

(論文)

知識の構造化を促す未完成概念図の利用について —小学校第5学年「てこのはたらき」の学習を通して—

加藤 尚裕 岩崎 隆

キーワード

概念地図 知識の構造化 メタ認知 てこの働き 小学校理科

1. はじめに

知識を断片的に獲得しているだけでは、必要なときにその知識を適切に利用することはできない。知識は基本的な概念を中心として構造化されることによって、その力が発揮されると考えられている(村山、1994)。Glynnら(1991)も知識の獲得には、知識の構造化の過程が重要な役割を果たしているとして指摘している。すなわち、学習には、子ども自身がすでに持っている知識と学習によって得られる情報とを関連づけていく作業の過程が必要である。この作業の過程が子どもの頭の中でスムーズに自動的に行われることで、生きた知識として獲得されるものと考えられる。

授業において、こうした知識の構造化を支援する道具の一つとして利用できるものに概念地図法がある。これまでも概念地図法は理科授業の様々な場面で用いられ、実践的な研究が進められている(例えば、堀ら、1999;福岡、2002)。福岡(2002)は、長年にわたる教育現場での実践を積み重ね、概念地図の活用が学習効果に及ぼす影響を報告している。しかし、これらの実践的な研究で扱われている概念地図の利用の方法では、知識の構造化の過程のほとんどが一人一人の子どもに任されている。そのために、理科の授業でねらいとしている科学的概念の構造化は、子どもによって大きな差を生じているのが現状である。

こうした問題点を克服できる手だての一つとして、皆川(2001)の開発した概念地図完成法が挙げられるだろう。この概念地図完成法は、子どもたちに概念間の関係を意図的に考えさせ、どの子どもにもある程度のレベルで概念を構築させられる。すなわち知識の構造化を保証することができるものと考えられる。

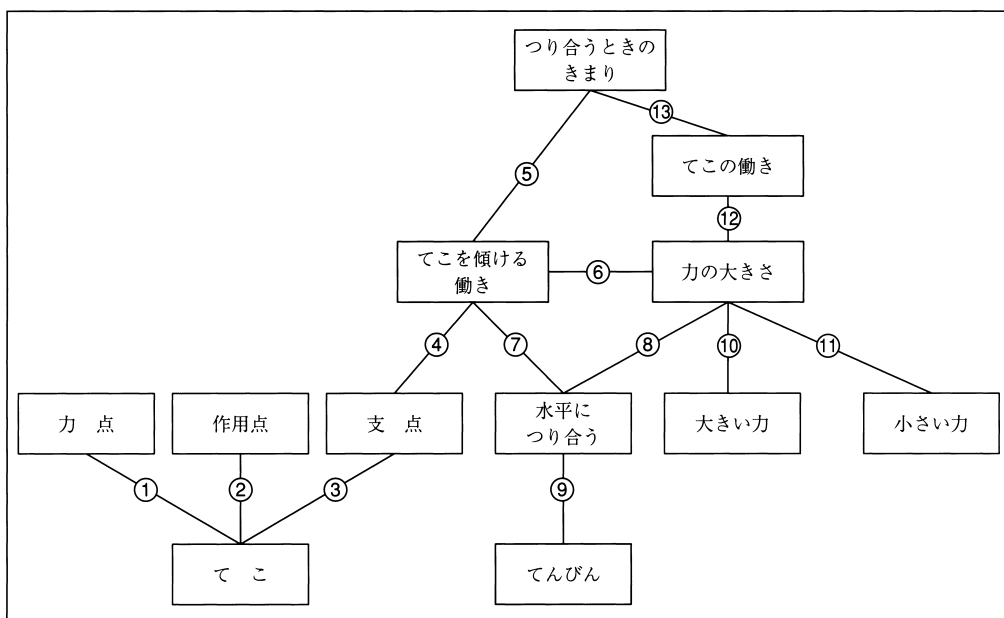
そこで、本研究では、科学的概念の構造化を促進する視点から、皆川(2001)の開発した概念地図完成法を参考し、小学校理科の授業での利用方法のあり方を検討した。

2. 目的

本研究では、「てこの働き」概念に関する未完成な概念地図（以下、未完成概念地図と記す）を作成する。そして、それを用いた学習による効果を検討することを目的とした。また、メタ認知を育成するツールとしての利用の可能性についても検討する。なぜならば、メタ認知が働くことにより知識が構造化されやすくなるからである（稲垣、1982）。この未完成概念地図がメタ認知を育成するツールとして利用できるならば、理科授業の指導方法に具体的な示唆を与えられる。

