

放射思考を用いた習熟度判定による 授業改善システムの提案

吉田 博哉†

概要

近年、学習者毎の学習記録を統合的に管理し、学習成果を評価する事が出来るポートフォリオシステムに注目が集まっている。ポートフォリオシステムには、学習者の活動内容を記録するラーニングポートフォリオや教員が活動記録するティーチングポートフォリオなどがある。一方、授業を改善し、質の高い教育を提供するためには、これらのポートフォリオを導入するのみならず、刻一刻と変化する学習状況を見極め、習熟状況を把握し、指導内容を評価する仕組みが必要である。しかし、習熟度を把握するには、膨大な学習記録を手動で分析する必要があり、多大な手間を要する。本研究では、関連キーワードを放射状に整理する放射思考支援ツールを用いて学習記録を蓄積することで、学習者の習熟度を自動的に判定する授業改善システムを提案する。

Proposal of Class Improvement System by Proficiency Determination using Radiation Thought

Hiroya Yoshida †

Abstract

In recent years, the portfolio has been the focus of attention. Resulting from the use of the portfolio, the learner will be able look back on the results of their own learning. As a result, the learner can be fixed knowledge. In addition, the portfolio system is able to record learning management in an integrated manner, to evaluate the learning outcomes. However, in order to achieve quality education, just the introduction of portfolio is not enough. It is necessary for teachers to grasp the situation changes from moment to moment proficiency, assess the learning situation. As a result of proper guidance to achieve, can lead to provide a quality education. However, in order for teachers to grasp the degree of proficiency, it is necessary to analyze manually record vast learning. In this study, learning to accumulate a record by using the radiation thought. And, I propose class improvement system to analyze the learning record, to determine automatically the learner's proficiency.

1. はじめに

近年、FD (Faculty Development) の一環として、授業評価システムを導入する事で、教員に気付きを促し、授業改善へと繋げる仕組みが広く普及しつつある。一方、授業改善を検討する場合、学生からの意見のみならず、シラバス作成時に検討した学習目標に対して、

学生の到達度を評価する必要がある。一般的に、学習目標の到達度は、期末試験によって評価する方法が採用されている。ただし、試験による評価は、学生の日々の習熟状況の変化を把握出来ないため、到達度が低い場合の原因を分析し、授業改善に繋げる事は困難である。そこで、学習者の日々の学習記録や教員の指導記録を蓄積し、後に振り返る事が出来るポートフォリオシステムを授業改善に活用する方法が検討されている。

ポートフォリオとは、利用者が、行動した内容、結果、得た情報、身につけた能力、経

†神戸情報大学院大学
Kobe Institute of Computing

験などを一連のデジタル形式のデータとして蓄積し、加工し、まとめた成果物のことである。ポートフォリオを活用した取組みは、1970年代に始まり、欧米諸国では経験学習サイクルによる自己成長促進を目的とした自己志向型ポートフォリオ[1]や社会的評価や人事考課を目的とした他者志向型ポートフォリオ[2]が社会に広く浸透しつつある。国内の教育機関においても、学習者の学習活動を支援するラーニングポートフォリオや教員の指導活動を支援するティーチングポートフォリオが広く普及している。

本学においても、ラーニングポートフォリオとして、「学習者が自らの力によって、自主的に集めた情報をデータベースに蓄積し、編集加工および再構築して、まとめ、そして、それを学習コミュニティに公開して、相互評価を受け、新たな気付きや再発見をして、自分の成果物（エビデンス(Evidence)：科学的根拠）にする」という新しいポートフォリオ学習サイクルを考案し、この学習サイクルでの活動を支援するシステム[3]の運用が検討されている。

一方、教務に係わる一連のデータの整理し、学習過程を含めた学習成果を評価・活用を利用した組織的な教育改善に関する取組みや、教員の研究活動や教授活動の支援を行うためには、ティーチングポートフォリオが活用されている。しかし、ティーチングポートフォリオによって蓄積された学習記録を分析し、授業改善に活用するには、膨大な学習記録を一つ一つ手動で確認する必要がある、多大な手間を要する。そこで本研究では、学生が蓄積した学習記録を自動で分析し、習熟状況を把握することで、授業改善に活用するティーチングポートフォリオシステムを提案する。

