

秋田大学教育文化学部研究紀要  
教育科学第75集別刷 令和2年3月

APGIII・IV 体系に基づいた中学校理科の被子植物に  
関する授業開発について

石井照久・井田秀奈美

Development of the teaching subjects about “angiosperm”  
based on the APGIII・IV for junior high school science education

ISHII, Teruhisa; IDA, Honami

## APGIII・IV 体系に基づいた中学校理科の被子植物に関する授業開発について

石井 照久\*, 井田 秀奈美\*\*

### Development of the teaching subjects about “angiosperm” based on the APGIII・IV for junior high school science education

\*ISHII, Teruhisa; \*\*IDA, Honami

\*Combined Courses for English, Mathematics and Science Teachers,  
Faculty of Education and Human Studies, Akita University.  
\*\*Yokohama Municipal Azumano Junior High School

#### Abstract

In research field, the systematics of angiosperm is changing from new Engler system which is mainly based on morphology of plant to APG III・IV system which is mainly based on DNA sequences. Illustrated books published most recently and that on the website almost are based on APG III・IV system. We found new Engler system still in the textbooks and the guideline for education in a junior high school. In such circumstances, junior high school student doubt which system is true. In this paper, new educational subjects based on APG III・IV system are also proposed, in which includes observation of the coplate (key feature) in angiosperm.

**Key words :** APG III・IV system, coplate, new Engler system, new proposal education subjects, textbooks in a junior high school

被子植物の分類は、形態に基づく従来の新エングラー体系から、DNA の塩基配列に基づく APGIII・IV 体系へと移行しつつあり、最新の図鑑やインターネット図鑑は後者に準拠している。

本研究で中学校理科の教科書における植物に関する記載を調べた結果、依然、新エングラー体系に基づいて記載されていることが判明した。また、中学校理科の指導内容も新エングラー体系に沿っていた。このような現状では、中学生が新しい分類体系に触れると混乱が起こる可能性が高いと考え、本研究では APGIII・IV 体系に基づいた新規の授業も開発した。開発した新規授業は、APGIII・IV 体系の被子植物の分類で、要となっている花粉の溝の観察を行うことが特徴である。

**キーワード :** APG III・IV, 花粉溝, 新エングラー体系, 新規教材の提案, 中学校教科書

#### はじめに

##### 植物分類体系の変遷について

植物において、花や葉などの形態情報は、分類を行う上で非常に重要な鍵である。これらの情報に基づいて、新エングラー体系という植物の従来の分類体系が構築されてきた(ほととぎ アクセス 2019.11.15 を参照)。

一方で、DNA の塩基配列情報に基づく新しい分類体系が APG (Angiosperm Phylogeny Group 被子植物系統研究グループ) より、1998 年から発表された。最初

に発表されたものは APGI (1998 年発表) と呼ばれ、改訂した APGII が 2003 年に発表され、2009 年には、APGIII が、さらに 2016 年には APGIV が発表された。

APGIII で、ほぼ新しい分類体系が完成したといわれている (The Angiosperm Phylogeny Group 2009)。APGIV では、III から大きな変更はなく、微細な部分の変更を行った。

新エングラー体系は、これまで図鑑、植物園、理科の教科書等で広く採用されてきた。新エングラー体系では、被子植物はまず、単子葉植物と双子葉植物の大きく 2 つに分類され、双子葉植物はさらに離弁花類と合弁花類に

\* 秋田大学教育文化学部 英語・理数教育講座 教授

\*\* 横浜市立東野中学校 教諭

分類されている。

一方、APGIII体系(福原を参照 アクセス 2019. 11. 15)では、被子植物は、基部被子植物(=原始的双子葉植物)、単子葉植物、真正双子葉植物、の3つに分類されている。また、新エングレー体系でみられた離弁花類と合弁花類の分類は消滅した。

APGIII体系の被子植物における、3つのグループを簡単に定義すると、1、基部被子植物(=原始的双子葉植物)は、被子植物から、真正双子葉植物と単子葉植物を除いた、側系統群のことを指す、2、単子葉植物は、子葉が1枚、子葉の基部が胚の他の部分を包み込むさやとなる特徴を持つ、3、真正双子葉植物は、花粉に三つの溝がある、あるいは、三溝から進化してできたタイプの花粉を持つ、となっている(福原 アクセス 2019. 11. 15より改変)。

## 本研究の目的

植物の分類体系は、現在、新エングレー体系からAPGIII・IV体系に移行しつつあり、過渡期といえる。

小学校、中学校そして高等学校の理科では、新エングレー体系に基づいて指導が行われている。

一方で、新しく出版されている図鑑(例として「改訂新版 日本の野生植物1」(大橋ら 2015))やインターネット図鑑(例として「みんなの花図鑑」(NTT Resonant アクセス 2019. 11. 15))、さらには植物園(海老原ら 2013)などでは、APGIII・IV体系が採用されていることが多い。

