

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37号

高崎研だより

役立つ科学

線虫「C.エレガンス」をよく知り、学び、活かす

My favorite

海の外はどんな国？ 海外旅行に行きたい！

日本/世界見聞録

お肉でリフレッシュ！ でも体重が・・・

PRESS RELEASE

微細藻類バイオ燃料 ～炭水化物を油脂に変換～

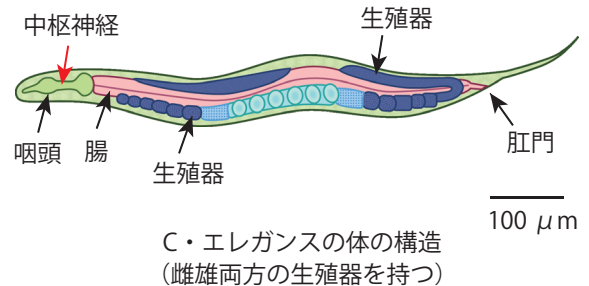
量子のつぶやき

量子力学!? ～超極微のポヤーツとした世界～



Q1. 線虫とはどのような生物でしょうか？

線虫は土壤中に生息する「動物」です。基礎生物学・医学分野では線虫の一種である *C. elegans* (C・エレガンス) を用いた研究が盛んです。C・エレガンスは成虫でも体長約 1 mm、細胞数は約 1,000 個しかありませんが、遺伝子の 6 割が人と共通で、神経系や筋肉、消化器、生殖器などの基本的な組織を備え、人と共通の運動機能や高次神経機能を有しています。このため、世界中の研究者が総力をあげて C・エレガンスを徹底的に調べることで動物に共通する体の仕組みを解き明かそうとしています。高崎研では、特殊な放射線照射装置や技術をフル活用して、特に放射線応答を解明する研究を行っています。

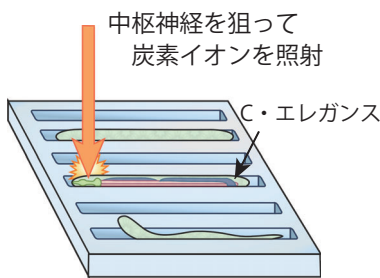


Q2. 具体的に、C・エレガンスを用いてどのような研究を行っているのでしょうか？

高崎研には、様々な種類の放射線を照射できる施設と技術があります。世界的にもこのような施設は限られているので、私たちは C・エレガンスの放射線応答を調べるという高崎研ならではの実験に注力しています。具体的には、C・エレガンスの運動、匂いや味に対する応答、寿命などが放射線照射後にどのように変わるのかを調べています。また、C・エレガンスの小さな体の一部を狙って放射線を照射するための重イオンマイクロビーム照射技術の開発を行っています。

Q3. C・エレガンスに放射線を照射するとどうなるのでしょうか？

放射線の一種である炭素イオンを C・エレガンスの全身に照射すると、運動が一時的に低下します。約 1,000 個の細胞からなる体のどの部位に放射線が当たるとこの運動低下が起こるのかを調べるため、重イオンマイクロビーム照射装置という特殊な装置を使って、頭部にある中枢神経だけを狙って



ワームシートを利用した照射実験

炭素イオンを照射したところ、全身照射で運動低下した線量 500 Gy (グレイ) では運動に変化はなかったものの、1,000 Gy では運動が低下しました。中枢神経の働きが照射によって一時的に変化して運動制御がうまく行えなくなった結果と考えられます。この実験では、独自に開発した「Worm Sheet (ワームシート)」が威力を発揮しました。このシートは、くねくね動きまわる C・エレガンスの動きを抑えて、麻酔せずに精度よくピンポイントに狙って照射できる線虫収容保定用マイクロチップです。

