

# 生きかたとし ての生物学習

研究速報

## 指導計画

no.1 1

「CBS 研究速報」を改題しました  
小学校第1学年から高校第3学年までの12年間で「生物学習の道すじ」を発見する

2012年12月23日

### 特集 イギリス GCSE Science Foundation に学ぶ

「B1 You and your genes」を中心に

この「B1 You and your genes」は、イギリスの15-16歳の若者向けの生物分野のある教科書の第1章です。遺伝の基本と遺伝病とその治療という「遺伝に関する法則性」と「遺伝病とその医療、問題」という二重の構造をもった内容からつくられています。この自然な教育課題と社会的な教育課題の両方を含んでいる二重性こそ、これからの自然科学教育には欠かせない要件であるともいえましょう。この章の構成はつぎのようです。

A 同じとちがい、B 家族の価値 C 人間のめぐり合わせ D 男あるいは女 E 倫理—決断する F あなたは自分  
の子を選べるか G 遺伝子治療 H クローン化—それは科学的虚構かそれとも事実か

これは、若者にとって関心の高い自分たち人間の遺伝現象、そこにみられる法則性によって、学習意欲を高めるといふ指導手法をとっています。一般の若者にとってどうでもいようなエンドウだとかメンデルから授業を進めるようにしてきた、日本のこれまでの教育界、生物学界の考え方と大きく異なります。遺伝とその法則性についてメンデルの法則の理解が一定の重要性をもっていることは否定しませんが、それがないと、遺伝の授業は成り立たないという迷信的な授業観を打ち破る十分な、説得力あるテキストとなっています。

子どもと自然学会生物教育研究委員会

岩田好宏・杉山栄一・中谷治代・吉岡秀樹（連絡先 [hyoshi141@hb.tpt1.jp](mailto:hyoshi141@hb.tpt1.jp)）

## イギリスの 21 世紀科学の KS15~16 歳向けの 生物分野 4 テキストの「B1 You and your genes」 GCSE Science Foundation による

### はじめに

これから紹介する「B1 You and your genes」は、イギリスで出版されている 15~16 歳のすべての生徒が学習にあたって使用することになっているテキストのひとつで、イギリスの 21 世紀科学の KS 生物分野 4 の、3 つの章からなっているテキストの最初の章である。その概要を示した表をつけてテキストとしての特徴を紹介する。

### 1. テキストの構成

#### 1. 全体は、3 つの部分から成り立っている

- a. 扉 学ぶ目的と基本となる学習目標 2 ページ
- b. 本体 20 ページ (くわしくはつぎ)
- c. 復習 認識すべきこと、考えをまとめる 2 ページ

#### 2. 本体の構成

- ①明らかにしよう 何を認識し何を考えるのか、目標を示している
- ②かぎとなることば 目標に達するために理解しなければならない概念
- ③質問
  - a. これに答えることが学習の中核となる
  - b. 学習目標となる課題を学習者自身により応える
  - c. 4 つに分類できる
    - 1 書かれていることの確認
    - 2 書かれていることを使って、書かれていないことについて知る
    - 3 発展させる
    - 4 考えをまとめる

- ④本文
  - a. 説明文 事実、概念、考え方について学ぶべきことが書かれている
  - b. 資料文 質問に答えるのに必要な資料提供
- ⑤写真 本文の補助、質問に答えるために必要な資料
- ⑥図・絵 本文の補助

3. 内容からみた構成については、別表に示した。

### 2. 質問の分類

- ( ) 内のゴシックの部分に質問をつぎの a~c の三つに分類したもののいずれかを記入した
- a. テキストに書かれているものの確認
  - b. テキストに書かれているものの活用

c. テキストに書かれているものからの発展

p. 10-11 A 同じとちがい

質問

1. 写真の学生の中の二人を選び出して、どういう点にちがいがあるかを5つ書き出してほしい。

(テキストに書かれていることの活用)

2. あなたの発育のしかたに影響を与えるもの、二つは何か (テキストに書かれていること

の確認)

3. あなたの目の色は、遺伝情報による。遺伝情報によってどうなるのだろうか

(テキストに書かれていることの活用)

4. つぎの細胞構成物を小さい順に書きなさい。 染色体、遺伝子、細胞、核

(テキストに書かれていることからの発展)

p. 12-13 B 家族効果

質問

1. クレイグ家の写真を見て、クレイグの容貌のうち遺伝したものをいくつか書き出しなさい

(テキストに書かれていることの活用)

2. ハンチントン異常の徴候を書き出しなさい

(テキストに書かれていることの確認)

認)

3. ハンチントン異常がなぜ遺伝的なものであると言われていたか説明しなさい

(テキストに書かれていることの確認)

- 4a 精細胞と卵細胞、それと受精卵を描いてください。(テキストに書かれていることの確認)

- b それぞれの細胞の中に、核の中にある染色体の数を記入してください。(テキストに書かれていること

の確認)

- c なぜ受精卵は、対になった染色体をもっているか、説明しなさい (テキストに書かれていること

の確認)

- ⑤子どもはどうして両親の一部が似ているのか説明しなさい (テキストに書かれていることからの発

展)

p. 14-17 C 人間のめぐり合わせ

質問

1. みなさんは、どの遺伝子についても2つを受け継ぐ。なぜか。(テキストに書かれていることの確認)

2. 遺伝子は異なる組み合わせになるようだ。遺伝子が異なる組み合わせを何と呼ばれているか。

(テキストに書かれていることの確認)

3. サムは、えくぼについての遺伝子をDとdをもっている。

(テキストに書かれていることの活用)

- a. サムにはえくぼができるか

- b. 答えを説明するのに、かぎとなることばを使いなさい

4. つぎのような遺伝子をもっている人はどうなりますか

(テキストに書かれていることの確認)

- a. dd—えくぼですか

- b. Ss—親指はまっすぐですか

- c. RR-指の中間の毛はどうですか
5. 対立遺伝子の優性と劣性の間のちがいを説明しなさい。 (テキストに書かれていることの確認)
6. この教科書の医師は、エンマがしたこと赤子が嚢胞性繊維症になる原因になっているものはないと確認したが、彼女は、そのことを納得いくだろうか (テキストに書かれていることからの発展)
7. 嚢胞性繊維症になっている人は、濃い、ねばねばした粘液をつくるが、これに原因している健康上の問題を書きなさい。 (テキストに書かれていることの確認)
8. CF の潜在者ないし患者ではない人が遺伝子 FF をもっている。遺伝子は何をするのだろうか (テキストに書かれていることの活用)
- a. 患者は何をもっているのだろうか
- b. 潜在者は何をもっているのだろうか
9. 嚢胞性繊維症の二人の潜在者が、子どもがほしいと思った時に、かれらにはどのような機会があるのだろうか。 (テキストに書かれていることの確認)
- a. 嚢胞性繊維症の子かな
- b. 嚢胞性繊維症潜在の子かな
- c. 嚢胞性繊維症の遺伝子をもっていない子かな

#### 18-19 D 男になるのか女になるのか

##### 質問

1. 性染色体は、核の中の何にあるのだろうか (テキストに書かれていることからの発展)
- a. 男性の体細胞
- b. 卵細胞
- c. 女性の体細胞
- d. 精細胞
2. 男になるか女になりかたを示した図を描きなさい。 (テキストに書かれていることの確認)
3. あなたがジャンだったら、またジャンのボーイフレンドだったら、想像していきよう。彼女のおかれています状況についてどのように感じるか。 (テキストに書かれていることからの発展)
4. ホルモンとは何か (テキストに書かれていることの確認)
5. ホルモンは、からだ中をどう運ばれているだろうか。 (テキストに書かれていることからの発展)

#### p. 20-21 E 倫理—決断する

##### 質問

1. ‘倫理’とは何を意味しているのかを書きなさい (テキストに書かれていることの確認)
2. エレーナとピーターの夫妻の場合について見るための三つの視点を述べてください (テキストに書かれていることの確認)
3. ‘陰性否定’と‘陽性肯定’がもたらす結果はどのようなものか (テキストに書かれていることからの発展)
- ④なぜ不確かな結果がおこることについて人々が知る事が重要なのか。

(テキストに書かれていることからの発展)

- ⑤胎児のむずかしい病気についての遺伝子検査を考える、あなたの視点は何か。このことについてなぜ考えるか説明してください。  
(テキストに書かれていることからの発展)

## p. 22-23 F あなたは子どもを選ぶことができるか

質問

1. サリーの最初の2回の妊娠について、つぎのことを一つの文章にして書きなさい。  
(テキストに書かれていることの確認)
  - a. どこで受精が起きたか
  - b. どのような検査がされたか
  - c. 検査の後どのようなことが起きたか
2. サリーの3番目の妊娠のための質問を反復しなさい (テキストに書かれていることの確認)
- ③なぜサリーは、妊娠中に遺伝子検査のために胚選択を選んだのか (テキストに書かれていることの活用)
- ④胚選択についてのつぎのうちの一つの視点を書き出しなさい。 (テキストに書かれていることからの発展)
  - a. 胚選択は悪であるから、されるべきではない
  - b. それが要求されたすべてにとって最良の決断であるからされるべきである
- ⑤あなたは、どちらの視点と一致しているか。また理由を述べなさい (テキストに書かれていることからの発展)