そのため、もし、児童生徒がAPGIII・IV体系に触れると、学校での指導との違いに混乱するかもしれない。

そこで、本研究では、中学校の理科の教科書にどのように植物が記載されているかを調べ、APGIII・IV体系による分類との差異の存在を明らかにすることを目的とした。教科書の記載とAPGIII・IV体系の差異を把握することは、教育の現場において、意義があるからである。

また、現場の教師がAPGIII・IV体系を理解して、戸惑うことなくAPGIII・IV体系に基づく授業を実施できるようにしていくための支援策として、新しい分類体系であるAPGIII・IV体系の学習を発展的なものと位置付けた新規授業の開発も目的とした。

## 方法

### 1. 中学校理科の教科書の解析

5社分(学校図書、教育出版、大日本図書、東京書籍、新興出版社啓林館)の教科書のうち、平成27年に検定を受け出版された中学校理科用の教科書を対象にした。対象とした中学校理科の教科書に記載されている植物の種名(標準和名)をピックアップし一覧表にした。また、

記載されている植物について、種名だけでなく、属名や科名を記載している教科書があれば、それについても一覧表にした。

さらに、教科書に記載されている植物名などの分類が、APGIII・IV体系と不一致な部分があるのかどうかを「みんなの花図鑑」(NTT Resonant アクセス 2019. 11. 15)のホームページや、「改訂新版 日本の野生植物1」(大橋ら 2015)を参考に調べた。

教科書会社の1社に植物名の記載基準等について問い合わせも行った。使用した教科書は次の通りである。

- ・「中学校科学1, 2, 3」(霜田ら 2016a,b,c;学校図書)
- ・「自然の探究中学校理科1, 2, 3」(細矢ら 2016a,b,c;教育出版)
- ・「新版理科の世界1, 2, 3」有馬ら 2016a,b,c;大日本図書)
- ・「新編新しい科学1, 2, 3」(岡村ら 2016a,b,c;東京書籍)
- ・「未来へひろがるサイエンス1, 2, 3」(塚田ら 2016a,b,c;新興出版社啓林館)

## 2. 植物分類に関する授業開発

APGIII・IV体系に基づいた植物分類の方法について中学校理科の第一学年「植物の仲間わけ」の分野で授業開発を行った。

## 結果

### 1. 中学校理科の教科書の解析結果

#### (1) 教科書に登場する植物名の種類数

5社の中学校理科の教科書に記載されている植物名の種類数は表1のようにになっていた。5社とも第一学年用から第三学年用まで各社3冊の教科書を発行しているので、各社ごとに3冊の合計で示している。コケ植物とシダ植物はまとめてコケ・シダ植物とした。

5社のうち、教育出版、東京書籍と新興出版社啓林館の3社のそれぞれの第一学年用の教科書では、植物の種名だけでなく、科名も記載していた。

表1

	被子植物	裸子植物	コケ・シダ植物
学校図書	61種	5種	8種
教育出版	73種	7種	7種
大日本図書	54種	4種	5種
東京書籍	47種	3種	6種
新興出版社啓林館	40種	7種	5種

#### (2) 見出した問題点

5社のうち3社の教科書(すべて第一学年用)では、科名も記載していた。

そのうち、1社の教科書では、「スギ」がスギ科の所属として記載されているが、APGIII・IV 体系では「スギ科」は消滅したため、「ヒノキ科スギ」となった。

3社の教科書で、その他に記載されている科名については、APGIII・IV 体系での所属との不一致はなかったため、問題はなかった。

また、「植物の仲間わけ」の単元では、5社の教科書では、仲間わけの方法として、被子植物は、子葉が1枚か2枚かによって単子葉類と双子葉類に分類され、さらに離弁花か合弁花かによって双子葉類を離弁花類と合弁花類に分けられるとしている。つまり新エングレー体系に沿った表記と指導内容となっていた。

### (3) 教科書会社への問い合わせ結果

教科書会社の一つである、教育出版に2016年末に問い合わせたところ、「中学校学習指導要領の内容が新エングレー体系に基づいたものであるため、教科書の内容もそれに基づくことが必須である」とのことであった。

## 2. 植物分類に関する授業開発の結果

新規の授業開発を試みた。今回、開発した授業は、中学校第一学年「植物の仲間わけ」の分野である。教科書解析の結果より、植物の仲間わけの点で大きな相違点が判明したため、これを中心とした授業案を作成した。

植物の分類に関する授業の全体計画については、表2のように合計で4時間を計画した。

表2 植物の仲間わけ、単元の全体計画

時数	主な学習活動	指導の手立て
1	被子植物の仲間わけを教科書に沿って学習する(新エングレー体系による授業)。	実物の植物を複数種準備し、生徒たち自ら視認し、仲間わけが出来るように補助しながら指導する。
2	APGIII・IV 体系に基づいて、植物の仲間わけについて学習する。	花粉が準備しやすい種類の植物を用意し、顕微鏡で観察しながら、APGIII・IV について指導を行う。
1	種子を作らない植物の仲間(シダ植物、コケ植物)について学習する。	種子を作らない植物があることを説明し、シダ植物やコケ植物について体のつくりを説明する。

