

小林 誠名誉教授に聞く 総研大生へのメッセージ

〔話し手〕 **小林 誠** 総合研究大学院大学名誉教授／高エネルギー加速器研究機構特別荣誉教授

〔聞き手〕 **池内 了** 総合研究大学院大学理事

「いかに今までのペースでやるか」。ノーベル賞フィーバーの渦中にあっても、小林 誠氏は沈着さを失わない。大学と基礎科学の発展に貢献してほしいという池内理事の期待に、現状を見据えて応じる。そこには、次代を担う若い研究者への思いが込められていた。

受賞して変わったのは周りの世界

池内 ノーベル物理学賞受賞、おめでとうございます。

まずは、ありきたりですが、ストックホルムに行かれて、いろいろな儀式や集まりに出られ、その感想から聞かせてください。

小林 1週間にわたって、行事がかなり詰まっていたので、疲れたという印象です。ただ、全体の雰囲気として、あまり堅苦しさは感じなかったですね。伝統は感じますけど。楽しいというのも何ですが、その雰囲気を堪能できました。

池内 僕は昔、ストックホルムの市内観光で授賞式のあるコンサートホールをざっと見たことがあるのですが、なかなか広くて、たくさんの方が集まれそうですね。

小林 そうですね。でもね、われわれ受賞者は裏の楽屋に通されるのです。楽屋はかなり狭いですよ。

池内 そうか。市内観光では楽屋は見せてくれないから。そういえば、若い人たちも講演を聞いている場面がありました。

小林 うん、そうらしいですね。あまり個別にはわからなかったのですが。

池内 テレビで、日本の学生も一人来ていたって言っていました。若者を鼓舞しながら、皆が楽しみながらというわけね。

小林 そうですね、いろいろなことが考

えられている気がしました。

池内 やっぱそれが伝統というものかな。それで、ノーベル賞受賞は予想していましたか。

小林 いやいや、全然。予想していませんでした。

池内 発表の前に小林さんと会ったとき、僕は絶対にもらえると言いましたね。
小林 総研大ニューズレター（号外2008.10.9）に、僕が「少し諦め気味であった」と池内さんは書いていましたけど、それは正しくないですよ。

池内 文章を書く上では、多少盛り上げが必要なのでね。あのときにも言ったかもしれないけれど、だいたい1970年くらいまでの仕事が2000年くらいになってからノーベル賞をとるとというのが続いた。その順序からいくと、そろそろ小林・益川だと予想できたのです。

小林 まあ、そういう評価を受けるにふさわしい仕事かどうかは定かではないのですが。

池内 2001年にBelle実験^{*1}できちんと証明されたのは、非常に大きかったですよね。

小林 もちろんです。これだけの期間で実験的証明ができたというのは幸運なめぐり合わせでしょう。

池内 実験的証明に時間がかかるようになったのかな。

小林 ノーベル賞受賞までのタイムスケールはいろいろですね。

池内 高温超伝導は明るる年にももらったが、電子顕微鏡は50年以上経ってから。今回の受賞は、1999年のトフーフト^{*2}、2004年のウィルチェック^{*3}に続く流れですね。ノーベル賞をもらって、やっぱり忙しくなって、世界がいろいろ変わりましたか。

小林 周りが変わったということですね。いろいろなことを頼まれますから。対応で大変です。

池内 受賞を契機にして、それを今後どう生かしていきたいと思いませんか。

小林 特別に考えていません。いかに今までのペースでやるかです。

名大時代 ——「大学院生も一人前の研究者」

池内 小林さんは名古屋大学出身で、京都大学の助手をされ、その後高エネ研（高エネルギー物理学研究所、現在は高エネルギー加速器研究機構）に移られた。その3カ所の特徴というと、まずは、名古屋大学から。

小林 それぞれで立場が違っていただけには言えないですけど、名古屋の大学院ではいろいろなことを学んだし、研究者としての基礎を築くには最適の場所でしたね。

池内 それは、先輩・後輩や先生とのつながり？

小林 分け隔てなしに言いたいことが言える環境がありました。

池内 それは坂田さん^{*4}がおられたことが大きかった。

小林 そうですね。大学院生も一人前の研究者。システム上は認められていたのだけど、それを言い続けていました。それに乗かって、大きな顔してやっていたという感じがします。

