

第3次人工知能ブーム

池田 充

人工知能に関する世の中の関心が再度高まって久しい。先日、小生は第37回日本医用画像工学会大会に参加したが、昨年度と同様に Deep Learning（深層学習）に関する話題がかなり多くを占めていた。また、昨今は一般の新聞紙でその話題を見かけることも多い。現在のこの人工知能に関するブームは、第3次ブームと称されるものであるが、放射線医学の分野においても多大な影響を与えている。第2次ブームと称されている時代に多少なりとも関わりのあった者の一人として、この紙面を借りて雑感を述べたいと思う。ただし、あくまでも取り留めの無い雑感であるので、小生の思い違いや知識不足から内容に誤りがありうることをあらかじめお断りしておく。

そもそも「人工知能 (Artificial Intelligence; AI)」については、定義が必要となるものではあるが、ここでは誰もが通常思い浮かべるようなデジタルコンピュータを使用して実現されるシステムを想定するものとする。第3次ブームということは、これまでに、(人工知能への関心も含まれるが) 人工知能の研究には栄枯盛衰の波があり、現在のブームは3回目となる盛況に相当することを意味する。この栄枯盛衰の波は、関連する研究開発費の額に如実に反映されるようであり、これまでに2回の「AIの冬」と称される人工知能に関する研究資金の枯渇した時代があった¹。この「AIの冬」の時代を粘り強くかつしたたかに生き抜いた研究者によって現在の人工知能の興隆がもたらされたのである。小生はまずこれらの研究者に敬意を表したい。

さて、今回の第3次ブームは、第2次ブームと比較してそのインパクト（あるいは「熱気」と称すべきか）はかなり強い。身近な例をあげれば、北米放射線学会での関心の高さは、第2次ブームの時とは比較にならないものであると言える。また、関連する研究分野の多くの研究者が Deep Learning とその関連技術を使用するようになっている。この状況は、小生にはかつての量子力学における「グルッペン・ペスト病²」を想起させたが、「カンブリア爆発」にも例えられる現在の人工知能の活用状況では関係する研究者にとって人工知能に関することを避けて通ることの方がもはや無理であろう。

現在のブームの原動力となっているのは、既述の Deep Learning の手法の成功である¹。Deep Learning は、人工知能の黎明期に提案された「パーセプトロン」までその起源をたどることができる¹。「パーセプトロン」に関する研究は一時期ほとんどなされなくなった¹が、第2次ブームの時代にはそれを発展させたいわゆる「ニューラルネットワーク」に関する研究が盛んとなり、放射線医学の分野においても一定の成果をあげている。小生も、この「ニューラルネットワーク」に関する研究に参加した一人である。現在の Deep Learning は、「ニューラルネットワーク」の延長線上に位置づけることができる。第2次ブームの時代の「ニューラルネットワーク」において大きな牽引役を果たしたバックプロパゲーションは、現在の Deep Learning においても重要な役割を果たしている。よく指摘されているように、現在の Deep Learning の成功は、ハードウェアの劇的進歩によるところが大きい。一方、ソフトウェアの観点からも、第2次ブームの時代にはなかった、いくつかのブレークスルーと称すべき進歩が認められる。中でも、2006年のサイエンス誌にも掲載されたジェフリー・ヒントンによるオートエンコーダ³の発明は、大きなブレークスルーと言われている¹。ちなみに、Deep Learning の意味する多層構造化の考え方自体は、第2次ブームの時代からあったものであるが、その名が示すように、現在では第2次ブームの時代では行われていなかったような数の多層化が行われている⁴。オートエンコーダは、この点に関してバックプロパゲーションの欠点を改良し深層化に寄与したが、現在では実用的にはあまり使用されていないようである⁵。

現在の Deep Learning を使用した画像処理においてよく使用されている「畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network ; CNN)」と呼ばれるモデルにおいて中核となっている処理が、「畳み込み」と「プーリング」である⁴。「畳み込み」は、医用画像処理においてもよく用いられる畳み込み演算 (畳み込み関数に相当するデジタルフィルタを適応することと同等) と同じ処理であり、デジタルフィルタを適応することに相当するが、現在の CNN ではこのフィルタの設計も学習によって自動的に行われる。「プーリング」は、必要な情報を残す形でデータ量を減少させること (もちろん単純なものではないが、データの「間引き」と考えてもよいであろう) に相当する⁴。この処理も、データ圧縮や雑音除去に使用されているものと同様であり、医用画像処理でも使用されるものである。この2つの処理は、第2次ブームの時代には一般的には実施されなかったものであり、現在の Deep Learning の成功の大きな原動力となっていると言ってよいであろう。また、これらの2つの処理は、ウェブ

レット解析と合い通じるものがある。事実、ウェーブレット解析の輝けるスターと称される Stéphane Mallat は、Deep Learning の理論的解析においても業績をあげているようである。さらに、追加学習をすることによって学習済みのシステムを別な目的のシステムに使用する「転移学習」は、現在広く応用されているものである⁶が、第2次ブームの時代の「ニューラルネットワーク」の検討においてはこのようなことは小生には思いもよらないことであった。また、CNN とよく比較されるモデルに、「リカレントニューラルネットワーク (Recurrent Neural Network ; RNN)」があり、動画の分析や自然言語処理等に応用されているようである⁶。

