

Title	やればできる
Sub Title	
Author	小柴, 昌俊(Koshiba, Masatoshi)
Publisher	慶應義塾大学理工学部
Publication year	2006
Jtitle	人間教育講座：社会を知る自分を知る自分を育てる (2006.) ,p.127- 158
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	"ノーベル物理学賞受賞" 冊子掲載の内容を一部修正したもの
Genre	Book
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001001-20060000-0127

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

やればできる

東京大学特別荣誉教授

ノーベル物理学賞受賞

小柴 昌俊



一九二六年九月十九日、愛知県豊橋市生まれ。物理学者。

神奈川県立第四中学（現横須賀高校）、東京大学を経て、ロチェスター大学大学院修了。

一九八七年、東京大学教授、東海大学理学部教授などを歴任し、一九九七年文化勲章受章。

二〇〇二年、「天体物理学とくに宇宙ニュートリノの検出に対するパイオニア的貢献」によりノーベル物理学賞を受賞。ニュートリノ天文学という新しい学問分野を開拓した。

二〇〇五年、東京大学から特別荣誉教授の終身称号を授与される。

本気になること

みなさん、こんにちは。今日、ここにいる大半は理工学部の学生さんということで、講演などいっつもお話しする三つのトピックスのうち、三番目の物理に関係する部分に少し力を入れて聞いていただければと思っています。

今日は「やればできる」という題で話をしようと思っています。しかし、みなさんもいろいろな人生経験を重ねてきている年頃ですから、「やればできるなんて、世の中はそんなに甘くないよ」と思う方が大部分だと思います。私がここで「やればできる」と言っている意味は、「本気になってやればできる」ということです。ところが、人間というものはなかなか本気になれないものです。大学の理工学部に入ったといっても、これから本当に何をやればいいのか、はつきりとわかっている人はそれほど多くはないと思います。やはり今のうちにいろいろなことを試してみて、自分で「あ！自分はこれをやりたかったんだ！」ということを実感として見つけることが大事なのです。それを見つけさえすれば、本気になろうと思わなくても、本気になれます。そうすれば、できます。

みなさんもやがて大学を卒業して、実際の社会に出ます。そこでは、みなさんがこれまでに慣れていた入学試験の採点、つまり教わったことを理解して、記憶して、それを紙の上に書いて、答案として出すことが上手だという能力だけでは、仕事ができるとは認められません。もうひとつ別のタイプの能力が必要なのです。それは、自分でものごとを見つけて、それをどういうふう料理するかを考え、実行していく力。自分から能動的に働きかけていく力です。授業を受けるときの受動的な能力だけでなく、

能動的な認識能力がどうしても必要になります。

みなさんは、これから世の中に出ていって、いろいろなことに会おうと思います。どうやったらそれが達成できるかというと、もちろん、事柄によって違いますし、同じ事をやるにしてもやる人がちがってくれば、やり方は当然違ってきます。ですから、私が今日、みなさんにお話することは、よくて参考になるだけのことです。ですから、そのつもりで聞いてください。

私の生きてきたこれまでをいろいろと振り返ってみて、どういう話をしたらいいかをいろいろと書き並べてみました。今日、皆さんに聞いていただく話は、小児麻痺という病気からいかに立ち直ってきたかという話と、平成基礎科学財団をどうやって立ち上げて、いかに運営できるようになったか、そしてカミオカンデという実験がどういう困難に出会って、それをどう乗り越えてきたかという話です。

こういうふうに残ったのには理由があります。最初の話は、自分以外の誰の助けも得られない、自分ひとりでやらなくてはならないという種類のことがらです。それに比べて、二番目の、平成基礎科学財団の設立をめぐる話は、自分ひとりがいくらがんばってもだめで、これを達成するためには自分がこれまで会ったことも、話したこともない、何千人、何万人もの人たちの助けがなければできなかったことです。最後の話は、実験の苦勞ですが、これは理工学部の学生諸君がこれからいろいろと会おうことだと思います。

小児麻痺からの立ち直り

さて、この八〇歳のじいさんにも若いころがありました。これは小学校六年生の時で、県立中学校の試験に受かって得意になって撮った写真です。

この半年後、中学一年生の二期期の十月のある朝、起きようと思ったたら起き上がれなかったのです。寝汗をびっしょりとかいていて、「あれ」と思って、起きようとしたけれど、両手両足が麻痺してしまっていて、全然動かなくなっている。からだをよじって、寝返りを打つようなことしかできない。声は出ましたから、「おれはいつたいどうなってしまったんだ」と自分に言ってみたものの、どうしようもないわけです。私はその当時、おじさんの家に下宿して、二階に寝ていました。おばさんが下から「昌俊ちゃん、どうしたの？ 早く降りてこないと学校に



横須賀中学に合格時

遅れるわよ！」と叫んだので、「起きられないんだよ」と答えたんですね。するとおばさんが「なにをバカなことを言っているの！」と言いながら、二階に上がってきたところ、私がおがいているようすを見てびっくり。驚いたけれど、おばさんだっでどうしようもないですよ。今はもうない、小児麻痺という伝染病だったわけです。その晩にまた熱が上がって、四十度を超し

たので、近所のお医者さん呼んできて診てもらったら、「これはジフテリアですよ。すぐに病院に連れて行かなくては」ということで、横須賀市民病院の隔離病棟にすぐにかつきこまれました。

二週間ほど、そこで治療を受けましたが、その間、市民病院のいろいろな科の先生が私を見に来ました。「ははあ、これが小児麻痺というのですか」と言いながら、私をさわったり、聴診器を当てたりする。でも、誰も治療方法はわからないわけですよ。結局何の治療も受けないまま。二週間たったところで、家に帰されました。でも、家に帰されても、おじさんにしてもおばさんにしてもどうしていいかわかりません。しかたがないので、二階の小さな小部屋に寝床を敷いて、私をずっと寝かせておくことにしました。

私は一日中そこで寝ているわけです。ご飯は、小さな四角い猫足膳に載せて運んで、置いていつてくれました。誰も見ていませんから、恥ずかしいと気にすることもありません。野良猫みたいに、口をのばしてご飯を食べていました。

