

<実践報告>

コンセプトマップによる総合的な学習の時間の評価
—白井市立大山口小学校の事例—

村瀬公胤 信州大学教育学部教育科学講座

早津 秀 信州大学教育学部学校教育教員養成課程

An Attempt to Assess the Learning of Integrated Study by Concept Maps:
The Case of Ohyamaguchi Elementary School

MURASE Masatsugu: Educational Science, Faculty of Education, Shinshu University

HAYATSU Shu: Training Course for School Teachers, Faculty of Education, Shinshu University

研究の目的	総合学習を評価するツールとして用いたコンセプトマップの事例を検討し、子どもたちの学習過程を評価するとともに、評価ツールとしてのコンセプトマップの有効性を量的・質的側面から探究する。
キーワード	総合学習 評価 コンセプトマップ 網目率 発展的的科学学習
実践の内容	総合学習を事前・中・事後に作成したコンセプトマップで評価した。
実践者名	授業者：河口正彦ほか（白井市立大山口小学校）、吉田一寛ほか（株式会社リバネス） 分析評価担当：村瀬公胤・埋橋由佳・鈴木春菜・早津秀・眞野智美（信州大学）、本間典子（東京大学）、宇野忍（東北大学）
対象者	千葉県白井市立大山口小学校5年生（61名）
実践期間	2005年9月～2006年3月
実践研究の方法と経過	発展的的科学学習の内容を含む総合学習を外部団体と連携して行い、事前・学習中・事後にコンセプトマップを作成した。これを量的・質的に分析した。とくに $\text{リンク数} / \text{項目数} = \text{網目率}$ と定義した網目率の変化に注目して、学習過程を考察した。
実践から得られた知見・提言	コンセプトマップの量的側面と質的側面は、網目率を媒介として子どもたちの学習過程の分析において有効であり、知識の広さと深さが増していく学習過程を明らかにすることが示された。

1. はじめに

1.1 本稿の目的と背景

2005 年秋に、千葉県白井市立大山口小学校の教員と株式会社リバネスのスタッフが協同して、総合的な学習の時間の単元開発ならびに授業を実施した。本稿の目的は、この実践の評価ツールとして試用したコンセプトマップを検討し、子どもたちの学習を評価するとともに、評価ツールとしてのコンセプトマップの可能性を探究することである。

同じ大山口小学校とリバネスが 2003 年度に実施した単元開発についてはすでに報告があり、教員の専門性向上などの点での有効性が示唆されている（村瀬 2006）。また、2004 年度にも同様の実践を行い、実績を積んでいる。しかし、子どもたちの学習内容やプロジェクトチーム構築の方法論について、詳細な評価は行ってこなかった。こうした経緯を踏まえて 2005 年度は、宇野忍（東北大学）・本間典子（東京大学）・村瀬公胤（信州大学：本稿第一執筆者）の 3 名の研究者による評価体制を発足させた。

1.2 総合学習における評価の課題と本稿の対象

総合的な学習の時間が導入されて以来、学校教育における評価法は大きく変化しつつある（田中 1996；高浦 2004）。絶対評価や形成的評価などの評価理論とともにポートフォリオ評価法が広まり、ルーブリックやコンセプトマップなどがそのツールとして使われるようになった（加藤・安藤 1999）。

これらのツールは、質的かつ量的という 2 つの側面を持っている。たとえばルーブリックは、質的に評価しつつ数段階に分類する量的側面を持っている。コンセプトマップも、個々のマップの質的側面と同時に、リンク数や項目数という量的側面を持っている。総合学習のように個性を重視しながら客観性を必要とする学習の評価には、この二面性が要件になると考えられる。

以上の観点から、本実践では評価ツールとしてコンセプトマップや自由記述課題などを用いた。本稿ではこのうちとくに、コンセプトマップに表れた子どもたちの学習成果について、量的側面と質的側面の連関から分析評価した一部を報告する。そのために、「網目率」という新たな指標を定義し、試行的分析を行った。

