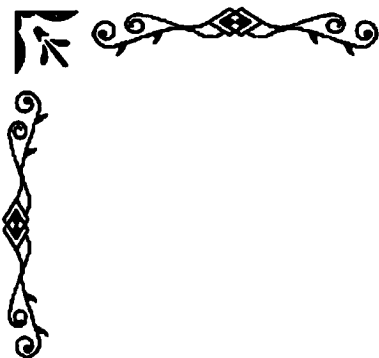




ノーベル物理学賞 受賞記念対談

益川敏英先生—川合 光先生



小林 誠先生、益川敏英先生（京都産業大学理学部教授）のノーベル賞受賞を記念して、2月9日に京都大学理学部1号館で益川先生と川合 光先生に対談を行っていただきました。川合光先生は京都大学理学研究科教授で、素粒子理論がご専門です。加速器学会非会員でいらっしゃいますが、今回の対談をお引き受け下さいました。京都大学はかつて、小林先生と益川先生がともに在籍し、小林・益川理論が書かれた論文、“CP Violation in the Renormalizable Theory of Weak Interaction”が生まれた場所でもあります。「加速器」編集側からは、岩下委員長、庄司委員、林事務局員が出席して、お二人の対談を傾聴し、対談では、名古屋大学時代の話から標準模型形成時の雰囲気、今後の素粒子論についてお話いただいたのち、巨大科学の進め方や研究の端緒、論文について、益川先生の流れるようなよどみないお話を伺うことができました。また、本記事に使用されている写真は、京大の風間・頓宮両氏に撮影していただきました。

坂田研と方法論

川合：前からお聞きしたかったのですが、益川先生は坂田先生の影響を受けられたと思うんですが、坂田先生を湯川先生・朝永先生と比べてみますと、坂田先生は非常に哲学的という感じがします。弁証法とかそういうことも言われていますし、素粒子屋にとって印象深いのは、坂田先生の三段階論、現象論・実体論・本質論でしたっけ。そういったものが、益川先生ご自身にとってどのくらい役に立ったかをお聞きしたいと思うんですけど。

益川：坂田先生はね、現象論の中から問題を捕まえるのが非常にお上手な、勘がいいっていうのかな、分析をやって問題に到達するのではなくて、自分の物理的勘でおやりになった。それが正しい方向なのか、方法論的な分析をやって確信されるっていうか、かつ若手にね、「この方向でいいんだぞ」ってことを伝えられるときの手段が、僕は方法論だと思うの。ご自身が何かをやるときにね、決してそれ（三段階論的手法）でアイディアを見つけて仕事をされたんじゃないと思う。先生が聞いたら、益川っ！違う！って言うかもし

れないけど。（笑）

川合：そうするとやはり益川先生ご自身としても、方法論みたいなものをきっかけにして発見されたっていうことですか？

益川：うーん、そういうことはないと思う。坂田先生はそういう方向で仰ってるんだから、仲間内で議論するときにはその立場を踏まえて、議論するということ。それで違った観点ができたら、また違った方向に行くんじゃないかな。

方法論のことならば、なぜ坂田モデル¹¹が出ていながら、クオークモデルまで行かなかったかってね。それをずーっと考えていたんだけど、10年ぐらい前に大貫（義郎）先生にお会いしたの。大貫先生が仰るには、坂田先生を含めて、現実にあるPN₁だから尊いんだという考え方なの。で、自分たちは3次元表

¹¹ 坂田昌一ら名古屋グループは、陽子（P）、中性子（N）、ラムダ粒子（ Λ ）を基本粒子とするハドロンモデルを作った。この対談の中ではしばしば「PN₁」として言及される。このモデルは Gell-Mann らのクオークモデルに発展し、先駆的役割を果たしたが坂田モデルは否定される。



現を知っていたと。しかし、現実の $PN\Delta$ をベースにしているから尊いと。これは解説がいるけれども、坂田先生にとってはね、ハイゼンベルグの原子核構造論が出発点にあるとね。これくらいの手書きで書いてあるのが、学士論文であるんですよね。それには中性子 N が発見されることによって、原子核の謎が一気に解決されると、非常に明快に書いてる。ま、当時は Heisenberg・Schrödinger のね、量子力学でガツンとやられたとこでしょ。だから原子核のレベルからみれば、さらに 10 万分の 1 の桁では、何事が起こっても OK みたいなね、そういう雰囲気があったの。だから例えば、Pauli のニュートリノ発見¹²でも、なぜ一番最初にああいう現象をね、エネルギーがどっか行っちゃってる現象を発見した実験屋さんが、「あ、これはなんか他の粒子が向こうに行っちゃってるんだ」と言わなかったかと。それはね、エネルギー非保存な現象があっても OK なの。で、それをパウリ先生は、ダメと。

だから坂田先生はね、(既知の) PN があって、

1955 年の新粒子 Δ の発見によって一気に解決していくと、原子核のようにね。だから 60 年の始めに、名古屋のグループなんかは数学的に 3 からね、3-3-3 で 8 が出てくるって知ってたけれども¹³、そんなものよりは、現実の $PN\Delta$ だけを使うからいいんだと。