「Deep Learning を含むニューラルネットワークの動作は、ブラックボックスである。」とよく言われる。このブラックボックスに関する小生の工学的な考え方は、あるシステムを想定した場合において入力と出力の関係のみに着目し内部の動作の内容には着目しない（ここで入力と出力の関係については明確化することが工学的な考え方である）というものであるが、上記の文で使用されている意味では、「システムへの入力方法と出力結果の解釈のみが理解でき、どのような仕組みで入力から出力が得られるのかについては理解できない」ということであろう。このことについて、人工知能の成果を利用する上では問題とならないとする考え方もあるが、動作原理を理解することは、システムの誤動作を防止したり修正したりする際には必要不可欠であるし、将来のシステム開発にも有用であることは十分予測される。Deep Learning を含むニューラルネットワークの動作原理を理解することは、そのホワイトボックス化とも表現され、この分野での研究も精力的に行われている。ただし、このことは高度の数学力を必要とする非常に難解なものであるようであり、小生の知る限りでは現在の理論的解析で明らかとなったことは隠れ相が1相までのものに限定されているようである。このようにホワイトボックス化はかなり困難な問題であるが、入出力の関係を明確化するという工学的なブラックボックス的アプローチも現在の Deep Learning の検討においては有効であり、このようなアプローチによって Deep Learning の出力についての理解を深める検討も盛んに行われている⁷。これらの検討によって、人工知能の判断とその判断に至る過程が明らかとなれば、未解決の課題の解決に大いに役立つものとなることが期待される⁷。

既述の第37回日本医用画像工学会大会のセミナーでのメーカーの方のお話によれば、「Deep Learning の分野ではこの2年が勝負の時期であり、この機を逃すとアメリカ・中国に勝てなくなる」とのことである。小生は、かつての某国の

スローガンを聞くようであるとの感想を持ったが、同時に Deep Learning の検討を即刻始めないと時流に取り残されるとの思いも抱いた。現在、機械学習に関して、第2次ブームの時代の「ニューラルネットワーク」とは比較にならないほど充実したライブラリ（ソフトウェア資源）が、オープンソースで提供されている⁶。このことは、やる気さえあれば比較的安価なコストで Deep Learning に関する研究や開発を始めることができる環境が整っていることを意味する。人工知能に関する技術は、実に様々な分野で応用されており、また、応用分野は日々拡大している（まさに、「カンブリア爆発」である）。宝の山を掘り当てようと、多くの研究者が鎬を削っている姿が目に見えようである。

この原稿を書いている最中に、放射線画像診断への Deep Learning の応用に関するネットの記事で「ここまで来たか」と思われるものがあったので、原文⁸を読んでみた。ネットの記事から受けた最初の印象とは異なり、同論文でも言及されていたが、画像診断への応用についてはまだまだ課題が多いようである。よく指摘されるように、現状における Deep Learning を含む機械学習においては、学習に使用するデータの質がなにより大切である。このことは、放射線画像診断の分野においては、熱心にかつ高度な診断力によって診断された情報を提供することが機械学習を使用したシステムを作成する上で必要不可欠であることを意味し、同システム作成における放射線診断医の役割は極めて大きいものであると言える。このように、機械学習を使用した優れたシステムの開発において、適応する分野の専門家の協力は絶対に必要なものである。従って、少々乱暴な言い方をすれば、誰もが機械学習を使用したシステム開発に関わる機会がありうるのである。先のメーカーの方のお言葉と流行語を借りれば、「読者の皆さん、AIの研究に参加するなら今でしょ」。

参考文献

1. 人工知能の歴史. Available from : <https://ja.wikipedia.org/wiki/人工知能の歴史> 等を参照.
2. 上田良二「電子回折40年」. Available from : <http://www.lit.nagoya-u.ac.jp/~kamimura/uyeda4-05.htm> 等を参照.
3. Hinton G. E. and R. R. Salakhutdinov, *Reducing the dimensionality of data with neural networks*. Science, 2006. 313 : p. 504-507.
4. 畳み込みニューラルネットワークの仕組み. Available from : <https://postd.cc/how-do-convolutional-neural-networks-work/> 等を参照.
5. ディープラーニング. Available from : <https://deepage.net/categories/>

deep_learning/ 等を参照.

6. AI 技術をぱっと理解する (基礎編). Available from : https://products.sint.co.jp/aisia/blog/tag/ai_blog_basics 等を参照.
7. ディープラーニングの判断根拠を理解する手法. Available from : <https://qiita.com/icoxfog417/items/8689f943fd1225e24358> 等を参照.
8. Titano Joseph J, et al., *Automated deep-neural-network surveillance of cranial images for acute neurologic events*. Nature Medicine.

(名古屋大学大学院医学系研究科医療技術学専攻医用量子科学講座教授)