

はじめに

日頃、つい食べ過ぎてしまうのは遺伝子のせい——そんな驚きの事実が英ケンブリッジ大学の調査で最近明らかになりました。

ここで注目されたのは、人間の食欲を制御する「MC4R（4型メラノコルチン受容体）」と呼ばれる遺伝子。私たちが美味おいしい物をたくさん食べて満腹になると、このMC4R遺伝子のスイッチがオンになり、その信号が脳に伝えられます。これによって食欲が抑えられ、もう物を食べたくなくなるのです。

今回、ケンブリッジ大の調査チームは英国の「バイオバンク」と呼ばれるデータベースから四五万人余りのDNAデータを取得。これを分析することで、MC4R遺伝子と食欲に関して意外な事実が浮かび上がってきました。

それによれば全体の六パーセントに当たる人たちは、MC4R遺伝子が常にオンの状態になっているため、普段からあまり物を食べたいとは思いません。こうした人々はほぼ全員が痩せ型で、糖尿病や心臓病にかかるリスクが標準的な人たちに比べて低いこともわかりました。

逆にMC4R遺伝子が常にオフになっている人たちは、物をいくら食べても満腹感を伝える信号が脳に伝送されないため、過剰に食料を摂取してしまいます。こうした人たちは極度の肥満と、それに関連する諸症状に悩まされています。

もちろん肥満になるかどうかは、代謝の高低や脂肪細胞の多寡も関係しますが、やはり食欲を抑えられるかが一番大きいのです。

MC4Rが常にオフになっている人の割合や行動様式は調査中とされますが、「夜中に冷蔵庫を開けて、買いだめしておいた食べ物を平らげてしまうような人」などが当てはまる可能性が高いと見られます。

一方、大半の人たちはそれら両極端の中間にあります。つまり空腹の状態ではMC4Rがオフですが、満腹になるとオンになって「もうたくさん」ということになります。ただ

し、食べている途中でスイッチが切り替わるタイミングは人によってマチマチ。オフになりがちであれば、その人は食欲が旺盛な部類に入るということです。

今、この食欲を「つかさど司るMC4Rのような「私たちにとって切実な意味を持つ遺伝子」が世界各国の研究で次々と見つかっています。これを可能にしたのが「GWASジイバズ（全ゲノム関連解析）」と呼ばれる新たな調査手法の登場です。

ここでゲノムとは「DNAに記された全遺伝情報」を意味し、遺伝子はその重要な一部を成しています。GWASでは、ときに何十万人以上ものゲノム（DNAデータ）を科学者らが集めてきて統計的に解析することで、私たちの体質や病気、あるいは外見や知能、才能などさまざまな特性に関する遺伝子をあぶり出します。

たとえばオランダの大学が最近実施したGWASでは、実に一三一人分のゲノムを解析することにより、「不眠症」の原因となる遺伝子を一〇〇〇個近く発見しました。これから分かるように、ある種の体質や病気などには、たった一個ではなく多数の遺伝子が関与しています。

これら大規模な調査から判明した遺伝子情報は、特に医療の分野で活用が進んでいます。

二〇一九年六月、厚生労働省はいわゆる「がんゲノム医療」を保険対象に決めました。これは患者のゲノム検査から、その患者の遺伝子に合った最適な抗がん剤を選ぶ新たな治療法です。これまで、その料金は数十万円から一〇〇万円以上もするなど、一般の患者にはなかなか手が出しにくいものでした。これに今回、保険を適用することで患者の負担はおおむね数万円から十数万円程度と、自由診療のころの三分の一以下に抑えられます。

ただし保険が使えるのは、既存の治療法で治らなかった患者や希少がんの患者など約二万六千人のみ。そのうち自分の遺伝子に合った薬が見つかるのは一〜二割程度と、毎年新たに「がん」にかかる患者全体（約一〇〇万人）の一パーセントにも達しません。がんゲノム医療やそのベースとなるG W A Sなどの基礎研究は、未だ発展途上にあると言いうことができます。

こうした中で今、急速に普及しているのが「D T C (Direct to Consumer)」と呼ばれる「一般消費者向け遺伝子検査 (D N A 検査)」です。

米国では、グーグルなどの出資を受け二〇〇六年に設立された「23andMe」をはじめ多くのD T C業者が、おおむね数十ドルから数百ドル（数千円〜数万円）という比較的手頃な

料金で遺伝子検査サービスを提供しています（詳細は後述）。

これらのサービスでは、各種の遺伝子に関連する病気や体質、あるいは自分の先祖などの情報を知ることができます。そのユーザー数は二六〇〇万人以上と推定されています。

日本でも多くのDTC業者が、やはり数万円程度の料金で同様の遺伝子検査サービスを提供。そのユーザー数は少なくとも一〇〇万人以上と見込まれます。

人々がこうした検査を受ける動機はさまざまですが、その根底にあるのは「自分とは一体何なのか?」という本質的な問いかけです。これに遺伝子レベルで答えてくれるのがDTCであり、この点が多くのユーザーを惹き付ける一因となっているのです。

しかし一方で、こうした遺伝子検査に否定的な人たちも少なくありません。その理由には「(値段が安いだけに)検査の信頼性に疑問が残る」など技術的な問題もありますが、それ以前に「今さら、自分の遺伝子について知ったところで仕方がない」という諦めがあるようです。

ある意味、遺伝子とは神から自分に与えられた運命であり、どのようにしても変えることができません。自分の外見や才能、性質や病気などが遺伝子に起因しており、それを自

分で変えることができないなら遺伝子検査を受けても仕方がない——そんな考え方にも確かに一理あります。

ですが、これからは、この遺伝子を私たち人類の手で自在に変えることができるか、すれ
ばどうでしょうか？ たとえば冒頭で紹介したM C 4 Rの場合、遺伝子検査でその異常が
分かっただけではどうにもなりません、もしもこの遺伝子を操作して変えられるなら、
自分の食欲を制御し、食べ過ぎや肥満から脱却できるはずですよ。

