

## 書評

Edger Daylight

*Turing Tales* (Lonely Scholar, 2016)

本書の著者、エドガー・デイライトはオランダで計算機科学の学位取得後コンピューティング史および計算機科学の哲学へと軸足を移したという経歴の人物である。具体的な紹介に入る前に本書の内容を簡単に要約しておけば「歴史認識においても、実践においても、計算機科学の世界では『数学的モデルと物理的対象の混同（カテゴリー・ミステイク）』が起こっており、それが様々な誤解を招いている」ということになる。全体の構成としては、本書の前半部が歴史認識に関わる問題についての検討に充てられ、後半部では計算機科学の理論的実践に関わる側面が検討される。本書は8章構成であるが、核となっているのは第2章と第6章であり、第3章は第2章の内容を補い、第5章は第6章で行う議論の準備をする章となっている。第4章と第7章については、本書の議論全体の中でやや浮いた位置取りにあるので、以下の紹介では省略する<sup>1</sup>。

本書前半部において彼が歴史的な批判の槍玉に上げるのは「チューリングが1936年の論文『計算可能な数について』において提示した計算機械の数学的モデルを、1940年代にフォン・ノイマンらが実装することによって近代的なコンピュータが誕生した」とする歴史の捉え方である。デイライトはこれをある種のカテゴリーミステイクであると主張する。というのは、このような捉え方は「モデルの提唱」と「物理的実現」をあまりにも素朴に結びつけてしまっているからである。彼は一次資料を用いてこの歴史の捉え方が端的に誤っていることを確認したのち、この「チューリング神話」とでも呼ぶべき歴史観の形成過程を検討している。一方、本書の後半部は一転して哲学的色彩の強いものとなっている。後半部の中心的な主張は、抽象的な数学的モデル（その代表例が万能チューリングマシン）とその現実世界における表現（例えばコンピュータ）は別物であり、それを混同してはならないというものである。デイライトは本書で、「数学的なモデルとその現実における対応物との混同はカテゴリー・ミステイクで

---

<sup>1</sup> 本書の構成は変則的で、第4章は Arthur Fleck（アイオワ大学計算機科学部門名誉教授）の寄稿によるプログラミング言語の歴史についてのエッセイ、第7章もオランダの計算機科学者 Raymond Boute の寄稿であり（理論計算機科学の教科書のレビューが行われている）、他の章との関連性は薄い。しかし第4章はプログラミング言語理論の形成過程が当事者の視点から明快に語られており、学ぶことが多い。

あり、これは歴史的な誤りの原因であるだけでなく、計算機科学の実践においても好ましくない影響を及ぼしている」ということを執拗な程に繰り返し主張している。

それでは以下順に本書の内容を見ていこう。第 2 章では「万能チューリング機械が [数理論理学の世界を越えて] コンピューティングの世界に導入されたのはいつ頃であり、どのような文脈においてであったのか」が議論される。この問に対するデライトの答えは次のようなものである。つまり、チューリングの仕事は 1950 年代中頃において自然言語の機械翻訳と、そこから影響を受けた形式言語すなわちプログラミング言語の自動翻訳研究の過程で、コンピューティング研究者の間で受容されていった（ただし、ここでデライトが議論しているのは主にアメリカにおける状況であって、イギリスやヨーロッパ諸国については視野に入れていない）。この受容に大きな役割を果たしたのがプログラミング言語の研究開発と自動翻訳の研究に携わっていた研究者たち（具体的には 50 年代に ACM 会長を務めた John W. Carr III や Saul Gorn、第一回のチューリング賞受賞者アラン・パーリス、ハーバード大学で長きに渡り言語学教授を務めたアンソニー・エッティンガーら）である。この箇所における議論で興味深いのは、コンピューティングと数理論理学が合流するにあたっては、50 年代初期に冷戦の煽りを受けて積極的に推進された自然言語の機械翻訳研究（特にロシア語-英語自動翻訳）が一定の役割を果たしたとする指摘である。例えばエッティンガーは機械翻訳研究の一環として 1950 年にイギリスに派遣され、ケンブリッジ大学において当時最先端の計算機利用について学ぶと共に、モーリス・ウィルクスやチューリングらと交流した。自然言語の機械翻訳研究はイエホシュア・バー・ヒレルらを始めとする理論言語学者とコンピューティング研究者の間にも交流の機会をもたらしたが、形式言語理論の立場からチューリング機械を捉え直す機運が生じたのはこうした研究環境においてであった。デライトはまた「我々の過去を単に 1936 年のチューリングの論文の応用過程と見なすのではなくて、チューリングの論文が意味していたところのものを理解するための苦闘の歴史と見なそう」という提案を行っているが、この提案は現実の歴史の流れに即した魅力的なものと思われる。

3 章でも引き続きチューリングの 1936 年論文とその後の計算機開発史との関連が検討される。ここで彼が焦点を当てるのはオランダにおける計算機製作のパイオニアである Willem van der Poel という数学者である。オランダにおける計算機開発史は（その登場人物たちの研究史上における重要性に関わらず）おそらく英語で書かれたものとしては類例がなく、その意味でも貴重な記述である。第一世代の電子計算機の中にはハードウェアの命令セットを極めて少数に抑え、プログラミング（ソフトウェア

