

新津市小合中学校の理科の授業で遺伝子組換え実験が行われました

平成 14 年 9 月 30 日から 10 月 2 日までの 3 日間（1 学校時間 50 分：6 時間分）にわたり、遺伝子組換え実験を取り入れた理科の授業が行われました。**公立中学校の授業の中に遺伝子組換え実験が行われるのは日本で初めてです。**

小合中学校理科担当桂先生は、この発展学習のために新潟薬科大学応用生命科学部主催の理科教員対象・組換え DNA 実験講習会（7 月 29～31 日）に参加、形質転換実験と「組換え DNA 実験指針」の勉強をして今回の授業に臨まれました。こうして桂先生の「足がつかない」ほどの緊張の中、授業が始まりました。

第 1 時間目（9 月 30 日）

新潟出身「応用微生物学の父 坂口謹一郎先生」のビデオを見て私たちの食卓にあるみそ、酒は微生物の力を借りた食品であること、これらの食品のキーワードは「バイオテクノロジー」であることに気が付きました。異なる植物細胞を融合してつくられるメロチャ（メロンとカボチャ）、トマピー（トマトとピーマン）。ある植物に異なる植物をつぐ「接ぎ木」。バイオテクノロジーははば広く身近な技術であることがわかりました。



写真 1 桂先生のお話

第 2 時間目

1865 年メンデルの遺伝の研究から今日、中学校で遺伝子組換え実験が行われるようになるまで、生物学の歴史は大変速く流れました。新津市教育委員会や新潟薬科大学の先生の

協力も加わり、みんなは「初めての実験」に臨みます。

文部科学省の組換え実験指針が改定され、「教育目的遺伝子組換え実験」が以前よりも簡単な手続きで行えるようになりました。けれど部屋を閉め切ること、机や手を消毒すること、白衣の着用などの約束事もあります。

組換え実験指針の指示に従い、実験開始！

「畑に種まきや、花種子ついて、わんさか増える」

これが今回の実験のあいことば。畑は寒天培地。種は実験用に長く安全に使われてきた種類の大腸菌。焼肉屋のエプロンみたいな白衣を着て、空気中の浮遊菌が付着しないようにガスバーナーの炎を高くして上昇気流を起こしながら、大腸菌を繁殖プレートにまきました。4名1班で全部で10班。恒温槽に保管。「あしたちゃんとコロニー（大腸菌が100－1000億ほど生えて集まってできる大腸菌のかたまり）ができていますように！」



写真2 机と手の消毒



写真3 大腸菌を繁殖プレートにまきます

3-4時間目 (10月1日)

昨日まいた大腸菌は10班ともきれいにコロニーを作っていました。まずはこれを観察。何度も実験の手順、班の中の役割分担(時間をはかる人、指導書を読み上げる人、作業をする人)を確認、実験の意味も整理しました。

「遺伝子組換えに適している生物はどんな生物だろうか。」

3年生の回答をまとめると

- 遺伝子が組換えやすいために単細胞生物でよく分裂して増えるものが適している。
- ヒトや環境への影響を考えると有害物質を作らない生物がよい。
- 増殖をコントロールできるためには、特定の条件下のみで生きられる生物がよい。

滅菌したループでコロニーの大腸菌を掬い取り、ふたつのチューブに入れました。

一方のチューブ(-)はそのまま。一方のチューブ(+)には抗生物質を分解する酵素(β ラクタマーゼ)を作る遺伝子とオワンクラゲに緑色に光るたんぱく質(GFP)を作る遺伝子のふたつを持つプラスミド(pGLO)という遺伝子を加えます。



写真4 スポイトの操作



写真5 pGLO (光るたんぱく質をつくる情報を持つ遺伝子) だけでは紫外線を当てても光

りません。

両方のチューブを氷で冷やしたり、42度の湯で暖めて熱ショックを与えます。(+)のチューブの中では熱ショックで遺伝子組換えが起こるはず。

これらの大腸菌の液を異なる4枚のプレートにまきます。

プラスミドを入れない大腸菌 (-)

↓

A 寒天培地のみ

B アンピシリン入り

プラスミドを入れた大腸菌 (+)

↓

C アンピシリン入り

D アンピシリンとアラビノース入り

第5時間目 (10月2日)

4つのプレートの意味を復習し、いよいよ組み換えた大腸菌の観察です。ドア窓をしめ、机と手の消毒。暗幕を締めて白衣を着て実験開始。

おそろおそろ4枚のプレートを開いてみるとB以外には乳白色のコロニーが数の違いこそあれ、生えていました。紫外線をあててみるとなんと10班全部のDのプレートが光りました。70個もコロニーができたテーブルでは「満天の星みたい」なんて素敵につぶやきも聞かれました。大きさや数は様々でしたが、全班で10個前後から数十個の光るコロニーが得られました。

結果をスケッチして、大腸菌が回収され、これで遺伝子組換え実験は終了。



写真6 星座のようにひかった大腸菌



写真7 理科室も実験中は出入り禁止になりました。

第 6 時間目

手と机の消毒をして、ほっとして窓をあけると台風一過の青空がのぞきました。これで大成功の遺伝子組換え実験は終わりです。

アンピシリンがあると大腸菌は死んでしまうこと。アラビノースがないと GFP 遺伝子があっても光らないこと。正確にひとつひとつのことが、生徒たち口から発言されました。

アラビノースの入っていないプレート (C) にアラビノースを加えたら、(C) も光るのではないかという意見も出ました。はたして光るでしょうか。

最後に新潟薬科大学藤井先生から「先端技術の勉強と同じくらい、予想される危険に対する配慮が大切なこと。ヒトに対する危険より環境に遺伝子を組み換えられた生物が一人歩きする可能性を防ぐために、毎回、窓をしめ、手の消毒などをしたのです。」というお話がありました。

