

# 環境 DNA を題材としたニア・ピア・エデュケーションの実践と評価

## －中高連携による「共成長（Co-growth）」プロセスの多角的分析－

もりなか としゆき  
森中 敏行

**抄録：**本研究では、高校 3 年生（指導側）が中学 3 年生（受講側）に対して実施した「ホテルの環境DNA（eDNA）」を題材とした探究授業の教育的成果を分析した。中学生の質問紙調査および高校生の自己省察記録を質的・量的に分析した結果、受講側には「科学的探究への態度の変容」が見られ、指導側には「教えることによる学習（Learning by Teaching）」を通じた高度なメタ認知能力と合意形成能力の獲得が確認された。本稿では、この相互作用を「共成長モデル」として定義し、その有効性を検証する。

**キーワード：**ニア・ピア・エデュケーション、環境 DNA、中高理科教育、教材開発、ロールモデル

### 1. 序論

#### 1.1 実践の背景と目的

現代の理科教育において、目に見えない微細な世界を扱う分子生物学（PCR法、環境DNA等）は、中学生にとって抽象度が高く、心理的・認知的障壁が生じやすい。本実践では、年齢の近い学習者同士が教え合う「ニア・ピア・エデュケーション（Near-Peer Education）」の手法を用い、中学生の理科に対する意識変容と、高校生の探究能力の深化を目的とした。

#### 1.2 教材の選定

地域資源である「ホテル」を対象とした環境DNA分析を題材とした。これは、生徒にとって身近な生態系と、最先端のバイオテクノロジーを結びつける「文脈性のある学習（Authentic Learning）」として機能する。

### 2. 調査方法

- ・対象：中学 3 年生（受講側、24 名）および高校 3 年生生物選択者（授業者側、21 名）
- ・実施内容：環境DNAの理論、PCR法および電気泳動の原理説明と実習
- ・データ収集：中学 3 年生：授業後アンケート（教員指導群 n=46 との比較）および自由記述、高校 3 年生：実践後の自己省察リフレクション（記述式）

### 3. 調査結果と分析

#### 3.1 中学 3 年生（受講側）の定量的評価

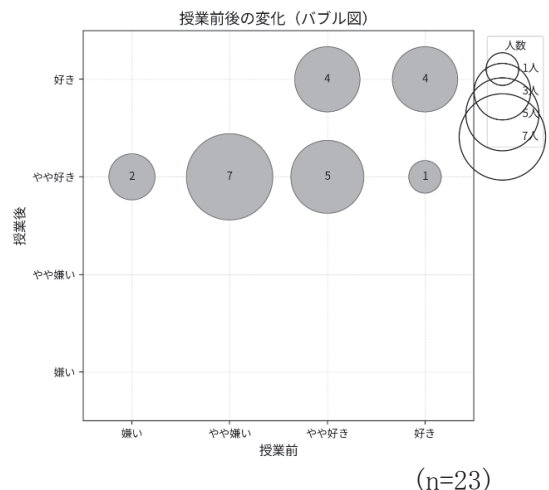
アンケート結果（肯定回答率）に基づき、教員指

導群との比較を行った。

評価項目	高校生による指導 (n=24)	教員による指導 (n=46)
内容をよく理解できた	37.5%	26.1%
興味を持って取り組めた	66.7%	52.2%
生物学の楽しさを感じた	41.7%	50.0%

高校生による指導は、教員を凌駕する理解度と興味関心を引き出した。特に「興味関心」において 14 ポイント以上の差がついたことは、先輩という存在自体が強力な動機付け（ロールモデル）となったことを示している。

加えて、実施前後で、「生物分野への好感度」も調査した。その結果が、下図である。



高校生による指導を受けた中学3年生の結果である。授業前には、否定的なイメージを持つ生徒が9名いたが、授業後は全員が肯定的に変化した。

この結果からも、高校生による指導が、「興味関心」に大きな影響を与えたことがわかる。

### 3.2 中学生の定性的評価

科学的態度の変容自由記述からは、「生物＝暗記」から「生物＝探究ツール」へのパラダイムシフトが確認された。

- ・「生物は暗記分野だと思っていたが、今回の授業は楽しく考えることができた」
- ・「名前や仕組みを覚えた先になにかに気づくための材料になると感じた」

### 3.3 高校生（指導側）の成長

自己省察の分析高校生のリフレクションから、以下の3つの成長次元が抽出された。

- ① 「わかる」と「教える」の認知的乖離の克服
  - ・「自分が理解しているはずのことが伝わらない」という葛藤が、知識の再編を促した。
  - ・「専門用語を使わずに本質を説明することの難しさを感じた」「自分の知識は他教科の積み重ねで成り立っていると気づいた」
- ② インストラクショナル・デザインへの挑戦
  - 学習者の現在地を把握し、適切な「足場かけ（Scaffolding）」を行う能力が芽生えた。
  - ・「ヒントを出しすぎると生徒の思考の幅を狭めてしまう」
  - ・「考えなくなる程度の難易度を保つことに苦労した」
- ③ プロジェクト管理と社会的スキル
  - 指導者が21名という大人数での合意形成の難しさと、目的意識の維持に関する学び。
  - ・「意見が対立した時の合意形成の方法を考えさせられた」
  - ・「手段（アクティビティ）が目的化してしまったことへの反省」

