

修士論文

コンセプトマップを活用した非同期型 e ラーニング学習の設計

— 構造的理解を促すツールとしての効果的な導入 —

Design of Asynchronization Type E-Learning Study that uses Concept Map

— Effective Introduction as Tool that presses Structural Understanding —

平成 20 年度入学

熊本大学大学院

社会文化科学研究科 教授システム学専攻 博士前期課程

081-G8803 小野 達也

指導：江川 良裕 准教授

入口 紀男 教授

鈴木 克明 教授

2010 年 2 月

## 目 次

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 第 1 章 背景                                 | 1  |
| 1.1 学習内容の構造的理解                           | 1  |
| 1.2 コンセプトマップ                             | 1  |
| 第 2 章 学習ツールとしてのコンセプトマップを活用した先行研究         | 5  |
| 2.1 コンセプトマップの作成者                         | 5  |
| 2.2 コンセプトマップの作成法                         | 6  |
| 2.2.1 コンセプトマップの作成法についての先行研究              | 6  |
| 2.2.2 コンセプトマップの作成法の分類                    | 6  |
| 第 3 章 本研究の目的と論点                          | 9  |
| 3.1 目的                                   | 9  |
| 3.2 論点                                   | 9  |
| 第 4 章 既存の e ラーニング学習に対するコンセプトマップ導入の一手法    | 11 |
| 4.1 コンセプトマップ導入ツールとしての Google ドキュメント      | 11 |
| 4.2 学習ポータル設計                             | 14 |
| 4.2.1 本研究で対象とする教材と学習内容                   | 14 |
| 4.2.2 学習ポータル設計                           | 15 |
| 第 5 章 学習ポータル $\beta$ 版から Ver. 1.0 への開発   | 20 |
| 5.1 学習ポータル $\beta$ 版の開発体制                | 20 |
| 5.2 学習ポータル $\beta$ 版の開発ポイント              | 20 |
| 5.3 開発のプロセス                              | 21 |
| 5.3.1 学習ポータル $\beta_1$ から $\beta_2$ への開発 | 21 |
| 5.3.2 学習ポータル $\beta_2$ から $\beta_3$ への開発 | 26 |
| 5.3.3 学習ポータル $\beta_3$ から Ver. 1.0 への開発  | 29 |
| 5.3.4 学習ポータル Ver. 1.0 の開発                | 33 |
| 第 6 章 学習ポータル Ver. 1.0 の形成的評価             | 36 |
| 6.1 1 対 1 評価の実施                          | 36 |
| 6.2 1 対 1 評価の実施結果                        | 36 |

|              |    |
|--------------|----|
| 第7章 研究の成果と考察 | 38 |
| 7.1 本研究の成果   | 36 |
| 7.2 考察       | 42 |
| 第8章 課題と展望    | 43 |
| 文献           | 44 |
| 謝辞           | 46 |
| 付録           | 47 |

## 修士論文要旨（日本語）

### 題目

コンセプトマップを活用した非同期型 e ラーニング学習の設計  
— 構造的理解を促すツールとしての効果的な導入 —

### 要旨

1970 年代にノヴァクらによって開発されたコンセプトマップは、これまでは主に学校の授業において、生徒たちの構造的理解を促す目的で導入されてきた。コンセプトマップを同期型 e ラーニング学習に導入する場合には、教授者が学習者に説明を行ったり、描き方の練習をさせたり、取り組ませることがリアルタイムでできるため、教室での取り組みとそれほど大きな違いはないと考えられる。

これに対して、非同期型 e ラーニング学習の場合には、コンセプトマップの解説、描き方の練習、作成への取り組みという仕組みを e ラーニング教材を設計する段階で盛り込むことが必要となる。しかし、これをうまく設計できれば、非同期型 e ラーニング学習においても学習者の構造的理解を促すツールとしてのコンセプトマップを導入することができるのではないかと考えた。

そこで、本研究では、オンラインによるコンセプトマップの取り組みを既存の非同期型 e ラーニング学習に導入するための教材を開発した。そして、学習者による形成的評価の結果、非同期型 e ラーニング学習にコンセプトマップを作成させる取り組みを導入する際の 3 つのポイントを掴むことができた。

1. コンセプトマップを作成するときのルールを明確にし、練習を通して学ばせる。
2. コンセプトマップを初めて経験する学習者に配慮し、学習時に作成させるマップと同程度の複雑さをもつ練習を入れる。
3. コンセプトマップを独力で作成させるときの方法の一つとして、概念ラベルだけでなく穴埋め式のリンクワードを提示する方法が効果的である。

## 修士論文要旨（英語）

### Thesis

Design of Asynchronization Type E-Learning Study that uses Concept Map  
— Effective Introduction as Tool that presses Structural Understanding —

### Abstract

Concept maps were developed by 1970 to Novak's, which is mainly in the classroom, has been introduced to encourage the students understanding of the structure. Because it can be in real time done for the professor person to explain to the learner when the concept map is introduced into the synchronous e-learning study, to have the drawing style practiced, and to make it work, it is thought that there is too no big difference with the approach with the classroom.

On the other hand, it is necessary to explain the concept map at asynchronization type e-learning study, to practice the drawing style, and to include the mechanism of approach on making at the stage where e-learning teaching material is designed. However, if this was able to be designed well, it thought whether the concept map as the tool that pressed learner's structural understanding was able to be introduced in asynchronization type e-learning study.

Then, the teaching material to introduce the approach of the concept map by online into existing asynchronization type e-learning study was developed in the present study. And, three points when the approach to make the concept map for asynchronization type e-learning study as a result of the formative evaluation by the learner was introduced were able to be gripped.

1. The rule when the concept map is made is clarified, and it learns through the practice.
2. The learner who experiences the concept map for the first time is considered, and the practice with the same degree of the complexity as the map to make when studying is put.
3. The method of presenting not only the concept label but also the link word of the making up type is effective as one of the methods when the concept map is made for oneself.

## 第1章 背景

学習においては、学習内容を単に断片的に理解するのではなく、学習者自らがその内容を既存の知識や経験と関連づけを行ない、知識を構造化していくことが重要とされている。そこで、学習者が自身の認知構造を視覚的に表現する過程を通して知識の構造化を可能とし、学習内容の構造的理解を促すコンセプトマップを、eラーニングによる学習にも導入しようと考えた。

### 1.1 学習内容の構造的理解

構造的理解とは、概念同士の関係や命題を構成する要素概念同士の関係を明確にして、整理しながら理解していくことである。

佐藤<sup>1)</sup>は、学習者による学習内容の構造化について、「生徒自身が procedural（手続き・手順的）な構造から、自分が理解した conceptual（概念的）な知識構造に変換すると同時に、これまでに習った学習内容と関連付け、新しい知識構造を自分で作り出す段階」と述べている。（ここでの手続き・手順的とは、教授者からの指導や教材に書かれているままの、と読み換えてよいものとする。）

そして、教授者が学習者に対して学習内容の概念構造をチャート化して描いたものを与えたり、学習者自身に構造チャートを作成させることによって、学習者が組織的・体系的に知識を獲得し、「有意味な構造的理解」を進めていくことが大切であるとしている。

また、花房と船越<sup>2)</sup>は、「多くの知識を断片的にばらばらに理解するのでは、深い理解は得られない。またそのような知識では有効な活用も困難である。」と述べている。そして、「それぞれの知識が有機的に結び付いて構造化されていることによって概念について豊かな理解となり、生きた知識、すなわち必要な場面でいつでも使うことができる知識となっていくのである。」とし、構造的理解の重要性を挙げている。

そして、この構造的理解を促すツールとして効果的なものが、1970年代にコーネル大学のノヴァクラによって開発された、次節に述べるコンセプトマップである。

### 1.2 コンセプトマップ

コンセプト（概念）とは事物・現象に共通する規則性やパターンであるが、それぞれの概念はより包含性が大きく、より一般的な上位概念に結び付けられ、全体として階層的な構造をつくる。このそれぞれの概念に付けられている言葉を概念ラベル、その繋がりを表

す言葉をリンクワードと呼び、これらを用いて図式で概念同士の繋がりを視覚的に表したものをコンセプトマップという（福岡 2003）。

コンセプトマップの開発者であるノヴァク（1998）は著書の中で、コンセプトマップの作成法を次のように記している。

- ・コンセプトマップを描くために 10～20 の概念を選び出す。
- ・概念ラベルは 1 語、または多くても 2, 3 の単語とする。
- ・最も包括的で、最も一般的な概念（通常 1～3 個）を一番上に置くことでコンセプトマップを作り始める。
- ・概念同士を線で結ぶ。
- ・概念（概念ラベル）同士が線で結ばれ階層性を成すとき、学習者は対象とした内容の構造を見出すことができる。
- ・必要に応じて、より多くの概念（概念ラベル）を加える。
- ・上位の概念やそれに準ずる概念に属する 6～8 の概念があった場合には、そこには別のレベルの階層構造（コンセプトマップ）が作られる。
- ・それぞれのマップの概念同士の間にリンクが見つかったとき（ノヴァクは、これをクロスリンクと呼んでいる）、そこにその知識領域で新しく、創造的な関係を見出すことができる。

ここで、コンセプトマップの作成例を示す。

例： 学習者に以下の内容について学ばせた後、コンセプトマップを作らせる場合

人間や牛は哺乳類であり、ワニやヘビは爬虫類である。

- ① 教授者が、概念ラベルを選び出す。

人間や牛は哺乳類であり、ワニやヘビは爬虫類である。

- ② 教授者は、学習者に概念ラベルを提示する。

人間   牛   哺乳類   ワニ   ヘビ   爬虫類

- ③ 学習者は、関係する概念ラベル同士を線や矢印で結ぶ。その際、リンクワードを必ず明示する。また、より包含性の大きい上位の概念を上の方に置く。

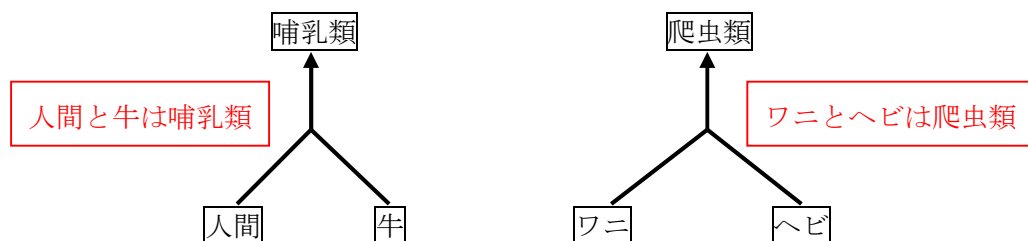


図 1

- ④ 学習者が上のコンセプトマップを作ることができれば、今回学習した内容の概念同士の関係をきちんと理解できていることが教授者側にわかる。また学習者側はコンセプトマップの作成を通して、学習内容の構造的理解が促される。

- ⑤ さらに、

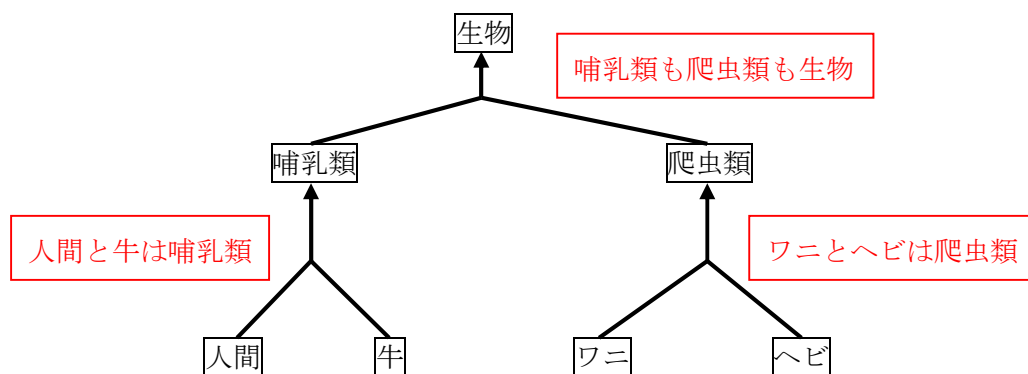


図 2

学習者が既知の知識（哺乳類も爬虫類も生物であるという知識）を用いて「生物」という概念ラベルを自ら追加して、分離していたコンセプトマップをリンクすることができたとすれば、より一歩進んだ構造的理解ができたことになる。

またコンセプトマップは、次の 3 つのツールとしての活用が知られている(福岡 2003)。

### 1. 教授ツール

教授者が、授業の準備のために、学習内容から主要な概念を選び出してコンセプトマップの作成を行ない、概念同士の関連を考えながら授業の流れを考える。

### 2. 学習ツール

学習者が学習内容についてコンセプトマップの作成に取り組むことによって、概念同士の関係性や階層性について思考し、理解を深めることができる。また同時に、自分自身が理解できていない部分も明確になる。



### 3. 評価ツール

学習者の作成したコンセプトマップを教授者が読み解くことで、学習内容についてどれだけ理解を深めているかを把握することができる。

このように、コンセプトマップは教授者側・学習者側の双方がそれぞれの目的に応じて効果的に活用することができるが、特に学習者が学習ツールとして活用することによって、自身の認知構造を視覚的に表現・把握することができ、構造的理解が促される。

そこで本研究では、これまで対面同期で導入されてきたコンセプトマップを、非同期型 e ラーニングによる学習に導入する際に配慮すべきポイントとは何かということについて課題意識をもち、このポイントを明確にしたいと考えた。

## 第2章 学習ツールとしてのコンセプトマップを活用した先行研究

本章では、本研究と関連する、学習ツールとしてコンセプトマップを活用した教育方法について先行研究を整理する。ただし、対面同期での活用事例はあるものの、これまで e ラーニングによる学習にコンセプトマップの作成を導入することについての先行研究がないため、ここでの先行研究は実践授業を中心とした教育方法について整理した。

### 2.1 コンセプトマップの作成者

コンセプトマップの学習ツールとしての活用には、大きくは3つのパターンがある。

1. 学習者個々にコンセプトマップを作成させる。
2. グループで一つのコンセプトマップを作成させて、協調学習を行なう。
3. 教授者が予め作成したコンセプトマップに学習者が記入しながら学習を進める。

表 2.1

| 先行研究の一例                                     | コンセプトマップの作成者       | 概 要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 広瀬 (2005)<br><br>西岡・金子 (2002)               | 学習者個人              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・中学校の理科の「物質の状態変化」の授業で、氷・水・水蒸気・温度・質量・体積の6つを単元キーワードとして、学習の前後にコンセプトマップの作成に取り組ませた。学習前は関連性を掴むことができなかった生徒たちも、学習後は学習内容を基に6つのキーワードを有機的に繋ぐことができた。</li> <li>・中学校家庭科の食物と栄養の学習で、最初に、小学校で学習したことをどのくらい記憶しているかを知ることが目的に、たんぱく質、炭水化物、緑黄色野菜、穀類・いも・砂糖、卵、米、野菜いため、親子丼、栄養素という概念ラベルを用いてコンセプトマップを作成させた。その後、学習のまとめと振り返りの授業で再度作成させて最初のコンセプトマップと比較し自己評価を行なった結果、これらの関連が整理されて理解されるようになった。</li> </ul> |
| Sizmur and Osborne (1997)<br><br>山口ら (1997) | グループ               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・「動物の生態」、「宇宙における地球」、「音と聴力」を学ぶ英国の5・6年生の事例。学習者が自分の考え方を示したり他の学習者との理解の違いに気付くことができ、コンセプトマップが学習者同士の議論のプロセスを記録するツールになるとしている。</li> <li>・小学校6年生の理科の「水の三態」の学習で、最初に1人でコンセプトマップを作成した後にもう1人の学習者とペアでそれを見せ合いながら修正するという取り組みを行なっている。協調学習のツールとしてコンセプトマップが有効であるとしている。</li> </ul>                                                                                                           |
| 余田ら (1982)<br><br>森田ら (1999)                | 教授者と学習者<br><br>教授者 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・小学校理科 CAI「てこ」コースの開発において、生徒自身が実験の結果や考察を整理できるコンセプトマップを用いて実験を行なっている。教授者側で予めコンセプトマップを作成しておき、実験の欄を調べるべき概念の近くに設けた。実験目的の明確化・実験結果の整理・動機付け・教師への情報提供において効果的であることを示した。</li> <li>・教授者が学習内容をコンセプトマップで表現し、それを学習者に提示することで内容の記憶保持が促進されることを確かめ、教材として利用することも効果的であることを検証した。</li> </ul>                                                                                                    |

