー社会に貢献します。



ダイキン工業株式会社



ダイキン工業株式会社は、大阪に本社を置く、空調機器、油圧機器、化学製品メーカーで、昨年創立 100 周年を迎えました。DAIKIN Airconditioning Germany GmbH は、ダイキン工業グループのドイツ販売会社（1998 年設立）です。

ミュンヘン郊外の Unterhaching に本社を構え、家庭用、商業用、産業用の冷蔵冷凍・暖房・空調システムや、産業機械向け油圧機器を提供しています。日本で普及している壁掛け式のスプリットエアコンや店舗業務用のビル用マルチエアコン、空気清浄機のほか、欧州の住宅で広く普及してきている温水暖房用のヒートポンプ「DAIKIN Altherma」も販売しています。

また製造業の皆様には、弊社独自のインバーターと高効率モータを融合した油圧機器で工場の省エネ化をご提案いたします。

親会社はベルギーにある DAIKIN Europe N.V. で、欧州の市場ニーズ、法規制、環境に適した商品を開発・生産しています。エネルギー効率の高い製品を通じて持続可能な未来を目指しております。詳細については、公式ウェブサイト (<https://www.daikin.de>) をご覧ください。

日本人会会報を毎度楽しみにしております。弊社スタッフが日本人会のイベントに参加するなど、大変お世話になっております。今後ともよろしくお願いいたします。



隔号連載エッセイ

小松英一郎の「天文学者ですがなにか？」

春ですね。天気が良く暖かいと、楽しい気分になります。さて、今回も張り切って参りましょう！

今日のテーマは「宇宙は左右を区別するか？」です。

突然ですが、ミュンヘン日本人会が、別の惑星の知的生命体との交信に成功したと想像してみましょう。この知的生命体を「アリス」と呼ぶことにします。皆様は、アリスに地球を紹介しています。するとアリスが尋ねます。「先ほどから、あなた方は『上、下、左、右』と言う言葉を使っていますね。方向を指していることは理解できますが、どの方向を指しているのか教えていただけますか？」

さて、皆様は、アリスに上下左右をどう説明しますか？

アリスは別の惑星の表面に住んでいますが、そこでも地球と同じように重力が働いています。なぜなら、惑星が

球体なのは重力の作用によるもので、宇宙のどこにいても物理学の法則は同じであると考えられているからです。そこで、このように答えてみてはいかがでしょうか。「何か物を持って、離してみてください。その物体が落ちる方向が『下』で、反対の方向が『上』です。」このように、物理学の法則を使って説明すれば、文化や慣習の違いを乗り越えることができます。

しかし、左右はどう説明できるでしょうか？ 少し考えてみてください。友人や同僚や家族にも、同じ質問をしてみると楽しいかもしれません。

(5分経過)

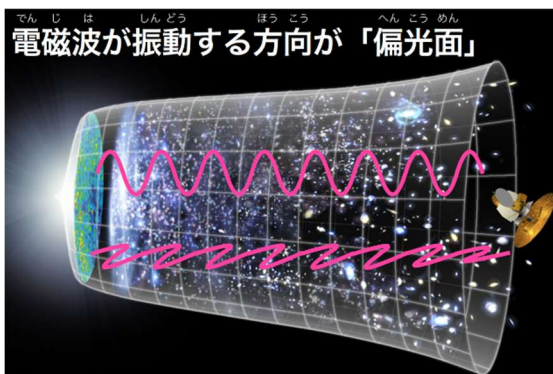
これは難問で、「オズマ問題」と呼ばれています。宇宙を支配する物理学の法則が左右を区別しない限り、アリスに左右を説明するのは難しいでしょう。

原子核などのミクロな世界を記述する「素粒子物理学」の法則では左右が区別されているので、オズマ問題は原理的には解決できる、と考えられています。しかし、この仕組みを一般の方に説明するのは至難の業ですし、少なくとも僕にとっては、「素粒子物理学における左右の区別を一般の方（あるいはアリス）にどう説明するか？」と言う問題の方が、オズマ問題よりもさらに難しいくらいです（笑）。閑話休題。

最近になり、僕の研究チームの研究結果から、これまで発見されていなかった左右を区別する新しい物理法則の兆候が見えてきました。この「発見」はまだ完全に確立されてはいませんが、2020年にその兆候を初めて報告して以来、結果の確実性は日々高まっています。この新しい物理法則を用いれば、オズマ問題も解決できます。

この研究については、2022年5・6月号のミュンヘン日本人会会報で「新しい物理学の兆候」というテーマでエッセイを書かせていただきました。あれから3年が経ち、僕たちの結果の確実性がさらに高まった、ということです。

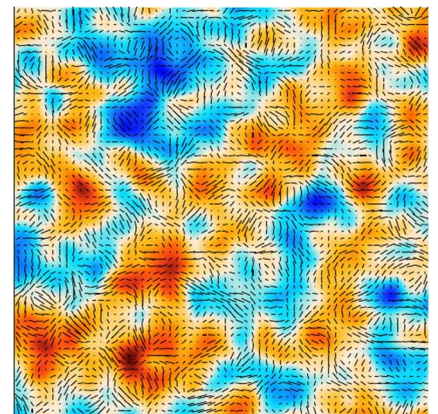
僕の研究チームは、「宇宙で最も古い光」を研究しています。光の速度には限りがあるため、遠くにある天体からの光は地球に届くまでに長い時間がかかります。例えば、太陽の光が地球に届くまで8分かかります。ですから、今僕たちが見ている太陽の光は、8分前の太陽の姿なのです（つまり、今太陽が消滅しても、8分間はそれに気がつきません）。太陽の次に近い恒星の光が地球に届くまでには4年かかります。昨年9・10月号のエッセイで紹介したアンドロメダ銀河の光は、地球に届くまで250万年かかります。そうやって、ずっと遠くを眺めていたら、宇宙が始まった頃の光が見えてしまった、というわけです。はるか遠い昔、宇宙が灼熱の火の玉だ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、地球に届いているのです。この光は「宇宙マイクロ波背景放射」と呼ばれています。



