

# 学習者の関心の変容に関するコンセプトマップ分析手法 — オントロジー工学的手法による接近 —

中澤 正江 池田 満

北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科  
〒923-1292 石川県能美郡辰口町旭台 1-1

E-mail: {masae-n, ikeda}@jaist.ac.jp

あらまし 近年、横断的学問領域が次々と立ち上がってきている。横断的学問領域においては、学習者はさまざまな分野との接点（講義など）を通じ、自身の関心を変容させていくと考えられる。我々は、その変容を明らかにするためのオントロジー工学的手法の確立を目指している。本稿では、学習者の学問的関心をコンセプトマップとして収集・分析する手法の提案と、その実験結果の考察について報告する。

キーワード オントロジー、概念地図、理解変容、学習支援

## An Analytical Method of Concept-Map to clarify Learners' Concerns changes — An Ontological Engineering Approach —

Masae NAKAZAWA Mitsuru IKEDA

Japan Advanced Institute of Science and Technology  
1-1 Asahidai, Tatsunokuchi-machi, Nomi-gun, Ishikawa, 923-1292 Japan  
{masae-n, ikeda}@jaist.ac.jp

**Abstract** Recently, Crossover academic domain has been formed. Learners who belong to crossover academic domain change own concerns by their various learning experiences (lecture etc.). Our aim is establishing the technique for explaining change of learners' concerns. We collected the data about the learners' Concept-Maps of their academic concerns. In this paper, we propose an ontology based analytical method of Concept-Map, and analyze experimental results.

**Keyword** Ontology, Concept Map, Understanding Change, Learning Support

### 1. はじめに

近年、経済物理学、経営工学、知識科学などの横断的学問分野が次々と立ち上がってきている。このような横断的学問分野形成の場面では、複数の学問分野を体系的に複合させることが重要ではあるが、非常に難しいのが実情である。一方で、そのような分野の教育の場面では、多くの教師は個々の専門性に重心をおいて学習を支援することが多く、複合の視点が教育の場面に適切に反映されないことも多い。そのような中で、学習者は、複数の専門分野について学びながら、分野を複合した学問的関心を洗練（転化・詳細化）することになる。

我々は、横断的学問分野における学習者の学問的関心の洗練プロセスに関心を持っている。本稿では、学習者の学習活動の中でも特に「受講」という学習経験に着目し、その前・後における学問的関

心の変容と教師が講義の中で与えた情報との関わりを明らかにするための試みについて報告する。

### 2. 研究対象と接近方法

#### 2.1. 研究対象

本研究では、我々が所属する研究科での学習者の受講と学問的関心の洗練プロセスの関係を対象とした。本研究科では、文理融合の専門家育成の理念のもとで経営学、システム工学、情報工学などを柱にした、「文理融合」を目指して関連専門分野の講義が展開されている。

上述した研究目的を達成するための基礎データとして、本研究では本研究科の学生について、以下の3点を調査することとした。

- (1) 講義内容
- (2) 学習者が受講前に持っていた学問的関心
- (3) 学習者が受講後に持った学問的関心

## 2.2. アプローチ

我々は、前述の3つの調査項目について、次のようにアプローチする。

### (1)講義内容

実験期間(今回は1-2学期)に講義を担当する教師に講義意図を記述してもらう。

### (2)学習者が受講前に持っていた学問的関心

実験期間前の学習者に「知識科学に関する学問的関心」で記述してもらう。

### (3)学習者が受講後に持った学問的関心

同様に、実験期間後に学問的関心を記述してもらう。

(2)と(3)の差異が学習者の学問的関心の変容にあたる。その変容と(1)の結果の関連を分析することが本研究の目的である。(図1参照)