表 2.1 は、コンセプトマップを学習ツールとして活用した先行研究の一例を上記した 3 つのパターンで分類したものであるが、多く行なわれている取り組みは、学習者個人にコンセプトマップを作成させる方法である。

## 2.2 コンセプトマップの作成法

### 2.2.1 コンセプトマップの作成法についての先行研究

コンセプトマップの作成法について、その先行研究を整理する。山口悦司, 他 (2002) は、1984 年～2001 年までの国内・国外のコンセプトマップに関する理科教育研究をレビューし、研究動向を明らかにしている。その中で、コンセプトマップの基本的な作成手順や、

- ・概念ラベルだけを提示して、独力で作成させる方法
- ・完成したコンセプトマップの穴埋めをさせる方法

などがあることを紹介している。2 番目に挙げた完成したコンセプトマップの穴埋めとは、コンセプトマップ上の概念ラベルのいくつかを空欄にしておき、学習者にその空欄を埋めさせることでコンセプトマップを作成させるというものである。

また、コンセプトマップの作成においては、紙面上で行なうよりも電子メディアの特性が有効であることを明らかにしている (湯浅, 2007)。これについては、手書きで取り組む場合には、概念ラベルを動かす度に矢印も含めて一つ一つ書き直さなければならなくなるなどの煩雑が生じることも大きな要因と言える。

### 2.2.2 コンセプトマップの作成法についての分類

一般にコンセプトマップの作成においては、教授者が学習内容からキーワードとなる概念ラベルをピックアップし、それを学習者に提示してコンセプトマップを作成させる、という開発者のノヴァクらの方法が用いられている。

しかしながら、コンセプトマップを活用した授業研究が進むにつれて、表 2.2 に示すように、ノヴァクらとは異なる方法も提案され、その有効性が実証されている。

表 2.2

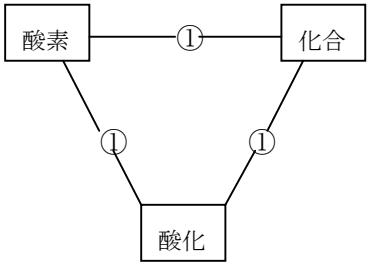
| 先行研究の一例      | コンセプトマップの作成法                                     | 概 要                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 皆川 順 (1999)  | 穴埋めをさせる                                          | <p>高等学校の「化学Ⅰ」の授業において、完成させたコンセプトマップ上のいくつかの概念記入箇所を空欄にし、それを学習者に埋めさせることで概念間の関係把握が促進されることや、コンセプトマップ上の空欄に概念を記入する行為が、学習者の固有の認知構造に効果的であることを示した。</p> <p>また、理解が不十分な学習者にはリンクラベルを詳細に書かせることによって、飛躍的に学習内容の理解が促進されることを見出した。</p>                                              |
| 久保田英慈 (2005) | リンクに番号を振り、リンクワードを別枠に書かせる                         | <p>中学校の「細胞の呼吸と血液」の授業において、コンセプトマップ上のリンク箇所には直接言葉を書かず、別枠に書かせるようにする取り組みを行なっている。</p>  <p>① 酸素が化合することを酸化という。</p>                                                                 |
| 齋藤 昇 (2008)  | 完成した学習構造チャート（コンセプトマップ）上の矢印の理由と自己診断を書かせる（山登り式学習法） | <p>中学校の「1次関数」の授業における事例である。まず、教授者側が単元全体の学習内容から必要な学習要素を10～20個抽出し、学習構造チャート（コンセプトマップ）を作成する。学習者にはこの完成したチャートと共に、「矢線の理由表」と「自己診断票」を渡す。</p> <p>学習者は、学習構造チャートの各矢線がどんな関係を示しているのかを「矢線の理由表」に記入していく。また、授業中や学習中に疑問を抱いた事柄やもっと深く追求してみたい事項があった場合には、それを「自己診断票」に記入するというものである。</p> |

表 2.2 の久保田（2005）の方法は、日本語の文章構造・概念関係をコンセプトマップに表現することの難しさから考え出されたものである。この方法に限らず、国内の先行研究・事例におけるコンセプトマップを見ると、例えばリンクワードの表現方法は、

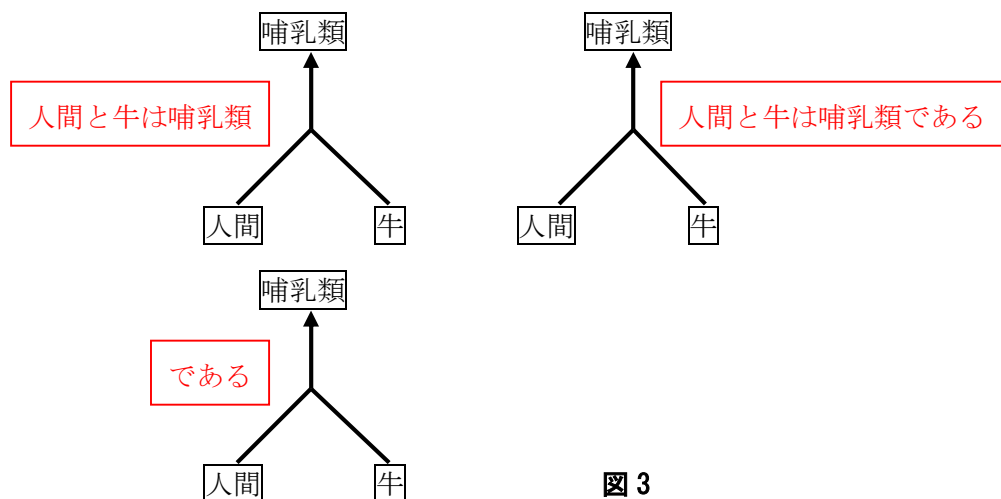


図 3

など、様々である。これは、コンセプトマップを作成するときのルールは教授者が自由に設定してよいというところにも理由があるが、リンクワードが文章的になっているものが多く見られる（久保田の表現も、その一つである）。これは、表 2.2 に示した皆川（1999）の“理解が不十分な学習者にはリンクワードを詳細に書かせることが効果的である”という研究や、学習者が学習内容を正確に理解しているかどうかを作成されたコンセプトマップから教授者が一見して把握できることを目指した結果として導入されてきたのではないかと考える。

表 2.1 および表 2.2 からわかるように、これまでコンセプトマップは、主に理科教育において活用されてきた。これは、科学の概念が他の分野に比べて抽象的であり、学習者にとっては理解しにくいという、分野の特性からきているとも考えられる。

このように、これまでコンセプトマップは数多くの授業において活用され、その教育効果が実証されてきた。また、その作成においては電子メディア（描画ツール）との相性も良いことが認識されている。しかしながら、これまでの国内外の先行研究を調べてみる限り、対面同期である実践授業での活用事例や、e ラーニングにおいては、教授者が学習コースに盛り込む内容を整理するための教授ツールとしての活用に関する研究はあるものの、e ラーニングによる学習にコンセプトマップの作成を導入する研究はこれまで行なわれてこなかった。

そこで本研究では、非同期型 e ラーニングに対するコンセプトマップの効果的な導入を行なうために、コンテンツの提示やコンセプトマップ作成法の形態・内容について、学習者の形成的評価を開発途上の教材にフィードバックしていく、という取り組みを行なった。

### 第3章 本研究の目的と論点

本研究の目的は、オンラインでコンセプトマップを作成させる取り組みを非同期型eラーニングの学習に導入する上で配慮しなくてはならないポイントを明確化することにある。そのため、本研究では、最初に学習者参加型でコンセプトマップ導入コンテンツ（本研究では、これを学習ポータルと呼ぶ）の $\beta$ 版を設計し、それを評価・改善しながら、コンセプトマップ作成の効果的な導入法を検討した。

#### 3.1 目的

学習者の構造的理解を促すツールであるコンセプトマップの活用が学習に効果的であることが、これまでの先行研究や実践授業を通して知られている。しかしながら、第2章でも述べたように、これまで対面同期での活用は行なわれてきたが、eラーニングによる学習にコンセプトマップの作成を導入する研究は行なわれてこなかったこともあり、先行研究としての知見の積み上げがなされてこなかった。

一方、学習ツールとしてのコンセプトマップを取り入れた実践授業や先行研究を調べてみると、教室における授業において教授者が学習者にコンセプトマップについて紹介した上でルール of 解説を行なった後、学習者は手書きやコンセプトマップ作成ソフトウェアを使つての取り組みを行なっている。これを同期型eラーニングによる学習に導入する場合にも、教授者が学習者にその場で説明を行ないながらコンセプトマップの作成に取り組ませることが可能となるため、教室での授業と比べて大きな違いが出てくるとは考えにくい。

そこで本研究では、これまでは対面同期で導入されてきたコンセプトマップの作成を非同期型eラーニングによる学習に導入する際に配慮すべきポイントを明確化することを目的とした。

#### 3.2 論点

対面同期におけるコンセプトマップの作成とは異なり、非同期型eラーニングの学習においては、教授者によるコンセプトマップについての解説やルール設定、描き方の練習、課題としての取り組みといった仕組みを、eラーニング教材を設計・開発する段階で盛り込むことが必要となる。そこで本研究では、コンセプトマップに初めて取り組む学習者に対して、どのようなルールを設定するか、どのような練習が効果的か、どのタイミングで作成に取り組ませるか、作成法をどうするか、といった点を論点とした。

#### ◆ 論点 1

対面同期では、教授者が授業の最初にコンセプトマップの解説やルール説明をしたり、あるいは学習者がコンセプトマップの作成に取り組んでいる最中に必要に応じて助言をすることができるが、教授者が傍らにいない非同期型 e ラーニングにおいては学習者の様子を見ながら助言をすることができないため、解説やルールをどのようなものにするかという点が論点となる。

#### ◆ 論点 2

対面同期では、教授者がコンセプトマップを実際に描いて学習者にその作成過程を実演して見せたり、学習者に描く練習をさせることで、コンセプトマップの作成を初めて経験する学習者が課題の取り組みにおいて戸惑うことがないような工夫を行なっている。そこで、どのような練習が効果的なのかという点が論点となる。

#### ◆ 論点 3

学習ツールとしてのコンセプトマップを対面同期での学習に導入する場面としては、学習の前後や学習後というのが一般的であった。そこで、どの場面でコンセプトマップの作成を導入するのが効果的なのかという点が論点となる。

#### ◆ 論点 4

対面同期では、開発者のノヴァクらの作成方法である、概念ラベルだけを与えて独力で描かせる方法や、表 2.2 に示したような先行研究がこれまで行なわれてきた。そこで、どのような作成法が効果的であるかという点が論点となる。

以上、本研究の 4 つの論点を改めて整理すると、

- ・どのようなルールを設定するか
- ・どのような練習が効果的なのか
- ・どのタイミングでコンセプトマップの作成に取り組ませるか
- ・コンセプトマップの作成法をどうするか

となる。そして、これらを明確化することができれば、教授者が傍らにいない非同期型 e ラーニングの学習においてもコンセプトマップの作成を導入することができる考えた。

## 第4章 既存のeラーニング学習に対するコンセプトマップ導入の一手法

本研究では、既存のeラーニング教材と、Google ドキュメントで開発したコンセプトマップ作成用のドキュメントを、同じく Google ドキュメントで開発したポータルサイトで統合し、学習者参加型で教材開発を行なった。本章では、その手法と教材設計について述べることにする。

### 4.1 コンセプトマップ導入ツールとしての Google ドキュメント

本研究では、Google が提供しているウェブサービスの一つである Google ドキュメントを使って、コンセプトマップ導入コンテンツとなるポータルサイト（以降、学習ポータルと呼ぶ）を開発し、学習者へのガイドや課題提示、学習者側の取り組みを行なった。（Google は Google Inc. の米国およびその他の国における登録商標または商標であるが、ここでは™や®表記を省略する。）

Google ドキュメントは事前準備として教授者と学習者の双方が Google にアカウントを作成することが必要となるが、無料で使うことができることや誰もが容易に利用できることを始め、次のような利点を持っている。

- ・コンセプトマップを描く際に必要な描画ツールが備わっている。
- ・教授者1人で学習者分の教材を簡単に作成・管理できる。
- ・教授者と学習者は1対1の関係に置かれる。もちろん、教授者側の設定によって、同じ教材を複数の学習者で共有することも可能である。
- ・学習者が教授者と共有された教材に取り組んで保存すると（これは、学習者が与えられた教材に取り組んで提出するという事に相当する）、その結果がリアルタイムに教授者側のドキュメントに反映され、学習者が取り組んだことがわかる。
- ・文字ベースではあるが、画面上でリアルタイムのコミュニケーションが可能なため教授者と学習者が事前に Google ドキュメントにアクセスする日時を決めておけば、学習者が取り組んだ教材を画面上で開いて双方で見ながら、直接の添削指導や意見のやり取りが可能である。

