



# ノーベル賞が惹起する横幹連合への期待

横断型基幹科学技術研究団体連合副会長 山上 伸\*



## 1. 2024 年ノーベル賞の驚き

2024 年のノーベル物理学賞と化学賞はいずれも AI が受賞対象となった。

AI の最近の実績から当然の結果ともいえるが、一つ注目すべき点は、研究成果の発表からノーベル賞受賞までの短さがあげられる。

物理学賞のヒントン博士は、畳み込みニューラルネットワークの開発から高々 10 年、化学賞のハサビス博士に至っては、たんぱく質の構造解析ソフト AlphaFold の解説が Nature 誌に掲載されてからわずか 3 年で受賞である。

従来のノーベル賞は、その対象とする研究が世の中に公表されてから 30~40 年程度を経てからの受賞が多かったが、2020 年のダウドナ博士らの受賞が CRISPR-cas9 の発表から 8 年であり、研究成果が公表されてから受賞までの期間が短くなる傾向は、ますます加速しそうである。

これに大きく影響を与えているのが、科学技術の指数関数的進化である。AI はまさにその典型で、ヒントン博士らが深層学習を実用化してから数年後の 2016 年にハサビス博士の AI 囲碁ソフト “AlphaGo” が当時の世界最強の棋士・李世石 九段を 4 勝 1 敗で破り、そして 2022 年の 11 月に ChatGPT が出現して AI が実用のもものとして庶民の手に届くところまで来た。当代随一の未来学者のレイ・カーツワイルは、2029 年には囲碁や文章生成に限らずあらゆる面で人間の能力を超える AGI (Artificial General Intelligence) が実現すると予言し、イーロン・マスクはカーツワイルの予想は保守的であるとさえ言っている。

## 2. 指数関数的に進化する技術： Exponential Technology (以下 ExTech)

ここで“技術の指数関数的進化”という言葉をきちんと定義しておく。これは「技術のパフォーマンスが一定期間ごとに倍々になる」ということを意味する。しかし、われわれ人間はこの本質を実は正確には理解できない。そのことを寓話で解説する。

昔、インドの王様が、チェスを大変気に入って、その発明者を呼んで「褒美としてなんでも与えるから、好きなものを言え」と。発明者は賢い奴で、王様に「チェス盤の最初のマスに麦を 1 粒、次のマスに 2 粒、その次に倍の 4 粒という具合に倍々で麦を入れて、盤をすべて埋めてほしい」と。王は「そんなたわいもない褒美でいいのか?」と言って、家臣に麦を用意させた。盤は  $8 \times 8 = 64$  マスある。最初の 1 列目の最後のマスに家臣は 128 粒の麦を置いた。盤の半分の 32 マス目で、麦の重さは 100 トンを超え、最後の 64 マス目はなんと 4,600 億トン、エベレストの大きさになってしまった。現在の世界の小麦総生産量の 600 年分以上である。これを見た王が不愉快だったのは言うまでもない。

指数関数的に進化する ExTech の典型的な例が、ムーアの法則として知られている IC チップに搭載される半導体の数で、過去 60 年以上にわたり一貫して 1 年半ごとに倍になっている。

そのほかにも、計算速度や通信速度、デジカメの画素数など、デジタルの世界では ExTech が多くみられる。

\* (公社) 日本オペレーションズ・リサーチ学会 会長

Received: 15 November 2024.

### 3. ExTech の破壊力

ExTech は破壊的である。コダックは自ら発明したデジカメに銀塩フィルムのビジネスを破壊されて倒産したし、レンタルビデオのブロックバスター（アメリカ版の TSUTAYA）はインターネットで注文を受け付けを始めた Netflix にあつという間に葬り去られてしまった。多くの ExTech が凝縮されているスマホは、長距離電話や新聞・雑誌というコンテンツビジネス、レコード店など、様々なビジネスを過去のものにした。

実は、ExTech はデジタルな分野にとどまらず、フィジカルな分野にも存在する。その典型が再生可能エネルギーと蓄電池である。

例えば米国における陸上風力の買取価格は、この 40 年で約 1/20 に下落しており、ほぼ 8 年毎に価格が半分になるという実績を示している。太陽光パネルはさらにコストダウンが激しく、(約 100cm<sup>2</sup> の大きさの) 1Wp のパネルの価格は 1977 年に 77 ドルだったものが、約 40 年後の 2019 年に 0.22 ドルと 1/350 に下落しており、こちらはほぼコンスタントに 5 年毎に価格が半分になっている。蓄電池の価格もスマホの登場以来、指数関数的なコストダウンが継続しており、2024 年の年末にテスラに納入される予定の中国の CATL のリチウム・リン酸鉄蓄電池 (1kWh 当たり 56 ドル) は、10 年前の 1/8 ほどである。

これらのコストダウンの傾向は今後も継続することが予想され、再エネに恵まれたアフリカ・中東・豪州・南北アメリカなどの地域では、再エネとバッテリーで電力システムを構築すると、日本の発電コストの 1/10 以下 (1kWh 当たり 1 セント強) で発電できる時代がすぐそこまで来ている。再エネに恵まれない日本の製造業は国際競争上、厳しい立場に置かれることとなるが、本稿ではこれ以上この話は深入りしない。

