

電気の基礎を理解するための概念形成を促す授業づくり

— コンセプトマップを作成・活用した知識のつながりを通して —

池澤 祥多¹

工業科の電気基礎の授業において、生徒が電気分野の基礎的・基本的な知識・技能や専門技術・技能の習得に向け、基礎となる電気用語の概念形成を容易にすることを目指し、生徒がコンセプトマップを作成及び活用する授業を実践し、その有効性を検証した。その結果、電気用語の概念形成を容易にすることにある程度の効果が期待できた。また、生徒の学習内容の概念理解度を確認することができ、授業改善へと期待が持てた。

はじめに

平成28年12月の中央教育審議会答申では、職業に関する各教科・科目の改善について、現行学習指導要領の成果と課題の項目で、「科学技術の進展、グローバル化、産業構造の変化等に伴い、必要とされる専門的な知識・技術も変化するとともに高度化しているため、これらへの対応が課題となっている」(中央教育審議会答申 2016 p. 211)と述べており、学校教育による対応が求められている。

所属校は、全日制の工業高等学校であり、産業社会を支える職業人の育成に力を入れている。卒業後の進路先は、就職の割合が6割以上と社会で働く生徒が多くいる状況となっている。

また、令和2年度から4年間の学校教育計画における所属校のミッションは、「基礎的・基本的な知識・技能と専門技術・技能の確実な定着と向上を図るとともに、課題解決能力を養う教育を一層推進し、将来、地域産業を担う人材の育成に向けた教育活動の充実に取り組む」(神奈川県立磯子工業高等学校 2020)となっている。

さらに、所属校の現状では基礎的・基本的な知識の定着は、講義形式の授業が中心を担い、専門技術・技能の定着は、実習等が中心を担っている。基礎的・基本的な知識と専門技術・技能を相互に関連付けていくことにより、より深く理解することが可能となる。その結果、日々変化・高度化していく、社会から必要とされる技術・技能であっても、理解した内容を活用し、課題等に対応していくことが可能になると考えられる。

社会における電気エネルギーの活用は動力や照明、通信、制御など用途が多岐にわたっており、様々な用語について理解する必要がある。知識や技術・技能を活用する上においては、用語を習得するだけではなく、電気の基礎的な概念を形成することが重要となる。

研究の目的

生徒が電気分野の基礎的・基本的な知識・技能や専門技術・技能の習得に向け、基礎となる電気用語の概念形成を容易にすることを目的とする。

研究の内容

1 研究の背景

(1) 所属校生徒の現状

所属校の生徒は、電気について学ぶ中で電圧や電流などの個々の用語について一定の理解はしているが、他の用語との関係性の認識は十分ではないと筆者自身が授業を行っていた際に実感している。

(2) 概念形成

個別の知識として用語の理解がされている場合、活用可能な知識としては不十分な状態といえる。田村は「個別のピースがつながって、知識の階層が質的に高まることとイメージすることができる。この知識の階層が何層にも重なり構造化した状態になっていくことが概念的な知識の形成」(田村 2018 p. 43)と述べており、個別の知識のつながりを認識することにより、知識が構造化していく。それによって概念が形成されていくと考えられる。

2 本研究について

(1) コンセプトマップについて

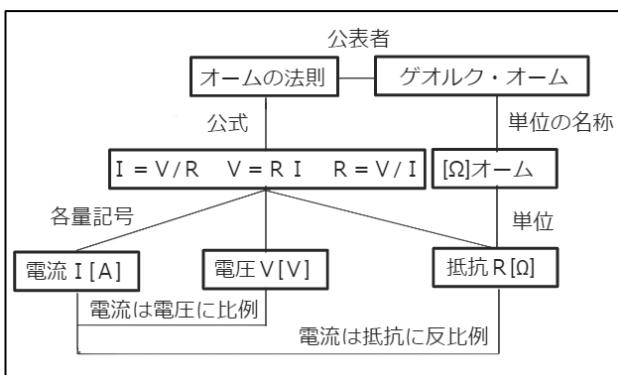


図1 コンセプトマップ例

コンセプトマップ例(図1)は、主となる用語と関係がある用語を記入し、用語同士を線で結び、その線の関係性を表す言葉を添えることにより図式化して表すツールである。

生徒はコンセプトマップを作成する過程において、用語から自分自身の持つ用語同士の関係性を思い浮かべ、図式化する中で新しい関係性を認識したり、用語同士のあるべき関係性に気付いたりと自分自身の概念を再構成ができる。

