

## 教育活動事例

# 文系大学の生物学教育における演劇的手法の可能性

飯島 明子<sup>\*</sup>

## Educational Activities

### Possibility of the Dramatic Technique in the Biology Education of Liberal Arts University

IIJIMA Akiko<sup>\*</sup>

## 1. はじめに

私立文系大学の学生の中には、高校で理系科目をほとんど学んでいない者が少なくない。そのためこれらの学生は自然科学についての知識が中学生レベルにとどまっており、原子、分子などの概念がない場合もある。

神田外語大学で私が「生物学」の講義を担当しはじめて今年で5年目である。この4年間私は、学習意欲はあるが基礎知識が足りない学生たちに対して代謝経路や遺伝子について理解させようと講義を工夫してきた。工夫の主たるものは手描きの図解入りプリントや市販品のDVD、手製の模型などであった。中でもDNAの紙模型は学生から好評で、作る前の年と比べて成績が

---

<sup>\*</sup> 神田外語大学イベロアメリカ言語学科 准教授。Associate Professor, Department of Spanish and Portuguese, Kanda University of International Studies.

おしなべて上昇した。しかし代謝、特に呼吸や光合成の電子伝達のような複雑な経路については教材になるような良い動画も少なく、模型を作るにしてもタンパク質や電子、水素イオンの動きを表現することが困難だった。

そこで動きがあることを逆に利用し、この反応について、学生が参加して体験できる演劇の形にしてみた。すると講義内容だけでは理解できなかった事柄を、学生たちはすぐに飲み込んだ。大学生への自然科学教育と演劇を融合させた事例は、私自身全く聞いたことがないが、手法として有効と思われるのでここに記録する。

## 2. 背景と方法

生物学における「呼吸」とは、有機物を分解して得たエネルギーによりアデノシン三リン酸(ATP)という高エネルギー分子を合成すること、と定義される。この ATP はエネルギーを蓄え、必要な場所で必要に応じてエネルギーを放出することのできる、蓄電式の乾電池のようなものである。エネルギーを放出するとき、ATP からリン酸が1つはずれてアデノシン二リン酸(ADP)になる。ADP にリン酸が1つ結合するときエネルギーが蓄えられ、ATP となる。

我々動物や植物のような真核生物(細胞の中に核やミトコンドリアなどが存在するタイプの生物)のほとんどは、呼吸するときに酸素を消費する「好気呼吸」をおこなう(酵母などは例外で、酸素がない場合には酸素を使わない「嫌気呼吸」をおこなう。酵母の嫌気呼吸のことを「アルコール発酵」とも呼ぶ)。好気呼吸は以下のように3つの段階を経て進む。1) 解糖、2) クエン酸回路、3) 電子伝達。うち、1) と 2) で少し ATP も合成されるが、同時にここで有機物が完全に分解され、高いエネルギーをもった水素原子が取り出される。この水素原子を用いて、3) の電子伝達で多量の ATP が合成される。

真核生物の場合、電子伝達は細胞内の特殊な小器官、ミトコンドリアで行われる。ミトコンドリアは元々自由生活をしていた好気性細菌であったが、我々真核生物の祖先が単細胞だった頃に共生するようになり、現在では細胞内小器官となっている。ミトコンドリアは二重の膜で仕切られた閉じた小器官である。電子伝達系を司る膜タンパク質（複合体Ⅰ、複合体Ⅲ、複合体Ⅳ）や電子の受容と供与に関わる分子（ユビキノン、チトクローム）、ATP 合成酵素は、この二重膜の内膜に存在し、内膜と外膜の間の膜間腔も重要な役割を担っている。

2012年5月から6月にかけて、まず上記について2回分、通常の講義をおこなったが、特に電子伝達についての学生たちの理解度は全般的に低く、学生にとってかなりハードルが高かったことがうかがえた。そこで、それぞれの膜タンパク質や水素イオン（プロトン）、酸素（O）、水素と結合するNADなどの分子を「登場人物」として、以下に掲載する脚本を書き、生物学ⅠA、ⅠBのクラスにおいて、学生に役割を割り振って「上演」した。最初に少し黙読する時間をとり、教室の前に舞台を設定して、台本を朗読する朗読劇の形でおこなった。