「こどもも大人も、新しいことを知って知識が増えることは楽しいことなんだ！」ということを確認できた 3 日間でした。

日本で初めて中学校で遺伝子組換え実験が行われるには、新津市教育委員会、新津市中学校校長会、新津市の 6 中学校とその理科教諭の真摯な取り組みと入念な準備がありました。

佐々 義子

NPO 法人くらしとバイオプラザ 21

<http://www.life-bio.or.jp>

新津市教育委員会「新しい生物科学体験学習」（2002年秋）が終わって

新潟薬科大学応用生命科学部 藤井智幸 (atomic@mbk.nifty.com)

一般新聞紙上で「DNA」「ゲノム」や「遺伝子治療」「遺伝子組換え植物」というトピックスが日常的となり、テレビ番組のタイトルに「遺伝子」という言葉が使われたり、経済人の口から「〇〇社のDNA」というフレーズを耳にするようになりました。DNAや遺伝子技術が身近になってきている時代の流れを感じます。このような時代背景から、2002年秋、「新しい生物科学体験学習」プログラムとして、中学校理科教員による中学3年生を対象にした組換えDNA実験が新津市内の6つの中学校で実施されました。中学校の教育現場で「教育目的組換えDNA実験（文部科学省）」が実施されたのは全国で初めてのことでした。

新津市の教育関係者で、「新しい生物科学体験学習」プログラムについて最初に協議が持たれたのは、2001年10月20日のことでした。市学校教育課と市中学校校長会、新潟薬科大学応用生命科学部の3者が集まりました。新潟薬科大学では、その年の8月23～24日に高校理科教員対象の組換えDNA実験講習会を実施した経験を既に有しており、教育現場での導入に当たっての問題点がある程度把握していました。まず、理科教員の研修の問題。これは新潟薬科大学応用生命科学部が担当し、会場は中学校理科室とし組換えDNA実験と併せて事前準備も研修することになりました。実施を念頭においてできるだけ現場で研修しようという意図です。今回の実験は組換えDNA実験の中では極めて初歩的なもので、米国の教育現場で広く使われている実験キットを使うこととしました。次に、キット以外の備品を揃える予算の問題。中学校にはオートクレーブも恒温槽もありませんので、新規購入ということになります。3セット購入して、2つの中学校で1つのセットを共用することにしました。結果的に、中学校の通常経費とは別枠の予算を用意していただくことができました。第3に、教育内容とのすりあわせ。中学3年生の第1学期で「細胞」および「形質」を学習するので、その後ということで実施時期は秋となりました。米国で実績のあるキットを使うのでマニュアル通りに作業を進めていけば予想された結果が得られるであろうが、教育的効果を上げるには事前に準備（学習）が必要という考えで一致し、実験も含めて6学校時間からなるプログラムが固まりました。第4に実験指導体制の問題。40人での実験を安全性を確保しながら行うには1人の理科教員ではなかなか困難です。実験の日にはチーム・ティーチングの形式を取り大学教員2名が実験補助者としてサポートすることが打ち合わされました。

2002年2月26日に発表された新津市02年度予算案の中に、中学3年生対象の「教育目的組換えDNA実験」実施のための予算が盛り込まれ、市議会の承認をいただくことができました。

中学校理科教員に対する講習会は、7月29～31日に小合中学校理科実験室で行われました。キットのマニュアルに従って、培地の準備から形質転換実験、そしてオートクレーブ

による滅菌まで一連の流れを実習していただきました。実験後、中学3年生に対して実施していくに当たっての問題点や課題について議論していただきました。

- ◎使う用語が中学3年生には難しすぎる。わかりやすい言葉に置き換える必要がある。
 - ◎内容をすべて理解させるのは不可能である。減らさなければならないが、どう減らすか。
 - ◎実験をどのように位置づけるか。ただやってみただけでは教育的効果は残らない。
 - ◎キットの生徒用マニュアルはそのままでは使えない。テキストをどう準備するのか。
- 中学校理科教員ならではの現実的な指摘がなされ、クリアすべき課題が明確になりました。また、中学3年生ですと大腸菌のコロニーを見たことがないので、スタータープレートも生徒自身で作成し、自分で育てた大腸菌に形質転換を施すようにすると実験に対する興味が増すだろうという建設的な提案も出ました。

体験実習を終えた生徒の感想を拾ってみます。

- 難しかった。神秘的だった。また、実験したい。楽しかった。光ってきれいだった。いいことをしたんだなあと思った。
- ループを使った作業が面白かった。溶液をきちんと取れたときはうれしかった。紫外線に照らして発光したときはとても感動した。成功してうれしかった。
- 何もかもが初めてで緊張した。薬品の分量調整に一番努力した。終わった時には感動した。3日間の実験で疲れた。まさに燃え尽きた。
- 最初は難しい実験と思っていた。始まると楽しかった。実験が成功し、班員とも協力できて良かった。
- 始めてなので緊張した大腸菌が育つのが楽しみだった。成功するのか心配だったが光ったのでびっくりした。頑張った分光った瞬間うれしかった。遺伝子組換えに興味を持った。
- 難しいと思ったが面白かった。光った細胞がきれいだった。成功してうれしかった。遺伝子組換えに興味を持った。
- 最初は見たことのない実験器具なので恐る恐る実験をしていた。内容が多くて大変だった。大腸菌がひかるかどうか決まるのでひとつひとつ慎重にした。光るかどうか心配でドキドキした。紫外線に当てると緑色に発光してうれしかった。とてもいい体験ができた。
- 自分にできるのか心配だった。コロニーができるか心配した。次の日コロニーにいろんな薬品を塗ったり、冷やしたり、温めたりして発光するのが楽しみになってきた。緑色に発光して今までやったことが実ったと思い感動した。高校へ行く前に生物学が体験できて本当に良かった。
- においが臭かった。光るはずのない大腸菌を光らせたのがすごく良かった。
- 難しい用語が出てきたが、3日間やっていると内容が分かってきたのですごく良かった。一番の思い出は2日目の実験です。3日目はちゃんと発光しているのが確認できてとてもいい思い出ができた。
- 不安だったけれど楽しかった。失敗するかと思った。光った時は感動した。普段体験で

