

## 書 評

### 白と黒のとびら

— オートマトンと形式言語をめぐる冒険

川添愛 著

東京大学出版会, 2013年4月

首都大学東京理工学研究科

鈴木 登志雄

2010年代に入ってからというもの、離散数学や数理論理学の分野で東大出版会は個性的な本を立て続けに出している。その中において本書はひととき異彩を放つ。これは物語の形を借りた啓蒙書である。また、啓蒙書の形を借りた物語でもある。

対話ものとは一線を画する。対話ものの基本フォーマットは、およそ次の通りだろう。登場人物たちが数学についてセミナーをする。あるいは授業に出席する。解説の肝心な部分は先生役が長台詞で述べる。先生役の代わりに秀才役が務めてもよい。

一方本書は、最初から最後までファンタジー小説の外形を貫いている。主人公は数学のセミナーや授業に参加しているわけではない。謎解きと冒険をしながら、魔法使いとして成長していく。謎解きの数々が、オートマトンと形式言語の隠喩になっている。

魔法の師匠は、決して手取り足取りの指導などしない。古き良き時代の教授のようだ。

主人公の精神的成長も見所である。主人公の設定は10代であるが、物語終盤の頃、彼の姿はまるで博士号を取得して巣立っていく研究者のように頼もしい。著者の研究者としての体験が主人公に投影されているのだろう。

著者の想定としては、全くの初心者がこの物語を楽しみ、これをきっかけにしてオートマトンと形式言語の教科書へ進んではいかが？ということのようだ。評者が思うに、授業でこれらを学びつつある学生諸君が読むのにも適している。また、数学的内容よりも主人公の成長に焦点を当てて読むなら、大学院生に広く薦めたい。

読みやすい上に、物語として面白い。これは楽な書評だと当初は思った。しかしよく考えてみると、ネタバレを避けながら内容を紹介するのはそんなに楽ではない。

携帯メール1通分ほどの短い前口上の後、ただちに物語の序章が始まる。主人公の少年ガレットは魔法使いの師匠に弟子入りして1年になる。この間、魔法の授業はなく、掃除や洗濯ばかり命じられていた。やっと最近、授業が始まった。ところがそれは古代の言語についての授業であった。いったいこれが魔法と何の関係があるのか。ガレットは不満げ

だ。それはそうだろう。せっかく魔法を習いに来たんだもの、箒にまたがって飛んでみたり、魔法で時間を止めてみたりしたいだろう。

幸い、物語3ページ目でガレットの退屈は早くも破られる。彼は奇妙な遺跡の調査に乗り出す。遺跡の冒険は、やがて古代の言語をめぐる謎解きとからみあっていく。

物語の始まりに近いところで、状態遷移図の暗喩が登場する。この暗喩が臨場感に満ちている。さながら、状態遷移図に対する Google ストリートビューの応用だ。虫の目のカメラアングルによって、我々は状態遷移図の頂点に当事者として降り立つ。

16ページには、いかにも魔法の物語らしい神秘的な図がある。キャプションにはこうある：『クーージュ・レザン兄弟遺稿集（上）クーージュの凶案集』より。ここを見たとき、クーージュ・レザンという名を、ぶどうの品種名にちなんだ命名だろうと思い込んだ。フランスにはそういう種類のぶどう（raisin）でもあるのかな？まあいいか、と。

他の魔法使い少年と小競り合いをする場面があり、そこで独特の魔法が披露される。魔法の設定が数学的な内容ともうまくつながっている。読んでのお楽しみだ。

プッシュダウンオートマトンと文脈自由言語の等価性についての隠喩はとくに印象深かった。証明の考え方が鮮やかに描かれている。文法がオートマトンに転化するさまが、抵抗なく、すっと頭に入ってきた。というより、文法がそのままオートマトンに見えた。

本書は横書きである。だが、むしろ縦書きで読みたいと思った箇所がいくつかある。そのうちの 하나가、プッシュダウンオートマトンに関する部分だ。この部分のスタックの暗喩は縦書きがよく似合う。

中盤以降は、ガレットの気持ちに寄り添いながら一気に読めた。結構、胸にじーんと来る場面もあった。ただし、中盤以降を一気に読めたのは、評者が数学的内容を事前に理解していたからかもしれない。

読み終えて間もなく、著者がクーージュ・レザンという名をどのように生成したのか推理してみた。九重連山 → クージュ・レンザン → クージュ・レザンに違いない。九重連山は大分県に実在する地名で、熊本との県境近くにある。本書を読み終えた方なら、この仮説に説得力を認めてくれることと思う。

本書全体を通して、数学的な理解を助ける図版はたくさん載っている。物語世界の地図を載せてくれていたら、もっとありがたかった。

また、登場人物の絵もない。将来、複数の絵師によって公式二次創作がなされ、キャラクターデザインの統一性が損なわれるようなことになったら？それは、あまりうれしくない話かもしれない。ある対話もの人気シリーズのコミカライズ版を思い浮かべて、そんな心配をしてしまった。杞憂だろうか。

評者は数理科学コースの学部3年生を主な対象として半期の講義「計算の数理 I」というものを受け持っている。本書の数学的内容は、その講義が扱う範囲に近い。

巻末の解説において、形式言語とオートマトンについて簡潔に説明されている。物語の最後のページと解説の最初のページが、同じ見開きの左と右だ。物語を読み終わらないうちに解説を読んでおこうとすると、物語の最後のページが視野に入る。ここに白いページを挟んでくれていたらありがたかった。

参考文献表は二つある。解説の途中にあるのが読者の学習のための参考文献。そして、謝辞の後にあるのが執筆の参考にした文献である。読者のための文献の中にはホップクロフトほか「オートマトン 言語理論 計算論 I [第2版]」、「同 II [第2版]」サイエンス社(2003)、シプサ「計算理論の基礎」共立(2000)など本格的な文献も紹介されている。評者からも一つ参考文献を紹介しておこう。それは田中尚夫「情報の数理 計算論理入門」裳華房(1997)の第2章「オートマトンと形式文法」である。第2章はわずか40ページ弱であり、個々のテーマにあまり深入りしていない。手早く全体像をつかむのによい。

ところで、国立情報学研究所が中心となって、入試問題を解く人工知能「東ロボ君」の研究・開発が進められている。「ロボットは東大に入れるか」というキャッチフレーズを報道でご覧になった方も多かろう。報道では研究代表者だけの名が紹介されるが、「東ロボ君」というプロジェクトが複数の研究者を擁するのはいうまでもない。著者の川添氏はその一員である。奥付によると著者の専門は言語学と自然言語理解、学位は博士(文学)とある。これらの字面から想像されるよりもはるかに学際的な研究に取り組んでいるようだ。

この書評を執筆している最中にも、東ロボ君は大手予備校のセンター試験模試と東大入試模試を受験し、健闘している。入試問題を解くには、まず文章を読んで解析し、必要に応じて数式に変換する必要がある。こうした処理において基本となる理論が他でもない、形式言語とオートマトンである。

もう少し出番を増やしてほしかった登場人物もいる。また、本書における比喩のシステムはブール決定木ほか、いろいろな計算モデルに応用できそうだ。アンコールの声援を送りたい。表紙にタイトルの英訳が載っている。Arcimage Garret's Apprenticeship: Adventures in Automata and Formal Languages とある。副題は日本語タイトルと同じだが、主たる題名は異なっている。魔導師ガレットの修業時代といったところか。この題名なら続編があっても不思議ではない。願望を込めて、そう解釈してみた。