それはいいのですが、どうしても嫌で嫌で耐えられなかったことがひとつだけありました。それはなにかというと、お風呂です。お風呂は一階にあるので、お風呂に入るためには梯子段を降りていかななくてはいけません。ところが私は梯子段を降りていけません。そこでおばさんが、手伝いに来ていた二十歳ぐらいの女の人に、私をおぶって下まで降りて、風呂場で裸にして洗って、また服を着せて、二階までおぶって上がるように、と言いつけたわけです。これがもしも産みの母親だったらどうでしょう。私の産みの母親は私が三歳の時に結核で他界しました。産みの母親がその時にまだ生きていて、私がそんなたいへんな病気にかかったと聞いたなら、すぐに飛んできて、食事にしても、お風呂にしても、つきっ

きりで世話してくれたらうと思います。それなら、中学一年になったばかりの私は赤ん坊のように母親にすっかり甘えてしまつて、今でもおそらく車いすに乗っていたかもしれません。ところが母親でなく、よく知らない若い女の人に、十三歳になったばかりの私がおぶわれて、裸にされて、風呂に入られる。これは僕としては耐えきれないつらいことでした。なんとしてでもこれは嫌だと思った。それを逃れるには、ひとりで下へ降りられるようにしなくてはいいわけです。

なんとしてもからだを動かせるようになりたいと、一日中放っておかれるのを幸いに、いろいろなへんなかつこうや動きをいろいろとしてみました。三週間もそういうことをやっていたら、両足と左腕は少しずつ動くようになったのです。ところが右腕だけは麻痺がひどかつたらしくて、全然よくありません。右腕は未だに麻痺していて、上には上げられないのです。ともかく、左腕と両足は少し使えるようになったので、誰もいないところを見計らつて、階段のところまで行つて、ちようど猫が階段を上るように四つん這いで一段ずつ上がつたり降りたりを練習しました。そうしたらね、それができるようになったのです。そうなればもうしめたもので、その若い女の人の世話にならずに、自分で風呂に行けるようになりました。

それはよかつたけれど、子どもながらに考えました。「こんなからだになつちやつて、学校ももう何週間も休んでしまつてゐる。このままじゃあ、二年に進級できないなあ。それどころか退学になるかもしれない。こんなからだで、中学も出てなかつたら、どうなるのだろう」。こう思つたら、「これはなんとしても中学は出なくてはいけない」と思つたわけです。

病気になる前には、おじさんの家から中学までバスで通学していました。片道四キロあるのです。今

とちがつて、ノンステップバスのような親切なものはありません。当時の段差の高いバスのステップを二段、私のひよろひよろの足で上がることはできませんから、歩いていくことにしました。片道四キロを歩いて通学するのは、当時それほど珍しいことではありませんでした。たくさんいたのです。ただ、私のひよろひよろの足で四キロ歩くとなると、二時間以上はたつぷりかかりました。他の生徒よりも一時間以上も早く家を出て、のたりのたりと歩いて通ったわけです。

なにもない時は案外とのんびりして、いいものです。一度だけ、途中のいなか道でつまずいてころんじやった。こうなると、惨めですね。そのときの私のからだの状態では、ころんでしまうと、自分一人では起き上がれない。人通りの少ないいなか道ですから、誰も通りません。ひっくり返ったまま、青空を眺めて、「おれはいつたい、これからどうなっちゃうんだろうな」と悲しくなりました。するとしばらくして、知らないおじさんが通りかかって、「どうしたんだ」と言いながら起こしてくれて、「しつかりやれよ」とお尻をぽんとたたいてくれました。そこで、元氣を取り戻して、またえっちらおっちらと学校まで行きました。

こんなえっちらおっちら通学を三カ月も続けたら、両足と左腕は普通の人と同じくらいに使えるようになりました。これが小児麻痺からの立ち直りの話です。

平成基礎科学財団を立ち上げる

次は、自分ひとりではどうしようもない、他の多くの方々の応援を得られなければだめだという仕事

です。

平成基礎科学財団を作らなければだめだと感じたのは、二〇〇二年の秋のことです。そのころ、新聞やテレビで国立大学を独立法人にすることについての議論が盛んに行われていました。私自身も、国立大学が独立法人になること自体に反対する気はありませんでした。それは、独立法人化することによって、これまでの国立大学ではできなかったような、いいことができるようになる可能性が生まれると思ったからです。たとえば外国人の優秀な人を教授に雇うことは、従来の国立大学では法律上できません。しかし独立法人になれば、それができるようになる可能性があります。だから反対はしませんでした。

ただ、気になったのは、みなさんもすぐにピンと来るでしょうが、独立法人になると、すぐに独立採算ということが前面に押し出されてくるだろうということです。そうすると、大学の中には、工学部や薬学部のように、産業と連携してきたし、これからも連携していける学部がありますが、一方で文学部や私がいた理学部のように、そういうことをやってきていないし、これからもやっていく当てがないという学部もあって、そういう学部は、独立採算というのと、どうしても日陰の身になってしまいます。私が最も心配したのは、日本の若い人たちが、そういう日陰の身になった理学部に入って勉強しようという気になるかどうかということでした。「いや。理学部がやっている基礎科学にはこういうすばらしいところがある」ということを、少しでも日本の若い人に知ってもらいたい。そんなつもりで平成基礎科学財団を作る気になったわけです。

そうしたら、私の友だちには日銀の総裁をしたことのある人など、財政や金融の専門家がたくさんいるのですが、そういう連中がよってたかってこう言いました。「おい、小柴、おまえ、今がどういう時

代かわかっているのか？　ここ何年か、日本は超低金利の時代が続いて、何十億の基本財産をもっている財団が、その基本財産の年間の利息で、事業費が出せなくてあつぱあつぱしているんだぞ。つぶれた財団もあるぞ。その時期に、おまえはよりによって、基礎科学を看板にして財団を作ろうと言ったって、基礎科学は産業に利益をもたらすようなものではないわけだから、どんな産業もまとまった金を寄付するわけがないだろう。たとえ奇特な人がいて、何億円を寄付してくれたとしても、その年間の利息で事業なんかやっていけるわけがないだろう。バカなことを考えるな」私だつてバカじゃないですからね、そのくらいのことはわかります。わかるけれど、なんとしてでもこれを作りたいと思ったわけです。