APGIII・IV 体系は、もちろん DNA の塩基配列データに基づいた分類体系であるが、連動している形態の特徴は、花粉の溝のタイプ(単溝か三溝か)であった。そのため、形態としては従来の花の形態よりも花粉の溝のタイプが重要である。そこで、新規の授業では、花粉および花粉の溝を観察することに着眼して立案した。

第1回目の授業では教科書の内容に沿って(つまり新エングレー体系に沿って)、被子植物の仲間わけについて学習を行う。そして、次の2時間(第2回目と3回目)を利用して、APGIII・IV 体系に基づいた植物の分類方法についての授業を行う。

APGIII・IV 体系については発展的な内容であることから、わかりやすく丁寧に指導を行う必要があり、十分な時間が必要であると考えたため、さらに顕微鏡を用いた花粉の観察を行うので、2時間の時数とした。

そして、最後の1時間(第4回目)には、シダ植物、コケ植物について、教科書の内容に沿って(従来の新エングレー体系に沿って)授業を行う。この部分は現行の授業をそのまま踏襲して行うので本論では詳細には触れない。

第1回目の授業は、『被子植物はどのように仲間わけが出来るのだろうか』を学習課題とした。この回の授業の最後で APGIII・IV 体系に触れるので、学習指導案を表3のように示す。

第1回目の授業の終わりに、APGIII・IV 体系に触れることにしている。そして、授業では、単子葉類や双子葉類を複数種用意し、生徒たちが葉脈や根の形、維管束から分類できると気付くように促すように進める。

子葉については、それぞれの植物の特徴を述べた後に写真などを提示する。注意点は、離弁花類と合弁花類に分類しなければならないため、双子葉類の植物を用意する際には、離弁花類のものと合弁花類のものを用意するという点である。ただし、この部分は従来行われてきた授業と変わりはない。

評価の内容は、机間指導の際に生徒同士で協力しながら観察しているかを見て判断する、および授業の最後にノートを回収し、双子葉類と単子葉類の分類方法が適切にまとめられ理解しているか確認する、ことである。

第2回、第3回目の授業は、APGIII・IV 体系を元にした観察を伴う全く新規の授業を2時間続きで行うこととした。学習課題は、『植物は、花粉の形によって、どのように仲間わけすることが出来るのだろうか』とした。新規の提案となる学習指導案を表4に示した。

APGIII・IV 体系の場合、真正双子葉植物は花粉粒が三溝粒、あるいは、三溝粒から進化してきたタイプの花粉粒を持つ、という特徴がある。そのため、学習指導案では、この特徴について生徒が実際に顕微鏡を用いて観察し、観察に基づいて植物の仲間わけをすることが出来る、ということを確認できることを目的とした。顕微鏡観察を伴うため、2時間の授業とした。

第2、3回目の授業では、まず第1回目の授業についての復習を行い、単子葉類と双子葉類の区別の方法が理解できているか確認をしてから、APGIII・IV 体系につ

いての説明を行う。

まず、APGIII・IV体系が新しい体系であること、花粉の形と第三学年で学習するDNAに基づいて分類していることを説明する。説明が終了してから、花粉の観察にすすむ。

可能な範囲で、APGIII・IV体系における、基部被子植物・単子葉植物・真正双子葉植物に分類される植物を数種ずつ、教室内に準備し、生徒が準備された植物から花粉を採取しプレパラートを作成できるようにしたい。

同時期に、すべての植物を準備することはできないので、授業にあわせて、前もって計画的に準備することが望まれる。第2,3回目の授業では、花粉の観察がメインなので、植物体は乾燥してしまってもよいし、花の部分だけを準備してもよい。その場合は、植物体が元気なときに写真撮影をしておいて、授業ではそれらの写真を提示するとよい。

花粉自体は、数年は特別なことをしなくても観察可能なので、採集(あるいは準備)した植物体や花をそのまま長期間室温で放置しておいて大丈夫である。

実際のプレパラート作成は、用意された花のおしべの

部分を、スライドグラスの上で軽く数回たたきだけで花粉がスライドグラスに移行する。

そして、カバーガラスをかけずに、観察するように指示をする。カバーガラスをかけないのは、カバーガラスがすぐにとれて、破損やけがにつながるのを防ぐためである。ノーカバー状態で、十分に観察可能である。

基部被子植物では、花粉の溝がはっきり確認できるものを選ばないと、実感を伴った理解につながらないので注意が必要である。コブシ、スイレン、ユリノキ、ホオノキ、ドクダミなどが入手しやすく、これらはすべて単溝の花粉である。

