

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－フィンランド研究交流）

1. 研究課題名：「導電性高分子及び生分解性高分子を用いた人工網膜用新機能アクティブバイオ材料の開発」
2. 研究期間：平成23年5月～平成26年3月
3. 支援額： 総額 13,600,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	田中 徹	東北大学大学院 医工学研究科	教授
研究者	李 康旭	東北大学未来科学技術 共同研究センター	教授
研究者	福島 誉史	東北大学未来科学技術 共同研究センター	准教授
研究者	木野 久志	東北大学大学院 医工学研究科	特任助教
研究者	乗木 暁博	東北大学大学院 医工学研究科	特別研究員
研究者	谷 卓治	東北大学大学院 工学研究科	博士課程学生
参加研究者 のべ 20名			

相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Minna Kellomäki	Tampere University of Technology	Professor
研究者	Jari Hyttinen	Tampere University of Technology	Professor
研究者	Lila Nikkola	Tampere University of Technology	Researcher
研究者	Soile Nymark	Tampere University of Technology	Researcher
研究者	Niina Onnela	Tampere University of Technology	Researcher
研究者	Hannu Uusitalo	University of Tampe re	Professor
参加研究者 のべ 10名			

5. 研究・交流の目的

本研究では、加齢黄斑変性、網膜色素変性症、糖尿病性網膜症、緑内障などの慢性網膜疾患で失われた視覚を再建するための2つの新しい方法に関して、そのための材料を開発、評価する。1つは日本側が提案し開発を行っている情報通信技術(ICT)からのアプローチであり、集積回路をベースにした眼球内完全埋込型人工網膜を用いる方法である。もう1つはフィンランド側が提案し開発を行っている幹細胞ベースのアプローチであり、損傷している網膜色素上皮細胞(RPE)を幹細胞で交換する再生網膜を用いる方法である。本研究では、上記両方法に利用できる高機能材料の開発とそのデバイス適用及び評価を目的とした。また、本研究交流を通して、電子工学、高分子材料学、神経工学、細胞生物学を専攻する学生や若手研究者が融合的研究の推進能力を涵養することを目的とした。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

東北大学で作製したフレキシブルケーブル電極に、タンペレ工科大学で最適化された高生体適合性電極材料である PEDOT や PPy を被覆することに成功した。PEDOT 電極や PPy 電極は従来の報告と比較しても最大級の電荷注入能力と非常に低い電極インピーダンスを有している。この PEDOT を刺激電極とした人工網膜を実用化できた場合、神経刺激に必要な最小電荷量を 20nC と想定すると電極直径 20 μ m 以下の刺激電極が実現可能となる。これは網膜中心窩近傍の 3mm 角内に 2000 画素以上の人工網膜を実現できる計算となり、これまでの人工網膜では最も高解像度の視覚が再建できることを意味し、使用者の Quality of life (QOL) 向上に貢献する。また、PEDOT 刺激電極アレイを埋め込んだウサギの網膜を暗室中で電気刺激し、その際の視覚野応答である電氣的誘発電位 (Electrically Evoked Potential; EEP) の記録にも成功している。EEP 取得によりウサギが光覚を得ていることは明らかであり、最も高い QOL を提供できる完全埋め込み型人工網膜の実用化に向けて大きく進捗したと言える。本研究交流で得られた成果を活用し、更に研究を進めていく。

6-2 人的交流の成果

本研究交流に参画した東北大学の大学院生は 16 名であった。タンペレ工科大学の大学院生を含むフィンランド側研究者と中身の濃い共同研究をすることにより、全員が論理的思考力を大きく伸張させたのみならず、英語によるディスカッション能力も身に付けつつあり、教育や人材育成の点からも本研究交流は大きな成果があったと言える。平成 23 年 5 月～平成 26 年 3 月の交流期間中に本研究に関係する内容で、上記大学院生 16 名のうち 4 名の学生が博士の学位を取得し、9 名の学生が修士の学位を取得したことは、大きな人的交流成果である。また、本研究交流期間中に、フィンランド側研究者が参加または講演するワークショップを 1 回、セミナーを 2 回、シンポジウムを 2 回、日本とフィンランドで開催した。双方の大学院生や若手研究者も適宜参加して研究報告や議論を行い、お互いに切磋琢磨し研鑽を積むことができた。このような交流が学生や若手研究者にとっての国際共同研究の良い経験になっている。研究代表者が関係する計 7 回の国内外のセミナー、ワークショップ、シンポジウムや学会において、研究者や大学院生が本研究交流に関係する内容の研究発表を行って高評価を得ている。特に博士課程の学生が完全埋め込み型人工網膜に関する研究発表により、「IEEE SCS Kansai Chapter Academic Research Award」を受賞したことは重要な交流成果である。さらに、神経電気刺激のメカニズム解析や新しい刺激方法に関して、日本からのサンプル提供とフィンランドでのシミュレーション解析の形で新しい共同研究を続けることになっており、研究交流を持続的に発展させている。

7. 主な論文発表・特許等 (5 件以内)

相手側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	Onnela Niina, Takeshita Hirohiko, Kaiho Yoshiuki, Kojima Toshiya, Kobayashi Risato, Tanaka Tetsu, and Hyttinen Jari, Comparison of electrode materials for the use of retinal prosthesis, Bio-Medical Materials and Engineering, vol. 21, 83-97, 2011	共著
論文	Kang-Wook Lee, Yoshinobu Watanabe, Chikashi Kigure, Takafumi Fukushima, Mitsumasa Koyanagi and Tetsu Tanaka, Pillar-shaped stimulus electrode array for high-efficiency stimulation of fully implantable epiretinal prosthesis, JOURNAL of Micromechanics and Microengineering, Vol. 22, No. 8, 105015(11pp), 2012	

論文	K-W Lee, Y. Ohara, K. Kiyoyama, S. Konno, Y. Sato, S. Watanabe, A. Yabata, T. Kamada, J-C Bea, H. Hashimoto, M. Murugesan, T. Fukushima, T. Tanaka, and M. Koyanagi, Characterization of Chip-level Hetero-Integration Technology for High-Speed, Highly Parallel 3D-Stacked Image Processing System, IEEE IEDM Technical Digest, pp.785-788, 2012	
論文	Chikashi kigure, Hideki Naganuma, Yuichiro Sasaki, Hiroshi Kino, Tetsu Tanaka, Development and In Vivo Evaluation of Conductive Polymer (PEDOT) Stimulus Electrodes for Fully Implantable Retinal Prosthesis, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 52 No. 4, Issue 2, 04CL03-1- 04CL03-5, 2013	
特許	特許、チップ支持基板、それを用いた三次元集積回路及びそれらの製造方、日本、平成24年9月23日、特願2012-209003、国立大学法人東北大学、小柳光正、福島誉史、田中徹	