用語同士の関係性の認識を促すために、本研究ではコンセプトマップの作成を行う。コンセプトマップは、認知心理学の分野で、子どもの認知構造を探る方法として活用されている。教育現場では概念地図、ことばつなぎと呼ばれ、教員が学習内容をまとめ、授業の流れを考える教授ツール、生徒がコンセプトマップの作成を通して自身の概念を再構成する学習ツール、作成したコンセプトマップから、教員や生徒自身が概念を確認するための評価ツールとして活用されており、竹松(1995)や福岡他(2006)など様々な研究や報告がなされている。

(2) 研究の仮説

以上を踏まえて、次のように仮説を立てた。

コンセプトマップを作成および活用して知識のつながりを認識することにより、電気の基礎を理解するための電気用語の概念形成が容易になるだろう。

(3) 仮説検証の手立て

検証授業を実施し、次の2点から研究の仮説を検証した。

ア 記述の分析

検証授業内で記入させたワークシート、コンセプトマップを分析した。

イ 質問紙調査

検証授業クラスの生徒を対象に実施した授業前・後の質問紙調査を分析した。

【質問紙調査実施期間】

事前：令和3年9月21日(火)～9月27日(月)

事後：令和3年10月15日(金)

3 検証授業について

(1) 検証授業の概要

【実施期間】令和3年9月24日(金)～10月15日(金)

【対象】所属校 第1学年電気科2クラス(61名)

【科目】電気基礎

【授業時間数】8時間

【単元名】電力と熱エネルギー

表1に検証授業の単元計画を示す。

表1 単元計画

時間	学習内容	記述を求める用語
1・2	電流と発熱作用	ジュール熱

3・4	電力と電力量	電力
5・6	温度上昇と許容電流	許容電流
7	熱と電気	
8	単元のまとめ	

(2) 検証授業の流れ

検証授業の基本的な流れについて、第5・6時を例に説明する。授業導入時において、本時で扱う許容電流について現段階での理解度を把握するために、ワークシートへ文章にて記述を行った(図2)。なお、記述が行いやすいように関連する「電流の最大値」を用いて記述するように記載しておいた。

授業導入時に記述した許容電流について、生徒個人で教科書の内容を確認し、理解しにくい部分を記入させた。その後、他者と共有を行った(図3)。複数の生徒の記述では、「許容電流はどのようなときに使われているのか。」等の、用途について疑問を持っていることがわかった。

授業内容は、生徒が電気工事の実習で使用しているケーブルを用いて許容電流や用途について、日常生活で学習内容がどのように関連をしているのかを中心に説明を行った。

1. 許容電流について次の用語を使い説明しなさい。「最大の電流値」【個人活動】

2. 教科書の内容を確認して許容電流で理解しにくい部分を記入しなさい。【個人活動】
許容電流はとみながらでこにいわれていてある。

3. 他の人の意見を聞いて気付いたこと。【他者との活動】

図2 第5時で使用したワークシート(抜粋)

1. 許容電流について次の用語を使い説明しなさい。「最大の電流値」【個人活動】
2. 教科書の内容を確認して許容電流で理解しにくい部分を記入しなさい。【個人活動】 許容電流はとみながらでこにいわれていてある。
3. 他の人の意見を聞いて気付いたこと。【他者との活動】

