

問題解決学習の指導力向上のための「アン・ポン・タン」発想を取り入れたWebベース授業研究支援システムの有用性の検討

A development of new Web based lesson study support system based on the "ANN PON TAN" idea for improving the teaching ability and skills of the problem-solving approach of learning

孕石 敏 貴*
Toshiki HARAMIISHI

野村 泰 朗**
Tairo NOMURA

【あらまし】本研究では、筆者らが学校現場における ICT 活用促進のためのシステム開発の考え方として提案する「アン・ポン・タン」モデルを援用し、授業改善の新しい仕組みを導入するための研修方法をモデル化した。その上で、研修モデルの妥当性、有効性を評価するために、具体的な場面として、新学習指導要領で求められている問題解決能力を育てるための指導法を研修する場面を取り上げ、特に理科教員に対して研修モデルに基づく効果的な指導を支援する Web ベース授業研究支援システム「教案便サイト」を構築し、同システムを用いた研修を実施した。その結果、従来型の授業研究に比べ、被研修者に対して時間や場所、形態の制約がより自由になることによる負担感の減少と、一定の達成感を与えることが示唆された。一方で、授業研究やそれにもとづく授業改善の日常化のためには、コーディネータが果たす役割の重要性が示唆された。

【キーワード】問題解決、教員研修、授業研究、協同学習、CMS、指導案

1. はじめに

大槻らがまとめた「教員の質の向上に関する調査研究」（国立教育政策研究所 2011）によれば、過去に教育表彰を受けた優秀教員が、授業実践や教育に対する考え方に最も影響を及ぼしたと答えた事柄のうち、「学校内外での優秀な教員との出会い（55.6%）」や「教科等の研究会での活動や学校内での授業研究（13.9%）」といった日常的な活動に基づくものの占める割合が大きく、「行政研修」はわずか1.8%であった。このことは、教員の多くが、講師による一斉教授形態が多い行政研修よりも、教科教育での自身の問題点を、より実践的に検討する機会となりうる教科の研究会や日頃の教授活動を基にした意見交換が容易な校内の授業研究といった身近なところに、力量形成の機会を求めているということを示唆している。また、筆者らがおこなった授業改善を日常化するための研修計画に関する調査（孕石・関根・野村 2011）でも、教科指導の際に知識に対する不安がある単元があったり、効果的な指導法に困るような単元があるといったことをはじめとして、教科指導全般に関する問題意識を半数前後の教員が感じているものの、それらの問題を解決するために、インターネットで調べたり、学校内外の先生に聞いたりといった自己解決的な手だてを考える教員は半数にも満たない。更に、行政研修で取り組むことを問題

解決の手だてと考える教員は20%にも満たないことから、多くの教員がどのようにしたら教科の指導力が向上できるのかという問題に対して、これといった具体的な手だてを持っていないという現状を推察することができる。

この調査において研究授業での事前の指導案検討の機会が年間で1回から2回程度しかないと答えた教員がおよそ7割に上る中で、2011年の文部科学省の調査における公立中学校の年齢別教員数から推定される退職教員の増加が2015年から2024年にかけてピークを迎えることは、学校現場において次世代の高い指導力を持つ教員確保が大きな課題となってきている。

以上から、本研究では、現在の熟練教員を有効に活用し、それらの教員を指導者として日常的に教科指導全般に関する協同的な研修の機会をもつことが、教員の指導力を向上させる可能性が高いと考え、その実現のために ICT の持つ時間的、地理的な制約を自由にできる特性を生かした授業研究支援システムを開発した。本論文は、基盤となる研修モデルの提案と、それにもとづき開発したシステムを用いて、モデル及びシステムの有効性について実証的に検証することが目的である。

* 日進市立日進中学校青葉分校

** 埼玉大学教育学部

2. 問題解決的な学習指導の研修モデルの提案

2.1. 問題解決能力を育てるための指導法

平成20年の学習指導要領改訂における理科教育課程の改善の具体的事項として、身近な自然の事物・現象について生徒が自ら問題を見出し解決する観察・実験などを一層重視して探究する能力や態度を育成する（文科省2008）ことがあげられている。このことは、理科教員が問題解決的な視点で授業を構成できるための力量が求められていると考える。そこで、理科における教員の問題解決学習の指導力を高めるための図1のような研修モデルを構築した。図1最上段に示すように、理科の学習活動は、学習指導要領で重視している「科学的な考え方」を関連づけた問題解決過程の中に位置づけられると考えられる。その過程では、実験内容の吟味を行う「評価方法の決定」や実験方法を考える「解決方法の検討」を行う上で、例えば「独立変数と従属変数を区別し、操作する変数の数やその操作の仕方を統制して実験を行わなければならない」などの「科学的な考え方」が必要になってくる。また、その実験に関わる変数を特

定する過程が「問題分析」～「仮説設定」であり、この過程を通して実験対象となる事象を捉える観点＝変数をさまざまに検討することによって「科学的な見方」が養われると考えられる。このような「科学的な見方」「科学的な考え方」の育成を重視することにより、よりよく科学的な問題解決ができるようになることを、関根ら（2010）では、小学校5年理科の電流の単元において実証的に検討している。関根らは、何が電磁石の強さと関係があるのかを考えさせる場面で、鉄心の材料、太さの違うコイルを巻く芯、材質や重さの違う重りの材料、電池といった実験を行うために使うことができる材料を用意し、学習者自らに実験計画を立てさせ実験を行わせるという実践を行った。そこでは、実験に用いる材料を意図的に制限しておくことにより、問題解決過程の最初の「問題分析」～「仮説設定」の段階で独立変数と従属変数の違いに気づかせること、さらに「解決方法の検討」「選択と実施」「評価改善」を繰り返す中で変数の統制の仕方に気づかせることができていた。したがって、理科をはじめとして、どの教科科目や分野においても、問題解決的な授業を指導するためには、問題解決過程を意識した授業展開をデザインするとともに、その分野における問題解決をよりよくするために役立つ見方考え方を捉え学習内容に反映させることが不可欠となる。

