

理科授業における描画法の効果：中学校電気単元の事例的研究

著者	日? 俊一郎, 中山 迅, 山根 研一, 国生 尚, 川北一彦
雑誌名	宮崎大学教育学部附属教育実践研究指導センター紀要
巻	6
ページ	109-118
発行年	1999-03-26
URL	http://hdl.handle.net/10458/3461

理科授業における描画法の効果 — 中学校電気単元の事例的研究 —

日高 俊一郎* · 中山 迅** · 山根 研一* · 国生 尚* · 川北 一彦**

Effect of Drawings in Science Class Case Study of Electricity Unit in Lower Secondary School

Syunichro HIDAKA*, Hayashi NAKAYAMA,
Kenichi YAMANE*, Hisashi KOKUSYO*, Kazuhiko KAWAKITA

1 問題の所在

学習者の概念を探る方法として、描画法は、非常に効果的であるといわれている（たとえば、ホワイト・ガンストン, 1998）。描画法とは、「言葉では表現しにくいイメージや考えを絵を用いて表現する」（里岡, 1998）方法で、次の目的で実施される。

「描画により、他の調査手続きではわからない理解の質を、教師は知ることができるし生徒は示すことができる。私たちが理解の質のある側面を示すのにしても、記述によるよりも事例による方が示しやすい、ということが描画法の本質と一致している。」（ホワイト・ガンストン, 1995）

描画法と明記されなくとも、学習者や被験者にある制約の上で絵を描かせ、その概念を調査した報告も多い（たとえば津幡, 1993）。

さらに、描画法は学習者の概念を知る（たとえば、岩切ら, 1997；日高・中山・川北, 1996）道具としてだけでなく、授業中での学習者相互、教師と学習者の対話の道具として使われるようになっていった（日高, 1998）。

そこで、中学校の電気単元の授業において、描画が生徒の考えにおよぼした効果を、授業実践を通して分析する。

2 授業内容

(1) 題材と時間

題材は、中学校第2学年の電気領域、「電流」の「直列回路における電流」であり、3時間で実施した。

* 宮崎大学教育学部附属中学校

** 宮崎大学教育学部

(2) 学習者と実施時期及び授業者

授業は宮崎大学教育学部の2年B級で、1時間目を平成10年9月28日、2時間目を平成10年9月30日、3時間目を平成10年10月2日に実施した。授業者は、日高俊一郎である。

(3) 授業過程

3時間分の授業過程を表したものが図1である。本研究では、描画を利用した3時間目の授業を中心に分析した。

(4) 授業内容

生徒は、3時間目までに、図3の回路の豆電球を観察し、その明るさが異なるという知識を演示実験から得ている。生徒は、これをもとに、回路を流れる電流の大きさと方向について予測し、その根拠を説明してきた。その結果、生徒は図2のような考えを構成し、その根拠を

- ・電流の大きさは、豆電球の明るさに対応する。
- ・豆電球で電流は使われる。
- ・豆電球で電流は変化しない。

などを用いて説明した。

3時間目には、生徒は、まずこれまでの考えや根拠を描画で表現し、次に実際に各部の電流の大きさを測定する実験を行い、最後に実験結果を描画によって説明し、討論を行った。

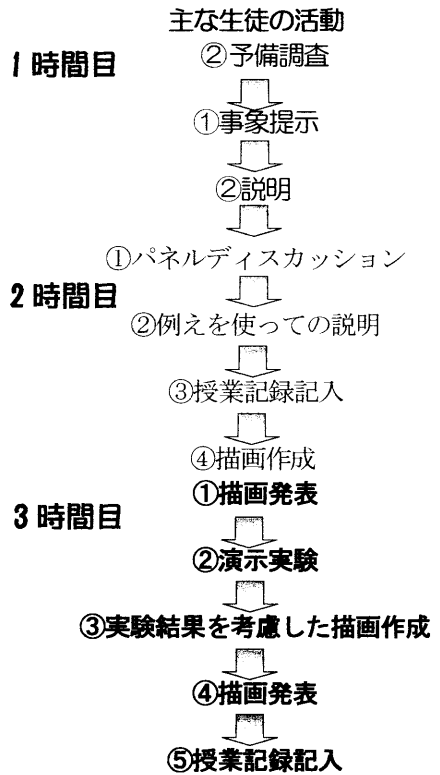


図1 3時間分の授業過程の概要

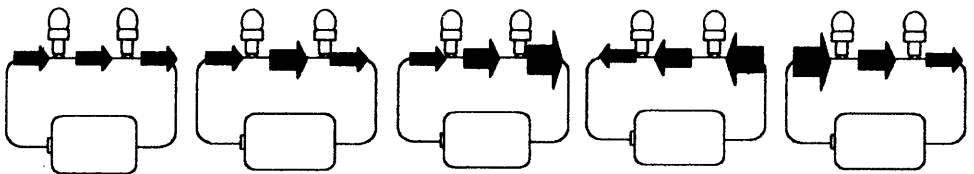


図2 1時間目の演示実験後の生徒の考え
(矢印は電流の大きさと方向を表す)