基部被子植物のすべてが単溝の花粉ではないので、上記にあげた植物を準備するのが適している。

単子葉植物としては、ニラやイネの仲間(スズメノテッポウなど)が入手しやすく、単溝を観察できると思われる。

真正双子葉植物は、基本的に三溝タイプの花粉をもつが、ギシギシ、ヒメスイバ、ヨモギ、イタドリ、ヨウシュヤマゴボウ、ソメイヨシノ、ヤブツバキ、セイヨウタンポポ、ノコンギク、ブタナなどを準備すればよいと考え

表3 単元：植物の仲間わけ(1/4)の学習指導案

本時のねらい：植物の体のつくりの特徴に基づいて植物の仲間わけが出来る。

	学習活動	教師の手立て	評価
導入 (10分)	1. 植物のからだのつくりや光合成について復習を行う。 2. 被子植物の中でも分類できることを確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">             被子植物はどのように仲間わけが出来るのだろうか。           </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物で共通するつくりやはたらきについて、被子植物と裸子植物について復習することにより、本時の授業に入りやすくする。</li> <li>被子植物の植物を複数種見せ、生徒たちに同じ被子植物でもつくりが異なることを確認する。</li> </ul>	
展開 (25分)	3. 複数種の植物を観察し、葉や茎、根に違いがあることをグループで観察し、確認する。 4. 各班で行った分類をクラス全体で確認する。 5. 実際の仲間わけの答え合わせを行う。	<ul style="list-style-type: none"> <li>単子葉類と双子葉類の植物をそれぞれ3種類ほど用意し、それぞれに共通するつくりがあることを生徒たちが視認できるようにする。</li> <li>根を観察する際、土で汚れている可能性が高いため、机の上に新聞紙をひくように指導し、なるべく教室が汚れないようにする。</li> <li>机間指導を行いながら、各班の進行具合を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>グループ内で協力しながら植物の観察を行っている。(机間巡視)(関心・意欲・態度)</li> </ul>
まとめ (15分)	6. 植物の仲間わけの方法について確認を行う(単子葉類と双子葉類について学習する)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>根や葉脈、茎、花卉の数などから双子葉類、単子葉類、合弁花類、離弁花類に分類できることを確認する。その際、子葉についても触れる。</li> <li>次回の授業に入りやすくするために、APGIII・IV体系について少し触れておく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物の仲間わけの方法について理解することが出来る。(ノート)(知識・理解)</li> </ul>

ている（キク類の仲間は1年を通して入手しやすい）。

実例をあげた植物は、予備的な観察および「日本産花粉図鑑増補・第2版（藤木他著 2016）」を参考にして選出している。

さらに、当然であるが、理科室等の顕微鏡をあらかじめクリーニングし、よい状態で観察できるようにしておくこと、さらに、事前に教師がプレパラートを作って観察しておくことも重要である。

生徒が行う、花粉のプレパラート作り・観察・スケッチにはゆっくりと時間を確保したいので、展開時間を70分としている。

スケッチ方法についてだが、間違った方法が記載されている教科書や本などがあるので、注意が必要である。視力の低下を防ぐため、片方の目で顕微鏡を覗いたまま、もう片方の目でスケッチをするのは、もってのほか、やってはならない行為である。大学の顕微鏡観察の現場でも

間違った指導が行われていることがあるので、注意してほしい。

生徒が観察を終えたら、植物の分類を生徒達自身が行うように指導する。その後、生徒が考えた分類をクラス内で共有する。この時、クラス全体で花粉の形を共有するために予め花粉の写真を用意しておき、その写真に沿って、APGIII・IV 体系に基づいた分類方法について説明を行う。

生徒達自身が分類を行う際に、キーワードとして、花粉の形態（単溝と三溝）、単子葉、双子葉、をあらかじめ与えておき、単子葉と双子葉だけでは、分類が不十分なことに気付けるようにすることも大切である。そのため、双子葉という特徴を持ちながら、花粉の溝が1つ（単溝）のタイプと3つの（三溝）のタイプがいることが気付けるように、観察対象となる植物を準備するのが理想である。

