

## [研究ノート]

自ら問い、自ら考えるハテナソンによる  
実験授業の活性化と学びの深化木村 成介  
佐藤 賢一

## 要 旨

本論文では「ハテナソン」が実験授業への学習者の主体的な取り組みを促す新しい手法として有効であることを、京都産業大学総合生命科学部の2つの実験科目における実践記録と検証結果をもとに紹介する。ハテナソンは「一人ひとりの発想が尊重される民主的な環境のもとで、課題や疑問を言語化し共有する学び」のことで、疑問や質問をあらわす「はてな(?)」とマラソンを組み合わせた造語である。筆者たちは、生命システム学科2年次生対象の「生物学実験」では実験の前に、生命資源環境学科3年次生対象の「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」では実験の後に、それぞれハテナソン授業をおこなった。そして前者では、学習者が実験目的や仮説の検証方法、実験原理などを意識しながら実験や事後学習に取り組めたのかを、後者では、学習者が実験原理について正確に理解し、実験結果の考察を深められたのかを、それぞれレポートや筆記試験の結果等により検証した。ハテナソン授業自体の学習・教育効果についても質問紙調査をもとに検証した。これらを総括し、最後に中等教育における理科実験授業へのハテナソン導入の意義や将来性を考察し、提案したい。

## 1. はじめに

理科教育において実験（演示実験および生徒実験）が重要であることはいうまでもない。「百聞は一見にしかず」という諺があるように、実験によって科学的な諸現象を実際に目の当たりにすることで、生徒の理科に対する意欲・関心・態度を高める効果が期待できるだけでなく、科学の本質であるや仮説検証のプロセスを肌で実感することで科学的な思考力・判断力・表現力を身につけることにもつながる。中学校および高等学校の学習指導要領の理科の目標に「目的意識をもって観察、実験などを行い」という文言がはいっていることから見ても、実験は理科教育における基本的な活動の1つであると言えるだろう。

理科教育においても実験をおこなう目的や意義は、あくまで実験を通じて科学的に探求する能力や態度を身につけるとともに、自然の事物・現象についての体系的な知識を得ることにあり（文部科学省（2009）、文部科学省（2008））、実験をすることそのものにあるのではない。しかしながら、実験授業は生徒にとってただ「楽しかった」と好奇心を満たすだけで終わって

しまうことが多いため、手間やコストの割には十分な教育効果を上げるのが難しいという問題点があった。

実験授業によって高い教育効果を上げるためには、一人ひとりの生徒が、「何のために実験をおこなうのかを意識」し、「仮説の検証方法および実験手法の原理を理解」し、「意欲を持って実験に取り組み」、「得られた実験の結果から導かれることを考察」という一連の作業に主体的に取り組む必要がある。このため、学校の現場においては各教師が事前・事後学習においてさまざまな工夫をしているものと思われるが、本研究では、生徒の主体的な取組を促すのに簡便かつ有効な取組として、「ハテナソン」という新しい手法の可能性を検討した。

ハテナソンは、疑問や質問を表わす「はてな(?)」と「マラソン」を組み合わせた造語で、英語表記は *hatenathon* (*hatena*+*marathon*) である。その意味は「一人ひとりの発想が尊重される民主的な環境のもとで、課題や疑問を言語化し共有する学び方や取組み」である。著者の一人の佐藤が、アイデアソンとハッカソンという用語があることに影響を受けて造語した(佐藤、ハテナソンプログ：<http://ha-te-na-thon.hatenablog.jp/entry/2016/09/18/145606>)。ハッカソンは課題に対するソリューションを具体化・実現して社会実装する取組み、アイデアソンは課題に対するソリューションを発想して言語化・コンセプト化する取組である。ハテナソンはあるテーマのもとで課題そのものを発想し、可視化・言語化するものとして位置付けられる。

ハテナソンは、アメリカの *The Right Question Institute* (正問研究所) を設立したダン・ロススタイン氏らによる図書「たった一つを変えるだけ：クラスも教師も自立する「質問づくり」」(ダン・ロススタイン、ルース・サンタナ (2015)) で示されている質問づくり手法 (*Question Formulation Technique* : 以下、*QFT*) をベースに筆者(佐藤)により開発された手法である。筆者らは、ハテナソンが、「学生の主体的な学び」を促すしかけの1つとして有効ではないかと考え、2016年3月を始期として、学内外のさまざまな場でハテナソンを活用している。

*QFT* は、もともとはアメリカ・マサチューセッツ州で高校生をもつ親(とくに貧困層)がPTA活動に消極的であるという状況(学校でおこなわれるミーティングに出ても、何を聞いていいかわからないから行きたくない、行くのを躊躇する)を打開するために開発されたものである。知識や経験、そして年齢や立場など、さまざまな要素が複雑に異なる人の集まりにおいて(たとえば高校生の親という共通項による人の集まり)、あるテーマ(例えば高校の中退)のもとでの疑問や課題の可視化は、簡単なことではない。*QFT* は、この問題を解消するべく20数年をかけて開発された。しかしながら、この手法の及ぶ範囲は上述した高校生の親に対するものにとどまらない。ダン・ロススタイン氏らが前出の図書(ダン・ロススタイン、ルース・サンタナ (2015)) や正問研究所ホームページ(<http://rightquestion.org>) で示しているとおり、現在ではあらゆる年代層にとっての学びの場(典型的には、教師と生徒のいる学

校の教室)で、このQFTは活用されるようになってきている。そしてその取組は、QFTが使われる一つひとつの場面ごとにおけるテーマに対して質問や疑問がつくられるという成果を生み出すだけでなく、取組に関わった生徒(学習者)と教師(導き役、コーディネータ/ファシリテータ/モデレータ)の双方に、学び方そのものに創造性(一人ひとりの発散思考をもつこと、かつグループや集団による協調的な収束思考をもつこと)や民主性(公平さ、公正さ)があることを実感させることがわかっている。

ハテナソンは以下の8つのステップから構成される(順番は入れかわることがある)。これら各ステップの詳細については後述の実践記録で示す。

- ① グループ分け
- ② 質問の焦点(テーマ)の説明
- ③ 質問づくりのルールの説明とグループ内共有
- ④ 質問づくり
- ⑤ 質問の分類と変換
- ⑥ 質問の選択
- ⑦ 質問の共有
- ⑧ 振り返り

本研究は、実験授業への生徒の主体的な取組を促す新しい手法としてのハテナソンの可能性を検討するため、京都産業大学総合生命科学部の実験科目(2科目)にハテナソンを試験的に導入し、その効果を確認することを目的とした。まず、総合生命科学部生命システム学科2年次生対象の「生物学実験」では、実験の事前学習としてハテナソンを導入することで、実験の目的や仮説の検証方法、実験の原理などを意識しながら実験に取り組むことができるようになるかを検証した(実践事例1)。また、総合生命科学部生命資源環境学科3年次生対象の「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」では、実験の事後学習としてハテナソンを導入し、実験の原理について正しく理解し、結果の考察を深められるようになるかを検証した(実践事例2)。本論文では、実験科目におけるハテナソン導入の実践報告とともに、中等教育における理科実験授業へのハテナソン導入の意義を考察したい。

## 2. 実践事例1：総合生命科学部生命システム学科2年次生対象の「生物学実験」における事前学習としてのハテナソンの実践

### 2-1 生物学実験の概要

「生物学実験」(以下、本科目)は総合生命科学部生命システム学科2年次生の必修実験科

目（春学期開講）である（2単位、週3コマ）。2011年度から開講しており、今年度（2016年度）は6年度目となる。他の必修実験科目には、1年次秋学期の「化学実験」（2単位、週3コマ）、2年次秋学期の「生命システム実習Ⅰ」（5単位、週6コマ）、3年次春学期の「生命システム実習Ⅱ」（5単位、週6コマ）がある。

2016年度シラバス（BOX1）にあるとおり、本科目では4人の教員（教員1～4とする）によるリレー方式で計15回（3コマ/回）の授業をおこなう。第1回はイントロダクション、第2～4回は教員1（例年、佐藤が担当）、第5～6回は教員2、第8回は教員1・2担当分のまとめの試験、第9～11回は教員3、第12～14回は教員4、第15回に教員3・4担当分のまとめの試験、という構成をとっている。

## 2-2 本科目におけるハテナソン導入の背景とねらい

前年度まで、佐藤は実習書の通読と実験作業フローチャートの作成を「事前学習」として受講生に課してきた。課題の提出率はほぼ100%であり、この事前学習の教育効果はあるものと考えていた。しかしながら、まだ実施していない実験の全体像（目的、方法、結果、考察など）を実習書の読み解きのみによってフローチャート化するのは、まだ作ったことはおろか、食べたこともない料理の全体像（材料、調理法、味、盛り付けなど）をレシピの読み解きのみによって想像するようなものではないか、これは果たしてよいことなのだろうか、と疑問に思うようになった。そこで今回は、実験後の実験レポートを作成する際に実験作業フローチャートの作成を「事後学習」として課すことにした。

一方、代わりに事前学習としてハテナソンの導入を構想した。前述したとおり、ハテナソンは学習者間で疑問や質問などを言語化・可視化し、共有するためのワークである。実験作業を実践する前の段階で実験テーマに対する疑問や質問など（まとめて課題と呼ぶ）を洗い出しておくことで、それら課題群を意識しながらの実験作業に取り組むことができること、そして実験中および実験後に課題は解決したのか・していないのか、新たな課題は何か、といったメタ思考が実行されることで、その成果がまとめの試験やレポート、そして授業全体に対する振り返りにあらわれることを期待したのである。

## 2-3 実践記録

例年、本科目の授業設計（実施内容、日程等）は、2月上旬のシラバス作成、および3月中旬の実習書作成のタイミングにおいて、担当教員間の話し合いによっておこなわれる。本年度、本科目にハテナソンを導入することを検討し始めたのは3月下旬以降であったため、いずれのタイミングにおいても本授業へのハテナソンの導入について話し合うことができなかった。そこで、第1回授業（4月12日）の約1週間前の4月6日に、BOX2のメールに添付資料（BOX3）をつけて担当の3教員へ送信し、かつ担当教員全員によるミーティング（4月7日）

をもつことで、ハテナソンの導入目的や概要を共有した。そして、前半部（第2～7回）の実験テーマに対するハテナソンを第1回授業（4月12日）で、後半部（第9～14回）の実験テーマに対するハテナソンを第9回授業（5月31日）で、それぞれ実施することへの了承を得た。

実施当日は、BOX3に示したスケジュール案、および説明スライド（BOX4）にそってイントロダクションとハテナソンを実行した。ここからは主に第1回授業におけるハテナソンの実践記録を記す。

本科目の受講生は、総合生命科学部生命システム学科2年次生が55名（男36名、女19名）、理学部物理科学科2年次生が1名（男1名）であった。

### 2-3-1 グループ分け（BOX4、スライド番号3）

受講生56名を28名ずつの2グループ（AグループとBグループ）に分け、それぞれを2人または3人のグループに分けた。グループ分けの後、BOX4のスライドを用いて、ハテナソンとはなにか、質問づくりのテーマ（質問の焦点）はなにか、つくられた質問はどう活用するのか、等について説明した。

