

## SICORP 日本-スイス

### 「再生可能エネルギー媒体としての水素研究」領域 事後評価報告書

#### 1 共同研究課題名

「酸窒化物半導体－生物触媒を組み合わせた光触媒による太陽光による高効率水素製造」

#### 2 日本－相手国研究代表者名（研究機関名・職名は研究期間終了時点）：

日本側研究代表者

石原 達己(九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・教授)

スイス側研究代表者

トーマス・リパート(ポールシェラー研究所 中性子・ミューオン研究部門・教授)

#### 3 研究概要及び達成目標

本研究は、太陽光を用いて高効率に水素を製造する無機－生物複合光触媒の開発を目的とする。光触媒の粉末を用いた水素製造において課題となる、酸素の同時発生や低いエネルギー変換効率を解決するため、電子をエネルギー源として高効率で水から水素を合成するヒドロゲナーゼのような酵素を用い、酸窒化物無機半導体の光励起で生成した電子をメチルビオロゲンを電子伝達体として用い酵素に伝達することで、水から水素を製造する触媒を開発する。日本側チームは安定で効率的な生体触媒の開発、スイス側チームは効率よくメチルビオロゲンを還元できる酸窒化物光触媒の開発を行う。日本とスイスの得意技術を統合した新しい触媒系の開発により、太陽光による水の光分解の高効率化が期待される。

#### 4 事後評価結果

##### 4.1 研究成果の評価について

###### 4.1.1 研究成果と達成状況

種々の酸窒化物を対象に研究開発を進め、 $\text{GaN:ZnO}$  を用いてメチルビオロゲン (MV)の光還元成功したこと、 $\text{p-25-TiO}_2$  に色素(Eosin Y)で修飾した光触媒により可視光で比較的効率的に水素生成を達成したことは高く評価できる。当初予定したオキシナイトライド系光電極が予想通りの性能を出すのが難しいと判明したときに、臨機応変の対応ができていた。ただし、太陽エネルギー変換効率が 2.5%と評価しているが、これは TEOA を還元剤として用いた場合であり、エネルギー変換は起こっていない。実際に太陽エネルギー変換が行われる系、すなわち酸素を無バイアスで発生する系の開発は今後の課題であり、これからの展開に期待したい。

###### 4.1.2 国際共同研究による相乗効果

スイス側の Paul Scherrer 研究所は主に酸窒化物薄膜の開発を実施し、日本

側の九州大学ではバイオ触媒の開発と評価、バイオ光触媒として水分解の活性評価を行っており、それぞれの役割と本研究に対する寄与は明確である。酸窒化物粉末では MV の還元ができないことが判明した際にも、スイス側が得意とする PLD 法による薄膜化により光電極へと展開するなど、問題解決への相互協力が見られ相乗効果があったと判断できる。

#### **4.1.3 研究成果が与える社会へのインパクト、我が国の科学技術協力強化への貢献**

本研究領域はわが国だけでなく世界的に大きな課題となっている分野であり、国際共同研究で無機材料とバイオ系材料の組み合わせにより新規な反応系が構築可能であることを示した点は十分なインパクトと科学技術協力強化への貢献が認められる。

#### **4.2 相手国研究機関との協力状況について**

4 報の共著論文を比較的 IF の高いジャーナルに発表していることから、相手国側との共同研究の成果であると考えられる。また本共同研究によりスイス側で博士課程の学生が学位を取得したことも、大きな共同成果といえる。スイス側との研究協力は今後も継続される見込みであり、今後の展開にも期待が持てる。

#### **4.3 その他**

COVID-19 のパンデミック発生前は両研究所間の人的交流が活発に行われていたと判断する。また、COVID-19 流行後も Web meeting 等で可能な限りの連携は取れていたと評価できる。1 年間の期間延長は有効であったと判断する。