

74歳の私の夢



随 筆

土 岐 博*

My Dream of 74 Years Old

Key Words : dream, health, AI, noiseless, Nuclear Physics

今の私は74歳。やっと「現実の夢」を語れる歳になった。現役時代はとにかく最優先が原子核物理の理論研究であり、その綺麗さ、複雑さ、難しさを多くの学生や共同研究者と楽しんできた。一方で、日本・世界の原子核物理の今後の発展のためと、大学の国際交流のために時間を使った。

退職後はすべての時間を自分の好きなことに使おうと考えた。誰に気兼ねすることなく、思い切り自分が信じること、やりたいと思うことに時間を使うことにした。そのうちの半分の時間は社会のために使おうとも考えた。

退職して自由時間を得たときに、周りでは認知症が社会問題になっていた。老化で引き起こされる認知症は誰しもが罹患する可能性がある。超高齢社会では大量の認知症高齢者を抱えることになる。多くの認知症高齢者が周りにいることが当たり前になる。私はこれを「社会の病気」と捉えており、社会がこの病気をしっかりと理解することが大切だと思っている。

私にとっては全く新しい課題だがまずは、「認知症は何か?」を多くの人で共有する必要があると考えた。そんな気持ちで始まった「大阪大学EDGE認知症横断プロジェクト」では毎月1回、素晴らしい講師を招いてのセミナーとそれに伴う自由討論を3年間開催した。あまりに素晴らしい内容なので、

一部を本の形に編集し発行した。その表紙を図1として入れておく。

3年間の認知症横断プロジェクトは多くのことを教えてくれた。大学の内外に多くの仲間も得ることができた。さらにはタイミングよく、大阪大学のSSIが「認知症横断プロジェクト」の受け皿になってくださり、現在ではSSI (Social Solution Initiative) の一つの基幹プロジェクトとして「命を守る自律プロジェクト」という形で発展している。



図1 「ほんとうのトコロ、認知症ってなに?」という本の表紙。医学看護学・人間科学・物理学の研究者の共同作業で編集された本である。本の内容では多くの阪大の先生方に協力していただいた。



* Hiroshi TOKI

1946年12月生まれ
大阪大学大学院 理学部 物理学科
博士課程 (1974年)
現在、大阪大学核物理研究センター
名誉教授 理学博士
専門/原子核物理理論研究
TEL : 06-6879-8941
FAX : 06-6879-8899
E-mail : toki@rcnp.osaka-u.ac.jp

今回は「生産と技術」がこの文章を書く機会を作ってくれた。今の段階で私が考えている3つの夢を書いておきたい。その夢はなんとか自分の力で実現したい。もちろん周りのすべての人との共同作業だ。

毎年の誕生日には若い先生が「今はどんな気分？」と質問してくれる。「考える力は変わらないと思うが、考えることができる時間（年月）が少なくなっていると感じる。」と答えている。現実の夢と書いたのは、自分の力があるうちにやり切りたいと考えているからである。

それでは、今やり切りたいと考えている3つの「現実の夢」を書いていきたい。

健診データから未来の病気を予測する AI を作る。「人は自律的に健康を守り、社会は自律的に社会健康を守る。」

私はとにかくデータを見るのが好きだ。認知症になぜなるのかを考えるために健診データを見たいと思った。市役所の健康福祉部に相談すると、全データが大阪府国保連合会に集積されているということだった。そこで連合会で説明を聞くと、健診データだけではなく、医療レセプトや介護レセプトまでもが綺麗に整理されて保管されていた。多くの人の協力で3年ほど前から大阪大学の保健センターでこのデータを使える状態になった。

個人が特定できないように個人情報削除した大阪国保データは全世代の健診データ、医療レセプト、介護情報、医療内容が紐づけられている。大阪府の国保被保険者は毎年200万人くらいで後期高齢者制度には100万人くらいが加入している。このビッグデータを分析すると、どのような健診結果を持つ人は数年後にどのような病気になるのかを引き出すことが可能である。大阪府の国保データでは各年度で約60万人の健診データが収録されている。それらの人たちのその後の医療の内容も全て収録されており、これらのデータを AI に与えることで、それぞれの人の未来の病気を予測する AI を作ることができる。

