

サーキットモデルによる創成教育の学習モデル

A New Learning Design for Creative Learnings by the Circuit Model

敷 田 麻 実^{*1}

Asami SHIKIDA

Creativity is becoming more important, especially in technological education. Creative learning or Creative Problem Solving (CPS) is recognized as a crucial tool for technological education. There have been many studies that have discussed and attempted to generalize a creative learning process to facilitate it. However, researches on creative learning process have been insufficient because the process contains open-ended settings. There are still many problems which remain unsolved and the model is generally not used. This article proposes an OPEN circuit model by focusing on knowledge creation. This new creative learning model is featured with total evaluation of knowledge creation and is easy to understand. The model can provide a useful evolutionary design for creative learning by introducing, transforming and creating knowledge autonomously. It is believed that the model can be a unique and useful tool for designing creative learning processes for technological education.

Keywords : Design Process, Project-based Learning, Creativity, Management, Circuit Model

キーワード：創成教育、プロジェクト教育、創造性、マネジメント、サーキットモデル

1. はじめに

知識の価値が増大し、知識をどう利用するか、どう生み出すかが問われる「知識社会」が到来しつつあると言われている。そのため、価値ある知識をいかに生み出すかについて関心が高まり、分野を超えて「知識創造」¹⁾や「創造性」に注目が集まっている。例えば、ランドリー²⁾やFlorida³⁾が都市と創造性に関して、またクライン⁴⁾が起業と創造には強い関係があると分析している。

この傾向は工学分野でも同様で、ホンダで長く開発を担当した久米は、開発には創造性が必要だと明快に指摘している⁵⁾。そして工学の中核をなす生産システムで、創造性を最大限に生かす「オープンソース」型のシステムも現実になってきた⁶⁾。そのため、新たな知識を生み出すための「学習プロセス」が必然的に重要なテーマになっている。それは知識の伝達を基本とした従来の「教え込み」型ではなく、知識創造型である。最近、工学教育の中で取り入れられている「創成教育」や「創成科目」、また都倉らが主張するPBL (problem based learning) も、こうした流れの中に位置づけることができる⁷⁾。

そこで、知識を創造することに着目したうえで、知識の教え込み型ではない、創造的な学習を進めるため

の学習プロセスを検討し、教育現場で利用可能な新たなモデルとして「サーキットモデル」を提案した。

なお本論文では、知識科学分野で議論されているように⁸⁾、単なる情報やデータと知識を区別して、知識とは体系化された情報で、行動や判断の基準として用いられるものとしている。また文章や言語などによって表される「形式知」だけではなく、一般に知恵やノウハウと言われるような個人が持つ「暗黙知」も含めて議論した。また「学習」とは、情報の取得・解釈・活用を含むプロセスであり⁹⁾、知識や技能の取得ではなく、むしろ「参加」という活動で進められるプロセスである¹⁰⁾。

2. 創成教育の背景とモデルの必要性

創成教育は、創成科目として大学レベルの教育にも取り入れられつつあるが、創成教育が重要視される背景には、知識の伝達に重きを置いた従来型の教育への反省がある。今まで主流の工学教育は、知識を伝達したうえで、設定された課題(条件)を与え、その解決を求めるような課題設定・解決型が多かった。問題の設定が明確にできる場合には、課題解決というゴールに向かって効率よく前進するこのアプローチは、効果的に問題を解決できた。しかし現実の社会では、ゴールの設定すらできない問題が多く、それが「根本的な」問題だと指摘されている。

また実験室や研究室で最適・合理的であった「解

平成14年10月1日受付

*1 金沢工業大学情報フロンティア学部情報マネジメント学科

が、必ずしも社会で採用されるとは限らない。それは社会的文脈の中のトライアルアンドエラーを通して決まって行くので¹¹⁾、ひとつの解を突き詰めることの方が不合理だと言うことも多い。さらに自分の造ったものが社会に与える影響も含めて検討する「トータルエンジニアリング」が必要だと畑村も述べている¹²⁾。昨今の環境問題を考えれば、技術が社会に与える影響を無視できないことは明らかである。

