

## 人工視覚シミュレータによる第三世代の STS 方式人工網膜システムの有効性評価

研究分担者 不二門 尚 大阪大学大学院医学系研究科 感覚機能形成学 教授  
研究協力者 神田 寛行 大阪大学大学院医学系研究科 感覚機能形成学 助教  
研究協力者 土井 貴弘 大阪大学医学部医学科

研究要旨：第二世代の STS 方式人工網膜システムの臨床試験と並行して、電極の枚数を二枚に増やした第三世代の STS 方式人工網膜システムの開発が進められている。第三世代は電極の枚数を増やすことで刺激可能な範囲が広がり更なる視野の拡大が期待されるが、その有効性を評価する手段は限られている。そこで人工視覚の世界を再現できるシミュレータを開発し、健常者を対象とした視機能評価テストを行うことで二枚電極から成る人工網膜の有効性評価を行った。

### A．研究目的

二枚電極から成る人工網膜システムは一枚電極のものよりも獲得できる視野が拡大することが期待されている。実際に人工視覚における視野の拡大が視機能の向上に貢献するかどうかは検証される必要がある。そこで人工視覚シミュレータを装着した状態で第二世代の STS 方式人工網膜システムの臨床試験で行われているのと同じ視機能評価テストを行い、目標物の位置や運動の認識に改善が見られるかを評価した。このシミュレータはヘッドマウントディスプレイ（HMD）内に二枚電極と一枚電極の人工網膜を使用下の人工網膜で得られる視覚を擬似的に表示することで、患者の見え方を模擬する装置である。それぞれの状態で行ったテスト結果を比較することで二枚電極から成る人工網膜システムの有効性を評価し開発の妥当性を検証した。

### B．研究方法

屈折異常以外に眼科的疾患のない健康人被験者に対して、人工視覚シミュレータを装着した状態で二種類の実験を行った。前述のとおり人工視覚シミュレータはHMDとUSBカメラとノートPCから構成される。HMDの上に固定されたUSBカメラから外界の映像情報を取得し、それを人工視覚の映像に変換処理したものをHMD内部のディスプレイに表示した。

課題 1) モニター上のランダムな位置に呈示される静止視標をヘッドスキャンにより探索させ、それを発見次第タッチさせた。二枚電極、一枚電極の順番でこの試行を20回ずつ行った。視標からの偏位量（タッチした場所の視標の中心

からの距離）と、視標が呈示されてからタッチするまでの所要時間を測定した。

課題 2) 画面上に等速直線運動する視標が呈示されるのでその運動の軌跡を指でなぞらせた。二枚電極、一枚電極の順番でこの試行を20回ずつ行った。実際の視標の運動方向と指でなぞった方向の角度の差を測定した。

解析方法は課題 1 も課題 2 も同じ方法を用いた。いずれの課題も同一被験者から経時的に複数回のデータを取得したので線形混合モデルによる解析を行った。二群間（二枚電極 vs 一枚電極）の測定値の差、一枚電極の経時変化、二群間の経時変化の差の検定を行った。但し課題 1 の所要時間の項目は正規化のため対数化してから解析した。



課題 1

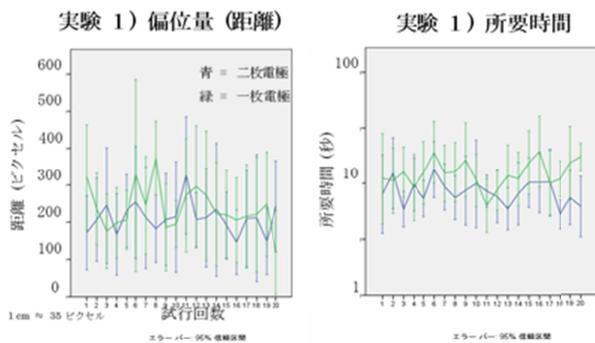


課題 2

### C．研究結果

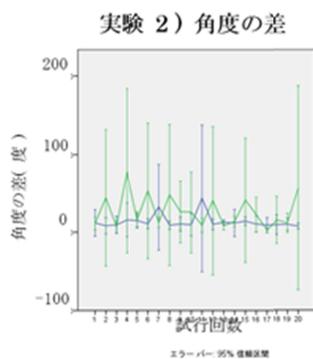
二枚電極群と一枚電極群の二群間の差の検定に着目すると実験 1 の偏位量については有意差が見られなかった一方、所要時間においては有意差が見られた。また課題 2 における角度の差にも