そうなると、私はとことん考えます。どうしたら、今のこの難しい時代に平成基礎科学財団を作れるのか。先ほども言ったように、これは多くの方の応援を得ないとどうしようもない問題です。では、そういう多くの方々に「応援してあげよう」という気になつてもらうためには、どういうことがらを整えなければならぬのかということを一生涯懸命考えました。

第一に頭に浮かんだのが、それを言い出している首謀者は今までどういうことをやってきたのか。言い出した人の前歴が判断の基準になるだろうと思ひました。ですが、自分の過去を変えるわけにはいきません。ですから、その次にはなんだろうと考えました。思つたのは、その当人がかけ声だけをかけていて、自分は何もしないのではないのかということです。自分の財布は固く締めて、人の懐だけを狙っているのではないのか。こういうことを感じました。

さらに財団を作ることにいろいろと調べてみました。今は少し変わったようですが、当時の規則では、財団を作るためには一億円の基本財産が必要でした。ところが私は大学教授を定年になって何

年もたっています。家内とふたり、年金だけでもうぎりぎりの生活でした。それ以外に預金があったのは、その二年前にイスラエルのウルフ賞をもらったのですが、その賞金五〇〇万円を定期預金に入れてあった。でもいくらなんでも、一億円に対して五〇〇万円ではどうしようもない。悲しい思いをしていたところ、運がよいことにその年の十二月にストックホルムに呼ばれて、ノーベル賞をもらいました。副賞が三千五百万円あったんですね。その前の五〇〇万円と合わせると、四〇〇〇万円。一億円のうちの四〇〇〇万円というと、まだ半分もいかなければ、無視するほどの金額でもありません。そこで、早速、その四〇〇〇万円を寄付しました。そうしたところ、娘が怒って私のところにやってきて、「お父さんはそれで気分がいいかもしれないけれど、お父さんが死んだ後、お母さんの老後をどうするの?」と、とつちめられましたけれど……。

ところが四〇〇〇万円では財団の新設申請はできません。残りの六〇〇〇万円をどうしよう。そこで思い出したのが、私の仕事のうえで相棒ともいえる、今日の三番目の話題のカミオカンデに大きく関わっている「浜松ホトニクス」という会社の社長・晝馬さんです。この人に浜松まで会いに行きました。「おれみたいな貧乏人が四〇〇〇万円出したんだから、あなたも六〇〇〇万円出してよ」と頼んだところ、「わかりました」と快諾してくれて、翌日には六〇〇〇万円を振り込んでくれました。それで一億円できたので、早速、財団新設を申請しました。

ところが、この低金利の時代に一億円の定期預金を作ったって、一年間の利息ってほんのちよつとです。財団の事務所を借りる家賃にもなりません。そうすると、事業費や運営費は別に作らなければいけないと思って、財団に賛助会というものを作りました。みんなに応援してくれと言いながら、自分な

にもしないのでは迫力がないと思い、私も出したのですが、すでに出せるお金は全部出してしまつて、もう残りがありません。そこで、何冊かある私の著書の印税を自動的にその賛助会に入るようにしました。それだけでは足りないの、弟にも頼みました。「おまえな、おれの弟に生まれたのが因果だと思つて、おまえの会社も賛助会員になつて、年間一〇〇万円出してくれ」と言つたところ、「わかつた」と出してくれました。さらに女房の兄弟にも頼みました。私自身は慶應義塾大学とご縁がなかつたのですが、女房は五人兄弟で、四人が慶應を出ています。義弟が慶應の医学部を出ていて、今は大きな病院を開いています。この義弟に「年間一〇〇万円の賛助会員になつてくれ」と頼んだところ、やはり快諾してくれました。

先ほども話したように、基礎科学から利益を受ける産業界はありません。だから頼めません。私は、先輩でもあるトヨタ自動車名誉会長の豊田章一郎さんに財団の評議委員に入ってもらいましたが、その豊田さんに、トヨタ自動車からお金を出してくれと頼んだことは一度もないし、豊田さんも頼まれないのにお金を出す人ではないから、一円も入っていません。

そこで私が考えてやったことは、「おじいちゃんも赤ちゃんも、日本国民のみなさん、この国の基礎科学のために、年に一円応援してください」というキャンペーンです。そうしたところ、ありがたいことに、県や市、区などいろいろな自治体が賛助会員になつてくださつて、自分のところの住民の数だけの円を払ってくださいました。そうした賛助会員がだんだんと増えてきました。

そればかりではなく、たいへんありがたいことに、天皇陛下と皇后陛下も応援してくださいました。この国で天皇陛下と皇后陛下が応援してくださると、それは実に強力な応援になります。たとえば、

二〇〇三年の七月に、両陛下がカミオカンデに実験をご視察にいらっしゃいました。私が両陛下に実験について説明申し上げているところがNHKで放送されたところ、神岡鉱山をもっている親会社・三井鉱山の社長さんがそれを見ていて、たいへん喜んだ。「両陛下がうちの会社の神岡鉱山地下一〇〇〇メートルまでおいでくださった。あの説明している先生の財団に行つて、寄付してこい」と言いつけたのです。二日ぐらいたつたら、取締役の方が二人みえて、「会長の申しつけで五〇〇〇万円寄付させていただきます」とおっしゃいました。こんなふうに実に効き目があらたかなのです。

私はその説明の際に、両陛下に、国民ひとりひとりに年に一円の応援をお願いしていることを申し上げました。すると、それから二カ月半たつたときに両陛下が御下賜金をくださいました。平成一六年年分として、二人分で金二円。日本国憲法は両陛下を日本国の象徴と位置づけているでしょうか。日本国の象徴であるおふたりが平成一六年度分として二円出してくださいました。さらに、平成一七年度以降一〇年年分の前渡しとして二〇万円くださいました。このことは、宮内庁から「このことが広まると、たくさんある財団から『うちにも』と言ってくるので、大々的に宣伝してもらっては困ります」と口止めされたのですが、口コミで広まってしまつて、自治体の賛助会に入る方もだんだんと増えてきました。

さらに、この様子を見て、東京大学の総長が「うちも入つてあげましょう」と言ってくれたので、「東京大学の職員にも、教員や学生にも、じいさん、ばあさん、赤ちゃんは誰もいないでしょう? しかもみんなが自分を知識人だと思っているでしょう? そういう人たちの集まりは年に一円と言わずに、年に十円出してくださいよ」と言つたところ、「わかった」と、年に十円の会に入ってくれました。