2.2. 教員研修の枠組み

2.1.のような、問題解決能力を育てることを目指した指導ができる教員を育成する教員研修自体、問題解決過程に則った枠組みとなる。以下、図1の3段目の流れを左から見ていくと、まず、「問題発見」から「問題分析」に至る過程の指導においては、学習者が事象から何が問題なのかを見出せば、よりよく問題を発見し分析へとつなげることができる。そのような学習者の資質を養うためには、授業者は、問題に関わる身近で適切な事象をいくつか提示できるようになることが必要である。そのためには、現象を制御する変数を事象として提示できること、すなわち科学的な見方を養う指導ができるようになる研修（研修①）が必要であると考えられる。

次に、学習者が、何が問題なのかを見出し、その問題の制御変数が見出せるためには、授業者は、変数の条件をどのように統制すれば問題を解決できるかという「仮説設定」から「評価方法の決定」までの学習過程をイメージできるように、学習者の能力に応じた条件統制の範囲や仮説設定の指導方略の種類について適切に選択できるトレーニングをする研修（研修②）が必要になると考える。さらに、学習者が「解決方法の検討」から「選択の実施」に至る学習過程では、例えば、化学変化における化合とは何かという問題において、ある物質を化学変化させたときに、色の変化がみられる化学変化や反応前後での物質ごとの化学変化の違いといった実験内容から、よりよく化合を見出せる実験方法を検討できるようになることが期待される。この過程では、さまざまな実験や

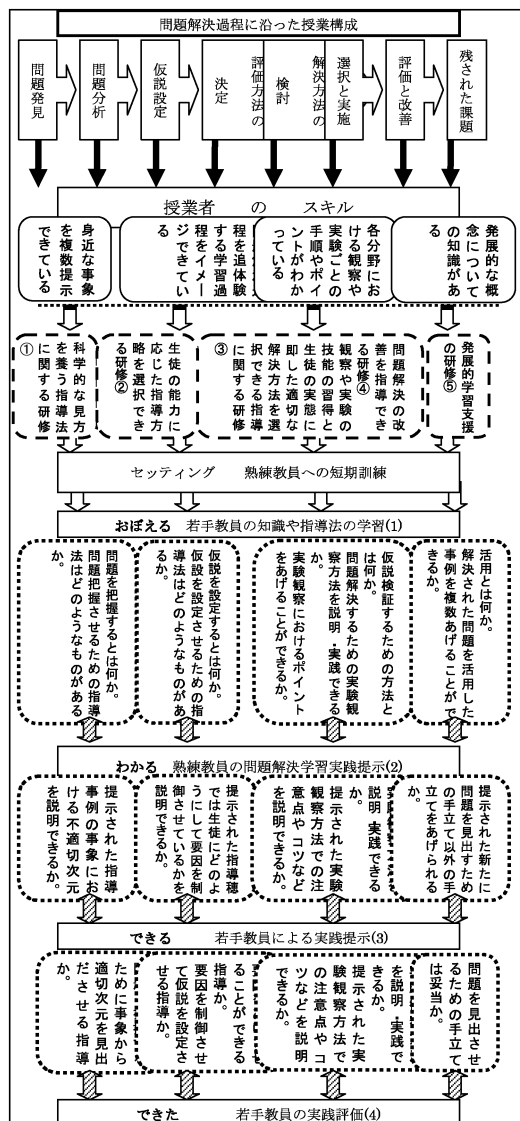


図1 問題解決型理科指導力研修モデル

観察の手順やポイントを指摘できることが授業者に求められるわけであり、そのためには、より多くの実験を経験して、学習者の実態に即して適切に実験方法を選択できるようになるスキルを身につけられる研修（研修③）や例えば、スポンジに水の重さによる力を加えて圧力について考える実験でKg単位の測定ができる秤がないときにメスシリンダーを利用するといった、限られた教室環境や実験条件でよりよく実験方法を工夫できるような、問題解決の改善を指導できるようになる研修（研修④）が必要である。最後に、学習者に実施結果から次の問題を見出させたり、その事象を活用した発展的な概念を見出させるようになるためには、授業者は、事象に関係のある、より多くの問題やそれを見出すための手立てを手に入れられる手段を習得できるようになる研修（研修⑤）が望ましい。

2.3. 教員同士の協同学習を促す研修モデル

近年、教員の指導力向上のためには学校における同僚としての教員が助け合い、仲間になって仕事をする状態としての「同僚性」が重要であるとの認識が広まっており、そのような集団において授業研究がおこなわれることが教員の学び合いにつながることを指摘されている（秋田 2010）。このことは、学習者を小集団に分けて、その集団内の互惠的相互依存関係を基にして協同的な学習活動を展開させる協同学習（ジョンソンら 1993）を満たすための、運命共同体のような関係において、学習をすすめるための協力関係や役割分担が成立し、意見交換が促進することで学習が成立することと同義であると考えられる。つまり、教員の指導力向上のためには協同学習に基づいた研修が有効であり、教員の指導力向上のためには協同学習に基づいた研修が有効であると考えられる。

この行動過程を指導力研修に組み込んだ場合、援助者としての熟練教員に教科指導の援助スキルに関するアセスメントを行って、必要であれば短期的訓練（熟練教員（援助者）のセッティング要因）を施す。その上で、若手教員（被援助者）は（1）知的技能や言語情報を習得（指導の前提となる能力を覚える）し、（2）熟練教員による認知的方略の提示（指導例の提示）をうける（覚えた能力の使い方がわかるようになる）。そのうえで、（3）若手教員（被援助者）が問題解決過程を意識して指導実践をする（わかったことができるようになる）。さらに、（4）若手教員（被援助者）の指導実践を援助者が評価して目標達成ができたとき賞賛等を与える（若手教員ができたと思える結果・強化）、といった熟練教員と若手教員が協同的に研修をすすめられる理科指導力研修モデルとなる。

3. 授業研究を日常化できる授業研究支援システム「教案便サイト」の構築

現職教員が指導力を高めるために最も重視する場は授業研究であるが、そこには教員集団が授業検討できる場と研究対象となる授業計画や実践記録といった授業に関

する情報が準備されていることが必要とされている。前者は図1の研修モデルで言えば、若手教員が熟練教員の指導例を提示される場や若手教員が指導の前提となる能力を習得したうえで指導実践を提示できる場にあたりと考える。また後者は、熟練教員による実践記録や熟練教員や若手教員による指導案がそれにあたりと考える。

