

'16

前期日程

理科小論文問題

(教育学部)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
3. 受験番号、氏名は解答用紙の所定の欄に記入してください。
4. 文字はわかりやすく、はっきり書いてください。
5. 試験時間は90分です。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

問 題

次の文章を読み、問1から問5に答えなさい。問2，問5については図を用いてもよい。

異なる生物を見比べたとき、よく似た器官が見つかることがある。こういうとき生物学者は、高校生物でも習うように、それが共通の祖先器官から由来する相同な器官なのか、それとも他人のそら似に過ぎない相似器官なのかを、注意深く調べてきた。たとえば鳥の翼と昆虫の翅^{はね}とは、飛翔器官として機能的によく似たところがあるが、それぞれ構造が違い、進化の道筋も違うため、相似器官として扱われる。ヒトの眼と昆虫の複眼も、視覚をもたらす器官としては似ているが、やはり根本的な構造が違うため、同じく相似器官とされる。先に触れた昆虫の脚とヒトの手足も、構造が大きく異なる上、共通祖先には脚がなかったことが化石から証明されている以上、相似器官に過ぎない。

(中略)

動物はさまざまなタイプの目を持っている。相同と相似という概念の説明にも、しばしば目は格好の題材として用いられてきた。たとえば昆虫の複眼と、私たちヒトの目とは、視覚をもたらす器官として機能的に非常に類似しているが、構造の上ではまるきり異なっている。したがって、これは相似というのが妥当だと思われてきた。もっと紛らわしいものとして、ヒトの目とよく似た形をした頭足類の目が挙げられる。イカの目は、日本人にもなじみの通り、外見上、ヒトの目とそっくりである。しかしその構造は、ヒトの目が脳の突出物なのに対し、イカの目は表皮の陥入^あでできているというように、まるきり逆だ。だから、網膜における神経系と視細胞との位置関係も、互いに正反対となっている。というわけでこれも、相同器官と誤解されやすい相似器官の典型例として、しばしば教科書に取り上げられてきた。

ところがである。仕組みの方の理解が進んだ結果、話は大きくくつがえることになった。まず、ヒトで目の欠損をもたらす遺伝病の原因遺伝子 *Aniridia* (*An*) と、マウスで同様の先天異常をもたらす原因遺伝子 *Small eye* (*Sey*) とが単離され、互いにホモログ^{注1)}であることが判明した。その変異体の表現型から見て、哺乳類では、この

遺伝子が目の形成に必須ということが推定された。ただし、これで目の形成の開始に十分かどうかは、この時点では不明だったのだが、その後で、大きな発見があった。

すなわち、ショウジョウバエで複眼が欠損する変異体 *eyeless (ey)* の原因遺伝子が単離されたところ、これが *An*, *Sey* のホモログだったのである。しかも *ey* 遺伝子を本来とは異なる場所である触角や翅、脚で発現^{注2)}させると、それぞれの場所にきちんと複眼が形成されたことから、この遺伝子は目の形成のスイッチ役であることが判明したのだった。さらに加えて、マウスの *Sey* 遺伝子を同様にショウジョウバエで発現させると、これまた、発現した場所で複眼を作らせる能力があることが、確認されたのである。つまりこれらの遺伝子は、少なくともショウジョウバエでは目の形成の開始に、必要十分なスイッチであるということになる。また、その遺伝子の由来は、種を越えて、複眼を作る種であっても、哺乳類のようなレンズ眼を作る種であってもかまわないというわけだから、ヒトでもショウジョウバエでも、具体的な構造の面では大きく異なるにしても、目を作る、というスイッチの部分に関しては、完全に同一だということになる。端的にいつてしまえば、複眼もレンズ眼も、同じ器官だということだ。

さらに先述のイカのもも、この文脈においては、やはり同一のものらしいことが判明した。すなわち、イカから *An-Sey-ey* のホモログ遺伝子を単離し、ショウジョウバエで発現させると、これまた目を作る能力を発揮したというのである。かくして、昆虫の複眼も頭足類のもも、哺乳類のもも、分子レベルでの仕組みから推測するに、おそらく祖先型から進化してきた相同の器官であろうということが、判明したのだった。相似ではなかったのである。

足の方も、目と同様の発見があった結果、相同と相似の理解は、大きく変わってしまった。かくして比較発生学は、歴史的な夜明けを迎えた。多くの曖昧な水掛け論が過去のものとなり、少なからぬ数の、長い歴史を持つ伝統的見解が、根底からくつがえされたのである。

(出典：塚谷裕一『変わる植物学 広がる植物学—モデル植物の誕生』東京大学出版会、2006、一部改変)

注1：同じ祖先遺伝子に由来すると考えられる、類似性の高い遺伝子どうしの関係

注2：遺伝子の情報に基づいてタンパク質を作らせること

- 問 1 下線部の「伝統的見解」によると、複数の生物の器官を比較したとき、どのような場合に相同器官であるといい、どのような場合に相似器官というか。150 字以内でまとめなさい。
- 問 2 伝統的見解による相同器官を一例あげ、それらの相同器官の共通点・相違点を説明しなさい。
- 問 3 この文章で説明している、動物の目に関する従来の考え方を 100 字以内でまとめなさい。
- 問 4 下線部の「大きな発見」とはどのようなものか、また、その発見から導かれた結論はどのようなものだったのか、250 字以内でまとめなさい。
- 問 5 この文章で紹介されているように、それまでの伝統的見解をくつがえすことによって科学は発展してきた。例えば地動説はその典型である。他にどのような例があるか、一つあげて説明しなさい。