

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：32305

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350209

研究課題名(和文) 初等中等教育における生命科学教育教材の開発と普及

研究課題名(英文) Development and dissemination of teaching materials for life science in primary and secondary education

研究代表者

片山 豪 (KATAYAMA, Takeshi)

高崎健康福祉大学・人間発達学部・教授

研究者番号：60635754

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：生命科学における適切な用語を提案するために、現行学習指導要領の理科の教科書に掲載されている用語を調査した。小学校については平成22年及び26年、中学校については平成23年及び27年検定済み教科書のデータベースを作成した。用語を比較検討し、発達段階に応じた定義を作成した。高校生物については新たな研究グループに参加し、研究中である。また、生命科学に新規実験教材として、「DNAの簡易抽出とDNAを確認する教材」、「セントラルドグマを可視化する教材」、「表現型と遺伝子型を可視化できる教材」、「光学顕微鏡で細胞骨格を観察する教材」等を開発した。さらに、開発した教材の普及や教育現場を支援する活動を行った。

研究成果の概要(英文)：I researched the terms in the science textbooks of the current course of study guidelines to propose appropriate terms in the life science. I created databases of the terms of elementary school science textbooks authorized by MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology) in 2010 and 2014, and junior high school science textbooks in 2011 and 2015. I compare the terms and made definitions according to the developmental stage. As for the terms of high school biology, I participate in another research group and study it. In addition, I developed some new experimental teaching materials in the life science, "Simply extracted DNA and confirmation", "Visualizing central dogma", "Visualizing phenotype and genotype", "Observing cytoskeleton by optical microscope". I also act to disseminate these developed teaching materials and support teachers and students.

研究分野：科学教育

キーワード：生命科学 生物用語 実験教材

## 1. 研究開始当初の背景

生命科学の急速な進展にも関わらず、教育現場では、特に分子生物の分野で質的にも量的にも遅れをとり、実社会、実生活との乖離現象がみられている。例えば、ニュースで現場に残された毛髪や体液からの DNA による犯人の特定や、災害現場の遺体の DNA から身元が特定できたりする「DNA 鑑定」が話題になっても、その原理だけではなく DNA とは何かということすら明確に答えられない現状である。また、「遺伝子組換え食品」が話題になっているが、良くないものというイメージが先行し、「遺伝子の組換え」をも危険なものとしてとらえる人が多い。医療の分野でも「遺伝子治療や診断」が行われるようになってきたが、一部の生命科学の学習者しか理解できない状況である。このような現状をふまえ、平成 20 年 3 月には中学校、平成 21 年には高等学校の学習指導要領の改訂が行われ、遺伝現象の中心教義を多くの生徒が履修する基礎課程の科目で学習できるように学習内容と学習順序の大幅な変更が図られた。以前は高等学校の過程に含まれていた遺伝子の本体としての DNA を中学校「理科の第 2 分野 (5) 生命の連続性 Ⅰ 遺伝の規則性と遺伝子 (ア) 遺伝の規則性と遺伝子」で学ぶことになった。高等学校においても、旧学習指導要領の「生物」を履修しなければ学習できなかった転写、翻訳という一連の遺伝情報の流れであるセントラルドグマを「生物基礎、(1) 生物と遺伝子、Ⅱ 遺伝子とその働き、(ウ) 遺伝情報とタンパク質の合成」で学ぶことになった。しかし、これだけでは冒頭に述べた「DNA 鑑定」、「遺伝子の組換え」、「遺伝子治療や診断」のような例を理解するための教育プログラムとしては不十分である。そこで私は、セントラルドグマを効果的に教える教材開発を科研費（「小麦胚芽無細胞タンパク質合成系を活用した高等学校生物における分子生物学実験の開発」；奨励研究 課題番号 23909018）等をいただいて研究をし、その成果を論文（セントラルドグマを体感する高等学校生物実験の開発と実践。生物教育 52(4)：165-178 (2012)）にまとめた。この教材を中心に生命科学教育教材の普及活動を始めたところである。

