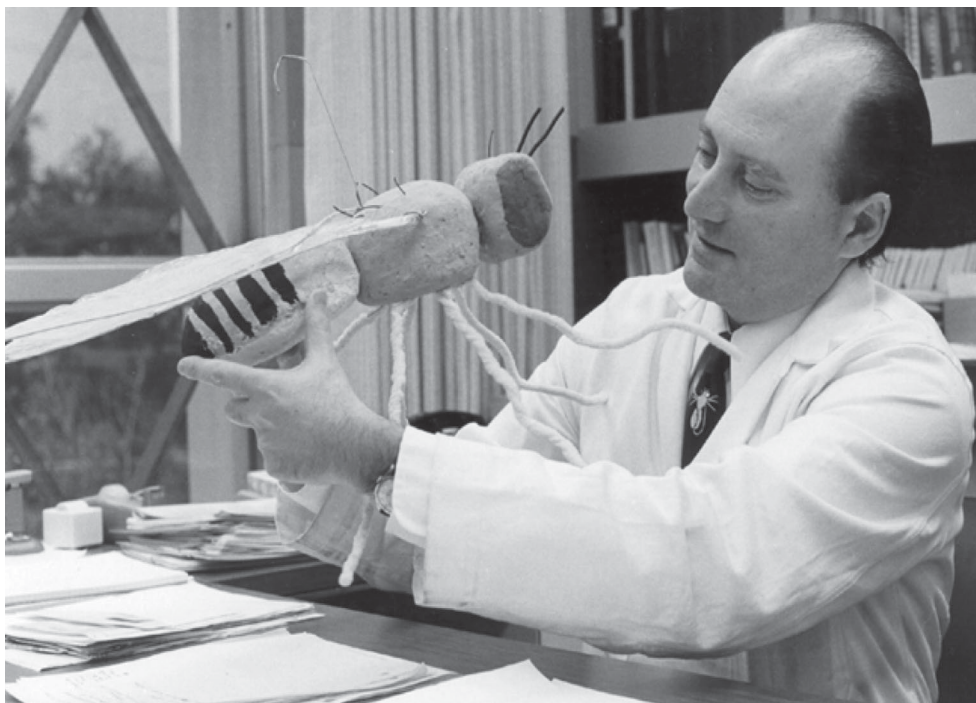




## 第4回

## シーモア・ベンザー

【前編】

Seymour Benzer (1921-2007)。1921年、ニューヨーク州のブルックリンに生まれる。1942年、ニューヨーク市立大学ブルックリン校で物理学を専攻し、パデュー大学において、固体物理学のパイオニアであるカール・ラーク＝ホロヴィッツの下で学び、1947年に博士号を取得する。このときに彼が発見した高電圧に耐えるゲルマニウム結晶が、後年、半導体研究の大きな推進力となり、トランジスタの発明に結びついている。しかし、彼の興味は生物学へと移り、パデュー大学の物理学教室に籍を置きつつもオークリッジ国立研究所、カリフォルニア工科大学のマックス・デルブリュックの研究室、コーネリアス・ヴァン・ニール研究所、パスツール研究所のアンドレ・ルウォフの研究室、コールド・スプリング・ハーバー研究所などのさまざまな場所でバクテリオファージの研究を進めた。遺伝子の操作論的な定義（シストロン、レコン、ムトン）を提唱し、遺伝子は染色体状に並んでいるだけでなく、遺伝子（シストロン）の内部も一列に並んだムトンから構成されていることを証明した研究で有名。1967年にカリフォルニア工科大学の生物学教授となり、ショウジョウバエを用いた行動遺伝学の研究を開始する。ショウジョウバエにおける走光性、概日リズム、求愛行動、学習行動などの突然変異体を発見し、遺伝子が行動を規定することを証明した。

1964年、2004年にガードナー国際賞（2回）、1971年にアルバート・ラスカー基礎医学研究賞、1982年にアメリカ国家科学賞、1991年にウルフ賞医学部門、1993年にクラフォード賞、2000年にはわが国の国際生物学賞を受賞するなど、輝かしい受賞歴を持つが、ノーベル賞に選ばれたことはなかった。2007年11月30日、カリフォルニア州パサデナにて死去。