2. 実践の概要

本実践は、学校現場で単元を開発し授業実践した部分と、大学の研究室で授業実践を評価した評価実践の部分がある。以下では、この 2 つの部分について概要を述べる。

2.1 授業実践

(1) 対象と期間

授業の対象は大山口小学校 5 年生の 1 組（30 名）と 2 組（31 名）の子どもたちで、2005 年の 9 月から 12 月まで総合的な学習の時間の活動として実施された。なお、授業に先立って、単元構想が 8 月から 9 月まで行われた。

(2) 体制

単元の開発および授業の実施は、つぎの3者の協同体制で行われた。

① 大山口小学校教員：小学校からの参加者は、5年生の学級担任2名と4-5名の教諭から成る「バイオ部会」のメンバーなどである。「バイオ部会」は校内研修の一環として位置づけられ、校内の約半数の教諭がここに所属している。また、「バイオ部会」以外の同校教諭も数名ゲストティーチャーとして授業した。

② リバネススタッフ：株式会社リバネスは、自然科学系の大学院生が起業した会社で、実験教室などを中心にバイオ教育の提供を行っている。2003年度より大山口小学校との協同プロジェクトを行っており、主に自然科学の研究をしている大学院生・学部生たちが約10名前後のチームを組んで活動している。本実践における役割は、単元開発に参加すること、教諭の授業のTAとして補助すること、メインティーチャーとして授業すること、授業後の検討会に参加することなどがある。授業時にはつねに数名以上が来校してこれらの活動を行った。

③ 研究者：上記2者の実践のサポートとして、宇野忍（東北大学教育学部）・本間典子（東京大学医学部）・村瀬公胤（信州大学教育学部）の3名の研究者が参加した。この3名の役割は、教育心理学や教育方法学、科学教育などの視点から、本実践を評価・支援することである。授業のある日には常時1名以上が参観し、授業後検討会に参加した。

(3) 実施内容

① 単元構想：2005年8-9月にバイオ部会とリバネスが協同で行った。リバネスの側からは、「知ることと使うこと」というテーマが提案され、これを大山口小学校の全体研究テーマである「ともに生きる」とすり合わせるとともに、5年生の子どもたちの実態をふまえながら検討された。

表1 単元内容

② 授業実施

授業は2005年9-12月に行われた。ほぼ毎週1回のペースで、午前中に2時間ずつ2クラスで授業を行い、放課後に授業後検討会を行うというサイクルが繰り返された。最終的に全13回（27時間）の単元となった。その内容は表1のとおりである。

時数	日程	内容
1-1	9月27日	「もの」と「いきもの」
1-2	9月29日	タンパク質の種類とはたらき
1-3	10月6日	タンパク質の性質（実験：ホタライト）
1-4	10月13日	体の設計図
1-5	10月20日	設計図のしくみ
1-6	10月27日	DNAからタンパク質へ
1-7	11月4日	RNAゲーム（@体育館）
1-8	11月11日	セントラルドグマ
2-1	11月17日	道具と技術
2-2	11月24日	遺伝子組み換え（実験：光る大腸菌）I
2-3	11月25日	遺伝子組み換え（実験：光る大腸菌）II
2-4	12月1日	原理を使う技術
2-5	12月8日	遺伝子組み換えをどう使うか+ウイルス討論

2.2 評価実践

前述のように、本実践全体の評価には宇野・本間・村瀬の3名が関わっているが、本稿ではその一部として村瀬が担当した分析と評価について報告する。その評価実践の概要を以下に記す。

(1) 体制

分析作業は、村瀬の指導の下に村瀬研究室の学生4名（埋橋由佳・鈴木春菜・早津秀・眞野智美）が担当した。

(2) 評価データ

本実践で授業時間内および授業前後に収集した評価データは以下の通りである。

① 質問紙調査データ：

本実践の事前と事後に同じ質問紙を使用した調査を行った。質問紙は〔Q1：専門用語の理解度〕，〔Q2：科学への意欲・関心についての尺度〕，〔Q3：環境問題に関する自由記述課題〕の3部から成っている。

