

小学校・中学校の学習指導要領における 天文分野の系統性に関する分析

山根 悠介

要旨：本稿は、教員養成課程における天文分野の学習において、教師を目指す学生が学習指導要領に示された内容を小学校・中学校を見通して系統的に理解できるよう講義や演習を展開するための基礎的な知見を得るべく、現行の小学校及び中学校の学習指導要領における理科の天文分野の学習内容の系統性について分析し明らかにしたものである。

まず始めに、現行の学習指導要領の天文分野の学習内容を概観した。それに基づき、小学校・中学校の天文分野の学習内容を「地球の自転と公転、それらに伴う天体の動き」「月の見え方とその変化」「惑星と恒星、銀河系など恒星の集団」の3つに大別し、それぞれにおける学習内容の系統性、及び理解や指導において考慮すべきと思われる点を示した。

キーワード：小学校，中学校，学習指導要領，天文分野，系統性

1. はじめに

小学校及び中学校の教員を養成する課程において、学習指導要領に示されている学習内容の系統性に則して講義や演習を構成しそれらを展開することは、教員養成課程に学ぶ学生が将来教員となった際に、小学校から中学校までの見通しをもった指導ができるようになるために重要である。一般的に中学校での学習内容は小学校での学習内容を発展させ、概念化・抽象化したものであり、小学校での学習内容の理解が不十分であることが中学校での学習のつまずきの大きな原因となり得る。生徒がこのようなつまずきに直面しないためには、小学校と中学校の教師双方が小学校から中学校までの学習内容の系統性を理解し、それに十分配慮した授業の構成や教材の開発を行うことが重要である。このためには、教員養成に学ぶ段階において、各科目の小学校から中学校に至るまでの系統性を十分理解し、また教員養成課程の教員は学生がその系統性をしっかりと身に着けることができる講義や演習の構築と展開を図ることが必要不可欠である。

以上のことから、現行の学習指導要領に記載の学習内容の系統性の分析を通して学習項目間の繋がりを詳細に検討し、学生の系統的な学びにとって留意すべき点を明らかにし、今後の講義や演習の構築と展開に資する基礎的な知見を得ることを着想した。

本稿では理科、特に天文分野に着目して小学校・中学校における学習内容の系統性を詳細に分析した結果、及びそれらに基づく教員養成課程における学生の系統的な理解を図る上で考慮すべきと思われる点に関する考察を述べる。

小学校・中学校の学習指導要領における天文分野の系統性に関する分析

校種	学年・分野・科目	大項目	内容	中項目	内容	小項目	内容	内容の取扱い		
小学校	第3学年	太陽と地面の様子	日陰の位置の変化や、日なたと日陰の地面の様子を調べ、太陽と地面の様子との関係についての考えをもつことができるようにする。	ア	日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わる。			「日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わる」という「太陽の動き」については、太陽が東から南を通って西に動くことを取り扱うものとする。また、太陽の動きを調べるときの方位は東、西、南、北を扱うものとする。		
				イ	地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気の違いがある。					
	第4学年	月と星	月や星を観察し、月の位置と星の明るさや色及び位置を調べ、月や星の特徴や動きについての考えをもつことができるようにする。	ア	月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わること。					
				イ	空には、明るさや色の違う星がある。					
				ウ	星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。					
	第6学年	月と太陽	月と太陽を観察し、月の位置や形と太陽の位置を調べ、月の形の見え方や表面の様子についての考えをもつことができるようにする。	ア	月の輝いている側に太陽がある。また、月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わる。				「月の輝いている側に太陽がある。また、月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わる」というについては、地球から見た太陽と月の位置関係で扱うものとする。	
				イ	月の表面の様子は、太陽と違いがある。					
	中学校	第2分野	地球と宇宙	身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽や惑星の特徴及び月の運動と見え方を理解させ、太陽系や恒星など宇宙についての認識を深める。	天体の動きと地球の自転・公転		日周運動と自転		天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けてとらえること。	「年周運動と公転」の「太陽の南中高度の変化」については、季節による昼夜の長さや気温の変化にも触れること。
							年周運動と公転		星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観察を行い、その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付けてとらえること。	
						太陽の様子	太陽の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、太陽の特徴を見いだすこと。	「太陽の様子」の「太陽の特徴」については、形、大きさ、表面の様子などを扱うこと。その際、放出された多量の光などのエネルギーによる地表への影響にも触れること。		
太陽系と恒星						月の運動と見え方	月の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、月の公転と見え方を関連付けてとらえること。	「月の運動と見え方」については、日食や月食にも触れること。		
						惑星と恒星	観測資料などを基に、惑星と恒星などの特徴を理解するとともに、惑星の見え方を太陽系の構造と関連付けてとらえること。	「惑星と恒星」の「惑星」については、大きさ、大気組成、表面温度、衛星の存在などを取り上げること。その際、地球には生命を支える条件が備わっていることにも触れること。「恒星」については、自ら光を放つことや太陽もその一つであることを扱うこと。その際、恒星の集団としての銀河系の存在にも触れること。「太陽系の構造」における惑星の見え方については、金星を取り上げ、その満ち欠けと見かけの大きさを扱うこと。また、惑星以外の天体が存在することにも触れること。		