## p. 24-25 G 遺伝子治療

質問

1. 遺伝子療法の手順を説明する図を描きなさい (テキストに書かれていることの確認)
2. 1990年代では、何人かの人たちは、遺伝子療法が嚢胞性繊維症をすぐに治療できるようになると考えていた。科学者がこの研究についてどのような問題に取り組んでいたか、その一つを述べなさい。  
(テキストに書かれていることの確認)
3. なぜリースの欠陥遺伝子は彼を病気にしたのだろうか (テキストに書かれていることの確認)
- ④報道関係者は、しばしば「デザイナーベビー」という語を使う。
  - a. かれらは、この語によって何を意味しているのだろうか (テキストに書かれていることの活用)
  - b. 一部の人たちが、遺伝子療法が今後誤用されるかもしれないと悩んでいるのはなぜか  
(テキストに書かれていることからの発展)

## p. 26-29 H クローン化—科学的虚構か科学的事実か

質問

1. ヒドラの絵にはどれくらいの数のクローンがみられるか (テキストに書かれていることの活用)
2. 自然状態でのクローン化が動物よりも植物に一般的であるというのはなぜか  
(テキストに書かれていることからの発展)
3. 一卵性双生児は、たがいに遺伝学的には同一である。しかし、その両親はそうではないのはなぜか

(テキストに書かれていることの活用)

④ヒツジのドーリーがどのようにしてクローン化されたか、述べなさい。なぜか

(テキストに書かれていることの確認)

5. ドーリーはどこから遺伝子を受け継いだのか (テキストに書かれていることの確認)

6. 幹細胞は、他の細胞とくらべてどのようにちがうか (テキストに書かれていることの確認)

7. なぜ科学者は、幹細胞がパーキンソン病治療に有効であると考えているか、説明しなさい

(テキストに書かれていることからの発展)

8. これと成人のクローン化とはどのようにちがうのか (テキストに書かれていることからの発展)

⑨つぎの細胞のそれぞれについて、あなたのからだに拒絶するかどうか、言いなさい。

(テキストに書かれていることの活用)

a. あなたの双子からとった骨髄

b. あなた自身の皮膚細胞

c. クローン化された胚の幹細胞

10. 幹細胞をつくるための胚のクローン化について (テキストに書かれていることの確認)

a. 好意的である視点について述べなさい

b. これについての2つの異なる視点について述べなさい。

⑩人は、何かのために、あるいは何かに対して議論している場合に、しばしば推論をつくり出す。これは、考えていることがおこるだろうというものである。しかし、事実ではない。推測である視点を書き出しなさい。

(テキストに書かれていることからの発展)

### p. 30-31 科学による説明 質問なし

生物はどのように発育するかということは、科学的説明の中でもっとも複雑なものの一つである。この單元では、みなさんがみなさんにするものが何かということの背後にある科学というものを探求し始めたのではないか。

**みなさんは、つぎのことを知ったにちがいない**

\*みなさんの容貌の多くは環境と遺伝子の両方の影響を受けている。

\*遺伝子は、細胞の核の中にみられ、タンパク質をつくる指令となっている。

\*みなさんの染色体、遺伝子は、対になっている

\*遺伝子は、対立遺伝子という異なる組み合わせになっている

\*そのちがいは、優性遺伝子と劣性遺伝子の間のちがいである

\*男と女は、異なる性染色体をもっている

\*みなさんはなぜ両親と似ているのだろうか

\*なぜみなさんは兄弟姉妹と似ており、一方でまったく同じというわけではない

\*家族の家計はいかに解釈するか

\*遺伝的交雑図をいかに完成させるか

\*嚢胞生繊維症の徴候とハンチントン異常

\*人々には潜在的な嚢胞生繊維症になる人がいるが、ハンチントン異常の場合には潜在者にはならない

\*医師は、遺伝子検査によって胚、退治、成人について特定の対立遺伝子を確認することができる

- \* 胚の選択の中でどのようなことが起るのか
- \* 遺伝子治療は、幾種かの遺伝子異常に対して処置することができる
- \* 生物の中には、無性生殖することができるものがあるし、クローンという子孫をえることができる
- \* 動物においてどのようにして自然にクローンが生まれるか
- \* 多細胞生物の細胞は、発育のかなり早い時期に特殊化する
- \* 幹細胞はどのようなもので、どのようにすれば、ある特定の病気の治療に使うことができるか

### 科学についての考え方

科学の使用について決断することは難しい。この単元で扱った多くの問題点は、倫理的な問題であった。倫理は、利用法についてよい方法であるかそれとも悪い方法なのかを判断することである。科学が私たちが何かをするのに助けてくれる場合は正しい、あるいは許されるだろうということである。

人々は、倫理的問題についてはものによっては意見の不一致になるようである。問題点のうち、事実については一致がみられるが、何をしなければならぬかということになると一致がみられないようだ。たとえば、病気の原因となるいくつかの遺伝子を検査することは可能である。しかし、この検査をすべきかどうかということになると不一致がみられる。また、胎児に遺伝子異常が見つかった場合の、妊娠中絶は許されるべきかどうかということについても意見が合わない。

この単元で論議された各問題点には、さまざまな異なる視点があった。

- \* ある人たちは、状況がどうあろうと同じ行動をとるのは誤りであると考えている
- \* ある人たちは、だれでも決定しなければならないこと、することのために、損害や失業を考慮しなければならないと考えている。
- \* 人々は、その信条やおかれている個人的な状況のちがいによって、異なる決定をするのではないか。みなさんは、倫理的な問題点について考える状況の中で考えることができることになる
- \* 何が問題点からはっきり言いなさい
- \* 人によって違った視点をもっていることを書きなさい
- \* 何を、なぜ考えるかを言いなさい

この単元でつぎのような異なる視点について考えてきた。

- \* 特定の遺伝子病のためには胎児検査をするべきである
- \* 保健会社や雇い主のような人は、個人の遺伝子についての情報を許されるべきである
- \* 決まった遺伝子異常がなくても、胚の産みわけのために遺伝子検査を利用すべきである
- \* 医師は、遺伝子異常のある人については、遺伝子治療を許されるべきである
- \* 医師は、ある病気の場合には、胚からとった幹細胞からクローン化（治療クローン化）することを許されるべきである。

## 3. このテキストの特徴

1. これは、イギリスの 15-16 歳向けの生物分野の教科書である。遺伝、遺伝病とその治療を主題とした

モジュール (学習指導単位) である。

2. これは、その教育としての役割を、子どもが一人の人間として生きていく上で必要とする遺伝学的教養を子どもたちに伝えることと考えている。それは、二つのことに焦点をしばっている。一つは、が遺伝学によって明らかにされている人間の遺伝とそのしくみについての基本である。第2のことは、その遺伝学の成果が医療その他の領域において技術開発に活用されて成果を上げているが、一方で人間の本質にかかわる問題を発生させ、その正否の判断基準が確立されていないので、一人の人間としてどのような判断をしたらよいかを考えねばならないという倫理的な問題提起である。

3. 上の第1の遺伝学の成果とは、「人間の遺伝は、遺伝子が親から子へ伝えられ、その遺伝子もっている、一人の人間をつくり上げるための情報が発現することによって実現される。そして、遺伝子の交換などによって、人間のもっている遺伝子を変えることによって、人為的に異なる人間にすることができるようになり、同じ遺伝子をもった人間を複製できるようになった」というものである。

第2のことは、人為的に異なる人間にする、今までいた人間と同じ遺伝子をもつ人間が複製できることの正否をどう判断したらよいか、基準が統一されておらず、社会的混乱を招くおそれがあるということである。

4. この遺伝学学習指導は、遺伝学習指導としては、特定の部分 (遺伝子に焦点をあてた遺伝のしくみと、遺伝子異常による傷害、病気とその治療、クローンに関するもの) に限定されている。日本では、これまで人間の遺伝を避ける傾向がみられた。

5. 遺伝学習の指導のうち、遺伝とそのしくみについての指導は、日本で一般化されている手順とはちがう展開のしかたをしている。

**日本の場合：**①交配における遺伝と変異の現象の紹介

- ②現象の分析から法則性を見つける
- ③法則性の検討から、遺伝子という実体があることを想定する
- ④遺伝子という概念をつかって、遺伝現象および遺伝の法則性の成り立ちの原因を明らかにする
- ⑤遺伝子と染色体の生殖細胞の形成、交配を通じての移動、細胞構造との関係から、遺伝のしくみを明らかにする
- ⑥遺伝子の化学的特性を明らかにする

**「You and your genes」の場合：**①形質形成のもととなるものとして遺伝子がある

- ②交配における遺伝は、形質そのものではなく、遺伝子の受け渡しである
- ③遺伝子のタンパク質合成情報の発現によって各種のタンパク質が合成され、それによって形質が生まれる
- ④遺伝子は、細胞核の中の染色体にふくまれている。
- ⑤生殖細胞の形成、受精における染色体の移動をみながら、遺伝子の遺伝を説明し、両親から受け取った遺伝子の組み合わせから形成される形質の遺伝をみる

これは、基本において『理科教室』誌上での岩田の提言の内容と一致している。

6. われわれの「生きかたとしての生物学学習指導計画」でいえば、これは、つぎの二つの学習指導単位の中の遺伝に関する指導内容に相当し、この教科書から、この二つの学習指導単位を改訂する上で、参考になることが多い。