② コンセプトマップ

シート（A4版）を用いたコンセプトマップ作成を3回（第1回9月26日，第2回11月11日，第3回12月8日）行った。科学技術を「知ること」と「使うこと」を通して、「ともに生きる」人の姿を考えてほしいという授業者の意図を反映させるため，シートを中心に4つの項目「人間」「知る」「使う」「生きる」を配置し，そこから子どもたちが自由に項目を追加するよう指示した。

③ ふりかえりカード

子どもたちは毎授業後に「わかったこと」と「感想」をシート（A4版）の中の約5センチ四方のスペースに記入し，そのシートは紙ファイルに綴じて保存した。

(3) 分析対象

本報告では，上記3種のデータのうち②に焦点を当てて分析した結果を報告する。なお，分析作業の時間的制約のため，全体の量的分析は実施第1回と第2回のコンセプトマップについて行い，第3回の量的分析と質的分析はそのうち典型的な事例について行った。

3. 分析結果（量的分析）

本節では，コンセプトマップの分析結果のうち量的側面について示す。

3.1 項目数

コンセプトマップにおいて「人間」「知る」「生きる」「使う」以外に，子ども達自身が書き入れた項目数を数えた。これは，単純に連想したものごとの量と捉えることができる。

第1回と第2回の最大値，最小値，平均値はそれぞれ表の通りであった。また，第1回から第2回への項目数の増減は表3の通りであった。

表2 コンセプトマップの項目数

	1組1回	1組2回	2組1回	2組2回
最大値	39	41	31	48
最小値	6	8	4	16
平均値	16.2	18.5	15.8	30.1

表3 項目数の増減

	1組	2組
最大値	14	29
最小値	-12	0

3.2 リンク数

リンク（項目と項目を結んでいる線）を数える。項目数が導く連想したものごとの量

を表すのに対して、リンク数はものごととものごとのつながりをイメージできた回数と捉えることができるだろう。各組・各回のリンク数とその増減は表4、5の通りである。

表4 コンセプトマップのリンク数

	1組1回	1組2回	2組1回	2組2回
最大値	64	62	36	78
最小値	6	8	4	2
平均値	22.7	30.3	19.1	36.2

表5 リンク数の増減

	1組	2組
最大値	41	50
最小値	-10	2

3.3 リンク数と項目数の比率

リンク数を項目数で割り、1項目あたりいくつのリンクが出ているかを調べた。項目数とリンク数がほぼ同数のときは項目間のつながりが単調であることを表し、項目数に比してリンク数が多いときは複数の項目が複雑につながられた網目状であることを表している。そのことから $\text{リンク数} / \text{項目数} = \text{網目率}$ と名づけた。各組・各回の網目率の最大値と平均値は表6の通りである（定義より、網目率の最低値は1以上である）。

網目率は学習内容の有機的な連関の程度を表していると推測することができるが、同じ数値であっても、一方向に長細くつながっている場合や、放射線状につながっている場合などが考えられるので、一概には言いきれない。

表6 コンセプトマップの網目率

	1組1回	1組2回	2組1回	2組2回
最大値	2.71	2.90	1.89	1.81
平均値	1.43	1.66	1.21	1.22

4. 分析結果（個別事例）

以下には、特徴的なコンセプトマップの事例をとりあげて検討する。なお、子どもたちのプライバシーを守るため、以下ではランダムに振られた101～131と201～231のナンバーで子どもを表す。

4.1 事例 No.115

第1回から第2回にかけて、項目数はほとんど変わっていないが（22→18）、リンク数、網目率が飛躍的に伸びている（26→42, 1.18→2.33）。知識の種類が変わり、それらの事物の関係性をより深く捉え始めているというのがわかる。

第1回から「遺伝子」と「DNA」という言葉を書き入れている。しかし、リンクは「DNA」から「遺伝子」へ、「遺伝子」から「遺伝」「うけつがれる」へしかつながっていない。第2回目は、授業で発せられた重要語句のほとんどをおさえてある。「タンパクしつ」「アミノさん」「R