その後でね、「ああ、名古屋のあの時の失敗は」と。みんなで方法論的にスローガン化したの。それはね、一つ、困難を解決するモデルができれば、それは不完全かもわからん。だから一回抽象化して元へ戻ってこい。そうすると同じようなものが幾つか見つかるのね。だから $PN\Delta$ でいいんだったら、これを抽象化して、こういうのもいいんだっていう、カニの横歩きみたいなことができる。僕は、アブストラクションの方法って言ってるんだけど。いろんなバージョンが見つかる。それを、人間じゃなくて自然に選ばせる。で、あの、成功してないけどね、小林君との論文の中に、あと 2 つ書いてある¹⁴。それがそのまねごとなの。あの順番はね、僕が最初に日本語で書いた時には、6 元クオークモデルが一番最初に書いてある。で、小林君

¹² ベータ崩壊では、当時既知であった粒子の運動エネルギー増加が質量減少より小さい。Bohr は原子核崩壊ではエネルギー保存則が破れていると考えたが、Pauli は未知の中性粒子がエネルギーを持ち去っているという仮説を発表した。2 年後には Fermi が β 崩壊の理論を立てて電子のエネルギースペクトルを説明するが、Reines と Cowan が実験的にニュートリノの存在を確認するのは 20 年以上後になる。加速器屋としては少し残念なことに、原子炉からのニュートリノであった。

¹³ クオークモデルの数学的基礎である $SU(3)$ リー代数で、随伴表現の 8 重項は、8 種のグルーオンに対応。

¹⁴ “CP-Violation in the Renormalizable Theory of Weak Interaction”, M. Kobayashi and T. Maskawa, Progress of Theoretical Physics, Vol. 49, pp. 652-657 (1973) は、4-plet model の範囲では現実的な CP-violation を構築できない事を示し、3 種類の解決法を提案した。() scalar doublet field の導入、() strong interaction を仲介する scalar (pseudoscalar) field、そして() 6-plet model である。

が英訳するときに、いや最近ね、どうして逆にしたんだと言ってみただけでも、彼は答えなかった。

川合：やっぱり益川先生としては、6元クォークが一番だったわけですね？

益川：一番最初に気がついたので、あれを最初に気がついて、そのあとでさっき言ったアブストラクションの方法で、他にあるかと思ってあと2つ考えたのね。後から考えたらそれぞれ対応するものがありますけどね。ああ、これはツー・ヒグスだ。あ、これはスカラー粒子を消去したら、もう一回カレント・カレントに戻ってくと、あの論文は「繰り込み可能な」というタイトルの枠組みで書いたから、こう書かざるを得なかったんだなと。

だけでも、あのバージョンは基本的には、まだすぐ下に構造があると、繰り込み不可能なものが見えてくる可能性を認識してあれを書いた、といったら大したものだけど。(笑) そうでなくて、なんか頭のどこかにあったんでしょうね。

川合：そうすると、若い人にアドバイスするとして、あんまり方法論的なものに拘らなくていいという事なんでしょうか。それとも、そういうのを一度ふまえた上で、あまり気にしない方がいいという事でしょうか？

益川：あのね、僕はディスカッションするのはいい事だと思うの。いろんな人が集まって、ここはどうか、その次にこれは何が問題だとか、いうことを議論すれば、僕はいつでも言うんだけど、仕事をする時に何らかの予想を立てるわけね、絶対に。それは、個人的な過去の経験のようなものをベースにしてやる。だから多くの人で「どういう予測が立ちうるか」ってことを議論してみると、他人の経験まで利用できる。その作業がまあ、方法論だと言えば方法論だけど、あんまりそれを固定化しちゃダメだね。ここが方法論の難しいところだけど、一回議論して、まあ言ってみればそれを忘れると、で、その中で自分の気に入った考え方の可能性だけを自分の中に取り込んで、物理学として実践すると、それが僕は正しいと思うんだけど。

方法論で間違ったスローガンを言っちゃうと、これはランダムウォークより悪い。ランダムウォークだと必ず(正解へ)到達しうるけど、「こちらだー」で行っちゃうと、絶対こっちへ(反対側へは)こない。

標準模型形成時の雰囲気

川合：もうちょっと具体的なことでお伺いしたいんですけど、1972年ごろに標準模型に対する信念みたいなものをもうお持ちだったのでしょうか。日本では当

時、場の理論に対する信念みたいなのは、まだ定着してなかったと思いますが、益川先生はどうだったんでしょうか。

益川：あの、不思議なんだけどね。坂田先生が正月にこんなことを言うの。ヘンテコな論理でね、「今年はここから数えたら10年ごとの革命が起こっている(年だ)」と言うわけ。10年毎にたどっていくと、確かに重要な仕事はある。で、その翌年になるとね、「革命は必須である。12年周期になってる」って。(笑) 実にご都合主義なんだけど。まあ、そういつて若者を挑発していたんでしょうね。