### 4. ExTech の融合

以上見てきたように、デジタルとフィジカルの両方の分野で多くの ExTech が登場することで、既存の多くのビジネスは絶滅の危機に瀕するが、さ

らに複数の技術が融合することで強烈な破壊的イノベーションが起きる。

いくつか例を挙げると、空飛ぶ車・EV ロボットタクシー・ヒューマノイドロボットなどがすでにほぼ実現しており、サイエンス・フィクションがどんだんサイエンス・ファクトになることで、社会を大きく変革する。

そのほかにも AI と教育ソフトが融合した“Khan-migo”はアレキサンダー大王がアリストテレスを家庭教師にしたように、すべての人が自分に合った AI 家庭教師を手に入れることを可能にして、大学教育を大きく変革することが予想される。

破壊的イノベーションは人類に大きな利益をもたらす。この 30 年程度を振り返っても、インターネットは世界を小さくし、スマホは我々の外部頭脳の役目を果たしている。AI が実装された EV ロボットタクシーは、公共交通サービスの維持が難しい地方の救世主になる。少子高齢化先進国の日本にとって、ヒューマノイドロボットは高齢者のアシスタントになるだけでなく、少子化による労働力不足を解決してくれる。

その一方で、既存のビジネスはこれまでに経験したことのない速さで破壊されていく。

これからはイノベーションを起こすか、さもなければ破壊されるかのどちらかを迫られる時代でもある。

### 5. イノベーションを生み出す要件

まずはイノベーションが生まれる環境について整理したい。現状では AI をはじめノーベル賞級の成果は米・英の独壇場である。

Google の元 CEO のエリック・シュミット博士がその理由を解説している：イノベーションのホットスポットは、スタンフォードを核としたシリコンバレーや MIT・ハーバードを核とするボストンなどの学園都市、つまり大学を中心とするイノベーションエコシステムにある。ただし、実際に多くのイノベーションを生み出しているのは教授陣ではなく、旺盛な好奇心と野心をもった Ph.D. の学生たちだそうである。

ここから推定されるイノベーション創出要件は

- 1) 大学院それも博士課程の層の厚さ
- 2) STEM や論理思考を重視する教育体系

そして、

- 3) 失敗を評価する風土

である。“失敗”は“成功の対局概念”ではなく、“成功へのステップ”であることを米英は知っている。

## 6. 日本に勝ち筋はあるか

まず、1) と 2) について 2024 年 10 月に公表された“Times Higher Education”の大学ランキングを見てみたい。それによると 1 位がオックスフォード、2 位が MIT、3 位がハーバードで、以下 10 位まですべて英・米の大学が占めている。日本は東大の 28 位が最上位で、それでも中国やシンガポールに後塵を拝している。

東大の新入生のレベルは、上述のトップ 10 の大学のそれと比較して劣っているかということ、日本の高等学校までの教育レベルを考慮すれば、おそらくあり得ない。ということは、つまり、大学に入った後に大きく水をあけられるということになる。

なぜそうってしまったのか。一つ目の大きな要因は、日本では大学で学んだ学問が社会で十分に重視されていないということである。具体的には、学生を採用する側の企業が、特定の専門知識やスキルよりも、企業内での適応力やコミュニケーション能力を重視するために、学生は、よりアルバイトやサークル活動に注力することになる。

それに輪をかけて問題となるポイントは、多くの企業が“Ph.D. はオーバーエデュケーション”と考える風潮が蔓延しているからである。

3) の失敗を尊重する文化においては、日本はさらに状況が厳しい。博士が社会に役立たない？ という偏見も、失敗を認めない風土に起因しているところが大きい。博士であっても、多くの失敗の積み重ねの上に大きな成果を出すのであって、打

率 10 割を期待するのは誤りである。

結論を言えば、イノベーションを起こすか、さもなければ破壊されてしまうかという ExTech の時代に、このままでは日本に勝ち筋はない

## 7. 産学の好循環型連携

これまで見てきたように、今回のノーベル賞が日本に突き付けた現実には厳しい。

とはいえ、少なくとも高等学校までのレベルでは相変わらず世界のトップにあり、今すぐ、国家としての KPI を切り替えて博士レベルの人材を多く輩出するように社会システムの変革を目指すしかない。

そのためには、

- ① “学”は高度な教育を受けたイノベーション人材である Ph.D. を量産する
- ② “産”は Ph.D. を重用し、失敗の積み重ねを許容して、イノベーションの果実を稔らせる

ここで注目すべきは①と②はそれぞれがお互いの必要条件であり、どちらが欠けてもうまくいかないが、回りだせば好循環を生み出すということである。

一朝一夕にはなせないが、まずは時間とお金をかけて“大学エコシステム”という土地作りからスタートしなければいけない。その中で、学会が果たす役割は重要である。学会は学と産の交差点であり、ここが起点となって改革を先導する必要がある。

しかし、単独の学会がいくら頑張ったところで、これまでの社会システムの慣性力に打ち勝つことはまず不可能である。そこで、横幹連合のような学会の集合体先頭に立って、好循環型の産学連携システムを推進すべきではないだろうか。

このような視点からの横幹連合の役割に期待したい。