このような従来型の課題設定・解決型の工学教育への反省があって、知識創造プロセスに重点を置いた創成教育に期待がかかっている。そして教育現場での取り組みが進められ、個別の成果や工夫も生み出されている¹³⁾。また「創成能力」の手法を解説したテキストも生み出されている¹⁴⁾。しかし、従来型の学習と比較して創成教育の学習は、問題の発見・解決法の考案・その提案というプロセスを重視する。また「解がひとつでない」ので、学習プロセスを一般化したり、共有したりしにくい。そのため、個々の指導者の経験やノウハウに頼って、学習プロセスを設計することが多かった。

確かに西田が提唱する「∞の字学習」モデルや¹⁵⁾、塚本の発想法¹⁶⁾、畑村によるアウトプット創造法¹⁷⁾などの提唱はある。しかし、こうしたモデルは、工学の分野によって重点を置く学習プロセスが異なり、知識を創造する学習プロセス全体を説明するモデルは少ない。また、正解が複数あるオープンエンドな設定の中で、そのモデルを利用した学習プロセスを評価する基準も曖昧になりがちだった。もちろんこうした問題点は、工学教育以外の環境学習や総合的な学習など、同様なスタイルの学習でも同じであり、創成教育だけを問題視しているのではない。

そこで本論文では、個別的な学習技術ではなく、学習プロセスの全体デザイン、グランドデザインを示しながら、かつ「次に何をしたらいいのか」という個別的な示唆が同時に得られる学習モデルを、創成教育のために提案した。

ただしそれは、教員が学習者に知識を教え込む「従来型学習の否定」や、創成教育を進めるための各種のツールの活用が終わる「教授法の向上」ではない。佐伯¹⁸⁾が述べるように、学生が自分以外の他者との関係の中でどう変わるかという視点があくまでも重要である。

3. 創成教育へのサーキットモデルの適用

3.1 サーマットモデルによる学習プロセス

サーキットモデルとは、オープンソース型の知識創造プロセスを描いたモデルである。敷田らによって、創造的な地域活動やNPO活動などプロジェクト型の活動を進める際に有効なことが報告されている^{19) - 21)}。本研究では、①創成教育が知識創造型であること、②

組織学習を視野に入れた教育であること、③成果の直接的な評価よりも、教育によって「学習する力そのもの」をつけさせようとしていることから、サーキットモデルの特性を生かした学習プロセスの設計ができることを考え、モデルの適用を検討した。

サーキットモデルは、「店を開く (opening store)」、 「ネットワークの形成 (networking)」、 「成果の発信 (presentation)」、 「評価の形成 (evaluation)」の4つのフェーズと、知識創造と知識理解の「学習コア」で構成されているプロセスモデルである (図1)。個人ではなく、基本的にチームやプロジェクト、また組織で知識を創造するプロセスを描いている。そこで本研究でも、グループ学習を念頭に説明する。

モデルは一般に、「店を開く」からスタートする (図1の右下; フェーズ①)。店を開くとは、新たな知識が個人によってグループの中に開示されることで、さまざまな専門的・実践的・現実的知識が発信されることを指す。グループ学習の場合には、各個人が持っている知識をお互いが認識できるように教室やプロジェクトのディスカッションの場、つまり「学習の場」で開示することである。

このような複数の「店 (知識を持つ人)」が学習の場で知識を発信し始めると、相互の存在が認識できるようになり、知識相互のネットワークが形成される可能性が出てくる (図1の右上; フェーズ②)。知識は、発信しない限り、「暗黙知」として個人に属しているが、発信という行為で「形式知」として表出される。その結果、学習の場にいるメンバーは、他のメンバーの知識が認識できるようになる。さらに、その知識を理解できれば、「共有」が可能になる。それは開いた店、つまり知識を開示したメンバー間でそれが共有された状態である。