## 2. 研究の目的

### (1) 生命科学における適切な用語の検討

現行学習指導要領に則した生命科学用語を提案する。

### (2) 生命科学における適切な実験教材の開発

現行学習指導要領に則した生命科学の新規実験教材を開発する。

### (3) 開発した教材の普及、教育現場への支援

開発した教材を教育現場で普及させる。また、その教材に必要な実験器具を学校に貸し出すシステムを構築する。

### (4) 生命科学教育の体系化

分子生物学を軸とした小学校から高等学校までの生命科学教育の体系化を図り、提案

する。

## 3. 研究の方法

### (1) 生命科学における適切な用語の検討

小学校から高等学校に至るまでの生命科学における用語の検討を行うために、現行指導要領下で検定を受けた教科書に掲載されている用語を抽出し、データベース化する。そして、各発達段階に適した定義、揺らいでいる用語を検討する。

### (2) 生命科学における適切な実験教材の開発

現行学習指導要領に則した新規実験教材を開発する。開発し教材は、教育現場で実践を行い、有用性を調べる。

### (3) 開発した教材の普及、教育現場への支援

有用性が認められた教材を小学校、中学校、高等学校の児童・生徒に体験させる。また、開発した教材が実践されるよう、小学校、中学校、高等学校の先生対象の研修講座を開催する。また、実験にあたって必要な実験器具を学校に貸し出す。

### (4) 生命科学教育の体系化

現行の学習指導要領や各社の教科書を検討し、理科の単元で生命科学の分野として、どのような教育が行われているか調査し、生命科学の学習をバランス良くできるように、現行学習指導要領に合わせ、どのような取り組みを行うことが出来るか検討する。

## 4. 研究成果

### (1) 生命科学における適切な用語の検討

#### 小学校

平成 16 年及び平成 22 年に検定を合格した小学校教科書に記載されている生物名を調査した結果、3~6 年生の 4 年間の教科書に記載されている生物名の平均数は、現行学習指導要領では 185 種で、旧学習指導要領より 53 種多いことが分かった。これは学習指導要領の改定で掲げられた『(1) 児童が身近な自然を対象として、自らの諸感覚を働かせ体験を通じた自然とのかかわりの中で、自然に接する関心や意欲を高め、そこから主体的に問題を見いだす学習活動を重視する。(2) 児童が見通しをもって観察、実験などを行い、自然の事物・現象と科学的にかかわる中で、問題解決の能力や態度を育成する学習活動を重視する。(3) 児童が観察、実験などの結果を整理し、考察、表現する活動を行い、学んだことを生活とのかかわりの中で見直し、自然の事物・現象についての実感を持った理解を図る学習活動を重視する。』という問題解決の流れに沿った三つの重点したためと考えられた（片山，高崎健康福祉大学紀要，2015）。

さらに、平成 22 年及び 26 年検定済み教科書の生命領域だけでなく、教科書内の全領域の用語のデータベースを作成した。用語を比較検討し、発達段階に応じた定義を提案した（片山，高崎健康福祉大学紀要，2016）。

以下に例を 3 つ示す。

子葉（第 3 学年 (1) 昆虫と植物）；「さいしょにでてくる 2 枚の葉」と定義している社が

あるが、扱っている植物が双子葉でも、単子葉でも子葉というので、この定義の評価は不適切とした。「さいしょにでてきた葉」という説明もあったが、「たねから出た最初の葉」と種を意識した定義を提案した。

花粉(第5学年(1)植物の成長、発芽、結実);花粉は黄色のものが多いが、白色や橙色のものもあるので、色を指定しない方が良い。花粉はおしべにあり、めしべにつくのであるが、「おしべやめしべの先についている粉のようなもの」というものは事実であるが、混雑が生じやすい定義であるので、修正を要するだろう。そこで、「おしべの先からでる粉のようなもの」を提案した。

消化(第6学年(1)人の体のつくりとはたらき);「食べ物が口の中でかみくだかれて細かくなり」のように消化の説明に咀嚼の物理的な分解を入れている社が4社あるので、単に「食べ物が体に吸収されやすいものに変化するはたらき」と提案した。

