

国立研究開発法人

量子科学技術研究開発機構（量研）

高崎量子応用研究所

第56号



高崎研だより

開催のご案内

QST サイエンスフェスタ 2022
QST 量子機能創製拠点シンポジウム

役立つ科学

フラボノイドを利用した突然変異の研究

日本/世界見聞録

音楽漂うウィーンの散策

My favorite

癒しの小説

研究装置紹介

X線光電子分光装置



QST 高崎サイエンスフェスタ 2022

無料

～豊かな未来を切り開く量子科学～

【日時】 2022年12月6日(火) 10:00～17:45

【講演会場】 高崎シティギャラリー コアホール

【ポスター & 展示会場】 高崎シティギャラリー 第1展示室

【オンライン配信】 Microsoft Teams (口頭発表のみ)

【プログラム】

- 10:00～ 開会あいさつ
- 10:10～ QST 高崎研研究紹介
- 10:25～ 高崎研の研究紹介 (5件)
(昼休み)
- 13:30～ 高校生課題研究発表 (9件)
(コーヒープレイク)
- 16:05～ ポスター発表
- 17:30～ 高校生発表優秀賞 表彰
- 17:40～ 閉会挨拶

[参加登録はこちらから](#)
(オンライン聴講を含む)
(フェスタ&シンポジウム)



QST 量子機能創製拠点シンポジウム

無料

～量子技術は何を変えるのか?～

【日時】 2022年12月7日(水) 9:15～17:30

【講演会場】 高崎シティギャラリー コアホール

【ポスター & 展示会場】 高崎シティギャラリー 第1展示室

【オンライン配信】 Microsoft Teams (口頭発表のみ)

【プログラム】

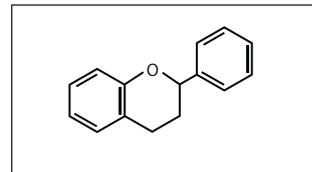
- 9:15～ 開会あいさつ
- 9:20～ 来賓あいさつ
- 9:25～ 量子機能創製拠点における研究開発の展開 (5件)
- 11:20～ ポスター発表
(昼休み)
- 14:00～ 基調講演
- 15:00～ 量子機能材料・センシング技術開発の現状と展望 (3件)
(休憩)
- 16:35～ パネルディスカッション「量子技術は何を変えるのか?」
- 17:25～ 閉会あいさつ

[詳細プログラムはこちらから](#)
(フェスタ&シンポジウム)



Q1. フラボノイドとはどのような物質ですか？

バラなどの花の色、リンゴなどの果実の色、秋の紅葉などの植物色素や茶葉に含まれるカテキン、柿の渋みであるタンニン類、大豆に含まれるイソフラボンなどの機能性物質は、我々の生活に馴染みのあるフラボノイドの一種です。これらは植物体内で、色素として昆虫などを誘引したり、紫外線を吸収したり、様々な機能を発揮します。また、近年フラボノイドが高い抗酸化能を有することからヒトの健康を増強する物質としても注目されています。

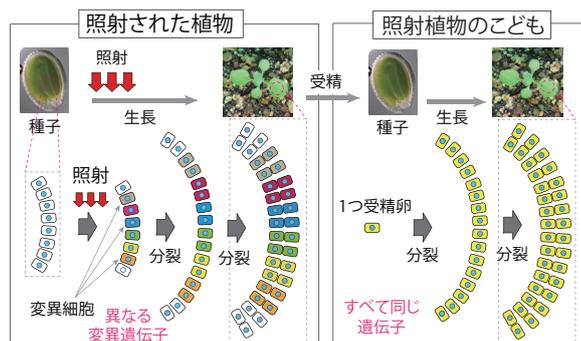


フラボノイドの基本骨格

Q2. フラボノイドを用いた突然変異の研究について教えてください

突然変異を遺伝子（DNA）配列の変化と定義します。多細胞生物である植物に量子ビームを照射すると、細胞ごとに DNA 上に異なった突然変異のパターン（種類・数・場所）が生じます。したがって、照射された植物では、様々な突然変異のパターンを持つ細胞が混在した複雑な状態となるため、DNA 上に生じた突然変異を決定することができません。

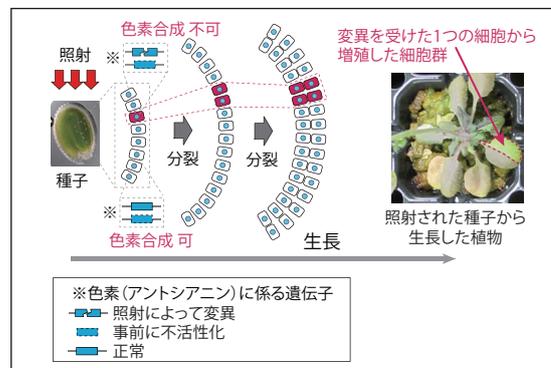
このため、今までは、照射された植物のこどもを用いて、突然変異の解析が行われてきました。照射植物のこどもは受精卵という一つの細胞が分裂したものであるため、植物体のすべてが単一の突然変異パターンの細胞で構成されており、突然変異の検出には向いています。しかし照射植物のこどもを用いた研究では、受精を経て受け継がれた突然変異しか検出することができないため、照射で生じた突然変異をすべて検出できているのか、今までわかりませんでした。



