

# 内省を指向したノートリビルディングシステムの 蓄積機能及び関連付け機能開発

小山俊哉<sup>\*1</sup>, 東本崇仁<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 東京工芸大学工学部コンピュータ応用学科

## Development of Accumulation function and Association function of Directed the Introspection

### Note-Rebuilding system

Toshiya Koyama<sup>\*1</sup>, Takahito Tomoto<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Applied Computer Science,  
Faculty of Engineering,  
Tokyo Polytechnic University

大学の講義では、学習者が講義資料の内容を自ら書き写し整理する機会がない。東本らの研究では、資料を分割し部品として学習者に与え、資料の再構築を要求する支援システムを開発した。しかし、作成したノートは蓄積できず講義後に見直すことは出来ない。本研究では、システムで作成したノートを保存し、蓄積できる機能と蓄積したノート間でさらに再整理できる機能を追加することで学習効果を高める支援を行った。

キーワード: 形成的評価, ノート構築, ノート保存

## 1. はじめに

近年、様々な大学においてプレゼンテーションソフトウェアを用いた講義が増加している。特に、情報技術系の科目においては、その傾向が顕著であるように思える。したがって、情報技術教育においては、このような形態の講義において、効果的な教授方法を模索する必要がある。

プレゼンテーションソフトウェアを用いたスライドによる一斉講義では教員の一方的な講義になりやすい。スライドを用いることにより教授者側は事前に情報を的確に整理された資料を作ることができる。講義中において、板書などの手間を省くことができ、次年度などで再利用できるという利点がある。また、学習者側には講義内容に関する構造化された資料が提供され自分でノートを取る必要がなく、書き漏らしがなくなる利点がある。しかし、学習者が板書された情報を自ら

ノートに書き写し整理することは、自身の理解状態を整理することになり、学習成果が期待できるとされている。これに対してプレゼンテーション型講義において、講義の内容のものを明示的に整理するためのタスクを学習者に与えることを目的としたノートリビルディング方式を提案し、その支援システムを設計・開発し、評価する研究は上記の問題を解決しているが、作成したノートを蓄積することができず、講義後に見返すことができない。

本研究では、ノートリビルディング方式とその支援システムにノートを蓄積する機能と、ノート間の関連付けをできる機能を追加し、各講義のノートを関連付けることで学習効果を高める支援を行う。

## 2. 関連研究

### 2.1 講義に対する理解促進のためのノートリビルデ

## イング法の提案と支援システムの開発・評価

プレゼンテーションソフトウェアを用いた講義において、学習者自身の理解状態を整理する機会が与えられないことを問題点として提起し、その解決策として明示的に構造化ノートを再整理させるタスクを提供する。東本ら[1]は、このタスクをノートリビルディング方式と呼んでおり、その支援システムを開発した。

### 2.2 ノートリビルディング方式

教授者により構築されたコンセプトマップを、ノードとリンクという部品に分割し、学習者に再構築させる Kit-build 方式に関する研究があり、教育現場での実践利用も試みられている。Kit-build 方式では教師はあらかじめ正解となるコンセプトマップを作成するだけで、システムが自動で部品に分割するため、簡単にタスクを生成することができる。また、各学習者は同じ部品を用いて作業を行うため、各学習者が作成したマップを重ね合わせて比較することができ(重畳機能)、学習者が自身の理解状態を把握することができる。さらに、教授者が全体の理解状態を把握することで、講義の補足や改善を行える。ノートリビルディング方式は、Kit-build 方式をプレゼンテーション講義型に適用したものである。

### 2.3 構造化ノート

プレゼンテーション型講義で用いられる講義資料がすべてに渡って構造化されているとはいえないが、重要であり、かつ整理が必要とされるような箇所については、リスト、表、階層構造、概念マップ、ベン図あるいはフローチャートなどの形式を用いた構造化が行われていることが多い。