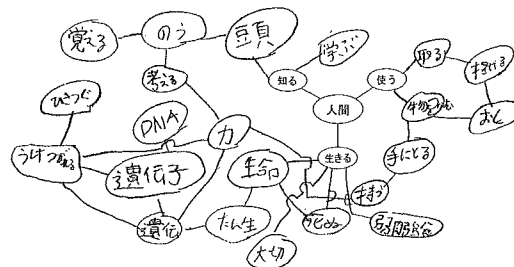


図1 No.115のコンセプトマップ(第1回)

NA」「DNA」と、その多くが「セントラルドグマ」とリンクしている。それらの重要だと思われる項目は「生きる」と「知る」の間、左斜め下で多くの項目が展開されている。項目として多くリンクを持っているのは「DNA」(5)、セントラルドグマ(6)、「タンパク質」(6)とわかるように、しっかりと重要な項目の中でそのつながりを意識しているの

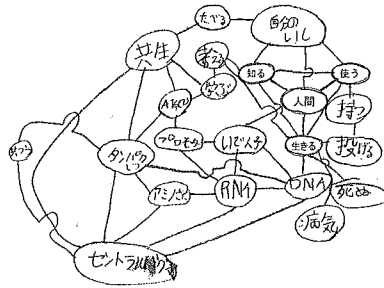


図2 No.115のコンセプトマップ(第2回)

がわかる。「共生」という言葉も、リンクが5と多いことも含め、この子自身にとって大きいものであったように思われる。第1回にも記述が見られた「遺伝子」と「DNA」は前者が「人間」「DNA」「RNA」「プロモーター」と、後者が「生きる」「いでん子」「タンパク質」「RNA」「セントラルドグマ」とそれぞれリンクを増やしている。それらに対するイメージが膨らんでいることを顕著に表していると言えるだろう。

第2回から第3回にかけては、項目数、リンク数がともに大きく伸びているのに加え(18→39, 42→85)、網目率は第2回目と同様に高い(2.33→2.18)。事物の関係性の深さはそのままにして、絶対的な知識の量が増加していると言える。

「セントラルドグマ」からリンクした項目は第2回とほぼ変わらないが、「遺伝」(なし→8)、「遺伝子」(4→9)、「DNA」(5→9)「タンパク質」(6→13)の項目は、そのリンク数を大幅に伸ばしている。網目率が変わらないことを考慮すれば、これらの項目に関してはより深く掘り下げたと言えるだろう。まず、「タンパク質」からのリンクに注目してみると、「口」「耳」「足」

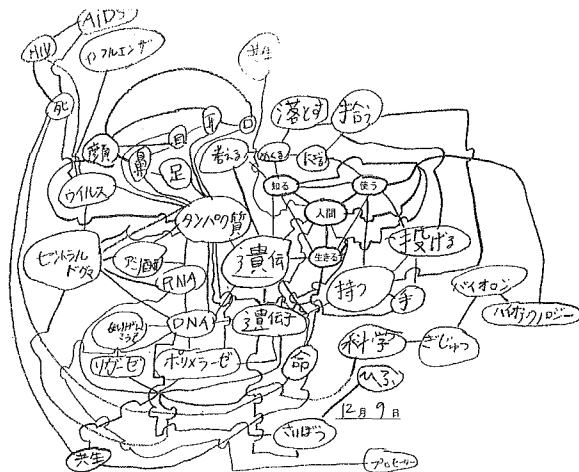


図3 No.115のコンセプトマップ(第3回)

「鼻」と第2回では見られなかった実質的な体の部位が出現している。また、多くの項目が第2回と同じく、「生きる」と「知る」の間、左斜め下で展開しているが、「使う」からのリンクが増えていることに着眼したい。そこからリンクしているのは元々ある「知る」「生きる」を除くと、「にぎる」「持つ」「投げる」「バイオテクノロジー」の4項目である。「持つ」は第2回にも見られるが、「バイオテクノロジー」は項目さえ見られなかった。さらに「バイオテクノロジー」から「バイオロジー」—「ぎじゅつ」—「科学」とリンクさ

せている。おぼろげながらも概念を抽象化することを試みているように感じられる。しかし、「遺伝子」「タンパク質」とは異なり、1つの項目から1つの項目へしか結べていない。