\*\*\* \*\*

## 生物学脚本 「電子伝達」

椅子などでリン脂質二重膜（ミトコンドリア内膜）を表現。手前側の広い部分がミトコンドリアのマトリックス。二重膜後ろ側のスペースは狭くしておき、膜間腔とする。

内膜の合間に、4人の人物。左から右へ、複合体Ⅰ、複合体Ⅲ、複合体Ⅳ、

ATP 合成酵素。複合体Ⅰと複合体Ⅲの間には、椅子の上に、「ユビキノン」と書かれた容器(紙皿)が置いてある。複合体Ⅲと複合体Ⅳの間には「チトクロームc」書かれた容器が置いてある。容器はそれぞれ、左が高く右が低くなるように置く。

複合体Ⅰ、複合体Ⅲ、複合体Ⅳ、ATP 合成酵素の4人は、最初、椅子に腰掛けて下を向き、じっとしている。

マトリックス側には水素イオン(プロトン)が4人、酸素(O)が1人、ランダムに床に座っている。

進行役以外の登場人物は、役名を書いた紙を胸と背中に貼っている(ゼッケンでも良い)。進行役は最初から立っている。

進行役：ナノ・ワールドへようこそ！今からお見せするのは、私たちの身体の中の1つ1つの細胞の中に無数に存在するミトコンドリア、そのミトコンドリアの中で日々刻々と起きている出来事です。この出来事は、「呼吸」の一部であります。私たちが吸い込んだ酸素(Oを手で示す)は、ここで使われます。(O、立ち上がって一礼する。再び座るまで見届けてから、)というより、酸素が使われるのはここだけ、なのです。細胞の他の場所では酸素は使いません。また、「呼吸」といっても活躍するのは酸素だけではありません。私たちが食べた栄養分、あるいは身体にたくわえている脂肪、これらを分解してエネルギーを得ることを「呼吸」といいますが、これからご紹介するのはその最終段階、「電子伝達」です。

と言っても、私にもこの「電子伝達」というのがどういうものなのか、まだちゃんと分かっていません。私が今いる場所は、なにになに、(図面を見る)ミトコンドリアの中の「マトリックス」という所なのだそう。ははあ、これが「内膜」か。(椅子の列をなでる。図面の文章を読み上げる。)  
「リン脂質が二重になり」うわ、確かに脂っぽいな(椅子をなでた手をハンカチでぬぐ

う)、「膜タンパク質が何種類も浮かんでいる」。(4 人をしげしげ観察し、うなづく。)'その向こう側が「膜間腔」、(そちらに入ってみながら)狭つくらしい隙間だなあ。で、その先が外膜、と。

(マトリックス側に戻り) 何人か登場人物がいるようですが・・・(ぐるっと見回す。酸素も含め、みなじっとして動かない)、まあいい、だんだんに自己紹介もしていただきますよう。

おや、あちらから誰か来たようです。

NAD、H の手を引いて登場。NAD と H は直接手をつないでいるのではなく、赤い大きいスポンジ (e) を両側で持って繋がっている。NAD は反対側の手にも赤いスポンジを持っている。

進行役：ようこそ、ミトコンドリアのマトリックスへおいで下さいました。  
まず自己紹介をお願いします。

NAD :あ、どーも。私はニコチンアミドアデニンジヌクレオチドと申します。

進行役：は？

NAD :ですから、ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド。

進行役：・・・すみません、もういっぺん。

NAD : (イライラしながら大声で) だから～、ニコチン、アミド、アデニン、ジ、ヌクレオチド！！

進行役：(愛想笑いしながら、申し訳なさそうに) すみません、あの、あだ名とかありませんか？

NAD : (ふてくされて) しょうがないなー、じゃ、NAD って呼んでください。

進行役：すみませんねえ。じゃ、NAD さん、誰と手をつないでいるんですか？

NAD : あ、これね。水素です。原子番号1番。元素記号はH。(H、いちいちうなずく) 今私は水素を運んでる途中なんで、正確に言えば私は NAD ではなくて NADH と呼ばれるべきですね。水素とは電子を共有していて、今は離れられない仲なんで。(赤いスポンジごと手を振ってみせる)