ところで、関田らは協同学習において（1）互惠的相互依存関係の成立。（2）二重の個人責任の明確化。（3）促進的相互交流の保障と顕在化。（4）「協同」の体験的理解の促進。といった条件が満たされる（あるいは、満たそうと意図される）ならば、ネットワークで結ばれた個人が時間の制約を受けることなく協調的に学習活動を行う場合でも協同学習の一形態である（関田ら2005）と見なしている。この考え方に基づけば、図1の研修モデルにもとづき教員同士の日常的な研修を促進し、ネットワーク上で若手教員が指導力を向上できるためには、（1）互惠的相互依存関係や促進的相互交流、「協同」の体験的理解を保障するWebベースでの教員間のソーシャルネットワークが構築できていること、（2）促進的相互交渉を支援するWeb上で教員間のインタラクティブな情報の共有化が図られていること、（3）教員の指導力の基礎となるスキルを習得するためのWebベーストレーニングシステムが導入されていることといった条件が満たされれば、Webベースでの教員の協同学習として実現できると考えられる。そこで知識習得のためのe-ラーニングを可能にするLMS環境と授業指導案を情報共有のツールとしてインタラクティブな授業検討を可能にするCMS環境をひとつにしたポータルサイト環境としての授業研究支援システムを考案した。

3.1. アン・ボン・タンシステム

筆者らは教室での活用を前提とした、無線LAN接続可能な音楽プレーヤ機能や動画機能を有する携帯モバイル端末といったその使用法を習得するために時間を費やす必要がほとんどない機器をクライアントとし、高出力の教室無線LANアクセスポイントとコンテンツサーバを組み合わせた安価なイントラネットのシステムを構築した。このシステムは、安価なため誰でも構築可能（アン）で、授業においてはボンボン画面や音を出す（ボン）ことができ、使用に慣れれば5分程度の短時間でセット完了できる（タン）ことが特徴である。このことは、ICTを活用した授業実践をおこなううえで、これまでよくみられた、教授する側の機器操作への不安感を払拭する可能性が高いことを示唆している。このシステムにオープンソースのCMSとしてオリジナルコンテンツの作成が容易で個別評価システムを構築できるNetCommons^{*1}を組み合わせた、図2のような新しい授業支援システム（以下「アン・ボン・タンシステム」と記す）を構築した（孕石・野村 2008）。

中学3年生を対象にした単元「人間と自然」における自然界での食物連鎖や物質循環に関する授業実践では、

普通教室において本システムをコンテンツの個別視聴に用いて、学習者の興味や思考を促すツールとして活用することで、授業者や学習者からの強い肯定感が得られた(孕石・野村 2008)。また、小学5年生を対象にした単元「てこのはたらき」における条件統御の学習(図3)において、学習者のコンテンツ視聴やCMSとしての活用をしたケースでは、スキルに関係なく高いユーザビリティが確認できた(孕石・野村 2009)。

さらに、本システムを用いた単元「天気の変化」における台風の特徴をみる観察実践では、観察実験における問題解決学習において、モバイル端末とコンテンツをうまく組み合わせることで、理科室に居ながらフィールド観察実験をするのと同様の効果が期待でき学習の質を高めることができたことが示唆された(孕石・野村2010)。



図2 アン・ボン・タンシステム

これらの実践事例は、教員が観察実験における実践知識の不足を補い、理科における問題解決学習を進めていく上でICTを活用することの有用性を示唆するものであり、特にアン・ボン・タンシステムが短時間(タン)にコンテンツを円滑に展開(ボン)できる点において、問題解決の過程そのものを学ぶ学習支援システムとしての可能性の高さを示唆するものと考えられる。したがって、このようなアン・ボン・タンのようなシステムを教員の指導力向上のために構築することは、自身の力量形成に不安を抱えていながらも、その機会や指導者に恵まれない多くの教員にとっては、おおいに有用であると考えられる。

そこで、筆者らは問題解決能力を育てるための指導法と研修モデルをもとに、特に理科教員に対して「アン・ボン・タン」発想を取り入れた、効果的に指導することを目指すWebベース授業研究支援システム「教案便サイト」を構築した。

3.2. 研修モデルに基づいた授業研究支援システム

図3の研修モデルをもとに、理科の問題解決学習において学習者に問題を発見させることができる指導力向上のためのWebベース授業研究システムによる授業研究をとらえた場合、次のような授業研究の流れになると考えられる。

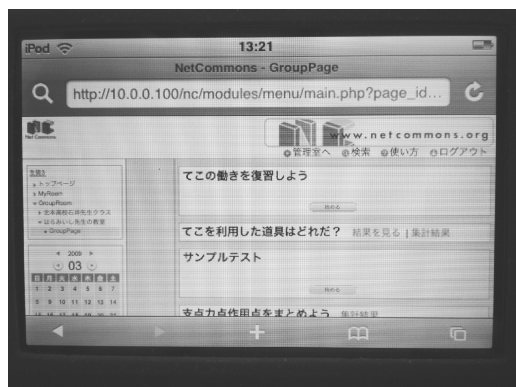


図3 「てこのはたらき」コンテンツのモバイル端末による表示の様子

- (1) サイト管理者は、Web授業研究に参加するメンバーを確定し、コーディネータ(熟練教員)・メンティ(若手教員)・メンター(技術的支援者)を指名する。必要であれば、コーディネータ・メンターに授業研究手順やメンバーへの支援についての短期訓練を実施する。
- (2) コーディネータはメンバーに対して、サイト上のルール(例えば、指導案や指導映像等がサイトにUpされたり、被援助者がe-ラーニングで質問したら、全員が必ずコメントを入れるなど)や研修の手順を確認する。
- (3) コーディネータは、メンティをはじめとするメンバーへのe-ラーニング開始を指示する。
- (4) メンバー全員はe-ラーニングを終えたところで、研修において習得したいと考えている目標を明らかにする。
- (5) コーディネータは、自らが意図に基づいて作成した指導案を提供して、指導案の問題点や改善点についてのディスカッションをコーディネートする。メンターは、メンバーのサイト利用の技術的支援をする。
- (6) コーディネータはディスカッションの流れをふまえて、メンティに対して指導案提供を促す。
- (7) メンティにより提供された指導案をもとにしたメンバー全員によるディスカッションを通して、メンティをはじめ全員が学習を深める。
- (8) ディスカッションを踏まえて、メンティは提供した指導案を改善してメンバー全員に公表する。
- (9) 公表された指導案をもとに、メンバーはメンティの評価をするとともに自己評価もおこなう。評価情報はメンバー全員で共有する。

