

デジタルカメラおよびタイムラプスビデオを使用した  
動的視覚教材の自主開発

農学部 新村 末雄・祝前 博明・蘆田 一郎

Development of Dynamic Visual Aids  
Using Digital Cameras and Time-lapse Videos

Sueo NIIMURA, Hiroaki IWASAKI and Ichiro ASHIDA  
(Faculty of Agriculture)

From the images of domestic animals photographed with digital cameras and the images of fertilization of gametes and early development of zygotes in various mammals taken by a CCD color camera connected to an inverted microscope and a time-lapse video cassette recorder, dynamic visual aids have been created and developed. These dynamic visual aids that have been independently created were utilized in actual classes and their educational effectiveness was clarified through questionnaire surveys.

With respect to the query upon whether characteristics were comprehended regarding the mammalian germ cells (sperm, eggs and embryos) as resources and the biotechnological new techniques in animal production, 66 or 80% of the students replied in the affirmative far exceeding the number of students who replied in the negative. Furthermore regarding the query as to whether seeing the slides of eggs and embryos in various mammals and their video images was instrumental in their respective understanding of them, over 84% of the students answered in the positive.

From the above, the use of independently developed slides and video images as teaching materials was judged as being undoubtedly effective in the comprehension of the content of lectures. From the results of questionnaire survey, it was concluded that the educational effectiveness of courses which positively employed such visual aids was undoubtedly large.

Key words : Video lecture, New technology of animal production, Time-lapse videomicrography of mammalian gametes and zygotes, Issues of biological resources

## 1. はじめに

総合科目である生物資源論（平成14年度からは展開科目の主題科目群に分類されている）では、農学部および自然科学研究科の教員6名が、現代の資源問題の基本を明らかにしつつ、生物資源がどのような改良と栽培によって我々に提供されているのか、また、それらをめぐる先端技術や課題を社会経済学、植物生産学および動物生産学の各分野から明らかにすることを目的に講義を行っている。この講義の中で、我々は、人類の生存と暮らしに役立つ各種の資源動物を取り上げ、それらを増産するための先端技術の紹介ならびにそれらの技術の将来的展望について説明を行っている。しかし、最近の口蹄疫や狂牛病の発生と伝播により、資源動物に触れることは衛生管理上不可能であり、ほとんどの学生は、ブタやウシを実際に見たことがないのが現状である。また、資源動物における配偶子の受精や受精卵の初期発生の過程を実際に見たことのある学生も皆無であると思われる。従って、資源動物における配偶子の受精や受精卵の初期発生の過程を体外で連続的に撮影した映像を用いて動的に提示することは、このような現象をことばで説明するよりもはる

かに説得力があるとともに、個体発生の始まりを見せることによって、生命に対する倫理観を植え付ける効果もあると考えられる。そのような意味で、資源動物そのものやそれらの発生過程を、動的視覚教材を利用して説明する授業の教育効果は大きいものと判断される。

本計画は、デジタルカメラで撮影した各種資源動物の画像および顕微鏡に装着したタイムラプスビデオ装置で撮影した資源動物の受精と発生の過程の映像から、それぞれ視覚教材を開発・作成するとともに、作成した視覚教材を授業に活用し、その教育的効果をアンケート調査から明らかにすることを目的に行ったものである。

## 2. 教材の作成方法

ウシおよびマウスの未成熟卵子を卵巣から採取し、体外で培養して成熟させた。これらの卵子を精子とともに培養して受精させ、受精卵子をさらに4ないし7日間培養した。配偶子の受精および受精卵子の初期発生の過程は、図1に示した装置によって撮影・記録した。