進行役：離れられない？ほんとですか！

NAD : 本当ですよ。(H、何度もうなずく)

進行役：ちょっと離してみえていいですか？

NAD : いいけど、あんたじゃ無理ですよ。(H、うなずく)

(進行役、赤いスポンジを握る NAD と H の指を引き離そうと力むが、全く引き離せない。)

進行役：本当だ。ってことはお二人はこれからずっと一緒に、NADH として生きて行く、ってことですか？

NAD : いやいやいや。私はミトコンドリアまで水素と電子を運ぶのが役割なんだから、ここで水素と離れて細胞質に帰って、また別の水素と電子を運ぶんですよ。これでも結構忙しいんでね。我々NADは人数が少ない割に仕事はいつもたっぷりあるんです。

進行役 : はあ、じゃここでこの水素とはお別れなんですね。

NAD : (あたりを見回しながら) このあたりに我々を切り離してくれる人がいるはずなんですがね。見かけませんでしたか？ 人っていつでも人間じゃないですよ。タンパク質なんだから。それもかなりでかい。

複合体I : (立ち上がる。どっしりと偉そうに) 私のことを呼んだかな？  
(進行役、驚く。Hは喜んで飛び跳ねる)

NAD : あっ、そちらにいらっしゃいましたか！ あなたの所まで水素と電子を持って行け、と言われておりまして。

進行役 : ちょ、ちょっと待った。まず自己紹介からお願いしますよ。

複合体I : 私か。私はNADH-キノン酸化還元酵素複合体だ。

進行役 : (観客に) またかい。(複合体Iに) すみません、もういっぺん。

複合体I : 聞き取れなかったのか？ 頭が悪いな。よく聞けよ。私は、NADH (NADと水素を指差す) -キノン (傍らの「ユビキノン」と書いてある容器を指差す) 酸化還元酵素複合体、だ。酸化還元というのはな、片方から電子を

取ってもう片方へわたす、という意味だ。

進行役：(頭をかかえながら) えーっと、っていうことは・・・。

複合体I：見ていれば分かる。ちょっと来い。(複合体I、NADとHを手招きする。二人は繋がったまま近づく。複合体I、赤いスポンジを握る二人の手に、自分の手を添え、ぐぐっと力を込める。二人の手がぱっと開き、スポンジは複合体Iの手に移る。NADの反対の手に握られていたスポンジも、複合体Iが力を込めて受け取る。複合体I、2つのスポンジをぐっと握りしめ、顔を伏せる。H、手早くゼッケンに「+」と書かれたシールをはりつけ、 $H^+$ になる。NADも「+」をつける。背中側は、進行役が貼ってあげる。)

$NAD^+$ ：(複合体Iに) 電子2個、確かにお届けしました！水素、じゃなかった、プロトンもよろしく！（手を振って立ち去る）

プロトン：(進行役に) ども。水素、あらためプロトンです。つまり電子を失った水素、ですね。水素イオンって呼んでくれても構いません。

複合体I：(握りしめていたスポンジをだんだん高く捧げ持って) うおおお  
お・・・！

進行役：ど、どうしたんですか！？

複合体I：電子を奪ったら、力がみなぎる！これは一発、働かねば！

進行役：え、働く！？ 何をするんです？？



複合体Ⅰ：私が働くと言ったら、やることは1つしかない！ プロトン、こっちに來い！

プロトン：はいはい。

（複合体Ⅰ、プロトンの手をつかんで引き寄せ、膜間腔に押し込む。戻りながらスポンジを2個とも「ユビキノン」の容器に入れる。複合体Ⅲ、立ち上がる。）

プロトン：狭いなあ。

複合体Ⅰ：文句を言うな。

複合体Ⅲ：（甲高い大声で）あ〜っ、電子みっけー！！！！

進行役：（ぎょっとして振り返り）、あんた、誰！？

複合体Ⅲ：チトクローム bc<sub>1</sub> 複合体で一す！ あ、長い名前苦手なんだよね？ んじゃ、複合体Ⅲ、でいいや。

複合体Ⅰ：私も複合体Ⅰで良いぞ。

進行役：は、はあ、どうも。あんまり長い名前は難しくて……。でも、チトクローム bc<sub>1</sub> 複合体、ということは、チトクローム c に電子を渡すとか、そういうことをするんでしょうか？

