

閉会式挨拶で伝えたかったこと

高部英明

Chairman, Program Committee,
The 31st International Toki Conference, Nov. 8-11, 2022.

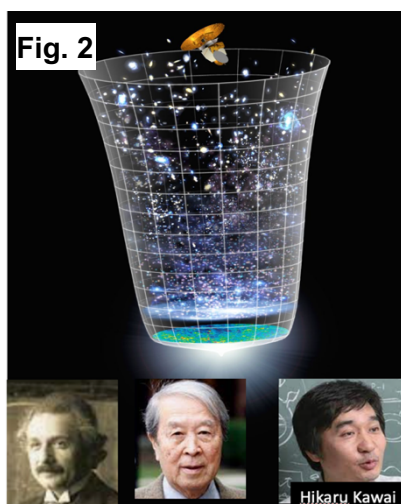
NIFS 国際土岐会議(<https://itc.nifs.ac.jp/>)が4時過ぎに終了した。会議はネットを利用したZOOMによる会議。欧米の招待講演者の現地時間を考慮したプログラムを組んだ。会議については別途、報告書に書く。ここでは、閉会式にプログラム委員長として伝えたかった20分のメッセージを日本語で再現した。特に若手の方に伝えたい。(本記事の英語版は参加者に配布)。

初日、吉田所長が「研究成果を学術として見直し、成果の普遍性から学際的な展開を図る」と、新パラダイムへの想いを、Fig. 1 を示しながら語った。研究で得られた果実の甘い味に満足することなく、葉を見ろ、枝を観察せよ。学術が枝分かれした幹に至れ。枝分かれした幹こそが多様な学術の原点である。そこに研究成果を落とし込め。そのために学際的、国際的展開が必要だ。異質な知恵を取り込み発展させ、学際的に発信する。留まるのではなく、"Where do we come from? What are we? Where are we going?"と常に己や仲間問いかけろ。



Fig. 1

台湾大学・物理の友人に川合光さんがいる。彼は弦理論の素粒子理論家である。1週間前、彼と「学問とは何か？」について2時間議論した。実は二人で飯に行くと毎回、2時間は科学談義となる。彼は" $c, \hbar, G$ "という光、量子、重力を支配する基本定数だけで、宇宙を数学的に創造することに挑戦している(Fig. 2)。素粒子理論は哲学的で数学的だ。研究手法は思弁による演繹法(Deductive)に私には思える。彼は宇宙の全てを創造する



The action is given schematically as follows:

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} \mathcal{L}, \quad \mathcal{L} = \mathcal{L}_{GR} + \mathcal{L}_{SM},$$

$$\mathcal{L}_{GR} = -\frac{m_P^2}{2} R, \quad \leftarrow \text{Planck mass}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{SM} = & -\frac{1}{4} g^{\mu\nu} g^{\lambda\rho} F_{\mu\lambda} F_{\nu\rho} \\ & + e_a^\mu \bar{\psi} \gamma^a D_\mu \psi + M \bar{\psi} \psi + \text{c. c.} \\ & + g^{\mu\nu} (D_\mu \phi)^* (D_\nu \phi) - m_H^2 \phi^* \phi - \lambda (\phi^* \phi)^2 \\ & + y \bar{\psi} \psi \phi + \text{c. c.} \end{aligned}$$

R : scalar curvature

F stands for field strengths of gauge fields.

ψ stands for fields of quarks and leptons.

Fig. 3

ことにチャレンジしている。そのために、紐理論をはじめとした Fig. 3 の Lagrangian の背後にあると思われる理論で宇宙の時空の構造を調べる。これは Fig. 1 の根から幹に至る試みだ。

川合さんと議論しながら「プラズマ物理の私はどこから幹に至るべきか？何をもって『学術』と言えるのか？」考えた。プラズマの場合、目の前に事象があり、現象論(Phenomenology)として捉え、どのような物理現象が起こっているか計測し、解析し、現象の背景にある合理的論理(rational logic)の流れを見出し、論文を書く。最近では計算コードが公開され誰でも使える時代。パソコンでもシミュレーションができる。すると、シミュレーションと実験を比較し「合いました」と喜んで、論文化する。教科書を書くべく、最新の論文を多数読んでみると、捨てるほどそんな論文に出会う。当然、精読せず、引用もしない。「コアの物理は何か？」の分析というか研究がされていない。時々、コアの物理を語る論文を見つけた時は心が躍る。

