

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18700633
 研究課題名（和文）中等教育校との連携強化によって実現する
 教養としての自然科学教育カリキュラムの開発
 研究課題名（英文）Development of natural science education curriculum made by
 cooperation between senior/junior high school and university.
 研究代表者
 萱嶋 泰成 (KAYASHIMA YASUNARI)
 静岡県立大学食品栄養科学部・助教
 研究者番号：90365453

研究成果の概要：

低学年からの理科離れ防止と、文系を目指す中・高校生と大学生が共体験することによって自然科学の基礎事項へ興味・関心を持ち、それらが持続出来るカリキュラム構築を目的とした。本研究目的の達成に一貫教育校は有効な場と考え、一貫教育校の学生・生徒の理科認識を分析し、一貫教育校の連続性を最大限に活かす中・高・大学生合同による夏期生物学臨海実習や、ショウジョウバエを用いる遺伝と遺伝子の実験授業を構築した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,700,000	0	1,700,000
2007年度	1,100,000	0	1,100,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	210,000	3,710,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：理科離れ 一貫教育校 教材開発 文系大学生の理科認識 連携授業

1. 研究開始当初の背景

学生・生徒の間で自然現象に関する事象に苦手意識を持ち、特に文系大学生においては、理科（数学）が苦手であることが文系への進路選択の最要因となる、といった所謂「理科離れ」といわれる様子が見てとれる。しかしながら、DNA 鑑定や遺伝子組み換え作物、地球温暖化やアスベスト問題等、日常生活の中で自然科学に関する諸問題が増え、それぞれに適切な判断が迫られる昨今においては、文系理系の別なく自然科学的な論理的思考力や用語に関する基礎知識の習得が個人のレベルで求められている。

低学年の段階において抱いた自然科学に対する興味や関心について、そのテーマを継続して行い、考察することは、その後、例え本業とする進路が自然科学分野以外となっても、培った自然科学的思考力や知識の充実は現在の実社会において大いに活用出来るという点で有効であり、理科離れの防止に繋がる。しかしながら、環境や生態等、長期的な観察や調査が必要な分野では、生徒によって得られたデータは学校単位では蓄積されるものの、生徒一人が進学先となる上級段階の学校まで持ち込んで解析することは、現制度では困難である。また、深い専門知識を必

要とする内容等では、生徒が所属する学校内において当該分野を専攻した教員の指導、或いは設備がなければ継続が困難な場合、進学によって興味が途切れることになってしまう。そのような問題点の中、生徒個人の単位による教養的思考の獲得を目的とした継続観察や調査、専門的研究を行なうことが実現可能な場として、一貫教育校は有効と考えられた。加えて一貫教育校は、本研究の目的の一つである学校や教員間の連携等を効率よく達成することが可能であると考えられた。

2. 研究の目的

本研究では、低学年からの理科離れを防止することや、文系を目指す中・高校生と大学生が、共体験することによって自然科学の基礎事項に興味を持ち、正しい知識や理解を深め、持続出来るためのカリキュラム構築をおこなうことを目的とする。具体的な内容として2006, 2007年度は、特に大学までの一貫教育校である慶應義塾を対象として、1) 実態調査によって学生・生徒の理科に対する認識程度の解明、2) 自然科学的思考の修得に効果的な実習プログラムの構築、3) 学校段階を超えた学生・生徒に合わせた実習カリキュラム・授業プログラムの構築、を行い、2008年度には、4) 全ての結果について一貫教育校システムをとらない学校にも還元する方法を検討する。

3. 研究の方法

学生・生徒の理科認識に関する実態調査、中学校段階からの実習を中心とした自然科学教育の実践による効果の検討、大学教員による中学・高校での最先端の研究紹介等の特別講義、中学・高校・大学間による合同実習授業や教員間での意見交換、等を行った。

4. 研究成果

(1) 理科認識に関する調査

一貫校における理科認識の現状を知るために、一貫校制度を持つ慶應義塾を対象として、主に1, 2年生の大学文系学生から普通部生(中学校)、志木高生(高等学校)に理科用語の認識調査をおこなった。その結果、中学で学習する理科の知識は、どの段階でも高く保持されていた。すべての段階の生徒・学生において極端な理科離れの傾向は見られなかったが、文系志望の高校生や、文系学生は化学と物理離れの傾向がみられ、逆に理系志望の高校生や理系学生の生物と地学離れが明らかになった(発表論文⑩)。これらの結果をふまえ、質問項目をさらに詳細にし、且つ実施規模を拡大して、理科認識に関する質問表調査を実施し、結果を分析した(論文投稿準備中)。

