

## 国立大学の中学校理科免許状取得の基礎実験の現状比較

Comparisons of the composition in the fundamental experiments for getting the Science Teacher's license for Junior High School among the national universities in Japan

桑原淳<sup>1</sup>・沢村祐輝<sup>1</sup>・水口智人<sup>1</sup>・黒井優孝<sup>1</sup>・三宅崇<sup>2</sup>

Jun Kuwabara, Yuki Sawamura, Tomohito Mizuguchi, Yasutaka Kuroi and Takashi Miyake

1 岐阜大学教育学研究科サイエンスコース

2 岐阜大学教育学部理科教育講座

### 要 約

全国の国公立大学(旧帝国大学等を除く48大学)について、理科の教員免許を取得可能な大学のシラバスを調査し、地域による違いと内容のレベルについて検討した。地域別にみると、物理学においては九州・沖縄では「身近な物理現象」、地学では中国地方の「大地の成り立ちと変化」が多く行われ、化学・生物学では地域的な特徴はなかった。しかし、生物学や地学では地域特有の気候や風土に合わせた実験を行っている大学が多く見られた。しかし全体的には大きな地域差は見いだせなかった。物理学・化学・生物学では、単元に対応した実験内容のバランスはそれほど極端に偏ることはなかったが、地学では「大地の成り立ちと変化」が大部分を占めてしまうような構成になっており、他の内容への定着度が下がってしまう可能性が憂慮されるため、バランスを考えた実験内容の設定が必要かもしれない。レベル別にみると、物理学・化学は高校以上レベル、生物学においては中学レベルが多い傾向にあった。地学においては他の科目とは異なり中学校レベルと大学レベルに偏りがちの大学の2つに分かれた。このような科目間での対照的な構成は、実験内容の再検討を行う上で参考になるとと思われる。

### 1. はじめに

教員免許中学校(理科)の取得に際し、教科に関する科目として物理学実験・化学実験・生物学実験・地学実験の修得が必要とされる(教育職員免許法施行規則第四条)。ただし、これらの基礎実験の修得は示されているが、その実験分野や内容までは具体的に示されていない。中学校・高等学校教員(理科)の一種免許状を取得することのできる大学(通学課程)は、全国の国公立、私立大学合わせて736学部学科にのぼる<sup>1)</sup>。これらの大学における、実験内容の共通性や多様性について調査した研究は、調べた限りでは見つからなかった。そこで、本研究では、国立大学の教職課程を主とする学部限定して、4分野の実験の内容を調査し、分野間および大学間での比較を試みた。

この調査を行う上で大きく分けて2つの点に着目した。1つ目は、地域間に違いがあるかどうかである。生物学や地学分野は、学校現場でもその土地の気候や風土に合わせた観察や実験を行うため、物理学や化学に比べてばらつきがあるのではないかと予想した。2つ目は、行われる実験レベルが、大学間や科目間で異なるかどうかである。化学や物理学は、中学校までの学習内容には定性的なものが多く、高校では定量的な内容が増えて行く。地学についても同様の傾向があると思われる。一方、生物学ではあまりそのような傾向はな

いため、このような違いが大学での基礎実験内容にも影響を与えている可能性がある。

### 2. 方法

2017年5月から8月に、国公立大学の内中学校(理科)の免許の取得できる教員養成系学部および教育大学のウェブ上に掲載されているシラバスから、教育職員免許法施行規則に規定された「物理学実験(コンピュータ活用を含む。）」、「化学実験(コンピュータ活用を含む。）」、「生物学実験(コンピュータ活用を含む。）」、「地学実験(コンピュータ活用を含む。）」に相当するものを調査した。シラバスの実験内容から分かる範囲で、中学校の学習指導要領の内容に分類した。その際、基礎的な技能や操作、データ処理・解析、安全教育を項目立てしている場合は、「その他」として扱った。配分に関しては各回の内容が示されている場合は、その内容を総回数で割ったもので計算した。個々の回の内容が複数項目に渡る場合は、その項目数で割った値を用いた。また、北海道・東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄の7地域グループに分割して集計し、実験内容や配分にグループ間で違いがあるのかを調べた。

