

目 次

I	はじめに	1
II	学習活動の実践	2
1	概念地図法による学習内容と既有知識の結びつきの促進	
(1)	概念地図法について	
(2)	先行実践	
①	実践の対象と学習単元	
②	実践の流れ	
③	結果と考察	
(3)	本実践	
①	実践の対象と学習単元	
②	本実践の方法	
③	概念地図の分析方法	
④	結 果	
⑤	考 察	
⑥	今後の課題	
2	学習前の自分に対する説明活動による学習内容と既有知識の結びつきの促進	
(1)	学習前の自分に対する説明活動による「メタ認知」の育成	
(2)	実 践	
①	学習の対象と単元	
②	実践の流れ	
③	学習前の生徒の既有知識の実態	
④	結果と考察	
⑤	今後の課題	
III	おわりに	9

付 記

謝 辞

引用文献

学習内容と既有知識の結びつきを促進する授業実践

提案者 茂木町立茂木中学校教諭 金井 司

I はじめに

新学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」が目指されている。このうち、「深い学び」とは「習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた『見方・考え方』を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう」学びである（文科省2017）。本実践ではこのうち、「知識を相互に関連付けてより深く理解する」ことができる学びを目指した。

オズボーンら（1982）によれば、「学習」とは、学習者の既存の概念や考え方と、学習によって得た新しいものとの認知的調節の過程である。このような学習の構成主義に立脚した学習論は、かなり以前から主張されてきた。波多野・久原（1969）は、新たに獲得した知識と既存の知識の関連に気づくことで、概念的葛藤が低下し、より良く理解できるとしている。近年でも、エンゲストローム（2010）による「質の高い知識」の論考が参考になる。「質の高い知識」は「包括的な構成概念とモデルのうちに組織化される」、「多様な経路で生活実践と結びついている」という特徴をもつとしている。

つまり、「深い学び」にせまるためには、学習者が学習前からもっていた既存の知識（以降、既存知識）に、学習で得た新しい知識（以降、学習内容）を加えて（あるいは、関連付けて）、新たな概念を再構成する活動が必要である。

また、文科省は「深い学び」の例を、「精査した情報を基に自分の考えを形成したり、目的や場面、状況等に応じて伝え合ったり、考えを伝え合うことを通して集団としての考えを形成したりしていく」としている。さらに、エンゲストロームは「質の高い知識」は「社会的に共有され発展する」とも述べている。「深い学び」にせまるためには、上記の活動に加えて、他者との協同による学習も必要である。

本実践では、これらの考え方をもとに中学校理科において以下の学習活動を計画・実施した。1つ目は概念地図法を用いて学習内容を関連付けて整理する。そこから想起した既存知識を関連付けて、学習内容と既存知識の結びつきを促進させる。さらに、他者と知識の関連を説明し合うことによって、学習内容と既存知識の関連を広げる。2つ目は、学習前に学習内容について知っていることやイメージ（既存知識）を記録しておく。この際、表現方法は問わない。学習後に記録を振り返って、学習前の自分に説明するつもりで学習内容をまとめる活動を行う。学習を通して既存知識と学習内容がどのように結びついたかを振り返ることで、結びつきを促進する。

本実践は、上記の学習活動による学習内容と既存知識の結びつきの促進の効果を検討するものである。

II 学習活動の実践

1 概念地図法による学習内容と既有知識の結びつきの促進

(1) 概念地図法について

概念地図法は、Novak（1984）らによって考案された教育方法である。知識構造のなかに貯えられた知識と、現在構築されつつある知識を「概念地図」として表現することができる。「概念地図」は「概念ラベル」、「リンク」、「リンクワード」から構成される（図1）。「概念ラベル」は知識を表す。「リンク」は概念ラベル同士の関連を表す。「リンクワード」は、概念ラベル同士の関連の根拠を単語や短文で表す。「概念地図」では、学習内容と既有知識の結びつきについても外化できることが明らかにされている（福岡2002）。

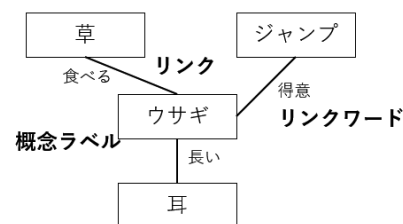


図1 「概念地図」の構成（ウサギを例に）

(2) 先行実践

本実践の前に先行実践を行った。実践の詳細は以下の通りである。

①実践の対象と学習単元

対象は栃木県公立中学校2学年生徒30名である。学習単元は2分野「生命を維持するはたらき」における「栄養分をとり入れるしくみ」である。なお、教科書は啓林館「未来へひろがるサイエンス2」を用いた（啓林館2017）。

