

理科領域関連開講の研修事業の充実・発展のための 実践的研究

高木 由美子・西原 浩・佐々木 信行・磯田 誠・高橋 尚志・末廣 喜代一・
松本 一範・松村 雅文・寺尾 徹・北林 雅洋・笠 潤平・高橋 智香・
大浦 みゆき・稗田 美嘉
(理科教育)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

Practical Research for Well-Developed Science Field Education : A Training Program for Renewing Teachers' Educator License

Yumiko Takagi, Hiroshi Nishihara, Nobuyuki Sasaki, Makoto Isoda,

Naoshi Takahashi, Kiyokazu Suehiro, Kazunori Matsumoto,

Masafumi Matsumura, Toru Terao, Masahiro Kitabayashi,

Jumpei Ryu, Chika Takahashi, Miyuki Ohura and Mika Hieda

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1, Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

要 旨 平成19年6月の改正教育職員免許法が成立し、平成21年4月より教員免許更新制度が導入されることになったが、その経緯や教員養成系学部の役割等に触れ、香川大学教育学部理科領域の活動についてまとめ、香川大学10年研修事業で行ってきた講座開設事例を紹介した。また、香川大学教育学部理科領域で提供できる新規教員研修プログラムを提案した。

キーワード 教員研修 免許更新 教育実践 研修プログラム

1. 緒言

社会の大きな変動に対応し、国民の学校教育に対する期待に応えるためには、教員に対する揺るぎない信頼を確立し、国際的にも教員の資質能力がより一層高いものとなるようにすることが極めて重要である。変化の激しい時代であるからこそ、教員に求められる資質・能力を確実に身に付けることの重要性が高まっている。

また、教員には、不断に最新の専門的知識や指導技術等を身に付けていくことが重要となっており、「学びの精神」がこれまで以上に強く求められている。

平成18年7月の中央教育審議会の答申¹⁾では、平成14年の答申を受けて、教職専門（例えば、教職の今日的役割、学校における同僚性の形成、家庭や地域社会との連携、子どもの発達や課題の理解、学級経営、生徒指導、教育相

談、教育課程の動向と指導の在り方等)を中心に、講習内容を構成することが適当であると報告された。この答申は、教える手段・心構えについて心の教育など、教職専門性を大きく意識したものであり、一方、教科の内容基礎力向上などについては教科書の内容が理解できればよいという程度にとどめている。そして、教科内容に関する最新の専門的知識に関する指導力向上など、教科内容指導に資する研修は10年経験者研修をはじめ免許更新研修以外の教員研修で補う必要があるとしている。

またその後の答弁で免許更新講習において取り扱うこととなるのは、子供理解や教育方法、教育の技術に関する最新の知識、各教科や道徳、特別活動等の指導法に関する最新の知識、キャリア教育やカウンセリング法などに関する最新の知識、対人関係や学級経営などに関する最新の知識等であると示され、^{2a)} 同時に、年齢、職階の違う教員が同時に更新講習を受けるため、一定の基準を満たした上で、特色を生かした多様な講習が開設されることも望ましいとされた。^{2b)} また、更新講習は、時代の変遷に合った知識があるかどうかということを確認し、さらに今持っている知識を向上させていくための制度であり、10年経験者研修は、公立学校の教員について、各教員の得意分野づくり、専門性を高めるといった観点からの研修であるとされた。更新講習は、免許を取得して10年までの国公私立すべての教員に基礎的な資質能力を共通に身に付け、自信を持って教職生活を送ることができるようにするための制度で、国公私立すべての教員が対象になり、研修実施場所も教員養成大学を中心とした大学が中心となり、講習の修了認定もあるということで、両者の目的を分離明確化するとされている。^{2c,d)}

理科領域教員は香川大学10年経験者研修事業に、第一回目から積極的に参加し、平成19年度は3講座開講した。³⁾ この機会に、今まで理科領域教員が行ってきた研修内容を再考し、教科内容に関する最新の専門的知識に関する指導力向上のためにはどのような内容が必要かという観点から、理科領域のそれぞれの分野で重要な

カリキュラムを構成することを目指した。すなわち、本研究では研修事業に関する教員免許更新制度を見据えた香川大学教員10年経験者研修事業(理科領域関連開講)充実・発展のための実践的研究を行うことを目的とする。

2. 教員研修が実施されることになった経緯

学校教育が抱える課題が恒常的に変化している今日、養成段階で確実に身に付けた教員として必要な資質能力を、教職生活の全体を通じて保持していく必要性が高まっている。このためには、教員免許状の取得後も、その時々で求められる教員として必要な資質能力が保持されるようにする必要がある。教職は、人間の心身の発達にかかわる専門的職業であり、その活動は、子どもたちの人格形成に大きな影響を与えるものである。

平成16年10月20日には、中山成彬文部科学大臣(当時)から、「近年、学校教育が抱える課題は、一層複雑・多様化してきている。直面する教育課題に対応し、21世紀を切り拓く心豊かでたくましい日本人を育成する観点から、「人間力向上」のための教育改革を着実に進めていくためには、教員の果たす役割が極めて重要であり、保護者や国民の期待も益々高まってきていることから、今後の教員養成・免許制度の在り方について、幅広く検討することが重要と考える。当面、(1)教員養成における専門職大学院の在り方について(2)教員免許制度の改革、とりわけ教員免許更新制の導入について検討する必要がある。」という諮問があった。中央教育審議会では、この諮問を初等中等教育分科会に付託し、教員養成部会を中心に審議を行うこととした。教員養成部会においては、平成17年3月、部会の下に「専門職大学院ワーキンググループ」及び「教員免許制度ワーキンググループ」を設置し、17年6月には、教員養成・免許制度の改革についての意見聴取を行い、平成17年12月今後の教員養成・免許制度の在り方について、(1)これからの社会と国民の求める学校

