

反転授業でのデジタルコンテンツづくりを始めとして、さまざまなアクティ  
ブ・ラーニング(AL)型授業づくりとその授業実践  
Including the Digital Content Creation in the Flipped Classroom, a variety  
of Active Learning (AL) type Lesson Creation and its Teaching Practice

教科教育実践開発専攻 理数系教育コース 教授

吉岡 秀文

(YOSHIOKA Hidefumi)

兵庫県立神戸高校 教諭

繁戸 克彦

(SHIGETO Katsuhiko)

教師が生徒に対して「知識を教えこむ」従来型の授業ではなくて、アクティブ・ラーニング(AL)型の授業をおこなうことで、生徒の思考力や主体性を育成させようとする授業の取り組みは、現在初等中等教育でも強気に推進され始めている。本学のような教員養成大学では、学生が現場に出た時に、それが実践できるように大学の教育の中で、そういう力を育てることがとても必要であると考えられる。

AL 型の授業の中でも、まず「完全習得型」の反転授業から取り組みを始めた。そのためには予習用に使うデジタルコンテンツの利用を考え、大学や高校での授業実践を行った。

デジタルコンテンツの生物教材として、小型魚類の透明標本づくり、ニワトリ胚の発生過程、スマホ顕微鏡による観察等の開発をおこなった。

最後に、講義室内だけに簡便に安価に LAN を走らせる方法を用いて、授業実践を行った。デジタルコンテンツの共有はできるが、外部とはつながらない仕組みである。

キーワード：アクティブ・ラーニング，反転授業，ICT，遺伝と進化

Key Words : active learning, flipped classroom, ICT, genetics and evolution

#### 1. 問題の所在とその目的

報告者の一人である吉岡は、以前から、講義をしていると、堂々と机に伏せる学生や、集中してなくて講義を真剣に聞いていない学生が増えてきているように感じていた。兵庫教育大学の学校教育学部 1 年生の「生命と地球の科学」、2 年生の「生物学」を履修済みの学部 3 年生に対して、既習事項について「動物学」の講義中に問いかけても、全く理解していないし、覚えていない。1 年生の「生命と地球の科学」では、生物学に対して、高校と大学の接続的な内容を、興味を喚起するように、理解を深めるように講義をしている。2 年次の「生物学」の講義は、分子生物学的内容である。知識の導入主体型の講義である。生物学実験では、それに沿った内容を実験で実践している。しかしながら、卒業研究を行うときに、既習事項を問うても、多くの学生は的確には全く答えられない。しかしながら、

我々は講義の内容の定着率の悪さの原因を学生のみ求めて、変わらない講義法を採用し続けるのは問題であるとずっと考え、模索していた。大学院の講義でも、ストレートマスターが増えてきているので、事情は大きくはかわらない。受験勉強をしてきている学生ほど、一斉型の知識導入型授業を好む。勉強とは「答えがあることを覚えることである。」という教育が刷り込まれている。

FD のベストクラス賞の候補に理科分野の授業が皆無であった。理科分野は、実験形式の講義があるので、それで良しとしていて、それ以外の講義の改善に、あまり積極的にとりくんでいないのは否定できない。しかしながら、実験をすることがアクティブ・ラーニングになっているかということ、決められた作業を行っているだけで、自主的に思考が活動はしているとはいえない。

さらに生物分野は 物理分野や化学分野と違って、机上で直ぐ結果が示せるような演示実験をやることはできない。従って、学生の興味を引くためには、液晶プロジェクターで生物の画像や動画を見せることが現実的な方策である。多様な単元で多様な生物分野のデジタルコンテンツを自由に駆使して、学生の興味関心を惹きつける必要は高い。

報告者の一人である繁戸は県立神戸高校の総合理学科で教鞭を取っており、スーパーサイエンスハイスクール (SSH) の活動を中心に担っている。兵庫 県教育委員会と連携して『兵庫「咲いテク」委員会』の事務局、「サイエンスフェア in 兵庫」の開催など、県下の理数教育推進の中核校 (科学技術人材育成重点校) としての取組みも推進している。