### 2-3-2 質問の焦点（テーマ）の説明（BOX4、スライド番号4、5）

今回のハテナソンでは、「生物学実験」の第2回～第7回（計6回分）の実験テーマ（BOX1およびBOX3参照）に対して受講生が質問をつくることを説明した。そして、Aグループは第2回～第4回の実験テーマを、Bグループは第5回～第7回の実験テーマをあつかうこととした。

### 2-3-3 質問づくりのルールの説明とグループ内共有（BOX4、スライド番号6～10）

ハテナソンの全体像を示すとともに、質問づくりの際に重要となる4つのルールを説明した（BOX4、スライド番号10）。その後、グループ内で質問が守れそうか、難しいルールはどれか、等を話し合ってもらった。この間、教員は歩き回ってグループでの話し合いの様子を観察し、ときおり受講生に状況を尋ねた。多くの学生は4つのルールを守ることができそうであると答えた。一方で、やってみないとわからない、相手の質問に反応しないのは難しそうだ、という声も幾つかあった。

このディスカッションは、初めてハテナソンを体験する人にとっては極めて重要だと思われる。事前に十分な時間をかけて質問出しの状況をシミュレーションし、ルールが守れている、あるいは守れていない状態をイメージすることで、実際の質問出しの後での振り返りが深く豊かになると期待できるからである。質問出しの質と量が予備知識に乏しい状態でおこなうか、あるいは豊かな知識を持ったうえでおこなうかで大きく違ってくるように、ある作業をするにあたって、その背景やねらい・目的を学習しているか否かは、作業そのものの成果物だけでなく、事後の振り返りの質と量の両方に大きな違いをもたらす。なお第8回授業でのハテナソン

では、この部分にかかる時間を大幅に短縮した。

#### 2-3-4 質問づくり (BOX4、スライド番号 11)

まず第1ラウンドとして4分間の質問出しをおこなった。この間、教員は歩き回ってグループでの質問出しの様子を観察し、ルールが守れていない受講生にはそのことを伝えた。終了後は3分間の休憩をとり、その間に各グループでの質問数を尋ねた。15個を越えるところはなく、5個以下のところもないようであった。概ね10前後の質問が出ている模様であった。そこで、もう1ラウンド(4分間)の質問出しを開始するにあたり、教員からは「1回目の2倍以上の質問を作りましょう。繰り返しになりますが、質より量が大事です。3人チームであれば30個以上になるように頑張りましょう」と声かけをした。(予想通りであるが、ええーっという喚声はいくつか上がった。)第2ラウンドも4分間の質問出しをおこなった。1ラウンド目よりは明らかに声がよく出ており、質問を書く量も増えていた。

質問出しを2つ以上のラウンドに切り分けておこなうことは効果的である。今回は該当しないが、ラウンド間に新たな情報のインプット(資料の提示、質問づくりのデモンストレーションなど)をおこなう場合がある。そうすることで、質問を発話する声量が明らかに大きくなり、作られる質問の数もその中身も(質より量と言っているのだが)大きく向上することが観察の結果、ならびに学習者・参加者の振り返りテキストの分析からわかっている。

#### 2-3-5 質問の分類と変換 (BOX4、スライド番号 12、13)

質問には、その答えがはい／いいえやひと言で済むタイプの「閉じた質問」と、答えがなにがしかの説明を伴うものや、必ずしも明瞭な一つの答えがあるわけではない「開いた質問」の2種類があることを説明した。閉じた質問の例として「あなたは人間ですか?」、開いた質問の例として「あなたはどんな人間ですか?」を提示した。そのうえで受講生には、書きとめた質問すべてを分類すること(質問の冒頭部に○や△などの記号を付す)、1~2つの質問を「閉じた質問から開いた質問へ」あるいは「開いた質問から閉じた質問へ」変換して実際に書いてみることを、それぞれのタイプの質問がどのような答えを導くと期待できるのかをディスカッションすること、を順番に指示した。

この取組には、質問づくりにおける拡散思考段階(質問出し)から収束思考段階への移行のスイッチとしての役割がある。なおこの部分も、第8回授業ハテナソンでは大幅に短縮した。

#### 2-3-6 質問の選択 (BOX4、スライド番号 14~17)

グループ内で出た質問の中から重要な質問を3つ選び、ワークシートの当該質問が書かれているところに印を付けるように指示した。優先順位づけの基準として「受講生全員にとって重要と思われる質問を選ぶ」ということを伝えた。一方で、優先順位づけの方法については、形

式を問わないことを伝えた。選んだ3つの質問それぞれについて選定理由を説明できるようにしておくこともあわせて課した。さらに、質問は新たに思いついたものを重要なものとして加えてもよいこと、いくつかの質問を組み合わせで再構成したものを加えてもよいことを伝えた。所定の時間経過後、こちらが指定した組み合わせで、2つのグループで合体するように指示した。この結果、一つのまとまりが5～6人となり、全体ではA・Bグループのそれぞれが5つずつの二次グループとなった（A1～5、B1～5という名前を与えた）。この二次グループ内で、それぞれが絞り込んだ3つの質問を開示し合い（選定理由の説明を含む）、その中で重要なものとして3つへの絞り込みをおこなうこと、その選定理由を説明できるように準備しておくことを指示した。ここで新しい記入シートを二次グループに1枚ずつ配布し「これは清書用のシートです。二次グループ名と3つの質問を簡条書きにしてください。最後に全体で共有しますので、発表者を決めておいてください。」と指示した。

### 2-3-7 質問の共有（BOX4、スライド番号 19）

教室全体での質問の共有をおこなった。二次グループの発表者に、質問を清書したシートをもって教卓まで来てもらい、書画カメラ／テレビモニターで清書内容を映しつつ、1～2分間ずつ程度での質問の紹介、および選定理由の説明をしてもらった。計2回おこなったハテナソン、それぞれにおける質問の焦点とつくられた質問リストはBOX5にあるとおりである。

### 2-3-8 振り返り（BOX4、スライド番号 20～21）

共有した質問リストを俯瞰して「グループ間でよく似た質問が出ている。また、グループ事に特色のある質問も出ている。」ことを確認した。さらに、これらの質問は受講生全員でデータとして共有すること（moodleシステム上で閲覧可能にする）、当該質問を活用した事前学習、実験当日の学習、および事後学習をおこなってほしい旨を伝えた。最後に、次の7つの質問からなる記述式アンケート調査をおこなった（BOX4、スライド番号 21）。この7つの質問は、本ハテナソン授業手法の参考としているアメリカ正問研究所の手法の中にある「振り返りのための質問紙調査」をそのまま活用している。質問①～④は知識レベルの変化、同⑤～⑥は感情レベルの影響、同⑦は行動レベルの変化を、それぞれ問うものとなっている。

- ① あなたは何を学びましたか？
- ② 自分で質問できるように学ぶことはなぜ大切なのですか？
- ③ 学んでいる内容について何を学びましたか？
- ④ どのように学んだのですか？
- ⑤ 質問する際はどんな感じがしましたか？
- ⑥ 行ったことのなかで、よかったことは何ですか？

- ⑦ 質問づくりの方法を今後どのように使いますか？

## 2-4 ハテナソンの効果の検証

事前学習として2回にわたるハテナソン授業をおこなったことで、受講生のその後の学習にどのような効果や影響があったのかについて、第1回授業でのハテナソン終了直後の記述式アンケート調査（前出）、佐藤担当分の実験（第2～4回）にかかる実験レポートと筆記試験の結果、並びに第15回授業（最終回：7月19日）に実施した質問紙調査の結果（下記参照）の計3通りの取組をもとに考察する。

### 2-4-1 ハテナソン実施直後の記述式アンケート調査の結果

前述のように、受講生56名に7つの質問からなる記述式アンケート調査を実施した。総数400にのぼる回答の中に“質問”という語が257あった。このことは、ハテナソンが“質問（をつくる、検討する、共有する）”の学びとして受講生に強く印象づいたことを表わすものである。

回答は代表的なものをBOX6にまとめてある。また、以下に各質問項目への回答に対する総括を示す。末尾にあるカッコ内数字は回答に含まれていた“質問”の数を示す。

問1：何を学んだかについては、質問をつくることの難しさや面白さであるという回答が多かった。また、グループワークの大切さに触れた回答も多かった。(70)

問2：質問を自らがつくることが重要である理由については、全員がその理由を記していた。すなわち、質問をつくることの重要性をそれぞれに言語化できているということである。(24)

問3：質問とはどのようなものか、その有用性や価値、質問をつくるプロセス、質問がなければ学びははじまらないなど、質問と学びの関係についての記載が多かった。(49)

問4：グループワークによって質問づくりを学んだという実感が多数であった。ルールを守ること、とにかく質問をだすというプロセスに学び方のヒントを得た向きも見られた。(25)

問5：さまざまな感情が表現されていた。緊張、楽しさ、つらさ、そして自分のつくる質問に対する周りの反応（質問を出しているあいだは、お互いに評価や回答などの反応してはいけないことになっているが）への心配や不安、などである。(33)

問6：質より量を重視し、お互いの評価・批判のない環境下で質問づくりワークが実践できたこと、およびグループ内のコミュニケーションをへて質問を洗練していったことの2点が主にあげられていた。(41)

問7：多くの受講生が、疑問や質問を頭の中にとどめずに表現し（書く、話す）、学びを発展



させていくためのツールとしてとらえていた。また、ハテナソン自体をツールとして使うということでは必ずしもなく、学びのプロセスにおいて「問いを立ててその解決をはかる」態度と行動が重要であるという、より大きな視野での気づきが得られたようである。(35) (総数：257)

#### 2-4-2 ハテナソンと実験および実験レポートとの接続

佐藤担当分の授業では、それぞれの授業の冒頭部で、ハテナソンでつくった質問を実験レポートの考察課題とすることを念頭においた学習（実験作業を含む）を心がけるよう働きかけた。授業の最後に、実験レポートの構成について説明し、とくに「考察」を作文するにあたり各回の授業ごとに3つ以上（実験中に新たに得ることのできた質問・課題を加えることを奨励した）の質問・課題を扱うこととした。このことを含め、実験レポートには守るべき約束事がいくつかあり、それらを怠った場合は減点対象となることも説明した上で、1週間後を期日として、実験レポートの提出を課した。

受講生数56人から提出された実験レポート（期日を1日過ぎたものが1件、他55件は期日どおりに提出）において、ハテナソンでつくった質問への考察があったものは50件（89%）、扱った質問数が3未満あるいは考察分量が不十分であったものは3件（5%）、考察がなかったものは3件（5%）であった。

考察のあった50件のなかから、ハテナソンを実施していなかった昨年までに表面化することのなかったユニークな質問「どうやって理論から実践に移すんですか？」に対する考察の例をBOX7にいくつか示す。また、授業に取り組む中で新たにつくられた質問（教員がつくった）「なぜスケッチマラソンをするのか？」（第3回授業）に対する考察の例をBOX8に示す。

#### 2-4-3 質問紙調査

BOX9にある質問紙調査を第15回（最終回）の授業において実施した。質問は以下に示す11項目で、回答方法は5つの選択肢（1～5）から1つを選び番号で答えるというものとした。選択肢の内容は次のとおりである。

