

君の夢に向かって進め

大阪大学名誉教授 宮本重徳

私の夢

君は将来、何をしたい人になりたいのですか？

君の夢は何ですか？

中学生のときの私の夢は「科学者」でした。そのきっかけは原子爆弾投下と日本の敗戦です。私が中学2年生のとき、昭和20年8月に戦争に負け、「日本は科学の力でアメリカに負けたのだ。科学を盛んにすることなしには、日本の復興はありえない。科学を振興しよう。」という言葉が日本中に満ちあふれました。広島・長崎に投下された新型爆弾と言われていたものが、原子核の分裂のエネルギーを利用した原子爆弾だったことを知ったとき、そして米軍が日本に来てブルドーザーで、グイグイグイと空襲による焼け跡を整理するのを見たとき、私は「科学を盛んにすることなしには、日本の復興はありえない。」という言葉がはっきりと理解できました。私達は、中学1年生のとき、明石市の西部にある飛行機工場の南の海岸に飛行機を撃ち落とす高射砲の陣地を作るために、動員されたのです。そのとき、もっこ(縄を4角に編み、その4隅に担ぎ綱をつけた土石を運ぶ道具)の担ぎ綱に棒を通して、二人で担いで土を運びました。それが普通のやり方だと思っていたのですが、米軍はブルドーザーを使用していたのです。

科学者になりたいと思いましたが、自分は科学者になれるのだろうか？そんな能力があるのだろうか？という疑問も浮かんでいました。数学、物理は得意だと思っていましたが、中学での成績はそんなに良くなく、余り能力に自信がなかったのです。特に記憶力に自信がありませんでした。

父兄呼び出しをくろう

私は中学の1年生の1学期の終わりに、成績不良で「父兄呼び出し」をくらい、母に涙をこぼされました。1年生の1学期の中ごろに、豊岡中学から神戸四中(共に旧制中学)へ転校し、授業が良くわからなかったのです。豊岡中学では、入学直後からしばらくの間、山へ行き、薪運び等の勤労奉仕をやらされました。このために授業が遅れていたのです、神戸四

中での講義の内容が良く理解できなかったのです。しかし、小学校以来の私の習慣で、家ではあまり勉強をせずに遊んでいました。特に英語がさっぱりわかりませんでした。角倉先生という大変熱心な先生に教えていただいていた。この先生は、生徒に次々と英語で質問される先生でした。私は質問されそうになると、下を向いてあてられないように息を潜めていました。英語の授業は苦痛そのものでした。

こんな状態でしたので「父兄呼び出し」をくらい、「これはいかん」と、夏休みは英語の勉強の毎日でした。一生懸命でした。まわりの英語のわかる人をつかまえては、単語の発音を教えてもらいました。そして9月の新学期を迎えました。英語の授業がよくなりました。英語の時間の過ぎた後の気分は、密室から広い草原に出たような爽やかさでした。こうして私は授業がわからない苦痛と、授業がわかる爽やかさを体験しました。自分の学習レベルに合わない授業がどれほど苦痛であるのかを知りました。この経験は大変貴重なものだったと思っています。

知るを知るとなし、知らざるを知らずとなす。

その頃、漢文の授業で「知るを知るとなし、知らざるを知らずとなす。これ知るなり。」という言葉が習いました。論語の中の言葉です。この言葉の意味は「知っていることを知っているとするは勿論であるが、知らないことを知らないとすることも知ることなのだ。」ということのようですが、記憶力の悪い私は「無理に多くのことを知らなくても良いのだ。本当に知っているか知っていないかが、はっきりしていれば良いのだ」という自分なりの解釈をしました。この言葉は記憶力の悪い私には大きな助けになりました。こうして、知らないことは知らないとはっきり認識するようになり、私にとってその後の高校・大学での学習と、大学卒業後の研究のための重要な指針となりました。

本を読んだり学んだりするとき、まずそれを知る

ことが必要かどうかを判断し、必要と思ったことは真剣に学び、その後で完全に自分が理解しているかどうかを吟味することにしたのです。それには学習したことがどんな事だったのかを思い返し、論理的に納得できるように思い返せることができたとき、はじめて理解できた、としました。もしも、うまく思い返せなければ、どこがわからなかったのかを調べ直し、論理的にうまく思い返せるまで、これを繰り返したのです。これは丁度、数学や物理の問題を解くとき、解き方がわからないと解答を見て、それを理解できたからといってわかったとせずに、自分でもう一度その問題を解いてみて、ちゃんと解けるかどうかを確かめるのと同じです。この習慣がその後の学習・研究に大変役立ったのです。