（注：共有とは、教授者が作成したドキュメントに対して、学習者側で書き込みや保存が可能となったことを意味する。）

そこで、教授者側の教材作成、教授者と学習者との教材共有、学習者側の取り組みと保存、教授者の確認、までに至る一連の手法を順を追って記すことにする。



1. 教授者と学習者の双方が Google にアカウントを作成し、Google ドキュメントを含む、Google の各種機能を使える状態にする。

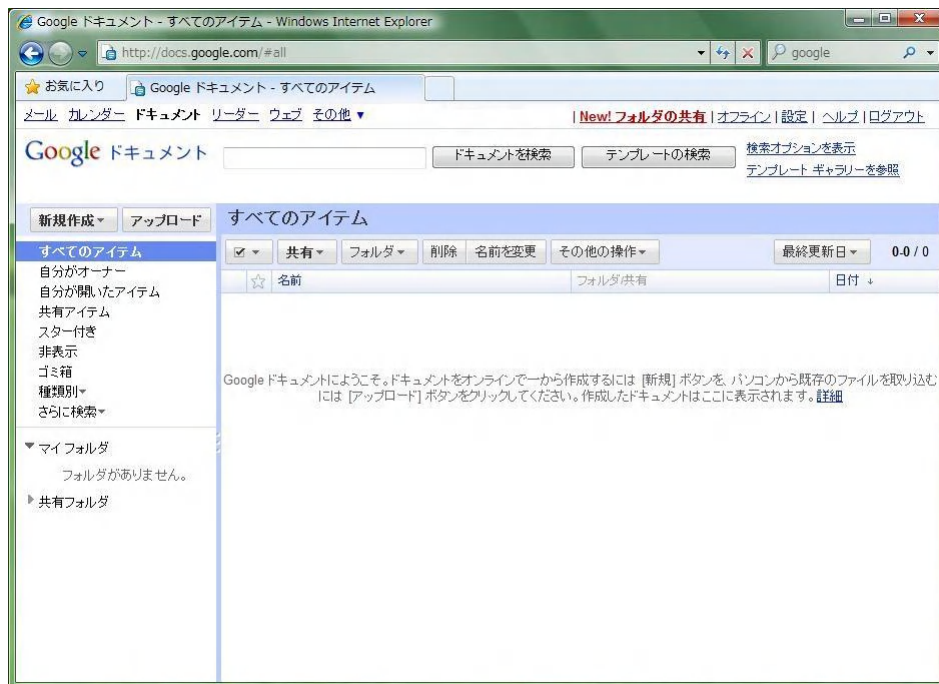


図 4 Google ドキュメントの初期画面

2. 教授者は、Google ドキュメント内にあるドキュメント機能を用いて学習者の人数分の教材を作成し、学習者各自の名前や学籍番号等で保存・管理する。

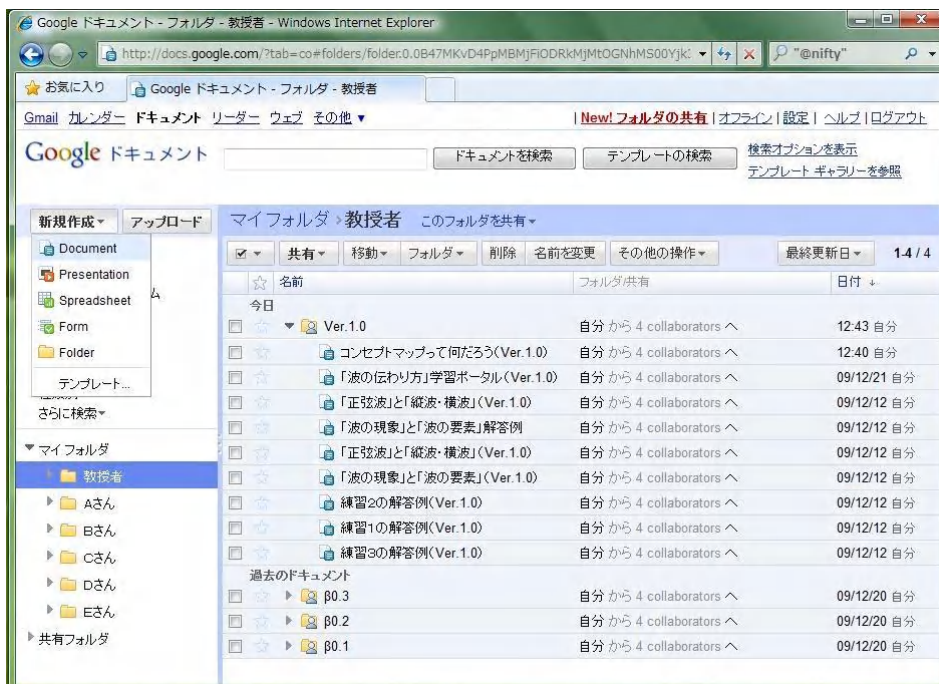


図 5 作成した教材の管理画面

3. 教授者はコンセプトマップに取り組ませるための教材を学習者と共有するため、その教材の共同編集者という形で学習者を招待する（メールを送る）。

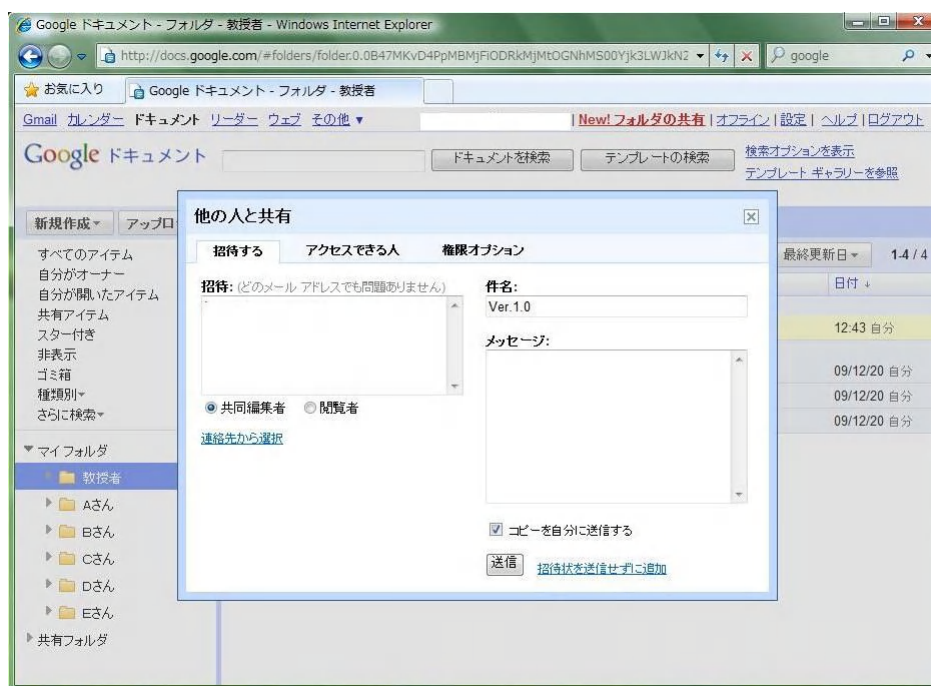


図6 作成した教材に学習者を招待する

4. 各学習者は、教授者から届いたメールを開き、本文に示された教材へのリンクをクリックして自分の Google ドキュメントにログインし、教授者と共有された教材を開いてコンセプトマップの作成に取り組む。そして、作成後に保存をする。



図7 学習者の Google ドキュメントに教材が配信される

5. 教授者は、自身の Google ドキュメント内にある、各学習者が取り組んだ後の履歴が残ったコンセプトマップを開いて確認をする。

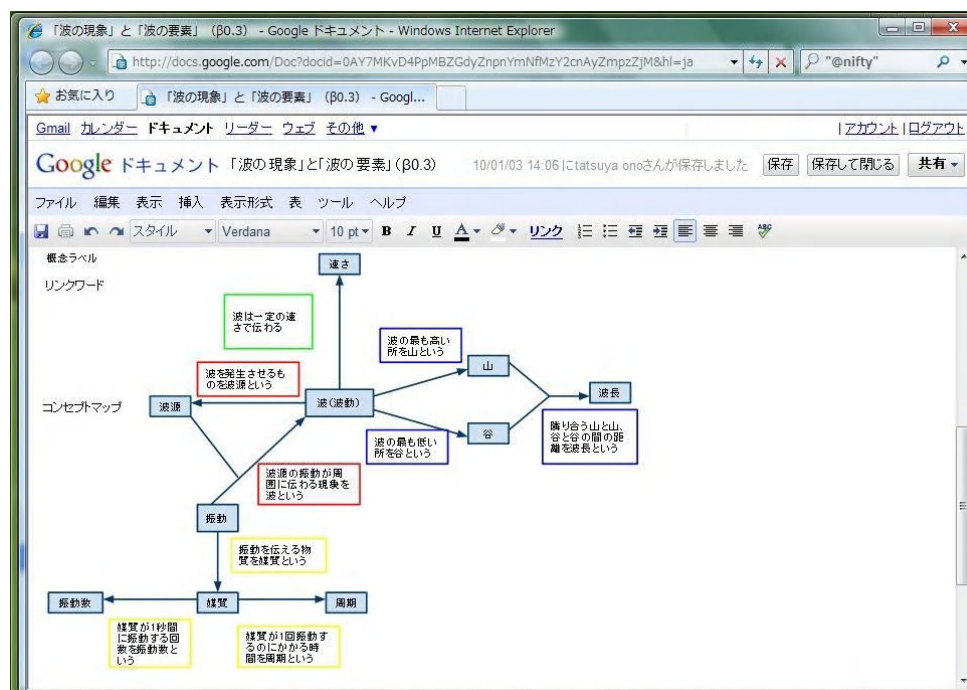


図8 学習者が作成したコンセプトマップを教授者が確認する

このように Google ドキュメントは、コンセプトマップに取り組ませるための教材作成や学習者側での描画、ID や Pass Word を用いずに学習者と教材を共有できる機能が備わっているなど、コンセプトマップの作成を行う上で有効なツールの一つと言える。

## 4.2 学習ポータル設計

本研究では、既存の e ラーニング教材として、千歳科学技術大学 e カレッジの学習コースの一つである「波の伝わり方」を対象としてコンセプトマップの作成を導入する。そして、学習者の構造的理解を促すことを目的に、コンセプトマップの解説、描き方の練習、取り組ませる課題、およびこれらを一に統合するための学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）を Google ドキュメントを用いて設計した。

### 4.2.1 対象とする教材と学習内容

#### ◆ 対象とする教材

本研究で対象とした非同期型 e ラーニング学習である千歳科学技術大学 e カレッジの「波の伝わり方」教材は、テキストとアニメーションによって「波についての基礎知識」

を学習するという内容になっている。また演習も用意されており、学習教材としての構成は初学者への配慮が感じられる親しみやすいものになっている。しかしその反面、学習者がその親しみやすいインタラクションに乗って、単に表面的な理解のままに（何となくわかった気になって）学習を先に進めてしまう可能性があるものとなっている。

一方、物理の学習においては、演習によって学習内容の理解を深めることが大切とされている。しかし、初学者は学習した内容が頭の中で整理・理解されていない段階で演習に取り組むが故に基本的な問題でも解けなかったり、問題文の意味そのものさえわからないといったことが起こりがちである。すなわち、親しみやすい教材の流れに乗って浅い理解のままに学習を進めてしまうことは、演習に取り組む段階まで自身の理解不足に気がつかないといった問題を生じることになる。本教材においても、この点が一つの課題ではないかと考えた。

そこで、演習の前に学習者にコンセプトマップの作成に取り組ませることで、学習内容の構造的理解を促すことを狙いとした。

#### ◆ 学習内容

「波の伝わり方」の学習単位には、正弦関数の式を変形する操作が必要なものや教材自身がややわかりにくい箇所もあり、それらについては物理の初学者にはハードルが高いため、次の3つの点を考慮して学習単元を5つに絞った。

- ・物理の履修経験に関係なく、論理的に考えることができれば理解可能なもの
- ・四則演算（ $\times \div + -$ ）の知識があれば理解や計算が可能なもの
- ・「波の伝わり方」の初学者に最初に学んでほしい単元（内容）であり、なおかつ、省略した単元によって影響を受けないこと

#### 【学習単元】

1. 「波の現象」
2. 「波形の移動と媒質の振動」
3. 「波の要素」
4. 「正弦波（1）」
5. 「縦波と横波（1）」

#### 4.2.2 学習ポータル設計

本研究における学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）は、既存の非同期型eラーニングによる学習にコンセプトマップの作成を導入するために必要な機能を持たせるという目的で作ったものである。そのため、コンセプトマップの作成を取り入れた

e ラーニング教材を一から設計する場合には、この学習ポータル設計はインストラクション設計に相当するものとなる。

#### ◆ 学習ポータルの全体構造

今回設計した学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）の全体構造は、

- ・コンセプトマップについての解説
- ・コンセプトマップの描き方の練習
- ・練習の解答例
- ・千歳科学技術大学 e カレッジへのリンク
- ・学習後のコンセプトマップの作成

の 5 つから成り、学習ポータルを中心とした学習環境の俯瞰図は次のようなものである。

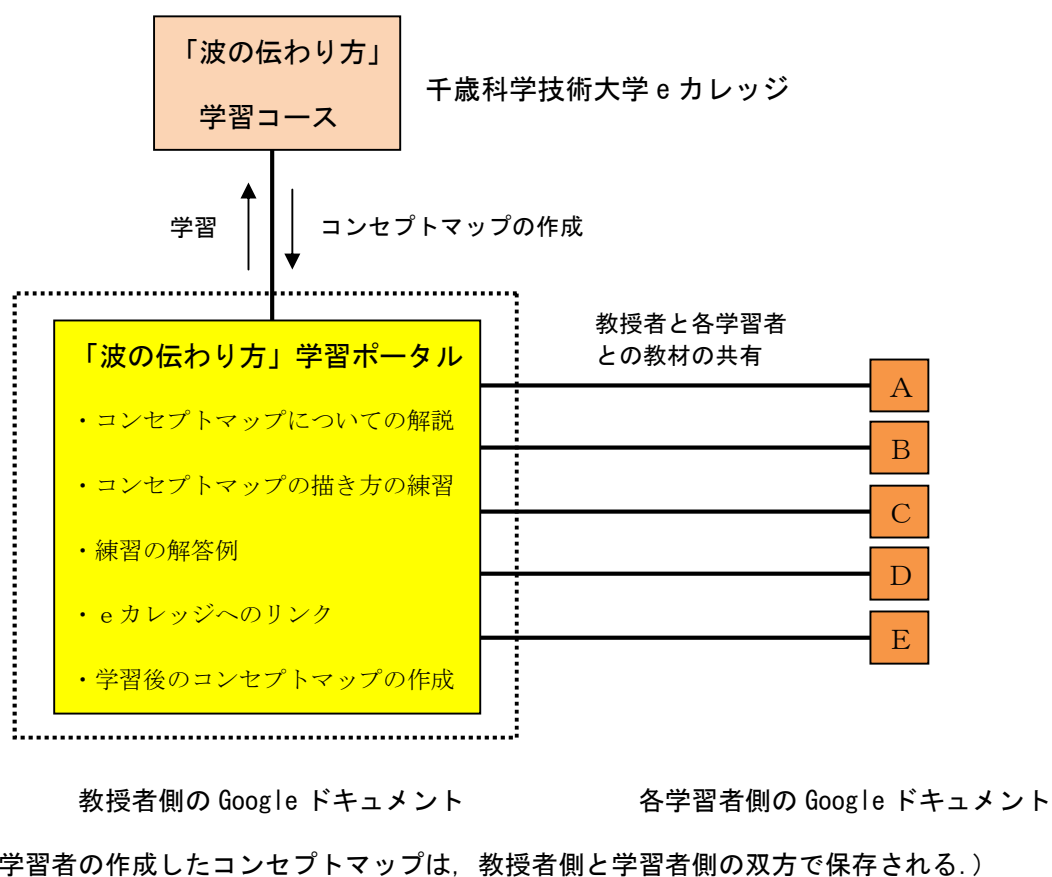
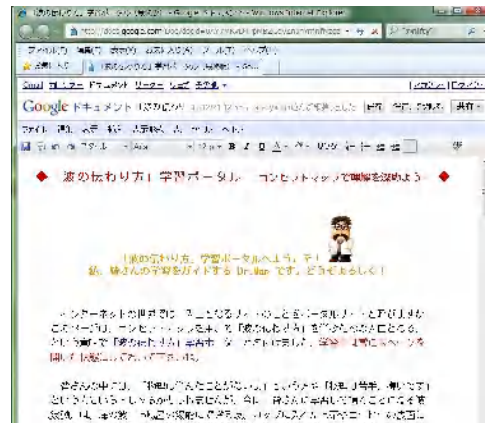


図9 学習ポータルを中心とした学習環境の俯瞰図



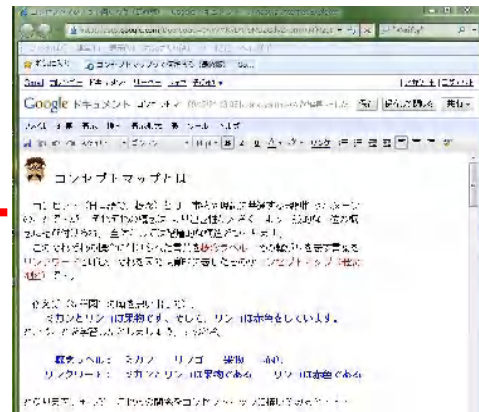
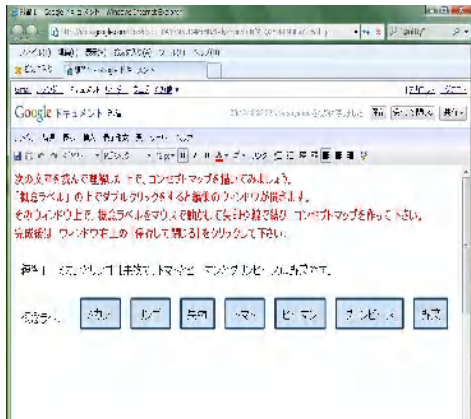
また、この学習環境の俯瞰図を画面遷移図で表すと次のようになる。