3 授業分析

(1) 分析の目的と視点

授業の分析では「描画法が授業に与える効果」を明らかにすることを目標とした。そのために、次のような視点を設けた。

- ・ 授業中の描画で何が描かれたか。
- ・ 授業のどの場面で描画が変化したか。

(2) 分析結果

3時間目の授業における発言や描画を分析し生徒、教師の発言に関しては、授業のVTR録画を分析した。描画に関しては、生徒がワークシートに描いたものを分析した。

① 描画発表

描画発表（図1の3時間目の①描画発表）のときの生徒の発言を表1にまとめる。

また、このときの生徒の描画を、そこにどんな例えが含まれているかという観点で、表2のように分類した。

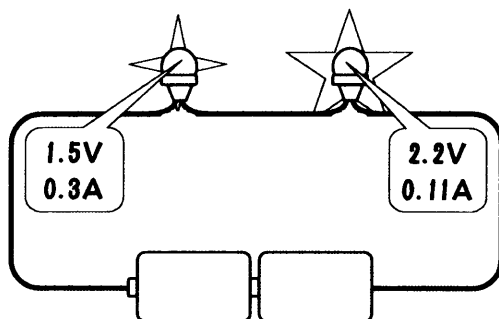


図3 1時間目の演示実験の回路

表1 描画発表のときの発言

発言者	発言内容
パネラー a	電流を川，電球を水車，電池を池，導線を川
パネラー b	電流を川，電球を家庭，電池を浄水場，導線を水道
パネラー c	電流を川，電球を水車，電池を池，導線を川
パネラー f	電流を川の流れ，電球を家，電池を部屋，導線を川
パネラー g	電流を川水，電球を生活用水，電池をダム，導線を川

表2 代表的な描画とそこに見られた例え

代表的な描画	描画に見られる例え			
	電流	電池	豆電球	導線
川－消費	川，水	泡，ダム，海，川，浄水場，ポンプ，湖	蛇口，生活用水，家，人間，消費者，家庭	管，川，水道，水路
川－水車	川，水	池，ダム，海，ポンプ，水源池，雲，上下水	水車	川，水路
川－抵抗	水	ダム	石，橋，水門	川，河川敷
血液	血液	心臓	細胞，器官，体	血管
電車	列車，電車	駅	通過駅	路線
その他	絵の具，粒，デンプンなど	チューブ，污水处理場，川，びん，人間	風車，家，水道，ヨウ素液，タイヤ	パレット，パイプ，ポンプなど

このときの代表的な描画を図4～図5に示す。

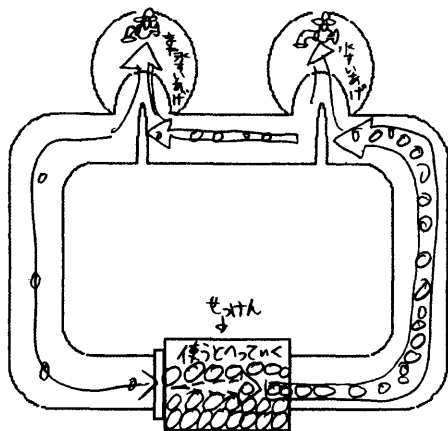


図4 生徒の描画 1

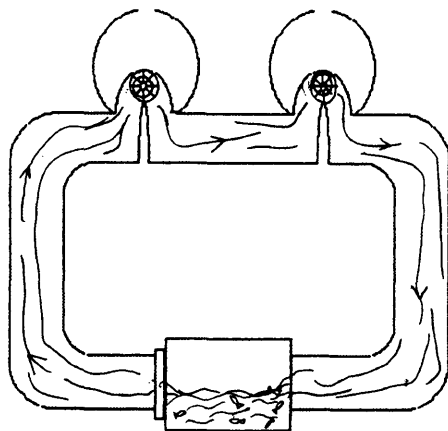


図5 生徒の描画 2

② 電流測定後の描画発表

電流測定（図1の3時間目の②演示実験）後に測定結果を考慮した描画を発表させた。そのときの教師、生徒の発表と討議の内容をまとめたものが表3である。このときの代表的な描画を図6～図7に示す。