最近の脳の研究では、知的な能力も運動能力と同じように、繰り返し考える(トレーニングする)間にその考え方の神経細胞のネットワークが脳の中で作られ、効率よく考えられるようになるようです。今振り返って考えると、私はこうして論理的な思考のトレーニングをやっていたのかも知れません。

高校三年生の秋には、湯川秀樹博士がノーベル賞を受賞されました。三ノ宮へ京大の小林稔教授たちの「湯川博士ノーベル賞受賞記念講演会」を聞きに行き「原子物理学者になりたい」と思うようになりました。

昭和25年4月には何とか大阪大学理学部に入学でき、物理実験を楽しみました。中学・高校では設備がなくて、ほとんど物理実験を経験していませんでした。

宇宙線の研究

昭和29年4月には大阪大学大学院理学研究科修士課程に進学し、渡瀬讓教授の指導を受けました。渡瀬教授は、自分たちで作ったサイクロトロンを敗戦後米軍に壊されたため、宇宙線を用いて高エネルギーの原子核衝突を研究されていました。

●宇宙線の話●

ここで宇宙線の説明をしておきましょう。皆さんが良く知っているように原子では正(+)の電気を持った原子核の周りを負(-)の電気を持った電子が回っています。この原子の近くを電気を持った粒子(荷電粒子)が通り、原子の電子がはじき飛ばされると、原子は陽イオンと自由電子(原子に捕らわれていない電子)になります。これをイオン化と言います。もしもエネルギー

の高い荷電粒子が原子核と衝突すると、パイオン(p)等の粒子が発生します。電気を持ったパイオン(p^+ , p^-)は他の原子核に衝突して更にパイオン等の粒子を発生させたり、衝突せずに崩壊してミュオンになります。電気を持たぬパイオン(p^0)は崩壊して2つのガンマー線(大きなエネルギーを持った光の粒子)になり、そのガンマー線は原子に衝突し、電子を発生させます。その大きなエネルギーを持った電子は物質を通過する間に急速にその数を増やします。

1次宇宙線と呼ばれるエネルギーの高い荷電粒子(主として陽子;水素の原子核)が地球の外の宇宙を飛び回っています。これらの1次宇宙線は、太陽のような恒星や、星の一生の最後の大爆発である超新星の残骸(残ったもの)や、活動銀河核(大きなブラックホールがあり、これに物質が落ち込み大量の重力エネルギーが開放されていると考えられている)等で作られています。この1次宇宙線のうち非常に大きなエネルギーを持った粒子が地球に飛び込み、地球大気の原子核と衝突すると、パイオン等の粒子が多く発生し、これらの発生した粒子が更に次々と衝突して沢山の粒子が出て、 $10^5 \sim 10^6$ 以上の数の電子とその10%程の数のミュオンが、100m以上横に広がったシャワーとなって地上に降ってきます。このうちミュオンは地下深くまで通りぬけます。この現象を空気シャワーと呼んでいます。

1次宇宙線のエネルギーが小さいときには、シャワー状にならずに、電子やミュオンがバラバラと降ってきます。

これらの地球の大気中で作られた粒子を2次宇宙線と呼び、1次と2次の宇宙線を合せて単に宇宙線と呼んでいます。

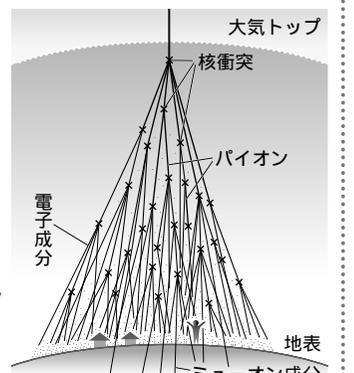


図1 空気シャワー

渡瀬讓教授は「何か新しいことを創(はじめ)なさい。人の真似をしても何にもなりませんよ」と常々言っておられ、独創的な研究を大変重視される先生でした。また、私には「すぐに修士論文のための研究を始めなくてよろしい。今は大きく根を張ることに努めなさい。そうしないと大木になれませんよ」と言われ、色々なグループに放り込まれました。修士課程の2年間に、私は乗鞍山上での霧箱による宇宙線観測、気球飛翔中での原子核乾板の方向制御装置の開発、原子核乾板による高エネルギー核子の衝