### 中学校

平成23年及び27年検定済み教科書のデータベースを作成した後、用語を比較検討し、発達段階に応じた定義を提案した(片山,高崎健康福祉大学紀要,2016)。

以下に用語の定義のばらつきや誤概念と思われる例を指摘する。

細胞(2(1)植物の生活と種類);中学校学習指導要領によれば、「生物には一つの細胞からなるものと多くの細胞からなるものがあるが、すべての生物が細胞できており、細胞は生物体の構造の単位であること及び細胞の基本的なつくりについて理解させる。」とあるので、細胞を一般的にとらえるような、「生命の基本単位」というような表現をしたいところである。しかし、中学校1年生の段階では植物の観察の中で、細胞をとらえさせるために、「葉の中に見られる小さな部屋の一つ一つ」とした。

器官(2(3)動物の生活と生物の変遷);「組織の集まり」と「特定のはたらきを受けもっている部分」のように形態と働きを分けていることがあるので、「いくつかの種類の組織が集まって特定のはたらきをもつもの」とした。

個体(2(3)動物の生活と生物の変遷);「いくつかの器官が集まったもの」というものが多かった。これは器官系になるので、一つの生命を持った生物体としての意味を持たせるために、「単一で生活に必要な構造と機能を備えているもの」とした。

昆虫類(2(3)動物の生活と生物の変遷);分類については、定義だけや例を出すだけのものもあるので、定義と例を両方含んだ、「頭、胸、腹の3つの部分が明確にわかれて、胸から足が6本でているバッタやチョウのなかま」とした。

複製(2(5)生命の連続性);複製については、「母細胞と同じ染色体がつくられること」、「DNA量が2倍量になること」という

ように、染色体の複製とDNAの複製の2つの意味を持つ。間期のS期においてDNA量は2倍量になるが、染色体の数は1本が2本にならない。つまり、S期を経ても $2n$ から $2n$ のままである。高等学校においても染色分体という用語がなくなったように、中学校ではこの部分を教えるのは苦労すると思われる。教科書に表記されている「染色体が2倍になる」と「染色体が2本ずつくっついた状態になる」は正確でない。「染色体の数が2本になる」は明らかに誤りである。そこで、中学校段階では「母細胞と同じ染色体が合成され、2本ずつくっついた状態になる。」と定義した。

優性、劣性(2(5)生命の連続性);教科書の定義に優性は「子に現れる形質」、劣性は「子に現れない形質」と説明があるが、これは優性形質と劣性形質の説明である。そこで、優性は「対立形質の1つが子に現れること」、劣性は「対立形質の1つが子に現れないこと」とした。

分解者(2(7)自然と人間);分解者も消費者の一部であると定義が変わったことから、消費者であることを示すために「消費者のうち、生物の死がいや排出物にふくまれる有機物を取り入れている生物」とした。

### 高等学校

日本生物教育学会の生物用語検討委員会において取り組んでいた高等学校生物の教育用語の検討は、新たな研究グループ(研究課題「新学習指導要領に対応した生物教育用語の選定と標準化に関する研究」(基盤研究(C)課題番号15K00918 研究代表者 渥美茂明)が中心に研究することになった。私自身がこの研究グループに属していることから、単独で研究成果をまとめることはしないこととした。今年が最終年度であるので、まとめを行う予定である。

### まとめ

小学校、中学校の用語のデータベースを作成したが、「定義した用語の評価の修正」と「データベースの公開」について今後検討していきたい。

### (2) 生命科学における適切な実験教材の開発 DNAの簡易抽出とDNAを確認する実験教材

(高等学校「生物基礎」(1)生物と遺伝子 遺伝子とその働き (7)遺伝情報とDNA)

旧高等学校学習指導要領(1999)「生物I」の「ウ 遺伝」及び「生物」の「イ 遺伝情報とその発現」の単元で取り上げられていることから、現行学習指導要領以前からDNA抽出実験を授業で行う教員が多く、DNA抽出実験が約60%の高校で実施されているという報告もある(片山,遺伝,2012)。しかし、この実験で得られる白い抽出物がDNAであることを確認している教員は少ない。また、高校や中学校で行われている洗剤とエタノールを用いた簡易抽出物には、糖質が混ざることが多く、バナナの場合、見た目はDNA

