JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	研究計画策定時の自己内対話を促す研究アイデアマップ
Author(s)	中沢，正江；池田 満
Citation	第六回知識創造支援システムシンポジウム報告書: 205-211
Issue Date	2009-03-30
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7988
Rights	本著作物の著作権は著者に帰属します。
Description	第六回知識創造支援システムシンポジウム，主催：日本創造学会，北陸先端科学技術大学院大学，共催：石川県産業創出支援機構文部科学省知的クラスター創成事業金沢地域「アウェアホームのためのアウェア技術の開発研究」，開催：平成21年2月26日～28日，報告書発行：平成21年3月30日

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

研究計画策定時の自己内対話を促す研究アイデアマップ

"Research-Idea Map" which Facilitates Novice's Self-reflection

中沢 正江　　池田 満

NAKAZAWA Masae　　IKEDA Mitsuru

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

School of Knowledge Science, Japanese Advanced Institute of Science and Technology

It is quite difficult for a student as a novice researcher to refine his/her own concern to research idea: the academic question which fulfill research requirements, such as originality and feasibility. In particular, we focus on the difficulty of knowledge acquisition about what research requirements are, and how research requirements relate each other. In this study, we develop the concept map (we call "Research-Idea Map") based on "Research-Idea Ontology" to facilitate the novice's self-reflection for his/her knowledge acquisition mentioned above. This paper discusses about the support methodology for the novice's thinking-process using "Research-Idea Map" and "Research-Idea Ontology".

1. はじめに

研究計画策定の初学者である学生が，研究テーマを決めるとき，自身の私的で漠然とした関心を，新規性，達成可能性などの要件を充たした，科学的に追求可能な問い（本稿では，研究アイデアと呼ぶ）へと洗練するのは非常に難しい．[高橋 98]

当然，初学者のみではこれを行うことが困難であるので，指導教官が援助することとなるが，指導教官にとっては，「初学者が何を考えているのか」，「新規性や達成可能性等の概念（以下，これらの概念を研究要件と呼ぶ）を初学者がどの程度認識出来ているのか」といったことを把握するのが難しい．一方，初学者にとっては，自分の考えていることを指導教官にうまく伝えられない，指導教官からのコメントを理解するのが難しい，といったことが問題となる．

このような状況の中，初学者は，分からないなりに研究計画書を書き，指導教官からのチェックを受ける……という試行錯誤を重ねながら，複雑に絡み合った研究要件を学んでいる．

このときの試行錯誤が初学者にとって困難である原因のひとつは，「自分の研究アイデアが，如何に研究要件を充たしているのか」を主張（以下，研究要件の主張と呼ぶ）し，「それが如何に不十分であるか」を指摘されることすることを通して，研究要件に関する理解を進めるという構造になっており，言わば，未知の概念である研究要件と自分のアイデアの関係について，闇雲に試行錯誤しなければならない状態であるためと考えられる．

本研究では，このような研究アイデアの初学者による試行錯誤の思考プロセスにおいて，その経験を支える「媒体」を作ることを目指す．

我々はまず，この自分のアイデアについて「具体的に研究要件の主張を構成する」という行為抜きに理解を深めることが難しいという問題を，「概念の構造とその構造を構成しうる部分概念が不明である」という概念の問題の一つとして捉えた．その上で，可能な限り明示化した，研究要件概念の構造とその構造に適用可能な具体的概念（研究領域における理論，手法，対象などの一般概念）の候補を選定し，初学者に適した表現形式を通して「問いかけ」[Schoen 83]る手法をベースとする媒体を考案した．

本稿では，このうち根幹となる研究アイデアオントロジー（前述の概念の構造，体系を明示化したもの）の構成と，研究アイデアオントロジーに基づく概念マップ（以下，研究アイデアマップ）を用いた初学者のための思考支援方法について報告する．

尚，本稿での「媒体」という用語は，「自分自身や他者に対し，自分の内部にあるものを外在化し，伝える機能を果たすもの（媒介手段となるもの）」という意味で用いる．例えば，デザイナが使用する紙と鉛筆等がこれにあたる．[中小路 06]は，創発のための道具には，「ユーザが現れつつある外在化表現との対話を行い，その語りかけを聞きながら，創造的思考を深めていくことができるような，そのような表現系と操作系とを提供すること」（下線は筆者によるもの）が，求められると述べている．