3. 未完成概念地図について

本研究で用いる未完成概念地図は、皆川（2001）の開発した概念地図完成法を参考にして、以下のような手続きで作成した。



- ①：てこには力点がある
- ②：てこには作用点がある
- ③：てこには支点がある
- ④：支点からの距離の長さによって、てこを傾ける働きも変化する
- ⑤：つり合うときのきまりは、左右のうでで、てこを傾ける働きが等しいときである
- ⑥：てこを傾ける働きは力の大きさを表すことができる
- ⑦：左右のてこを傾ける働きが等しいと水平につり合う
- ⑧：右と左の力の大きさが等しいと水平につり合う
- ⑨：てこが水平につり合う場合をてんびんという
- ⑩：力の大きさは、支点から力点までの距離が長いとき大きな力になる
- ⑪：力の大きさは、支点から力点までの距離が短いとき小さな力になる
- ⑫：てこの働きによって力の大きさを変えることができる
- ⑬：てこの働きはつり合うときのきまりを利用している

図1 「てこの働き」概念の基本概念地図

まず、図1に示すような「てこの働き」概念の基本概念地図（以下、基本概念地図と記す）を、①、②の手順で作成した。

①小学校学習指導要領解説理科編の「てこの働き」の内容（文部省、1999）、と子どもが使用している教科書（三浦登ほか、2005）の内容から概念ラベルを選定した。本実践で使った概念ラベルは、「てこ」「力点」「作用点」「支点」「てこを傾ける働き」「つり合うときのきまり」「てこの働き」「力の大きさ」「大きい力」「小さい力」「水平につり合う」「てんびん」の12個である。

②独立行政法人国立大学附属小学校の6年生に①に示す概念ラベルを与えて概念地図を作成させた。そして、筆者らと物理の得意な小学校教諭で、小学校6年生の作成した概念地図を基に、「てこの働き」概念の基本概念地図を作成した（図1）。

次に、「てこの働き」概念の基本概念地図を基にして未完成概念地図を作成した。未完成概念地図は、小单元ごとに用いることができるものを作成した。具体的には、表1の授業の骨子で示す第1次、第2次、第3次で、子どもたちが学習する概念ラベルの内容に応じて3段階の未完成概念地図を作成した。

第一次で用いる未完成概念地図（以下、第一次未完成概念地図と記す）は、小单元内で学習する概念ラベル4個、すなわち「てこ」「力点」「支点」「作用点」を使用して作成した。図1の基本概念地図から4個の概念ラベルの関係性を表した部分を取り出して、それぞれの概念ラベルとの関係性を説明した文章と関係性を説明した部分を一部空欄にした。そして概念ラベルの未完成な部分を入れた概念地図を作成した（図2）。また、第二次で用いる未完成概念地図（以下、第二次未完成概念地図と記す）は、8個の概念ラベルを使用して作成した。8個の概念ラベルは、第一次で学習する4個の概念ラベルに新しく4個の概念ラベル、「水平につり合う」「力の大きさ」「つり合うときのきまり」「てこを傾ける働き」を追加したものである。第二次未完成概念地図の作成は、第一次未完成概念地図で作成した方法と同じようにして、概念ラベルや関係性の説明が記入されている部分と一部空欄の部分が混じった概念地図を作成した（図3）。第三次で使用する未完成概念地図（以下、第三次未完成概念地図と記す）は、12個の概念ラベルを使用して作成した。第二次の8個の概念ラベルに新し