表4 単元：植物の仲間わけ(2,3/4)の学習指導案

本時のねらい：APGIII・IV 体系に基づいた分類法について理解することができる。

	学習活動	教師の手立て	評価
導入 (15分)	1. 前回の授業について確認する。単子葉類と双子葉類の仲間わけについて復習を行う。 2. APGIII・IV 体系について学習する(DNAも触れる)。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">             植物は、花粉の形によって、どのように仲間わけすることが出来るのだろうか。           </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物の仲間わけについて教科書の内容だけではないことを気付かせるために、APGIII・IVの分類についてワークシートを用いて学習する。</li> <li>生徒が理解しやすいように身近な植物の例を取り上げながら、APGIII・IV 体系について説明を行う。</li> </ul>	
展開 (35分+35分)	3. 数種類の花粉を顕微鏡で観察しスケッチを行い、花粉の形にも種類があることを確認する。 花粉の形にはどのようなものがあつたかグループ内で話し合い、クラス全体で確認し、結果を共有する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数種の花粉の形を観察できるように、それぞれ形が異なった花粉を持つ植物を用意する。</li> <li>生徒が実践力を身につけられるように、花粉の採集は各班で1人1種類は行うように指導する。</li> <li>生徒全員が花粉を観察できるように、机間指導を行い、プレパラートの作成・観察操作等、適宜手助けを行う。</li> <li>机間指導を行いながら、生徒の進行状況を確認し、グループ内で、結果を共有するよう促す。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>顕微鏡を適切に用いながら、花粉のスケッチをすることが出来る。(机間指導)(技能)</li> <li>観察結果を共有できる。(思考・判断・表現)</li> </ul>
まとめ (15分)	4. 基部被子植物、単子葉植物と真正双子葉植物について学習しまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒が観察したスケッチをもとに各花粉の写真を用いて花粉の形を確認しながら、APGIII・IV 体系の分類についてまとめる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>APGIII・IV 体系に基づいた分類方法について理解することが出来る。(ワークシート)(知識・理解)</li> </ul>

しかし、APGIII・IV体系における、基部被子植物・単子葉植物・真正双子葉植物に分類される植物を数種ずつ、必ずしも準備できなくてもよく、その場合は、写真などで補ってほしい。

第2, 3回目の授業の一番のねらいは、これまで学習してきた植物の分類の指標に花粉の形態情報を加える、という理解を生徒に実感してもらうことにある。そのため、単溝と三溝の花粉の違いを実感してもらうことに重点を置きすぎなくてよい。評価の方法は、生徒が描いたスケッチの内容や、まとめのワークシートの記入内容を見て行うが、きちんと単溝・三溝が表現されていなくても花粉がきちんとスケッチされていればよいし、まとめのワークシートで花粉の溝が分類に使える、ということを書き記述していればよい。

生徒は、種子をつくる植物が、まず、裸子植物と被子植物に分けられることを理解し、さらに、被子植物が、子葉の枚数と葉脈の特徴などから単子葉植物と双子葉植物に分けられることを理解する。そして、花粉の形態の情報を加え、単溝の花粉をもつ植物と三溝の花粉をもつ植物に分けられることを理解する。これらの組み合わせによって、基部被子植物（双子葉であり、花粉が単溝タイプ）、単子葉植物（単子葉であり、花粉が単溝タイプ）、真正双子葉植物（双子葉であり、花粉が3溝タイプ）に分けられることを理解してほしい。

花粉の溝のタイプと子葉の枚数によって被子植物を分類すると、考えられるのは4つの分類群である。そのため、実際には、単子葉であり、花粉が三溝である植物の存在を予測する生徒が出てくると期待される。この予測については、「そういったタイプの被子植物がいるのかどうか調べてみるといい」というアドバイスを与えるとよいと考えている。

単子葉で、三溝の花粉をもつ、植物はおそらくいないと思われるが、生物には例外がつきものなので、生徒の探究心にまかせるといいと考える。

新エングレー体系で重視していた離弁花と合弁花については、分類の指標にならなくなってしまったので、仲間わけの授業では、触れないこととして授業案を考えた。ただし、生徒から離弁花と合弁花について質問があることも考えられるので、質問があった場合には、APGIII・IV体系では、離弁花と合弁花の特徴はあまり適していなかった、と回答すればよい。

## 考察

### 1. 中学校理科の教科書の解析結果

中学校理科の教科書に記載されている植物の分類体系は、ドイツのエングレーが1900年ごろに提唱した分類体系を基にした新エングレー体系に基づいていた。

小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2008b）および中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2008a）の中には、エングレー、はもちろん、新エングレー体系、という表記は一切使われていない。

しかし、被子植物をまず、単子葉植物と双子葉植物に分け、さらに双子葉植物を花の花弁の形態で離弁花類と合弁花類に分ける、ということを書き記しているため、明らかに新エングレー体系に基づいた内容である。

DNAの塩基配列に基づいた新しい分類体系であるAPGIII・IV体系は、新エングレー体系とかなり異なっている。

たとえば、APGIII体系を基にして作成されていた「日本の野生植物1（大橋ら2015）」に記載されていた基部被子植物には、アンボレラ科、ジュンサイ科、スイレン科、マツブサ科、センリョウ科、カネラ科、ドクダミ科、コショウ科、ウマノスズクサ科、ニクズク科、モクレン科、バンレイシ科、ロウバイ科、ハスノハギリ科、クスノキ科が分類されていた。

