

講演概要

11月30日、鎌倉商工会議所ホールにおいて、2024年度第5回公開セミナーとして、東京科学大学（旧 東京工業大学）松下祥子准教授の講演をお聴きしました。テーマは「熱エネルギーで電力を生み出す 半導体増感型熱利用発電」です。熱利用発電の原理・特色、社会実装・大学発スタートアップの創業等、興味深いお話でした。以下、講演概要です。

再生可能エネルギー源として熱に着目したのは、国土が狭く急峻な島国で他国と比べて熱に優位性があると考えられるから。太陽光パネルは急斜面等設置による土砂災害リスクも考えられる。また既存の熱発電技術については、地熱発電は我が国では温泉事業者と競合しがち、温度差により電流を生み出すゼーベック型発電は温度差がないと発電が止まってしまう等の課題が指摘される。さらに2011.3.11の原発事故を機に安全安心な未来を創るための熱による直接発電実現への思いを強くした。

「半導体増感型」「熱利用」という着想は、既存の「色素増感型太陽電池」がヒントとなったもの。この電池は光による色素電極上の電子発生(励起)が基本。とすると色素上の光励起電子を半導体の熱励起電子に置き換えれば・・・とのアイデアが生まれたのが2015年。その後、この着想の確認のための実験、メーカーとの共同研究等を重ねた。半導体増感型熱利用発電 (Semiconductor-Sensitized Thermal Cell 略称STC) には、放電終了後スイッチを切って放っておくと熱エネルギーを吸収し再度発電出来る「回復現象」という特色がある。休み時間が長いほど長時間の再発電が可能。また、STCは、太陽電池は光が当たる場所に設置が必要なのに対し、内部伝播する熱を利用するので屋内、地下などへ設置も可能である。既存の火力・原子力発電所の敷地の地下にびっしりSTCを敷き詰めた場合の計算上の出力は、地上の発電所と同等以上のものが得られるというデータもある。石油価格に影響を与え得るところまで来ているし、原発の代替にもなり得ると考えている。

なお、STCの特色との関連で「STCは永久機関なのか？」という質問が少なからず寄せられてきた。結論としてはSTCは永久機関ではない。STCは化学反応が必要で、化学反応には活性化エネルギーを要するので熱を100%電気に変換することは出来ないから。「永久機関」については、アトキンス著「物理化学」、マッカーリ・サイモン著「物理化学」などに解説が載っている。先ほどのような質問の背景には「閉じた系」と「開放系」の混同による混乱があるのではないか。そして、これには日本の大学のカリキュラムも影響しているのではないか。学部ではカルノーサイクル、ギブズ・ヘルムホルツなど平衡熱力学しか教えない。非平衡熱力学は大学院で習うか、習わないか、というのが日本の実情である。一方、中国では高校での学習範囲に含まれていると研究室の留学生から聞いた。開放系を扱う散逸構造論の提唱者プリゴジンはノーベル化学賞を受賞している。興味深い内容は早期に教えていいのではないか。

さて、私自身がSTCの実用化を実感できるようになったのは最初の着想から7年半経った2022年のこと。当時、先述の「回復現象」も含めたSTCの長期評価のためSTCを構成する電極を貼り合わせる「接着剤付きスパーサー」の劣化対策が必要となったが「無機材料の准教授」という学内の立場上、接着剤という有機材料の研究関与は非常に困難な状況であった。こうした大学での研究の限界の解決につながったのが国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) のサポートであった。大学発の技術シーズの社会実装を目指す事業プログラムに採択されて株式会社 elle Thermo を創業し代表取締役役に就任した。学術分野を超えて電池製作に打ち込む環境が整い、社名・ロゴに思いを込めることも出来た。

会社を創ると知名度もあがり、人材リクルート面でも、資金調達面でも助けられている。最近の成果として、メキシコ鉱山坑内での実証試験を通じた「鉱山の地熱を電力に変えリチウムイオンバッテリーに充電成功」等が挙げられる。STCの特色（屋内・地下で使える、薄く軽い、積重ねて使える等）を評価するお客様の声も寄せられている。

一方、大学の研究室はずうかけ台キャンパスにある。学生・院生・留学生はビジネスに直接触れることが出来る環境で学んでいる。合併前の大学（東京工業大学）が掲げていたミッション「これからの『科学』の発展を担い、社会と共に活力ある未来を切り拓いていく」の上に独自のヴィジョン「人々が安心して使える電力供給システムを」を据えてSTCの学術・技術の確立をめざしている。

講演後、熱利用発電にかかわる技術面だけでなく、今後の事業展開など経営面についても活発な質疑応答ののち閉幕しました。