図3 共有内容の記述例

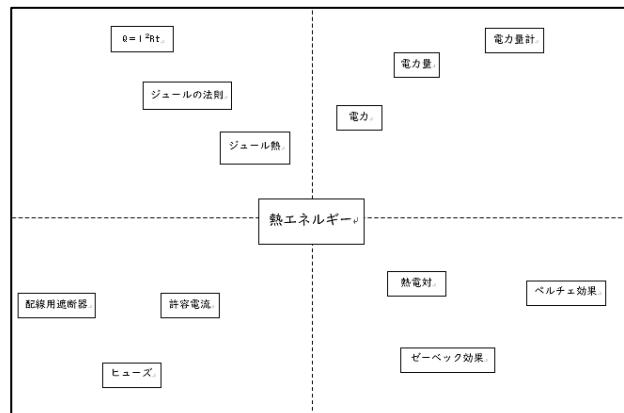


図4 コンセプトマップ記入前

授業のまとめの時間において、生徒個人で本時の学習内容についてコンセプトマップを作成した。なお、

今回のコンセプトマップは1枚を四分割にし、学習内容毎に作成ができるようにした(図4)。また、授業内で重要となる用語をあらかじめコンセプトマップ上に記載し、その用語同士での関係性を意識しやすいようにした。

コンセプトマップ作成後、3～4人のグループに分かれ、作成したコンセプトマップを用いて他の生徒と学習内容の共有を行った。

授業導入時に確認した許容電流について、改めて理解度を把握するため、導入時で用いたワークシートに文章にて記述を行った。

4 検証結果と考察

(1) 記述の分析結果

電気用語の概念形成ができたかについて、授業導入時とまとめのワークシートの記述内容の変容及びコンセプトマップの記述内容から調べた。

ア 生徒Aの変容

生徒Aは授業導入時、電力について「電気エネルギーの量(電子の数)」という記述をしており、あらかじめワークシートに記載していた「電気エネルギー」という記述とほぼ同じであった。

コンセプトマップには事前に電力、電力量、電力量計の用語を記載しておき、用語同士の関係性について意識を持たせ、コンセプトマップの作成を行わせた。

生徒Aのコンセプトマップの記述内容(図5)には、電力の周囲に「1sあたりの必要な電気の量」など関係する用語がつながっていた。また、電力や電力量で用いられる公式や量記号の記述があり、用語同士の関係性に加えて公式の理解ができていると考えられる。そして、電力量計と関係する用語として「並列につなげる」と記述がされているが、授業内では触れていない内容である。これは、生徒Aが自身で調べたか、もしくはあらかじめ持っていた知識であり、授業内で取り扱った内容以外とも関係付けられていることが分かる。しかし、熱エネルギーと電力との間に関係性を表す線は見られず、関係性の認識ができていないことが伺え、学習内容の理解が十分ではないと考えられる。

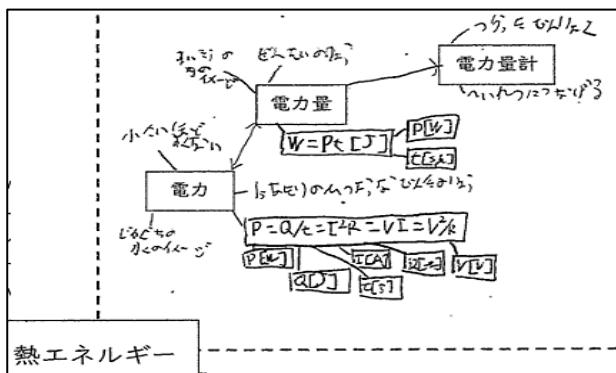


図5 生徒Aのコンセプトマップ(抜粋)

コンセプトマップ作成後のまとめのワークシートの

記述では、「1sあたりの使う電気エネルギーを電力という。電力×秒数で電力量が出て電気代はここから出る」となり、電力の説明に加えて、電力量などの関係する用語の記述が増え、より多くの用語と関連付けて記述することができるようになった。