第一次 てこのはたらき 考えマップを完成させましょう。

5年 組 名前 _____

【使うキーワード】

☐てこ ☐力点 ☐作用点 ☐支点

【関連づけの説明】※線で結んである言葉と言葉の関係を説明しましょう。

①： てこには力点がある。 _____

②： _____

③： _____

図2 第一次未完成概念図

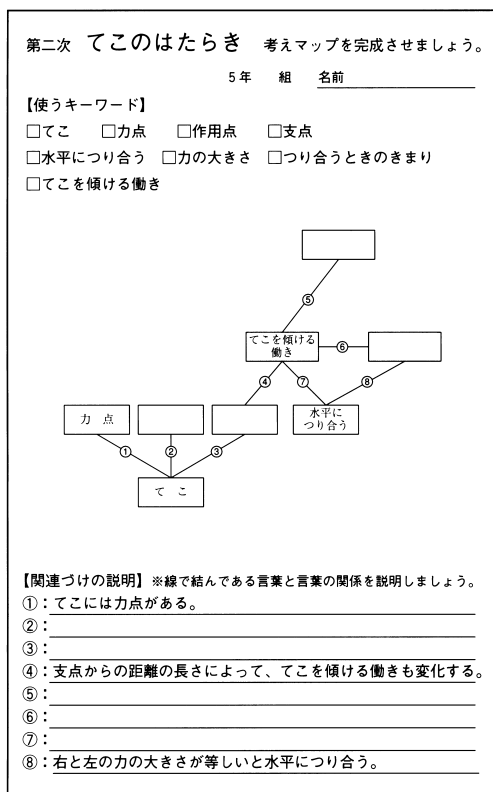


図3 第二次未完成概念図

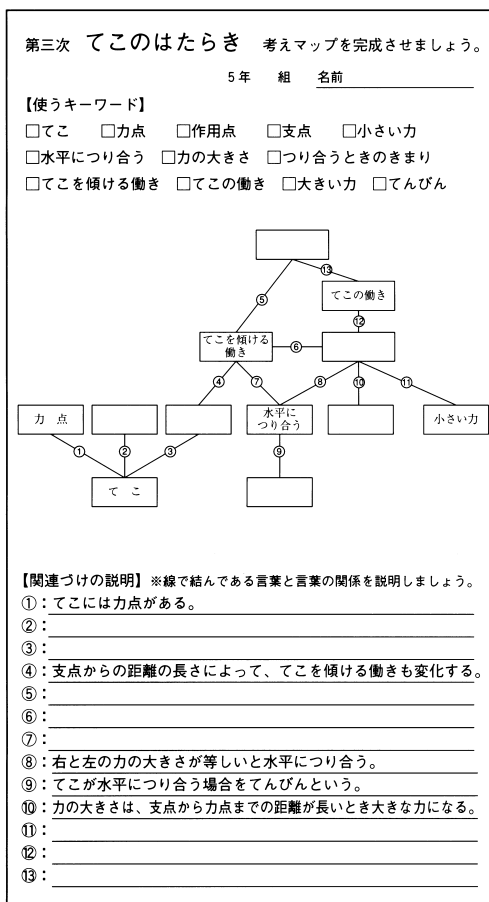


図4 第三次未完成概念図

く4個の概念ラベル、「小さい力」「大きい力」「てんびん」「てこの働き」を追加したものである。第三次未完成概念地図の作成についても、第一次未完成概念地図で作成した方法と同じようにして、概念ラベルや関係性の説明が記入されている部分と一部空欄の部分が混じった概念地図を作成した（図4）。

4. 研究の方法と内容

(1) 調査の方法

4 授業は、未完成概念地図を用いるクラス（以下、実験群と記す）と、与えられた概念ラベルを使って子ども自身に概念地図を作成させるクラス（以下、統制群と記す）の2クラスで実施した。

実験群、統制群とも概念地図の書き方について事前に指導を行った。具体的には、桃太郎の話を使ってラベル同士の関連づけに関する説明をした。例えば、子どもたちに桃太郎の話の中で大事な言葉を出してもらい、その言葉同士の間の関係を考えさせた。「桃太郎」と「鬼」という言葉がどのように関係しているのかを説明すると、「桃太郎が鬼を退治した」という関係として説明することができるといった指導を行った。

「てこの働き」概念に関する学習効果は、実験群と統制群の学力上位群と下位群に分けて、単元の学習終了後の市販テストの科学的思考に関する問題に対する得点をもとに検討した。なお、科学的思考に関する問題で学習効果を検討した理由は、概念地図が「てこの働き」概念に関する関係性を考えさせ、知識の構造化ができていのかどうかを検討することにある。そのために、市販テストで扱われている知識・理解の問題よりも科学的思考に関する問題を取り上げる方が学習効果をより正確に検討できるのではないかと考えたからである。

学力上位群と下位群の選定は、以下のようにして行った。1学期に学んだ単元、「植物の発芽と成長」「動物の誕生(メダカ)」「花から実へ」の市販テストの合計得点上位から12名を学力上位群とし、下位12名を学力下位群とした。実験群、統制群とも同じ方法で学力上位群と下位群の選定を行った。

未完成概念地図に関する子どもへの聞き取り調査は、表1に示されている概念地図①～③で、それぞれ実施した。具体的にはビデオカメラを設置し、学力上位群と下位群の子ども2～3名に対して、岩崎教諭がインタビューを行い、その様子を録画した。なお、3回とも同じ子どもに対して聞き取り調査を行った。

(2) 授業実施時期

2005年11月～12月

(3) 研究対象

埼玉県内の公立小学校5年生2クラス、48人である。研究対象としたのは、単元の学習の途中で欠席した子どもを除いた者である。すなわち、実験群24人であり、統制群24人である。授業は岩崎教諭が実施した。

(4) 授業の概要と概念地図について

表1に示す内容で、小学校第5学年理科の単元「てこのはたらき」において、授業を9時間実施した(以下、「てこ」の授業と記す)。具体的には、第一次では、棒を使って重いものを持ち上げ、作用点や支点の位置における力点での力の大きさとの関係性を調べる学習である。第二次では、てこ実験器を使って、てこの働きのきまりを調べる学習である。第三次では、学んだてこのきまりを使っていろいろなものの重さを調べる学習である。

