

ミスコンセプションからシチズンサイエンスへ －地学分野におけるミスコンセプション研究 を生かした授業改善の試み－

From Miss Conception to Citizen Science :
An attempt to improve lessons by making use of
misconception research in the field of earth science

滋野 哲秀 (龍谷大学文学部)

【Abstract】

This paper will introduce the case of misconception research in the field of astronomical objects and meteorology and the case of developing effective teaching methods to eliminate misconception, which is peculiar to students who are not good at this field. This paper will discuss what effects the line of research called Citizen Science, which considers the characteristics of the above, will bring about. In particular, the implementation of interactive learning and Citizen Science to eliminate the misconception has the potential to become a pioneer in future science education as well as to realize the idea of the current *Course of Study*. The findings obtained from this research are related to class improvement of 'dissemination of correct scientific concepts and knowledge of meteorological disaster prevention for children' and 'elementary school teachers who are not good at science and junior high school teachers who are not good at geology', as well as about weather disaster prevention and nature. This paper would deepen the understanding of the citizens and lead to the elimination of major misconceptions.

【Key words】 miss conception, citizen science, science education, interactive

I 学習指導要領の理念と現実

2017年に告示された小中学校の学習指導要領および2018年告示の高等学校学習指導要領(以下「今次の学習指導要領」という)は、「育成すべき資質・能力について3つの柱(図1)」が掲げられ、2020年度から小学校で実施され、2021年度から中学校で、2022年度からは高等学校で実施される。

このことについて、大野(2020)は、今次の学習指導要領の3つの柱について「いずれも抽象的であり、このままでは『生きる力』の育成は理念倒れに終わるのではないかと危

惧される」と述べている。その上で、京都大学総合博物館でのワークショップでの知見から「理念を現実にしていくためのヒント」を提言している。

また、井出（2015）は、知識の体系化を図る理科指導について理科教員を志す大学生の自然認識の現状から考察し、「小学校・中学校・高等学校での12年もの学びを経て大学に入学してくる学生に接すると、獲得した知識がはたして体系化されたものになっているのか疑問を感じる事が頻繁にある。そうした状況に接する度に、生徒が知識の体系化を図ることのできる指導は学校現場でどの程度理解され、進展したのか疑問を感じる」と述べている。ちなみに、井出が調査対象としたのは生物、物理、化学の事例である。

筆者は、地学分野、その中でも特に天体・気象分野において大学生の自然認識を調査し、先述した二人の考察と同様の危惧を感じており、2018年度から、義務教育から高等学校教育の中で生まれてきたミスコンセプションの事例をもとに主に中学校・高等学校の研究協力者と効果的な指導法の研究開発を行ってきた。

本稿では、そうした筆者が行ってきた大学生のミスコンセプション研究の事例を紹介し、その改善に向けたシチズンサイエンスという研究の取り組みがどのような効果をもたらすのかについて論じていきたい。