池内 大学院生時代に、特に考えたことや留意したことは。

小林 対等な研究者だということからは、研究も自分の責任でちゃんとやらなければいけないなど。そういう意識は強くありました。ある種のプロ意識が院生全体にあったのです。ですから、単純に学生として授業を受けている、習っているという雰囲気ではありませんでした。

池内 当時は、まだワインバーグ・サラム^{*5}が、世界的にみてone of themだったと思うのですが、その中で。

小林 いろいろな背景がありますが、研究室での議論は坂田模型というより、それに基づいて全体的なピクチャーを描こうというものでした。場の理論は一体どういう役割を果たすのか、というような意識が強くあり、その中でゲージ理論の進展に注目していた。

池内 名古屋大学全体としてですか。

小林 いくつかグループがありましたから、全部とは言えないかもしれませんが。坂田模型の前は場の理論を追究しており、その伝統がありました。模型だけが注目されがちですが、そういう意識はあったので、たくさん学ぶことができました。

京大時代——多彩な研究者との交流

池内 京大ではどう？ 助手という立場ですね。

小林 京大では院生がよくできるというのがいちばんありがたかった。

池内 京大は僕もよく知っているのですが、周りにいろいろな人がいましたね。

小林 いました。それに進歩的で、名古屋大学との違和感はそんなになかった。京大には基研（基礎物理学研究所）もあり、研究環境には恵まれていました。そういう中で、みなさん、多少おっとりしてい



写真1 ノーベル物理学賞のメダル（実物大）
受賞者に与えられるメダルは第1回のデザインが踏襲されており、表面はノーベルの肖像、裏面は各賞で異なっている。物理・化学・経済学の3賞は、科学の女神としてデザインされたScientiaが自然の女神Naturaのペールを持ち上げている図柄が描かれている。「科学というのは自然をよく見るものだ」というメッセージがこめられているという。メダルの大きさは直径6.5 cm、ほぼ純金に近い23金で作られている。

^{*1} Belle実験
KEKB加速器とBelle測定器を使ってB中間子のCP対称性の破れを測定・解析する国際共同実験。

^{*2} トフーフト（Gerardus 't Hooft）
オランダの理論物理学者。「電弱相互作用の量子構造の解明」により、フェルトマン（Martinus J.G. Veltman）と共に1999年ノーベル物理学賞を受賞。

^{*3} ウィルチェック（Frank Wilczek）
アメリカの物理学者。「強い相互作用の理論における漸近的自由性の発見」により、グロス（David J. Gross）、ポリツァー（H. David Politzer）と共に2004年ノーベル物理学賞を受賞。

^{*4} 坂田昌一（1911~1970）
物理学者として、二中間子論や坂田模型を提唱するなど数々の業績をあげる一方、坂田学派と呼ばれる多くの弟子を育てた。坂田模型では、すべてのハドロンは中性子、陽子、ラムダ粒子とそれらの反粒子から構成される。クォーク模型の先駆的役割を果たした。

^{*5} ワインバーグ・サラム模型
1967年、ワインバーグとサラムによって提唱された電磁相互作用と弱い相互作用の統一理論。83年に電弱理論で予言されたゲージ場W⁺、W⁻、Z₀が発見され、確定的となった。

るところがないではなかった。

池内 京大には、素粒子分野が工学部にもあったし、教養部にもあった。いろいろな人がたくさん集まっていたね。

小林 他分野の人とも話せて、楽しかったですよ。

池内 素粒子物理の中でも、いろいろなテーマに興味を持ちましたか。

小林 そうですね。気は多いほうだったから、あっちやこっちをつまみ食いして、そのまま。だから、マグネティックモノポールなども興味をもって、いまだにときどき思いだしては始めたりしています。ソリトンとモノポール^{*6}という話は、ちょうど僕が京都に行った頃に出てきた話です。だから、その頃よく調べていました。