プラズマ科学は現象論からコアの物理を見出し、枝を下り、幹に至ることで学問となる。学術研究の方法論は「帰納的(Recursive)」な真理の探究であり、経験論的に学問が深化していく。枝分かれしたところまで掘り下げれば、忘れられない顔に出会う。それはマックスウェルであったりボルツマンであったり。彼らの知恵を借りることで「物理のコア」が見え始め、そこに普遍的な真理が見えてくる。それは直感に合致する簡単な数理モデルであったりする。複雑な系を支配する物理システムの法則を見出せば、それは己から「普遍的」成果である。

枝分かれして違う世界を見ていた科学者も幹に戻ってきて、もしかしたら新しい枝を創っていくのかもしれない。そんな時、根っこから全てを想像しようと試みる素粒子理論は多分、構造のない「ノッペラ」な宇宙を预言するのだろうか。素晴らしい天地創造だ。しかし、宇宙には大規模構造、銀河団、銀河、天体、惑星、地球と極めて階層的で複雑な構造がある。



Fig. 4

私は「ラプラスの悪魔」のような決定論を信じない。真空の相転移に始まる壮大な宇宙と今日の多様で深淵な科学の繋がりには、揺動、散逸、不安定、輸送、乱流、構造形成などプラズマ物理学が挑戦している学術が不可欠だと考える。

多様な枝に実る各種科学・技術が枝分かれする幹に「学術」を見出す時、宇宙論や素粒子理論の「学術」と出会うのではなかろうか。そこで宇宙を演繹的に研究してきた学術と、現在から帰納法的に幹にたどり着いた学術は、互いを「相補的である」ことを確認し、互いを尊重し評価する。リスクがあり、科学のコミュニティが大きくなり、学術はより深まり広がり、次世代に手渡せる普遍的な概念が生まれてくる。

さて、私がシミュレーションのプログラムを書いていたのは40代までだ。それから25年近くが経ち、スパコンの速度は『10億倍』速くなった。これは革命だ。私の時代のパラダイムが通用するはずがない。だから50歳を前にプログラムを書くことをやめた。私は Fig. 5 のように世代交代して若手に後を託すことにした。しかし、それまでの経験で、大局的に課題のコアが見えるようになっていた。そのコアを若手に伝え、証明してもらおう。敗北感を味ったり、予想しない結果に出会った。

そんな時、教授となり研究所の運営等に忙しい中、挑戦的研究展開を試みる。まさに50の手習いだ。幸い、優秀な若者と国際的人脈で、10



Fig.

年かけて期待以上の成果を得ることができました。成果に対し APS から賞もいただいた。それでも私は納得できず、頭の隅で「物理コア」は何か、問い続けた。静かな時間を過ごせたドイツで数理モデルがある日、閃いた。実験・シミュレーションのを支配する物理が見えた気がしている。(Phys. Plasmas の招待論文で掲載予定)。

計算機の劇的な能力向上があり、今回の報告で“Machine learning, Neural network, Big data, Statistical modeling”など、人工知能(AI)を利用して賢く研究をし、より深く学術を展開していこうという発表を多く見かけた。プラズマ物理への適用が議論されている[1, 2]。

人工知能は人間の脳の構造をモデルにしている。Fig. 6 のように人間には深く考える

階層構造の脳と、広い知識を蓄える脳があり、神経の Network で縦横に繋がっている。これが示唆することは面白い。人間の脳は研究を深掘りする時、蛸壺のようにそれしか見えない状態ではうまく機能しない。学んだことが情報として蓄積され、一見、無関係と思えるもの同士が繋がってアイデアが「突発的」に生まれる。そこから、さらに深い洞察に進んで行くようにできている。