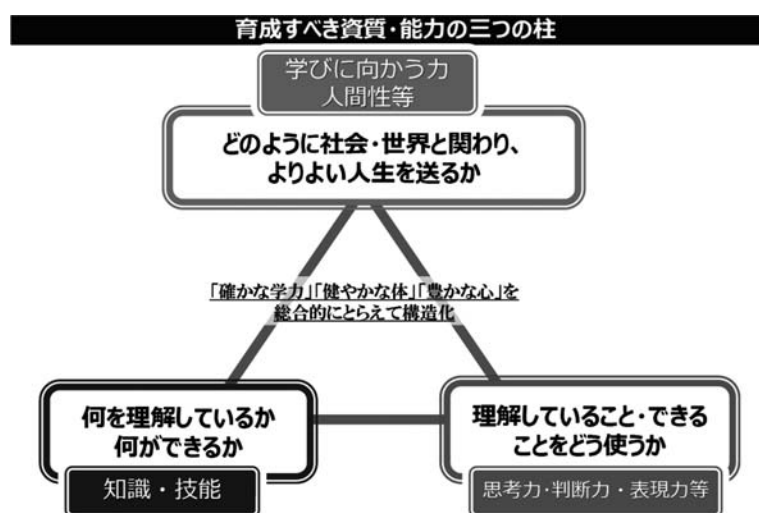


図1 育成すべき資質・能力の3つの柱

Ⅱ ミスコンセプションに関する事例

筆者が行った研究から明らかになった天体・気象分野のミスコンセプション事例は以下のとおりである。

1 天体分野に関するミスコンセプション事例

この分野でのミスコンセプションの代表的な事例としては、太陽系における惑星間の距離がある。滋野（2020 a）の調査事例として「『地球から太陽までと地球から木星までとではどちらが遠いですか』という問いに対して 52.7% の高校生が太陽のほうが遠いと答えた（地球から太陽までの平均距離を 1 天文単位とすれば太陽から木星までは 5 天文単位なので地球からは木星の方が 4 倍も遠い）。これは、教科書の図において惑星の距離を考えずに見開きの状態で人工衛星の写真を掲載しているため、空間の天体配置がイメージできていないために生じてしまったミスコンセプションといえる。太陽系の惑星についての正しい空間認識を養うために、太陽からの惑星の距離を正しく反映した惑星の位置をロープに記入していくことで、スケールモデルを作成した。そうすると地球の直径を 1 mm とした場合、木星までの距離は約 40 m となり、閑散とした空間に惑星が存在するという太陽系のイメージが理解できるようになった」というものがある。

この他、学生の理解度が極端に低いものとして「惑星の運動とその見え方」「月の満ち欠けと月の見える位置の関係」「季節と星座」「流星」など多岐にわたる。流星に関しては、星座を作っている恒星が移動していると考える回答が、高校生で 11.9%、大学生で 11.4% あった。これは、大学の別の授業における受講者調査でもほぼ同じ割合であり、誤答者に理由を聞いたところ、流星群に「ペルセウス座流星群」といった星座名が付いていることによって発生する思い込みがこのミスコンセプションにつながったと考えられる。

また、理科教育法受講生に模擬授業をさせると「冬の星座は夏には見えません。夏の星座は冬には見えません」と説明した。筆者が、「それは事実なのか」と尋ねると受講生全員が頷いた。筆者が国立天文台の星空情報 12 月という図を見せると、西の空には夏の星座が描かれている（図 2）。全員、ゆっくりと星空を眺めた経験がなく、小学校教科書の夏の星座・冬の星座という図と記述が思い込みによる概念を形成している。

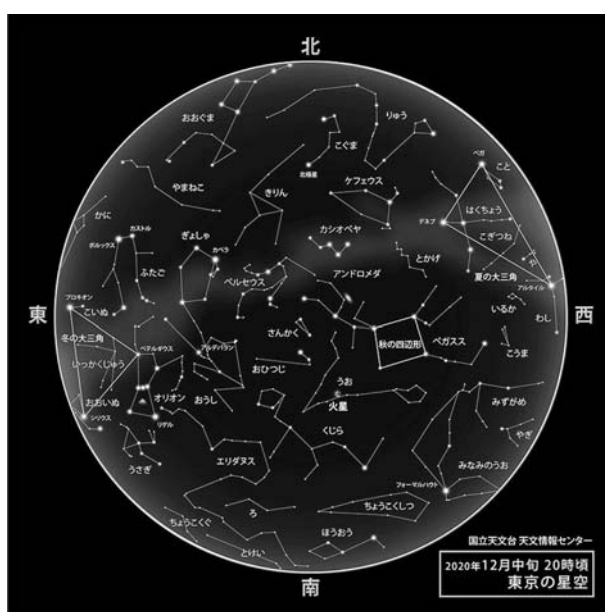


図2 東京の星空・カレンダー・惑星（2020年12月）

受講生に、「筆者は、夏にペルセウス座流星群の観測を行う際には、明け方、薄明の東の空にオリオン座が昇り、次第に明るくなってきて観測を終える。太陽の向こう側にある星座以外はほとんど見える」と伝えると新たな知識を得たような表情で話を聞いてくれた。

こうした天体分野の指導に関して、小学校・中学校の教員に聞くと、「自分自身も星空を観察した経験がなく、どのように教えていけばいいのか苦慮している」という答えが返ってきた。やはり星空を眺めることからはじめ、体系的な学習を積んでいくしかないと考えられる。

