

概念地図を活用した協同的な学習がメタ認知に及ぼす効果の検討

—理科「電流の通り道」の学習を通して—

宮田 延実^{*1}・上原 丈弥^{*2}

^{*1}愛知みずほ大学(非常勤講師)

^{*2}名古屋市立田代小学校

本研究の目的は、概念地図法を手段にした協同的な学習によって、メタ認知が高まるかどうかを検討することである。そこで、第4学年の理科「電気の通り道」の授業において、子どもが概念地図を描いた後に、グループで完成度の高い概念地図の作成をする実践を行った。そして、抽出グループの発言分析と授業後に実施した質問紙によるデータにより分析した。その結果、次のメタ認知が高まった。グループのメンバーで、自分の知識や概念を点検し評価をする「グループ学習メタ認知」、経験を基に次の計画を改善する「改善的メタ認知」、そして、目的や他者の意見に応じて課題解決の方略を調整する「調整的メタ認知」である。また、概念地図法を手段にしたグループ学習は、学力差があっても個々のメタ認知を高める有効な手段であることが明らかとなった。

キーワード：概念地図、メタ認知、理科、グループ学習、小学生

1. はじめに

子どもが理解している概念や認識、また、それらの関係などをどのように捉えているかを文章表現によって評価する方法がある(ノヴァック・ゴウウィン, 1992)。しかし、それは子どもの語彙力や表現力に影響されて適切な評価であるとはいえない。その点、事物間、知識間、人物間などをラベルにして、その間に成り立つ関係を線でつなぐ概念地図法は、語彙力や表現力にあまり影響されずに評価することができる。概念地図法は、これまでに様々な学習場面で活用されており、知識の構造化を図ったり、その状態を診断的したりできる点で評価されている(福岡, 2002; 堀, 2003; 鈴木・森本, 2013)。教師にとっては、子ども自身の認識を絵や簡単な言葉で表現させることによって、多様な子どもの認識の仕方や考え方を発掘することもできる。子どもにとっては、素朴概念を自覚的に再考と検証の対象とすることが促され、メタ認知の高まりが期待できる(石井, 2005)。メタ認知の「メタ」とは「高次の」という意味で、認知(知覚、記憶、学習、言語、思考など)することを、より高い視点から認知するという

ことである。メタ認知は、「メタ認知的知識」とよばれる認知についての知識と、「メタ認知的活動」とよばれる認知を統制する過程に分けられる(中道, 2008)。遠藤(2005)によると、人はメタ認知的モニタリングとして、自分の認知過程を確認・点検し、そして、モニターした結果に基づき、メタ認知的コントロールとして、自分の認知活動を改善・調整していくとされる。概念地図法に関していえば、地図を描くことによって獲得された知識や概念を、子ども自身がもう一段上から見つめ直すことで、自らの学習の過程を点検・確認することができる。そして、その結果に基づき、自分の理解した知識や概念、その関係について捉え直すことができる。こうして概念地図を描くことでメタ認知が高まるとされる。

このような概念地図法のメタ認知を高める有用性が認められるが、学級の中には単純な作図しかできず、概念の関係性が表現できない子どももいる。また、限られた単元学習の中では、作図に慣れるまでの時間的余裕が見いだせない場合もある。実際の教育現場ではこのような課題はよく見られる。その場合には、例え

ば、個々で作図をさせるのではなく、協同的な学習によって、様々な考えの子どもが意見を出し合って概念地図を描くことも考えられる。これは学習不振や学習意欲が低下している子どもに対しても有効であろう。また、他の学習者との概念地図と交流しあうことにより、他者の理解の異質性を知り、逆に自らの理解を捉え直すという相互作用もある(藤本, 2005)。このことから、ある概念について多様な認識をもつ子どもが意見交換しながら概念地図を描くことは、子どもは自分自身の理解について点検や確認を行ったり、筋道が通るように考え方を改善、調整したりするのに有効と考えられる。つまり、概念地図を活用したグループ学習は、学力差があってもそれぞれに子どものメタ認知を促進する有効な手段と成り得る。