一方で学問的な観点から見ると、“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution” (進化を考えない生物学には意味がない)- Theodosius Dobzhansky-有名な遺伝学者のこの言葉は近年の生命科学には重みをましている。それはおよそ 38 億年前に始まった生命進化の歴史が、近年の次世代シーケンサーの飛躍的な発展とコンピュータを用いたデータ解析を駆使した、ゲノム研究によって本当により深く理解でき、新しい知見がどんどん発見されるようになったからである。しかしながら、「進化」という概念は、机上実験は不可能であり、実験では全く理解しえない抽象的概念である。それを如何に深く理解するのかという重要性が多く研究者・教育者が訴えている。

小中高校を通じて、生物学では「すべての生物が細胞から成り、DNA を遺伝情報物質として用いている。」という共通性を学ぶ一方で、「地球上には多様な生物が多様な生き方で生存している。」ことを学ぶ。共通性を持ちながら、同時に多様性を持つことは、現存する地球上生命が同一の起源から由来し、進化してきたことを示す。このことを如何に、自分の中に実感として理解できているかが一番大きな問題である。

中学校理科の目標のひとつに「生物現象の観察・実験を通して、生物に共通性や多様性があるという見方や考え方を養う。」ことが掲げられている。ここでいう共通性・多様性を教えるためには、教師自身が進化の概念を理解しておくことと、生徒にも進化を踏まえた観点から生物を観る見方を育てるような教材を工夫することが大切である。

松蔭中学・高校の丹羽尚教諭とは、理科のさまざまな単元にすぐ教科書の内容から入っ

ていくことは無理がある現場において、さまざまな導入コンテンツが必要であるとの指摘を受けて、その導入コンテンツを考えた。その際に、注意したのは、汎用的な能力の育成を目指すことである。21 世紀型スキルに対応した、科学的思考力の育成のためにはどうしたらいいのかを考えた。

## 2. サイエンス入門 魚類の解剖

報告者の繁戸は神戸高校の総合理学科の生徒にサイエンス入門の授業の中で鰻の解剖実習をさせている。自作のプリントを渡すだけで、生徒にやらせているが、解剖のハサミとピンセットをどのように使い、実際の鰻のどこをどう切って良いのかが、神戸高校の総合理学科の生徒でも、意外にわからないということなので、吉岡がその説明のビデオコンテンツを作成した。本予算から購入したビデオカメラで、撮影し編集した。そのビデオは youtube にアップロードして、その QR コードを生徒の教え、反転学習の予習教材として生徒に予習することを求めた。その効果を反転学習の予習を指示しない学生との差をアンケート回答から解析した。

**サイエンス入門 魚類の解剖に備えて** 解剖実験に関して、VTR を作成しています。

### ●アジの解剖の動画をネット (YouTube) で見よう

解剖の手順を学習してくること。3分以内の短い VTR です。実験を円滑に進めるにはイメージトレーニングが重要です。「どこからハサミを入れてどう切るのか?」「どこまで切るのか?」必ず確認しておきましょう。

アジの解剖 (解剖手順) QR コードを読み取ると見られます。



<https://youtu.be/4Fp31UwM07Q>

パソコンでは上記です。

### ●イカの解剖の動画をネット (YouTube) で見よう。

ピンセットとハサミをどう使うか、VTR で学習しておきましょう。

イカの解剖 (ハサミとピンセットの使い方) QR コード



[https://youtu.be/G2CuKEpi\\_yc](https://youtu.be/G2CuKEpi_yc)

パソコンでは上記です。

上記の QR コードにアクセスして、同じことを課すグループと課さないグループに分けてアンケートを行い、解析を行った。アンケートの解析結果並びに実習の詳細は報告書の

