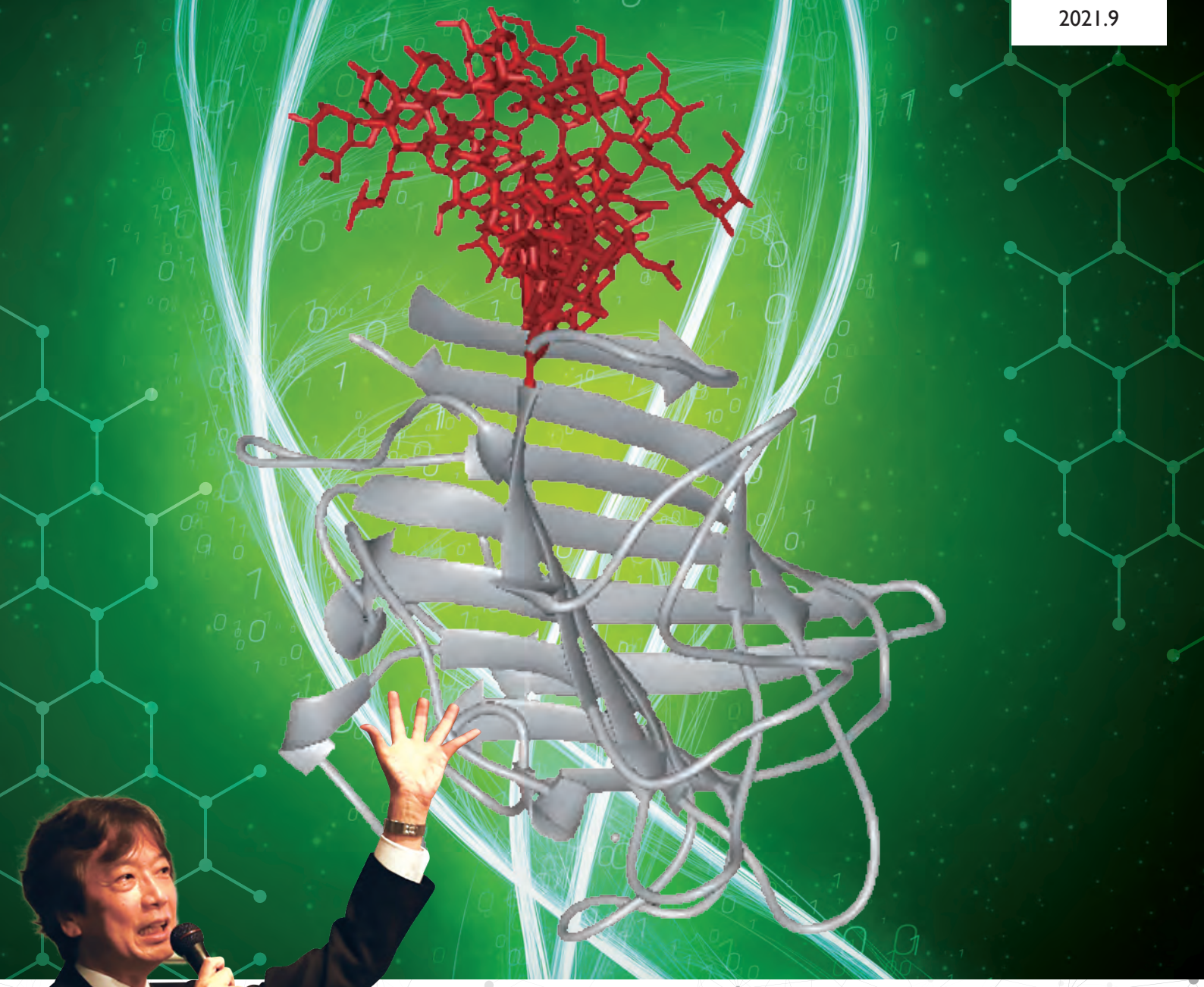
OKAZAKI

研究所だより

大学共同利用機関法人　自然科学研究機構
●基礎生物学研究所　●生理学研究所　●分子科学研究所

No. 66
2021.9



出前授業

第3の生命鎖＝糖鎖の話

● 愛知県立岡崎北高等学校
● 生命創成探究センター/分子科学研究所　加藤 晃一 教授

加藤教授の
出前授業

第3の生命鎖＝糖鎖の話

■ 愛知県立岡崎北高等学校

■ 生命創成探究センター/分子科学研究所　加藤（かとう） 晃一（こういち）教授

2021年7月2日に生命創成探究センター/分子科学研究所加藤晃一教授による出前授業が愛知県立岡崎北高等学校で行われました。

加藤教授は、生命体を構成する分子のかたちとはたらきを調べ、それらが集まって生命活動する仕組みを解き明かすことを目指した研究を行っています。そうした成果を薬の研究にも活かしています。

