

組換えDNA技術の教材化
(第2報)

筑波大学附属駒場中・高等学校

貝沼 喜兵

組換えDNA技術の教材化 (第2報)

筑波大学附属駒場中・高等学校

貝沼 喜兵

要 約

急激な生物科学の進展とその応用技術の革新にともない、高校生の興味と関心もバイオテクノロジー、とりわけ組換えDNA技術、細胞融合技術などに向けられていることが調査の結果明らかになった。

筆者は、バイオテクノロジーの花形ともいべき組換えDNA技術教材化を1985年(第1報)から始めた。

1987年2月に、選択生物履修者を対象に、大腸菌K12株を宿主菌にし、プラスミド(pBR 322)をベクターとして、組換えDNA技術の基礎を理解させるための実践研究を行った。

実施した実験の要点は、pBR322の薬剤耐性をマーカーとして、塩化カルシウム法でトランスフォームし、転換菌をアンピシリンの選択培地で選択するというものであった。この実験を基礎に、組換えDNA技術の基礎理論、および、実験の安全指針や、バイオハザードなどの社会的問題などについては、資料を印刷し、これらをテキストに、指導した。

生徒実験の結果、生徒の提出したレポートの内容、及び、学習調査などの結果からみて、生徒が、この実験に高い興味と関心を示し、かつその理解度も高いことがわかり、指導目標を達成することができ、教材化の狙いは達成できた。

なお、トランスフォーム用DNAの抽出法(Marmur法とSDS法)の比較検討も行った。

組換えDNA技術の教材化 (第2報)

I はじめに

現代生物学の進歩は実にめざましいものがある。それは生物学のすべての分野にわたっているが、とりわけ分子生物学の分野の進歩が著しい。日本の科学者もこのことに重要な貢献をしている。最近の話題では、利根川進博士の、免疫抗体産生の仕組みの解明に関するノーベル生理・医学賞の受賞は、特に素晴らしいニュースであった。

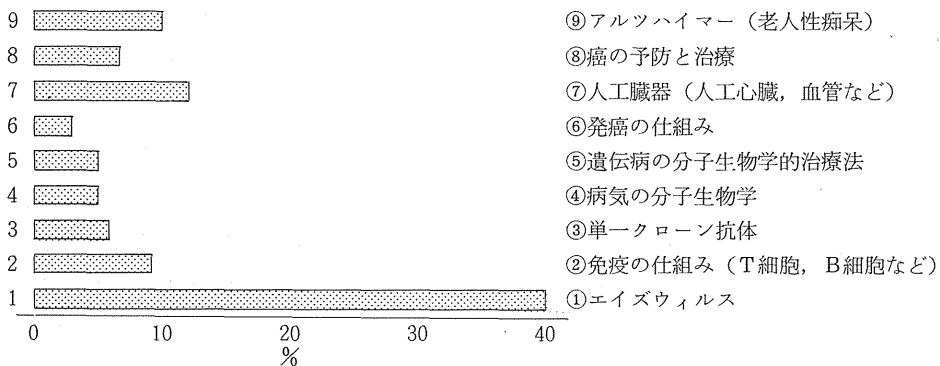
こうした時代の流れを反映して、高校生の生物学に対する興味と関心の高まりも大きいことが予想される。

そこで筆者は、筑駒の高校生(高1, 高3)を対象に学習調査と題して、生物学の最近の新しい話題、あるいは、バイオテクノロジーのどの分野に興味と関心を持っているかを調べてみた。そのときの調査用紙とその結果は、参考資料として巻末に付した。結果の一部をグラフにまとめてみた。表題の番号は、調査用紙の番号と対応する。

これらの中からいくつか特徴的なものを取り出してみよう。

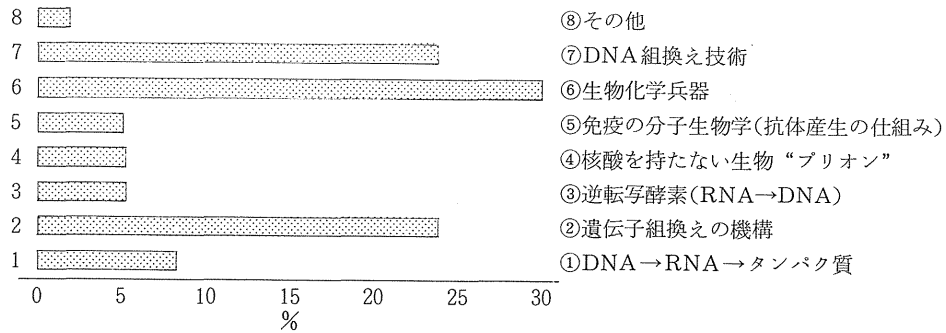
最近の話題で「病気について」興味を持ったものは何かに対して、エイズ(40%)がトップである。

4. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、「病気について」興味を持ったものは次のどれですか。