このアプローチの基礎となるのがコンセプトマップとオントロジーである。

**コンセプトマップ:**教師の講義意図、学習者の学問的関心の表現図式(4.で詳述)。

**オントロジー:**コンセプトマップを比較するうえで基準となる概念体系(3.で詳述)

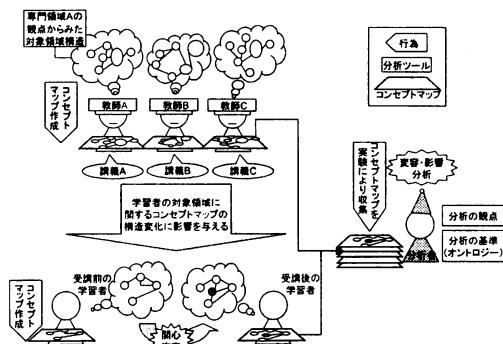


図 1: 接近方法

## 3. 本研究におけるオントロジーの役割

オントロジーとは、本来哲学用語で「存在論」という意味である。知識処理においては、対象世界に「何が存在している」と見なしてモデルを構築したかを(共有を指向して)明示的にしたものであり、モデル記述の土台となる基本概念や概念間の関係を体系に示したものである[1]。

本研究においては、オントロジーは同義語・類義語の同一化や、概念の抽象度の調整をはじめ、コンセプトマップに表現された教師の講義意図や学

習者の学問的関心を質的に分析する際の基準としての役割を担う。

本研究で構築しているオントロジーは、大きく以下の二つの概念のもとで組織化されている。

**目的概念:**学生・教師が対象分野について持っている「知りたい」「作りたい」などの目的を明らかにする概念。これは、コンセプトマップから、学習者の学問的関心の中心的内容、教師の講義意図の中心的内容を明確にするための基準として働く。

**ドメイン概念:**知識科学における理論・手法・現象などの概念体系。(例:「SECIモデル」や「W型問題解決学」は「知識創造理論」の一種(is-a)である)。これは、主に、用語の抽象度の調整、リンクの意味の考察の基準として働く。

## 4. コンセプトマップ

教師の講義意図、学習者の学問的関心の変容を表現する媒体として、概念地図法[2]を参考にしてコンセプトマップをデザインした。

概念地図法とは、メタ学習の促進などを目的として教育に導入された方法で、概念地図という表現媒体により、「命題の形をとって、概念間の有意味な関係の表現をねらっている[2]」ものである。概念地図は、多くの教育の現場で採用されている。日本の研究事例としては、理科授業での自己評価への利用[3]などがある。

これらの研究は、学習者の理解内容などを、概念地図を用いて表現することが可能であることや、そこに表現されたものがその後の学習方略などに活かすための示唆に富んでいることを示している。

本研究では、これらの研究を参考に、次の2点に配慮してコンセプトマップをデザインした。

- ・初めて概念に関するマップを作成する人は、マップ作成のために様々な概念を導入すると、混乱してしまうので、ストレスを軽減するように、マップの構成概念をできるだけ少なくする。

- ・白紙からマップを作成すると、どこから書き始めてよいのかわからないなど記述者の負荷が大きいので、マップ作成の手がかりを与える。具体的には、「理論」「手法・ツール」「対象(現象)」の3つの手がかりノードをあらかじめマップ中に設置した。

上記2点に配慮し、予備実験を行いながらコンセプトマップをデザインした。

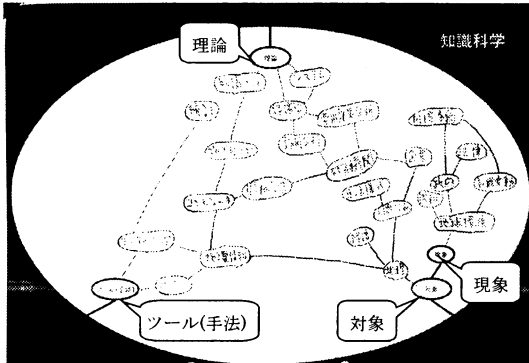


図 2:実際に採用したコンセプトマップ ver.6

### 5. 実験計画と結果

実験は、実験手順・方法・指示内容の検討を目的とした予備実験、学習者への受講前の学問的関心の調査を目的とした本実験(学習者:事前)、受講後の学問的関心の調査を目的とした本実験(学習者:事後)、教師への講義意図の調査を目的とした本実験(教師)の4種類を行った。各実験の詳細を表1に、実験フローを図3に示している。