②実践の流れ

実践は以下の4つの活動からなる（表1）。

第一に、学習前に学習単元の中心概念である「食べる」から想起する既有知識を付せん紙に書き出し、「概念ラベル」として用紙に貼り付ける。これを用いて概念地図を作成する。関連する概念ラベル同士は線で繋ぐ。この線を「リンク」とする。リンクの横には、2つの概念ラベルの関係を示す簡単な言葉を書く。この言葉を「リンクワード」とする。このようにして作成した概念地図を地図aとする。地図aは個別に作成する（図2）。

第二に、単元の学習終了後に学習者が重要と考える学習内容を概念ラベルにして、リンク、リンクワードとともに地図aに追加する。これ

表1 先行実践の流れ

学習形態	活動内容
個別	中心概念「食べる」から想起する既有知識を使って地図aを作成する。
一斉	「食物の消化」について学習する。
個別	学習内容の知識を概念ラベルにして地図①に追加し、地図bを作成する。
グループ	地図bをもとに学習内容と既有知識の結びつきを説明し合う。
個別	他者の説明を聞いて納得できたものや気づいたものを地図bに追加し地図cを作成する。

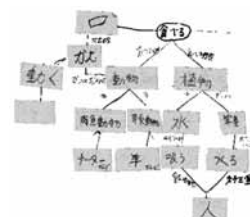


図2 概念地図aの例

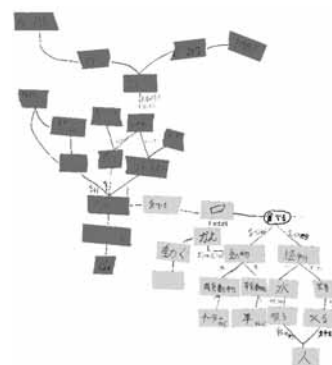


図3 概念地図bの例

を地図bとする。地図bも個別に作成する(図3)。

第三に、3～4人グループで地図bをもとに学習内容と既有知識の結びつきを互いに説明し合う。

最後に、他者の説明を聞いて納得できたことや、気づいたことを概念ラベルやリンク、リンクワードとして概念地図bに追加し、概念地図cを作成する(図4)。

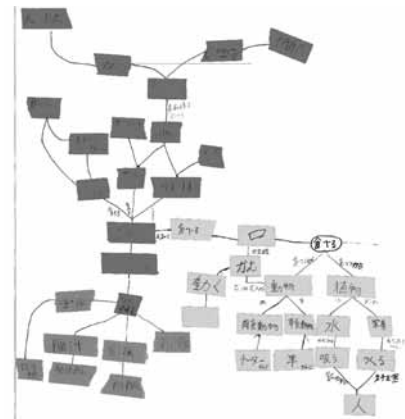


図4 概念地図cの例

③結果と考察

概念地図の作成が進むに連れて、多くのラベルが追加されている様子が見られた。このことから、概念地図を用いることで知識の連想が起き、考えが広がっていると考えられる。

しかし、リンクの様子に注目すると既有知識ラベル間や学習内容間の接続が複雑なものであるのに対し、既有知識と学習内容間の接続が限定的である地図が見られた。(図5)

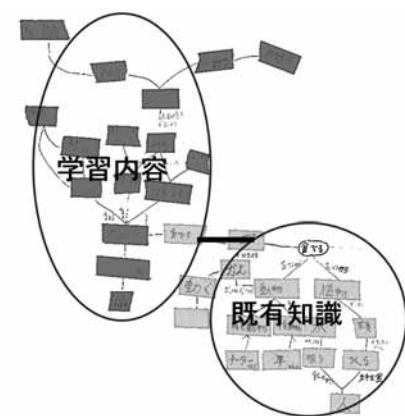


図5 学習内容と既有知識の限定的な接続例

これは、地図aで挙げた既有知識と学習内容の関連がうすいことを示唆していると考えられる。地図a作成時に、知識の連想の方向性がなかったために学習内容と関係のない知識が連想されて、学習内容を多様な経路で接続することが難しくなってしまったと考える。

また、説明し合う場面では、説明し合うことに困難を示している場面が見られた。一つ一つのラベルとリンクの根拠を示すため、説明する生徒も説明を聞く生徒も多量の情報を処理しきれていない可能性がある。また、既有知識と学習内容の両ラベルとも、個々の生徒の概念を表しているため、説明する生徒と説明を聞く生徒の間に共通しない概念ラベルの接続は伝えることも理解することも難しいと考える。