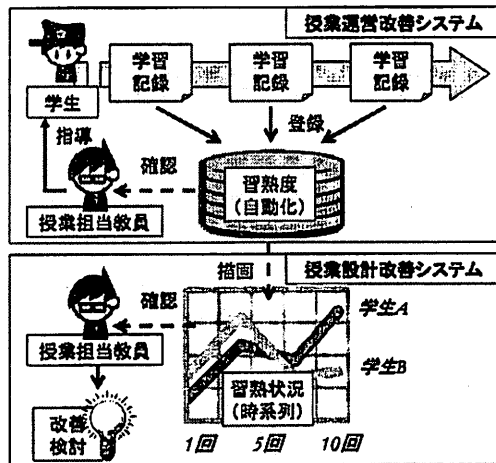


図1 授業改善システムの全体構想

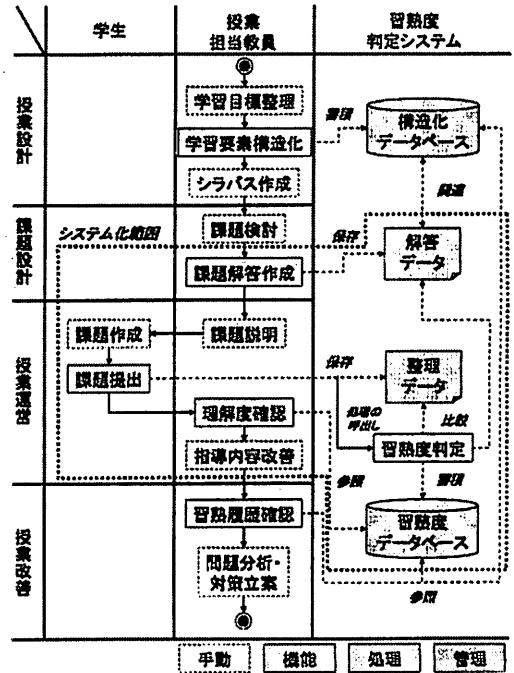


図2 授業改善システムの利用フロー

2. システム構想

2.1 授業改善システムの全体構想

本研究では、ティーチングポートフォリオの機能を有する授業改善システムを提案する。授業改善システムの全体構想を図1に示す。本研究で提案する授業改善システムは、授業運営改善システムと授業設計改善システムから構成される。

授業運営改善システムは、学生によって登録された学習記録を自動的に分析し、習熟度を確認出来る機能を有する。本システムを利用する事で、授業担当教員は、学習状況を見極めると共に、習熟状況に応じて、日々の指導を適宜改善する事が出来る。

また、授業設計改善システムは、学習目標を細分化した学習要素に対し、登録された学習記録の習熟度判定結果から、授業回毎に変化する習熟状況を確認出来る機能を有する。本システムを利用する事で、習熟状況の変化を把握し、学習目標に対する到達度が低い場合の原因を確認すると共に、次年度に向けた授業設計の改善に繋げる事が出来る。

2.2 授業改善システム利用の流れ

本提案システムの利用フローを図2に示す。本提案システムでは、「授業設計」「課題設計」「授業運営」「授業改善」という4つのフェーズに分類される。

(1) 授業設計

「授業設計」は、担当科目における学習目標を整理の上、授業シラバスを作成するフェーズである。本フェーズでは、授業設計改善システムの「学習要素構造化」機能を利用して、本授業として設定した学習要素を整理し、相互関係を明らかにする。なお、学習要素の構造化には、ISM (Interpretive Structural Modeling) 法^[4]を利用する。また、階層構造は、思考支援ツール IdeaFragment2 を用いて、学習要素や各々の要素の関連を表現すると共に、本ツールで作成したファイルをシステムに登録する。

