



生命科学に活躍する海洋生物と臨海実験所

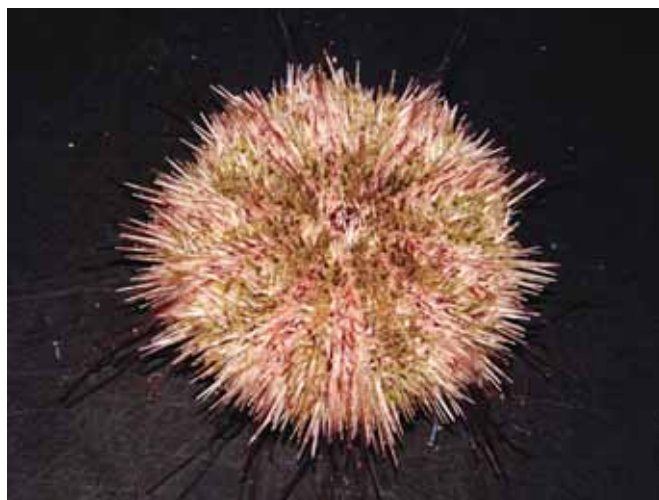
赤坂 甲治（臨海実験所 教授）

附属臨海実験所（通称三崎臨海実験所）がある神奈川県三浦には、世界でも稀な豊かな生物相をもつ海がある。三浦の海には、太平洋から黒潮が流れ込み、東京湾から流れ出す人間活動がもたらす栄養塩類がほどよく混じり合う。その結果、きれいな海に、動物の栄養源となる植物プランクトンが豊富に生産される。また、複雑な地形が多様な環境を形成しているため、それぞれの環境に適応するさまざまな生物種が生息する。128年前、1886年（明治19年）に臨海実験所が創設されて以来、多くの新種が記載され、これまでに採集された生物は動物だけでも約900種になる。多様な海洋生物は、分類学や、多様性を生み出した進化の研究に貢献してきた。近年は、細胞生物学や分子生物学の進歩に伴い、海洋生物は先端生命科学にも大きく貢献している。多様な生物の中から、実験に適した特徴をもつ動物を選び出して研究すれば、効率よく成果が得られるからである。たとえば、光るタンパク質 GFP はクラゲ、記憶のメカニズムはアメフラ

シ、細胞周期を調節するサイクリンはウニ、神経伝達機構はイカ、食細胞（白血球）はヒトデを用いて研究が行われた。これらの動物はノーベル賞受賞に貢献している。

私自身も30年ほど前に、動物の発生過程における

遺伝子発現調節の実験に、ウニが適切であると判断した（図1）。当時は、動物の遺伝子の研究はほとんどなく、特定の遺伝子を得るためには、タンパク質を精製し、アミノ酸配列を決定し、塩基配列を予測する必要があった。ウニを用いれば、胚を大量に得られるため、目的が達成できる。やがて、発生時期・組織特異的に発現する ARS 遺伝子の単離に成功した。これをモデルとして研究を行い、「遺伝子調



■ 図1：パフンウニ

節ネットワーク」の研究に貢献することができた。また、リソソーム酵素とされていた ARS は、ウニでは細胞外マトリックスの構成要素であることを明らかにし、マウスやヒトでも同様であることを示すことができた。ARS 変異による遺伝病のムコ多糖症は、有効な治療法がなく、不治の病とされているが、細胞外マトリックスとして ARS をとらえることにより治療法の糸口が見えてきている。当臨海実験所の教員6名は、現在、ウニ、ナメクジウオ、ホヤ、ナマコ、フグ、ウミシダを実験動物として用い、研究を展開している。次は、どの生物の特徴に注目して、生命のしくみの謎を解くのだろうか。理学部生物学科では、磯や干潟、海底から、さまざまな生物を採集して、約一週間かけて観察・スケッチする実習が行われている（図2）。三崎臨海実験所で採集できる多様な生物をじっくり観察するところから始め、生命科学に貢献する研究に発展させることができるよう、学生たちに期待したい。



■ 図2：磯での採集



はやぶさサンプル —小惑星イトカワの砂粒—

長尾 敬介（地殻化学実験施設 教授）

地質学においては、その辺に転がっている素性のはっきりしない岩石を研究試料として用いることは、厳しく戒められているのである。空から落ちてきた石を用いて太陽系の成り立ちを調べるのは、まさに転石研究である。隕石落下中の写真に基づいた軌道解析から遠日点が小惑星帯にあることや、いくつかの隕石グループに似た反射スペクトルをもつ小惑星が存在することも分かっているが、小惑星と隕石を結びつける確実な証拠はなかった。JAXA(宇宙航空研究開発機構)探査機はやぶさが持ち帰ったイトカワの岩石粒は、隕石と小惑星とを直接比較検討して転石研究を卒業できる可能性がある最初のサンプルであった。はやぶさサンプルのもうひとつの重要な点は、採集カプセルに守られて地球大気と接触せず高温も経験していないために、大気の無い小惑星表面にあって太陽系空間に直接接していた状態を保存したことである。