そこで、持ち寄った学習指導案をもとにWebサイト上で以上の一連の流れに沿って授業研究が行える図4のような授業研究支援システム「教案便サイト」を開発した。

3.3. 教案便サイトの評価改善

愛知県N市内の公立小中学校教員(N=32名)に対して、



図4 初期の教案便サイト



図5 改善した教案便サイトのトップページの様子

図4の初期の教案便サイトの機能を閲覧しながら回答する形で、その中のディスカッション機能や指導案の評価機能について質問したところ「わかりにくい」(50%)と「わかりやすい」(50%)が拮抗した。しかし、本サイトへの参加の是非に関する質問では、「参加したい(12.5%)」に対して、「参加したくない(87.5%)」が圧倒的に多かった。その理由としては、「ICTを活用する検討手段は苦手」(56.3%)や「Web上での文字による意見交換は苦手」(56.3%)といったICTスキルの苦手意識や「顔を合わせて検討したほうが問題点を把握しやすい」(56.3%)といった従来の方法への依存意識が高い割合を占め、「ICTを活用する検討手段は意識が高まらない」(18.7%)といったWebベースでの授業研究支援そのものへの否定的意見はみられなかった。このことや回答者の68.8%が年間の授業検討回数を1~2回と答えたことは、本システムの必要性の高さを示唆していると考えられる。

そこで、教案便サイトの親和性を高めてよりよいユーザビリティを求めるためには「学習しやすさ」を高めることが必要であると考え、それまでのサイト紹介に終始していたメインページを、研修の流れに沿ったより具体的な表現にすることでユーザがすぐに使い始められるように図5のように画面構成の改善を図った。

また、問題解決学習そのものを知識として習得するた

めのサブページを作成し、そのうえでe-ラーニングへと進められるようにして、先行刺激をよりサポートできるような構成にした。さらに、メインページのメイン領域に「教案便サイトとは何か」ということをわかりやすく把握できる情報を加えて、より操作性の高いデザイン構成にした。

4. 改善した教案便サイトによる本実験

4.1. 実験方法

愛知県N市中学校現職教員5名(20代前半理科男性常勤A講師(以下、メンティと記す)、20代後半理科女性正規B教員、30代前半理科男性正規C教員、30代前半社会男性正規D教員、40代後半理科男性正規E教員(以下、コーディネータと記す))を被験者に、平成23年11月中旬から12月中旬までの約4週間にわたり改善した「教案便サイト」による本実験として、コーディネータにより研修全般の流れをコーディネートする形で、被験者5名に対する指導力向上と各自の持ち寄った指導上の課題の解決を目的とする研修を実施した。

表1 「自然の中の生物」指導案(一部抜粋)

第3学年 理科学習指導案		
1	単元名 自然と人間 「自然の中の生物」	
2	単元設定の趣旨 本単元は、多角的に自然環境について調べたり、関係資料を用いながら自然界における生物のつらみや自然環境の変化のようすを理解させ、自然と人間とのかかわりについて多面的、総合的に考察させることがおもなねらいである。そのためには、より多くの視覚的な情報を用いて基礎的内容について効果的に理解を深めていく必要があると考え、携帯情報端末(iPod Touch)と液晶パネルを用いて視覚的效果を高める工夫をしつつ、本来13時間完了の単元を4時間構成の単元に再構築した。その上で、自然のすばらしさや大切さ、今日の課題についてひとりひとりがどのように向き合うべきかを考えさせたい。	
3	本時の学習内容 自然の中の生物、食物連鎖と分解者の間わりについて物質循環の視点も交えて理解を深める。	
4	本時の目標 ・生産者・消費者とそれらのつながり(食物連鎖)について説明できる。(知識・理解) ・生態系の数個関係を説明できる。(科学的な思考) ・土中で起こっている現象と有機物が分解されていく過程について興味・関心をもつ。(関心・意欲・態度)	
5	指導過程	指導上の留意点
導入	学習の内容 本日の給食や好きな給食から何が、それは何かを食べているものか考える。	なるべく様々な種類の食べ物をあげさせる
展開	学習の内容 普段の食事から食べているものか考える 1. 「バナナ」でなる生物の集団と環境・生態系の分類)を展開しながら、生産者・消費者・分解者の分類を考える。 2. 生産者についてまとめその役割を理解する。	生産者=植物であることから、植物が何をしているかをまとめさせる。
整理	学習の内容 2. 次時は個体数の変化による食物網の変化について考察することを知らせる。	本時のまとめをする。

最初に問題解決学習の指導法を学ぶe-ラーニング(研修1)をおこない、研修を主導するコーディネータによる指導案のディスカッション(研修2)を経て、メンティの作成した指導案(表1 単元「人間と自然」第1次「自然の中の生物」)をもとにディスカッション(研修3)を進め、さらにメンティによる指導案の修正を図り(研修4)、研修参加者全員によるメンティへの評価と自己評価(研修5)を実施した。研修後に授業研究支援システムに対する意識調査を実施した。今回は被験者個々のWeb上での作業やコミュニケーションに対する慣れに差があることから、個々の差をフォローする手だてとして電子メールを用いて、技術的な質問や各研修段階での操作法等の指示を与えた。

4.2. 実験結果

4.2.1. 研修1に対する評価

表2のように、研修1での問題解決の各過程に関する

指導法を学ぶe-ラーニングについては、「仮説設定」や「解決方法検討」を「あまり難しくない」と答えた割合が40%であったものの、研修1全体として「やや難しい」との回答が70%に上ることから、被験者にとって難しい内容と感じるものであったといえる。しかし、被験者による難しさに関する記述での、「技能を評価する場合に妥当な選択肢を選ぶ場合、「悪くはないけど、もっと今選ぶものがある」というようなコメントに行きつく。難しいというより、確かかと思ふことが多い。答えがいくつかわからない点が難しい。」「どの項目が問題発見につながるのか解説をみると納得する部分が多くわかりやすかった。」といったコメントからは、問題解決学習の経験知不足が伺えると考える。また、「どのような仮説を立てれば問題が解決できるのかを考えさせるように指導していく必要がある。」や「問題を発見させることは容易にできると思うが、それがどのような問題なのかを生徒が分析するのが難しい。しかし、分析ができなければ解決方法も考えられないと思うので、それができるような指導を出来るようになるシステムがあるとよい。」といった問題解決学習の必要性を意識したコメントや「生徒が問題解決学習をすすめるうえで教師が留意すべきことは何か。」という質問に対し、実験前には半数以下の被験者しか選択しなかった「実験結果の可否にとらわれず結論を出す」や「結果から問題解決を導き活用するための支援」といったより問題解決過程を意識した回答を被験者のほぼ全員が選択したことから研修1が問題解決学習の指導経験知不足を補える可能性が高いと考える。