- a. 「私のからだと個性」
- b. 「医療・保健衛生の生物学的基礎」

- a. 「6po. 私のからだと個性」の主題となっている人のからだと個性の形成について、遺伝性と環境による影響の両面からとらえねばならないこと
  - a1. 「私のからだと個性」では、個性の形成過程についてほとんどふれていない。したがって、個人のからだの形成と生活、環境との関係についてほとんどふれていない
  - a2. からだと個性の形成についての遺伝的な面について考える上で参考にしたい。
- b. 遺伝を、人間の生産活動など生活、生物世界全体をとらえるという視点が欠如している。指導単位「12w. 野生世界・農村・都市」で、外来種、その在来種との自然交雑による雑種の個体の出現、人為的交雑によって、あるいは細胞融合、遺伝子操作による園芸種、栽培種が栽培域から逸出して生物世界の異変につながることに、「9e. 環境としての生物世界」での自己家畜化現象、「人権の生物学的基礎」での生物世界の初期進化における生物体融合による原核生物から真核生物への進化などは内容として考えている。また、「9i. 農漁業における生物世界との関係」で、育種と関係させて扱うことになっている。
- c. 変異、遺伝、受精の生物世界の自己保存、自己発展（進化）にとってどのような意味をもっているのかという視点から遺伝をとらえる必要がある。
- d. 表題が「You and your genes」となっているように、学ぶ者が当事者意識をもつようにしている。これは、考え方の点では、われわれの「私のからだと個性」という主題と共通しているが、「You and your genes」のほうは、考え方だけでなく、実際の指導内容でも、こうした姿勢が色濃くみられる。

7. 遺伝とそのしくみについての指導の進め方は、もっとも基礎的な事実を出発点に、そこにあらたなものを付け加えて積み上げていくというように、理解が発展的に進むよう考えられ、それに健康・遺伝病治療の点から医学の研究成果と、医療倫理に関することをおりませているという方法をとっている。

日本の高校では、従来1) 遺伝の現象から2) 法則（メンデルの法則）をとらえ、3) そこから法則を生み出している実体（遺伝子）とその動きを想定する、さらにはその実体と思われるもので遺伝の現象、法則を説明するという手順で進められてきた。これが、武谷三男の認識の「3段階論」にあたるということは、田端敏男によって明らかにされており、酒井寛の「認識ののぼり・おり」に見合う指導の展開をしているともいえる。しかし、遺伝子から法則（とくに両性雑種）を説明するところで、多くの子どもが挫折感を味わう。統計的処理と確率の問題がからみ、生活や一般の学習の中でこうした数学的問題に出会う習慣のない日本のわかものにとっては、またエンドウという、わかものにとってはなじみのない作物の現象であり、またその雑種、遺伝の法則を知ったからといって、自分たちの将来にとってどのような意味があるのか、十分理解できない者にとっては、学ぶ意欲をかき立てる魅力をもっていない。こうしたことから考えれば、わかもの期に入って自分のからだ、能力、精神、身近な人と交流のしかた、将来展望に強い関心をもっている子どもたちの、その関心事と密接な関係をもたせて、学習指導しようとする、このテキストのもつ基本方針は高く評価すべきであろう。

GCSE		イギリス教科書「B1 You and your genes」の特徴			2012.12.14	
表題	ページ	主題	遺伝のしくみ	遺伝された形質	その生物的問題	医療とその社会的問題
あなたとあなたの遺伝子	8-9	人間の個性は、遺伝子と環境の影響を受けて、どのように形成されるのだろうか。人は、どのように、またどのような理由で自分の遺伝子を知りたいのだろうか	遺伝子はどのようにして人の個性を形成するのだろうか。			われわれは、遺伝子についての知識をどのように利用することができるか、またそれは許されるのか
A同じとちがい	10-11	子どもには、両親と似ているところとちがうところがあり、それらには遺伝的なものと環境による影響の二つが原因している	a遺伝は細胞核内の染色体にある遺伝子になっている b遺伝子はタンパク質合成を調整する cタンパク質は生命現象を進めている	容貌		
B家族効果	12-13	ハンチントン異常は遺伝病である。細胞内にある遺伝子は、生殖細胞の形成、受精を通じて親から子に受け継がれる。	体細胞には2ゲノムのからなり、生殖細胞ができる時1ゲノムずつに分かれ、受精で両親からの1ゲノム受け継いで2ゲノムになる	ハンチントン異常	運動機能・記憶障害中年になってから現われる	治癒不完全・遺伝子検査
C人間の運(めぐり合わせ)	14-15	優性・劣性対立遺伝子、受精の時の両遺伝子の組み合わせで発現する形質が決まる。その対立遺伝子の、受精の時の組み合わせの決まり方	同じ形質に関係した遺伝子は2つあり、その相互作用によって形質が決まる。この二つの遺伝子を対立遺伝子といている。対立遺伝子にはその情報が優先して発現する優性遺伝子と、二つともその遺伝子でないと発現しない劣性遺伝子とがあり、受精の時のこの二つの遺伝子の組み合わせで形質が決まる	えくぼ、親指の曲がり、指の背の毛	ハンチントン異常の遺伝子は、優性遺伝子である	
	16-17	劣性遺伝子とその生殖細胞形成・受精に伴う遺伝、形質発現	優性・劣性の両方の対立遺伝子を持っている人は、劣性遺伝子による形質は発現しないが、劣性遺伝子は子孫に受け継がれ、ホモになった時に発現する	嚢胞性繊維症	(細胞膜の塩素イオンチャンネルの異常により水調節に異常があり) 上皮細胞から分泌される粘液が濃く、呼吸困難、消化機能障害などが発生する	完全治癒ができない。胎児の羊水穿刺遺伝子検査と遺伝病を避けるための人工中絶の問題
D男か女か	18-19	人間の性決定遺伝子の受け継ぎと形質発現	人間の性決定に関係した性染色体が、受精においてXXの場合女性、XYの場合男性となる。Y染色体の遺伝から精巣発育までの過程	男性不完全異常	Y染色体を受け継ぎながら、男性ホルモンの分泌異常により精巣発育不全がおこる	
E生命倫理一決断	20-21	遺伝子異常について胎児の羊水穿刺遺伝子検査と遺伝病を避けるための人工中絶の可否について		嚢胞性繊維症	前述	遺伝子異常について胎児の羊水穿刺遺伝子検査と遺伝病を避けるための人工中絶の可否について
F子どもを選択することができるか	22-23	卵・精子選択と人工授精の可否、裁判と民意		ハンチントン異常	前述	卵・精子選択と人工授精の可否、裁判と民意
G遺伝子療法	24-25	遺伝子療法による治療の可否と「人為的設計人間」問題	遺伝病の人為的遺伝子交換による治療の基礎	嚢胞性繊維症、遺伝性重度免疫不全症	免疫不全のために無菌室生活をしなないと、感染症になりやすい。	遺伝子療法による治療の可否とデザイナーベビー問題
Hクローン化—それは科学的な虚構か事実か	26-27	性とクローン化	有性生殖と無性生殖、クローン化	クローン羊の問題	クローン化	人間のクローン化、クローン人間の健康・寿命
人間のクローン化	28-29	細胞移植と幹細胞	遺伝子から形質発現まで	パーキンソン病	幹細胞をつくった組織移植による治療	幹細胞確保のための胚殺傷
復習	30-31					

## GCSE Science の生物分野「B1 You and your genes」

## 21 世紀科学の KS4 テキスト

## 扉 (p. 8-9)

p. 8

## なぜ遺伝子について学ぶか

私を私にするのは何か

みなさんがたの祖先は多分同じような問いを発していたであろう。容貌は、どのようにして両親から子どもたちに伝えられるのであろうか？ みなさんはあなたの親族と似ているでしょう。しかし、みなさん一人ひとり独特のものである。つい最近になって、科学はこのような質問に答えることができるようになった。

## 科学

みなさんを取り巻く環境は、あなたに対してきびしい影響をもたらす。たとえば、外形、身体、健康。しかしまた、容貌は、あなたにある遺伝子によって影響される。この学習単位では、それが「どのように」みられるかということをも明らかにすることができるでしょう。みなさんは、遺伝の世界を探検することになるであろう。

## 科学に関する考え方

将来、科学は、あなたの子が生まれる前に、もっている遺伝子をかえる手助けをすることができるにちがいない。クローン化された胚は、病気を治療するために細胞を提供することができるにちがいない。しかし、そうした新しい技術が発達するにつれて、私たちは、それらをどう使わねばならないかを判断しなければならなくなる。これは、倫理の何が正しくて何が誤りかを決断するという問題となるだろう。

p. 9

つぎのことについて明らかにしよう

- \* 遺伝子とあなたを取り巻く環境は、あなたの個性をどのようにつくるのだろうか
- \* 人は、どのようにして、また何のために自分たちの遺伝子を明らかにするのだろうか
- \* 私たちは、遺伝子について獲得した知識をどのように使うことができるだろうか
- \* このことは許されるのだろうか

## A 同じとちがい (p. 10-11)

p. 10

## 左側註

つぎのことについて明らかにしよう

- \* 何が私たちを別々のものになっているか
- \* 遺伝子とは何か、何をするのか

## 写真説明

どの容貌も遺伝した情報と環境の両方に影響されている

かぎとなることば 遺伝 環境

## 本文

新しく生まれてくる植物も動物も、その両親とよく似ている。これらは、その両親から受け継いだ情報をもっている。この情報は、これら生物がどのように発育するかを調整する。

たくさんの情報が人間になるようにつくり始める。

そのように遺伝は非常に重大なはたらきをみごとに実行する。人々は、一般的に見て、似た容貌をしている。私たちの間にみられるちがいはきわめて小さい。しかし、それが私たちの個性をつくるのだから、興味をもつ。