池内 非線型理論なども。

小林 まともにはやれないからトポロジカル（位相幾何学的）な条件で議論しようと。そういうことがわかってきた頃です。

池内 物理教室には物性もいて実験もいてというのは、やっぱりいいですね。

小林 そうね。京都で、佐藤勝彦さん^{*7}と1度だけ論文と一緒に書いたのだけど、あれはよかったですね。

池内 素粒子論と宇宙物理の結びつきが見えてきた最初の頃でしたね。

小林 両佐藤（佐藤勝彦、佐藤文隆^{*8}）がその議論をしていて、横でそれを聞いていました。ニュートリノをフレーバーミキシングで理解しようという議論をしていたところ、佐藤勝彦さんは、ニュートリノの質量と寿命の制限は宇宙論からつけられると言ったのです。

池内 小林さんの興味の方向は、だいたい場の理論だったのでしょうか。興味の源泉は？

小林 どこにあるのか自分でもわかりませんが、とにかく理論で現象を説明できるようなものを探していました。

高エネ研——離合集散が活力の源に

池内 高エネ研では助教授ということ、指導的な立場になった。学生もいたでしょうから。

小林 高エネ研所属の学生はいませんでした。総研大はまだできていなかったし。受託学生だけです。学生数は多くなく、スタッフ間の活力を楽しめた。毎日顔を合わせて、あらゆることを議論するという雰囲気でしたね。それが一番。それがしばらく続いた。規模が大きくなるにつれて、多少そういうスタイルが変化していきました。

池内 かつ、高エネ研だから実験とのコラボレーションがあった。

小林 実験屋さんとの密接な関係がそれまでと違うところですね。

池内 それが将来計画などにつながる。

小林 そうですね、高エネ研に移ってすぐにトリスタン^{*9}に。

池内 そしてBelle実験に続いていく。

小林 今もそのまま続けているという感じですよ。

池内 KEKBの立ち上げについては、三田さん^{*10}から理論に基づいた実験の提案もありましたし、高エネ研の理論部ではやるべきかどうかという議論はなかったのですか。

小林 理論部ではなかったけれど、外では反対の人もいっぱいいました。Bよりもリニアコライダー（線形衝突型加速器）をやれとか。

池内 ああいう、エネルギーが非対称な加速器を作ればよく見えるだろう、と誰が言い出したのかな。

小林 誰が最初かわからない。生出さんや高崎さん^{*11}もそういうアイデアもっていたし。一般にはオドーネ^{*12}と言われているけれど。

池内 世界的には、国際会議があって。

小林 そのときに三田・オドーネの案が出てきたし、ほぼ同時に高崎さんたちも同じことを考えていたのではないのでしょうか。

池内 よく高エネ研でやることになったな。

小林 トリスタンでこれ以上やっても……というところで、かなり追い込まれていました。次に何をやるかといったとき、規模からいってBというのは必然だったかもしれません。それで、ぎりぎ

りのところでやることになったのは、まさに加速器グループに信用があったおかげですよ。

そもそも、SLAC^{*13}と戦って勝てるのか、と言った人も少なくなかったですよ。

池内 個人的に、うまくいってよかったですか、ここで失敗したらどうなるだろうとか思いませんか。

小林 その点、理論家は気楽ですよ。

池内 高エネ研は全国から本当に優秀な人がたくさん集まって、切磋琢磨して、そしてまた散っていく研究所ですね。

小林 非常に流動性がよかったです。任期制を約束事としていて、たくさんの人が来てたくさんの方が散っていった。私はその中でずっと居残ったという感じがしている。

池内 離合集散は研究所そのものの活力ですね。

理論も実験もブレークスルーが必要

池内 素粒子論の現状としては、実験装置がどんどん巨大になって、成果が出るまでにもものすごく時間がかかる。理論は理論で、また非常に難解になってきた。現在の標準模型^{*14}をいかに乗り越えるかに焦点が移っていると思うのですが、そこにものすごく大きなジャンプがありそうです。素粒子論は、今後どのように展開していくのでしょうか。

小林 ひとつはピュアな理論として量子重力があり、それをテコにして進んでいるのが超弦理論^{*15}で、それは内在する論理に従って進むでしょうね。もうひとつは、実験的にはTeV（10¹²eV）スケールのエネルギー領域で何かありそうだと。そこをLHC^{*16}なりの実験を軸にして明らかにしていく。これが大きな流れなのでしょう。

