

プログラミング演習を対象としたナレッジ・マネジメントによる知識創造支援

南野謙一 関口和人 阿部昭博 渡邊慶和
岩手県立大学ソフトウェア情報学部

本論文では、ナレッジ・マネジメントの理論を応用し、プログラミング演習における学生の知識創造を支援する方法について述べる。岩手県立大学ソフトウェア情報学部では、1年次より研究室に学生を配属し、小グループでマンツーマン方式を取るプログラミング演習を実施している。学生は少人数の利点を活かしコミュニケーションを通して知識を共有しながら、新たな知識を創造し課題解決を行うことができる。プログラミング演習を通して得られた知識を共有し、コミュニケーションを通して、知識を創造しながら課題解決を行う活動を支援する。

Knowledge Creation by Knowledge Management on Programming Practice

Ken'ichi MINAMINO, Kazuto SEKIGUCHI, Akihiro ABE, Yoshikazu A. WATANABE
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

In this paper, we study students' knowledge creation on Programming Practice, applied the theory of Knowledge Management. In Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University, students belongs to laboratories and practices programming with members in a laboratory form first year. The students can solve problems by creating new knowledge, sharing knowledge through communication. We describe support for Knowledge Creation by Knowledge Management on Programming Practice.

1. はじめに

岩手県立大学ソフトウェア情報学部では、1年次より研究室に学生を配属し、小グループでマンツーマン方式を取るプログラミング演習を実施している。プログラミング演習において学生は、少人数の利点を活かし教員と学生だけではなく学生同士(同学年および上級生)でのコミュニケーションを行いながら、互いの持っている知識を共有し、新しい知識を創造しながら、課題を解決していくことができる。しかしながら、効果のあるプログラミング演習を行うためには、基礎となる知識の共有および発見、学生同士で課題解決を行うための知識創造を支援する必要がある。このような支援を研究室における環境として実現することにより、学生同士の主体的な学習を行うことが可能となる。

本研究では、ナレッジ・マネジメントの理論[1][2]を応用し、プログラミング演習における学生の知識創造を支援することにより、創意工夫を凝らしたソフトウェアを開発できる人材を育成することを目的としている。本稿では、ナレッジ・マネジメントによる知識創造の支援方法について述べる。

2. 知識創造のモデル

本研究ではナレッジ・マネジメントを、ある組織の個人が持っている経験や知識を組織内で収集・蓄積し、共有することにより有効に活用する手法や技術であるとみなし、プログラミング演習にナレッジ・マネジメントの理論[1][2]を応用する。ナレッジ・マネジメントでは「知識」を「形式知」と「暗黙知」の2面から捉える。形式知

とは本や文のように形式的に表される知識であり、暗黙知とは考え方や経験における知識などの目に見えない知識である。ナレッジ・マネジメントでは暗黙知を形式知に、形式知を暗黙知に変換するという知識の循環に重点を置く。本研究では図 1 に示す知識創造モデルとして、SECI (Socialization Externalization Combination Internalization) モデル[1]を適用する。SECI モデルでは 4 つの知識変換モードを通じた循環プロセスとして捉える。次に 4 つの知識変換モードの内容を示す。

- (1) 共同化：他人の持つ暗黙知を共同の体験により共有する
- (2) 表出化：対話(共同思考)により暗黙知を明確なコンセプトで表現する
- (3) 連結化：異なった形式知を組み合わせる新たな形式知を創り出す
- (4) 内面化：新たに創造された形式知を個々人の暗黙知として定着させる

3. ナレッジ・マネジメント

3.1 プログラミング演習

岩手県立大学ソフトウェア情報学部では研究室単位で、1 年次後期のソフトウェア演習 B、2 年次前期のソフトウェア演習 C という授業において C 言語の演習を行っている。ソフトウェア演習 B で文法の基礎を、ソフトウェア演習 C でアルゴリズムとデータ構造を中心に学習する。どちらの授業においても、演習は共通のテキストの内容に沿って進められる。学生には毎回の演習後に学習した内容についてのレポート課題が出題される。レポート課題には、必須課題と発展的な内容の自由課題がある。必須課題では基礎から応用にわたる 3~4 題の問題が出される。本研究では、難しい発展的な課題の解決に伴う新しい知識の創造のみを対象としているのではない。課題の難易度に関わらず自己の知識を組み合わせ適用し