選択肢1：まったくあてはまる、同2：あてはまる、同3：どちらとも言えない、同4：あてはまらない、同5：まったくあてはまらない。

- ① ハテナソンのような取組みははじめてであった
- ② ハテナソンのような取組みは面白いと思った
- ③ ハテナソンは一人ひとりの発想を尊重するしかけになっていた
- ④ ハテナソンはグループワークをうながすしかけになっていた
- ⑤ ハテナソンは重要な質問を絞り込むしかけになっていた

- ⑥ グループで最終的に得られた質問は重要な質問であった
- ⑦ 他のグループのものも含め、質問は重要なものが多かった
- ⑧ 得られた質問を活用して生物学実験に臨むことができた
- ⑨ 得られた質問を活用してレポート作成ができた
- ⑩ 得られた質問を活用して自身の学びが豊かになった
- ⑪ ハテナソンコーディネータ養成講座に出てみたい

集計結果をBOX10に示す。学生の反応は概ね4つのパターンに分けることができた。第1に、問1のような「とてもよくあてはまる・あてはまる」が全体の95%すなわち大多数を占めるパターンである。これはハテナソンのような取り組みが初体験である学生がほとんどであったという単純な事実に基づいた結果と受け止めることができる。少数派の、特に「まったくあてはまらない」学生はどのような類似体験を持っていたのであろうか。

第2は、「とてもよくあてはまる・あてはまる」が全体の過半数を超えるパターンである。これは問3~7、9の計6問において見られた。問3~7はハテナソンの機能的な側面についての問いで、一人ひとりの質問が尊重されつつもグループによる重要な質問の選定も同時におこなえたことを示している。問9は、ハテナソンで作られた質問をレポートの考察に取り入れる教員からの指示が必要であったことから、このような肯定的な回答が多数派であったと読み取ることができる。

その一方で第3のパターンとして浮かび上がったのが、「とてもよくあてはまる・あてはまる」が全体の過半数を若干下回る問いへの答えて、問2、8、10が該当する。これらは、学習者自身がハテナソンを「面白い」「授業中に役立てた」「学びが豊かになった」しかけと考えたかという、これまでの問いに比べるとより自由な感情の表れをとらえる問いとして位置付けることができる。その意味で、現状においては、ハテナソンが「面白く」「授業中において役立つ」「学びの豊かにする」しかけであるという実感に若干乏しいといえよう。ただし、この回答パターンの問いにおいても「あてはまらない・まったくあてはまらない」は全体の10~20%に留まっていることを指摘しておく必要があるだろう。問2、6、8、10においては「どちらともいえない」が最多数派で、ハテナソンの自身の学びへの波及効果について測りかねている様子がうかがえる。

そして、第4のパターンは、「あてはまらない・まったくあてはまらない」が全体の60%を占めた問11である。これはハテナソン・コーディネータという「教師役」を養成する講座への参加意欲を問うもので、簡単にいえば「教師役をやってみたいですか?」という、よくある問いへの反応といえる。筆者(佐藤)はハテナソンを実践するようになる以前からも、このような問いを学習者に問い続けてきたが、その反応は今回の結果と同じようなものを繰り返していた。その意味は、関心はあるけれど「教師役は自分には荷が重い」「人前で教師のように振

舞うのはむずかしそう」という気持ちの表れであったり、「ハテナソンの面白みがわからないから、コーディネータをしたいと思わない」「教師（佐藤）の仕事に興味がない」といった関心のなさなど様々なものがあるだろう。ミラーイメージとして、全体の40%が「どちらともいえない」を含む肯定派・中間派であったことも記しておきたい。

ハテナソンは本論文の冒頭部でも述べたように、汎用性のある主体的な学びの手法である。著者（佐藤）は、本論文で扱っている「生物学実験」以外の科目でもハテナソン授業を実施している。それは、それぞれの科目にある個別の教育目標の達成にのみならず、佐藤が担当するすべての授業科目を通じて京都産業大学の在学中に身につけてもらいたい能力の涵養にハテナソンが有効であろうと期待してのことである。そして、その先には学習者自身がハテナソンのような学びの場を自ら設計・実践し、その「よい学び」をまわりの学習者と共有し拡散していくことが実現することを期待するのである。

### 3. 実践事例2：総合生命科学部生命資源環境学科3年次生対象の「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」における事後学習としてのハテナソンの実践

#### 3-1 生命資源環境学実験・演習Ⅱの概要

「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」は、総合生命科学部生命資源環境学科3年次生対象の必修実験科目（春学期開講）である（5単位、週6コマ）。2012年度から開講しており、今年度（2016年度）は5年度目となる。他の必修・実験科目には、1年次秋学期の「生物学実験」（2単位、週3コマ）、2年次春学期の「化学実験」（2単位、週3コマ）、2年次春学期の「生命資源環境学実験・演習Ⅰ」（5単位、週6コマ）がある。

BOX11のシラバスにあるように、「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」は、生命資源環境学に関する基礎的な実験操作とその理論を実際に手を動かしながら習得するとともに、関連した生命現象への理解をより深めることを目的とした科目である。4名の教員のリレー方式により、様々な実験・演習を展開する。

今回ハテナソンを導入した「植物の環境応答」に関する実験・演習では、マメ科植物の芽生え期における光形態形成をモデルに、植物が生理および遺伝子レベルでどのように環境に応答しているか解析し、半定量的RT-PCR法（Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction、逆転写ポリメラーゼ連鎖反応法）による遺伝子発現解析やRNAの取扱い方法について学ぶ。

#### 3-2 本科目におけるハテナソン導入の背景とねらい

本実験授業では、植物が外部生育環境の変動に応答するときに、遺伝子の発現がどのように変化するかをRT-PCR法により解析することを骨子としている。RT-PCR法は、遺伝子の発現

量（実際には転写産物の量）を簡易的に定量するために汎用される技術であるが、実験操作が複雑なことに加えて、実験原理がやや理解しづらい。本実験授業においては、実習終了後のレポート提出の際に、RT-PCR 法の実験原理を説明することを課題としているが、学生の理解度が低く、自らの力で調べきれていない例が多かった。また、実験原理を正しく理解していないために、結果の解釈に間違いがあったり、考察を深められていないことが多く、教育効果があがっていないことが問題となっていた。

そこで、今回ハテナソンにより、「RT-PCR による遺伝子発現解析」を焦点とした質問づくりをすることで、学生の理解度を改善できるかを検討した。なお、受講生は、RT-PCR 法の原理等について詳しい説明を本科目の授業中には受けていない。これは受講生自ら調べることで、主体的に学んでもらいたいという意図からである。

### 3-3 実践記録

植物の環境応答に関する実験・演習は、火曜日および水曜日の午後の3コマを使って3週間にわたって実施（合計18コマ）するが、その最終日の1コマを使ってハテナソンを実施した。ハテナソンは、「たった一つを変えるだけ：クラスも教師も自立する「質問づくり」」で提唱されている方法に従って実施し、BOX12の説明スライドを提示しながら進行した。

本科目の受講生は30名（男15名、女15名）で、すべて総合生命科学部生命資源環境学科の2年生であった。

#### 3-3-1 グループ分け

受講生（30名）を、実験班である8班（4名もしくは3名）にグループ分けした。

#### 3-3-2 質問づくりのルールの説明と共有（BOX12、スライド番号1～6）

まず、質問づくりの焦点は隠した状態で、ハテナソン実施する目的（実験に関わる事柄についての質問を考えてもらうこと）と全体像を説明した（3分）。次に質問づくりの方法や5つのルールについて説明した。その際、ルールの字面だけ説明してもわかりづらいので、質問の焦点を「色」としたときを想定して、具体的な例をあげることで、理解度を高める工夫をした（5分）。説明後、ルールについて班ごとに次の4点について話し合ってもらった（3分）。

「ルールの意味はわかりましたか？」

「ルールを守る意義はなんですか？」

「どのルールを守るのが難しいですか？」

「ルールを守るためにどのようにしたらよいですか？」

各班の話し合いの結果を、発問により聞き出しながら教室全体で共有した（3分）。以上の説明により、質問づくりの目的や進め方について学生に周知し理解させた。今回、全員がハテナソンを始めて体験したが、実際に質問づくりの際にも混乱はなかったようである。

### 3-3-3 質問づくり（BOX12、スライド番号 6）

質問づくりの焦点として、「RT-PCRによる遺伝子発現解析」を提示し、各班ごとに質問づくりを開始した。制限時間は15分に設定した。ワークの間、教員が適宜「どんな質問でもよい」「質より量で勝負」「質問に良し悪しはない」「とにかく絞りだすこと」「あと100個は質問を出せる」などと声かけをすることで質問がたくさん出るように促した。終了後、各班に何個くらい質問ができたかを聞いたところ、少ない班でも20個以上、多い班で80個弱の質問を出していた。

### 3-3-4 質問の分類と変換（BOX12、スライド番号 7～11）

「閉じた質問」と「開いた質問」の概念について説明し、各班の質問を分類させた。次に、閉じた質問と開いた質問の長所と短所について各班ごとに考えさせ、発問により各班の意見を聞き出すことで全体共有した。その後、閉じた質問と開いた質問を変換するワークを実施し（3分）、閉じた質問と開いた質問の概念について理解させた。

### 3-3-5 質問の選択（BOX12、スライド番号 12）

実験レポートに解答を添付すべき課題として「RT-PCRによる遺伝子発現解析の原理を説明せよ」を提示し、この課題に答えるのに重要と思われる質問を各班ごとに3つ選択させた（5分）。その際、質問を選んだ理由を説明できるように準備させた。

### 3-3-6 質問の共有（BOX12、スライド番号 13）

各班での話し合いの後、教室全体で質問の共有を行なった。各班に代表者を選んでもらい、3分程度で選択された3つの質問と選択した理由を説明してもらった。今回のハテナソんで最終的に各班に選択された質問をBOX13にまとめてある。

### 3-3-7 振り返り（BOX12、スライド番号 14）

発表後、振り返りとして、各自に以下の記述式アンケート回答してもらった（BOX12、スライド番号 14）。

- ① なにか学ぶことはありましたか？
- ② 教員の意図はなんだったと思いますか？

- ③ 質問することの大切さはなんだと思いますか？
- ④ その他感想があれば書いてください。

結果はBOX14にまとめた。また、BOX9の質問紙調査にも回答してもらった。ただし、実験の事後学習としてハテナソンを実施しているのので、質問番号8については省略した。集計結果をBOX10に示す。最後に、生命科学を学ぶ上で質問を考えることの重要さなどを説明して、ハテナソンを終了した。終了直後に、1コマ分の時間を自習時間として確保し、実験レポートの作成や課題への回答に取り組ませた。

### 3-4 ハテナソンの効果の検証

実験の事後学習として実施したハテナソンが受講生のその後の学習にどのような効果や影響があったのかについて、記述式アンケート、実験レポート、実験レポートに添付すべき課題、筆記試験ならびに質問紙調査の内容をもとに検討する。