きないことができて良かった。大学の先生がやさしくて安心したし、分かりやすかった。話し合いがうまくできてうれしかった。

○いつもと雰囲気の違い緊張した。実験中に液体をこぼしてしまっただが成功して安心した。失敗しても実験に参加していただけるしなので許してもらいたいと思った。3日目の実験では自分たちの班が一番多く光っていたのでうれしかった。遺伝子組換えは私たちの身の回りに深く関連していることも分かった。遺伝子組換えの意味も次第に分かった。

○絶対失敗すると思ったけど、実際にやってみて成功したことはとてもうれしかった。2日目はとても緊張した。時間をできるだけピッタリにするために気を抜かずとてもドキドキした。でも、3日目に大腸菌がちゃんと発光してくれて感動したし、うれしかった。もし、発光しなかったら実験が大嫌いになっていたと思いますが、成功したおかげで前よりも実験が好きになれてよかった。

○3日間に渡って遺伝子組換えについて説明や難しい実験をしましたが、こんな体験は二度とできないと思っています。説明はメモを取ったりでそれなりに楽しかったが、なんと言っても実験がとてもすごかった。薬品を入れて、また違うところに入れるとき、ループやピペットを全て変えなければいけなくて「本格的だなあ」と思った。しっかり班員と協力してできたと思う。しっかり発光してくれて良かった。

○3日間の実験は少しつらかったけど、とてもよい体験になった。寒天培地でコロニーを増やして作るの、ちゃんとできているか気になっていたが、できていて良かった。2日目の実験はいろんなことをやって疲れた。3日目は大腸菌が光るかどうか気になっていたけど、光ってよかった。本当にいい経験になった。

○この組換えDNA実験をして色々なことを学んだ。微生物だからちょっと汚いイメージがありますが、今回使った大腸菌はいい菌だとわかった。人体に無害な菌を使うということと別に、大腸菌は色々な物質をつくるのに役立つことです。

○1日目の説明でどのような菌類が存在しているのか分かったし、バイオテクノロジーの歴史も少し分かった。大腸菌がどのように変化するのも気になった。2日目、正確に時間を守りながらチューブを冷やしたり温めたりするのは大変だった。3日目、今までの努力がどうなるのか不安だった。結果は53個のコロニーが紫外線で発光したのでうれしかった。

○分かったことがいっぱいあった。聞いたことのない言葉が多かった。コロニーがあるプレートとないプレートがあった。紫外線に反応するものとしらないものがあり、すごくきれいに光った。3日間貴重な体験をさせてもらった。

○紫外線に当てたとき光ってすごかった。もっと実験をしてみたい。難しい言葉がわからなかったが、次第に面白くなってきた。

○増えた大腸菌を見たときには気持ち悪かった。実験は難しかった。紫外線を当て、きれいな緑にびっくりした。実験は難しかったが、最後に光ったときすごくうれしかった。

○遺伝子というのはとても神秘的でよくわからないものだった。とても楽しい授業だった。この経験を忘れないようにしたい。

○専門用語やその意味を知ることができ今後活用できたらいいと思う。ほんとうに発光するのか少し不安だった。本当に光ったので凄いと一瞬自分の目を疑った。実験は想像していたより分かりやすかった。

○最初は興味がなくてわけがわからなかったが、成功してよかった。楽しかった。ドキドキした。

○大腸菌がちゃんと光るか心配だったけれど、班のみんなが実験の手順を確認しあって頑張った。班の大腸菌がちゃんと光ってくれてうれしかった。紫外線に当てると緑に光ってすごくきれいだった。

○GFPタンパクの入ったビンに紫外線を当てたら蛍光グリーンに変色したので驚きと感動をした。言葉で聞くのと見るのでは全く違った。それを自分の手で成功させたらもっと感動すると思い頑張った。3日目に大腸菌の塊が見事に光り自分も班員もとても喜んだ。

○バイオテクノロジーという言葉にすごく引かれた。実験が好きなのでこの日が楽しみだった。pGLOが既につくられていて心底の喜びはなかったが、いい勉強になった。白衣のおかげでとてもやりづらかった。

○実験をやる前はやる気がなかった。始めてみると面白くなってきた。班員が二人だったので大変だった。ひとつしか光らなかったけどいい体験ができた。

○アラビノースを入れたら大腸菌が光ったことや、LB培地に塗っただけで数え切れないほどの大腸菌が生えたことが勉強になった。大腸菌を最初に見たとき表面に粒があったので僕はそれを大腸菌だと思いました。けど大腸菌って顕微鏡じゃないとほんとは見えないんですよね。

○本当に光ったのですごいと思った。今の科学技術はすごいんだなと実感した。専門用語が少し難しかった。

○今まで細菌はとても小さいとしか知りませんでした。この実験の説明のなかで実は細胞壁があるのだと知りました。今までは何故人体には無害なのか不思議でしたが、抗生物質がどのように細菌に働くか知り、納得できました。今まで遺伝子組換え実験は、大学の先生が専用の研究室で行う、とても難しく一般の人にはわからないような実験だと思っていました。しかし、先生が用語やしくみを細かく、わかりやすく説明してくれたので、実験の準備を行っていくうちに、だんだんわかるようになりました。実験をし終わったときに手順は正しかったか、うまくできたか心配でしたが、自分たちで作った大腸菌が光ったのを見て、自分たちも形質転換実験を成功させることができ、少し感動しました。

