

学生教育を意図した地域社会への卒業研究の プレゼンテーションー第五報ー

細川 友秀¹⁾・西岡 敬介¹⁾・鄭 紀香¹⁾

Presenting Graduation Theses to a Regional Community with the Intention of Instructing — A Fifth Report —

Tomohide HOSOKAWA¹⁾, Keisuke NISHIOKA¹⁾ and Kihyang CHUNG¹⁾

抄 録：大学祭（藤陵祭）に連動して大学祭期間中の二日間、卒業研究生の研究を中心として研究室の研究内容を地域の人々にプレゼンテーションするという企画を1997年以来毎年実施してきた。この間、この企画が教育大学の特色ある取り組みとして定着するように工夫してきた。研究内容をわかりやすく紹介するために、挿し絵を取り入れた文章による展示に加えて、癌細胞、癌の転移した臓器、癌細胞を殺すキラーT細胞、抗体を生産する抗体産生細胞など、実物を目で見ることができる実験材料や実験方法も展示するようにしている。また、来場者に楽しんでもらうために、研究の紹介だけでなく遊びの要素を多く取り入れて、ハツカネズミとふれあい遊べるマウスの迷路やマウスのレース、折り紙、落書き、漢字クイズなどを会場に配置している。

2009年の企画では、例年のように「卒業研究生は専門分野の研究を理解し、その内容について一般向けのプレゼンテーションと教材化のトレーニングをすること」を主要な目的の一つとして卒業研究の内容を説明する展示を行った。また、院生の研究テーマおよび卒業研究のテーマと関連して、この企画に向けて哺乳類の食細胞とその食作用を簡単に観察できるような材料を得る方法を工夫した。この方法によって得られる食細胞は、小中学生・高校生が食細胞を観察するために教材として利用できる。また、この方法は、中学生・高校生がSPPやSSH活動で行う特別授業などで実験教材として利用できると考えられる。

二日間の来場者は、これまでと同様に地域の小中学生とその保護者が多数を占めた。これまでどおり来場者には簡単なアンケートへの回答をお願いし、展示の感想、評価、研究室への要望を聞いた。アンケート回収分の人数は95人であった。来場者を計数していないので正確な数は不明であるが、200人を越えていたと思われる。この企画は毎年多くの来場者を得て、今年で13年継続することになった。アンケート回答者95人のうち27人が以前にきたことがあると答えていて、過年度からのリピーターがかなり多いことが分かった。このことは、この企画が地域の人々に憶えられていることを示している。しかし、新規の参加者を増やす努力が必要であることも示している。この点を今後の課題とする。

今後もこの企画を継続することで経験を積むとともに、大学と地域社会との結びつきを強めるための特色ある活動としていくことをめざす。

キーワード：卒業研究のプレゼンテーション、地域社会との交流、小中学生対象、実験教材

1) 京都教育大学

I. はじめに

大学のもつ教育・研究機能とさまざまな資源を活用して、大学は地域社会に貢献するように求められている。そのなかには、大学の地域社会への開放、大学と地域社会との交流も含まれる。それぞれの大学に応じた特色ある行動を模索することが大事である。我々の研究室では、教育大学として特色ある地域社会との交流をめざして、1997 年以降毎年、大学祭（藤陵祭）において『マウスといっしょ』という企画名で、研究室の研究内容を地域の人々に紹介してきた^{1)~2)}。

この企画の目的は次の 3 つである。1) 地域の小中学生とその保護者を主な対象として、卒業研究生と大学院生の研究の一部を平易に紹介することで、大学の地域交流・開放事業に参加する、2) この事業の準備と実施を通じて卒業研究生と大学院生が専門分野の研究内容を理解し、各自の研究の一般向けの紹介と教材化のトレーニングをする、3) 大学祭を、京都教育大学の特色あるアカデミックな地域社会との交流の機会として充実させる。また、ホームカミングデーに大学を訪れる、研究室および理学科の卒業生の人たちに研究室の現状を紹介する。