複合体Ⅲ：(笑う) だんだん分かってきたじゃーん！ そうそう、その通り。こうして、「ユビキノン」からスポンジを重そうに取り上げ) こっちのチトクロームcに持って行くんだけどね、ううう、電子を受け取ったら力がみなぎってきたよ～～、仕事しなきゃ！

進行役：え、また仕事？

複合体Ⅲ：プロトン、こっち来ーい！ (手近なプロトンを手招きする。プロトン、立ち上がって近づく。複合体Ⅲ、プロトンの手を取って引き寄せ、膜間腔に押し込む。戻りながらスポンジを「チトクロームc」の容器に入れる。複合体Ⅳ、立ち上がる。)

プロトン1：ちょっと！ 狭いんだからこれ以上入らないよ！

プロトン2：入れられちゃったんだからしょうがないでしょ！ 私の足、踏まないで！

複合体Ⅳ：(テンション高く) きゃー！ 電子来たのねー！

進行役：次はあなたですか。ええと、

複合体Ⅳ：チトクローム酸化還元酵素複合体よん♪ あ、別名複合体Ⅳ、よろしく☆ あたしで電子の流れは終～点。でも電子の流れを作るためには、ただ止めるってできないからね。受け取ってくれる分子に渡さなきゃならないの。

進行役：受け取ってくれる分子って、何ですか？

複合体Ⅳ：あたし、別名オキシダーゼともいうの♪ オキシダーゼのオキシは、オキシジェンのオキシ。酸素のことよ。あんたたち、ちょっといらっしやい♪

（プロトン3人とOが近寄る。複合体Ⅳはチトクロームcからスポンジを2個拾い上げ、）

複合体Ⅳ：すごいわ！じんじんきちゃう！（プロトンの1人の手をつかんで引き寄せ、後ろに押し込む。）

プロトン3：うわ～、狭くなるしい～！

プロトン1、プロトン2：（ごそごそと押し殺した声で）何よ、どんどん混んでくるじゃない。足踏むなって！ ああ！ もう！ 嫌だつてば！ きつい！ 苦しいよう。

（3人は時々上記のような台詞を言いながら膜間腔の中を動き回る。椅子を動かす音など、散発的に続ける）

（複合体Ⅳ、引き続きOを真ん中にして2人のH+を両脇に立たせ、スポンジをそれぞれ握らせ、スポンジを介してH-O-Hとなるように繋げる。H<sub>2</sub>O、客席の方を向き、満面の笑顔。）

複合体Ⅳ：はい、この子たちはな～んだ？

進行役：えーと、H<sub>2</sub>つにO1つ。あれ、どっかで聞いたな。・・・ああ、H<sub>2</sub>O、水じゃありませんか！

複合体Ⅳ：あたり～♪

（水、スキップしながら退場）

進行役：待ってくださいよ。水素と酸素がくっついて水になる。すごく単純な反応みたいな気がするんですが、何でわざわざ皆さん、電子をパスしながら水を作っているんですか？

複合体Ⅳ：もう、馬鹿ねえ♪ 水素と酸素がくっついて水になるのって、ものすごくエネルギーが出る反応なのよ？ 水素自動車の原動力になるくらい。つまり、下手すると爆発しちゃうの。ミトコンドリアも、細胞もろとも、もうドカーン！！ バコーン！！！！って感じよお。

進行役：ドカーン、バコーン！ ですか・・・。

複合体Ⅳ：そう、ドカーン！！ バコーン！！！！ よ。そうならないようにするために、段階的にエネルギーを取り出す必要があるの。エネルギーは電子が持っているから、その電子をあたしたち3人でパスしながら、仕事して使っちゃうのよ。

