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

Title	協調学習を取り入れたWeb Based PSIの提案と評価
Author(s)	長船, 泰治
Citation	
Issue Date	2009-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/8150
Rights	
Description	Supervisor:國藤進, 知識科学研究科, 修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

第　1　章
序論

1.1　研究の背景

近年、学力低下の対策の一つとして個に応じたきめ細やかな指導がとられている．
きめ細やかな指導は学習者個々人の特性や実態を見取ることから始まる．学習者達が獲得している学力，学習者達に身につけさせたい学力，学習者達が必要としている学力，それらを個人的に照らしてみることが求められる．

きめ細やかな指導方法のひとつに PSI（Personalized System Of Instruction）という学習方法がある．PSI は 1968 年に Fred S Keller によって提唱された Mastery Learning であり，現在ではインターネット上でも行われている．Mastery Learning とは学習の途中に形成的評価を取り入れ，個人差に応じたきめ細やかな指導を行うことで，すべての学習者に学習の着実な習得を可能にする学習モデルである．PSI はその学習モデルに，個々の学習者が独習教材を使うことを加えている．学習者は個々人が独習教材を使うことで，自らのペースで学習を進めていくことができる[Keller68].

しかしながら PSI は実際に授業に適用するとなると，指導員の時間や労力のといった負荷が高くなる．またこれまでに PSI を適用した事例を見てみると 1 人の指導員に対して 5 人から 10 人の学生が割り当てられているが実際に中学，高校，大学といった習得学習が必要な実情では主に 1 クラス 30 人程度が単位であり，そこに多数の指導員を割り当てるのは難しい[向後].

1.2　研究の目的

そこで本研究では，教授者に一人当たりにかかる負担を減らすために協調学習を取り入れた Web-based PSI を提案する．協調学習とは学習者同士が能動的

な相互作用により課題に取り組む学習形態である[99 三宅]．PSI に協調学習を取り入れることで，学習者同士で解決可能な問題はプロクターを通すことなく解決することができ，教授者の負担を軽減させることができる．また教え合いによってさまざまな観点から問題に取り組むために学習効果を高めることが期待できる．

1.3　本論文の構成

本論文は 6 章構成になっている．第 2 章では PSI と協調学習との関連研究と提案手法について説明し，本研究の位置づけについて述べる．第 3 章で仮説について述べる．第 4 章ではシステムの構築について述べる．第 5 章では評価実験と考察を述べ，最後に第 6 章で，結論と今後の課題について述べる．

第　2　章
関連研究と本研究の位置づけ

本章では個別化教授システム（Personalized System of Instruction）と協調学習について述べる．

2.1 Personalized System of Instruction

PSI（Personalized System of Instruction）とは 1968 年に Fred S Keller によって提唱された個人指向の完全習得学習の学習モデルであり，別名「Keller Plan」と呼ばれる．大人数授業の受講者の多さから来る学習の受身化，処遇の不均等，他人による妨害，教員へのフィードバックの困難といった弊害をなくすために考えられた学習方法である[68 Keller]．

PSI の研究はすでに数多くされており，当初の「Keller」プランより工夫されたバージョンが紹介されているが[05 青木]，共通の主な特徴を挙げると以下のとおりになる．

１．チーム構成 : 図 1.1 に見られるように教員側は教員とプロクターからなるチームを組む．通常教員は一人，プロクターは学習者 10 人に対して一人程度である．