本稿では，この媒体に関する考え方を踏まえた上で，続く第2章にて，現状の初学者の研究アイデア立案における試行錯誤について，思考プロセスをどのように分節化するのが適切かについて検討し，構築する媒体の全体像について述べる．第3章では，研究アイデアオントロジーの概要と役割，その中心となる研究目的オントロジーと研究要件オントロジーについて述べ，第4章では，研究アイデアオントロジーに基づく研究アイデアマップについて述べる．

第5章では，第3章と第4章で述べた研究アイデアマップと研究アイデアオントロジーによって初学者の試行錯誤においてどのような「問いかけ」が可能となるかについて検討し，最終章にて，本稿における取り組みをまとめる．

2. 研究アイデア立案における試行錯誤

まず，媒体の設計にあたって，筆者らは初学者による研究アイデアの立案を大きく二つのフェーズに分けて考えることとした．（図1）

一方は初学者自身が持っている「○○を知りたい」「○○を作りたい」などの関心を明示化するフェーズ（図1フェーズ A）で，もう一方はその学問的関心が如何に研究要件を充たしているかという研究要件の主張を作るフェーズ（図1フェーズ B）である．

連絡先：中沢正江，〒923-1211 石川県能美市旭台1−1
e-mail：nakazawa@jaist.ac.jp

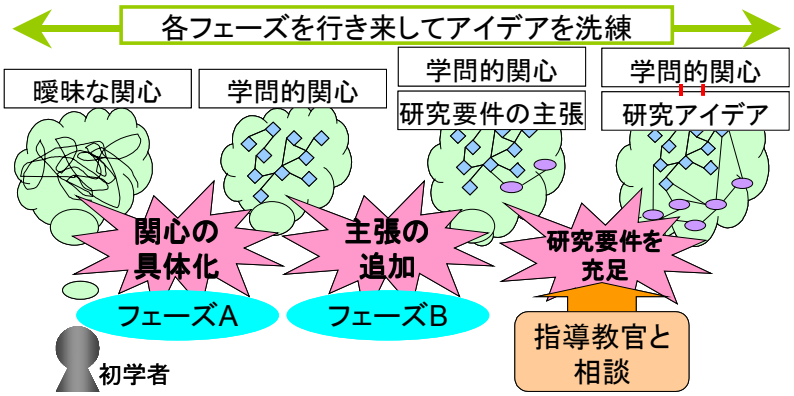

図 1 ： 初学者の試行錯誤

(1) フェーズ A:学問的関心を表現するフェーズ

初学者が，自身の曖昧模糊とした問題意識や関心を対象分野の理論，手法，対象などの用語を使い，学問的関心として明示化し，表現するフェーズ

(2) フェーズ B:研究要件の主張を表現するフェーズ

フェーズ A で明示化した学問的関心を，新規性，達成可能性などの研究要件を如何に充たしているか，という研究要件の主張と組み合わせるフェーズ

実際には，A や B にあたる思考プロセスは緩やかに繋がっており，明確な順序関係もないと考えられるが，本研究においては，それぞれのフェーズにおいて効果的な「問いかけ」が異なると考え，便宜上分けて考えることとする．

例えば，フェーズ A では，「理論にあたる概念はどれか？」「対象にあたる概念はどれか？」「それらはどのように関係しているのか？」といった問いかけが考えられ，フェーズ B では，「新規性はどこにあると考えているのか？手法か結果か？」「達成可能性と矛盾しないのか？」などの問いかけが考えられる．

このような概念間の関係性についての問いかけを初学者に行うのに適した媒体として，我々は，概念マップ[Novak 84]に着目した．

概念マップは，作成者にとって既知である概念の外在化に適した媒体であるが，これにオントロジーと，オントロジーに基づくモデルを概念的規準として導入することにより，作成者にとって未知の概念である研究要件概念について，概念間の関係の考察を促す図2のような媒体を作ることを目指している．

より具体的には，研究要件概念や研究目的概念，ドメイン概念を研究アイデアオントロジー（図2オントロジー層を参照）として予め整理しておき，これらのオントロジーに基づき，初学者の媒体への入力（興味のあるキーワードやキーワード同士の関連付けについての入力）からシステム上で学問的関心モデル，研究要件主張モデルを生成し（図2概念モデル層参照），これらのモデルの状態によって，インタフェースとなる概念マップの操作方法を制御する（図2インタフェース層参照）ような媒体を構築する．初学者に，この媒体上で，フェーズ A では研究目的オントロジーに基づく学問的関心についての概念マップの作成，フェーズ B では研究要件オントロジーに基づく研究要件の主張についての概念マップの作成を初学者に行わせ（合わせて研究アイデアマップと呼ぶ），各研究要件間の関係，自分のアイデアと各研究要件についての関係を考察するきっかけとなる「問いかけ」を与える．