(2) 一貫教育校の連続性を活かす授業プログラム I: 中高大学生合同による臨海実習

一貫教育校でありながらも敷地が離れているといった物理的な要因等によって、連携授業の実施が困難なケースは多い。そのような分散したキャンパス間における一貫教育校の連携を図るための授業の構築を目的として、2006年度に慶應義塾志木高等学校の高校生と慶應義塾大学生による合同臨海実習を開催し、2007年度はさらに慶應義塾湘南藤沢中高等部も参加して中・高・大学生による慶應義塾一貫校の学校間連携による合同生物臨海実習を開催した。実習内容については、(1) ムラサキウニの発生、(2) プランクトンの採集と観察、(3) 磯採集と観察、(4) 磯採集で得られた生き物の詳細な観察と分類、を全参加者で実施することに加え、参加者の大学生と高校生・中学生を同一の班に含めるように1班あたり3~4名編成の班に分け、各班独自の「課題」を設定し、班で取り組む「テーマ課題」を設けた。課題への取り



図1. 磯採集と観察

組みに対しては、各班に一人以上ほぼ専属の教員・スタッフを1名配置して課題に関するアドバイスを行い、最終日にはパソコンでデータや発表資料をまとめ、成果報告をすることとした。2008年度は、これまでの実習で得た課題である実習メニューの構成や時間配分について、更なる改善を加え、全行程を通じて参加者が体力的にも無理無く取り組み、且つ高い学習効果が得られる実習となった。試行段階という関係上、2007年度までは多くの人員を要していた指導スタッフの人数についても、配置を工夫することで削減出来る可能性がみられ、本実習メニューが多くの学校でも実施出来る汎用性の高い授業であることを見いだした。本実習に参加した学生や生徒において、得られたデータの量や充実した成果発表会の内容から、生物に関する様々な知識や自然科学的な洞察力、思考力が個々に獲得されたのではないかと考えられた。さらに、(1) 異学年同士の班構成による

参加者の集中力向上、(2)中高校生と大学生の間で進路先や大学での生活等に関する様々な情報交換、(3)連続して参加することで、過去の参加時のデータと比較することによる深い考察、(4)成果発表会での発表に向けた Excel、PowerPoint の操作法の習得と、これら作業を通じた自然科学的な思考力や説得に必要な客観性を持った表現力の養成、等がなされた(発表論文①, ③, ⑤, ⑨, 学会発表⑧, ⑪)。



図 2. 成果発表会

本実習メニューは、その有効性が評価され、対象とした慶應義塾より慶應義塾未来先端基金「慶應義塾 夏の学校」として採択され、引き続き実施されることとなった。

(3)一貫教育校の連続性を活かす授業プログラム II: ショウジョウバエを用いた遺伝・遺伝子の理解

キイロショウジョウバエ(以下ショウジョウバエ)は、卵から成虫までのサイクルが約10日と早く、飼育も容易である。加えて、染色体数も $2n=8$ 本と少なく、これまでの多くの研究によって遺伝学的な解析による知識の蓄積もあり、近年では全塩基配列が明らか



図 3. 教材として使用した野生型系統の個体(上)と翅形成不全変異系統の個体(下)。左が雄で右が雌。

となっている。そのため、ショウジョウバエは遺伝と遺伝子の概念を体系的に理解するための格好の材料の一つであるといえる。一貫教育校の連続性を活かすための授業に求められることとして、知識や操作の一貫性を保つために、学校段階を通じて同じ材料であることに加え、学校段階毎の習熟度に合わせて課題を設定することが挙げられる。そのため、①中学段階においては、ショウジョウバエの麻醉法を含めた操作法の習得、卵から成虫までの観察、形態観察、雌雄の判別、遺伝子変異個体の観察、交配実験を行う。②高校段階では、様々な遺伝子変異個体の交配実験によるメンデル遺伝の確認、組み換え価の算出、酵素反応をみることによる遺伝子変異体の検出を行う。③文系大学生では、高校段階での内容に加えて、PCR法による遺伝子増幅を行い、遺伝子、遺伝、酵素、表現型の繋がりを理解する、といった、学校段階毎の課題を設定した。この計画に従って、形態異常がみられる変異系統やアルコール脱水素酵素遺伝子に変異のある系統を用いて、中学段階や大学で実験授業を行ったところ、モデル生