今回の授業では、DNA、タンパク質に続く第3の生命鎖である糖鎖をテーマに、その研究の難しさや重要性についてお話しました。さらに、生命創成探究センターでは、「生きているとは何か?」という問いの解明を目指し、さまざまな分野の知恵を結集した研究を展開していることを説明しました。

授業を受けた生徒の皆さんは、人間の体内構造の複雑さに驚き、興味を持ったようでした。また、これまで知らなかった糖鎖について知ることができて楽しかったという声が多く聞かれました。

愛知県立岡崎北高等学校

加藤教授の授業を受けて ～愛知県立岡崎北高等学校2年生 生徒さんの感想～

生命の条件からは外れますが、機械も人間と同じように思考ができるかという実験も、ある点で生命を創れるか、ということや、生きているとは何かという加藤先生の研究課題にも通じるなと思った。また、機械が人間と同じように思考が出来ていると判断するためには、先生のおっしゃっていた物質と生命の境界線というはっきりとした線を引く必要があると思った。このことから分野が学校で生物・情報・物理と分けられていてもどこかでつながっている可能性があると再度実感しました。

山内 大暉

人間の体内構造は、最新の技術でだいぶ分かっていると思っていたら、意外と身近に聞いたことがあるものもまだ、隠された情報を解析できないところがあるのだと改めて人間の体内構造の難しさに気付かされました。私は、生物的なことは、今あまり触れていない（物理選択のため）ので、今日はすごく良い時間になりました。研究する難しさの裏には、何かを見つける達成感や楽しさ、嬉しさが生まれると思うので、自分も何か研究する時は隠されている情報の解決に向けて少しでも近づけるように頑張りたいです。

前沢 花音

今日の授業を通じて、視野が広がったように感じました。生物の構造を知ることで、できること、できないことがいろいろあって地道な研究を続けることで「わからない」が「わかる」になり、「できない」が「できる」になっていくんだなと思いました。私たちの体は私たちが思っている以上に複雑だと感じました。それを時計に例えていたのが特に分かりやすかったです。構造を知る。でもそこから何ができるか？という課題は研究者の方々にとってとても大きなものだと理解出来ました。

山口 紗愛

加藤教授の研究内容

生命現象を第3の生命鎖「糖鎖」から解き明かす

◆細胞の内と外で重要な働きをする糖鎖

タンパク質の構造を長年研究してきた加藤教授は、糖鎖の研究にも力を入れています。糖鎖は文字通り糖が鎖状につながったもので、「細胞の表面を覆い、その顔となっています。糖鎖は、DNA、タンパク質に続き、生命で重要な第3の鎖なのです」と加藤教授（図1）。例えば、血液型は赤血球などの表面の糖鎖の違いで分類されています。また、ウイルスなどの病原体は細胞の糖鎖を見分けて感染することや、病気になると糖鎖が変わることも知られています。このような特徴から、「糖鎖は抗体などの医薬品の働きに大きく関与すると考えられる一方で、構造が複雑で一定していないため、解析や制御が難しいのです。」

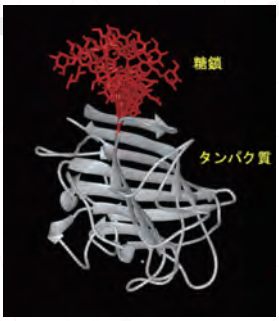


図1
タンパク質が纏（まと）う糖鎖はさまざまな機能を生み出す。

そこで、加藤教授らは糖鎖の端に金属イオンを目印として付け、分子科学研究所にある核磁気共鳴装置などの最先端機器で観察し、その結果をコンピューターで分析する方法を開発して、糖鎖のかたちと動きを解析しました※。この方法を用い、糖鎖の構造を改変してタンパク質への親和性をより高める研究にも取り組んでいます。

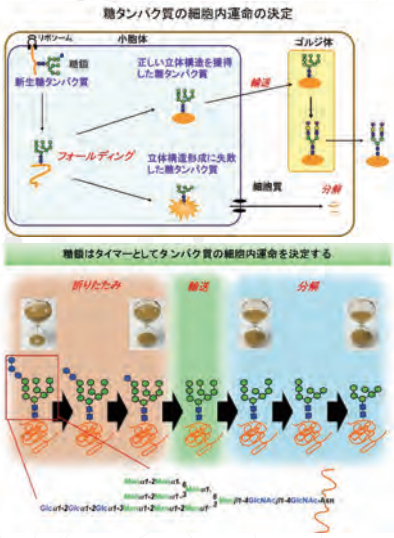


図2
細胞の中のリボソームから小胞体に生み出されたタンパク質は糖鎖を身に纏（まと）い、正しいかたちに折りたたまれる。その後、ゴルジ体での糖鎖の衣替えを経て、細胞の外に運び出される（上図）。小胞体で生まれたばかりのタンパク質が身につける糖鎖はマンノース（緑）とグルコース（青）を含む3本の枝を持ち、それらの枝が刈り込まれていく（下図）。この過程でタンパク質の折りたたみ、輸送、分解という運命が決まる。その際、糖鎖はまさにタイマーのような役割を果たす。

