



# 【FMD社製超高性能ミラーマウント誕生秘話】

FMD：株式会社ファーストメカニカルデザイン

拔粋した著書の紹介

「光の量子コンピューター」

著者 古澤 明

発行 集英社インターナショナル

発売 集英社



掲載部分 PDF

ISBN978-4-7976-8035-5  
C0242 ¥780E  
定価 本体780円+税  
発行：集英社インターナショナル  
発売：集英社



9784797680355



1920242007805

世界初の量子テレポーテーションなどを成功させてきた研究者が革新的技術を解説。

- 第1章 量子の不可思議な現象
- 第2章 量子コンピューターは実現不可能か
- 第3章 光の可能性と優位性
- 第4章 量子テレポーテーションを制する
- 第5章 難題打開への布石
- 第6章 実現へのカウントダウン

集英社インターナショナル ホームページ <https://www.shueisha-int.co.jp/>  
インターネット新書 035



実現への秒読みは始まっている!

世界初! 日本発!

推薦! 竹内薫氏 (作家)

量子コンピューター開発の真打ち その全貌がここに



ミラーマウント  
世界最高水準の精度を誇る、光学実験の要。中央の穴の部分に、必要に応じたミラーをセットする。写真提供：FMD(First Mechanical Design)

野口社長との共同開発は、最初からうまくいったわけではなかった。私の研究室では、干渉計を使って、2本の光ビームを干渉させて量子もつれを生成しているが、100%に限りなく近い効率で干渉させる必要がある。ところが、時間の経過とともにミラーマウントのミラーの角度が少しずつずれてしまつたため、たとえレーザーマウントであってもセッティングが数時間しかもたないのが現状だった。

それに対し、最初、野口社長は、4個のミラーマウントで、1週間もたせることを要求した。その後、実験のレベルが上がったのに伴い、今度は、30個のミラーマウントで、

141 第5章 難題打開への布石

## 要求は世界最高水準

野口社長は、野口社長の訪問を受け入れ、話を聞いて度肝を抜かれた。自宅の床下の土を1メートルほど掘り、コンクリートで固めて土を安定させ、その上に光学定盤(水平な面)を置いて実験室を作ってしまったのである。普通、自宅の床下を1メートルも掘るなどということは考えられない。「こんなクレイジーな人は見たことがない」と思うと同時に、その根拠と熱意には大きな感銘を受けた。

実は、それまでは、アメリカ国立標準技術研究所(NIST)からスピンアウトした企業が高性能なミラーマウントを製造しており、私もそこでその装置を調達していた。リ-さんという方が作っていたので、「リ-ス・マウント」と呼ばれていた。しかし、高価になったりリ-さんは仕事をリタイアし、製造技術をドイツの企業に売却してしまった。ところが、その企業には、リ-ス・マウントのような高性能なミラーマウントを製造することができず、困っていたところだったのだ。そんなところに野口社長が現れたことは、今思えば、非常に不思議な巡り合わせであった。

140



ファーストメカニカルデザイン社の実験室  
奥の実験室(光学定盤)の床下は、自宅の一室を約1メートルも掘って補強している。写真提供：FMD(First Mechanical Design)

ミラーマウントを作ったので、是非使ってほしい」と私に連絡してきたのだ。

それに対し、私は「高性能と謳われてもわからないので、性能を数値で示してほしい」と返答し、実験で求められる性能を示した。実はこの言葉の裏には「自分が提示した数値を測定できるメーカーは世界中探しても存在しないので、まあ無理だろう」という気持ちがあった。半ばお断りするつもりで言った言葉だったが、驚くべきことに、約3カ月後、野口社長が「御用の光学実験室を作っていました」と言いながら私の研究室にやってきましたのである。「あれ? 断つつもりだったのに」

139 第5章 難題打開への布石



光ファイバー・アライナー  
世界最高性能となる位置決め精度で、入光率98%を誇る。写真提供：FMD(First Mechanical Design)

と、ネジを回すことはできない。だが、その隙間があることでミラーの角度がずれてしまう。このような二律背反の条件をクリアするため、私たちと野口社長は、「回せるがしっかりと固定できるネジ」の技術を開発した。それにより、求める性能を達成することができたのである。