表1 授業の骨子

時間	学習内容と調査時期
	概念地図の書き方
②	<p>第一次 (学習する概念ラベル「てこ」「支点」「力点」「作用点」) (ぼうで重いものを持ち上げよう)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○長い棒を使って、いろいろな重い物を小さな力で持ち上げてみる。 ○てこの力点、作用点、支点の用語を知る。 ○作用点や力点の位置を変えて加える力の大きさがどうか調べる。 ○重い物を小さな力で持ち上げるやり方を、いろいろ試して調べたことをまとめる。
	概念地図①
④	<p>第二次 (学習する概念ラベル「水平につり合う」「てこを傾ける働き」「つり合うときのきまり」「力の大きさ」) (てこのはたらきのきまりをさがろう)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○てこ実験器を使って、おもりの位置(作用点)を支点から遠ざけていくと、てこを傾ける働きが、どう変わるか調べる。 ○力点に加わる力の大きさを、ばねの伸びでも調べる。 ○実験の結果から、おもりのてこを傾ける働きをまとめる。 ○左右のうでにつるすおもりの位置や数をいろいろと変えて、つり合う場合を調べる。 ○てこが水平につり合ったときの、左右のうでの「おもりの数と支点までの距離」はどうなっているか、てこが水平につり合うときのきまりをまとめる。 ○てこが水平につり合うときのきまりから重さを比べるにはどうしたらよいかを考える。
	概念地図②
③	<p>第三次 (学習する概念ラベル「てんびん」「てこの働き」「大きい力」「小さい力」) (ものの重さを比べよう)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○上皿てんびんの使い方を調べる。 ○身の回りからてこの働きを利用した道具を探し、支点、作用点、力点を見つける。 ○てこの働きを利用した道具は、どのように使うと仕事が楽にできるかを考えてまとめる。 ○自分たちで天秤ばかりを作り、いろいろな物の重さを量ってみる。
	概念地図③ 市販テスト

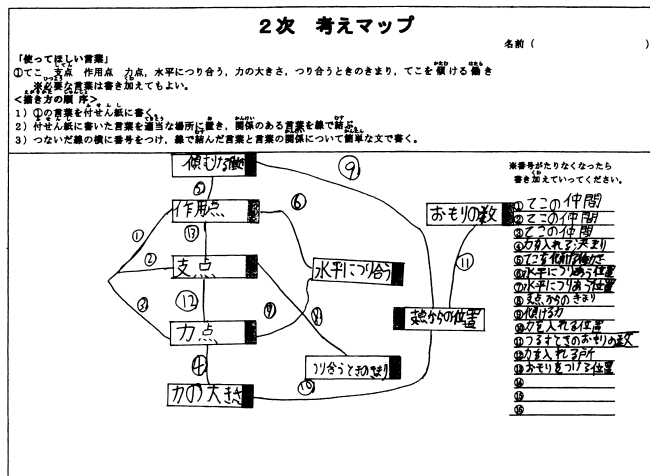


図5 統制群の作成した概念地図の例

実験群は、表1に示す概念地図①～③の3カ所で未完成概念地図を用いた。概念地図①では第一次未完成概念地図を、概念地図②では第二次未完成概念地図を、概念地図③では第三次未完成概念地図を用いた。統制群は、図5に示すように、付箋紙に概念ラベルを書かせて、概念ラベルの関係性を考えながら、それを用紙に貼らせていくという方法で概念地図を作成させた。このような方法で、表1に示す概念地図①～③の3カ所で概念地図を作成させた。

(5) 実験群と統制群の学力のバラツキの検討

実験群と統制群の学力上位群と学力下位群の学力にバラツキがあるかどうかを検討した。具体的には「てこ」の授業を実施する前に学んだ単元（「植物の発芽と成長」「動物の誕生（メダカ）」「花から実へ」）の市販テストの偏差値の結果をもとに検討した。表2は、1学期の学

表2 各群の1学期の学力テストの平均と標準偏差

	統制群		実験群	
	上位	下位	上位	下位
N	12	12	12	12
M	366.0	296.8	358.2	312.5
SD	19.0	22.5	14.5	19.0

力テストの偏差値の結果を示したものである。この得点について分散分析をおこなった結果、群の効果は有意であった ($F(3, 44) = 35.17, p < .01$)。LSD法を用いた多重比較によると、上位群では実験群と統制群との間の平均の差は有意ではなかった。また、下位群でも実験群と統制群との間の平均の差も有意ではなかった。実験群の上位群と下位群、統制群の上位群と下位群、それぞれの平均の差は有意であった ($MSe = 392.4167, p < .05$)。以上のことから、上位群、下位群の学力の程度は実験群と統制群ともほぼ同じであると判断できる。また、それぞれの群の上位群と下位群に分けたことの妥当性が分散分析の結果から示された。

5. 結果および考察

(1) 未完成概念地図を用いる学習の効果について

実験群と統制群について学力上位群と学力下位群の教授効果を検討した。具体的には、 2×2 の被験者間計画で、第一要因は統制群と実験群の2水準である。第二要因は学力上位

