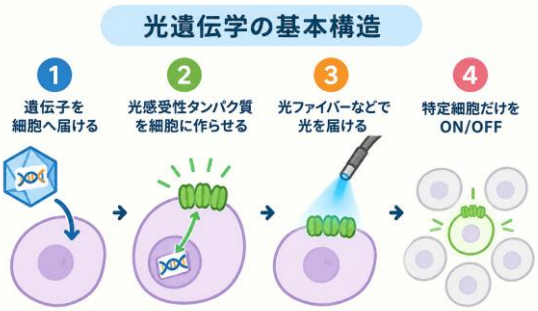
AROGA Letter

Vol.44

2026年ノーベル賞生理学医学賞

光遺伝学って何？

光遺伝学（オプトジェネティクス）とは、光を使って細胞の活動を操作する「技術」のことで
❶光に反応するタンパク質の遺伝子を細胞に導入し
❷細胞に光感受性タンパク質を作らせ
❸細胞に光を届けることで
❹特定の細胞の働きを操作できるようにするための研究技術です。

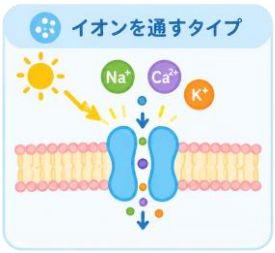




そもそも自然界には光を感知して周囲の環境に適応するための仕組みがあります。

- 植物は、光の色や強さ、昼夜の変化を読み取り、発芽・茎や葉の成長・開花のタイミングなどを調節しています。
- 藻類などには光に反応してイオンを細胞内に通すタンパク質があり、細胞の電気的な状態を変えて光に向かって泳ぐ反応などを行います。
- 人や動物でも網膜で光を受け取って電気信号に変えて脳へと伝えています。

この仕組みを応用したのが光遺伝学です。





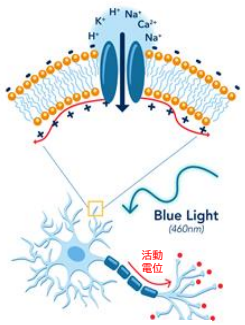
光受容体タンパク質は大きく分けて2つのタイプがあります。
ひとつはチャンネルが開閉して細胞外のイオンを中へと通すもの。
もうひとつは物質を通さず細胞内の情報伝達に働きかけるもの。

どちらも光を当てることで細胞の動きに変化を持たせることができます。

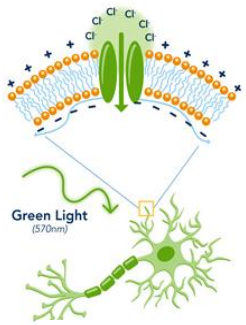
例えば、460nm波長の青色の光に反応する“ある種の光受容体タンパク質”を特定のニューロンに導入すると（左）、陽イオンが細胞内に流入して活性化が起こります。

570nm波長の緑色の光に反応する“ある種の光受容体タンパク質”を導入すると（右）、陰イオンが細胞内に流入して活動が抑制されます。

このように、光の波長、光受容体タンパク質の種類、伝わる情報を組み合わせることで、特定の細胞の働きを解明できるようになってきました。



特定のニューロンを活性化



特定のニューロンを抑制

現在、最も研究されているのは脳・神経科学で、記憶・学習・睡眠・感情・運動・報酬などに関わる神経回路を調べています。
また、網膜、心臓、がん治療や細胞内シグナルなどの研究も行われていて、将来的に臨床へとつながる可能性が期待されています。