学習者は、各自の  
Google ドキュメント  
にログインする。



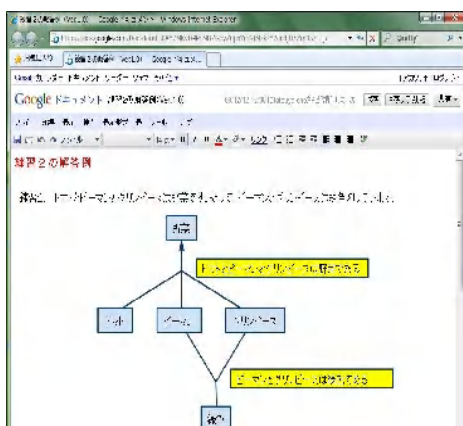
教授者と共有された学習ポータルの  
ドキュメントを開いて、学習を開始

コンセプトマップに  
ついて学ぶ



コンセプトマップの描き方を練習

解答例を見る



学習ポータル内にある e カレッジ  
へのリンクからログインする

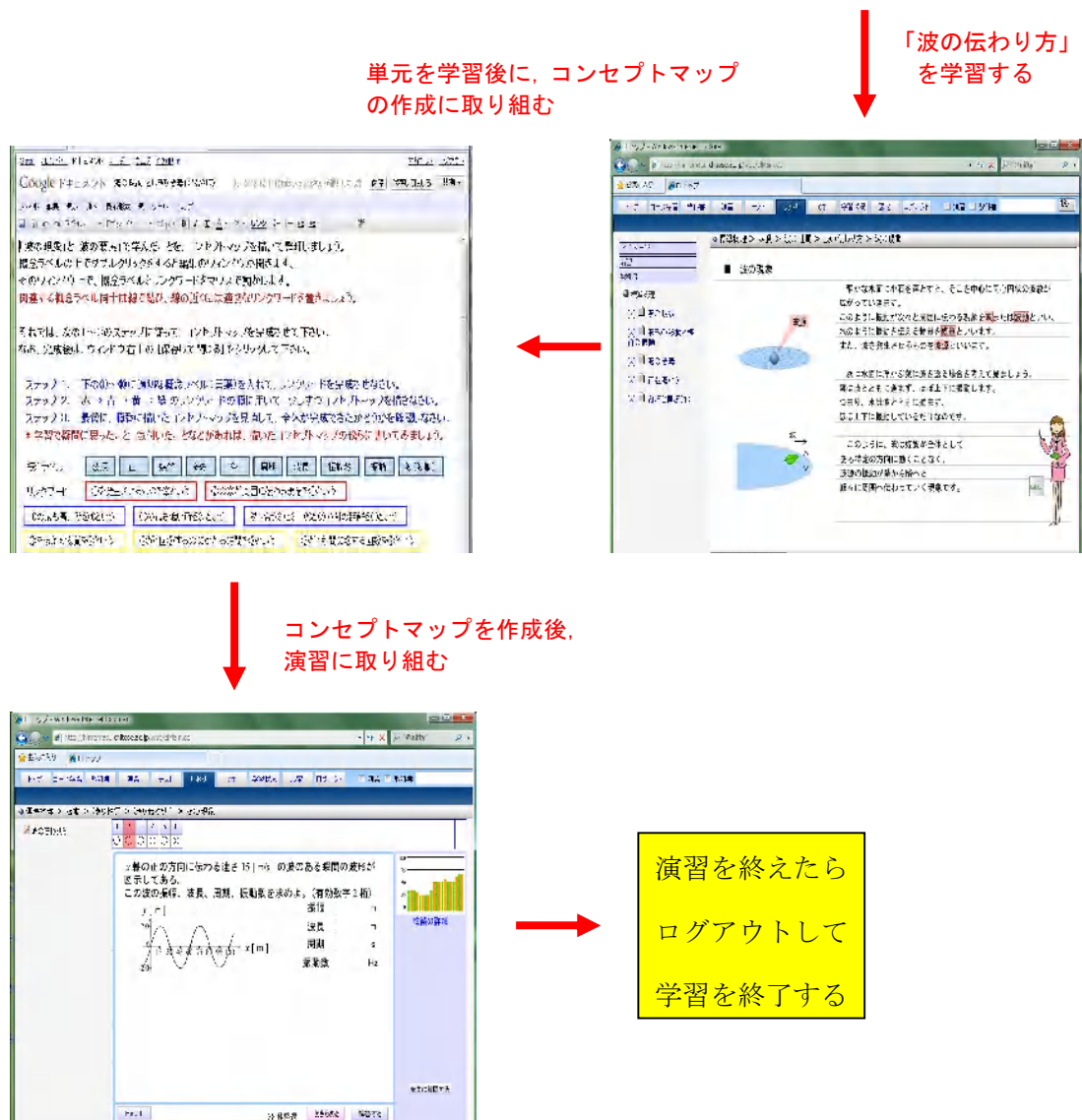


図 10 画面遷移図

## ◆ 学習ポータル設計概要

次に、学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）内にある、各ページの設計概要について述べる。

### 1. コンセプトマップについての解説

「コンセプトマップって何だろう」のリンクをクリックすると、コンセプトマップと描き方のルールを解説したページが別のドキュメントで開くようにした。また、学習者はコンセプトマップを初めて経験するということを前提にして解説をすることを目指した。この部分は、後の開発と形成的評価を通して、少しずつ改善を行なった。

### 2. コンセプトマップの描き方の練習

「練習」のリンクをクリックすると、簡単な例文からコンセプトマップを作成する練習

のページが別のドキュメントで開くようにした。コンセプトマップを頭で理解してもらうだけではなく、実際に自分で手を動かして描いてみるという体験をしてもらうことを目指した。この部分も、後の開発と形成的評価を通して、少しずつ改善を行なった。

### 3. 練習の解答例

コンセプトマップを初めて経験する学習者が、「練習」で自分の描いたコンセプトマップが正しいかどうかをその場ですぐに確認できるように配慮し、「練習」のすぐ下の「練習の解答例」のリンクをクリックすると別のドキュメントで解答例が見られるようにした。

### 4. 千歳科学技術大学 e カレッジへのリンク

この学習ポータルは既存の非同期型 e ラーニングと併用する形をとっている。そのため、学習ポータル内に

- ・ e カレッジへのリンク
- ・ ゲストログインに必要な ID と Pass Word (どららも guest)

を用意し、リンクをクリックすることで、千歳科学技術大学がオープンコースとして開講している「e カレッジ」のトップページが学習ポータルとは別のブラウザ画面で立ち上がるようにした。

なお、「波の伝わり方」学習コースへのダイレクトリンクはできないため、e カレッジ内にある「しおり機能」を用いて、ログイン後に「しおり」をクリックするとすぐに「波の伝わり方」の学習単元が開くように予め設定しておいた。

### 5. 学習後のコンセプトマップの作成

どの学習単位ごとにどのタイミングでコンセプトマップの作成に取り組むかの指示を学習ポータル内に記した。本研究では、「波の現象」と「波の要素」、「正弦波」と「縦波・横波」というテーマで2つのコンセプトマップを作成させる取り組みを行なった。それぞれのタイトルをクリックすると、コンセプトマップに取り組むためのページが別のドキュメントで開くようにした。

なお、コンセプトマップに取り組むタイミングと描かせ方については、後の開発と形成的評価を通して、少しずつ改善を行なった。



## 第5章 学習ポータルβ版から Ver. 1.0 への開発

本研究では、既存の非同期型 e ラーニングにオンラインでのコンセプトマップ作成を導入することで学習者の構造的理解を促すことを目的に、学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）を開発した。プロセスとしては、まず最初にβ版となる学習ポータルを作製し、それを5名の学習者参加型で3回の評価によって $\beta_1$ から $\beta_3$ まで改善し、最終的に Ver. 1.0 となるものを開発したというものである。

### 5.1 学習ポータルβ版の開発体制

2009 年 11 月 9 日、学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）β版の開発協力者5名に、本開発についての概要説明を行なった。また、千歳科学技術大学 e カレッジの利用環境を満たしているかどうかを確認するため、自宅で使用しているパソコン（Windows）や通信環境（ADSL 以上）についてヒアリングを行ない、5名とも問題がないことがわかった。なお、開発協力者5名は20代後半から40代後半の男女で、そのうち2名は高校時代に物理を学んだ経験を有している。

次に、この学習ポータルを開発するに当たっては、今回の教材である「波の伝わり方」の学習対象者となる必要があるため、それを確認するための事前テスト（「波の伝わり方」の学習後の演習と同じ内容のものをランダムに入れ替えてプリント教材化して出題）を行なった。その結果、5名とも零点もしくはそれに近い成績であったため、本教材の学習対象者とした。なお、以降、この5名の開発協力者のことを学習者と呼ぶことにする。

### 5.2 学習ポータルβ版の開発ポイント

3.2 節の論点に基づき、学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）β版の開発ポイントを次の4つの点に置いた。

1. コンセプトマップを作成するときのルール設定
2. 練習の与え方
3. コンセプトマップの作成に取り組ませるタイミング
4. コンセプトマップの作成法

本研究では、学習者5名の事前テストの成績がほとんど零点に近かったことから、コンセプトマップの取り組みは学習後に限定して行なうことにした。実際には、

- ・「波の伝わり方」の単元をすべて終えてから取り組む
- ・関連する単元の学習を終えるごとに取り組む

の2つのパターンで行ない、学習者が取り組みやすいタイミングを探った。

4.2.1 で述べた5つの学習単位ごとにコンセプトマップを作成させる取り組みをしなかった理由は、この教材は1単元の概念ラベル（学習内容におけるキーワード）が少ないために、ラベル同士を繋いだときにコンセプトマップと言えるほどの広がりせず、構造的な理解ではなく断片化した（細切れの）理解に導いてしまう可能性が考えられたためである。

そこで、学習単元のテーマは異なっているとしても、そこに出てくる概念同士が繋がりがあるものは1つのコンセプトマップ上に描かせる方が構造的な理解を促すと考え、今回は2つのコンセプトマップを描かせる取り組みを行なった。

また、コンセプトマップの作成法については、開発者であるノヴァクらの方法に従って学習者には概念ラベルだけを提示し、コンセプトマップは独力で作らせるのが一般的に行なわれているため、本研究においても、最初は（ $\beta_1$ では）2つのコンセプトマップとも概念ラベルだけを提示してヒントは何も与えず、学習者に独力で取り組ませることにした。そして、3回の評価・改善を通して、効果的な作成法を探った。

### 5.3 開発のプロセス

2009年11月9日、5名の学習者に対して、Google ドキュメントを使った学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ） $\beta$ 版の開発概要の説明とGoogle ドキュメントの動作確認テストを行なった。そして、11月29日までの約3週間に亘って、毎週1回の割合で各学習者にGoogle ドキュメントを使って学習ポータルを配信し、自宅のパソコンで取り組んでもらった。

#### 5.3.1 学習ポータル $\beta_1$ から $\beta_2$ への開発

（09/11/13 学習開始 → 09/11/15 学習終了・アンケート回収 → 09/11/16 インタビュー）

##### ◆ コンセプトマップの作成ルールと練習について

##### 【 $\beta_1$ の概要】

$\beta_1$ では、「コンセプトマップとは」のページにおいて、コンセプトマップの紹介と、概念ラベルを矢印や線で結んだら必ずリンクワードを書くことが必要であるというルールを記した（図11を参照）。

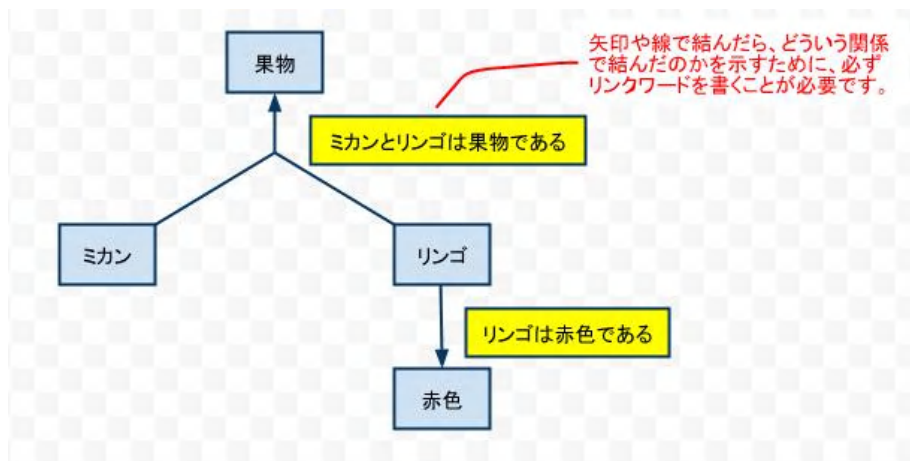


図 11  $\beta_1$  で示したルール

また、コンセプトマップの作成の練習については、同程度の内容のものを 2 種類用意して取り組ませた（図 13 と図 14 は解答例）。

ファイル 編集 表示 挿入 表示形式 表 ツール ヘルプ

スタイル Arial 12 pt B I U A リンク

☆ 皆さんはコンセプトマップというものをご存知ですか？ よく知っているよという方は復習を兼ねて、そんなのは初めて聞いたよという方はこの機会に、コンセプトマップというものについて学んでみましょう。

コンセプトマップとは・・・

☆ コンセプトマップとはどういうものか、わかりましたか？ では、習うより慣れるですから、初めての人はマップの描き方を練習してみましょう。コンセプトマップはテストではなく「言葉つなぎ」に近いものであり、やり直しや取り消しもできるので皆さん気軽にトライして下さいね。

練習 1   練習 2

練習 1 と 2 の解答例は、学習ポータル最終行からリンクで見ることができますので自分の描いたマップと比べてみて下さい。コンセプトマップでは、どの概念ラベルとどのようにつないだか、そして、つないだ時のリンクワードを何にしたかということが重要なので、四角い枠のどこから矢印や線を出すかは各自の自由です。