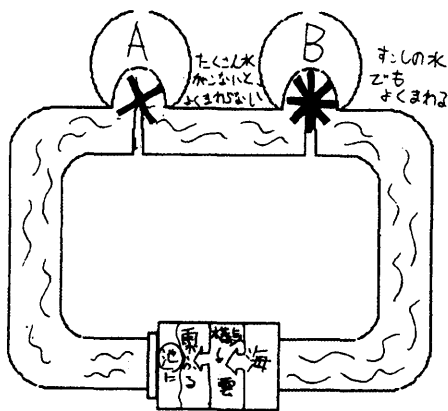


図7 生徒の描画 3

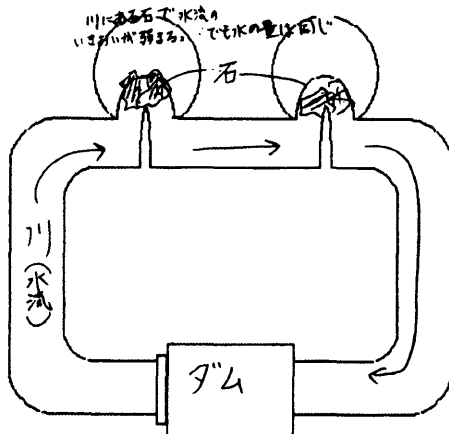


図7 生徒の描画 4

表3 演示実験後の描画発表と討議のプロトコル

	生徒，教師の主な発言
教師	私が見た範囲で説明をしてもらいます。今みたらね……。川で水車がありました。もう一つはね，川で水門というのがありました。それからね，血液というのがありました。それから，もう一つ，列車モデルというのがでています。 誰か水車モデル説明してくれませんか…。それでは僕の方で…。
生徒 I	僕は，電池をダムと考えると，導線を川，電流を川の水と考えました。……水車にあたってその勢いで水車はまわるけれど，勢いは変わるけど川の量は変わらないで……。右側の水車は小さな圧力で回る水車だと思います。
教師	これからもうすぐで，説明で，豆電球が明るいということも説明してください。それでは，川—水門説をお願いします。
生徒 D	私は，電池を貯水池と考えると，導線を川，電流を川の水，豆電球を水門と考えました。Aの豆電球の水門は小さく，Bの水門は大きいと考えました。……水門を通過するとき，…川が砂を運び電池に貯まるので，流れなくなる。
教師	電池がなくなるという説明がありましたね……。今の二人に質問はありませんか。
パネラー A	…一度流れた川の水がダムに戻るのをおかしい。 A君はどうやって説明したのですか。
パネラー A	水車が大きいのでそのぶん回りにくいので，同じ水の量でも少ししか回らなくて，Bの方は小さくて，小さい分回りやすいので，同じ水の量でも回転して，…蒸発して，雨になって池に戻る……電池がなくなるのはここに，ごみが貯まる。
生徒 D	雨になって落ちると言ったけどすべてが池に落ちるわけではないのでおかしいんじゃないですか。
生徒 E	雲になるときは，電流になる川の流れがないということですね。
生徒 F	最後のところで砂ということがあったけれども，その砂はいったいなんですか。
生徒 D	流れているうちに，浪費して疲れてくるから，その疲れだと思います。
教師	じゃ時間がきましたので，血液の説明をお願いします。電車はその中で……。
生徒 J 血液モデル	私は，電池を心臓と考えると，電流を血液と考えると，豆電球を体と考えました。心臓にあるときは酸素が多く含まれた血液が出されて，体でその酸素が二酸化炭素になると，戻ってくるんだけどでも全部使われるわけではなくて，酸素はまだ少し残っている状態で心臓に帰ってきて，状態が何回も続くから，血液の量は変わらないけど，酸素の量が <u>変わるから電池がなくなる</u> と思います。
教師	最後に…，列車モデル
生徒 K 列車モデル	流れを電車で電池を駅，豆電球を通過する駅で，導線がレールとしました。電池がなくなるのは，電車は一回しか走らないから，…電車が八両あると…電池がなくなる。