この財団はいろいろなことをやっています。主にやっていることは、高校生向けの「楽しむ科学教室」

です。NHKが録画したものを、財団がDVDにして、全国の高校に無料で配っています。詳しいことは平成基礎科学財団のホームページ (<http://www.hfbs.or.jp/>) をご覧下さい。

カミオカンデ

さて、理工系のみなさん。カミオカンデという実験の話をしてしましょう。カミオカンデは神岡鉱山にあります。この神岡は岐阜県の北の端、富山県との境に近いところにある小さな町です。昔から鉱山がある鉱山町です。この鉱山の地下一〇〇〇メートルの場所に、カミオカンデという実験装置を組んだのです。なぜそんなことをやったのか、簡単にお話ししましょう。

最初に言いましたが、人間が本気になるためには、自分で、実感として「ああ、これはやりがいがある！」と感じるものを見つけないければ、なかなか本気になれないものだと思っています。私はこのカミオカンデの実験を計画する十数年前からドイツで国際共同研究を始めて、それが非常にうまくいっています。これは、電子とその反粒子である陽電子をお互いにバチンとぶつけて、どういことが起こるかという実験です。私の、ドクターの二年生になったぐらいの学生は、もう準備ができていますから、ドイツに送っても実験の手伝いができますし、当人もその実験の結果から学位論文を書くこともできます。ところが、マスターの学生や学部で学生はそういうところにと送ると、誰かが彼らのめんどろをみなければなりません。実験の足を引っ張ることになります。じゃあ、そういう学部やマスターの学生は放っておいていいかというと、そうではありません。彼らが基礎科学に対して本当にやりがいがあると感じ

なければ、日本の基礎科学はつぶれてしまいます。また、彼らを外国に送る費用ありませんし、なんとかして日本の国内にそういうものを感じられるような装置を作らなければいけないと思っていたわけです。

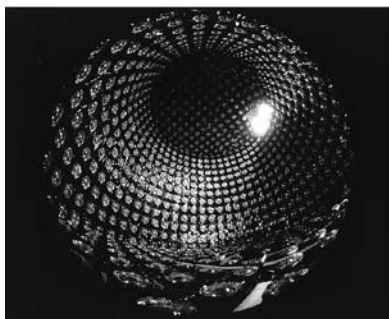
そうしたところ、ちょうど世界的に有名な理論物理学者が新しい理論を提案しました。その理論が本当だとすると、これまでみんなが信じていた「物質は永遠に安定で、なくなることはない」「原子は死ぬことがない」という理論は間違っていて、「ある寿命で水素原子がぱっと光になって、なくなってしまう」という現象が起こる。世界中の学者が驚愕しました。「それが本当なら自分が見つけてやろう!」と、いくつかな実験が計画されました。カミオカンデはそのことを探すために、日本で計画した実験です。ただ、私が気にかかっていたことがあります。水素原子が光になって消える過程を、ちゃんと確実に、しかも最も安上がりにつかまえるための方法としては、水をたくさんためて、そのまわりに光をつかまえるセンサーを配置して、水の中から出てくる光をつかまえればいいという案を、私は立てました。文部省がそれを認めてくれて、穴を掘るお金も含めて四億円近いお金を約束してくれた。それ自体はよかったのですが、私自身はちょっと気になっていたのです。陽子が本当に壊れるかどうか。壊れるとするとそれをつかまえたいとしたことですが、理論がどれだけ信用できるかどうかともわかりません。いわば国民の税金で宝くじを買うようなものです。私は国民の税金を使うことにとても神経質になっていました。

その二カ月ぐらい後にアメリカからあるニュースが伝わってきました。いい方法というのは、どうやらどこの国でも、他の人でも思いつくらしくて、カミオカンデとまったく同じ方法で陽子崩壊を探そう

という実験が進んでいるそうです。それがIMBです。Iというのはカリフォルニア大学アーバイン校、Mというのはミシガン大学、Bというのはブルックヘブン国立研究所。この三つが連合して、まさにカミオカンデと同じように、たくさん水を地下にためて、光をつかまえるセンサーでそのまわりを取り囲むという実験を行うというのです。センサーのひとつひとつの大きさと、それを配置する密度もカミオカンデと同じです。

このニュースを聞いたときに私は愕然としました。というのは、このIMBという計画は、たくわえる水の量にしても日本のカミオカンデの数倍、研究費にしても十倍ぐらい、という規模のものです。水素原子の崩壊が起こったとしたら、ためている水の多いアメリカの実験のほうが五つ、六つと見つけた後で、カミオカンデのほうで「うちでもひとつ見つけました……」ということになりかねない。これでは情けないだけでしょう？ そんな二流の後追い実験をするために国民の税金を使ってもいいのか。私は本当に考えて、考え抜きました。

だからといって、文部省に行つて「アメリカの実験の規模はこんなに大きいので、うちのほうにももっと予算をつけてください」と言つたとしても、そんな要求が通るはずがありません。使う予定だつた一〇〇〇本のセンサーの玉の数は増やすわけにはいきません。残つただひとつの可能性は何か。ひとつひとつの玉の感度を桁ちがいによくして、アメリカが図体で来るなら、こちらは感度で勝負することになりました。世界最大の直径十二センチの玉のかわりに、面積でその十六倍になるような直径五センチの玉を新しく開発しようと思つたわけです。それで、当時おつきあいのあつた今の浜松ホトニクス（当時…浜松テレビ）に開発をお願いしました。



カミオカンデ
(提供：東京大学宇宙線研究所)

写真はカミオカンデの三〇〇〇トンの水を入れた、円筒形の内側を魚眼レンズで撮ったものです。周囲にぼつんと黄色くついているのが、光をつかまえる光電子増倍管です。これが新しく開発した直径五〇センチの大きな玉です。この玉がうまくできたので、結局、超新星ニュートリノもつかまえられましたし、太陽ニュートリノも観測でき、さらにはまったく新しい現象のニュートリノ振動も発見できたわけです。