表2 研修1に対する被験者の意識

質問項目	A 講師	B 教諭	C 教諭	D 教諭	E 教諭
2. 研修1 問題発見	やや難しい	やや難しい	やや難しい	あまり難しくない	やや難しい
3. 研修1 仮説設定	あまり難しくない	やや難しい	やや難しい	やや難しい	あまり難しくない
4. 研修1 解決方法検討	やや難しい	やや難しい	やや難しい	かなり難しい	あまり難しくない
5. 研修1 評価と改善	あまり難しくない	やや難しい	やや難しい	やや難しい	やや難しい

4.2.2. 研修2に対する評価

コーディネータが提供した指導案(表3)をもとにしたディスカッション(研修2)では、重曹(炭酸水素ナトリウム)の有無といった次元分けの指摘で、1年次の既習事項である有機物の加熱による炭化(べっ甲飴の作成)を想起することからくる重曹が何らかの化学変化をもたらすという問題発見とつながるといった想定や、実際に重曹を加えた実験での生成物が多孔質になり

表3 コーディネータによる指導案(概略)

単元指導案のポイント	○物質の変化(中学校2年理科「化学分野」) ○カルメ焼きの材料は砂糖と重曹(炭酸水素ナトリウム)である。指導計画としては実際にカルメ焼きを作ってから本時の熱分解実験をおこなうことが多いが、わざわざ1時間をカルメ焼き作成に使わなくても、作成映像を見せながらふくらむという変化を観察させることで、気体発生という問題点を明確にすることができる。そのうえ指導計画時間の短縮にもつながることを考える。
目標	○カルメ焼きが膨らむ理由を自分の考えでまとめて発表できる。 ○炭酸水素ナトリウムの熱分解実験をおこない結果を記録し発表できる。
導入	1. 実験ではなくカルメ焼きの映像を見ながら膨らむ理由を考えまどめ、発表する。
展開	2. 炭酸水素ナトリウムの熱分解実験をおこなう。 指示案の詳細についてはふれずに実験方法を理解させて、実験そのものに注力させる。
整理	3. 結果を正確に記録する。記録を発表する。

いという経験知をもった教員による実験上の注意点の指摘をグループ全体で共有化することができた(表4)。また、カルメ焼き以外にパンケーキを作成することでよりよく問題発見ができる新たな手立てを導出している。さらに、カリキュラムについて提示された新たな問題(教授順序を化合→分解とするか分解→化合とするか)に関するさまざまな指摘は、そもそも提供されたコーディネータの意図に基づく指導案にある、演示や実物実験ではなく映像から問題を発見するという化学分野ではあまりみられない学習過程を提供することによるディスカッション

表4 研修2でのディスカッション(要約)

		最終更新	本文
1	タ コ テ タ	2011/11/10 14:44:23	指導案検討に参加する皆さん、Eです。問題解決のe-ラーニングはひとりされましたか?今回は、まずNaHCO ₃ の熱分解についての指導案を見て検討していただきます。(以下略)・私にメールしてくださいね。
2	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/15 19:47:25	普通ならカルメ焼きをやった膨らむ様子を実感してから熱分解の実験へとするんですが、この指導案では、カルメ焼きが膨らむ様子を映像で観察して、実験にすすみます。時間短縮が最大の目的ですが実際にやるのと大差ないでしょうかねえ。皆さん、どう思われますか?
3	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/16 17:10:11	熱分解の導入でカルメ焼きを実際につくる、というのは興味・関心を高めるという点では有効ではないかと思ふ。動画でも十分効果はあると思ふますが、やはり、自分で実験体験するのでは、印象が深いのではないでしょうか。また、1年時にべっ甲飴をつくる、という経験をしている場合、「重曹を入れる」という違いだけで、膨らむのか、カルメ焼きになるか、違いを感じることが出来ます。そこから、重曹(炭酸水素ナトリウム)を熱すると何が起きるのか、ということにつなげられると思ふます。
4	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/16 17:37:08	ただし、カルメ焼きの問題点として、うまくふくらまないことが多いということが挙げられます。自分も授業で取り入れたことがありますが、重曹を入れてもしばしばふくらまないことが多いです。そうすると、気体が発生した状態である空溜が見せられなかったり、「なぜふくらまないのか」ということだけに意識が向いてしまいます。そうなることにはならないかと思ふます。いまのところ本校では電線と牛乳パックを使ってパンケーキ作りをすることで、カルメ焼きの代わりにならないか、と考えています。これを選んだ理由は、成功率が高い、簡単につくることが出来る、片付けもめんどくさくないなどです。これについて何かご意見をいただけるとうれしいです。(中略)
6	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/18 14:21:37	確かに炭酸水素ナトリウムにこだわらずにいい気はしますが、と、いうよりも、自分は化学変化を学習するために、なぜじめに「分解」についての授業を行うのが疑問です。実験の結果の明確さ、インパクトの強さから考えても「化合」を先に学んだ方が、理解しやすいのでは?と、思ふます。 例えば、導入として木を燃やした場合、明らかに別の物質に変わっている、ということが誰でも分かりますよね。(以下略)
8	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/27 20:37:34	私は化合を先に行う方が、「物質の変化」ということに関しては理解しやすくと感じます。Aという物質に「燃やす」と別の液体を加えるなどの外部刺激によってAが変質し、A'という別の物質に変化する(目の前の1つの物質が別の物に変わる)という結果の過程が、Aがどのようなもので構成されているかを解明する分解の結果(1つの物を2つに分ける)より単純でわかりやすい気がします。分解の作業では「Aがどのような物質で構成されているか」ということに行ってしまう、「変化」という点から焦点がずれてしまうように思ふます。 ①Aに○を行うとA'に変化する(=化合) ②Aに何かが加わった結果、A'に変化したのかを探る(=分解)という構成の方が私は理解しやすくと思ふます。
9	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/28 10:10:55	理科以外の視点からの意見、いいですね!我々理科にかかわるものは、どうしてもこの続きのカリキュラムとして、質量保存や定比例の実験を意識してしまい、その結果、分解→化合のほうが教授としてトータルでスムーズだろうと考えがちですが、あくまで、化学変化を理解するという観点からみれば、確かにD先生の意見もいいですね!です。(以下略)
10	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/28 17:34:07	まず分解と化合において、私は生徒がイメージをわかせるのは、化合かなと思ふます。その理由として、炭酸水素ナトリウムの分解を見た目での変化が少なく、生徒がもともと持っている分解のイメージとは違ふのかと感じます。化学反応式も少し複雑ですし・・・ただ、実験方法としては簡易でやりやすいというメリットがあるのではないのでしょうか。 また、カルメ焼きやパン作りにおいて一時間使って、やるメリットが本当にあるかどうかは自分自身も疑問です。自分は電気と磁界で心が折れている生徒をもう一度こちらに向かせるのが目的になっているかも知れません。この分野系にそうかもと興味を持たせているのか、ただ、楽しい、おもしろいだけでは何が起きていくのか、なぜふくらむのか、何が入っているからかなど理科となるべく関連づけるのを目標としてやっていきたいと思ふます。カルメ焼きやパン作りを行うときにこの実験で他に関連づけられるアイディア、声掛けなどあれば教えてほしいです。よろしく願ひします。
12	コ デ ィ ネ ー タ	2011/11/28 19:43:45	・・・(略)・・・さて、本題に戻って、「なぜふくらむのか」という疑問を見出させる、という点で考えると、比較実験をする必要があるのか?と思ふました。初めのほうで焼きましたが、同じ「砂糖」に水を加えて「熱する」という実験でも、炭酸水素ナトリウムをいれずに火を止めたとき、そのまま固まるのに対し、炭酸水素ナトリウムを入れて火を止めたとき膨らんでくる一じやあ、この白い粉に何か秘密があるのではないかと調べてみよう!という流れに自然になるのではないのでしょうか。そして、熱分解実験から化学変化についてまとめていければいいと思ふます。(化合から学習している場合は化学変化の中の「分解」という現象についてまとめる。)・・・ということはややカルメ焼きは有効?ということになりますかね?そうすると、実際に生徒に実験させるかどうか...あれ、はじめの議論に戻ってしまいました(笑)

