



タイトル フラクタリスト
マンデルブロ自伝

原 題 THE FRACTALIST
MEMOIR OF A SCIENTIFIC MAVERICK

著 者 Benoit B. Mandelbrot(ベノワ・B・マンデルブロ)

訳 者 田沢 恭子 (たざわ きょうこ)

出 版 社 早川書房

発 売 日 2013年9月20日

ページ数 493頁

本書の一番最初の部分で著者は以下のように述べている。「わが人生の曲がりくねった長い道のりは、孤独でしばしばひどく荒れていた。愛情に満ちた助けがなければ、短く危険で不毛な道のりとなっていただろう。しかし私は幸運に恵まれていた。両親は、生き抜く術を教えてくれた。叔父は、私を従順ではないが恩を知る教え子として受け止めてくれた。後に妻もこうした人たちの一人となり、彼女と息子たち、そして孫たちは、私に笑顔を教えてくれた。絶えず私を導いてくれた人たちに、わが生涯のシーンの数々を捧げる。

また、私には過分なほど、強い力を放つ多彩な人達に沢山出会うことができた。多くは暖かく寛容な人達だった」

不規則で非定形の形を扱う新しい幾何学のフラクタル、樹木の枝分かれや川の流れなど、一見不規則に見える自然界の複雑な形も、フラクタル幾何学で解き明かすことが出来るという。本書の読みどころは、彼の研究の足跡だけではない。独創的な発想で多様な業績を重ねて世界的な科学者になるまでの物語である。

本書は、大きく3部で構成されている。

第1部は、科学者になるまで

第2部は、科学と人生を学んだ紆余曲折の長い道のり

第3部は、人生の実り多き第三段階

本書を読んでいて私が最も興味を惹かれたのは第3部からである。IBMに勤めていた35年間と17年間にわたるイェール大学教授時代が彼の黄金時代であった。とくにIBM時代は、「私の過ごしたIBMに代わるができそうな研究所は一つもない」とまで言い切っている。

あらゆる年代の人達から、このようなことをよく言われる。「握手していただけますか？この国ではあなたのフラクタル幾何学が高校で扱われています。だから私たちがあなたの名前を初めて聞き、あなたの作成した数学的な図を見たのはもう何年も前のことなので、あなたはとっくに亡くなっていると勝手に思い込んでいました。だって、あなたのような方なら、ニュートンの生きていた時代のすぐ後に生きていたと言うほうが、いかにもそれらしいじゃないですか。自分が学校で習ったことの一部があなたの頭に初めて浮かんだ時の話をご本人から聞けるなんて、信じられません。握手出来るなんて不思議な気分です。・・・まさに一大事です」

そうなのです、マンデルブロは 1924 年ポーランドのワルシャワで生まれ、2010 年にマサチューセッツ州のケンブリッジでこの世を去っているのです。

マンデルブロは波瀾の人生を送り、第二次大戦下、ユダヤ系のポーランド人として生き延びた話や IBM の研究員、ハーバード大学やイエール大学の数学教授になった話など、科学好きでなくても、なかなか興味深い内容となっている。彼は、数学・物理学・経済学・工学・言語学さらには芸術まで、実際に多くの分野を渡り歩き、大きな功績を残している。

彼の 20 代は学生およびポスドク（ポスト・ドクター）として研究の方向性を模索する時期だった。フォン・ノイマンなど、マンデルブロに大きな影響を与える科学者との出会いも、多くがこの時期である。本書でも科学界の大物たちがさらりと登場して、思いがけない横顔を見せてくれる。

たとえば、こんな風に・・・。

『1970 年の半ば、私はしょっちゅうスティーブン・J・グールドと会っていた。彼は精力的な古生物学者で、ハーバードで多数の職に就いていた。私たちはまったく別々に、不連続性の唱道者として非常に目立つ存在となっていた——彼は古生物学における断続平衡説の提唱者として、私は相場価格の変動において。・・・』

また、

『プリンストン高等研究所の講演で、ある高名な数学者から批判を受けた。マンデルブロが口を開けたまま立ちすくんでいると、「原子爆弾の父」こと物理学者の J・ロバート・オッペンハイマーがさっと立ち上がった。「私が答えてもいいですか。マンデルブロ博士が許可してくれるなら、いくつか言わせてもらいたい。講演の案内に書かれていたタイトルは仮のものだから、変更しなかったのは手落ちです。それでも、博士の研究について話を聞くことが出来たのはよかった。ただし、彼の得た注目すべき成果がきちんと扱われていなかったような気がします。・・・』

オッペンハイマーが話を終えて腰をおろすと、今度は「コンピュータの父」こと数学者のジョン・フォン・ノイマンが立ち上がった。マンデルブロ博士を 1 年間こちらに招いたのは私です。我々は極めて興味深いやり取りをしてきました。オッピー（オッペンハイマー

一のこと) が触れなかった点をいくつかかいつまんでお話ししたい。……。彼らの飛び入りの発言で、講演会はどん底に沈んだような雰囲気から一転して、忘れがたいほどの盛り上がりとなり、大成功の裡に終わった』……………。