さらに、中学校で行われる実験や教科書に記載されている実験を扱った実験は中学レベル、高校や大学で学ぶ内容を踏まえないとできないと判断される実験は高校以上レベルとして分類した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 物理学

全国平均で見ると、「身近な物理現象」「電気とその利用」「運動とエネルギー」「科学技術と人間」の分野への配分は、それぞれ32%、22%、20%、1%であった。ただし、「身近な物理現象」は音や光といった波動の内容に、力のはたらきと圧力という力学の内容が含まれた構成であり、それを考慮すると、波動、電磁気学、力学という区分ではほぼ均等に割り振られていた。「その他」の区分としては、データ処理やグラフ作成といったコンピュータ活用や測定値の取扱、などが含まれた。

地域に分けてみると、分野間で配分にばらつきがみられた(図1)。北海道・東北、関東では「電流とその利用」、中部、四国では「身近な物理現象」の分野が、高い配分を占めていた。ただし、これら地域で最も高い実施率を占める分野の実施率を大学ごとで調べると、特定の大学が突出している例が多かったため、それが原因と考えられた。むしろ、九州・沖縄の「身近な物理現象」分野の配分は、過半数の大学で全国平均以上を示し、特定の大学が突出しているわけではなかったため、九州・沖縄では地域性として「身近な物理現象」の実験を多く行っている可能性が考えられた。

中学レベルと高校以上のレベルの割合を大学ごとに算出したところ、物理では高校レベル以上の実験内容で実験が多く行われていることが分かった(図2)。半数以上の大学が中学レベルの実験実施率が20%未満であり、うち10校の大学が中学レベルの実験を全く行っていないかった。しかし一方で、中学レベルの実験内容を中心に構成している大学も1校みられた。一部の大学では、「てこの原理」「電気を通すものと通さないもの」「電磁石の実験」のように、タイトルからは小学校の内容に即していると思われるものもみられた。

#### 3.2 化学

中学校理科の化学内容の3分野で分類を試みたが、全体的にはこれらに含みにくい「その他」が一番多かった(「身の周りの物質」:15%、「化学変化と原子・分子」:26%、「化学変化とイオン」:26%、「その他」:33%)。これは、約半数の大学で基礎的な技能・操作が行われており、とりわけ安全教育が多くみられたことに起因していた。「その他」を除くと、「化学変化と原子・分子」「化学変化とイオン」に相当するものがほぼ均等になり、それより少ない時間数が「身の周りの物質」に充てられていた。ただし、「〇〇の合成」や「〇〇の滴定」などの実験の中には、中学

レベルの「身の周りの物質」と関連した内容が含まれている可能性もある。「科学技術と人間」に分類される内容はほとんど見られなかった。

全国平均と地方ごとで指導要領に基づく分類を比較したところ大きな違いはみられず、四国、関東で「身の周りの物質」に相当する内容への配分が低いのは特徴的であった(図1)。

中学レベルの実験の割合は少なかった(図2)。高校や大学で取り扱われる実験数が多く、中学レベルまで戻って行う実験は、ガスバーナーの使用方法や天秤の取り扱いといった実験操作の基本的なことであった。