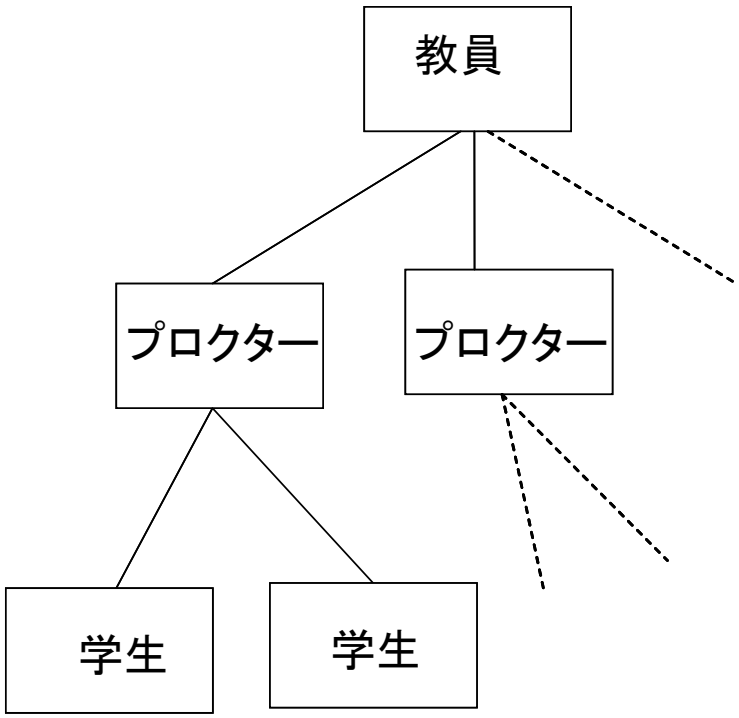

図 1.1：PSI のチーム構成

２．プロクター制：プロクター（proctor）とは「補助指導員」であり，学習者の個人指導を行う教師である．１人のプロクターは特定の学生を受け持ち，1 対 1 の形式でテストの採点，質疑応答，学習の指示と強化情報の交換などを行う．一般的にはプロクターにはその教科の単位を優秀な成績で取得している上級生や大学院生が当てられることが多い．

３．小単元，完全習得方式と即時フィードバック：学習教材は小単元に分割され，系列的に配置される．学生は現在の学習単元を完全にマスターしないと次の単元の教材を渡されない．各単元の学習後には通過テストが課せられ，その直後にプロクターによる正誤のフィードバックと概念の訂正と定着が行われる．

４．自己のペースでの学習：学生は独習教材を自己のペースで学習する．学習の時間と場所は限定されず，特定の時間帯の授業に出席を強要されることもない．学習上の疑問や困難については一定の教室に待機している教官やプロクターに質問または相談することができる．

５．出欠自由の講義：いくつかの単元を消化した学生に対して適宜講義を開く，この講義は知識の伝達を行うものではなく，学習への興味を増大させるものであり，内容をテストすることはない．出席，欠席についても学習者の自由である．ただし、出席する場合は，講義のする内容の単元に達していない学習者に情報を与えないために出席資格として一定の単元を終了しておくことを条

件とする．[68Keller]

2.1.1　PSI の実行マニュアル

PSI を実際に行うには準備が必要である[89　田中].

・適用科目

対象科目 PSI の対象となる科目は，大学の一般教養または基礎課程の科目である．つまり知識の体系が確立している領域に限られる．研究状況が流動的な領域や受講生の研究発表，討論などを主体とするゼミ形式の授業には適さない．

・受講生数

PSI では受講生の数に制限はない．数百人単位の授業でも適用可能である．下限もとくにはないが受講生が 30 人以下の少数の授業になるとコストパフォーマンスが悪くなる．PSI では複数の教室を使用し，複数のプロクターを事前に養成しておく必要がある．

・準備

時間

a．PSI を行う授業に当てられる正規の時間

b．進度を回復したい学習者のための補講の時間

c．教官による講義の時間

d．スタッフたちが集まり授業の段取りやミーティングを行う時間

教室

a.スタディルーム：受講生が共同の勉強部屋として利用する．教官やプロクターも在室する．

b.テストルーム：テスト専門の部屋であり，管理者 1 名が在室する．部屋の広さとしては受講生全体の 2/3 程度が入る大きさがあればよい．

c.プロクタールーム：プロクターと受講生の面接室である．プロクターが受講生と面接を行うために使用するので理想はプロクターと同じ数だけあるのが良い．

人員

a．プロクター：該当科目を前年度優秀な成績で終了した学生，または大学院生が望ましい．

b．助手：プロクターの数が 20 人以上となる場合は，プロクターを管理する助手が必要となる．

C．テストルーム管理者：テストルームに常時在室し，管理を行う．特別な知

識は必要ないのでアルバイトで十分である.