湯川先生は湯川先生で「湯川のまる」っていうね、こう丸をかいてね、時間方向に広がってる。コーザリティ(因果律)と矛盾するよね。で、それを指摘するとね、「そんなちやちなことを考えてるんじゃない」って言うの。今君たちが持ってるようなコーザリティとか何とかっていうものを超越するような、そういう恐ろしい可能性を考えている。で、あれに対するアンチテーゼだと思うんだけど、朝永先生の超多時間¹⁵。これをこうしたりね(丸を長くする身振り)。だけどそれをねえ、湯川先生は解ってなかったと思う。なぜかっていうと、朝永先生が亡くなった時にね、自分は朝永に教えてやった、っていう言い方をした。僕はあの記者会見だけはカチンときたけどね。…何を話してるんだっけ？

川合：場の理論に対する当時の認識について…

益川：だからそういうことで、60年代っていうの



¹⁵ 湯川は4次元 Minkowsky 時空に閉じた球面をとり、そのうえに定義される確率波の導入に苦慮していた。朝永はこの球面を平らにして時空の各点に絞りを Dirac の多時間理論から超多時間理論を作り上げた。

は、アメリカでは Chew がディスパーション¹⁶、それから Heisenberg は宇宙方程式とか何とか言って、まああれは、ゴーストなんかかって重要なものを残したけど、で、朝永は、あの頃はパイローカルだったかな。で、坂田先生も、革命必須。

おかしなことにね、名古屋では M1 のときに場の理論をものすごく勉強させるの。1年間かけてね。それも教科書じゃなくて原典主義。オリジナルな論文を読むの。だから、英語もできない、当然のことながらドイツ語なんてできる訳がないこの僕が、ドイツ語の論文 Heisenberg・Pauli をやるわけ。で、傑作なことはね、ドイツ語を見ずに式だけ見れば、だいたい解るでしょ(笑)。大貫先生だったら、コッソリとやられる。なぜかっていうとね、これは下の式から導かれると書いてある。(僕は)読まないもんだから上の式から下を導いちゃった。で、益川っ！と。(笑)

だから名古屋ではなぜか場の理論に対して、かなり勉強する機会が残っていたの。しかし、名古屋にしても誰にしても、60年代には場の理論は使えないと思っている訳ね。僕も当然使えないと思っているの。けども、じゃあどこが使えないのかと。場の理論のここがおかしいということが解らずにね、新しい理論を作れますかと、トップダウン的に作れますかと、坂田先生にも湯川先生にも質問した。坂田先生には、はぐらかされた。なんか哲学的なことをごちゃごちゃって言って、正面からは答えてくれなかった。湯川先生は怖い先生だからね、ど叱られると思って、緊張しながら言った。そしたら、答え始めようとしたときに、「湯川先生、会議が始まります」と言われた。(笑)僕はもう二度とふたたび聞いてみるつもりはない。あんなもう、ほんとに緊張してね、大先生に質問したんだから。あんなエネルギーをもう一回呼び起こすのは不可能だった。

そういうあれがあるもんだから、僕は場の理論が壊れていくとしたらどこかと、一番よく見えるのは何かというと、ウィークインタラクションだと。僕は論文を書いてないけども、そういう論文があると、自分では計算しなくても意識的に読んでいましたね。65年だったら、ノーベルレクチャーでも触れたんだけど¹⁷、へんてこな論文があって、クリスチョルムとい

う男だけど、4体フェルミで点を広げるの。広げれば繰り込み可能になる。だけど、うまく再現できないのね、カレント・カレントでは。しかし、68年だったかな。Yang だったと思うけど、カレント・カレントのままでどこまで繰り込み可能になるかってことを、ものすごいエネルギーをかけて調べてるの。そうこうしているうちに、69年だったと思うけど、プレプリントで GIM¹⁸ が出てくる。僕は名古屋だから、当然のことながら64年に牧さん¹⁹とか、いろんなことがあって、4元モデルは性質がいいということは知っていた。だけど、GIM が出る頃には忘れていたんです。読んでるんだけど忘れてる。

それで、小林君が72年に京都に来た。それまでにね、小林君とはカイラルダイナミクス関係で2~3篇論文を書いた。最後のやつなんかは、小林君は名古屋で僕は京都で、小林君のほうから質問状がきて、これどういうことですかっていう。で、手紙の往復をやっているうちに、じゃあこれをまとめて論文にするからと。大した論文じゃないんだけど。あ、これが難しい。僕がこれを大したことないって言うでしょ、そうすると共著だから、相手に対しても及んじゃうわけね。これは困る。だから、大したことないってところは削除してね。(笑)で、彼が京大に来て、議論は大体502(号室)。あそこはセミナー室にしなきゃいけないんだけど、部屋数が足りないからだれか一人が入らなきゃならない。70年代は僕が入ってた。僕は雑音に強いほうだから、そばでセミナーをやっても、関心がないときは聞いてないのね。で、ちょっと面白そうになると口を挟むわけ。それ、おかしいんじゃないの、とか言って。(笑)

