

Isotope News 800 号記念 ノーベル賞対談

こばやし まこと 氏 × かじ た たか あき 氏
小林 誠 氏 × 梶田 隆章 氏

うわみの よしとも 氏
司会 上 蓑 義朋 氏

【2024年12月5日(木) 開催 学士会館】

上 蓑 今日はお時間をいただきありがとうございます。Isotope News が通算 800 号になるのを記念してノーベル物理学賞受賞者のお二人の対談を企画しました。1972 年の湯川秀樹先生と朝永振一郎先生のノーベル賞対談に続く第 2 弾です！

では、さっそくですが、子どものとき、小学校ぐらいのイメージで、どんな子どもだったか、中高では何に興味があって何に熱中していたか、あとは物理の研究者になろうと思われたきっかけを。

小林 子どものころは、ごく普通の子供だったと思います。何をやってたかと言うと、中学校で硬式テニスのクラブがあるという当時としては珍しい中学校で、そこでテニスを始めて、高校のときはテニスを結構一生懸命やっていました。それほどうまくはないのですが、高校のときは部活中心の生活をしていて、就職してからも所内のレクリエーションのときには出られるぐらいの趣味にはなっていました。

物理は、これはいろいろなところでお話しているので二番煎じもいいところですが、高校時代にアインシュタインとインフェルトが書いた『物理学はい

かに創られたか』という岩波書店から出た本を読んで、量子力学とか相対性理論をもっと知りたいというのが基本的にはありました。

上 蓑 何年生のときに読まれたのですか。

小林 何年生だかはっきりしないのですが、高校 2 年生ごろ、進路を決めるようなときにはもうだいたい物理学とっていました。物理を始めてしまうと、やはり一番基本的な素粒子をやろうかなという気になったというぐらいですかね。

上 蓑 やはり湯川、朝永の存在は大きかったですか。

小林 大きいと言えば大きいでしょうね。

上 蓑 梶田先生はどんな感じだったのでしょうか。

梶田 私は埼玉の東松山という田舎で生まれ育ったものですから、正直なところ小学、中学とぼーっと生きていたような気がします（笑）。川越高校に入って、弓道部に入って、うまくはなかったけど割と力を入れてやっていて、そのまま大学でも弓道をやってたという感じです。

物理を始めたきっかけは言われてみるとよく分からなくて、実はそもそも大学に入るときに何を専攻しようか、学ぼうかということに悩んでいたのが、物理とは決めていませんでした。生物にも興味があるとか、そんなこともいろいろと考えていましたが、何で最終的に物理にしたのかはよく分かりません。

1 1972 年 1 月号 (No.210) 「対談」 https://www.jriias.or.jp/boos/pdf/ZADANKAI%28YUKAWA_TOMONAGA%29_197201.pdf





小林 誠氏

1944 年生まれ。専門は素粒子理論。
1973 年、益川敏英氏と共同で発表した「小林・益川理論」で、CP 対称性の破れの起源を説明する可能性として 6 元クォーク模型を提唱。
2008 年ノーベル物理学賞を受賞。
高エネルギー加速器研究機構特別荣誉教授、名古屋大学特別教授。(公社)日本アイソトープ協会会長。



梶田 隆章氏

1959 年生まれ。専門は宇宙線実験。
1988 年、大気ニュートリノの観測データからニュートリノに質量がある可能性を示すニュートリノ振動を推測し、その 10 年後スーパーカミオカンデでの測定によりニュートリノ振動を発見。
2015 年ノーベル物理学賞を受賞。
東京大学卓越教授、特別荣誉教授、元大学宇宙線研究所所長。(公財)仁科記念財団理事長。

ご自身の研究について

上叢 これもちあちこちで話されていると思いますが、小林先生、CP 対称性の破れ²とか、ノーベル賞の対象となった研究を分かりやすく説明していただけますか。

小林 CP 対称性の破れというのは分かりやすく言えば反粒子があって、粒子と反粒子に本質的に違いがあるかどうかという問題で、反粒子が見つかったから厳密に対称だと思われていましたが、1964 年に実験的に破れがあるということが見つかりました。