「バイオテクノロジー」に関しては、そこまで深い理解が得られなかったと見ていいだろう。また、「使う」からリンクした「にぎる」「持つ」「投げる」に関してだが、この子は第1回でも「使う」から「取る」―「投げる」、「物をつかむ」―「おく」と似通った動詞をリンクさせている。

つまり、第3回のコンセプトマップに表れた項目数すなわち知識の幅は、第2回で得た新しい知識を基に第3回で新たに知識を加え、それと第1回で現れた過去の知識が相互交渉した結果として捉えてよいと考えられる。一方、網目率すなわち知識の深さから考えると、第2回から出現しているものに関しては、そのほとんどがより深くなっている。

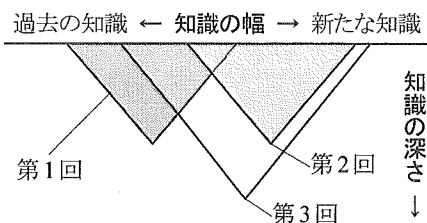


図4 コンセプトマップの広がり・深まり方

また、第1回から現れている項目が象徴する過去に蓄積された知識は、第3回で再度出現してリンク数を伸ばしていたことからわかるように、第2回、第3回で出てきた項目、つまり新しい概念に想起、また連動されて、相応に深く掘り下げられたと言えるのではないだろうか。第3回で出てきた「バイオテクノロジー」等の新しい知識として学んだ概念は、リンクが薄いことから考えると、まだ深く概念化されてはいないが、言葉としては残っている状態と推測される。

以上のことから、新しい概念を学習する際には、すでに自らの中にある概念がそのつながりを見つけ、両方が同時に深く掘り下げられると思われる。それらは相互に補完的であり、新しい概念が学習者にとって強く求められれば、引きずられるようにして既存の概念も膨らみを見せ始める。その段階としては、初期は、抽象的とも言えるが、新しい概念のみがその枠組みの中でだけで強く結びつきを見せ、そのうち蓄積された概念、つまり、具体的な自らの経験とつながり、相深まっていくと思われる。

4.2 事例 No.108

第1回から第2回目にかけて、項目数、リンク数やそれらの伸び幅など、特に目立った数値は見られない(項目数: 14→20, リンク数: 15→32)。しかし、第1回目は「知る」「使う」「生きる」から派生した項目同士につながりがなかったが、第2回目は3つにつながりが見られた。網目率も 1.07 から 1.60 に伸びた。学習した内容を複数の視点より把握しながら、関係性を展望しつつあると言って良いだろう。

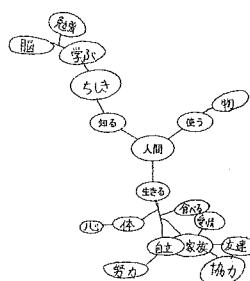


図5 No.108 のコンセプトマップ(第1回)

たとえば、「知る」と「生きる」は「覚える」—「わかる」—「勉強」—「バイオテクノロジー」—「DNA」でつながっており、さらにここから「使う」までも「RNA」や「さいぼう」等を経由してつながっている。また、重要な語句として授業で扱われた「セントラルドグマ」「DNA」「RNA」に、「バイオテクノロジー」がリンクし、「RNA」「かく」「さいぼう」「タンパク質」とリンクしている「ミトコンドリア」は、やや離れているにも拘らず「セントラルドグマ」にリンクしている。このように「知る」「生きる」「使う」の3領域にバランスよく網目が発生していることがわかる。

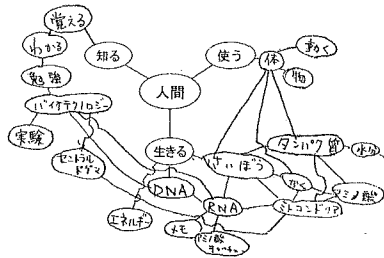


図6 No.108のコンセプトマップ(第2回)