図 12 練習 1 と練習 2

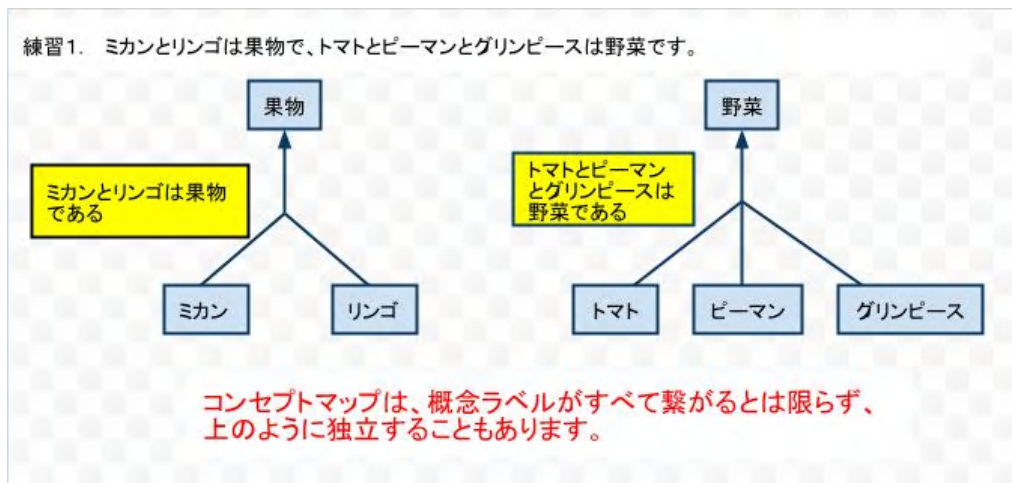


図 13 練習 1 の解答例

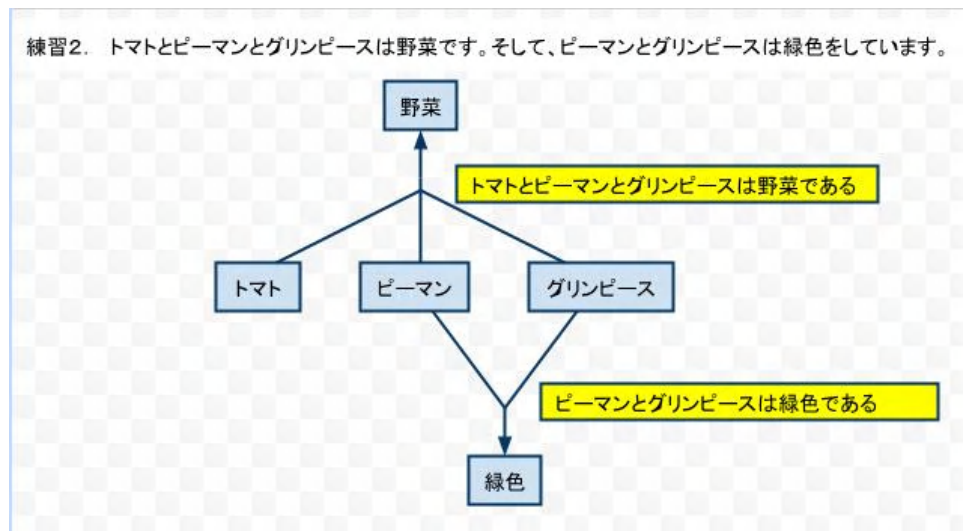


図 14 練習 2 の解答例

#### 【学習者からの評価と $\beta_2$ に向けての改善点】

矢印や線の引き方など、コンセプトマップを作成するときのルール説明を入れてほしいとの意見があったことから、図 11 に示したことが学習者にはルールとして理解されていなかったことがわかった。この評価を受けて、学習者に対してのルール説明がより明確になるように改善することにした（図 18 を参照）。

なお、練習については、学習者から特に不満な点は挙げられなかった。

## ◆ コンセプトマップの作成に取り組ませるタイミングについて

### 【 $\beta_1$ の概要】

5つの学習単元を終えた後に、

「波の現象」と「波の要素」、 「正弦波」と「縦波・横波」

というタイトルで2つのコンセプトマップの作成に取り組ませた。

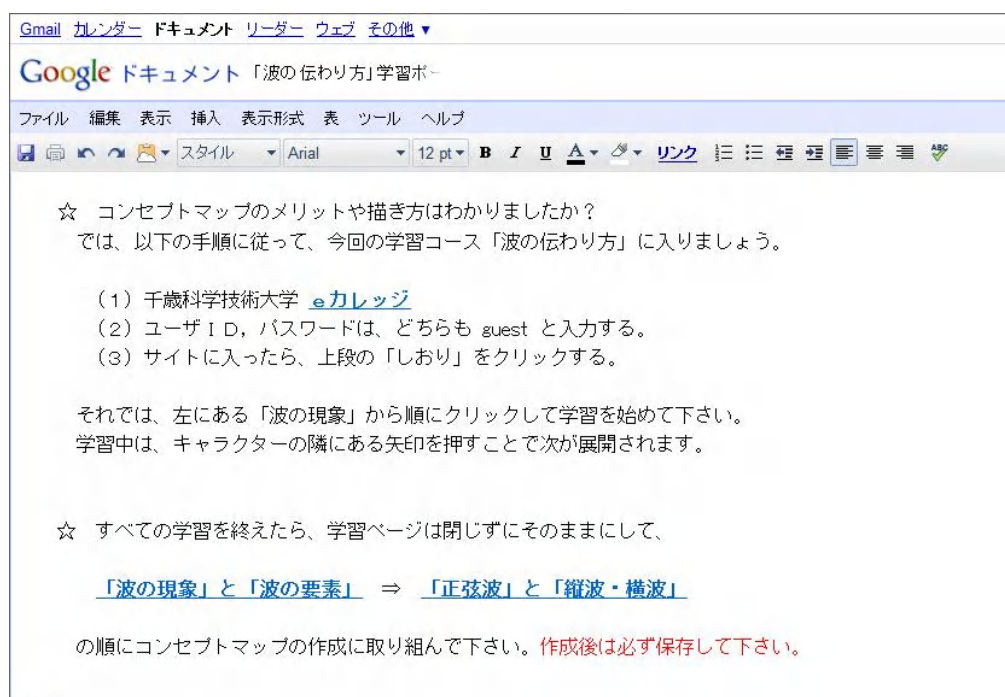


図 15 すべての学習を終えてからコンセプトマップの作成

### 【学習者からの評価と $\beta_2$ に向けての改善点】

インタビューにおいて、想定していた通り、高校で物理を学んだことがある2人も含めて5人全員が、学習前にコンセプトマップを作成するのは無理との回答であったため、学習後に取り組むというタイミングは問題がないということがわかった。従って、 $\beta_2$ でもこの点については変更なしで進めることにした。

## ◆ コンセプトマップの作成法について

### 【 $\beta_1$ の概要】

2つのコンセプトマップの作成とも予め概念ラベルだけを提示し、後は独力で作成させるようにした。

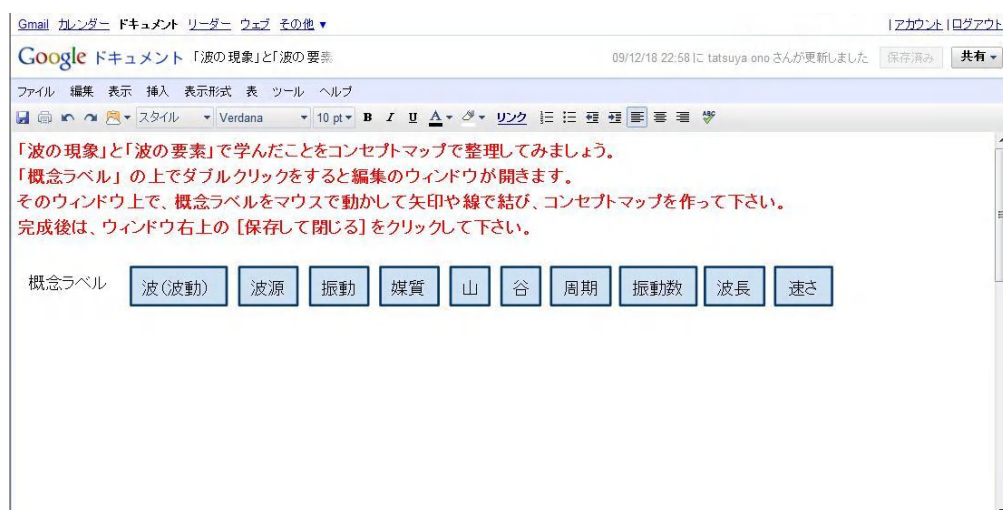


図 16  $\beta_1$ における「波の現象」と「波の要素」のコンセプトマップの作成

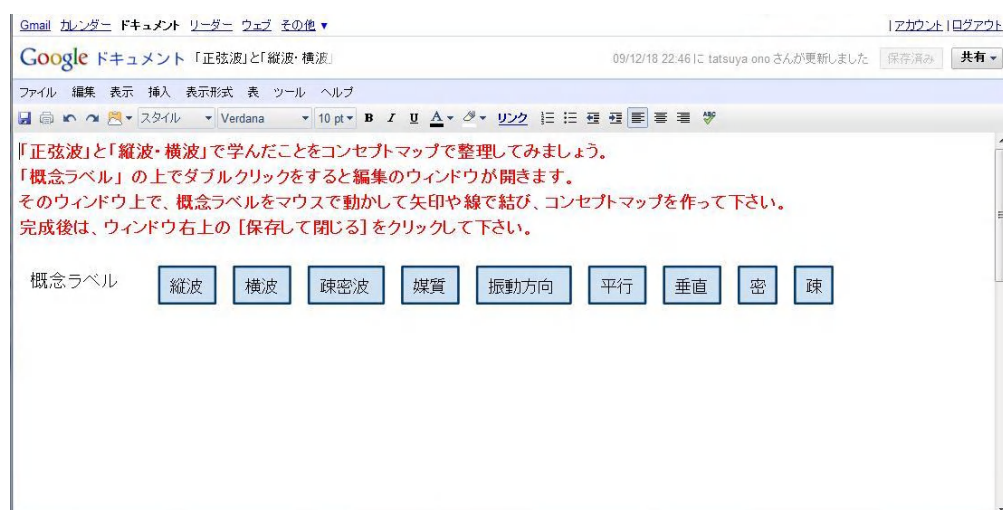


図 17  $\beta_1$ における「正弦波」と「縦波・横波」のコンセプトマップの作成

#### 【学習者からの評価と $\beta_2$ に向けての改善点】

物理の初心者でコンセプトマップの初心者でもある 5 名の学習者にはハードルが高すぎ、概念ラベルだけから作成できるものは 1 人もいなかった。インタビューでも、5 名とも何かヒントがなければ描くのは無理との回答であった。

$\beta_1$  では最もハードルの高い作成法に取り組ませたため、 $\beta_2$  ではハードルの低い 2 つの取り組みを行なうことにした。一つは、コンセプトマップの全体像を予め見せてしまい、空欄となっている未完成の部分に穴埋めさせる方法、そしてもう一つは、概念ラベルと共にリンクワードも予め与えてしまう方法である。



### 5.3.2 学習ポータル $\beta_2$ から $\beta_3$ への開発

(09/11/21 学習開始 → 09/11/23 学習終了・アンケート回収 → 09/11/24 インタビュー)

#### ◆ コンセプトマップの作成ルールと練習について

##### 【 $\beta_2$ の概要】

コンセプトマップの解説ページである「コンセプトマップとは」のタイトルを「コンセプトマップって何だろう」と変更した上で、 $\beta_1$ での学習者からの評価を受けて、コンセプトマップを作成する際のルールを新たに項目として加えることで明確にした。練習については、 $\beta_1$ からの変更はない。

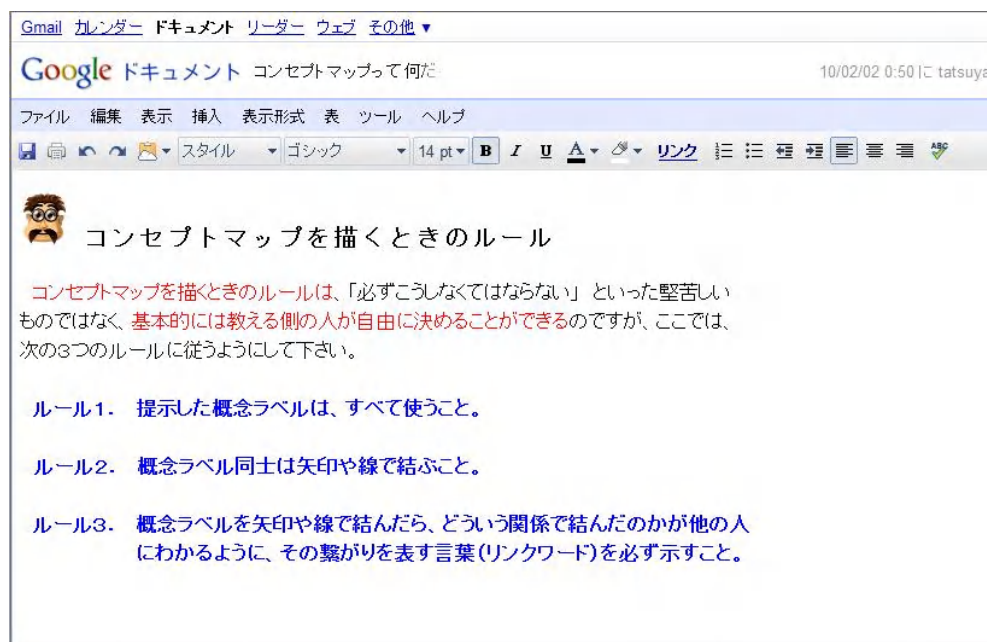


図 18 コンセプトマップを描くときのルールの提示

##### 【学習者からの評価と $\beta_3$ に向けての改善点】

新たにルール説明の項目を入れたことは、学習者へのインタビューでも良い評価を得ることができた。

コンセプトマップの描き方の練習は $\beta_1$ から変えず2つ用意してあったが、両方とも構造があまりにシンプルで簡単すぎるため、学習後に取り組む2つのコンセプトマップと比べてギャップを感じるという意見や、もう少し複雑な繋がりをもつコンセプトマップを作成する練習を入れて欲しいとの意見が挙がったため、 $\beta_3$ では概念ラベルの数が多い練習を新たに1つ追加することにした。

## ◆ コンセプトマップの作成に取り組ませるタイミングについて

### 【 $\beta_2$ の概要】

$\beta_1$ に続き、5つの学習単元をすべて終えた後にコンセプトマップの作成に取り組ませた。

### 【学習者からの評価と $\beta_3$ に向けての改善点】

アンケートやインタビューから、5つの学習単元を一通り終えてから2つのコンセプトマップの作成に取り組むよりも、関連する学習単元を終えた時点でコンセプトマップの作成に取り組む方が負担も感じず、学習した内容がきちんと理解できているかどうかをその都度把握できる、との声が多かったため、 $\beta_3$ では取り組ませるタイミングを次のように2つに分けることにした。

「波の現象」・「波形の移動と媒質の振動」・「波の要素」 の3単元の学習後

「正弦波（1）」・「縦波と横波（1）」 の2単元の学習後

## ◆ コンセプトマップの作成法について

### 【 $\beta_2$ の概要】

1つ目のコンセプトマップの作成は穴埋め型（完成したコンセプトマップを見せて、概念ラベルやリンクワードの所々に番号を入れて、その番号の所に適切な概念ラベルを入れさせるタイプ）とした。