○実験は好きなので楽しくできました。たくさん光る大腸菌が出来たときには本当に嬉しかったです。そしてこの実験で出来た光る大腸菌は人間に害が無くとも他の生物になんらかの影響が出てしまう恐れがあるため持ち出してはいけない、という事が勉強になった。

○自分の手で大腸菌形質転換をして、別の遺伝子を別の細胞に転換できるなんて最初は信じられない反面、本当にできるのかという不安がありました。しかし、実験をしてみるとそんな不安もなくなり、実験がだんだん楽しく思えるようになってきました。また、こう

いった実験を行う機会があるときには、この実験で学んだことを生かしさらにいろいろなことを、学んでいきたいと思っています。

○今までに聞いたことのないたくさんの用語や、作業があり、最初は形質転換がどのようなことなのかということすら分かっていませんでした。しかし、今回の実験を通していろいろなことが学べたと思います。また、オワンクラゲの遺伝子が作らせたタンパク質は、とてもきれいに光るということがよくわかりました。

○ピペットなどの1回使った器具を洗って再利用せずに、1回1回捨てながら実験を進めていったことに驚きました。それだけ正確に進めていかないといけないんだなと思いました。次にすごいと思ったことは、全部終わった次の日にみんなで見えた、光る大腸菌です。これを見たときすごく感動しました。光り方がすごかったです。

○今回の実験の様々な器具はとても扱いづらいものばかりでした。あと、実験に必要な用語を覚えるのも大変でした。全体的に難しかったけど、とても自分自身のためになり、すごくおもしろかったです。

○無菌操作のため机・手は70%エタノールで消毒する、実験中は出入り禁止などのきまりや、水槽を密封しているところを見てこの実験の厳粛さを知りました。

○なにもわからずに始めた実験でした。でも、遺伝子組換え実験のことを勉強しているうちにDNAのことや、細菌のこと、遺伝子のことなどわからないことをこの実験でおそわりました。

○最初は、大腸菌とか、遺伝子組換えとか、「うわあ〜すごく難しそう」って思った。けどやってみると意外とアッサリしてた。大腸菌に、ブラックライトを照らして光ったときは、とても感動した。また機会があればやりたいです。

○人工的に作った菌・細菌は、自然界に存在している菌・細菌より「恐ろしいな」と、思いました。あと、実験器具にも、すごい注意を払わなければいけないと言うことが、わかって良かったです。菌・細菌は恐ろしいですが、使い方によっては人間を助けるものになったり、生物科学の研究の進歩に役立ったり、人間の食生活を支えたりしている。菌・細菌は「すごいな〜」と思いました。

○最初は大腸菌についてまったく知らなかったです。こんなんでも実験大丈夫か？と思っていました。実験前にいろいろと用語、実験の練習をして、少しは大腸菌のことがわかりました。そして実験を始め大腸菌を培地にまいて1日インキュベーターに入れて待ちました。形質転換実験を終えた夜、どんなふうに出ているのか気になってなかなか寝つけませんでした。そして、大腸菌にブラックライトを当てて光ったのでちょっと感動しました。

○僕ははじめ大腸菌をちょっと危険なばい菌だろうと思っていました。でも、先生の話聞いてるうちにだんだん安心してきました。そして、実験が始まっていろいろな道具を渡されて、上手くできるか、けっこう心配でした。でも実験を進めていくうちにだんだんその不安はなくなっていき、道具の使い方にも慣れてきました。この形質転換実験で一番勉強になった事は、形質転換された大腸菌は人間や自然のものにとってまだ絶対に安全だ

とは言い切れないという事です。

○形質転換で生まれた生物は、見ているだけなら、科学の不思議、生物の不思議をかんじることができるけど、ひとたび自然界へ飛び出せばおそらく我々人間を脅かすほど恐るべき存在になるのだろうと思った。ただ、DNAには不思議がまだまだたくさんあるので、形質転換の技術はこれからも日々進歩し我々の生活にも多くの変化を与えてくれるのだろうと思った。

○組換えDNA実験なんて一生やらないと思っていました。この実験は未知の生物を生み出すという、とても難しい実験だったのですが、それにドキドキ感があり、手をアルコールで殺菌したり、初めてづくしでした。この勉強を自分のこれからは役立てていきたいと思えます。

○大腸菌で、形質転換することによってそのものには無い能力をみにつけることができビックリです。実験の前は菌類のこと知らなかったので、この実験をして日常的に触れることのできない菌というものを知ることができました。

○いろいろな実験道具などを使って大腸菌の組み換えを初めてやりました。最初はどんなんだろうかわからなかったけど、やっているうちにこの実験がいろいろ楽しいものでした。わからない事もあったけど、実験が成功してよかったです。

○それまで遺伝子組換えについてたいした知識がありませんでした。なので、この実験のことを聞いたときに、手で直接核に形質転換のための遺伝子を組み込むのだと思っていました。しかし、実際は特殊な溶液やヒートショックなどを加え、大腸菌の形質転換を行ったので、こういう方法があるのだなと思いました。それと、厳密に実験を行う姿勢も大変勉強になり、先生方のご指導により実験する場合にできるだけランダムな部分を取り除くということも簡単に理解することができました。それに、創られた生物が自然界に出て行ったときに、生態系に与える影響は人間のシミュレーションを超えたものであるという話も興味深いものでした。

○大腸菌の形質転換というと、すごく難しそうなイメージで「ちゃんと出来るかなあ」とか思っていたけど、大きな失敗も無くてよかったです。あと、形質転換後の大腸菌が光った時はちょっと感動でした。あんなにきれいに光るとは思ってなかったのでビックリしました。それと、プラスミド、アンピシリン（もちろん名前も知らなかったけど）などの働きや、役目も勉強になりました。貴重な体験ができて良かったです。