突の研究, 原子核乾板中の電子シャワーの解析的研究を経験しました。

大学院博士課程に進学後も, 大学に就職した後も「知るを知るとなし, 知らざるを知らずとなす。これ知るなり。」を実行しました。そのおかげで, 人並みの研究をすることができたと思います。そこで, どんな研究ができたかを, 比較的理解しやすい放電箱の開発研究を選んで, 皆さんにお話ししましょう。

●荷電粒子線の飛跡検出法●

ここで荷電粒子の飛跡検出器の霧箱と泡箱について説明しましょう。

霧箱(図2)は, 1911年にウィルソンが発明しました。アルコール蒸気で飽和状態になっているガスを急激に膨張させて冷却し, 荷電粒子が通った跡の陽イオンと自由電子とを核に小さな液粒(霧)を生じさせ, 荷電粒子の飛跡を知ることができる

ものです。

泡箱は, 1952年(私が大学3年の時)にグレーサーが発明しました。液体を急に膨張させ, 荷電粒子が通った跡に小さな泡を作り荷電粒子の飛跡を知る飛跡検出装置です。霧箱では, ガスの密度が小さいので, ガス中での衝突はほとんど起こり

ませんが, 泡箱の液体は密度が大きいので, よく衝突が起き, 衝突現象を詳しく研究できるようになりました。この泡箱の発明により素粒子物理学の研究が大きく進展しました。

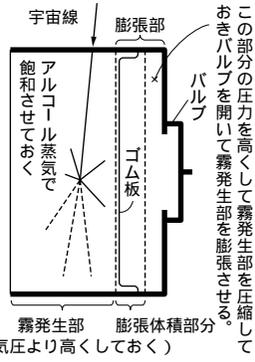


図2 霧箱

放電箱の開発研究

昭和31年(1956年)に私が博士課程に進学したとき, 日本のすべての大学の共同利用研究施設の1つとして, 東京大学原子核研究所が設立されました。この宇宙線部で, 空気シャワー観測計画が始まりました。その計画の1つとして, 西村純先生が「空気シャワーの中心部の粒子の地上での分布を, ホドスコープ・チェンバーを用いて調べ, 上空でどんな原子核衝突が起こっているかを推定してはどうか」という提案をされ, 採択されました。そしてその装置の開発研究を大阪大学で福井崇時先生(当時助手)と私(当時大学院博士課程の学生)とが行うことになり

ました。その副産物として「放電箱」が生まれ, 私の博士論文になりました。

ホドスコープ・チェンバーとは, 図3に示すように, 細いガラス管の中にネオンガスを封入し, 黒い紙を巻いて電極(金属板)の間に積み重ねたものです。宇宙線が通過した直後に電極間にパルスの高電圧を与え, 宇宙線が通過したガラス管内に放電を起こさせ, その発光をガラス管の軸の方向から写真にとるのです。宇宙線の通過により生じた自由電子が種になり放電が起こるのです。

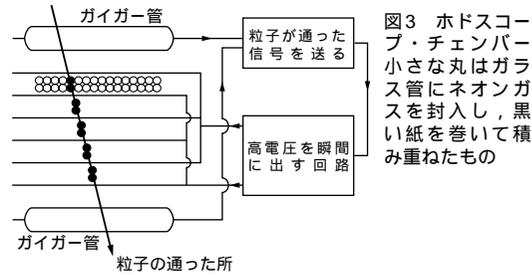


図3 ホドスコープ・チェンバー
小さな丸はガラス管にネオンガスを封入し, 黒い紙を巻いて積み重ねたもの

我々は, ホドスコープ・チェンバーのガラス管内の放電の様子を見るために, 黒い紙を除き裸にして, 管内の放電をガラス管の軸と直角の方向から写真撮影しました。その結果, 荷電粒子の通過の跡に太い放電の柱ができるが, それだけでなく, そのほかにも多くの放電の柱ができることを知りました。図4がその写真です。しかし, これでは, 宇宙線の飛跡を検出することはできません。そこで, 荷電粒子の飛跡にだけ放電の柱を生じさせる検出器の開発に取りかかりました。写真の一番上のように, 宇宙線の通過の跡にのみ安定して放電の柱を生じさせる検出器を開発したいと考えたのです。



図4 ネオンガス封入ガラス管内の放電の様子

まず, ネオンガスを封入したガラス管を使って, 宇宙線の飛跡にだけ放電の柱を生じさせる条件を実験的に探しました。封入するガスの圧力を変え, 与える電圧を変え, そのパルスの継続時間を変えても, 荷電粒子の飛跡にだけ安定して放電の柱を生じさせる条件が見つかりません。1年ほど断続的にテストをしても, うまい条件が見つかりませんでした。

