

図 2.1 塩基配列を調べる方法 手順①

- TAAGCCTACG という塩基配列があったときに、得られた DNA 断片

赤色の印のついた DNA 断片 (A のところで複製停止)

A ATTCGGA

青色の印のついた DNA 断片 (T のところで複製停止)

AT ATT ATTCGGAT

黄色の印のついた DNA 断片 (G のところで複製停止)

ATTCG ATTCGG ATTCGGATG

緑色の印のついた DNA 断片 (C のところで複製停止)

ATTC ATTCGGATGC

図 2.2 塩基配列を調べる方法 手順②

- DNA 断片をアクリルアミドゲル(ゼリー状の物質)に通して、電圧を加えて移動させる。

(動きが遅いほう)

【基部】 ATTCGGATGC (緑)  
 ATTCGGATG (黄)  
 ATTCGGAT (青)  
 ATTCGGA (赤)  
 ATTCGG (黄)  
 ATTCG (黄)  
 ATTC (緑)  
 AT (青)  
 A (青)  
 【先端】 A (赤)

(動きが速いほう)



短い断片は通過が速い

す。その結果、長さの短いものから先に、順番に並んで+極に向かって進むのです。

図 2.1 の断片の混合物を、動きの遅いほうから並べますと、図 2.2 のようになります。

色だけ見て、先端側から読んでいくと、[赤、青、青、緑、黄、黄、赤、青、黄、緑] となります。赤色は A、青色は T、黄色は G、緑色は C に対応しますから、ATTCGGATGC の順であることがわかります。そして、これに相補的な鎖は、TAAGCCTACG ですから、当たっていますよね。この方法を編み出したフレッド・サンガーはこれで 2 度目のノーベル賞をもらったのです (1980 年ノーベル化学賞受賞)。

### (3) 解読のスピードアップ

それにしても、何十億という塩基配列を読むのは気が遠くなるような話でした。1980 年代は最先端技術を使う研究室でも、1日に 500 塩基ほどの配列決定しかできなかったのです。いったい何千年かかるのでしょうか。しかし、その後、ロボットとコンピュータを使う装置 (シーケンサー) を用いて、1日 24 時間フル稼働させることができるようになり、1日に 40 万塩基以上も読めるようになったのです。最初の頃の 1000 倍近いスピードですね。こうして、ゲノム解読のスピードアップを果たすことができたのでした。その後もどんどん速く、費用の面でもずっと安く解読できるようになってきました。

**くま** 「サンガー先生って、発想がいいね。ぼくたちクマは、自分の縄張りにある木に、立って爪で印をつけて、ついでに匂いもつけておく。その印の高さと匂いで、誰の縄張りかわかるんだけど、なんか似てるね」

**先生** 「そう、DNA はずっとミクロな話だけど、原理は似てるね。それに印は蛍光色素だったり、放射能だったりするけどね」

**くま** 「それにしても、すごいスピードで塩基の配列が読めるようになったんだね。そのうち先生個人のゲノムも読めるようになるかも」

**先生** 「今では解読の速度は初期の 25 万倍以上になり、2013 年には個人のゲノム解析のコストが 10 万円を切るところまできたんだ。これで、個人の遺伝子を解析でき、他人との違いを明らかにできるようになってきた。こうして、多くの人のデータをもとに、医療などにも役立てることができるようになったし、性格や知能、運動能力と遺伝子との関係もだんだんわかってきたんだよ」