2 《C は charge, P は parity の略》素粒子物理学で論じられる現象の 1 つ。粒子の持つ電荷 (チャージ) と、パリティを同時に変換したときに、対称性が成り立たないことがあるということ。これにより、ビッグバン後の宇宙で粒子と反粒子が同数ずつ消滅せず、粒子だけが残った理由を説明できる。「小林・益川理論」では、基本粒子クォークが少なくとも 3 世代 (6 種類) 以上存在することを予言し、それらの世代間混合を導入すると CP 対称性の破れを説明できることを示した。

僕が大学院に入って素粒子を始めたのは 1967 年で、CP の発見からまだ 3 年ぐらいのところで、もちろん当時はなぜでしたし、やっと実験が本物だということが確立したところだったので、そういう意味で CP の問題には最初から興味がありました。

ちょうどそのころは 70 年代の初めで、いわゆる標準模型につながるような素粒子物理自身が急激に変化するときだったので、その中で何かできないかというときに、CP の問題を新しい枠組みの中で考えようということでスタートしたんですね。

上叢 もう 1 つの私のイメージから言うと、粒子には 3 世代あって、その 3 世代というのと対称性の破れに関係があるということでしょうか。

小林 破れを考えるとときに思ったのは、素粒子の模型ですね。名古屋大学で坂田³研究室にいたので、

3 坂田昌一氏 (1911-1970) 名古屋大学教授。1955 年、中性子・陽子・ラムダ粒子が最も基本的な粒子とし、ほかのハドロンはこの 3 つの素粒子とそれらの反粒子で組み立てられるというハドロンの複合模型 (坂田模型) を発表した。

模型という考え方が基本にあって、CPが破れるような基本粒子のシステムは何かというふうに考えました。システムが簡単だと粒子と反粒子が対等になってしまい、CP対称性は自動的に成り立ちますが、ある程度複雑になってくると違いが忍び込む余裕ができるというか、隙間ができます。

当時はクォーク模型で、3種類とか4種類でしたが、そこまでは単純すぎるんですね。もう少し複雑にする仕方はいろいろあります。クォークを増やすのも結果的にそうなったのですが、ほかのものを付け加えるとか、いろいろあって、そういう必要な複雑さはどこまでいけばいいかということ調べていて、1つの可能性としてクォークが増えれば、ちょうど6個あればというか、もう1世代増やせばCPがそこで破れ始めるということを手紙だけで、実はそこまでしか言っていないんですよ。

上叢 3つというのは、例えばジャンケンでもグーチョキパーで三すくみみたいになっていますね。私は気になっているのですが、ああいうのイメージがつながるのですか。

小林 最初のクォークモデルの3つは、たぶんそういうものとはあまり関係ないですね。ただ3世代の3というのは、いまのジャンケンと少し関係しています。3世代あると相互の関係が3組できて、その間で位相関係を1つ狂わせることができるわけです。

最初のもの2番目をそろえ、次に最初のもの3番目をそろえる。このとき、2番目と3番目がそろっているとは限らない。そういう類の食い違いが出て

きて、実はそれがCPの破れの原因です。そういう意味ではジャンケンの三すくみとちょっと……。

上叢 2つだとだめだけど。

小林 2つだと、一組を合わせればおしまいですが。3つだと、全部を合わせることはできない。一種の三すくみで、それがメカニズムです。

上叢 こういう話を直接お聞きができるのはすごいです。梶田先生は「ニュートリノが質量をもつことを示すニュートリノ振動の発見」のタイトルで受賞されましたが、分かりやすくご説明をいただけますか。

梶田 大学院で小柴⁴研究室に入って、たまたまその実験に参加しました。ちょうどカミオカンデ⁵の実験をこれから始めようかというときで、非常に興味を持ちながら実験に参加しました。もちろん元々の目的は陽子の崩壊を探ることで、それは見えなかったのですが、それと共にカミオカンデは太陽ニュートリノを観測するとか、かなりニュートリノの方向に舵を切っていました。

元々は陽子の崩壊を探るためのバックグラウンドになる大気ニュートリノを見ていたら、理論的な計算とデータが合わないという問題が出てきた。それをそのまま放っておくわけにもいかなないので、調べていったところ、10年ぐらい経ってスーパーカミオカンデ⁶もできて、データがかなり大量にたまって、結局はニュートリノ振動でミューニュートリノが少なく見えていたことが分かったという感じですよ。

上叢 数が変だというのは、ほかの研究所とかほかの先生方も分かってはいたけれども、それを最初に気にして突き詰めていったのが先生ということでしょうか。

梶田 我々が最初に「どうもミューニュートリノの数が予想と合わない」と言ったのは1988年ですが、その後2年間ぐらいは予想どおりだという結果が2つ出て、その後でアメリカの水チェレンコフの



