

# 中学校理科における生徒の気象概念の構成に関する研究

A study on students' construction of meteorological conceptions  
in junior high school science

平 山 将 也

森 藤 義 孝

Masaya HIRAYAMA

Yoshitaka MORIFUJI

福岡教育大学大学院教育学研究科

福岡教育大学理科教育ユニット

(令和元年9月30日受付, 令和元年12月12日受理)

## 抄録

本研究では, 中学校理科の「気象とその変化」の単元に注目し, 当該単元の学習終了直後の中学生が構成している気象概念の内容を捉え, その問題点を明らかにすることを目的として, 当該単元の主要な指導内容についての認識調査を実施した。その結果, 雲の発生過程について, 気温の変化を説明する生徒は多いものの, 気圧の変化を説明する生徒が少ないことが明らかにされた。また, 前線の変化について, 多くの生徒がその理由を説明することができず, 寒冷前線が温暖前線に追いついて閉塞前線となる現象を寒気と暖気の動きとして捉えることに困難が生じていることが明らかにされた。さらに, 夏と冬の日本の気象について, 多くの生徒が気団の影響だけで説明しようとするのが明らかにされた。これらの調査結果から, 当該単元の学習内容を本質的に理解している生徒は少なく, 学習上の困難が生じている実態が浮き彫りにされた。

## 1. はじめに

平成20年に告示された中学校学習指導要領<sup>1)</sup>では, 第2学年の「気象とその変化」の単元(以下「気象単元」という。)において, 気象に関する諸概念が取り扱われている。当該単元の学習内容は, 「気象観測」, 「天気の変化」及び「日本の気象」から構成されている。このうち, 「日本の気象」は, 平成10年の学習指導要領<sup>2)</sup>では一時的に削除されていたが, 平成20年の学習指導要領で復活させられたものである。これは, 当該単元の指導において, 生徒に身近な「日本の気象」を取り扱うことを重視したことによる措置であると考えられる。この措置により, 当該単元については, 過去と比較して, 教科書<sup>3)</sup>の内容もかなり充実しており, 温帯低気圧の発達や海陸風等も記載されるようになった。

このように, 中学校理科における気象単元の学習内容は大幅に増加してきており, 過去には見られなかった学習上の困難が生じている可能性がある。また, 平成29年の新学習指導要領<sup>4)</sup>では, 気象単元の学習前に配置されてきた圧力や大気圧

の学習が当該単元の中に組み入れられることになっており, 当該単元の学習を円滑に展開できるような指導の流れを再構築していくことが急務であるといえる。

そこで, 本研究では, 当該単元の学習終了直後の中学生を対象として, 当該単元の主要な指導内容についての認識調査を実施することとした。そして, 彼らが構成している気象概念の内容を捉え, 当該単元の学習上の問題点を明らかにし, 気象概念の構成に効果的な授業を構想していく上で指針を得たいと考えた。

## 2. 研究の理論的背景

本研究では, Osborne, R.ら<sup>5)</sup>の生成的学習モデルを基礎に据えながら, 生徒の概念構成を検討していくこととする。彼らによって提案された生成的学習モデルの概要は, 図1のようにまとめられる<sup>6)</sup>。

図に示されているとおり, 学習者は, 既有概念を基礎に据えながら, 学習対象の特定の側面に対して選択的に注意を向け, その結果として得られ

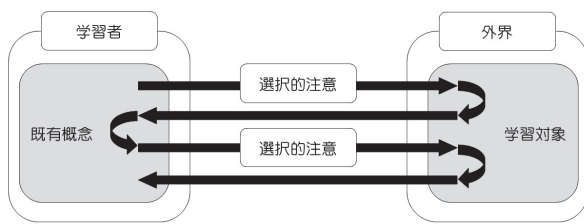


図1 生成的学習モデルの概要

表1 学習者の概念の7種類の構成要素

構成要素	定義	例
ストリング	一つひとつが分離されず、全体としてまとまりを持った形で記憶されているひとつながりのことば、あるいは記号	すべての作用には、これと等しく向きが反対の作用が働く
命題	概念(ことば)の性質あるいは概念間の関連性についての記述	イースト菌は単細胞である
イメージ	感覚についての心的表象	アザミのじょうご形、塩素の臭い
エピソード	経験あるいは目撃した事象についての記憶	実験室での事故、顕微鏡の組み立て
知的技能	心的な課題遂行能力	化学反応式の両辺の収支を計る
運動技能	肉体的な課題遂行能力	ある印まで液体を注ぐ
認知的方略	思考をコントロールする際の概括的・一般的技能	別の解釈を受け入れる、学習目標を決める、学習が成功しそうかどうか判断する