ョンを通して見出されたと考える。

4.2.3. 研修3・研修4に対する評価

研修3でメンティが作成した指導案(表1)に対するディスカッションを通して、導入段階で「食べ物にはどんなものがあるか。」という一般的な発問が、必ずしも問題発見や問題分析において生徒の興味・関心を喚起しな

いということをもメンティ自身が意識したうえで、研修4において「給食や朝食で食べたものは何か。」という具体的な発問に改善した。これによって「生徒にとって取組やすい」といったコメントを他メンバーから得られたということは、研修2において理科における問題解決学習の指導力向上のために問題発見を重視したコーディネータの意図が、ディスカッションを通して研修4におけるメンティの指導案に反映された可能性が高いと考える。

また、分解者についてはC教諭の発言にある「問題解決のための適切な実験観察方法の提示」として、コンテンツを活用しつつ、発問を通して排泄物や死骸がたまらない理由を考えさせることで、有機物を無機物に変える種がいることに気付かせるといった指導法の改善は、どのようにすればよりよい実験観察方法の提示ができるかという問題解決学習の中にある問題を省察的に検討した行動過程であるといえる。さらに、生物の死骸などを土壌動物や細菌・菌類がどんどん小さくしていくと考えると、複雑な分子構造から簡単な分子になっていき、二酸化炭素が出現することに気付かせることができるという生物による分解を化学的にとらえた考え方は、有機物が二酸化炭素になることを別の視点から見出させるために、生物分野を化学分野からとらえるという教科内の横断的な新しい指導方略ということになり、問題解決的な視点で理科の問題解決学習の指導法を考えた一例であると考えられる。社会科のコメント記述者(D教諭)が社会的な視点から提案した、「鎌倉時代の農業生産発達背景として、肥料の使用が普及し始めたことが挙げられる。その「肥料」とは、おもに牛糞や馬糞であるが、植物はそれをどのようにして吸収しているのか(撒いた肥料はどこへ消えた?)といった教科横断的な発問は、メンティ以外の授業検討メンバーの指導力向上においてディスカッションが有効であることを示した例の1つであると考えられる。

4.2.4. 研修5に対する評価

被験者の学習目標記入が研修1の後であったことから、ほとんどの目標が問題解決的な視点での記述になっていった。この点において、問題解決的な学習活動における指導力の向上に対して、一定の成果を得られたものと考え

表5 研修3でのディスカッション(要約)