### 写真説明

この姉妹はよく似ている

## 環境はちがいをつくる

あなたの容貌のほとんど全部は、あなたが両親が受けついで情報に影響されている。たとえば、あなたの目の色はこの情報によっている

しかしまた、あなたの容貌の多くは、あなたを取り巻いている環境に影響されている。たとえば、あなたの肌の色は、遺伝的情報によっている。しかし、もし長い時間太陽の光の下で過ごしたら、あなたの肌の色は黒っぽくなるだろう。

## 質問

1. 写真の学生の中の二人を選び出して、どういう点にちがいがあるかを5つ書き出してほしい。
2. あなたの発育のしかたに影響を与えるもの、二つは何か
3. あなたの目の色は、遺伝情報による。遺伝情報によってどうなるのだろうか

p. 11

## 遺伝—どこでおこるか

すべての生物は、細胞からできている。顕微鏡で細胞を観察すると、細胞核をみることができる。あなたをつくる情報は、あなたのすべての細胞の核の中にある。

核の中には、染色体とよばれるながいひもがある。

それぞれの染色体は、数線の遺伝子から成り立っている。それら遺伝子は、あなたの発育のしかたを調整する。

### 図内各部の名称

はじめの図 核、細胞、 つぎの図 遺伝物質 (染色体) 核、下の図 遺伝子 染色体

### 図説明

人間全体をつくり出すのに必要な全情報は、細胞の核のなかにつまんでいる。核の大きさは、直径でちょうど 0.006mm である。

遺伝子はあなたの発育のしかたをどう調整するか

遺伝子は、細胞にとって指令である。遺伝子は、細胞に対してタンパク質をどう合成するか、情報を伝える。各遺伝子は、それぞれ異なるタンパク質をつくるための指令である。そのタンパク質は、細胞にとって極めて重要な化学物質である。

### 質問

4. つぎの細胞構成物を小さい順に書きなさい。 染色体、遺伝子、細胞、核

### 右側註

#### 写真説明

細胞は、各部分のちがいははっきりさせるために色分けられている。青いひも状のものが染色体である。(約 6500

倍) 図内各部の名称

上 左から右へ 細胞をつくる 筋肉を動かす からだの中の化学反応の速度を高める

中 タンパク質

下 左から右へ バクテリアやウイルスとたたかう 血液中の酸素を運ぶ 細胞のまわりの化学的な情報伝達

#### 図説明

人体内には約 5 万種のタンパク質がある

かぎとなることば 核 遺伝子 染色体 タンパク質

## B 家族の意味 (p. 12・13)

p. 12

### 左側註

つぎのことについて明らかにしよう

- \* みなさんはどのように遺伝子を受け継いだか
- \* ハンチントン異常 (遺伝病)

#### 図説明

クレイグと祖父のロバート

かぎとなることば ハンチントン異常

### 質問

1. クレイグ家の写真を見て、クレイグのどの容貌が遺伝したか、いくつかを書き出しなさい
2. ハンチントン異常の徴候を書き出しなさい
3. ハンチントン異常がなぜ遺伝的なものであると言われていているか説明しなさい

### 本文

あなたは好きでない容貌を遺伝的に受け継いでいますか。多分父の大きな耳と母のそばかすのどちらかがそうだろう。一部の人たちにとって、家族の似ていることは深刻です。

### クレイグの話

私の祖父は、まだ 56 歳です。普段は問題ないのですが、時にはおかしくなります。物忘れをするのです。一ナン祖母を自動車に乗せている時など。そのことについて誰も教えてくれませんが、みんな祖父について困っています。

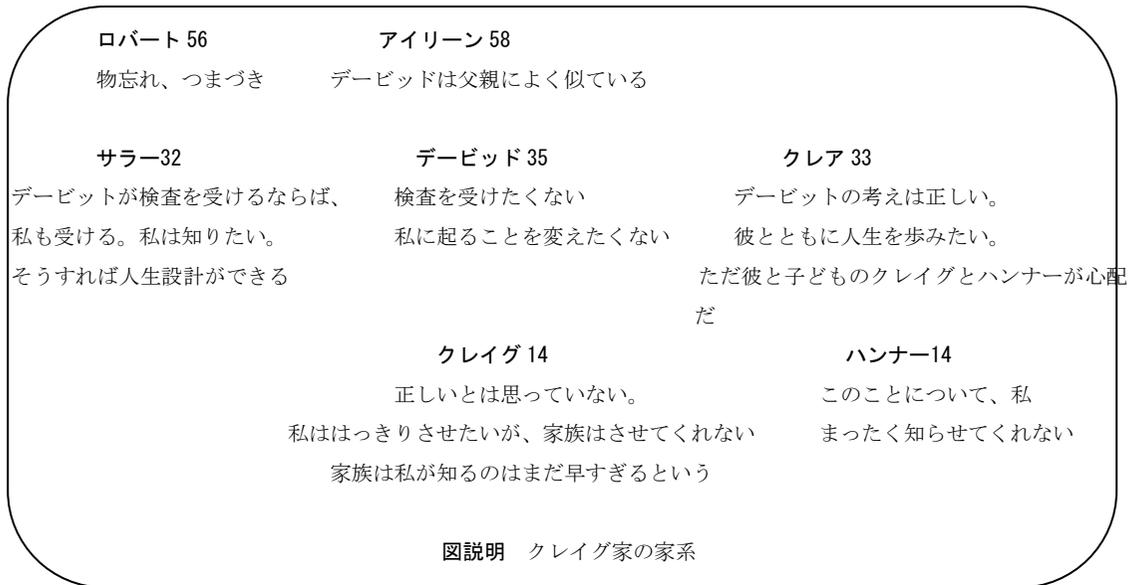
### ロバートの話

私はひどくおかしくなる時がある。椅子にじっと坐ってられない。だんだん物忘れが多くなる。いまは理由なく落ち込んでいる。医師は、ハンチントン異常ではないかと言っている。これは遺伝性のものだ。医師ははっきりさせるために血液検査をしたいと言っているが、私はたいへん悩んでいる。

### ハンチントン異常

ハンチントン異常というのは遺伝性のものである。そのことをしっかりとらえることができない。それは、両親から子どもたちに受け継がれる。

ハンチントン異常の徴候は中年になるまで現われない。この人たちは、筋肉の動きの調節に問題があり、ものを忘れやすくなる。ものごとを理解するのがだんだん難しくなることがわかってくる。数年後には、ハンチントン異常の人は、行動調節ができなくなる。突然、運動調節不全に陥る



p. 13

### なぜ兄弟姉妹は同じではないのか

兄弟姉妹はちがう。それは、それぞれが両親から受けとる遺伝子の組み合わせがちがうからである。一卵性双生児以外は、私たちがもっている遺伝子の組み合わせそれぞれ独自なのだ。

### 各細胞にはどれくらいの染色体があるか

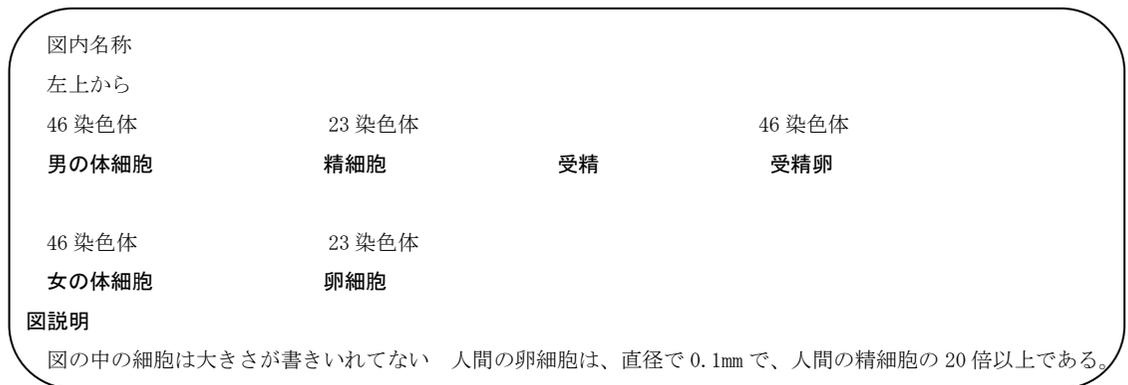
- \* 体細胞の染色体は対になっている
- \* 人間のどの細胞も 23 対の染色体をもっている

- \* 1 対の染色体はたがいには大きさ、形が同じである
- \* 1 対の染色体には、同じ位置に同じ遺伝子がある
- \* このことは、あなたの遺伝子もまた対になっていることを意味する
- \* 人間は、約 3 万対の遺伝子をもっている

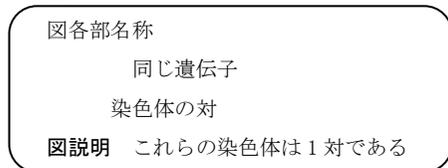
### あなたはどのようにして自分の遺伝子を受け継いだか

両親は、その性細胞を通じて渡す。動物には、精子と卵細胞がある。性細胞は、親の半分の組の染色体複製をもっている。それらは、各対から一つの染色体だけもつことになる。

このことは、受精した卵が正しい数の—23 対の染色体をもっているらしいということを意味する。それぞれの対の片方の染色体は、卵細胞からのものである。別の片方の染色体は、精細胞からのものである。新しい赤子の遺伝子は、片方は母親から、もう片方は父親からのものである。