川合：そうすると、Weinberg・Salam 理論がでたとき、やっぱりこれは正しいと思われました？それとも単に可能性の一つという認識だったのでしょうか。

益川：僕は比較的、これは本物だと思ってた。それ以外にこれは違うという可能性が思いつかなかった。で、

¹⁷ ノーベル財団が公開している受賞講演は英訳だが、京大素研のホームページから日本語原稿を読む事ができる。クリスチョルム(?)の名前は無いが、このあたりの状況が述べられている。

¹⁸ Glashow, Iliopoulos, Maiani がチャームクォークを予言 (GIM mechanism)。Ting が AGS を、Richter が SPEAR を使った加速器実験で J/ψ (チャーム) を発見するのは1974年。

¹⁹ 名古屋グループの牧二郎は、4元モデルで多くの仕事をした。最近注目の、ニュートリノ混合を示す牧・中川・坂田行列の発表は1962年。

¹⁶ 1961年に Chew が提案した bootstrap model (ハドロンはお互いがお互いに依存しており、そのどれもが『素』となる粒子ではない) は流行となった。同時に南部陽一郎と Chew は分散理論に基づき、ハドロンの中間子の種類や性質を定式化を行っている。



‘t Hooft の論文¹¹⁰をセミナーでやってたと思うんだけど、僕は比較的関心を持って、何人かに刺激を与えてたと思うけど、九後（太一）君はまあ、ゲージ場に興味を持ったってことで、その流れで ‘t Hooft の論文に近づいて、M1 のころに僕の所に質問に来てたと、彼は言っている（僕は覚えていない）。

川合：小林・益川のお仕事っていうのは、今からみると標準模型の最後の完成ということだと思うんですが、当時の日本では比較的場の理論は受け入れられてなかったと思うんです。益川先生はゲージ理論の方向は正しいと信念を持っておられたということなんですか？

益川：それほど緊張した関係ではなくて、面白いか面白くないかであって、川合さんだってそうでしょ。面白い論文は面白いと評価すればいいのであって、これは間違ってるぞ、っていうラベルを貼る必要はないのね。だから僕もそういう意識だったと思うの。‘t Hooft のこの論文は面白い。特に、天才的だったからね。丸と点線をこう書いて、それだけで繰り込み可能性を証明しちゃう。僕はあれで証明できてると思ったんだけど、九後君はこんなんでダメ、と。（笑）

あれは面白くてね、‘t Hooft の後のほうの論文だと思うけど、何かを証明したと、僕はそう読み取ってみんなに云うのね。（そうすると）「どこどこに？」って言われる訳。ここらへんだと思って見てみると行間なの。‘t Hooft が明確に活字で書いてるわけではないの。この主張とこの主張をするということは、絶対この主張をしているはずだというね、そんな読み方なの

¹¹⁰ 60年代には、新しい現象が次々と見つかって、理論は混乱状態に近かった（らしい）。予言能力の無かった場の量子論は捨て去られつつあったが、‘t Hooft が、質量を持つゲージ理論が繰り込み可能である事を証明した事により、場の量子論が復活する。

ね。だから僕は九後君みたいに、きちんとフォーマルシステムがいるみたいに理解しているわけではないの。九後君はダメーっていう。（笑）

今後の素粒子論

川合：当時の状況がよくわかりました。もう一つ伺います。研究室の若い人から聞いてきてくれて言われたのですが、現在どういったことをお考えでしょうか？

益川：いやー、ロートルですから退場したはずなんで、いま僕がいる場所は、素粒子っていうのは、若者がいないと基本的にできない学問だと思うの。なぜかっていうとね、今理論の論文が1万超えてるはずだよ、出てるの。そうするとそれを一人の人間がフォローするなんてできない。川合さんもそうだと思うんだけど、年をとってくると会議が増えるわけね。だから若者たちが、こんな論文があるよって言うと、セミナーしてもらったり、自分で読んだりして、ナウいところを知るわけね。だけど、京産大みたいなどころへ行って、若者がいずに自分一人でやってるとね、隠居の学問に行かざるを得ないのね。当たれば、ま、いいけれども当たらなくてもいいやっていう。

だから今考えているのは、僕は坂田学派だから、必ず物事に、なぜかということ我问うわけ。この性質は神様が決めたんじゃないくて、必ず物質的な基盤があって出てるはずだ。それを適用してみるとしたら、相対性理論。なぜあんな性質があるのか。かなり珍奇なものだと思うんだけど。で、空間としたら、距離というのはなぜあるか？で、ユークリッド空間だとね、距離のない空間から距離を作ることができる。そのモデルは一応持ってるんだけど。

川合：そうなんですか。

益川：それはいいんだけどね、その時にネガティブメトリックが出せない。

川合：G00（計量テンソルの00成分）はなぜマイナスか、ということですか？

益川：うん。ミンコウスキー空間だったらね、最小単位の空間、細胞を認める。ここから中は距離はない、トポロジーはある。で、それより大きいとこをみたらね、そういう細胞いくつで覆えるかと言えば距離は出る。そこはいいんだけど、ネガティブメトリックが入ってくるとね、いろいろ苦労したんだけど、それに相当するものが作れない。だから、今漠然と考えているのは、一体ネガティブメトリックって何だと。だから時間っていうのは謎だよ。