照射植物の生長に伴った突然変異細胞の流れ

Q3. フラボノイドを用いると、なぜ照射で生じたすべての突然変異を検出できるのですか？

遺伝子に変異してももう片方の遺伝子が正常であれば、目に見えるような影響は現れません。裏を返せば、片方の遺伝子を事前に不活性化しておけば、もう片方の正常型に生じた突然変異を目に見えるような影響として検出できる可能性があります。



見えるような影響として検出できる可能性があります。

そこで、フラボノイドの植物色素としての機能を利用して、片方の正常型遺伝子に生じた突然変異を色の消失として検出しようと考えたわけです。このアイデアを用いると、左図のように、照射した種子が植物に生長したとき、1つの突然変異パターンを持つ細胞群を花や葉の色の変化で識別できるようになります。この解析手法によって、こども植物では見つけにくかったタイプの変異が10倍以上もあることが確認され

フラボノイドによる同一変異細胞群の識別 ました。

Q4. 今後の研究について教えてください。

植物には樹木類やイモ類など、挿し木や株分けといった受精を介さず増殖するものが多く存在します。このような植物に量子ビームを照射すると、照射された植物がそのまま品種になりますので、本研究で得られた知見を利用して、効率的な品種改良技術の開発につなげていきたいと考えています。

2022年8月、オーストリアのウィーンで開催された国際原子力機関 IAEA 主催のテクニカルミーティングに参加しました。本会議には日本の他、アメリカや韓国など計12か国が参加し、量子ビームを用いたバイオマテリアルについて、各国の開発状況や医療分野の診断・治療ニーズに対応した最先端の研究等について議論しました。

さて、「音楽の都」ウィーンに憧れを持っている人も多いのではないのでしょうか。音楽に疎い私でも、モーツァルト活躍の地であること程度は知っています。会議終了後の夕方、隙を見つけてモーツァルト像のある公園やシェーンブルン宮殿を散策しましたが、いないのです。そう、マスクをしている人がいないのです。街の中心にあるシュテファン寺院の周りでもマスクをしている人は数%程度です。すっかりコロナ以前に戻った雰囲気に見えました。その一方で、公共交通機関では



ウィーンの街の雰囲気



「マスク着用」 駅構内表示灯

マスクが義務付けられており、駅の行き先表示灯には「FFP という性能保証されたマスクをするように」と注意喚起があり、電車内では90%以上の人々がマスクをしていました。

モーツァルトの格言にこのようなものがあります。「馬車で旅をしているときや食後の散策中、あるいは眠れない夜。そんな時にアイデアが最も豊富に湧き出てくるのだ」高崎研の食堂が正門から一番遠いのもこんな理由からかもしれませんね。

田口 光正 (先端機能材料研究部)

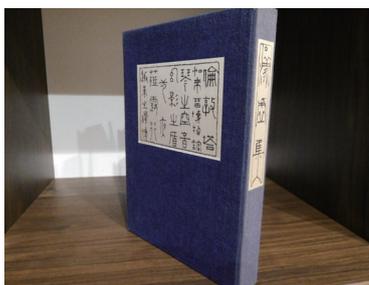
My favorite

私は古書店によく立ち寄ります。何といたっても書物が安く手に入るのが魅力です。軒先にある100円や200円均一の棚もめくるめく掘り出し物の醍醐味に満ちた空間です。私がよく購入するのは夏目漱石、森鷗外、三島由紀夫といった文豪の本や画集で、ときには100円の値がついていることもあります。この種の本は、明治期の装丁や活字などを知る上で、非常に興味をそそられます。先日、実家のそばの古書店で夏目漱石の小説集が1冊150円で売られていました。函入りで現在では珍しい、凝った造本で、目にするだけでも文化の一端に触れたような気になりました。

漱石は38歳の時、「吾輩は猫である」を発表した遅咲きの作家です。享年49歳ですから、作家としての活動は10年弱という短さになります。そのため作品数が少なく、全作品読破も難しくない作家です。初めて漱石の作品を知ったのは、小学校高学年の時に読んだ「坊ちゃん」です。当時は読みやすかったという以外は、特別な感想はなかったように思います。



漱石の作品を多数収録した小説集



お気に入りの漱石の短編集

社会人になり再読したところ、その面白さに驚嘆しました。リズムカルで歯切れのよい完璧な文章、スピーディーな展開で楽しませる痛快さ、四国・松山弁と主人公の江戸の対比も鮮やかです。何度読んでも面白く、読めば気持ちがすっきり晴れるという癒しの小説です。大人になって社会へ出てから読むべき本です。人生にさまざまな悩みを抱え、ストレスを溜め込んでしまっている「疲れた大人」にこそお勧めしたい作品です。