Q4. C・エレガンスは 1,000 Gy もの放射線を照射されても、なぜ生きていられるのでしょうか？

人は 7 Gy 全身被ばくで、60 日以内に全員死亡します。人と単純比較できませんが、C・エレガンスの放射線耐性には、成虫の段階で既に細胞分裂を終えていることなどが関係していると考えられ、いままさに、照射前後での遺伝子発現の変化に注目して「なぜ放射線に強いのか？」を調べています。

Q5. 将来的には、この研究はどのようなことに役立つのでしょうか？

全く別の応答だと思われていた現象が放射線応答とも関係していることがしばしばあり、私たちの放射線応答解明研究が別の未知の現象の発見や理解につながる可能性が十分あります。また、なぜ、線虫は放射線に強いのかを明らかにできれば、後天的に放射線耐性を付与する技術の開発などにもつながると期待できます。

My favorite

海の外はどんな国？ 海外旅行に行きたい！

20年ほど前に、ツアーでヨーロッパを巡ったことを時々思い出します。当時私は語学を学ぶため、イギリスのヘイスティングス (Hastings) に住んでいました。ヘイスティングスはロンドンから南東約100kmに位置する港町です。この語学留学中にベルギー、オランダ、ドイツ、オーストリア、イタリア、スイス、フランスの7カ国13日間の長距離バスツアーに参加しました。ツアーの醍醐味は、限られた時間の中で各国の観光名所を訪れて、特徴のある食事や飲み物を堪能できる驚きと感動の体験です。



ヘイスティングスの街並み

13 days Highlights of Europe



特に印象に残ったのは、ベルギーのビールです。ベルギービールには800を超える銘柄があり、どれも個性的な味で、銘柄ごとにロゴ入りの専用グラスがあるのが特徴です。現在、私のグラスのコレクションは30個を超えました。

今はコロナ禍で海外へ行くことができませんが、いつか、ウィーン、プラハ、ブダペストの3都市をツアーで巡りたい！ アメリカ、アジア、アフリカ、中東等いろいろありますが、断然ヨーロッパがおすすめです。

ヨーロッパ旅行愛好家 (ペンネーム)

日本/世界見聞録

お肉でリフレッシュ！ でも体重が・・・

今となっては貴重な国際会議参加となってしまいましたが、新型コロナウイルスで日本がザワつき始めた2020年2月上旬にシドニー/オーストラリアに行ってきました。ご存知のように、この時期南半球は真夏。空港では、コートをかばんに詰め込み、夏服に着替えることになります。いきなりの夏の暑さと不慣れな長旅は実に体に応えますが、そんな疲れをシドニーの食事が癒してくれました。

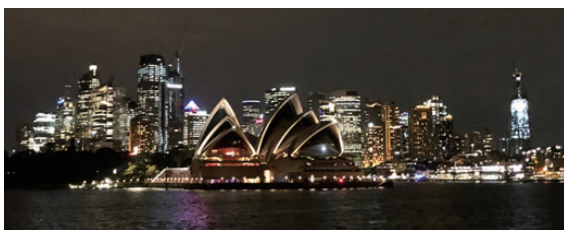


ダーリングハーバーのカフェでランチ

街中のカフェやパブで気軽に、柔らかくさっぱりとした赤身肉のオージービーフのステーキが30オーストラリアドル (1豪\$=73円:当時) ほどで食べられるのがうれ

しいです。また、牛肉であることをしっかり主張してくる大きなパティがはさまれたハンバーガーも実に美味しく、1つ食べれば大満足です。短い滞在でしたが、食事は肉、肉、肉の肉三昧。おかげで元気復活、人生最大体重を軽く更新できました。

お肉大好き 47歳 (ペンネーム)



定番！ オペラハウスの夜景

PRESS RELEASE

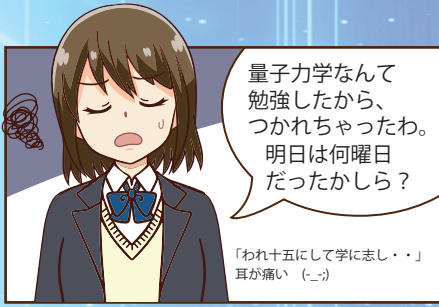
微細藻類バイオ燃料 ～炭水化物を油脂に変換～

イオンビームによる突然変異誘発を利用して、バイオ燃料の主成分である油脂の生産能力が高い緑藻変異株の作出に成功しました。今後、藻類によるバイオ燃料生産の実用化に大きく貢献することが期待されます。



