

ひらめき☆ときめきサイエンス報告書

生命と遺伝子を観る！

～DNA 鑑定によりニワトリ胚の発生を観て、性別を診る～

HT26229 担当：西堀正英（広島大学大学院生物圏科学研究科）

・本プログラムのねらい

本企画は、簡単な実験・観察と高度な実験機器を使って遺伝子（DNA）の変異が生物の表現型の変化に繋がっているということ、またニワトリ胚の発生を観察することにより生命の神秘を、それぞれ実感してもらうことを目的としています。そして個人がそれぞれ得たその実感を参加者全員で共有できるよう、プレゼンテーションと議論を通した全員参加型のプログラムとして実施します。一見糸くずのように見える DNA には豊富な情報が蓄積されており、これが個人毎に違っています。その情報量の多さ、その正確さ、その不思議、そして「遺伝や遺伝子研究の魅力」を伝えていきたいと考えています。更に、普段何気なく見ているものでも注意しないと見過ごしていることが多い（例えばニワトリの形態を思い出して絵を描くと、高校生の約 5～20%が 4 本足のニワトリを描く）事実を認識することも材料に加え、サイエンスをするおもしろさを研究者が講義することで受講者のモチベーションを向上させるのが狙いです。ニワトリ胚の発生を観察しながら、胚から採取した DNA による PCR 増幅産物の電気泳動結果により雌雄判別を行います。そしてこれらの結果をプレゼンテーションすることで、受講生自身および参加者全員で考えます。以上のように、自分自身が解剖を経験することで知的好奇心が高まり、その実験実習過程や結果から得られる実感も大きく、遺伝子（DNA）への関心および興味は強いものになると確信しています。

・プログラムのねらいを達成するために留意、工夫した点

本プログラムを実施するにあたり、科研費の成果を教授することのみならず、いかにサイエンスする眼を養う必要があるのかを参加生徒に実感させること、一人ではなくグループで実験をしてその結果について考えを出し合い発表する、つまり仲間とともにサイエンスを楽しむことを目的として実施しました。

ひらめき☆ときめきサイエンスの中で実施責任者として、「ひらめき☆ときめきサイエンス・2014『生命と遺伝子を観る！～DNA 鑑定によりニワトリ胚の発生を観て、性別を診る～』～大学で科学するために君たちは今、何をすべきなのか、何から学び始めるべきなのか、動物の突然変異から遺伝・遺伝子までを実感しながら科学する！！～」と題して講演をしました。講演では、まずサイエンスを始めるためには、「科学する気持ち、姿勢および

その眼（観察力）』が必要であることを説き、参加者全員（総勢 34 名）に、ニワトリの絵を描いて、日頃いかに生物をじっくり観察していないかを痛感してもらいました。ニワトリの絵を描いてもらうと、2 名が「4 本足のニワトリ」を描きました（参加者の 6%）。4 本足のニワトリを描いた生徒さんには今日の失敗を一生の糧にしていってとエールを送りました（今日恥ずかしい思いをしたことはおそらくずっと忘れないでしょう）。また、参加者のみなさんが描いてくれたニワトリの大半が左向きに書かれている事実を述べ、その理由を説明すると、ほぼ全員が納得してくれました。ひらめき☆ときめきサイエンスで書いてもらったニワトリの絵の特徴や傾向は、これまで西堀が集積してきたデータと概ね一致するものでした。

比較的親しみのあるニワトリの絵であっても約 10%の人が正確に書くことができない。つまり身の回り（たとえば自然）に興味がない、関心のないことには気にしない、などの表れではないかと思うということを、参加者皆で考えることができました。

本企画の実験は、なるべく同じ高等学校の生徒が同じグループにならないように組み、各グループに 1 名の TA および SA（student assistant;生物生産学部研究者養成特別コースの学生 2 年生）を配置して実施しました。グループで協力して実験する力を養うとともに、結果をグループで纏め発表するプレゼンテーション力も養いました。一方、指導する大学生（SA）には高校生への実験指導ならびに自らが学習したサイエンスの内容を伝える「サイエンスコミュニケーター」の一端も経験してもらいました。本企画は、毎年参加高校生および指導大学生ともに非常に効果的な取り組みになっていると自負しております。

<報 告>

ひらめき☆ときめきサイエンス「生命と遺伝子を観る！～DNA 鑑定によりニワトリ胚の発生を観て、性別を診る～（HT26229）」を開催しました

10 月 19 日（日）、『平成 26 年度ひらめき☆ときめきサイエンス-ようこそ大学の研究室へ-KAKENHI』の「生命と遺伝子を観る！～DNA 鑑定によりニワトリ胚の発生を観て、性別を診る～」（JSPS 日本学術振興会主催）を広島大学生物生産学部で開催しました。ひらめき☆ときめきサイエンスは本年度で 7 年連続の実施になりました。本年の参加者は広島県、岡山県、大分県および静岡県から中学生 1 名、高校生 33 名に加えて、保護者、高等学校の先生方と総勢約 50 名でした。