(2) 課題設計

「課題設計」は、学習要素の達成度を評価するための課題を検討の上、解答を作成するフェーズである。本フェーズでは、授業運営改善システムの「課題解答作成」機能を利用して、学習要素の習熟度を測る課題の模範解答を作成する。なお、模範解答は、思考支援ツール FreeMind を用いて、解答データを作成すると共に、本ツールで作成したファイルをシステムに登録する。

(3) 授業運営

「授業運営」は、授業運営を通じて学生の習熟度を計測するフェーズである。本フェーズでは、授業担当教員が課題設計フェーズにおいて準備した課題を学生に説明する。説明を受けた学生は、課題を解くために、既知の情報を取り纏める(整理データ)。なお、整理データは、思考支援ツール FreeMind を用いて作成すると共に、本ツールで作成したファイルを授業運営改善システムの「課題提出」機能を利用して、システムに登録する。なお、学生が学習記録を提出したタイミングで、「習熟度判定」処理が呼出される。本処理は、解答データと整理データの比較から、習熟度を判定の上、データベースに蓄積する。授業担当教員は、全学生の課題提出が完了した時点で授業運営改善システムの「理解度確認」機能を利用し、学生の習熟度を確認の上、習熟度の低い項目を把握して指導の改善に努める。

(4) 授業改善

「授業改善」は、授業運営フェーズで学生の提出物をもとに判定した習熟度を時系列に分析し、授業運営の問題を把握するフェーズである。本フェーズでは、授業設計フェーズにおける「学習要素構造化」機能で登録した学習要素の相互関係と、学習要素に関連付けられた課題の習熟度をもとに、各授業回における習熟度の変遷を確認できる。習熟度の変遷は、授業設計改善システムの「習熟履歴確認」機能によって確認し、学習目標に対する到達度が低い場合の問題を分析し、対策立案

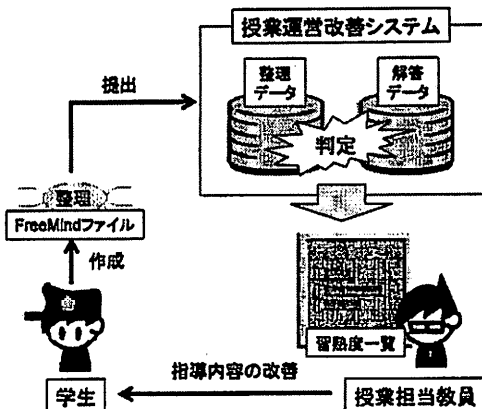


図3 授業運営改善システムの概要

を検討する。

なお、本論文では、提案システムにおける授業運営改善システムに開発範囲を限定し、実証実験の上、有効性を確認する。

2.3 授業運営改善システムの概要

授業運営改善システムは、授業進行の際に、学生に作成させた学習記録をもとに、習熟度を見極めると共に、習熟状況に応じて、適宜、指導を改善するシステムである。図3に授業運営改善システムの概要を示す。本システムでは、特定の課題に対し、授業担当教員が登録した解答データと、学生が既知の内容を取り纏めた整理データの類似度を判定の上、習熟度を計測する。授業担当教員は、学生の習熟度一覧から習熟度の低い項目を見極め、指導の改善に努める。

なお、学生の習熟度を見極める方法として、穴埋め式や選択式など、予め決められた設問の中から選択させる方法が広く採用されている。ただし、これらの習熟度判定方法は、回答の選択肢が限定されている事から、理解せずとも正答する場合が考えられる。一方、教員が提示した課題に対し、レポートなどの文章を自由に記述させ、その内容から理解度を測る方法があるが、授業担当教員が提出されたレポートを読み解き、理解度を把握するには膨大な時間と労力を要する事から、即時性が皆無となる。

これらの問題を解決するために、レポートを自動的に分析し、理解度チェック単語数によって良い考察か考察不足かを判定する研究が進められている^[5]。ただし、レポートを分析して習熟度を測る場合、理解度チェック単語数のみならず、重要語句間の関連を整理出来ているかどうかを把握する事が重要となる。自由記述の文章より、重要語句間の関連を自動抽出する場合、多くの前処理が必要となる。