これまで、各年度の研究生達は改良を重ねて、いっそう目的に近づけるよう様々な創意工夫をしてきた³⁾。また、教材開発を卒論のテーマとする 4 回生が、卒業研究で試作中のアニメーションと様々な食材に繁殖したカビを使って、この企画の展示の二日間に模擬授業を数回実施し、試作のアニメーションと模擬授業に対する実験的評価を得て、卒業研究に大いに役立てた⁴⁾。このような経験を生かして、今回は卒業研究生と大学院生が動物の食細胞を簡便に顕微鏡観察する方法を試みて、得られた食細胞を展示し説明した。

また、近年、藤陵祭の最終日（日曜日）に大学がホームカミングデーの行事を行うようになっていて、各学科でもその取組に力を入れるように求められている。理学科ではホームカミングデーに各研究室の研究内容をポスター展示することにしていて、我々の研究室は大学院生の研究内容を中心にポスター展示した。2009 年度は、このホームカミングデーのポスター展示と『マウスといっしょ』における研究紹介の展示とを連動させて相乗効果を生むことを期待した。また、教材開発を卒論のテーマとする卒業研究生は、この企画の開催期間に試作中の教材を展示して教材に対する実験的評価を得るためにこの機会を利用した。

ここでは、この企画の目的 2)「この事業の準備と実施を通じて卒業研究生と大学院生が専門分野の研究内容を理解し、各自の研究の一般向けの紹介と教材化のトレーニングをする」に照らして、教材・実験教材の作成と展示効果、その評価を中心に、2009 年度の第 13 回『マウスといっしょ』の成果について報告する。また、理学科各研究室の研究内容を紹介する企画をさらに充実して、ホームカミングデーを盛り上げる方法を考察する。

II. 展示の内容

「ヒトや動物の体に備わる恒常性維持と生体防御の仕組み」、「ヒトの健康と日常の生活環境・生活習慣や自然環境との関係」、の 2 つをメインテーマとして、平成 21 年度の卒業研究生および大学院生の研究から、これらに関係する内容を選んで研究展示を行った。各サブテーマは次

の通りで、それぞれ模造紙2～4枚程度で絵入り説明文を掲示した。今年も、マウスと触れあいながらいっしょに遊ぶコーナーをいくつか準備して参加体験型の展示の性格をもたせた。展示の遠景を写真1に示す。



写真1 展示室の遠景（部分）

研究の内容に関する展示のサブテーマは次の通り。

- ・ マウス紹介 ---- 研究に使っているマウスの紹介（マウスの系統による違いを説明）。
- ・ マウスの飼育 ---- 良いマウスを飼育するための世話の様子（大切に育てたマウスを使って研究を行うことを理解してもらう）。
- ・ 免疫ってなに ---- 免疫の働きについて易しく説明。
- ・ 身近な動物の食細胞を観察する方法 ---- 食細胞は生体防御の最も基本的な細胞であり、どの動物にも見つかる。
ザリガニやカエルなど身近な動物で簡単に観察する方法を研究する。
- ・ 身近な魚類の免疫系と免疫細胞の観察 ---- 金魚の免疫器官はどこにあるのだろうか？
免疫器官を観察し、食細胞を観察する方法を研究する。
- ・ 老化と免疫 ---- 年をとるとマクロファージの機能は衰えるのだろうか？
- ・ 老化促進モデルマウス ---- 老化促進モデルマウスにおける免疫系の加齢変化を調べる。
- ・ 酸素と老化 ---- 私たちが生きるのに不可欠な酸素が、老化を進めるはたらきをする。
活性酸素が生体高分子を傷害して老化を進める。
活性酸素が免疫機能に及ぼす影響を調べる。
- ・ 清涼飲料水などに含まれる甘みと免疫機能 ---- 果糖とブドウ糖の過剰摂取は健康にいいのか？

過剰摂取によりマクロファージの機能はどのように影響を受けるか？

成長期のジュースの飲みすぎによる影響は？

- ・ 保存料の安息香酸ナトリウムの安全性を調べる ---- 食品保存料として安息香酸ナトリウムがよく使われている。安息香酸ナトリウムとはどんな物質なのか？
ほんとうに安全なのだろうか？