イ 生徒Bの変容

生徒Bは授業導入時、許容電流について「最大の電流値以下であれば通れる」という記述をしており、あらかじめワークシートに記載していた「最大の電流値」と許容という漢字の意味からこのような記述内容になったと推測される。

コンセプトマップには事前に許容電流、配線用遮断器、ヒューズの用語を記載しておく、用語同士の関係性について意識を持たせ、コンセプトマップの作成を行わせた。

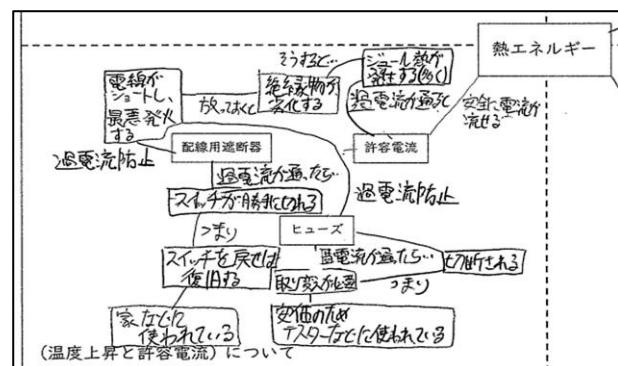


図6 生徒Bのコンセプトマップ(抜粋)

生徒Bのコンセプトマップの記述内容(図6)には、許容電流から分岐せず用語がつながっており、一連の流れとして認識している。また、許容電流に関係する

「ジュール熱の発生」や「絶縁物の劣化」、その結果としての「発火」等の現象を把握できていると考えられる。

コンセプトマップ作成後のまとめのワークシートの記述では、「許容電流以内の電流なら通していいという制限。この許容電流を超えた電流を流してしまうと、最悪の場合発火する。それを防ぐために決められている。」としており、導入時の記述内容に比べてより具体的に記述することができるようになった。

ウ 全体の変容

生徒の記述内容とコンセプトマップを分析するため
に、関他(2017)の評価基準を参考に設定した。

表2 記述内容とコンセプトマップの評価基準

用語	得点	基準
ジ ュ ー ル 熱	3	「電気」「抵抗」「熱」について適切な表現がされている。
	2	上記のうち2つについて適切な表現がされている。
	1	上記のうち1つについて適切な表現がされている。

	0	いずれについても適切な表現がない。
電力	3	「電気」「変換」「単位時間」について適切な表現がされている。
	2	上記のうち2つについて適切な表現がされている。
	1	上記のうち1つについて適切な表現がされている。
	0	いずれについても適切な表現がない。
許容電流	3	「電流値」「熱」「安全」について適切な表現がされている。
	2	上記のうち2つについて適切な表現がされている。
	1	上記のうち1つについて適切な表現がされている。
	0	いずれについても適切な表現がない。

ジュール熱、電力、許容電流について、それぞれ適切な表現がされているかによって0～3点で評価した。

授業導入時とまとめのワークシートの得点の増減により、3つのグループに分けた。また、グループ毎のコンセプトマップの平均得点と最高点を表3に示している。

表3 評価結果

用語	記述内容の得点変化(人)	コンセプトマップ	
		平均得点	最高点
ジュール熱 N=45	増加	10	0.90
	維持	25	0.56
	減少	10	0.50
電力 N=47	増加	25	0.36
	維持	17	0.47
	減少	5	0.20
許容電流 N=50	増加	34	0.74
	維持	14	0.71
	減少	2	0.50