群と下位群の2水準である。表3は統制群と実験群の学力上位群と下位群の科学的思考に関する学力テストの平均と標準偏差を示したものである。分散分析の結果、実験群と統制群に関する要因が有意な傾向であった($F(1, 44) = 2.84, p < .10$)。そこで、実験群と統制群の学力テストの平均点の平均を求めると、統制群が39.8点で、実験群

表3 各群の科学的思考に関する
学力テストの得点(満点50)

	統制群		実験群	
	上位	下位	上位	下位
N	12	12	12	12
M	41.3	38.3	46.3	42.5
SD	13.2	8.2	4.1	8.0

は44.4点である。このことから明らかに実験群の方が科学的思考に関する学力得点が高いことがわかる。つまり、未完成概念地図を用いた授業の方が学習効果に影響を及ぼしている可能性が高いことを示唆している。また、第二要因である学力上位群と学力下位群は有意ではなかった。このことから、本来なら学力上位群と学力下位群では、学力上位群と学力下位群の間で学力テストの得点に差が生じるはずであるのに差が生じていないことがわかる。そこで、実験群と統制群のどちらの群に学習効果を及ぼしているかを検討した。表3の実験群と統制群の学力下位群の学力テストの得点の平均を比べると、実験群が42.5点で統制群が38.3点である。この点数から実験群の方が学力テストの得点が高いことがわかる。したがって、未完成概念地図を用いた学習は下位群の子どもにとっても効果的に機能しているといえるだろう。

以上のことから、未完成概念地図を用いる学習は概念地図を子ども自身に作成させる学習よりも科学的思考に関する学力に有効に働く可能性が高い。また、学力下位の子どもにとっても未完成概念地図を用いる学習は効果的に機能している(結論①)。

(2) 未完成概念地図と知識の構造化

ここでは、未完成概念地図を用いる学習が、子どもの知識の構造化に役立っているかどうかについて、子どものへの聞き取り調査をもとに検討した。

第二次の学習で未完成概念地図を用いた学習後に行った子どもへのインタビューで、未完成概念地図が知識の構造化に役立っていると判断できた2人の子どものインタビュー事例について検討する。

まず、学力下位群であるK君の事例について検討する(図6)。K君のインタビューの____線部から、彼は未完成概念地図に書かれている概念ラベルの関連づけの説明を参考にしている様子を読み取ることができる。例えば、「1番(関連づけの説明①)が『てこには作用点がある』って書いてあったから、こうやって書いた(図6のK2)」と答えている。このことは、彼が概念ラベル「てこ」と概念ラベル「力点」とが線で結ばれている関係を説明する内容として「てこには力点がある」という文章を読んでいる。そして、それを参考にして概念ラベル「てこ」と概念ラベル「作用点」との関連づけの説明を考えていることが読み取れる。

また、~~~~線部から、彼は未完成概念地図の空欄に入る概念ラベルを考えたり、概念ラベルの関連づけを考えたりしている様子を読み取ることができる。例えば、未完成概念地図の関連づけの説明6番に、「釣り合うときの決まりはてこを傾ける力を同じにすればいい」と書いている。彼にこのように考えた訳を尋ねてみると、概念ラベル「てこを傾ける働き」に、「力を加えて、同じにすればいい」と考え、その結果、「釣り合うときの決まり」という概念ラベルを未完成概念地図の空欄に書き込んでいることが読み取れる。このように未完成

- K 1：うーん、ええと、ここ（関連づけの説明②）の「てこには作用点がある」っていうやつは…。
- T 1：ああ、2番（関連づけの説明②）だね。
- K 2：ええと、1番（関連づけの説明①）が、「てこには力点がある」って書いてあったから、こうやって書いた（関連づけの説明②：てこには作用点がある）。3番も同じように書いて（関連づけの説明③：てこには支点がある）。5番は…ええと、どこだっけ…。
- T 2：5番（関連づけの説明⑤）って、ここだね。
- K 3：ええと、このやつ（概念ラベル「てこを傾ける働き」）とこのやつ（概念ラベル「力の大きさ」）をまぜ合わせて、「てこを傾ける働きは、力の大きさで変わる」（関連づけの説明⑤）っていうことで。このように（関連づけの説明④：てこを傾ける働きは支点からの距離の長さによって変わる）、何か、まねして書いた。
- 6番（関連づけの説明⑥）は「釣り合うときの決まりはてこを傾ける力を同じにすればいい」と書いた。まず、これに（概念ラベル「てこを傾ける働き」）に、「力を加えて、同じにすればいい」って考えて。ええと、それで（概念ラベル）「釣り合うときの決まり」っていうことを書いた。これ（関連づけの説明⑥）は、これ（概念ラベル「てこを傾ける働き」）にこれ（概念ラベル「釣り合うときのきまり」）で、この答え（関連づけの説明⑥）が出たから。
- ええと、7番（関連づけの説明⑦）は「水平に釣り合うときは、釣り合うときの決まりをやればいい」ってやった。これは、さっき6番で出てきたやつ。これのきまり（概念ラベル「釣り合うときのきまり」）は、てこを傾ける力を同じにすればいいから傾ける力を同じにすればいいって書いてあるやつを。「釣り合うときのきまり」と「水平に釣り合う」のは、力を同じにすればいいという意味だと思ったんで（関連づけの説明⑧：左と右の力の大きさが等しいと水平に釣り合う）すけど…。
- T 3：ふーん、そこよく上手に話せたね。で、K君はさ、どうして、「傾ける力を同じにすればいい」っていうふうに思ったの？