様であるが、グルコースを主成分とする糖質が 1/3 程度含まれている。

そこで、核酸の電気泳動で使用される染色試薬を用いて実験を行った。この蛍光試薬は、青色の光で励起し、緑色の蛍光を示す。オレンジフィルターで青色を遮断して、蛍光のみを観察する。この方法を高校で実践したところ、抽出物が DNA であるかどうかを高校生が判断することができることを確認できたので、論文で報告した(倉林, 片山, 生物教育, 2015) ただし、当初この実験で使用した蛍光試薬が RNA にも反応してしまうことから、RNase を用いる方法も行った。しかし、1 ステップ実験を多くしなければならぬので、二本鎖 DNA の特異的蛍光試薬である QuantiFluor® ONE dsDNA System (Promega)を用いる実験に切り替えた。このことについて、別の雑誌に報告した(片山, 遺伝, 2017)。DNA の確認の結果について図 1 に示す。

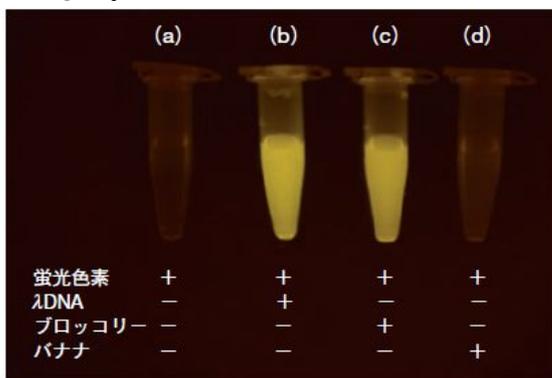


図 8 ポジティブコントロールを使った DNA の確認

ブルーライトトランスイルミネーター (ECX-F20, SkyLight Table, Blue LED) を使用し暗室で観察した。3 倍に希釈した蛍光色素 (QuantiFluor™ ONE dsDNA Dye) 400 μL に、(a) には何もいれず (ネガティブコントロール)、(b) には 400 μg/mL λDNA 注を 1 μL (ポジティブコントロール)、(c) には少量 (図 2) のブロッコリーから得た抽出物、(d) には少量 (図 2) のバナナから得た抽出物が入っている。(a) は蛍光がなく、(d) の蛍光は弱く、(b) と (c) の蛍光が強かった。ポジティブコントロールを用いるとブロッコリーから得た抽出物が DNA を多く含んでいることがわかる。

図 1 DNA の確認結果

(片山, 遺伝, 2017 より転載)

### セントラルドグマを可視化する実験教材

(高等学校「生物基礎」(1) 生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (ウ) 遺伝情報とタンパク質の合成)

DNA→RNA→タンパク質という遺伝情報の流れであるセントラルドグマを可視化する教材を研究代表である片山が開発し、その有用性を論文(セントラルドグマを体感する高等学校生物実験の開発と実践。生物教育 52(4): 165-178 (2012)) に報告した。この教材において、DNA から RNA の流れは、DNA の有無で SP6RNA ポリメラーゼを酵素とした転写を行ったときに、RNA が合成されるか否かで判断する。RNA の検出は、Ribo green (Invitrogen) という RNA 特異的蛍光試薬を用いる。実験方法については前述の DNA の特異的蛍光試薬の場合と同様であるが、こ

ちらの方の利用を先に考案した。

mRNA に転写したのは緑色蛍光タンパク質(GFP)なので、RNA からタンパク質の流れは、RNA の有無で、GFP が合成されるか否かで判断する。GFP は UVLED の光で励起され、緑色に蛍光する。

この実験で最もコストがかかるのは、翻訳に関わるコムギ胚芽抽出液である。そこで、コストダウンを目的として、コムギ胚芽抽出液の少量化を行ったところ 50%希釈しても GFP の蛍光に影響ないことが確かめられた。

これによりコストダウンが見込まれ、この実験のキット化が可能になった。現在「遺伝情報からタンパク質を合成」(セルフリーサイエンス社, 21,000 円(税別))という名前で販売されている。

キットの製品情報及び実験プロトコール、購入方法は以下の HP を参照。

<http://www.cfsciences.com/jp/CFS-EDU.html> (2017 年 6 月 27 日)

この実験キットは、転写によって作製した mRNA 10μL とコムギ胚芽抽出液 10μL とアミノ酸溶液 200μL を反応させて、GFP を合成する。これを少量で合成させることを試みた。その結果を図 2 に示す。1 キット 1 クラスであるが、この方法を用いると、1 キット 6 クラスが可能になる。