今回実施したハテナソンは、RT-PCRについての質問を考えることで、実験原理の理解を促し、実験結果について深く考察できるようになることを意図して実施した。例年、実験原理の理解度を確かめるため、レポートに添付すべき課題として「RT-PCRによる遺伝子発現解析の原理を説明せよ」を課している。後日提出された解答を評価すると、前年度よりも全体的に解答の質があがっているとの印象を受けた。例えば、今回の実験で使用した「RT-PCR」は、「Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction」の短縮型であるが、「Real Time PCR」という実験手法も「RT-PCR」と省略される。関係ない2種類の実験手法を全く同じように表記するので混乱しやすく、例年、両者を混同した解答が全体の2割程度含まれていた。しかしながら、今年度においては混同した解答は一切なく、すべての学生が正しく実験手法について記述していた。最近では、インターネットの検索で、ある実験手法について簡単に調べることができるが、「RT-PCR」という単語を検索にかけた場合、両者を記載するページが並行して出てしまう。なにも考えずに解答すれば混同しまう可能性が高くなるが、本年度の学生は、質問づくりという形で実験手法について一度深く考察することで両者の違いをしっかりと認識して解答できたのだと考えられる。また、RT-PCR法は、RNAを鋳型としたPCR法（実際に逆転写反応によりRNAから合成した相補DNA）であり、通常のDNAを鋳型としたPCR法とは原理も使用目的も異なる。例年、この違いを理解できていない学生が多くいたが、今年度については少数にとどまり、印象としては実験原理の理解度が高まっていると感じられた。

実習後に行われる記述試験では、毎年レポートに添付すべき課題と全く同じ問題を出しているが、平均点が5点満点で2.5点（平成27年度）から3.4点（平成28年度）に上昇していた。学年ごとに学力の差があり、また、年度を跨いでいるため評価基準も完全に同一とはいえないことから、定量的な評価とはいえないが、ハテナソンの効果により実験の原理についての理解

度が高まったと評価できた。

ハテナソン終了直後に実施した記述式アンケートの結果 (BOX14) をみても、受講生がハテナソンを体験することで、より主体的に課題に向き合うようになっている姿がみてとれる。例えば、「質問することの大切さはなんだと思いますか?」という問いに対して、「例えば原理について調べようという時に、漠然と「～の原理とは」と検索していても分からない。質問として書き出すことで、自分が何を知りたくて、分からないのかをはっきりと理解させることができる。」といったような回答や、「教員の意図はなんだったと思いますか?」という問いに対しては「レポート課題では、先生の課題に答えるだけで、自分で実験に対しても疑問を持たないので、これから研究室に配属された時に自分で物事を考えるためにこの時間がとられたと思いました。」といった回答が多く見られた。また、質問紙調査 (BOX9、BOX10) においても「得られた質問を活用してレポート作成ができた」や「得られた質問を活用して自身の学びが豊かになった」の回答において、「とてもよくあてはまる」と「あてはまる」が80%を超えていた。以上のアンケート結果から、受講生自身もハテナソンの効果を実感していたと良いと思われる。

#### 4. 考察

本論文では、理科の実験授業への主体的な取り組みを促すしくみとして、総合生命科学部で開講されている2つの実験科目において事前および事後にハテナソンを導入し、その効果を確認した。両方の実践例において、生徒の実験やレポート作成への取り組み姿勢が変わったという実感が得られた。実践例1のように、事前にハテナソンを導入すると、実験の実施からレポート作成の全プロセスを通じて効果が得られるだろう。一方、実践例2のように、事後にハテナソンを導入すれば、すでにおこなった実験やその結果の内容を踏まえて、より高度な内容な質問づくりに取り組むことができると思われる。今回の結果を踏まえると、状況に応じてうまくハテナソンを使うことで、実験科目の教育効果を高めることができると考えられる。この取り組みの教育効果を定量的に評価することが本研究の今後の課題である。

今回の論文では、大学の実験科目へハテナソンを導入した事例を紹介したが、今後は、その効果を中学校や高等学校における実際の実験授業において実践して確認する必要がある。中等教育の現場において、ハテナソンを導入する際の課題としては、「コーディネータの養成」、「実験科目に適した質問の焦点の設定」、「実施時間の短縮」の3点が挙げられる。

まず、1点目の課題として教師がハテナソンのコーディネータになる必要がある。ハテナソンの実施自体は極めて簡単であるため、教育経験がある教師であれば実施にはほとんど支障がないと思われる。実際、報告者の1人である木村は今回が初めての実施であったが、「たった一つを変えるだけ：クラスも教師も自立する「質問づくり」」の内容を参考にすることで、特

に指導を受けることなくハテナソンを運営することができた。

ハテナソンの実施において一番難しいのが2点目の課題である適切な「質問の焦点」の設定である。質問の焦点が適切でないと、質問が出ないことがあるだけでなく、生徒の主体的な学びを引き出すという本来目指すべき効果が得られないことがある。質問の焦点の設定にはやや経験が必要で、いろいろな実験の内容を想定して、効果的な質問の焦点を考えておく必要もあるだろう。

3点目の課題は、ハテナソンの時間短縮である。ハテナソンを全て実施しようとする、少なくとも1時間程度の時間が必要となるが、中等教育の現場において実験の事前・事後学習にそこまで大きな時間をとることはできない。不要な部分を省略したり、時間を短くするなどして、実施時間を短くする必要もあると思われる。生徒が一度でもハテナソンを経験していれば、説明の時間はほとんど省くことができるので、理科の科目の中でハテナソンをあらかじめ実施しておくのも良いだろう。後述するように、ハテナソン自体は実験の事前事後学習にのみならず、理科教育のさまざまな場面で有効な取組である。

今回の実践では、ハテナソンの実施自体が学生の態度を変化させたことがうかがえた。記述式アンケートの回答を見てみると（BOX14）、例えば、「ふだんは素通りしてしまう内容を、時間をかけて考えたり、他の人達の意見を聞くことで、深く疑問をもてるようになった。疑問をもてるということは、それを解決しようとして、その内容を理解することができると思う。」「質問を考えることで、いろんな方面からその事柄について考えられるので、自分の質問を持つことは重要だと学びました。」「質問を考えるのが苦手だったが、とにかく考えることで案外でてくるものだと思った。今後、物事を明確にするためにも普段から物事に対して質問を考えるようにしたいと思った。」といった意見が散見され、自ら主体的に考える重要性を生徒自身が認知している例が観察された。ハテナソンは、疑問や質問を可視化することにより、物事の輪郭を明確にするだけでなく、主体的に学ぼうとする態度を引き出す上で極めて有効であるといえる。教室において生徒は、教師が教える内容を受動的に理解することを求められているという点で受け身の立場にいる。質問をするのはあくまで教師であり、生徒ではない。ハテナソンはこの関係性を逆転させることで、生徒の主体性を引き出すことができるわけである。

さまざまな自然現象に対して疑問を持ち、仮説検証を繰り返しながら、疑問を解決することが科学の本質である。質問を考える、つまり疑問を持つということが科学の第一歩であり、ハテナソンは科学的な考え方を身につけるためにも役に立つだろう。今回の実践では、実験授業にハテナソンを導入したが、理科教育には極めて親和性が高い取組であるといえる。今後は、ハテナソンをさまざまな場面で利用しながら、そのノウハウを蓄積し、理科教育における新たな教育手法として確立していきたい。



### 参考文献・情報源

文部科学省（2009）高等学校学習指導要領解説理科編

文部科学省（2008）中学校学習指導要領解説理科編

ダン・ロスステイン、ルース・サンタナ、吉田新一郎（訳）（2015）、たった一つを変えるだけ クラスも教師も自立する「質問づくり」、新評論

Dan Rothstein, Luz Santana (2011) Make Just One Change: Teach Students to Ask their Own Questions, Harvard Education PR

ハテナソン ブログ：<http://ha-te-na-thon.hatenablog.jp>

### その他



サトーケニチ作『ハテナソン』はクリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際ライセンスで提供されています。<http://www.kyoto-su.ac.jp/faculty/professors/nls/sato-kenichi.html>にある作品に基づいている。

## BOX1 生物学実験シラバス

科目名	生物学実験		
英語科目	ナンバリング	NMIab204 NBIab103	
開講期	春学期	開講学部等	総合生命科学部
教員名		配当年次	2年次
		単位数	2単位

## 授業概要／Course outline

1年次秋学期の化学実験に引き続き、講義と基本的な実験操作、そして実験結果の取りまとめ（レポート作成等）などを通して、生命システム学科で学ぶ基本的な生命現象とその研究方法について理解する。2年次秋学期以降のより応用・発展的な内容を持つ生命システム実習（Ⅰ・Ⅱ）の履修に向けて、主に生物学に関する研究の基礎的な部分（実験材料・器具・機器の取り扱い、実験手法の原理等）を学ぶ。4人の教員によるリレー形式により、種々の実験モデル生物（ツメガエル、マウス、ショウジョウバエ、微生物）の取り扱い、および生化学・細胞生物学実験の基本的操作を学ぶ。

## 授業内容・授業計画／Course description・plan

- 第1回：イントロダクション（ ）
- 第2回：各種実験機器・器具の取り扱いと緩衝液の調製法（ ）
- 第3回：ツメガエル初期胚の調製と観察（ ）
- 第4回：ツメガエルの解剖と各種臓器の観察（ ）
- 第5回：マウスの解剖と種々の組織・器官の観察（ ）
- 第6回：マウスすい臓アミラーゼの酵素学的実験（ ）
- 第7回：マウスすい臓組織切片の調製と観察（ ）
- 第8回：前半部の実験のまとめ（ ）
- 第9回：ショウジョウバエの生活環と取り扱い方（ ）
- 第10回：ショウジョウバエの解剖と唾腺染色体の観察（ ）
- 第11回：ショウジョウバエ突然変異株の形態観察と遺伝形質の分離（ ）
- 第12回：実習の内容と原理等の説明、寒天培地等の作成（ ）
- 第13回：発酵食品等からの菌の分離培養（ ）
- 第14回：菌のグラム染色と観察（ ）
- 第15回：後半部の実験のまとめ（ ）

## 準備学習等（事前・事後学習）／Preparation and assignments

【事前学習】 実験開始当日までに実験書を熟読し、各自手順概略（プロトコル）をレポート用紙に記述作成しておくこと。

【事後学習】 実験後に、実験内容や結果に関して必要な情報を加筆し、結果等についての考察を行うこと。

## 授業の到達目標／Expected outcome

生物材料取り扱いの基本的知識と実験技術を習得する。

## 身に付く力／Special abilities to be attained

生物材料取り扱い技術。実験計画・遂行等のマネージメント力。実験手順、結果、考察等の記述能力。

## 履修上の注意／Special notes, cautions

実習科目であるため、出席して自ら実験操作を遂行することが必須である。


## 評価方法／Evaluation

平常点（20%）、実験への取り組み（30%）、レポート（30%）、および小テストの結果（20%）により評価する。

## 教 材／Text and materials

実験書を含め、随時配布する。

## BOX2 ハテナソン導入についての相談メール

<p>件名 生物学実験（第1回：4/12の3～5限）に関するご連絡・ご相談</p> <p>送信者 [REDACTED]</p> <p>宛先 [REDACTED]</p> <p>送信日時 2016年04月06日(水) 09:09:16</p>	<p>▼ 操作を選択</p>
<p>添付ファイル  160412_生物学実験授業デザイン.pdf</p> <p>[REDACTED]</p>	
<p>要点：第1回授業に新しいワークを取り入れたいと考えています。いかがでしょうか？</p> <p>おはようございます。表記について、ご連絡・ご相談します。</p> <p>例年どおり授業開始後の15分くらいを使い、担当教員や職員、TA院生の紹介をおこないます。おおむね午後1時過ぎに15306学生実験室にご参集ください。</p> <p>添付の通り、第1回の取組内容を提案いたします。今回はこれまでの「研究を行うにあたって」の講義を省略し（当該資料を配布し、当該内容が筆記試験で出題されることを周知します）、かわりに約2時間をかけてカリキュラム前半部のテーマ（佐藤、[REDACTED]先生）を質問の焦点とする“質問づくり”を行おうと考えています。</p> <p>これは学生が個人およびグループワークにより、実験の予習および復習のために役に立つ質問を立てるというものです。わたしはこれまで他のいくつかのテーマでこのワークをおこなってきました。質問がつけられることプラスアルファで教育効果・学習効果が高いと実感しています。</p> <p>佐藤テーマ分で20個、[REDACTED]先生テーマ分と同じく20個の質問がつけられることを想定しています。その質問は授業終了前に全員で共有し、次回以降の授業の取組に役立ててもらいます。まずはどのような質問だつけられるか、つけられた質問を教員側はどうあつかうか、そのあたりはわたしが先行して取り組みますので、随時進捗をご報告します。</p> <p>この質問づくりワークショップ（ハテナソンと呼ぶことにしています）を本授業の第8回の試験のあとに、[REDACTED]先生分の実験テーマを質問の焦点として再び行いたいと考えています。以上のような方針で臨んでよいでしょうか？</p> <p>ご検討をお願いいたします。</p> <p>佐藤賢一</p> <p>.....</p> <p>佐藤 賢一</p> <p>[REDACTED]</p> <p>.....</p>	

