



光触媒と酵素を組み合わせた光駆動型生体触媒反応

奈良女子大学 本田 裕樹

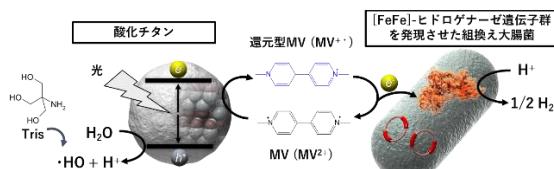


図 無機光触媒とヒドログナーゼを合成した組換え大腸菌による光駆動水素生産

2014年から3年間所属した九州大学石原達己先生の研究室で、無機光触媒と酵素を組み合わせた光駆動型水素生産に取り組んだ。図は本研究に関連した最初の成果で、無機光触媒の反応に、酵素の水素生成反応を組み合わせた、非生物-生体ハイブリッド型の光駆動水素生産系である[1]。

筆者の専門は酵素工学で、酵素反応や微生物の発酵現象を利用した物質生産に取り組んでいた。ある時、石原先生が、無機触媒と生体触媒を組み合わせた新プロジェクトに従事する、化学が苦手でなく、かつ酵素が取り扱える人を探していると聞き、応用化学科出身の自分は適任に違いないと信じてプロジェクトに入れてもらいました。

プロジェクト内容を簡単に捉えると、酸化チタンに助触媒としてのプラチナを担持した無機光触媒による単純な光水素生産系に対して、助触媒が担う役割を高活性な酵素に置き換え、全体として高効率な光触媒系の獲得を目指す研究である。無機光触媒の高安定で高効率な光エネルギー変換と、酵素の高活性かつ高選択性的物質変換の、両者の特長をうまく活用した、「非生物-生体ハイブリッド系」の構築を目指した。

酵素には、嫌気性のクロストリジウム属由来[FeFe]-ヒドログナーゼを用いた。嫌気性細菌から必要な遺伝子群を取得し、遺伝子組換え大腸菌で酵素を大量合成した。嫌気条件下の培養や酵素精製は未経験で実験

系を整えるまで苦労した。また、活性のあるヒドログナーゼを取得できても、酸素による失活のために取り扱いが面倒で、無機光触媒と組み合わせる上で簡便な生体触媒の調製方法はないものかと模索していた。

最終的には、酵素工学的には単純な発想である「休止菌体反応」を適用した。休止菌体とは、培養後の菌体を遠心分離等で回収・洗浄後、緩衝液等に懸濁した状態で、菌の成長は止まっている。組換え大腸菌の休止菌体を、ヒドログナーゼが細胞内につまつた一種の袋と捉え、そのまま反応系に供する手法で、基質や生成物の膜透過の問題をクリアできれば、精製酵素よりも高安定で、かつ煩雑な酵素精製が不要な利点がある。この手法により、光触媒と組み合わせる水素生成生体触媒の簡便な取得が可能となり、図の成果を得た[1]。結局、もともと学んでいた酵素工学の手法の適用が大いに助けになった。

その後は、光エネルギー変換に種々の反応を適用し、可視光駆動型水素生産系の構築といった展開をしている。

さて、酵素工学が専門の筆者にとって、この研究は異分野融通的であった。はじめは研究室にバイオ関連の機器はなく、希望通りに揃えてもらいました。学位取得2年程の筆者を信用していただき、「専門」の責任の重さを痛感した出来事であった。当初は、研究キーワードの違いもあり、どこまで何を相談できるのかさえわからないこともあった。実際に同じ部屋の中で研究に取り組みながら、本稿に書ききれない多くの先生方にも助けられて、成果に近づくことができた（開始から最初の論文まで2年程かかり、ずいぶんお待たせしてしまいました）。異分野の先生方と共同研究の機会をもてた際には、ディスカッションに加えて、可能な限りお互いの研究室に入り込んで一緒に実験するのが重要だと感じている。

参考文献

- [1] Y. Honda, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 55, 8045-8048 (2016).