

訪問日 2013 年 9 月 10 日

筑波大学 数理物質系 都甲 薫 准教授

研究題名：豊富な元素から成る多接合製太陽電池の創出に向けた半導体鉄シリサイド薄膜の
PN 接合技術の構築

当日は東京駅からの高速バスの都合で約束の時間より少し遅れてしまいました。初めての筑波大学訪問で、その広大なキャンパスに驚きました。先生の話では単一のキャンパスの広さではベスト3に入るそうです。

先生の研究は、半導体鉄シリサイドであるβ-鉄シリサイド (FeSi₂) をタンデム型太陽電池のボトム層に使うための研究です。タンデム型太陽電池と言っても従来宇宙用に使われている InGaAs 系などと異なり、レアメタル、有害元素を使わずに、トップ層にアモルファスシリコン、中間層に結晶系シリコンを使うものです。この3接合型で理論的には45%の効率を得られ、その為の理想的なバンドギャップは、トップは1.8eV、ミドルは1.2eV、ボトムは0.74eVであり、狭バンドギャップのボトム層の材料は限られているという。α-SiとSiの太陽電池は既に存在するので、言い方を変えればそこにボトム層を付けることになる。β-FeSi₂ 薄膜は、光吸収係数がシリコンの100倍以上と大きく、太陽電池の厚さを1/100以下にできること、またシリコン基板上にエピタキシャル成長が可能でCMOS適合性がよいのも大きなメリットという。

先生の話で面白かったのは、β-FeSi₂の結晶構造の特異性です。β-FeSi₂は長い間直接遷移型半導体と考えられ、発光素子にも検討されてきたが、間接遷移型半導体と分かり発光素子としての研究は下火になったそうです。いわば擬直接遷移型半導体で、両者のバンドギャップの差が小さく、たとえば歪みを掛けるなどすれば、容易に直接遷移型半導体になり得るといいます。ただ、CMOSとの相性がよいため、光回路の受光素子の研究は盛んという。

そこで、なぜ今まで半導体に利用できなかったのかの具体的な説明に入りました。製品化するためには、作製したβ-FeSi₂ 薄膜内の正孔密度を10¹⁶程度にする必要があるが、従来の方法で作製するとキャリア密度は10¹⁹となってしまいます。このようにキャリア密度が10¹⁹となってしまったメカニズムの解明や密度を10¹⁶程度にする方法の確立はこれまで困難だったという。



右端が都甲先生



先生の居室のあるF棟