

卒業生インタビュー 第1回 (1/3)



榎本 三四郎

ワシントン大学 Research Associate Professor
東北大学卒業（2005年）

Q. 物理との出会いは？

小学校低学年のころ、磁石を使って遊ぶのが好きでした。どこから持って来たのか、テレビの中で使われていた強い磁石を手に入れていて、それで砂鉄を集めたりしていました。でも、形の複雑な磁石に砂鉄が直接付着してしまうと、それをきれいに除去することは簡単ではありません。本に書いてあった、磁石を袋に入れてから砂鉄集めをするということの理由に気づくけれど、すでに手遅れです。苦戦するうちに、電磁石の存在を知ります。電源を切れば磁石でなくなるので、砂鉄の除去は簡単です。

電磁石は、巻き数を増やせば増やすほど強力になると本に書いてあるので、最強の電磁石を目指しますが、磁力は一向に強くなりません（線材の抵抗のせいですね）。電圧を上げることによっても強くできることを知り、家庭用コンセントに興味が行き、その後100Vという電圧を体で知ることになります。適当な電源を求めているうちに、電磁石自体によって電気を作れることを知ります。曰く、電磁石の横で磁石を動かすと電気を作れる、速く動かせば動かすほど強い電気を作れる。電磁石の横で気合いで磁石を振りますが、豆電球すら点灯しません。そのうちに、モーターを使って磁石を動かすことを思い立ちます。

モーターを動かすには電気が必要だけれど、いちどモーターが動いてしまえば電気ができるので、それを使ってモーターを動かし続けることができるはずです。モーターの回転数を維持できるかどうかポイントだけれど、調べているうちに同期モータという入力周波数で回転するモーターを見つけます。それに発電機をつなげれば同じ周波数で発電するから、回転数が落ちていくことはないはずです。永久機関の発明です。

（注：永久機関とは、無限にエネルギーを作り出し続けることができる装置で、物理法則により実現できないとされてます。）



小学生は年老いた祖父に、今後電気代が無料になると言って資金を得ます。が、当然動きません。そのままではデフォルトになってしまうので、必死に知恵を絞ります。同期モーターが入力周波数で回転するためには、ある程度の入力電圧が必要であることを知ります。そして、電圧を自由自在に変換できるトランスという部品を見つけます。

トランスは、巻き線比によって電圧を上げることができるけれど、その代償として電流が下がってしまいます。逆の比率で巻けば、電流を上げることができるけれど、電圧が下がってしまいます。だとしたら、二つのトランスを組み合わせて、一方で電圧を上げて、一方で電流を増やせば、電圧と電流の双方を同時に上げられるのではと思

い立ちます。永久機関第二号の発明です。

しかし、このときにはもう資金を得られませんでした。余った年賀状を使って「子供の科学」にアイデアを投稿するけれど、とりあってももらえません。エネルギー革命の夢を抱きながら、数年待つこととなります。中学生になると、みんな知恵をつけてきて、「エネルギーは保存する」とか「永久機関は実現できない」とか主張し始めます。しかし、なぜそうなのかを説明してくれる人はいませんでした。理科室の機材を持ち出していろいろ実験しても、痛い目にあうだけで、成功しません。そして、理科の先生ですら、「永久機関は実現できないんだ」と言うだけで、トランスを二つ組み合わせる装置の、具体的にどこに問題があるのかは指摘してくれませんでした。技術の先生に尋ねると、「電圧の違うものを組み合わせるはいけない」と言われ、「してはいけないんだから考えなくてもいい」との答えです。

このころから、物理の、どんなに工夫しようがだめなものはだめという、話を聞かずに結論を押し付けるような態度に不満を感じ、その一方で、その強力さを感じるようになります。

Q. ニュートリノに足を踏み入れた きっかけは？

ニュートリノ物理を選んだ理由は、あまりよく覚えていません。高校生になって物理を勉強したときには、すごく単純な仮定だけから始めて多くのことを説明できる事実に驚きました。物理法則がどんなものであれ、昨日と今日で変わらないと仮定するだけでエネルギー保存則が導かれ、そこからさらに永久機関が実現できないことを証明されたときは、「物」「理」という言葉の重みを思い知りました。学部学生のころは、量子力学を手の上で感じられるような物性実験が好きで、先生に頼んでいろいろやらせてもらった記憶があります。物性では電子と陽子が引き合うという部分は前提となっていますが、素粒子物理ではその基本的な部分すら

