

網膜の光受容体が正常に機能しなくなって失明しても、神経細胞が機能していれば視覚情報に対応する電気刺激を与えることにより視知覚を再現することができる。2010年11月、ドイツのTübingen大学を中心とする19名の研究グループは人工網膜を開発し、失明した患者にインプラント手術を行った結果を報告した。この人工網膜は受光素子が小さく、これを含めて網膜部分に埋め込むことができるため、患者の能動的な視覚機能を活かせるという特徴がある。3名の失明した患者に対して人工網膜を適用して視力を調べた結果、アルファベットや日常生活で用いる品物を識別することができた。今後は、空間解像度の向上や電力・制御信号の無線伝送、手術方法の改善が検討されている。

トピックス 5 インプラント人工網膜による視覚再生

2010年11月にドイツのTübingen大学を中心とする19名の研究グループは、網膜の機能を代替する人工網膜の電子デバイスを開発し、失明した3名の患者にインプラント手術を行った結果を報告した¹⁾。その結果、網膜の光受容体が正常に機能しなくなって失明した患者でも文字を認識することができ、日常的に利用できる可能性が開けた。

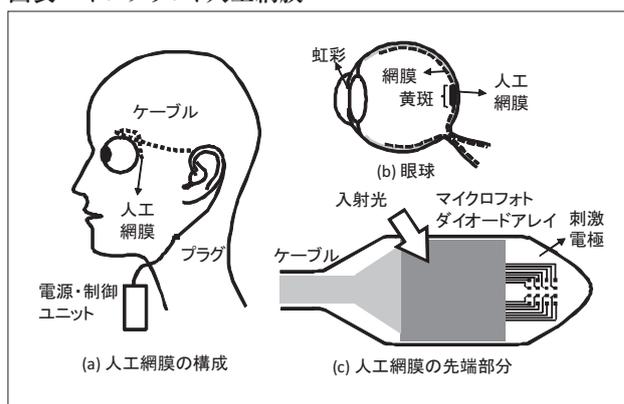
網膜の光受容体に異常をきたす加齢黄斑変性症や網膜色素変性症が進行すると、最悪の場合には、失明に至る。しかし、網膜の光受容体が正常に機能しなくなって失明したとしても、視神経が機能していれば視覚情報に対応する電気刺激を与えることにより視覚を再生できる。これまで、主に小型カメラなどを用いた人工網膜²⁾の研究が行われてきているが、瞼・虹彩による明るさ調整など能動的な視覚機能の再現が課題であった。受光素子を一体化した人工網膜では動物実験が行われている³⁾が、失明した患者への適用例はこれまでになかった。

今回開発された人工網膜も受光素子を含めて網膜部分に埋め込むため、患者の能動的な視覚機能を活かせるという特徴がある。人工網膜の先端は眼球の黄斑部分に固定され、ケーブルにより外部の電源ユニットに接続する。人工網膜先端から耳の位置までのケーブルは頭部に埋め込まれている。人工網膜の先端部分には、入射光を感知するマイクロフォトダイオードアレイ(MPDA)と、神経細胞にパルス信号を出力する窒化チタン製の刺激電極を、厚さ20 μ mのポリイミド薄膜上に配置している。3.0 \times 3.1mmのMPDAには1500の受光素子と増幅器が組み込まれ、最大で毎秒20枚の

画像を取得できる。MPDAに隣接する0.94 \times 0.94mmの領域に4 \times 4の刺激電極を格子状に配置している。

3名の患者に対して、今回開発した人工網膜のインプラント手術を行い、まず、縞状パターンや視力検査のランドルト環を用いたテストにより人工網膜としての基本的な動作が確認された。次に、被験者から60cm離れた位置に高さが8.5cm、文字の太さが1.7cmのアルファベット4文字の識別テストが行われ、最も効果のあった被験者の場合、C, I, L, Oの組み合わせは100%、I, L, V, Tの組み合わせでは80%以上の正答率が得られた。さらに、日常生活を想定した、黒いテーブルに皿・カップ・ナイフ・フォークを配置した識別テストでは、カップはもちろんナイフとフォークも識別された。人工網膜による視覚再生の程度には患者間で差があったが、日常生活で十分に役に立つ結果が得られた。今後は、空間解像度の向上や電力・制御信号の無線伝送、手術方法の改善が検討されている。

図表 インプラント人工網膜



参考文献¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

参考

- 1) Eberhart Zrenner et al., Subretinal electronic chips allow blind patients to read letters and combine them to words, Proceedings of the Royal Society B, doi:10.1098/rspb.2010.1747, Nov. 2010
- 2) 米国エネルギー省、Artificial Retina Project, <http://artificialretina.energy.gov/>
- 3) Ken Komiya, et al., Power Supply System Using Electromagnetic Induction for Three-Dimensionally Stacked Retinal Prosthesis Chip, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 47, No. 4, pp. 3244-3247, 2008