



固液界面の可能性

東京大学 嶺岸 耕

人工光合成は「夢の反応」と言われ、世界中で活発に研究されている。私はその中で半導体光触媒材料を電極化した光電極の研究を行ってきた。

はじめに私のバックグラウンドを簡単に紹介させていただく。私には3人の恩師がおり、一人目は卒業論文をご指導頂いた、当時東京理科大学の助教授であった大川和宏先生、二人目は博士論文をご指導頂いた東北大学教授であった八百隆文先生、三人目は博士の学位取得後に特任研究員、特任助教、准教授として面倒を見ていただいている東京大学教授の堂免一成先生である。

大川先生のもとでは MOVPE 法でサブファイア基板上に作製した GaN エピタキシャル薄膜の構造特性と電気特性の関係に関する研究を行い、八百先生のもとでは MBE 法による GaN および ZnO のヘテロエピタキシー、特に界面構造に関する研究に取り組んだ。いずれの研究室もアプリケーションとして LED やレーザーといったオプトロニックデバイスを念頭とした固体物理がベースの研究室であった。

学位取得後からお世話になっている堂免先生であるが、本ニュースレターを読まれる方は堂免先生の専門はよくご存知と思うので特に説明はしない。「やってみないとわからない」、「犬も歩けば棒に当たる」、「迅速に」が口癖の先生である。研究室に来ていきなり、「犬も歩けば棒に当たる」と訓示を受け、「とんでもない所に来てしまった」と思ったものである。一方で、とても聡明な先生で、それゆえに教科書に無いことを求め、「犬も歩けば棒に当たる」とよく言うのであると今では私は感じている。実際、教科書に書

いてあることを教科書のとおりに行ったのでは何も面白くないので、「犬も歩けば棒に当たる」の精神は研究には欠かすことの出来ない要素である。(もちろん、教科書の内容を知った上での話ですが)

さて、光電極による水分解反応であるが、固体物理、物理化学、触媒といった様々な分野が複雑に絡み合った複合領域である。私が学生時代にベースとしていた固体物理の観点からは、「半導体」を「溶液」につけるという行為自体がダメな事とされる。が、実はネガティブなポイントは克服可能であることも固体物理で一部説明できる。具体的に何がダメかということ、主に表面準位とか界面準位といったものを気にしているのであるが、逆に言えば、それらを不活化できれば問題とならない。実際、多層構造を導入した光カソードによる水からの水素生成において、吸収端が近赤外域であるにも関わらず外部量子効率 95%以上というものや、バンドギャップが 1.4 eV と小さくとも反応の駆動力が電圧換算で約 0.9 V と、非常に効率的に動作し得るものも得られている。光電極で面白いのは、溶液との界面の存在である。電極表面の化学種、あるいは化学種の吸着特性といった、電極表面の化学特性が光電極の振る舞いに大きな影響を与え得る。また、太陽電池であれば基本的に p 型半導体と n 型半導体の組み合わせを考えるが、光電極においては p 型半導体と n 型半導体に加えて溶液という自由度が加わる。光電極、光触媒いずれの場合でも、材料開発のみならず、固液界面のこういった特性をうまく使うことができれば、ユニークな特性が得られ、効率的かつ簡便な人工光合成系の実現に近づくものと考え、研究に取り組んでいる。