遊びと体験を重視した展示のサブテーマは次の通り。

- ・ マウスの赤ちゃんとお母さん ---- 生まれたばかりのマウスはどんなだろう？
マウスのお母さんはどのように赤ちゃんを世話するのだろうか？
- ・ マウスの小学生 ---- 元気に飛び跳ねるマウスの子どもは小学生のようだ。
- ・ マウスの迷路 ---- 系統の違うマウスどうして迷路を抜ける速さの違いは、学習能力の違いは？黒いマウスは賢いか？
- ・ マウスと遊ぼう ---- マウスを手にとって触てみよう。優しくなでてみよう。
- ・ 癌細胞を見てみよう ---- シャーレで培養したマウスの白血病細胞を顕微鏡で見てみよう。
シャーレで培養したマウスのメラノーマ細胞を顕微鏡で見てみよう。
- ・ 抗体産生細胞を見てみよう ---- 羊赤血球に結合して破壊し、溶血反応を起こす抗体タンパク質をつくっている細胞を見てみよう。
- ・ 異物を捕食したマクロファージを見てみよう ---- 私たちの体の中には細菌などの侵入異物や古くなった細胞など食べて掃除するマクロファージという細胞がたくさんいて体を守ってくれています。

Ⅲ. 来場者に関する分析

展示を見に来た参加者に簡単なアンケートをお願いした。回収できたアンケートは 95 人であった。来場者を計数していないので全参加者の正確な数は不明であるが、今年も 200 人を超えていたと思われる。

アンケートの回答を読むと、前にきたことがあると答えている人が 27 人いて、全体に占める割合は 27/95 で 28.4 % となり、かなりの割合を占めることがわかった。小学生や家族連れのなかにリピーターがかなりいると考えられる。面白かったことや良かったこととして、マウスがかわいくふれあうことができることと答えている人が多い。今回も、毎回楽しみにしていますと答えている保護者があった。以上のことから、春のふれあい伏見フェスタで行う「ハツカネズミと遊ぼう」と、秋の藤陵祭でおこなう「マウスといっしょ：生命環境科学分野の研究紹介」が、年 2 回ハツカネズミとふれあうイベントとして定着していると思われる。

また、一番面白かったものとして、お絵かきコーナーをあげている小学生が意外に多く、折り紙を楽しむ子も少なくなかった。いろいろな楽しみ方ができるように企画したことが良かったと思われる。今後もこのように、いろいろな楽しみ方ができるように企画内容を工夫する必要がある。

IV. 食細胞の展示

私たちの体の中には多くの食細胞が存在する。食細胞には好中球、単球、大食細胞（マクロファージ）などがあり、細菌などの侵入異物（抗原）や古くなった自分の細胞などを貪食、殺菌して自然免疫系の中心的役割を果たす。また、マクロファージや樹状細胞などの食細胞は食作用を示すだけでなく、貪食、飲食した抗原の情報をリンパ球に伝えて抗原特異的な免疫反応を起動させる。そのため、自然免疫系と獲得免疫系をつなぐ重要な位置を占めていて、免疫系全体の基盤的役割をはたす。

このように重要な食細胞を小中学生、高校生に簡便に見せる方法や、生徒自身の手で食細胞を動物から取りだして観察できる簡便な方法があれば、理科の授業や授業以外のさまざまな機会に有用である。そこで、卒業研究生と大学院生が各自の卒論テーマ、修論テーマと関連づけて、マウスのマクロファージの簡便な採取手順と食作用の観察手順を考案して試行した。

4.1 マウス

マウスは、本学の動物飼育施設で我々の研究室が飼育繁殖する SAMP1/Kue と C3H/HeSlc 系統を使用した。

4.2 墨汁

市販されているコクヨの墨汁液を購入して、生理食塩水で 100 倍に希釈して使用した。希釈した墨汁液を血球計数盤に流し込んで顕微鏡で 400 倍に拡大して見ると、かろうじて墨汁粒子を識別することができる。このことから、墨汁粒子は細胞よりはるかに小さく細菌程度の大きさであることが分かる。そのため、大きさに関して体内に侵入する細菌などの異物粒子モデルとして使うことができる。また、墨汁粒子は黒いため、集積すると細胞内でも臓器内でも体内でも、スケールに応じて顕微鏡でも肉眼でも容易に在りかを見つけることができる。