上叢 義朋氏：司会
(公社)日本アイソトープ協会専務理事、
Isotope News 編集委員長。

4 小柴昌俊氏(1926-2020) 東京大学特別栄誉教授。2002年ノーベル物理学賞受賞。

5 岐阜県飛騨市神岡町の神岡鉱山地下1000mにあった観測装置。1983年完成。

6 同神岡鉱山内に設置された東京大学宇宙線研究所が運用する世界最大の水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置。1996年4月から観測開始。ニュートリノが質量を持つことを示すニュートリノ振動を発見。



対談風景

実験で「やはり少ない」と言ってくれて、そのへんから少しずつ風向きが変わってきたという感じがします。

上蓑 質量と振動というか、素人目には変身というほうが分かりやすいのですが、その関係というのは、例えば私はRIの関係なので、 β 壊変すると質量が軽くなって変化しますが、それとイメージがつながるようなものですか、全然別のものですか。

梶田 ニュートリノは確かに飛んでいる間に種類が変わります。それがニュートリノ振動ですが、質量は一定のままです。問題は、ミューニュートリノと言っているときは非常に単純に言うと2つの質量状態がコヒーレントに飛んでいるという状態ですが、この2つの状態は質量が違うので、飛んでいる間にだんだんフェーズが狂ってきて、それを別の見方で見てみるとニュートリノの種類が変わっていると。

小林 スーパーカミオカンデのほうの結果は、ちょうど地球の直径で振動が起こって反転しているという結果で、すごいと思ったけれども、都合が良すぎるんじゃないかというのが正直な気持ちでした(笑)。

上蓑 すみません。よく分からなかったのですが、たまたま先生が地球におられたからうまく測れたということですか？

梶田 たまたまニュートリノの質量が、ちょうど

地球の反対側から来るものが、もろにニュートリノ振動してくるけれども、上から来るものはまだ距離が短いのでニュートリノ振動しないで来る。たまたまいいところにニュートリノの質量があったので、そういうことが見えた。すごく都合がよく、うまくいってくれたと思いました(笑)。

上蓑 小柴先生がノーベル賞を取られたのも、ちょうどうまく立ち上がったときに超新星爆発があったという。あれは時間の幸運かもしれませんが、梶田先生が地球にいたというのが1つの幸運というイメージですか(笑)。

梶田 本当に幸運ですね。そんな感じがします。

上蓑 ニュートリノも3世代あるということで、お二人の研究のつながりというのは大いにあるのですか。

小林 大いにありますね。基本粒子には、クォークと電子の仲間のレプトンがあって、どちらも3世代あり、世代間でミックスしています。そして、CP対称性の破れの原因はクォークが世代間でミックスしていることにあります。

振動について言えば、やはりミックスしていることによって振動が起きます。ニュートリノの場合はその振動がもろにマクロなスケールで見えているわけです。クォークの場合も、原理的には同じなのですが、振動が短すぎて見えないんですね。

ちょっと別のメカニズムになるので、ここで言う

のが適当ではないかもしれませんが、振動という意味では、Bファクトリー⁷でも振動を見ていることになりますね。何百ミクロンのスケールの振動を。

上蓑 ミクロンオーダーぐらいの大きさですか。

小林 Bの寿命の関係で何百ミクロンのスケールで振動が起こるのですが、振動を見ているという意味では共通かなと。

上蓑 片や何百ミクロンだし、片や地球の大きさだし。

梶田 あとは小林先生たちのCP非保存というのは、それがニュートリノセクターで当然見えるべきだと言うので、いま次世代のニュートリノ実験の大きな目標はそれをニュートリノで見たいというものです。もしかしたら、それが宇宙の物質の起源に関わっているかもしれないというので、ニュートリノ研究はそんな方向に進んでいると思います。

上蓑 ハイパーカミオカンデ⁸でつくっている装置ではそれを見たいということですか？

梶田 それを実験的に見るということですか。

上蓑 そんなにつながりがあるとは。ありがとうございました。

ノーベル賞の秘裏話

上蓑 ここからワイドショー的な方へ切り替えさせていただきますと思いますが、受賞が知らされたのはお二人とも電話ですか。そのとき何をされていたのですか。

小林 毎年発表のときは記者の人が控室に詰めかけていて、一応待機していなければいけないという状況でした。そのときは学術振興会の理事だったので理事室にいて、そこへ電話がかかってきました。