た情報を意味づけ、関係づけ、新たな意味を構成し、既存概念を更新していくこととなる。このように、生成的学習モデルを踏まえるならば、学習は、「学習者」と「学習対象」との間で生起するインタラクションによって進行するものと捉えられる。そして、インタラクションの帰結として構成される概念の内容は、学習者が保持している既存概念の影響を大いに受けるものと考えられる。したがって、効果的な理科授業を構想するためには、学習者の中に成立している既存概念の内容を詳細に捉えておくことが必要不可欠になると言える。

ところで、White, R.<sup>7)</sup> は、表1に示すとおり、学習者の概念の中に、質的に異なる7種類の構成要素が存在すると考えた。中山ら<sup>8)</sup> は、これらの要素の中でも、特に、理科学習の進行を捉える上で、言語的表現としての「命題」と描画的表現としての「イメージ」に注目していくことが重要であると主張している。そして、学習者の概念の主要な構成要素である命題やイメージの実態を捉える際に効果的に機能する方法として、概念地図法 (concept mapping) や描画法 (drawing) を

取り上げ、それらの活用事例などを報告している。

これまでに見たとおり、気象概念の構成に効果的な気象単元の授業を構想し、実践していくためには、生徒の概念の内容を詳細に捉えていくことが必要不可欠である。そして、概念の内容を捉えていく際には、特に、命題やイメージに注目していくことが重要であると考えられる。

そこで、本研究では、当該単元の指導内容を教科書に依拠した標準的な形の授業で学習した生徒を対象として認識調査を実施し、学習終了直後に構成されている概念の内容を命題とイメージの観点から明らかにすることで、当該単元の主要な指導内容についての生徒の気象概念の内容を詳細に捉えていくこととした。

### 3. 調査の実際

#### 3-1 調査目的

前述したように、本研究では、現在の気象単元の主要な指導内容について、学習終了直後の生徒に構成されている気象概念の内容を明らかにしていくことを目的とし、認識調査を実施する。そして、生徒の概念の内容を踏まえた上で、彼らが抱えている学習上の問題点を明らかにし、当該単元に関わる効果的な授業を構想していくための指針を得たい。

#### 3-2 調査対象及び調査実施時期

調査対象は、福岡県内の公立中学校に在籍する第2学年の3クラス101名の生徒である。調査の実施時期は、平成31年3月中旬である。この時期は、生徒が気象単元の全ての学習を終えた直後であった。調査の所要時間は、30分間であった。

#### 3-3 調査内容及び方法

調査は、質問紙形式で実施した。調査問題は、表2に示すとおり、問題1から問題6までの6つの問題で構成される質問紙を使用し、現在の気象単元の主要な指導内容である「雲の発生過程」、「低気圧の発生過程」、「前線の変化」及び「日本の気象」についての生徒の概念の内容を捉えることとした。また、それぞれの問題に対して、言語的表現と描画的表現を用いて説明させることで、生徒の概念の内容を詳細に捉えることとした。

まず、問題1と問題2において、「雲の発生過程」についての概念の内容を捉えることとした。問題1では、「上空にある雲はどのようにしてできたのか」について回答させ、次に、問題2にお

表2 調査問題の構成

調査内容	問題番号	調査問題
雲の発生過程	問題1	非指示的狀況下で雲の発生過程について説明させる問題。
	問題2	「空気が上昇すると、雲ができる。」といった情報を提示し、指示的狀況下で雲の発生過程について説明させる問題。
低気圧の発生過程	問題3	「暖気団と寒気団が同じ勢力でぶつかると、低気圧が発生する」といった情報を提示し、指示的狀況下で低気圧の発生過程について説明させる問題。
前線の変化	問題4	前線の変化が起こる順番を提示し、その順番に変化が起こる理由について説明させる問題。
日本の気象	問題5	夏の季節風と冬の季節風について、日本付近の地図の中に風向を描き、そのように風が吹く理由について説明させる問題。
	問題6	春と秋に小笠原気団とシベリア気団の勢力が弱まると、日本の天気が周期的に変化する理由について説明させる問題。