3. 研究アイデアオントロジー

オントロジーは，対象世界に「何が存在している」と見なしてモ

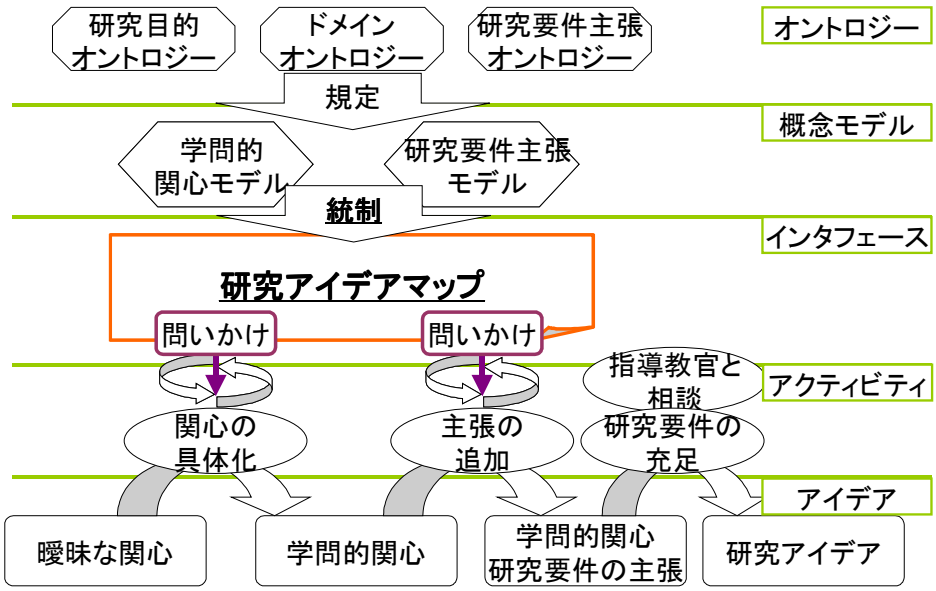

図 2： 研究アイデアマップと初学者の試行錯誤

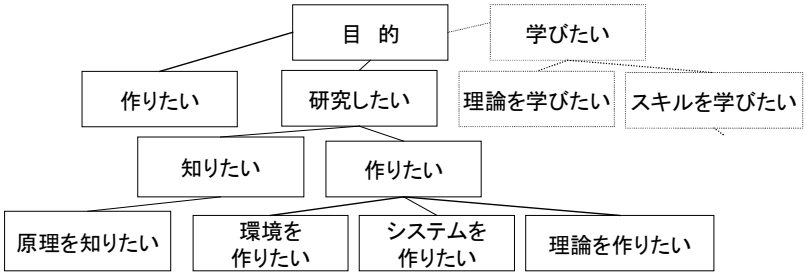

図 3 ： 目的オントロジー(抜粋)

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. [溝口 05]

本研究においては，初学者の学習対象となる研究要件概念について，「研究要件にはどのようなものがあるか」「対象分野の理論，手法，対象などの概念とどのように関係しているか」など，媒体から初学者への「問いかけ」を生成するために重要になる概念を分析し，研究アイデアオントロジーとして整理した.

本研究で構築した研究アイデアオントロジーは大きく次の3つの部分から構成される.

(1) 研究目的オントロジー

○○を知りたい，○○を作りたい等の研究目的概念を整理したもの(図3). 研究目的概念は，基本的に，基づく理論，適用したい手法，研究対象の3つの部分概念から成り，このオントロジーが初学者の学問的関心を特徴付けるためのガイドラインとなる.

本オントロジーは，実験を通じて初学者の学問的関心を収集し(4章参照)，これを参考にしながら構築した.

(2) 研究要件主張オントロジー

新規性，興味深さ，達成可能性，公共性の4つの研究要件概念を整理したもの(図4). 研究要件の主張を特徴付けるためのガイドラインとなる.

研究要件は研究領域や研究者によって異なる[高橋 98]が，参考文献[Kumar 05, Moore 98, 高橋 98, 等]を参照し，どの領域においても重要になると考えられるものを優先的に，4つ抽出し，整理した.