表 1:実験対象・被験者人数・実験時間

実験名	実験対象	人数	実験時間
予備実験	修士2年(M2)	7	25~80分/人
本実験	学習者 事前	1-2期受講前のM1	30~60分/人
	学習者 事後	1-2期受講後のM1	
	教師	1-2期の講義担当者	*12

\*重複あり

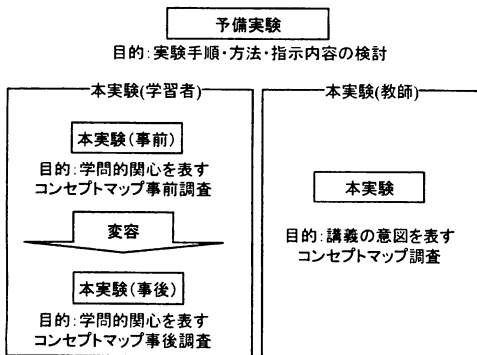


図 3:実験フロー

#### 5.1. 予備実験結果

予備実験では、実験手順・コンセプトマップの改良を行った。観察された問題点と、それに基づく改

良点を表2にまとめた。具体的に予備実験を通じた改良の過程で使用したコンセプトマップを、図4、図5に示している。

手順の改良点としては、最初、キーワード数を10個以上としていたところ、示唆に富んだマップが得られなかったため、キーワード数20個以上とした。ただし、20個以上を一度に想起させると、被験者に負担がかかるので、想起を2度にわけた。また、リンクを書きやすいマップを目指すうち、リンクが多すぎるマップが作成されるようになった。リンクは「関連」というあいまいな関係を示すため、被験者によってはほぼ完全グラフのようなマップが得られることもあった(図5参照)。このような被験者のために、「リンクは5本以下が目安」という指示を新たに加えることにした。

コンセプトマップ全体の改良点としては、最初(図4参照)手がかりノードを中心に配置し、中心から外に向けてリンクを記入する形を採用していたが、中心のノードを迂回してリンクを書き込まねばならないため、手がかりノードを外周に配置して、内側にリンクを伸ばす形に変更した(図5参照)。

また、キーワードを配置するときの手がかりノードの選定も行った。

当初は、「目的」「ツール」「手法」「背景分野」「必要知識」「理論」「対象分野」「適用領域」「現象」などの候補を挙げていたが、「関連人物」が活用されない傾向があったので削除することにした。また「背景分野」は、「理論」から派生することがわかったので、「背景分野」ノードを削り、その代わりに「理論」を手がかりノードとして与えることとした。「目的」のノードは、使い方が人によって様々で統制できなかった。

表 2:コンセプトマップ v.1 問題点と改良点

観察された問題点	改良点
キーワード数10個以上としたところ、分析するために必要な情報が十分に得られなかった	キーワード数20個以上 想起は2回に分ける
中心のノードを迂回してリンクを書き込まねばならない	手がかりノードを外周に配置して、内側にリンクを伸ばす形に変更
「関連人物」の手がかりノードが活用されない	関連人物のノードを手がかりノード候補からははずす
「理論」ノードから「背景分野」ノードにあたるキーワードが派生してくる	「背景分野」は「理論」ノードに集約
「目的」という手がかりノード使い方を統制できない	目的は文章で別手順で記入させ、手がかりノード「目的」は削除
リンクが多すぎる	「リンクはノードあたり5本以下を目安とする」という指示を追加