○	作成	最終更新	本文
1	9	2011/12/8 19:08:56	A先生お疲れさまでした。早速拝見させて頂きました。導入部分において、実生活から入るところが生徒にとって取り組みやすいかと思いましたが、中学生が学ぶ分野では知識が多岐にわたるため、なかなか考える機会が少ないかと思えます。導入から食物連鎖を自分で作ってみたい、個体数ピラミッドを考えていけると思考力がつかうかも知れませんが、自分が去年苦労したところは、分解者のはたらきについてです。生産者と消費者がよく理解しているかと思いましたが、分解者を感じただけで終わらせてしまいがちになるところをコンテンツが扱えたらおもったことかと思いました。
2	0	2011/12/8 19:13:17	A先生の指導案をこちらにもUPLOADしておきました(A先生指導案)。さて、まず導入についてですが、身近な食料について考えさせるところからはいるというのはいいアイデアですね。ここでは、どのような形で「発問」されますか? A先生はもちろんです。みなさんどのようなことを考えますか? D先生は教科が異なるので、このことがあれば何でも質問してください。
2	2	2011/12/8 19:18:00	導入部分のことは、私と同じ意見です。ひとつ先生にうかがいたいのは、生産者と消費者はわかりやすいが分解者はわかりにくいというのはいくつかのことで、少くも教えてください。あと管理権限で同じ内容の書き込みは削除しやすくなるでしょうか?
2	6	2011/12/8 19:58:40	僕がこの単元で発問したことがあるのは「今日の朝食は何を食べたか」です。自分の食べたものを描き、その料理は元々どんな生物からできているか、を考えさせました。それを発表させ、植物と草食動物と肉食動物に分けて、生産者、消費者の話をした覚えがあります。
2	7	2011/12/8 20:16:38	分解者については、指導案のように、排泄物や死骸がたまっていないのはなぜか、という考えさせ、それらを無機物に変えるやつがいることに気付かせることも、このコンテンツを利用すると、かなり理解は深まる気がしますね。
2	8	2011/12/8 20:24:03	指導案では、導入からすぐにコンテンツを使って生産者消費者分解者へといくという形ですが、この3つの言葉を使うべきか。あるいは極力使わないように、食べる食べられるという関係を図式化していくか、どちらがいいでしょうか。
3	0	2011/12/9 2:10:46	ここからは、展開の5と8について考えていただきます。学習指導要領では、…(中略)…植物と動物の関係については2年生で学習するので、重層的関係や連鎖は理解できているところですが、C先生も指摘された分解者のかかわりについては、死骸や排泄物の行方から有機物を無機物に変換されていくことを指導案の5、6において気づかせるような学習の流れを考えられるか、あるいは、8で教えることが、皆さんならどう考えられますか? ご意見を教えてください。
3	1	2011/12/9 11:17:30	2年生は、いま「化学変化と原子・分子」を学習していますが、生物をふくめた世の中すべての物質は、原子と分子からできているという話をしました。生物の死骸などを土壌動物や細菌・菌類がどんどん小さくしていくと考えると、複雑な分子構造から、簡単な分子になっていき、二酸化炭素が出現するという点に気付かせることができるのでしょうか? そして、8で改めて循環についてまとめること、生徒の理解も深まる気がします。
3	2	2011/12/9 19:46:28	なるほど、C先生の考えではたとえば、2年生の炭酸水素ナトリウムの熱分解などで、物質が分解して…(中略)…このあたり、指導案には表出できてるでしょうか。皆さんどう思われますか?
3	4	2011/12/9 20:20:41	教科外の私が思いついた発問例として1つ挙げさせていただきます。 「鎌倉時代の農業生産発達背景として、肥料の使用が普及し始めたことが挙げられる。その「肥料」とは、おもに牛糞や馬糞であるが、植物はそれをどのようにして吸収しているのか(撒いた肥料はどこへ消えた?)」 鎌倉時代のりだりだりですが、肥に似た肥料が吸種期には姿を消していることを別で考えることで、分解者の存在に気付かせることはできないでしょうか。(まさか植物が口をアフレンを食べていると思える生徒はいないと思いますので)
3	5	2011/12/9 20:57:17	牛糞などの肥料とともに、現代では石灰などの合成肥料も用いられます。石灰といえはグラウンドのラン引にも使われる身近なもので、生徒にとってもイメージがわきやすい物だと思います。牛糞と石灰もともに肥料の要素となるものですが、両者の違いは何か、といった発問から、有機物と無機物の違いに気付かせることはできないでしょうか。
3	6	2011/12/9 21:41:21	気付かせるために必要なことは、やはりどれだけ身近なことを提供できるかでしょう。その場合、その例が適切な元(問題の正解にあたる例)であるか不適切元(問題とすることは無関係な例や関連した例)であるかということも関係するでしょう。
3	8	2011/12/9 21:41:21	指導案アップしましたので、ご意見よろしくお願ひします。
3	9	2011/12/14 17:22:44	導入において、食卓ではなく給食をベースに考える手段の方が親切なという印象を受けました。(そういえば、余談ですが京都市の採用試験模擬授業が食物連鎖でした。懐かしいwww)また有機物の定義として、1年生では炭素を含む物質2年生では有機物は一般に水素も含むとしています。原子や分子を考慮しながら考えた場合、有機物はCとHを含むことから分解することによって二酸化炭素と水ができることはわかりやすいと思います。有機物が無機物に分解されるとなることは何か…分解者がはたらくことはいいこと…植物の根の呼吸阻害、成長阻害を緩和したり、水分の透水性、保水性を維持など養分物質が生産者に利用される利点があることに触れると、生産者、消費者、分解者の役割がわかりやすいかと思いました。
4	2	2011/12/16 8:29:51	今回のweb ベースでの指導力向上研修ご苦労様でした。とともに、研修実現のためのご協力大変ありがとうございました。さて、C先生がA先生へのコメントとしておっしゃった「既修事項から考え、見出させる」というのは、大変だなと感じたのと同時に、あらゆる分野を用いて考えさせることができるんだなという視点ですが、まさにおっしゃる通りですね。私たちは、どうしても普段の授業を定型的にとらえて、決まった型に当てはめてしまう傾向があり、私も含めて、それは慣れてくると強まりますね。でも、発見するという行為は、逸脱した状況や見方から生まれてくるわけですから、その実践のために、むしろおっしゃる通り「あらゆる分野」を行って指導過程を考えられることが問題解決を始めるために必要…(以下略)…

表6 被験者の学習目標や評価とメンティへの評価

質問項目	A 講師	B 教諭	C 教諭	D 教諭	E 教諭
被験者の学習目標	身近な生活に即した観点から、考えさせるために具体的な事例を挙げた。そして、生徒が「それなら自分自身から考えさせられるようにしていきたい」というような発問、実践が有効か? ディスカッションを通じて学びたい。	同じ単元を他者が指導案を作成するほどのようになるところが、また、問題解決学習などよい。	体験的段階的発問の提示が、より良い構成になるか、また、発問の仕方。	生徒の問題解決学習の進め方、よりよい実践の進め方。	若手教員が指導力を向上させるために、ディスカッションをコーディネートするうえで前向きなファクターは何か、そもそも参加者や時間は必要なファクターか。
自己評価	8割	8割	8割	7割	8割
メンティ(若手教員)への評価コメント	授業での目標設定も明確になり、ポイントとなりやすくなった。また、不安要素として45分の授業でどこまでやりきれぬか。	発問事項について、既修事項になり、既習内容と絡めることで、授業が深まる。また、導入の給食についても生徒の生活実情に即した内容にすることができると考えられている。また、発問の趣意が明確に伝わった。	発問事項が明確になり、既習内容と絡めることで、授業が深まる。また、導入の給食についても生徒の生活実情に即した内容にすることができると考えられている。また、発問の趣意が明確に伝わった。	85%の展開部分に9つもの項目が盛り込まれていると、1コマの授業では収まりきれない可能性がある。細かな操作に不慣れた生徒がいた場合、時間が押してしまう。せつ々の効果的な授業が実現できると期待している。また、発問が明確に伝わった。	指導案を作成された。その後の授業の進め方についての意見をイメージできた。また、展開における内容が盛り込まれた。1時間ですべての項目をカバーすることは難しいが、その中で、展開部分に多くを考えたことが良かったと思う。