池内 しかし、実験的証明が非常に難しくなっている。

小林 量子重力の証明ですか？ それは難しい。内在する論理、ある種の整合性を追求する中で、新しい概念が必要だということにきていると思います。僕のイメージの中では、量子力学ができたときくらいのジャンプが必要。何か突破口



Makoto Kobayashi

小林 誠（こばやし・まこと）

名古屋大学で理学博士号を取得して京都大学へ。そこで1973年、益川敏英・同大学助手（現在は京都大学名誉教授）と共同で、CP対称性の破れを説明する「小林・益川理論」を発表した。79年から高エネルギー物理学研究所（現・高エネルギー加速器研究機構）。2003年同機構・素粒子原子核研究所長。07年、日本学術振興会理事。08年、総合研究大学院大学名誉教授。08年、高エネルギー加速器研究機構 特別名誉教授。

*6 ソリトンとモノポール
ソリトンは非線形方程式に従う孤立波（solitary wave）で、粒子性を持つ。モノポールは単一の磁荷を持つとされる仮想的な素粒子。

*7 佐藤勝彦
東京大学大学院理学系研究科教授。1981年、インフレーション宇宙論を提唱。

*8 佐藤文隆
京都大学名誉教授。1973年、冨松彰・名古屋大学理学部教授とともに、アインシュタイン方程式におけるトミマツ・サトウ解を発見。

*9 トリスタン
1986年に開始され、90年代前半まで続けられた日本初の大型加速器実験。当時、世界最高のエネルギー領域であった60GeVで多くの素粒子現象を記録。後の加速器科学に多大な貢献をした。

*10 三田一郎
神奈川大学工学部教授。B中間子の崩壊では大きなCP対称性の破れが出現することを理論的に予言した。

*11 生出勝彦
総合研究大学院大学教授 加速器科学専攻／高エネルギー加速器研究機構教授
高崎史彦
総合研究大学院大学教授 素粒子・原子核専攻／高エネルギー加速器研究機構教授

*12 オドーネ（Pier Oddone）
フェルミ研究所所長。Bファクトリーを実現するにあたって、異なるエネルギーの電子と陽電子を衝突させることで、飛跡を10倍にして観測するアイデアを提案した。

*13 SLAC
Stanford Linear Accelerator Center（スタンフォード線形加速器センター）の略称。このPEP-II加速器はKEKBより半年ほど早く実験を始めたが、KEKBに追い抜かれた。

*14 標準模型
物質を構成する素粒子はクォークとレプトン各6種類からなり、それらに働く4つの基本的な力のうち、強い力、弱い力、電磁力はゲージ粒子を交換することによって生じるとする。標準模型は、これまで知られている素粒子現象のほとんどを説明しているが、すべての素粒子の質量の起源と考えられているヒッグス粒子は発見されていない。また、素粒子にはなぜ多くの種類があるのか、なぜ異なる力があるかなど、課題も残されている。

*15 超弦理論
われわれが住んでいる4次元時空のほかに隠れた次元があり、すべての素粒子の性質はこの隠れた次元の幾何学的な構造で決まってくるとする理論。この理論では、素粒子は点状ではなく、空間的な広がりをもつ。力は「隠れた空間の曲がり」とされ、重力と他の力が統一される。



Satoru Ikeuchi

池内 了（いけうち・さとる）

京都大学で博士号を取得した後、北海道大学、東京大学東京天文台を経て、国立天文台、大阪大学、名古屋大学の教授職を歴任。専門は宇宙論で、「泡宇宙論」の提唱者として知られているが、近年は一般の科学リテラシーを高める責務は科学者にあるという視点から、科学・技術・社会論の研究と指導、著作など幅広い活動を行っている。2006年、総合研究大学院大学葉山高等研究センター教授、07年同センター長、08年より同大学理事。