2.1.2 Web-Based PSI

現在ではインターネットが発達したことから PSI は web 上でも行われるようになった．Web-Base の PSI は以下の流れで行われる.

Web-Based PSI では学習者に Web 上で独習教材が公開される. 学習者はその教材に沿って自己のペースで学習を行う．学習者はひとつの単元を完全に理解しないと次の単元に進むことができない．各単元には学習ステップと評価ステップを設けてあり，学習者はまず学習ステップで独習教材を用いて学習する．ある程度自信がついたら評価ステップでテストを受ける．その際プロクターと正誤の判定や質疑応答をメールで行い，プロクターからアドバイスや概念の訂正をされる．プロクターが十分に理解していると判断したら合格となり，次の単元の教材を閲覧できるようになる．理解が十分でないと判断されたら学習者はもう一度その単元を復習, 再確認し, 再度評価ステップで確認テストを行う．確認テストは何度でも受けることができ，何度不合格になろうとも最終的な成績には一切反映されない[99Price].

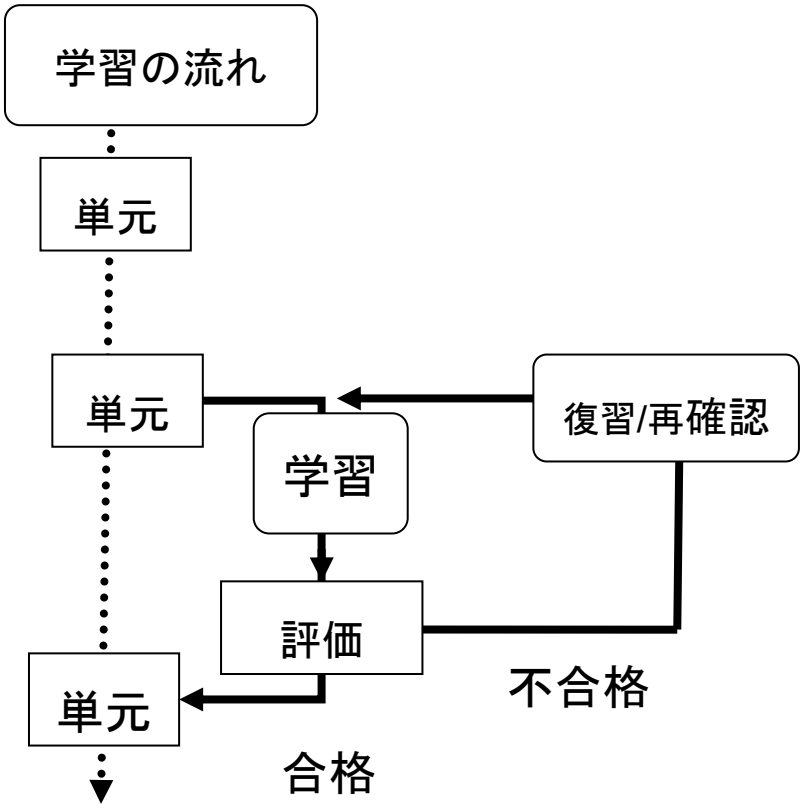

図 2.1.1：PSI の流れ

2.1.3 研究の傾向

近年の PSI の研究の傾向としては PSI をプログラミング教育や情報処理教育，統計学教育に適用させる. また Web-base での学習で如何に適用させるかといった傾向が見られる[03 向後].

2.2 協調学習

ここでは協調学習について述べる.
協調学習とは複数の学習者が同じ問題を互いに相互作用を持ちながら解決しようとする学習の事を指す．協調学習には以下の利点があげられる.