2 気象分野におけるミスコンセプションの事例

この分野での最も深刻なミスコンセプションの事例は、天気図を見て風がどのように吹くかを記入するという「基本のキホン」が全く身につけていないという点である。理系学生・文系学生ともに、筆者が授業で調査したところ、今まで正解者が一人も出てこないのである。冬の代表的な気圧配置は西高東低であるという知識は持っている。しかし、天気図に風向を記入させると高気圧と低気圧を線で結ぶという学生が2～3割程度であり、こうした回答する学生は、教科書に記述されている「風は気圧の高いほうから気圧の低いほうに向かって吹く」という知識は持っていると考えられる。しかし、正解ではない。その他

の学生は全くわからないと答えるか様々な方向に誤った線を引く。

天気図から風向が読めれば、日本では、南から風が吹けば暖かく湿った風が入り、北から風が吹けば、冷たい風が流入することはすぐわかる。天気図をベースに気象分野を系統的に教材化すれば四季の天気や週間天気などがすぐに理解できる。筆者が研究協力者で行った指導法は、「等圧線は風向を表している」と強調し、「風は、等圧線と平行に気圧の高いほうを右に見ながら吹いていく、と説明し、等圧線を上からなぞり矢印をつける」というものである。4人グループに1枚大きく印刷した天気図を渡し、何回かこの作業を繰り返すとほとんどの生徒や学生は、風向が読めるようになる。こうして、中学生に天気図から数日先までの天気の予測をさせるとどのグループも正解した。

さらに気象分野のミスコンセプションは、雲などについても生じており、物質の三態から雲は水滴（液体）、氷晶（固体）と答えられる学生は少数である。これは、小学校・中学校ともに雲は水滴でできていて液体であると教科書に記述されているにもかかわらず、空中に浮遊しているため気体だと思い込んでいるようである。この点を解消するには実験を行うしかないのだが、教員は実験をしていない。筆者が受講生にアンケート調査を行った結果実験したことがある学生は10%以下であり、教員が教科書の説明だけで授業をしていると考えられる。

Ⅲ ミスコンセプションと人類の知恵の進化

ミスコンセプションについて、多賀（2019）は、Shawn et al（1991）の論述を紹介し、「児童生徒個人が保持する理論やモデルは外部の世界について多くのミスコンセプションを含んでいる。彼らは理科の授業で学んだ事実を覚えたり、テスト等でそれを再生したりすることは行えるが、学校外では彼らの個人的理論やモデルは適用され続け、ミスコンセプションを容易に捨て去ろうとはしない。そして、ミスコンセプションが修正されないまままだと児童生徒はそのミスコンセプションを大人になっても持ち続けてしまうことを指摘した。科学に関する素朴概念というミスコンセプションは、学校での理科の授業で修正され科学的概念へと変化するべきものであるが、実際には容易には修正されずにそのまま大人になっても保持されてしまうということである」と述べている。

こうしたミスコンセプションの生起に関連する興味深い知見がある。大野（2020）は、ヒトの知恵の進化について京都大学総合博物館におけるワークショップの実践の中から、「参加者が示す発見の興奮、思い込み、見落とし、さらには、対話下手など学びにかかわる様々な振る舞いを紹介し、これらの振る舞いについて、人類の知恵の進化の歴史の観点

から統一的な説明を試みることにある」とし、知恵の進化の観点から今次の学習指導要領が目指す資質・能力についていくつかの提案を行っている。

まず、このワークショップでは、「何も教えないで意地悪質問をする」という展開の中で「子どもたちがリラックスし、大胆に推理し感動の学びが起こる」ことを紹介している。その上で、「その感動を呼ぶ理由について、ヒトの知恵の進化の歴史において生き残りの確率を高める適応として進化してきた」と指摘する。そして、サバンナでの生き残りの知恵として「客観と情動の二重サイクルからなる科学の誕生」という点を指摘している。

この中で大野（2020）は、「地上に降り立った私たちの祖先は、サバンナで肉食の獣をはじめ天敵が多数いる環境で生き残りの試練に直面することとなった。この状況こそが、客観と情動との二面性を生み出したのだ」と述べている。さらに大野（2020）が指摘するのが、「生き残りの確率を高めたサイクル（観察→推理→確かめ）」である。「このサイクルを洗練するのにあたって大きく寄与したのが伴走する情動のサイクル」だと指摘している。具体的は、『ライオンだ』と推理したときには、『怖い』という恐怖感に襲われたに違いない。同時にそれに打ち克って逃げるという決断もする必要がある。そして、『助かってうれしい』という幸福感とともにうまく逃げることができたという自己効力感（自信）も生まれたに違いない。さらに『観察→推理→確かめ』のサイクルを洗練することは生き残りにとって有効なので、危機をいち早く発見できるしくみとしての好奇心もさらに洗練されただろう。また、生き残りの確率を高める向学心も強化されたに違いない」と述べている。