提案されているノートリビルディング方式では構造化ノートをその構造の形式を定めている枠組み(以下ではスケルトンと呼ぶ)と、そのスケルトンを埋めている単語やフレーズ(以下では概念要素と呼ぶ)で構成されていると考え、二つをあわせて部品と呼んでいる。ノートリビルディング方式ではスケルトンと概念要素を学習者に与え、適切に組み合わせることで理解状態の整理を促す。図1は箇条書き形式の構造化ノートの例、図2は箇条書き形式について部品化を行った例である。

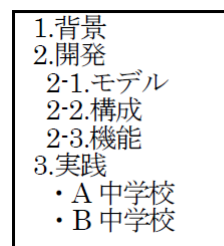


図1 構造化ノート

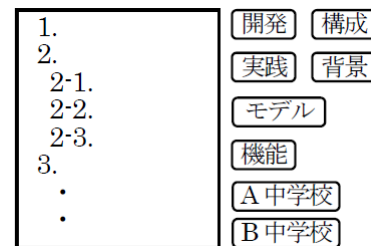


図2 スケルトンと概念要素

### 2.4 ノートリビルディング方式を用いた講義

ノートリビルディング方式を用いた実際の講義形式としては、構造化ノートとプレゼンテーションソフトウェアを用いて教授者側が構築し、部品(スケルトンと要素)に分割した状態で学習者に与える。学習者は与えられた部品を組み立てて、構造化ノートを構築することで、自身の理解状態の整理を行う。

### 2.5 ノートリビルディング支援システム

システムは、プレゼンテーションソフトウェアにより構造化された資料を解析する機能と、概念要素とスケルトンを学習者に組み立てさせるインタフェースと、教授者や他の学習者の構築したノートを比較する比較機能からなる。

システムのメリットとしては大きく三つある。一つ目は、聞くだけになりがちなプレゼンテーション型講義において、学習者の理解状態を整理する活動が要求されること。二つ目はシステムを利用することで学習者の理解状態を教授者側が講義中に収集でき、即座に授業改善に役立てることができる。三つ目は、教師は学習者に与えるタスク用に新たに資料を作成する必要がなく、既に作成したプレゼンテーションソフトウェアを用いた資料をシステムが自動で部品に分割できることである。

### 2.6 構造化ノート解析機能

構造化ノート解析機能では、教授者がプレゼンテーションソフトウェアにより作成した構造化ノートを自動で構造化ノート情報に変換する。構造化ノート情報とは、学習者に構築を要求する構造化ノートについて教授者側が用意した正解の情報である。図3は、箇条書きについての構造化ノート情報の例である。箇条書きの例では、各情報(sentence)、階層の深さ(Level)、

数字つき(number)か数字なし箇条書き(dot)かを別の情報として入力している。

```

{"ClassStructure": [
  {"level": 1,
   "sentence": "MySQLの起動",
   "type": "number"},
  {"level": 2,
   "sentence": "mysql -u j**** -p -tee='filename.txt'",
   "type": "dot"},
  {"level": 1,
   "sentence": "データベースの確認",
   "type": "number"},
  {"level": 2,
   "sentence": "SHOW DATABASES:",
   "type": "dot"}
]}
    
```

図3 構造化ノート情報の一例

## 2.7 ノートリビルディングインタフェース

学習者はマウスまたはタッチパネルをドラッグ&ドロップ操作でノートを組み立てることとなる。構造化ノート情報を読み取り、記述されている要素をランダムに整列するとともに、要素を除去してスケルトンも提示する。ノートの構造はインタフェース上の「送信」ボタンを押すことで、サーバ側に送信される。図4は実際に開発した箇条書きについてのシステムのインタフェースの例である。



図4 ノートリビルディングインタフェース

## 2.8 比較機能

サーバでは学習者の回答データを収集し、複数の学習者のノートを重畳した結果および教授者側の用意した結果を重ね合わせて表示する機能を持つ。本機能は、講義中に教授者側の任意のタイミングで利用できるため、学習者は正解と自身の回答を比較することや、他の学習者の回答と比較することで自分の回答を振り返ることができる。これにより、多くの学習者が間違え