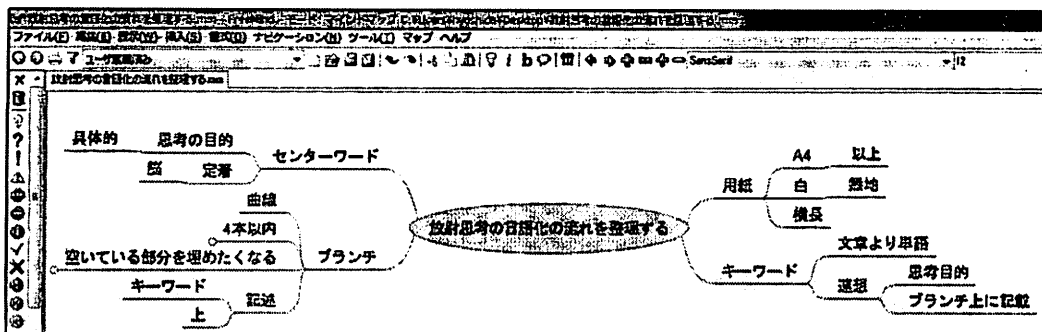


図 4 FreeMind で作成した放射思考の結果

例えば、入力情報である文章から、形態素解析によって形態素単位に分割し、各文節の係り受けを推定する事で、重要語句間の関連を導出する事が可能となる。しかし、自動抽出の結果は、入力した文章の良し悪しや形態素解析エンジンの精度に依存する事から、自由記述の文章から重要語句間の関連を精度よく導出する事は難しい。

そこで、本研究では、関連キーワードを放射状に整理する放射思考支援ツールを用いて課題に対する既知の内容を整理させ、習熟度を自動的に判定する授業運営改善システムを構築する。

3. 放射思考

3.1 放射思考の概要

放射思考とは、表現したい概念（テーマ）を示すキーワードやイメージを中心に置き、そこから発想したキーワードやイメージを放射状に繋げていく思考法である[6]。

放射思考は、文章という体裁に囚われず、思いつくキーワードを連想するような発想支援で活用される他に、記憶した内容を整理する際に活用される。例えば、他者が発言した内容と、既知の内容をどこまで整理出来るか、頭の中にある知識、経験と結び付ける事が出来るか、等を言語化する際に利用出来る事から、企業内において様々な業務で活用されている[7]。放射思考を効果的に活用するには、分類と階層を使って思考を組み立てる必要がある。まず、思考テーマを中心に記述した後、BOI (Basic Ordering Idea) を検討の上、連想の方向付けを決める。次に、思考テーマよりメインプランチを広げ、その上にBOIに相当するキーワードを記述する。その後、メインプランチ上に記述したキーワードに対し、既知の情報を連想し、メインプランチの先端に新たなプランチを広げ、その上にキーワードを記述する。この手順を繰り返す、完成した放射思考は、特定の思考テーマに対する知識

量や理解度を確認する事が出来る。

3.2 放射思考支援ツール

放射思考は、基本的には紙とペンがあれば実施出来る。ただし、紙で作成した放射思考は、コンピュータ上での分析には不向きである。そこで、本研究では、放射思考支援ツールを用いる事で、放射思考の結果をデータとして管理する。なお、本研究では、放射思考支援ツール自体の機能拡張性や作成したデータの移植性を考慮し、OSS (Open Source Software) として開発されている FreeMind を用いた。図 4 に放射思考支援ツールである FreeMind で作成した放射思考の結果を示す。図 4 では、思考テーマを「放射思考の言語化の流れを整理する」とし、BOIとして検討したメインプランチ上のキーワードを「センターワード」「プランチ」「用紙」「キーワード」として連想した結果である。