【表1】 現行の小学校と中学校の学習指導要領における天文分野に関する学習内容の一覧

2. 現行の小学校・中学校学習指導要領における天文分野の概観

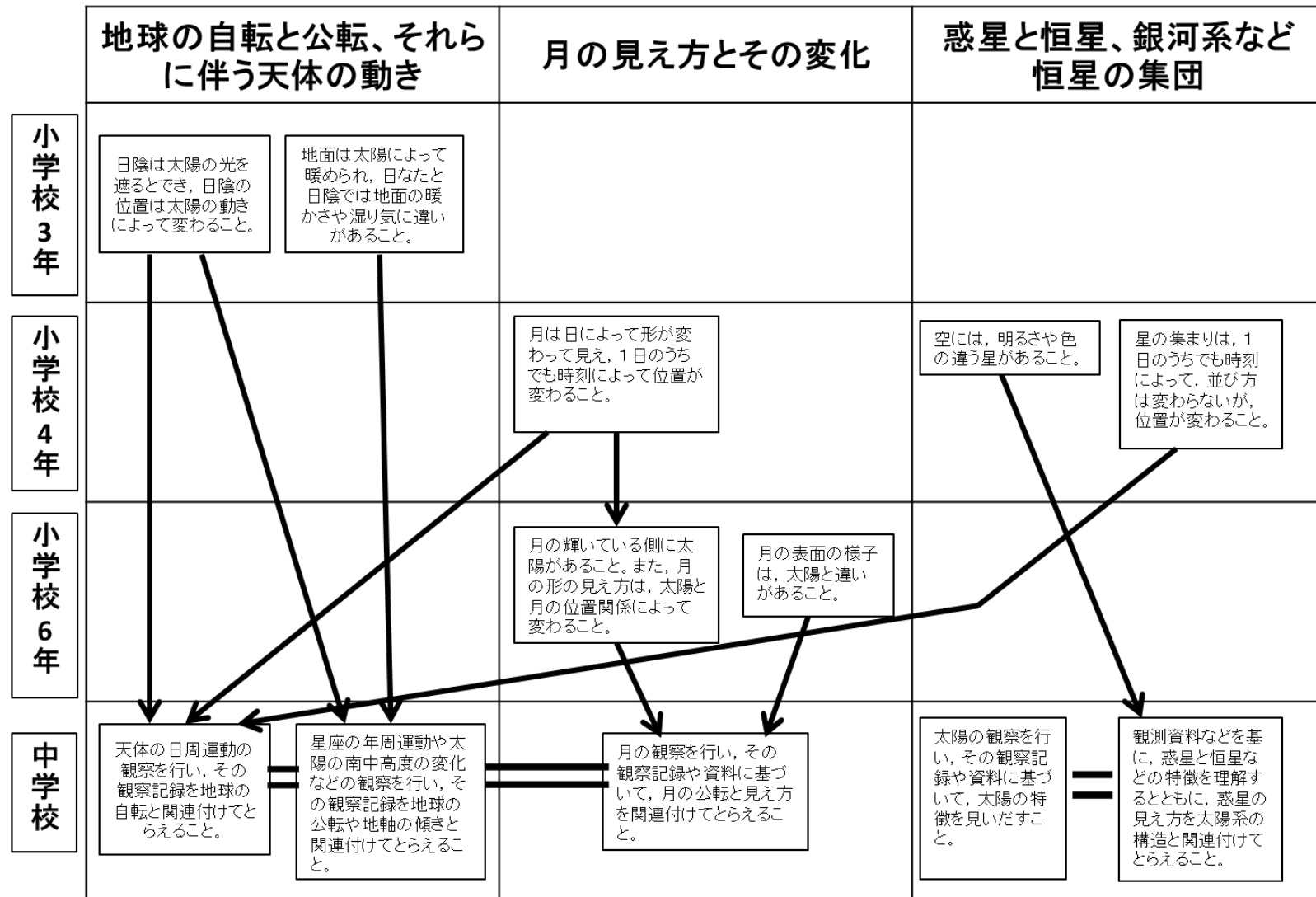
表 1 に、現行の小学校・中学校学習指導要領における天文分野に関する学習内容の一覧を示す。天文分野に関する学習は小学校第 3 学年の「太陽と地面の様子」から始まる。その後、第 4 学年の「月と星」、第 6 学年の「月と太陽」と続き、ここまですが小学校における天文分野に関する学習内容となる。第 3 学年「太陽と地面の様子」では、日陰の位置が太陽の動きによって変化し、その太陽が東から南を通過して西に動いて見えることを学ぶ。第 4 学年「月と星」では、月の形が日によって変わることや、その位置が一日の中で時間とともに変化すること、星の集まりは一日の中で時刻とともに変化するがその並び方は変わらないこと、また星には色々な明るさや色のものがあることを学ぶ。第 6 学年「月と太陽」では、月の形や見え方が太陽との位置関係の変化で変わること学ぶ。