た箇所を自分も間違えた時や、多くの学習者が正解しているのに自分だけ間違えた時など、注意しながら学習することができる。さらに、教授者側は、講義中に即座に学習者の不十分な理解を把握し、行った講義について振り返り授業改善に役立てられるとともに、その場で補足説明を行う等の対応が可能となる。図5は数字つき箇条書き形式において複数の学習者のノートを重ね合わせた結果の例である。



図5 ノートリビルディング比較機能

## 2.9 実験と評価

本システムを実際の大学のプログラミングの講義にて用いた。対象の講義では、PHP と MySQL について扱っており、特に今回は既に学習済みの内容について、復習として学習者に再整理することを要求した。被験者は工学系大学生 69 名である。

詳細な手順は以下の通りである。

1. プレゼンテーションソフトウェアを用いて作成した構造化ノートによる復習。通常の講義形式(6分)
2. 事前テスト(6分)
3. 支援システムによるノートリビルディング(6分)
4. 比較機能を用いた講義の再説明(6分)
5. 事後テスト実施(6分)
6. アンケート(5分)

事前事後テスト結果について、MySQL および PHP+MySQL のそれぞれについて事前から事後にかけて成績が向上していた。システムを通して講義の順序構

造の理解が促進されることが明らかになった。

4 件法(4 思う, 3 やや思う, 2 あまり思わない, 1 思わない,)で回答させ、集計した平均点を表 1 に示す。また、4, 3 をポジティブ(Ps), 2, 1 をネガティブ(Ng)としている。

表 1 アンケートの集計結果(平均点 Ave)

質問項目	平均点	Ps	Ng
システムを使って学習すると、使わないときに比べて内容を理解しやすかった	3.3	65	4
システムを使って学習すると、使わないときに比べて、どの部分に分かってないかをよく確かめることができた	3.2	60	9
システムを使って学習すると、使わないときに比べて、学習内容のポイントを理解しやすい	3.1	59	9
システムを使って学習すると、使わないときに比べて、構造を理解しやすい	3.2	62	7

表 1 から、本システムの利用により、講義の内容や構造、ポイントを理解しやすくなるという意見が得られたといえる。さらに、自分の理解状態を振り返るために有益であると学習者が主観的にも感じていることも明らかになった。

以上の結果より、順序構造の事後テストにおいて成績が向上しており、またアンケート結果から主観的にも理解が促進されていることが確認できた。講義の後にノートリビルディングを MySQL と PHP+MySQL の各 3 分、比較機能による説明を各 3 分追加することで通常の講義をのみを行う時に比べ、効果的な結果が得られた。

### 3. 提案機能

#### 3.1 プレゼンテーション型講義

プレゼンテーションソフトウェアを用いる講義形態では、教授者があらかじめ資料を整理し、構造化された資料が配られるため、学習者はノートを取る必要がなく、学習者自身が情報を再整理することは要求されない。しかし、板書型の講義形態において、板書された情報を自らノートに書き写し再整理することは、自身の理解状態を整理することになるとされており、学習効果が期待できるとされている。

#### 3.2 ノート蓄積

ノートリビルディング方式とその支援システムを用いることで、プレゼンテーション型講義において、学習者は与えられた資料を再整理することができる。し

かし、現在のシステムにはノートを保存する機能はない。学習者は自身で作成したノートを見返すことはできないので、学習の効果は講義時の一時的なものである。

そこで、本研究では(1)ノートを保存し講義後に復習することができる蓄積機能、(2)保存したノートとほかの回のノートをさらに再整理する、関連付け機能の 2 つを提案する

### 4. 提案システム

#### 4.1 開発環境・動作環境

本システムの開発環境と動作環境を表 2 に示す。

表 2 本研究の開発環境

OS	Windows7 64bit
言語	PHP, Java script

本研究では、OS に依存せず、Web 上で運用することができる JavaScript を採用する。JavaScript はブラウザ上で動くのでインストールする手間はなく、大学や家庭でも利用することができる。