③ 電流測定前後の描画

各部の電流を測定する前の描画が実験後にどのように変化したかを分析した。その結果が表3であり、これをもとに描いた遷移ダイアグラム^註が図8である。

表3 電流測定前後の代表的な描画の数

電流測定前の描画	電流測定後の描画						統計
	川-水車	川-消費	川-抵抗	血液	電車	その他	
川-水車	7	0	1	1	1	2	12
川-消費	7	5	0	0	0	1	13
川-抵抗	0	0	0	2	1	0	3
血液	2	1	0	2	0	1	6
その他	3	1	0	0	1	0	5
総計	19	7	1	5	3	4	39

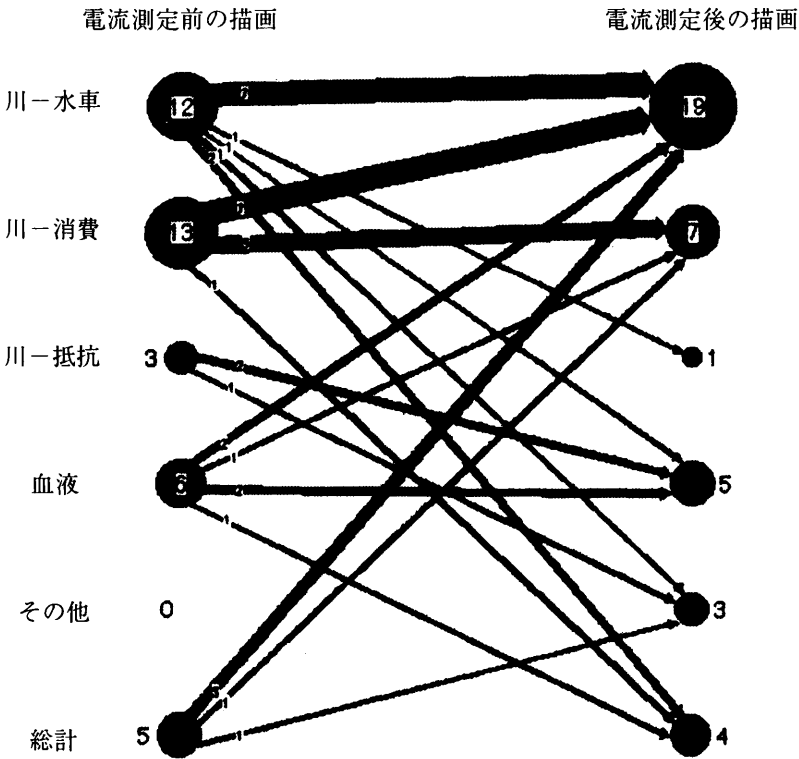


図8 電流測定前と電流測定後の描画の遷移ダイアグラム

電流の測定後に、川—水車の描画を行った者が12名から19名に増え、川—消費の描画を行った者が13名から7名に減っていることがわかる。電流測定後に、川—水車の描画に他の描画から遷移した者の最も多いのは、川—消費の描画からの7名である。しかし、電流測定後には、すべての生徒が「一方向で電流一定で電流が流れる」と認識しているにもかかわらず、川—消費の描画を行う生徒が7名存在するという、一見矛盾した結果を得た。

④ 発表討議前後の描画

電流測定後に生徒の描いた代表的な描画を発表させて討議を行った後で、生徒個人がもっともらしいと思う描画を選択させた。その結果が表4であり、これをもとに、描いた遷移ダイアグラムが図11である。また、生徒による血液の描画、電車の描画を図9、図10に表す。

表4 発表討議前後の代表的な描画の数

発表討議前の 描画	発表討議後の描画					統計
	川—水車	川—抵抗	血液	電車	その他	
川—水車	14	1	4	0	0	19
川—消費	2	0	5	0	0	7
川—抵抗	0	1	0	0	0	1
血液	1	0	4	0	0	5
電車	0	0	0	3	0	3
その他	0	0	0	1	3	4
総計	17	2	13	4	3	39