### 右側註



### かぎとなることば

23 対、性細胞

### 質問

4a 精細胞と卵細胞、それと受精卵を描いてください。

b それぞれの細胞の中に、核の中にある染色体の数を記入してください。

c なぜ受精卵は、対になった染色体をもっているか、説明しなさい

⑤ 子どもはどのようにして両親の一部が似ているのか説明しなさい

**C 人間のめぐり合わせ (p, 14—17)**

p. 14

**左側註****はっきりさせよう**

- \* 遺伝子の対は、容貌をどのように調整するか
- \* 生まれてくる赤子の容貌の予測のしかた
- \* 嚢胞性繊維症 (遺伝病)
- \* 生まれる前に赤子の遺伝子検査をすること

**図内名称と説明**

えくぼがある

この人は、両親から D 遺伝子を受け継いで、えくぼがある。

えくぼがない

この人は、両親から d 遺伝子を受け継いで、えくぼはない。

えくぼがある

この人は D と d の遺伝子を受け継いで、えくぼがある。

この男性は、D を 2 つもっていて、どの子どもも受け渡す。

この男性は、D と d をもっていて、性細胞の半分には D 遺伝子、もう半分には d 遺伝子がある。

**本文**

みなさんの容貌の多くは、環境によって影響されるであろうが、またそれ以上に遺伝子によってもっと影響されるであろう。えくぼのように、一つの遺伝子によって調整されることは少ない。これは、ここで学ぶべきことのうちもっともわかりやすい容貌である。

**遺伝子には異なるはたらきがみられる**

左の図は、対になっている染色体を表わしている。これらは、えくぼができるかどうかを調整する遺伝子を運ぶ。

対になっている遺伝子は、まったく同じとはいえないようだ。この遺伝子の対には、すこしばかり違うはたらきがあるようだ。それについてフットボールのカラーユニフォームを例に考えてみよう。チームがホームの場合とアウェーの場合では、同じ柄を基調にしているが、わずかなちがいがあある。同じ遺伝子の異なるはたらきをするものを対立遺伝子と呼んでいる。

**優性遺伝子—これが容貌をつくる役目を果たす**

えくぼをつくるかどうかを調整する遺伝子は二つある。D 遺伝子は、みなさんにえくぼをつくる。d 遺

伝子は、えくぼをつくらない。

D 遺伝子は優性遺伝子である。容貌に何かの特徴がみられるには、優性遺伝子の複製が必要となる。d 遺伝子は劣性遺伝子である。えくぼのない容貌になるには、二つの劣性遺伝子の複製をもたねばならない。

### どちらの対立遺伝子を受け継ぐことができるか

性細胞は、親のもっている対の染色体の一方をもつ。

p. 15

私たちは、卵細胞と精細胞はどちらのものと受精するかは予想できない。図は、1 回の結合で対になるのに 4 通りの可能性があることを示している。

#### 図内説明・名称

父親は、d と d の遺伝子をもっている（えくぼはない） 父親

対立遺伝子のひとつだけがそれぞれの精細胞にゆく  
性細胞

母親

母親は、D と d の遺伝子をもっている（えくぼがある）  
対立遺伝子の一方がそれぞれの卵細胞に渡される

子どもには、50%の率でえくぼになる機会がある。

	d	d
D	Dd	Dd
d	dd	dd

### クレイグー家の場合何が合ったのか

ハンチントン異常は、優性遺伝子によってひき起こされる。みなさんは、両親のどちらかからこの遺伝子を受け継ぐことだけで、この状況になる。クレイグとハンナーはの祖父であるロバートは、ハンチントン異常になっている。2人の父親のデーヴィドは、この欠陥遺伝子を受け継いでいる。一時、かれは、それをはっきりさせるための検査をうけないと決断していた。

#### 右側註

##### 写真説明

みなさんの親指をまっすぐにする遺伝子は優性 (S) である。親指を曲げる遺伝子 (s) は劣性である。指の中間に毛がある遺伝子は優性 (R) である。指の中間に毛がない遺伝子は劣性 (r) である。

かぎとなることば 対立遺伝子 優性 劣性

### 質問

1. みなさんは、どの遺伝子についても 2 つを受け継ぐ。なぜか。
2. 同じ遺伝子でもはたらきがちがうようだ。遺伝子の異なるはたらきがちがうものを何と呼ばれているか。
3. サムは、えくぼについての遺伝子を D と d をもっている。

- a. サムにはえくぼができるか
  - b. その答えを説明するのに、かぎとなることばを使いなさい
4. つぎのような遺伝子をもっている人はどうなりますか
- a. dd-えくぼですか
  - b. Ss-親指はまっすぐですか
  - c. RR-指の中間の毛はどうですか
- ⑤対立遺伝子の優性と劣性の間のちがいを説明しなさい。

p. 16

### 左側註

#### 親愛なるクレアへ

私たちを助けてください。夫と私は、私たちの赤子が嚢胞性繊維症になっていることについて話あってきました。私は妊娠中に何か悪いことをしたのでしょうか。ひどく心配です。

忠実なる友 エンマより

#### 親愛なるエンマへ

なんて困難な状況にあなたはあるのでしょうか。まずいえることは、あなたは妊娠中にこのことについて影響を与えるようなことは一切していないことです。だから、自分を責めないで。嚢胞性繊維症は遺伝病です。

### 本文

#### 親愛なる医師へ

私たちは、エマから先月もらった手紙に返さねばならない手紙をもっています。といたしますのは、イギリス国民のうち 25 人に一人にみられる嚢胞性繊維症について今月深い思いをもって知ったからです。

#### 嚢胞性繊維症とは何か

みなさんは、嚢胞性繊維症についての情報をえていないことでしょう。これは、遺伝病です。だから、両親から子どもに伝わります。

からだの中の粘液をつくる細胞がはたらかなくなります。粘液がひどく濃くなります。肺のはたらきは止められ、小腸への酵素の送りがとまる。

嚢胞性繊維症になった人は、呼吸困難になり胸部感染症に非常になりやすい。食物は消化されないから、栄養障害になるようである。

#### どのようにして嚢胞性繊維症になるのだろうか

嚢胞性繊維症の子 (CF) は、普通健康な両親から生まれてくる。しかし、どうして健康な両親から子どもに病気が移るのだろうか。

それには、CF 遺伝子のはたらきかたに二つのものがある。一つは、その遺伝子が優性遺伝子の場合である。この場合は、細胞は正常な粘液を合成する。もう一つは、欠陥遺伝子が劣性である。その場合 CF になる。

だから正常遺伝子と欠陥遺伝子の場合には CF にならない。しかし、その人は、欠陥遺伝子の、親から子

へ遺伝子を運ぶ「遺伝子保持者」(保因者という)になる。それは、子どもにその遺伝子を渡す可能性がある。もし両親がこの遺伝子を子に渡すならば、子どもはCFになるだろう。イギリスでは、25人に1人の割合で、CF 遺伝子を運ぶ。

この図は、両親とも嚢胞性繊維症ではないが、その遺伝子をもっている場合は、子どもに病気の影響が現われる可能性があるということを示している。

子ども、病気遺伝子をもっている両親から生まれる子どもは、25%の割合で嚢胞性繊維症になるかもしれない。

	F	f
f	Ff	ff
F	FF	fF

p. 17

### 嚢胞性繊維症は、治療できるか

今のところできない。しかし、十分ではないが治療法はある。余命は年を追うごとに増加している。理学療法は、肺の粘液を除くのを助けている。患者は小腸の酵素欠如の錠剤をのんでいる。抗生物質は、胸部感染の治療に使われている。科学者は、将来における治療法を発見できる希望をもっている。

写真説明 トムは、嚢胞性繊維症に罹っている。毎日理学療法の治療を受けて、肺からうすい粘液を除いている。

### 嚢胞性繊維症は防げるか

両親が病気の子どもをもっているかもしれないと知ったらできる。ただし、これには、両親にとってきびしい決断が望まれる。もし女性が妊娠した場合、いくつかの細胞を胎児からとられるだろう。細胞をとる一つの方法は、羊水穿刺採取法検査である。医師は、遺伝子を見ることになる。もし嚢胞性繊維症の2つの遺伝子があれば、子どもは病気になるだろう。両親は、妊娠が終わるまでにどうするか選ばなければならない。それは、妊娠中絶と呼ばれている医学的な手術によって行われる。

### 図説明 羊水穿刺採取法

図内名称 注射器 胎児細胞がふくまれている体液、遺伝子検査へ、超音波スキャナー、胎児 (14-16 週)、子宮、胎盤、胎児細胞をふくんだ体液、子宮頸部

流産の可能性 0.5%、結果がわかるのは 15-18 週後、感染症の危険がごくわずかながらある、検査結果の信頼性 100%ではない

かぎとなることば 嚢胞性繊維症、運びや (潜在者)、妊娠中絶

### 質問

6. この教科書の医師は、エンマには赤子が嚢胞性繊維症になる原因になっているものはないと証明したが、彼女は、

そのことを納得いくだろうか

7. 嚢胞性繊維症になっている人は濃いねばねばした粘液をつくるが、これに原因している健康上の問題を書きなさい。
8. CF の保因者ではないか患者ではない人は遺伝子 FF をもっている。遺伝子は何をするのだろうか
  - a. 患者はどの遺伝子をもっているのだろうか
  - b. 潜在者はどの遺伝子をもっているのだろうか
9. 嚢胞性繊維症の二人の保因者が子どもがほしいと思った時に、かれらにつきのことがおこるのはどのような場合か。
  - a. 嚢胞性繊維症の子かな
  - b. 嚢胞性繊維症保因者の子かな
  - c. 嚢胞性繊維症の遺伝子をもっていない子かな