像 (2) 教員に求められる資質能力をはじめとする中間報告を行い、平成18年7月11日には、今後の教員養成・免許制度の在り方について答申した。¹⁾

その答申によると、教師に求められる資質として、

(i) いつの時代にも求められる資質能力

教育者としての使命感、人間の成長・発達についての深い理解、幼児・児童・生徒に対する教育的愛情、教科等に関する専門的知識、広く豊かな教養、これらを基盤とした実践的指導力。

(ii) 今後特に求められる資質能力

地球的視野に立って行動するための資質能力、変化の時代を生きる社会人に求められる資質能力(課題探求能力、人間関係に関わるもの、社会の変化に適応するための知識及び技術)、教員の職務から必然的に求められる資質能力。

(iii) 得意分野を持つ個性豊かな教員

基礎的・基本的な能力を確保するとともに、積極的に得意分野づくりや個性の伸長を図ること。

が必要とされ、また、優れた教師の条件について、(1) 教職に対する強い情熱 (2) 教育の専門家としての確かな力量 (3) 総合的な人間力の3つの要素が重要であるとしている。また、教員には、常に研究と修養に努め、専門性の向上を図ることが求められている。教員を取り巻く社会状況が急速に変化し、学校教育が抱える課題も複雑・多様化する現在、教員には、不断に最新の専門的知識や指導技術等を身に付けていくことが重要となっており、「学びの精神」がこれまで以上に強く求められている。これからの教員を取り巻く現状等を考慮すると、現在、教員に最も求められていることは、広く国民や社会から尊敬と信頼を得られるような存在となることである。このためには、養成、採用、現職研修等の各段階における改革を総合的に進める必要があるが、とりわけ教員養成・免許制度の改革は、他の改革の出発点に位置付けられるものであり重要であると報告された。

すなわち、今までの方針を変更し教員免許状を、教職生活の全体を通じて、教員として最小限必要な資質能力を確実に保証するために、教員免許状に一定の有効期限を付し、その時々で求められる教員として必要な資質能力が確実に保持されるよう、必要な刷新(リニューアル)を行うことが必要であり、このため、教員免許更新制を導入することが必要であると結論づけている。

免許更新制度については、平成19年11月にその制度の概要が報告された。項目は以下のとおりである。

1. 対象となる免許状の種類
2. 免許状の有効期間等
3. 複数免許状を有する者の扱い
4. 有効期間の更新等
5. 有効期間の延長等
6. 講習を受講すべき期間
7. 講習の開設認定
8. 講習の内容等に係る開設認定要件

講習の内容は、教員の職務の遂行に必要なものとして文部科学省令で定める事項に関する最新の知識技能を修得させるための課程であり、講習の講師は、教職課程の教授等及びそれに準ずるものとされている。講習の時間は、30時間以上とし、講習の開設は、30時間以上とされる講習の課程の全部又は一部について認定される。講習の受講対象者は、

- 1 現職教員(法第9条の3第3項第1号)
- 2 教育の職にある者(法第9条の3第3項第1号に基づく文部科学省令)
- 3 教員採用内定者(法第9条の3第3項第2号)
- 4 非常勤講師リスト登載者(法第9条の3第3項第2号に基づく文部科学省令)

とし、実際に免許を持っていても就業希望のないペーパーティーチャーは受講対象者ではないとしている。なお、現職教員以外の者であって教員免許状を授与されたことのある者の免許状更新講習の受講要件は、拡大する方向で検討されており、今後の経緯に注目する必要がある。また、指導改善研修を命ぜられた者は、指導改

善研修が終了するまでの間は、免許状更新講習を受けることができない。

免許更新制度はアメリカ合衆国の多くの州(47州)で取り入れている。⁵⁾ その仕組みは各州により異なるが、大学卒業後、各州により予備免許状が発行され、一定期間の職務経験や、上級学位・必要単位数の取得を要件として、正規教員免許状が発行される。正規の教員免許状は一定期間ごとの更新義務が課され、更新の際の要件としては、1) 大学や大学院での単位取得のほか、2) 教職経験や3) 州・学区の提供する研修機会への参加等が認められている。

議論百出している昨今であるが、更新制を導入し、専門性の向上や適格性の確保に関わる他の教員政策と一体的に推進することは、教員全体の資質能力の向上に寄与するとともに、教員に対する信頼を確立する上で、大きな意義を有すると期待されている。²⁾

3. 香川大学における地域との連携事業

香川大学教育学部は、平成14年5月30日に香川県教育委員会と「香川大学教育学部と香川県教育委員会との連携協力に関する覚書」調印式を行った。これは四国で初めての調印であり、これからの教員養成の充実、教員の資質・能力の向上及び教育上の諸課題への対応のため、相互に連携協力して香川の教育の充実・発展を図ることを目的としたものである。

香川大学教育学部附属教育実践総合センターでは平成15年度の研究プロジェクトとして

1. 不登校を中心とした学校不適応児童生徒の実態調査と対応の在り方に関する研究プロジェクト
2. 特別支援教育に関する研究プロジェクト
3. e-Learningシステムの開発に関する研究プロジェクト
4. 教育実践力の向上を図る教員養成・研修に関する研究プロジェクト

と、早い段階で研修に関するプロジェクトを計画し、会議等を開催して検討を重ねてきた。⁶⁾

この成果を受け、香川大学教育学部では香川

県教育委員会において実施される「教職10年経験者研修」の充実に寄与するため、2005(平成17)年度より「香川大学10年研修」を試行的に実施してきた。⁷⁾ 理科領域では、10年経験者研修については、更新制の導入を見据え、中堅教員としての更なる指導力の向上や、得意分野づくりに重点を置いた研修としての性格をより明確にするために、教育センターと連携をとり、モデルカリキュラムの開発、研修の効果的な実施手法の開発等を通して協力していきたいと考えている。