このような理由で墨汁粒子を食細胞に貪食させて、体内や臓器内での食細胞の在りかを探することができる。また、体内から食細胞を取り出すときには黒く染まっていることが目印になる。食細胞の貪食機能を可視化することになって、生徒に食細胞とその食作用を示すことが容易である。

4.3 培養液と緩衝液

マウスの腹腔からマクロファージを採取するために使用した培養液と緩衝液は以下の材料と方法により準備した。

4.3.1 RPMI1640 完全培地

RPMI1640 粉末培地（日水製薬、東京）5.1 g を再蒸留水 500 ml に溶かし、121 ℃で 20 分間オートクレーブして常温まで冷却した後、7% 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて pH 7.2 に調整し、牛胎仔血清（FCS, Thermo Trace, Melbourne, Australia）を 5%, L- グルタミン を 2 mM, 2-mercaptoethanol を 5×10^{-5} M の濃度にそれぞれ加えて RPMI1640 完全培地とした。

4.3.2 イーグル MEM 培地

イーグル MEM 粉末培地（日水製薬）4.7 g を再蒸留水 500 ml に溶かし、121℃で 20 分間オートクレーブして常温まで冷却した後、7% 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて pH 7.2 に調整した。

4.3.3 リン酸緩衝生理食塩水（PBS, pH7.2）

NaCl 8.0 g, KH_2PO_4 0.2 g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 2.9 g, KCl 0.2 g を再蒸留水 1 リットルに溶かし、121℃で 20 分間オートクレーブして調製した。

4.4 腹腔マクロファージの採取

PBS で 100 倍に希釈した墨汁溶液を 0.5 ml マウスの腹腔内に注射して 1～3 日後、各群のマウスを脱血死させて表皮を剥ぎ、水で湿らせた紙雑巾を氷上に敷いて、その上に仰向けに横たえた。5 ml の注射器に 23 G 注射針を着けて、氷冷した RPMI1640 完全培地を 5 ml 吸い取ってマウスの腹腔内に注入した。頭部と尾の付け根を持ってマウスの身体を持ち上げ振動させて腹腔内を攪拌後、注射器で腹腔内から RPMI1640 完全培地を回収して腹腔内を洗浄した。この洗浄操作を 2 回繰り返し、2 回の洗液を合わせて 1000 rpm で 10 分間遠心して腹腔細胞を回収して腹腔細胞懸濁液を調製した。

4.5 顕微鏡による腹腔細胞の観察

マウス一匹あたり $1 \sim 2 \times 10^6$ 個の腹腔細胞が回収できることを参考にして、腹腔細胞懸濁液を適当な細胞濃度に調整してその一部を取り、スライドガラスに一滴垂らしてカバーガラスをかけて顕微鏡で観察した。

腹腔に注射した墨汁溶液が除去されるのに相当時間がかかるため、回収された腹腔の洗浄液は黒ずんでいた。その程度は注射後の時間とともに薄くなった。墨汁溶液の腹腔注射から 3 日後の腹腔細胞では、細胞質内に貪食された墨汁粒子が見やすいマクロファージが多くみられた。そのため、腹腔注射 3 日後の腹腔細胞の顕微鏡観察例を写真 2 と 3 に示す。

写真 2 は、比較対照のため希釈した墨汁溶液の代わりに PBS を 0.5 ml 腹腔注射したマウスから得た腹腔細胞を示す。写真 3 は、PBS で 100 倍希釈した墨汁溶液を 0.5 ml 腹腔注射したマウスから得た腹腔細胞を示す。墨汁溶液を腹腔注射したマウスの腹腔細胞には、黒っぽい顆粒を多く細胞質に持つ細胞が見られた。これらの細胞は墨汁粒子を貪食して食胞に閉じこめたマクロファージである。写真 2 のマクロファージと比較すると、マクロファージの食作用が明確に可視化されていることが分かる。

墨汁粒子が食細胞に捕食されていることは、次の 3 つのサンプル液を遠心分離することでも明確に示すことができる。1) PBS を注射したマウスの腹腔細胞浮遊液、2) 墨汁溶液を注射したマウスの腹腔細胞浮遊液、3) 墨汁溶液、の 3 つのサンプル液を 15 ml の遠心チューブに入れて 1000 rpm で 10 分間遠心分離した結果を写真 4 に示す。