写真上 2008年12月20日に東京で行われた受賞祝賀会に出席した小林 誠氏と夫人
写真下 KEKB加速器のトンネル内に立つ小林氏

になるものが出てくるとか。根拠はあまりないけれど。

もっと現象に近いほうでは、LHCが動き始めていますから、そちらでは証明というより新しい手掛かりがどれだけ出てくるかにかかっている。

池内 ヒッグス粒子^{*17}は標準模型の範囲内でしょう。

小林 質量がどうなるかによって、いろいろなシナリオが書かれています。いろいろな問題はありますが、何かの形で見つかるというのは確かなのではないですか。

池内 まあ、確かだとは思いますが。しかし、それ以上のブレークスルーが必要？
小林 それを期待しているということです。

池内 LHCでも何千億円というお金がかかります。今度はILC^{*18}が言われていますが、あれはもっとお金も時間もかかる。

小林 それではなかなか実現できないから、なんとかコストダウンしないといけないでしょう。

池内 理論の証明にかかるタイムスケールが非常に長くなってきて、素粒子論としてはちょっとしんどくなってきている時代ではないのかなと思うのだけど。

小林 うん。そう言われ続けながらもスケールアップしてきているのだから、もう一段くらいはいけるでしょうね。その先となると、わからない。

池内 その先に進むためには、何らかのブレークスルー、新しいアイデアが必要になる？

小林 LHC、ILCまではある種、技術的なベースがある。その先になると、単なるスケールアップではなく、技術的なブレークスルーが要るでしょう。プラズマを使った加速器技術などがどれだけ実用化できるかです。単純に加速勾配などの数字で見ると可能性を含んではいますが、インテグレートされた技術になるかというと、全然。しかし、それくらいしか期待のしようもない。

池内 実験のタイムスケールが長くなると、それだけ見通しが難しくなりますね。

それと多少関連しているのかもしれないけれど、廣田先生^{*19}の研究会「進歩主義の後継ぎはなにか」で、物理学から文明におけるニュートン力学の限界ということを書いておられたのですが。

小林 うーん。あれは、ひとつは、さっきの量子重力みたいなもので、ある種の概念の飛躍が要るのではないかと。量子力学は概念の飛躍があったけれど、因果律はこわさなかった。量子重力の問題もそれでおさまるのかなという気がしています。あまり根拠はない。

もうひとつは、いわゆる複雑系みたいな問題意識で、複雑系を支配する法則とニュートン力学の初期条件ですべてコントロールされるのとは多少相容れないようなところがあるのかなと。これも印象です。

池内 確かに、ニュートン力学というのは原因と結果がきれいに1対1に対応する。それに対して複雑系は、結果から原因を単純にたどれない。しかし、そこに何かもうひとつ面白い原理が。

小林 あってもいいと思う。

池内 その点で、生命システムなんか面白い対象ではないかと思います。僕は、小林さんはそう考えているのかなと予想していたので。今、社会に起こっているさまざまな問題も、ニュートン的な発想が行き詰まっているという感じですか。
小林 そんなことを考えたことがあります。

基礎科学の発展に必要なのは制度設計

池内 大学や基礎科学が今おかれている状況が大変であるというのは、たぶん小林さんも十分身にしみておられると思います。世の中の趨勢としてはそうならざるをえないのだけど、ちょっと待てよという思いが僕には非常に強い。特に基礎科学のおかれている現状について何か。
小林 科学技術関連の予算は、どういう役に立つかで議論されることが多い。しかし、本当の発展というのはどこから出てくるかわからないのです。どう役に立つかという論理だけではすまない。その意味で、大学の中で研究基盤がちゃん

とサポートされる必要があるだろう。

そのための条件が今どうなっているかという、国立大学でいえば運営費交付金がどんどん減っていて、大きなダメージを受けている。それに代わって、いわゆる競争的資金とかCOEとかがありますが、そういうスキームに振り回されている印象ですよ。研究費を獲得しなければ何ともならない。それも安定的な資金ならいいのだけど、4年、5年で切られてしまう。それでは基盤のサポートにはならない。一方で、いっぱいある大学をサポートしきれいかという、それもできない。どこかで評価が入らざるを得ない。その制度設計がうまくできていない。これが、いちばん問題だと思います。
池内 日本学術会議などでも、基礎科学にもっと手厚くと言っています。特に経常的な経費ですね。他方、競争的資金になると、金を取るための研究となって目標が逆転しちゃうわけだね。