(3) ドメイン概念オントロジー

初学者の属する学問領域における理論，手法，対象に関する概念の体系. 研究目的オントロジー，研究要件オントロジーに組み入れて利用する.

ドメイン概念は，我々の属する知識科学に関する理論，手法，対象に関する概念を，[杉山 08]等から抽出し，整理した.

2章フェーズ A の学問的関心の明示化フェーズにおいては，初学者がドメイン概念から興味ある理論，手法，対象を選択す

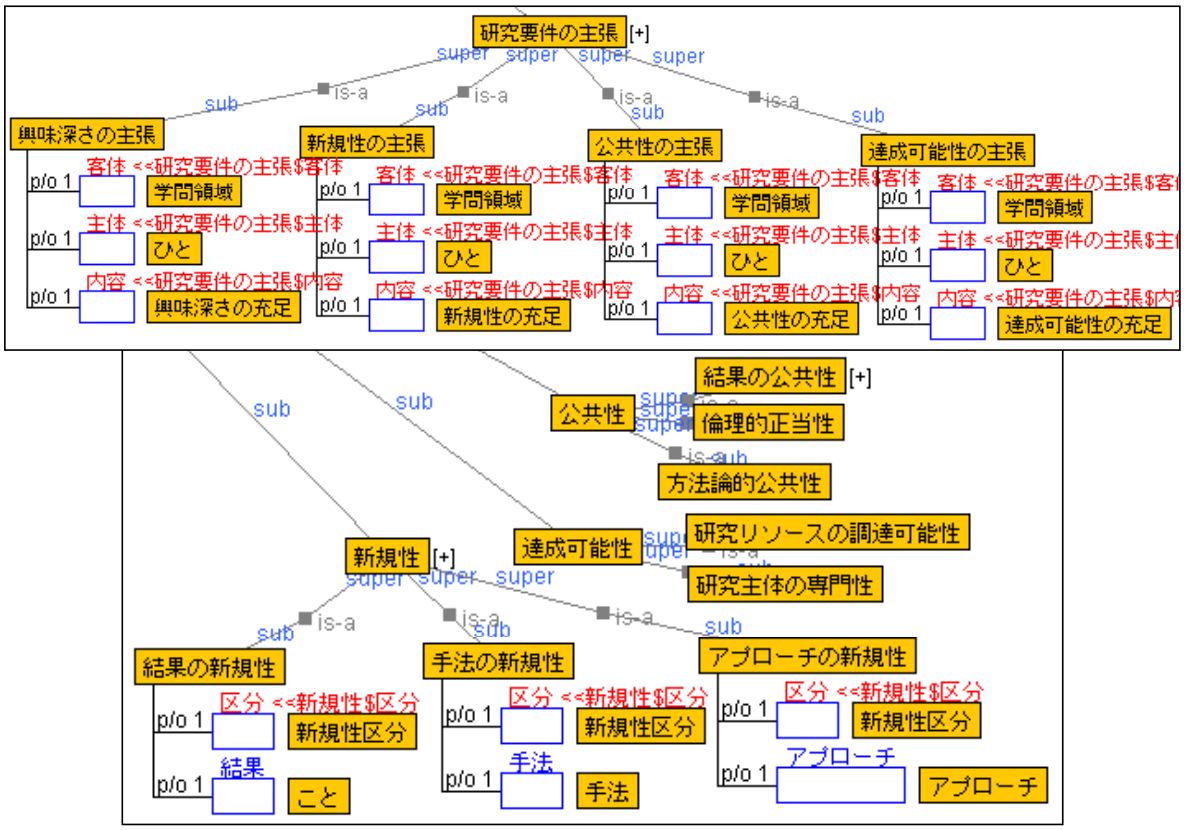

図 4 ： 研究要件オントロジー(抜粋)