また、DNAの情報に基づいてタンパク質が合成されるとき、糖鎖がその品質管理において重要な機能を果たしていることを明らかにしました（図2）。小胞体では生まれたばかりのタンパク質に付けられた糖鎖を認識するタンパク質（レクチン）が作用して、糖鎖を目印に細胞の中でのタンパク質のかたち作りや運搬が行われています。立体構造の形成がうまくできなかった場合にも糖鎖が目印となって分解に導くことがわかったのです。かたちが整ったタンパク質は小胞体からゴルジ体に輸送されます。ゴルジ体ではタンパク質はさまざまな糖転移酵素によって多様な糖鎖を纏（まと）うようになり、その後、細胞の外に出てさまざまな機能を発揮します。加藤教授らは、今、この糖鎖修飾がゴルジ体内でどのように制御されているかを調べているところです（図3）。

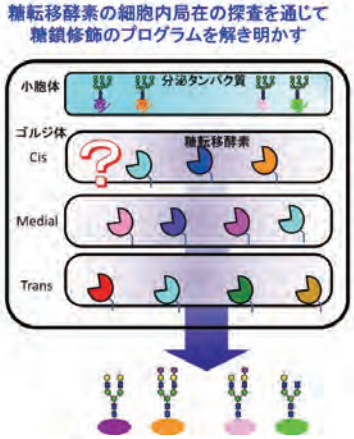


図3
小胞体からゴルジ体に出荷されたタンパク質はゴルジ体の中で糖転移酵素の働きで、多様な糖鎖の構造を獲得する。ゴルジ体は1つの袋ではなく、少なくとも3つの部屋に分かれていると考えられている。加藤教授らは糖鎖修飾がゴルジ体内でどのように制御されているのかそのメカニズムを調べているところです。

※https://kato-group.ims.ac.jp/kenkyu/#01torui

◆分子科学を基盤に「生きているとは何か?」を探究する

加藤教授は自然科学研究機構 生命創成探究センター（ExCELLS）のセンター長の職務を担うとともに、極限環境で活動する生命体を調べる研究にも携わっています。例えば、「クマムシは乾燥すると生命活動を停止した状態になり、水を与えるとまた活動します。あたかも物質と生命体の間を行き来しているようです。また、深い海の底での生命の営みにも糖鎖が関わっています」と加藤教授。

「DNA、タンパク質、糖鎖の構造がわかっても、それらの部品を混ぜるだけでは生命になりません。生命体を構成するパーツ間に隠された情報を読み、それを制御しないと生命はわからない」として、ExCELLSでは人工細胞の創成を目指す研究やコンピューターの中での生命体のシミュレーションなども行います。「生きているとは何か?」この大きな問いに向けて、加藤教授は研究を続けています。

（取材・構成　サイエンスライター　小島あゆみ）

加藤晃一教授からのメッセージ

高校生のときは文系の科目が得意で、だからこそ大学ではあえて理系を学ぼうと決めました。生命に興味があり、かつ応用範囲が広そうな薬学を選び、そのまま研究者になりました。研究ではさまざまな分野の魅力的な人たちに出会えるのが醍醐味です。現在では生命科学は、映画制作のように1つのプロジェクトに多くの専門家が関わるようになっています。研究者としてのあり方は、映画制作の中で企画か監督か撮影かなど、どんな役割を果たしたいかを考えることに似ています。みなさんも興味のあることに出会って、その中で自分の役割を見つけ、続けられるといいですね。

発行／自然科学研究機構（基礎生物学研究所、生理学研究所、分子科学研究所）

バックナンバーはこちら ▶▶▶▶▶ http://www.orion.ac.jp/pbl/okazaki/

広報誌「OKAZAKI」に対する御意見等は、
手紙、ファクシミリ、電子メールでお寄せください。

〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38
自然科学研究機構岡崎統合事務センター 総務部総務課企画評価係
TEL 0564-55-7123·7125 FAX 0564-55-7119
E-mail r7123@orion.ac.jp

本誌の一部または全部を無断で複写、複製、転載することは法律で定められた場合を除き、著作権の侵害となります。

古紙パルプ配合再生紙使用

OKAZAKI編集委員
基礎生物学研究所 倉田 智子
生理学研究所 西尾亜希子（編集委員長）
分子科学研究所 片柳 英樹

印刷 株式会社 イヅミ

Homepage Address

自然科学研究機構	https://www.nins.jp/
基礎生物学研究所	https://www.nibb.ac.jp/
生理学研究所	https://www.nips.ac.jp/
分子科学研究所	https://www.ims.ac.jp/