そこで、本研究では、概念地図を活用したグループ学習によりメタ認知のどの側面が高められるかといった学習効果について検討することを目的とする。そのために、4年理科「電気の通り道」において、まず、単独で概念地図を描く。次に、それぞれの描いた概念地図を持ち寄りグループで完成度の高い概念地図の作成を目指すことを中心に授業を行う。そして、授業における抽出グループの意見交換の過程を分析するとともに、授業実践の前後に実施した質問紙のデータを分析する。これらの質的量的なデータから、概念地図を活用したグループ学習が子どものメタ認知に及ぼす効果を検討する。

2. 方法

2.1 調査協力者

愛知県内の公立小学校 4 年生 1 学級 33 名(男子 18 名, 女子 15 名)

2.2 実践題材

4年理科単元「光の通り道」

2.3 実践の目的

本実践では、それぞれの描いた概念地図を持ち寄り、グループで確認し、相互の意見交換を通して完成度の高い概念地図を作図させることを目的とする。抽出グループを設定し、既有知識を確認したり点検したりする意見を出しているか、グループメンバーの考えを知り、自らの理解を捉え直す言動をしているか、といった観点で評価する。

2.4 概念地図作成までの準備

前時に一人一人が電池と豆電球、ソケット、導線を使って豆電球が光る実験を行い、乾電池の中の電気がどのように電球にたどり着き、光らせたかを予想し、概念地図に描かせる。本時ではグループメンバーが協同で概念地図を作図させる。準備として、概念地図を描く A 4 用紙、「乾電池」「電気」「豆電球」「ソケ

ット」「モーター」「光電池」「直列つなぎ」「並列つなぎ」「検流計」といった 9 個のラベルを書いた付箋紙を用意した。グループで必要となったラベルは青色の付箋紙で作成させる。

2.5 グループ編成について

グループの構成は学力差のある児童数名で編成する。本実践における抽出グループは、A 児, B 児, C 児, D 児の 4 人で編成する。彼らの関係は比較的良好なため、話し合いが円滑になると予想される。

2.6 質問紙

本研究では、話し合いを通してどのようなメタ認知能力が高まるかを検討する。そのために、木下(2006)の作成した「メタ認知質問紙」を参考にして「グループ学習のメタ認知質問紙」として 11 項目を作成し、4 件法で回答を求めた(Table 1)。授業実践の前後において学級で一斉に調査を行った。

3. 結果

3.1 因子分析結果

グループ学習におけるメタ認知活動の質問紙 11 項目について、4 年 33 名(男子 18 名, 女子 15 名)のデータを基に主因子法による因子分析を行った。初期解における因子の固有値の減衰状況から判断して、4 因子を抽出した。これらの因子に対して Promax 回転を施した(Table 1)。単純構造を示した 11 項目で尺度を構成した。

第 1 因子は、「話し合いで、友だちの意見を聞いて自分の意見を考えなおすことがある」「うまくできないとき、先生や友だちにそうだんする」といったグループ学習の過程で点検や評価などをするメタ認知的活動と考えられることから、「グループ学習メタ認知」と名付けた。第 2 因子は、「自分のどんなやり方がよかったか、せつめいできる」「自分がどれくらいできているか、自分できちんといえる」といった自分自身の状況についてモニタリングし、説明できるメタ認知的活動と考えられることから、「説明的メタ認知」とした。第 3 因子は、「できるようになりたいとき、やる前にやりかたを考える」「新しいことを計画するとき、今までにうまくできたやり方から考えてみる」といった、これまでの経験を基に計画を改善するメタ認知的知識と考えられることから、「改善的メタ認知」とした。第 4 因子は、「めあてにあわせて、自分でやり方をかえている」「話し合いでは友だちの意見と自分の意見をくらべながら聞くようにしている」といった目的や他者の意見に応じて課題解決の方略を調整するメタ認知的知識と考えられることから、「調整的メタ認知」とした。