4. 習熟度の判定

4.1 習熟度判定手法

習熟とは、特定の知識やスキルに対し、十分に意味を理解し、自身のものにする事である。教育現場において、授業担当教員は、授業に対する学習到達目標を掲げ、学生が目標を達成出来るように授業運営を工夫する必要がある。また、学生の達成状況を適宜把握するためにも、習熟度を計測し、その結果を踏まえて、理解度の低い指導項目に対する対策を講じる必要がある。

習熟度を計測し指導に活用する例として、予め決められた学習教材を表示するのではなく、学習者の理解度を逐次測定し、課題を動的に学習者に提示する eラーニング[8]や、自己主導的な学習支援を目指すために、学習課題を構造化した内容をもとに進捗や成績を表示する eラーニング[9]が研究されている。

本研究では、放射思考支援ツールで作成されたファイルを用いることで、前処理を不要

```

<?xml version="1.0"?>
<map version="0.9.0">
  <view this file, download free mind mapping software Freemind from http://freemind
  <node TEXT="教科書の学習の基礎知識を整理する" MODIFIED="1334834617630" ID="ID_197
    <node TEXT="用語" MODIFIED="1334376544046" ID="ID_1176016083" CREATED="
      <node TEXT="A4" MODIFIED="13349376546820" ID="ID_588902239" CREATED="
        <node TEXT="A1" MODIFIED="1334376535853" ID="ID_111615453" CREA
      </node>
    <node TEXT="B" MODIFIED="13343765468361" ID="ID_1338977494" CREATED="
      <node TEXT="基礎" MODIFIED="13343765358493" ID="ID_503209053" CREA
    </node>
    <node TEXT="復習" MODIFIED="1334376551176" ID="ID_1064634161" CREA
  </node>
  <node TEXT="センターワード" MODIFIED="1334376562592" ID="ID_337942854" CREA
  <node TEXT="思考目的" MODIFIED="13343765664210" ID="ID_351904988" CREA
  <node TEXT="見返り" MODIFIED="1334376566291" ID="ID_349912500" CREA
  </node>
  <node TEXT="復習" MODIFIED="1334376571376" ID="ID_656146607" CREA
  <node TEXT="B" MODIFIED="13343765739403" ID="ID_1072072260" CREA
  </node>
  <node TEXT="キーワード" MODIFIED="1334376577466" ID="ID_345417454" CREA
  <node TEXT="文法基礎" MODIFIED="1334376587522" ID="ID_874767307" CREA
  <node TEXT="文法" MODIFIED="1334376589947" ID="ID_1641678605" CREA
  <node TEXT="思考目的" MODIFIED="1334376592831" ID="ID_1114749100" CREA
  <node TEXT="プラン上に反映" MODIFIED="1334376606614" ID="ID_4847387
  </node>
</map>

```

図 5 FreeMind ファイル (XML 形式)

とする習熟度判定の仕組みを構築する。本システム利用の流れとして、習熟度を測りたい内容(思考のテーマ)に対し、授業担当教員が FreeMind を用いて「解答データ」を取り纏め、事前にシステムへ登録する。その後、学生は、課題が提示された際に、既知の情報を整理し、同じく FreeMind を用いて「整理データ」として取り纏め、システムに登録する。これら 2 つのデータにおける類似度を計測する事で、習熟度を判定する。

4.2 類似度判定アルゴリズム

FreeMind で作成されたファイルは、図 5 に示すように、XML 形式のフォーマットで表現される。XML 形式のファイルに対し、類似度を算出する方法には、木構造の類似度を算出する Tree Kernel という手法[10]がある。Tree Kernel は、2 つの木構造の類似度をそれらの木構造が共通に含む部分木の数と定義している。ただし、部分木には、

- 2 個以上の要素を持つ
- 個々の導出規則の一部だけを含んではならない

という制約がある。

ちなみに、類似度に求められる性質は、適用分野によって異なるため、Tree Kernel が習熟度判定に適しているとは限らない[11]。本研究では、習熟度を判定するために、教員が作成した解答データと学生が作成した整理データの類似度を測る。ただし、ファイル全体で類似度を算出するのではなく、中心に記述した思考テーマから広げたキーワード(BOI)を頂点とする部分木毎にキーワード適合率及び親子ノード適合率により計測する。