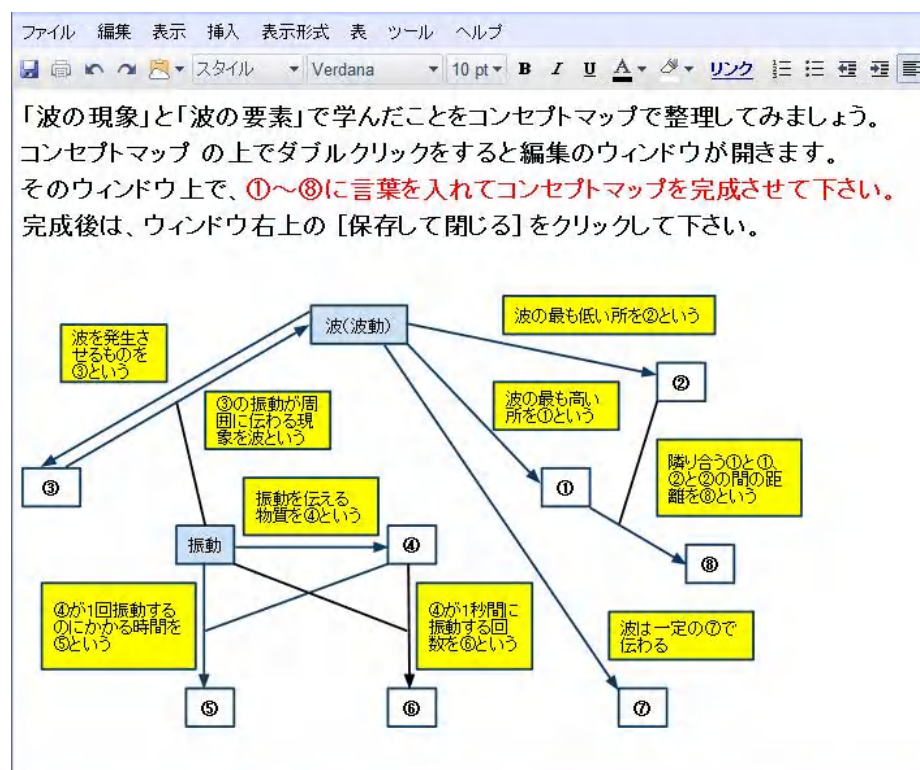


図 19 穴埋め型でコンセプトマップを作成させる



2 つ目のコンセプトマップの作成はリンクワード完全提示型（概念ラベルだけでなくリンクワードも与えてしまうタイプ）とした。

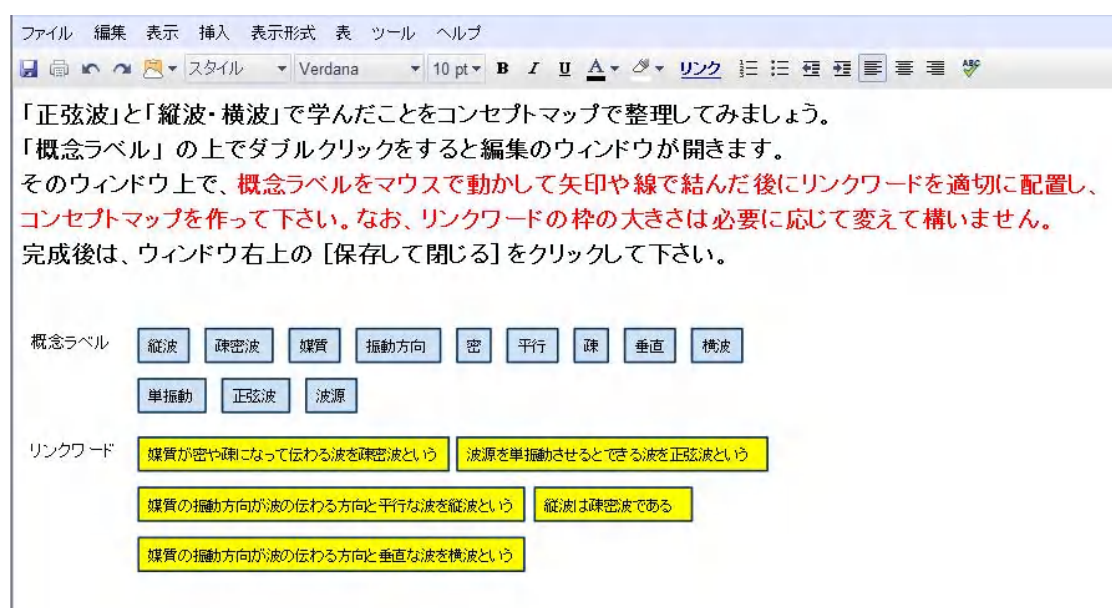


図 20 リンクワードを与えてコンセプトマップを作成させる

#### 【学習者からの評価と $\beta_3$ に向けての改善点】

穴埋め型については、番号の入っているところを埋めていく作業を通して、学習した内容を理解している部分と理解していない部分が把握できてよかったとの評価を得ることができた。ただ、その一方で、これでは単なる空欄補充の取り組みに過ぎないため、コンセプトマップの作成に取り組んでいるという感じがせず、空欄のある文章問題と何ら変わらないとの意見がほとんどであった。

リンクワード完全提示型については、リンクワードが与えられているとは言え、概念ラベル同士を矢印や線で結ぶ行為は自分で行なうので、コンセプトマップを作成しているという感じはしたという評価であった。ただ問題は、リンクワードが完全に与えられているため、仮に学習内容が理解できていなくてもコンセプトマップの描き方さえ知っていれば、リンクワードだけから概念ラベル同士を繋ぐことができてしまい、

- ・学習した内容が理解できたためにコンセプトマップが作成できたのか
- ・リンクワードがあったからできたのか

が自分で把握できない、との声が多かった。

またインタビューを通して、コンセプトマップを段階を踏んで描かせるように誘導して

もらえたら、もっと取り組みやすくなるとの声が多かった。

そこで、 $\beta_3$ においては、穴埋め型とリンクワード提示型の互いの良い点を組み合わせ、リンクワードを穴埋め型にした作成法を取り入れることにした。また、コンセプトマップを段階を踏んで作成させる取り組みも行なうことにした。

### 5.3.3 学習ポータル $\beta_3$ から Ver. 1.0 への開発

(09/11/28 学習開始 → 09/11/29 学習終了・アンケート回収 → 09/11/30 インタビュー)

#### ◆ コンセプトマップの作成ルールと練習について

##### 【 $\beta_3$ の概要】

コンセプトマップの描き方を練習するコーナーに、少し複雑な繋がりをするコンセプトマップを新たに1つ追加し、合計3つの練習を用意した。

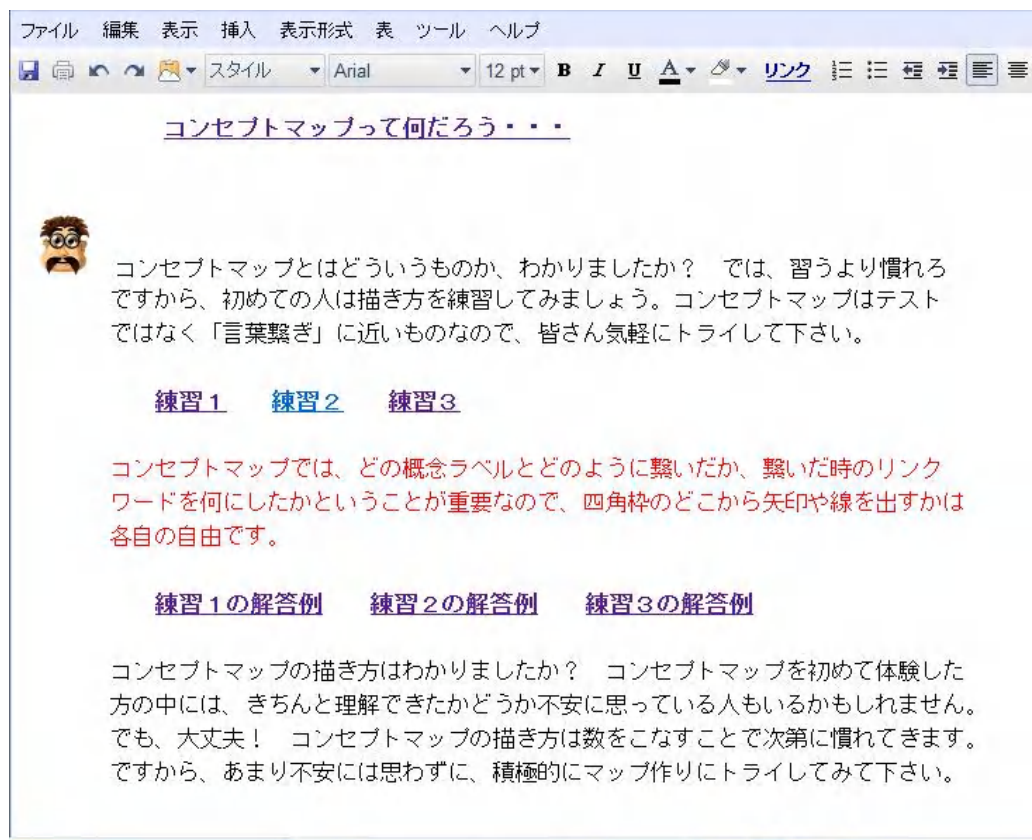


図 21 練習3の追加

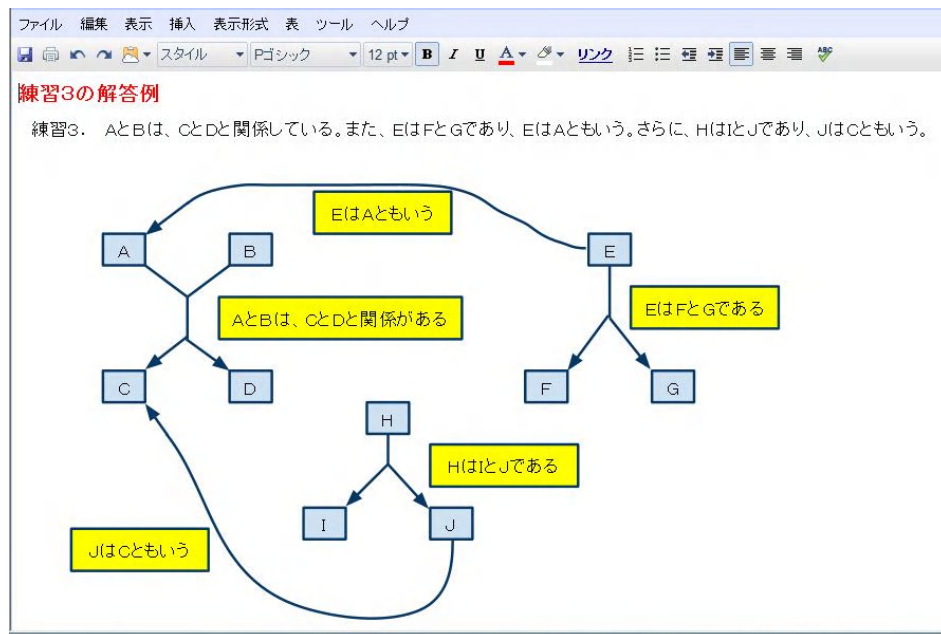


図 22 練習 3 の解答例

#### 【学習者からの評価と Ver. 1.0 に向けての改善点】

練習 3 が入ったことで、少し複雑なコンセプトマップの作成練習ができてよかった、という評価を得ることができた。その一方で、例えば「AとBはCである」といった関係をコンセプトマップに描く際、“AとB”という関係はどのように線で結べばよいのかがわかりにくいとの意見が挙がったため、Ver. 1.0 では、この点をルール説明のところに盛り込むことにした。

#### ◆ コンセプトマップの作成に取り組ませるタイミングについて

##### 【 $\beta_3$ の概要】

「波の現象」・「波形の移動と媒質の振動」・「波の要素」の 3 つの単元と、「正弦波 (1)」・「縦波と横波 (1)」の 2 つの単元、の学習後という 2 つのタイミングに分けてコンセプトマップの作成に取り組ませた。

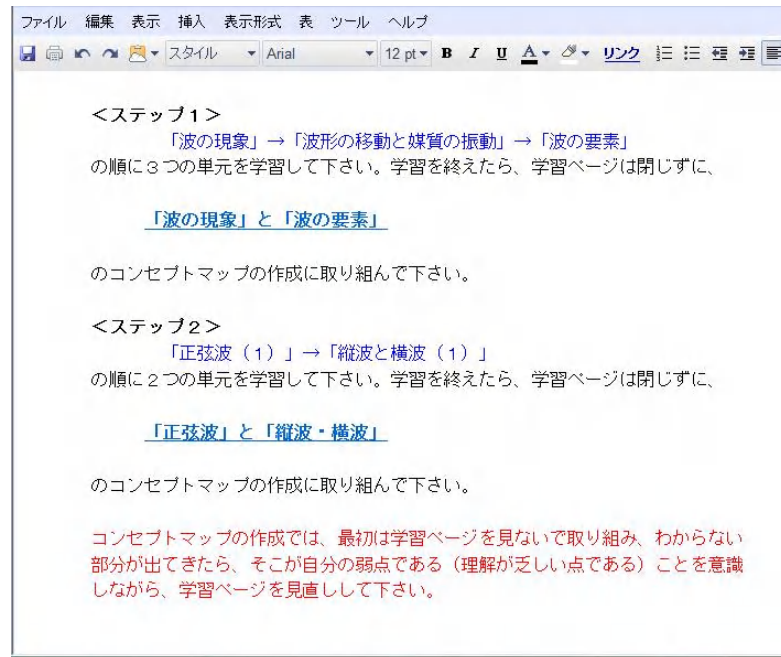


図 23 コンセプトマップを作成させるタイミングを2つに分ける

#### 【学習者からの評価と Ver. 1.0 に向けての改善点】

コンセプトマップに取り組むタイミングを2つに分けたことで、自分の理解度を確認しながら前に進むことができ（必要なら、単元に戻って復習した）、安心して学習を前に進めることができたというのが5名全員の評価であった。従って、Ver. 1.0 もこのままで進めることにした。

#### ◆ コンセプトマップの作成法について

##### 【 $\beta_3$ の概要】

$\beta_2$ での評価を受けて、2つのコンセプトマップを少しずつ段階を踏んで作成させることにした。この他に、概念ラベルを置くきっかけとなるように、2つのラベルを予めコンセプトマップの作成スペースに置いた。

ステップ1：穴埋め型のリンクワードを提示し、空欄（実際は番号が入っている）に該当の概念ラベルを入れる取り組みをさせて、まず最初にリンクワードを完成させる。

ステップ2：色付きの野線で囲まれたリンクワードの中で、同じ色のリンクワードを使って部分となるコンセプトマップを作成する。

ステップ3：少しずつ作成したコンセプトマップの全体を見直し、確認をする。

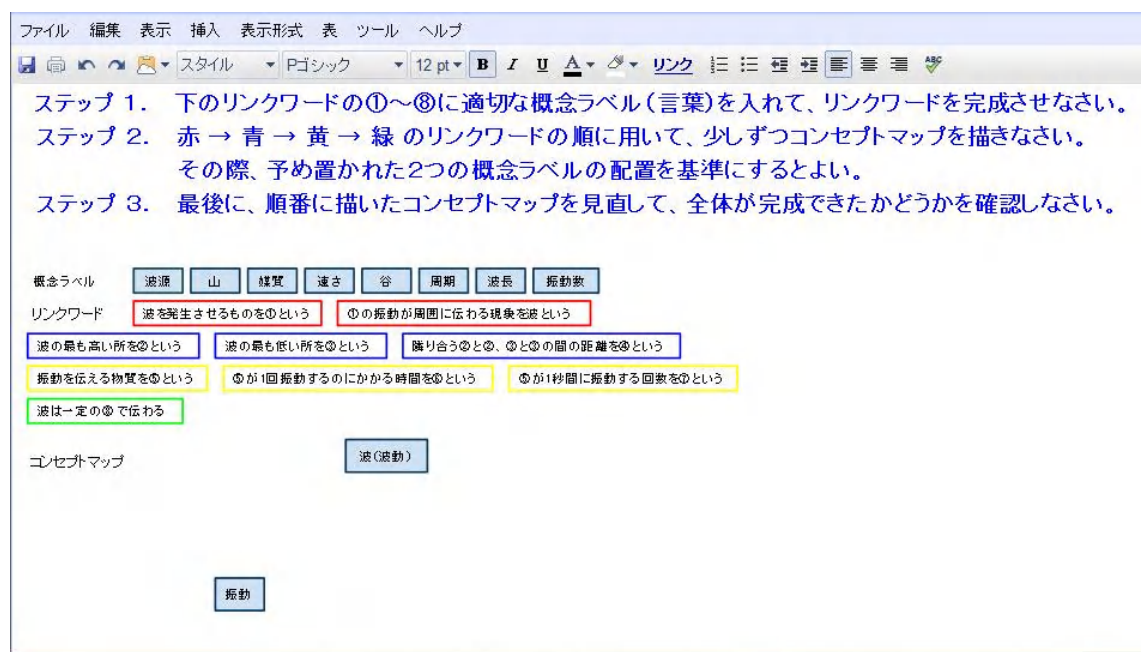


図 24 リンクワード穴埋め型でコンセプトマップを作成する

#### 【学習者からの評価と Ver. 1.0 に向けての改善点】

インタビューにおいて、この  $\beta_3$  は良い評価を受け、5 名の学習者とも、次の点で十分に満足できたとのことであった。

1. リンクワードの穴埋めを通して、学習内容の理解度（自分が理解できている部分、理解できていない部分）がすぐに把握できたこと
2. 最初からコンセプトマップの全体を作成しようとする的一步目がなかなか踏み出せず手が止まってしまうことが多かったが、少しずつ作成するというステップになったことで、戸惑うことなく取り組めたこと