## BOX3 ハテナソン導入についての相談メールの添付資料

	予想所要時間
13:15~13:35 インTRODクシヨソ	
・受講生出欠と座席表を確認する	5分
・教員(教授、研究助教)、TA、嘱託職員を紹介する	5分
・シラバスと授業日程の確認する	5分
・4人までのグループをつくる(最大16の偶数グループ数にする)	2分
・グループをAグループあるいはBグループに分ける	1分
・小休憩(13:35~13:40)板野先生、中村先生、浜先生は退出可能	5分
13:40~14:45 ハテナソン(質問づくりワークショップ)	
・目標「事前および事後の学習に役立つ質問をつくる」を説明する	3分
・質問の焦点(第2回~第7回のテーマ)を提示する	4分
・今回は前半部のテーマに関するハテナソンをおこなう旨説明する	1分
(後半部のテーマに関するハテナソンは第8回授業で実施する予定である)	
▶ 第2回:各種実験機器・器具の取扱いと緩衝液の調製法	
▶ 第3回:ツメガエル初期胚の調製と観察	
▶ 第4回:ツメガエルの解剖と各種臓器の観察	
▶ 第5回:マウスの解剖と種々の組織・器官の観察	
▶ 第6回:マウスすい臓アミラーゼの酵素学的実験	
▶ 第7回:マウスすい臓組織切片の調製と観察	
・質問づくりのルールを説明する	5分
・グループでルールについて話し合ってもらう	5分
・Aグループは第2回~第4回テーマについて質問だしをおこなう	7分
Bグループは第5回~第7回テーマについて質問だしをおこなう (真ん中あたりで1度ブレイクし、質問数を確認・共有する) (スタッフは見回りながら、質問出しのルールの徹底に気を配る)	
・閉じた質問と開いた質問について説明する	5分
・グループでつくられた質問を検討してもらう	5分
・各グループ内で優先順位上位5~6個の質問を決めてもらう	7分
・A同士またはB同士の2グループで8人までのグループをつくる	3分
・グループ内で質問リストを共有検討し、上位3つを決めてもらう	5分
・8人までのグループごとに発表者と清書担当者を決めてもらう	3分
・上位5つの質問の清書(A4用紙)と発表練習をおこなってもらう	3分
・清書した質問項目を教員に提出してもらう	

- ・ スタッフは休憩時間中に必要数を印刷する
  - ・ 小休憩（14：45～15：00）
- 15：00～15：45 ハテナソン（質問づくりワークショップ）つづき
- ・ 清書した質問項目シートを配布し、受講生全員が共有する 3分
  - ・ Aグループが順次質問内容を発表する（4グループ）  $3分 \times 4 = 12分$
  - ・ Bグループが順次質問内容を発表する（4グループ）  $3分 \times 4 = 12分$
  - ・ 質問の使い道について説明する 5分
  - ・ 振り返りシート（次ページ参照）に記入し教員に提出してもらう 10分
  - ・ 以上によりハテナソンは終了である
  - ・ 実験機器および器具の管理保管場所の把握作業は、授業の残り時間（～18：15）を使っての各自の作業とし、次回の授業で提出を求める
  - ・ 実験の心構えに関する講義はおこなわず、当該資料の配布のみとする。ただし、当該内容について佐藤担当分の筆記試験に出題する

## BOX4 説明スライド (生物学実験)

生物学実験ハテナソン(質問づくりワークショップ)

日時：4月12日(火) 13:40-15:45 (15分休憩を含む)

場所：15306 学生実験室

参加者：生物学実験受講生および教員・スタッフ

方法：米国正問研究所の質問づくりメソッド (KS解釈版)

主導者(佐藤)の仕事：  
台本・場づくり、観察、成果物取りまとめ

学習主体者(受講生諸君)の仕事：  
質問づくり、洗練・優先順位づけ、発表、振り返り

質問づくりの目標

「事前および事後の学習に役立つ質問をつくる」

グループをつくる

～4人/グループ × ～16グループ

↓

2テーマのうち、どちらか1つを扱う

質問づくりの焦点を知る

質問の焦点

Aグループ(～8グループ)

第2回：各種実験機器・器具の取扱いと緩衝液の調製法

第3回：ツメガエル初期胚の調製と観察

第4回：ツメガエルの解剖と各種臓器の観察

Bグループ(～8グループ)

第5回：マウスの解剖と種々の組織・器官の観察

第6回：マウスすい臓アミラーゼの酵素学的実験

第7回：マウスすい臓組織切片の調製と観察

質問づくりの全体像を知る

- ・グループ分け
- ・質問の焦点の紹介
- ・ルールの説明
- ・グループディスカッション
- ・質問だし
- ・開いた質問と閉じた質問の分類、質問の書き換え

休憩

- ・優先順位づけ、理由の検討
- ・質問リストと選定理由の発表
- ・振り返り（発言、質問紙調査）
- ・総括

### 質問づくり：三つのステップ

- 一、質問のアイデア出しをおこなう
- 二、質問を分類し変換する
- 三、質問に優先順位をつける、発表する

アイデア出しのルールを知る、話し合う

### 質問のアイデア出しのルール

- ① できるだけたくさん質問をする。
- ② 話し合ったり、評価したり、答えたりしない。
- ③ 質問は発言のとおり書き出す。
- ④ 意見や主張は疑問文に直す。

質問のアイデア出しを行う

閉じた質問と開いた質問

### 質問を分類し変換する

- ① 閉じた質問と開いた質問の違いを知る。
- ② 閉じた質問に△、開いた質問に○をつける。
- ③ 閉じた質問と開いた質問の特徴を話し合う。
- ④ 1～2つの質問を他の質問に書き換える。

13

### 質問に優先順位をつける

14

### 質問に優先順位をつける（その1）

- ① 優先順位をつけるための基準を考える。
- ② 優先順位の高い質問を5～6つ選ぶ。
- ③ 選んだ質問の理由を述べられるようにする。

15

### 選定理由を検討し、同意を得る

16

### 質問に優先順位をつける（その2）

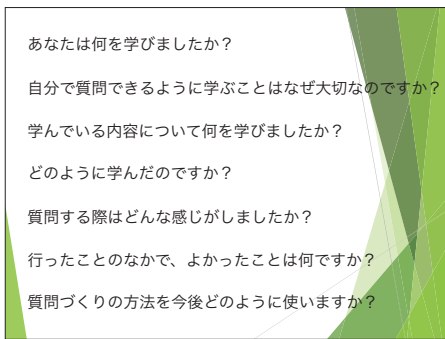
- ① 2グループで1グループをつくる。
- ② そのなかで質問を5つにしぼりこむ。
- ③ 選んだ質問の理由を述べられるようにする。
- ④ 発表者と清書担当者を決める。

17

### 休憩の時間

18





## BOX5 「生物学実験」で実施したハテナソンでつくられた質問リスト

## ハテナソン@生物学実験 (1回目: 2016/04/12)

質問の焦点: A グループの受講生が扱った。

- ・ 第2回 各種実験機器・器具の取扱いと緩衝液の調製法
- ・ 第3回 ツメガエル初期胚の調製と観察
- ・ 第4回 ツメガエルの解剖と各種臓器の観察

質問リスト: A1~A5 の5つの二次グループによる。

- ・ 何でモデルがアフリカツメガエルなんですか? (A1)
- ・ バッファーの使用方法是何ですか? (A1)
- ・ 何で観察するのは初期発生じゃないとダメなのですか? (A1)
- ・ なぜ初期発生を観察するのか。 (A2)
- ・ なぜカエルを観察するのか。 (A2)
- ・ カエルを扱うときの注意事項。 (A2)
- ・ なぜアフリカツメガエルをモデルとして使用するんですか? (A3)
- ・ なぜ初期発生なんですか? (A3)
- ・ どうやって理論から実践に移すんですか? (A3)
- ・ 何でアフリカツメガエルを使うのか。 (A4)
- ・ なぜ初期発生の観察なのか。 (A4)
- ・ 寝れなくなったらどうしたらいいですか。 (A4)
- ・ バッファーとはなにか。 (A5)
- ・ 諸器官とは具体的にどこか。 (A5)
- ・ 脊椎動物の諸器官をどのように観察するのか。 (A5)

質問の焦点: B グループの受講生が扱った。

- ・ 第5回 マウスの解剖と種々の組織・器官の観察
- ・ 第6回 マウスすい臓アミラーゼの酵素学的実験
- ・ 第7回 マウスすい臓組織切片の調製と観察

質問リスト: B1~B5 の5つの二次グループによる。

- ・ ハツカネズミの解剖とは何処から切っていくのか? (B1)
- ・ でんぷんの分解過程はどのように確認できるのか? (B1)

- ・臓器組織の標本を作成する実験の目的は何か？ (B1)
- ・解剖に使用したハツカネズミはどのように処理するのか？ (B2)
- ・解剖するハツカネズミは自分たちで殺すのか？ (B2)
- ・どのように標本を作るのか？ (B2)
- ・なぜハツカネズミを使うのか？他のネズミではダメなのか？ (B3)
- ・アミラーゼがデンプンを分解する仕組みとは？ (B3)
- ・解剖の定義とは？ (B3)
- ・ネズミには条件はありますか？ (B4)
- ・ネズミはどこまで解剖するのですか？ (B4)
- ・でんぷんはどのようにして分解するのですか？ (B4)
- ・なぜハツカネズミなのか？ (B5)
- ・なぜアミラーゼはでんぷんを分解するのか？ (B5)
- ・ハツカネズミを解剖して何を学べるのか？ (B5)

#### ハテナソン@生物学実験 (2回目：2016/05/31)

質問の焦点：Aグループの受講生が扱った。

- ・第9回 微生物の取り扱いを学ぶ：培地作成と細菌の分離培養
- ・第10回 微生物の取り扱いを学ぶ：細菌の平板分離培養と計数
- ・第11回 微生物の取り扱いを学ぶ：細菌のグラム染色と観察