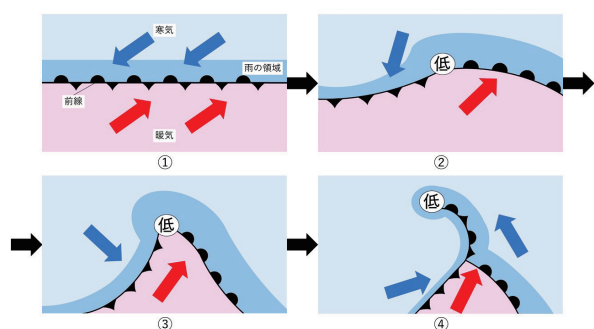


図2 問題4で提示した前線の変化

いて、「空気が上昇すると、雲ができる」といった情報を提示した上で、「なぜ、空気が上昇すると、雲ができるのか」について回答させた。

次に、問題3において、「低気圧の発生過程」についての概念の内容を捉えることとした。ここでは、「暖気団と寒気団が同じ勢力でぶつかると、低気圧が発生する」といった情報を提示した上で、「なぜ、暖気団と寒気団が同じ勢力でぶつかると、低気圧が発生するのか」について回答させた。

そして、問題4において、「前線の変化」についての概念の内容を捉えることとした。ここでは、「暖気団と寒気団がぶつかると、前線ができ、前線上では低気圧が発生する」といった情報と図2に示す前線の変化を表した4枚の絵を提示した上で、「①から②に変化が起こる理由」、「②から③に変化が起こる理由」及び「③から④に変化が起こる理由」について、それぞれ回答させた。

さらに、問題5と問題6において、「日本の気象」についての概念の内容を捉えることとした。問題5では、「日本列島はユーラシア大陸と太平洋にはさまれているため、夏と冬に季節風が吹く。」といった情報を与え、それぞれの季節風について、日本付近の地図の中に風が吹く向きとその理由について回答させた。次に、問題6では、「春と秋に小笠原気団とシベリア気団の勢力

表3 回答カテゴリーの定義

回答カテゴリー	定義
科学的説明	教科書の意図どおりに現象を捉えて説明をしている回答
準科学的説明	教科書の意図どおりではない、もしくは教科書の意図とは異なるが、科学的に適切な説明をしている回答
非科学的説明	科学的に適切な説明をしていない回答
その他	説明をしていない回答

表4 「雲の発生過程」についての回答カテゴリーに含まれる代表的記述例とその人数分布 (n=101)

回答カテゴリー	代表的記述例	問題1	問題2
科学的説明	・空気が上昇すると、気圧が低くなり、気温が下がるから。	4 (4)	7 (7)
	・空気が上昇すると、気圧が低くなるから。	3 (3)	7 (7)
準科学的説明	・空気が上昇すると、気温が下がるから。	32(31)	42(41)
	・空気が上昇するから。	28(28)	2 (2)
非科学的説明	・水が蒸発するから。	23(23)	3 (3)
	・水蒸気が集まるから。	7 (7)	6 (6)
	・その他	2 (2)	13(13)
その他	・分からない	2 (2)	21(21)
	・無回答		

注 単位は人、( )の数字は%

が弱まると、日本の天気が周期的に変化する。」といった情報を与え、その理由について回答させた。

#### 4. 調査結果及び考察

本研究では、生徒の回答を、教科書<sup>9)</sup>の意図どおりに現象を捉えて説明しているか否かを基準として、「科学的説明」、「準科学的説明」、「非科学的説明」及び「その他」の4つの回答カテゴリーに分類することとした。表3は、各回答カテゴリーの定義の詳細を示したものである。ここでは、これらの回答カテゴリーを基礎として、調査結果についての考察を進めていくこととする。

##### 4-1 雲の発生過程について

表4は、「雲の発生過程」についての回答を、



表5 「低気圧の発生過程」についての回答カテゴリーに含まれる代表的記述例とその人数分布 (n=101)

回答カテゴリー	代表的記述例	人数 (割合)
科学的説明	・暖気団が寒気団に押し上げられ、 空気が上昇し、気圧が下がるから。	2 (2)
	・前線ができるから。	22(22)
準科学的説明	・暖気団が寒気団に押し上げられる から。	12(12)
	・上昇気流ができるから。	1 (1)
非科学的説明	・気団が混ざるから。	6 (6)
	・暖気団が発達するから。	3 (3)
	・空気が下に押しだされるから。	3 (3)
	・気団と気団の間には低気圧ができ るから。	2 (2)
	・空気のつずができるから。	2 (2)
その他	・その他	14(14)
	・分からない	34(33)
	・無回答	
	・解読不能	