ア)によって問題の複雑性に対処しようとしたものが多く存在したが、これは必ずしも万能チューリング機械を意識してのものではなかったとされる。しかしこれには例外が存在し、その一人がオランダの van der Poel であった（チューリング本人もまたこの例外に属する）。一方で、van der Poel は万能チューリング機械を意識して計算機的设计を行いはしたが、これを電子計算機の理想的なモデルとみなすことは嫌だったという。その理由は明快で、現実の機械の有限性を捨象することは望ましくないと考えられたからである。これに対し米国の Saul Gorn や John W. Carr らもまた 1955 年には万能チューリング機械を計算機のモデルとして活用するようになるが、彼らは物理的な計算機をメモリの制約を無視した万能機械として概念化することを厭わなかった。つまり、50 年代に計算機に関わり、かつ数理論理学に理解のあった研究者の間でも、チューリング機械の受け止め方には（特にメモリの有限性／無限性に関して）幅があったわけである。また当時コンピュータはあくまで物理的な「機械」であって、それを抽象化した数学的モデルについて考えた人々は主流ではなく、Gorn や Carr らは「変わり者 (space cadet)」と呼ばれたことも指摘される。50 年代において電子計算機を数学的モデルとして捉え、機械から物理的な詳細を捨棄しようとしたのはむしろ少数派であったし、このことはデイライトの記述から十分に納得が行く。

第 5 章以降は一転して哲学的な議論、特に本評の冒頭でも言及したカテゴリー・ミステイクへの批判が主となる（5,6 章は内容としてほぼ連続しているのでまとめて紹介する）。ここでデイライトが引き合いに出すのは「プログラムの形式的検証 (formal verification)」を巡る議論である。冒頭で述べた通りカテゴリー・ミステイクとは要するに対象とモデルの混同であるが、ここでいうモデルは 2 種類ある。ひとつは、現実世界を UML などの手段を使ってモデリングしたものであり、これにより得られたモデルはさらにコーディングという作業を経てプログラムとなる。もう一つはプログラムの数理的なモデルであり、これはプログラムを数学的な検証が可能なる形へと変換することによって得られる。これらのモデルについて彼は次のように述べる。つまり、正当 (correct) なプログラムを我々の意図した事を行うプログラムと定義するならば、プログラムを正当であると「証明」することは本質的に不可能である。というのは、世界から第一の意味でのモデルを作り出す過程においては必然的に誤りが生じ、モデルと世界の対応関係を保証するものは何もないからである。モデルを作り上げる過程において、我々は世界の無関係な側面を捨象し、（計算量等の都合により）手に負えない問題を数学的に手に負えるようにする。しかし残念ながら、こうした捨象のプロセスの際には世界とモデルを対応付けるはずの重要な側面も捨てられる。そうやって出

来たモデルを形式的検証にかけたところで、意図した通りにシステムが動くことは保証されていない。さらに、彼はもう一つの批判を行う。プログラムの性質について検証が行われる際には、プログラムそれ自体の代わりにそのプログラムをモデル化して作られた数学的モデルが利用される。その結果、プログラムの形式的証明はそのモデルについては何かを教えてくれるものの、(物理的にコンピュータのメモリ内に存在している)プログラムそれ自体については間接的にしか語ってはくれない。モデルは現実のメカニズムが持たない性質を持つことが有りえ、また実際のプログラムが上手く動かないとしても、そのプログラムのモデルの正当性を検証することは可能でありうる。それゆえ、プログラムの数学的モデルとメモリの中に存在しているいわば「物理的な」プログラムはあくまで別物であり、また別物として扱わなければならない。以上が5-6章でのデイトの主張の概要である。

本書は歴史的な観点及び哲学的な観点から「数学的モデルと物理的対象の混同」(カテゴリー・ミステイク)を批判した本であり、評者は概ね以上のこのデイトの主張に賛成の立場を取る。「チューリング神話」を対象とする歴史的検討は一次資料に基づいた説得力ある議論であり、検討対象が米国に限られていることを除けば不満はない。しかし哲学に踏み込んだ議論については若干の不満が残る。まず、彼の主張する「カテゴリー・ミステイク」が具体的にどのような弊害を持つのか詳しくは語られていないため、なぜそれが避けられるべきものであるのか今ひとつ理解しかねた。またチューリング機械や原始再帰関数といった数学的モデルがコンピュータやプログラムを理解するための道具立てとして実際に役立てられている以上、むしろ問うべきは現実の物理的対象とその数学的モデルとを結びつけているのは何であるのか、一体何が数学的モデルという抽象的レベルでの検討が、現実の計算機の考察に役立つという事実を支えているのか、という問ではないだろうか。デイトはこうした疑問にはほとんど答えておらず、それゆえ議論が片手落ちになっている感が否めない。とはいえ、そもそも計算機科学を対象とした哲学的な議論にはほとんど蓄積がないため、そこに洗練された議論を求めるのは酷というものかもしれない。その点、本書は今後この「計算機科学の哲学」が議論すべきアジェンダを設定することには成功していると評価できる。コンピューティングの歴史及び哲学的な問題について関心のある人々であれば本書は手に取る価値があるだろう。

(河西棟馬, 日本学術振興会特別研究員・京都大学文学研究科博士後期課程)