## 4. 考察

### 4.1 認知的等価性がもたらす「足場かけ」

高校生は、自身が同様の単元で抱いた「疑問」や「躓き」を最近の記憶として保持している。この「認知的等価性（Cognitive Congruence）」が、中学生にとって最適な比喩や例示を選択させ、教員以上の理解度を達成した要因と考えられる。

### 4.2 情動的報酬と利他性による深化

高校生が「中学生の『面白かった』」の一言ですべてが報われた」と感じている点は重要である。他者の成長を支援する「利他的な動機付け」が、学問への再探究（「もっと深く理解したい」という悔しさ）を生む強力なエンジンとなっている。

### 4.3 文系・理系を超えた汎用的スキルの育成

文系進路の生徒が「これからの人生の糧になる」と述べている通り、本実践は理科教育の枠を超え、プレゼンテーション、チームマネジメント、批判的思考力（手段の目的化への内省）を育むリベラルアーツとしての側面を有している。

## 5. 今後のカリキュラム開発への提言

次の3つの方向性が考えられる。

- (1) 認知的負荷の管理
  - 中学生から指摘された「内容の速さ」を解消するため、難解なPCRのプロセス等は視覚的な事前教材（動画等）で配布するなどの工夫が必要である。
- (2) ハイブリッド指導体制
  - 「驚きや関心＝高校生」「学問的体系性・正確性＝教員」という強みを活かした共同授業を設計する。
- (3) ナレッジの継承
  - 今回高校生が直面した「手段の目的化」や「合意形成の難しさ」を、次年度の指導チームへの「引き継ぎ事項」としてマニュアル化することで、学校独自の教育資産とする。

## 6. 結論

本実践は、中学生にとっては「生物学の楽しさの発見」の場であり、高校生にとっては「知の統合と社会実装」の場であった。この「共成長モデル」は、単なる知識の伝達を超え、次世代を担う科学的リテラシーと社会性を同時に育成する極めて有効な教育実践であると結論づける。

## 7. 謝辞

授業の設計段階からご指導いただき、また実践後には講評も賜りました愛知県立大学の犬貫守先生に、厚く御礼申し上げます。

さらに、この授業の土台となった環境DNA法の教材開発は、一般財団法人青松会の新教育研究助成により実施した。ここに記して、併せて厚く感謝申し上げます。

## 参考文献

- Topping, K. J. (1996). The effectiveness of peer tutoring in further and higher education.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2015). Learning as a Generative Activity: Eight Learning Strategies that Promote Understanding.
- 文部科学省 (2017). 中学校学習指導要領解説 理科編.
- 文部科学省 (2019). 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編.
- 立花美穂, 森中敏行 (2026). 生徒が自学自走できる理科教育. 大阪教育大学附属天王寺中学校・大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎. 研究集録第 68 集. p105～116

## 【付記】

実践を行った中学校においては、研究に用いる記述および質問紙調査データの利用について、生徒および保護者の承諾を得るとともに、管理職の同意を得た。加えて、本研究で得られた情報は研究目的以外には使用しないこと、特定の生徒の記述として識別可能な形で扱わないこと、ならびに学習成績等は一切影響しないことを事前に説明した。

## Practice and Evaluation of Near-Peer Education Using Environmental DNA

— A Multifaceted Analysis of the "Co-growth" Process through Junior-Senior High School Collaboration —

MORINAKA Toshiyuki

**Abstract:** This study analyzed the educational outcomes of an inquiry-based lesson on firefly environmental DNA (eDNA) conducted by third-year senior high school students (instructors) for third-year junior high school students (learners). Using both qualitative and quantitative analyses of questionnaire data from the junior high school students and self-reflection records from the senior high school students, the results revealed a change in learners' attitudes toward scientific inquiry. In addition, among the instructors, the acquisition of advanced metacognitive skills and consensus-building abilities was confirmed through Learning by Teaching. In this paper, we define this interaction as a "co-growth model" and examine its effectiveness.

**Key Words:** Near-peer education, Environmental DNA, Junior-senior high school science education, Teaching material development, A role model