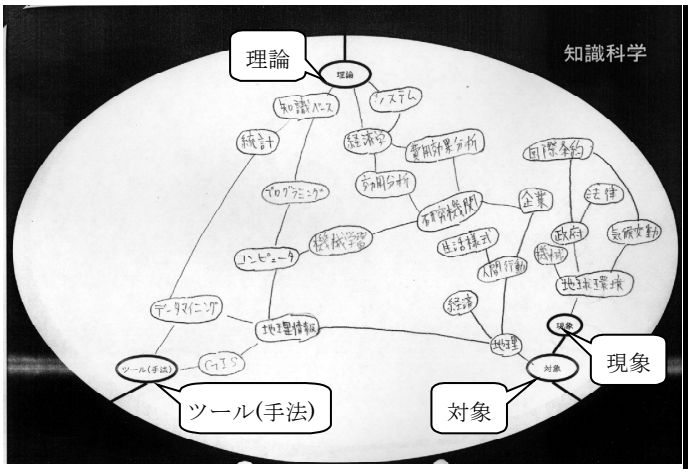

図 5 ： 学問的関心の概念マップ・最終形式

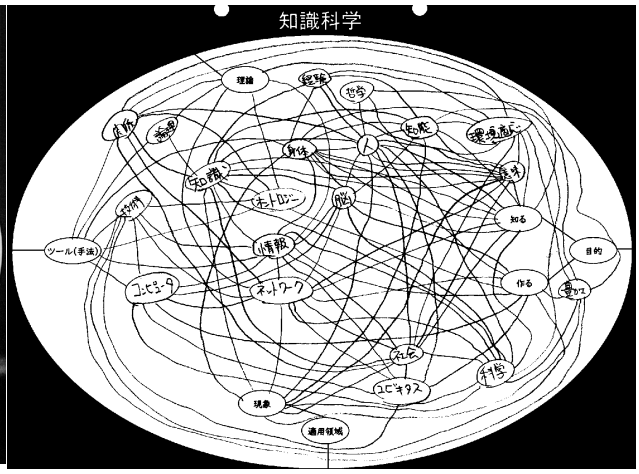

図 6 ： 学問的関心の概念マップ・初期の形式

ると，媒体は，研究目的オントロジーを利用して「どの理論に基づき」「どの手法を使って」「どんな対象を」知りたい，作りたいのか？といったことを問いかけ，学問的関心としてアイデアを具体化するのを支援する．

2章フェーズ B では，研究要件主張オントロジーに基づき，媒体は，フェーズ A で明示化された学問的関心の「どの部分が，誰にとって，どのように新しいのか？（新規性についての問いかけ）」「4要件の主張を矛盾なく主張できているか？」などの問いかけを行い，自分の学問的関心と研究要件概念を組み合わせて思考することを支援する．

これらのオントロジーを準備することで，媒体は初学者の学問的関心モデル，研究要件主張モデル（図2・概念モデル層）を推定し，初学者に対する問いかけを作ることが可能となる．

本研究では2章で述べた通り，媒体のインタフェースとなる研究アイデアマップにおける操作を

これらのオントロジー，モデルによって制御することで，初学者に問いかけを行う．

4. 研究アイデアマップ

我々は，概念マップ研究[Novak 84]を参考に，初学者が学問的関心を表現するのに適した方法の検討を行っており，本研究では，この方法を基礎とした表現形式を採用する．既に結果は報告済みのものであるが，本稿で必要となる部分のみ，内容を割愛しながら紹介する．本実験詳細は[中沢 06]を参照されたい．

本研究で用いる概念マップのデザインに当たっては初学者にとって表現しやすく，しかしマップの意味があまり曖昧にならないものになるよう留意し，マップ作成の手がかりとなるノード（手がかりノード），マップの形状，マップの作成手順，マップに用いるリンク（意味リンク）などを検討し，実験を通じて洗練した．最終的に得られたマップは図5である．

実験において観察された問題点と，それに基づく改良点を表1にまとめた．具体的に実験を通じた改良の過程で使用した概念マップの例を，図6に示している．

本研究では，研究目的オントロジーとドメインオントロジーに基づき初学者の行う操作を統制しながら，図5のような概念マップを作成させることで，学問的関心の明示化のフェーズを支援する．

その後，同じく研究要件の主張についても，各初学者の学問的関心（図5のような形で明示化されたもの）と研究要件主張オントロジーに基づき操作を統制しながら，概念マップを作成させ，

表 1 ： 初期の概念マップの問題点と改良点

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
「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

研究要件と学問的関心を組み合わせるフェーズを支援する．

初学者は，このような研究アイデアマップ（学問的関心のマップと研究要件の主張マップから成る）を作る作業を通じて，自分の学問的関心，研究要件の主張の構築・修正という試行錯誤を行うこととなる．

次章では，前章で述べた研究アイデアオントロジーと本章で述べた研究アイデアマップを利用して，どのような「問いかけ」が可能となるかについて，具体例を用いて検討する．

5. 支援例

本章では，本手法を適用した場合の初学者の研究アイデア立案における試行錯誤において，どのような「問いかけ」が可能となるかについて検討を行う．

支援例は説明のため，2章で述べたフェーズ A を手順(1)～(5)とし，フェーズ B を手順(6)～(8)として紹介する．これらの手順は，試行錯誤の中で，繰り返され，各手順を行き来しながら思考を深めていくことを想定している．

