

カーボン材料の表面分析の第一人者

材料分析の受託で起業へ 研究成果を社会に還元



大学院理工学府
物質・環境部門(化学システム工学プログラム)／
元素科学国際教育研究センター

准教授

石井 孝文

いしい たかふみ

本学は国内有数のカーボン(炭素)研究拠点であり、70年を超える歴史を有する。この間、炭素化メカニズムの解明、ピッチ系カーボンファイバーの発明をはじめ、数々の成果を積み重ねて今日に至っている。

大学院理工学府 物質・環境部門の石井孝文准教授は、カーボン材料の表面分析の第一人者。エッジサイト(炭素網面の端部構造)の化学構造を精密に分析する技術を開発し、カーボン材料開発に大きな貢献を果たした。研究成果を社会に還元するため、今年、炭素材料の受託分析を行うベンチャー企業を立ち上げる。

—— カーボン材料の工業利用を拡大するために何が重要ですか。

カーボン材料は軽くて丈夫であり、化学的に安定し、高い耐熱性、高い導電性を有することから電極材料、耐熱材料、構造材料に利用されています。しかし、カーボン材料は一般的な分析手法ではその分子構造を把握することはできません。これまでカーボン材料の材料合成は企業、技術者のノウハウに依存してきました。工業利用を増やすには、材料特性を最大化するカーボン材料の分子構造の理解、また、その理解に立脚した材料合成技術の開発が重要です。

—— カーบอนは、群馬大学の伝統のある研究分野の一つです。

群馬大学の炭素材料研究は大谷杉朗先生から大谷朝男先

生へ、そして現在の尾崎純一先生、白石壮志先生へと引き継がれてきて、70年以上の歴史があります。このように長い期間、世界の最先端で炭素研究を行ってきた研究機関は極めて稀です。

私は尾崎教授の研究室に2015年に着任し、以来、その一員として炭素材料研究に携わってきました。私は炭素材料の分子構造解析技術の開発を大学院時代から行っており、その技術を活かして、尾崎教授の開発したカーボンアロイ触媒の材料開発の支援を行っています。

—— 先生はカーボン材料の表面分析ではトップ研究者のひとりです。

私はこれまで炭素材料の化学的性質、とりわけその性質を左右するエッジサイト(炭素網面の端部構造)の分析に関

する研究を進めてきました。炭素表面化学は古くから研究されてきたものの、その理解は未だに十分ではありません。特に、エッジサイトの化学構造を正確に把握することが難しかった点が課題でした。既存技術では、炭素材料のエッジサイトの分析に赤外分光法やX線光電子分光法が用いられてきましたが、これらは感度や精度の限界からエッジサイトの詳細な分析には不向きでした。

この問題に対し、私はエッジサイトの化学構造を精密に分析する技術を開発しました。本技術では、炭素材料を1600℃以上の超高温まで加熱した際に、材料から脱離するガス種の脱離挙動を測定します。脱離ガスの脱離挙動を解析することでエッジサイトの詳細な理解が可能になります。本技術では、材料からの微量な脱離ガスの高感度検出を実現し、黒鉛や炭素繊維などエッジサイトが少ない材料にも対応できる点で、従来技術を大きく上回る革新性を持ちます(図)。

❖ エネルギー科学の課題解決に貢献

—— 応用が期待されます。

近年、エネルギー化学分野では、リチウムイオン二次電池やキャパシタ、燃料電池などの炭素電極表面化学の理解が重要視されています。これらのエネルギー関連技術では、炭素材料の性能向上が求められており、特にエッジサイトの化学構造とその分布が鍵を握っています。本開発技術をベースに、エネルギー化学分野における課題解決に貢献していきたいと考えています。

—— 炭素材料を触媒あるいは触媒担体として利用する試みが近年盛んに行われています。

この隆盛は炭素材料の電子状態制御技術の発展に伴うものです。私は、異種元素ドーパや炭素の超薄膜化、無機材料と炭素の複合化によって電子状態を制御した炭素材料の創成に取り組んでいます。このなかでも特に無機材料と炭素の複合化は、無機材料に含まれる元素とカーボンを結合することで、無機材料の種類によってカーボンの電子状態を自由に制御することが可能になります。これは、これまでになかった電子状態、特性をもつカーボンの創出に

つながる技術です。このように多様な電子状態制御技術を駆使して機能化されたカーボン材料を触媒や触媒担体として応用する研究を行っています。

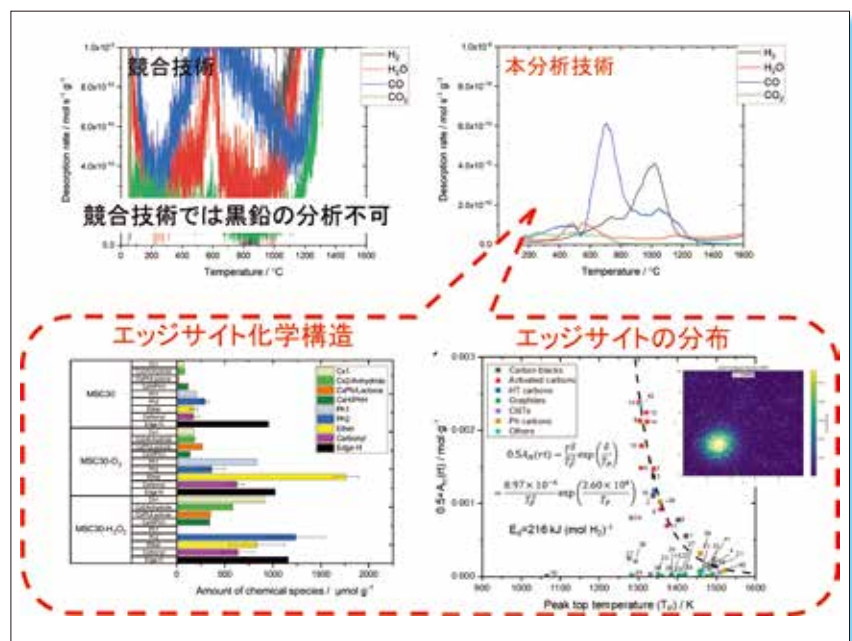
—— ベンチャーを創業すると聞きました。

大学発スタートアップ創出を支援する科学技術振興機構(JST)の事業を活用して、今年、炭素材料の受託分析を行うベンチャー企業を立ち上げることになりました。JSTのこの競争的資金はスタートアップ・エコシステム共創プログラム「地域プラットフォーム共創支援」で、本学を含む関東甲信地域7大学連合体が採択されています。採択されたプラットフォーム名はInland Japan Innovation Ecosystem(略称: IJIE、主幹: 信州大学)で、IJIE-GAPファンドプログラムと称しています。そのスタートアップ創出のひとつとして、私が提案した課題「炭素材料の革新的分子構造解析技術の開発」が選ばれ、起業に関する支援を受けています。

ベンチャー企業の設立によって私の分析技術をより多くの方々に利用していただけるよう、事業を拡大していきたいと考えています。

—— 今後の研究は？

まだ理解が進んでいない「カーボン材料の化学」を明らかにすることに注力したいと考えています。この研究はすぐには応用に結びつきませんので、大学でしかできない研究であり、将来的に大きな価値を生み出す基礎研究です。



石井氏が開発した分析技術と既存技術との比較