川合：いやー、時間っていうのは永遠の謎ですね。場

の理論でもストリングでも。

益川：むしろ川合さんにそこらのアイディアはないかなと、聞きたいんだけど。

川合：このところ、私は弦理論の構成的定式化について考えています。弦っていうのは一次元的に広がったものですが、それを構成的にきちっと定義してこうとすると、結局今お話になったことや、湯川先生の素領域とかに似てくように見えます。やはり何か種があって、そこから弦が出てくるというしかけがもっとも自然に思えます。いくつかの可能性がありますが、われわれの提案は行列模型というもので、行列の要素がその種になっているというものです。そこでもやっぱり、なぜ時間が1個だけ逆符号かって言うのは、仮定しておくしかありません。どうして時間だけがマイナスかというのは永遠の謎ですね。

あと幾つか伺います。当たり前の事になってしまっていますが、素粒子論の今後ですね、例えば10年ぐらいの単位で見たときに今後どう発展させていくべきか、どうお考えでしょうか。

益川：トップダウン的な方法っていうのは当然あって、時と場合によってはものすごいブレイクスルーになるんだけど、やはり、ベースは自然から教えてもらおうと思うんですよね。そうすると、まあ、加速器実験か非加速器実験かわからんけども、もうそろそろ何か飛び出してもいいんじゃないのかな、という気はしているんですよね。

一番可能性があるのは、俗に言われるヒグスが見つかったとしても、崩壊するモードの中に予想外のものがあれば別ですけどね、ヒグスが見つかっただけです。50年代だったかな、だれか偉い先生が「それはあるものがあっただけじゃないですか」って言ったっていうんだけど、(笑)それとかなり似た様相になると思うね。もう一つ可能性があるといわれているのが、スーパーシンメトリー(超対称性, SUSY)。ヒグスとはちょっと違って、新しいものがいろいろ見えてくるんだと思う。

これは私の妄想なんだけど、スーパーシンメトリーの、シータ(θ)は使わなくてもいいんだけど、比較的便利なものとしてあるよね。あれは何だったかな、数学者と物理屋の間ぐらいの人で、それをとことん突き詰めた人がいて、 θ に対して解析性が成り立たなきゃならなくなっちゃう、とね。そうすると、その θ というのは何かと。あの、二乗したらゼロになるところからわかるようにね、あの θ という座標は、無限小に近い^{†11}。そういうことをやっちゃうと、実数と同じようなものであるとね、実数と全く同



じゴールに着く。

川合：超準解析^{†12}で、無限小数を付け加えたりするというやつですね。

益川：ええ。ボゾニックだけどね。フェルミオニックなそういうものに近いものになっているんだよね、あの θ は。

川合：なるほど。

益川：だから、夢は夜開く、みたいなものだよね。寝てる時だと構造的に、まあそこまではちょっと考えて、元へ戻ってきたときに何かいいものが無いか、という事を考えてる。

川合：そうですか。超準解析は僕も昔から結構好きです。モデル理論とか物理にとってもなかなか含蓄がありますね。それとスーパースペースの構造が関係しているかもしれない、ということですか。スーパースペースをなんとか格子化しようというのは、ずーっとやってる人がいるんですけど、なかなか、 θ が無限なのか有限なのか分からなくてどうしても引っかかっちゃうわけですが、超準解析のほうからやってみたら面白いかも。(笑)

益川：これは加速器学会には関係ないね。(笑)

巨大科学への社会の理解

川合：加速器といえば、ヒグス粒子が数年のうちにLHCで見つかると思われますが、ヒグス粒子の質量

^{†11} グラスマン代数になる。例えばベクトルの外積は非可換で、2乗するとゼロになる。

^{†12} 実数を拡張して、無限大や無限小といった極限数を厳密に定義して加えた、超実数を扱う。

によって素粒子のシナリオが変わってきます。質量が 150 GeV から 200 GeV までの間であれば、標準模型はプランクスケールまで修正の必要はなく、SUSY は高いエネルギーまでないが、ヒグスの質量がもっと小さければ、低いエネルギーで SUSY が出てくる可能性が高い。一方、ヒグスの質量がもっと大きいと、今度は、コンポジットヒグスの可能性があるなど、いろいろな面白い可能性があると思うんですけど。

そこで次期加速器ですね、ILC とかが重要になってくるとは思います。一國で作るとすると 7,000 億円かかるのかなって思ってますね。そのへんについて、益川先生はどう考えていらっしゃるのでしょうか。

益川：あのね、すんなりと国民・政府が認めてくれるかどうか分かんないけど、科学の宿命みたいなものがあると思うんだよね。大型化していくっていうのは。

考えてみたら、三内丸山古墳ね。昔、われわれが子供のころ映画ニュースなんか見てるとね、老教授と助手が 2 人くらいと、お手伝いの人 3 人くらいで、刷毛と竹べらでもってこうやってるわけね。だけど、そういう形で自然からデータを取り切ったらね、もっと大型化せざるを得ないのね。でもう、三内丸山古墳だって、手伝ってくれてる人は 1,000 人規模でしょ。で、その先頭を素粒子が走ってる。だから、国民、世界の人々に科学というものはそういう性格のものだということを、やっぱり理解してもらう。

