

## 観る(調べる)技術を進化させ、新しい科学技術を拓く

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

量子技術基盤研究部門研究企画部 農学博士 松橋信平

(高崎量子応用研究所勤務)

たかさき研(高崎量子応用研究所)を紹介する連載も最終回を迎えました。今回は、量子科学の基盤として、たかさき研が量子ビーム技術を使って進めている「観る(調べる)」手段、分析技術の開発を紹介します。

## 自然科学の基本：観る(調べる)

その手段が科学の世界を一変させる

自然科学の研究は、多くの場合、見て何かに気づくこと。気づいたことが、なぜ起きるのか、なぜそうなっているのかを調べることが基本です。調べるために作られた新しい手段が時として世界を一変させることがあります。例えば、17世紀後半にレーウエンフックが作った顕微鏡。たった1枚のレンズが人類がそれまで見たことがない、細胞というミクロの世界への扉を拓きました。その後も、様々な新しい手段が科学の進展を支えてきました。

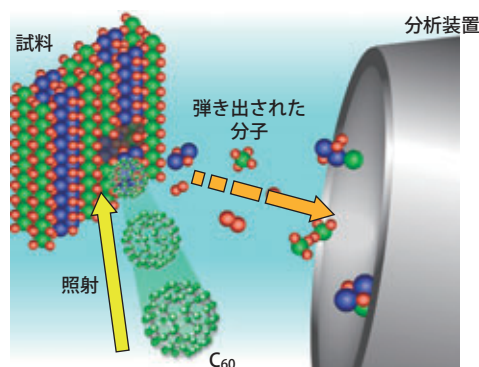
顕微鏡の例でいえば、理科の実験で使う光学顕微鏡は光を観察したいものにぶつけて、その反射や透過の違いにより、構造を調べます。さらに、もっと微細な構造を調べるための電子顕微鏡では、電子をぶつけます。

観る(調べる)に使う「ぶつけるもの」は光や電子ではありません。研究者は、調べたい試料や、調べたいことに適した「ぶつけるもの」を探し出し、さらに試料にぶつけたときに起きる変化を信号として捕まえる方法を開発します。

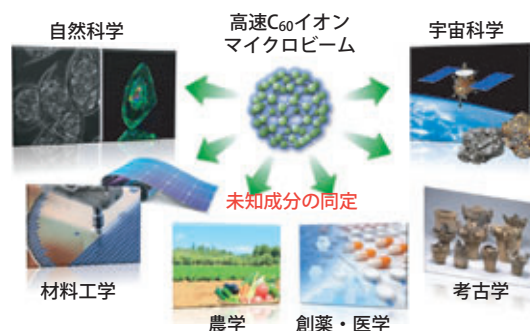
## 試料の表面はどんな成分でできている？

たかさき研では、加速器を使って試料の表面を調べる方法を研究しています。具体的には、炭素原子60個が球形のカゴ状につながったフララーレン(C<sub>60</sub>)という重い分子を試料

にぶつける実験を行っています。これは、月に大きな隕石が衝突するイメージです。月面の土が宇宙空間に飛び散り、あとにはクレーターができます。高速のC<sub>60</sub>を試料にぶつけることで、表面に存在する分子を弾き出し、これを回収して分子の質量を分析し、表面にどんな分子が存在したかを推定します。

図1：C<sub>60</sub>分子マッピングのイメージ図

たかさき研の研究者は、C<sub>60</sub>の照射技術をさらに高品質化して、表面にある成分全てを洗い出す分析技術の実現を目指しています。そのためには秒速1.5kmで飛ばしたC<sub>60</sub>を僅か1/1,000ミリメートルの的に当てる、高速C<sub>60</sub>イオンマイクロビームの開発が必要です。高速C<sub>60</sub>イオンマイクロビームで試料表面の全ての成分を弾き出して、存在する分子の種