たので、削除した。

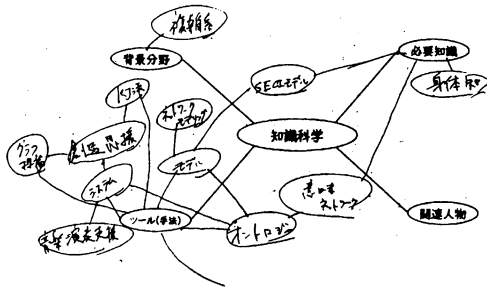


図 4:コンセプトマップ ver.1

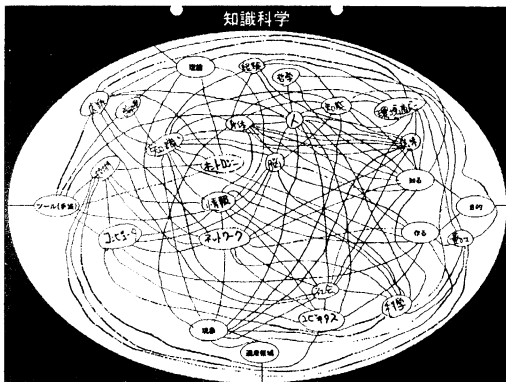


図 5:コンセプトマップ ver.3

予備実験の結果、コンセプトマップを ver.6 までバージョンアップした。このような経過を経て、手がかりノードについては、「理論」「対象(現象)」「ツール(手法)」の3つの手がかりノードを与えたところ、示唆に富んだマップが得られ、被験者によるばらつきもある程度統制できたので、これを採用した。キーワード数は、合計 20 個のキーワードを 2 度にかけて想起するよう指示することにし、マップの形は内側にリンクを伸ばす形を採用した(図 2 参照)。更に、リンクは 5 本以下を目安とするという指示を加えることとした。

## 5.2. 本実験手順

予備実験結果を踏まえ、以下の手順で本実験を行った。

- 1: 被験者に知識科学(対象分野)に関するキーワードを 10 個想起させる。(教師への実験では、講義の中で表現したことに関するキーワード)
- 2: 被験者に手順 1 で挙げたキーワードについて重要度 (10 段階)を評定させる。
- 3: 被験者に知識科学(対象分野)と自分との関わり

を短文で表現させる。

4: 被験者に手順 1 で挙げたキーワードをコンセプトマップ上に配置させる。関連のあるもの同士をリンクで結ばせる。(リンクは 5 本以下を目安とする)

5: 被験者に新たにキーワードを 10 個追加させ、コンセプトマップ上に配置させ、リンクで結ばせる。

手順 2 の「重要度」は、コンセプトマップの予備編集手順を検討する際のデータとして、また、手順 3 の短文記述は、コンセプトマップを読み解く際の参考データとして収集している。

## 5.3. 本実験結果

前節で紹介した手順で収集したコンセプトマップの例を図 6 に示す。

手順1&2			
アウェアネス支援	評定10	人間工学	評定5
知識創造	評定4	システム実装	評定5
知識共有	評定6	RFID	評定8
情報システム構築	評定6	センシング技術	評定9
意思決定過程	評定4	気づき	評定8

手順3  
人が生活していく上での「気づき」を支援するために、人間工学や意思決定過程を学び、RFIDなどをつかって、アウェアネス支援システムを構築、実装していきたい。

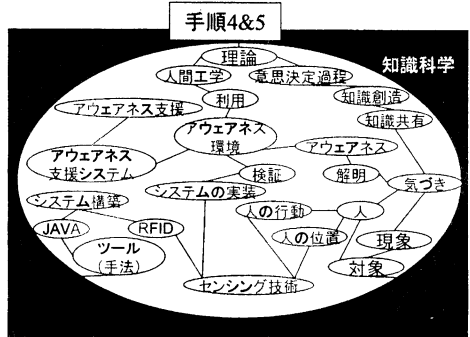


図 6:実験結果例

図 6 は、本実験(学習者:事後)で得られた実験結果のひとつである。このマップでは、理論、ツール(手法)、対象(現象)のツールがそれぞれ効果的に使われている。理論から直接リンクがひかれている「人間工学」「意思決定過程」などは、それぞれ、被験者が受講した講義に深く関わる学問分野である。被験者は、RFID や JAVA といった技術を手法として