Table 1 グループ学習におけるメタ認知質問紙の因子分析結果

質問項目	グループ 学習メタ 認知	説明的 メタ 認知	改善的 メタ 認知	調整的 メタ 認知	共通性	α
9.友だちの意見を聞いて自分の意見を考えなおすことがある	0.93	-0.05	-0.05	-0.12	0.75	0.82
3.うまくできないとき、先生や友だちにそっだんする	0.70	0.02	0.19	-0.30	0.44	
4.うまくできているか、やっているところうで、ふりかえる	0.64	-0.04	0.27	0.09	0.63	
11.話し合いをしていると自分の考えがまとまることある	0.64	0.15	-0.23	0.14	0.54	
6.できるようになりたいとき、だいじなことは何かを考える	0.56	-0.02	-0.22	0.38	0.64	
5.自分のどんなやり方がよかったか、せつめいできる	-0.10	0.88	0.01	0.09	0.81	0.86
2.自分がどれくらいできているか、自分できちんといえる	0.13	0.86	0.11	-0.03	0.78	
1.できるようになりたいとき、やる前にやり方を考える	-0.14	0.06	0.93	0.00	0.83	0.71
8.何か計画するとき今までにうまくできたやり方から考えてみる	0.24	0.08	0.57	0.15	0.53	
7.めあてに合わせて、自分でやり方をかえている	-0.16	0.18	-0.02	0.71	0.50	0.60
10.友だちと自分の意見をくらべながら聞くようにしている	0.04	-0.18	0.33	0.67	0.64	
因子間相関		説明的メタ認知	0.08			
		改善的メタ認知	0.22	-0.02		
		調整的メタ認知	0.50	0.26	0.18	

Table 2 授業前後の学級平均値の比較

	授業前		授業後
グループ学習メタ認知	2.21 (0.81)	<	3.33 (0.60) ***
説明的メタ認知	2.68 (1.12)		2.65 (0.94) n.s.
改善的メタ認知	2.27 (0.91)	<	3.00 (0.92) *
調整的メタ認知	2.55 (0.90)	<	3.18 (0.74) *

()は、標準偏差 *** $p < .001$, * $p < .05$

3.2 授業後における因子平均値の比較

「グループ学習メタ認知」「説明的メタ認知」「改善的メタ認知」「調整的メタ認知」の4因子について授業前と授業後の因子得点の平均値を対応のある t 検定により比較した (Table 2)。

その結果、「グループ学習メタ認知」の学級平均値は、授業前 2.21、授業後 3.33 と授業後が有意に高くなっていた [$t(32) = -5.60, p < .001$]。「説明的メタ認知」は、授業前 2.68、授業後 2.65 と平均値は低下していたが、有意差はなかった。「改善的メタ認知」は、授業前 2.27、授業後 3.00 と授業後の方が有意に高くなり [$t(32) = -2.63, p < .05$]、「調整的メタ認知」も授業前 2.55、授業後 3.18 と授業後の方が有意に高くなっていた [$t(32) = -2.75, p < .05$]。

3.3 授業実践

Table 3 は、4 年理科単元「光の通り道」の実践における抽出グループの発言記録である。4 名の抽出児はそれぞれが描いた概念地図を持ち寄った。それを基に、グループメンバーで意見交換を通して完成度の高い概念地図を作図させることを目的とした。

3.4 抽出グループの4名の因子得点

抽出グループの4名の児童の授業前後の「グループ学習メタ認知」「説明的メタ認知」「改善的メタ認知」「調整的メタ認知」の各因子得点の平均値を比較した (Table 4)。授業後の「グループ学習メタ認知」と「改善的メタ認知」は A 児以外すべて高くなっていた。「調整的メタ認知」については4名すべてが高くなり、「説明的メタ認知」は4名すべてが低くなっていた。

Table 3 授業実践における抽出グループの話し合いの様子

C児：初めは「乾電池」でいい？

全員；うなずく。

C児；次は何にする。

A児：乾電池は電気がつまってる。

D児；やっぱ電気。

B児；電気がいいです。

C児：次は、豆電球でいい

全員；うなずく。

＜解説＞ 抽出グループでは、C児が中心となって、乾電池と電気を線で結び、豆電球もつなげていくことができた。しかしこの後は、自分の概念地図と他児の地図を見比べながら、共通点を見いだそうとしてしばらく沈黙が続いた。自分の認識を点検しようとする試みであったと考える。概念地図の描き方が自己流のため、共通の事柄も認識しにくかったようである。そこで、各自の地図は机中に入れさせ、4人全員で初めから概念地図を作成するようにさせた。