なお、類似度の評価項目であるキーワード適合率は、解答データの部分木に含まれるキーワード群を抽出し、それらが整理データの

部分木に含まれている割合から算出する。また、親子ノード適合率では、解答データの部分木に含まれる親子ノードのキーワード群を抽出し、それらが整理データの部分木に含まれる割合から算出する。最後に、適合率の算出方法であるが、入力情報が自由記述であるため、キーワード間の完全一致で評価すると、精度が低くなる。そこで、本研究では、適合率を 2gram による類似性から判定する。

5. 授業運営改善システムの開発

5.1 システム概要

前述の内容を踏まえて、授業運営改善システムを開発した。本システムは、学内ネットワークから利用できるイントラネットシステムとして構築した。本システムの動作するサーバ環境は、OS として Ubuntu、Web サーバとして Apache、リレーショナルデータベースとして PostgreSQL によって構成した。

なお、本学では、学内 LMS として Moodle を運用しており、各科目の授業資料の公開に利用している。そのため、基本的な授業運営は、Moodle を活用し、授業中に習熟度を判定する場合に限り、本システムの課題提出画面へ遷移するように、設定した。

5.2 システム利用の流れ

本システムを利用するにあたり、図 2 に示す利用フローのうち、「課題設計」及び「授業運営」のフェーズにて授業運営改善システムの機能を利用する。

まず、課題設計フェーズでは、授業担当教員が習熟度判定のタイミングと項目について検討の上、FreeMind で解答データを作成の上、システムに登録する。

次に、授業運営フェーズにおいて、授業担当教員は、課題内容を説明の上、学生に既知の情報を FreeMind で取り纏めさせる。その際、授業担当教員が作成した解答データの一部(「思考の目的」と「メインランチのキーワード」)を学生に伝達する。その後、学生は、FreeMind で作成した整理データを「課題提出」機能を利用して、システムに登録する。なお、学生が整理ファイルを登録したタイミングで、本システムの「習熟度判定」機能が呼出され、メインランチ以下の部分木に対するキーワード適合率及び親子ノード適合率から類似度を判定し、その結果を習熟度としてデータベースに記録する。

最後に、全学生が課題提出を完了した時点で、授業担当教員は、図 6 に示す「理解度確認」画面を表示し、学生の習熟度を確認する。図 6 に示す通り、学生一人一人の習熟度を行単位で表している。また、メインランチに

理解度確認画面

放射思考の言語化 (2)

各列のパーセント表記から習熟度の低い項目の確認

各行のパーセント表記から習熟度の低い学生の確認

学生名	用紙	キーワード	プラン	全項目	
	Keyword (80%)	(90%)	(100%)	(50%)	表示
	SubTree (60%)	(20%)	(10%)	(50%)	表示
	Keyword (50%)	(80%)	(20%)	(100%)	表示
	SubTree (40%)	(80%)	(100%)	(100%)	表示
	Keyword (200%)	(80%)	(20%)	-	表示
	SubTree (20%)	(30%)	(50%)	-	表示
	Keyword (100%)	(200%)	(100%)	-	表示
	SubTree -	(100%)	(100%)	-	表示
	Keyword (400%)	(100%)	(80%)	-	表示
	SubTree -	(40%)	(20%)	-	表示
	Keyword (600%)	(800%)	(200%)	(100%)	表示

提出ファイルの確認

図 6 理解度確認画面

設定したキーワード毎の習熟度を各列に記載された値で表している。メインプランチに記載されたキーワードの習熟度は、各キーワードの部分木から構成されるキーワード適合率 (Keyword 行) 及び親子ノード適合率 (SubTree 行) を表示しており、習熟度が高いほど値が大きくなる。なお、行単位で値を確認する事で、習熟度の低い学生を把握出来る。また、列単位で値を確認する事で、習熟度の低い項目を把握出来る。ちなみに、本画面の右端にある「表示」ボタンを選択すると、学生が提出した整理データを閲覧する事が出来る。そのため、授業担当教員は、本システムによって算出した習熟度の確認のみならず、学生自身が提出した整理データをもとに、習熟状況を把握し、授業内容の改善に役立てる。