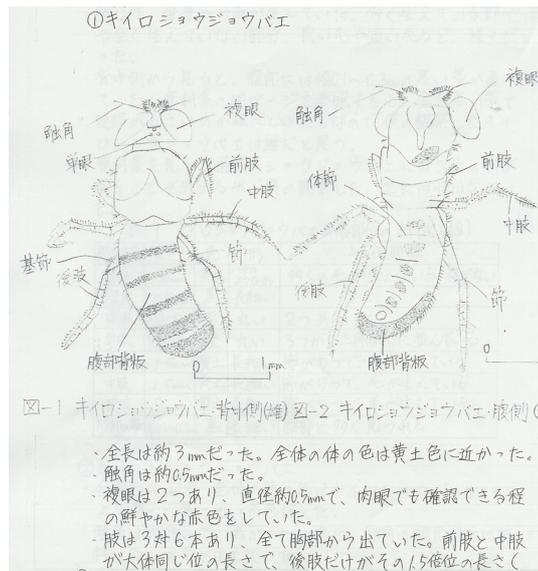


図 4. 普通部(中学校段階)におけるショウジョウバエ実習を行った生徒によるスケッチ。レポートより抜粋。

物としての利便性や実施による高い学習効果がえられ、いずれの学校段階においても2008年度以降引き続いて実施されることとなった。また、実習用教材として更に使い易いようにするために、形態異常がみられる変異系統の原因遺伝子の特定と変異部位の特定について解析を行い、原因遺伝子を特定した(発表論文②, ④, ⑥, ⑦, ⑨, ⑩, 学会発表③, ⑦, ⑨, ⑪, ⑬)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

- ① 谷口 真也, 井澤 智浩, 萱嶋 泰成, 四宮 愛, 秋山 豊子. (2009). 一貫校合同による夏期臨海実習 II -中・高・大学生の連携の効果-. 慶應義塾大学日吉紀要自然科学 45, 31-53. (査読無)
- ② 小野 裕剛, 川崎 陽久, 萱嶋 泰成. (2008). リベラルアーツとしての統合的遺伝学・分子生物学教育 -ショウジョウバエ分子遺伝学を中心にしたクラス運営の理念と実践検証-. 慶應義塾大学日吉紀要自然科学 43, 1-12. (査読無)
- ③ 萱嶋 泰成, 井澤 智浩, 谷口 真也, 秋山 豊子. (2008). 一貫校合同による夏期臨海実習 -生物学フィールドワークの新しい試み-. 慶應義塾大学日吉紀要自然科学 43, 39-61. (査読無)
- ④ 川崎 陽久, 萱嶋 泰成, 小野 裕剛. (2007). ショウジョウバエを用いた一連の学生実習. 日本科学教育学会年会論文集. 31, 89-90. (査読無)
- ⑤ 萱嶋 泰成, 谷口 真也, 井澤 智浩, 秋山 豊子. (2007). 一貫校の連続性を活かす授業プログラムの開発 II -異なる学校段階間による合同生物臨海実習-. 日本理科教育学会全国大会発表論文集. 5, 274. (査読無)
- ⑥ 小野 裕剛, 川崎 陽久, 萱嶋 泰成. (2007). 文系大学生を対象とした統合的遺伝学実験の開発 -ショウジョウバエの分子遺伝学を中心にした実験プログラムの理念-. 日本理科教育学会全国大会発表論文集. 5, 275. (査読無)
- ⑦ 川崎 陽久, 萱嶋 泰成, 小野 裕剛. (2007). 学生実験用教材としてのショウジョウバエの取り扱い法. 慶應義塾大学日吉紀要自然科学 42, 1-15. (査読無)
- ⑧ 宮本 康司, 萱嶋 泰成, 秋山 豊子. (2007). 酸性雨と大気汚染調査 -生物学実習プログラムへの導入-. 慶應義塾大学日吉紀要自然科学 41, 15-26. (査読無)
- ⑨ 萱嶋 泰成, 谷口 真也, 井澤 智浩, 秋山 豊子. (2007). 一貫校の連続性を活かす生物実習プログラムの提案. 日本科学教育学会研究会研究報告 21, (5) 69-72. (査読無)
- ⑩ 萱嶋 泰成, 谷口 真也, 井澤 智浩, 秋山 豊子. (2006). 一貫校の連続性を活かす授業プログラムの開発 I -ショウジョウバエを用いた遺伝・遺伝子の理解-. 日本理科教育学会全国大会発表論文集. 4, 316. (査読無)

- ⑪ 谷口 真也, 萱嶋 泰成, 井澤 智浩, 秋山 豊子. (2006). 一貫校から文系学部生の理科科目における理解と現状. 慶應義塾大学日吉紀要自然科学 39, 81-92. (査読無)

[学会発表] (計 16 件)

