学習理論の学際的展開に思うこと

澤 幸祐¹⁾・後藤和宏²⁾

On the interdisciplinary development of learning theories

KOSUKE SAWA¹⁾ and KAZUHIRO GOTO²⁾

先日、世界的に権威のある科学雑誌の一つである Science に、“A critical time window for dopamine actions on the structural plasticity of dendritic spines”と題する論文が掲載され (Yagishita, Hayashi-Takagi, Ellis-Davies, Urakubo, Ishii and Kasai, 2014), 東京大学からこの論文に関するプレスリリースが発表された (http://www.m.u-tokyo.ac.jp/news/admin/release_20140926.pdf). この研究の主要な発見は、側坐核の神経細胞においてスパイン増大が生じるのは、シナプスがグルタミン酸で活性化された直後の短時間にドパミンが作用した時のみであるというものであり、これは道具的条件づけにおいても重要な強化随伴性の時間的接近に関する新たな知見である。論文に先立ってこのプレスリリースを読み、あくまでもプレスリリースであること、また研究そのものの意義からすれば重箱の隅をつつくようなことだと分かってはいるながらも、筆者らはいくつかの点に違和感を覚えた。

プレスリリースには、『イヌに「お手」を新しく教える場合、「お手」ができた時に餌を与えるとイヌはまた「お手」をして餌をもらおうとする。このように動物が行動を起こした直後に報酬（餌）を与えると、その行動が強化され、繰り返し行動するようになる。このことは100年以上前にソーングイクやパブロフにより報告された』とある。論文の冒頭

にも“Animal behaviors are reinforced only when rewarded shortly after a motor or sensory event.”とあり、Thorndike (1911) と Pavlov (1927) が引用されている。これらの記述は、明らかに不適切である。プレスリリースで例として挙げられている「イヌにお手を教える」というのは道具的条件づけであり、Pavlov が報告したものではない。また、Pavlov が行ったイヌの唾液分泌反射の研究では、餌は「報酬」として与えられたのではない。あくまでも、生得的に唾液分泌を誘発する無条件刺激として用いられていた。Thorndike は問題箱の実験において、ある環境と反応の連合が好ましい結果事象によって強められると考察したのであり、「報酬」（我々は「強化子」という用語を好むが）が随伴する行動の生起頻度を増加させることを体系化したのは Skinner である (Skinner, 1938)。当該の研究では、古典的条件づけも道具的条件づけも、「報酬学習」という用語のもと、一括りにされているように読めるが、これは単なる言葉のあやとして済ませられるものではない。古典的条件づけとは、ベルの音と餌の提示など、複数の事象間関係に関する学習であり、道具的条件づけとはある行動に随伴する結果事象によって、その行動の生起頻度が変化するという学習である。これらの間には相互作用があるものの、原則的には異なる手続きであり、学習されるものも異なる。

1) 専修大学人間科学部心理学科
〒252-0344 神奈川県相模原市南区古淵1-28-1-203
2) 相模女子大学
〒252-0383 神奈川県相模原市南区文京2-1-1
連絡先：澤 幸祐
E-mail: sawa@psy.senshu-u.ac.jp
連絡先：後藤和宏
E-mail: kazuhiro.goto@gmail.com

1) Department of Psychology, School of Human Sciences, Senshu University
2) Sagami Women's University
Corresponding author:
KOSUKE SAWA and KAZUHIRO GOTO

J-STAGE Advance Published Date: November 27, 2014.
doi: 10.2502/janip.64.2.2

古典的条件づけや道具的条件づけという現象は、学習心理学のみならず、心理学の概論的な教科書でも扱われることの多い、きわめて基本的かつ重要な現象である。それにもかかわらず、このような誤用は決して珍しいものではない。Schultz らによるドーパミン神経系の報酬予測誤差に関連する神経活動の報告 (e.g., Schultz, 1998; Schultz, Dayan, and Montague, 1997), Temporal Difference (TD) 学習をはじめとする強化学習アルゴリズムの理論的精緻化に伴い (e.g., Daw, Niv, and Dayan, 2005; Sutton and Barto, 1998), 食餌性の無条件刺激を用いた古典的条件づけと正の強化子を用いた道具的条件づけは、強化学習理論ではある程度統一的に扱うことが可能になってきた。そのため、その後の多くの研究ではこれらをまとめて「報酬学習」として括られている感もあり、心理学における学習理論に十分な注意を払わずに手続きや現象をとらえている研究者もいるかもしれない。神経科学や機械学習など心理学の枠を越えた研究領域の展開には目を見張るものがあり、動物心理学でもその知見を積極的に取り入れていく必要があろう。一方、動物心理学(特に学習心理学領域)の研究に携わる我々は、それらの研究にインパクトを与えるような情報発信をしてきただろうか。意地悪く言えば、心理学領域の研究者に対してさえも、当該分野のこれまでの蓄積を伝えるための情報発信が十分にできていないのではないだろうか。そもそも、本学会においてさえ、近年、学習理論の基礎研究に関する発表件数は激減してしまっている。

