

高校生物における「はじめの一步の細胞培養実験」:その方法と効果

The first system for an animal cell experiment in biology learning
: its practical methods and effects in high school education.

○中川 優子*, 羽曾部 正豪**

*NAKAGAWA Yuko, **HASOBE Masahide

*聖ドミニコ学園中学高等学校, **東京海洋大学 海洋科学部

*St.Dominic's Junior and Senior High School, **Tokyo University of Marine Science and Technology

[要約] 細胞は体の基本単位であり、構造レベル(階層性)の要であるが、動物細胞に関わる高校実験学習の現状は脆弱であり、生命科学社会の実情に対応した学習効果の高い細胞実験システムが望まれる。しかし、動物細胞培養技術は専門的であり、学校レベルへの導入には各種の制限要素が付帯する。そこで、我々は「魚類細胞を用いた細胞実験キット」に改良を加え、それらの制約解消を図っているが、今回、多数の受講者を対象とした実践学習の場においても無理なく導入が可能な改良型の細胞実験学習システムの開発に成功した。本報告ではその具体性「特徴、実施方法、結果、その効果」について報告する。

[キーワード] 高校生物、動物細胞培養実験、細胞実験キット、細胞形態、細胞運動

1. はじめに(背景と目的)

iPS 細胞に基づく再生医学などが社会現象の一部となる現状において、その先進先端な科学技術・動物細胞培養技術に触れることは一部の SSH 事業などにおいて珍しくはない。しかし、実践学習の場の現状は基本的に旧来の踏襲であり、上述の波及効果が新たな実験教材の提供といった状況になることはほとんどない。つまり、「ないものは使えない」の状況ではあるが、生命科学の躍進に対応し実用可能な細胞培養実験システムは今後の生物教育にこそ不可欠と考える。

本研究は、科研費基盤 A「卓越性の科学教育」代表・銀島文の分担「生物領域」であり、上述の状況を打開するため「魚類細胞を用いた細胞培養実験キット」の実践的な学習システムの開発を目標としている。そのため、検討と改良に勤めその一部は前報(羽曾部 2014)としたが、その後の経緯から本質的な改変・改良を加える必要性が生じた。

現在、その対応の結果、受講者多数の高校教育においても無理なく導入が可能な本格的な細胞実験学習システムの完成に至った。本報告ではその具体的な特徴や実施法、結果、効果に加え、実証評価の進捗状況などを報告する。

2. 「はじめの一步の細胞実験」システムの特徴

前報(羽曾部 2104)で概説したように、「細胞実験キット」の利用とその実技操作は「時・人・場所」を選ばず理想的であるが、しかし、現実的な問題はやはり生じる(た)。つまり、受講者多数の一般的高校において、その主な実験材料「培養シャーレ」などの経費はどうするか、である。専門的には問題とされない事項であっても、高校レベルでは無視で

きない大きな課題となる。また、授業時間は1時間を基本とするため、通常の授業「時間割」内への導入にはその対応策が求められる(た)。

その経緯から改変した方法が「はじめの一步の細胞実験」であり、高価な培養シャーレの代用として安価なカバーガラスを細胞の培養基質(培養面)とした(経費削減は1/5)。時間的制約へは遠心分離(6500rpm x 10 秒)による細胞洗浄により対応した。その結果、細胞運動の自律速度は約 10 倍の効果として現れ、細胞は数十分程度で最大の細胞運動(接着伸展)を示した。つまり、カバーガラス(CG)細胞培養法は、専門的な培養シャーレ法に勝るとも劣らない優れた成果として示された。