T：教師 K：児童（ ）は、指示語が何を指しているかがわかるように、筆者が未完成概念地図に記述されている説明内容を書き加えた。

図6 学力下位のK君へのインタビュー事例

概念地図で概念ラベル「てこを傾ける働き」と関係する概念ラベルを空欄にして、関係性を意図的に子どもに考えさせたことで、K君のような思考の過程が見られた。このことは、子どもの頭の中で概念ラベル「てこを傾ける働き」と概念ラベル「釣り合うときの決まり」の構造化が必然的に行われる可能性を示唆している証拠であると考えられる。

- 次に、学力上位群であるN君の事例について検討する（図7）。N君のインタビューの____線部から、彼は既習した内容を想起しながら概念ラベルの関係性について考えている様子を読み取ることができる。例えば、「左腕と右腕のおもりの数と位置をかけて等しくなったところ」で釣り合うっていうのは。ええと、Sさんと一緒にやってみて決まりを見つけて、そのとき気付いたことなので書いてみました（図7のN2）」と答えている。このことから、彼は「てこ実験器を使って釣り合う決まりを見つける」学習を想起しながら、未完成概念地図の概念ラベルの関係性について思考している様子がわかる。

また、____線部から、彼は未完成概念地図の概念ラベルのリンク状況について考えをめぐらせている様子を読み取ることができる。例えば、『てこを傾ける働き』と『釣り合う決まり』は5番がもうつながっているから。「力の大きさ」だと思った（図7のN9）」と答え

N 1 : 2 番 (関連づけの説明②) から。「てこには支点がある」って書いたのは、力点や作用点があるように、支点もあると思って書きました。「おもりをつけるところを作用点という」(関連づけの説明③) って書いたのは1時間目のときにやっぱりやってみて。はじめて覚えた。作用点 (概念ラベル) とも書いてみました。4 番は…。

T 1 : 4 番は、ここ (関連づけの説明④) に書いてあったからね。5 番は…。

N 2 : 5 番 (関連づけの説明⑤) は「左腕と右腕のおもりの数と位置をかけて等しくなるところで釣り合う」っていうのは。この間書いた。ええと、Sさんと一緒にやってみて決まりを見つけて、そのとき気付いたことなので書いてみました。

T 2 : うん。

N 3 : 6 番 (関連づけの説明⑥) は、「てこを傾ける働きと力の大きさが等しくなるとつり合う」っていうのは…3時間目のときにやってみて、あのパンフレットみたいなやつ。

T 3 : 紙にね、白い紙にね (ノート用紙)。

N 4 : うん。書いて、それを今日もう一回見直して。こういうこと (関連づけの説明⑥) が書いてあったので書きました。

T 4 : うん。

N 5 : 7 番も同じで。「作用点を1から6にずらして、てこを傾ける働きという」っていうのも…。3時間目にやって、それでパンフレットっていうか。紙に書いたことをもう一回見直してわかったことを書きました。

(中略)

T 5 : Sさんと2人で実験して、見つけたんだ。見つけた後どうしたの？

N 6 : 見つけて、「これもそうかなあ」って、一通りやってみた。

T 6 : おもりをぶら下げてみた。

N 7 : はい。それで、「もう、これはそうだ」って思っ。

T 7 : 「間違いない」って思ったんだ。

N 8 : はい。

T 8 : 「力の大きさ」(概念ラベル) って書いたんだけど。「つり合う決まり」(概念ラベル) って書かなくて「力の大きさ」ってここに書いたのはどうして。

N 9 : ええと、「てこを傾ける働き」と「つり合う決まり」は5番がもうつながっている (概念ラベルがリンクしている) から。「力の大きさ」だと思った。

T 9 : うん。ここ悩まなかった。

N 10 : ちょっと悩んで…。

T 10 : うん。

N 11 : やっぱり…。どっちだったかって…。

T 11 : うん。何が決定的な決め手になったのかな。

N 12 : 「力の大きさ」と「水平につり合う」(概念ラベル) というやつで、「おもりの数、力の大きさが左右等しいと水平につり合う」ってことで…。それで思い出して。「水平に釣り合う」ってあるから…。