１:参加する個々人がそれぞれの認知過程の中途結果外化しようとする自然な状況が生まれること.
２:それらの自然な外化結果が，外化した本人を含めて参加者の持つ複数の視点からの吟味の対象になりうること.
３:それらの吟味を受けることによって，外化された内容が修正，改定される機会が増え，それによって，個々人の学習，理解が深まる場合があること.

これらが協調学習の利点だと考えられる[99 三宅]．つまり協調学習は参加者個々人が各自自分ひとりでは極められないところまで，自分自身の理解を深めることが可能な学習方法である.
協調学習によって理解の深化の支援を行うには，主に

１：ノートやメモ，発話といった思考の外化物をその場の課題に直結した形で外化しやすくする支援
２：協調学習に参加する個々人の試行や思考の過程の中途結果が他のメンバーからも具体的に見えるようにする，共有過程の支援
３：教わった内容や理解した過程，例題を解いた過程そのものを振り返る吟味過程の支援

この３つがある.
これらを支援可能にする条件として外化に関して外化すべき内容を容易に

する，外化過程を保存する，外化過程のやり直し，外化過程の最初に戻ってのやり直しがある．共有に関してはノートやメモなどの形で参照可能にする，ノートやメモの作成過程や小袖利用されてきた参照物や作成環境を同時に入手可能にすることが上げられる．吟味を支援するための具体的な条件に関しては吟味そのものを明確な意味を持つ過程として協調学習の場に組み込むこと，吟味のための具体的な作業を明確に指示すること，そして吟味のための十分な時間を確保しておくことが考えられる．

2.3　協調学習の例

Jigsaw 形式

他人の知らないことを他人に説明する状況を作り，クラスの中での教え合い，情報共有を支援する学習形態に Jigsaw 形式と呼ばれる協調学習の形態がある．この方法ではクラスの全員に同じひとつのことを学習させるのではなく，学習内容全体の 3 分の 1 または 4 分の 1 をそれぞれの学習者に学ばせ，そうしたうえで別の内容を負担した学習者 3 人から 4 人と集まり互いの情報を交換，共有する学習方法である．Jigsaw 形式による情報の共有には 3 つの段階がある．

まず第 1 にあるテーマ A について知識を貯える．

第 2 に A を共有する他の学習者と A についての理解を確認しあい，A についての知識のない人に説明するにはどうすればよいかを検討する．

第 3 に新しく形成された学習のグループで，A について説明することができるただ 1 人のメンバーとして，他のグループのメンバーに A について説明する．その際に他のメンバーからそれぞれが調べてきた学習のテーマについても説明を受ける．

第 3 段階の後にもう一度それぞれが担当した学習テーマのグループに戻り，他者への説明の機会を通して得られた吟味のための段階を第 4 段階とすることもできる．

この学習によって学習者は，自分の担当した部分の外化を行い，さらに他の学習者と情報の共有吟味を行える[92　Brown].

CArD（Card Arrangement Displayer）

CArD（Card Arrangement Displayer）は，文章を文または節単位でカード化し，それらのカードをパソコン画面上の任意の位置に配置する．そうす

ることで文章の意味的構造を理解した読解を支援するシステムである．

CArD はシステムにカード化して読み込ませたい文章をテキストファイルから読み込ませる．読み込まれた文章の改行を区切りの単位としてシステムは文章のカードを作成する．カードには大きさと色の設定ができる．またカードの見出しや気付きといったコメントをつけることも可能であり，コメントもカードと同様に大きさと色の設定をすることができる．このような方法で学習者に読ませると，カードの貼り方を説明しなくても自分の捉えた知識の構造にあわせて自由にーカードを配置しながら学習を行える．さらに外化されたカードの配置プロセスは他者にとっても利用可能な情報である．

理解の途中のプロセスを他者と共有しながら協調学習を行える[98 野田].