質問リスト：A1～A5の5つの二次グループによる。

- ・培地の作り方。 (A1)
- ・グラム染色すると何が分かるのか。 (A1)
- ・微生物の取り扱いの注意点。 (A1)
- ・グラム染色法とは？ (A2)
- ・グラム染色法はどこを染色するのか？ (A2)
- ・無菌操作はどうやってするのか？ (A2)
- ・どのような種類の細菌を取り扱うのですか。 (A3)
- ・グラム染色とは何ですか。 (A3)
- ・平板分離培養と普通の培養の違いは何ですか。 (A3)
- ・平板分離培養って何？ (A4)
- ・培地の作成方法は？ (A4)
- ・グラムの名前の由来は何ですか？ (A4)

- ・微生物の取り扱いで1番気をつけることは？ (A5)
- ・分離培養と平板分離培養の違いは？ (A5)
- ・培地作成の際に、まわりの環境で気をつけることは？ (A5)

質問の焦点：Bグループの受講生が扱った。

- ・第12回 ショウジョウバエを用いた実験：ショウジョウバエの生活環と外部形態
- ・第13回 ショウジョウバエを用いた実験：幼虫の解剖と唾線染色体の観察
- ・第14回 ショウジョウバエを用いた実験：眼色に関する他因子遺伝の解析

質問リスト：B1～B4の4つの二次グループによる。

- ・ショウジョウバエが使われるようになったきっかけは何か。 (B1)
- ・ショウジョウバエの眼の色は何で決められているのか。また、色は見えているのか。 (B1)
- ・ほとんどの生物の目が2つなのはなぜか。 (B1)
- ・なぜ眼色に関することを解析するのか。 (B2)
- ・因子はどのように作用するのか。 (B2)
- ・なぜ幼虫を解剖するのか。 (B2)
- ・多因子遺伝子とは何か。 (B3)
- ・多因子遺伝子の解析はどのようにして行うのか。 (B3)
- ・生活環、外部形態とは何か。 (B3)
- ・ショウジョウバエの生活環とは何か。 (B4)
- ・唾液染色体はどこにあるのか。 (B4)
- ・どうやって多因子遺伝の解析をするのか。 (B4)

**BOX6 ハテナソン直後に実施した記述式アンケートの結果（「生物学実験」）（抜粋）****1 回目：2016/04/12**

問1 今日、あなたは何を学びましたか？

質問することの大切さ。／質問を作る難しさ。／質問を考えた理由を考えることの難しさ。／有用な質問の出し方。／何もないと思っていたが意外と疑問に思うところがあるということ。／どんなささいな事でも質問は生まれるんだという事を学びました。質問を少し変えるだけでぜんぜん違う質問になる事を学びました。／少しでも分からない部分があれば、そこを掘り下げ、もっと本質的な部分が見えるということ。／質より量でたくさん質問を考えることによってそこからつながる新たなより良い質問を生み出すことができることを学んだ。／聞き手の反応を気にせずに質問を発言すると意外と質問が出てくることがわかった。／質問を分類することで、自分はどのような質問が得意で、どのような質問が不得意なのかを把握できた。／積極的に自分の意見を発言することの大切さ。／話しあって決定事項の根拠付けをすることの大切さ。／グループでの話し合い方。軽く考えて出した質問を後から見直して深く考えることで、より理解をすることができるようになった。／グループワークを通じて、意思疎通し、多くの考えをまとめることを学んだ。／自分と相手は異なる考え方を持っていて、それ個人と学びあうことで自分の考え方に広がりを持たせ、また、相手の意見を尊重する謙虚さを持つことが非常に重要であると学びました。／質問を共有することで自分が思いつかない新しい疑問に気づくことができたので、人に意見を聞くことの大切さがわかった。／質問を出し合い、出た質問を話し合うことで質問の濃度が濃くなることを学んだ。／自分の意志、意見を他人に伝える難しさ。／閉じている質問だと、深い答えが得られないので、これからは開いている質問をしていきたい。／質問には閉じた質問と開けた質問があり、開いた質問は漠然とした内容が多いことに気づいた。／

問2 自分で質問できるように学ぶことはなぜ大切なのですか？

自分の分からないことを質問して理解することは、自分が成長する為に必要なことだから／自分で解っていない部分が再確認できるから。／物事に対して、疑問を投げかけることによる頭の中の情報整理に役立つから。／自分がこれから学ぶことについて重要な点、興味を持った点についてあらかじめ知ることができる。／疑問をもたないと何も学べないから。／分からないことをすぐに質問できることによって、今知りたいことをその場で知ることができるから。／何処に質問を持っているのかを具現化することにより、その質問をする必要性を精査することが可能になり、効率よく理解に繋げていくことが可能になるから。／大学は、まだ誰も分からない事を研究（学問）していく所であり、自発的に行動していくことが求められる環境なので、自分で質問できるように学ぶことは主体的に学問に飛び込んでいく訓練

であると考えからです。／質問をするためには、学んだことを理解していないと、良い質問ができない。／自分の考えを言葉にすることで、人とのコミュニケーションになるから。／他人の力ではなく自分の力で質問の内容を考えることが大切だから。／何に対しても、軽い、重い関係なしに疑問を持ち、その疑問を質問にすることで自身の知識として得ることができるから。／自分がどこまで理解できていてなにが理解できていないかを知ることができるから。／受け身な授業の受け方では限界がある。自分で質問できるように学ぶことにより、知識・理解が深まる。／好奇心を抱くだけに終わらずに行動に移し、ためになるようにするために必要である。

### 問3 学んでいる内容について何を学びましたか？

質問を作ることで、新たに質問を作れること。／質問がさらに質問をよぶ。／質問を考える意味。／自分が疑問に思っていることは他人の疑問でもあること。／開いた質問と、閉じた質問があることがわかった。さらにそれぞれの質問を逆にすることができる。／閉じた質問のメリットが開いた質問のデメリットに似ている。その逆もそうであった。／開いている質問はいろいろな視点からの答えが返ってくるので、学ぶ量も多くなる。／良い質問と良くない質問のなんとなくの違い。良い質問をするための絞り込み。／タイトルだけでどれだけの想像をかき立てられるのか、これに限ったことだけではなく、ニュース記事を選ぶ時などに活用可能だということ。／質問をどのように考えればいいのか、どういったら伝わるのか。／意見を出さないと何も始まらないということ。／生物学における発生の内容については理解があいまいな点が多かったということに気付くことができました。／自分の意見を更に展開して疑問に思ったことを解決していくこと。／質問（疑問）を共有することの大切さ。／疑問を持ちながら、物事を考えることで更に理解が深まるということ。／意見を共有することの大切さ。／言いかえるだけで閉じた質問にも開いた質問にもなるということ／意見を出しあう楽しさ。／少しの情報でもなんとか質問をつくれるということ。／自分では思いもしないようなものが他人の考え（質問）として知れて、会議やディスカッションの重用（要）性。

### 問4 どのように学んだのですか？

グループ学習で意見を共有することによって。／グループに分かれ、質問上のルールを設定したおかげで、簡単なことでも質問できた。／班ごとの発表によって共通するものが多かったこと。／グループで質問をまとめて発表する。／質問を考えることによって自分の理解できていない所を再確認できること。／他の人が知っている情報などから学んだ。／質問をし合うことで実感できた。／グループの人たちと質問を良い質問にするために、意見を共有して学んだ。／グループ内で意見がある人がとことん質問を出した。／少数のグループに分かれて、ルールを決めて発言し、質問を分類別に分けた。／考え、人に伝えることによって自

分でもう一度考えた。／テーマだけを見て、そこからイメージをどんどんふくらませる過程で学んだ。／とにかくある内容について質問を考えて学んだ。／実際に自分の頭で考えながら、多くの質問を出し、ディスカッションして学んだ。／他人の評価を気にせず質問を繰り返すことで学んだ。／先生の話を書き取って学んだ。

#### 問5 質問する際はどんな感じがしましたか？

自分の伝えたいことを伝えられて楽しかった。／実験に対する期待。／自分のちょっとした発言がどんどん質問になる事が不思議な感じがしました。／特に何も感じなかった。／自分の質問が“どうでもいい質問かな”とか思われてたらなと不安な感じがした。／自分の分からなかったことが分かっていくのがスッキリしました。／意外と次々に質問がでてきた。／協力できて楽しかった。／授業に参加している感じ。質問できた達成感。／人の意見を気にせずに自分の思ったことを出しあうことによって結果的にこちらのほうがたくさん意見がでて良いものもでてくるように感じた。／ささいな質問でもいいのでとりあえず出して、自由な感じがした。／質問するためには、1回自分で深く考えなければならない。／自分の質問の質を無意識に考えていた。／質問ではなく意見や感想になっているのではないかと感じた。／その質問に対する答えを推測し、質問される側が困惑しないような文章を作るのに必死だった。／頭の中に疑問を浮かべるだけで終わらず口に出すことで改めて疑問点の再認識ができる。／意味がある質問をしようと思っていた。／人と意見がかぶると親近感が湧き、自分と異なる意見には興味が湧きました。／あまり質問が浮かばなくて、次の質問を考えないと、と思いました。／これではダメではないのかと考えてしまい、どうどうと言えなかった。／質問の内容をまとめるのが難しかった。／○○はどうして△△なのだろうという疑問がたくさん出てきて、そのことについて詳しく知りたいと思った。／こんな基本的な事を聞いても良いのだろうかと不安になった。／自分が質問する際に相手の反応がなかったので違和感があった。／自分の分からないところを相手に伝えると、みんなも同じで分かっていないことが多くて、もっと質問するべきだと思った。／いろんな種類の質問があるんだなと思った。／自分の質問に対して、もっと深い質問があるのかな、という違和感があった。

#### 問6 行ったことのなかで、よかったことは何ですか？

グループ学習で質問を出し合うことで自分の質問だけではなく他の人の質問を聞くことで共有できたことが自分の考えを広げることができてよかった。／積極的に発言して意見を出しあえたこと。相手の話をきいて、皆で意見をまとめたこと。／質をとわず量を出すこと。量を出すと良い質問も混ざっているだろうから。／自分では考えつかなかった質問を他の人におしえてもらった。自分がいろいろ質問が思いつくということに気がついた。／グループ内

でのコミュニケーションをとれたこと。他の人の質問と自分の質問を照らし合わせる。／自分とは違う視点を持つ人と共有できた。／相手の質問を自分が口を出さずに聞くこと。／周りと協力したこと。／短時間で質問を多く作れたこと。／他の人も同じような疑問をもっていたので、質問することを怖がらなくていいこと。／発表者の発言内容を考えたこと。／班で役割り分担ができ、スムーズに質問を発表し合うことができた。／評価することで、つまらない質問でも意味のある質問になることもある。／新たな疑問が見つかった。／質問の内容を発表して、共有できたこと。質問した理由を考えたこと。／質問の投げかけ合い。→問題意識を持って、より興味深いものになっていくから。／多くの質問を考えて、その中で重要な質問が発見できたこと。／相手の質問を集中して聴いたこと。／質問の優先順位を決める。／質問に対して順序よく考えていくこと。／たくさん意見を出す→優先順位をつける→発表するといった流れで疑問を出すことができたことが良かった。／最初の質問を書き出すときたくさん書けた。／簡単な質問でも言えたことで、積極性が増した。