## 現代神経科学の源流とは…

現代神経科学には、それぞれの領域を切り拓いた「源流」と呼べる人物が存在します。その偉大な先駆者が行った研究の内容と歴史的意義を、その人物の下で直接学んだことのある方に語っていただきました。新しい分野を開拓することになった経緯や、研究に対する信念、研究を離れたところでの意外な一面など、さまざまなエピソードを通して、神経科学の魅力を再発見するための連載シリーズです。

堀田凱樹  
×  
酒井邦嘉  
(聞き手)



## 堀田凱樹 氏

東京大学名誉教授

東京大学理学部教授、国立遺伝学研究所所長、総合研究大学院大学遺伝学専攻長、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構長を歴任。1968～1972年の約4年間、カリフォルニア工科大学のベンザーの下に留学。2013年紫綬褒章受章。

### シュレディンガー

1887年にウィーンに生まれる。波動方程式の発見により量子力学の基礎を築き、ポール・ディラック (Paul Adrian Maurice Dirac; 1902-1984) とともにノーベル物理学賞を受賞した (1933年)。「シュレディンガーの猫」と呼ばれるパラドックスのように、量子論の確率解釈に対して鋭い批判的考察を行った。

### デルブリュック

1906年にベルリンに生まれ、米国に帰化する。ニールス・ボーア (Niels Bohr; 1885-1962) らの影響で、物理学から生物学へ転向した。バクテリオファージの遺伝子研究を先導し、ルリア (Salvador E. Luria; 1912-1991) およびハーシー (Alfred D. Hershey; 1908-1997) とともにノーベル医学生理学賞を受賞した (1969年)。

### モーガン

1866年に米国ケンタッキー州に生まれる。元々は発生学者だったが、メンデル法則の再発見をみて、発生も遺伝子の「展開」であると気づき遺伝学者となる。ショウジョウバエの染色体で遺伝学の基礎を築き、ノーベル医学生理学賞を受賞した (1933年)。遺

酒井 今回は、堀田凱樹先生においでいただき、ベンザーについて伺います。

## 1つの突然変異が行動に異常を起こす

酒井 ベンザーは「行動遺伝学 (behavioral genetics)」の開拓者で、遺伝子から神経系、そして行動に至る因果関係を明らかにしました。ベンザーには大きな仕事があります。1つはファージの分子遺伝学で、詳細な遺伝子地図の作成を成し遂げます。もう1つがこの行動遺伝学で、ショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) の行動に関する「神経遺伝学 (neurogenetics)」といえます。堀田先生が留学なさったのは、後者の研究がちょうど始まる頃でした。

堀田 そうです。その neurogenetics という言葉は、わりあい新しい。

酒井 ベンザーが最初に使ったわけではないのでしょうか。

堀田 彼が neurogenetics といったかどうか、よく覚えがたいですが、彼が目指していたのは、確かに neurogenetics です。

酒井 神経遺伝学は、動物の本能行動も含めて、その遺伝的な原因を明らかにする分

野です。1つ1つの遺伝子を同定して、遺伝子と神経のはたらきの因果関係を実証していくわけです。それまでの研究とベンザーの行動遺伝学の違いはどのようなところにあるのでしょうか。

堀田 「行動遺伝学」という分野はベンザー以前からありました。でも、それは遺伝子が何をしているのかまで研究する学問ではなく、ただ動物の遺伝と行動の関係を調べるだけのものでした。

ベンザーが独創的なのは、人為的に突然変異を起こして行動異常を調べたところからです。遺伝子に「点突然変異 (point mutation)」を起こすことで、行動に直結する遺伝子を見つけたことです。そうした遺伝子をたくさん見つけて解析すれば、遺伝子が脳の中をどのようにつくっているかがわかってくるはずだ、というのがベンザーの基本的なアイデアです。

酒井 そして、それをショウジョウバエで実証した。

堀田 そうということです。視覚系や体内時計の遺伝子変異を示したのが、ファージ研究以降の非常に大きな功績ですね。

酒井 当時の考えとして、「たくさんの遺伝子に異常が起きて初めて、行動に変化が起こる」というものがありました。今でも根強い思い込みかもしれませんが (笑)。

堀田 行動に関係する遺伝子はたくさんあるのだから、1つの遺伝子を人工的に変えたところで意味がない、という考えには一理あります。

ところがそうではなくて、中には1つを変えるだけで大きな変化を起こすような遺伝子があるはずだ、というのがベンザーの説でした。

酒井 その研究では、単なる突然変異ではなくて「点」であることが重要なのです。原因の遺伝子が特定できますから。

堀田 点突然変異を起こすには、エチルメタンスルホン酸 (EMS) というアルキル化薬をエサに混ぜて使います。遺伝子を化学的に変異させるわけです。実際、ファージや大腸菌では既に DNA が調べられていて、EMS が点突然変異を起こすと