- ① 萱嶋 泰成, 青木 慎悟, 小林 公子, 広瀬 進. (2008年12月10日). 加齢に伴った酸化ストレス応答の変化 -MBF1 変異体の解析を中心として-. 第31回日本分子生物学会・第81回日本生化学会大会合同大会 (神戸).
- ② 岩崎 朋子, 副島 純美, 田口 愛子, 萱嶋 泰成, 上田 均. (2008年12月9日). ショウジョウバエ *EDG84A* 遺伝子の組織特異的発現の制御機構の解析. 第31回日本分子生物学会・第81回日本生化学会大会合同大会 (神戸).
- ③ 川崎 陽久, 萱嶋 泰成, 小野 裕剛. キイロショウジョウバエ翅形成に関与する新規な遺伝子・*hanenashi*. (2008年12月9日). 第31回日本分子生物学会・第81回日本生化学会大会合同大会 (神戸).
- ④ 四宮 愛, 萱嶋 泰成, 木下 圭司, 水谷 誠, 並河 鷹夫, Susanne Kerje, 秋山 豊子. (2008年9月). ウコッケイにみられる顕著な体内色素産生に関わる遺伝子の染色体マッピング. 日本動物学会第79回大会 (福岡).
- ⑤ Akiyama, T., Kayashima, Y., Kinoshita, K., Mizutani, M., and Namokawa, T. (2008年5月). Involvement of adhesive substances in hypermelanization of Silky chicken. Conjoint Meeting of XXth International Pigment Cell Conference (IPCC) & Vth International Melanoma Research (IMRC) (Sapporo).
- ⑥ 秋山 豊子, 萱嶋 泰成, 水谷 誠, 橋本 光一郎, 並河 鷹夫. (2007年9月22日). ウコッケイに見られる顕著な体内色素産生とその遺伝的検定. 日本動物学会第78回大会 (青森).
- ⑦ 川崎 陽久, 萱嶋 泰成, 小野 裕剛. (2007年8月17日). ショウジョウバエを用いた一連の学生実習. 日本科学教育学会第31回全国大会 (北海道).
- ⑧ 萱嶋 泰成, 谷口 真也, 井澤 智浩, 秋山 豊子. (2007年8月5日). 一貫校の連続性を活かす授業プログラムの開発 II -異なる学校段階間による合同生物臨海実習-. 日本理科教育学会 第57回全国大会 (愛知).
- ⑨ 小野 裕剛, 川崎 陽久, 萱嶋 泰成. (2007年8月5日). 文系大学生を対象とした統合的遺伝学実験の開発 -ショウジョウバエの分子遺伝学を中心にした実験プ

ログラムの理念-。日本理科教育学会 第 57 回全国大会(愛知)。

- ⑩ 秋山 豊子, 萱嶋 泰成, 橋本 光一郎, 水谷 誠, 並河 鷹夫. (2007 年 7 月 7 日). Hyper pigmentation in internal organs in silky chicken and its progeny analysis. 第 2 回アジア色素細胞学会学術会議(シンガポール).
- ⑪ 萱嶋 泰成, 谷口 真也, 井澤 智浩, 秋山 豊子. (2007 年 2 月 17 日). 一貫校の連続性を活かす生物実習プログラムの提案. 日本科学教育学会平成 18 年度第 5 回研究会(神奈川).
- ⑫ 秋山 豊子, 三輪 充, 井上-村山 美穂, 水谷 誠, 萱嶋 泰成, 伊藤 慎一. (2006 年 11 月 25 日). Endothelin receptor B2 変異ウズラでは神経冠からの移動期にメラノブラストの増殖低下が生じている. 第 20 回日本色素細胞学会年次学術大会(長野).
- ⑬ 秋山 豊子, 三輪 充, 井上-村山 美穂, 水谷 誠, 萱嶋 泰成, 伊藤 慎一. (2006 年 9 月 25 日). Endothelin receptor B2 mutated japanese quail with panda plumage color shows hypopigmentation during development. 第 13 回ヨーロッパ色素細胞学会年次大会(バルセロナ・スペイン).
- ⑭ 萱嶋 泰成, 橋本 光一郎, 玉置 禎紀, 秋山 豊子. (2006 年 9 月 22 日). ニワトリの発生に伴うエンドセリン 3 遺伝子の発現と色素産生との関連について. 社団法人日本動物学会第 77 回大会(島根).
- ⑮ 秋山 豊子, 萱嶋 泰成, 倉林 敦, 橋本 光一郎. (2006 年 9 月 7 日). High expression of endothelin 3 detected by in situ hybridization in silky chicken embryos. 第 13 回パンアメリカン色素細胞学会年次大会(アメリカ合衆国).
- ⑯ 萱嶋 泰成, 谷口 真也, 井澤 智浩, 秋山 豊子. (2006 年 8 月 6 日). 一貫校の連続性を活かす授業プログラムの開発 I - ショウジョウバエを用いた遺伝・遺伝子の理解-。日本理科教育学会 第 56 回全国大会(奈良).

[その他]

コラム寄稿「三色旗」(慶應義塾大学通信教育補助教材) 2007 年 11 月号 (2007 年 11 月 1 日)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

萱嶋 泰成 (KAYASHIMA YASUNARI)
静岡県立大学食品栄養科学部・助教
研究者番号：90365453