



かずさDNA研究所ニュースレター

第32号

2010年8月5日



「かずさの森DNA教室」となっており、当研究所の夏の恒例の行事である、千葉県教育庁主催の夏休みサイエンススクール（小学生と保護者が対象）の開催風景：フグの白子からのDNA抽出実験（左）と頬の粘膜細胞の採取・観察（上）



研究所からのお知らせ

* かずさの森のDNA教室を開催しました

2010年7月26日（月）と29日（木）の二日間、PCR法を使って疑似的なDNA鑑定を体験することを中心に、本年度の「かずさの森のDNA教室」を開催しました。木更津、君津、富津、袖ヶ浦の各市内の中高校生、合わせて25名の皆さんが参加し、慣れない手つきでマイクロピペットを扱ってPCR反応を行い、その後増幅したDNAを電気泳動によって分離する作業に取り組みました。電気泳動後に染色し、紫外線を照射して分離されたDNAを観察し、結果を検討しました。うまくDNA鑑定を体験できたでしょうか？

多くの受講生が比較的よい結果を得ていたようです。



* 千葉県立現代産業科学館で講演を行いました

7月13日（火）～25日（日）の期間中、市川市にある千葉県立現代産業科学館において、同館の展示・運営協力会の主催により、「最先端テクノロジーに触れてみよう」という展示会が開かれました。この展示会の開催期間中、毎年協力会を構成する機関が持ち回りで担当して講演を行なっておりますが、本年度は当研究所が担当することとなり、7月23日（金）に、磯野克己常務理事が「DNA研究と私たちの生活」という講演を行ないました。講演会には協力会の構成員の他、高校生を含む一般の来館者約60名の方が参加され、終了後の質疑応答では、「ゲノムの大きさは生物種によって決まっているということだが、個体によって大きさが変動することはないのか」とか、「組換えDNA技術によって作られた作物の安全性ということが問題にされるが、何が学問的な問題なのか」などの質問が出されました。

講演会の終了後、各展示の説明会が開かれました。その中で、千葉大学の理数教育に対する複数の取り組みの報告が印象的でした。



財団法人 かずさDNA研究所 <http://www.kazusa.or.jp/>

〒292-0818 千葉県木更津市かずさ鎌足2-6-7 TEL : 0438-52-3956 FAX : 0438-52-3901



前回述べた「生化学的突然変異」という語の意味やなぜそれが重要なかがよくわからないというご意見をいただきました。生化学とは生物体内でいろいろな物質を作り出す化学反応を解析する学問です。私たちはいろいろな食物を食べ、それを消化してエネルギーを得たり栄養素を吸収して生命活動に必要な化合物を合成していますが、その過程で起こるのが生化学反応です。したがって、「生化学的突然変異」とは、特定の生化学反応がうまくいかなかった突然変異ということになります。例えば、アミノ酸やビタミンの合成ができなくなった突然変異などです。当時の遺伝学では、花の色とか種の形などといった目に見える性質が解析の対象だったのですが、それでは遺伝子を物質的に捉えることが困難です。それを打ち破るきっかけを作ったのが、生化学突然変異の解析から導かれた「一遺伝子一酵素仮説」という考え方だと言えます。

こうして、「それぞれの遺伝子は細胞内でいろいろな物質の合成反応に携わっている酵素タンパク質を作り出す役割を果たしている」という考えが受け入れられるようになりました。しかし、これで直ちに遺伝子の働きが物質的に解明された訳ではありません。そこに至るにはなお長い道のりが必要でした。そしてそれには、キロシヨウジョウバエやアカパンカビなどの「モデル生物」に加えて、ヒトを含むほ乳類の大腸に寄生して生育している大腸菌と、大腸菌に感染するバクテリオファージと呼ばれるウィルスの果たした役割について触れなければなりません。

第4回の物語でエイヴェリーの行なった肺炎双球菌という細菌の研究について紹介した折に述べましたように、すでに1940年代には、「遺伝という現象はあらゆる生物に普遍的なものであり、もっとも下等とされる細菌でも遺伝の仕組みは基本的に同じである」と考える研究者が存在しました。前回述べたテータムの弟子であるレーダーバーグ (Joshua Lederberg) もその一人でした。19世紀末からその当時までに、フランスのパスツール (Louis Pasteur) やドイツのコッホ (Heinrich Hermann Robert Koch) らによって行われてきた多くの研究により細菌についての知識は深められていましたが、細菌の研究が医学と密接な関係をもって発展したため、細菌は基礎生物学の研究材料として用いられることはほとんどありませんでした。