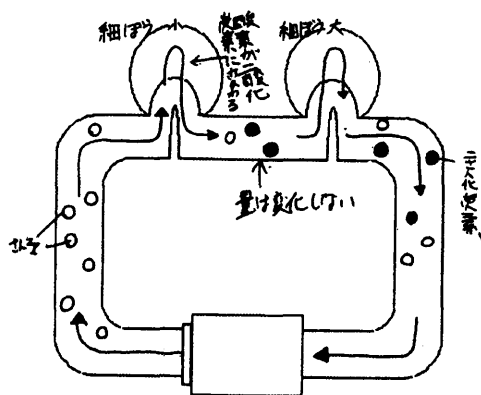


図9 血液の描画

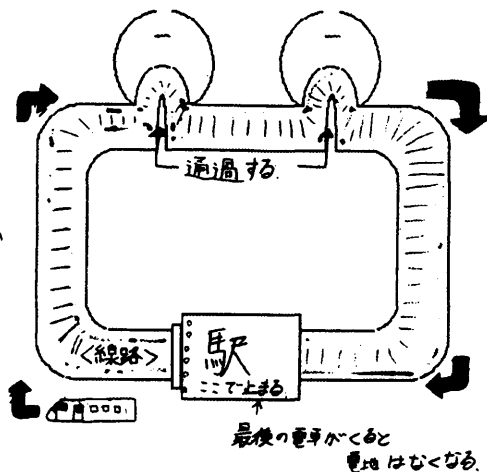


図10 電車の描画

描画の発表及び討議の後に、川－水車の描画を行った者のうち、5名が他の描画の支持に遷移しているものの、そのまま川－水車の描画を支持し続けた者は14名おり、比較的安定している。これに対して、川－消費の描画を行った者は、発表及び討議後に川－水車の描画の支持に5名、血液の描画の支持に5名と全員が他の描画の支持に遷移している。さらに、血液の描画を行った者は、一人が川－水車の描画の支持に遷移したものの、残り4名はそのまま血液の描画を支持し続けた。結局、血液の描画は、川－水車の描画から4名、川－消費の描画から5名が遷移し、8名増加している。

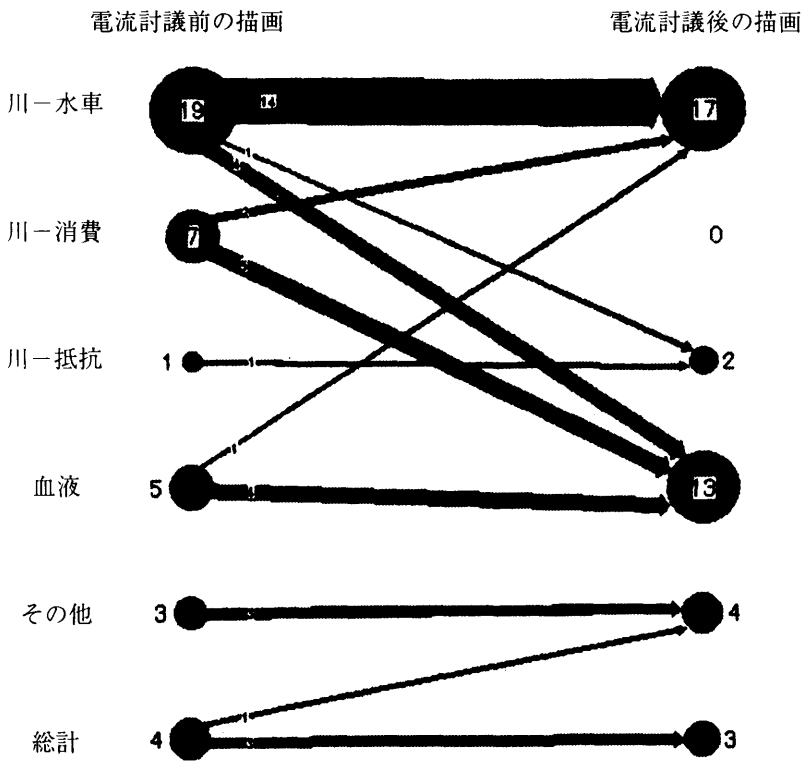


図11 発表討議前と発表討議後の描画の遷移ダイヤグラム

(3) 分析のまとめ

分析の結果、次のことが明らかになった。

- ア 電流の大きさを測定した後は、川－水車の描画を支持する生徒が増加している。
- イ 電流の大きさを測定した直後には、川－消費の描画が残っていたが、描画の発表と討議の後には、川－消費の描画を支持する生徒はいなくなり、血液の描画が増えた。

3 考察

各分析結果の考察をうけて、全体の考察を行う。

(1) 各分析結果の考察

① 分析結果アについて

電流測定の後、川－水車の描画を行った者が増え、川－消費の描画を行った者が減った原因は、測定によって回路の各部分の電流の大きさは等しいことが明確となったことである。生徒は、「電流の大きさは等しい」という実験事実を説明するために、「水を水道管の外に放出する蛇口」、「水を使う人間や家」などの水路から外に水が出て行き、使えば無くなること意味する「消費」の描画から、使っても無くならならず、水路から水が出て行かない「水車」へと描画を変化させなければならなくなった。