T 12 : ああ、なるほど。そうかそうか。

T : 教師 N : 児童 () は、指示語が何を指しているかがわかるように、筆者が未完成概念地図に記述されている説明内容を書き加えた。

図7 学力上位のN君へのインタビュー事例

ているように、「力の大きさ」概念ラベルと関係する概念ラベルを見いだそうと考をめぐらしていることがわかる。

以上のような2人の子どもの事例から、未完成概念地図は、それぞれの概念ラベルの関係性について思考していることがわかる。このことから未完成概念地図を用いる学習は、子どもの頭の中で「てこの働き」概念を構造化していくのに役立つ可能性のあることが示唆される（結論②）。

(3) メタ認知を育成する学習ツールとしての可能性について

子どものインタビューからメタ認知を読み取ることは難しい。秋田（1989）が指摘するように、「メタ認知と認知は、より自覚的な理解水準を『メタ認知』、自動化した水準を『認知』と呼んできたのであり、両者は連続しており、意識が関与する相対的な程度の問題である」と考えられている。こうした指摘を踏まえ、子どものインタビューからメタ認知を読み取るにあたり、次の言葉に着目した。例えば、子どもが「やっぱり」と表現した言葉は心の働きであるメタ認知と判断した。また、「もう一回見直してみて」という表現は、子ども自身が頭の中で考えをめぐらせていることを表す言葉である考え、メタ認知に相当すると判断した。

このような手続きで学力上位群であるN君へのインタビュー事例（図7）を検討した。具体的には、N君は「1時間目のときにやっぱりやってみて（図7のN1）」とか、「それを今日ももう一回見直して（図7のN4）」とか、「紙に書いたことをもう一回見直してわかったことを書きました（図7のN5）」とか、「やっぱり……。どっちだったかって（図7のN11）」と答えているように、自分の考えをチェックするというモニタリングに相当するメタ認知が働いている様子を読み取ることができる。また、図7のN6のように「これもそうかなあ」というモニタリングに相当するメタ認知が働き、続いて「一通りやってみた」とあるように、コントロールに相当するメタ認知が働いている。そして、図7のN7で「もう、これはそうだ」と答えていることから、気づきに相当するメタ認知が働いている様子を読み取ることができる。こうしたN6、N7というようなインタビューの回答から、モニタリングに相当するメタ認知からコントロールに相当するメタ認知という一連のメタ認知の働きは知識を構造化していく上で重要なプロセスであると考えられる。

以上のように、学力上位群であるN君の事例では随所にメタ認知の働きを読み取れることができた。このことから、未完成概念地図はメタ認知を育成する学習ツールとして役立つ可能性があることが示唆される（結論③）。

6. 未完成概念地図の改善に向けて

10 ここでは、未完成概念地図を用いる場合の問題点とその改善策について検討をする。

本研究で用いた未完成概念地図の利用状況について整理したものが表4である。未完成概念地図の概念ラベルの空欄部分に、適切な概念ラベルをすべて記入できているかどうかについて調べてみた。そ

表4 未完成概念地図の利用状況

（数字：人数 N=24）

	概念ラベル	正しい	正しくない	未記入
第一次	24	18	6	0
第二次	24	13	6	5
第三次	24	11	2	11

注) 概念ラベル：概念ラベルが記入できているかどうか。
 正しい：概念ラベルの関係づけの説明が正しく書けている。
 正しくない：概念ラベルの関係づけの説明が正しく書けていない。
 未記入：概念ラベルの関係づけの説明が未記入、あるいは一部未記入である。

の結果、すべての子どもが第一次未完成概念地図から第三次未完成概念地図まで、すべての未完成概念地図の空欄に概念ラベルを記入できていた。そして、概念ラベルの関係づけの説明が正しいかどうかを見てみると、正しく記入している人数が第一次未完成概念地図から第三次未完成概念地図になるにしたがって減少していることがわかる。また、概念ラベルの関連づけの説明が未記入、あるいは一部未記入の子どもも増加していることがわかる。第三次未完成概念地図で概念ラベルの関連づけの説明が未記入ないしは一部未記入の子どもがおよそ半数いるのは、概念ラベル数が多くなると子どもの思考がいきづまってしまうためなのかもしれない。もしそうだとすると、このことを解決するためにはどのようにすればよいのだろうか。

未完成概念地図の概念ラベルの関連づけの説明が未記入の理由について、第三次の学習後に未完成概念地図を用いた後の子どもへのインタビューから、未完成概念地図の改善策を検討してみた。学力下位群であるK君の事例では、図8のインタビューの____線部にあるように、「なかなか思い浮かばなくて」と答えている。彼は概念ラベルの関連づけの説明が考えられ