最後に付けている。

質問 1 魚類の外形についての知識・理解が深まった。質問 2 魚類の器官（消化管など）についての知識・理解が深まった。3 魚類の組織（筋肉組織など）についての知識・理解が深まった。4. 動物の視覚器（目）についての知識・理解が深まった。5 魚類の中樞神経（脳など）についての知識・理解が深まった

以上の質問に対しての 反転ありなしでの解答分布には残念ながら有意な差は検定ではなかった。質問 6 解剖の手順が実験書の文章で理解できた。質問 7 解剖の手順が実験書の写真・図で理解できた。質問 8 解剖器具（ハサミなど）を目的に合わせて使用することができた。質問 6 から質問 8 までは まさに反転でみせた内容なので、そこでは有りのほうが無しよりも若干高めには できていますが、検定では有意ではない。質問 9, 質問 10 に関しても 有意差はなかった。

反転の youtube の画像はハサミとピンセットを使った解剖の基本を画像にした。時間にして数分である。短いと何度も見ることが可能ではあるが、全体的な知識を与えるものではない。全部の解剖をあらかじめ見せてしまえば、自分で解剖をしたときの、わくわく感がなくなるので、時間と内容の濃さは まさにトレードオフの関係になる。

### 3. 修士課程-総合科目「科学的リテラシーの育成」の授業実践

進化を考える教材として、NHK スペシャルというテレビ番組の録画 DVD を用いた。進化とは「生物の形質が世代を経る中で変化していく現象のこと」である。生物の形質の継代変化を支えるのは遺伝子あるいは DNA であるので「進化」は生物に遺伝的な要素（遺伝子・ゲノム）の集団中の時間変化を指す。遺伝的な要素の集団中での時間変化とは、遺伝子に起きる変異とその変異を持った遺伝子の頻度の変化である。集団中のある遺伝子に変異が起き、その変異が徐々に集団中にその頻度を増していく。このような現象を「進化」と呼ぶ。

進化が起こる際には必然的に「代償（トレードオフ）」が起こる。ヒトが「進化」する際にも必然的にトレードオフとしてヒト特有の「病気」を獲得してきた。それをわかりやすく、まとめた NHK テレビの番組があった。「病の起源」-心臓病、がん、脳卒中の 3 回分を用いた。それと「生命大躍進」目の誕生・知性の誕生の 2 回分を用いた。生命大躍進が扱っている大事な点は、進化の大ジャンプが起きたことをうまく説明している点である。それらを、反転学習の予習コンテンツとして、レポートにまとめるように指示した。受講者は修士課程の 14 名であり、ほとんどのヒトがレポートをキチンと出してくれた。授業の中では、レポートの内容等から、課題を与えて、それについてグループワークをして、各グループのまとめを発表してもらい、それに対して質疑応答等をした。

### 4. 学部 1 年生-「生命と地球の科学」での授業実践

平成 26 年度認識形成系教育コース修了の浜中俊行さんの修士論文では 彼自身の勤務校

での授業実践において、NHK のビデオ教材を普通の授業の中で視聴させ、その時に KJ 法の要領でカードとしてメモさせ、宿題としてそれをブレインマップとして、図解化して提出させている。これを真似て、学部 1 年生の「生命と地球の科学」で 教科書としていたテキストのある部分を読むことを課題として与え、図解化することをレポートとして課したことがあったが、なかなか、提出されたレポートを客観的に採点する基準がむずかしく、どうしても主観的な判断にならざるを得ないという欠点があった。

平成27年2月に関西大学でのアクティブ・ラーニングのシンポジウムに参加した際に、反転学習の授業実践のポスター発表で 自分の power point のコンテンツを自分で解説をいれながらしゃべったものを予習コンテンツとして、学生に提供しているという発表があった。その際に camtasia という動画編集ソフトを利用するとのことで、それを購入して、7 回分の講義コンテンツを作り、反転授業の予習コンテンツとして学生に提示した。視聴して、疑問点をレポートとして LiveCampus のレポートボックスに提出することを課した。提出率は80人いるうちの70%前後であり、それを点数化するのに、時間と労力を使った。これは改善の余地があり、疑問点を上げろといっても、疑問を持たない学生もかなりいることを考えると、あらかじめ問いを 与えて、それを応えるようにした方がいいと感じた。さらに、予習コンテンツも時間を10～15分くらいの短めにしないと、集中してみてくれないように思った。今回作ったものは25～30分くらいの長さであった。もっと簡潔にまとめる必要があった。