中学3年生が有意義な体験を実感したことは間違いありません。改めて言うまでもなく、バイオテクノロジーや生命科学への探究心を育てることも大切ですが、倫理面、環境面、社会面に及ぼす影響を考える姿勢を養うことも必要です。単なる体験や知識の習得に留まらず、生徒が生態系への配慮に気づいたことは大きな収穫と考えられます。次年度に向けてクリアすべき問題はまだまだ残されていますが、巨いなる一歩が踏み出されたといっただよいでしょう。

「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」に従った教育目的組換えDNA実験の流れ

1. 実験計画の立案
 - ・ 宿主－ベクター系および供与DNAが文部科学省通知における教育目的実験に適合したものであるかを検討した上で、立案する。
2. 所属機関長の同意
 - ・ 実験の実施に関して所属機関の長の同意を得る。その際、各学校の状況に応じて申請書等を作成する（別紙参照）
3. 実験準備
 - ・ 宿主・ベクター・供与DNAを入手し、実験器具・試薬等の準備・確認を行う。
4. 実験実施
 - ・ 安全面に十分配慮した上で、実験を行う。
5. 実験後の処理
 - ・ 組換え体・実験器具・試薬等の滅菌・廃棄を適切に行う。
6. 記録書類の保管
 - ・ 実験終了報告書（別紙参照）等を作製し、保管する。

安全管理のための自己点検表

実 験 前

- 組換え実験の内容は、文部科学省通知における教育目的実験に添うものであることを十分に検討した。
- 組換え実験を行うにあたり、所属機関の長の同意を得た。
- 組換え実験を行うにあたり実験室は整理され清潔が保たれ、飲食等を行われていない
- 生徒に対して組換え実験の原理や無菌操作について十分な指導を行った。
- 生徒に対してバイオハザードを防ぐための方法について十分指導を行った。

実 験 時

- 実験室の窓および扉は閉じていた。
- 実験室内で飲食や化粧等の行為は行われなかった。
- 実験前後に実験機の上をアルコール等で消毒した。
- すべての操作は飛沫が飛び散らないように慎重に行った。
- 実験終了後は必ず手を洗った。

実 験 後

- 組換え体を一時的に保管する場合はシャーレをパラフィルム等でシールし、拡散しない構造の容器に納め、「遺伝子組換え体 保管中」とラベルして、4℃に置いた。
- 組換え体は煮沸または消毒液の投入等の措置により滅菌し、廃棄された。
- 組換え体の付着した実験器具（プレート、マイクロチューブ、ピペット）はすべて滅菌し、廃棄された。
- 組換え体の廃棄方法を記録した実験終了報告書等を作製し、保管した。

教育目的組換えDNA実験計画承認申請書

平成 年 月 日

学校長 殿

実験指導責任者 △△ △△ 印

このたびは下記の通り教育目的組換えDNA実験を行いたいので、ご承認願います。なお、下記の実験は文部科学省通知(高等学校等において教育目的で行われる遺伝子組換え実験の「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」における取扱いについて)における教育目的の実験に添う内容のものであり、同通知に従い、安全面に十分配慮した上で実験を行います。

授業科目	生物Ⅱ			
実験課題名	大腸菌の形質転換			
実験内容	オワンクラゲの GFP(緑色蛍光タンパク質)遺伝子を大腸菌に導入し、形質転換を行う。□□□社形質転換キットを利用する。			
実験方法	宿主	ベクター	供与 DNA	封じ込めレベル
	大腸菌 K-12(HB101)	pGLO (pBR322 由来)	GFP 遺伝子	P1
組換え体の廃棄方法	オートクレーブ(高圧蒸気滅菌器)による滅菌			
使用教室	202 理科実験室			
実験実施期間	平成 年 月 日～ 月 日			
実験生徒名	生物Ⅱ選択者 20名 (別紙名簿添付)			
添付書類	実験従事生徒名簿、実験マニュアル、□□□社形質転換キットカタログの写し			
実験指導者	△△ △△ (平成 13 年新潟薬科大学バイテクセミナー終了)			

上記の申請について承認する。

平成 年 月 日

新潟県立〇〇高等学校長 〇〇 〇〇 印

教育目的組換えDNA実験計画届け出書

平成 年 月 日

学校長 殿

実験指導責任者 △△ △△ 印

このたびは下記の通り教育目的組換えDNA実験に関する届け出を行います。なお、下記の実験は文部科学省通知(高等学校等において教育目的で行われる遺伝子組換え実験の「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」における取扱いについて)における教育目的の実験に添う内容のものであり、同通知に従い、安全面に十分配慮した上で実験を行います。

授業科目	生物Ⅱ			
実験課題名	大腸菌の形質転換			
実験内容	オワンクラゲの GFP(緑色蛍光タンパク質)遺伝子を大腸菌に導入し、形質転換を行う。□□□社形質転換キットを利用する。			
実験方法	宿主	ベクター	供与 DNA	封じ込めレベル
	大腸菌 K-12(HB101)	pGLO (pBR322 由来)	GFP 遺伝子	P1
組換え体の廃棄方法	オートクレーブ(高圧蒸気滅菌器)による滅菌			
使用教室	202 理科実験室			
実験実施期間	平成 年 月 日～ 月 日			
実験生徒名	生物Ⅱ選択者 20名 (別紙名簿添付)			
添付書類	実験従事生徒名簿、実験マニュアル、□□□社形質転換キットカタログの写し			
実験指導者	△△ △△ (平成 13 年新潟薬科大学バイテクセミナー終了)			