大野（2020）はさらに、博物館でのワークショップから『ハマグリが暴く知恵の落とし穴』と題して、貝殻の内側に残った痕跡からハマグリ貝柱の数を決めるというワークショップ『貝体新書』を踏まえ、私たちの知恵の弱点を解説している。それは『思い込み』と『見落とし』である」と指摘している。その上で、「この『思い込み』『見落とし』こそがヒトの進化のうえでの『生き残りの知恵』だと述べている。自転車に乗るとき自然に交互にペダルを踏むようになるのは『手続き記憶』であり、これが無意識にいろいろなことができるようになる。『手続き記憶』が顔を出すと、『見落とし』が生まれる。人類の祖先がサバンナ広がるアフリカ大陸で暮らしていたとき、草むらの後ろに何かいると気付いたとしよう。そのとき自動的に輪郭を補う回路が備わっていれば見えない部分を丁寧に補ってゆくよりも飛躍的に処理速度が高まりライオンなどの天敵を認識・判断して逃避行動に移るまでの時間を短縮でき生存の確率が高まる。野生の時代に獲得したこうした回路は、意識して観察・判断することが重要な現代のコンテキストの下では『見落とし』『思

い込み』として誤作動し、私たちの認識にとって支障とすらなる」と指摘している。

こうした大野の指摘について、筆者は、ミスコンセプションが多くの学校教育の中で生じる点と関係しているのではないかと考えている。ヒトの生き残りの進化の中で獲得してきたものが誤作動しミスコンセプションを生じているとすれば、その解消に向けてどのようなことが必要になるのか。その点についても大野（2020）は、最近、進化してきた未熟な能力として「対話」を挙げている。大野が資質・能力の進化の時系列にこだわる理由として挙げたのが、「個体発生は系統発生を繰り返す」というヘッケルの反復説であり、「反復説に従えば、知恵の進化においてもより古い時代に獲得した資質・能力は子どもの早い時期から発現し、一方、最近獲得した資質・能力はある程度の発育段階に達してから発現するということになる。そこで、今次の学習指導要領に挙げられている資質・能力も、それらが知恵の進化の中で獲得された順序を考慮することでより効率的に育成できるのではなかろうか」と述べている。さらに、「対話は最近進化した未熟な能力らしい」と指摘し、この「未熟な能力」を育成するには、自分の意見をしっかり考え（自意識）、しっかり述べる（言語）とともに、ヒトの意見を傾聴（共感力）する訓練を、つまり対話の訓練を根気よく行う必要がある」と指摘している。また、博物館のワークショップの中で、グループでの対話により、観察によって出された課題の正解率が向上する場合と向上しない場合のデータを紹介し、対話がまだ未熟な能力であり、この点をどのように高めていくかが大きな鍵となりそうである。

こうした指摘を教育現場ではどのように受け止めていけばいいのか。私たちの未熟な能力と指摘された対話をより効果的なものとするためには、教員の在り方を再検討する必要がある。

こうした点から注目されるのが、教員のファシリテーション力である。ミスコンセプションを生み出す授業スタイルが、今までの教員のパフォーマンスによる板書と質問、生徒はノートに黒板を写すという授業から、教員の立ち位置は、安斎・塩瀬（2020）が指摘する「創造的対話のファシリテーション」という存在に変わらなくてはならない。教科書を教えるのではなく、問いをどうデザインしていくかという課題に取り組むことが必要である。大野がヒントとして挙げた博物館のワークショップのように答えを教えないという授業に変えていく必要があるのではないだろうか。

Ⅳ ミスコンセプションからシチズンサイエンスへ

1 天体・気象分野など自然現象を対象としたミスコンセプションに対するシチズンサイエンスの有効性

筆者は、上述した研究のために大学の教職課程で送り出した教員や教育委員会を通じて広報し賛同して協力者となってくれた教員、京都地学教育研究会の会員、日本気象予報士会京都支部、京都地方気象台とネットワークを構築しミスコンセプションの調査と授業改善に向けた共同研究を行ってきた（基盤研究（C）18K02596（2018-2020）「天体・気象分野のミスコンセプション形成過程の検証と効果的な指導法の研究」）。