さらに、共通する概念ラベルであっても地図上に配置される位置が異なると空間認知の苦手な生徒にとっては、全く異なるものと認識されている可能性もある。

そのため、説明活動後の地図cでは、地図bと比較してラベル数の変化や接続の多様化に大きな変化が見られなかったものがあつた。

このことから、次の点について改善をする。

・学習内容と既有知識の接続時期の変更

学習前の既有知識の概念ラベルが学習内容と関連しないものであると、学習内容の概念ラベルを接続させるのが難しくなり、知識の接続が促進されないことが考えられる。そこで、学習終了後に学習内容の概念ラベルを使って作成した概念地図に既有知識の概念ラベルを接続する手順に変更する。これにより、学習内容

に直接関連する既有知識を想起することができるようになるため、知識の接続が促進されると考える。

・共通する概念地図をベースとした個人地図の作成

この実践では、中心概念から想起する概念ラベルや、重要と考える学習内容の概念ラベルが個人によって異なっていた。そのため、概念地図を使った説明活動を行う際に、他者の概念地図の構造を理解することに困難な様子が見られた。そこで、学習内容の概念ラベルを教科書に太字で示されている重要語句などに限定し、情報を取り扱いやすくする。また、学習内容の概念地図の作成をグループで行い、共通したベースとなる概念地図を使って個々の既有知識の概念ラベルを接続することで、説明活動の際に互いの概念地図を理解しやすくする。

・ラベル間の接続命題の外化

前述の工夫に加えて、さらに他者の概念構造を理解しやすくするために、リンクワードに代えて2つの概念地図の関係を示す短文に表す。例えば、これまでは「食物」と「消化」の概念ラベル間にはリンクワードとして「する」と書かれていた。これを、「食物を消化する。」のように2つの概念ラベルを使った短文（命題）で表す。

これらの概念地図法の改善を行って、本実践を行った（図6）。

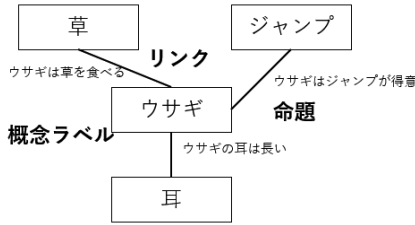


図6 改善した「概念地図」の構成

(3) 本実践

①実践の対象と学習単元

実践の対象は先行実践と同じ栃木県公立中学校2学年生徒29名である。学習単元は2分野「雲のでき方」である（表2）。

表2 「雲のでき方」単元構成

時	学 習 内 容
1	空気が上昇・下降するしくみ
2	高さによる気圧の変化と空気の膨張
3	雲のでき方
4	雨や雪のできかた

②本実践の方法

本実践は以下の4つの活動からなる（表3）。

表3 本実践の流れ

学習形態	活 動 内 容
一 斉	「雲のでき方」について学習する。
グループ	教師の提示する5つの学習内容の概念ラベルを使って地図Aを作成する。
個 別	学習内容の概念ラベルから想起する既有知識の概念ラベルを地図Aに追加、再構成して、地図Bを作成する。
グループ	地図Bをもとに学習内容と既有知識の結びつきを説明し合う。
個 別	他者の説明を聞いて納得できたものや気づいたものを地図Bに追加、再構成して地図Cを作成する。

第一に、単元の学習終了後教科書に太字で書かれた重要語句である「上昇気流」、「下降気流」、「大気圧」、「降水」と単元の中心概念である「雲」の5つの概念ラベルを生徒に提示する。これらを使って、概念地図を作成する。これを地図Aとする（図7）。地図Aは3～4人のグループで作成する。本実践の概念地図作成では、概念ラベル間にリンクを書

くことは先行実践と同様であるが、リンクワードではなく、2つの概念の関係を示す「命題」を書く。

第二に、地図Aの概念ラベルから連想した既有知識の概念ラベルを接続する。地図Aで挙げた学習内容の概念地図だけでは学習内容の理解が不足する場合は、学習内容の概念ラベルを追加する。また、リンクや命題が自分の理解と異なっている場合は、修正する。このような再構成をして地図Bを作成する（図8）。