有意差が見られた。  
経時変化や二群間の経時変化の差の検定ではい  
ずれの項目でも有意差は見られなかった。



検定項目	p 値
二群間の測定値の差	p = 0.076
経時変化(一枚電極)	p = 0.368
二群間の経時変化の差	p = 0.243

検定項目	p 値
二群間の測定値の差	p < 0.001
経時変化(一枚電極)	p = 0.095
二群間の経時変化の差	p = 0.265



検定項目	p 値
二群間の測定値の差	p = 0.008
経時変化(一枚電極)	p = 0.621
二群間の経時変化の差	p = 0.250

これらのことから実験 1 の所要時間と実験 2  
の角度の差においては二枚電極の有効性が示され  
た。

#### D . 考察

二枚電極は一枚電極と比較して目標物発見まで  
の時間短縮、運動方向の認識性向上に役立つと言  
える。

視野狭窄を起こした患者にとって、日常生活のあ  
らゆる場面で目標物を探すのに多くの時間を費  
やすことは大きな負担となり 生活の質 (QOL)  
を低下させる要因となりうる。そのため視野を増  
やすことが可能となれば、そのようなストレスを  
減少させ生活の質を向上させることが期待され

る。それに加えて歩行時の障害物の回避など安全  
面でも有効性が高まることが期待される。

#### E . 結論

人工視覚における視野の拡大は目標物の発見  
までの所要時間短縮や運動方向の認識に対して  
有効であり、視機能の一部の補完に貢献するこ  
とが示された。これは二枚電極から成る第三世代の  
STS 方式人工網膜システム開発の妥当性を示す  
一つの材料である。

#### F . 健康危険情報

該当する危険なし

#### G . 研究発表

##### 1. 論文発表

###### 原著論文

Kanda H, Mihashi T, Miyoshi T, Hirohara Y,  
Morimoto T, Terasawa Y, Fujikado T: Evaluation of  
electrochemically treated bulk electrodes for a retinal  
prosthesis by examination of retinal intrinsic signals in  
cats. Jpn J Ophthalmol 58(4), pp.309-319, Jul 2014

###### 総説

神田寛行, 不二門尚: 電気信号を用いた神経機能  
再建、脳 2 1 18(1), pp.84-88, 2015 年 1 月

神田寛行, 不二門尚: 【Brain Machine Interface の  
現状と展望】10. 視覚 BMI、別冊医学のあゆみ  
pp.67-73, 2014 年 1 月

##### 2. 学会発表

Kanda H, Morimoto T, Terasawa Y, Nakano Y,  
Nishida K, Fujikado T.: Evaluation of long-term  
implantation of an inactive 49-channel electrode. The  
Association for Research in Vision and  
Ophthalmology 2014, Orland USA, May 2014

Kanda H, Kanda T, Nagai Y, Asada M, Fujikado T.:  
Feasibility of a Saliency Map for a 49-channel Retinal  
Prosthesis. 8th Biennial World Research Congress on  
the Relationship between Neurobiology and  
Nano-Electronics Focusing on Artificial Vision,  
Detroit USA, Sep. 2014

Kanda H, Nagatani H, Fujikado T.: Evaluation of the  
Accommodation Response While Viewing  
Stereoscopic. XII Meeting of the ISA 2014, Kyoto  
Japan, Dec. 2014

Kanda H.: Research and development of STS type retinal prosthesis. International Workshop on Cognitive Neuroscience Robotics 大阪, 2014年12月

H. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