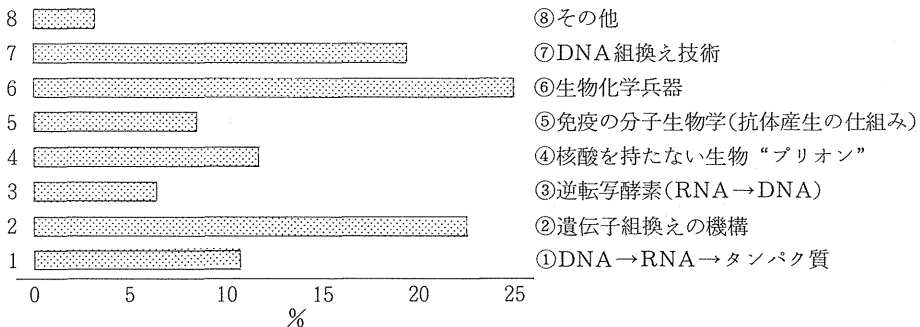
「遺伝子の構造と機能について」は、生物化学兵器(29%), DNA組換え技術(23%), 遺伝子の組換え機構(23%)などとなる。

5. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、「遺伝子の構造と機能について」興味を持ったものは次のどれですか。



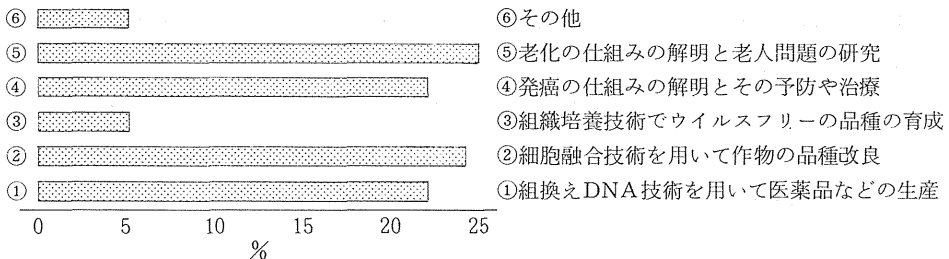
授業で取り上げてほしいものは何かについて、「病気について」は、エイズ(58%)、「遺伝子の構造と機能について」では、生物化学兵器(23%)、遺伝子の組換え機構(21%)、組換えDNA技術(18%)となる。

8. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、「遺伝子の構造と機能について」授業で取り上げてほしいものはどれですか。5の選択肢から選びなさい。



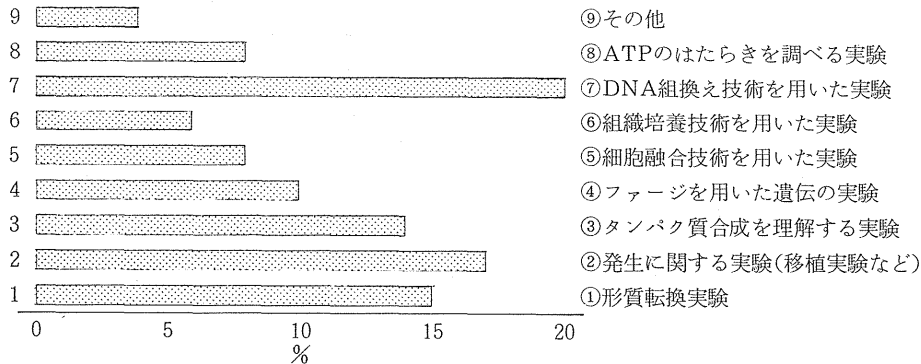
バイオテクノロジーについての関心を聞くと、老化の仕組みの解明と老人問題の研究(24%)、細胞融合技術を用いた作物の品種改良(23%)、組換えDNA技術を用いた医薬品の生産(21%)とほぼ並んでいる。

10. バイオテクノロジーについて、最も関心のあるものは次のどれですか。



これらの中で、授業で取り上げてほしい実験は何かと聞くと、組換えDNA技術（20%）、発生の仕組みを解明する実験（17%）、タンパク質合成の仕組みを理解するための実験（14%）などとなる。

11. 高校の生物の授業で、先ず取り上げてほしい実験は、次のどれですか。



このように、駒場の高校生については、生物学の最近の話題の中で、組換えDNA技術を用いた医薬品の生産に関心があり、かつ、授業でその実験を取り上げてほしいと希望する生徒の割合がかなり高い。

筆者は、1969年に、当時高2の生徒全員を対象に、枯草菌を用いた形質転換実験を実施し、DNAが遺伝子の本体であることを実証する実験指導を行なった。その結果の概要をまとめ、日本生物教育会仙台大会に発表した¹。また、その詳細については、「生物教育」に論文として発表し²、また、雑誌：遺伝（裳華房）にも発表した³。

ついで、1970年には、高2の生徒全員を対象に形質転換実験に加え、T₄ファージの教材化の実践研究を行なった。

それは、T₄r⁺に、亜硝酸ソーダ処理をし、r II変異株を分離する実験、シス・トランス相補性テストによるシストロンの決定、r II変異株を用いた三点交雑実験による遺伝子地図の作成などの諸実験から構成されていた。これらの諸実験の教材化の概要は、本校紀要⁴、および雑誌：遺伝（裳華房）⁵に発表した。

1985年3月、選択生物の生徒を対象に、先の実験指導を行なった後に、初めて、組換えDNA技術の教材化の実践研究を行なった。その概要は、日本生物教育会大阪大会で発表し、詳細は、紀要⁶に論文として発表した。

その実験の要旨は、プラスミド（pBR322）の薬剤耐性のトランスフォームと、T₄dcAp^rのトランスダクションの2種類の実験からなり、その狙いは、組換えDNA技術の基礎原理を生徒に理解させるための実験であった。