ということがわかっていて。だから、ハエでも同じだろうとベンザーは考えたのです。

当時、ハエ DNA の塩基配列を決めることはできませんでしたが、今では塩基レベルで確かに点突然変異が起こるということがわかっています。

**酒井** ベンザーの洞察は正しかったのですね。

**堀田** ベンザーの説は今では当たり前になっていますが、当時はそうでもなかった。僕はこの考えは至極当然だと思っていたのですが、いざベンザーのもとに留学してみると、ベンザーのいうことを信じている人は極めて少なかったですね。むしろ、ベンザーはそれ以前にやっていたファージ研究の権威だったから、「偉い人がいうんだから」という理由で皆が納得していた感じでした。だから、僕が同じことを主張すると、皆が噛みつくわけです（笑）。そういうありさまでしたので、非常に苦労しましたよ。

僕が周りに向かってあまりムキになって反論するものだから、ベンザーが心配して、「ヨシキはいつも怒っている。もっとやさしくしゃべったらいい」といつてくれました（笑）。

## 物理学からの出発

**酒井** ベンザーのファージ研究以前に戻りますが、彼は大学、大学院では物理学を専攻して博士号を取得しています。半導体、特にフォト・トランジスタの研究をしていたようです。

その頃、量子力学の開拓者として有名なシュレディンガー（Erwin Schrödinger；1887-1961）が、『What is Life?』<sup>1)</sup>という本を書いていた。ベンザーはこの本にデルブリュック（Max Delbrück；1906-1981）の仕事が紹介されているのを読んで、デルブリュックに会いに行ったそうです。

**堀田** 当時ベンザーは、パデュー大学の物理学教室に身を置きながら、カルテク（カリフォルニア工科大学）にあるデルブ

## 酒井邦嘉 氏

東京大学大学院総合文化研究科教授／  
本誌編集委員



リュックの研究室や、海外の生物学系の研究所などを渡り歩いていました。

**酒井** ベンザーのファージ研究は、デルブリュックの研究室で始めたのでしょうか。

**堀田** そうです。デルブリュックは当時、ファージの遺伝研究においてカリスマみたいな人だった。デルブリュックは、元々ドイツで原子物理学をやっていて、あるときカルテクでショウジョウバエの研究をしていたモーガン（Thomas Hunt Morgan；1866-1945）の研究室に来ただけけれど、「ショウジョウバエは複雑過ぎる」といつて、ファージのほうに移っていったわけです。

モーガンは、ショウジョウバエでメンデル遺伝学、さらにいえば遺伝の染色体説を実証したことでノーベル賞を受賞しました（1933年）。当時モーガンのもとにいたもう1人の重要な人物が、スターテバント（Alfred Henry Sturtevant；1891-1970）です。スターテバントはモーガンの研究室でショウジョウバエの外部形態構造に関する遺伝子の染色体地図を作成したことで有名です。

**酒井** 少し整理しますと、カルテクにはモーガンやスターテバントがショウジョウ

伝学に最適のモデル動物として、ショウジョウバエに初めて注目した生物学者である。

### スターテバント

1891年に米国イリノイ州に生まれる。モーガンとともに、ショウジョウバエの染色体地図を初めて作成した（1913年）。1928年以来、カリフォルニア工科大学で遺伝学の研究を続けた。並外れた記憶力を持ち、大のバズル好きだった。

### 遺伝子の染色体地図

遺伝子の組換え頻度が遺伝子間の距離に比例すると考えて、染色体上に一次的な遺伝子の位置を記したもの。組換え頻度の高い場所を除けば、基本的にはDNA上の塩基配列と対応する。

**アドラー**

1930年にドイツに生まれ、米国に帰化する。大腸菌の走化性は、「化学受容体」と彼が名づけた蛋白質によって生じることを初めて実証した。その後、ショウジョウバエで感覚受容の研究を行っている。