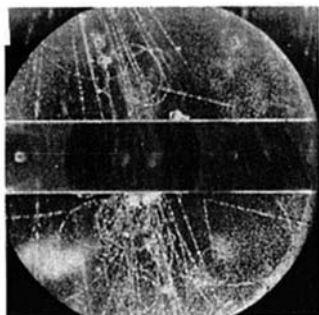
小さなものを観測する

理工系の大部分の学生は、大きいほうのことを観測するにはどうしたらいいかということとは、だいたい知っています。望遠鏡を使えばいい。ところが小さいほうのことを調べようとしたら、どうしたらいいのか。これを知っている人はあまりいません。虫眼鏡や顕微鏡を使ってもせいぜいアミューバぐらいしか見られません。電子顕微鏡や、あるいは最近開発された接触型の電子顕微鏡を使っても、原子の構造を見ることはできません。それよりもさらに小さな素粒子をどうやって観測するか。これを知っている

人はあまりいいのです。

でも、ここで例えを挙げましょう。天気の良い日に空を見上げたとき、青空に飛行機雲ができているのを見たことがあるでしょう？ 飛行機雲を見ると、高い空を飛んでいるジェット機そのものは見えなくても、ジェット機が今、あそこにおいて、どっちの方向に向かって、時速何キロで飛んでいるのか、すべてわかります。素粒子を観測するのもそれとまったく同じやり方を使います。そのためには、どういふときに飛行機雲ができて、どういうときにはできないかをちゃんと知らなければいけません。調べてみると、飽和水蒸気圧よりも水蒸気がたくさん含まれている、きれいな空気という特別な条件の空気の中を飛行機が通ると、排気ガスの中のホコリが種になって、水蒸気がそれに凝縮して水滴になり、それが太陽に照らされて飛行機雲になるわけです。

「なにを言っているのですか。ジェット機ならホコリという種をまけるけれど、それよりもっと小さい素粒子が飛んで、ホコリが作れるのか？」とおっしゃる方もいるかもしれません。ごもっともです。素粒子が物質のなかを通り抜けた後に残すのはホコリではなく、イオンです。みなさん、物質はすべて原子からできていることをご存じだと思います。原子というのは、芯にプラスの電子をもった原子核があって、そのまわりをプラスの電気を打ち消すだけの数の電子が取り巻いているわけです。これが原子でしょう？ そういうものからできている物質の中を、電気をもった粒子がびゅーっと通り抜けると、プラスの電気をもった粒子だったら、マイナスの電気をもった電子をぐっと引っ張るでしょう？ マイナスの電気をもった電子だったら反発力ではじくでしょう？ ですから、プラスにしる、マイナスにしる、電気をもった素粒子が物質の中を通ると、その通り道に沿って、電子がぼつん、ぼつんとはじき飛



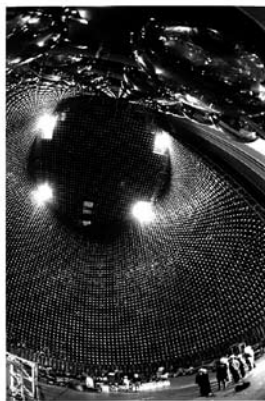
霧箱

(Cloud Chamber photographs of the Cosmic Radiation, Academic Press Inc., p102 より)

ばされるのです。残ったものはなにかというと、もともと中性だった原子が、電子をひとつはじき飛ばされて、プラスの電気がひとつ残ったイオンというものになる。その通り道にそってできたイオンが、種になって、水蒸気を集めて水滴になる。

たとえば、それを利用したのが霧箱というものです。白い線が連なっているのが、電気をもった素粒子が作った飛行機雲です。これを解析することによって、素粒子のふるまいがわかる。水滴にしないで、不安定状態の原子核乾板の中を、電気をもった素粒子が通ると、その残したイオンを種にして、そこに銀が集まります。そして現像を定着させると、銀の小さな粒が黒い点になってぶつぶつと見えます。

極板の間に高い電圧をかけると、普通はちゃんと放電しますが、その極板の間に入るガスをホコリが入らないようにきれいにしておく、高い電圧をかけてもなかなか放電しません。きっかけがないからそこに電気をもった粒子が通ると、通った後にイオンが連なった筋道ができる。その場所だけ小さな放電が起きて、光るのです。この測定器を発明したのは名古屋大学の日本人学者です。



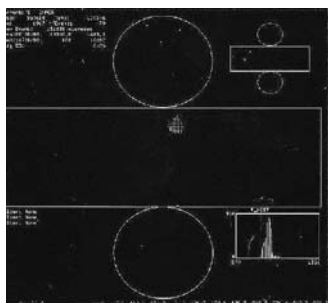
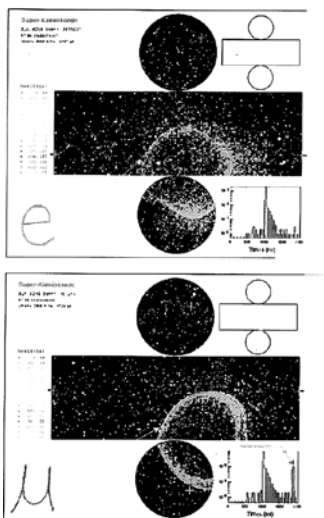
スーパーカミオカンデ
(提供：東京大学宇宙線研究所)

スーパーカミオカンデ

先ほどお話したように、カミオカンデという実験は、超新星ニュートリノを捕まえ、ニュートリノ振動も発見したというので、文部省は喜んで、その次の、もっと大きな、一〇〇億円もかかるスーパーカミオカンデにお金を出してくれました。これは三〇〇〇トンどころか五万トンの水をためて、一〇〇〇本どころか一万一二〇〇本の玉を備えた装置です。写真は中を切り開いて、内部が見えるようにしたものです。

赤いひとつひとつが光電子増倍管です。赤いのは光がたくさん届いたもの。白いのは、光がそれほどこなかったものです。

次のデータは、大気の中で作られたミュー粒子という電気をもった粒子が地下一〇〇〇メートルまで潜ってきて、スーパーカミオカンデの水の中に飛び込んだというデータです。それから一億分の五秒たったとき、そういう電気をもった粒子が水の中を走ると、チェレンコフ光という特別の光が出ます。この光は、普通の光のように四方八方には広がらないで、それを作った粒子の進路を軸にして円錐形に出ってきます。この光が出るためには、最初の電気をもった粒子が、水の中の光よりも早い速度で水中を動かなければなりません。でなければ、このチェレンコフ光は出ないのです。だから、さらに一億分の五秒たったときの写真を見ると、チェレンコフ光はある程度のところまでしか届いてないけれど、それを作っ



