

理科指導力育成に向けた教員養成評価指標の開発研究 —理科教育法科目と理科教育実地研究の枠組み再構築—

平野 俊英

理科教育講座

A Research and Development on the Evaluation Indexes of Teacher Training for Fostering Science Teaching Ability —The Reconstruction of the Frameworks for Science Teaching Method Courses and Science Teaching Practices—

Toshihide HIRANO

Department of Science Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

1. 研究の背景と目的

平野（2015）では、本学大学生の理科教育法科目の履修意識に関して、教育実習を経験することを境にして、彼らが必要としている「講義内容の構成要素」が変化していることを指摘した。Magunussonら（1999）の定義による科学教育におけるPedagogical Content Knowledge（PCK）の枠組みで考えると、指導案立案や教科指導技術、教材取扱いといった「教授方略に関する知識」の理解の必要感が高いが、教育実習後には「生徒による科学の理解に関する知識」や「科学リテラシーの評価に関する知識」の理解の必要感が上昇することが得られた。学生が示すこれらの回答傾向は、教育実習前には指導計画立案作業や指導技法などの理科指導スキルを比較的注視していた彼らが、教育実習を経験することによって、学習者の状況に応じた授業構成を計画・実行する必要があると実感したことを裏付けている。実際に理科授業での指導を通じて児童・生徒達から直接応答を受け取った経験や、実習校教員との授業協議の経験、事後指導として大学で行う振り返り活動を通じて、学習者の学習や成長への意識が芽生えたと考えられる。理科等の教科指導力も含めた実践的指導力の育成には、大学講義と併せて、教育実地研究における実践的学修活動によって学生が自身の持つ指導力の展開可能性について確認作業を行うことが必要で、両者を往還させることによって教員養成教育として用意された各種分野の学修への必要感が高まり、教育効果が出てくるものと捉えられる。

教師として将来の学校教育を担うことを志す学生達が、「学術的な理解構築」や「生活内での価値創造」

の重要性を理解するように基礎を学び、「社会の一助となる」ように「教育人材として責任を果たす」ための実践的指導力を育む目的の教員養成教育を受けることで、目指すべき高度専門職業人としての資質・力量の獲得が実現できるならば、卒後に彼らが受け持つ児童・生徒達に「わかりを拡げる豊かな学び」を提供するばかりでなく「創造心」や「協調性」の醸成も提供できるものとする。本学の初等・中等教育教員養成課程理科選修・専攻の学生が履修する理科教育法科目M1B・M2Cの5つの必修科目、さらに教育実地研究として多くの学生が履修する1年前期の基礎実習、3年後期の主免実習、4年前期の隣接校種実習、さらに新規に2年で導入が計画される学校ボランティア実習の中で、どのような内容要素をどのようにカリキュラム内で配置して教員養成を行うかについて、枠組みを検討して再構築することが求められているように思われる。

本研究では、初等・中等教育教員養成ならびに採用後初期の教員研修の段階で、教員志望学生や初任教員に育成が求められる教科指導能力について見定めた上で、それらを育成する教員養成課程の現状を把握してより良いカリキュラムを構築するための糸口とする評価指標を作成することを目的とする。単に、学生に示して求める力として評価指標を示すのではなく、あくまでも教員養成に関わる担当教員側が主体的にカリキュラム改革を進めていくうえでの拠り所を再構築する考えから取り組むものである。

2. 理科指導力育成カリキュラムの構成の枠組み

平野（2015）では理科授業とそれを囲む「教育・科学・社会・生徒」の4つの文化との相互関連性に依拠して、理科指導力の構成要素についても検討を行った。まず各々の文化はその歴史的経緯を踏まえつつ、見方・行為・成果という特徴を表1のように持っている。

表1 理科授業を囲む4つの文化が具有する特徴

	歴史	見方	行為	成果
教育	教育史	教育観	教授方略	教育課程
科学	科学史	科学観	科学研究	科学知識
社会	社会史	社会観	組織編成	生活還元
生徒	成長	人生観	人間関係	信念・知識・技能

理科教育法科目はこれらの特徴を取り扱いつつ講義を展開するものと見なせる。さらに理科授業でのこれら特徴間の関わり合いを基にして、実践的指導力として8要素を示した。これらは表2のように理科指導の成果と行為に二分した枠組みで捉えることができ、主に理科教育実地研究での育成事項に対応するものと見なせる。