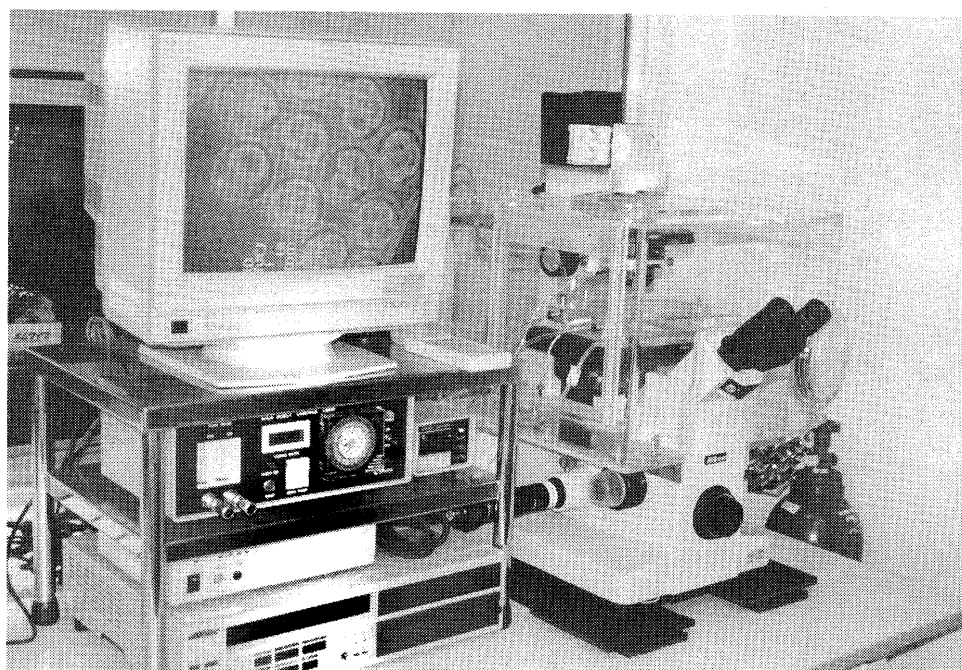


図1：タイムラプスビデオ撮影のための装置一式

すなわち、倒立位相差顕微鏡に装着した保温フード内の培養チャンバーに卵子と精子を入れ、その映像をCCDカラーカメラで撮影するとともに、タイムラプスビデオで記録した。なお、撮影は4秒間隔で行った。

### 3. 教材の提示

我々は、家畜生産の先端技術というテーマで、最近よく話題にのぼるクローン動物の作成など、卵子や精子といった配偶子および初期胚を用いた各種技術の紹介という内容で講義を行っている。平成13年度は、「はじめに」で述べたような理由から、講義はすべてスライドおよび図2と図3に示したような自主開発したビデオ映像を使用して行った。

