

日本ーフランス 国際共同研究「分子技術」 平成 28 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	分子設計に基づく生体適応型高耐久性 3 次元グルコースバイオ燃料電池の創出
研究課題名（英文）	Molecular design of biocatalytic 3D nanocarbon architectures for long-lasting glucose fuel cells
日本側研究代表者氏名	仁科 勇太
所属・役職	岡山大学異分野融合先端研究コア・准教授
研究期間	平成 27 年 11 月 1 日 ~ 平成 31 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ①		電子メディエーター分子の設計と合成および電気化学評価
国名	氏名	所属機関・部局・役職
日本	仁科 勇太	岡山大学 異分野融合先端コア 准教授
日本	鈴木 秀幸	岡山大学 異分野融合先端コア 助教
フランス	Michael Holzinger	Researcher, Department of Molecular Chemistry, Joseph Fourier University – Grenoble

ワークパッケージ②		酸素含有量を制御した酸化グラフェンの合成および構造解析
国名	氏名	所属機関・部局・役職
日本	仁科 勇太	岡山大学 異分野融合先端コア 准教授
日本	鈴木 秀幸	岡山大学 異分野融合先端コア 助教
フランス	Michael Holzinger	Researcher, Department of Molecular Chemistry, Joseph Fourier University – Grenoble

ワークパッケージ③		グラフェン-カーボンナノチューブ複合体の作成
国名	氏名	所属機関・部局・役職
日本	仁科 勇太	岡山大学 異分野融合先端コア 准教授
日本	富永 昌人	佐賀大学 大学院工学系研究科 教授
フランス	Michael Holzinger	Researcher, Department of Molecular Chemistry, Joseph Fourier University - Grenoble

ワークパッケージ④		グルコースバイオ燃料電池の組み上げと長期安定性評価
国名	氏名	所属機関・部局・役職
日本	仁科 勇太	岡山大学 異分野融合先端コア 准教授
日本	辻村 清也	筑波大学 数理物質系物質工学域 准教授
フランス	Michael Holzinger	Researcher, Department of Molecular Chemistry, Joseph Fourier University - Grenoble

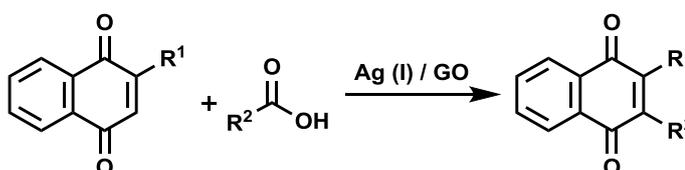
2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

適切な酸化還元電位を有するキノンを計算化学により抽出し、電極に固定化可能な官能基 (pyrene, pyrrole) を有するキノンの合成を行う。合成したキノンおよび酵素の固定化に適した酸素含有量の酸化グラフェンを開発する。酸化グラフェンの層間を拡大することで、グルコースの拡散効率を向上させる。また、カーボンナノチューブと複合化させると、導電性の向上にも寄与できるため、混合比を検討する。

最終的には、酵素とメディエーター分子をカーボン材料に固定化し、ペレット化することで電極を形成する。作製した試料をフランス側で評価する。

3. 日本側研究チームの実施概要

電子運搬メディエーターに適した酸化還元電位を持つ 1,4-ナフトキノンを誘導体を、計算化学により抽出し、実際に合成した後、電気化学的評価を行った。銀-酸化グラフェン (Ag (I) /GO) 複合体が 1,4-ナフトキノンをカルボン酸との反応において、効果的な触媒として働くことを見出し、合成に利用した。合成された 1,4-ナフトキノンはキノン側を官能基化しているため、



化学的安定性の向上にも寄与している。また、それらの酸化還元電位は、計算化学より推測した $-0.3\sim-0.2$ V (vs Ag/AgCl) の範囲に含まれていた。

メディエーター分子を電極に固定化するために 1,4-ナフトキノンにリンカーであるエチレングリコール鎖を結合させ、その末端にカーボン電極と相互作用の強いピレンを結合させた。これをケッチェンブラックを塗布したグラッシーカーボン電極上

に滴下して固定化し、電気化学的評価を行った。溶液状態で測定した場合やグラッシーカーボン電極に直接塗布した場合と比較して大きな値を得ることができた。