## D 男になるのか女になるのか (p. 18・19)

p. 18

左側註

明らかにしよう

\*何が人を男にするのか女にするのか

\*ホルモンとは何か

### 写真説明

この胚は受精後 6 週間

質問

1. つぎの場合、どの性染色体が核の中の何にあるのだろうか
  - a. 男性の体細胞
  - b. 卵細胞
  - c. 女性の体細胞
  - d. 精細胞
2. 男になるか女になりかたを示した図を描きなさい。

本文

かつて不思議と思ったことはあるが、男と女が反対の性でありながら似ているというのはどういうことなのだろうか。そう、あなたが男だったとして、ある短い期間であるが、似ている時があった。男と女の胚は、受精後 6 週までは似ている。それから性器官が発育を始める。

何が胚の性を決定するのか

人間の受精卵は、23 対の染色体をもっている。23 番目の染色体は性染色体である。男は X 染色体と Y 染色体である—XY。女は二つの X 染色体をもっている—XX。

### 図説明

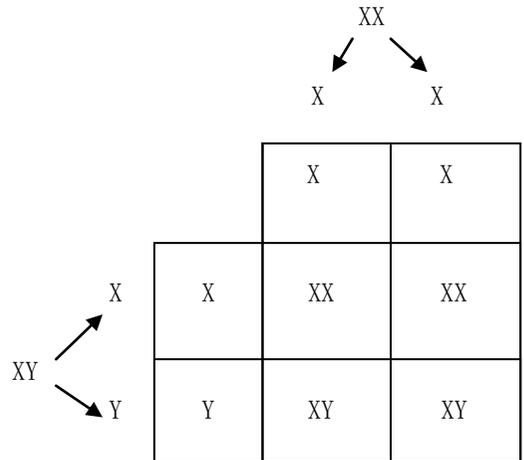
女性は、2つの X 染色体をもっている。男性は、X と Y をもっている。

女性の体細胞の核にある染色体。対になっているところを示すために並べた。

### 男になるか女になるかの機会となるのは何か

両親の染色体は対になっている。性細胞ができる時、それぞれの対になっているものから片方が性細胞に行く。そのようにして精細胞の半分は、X 染色体を得、もう半分の精細胞は Y 染色体を得る。卵細胞は、どれも X 染色体をえる。

精細胞が卵細胞と受精する時に、受精する精細胞は、X 染色体をもったものか Y 染色体をもったものかは 50% の割合である。このことは、赤子が男の子になるか、それとも女の子になるのかは 50%、50% であることを意味している。



p. 19

### Y 染色体はどのようにして男の子になるのか

図は、Y 染色体上の、男性ホルモンをつくるはたらきを導き出す遺伝子の位置を示している。このホルモンは、胚が男に成長する原因となっている。このホルモンがつくられなければ、胚は女になる。

ホルモンは、ある種のタンパク質である。

ホルモンにはいろいろなものがあるが、からだで起るさまざまなことを調整する。

### ジャンの話

18 歳のジャンは、アメリカの大学で勉強中である。彼女はたいへん幸福に生活し、大学のフットボールの選手と行動を共にしている。彼女は、いろいろなスポーツをしていたので、月経が始まっていないと考えた。

それから、科学クラスで自分のほほの細胞の染色体をみたら、そこで男の染色体である XY を発見した。

人の中には、しばしば X と Y の染色体をもちながら、女のように見える人がいる。それは、男性ホルモンをつくりながら、細胞がそのことを受けとめないからである。約 2 万人に 1 人の割合で、そうした状態になる人がいる。それらの人は精巣が小さく体内にあり、陰が短く、子どもをえることができない。

ジャンは、自分がこのような状態にあることをどう理解したらよいか考えようがなかった。彼女は、どう折り合いをつけたらよいか、非常に難しいことを知った。しかし、彼女はそのことをボーイフレンドに話して、一緒に交際関係を続けている。

写真説明 休日のジャン、18歳の時

#### 右側註

図中名称 男性ホルモン遺伝子、Y染色体、細胞は男性ホルモンをつくる 血液中で運ばれるホルモン、男性の生殖器官を发育させる

かぎとなることば XY XX ホルモン

#### 質問

3. あなたは自分ジャン、またはジャンのボーイフレンドだったらということを想像してみよう。彼女のおかれている状況についてどのように感じるか。
4. ホルモンとは何か
5. ホルモンは、からだ中をどう運ばれているだろうか。

### E 倫理—決断する (p. 20・21)

p. 20

#### 左側註

明らかにしよう

\* 人はどのように倫理的な決断をするか

#### 写真説明

“私たち、私が妊娠した時、遺伝子検査を受けました”と、エレヌは言いました。“CFだったために、突然最初の子を妊娠中絶しました。今は幸いなことに、健康な子どもが2人おります。そして、そのことをなやまなくてもよいと考えています。”

かぎとなることば 倫理、不確かな否定、不確かな肯定

p. 20

#### 本文

エレヌの甥は、嚢胞性繊維症である。そこで、エレヌと夫のピーターは、もつことになる子どもについて心配した。遺伝子検査は、2人が嚢胞性繊維症の保因者であることを示した。

エレヌとピーターは、エレヌが妊娠した時、遺伝子検査を受けるよう決断した。後日かれらはきびしい決断をしなければならないことになった。

#### 図中の発言

子どもの遺伝子を調べるなんて、自然なことではないでしょうか。

いや、ちがう。しかし、私は、たいへんな病気の子にどう対処したらよいか自信がない。

妊娠中絶をするなんてよくない。私たちだったら、なんでも子どもの世話をしましょう。  
 子どもが病気になるということを知って、子どもをもつというのは、公正なことなのだろうか。  
 検査をする根拠はそこにはないのではないか。  
 少なくとも、それが悪くないかもしれないということがわかる、機会がえられるということである  
**図説明** どの人もエレーヌとピーターと同じ決断を下したとはいえない。

エレーヌとピーターは、行動するための方法として何が正しくて何が悪いかを決定しなければならなくなった。正しいかまちがっているかを判断するということは、倫理と呼ばれている。

### 倫理—正しいか悪いか

いくつかの場合は、正しい選択ははっきりしている。たとえば、飼っているペットにえさを与えたり世話をしたりすべきか。もちろんそうだ。しかし、別の場合には、何が正しいかについての意見の一致はない。

### ある行動が悪いと信じる時

たとえば、妊娠中絶をすることは完全に悪い。かれらは、生まれてこなかった子が生きる権利をもっていると考えている。ある人たちは、妊娠を中断することは不自然であると見ている。かれらは、私たちが妨害しないであろうとは考えない。ある人は、個人的な信条によってその見方をもっているだろうし、ある人は、宗教的な信条によってその見方をもっていることであろう。

エレーヌとピーターは、自分たちがどちらを選ぶかということの結果を推量してきたと感じた。2人は、つぎのことを考えた。

\* 妊娠を続けるか、それとも中絶をするかの選択は、人々が必要としたすべてのことにどのような影響を与えることになるか。

\* 生まれてくる子が嚢胞性繊維症と向き合うにちがいないという難しさ

\* 2人が病気の子の世話をすることができると感じた場合どうするか

\* 病気の子どもが他の子どもに影響を与える場合どうするか

### いろいろな選択

これらの問いについて考える人は、だれでも同じ決定を下すわけではない。ある人は、病気がある人の生活についての質に悪い影響を与えると感じる。しかし、人は、ひどい力不足にもかかわらず、たいへん幸福な、ゆたかな生活を導く。

### 遺伝子検査はどのように信頼ができるか

遺伝子検査は、遺伝的異常の原因となる遺伝子を明らかにする。そこでえられた情報は、非常に深刻な決断を下すことになるだろう。ある人は、遺伝子検査は完全に信頼できるものではないと言うにちがいない。最近の CF についての検査は、90%つきとめることができる。胚についての遺伝子検査は、一層正確になっている。ごくまれな場合 CF とははっきりとみとめられないようである。これを**不確かな否定**と呼ぶことにする。**不確かな肯定**はほとんどないが、起りうる。

**右脇註****写真説明**

ジョーには、深刻な遺伝子異常がある。彼女の両親は、妊娠中絶が悪かったと信じている。かれらは羊水穿刺検査による情報を利用するよりも、これ以上子どもをもたないと決心した。

この夫婦は、二人とも嚢胞性繊維症の遺伝子保持者である。かれらは、妊娠中に羊水穿刺検査を受けた。結果ははっきりしなかった。娘が生まれた時彼女は完全に健康だった。

**質問**

1. ‘倫理’ とは何を意味しているのかを書きなさい
2. エレーナとピーターの夫妻の場合について見るための三つの異なる視点を述べてください
3. ‘不確かな否定’ と ‘不確かな肯定’ がもたらす結果はどのようなものか
- ④なぜ不確かな結果がおこる可能性について知ることがなぜ人々にとって重要なのか
- ⑤胎児の深刻な病気についての遺伝子検査を考えるあなたの視点は何か。なぜそのように考えるか説明してください。

