

工 学 院 大 学
プロジェクト研究成果報告会要旨集
2022 年度



工学院大学
TOKYO URBANTECH

2022 年 8 月 25 日
総 合 研 究 所

目 次

- 屋内 IoT ステーションを実現する可視光給電・可視光通信システムの構築
山口 智広 (応用物理学科教授)1
- 光合成微生物によるバイオ燃料生産のための壁面培養法の開発研究
油井 信弘 (生命化学科准教授)2
- 非常時における拠点連携を考慮した音声通信トラフィック制御手法
馬場 健一 (情報通信工学科教授)3
- 光駆動電荷輸送による全固体リチウムイオン電池の創製と水の光分解
佐藤 光史 (応用物理学科教授)4
- 血管新生時の細胞外微小環境形成機構の解明
辛 英哲 (生命化学科准教授)5

テーマ名：屋内 IoT ステーションを実現する可視光給電・可視光通信システムの構築

研究代表者：山口智広・応用物理学科・教授

共同研究者：牛田泰久・名古屋大学・特任准教授

前田幹夫・電気電子工学科・教授

高橋泰樹・情報通信工学科・教授

工藤幸寛・情報通信工学科・准教授

濱根洋人・機械システム工学科・教授

要旨(400字程度)

三原色の LED や LD が実現された今、これら可視光光源を用いた照明、表示、給電、通信、計測等が一体化した屋内 IoT ステーションに注目が集まっている。本研究プロジェクトでは、屋内 IoT ステーションを実現する上で、照明・表示の他に基盤技術として必要になる①可視光給電システム、②可視光通信システム、および、これらのシステム構築に必要となる③センシングと制御技術に関する研究を行った。可視光給電システムに関する研究では、プロトタイプを製作し、各要素の効率を求めることにより、高光強度下における光源の発光効率と受光器の受光効率向上の必要性を明らかにした。発光素子、受光素子の更なる結晶高品質が求められるが同時に GaN 系材料の可能性も見出した。可視光通信システムに関する研究では、太陽電池や光散乱型液晶を用いた通信により、センサ程度のものを光通信により制御可能であることを明らかにした。センシングと制御技術に関する研究では、室内天井に配置できる 2 組のガルバノミラーを用いたプロトタイプの製作を行い、簡易装置でも目標点から平均 10 mm 以内の精度、3 秒以内の整定時間を実現した。

テーマ名：光合成微生物によるバイオ燃料生産のための壁面培養法の開発研究

研究代表者：油井 信弘・生命化学科・准教授

共同研究者：藤原 祥子・東京薬科大学・教授

要旨

陸上での壁面を用いた微生物の培養法の確立は、光合成微生物のバイオ燃料生産において、藻体の回収を容易にでき、脱水する手間を最小にするだけでなく、省スペース化にもつながる。本研究では、壁面に着目した小スペース型バイオリアクターによるバイオ燃料生産プロセスを構築する一環として、山岳地帯の基物表面から単離した気生微細藻類からなる細胞フィルムの壁面培養法を開発し、その二酸化炭素固定能および脂質生産能を評価した。気生微細藻類を細胞フィルム化することで、均一に受光でき、光合成しつつ脂質を効率的に蓄積した。本研究の成果をもとに、今後さらに研究を進めることで、様々な環境の影響を受けにくい、低コストのバイオ燃料生産プロセスの構築を目指していく。

テーマ名：非常時における拠点連携を考慮した音声通信トラフィック制御手法

研究代表者：馬場 健一・情報通信工学科・教授

共同研究者：宮田 純子・芝浦工業大学 工学部 情報通信工学科・准教授

共同研究者：山岡 克式・東京工業大学 工学院 情報通信系・教授

要旨(400字程度)

災害や事件など非常時には、警察や救急などへの通報など緊急の音声通話と、一般ユーザによる安否確認など通常の音声通話の、両通信が多数網に到着するため、緊急の音声通話のみが優先される現在の制御では、通常の音声通話を多数網内に収容するのは困難である。そこで先行研究では、災害などの発生地域に通話が集中するとして、非常時地域のネットワーク入口の交換機で呼の受付制御を行うことを想定し、緊急の音声通話数を従来通り必要数確保しつつ通常の音声通話をより多く収容する、新しい受付制御方式を提案し、その効果を明らかにした。

しかしながら、実際の通話を想定すると、緊急の音声通話は、非常時地域内に留まる通信や国家関係の非常時地域外部からの通信が混在する。一方、安否確認などの一般通話は非常時地域以外からの通信が非常時地域内の通信に比べて圧倒的に多いと考えられる。そこで、本研究では、先行研究の成果をさらに発展させ、通話のより細かな分類と優先制御、ならびに非常時地域内外を考慮した拠点連携による制御を行うことにより、非常時においてより現実的で有効な音声通信のトラフィック制御手法を提案し、その効果を明らかにした。

テーマ名：光駆動電荷輸送による全固体リチウムイオン電池の創製と水の光分解

研究代表者：佐藤光史・応用物理学科・教授
共同研究者：永井裕己・応用物理学科・准教授
共同研究者：本田 徹・応用物理学科・教授
共同研究者：尾沼猛儀・応用物理学科・教授
共同研究者：Lu Li・シンガポール国立大学・教授