現在はその AI 作りに若い研究者や学生さんたちと取り組んでいる。楽しい作業だ。締め切りがある研究なのでプレッシャーもある。AI は健診データから未来の健康状態を予測する。その意味では予言能力の高い AI を作ることが望まれる。興味深いのは、

AI を作る過程でデータを隅々まで検証する必要があることであり、早く病気になる人はどんな健診結果を持っていることでそのようになるのか、すぐには病気にならない人たちはどんな健診結果を持つのかを分析できる場所である。多くのことを学んでいる。

幸い、スマートフォンの大阪府主催のアスマイルにこの AI を搭載することが決定されている。大阪府の国保被保険者は自らの健診結果から未来の病気を予測できる。チャレンジになるが現在は認知症も対象にしている。しかも、歩数を増やす、タバコを止める、飲酒量を適量にするなどの生活習慣を自律的に変化させることで、健診値が変化することも AI 計算し、その努力をした場合の未来の病気予測もできるようにする。令和3年度中にはアスマイルに搭載する予定である。現在の計画では大阪府に限られているが、今後はこれを国全体に広げて行きたい。

2050年の国全体の医療費と介護費の合計は約90兆円規模になると試算される。現在の数字の倍くらいである。私の夢は国民全員が自律的に自らの健康状態を知り、健康を維持する努力をすることで、この総額を半減することである。社会が健康になることで、強くて弾力のある社会を実現したい。

発熱しない IC チップ・集積回路を作る。「ノイズレス社会を実現する。」

IC チップやその集合体である集積回路からできているコンピュータは多数の信号を使って複雑な計算をしている。多数の信号はお互いに影響しあいながら回路内を走り回っている。お互いに影響している現象は一つの信号から見れば、他の信号の全てがノイズである。

IC チップではトランジスタ、抵抗、コイル、コンデンサーに加えて伝送線路が縦横に張り巡らされている。お互いに影響しあっている信号の予期せぬ部分（ノイズ）は全て熱に変換される。このことで、IC チップやその集積回路では温度が上昇する。最近の Nature 誌の記事によれば、論理信号処理の部分は全電力の1%くらいを使っているだけで、残りの99%のエネルギーは伝送線路で熱に変換されている。

日本はスーパーコンピュータ「京」、その後継機

である「富岳」が世界的な性能を誇っている。富岳の使用電力は40Mワットであり、これらのスーパーコンピュータから放出される熱エネルギーの処理が大問題になっている。現在は大きな発熱棟からの放熱を行うことでコンピュータを冷却して運転している。コンピュータのさらなる高性能化が切望される中で、ICチップ・集積回路の発熱は最大の問題になっている。

それではなぜICチップで発熱するのかを知ることがこの問題に取り組むために必要である。多くの電気回路では1本の電線が信号を運び、返りの信号は平面導体が担う構造になっている。現在の電気回路理論では、この回路構造での電気信号の伝搬を正確に記述することはできない。我々のグループの最近の研究から、このような電気回路では大量の電磁波が放出されていることがわかってきている。コンピュータのあらゆる伝送線路(ICチップ内外)から発する電磁波が随所にある導体に吸収されて熱に変換される。

電気信号は基本的には2本の導体線を伝って走る。この2本の電線が他の電線から隔離されると、他の信号に邪魔をされない事で、信号が欲しいところにノイズレスで伝わる。したがって、2本線を他から中立化させることで、他の電線からの寄与を少なくする事が可能である。この中立化の技術を高める事で、信号密度を向上させ、発熱しないコンピュータの建設が可能になる。

これからは車も電力駆動に移行する。現在の回路技術では電気を交流・直流に変換するコンバータ・インバータは強烈なノイズを放出する。ここでも2本線回路を中立化する事でノイズの放出を低減する事が可能である。ノイズ削減は燃費削減につながる。