さて、先に述べたモデルカリキュラムの構築にあたって、我々が今まで取り組んできたことを紹介したい。理科領域(自然科学科)は、98年度(平成10年度)の「教育実践力を持つ学校教員の養成」を目標に掲げてカリキュラム改革を行った。ここで理科の教育目標は次のように設定した。すなわち、(a)自然に関する基本的な概念・知識と、それを自然科学教育の実践に生かす方法の習得を目指す、(b)自然科学の基礎を幅広く学習するとともに理科実験の基礎的手法や技術を学ぶ、(c)小・中学校の理科教育で扱われている教材の取り扱い方について学ぶ、(d)卒業研究では、物理学、化学、生物学、地学、理科教育学に関するテーマについて専門的研究を行う、というものである。これを達成するために、理科教育関連授業(理科授業研究I、理科教育論等)の目標を、「新聞などから科学・教育全般の情勢をつかみ、自分の意見を深める」、「科学教育の論文を講読することができる」、「演示実験をわかりやすく行うことができる」、「学習指導要領を解説する」、「指導案を作成することができる」、「単元の指導案を作成することができる」、「模擬授業ができる」と定め、学生の指導に共同で当たってきた。

また、教育実践活動と共に、昨今の「理科離れ」問題とその背景、また解決のための提言などを、理科の教員集団の共通の課題として取り組み、様々な場でその成果を発表してきた。⁸⁻¹⁵⁾ 例えば①小学校教科書の比較研究、②中学理科教科書の新旧比較の研究、および③科

学リテラシーの研究などのテーマで学部の支援を受け研究を行ってきた。これらの成果をもとに香川大学研修講座の内容を検討し、モデルカリキュラムを構築することを計画し、検討を進めているところである。

4. 平成19年度開講講座概要

教職10年経験者研修は、授業力・学級経営力の深化、組織マネジメント能力の育成、教科指導や生徒指導、多様な体験研修を通して、教員としての資質能力の一層の向上をめざす目的で開設されている。研修講座の特徴は以下の通りである。⁷⁾

- ①大学院レベルの高い専門性をもった研修講座。
- ②講義ではなく、演習・実習を中心。(受講者数の上限：10人程度)
- ③各自の教育実践の省察や研修課題の追究を支援。
- ④大学教員の専門性を活かし、今日の学校教育課題に即した講座を開設。

理科領域では、平成19年度は講座7～9を担当した。

講座7 “もの”の性質を知る(物理, 中高特教員対象)

講座8 環境調和型マイクロスケールケミストリー実験授業(化学, 中高特教員対象)

講座9 最近の天文教育の話題(地学, 中高特教員対象)

これらの講座は、午前の部では研修対象者の希望に応じて各分野に分かれ研修を行い、午後は、一堂に集まりその研修内容に関連する講演会を実施し、次いで参加研修対象者による事例発表を行った。以下にその内容について概説する。

1) 午前の部—各論

- ・講座7 “もの”の性質を知る(磯田 誠)

本講座は、平成19年度新設講座である。次の三点を中心に紹介・議論を行った。

- 1) 転移の説明
- 2) 水の相転移と環境科学
- 3) 相転移の実験教材と計算機シミュレーションの併用物理教育教材

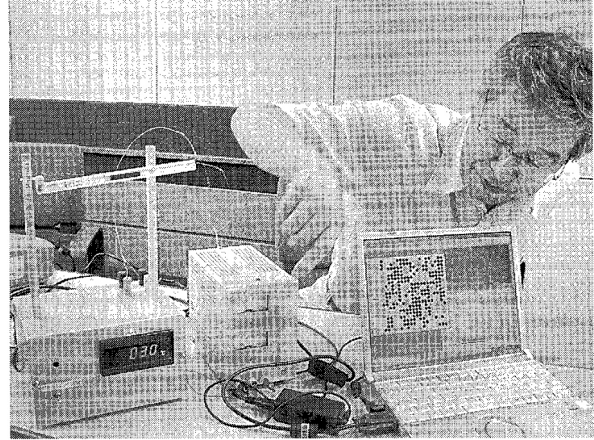


図1 計算シミュレーションの様子

生活に深い関わりを持つ“もの”，すなわち、物質の性質を知ることは、あらゆる側面で重要である。物質の性質のうち重要なものの一つに相転移がある。相転移は、古くからの物理学の研究の中心課題の一つであったが、現代凝縮系物理学においても、高温超伝導、磁性、量子相転移など、凝縮系物理の研究の中心にある。この相転移が、構成粒子の幾何学的な配置である格子の対称性と深くかかわっていることなどについての話題を提供した。

また、環境科学的な観点から、水の相転移である三態変化が、地表と地球上空で生じ、水の潜熱が大きいことなどが、循環型地球環境の保持にとって重要な要素であることなどの話題も提供した。

これら物質の相転移を実験により提示するだけでなく、相転移における物質内部の微視的状态を可視化して提示することを目的として作成した物理教育教材を紹介した。これは、身近な相転移の一例として、磁性の相転移を用い、磁石のさまざまな実験と対話型で可視化された計算機シミュレーションを併用することで、「なぜ？」に答えることを関連付けることを目的とした教材作りである。おもしろい、楽しいだけの実験から、「なぜ？」と問いかけ、考える方

向に向けた一つの試行である。研修では、これを提示し、考え方について議論した。

講座8 環境調和型マイクロスケールケミストリー-実験授業 (高木由美子)

昨年度から開講している講座である。昨年度は、アメリカコロラド州立大学とインターネットでつなぎ指導して頂いたが本年度は、Small Scale Chemistry (日本ではマイクロスケールケミストリーと称している) のアメリカの第一人者コロラド州立大学のステファン・トンプソン教授を香川大学に講師としてお招きして研修を行った。説明はすべて英語で高木が通訳を行った。最初にSmall Scale Chemistryの概説があり、すぐに実演がはじまった。簡単に次々と手品のように飛び出す実験装置や手法、また、巧みな話術で、緊張の中にもフレンドリーな雰囲気での研修が進められた。