#### 4. スマホ顕微鏡が拓くミクロの世界

日本理科教育学会 第65回全国大会（京都）平成27年7月31日に参加した。ポスター発表において「お茶の水女子大学 竹下陽子」さんのスマホ顕微鏡を使った授業実践の発表があった。iPhone, iPad のカメラ・レンズの上にレンズプレートを載せるだけで大画面の虫眼鏡に変身する「スマホ顕微鏡」に感激して、すぐに市販のスマホ顕微鏡を購入して、まずは、身近な生物材料がどうみえるかを検討した。プランクトンやタマネギの核染色、マツの気孔などで、試してみた。これのメリットは、生の資料を用いて、同じ画像をグループで共有して試してみることができるので、画像をみながら、仮説について、議論することができる。画面をカメラ機構で保存することができる。スケッチがし易い。タイムラプラス機能を用いれば、花粉管の伸長などの経時的な変化も記録できる。

タブレット型顕微鏡は、カメラ機能を使うにとどまらず、ICT 機器として効果的に使うことで、さらに、学習活動を発展させる可能性がある。

- (1) インターネットの活用-野外でも使えるので、インターネットを利用して、写真撮共に緯度経度の位置情報を記録させ、それを地図にマッピングさせることもできる。
- (2) 教育用アプリの活用-kocri 等の発表活動用アプリを使用すれば、タブレットにノート機能アプリをダウンロードし、プレゼンテーション資料を作ることできる。教室内に無線LANが整備されていれば、各班でまとめたプレゼンテーション資料の情報を、ネットワークを利用して教室内にあるスクリーンに写し出すことができる。

これを想定して、Apple社のAppleTVという機器を本助成金で購入した。

#### 5. ニワトリ胚やメダカの透明標本の作成

以前からニワトリ胚やメダカを使って、骨染色した標本を透明化する技術に興味があった。軟骨と硬骨を異なった色で染めることで、生物が如何に精巧にできているのかが、実感を持って、自分の眼で確かめることができる。生物試料を透明化する方法は既知のものであるが、実際に自ら作成して、授業実践に用いる材料を作った。

日本理科教育学会 第65回全国大会（京都）平成27年7月31日に参加した。ポスター発表において、「透明骨格標本プラスチックの作成法-紫外線硬化樹脂による最速作成法-」加藤陽一郎（早稲田大学高等学院）の発表をみて、同じ硬化樹脂を使って、試作してみた。硬化樹脂が高価なので、沢山のサンプル処理をするには問題があるが、作成はできた。作った標本は平成29年度の附属中学でのキャリア総合授業の中で使用する予定である。

具体的には、「遺伝」と「進化」をきちんと理解させる活動を中心におきたい。生物教育は単なる知識を詰め込んですむものではなく、自分自身が生物であるということを中心に据えて「自分は何者か」という本質的な問いにリンクできる教育が求められる。派生的に「哲学」や「倫理学」とも関わりあうことができれば、より深い形で「考える力」を育てることができるであろう。

#### 参考文献

- 1) アクティブ・ラーニングと教授学習パラダイムの転換 溝上慎一 東信堂
- 2) アクティブラーニング失敗事例ハンドブック 文部科学省「産業界ニーズに対応した教育改善・充実体制整備事業」中部圏の地域・産業界との連携を通じた教育改革力の強化平成26年度 東海 A(教育力)チーム成果物
- 3) ディープ・アクティブラーニング 松下佳代 [編著] 勁草書房
- 4) メディア教材を用い「考える」経験を強いる教育実践 浜中俊行 平成26年度 兵庫教育大学大学院 認識形成系教育コース 修士論文