B児；豆電球を光らせるには導線がいるよ。

A児；「導線」って付箋がないよ。

D児；豆電球を光らせるにはソケットもいる。

B児；導線も。

D児：それって回路じゃない？

B児：回路って何だった？

C児；回路って導線。

D児；じゃあ、(青付箋紙に導線と書き、貼ろうとして) ここ？

全員；うなずく。

C児；「導線」に何をつなぐ？

D児；大事な物がつなげれるよ。モーター。

B児；(貼ると)ピラミッド型だね。

＜解説＞ D児が「それって回路じゃない？」との発言から、B児は、「回路って何だった」と知識の確認を求めた。それに対してC児が「回路って導線」と答えるが、二人とも回路と導線の違いはよく分かっていない。D児は回路を理解しているようだが、「導線」のラベルを貼ってしまう。このグループでは、回路と導線の違いを曖昧なままにしていた。

しかし、D児が、豆電球と乾電池の線にモーターもつなぐと、B児は「ピラミッド型だね」と概念地図を見ることによって回路をイメージできたと考えられる。A児については発言数は少なかったが、他児の意見を聞き、うなずきながら自分の知識を点検していたと思われる。

C児；(付箋紙の残りを見て)「直列つなぎ」は？

B児；直列つなぎは、明るいけど電気がすぐなくなる。

A児；電気？

D児；「電気」と「直列つなぎ」を引けるんじゃない？

B児；「並列つなぎ」も貼るよ。

C児；並列つなぎは、電気は弱いけど長くつく。

B児；2個でも同じ明るさ！

＜解説＞ ここまでつないだ線の意味をC児とA児が交代に書いていた。さらにつなごうとして「直列つなぎ」と「並列つなぎ」が似ていそうなのに結ぶ言葉がない。そこで、それぞれの概念地図を見直す。A児以外につないでいる子はいない。A児に注目が集まった。

A児；(自分の概念地図を見て)一方通行って書いてある。

D児；「直列つなぎ」も「並列つなぎ」も一方通行？

A児；電気が一方通行。

B児；これをつなごう。

＜解説＞ ここでは、直列つなぎに着目し、B児は「直列つなぎは、明るいけど電気がすぐなくなる」と発言しC児も「並列つなぎは、電気は弱いけど長くつく」などと自分の理解を確認することができた。A児は、「電気？」とつぶやいたが、「直列つなぎ」と「乾電池」という回路をイメージできなかつたのかもしれない。しかし、概念地図に電気と直列つなぎが線で結ばれ、つないだ線の意味が書かれることによってA児は理解を修正したり、これまでの学習の過程を思い出したりできたと思われる。「電気が一方通行」の発言は、A児の断片的な知識であったのかもしれないが、他児の回路の知識やその概念を深めることになったと考えられる。

Table 4 抽出グループの4名の児童の授業前後の平均値の比較

	グループ学習 メタ認知		説明的 メタ認知		改善的 メタ認知		調整的 メタ認知	
	授業前	授業後	授業前	授業後	授業前	授業後	授業前	授業後
A児	3.00	> 2.80	4.00	> 1.00	2.50	2.50	2.50	< 3.00
B児	2.40	< 3.00	3.50	> 1.50	1.50	< 3.50	2.00	< 4.00
C児	2.60	< 3.80	4.00	> 2.50	1.50	< 4.00	3.00	< 4.00
D児	1.60	< 3.80	3.00	> 2.00	2.00	< 3.00	1.50	< 3.50

4. 考察

授業前後の学級全体の因子平均値の比較から、概念地図を活用したグループでの協同的な学習は、「グループ学習メタ認知」「改善的メタ認知」「調整的メタ認知」を高めるのに効果があった。