進行役：その仕事って・・・。

複合体Ⅳ：ええ、プロトンを膜間腔に押し込むこと♪ つまりあたしたち3人はプロトンポンプでもあるの。結構大変なのよ。満員電車に人を押し込む駅員さんみたいな感じ？ 電子にエネルギーもらわなかったら、絶対無理だわ～。ほら、あたしってば、か弱いしい☆

進行役：は、はあ。(ハンカチで額の汗をぬぐう) それは分かったんですが、その仕事の結果があれですよ？(膜間腔のプロトンたちをさす) えらく窮屈そうですが、どうするんですか？

（ATP 合成酵素、立ち上がる。右手を通せんぼするように椅子の列と平行に掲げている。）

ATP 合成酵素：ここで初めて私の出番、というわけです。

（進行役、驚く）

進行役：ああ、こりゃどうも。そうでした、4 人目の膜タンパク質さんがいらっしやいましたね。お名前お聞かせ願えますか？

ATP 合成酵素：ATP 合成酵素と申します。

進行役：（観客に向けて）良かった～、名前が短い。（ATP 合成酵素に向かって）ところで ATP って何ですか？

（ATP 合成酵素、かくん、となる）

ATP 合成酵素：ちょっとちょっと。そのくらいは予習してきてくださいよ。  
（進行役、頭をかく）しょうがないな。ATP、正式名称はアデノシン三リン酸を作るのが、私の役割です。ほら、そこにあるでしょう。（椅子に載った ATP を左手で指差す）青いのがアデノシン。白くて丸いのがリン酸。アデノシンにリン酸が 3 つ付いているから、アデノシン三リン酸です。Adenosine triphosphate の略で、ATP、ですね。

進行役：じゃ、こっちのリン酸が 2 つしか付いていないのは？（ATP 合成酵素の下手の椅子に積んであるものを手に取ってながめる）

ATP 合成酵素：それはアデノシン二リン酸、略称 ADP です。Adenosine di phosphate ですからね。これにリン酸がくっつくと ATP になります。

ADP にリン酸をくっつけて ATP にする時には、必ずエネルギーが必要です。逆に、ATP からリン酸がはずれて ADP になる時にはエネルギーが放出されます。だから、ATP は充電後の乾電池、ADP は充電前の乾電池みたいなものなんです。

進行役：電池と同じだったら、どこでも使えますね？

ATP 合成酵素：そうそう。だから私がここで作って、エネルギーが必要な場所で使ってもらうんです。・・・あ、ちょっと待った、何してるんですか！？

(進行役、ATP からリン酸を 1 個はずそうとしている。はずれた途端、進行役は感電したような状態になる)

進行役：うわああああ！！

ATP 合成酵素：あ～あ、せっかく作った ATP なのに……。無駄遣いしないでくださいよ。

進行役：(しょんぼりと) すみませんでした……。こんなにエネルギーが出るものだとは思わなくて。(ADP にリン酸をくっつけようとするが、上手くいかない)

ATP 合成酵素：もう、何を聞いていたのかな。(うんざりしたようにため息) いいですか、ATP を合成できるのは、ここでは私だけなんですよ。あなたには無理なんです。

そろそろ後ろもやかましくなってきたし、新しく ATP を作りましょうかね。すみませんが、そちらに置いてあるリン酸を 1 つ、私の右手に握らせていただけませんか？（自分では左手で ADP を 1 つつかむ）

進行役：はい。（ATP 合成酵素の上手に積んであるリン酸を 1 つ、渡す）

ATP 合成酵素：（膜間腔のプロトンたちに向かって、よく通る声で）通行、許可します！

プロトンたち：やった一、やっと出られる。助かった～。

（プロトン 1、ATP 合成酵素の右腕を回転ドアのように押してマトリックス側に出る。ATP 合成酵素は右腕を半円を描くように左まで回転させ、右手のリン酸と左手の ADP を合体させる。右腕はプロトンに押された勢いで動いたように見せること。ATP を作ったら、すぐ右腕は元の位置に戻る。ATP は離して、左手で新しい ADP をつかむ。）