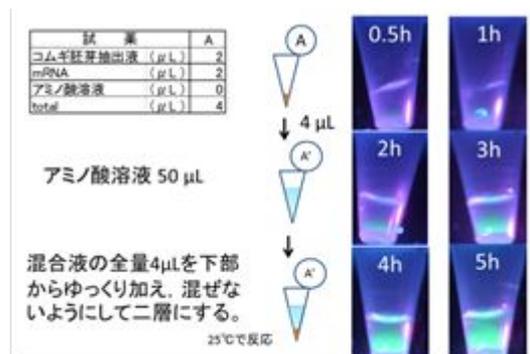


図 2 GFP の発現の少量化

翻訳の確認として用いて GFP の発現確認には UVLED を必要とする。そこで、GFP の代わりに β-Galactosidase を発現させるように Infusion Cloning で、プラスミド DNA を組換えた。β-Galactosidase を発現すると、X-gal を分解し、ガラクトースと 5-ブromo-4-クロロ-3-インドールなる。これが酸化されて、青色色素である 5,5'-ジブromo-4,4'-ジクロロインディゴに変化する。この青色でタンパク質の発現を確認する。この方法を使えば、図 2 と同様に少量のコムギ胚芽抽出液で、UVLED も用いずに、翻訳の確認が可能になった。

**表現型と遺伝子型を可視化できる実験教材** (高等学校「生物」(2) 生殖と発生 ア 有性生殖 (イ) 遺伝子と染色体)

カイコ限性黄繭系統 (SY (Sex linked Yellow) 系統) を用いることで、表現型と遺伝子型を可視化できる教材を開発した。実験に用いた SY 系統は、黄色の Y 遺伝子を含む

第2染色体断片がW染色体上に転座しており、雌の体液や繭の色が黄色になっている。これによって、黄色や白、雌や雄といった表現型を見ることができ、遺伝子をPCRで増幅させた後電気泳動で、遺伝子を見ることが可能である。この内容については「限性黄繭システムを用いた遺伝子の連鎖を可視化する教材の開発」というタイトルの論文を執筆した。現在、日本蚕糸学会誌に投稿中である。

**光学顕微鏡で細胞骨格を観察する実験教材**(高等学校「生物」(1)生命現象と物質 A細胞と分子 (ア)生体物質と細胞)

光学顕微鏡で微小管を観察する方法を考案し、高校生対象の実験講座を実施した。生徒用光学顕微鏡で撮影した微小管を図3に示す。今後、教材としての有用性を検討し論文等に発表する予定である。



図3 生徒用光学顕微鏡で撮影した微小管

#### まとめ

新規実験教材のうち、論文にまとめたものや実践しこれから報告予定のものを紹介した。研究途上で紹介していないものは今後研究し、論文等で発表する予定である。

#### (3) 開発した教材の普及、教育現場への支援 開発した教材の普及

・DNAの簡易抽出とDNAを確認する実験教材

教員対象：高崎健康福祉大学免許更新4回(2013~2016年)、群馬県生物部会(2014年)、北海道生物教育会(2015年)、島根県理科教育協議会(2015年)、滋賀県高等学校理科教育研究会(2016年)、栃木県中学校下都賀地区中学校教育研究会(2016年)、栃木県中学校芳賀地区中学校教育研究会(2016年)

生徒対象：高崎健康福祉大学理科スクール4回(2013~2016年)群馬県立豊学校(2014年)、ぐんま国際アカデミー(2014年)

・セントラルドグマを可視化する実験教材

教員対象：愛媛大学サイエンス・リーダーズ・キャンプ5回(2012~2016年)、日本生物教育学会ワークショップ5回(2013~2017年)、高崎健康福祉大学免許更新4回(2013~2016年)、島根県理科教育協議会(2014年)、日本理科教育学会ワークショップ(2014年)、滋賀県高等学校理科教育研究会(2015年)、北海道生物教育会(2015年)

生徒対象：高崎健康福祉大学理科スクール4回(2013~2016年)

・表現型と遺伝子型を可視化できる実験教材  
生徒対象：サイエンス教室2回(2016年)

・光学顕微鏡で細胞骨格を観察する実験教材  
生徒対象：サイエンス教室(2017年)