まず、「グループ学習メタ認知」が高まったのは、グループで概念地図を完成させるという課題において、他児との違いを比べながら方略を調整する営みが可能であったからだと考える。個人で自分の知識や概念を点検したり評価したりすることは限界があるが、グループで学習すると、メンバー同士が課題解決に向けて考えを述べ合う。この活動により「グループ学習メタ認知」が高まるのは妥当な結果だと考える。この点において、抽出グループの話し合いは十分とは言えないが、「回路」と「導線」の違いに着目した場面は、個々が理解していると思込んでいる自己の知識や概念を修正できたといえる。

また、B児の「ピラミッド型だね」の発言のように、他児に対して、概念間のイメージを持たせる効果もあったと考えられる。このように、個々で作図するときに獲得できなかった知識や気づきが、グループメンバーと協同で概念地図を完成させる過程で、獲得できたと考える。

抽出グループでは、B児、C児、D児の「グループ学習メタ認知」得点が高まっていた。その理由として、この3名が話し合いをリードしていたことが挙げられる。他方、A児は、発言が少なく、分からないことを進んで尋ねるまでには至っていない。そのため、グループ学習に主体的に関わっているという意識が持たず、A児の「グループ学習メタ認知」の得点が下がったと考えられる。この4名は仲良しであるが、学力差

があるので、A児は他児のように話し合いをリードすることはできなかったと思われる。

しかし、A児は、他児の意見を真剣に聞いたり、大事なことは何かを一生懸命に考えようとしていたりしていた。特に、「電気が一方通行」との発言は、メンバーの思案中に直列つなぎと並列つなぎの共通点を再確認させた発言として注目できる。その発言が契機となってA児はグループ学習の終盤からではあるが、積極的に発言できるようになってきた。

このように、学力差があっても、グループ内のメンバー同士が自由に発言でき、傾聴し合えることが「グループ学習メタ認知」を高める重要な条件になると考えられる。

次に、「改善的メタ認知」が高まったのは、自分が気付かなかつた方略や考え方をするメンバーと出会い、自分以外の児童のやり方を認知する機会が増えたことがその要因と考えられる。具体的には、本授業では、自己流で作図した概念地図を互いに見せ合ったこと、メンバーの一人の描いた概念地図を基に協同で改良したことが効果的であったと考える。少なくとも概念地図の描き方については、自分のこれまで獲得した知識や方略を改善しようとする意識が高まったと考えられる。抽出グループでは、D児が「豆電球」と「乾電池」の線に「モーター」をつなぐことにより、B児が回路についてイメージできた場面、あるいは、「電気」と「直列つなぎ」を線で結ぶことにより、A児はこれまでの学習の過程を思い出した場面などは、グループ学習によって、次は「こうするといいいんだ」「今度はこうしよう」と自分が気付かなかつた方略や考え方などを間接的な経験として獲得し、次の計画を改善しようとする意識をもてた場面と考えられる。

このように、授業後には、グループ学習によって、自分とは異なる方略を学習できたという意識の子どもは多いと考える。このことは、授業後の「改善的メタ認知」の因子得点の高まりに表れている。

「調整的メタ認知」については、抽出グループの4名すべてが高くなっていた。このグループでは、「めあてに合わせて、自分でやり方をかえている」「話し合いでは友だちと自分の意見をくらべながら聞くようにしている」という質問項目に合致した学習活動が行われていた。つまり、概念地図を完成させるというめあて(課題)を目指して、自他の描いた概念地図を見比べたり、互いの発言を聞き合ったりする姿が見られたのである。この活動が見られたことから、グループ学習によって「調整的メタ認知」が高まったのは、妥当な結果であると考えられる。

このような営みは他のグループでも同様に生じたことが推察され、授業後の「調整的メタ認知」が高まったと考えられる。多様な認識をもつ子ども同士が話し合えるグループでの協同的な学習という環境では、グループメンバーの獲得した知識や情報を入手でき、課題解決に関して複数の方略や選択肢が増えていくために調整的なメタ認知的知識も高まると考えられる。