なお、2 個の概念ラベルをコンセプトマップを作成するスペースに予め配置しておき、描く際のきっかけにしてもらおうという取り組みについては、あってもなくてもどちらでもよいという評価で、あまり意味がないことがわかった。また、リンクワードが書けるかどうかでコンセプトマップを作成できるかどうかのポイントであることがわかった。その意味で、 $\beta_3$  において、関連するリンクワードを同じ色の罫線で囲んだのはヒントの与え過ぎであった可能性も考えられる。それを示すように、1 つ目のコンセプトマップの作成法を段階的にしてもらえれば、2 つ目は独力で描けると思う、と学習者全員がインタビューで答えた。



このことから、Ver. 1.0 においては、1 つ目のコンセプトマップだけを段階的な作成法にした。また、リンクワードを色で区別することは行なわないことにした。

#### 5.3.4 学習ポータル Ver. 1.0 の開発

学習ポータル  $\beta_3$  を以下の通り必要に応じて改善し、2009 年 12 月 6 日に学習ポータル Ver. 1.0 の開発を終えた。

1. コンセプトマップの作成ルールのところ、“A と B” という関係の描き方についての注意書きを挿入した。

ファイル 編集 表示 挿入 表示形式 表 ツール ヘルプ

標準 Arial 12 pt B I U A リンク

### コンセプトマップを描くときのルール

コンセプトマップを描くときのルールは、「必ずこうしなくてはならない」といった堅苦しいものではなく、**基本的には教える側の人**が自由に決めることができるのですが、皆さんは次の3つのルールに従うようにして下さい。

**ルール 1.** 提示した概念ラベルは、すべて使うこと。  
**ルール 2.** 関係する**概念ラベル同士**は**矢印で結ぶこと**。  
(注意)

XとYということを表すとき

AとBは、Cである

Aは、BとCである

のように横に繋ぐのではなく、右の例のように繋いで下さい

**ルール 3.** 概念ラベルを矢印で結んだら、**どういう関係で結んだのか**がわかるように、その繋がりを表す言葉（リンクワード）を必ず示すこと。

図 25 ルール 2 の修正

なお、練習およびコンセプトマップの作成に取り組ませるタイミングについては、 $\beta_3$ からの修正は行わなかった。

2. コンセプトマップの作成法については、1 つ目のコンセプトマップだけを段階的な作成法にした。また、リンクワードを色で区別することはしなかった、なお、2 個の概念ラベルを予め置いておくという仕掛けについては、学習者から特に良い評価が得られたわけではないため、削除した。

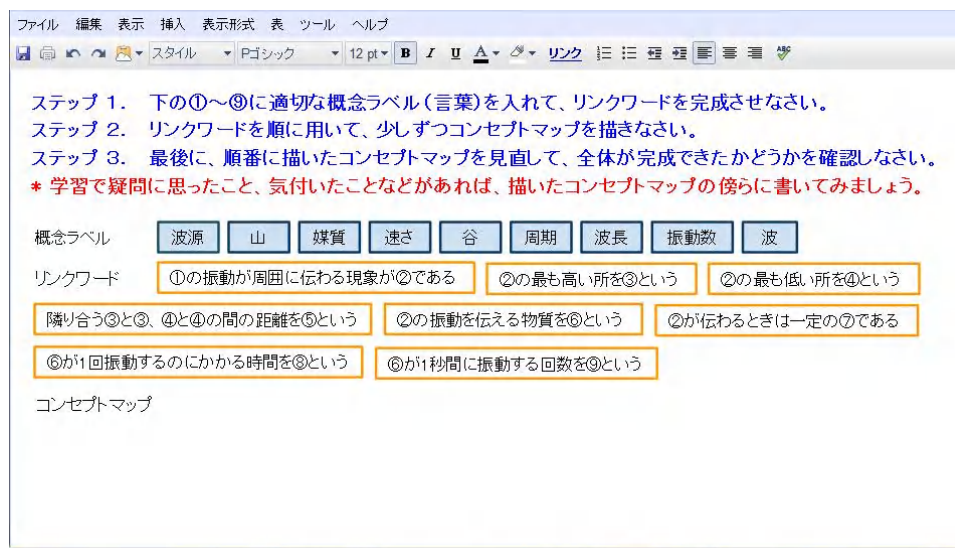


図 26 3つのステップを踏んだ1つ目のコンセプトマップ作成法

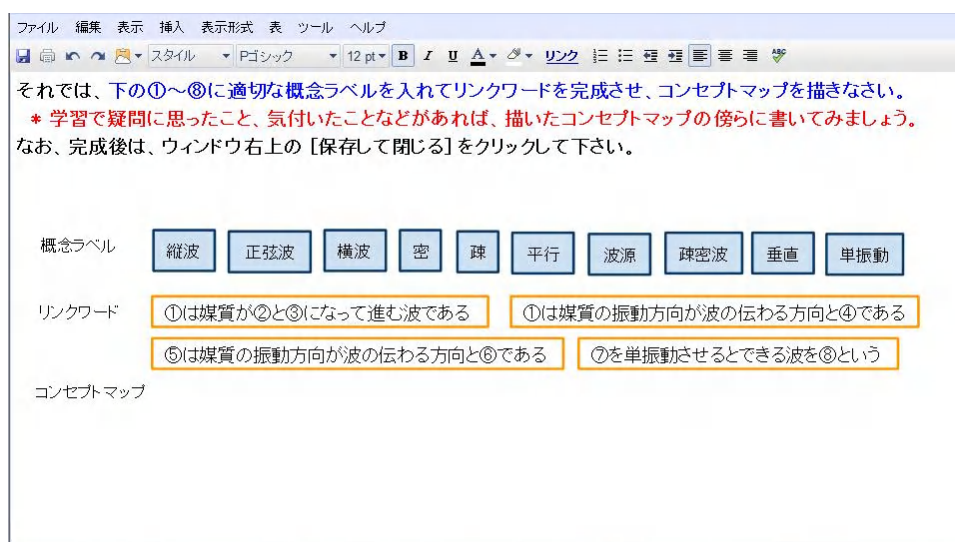


図 27 3つのステップを省いた2つ目のコンセプトマップ作成法

表 5.1 学習ポータル $\beta$ 版から Ver. 1.0 への設定と評価

|                |                                                                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\beta_1$ の設定  | <ul style="list-style-type: none"> <li>すべての学習単元を終了後に 2 つのコンセプトマップの作成</li> <li>概念ラベルのみを与えて、独力でコンセプトマップを作成させる</li> </ul>                                                                        |
| 学習者の評価<br>1 回目 | <ul style="list-style-type: none"> <li>いまの解説では、作成のルールがよくわからない</li> <li>コンセプトマップを作成するためのヒントのようなものが欲しい</li> </ul>                                                                               |
| $\beta_2$ の設定  | <ul style="list-style-type: none"> <li>コンセプトマップを作成させるタイミングは変えない</li> <li>学習後のコンセプトマップと同程度の複雑さをもつ練習の導入</li> <li>完成したコンセプトマップを与えて未完成部分を穴埋めさせる方法、リンクワードを与える方法、の 2 つの方法で作成させる</li> </ul>          |
| 学習者の評価<br>2 回目 | <ul style="list-style-type: none"> <li>関連する学習単元の学習後に作成する方が、その都度、自分の理解度が確認できてよいと思う</li> <li>完成したコンセプトマップの穴埋めは単なる空欄補充問題のようである。また、リンクワードが与えられてしまうと、学習をしなくてもコンセプトマップの作成法さえ知っていればできてしまう</li> </ul> |
| $\beta_3$ の設定  | <ul style="list-style-type: none"> <li>コンセプトマップを作成させるタイミングを、関連する学習単元の学習後に変更</li> <li>穴埋め式のリンクワードを提示し、リンクワードを完成させるように誘導し、それを使ってコンセプトマップの作成に取り組ませた</li> </ul>                                   |
| 学習者の評価<br>3 回目 | <ul style="list-style-type: none"> <li>穴埋め式のリンクワードが与えられたことで、穴埋めに取り組む過程で学習内容が整理できたため、概念関係をコンセプトマップとして作成することができるようになった</li> </ul>                                                               |
| Ver. 1.0 の設定   | 概念ラベルと穴埋め式のリンクワードがあればコンセプトマップは作成できるという $\beta_3$ の評価を基に、これ以外のヒント類は削除した                                                                                                                        |



## 第 6 章 学習ポータル Ver. 1.0 の形成的評価

学習ポータル（コンセプトマップ導入コンテンツ）Ver. 1.0 の形成的評価として 1 対 1 評価を行なった。その結果、3 つの練習と穴埋め式のリンクワードがコンセプトマップの作成に効果的であったとの評価を得ることができた。その一方で、Google ドキュメントの描画ツールの操作性が良くないためにコンセプトマップの作成に時間がかかり、楽しい取り組みとは言えなかったとの評価も得ることになった。

### 6.1 1 対 1 評価の実施

2010 年 1 月 30 日、拙者宅にて、高校時代に物理を学んだ経験のある 30 代後半の男性に協力して頂き、1 対 1 評価を実施した。まず最初に、この評価の趣旨とその目的（教材の欠点を見つけ出すために行なうものであり、わかりにくい点があれば、それは教材自身に問題があるということ）を伝えた上で、前提テストと事前テストを行なった。

まず、千歳科学技術大学 e カレッジの「波の伝わり方」の学習内容（正確には、本研究で対象とした 5 つの学習単元）が理解できることが前提条件となるため、前提テストは、高校を卒業しているか、日本語を理解できるか、四則計算ができるか、を確認する内容とした。

事前テストは、e カレッジの「波の伝わり方」に出てくる演習をランダムに入れ替えたものをプリント教材化して行ない、本教材の学習対象者となることを確認した。

また、この評価における観察プランでは、

- ・コンセプトマップの作成ルールをきちんと理解してくれるか
- ・コンセプトマップの作成法に戸惑わないか

という点にポイントを置き、特に、練習と、学習後の 2 つのコンセプトマップの作成の所で学習者を注意深く観察した。なお、この 2 つのポイントにおける経過時間の基準については、練習 1～3 の経過時間の基準はそれぞれ 5 分・5 分・10 分、学習後の 2 つのコンセプトマップの作成はそれぞれ 20 分・15 分とした（経過時間記録用紙は付録を参照）。

### 6.2 1 対 1 評価の実施結果

この評価過程においては、前節で挙げた観察プランでのチェックポイントを含め、特に質問などは挙がらなかった。しかしながら、学習後に行なう 2 つのコンセプトマップの作成のうちの 1 つ目の作成時間が、想定していた基準時間（20 分）の倍以上（42 分）かかって

しまうという結果になった。

学習後のアンケートにおいては、

- ・コンセプトマップの解説や練習を通して、作成のルールと描き方はわかった。
- ・関連する学習單元ごとにコンセプトマップの作成に取り組むのは良かった。
- ・穴埋めのリンクワードに取り組む過程で、学習内容の理解不足の所が把握できた。
- ・コンセプトマップの作成は学習に効果的だと思った。ただ、作成に時間がかかって楽しいとは思わなかった。コンセプトマップを簡単に作成できるソフトが使えるらよかったと思う。

という評価を得た。

また、学習者へのインタビューでは、Google ドキュメントの描画ツールがうまく操作できず、コンセプトマップのイメージは頭の中でできてはいたが、自分の思った位置に概念ラベルを動かしたり、うまく矢印を引くことができなかったために、作成そのものに多くの時間がかかったということであった。また、コンセプトマップをきれいに描こうとして、それにも時間が費やされたということで、この点は学習者の几帳面な性格が影響した可能性もある。

このように、学習後のアンケートではコンセプトマップに取り組むのは楽しいとは思えなかったという回答であった。しかし、その一方で、学習には効果的であったと回答しており、描画ツールの操作性がより向上し、コンセプトマップの作成がスムーズにできるようになれば学習者の印象も変わり、学習ポータル Ver. 1.0 で導入した取り組みは期待できる結果を得ることができたと考えられる。

## 第7章 研究の成果と考察

本研究によって、これまで対面同期で導入されてきたコンセプトマップを非同期型eラーニングに導入するときには、コンセプトマップを描くときのルールの明確化、課題として取り組ませるコンセプトマップと同程度の複雑さをもつ練習の実施、そして、学習効果を低下させない程度にコンセプトマップの作成を簡単にするヒントの提示、が配慮すべき点であることがわかった。

### 7.1 本研究の成果

本研究は、オンラインでコンセプトマップを作成させる取り組みを非同期型eラーニングによる学習に導入する際のポイントを明らかにすることを目的として行なった。そして、その成果として、これまで対面同期で導入されてきたコンセプトマップを非同期型eラーニングに導入するに当たっては、

1. コンセプトマップを描くときのルールの明確化
  2. 学習内容の概念構造と同程度の複雑さをもつ練習の実施
  3. 学習効果を低下させない程度にコンセプトマップ作成を簡単にするヒントの提示
- が配慮すべきポイントであることがわかった。

#### ◆ コンセプトマップを描くときのルールの明確化

コンセプトマップを描くときのルールの基本形は開発者であるノヴァクらの方法によるもので、概念ラベル同士を矢印や線で結んだら必ずリンクワードを書くというものである。しかし、コンセプトマップの作成を初めて経験した本研究の学習者は、実際に描き始めた段階で、例えば本研究の例で言えば、「AとBはCである」あるいは「AはBとCである」のような「～と～」という関係をいかに表現するのかといった点で悩む結果となった。

β版の開発過程において、学習者たちの多くは、

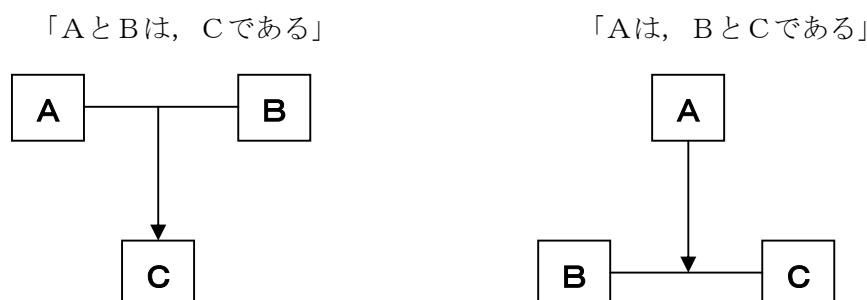


図28 学習者が悩んだコンセプトマップの表現形式

のように「～と～」で結ばれる概念ラベルを横線で結ぶ表現をしたが、このように描くと、“線から矢印を伸ばす”，あるいは“線に向かって矢印を引く”，ということになってしまい、これは“概念ラベル同士を矢印や線で結ぶ”というルールに適っているかどうか疑問となった。そこで、Ver. 1.0 では、この点も注意としてルールに盛り込み、描くルールをより明確化した。

