

2015 年 4 月 2 日

第 88 回日本細菌学会総会シンポジウム
「再構築から明らかにする微生物のメカニズム」報告記

柏崎 隼（学習院大）、寺島浩行（大阪大）

平成 26 年 3 月 26 日から 3 日間にわたり、第 88 回日本細菌学会総会が開催されました。場所は岐阜の長良川国際会議場で、鶺鴒^{注1}で有名な長良川のほとりにある立派な会議場です。初日の午前中に、領域共催のシンポジウム「再構築から明らかにする微生物のメカニズム」が開かれました。コンビーナー^{注2}はデューク大学の大澤正輝さんと学習院大学の柏崎でした。真のオーガナイザーである宮田領域代表からの挨拶に始まり、「再構成」というキーワードのもと、細菌の収縮環（Z-ring）（大澤）、分裂酵母の収縮環（柏崎）、細菌べん毛の III 型分泌装置（寺島）、人工小胞内での高分子の振る舞い（滝口）、モータータンパク質と細胞骨格を利用したアクチュエータ（平塚）といった多彩な講演が行われました。講演者はすべて会員外で、細菌を用いた研究の方が少数派ということもあり、細菌学会の皆さんにどれだけ興味を持ってもらえるか、手腕が問われます。会場は終始和やかなムードで、議論も活発に行われました。



シンポジウム終了後に記念撮影

（左より宮田代表、平塚さん、寺島、滝口さん、柏崎、大澤さん）

細菌学会は思ったよりも堅苦しさ^{注3}は少なく、ポスター発表も非常に盛況でアクティビティの高い学会だと思いました。夕方にはお酒が振る舞われ^{注4}、しばし楽しんだ後、岐阜駅近くの居酒屋で情報交換会が行われました。こちらも大変に盛り上がりました。



シンポジウム当日の夜に開かれた情報交換会の様子

以下に各講演についての感想を述べさせていただきます。

1. 「Reconstitution of contractile ring for bacterial division」

大澤正輝 (Duke Univ.)

最初の演者であるデューク大学の大澤正輝さんからは、初めに再構成についてのジェネラルな内容の話をいただきました。ある現象について、その構成因子を同定し、機能を調べていくことでその仕組みを明らかにするという方向の研究に対して、いくつかの構成因子からなるシンプルな系で現象の再構成を目指すことで多くの知見が得られるということです。大澤さんは細菌の細胞分裂の際に分裂面に形成される FtsZ (真核生物チューブリンに構造が類似する) のリング、Z-ring の再構成に成功されています。リポソーム作製に失敗した際にみられた多層の脂質膜からなるチューブに FtsZ がリングを作っていることを偶然発見されたそうです。後で聞いた話では、この時はかなり追い詰められていたそうで、このよくわからない現象を最適化するか、無視するか、迷ったそうです。人間追い詰められると何かが出てくるものだ、と言われていました。Z-ring 収縮の仕組みは、重合した FtsZ フィラメントには最も安定となる曲率があり、内側に曲がる力によって細胞膜が引っ張られるというものでした。実際に、膜結合モジュールをつける位置を内外逆転させると、収縮が起こらなくなるという面白い実験もありました。リポソームを収縮環で分裂させるというのは筆者(柏崎)も常々やりたいと思っています。今回直接お話を聞くことができ良かったです。

2. 「*in vitro* で探る分裂酵母の収縮環が縮む仕組み」 柏崎 隼 (学習院大)

二人目は学習院大学の柏崎で、分裂酵母の収縮環についての発表を行いました。筆者(柏崎)は他の演者の方々は精製タンパク質を用いた再構成について話されると思い、自分は生き物から構造体をとってきて *in vitro* で調べる方法だから他の演者の方々とは違うかもしれない、と言いましたが、結局すぐ後の寺島さんも同じ「とってくる派」だったので完全に思惑がはずれました。分裂酵母はアクチンとミオシンを主成分とする収縮環を形成します。収縮環をもつ細胞の細胞膜を界面活性剤で破壊し、細胞質をなくしたゴースト細胞を用いて収縮環の *in vitro* での収縮に成功したという内容です。少し説明不足だったかもしれませんが、たくさん議論ができてありがたかったです。収縮環が安定にとれてくることは不思議なことだと言われましたが、深く考えずに極端なことをやってみたら案外うまくいくかもしれません。

細菌学会で酵母の発表をするのはどうなのかと思いましたが、科研費の細目表には「細菌学 (含真菌学)」とあるのでそんなに外れていないのかもしれませんが、むしろヒゲでロン毛でジーンズで発表した事のほうが細菌学会には合わなかったかもしれません。とにかくこのような機会を与えてもらえたことは感謝致します。

3. 「細菌べん毛の III 型分泌装置の再構築」 寺島浩行 (大阪大)

三番目の演者である大阪大学の寺島は、反転膜小胞を用いた細菌べん毛のIII型分泌装置の*in vitro*輸送測定系を構築し、その解析から明らかとなったIII型分泌装置のエネルギー利用について発表しました。

III型分泌装置は、細菌べん毛の構築やニードル複合体の病原因子(エフェクター)の宿主細胞への直接注入に働く超分子複合体です。筆者(寺島)は、サルモネラから反転膜小胞を作成し、*in vitro*での基質タンパク質輸送実験を行い、III型分泌装置がプロトン駆動力だけでなくATP加水分解エネルギーでも基質輸送が可能なデュアルフューエル型タンパク質輸送体であることを見出しました。