第三に、地図Bを使ってグループ内で説明活動を行う。説明の対象は学習内容と既有知識の接続である。

最後に、他者の説明を聞いて納得のできた概念ラベルやリンク、命題を地図Bに追加し、再構成して地図Cを作成する（図9）。これは個人で行う。

③概念地図の分析方法

それぞれの地図について次のように分析する。

ア. 概念ラベル数の変化

地図A→地図B→地図Cとなるにつれて、概念ラベルの数がどのように変化するかを調べる。概念ラベルは「学習内容のラベル」、「既有知識のラベル」に分けて数える。概念ラベル数の増加は知識の広がりを示すと考える。

イ. 学習内容・既有知識間のリンク数の変化

ラベル数の変化と同様に、地図ごとの学習内容の概念ラベルと既有知識の概念ラベル間のリンク数の変化を調べる。前述のエンゲストロームによると「質の高い知識」は「多様な経路で生活実践と結びついている」ということであるから、このリンク数の増加は「質の高い知識」に近づくことを示すと考える。

また、学習内容の概念ラベルと既有知識の概念ラベル間のリンク数の変化による全既有知識の概念ラベル中に占める学習内容の概念ラベルと複数のリンクで結びついた既有知識の概念ラベル（多様な経路で結びついた既有知識のラベル）の割合の変化も調べる。

④結 果

ア. 概念ラベル数の変化

教師から提示した学習内容のラベル5枚は全ての地図で変化しなかった。生徒が追加した学習内容の概念ラベル数は地図Bでは平均1.2枚、地図Cでは平均3.2枚増加した。既有知識の概念ラベルは地図Bでは平均2.1枚、地図Cでは平均5.2枚増加した。追加した学習内容の概念ラベル、既有知識の概念ラベル

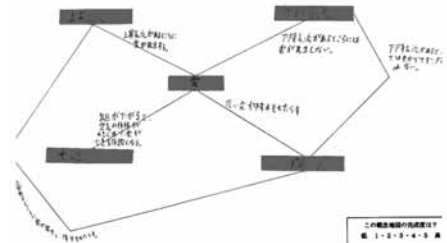


図7 概念地図Aの例

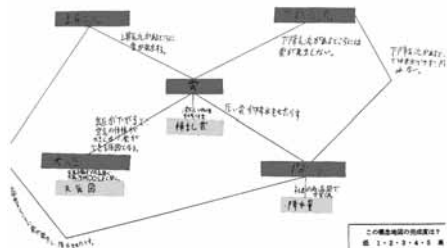


図8 概念地図Bの例



図9 概念地図Cの例

ともに地図Bから地図Cでの増加が顕著であった（表4）。

イ．学習内容・既有知識間のリンク数の変化

学習内容・既有知識間のリンク数は地図Bで平均2.2本、地図Cで平均5.7本増加した。概念ラベル数と同様に、地図Bから地図Cでの増加が顕著であった。既有知識のラベル数と比較すると地図Bでは、ラベル数とリンク数はほぼ同じであるが、地図Cではわずかにリンク数が上回る。これは、地図Cでは既有知識の概念ラベルが複数のリンクをしていることを示している（表5）。

全既有知識の概念ラベル中に占める、多様な経路で結びついた既有知識の概念ラベルの割合は、地図Bでは9.1%であったが、地図Cでは16.4%に増加する（表6）。

⑤考 察

活動ごとにラベル数、リンク数、多様な経路で結びついた既有知識の概念ラベルの割合が増加した。特に、説明活動後にその増加が顕著であった。このことから、活動後の生徒の知識は「社会的に共有され発展する」、「多様な経路で生活実践と結びつく」という「質の高い知識」に近づいていると考える。

⑥今後の課題

概念地図を用いた説明活動によって、生徒の学習内容と既有知識の結びが促進される様子が見られた。深い学びに向けた授業改善の手立てとして有効だと考える。

一方、概念地図に記された命題に注目すると、概念地図Aで記された命題の多くが科学的に正しいのに対して、概念地図B、概念地図Cでは、科学的に正しくない命題や、そもそも命題の書かれていないリンクの割合が増加する。他者から得た知識は疑わずに取り入れてしまう可能性がある。命題の正誤について議論する活動を取り入れるなど、さらに活動を改善することが必要と考える。

また、他者の意見を深く考えずに取り入れてしまうのであれば、概念地図Aのような協同によって作成された概念地図を、個々が理解して取り入れられるような活動の工夫も必要である。