上：ミュー粒子のデータ

左：チェレンコフ光

た親のミュー粒子はすでに底を突き抜けて、出口のところの玉を赤く光らせています。さらに一億分の五秒というように、チェレンコフ光を使って、電気をもった粒子のふるまいをまるでスローモーションピクチャーを見るかのように観測できるのです。

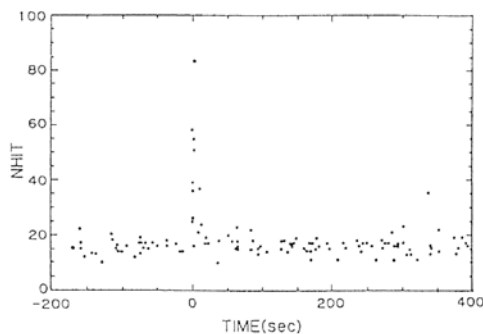
そればかりでなく、次の写真のふたつのチェレンコフ光のようすを見てみると、上のほうはぼけているでしょう？ 下のほうはぼけないで、くっきりと写っています。これは作った粒子が、上のほうは質量の軽い電子、下のほうは質量の重いミュー粒子なのです。ですから、ぼけ方の違いを測定すると、それを作った粒子が重い粒子なのか、あるいは軽い粒子なのかも測定できます。

ニュートリノ振動は量子力学を使わなくてはいけないので、理工学部の学生でもまだちょっと難しいかもしれません。どういふことかというところ、ニュートリノには三種類あることがわかっているのですが、その中のひとつの種類のニュートリノ

が作られたとします。それが飛んでいる間に自然に他の種類のニュートリノに移り変わる。これがニュートリノ振動という現象です。これは日本で初めて発見された現象です。

たくさんある素粒子の中で、ただニュートリノ族だけが電氣をもたないのです。電氣をもった粒子は先ほど言ったような方法で観測できます。電氣をもった素粒子は物質の中を通ると、どんどんエネルギーをとられていつて、すぐにとまったりするのです。だから透過力が弱いのです。だけど、ニュートリノは電氣をもたないから、ものすごく透過力が強い。地球だつてすいすい通り抜けちゃうし、太陽だつてすいすい通り抜けることができます。ここにいるあなた方のひとりひとりの頭に、一秒間におよそ一〇〇〇億個のニュートリノが太陽から降り注いでいるのです。でも、誰も痛いとも、かゆいとも感じない。それは何もしないで、すつと通り抜けるだけからです。そんなになにもしないニュートリノをどうやって観測するのかという話ですが、それは、ニュートリノさんにニュートリノのもっている相互作用で、電子や陽子のように電氣をもった粒子にこつんとぶつかつて、電氣をもった粒子を動かす。たとえば、ニュートリノがやつてきて、水の中の電子にこつんと当たる。その電子が走り出すと、「ニュートリノが今ここに届いて、こちらから来て、この電子のエネルギーがこれだけだつたから、できたニュートリノのエネルギー分布はどうだつたか」ということがわかるわけです。

ところが、あなたの方の頭に一〇〇〇億個も降り注いでくるような、そんなにたくさん太陽ニュートリノでも、カミオカンデの中心部の水一〇〇〇トンの中にある大量の電子を的にしても、一週間に一、二発ぐらいしかこつんとたたいてはくれないのです。地下一〇〇〇メートルの水にはまわりの岩からいろいろな放射性元素が降り注いで、そういうものもみんな電子をこつんとたたきかけです。そういう雑音

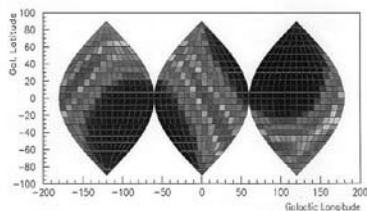
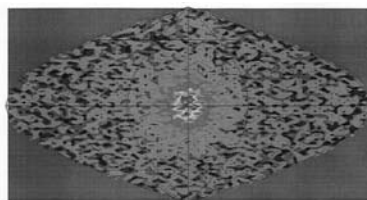


カミオカンデによる超新星爆発のデータ

がたくさんあるから、その雑音をなんとか減らさなくてはということで一生懸命努力して、静かにできたのが、一九八七年一月一日です。

「さあ、これから太陽ニュートリノのデータが取れるな」といつて取り始めたら、運のいいことに、二カ月もたたないうちに、南の空に超新星が爆発した。「そのときに飛び出したはずのニュートリノが、おまえのところのカミオカンデで見つかってないか？」と、ほうほうから電話がかかってきました。図がそのときのデータです。大マゼラン星雲の星が大爆発をした。その引き金の時に飛び出したエネルギーの大きいニュートリノ事象が、十秒間に十一発、これは人類初めての観測だったので、世界中のマスコミが大騒ぎしました。それから三年ぐらいデータをとり続けて、確かに太陽の方向からニュートリノが来ているなということが見られたわけです。

スーパーカミオカンデになると、イベントの数も多くなるし、感度も倍にしたので、太陽ニュートリノも写真のようにこんなにきれいに見えています。エネルギー分布の比較も図のように鮮度よく比較できるようになりました。今、ありがたいことに、神岡では三代目の実験のカムランドというのが活躍しています。昨年世界中を驚かせるような大発見をしました。ここに来て研究を行っている研究者も、日



スーパーカミオカンデによる
上：太陽ニュートリノの写真
下：エネルギー分布図

本人よりも外国人のほうが多いほどで、今では、神岡は世界のニュートリノ研究の聖地とまで言われています。

（本文資料提供…小柴昌俊）

質疑応答

Q1 学生A（理工学部二年生） 私の印象では、今日のお話では、日本での基礎研究、そのための財団の設立というように、日本という^レ国が強調されているように感じました。国としての研究ももちろん大切ですが、特にこうした利益にすぐにはつながらない基礎科学の分野では、国際的な研究や協力