レーダーバーグは自分自身の研究の指導者であり、細菌の栄養素に関する研究経験をもつテータムと協力して、アカパンカビよりもさらに体制が簡単に培養しやすい細菌を材料として遺伝学の研究を開始することを考えていました。その材料として彼らを選択したのがK-12株という大腸菌でした。この大腸菌株は1922年にスタン

フォード大学で分離されて保管されていたもので、当時テータムがX線による突然変異の誘導を調べるために用いていたものでした。レーダーバーグはテータムとともに、アカパンカビの場合と同じような方法で、特定の栄養素が培地になれば生育することのできない突然変異株を分離するとともに、二種類のそれぞれ異なる栄養素がなければ生育できない株を混合すると、その中で「遺伝的組換え」が起こり、どちらの栄養素がなくても生育できる株が生じてくるということを発見しました。第二次大戦直後の1946年のことです。

この大腸菌に遺伝的組み換えが起こるという発見は他の研究者を刺激し、やがて分子生物学の発展を導く細菌遺伝学の基礎となりました。そして、遺伝的組換えはFと名付けられた因子の作用で起こるもので、F因子をも

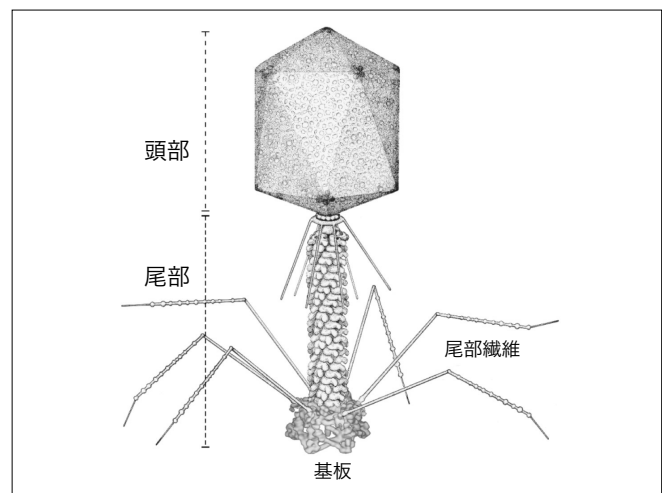


図1 T4ファージ：大腸菌に感染するウィルス的一种であり、大腸菌に吸着すると頭部に詰め込まれているDNAは基板から大腸菌細胞内へ注入される。(Eiserling, 1983を改変)

つF⁺菌とF因子をもたないF⁻菌の間で稀に起こる「接合」により、前者から後者へと遺伝子が移行することで生ずること、また、F因子の存在状態は大腸菌の細胞内で染色体とは独立した状態と染色体に組み込まれた状態があり、後者はHfrと呼ばれる高頻度に遺伝的組換えを起こす状態であることも明らかになりました。

こうして大腸菌K-12株がその後の遺伝学の発展の鍵となる重要な実験生物として登場したのですが、このことは歴史的に非常に幸運なことだったと言えます。大腸菌K-12株は非常に簡単な組成の培地で生育させることができ、最短20分で分裂増殖をくり返します。しかも、染色体上に組み込まれた状態でも存在し得るラムダファージと呼ばれるウィルスをもっており、また、それ以外にもT型ファージ(図1)と呼ばれるウィルスが発見され、それらについての研究から、ファージが感染する際にはDNAのみが大腸菌に注入されて子ファージができることもわかりました。このことはDNAが遺伝物質であることを再確認する結果になるとともに、バクテリオファージがモデル生物となる道を開いたのです。



研究最前線

タイからこんにちは

ゲノムバイテク研究室



私は、サワンニー・
ステーウォーラポン

(Sawanee Sutheeworapong) と言います。日本政府の奨学金でタイから5年間の予定で日本に来ており、今年で3年目です。現在は、東京工業大学大学院生命理工学研究科の国際大学院プログラムによって、博士の学位を取得することを目指しています。かずさDNA研究所には、5月半ばから8月末までの間、インターンシップ制度を利用して植物のメタボローム研究を学ぶためにやってまいりました。