その結果として、こうした点をさらに改善するには、学校を基盤としたシチズンサイエンスという取り組みを行い、学習を学校の中だけに閉じずに教員と児童生徒さらには保護者、地域の人々まで巻き込んだ研究活動が効果をもたらすのではないかという結論に至り、構築したネットワークをもとに準備を始めているところである。

先行研究として、荒木（2018）や日本気象予報士会東海支部（2018）が実施したようなシチズンサイエンスはインターネットを通じて一般市民に積雪量や写真を撮影してもらい、それを SNS で報告集計して分析を行うというものである。こうした研究活動に市民が参加することにより防災や自然に関する市民の理解が深まり、正しい科学認識につながっていくものと期待されている。ただ、こうした研究は緒に就いたばかりで学校を基盤にした教職員、児童生徒、保護者を巻き込んだ研究は、まだ行われておらず、今後の理科教育における先駆けとなる可能性を秘めている。

また、大学生のミスコンセプションをもとに初等中等教育から高等教育への接続を考えた系統的な授業を構築する指導法の研究開発は、今次の学習指導要領で文部科学省が提起しているカリキュラム・マネジメントそのものであり、社会に開かれた教育課程という理念とも符合する。時間はかかるが初等中等教育の改善とともに大学でのミスコンセプション解消に向けた教養教育や教職課程の授業改革が行われる必要がある。

シチズンサイエンスの実施がミスコンセプションの解消に有効だと考えるきっかけとなったのは、筆者が、京都府北部の小学校の学習を支援する社会教育関係団体から親子対象の科学教室（2018 年夏と冬、2 回実施）や星空観察に向けた教室の依頼を受けるようになり、2019 年は、夏休みと初冬の 2 回、夏の星空と秋冬の星空を小学校のグラウンドで観察したことである。祖父母から子どもたちまでの 3 世代が参加し、賑やかな観察会となった。夏の観察会では、春の星座が西の空に残っていること、惑星の見つけ方や代表的な星

座をはじめ肉眼で観察できる星雲や星団，など多くの知見を共有できた。主催者と会場の小学校教員は，「天文館のドームで観察する星空よりも広いグラウンドで星空を眺めた経験が，子どもたちにとって，かけがえのない経験になるのではないか」「冬の星座観察なのに西の空にはまだ夏の星座が見られた」「宇宙ステーション（きぼう）を明るく観察できた」「ここでの体験が大人になっても生かされる」といった感想が寄せられた。こうした，取り組みがシチズンサイエンスへとつながり，高校生・大学生の調査で課題となっている天体に関するミスコンセプションの解消につながると期待される。

2 具体的に実施を検討しているシチズンサイエンスの事例

筆者は，現在の予備的調査や関係機関との協議の中での検討結果を踏まえて以下の3点を代表例として，天体・気象分野におけるシチズンサイエンスの具体的な目標として掲げている。

- (1) 居住地における降雪や霧，雷などの観測データと天気図をもとにした気圧配置との関連を分析する。観測データを集計し，観測に参加したメンバーで分析を行う。

一般に「北風となれば京都市内まで降雪があり，滋賀県も南部まで降雪する。西風なら兵庫県・京都府北部の沿岸部，滋賀県東部で積雪する。一般の言説では，京都市丸太町以北は雪になるとか，滋賀県では東に行くほど積雪が増えるなどと言われている。こうした言説と現実はどうなのかをみんなで議論する。気象庁の週間アンサンブル予想図を学校教員から事前配布（メール等）してもらい，観測時刻を予告し，積雪の報告を受け積雪分布図を作成し集計する。アメダスではとらえられない詳細な貴重なデータとなる可能性がある。興味深いデータは，日本気象学会や日本気象予報士会の研究成果発表会などで報告し，他地域での普及やより充実した研究となるよう意見聴取する。

こうした研究は，理科だけでなく各地域での伝承などの言説と関連させながら「総合的な学習（探究）の時間」などで児童生徒とともに実施する。

また，秋以降の時雨や霧の発生状況など様々な気象現象と天気図などとの関係がシチズンサイエンスの対象となる。観測方法は京都地方気象台の職員による指導をうける。

- (2) 流星群などの活動情報をもとにした観測

学校を通じて事前に観測情報を提供し，各地で観察した時刻と出現数を集計して活動状況を共有する。可能なら流星が流れた星座を記録してもらおう。学生の授業における調査結果から大学生になるまでに流星を見た経験がある学生は10%にも満たない状況であり，高等学校までに実際の流星と星空を眺める経験は教科での学習をより効果的なも