さて、「説明的メタ認知」の得点については、学級全体だけでなく4名すべても低下していた。抽出グループでも概念間の関係について説明する場面では、発言が単発的になったり、沈黙があったりした。この様子から明確な説明ができていたとは言えないし、抽出児自身もそう感じていたと推察する。このメタ認知的活動は、まずは自分自身の状況をモニタリングし、説明するといった各自のもっているメタ認知能力であるため、それがグループで発揮できなければ、メンバー相互の相乗作用は期待できない。そのため、グループ学習による促進効果は表れなかったと考えられる。

以上のように、概念地図の完成を目指したグループでの協同的な学習は、メタ認知的知識やメタ認知的活動を促進する上で、一定の効果があったと考える。

5. まとめ

本研究では、4年生を対象として、概念地図を活用したグループ学習によって、メタ認知のどの側面が高められるかを検討してきた。その結果、学級全体では、メンバー相互で獲得した知識や概念の点検や評価などをする「グループ学習メタ認知」、経験を基に次の計画を改善する「改善的メタ認知」が高まった。そして、

目的や他者の意見に応じて課題解決の方略を調整する「調整的メタ認知」の高まりも見られた。これらは、グループ学習による共通の課題を解決しようとするメンバー相互に生じた意見交流によって得られたメタ認知能力と考えられる。すなわち、協同で概念地図を描く過程では、個々の獲得している知識や認識がベースとなつての意見交換が発生する。また、それらの発言を聞くだけでも自他の獲得していた知識や概念の違いが認識できる。ましてグループメンバーの関係が良好であれば、発言が促進され、自分自身の知識や概念についての点検や確認、考え方の改善や調整がより有効に働くようになる。

このように、概念地図の完成を目指したグループ学習には、学力差があってもそれぞれに子どものメタ認知的知識やメタ認知的活動を高める一定の効果が期待できるといえる。その条件として、メンバー同士が自由に発言でき、傾聴し合える人間関係が醸成されることが挙げられる。

引用文献

- 遠藤貴広(2005). 子どもの自己評価, 田中耕治編, よくわかる教育評価, ミネルヴァ書房
- 堀 哲夫(2003). 学びの意味を育てる理科の教育評価, 東洋館出版社
- 藤本和久(2005). 概念地図法, 田中耕治編, よくわかる教育評価, ミネルヴァ書房
- 福岡敏行(2002). コンセプトマップ活用ガイド, 東洋館出版社, 22-23.
- 石井英真(2005). 理科における評価, 田中耕治編, よくわかる教育評価, ミネルヴァ書房
- 木下博義(2006). 中学生のメタ認知を育成するための学習指導法に関する実践的研究—観察・実験活動における学習の振り返りの側面から—, 広島大学大学院教育研究科紀要 55,43-52
- 中道圭人(2008). メタ認知:自分分は分かっているのか? 中澤 潤編, よくわかる教育心理学, ミネルヴァ書房
- ノヴァック, J.D.・ゴウウィン, D.B.(1992). 子どもが学ぶ新しい学習法—概念地図法によるメタ学習, 福岡敏行・弓野憲一監訳, 東洋館出版社
- 鈴木一成, 森本信也(2013). 科学的な思考力・表現力を育成する理科授業を支援するための評価の研究:—理科授業デザインを支援するためのパフォーマンス評価—, 理科教育学研究 54(2), 201-214

The effect which raises metacognition by drawing a concept map
by a group :
Through learning of science "way of an electric current"

Nobumi MIYATA^{*1} · Tomoya UEHARA^{*2}

^{*1} Aichi Mizuho College

^{*2} Tashiro Elementary School

Abstract

The purpose of this research is consideration of the effect about whether the collaborative learning by drawing concept map raises metacognition or not. At the session of science in the 4th grade "electric way", first children draw a concept map and next children draw the concept map with the high percentage of completion by a group. I analyze a remark of an abstraction group and data by a questionnaire after lesson.

As a result, the following metacognitions rose. The "group study metacognition" which checks knowledge and a concept and estimates by a member of a group, The "improving metacognition" which improve the next plan by experience, and the "adjusting metacognition" which adjust a method of a problem solution according to the purpose and the others' opinion. It became clear, even if there is a scholastic ability difference, that the group study by drawing concept map is effective method to raise metacognition.

Key words : Concept map, Metacognition, Science, Collaborative learning, Schoolchildren.