キーワードとなる言葉の多くは、「生きる」から近い場所に、比較的まとまって位置している。しかし、上記のように、細いつながりながらも「知る」「使う」ともつながりを捉え、この子なりに包括的にこの授業を捉えられていることが判断できる。授業に関係していない項目はほとんどないと思われ、第1回に記入した項目はほとんど見られないが、「使う」と唯一リンクしていた「物」はやはり第2回でも登場している。しかも、重要語句とのリンクが多数ある「体」と「使う」の間に入り込む形になっている。前小節で見たような、過去の知識と知識の間に新しい概念を滑り込ませる現象であると考えられる。

第2回から第3回にかけては、項目数(20→21)、リンク数(32→30)、網目率(1.60→1.43)とどれも大きな変化は見られなかった。

全リンク数は減っているのにも拘らず、「セントラルドグマ」からのリンク数は2→7と大幅に増加している。この他に5以上のリンクを持つ項目は見られない。文字通り「セントラルドグマ」を事物の中心としてイメージできていることが理解できる。「セントラルドグマ」にリンクしているのは「生きる」「知る」「実験」「DNA」「たんぱく質」「細ぼう」「体」であるが、どれも今回の授業の中で大きく扱われた言葉である。「アミノ酸」「ミトコンドリア」「かく」「RNA」等の重要語句もそれらの付近でしっかりとおさえてある。

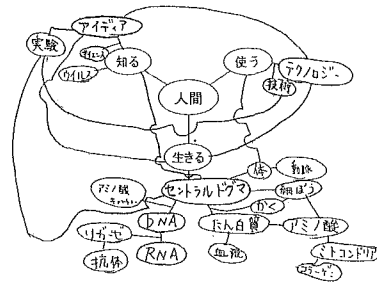


図7 No.108のコンセプトマップ(第3回)

注目すべきは、前記した「物」が項目から姿を消し、その間にあった「体」が「使う」から「生きる」に近い場所に移動していることである。加えて、「使う」からは「テクノロジー」がリンクしている。「テクノロジー」が第2回にあった「バイオテクノロジー」の一部、代替だと考えられるならば、これらの概念を「知る」「勉強」といった概念から、「使う」という次元まで引き上げることに成功したと言えるだろう。同時に「知る」の付近に位置していた「覚える」「わかる」「勉強」といった項目の変わりに現れたのは「アイ

ディア」「実験」という項目である。つまり、主語が“自分”でしかなかったのが、そうではなく“人”として捉えつつあるのではないだろうか。また、「アイディア」は「テクノロジー」ともリンクし、第2回までにはつながりが見られなかった「知る」と「使う」の架け橋となっている。

この子のマップでは、第1回で見られた項目が消えただけでなく、第2回、第3回と回数を追うごとに、授業に直接関係のない言葉が淘汰されている。前述のNo.115とは異なり、この子は蓄積されている概念と新しい概念を結び付けるのではなく、新しく入ってきた概念に対して新たに自分で考えた概念をつなげることで理解を深めていると思われる。

4.3 事例 No. 101

第1回から第2回にかけては、項目数 (10→17)、リンク数 (21→32)、網目率 (2.10→1.88) 全てにおいて、特に目立った数値は見られない。

第2回では、「セントラルドグマ」が「知る」「使う」「生きる」の最初から配置してある3つの項目を直接に結んでいる。「ミトコンドリア」「細胞」「たんぱく質」「アミノ酸」「DNA」などの重要な語句もおさえてある。その多くは「知る」「使う」に比べ、「生きる」から近い場所に位置しており、それぞれのつながりも近い。しかし、一応すべてにつながりは見られる。

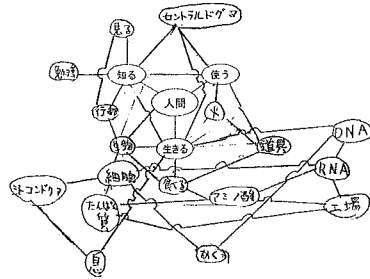


図8 No.101 のコンセプトマップ(第2回)

第2回から第3回にかけては、項目数 (17→27) は特筆すべきものではないが、リンク数 (32→88)、網目率 (1.88→3.26) は大幅な増加を記録している。