量子のつぶやき

「量子力学!? ～超極微のボヤーンとした世界～」



こんにちは、高崎量子です。今回はちょっとお疲れ気味なのですが、量子力学の世界をほんの少し覗いてみます。量子力学は私たち高校生も習うニュートン力学を、確率的で波でも粒でもある超極微世界の不思議を理解できるように進化させた(量子化した)もので、前回最後に登場した物質波を基に百年ほど前に誕生しました。

それでは、量子力学の根本である不確定性原理「 $\Delta x \times \Delta p \geq h/4\pi (\approx 10^{-34} \text{ (Js)})$ 」と格闘してみましょう。・・・既に拒絶反応が出てるかも知れませんが、皆さん軽い気持ちで読んでくださいね。この式で Δx と Δp は物質の位置(x)と運動量(p)の不確定さ(Δ は幅を意味します)、 h は超微細世界を象徴するプランク定数、 π は円周率、Jsは単位(ジュール×秒)で、式の意味するところは、「xとpを同時に正確に(Δx と Δp がいくらでも小さくなるように)知ることはできない」です。

運動量(p)は「速さ(v)×質量(m)」なので、最初に登場した式は「 $\Delta x \times \Delta v \times m \geq 10^{-34}$ 」と書き換えられ、更に「 $\Delta x \geq 10^{-34}/(\Delta v \times m)$ 」に変形しましょう。・・・もう少し我慢してね。ここで、例えば物質が止まっていること($v=0$)を「正確に」知るために Δv をほとんどゼロにすると、式の右辺の分母がゼロに近づくから Δx はほとんど無限大・・・「止まっているのにどこに在るのか分からない」というヘンなことになっちゃうんです。

う～ん・・・それじゃ、具体的にイメージできるように仮想世界を考えましょう。そこでは、 $h/4\pi$ が $10^{-34} \times 1 \text{兆} \times 1 \text{千億} \times 1 \text{千億} = 1$ という日常的な値、つまり「 $\Delta x \geq 1/(\Delta v \times m)$ 」だとすると(他のものも変わりますが、そこは目をつむって)、皆さんに私の弟という物体がどのように見えるか。・・・私にも分からないなりに想像します。

性格的にじっとしてられない私の弟は毎秒5cm程度でちょこまか動きます($\Delta x = 0.05 \text{ m/s}$)。すると、 $\Delta x \geq 1/(0.05 \times 50) = 0.40 \text{ m}$ (50kg? 意外にスラッとしているのね!)、弟の居場所が40cm程度(肩幅くらい)の不確定さで分かりました。ってことは、弟はきっとボヤーンとして見えるのね!? ボヤーンとするのは弟が波でもあるためで、壁に近づくとその向こう側に波(弟が存在する確率)が染み出るので、通り抜けられちゃいます(壁抜けの術)。現実世界では、半導体デバイス中の電子が電気的な障壁を透過するのに使う術で、このおかげでスマホが使えるんです。不確定性原理って、実は身近なのね。最終回は、いろんな量子についてつぶやきますね。



量子力学の呼吸、壺の型「不確定性原理 壁抜け」

Q メッセージ

菅首相とバイデン大統領との日米首脳会談の共同声明の中で、量子科学技術分野における連携及びパートナーシップの強化が謳われました。これを機に高崎研においても国内外との連携を強化し、量子コンピュータ、量子センサ等の研究開発で世界を先導する成果を挙げるべく一層尽力してまいりますので、引き続きご支援賜りますようお願い申し上げます。

(高崎研所長 伊藤久義)