(講話概要)

実験室とはなんだろうか？実験室とは、実験をするところである。つまり、プレートの中で実験をすればプレートは実験室であるということもできる。生化学や化学はここ10年大きく変わった。学術的な進歩は言うまでもないが、機器においても大きく変化し、ガラスからポリプロピレンなどのプラスチックが主流になっている。アイデアさえあれば、どんな実験装置も安価で簡単に安全なものを作成することができる。

実験をスモールスケールで行うことにより、様々な効果を期待することができる。

- ・化学試薬を縮小 (従来の実験室で使用される1000分の1程度に) することができる。
- ・無駄な生成物が非常に少なく、処分の費用はほとんどゼロである。
- ・小規模であるため、危険な物質が生成しても、安全性が高い。
- ・グリーンケミストリーの原則は、すべての実験に組み込まれている。
- ・ガラス製品からプラスチックへ移行できる。
- ・実験のプラットフォームは、実験室ではなく、どこにでも存在するより小さいスペースで実現できる。

- ・コストを削減することができる。
 - ・化学変化を直感的に理解することができる。また、多くの化学変化を同時に観察することもできるので、比較が容易である。
 - ・実験器具・装置は、それぞれの実験専用設計されている。また、安価で再利用も可能である。
- などである。

マイクロスケール実験は、革新的で、最先端の手法であり、ほとんどすべての実験の問題を解決するものである。その手法を用いることにより、安全で最高の情報を、単純な方法で、より低価格で実現することができる。是非、この手法を学び、教育現場で実践してもらいたい。

大気汚染モデル実験

「大気汚染モデル実験」では、環境問題の1つである大気汚染のシミュレーションを行った。シャーレに化学薬品やコンクリートなどを点在させ、疑似的な自然環境を作成し、NO_x、SO_xによって浸食される様子を観察した。そして、液体の蒸発や拡散、化学変化、反応速度などの視点から化学的に、問題解決的に考察した。この反応系は日常生活と結び付けた授業設計に役立てることができる内容であった。

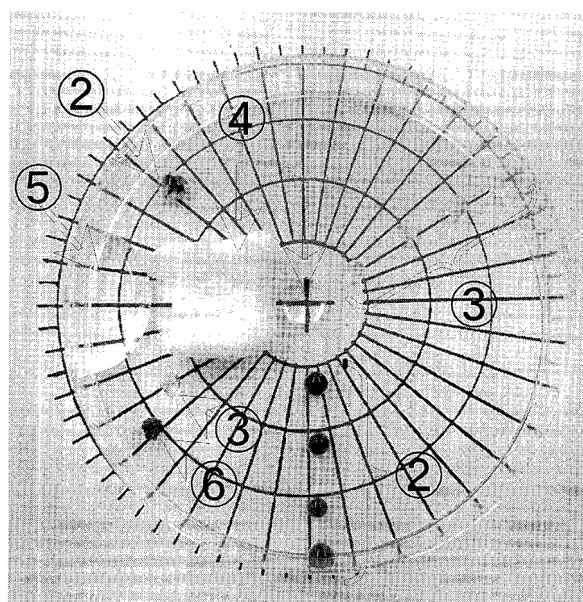


図2 シャーレ上に作られた自然界のモデル ; ①KNO₂, ②BCG, ③KI スターチ, ④山 (発泡スチロール), ⑤湖 (水), ⑥コンクリート

NO_xによる大気汚染モデル実験

(i) 自然界モデルの作成

プラスチック製シャーレ上に、種々の薬品等を点在させ、擬似的な自然環境を作成する。

①KNO₂を中心に配置をするが、レイアウトは図2のとおりである必要はない。また、紫キャベツの溶液や大理石、砂などを盛り込むとよい。

(ii) NO_xの発生

①KNO₂上に、H₂SO₄を2滴滴下し、NO_xを発生させる。

色の変化を分かりやすくするために、白い紙の上に移動する。H₂SO₄を滴下後、速やかにシャーレの蓋をし、注意深く観察する。

障害物がなければ、シャーレの中心から近い場所からBCGやスターチの色が変化していく様子を観察することができる。

薬品等の変化は、発生した気体が、酸化力を持ちかつ、酸性の性質を示すNO₂やNOのためであり、①の場所をルーペでよく観察すれば、気泡が発生している様子を観察することができる。

(iii) NH₃の滴下

(ii)の反応後のシャーレの蓋を開け、何もない適当な場所にアンモニア水を1滴滴下する。その後、蓋を閉め、変化の様子を観察する。なお、一連の操作は系を乱さないように静かに速やかに行うことが重要である。アンモニア水を滴下すると、黄色に変化していたBCG

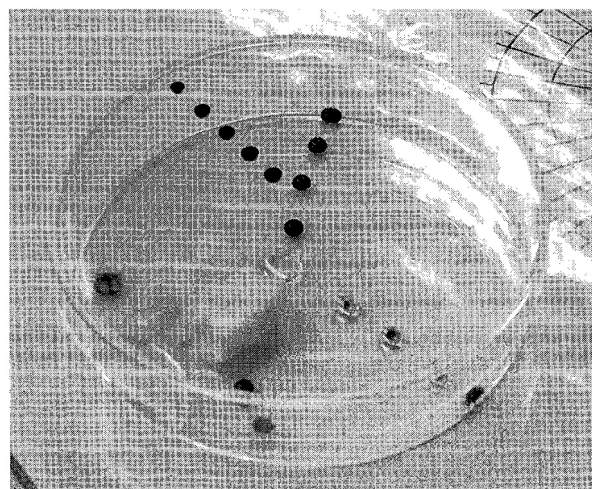


図3 NO_x発生後の変化の様子

が再び青色に戻る様子などを実感することにより、気体が拡散していく様子を観察することができる。さらに、シャーレを黒色の紙の上に移動し、注意深く観察をすると、くもりがあることが分かる。このくもりは、エアロゾルの粒子であり、自然界でもトンネルなどで容易に観察することができるが、多くは人間が吸うと肺に入る程度の大きさ(0.1 μm程度)で、特に幼児、高齢者にとっては悪影響を与えるものである。