**コシュランド**

1920年にニューヨークに生まれる。マンハッタン計画でプルトニウムの精製を行った後、酵素触媒反応の研究を経て、大腸菌の走化性の研究に転向した。1985年より十年間、米国『Science』誌の編集長を務めている。

**スペリー**

1913年に米国コネチカット州に生まれる。ラシュレー (Karl S. Lashley; 1890-1958) の研究室で大脳皮質の機能分化について研究し、ラシュレーの説 (等能性、量作用) を実験的に退けた。その後、分離脳 (脳梁線維を切断した脳) の研究を先導し、ヒューベル (David H. Hubel; 1926-2013) およびウィーゼル (Torsten N. Wiesel; 1924-) と共にノーベル医学生理学賞を受賞した (1981年)。

バエの遺伝学研究をやっている、さらにデルブリュックがファージの遺伝学研究をやっていた。彼らから刺激や影響を受けながら、ベンザーは研究をスタートしたということですね。

**堀田** そうです。カルテクは歴史的にショウジョウバエ研究が盛んな場所でした。

**酒井** ベンザーのショウジョウバエに対するアプローチについて、デルブリュックはどう思っていたのでしょうか。

**堀田** 基本的には賛成だったと思います。ただ、デルブリュックはもともと物理学者ですから、ショウジョウバエよりはもっと単純な対象を求めたのでしょう。

**酒井** だからファージの後、ヒゲカビの研究へ移ったわけですね。

**堀田** ええ。でも、カビやファージが単純でショウジョウバエが複雑だというデルブリュックの直感は、必ずしも正しいとはいえないのです。

ゲノムからみた分子進化の系統樹では、ファージとカビの距離と比べれば、カビとショウジョウバエの距離はそれほど遠くはない。だから、ファージの次にカビを選んだところは彼の判断ミスだったのかもしれませんが、結局、デルブリュックはカビの研究を長いことやっていましたが、あまり大きな成果は出なかったですね。

ファージとカビのほかには、大腸菌の運動を研究する人たちが現れて、**アドラー** (Julius Adler; 1930-) といった有名な人が、走化性の突然変異で成功しました。その後、**コシュランド** (Daniel Koshland; 1920-2007) がずっと仕事をしていましたね。これは、結局レセプター (受容体) の研究につながります。

**ベンザーの卓見**

**堀田** ベンザーは、自分が取り組むべきは神経回路の問題だ、ということを初めからはっきり認識していました。それはなぜかという、ベンザーのラボの上の階に、**スペリー** (Roger Wolcott Sperry; 1913-1994) のラボがあって、彼のところに一生

懸命、議論しに行っていたからです。スペリーは、「化学親和性 (chemoaffinity) 仮説」を唱えて、特殊な分子マーカーによってシナプス結合の特異性が決まるということを主張した人です。その化学親和性が遺伝子で決定されるというのが、たぶんベンザーのイメージしていたところなのです。

ベンザーが偉いのは、分子化学や細胞生物学にも興味を持っていたし、一方では行動の遺伝学にも興味を持っていた。それが、彼の頭の中では1つにつながっていたのではないかと思うのです。やっぱり偉い人は違うなと思いますね。

**酒井** それはまさに、ベンザーの卓見ですね。当時のカルテクの生物学研究の水準が高かったのも幸いしたのでしょう。

**堀田** そういう意味では、ショウジョウバエを始めたモーガンが偉い。モーガン学派は、古くから行動の研究もやっているのです。僕が、「行動のミュータント (突然変異体) を取った」といって発表したら、スターテバントたちが、「それは、1920年代に既にわかっていた」と発言するわけ (笑)。その当時は、行動解析も遺伝学の一部だった。その後、だんだん遺伝子を中心的な研究対象となるうちに、発生生物学や行動解析は忘れられてしまったのです。

**酒井** ベンザーがショウジョウバエを選んだきっかけは、何だったのでしょうか。

**堀田** ショウジョウバエを選んだのは、きっと直感でしょうね。ある程度複雑な生物を対象としなければいけない。でも、ヒトやマウスなどの哺乳類では複雑すぎて大変だと考えたのじゃないかな。だからショウジョウバエぐらいがちょうどいいというわけです。

それがなぜちょうどいいのかというと、彼は「ルート ( $\sqrt{\quad}$ )」で説明します。

神経細胞の数は、ヒトでは  $10^{10}$  といわれていて、ショウジョウバエでは  $10^5$  (= 100,000) とされていたから、両者は「ルート」の関係です ( $\sqrt{10^{10}} = 10^5$ )。