教育目的組換えDNA実験終了報告書

平成 年 月 日

学校長 殿

実験指導責任者 △△ △△ 印

教育目的組換えDNA実験を終了したので下記の通り報告いたします。

授業科目	生物Ⅱ			
実験課題名	大腸菌の形質転換			
実験内容	オワンクラゲの GFP(緑色蛍光タンパク質)遺伝子を大腸菌に導入し、形質転換を行う。□□□社形質転換キットを利用する。			
実験方法	宿主	ベクター	供与 DNA	封じ込めレベル
	大腸菌 K-12(HB101)	pGLO (pBR322 由来)	GFP 遺伝子	P1
使用教室	202 理科実験室			
実験生徒名	生物Ⅱ 選択者 20 名 (別紙名簿添付)			
実験実施期間	平成 年 月 日～ 月 日			
形質転換実施日	平成 年 月 日			
組換え体の数量	寒天プレート 16 枚で培養			
組換え体の廃棄日時	平成 年 月 日			
組換え体の廃棄方法	オートクレーブ(高圧蒸気滅菌器)による滅菌			
その他	特記事項なし			

教育目的組換えDNA実験計画承認申請書

平成 年 月 日

殿

実験指導責任者 印

このたびは下記の通り教育目的組換えDNA実験を行いたいので、ご承認願います。なお、下記の実験は文部科学省通知(高等学校等において教育目的で行われる遺伝子組換え実験の「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」における取扱いについて)における教育目的の実験に添う内容のものであり、同通知に従い、安全面に十分配慮した上で実験を行います。

授業科目				
実験課題名				
実験内容				
実験方法	宿主	ベクター	供与 DNA	封じ込めレベル
組換え体の廃棄方法				
使用教室				
実験実施期間	平成 年 月 日～ 月 日			
実験生徒名				
添付書類				
実験指導者				

上記の申請について承認する。

平成 年 月 日

印

教育目的組換えDNA実験計画届け出書

平成 年 月 日

殿

実験指導責任者 印

このたびは下記の通り教育目的組換えDNA実験に関する届け出を行います。なお、下記の実験は文部科学省通知(高等学校等において教育目的で行われる遺伝子組換え実験の「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」における取扱いについて)における教育目的の実験に添う内容のものであり、同通知に従い、安全面に十分配慮した上で実験を行います。

授業科目				
実験課題名				
実験内容				
実験方法	宿主	ベクター	供与 DNA	封じ込めレベル
組換え体の廃棄方法				
使用教室				
実験実施期間	平成 年 月 日～ 月 日			
実験生徒名				
添付書類				
実験指導者				

教育目的組換えDNA実験終了報告書

平成 年 月 日

殿

実験指導責任者 印

教育目的組換えDNA実験を終了したので下記の通り報告いたします。

授業科目						
実験課題名						
実験内容						
実験方法	宿主	ベクター	供与 DNA	封じ込めレベル		
使用教室						
実験生徒名						
実験実施期間	平成	年	月	日～	月	日
形質転換実施日	平成	年	月	日		
組換え体の数量						
組換え体の廃棄日時	平成	年	月	日		
組換え体の廃棄方法						
その他						

(参考資料)

15文科振第946号
平成16年2月18日

各都道府県教育委員会教育長
各都道府県知事
附属学校を置く各国立大学長
国立久里浜養護学校長 殿

文部科学省研究振興局長
石川 明

高等学校等において教育目的で行われる遺伝子組換え実験の「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」における取扱いについて

文部科学省においては、従来より「組換えDNA実験指針」(平成14年文部科学省告示第5号。以下「指針」という。)により、遺伝子組換え実験等の安全確保を図ってきたところですが、近年の遺伝子組換え技術等の進歩と普及及び生物の多様性の重要性にかんがみ、我が国は、「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」(以下「議定書」という。)を締結することとし、議定書の的確かつ円滑な実施を確保するため、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」(平成15年法律第97号。以下「法」という。)が、昨年6月に制定、公布されました。

法は、議定書が我が国について効力を生ずる平成16年2月19日から施行されますが、文部科学省においては、法の施行に向けて、関係省と協力しつつ、法に基づく措置の内容及び手続きを定める省令及び告示を公布しました。なお、指針は法の施行に当たり、本日より廃止します。

指針においては、高等学校等においても遺伝子組換え実験に取り組めるよう配慮し、安全管理の容易な実験について、一部の手続き等について簡略化を可能とする教育目的実験の枠組みが設けられていたところでした。この教育目的実験についても、法に基づき所要の措置を講ずることが必要となりますが、指針と同様に、一部の手続き等については簡略化が可能となっています。

このようなことを踏まえ、今後とも、高等学校等の生徒が遺伝子組換え技術に対する基礎的な理解、遺伝子組換え実験に対する関心を高めるために有意義な教育目的実験について、法並びに法に基づく省令及び告示のほか、下記の留意事項について十分に了知の上、安全性の確保に十分配慮して実施されるようお願いします。

また、都道府県教育委員会教育長におかれましては、所管の学校に対し、及び域内の市町村教育委員会を通じて当該市町村教育委員会の所管の学校に対し、都道府県知事におかれましては、所轄の学校法人に対し、周知方お願いします。

なお、法及び法に基づく省令等については、文部科学省のホームページ(http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/seimei/index.htm)に掲載しております。

記

1 法及び法に基づく省令等における教育目的実験の取扱い

(1) 法及び法に基づく省令等における教育目的実験の位置付け

教育目的実験は、遺伝子組換え技術に関する基礎的な理解、関心向上等を目的とするものであり、その重要性にかんがみ、指針第8章において、実験に用いる生物や細胞を限定し、その安全な実施の確保を図ってきたところでした。

指針の枠組みで行われてきた教育目的実験は、法においては第二種使用等に該当し、その実施について特別の規定が設けられていませんが、指針別表7に定められた組合せである遺伝子組換え生物等又はこれと同等に安全管理の容易なものをを用いる等安全上の観点から十分に配慮された実験として行うことが望ましいことから、各機関においてこの点についての検討をお願いします。