前述の回答カテゴリーによって分類し、それぞれに含まれる代表的な記述例とその人数分布を示したものである。

表に示されているとおり、問題1では、「気温が下がる」、「空気が上昇する」、そして、「水が蒸発する」といった回答を提出する生徒が多い。問題2では、前述の情報が提示されたことによって、「空気が上昇する」、「水が蒸発する」といった回答を提出する生徒は少なくなり、「気温が下がる」といった回答を提出する生徒は多くなる。一方、「気圧が低くなる」といった回答を提出する生徒は少ないままである。これらのことから、多くの生徒が、「雲の発生過程」を「気温」の変化のみと関係付けており、断熱膨張の実験が示すような「気圧」の変化との関係付けが困難になっていることが指摘できる。

#### 4-2 低気圧の発生過程について

表5は、「低気圧の発生過程」についての回答を、前述の回答カテゴリーによって分類し、それぞれに含まれる代表的な記述例とその人数分布を示したものである。

表に示されているとおり、「科学的説明」を提出した生徒は非常に少ない。そこで、これ以外の説明として最も多くなされた説明を見ると、それは、前線ができることを説明した回答であり、このような説明を提出した生徒は全体の22%であった。このことから、低気圧が発生する理由を前線ができることのみと関係付けて説明する生徒が多く、前線付近の暖気と寒気の動きによって発生する上昇気流との関係付けが困難になっている

表6 「①から②の前線の変化」についての回答カテゴリーに含まれる代表的記述例とその人数分布 (n=101)

回答カテゴリー	代表的記述例	人数 (割合)
科学的説明	・低気圧が発生し、暖気団と寒気団 が反時計回りに移動するから。	7 (7)
	・低気圧が発生し、暖気団と寒気団 の間がゆがむから。	1 (1)
準科学的説明	・暖気が寒気を押すから。	7 (7)
	・暖気が寒気を押し、寒気が暖気を 押すから。	6 (6)
	・低気圧が発生しているから。	5 (5)
	・寒気が暖気を押すから。	4 (4)
	・寒冷前線と温暖前線ができるから。	4 (4)
非科学的説明	・暖気と寒気の進行方向が異なるか ら。	14(14)
	・寒気が下に行き、暖気が上に行こ うとするから。	11(11)
	・暖気団と寒気団が混ざるから。	4 (4)
	・その他	16(16)
その他	・分からない	22(21)
	・無回答	

ことが指摘できる。

#### 4-3 前線の変化について

表6は、「①から②の前線の変化」についての回答を、前述の回答カテゴリーによって分類し、それぞれに含まれる代表的な記述例とその人数分布を示したものである。

表に示されているとおり、「科学的説明」を提出した生徒は101名中8名であり、全体の8%であった。このことから、ほとんどの生徒は、①から②の前線の変化を説明できていないといえる。そこで、これ以外の説明として最も多くなされた説明を見ると、それは、暖気と寒気の進行方向が異なることを説明した回答であり、このような説明を提出した生徒は全体の14%であった。このことから、①から②の変化を図から読みとり、暖気の進行方向に温暖前線ができ、寒気の進行方向に寒冷前線ができていることを説明する生徒が多いと考えられる。

表7は、「②から③の前線の変化」についての回答を、前述の回答カテゴリーに分類し、それぞれに含まれる代表的な記述例とその人数分布を示したものである。

表に示されているとおり、「科学的説明」を提出した生徒は101名中29名であり、全体の29%であった。彼らは、寒気と暖気の進む速さの違いについて捉えていると考えられる。一方、「その他」に分類される生徒は全体の38%であった。

表7 「②から③の前線の変化」についての回答カテゴリーに含まれる代表的記述例とその人数分布 (n=101)

回答カテゴリー	代表的記述例	人数 (割合)
科学的説明	・温暖前線よりも寒冷前線のほうが速く進むから。	13 (13)
	・暖気よりも寒気の方が速く進むから。	16 (16)
準科学的説明	・寒気が暖気を押すから。	6 (6)
	・暖気が寒気を押すから。	2 (2)
非科学的説明	・さらに反時計回りにまわるから。	1 (1)
	・寒気が暖気に近づいたから。	3 (3)
	・寒気団の勢力が強くなったから。	2 (2)
その他	・その他	19 (19)
	・分からない ・無回答	39 (38)

表8 「③から④の前線の変化」についての回答カテゴリーに含まれる代表的記述例とその人数分布 (n=101)