問7 質問できるようになったわけですが、それを今後どのように使いますか？

分からないことがあれば、自分で質問を考え、誰かに聞いて、その答えを自分のモノにしようと思う。／ちょっとした質問から色々な質問が生まれる事に気づいたのでどんなささいな事でもメモをとったりしていく事も大事なんだと感じた。／自分の日常生活の中で、疑問を簡単に生み出し、それを解決するためのプロセスに使いたい。／どんどんわからないことを質問して、自分の知識を増やし、成長するために生かしたいと思います。／恥ずかしがらずに、先生や補助の人に積極的にふとした時のささいな疑問も質問する。／プレゼンなどの機会があると思うので疑問がうかんだらどんどん質問できればと思う。／プレゼンなどで質問を先に想定しておき、答えをある程度用意しておく。場合によって質問の種類を使い分け、どんどん質問していく。／他人とのコミュニケーションや大人数小人数での話し合いの場など。／教育の際に、学習を深めるために。批判的に物事を考える際に。／これから学ぶ専門の内容を疑問をもって聞くようにする。／この授業内でもそれ以外の生活面でも、なぜ、どうしての疑問を持ち、その解決のために、追求していける姿勢につなげたい。常に、問題意識を持って積極的に行動していきたい。／講義、サークル、バイト、どこでも積極的に使います。／自学習の際に、自分自身で活用することによってより深く学ぶことが出来る。／自分のわからないことや興味のあることについてどんどん質問していけるようにしたい。／常に頭で考えながら講義を受けて、疑問に思うことを大切にしていきたい。



**BOX7 「どうやって理論から実践に移すんですか？」に対する考察例**

- 例1：事前に明確に定義された概念を用いて、そのことを実際に行うことが「理論から実践に移す」ということであると考え。今回は、「事前に明確に定義された概念」が「バッファーとは何か」「バッファーの希釈方法」「pHの測定方法」、また「実際に行う」が「試薬をつくる」「pHの測定」であったと考える。
- 例2：理論とは、個々の事柄を法則的に説明するために組み立てられたもので、予想に過ぎない。したがって、その予想が本当に正しいかどうか理論を実践することによって理論が正しいことを証明できる。
- 例3：始めに緩衝液に（著者注：に、ではなく、の、であろう）理論を理解する。ヘンダーソン・ハッセルバルヒ式。自分で求めたいバッファーの濃度から必要な質量を計算し、求める。この理論をたてそして実験にうつす。
- 例4：実験プロトコルを読んで試薬の名前、各内容物の名前と濃度、pHおよび使用料（著者注：料、ではなく、量であろう）を把握する。実験では繰り返し使うのが一般的であるので、試薬の回当たりの使用量の5~10倍を作る。そのとき使用濃度の溶液を作るか、濃縮溶液を作るかを定める。量が増えすぎる場合などは濃縮溶液を作るといいと思う。
- 例5：まず理論値を計算で出し、その数値に合わせて適当な計量器具および測定器具を使用し、理論値に限りなく近い質量を測定する。この時、有効数字の大きさが実験精度を大きく左右するため、予め有効数字を何桁に設定するかを決めておく必要がある。有効数字を大きくすればするほど正しい数値を出すのに時間と手間がかかるため、一般的に実験精度をそこまで問わない場合は有効数字を小さくするが多い。
- 例6：実験に使う器具や試薬がどんなものか、また、理論上（化学反応式など）ではどういった結果になるかを正確に理解した上で、共同実験者と実践へうつすための計画を立て、段取りを確認し、実験の最終目標を決め、段取り通りに丁寧に実験する（実践にうつす）といえる。
- 例7：水が何mlあるから試薬が何g必要であるかを計算しながら実験を進める。器具や試薬の安全な扱い方をしっかりおさえながらそれらを扱う。それぞれ使用する物の役割や効果などを理解して使用する。などといったように、理論の部分で学んだことを実践に活かしながら作業することにより、理論を実践に移す。

**BOX8 「なぜスケッチマラソンをするのか？」に対する考察例**

- 例1：実際に自分で観察してスケッチすることにより、初期発生の全体像のイメージが定着しやすくなるから。また、観察してスケッチしてもそれが何かわからないことがあるので、疑問を持てる。
- 例2：初期発生の段階を、長時間かけて同じ日に観察することによって、より各胚の違いが比較しやすくなり、正確に記録することが出来るためだと言える。
- 例3：スケッチをする際にはよく観察することが不可欠である。よく観察することで1つの細胞であった受精卵が細胞分裂を繰り返すことにより組織などの身体の部分ができていく過程を知るため。
- 例4：実際に見た試料を紙に起こそうとすることで、試料を細部まで観察することにつながる。また、資料を順々に見ていくことで初期胚の細胞が分列（著者注：列、ではなく、裂、であろう）していく段階がわかる。
- 例5：スケッチマラソンをすることで、アフリカツメガエルの生体の諸器官がどのような過程を経て形成されていくのか、自分の目で見て観察することができるから。限られた時間の中で、観察することで試料が変化するまでに特徴を捉え記録する力を養うため。

## BOX9 質問紙調査の調査紙

「生物学実験」で使用したものを例として掲載する。「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」で使用したのも基本的に同じであるが、科目名が変更されているのと、質問番号8については事後学習にハテナソンを実施したので該当がない。

2016/07/19 生物学実験

## 生物学実験におけるハテナソン授業の効果を検証する質問紙調査

以下の問いに とてもよくあてはまる →5  
 あてはまる →4  
 どちらともいえない →3  
 あてはまらない →2  
 まったくあてはまらない →1 のどれかで答えてください。

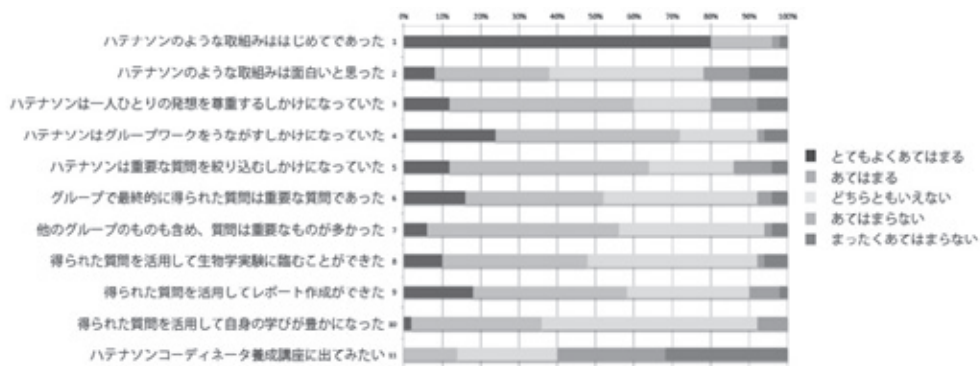
- ① ハテナソンのような取組みははじめてであった
- ② ハテナソンのような取組みは面白いと思った
- ③ ハテナソンは一人ひとりの発想を尊重するしかけになっていた
- ④ ハテナソンはグループワークをうながすしかけになっていた
- ⑤ ハテナソンは重要な質問を絞り込むしかけになっていた
- ⑥ グループで最終的に得られた質問は重要な質問であった
- ⑦ 他のグループのものも含め、質問は重要なものが多かった
- ⑧ 得られた質問を活用して生物学実験に臨むことができた
- ⑨ 得られた質問を活用してレポート作成ができた
- ⑩ 得られた質問を活用して自身の学びが豊かになった
- ⑪ ハテナソンコーディネータ養成講座に出てみたい

A

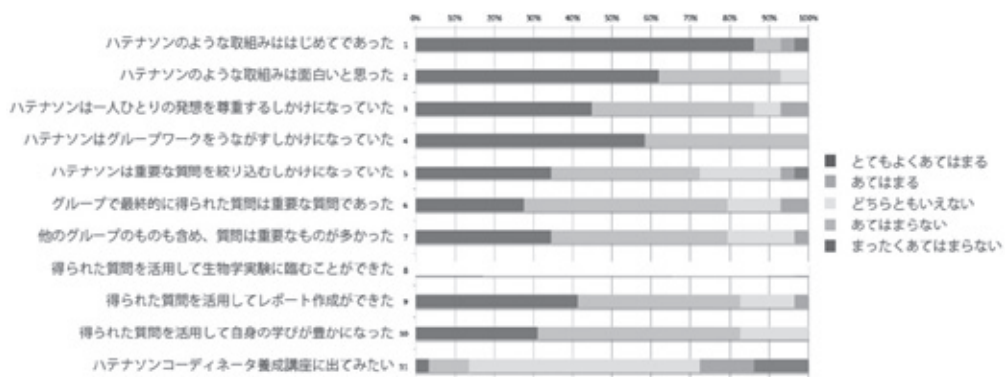
ご協力、ありがとうございました

## BOX10 ハテナソン授業の効果を検証する質問紙調査の結果

## A 生物学実験：佐藤担当分（2016年7月19日実施：母数50）



## B 生物学実験：木村担当分（2016年7月27日実施：母数29）



## BOX11 「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」 シラバス

科目名	生命資源環境学実験・演習Ⅱ				
英語科目	ナンバリング	NB1ab301			
開講期	春学期	開講学部等	総合生命科学部	配当年次	3年次
教員名				単位数	5単位

## 授業概要／Course outline

動植物を材料に下記の実験・演習を行い、生命資源環境学の研究を進めていく上で必須となるDNA、RNA、タンパク質および細胞に関する実験の原理や方法を習得する。また、生物個体および生物集団の観察法を習得する。実験を通して、生物のオルガネラ機能、環境応答メカニズム、生物集団に含まれる遺伝的多様性、植物の分化全能性など、生物に関連する現象の基礎事項について理解する。

## 授業内容・授業計画／Course description・plan

1～3週. 高等植物から葉緑体を調製し、光合成関連タンパク質の解析を行う。ウェスタンブロッティング法などのタンパク質解析の基礎を学びつつ、光合成で重要な働きを担うオルガネラである葉緑体の理解を深める。( )

4～6週. セイヨウミツバチを材料に社会性行動や学習行動の観察とDNAマーカーを利用したコロニーの血縁構造解析を行う。またハチミツやローヤルゼリーの生物生産物の生産とその成分分析から生産物の生産・加工まで行い生物資源について理解する。( )

7～9週. マメ科植物の芽生え期における光形態形成をモデルに、植物が生理および遺伝子レベルでどのように環境にตอบสนองしているか解析し、遺伝子発現の解析法やRNAの取扱い方法について学ぶ。( )

10～12週. 植物の細胞培養、組織培養の基礎技術を習得する。植物体からプロトプラストを単離するとともに、細胞融合により新しい植物を作り出す方法を学ぶ。また、植物体の組織を実際に無菌培養してカルス等を誘導することにより、植物の分化全能性について理解する。( ) (括弧内は、担当者名)

13週 実際の研究事例1 (紹介と討論) ( )

14週 実際の研究事例2 (質疑と討論) ( )

15週 ディスカッションおよび試験 ( )