#### 4.2 ノート蓄積機能

現在のノートリビルディング方式支援システムでは、講義内で教授者が提示した資料を情報の構造と個々の情報に分割し、部品として学習者に再構築させるものである。そこで、本研究は講義ノート保存機能を提案する。本機能は講義の各回分のノートを保存するものであり、これにより学習者は自身で作成した各回分のノートを見返すことができる。

#### 4.3 インタフェイス

システム起動時のシステムインタフェイスについて図 6, 7 をもとに説明する。学習者はシステムを利用する際に、学籍番号を入力する、OK ボタンをクリックすることでノート選択画面に移行する。ノート選択画面ではノート作成、ノート編集、関連付け、関連ノートの項目が表示される。各項目のリンクをクリックすることで各ページへ移行する。

ノート作成(図 7)では画面右に学籍番号が表示される。学習者は画面左上にあるセレクトボックスから各回のノートを選択する。選択後、講義ボタンを押すことで図 6 のように右側にカードがランダムに表示され、

左側には組み立てるための枠が並べられる。学習者は右側の枠の要素を左側の枠にドラッグ&ドロップすることでノートを組み立てを行う。送信ボタンを押すことでサーバにノート情報が送信される。ノート編集では学習者が作成して、送信したノートを再表示する。また、未完成のノートを再編集することができる。保存する場合、再度送信ボタンを押すことでノートを保存することができる。



図 6 学籍番号入力画面



図 7 ノート作成画面

#### 4.4 関連付け機能

通常の講義で資料を復習する際、他の回の資料と関連付けて学習したほうが効果的であると考えられる。関連付けをすることで、その回の講義と他の回の講義のノートを跨ってひとつのノートとして再整理することができる。例として、ある講義の第一回で「コンピュータの動作」について説明され、第二回には「論理回路」についての説明がある。この場合「コンピュータの動作」には2進数が用いられ、「論理回路」は2進数で表現されている、という関連がある。このように一回の講義だけで終わらず、複数回にも続いて同じ内容のものを教授することは少なくない。関連付け機能では、このような例において講義をまたいで関連付けることができる。

各回の講義の内容に関連する項目があった場合、作成されたノートをさらにノトリビルディング方式により再整理することで、板書したノートのように各回のノートを関連付けする。図8のノート関連付け画面では、3つのノートからひとつのノートにまとめる。学習者は3つのセレクトボックスから作成したノートをそれぞれ選択する。さらに、その下のセレクトボックスから関連付けするためのノートを選択する。講義ボタンを押すことで図8画面のようにノートが表示される。作成したノートは画面左の枠に表示され、タブボタンを選択しクリックすることでノートを切り替えることができる。学習者は最大3つのノートから、マウスによりドラッグ&ドロップすることでカードを移動し、ノートを組み立てる。また、既に整理したノート間で再整理を行うので過去のノートを整理することができる。

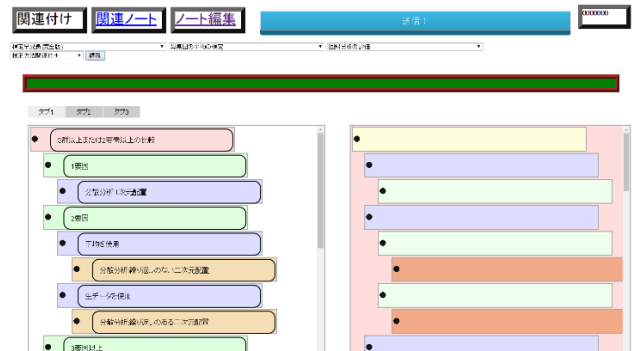


図 8 ノート関連付け画面

## 5. 評価実践

### 5.1 概要

本研究で対象とした講義は、東京工芸大学の統計処理である。統計処理は Excel のデータ分析を使用して具体的に統計処理の手法を習得するものである。学習者には主に、データ分析の手順と分析方法の概要についての内容を学習者に与え、再整理を要求した。統計処理は全15回行われ、5回、9回、14回で中間テストが行われる。本実践では、統計処理の第7回から第15回の総合テストまでの8回分でシステムを用いた。また、第1回から第6回までの内容を冬休みの課題として学習者に要求した。対象とする学習者は統計処理を受講する66人である。