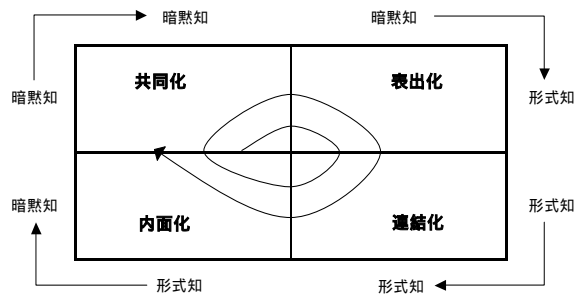


図 1 知識変換の 4 つのモード (SECI モデル)

課題を解決する過程での知識創造を対象とする。このため、各回の演習における知識や提出したレポートに存在する知識を随時蓄積していき、知識創造を支援する。個々の学生単位で知識を蓄積するのではなく、学生全員で多様な知識を蓄積する。したがって、学生は前回までの演習の知識を次の課題解決に活かしながら演習を進めていくことができる。

本研究では課題解決を対象として、SECI モデルをプログラミング演習へ適用する。次にプログラミング演習における 4 つの知識変換モードの内容を示す。

- (1') 共同化：演習を共同で体験し他人のスキル(これまで学習した知識(暗黙知))を獲得する
- (2') 表出化：対話を通して課題をプログラミングのコンセプトに置き換える
- (3') 連結化：これまでに獲得した知識を組み合わせる処理の流れを組み立てる知識(形式知)を創り出す
- (4') 内面化：新たに創造された形式知を個人の暗黙知として定着させる

3.2 研究室の組織

研究室には、数名の教員、各学年 10 名程度の学生と大学院学生が所属している。学生には、同学年の学生との横のつながりと上級生との縦のつながりがある。1~3 年生の学生が学生研究室に、4 年生と大学院生が講座研究室に配属されている。学生には 1 人 1 台のワークステーションが

用意されている。学生は研究室に24時間自由に出入りできる。プログラミング演習は、教員および1名のティーチングアシスタント（以下TA）が担当する。学生がレポート課題に取り組む際には、研究室という場で教員、TAに加えて同学年の学生と上級生にも教わることができる。

ナレッジ・マネジメントを実施するには、知識創造が行える場を用意することだけではなく、学生の積極的な参加が重要な要素となる。研究室という場は学生同士のコミュニティを形成しやすいという利点がある。これを活かし、ナレッジ・マネジメントの意義、目的を研究室の全員に理解させることが重要である。知識創造を行う組織は、下位から、知識を体得するナレッジ・プラクティショナー（KP）、知識変換を促進するナレッジ・エンジニア（KE）、組織の方向を決定するナレッジ・オフィサー（KO）から構成される[1]。研究室においては、プログラミング演習の履修学生がKP、上級生およびTAがKE、教員がKOとなる。重要な役割をするのはKEであり、プログラミング演習での過去の体験を通してKPの知識創造を促進させられるかがナレッジ・マネジメントの実施において重要なポイントとなる。

4. 支援環境

本研究では、知識の蓄積、発見、創造を行うことのできる環境を実現する。本研究の支援環境の特徴としては、知識入力負担の軽減、プログラムの動作イメージから関連する知識の発見、アイデアの発想法や思考法を取り入れた知識創造、についての支援を行う点にある。創意工夫を凝らしたソフトウェアを開発できる人材の育成には、適切な論理的思考に基づいたプログラミングスタイルを経験的に身に付け、それを様々な課題解決の局面に活かせる能力が必要であると考えられるからである。この支援環境は、ナレッジ・マネジメントを遂行できる組織での利用を前提としている。以下にそれぞれの点について述べる。