さらにもう一つ、野口社長と共同開発したものに、光ファイバーのアライナー(位置決め装置)がある。

現在、光源としてレーザー光線を使っているが、第6章で紹介する「時間領域多重」などでは、光の位相をパルス1つ分だけ遅らせて、他の光と同相な操作が必要となる。

143 第5章 難題打開への布石

「クレイジー」なベンチャー企業の社長との共同開発

さらに、このシュレディンガーの猫状態の量子テレポーテーションの実験に大きな貢献を果たしたものに、「ミラーマウント」と呼ばれる装置がある。ミラーマウントは、埼玉県所沢市にあるベンチャー企業ファーストメカニカルデザイン(FMD)との共同開発によるものだ。FMDの野口康博社長の「クレイジー」さが気に入って、2006年から共同開発を行っている。

きっかけは、同年に私がNHKの「プロフェッショナル仕事の流儀」に出演したことだった。ミラーマウントを独自に開発している野口社長が、この番組を見て、「高性能な

1週間もたせることを要求した。このように、新たな実験のために要求レベルはどんどん上がっていった。ちなみに、ミラーマウントを用いることで光回路を構成しているわけであるが、ミラーマウントの個数が増えているのは、より複雑なセットアップが必要になったためである。

通常、ミラーマウント開発のための実験は1〜2週間に1回の頻度で行うのだが、実験のために野口社長は新たな試作品を開発してきてくれたのだ。そういったことを10カ月間ほど繰り返した結果、真に理想とするミラーマウントが完成し、実験を成功させることができたのである。

そして、今や我々の実験装置に、野口社長と共同開発したミラーマウントは欠かせないものとなっている。このミラーマウントがなければ、私たちの実験はこまめに順調に進んでいなかったら。現在は、特許も取得し、FMDでは販売も行っている。

実は、ミラーマウントを動かすネジ一本にも神経を使っている。ミラーの角度が時間の経過とともにずれていかなないようにするには、減多などでは調整ネジが動かさないことが必要だ。しかも、当然のことながら、ネジのオスとメスの間に、ある程度の隙間がない

142

そうしたときは、光路の途中に相応の長さの光ファイバーを介して、パルス1つ分だけ位相が遅れるよう、光が飛び距離をかせげばいい。ところが、レーザー光を光ファイバー内に導入する市販の装置の性能が低いという問題があった。入射させた光のうち、80%程度しか光ファイバーの中に入っていないのだ。

光ファイバーにレーザー光を入れる際、最も重要なことは光ファイバーとレーザー光の光線の軸が完全に合っていることであり、そうならなければ、光ファイバーの中に光を100%近く入れることができない。そのためには、「球体」の中心に光ファイバーの先端(入射ポイント)が来るようではならぬ。ところが、一般的なアライナーを調べると、光ファイバーの先端が回転の中心にならないため、回転させると光ファイバーの軸がずれて、レーザー光の軸と合わなくなってしまう。光の一部が損失していることが判明したのである。

そこで、私は野口社長と共同で、光ファイバーの軸と光線の軸が完全に一致するような精密な治具を開発したのである。単純な発想であり、今となっては、なぜ、今でも誰も考えなかったのか不思議なくらいだ。

そして、これにより、入光率は98%を達成した。野口社長は、「技術オリンピックで金メダルをとった人にも作ってもらっているので、図面を見ても他には真似できない」と豪語する。もちろん特許も取得した。現在FMDでは、このアライナーも市販しており、世界中で売れている。

そして、このアライナーの開発によって実現したのが、第6章で紹介する、2013年に実際に成功した1万本の光パルスの量子もつれである。

このように、世界初の実験を成功させたのは、世界最高水準の機器や装置が不可欠だ。実際、私たちの実験はすでに市販品では追いつかないレベルに達している。極限までチューニングしなければならぬため、実験装置の中に、たとえネジ一本といえども、ブラッケットがなければならぬのである。そのため、実験に必要な技術は自分たちで開発する以外に道はなく、実験装置はほとんどすべてが最先端の性能をもつうえ、自作のオリジナルだ。私たちは実験装置のすべてを知り尽くしている。逆に、そこまでしななければ、最先端の成果を上げることはできない。だからこそ、私たちに負けない自信がある。

結局、私たちの研究は、地道な機器や装置の開発の積み重ねが中心であり、それが実験の成功を支えている。他人が簡単に真似できないようなものを一つずつ地道に作っていくことが、世界のトップを走り続けるための秘訣といえるだろう。

146 145 第5章 難題打開への布石