私はバンコクにあるマヒドン大学の理学部数学科を卒業しました。マヒドン大学は王族御用達のシリラート病院などの4つの附属病院を持つ大学です。もともとはシリラート病院内に設置されたタイ初の医学学校から始まり、1943年に総合大学になりました。日本のガイドブックにはシリラート病院にある「死体博物館」が載っています。私は自分の数学の知識を企業などの現場で活かす方法の模索中に、タイで最初の生物情報科学のプログラムの2期生として参加しました。このプログラムには、化学、微生物学、生物学、エンジニア、数学など様々な分野からの学生がおり、彼らから多くのアイデアを得ることができました。

私の主なプロジェクトは、デンプンの生合成に関わるマイクロアレイデータの解析です。タイで流通しているデンプンのほとんどは、キャッ

サバから得られます。他にも、生分解性プラスチック、食品など多くのものがキャッサバから作られています。したがって、タイではより効率よくデンプンを生産するキャッサバを作ることが求められています。私は、過去に行なわれた実験で得られたマイクロアレイデータを解析し、デンプン生産を上げるために必要な遺伝子の予測を行なおうと考えています。

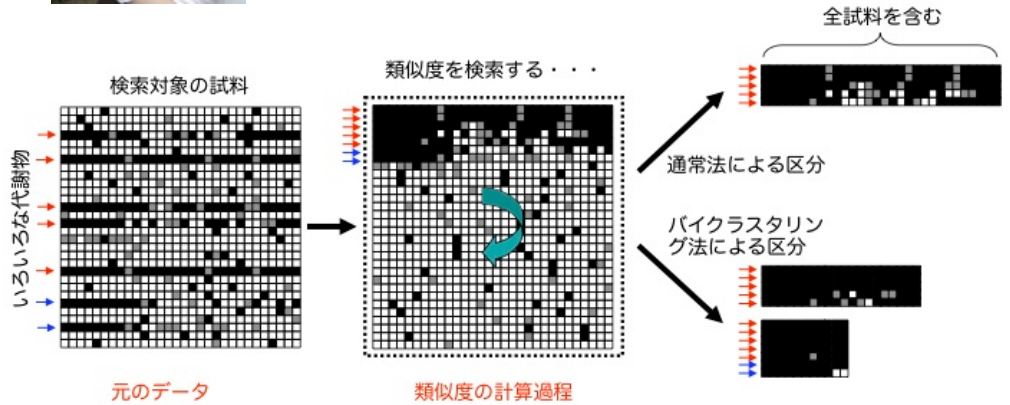


図1：バイクラスタリング法と通常法による代謝物のグループ分け

代謝物の量を3段階の濃淡で表示してあります。代謝物とそれらを含む試料をグループ分けするに当たって、バイクラスタリング法では試料を適宜除去して類似度を計算しますので、特定の代謝物はやや性質の異なる複数のグループにグループ分けされることになります(中央の図の「曲がった青い矢印」はくり返して類似度を計算することを示します)。

今月のキーワード

～「研究最前線」にでてきた言葉の解説～

クラスタリング：クラスターとはブドウの房のように沢山の要素が互いに有機的に関連して集まったものことであり、クラスタリングとは得られたデータの示す各種の属性に基づいて、データを有機的なグループに分けていくことを指します。データのもつどの属性をどのように捉えてグループ分けしていくかによって、どのようなクラスターができてくるかが変わります。植物の代謝産物の膨大なデータを優れた方法でクラスタリングを行えば、実験で得られたデータがよりよく活用できることとなりますし、また未知の代謝産物の働きの推定が容易になると考えられます。

アルゴリズム：優れたコンピューターソフトを開発するためには、そのコンピューターを構成するハードウェア(その心臓部にCPUやメモリーがあります)を有効に活用する必要があります。そのためには、対象となるソフトの行なう計算手順を論理的に検討し、もっとも無駄が少なく高速で安定して働くようにしなければなりません。そのような論理手順をアルゴリズムと呼びます。

デンプン：植物は葉の細胞中の葉緑体で、太陽のエネルギーを利用した光合成により、水と炭酸ガスを重合させてグルコースなどの糖を作ることはよく知られています。作られた糖は根や果実等の組織に運ばれ、それらの細胞に含まれる特殊な構造体の中で、グルコースが沢山つながったデンプンに合成されます。デンプンはグルコースがほぼ真っ直ぐに結合してできたアミロースと、いろいろな程度に枝分かれしたアミロペクチンが混じってできています。