のとする可能性がある。

(3) 惑星の見え方の観測

国立天文台などの情報をもとに、事前に学校を通じて観測情報を提供し、対象天体の見えた位置や明るさのわかっている恒星と比較して光度を報告してもらうなどの観測を一斉に行う。

筆者が、研究協力者の教員と情報を共有する中で出てきた点から推察すると、おそらく教員自身もこうした観測の経験が少ないと考えられ、教員の理解度や児童生徒の理解度、知識の変容などをアンケートや質問紙等で調査し、気象防災や天体に関するミスコンセプションとシチズンサイエンスの効果の関連を検証していきたいと考えている。

V 学習指導要領の理念は実現できるのか

今次の学習指導要領の理念は、社会に開かれた教育課程である。また、学校にはカリキュラム・マネジメントを行うことなどが盛り込まれている。学習指導要領の改訂に関して筆者が注目したのは、今までにはなかった前文というものが登場したことである。その前文には、「持続可能な社会の創り手」という表現で育成する児童生徒像が記述されている。この記述は SDGs の内容が盛り込まれているものと考えられる。さらに、高等学校の教育課程で注目されるのは「総合的な探究の時間」をはじめとして、各教科にも「探究」という科目名が登場したことである。すでに筆者がかかわっている高等学校では「総合的な探究の時間」のカリキュラムデザインが急ピッチで進められている。SSH や WWL (SGH の後継事業) などで取り組まれた教育課程の先行研究の成果をすべての高校に波及させていこうとする意図が伝わってくる。

こうした理念は現在の学生のミスコンセプションから考えても必要な理念であると考えられる。大野 (2020) が、今次の学習指導要領の理念を現実にするためのヒントとして挙げているのは、ワークショップでの取り組みから導かれた「答えを教えない」「グループでの対話」である。ただし、「対話は人類の進化の歴史から考えるとまだ未熟な能力である」と述べており、ワークショップでのエビデンスから正解に至る流れが人によって異なる点を指摘している。こうした点から見た場合、ミスコンセプションが生起しない学習とともに今次の学習指導要領の理念を実現するためには、教員には児童生徒のインタラクティブな学びを演出するファシリテーターとなることが求められる。

また、滋野 (2020 a) による「月の出が日ごとに遅くなる」というアンケートの正解率

は高校生 16.1%, 大学生 19.3% であった。推定だが平安時代の人に調査すればほとんど正解するのではないだろうか。この結果は実際に空を見ていないことから生じるミスコンセプションと考えられ、特に自然から学ぶことが重要な天体・気象分野に関してはシチズンサイエンスの取り組みがミスコンセプションの解消につながるのではないかと考えられる。

折しも、文部科学省は 2019 年 12 月、「GIGA スクール構想」を閣議決定し、児童生徒向けの 1 人 1 台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備するための経費が盛り込まれた。児童生徒だけでなく、教員にも一人一端末が急速に行き渡ると考えられ、これはシチズンサイエンスの実施にとって、まさに渡りに船である。

山際（2020）は「人間が現代のように言葉をしゃべるようになったのは 7 万年前頃だろう」と述べており、「言葉は現代人の能力を飛躍的に発展させた」と人類の進化を振り返りながら「人の物語が情報化され、それが AI によって新たな物語に作り変えられようとしているのだ。これは人類の物語の終わり、すなわち人間の終わりを意味する」と論じている。その上で「人類の生物としての進化の歴史に立ち返って、もう一度私たちの未来を見つめ返さねばならないのではないか」と述べている。この指摘は、大野（2020）が指摘したものとも共通するものである。「見落とし」や「思い込み」という進化の過程で生まれてきた能力が誤作動を起こしてミスコンセプションを生起させ、自然現象を見ずに学習する現代人が自然の営みを知らずに生きている。ミスコンセプションの解消に向けた対話とシチズンサイエンスの取り組みは、対話という未熟な私たちの能力を進化させつつ、山極（2020）が述べている「もう一度未来を見つめ返さねばならないのではないか」という指摘に対する実践なのかもしれない。