図2：C<sub>60</sub>全分子マッピング技術が貢献する幅広い研究や技術開発の分野の推進

類を全て決定する「C<sub>60</sub>全分子マッピング技術」が完成すれば様々な分野の研究や技術開発での利用が期待できます。

C<sub>60</sub>分子マッピングは、量子機能材料などの「固い」試料だけでなく、生物組織のように「軟らかい」試料の分析にも適用できます。

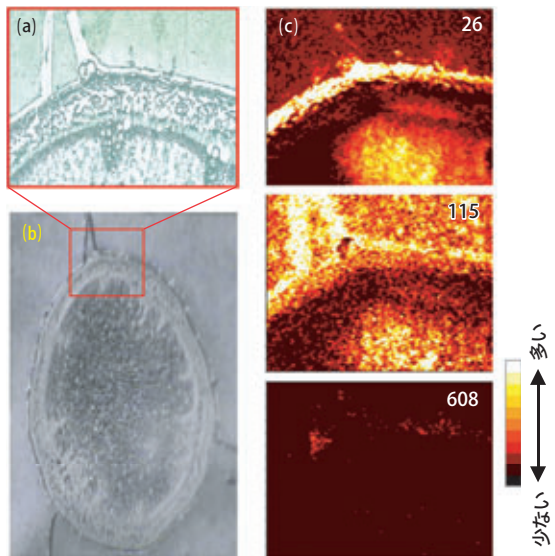


図3：トマト茎断面の分析例。  
(a)はトマトの茎断面(b)のC<sub>60</sub>分子マッピング分析範囲の顕微鏡写真(縦1.4×横1.8ミリメートル)  
(c)C<sub>60</sub>分子マッピング分析の結果：右肩の数字は、重さが26、115、608(水素原子1個の重さを1とする)の成分の分布。

トマトの茎断面の分析例は、場所によって、ある重さを持つ成分の存在の有無や偏りなど、構造を観察する方法では分からない情報を提供できることを示しています。

### 生物や材料の機能を観るには どうしたらよいか？

C<sub>60</sub>分子マッピングは、試料の表面にどんな成分が存在・分布しているかを調べる強力な分析方法ですが、「動き」を観察することは得意ではありません。

触媒の場合、化学反応を促進する材料の表面で分子や原子、電子が動くことで、初めて触媒としての機能が現れます。生物の体内や細胞内では様々な物質が動いています。このように、研究分野・研究対象に関わらず、「そこで起きていることを直接観る」技術のニーズが高まっています。注目する観察対象、観

察する範囲(大きさ)、観測する時間(一連の機能が終わるまでの時間)は調べたいものの対象により様々です。

例えば、C<sub>60</sub>分子マッピングで観察したトマト。茎を通して水や養分を輸送しています。当たり前じゃないか?と思うかもしれませんが。では、トマトがどうやって養分を輸送しているか、実際に観たことがありますか?たかさき研は、養分を構成する元素のRI(放射線を出す能力を持つ元素)を使い、生きた植物の中での動きを観察する技術の開発を進めています。これを「植物RIイメージング技術」といいますが、食料生産や環境問題を解決する研究に活用できる技術です。

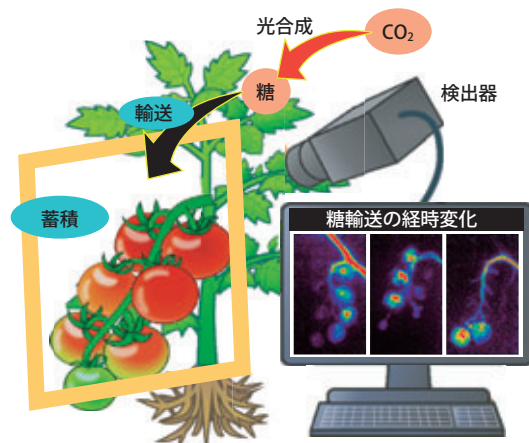


図4：植物RIイメージング技術による観察のイメージ。RIで標識したCO<sub>2</sub>をトマトの葉から吸収させ、葉の中で光合成により作られた糖が同じ房に着いた複数の果実に分配される様子を調べたときのもの。

### 【最後に】

設立から60年を迎えた「たかさき研」がどんなことをやっている研究所か、6回に分けて紹介してきました。

たかさき研は、私たちの強みである量子ビームを活用した先導的な量子機能材料研究を中心に、量子マテリアルや量子デバイスの研究開発を進めています。さらにその成果を材料、エネルギー、環境、バイオといった様々な分野で社会実装するための研究開発を進め、目標である超スマート社会の実現に向けた活動を推進していきます。

社会に役立ち貢献することを目指すたかさき研に一層のご支援とご鞭撻をお願いします。