フェーズ A: 学問的関心の明示化フェーズにおける試行錯誤

(1) キーワード選定

本手法では，学問的関心を明示化しようとする初学者に対し，「興味のあるキーワードを次のリストから選んで下さい」と，対象

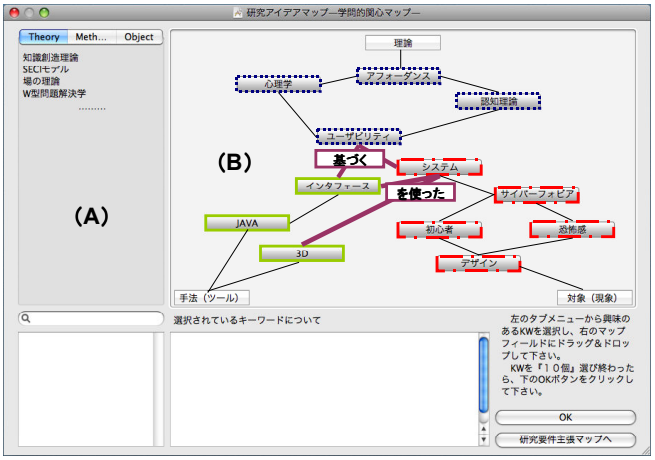

図 7 ： 学問的関心マップ（想定 U/I. 以下同様）

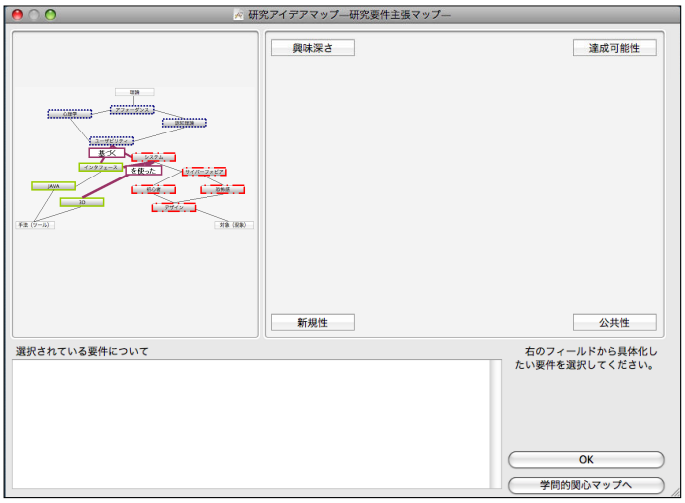

図 8 ： 研究要件主張マップ

分野（本事例では我々の所属する「知識科学」分野）の「理論」「手法」「対象」のキーワードリストを提示する．(図 7A の領域)

初学者はここから興味があると感じているものを10個選定し，図 7B の領域に移動する．

(2) 概念マップ化

研究目的オントロジーに基づき構成されている学問的関心マップテンプレートを提示し，先ほどの10個のキーワードを「リンクは1ノードにつき5本以下とする」と指示を加えた上で，リンクによって関連付けを行わせる．

このとき，ドメインオントロジーに基づき，初学者の選んだキーワードは「理論」「手法」「対象」の3概念に自動的に分類されており，理論に属する概念，手法に属する概念，対象に属する概念の境界を結ぶリンクは，(4)で重要な役割を果たすため，ハイライトされる．（以後，このリンクを意味リンクと呼ぶ）

ただし，理論としても手法としても解釈可能な概念は，ユーザビリティ（理論），ユーザビリティ（対象）などのように該当概念の候補を初学者に提示し，初学者がどちらかを選定する（二つとも採用しても良い）．

この作業により，初学者に漠然とした興味のあるキーワードを選定させながら，そのキーワードに対する興味は「自身の学問的関心において理論として興味があるのか？それとも手法として興味があるのか？」と問いかけ，考えを深めさせるよう促したいと考えている．

(3) マップの方向性を考える

(2)のマップが得られた時点で，「貴方が知識科学において成し遂げたいこと，明らかにしたいことは何ですか？」と初学者に問いかけを行い，短文入力（自由記述）させる．この手順はマップの作成において，キーワードを関連付ける作業だけでは思考が発散的になってしまうため，学問的関心に一定の方向性を持たせるためのものである．得られる短文は「ユーザビリティの高い，3D を活用したシステムを作り，初心者でもコンピュータが扱えるようにしたい」等となる．