(2) 執るべき拡散防止措置の内容

指針別表7に定められた組合せである遺伝子組換え生物等を用いる場合には、「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令」(平成16年文部科学省・環境省令第1号)第4条第1号及び第5条第1号の規定により、同省令別表第2第1号に掲げるP1レベルの拡散防止措置を執ることが義務付けられます。同措置の内容と指針附属資料4に定められた実験実施規定の内容には異なる部分がありますので、十分に留意願います。

2 基本的事項における教育目的実験の取扱い

法第3条の規定に基づく基本的事項(平成15年財務省・文部科学省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・環境省告示第1号。以下「基本的事項」という。)第2に、遺伝子組換え生物等の使用等をする者がその行為を適正に行うために配慮しなければならない基本的な事項が規定されており、教育目的実験を実施する機関においても、配慮することが重要と考えられ、以下に掲げる事項について十分に留意の上、実験を実施されるよう願います。

(1) 体制の整備

基本的事項第2の2において、第二種使用等をしようとする者は、遺伝子組換え生物等の特性及び使用等の態様に応じ、その安全な取扱いについて検討する委員会等(以下「安全委員会等」という。)を設置し、第二種使用等を行うに当たり、あらかじめ遺伝子組換え生物等の安全な取扱いについての検討を行うとともに、遺伝子組換え生物等の取扱いについて経験を有する者の配置、遺伝子組換え生物等の取扱いに関する教育訓練、事故時における連絡体制の整備を行うよう努める旨が規定されています。教育目的実験は、安全管理が容易なものであることにかんがみ、安全委員会等の設置及び事故時における連絡体制の整備は求められるものではありません。

(2) 記録保管

基本的事項第2の4に関し、教育目的実験の実施機関においては、安全委員会等における検討結果等についての記録、保管は求められるものではありません。

3 その他の留意事項

教育目的実験を実施する機関においては、法に基づく拡散防止措置を執る義務の的確な実施等を確保しつつ、教育目的実験の円滑な実施に向けて、各機関の長を中心に関係者の連携が図られるよう十分に留意願います。

<お問い合わせ先>

文部科学省研究振興局ライフサイエンス課
生命倫理・安全対策室

E-mail : kumikae@mext.go.jp

電話 : 03-6734-4108 FAX : 03-6734-4114

(参考1) 組換えDNA実験指針 (抄)

第8章 教育目的組換えDNA実験

教育目的組換えDNA実験については、別表7の宿主-ベクター系及び供与DNAの組合せを用いることとし、この指針の他の規定にかかわらず、安全確保に関する次の措置をとることによって実施することができるものとする。

第1 実験の指導

この指針に示される実験の安全確保に関する考え方を理解しており、かつ、実験を実施した経験を有する者が実験指導者となるものとし、当該実験指導者が次の任務を果たすものとする。

- 1 実験の実施について、あらかじめ、実験指導者が所属する機関の長及び当該実験に使用する実験室が設置されている機関の長の同意を得ること。
- 2 実験従事者を適切に指導するとともに、実験全体の管理及び監督に当たること。
- 3 実験従事者の名簿、実験場所、実験日時、実験に用いる宿主-ベクター系及び供与DNA並びに組換え体の廃棄の方法を記載した記録を作成し、保存すること。
- 4 実験に用いる宿主-ベクター系及び供与DNAが別表7に掲げるものであることを実験実施前に確認すること。

第2 実験の方法

附属資料4に掲げるところにより実験を実施するものとする。

附属資料4 教育目的組換えDNA実験に係る実験実施規定

(1) 実験室の設計

実験室は初等中等教育機関の通常の理科実験室と同程度の設備を備えていること。

(2) 実験実施要項

実験中は、実験室の窓及び扉は閉じておくこと。

実験室内での飲食、喫煙又は食品の保存はしないこと。

組換え体を取扱い後又は実験室を出るときは、手を洗うこと。

機械式ピペットの使用が望ましい。また、口を使うピペット操作は行わないこと。

組換え体の保管又は運搬を行う場合は、他の微生物又は組換え体と混同しないように管理すること。

実験終了後は煮沸又は消毒液の投入等の措置により、組換え体を滅菌すること。

組換え体の付着した器具等は、消毒又は滅菌すること。

実験室は整理し、清潔を保つこと。

その他実験指導者の定める事項を遵守すること。

別表1 認定宿主-ベクター系

1 B1 レベル

(1) EK1

遺伝学的及び生理学的によく知られており、毒性がなく自然環境下での生存能力も低い大腸菌の一種 *E. coli* K12 株又はその誘導体を宿主とし、接合能力がなく他の菌に伝達されないプラスミド又はバクテリオファージをベクターとする宿主-ベクター系（宿主は接合能力のあるプラスミド又は一般導入バクテリオファージを持たないものに限る。）

(2) SC1

酵母 *S. cerevisiae* を宿主とし、酵母 *S. cerevisiae* のプラスミド、ミニクロムソーム又はそれらの誘導体をベクターとする宿主-ベクター系

(3) BS1

枯草菌 *B. subtilis* Marburg168 株の誘導体でアミノ酸又は核酸塩基に対する複数の栄養要求性突然変異を持つ株又は孢子を形成しない株を宿主とし、枯草菌を宿主とするプラスミド（接合による伝達性のないものに限る。）又はバクテリオファージをベクターとする宿主-ベクター系

(4) 動植物培養細胞

昆虫培養細胞（個体形成を目的としないもの）を宿主とし、バキュロウイルスをベクターとする宿主-ベクター系

動物及び植物の培養細胞（個体形成を目的としないもの）を宿主とする宿主-ベクター系（ただし、感染性ウイルス粒子が生じる蓋然性が高い場合及びベクターが宿主内で自立的に増殖する場合を除く。）(5) *Thermus* 属細菌