上蓑 それは学術振興会の固定電話ですか。それとも先生のケータイですか。

小林 ケータイにかかってきて。

上蓑 じゃあ、どこにいてもかかってくるという感じだったのですか。梶田先生も同じような感じですか。

梶田 私は当時宇宙線研究所長でしたが、東大の

研究所長とか研究科長の会議は毎週ではないけれどもかなりの頻度で火曜日にあって、物理学賞の発表は火曜日で、私はその日は会議が終わって一応何かあるかもしれないというので別室でぼーっとしていました。

上蓑 記者は周りにいたのですか？

梶田 それはいませんでした。公式には会議をしているということだったので(笑)。

小林 梶田さんのニュースはソウルで聞きました。

学士院の日韓フォーラムというのがあって、ちょうどその日で、ソウルに着いてレセプションの席で、スマホで梶田さんの受賞のニュースを知りました。山崎敏光⁹さんも同じところにいる、二人で、その場で。

上蓑 今年ももらったみたいなの。

小林 そういう乾杯をしました。

上蓑 先生もある程度予測して待機していて、そこに電話があって、外国からの電話だぞと言うので、ちょっとドキドキして受けるみたいなのですか。

小林 大変なものが来たかなというのではありません。

梶田 僕はそこまで頭が働かなかったですね。何か変な番号だなと思ったのですが、とりあえず出たという感じです。

上蓑 どんなふうに使われたか、何か覚えておられますか。

小林 最初は何だったか全然覚えていないですね。



2015年ノーベル賞授賞式の様子(写真:梶田氏ご提供)

7 B中間子と呼ばれるハドロンを大量に作り出す高エネルギー加速器施設及び実験のことを指す。

8 スーパーカミオカンデの後継として現在建設中。2027年の実験開始を目指す。

9 山崎敏光氏(1934-2025)。専門は原子核物理学。第5代仁科記念財団理事長。東京大学名誉教授。

梶田 もちろん「おめでとう」とか、そういうのは普通に言われたけれども、「これから忙しくなるから」と言われました(笑)。

上叢 なるほど。受賞の知らせを受けて、まず誰に知らせたのですか？

小林 電話している間に当時の理事長(学振)が部屋に入ってきて、横で電話を聞いているという。それですぐ記者会見の場所に引っ張り出されました。

上叢 ご家族が知られたのはニュースか何かですか。

小林 そうでしょうね。

梶田 私は正確に覚えていないけれども、たぶん最初に小柴先生と、あとは当時の東大の総長の五神先生に話して、私の妻は富山に住んでいたの、その後富山に電話をしたという感じですね。でも富山のほうはもう分かっている。向こうは記者に囲まれていたようです。

上叢 電話を受けられてから授賞式までの間は普通の仕事が全く手につかないような忙しさだったのですか。

小林 もちろん普通の業務もあるのでそれをやっていたけれども、確かにとんでもない忙しさではあったですね。

梶田 私もそうですね。やはり忙しかったです。

上叢 「忙しくなる」という電話のとおりだったのですね(笑)。

梶田 本当でした。

小林 分厚い資料が送られてきましたね。授賞式の1週間のスケジュールとか、何をしなければいけないかという。

上叢 航空便で送られてきて。なかなか読めないぐらいの量ではないですか？

梶田 もちろん全部読み切れないのですが、タキシードを借りるための寸法まで測って送らなければいけないとか。

上叢 その場で着るタキシードは寸法を知らせておくと向こうで準備してくれるのですね。そうやっていろいろ過ごす間はノーベル財団から、スウェーデンのほうから人がついてくれるのですか。それとも外務省か何かが……。

小林 僕についてくれた人はスウェーデン外務省の人でしたが、その人が1週間ぴったりと。

梶田 私も同じです。

上叢 それぞれの受賞者の方をお一人ずつアテンドして下さるんですね。

小林 その人が授賞式の後スウェーデン大使館の東京勤務になって日本に来られて、娘さんが日本の大学に来たり、仕事をしたりして、その後家族ぐるみの付き合いをしています。