今までのやり方はね、「これは重要な研究です、これがあれば何々がわかります」という説明の仕方をしていたけど、学問っていうのはね、そういう（大型化に向かう）性格のものなんだと。だから科学を発達させるためには、やっぱり世界的に協力し合ってやるよ

りほかに仕方がないんだと。それが国際的なチームの中で実行されていく中で、科学自身の成果というよりは、人類のプロジェクトとして実行していく中で、バイプロダクトはありますよ、と。ずーっと先の未来に何かがあるんじゃないかってね。そういうアプローチをしないことには、技術っていうのはそう簡単には進歩しない。で、僕もスピーチしたときには、一番最後だけでも、世界の人々に感謝するって言葉を入れたんだけど、それはまあ、感謝すると同時にやっぱり彼らのためでもあるし、国際的にやらざるを得ない時代になってきてるんだ、とね。

川合：やっぱり一般社会の同意を得て進めるべきだということですね。

益川：うん。そのためには、競争は絶対必要なんだけど、やっぱり人類のプロジェクトですよ。支持を得ていくような活動が必要ではないかな。

岩下：LHC はもうスタートして動き始めていますが、ILC の方はこれからなんですね。で、たとえば啓蒙活動とかは十分なんでしょうか。加速器屋としてはそのへんが、我々の努力が足りてないのかと思ったりもするんですが。

益川：それは、どれだけやったら十分と言えるかってのはね、誰かが言える問題じゃないと思うけども。まあ、現実にはプロジェクトに携わって、一生懸命やってる人たちのスタンスとね、もう少し外側の、学問、科学というスタンスとね、やり方は違うと思う。いずれにしても科学というものは、人類が発展していくためには、発展させなきゃいけない。だから協力を乞うということを、時につけ折にふれて科学者も言わなきゃいけない。

加速器に関係している人は一生懸命だけど、一般の（他分野の）人はおれたち関係ないやって（思ってる）。むしろ、高エネルギーに対する風当たりは強いね。みんなお金が欲しいもんだから、パイが同じだとしてたら、あそこがたくさん持ってるって意識がある。（加速器、高エネルギー分野の）近くにいる人でも理論屋はね、平気で変なことを言うのね。グローバル COE の選択会議があった時に、これはまずいところがあったらカットしてね。（笑）あそこがお金をたくさん持っているから、おれたちに回ってこないんだという意識は露骨に出る。だから高エネ研とか、総研大を採点していくとね、不必要に悪い評価がついてくる。で、悪い点をつけている人が素粒子理論屋にもいる。なぜそうなるかという、素粒子論屋は、仲間内で平気でケンカする。それは、王様だったから何をやってたところで大丈夫だった、今までは。だけど、これから



はそうはいかんぞと。学問でいえば、生命科学関係とか、個々は小さいけど、非常に大きいところとね、競い合っていかなければならない。だから、自分たちの間で足を引っ張るべきでない。核実験の人たちは自分たちの間ではケンカするわけ、ものすごいケンカを。だけど、外側に対しては団結する。だから、僕は、特に理論屋さんだと思うんだけど、実験屋さんもそうかな、意識的に、自分たちの学問的必然性を擁護することを気にかけて生活しなければいけない。

川合：ILCの7,000億って言ったら、日本人に一人7,000円ずつ出してくださいってお願いするわけですよ。それが出来るかどうかということですね。

益川：60年位にもあったんだよね、素粒子論研究所かなんかで、その時には国民総生産の1%くらいまではもらっていいだろうとかね。(笑) そんな議論があって、早川さんを委員長にして、学術会議の何とかで、決議するんだなんて。それが萎んだりして高エネ研になっていくわけだけど。そういう種類の議論はね、ちょっと無謀であってもやっぱりやらなきゃいかんのね。そうすると、まるまるそれが認められなくても、その雰囲気は伝わってくるね。学問ってそんなものかっていうね。

その先は、やっぱり空想は夜開くで。ある程度経ったらね、10年単位か何年単位か知らないけれど、なんとかイヤミみたいなものがあるでしょ。そんな感じで、今年は世界的に素粒子にお金をかけると。で、次の年には別の、みたいな時代が来るんじゃないか、と思っているんだけど。(笑) それはね、別の言い方をすると、素粒子はこれだけお金がいるという主張と同時に、ほかの学問に対してもこういう側面で応援できるぞ、というメッセージを積極的に言っていかなければいけない。それがなかったらね、素粒子は立派な学問だからおれたちがもらう権利があるみたいなことを言ったら支持は得られない。

岩下：そうですね。広い意味での波及効果はもっとアピールしていかなければならない。

益川：それは知らないからね。先端でやるっていうことは、今までになかった技術を使って、突破しなければならない。それは必ず波及効果がある。

物理屋は物理をやるのが面白いんだけど、そういうことは部署を設けてでも日常的にやっていかなければならない、人員を割いてもね。お金を集めるときだけ熱心では、僕はいけないと思う。