それから世代交代の時間、すなわち成熟までにかかる時間は、ヒトでは20年として  $10^4$  日、ショウジョウバエでは10日、

大腸菌は $10^{-2}$ 日(約20分)なので、ショウジョウバエはヒトと大腸菌のちょうど中間(幾何平均)ということになります。

ほかに、体重にも同様の関係があります。これはこじつけなのですが(笑)、「なぜハエなんですか」という質問には、ベンザーはこの「ルート」で答えていましたね。

**酒井** つまり、log スケールでみて、ショウジョウバエは自然界の中間に位置するということですね。

**堀田** 一方、ブレンナー(Sydney Brenner; 1927-) は、研究対象として線虫を選びました。それは、細胞の数が少ないというのが最大の理由です。体全体で九百数十個しか細胞がないわけですから、神経回路もすべて同定できます。

**酒井** 医学研究では、ヒトに近いという基準で実験動物を選ぶため、哺乳類のマウスやラットが一番多いでしょうけれど、やはり単純な対象を選んで、その基礎を完全解明したいという願望が研究者にはありますね。

**堀田** 「ハエはヒトから決して遠くない」というのがベンザーの主張ですが、なかなか理解されませんでした。ゲノム時代を迎えてからは、ショウジョウバエの役割はかなり理解されたと思いますが、当時はわかってもらえなかった。私が日本へ戻るときに医学部に就職口がなかったということに、そうした状況が象徴されています。「ハエの脳の研究をやって、なぜ医学部に就職口があると思うんですか」といわれましたから(笑)。

## 物理学と生物学の接近

**酒井** ベンザーが子供の頃、誕生日に顕微鏡をもらったことが、生物学への最初の扉を開いたそうです。その後、関心が物理に移って、固体物理で学位を取得し、また生物に戻ったということです。

**堀田** ベンザーのようなタイプの人は、物理が好きですね。非常に複雑で難しいものを、単純に理解するというのが本来の物理

学だから、彼はその路線ですよ。ですから、ある程度難しいものを相手にしたかったのでしょうか。

ファージは、まさに打ってつけの研究対象でした。とても長い遺伝子の配列に対して、すき間がないほどに多数の突然変異を起こすとか、場所ごとに突然変異が起こっている頻度まですべて克明に調べ上げるというのだから。あれは物理学的なセンスですね。

**酒井** 当時の気運として、物理から生物へ関心が高まったということも大きいのでしょう。それは「生物物理学(biophysics)」というより、もっと混沌とした境界領域ですね。

**堀田** そう、物理学者たちが、生物学に未踏の地があるという夢を持っていたわけです。デルブリュックもその流れの中にいた1人でしょう。

**酒井** ベンザーは、パリのパスツール研究所を訪問したり(1951)、**ジャコブ**(François Jacob; 1920-) や**モノー**(Jacques Lucien Monod; 1910-1976)、そして**ワトソン**(James Watson; 1928-) と知り合ったりしています。それは、1953年のワトソンと**クリック**(Francis Crick; 1916-2004) によるDNAの二重らせん構造の発見の直前ですね。

また、英国のキャベンディッシュ研究所に滞在して(1957-1958)、クリックやブレンナーらと出会っているのも、同僚からの刺激も大きかったことでしょう。このときベンザーは30代後半に差し掛かっていたので、研究テーマを絞り込むことに焦りがあったのかもしれません。

**堀田** それは、ちょうどファージ学派を立ち上げたデルブリュックの研究室にベンザーがいる頃です。

**酒井** ベンザーは、デルブリュックから「論文を書きすぎる」といわれたそうですね。

**堀田** ベンザーはデルブリュックをととても尊敬していて、論文を書くとき必ずデルブリュックに謹呈するのです。ところがどれも長い論文だから、デルブリュックに「大

## ブレンナー

1927年に南アフリカ共和国に生まれ育ち、英国と米国に渡る。分子生物学の基礎研究に貢献した後、線虫(*C. elegans*)の細胞系譜の遺伝研究を先導し、ホロヴィッツ(H. Robert Horvitz; 1947-) およびサルストン(John E. Sulston; 1924-) とともにノーベル医学生理学賞を受賞した(2002年)。