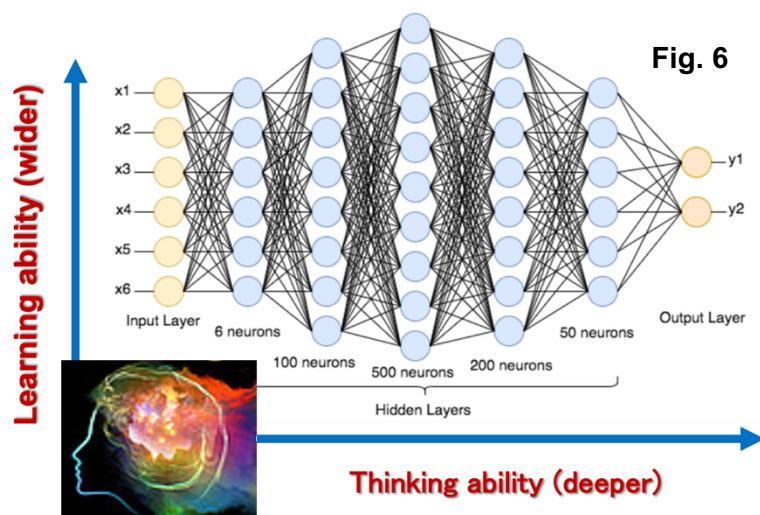
そんな人間を、木に例えよう。Fig. 7 に東京で撮った街路樹を示す。「無駄を省け、横にそれるな、枝葉は切り落とせ」と、目的志向で高く、高く幹を伸ばす。幹の先には「エネルギー」と書いているケースも見てきた。それは、大学における学術を否定するかのような組織だ。私は、開発研究(目的研究)は大学には馴染まない、大学は「学術」、それも基礎学術を支える組織であるべきだと考えている。比喩するなら、大学の研究は Fig. 8 のような大きな枝に葉がしげる「大樹」だ(写真は台湾で有名な大樹。若者が訪ねる)。広がった葉は、多くの太陽エネルギーをもらい光合成でさらに成長していく。

本会議の題目は “Expanding Academic World Emerging from Fusion Science”。愛用の AI 翻訳機「DeepL」(<https://www.deepl.com/translator>)は、「核融合科学から広がる学術の世界」と翻訳した。若い参加者には国際会議や議論を通してどのように「学術」を広げていけばいいのかよくわからない方もいると思う。そこで最後に私の経験から得た3つの心掛け(いや、生き方そのもの)を説明して終わりたい。

(1) 正直であれ、開かれた心であれ(Honesty, Openness)

科学は真実を追求する活動である。科学は嘘も欺瞞も権力も要求しない。ただ、科学者たちが事実を見出し、事実を積重ね、真実を見出してほしい。そのためには開かれた心で正直に分析し、説明し、議論することが必要だ。弱みも見せろ。正直であれば、自由に発言ができ、一連の発言に矛盾が生じない。一流の研究者はこの点に敏感だ。彼らは道德規範を持っている。正直こそ国際人脈を広げる第1歩。

(2) フェアーであれ(Fairness)



国際会議は講演を聞くだけの一方的会議ではない。講演者は会場からの質問、コメントを待っている。聴衆は異なる視点から質問を講演者にぶつけるべきだ。それで始めて「フェア」になる。質問のない会議は「アン・フェア」。「損か得か」とか「アイデアが盗まれる」などの下世話な価値観は科学界では通用しない。すぐ見透かされる。スポーツはルールがあるから成り立つ。フェアであることが要求される。科学者には「倫理観」というルールがある。倫理的か欲得的かの違いは明白だ。私にもわかる。

(3) リスペクトせよ (Respect)

子供と話するとき、膝を曲げて目の位置を同じにする。目を見つめて話す。相手を尊重することだ。アイ・コンタクトもおなじ。真剣に聞いていることがわかる。国際会議での人との出会い。ZOOM 会議では味わえない醍醐味だ。旧知の科学者と和やかに近況報告。「素晴らしい講演だ」と思ったら会議後に質問から始めて会話する。食事などしながら会話を続けるなら最高。ポスターセッションでは、若手に対し同じ目線で相手をリスペクトし質疑する。人を知ることはその人の科学スタンスを伺い見ることになる。自分の考えとの違いを知ることこそ大切だ。自分にはないものを見つける、新しい発見につながる。「Humanity. 人間を愛せよ」に尽きる。

こんなことを書くと、きっと「理想論だ」と冷笑する方もいるでしょう。しかし、「大学人は理想像を大学で実現し、社会に未来志向の模範を示すべきだ」が自論です。現役を終え退職した私は、やりたい研究を自由に、かつ時間をかけてできる。好きな本を読んで。海外では旅行など楽しみながら、教科書も書いている。新たな異分野との出会いも楽しい。定年まで蛸壺にいたのでは到底、想像できなかった満ち足りた定年後を女房と満喫している。(引き続き、3つの心かの具体例を経験談で別途、紹介します)。



References

1. Brian K. Spears et al., *Deep learning: A guide for practitioners in the physical sciences*, Phys. Plasmas 25, 080901 (2018).
2. Peter W. Hatfield et al., *The data-driven future of high-energy-density physics*, Nature, Vol 593, 351 (2021).