

特集「物理学と AI」にあたって

小林 亮太

(国立情報学研究所,
総合研究大学院大学)

岡本 洋

(富士ゼロックス株式会社)

山川 宏

(株式会社ドワンゴ,
全脳アーキテクチャ・イニシアティブ)

今回の特集のテーマは物理学と AI (人工知能) である。読者の中には、物理学は「難しい」、「とっつきにくい」というイメージをもつ方もいるかもしれない。確かに物理学は難しく、理解するには時間がかかる。筆者(小林)も、学生時代に物理を学んだときにはよくわからずにとまどった記憶がある。物理が難しい理由として、考え方が特殊であることがある。物理学は、さまざまな現象の仕組みをできるだけシンプルなルール(理論)で説明する学問である。物理の対象は宇宙や金属など具体的なもののだが、理論は抽象的(数理的)なものになり、物理では現実世界と抽象理論を行き来することになる。物理を理解するには、抽象的な理論を直感的に現象に結び付ける必要があるために難しいのだと思う。

物理学は、人工知能から離れた学問分野のように思えるが、変分法・平均場近似などの理論物理学の手法が機械学習の発展に貢献してきた。また物理出身の技術者、研究者が機械学習の分野には多い。例えば、機械学習の教科書 [Bishop 07-08] の著者として知られている C. M. Bishop 氏は物理学で博士号を取得している。機械学習や AI をさらに高度化させるヒントは、これからも物理学から得られるかもしれない。また、近年進展が著しい深層学習やスパースモデリングの研究においては物理学と人工知能の接点が拡大しつつある。

本特集では、どのような物理の方法が AI の発展に貢献し得るのか、逆に、AI がどのように物理に貢献できるのかなどを紹介する。本特集が物理学と人工知能の交流の活性化のきっかけになれば幸いである。

一つ目の、高安秀樹氏による「人工知能の弱点を補う物理学」は、本特集の導入的な解説である。本稿では、コンピュータの登場が物理学に与えた影響、物理学の考え方が紹介され、人工知能の弱点をどのように物理が補っていくかについて議論されている。

二つ目から六つ目の解説は、物理学が AI に与える影響についての解説である。二つ目の、大関真之氏による「量子コンピュータが人工知能を加速する?—量子揺らぎによるニューラルネットワークの最適化手法—」では、ニューラルネットの学習を物理学の視点から捉え、「揺らぎ」を活用することによって、学習の効率化や汎化性能を向上させる技術を紹介している。三つ目の、伊藤浩之氏、青柳富誌生氏による「非線形物理学から見たニューラルネットワークの学習」では、ニューラルネットの振

舞いを「非線形力学系」の観点から捉え、計算資源として力学系を活用するレザバー計算を紹介している。四つ目の藤井啓祐氏による「量子レザバー計算—量子多体実時間ダイナミクスの機械学習への応用—」では、量子計算を使ってレザバー計算を高速に行う技術を紹介している。五つ目の青木健一氏、藤田達大氏、小林玉青氏による「深層学習は統計系の温度推定から何を学ぶのか」では、理論物理学の手法である「くりこみ群」を使って深層学習を理解することを目指した研究の現状が紹介されている。くりこみ群は深層学習のメカニズムを理解するための助けになるかもしれない。

六つ目、七つ目の解説は、AI を物理学に活用した事例についての解説である。六つ目の大槻東巳氏による「ニューラルネットワークを使った物性物理学」では、深層学習を電子の状態を記述する「波動関数」に適用することによって物質の電気の通しやすさを調べる研究や、強化学習を用いることにより波動関数を求める技術を紹介している。七つ目の吉田直紀氏、高橋一郎氏、川島英之氏、田中昌宏氏、建部修見氏による「すばる HSC サーベイによるビッグデータ宇宙論」の対象は宇宙物理学であり、すばる望遠鏡から観測された宇宙画像のビッグデータ分析を行うために、機械学習、画像処理、アルゴリズム技術などの専門家が集結し、さまざまなデータ分析手法が開発されている様子が紹介されている。八つ目の横野光氏による「大学入試の物理試験における問題の解釈」は、物理をする AI の開発がテーマである。本稿では、大学入試の物理の問題を解く人工知能技術の現状が紹介されている。

最後になるが、本特集は 2017 年の夏から進められてきた当学会と物理学会の連携企画の一環としてまとめられた。特に今回は、物理学会からの多大な協力を得て企画されたものである。解説記事の執筆者の方々、川村光会長、澤博理事、藤崎弘士氏、徳永裕己氏、関口雄一郎氏など物理学会の方々の協力に感謝したい。

◇ 参考文献 ◇

[Bishop 07-08] Bishop, C. M.: *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer (2007, 2008) (邦訳: 元田浩, 栗田多喜夫, 樋口智之, 松本裕治, 村田昇 監訳: パターン認識と機械学習(上), (下), 丸善出版 (2012))