共有と再吟味支援のためのノートシステム ReCoNote(Reflective Collaborative Note)

ReCoNote は学習者同士が互いに教えあい, 学びあう環境を作り出すための機能を備えている. ReCoNote ではグループの議論や話し合った内容を互いに書き込める「グループのノート」と，個人的に考えた内容や感想などを書きこむ「個人のノート」がある．またすべてのノートは学習者全員に公開されており，学習者達は他者のノートを参考にしながら学習を進めていく．

ReCoNote はお互いのノートが共有できるだけではなく, 関連があると思えるノートがあればそのノート同士に相互リンクを作成してつなげる機能を持っている．相互リンクを作成してお互いのノートをつなげる際に両方向に対してリンクを作成した理由をコメントとして残すこともできる．

これによってノートからノートへの間にある関連性について吟味することができる[04 益川].

2.4 協調学習を取り入れた Web-Based PSI

ここでは本研究で用いた提案手法，協調学習を取り入れた Web-Based PSI について述べる．PSI では単元ごとに，学習とその後に評価というステップがある．評価ステップで学習者の理解が一定の基準に達していれば合格とする．基準に達しなければ復習/再確認を経て，再度評価ステップに進む．プロクターはこの復習再確認のステップで学習者の行き詰った点を把握し, その解決方法のアドバイスを行う．提案手法では学習ステップで練習問題に取り組み，わ