このように，学問的関心の方向を自分なりに考えさせた後，更にキーワードリストから10キーワードを選択させ，マップに追加させる．

(4) リンクの意味を特定する

(3)の後，意味リンクテーブル（表2）を参照してリンクの意味の候補を初学者に推薦し，初学者は推薦された意味から自分が適当と思うものを選択する．例えば，図7の事例では，ユーザビリティ（理論）とシステム（対象）の間のリンクは，「対象を理論化」か，「理論に基づいて対象を規定（定義）」の二つを推薦し，初学者に適当と思うものを選択させる．（図7は意味リンク選定後）

表 2 ： 意味リンクテーブル

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

ここでは，初学者に対し，「興味のある各概念は学問的関心においてどのような関係にあるのか？」という問いかけを行うことができる．

(5) 学問的関心の明示化

図7のマップが得られたら，研究目的オントロジー（図3）に照らして「理論を作りたい」「対象をつくりたい」「対象を知りたい」等の研究目的概念から，自分の学問的関心を特徴付けるのにふさわしい概念を初学者は自分のマップを参照しながら選択する．その後，マップに使用した概念を使いながら，学問的関心の明示化を行うよう促す．例えば，「対象を知りたい」という研究目的を選択すると，「理論に基づき，手法を使って，対象を知りたい」の形でマップに使用した概念を特徴付けるように促され，理論，手法，対象の部分にそれぞれ初学者がマップ作成で使用した概念が推薦される．

ここでは，学問的関心は「どのような研究目的で特徴付けることができるか？」「研究目的において興味のある理論，手法，対象概念はどのような位置づけにあるか？」という問いかけを行っている．

本手順までで，初学者の学問的関心の明示化フェーズは一旦終了となる．

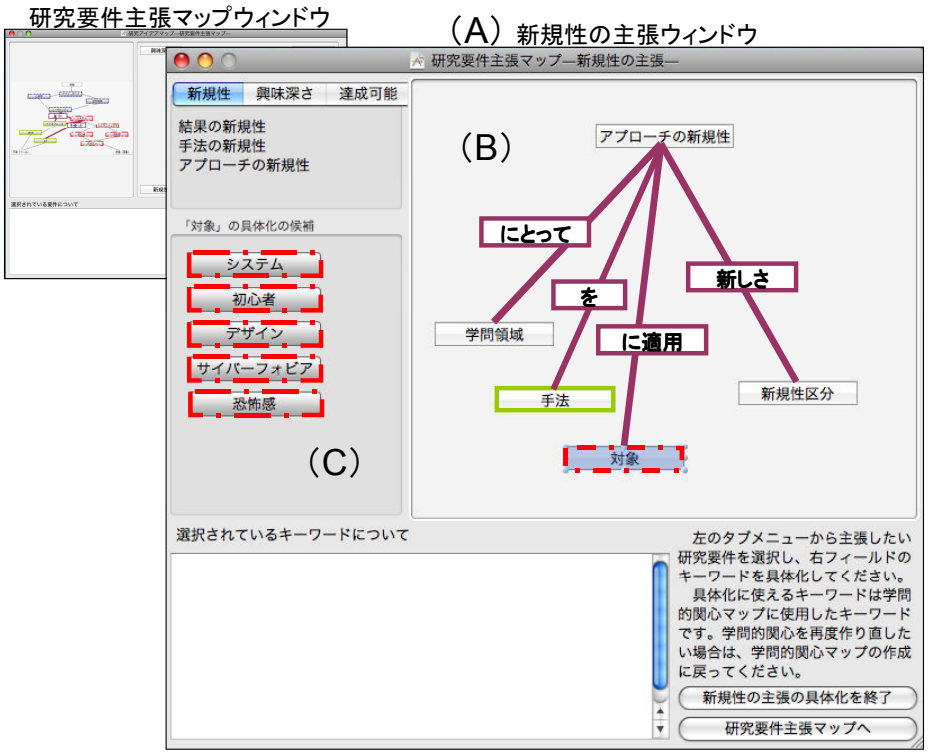

図 9 ： 新規性の主張ウィンドウ

フェーズ B: 研究要件の主張作成フェーズにおける試行錯誤

(6) 研究要件の主張マップテンプレートの閲覧

(5)までで，一度，学問的関心の明示化フェーズが終了すると，図8のように研究要件の4概念を提示し，初学者にどれかひとつを選んで，研究要件の主張を作ってみるよう促す．どの要件から具体化を取り組むことは可能だが，ここでは新規性の主張を作る場合の例を見る．