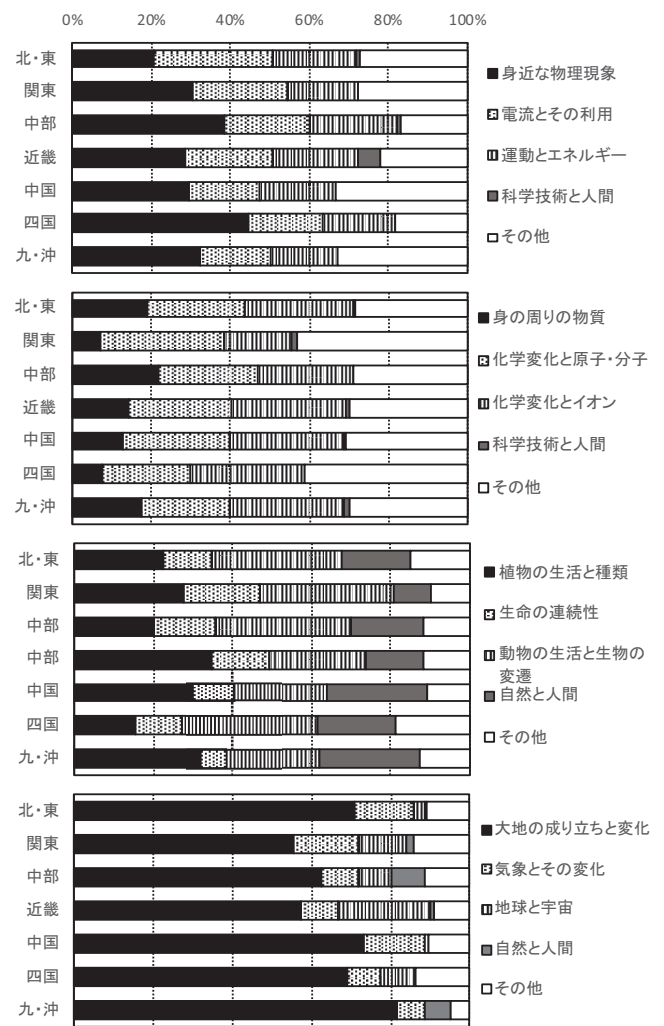


図1 地域別にみた各教科の実験の割合。上から物理学，化学，生物学，地学。

#### 3.3 生物学

生物学では、全体平均で「植物の生活と種類」が26%、「生命の連続性」が13%、「動物の生活と生物の変遷」が30%、「自然と人間」が19%で、「植物の生活と種類」と「動物の生活と生物の変

遷」に分類される内容が他よりも多くみられた。これは、動物、あるいは植物を対象とした観察や解剖が広く扱われているためと思われた。

「その他」の分類では、顕微鏡の使い方が圧倒的に多い。どの大学も実験内容から判断すると顕微鏡を扱っていると推測されるため、「顕微鏡の取り扱い方法」といった項目のみを抜き出した今回の判断は過小評価の可能性が否めない。なお、この項目がある大学は、教育大で圧倒的に多くみられた。対照的に、パソコンを使ったデータ処理関連の記載がある大学は、教育大以外で多くみられた。ただし、「〇〇の解析」という項目だけでは、パソコンを使っているのか電卓でできるかの判別が付かなかったため、明らかに、「PCを使って…」や「〇〇ソフトを使った…」というPC使用が分かるものだけを数えている。従って、これも過小評価の可能性がある。また、実験の安全教育に関する記述は1校のみでみられた。

中学レベルと高校以上のレベルの割合を大学ごとに算出したところ、生物学では中学校レベルの実験内容多く行われていることが分かった(図2)。これは、各種の解剖実験や標本作製、動植物の同定を、全て中学校の動植物の分野として扱ったことも大きい(両方で中学レベルとしたうちの9%を占める)。また、4つの大学では、タイトルからは中学校の内容のみを扱っていると判断された。

高校以上の実験を扱った内容への時間配分は、全体としては21%であった。その内容を表1に示す。「アサリのアロメトリー」のような専門的な実験もあるが、多くが高校の実験書に記載されている実験内容であった。高校以上とはいえ、生物の実験としては多くが基礎的なことであった。