上叢 ノーベル賞授賞式の会食のときにどんなものを食べたとか、おいしかったとか。

小林 何を食べたか覚えていないですね。

梶田 何を食べたかなんて考えている余裕はないです。

上叢 でも一応食べるぐらいの時間は？

梶田 ありますが、私の場合は王室のお妃様級の方が左右で、そちらと話をしないといけないので、そちらにばかり集中していたような感じですよ。

上叢 向こうも歓待するほうだから黙ってはいけないと思うでしょうし。小林先生のときもやはりそうですか。

小林 隣が女王陛下かな。

上叢 私も30年ぐらい前にスウェーデンの会場の見学に行ったことがありますが、そんなにだだっ広い感じではなくて、割と密に集まった感じと解釈していいですか。

梶田 人数がすごいので。

小林 隣との距離は割と近いですね。

上叢 慣れないと緊張ですね。お二方ともカフェ¹⁰で椅子のサインを？つまらないことを聞きますが、あれはいま自分の座っている椅子に「これにしてください」という感じですか。

小林 何か椅子を持ってこられて。

梶田 別の会場で、その日はサインをするイベントがあるという感じだったと思います。いろいろな展示もあったのですが、その1つで、サインをするという感じだったような気がします。

上叢 歴代の方のものがずらっと並んでいるみたいな。

小林 そうですね。ほかの方のも見だし、後から僕のサインを「見た」とおっしゃった方もいました。

10 ノーベル博物館の中にある“ビストロノーベル”というカフェ。歴代のノーベル賞受賞者はカフェの椅子の裏にサインする風習がある。



ノーベル物理学賞メダル (写真：小林氏ご提供)

上 蓑 じゃあサインしたものを誰かが使っているというわけではなくて。

小 林 いや普通に座っています。裏に書かれています。

梶 田 普通にカフェとして使われています。

上 蓑 そこへ行って、見たら「これは誰々さんのだ」みたいなものですか。

小 林 ええ。

上 蓑 メダルはいまご自宅にしまわれているのですか。それとも研究所ですか。

小 林 僕は自宅にあります。

梶 田 私は東大に預けてあります。

上 蓑 じゃあ東大に行くときどこかに？

梶 田 どこかにあると思いますが、分かりません(笑)。展示室にはレプリカが展示してありますが、私のときのレプリカはものすごく質が悪くて、コーティングし直したのですが、それもだめになってきています。

上 蓑 レプリカはスウェーデンから一緒にもらったのですか。

梶 田 買ってきます。

小 林 でも3個しか許されない。

梶 田 3個までですね。

上 蓑 小林先生はもっと質が良かったのですか。

小 林 高エネルギー研で展示していますが、劣化しているというのはあまり気がつきません。

梶 田 東大の小柴ホールの下にレプリカが展示してあって、小柴先生のはいまだに光っているけれども、私のは色が変わっているという(笑)。

上 蓑 KEKには小林先生の記念の展示室がありますが、あそこにレプリカが置いてあるのですか。

小 林 はい。

現在の研究について

上 蓑 いまの研究についてお話いただければと思います。現在、小林先生は協会の会長としていろいろとお忙しいと思いますが、ノーベル賞の対象になった研究からずっとそれにつながる研究をされていたのですか。

小 林 僕は1つのことを長く続けるのが苦手で、あれやこれや手を出して、あまり大きなことはできなかったように……。1つ思い出すのは、学生のころに磁気単極子(磁気モノポール)¹¹ということを知って、それ以来それには心惹かれるところがあります。

実は宇宙線研でモノポール探索実験をやって、あれにちょっと関係しました。ドレル効果と呼ばれていますが、ヘリウムの中をモノポールが通過すると特殊な励起をします。コイルの中を磁石が通ると電流が流れるのと同じ理屈で、そういう効果のことを実は荒船さん¹²と話をしていたのですが、ドレルさんたちに先を越されたこともあって、それを使った実験をするなら手伝おうかということで、あれにちょっと……。

カウンターのガスをヘリウムにするとドリフト速



11 単一の磁荷のみを持つもののこと。宇宙のインフレーションの名残として生み出されたと仮定されるものの1つ。

12 荒船次郎氏(1941～)。東京大学宇宙線研究所 名誉教授。スーパーカミオカンデのプロジェクトを主導。

度が遅くなるか何かで、高エネルギー研でドリフト時間をテストビームで測るというテスト実験を一晩やったのですが、それを徹夜でやるのに付き合ったという。

上叢 じゃあ、その後は実験もされるような。

小林 実験は明野¹³で行いました。明野へは一度行きましたが、その後は失礼してしまいました。

上叢 磁気モノポールというのは、もう見つかっているのですか。

小林 理論的には存在してもいいということになっている。宇宙のいろいろなことを考えるとほとんどないだろうというのが、いまの主流の考えですが、我々がこの話をする少し前に、さっきのコイルの中をモノポールが通ったのを見つけたといううわさが流れたところがあるんですよ。それがこの効果を考えようとしたきっかけでもあります。それはどうも間違いだったろうということになっています。

