

Ⅱ 特別シリーズⅡ

※現在、さくらサイエンスプランは新型コロナウイルスの感染防止のため、今年度のプログラムの実施を延期しています。

科学技術
振興機構

『さくらサイエンスプラン』友情と感激

第233回

岡山大学の活動報告



笹尾 登
(岡山大学異分野基礎
科学研究所特任教授)

光は量子力学に従うか？
不思議だと思ふこと、これが科学の芽

「私は二つの窓の両方を同時に通り侵入しました」。家宅侵入の罪に問われた被告・波乃光子の証言は果たして真実なのか。波乃「ノーベル賞受賞者・朝永振一郎の著作『光子の裁判』は、裁判劇の形式を用いて、量子力学における「波動と粒子の二重性」を解説した名著である。量子力学の本質が、この二重性の理解にあると言つて過言ではないだろう。「光子が二つの窓を同時に通ることを実証してみたい」、量子力学の不思議を体験してみたい」。このような思いから、本交流計画は始まった。しかしながらこの実験は熱意だけ実現するほど容易ではない。これを実現するもう一つの鍵は、朝永が「光子の裁判」を書いた時代ではとても想像できなかった最先端技術の進展に存在する(詳細は後述)。本交流計画の目標は単一光子レベルでの二重ス



レーザー調整。右上画像は製作したレーザー発振回路、左上画像はレーザー干渉パターンの場合



大型放射光施設見学(SPring-8加速器内で)

本計画の一つの特徴は、できる限り手で実験を進めることにある。二重スリットの作成はもとより、レーザー発振回路や単一光子に感度のあるセンサー読み出し回路などできる限りの装置を自作している。また二重スリットやレーザー波長の測定、レーザーを用いてポアソン分布と呼ばれる統計的性質の実証を中間目標と

よく観察し確かめ、そして考えること、これが科学の基

リット実験を自ら実行し、量子力学の不思議を体験すると共に、日本の最先端技術に触れもつて日中文化交流に寄与することにある。実際には2016年度より2019年度までの4年間、中国甘肅省・蘭州大学の学生(毎年約10名)が交流計画に参画した。

プログラム	
1日目	岡山到着
2日目	オリエンテーション 講義「素粒子と宇宙」「レーザー物理」 実験「レーザーを自作する」 懇親会
3日目	実験「自作レーザーによる波長の測定」 「MPPC読み出し回路の自作」
4日目	(午前) 実験「MPPCを行う用いた単一光子ポアソン統計の検証」 (午後) 大型放射光施設SPring-8見学
5日目	実験「単一光子レベルでのヤングの干渉実験」
6日目	(午前) 実験「単一光子レベルでのヤングの干渉実験」 (午後) まとめの発表会、閉校式、記念撮影
7日目	岡山出発



実験終了後の集合写真(2019年度)

そして最後に謎が解ける、 これが科学の花

4年を経た現在の成果・到達点を述べてみたい。目標とした「光は量子力学に従うか？」という問い掛けに答えることについては十分の成果が得られたと考えている。これは得られた実験結果からしても、また参加中国人学生のアンケートの回答からも垣間見る

しており、必ずと言って良いほど悪戦苦闘の連続となる。特にはんだごてを握ったことがない若者にとり試練が待ち受ける。これらの困難を乗り越えてやっと最終目標とする単一光子レベルにおける二重スリットの実験を成功させることが可能となる。幸いにも4年間の進歩のおかげで非常に綺麗な干渉縞の観測に成功するようになった。

本計画のもうひとつの特徴は、日本の最先端技術に触れることにある。用いた光センサーは、MPPC (Multi-Pixel Photon Counter、浜松ホトニクス) と呼ばれる光半導体デバイスで、超微弱光の検出が可能である。MPPCは今世紀初頭に開発されたが、日本が最先端を行く分野であり、科学技術分野ではもとよりPET (Positron Emission Tomography) やレーザー検眼鏡などの民生品にも応用されている。常温での単一光子検出が可能になったおかげで、本計画も実現することができ、これに加え日本の最先端技術に触れる機会として、兵庫県にある大型放射光施設 (Spring-8) や自由電子X線レーザー装置 (SACLA) の見学を欠かさず行っており、好評を博している。

ことができるであろう。ところで本計画では毎年募集定員10名に対し、平均5、6倍の数の応募者があり、書類で定員の2倍程度まで1次審査を行った後、面接(英語)により最終候補者から招聘者を選定している。面接での印象は、面接者がSpring-8に言及する人が多いことである(アニメや漫画の人気があるが)。これは日本の科学技術の最先端の一つの象徴として受け止められていると想像する。本交流計画は、当然のことであるが、日本側学生にも良い影響をもたらしている。実験を準備する過程で多くの日本人学生を巻き込み、物理学の学びが更に深まったと理解している。また英語を用いたコミュニケーション力も大いに前進した(中国人学生の英語力は非常に優秀である)。更には4年間の交流を基に、大学部局間の学術交流協定が締結されている。現在は大学レベルの交流協定に格上げされる予定である。またこの交流が機会となり中国人学生から本大学院への進学者も生まれている(入学済み2名、予定1名)。

最後に今後の展望を述べて筆を置くことしよう。本計画は大きな成果をもたらしたものと受け止めており、新型コロナウイルスの影響で実施することはいまだできていないものの、若い世代に引き継がれている。この4年間に日程の縮小や使用可能実験費の減少などのルーラル変更がなされ実験の充実を推進する立場からは残念な思いをしているが、今後とも改良と進展を積み重ね、科学の力で日中文化交流に寄与することを祈念したい。

レーザーおよび光センサー 検出システムの自作について

自作しているレーザーは半導体レーザーと呼ばれるもので、レーザーポインターをイメージして頂ければと思います。レーザー素子以外に、抵抗やコンデンサー、ICなどを組み合わせて発振回路と呼ばれる電気回路を作ります。基板(これも自作)に素子を並べ、半田付けし、調整します。

レーザー以外の自作物には、以下のものがあります。

- ・二重スリット(スリット間隔が 0.03mm ほど狭いので、これを自作するのは意外と困難)

- ・レーザーパルス化回路
- ・MPPC読み出し回路(MPPCは超微弱光を検出することができるセンサーで、光の数を1個、2個、3個という風に見分けることのできる優れものです)

物理の目標と相まって、最先端技術に触れることもできるので中国の学生には非常に好評でした。我々の実験の雰囲気を知ってもらえれば幸いです。