(iv) 冷却

(iii)の反応後のシャーレの蓋の上に、冷水を数滴滴下し、2～3分して、冷水を拭き取ると、雲ができた様子を観察することができる。発生した雲には、NO_xが溶け込んでおり、時には自然界でpHが2より小さい雲が生成され、酸性雨の原因になることを実感することができた。この実験では、大変毒性が強い気体やエアロゾル発生させているが、スモールスケールでの実験のため、人体や環境には悪影響をほとんど及ぼさないことも大きな特徴である。

同様の大気汚染モデルの実験装置を使って、試薬をSO_xの発生も観察することができる。亜硫酸ナトリウム(Na₂SO₃)を4滴配置し、そこに硫酸(H₂SO₄)を4滴滴下することにより、SO_xを発生させることができた。

準備した実験セットは、コレステリック液晶や、無機定性イオン分析セットなどもあり、簡単に紹介がなされた。第2部は高木により、新規な物質であるイオン液体の科学について実物を見せながら紹介がなされた。

Small Scale Chemistryは、グリーンケミストリーの観点からも、今後、初等・中等教育にも積極的な導入を検討すべきであると考えられる。香川地区での導入を更に積極的に進めたいと考えている。

講座9 最近の天文教育の話題(松村 雅文)

他の自然科学諸領域と同様、地学関連に関しても、近年、最前線の研究が進み、自然の理解や、自然観が変化しつつある。学校での授業内容等も、必然的に変更する必要の部分が生じている。天文分野の、ここ数年におけるトピックスは、宇宙年齢が以前よりも遥かに高精度で求

められたことと、太陽系の天体の理解が進み、惑星の定義が定められたことがあげられよう。

主な実施内容は、次の通りである：

1. 日本の天文学と天文教育についての概観

江戸時代の日本の天文暦学の中心的な対象は、天体の位置についてであり、その目的は、太陽・月・惑星などの天体の運行の観測と計算から、暦を作成することであったと言われる。この学問的な流れは、明治以降も受け継がれ、日本の天文学は、位置天文学、天体力学が中心であった。これは、例えば、主力の望遠鏡が、恒星の位置を観測するのに適切な東京天文台65cm屈折望遠鏡（1929年設置）であったことから伺える。

一方、20世紀はじめからの欧米の天文学の主流は、恒星・星間物質・銀河などの物理的な性質を研究する天体物理学であり、この流れは今日の世界の天文学に続く。これには大型の天体観測施設が重要で、例えば、ウィルソン山天文台2.5m望遠鏡が完成し（1919年）、これを用いることで、ハッブルは、系外銀河の存在や、宇宙膨張（ハッブルの法則）といった今日の宇宙観を形成するために重要な発見を行った。

日本では、20世紀後半になって初めて、大型の観測施設が建設された。例として、岡山天体物理観測所の188cm反射望遠鏡（1960年設置）、野辺山宇宙電波観測所の45m電波望遠鏡（1982年設置）、ハワイ観測所のすばる望遠鏡（1999年設置）などをあげることができる。

ところで、日本の理科教育の天文分野の状況を見ると、現行では次のようになっている：

小学校3年・4年：太陽・月、恒星（星座）

中学校3年：太陽系、恒星なども少し扱われる

高校：地学Ⅰ、Ⅱ：主に天体物理学的内容。位置天文学の内容はほとんどない。

大学：天体物理学が、大部分と推定される。

これらの内容を考えると、小学校と中学校では、主に、位置天文学に関係するものが多く、高校や大学では、天体物理学的内容が多いことが判る。これは、江戸時代から続く天文暦学

的な流れによる影響が大きいという解釈もあるが、児童生徒の自然の認識を考えると、自然な設定であるとも言われる。いずれにせよ、現在の宇宙観に関する内容は、小学校や中学校ではあまり扱われていない。高校や大学では扱われるが、高校での地学の選択は理科の他科目と比べて、極端に少ない。大学でも、天文学を教えている大学の学部や大学院は従来よりも増えてはいるが、必ずしも多くはない。

小学校や中学校で扱う位置天文学的な内容の定着度は、必ずしも高くはない。中学校で学習している「四季の原因」について、大学生の理解度を問うアンケート調査を行ってみたが、ちゃんと理解している答えは低い率にとどまった。¹⁶⁾ 難しいと思わせ、理解を低くしている理由があるように思われる。

2. 「天文は難しい(?)」理由

小学校・中学校の天文の学習は、理科の他の領域と比べても、難しいと言われている。研修講座において、この原因について議論してみた。

例えば、次のような意見が出た：

- ・天体（太陽・月・星）の観察天候に左右される
- ・星の観察は夜間のみ
- ・結構、高度な空間概念の把握が要求される
太陽系の中での地球：公転している ⇔ 自転もしている
⇔ 地球から見たときの天体の運動

3. 最近の天文の話題

近年の観測と理論の進展に伴い、従来の宇宙に関する記述が書き換えられてきており、これについての資料も作成されている。そこで、資料を参考にしつつ、新しい宇宙について概観した。

(1) 「宇宙図2007」¹⁷⁾ は、最近の宇宙背景放射の観測に基づき推定された宇宙年齢（137億年）を念頭におき、宇宙の時間的・空間的広がりをもとに示したものである。これを紹介した。

(2) 従来は、太陽系外の恒星の周りに惑星があることは推定されたが、これを観測的に

示すことはほとんど不可能であった。しかし、1990年代以降、高分散の分光観測の技術が進み、恒星のすぐ近くの惑星が発見されてきている。その数は、現在 200個近くにのぼる。まだ発見が続く段階であり、全体像は必ずしも明確ではないが、我々の太陽系における惑星とは、異なった形態の惑星が多く存在することは明らかになってきた。