#### 教育現場への支援

市販されるようになったセントラルドグマを可視化する実験教材「遺伝情報からタンパク質を合成」(セルフリースサイエンス社)の取り扱い説明書に以下のように掲載して、実験器具の貸し出しを行っている。

マイクロピペットの貸し出しを希望する場合は、下記までご相談下さい。  
高崎健康福祉大学 人間発達学部 片山豪  
katayama@takasaki-u.ac.jp

2013年；群馬県立沼田女子高等学校(マイクロピペット, オレンジフィルター, 青色LED)

2014年；板橋区立高島第一中学校(マイクロピペット, 電気泳動槽, ブルートランスイルミネーター), 星美学園中学校高等学校(マイクロピペット, オレンジフィルター, UVLED, 青色LED), 長野県伊那北高等学校(マイクロピペット)

2015年；北海道立教育研究所 附属理科教育センター(電気泳動槽, ブルートランスイルミネーター), 群馬県立富岡高等学校(マイクロピペット, オレンジフィルター, 青色LED)

2016年；香川県立丸亀城西高等学校(マイクロピペット)

#### (4) 生命科学教育の体系化

用語、教材開発に時間がかかり、生命科学教育の体系化をまとめるに至らなかった。

生命科学教育の体系化については、基盤研究(C)「生命科学を中心とした先端技術に関する実験教材開発と普及に関する研究」(課題番号17K01042, 研究代表者 片山豪)において、継続的に研究する予定である。

高等学校生物に関しては、DNA→RNA→タンパク質の流れであるセントラルドグマを可視化する教材ができたが、タンパク質から生命現象へつながる教材はない。愛媛大学で行われたサイエンス・リーダーズ・キャンプの成果報告会において、「生命科学教育研究会」をサイエンス・リーダーズ・キャンプの参加者を中心に発足した。この会を中心に、タンパク質から生命現象へつながる教材を検討・開発する予定である。

#### 5. 主な発表論文等

##### 〔雑誌論文〕(計9件)

片山豪, 新学習指導要領教科書に見られる観察・実験・探究活動の変化—高等学校「生物基礎」, 「生物」の分子生物分野—, 群馬生物(査読無), (2014) 63, 15-20

片山豪, 田中進, 糖の甘さと飲料に含まれている糖の測定, 日本調理学会誌(査読有), (2014) 47, 348-351

片山豪, 小学校理科教科書に記載されている生物名—平成16年検定済み教科書と平成22年検定済み教科書の比較—, 高崎健康福祉大学紀要(査読有), (2015) 14, 53-71

倉林正, 片山豪, 簡易 DNA 抽出実験における蛍光試薬を用いた DNA の検出とその有効性, 生物教育 (査読有), (2015) 56(1), 21-28

片山豪, 理科用語の標準化に関する研究 - 小学校理科用語のデータベースの作成と用語の定義-, 高崎健康福祉大学紀要(査読有), (2016) 15, 61-76

片山豪, 野崎真史, 耳垢型遺伝子(ABCC11) の多型解析の教材化に関する基礎的研究, 群馬生物 (査読無), (2016) 65, 9-15

井田宏一, 倉林正, 片山豪, GRG を用いた DNA の検出実験および青色 LED ライトの作製法, 群馬生物, 群馬生物 (査読無), (2016) 65, 33-36

片山豪, 簡易抽出 DNA の蛍光染色色素による確認実験, 遺伝, (2017) 71(1), 2-9

片山豪, 理科用語の標準化に関する研究 - 中学校理科生命分野の用語データベースの作成と用語の定義-, 高崎健康福祉大学紀要 (査読有), (2017) 16, 75-90

**【学会発表】(計 15 件)**

片山豪, 新学習指導要領教科書に見られる観察・実験・探究活動の変化 -高等学校「生物基礎」, 「生物」の遺伝・分子生物分野-, 日本理科教育学会第 63 回全国大会, 2013 年 8 月 10 日, 北海道大学 (北海道・札幌市)

Takeshi Katayama, Hidenori Hayashi, Kazuyuki Takai, Tomio Ogasawara, Yaeta Endo Development and outreach of the educational material for understanding transcription and translation using the wheat-germ cell-free protein synthesis system, Protein Island Matsuyama International Symposium, 2013 年 9 月 18 日, 愛媛大学 (愛媛県・松山市)