簡単な仮定から導きだされることを知り、それでだんだんとそっちの方に興味が移ってきたのかもしれませんが。あと、鈴木厚人先生の存在も大きかったと思います。

ページ 1 2 3

卒業生インタビュー 第一回 (2/3)



2 / 3

Q. どういった職場でどのような研究をされていますか？

所属はアメリカ・シアトルにあるワシントン大学ですが、実験はドイツ南西部のカールスルーエという町にあるカールスルーエ工科大学の研究施設で行っています。トリチウムのベータ崩壊スペクトルの形を詳細に調べてニュートリノ質量を直接測るという実験です。もともとニュートリノはベータ崩壊のスペクトルが連続になるのを説明するために導入された粒子で、逆に言えばベータ崩壊のスペクトル形はニュートリノ質量の影響を直接受けます。なので、ニュートリノという考えが提案された直後か

ら、スペクトルの形を調べてニュートリノの質量を求めようという試みが開始されました。その意味では、一番古くからあるニュートリノ実験と言えると思います。

現在までのところ、この方法がニュートリノの質量を直接測る唯一の方法です。（KamLAND-Zen などの二重ベータ崩壊実験が見ているのは有効マヨラナ質量ですね。）他に方法がないので、この方法でより小さなニュートリノ質量を測るために実験手法がどんどん発展してきました。そして、いま私が参加している KATRIN 実験が、すべてを集大成した、究極の実験と言われています。究極というのは、この方法ではもう先がないところまで来ている、という意味でもあります。核融合炉なみの量のトリチウムを使い、家の中に入るほどの大きさの超高真空容器を建設し、標準計量器に準ずる精度の計器を自作して、百万分の一の精度で電子のエネルギー測定を行います。集大成的な側面も強いためか、ニュートリノ質量を直接に測っている実験は、現在のところ世界でKATRINだけです。

実験グループには、過去数十年にわたって、トリチウム実験を追及し続けてきた人たちがたくさんいます。とことん洗練された手法、蓄積してきた経験とノウハウ、そして執念は、外から入ってきた私にとっては驚異的なものでした。例えば、接地された金属容器の中にある電子の電位はゼロだと思ってしまいましたが、実際には仕事関数分のエネルギーを持っています。紫外線の光子一粒程度のエネルギー差です。そしてその仕事関数は、金属容器の表面状態、わずかな凸凹や酸化、汚れなどによって変わってきます。このわずかなずれでも、KATRINでのスペクトル計測では重要です。

私自身は、KATRIN 実験の中で、半導体電子検出器部分と、その読み出し電子回路、データ処理および解析を担当しています。KATRINの半導体検出器は、それまで使っていたKamLANDの光電子増倍管と比べて信号強度が1000分の1以下なので、その計測システムにはいたるところに長年の工夫があり、興味が尽きません。また、自分の怠惰な性格のため、楽をするデータ解析ツール（プログラムを書かずにデータ解析ができ、自動で実行して結果をまとめてくれる）を作ったところ、実験グループの中で便利に使ってもらうことになって、KATRIN標準の解析システムに

まで成長してきました。KATRINでは実際にトリチウムを使ったニュートリノ質量測定を1～2年以内に開始することを目指していて、今は各部分の特性測定と改良を繰り返しています。

Q. 国内と外国では何が違いますか？

アメリカに来て感じるのは、異なるものに対する寛容性の高さです。世界中からいろいろな人が集まってきて一緒に生活をしているということが影響していると思いますが、相手が自分と同じであるという仮定をしないし、期待もしません。なので、個人の判断が尊重されるし、丁寧なコミュニケーションが重視されます。逆に、主張しなければ考慮されないし、結果に対する自己責任の程度も大きくなります。これは、他人を気にしないということではなくて、他人に配慮している結果なので、つたない英語でも何かを伝えようとすれば真剣に聞いてくれます。文化の違いや言語の違いに起因する社会問題が大量に発生し、解決の糸口も見いだせていないのに、それでも異文化を受け入れ続けるという態度には、本当に尊敬します。