コンセプトマップ活用の初回となるジュール熱の評価結果では、導入時とまとめの記述内容の得点が増加した人数は、10名であった。

活用の2回目となる電力の評価結果では、導入時とまとめの記述内容の得点が増加した人数は、25名であった。

活用の3回目となる許容電流の評価結果では、導入時とまとめの記述内容の得点が増加した人数は、34名であった。

コンセプトマップの活用を重ねた結果、用語への理解をより深めることができようになった人数が増加する結果となった。

(2) 質問紙調査結果

コンセプトマップの活用により、知識のつながりが

認識できたかと電気用語の概念形成が容易になったかを生徒の質問紙調査から調べた。

ア 知識のつながりが認識できたか

質問「新しい内容を学習するときは、今までに習ったことと関連付けて理解するか」に対する回答を集計した結果(図7)、「よくする」と「どちらかといえばする」を合わせた肯定的な回答をした生徒は、事前に比べて事後は4.1ポイント増加した。また、「しない」と回答していた生徒が事前に比べて事後は6.2ポイント減少しており、一部の生徒は意識を変えるきっかけにはなったと考える。

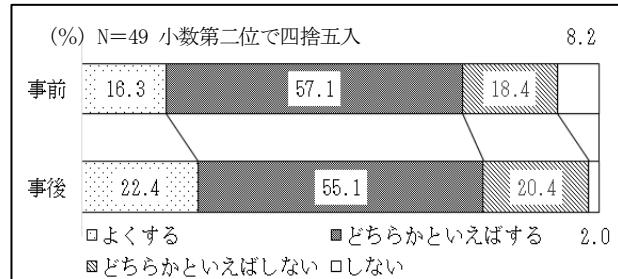


図7 今までに習ったことと関連付けての理解

質問「コンセプトマップを作成することで、学習内容の関連が把握しやすくなったか」に対する回答を集計した結果(図8)、「把握しやすくなった」「どちらかといえば把握しやすくなった」と合わせた肯定的な回答をした生徒は73.5%となった。

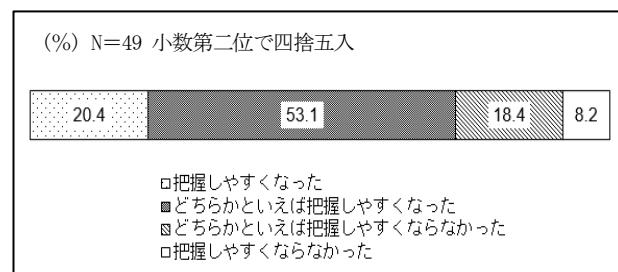


図8 学習内容の関連について

自由記述では次のような回答が得られた。※下線及び(文中のゴシック)は筆者、以下同じ。

生徒回答(抜粋)

- 自分で(コンセプトマップを)作成することでより内容が分かり文章と違ってぱっと見たときにすぐ理解できた。
- 今までの内容を1枚で把握できるようになったから。
- どことどこが関連しているのか等が分かりやすくなかった。自分でも「ここがあつてるからこことつながるな」などを考えるようになったと思う。
- 自分的には図より文章の方が分かりやすい。

生徒の回答では、図式化してまとめることにより、用語等の関連がまとめられ、今までの学習内容を関連して把握しやすくなっていることが伺え、知識のつな

がりを意識できていると考えられる。

しかし、図式化するより文章としてまとめる方が分かりやすいという回答も見られた。生徒によって図式化してまとめるか文章でまとめるか得意不得意があることが分かり、今後はその生徒に合った方法で指導していく必要がある。

イ 電気用語の概念形成が容易になったか

質問「コンセプトマップは、用語の意味への理解を深めるのに役立つか」に対する回答を集計した結果(図9)、「役立った」と「どちらかといえば役立った」を合わせた肯定的な回答をした生徒は、73.4%となった。

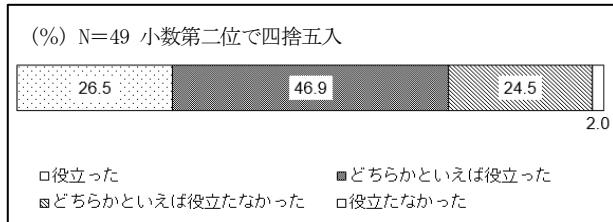


図9 コンセプトマップは、用語の意味への理解を深めるのに役立つか

生徒回答(抜粋)