私は現在、遺伝子発現の解析で用いるコンピューターソフトの基本となるアルゴリズム(論理手順)の開発を行なっています。そのために、特定の発現様式をもつ遺伝子の分類解析と、遺伝子発現の実験条件等を同時に並行して分類・解析する「バイクラスタリング法」と呼ばれる方法を用いて解析するための方法の開発を進めています。この方法では、遺伝子を複数の軸で評価してグループ化して解析しますので、これまでの遺伝子のグループ分けでは得られなかった新しいグループとその特性が見えてきます。特定の条件下で発現する遺伝子と発現条件をいくつかの互いに重複するグループに分けて解析してデータをまとめることにより、将来、いろいろな植物の代謝物のデータ解析によりよく対応できるようにすることが期待できます。植物の代謝物データは非常に複雑で膨大ですが、私としては、かずさDNA研究所における研究で、かずさDNA研究所で長年蓄積されてきた代謝物解析のデー

タを「バイクラスタリング法」で解析することにより、デンプンの生合成に関わる遺伝子のデータ解析を進展させることに意欲を燃やしています。この研究は「バイクラスタリング法」を代謝物の解析に応用する最初の例になります。特定の代謝物の生成にかかわる遺伝子は協調して発現しているはずですから、それらの遺伝子とその発現条件が複数の視点から分類できれば、将来機能のわからない代謝物の働きを解析するための有力な手がかりが得られる筈です。

私は、現在のプロジェクトが成功して東京工業大学で学位を修得することができたら、その後はタイに戻って研究者になる予定です。そして将来、タイに利益をもたらすようなプロジェクトに加わりたいと思っています。私の最終的な目標は、環境を破壊することのない社会を作ることです【この稿の作成には鈴木・荒両研究員のご協力を得ました】。

ゲノムの大きさの進化と性

線虫は地球上のいろいろな場所に生息しているさまざまな大きさの生物群の総称です。寄生性のものは病気の原因にもなることから古くから研究されてきましたし、一方 *Caenorhabditis elegans* という線虫(Ceと略)は実験室での研究の対象とされてきました。Ceは個体の透明度が高く、微分干渉顕微鏡を用いることで、生きたまま細胞の様子を観察することができます。1983年には、発生過程の詳細な追跡と観察により、約1,000個の細胞のそれぞれの細胞の由来を示す「細胞系譜」が明らかにされています。Ceのゲノムの大きさは約10億塩基対であり、1998年に多細胞生物として最初にそのゲノムが解読されました。

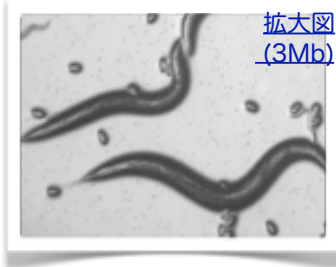
Ceには単個体で子孫を残すことができる雌雄同体(XX型)と、雄(XO型)の2つの性があります。雄は精子と卵をつくる減数分裂の過

程で、X染色体がうまく分配されなかった配偶子の中から生まれてきます。

栄養がたくさんある状態では、雌雄同体の個体が単為生殖で子孫を残しますが、栄養状態が悪くなると、雌雄同体と雄が交尾して卵を産みます。その卵から生まれる個体の約半分は雄になります。

スイスの研究者グループは、遺伝子の働きを調べる目的で、CeのゲノムDNAに特定の遺伝子の配列を加えたり、除去したりする実験をしている中で奇妙な現象に気づきました。つまり、10万塩基以上の長さの染色体部分を一方の染色体から除くと、短くなった方の染色体が雄の子孫に優先的に受け渡されるという現象です。

Ceで染色体の長さが違った時に偏った分離をする仕組みはまだわかりませんが、近縁の線虫には雌雄同体でない種類もあり、それらのゲノムの大きさは13億塩基対以上あります。同グループの研究者は、Ceが進化の過程で雌雄同体の交配システムを獲得したこととゲノムの大きさの間にはなんらかの相関があると考えています。



<今月の花>

ナツエビネ(ラン科)
Calanthe reflexa Maxim
(2009年8月13日撮影)

春に咲くエビネの近縁種であるが、エビネと違って真夏に咲くランであり、絶滅危惧種でめったにお目にかかれない。たまたまある山の奥で数株を見つけ、片道数キロの道を何度も通つてようやく撮影することができた。