(3) 太陽系内でも、従来は発見できなかった小天体が発見されてきた。特に、海王星・冥王星よりも外側において、冥王星と同等またはそれよりも大きい天体が発見されるようになり、2006年の国際天文連合 (IAU) 通常総会において“惑星の定義”が定められることとなった。この結果、冥王星は、準惑星の一つであり、また太陽系外縁天体の一つとしても分類されることになった。これについて、研修講座では、「新太陽系図2007」¹⁸⁾を用いて考えてみた。

これらの事例は、自然科学は新しい成果によって変わっていく動的な特徴をもっていることを示している。理科が単純な「暗記物」ではないことを示すために絶好の機会であるという指摘もされている。

2) 外部講師による講演

東北大学名誉教授荻野和子氏による、「日本型マイクロスケールケミストリーの現状」についての講演があった。先生は、日本におけるマイクロスケール化学の代表的存在である。長年にわたりマイクロスケールケミストリー実験の特定領域研究などの研究代表者をされておられ、マイクロスケール化学実験研究グループにも勤められている。今回も、海外出張、東京でのワークショップ実施終了後の高松入りであった。

講演は、理科離れが進んでいる中高の教育現場において、生徒が科学的に考える力をつけ、自然科学の楽しさを体験的に知ることが重要であり、そこで、普通の教室ですべての生徒が実験に参加するマイクロスケール化学実験 (MCE) が有効な化学教育の方法として今注目されているという説明から始まった。日本で重

要視されているグリーンケミストリーの立場から、実験のスケールを小さくすると、

- 1) 試薬の節減
- 2) 実験廃棄物の少量化
- 3) 省資源、省エネルギー

につながるのは当然で、環境にやさしい実験といえること、廃棄物を出してから処理するのではなく、そもそも出さないようにするというのはグリーンケミストリーにおいて重要な原則であり、マイクロスケール実験は学校におけるグリーンケミストリーであると説明された。

マイクロスケール実験には、以上のほか、一般に次のようなさまざまな長所がある。

- 4) 安全性の確保：危険が少なく、事故が防止できる
- 5) 実験環境の改善
- 6) 実験時間の短縮
- 7) 経費の節減
- 8) 環境問題についての生徒の関心を深めることができる
- 9) 1グループの人数が少ないので一人ひとりが積極的に実験に参加する
- 10) 少量しか使わないので、高価あるいは希少な試料を実験に使うことが可能
- 11) 小さいガラス器具は破損しにくい

その後、荻野先生が実際に作成されたキットを使っての電気分解の実験が実演された。¹⁹⁾

日本型と、アメリカ型は、機器の実際のスケールや、コンセプトに類似点と相違点があり、化学分野の受講生は、アメリカ型のSmall Scale Chemistryについて紹介を受けた後であり、両者を比較検討することでより理解が深まったと思われる。また、他分野の受講生には、グリーンケミストリー概念を学ぶ良い機会であったと思われる。

3) 研修対象者による事例発表

事例発表では、個々の教員が研究授業などで取り組んでいる教材開発例や、研究発表の体験紹介、また、今回の研修講座を選択した理由や今後の要望など、自由に発表する時間を設けた。事例発表では、ペットボトルチップを

原料に用いたメダル作り（ポリエチレンテレフタレートの融解と固化）、ビーズを使った顕微鏡作り（厚紙とビーズでレーベンフックの顕微鏡作り）、時計反応、ブタンの燃焼、鉛をくっつけよう、貝毒について、白のピカチュウを黄色に！（青色を一定時間見つめることで青錐体を疲労させて色覚異常をおこさせる）、市販星座早見プログラムの活用例等の事例研究が紹介された。²⁰⁾ 質疑応答の中では、大学教員による原理の説明や、実際に生徒実験として教室で行う場合の注意点などについてのコメントが出され、発表者に対する参加者の質疑応答も活発に行われ、予定時間を少し超過して会は終了した。研修対象者の総合的満足度は、「大変満足である」、「ある程度満足である」と回答した研修対象者の合計割合は88%で、講座終了時の質疑応答でも研修対象者から前向きな意見を戴き、²¹⁾ 荻野先生からも「香川県の先生方のお話をうかがうことができたのも嬉しいことでした。日ごろ工夫して授業しておられることがわかりました。」といったコメントを戴いた。

5. 新規教員研修プログラムモデル

平成19年度の研修で行った研修形態は、研修対象者の希望する分野の研修を午前に行い、午後には、全体でその時々でトピックスとなっている内容を学習することができ、また、高等学校ではバラバラになっている物理・化学・生物・地学・数学など、様々な教科を担当している教員の取り組みを知ることができるなど、1日のプログラムとしては若干盛りだくさんではあるが、おおむね好評であった。また、本学の教員は地域連携事業で様々な形で香川県教育委員会や香川県教育センターと連携しているために、既に本大学の教員が提供している講座を経験している場合もあるが、その場合でも毎年違った分野・専門の外部講師を招聘することにより、研修対象者は、本学の教員が提供する講座に加えて、より幅広い形での専門性の高い講座を講演という形で享受することができるとともに、外部講師の方に評価をして戴けば、研修プログ

ラムの完成度を更に高くすることができる。

また、現在は、3分野に加え、理科教育分野と生物分野の提供できる研修内容を以下に挙げる。

理科教育担当教員による小中高教員研修について（笠 潤平・北林雅洋）

理科教育担当教員は教員によって専門とする分野が異なり、それぞれの専門性を生かした以下のような内容の研修を提案することができる。

1) 海外の理科教育教材から、新しい授業の視点と授業方法を学ぶ研修（笠）

海外で実施に移されている理科教育の新しい試みを実験・実習を通じて体験し、自分の日常の授業を見直し、授業方法の幅を広げる機会を提供する。たとえば以下のようなテーマが可能である。