回答カテゴリー	代表的記述例	人数 (割合)
科学的説明	・寒冷前線が温暖前線に追いついたから。	12 (12)
	・寒気の一部が暖気の一部を追い越したから。	6 (6)
準科学的説明	・暖気よりも寒気の方が速く進むから。	3 (3)
	・前線が交わるから。	3 (3)
	・低気圧が弱まるから。	1 (1)
非科学的説明	・寒気団と暖気団が合わさったから。	17 (17)
	・寒気団が暖気団よりも強くなったから。	4 (4)
	・その他	16 (16)
その他	・無回答 ・分からない ・解説不能	39 (38)

このことから、②から③の前線の変化を説明できない生徒が多いといえる。

表8は、「③から④の前線の変化」についての回答を、前述の回答カテゴリーによって分類し、それぞれに含まれる代表的な記述例とその人数分布を示したものである。

表に示されているとおり、「科学的説明」を提出した生徒は101名中18名であり、全体の18%であった。彼らは、寒冷前線が温暖前線に追いついて閉塞前線になることを捉えていると考えられる。一方、「その他」に分類される生徒は全体の38%であった。このことから、③から④の前線の変化を説明できない生徒が多いといえる。そこで、これ以外の説明として最も多くなされた説明を見ると、それは、「寒気団と暖気団が合わさる」ということを説明した回答であり、このような説明を提出した生徒は全体の17%であった。この

表9 夏と冬の季節風が吹く向きについての回答の人数分布 (n=101)

	冬の季節風			
	適切	不適切	無回答	
夏の季節風	適切	62 (61)	5 (5)	0 (0)
	不適切	10 (10)	10 (10)	0 (0)
	無回答	0 (0)	0 (0)	14 (14)

注 単位は人、( )の数字は%

ことから、彼らは、③から④の前線の変化における寒冷前線と温暖前線の交わりを適切に捉えられておらず、前線の変化を暖気と寒気の動きとして捉えることに困難が生じていると考えられる。

#### 4-4 日本の気象について

表9は、夏と冬の季節風が吹く向きについての回答を、「適切」、「不適切」及び「無回答」に分類し、それぞれの人数分布を示したものである。表に示されているとおり、夏と冬の両方について、季節風が吹く向きを適切に捉えている生徒は全体の61%であった。このことから、夏と冬の季節風については、社会科でもモンスーンに関わる指導を行うため、半数以上の生徒が少なくとも向きについては適切に捉えられていると考えられる。

図3は、「夏と冬に季節風がふく理由」についての回答を、前述の回答カテゴリーによって分類し、それぞれに含まれる代表的な記述例とその人数分布を示したものである。

図に示されているとおり、「科学的説明」を提出した生徒は、非常に少ない。そこで、これ以外の説明として最も多くなされた説明を見ると、それは、それぞれの季節に発達する気団を説明した回答であることが明らかにされた。このような説明を提出した生徒は、夏の季節風では29%であり、冬の季節風では28%であった。このことから、季節風が吹く理由を気団と関係付けて説明する生徒が多く、教科書に示されているような海陸風が吹く理由に基づく説明に困難が生じていることが指摘できる。

さらに、夏の季節風の説明と冬の季節風の説明を比較すると、夏の季節風の説明の方が、「科学的説明」や「準科学的説明」をしている生徒が多く、このような生徒であっても、冬の季節風の説明では、「気団が発達する」といった説明を提出したり、「非科学的説明」を提出したりする傾向が見られた。このことから、彼らは、夏と冬の季節風が吹く理由に対して異なった概念を適用し、

カテゴリー	説明の概要	夏の季節風	冬の季節風
科学的説明	・ 陸と海との温度差が生じることで、暖かい方の空気が上昇し、空気が移動する。	③ — 2 — ②	
準科学的説明	・ 陸と海との温度差が生じることで、気圧の差が生じる。	⑪ — 9 — ⑨	
	・ 気団が発達する。	⑲ — 22 — ⑲	⑲ — 28 — ⑲
	・ 陸と海との温度差が生じる。	③ — 3 — ③	
	・ 高気圧から低気圧へ風が吹く。	⑲ — 7 — ⑲	⑲ — 28 — ⑲
非科学的説明	・ 南東(北西)の風が吹く。 ・ 低気圧から高気圧へ風が吹く。 ・ その他	② — 2 — ②	② — 2 — ②
	⑳ — 4 — ⑳	⑳ — 26 — ⑳	⑳ — 34 — ⑳
その他	・ 無回答 ・ 分からない	㉑ — 21 — ㉑	㉑ — 23 — ㉑