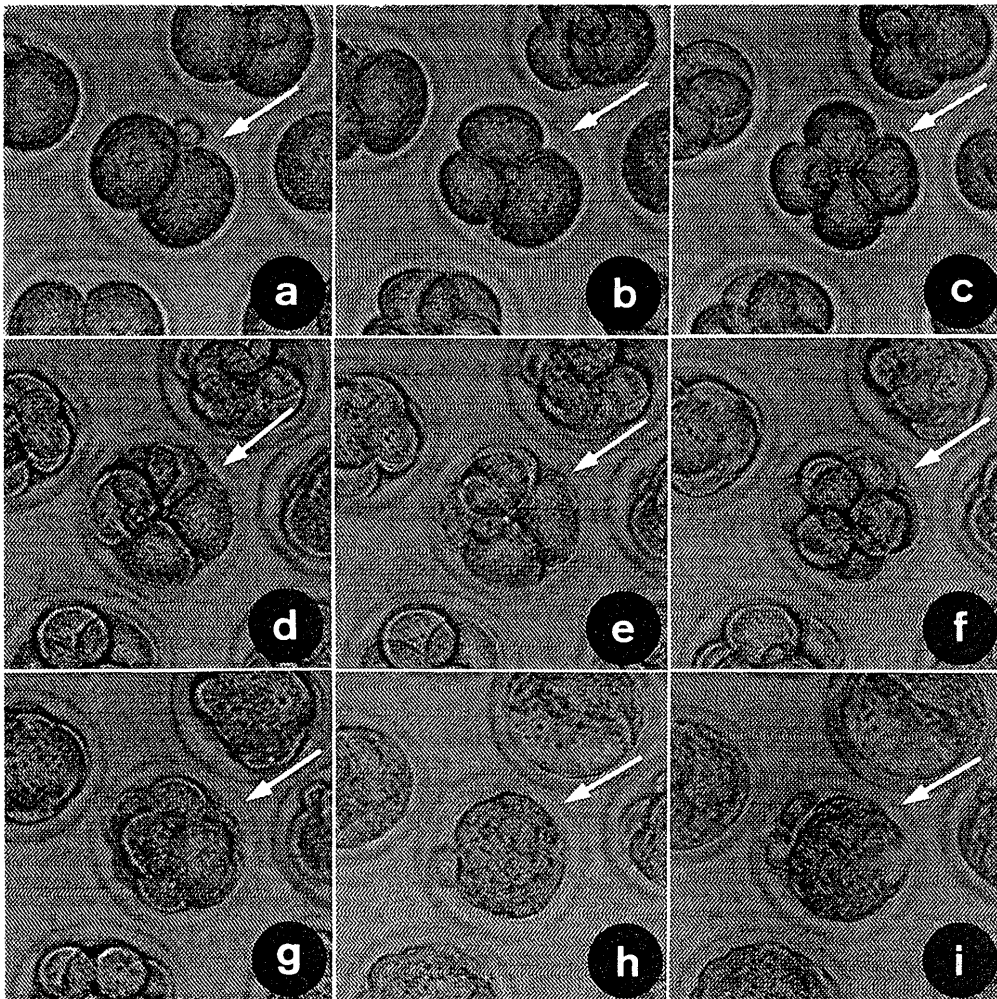


図2：初期発生過程のマウス胚（矢印）のタイムラプスビデオ像

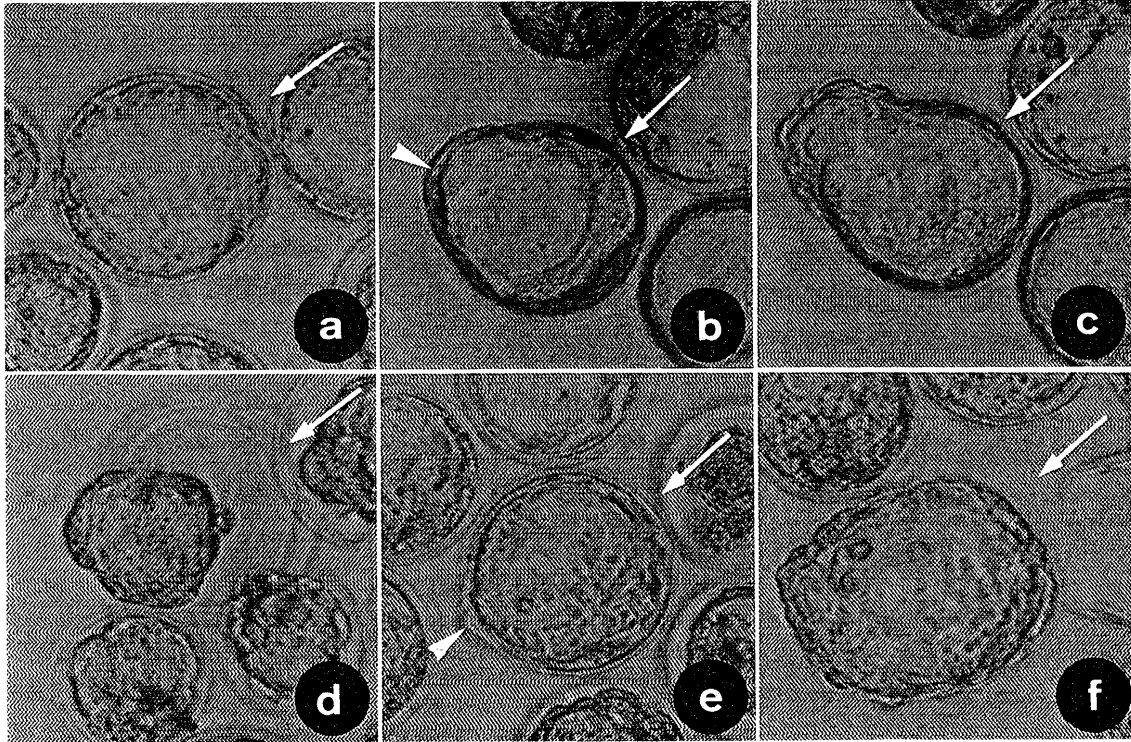


図3：ハッチング過程のマウス胚盤胞（矢印）のタイムラプスビデオ像

なお、講義の最後に学生に対してアンケート調査を実施し、自主開発した教材が講義内容を理解するために有効であったのかどうかを調べた。また、講義内容が生物学と密接な関係があるので、講義内容の理解の程度と高等学校での生物学の履修の有無との関係についても検討を試みた。アンケートの内容は別紙のとおりである。

#### 4. アンケート結果にみる教育効果

まず、本講義の聴講学生の内訳をアンケートからみると、農学部33名(31%)、工学部6名(6%)、医学部11名(10%)、理学部8名(8%)、経済学部21名(20%)、法学部8名(8%)、教育人間科学部13名(12%)および人文学部6名(6%)の計106名であった。

##### (1) 家畜生産の先端技術について理解できましたか？

この質問については、理解できたと回答した学生が66%(70/106)みられ、理解できなかった

と答えた学生の数を有意に上回った。理解できたと答えた学生は、理学部と工学部ではそれぞれ50%であったが、それら以外の学部では、理解できたと回答した学生の数が、理解できなかったと回答した学生の数をいずれも上回った。また、高等学校での生物学の履修の有無と理解度との関係については、理解できたと回答した学生で生物学を履修していない者は、13%(9/70)と少なかったが、理解できなかったと回答した学生で生物学を履修していない者は、36%(13/36)みられ、講義内容を理解できなかった学生で生物学を履修していない者が多い傾向にあった。このような傾向は、いずれの学部でも同様であった。

##### (2) 資源としての生殖細胞(卵子・精子)の特質を理解できましたか？

この質問については、理解できたと回答した学生が80%(85/106)みられ、理解できなかったと回答した学生の数を有意に上回った。理解できなかったと回答した学生は、理学部では多く、63%