### 3.4 地学

地学領域は「大地の成り立ちと変化」が大部分の時間配分(65%)を占めた一方で、「気象とその変化」、「地球と宇宙」、「自然と人間」はそれぞれ12%、10%、3%とごくわずかだった。それ以上に、多くの大学では項目名からはその単元自体を取り扱ってないと判断された(「気象とその変化」で17、「地球と宇宙」で23、「自然と人間」で37の大学)。また、「その他」としたものの大半はデータ解析で、測定したデータを集計しまとめる作業や、気象衛星などの天気を予想する際にデータ解析を行っているためであると考えられる。これは、データの取得そのものよりも、データから何かを読み取ることの多い地学分野の特徴かもしれない。

全国平均と地方ごとで比べてみると北海道・東北(71%)、中国地方の「大地の成り立ちと変化」の

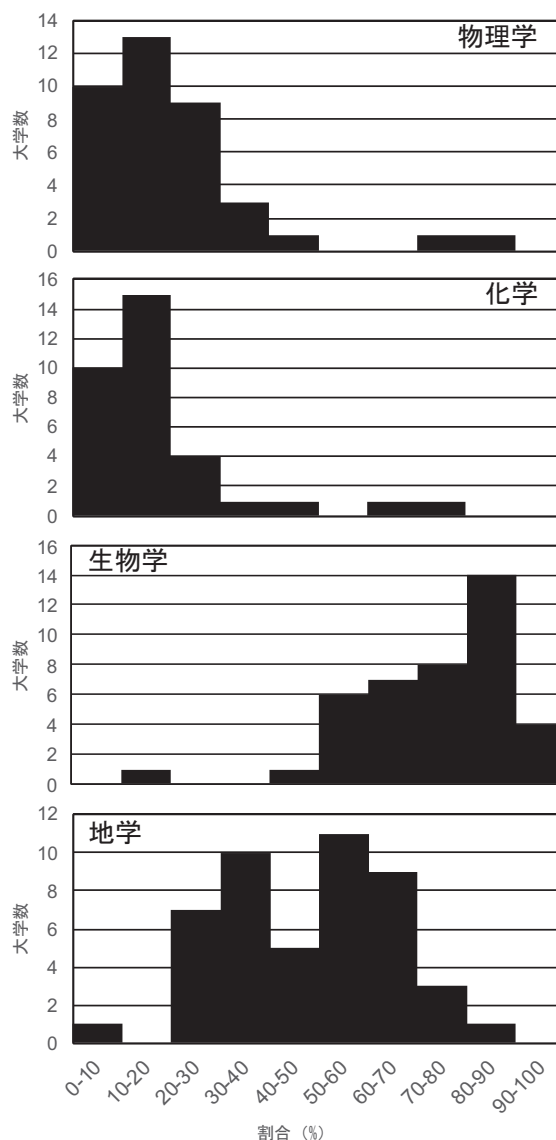


図2 各分野の実験に占める中学生レベルの内容の割合のヒストグラム. 上から物理, 化学, 生物, 地学.

割合(73%)が大きいのが特徴であった。北海道・東北地方では、福島大学・弘前大学で「大地の成り立ちと変化」を多く行っており、北海道・東北地方での割合を高めていると考えられるので地域性があるとはいえない。中国地方では、岡山大学を除くすべての大学で80%以上の割合で実施されていたので、中国地方での地域性があると考えられた。また、近畿地方での「地球と宇宙」の割合(23%)も全国平均に比べて大きく上回っていたが、大阪教育大学・奈良教育大学・三重大学が「地球と宇宙」の分野の実験を行っており、これも地域性があるとはいえない。

中学レベルと高校以上のレベルの割合を大学ごとに算出したところ、地学は他の領域と異なる傾向がみられた。中学レベルに偏りがちな大学と、高校以上レベルに偏りがちな大学に分かれた(図