午前 9 時の受付開始前から学部 2 階のロビー（広島大学博物館サテライト館）には、元気な参加者が集まってくれていました。

9 時 50 分より、生物生産学部 C314 大講義室にて実施責任者・西堀正英の挨拶、プログラムの説明、6 名の TA（生命科学を熟知した大学院修士 2 年 2 名、修士 1 年 1 名、学部 4 年生 2 名、学部 3 年生 1 名）と 11 名の SA 学生（SA は生物生産学部研究者養成特別コース 2

年生 11 名) の自己紹介で緊張していた場も和みました。続いて、実施責任者西堀の「科研費とは?」という話から『ひらめき☆ときめきサイエンス』が始まりました。



(実施責任者のあいさつ)

まずは、本日の実習のガイダンスです。ここで実施代表西堀から TA の大学院生にバトンタッチしました。TA の手際の良い説明に、参加者の実習イメージも万全のようでした。



(TA による説明)

TA からの実験内容についての説明のあとは、A210 学生実験室に移動し、ニワトリ 19 日胚の観察と PCR による DNA 性判別の開始です。

実験は異なる高等学校の生徒と一緒に活動できるよう考慮し、5 つのグループ (各班 6~7 名に SA1 名および 2 班に 1 名の TA を配置) に編成しました。卵を割って 19 日目の胚を取り出します。思ってもみなかったものが卵の中から出てきてまずは驚きます。卵殻膜を取りその内側に張り巡らされた血管、卵黄、尿嚢をとり、胚体を取り出すのです。はさみとピンセットを使い丁寧に解剖しました。まだ心臓が拍動していることに生命を感じながら、TA・SA の指導下で内臓を観察し、目的の生殖腺を見つけ、生殖腺の発生から性判別をしました。実験サンプルの中に脳の形態の突然変異個体が見つかり、みんなで突然変異の話題で盛り上がりました。

あわせて、血液を 1.0 μ l ピペットで採取しました。ピペットの使用は、これまで高等学校で経験のある人も初めての人もいましたが、TA・SA の指導ですぐに習得しました。予め準備しておいた PCR 用試薬に採取した血液をそのまま加えて PCR を開始しました。血液から DNA を抽出することなく PCR 検出できるシステムを科研費他で開発できたことから、ひらめき☆ときめきサイエンスでも DNA を抽出することなく PCR を実施しました。



(PCR 準備のためのピペット操作と PCR)

PCR 増幅の待ち時間は、楽しみのお弁当タイムです。「ひらめき☆ときめきサイエンス高校生スペシャル」と銘打たれた生物生産学部とお弁当屋さんのコラボ弁当を皆で食べながら話に花が咲きます。本日の講座のこと、生物生産学部のこと、大学生活のことなどを話題に和気藹々の時間があっという間に過ぎ、午後は西堀の講演の始まりです。



(お弁当タイム：本年は特製にしぼり・ひらめき☆ときめきサイエンスコラボ弁当)



(全員で記念写真)

午後の最初のプログラムは、西堀が「サイエンスを始める前に、何をすべきなのか。豊かな発想から科学する目を養い、目指せ！サイエンティスト、プロフッショナル！」と題して話をしました。講演では、まずサイエンスをはじめるとするには、「科学する気持ち、姿勢およびその眼（観察力）」が必要であり、『好きこそものの上手なれ！』がサイエンティストの第一歩との熱弁で始まりました。参加者全員（もちろん会場の保護者、高等学校の先生方も）ニワトリの絵を描いて、いかに普段生物をじっくりよく見ていないか実感しました。ニワトリの絵を描くと約5～20%の人が「4本足のニワトリ」を書くという実例を体感できる講義でした。（今回は「4本足のニワトリ」が2羽 [34人中2名・・・4本足率7%]が見られました。今年もニワトリをテーマにすることを広報していたため参加者皆さんが勉強して来てくれたのでしょうか。いやそれよりも、午前中にニワトリ胚を解剖して目の当たりしているはずなのですが。）



(西堀准教授の講演)



(全員でニワトリを描く)

講義の後は、PCR 産物を電気泳動でタイピングです。ニワトリ胚がオスだと性染色体は ZZ ですので PCR 産物は 1 本、メスは ZW ですので 2 本のバンドが現れてきます。さあ、性染色体上の *CHD* 遺伝子をタイピングします。皆マイクロピペットもうまく扱えるようになり、ゲルへのローディングも手馴れたものです。20 分間の電気泳動後には電気泳動写真を撮り、ニワトリ胚の解剖結果と電気泳動の結果について SA 学生との検討が始まりました。あれれ、バンドが一本もない！と驚愕の事実も。生殖腺観察からの表現型と PCR による遺伝子型の結果も一致し、感動の結果が得られました。