モノポールで言うと、リタイアしてから書いた論文でも、全く内容は違うけれども、モノポールに関連する話を考えていて、興味という意味では長続きしていますかね。

上叢 梶田先生は、いまは重力波を？

梶田 重力波をやっています。ニュートリノは20年以上、25年ぐらいやったのか、やはり何か違うことをやりたいという思いで重力波の実験に入って、これも15年ぐらいやっています。でも、ほとんど何も結果が出ていないので、まだまだやらないといけない感じです。

上叢 ものすごく難しい技術のようですね。

梶田 ものすごく大変です。

上叢 それはニュートリノの実験から必然的につながってくるようなものですか。そうではなくて、また別のテーマというイメージですか。

梶田 別のテーマですね。むしろ宇宙線研の中で「ニュートリノの、スーパーカミオカンデの次の研究所の大きな課題として重力波をやるべきだ」と、既に1990年代の半ばに言われていたので、研究所としてそう言っていることもあって、じゃあそちらをやってみようという感じです。もちろん科学的におもしろいということもあるけれども。

13 山梨県北杜市明野町にある東京大学宇宙線研究所の明野観測所。



上叢 東京天文台¹⁴に施設見学に行ったときだったか、地球と太陽の距離の中で原子1個分ぐらいの違いを見えるという話を聞いて、そんなことが可能なのかと思いましたが、まさにそのレベルで。

梶田 いまはそのレベルが可能な時代になっています。

小林 そういう大きなシステムを計画してつくっているときは、これは確実に働くという確信があるものですか。

梶田 いまの装置のレベルになってくると、ある程度の額をきちんと投資してやっているし、アメリカのLIGO¹⁵やヨーロッパのVirgo¹⁶でも同じ規模でやっているの、ちゃんと成果を出さないといけないだろうと思ってやっています。

上叢 かけているお金とすべきか、それは日本とアメリカとヨーロッパを比べると……。

梶田 アメリカはレーザー干渉計を別な場所に2機持っていますが、プロジェクトとしては10倍ぐらいお金をかけています。ヨーロッパは日本とアメリカの中間ぐらいでしょうか。

上叢 やはり日本が一番少ない額で、何とか頭を使って。

梶田 頭を使っているかどうか分からないですが、頑張っているという感じですね。

14 国立天文台の前身。1888年に麻布（東京都港区）に設置されていた。1924年に三鷹村大沢（現：三鷹市）に移転完了。

15 1916年にアインシュタインが存在を提唱した重力波の検出のための大規模な物理学実験とその施設。英名を直訳すると「レーザー干渉計重力波観測所」。

16 一般相対性理論によって予測される重力波を検出するために設計された大型マイケルソン干渉計。



上叢 ビッグサイエンスと言えばビッグサイエンスですね。そういう中でお金のハンディがありながら頑張るといのはなかなか大変なものです。

2024年のノーベル賞について

上叢 2024年のノーベル物理学賞はAIの基本原理みたいなものの発見で、化学賞はそれを利用したようなものでした¹⁷。思うようなところがあれば。

小林 AIだということでみんないろいろ言う、それほど違和感はないです。要するにデータ解析の手段としてのAIというのは非常に有効で以前から使われているわけで、それでちゃんとした答えが出せているという意味では十分評価されているものだと。あれが人間みたいに振る舞うというところで、みんないろいろ……。

上叢 そうですね。話題になりますけど。

小林 ちゃんとしたというか、そういう使われ方をしている分には非常に有効なものです。

上叢 先生から見ると、AIと言えどもデータ解析の1つの優れたツールという。

小林 それの行き着くところというか、発展したものだということに、まず思いました。

上叢 そうすると、既に人間がつくり上げたものを集めて、うまく利用するというのであって、あまり違和感がないというか。

小林 計算機を使ってデータ解析をしているのと、特に境目を感じないのではないですか。

¹⁷ 2024年のノーベル物理学賞は「人工ニューラルネットワークによる機械学習を可能にした基礎的発見と発明に対する業績」で John J. Hopfield 氏、Geoffrey E. Hinton 氏の2氏が受賞。化学賞は「タンパク質の計算による設計・構造予測」で、David Baker 氏、Demis Hassabis 氏、John M. Jumper 氏の3氏が受賞。