表4 概念ラベル数の変化

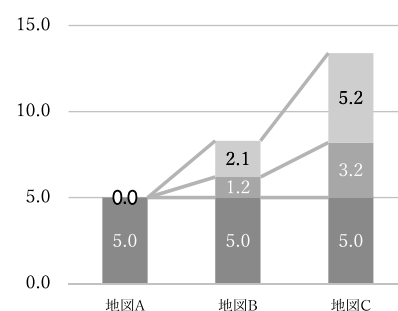


表5 学習内容・既有知識間のリンク数の変化

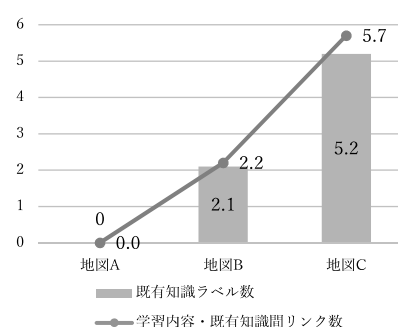
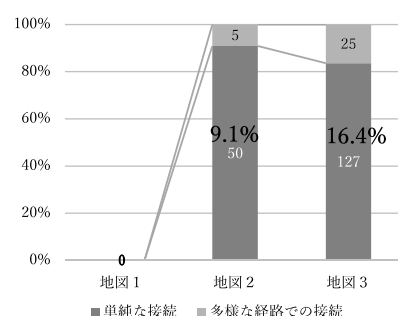


表6 多様な経路で接続した既有知識の割合



2 学習前の自分に対する説明活動による学習内容と既有知識の結びつきの促進

(1) 学習前の自分に対する説明活動による「メタ認知」の育成

中島・松本（2013）は、学習の構成主義の視点から理科の授業論を検討している。その中で、授業において学習者が自身の学びの過程を確認することを可能にする能力である「メタ認知」の育成の必要性を述べている。「メタ認知」を育成することで、適切な概念の形成が促されるとしている。

概念地図法の実践では、学習者のもつ概念の構造の表現に概念地図を用いるという制限があった。経験が浅いなどの理由で、概念地図の活用課題のある生徒にとっては、自分自身の概念が正確に表現できない、読解できないということも報告されている（永嶋・久保田2018）

全ての学習者が自分自身の学びの過程を「メタ認知」するためには、自分自身のもつ概念を、自分にとって最適な方法で表現することが重要である。そこで、表現方法に制限を設けずに学習前の既有知識を表現しておき、学習後に振り返って自らの学び・成長を「メタ認知」する活動を行い、その効果を検討する。

(2) 実 践

①学習の対象と単元

対象は栃木県公立中学校1学年生徒28名である。学習単元は2分野「植物のからだのつくりとはたらき」である。教科書は啓林館「未来へひろがるサイエンス1」を用いた。

②実践の流れ

実践は以下の活動からなる（表7）。

表7 実践の流れ

時 期	活 動 内 容
学習前	学習前の「植物のからだのつくりとはたらき」についての既有知識を記録しておく。
単元の学習中	「植物のからだのつくりとはたらき」について学習内容の知識を獲得する。
学習後	学習前の自分について説明するつもりで学習内容のまとめを行う。

第一に、単元の学習に入る前に、小学校での既習内容や生活体験から植物のからだのつくりとそのはたらきについての認識を記述しておく。第二に、単元の学習を通して植物のからだのつくりとはたらきについての学習内容の知識を獲得する。第三に、学習内容と既有の知識を整理し、科学的な概念の再構成を行う。このとき、自らの学習前の認識を振り返り、学習前の自分自身に説明するつもりでまとめを行う。この活動の際に、自身の学びの過程が振り返られる。これにより、学習内容と既有知識の結びつきがメタ認知され、結びつきが促進され则认为る。

③学習前の生徒の既有知識の実態

学習前の生徒の既有知識を文章で記述させた（表8）。例として「花」のはたらきについて着目する。花のはたらきについて、正しい記述は「種子をつくる（なかまを増やす・子孫を残す）」ことである。このことについて記述していた生徒は7名だった。次に多かったのは「実をつくる」（5名）であった。「実をつく

る」は、誤りではない。しかし、「実」という表現では「種子」を指すのか、被子植物の「果実」を指すのか、あるいは両方を指すのかが明確でない。したがって、明確に正しいといえない記述と判断する。また、「受粉する」は、花が種子をつくるための過程の一部である。したがって、一部分のみの不足した記述と判断する。このように、各部分についてはのたらかしの記述を「正しい記述」、「明確に正しいといえない記述」、「不足した記述」、「誤った記述」に分類する。