6. 実証実験と考察

6.1 実証実験

本システムの有効性を確認するために、以下の手順で実証実験を実施した。まず、本学の新入生のうち、実験に協力頂いた学生を対象に、放射思考の概念や言語化の流れについての講義を実施した。本実験に協力頂いた学生の年齢構成を表 1 に示す。

表 1 学生の年齢構成

年齢層	人数
20代	8名
30代	1名
50代	1名

次に、講義内容の習熟度を測るために、放射思考の言語化の流れについて、FreeMindを用いて整理させた。その後、授業担当教員が事前に登録しておいた解答データ (図 4)

と学生が作成した整理データの類似度を算出し、理解度確認画面 (図 6) より確認した。なお、計測された習熟度の妥当性を確認するために、従来の習熟度判定方法である穴埋め式の設問を用意し、空欄に埋めるべきキーワードの正答率と本システムで算出した習熟度の差異を確認した。

6.2 実験結果と考察

本実証実験の結果として、穴埋め式による習熟度の判定結果を表 2 に示す。また、授業運営改善システムによって算出した習熟度のうち、キーワード適合率を表 3 に、親子ノード適合率を表 4 に示す。

表 2 習熟度の判定結果 (穴埋め式)

学生 No.	習熟度評価 (%)			
	項目 1	項目 2	項目 3	項目 4
1	100	50	100	100
2	75	75	40	50
3	100	100	40	50
4	100	100	60	50
5	100	100	40	0
6	100	50	60	0
7	100	100	60	50
8	75	75	80	50
9	100	50	80	0
10	100	100	40	0
平均	95	80	60	35

表3 習熟度の判定結果(キーワード適合率)

学生 No.	習熟度評価 (%)			
	項目1	項目2	項目3	項目4
1	28	37	22	0
2	14	24	16	0
3	40	10	8	5
4	60	31	27	18
5	80	19	8	30
6	0	17	12	0
7	60	15	52	36
8	60	26	17	18
9	32	11	57	0
10	60	25	2	0
平均	43.4	21.5	22.1	10.7

表4 習熟度の判定結果(親子ノード適合率)

学生 No.	習熟度評価 (%)			
	項目1	項目2	項目3	項目4
1	20	37	5	0
2	0	19	11	0
3	0	4	3	5
4	20	0	7	11
5	40	0	3	5
6	0	12	3	0
7	20	9	11	13
8	40	7	17	11
9	20	9	17	0
10	40	0	0	0
平均	20	9.7	7.7	4.5

実証実験では、表2から表4に示す通り、従来手法である穴埋め式による習熟度判定と比べ、提案手法である放射思考を用いた習熟度の判定結果の方が低い値となった。この原因として、1) 放射思考に関する問題、2) データ作成上の問題、3) 穴埋め式設問に関する問題、の3点が考えられる。

放射思考に関する問題として、学生が放射思考やツール(FreeMind)の操作方法に慣れていない事から、既知の情報を十分に整理しきれず、正答率が低い結果に繋がったと考えられる。また、データ作成上の問題として、授業担当教員が作成した解答データや、学生が作成した整理データには、文章が混じる事があるため、登録されたデータを形態素解析や係り受け解析によってキーワードに分類する前処理が必要であると考えられる。また、本システムでは、キーワードの類似度から習熟度を判定しているが、類義語に対する処置が取られていない。本問題の解決策として、コーパスを利用して、キーワード間の距離計算を行う必要がある。さらに、穴埋め式設問に関する問題として、空欄以外の問題文から