実験の順序は変更になることがある。詳細な日程は、初回の実験時に連絡する。

## 準備学習等 (事前・事後学習)／Preparation and assignments

実験前にはかならず「実験の手引書」をよく読んで実験内容の予習をすること。実験終了後にレポートを課すので、期限までに必ず提出すること。実験レポート作成では、インターネットなどをを用いて実験内容に関連した項目を調べただけでなく、図書館に所蔵されている書籍などにも良い資料があるので、それらを活用すること。レポートの提出方法等は各担当教員によって異なるので、その都度指示に従うこと。

## 授業の到達目標／Expected outcome

生命資源環境学に関する基礎的な実験操作とその理論を実際に手を動かしながら習得するとともに、関連した生命現象への理解をより深めることを目標とする。

## 身に付く力／Special abilities to be attained

論理的思考力、実践力、コミュニケーションスキル

## 履修上の注意／Special notes, cautions

実験は重要科目であるので毎回休まず出席すること。無断欠席・レポート未提出・筆記試験未受験の学生には単位を与えない。また実験に必要な教科書(実験の手引書)、白衣、実験用具を持参しない場合には受講を許可しないことがあるので注意すること。

## 評価方法／Evaluation

出欠、実習に取り組む態度、レポート(以上80%)、学期末の筆記試験の成績(20%)。  
※ただし、筆記試験で60点以上とれなかった場合、不可とすることがあるので注意すること。

## 教材／Text and materials

「実験の手引書」を配布する。

## BOX12 説明スライド（「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」）

ハテナソン・ワークショップ  
for 植物環境応答学実験

本ワークショップの目的

本ワークショップの全体像

質問づくり

発表

本ワークショップの目的

実習に関わる事柄（「焦点」）に関する  
質問を自由に考えてもらいます。

質問に正しく答える（正解する）のではなく、  
質問を作る（正問する）

マラソンのように質問をつくるので  
"ハテナソン"

本ワークショップの全体像

ルールの説明と焦点の発表

質問のアイデア出しをおこなう

質問を分類し変換する

質問に優先順位をつける

班ごとに発表する

振り返る

質問出しのルール

- (1) できるだけたくさんの質問をする。
- (2) どんな質問でもオーケー。
- (3) 出た質問はすべて発言の通りに書き出す。
- (4) 質問に答えたり、話し合ったり、評価しない。
- (5) 意見や主張は疑問文にかえる。

焦点：「色」

何色あるの？色が違うのはなんで？色を感じる仕組みは？  
消防車はなんで赤いの？動物は色がわかるの？  
赤が好き → 何色が好き？

質問出しのルール

- (1) できるだけたくさんの質問をする。
- (2) どんな質問でもオーケー。
- (3) 出た質問はすべて発言の通りに書き出す。
- (4) 質問に答えたり、話し合ったり、評価しない。
- (5) 意見や主張は疑問文にかえる。

ルールの意味はわかりましたか？  
ルールを守る意義はなんですか？  
どのルールを守るのが難しそうですか？  
ルールを守るためにはどうしたらよいですか？

質問づくりの焦点

「RT-PCRによる遺伝子発現解析」

制限時間15分

**質問の分類と変換**

閉じた質問と開いた質問

閉じた質問：  
「はい」「いいえ」「1単語」で答えられる  
「赤色は好きですか？」

開いた質問：  
答えるのに説明を必要とする  
「消防車が赤いのはなぜですか？」

**質問の分類と変換**

閉じた質問と開いた質問

閉じた質問：  
「はい」「いいえ」「1単語」で答えられる  
「赤色は好きですか？」

開いた質問：  
答えるのに説明を必要とする  
「消防車が赤いのはなぜですか？」

**質問の分類と変換**

みなさんの質問を  
閉じた質問と開いた質問に分類してください。

開いた質問に○  
閉じた質問に△

**質問の分類と変換**

閉じた質問の長所はなんですか？  
閉じた質問の短所はなんですか？

開いた質問の長所はなんですか？  
開いた質問の短所はなんですか？

話しあってみてください

**質問の分類と変換**

閉じた質問を開いた質問に  
開いた質問を閉じた質問に  
変換してみてください。

1個ずつ  
制限時間3分

**質問に優先順位をつける**

レポート課題  
「RT-PCRによる遺伝子発現解析の原理を説明せよ」  
に答えるのに重要な質問を3つ選んでください

選んだ理由を説明できるようにしてください

制限時間5分

#### 発表と共有

各班の代表者は選んだ質問と理由を発表してください

13

#### 振り返り

1. なにか学ぶことができましたか？
2. 教員の意図はなんだったと思いますか？
3. 質問することの大切さはなんだと思いますか？
4. その他感想があればかいてください。

14

#### まとめ

「質問に答える」から「質問を作る」への転換

「質問を作る」=「物事を明確にすること」

実習内容についても、いろんな面で質問を考えることができます。

残りの時間は「質問を作って答えながら」レポート作成をしてください。

15



## BOX13 「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」で実施したハテナソンで選択された質問

- 1 班 RT-PCR と普通の PCR の違いはなんですか？  
RT-PCR の利点と問題点は何ですか？  
RT-PCR に用いられる試薬と機械はどのような働きをしますか？
- 2 班 どんな時に使うか  
普通の PCR と何が違うか  
メリットとデメリットは？
- 3 班 何がわかるか？  
具体的な操作方法は？  
遺伝子によって、プライマーを使い分ける理由は？
- 4 班 どうやったら遺伝子が発現していることわかるのか？  
原理は何か？  
PCR となにが違うのか？
- 5 班 解析して何が考えられるか？  
普通の PCR と何が違いは何か？  
RT-PCR は何の略称か？
- 6 班 RT-PCR の原理は？  
PCR との違いは？  
なぜ RT-PCR をする必要があるのか？
- 7 班 RT-PCR って何か？  
遺伝子発現解析とは何か？  
RT-PCR のメリットとデメリットは？
- 8 班 遺伝子発現発現解析の原理は？  
一般の PCR と何が違うの？  
cDNA を作った意味は？

**BOX14 ハテナソン直後に実施した記述式アンケートの結果**

〔「生命資源環境学実験・演習Ⅱ」〕（一部抜粋）

## 1. なにか学ぶことはありましたか？

- ・とにかく質問を考える事で、関連した質問が広がっていき、自分が何をどこまで理解しているのかを見つめ直す事ができることがわかった。
- ・意見を複数だすことが難しかった。いろんな人のアイデアをきくことで、自分にないアイデアを共有することができる。ささいな疑問でも口にすることが大切であると思った。
- ・質問を考えることで、自分の知らないことや知りたいことが自分で思っていたよりもたくさんあることに気付いた。
- ・浅いものから深いものまで様々な質問が出たが、班に4人いて、思うところ、質問したい事柄に大きな差はないんだなと感じた。レポート等を書く際に、必要とされるのはまずそういう疑問に対する答えなのだと思う。
- ・質問は作り出すことができるということを学んだ。いつもは何も考えていないので疑問を出すことはあまりないが、質問しようと思えばいくらでも出来ることに気づけた。
- ・ふだんは素通りしてしまう内容を、時間をかけて考えたり、他の人達の意見を聞くことで、深く疑問をもてるようになった。疑問をもてるということは、それを解決しようとして、その内容を理解することができると思う。
- ・優先順位によって人それぞれ知りたいことが違んだということがわかりました。
- ・普段は課題についての質問に答えればいいと考えていて、自分で実験の原理などについて疑問を持つことはありませんでしたが、今回のハテナソンで、わからないことに対して何がわからないのか質問を考える練習ができました。質問を考えることで、いろんな方面からその事柄について考えられるので、自分の質問を持つことは重要だと学びました。
- ・ただパソコンでしらべるだけじゃ気づかないことがたくさん出てきた。

## 2. 教員の意図はなんだったと思いますか？

- ・今後、分属し研究を行っていく上で自らが疑問を持つことが重要になるため、常に質問を行う癖をつけさせること。
- ・考える幅を広げるため。一人で考えていても、出てこないアイデアを共有することができるため。
- ・質問を考えると、それならこれはなぜだろうとか何だろうという新しい疑問や発見に出会えることを伝えようとしていた。
- ・疑問を持つという意識。質問をして、その答えを得ることで知識にできる気がする。
- ・質問をうみ出すことの大事さを気づかせたかったのかなと感じた。

- ・教員から与えられた課題をするだけでなく、自分達で疑問点を洗い出して深い理解をすること。
  - ・質問をたくさん出させることで、実際本当に知りたいことを発見させる。
  - ・レポート課題では、先生の課題に答えるだけで、自分で実験に対しても疑問を持たないので、これから研究室に配属された時に自分で物事を考えるためにこの時間がとられたと思いました。
  - ・調べる前に「RT-PCR」という言葉にきちんと向き合わせること。
3. 質問することの大切さはなんだと思いますか？
- ・質問をして自ら情報を得ていくことでより理解が深まるため。自分が何をどこまで理解しているのかの把握ができるため。
  - ・課題に対して、あらゆる角度から、考え、結果を導くカギとなると思う。
  - ・分からないことの中には先生も知らないことや辞書にもないことがあるから、新しい発見につながる。
  - ・例えば原理について調べようという時に、漠然と「～の原理とは」と検索していても分からない。質問として書き出すことで、自分が何を知りたくて、分からないのかをはっきりと理解させることができる。
  - ・自分は何が分かっていないのか知ること。コミュニケーションをとり、人間関係を円滑にする。
  - ・だいたい分かっているつもりのことでも、たくさん質問を出そうとして、基本や、その発展について考えることができた。
  - ・理解を深めることができる。その人の考え方を知ることができる。
  - ・質問するということは、その事について何かわからないことを見つけるということだと思うので、実験をするときや、社会にでた時も重要だと思いました。
  - ・自分の分からないところを解決する。自分は何を分かっていないかをはっきりさせる。
4. その他感想があれば書いてください。
- ・質問を考えるのが苦手だったが、とにかく考えることで案外でてくるものだと思った。今後、物事を明確にするためにも普段から物事に対して質問を考えるようにしたいと思った。
  - ・一つのことに對して、質問を複数考えだすのが難しかった。アイデアを共有することで、課題を進めることにあたって、行いやすくなると感じた。考える力が身につくと思った。
  - ・考えが詰まったときに、何でもいいから言ってみたら、それも1つの意見になるので、どんどん発言することの大事さを感じた。
  - ・質問を箇条書きしている時、はじめは「RT-PCRは何か？」のようにざっくりとしたもの

だったけど、出つくしてくると、気づくべきで気づけなかった内容に気づくことができた。

- ・ 班員とコミュニケーションがとれて楽しかったし、自分がいかにいつも疑問を思わず生活しているかを思い知ることができた。
- ・ こんなに頭悪そうな質問をしていいのかな、などためらってしまう部分があった。
- ・ 無理やりでも質問って作ることができるんだなと感じました。いつも授業で「何か質問はありますか？」と聞かれて、なかなか思いつかないのですが、もっとラフに考えてみてもいいかなと思いました。
- ・ 班のみんなで質問をたくさん考えるのは、楽しかったです。15分でよくわからないお題について30コほど質問が思いついたには驚きました。自分では思いつかないようなことを班のみんなは思い付いていたので、参考になりました。
- ・ 質問する前に「この質問は的外れではないか」を考え出すと、結局何もできないことが多いので、とりあえず何でも言えるのはよかった。