- ・(コンセプト)マップを作成する上で、用語を調べたりするので、深く意味を知ることができた。
- ・用語の元になる現象との関係がわかりやすくなつたから。
- ・電気についての用語が多いから。

自由記述では上のような回答が得られた。コンセプトマップを作成する過程において、用語同士の関係性を理解するために、電気用語について調べて理解を深めるのに役に立っている。また、生徒Bのコンセプトマップのように電気用語に関係する現象を把握しやすくなるのに役に立っていると考えられる。

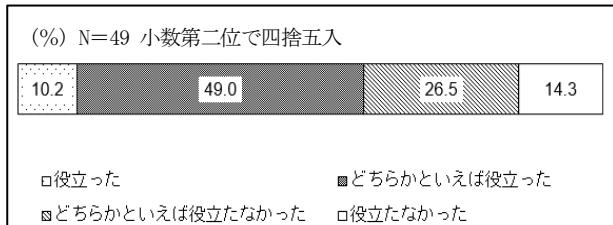


図10 コンセプトマップの共有について

質問「作成したコンセプトマップを他者と共有することで、電気用語の意味への理解を深めるのに役立つか」に対する回答を集計した結果(図10)、「役立った」と「どちらかといえば役立った」を合わせた肯定的な回答をした生徒は、59.2%となり、前述の調査結果(図9)に比べて肯定的な回答が減少していた。

生徒回答(抜粋)

- ・知らない用語を教えてもらえた。
- ・他の人の考えを聞くことで分かりやすくなつた。

- ・他の人の(コンセプトマップ)が一切かかれていない。
- ・みんな(記述している内容が)一緒だったから。

自由記述では上のような回答が得られた。コンセプトマップを用いて学習内容の共有を行った結果、生徒個人では理解していなかった用語について教えてもらい、理解を深めるのにつながっていることが伺える。

しかし、共有する相手のコンセプトマップに記述がされていない、または記述内容がほとんど一緒であった等の回答もあった。

記述がされていない生徒は、コンセプトマップの作成方法や作成する意味等、その扱いについての理解が十分でない、または、学習内容の理解が十分ではなかったと考えられる。

そのため、コンセプトマップを用いた共有が十分に行われておらず、用語の意味への理解を深める際に役に立たなかったと感じた生徒がいたと考える。

研究のまとめ

1 研究の成果

生徒がコンセプトマップを作成し活用する授業では、一部の生徒に対して知識のつながりを認識しやすくなり、用語の意味を深めるのに加え、関係する現象についても理解ができ、概念形成を容易にするのにある程度の効果があった。また、コンセプトマップ上で用語同士が正しくつながっていない場合、生徒の授業内における学習内容の理解が十分ではないと考えられる。そのため、生徒の学習内容の概念理解度を確認することができるので、授業改善につなげることが期待できる。

2 今後の課題と展望

(1) コンセプトマップの作成に関して

検証授業期間中、授業を観察した教員を対象に、研究協議会を実施した。研究協議会では次のような意見が出された。

- ・生徒が作業内容を理解していない、または何をしていいかわからないという根本的な問題がある。
- ・検証授業では、周りに教員が何人もいたので生徒への助言等を行えて良かったが、通常は一人で実施するので、そこをどう考えるのか。

生徒の質問紙調査の回答でも記載があったが、一部の生徒はコンセプトマップに記載がなかった。このような生徒は作成方法や作成する意味等、その扱いについて理解が十分ではない。または、学習内容の理解が十分ではなかったため作成ができなかったのではないかと考えられる。

コンセプトマップへの記載がされていなかった生徒

への指導の改善としては、作成方法の手順を身に付けるために、二つの用語間の関係性の記述から始め、順次扱う用語を増やしながら作成を行う。また、何を目的としてコンセプトマップを作成するのかを実施する毎に確認することで、目的意識を持って作成に取り組めると考える。