## ジャコブ

1920年にフランス北部のナンシーに生まれる。軍医として従軍した後、細菌学を通して、次項のモノーと共同で大腸菌における遺伝子発現の研究に取り組んだ。発現調節機構の解明により分子遺伝学の基礎を築き、モノーおよび彼らの師ルヴォフ(André Lwoff; 1902-1994)とともにノーベル医学生理学賞を受賞した(1965年)。

## モノー

1910年にパリに生まれる。前項のジャコブと共同で遺伝子発現の研究に取り組み、発現調節機構の解明により、ジャコブおよびルヴォフとともにノーベル医学生理学賞を受賞した(1965年)。『偶然と必然』(1970年)は生物学専攻学生の必読書。音楽を愛し、チェロの演奏や指揮を楽しんだ。

## ワトソン

1928年にシカゴに生まれ育ち、英国に渡る。次項のクリックと共同でDNAの二重らせん構造を解明して、クリックおよびウィルキンス(Maurice F. Wilkins; 1916-2004)とともにノーベル医学生理学賞を受賞した(1962年)。『二重らせん』(1968年)での回想を含め、物議を醸す放言が多い。

## クリック

1916年に英国に生まれ育ち、後に米国に渡る。戦後、物理学から生物学へと転向し、前項のワトソンと共同でDNAの二重らせん構造を解明して、ワトソンおよびウィルキンスとともにノーベル医学生理学賞を受賞した(1962年)。米国のソーク研究所では脳研究に取り組み、さまざまな仮説を提示した。

シストロン、ムトン、レコンベンザーが提唱した遺伝子を単位と見なす3つの操作論的な概念(1957年)。染色体上で機能するシストロン(cis-tron)に対して、突然変異の発生する場所として決まるムトン(muton)と、組換え体の起きる場所として決まるレコン(recon)を区別した。

事なところにアンダーラインを引け」といわれたそうです(笑)。

それから、「おまえは細かいことを書きすぎる」ともいわれたそうです。ベンザーはデルブリュックのことを特に畏れていましたね。

僕が留学していた頃も、自分の論文が出る前にセミナーで発表したところ、それに対してデルブリュックが何をいうのか、ベンザーはすごく心配していました。デルブリュックはいつも一番前の席に座っていて、発表者に対して辛辣なコメントをすることで有名でしたから。

でも僕のときは、ベンザーの心配をよそに褒めてくれました。それでベンザーが、本当にホッとしたという顔をしていましたね。僕は、「これはいい仕事だから、人のいうことには左右されないぞ」と思っていましたけれど(笑)。

### ファージ遺伝子地図の完成

**酒井** ベンザーは、デルブリュックのファージ・グループではどのように研究をしていたのでしょうか。

**堀田** ベンザーが対象にしたのは、大腸菌を宿主とするT4バクテリオファージの染色体上で、特に「rII領域」と名づけられた部分です。ベンザーは、この領域の詳細な遺伝子地図を作成しました。

すべてのことを完璧に把握して、位置の番号を振っていく。コンピュータがない頃ですが、きちんと整理をしている。ベンザーは、ものすごく整理が得意な人ですよ。

僕が、最初にベンザーのところへ行こうと思ったときに、一番気になったのは、そういう頭脳の持ち主が脳研究にも向いているのだろうか、ということでした。

**酒井** ともあれ、ベンザーがちょうど40歳のときに、ついにrII領域の遺伝子地図を完成させ論文にしています<sup>2)</sup>。

**堀田** この論文が載った号は売り切れになりましたが、『PNAS』誌が売り切れたのは初めてだったそうです。

遺伝子が染色体上で1列に並ぶということは、モーガン学派が発見したことです。ベンザーは、1つの遺伝子といわれているものの中に、たくさんの突然変異を起こしやすいスポットが1列に並んでいることを突き止めました。もしランダムな変異が起こるのなら、その確率はポアソン分布に従うはずですが、しかし実際には、ポアソン分布では説明できないくらい高頻度に突然変異の起こるホットスポットがみつかったわけです。そして、その観察の精度というのが、今から考えるとDNAの1塩基のレベルです。

**酒井** 当時はもちろんクローニングの技術がなかった。3つ組の塩基である「コドン」が見つかったのが、ちょうどその頃ですが、アミノ酸への翻訳はまだわからなかった。1つの遺伝子の中に、DNAの塩基レベルの構造が1列で存在することを示したわけですから、これは驚くべき仕事ですね。