その中で、プラスミドベクターに関する実験のポイントは、次の4点にある。

- (1) プラスミド (pBR322) がアガロースゲル電気泳動などで精製したりはしない。
- (2) 制限酵素, リガーゼなどの諸酵素を用いて, 別種の遺伝子 (DNA) を pBR322 に挿入することはしない。
- (3) 大腸菌 (C600A p^r) の生菌から Marmur 法で抽出した DNA を, C600A p^r に塩化カルシウム法でトランスフォームする。
- (4) アンピシリンの選択培地で転換菌を選択する。

この実験の狙いは, 生徒にプラスミドベクターを用いて, 組換え DNA 技術の基礎を指導するための経験, あるいは, 実験的根拠を与えることに主眼がある。関連する諸技術は, これらの実験を経験した後に資料を用いて講義をすることで理解させることができるというのが前提であった。

今回 (第 2 報) は, 1985 年 3 月の実践を土台に, 次の 3 点について報告する。

- (1) 1987 年 2 月の実践指導の報告
- (2) プラスミド抽出法の比較
- (3) 生徒の実験に対する理解度の調査

II. 実践の計画とその結果

1. 実験指導の概要

1987 年 2 月に, 高 2 の選択生物履修者を対象に実施した組換え DNA 技術の指導計画は, 次の通りであった。

(1) 指導目標 (行動目標)

①組換え DNA 技術の基本原則とその応用について説明できる。②ベクターであるプラスミドの特徴について説明できる。③プラスミドを用いたトランスフォームの実験原理が説明できる。④プラスミドの抽出ができる。⑤プラスミドを用いて転換菌の検出実験ができる。⑥実験結果の整理と転換率の算出ができる。⑦組換え DNA 技術の物理的封じ込め, 生物的封じ込めについてその意義と方法の概要が説明できる。⑧組換え DNA 技術に関する社会の関心と不安, 特に, バイオハザードについて, 何が問題になっているのかが説明できる。

(2) 指導過程と生徒の学習活動 (1987年2月24日 火 5～6時限)

指 導 過 程	学 習 活 動	分
1. 出欠点検	1. 教師の出欠点検を受ける	3
2. 実 験	2. 実 験	
(1) L-ボトムプレートの作成を指示する	(1) L-ボトムプレートの作成をする (滅菌シャーレに分注)	10
(2) C600Ap ^s にプラスミドを加え、氷冷 するよう指示する	(2) 材料を受取り、C600Ap ^s にプラスミ ドを加え、20分間氷冷する	10
(3) LB1 mlを加え 37 で30分培養するよ う指示する *1	(3) LB1 mlを加え 37 で30分間培養する	(20)
3. 実験原理の説明(プリントを配布しそ れをテキストにして)	3. 実験原理の説明を受け、疑問点を質問 する	(30)
4. 実験方法の説明と実験指導	4. 実験方法の説明を聞き、班実験をする	50
(1) プラスミドの抽出方法(SDS法に よる)	(1) プラスミドの抽出方法についてマー マー法と比較しながら聞く	
(2) 塩化カルシウム法による処理法につ いて指導する	(2) 塩化カルシウム法とその処理法につ いて説明を聞く	
(3) 生徒実験の方法(プリントに基づい て)について説明し、班長を中心に分 担を決めて取り組むように指示する	(3) 生徒実験の方法について説明を聞き、 班で実験の分担を決める	
(4) 各班を巡視して、実験が指示どおり 行われているかどうかを確認する	① シャーレに記号をつける ② 実験プリントを見ながら、菌液を 希釈し、培地に加え、L-トップで広 げ、分散固化させる ③ 恒温器で15時間培養する ④ 実験の後片付けをする	
(5) 結果の観察(翌日の昼休み)につい て指示する	⑤ 結果の観察の打ち合わせをする	7
5. 結果の観察:計測の方法と転換率の求 め方について指導し、後で、結果につい て報告するように指示する	5. 教師の指示により測定し、転換率を求 め、結果を教師に報告する *2	30

*1 50分の時間(氷冷20分, LB培養30分)を利用して原理・方法の説明をする。

*2 測定と結果の処理は、翌日の昼休みに行なった。

(3) 教師の実験準備

1. プラスミドの調整; C600Ap^r を培養・集菌し、主として、SDS法によりプラスミ
ドDNAを抽出する。これを希釈し、小試験管に1mlずつに分注し、生徒実験用に供する。
2. 宿主菌(C600Ap^s: recA, r⁻, m⁻)の準備; 塩化カルシウム法の前処理。
3. 培地の準備; L-ボトム培地(L-ブロスに1%寒天入り) 800ml入り6本, L-トッ
プ培地(L-ブロスに0.5%寒天入り) 100ml入り6本, 希釈用生理食塩水100ml入り6本
アンピシリン(150mg/ml) 3ml入り6本。
4. 滅菌シャーレ; 各班, 12枚 計72枚 メスピペット; 10ml: 2本, 1.0ml: 1本 0.2

ml: 10本 (各班当り) アルミ箔に包み各班に分配する。

(4) 評価の計画

1. 生徒実験の結果により、生徒の実験に対する理解度と操作の正確度を評価する。
2. 生徒の提出したレポートにより次の項目について評価する。
 - ① 実験原理の項目から、基本原理の理解度について評価する。
 - ② 実験方法の項目から、塩化カルシウム法の理解度を評価する。
 - ③ 考察課題の項目から、組換えDNA技術の安全指針や社会的問題、特にバイオハザードに関する理解度を評価する。