2)。内訳を見ると、教育大では中学レベルに偏りがちであるが、それ以外の一般大学で二山型の分布がみられた。それに対応して、高校以上のレベルの割合が50%を超える大学が、教育大では10大学中2大学なのに対し、それ以外の一般大学では38大学中17大学みられた。シラバス内のタイトルのみからの推測なので、この結果から一般大学の方が高水準な実験を行っているとは結論づけることは早計だが、高校以上のレベルと判断したものは「コンピュータを使用した解析、計算」や「偏光顕微鏡を用いた観察」などが共通してみられた。

表1 生物学実験における高校以上のレベルの内容。

内容	件数
環境調査（生産構造図，標識再捕法，土壌調査等）	22
発生	15
解析（成長解析，分布解析，生物統計，核型解析，R解析）	14
バイオテクノロジー（PCR，電気泳動，形質転換）	11
原形質流動，分離 浸透圧	8
DNAの抽出実験	8
遺伝学（PCによる塩基配列解析など）	8
行動学（行動学，行動観察，食性行動，動物園での行動観察等）	5
コンピュータの活用	5
マイクロメーターによる測定	3
アルコール発酵，脱水素酵素	3
ヒドラ，プラナリアの再生	2
多様度指数と類似指数	1
アサリのアロメトリー	1
火山灰の昆虫への影響	1

### 3.5 理科全体

今回の調査から、以下のことが明らかとなった。

地域差については、化学と生物学には全体的に地域によって大きな差が見られなかった。物理学に関しては、九州・沖縄で「身近な物理現象」を多く取り入れている傾向があった。また、地学に関しては、「大地の成り立ちと変化」において中国地方で多く行われていた。今回予想していた土地の気候や風土に合わせた地域差は、7地方区分で配分比率を調べた限りではみられなかった。しかし、生物学ではサンゴ礁や地域特有の高原地帯に訪れて動物・植生の観察を行う実験が行われる大学が10存在した（例えば、「山地帯・高山帯の自然観察（飯縄山）」など）。地学では地域特有にみられる地層や断層を訪れて野外巡検や野外調

査を行う大学が20に及び、大学によっては地域の特性を生かした講義内容が設定されていた（例えば、「間瀬地域の水中山火岩類の観察」など）。以上のことから、予想していた生物学・地学の分野が物理学・化学に比べて地域間で異なる傾向は、定量的には見い出せなかった。しかし、定性的には、生物学・地学は地域特有の風土や気候に合わせた実験内容が設定されている大学もあり、地域性を取り入れて実験を構成していると考えられる。なお、化学でも、「藍染め」や「草木染め」「クスノキからのショウノウの単離」などがみられ、これらは地域の合わせた実験内容かもしれない。

地学では、特定の単元が大部分を占めることが分かった。中井・中井（2008）<sup>2)</sup>は「教員の理数系教科教育からの逃走」として、教員たちの地学分野の苦手意識を述べている。高校時代に地学を履修している学生が少ないという原因もあるかもしれないが、このように大学での地学での実験経験が偏ってしまえば「気象とその変化」の天気や「地球と宇宙」の天体分野の苦手意識がさらに高まってしまう可能性がある。ただし補足しておく、もちろん教育学部で地学を学習する機会は「地学実験（コンピュータ活用を含む。）」以外にもあるので、他の単元はそれらで補われているのかも知れない。また、清水（2002）<sup>3)</sup>によると、中学校理科教員が地学領域の指導で困難に感じた学習内容は「霧や雲のでき方」と「日周運動」が他の内容に比べて多かった。ここからも、「大地の成り立ちと変化」の分野ばかりではなく他の分野へのバランスを考えた実験内容の設定はもっと必要だと考えられる。吉田・比嘉（2017）<sup>4)</sup>は「児童生徒にとって最善となる学習環境をデザインできるか、し続けられるか」を評価することが教師教育実践者には求められていると述べている。大学での実験内容に関しても、大学の教員は将来学生たちが学校現場で理科の授業をする際に、児童生徒にとって最適の授業デザインができるように実験内容の選択を行う必要があると考える。今回の分析の結果では地学が分野の偏りが見いだされ、気象や天文に対する苦手意識を払拭する上で改善の余地があるように思われた。大学の教員が学生に手本となるような授業デザインを行い、学生がそれを見習い教育実習や教員となり学校現場でその大学での学習を生かした理科授業の展開が期待される。