表2 理科指導力の要素（平野（2015）に加筆）

理科指導の成果	・教科学力の理解と確実な形成 ・教科課程や教材の設定調整 ・科学知識の日常利用と価値判断 ・科学技術と人間生活の関連構築	(生徒⇄教育) (教育⇄科学) (科学⇄社会) (社会⇄生徒)
理科指導の行為	・到達度の適正な評価の理解と実施 ・観察実験の意義の理解と正確な実施 ・協働作業の遂行意欲と責任感の形成 ・多様な言語表現活動の意義理解と導入	[⇒教育] [⇒科学] [⇒社会] [⇒生徒]

これらを骨子に据えて全体の調和を図りつつ、理科指導力を育成するカリキュラムを構成する枠組みを検討する作業を進めたが、ここで次のリストを示して提案したい。全体は5つの知識（下線を付したもの）を大項目として掲げており、1～4は主に理科教育法科目で理論的に学修する事項、5は主に理科での教育実地研究において実践的に学修する事項を想定している。

1. 理科教育の目的・価値に関する知識

- 1-1 理科教育の思想・歴史
- 1-2 科学・技術の本質
- 1-3 科学・技術と人間生活とのかかわり

2. 理科カリキュラムに関する知識

- 2-1 理科授業で掲げる目標
- 2-2 理科授業で育成する学力（内容理解）
- 2-3 理科授業で使用する教材や観察実験
- 2-4 理科カリキュラムの時代・国際比較

3. 理科授業の教授方略に関する知識

- 3-1 理科での単元や授業の展開設計の技法
- 3-2 科学的態度・情意の指導
- 3-3 観察・実験などの技能の指導
- 3-4 科学的認知（言語・イメージ表現）の指導
- 3-5 科学的なコミュニケーションの指導
- 3-6 理科での学習環境の整備

4. 理科の学習に関する知識

- 4-1 生徒の自然・科学技術の認識と変容
- 4-2 理科授業での構成主義学習論
- 4-3 理科授業での生徒のつまずきの特徴

5. 理科指導の計画・実施・評価の実践的知識

- 5-1 「学校教員による理科授業」の観察
- 5-2 「学校教員による授業協議」の観察
- 5-3 目標に準拠した評価の立案
- 5-4 多様な形成的評価の方法の計画・試行
- 5-5 教材研究・教材開発演習の実施
- 5-6 マイクロティーチングの実施
- 5-7 学習指導案の立案と協議
- 5-8 模擬授業の実施
- 5-9 大学での授業協議の実施
- 5-10 教育実習・教育インターン

理科教育法科目での理論型学修に対しては、理科教育の目的・価値、理科カリキュラム、理科授業の教授方略、（生徒の）理科の学習に関する知識を理解内容にあげている。理科教育の目的・価値に関する知識では3個の下位項目をあげて、理科教育の背景となる教育・科学・社会の歴史・見方・行為・成果の特徴を学ぶように設定されている。理科カリキュラムに関する知識では4個の下位項目をあげて、理科の教科課程の取り扱いやその特徴を学ぶように設定されている。うち、教材に関しては科学知識や生活還元に関する理解もベースとなっている。理科授業の教授方略に関する知識では6個の下位項目をあげており、単に教授技法を学ぶだけでなく、生徒によるコミュニケーションの行使を前提にした学びの展開が設定されている。理科の学習に関する知識では3個の下位項目をあげており、自然や科学技術に対する生徒の認識や学習過程などを学ぶように設定している。

教育実地研究での理科の実践型学修においては、理科指導の計画・実施・評価の実践に関わる経験的な知識を扱うことになるが、学習者や教育環境の実態やその変化、さらには教員や教員志望者の実態やその変化にあわせて、教員自身が考える理科指導における実践的応対の優先事項や理解内容が移り変わる。そのため、ここでは知識内容そのものを記載して区分するのではなく、まずは内容に基づき10種の活動を記載して区分することで、実践型学修の質的な違いを表現して詳細を整えることとした。基礎実習のような学校教員の理

科指導の観察から入り、教材研究演習や評価演習、マイクロティーチング等の大学での模擬的な指導体験の演習を経て、学習指導案立案演習や模擬授業、教育実習、インターン等へ繋がる流れである。