2. プラスミド抽出法の比較検討

1985年3月の実験では、ベクター用のプラスミドは、Marmur法⁷で抽出したDNAを用いた。このDNAは、RNase処理をしなかったため、主染色体に由来したDNA、プラスミドに由来するDNA、およびRNAなどを雑多に含んでいた。これを一晚透析してプラスミドDNAとして用いた。

1987年2月では、C600A p^rの生菌から、主としてSDS法でプラスミドDNAを抽出した⁸。これら抽出法の違いが転換率にどのような差を来すかを調べてみた。

DNAの濃度は、分光光度計を用い、260m μ の波長で、リンの濃度が等しくなるように調整して比較した。

抽出方法: (1) Marmur法⁷

- ① 生菌0.5gを10mlのsaline EDTAに懸濁し、10mgのリゾチームを加えて、37度で30分保温、溶菌する。
- ② 25% S L S 2ml加え、60度で10分保温し、溶菌する。
- ③ NaClO₄ 1.2gを加える。
- ④ クロロフォルムを10ml加え軽く振る(5分間)。
- ⑤ 遠心分離し、水層をピペットで採り、2倍量の冷エタノールを加える。
- ⑥ 粗DNAをガラス棒で巻き採る。
- ⑦ SSCに溶かす。
- ⑧ SSCを透析外液として一晚透析をする(活性プラスミド)。

(2) SDA法⁸

- ① 生菌0.5gを3ml Sol.1に懸濁する。
- ② Sol.2 6ml加え、溶かす。
- ③ Sol.3 4.5mlを加える。
- ④ 遠心分離し、水層をピペットで採り、2倍量の冷エタノールを加え、冷凍室に3時間

保存する。

- ⑤ 遠心分離で沈澱物を集め、80%エタノールで1回洗浄する。
- ⑥ 再遠心する。
- ⑦ 沈澱物を Sol.1 に溶かす (活性プラスミド)。

ただし、Sol.1 ~ Sol.4 の組成 (100ml) は、次の通りである。

Sol.1 ; 50mMブドウ糖, 10mMEDTA, 50mMトリス

Sol.2 ; 1%SDS, 0.2MNaOH

Sol.3 ; 5M酢酸ソーダ

Sol.4 ; 10mMトリス, 1mMEDTA

3. 生徒の実験に対する理解度

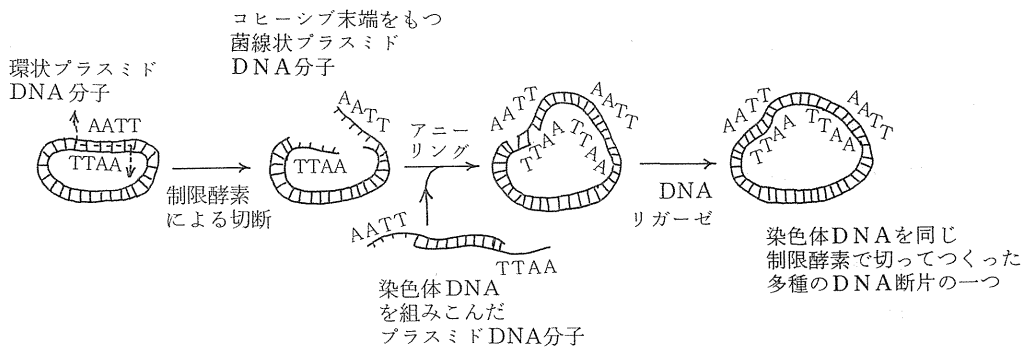
生徒がこの実験を経験して、その内容をどの程度理解したかについては、指導計画の段階で述べたように、生徒実験の結果とレポートの内容を調べて評価することにした。

III 考察

1. 組換えDNA技術の教材化について

(1) 教材化の基本的観点

組換えDNA技術の実験は、概要下図9のように行われる。



筆者の実施した生徒実験は、制限酵素やリガーゼは、使用せず、また他種のDNAを組換えることもしていない。これで、組換えDNA技術の教材化ができるのかという反論がある。

制限酵素やリガーゼは、高価であり、入手が困難である。仮に用いたとしても、生徒実験に利用することは、困難で、主として、教師の準備する実験になり、ハイレベルになることが酵素類を使用しない主な理由である。この実験ですら、高校段階をはるかに越えているという批判が出るであろうが、筆者の学校では、分子遺伝学についての実験指導の長い経過があり、生徒に理解できない内容ではないと考えている。(文献)

この実験を実施した後に、資料を配付して組換えDNA技術の基本原則を指導することが一つの方法ではないかと今までの経験から考えている。

(2) 実験の理解度

生徒実験の結果は、表1の通りである。

表1 生徒実験の結果

実験区	実験区の内容	1 班	2 班	3 班	4 班	5 班	6 班	予備実験
I	C600AP ^s + プラスミド	200 5	380 160	80 95	200 310	35 54	300 310	604 628
II	C600Ap ^s Only	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 .0	0 0
III	プラスミド Only	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
全菌数 (1×10^{-6})		17 26	32 95	25 26	28 33	31 36	24 23	83 90
転換率 転換菌数/全菌数		0.4×10^{-5}	0.4×10^{-5}	0.3×10^{-5}	0.8×10^{-5}	0.1×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.4×10^{-5}