(1) 知識の蓄積

テキストで学ぶ基礎となる知識は、予め環境に蓄積しておく。これらの知識は宣言的な知識と手続きの知識が含まれる。学生の論理的な思考を支援するため、プログラミング演習で前提とする知識まで細分化した単位として蓄積する。これにより、1つ1つの知識に対して前提と結論の関係を明確かつ詳細に定義できるようになる。課題解決の結果得られる知識は、これらの知識を組み合わせるメタな知識であり、それは新たな関係により基礎となる知識と結びつけられる。演習における演繹的な学習を通して得られた知識を蓄積していくことを目的とする。このような知識の入力は入力者にとって大きな負担となる。入力負担を軽減するために、基本的にはレポートとして提出したファイル（プログラムと文章のファイル）から知識の抽出を行う。予めレポートの体裁を指定しておき、課題解決を行った知識を抽出できるようにする。教員がレポートを評価し優れているものを蓄積する。その他の蓄積する知識としては、学生が他の文献などを調べて獲得したテキストにはない知識、学生同士でやり取りされる疑問点と回答などがあり、これらは学生が自ら蓄積する。

(2) 知識の発見

プログラミング演習における課題解決では、出題された課題を解釈、分析し、プログラムの処理の流れに翻訳する必要がある。この翻訳の過程で解決の糸口の1つになるのが、これまでに獲得したプログラムの処理の流れに関するイメージである[3]。本研究では、イメージの形成が不完全な学生のために、プログラムの処理の流れに関するイメージと知識を結びつけ、知識を発見できるように支援を行う。具体的には、学生の組み立てた処理の流れのイメージから類似したイメージである知識を検索でき、また、関連した知識を検索することができる。ナレッジ・マネジメントにおいて重要なことは、ただ単に知識を発見できる

ことだけではなく、知識を登録した人を知り、コミュニケーションを交わすことにより形式知に加えて暗黙知を引き出すことができることである。本研究では、イメージを介して意思疎通をはかることのできる支援も行う。

(3) 知識の創造

一般的に、詰め込み型の学習を行ってきた学生による知識創造活動では、実現性を考慮していない未熟なアイデアを出したり、アイデアを出すことができなかつたりすることがある。これを解決するためには、学生同士で発想法や思考法を体験させることが有効である。本研究では、学生同士で発想法や思考法によりアイデアを出し、それをプログラムで実現できるように支援を行う。その方法としては、(1)発想法や思考法を体験させる前にこれまで獲得した知識の全体像を把握させ、自己の能力の範囲で行うことを理解させる、(2)課題解決のアイデアを発想法や思考法により出させる、(3)課題解決のアイデアをプログラムに結びつけるためのアイデアを発想法や思考法により出させる、といった3段階のステップを実施する。このような発想法や思考法は、演習の最終回などに行う総合的な演習で体験させると最も効果的に行うことができる。

5. 知識創造支援

5.1 総合的な演習

知識創造支援では、総合的な演習を主な対象とする。総合的な演習とは、これまで獲得した知識を踏まえ、課題を解決する演習である。本研究では、与えられた課題を解決することだけではなく、自分に課題を設定して解決することにも重点を置く。本稿では、アイデアの発想法や思考法を取り入れ、自ら課題を設定する課題解決を対象とした支援について述べる。適切な支援を行うことにより、自分で出したアイデアを集団でのコミュニケーションを通して実現可能なアイデアにする

という知識創造活動を可能にする。

岩手県立大学ソフトウェア情報学部では、ソフトウェア演習Cの最終回で、ソフトウェア演習BからのまとめとしてC言語の総合的な演習を実施している。課題は住所録管理アプリケーションを作成するという内容である。この課題には、学生全員に共通の与えられた仕様に基つき開発する設問と自ら仕様を決定し開発する設問がある。自ら仕様を決定し開発する設問については、住所録管理アプリケーションに独自の機能拡張(どのようなものでも構わない)を行うというものである。この自ら仕様を決定する設問に対してアイデアの発想法や思考法を取り入れた知識創造支援を行う。