## 5.2 実践手順

手順としては、通常形式の講義を行い講義資料の説明が終わった後、既存のノトリビルディング手法を用いて学習者にノートの再構築を要求する。作成したノートの情報は各回の講義ごとに蓄積される。蓄積されたノートは授業外でも閲覧することができ、学生が蓄積されたノートを開覧した際にログとして記録される。ログにはノートを表示した日時と表示したノートの種類が記録される。

関連付け機能については第 11 回、第 13 回、冬休みの課題で実施した。関連付け機能の手順としては、ノトリビルディング手法によってノート作成が終了した後に関連付けを実施する。関連付け後、比較機能によって学習者と教授者に理解状況をフィードバックする。

## 5.3 結果

本システムの実践の結果とアンケート結果について示す。アンケートは、システムの利用を通して復習に役立ったか、作成したノートを見返すことで理解が向上したか、また、関連付け機能を利用することで複数のノートをまとめることで理解状態が改善されたかなどについて調査することが目的である。5 件法によって実施した任意回答のアンケートは 27 名が回答した。回答尺度のうち 4,5 をポジティブ (Ps) とし 1,2 をネガティブ (Ng) とした。

蓄積機能のアンケート結果について、表 3 に示す。表 3 のアンケート項目から、項目 1 では、回答者 27 名中 18 名がポジティブな回答をしており、システムが有用に使われていることがわかる。また、項目 2 より、「自分で作ったノートを見直すことは、内容の理解につながる」という項目に対して、項目 3 の「システムで作ったノートを見直すことは、内容の理解につながる」とほぼ同等の評価であったことから、情報量の多い紙のノートと同等の効果を果たしていると考えられる。また、項目 4 より、17 名がポジティブな評価をしており、システムで作成したノートは復習に役立っているといえる。これらの結果により、システムで作成したノートを見返すことで学習者の理解向上につながり、復習に役立つといえる。また、蓄積機能を追加した結果、実践によって蓄積した各回のノートのログ機

能によって、第 14 回 3 回目の中間テスト中では 13 名、第 15 回の総合テストでは 9 名の学習者が作成したノートを確認していた。なお、両方のテストでは講義資料、紙のメモ、web サイト、本システムの閲覧が可能となっている。講義内容があらかじめまとめられた講義資料の閲覧が可能となっているにもかかわらず、本システムを利用していることから、本システムが有用であると考えられる。

関連付け機能のアンケート結果について表 4 に示す。表 4 のアンケート項目から、1, 2, 3, 4 より複数回の講義内容をまとめることは、資料の記憶と理解につながり、復習に役立つと感じていることがアンケートよりわかった。また、項目 5, 6, 7 の関連付け機能について、ポジティブな評価が多いことから、資料内容の理解とまとめに有用であることがわかった。項目 8, 9, 10 についてもネガティブよりもポジティブの評価が高いことから、本機能が有用であることがわかる。他と比べて多少評価が低い理由として、関連付けとして再構築を要求したノートが問題として向いていなかったということが予想される。

これらの結果から、本システムの利用によって複数回の講義をまとめることに役立ち、資料内容の理解につながったことがアンケート結果から読み取れた。

また、表 5 は、2015 年度と 2016 年度の統計処理の中間テストの結果である。中間テストは半期中に毎年 3 回行われており、本システムを実践したのは 2016 年の第 1 回目と第 2 回目の間の期間からである。表 5 より、第 1 回目の中間テストについては 2015 年度も 2016 年度もほぼ同等の成績であるが、システムの実践を開始して以降の 2016 年の第 2 回目と第 3 回目の中間テストの結果は、2015 年度と比べて向上している。