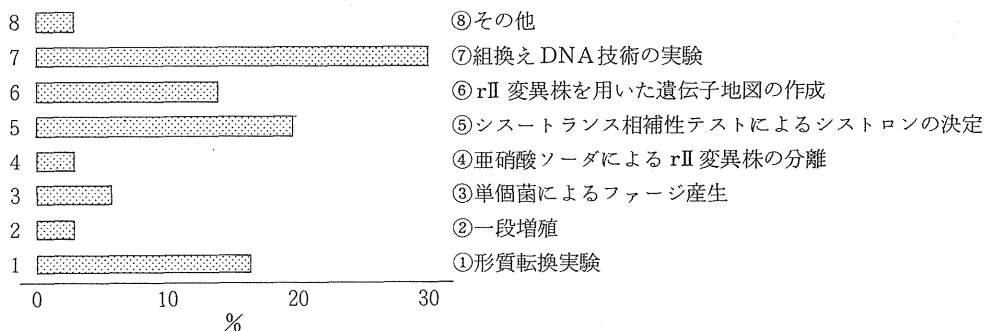
(ただし、全菌数を除いて、表に示したものは、 10^0 のコロニー数である)

生徒実験の結果は、筆者の呼び実験の結果と比較して大きな差がなく、生徒の実験操作に対する習熟度、および、理解度は、かなり高いものと判定できる。

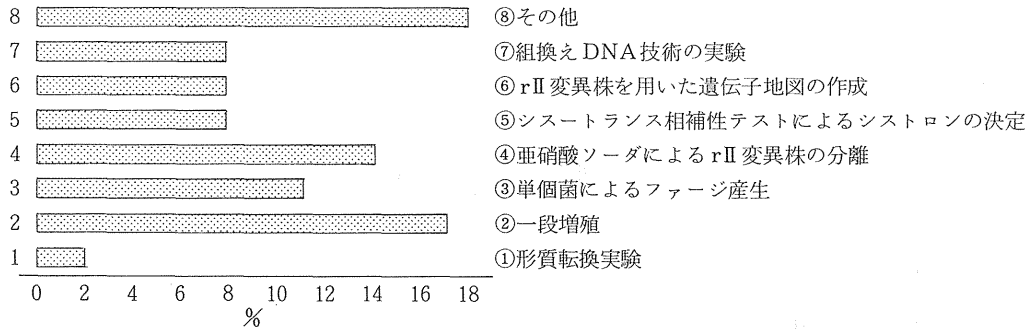
また、レポートの実験原理及び方法の記述を読んでみて、実験原理に対する理解度が高いことが分かる。

生徒が、この実験をどの程度理解したかについて、1987年12月8日に選択生物履修者に対し学習調査をしてみた。その結果をまとめたのが次のクラブである。分子遺伝学の諸実験の中で、組換えDNA技術の実験を一番興味あるものとしていることが分かる。

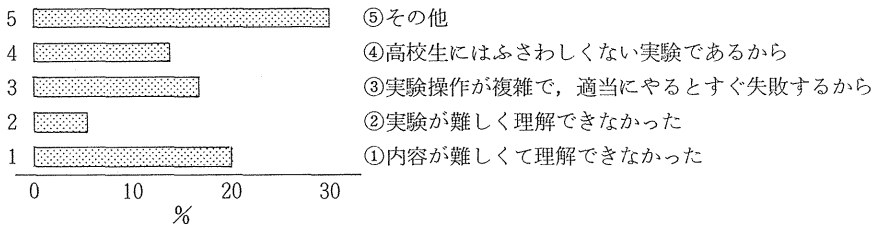
17. 選択生物の分子遺伝学に関する実験の中で、一番興味を持った実験は、次のどれですか。



19. 選択生物の分子遺伝学に関する実験の中で、興味の持てなかった実験は、次のどれですか、17の選択肢から選べ。



20. 興味の持てなかった理由は、次のどれですか。



(3) レポートの課題から見た生徒の理解度

実験後、生徒に、実験に関する考察の他に、次の課題を出し、レポートにまとめさせた。

1. 組換えDNA技術とは、なにか。制限酵素やリガーゼはどのように用いるのか。
2. 今回の実験の狙いと組換えDNA技術との関連性はなにか。
3. 組換えDNA技術の安全性について、物理的封じ込め、生物的封じ込めはそれぞれどのようなことか。

それぞれについて3人の生徒諸君のレポートを引用してみよう。

「1. 組換えDNA技術とは、なにか」についてのA君のレポート

《前略…多くの制限酵素は、二本鎖に互い違いの切れ目を入れる。したがって同じ酵素によってできる端は、相補的な塩基対を作るので、コヒーシブ末端もち、室温に戻しておくとも必ずもとに戻る。「アニーリング」という操作により塩基対を作る。このようにしてつながったDNA断片にDNAリガーゼを作用させて共有結合を形成させる。プラスミドに染色体DNAを組込んだ場合の子DNA分子ができる。…後略》

「2. 今回の実験の狙いと組換えDNA技術との関連性はなにか」についてのB君のレポート。

《前略…プラスミドは、菌にとって有無は問題にならないが、その性質は、菌にとって一つの性質になるので、ベクターとして用いられる。組換えDNA技術では、まずプラスミドを取り出し