T：そうか。このとき（概念ラベル「てこの働き」と「釣り合うときのきまり」の関連づけの説明）頭の中でどんなことを考えてた。

K：うーん、釣り合うときのきまりをずっと思い出してて。それとてこの働きを加えてやろうと思ってたんだけど、なかなか思い浮かばなくて。

T：そうか、結びつかなかったんだ。

K：はい。

T：13番（関連づけの説明⑬）は書く時間がなかった？

N：いや、わかんなかった。

T：わかんなかった。

N：はい。

T：13番って、てこの働きと釣り合うときの決まりなんだけど。

N：うん。

T：これは…頭の中でどんなことを考えても書けなかったということ。

N：てこの働きが、右と左、同じとき釣り合うのかなと思って…。

T：ふーん。それを自信までにはならなかった。

N：はい。

T：ふーん。で、この中でさ、難しかったのは13番だと思うんだけど、他に難しかったところある。

N：あとは…5番（関連づけの説明⑤）も難しかった。

T：5番はどれだ、これか。これとこれか、「釣り合うときのきまり」と「てこを傾ける働き」。これ、どうして難しいと思った。

N：うーんと。これは、てこの働きと釣り合うときのきまりと同じように考えてて…。

T：うん。うん。

N：ちょっと自信がなかったから。

T：ふーん、そうか。

T：教師 K、N：児童（ ）は、指示語が何を指しているかがわかるように、筆者が未完成概念地図に記述されている説明内容を書き加えた。

図8 K君とN君へのインタビュー事例

ていないことがわかる。また、学力上位群であるN君の事例でも、インタビューの____線部にあるように、「ちょっと自信がなかったから」と答えている。彼は、概念ラベルの関連づけの説明がわからなくて未記入になっているわけではなかった。彼は自分の考えに自信がなく、いろいろ考えているうちに時間がなくなり結果として未記入にしてしまったと推測できる。

こうした2人の事例から、概念ラベルの関連づけの説明が未記入な状況をなくするためには、概念ラベルの関連づけの説明を友達同士で確認するとか、クラス全員で関連づけの説明について話し合っていくといった相互のコミュニケーションの場を工夫していく必要があるだろう。そうした活動を行うことにより、考えがまとまらない子どもや自分の考えに自信がない子どもにも対応できると考えられる。すべての子どもが概念ラベルの関係性を考えることで、子どもたちの知識はより構造化されていくものと考えられる。

7. まとめ

本研究では、一つには「てこの働き」概念に関する未完成概念地図を作成し、それを用いた学習効果を検討してきた。もう一つには、未完成概念地図を用いた学習が、メタ認知ツールとしての利用の可能性について検討してきた。その結果、以下の3点が明らかになった。

- (1) 未完成概念地図を用いる学習は概念地図を子ども自身に作成させる学習よりも科学的思考に関する学力に有効に働く可能性が高い。また、学力下位の子どもにとっても未完成概念地図を用いる学習は効果的に機能している（結論①）。
- (2) 2人の子どもの事例から、未完成概念地図は、それぞれの概念ラベルの関係性について思考していることがわかった。このことから未完成概念地図を用いる学習は、子どもの頭の中で「てこの働き」概念を構造化していくのに役立つ可能性のあることが示唆される（結論②）。
- (3) 学力上位群であるN君の事例では随所にメタ認知の働きを読み取れることができた。このことから、未完成概念地図はメタ認知ツールとして役立つ可能性があることが示唆される（結論③）。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、独立行政法人埼玉大学教育学部附属小学校の櫻井誠教諭には資料提供並びに貴重なご助言を頂きました。また、データ解析では、上越教育大学の田中敏先生のJavaScript-STARを使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

引用・参考文献

秋田喜代美 (1989)：文章理解におけるメタ認知の役割、JAPANESE JOURNAL OF DIS-COURSE PROCESSES、1、pp.29-30.

福岡敏行 (2002)：コンセプトマップ活用ガイド、東洋館出版社。

Glynn, S.M., Yeany, R.H., Britton, B.K (1991)：“The Psychology of Learning Science”、武村重和（監訳、1993）、理科学習の心理学—子どもの見方と考え方をどう変容させるか—、東洋館出版社、p.17、pp.91-92.

堀哲夫・市川直貴・鈴木富美子・松本孝 (1999)：コンセプトマップを用いた自己評価に関する研究—イオン概念の学習を中心として—、日本理科教育学会研究紀要、Vol.39、

No.3、pp.105-116.

稲垣佳世子 (1982) : メタ認知とモニタリング、『認知心理学講座 4』、波多野誼余夫 (編)、
東京大学出版会、pp.120-132.

皆川順 (2001) : 概念地図法による知識獲得支援の研究、風間書房.

三浦登ほか (2005) : 新編新しい理科 5 (下)、東京書籍、pp.2-15.

村山功 (1994) : 自然科学の問題解決、多鹿秀継 (編)、認知と思考—思考心理学の最前線—、
サイエンス社、pp.145-164.

文部省 (1999) : 小学校学習指導要領解説理科編、東洋館出版社、pp.49-50.

(受理 平成19年 9 月 5 日)