表8 生徒の既有知識の実態（授業前の記述）

問：「植物の花・葉・茎・根はそれぞれどのような役割をしていると思いますか。」

花	実をつくる（5）、種をつくる（4）、受粉する（2）、養分をたくわえる、全体の主役、昆虫を呼ぶ、人をなごませる、子孫を増やす、花粉をつくる、命を次の世代につなぐ
葉	光合成をする（11）、蒸散をする（6）、呼吸をする（4）、デンプンをつくる（2）、二酸化炭素を取り込む（2）、酸素を出す（2）、養分を吸収する、太陽光からエネルギーを得る
茎	水の通り道（6）、水と養分の通り道（3）、花や葉を支える、体全体に水を送る（3）、花まで養分を送る（2）、根から取り入れた水を花や葉に運ぶ（2）、水を葉に運ぶ（2）、植物の芯、吸い込んだ養分を葉に送る
根	水分を得る（7）、水分と養分を取り入れる（7）、養分を送る、植物の心臓、養分を取り入れる、全体に水を回す

（ ）内は人数、その他無記入も多数

④結果と考察

まとめと学習を振り返った感想の例（図10）を示すが、結果については現在分析を進めているところである。

⑤今後の課題

自らの学びを振り返って、自分の成長を感じられた生徒がいた。一方で、学習内容はまとめられているが、学習前の概念を踏まえた活動になっていないように見られる生徒もいた。これは、学習前の記録が、学習後の自分に向けて現在の概念を説明することを想定していなかったため、学習前の記録を見て自らの成長や概念の変化を捉えられなかった可能性がある。

将来の自分に向けて、学習前の概念を説明し、学習後に自分の学び・成長を捉えやすくなるまでこの活動を継続していくことが課題である。

また、この実践は過去の自分との対話による協同学習である。今後はさらに、他者との対話による関わりを取り入れることで、学習内容と既有知識の結びつきを促進させていきたい。



図10 学習のまとめと感想の例

Ⅲ おわりに

本実践は、「深い学び」における「知識を相互に関連付けてより深く理解する」を目指し、学習内容と既有知識の結びつきを促進させるために、概念地図法をもとにした説明活動や学習前の自分に対する説明活動を行った。その結果、概念地図法を使った説明活動では知識の結びつきが多様になり、さらに知識が広がる様子がみられた。学習前の自分に対する説明活動では、詳細の分析は未実施ではあるが、個々の知識の結びつきの実態に応じたまとめを行うことができたと考える。

ただし、実践ごとに課題がある。どちらの実践も今後、試行錯誤しながら改善していきたい。そして、子どもたちの学びがより深く豊かなものとなるよう今後も継続していきたい。

付 記

本稿は、日本理科教育学会第56回関東支部大会及び、臨床教科教育学会第16回臨床教科教育学セミナーにて発表した内容及び、宇都宮大学教育学部実践紀要（印刷中）に投稿した内容を基に、さらに研究を進めてまとめたものである。

謝 辞

本実践にご協力いただいた那須塩原市立西那須野中学校の教職員及び生徒のみなさん、茂木町立茂木中学校の教職員及び生徒のみなさんに感謝申し上げます。

引用文献

文部科学省：平成29年度小・中学校新教育課程説明会（中央説明会）における文科省説明資料、文部科学省、2017

ユーリア・エンゲストローム：変革を生む研修のデザイナー仕事を教える人への活動理論一、鳳書房、2010

波多野誼余夫・久原恵子：有意味学習の実験的研究 I:有意味学習の優位、心理学研究、40(4)、1969

福岡敏行：コンセプトマップ活用ガイド、東洋館出版、2002

木下博義・松浦拓也・角屋重樹：理科の観察・実験活動におけるメタ認知の実態とその要因構造に関する研究、日本教育工学会論文誌 30(4)、355－363、日本教育工学会、2007

森田和良：「わかったつもり」に自ら気づく科学的な説明活動、学事出版、2004

塚田捷・大矢禎一・江口太郎・鈴木盛久：未来にひろがるサイエンス 2、啓林館、2017

塚田捷・大矢禎一・江口太郎・鈴木盛久：未来にひろがるサイエンス 1、啓林館、2018

中島雅子・松本伸示：構成主義に基づく概念の形成過程を重視した授業のあり方ー「生成的学習モデル」を中心としてー、理科教育学研究、54(2)、2013

永嶋政宏・久保田善彦：概念地図作成能力と読解能力に関する研究、第16回臨床教科教育学セミナー発表資料、pp.62、2018