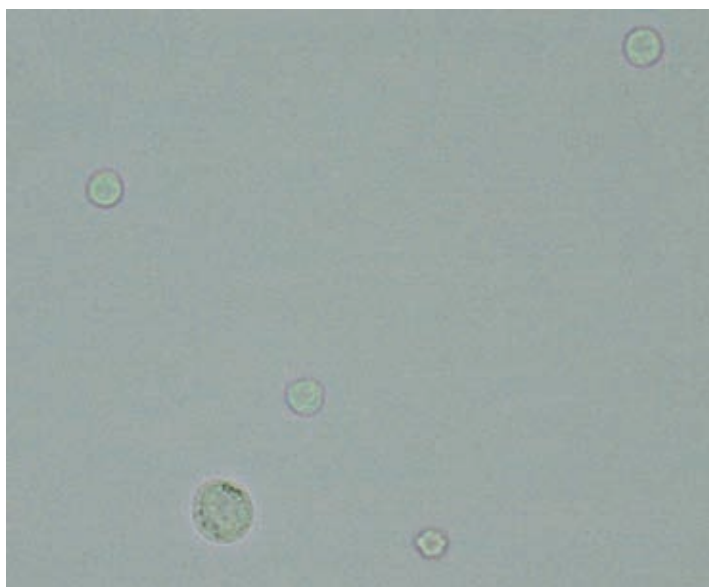


写真 2 PBS を腹腔注射したマウスの腹腔細胞
左下の比較的大きい細胞がマクロファージ。

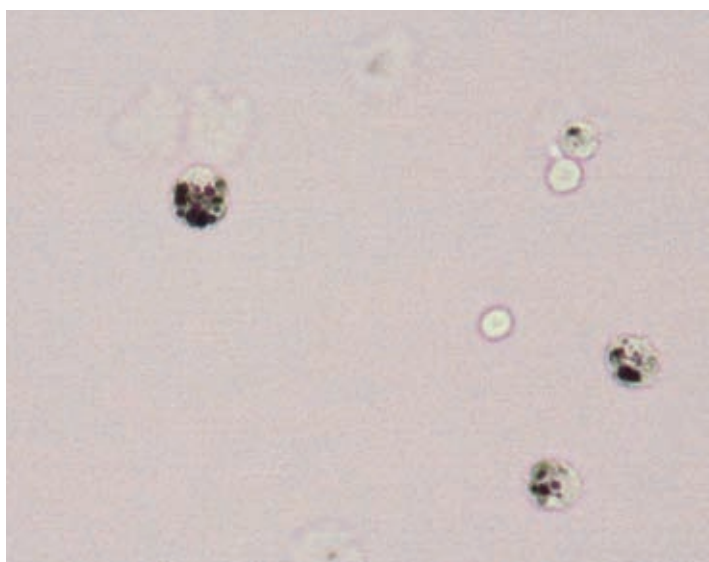


写真 3 墨汁溶液を腹腔注射したマウスの腹腔細胞
黒っぽい顆粒を多く細胞質にもつ細胞がマクロファージ。

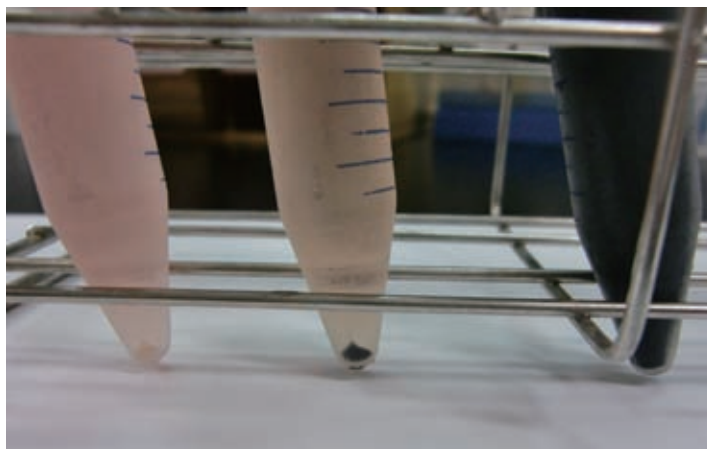


写真 4 腹腔細胞と墨汁粒子の遠心分離実験

左から右へ、PBS を注射したマウスの腹腔細胞浮遊液、
墨汁溶液を注射したマウスの腹腔細胞浮遊液、墨汁溶液、
を遠心後のチューブ。

左端のチューブの底部に見えるように、1000 rpm、10 分間の遠心条件でマクロファージを含む腹腔細胞は完全に沈降する。右端のチューブが示すように、墨汁粒子自体は 1000 rpm、10 分間の遠心条件では全く沈降しない。そのため、中央のチューブの底部に沈降している墨汁粒子はマクロファージに貪食された状態であるか、マクロファージ表面に吸着した状態でマクロファージといっしょに沈降したものと考えられる。マクロファージ表面に墨汁粒子が付着していることは否定できないが、写真3で分かるように光学顕微鏡では見えない。中央のチューブの底部に沈降している墨汁粒子は実質的にすべて細胞内に貪食されたものである。

希釈墨汁溶液をマウスの腹腔内に注射して3日後に腹腔細胞を採取することによって、細胞質内に貪食された墨汁粒子が見やすいマクロファージが多く得られることが分かった。細菌などの生物や生物が作った物質は時間とともに食細胞の中で消化分解されるが、墨汁粒子はマクロファージの食胞に捕捉されているが消化分解されることはなく、黒い色が消えることもないと考えられる。

このようにして得た、墨汁粒子を貪食したマクロファージを2日間展示した。残念ながら、マクロファージを観察する来場者は多くはなかったが、卒業研究生や大学院生の説明を興味深く聞く人が数人いて展示の目的がある程度達成された。なかにはオープンキャンパスに来られなかったのもので、大学を見るために藤陵祭にあわせて府外の遠隔地から来たという家族連れがあり、本学の受験を考えている高校生が真剣に大学院生の説明を聞いて、大変参考になったと感謝されたこともあった。写真5に、展示したマクロファージを顕微鏡で観察する児童と保護者を示す。