(5/8) みられたが、それ以外の学部では、いずれも理解できたと回答した学生の数が、理解できなかったと回答した学生の数よりも多かった。また、高等学校での生物学の履修の有無と理解度との関係については、理解できたと回答した学生で生物学を履修していない者は、27% (23/85) と少なかったが、理解できなかったと回答した学生で生物学を履修していない者は、67% (14/21) みられ、講義内容を理解できなかった学生で生物学を履修していない者が多い傾向にあった。このような傾向は、いずれの学部でも同様であった。

(3) いままでにブタとウシを実際に見たことがありますか？

これらの質問については、64% (68/106) および94% (100/106) の学生が見たことがあると回答しており、予想に反し、これらを見たことがないと回答した学生の数をはるかに上回った。

(4) 家畜の卵子や初期胚のスライドを見ることは、それらを理解するために役立ちましたか？

この質問については、84% (89/106) の学生が役立ったと回答しており、役立たなかったと回答した学生は少なく、わずかに16% (17/106) であった。

(5) 初期胚のビデオを見ることは、胚の初期発生の過程を理解するために役立ちましたか？

この質問については、85% (90/106) の学生が役立ったと回答しており、役立たなかったと回答した学生は少なく、わずかに15% (16/106) であった。

(6) 講義をすべてスライドとビデオを使用して行う方法をどう思いましたか？

この質問については、良いと回答した学生が44% (47/106) と少なく、良くないと回答した学生が56% (59/106) みられた。

なお、良くないと回答した学生の意見を自由記述欄から抽出すると、①教室が暗いので眠くなる、②

教室が暗く、ノートがとれないので復習しづらい、③スライドの文字が教室の後ろからでは見づらい、④スライドを使う授業方法は進み方が早く、ノートを書くのが間に合わない等の理由を述べた学生が多かった。