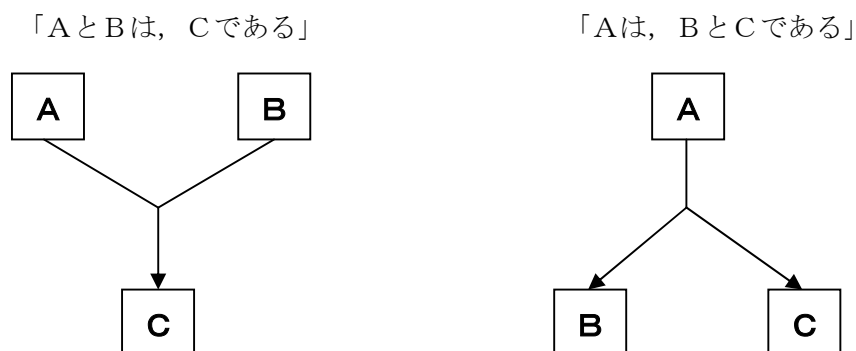


図 29 注意としてルールに追加した表現形式

また当初は、コンセプトマップについての解説文の中で、描く際の最低限のルールについて紹介する程度としていたため、学習者からはルールがよくわからなかったという評価があり、β版の評価・改善を通して、コンセプトマップを描くときのルールという項目を追加するという結果となった。

このように、対面同期ではない（教授者が傍らにいないために質問等がすぐにできない）状況にある非同期型 e ラーニングにおいては、学習者に対してルールを明確にすることがとても大切であることがわかった。

#### ◆ 学習内容の概念構造と同程度の複雑さをもつ練習の実施

コンセプトマップの作成に初めて取り組む学習者にとって、コンセプトマップというのがどのような構造をとるのか（シンプルで簡単な構造をとるのか、あるいは複雑な構造をとるのか）といった点は未知の部分である。そのため、簡単な構造をもつコンセプトマップだけを例に解説や練習を行なうと、“コンセプトマップというのは、それほど複雑な構造はとらないもの”という感覚をもってしまい、それを踏まえて課題に取り組む傾向が見られた。

これはβ版の開発過程で明らかとなり、課題が複雑な構造をもつことがわかると、同じように複雑な形になるコンセプトマップを作成する練習を取り入れて欲しいとの意見が学習者たちから挙がるようになった。もちろん、これはコンセプトマップ作成の経験不足か

らくるものであり，すべての学習者に当てはまるものではない．しかしながら，コンセプトマップの作成経験を前提条件にしない場合には，本研究で明らかとなったように，学習内容の概念構造と同程度の複雑さをもつ練習の実施は不可欠であると考えられる．

#### ◆ 学習効果を低下させない程度にコンセプトマップ作成を簡単にするヒントの提示

コンセプトマップの描かせ方について， $\beta_1$ の開発においては，概念ラベルだけを与えて独力で作成させる方法を導入したが，学習者全員が白紙という結果に終わり，作成するに当たって，何らかのヒントが必要との評価であった．そして，その後の $\beta_2$ と $\beta_3$ の評価・改善を通して，リンクワードが書けるかどうかコンセプトマップを描けるかどうかのポイントであることがわかった．

ところで，皆川（1999）は，完成されたコンセプトマップ上において，いくつかの概念記入箇所を空白にし，そこに適切な概念を埋める形式（皆川は，これを概念地図完成法と名付けた）での実験を行ない，概念間の関係把握が促進されることを確かめている．

そこで，この先行研究をもとに，本開発でも $\beta_2$ において1つ目のコンセプトマップに同様の方法を導入した．その結果，確かに学習後のアンケートやインタビューにおいて穴埋めをするプロセスを通して自分が理解している部分と理解していない部分が明確になったという一定の評価は得たものの，概念同士を矢印や線で結ぶという作業がないために，コンセプトマップの作成に取り組んでいるという感じがしなかった，というのが学習者全員の評価であった．すなわち，完成したコンセプトマップの穴埋め（図 30）やリンクワードを完全に与えてしまう方法（図 31）はヒントの与えすぎということが考えられる．

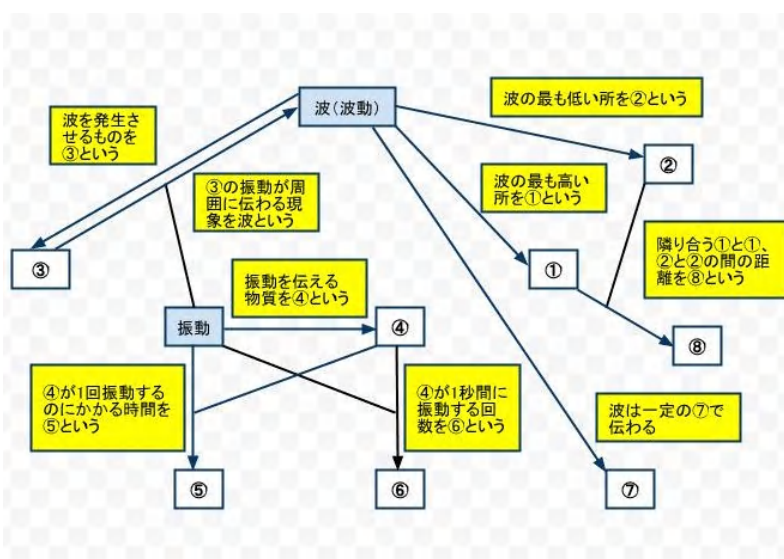


図 30 穴埋め型のコンセプトマップ作成法

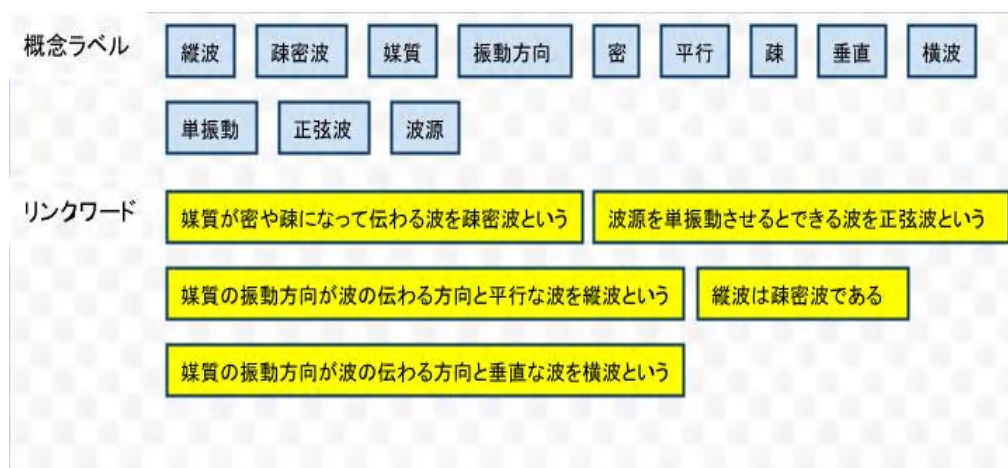


図 31 リンクワード完全提示型のコンセプトマップ作成法

これらの結果から、ヒントとして未完成（穴埋め式）のリンクワードを与えて学習者の概念間の関係把握の促進を諮りつつ、あくまでもコンセプトマップは自分の力で作成させるという方法（図 32）が、本研究で導びかれたものである。

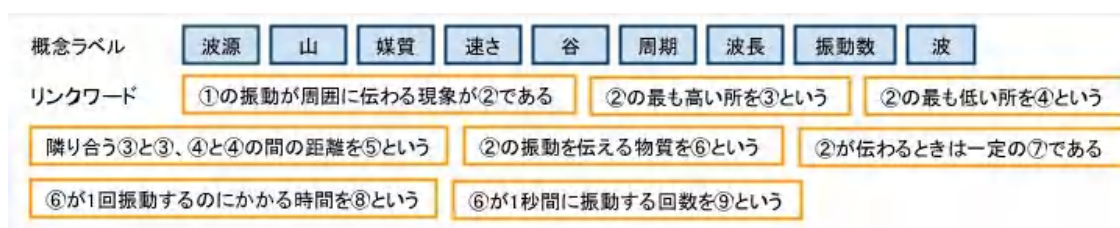


図 32 リンクワード穴埋め型のコンセプトマップ作成法

また、本開発では、この作成法に加えて、少しずつコンセプトマップを描かせるという取り組みも行なった。同様の取り組みをした先行研究については現状では見当たらないが、この取り組みについては、本開発の協力者 5 名と 1 対 1 評価の学習者 1 名の全員がコンセプトマップの作成を初めて経験した者であったという要因が非常に大きいと考える。それを裏付けるように、β 版の開発過程において、1 つ目のコンセプトマップを段階踏んで作成させる取り組みをしてもらえれば、2 つ目は自分の力だけで作成できると思う、と学習者たちはインタビューで答えている。

つまり、コンセプトマップを作成するためには単に概念同士の関係が把握できればよいのではなく、（至極当然のことではあるが）コンセプトマップを作成するためのコツを知っていることも非常にポイントであることがわかる。すなわち、コンセプトマップの作成

を数多く経験することで作成のコツが習得できるものと考えられ、その意味で段階を踏んで作成させる方法は、コンセプトマップを初めて経験する学習者には効果があったと考えられる。

## 7.2 考察

$\beta$  版の開発過程において、概念ラベル同士を結ぶ際に、矢印ではなく線で結ぶ方が作成しやすいという意見が多く挙がった。

これは、練習に挙げたような「ミカンとリンゴは果物である」という関係は、ミカンとリンゴから果物に向かって矢印が伸びることはわかりやすいが、例えば「波源が振動して波が起こる」といった場合には、波源・振動・波が互いに関係し、それらが線で結ばれることまでは理解できたが、この3つの概念同士の関係を矢印で結んでいく作業が難しかったというものである。

しかしながら、矢印は上位概念と下位概念との関係や、因果関係を表現するためには不可欠である。このことから、学習者がこれらの関係の理解までは至っていなかったか、本研究におけるコンセプトマップの作成法（概念ラベルとリンクワードの設定の仕方など）によっては、学習者の理解が変わった可能性も否定はできない。学習効果を保持しつつ、矢印を引くことの難易度を軽減させる方法を検討することが必要であろう。

いずれにしても、こうした点は、教室での授業や同期型 e ラーニングなど対面同期型であれば、その場で迅速なフォローやアドバイスが学習者に対してできたと考えられる。すなわち、これは、教授者が傍らにいない非同期型 e ラーニングにおいては問題点を把握しにくいことを示した例とも言える。

## 第8章 課題と展望

本研究を通して、教授者が学習者の作成したコンセプトマップを読み解く（個々の学習者の理解の仕方を読み解く）のに時間がかかって即時フィードバックが難しいことや、学習時間が長くなることがわかった（学習時間が長くなることについては、予想していたことではある）。しかし、学習時間が長くなった要因の一つには、コンセプトマップを作成する描画ツールのユーザビリティの低さにもあり、この点は今後のツール開発が求められる。

学習時間の増大は学習者の学習意欲を低下させる可能性が高いが、学習時間を短縮させるためにコンセプトマップの作成に多くのヒントを与えすぎるのは、逆に学習効果を低下させることに繋がる。

こうした課題が、現状ではコンセプトマップを作成させる取り組みがeラーニングに取り入れられていない要因の一つとも考えられるが、この点についてはさらなる研究が必要である。

また、本研究においてはコンセプトマップの作成に関連する学習単位ごとに行なったために5つの学習単位で2つのコンセプトマップを作成させたが、5つの単元を1つ学習する度にコンセプトマップの作成に取り組ませた場合と、今回の場合での知識の定着度については今後の課題と言える。

さらに、非同期型eラーニングにおける、概念ラベル・リンクワード・矢印の効果的な表記ルールの検証も課題と言える。

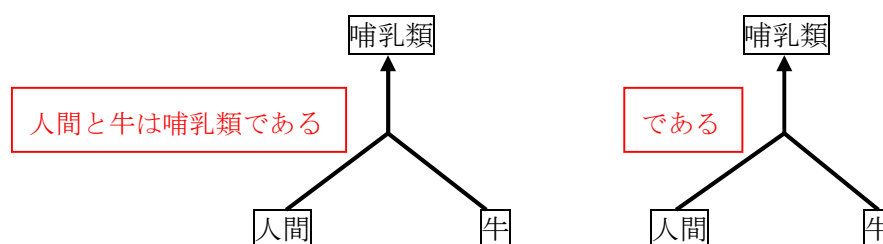


図 33 リンクワードの提示法

例えばリンクワードの表現方法については、現状では図のように、主語・目的語・述語のすべてを書かせるもの（左）や述語しか書かないもの（右）などが一般的に用いられているが、これ以外にも効果的な表現方法があるのかどうか、また、こうした表記ルールの違いによって構造的理解に差が生じるかといった点は今後の検討課題として取り組みたい。



## 文 献

### 引用文献

- 1) 佐藤隆博：「構造学習法の入門」（明治図書, 1996）
- 2) 花房哲也，船越俊介：情意面を考慮した高等学校数学における学習指導，神戸大学  
発達科学部研究紀要，第9巻第1号，2001.

### 参考文献

- ・ Joseph D. Novak：「LEARNING, CREATING, AND USING KNOWLEDGE」（Routledge, 1998）
- ・ 福岡敏行 編：「コンセプトマップ活用ガイド」（東洋館出版社, 2003）
- ・ 広瀬弘行：生徒が学習による自らの変容を自覚できる指導法の工夫，神奈川県立総合教育センター長期研修員研究報告 3, pp17-20, 2005
- ・ 西岡正江，他：中学校家庭科食物と栄養の学習における学習ツールとしての概念地図作りに関する研究，横浜国立大学教育人間科学部紀要. I，教育科学 4，pp. 153-167，2002.
- ・ Sizmur, S. and Osborne, J.：Learning processes and collaborative concept mapping. International Journal of Science Education, 19(10), pp. 1117-1135, 1997.
- ・ 山口悦司，他：理科授業におけるインタラクションに関する研究，日本理科教育学会研究紀要，第37巻，第3号，pp. 1-13, 1997.
- ・ 余田義彦，他：実験活動に概念マップの提示・作成を取り入れた小学校理科CAI「てこ」コースの開発，日本科学教育学会 年会論文集 6, pp. 69-70, 1982.
- ・ 森田裕介，他：学習内容の提示におけるコンセプトマップの効果的な表現形式に関する一検討，日本教育工学論文誌，23(3), pp167-175, 1999.
- ・ 皆川 順：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, 1999, 47, pp328-334.
- ・ 久保田 英慈：科学概念学習における生徒評価と授業設計の関係に関する研究，日本科学教育学会研究会研究報告 19(4), pp. 45-50, 2005.
- ・ 齋藤 昇：創造的思考を活性化する方法，日本科学教育学会研究会研究報告，Vol. 22, No. 2, 2008.
- ・ 山口悦司，他：コンセプトマップ；理科教育における研究動向とその現代的意義，理科教育学研究，Vol. 43, No. 1(2002)

- ・湯浅且敏：電子メディア上で作成された概念地図の特性と学習効果，日本教育工学会論文誌, 31(2), pp143-152, 2007.
- ・Natan, N. & Barkai, I. (2001). Concept Maps E - Learning Environments. In C. Montgomerie & J. Viteli (Eds.), Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2001 (pp. 1396-1397).
- ・皆川 順：理科の概念学習における概念地図完成法の効果に関する研究, Japanese Journal of Educational Psychology, 1997, 45, pp464-473.
- ・鈴木克明：「教材設計マニュアル」（北大路書房, 2006）
- ・ウォルター・ディック, 他：「はじめてのインストラクショナルデザイン」（ピアソン・エデュケーショナル, 2006）
- ・佐藤隆博, 他：「教育情報工学の応用」（コロナ社, 1991）

## 謝辞

本研究におきまして、多大なるご指導を頂きました江川良裕先生，入口紀男先生，鈴木克明先生，また，コンセプトマップ作成ツールや対象とする科目についてのご助言を頂きました中野裕司先生に感謝申し上げます．

そして，様々な場面を通して励ましのお言葉を頂いた教授システム学専攻の諸先生方と諸先輩，同期の三期生の皆様に感謝申し上げます．有難うございました．

## 付 録

\* 付録は本来 p. 47 ～ p. 102 に相当しますが，Web での公開に当っては，別途，許諾が必要となる部分が含まれるため，掲載は控えさせて頂きました．