写真 5 墨汁粒子を貪食したマクロファージを顕微鏡でみる児童
右側は説明する大学院生

残念ながら、ホームカミングデーのために来学した人は少なく、F棟の全体会会場と理学科の研究室紹介の会場から「マウスといっしょ」の会場に足をのばしてきた人はほとんどなかったと思われる。この点が今後の課題である。来年は「マウスといっしょ」を実施する場合には、ホームカミングデーの理学科研究室紹介との連携をうまくとるようにしたい。

V. 結論

事業の目的の1)について；これまで毎年継続してきたことにより、4月に行われる「ふれあい伏見フェスタ」でも「ハツカネズミと遊ぼう」をテーマとして地域の子どもたちや保護者と交流することで、大学と近隣の地域との交流に貢献できていると思われる。

目的の2)について；学生・院生にとって、各自の研究内容と専門分野を一般の人々へ平易に説明することは、通常の実習とは違った実習と自己表現の貴重な経験になったといえる。積み重ねてきたこの展示の経験は、中学・高校のSPPや附属高校のSSHの実験授業に使う教材を組み立てることに大きく役だっている。

目的の3)について；藤陵祭を本学が地域社会との交流を、教育、研究、文化の各方面から深めるための機会としても位置づけ、活用していきたい。また、藤陵祭の最終日に行われることになっているホームカミングデー参加者に対して、研究室の現状を紹介するという目的も持たせていきたい。

文献

- 1) 細川友秀（1998）学生教育を意図した地域社会への卒業研究のプレゼンテーションの試み，京都教育大学環境教育研究年報，6: 39-49.

- 2) 細川友秀 (2000) 学生教育を意図した地域社会への卒業研究のプレゼンテーションの試み ---- 第二報 ----. 京都教育大学環境教育研究年報, 8: 85-95.
- 3) 細川友秀, 八木要子, 鵜飼真美 (2002) 学生教育を意図した地域社会への卒業研究のプレゼンテーション ---- 第三報 ----. 京都教育大学環境教育研究年報, 10: 91-100.
- 4) 細川友秀, 衣笠尚子 (2003) 学生教育を意図した地域社会への卒業研究のプレゼンテーション ---- 第四報 ----. 京都教育大学環境教育研究年報, 11: 61-70.