がとても大切なのではないかと、私自身は考えております。小柴先生はこの点についてどうお考えでしょうか。

A あなたのおっしゃることに私は私もまったく同感です。たとえば、二〇〇六年に中国にも韓国にもシンガポールにも行きました。それぞれの国で、先方のアカデミーの副総裁などの人たちとお会いして、「二十世紀の基礎科学の担い手は残念ながらアメリカとヨーロッパだったけれど、二十一世紀はなんとしてでもアジアの若い人たちがリードするような世紀にしようではありませんか」と、相談をしてきたところです。

Q 財団としては、そうした国際的な研究はなさっていないのでしょうか。

A 先ほども言いましたが、平成基礎科学財団の基本財産は一億円で、賛助会で応援してくれる方ほとんど増えてきていますが、「楽しむ科学教室」を月に一度やったり、科学教育の先生を年に一度表彰したりするくらいで、今のところは力がいっぱいです。まだ国際的な分野にまで手を伸ばすところまでには成長していません。

Q 今後のご活躍にご期待しています。

A ありがとうございます。

Q2 学生B（理工学部四年生） 物理学というのはとても幅広いと思うのですが、先生が最終的に素

粒子を専門になさった理由は何なのでしょう。

A 素粒子をやった理由ですか……。この話をしましょう。

先ほど、自分でいろいろなことを試してみても、「これが自分のやりたいことだ」というものを見つけないことが大事だという話をしましたね。私の場合は、物理学科を卒業するところになっても、物理を一生の仕事にしようという気になれなかったのです。それでどうしたかというと、結局、もう少し考えてみなくてはいけないと思って、大学院に入ることにしました。そのころありがたいことに、東大の大学院の物理学科には入試がなかったのです。人のよさそうな先生をつかまえて「先生の研究室に入れてください」と言っても、先生が「いい」と言ってくれば、それで大学院に入れたわけです。その手を使って、山之内先生という理論の先生の研究室に入りました。理論の研究室に入って、先輩二人に指導してもらって、理論の論文をひとつだけ書きました。一週間ぐらいかかって一生懸命計算してもっていくと、先輩に「ちがう!」とつきかえされる。それを何回も繰り返して、論文ができあがって、湯川奨学金をもらえたのですが、そのことから、「おれはどうも理論には能力がないな」ということを痛感させられました。

大学院の二年のときに、世話してくれた先輩のうちのひとりが「小柴はやっぱり理論じゃやっていけなさそうだ」と思ったのでしょうか、「小柴君、最近イギリスで発明された感度のいい電子核乾板が日本でも使えるようになった。それを使って宇宙線の中の素粒子を実験してみませんか」と誘ってくれたのです。私はどういふことかわかりませんから、「とにかくやってみましょう」と言っても、わからないなりに手探りでやりました。ガラスの上に乳剤を塗って乾かして、黒い紙で巻いて、宇宙線がたくさん当たるように富士山の頂上にもって行って置いて、取ってきて、現像を定着させて、乾かして、顕微鏡でそれを見るわけです。すると、講義で聞いた宇宙線で見つかったパイ中間子が止まってミュー粒子に崩壊して、また止まって電子に崩壊しているのを、みんな自分で追いかけて行って、ぼちぼちを自分で

数えたり、測定して、何の粒子がどれだけのエネルギーでこういうことをやっているのか、自分で押さえることができるのです。それを自分で実感として感じたら、「これならおれにもやれる！」と思ったのです。それ以来、私は素粒子の実験をやっているわけです。

Q3 学生C (理工学部二年生)

先生はたいいてい物理に関する質問に答えていらつしやると思うので、趣向を変えて質問したいと思います。先生はとても多趣味で、なかでも音楽がとても好きだとうかがったのですが、先生にとって音楽とはどういうものですか？

A あなたの方が意識しているかどうかはわかりませんが、科学という分野の認識方法というのはどういうことかという、認識している主体と認識されている客体をはっきりと分けて観測するのです。それだからこそ、あるひとりの人がやった実験結果が人類の共通の知的財産になりうるわけです。ところが、宗教で悟りを開いたということなら、その個人が、その人にとっての神と距離をおいて、いろいろと研究した結果、悟りを開くというわけではありません。なにか直接に神と合体して悟りを開くわけです。音楽評論家のように音楽を学問として研究する人はちがいますが、音楽を聞くというのは、対位法でできているなど思いながら聞くのではなく、「ああ、いいな」と思っただけで、科学の認識の仕方と音楽の認識のしかたはまったく違うのですね。

Q4 学生D (商学部二年生)

先生は、先ほど、カミオカンデと海外の実験施設の差別化をするため

に死ぬほど考えたとおっしゃっていましたが、どういうふうに関決策を考えていかれたのでしょうか？
A 私としてはそのときは絶体絶命だったわけです。使えるお金は決められていて、しかもこのままでいけば負けるに決まっているという戦い。それからどうやって抜け出ればいいのかと一生懸命考え抜いた挙げ句、こうすればということに到達したアイデアが、大きくて感度のいい玉を作ろうということでした。私はなにかひとつのことを考え始めたら、とにかく夢中になってしまふのです。もうほかのことは気にならなくなる。とにかく考えて、考えて、考え抜いた、としか言いようがないですね。

Q5 学生E (理工学部二年生) 先生は大学の学部時代にはどのような学生でしたか？

A 申し訳ないけれど、私は大学の授業には週に一日半ぐらいしかでなかったのです。だけど、決して勉強が嫌いだったわけではありません。僕のうちは親父が軍人だった。だから戦争に負けたことで収入がなくなってしまったわけです。そうすると、両親と姉と私と弟2人が飯を食っていくのはたいへんなのです。どうやったかという、姉と私がいろいろな仕事をやってお金を稼ぎました。波止場で労働したこともありますよ。

Q6 学生F (理工学部三年生) 平成基礎科学財団でお金を使ったとしても、ほかの会社や団体にとっては直接的な営利につながってこないと思いますが、そういう人たちにお金を出してもらえよう説得するときはどういうふうに言っていますか？