られる。メンティへの評価コメントでの、指導案そのものに対する評価や工夫の指摘といった記述が多かった（表 6）ことや研修後の被験者全員へのメンティの指導力向上の可否に関して全員（N=5）が向上したという答えから、指導案の改善によりメンティの指導力を向上させるという目的を十分達成できる可能性が高いと考える。

5. 考察

問題解決学習の指導力向上の手だてとして、「おぼえる」段階の研修①は難しいものの、研修①での知識の習得が、重曹を入れてもうまくふくらまないという問題解決過程の研修③を意識した意見や同過程の研修⑤を意識したカリキュラムとしての分解と化合の学習順序を問う意見などの研修③でのグループディスカッションにおける問題解決過程を意識したコメントにつながったものとする。また、研修①を踏まえてメンティやディスカッションメンバーが習得目標を明確にすることで、提供される「指導案」は指導者の意図に関係なく、それぞれの授業意図の視点で問題とするような問題解決過程を検討できる。したがって、それぞれが問題とする科学的な見方に応じた指導力向上のための材料となると考える。

また、本実験での参加者の自己評価平均が63%であったことや本実験後の調査で得られたメンティの指導力向上についての肯定的見方は、Webベースでの問題解決学習の指導力を向上できる教案便サイトの有用性や日常的に指導力向上に寄与できる可能性を示唆している。そもそも、研修において「指導案」という共通の話題から研修を始められる点でアン・ボン・タンの発想そのものであると考える。さらに、本実験での実験期間が約1ヶ月という比較的長期にわたる実験であったにも関わらず、被験者全員がこの期間に検討を続けられたことは、指導案を材料とした教案便サイトが業務の効率化のひとつになりうるものであり日常的に指導案にかかる問題意識の共有化を図ることができていると考え、教案便サイトがOJTのツールとして十分日常的な研修システムになりうるということが示唆されたと言える。

6. 今後の課題

教案便サイトは日常的な多忙感を抱えつつも問題解決学習の指導力を向上させるために、現職教員がOJTとして、問題解決学習の指導ができるために必要なスキルを習得することを目指すことができる研修システムである。今後、本サイトを効果的に運用するためには研修をコントロールするコーディネータに必要なスキルを明らかにすると同時に、そのようなスキルを習得したコーディネータをどのようにすれば育成することができるかを検討する必要がある。

また、そもそも教案便サイトがWebベースであるということは、学校単位での研修システムといった枠を超えて、組織にこだわらない複数の地域にまたがる指導力向

上のための教員同士の自発的な研修を目指すものである。しかし、これまでほとんどの現職教員が他地域の教員と日常的に研修できるような実践知をもっておらず、どのようにすればそのような研修グループを構成できるかということについての知見もないことから、これらについても検討する必要があると考える。

注

*1 NetCommonsは、国立情報学研究所が開発するCMS（Contents Management System）とLMS（Learning Management System）とグループウェアを統合したコミュニティウェアである。小中学校の公式サイトや、e-Learningサイトの構築などに利用されている。詳細は<http://www.netcommons.org>を参照。

謝辞

本研究での、教案便サイトにご参加ご協力いただいた愛知県日進市内の市立中学校の4名の先生方、また調査協力をいただいた先生方に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 国立教育政策研究所（2011）教員の質の向上に関する調査研究，国立教育政策研究所報告書，pp. 23.
- 孕石・関根・野村（2011）協同学習理論を取り入れた理科における問題解決学習の指導力を高める研修モデルの改善とWebベース授業研究支援環境での操作性の高い授業研究システムの構想。日本教育工学会研究報告集 JSET11-1, pp. 1-8, 静岡大学.
- 孕石敏貴，野村泰朗（2008）授業形態の工夫における iPod touch の効果的活用に関する検討，第24回JSET全国大会講演論文集，pp. 409-410, 上越教育大学.
- 文部科学省（2008）中学校学習指導要領解説総則編。文部科学省，pp. 3-5.
- 孕石敏貴，野村泰朗（2009）モバイル端末とCMSによるコンテンツ利用を促進する新しい授業形態の検討，JSET研究報告集，pp. 141-148, 椋山女学園大学.
- 孕石敏貴・野村泰朗（2010）Webベース授業支援システムが観察実験での問題解決場面において果たしうる役割の検討。JSET研究報告集，pp. 207-214, 電気通信大学.
- 関根努・孕石敏貴・野村泰朗（2010）よりよい問題解決のための科学的な見方の獲得の重要性に関する検討。日本教育工学会第26回大会論文集，pp. 385-386, 金城学院大学.
- 秋田喜代美（2010）教師のことばとコミュニケーション。教育開発研究所，東京.
- Johnson, D.W. and Johnson, R.T. Holubec, E.J. (1993) *Circles of learning: Cooperation in the classroom* (4th ed.), Interaction Book Company. (ジョンソンら著，杉江修治ら訳（1998）学習の輪—アメリカ協同学習入門—，二瓶社)
- 関田一彦・安永悟（2005）協同と教育。日本協同教育学会論文誌，1:10-16.

SUMMARY

A development of new Web based lesson study support system based on the "ANN PON TAN" idea for improving the teaching ability and skills of the problem-solving approach of learning

Nisshin Junior high school, Aoba branch, Saitama University

Toshiki HARAMIISHI Tairo NOMURA

This research proposed new teacher training scheme for promoting teacher's ability of lesson study based on our "ANN PON TAN" design model for ICT enabled teaching in daily classroom. Based on our new design model, we developed new Web-based lesson study support system and tried to train the instructional design of problem-solving approach of learning to junior high school Science teachers by using this system. From the results of this training, by using this system based on our teacher training scheme makes teachers more flexible - when, where and how to have daily training, and participated teachers got proper achievement. On the other hand, trainer teachers have to have the ability how to manage the training to make the training more daily routine.

Keywords: Problem Solving, Teacher Training, Lesson Study, Cooperative Learning, CMS, Lesson Plan