中学校では、理科第 2 分野のうちの「地球と宇宙」の中で天文分野に関する内容を学習する。「地球と宇宙」の項目は「天体の動きと地球の自転・公転」と「太陽系と恒星」の二つに分けられる。「天体の動きと地球の自転・公転」では、天体の日周運動と年周運動をそれぞれ地球の自転と公転に関連付けて理解する。地球の公転においては、太陽の南中高度の変化は地球がその自転軸を傾けながら公転していることによるものであり、これにより季節が生じることを学ぶ。「太陽系と恒星」では、太陽の特徴、月のみちかけや日食と月食のしくみ、惑星や恒星の特徴、太陽系と恒星の集団である銀河系の特徴について学ぶ。

3. 分析の結果と考察

図 1 は、現行の小学校・中学校の学習指導要領において記載されている天文分野に関する学習内容（表 1）に基づいて、それらの内容の間の繋がりについて検討し、その結果を図解化したものである。小学校から中学校までの天文分野に関する学習内容を 3 つの大きな繋がりをもった学習内容群に分類した（「地球の自転と公転、それらに伴う天体の動き」「月の見え方とその変化」「惑星と恒星、銀河系など恒星の集団」）。

「地球の自転と公転、それらに伴う天体の動き」では、地球の自転と公転に起因する太陽などの天体の動きについて学ぶ。地球から観察される天体の日周運動及び年周運動の特徴と、それらの運動が天体自体の運動ではなく地球の運動（自転と公転）に起因していることを理解することが重要である。小学校第 3 学年において「日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わること」を学習する。太陽の動きに伴う日陰の位置の時間的変化の観察を通して太陽が東から南を通過して西に動くということ、またこの日周運動の様子が一年を通して変化すること（太陽が東から昇ってくる方位と西に沈んでいく方位、南中高度が変化すること）を理解することが重要である。この学習項目は中学校における「天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けてとらえること」及び「星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観察を行い、その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付けてとらえること」という内容に繋がっていく。中学校では、小学校で学習する太陽の日周運動と年周運動が地球の自転と公転によるもので



【図1】 小学校・中学校の現行学習指導要領の天文分野に関する学習内容の系統図。＝は内容間に密接な関連があることを示す。

あることを学ぶわけであるが、自転も公転も地球上で実感できるものではなく、ここが理解を困難にしている大きな要因と言える。ここでは小学校で学習する太陽の日周運動と年周運動の観察事実を今一度捉えなおし、それらの現象が地球の自転と公転、地軸の傾きという概念で合理的に説明ができることの理解が重要である。抽象的な概念やモデルを理解するためには、それらが観察事実、児童・生徒、学生の実感や体験を合理的に説明可能であることを理解すること、つまり、「観察事実」→「それを合理的に説明する概念・モデル」という繋がりを理解することが重要であり、観察事実を忘れて概念・モデルの理解に終始することは避けるべきである。また、小学校第3学年で学習する「地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気に違いがあること」という内容は、中学校において学習する太陽の南中高度の変化によって地面の暖められかたが変化し、これが季節の変化を生じさせる要因となり得ることを理解する上で重要であり、この点を見通した理解が重要である。ここでも、小学校段階での地面の暖められ方に関する体験、観察事実をしっかりふまえることは、中学校段階での概念・モデルに至る系統的な理解にとって重要である。

