

1 「坂村健の目」に対する私見

本文で引用させていただいた「最後まで AI にできなくて、人間にしかできないことは、消費すること（だろう）」は、毎日新聞の朝刊「坂村健の目」(2022.8.18)に掲載された見解でした。「人間に『しか』できないこと」ですから他の動物にもできることは入らない、従って視野の範囲は人間の社会的または高度に精神的な活動でしょう。しかし坂村先生のご視野に、たとえば引力、電磁波、複素数、等々様々な「仮想を可視化」して次の発展への土台としてきた科学者達の諸発見も、また芸術家たとえば大作曲家による美の発見、創造の素晴らしさ等も、含まれていないのではないのでしょうか。これらはご専門の（広い意味の）工学からではなく、理学、芸術方面の体験からこそ感じ取れることですから、仕方がないともいえるでしょうが、中等高等教育にも大きな影響力を持つ先生のご意見ともなると、ただ黙っているわけにもいきません。たとえば AI はバッハ「のような」音楽をいくらかでも作曲できるといわれます（これは別の方の話ですが）。しかしそれはバッハの音楽が人々の心に深く響いた結果、人間社会においてそれを十分評価できるだけの文化的基盤が育ち、

その影響を受けた作品が大量に出回ったことの帰結である

大量のパターンから希少なパターンを選んだのは人間である

ということも我々は決して忘れてはいけないでしょう。また先生は同じ括りで

「そもそもオリジナリティーといっても、単に独創的なだけでなく、人に高く評価されるのでなければ意味がない」

とも書いておられます。しかし、誰かが何かを発見したというのは

自然現象として客観的な事実

であり、理学の対象は自然現象です。それが評価されるかどうかは社会の側のレベルとの「相対的な関係」ですから別問題であり、別問題として区別すべきだと思います。ガリレオの名前が残っている背後には、社会の側のレベルが（かろうじて細い糸で）ぶら下がっていたという幸運も作用していたこと。これを忘れてはならないでしょう。ガリレオに影響を及ぼした見えない先駆者がいただろうとも想像できます—大作曲家あの方この方の場合もそうであったように。つまり、文化には「普通の目には見えない根があり、歴史の目で初めて可視化された太い根も、目には見えない毛根群から栄養を受けていたのだ」。こういうことは我々は実感として知っていますが、オピニオン・リーダーの方々も忘れないでいただきたいものです。

これを「AI に教えること」できますか？

なお、研究者だけでなく、もっと広い範囲で考えた場合、AI や他の動物にはできず人間にしかできないことは、何といっても

「自由意志の発揮」

であろう。これは本文第4節で引用した

J.Pearl and D.Mackenzie "The Book of Why" (Penguin Science 2018)

(Chap.10 > Strong AI and Free will)

に詳しく説明されており、私は説得力を感じました。消費も、その人の自由意志の一つとしてならこれに含めることができますが、オピニオンリーダーには、どなたであれ、「人の自由意志の範囲は広く、自分には十分見えていないかもしれない」という想像力と謙虚さも望まれるのではないのでしょうか。坂村先生は予測として軽く示唆されただけかもしれないし、それ自体は面白いとは思いますが、何となく民の力を見くびられている感じもいたしました。

2 数学と AI

「考察範囲を広げること」。以前その一端をご紹介したように、これは数学の進歩にとって欠かせない段階です。未解決の問題があったとします。その問題を「記述する」だけなら従来の言語で十分、でもその「解決」はもっと広い構造体の中でこそ自然な姿を現わす、だから