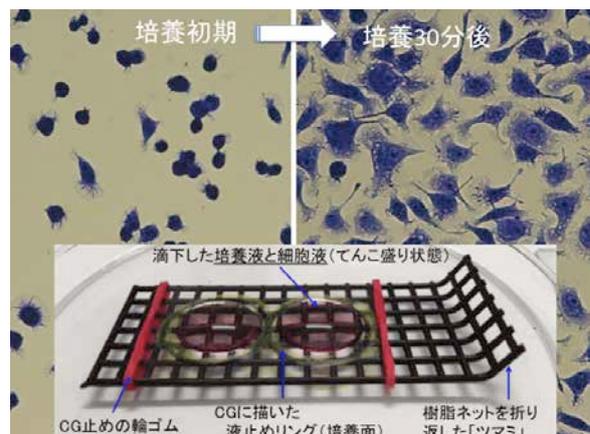


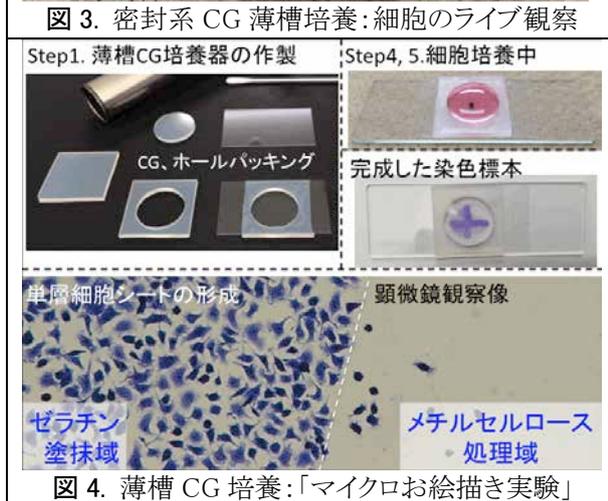
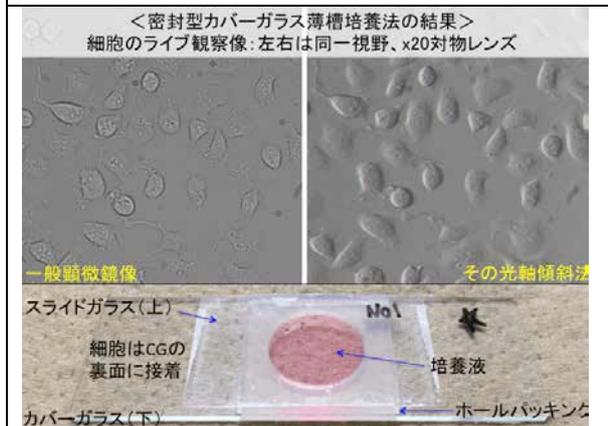
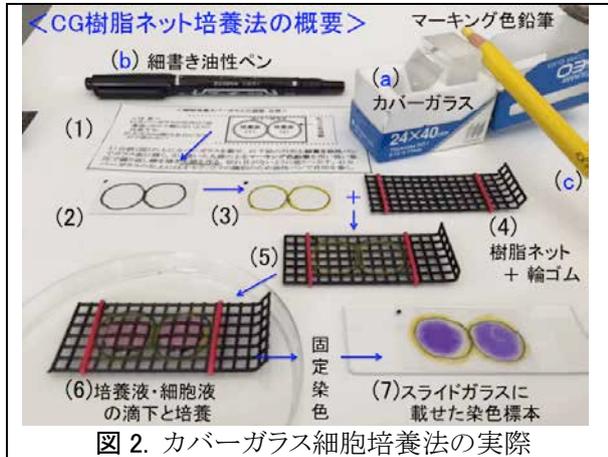
図 1. カバーガラス(CG)を用いた細胞培養実験

3. 「はじめの一步の細胞実験」:実践方法

実験学習における本実験の目的は、細胞の自律性とその基本的性質「形態・運動・組織形成」に関わる基礎実験、であり、その方法は下記である。

<3a. 実施方法>

魚類培養細胞 FHLS を含む実験材料は「細胞実験キット」として宅配輸送により入手し、図2のような手順(下記の5工程)で実施する(した)。



Step1.カバーガラス(CG)細胞培養装置の作製:

CGに液止めリング(培養面となる)を描き、樹脂ネットに装着する(図2の1-5、所用時間5分)。

Step2.細胞液の調製:細胞を遠心分離(6500rpm x 10秒)し沈殿細胞を再浮遊する(所要時間5分)。

Step3.培養液・細胞液の添加と培養(図2の6):

CGの培養面に培養液を6滴、続いて細胞液を3滴、滴下する(所要時間5分)。そのまま所定時間の培養(例えば、5分と15分)を加える。

Step4.固定染色処理:固定液を培養面に2滴加え2分放置し水洗。更に、染色液(クリスタル紫)を3滴加え2分染色、水洗。(所要時間10分)

Step5.観察準備と顕微鏡観察:水切りしたCG細胞面とスライドガラスを水封入し観察準備は完了。

<3b. 実験結果:細胞の顕微鏡観察>

大多数の生徒により、図1のような細胞観察像が得られた。染色細胞には細胞質内の液胞も散見されるが、細胞核、核小体、細胞骨格(アクチン束)、糸状仮足や葉状仮足など、細胞接着の様子や基本的な細胞形態とその変化が明瞭に示された。

<3c. 発展実験の事例>

1) 動物細胞のダイナミックな確認は「生細胞のライブ観察」であるが、倒立顕微鏡の保有は稀である。そこで「密封系CG薄槽細胞培養法(図3)」を考案し、ライブ観察の簡便化が可能となった。一般顕微鏡を光軸傾斜法で扱えば図3のように「擬似-微分干渉顕微鏡像」となることは特筆にある。

2) 「細胞から組織」を実感する発展実験として「組織形成に関する基礎実験」の設定も可能である。細胞液を滴下するだけ実験ではあるが、その結果はCGφ18mm内に肉眼的にも予定した任意の形態(図4では十字形)の形成となった。検鏡では上皮組織様の細胞シート(配列)が観察される(た)。

4.考察と課題

基幹的学習要素「細胞」を扱う本実験法の特徴は、迅速・簡便・確実に加え低コストと安全の保証であり、実践学習の場に適した究極の細胞実験学習システムと考えられた。現在、実証評価中であるが、多くの教師はその利便性・実用性・発展性に強く賛同する。また、生徒の好奇心と向学心の主体性を育むことから、本実験システムは新たな学習構造と学習内容の論理性に寄与すると考える。

今後は広域・組織的な取組みも必要であろう。

[文献]

- 1.羽曾部正豪・吉村 成弘(2014)「卓越性の生物教育の実践」に向けた新たな動物細胞実験キットの導入とその論理的背景、日本科学教育学会年会論文集 38:229-232.
- 2.Web 資料「実演生物学」(羽曾部制作):本編に関わる Web サイトは検索用語「はじめの一步の細胞実験」により参照・可能である。

[謝辞]:実証試験では下記の高校教諭の協力を賜った。記して謝辞とする(敬称略)。宮崎千種・西郷 孝(愛知県立旭丘高校)、伊藤泰二(三重県立四日市高校)、野村浩一郎(神奈川県立柏陽高校)、皆川敬志(新潟県立新潟江南高校)。