筆者(寺島)は、シンポジウムでの招待講演が初めてということで、大変緊張しました^{注5}。質疑応答では、イオン透過やエネルギー変換に関する質問があり、自分の勉強不足を感じました。まだまだ不明な点が多いIII型分泌装置のエネルギー共役について今後更に解析していきたいです。

4. 「細胞サイズの閉空間内部に再構成された生体由来の高分子」

滝口金吾 (名古屋大)

四番目の演者である名古屋大学の滝口金吾さんは、FアクチンとT4-DNAをリポソーム様の液滴に封入した時に起きる、閉空間での高分子の振る舞いについて発表されました。

近年、細胞質だけでなく核内にもFアクチンが局在することがあきらかとなってきました。核内という狭い空間にFアクチンとDNAが混在することがどのような意味があるのか、脂質で覆われた液滴中にFアクチンとT4DNAを封入し、その挙動について物理化学的力学的な解析をされました。Fアクチン、DNA単独では、液滴中で分散しますが、混在している時、Fアクチン濃度上昇に応じてDNAが膜側に押し付けられるように局在し、更にFアクチンとDNAが束状に共局在しました。このような現象はそれぞれの曲げ弾性エネルギーがDNAよりFアクチンで 10^3 - 10^4 大きい(硬い)ために起きるのだろうとのことでした。

普段、生物学的な観点から表現型を見て、機能について議論することの多い生物学者にとっては、新しい視点を与えてくれた発表であったと思いました。生物もまた物質でできているのですから、それぞれの物理化学的な特性からも機能について議論することの重要性を感じました。

5. 「モータータンパク質によって自己組織し駆動する

筋肉繊維型アクチュエータ」 平塚祐一（北陸先端大）

五番目の演者である北陸先端大学の平塚祐一さんは、微細加工で作成したチャンバー内でモータータンパク質を様々に再構成し、おもしろい分子機械を作成されていました。

一番目のトピックでは、保護色機能を持つ光学素子のお話でした。チャンバーアレイに放射状に微小管をつくらせ、蛍光標識したダイニンとケージドATPを使い、光を当てたところだけダイニンが微小管の中心に集まるようにしていました。これによって絵や字を書いていました。二番目のトピックは、微小管とカルモジュリン融合キネシンにEGTAを加えると、ストレスファイバー状の繊維を形成するというお話でした。ピラーを持つチャンバーで繊維を形成させると、ピラー間でつながった筋繊維様の収縮ファイバーを作るそうです。

理科好きの方々に大ヒット間違いなしの研究だと思いました。再構成によって、組織を模倣し分子機械を作成するというのは、子供心をくすぐる「おもちゃ」のようでした。実は筆者(寺島)は分子機械を作る研究に興味があり、またマイクロチャンバーを使ってべん毛などを再構成したいと思っていました。運動マシナリーの班員の方々もこういった手法を取り入れた研究を進めてみてはどうでしょうか。きっと面白い研究になると思います。

後書き

今回印象に残ったのは皆さんそれぞれが自分の発表は毛色が違う、というようなことを話されていたことです。どの程度違ったかは置いておいて、人と違うことをしたい、という気持ちが面白い研究につながるポイントかもしれないと思いました。(柏崎)

シンポジウムは大盛況のうちに終了しました。再構成から生物の機能に迫るというテーマは、大澤さんの発表のイントロダクションにもありましたが、還元的に細分化していくというこれまでの生物学と、それらを再構築していく合成生物学という2つの側面があると思います。このような分野の研究が、「運動マシナリー」を通じて広がり、新しい領域を切り開いていきたいものです。また、参加者の皆さんとの議論も活発で、非常にエンカレッジされたシンポジウムであったと思います。皆様、ありがとうございました。(寺島)

(注1) 鶺鴒のシーズンは5月から10月だそうです。26日夜の情報交換会で大澤正輝さんと話していたら、筆者と同じくバードウォッチングが趣味で、二人共同カメラ(Canon SX60 HS)を持ってきているという事実が発覚し、翌朝6時集合で大澤さんとバードウォッチングに出かけました。川には本場の鶺鴒(カワウ)がいました。他にはカワアイサ、ダイサギ、コサギ、セグロセキレイ、キセキレイ、ツグミ、イソヒヨドリ、ヒバリ、ツバメ、イワツバメなどが見られました。無関係な情報ですみません。(柏崎)

(注2) この呼び方はこの学会で初めて目にしました。コンビナートみたい、と思っていたら森 博幸さんからの報告記依頼メールにはおもいきりコンビナートと書いてあって吹き出しました。お許してください。(柏崎)

(注3) 学生時代に宮田代表の小林六造賞の一件を聞いていたこともあり、少し気にしてジャケットを着て行きました。この後に岡山大学で行われた日本農芸化学会大会に普段着で参加しましたが、企業が多いせいか周りはスーツを着た人ばかりでとても浮きました。(柏崎)

(注4) 岐阜ナイトと名付けられた、岐阜の地酒を試飲できる時間が設けられていました。名古屋出身にもかかわらず岐阜の地酒を飲んだ記憶がほとんどなかったのですが、辛口から甘口まで美味しいお酒がたくさんありました。特に、季節数量限定の中津川の地酒(名前は確か三千櫻)は、日本酒ではなくてお米ワインと呼べるような、果実酒のような口当たりでビックリしました。(寺島)

(注5) ちなみに寺島は、大阪から当日入りの関係で朝4時半起きでした。そのためテ

ンションが若干変であったことは否めません。できれば、午後のセッションが良かったです。(寺島)