

野島久雄賞を受賞して：素朴な疑問を頭の片隅に

As a recipient of the Nojima Hisao Award: Let your seed questions live in you

日高 昇平（北陸先端科学技術大学院大学）

shhidaka@jaist.ac.jp

今回、野島久雄賞の栄誉に与り、これまで私の研究の発展にご協力をいただいた、共同研究者、実験参加者、学会関係者の皆様、友人、そして私に研究の自由を与えてくれる家族に深く感謝したいと思います。

野島久雄賞は、その名のとおり、日常生活の一端見細な事に面白さを見出す姿勢を貫いた野島久雄氏の名を冠した賞です(新垣, 2012; 鈴木, 2012; 原田, 2012)。この観点から自分の研究の原点を振り返ると、思春期に差し掛かる年頃の少年にありがちな、素朴な「自分とは何者か」というような問いだったような気がします。もっと言えば、「自分が何事か」に「意味を見出す」のはなぜか」という素朴で、しかし容易には答える事のない問いでした。

自分が「赤い」と思えるものを、他人が自分と同じく「赤い」と思える、という保証はどこにもありません。これと同様に、なぜ自分が“論理的である”、“筋が通っている”と思える話で、なぜ他人を説得することができる(相手も同じく筋が通っていると思える)のはなぜだろうか。教科書に載っている内容は、先生がそれを言うからといって、な

ぜ信じられるのだろうか。典型的な「なぜ・なぜ」少年だった私は、もはや誰も答えてくれなくなった湧き上がる素朴な疑問で眠れない夜を過ごしたこともあります。

こうした疑問に具体的に取り組むためのヒントになったのは、大学入学まもなく、線形代数の教科書を読んでいて、「 $(-1) \times (-1) = 1$ 」なる“定理”を自ら発見した時でした(当時、数学の問題でよく議論をしていた実家の弟に感動(エウレカ!)のあまり、その数行の証明¹を急いでFAXで送りました)。通常、中学校の数学で「 $(-1) \times (-1) = 1$ である」(と覚えなさい)、と半ば“定義的な”強制力をもって教えられた経験を持つ方も多いのではないのでしょうか。私は、これに全く納得できず、とりあえず計算の手続きとしてしぶしぶ一旦は了解したものの、この小さな疑問(なぜそれでよいのか)は頭の片隅にずっと眠っていました。

脚注1に記載した私の“証明”は、なんでもない $(-1) \times (-1) = 1$ という(そういうルールだと飲み込んでしまえばよい)計算を、勿体ぶった言い方で回りくどく説明しているだけに見えるかもしれません。しかし、この発見で私が得た気づきは今振り返れば、現在の自分の研究の起点であり、とても大きいものだったように思います。

つまり、我々が小学校や中学校で教わった計算手続きは、わずか幾つかの約束(公理)を認めると、それ以外の規約を要さずに必然的に導けるものであり、また逆に言えば、我々の押し付けられてきた計算法は“ある一つの公理を認めたこと”に由

¹ $(-1) \times (-1) = 1$ の証明(環の公理(和・積の単位元・逆元・分配則)を使う)：和の単位元の恒等式 $0=0$ を認め、(1)に対する和の逆元を(-1)とする。このとき $0=(-1) + 1$ ，両辺に(-1)を掛け $0 \times (-$

$1)=(-1) \times (-1) + 1 \times (-1)$ ，0は積の単位元なので $0=(-1) \times (-1) + (-1)$ 。両辺に1を加えて題意を得る。

来する産物に過ぎない”ということです。つまり、その裏にある含意とは、学校で習う和や積の計算が“適切な”対象も当然ありますが、必ずしもそうした規約には従わない別な約束事を勝手に作って、自分の説明したいことを自由に描き出すことも可能である(つまり、自分の説明したい対象に合わせて、公理・理論を仕立て上げられる)ということです。

