

# 細胞の分化と遺伝子

## キーワード

分化、受精卵、全能性、  
多能性、幹細胞、ES細胞、  
iPS細胞、初期化

講師・監修 関口伸一

## 学習のねらい

今回は細胞の分化と遺伝子の関係について学びます。私たちの体の中には異なる種類の細胞がたくさんあります。これらは何が同じで、何が違うのでしょうか。また、細胞の分化と遺伝子の関係を学ぶことで、iPS細胞など、再生医療で活躍する細胞についても学びます。

## 学ぶ前に考えてみよう

- ヒトにはどれくらいの種類の細胞があるのだろう。
- 異なる種類の細胞がヒトの体にありますが、これらは何が違うのだろう。

## 受精卵の特徴

私たちの体は37兆個程の細胞からできていると考えられています。また、その細胞は200種類ほどあると言われていています。これらはすべて1つの**受精卵**に由来しています。受精卵が分裂し、そうしてできた細胞が分裂を繰り返して行くことで、これだけの数の細胞になります。細胞が分裂する時に、DNAが複製され分配されるので、基本的にすべての細胞は受精卵と同じ遺伝情報（ゲノム）を持っています。

また、受精卵は全ての器官や胎盤（胎児が母親から栄養を受け取る器官）の細胞になる能力を持っています。これを**全能性**と言います。

## 細胞の分化

1つの受精卵から分裂をした細胞はすべて同じ遺伝情報（ゲノム）を持つのに、さまざまな機能や形を持った、異なる種類の細胞が生じるのはどうしてなのでしょう。それには細胞の**分化**という現象が関わっています。

細胞が特定の機能や形態を持つことを分化と言います。ヒトの体の中には、赤血球になる細胞、筋細胞、皮膚の細胞、眼の水晶体などさまざまな種類の細胞があります。これらは同一の遺伝情報を持っていますが、発現する遺伝子が異なります。例えば、筋細胞ではミオシン遺伝子が発現しますが、クリスタリン遺伝子は発現しません。水晶体の細胞ではクリスタ

リン遺伝子が発現しますが、ミオシン遺伝子は発現しません。

ヒトの体が作られていく過程で、細胞は分裂をしながら少しずつ分化をしていきます。その過程では神経に分化する**幹細胞**や筋肉に分化する幹細胞もできます。成長した私たちの体の中でも、分裂して血液の細胞に分化する幹細胞や分裂して皮膚の細胞に分化する幹細胞が活躍しています。

### iPS細胞

分化した細胞に遺伝子などを入れて、さまざまな細胞に分化する能力を持たせた細胞を**iPS細胞**と言います。普通、分化した細胞を分化前に戻すことはできないのですが、山中伸弥博士の研究グループが山中ファクターと呼ばれる遺伝子を導入することで、それを可能にしました。iPS細胞は、胎盤以外であればどの細胞にも分化することができます。この胎盤以外のすべての細胞に分化できる能力を**多能性**と言います。分化した細胞を多能性を持つ分化前の状態まで戻すことを**初期化**と言います。

iPS細胞を増やして、さまざまな細胞に分化させることで医療に役立てようという取り組みがされています。臓器が損傷した場合に行われる移植医療などでの活躍が期待されています。通常、他人の臓器を移植すると拒絶反応が生じて、臓器がうまく定着しないことがあります。一方、自分の細胞から作った iPS 細胞を用いて臓器を作成し移植すれば、元は自分の細胞ですから拒絶反応が生じません。こうした性質もあり、医療での活躍が期待されているのです。

#### “探究”してみよう！

- 異なる種類の細胞ではたらく遺伝子はすべて異なるわけではありません。共通してはたらいっている遺伝子もあります。そのような遺伝子はどのようなものでしょうか。
- それぞれの細胞でどのような遺伝子がはたらいっているか調べるには、どのような方法があるでしょうか。
- iPS細胞などの人工多能性幹細胞をどのように医療や産業に役立てていきますか？

column



## 遺伝子の発現をどのようにして抑えているのか？

細胞が分化すると発現する遺伝子の種類が変わって、特定の機能や形態を持つことがわかったと思います。それでは、発現する遺伝子の種類はどのようにして決まるのでしょうか。私たちの体が作られている過程で、細胞が分裂して増えていきます。こうした細胞は互いに物質を出したり、受け取ったりします。細胞が物質介して「君はこの細胞になりな!」「私はこの細胞になる!」という細胞間コミュニケーションをしているイメージでしょうか。

細胞がこうした物質を受け取ると染色体の DNA やタンパク質に変化が生じます。一例として、DNA のメチル化と呼ばれるものがあります。例えば、筋細胞ではミオシン遺伝子が発現しますが、このミオシン遺伝子がある DNA の領域はメチル化がされていません。一方で、筋細胞で発現しないクリスタリン遺伝子の DNA 領域はメチル化されています。こうして、遺伝子の DNA 領域がメチル化することで遺伝子の発現が抑えられることが知られています。

全能性を持つ受精卵はこうしたメチル化された DNA 領域がほとんどなく、分化をするについてメチル化の領域の割合が大きくなります。iPS 細胞に当たって初期化する際の遺伝子のはたらきの一つがこの DNA のメチル化を除去することであると考えられています。

遺伝子があれば必ず発現するわけではなく、メチル化などで遺伝子の発現が抑えられることがあるのです。このように遺伝子の発現を調節する学問をエピジェネティクスと言い、生物学や医療の分野での研究が進んでいます。ちょっと難しい言葉が出てきましたがこの分野に興味を持った方はぜひとも調べてみてください。