からなければ学習者同士の相互作用的な教え合いによって補う．

学習者は問題の解答を間違えた場合，掲示板を通じて他の学習者から間違いについて教えてもらう．復習と教え合いによって理解を深めた学習者は，再び通過テストを受ける．

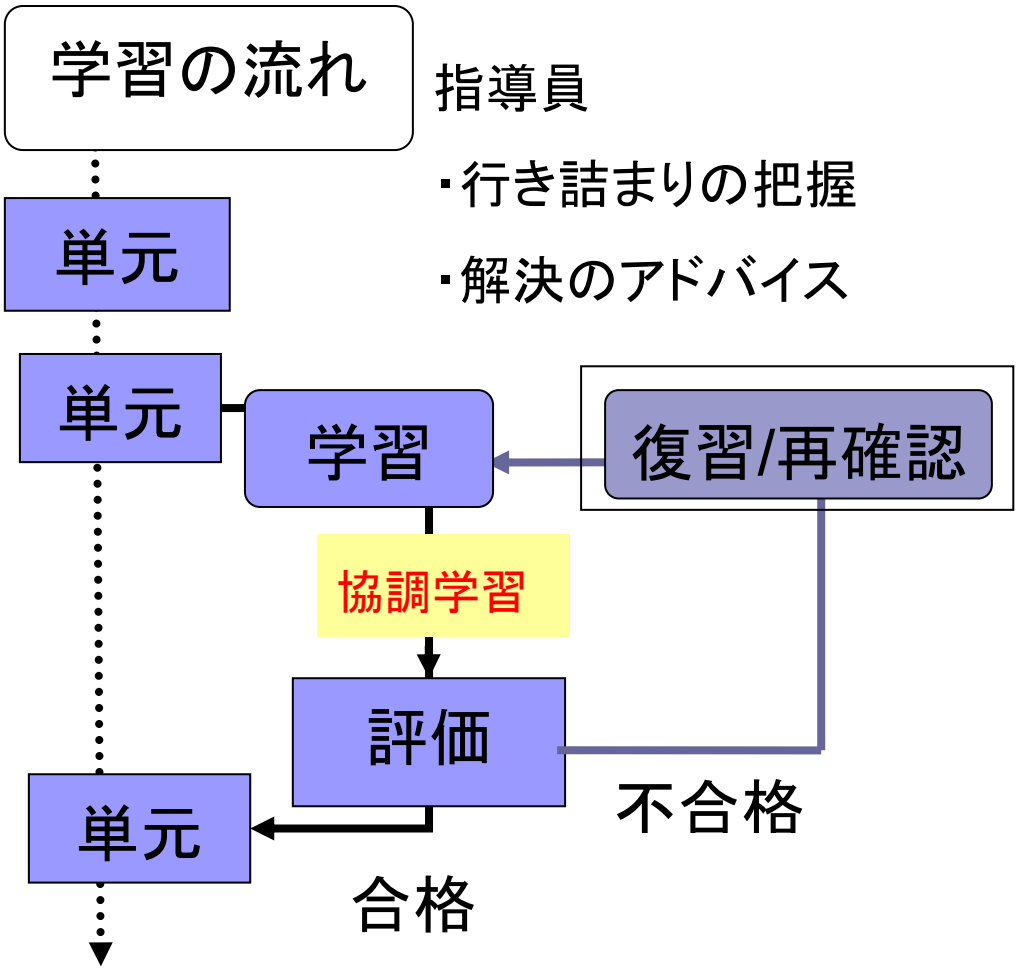

図 2.1　協調学習を取り入れた PSI の流れ

2.4.1 システムの概要

本節ではシステムの概要について述べる．

本システムは Web での PSI が可能かつ，学習者同士の教え合いができる e-Learning システムである．

システムの機能として

1 ：学習内容の表示

２：Java プログラムのコンパイル
３：プログラムの実行結果の表示
４：教え合い機能
がある.

2.4.2　学習のプロセス

システムの流れは図 2.2 の流れとなる.

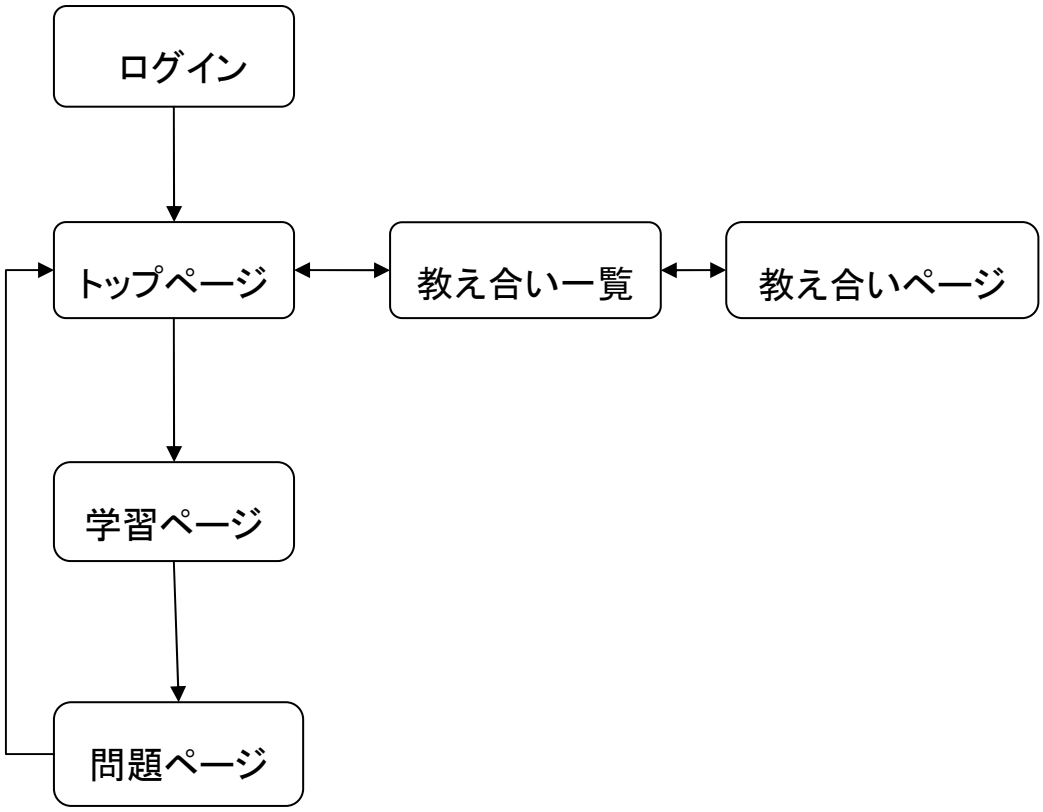

図 2.2　システムの流れ

学習者はログインするとトップページへ移動する. トップページからは現在までに終了した学習ページと教え合いの一覧に移動することができる.