次に、共有された知識をベースに、それらを組み替えて知識創造するプロセスに進む (学習コア)。このプロセスは、学習プロセス全体の中でも核になる部分で、各人の持つ既存の知識を自由に組み合わせたり、編集したりすることで新たな知識を創り出す、創成教

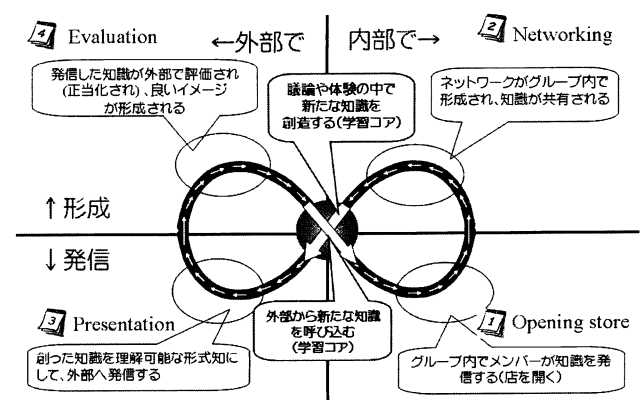


図1 知識創造のOPENサーキットモデル

育が目指す創造的な学習が行われる。また「単に考えている」だけではなく、体験や実験という試行錯誤や議論などのグループ活動の中で学習が進められる。

しかしその創造を成果として発信しなければ、外部からは認識できずに、グループ内部の活動で終わる。そのため、学習の結果を外部に認識できる「形」に変換して外部に向かって発信し、外部者からも見えるようにするプロセスが次に必要になる（図1の左下；フェーズ③）。通常これは、発表や論文・レポートなどの目に見える成果、形式知の形をとり、発信した成果を外部者が認識できるようになる。

その結果、外部に発信された成果（＝知識）が外部者によって評価されることになる（図1の左上；フェーズ④）。そして発信された知識に一定の評価を与えた外部者は、知識を「正当化」する。それは、発信された知識に外部者が賛同した状態でもある。

最終的に、正当化した知識に引きつけられた（成果に賛同した）外部者が、新たに参加してくる（再び学習コア）。ただし、参加するためには評価より進んだ状態、発信された知識の内容を「理解する学習」が必要になる。この場合の学習は、何かを創造することではなく、外部に向かって発信された知識の内容を理解することであり、従来型の学習で必要とされる「知識理解」である。そして外部者の参加を得ることで、彼らの持つ新たな知識が加わり、次のサーキットに入っていく（一段高いレベルのフェーズ①に戻る）。

以上のような知識創造のプロセスをサーキットモデルは描いている。要約すると、内部で知識を発信し、次に内部でネットワークを形成、そして外部へ成果を発信し、外部で評価を受けるという、「内部」と「外部」、「形成」と「発信」を交互に繰り返すことで、新たな参加者を得ながら知識を創造するオープンソース型の学習プロセスがサーキットモデルである。またサーキットモデルでは、図1の右から左の矢印は知識を創造する、特にチームやグループでの「知識創造」であり、逆に左から右への矢印は発信された内容を個人が「理解」するプロセスである。

3. 2 大学の研究活動へのサーキットモデルの応用

ここでサーキットモデルをわかりやすくするために大学の研究室での活動に当てはめて解説したい。そうすることで、サーキットモデルのイメージが明確にでき、またサーキットモデルによる研究活動の全体デザインを示すことができる。

もちろん、大学教育を対象にした、研究活動の進め方や研究論文の書き方を指導する参考書は、伊丹の「創造的論文の書き方」²²⁾ はじめ類書が多い²³⁾。しかしこうした文献では、個別の「研究技術」の解説が中心になりがちで、サーキットモデルのように知識を創造するプロセス全体をデザインしているものは少ない。