一方、内容のレベルに関しては、科目による違いが明確に現れた。川村・田代（2012）<sup>5)</sup>は、教職課程の学生実験でも大学レベルの内容が展開されており、中学校理科実験や高校物理実験等を直接的に学ぶことにはなっておらず、将来教員とな

って指導するための能力を育成するには不十分だと述べている。これを裏付けるように、物理学・化学は高いレベルでの実験が組み込まれていた。一方で、生物学や地学の実験においては中学校レベルの比率が高い大学も多く、状況は変化してきたのかも知れない。清水（2002）<sup>3)</sup>では、多くの中学校教師が化学分野で指導上多くの困難を感じていると述べている。その内訳をみると基本的な技能操作が原因であった。化学実験においては、ガスバーナーの取り扱いなどの実験も組み込まれている大学も多く存在し、化学分野においても変化しつつあるが、まだまだ大学レベルの実験が組み込まれているのが現状である。生物学では「生物の観察」が指導上最も困難であるとされていたが、多くの大学で観察実験が行われている。ただし、生物学実験で頻出する「〇〇の観察」がどのレベルの理解を求めて行われているのか判断できないため、中学校レベルとしたものの中には、高校以上の内容を要求しているものもある程度含まれているものと思われる。

授業についての教師の知識領域は、「教材内容についての知識」「教授方法についての知識」

「生徒についての知識」とそれらの重なり合う複合領域から成る<sup>6)</sup>。今回調査した教職課程での実験の授業は、「教材内容についての知識」を実験を通して深める目的で行われている。今回の調査だけでは改善の余地があるのかどうかは判断できないが、科目間での対照的な現状は、見直す上で参考になるものと思われる。

近年では、理科支援員制度が実施されていることから明らかなように、小学校で理科が得意な教員、理科専門の教員不足が危惧されている。今回の調査では国立大学のほとんどが中学校（理科）免許の取得の際に、小学校免許を取得が可能である。つまり、理科の専門的知識を持った小学校教員になる可能性がある。このような教員は学校現場での理科の指導において、他の教員を指導するリーダーとなり得る重要な存在と言える。そのような教員を育成する上では、大学での実験内容が初等中等教育と乖離した大学レベルばかりでは、小学校や中学校の現場でその経験を生かして授業を実践することは困難である。小中高における理科カリキュラムの連続性を意識した実験内容の吟味が解決の糸口になるかもしれない。

#### 4. 参考文献

- 1) 文部科学省. 中学校・高等学校教員（理科）の免許資格を取得することのできる大学.  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/kyoin/daigaku/detail/1287058.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoin/daigaku/detail/1287058.htm). 2018年12月16日確認.

- 2) 中井睦美・中井均（2008）現在の理科教育と教員養成の問題について—主に初等教育について—. 地質学雑誌 114:170-179.
- 3) 清水誠（2002）新学習指導要領「理科」実施上の課題—小・中学校教師が指導上困難を感じる事項の調査から—. 科学教育研究 26:144-152.
- 4) 吉田安規良・比嘉俊（2017）全国学力・学習状況調査を利用した教員志望学生の理科の学力分析—理科の学習環境をデザインできる教員養成に向けたカリキュラムマネジメントのために—. 理科教育学研究 57:403-421.
- 5) 川村康文・田代佑太（2012）理科教員養成における模擬授業の効果に関する研究. 科学教育研究 36:44-52.
- 6) 吉崎静夫（1988）授業研究と教師教育（1）：教師の知識研究を媒介として. 教育方法学研究 13:11-17.

