

## デンプンの全酸化を目指した多酵素型バイオ電極の設計

東京理科大学理学部第一部応用化学科 助教 多々良 涼一

酵素はタンパク質からなる生体触媒であり、通常条件では起こりえない特定の反応を触媒的に進行させることができる。ある酵素が触媒する反応は原則として 1 反応に限られ、これは基質特異性として知られている。このため生体内の代謝系では、多種の酵素が働くことで炭水化物を酸化しエネルギーを取り出している。一方で酵素を電極上に固定化し、この反応を利用することでエネルギーを取り出すデバイスがバイオ燃料電池として知られている。しかしながら酵素は 1 種類につき 1 反応しか触媒しないため、生体内代謝のように炭水化物を何段階も分解していく反応(究極的には、CO<sub>2</sub>までの全酸化)は模倣できていない。例えばグルコースの酸化をグルコースオキシダーゼで行う場合、グルコノラクトンで酸化は止まってしまう。この問題点を解決するためには生体内と同様に複数の酵素を電極上に固定化する必要があるが、①固定化方法によって失活する酵素があり、最適な固定化手法は酵素ごとに異なる、②多酵素型の電極は反応系が非常に複雑になる、といった問題点から実用に至っていない。本研究では複数の酵素を組み合わせることにより、最もポピュラーな糖類であるデンプンの全酸化を目指した多酵素型電極の構築を目指す。

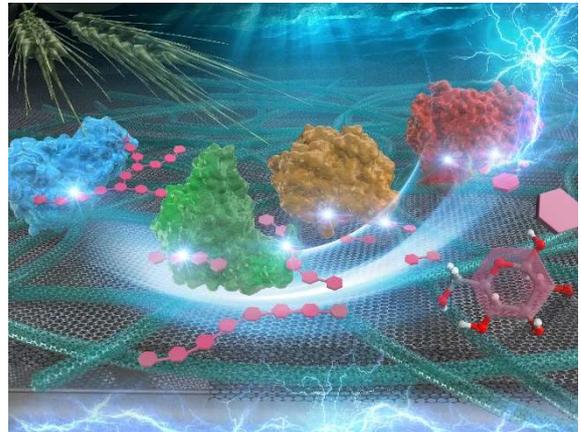


図 1 多酵素型電極のイメージ図  
(*ChemElectroChem*, 2021, 8, 4199)

### 【実用化が期待される分野】

バイオ燃料を利用したエネルギー変換デバイスはエネルギー需要が拡大する現代社会において実用化が待たれる技術である。グルコース(ブドウ糖)やアルコールを燃料としたバイオ燃料電池の報告例はあるものの、これらはある程度加工精製されたバイオ燃料を必要とする。一方でデンプンをそのまま燃料とすることができ、さらに CO<sub>2</sub> までの全酸化によって高出力が得られれば非常に有用なデバイスとなることは疑いようがない。穀物を利用することに対する批判はあるものの、本技術は食糧となる素材を減らすことには直接繋がらず、食べ残し、食品ロス、農業廃棄物などの効果的な利用法として期待ができる。また多酵素型のメリットとして、デンプン、グルコース、マルトース、フルクトースなどの多糖類の混合物であっても、複数の酵素によって問題なく利用できるため、燃料の精製が必要ないという点も挙げられる。