**F あなたは子どもを選べるか (p. 22・23)**

p. 22

**左側註****明らかにしよう**

- \*どのようにして新しい技術は、人々の胚の選別させることができるのか
- \*人々は、この技術の使われ方についてどのように考えるべきか

**写真説明**

ハンチントン異常はきわめて深刻な病気である。私たちは、子どもたちがこの病気を遺伝することを望んでいない。

**かぎとなることば 胚選択****本文**

ボブとサリーは子どもがほしい。ボブは、ハンチントン異常の遺伝子をもっている。そこで子どもたちは、この病気を受け継ぐかもしれない。

サリーは、すでにこれまで2度妊娠した。遺伝子検査もそれぞれの胎児について受けた。両方ともハンチントン異常の遺伝していた。ボブとサリーは、両方とも妊娠中絶をした。

多くの人たち同様、妊娠中絶したことは2人にとって不幸である。今後子どもを産まないと決心した。

**新しい治療？**

それからサリーの医師は、2人に新しい治療法をすすめた。それは、サリーが妊娠する前に子どもについて調べておくことである。それはつぎのように作業を進める。

医師は、サリーのいくつかの卵を採取する。ボブの精細胞を卵に加える。

受精卵は成長を始める  
それは胚と呼ばれるものである  
一つの細胞をそれぞれの胚から採取する。医師は、胚細胞をハンチントン遺伝子の検査をする

ハンチントン異常のない胚をサリーの子宮の中に入れる

こうしてサリーとボブはハンチントン異常が出ない胚をえらぶことができた。

この胚を選ぶ方法は**胚選択**と呼ばれる。

p. 23

### 胚を選ぶことは正しいのだろうか

胚選択は、新しい技術である。これは、新しい決断をしなければならないことを意味する。あなた方は、多分新聞やテレビによるニュースで、そのことについての記述をみたことがあるにちがいない。これが正しいという意見の一致はない。

**2002 年 2 月**：ザイン ハシュミには深刻な遺伝性の血液異常がある。かれは、正常な造血細胞をかれに与えるために骨髄移植を希望している。今のところ、うまく合う供給者がみつかっていない。ザインの唯一の望みは、うまく合う弟か妹が生まれることである。その臍帯からの血液が必要とする細胞をつくるのに使えるようである。今月、両親は、適合する供給胚を探すための胚選択をつかう許可が出された。

2002 年 12 月：反人工中絶団体は、最高裁判所に提訴した。かれらは、胚選択は悪いと考えている。‘それは、他人に利することのために一人の人間を創造することである。これは、新しい人間の生命は価値に値しないということを意味する。’ 裁判は、ザインの両親は、法律が変わらないかぎり胚選択を利用できないと判決を出した。

**2003 年 3 月**：人々は、最高裁判所の判決に抗議した。そして、かれらは勝利した。維持はザインに適合する胚を選ぶ試みをすることができる。

### 図中会話

他の人のために 1 人の人を造るのは悪である。

これは自然ではない。つぎには臓器提供のために子を造るようになるだろう。

これは、子どもづくりへ向かうゆるやかな登り道の第 1 歩である。人々は、この道を自然なものにするようしなければならない。

すばらしいことです。これが妨げられるすべての苦痛について考えるべきです。

**図説明** 人々は、ザインの事件についていろいろ異なる意見をもっていた。

## 右側註

## 写真説明

ザインと両親

## 質問

1. サリーの最初の2つの妊娠について、つぎのことを一つの文章にして書きなさい。
  - a. どこで受精が起きたか
  - b. どのような検査がされたか
  - c. 検査の後どのようなことが起きたか
2. サリーの3番目の妊娠のための質問を反復しなさい
- ③なぜサリーは、妊娠中に遺伝子検査のための胚選択を選んだのか
- ④胚選択についてのつぎのうちの一つの視点を書き出しなさい。
  - a. 胚選択は悪であるから、されるべきではない
  - b. それが要求されたすべえてにとって最良の決断であるからされるべきである
- ⑤あなたは、どちらの視点と一致しているか。理由を述べなさい。

## G 遺伝子治療 (p. 24・25)

p. 24

## 左側註

明らかにしよう

\* 欠陥遺伝子をとりにかえる治療

かぎとなることば 遺伝子療法

## 本文

ポールとキャムニーは、みかけは健康そうであるが、二人とも健康上問題をかかえている。

## 写真説明

ポールは、嚢胞性繊維症である。キャムニーはひどい風邪をひいている。

医師は、風邪も嚢胞性繊維症も治療できない。しかし、キャムニーのからだは風邪とたたかって撃退している。ポールのからだは、嚢胞性繊維症に立ち向かうことができない。

## 嚢胞性繊維症治療のための新しい方法を探す

嚢胞性繊維症は欠陥遺伝子が原因である。科学者は、治療を見つけるために研究を進めている。

## 図説明

第7染色体、嚢胞性繊維症遺伝子、人間の染色体上で嚢胞性繊維症遺伝子を見つける  
嚢胞性繊維症でない人の染色体を使う、正常遺伝子を切り取る

たくさんの複製をつくる

嚢胞性繊維症患者の細胞にこの複製を付ける

これは、新しい治療法である。遺伝子療法と呼ばれている。残念ながらまだ嚢胞性繊維症の場合使われていない。医師は、その新しい遺伝子を必要とする細胞につける良い方法が発見できていない。その細胞とは、肺や消化器関係の細胞である。

## 質問

1. 遺伝子療法の手順を説明する図を描きなさい
2. 1990 年代では、何人かの人たちは、遺伝子療法が嚢胞性繊維症をすぐに治療することのできるだろうと考えていた。科学者がこの研究に取り組んでいる問題の一つを述べなさい。

p. 25

## 遺伝子療法成功物語？

リース エヴァンスは幸福で健康な4歳の子ともである。しかし、リースは、ちょうど4ヶ月前に胸部感染症になった。かれは回復の方向に向かっていないようだ。医師は、すぐにリースがひどくむずかしい病気に罹っていることを確認した。

リースの母、マリーは、ぎょっとするような時のことを思い出す。‘それは、まったくなぞのことだった。かれはナイフの刃の上で生きているようだった。医師は、私たちに“あなたのお子さんが今生きていられるかどうか分からない”と言った’。

## 写真説明

リースの病気は、欠陥遺伝子に原因している。病気は、重度免疫不全 (SCID) と呼ばれている。

SCID の人は、無菌「胞」の中で生活しなければならない。これは、病人を殺す微生物から守っている。

リースはグレートオーモンド通り病院に運ばれた。病院の医師は、リースの免疫系に重要なタンパク質が欠損していることを見つけた。それで、リースは、自身で病気とたたかうことができないのだ。このタンパク質の遺伝子が欠損していた。

## 将来の可能性

将来、いくつかの遺伝子病を防ぐ遺伝子療法を使うことができるであろう。新しい遺伝子が人間の性細胞や受精卵に付けることができようになるだろう。一時性細胞の遺伝子療法は非合法であった。多くの人々が性細胞の遺伝子の取替えを危険な手段になるのではないかと悩んだ。同じ方法で、目の色のような容貌を調整するために使われるようになるかもしれない。人々は、これが科学設計赤子への道の第1歩になるのではないかと考えている。

## 右側註

### 質問

- 3 なぜリースの欠陥遺伝子は彼を病気にしたのだろうか
- ④ テレビや新聞は、しばしば‘科学設計赤子’という語を使う。

- a. かれらは、この語によって何を言おうとしているのだろうか  
 b. 一部の人たちが、遺伝子療法が今後誤用されるかもしれないと悩んでいるのはなぜか

## H 生物の人為複製—科学的虚構か科学的事実か (p. 26—29)

### 左側註

明らかにしよう

\* 無性生殖

\* 複製生物 (クローン)

#### 写真説明

細菌の細胞は成長して二つの新しい細胞に分裂する (7500 倍に拡大)

### 本文

多くの生物は、1 個体が親になって生殖するようになっていく。これは無性生殖と呼ばれている。絵にある細菌のような単細胞生物は無性生殖で殖えている。

新たに生まれた細菌は、一つの親からだけ遺伝子を受け継ぐ。このようにして、子の遺伝子は、その親の遺伝子とまったく同じである。こうした生物は複製生物である。複製生物間のちがいは環境により惹き起こされる。

### 無性生殖

大型の植物、動物には、さまざまなはたらきをする、いろいろな細胞がみられる。胚が成長するにつれて、細胞は特殊化する。たとえば、血液細胞とか筋細胞とか、神経細胞とか。

植物は、生涯を通じて特殊化しない細胞を保持している。この細胞は、植物の必要に応じて何かになることができる。たとえば、植物が切られた場合には、それは新しい茎や葉になることができる。この細胞は、また新しい植物の全体に成長することができる。そこで、これは、無性生殖として使われることがある。

#### 写真説明

このイチゴは、無性生殖でつぎつぎに新しい植物をつくってきた。  
ヒドラ

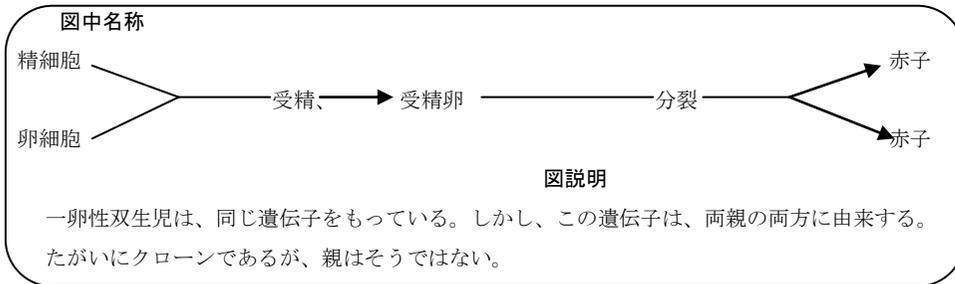
上の絵にあるヒドラのような単純な動物もまた、無性生殖で殖える。もっと大きな動物は、成長した後では、特殊化していない細胞がない。それで、生物複製は、動物の場合きわめて異常なことである。

p. 27

### 有性生殖

ほとんどの動物は、有性生殖で殖える。新しく生まれた子孫は、親を二つもっている。だから複製生物

ではない。しかし、複製生物は、時には自然につくられる。私たちは、一卵性双生児と呼んでいる。



### 複製生物ドーリー

科学者は、動物を複製することができる。しかし、これは大変むずかしい。ヒツジのドーリーは、最初に生まれた複製ヒツジである。

### 複製哺乳動物は安全か？

ドーリーは、2003年に死んだ。6歳であった。ヒツジの平均寿命は、12-14である。多分ドーリーの病気は、生物複製とは無関係である。どちらにしても、ドーリーは早い時期に死んだのである。一つの場合だけでは、いずれかを定めるための十分な証拠ではない。