(電気泳動の実験)



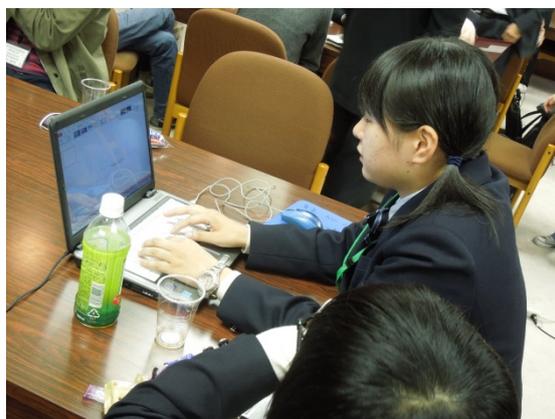
(唯一の中学生も高校生に交じって実験)



(実験の様子：語る TA)

PCR 産物の電気泳動終了後、会場を第一会議室に移し、もうひとつの楽しみである「クッキータイム」です。

お菓子のもたらす効果でさらに場は盛り上がり、そのままグループディスカッションに突入。結果をグループごとに Power Point でプレゼンテーションしながら、会場全員で考察・討論し、中には実験の感想や来年への要望などの意見も飛び出しました。うまく結果が得られたグループもあれば、きれいに判定できなかったグループもありました。サイエンスには成功も失敗もあること、そして結果を如何に議論し、次に繋げる何かを見出すことがサイエンスのおもしろさであることも実感できました。



(プレゼン準備：パワーポイントファイルも自分たちで作成)



(グループごとの結果発表プレゼン：堂々と発表しました)

一方、TA、とくに SA の学生は「教える」ことの難しさを体感したようです。そして他人に教えることで自分たちが何を知らなかったのかを改めて認識することができたアンケートにも書いてくれました。



(修了証書・未来博士号を実施責任者の西堀から授与)

時間もあっという間に過ぎ、最後に、参加者ひとりひとりに修了証書「未来博士号」が手渡され、楽しい実感に満ちた「ひらめき☆ときめきサイエンス」の1日が過ぎていきました。

プログラム終了時にはとつぷりと陽も沈み、参加生徒たちは親切丁寧に指導してくれたSAの先輩方との別れを惜しみながら、しかし将来のサイエンティストを夢見て笑顔で帰路に着きました。

主催者、参加者のみなさん、SA およびTAの諸君、ありがとうございました。来年も楽しくサイエンスしましょう！

(報告者)

ひらめき☆ときめきサイエンス実施責任者.

生物生産学部准教授 西堀 正英 (研究者養成特別コース担当)

nishibo@hiroshima-u.ac.jp

・生徒の自ら学ぶ意欲、興味をひくために留意、工夫した点

前述のように、とにかく自ら「手足を動かすこと」を実行してもらった。そして各班をTAあるいはSAが統括することで、大学生と高校生のよい交流ができた。さらに本プログラムの最終段階として、本日の実験結果をプレゼンテーションさせた。これも講師からは直接の指導はせずTA/SAの学生が指導することで、それぞれのグループの連帯感も向上した。また到達目標を設定することで参加者が今何をすべきかが明確になり、そのためにプログラムの実施効率が著しく向上したものと思われた。また、できるだけ初対面の人同士でグループを作れるように配慮した。この点も、生徒の声から、違う学校の生徒と友達になれたなどと聞こえてきた。