Thermus 属細菌 (*T. thermophilus*, *T. agnaticus*, *T. flavus*, *T. caldophilus*, *T. ruder*) を宿主とし、*Thermus* 属細菌を宿主とするプラスミド又はその誘導体をベクターとする宿主-ベクター系

2 B2 レベル

EK2

EK1 の条件を満たし、かつ、遺伝的欠陥を持つため特殊な培養条件下以外での生存率が極めて低い次の表の左欄に掲げる宿主と、宿主依存性が特に高く、他の生細胞への伝達性が極めて低い同表の右欄に掲げるベクターを組み合わせる用いることにより、特殊な培養条件下以外において、DNA の組換え分子を持つ生細胞が 24 時間経過後 1 億分の 1 以下に減少するような宿主-ベクター系

宿主	ベクター	
χ 1776	pSC101	
	pCR1	
	pMB9	
	pBR313	
	pBR322	
	pBR325	
	pBR327	
	pDH24	
	pGL101	
	YIp1	
	YEp2	
	YEp4	
	YIp5	
	YEp6	
	YRp7	
	YEp20	
	YEp21	
	YEp24	
	YIp26	
	YIp27	
	YIp28	
	YIp29	
	YIp30	
	YIp31	
	YIp32	
	YIp33	
	pKY2662	
	pKY2738	
	pKY2800	
	DP50supF	λ WES λ B
		λ gtALO λ B

	Charon21A
<i>E. coli</i> K12	λ gtvJZ-B
DP50	
DP50supF	Charon3A
	Charon4A
	Charon16A
	Charon23A
	Charon24A

別表7 教育目的組換え DNA 実験に用いることができる宿主-ベクター系及び供与 DNA

1 宿主-ベクター系

別表1に定めるB1、B2レベルの認定宿主-ベクター系

2 供与 DNA

(1) 以下の蛋白質をコードする遺伝子

amylase
cellulase
galactosidase
glucosidase
green fluorescent protein
luciferase
phosphatase

(2) 以下の抗生物質の耐性をコードする遺伝子

ampicillin
chloramphenicol
kanamycin
tetracycline

(参考2) 研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令(平成16年文部科学省・環境省令第1号)(抄)

別表第2(第四条第一号関係)

拡散防止措置の区分 拡散防止措置の内容

一 P1レベル

イ 施設等について、実験室が、通常の生物の実験室としての構造及び設備を有すること。

ロ 遺伝子組換え実験の実施に当たり、次に掲げる事項を遵守すること。

(1) 遺伝子組換え生物等を含む廃棄物(廃液を含む。以下同じ。)については、廃棄の前に遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講ずること。

(2) 遺伝子組換え生物等が付着した設備、機器及び器具については、廃棄又は再使用(あらかじめ洗浄を行う場合にあつては、当該洗浄。以下「廃棄等」という。)の前に遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講ずること。

(3) 実験台については、実験を行った日における実験の終了後、及び遺伝子組換え生物等が付着したときは直ちに、遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講ずること。

(4) 実験室の扉については、閉じておくこと(実験室に出入りするときに除く。)

(5) 実験室の窓等については、昆虫等の侵入を防ぐため、閉じておく等必要な措置を講ずること。

(6) すべての操作において、エアロゾルの発生を最小限にとどめること。

(7) 実験室以外の場所で遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講じようとするときその他の実験の過程において遺伝子組換え生物等を実験室から持ち出すときは、遺伝子

組換え生物等が漏出その他拡散しない構造の容器に入れること。

(8) 遺伝子組換え生物等を取り扱う者に当該遺伝子組換え生物等が付着し、又は感染することを防止するため、遺伝子組換え生物等の取扱い後における手洗い等必要な措置を講ずること。

(9) 実験の内容を知らない者が、みだりに実験室に立ち入らないための措置を講ずること。

(参考3) 法第3条の規定に基づく基本的事項(抄)

第2 遺伝子組換え生物等の使用等をする者がその行為を適正に行うために配慮しなければならない基本的な事項

1 他法令の遵守に関する事項

遺伝子組換え生物等の使用等を行う者は、法の規定によるほか、人の健康の保護を図ることを目的とした法令等予定される使用等に関連する他法令を遵守すること。

2 遺伝子組換え生物等の取扱いに係る体制の整備に関する事項

第一種使用規程(第一種使用等の場所を限定する等生物多様性影響を防止するために第一種使用等の方法を限定する場合に限る。4において同じ。)の承認を受けようとする者又は第二種使用等をしようとする者は、遺伝子組換え生物等の使用等をする事業所等において生物多様性への影響を防止するための措置を適切に行うことができるよう、遺伝子組換え生物等の特性及び使用等の態様に応じ、遺伝子組換え生物等の安全な取扱いについて検討する委員会等を設置し、第一種使用規程の承認若しくは拡散防止措置の確認を受けるに当たり又は第二種使用等を行うに当たり、あらかじめ遺伝子組換え生物等の安全な取扱いについての検討を行うとともに、遺伝子組換え生物等の取扱いについて経験を有する者の配置、遺伝子組換え生物等の取扱いに関する教育訓練、事故時における連絡体制の整備を行うよう努めること。

3 情報の提供に関する事項

譲渡者等は、譲受者等に対し、主務省令で定められる情報を提供する際、遺伝子組換え生物等の性状等に応じて、譲受者等が当該遺伝子組換え生物等を適切に取り扱うために提供することが望ましいと判断される情報を有する場合には、当該情報についても提供するよう努めること。

4 記録の保管に関する事項

第一種使用規程の承認取得者及び第二種使用等をする者は、使用等の態様、2の委員会等における検討結果、譲渡等に際して提供した又は提供を受けた情報等を記録し、保管するよう努めること。

(研究振興局ライフサイエンス課生命倫理・安全対策室)