梶田 いま、たまに学会に行って発表を聞いてみると、信じられないぐらいたくさんの方がAIというかアーティフィシャルニューラルネットワークの技術を使って解析しています。ここまで皆さんが使うなら、物理への貢献はやはり大きいので、2024年のノーベル物理学賞はそれなりに理解できると思います。

上叢 人間が考えるのが加速するというか、そういうイメージでしょうか。

梶田 そうですね。ただ、ちょっと気になるのは、昔はもちろんコンピュータを使っているとは言いながらも、どう解析するかはすべて自分で考えてコードを書かなければいけなかったけれども、ニューラルネットワークに任せておけばどうにかなるみたいなことにあまりにもなってしまったときに大丈夫なのか。自分で考えて解析ということが忘れられてしまわないかなという心配はちょっと持っています。

上叢 例えば先生の重力波の検出でも、精度を上げるためにいろいろ工夫して苦労されているのかなと思いますが、うまい苦労の仕方というか、それをAIに考えさせるということはあるのですか。

梶田 たぶんありうると思います。

上叢 そういうことに使えと、確かに技術の進歩というか科学の進歩に少し貢献していると言えるでしょうか。

梶田 科学は進歩していくだろうけれども、科学者が育たなくなってしまうのではないかという恐れをちょっと持っています。

上叢 私は放射線遮蔽をやっていますが、昔はいかに少ない資源でいろいろ工夫して有意な結果を出すかということだったのが、いまはあまり頭を使わ



ずに、みんなモンテカルロでさせてしまえば結果が出る。それと同じような心配は、ちょっと危惧されるということでしょうか。

梶田 そうですね。

上菘 特に梶田先生のころは毎年のように日本人がノーベル賞をいただいていた、今年ももらうのかなとワクワクしていましたが、最近ちょっとそれが減っているように思います。日本の学術振興は、いまはたまたまそうなのか。波があるうちの1つなのか。そのへんの危惧はございますか。梶田先生は学術会議の会長でもいらっしゃったので。

梶田 私は、波があっちは下なんだというのはちょっと楽観的な気がします。少なくともここ20年ぐらいの時間スケールで見ると、特に論文数は減っているし、貢献度の大きい、いわゆるトップ10%論文はもっと減っています。

やはり気になっているのは、特に若い人がなかなか定職に就けなくなって、若いときの柔軟な才能がうまく使えない。そういう日本の科学界になっているような気がするので、ものすごく心配しています。

上菘 お金は出ているけれども。

梶田 お金も出ていないですよ。

上菘 競争的資金というか、結果が出そうなことにしかお金が出ていない、そして全体も減っているということですかね。

先生方がノーベル賞受賞の研究をされた30代、40代のころといまの若い方との環境の違いという

か、気概の違いというか、そんなものを感じるでしょうか。

小林 梶田さんが言ったように成果を上げないといけないというプレッシャーがありますね。職を得るためとか。

上菘 定年制の職が多くないという。

小林 それが非常に大きくて、チャレンジングなことがしにくくなっているというのはあるんじゃないでしょうか。我々のときも実はオーバードクター問題でひどい就職難でしたが、確かに論文を書かなければという気持ちはあったけれども、それほど追い込まれていたような気はしないですけど。

上菘 小林先生の場合はドクターを取られたら、すぐに定年制のポストに就かれたのですか。

小林 たまたま出たときに2つ3つ助手の公募があって、そこで京都大学に拾ってもらいました。

上菘 梶田先生も同じですか。それとも任期制というか。

梶田 ドクターを取った後、確かにいきなり当時の助手になっていますが、それは学振のPDを落ちて行く先がなくなって、小柴先生がどこからか短期のポストを借りてきて、「とりあえず1年いていいよ」と言われました。最終的に2年いたのですが、そんなことでいまから考えてみればありがたいです。