これらの科を、従来の新エングレー体系を基にして作成された「新訂牧野新日本植物図鑑（牧野2000）」と比較してみると、APGIII・IV体系における基部被子植物は、従来の種子植物門、被子植物亜門、双子葉綱、古生花被亜綱（離弁花類）に所属していることが判明した。このように、従来の分類体系とAPGIII・IV体系の分類とは、大きく異なっている。

このように、分類体系が大きく変換し、新しく出版されている図鑑やインターネット図鑑は、APGIII・IV体系に基づいている。植物園などでもAPGIII・IV体系の表記に移行しつつある。

児童生徒は、単子葉類と双子葉類の違いを小学校から学ぶことになるが、たしかに被子植物を仲間わけするときのわかりやすい着眼点であるが、これらの違いは学問上の分類体系から見るとあまり意味がない。

さらに、花弁が離れているか、くっついているかの違いも分類上あまり意味がないことが判明している。花のつくりを観察するとき、離弁花と合弁花は重要な要素であったのだが、たしかにどちらとも言えない花も存在しており、離弁か合弁か、というのはこれまでも非常に難しい判定でもあった。

APGIII・IV体系においては、真正双子葉類は、キクの仲間とバラの仲間と大きく分かれるだけで、離弁花か合弁花かは問わない。

中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省2008a）には、「学問としての生物の系統分類を理解させることではないことに留意する」と記述されていて、これによるとAPGIII・IV体系を中学校で取り扱う必要がないの

かもしれない。

しかし、児童生徒とくに生徒はインターネットを中心とした新しい情報に触れることが多い。中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省 2008a）では、植物名を調べるために、植物図鑑・インターネットなどの活用をすすめている。そのため、新エングレー体系に沿った中学校理科の教科書の表記や理科の授業は、生徒に混乱をもたらすと思われる。すなわち、インターネットで知り得た情報が正しいのか、教科書や授業の情報が正しいのか、困ってしまうと思われる。やはり生徒に APGIII・IV 体系を説明する必要はあると考える。

教科書に科名まで記載があった場合、APGIII・IV 体系との不一致は 1 か所のみであったので、大きな混乱は生じないかもしれないが、教師は、生徒が混乱する前に、APGIII・IV 体系について、授業で説明を加える必要があると考える。現在の学習指導要領では、社会の新しい動きに間に合わないからである。

そのために教師自身も APGIII・IV 体系を理解しておく必要がある。たとえば教員免許状更新講習では DNA に関する講座が開講されているので（例として、石井 2013a）、新しい生物分類方法の基礎となっている DNA について学ぶことができる。DNA について学びさらに APGIII・IV 体系に触れてほしい。著者は新年度に開講する教員免許状更新講習の講座の中で、APGIII・IV 体系について解説する予定である。

## 2. 植物分類に関する授業開発の結果

中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省 2008a）には、第 2 分野の「植物の生活と種類」の項目で、花や葉、茎、根の観察記録に基づいて、それらを相互に関連付けて考察し、植物が体のつくりの特徴に基づいて分類できることを見出すとともに、植物の種類を知る方法を身に付けることを目的とする、と記載されている。

しかし、APGIII・IV 体系の出現により、理科の教科書に記載されている内容に矛盾が生じ、今後の理科教育に影響を与える可能性があると考えられる。

石井ら（2012）は、名称の変更や教科書出版会社による違いや専門用語の一斉変更などによって生徒のみならず教師にも混乱が生じる可能性があることを述べている。そしてこれらの混乱が教師にとっては指導上の困難点となり、生徒にとっては理解困難点となるとも述べている。

このことから、教師も教科書の内容と APGIII・IV 体系の内容が異なることがある可能性を十分に考慮しつつ、授業計画を立てていく必要がある。

また、植物の分類の項目については、中学校第一学年の際に行われる観察・実験を始めとして、今後の高等学

校の「生物基礎」の「刺激に対する植物の反応」や高等学校の「生物」の「植物の反応」に繋がっていくため（石井ら 2016b）、「植物の分類」の単元は慎重に指導を行っていく必要がある。

すでに、高等学校の「生物」の科目に使用されている教科書の一部には、発展的な内容として、APGIII 体系が取り扱われていることも留意すべき点である。

今回、APGIII・IV 体系の分類についてはあくまで発展的なものとして学習指導案を作成した。現在の中学校理科の教科書では従来の分類体系である、新エングレー体系を元にして植物の仲間わけが行われている。そのため、基本的にはその内容について、もちろん学習する必要がある。

開発した第 1 回目の授業では、教科書に沿ったものとした（表 3）。複数の植物を実際に観察し、それぞれの植物に共通する特徴を生徒が発見できるように促す。そして、第 2、3 回目では APGIII・IV 体系の植物の仲間わけを行う授業にすることで、生徒は、植物の分類には様々な方法があり、教科書の内容が全てではないということが理解できるのではないだろうか。また、本授業を元に、植物について興味を持ってもらえたらと思う。