小林 新奇性だけを追求するような格好になって。

池内 だから、上滑りになっているのではないかと、ものすごく気になる。小林さんが、大学は評価に押し流されている、というようなことを書いておられた。

小林 最近感じるのは、計画の達成度の評価というスキームですよ。それをあまり精密にすると、本来の評価とは違った方向に行ってしまう気がしています。

池内 評価の中身をすべて中間的なレベルに揃えているのではないか。つまり、本当の評価はできていないのではないかな。

小林 うん。評価を避けるためのスキームにしている、とさえ言いたくなるほどの現象が起きている。ここはこの程度の目標です、ですからそこそこ行っていますよ、というふうには絶対評価を避けている。

池内 業績主義を導入してかえって失敗した企業が多かったというのは、まさにあまり高い目標を立てると達成できないから。

小林 そうそう。

池内 だから、達成できそうな目標を立て

てて、達成したことで評価を上げている。
小林 まさにそうですよ。だから、目標や計画の書き方を工夫しろということになってしまう。

池内 それでは本当の意味での目標とか評価にはならない。小林さんはこれから重要な役職に就くかもしれないけど、僕が希望するのは、常にきちんとものを言っていたきたいこと。きちんとやっていかないと変わらない。

小林 だけど、基盤的研究費が重要だと言うと、とりあえず誰も反対しないのですよ。それを実際に動く形にするための制度設計が必要だという気がしています。

池内 それは、アイデアとか方向性を出すということですね。

小林 もう一歩踏み込む必要がある。

池内 日本学術会議では、今年いくつかの報告書を出しました。そのひとつが基礎科学の充実ですが、もうひとつは実験器具などの開発は15年くらいのスケールで見なければ本当に良いものはできないと言っています。そういうことにぜひ参加している協力していただけたらうれしいです。

小林 努力します。

チャレンジしてほしいと言いたいのですが

池内 最後に、総研大生や若い研究者に何か一言。

小林 基礎科学の世界でも、今は短期的な成果を求められる雰囲気がある。そういうときに、大きなブレークスルーを狙って挑戦しろと言いたくても、それが適切なアドバイスかどうか。総研大に限って言えば、研究環境に恵まれているのだから、必要なのはチャレンジする気持ちだと思います。

池内 短期的な成果を求める圧力が強くなっているというのは、上のスタッフにかけられるから、それが若手に跳ね返る。その意味では、院生だけに励ましを言うのではなく、むしろスタッフ全体がそれなりによい条件があるのだったら、それをもっと長い目で見て有効に使うべきだと思いますね。

それと、総研大の先導科学研究科で

は「科学と社会」の教育が重要な柱で、視野が広い研究者の育成を目指しています。その講義を取ったからといって、専門の研究が疎かになるわけではありません。そんなに時間を取るわけではないから。むしろ、博士論文の専門の研究と、副論文の科学と社会を行ったり来たりしながらやるというほうが強い研究者になるだろうと思っています。

小林 そういうことを教えられる人が少ないでしょ。

池内 今から育てようとしているのです。一方で、社会の側から科学に歩み寄ろうという動きがあり、サイエンス・コミュニケーションと呼ばれる活動が広がってきています。

小林 それは非常に重要なことです。われわれ研究者が説明するのは限界がありますから。

池内 科学者が社会的な視野を持つことと、科学に近い人が一般の人に正しく面白く伝える。両方が必要です。

いずれにしても、小林さんがノーベル賞を受賞されたということは、総研大にとっても、無論、高エネ研にとっても、日本全体にとっても非常にうれしいことだし、すばらしいことです。これからも、総研大生と交流する機会をつくっていただきたいと思っています。よろしく願います。

今日はありがとうございました。

*16 LHC Large Hadron Collider (大型ハドロン衝突型加速器)の略称。欧州共同原子核研究機構(CERN)が建設し、1万4000GeV (14TeV)という世界最高のエネルギー実現をめざしている。

*17 ヒッグス粒子 質量の起源を解明できるとされる素粒子。標準模型の中で唯一発見されていない粒子で、LHCに期待がかかる。

*18 ILC 国際リニアコライダー。これまでの円形の電子加速器はエネルギーの限界にきている。それに代わる次世代加速器として研究されている直線型の加速器計画。一国では巨大な装置を作れないので、世界中の研究者が協力している。

*19 廣田榮治 総研大名誉教授、第2代学長。専門は構造化学。