学習内容の理解が十分ではない生徒への指導の改善としては、さらなる指導内容の見直しが必要となり、生徒の資質・能力に適した授業計画を考えていくことが重要となる。

(2) 実習や実験での応用について

他教科においても概念形成に向けた本研究の応用は可能であるが、実習や実験等の作業を伴う授業での応用ができないか検討していく必要がある。

例えば、実習や実験等の導入時において、その時間に扱う学習内容の基礎となる知識について、確認としてコンセプトマップの作成を行う。生徒によっては個人の能力により学習の理解度にばらつきがあることが想定され、コンセプトマップの作成により生徒個人の理解度を把握し、その生徒に適した個別最適な学びを行うことができ、効率的な知識や技術・技能の習得に効果があると期待できる。

おわりに

本研究では、生徒が電気分野の専門的な知識や技術・技能の理解に向け、基礎となる電気用語の概念形成を容易にすることを目的として進めた。

コンセプトマップを活用することにより、電気用語の概念形成が容易になり、専門的な知識や技術・技能の理解につながることが期待できる。また、生徒の学習内容の概念理解度を確認することができ、授業改善にも期待を持てることが分かった。

「はじめに」において触れている令和2年度から4年間の学校教育計画で示された所属校のミッションについて、スクールポリシーの作成に伴い、グラデュエーション・ポリシー(育成を目指す資質・能力に関する方針)、カリキュラム・ポリシー(教育課程の編成及び実施に関する方針)、アドミッション・ポリシー(入学者の受入れに関する方針)に再定義が行われ、令和4年より実施される。

今回の成果と課題を多くの教員と共有し、今後の授業づくりにいかしていきたい。最後に、本研究を進めるにあたり、御協力いただいた神奈川県立磯子工業高等学校の生徒・教職員をはじめ、本研究に御協力いただいた皆様に深く感謝を申し上げる。

引用文献

神奈川県立磯子工業高等学校 2020 「学校教育計画」

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/isogo->

th/zennichi/gaiyou/documents/schooleducatio nplan.pdf (2021年12月7日取得)

中央教育審議会答申 2016 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」 p. 211

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afielddfile/2017/01/10/1380902_0.pdf (2021年12月7日取得)

関恵・出口明子 2017 「概念地図法とモデル図を導入した中学校第3学年理科『化学変化とイオン』の授業デザイン—電気分解と電池の理解支援に着目して—」(日本科学教育学会研究会研究報告32卷5号)pp. 133-136

田村学 2018 「深い学び」(東洋館出版社)p. 43

参考文献

大貫麻美 2002 「日本の理科教育における概念地図法の使用意図・目的並びにその機能に関する分析と考察」(東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科『学校教育学研究論集』 第6号)pp. 105-116

川上綾子・西川栄展 2013 「概念地図を活用した思考支援のあり方」(鳴門教育大学『鳴門教育大学研究紀要』 第28卷)pp. 115-125

竹松克昌 1995 「4年『水の状態変化』の指導—教材の工夫と『ことばつなぎ』の利用—」(神奈川県立教育センター『教育研究発表会 資料[2]』第2分科会資料)

永島政宏・久保田善彦 2020 「説明活動を効果的に行うための概念地図の構成の工夫—自由地図と象限地図の比較から—」(日本教育工学会論文誌第44卷1号)pp. 85-93

福岡敏行 2002 「コンセプトマップ活用ガイド マップでわかる! 子どもの学びと教師のサポート」(東洋館出版社)

福岡敏行・大貫麻美・金子祐子 2006 「『単位』概念の構築に関する基礎的研究—計量単位に関するコンセプトマップを使った分析—」(横浜国立大学教育人間科学部『紀要. I, 教育科学』 第8卷)pp. 201-214

皆川順 1999 「概念地図作成法におけるリンクラベル作成の効果について」(教育心理学研究 47卷3号)pp. 328-334