3. 教員養成評価指標の開発

続いて、理科指導力育成を行う教員養成課程の現状

把握を行うための評価指標として、表3に示すルーブリックを提案したい。カリキュラム構成の枠組みにおける下位項目26項目の各々について、「基盤」「必達」「発展」という3段階のレベルを用意して、各々の判断基準を示している。

まず、「理科教育の目的・価値」や「理科カリキュラム」に関する知識では概ね、基盤は教科指導を行う教員が前提として保持が期待される教養科目や専門教育

表3 教員養成の評価指標となるルーブリック

		3：発展	2：必達	1：基盤
1. 理科教育の目的・価値に関する知識	1-1 理科教育の思想・歴史	今後の理科教育の目的について説明できる	理科教育の思想的特色や変遷を指摘できる	自然・科学・社会・人間の営みの特徴や歴史などの教養的知識を理解できる
	1-2 科学・技術の本質	今後の科学・技術のあり方について説明できる	科学・工学研究の目的や特色を指摘できる	
	1-3 科学・技術と人間生活とのかかわり	今後のかかわりのあり方について説明できる	科学・技術と人間生活のかかわり方を指摘できる	
2. 理科カリキュラムに関する知識	2-1 理科授業で掲げる目標	理科授業で重視する到達目標を説明できる	教育課程の目標設定の意味を指摘できる	子どもの成長発達の現状や課題を理解できる
	2-2 理科授業で育成する学力（内容理解）	理科指導で留意する内容取扱いを説明できる	教育課程の内容設定の意味を指摘できる	高卒時に必要な知識・情報・能力を理解できる
	2-3 理科授業で使用する教材や観察実験	理科指導で留意する教材取扱いを説明できる	教育課程に応じた教材の取扱いを指摘できる	教材を取扱う場面設定の意図を理解できる
	2-4 理科カリキュラムの時代・国際比較	理科で重視する教育課程のあり方を説明できる	教育課程や指導方略が異なる経緯を指摘できる	社会情勢による教育の変化を理解できる
3. 理科授業の教授方略に関する知識	3-1 理科での単元や授業の展開設計の技法	設計の工夫による目標達成事項を説明できる	子どもの信念・知識・能力の実態から必要な指導方略（課題、解決手法、表現手法、時間配分、活動単位、教材・教具・資料の準備、記録整理、再試回数、発展活動等）を指摘できる	教育課程に応じた単元立案方法が理解できる
	3-2 科学的態度・情意の指導	指導で育む科学的態度の出現を説明できる		求める子どもの対外的働きかけを理解できる
	3-3 観察・実験などの技能の指導	指導で育む科学的技能の出現を説明できる		求める子どもの科学的行為を理解できる
	3-4 科学的認知（言語・イメージ表現）の指導	指導で育む科学的思考の出現を説明できる		適正な科学用語や図での説明法を理解できる
	3-5 科学的なコミュニケーションの指導	指導で育む集团的行動の出現を説明できる		集団内で相互確認が必要な事項を理解できる
	3-6 理科での学習環境の整備	学習に活かした環境整備事項を説明できる		理科活動に必要な環境整備事項を理解できる
4. 理科の学習に関する知識	4-1 生徒の自然・科学技術の認識と変容	指導で育む科学的な認識の出現を説明できる	子どもの信念・知識・能力の状況を指摘できる	子どもの自然認知発達の傾向を理解できる
	4-2 理科授業での構成主義学習論	指導で重視する概念転換手順を説明できる	子どもの意味構成の課題状況を指摘できる	学習の主体的・社会的意味構成を理解できる
	4-3 理科授業での生徒のつまずきの特徴	指導で育む科学的根拠の出現を説明できる	子どもの学習のつまずきの状況を指摘できる	学習のつまずきの起源と特徴を理解できる
5. 理科指導の計画・実施・評価の実践的知識	5-1 「学校教員による理科授業」の観察	教師意図に迫る代替案と根拠を説明できる	目標に迫る働きかけ・応答の対応を指摘できる	授業の流れ・教材・働きかけと応答を報告できる
	5-2 「学校教員による授業協議」の観察	教師意図に迫る問いや解釈・意見を説明できる	協議事項での質疑と応答の対応を指摘できる	協議の流れ、質疑応答の内容を報告できる
	5-3 目標に準拠した評価の立案	工夫の手立てによる成果と教師意図の合致について説明できる	目標に迫る評価課題設定の工夫を指摘できる	活動のねらいとその評価課題を報告できる
	5-4 多様な形成的評価の方法の計画・試行		目標に迫る評価手法設定の工夫を指摘できる	多種・多段階の評価の目的や手法を報告できる
	5-5 教材研究・教材開発演習の実施		目標に迫る教材取扱いの工夫点を指摘できる	教材の仕組み・ねらい・使用法を報告できる
	5-6 マイクロティーチングの実施		ねらいに迫る指導法の工夫点を指摘できる	文脈に応じた働きかけを報告し、実施できる
	5-7 学習指導案の立案と協議		目標に迫る展開・働きかけの工夫を指摘できる	授業の目標・基盤知識・展開計画を報告できる
	5-8 模擬授業の実施		目標に迫る指導展開の工夫点を指摘できる	指導の流れ・働きかけを報告し、実施できる
	5-9 大学での授業協議の実施	教師意図から改善事項と代替案を説明できる	目標に迫る工夫の成果や代替案を指摘できる	働きかけの意図や結果解釈を報告できる
	5-10 教育実習・教育インターン	教師意図に合致の継続的取組みを説明できる	上位目標に迫る指導展開の工夫を指摘できる	単元編成のねらいと結果解釈を報告できる