- ・イギリスで開発された思考操作能力の向上の促進のための理科教育教材について（小学校・中学校理科教員向け）
- ・市民のための科学的リテラシーの一環として「科学と社会」の問題を取り上げる理科授業について（中学校理科・高校理科教員向け）
- ・物理の新しい発展と現代的な応用を取り入れたイギリスの新しい高校物理コース「アドバンス物理」の実験と授業方法について（高校物理教員向け）
- ・アクティブ・ラーニングによる力学学習について（高校物理教員向け）

2) 中学校第1分野物理関連単元の実験・実習教材とそれをを用いる授業づくりの研修（笠）

3) 日常生活との関連を図った理科教育の推進（北林）

TIMSSやPISAの結果を受けて文部科学省が示した指導改善の方向「小学校理科・中学校理科・高等学校理科指導資料—PISA2003（科学的リテラシー）及びTIMSS2003（理科）結果の分析と指導改善の方向—」（平成17年7月）をふまえ、日常生活との関連を図った理科教育の推進のために必要な視点、考え方を提起し、具体的にその実習を行なう。

・授業も生徒の日常生活の重要な一部である。

理科以外の授業のなかにも理科的なものは含まれていて、いろいろな形で理科と関連づけることができる。実際に、他教科の教科書と理科の学習内容との関係を検討する。

生物学分野の取り組み案（末廣喜代一）

小中学校での理科・生物分野の内容は多彩であり、それぞれの個別内容について専門家による研修が望まれるが、大学構内で特別な準備もなくでき、それなりに学校現場の要求にこたえることができるのではないかと思える研修内容を以下に挙げた。

テーマ：校庭の樹木で学ぶ生物多様性

対象：小中学校教員

時間：1日程度

（概要）大学構内に限らず、学校には色々な樹木が植栽されている。それらの樹木を毎日目にしてはいるにもかかわらず、「生き物」として観察することは少ない。香川大学教育学部の構内には90種前後の樹木が生育している。それらの多くは植栽されたものであるが、なかには自然に種子が飛来してきて生育している樹木もある。それらの名前を調べ、特徴を知ることにより、小学校や中学校での理科の授業における活用法を考える。

研修を実施するに当たっての課題

これまでの「香川大学研修講座」は8月末に集中して行われているが、樹木の観察には夏は好適な季節とは言えない。花が咲く春か、果実が出来る秋に実施できると良い。また、同じように樹木と言っても、植栽木中心の「大学構内」と野生の樹木の生育する「山林」では観察できる樹木が大きく異なる。2日くらいの日程にして、「大学構内」と紫雲山などの「山林」の樹木をそれぞれ観察して比較するというプランも考えられる。また、春と秋の2回行って、その間の変化を観察するという事も考えられるが、間が空きすぎて効果が減少するかもしれないので、その場合は専門家の視点から捉えた観察のポイントをカメラ・ビデオ撮影するなどし、インターネット上にビデオクリップの形態で掲載し、研修前に予習するなどの工夫が必要にな

るのではないだろうか。

いずれにせよ、この研修を機会に身近にある樹木についての知識を深め、小学校や中学校での理科の授業における活用法を考えるのが目的である。

現在開講している分野に加えてこれらの研修講座が開講されれば、研修対象者の希望により応えられる形の研修講座が開講できるのではないかと考えている。

6. 期待される効果

これからの社会や学校教育の姿を展望しつつ、教員を取り巻く現状等を考慮すると、現在、教員に最も求められていることは、子どもや保護者はもとより、広く国民や社会から尊敬と信頼を得られるような存在となることである。今後、学校教育に対する国民の期待に応え、信頼される学校づくりを進めていくためには、何よりも教員自身が尊敬され、信頼される存在とならなければいけない。そのために、教員の養成、採用、現職研修等の各段階における改革を総合的に進めることが必要であるが、とりわけ教員養成・免許制度の改革は、他の改革の出発点に位置付けられるものであり、重要である。免許制度更新や、教職10年経験者研修は、全国的な実施内容であり、特に免許制度更新は、新たに導入されるものである。本プロジェクトが達成され成果が報告されれば、理科領域のみならず、他領域における「教科内容に関する最新の専門的知識に関する指導力向上のための講座内容」を構築する上でも参考になるものと思われる。

7. 謝辞

本研究は、「教員免許更新制度導入を見据えた研修事業（理科領域関連開講）の充実／発展のための実践的研究」というタイトルで、平成19年度香川大学教育学部研究開発プロジェクト経費の支援を受けた。本稿はその研究報告を兼ねている。