「月の見え方とその変化」においては、小学校第4学年で「月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わること」を学ぶ。これに続いて第6学年で「月の輝いている側に太陽があること。また、月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わること」と「月の表面の様子は、太陽と違いがあること」を学ぶ。月と太陽の表面の様子の比較から月は太陽と違って自ら光を発する天体ではないらしいことと、月の輝いている側に常に太陽があるという観察事実より、月は太陽の光を受けて輝いていること、そして月の形は太陽からの光の受け方によって変化すること、つまり太陽との位置関係によって変化することを推論することが重要である。中学校では「月の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、月の公転と見え方を関連付けてとらえること」を学ぶ。ここでは上述の小学校で学ぶ月の見え方とその変化に関する観察事実と、それらの変化が太陽との位置関係の変化によるものらしいと推論できることを今一度確認し、これらの事は月が地球のまわりを公転しているというモデルで合理的に説明されることを理解することが重要である。既に述べたように、ここでもモデルという抽象的なものを理解する上で小学校での学習内容になる月の見え方とその変化についての観察事実をしっかりふまえることが重要となる。

「惑星と恒星、銀河系など恒星の集団」においては、小学校第4学年で「空には、明るさや色の違う星があること」と「星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること」を学ぶ。空に輝く星を観察すると、明るいものから暗いものまで、色も青白いものや赤っぽいものなど様々であること、星の集まり（星座）が一日の中でお互いの位置関係を変えず時々刻々とその集まりの位置が変化すること（恒星の日周運動）、また一年の中でも星の集まりの見え方が変化すること（年周運動）がわかる。これらの観察事実をしっかり捉えなおし、可能ならば実際の星空の継続的な観察を学生に

経験させ、これらの観察事実への認識をより深めることが望ましい。中学校では、「太陽の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、太陽の特徴を見いだすこと」と「観測資料などを基に、惑星と恒星などの特徴を理解するとともに、惑星の見え方を太陽系の構造と関連付けてとらえること」を学ぶ。星には様々な明るさや色のものがあることを観察事実として改めて認識し、これらの特徴が恒星の大きさや恒星までの距離、恒星表面の温度などと関連していることを理解することにより、恒星に関する観察事実を物理的・化学的な観点から理解することが重要である。また、このような恒星に関する理解の中で、恒星の一つである太陽の理解も深めるようにしたい。また、恒星に関する学習の発展として、これら恒星の集団としての銀河系に関する理解を深めるようにしたい。さらに、星の集まり（星座）が一日或いは一年の中で見え方が変化するという小学校で学ぶ観察事実を改めて認識し、これらを地球の自転・公転という概念で合理的に説明されることを理解することが重要である。

本分析では、小学校から中学校における天文分野の学習内容を「地球の自転と公転、それらに伴う天体の動き」「月の見え方とその変化」「惑星と恒星、銀河系など恒星の集団」の3つに分類した。いずれの分類においても、小学校段階学ぶ天文現象の観察事実をしっかりふまえて認識・理解すること、中学校段階ではそれらの観察事実を改めて深く捉えなおし、その上でそれらを合理的に説明する抽象的な概念やモデルについての理解を深めるということが、天文分野の内容を系統的に学習し理解する上で重要であると言える。

4. 今後の課題

今回は、現行の学習指導要領を分析対象としている。小学校では平成32年度から、中学校では平成33年度からそれぞれ新しい学習指導要領の実施が予定されている。本分析の結果を、新学習指導要領の学習内容と比較しながら系統性を検討することが今後必要である。また、本分析から得られた知見に基づいて、具体的に講義や演習の構築と展開にいかにか活かすか、具体的な授業案・教材開発案を検討・実践して提示することも今後の重要な課題であると考えられる。

参考文献

文部科学省，2010，小学校学習指導要領，pp.104. (http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2010/11/29/syo.pdf)

文部科学省，2012，中学校学習指導要領，pp.108. (http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/__icsFiles/afieldfile/2010/12/16/121504.pdf)