(今回は、pBR322)、増殖させたいDNA鎖を用意する。そこで制限酵素を用いるとDNA鎖は、切れるので、プラスミドは、環でなく直線状になる。両者を混ぜてアニーリングする。するとあるものはpBR322とうまくつながり、求めるDNA鎖になるものもある。…中略…今回は、そのような実験はしないで、プラスミドを取り組んだ転換菌を、アンピシリンの選択培地で選択したものである。…後略》

「3. 組換えDNA技術の安全性について、物理的封じ込め、生物的封じ込めとは何か」についてのC君のレポート

《前略…組換えDNA技術は、人類の福祉をはかる上で非常に重要な技術であるが、安全対策を立てないと危険なものである。何故ならば、組換え技術により、害のある形質のDNAが大腸菌に移され、それが増えたときに、万一それが外部（自然環境に）漏れてしまうと重大な生物災害を引き起こすことが考えられるからである。

そこで対策として、実験室で作り出した組換え体生物を実験に必要な区域内に封じ込めることが考えられる。その方法には、物理的封じ込めと生物的封じ込めとが考えられる。…後略》

(4) 安全性についての理解度

1975年2月、カリフォルニアのアシマロに、世界の科学者が100名も集まり遺伝子操作に関する「アシマロ会議」が開かれ、組換えDNAの実験指針が作られた。

これが、その後どの様な変遷を経て現在に至ったかの歴史的経過と、現在日本で実施されている安全指針などについて述べてある資料を印刷し、これを生徒に配付し、レポートの課題として、まとめさせた。

このことに関連し、この実験で使用した大腸菌、C600A p^s (recA⁻ r⁻, m⁻) は、K12株で、ヒトに対する寄生性を完全に失い、研究室外では生存できない遺伝的特性を持つ安全な株であることを、生物的封じ込めの具体例として指導した。

また、ベクターであるpBR322プラスミドも、非伝達性で安全性に留意して選択されたものであることを強調した。

このように実験を通して生徒は、組換えDNA技術に対する問題点を、それに対してどの様な対策が取られているのかについて現状をより具体的に理解することができていると考えている。

前述した生徒のレポートの引用にみられるように、多くの生徒が安全対策の概要と社会的問題の背景について具体的に理解ができていると考えている。

(5) プラスミドについて

プラスミドについて筆者は、生徒に次の特徴を取り上げて指導した。

大腸菌を例に、プラスミドは、主染色体とは別個の安定した遺伝的単位であり、細胞になくて

もよいものであるが、次のような特徴を持つものとしてまとめた。

- (1) 本体は、多くは、環状2本鎖である。
- (2) 分子量は、 $10^6 \sim 10^7$ で、組換えDNA供与体の分子量は、 10^6 程度である。
- (3) 細胞内で自律的に増殖する。
- (4) 複製の機構から2種に分けられる。①細胞内に1～3個のストリンジェント型、②細胞内に20個程度のリラックス型。
- (5) 複製の制限機構の違いから1個の細胞に2種のプラスミドの共存できる和合性と、できない不和合性という現象がある。
- (6) 制限という現象がある。制限酵素は、この機構の研究の過程から発見されたものである。しかし、全てのプラスミドが制限酵素を作るわけではない。
- (7) 伝達性と、非伝達性との区別がある。①伝達性のものはF因子を持ち大型(10^7)である。②非伝達性のものは、pBR322などがその例であり小型(10^6)である。
- (8) プラスミドは、細胞の生存になくて良いものであることは、右の図を見ても分かる。細胞からプラスミドを除くには、アクリジン色素処理か、高温処理法もある。また、自然に消える場合もある。
- (9) プラスミドは、外来性である。菌の接触、プラスミドの注入による。
- (10) プラスミドは細胞になくてよいが、細胞の性質に多く関係する。①不和合性遺伝子 ②制限酵素 ③性現象(F^+ , Hfr , F^- , F' など) ④薬剤抵抗性, 多剤耐性(Sm :ストレプトマイシン, Su :ストフオンアミド, Nm :カナマイシン, Nm :ネトマイシン, Cm :クロラムフェニコールなど) ⑤蔗糖発酵性, 抗生物質生産性, 毒素生産性など。
- (11) 遺伝子は、大は10数個, 小は数個である。
- (12) 野生状態の細菌がプラスミドを保存する割合は、数10%であり、どのようなプラスミドを持つかは不明である。

2. プラスミドDNA抽出法の比較検討

生徒実験に用いたトランスフォーム用のプラスミドDNAの抽出法の検討は、単純に転換率の大小で比較してみた。その結果が表2である。結果から明らかなようにSDS法によるプラスミドの方が転換率が高いというわけがわかる。

表2 プラスミドDNA抽出法の比較検討実験の結果

	10^0	10^{-1}	備 考
I	測定不能	130, 200	C600Ap ^s + SDS法プラスミドDNA
II	3, 12	0, 1	C600Ap ^s + Marmur法によるDNA
III	3, 5		C600Ap ^s + DNase処理プラスミド
IV	0, 0		C600Ap ^s only