そこで火花放電が起こる過程を文献で詳しく調べ, 良く考えました。その結果, 『ホドスコープ・チェンバーで放電がガラス管いっぱい広がるのは, 最初の放電柱により大量に放出される光の光電効果により発生した自由電子(光電子)が放電の種になった2次放電だろう。この2次放電を防ぐには, 最初の放電柱の成長時間(10⁻⁸秒程度と推定)の短い時間内に電場を下げ, 光電子による2次放電を防ぐことが重要だろう』と考えました。それに気づいた私は, 早朝に研究室に駆け, 高電圧パルスの継続時間を極端に短くしてテストをしました。テストは成功でした。1958年1月22日の朝のことでした。それまでにも電圧を与える時間を変えてはいたのですが, それ程極端に短くすることは試みていなかったのです。

その後, ガラスの箱を製作し, その中にネオンガスを封入し, その動作を確認して, 放電箱が生まれました(図5の写真参照)。

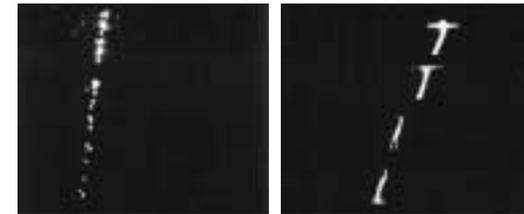


図5 成功した放電箱の写真 右はガラス箱を積み重ねた横から, 左は箱の広い面を電導硝子にして写した写真

この研究の過程で「その現象についての文献を心残りがないまでによく調べ良く考えた後に, しばらくゆっくりすると解決のヒントがふいに心に浮かぶ」という経験をしました。この経験はその後の研究に大いに役立ちました。

放電箱の働き

昭和34年(1959年)の始めにイタリアの物理学会誌に福井と宮本の放電箱(Discharge Chamber)の論文が掲載されると, すぐに米国・欧州の高エネルギー物理学の研究者たちがその重要性を認め, 多くの研究者によりその開発研究が爆発的に進みSpark Chamberと呼ばれるようになりました。

それまでは高エネルギー荷電粒子の飛跡を見る装置として, 泡箱が使われていました。泡箱は荷電粒子を泡箱に入射させる直前に液体を膨張させて写真をとることが必要でした。このために泡箱の中でごく稀に起る現象, 例えば新粒子の発見をするために

は, 大量の写真をとる必要があり, その中から新粒子の写真を探し出すのが大変難しかったのです。Spark Chamberは見たい現象を選んで動作させることができ(triggerできる), 放電を起こさせてから次に動作させるまでの時間(回復時間)も短いので, 大歓迎されました。その後十数年間は高エネルギー物理学実験の主検出装置として使用され, そのうちの3つの研究がノーベル賞受賞の対象となりました。更に, 米・欧の3つの宇宙線観測衛星にも放電箱が搭載されました。

放電箱を見るには

私達が放電箱を開発した現場の旧大阪大学理学部の跡に大阪市立科学館(大阪市北区中之島)ができています。そこに, 我々が作った世界初のガラスの放電箱とともに, 今現在の宇宙線の飛来を示す放電箱が展示され働いています。このほかにも, 神戸市立青少年科学館, 札幌市青少年科学館, 仙台市科学館, 横浜こども科学館, 名古屋市科学館, ロンドンの科学博物館, その他多くの所で放電箱が展示され, 今現在の宇宙線の飛来の様子を見せています。

君に伝えたいこと

私が君に伝えたいことは,

自分の長所と短所を知り, 好きなこと, 得意なことを良く考えて, 夢を持ってください。「自分は頭が悪いから, 無理だ」とは思わないでください。知的な能力も運動能力と同じように, 繰り返し考える(トレーニングする)間に効率よく考えられるようになるようです。

独創を尊重してください。しかし, 独創, 独創と言っているのも何も進みません。まず, 解決すべき問題を見つけてください。

次に「知るを知るとなし, 知らざるを知らずとなし」た後, 良く考えてください。その後しばらくゆっくりすると良い解決のアイデアが浮かびます。これが私の経験です。

世界中の誰もが考えつかなかった物や考えを創り出すのは愉快だと思いませんか? 君にもそれが出来ますよ。

参考文献

福井崇時, 宮本重徳: 放電箱 武谷三男編宇宙線研究(岩波書店)