A 私は利益をネタにしてお金を寄付してほしいというやり方は一切していません。たとえば先ほど、ト

ヨタにお金を出してほしいと言ったことがないと言いましたが、トヨタの従業員組合から講演をしてくれと言ってくれば、喜んで行きますよ。だから、そうだなあ、基礎科学というのは何かの産業に有益な結果なんか出せないのです。結果はなにかというと、世界人類共通の知的財産をちよびと増やすというだけです。それを達成した国の国民が「自分の国の人がそういうことをやったんだ」と思っ、ちよびり気分がよくなる……そのくらいのことです。だから、私は国民ひとりひとりがちよびりいい気分になるために、年に一円応援してくださいよというキャンペーンをやっているわけです。私自身、どこかの会社に行っ「こういうことで寄付してください」と言っことはなし、これからも言っつもりはありません。

Q7 学生G (理工学部一年生) 小柴先生はアメリカの大学院を卒業されてから、しばらくはアメリカにいらっしやいましたが、結局アメリカにとどまらずに日本に帰っいらっしやったとお聞きしています。それはなぜですか？

A 実は私、シカゴ大学である大きな国際プロジェクトの責任者になっ、ものすごくいい給料をもらっっていたのです。だから、私が日本に帰るよっ言ったら、アメリカ人の友だちが「月給が二十分の一になるのに、どうして日本に帰るの？」っ不思議がっっていました。それでも私が帰っきたのはどうしっかというっ、こういうことなのです。その当時、私はもう英語には慣れていました。英語で予算も取れるし、けんかもできるようになっっていました。それからパーティに行っ、ご婦人方にジョークを言って笑わせることもできます。私が物理でいろいろ業績をあげていける間はアメリカにいても嫌な思っないでしょう。しかし、年をとって業績をあげられなくなっときに、大学でどうなるだろうかとい

うと、たとえば経営の会議などでどれだけの役割が果たせるだろうかということになってくるでしょう。そうなってくると、私のような三十歳近くになってから英語を身につけた人間と、人事などの面でわたりあう相手としては能力がまったく違うので、嫌な思いをするだろうなと思ったのがひとつの理由です。

もうひとつは、シカゴのような日本人の多いところでも、売っている日本食はあまりうまくない。やっぱり本物の日本食が食べたいなあと思ったのが第二の理由です。その二つの理由で日本に帰ってきました。

Q8 学生H（理工学部） 先生が研究を始められたときに心がけていらしたことは、どんなことでしょうか？

A 私が自分で研究を始めたときは自分の興味にまかせてやっていました。私が東京大学の教員になって、自分の大学院生をもつようになってから、いつも私の頭にこびりついていたことは、毎年やってくる二、三人の大学院生それぞれがどういう興味をもっているのか、どういうことをやりたいと実感して、それをいかに見つけてやらせてあげられるか、ということです。それがやはり一番考えていたことです。

Q9 学生I（理工学部） 先生はたくさんさんの国際会議など大きな舞台で発表されていると思うのですが、そういう場所であがらないために、どういうふうに取り組まれていますか？

A 実は私も何度かあがったことがあります。たとえば初めて仲人をしたときです。仲人が新郎新婦を紹介するときに、つつい気がつかないで「新郎は東京女子大学を…」と言ってしまった。私は全然気

がつかなかったのだけれど、会場のみんなはげらげら笑っていました。その新郎は「先生、あの結婚式のようすはテープにとつてあります」って言って、その後も私をおどかすのです。ですから、やつぱりある程度初めてのときはあがるのはしょうがないと思います。結局、二度目、三度目からは自分でも落ち着いてやれるようになれますから、おそらく場慣れすることが大事なのだろうと思います。

Q 10 学生J（理工学部三年生） 以前『全核兵器消滅計画』（中嶋彰著・講談社）という本を読みました。

その本の内容は、ニュートリノを大量に照射することで核兵器を消滅させるというものでしたが、そこには装置的にもエネルギー的にも実現はいろいろと難しいとも書かれていました。僕個人の意見としては、日本は唯一の被爆国ですし、現状としても世界で核保有がいろいろと問題になっていますので、もしも可能ならばそういう研究にも力を入れてもいいのではないかと思うのですが、先生はそれが国をあげてやるような仕事だと思われませんか？

A あなたの言われたことは、数年前に私の後輩で有名な理論物理の学者が提案したことがあります。彼が「小柴先生、こういうものを書いたんだけど、よろしければ先生に献呈したい」ともつてきたブレプリントが、まさにその内容でした。非常にエネルギーの高いニュートリノビームを作つて、必要とあれば、それをアメリカやロシアなどが保有する核兵器に向けて発射すれば、先ほども言つたように、ニュートリノは地球をすいすいと通り抜けてしまうでしょう？ だけれど、強力なニュートリノをプラトニウムがたくさんあるところに発射されれば、自爆させることは可能なのです。それはそうですが、私は彼に言つたのは、「それはやろうとすればやれるだろうけれど、まずそれだけ強力なエネルギー

のニュートリノを作ることは技術的にもたいへん難しく、いつになったらできるのかわからない。

そしてもうひとつ。そういうものを、大金をかけ、能力を費やして作ったとしても、それを作っていることを秘密にしておくことはできないでしょう。それを知ったアメリカやロシアは自分の研究をつぶされる可能性があると思ったら、爆撃機でそれを攻撃することだってありえます。だから結局、それは役に立たないだろう」ということです。私は、彼がその論文を私に献呈してくれるというのを辞退したわけです。あなたのおっしゃる通り、私に言わせれば、核兵器をもっている国が大きな顔をして「新しく核兵器を作る国はいかん!」と言っているのは、これは、誰が考えてもおかしい話ですよ。それがまかり通っているのが世界の政治というもののただけだね、だけど、こういった筋の通らないことは、日本がやはり主体になって、なんとかやめさせるようにしていきたいものですね。

Q11 学生K (商学部二年生)

先生はいろいろなことを探していて、物理が自分の一生の仕事かどうかと考えていた時期があったとおっしゃっていましたが、私はまだ「これだ!」というものがまったく見つからなくて、いろいろなことにとりあえずチャレンジしてみたりしています。でもなかなか自分に合った「これ」というものが見つかりません。こんなふうに壁にぶつかったときに、先生はどのようにして乗り越えて、なにかを見つけたのでしょうか?

A こういうことに関してね、他人のアドバイスっていうのはあまり役に立たないですよ。自分でなんとかしなきゃならんだよ。それはしょうがないことなのです。私が言えるアドバイスは、あなたのような魅力のある女性は恋愛をして、赤ちゃんを作ること! これは冗談ではなくて、女の人にとって