また、被験者間要因として、年度 (2015 年度 / 2016 年度)、中間テスト時期 (中間テスト 1 回目 / 2 回目 / 3 回目) の 2 要因とする分散分析を行った。結果として、要因 : 年度、要因 : 中間テスト時期、交互作用のすべてに有意差が見られた ( $p < 0.01$ )。さらに、要因 : 中間テスト時期について Ryan' s の多重比較を行ったところ、中間テスト 1 と 2、1 と 3 の間で有意な差が見られた ( $p < 0.01$ )。交互作用について、単純主効果を調べたところ、要因 : 年度に対して、中間テスト 2 回目と 3 回目で有意な差が得られ ( $p < 0.01$ )、要因 : 中間

テスト時期に対して、2015年度のみ有意な差が得られた ( $p < 0.01$ )。以上より、年度の違いは、第2回目、第3回目についてのみ見られたことと、テスト時期の違いは2015年度のみに見られたことが分かった。以上より、2015年度は第2回目と第3回目が、第1回目に対して減少していたのに対し、2016年度は中間テスト時期に対して減少していないことが言える。以上より、2015年度と比較して、2016年度は中間テスト第2回目、第3回目で減少せず、テストの成績が維持されていることがわかる。

授業実践における利用は、長期の利用であり、様々な要因が存在するため、本システムの利用による学習効果であるかは断定できないが、システムの利用による理解力の向上の可能性が示された。

表3 蓄積機能アンケート結果

	アンケート項目	Avg	Ps	Ng
1	自分で作成したノートの間違いを直すことができた	3.70	18	4
2	自分で作ったノートを見直すことは、内容の理解につながる	3.89	19	3
3	システムで作ったノートを見直すことは、内容の理解につながる	3.63	18	4
4	システムで作ったノートは復習に役立つ	3.63	17	4

表4 関連付け機能アンケート結果

	アンケート項目	Avg	Ps	Ng
1	複数回の講義をまとめることで資料の記憶につながる	3.63	16	3
2	複数回の講義をまとめることで資料の理解につながる	3.56	17	5
3	複数回の講義をまとめることで学習内容のポイントを理解しやすい	3.74	19	5
4	複数回の講義をまとめることでテスト前の勉強に役立つ	3.85	18	2
5	関連付けによって資料の内容の記憶につながる	3.30	13	5
6	関連付けによって資料の内容の理解に繋がる	3.44	14	4
7	関連付けによって複数回の講義をまとめるのに役立つ	3.48	14	5
8	関連付けによって自分の知らなかった関係に気づいた	3.15	9	5
9	関連付けによって教師の理解してほしい内容を把握できた	3.30	10	4
10	関連付けによって教師の理解してほしい内容を理解した	3.04	8	6

表5 中間テスト結果

	2015年		2016年	
	受講者	平均点	受講者	平均点
1回目	81名	6.1点	71名	6.0点
2回目	78名	4.2点	68名	5.8点
3回目	79名	4.4点	66名	6.0点

## 6. おわりに

大学の講義において、プレゼンテーションソフトウェアを用いる講義形態では、学習者が講義資料の内容を自ら書き写し整理ができないなどの問題がある。そこで、ノトリビルディング方式では、講義資料を分割し、部品として学習者に与え、講義資料の再構築を要求する。これにより、学習者は講義における情報の構造を自ら整理する必要があるため、自らの理解状態を振り返ることが可能となる。

本研究では、ノトリビルディング方式の問題点であるノートの蓄積ができないという点において、(1)ノートを保存し講義後に復習することができる蓄積機能、(2)保存したノートとほかの回のノートをさらに再整理する関連付け機能、の2つを提案した。

評価実践で実施したログとアンケート結果から、本研究で追加した機能である蓄積機能と関連付け機能が有用であることが分かった。

今後の課題として、関連付け機能に適した問題を探すことが課題としてあげられる。

## 謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(10508435)の助成による。

## 参考文献

- (1) 東本 崇仁, 平嶋 宗: “講義に対する理解促進のためのノトリビルディング法の提案と支援システムの開発・評価”, 教育システム情報学会誌, 31(4), 264-269, 2014