前述した2名とは異なり、重要な語句からのリンクが特別に多いわけではなく、どの項目からも多いリンクを示している。さらに「遺伝子」という記述がない代わりに、「遺伝子組み換え」という項目がある。

つながっているのは「新たに考え」「新たに生み出す」「セントラルドグマ」「知る」の4つの項目である。「遺伝子」と「遺伝子組み換え」では次元が異なる。後者は「遺伝子」を「使う」という段階に入っている。「セントラルドグマ」は学習した内容の象徴として捉えることができる。「新たに考え」「新たに生み出す」の2つの項目と、それと同

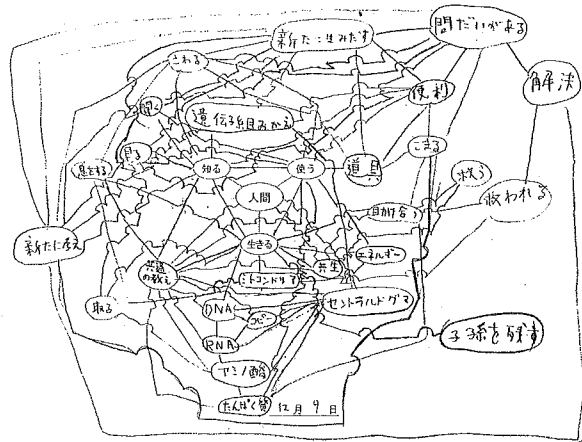


図9 No.101 のコンセプトマップ(第3回)

様に、そのリンク線が外側を覆っている「問題がある」「解決」の2つの項目。これら4つの項目は学習した内容を受けて、彼自身が捻出した項目である。前述の2名とはまた異なっており、彼は学習した内容つまり新しく入ってきた概念に対して、異なる次元の概念と結び付けているのである。No.115のように具体的な結び付けで概念を構築するのではなく、一段上の抽象的次元によって概念の構築を図っているように感じられる。

5. 総合考察

以上の分析から得られた知見を以下に整理する。

5.1 コンセプトマップの量的分析と質的分析の相補性

本稿は、リンク数/項目数で定義される網目率をコンセプトマップの分析の指標として提案し、試行的に分析した。既述のように、網目率そのものは一意にコンセプトマップの概要を表すものではない。しかし、網目率は個々の事例を質的に分析するときの視点となる。3回にわたって作成されたコンセプトマップの縦断調査において、第1回から第2回、第2回から第3回と質的に変化するのはいつなのか、またその変化の方向性は知識の幅なのか深さなのかという分析の手がかりとして、網目率は有効であった。

5.2 既存の知識と新規の知識の相互交渉

網目率を用いた事例No.115の分析では、「DNA」や「セントラルドグマ」などの新規の知識が他の既存の知識の概念化を促していることが示唆された(1回目→2回目)。また、学習の進展とともに、そうした知識が既存の知識と新しい関係性を構築していくことも指摘できた(2回目→3回目)。こうした過程は、ヴィゴツキー(2001:1934)の科学的概念の発達に関する議論を想起させるが、その理論的意義については別稿で論じたい。

文献

- 加藤幸次・安藤輝次, 1999, 総合学習のためのポートフォリオ評価, 黎明書房
- 村瀬公胤, 2006, 白井市立大山口小学校一外部との連携によるカリキュラム開発と授業研究一, 東京大学大学院教育学研究科附属学校臨床総合教育研究センター年報 ネットワーク, 8号, pp.20-26
- 高浦勝義, 2004, 絶対評価とルーブリックの理論と実際, 黎明書房
- 田中耕治, 1996, 学力評価論入門, 法政出版
- ヴィゴツキー, 2001, 新訳版・思考と言語, 柴田義松訳, 新読書社

付記

本稿は第1, 2, 5節を村瀬が、第3, 4節を早津が執筆した。

本研究は、平成17~18年度文部科学省科学研究費補助金(特定領域研究(2))「初等教育における発展的科学的教育の計画・実施・評価に関する学際的な開発研究」(研究代表者:宇野忍, 課題番号17011004)の一部である。

(2006年4月30日 受付)