**くま** 「え、そうなの?」

**先生** 「その話は後であるから。その前にヒトゲノムの解読にあたっての物語を紹介しよう。テレビのサスペンスドラマに似ているかな?」

## ヒトゲノム解読のドラマ

### (1) 大腸菌ゲノムからヒトゲノムへ

ヒトゲノムの解読の前に、ヒト以外の生物のゲノム解読が進んでいまし

くま介が、散歩から戻ってくるなり駆け寄ってきた。

**くま** 「大変だ。若い女の人が、いにしえに戻ってしまった。袴はかまをはいているよ」

**先生** 「袴？ ああ、心配ないよ。卒業式だからだろう」

**くま** 「でも、女の人だけだよ。男の人は、袴じゃなくて、スーツだった」

**先生** 「そういうものなんだよ。まあ、一般的に、女の方は色とりどりの服で着飾るのだけど、男は黒だの紺だの灰色だの落ち着いた色で貫禄をだすのかな」

**くま** 「ふうん。でも、それって赤ちゃんのときに、女の赤ちゃんには、ピンクの洋服を着せて、男の赤ちゃんにはブルーの洋服を親が着せているから、好みの差が生まれてくるんじゃないの？ 親が無理やり仕込んでいるんだ」

**先生** 「そこは難しい問題なんだよ。でも、生物学的には、生まれつき決まる部分が多いことがわかってきたといつてよいだろう。では、今日はそのあたりを話そう」

**くま** 「よし、街に繰り出して実地見聞といこう。何事も足で調べなきゃね。ついでに花見もしようよ。桜が咲き始めたよ」

## 男と女の違いが生まれる理由

### (1) 性染色体の組み合わせが男女を決める

女に生まれていたら、男に生まれていたらどんな人生になっていたかと思うときがありませんか？ 男が女に、女が男に生まれ変わることは、絶対にできない相談なのでしょうか。実際、自分自身が生物学的に生まれ変わるのは無理です。しかし、自分のクローン人間 (p.66 参照) をつくることができるとしたら？ 女か男かを選ぶことができるのでしょうか。いいえ、残念ながら男は男、女は女のクローン人間になってしまいます。



先生が女だったら……

ヒトの体細胞には、44本の常染色体と2本の性染色体の、計46本の染色体があります。2本の性染色体の組み合わせで、男、女が決まります。女性はX染色体2本 (XX) をもち、男性はX染色体とY染色体の1本ずつの組み合わせ (XY) をもちます (図3.1)。

減数分裂で染色体数が半分になって、卵子や精子ができます。性染色体

図3.1 常染色体と性染色体

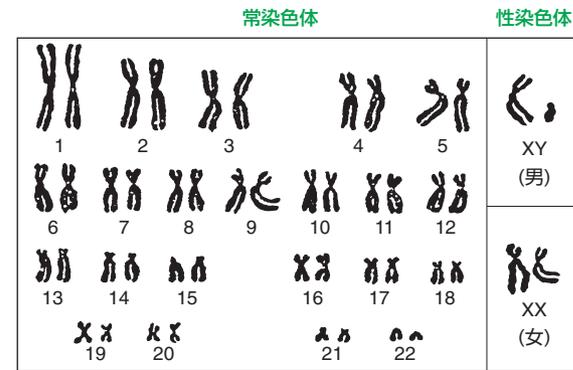
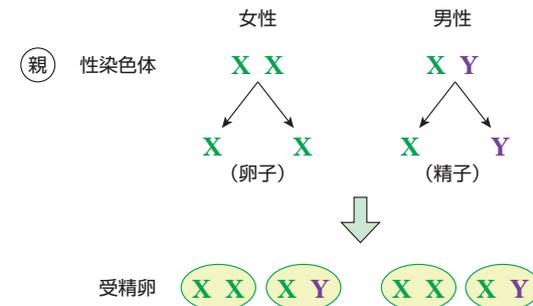


図3.2 精子が子の性を決める



については卵子はX染色体をもつものだけが生じ、精子はX染色体をもつものとY染色体をもつものが半分ずつ生じます。そしてそのどちらが卵と受精するかで、受精卵がXXになるか、XYになるかが決まるのです (図3.2)。つまり、子の性を決めているのは精子なのです。

**くま** 「わかった。XやY染色体の上には、魔法使的な遺伝子があるんだ。X染色体の魔法使いが『みなのお嬢、女となるべく働くのじゃ』と他の遺伝子たちに命令すると、そのからだは女になり、Y染色体の魔法使いが『男になるように働け』と他の遺伝子たちに命令すると、男になるんだよ。きっと」

**先生** 「魔法使いねえ。それで、Xの魔法使いとYの魔法使いではYのほうが強いから、XYでは男になると、くま介は考えるのか？」