庄司：我々は勿論、好きでやってるわけですが。その楽しさが、お金をを出してくれている一般の人たちに対して、以前に比べるとちょっと伝わり難くなっていると

思いますね。専門性が高くなって。で、J-PARCでもLHCでも、新聞の記事を読みますとね、たぶん新聞を読んでいる人には解らないだろうと。そういう距離感っていうのは感じますね。

益川：それはね、ダイレクトにそこまで行くことも常に考えておかないかんけれども、僕は何段階かあると思う。高校の理科の先生に分かってもらうとか、大学生に分かってもらうとか、物性の人に分かってもらうとか。だから僕は多方面にアピールすること、同じじゃないよね。物性の先生に分かってもらうには、一般の人に向かってしゃべるのと同じじゃないよね。

まあ、こういうところは物性研究者と協力できるかな。そんなことも含めてきめ細かく対応していかなきゃ。だって額が大きいんだもの。そういう機運は全分野的にあるんじゃないかな。大学を独法化したことによって、まだ総長の周辺だけかわかんないけども。一生懸命な機運はありますよ。

川合：物理の中でも、今まで離れていた分野をまた近づけようっていう機運があると思います。たとえば京大では、21世紀COEもグローバルCOEも物性と素核が一緒にやっています。やってみるとお互い相手の研究していることが分かってきて、だんだん一体感がでてくる気がします。まあ、そうやって近づいた後、また競争があるんだと思いますが。(笑) 昔みたいにわからないまま対立しているという構造ではなくなってきていると思うんですけど。

物理の楽しさと論文

庄司：じゃあもう一つ。先生が好きな論文とか嫌いな論文っていうのはあるんですか？ 良い論文悪い論文とは別に。

益川：うん。物理屋だったらどなたでも、いい論文っていうか、好きな論文と嫌いな論文っていうのは、まずありますよね。やっぱりそれは物理観みたいなものと同じで、むしろ反対で自分にないことを教えてくれたり。

腹が立つ論文もあります。名前を言うと差し障りがある、日本人じゃありません。ちゃかちゃかっとな書いてね。僕にしたら、そんなことは分かってると。でも、はっきり言えないからこの定義を証明しないといかんし、そのために1年かかると。その間にね、ちょこちょこっと書かれると、論文にするときそれを引かなきゃいかん。

後でわかったんだけど、それを避けるのはね、一番最初にレターを書くの。予告編みたいなレターを書いちゃう。で、あとでゆっくり時間をかけてやる。そこ



らへん、Weinberg とかは上手ね。彼はレターしか書かないけれど、脚注をうまく使う。これはこう言えるかもわからないって。そういう技術も習得しなきゃいかんのでしょ。いらんことだけど。

庄司：学生の時に、南部先生の講演を聞いたことがありますて、30 年位前かな。その時にスーパーストリングか SUSY かを嫌いだと仰るんですよ。よく考えると、全部をうまく説明できそうで、やる事がなくなりそうだから嫌いだと。という風に仰った事は、心に残っているんですが、先生もそんな風な「嫌い」とかあるんでしょうか。

益川：おんなじか違うかよく判らないんだけどね。僕は物理をやって面白い部分は、ベートーベンのソナタ 14 番^{†13}によく似てるって言うんだけど。一番最初にこれは面白い問題かもわからん、こうやったら取っつき口が分かるんじゃないかと。そこらへんのね、予感みたいなのはしてくるんですよ。その時は、ひょっとしたら俺は天才じゃないかと思えてくるわけ。ところが、考えていって、これでいけそうになって透明になりだすと、おれはやっぱり普通の人だと。見えてくると、構造が単純に解ってくるわけ、その問題の。そうするともう、論文を書くときには敗戦処理で。論文を書き終ったときなんて一番しゅんとしてて、早いところから去りたいと。

発見の端緒

川合：アイデアのきっかけになる神秘主義みたいなものについてはどうでしょうか。南部先生なんですけど、30 年ほど前の話ですけど、当時オカルトが流行って

たんですね。で、素粒子のほうではインスタントンが流行ってたんですが、南部先生が結構真顔で、このインスタントンというのは、オカルトと関係しているんじゃないかって。(笑) 驚きましたね。もちろん南部先生はしっかりした事しかされない方ですけど。神秘主義みたいなものを元にして、学問を作っていく人は確かにいると思います。だけど、出来るものはちゃんとしたものなんですね。そのへんの事が、前から面白いと思っているんですが。(笑)

益川：いや、日常生活のぼやっとした感覚の中で共存しているのは、それはそれでその人のあれだと思うけど。科学の第一線のギリギリのところをそれを持ち出されると、ちょっと待ってくれと思うね。僕のセンスではね。

だけど科学はね、ぼや一っと、あるいは変なことを言ってもね、合ってくることがあるよね。最終的には違う(正しい)解釈があるんだけど。それは科学という研究の中に非常に奥深いものがあるからで、あんまり表面的なところでゴリゴリ言っちゃいけないよね。いろんな立場の人がいてもいい、くらいの度量がないと進まんと思う。