要旨

持続可能な社会の実現に向けて、太陽光エネルギーを利用した水素製造が盛んに研究されている。FTO ガラス基板上に、各膜厚 120 及び 80 nm のアナターゼと Li_2MnO_3 (LMO) を活物質薄膜とする全固体光起電力デバイスを作製した。固体電解質には Al^{3+} 錯体と LiClO_4 からなる有機無機ハイブリッドを開発し、厚さ 110 μm の膜を面積 90 cm^2 の両極間に挟んでデバイス化した。なお、この固体電解質のイオン伝導度は $2.8 \times 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$ だった。典型的な充放電サイクル試験を 60 秒間隔で 30 回繰り返したところ、0.2 mA の定電流印加によって 2.31 V の平均電圧が発生し、引き続き自己放電開始 60 秒後の平均電圧は 2.08 V だった。さらに、ソーラーシミュレーターによるデバイスへの 1 sun 照射と暗所での自己放電を同間隔で 30 回繰り返すと、照射時に 1.1 V の平均電圧が検出された。水を光分解するために、直列に接続した 4 つのデバイスを並列に 3 組接続したモジュールを作製した。モジュールの両極を 30wt% NaOH 水溶液に浸漬した白金活性化チタン電極に接続し、紫外光をアナターゼ側から照射した。その結果、モジュールに接続したチタン電極上で、アナターゼ接続側から水素が、LMO 接続側から酸素が外部バイアスの補助なしに 2:1 で発生した。90 分間の紫外光照射で発生した水素量から求めた光から化学エネルギーへの変換効率は 0.3 % だった。

Water photolysis via photo-driven charge transport using a novel all-solid-state lithium-ion battery

Project members;

Mitsunobu Sato, Prof., Department of applied physics
Hiroki Nagai, Associate Prof., Department of applied physics
Tohru Honda, Prof., Department of applied physics
Takeyoshi Onuma, Prof., Department of applied physics
Lu Li, Prof., National University of Singapore

Abstract; Hydrogen production by using solar energy is actively studied for sustainable society. An all-solid-state photovoltaic lithium-ion battery (ASS-PV-LIB) was assembled using thin films of two active materials; TiO_2 (anatase, 120 nm thick) and Li_2MnO_3 (LMO, 80 nm thick) on fluorine-doped tin oxide precoated glass substrates (FTO). A newly developed organic/inorganic hybrid electrolyte consisting of an Al^{3+} complex and LiClO_4 was sandwiched between both electrodes with area of 90 cm^2 to form a solid electrolyte with a thickness of 110 μm . The ionic conductivity of this solid electrolyte was $2.8 \times 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$. Charge/discharge cycle tests by constant current application of 0.2 mA and self-discharge were repeated 30 times at 60 s intervals. The average voltage was 2.31 V by the constant current application, and that during self-discharge was 2.08 V. Additionally, the voltage under irradiation with 1-sun (100 mW cm^{-2}) by a solar simulator and the self-discharge one in the sequential dark conditions were repeatedly measured 30 times at same intervals as above. Then, the average voltage of 1.1 V was detected under 1-sun irradiation. A module for water photolysis was assembled by combining 3 sets in series of 4 devices connected in parallel. Both electrodes of the module were connected to a Pt-activated titanium electrode immersed in a 30 wt% NaOH solution. By irradiating UV light onto anatase of the module, hydrogen and oxygen at a ratio of 2:1 was generated from the titanium electrodes connected to anatase and LMO sides, respectively, without external bias. The conversion efficiency from light to chemical energy, calculated from the amount of hydrogen produced by UV irradiation for 90 min., was 0.3 %.

テーマ名：血管新生時の細胞外微小環境形成機構の解明
—非ラセン型 IV 型コラーゲン鎖の発現と機能の解明—

研究代表者：辛英哲・生命化学科・准教授

共同研究者：今村保忠・工学院大学・教授

共同研究者：今村保忠・酪農大学・教授

共同研究者：今村保忠・東京薬科大学・講師

要旨(400字程度)

血管新生は、既存の血管から発芽・伸長して新しい血管が形成される過程である。その過程では、細胞外マトリックス成分の産生と基底膜の再生が起こるが、詳細は不明である。本研究では、このプロセスに関連する 3 つの主要なテーマに取り組んだ。

- 1) 血管新生 in vitro モデルの確立による基底膜の再生機構の解明
- 2) 血管新生モデルでの非ラセン型 IV 型コラーゲン $\alpha 1$ 鎖 (NTH $\alpha 1$ (IV)) の分泌・局在の制御機構
- 3) 新生血管の発芽・伸長を促進する因子としての NTH $\alpha 1$ (IV) の可能性。

その結果、以下のような結果が得られた。1) 新規血管新生モデルにおいて、内皮細胞は管状ネットワークを形成し、その周囲には基底膜様構造が観察された。基底膜の主成分であるラミニンや IV 型コラーゲンと共に、NTH $\alpha 1$ (IV) がネットワークの周囲に高度に局在することが確認された。

2) NTH $\alpha 1$ (IV) は、アスコルビン酸存在下でも血管内皮細胞と線維芽細胞の異種細胞間相互作用により局所的に産生され、ネットワーク周囲に局在化することが確認された。

3) NTH $\alpha 1$ (IV) は、血管内皮細胞間の VE-カドヘリンを介した接合を抑制した。NTH $\alpha 1$ (IV) は、血管内皮細胞間の結合を抑制し、細胞の移動を促進することで、新生血管の発芽・伸長を促進する因子である可能性が示唆された。