初期分析を行う国内の研究チームは、データを秘された模擬試料の分析コンペティションを経て、はやぶさ打ち上げ前の2002年にはほぼ決まっていた。東京大学では、われわれ希ガス分析グループが唯一のチームメンバーであった。はやぶさの帰還はトラブルの連続だったので、一時はほとんどあきらめかけた。2010年6月13日、オーストラリアへ

の完璧な帰還をインターネットで見たときには、この貴重なサンプルの分析が現実になることに対する恐れを感じた。さまざまなサイズの試料に対応した分析を想定して、非破壊分析から破壊分析への効率的な分析をチームで検討して備えていたが、実際のサイズはまさに「想定外」の小ささであったため

計画通りには進まなかった。われわれが行った希ガス同位体分析では、大気希ガスの汚染を避けるために特別な工夫をしたサンプル容器を急遽設計製作した。宇宙科学研究所のキュレーション施設に設置されたグローブボックス内で、中村智樹氏(現東北大学)が40-60マイクロメートルの大きさのサンプル3個を、静電マニピレーターを使ってほぼ1日かけてわれわれのサンプル容器に移した。

サンプルの輸送は2人以上で行い、飛行機や自家用車は使わないなどの制限があった。相模原の宇宙科学研究所から兵庫県のSPring-8(大型放射光施設)を経て九州大学に行き、その後また北海道大学まで列車を乗り継いだ人たちもいる。

われわれはカメラ用アルミトランクに入れたサンプル容器を、JR一小田急一千代田線経由で運んだが、宇宙研玄関で撮ったトランクをもった写真のある講演会で紹介した後にお咎めを受けた。どのような方法で運んでいるかを外部に漏らしてはならない、という守秘違反であった。

分析は、10年前にコンペティションに参加したメンバーを



図2：第2回国際公募研究で配分されたはやぶさ粒子の分析中に、モニターに映されるレーザー加熱を観察している様子。

集めて2011年2月初めに行った。図1のヘリウム(^3He)質量スペクトルを見た瞬間には歓声を上げた。太陽風起源ヘリウムの存在を明瞭に示しており、紛れもなくイトカワ表面にいて太陽を直接見ていた粒子であることを証明したのである。2011年3月に米国ヒューストンで開かれた国際会議LPSC(月・惑星科学会議)に先だって1月初めにアブストラクトを投稿した時には、分析試料の配布前だったので初期分析チームの誰も分析データをもっていなかった。3月10日(現地時間)に初めて成果を世界に公表したはやぶさ特別セッションが成功裏に終わり、お祝いの夕食会を開いた。その夜に東北地方の大震災を知ったショックは忘れられない。分析の詳細は地殻化学実験施設ホームページにある、「はやぶさが持ち帰った小惑星の微粒子を分析—希ガス同位体分析からわかったこと—」を参照願いたい。

その後、2012年と2013年の2度の国際公募研究でそれぞれ2個と3個のサンプル配分を受け、合計8個の粒子がわれわれの実験室で希ガス分析のために消滅した。用いた希ガス専用質量分析装置は、もっているノウハウのすべてを注ぎ込んでつくり、15年かけて育て上げてきたものである。

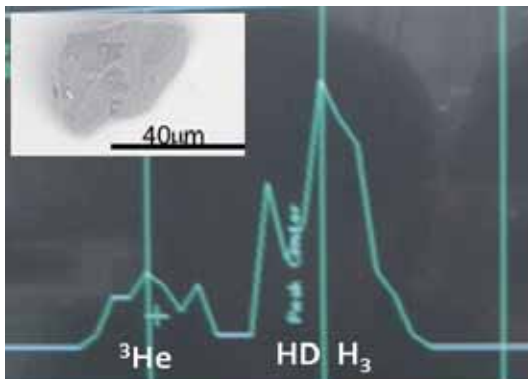


図1：はやぶさ粒子RA-QD02-0053から、200℃の加熱で抽出されたヘリウムの同位体 ^3He の質量スペクトル。左上の電子顕微鏡写真はJAXA宇宙研提供。