第 2、3 回目の授業を行う上での注意点としては、APGIII・IV 体系という、中学生にとって未知の内容を取り扱うため、APGIII・IV 体系について説明する際には、なるべく難易度を下げて、簡潔にかつ分かりやすくする必要があると考えられる。

真正双子葉植物を分類するために、花粉を採取し、プレパラートにして観察することになっているが、生徒の力量によっては時間がかかることが想定されるので、机間指導が重要である。また、生徒が観察を失敗することもあると考えられるので、それに対応して、写真を用意する、生徒同士の協働を促すなど、クラスで花粉の形などの結果や知識を共有できるように準備を行う必要がある。

今回、表 4 で示した学習指導案は、APGIII・IV 体系をとり入れた発展的学習の 1 つの例であるので、実際に行う場合の授業時間は適宜変更してもらえればと考えている。また、実際に顕微鏡を用いて花粉を観察せずに写真で示して、どのように分類に使うか、に主眼をおき、被子植物の仲間わけの授業を行うのもよいと考えている。

ただし、生き物の実物を実際に触ったり観察したりする授業は、石井（2011, 2013b）で報告されている通り、児童生徒において非常に有効であるので、できるだけ、実物に触れる授業が展開されることを期待する。

小中学校では観察・実験をきちんと実施しており、その成果は全国学力・学習状況調査の結果にも表れている（石井・石丸 2017；石井・佐藤 2015）。一方で、高等学



校においては、櫻庭ら（2013）や石井と松崎（2014）が指摘するように、実体験を伴う肝心な実験があまり行われていない。そのためか、石井（2017）が指摘するように、大学生になると実験の科目ですら、受け身な学生をみかけることがある。

小学校、中学校そして高等学校を通じて、生き物の実物を用いた観察・実験が継続して行われることが重要であり、それが大学教育や生涯学習につながっていくと考えられる。

最先端の授業を現場の教師がすべて準備する必要はなく、大学教員などによる出前授業を活用するとよいと考える（出前授業の基礎情報が、科学技術振興機構（2010）から出版されている）（実例も石井（2011, 2013b）のように報告されている）。

また、大学では、本論文のように、さまざまな教材・授業・カリキュラムを開発している場所でもあるので（例として石井・小野寺 2018；石井・茨木 2016a；石井・菅原 2010；石井・篠木 2009）、小中学校の教師は大いに大学を活用してもらいたい。

現在、APGIII・IV 体系に基づいた分類方法について、中学校理科の授業で取り扱っていた先行研究は、ほぼ見られないので、今回提案するのは、新規の取り組みであるので、丁寧かつ慎重に授業を準備していく必要があると考えている。

今後の中学校理科教科書についてであるが、2016 年末に教育出版会社に問い合わせたところ、「中学校学習指導要領に基づいて教科書は作成されているため、その学習指導要領が改訂されないうちは、教科書の内容が変更されない。現在、学習指導要領は改訂作業中であるため、今後は未定である。」との回答であった。

2017 年に告示された小中の新学習指導要領解説理科編（文部科学省、2018a,b）においても新エングレー体系に基づいていると思われる記載がある。もし、新しい学習指導要領下でも新エングレー体系が採用され続けるならば、社会と教育現場の隔たりがさらに増してしまう。そこでは、中学校等の現場の教師の発展的な授業の重要性が高まると考えている。