ゼミや研究室での「研究活動」は、それまでの講義や演習によって知識を身につけた学生や大学院生（以下、「学習者」）が、ゼミや研究室に配属された時に始まる。ゼミや研究室は、出入りが完全に自由ではないことや、一定の「規範」を持っている点から、所属する教員の専門領域に関連した「学習のための共同体」と考えることができる。このような共同体は大学のゼミや研究室だけではなく、同じ専門雑誌、いわゆるジャーナルに投稿しているような同分野の研究者集団と質的には同じであろう。その仕組みについては、藤垣²⁴⁾ が詳しく説明しているので参考にされたい。

学習のための共同体である研究室に参加してきた学習者が活動し始めるのは、ちょうど「知識を持ったよそ者（外部者）」が、外部から内部へ入ってきた状態だと考えられる。よそ者である学習者は、今までに講義などで学んだ知識を研究室の中で発信し始める。一方そこには既に先輩や大学院生や教員がいて、彼らは盛んに研究室内部で発信を繰り返している。こうした発信は、研究室のゼミ活動やふだんの雑談、指導の中で繰り返し行われる。これはサーキットモデルのフェーズ①、つまり「内部」での「発信」に相当する。発信が続けられる中で、新しいメンバーも加えたネットワークが研究室内で造られ始め、それぞれの持っていた知識が共有される（フェーズ②）。この時にできあがるネットワークでは、あるテーマに関する複数の学習者で構成された研究チームやグループ（以下「研究チーム」）が基本単位になる。

ネットワークによって各学習者が持つ知識を共有すると、同じ「場」に立って実験や調査、議論ができる。そして、実験や調査、ゼミや研究室での議論が活発化し、持っている知識の組み合わせを変えたり、実験や調査で得られた新たな知見と組み合わせたりする「再編集」活動が起き、新たな知識が生み出される（「学習コア」）。実験や調査、議論が繰り返し行われるこのプロセスは時間がかかるが、溶液が飽和点に達して結晶するように知識が結晶する。

しかし、結晶した新たな知識は、そのまま利用できるわけではない。むしろ共同体（研究室）内部の学習者にしか理解できないことが多い。それは、整理されていない実験や議論の結果が、「形式知」ではなく「暗黙知」の状態、つまり明確な形になっていないことが多いからである。また、形式知化されていても、共有した知識を持つ研究室内のメンバー、研究チームやグループに属する学習者にしか理解できない特殊な言葉で表現されていることも多く、背景や文脈がわからないと理解できない。そこで、学習コアで結晶した知識が外部者にも理解可能な「形」にする加工が進められる。

そして加工された成果が、次のフェーズ③で外部に

向かって発信される。この理解可能な形とは、さまざまな研究発表や学会発表のポスター、論文など、誰もが理解可能な「形式知」である。研究の途中で発信される学会報告や発表はじめ、短い報告や発表要旨など、およそ言語化、可視化され外部者に理解可能な形になったものは何でも「成果」である。

そして、成果が外部に発信されると外部者が目にし、評価の対象となる（フェーズ④）。研究活動での評価とは、学会賞や発表でのコメントなどが、成果が高く評価されることでアドバイスが得られたり、参考となる文献の示唆、また何らかの支援が得られたりすることも多い。

前述した一般化したサーキットモデルでは、モデルの2周目に入る時に、新たな知識を持った外部者が現れたが、研究活動の場合には知識そのものがアドバイスや示唆の形でまず入ってくる。もちろん、賛同した研究者がその研究やプロジェクトへ新たに参加ということも十分視野に入るだろう。

このようにして成果の発信と評価が進めば、新たな知識が加わり、研究活動はレベルが一段高い次のサーキットに入る。そして「ポジティブフィードバックサイクル」²⁵⁾に入り、スパイラル状にレベルが上がる。以上、研究活動の一連のプロセスをまとめたサーキットモデルを図2に示す。また、そのスパイラルアップを表すイメージを図3に示す。