ATP 合成酵素：次！

（進行役、ATP 合成酵素の右手にリン酸を握らせる。プロトン 2 が ATP 合成酵素の右腕を回転ドアのように押してマトリックス側に出る。ATP 合成酵素は右腕を半円を描くように左まで回転させ、右手のリン酸と左手の ADP を合体させる。ATP を作ったら、すぐ右腕は元の位置に戻る。左手で ADP をつかむ。）

ATP 合成酵素：次！

（上に同じ）

進行役：なるほど、プロトンたちが膜間腔からマトリックスに出る時に、あなたを通過するんですね。

ATP 合成酵素：そういうことです。その時の回転運動エネルギーを使って、こうして ATP を合成しているわけです。(その辺にランダムに座りこむプロトンたちを指し示して)今は役者の数が足りませんからこれで終わりですが、本当は私たちは常に働いています。それこそ本人が寝ている間でも、ね。

進行役：(客席に向かって) これで電子伝達についての物語は終わります。私たちの細胞の中では、無数のミトコンドリアの内部で、いつもこうして ATP が生み出されています。どんな怠け者でも、細胞の中身はいつも忙しく働いています。

「私なんて何の取り柄も無くて」とか、「人生退屈だ」、なんて思った時には、働き続けるタンパク質たちや NAD、水素と酸素の物語を、ちょっと思い出してみてくださいね。

\*\*\* \*\*

### 3. 結果と考察

上演後、学生に書いてもらったリアクション・ペーパーから、学生たちの反応を読み取ることができた。

まず全員に共通していたのは、「理解しやすかった」「覚えやすい」「印象にのこりやすい」という言葉だった。理解しやすかった理由として、「演じる、体験する」ことによって、と書いた学生が半数以上であり、三分の一の学生は「視覚的に動きなどが理解しやすい」と述べていた。「タンパク質にキャラ



クターがあったこと」を理解しやすかった理由の1つに挙げている学生もいた。

「面白かった」「楽しかった」と書いている学生は半数以上に達した。面白かった理由として、「タンパク質などのキャラクターが良かった」「演じた学生が面白かった」「台本に笑いの要素があった」などが挙っていた。

前回までの通常の講義については、「板書、プリント、説明だけの授業だけでは理解は難しかった」「用語が難しく理解しづらかった」「色々な分子が登場して混乱した」「見えないものなので分かりにくかった」などの意見が多く、そうした難しさを乗り越える手法として演劇は歓迎されたようである。

舞台の椅子などの使い方や小道具について、数名の学生が「分かりやすい」と評価していた。ATP（アデノシン三リン酸）は、アデノシンとして青いボール紙を用い、これに白い発泡スチロールのボール（リン酸）を3つ繋げたものを使った。3つ目のボールは取り外しができるようにしておき、はずしてボール2個だけがアデノシンに繋がったものをADP（アデノシン二リン酸）とした。この小道具ではじめて、講義で理解できなかったATPとADPの関係が分かった、と述べた学生もいた。ただ学生からは特に意見はなかったものの、このATPの小道具はもう少し大きなものにした方が分かりやすいかもしれない。また、ユビキノンやチトクロームcの容器が観客側からすると小さくて見づらい、という意見もあり、これは今後の改善点である。

それぞれのタンパク質（複合体I、III、IV、ATP合成酵素）やNADなどの台詞については、「自己紹介が分かりやすい」と評価した学生がいた。進行役については、「分かりやすい」という意見と「台詞が長い」という意見の両方が1つずつあった。

タンパク質などを擬人化してキャラクターと台詞を付与することは、学生にとって演じやすくなり、理解しやすくなることでもあるが、擬人化であることが分からない学生も出てくるかもしれない。実際1人だけ、「動きに感情

があるのだと分かった」と書いた学生がいた。「これは擬人化である」旨を、劇の最後の台詞に入れておく必要があったかもしれない。しかしほとんどの学生は擬人化していることを正しく理解しているので、くどい印象を与える怖れもあり、慎重に検討したい。