利用したいと考えていることも読みとることができる。

## 6. 予備編集

実験で得られたコンセプトマップの特徴を明確にするために、次のような予備編集を行う。

- 1: リンクが複雑に交わらないようにノードを配置しなおす。このとき、明らかなリンクの欠落があった場合(オントロジーを元に判断)はリンクを補う。
- 2: 理論, ツール(手法), 対象(現象)のどの手がかりノードにもっとも近いキーワードであるか, リンクとオントロジーをもとに考察し, それぞれ判別できるよ色分けする。この際, どの手がかりノードにも属さないと思われるキーワードは保留色に色分けしておく。
- 3: リンク構成を簡素にするため, 単一の親を持つ姉妹のない葉ノードを縮退させる。
- 4: リンク構成を簡素にするため, オントロジーを参考に IS-A 関係の親ノードを子ノードに縮退させる。
- 5: 保留色のキーワードを複数の手がかりノードに関連しているとみなし, オントロジーに基づいて 2 つ, あるいは 3 つに分割する。分割したキーワードが, どの手がかりノードにもっとも関連が深いキーワードであるか, 色分けして表記する。
- 6: 「理論」「ツール(手法)」「対象(現象)」の 3 つの領域の境界となっているリンクは, 手法と対象の関連, 理論と手法の関連, 理論と対象の関連などの特定の意味を必要とするリンクとなる可能性が高いため, 特定の意味(以後, 特定の意味を与えられたリンクを意味リンクと呼ぶ)を割り当てる。

今回の実験で収集したデータについては, 次の意味リンクを使うことで, 網羅的に扱うことができることがわかっている。(表 3 参照)

表 3: 意味リンクの種類

隣接ノード種別	意味リンク名
理論—対象	理論を対象化
	理論に基づいて対象を規定(定義)
理論—手法	理論に基づく手法
対象—手法	手法を使って対象に接近

## 7. 考察

### 7.1. 学習者の学問的関心の変容

図 7, 8 は, 予備編集後の事前, 事後データの一例である。

この二つのマップをアンケートから得られたこの学習者の出身分野などを考慮に入れて解釈すると, 次のことがわかる。

- ・受講前はマーケティング学科(出身分野)で学んだ技術標準に関する理論化を目的としていた。
- ・受講前には, 経済学分野の理論である製品ライフ

サイクルやネットワーク外部性の理論に基づいて目的を果たそうとしていた。

- ・受講後は, アウェアネス支援システムを作成し, アウェアネス環境を構築したいと考えている。
- ・受講後には, 人間工学や意思決定過程の理論に基づいて, 知識創造(特に気づき)について解明したいと考えている。

この例は, 横断的学問領域において学習者が興味・関心を大きく転移した典型例で, 「文系主軸から理系主軸へ転向」している。

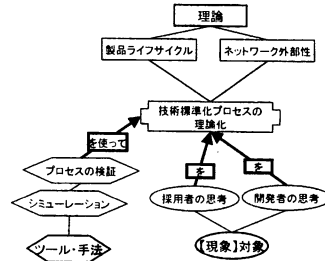


図 7: S1 事前マップ(予備編集後)

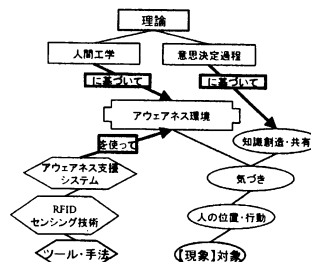


図 8: S1 事後マップ(予備編集後)

### 7.2. オントロジーを基礎とした分析

オントロジーを基礎とした分析を行う。

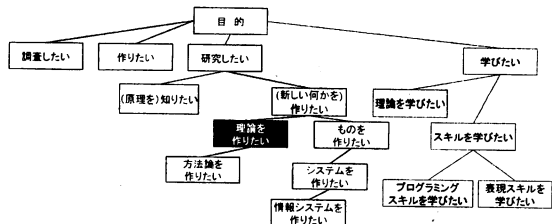


図 9: 目的概念のオントロジー

実際のオントロジーは, より詳細な概念・属性があるが, ここで紹介するものは, 見やすくするため, 主要部分を抜粋して示している。(図 9, 図 11)