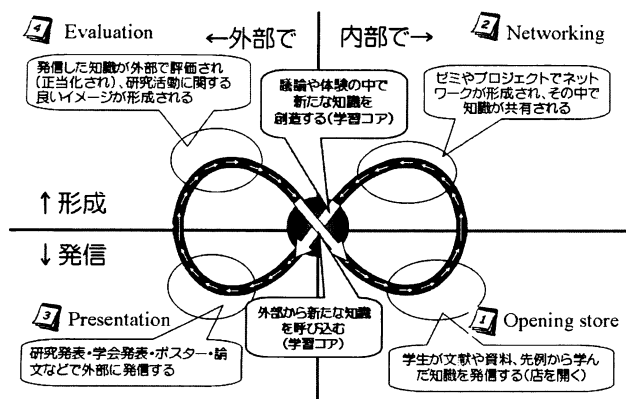


図2 研究活動のOPENサーキットモデル

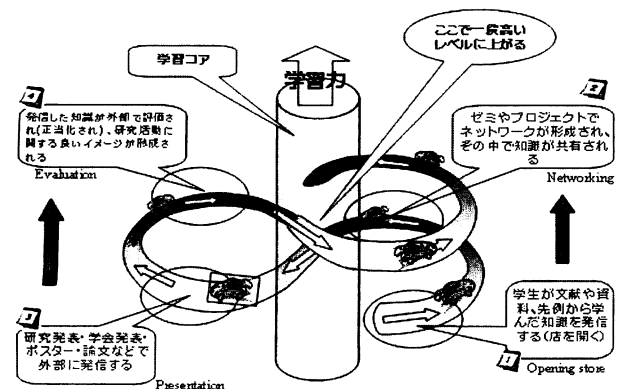


図3 サーキットモデルのスパイラル

4. 考察

本研究では、従来型の学習プロセスにかわって重要視されてきている創成教育のような知識創造型学習に注目し、その学習プロセスにサーキットモデルを適用することを提案した。このモデルは、学習者個人が得た知識を組み合わせ、具体的な形（成果）にすることで新たな知識を呼び込み、研究がレベルアップするという、繰り返しのプロセスを持つことが特徴である。それは、学習者個人をネットワークし、各人の持つ知識を組み合わせることで、知識の合算以上の新たな知識を創造する「組織学習」²⁶⁾ プロセスでもある。以下サーキットモデルの特徴とその有効性を述べる。

まず、創成教育の学習プロセスは「PDCAサイクルを回す」ことだという主張がある²⁷⁾。確かに計画・実行・評価・見直しを繰り返すPDCAサイクルは、創成教育の学習プロセスをわかりやすく描くことができる。しかし、繰り返しが基本のPDCAサイクルでは、新たな知識を生み出すことは描けない。またPDCAサイクルを回すとどのような学習効果があるのか、何が具体的に改善されるのかが明確ではない。この点についてサーキットモデルでは、新たな知識が加わり学習者や組織が知識を充実するレベルアップを視覚的に示すことができる。

また知識創造に関しては、野中らが提案した優れたモデル、SECIモデル²⁸⁾がある。このモデルとサーキットモデルの差は、サーキットモデルが外部からの新たな知識の追加や新たなメンバーの参加を想定していること、また外部への成果の発信というより具体的なプロセスを持っている点にある。

次に、創成教育では繰り返しのない「プロジェクト型学習」を取り入れ、その開始から終了までのプロセスを直線的なフローチャートで描くことが多い。そのため、プロジェクトを完了することだけが目的になる危険がある。しかしサーキットモデルを用いれば、モデルを何回も回することで新たな知識を創造するという、直線的ではない学習プロセスを学習者に具体的に説明できる。

さらに、知識創造のためには知識理解、つまり知識のインプットが必要であることをサーキットモデルで学習者に示すことができる。アージリスが述べているダブルループ学習のように²⁹⁾、枠組みそのものを改変するような創造的学習を創成教育は想定している。しかし、そのためには与えられた枠組みの中で知識を取得する学習、例えば研究テーマに関する文献の読書やアドバイスなどによる「インプット」が必要である。この学習は与えられたテーマの枠組みを超えることはないが、創造的学習はこの知識理解があってはじめて生ずる。そのためサーキットモデルの学習コアは、「知識理解」と「知識創造」の異なる2つの学習プロセスで構成している。そしてこの質の異なる学習の組