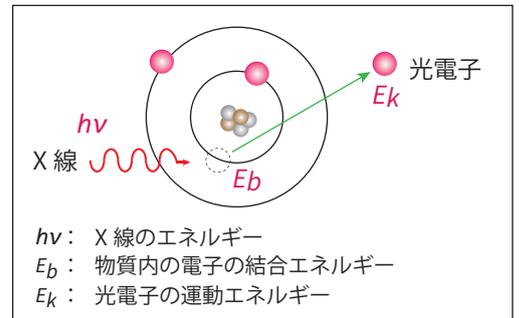
三四郎 (ペンネーム)

癒しの小説

【原理と特徴】

X線光電子分光装置（XPS：X-ray Photoelectron Spectroscopy）は、光電効果を利用して試料表面へのX線照射によって光電子を生じさせ、その運動エネルギーを測定することで、試料の構成元素とその電子状態を分析することができます。

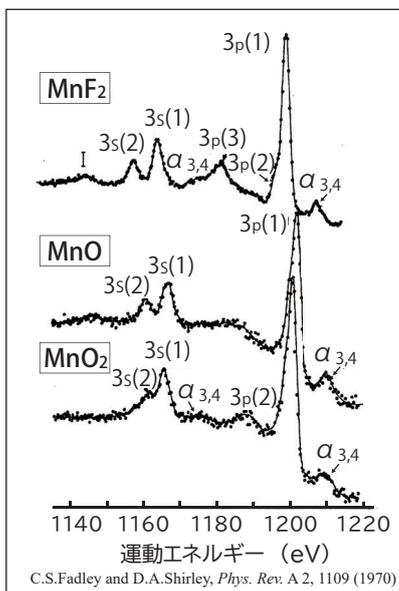
光電効果では、物質に $h\nu$ のエネルギー（数 eV 程度）を持つ X 線を照射すると、原子軌道の電子がこのエネルギーを吸収して、光電子として軌道外にたたき出されます。この光電子はエネルギー保存則（ $h\nu = E_b + E_k + \Phi$ ）を保っているため、X線のエネルギー（ $h\nu$ ）が一定であれば、光電子の運動エネルギー（ E_k ）を測定することで、物質内の電子の結合エネルギー（ E_b ）を知ることができます。ここで、 Φ は飛び出した光電子を測定する検出器で失うエネルギーで、この値も一定です。



光電効果の模式図

XPS 装置では、一般的にアルミニウムもしくはマグネシウムの特性 X 線、Al K α ($h\nu = 1486.6$ eV)、Mg K α ($h\nu = 1253.6$ eV) を試料に照射する X 線として用いています（K α は L 殻から K 殻への遷移で発生する X 線）。内殻電子の結合エネルギーは元素に固有であるため、XPS は元素分析が可能です。また、この結合エネルギーは、その元素の化学状態や電子状態（価数など）によって変化するため、化学状態も調べることができます。

【実際の分析例】



使用例のスペクトル図

図は MnF₂、MnO、MnO₂ の内殻光電子分光スペクトルを示しています。縦軸は光電子強度、横軸は光電子の運動エネルギーです。最初に、MnO（中段）と MnO₂（下段）のスペクトルですが、Mn の価数が 2+ から 4+ になると、内殻電子の結合エネルギーが変化して Mn 3p（1200 eV 付近）及び 3s（1165 eV 付近）電子のピーク位置がシフトしていることがわかります。また、同じ価数 2+ である MnF₂（上段）と MnO（中段）のスペクトルを比較すると、Mn 周りの元素によっても Mn 3p 及び 3s 電子のピーク位置がシフトしています。以上から、XPS では、対象元素の価数や周りの元素による違いを明らかにすることができます。

なお、高崎研の XPS では、照射スポットは 100 $\mu\text{m}\Phi$ （一般的な XPS は数 mm Φ ）と非常に小さいため、試料の場所毎の元素分析や電子状態を観測することが可能であり、加えてエネルギー分解能も非常に良いスペクトル（ $\Delta E < 0.5$ eV）を取得することができます。

Qメッセージ

コロナは感染者数の増減を繰り返しつつ、人との交流を今までと異なる形とさせる存在ともなっています。それでも今年度に入り、各学会や研究会が対面も含めて開催されるようになってきました。皆さんは対面とオンラインで言葉の伝わりやすさに違いを感じるでしょうか。私にはどうしても対面の方が「伝わる熱量」が大きいように感じられますが、digital native の方にはまた違った感覚があるのでしょうか。「心が通う」指標が学術的にも明らかになるなら、また新たな世界が拓けるかもしれません。（高崎研東海駐在 副所長 山本博之）