隠された構造に気付けること

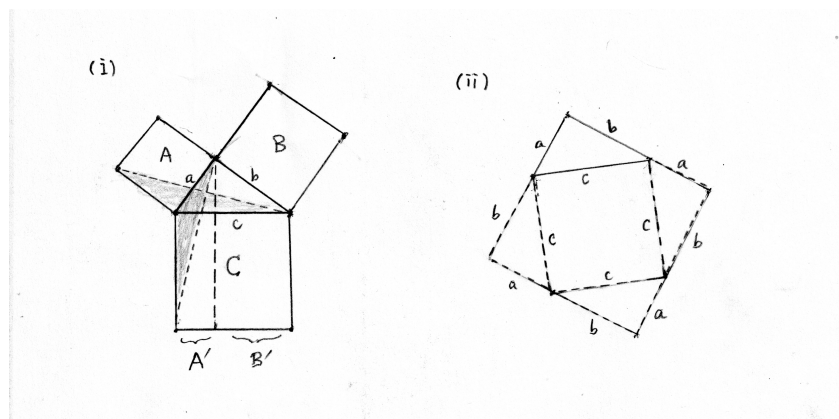
が解決への道なのですが、単なる「指示待ち計算機」に過ぎない AI には構造体をどう広げて良いかわからないでしょう。

数学で新しい一般的な定理が確立されるのは、いくつかの実例と直感に基づいて誰かが一般的な命題を予測し、誰かがその論理的証明の筋道を発見することで得られるのですが、AI にできることは「大量な実例」に増やしそれらの中から「共通のパターン」を見出し予想を立てる材料にすることだそうです。これが結び目の理論と表現論において成功した例について書かれているのが昨年末のネイチャー誌に載った下記の論説です。ある種の「パターン？」はあらかじめ制限して教えこむということだと思います。予想も数式のものなら立てられるでしょう。これは数学の進展にとって重要なステップだから、AI が数学研究の役に立つか立たないかといえば立ちうるということになる。しかし肝心の「証明ができるか」は全く別問題と知り、やはりと思いました。

A. Davis et al. "Advancing mathematics by guiding human intuition with AI"

Nature Vol 600 (2021/12/02)

ユークリッド幾何学で、適切な補助線を引くと解けるのが、隠された構造の発見の「ヒナ形」です。直角三角形に関するピタゴラスの定理（三平方定理）の（中学で習う普通の）証明を思い出してみましょう。



証明 (i) は左の図と対応します。直角三角形の各辺の上に正方形を乗せ、それらを A, B, C 、ただし斜边上のを C と名付けましょう。図の点線はすべて証明のための補助線です。 A, B の面積の和が C の面積に等しいことを示すため、 C を図のような2個の矩形 A' と B' に分け、それぞれの面積が A, B の面積と等しいことを示すのです。 A と A' の場合を見ればあとは同様ですから、それに焦点を当てます。ところで正方形と矩形の面積を直接は比較しにくいから、矩形の面積は底辺と高さが同じ三角形の面積の2倍であること」を用います。三角形としては図の灰色の2つ（一方を 90° 回転すれば他方になるからこれらは同面積！）を使えばあとは一目瞭然！これがよくある証明です。もう一つのよくあるのは：

証明 (ii) で右図と対応します。一辺の長さ $a+b$ の正方形の中に一辺の長さ c の正方形を図のように埋め込めること（と簡単な代数）がポイントの全てです。実際、前者の面積 $(a+b)^2$ を内側正方形の面積 c^2 と4個の3角形の面積（それぞれは $ab/2$ ）の和によって表したものを比較すれば、代数の基礎公式 $(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$ からめでたく $c^2 = a^2 + b^2$ が得られるというわけでした。

共通のポイントは、斜線で示された補助線がもとの題意にはなく、「自分の直感で見つけて補う」必要があることですね。これが面白いところであり、AI には一体どう教えれば（特定の場合にはできても）ある程度一般的にできるようになるか、というのが（以下でもみるように多分深刻な）課題のようです。

なお「AI には幾何の簡単な証明もできない」という話は、新井典子氏の『AI vs. 教科書が読めない子どもたち』（第2章）で指摘された実例によって初めて知り。驚きました。詳しくは拙著『文化の土壌に自立の根』の第10章もご参照下さい。