片山豪, 先端技術の教材化 -コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系を用いた転写, 翻訳を可視化する教材の開発-, 文部科学省科学研究費補助金「新学術領域」動的クロマチン構造と機能 第 2 回 班会議 (招待講演), 2014 年 7 月 3 日, 十勝サホロリゾート (北海道・上川郡新得町)

片山豪, 田中進, 飲料中の糖と糖の簡易分析教材の検討, 日本理科教育学会第 64 回全国大会, 2014 年 8 月 24 日, 愛媛大学 (愛媛県・松山市)

Takeshi Katayama, Hidenori Hayashi, Kazuyuki Takai, Tomio Ogasawara, Yaeta Endo Development of the experimental teaching material for understanding the Central Dogma. -Visualization of transcription and translation in vitro-, 25th Biennial Conference of the Asian Association of Biology Education, 2014 年 10 月 14 日, Cristal crown hotel (Malaysia・Kuala Lumpur)

倉林正, 片山豪, 簡易抽出 DNA の簡便な確

認法 ~ 蛍光試薬法 ~, 日本生物教育学会第 98 回全国大会, 2015 年 1 月 10 日, 愛媛大学 (愛媛県・松山市)

片山豪, 林秀則, 竹田浩之, 小笠原富夫, 高井和幸, 遠藤弥重太, 試験管内で転写・翻訳を再現する実験教材の普及: Part2 -コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系 LacZ の発現による翻訳の可視化-, 日本生物教育学会第 98 回全国大会, 2015 年 1 月 10 日, 愛媛大学 (愛媛県・松山市)

片山豪, 田中進, 飲料中の糖の簡易分析教材の開発 - グルコース, フルクトース, スクロースの定量 - Development of teaching material of simple analysis of sugar in the drink - Quantification of glucose, fructose and sucrose -, 日本化学会第 95 回春季年会, 2015 年 3 月 27 日, 日本大学 (千葉県・船橋市)

片山豪, 松田光平, 緒方早季, 谷津潤, DNA 簡易抽出実験と蛍光試薬による dsDNA の可視化実験とその教育効果, 日本理科教育学会第 65 回全国大会, 2015 年 8 月 2 日, 京都教育大学 (京都府・京都市)

松田光平, 緒方早季, 片山豪, 小学校理科用語のデータベース化と定義の標準化, 日本理科教育学会第 54 回関東支部大会, 2015 年 12 月 5 日, 茨城大学 (茨城県・水戸市)

片山豪, 野崎真史, カイコ限性黄蘗系統を用いた「遺伝子と染色体」の単元における教材の開発, 日本生物教育学会第 100 回全国大会, 2016 年 1 月 10 日, 東京理科大学 (東京都・新宿区)

片山豪, 野崎真史, カイコ限性黄蘗系統の蛹を用いた教材の開発 高校生物「遺伝子と染色体」の単元を中心に, 日本理科教育学会第 66 回全国大会, 2016 年 8 月 7 日, 信州大学 (長野県・長野市)

根岸勇輝, 小見佳史, 竹節未奈美, 鈴木萌香, 片山豪, 中学校理科用語 (第二分野生命) のデータベース作成, 日本理科教育学会第 54 回関東支部大会, 2016 年 12 月 10 日, 埼玉大学 (埼玉県・さいたま市)

野崎真史, 片山豪, カイコ限性黄蘗系統を用いた「遺伝子と染色体」の単元における教材の開発 Part2 -蛹の DNA 抽出の時期に着目して-, 日本生物教育学会第 101 回全国大会, 2017 年 1 月 7 日, 東京学芸大学 (東京都・小金井市)

片山豪, 谷津潤, DNA 抽出実験の実施に関する調査と DNA 確認実験の提案 - 中学校及び高等学校の旧課程と現行課程の比較 -, 日本生物教育学会第 101 回全国大会, 2017 年 1 月 7 日, 東京学芸大学 (東京都・小金井市)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

片山 豪 (KATAYAMA, Takeshi)

高崎健康福祉大学・人間発達学部・教授  
研究者番号: 60635754