み合わせこそが、本来の創成学習だと考えられる。

創成教育では知識創造を重視するあまり、従来型学習の持つ「知識取得」プロセスを否定し、知識理解をないがしろにしてしまうことも多い。また逆に、「現場」で学ぶことがより重要なので、「とにかく現場で工夫しろ」という指導が行われる可能性もある。このような過度な「現場主義」は、教育システム自体の否定となったり、形式知より暗黙知を優先し、教員との「徒弟制的関係」を復活させたりしてしまう。福島³⁰⁾も、こうしたスタイルへの回帰を否定している。この点で、知識理解と知識創造の2つの学習の重要性を示すサーキットモデルの有効性は高い。

ところで、創成教育でも目標やゴールが設定されることが多い。もちろん明確な目標設定があれば、学習者の意識も高くなる。しかし、こうした目標達成型のアプローチでは、ゴールに達してしまうと関心がなくなるという問題点がある。特に、そのゴールを学習者自身が決定する場合に、学習者が到達レベルを低く設定したり、低い到達度で満足してしまったりすることが指摘されている³¹⁾。その点サーキットモデルを用いると、最終目標やゴールを固定せず、繰り返しを基本とするので、結果だけではなく「プロセス」にも学習者の関心が向けられる。そして、より高いレベルに学習者を誘導することが可能である。

サーキットモデルのもう一つの特徴は、知識を外から持ち込むインプットを奨励しているという点である。サーキットモデルでは、研究室内だけで完結しがちな研究活動に、異質な知識を持つ外部者の参加を促し、そこから知識を創造しようとする。このように知識を内部だけで調達しないという考え方は、「オープンソース」方式として最近リナックス等のソフトウェア開発で成果を上げはじめ³²⁾、³³⁾、また一般の生産システムでも取り入れられ、優れた方式だと評価され始めている³⁴⁾。創成教育でも、研究室内でプロジェクトを完結させずに、研究室外の第三者が学習者と関わることの有効性を、実際のプロジェクトの分析から畝田らが主張している³⁵⁾。

5. 結論

以上、本研究では畝田らが提案するサーキットモデルが、創成教育の学習プロセス設計や、大学における研究活動の学習モデルとして有効なことを示した。従来の創成教育の学習モデルにはない特徴を持っているサーキットモデルは、インプットした知識をネットワーク化し、それを再編集することで新たな知識を生み出すという知識創造プロセスを、学習者に対して明確に説明できる。