【謝辞】

本研究に際して、京都地学教育研究会の先生方、及び宮津市立中学校の先生方にはアンケート調査をはじめミスコンセプションの検証と効果的な指導法の研究開発に関する授業研究等多大なご協力をいただき、多くの知見を提供していただいた。厚くお礼申し上げます。

また、本研究は JSPS 科研費基盤研究（C）（一般）平成 30～平成 32 年度 JP 18K02596 の助成を受けたものである。

【引用・参考文献】

- 荒木健太郎（2018）「シチズンサイエンスによる超高密度雪結晶観測「関東雪結晶プロジェクト」」『日本雪氷学会誌雪氷』80 巻 2 号, pp.115-129。
- 安斎勇樹・塩瀬隆之（2020）『問いのデザイン 創造的対話のファシリテーション』
- Barke, H. D., Hzari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconception in Chemistry Addressing Perceptions in*

Chemical Education. Springer.

- ロジャーズ, C. R. 『ロジャーズが語る自己実現の道』ロジャーズ主要著作集・3 2005 岩崎学術出版社(原題『On Becoming a Person: A Therapist's View of Psychotherapy. 1961』)
- 井出忠臣 (2015) 「知識の体系化を図る理科指導」『信州大学教職研究』第8号, 1頁。
- 啓林館 (2011) 『未来へ広がるサイエンス 2』59-102 頁。
- 国立天文台 (2020) <https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/wiki/B7EEA4CECBFEA4C1B7E7A4B12FA4A4A4EDA4A4A4EDA4CAB7EEA4BFA4C1.html> 2020. 5. 19 取得
- 国立天文台 (2020) <https://www.nao.ac.jp/astro/sky/2020/12.html> 2020 年 12 月 5 日 16 時取得
- 文部科学省 (2017) https://www.mext.go.jp/content/1421692_7.pdf 2020 年 12 月 5 日 12 時取得
- 中野民生 (2017) 『学び合う場のつくり方』岩波書店
- 大野照文 (2020) 「人類の知恵の進化と学習指導要領」『未来創成学の展望』ナカニシヤ出版 225-249 頁
- Shawn, M. G., Russel, H. Y., & Bruce, K. B. (1991). *Psychology of Learning Science*. Routledge, p.280.
- 滋野哲秀 (2016) 「防災を意識した理科教育の在り方」『龍谷教職ジャーナル』第3号, 46-54 頁。
- 滋野哲秀 (2019 a) 「ミスコンセプションを軸にした臨床教科教育の試み: 大学生の自然認識の考察結果をもとにした知識の体系化を図る協働研究」『日本教育経営学会第 59 回大会』
- 滋野哲秀 (2019 b) 「「総合的な学習の時間」から「総合的な探究の時間」へ: SSH の知見を高等学校のカリキュラム改革にどう生かすか」『龍谷紀要』41(1), 75-86 頁。
- 滋野哲秀 (2019 c) 「気象分野におけるミスコンセプションを生じさせない再現実験教材」『京都地学』36 号, 2-6 頁。
- 滋野哲秀 (2019 d) 「CBL というグループ学習ー学び合う場をどうつくるか: 大学, 高校の事例から」『龍谷教職ジャーナル』第6号, 71-86 頁。
- 滋野哲秀 (2020 a) 「地学分野におけるミスコンセプション形成のメカニズムー学生为天体・気象分野の苦手意識はどうして生じるのかー」『龍谷紀要』42(1), 69-80 頁。
- 滋野哲秀 (2020 b) 「天体・気象分野におけるミスコンセプション形成のメカニズム」『日本科学教育学会第 44 回年会姫路大会予稿集』
- Shigeno, T. (2020). *An examination of misconception in earth sciences and research into effective teaching methods*. The 9th Edition of the International Conference New Perspectives in Science Education Conference Proceedings 3, pp.101-106.
- 東京書籍 (2012) 『新しい科学 2 年』, 190-239 頁。
- 多賀優 (2019) 「School-Made Misconception の成因と獲得後の変化: 凸レンズの授業で獲得したミスコンセプションの年代別調査から」『龍谷教職ジャーナル』第6号, 113-125 頁。
- 山極壽一 (2020) 「人類の週末は物語の消滅とともにやってくる」『未来創成額の展望』山極壽一ほかナカニシヤ出版, 328-331 頁。