5.2 発想法・思考法

自ら課題を設定する課題解決では、課題を適切に設定させるための支援を行うことが重要である。適切な課題の設定とは、(1)学生にとって一見難しい課題であると思われるが分析すると、これまでに獲得した知識の範囲でその知識を組み合わせることにより解決可能な課題、(2)演習で獲得した知識の範囲を超えるが、適切な情報源があり解決可能な課題、などを設定することである。課題の難易度は、個々の学生によって異なるものであり、個々の学生にとって解決する価値のあるものであれば良い。このような課題解決は、与えられた課題を解くことよりも解決した時の効果は大きいと考えられ、さらに創意工夫を凝らしたソフトウェアを開発することへの動機付けとなることが期待される。

本研究では、課題解決(課題設定)ための発想法・思考法として焦点法を利用し、課題解決のアイデアをプログラムに結びつけるための発想法・思考法としてブレインライティング法を応用し試行した。焦点法とは、全く関係のないものを強制的に結びつけて新しいアイデアを得ようとするものであり、ブレインライティング法とは、

グループの各メンバーがアイデアを発展させていくものである[4]。焦点法は個人で自己の課題の素案を決定するために役立つ。ブレインライティング法は、その素案を集団で、プログラムで実現可能な案へ発展させるために役立つ。焦点法とブレインライティング法は、課題の仕様を決定するために活用するもので課題の仕様を決定した後、プログラミングに取り掛かることになる。今回の試行では、コンピュータによる支援は行わず、紙を用いて行った。その結果から発想法・思考法の効果および支援方法について考察する。

6. 試行・考察

6.1 焦点法の利用

焦点法を利用した理由は、やり方が簡単であり、発想・思考の基本であるからである。焦点法での課題は、住所録管理アプリケーションの独自の機能拡張を考えることである。10名の学生を対象とし、個人個人で焦点法により自己の課題のアイデアをまとめた。この時点でのアイデアは必ずしも実現可能なアイデアである必要はない。ただし、出発点となる重要なアイデアを出す必要があるため、この作業は特に時間を設定せず、演習日までに各自で行ってもらうこととした。焦点法の利用手順[4]を以下に示す。

- (1) 課題と無関係な対象を決める(例：携帯電話を対象とする)
- (2) 対象の特性(要素, 特徴)を挙げる(例：セキュリティ, メモ機能など)
- (3) 挙げた特性と課題を結びつけてアイデアを発想する。(例：住所録データ保護用セキュリティ機能など)

6.2 ブレインライティング法の応用

ブレインライティング法では、個人個人が定められた時間内に必ずアイデアを出し、集団としてアイデアを発展させていくという特徴がある。この特徴を活かし、アイデアをプログラムで実現可能なものに発展させる目的で応用した。このよう

発案者	A	B	C	D
初期案	アイデア by A	アイデア by B	アイデア by C	アイデア by C
+ (5分)	アイデア by B	アイデア by C	アイデア by D	アイデア by A
+ (5分)	アイデア by C	アイデア by D	アイデア by A	アイデア by B
+ (5分)	アイデア by D	アイデア by A	アイデア by B	アイデア by C
最終案	アイデア by A	アイデア by B	アイデア by C	アイデア by C

図2 ブレインライティング法の応用

な目的とすることにより、メンバーの誰がどのような知識を持っているかを知ることができ、円滑なナレッジ・マネジメントを行う効果もある。ブレインライティング法を応用した本研究の使用方法を以下に示す。10名の学生を3, 4名の3つのグループに分け実施し、1グループで1枚の用紙を使用した。図2に使用した用紙(A, B, C, Dの4名のグループ用)を示す。