のE科目・S科目の学修内容理解で達するように設定されており、必達では理科教育法科目の学修内容理解で到達するように設定されるほか、さらに発展では教育実習の実地や卒業研究、さらなる情報収集によつて的確な理解を獲得するレベルに設定されている。これらの知識は理科の教授内容やその背景にある捉え方に関わるものであるため、教育実習に入る以前より学生により学習が進んでいる事項が中心である。

一方で、「理科授業の教授方略」「理科の学習」「理科指導の計画・実践・評価」に関する知識では概ね、基盤は理科教育法科目の学修内容理解で達するように設定されており、教育実習での実地の経験的理解によつて必達に到達するレベルで設定される。さらに発展は理科教育法科目を踏まえた独学や大学院段階の学修や教育実習での実地経験を踏まえることによつて到達するレベルに設定されている。いずれも、学習者の人間形成に資する指導観を有しており、単なる知識やスキルに留まらない。学習者の獲得が見込まれる成果を意識して実践を検討する中から、諸文化の調和を保ちつ

つ教員が成長することを期待したものとなっている。

学部段階で行う教員養成では学生において必達レベルの獲得が確保できるようにカリキュラム構成を管理していくことが重要となるものと考え。このため、本学の理科教育法科目は本年度から担当構成員に変更が入ったこともあり、この評価指標に基づき現行のカリキュラムの実態を捉えてバランスの確保を求めたい。また、教育実習やその事前・事後指導として行う大学の指導活動での学生の成長がより重視される必要があることに考慮した検討をさらに重ねたいと考える。

4. 教育実習での理科指導力の評価指標の開発

本学の教育実習における実習校は、本学附属学校や愛知県内の公立学校に広くまたがっている。実習校の間で実習指導方針や学生に求める教授スキルや授業スタイルに差異が認められるため、必ずしも同質の準備を求めてられている訳ではない。教育実習での理科授業実践で理科指導力の指導がどの範囲のどのレベルで