・当日のスケジュール

10月19日（日）に、以下のように実施した。

| 時間 | 内容 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| - 9:00 | 受付開始時間まで広島大学博物館サテライト館の見学（自由参加） |
| 9:00 - 9:45 | 開場、受付（生物生産学部2階ロビーにて）開始 |
| 9:45 - 9:55 | 挨拶（西堀実施代表）：C314 講義室 |
| 9:55 - 10:10 | オリエンテーション（科研費とは、プログラムの説明、スケジュール、研究者、TA、SA等の紹介） |
| 10:10 - 10:30 | 本日の実習内容の説明 |
| 10:30 - 10:40 | 休憩（雑談を交えた研究者との交流の時間） |
| 10:40 - 12:05 | 実験実習1：各自ニワトリ卵から卵を割らずに採血し、ニワトリ性特異的遺伝子をPCRで増幅する |
| 12:05 - 13:00 | 昼食（研究者、TA（大学院生・学生）、参加者とともにお弁当：第一会議室、記念写真 |
| 13:00 - 13:40 | 研究者による講義「動物の表現型を観、遺伝子型を診て実感するために」 （サイエンスを楽しむために；一部簡単な作業を含む）：生物生産学部 C314 講義室 |
| 13:40 - 14:40 | 実験実習2：5名ずつの班毎に遺伝子を検査（電気泳動）する |
| 14:40 - 15:10 | 休憩、クッキータイム、研究者・参加者のフリータイム |
| 15:10 - 16:00 | 実験実習3：班毎に、解剖時の生殖器観察による雌雄判別結果とDNA鑑定結果が一致したか否かを確認する |
| 16:00 - 16:45 | 班毎に実験結果とその考察をまとめ、プレゼンテーションの準備を整える |
| 16:45 - 17:35 | 各班によるプレゼンテーション（報告会） |
| 17:35 - 18:00 | アンケートの記入、修了式、「未来博士号」授与式 |
| 18:00 | 解散 |

・実施の様子（図、写真等を用いてわかりやく記入すること）

広島大学生物生産学部および研究者養成特別コースのウェブサイトにて公開します。

・広報活動について

大学および学部のウェブサイトで開催計画を掲載しました。実施代表西堀がポスターを作成し、学部から広島県内および近県の各高等学校長宛のダイレクトメールにて発送しました。特に、理数科クラスを持つ高等学校には直接出向いてアナウンスしました。そして学部および研究科の教員が出張講義や出前授業に出向いた際には、必ず広報をしてもらいました。また、アカデミックイベントを掲載する情報誌、タウン誌、広報などに掲載をお願いしました。理科担当の教員への広報活動を効率的に実践できるよう、広島県教育委員会、教育委員会理科部会や生物部会に依頼し、メーリングリストなどを活用させていただきました。実施代表が約40校の高等学校で出張講義を行った際、参加者への広報を直接行いました。

アンケート結果から、最も効果的な広報活動は、これまでひらめき☆ときめきサイエンスに参加してくれた生徒が在籍する（した）学校の生物の先生、あるいはひらめき☆ときめきサイエンスに生徒を紹介してくれた実績のある先生に直接広報すること。これが最も効果的な広報であろうと思われます。

・安全配慮について

実験中は、安全のためにグローブの着用を遵守しました。参加者ならびに実施協力者（学部学生および大学院生）は全員保険に加入しました。

・今後の発展性、課題

本プログラムの目的である「動物の多様性を遺伝子（DNA）の多型から検出することにより、それが機能等の変異（今回は雌雄（性））に繋がっていることを実験を通して実感してもらうとともに、その実感を参加者全員でプレゼンテーション、議論を通じた全員参加型」は十分な成果があったものと、参加者のアンケートからも理解できました。目的の達成としては高く評価できると考えます。この発展性として、さらに科学研究費補助金により我々講師の研究を充実させて見識を深め、その知見をこれからの科学研究を担う中・高校生に還元することにあると考えます。また、今回のような企画は毎年続けることが重要であり、採択が叶えばもちろん来年度も本年以上の企画を構築し取り組む所存です。

今回も開催情報の流布はスムーズにできたと考えます。教育委員会をはじめ、高等学校理科部会へのお願い、各高等学校への情報伝達など、また私がこれまで出張講座で伺った学校へは直接宣伝活動をしました。各高校への案内送付だけでは周知が十分でないという経験から、高校の先生方と直接連携したことが効を奏したものと思われます。今回のように一度参加いただいた高等学校とは以後のコミュニケーションは容易になり、このような面でも今後本プログラムを継続していくことは非常に効果が大きいものと考えます。

加えて、本年の取り組みでは、TA4名およびSA（研究者養成特別コースの学部2年生11名）が参加し、SA11名は参加者6名～7名に2名の割合で直接指導に当たってもらいました。さらにTA6名をこのSA11名の指導に当たらせ、これら17名を実施責任者が指導しました。とくに研究者養成特別コースの学生をSAとして選んだことから、彼らの指導ならびに参加高校生との交流、高校生を引っ張っていく能力は秀でていたものと思われました。とくに本プログラム実施終了時に参加高校生からTA・SAの学生に対して熱心にお礼をのべていること、アンケートにも多くの記載があること、昨年同様に記念撮影大会が繰り広げられていました。本プログラムの第二の目的である、大学生と高校生との交流についても充分目的を達成できたものと思われま

す。本プログラムのためにTAは準備と指導のリハーサルを入念に繰り返し、SAは前日の朝から準備とリハーサルを実施した。さらに学部生TAおよびSAへの大学院生の指導も適切であり、大学生の学びとともに想定以上の成果が得られたものと思われました。