本論文で紹介した授業案を土台に、今後、APGIII・IV 体系に基づいた教材・授業・カリキュラム開発の活性化につながることを期待したい。

## 謝辞

中学校理科教科書の記載基準等について教えていただいた、教育出版編集局中学校理科編集部の方に深くお礼を申し上げます。

## 参考文献

- 海老原淳・田仲法生・濱崎恭美（2013）国立科学博物館維管束標本室への APGIII 分類体系導入. 日本植物分類学会誌 13 (1):39-43.
- 藤木利之・三好教夫・木村裕子（2016）日本産花粉図鑑増補第 2 版. 全 984 頁. 北海道大学出版会.
- 福原達人. 植物形態学. <https://www1.fukuoka-edu.ac.jp/~fukuhara/keitai/index.html> (アクセス 2019.11.15)
- ほととぎ. 植物の分類が変わる! <http://hototogi.world.coccan.jp/kaita/bunrui.htm> (アクセス 2019.11.15)
- 石井照久（2011）小学校理科単元「動物の誕生」における実践例と考察. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 33:155-165.
- 石井照久（2013a）教員免許状更新講習「実験で学ぶ生物の遺伝子 DNA - 自ら DNA を抽出する -」 - in 秋田大学 - 実践報告. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 35:165-174.
- 石井照久（2013b）中学校理科の生物分野への出前授業と考察. 秋田大学教育文化学部研究紀要教育科学 68:41-50.
- 石井照久（2017）大学のライフサイエンス系教養教育科目への実験科目（実験で学ぶ食と生物学）の導入とその実践. 秋田大学教養基礎教育研究年報 19 : 29-42.
- 石井照久・保坂学・佐藤宏紀・三浦益子（2012）中学校理科の生物分野と高等学校生物で指導上難しさを感じる事項と改善方法に関する考察. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 34:145-156.
- 石井照久・茨木智裕（2016a）秋田県産トウホクサンショウウオを用いた中学校理科教材の開発—鯉に注目して—. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 38:79-90.
- 石井照久・石丸杏子（2017）全国学力・学習状況調査の平成 27 年度の理科について—秋田県と千葉県の状況を中心に—. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 39:93-106.
- 石井照久・松崎加奈（2014）秋田県内の高等学校の生物分野における教科書記載の実験項目の実施状況に関する研究. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 36:161-176.
- 石井照久・小野寺藍（2018）秋田県の中学校校歌に登場する生き物の授業への活用紹介と教材開発. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 40:57-72.
- 石井照久・佐藤美千代・柳谷諒・佐藤信（2016b）大学のライフサイエンス系教養教育科目への小学校・中学校・高等学校からの接続を考える. 秋田大学教養基礎教育研究年報 18:19-32.
- 石井照久・佐藤彩弥佳（2015）平成 24 年度全国学力・学習状況調査の理科について—秋田県の結果を含めて—. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 37:55-68.
- 石井照久・篠木碧（2009）中学校理科教材の開発研究 - 簡易エコボール教材の開発と実践 -. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 31:119-141.
- 石井照久・菅原麻有（2010）秋田県における市町村のシンボル生物の変遷とその教育利用. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 32:125-133.
- 科学技術振興機構（2010）理科支援員等配置事業卓越した理科特別講師. (独) 科学技術振興機構.
- 牧野富太郎（2000）新訂牧野新日本植物圖鑑. 小野幹雄ほか(編)

- 全 1452 頁. 北隆館.
- 文部科学省 (2008a) 中学校学習指導要領解説理科編 (平成 20 年 7 月). 大日本図書
- 文部科学省 (2008b) 小学校学習指導要領解説理科編 (平成 20 年 6 月). 大日本図書
- 文部科学省 (2018a) 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編 (平成 29 年 7 月). 学校図書
- 文部科学省 (2018b) 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編 (平成 29 年 7 月). 東洋館出版社
- NTT Resonant Inc. みんなの花図鑑. <https://minhana.net> (アクセス 2019.11.15)
- 大橋広好・門田裕一・邑田仁・米倉浩司編 (2015) 改訂新版 日本の野生植物 1 ソテツ科〜カヤツリグサ科. (全 704 頁) 平凡社.
- 櫻庭洋・松田洋・明石和大・石井照久 (2013) 中学校または高等学校での津波教育・里山教育・生物実験単元教育に関する一考察. 秋田大学教育文化学部研究紀要教育科学 68:51-64.
- The Angiosperm Phylogeny Group (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants :APGIII. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.
- 本文中で参照した教科書**
- 有馬朗人ほか 62 名 (2016a) 新版理科の世界 1. 平成 27 年検定. 大日本図書.
- 有馬朗人ほか 62 名 (2016b) 新版理科の世界 2. 平成 27 年検定. 大日本図書.
- 有馬朗人ほか 62 名 (2016c) 新版理科の世界 3. 平成 27 年検定. 大日本図書.
- 細矢治夫ほか 29 名 (2016a) 自然の探究中学校理科 1. 平成 27 年検定. 教育出版.
- 細矢治夫ほか 29 名 (2016b) 自然の探究中学校理科 2. 平成 27 年検定. 教育出版.
- 細矢治夫ほか 29 名 (2016c) 自然の探究中学校理科 3. 平成 27 年検定. 教育出版.
- 岡村定矩ほか 50 名 (2016a) 新編新しい科学 1. 平成 27 年検定. 東京書籍.
- 岡村定矩ほか 50 名 (2016b) 新編新しい科学 2. 平成 27 年検定. 東京書籍.
- 岡村定矩ほか 50 名 (2016c) 新編新しい科学 3. 平成 27 年検定. 東京書籍.
- 霜田光一ほか 30 名 (2016a) 中学校科学 1. 平成 27 年検定. 学校図書.
- 霜田光一ほか 30 名 (2016b) 中学校科学 2. 平成 27 年検定. 学校図書.
- 霜田光一ほか 30 名 (2016c) 中学校科学 3. 平成 27 年検定. 学校図書.
- 塚田捷ほか 61 名 (2016a) 未来へひろがるサイエンス 1. 平成 27 年検定. 新興出版社啓林館.
- 塚田捷ほか 61 名 (2016b) 未来へひろがるサイエンス 2. 平成 27 年検定. 新興出版社啓林館.
- 塚田捷ほか 61 名 (2016c) 未来へひろがるサイエンス 3. 平成 27 年検定. 新興出版社啓林館.