**堀田** 当時、必ずしも遺伝子の中が1列であると信じる根拠はなかったわけです。途中で複雑に分岐しているかもしれませんから。実験はすべて染色体の組換えでやるわけですからね。組換えが起こる場所が近いほど、その頻度が低くなります。その検出感度を極限まで高めていき、一塩基レベルで変異を検出できるような実験系を開発した。それが偉いのです。

**酒井** しかもたった1人で。この論文は単著ですからね。

**堀田** ものすごい量のデータを1人で整理していったわけだ。

**酒井** その前のベンザーの論文は1958年から1959年にかけてだから、少なくとも3年間は1人で籠もってその研究をやったことになりますね。

**堀田** そうやって1人でコツコツやるのが好きなタイプの人でしたね。だから、周りからは孤立していたことでしょう。

彼は既に、「シストロン、ムトン、レコン」という遺伝子の単位を提唱していました。遺伝子の定義ということを明確に意識して、操作論的な定義を提案したのも、世

界で初めての事です。

**酒井** 実際には遺伝子を目でみる事ができない時代に、そういう新しいことを予言していくのが、素晴らしいですね。

## ショウジョウバエ研究へ

**酒井** その後ベンザーは、1966年にスペリーの研究室でサバティカル（研修休暇）を過ごしました。ファージより、もっと高次の複雑なことをしたくなったんでしょうか。

**堀田** そうでしょうね。脳のことがやりたいと思って、スペリーのところを訪ねたというのは正しい選択でした。ベンザーがスペリーの初期の仕事を認めたのだから、先見の明があったといえます。

**酒井** それはベンザーが45歳のときで、カエルの網膜神経節細胞から視蓋への投射について、自然突然変異を研究したそうです。

そこで、どうしてショウジョウバエに関心が出てきたのでしょうか。

**堀田** それは、スペリーの研究室の下階に**エド・ルイス**（Edward B. Lewis；1918-2004）がいたからでしょう。先ほどからいっていますがカルテクはモーガン以来のショウジョウバエ研究のメッカだったわけです。だから、ベンザーは、天から啓示を受けてショウジョウバエを選んだというよりは、デルブリュックを介してカルテクに時々通っていて、そこでスペリーにも会ったし、エド・ルイスにも会ったと思います。

**酒井** 偶然とはいえ、そこにすべてが集まっていたということですね。

**堀田** それを知って、ベンザーはカルテクに身を置く決心をしたんだと思います。そのときはハーバード大やソーク研究所などからも誘われたそうです。寒いのは苦手だからカリフォルニアにしたともいっていました。

**酒井** 1967年に正式にカルテクの所属となりますね。

**堀田** エド・ルイスは当時、非常に複雑な体節形成の異常を起こす**ホメオボックス遺伝子**（homeobox genes）の突然変異をみつけていました。

ベンザーの頭の中では、「ショウジョウバエの遺伝子もファージの遺伝子と基本は同じはずだから、その内部も1列に並んでいるに違いない」と確信したことでしょう。ショウジョウバエの遺伝学が非常に進んでいることを知って、その遺伝学が全部使えるというのは強力だと考えたのに違いない。

これは、ベンザーがショウジョウバエを選んだ本当の理由だと思います。

（次号へ続く）

## 文 献

- 1) Schrödinger ER: What is Life? Cambridge University Press, Cambridge, 1944  
[邦訳／岡 小天, 鎮目恭夫（訳）: 生命とは何か——物理的にみた生細胞（岩波文庫）. 岩波書店, 東京, 2008]
- 2) Benzer S: On the topography of the genetic fine structure. PNAS 47: 403-415, 1961

## エド・ルイス

1918年に米国のペンシルベニア州に生まれる。戦後、広島・長崎の被爆者の記録を調査して、放射線の影響が過小評価されてきたことを明らかにしている。ショウジョウバエで発生遺伝学の研究を先導し、ニュスライン＝フォルハルト（Christiane Nüsslein-Volhard；1942-）およびヴィーシャウス（Eric F. Wieschaus；1947-）と共にノーベル医学生理学賞を受賞した（1995年）。

## ホメオボックス遺伝子

形態形成の遺伝子群などの発現に関わる「転写因子」（DNA結合蛋白）をコードする遺伝子で、種間でよく保存された遺伝子ファミリーを成す。