## 5. まとめ

今回初めて、講義をすべて自主開発したスライドとビデオを使用して行ったところ、アンケート調査の結果をみる限りでは、講義内容を理解させるという当初の目的は果たせたように感じられた。また、スライドやビデオを見た学生の感想としては、次のようなものが多かった。すなわち、①精子と卵子が動いている映像に興味を持った。②胚の発生については高校で学んだが、ビデオで初めて分裂(卵割)のシーンをみることができ、感動した。③スライドで実際の胚を見ることができて良かった。特に、ウシの卵子に興味をおぼえた。④胚のビデオが面白かった。あれが成長すると、個体になるなんて想像もつかない。⑤ビデオの映像が一番興味深かった。これまで、静止した状態のものしか見たことがなかったので、生物は一つの細胞からできるということを実感できた。⑥胚は分裂によって常に偶数個の割球より成ると思っていたが、奇数個の割球を持つ胚も出現するのを見て、驚いた。⑦発生の段階をビデオで動いている映像として見たことがなかったので、感動した。

上述のように、ビデオなどの動的教材を駆使して行う授業の教育的効果は大きかったものと思われる。なお、予想していたことではあるが、プリントなどの補助教材を希望する学生が多く、講義を受けたときは理解しているものの、復習の段階で不安を感じたものと思われた。今後は、プリント等の配付に配慮する必要があると感じられた。

また、講義内容の理解度と高等学校での生物学の履修の有無との関係については、生物学を履修していない学生でも多くの者が講義内容を理解できたと回答しており、教材としてのビデオやスライドの使用は、言葉だけの説明に比べて講義内容を理解させるためには有効であったと判断された。しかし、講

義内容を理解できなかったと回答した学生のなかには、生物学を履修していない者が有意に多かったので、このような学生にも内容が理解できる説明を心掛ける必要があるように思われた。

我々教える側にとって、学生が講義で興味を持った点や講義全体にどのような印象を抱いたかを知ることが、講義内容を再考するための良い素材となると思われるので、学生の感想を自由記述欄から抜き出して最後に記すことにする。1. 高等学校の生物学では受精についての詳細な説明はなかったので、異種の動物間で受精が起こらない理由が初めて理解できた。2. 簡単にクローン動物が作れてしまったら、命というものが軽視されるのではと思った。3. 生まれてくる個体の性判別とヒトの不妊治療について興味があった。4. 生殖細胞を資源としてみることによって、改めて生物というものを考えさせられた。5. 体外受精と顕微受精に興味を持った。6. 最近の発生に関係した先端技術をこれだけ系統立ってきちんと聴くことができたことは、私にとって非常に有効・有益であったし、詳細についてはほとんど分かっていなくとも理解できたことがうれしい。7. 家畜生産の先端技術にたくさん方法があることを知り、驚いた。8. 家畜生産の技術が発達しており、それを使用する利点もたくさんあるだろうが、そのような技術を人間に使ったときの倫理問題についても知りたいと思った。9. 生殖細胞の生命力や遺伝子操作の技術はすごいと思った。10. 家畜で利用できる技術はヒトに応用できることを知り、ヒトも所詮動物なのだと感じた。11. クローン技術はすごいと思うが、自分と全く同じ顔を持つ人が存在することは気持ち悪いと思った。12. ハムスターの未受精卵子が他種の動物の精子を受け入れることができるというのが驚きであった。13. 現在の家畜生産の技術の進歩に驚いた。特に、卵子や精子を凍結して運ぶということに驚かされた。14. 先端技術の開発ばかりが先行してはいけないと思った。15. 10人に1人が不妊症といわれているので、体外受精などの技術に興味を持った。16. 今までクローンと聞くと嫌な感じを受けていたが、クローン技術の生物学的な意義を知ることができ、新しい