表4 教育実習の授業実践における理科指導力の評価指標

A 願い	A-1 生徒に科学の系統的な知識理解や基本スキルの形成・定着を企てる
	A-2 生徒に理科での主体的な学習意欲・態度の出現・維持を企てる
	A-3 生徒に理科学習での協働的な集団活動の出現・維持を企てる
	A-4 生徒が科学的探究を実践し、科学の本質を体得することを企てる
B 直感	B-1 生徒の生活の様子から、学習場面で彼らが焦点化する事項を予測する
	B-2 生徒の学習履歴や認知傾向から、彼らの行動や発言を予測する
	B-3 生徒の主体的学習が成功するのに必要な経験の種類や程度を推定する
	B-4 生徒同士の協働が成功するのに必要な経験の種類や程度を推定する
C 視感	C-1 時間進行や提示教材の効果、安全・安心な環境確保の状況を捉える
	C-2 生徒の学習行動から、彼らの学習意欲や態度の持続を捉える
	C-3 生徒の個人的な学習行動や記録・表現スキルの特性・変化を捉える
	C-4 生徒の集団内における学習行動や関係性の特性・変化を捉える
D 聴感	D-1 生徒の発言やつぶやきが示す内容から、彼らの含意を捉える
	D-2 生徒の把握した事実や情報の理解状態の特性・変化を捉える
	D-3 生徒の科学的主張（考え）の論理や根拠の特性・変化を捉える
	D-4 生徒間に生じた科学コミュニケーションの特性・変化を捉える
E 分析	E-1 学校教員の実践、自身の指導計画や実践の間で、違いを判断する
	E-2 生徒の学習行動や言語表現の実態から、目標到達度を判断する
	E-3 生徒に改善が必要な事項を見出し、補充的指導を立案・実施する
	E-4 生徒に成長が更に見込める事項を見出し、発展的指導を立案・実施する
F 発話	F-1 生徒に意図がわかる言葉や姿勢・話し方（テンポ・抑揚・間）で、落ち着いて話す
	F-2 発問や指示や注意が一度で伝わるように、事前に話の内容を練り上げる
	F-3 焦点化や聞き手の理解のために、話し手へ不明点や強調点・差違点を問い返す
	F-4 生徒同士で質疑応答や意見交換が進むように、生徒全員に相互の発話を促す
G 方略	G-1 多様な状態の生徒へ適応でき、視認性の高い教材・教具や資料等を準備し使用する
	G-2 設定目標に基づき学習成果を判断する評価場面を準備し、全員の状況を把握する
	G-3 生徒自身で考えやスキルを適宜見直し、再構成や鍛錬を行うための機会を用意する
	G-4 生徒相互に考えやスキルを吟味し合い、妥当に統一見解へまとめる機会を用意する
H 支援	H-1 板書やワークシートの使用で、授業の流れや活動記録を常に確認させる
	H-2 生徒が安全・安心に活動を進める環境づくりのポイントとなる指導や助言を与える
	H-3 生徒へ個人学習を促すのに必要となる確認・注意・質問・示唆などを個別に施す
	H-4 生徒へ集団活動での協働を促すために必要となるポイントの指導や助言を与える

学生に提供されているかについては完全に把握が出来ていないわけではない。また、学生は実習期間中における本人の実践的学修の成果や指導教員による指導の足跡を実習記録簿としてまとめ、実習校や大学に提出して成績評価を受けるとともに、事後指導担当の大学教員から指導コメントを直接受けている。しかし、彼らが教育実習において行った教科指導に関して特色を本人や他者が手軽かつ概略的に把握するのに十分な評価項目等を用意しているわけではない。

これらのことを鑑み、教育実習の理科授業実践における学生の取り組みの現状を把握する目的で、理科指導力の評価指標を開発することとした。表4がその評価指標の項目群である。教育実習を行う学生の行動要素をAからHまでの8つのタイプで用意し、各々のタイプ内では単純な教授スキルから生徒の行動把握や、生徒の主体性の喚起、さらには生徒間コミュニケーションの創出にまで配慮を置く教授方略レベルまで4種の下位項目を提示する様式に統一して、それぞれのでき具合を尺度法で尋ねるものに仕立てた。背景を黄色にした項目群については、教育実習によって学生に獲得を強く期待したいものと考えている。本年度の主免実習において試行的にこの評価指標を導入し、収集したデータから、学生が教育実習での経験によって獲得した理科指導力の実態把握と、評価指標の設定の良し悪しに関する検討、さらには教職実践演習での活用についての検討を並行して行っていく予定である。

註

本発表は、科学研究費基盤研究（C）（課題番号24531113）の支援を受けて行われる研究の一部である。

引用参考文献

- 平野俊英（2012）「教科教育法科目における実践的能力育成の捉え方」『愛知教育大学研究報告教育科学編』第61輯、pp. 213-217.
- 平野俊英（2015）「教育実習生の学習者の学びへの意識変化と理科指導力の成長」『愛知教育大学研究報告教育科学編』第64輯、pp. 147-153.
- Magnusson, S., Krajcik, J. and Borko, H. (1999) Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching, in Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G. (eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 95-132.
- Shulman, L.S. (1987) Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, *Harvard Educational Review*, 57 (1), pp. 1-22.

（2015年9月24日受理）