30代以降は、主にIBMを拠点として研究に邁進する。といっても、一つの分野だけを究めるのではなく、様々な分野を渡り歩き、「よそ者」の立場で成功を収めていく。いよいよ、「異端者」（というより、我々の眼から見れば天才？）を自認する彼らしい生き方が実を結ぶ時期を迎える。もっとも、何時も順調なわけではなく、有名大学に就職するチャンスをふいに失意に暮れた話など、失敗談もユーモアを交えて語られている。

彼が出会った人の多くは科学者だったが、科学者だけでなく例えば、同級生でもあるジスカール・デスタンの印象にも触れていて面白い。

さて、本文には数式は一切出てこないのを期待した人には物足りないかも知れない。しかし、記者あとがきに

$$z_{n+1} = z_n^2 + c \quad (1)$$

$$z_0 = 0 \quad (2)$$

「最も複雑な数学的対象」といわれるマンデルブロ集合を描くとき、用いられる式はこれだけだ。コンピュータで計算を何度も繰り返して結果を平面上に表示すると、あの有名な図形が出現する」と述べている。

これだけでは何のことか判らない。少し式を追ってみよう。

式(1)は、

$$z_1 = z_0^2 + c \quad (3)$$

$$z_2 = z_1^2 + c \quad (4)$$

$$z_3 = z_2^2 + c \quad (5)$$

・
・
・

と書き換えても良い。

まずはじめに、 $z_1 = z_0^2 + c$ の z_0 に0を代入する【式(2)】と、 $z_1 = c$ を得る、さらに得られた z_1 の値を式(4)に代入すると $z_2 = c^2 + c$ を得る。このように得られた

値を次々に z_n に代入して反復計算をして、プロットしていくわけである。

マンデルブロ集合の方程式 $z_{n+1} = z_n^2 + c$ の右辺の z と c は、複素数と呼ばれる数字である。複素数は 2 次元の平面の 1 点として表すことができ、これを複素平面と呼んでいる。方程式を反復して得られた z と c の値を複素平面上にプロットしていくと、マンデルブロ集合が描かれるというわけである。

このような「簡単な数式」から導かれる「複雑怪奇な絵」（マンデルブロ集合）のコントラストは特に興味を引く。



これは、「[生き物たちは 3/4 が好き](#)」の私の書評からですが、『5 章は、私が一番読みたかった章です。

生物学は 21 世紀の科学にとって 20 世紀における物理学のような存在になるだろうと予測され、この頃から物理学者の生物学への参加が顕著になります。

1990 年代の初頭、ロス・アラモス国立研究所の物理学者のジェフリー・ウェストは、ダーシー・トムソンと同じく、彼も真の科学はすべて数学的表現に基づくべきだと考えた一人でした。ウェストは**フラクタル幾何学を導入すれば 3/4 乗は説明できる**と考えました。つまり、ウェストは代謝率を資源（栄養や酸素）が血管系を通して細胞に供給される速度と見なし、代謝率の背後にあるスケーリング則、つまりクライバーの規則は、動物のサイズが変わるにつれてこの供給ネットワークの構造が変化する結果だと推理しました。

彼はさらに「血管がどんなに速く資源を送り込んでも、細胞が消費し切れなければ 意味はないし、一方、細胞がどれほど活発にエネルギーを消費しようとしても、輸送ネットワークの運べる限界を超えていたら、それはかなえられない」と考え、うまく設計されたネットワークは、迅速かつ経済的に資源を配送すると考え、物理学でよく言われるポテンシャル・ミニマムの考えを取り込んで、最小限の時間とエネルギーで配送が行われるように最適化手法の導入を考えた。

ウェストの他に、ブラウンやエンキストも加わって完成したモデルは、「一種の抽象化であり、その答えは生物システムの洞察から生み出されたものではなく、物理学の法則から導き出された工学的解答である」と生物界から反感を買ったようですが、もし ダーシー・トムソンがこのネットワーク・モデルを知ったらきっと喜んだはずだと著者は言います』

「生き物たちは 3/4 が好き」の中に出て来る「フラクタル幾何学を導入すれば」というところに目を付けて色々調べて理解しようとしたが、手法の意味は全く分らなかった。

そこで、本書でもどこかに「ヒント」があるのではないかと精読してみたが見つかることができなかった。「部分と全体が相似である」というところにヒントがあるように思うのだが？ マンデルブロの研究成果は多くの人に知られてはいるが、その応用となると難しいことを再認識した。

本書がアメリカで出版されたのは2012年10月だが、マンデルブロは2010年10月に亡くなっている。そのため本人は刊行を見届けることが出来なかったという。そのため、彼の妻から頼まれて、イエール大学教授の親友（マイケル・フレイム）が「あとがき」を書いているのだが、亡き友に対する溢れんばかりの友情と尊敬をひしひしと感じさせてくれる。本文が醸し出すマンデルブロの人柄から推測すると、真の友人が沢山いたことが推測される。

なお、マンデルブロはTEDにも出演している。興味をお持ちの方は[ここ](#)をご覧ください。本書で見られるモノクロ写真ではなく、生前のマンデルブロの顔が見られ、彼が身近に感じられる。

20世紀を駆け抜けたユダヤ系知識人ならではの波乱万丈の一代記である。自伝が描き出す人物像とその数奇な生涯の面白さは十分堪能することができる。数式は一切出てこないし、翻訳も読み易いので、一般の人にもお薦めの一冊です。

2013. 12. 16