古典的条件づけに関しては、Pavlov による最初の研究については多くの研究者が理解しているものの、1988年の時点ですでに「あなたが知っているものとは違う」という状況になっていた (Rescorla, 1988)。さらに、2011年に出版された道具的条件づけも含めた条件づけ理論の概説書である“Associative learning & conditioning theory”の第1章は“Things you always wanted to know about conditioning but were afraid to ask”と題されている (Schachtman and Reilly, 2011)。このように、実は条件づけや連合学習といったものは、多くの心理学者にとっても「教科書には載っている、現象も知っている、けど今更その詳細を開けない」といった状況にあるのかもしれない。こうした状況は、動物心理学会を含む四学会合同大会 (Animal 2011) において連合学習理論をどのようにとらえるべきかについて議論し (澤, 2012), 行動分析学に基づく方法論を用いて、環境刺激と動物の行動を媒介する認知過程をいかに検討するかといった問題を提示し (後藤, 2012), 学習理論の基礎に立ち返る

ことの重要性を主張してきた筆者らにとっても忸怩たるものがある。

前向きにとらえるならば、条件づけ研究をめぐる問題は、基礎的な手続きや詳細な理論に関する研究から、様々な現実的・応用的な研究を行う段階、あるいはより認知的な過程を視野に入れる方向性や神経科学など近接分野への適用など、次の段階に移ったことにより生じる必然的なものといえるかもしれない。事実、先に紹介した連合学習に関する概説書では、基本的な手続きや現象、理論に関する記述は第1章のみで、2章以降は臨床応用や広告などの応用分野での研究に割かれている。最近、話題となっている連合学習の命題的アプローチ (e.g., Mitchell, De Houwer, and Lovibond, 2009) など、従来の古典的条件づけ研究に多く見られた自動的かつ機械的な側面を脱却する試みのひとつと言えるだろう。しかしこれらは、あくまでも過去に得られた基礎的な蓄積や理論的な背景を踏まえたものでないと、単なる思い付きや空論になってしまう。現在でも条件づけに関する基礎研究は進められており、応用研究にも影響を与えうような新たな知見が蓄積されている。そうした研究に関わる者として、より積極的な情報の発信の必要性を痛感するところである。

近年、神経科学の知見を曲解した神経神話が教育界に広まり、科学的には根拠のない非効果的な教授方法を正当化されているとの問題が指摘されている (Howard-Jones, 2014)。今回のプレスリリースは、学習心理学が蓄積してきた行動の原理に関する知見と、自らの研究の知見との整合性に関して、十分な検証を行わずに研究成果を流布することの危うさを教えてくれたのではないだろうか。我々は、学習理論が他領域で見せる様々な展開を歓迎しつつも、行動解析のプロフェッショナルとして、分子レベル、ネットワークレベルでの解析による知見との対応をどうつけるのかに関して、もっと情報発信をしていくべきであろう。

引用文献

- Daw, N. D., Niv, Y., & Dayan, P. 2005
Uncertainty-based competition between prefrontal and dorsolateral striatal systems for behavioral control. *Nature Neuroscience*, **8**, 1704-1711. doi: 10.1038/nn1560
- 後藤和宏 2012 比較認知科学は擬人主義とどうつきあうべきか 動物心理学研究, **62**, 49-57. doi: 10.2502/janip.62.1.8
- Howard-Jones, P. A. 2014 Neuroscience and education: myths and messages. *Nature*

- Reviews Neuroscience*. doi:10.1038/nrn3817
- Mitchell, C. J., De Houwer, J., & Lovibond, P. F. 2009 The propositional nature of human associative learning. *Behavioral and Brain Sciences*, **32**, 183-198.
doi: 10.1017/S0140525X09000855.
- Pavlov, I. P. 1927 Conditioned reflexes. An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex, Oxford University Press, London.
- Rescorla, R. A. 1988 Pavlovian conditioning: It's not what you think it is. *American Psychologist*, **43**, 151-160.
doi: 10.1037/0003-066X.43.3.151
- 澤幸祐 2012 連合学習理論は擬鼠主義の産物か
動物心理学研究, **62**, 59-67.
doi: 10.2502/janip.62.1.4
- Schachtman, T. R., & Reilly, S. S. (Eds.). 2011 Associative learning and conditioning theory: Human and non-human applications. Oxford University Press.
- Schultz, W. 1998 Predictive reward signal of dopamine neurons. *Journal of Neurophysiology*, **80**, 1-27.
- Schultz, W., Dayan, P., & Montague, P. R. 1997 A neural substrate of prediction and reward. *Science*, **275**, 1593-1599.
- Skinner, B. F. 1938 The Behavior of Organisms: an Experimental Analysis. New York, Appleton Century Crofts, Inc.
- Sutton, R., & Barto, A. 1998 Reinforcement learning: an introduction. Cambridge, Massachusetts, London England: MIT Press.
- Thorndike, E. L. 1911 Animal intelligence: Experimental studies. Macmillan, New York.
- Yagishita, S., Hayashi-Takagi, A., Ellis-Davies, G. C., Urakubo, H., Ishii, S., & Kasai, H. 2014 A critical time window for dopamine actions on the structural plasticity of dendritic spines. *Science*, **345**, 1616-1620.
doi: 10.1126/science.1255514
(2014. 10. 28 受稿, 2014. 11. 4 受理)