


早期診断と治療を一元化する埋植型光電子デバイス ～光電気薬学創成に向けて～

	研究代表者	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授 太田 淳 (おた じゅん)	研究者番号:80304161
	研究課題情報	課題番号: 23H05450 キーワード: 生体内埋植デバイス、蛍光イメージング、光遺伝学	研究期間: 2023年度～2027年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

●研究の全体像

我々の身体には様々な神経系が張り巡らされており、電気信号により相互に情報をやり取りしている。従って生体の神経系機能を電気により計測や変調することが可能であり、電気を用いた病気の診断と治療は医療機器に広く用いられている。近年、さらに電気刺激と電気計測を行う装置を小型化して体内に埋植し、局所的に疾患部の診断と治療を行うElectroceuticals（電気薬）が注目されている。

電気に対して光は生体への影響は少なく、また生体からの発光は蛍光などごく一部の生物にみられる現象である。しかし、近年の遺伝子工学の進展により、特定の機能の神経（例えばドーパミン神経系）の活動を光により計測し、また変調することが可能となってきた。このように光による生体機能の特異的な計測と制御を前述のElectroceuticalsのように病気の診断と治療に用いるPhotoceuticals（光電気薬）を本研究で初めて提案している。

一般に病気治療に用いられる薬剤は、投与後疾患部以外にも作用し（非局所的作用）、また副作用などをもたらす場合もある（非特異的）。先のElectroceuticalsはこの薬による治療（Pharmaceuticals）と異なり、疾患部近くに埋植するため効果は局所的であるが、生体は電気を流し、また電極近傍のすべての神経系を刺激するため、副作用をもたらす場合がある（非特異的作用）。一方ここで提案するPhotoceuticalsは、特定の神経系の活動のみを計測・制御することができ（特異的作用）、また埋植した近辺のみの局所的な作用である。

このように従来の治療法にない特徴を有するPhotoceuticalsであるが、それを実現するための生体内に埋植可能な超小型光電子デバイスを本研究で開発する。これにより、従来治療が困難であった疾患、例えば疼痛やてんかんなどへの治療方法として期待される。

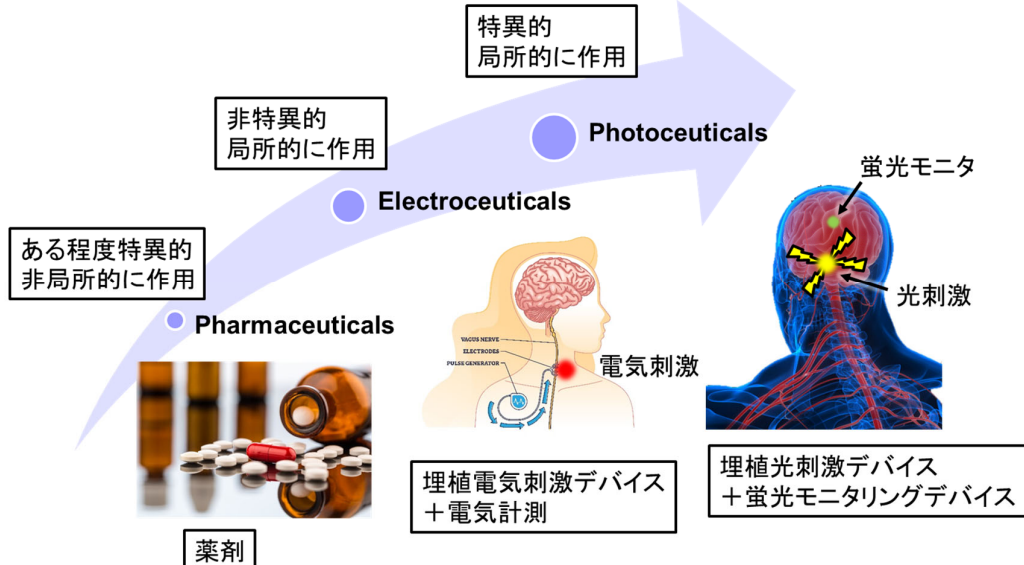
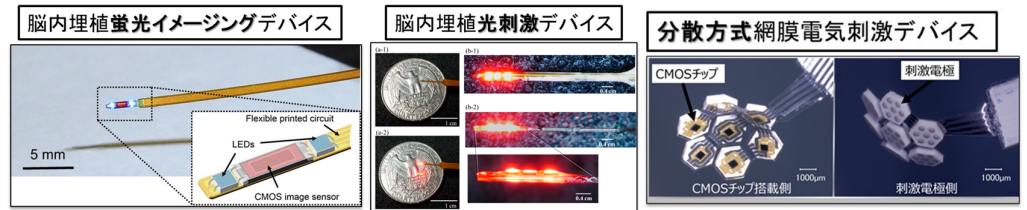