図3 「夏と冬に季節風が吹く理由」についての回答カテゴリーに含まれる代表的記述例とその人数分布 (n=101)

表10 「春と秋に日本の天気が周期的に変化する理由」についての回答カテゴリーに含まれる代表的記述例とその人数分布 (n=101)

回答カテゴリー	代表的記述例	人数(割合)
科学的説明	・ 偏西風が吹いているため、高気圧と低気圧が交互に通過する。	6 (6)
準科学的説明	・ 偏西風が吹いている。	9 (9)
	・ 揚子江気団が発達する。	6 (6)
	・ 揚子江気団が発達し、高気圧と低気圧が交互に通過する。	3 (3)
	・ 高気圧と低気圧が交互に通過する。	2 (2)
非科学的説明	・ 日本付近の4つの気団が混ざると。	
	・ 揚子江気団がオホーツク海気団とぶつかる。	39 (38)
	・ 風向が変わりやすい。	
その他	・ 無回答 ・ 分からない	36 (36)

両者が一つ概念で統一的に説明できることが適切に捉えられていないものと推測できる。

表10は、「春と秋に日本の天気が周期的に変化する理由」についての回答を、前述の回答カテゴリーによって分類し、それぞれの代表的な記述例とカテゴリー別人数分布を整理して示したものである。

表に示されているとおり、春と秋の日本の気

象について、「科学的説明」をした生徒は101名中6名と、全体の6%であることから、ほとんどの生徒は春と秋の日本の気象について教科書の意図どおりに説明できていないことが明らかにされた。このように、春と秋の日本の気象についての概念は、夏と冬の日本の気象についての概念と比較し、不十分な状態にとどまっていることを指摘できるであろう。

## 5. 今後の課題

本研究で示した調査結果から、中学校理科における気象概念の構成が困難になっていることが明らかになった。そこで、今後は、気象単元の学習を終了して数年が経過している大学生を対象とした認識調査を実施することにより、気象単元における学習上の困難をさらに詳細に把握したい。そして、気象分野の認識に関する浅利<sup>10)</sup> 11)らの先駆的な研究成果も踏まえながら、本調査によって明らかにされた当該単元の学習上の困難を解消する手だてについての検討を行い、気象概念を効果的に構成可能な授業のデザインを構想し、それを実践していきたい。その後、構想した授業を実践していく中で生徒の概念の変容をモニターし、構想した実践授業の効果を反省的に捉え、さらなる授業改善を実現していきたい。

6. 引用文献・参考文献及び註

- 1) 文部科学省 (2008) 「中学校学習指導要領解説 理科編」, 大日本図書
- 2) 文部科学省 (1998) 「中学校 学習指導要領 (平成 10 年 12 月) 解説-理科編-」, 大日本図書
- 3) ここでは, 以下の教科書を参考にした。  
有馬朗人他 (2017) 「新版 理科の世界 2」, 大日本図書
- 4) 文部科学省 (2018) 「中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編」, 学校図書
- 5) Osborne, R. and Wittrock, M. (1983) Learning Science: A Generative Process, *Science Education*, 67 (4), pp.489-508
- 6) 森藤義孝 (2012) 「構成主義の学習論 - その影響と課題 -」, 理科の教育, Vol.61, No.724, pp.5-8
- 7) 堀哲夫・森本信也訳 (1990) 「子ども達は理科をいかに学習し, 教師はいかに教えるか - 認知論的アプローチによる授業論 -」, 東洋館出版社, pp.40-64
- 8) 中山迅・稲垣成哲編 (1998) 「理科授業で使う思考と表現の道具 - 概念地図法と描画法入門 -」, 明治図書出版, pp.15-24
- 9) ここでは, 以下の教科書を参考にした。  
・前掲書 3)  
・霜田光一他 (2016) 「中学校 科学 2」, 学校図書  
・細谷治夫他 (2016) 「自然の探究 中学校理科 2」, 教育出版  
・塚田捷他 (2016) 「未来へひろがるサイエンス 2」, 啓林館  
・岡村定矩他 (2016) 「新編 新しい科学 2」, 東京書籍
- 10) 浅利圭 (2011) 「動的かつ因果的な理解を目指す気象学習に関する一考察 - 「天気の変化」の説明方略の変容に注目して -」, 日本理科教育学会全国大会要項 (61), p.234
- 11) 浅利圭 (2013) 「気圧概念の理解における環境的視点と力学的視点の統合・変換の試み」, 日本理科教育学会全国大会要項 (63), p.241