(7) 新規性の主張マップテンプレートの具体化

図9A のように，研究要件の主張マップから，新規性を選択すると，新規性を具体化するための新たなマップウィンドウが提示され，「アプローチの新規性を主張する」「結果の新規性を主張する」「手法の新規性を主張する」の3つの主張パタンが示される．初学者はこの3候補から，適当と思うものを選定する（何度でもやり直して具体化できるので，正しいものを選ぶ必要はない）．

例では，「アプローチの新規性」を選択した為，研究要件主張オントロジーを参照し，アプローチの新規性のマップテンプレートを提示している．（図9B）更に，初学者が選定した学問的関心の概念を参照し，ドメインオントロジーを参照しながら，マップテンプレートを具体化するためのキーワードの候補を絞り，初学者に提示する．

例えば，ここでは新規性を主張する部分となる対象概念を，初学者の選定したドメイン概念を参照し，リストアップしている(図9C)．候補として提示された対象概念以外の部分について新規性を主張したい場合は，学問的関心の洗練手順に戻り，適当な概念を学問的関心のマップに追加し，再度，新規性の主張を作る･･･というように洗練を行う．

ここでは，「研究アイデアのどこが，どの学問領域とって新しいのか？」といった問いかけを行っていると言える．

このように，研究要件の主張のマップテンプレートを自分の学問的関心における「理論」「手法」「対象」概念を使って具体化することで，研究要件の主張を作成させる．

(8) 他の要件との整合性チェック

(7)のように，4概念すべてを具体化していき，具体化するときに，適切な概念が学問的関心に見当たらない場合は，学問的関心のマップ作成手順(1)～(5)に戻り，学問的関心の修正・洗練を行う．

この段階では，新規性ならば，新規性だけ，達成可能性ならば達成可能性だけ･･･というように，初学者は局所的に主張を構成するのに必死になりがちであり、全体像を見失いやすい為，研究要件主張マップ全体（図8）と，各要件の主張マップ（図9）を行き来させながら，各要件について主張を作らせ，各研究要件の主張全体を調和させることを促す．

ここでの初学者への問いかけは，「新規性の主張と達成可能性の主張を両立できているか？」「各研究要件を矛盾なく構成しているか？」「学問的関心は十分明示化できているか？洗練しなおす必要はないか？」などがある．

以上の手順で，個別的な学問的関心の具体化を抜きに学習することができない研究要件概念についての思考プロセスを「問いかけ」によって統制することが可能となる．

6. まとめ

本研究では，5章で述べたように，研究アイデアの立案を段階的に分けて捉え，研究要件の概念構造と，その研究要件の概念構造と学問的関心における理論，手法，対象概念との関係とを予め抽出し，オントロジーとして整理しておくことによって，概念構造とその概念構造に適用可能な概念の候補を使った「問いかけ」を可能としたことが大きな特徴と言える．

今後は，本稿で述べた手法に基づく「媒体」の実装を行い，試行実験を行う予定である．

参考文献

[Kumar 05] Kumar, R.: Research methodology a step-by-step guide for beginners, Sage, London, 2005.

[溝口 05] 溝口理一郎(2005): 知の科学 オントロジー工学，人工知能学会(編)，オーム社，東京, 2005.

[Moore 98] Moore, N.: How to Do Research,Library Association Publishing, 1998.

[中小路 06]中小路久美代・山本恭裕: 創発のためのソフトウェア，知の科学 知性の創発と起源 (鈴木宏昭編)，オーム社，東京, 2006.

[中沢 06]中沢正江・池田満: オントロジー工学的手法に基づく学習者関心変容分析，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.106, No.364, pp.1-6, 2006.

[Novak 84] Novak, J. D. & Gowin, B. G.: Learning how to learn, Cambridge Univ. Press, New York, 1984.

[Schoen 83] Schoen, D.A.: The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action, Basic Books, New York, 1983.

[杉山 08] 杉山公造，下嶋篤，梅本勝博，橋本敬，永田晃也: ナレッジサイエンス―知を再編する 81 のキーワード，近代科学社,東京, 2008.

[高橋 98] 高橋純一・渡辺文夫: 人間科学―研究法ハンドブック，ナカヤニシヤ出版，京都, 1998.