② 分析結果イについて

すべての生徒が、実験から「一方向で電流一定で電流が流れる」と認識しているにもかかわらず、川－消費の描画を行う生徒が存在し続けたのは、実験結果を説明できる例えを導き出せなかったことが原因であろう。しかし、実験結果を説明する例えを見出せなかった生徒も、他の生徒の描画の発表によって「使っても無くならない血液」の例えに気づき、血液の描画を支持した。また、血液の描画の支持が増えた理由として、表3の「血液の量は変わらないけど、酸素の量が変わるから電池がなくなると思います。」の説明によって、使われるものとそれを運ぶものが別々に存在し、それらに血液と酸素が対応することが明確になったことがあげられる。この説明によって、水－水車の描画を描いた生徒にとっても、血液の描画は説得力のあるものとなった。その結果、図11のように、2名の生徒が水－水車から血液の描画に遷移している。

(2) 全体の考察

授業実践とその分析を通して、描画法の効果として次のことが指摘できる。

- ① 電流の方向や大きさに関する考えと描画は密接に関係し、その理解を助ける。
- ② 描画が他の生徒の考えを受け入れる契機として、有効にはたらいっている。
- ③ 描画は授業中の相互作用を活性化する媒体となっている。

①は次の二点から考察された。一つは、電流の大きさと方向を予測する段階で、電流が消費されると考えた生徒の描画と、電流は保存されると考えた生徒の描画が異なったことである。前者には、図4のような「蛇口」の描画が多かったのに対し、後者は図5のような「水車」の描画が多かった。二つ目は、分析結果アで示されたように、測定実験で電流の大きさが明確になった段階で生徒の描画が変化したことである。

②は分析結果イから考察された。一人では実験結果を説明できる描画を考えつかなかった生徒が、他者の「血液」の描画を見て、その描画を受け入れ実験結果を説明しようとした。このように、他者の描画が新しい考えを構成する契機としてはたらいっていることが推測できる。

③は分析結果ア・イから考察された。描画は、考察①のように、自分の電流概念を説明する道具としてはたらいたり、考察②のように、新たな考えを創造する道具ともなっている。このように描画は、自分の考えをメタ認知したり、他者に表現したりする媒体としてはたらいき、それによって、授業が焦点化され、生徒の相互作用が活発になった可能性が示唆される。

描画を用いた授業を通して、生徒の思考が動的に変化していることが明らかになった。しかし、描画によって生徒の思考が動的になったのか、生徒の動的な思考が描画によって表現されただけなのかは明確ではない。しかし、描画を使うという状況の中で、動的な生徒の思考が構成されたと考えることも可能である。これについては、今後、数多い授業分析を通して検討していく必要がある。

註 遷移ダイアグラムは福岡理科学習指導研究会の遷移ダイアグラムソフトで作成した。

付記 本研究は、平成10年度 宮崎大学 教育学部・附属学校園共同研究、プロジェクト名「理科授業における概念地図法と描画法活用にかかわる実践研究」の一貫として行われた。

引用・参考文献

日高 俊一郎：対話の道具としての描画法，中山 迅・稲垣 成哲 編著「理科授業で使う思考と表現の道具—概念地図法と描画法—」，97-104，明治図書，1998.

日高 俊一郎・中山 迅・川北 一彦：子供の表現活動を生かす中学校電気単元の授業実践，日本科学教育学会年会論文集，233-234，1995

岩切 信二郎・日高 俊一郎・高山真理子・高尾伸介・奥野正志・川北一彦：音の伝わり方に関する学生の考え方，日本科学教育学会研究報告，12（2），43-48，1997.

里岡 亜紀：描画法とは，中山 迅・稲垣 成哲 編著「理科授業で使う思考と表現の道具—概念地図法と描画法—」，77-83，明治図書，1998.

津幡 道夫 編著：「子どもたちは自然をどのようにとらえているか」，東洋館出版，1995.

リチャード，ホワイト・リチャード，ガンストン．／中山 迅・稲垣 成哲 監訳「子どもの学びを探る」，127-136，東洋館出版，1995.

リチャード，ホワイト・リチャード，ガンストン：「理科授業で使う思考と表現」のために，中山 迅・稲垣 成哲 編著「理科授業で使う思考と表現の道具—概念地図法と描画法—」，5-7，明治図書，1998.