- (1) グループの各メンバーが用紙の発案者に氏名を、初期案の欄に焦点法で出したアイデアを書く
- (2) 用紙をまわしながら、の欄に1人ずつ初期案をプログラムで実現可能なものに発展させるアイデアを書く
- (3) 同様にの欄にアイデアを書いていく
- (4) すべての欄を書き終わったら、各メンバーが他のメンバーから出されたアイデアの中から良い点をまとめ、最終案を決定する

6.3 結果・考察

焦点法とブレインライティング法を試行後、アンケートによる調査を行った。それを基に考察を行った。

- (1) 焦点法による発想
全員の学生が焦点法を理解することができた。

課題と無関係な対象として、携帯電話、ポータルサイト、新聞などを挙げる事ができていた。そして、平均4つのアイデアを発想する事ができていた。焦点法を理解し発想までに要した時間は、平均13分であった。このため、発想法・思考法の利点である短い時間でアイデアを出す事ができる点については確認する事ができた。

(2) 焦点法の効果

焦点法により発想したアイデアの満足度については、2名の学生が満足したアイデアが出せなかったと答えた。これは、焦点法のやり方は理解しているが、課題と無関係な対象として不適切なものを選択していることが考えられる。すなわち、その対象についての理解不足により要素・特徴を挙げる事ができず、アイデアの数が少なくなってしまういたり、斬新なものを出す事ができなくなってしまうたりしていることが考えられる。対象の選択に対する支援や焦点法以外の発想法・思考法を選択させるなどの配慮が必要であると考えられる。

(3) ブレインライティング法による発想

全員の学生がブレインライティング法を理解する事ができた。ブレインライティング法では、他の学生のアイデアを発展させること、自分のアイデアを発展させてもらうことにより競争心が芽生えるという利点があるが、それを確認する事ができた。そして、学生全員が最終案をまとめる事ができた。その結果、互いの持っている知識を理解できたことも確認できた。ただし、プログラムで実現可能なアイデアを出すことについては、必ずしも具体的に相手に示しているとはいえなかった。

(4) ブレインライティング法の効果

ブレインライティング法により発想したアイデアの満足度については、焦点法で満足なアイデアを出せなかった学生においても、概ね満足していることが分かった。ただし、最終案の難易度に

ついては、多くの学生が難しいと答えていた。これは自分の望むアイデアを実現するため、当然であると考えられる。そのため、ナレッジ・マネジメントによるプログラム演習の支援が必須となる。知識創造支援の試行を通して、概ねその効果を確認する事ができた。さらに効果的に知識創造支援を行うためには、上級生が過去の課題解決の知識や経験を伝えアイデアを補足や補正する事ができるように、上級生を参加させる必要があると考える。

7. おわりに

本研究では、ナレッジ・マネジメントの理論[1][2]を応用し、プログラミング演習における学生の知識創造を支援することにより、創意工夫を凝らしたソフトウェアを開発できる人材を育成することを目的としている。本稿では、課題解決を行うための知識創造を対象としたナレッジ・マネジメントによる知識創造の支援方法を述べ、考察した。ナレッジ・マネジメントを実践する組織作りなど取り組むべき課題はあるが、知識を蓄積し課題解決に活かすことができる環境を実現することは、学生にとっては大きな利点となる。

今後の課題としては(1)ナレッジ・マネジメントを支援するシステムの開発を進める(2)KP, KE, KOの役割を明確にしプログラミング演習においてナレッジ・マネジメントを遂行する手法を定める、(3)ナレッジ・マネジメントの評価方法の研究を行うことである。

参考文献

- [1] 野中郁次郎, 竹内弘高: 知識創造企業, 東洋経済新報社(1996)
- [2] Harvard Business Review: ナレッジ・マネジメント, ダイヤモンド社(2000)
- [3] 長谷川聡, 山住富也, 小池慎一: プログラミング教育における制御構造のイメージと理解度について, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.4, pp.1180-1183(1998)
- [4] 鷲田小彌太: 分かる使える思考法辞典, すばる舎(2003)