多く見られた意見の1つは、「今後もこのような演劇を講義に取り入れてほしい」というものだった。「他の化学反応についても演劇でやってほしい」、「全トピックについてこの形式でやってほしい」と書いた学生も1名ずついた。「電子伝達は理解できたが、解糖から電子伝達に至る経路がまだよく分からない」と書いている学生もいたので、今後少しずつ演劇形式を増やすことも検討中である。

生物学IBで行った初回の時には、台本を黙読してすぐに演じはじめた。しかし「一度読み合わせをした方が理解しやすい」という意見もあった。そこで生物学IAで行った時には最初に全員参加で台本の読み合わせを行ったところ、演じる前にある程度理解できたようだった。また演技の上手い学生が自分のキャラクターをよく理解したようで、演じる側も観る側も楽しい舞台となった。

演者の学生たちの何人かは、「観る側にも回ってみたい。演じて観るとさらに理解できると思う」と書いていた。そこで生物学IBでは同じ台本をもう1回上演した。2回目は全員で読み合わせを行ってから、最初の時に遅刻または欠席して演じられなかった学生が主に演じた。前回演じて今回観客に回った学生全員が、リアクション・ペーパーによれば、「観ることによってさらに理解が深まった」と書いていたので、演者と観客を入れ替えて2回演じることは教育効果が高いように思われる。2回行うことを「くどい」「飽きた」と感じる学生がいるのではないかと予想していたのだが、そのような反応は全くなかった。

前述のように、他のトピックでも演劇を取り入れてほしいという要望もあ

ったことから、生物学 IB のクラスでの 2 回目の読み合わせの前に、この台本の最初に登場する  $\text{NAD}^+$  が水素を有機物から奪う部分を、台詞なしの即興で学生と作った。 $\text{NAD}^+$  が有機物から水素を奪う部分は解糖からクエン酸回路の間に数カ所存在するが、一番最初の解糖の部分で、グリセルアルデヒド-3 リン酸という有機物から水素がはずれるところを、学生に「炭素」「水素」「酸素」「 $\text{NAD}^+$ 」の役になってもらい、電子のかわりに色付きボール紙と洗濯バサミを用いてお互いをつないで表現した。

この方法は改良点が多いものの、学生からは好評で、「記号」としてしかとらえていなかった有機物が立体的になって理解しやすかったこと、 $\text{NAD}^+$  の働きが分かったことなどをリアクション・ペーパーに書いている学生が複数いた。最初にしたように、原子、分子などの概念がない学生も多いので、自分たちの身体を使って分子を表現することを通して、基礎的な理解が進むものと思われる。

#### 4. おわりに

文系の大学で生物学を教える場合、「目に見える」自然環境について実地と講義で教える方法は有効であり、私自身も多く取り入れている。一方で細胞の中身などについての「目に見えない」内容を教えることはどうしても困難がつきまとう。文章や言葉を元に視覚的イメージを思い描ける学生、二次元の画像を元に立体的なものをイメージできる学生が少ないのかもしれない。そこで「目に見える」ものだけを教える、という選択肢もあるのだが、代謝や遺伝子など「目に見えない」事柄を理解できれば、自分の身体についても自然環境についても、より深く理解することが可能である。演劇的アプローチは、「目に見えない」複雑な事柄を可視化すると共に、学生たちが体験を通して理解することができ、何よりも楽しい。理系に対して苦手意識を持って

いる文系学生に、興味を持たせる上でも有効な方法であろう。

私が演劇を講義に取り入れることを思いついたきっかけは、2010年秋学期から毎学期参加している「演劇塾」(学生対象の半期ずつのコース)である。講師の野崎美子さんは演出家兼俳優であり、彼女による基礎からの指導で演劇の面白さに目覚めたことが、生物学教育と演劇を融合する試みに繋がった。ここにあらためて、野崎さんに感謝したい。また、「演劇塾」を主催しているミレニアム・ホールの児玉朗先生、出演者兼スタッフとして「演劇塾」を支えている杉田涼子さんほかスタッフの皆さん、共演者の学生諸氏にも、深く感謝する。最後に、2012年春学期に生物学IAとIBを履修して、本邦初演(!)の生物学演劇を演じてくれた学生の皆さん、ありがとう！