なお、参考に、筆者の学校で実施した分子遺伝学の実験テーマとその実施日を次に示した。

- 1986年9月16日(火)；枯草菌の遺伝形質とその特徴
10月7日(火)；枯草菌からDNAの抽出
10月14日(火)；DNA塩酸加水分解物のペーパークロマトによる塩基分析
10月28日(火)；枯草菌の形質転換
11月11日(火)；ファージの遺伝形質とその特徴
11月18日(火)；一段増殖
11月25日(火)；単個菌によるファージ産生
12月2日(火)；亜硝酸ソーダによる突然変異の誘起
1987年1月20日(火)；シストランス相補性テストによるシストロンの決定
2月17日(火)；ファージr II変異株を用いた交配実験による遺伝子地図の作成
2月24日(火)；組換えDNA技術：プラスミド(pBR322による)
3月3日(火)；組換えDNA技術：ファージベクター(T₄ d c A p^r)

IV おわりに

この実験に用いた材料であるEK株(C600A p^r, C600A p^s)およびプラスミド(pBR322)は、東京大学応用微生物研究所の高橋秀夫先生から分譲されたものである。また、高橋秀夫先生から実験について懇切なアドバイスを頂いたことを付記し、感謝の意を表します。

V 引用文献

1. 貝沼喜兵；分子遺伝学の指導に関する実践的研究 日本生物教育会第26回大会(1970)
2. 貝沼喜兵；高校に於ける分子遺伝学の実験学習の諸問題 生物教育 15(1973)
3. 貝沼喜兵；やさしい分子遺伝学の実験(1)~(2)：遺伝：裳華房：Vol.23 2~3(1963)
4. 貝沼喜兵；ファージを用いた遺伝の実験：筑波大附属駒場中・高等学校研究報告第21集 117~132(1983)
5. 貝沼喜兵；ファージを用いた分子遺伝の実験：(1)~(4)：遺伝：裳華房：Vol.25 7~10(1971)
6. 貝沼喜兵；遺伝子組換え，組換えDNA技術 実験の教材化：筑波大附属駒場中・高等学校研究報告第25集 225~238(1986)
7. 齊藤日向；細菌およびファージDNAの調整：核酸実験法：32~36：共立出版
8. R. F. Schleif, P. C. Wensink (川上，山崎監訳)：分子生物学実験マニュアル：講談社：128~130(1983)
9. Watson 他(中村，松原訳)；細胞の分子生物学：教育社(1983)
10. 池田庸之助；遺伝子操作技術入門 株式会社工業調査会：28~33(1983)
11. 池田庸之助；遺伝子操作技術入門 株式会社工業調査会：26(1983)

この調査は、生物教育のある研究会で、発表する資料にするためのものです。諸君の実態をありのままに記入してください。設問の選択肢に該当する項目がない場合は、「その他」を選択します。

記入はすべてマークシートです。ただし、「その他」の場合には、その番号をマークし、質問用紙の括弧内に、その内容を記入してください。ただし、⑩は、マークカードでは、0と読み換えてください。それぞれの設問について選択肢の中から1つだけ選んでください。

1. 生命の単位と連続性の中で最も興味のあるのは次のどれですか。

- ①細胞の構造と機能 ②生物体の構成 ③動植物の発生とその仕組み
 ④植物の成長と形態形成 ⑤遺伝子としてのDNA ⑥遺伝子とタンパク質の合成
 ⑦遺伝子と分化 ⑧生命の起源
 ⑨その他 ()

2. 生命を維持する仕組みについて最も興味のあるのはどれですか。

- ①物質交代とエネルギー交代（酵素・光合成・呼吸・N同化など）
 ②恒常性の維持（自律神経とホルモンによる） ③神経の興奮伝導の仕組み
 ④生体防御（免疫などの） ⑤動物の行動（走性・反射・本能行動・学習行動など）
 ⑥筋収縮の仕組み ⑦ATPのはたらき
 ⑧その他 ()

3. 生態と進化について最も興味のあるものはどれですか。

- ①個体群の構造と機能；同種個体群（テリトリー・順位性・リーダー性など）、異種個体群（共生・寄生・競争・捕食 被害など） ②生態系の構造と機能
 ③生物群集の変動と分布（遷移・生態分布・地理分布など） ④進化
 ⑤環境汚染（公害など）
 ⑥その他 ()

4. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、〔病気について〕興味を持ったものは次のどれですか。

- ①エイズウイルス ②免疫の仕組み（T細胞，B細胞など） ③単一クローン抗体
 ④病気の分子生物学 ⑤遺伝病の分子生物学的治療法 ⑥発癌の仕組み
 ⑦人工臓器（人工心臓，肝臓，血管など） ⑧癌の予防と治療
 ⑨アルツハイマー（老人性痴呆）
 ⑩その他 ()

5. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、〔遺伝子の構造と機能について〕興味を持ったものは次のどれですか。