しかし、ウィルマット教授のチームが複製したドーリーを飼育する前に 277 の実験がされていた。ほかのたくさんの複製された動物は、通常ではない病気に罹った。そこで、科学者は、複製された哺乳動物が健康な成体に成長する前に調べなければならないことがたくさんあると考えている。

### 右側註

かぎとなることば 無性生殖、クローン、特殊化

### 質問

1. ヒドラの絵にはどれくらいの数のクローンがみられるか
2. 自然状態での複製が動物よりも植物に一般的であるというのはなぜか
3. 一卵性双生児は、たがいに遺伝学的には同一である。しかし、その両親はそうではないのはなぜか
- ④ヒツジのドーリーがどのようにして複製されたか、述べなさい
5. ドーリーはどこから遺伝子を受け継いだのか

#### 写真説明

イアン ウィルマット教授とドーリー

p. 28

### 左側註

#### 写真説明

だれがあなたを複製したいのか

8細胞期の胚からとった細胞は、どのような体細胞にも発育できる (500 倍)

## 本文

### 人間の複製

人間の複製—みなさんは、このことについてどのようなことを考えさせられるか

あなたが2人、もう1人のあなた？ 科学者は、動物の複製の方法を発展させるために研究を進めてきた。そして将来においては、人間を複製することは可能になったようだ。しかし、ほとんどの科学者は、実際に生活する成人を複製することを望んでいない。

何人かの科学者は、人間の胚の複製は望んでいる。その複製された胚の細胞を病気を治療するために使いたいと考えている。その利用する細胞は**幹細胞**と呼ばれている。

### 幹細胞とは何か

幹細胞は特殊化していない細胞である。それは、人体の中のいろいろな細胞に成長していくことができる。

幹細胞は、受精後数日の胚から得られる。研究者は、不妊治療の後残った人間の胚を使っている。

科学者は、ある種の病気の患者を治療するための新しい細胞をつくるために幹細胞を培養したいと思っている。たとえば、新しい脳細胞をパーキンソン病の患者のためにつくるために。

しかし、この新しい細胞は治療のために取り出した人と同じ遺伝子をもっていなければならない。ほかの人の細胞を移植につかうと、拒絶される。

### これは生物複製について何と関係しているのだろうか

複製は、患者と同じ遺伝子をもった胚をつくることに利用されるようである。胚から取り出した幹細胞は、患者と同じ遺伝子をもっていなければならない。それで、胚から造られた細胞は、患者のからだによって拒絶されてはならないのである。

#### 図中名称

ピペット、幹細胞、

#### 図説明

核が人間の卵細胞から抜かれる。それは患者の細胞の核と交換される。 30時間経過、卵細胞は、胚に向けて発育するために引き金が引かれる 3日経過 5日経過、細胞がピペットで胚から話される 胚からの幹細胞は栄養物質が含まれている容器で成長する 幹細胞は、いろいろ異なる組織や期間に発育していく。これらは、医学的な治療につかわれるようだ

p. 29

医師だけは技術の探求を始めた。成功はまだ数年先であるが、もしそれが実際の治療にはたらくために作られるようになった場合には、数百万の人が利益をえることになる。

## 人間の複製は許されるのであろうか

## 図中の会話

正しいかどうかは、害悪に対抗してどれだけ多くの良いことをしているかによって決まる。もし君の親友が自己でからだが麻痺した場合に、50 細胞からできている受精後 5 日の胚を犠牲にするのを悪いと思うかね。そうでなくて、もしそうした細胞が君の友人の傷害を受けた神経を修理するために神経組織をつくるのに使われたとしたら、どうであらうか。

胚についての研究は受精後 14 日まででは合法的である。法的にいうならば、悪いということではできないであろう。

胚が人間であり、そうであれば、人権をそなえている。その齡はそれほどちがうことではない。子どもでもおとなでも実験することはできない。

議論の余地などない。殺人はまったく悪い—同じように寝そべるのも盗むのも悪い。どの齡でも胚を殺すのは、子どもかおとなを殺すのと同じように悪い。

医学的治療のために胚をつくることは悪い。それは、すぐにこわされるものがつくり出されるということである。これは、生命の価値を低下させている。

## 質問

6. 幹細胞は、他の細胞とくらべてどのようにちがうか
7. なぜ科学者は、幹細胞がパーキンソン病治療に有効であると考えているか、説明しなさい
8. これと人間の複製とはどのようにちがうのか
- ⑨ つぎの細胞のそれぞれについて、あなたのからだを拒絶するかどうか、言いなさい。
  - a. あなたの双子からとった骨髄
  - b. あなた自身の皮膚細胞
  - c. 複製された胚の幹細胞
10. 幹細胞をつくるための胚の複製について
  - a. 好意的である視点について述べなさい
  - b. これについての 2 つの異なる視点について述べなさい。
- ⑩ 人は、何かのために、あるいは何かに対して議論している場合に、しばしば推論をつくり出す。これは、考えていることがおこるだろうということである。しかし、事実ではない。推測である視点を書き出しなさい。

## 右側註

## 写真説明

ジェームスはパーキンソン病である。かれの脳細胞は、たがいに正確に情報伝達していない。かれは、自分の行動を調整できない。科学者は、幹細胞をこの病気を治療するためにつかうことができるのではないかと考えている。

かぎとなることば 幹細胞

p. 30

## 科学による説明

生物はどのように発育するかということは、科学的説明の中でもっとも複雑なものの一つである。この

単元では、みなさんをみなさんにするものが何かということの背後にある科学というものを探求し始めたのではないか。

### みなさんは、つぎのことを知ったにちがいない

- \* みなさんの容貌のほとんどは環境と遺伝子の両方の影響を受けている。
- \* 遺伝子は、細胞の核の中にみられ、タンパク質をつくる指令となる
- \* みなさんの染色体、遺伝子は、対になっている
- \* 遺伝子は、対立遺伝子という異なるはたらきをする
- \* 優性遺伝子と劣性遺伝子の間のちがいが
- \* 男と女は、異なる性染色体をもっている
- \* みなさんはなぜ両親と似ているのだろうか
- \* なぜみなさんは兄弟姉妹と似ており、一方でまったく同じというわけではない
- \* 家系をいかに解釈するか
- \* 遺伝的交雑図をいかに完成させるか
- \* 嚢胞生繊維症とハンチントン異常の徴候
- \* 嚢胞繊維症遺伝子保持者になる人がいるが、ハンチントン異常の場合には保因者はいない
- \* 医師は、遺伝子検査によって、胚、胎児、成人について特定の対立遺伝子を確認することができる
- \* 胚の選択の中でどのようなことが起るのか
- \* 遺伝子治療は、幾種かの遺伝子異常に対して治療することができる
- \* 生物の中には、無性生殖することができるものがあるし、複製生物という子孫をえることができる
- \* 動物においてどのようにして自然に複製動物が生まれるか
- \* 多細胞生物の細胞は、発育のかなり早い時期に特殊化する
- \* 幹細胞はどのようなもので、どのようにすれば、ある特定の病気の治療に使うことができるか

p. 31

### 科学についての考え方

ある種の科学の使用については決断することが難しい。この単元で扱った多くの問題点は、倫理的な問題であった。倫理は、行動のしかたについてよい方法であるかそれとも悪い方法なのかを判断することである。科学が私たちが何かをするのに助けてくれるからといって、それが正しいか許されるかということの意味しているわけではない。

人々は、いくつかの倫理的問題については意見の不一致になるようである。問題点のうち、事実については一致がみられるが、何をしなければならないかということになると一致がみられないようだ。たとえば、病気の原因となるいくつかの遺伝子を検査することは可能である。しかし、この検査をすべきかどうかということになると不一致がみられる。また、胎児に遺伝子異常が見つかった場合、妊娠中絶は許されるべきかどうかということについても意見が合わない。

この単元で論議された各問題点には、さまざまな異なる視点があった。

\* ある人たちは、いかなる状況でも同じ行動をとるのは誤りであると考えている

\*ある人たちは、だれも必要とし、することのために、利益と損害の両方を考慮しなければならないと考えている。

\*人々は、その信条やおかれている個人的な状況のちがいによって、異なる決定をするのではないか。みなさんは、倫理的な問題点について考える場合の中で考えることができるようにしておかなければならない

\*何が問題点からはっきり言いなさい

\*人によって違った視点をもっていることを書きなさい

\*何を、なぜ考えるかを言いなさい

この単元でつぎのようないろいろな視点について考えてきた。

\*特定の遺伝子病のためには胎児検査をするべきであるか

\*保健会社や雇い主のような人は、個人の遺伝子についての情報を許されるべきであるか

\*決まった遺伝子異常がなくても、胚の産みわけのために遺伝子検査を利用すべきであるか

\*医師は、遺伝子異常のある人については、遺伝子治療を許されるべきであるか

\*医師は、ある病気の場合には、胚からとった幹細胞からクローン化（治療用複製）することを許されるべきである。