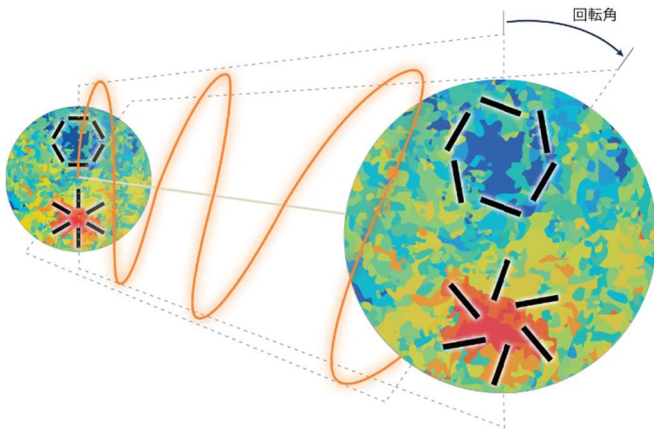
光は「電磁波」とも呼ばれ、波として空間を伝わります。波が振動する方向は通常、あらゆる方向が混ざり合ったもので、振動の方向には偏りはありません。例えば、太陽の電磁波が振動する方向には偏りはありません。しかし、自動車のフロントガラスや水面などで反射された電磁波が振動する方向は、水平方向に偏っています。この現象は偏った光、すなわち「偏光」と呼ばれます。虹も、大気中の水蒸気によって太陽の電磁波が反射されることで生じるため、偏光しています。

上の図は、はるか遠方（図の左端にある緑色の面）で太古に発せられた宇宙マイクロ波背景放射の電磁波が、138億年の歳月をかけて右端の宇宙望遠鏡に到達する様子を示しています（提供：NASA WMAP サイエンスチーム）。

宇宙マイクロ波背景放射の電磁波の振動方向を詳しく調べたところ、天球上の位置によって様々な方向に偏光していることがわかりました。右の図は全天の一部を拡大したもので、背景の色の濃淡が電磁波の強さを示し、線の方向が電磁波の振動の偏りの方向（偏光面）を示しています（提供：ESA Planck サイエンスチーム）。



2020 年、僕の研究チームは、宇宙マイクロ波背景放射の偏光面が右回り（時計回り）に回転していることを報告しました。下の図はこの概念を示しています（提供：南雄人氏）。遠方（図の奥）から届く宇宙マイクロ波背景放射の電磁波の振動方向は、138 億年の間に徐々に回転し、僕たちが測定する時点では、偏光面は天球上で一様に右回りに回転しているように見える（図の手前）、というわけです（回転角は誇張して大きく示しています）。



僕たちが測定した偏光面の回転角は 0.35 度でした。1 周は 360 度なので、回転角 1 度はその 360 分の 1 です。0.35 度はそのさらに 3 分の 1 なので、非常に小さな角度です。このような小さな回転角は、従来の方では測定できませんでしたが、僕の研究チームが開発した方法で測定することに成功しました。

その後も地道な研究を続け、偏光面の回転角の測定精度を向上させましたが、僕のチームが報告するだけでは、確かな発見とは言えません。別の研究グループが、宇宙マイクロ波背景放射の偏光を新たに観測して確かめる必要がありました。

今年の 3 月 18 日、米国の宇宙マイクロ波背景放射観測望遠鏡「アタカマ宇宙論望遠鏡」による測定結果が発表されました。それによれば、やはり右回りに 0.2 度の回転角が測定されました。0.35 度と 0.2 度では異なるように見えるかもしれませんが、測定誤差の範囲内では一致していました。

何よりも、結果はどちらも「右回り回転」だったのです。もし、宇宙を支配する物理法則が左右を区別しなければ、異なる観測をすればある時は右回り、ある時は左回りの結果が得られ、結果を平均すると無回転になるはずです。しかし、そうではなかったのです。

少しは安心したのですが、まだ確定したわけではありません。なぜなら、これら 2 つの結果はたまたま偶然に一致した可能性もあるからです。さらに別の研究グループによる報告を待たなければなりません。そしてそれは、1 年か 2 年後に報告されるだろうと考えられています。もし右回りの回転角が確認されれば、それは、これまで知られていなかった、宇宙における左右を区別する新しい物理法則の発見となります。

研究者でない方には想像しにくいと思いますが、自分が何か新しい発見をしたかもしれないと思っても、まだ確認されていないときは苦しいものです。「この発見は本当かもしれない」と思うと、興奮して夜も眠れなくなります。一方、「でもまだ確認されていないから、間違っている可能性もある」と思うと、落ち込みます。そうになると、やはり夜眠れなくなります。このように、興奮と落胆のサイクルを繰り返しながら日々を過ごしています。外から見ると、研究者は何を考えているのかわからないかもしれませんが、内側ではさまざまな葛藤を経験しているのです。どうか、研究者を見たら、優しくしてあげてくださいね。

さて、別の惑星に住むアリスには、どのように伝えればいいのでしょうか？僕は、こう言います。「宇宙最古の光の偏光を測定してください。天球上の偏光面が一様に回転しているのがわかりますか？その回転方向が『右』回りで、反対の方向が『左』回りです。」こうしてオズマ問題は解決されましたとさ。めでたし、めでたし。

それでは、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）、井上学術賞（2021 年）や仁科記念賞（2022 年）など、国内国外の賞を多数受賞。