上菘 上司の先生方の見目があったということもあるかもしれませんね。先生方はポストがどうの

という心配よりも、割と研究に打ち込めたという。

小林 大学院を出たころ 1972 年で、ちょうど素粒子研究が大騒ぎしているところなんですね。ゲージ理論のくりこみ可能性。それで、みんなそちらに一生懸命になって、そういう変化の激しい時代だったので経験のない者でも何か新しいことができたという。

上蓑 激動の中におられたと。

小林 そのころにいろいろ大きな研究が結構集中しているんですよ。

上蓑 若い方のためにというイメージでおうかがいしたいのですが、先生方はいろいろなことを考えて、これもだめ、これもだめと工夫の末にノーベル賞の対象になった研究が完成したと思いますが、論文が出せるようになるまで相当な苦労があったと思います。それを続けられた原動力というのは？

小林 この CP の仕事に関する限り、それほどそういう期間はないです。問題を設定して、あまり作業することではなく、ちょっとした推論でほぼ……。要するに単純なものではだめだというのだから、可能なものを探すのも割に簡単なんですね。アーティフィシャルにいろいろやることもできるし、その中でたまたま当たったという感じだから、この仕事に関する限りはあまり大きな苦労はないんです。

そこまでにモデルビルディングみたいなことのバックグラウンドは研究室の中にあったということはあるでしょうけど。

上蓑 アルキメデスではないけれども、たまたまお風呂の中か何かでこれならいけるというものを見ついで。

小林 それに近いです。



上蓑 梶田先生はビッグサイエンスですから論文が出せるまで結構大変だったと思いますが。

梶田 大変だったというわけではないような気がします。データが合わないというのに最初に気がついたのが 1986 年ごろで、論文を最初に出したのが 1988 年で、最終的に皆さんに認めていただいたのが 1998 年ですから、確かに 10 年ちょっとはかかっています。そうは言っても実験なので、実験データがちゃんと出ない限りは何もできないので、やはりスーパーカミオカンデができたのはすごく大きいですね。

上蓑 私は 1984 年ごろだったか、東大の原子核研究所で放射線管理をやっていて、カミオカンデの中のラドンがなかなか減らない、それを減らすにはどうしたらいいかと言うので、アメリカの保健物理学会の雑誌に水道水のそういう対策が載っていて、宇宙線研の先生が来られて論文を見られていたのですが、苦労されているのを見て、大変なことをされているなど。梶田先生もそういうことを。

梶田 私が直接やった研究ではないのですが、太陽ニュートリノを見るためにラドンをカミオカンデのレベルでどのぐらいまで落としたんだろう。たぶん地下水のレベルから……。数値を見ないと分かりませんが、たぶん 100 万分の 1 ぐらいまで落としています。もっとかもしれないけれども、最初はディテクターの、トリガーのスレッシュホールドを下げてみたら全く計算と合わないハイレートで、何が起きているのか分からなかったですからね。

上蓑 それがラドンですか。

梶田 ラドンだったと。

上蓑 思い出すと、いろいろと苦労されているわけですね。

梶田 1984～1987 年ぐらいは、カミオカンデはそんなことばかりやっていました。

でもラドンだと分かると半減期が 3.8 日なので、要は入ってこないようにすればいいという感覚でやっていた。

上蓑 原因が分かれば対策も何とか。小林先生の場合はおもしろいことに、動いているところに、自分も入っていくといい仕事ができるという。

小林 そうですね。パズルというか、なぜとか矛盾を手がかりにして、それを考えてみようというのがやり方なので、いろいろなことに多少は目を配っ



ているというか、その中に手がかりがないかなというのが普段です。

上 蓑 アンテナを広げておくという。

小 林 もちろん1つのことをずっとやっているスタイルもあって、それはそれで重要なんですが、僕の場合、何か長続きしない(笑)。

上 蓑 小柴先生だったか、夢をずっと持ち続けなさいということを言われたと思いますが、梶田先生の場合もそれが大きいですか。

梶 田 やはり小柴先生の存在は大きかったと思います。小柴先生を見て育ったと、それは思います。

上 蓑 若い人に、こんなことに気をつけて頑張るなさいということがあれば。

小 林 自分で問題意識を持ってチャレンジしてほしいということですね。

梶 田 私も全く同感です。科学者なので、自分で問題意識を持ってそこにチャレンジしていくということが、すごく大切だと思います。

上 蓑 自分で見つけて飛び込んでいくということですね。今日はいろいろとおもしろい話をお聞かせいただきありがとうございました。(終わり)