私の夢は電磁ノイズという無駄な電力を削減する事で、ノイズレス社会を実現する事である。それぞれの回路のノイズを削減するとともに電線の地中化も推進し、現在巷にあふれているノイズを地中に封じ込めたい。

原子核の真の構造を明らかにする。「日本人が牽引してきた原子核物理を根本から解明する。」

原子の中に原子核が存在することを提唱したのは初代阪大総長の長岡半太郎である。20世紀の最初のことである。量子力学が誕生して、原子の中の電

子の挙動が定量的に記述され、原子の中に原子の10万分の1の半径しか持たない原子核が存在することが定着した。阪大設立当時の若き湯川秀樹は、誕生したばかりの量子力学の授業をしながら、そんな小さな世界で原子核が安定に存在するのはなぜだろうと考え続けていた。電気力はガンマ(γ)粒子が媒介する。ある日、新しい γ' 粒子を導入するアイデアに到達した。強い相互作用を媒介する γ' 粒子はその後パイ中間子と名付けられた。

興味深いことに、このパイ中間子は特異な性質を持っている。なぜ、そんな特異な性質を持つべきかを解明したのは南部陽一郎である。南部理論では原子核を構成する基本粒子である陽子や中性子(総称して核子と呼ぶ)もが対称性の破れで質量を獲得する。その際に核子間の相互作用を担うのがパイ中間子である。南部先生はシカゴの教授だったが、晩年には冬になると大阪大学で研究のための時間を過ごされた。原子核における大きな研究成果が阪大にゆかりの先生方から提唱されていると言える。

パイ中間子は擬スカラー粒子と呼ばれており、核子の内部自由度であるスピンを反転させることで核子同士を相互作用させる。そのような相互作用が核子間に働いていることで原子核が安定に存在している。原子核は2~300個くらいの核子がお互いに相互作用しあっている非常に複雑な量子多体系である。パイ中間子は大きな運動量を核子に与えるほど、その相互作用が強くなるという性質を持っている。

これまでの原子核物理ではパイ中間子の取り扱いがあまりに難しく、相互作用を単純化して、実験データが再現されるように工夫してきた。理論的には量子力学で強い相互作用する多体系を扱う一方で、実験では巨大な加速器が世界中に建設されて、猛烈な勢いで実験結果が発表されるようになっていた。必然的に実験データを説明しながら、現象論的な原子核理論を発展させることができた。

しかし、コンピュータが強力になってきた現在、この複雑な多体系の成り立ちをもっと基本に立ち戻って記述することも夢ではなくなってきた。パイ中間子を扱うには原子核の状態を低い運動量状態から高い運動量状態まで取り込んだ形で表現する必要がある。必然的にこのような原子の量子多体状態を記述するのは非常に難しくなる。従来の方法では10体系くらいまでを記述できている。全ての原子核の

状態を記述するには革命的に計算技術を向上させる必要がある。現在ではAI技術が爆発的に発展している。このAI技術を量子多体系に応用することで、全ての原子核の計算が可能になるようにしたい。

私の夢は、日本人が牽引してきた原子核物理を日本人の手で完全に解明する事である。原子核の完全理解は太陽・惑星およびそれを取り巻く宇宙の成り立ちを正確に記述する事を可能にする。

終わりに

1980年にアメリカのミシガン州立大学に助教授 (Assistant Professor) として赴任した。33歳の時である。原子核理論のグループではスーパー教授がいた。彼は23歳で博士号を修得し、32歳の時には教授 (Full Professor) になっている。日本ではこんな

ことはありえない。制度の違いで、物理の研究者として活躍するスタートが5年は違っている。その時に、私は少なくとも5年は長く研究することを自分に誓った。

高校の時から研究者になりたいと思っていた。大学時代には運動部に所属して、卓球を毎日のようにやっていた。全てが今の自分を支えてくれていると思うし、生きてきた過程に悔いはない。それでも、制度の違いで専門家としての時間が変わることはなんとかしたい。私はそれを定年後に定めていた。退職後10年は経過しているが、今は充実した生活を送っている。

「生産と技術」にこのような記事を書かせていただいたことを心から感謝します。