それは単に食欲など体質を改善するのみならず、これまで治すことができなかったさま
ざまな難病を根治することも可能でしょう。

このように遺伝子の操作技術が私たちにもたらすインパクトは計り知れません。実は、
そのための基礎研究や技術基盤は、すでにかかなりの程度まで確立されており、今や実社会
に応用されるのを待つばかりとなっています。

それはゲノム編集「クリスパー」と呼ばれる超先端バイオ技術です。

一九八六年、日本の微生物研究者らによって発見された奇妙な反復構造のDNA配列は
その後、オランダの研究チームによってクリスパーと命名されました。が、これに興味を

示す研究者は世界の科学界でも少なく、長らく傍流の研究テーマとなっていました。

ところが、その発見から四半世紀を経た二〇一二年ごろ、米仏などの国際研究チームがこの奇妙なDNA配列に注目し、これを「生物の遺伝子操作」に応用することを思い付きました。ここからクリスパーは、生物のゲノムを自由自在に編集（改変）する驚異のバイオ技術へと生まれ変わったのです。

もちろん、それ以前にも遺伝子を操作する技術は存在しました。一九七〇年代に米スタンフォード大学などを中心に発明された「遺伝子組み換え」と呼ばれる技術です。

以来、この技術を駆使してさまざまな農作物や家畜などの品種改良が行われ、いわゆる「GMO（遺伝子組み換え食品）」として商品化されました。それはまた医療にも応用され、希少性の免疫不全症など難病に対する治療法として実際の患者に適用されました。

しかし、こうした従来の遺伝子技術は致命的な問題を抱えていました。

それは特定の遺伝子を狙って操作できないことです。このため病気を引き起こす遺伝子異常が患者のDNA上のどこにあるかは分かっても、それを直接修正できません。

そこで異常な遺伝子はそのまま残しておいて、代わりにDNA上の他の場所に正常な遺

伝子を組み込んでやるのです。この遺伝子が正常なタンパク質を発現（生成）し、これが病気を治してくれる仕組みです。

ところが当時の技術では、この正常遺伝子を組み込む場所もまた指定できませんでした。つまり偶然に任されるため、運良くDNA上の適切な場所に遺伝子が組み込まれれば病気は治りますが、運悪く「細胞の増殖を制御する領域」などに組み込まれてしまうと、そこが破壊されて細胞の異常増殖、つまり「がん」を引き起こしてしまいます。

こうした問題を克服するため、特定の遺伝子を「狙って」操作する新たな技術の研究開発が世界的に始まりました。その集大成として生まれたのが、前述のゲノム編集技術「クリスパー」なのです。

これは「高校生でも数週間で使えるようになる」と言われるほど扱いやすい技術であると同時に汎用性に富み、地球上のあらゆる動植物の遺伝子を自在に改変できると見られています。すでに、それは農作物や家畜、魚などに応用され、従来よりも桁違いの低コストと自由度で品種改良ができるようになりました。

また医療にも応用され、既存の治療法では歯が立たなかった難病の患者らに希望の光を

与えつつあります。その一部はすでに臨床研究の段階に入っていますが、基礎技術の誕生からわずか七年でその段階に達するのは通常あり得ないことです。このペースで進めば、クリスパーはいずれ医療の在り方を一新してしまうでしょう。

以上のような途方もないプラス効果の一方で、この技術の乱用も懸念されています。

特にヒト受精卵をクリスパーでゲノム編集すると、親が望んだ通りの外見や才能を備えたデザイナー・ベビーを誕生させることも可能と言われます。これはナチス・ホロコーストなどの背景にある「優生学」と呼ばれる差別思想の復活につながる恐れもあることから、各国の政府はゲノム編集の規制を検討し始めました。

その矢先となる二〇一八年一月、「中国でゲノム編集ベビーが誕生」というニュースが世界を駆け巡りました。深圳^{シセン}・南方科技大学の賀建奎^{かけんけい}・副教授が「ヒト受精卵をクリスパーでゲノム編集し、エイズ・ウイルスへの耐性を備えた双子の女兒を誕生させた」と発表したのである。それによれば、夫がエイズ患者である夫婦から生まれてくる子どもを感染させないために、このようなゲノム編集を実施したといっています。

ですが、現時点のクリスパーは「ときに狙ったのとは違う場所にある遺伝子を改変して

しまう」など技術的な問題が残されています。感染予防には「精子洗浄」など他の手段もある中で、あえてリスクを伴う実験的技術を使って子どもの遺伝子を改変したことに、世界的な非難が浴びせられました。

この研究結果は正式な学術論文として発表されなかったため、当初は「捏造ねつぞうではないか」と疑う向きもありました。しかし二〇一九年一月、中国国営の新華社通信が「双子の女児誕生、並びに二例目の妊娠も確認」と報道したことから、「本当に生まれたのだろうか」との見方が今では優勢です。

この一件を契機に一部政治家から「ゲノム編集の生殖利用を禁止すべき」との声も上がりましたが、逆に難病に苦しむ患者からは「過度の規制で有望な医療技術の芽を摘まないで欲しい」との反論も聞かれます。

最新の遺伝子検査からゲノム編集に至るまで、途方もない可能性とリスクを兼ね備えた一連の技術に、私たちは今後どう向き合っていくべきでしょうか？ 本書がそれを考えるための一助となれば幸いです。