図1 早期診断と治療を一元化する埋植型光電子デバイスの概念

●これまで開発した生体内埋植超小型光電子デバイスとシステム

マウス脳内に埋植し、特定の神経系（例えばドーパミン神経系）の活動を光により計測し、光により刺激するデバイスを開発してきた（図2）。また、多数のデバイスを接続する方式として、分散型方式を開発してきた（図3）。これらのデバイス、方式はPhotoceuticalデバイスの基本技術となる。



Proc. IEEE 2017

Int'l J. Mol. Sci. 2022

図3 分散型方式

図2 脳内埋植光電子デバイス

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

●Photoceuticalデバイス実現まで

本研究の目的である生体内で光による診断と光による治療を一元的に行う従来にない埋植デバイスを実現するための計画は大きく次の①～③となる。①Photoceuticalデバイスに適したイメージングデバイスと光刺激デバイスの改良、②生体内への分散配置方式の確立、③疾患モデル動物への適用とPhotoceuticalsに向けた実証。①これまで開発を行ってきた蛍光イメージングデバイスと光刺激デバイスを診断・治療デバイスとして適した特性にするための改良を行う。②疾患に応じて体内の各部に埋植し、互いに通信ができる分散配置方式を確立する。例えば中枢と末梢に分散設置することで、疼痛のクローズドループ診断・治療を可能とする。研究代表者が人工視覚デバイスで考案した分散配置方式を導入して効率的な配置方式を確立する。③疼痛、うつ、てんかんなどの疾患モデル動物を作製し、そこに試作診断・治療デバイスを埋植し、その有効性を実証する。特に慢性埋植を行い、実際に近い治療デバイスとしての動作を行う。

図4に脳内に分散配置したPhotoceuticalデバイスの概念を示す。各々が光刺激、蛍光計測機能を有しており、分散配置通信機能を持つことで、多数のデバイスを少数配線で制御可能としている。刺激光が蛍光検出に影響を与えないようなフィルタの開発やレンズレスイメージングにおける空間分解能向上も目指す。Photoceuticalデバイス実現により、これまでの薬剤や電気治療デバイスでは治療が困難であったうつ、疼痛、てんかん等の疾患治療の道を開くことができると期待される。

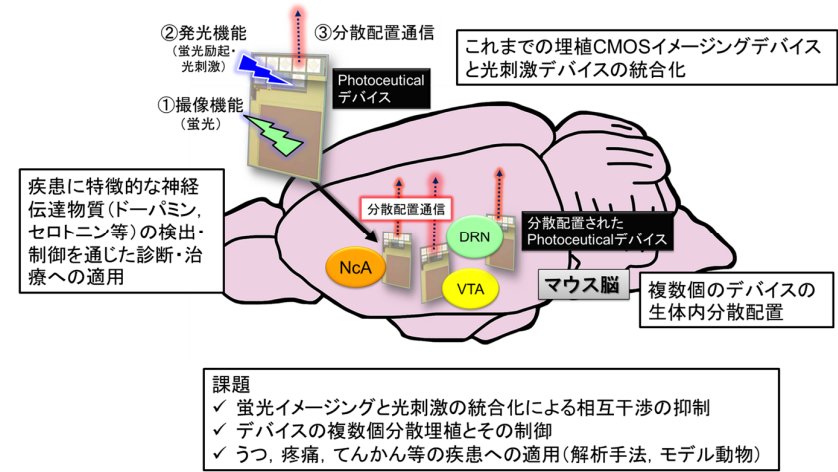


図4 Photoceuticalデバイスの概念と課題