こうした目の覚める小さな経験をいくつか重ねながら、私は、これまたしぶとく頭の片隅に寝かせておいた、「自分が何事か“意味を見出す”のはなぜか」という疑問を、それを余すことなく、かつ無駄なく書ききることのできる約束事を見つけようと思うようになりました(この考え方を結晶化した考え方の一部は日高 (2017)にて論じました)。この意味で、人の認知過程を情報処理の喩えによって理解しようとする学問である認知科学に入門したのは、私にとって自然なことでした。

近年の人工知能や機械学習における技術の発展は目覚ましく、すでに多くの人が身近にその応用に接していると思います。こうした応用の土台と直る基礎には、Shannon & Weaver (1949)の定式化した「情報」の概念があります。端的に言えば、Shannon の再定式(それ以前にもナイーブな情報概念は存在した)した「情報」の概念とは、理想的な関数(あるいは圏論でいう射)を、必ずしも理想的ではないゆらぎを持つ実世界のものを使って構成することを指しています(この議論は、日高 (2016)を参照)。この基礎的な情報の概念を拡張する事で、「学習」を情報理論でいうところの符号器を探索する問題と捉える事ができます。つまり、Shannon の思い描いた“情報(の伝達)”を余すことなく記述する体系が情報理論であり、それを基礎として人の認知過程の重要な機序の一つであ

る学習の問題が、機械学習などの問題として再解釈することが可能になったと言えると思います。

しかし、こうした近年の機械学習の成功を前にしても、未だに私の素朴な疑問は解消されていません。私が説明したい現象は、いわゆる「腑に落ちる」と言われる“深い理解”とは何か、ということだからです。直感的・経験的に言えば、学習は無意識に、あるいは気づきや洞察を得る事なしに行うことが可能ですが、深い理解は意識的な努力や気づきを得る事なしに行うことができません(つまり、いつの間にか気づいたら“理解”してしまっていた、ということが経験的にはない)。また無意識的に可能な学習による一般化の範囲はいわゆる学習対象の“ドメイン”を超える事はできず限定的ですが、深い理解は、“ドメイン”を超えて波及することができます。学習とのこうした違いを表す、深い理解が和・積の計算というドメインを超える(あるいは数学を超えて認知科学へという)好例として、前述の $(-1) \times (-1)$ の証明から標準的ではない公理や代数系を構成可能だと思いたることが挙げられます。

これまでの私の研究の大半(特に論文化されたものは、情報理論や機械学習の理論を借りることで説明可能な認知の限定的な側面に関する研究でした。一方で、こうした研究を通じて、これからの研究で深い理解の説明としての既存のアプローチの限界を感じています。今後の研究では、こうした既存の研究・理論を基礎にしつつも、大胆に自分のまさに面白いと思うことに誠実に自分の考えを理論化することに重点を置いていきたいと思えます。

参考文献

- Shannon & Weaver (1949). The Mathematical Theory of Communication. The University of Illinois Press.
- 新垣 紀子 (2012). 野島久雄さんの足跡. 認知科学, 19 (2), 142-143.
- 鈴木 宏昭 (2012). 野島久雄という知性. 認知科学, 19 (2), 144.
- 原田 悦子 (2012). 野島久雄さんという認知科学の形. 認知科学, 19 (2), 145.
- 日高 昇平 (2016). 情報の伝達から理解へ. 人工知能学会論文誌. 31(6). AI30-H_1-10.
- 日高 昇平 (2017). 最適化を超えた認知科学の新たなパラダイムに向けて : Marr の情報処理の三水準の再考. 認知科学., 24(1), 67-78.



日高 昇平 正会員・写真

平成 14 年九州大学理学部生物学科卒業。平成 19 年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了, 同大学博士 (情報学) 取得。平成 20 年 Indiana University にて博士研究員。平成 22 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科助教。平成 29 年同准教授。言語・認知発達、意味認知の計算論的メカニズムの解明を目的に、心理学実験・情報理論・機械学習・非線形時系列解析などを駆使した研究を行う。