ドイツの雰囲気は、これとはちょっと違う印象を受けます。ドイツ国内は、ドイツ人だな～と思わせるような何か共通の文化的背景があるものの、ヨーロッパ内やその周辺との活発な交流による異文化への意識も感じられます。アメリカほど多数の人が入ってきてはいないといえ、うまく受け入れて融合させていると感じることが多いです。実験などを共同でやると、個々の特性や能力に応じて、うまく溶け込ませてくれます。自分の仕事に対する責任の意識が強く、そして、そういう個人を集めて大きなものを作るのが上手なように見えます。KATRINでは、トラブルが起きるたびに強いスキルを持った人が現れて技を披露してくれます。形の違うピースを組み合わせた巨大なジグソーパズルのようです。

こういう視点で見ると、日本は、共通の価値観と先を読むコミュニケーションで、とても効率的に物事を進められていると思います。いろいろ言われていますが、少なくともニュートリノに限れば、日本の実験が世界の中で最速であるのは事実だし、また、着実に数多くの成果を出しつづけてきているのは誰の目にも明らかです。国外に出ると、日本の実験がなぜそんなに速く進み、かつ成果を出し続けられるのか、よく聞かれます。



ページ 1 2 3

卒業生インタビュー 第1回 (3/3)



3/3

Q. 海外の大学でいい研究をする秘訣は？

いい研究をする秘訣は、人や場所によって違っだろうし、目指すものにもよるかと思います。私自身は、たぶん一般的ないい研究の目標とは違って、競争に勝つことを目標にせず、競争から逃れることを考えています。自分がやらなくても、他の人が直後に同じことをやってくれるなら、その時間差のためにわざわざ努力する必要はないと思うからです。それよりは、成功の可能性は低くても、何か面白いものを生み出したいと模索しています。

これも批判されそうですが、しっかりとした研究計画を遂行するよりも、先の見えないところを手探りで進んでいくのが好きです。進む先が見えないので、いろいろなものに手を出す傾向があります。ほとんどの場合、勉強したこと、試行錯誤したことの半分以上は無駄になります。で

も、その直接は使わなかった部分でも、やっているそのときは楽しいし、全く関係ないと思っていたことも意外とつながっていて、思わぬところで役に立ったりします。（例えば、熱力学とファイル圧縮が同じ構造であることは有名ですが、画像認識技術もそれを利用したりしていて、私は最近それを地質構造解析に応用できないか考えています。また、統計学の中心極限定理と、半導体検出器の信号整形法に同じ数学的構造を見つけたときも、なにか得した気分でした。素粒子反応頻度の計算とアナログフィルタ回路の設計もそっくりです。）全然違う分野の人たちが同じ問題に想像もしなかった視点で取り組んでいることも多々あって、そういうときは自分の思考範囲の狭さに気づかされます。



Q. 今後の目標は希望はどのようなものですか？今の研究をどのように発展させていきたいですか？

まずは今やっているKATRIN実験でニュートリノ質量測定の結果を出すことに全力で取り組みたいと思っています。過去の実験よりも10倍も高い感度で計測する実験なので、いろいろと想定外のものが出てくると予想しています。そういうもの

に頭をひねりながら、ニュートリノ質量の値に近づいていきたいと思います。トリチウムを使った本格運転の開始まであと1~2年ですが、何が出てくるのか楽しみです。

ニュートリノ質量の値が、KATRINの実験感度よりも小さかった場合には、質量測定は大きな困難に直面することになります。質量を測る方法が他にない上に、KATRINがすでに現実的な限界に達しているからです。あと一桁の感度向上で必ず結果が出るのが保証されているのですが、そこに到達するあと一歩に向けて、皆で知恵を絞っている状況です。

ニュートリノ物理とその隣接分野には、探索すべき物理がたくさんあります。そして、この分野の実験手法は本当に多彩です。カムランド実

験のように超低バックグラウンドを実現して自然のニュートリノを観測する実験（東北大学にいたときは地球ニュートリノの観測に取り組んでいました）と、KATRINのように大量の人工物を究極の高精度装置で測定する実験は、ほとんど共通点がないくらい異なっています。今後の研究は、さらに多彩な発想や手法でニュートリノ物理の問題に取り組んでいきたいと思っています。そのために、とても難しいのですが、「今日の仕事は昨日の続き」とならないように毎日心がけています。

**** 榎本さん、ありがとうございました。 ****

[ページ](#) 1 2 3