見方ができるようになった。17. 体外受精が興味深かった。今までは教育テレビなどでほんの少しは見たことがあったが、きちんとした説明を聞いて、一層理解が深まった。18. 生物学を身近に感じるようになって良かった。19. あと数年もすればDNAの修復が可能になることや、マンモスに極めて近いゾウが創りだせるということを知り、興味深かった。20. 技術の発展は素晴らしいと思う。生物資源の枯渇を救う手段となるかもしれない。しかし、生態系や倫理の問題は依然として残るであろう。21. 体外受精の仕組み、そしてその技術がいかに家畜生産の根幹をなしているかに興味をおぼえた。22. こういった技術を面白いと思う反面、ふだん何気なく食べている肉が気持ち悪いとも思えた。23. 技術の発展を止めるような法律の必要性やヒトに応用することを禁止できる実効性のある法律はできるのか、改めて考え直した。24. このような高度な生殖技術が人道的に反して行われる日が近づいていると思われる。25. クローン問題に興味があるので、クローンの作り方に興味を持った。26. クローニングをすることに批判の声はよく聞かれるが、クローンの有効性を知り、悪いことばかりではないと思った。27. クローンや体外受精、その他の技術が大きな経済効果を目的に行われていることを知り、興味深かった。28. 高校の生物だと、表面的なこと、例えば受験のためだけの事項を教えられ、興味がわくようなものはなかったが、先端技術に関することや生殖細胞の特質などを深く知り得た点が興味深かった。29. 食料としてのタンパク質の効率よい生産方法が研究されていることが興味深かった。30. 先端技術によって、過去に絶滅した生物が再び蘇る可能性があることを知り、実現できたら凄いことであるとともに、生物の多様性の維持にも役立つと思った。31. 人間の技術の高さに驚かされると同時に、生命倫理としてどこまでの技術が許されるのかを再認識した。32. 人間が動物の生命を勝手にコントロールしているような気がして、抵抗がある。33. 新聞で、時々体外受精による出産の記事をみかける。講義により、体外受精の仕組みがよく理解できた。34. 単為発生個体の作出に

興味をおぼえた。35. 体外受精と一口にいても関連する様々な技術があることを知り、驚いた。

36. 家畜生産技術ではクローンしか知らなかったが、他にもいろいろな技術があることを知り、驚いた。特に、卵子に化学物質を使って刺激を与え、発生させる技術には驚いた。37. 技術の開発や改良がどのようにして行われたかを知り、興味深かった。

38. 卵子の透明帯が種々の役割を果たしているところが面白かった。39. 家でもハムスターを飼っているの、ハムスターについての話に興味を持った。40. 動物をあくまで「資源」としてとらえ、様々に利用している点が興味深かった。41. ウシやブタなどの家畜を増やすのに様々な技術が使われていることを知り、興味深かった。42. 家畜生産の先端技術は面白いと思った。従来のように大きなウシを運搬しなくても受精させることができるようになったという内容に興味を持った。43. 家畜生産を細胞レベルからみつめた点が面白かった。体外受精の技術はとてもすごいと思った。44. 家畜の生産を効率よくするためのいろいろな技術を知れて興味深かった。45. クローンなどの先端技術が、私達の生活にどのような利点を及ぼすのか、今まではよく分からなかったが、講義を聞いてよく理解できた。46. 私達が普段口にする肉にしても、たくさん人の技術が関わっていることには驚いた。47. クローンの作り方にもいろいろな方法があることと、その方法の危険性に興味をおぼえた。48. ブタを実際に見てみたいと思った。49. テレビで放送されている技術にもいろいろな利点があることが分かった。今後の生物学での新たな発見も、このような技術として利用されていくのかなと思った。50. 生物の偉大さを感じるとともに、人間の技術はここまでできていたのだなと感心した。51. 顕微授精で絶滅動物が本当に復元できたら面白いと思った。

52. マンモスの復元には期待している。ぜひ復活させて欲しい。53. 生物の受精というものに今まで以上に知識が付いたと思う。また、興味を持った。

54. 絶滅した種を蘇らせようということに興味をおぼえた。55. 様々な技術の利点や欠点などが理解でき、それを何の目的で利用しようとしているの

かを知ることができ、面白かった。

これらのアンケート結果から見ると、概ね学生は講義内容に興味を抱いて聴講していたことがわかる。しかし、何人かの学生が指摘しているように、このような先端技術を利用することによって生じる生命倫理の問題について、今後は説明と討議をする必要もあると感じられた。

#### 【附言】

本稿は、教養教育実施委員会経費（教育改善研究開発調査経費）の配当を受けたプロジェクトの結果報告である。