- ① DNA→RNA→タンパク質 ② 遺伝子組換えの機構 ③ 逆転写酵素 (RNA → DNA)
 ④ 核酸を持たない生物 “プリオン” ⑤ 免疫の分子生物学 (抗体産生の仕組み)
 ⑥ 生物化学兵器 ⑦ DNA組換え技術
 ⑧ その他 ()
6. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、〔動物の生態と行動・進化について〕興味を持ったものは次のどれですか。
- ① 動物の社会行動 ② ミツバチの情報伝達など ③ 北極の魚は何故凍らない
 ④ 性フェロモンによる害虫の防除 ⑤ 鮭の母川回帰
 ⑥ その他 ()
7. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、〔病気について〕、授業で取り上げてほしいものはどれですか。4の選択肢から選びなさい。
8. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、〔遺伝子の構造と機能について〕、授業で取り上げてほしいものはどれですか。5の選択肢から選びなさい。
9. 最近の生物学の新しい話題の中で、特に、〔動物の生態と行動・進化について〕、授業で取り上げてほしいものはどれですか。6の選択肢から選びなさい。
10. バイオテクノロジーについて、最も関心のあるものは次のどれですか。
- ① 組換えDNA技術を用いて医薬品などの生産 ② 細胞融合技術を用いて作物の品種改良
 ③ 組織培養技術でウイルスフリーの品種の育成 ④ 発癌の仕組みの解明とその予防や治療
 ⑤ 老化の仕組みの解明と老人問題の研究
 ⑥ その他 ()
11. 高校の生物の授業で、先ず取り上げてほしい実験は、次のどれですか。
- ① 形質転換実験 (DNAが遺伝子の本体であることを微生物をもちいて実証するもの)
 ② 発生に関する実験 (シュペーマンの移植実験や核移植など)
 ③ タンパク質の合成の仕組みを理解するための実験 ④ フェージを用いた遺伝の実験
 ⑤ 細胞融合技術を用いた実験 ⑥ 組織培養技術を用いた実験
 ⑦ DNA組換え技術を用いた実験 ⑧ ATPのはたらきを調べる実験
 ⑨ その他 ()
12. 高校の生物の授業で、二番目に、取り上げてほしい実験はどれですか、11の選択肢から選べ。
13. 高校の生物の授業で、三番目に、取り上げてほしい実験はどれですか、11の選択肢から選べ。
 《次の設問は、高校2年生の時、選択生物を履修した生徒だけ答えてください。》
14. 選択生物の生態系に関する実験の中で、一番興味を持った実験は、次のどれですか。
- ① 枠法による種構成の特徴を調べる調査 ② ウィンクラー法による池の生産力を調べる実験
 ③ クロロフィル法による池の生産力の推測 ④ 層別刈り取りによる生産構造図の作成
 ⑤ その他 ()

15. 二番目に興味を持った実験は、どれですか。14の選択肢から選びなさい。
16. 興味の持てなかった実験はどれですか。14の選択肢から選びなさい。
17. 選択生物の分子遺伝学に関する実験の中で、一番興味を持った実験は、次のどれですか。
- ①形質転換実験 ②一段増殖 ③単個菌によるフェージ産生
 - ④亜硝酸ソーダによる r II 変異株の分離
 - ⑤シストランス相補性テストによるシストロンの決定
 - ⑥ r II 変異株を用いた遺伝子地図の作成 ⑦組換え DNA 技術の実験
 - ⑧その他 ()
18. 選択生物の分子遺伝学に関する実験の中で、二番興味を持った実験は、次のどれですか、17の選択肢から選べ。
19. 選択生物の分子遺伝学に関する実験の中で、興味の持てなかった実験は、次のどれですか、17の選択肢から選べ。
20. 興味の持てなかった理由は、次のどれですか。
- ①内容が難しく理解できなかった
 - ②実験が難しく理解できなかった
 - ③実験操作が複雑で、適当にやるとすぐ失敗するから
 - ④高校生にはふさわしくない実験であるから
 - ⑤その他 ()

学 習 調 査 の 結 果

Y軸 (1~13) 設問番号, X軸 (1~10: 選択肢: B: ブランク)

(1) 高一全員 (154名)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	B
1:	16	9	10	13	40	11	11	40	2	0	2
2:	44	8	10	28	48	2	11	1	0	0	2
3:	33	26	17	53	20	3	0	0	0	0	2
4:	61	14	10	8	8	5	19	11	15	1	2
5:	12	36	8	7	7	45	35	2	0	0	2
6:	37	13	33	36	28	2	0	0	0	2	3
7:	58	13	13	11	9	7	9	16	15	1	2
8:	16	33	10	17	12	35	27	0	0	1	3
9:	37	10	33	35	30	4	0	1	0	0	4
10:	33	36	8	33	37	1	2	0	0	1	3
11:	23	26	21	15	12	9	31	12	1	1	3
12:	28	25	19	17	14	13	23	10	0	1	4
13:	15	20	26	17	16	16	26	10	1	1	6

(2) 高三: 選択生物履修者 (35名)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	B
1:	1	3	2	0	13	2	6	8	0	0	0
2:	5	3	1	8	13	2	2	1	0	0	0
3:	8	1	6	15	4	1	0	0	0	0	0
4:	10	4	2	4	4	1	1	2	7	0	0
5:	2	7	4	8	4	2	7	1	0	0	0
6:	12	1	9	5	6	2	0	0	0	0	0
7:	13	7	2	1	0	2	3	3	4	0	0
8:	1	7	3	7	6	7	4	0	0	0	0
9:	11	1	10	7	4	2	0	0	0	0	0
10:	4	11	3	4	12	1	0	0	0	0	0
11:	5	8	5	5	6	3	2	1	0	0	0
12:	8	3	2	5	2	5	5	4	0	0	1
13:	2	9	5	2	6	2	8	0	0	0	1
14:	5	11	7	11	1	0	0	0	0	0	0
15:	5	9	12	7	1	0	0	0	0	0	1
16:	10	6	4	3	10	0	0	0	0	1	1
17:	6	2	2	1	8	5	11	0	0	0	0
18:	4	5	4	0	10	4	5	0	1	0	2
19:	1	6	4	5	3	4	3	0	6	1	2
20:	7	2	7	5	11	0	0	0	0	1	2