こんなこと言ってもあんまり役に立たないと思うんだけど、基本的に僕はセンスの問題だと思う。たとえばストリングスセオリーね、60 年代の終りに南部先生が出したんだけど。当時は加速器でレゾナンスがたくさん見つかるもんだから、上のほうはレジエ^{†14}で合わせる、下のほうはレゾナンスの R でやる。で、こうやってくと、中間のところは 2 倍になっちゃうわけ。形は合うんだけど、アンプリチュード

^{†13} ピアノソナタ 14 番は、楽章が進むとテンポが速くなる珍しい構成。13 番と組にして発表され、「幻想曲風ソナタ」という題名がつけられていた。第一楽章は緩やかな 3 連音符を特徴とする、所謂「月光ソナタ」である。

^{†14} 系のスピンは素粒子同士が交換し合う運動量に応じてスピンが変わっていく。このスピン値の変わり方(レジエ軌跡)から、質量以外の条件のそろった素粒子の道筋に実現する素粒子状態を計算できる(レジエ仮説)とする。

が2倍になっちゃうから引けとか、そういう話になっちゃう。それが最終的にはストリングスセオリーに行くわけね。だから、はじめの頃はナンセンスの極みみたいな感じでも、何をやってもよくて、論理的に矛盾してても構わないわけね。発見の端緒は。

その段階で反省に入るわけね、なぜこれでいいとか、おかしいとかね。僕は、飯塚重五郎さんは、現象論屋としてもものすごく優れていたと思う。なぜかというね、クォークが出て、一番最初はs状態を合わせるわけだけど、 $f=2$ も合わせたのかな。その時にポテンシャルで合わせると、ものすごく良く合うわけ。その時彼が思ったのが「合いすぎだ、何故だ」と。で、クォークケアサプレッションみたいなことを発想していくわけ。

川合：OZI^{†15}と呼ばれてるものですね。そんなところから出てるんですか。

益川：飯塚重五郎さんは、ものすごい、いいセンスがあった。だから、実験屋の一番の端緒はね、ちょっと乱暴な言い方をするけど、クレイジーであっても何でも構わない。自然から教えて頂くんだからね。だけど、姿が少し見えた段階ではロジカルにきちんと詰めて、これでいいのかという理性がいるんだと思う。

基本的に新しい現象、非常に理解しにくい現象というのは、理性のほうでは出てこなくて、やっぱり実験のほうから教えてもらうのがいいんだと思うけど。そこから先は理論屋の理性からですよ。

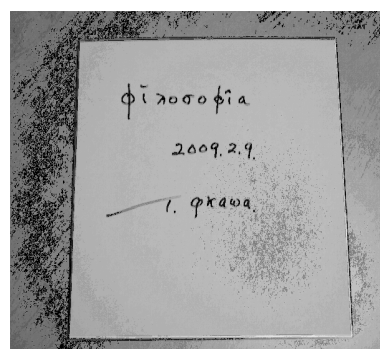
庄司：合いすぎだっていうのは、凄いですね。普通と逆の方向ですよ。

益川：そうそう。あ、あんまりそれを言いすぎるといけなくて、合いすぎだと思って、それはそう考えるより仕方ない場合もありますよね。それは問題として心の隅に置いておくしか仕方がなくて。

庄司：心の隅ですか、やっぱり。いつも置いておいて、ある時引っ掛かって。

益川：そういうのをね、個人的資産としてどれくらい持ってるかってのが、非常に重要なんだけど。解決の端緒が見えてきたときにね、やっぱりそういうものを整理して持ってる人が一番最初に気がつくのね。

ノーベルスピーチでも言ったんだけど、CPの時も、あっ、これは解決する機が来た。その前にCPはなんじゃらほいというね、60年代のFitch・Croninたちの論文^{†16}を読まされて、それがずーっと心のど



っかにあったのね。だからウィークインタラクションに対して、何も論文は書いてないけど、かなり執拗に追っかけてた。そういう財産をどのくらい持っているかって事だと思うね、物理屋の厚みみたいなのは、南部さんはほんとに持ってる。ちょっと盗んできたいくらい。(笑) 先生、ちょっとと。(笑)

岩下：もう少し続けてお話を聞かせていただきたいところですが、予定のお時間を超過してしまいました。今日は本当にありがとうございました。

益川：これ(表紙がイラストの学会誌)、一つもらっていい? ちょっと小林君は年を取って描き過ぎだよ。

庄司：次に小林先生にお会いした時に、岩下編集長からお詫びするという事で。

岩下：いや〜。それは私ではなく、イラストレーターのせいですから。

^{†15} OZI (Okubo-Zweig-Iizuka) rule は Feynman 図で、内部グルーオンラインが分割される反応が抑制される事を言う。

^{†16} 1964 年に Fitch と Cronin が weak interaction による K^0 崩壊の中に CP 対称性の破れを発見。J/ψ に次いで AGS を使った 2 つ目のノーベル賞実験となった。この破れを説明するモデルが小林・益川理論。

^{†17} 色紙の意味は、「知を愛す/2009. 2. 9/益川」である。