このモデルを創成教育の学習プロセス設計の際に利用すれば、学習者が創成教育で目指す知識の創造や活用という「創成能力」の充実、ひいては学習者の創造

性を高めることに資すると考えられる。

参考文献

- 1) 野中郁次郎：第2章 知識創造企業，ナレッジ・マネジメント，Harvard Business Review編，ダイヤモンド社，(2000)，38 - 68
- 2) ランドリー・チャールズ：創造的都市 - 都市再生のための道具箱，日本評論社，(2003)
- 3) Florida, R.: The rise of the creative class : And how it's transforming work, leisure, community and everyday life, Basic Books, (2002)
- 4) クライン・モーリ：チェンジ・メーカーズ - 世界を変えた起業家たちの創造力，アスペクト，(2003)
- 5) 久米是志：「無分別」のすすめ，岩波書店，(2002)
- 6) 末松千尋：京様式経営 - モジュール化戦略 - ，日本経済新聞社，(2002)
- 7) 都倉信樹：創成科目の考え方と実施案，日本工学教育協会平成12年度工学・工業教育研究講演会講演論文集，(2000)，275 - 278
- 8) 1) に同じ
- 9) ガービン・デービッド・A：アクションラーニング，ダイヤモンド社，(2002)
- 10) 田辺繁治：行き方の人類学 - 実践とは何か，講談社，(2003)
- 11) 米倉誠一郎，板倉雄一郎：敗者復活の経営学 - チャレンジを続ける人だけが成功する，PHP研究所，(2001)
- 12) 畑村洋太郎：失敗学のすすめ，講談社，(2000)
- 13) 西田 進：PBLスタディモデルとITを利用した構造工学教育，工学教育，51 - 2 (2003)，36 - 40
- 14) 塚本真也：創造力育成の方法 - JABEE対応の創成型教育，森北出版，(2004)
- 15) 西田 進：PBLの手法を用いた大学院生への教育研究指導，工学教育，52 - 2 (2004)，12 - 17
- 16) 14) に同じ
- 17) 畑村洋太郎：創造学のすすめ，講談社，(2003)
- 18) 佐伯胖以下6名：学び合う共同体，佐伯胖，藤田英典，佐藤学編，東京大学出版会，(1996)
- 19) 敷田麻実，森重昌之：公共事業の戦略的活用と地域の環境保全 - 北海道黒松内町における持続可能な地域振興と政策プロセスの検証，環境経済・政策学会編，公共事業と環境保全，(2003)，121 - 138
- 20) 敷田麻実，森重昌之：持続可能なエコツーリズムを地域で創出するためのモデルに関する研究，観光研究，15 - 1 (2003)，1 - 10
- 21) 敷田麻実，末永 聡：地域の沿岸域管理を実現するためのモデルに関する研究：京都府網野町琴引浜のケーススタディからの提案，日本沿岸域学会

- 論文集, 15 (2003), 25 - 36
- 22) 伊丹敬之: 創造的論文の書き方, 有斐閣, (2001)
- 23) 酒井聡樹: これから論文を書く若者のために, 共立出版, (2002)
- 24) 藤垣裕子: 専門知と公共性 - 科学技術社会論の構築へ向けて, 東京大学出版会, (2003)
- 25) 金子郁容: 新版コミュニティ・ソリューション, 岩波書店, (2002)
- 26) 工藤剛治: 社会的組織学習, 白桃書房, (2003)
- 27) 7) に同じ
- 28) 野中郁次郎・竹内弘高: 知識創造企業, 梅本勝博編, 東洋経済新報社, (1996)
- 29) アーギリス・クリス: 第4章 優秀なプロフェッショナルの学習を妨げる「防衛的思考」, ナレッジ・マネジメント, Harvard Business Review 編, ダイヤモンド社, (2000), 109 - 148
- 30) 福島真人: 暗黙知の解剖 - 認知と社会のインターフェイス, 金子書房, (2001)
- 31) 宮里心一: 工学設計Ⅲと東京工業大学学士論文研究における学生の活動姿勢の比較, KIT Progress - 工学教育研究, KIT Progress 編集委員会編, 8 (2003), 149 - 154

- 32) 瀧口範子: オープンソース・ソフトウェアが変えるテクノロジー開発の風景, 地域開発, 3, (1999), 41 - 46
- 33) 25) に同じ
- 34) 國領二郎: オープン・ソリューション社会の構想, 日本経済新聞社, (2004)
- 35) 畝田道雄, 諏訪部仁, 石川憲一: 金沢工業大学・工学設計Ⅲにおける創成教育「自動押印機の設計・製作」の試みと成果, 工学教育, 52 - 2 (2004), 18 - 22

.....

著者紹介



敷田 麻実

金沢工業大学情報フロンティア学部情報マネジメント学科教授, 高知大学農学部栽培漁業学科卒業, オーストラリアジェームズクック大学大学院, 金沢大学大学院博士課程修了, 博士(学術), 専門は沿岸域管理学, エコシステムマネジメント, エコツーリズム
E-mail: shikida@neptune.kanazawa-it.ac.jp