最初に 3 章で述べた目的概念の役割を、図 7 の分析例を通じて説明する。

図 7 は、「理論を作りたい」という目的で特徴づけることができる。「理論を作りたい」という目的は、図 9 の目的概念のオントロジーをみると、「研究したい」の中でも「作りたい」という目的に分類されることなどがわかる。また、一般の「作りたい」と「研究したい」という目的の「作りたい」は、「新たな何かを」属性としてもっているか、いないかで差別化されている。これは、「研究」として「何かを作る」には、「新しい」という属性が必要であることを意味している。更に、図 10 は目的概念「理論を作りたい」の定義を図 7 に適合するように具体化したものである。図 7 で意図された目的は、「理論を作りたい」であり、その一部に「ネットワーク外部性、製品ライフサイクルの理論を使いたい」といった二次目的が読みとれることも示されている。このように、コンセプトマップを読み解きながらドメイン概念を組み入れて目的概念を具体化すると、学習者の暗黙的な目的意識を顕在化することができると思われる。

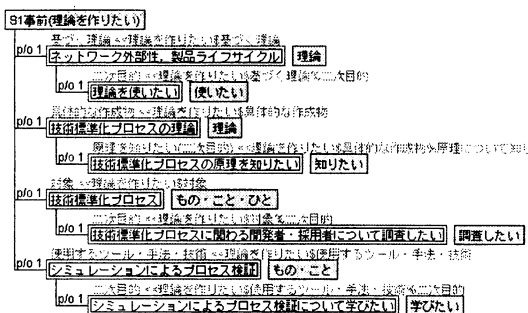


図 10: 目的「理論を作りたい」のインスタンス

次に、ドメイン概念の役割を具体例を示しながら説明する。図 11 は、本研究で用いたドメイン概念である。

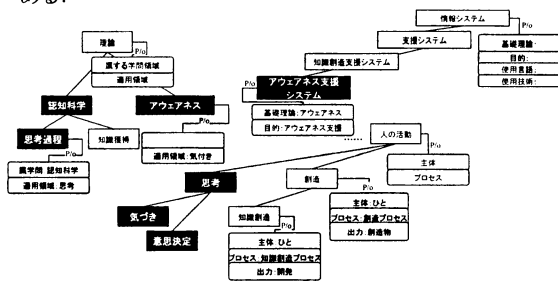


図 11: ドメイン概念のオントロジー

概念が長方形で示され、角のない長方形で概念の属性が表されている。

このようなオントロジーを用いると、学習者の関心変容について、キーワードの一致だけでなく、抽象度の違ったキーワードの一致をみることができるようになる。例えば、学習者は、図 8 (受講後) では、人間工学や意思決定過程についての理論を使いたいと考えていた。

ある教師は、「認知科学」分野の理論を「思考」や「知識創造」という行為に適用することを講義意図としてコンセプトマップに表現していた。

このことから、この学習者の「意思決定過程」の理論を知識創造(特に気づき)に適用したいという変容は、認知科学の理論を「思考」や「知識創造」と結びつけて説明した教師からの影響であるという可能性を考えることができる。

### 8. まとめと今後の展望

本稿では、学習者の学習活動のひとつである受講に着目し、教師が講義中に与えた情報と、学習者の関心の変容がどのように関わっているかを明らかにする手法を提案した。具体的には、学習者の学問的関心、教師の講義意図を表現するコンセプトマップをデザインし、学習者の事前・事後のコンセプトマップの変容について、オントロジーを用いた考察事例を示した。

今後は、オントロジーを洗練することで、より多くの教師の講義意図と、学習者の関心変容の関係について説明を与えたい。また、目的概念のオントロジーを洗練すれば、分析結果を学習者にフィードバックすることにより、学習者の研究プロポーザルの作成・研究プロセスの振り返りを支援することができるだろうと考えている。

将来的には、オントロジーを情報システムに組み込むことにより、コンセプトマップの予備編集や分析の自動化を目指したいと考えている。

謝辞 実験に協力してくださった北陸先端大知識科学研究科の皆さまに感謝いたします。

### 文献

- [1] 溝口理一郎, “オントロジーと知識処理”, Bit, Vol.32, no.2, pp.21-27, Feb.2000.
- [2] J.D.ノヴァック・D.B.ゴウイン, “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(訳), 東洋館出版社, 東京, 1992.
- [3] 田中保樹・福岡敏行, “概念地図法の導入による観察・実験レポートの目次作り”, 理科の教育, Vol.50, pp.30-33, Feb.2001.