参考文献

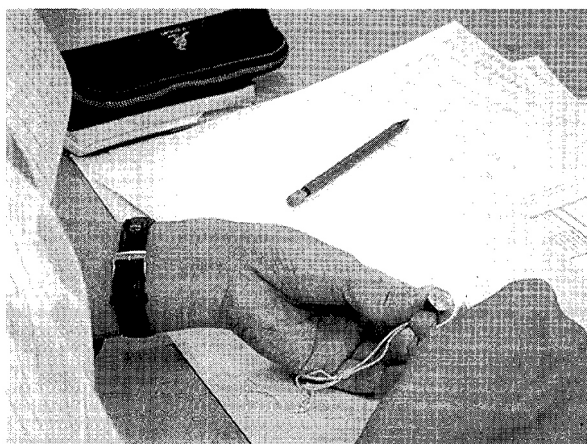
1. 今後の教員養成・免許制度の在り方について（答申），平成18年7月11日，中央教育審議会，文部科学省。
2. 第166回通常国会 議事録a. 平成19年5月31日, b. 平成19年4月25日, c. 平成19年4月23日, d. 平成19年6月5日.但し，まだ決定されていないことは多く，予断を許さない状況である。
3. 第50回中教審教員養成部会（8月31日）資料
免許状更新講習における参照条文について
第九条の三
3 免許状更新講習は，次に掲げる者に限り，受けることができる。*一 教育職員及び文部科学省令で定める教育の職にある者 *二 教育職員に任命され，又は雇用されることとなつてゐる者及びこれに準ずるものとして文部科学省令で定める者
4. 平成17年度－1 講座開講：「簡単な実験を通して大気の科学を学ぶ」（地学，小中高教員対象）
平成18年度－2 講座開講：1. 「環境調和型マイクロスケール実験授業」（化学，中高教員対象）
2. 「最近の天文教育の話題」（地学，小中高教員対象）
5. 例えば Wisconsin 州の場合は以下のようである。
免許期限の年の1月から更新を申し込むことができる。Wisconsin 州のプログラムを終了した免許保持者は5年の，Wisconsin 州以外のプログラムを終了した免許保持者は2年または，5年の専門的教育者ライセンスを更新する必要がある。新しい免許取得のために，2007年1月現在で100ドルの料金，適切な申込書，および単位取得証明か臨時免許が提出されなければならない。
通常の5年の免許を更新する応募者は，一定の例外を除いて，2004年7月1日以前に取得した6学期分のクレジットか，180単位時間の講習，または両者をあわせた形の講習を終了する必要がある。免許は，更新年の6月30日まで有効であり，免許期限が切れている場合は就業できない。（1学期分のクレジットと，30単位時間分の講習は同等とみなされる）
Wisconsin Department of Public Instruction, Licensing of PK-12 Public School Educators, Wis. Stats 118.19 (1)
6. 香川大学教育学部附属総合教育実践センター ニュースNo.18, pp.6, No.19, pp.7.
7. 平成18年度 香川大学教育学部と香川県教育委員会との連携に関する実績報告書, pp.43-50.
8. 教育実践力を持つ学校教員養成のための実践的指導法およびカリキュラム論の構築研究 (1), 西原浩ら, 香川大学教育実践研究, 第6号, (2003), pp.41-46.
9. 教育実践力を持つ学校教員養成のための実践的指導法およびカリキュラム論の構築研究 (2), 西原浩ら, 香川大学教育実践研究, 第6号, (2003), pp.47-58.
10. 初等理科」(実験)に対する学生の意識調査－香川大学教育学部における場合－, 森征洋ら, 香川大学教育実践総合研究, 第8号, (2004), pp.135-146.
11. 小学校「理科」3～6年教科書(6社)の比較検討 (1) 小学校3・4年, 金子之史ら, 香川大学教育実践総合研究, 第8号, (2004), pp.37-48.
12. 小学校「理科」3～6年教科書(6社)の比較検討 (2) 小学校5・6年, 金子之史ら, 香川大学教育実践総合研究, 第8号, (2004), pp.49-61.
13. 中学校理科教科書の比較検討(その1)－新旧教科書の比較－, 森征洋ら, 香川大学教育実践総合研究, 第10号, (2005), pp. 87-97.
14. 中学校理科教科書の比較検討(その2)－新教科書の比較－, 森征洋ら, 香川大学教育実践総合研究, 第10号, (2005), pp. 99-110.
15. 「すべての人々のための科学リテラシー」試案の作成, 川勝 博ら, 香川大学教育実践総合研究, 第14号, (2006), pp. 101-115.
16. 「大学の教養教育で見られた天文に関する“勘違い”」松村雅文, 第20回天文教育研究集会収録
17. 「宇宙図 2007」(科学技術広報財団, 日本天文学会 天文教材委員会)
18. 「新太陽系図2007」(日本学術会議 太陽系天体の名称等に関する検討小委員会編
19. 「マイクロスケール実験の広場へのお誘い」, 荻

野和子, 化学と教育, 49, 110 (2001) .

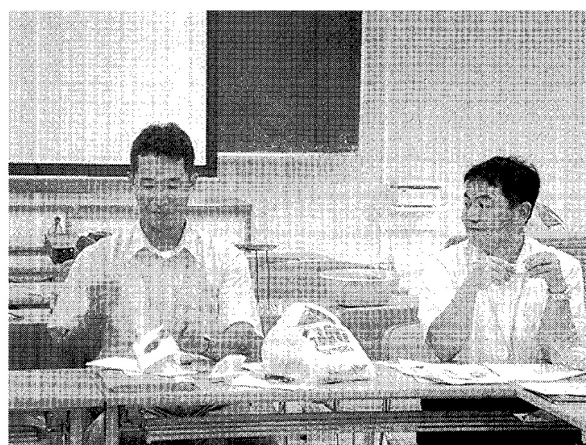
20. 補足資料 参加教員による事例発表
21. 平成19年度香川大学10年研修受講者へのアンケート調査アンケート結果より抜粋, 香川大学教育学部, 香川県教育委員会との連携協議会。

補足資料

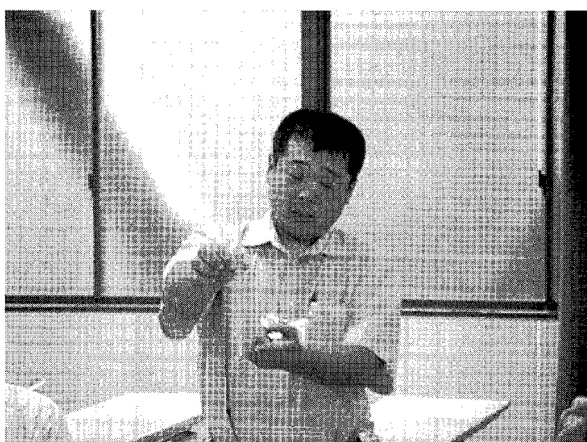
参加教員による事例発表



鉛がくっつく



顕微鏡作り



ブタンの燃焼



ピカチュウが黄色に！！



ペットボトルからペンダント



時計反応