回答すべきキーワードを連想する際、問題文によっては、必要以上のヒントを与える事となり、習熟度の判定結果が高い値を示す傾向がある事が判明した。

一方で、放射思考を用いた習熟度の判定結果の場合、レポート等の自由記述による回答と同様に、1) 設問に対してキーワードを連想出来たか、2) 連想したキーワード間を関連付け出来たか、といった2つの指標で習熟度を判定する事が出来た。これらの指標は、前者を本システムによって算出したキーワード適合率によって評価し、後者を親子ノード適合率によって評価した。さらに、レポートの自動評価と較べて、形態素解析等の前処理を省く事が出来ているため、登録と同時に習熟度が判定出来る事から、即時性の高いシステムが構築できた。よって、従来手法である穴埋め式と較べて、習熟度の判定結果は低い値にはなったものの、改善に繋がる詳細な習熟度判定結果を即時提示出来たことから、システムの有効性が確認出来たと言える。

7. おわりに

本研究では、関連キーワードを放射状に整理する放射思考支援ツールを用いて既知の内容を整理させ、学習記録として登録する事で、学習者の習熟度を判定する授業運営改善システムを構築した。また、実証実験を通じて、授業改善に繋がる情報が提示出来た事から、本システムの有効性を確認出来た。一方で、従来の習熟度判定手法との比較により、本システムの改善課題も明らかとなった。

今後の取組みとして、前述の改善課題への対策を検討すると共に、放射思考支援ツールと授業運営改善システムを統合化し、学習者の習熟度をリアルタイムに把握する方法を模索する。また、本論文では、授業運営改善システムのみが開発となっているため、今後の取組みの中で、授業設計システムの開発を進め、本システムとの連携を図る事で、授業改善に有効な情報提示となるか検証する。

謝辞 本研究の一部は日本学術振興会 科学研究費助成事業 若手研究(B)(研究課題番号:23700997)によって行われた。

参考文献

- [1] Zubizarreta, J. : The Learning Portfolio - Reflective practice for improving student learning. Bolton, Anker Publishing Company, 2004.
- [2] Tubaishat, A., Lansari, A., & Al-Rawi, A. : E-Portfolio Assessment System for an Outcomes-Based Information

- Technology Curriculum. Journal of Information Technology Education: Innovation in Practice, Vol.8, pp.43-54, 2009.
- [3] 田村武志, 吉田博哉, 須藤克彦 : アカデミックポートフォリオの研究開発, 秋季学術講演会発表論文, 日本e-Learning学会, 2009.
 - [4] 佐藤隆博 : ISM 法による学習要素の階層的構造の決定, 日本教育工学雑誌, 日本教育工学会, Vol.4, No.1, pp.9-16, 1979.
 - [5] 渡邊博之 : ニューラルネットワークを用いた実習レポート評価支援システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告(ET), 電子情報通信学会, Vol.108, No.146, pp.7-12, 2008.
 - [6] トニー・ブザン, バリー・ブザン : ザ・マインドマップ~脳の力を強化する思考技術~, ダイアモンド社, 2005.
 - [7] 平鍋健児 : マインドマップによるアイデア発想と整理術, 情報の科学と技術, 情報科学技術協会, Vol.59, No.10, pp.498-504, 2009.
 - [8] 延原哲也, 小山嘉紀, 三宅新二, 庄司成臣, 劉渤江, 横田一正 : 学習者の理解度に対応した適応型eラーニングシステムの考察, 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol.72, pp.601-606, 2004.
 - [9] 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 市川尚, 鈴木克明 : 課題分析図を用いた学習内容選択支援ツールの開発-Moodleブロックによる学習者向け機能の実装-, 日本教育工学会論文誌, 日本教育工学会, Vol.35, No.1, pp.17-24, 2011.
 - [10] Collins, M. , Duffy, N. and Park, F. Parsing with a Single Neuron: Convolution Kernels for Natural Language Problems. Technical report UCS-CCRL-01-01, University of California at Santa Cruz, 2001.
 - [11] 高橋哲朗, 乾健太郎, 松本裕治 : テキストの構文的類似度の評価方法について, 情報処理学会自然言語処理研究会, 情報処理学会, NL-150-7, 2002.