教え合いは間違いの原因がわからない学習者が教え合いボタンを押すことでトップページの掲示板リストに追加される.

学習ページを選んだ場合は学習ページで学習を行い, 理解を深めた後に問題ページへと進む. 問題ページで問題を解く. コンパイルボタンを押して回答を確認する, わからない問題は教え合いボタンを押すことで自分より先の単元に

進んでいる学習者に教授の依頼を出す.

2.5 関連研究

本研究に関連する研究として“大学における Web ベース個別化教授システム(PSI)による授業の実践”[03 向後]や,”グループ学習での教え合いを支援するソフトウェア教材の開発と評価”[04 川島],“協調学習環境における個別指導機構”[02 清水ら],“作問に基づく協調学習支援システムとその分散非同期環境への適用”[08　平井]といった協調学習，PSI，個別学習の論文があげられる.

[03 向後]では大学の授業で Web－Base の PSI を C 言語と統計学で 3~5 年にわたって実施した，その結果，PSI コースの授業評価を複数年度に渡ってみてみると PSI は一斉授業と比較した際に非常に安定した評価が得られている. また年度が替わって受講者が変わり,プロクターの入れ替えがあっても，PSI 方式の授業は一斉授業よりも高い評価が得られている. PSI 形式の授業はその授業の内容が PSI に適していれば従来の一斉授業よりも良い評価が得られると示唆されている.

[04 川島]はグループ学習における学習者間の教え合いによるコミュニケーションを支援することを目的に作ったグループ学習支援教材について述べている. [04 川島]の教材は中学生を対象に国語の語句や文法に関する問題を解かせて学習の到達度の高い学習者が到達度の低い学習者に課題解決のためのヒントを与えることを支援している. 教材のみを使用して教え合いを行うグループ（会話による直接相談はしないように指示）と教材を使用せずに直接教え合いを行うグループで実験を行った. 学習の事前，事後に確認テストをおこなったところ事前テストでは有意差は見られなかったが事後テストでは教材のみを使って教え合いをおこなったグループのほうで有意差があることがわかった.

[02 清水ら]の研究では複数の学習者が協調してひとつの問題に取り組むという協調学習の環境において, 理解の遅れにより議論に参加できない学習者を支援している. 議論に参加できていない学習者に個人的に対処して，議論に復帰させるエージェント assistant を導入した. 理解の遅れた学習者に個人的に対処することで議論に復帰させるアプローチを取っている.

assistant の特徴として特定の問題に対する協調学習において指導対象となる学習者を議論に復帰させることを目的とする. 学習者がどこでつまずいているかを迅速に検出し，解消する. assistant は学習の知識を補足するような例

の提示や，類似問題・発展問題までは指導しない．assistant は学習者からの指導要求に対して対応する．assistant は学習者とのインタラクションを通じて学習者の問題箇所を見つけ，指導する．議論への参加は自発行為のために，額取捨が議論に参加できる状態になったか否かは，本人が判断する．そのため指導の途中であっても学習者が議論へ復帰できると判断したら，学習は終了する．

[09 平井]ではWebを用いた協調学習支援システムで学習者同士による作問を支援している．

[09 平井]では ConcertⅡという学習システムを作成し「計算機システム概論」という授業で地起用実験をおこなった，ConcertⅡには以下の機能を実装している．

マイページ：システムにログインした際に表示され，プロフィール，システムに登録された問題情報の一部が表示される．

作問機能：学習者が問題を作成する，また自身が作成した問題の修正をおこなうこともできる．

問題解答機能：登録された問題に解答することができる，

問題評価機能:解答した問題に対して 5 段階の評価とコメントを登録することができる．

BBS:学習者が作成したそれぞれの問題に対してスレッド型の BBS を設置し，問題に対する質問やその応答，評価に対するコメントといった他者とのコミュニケーションをとる．

作問要求機能：学習者が作問の要求をおこなう．要求した学習者と要求内容，関連した問題が表示される．

作問ポイントと貢献ポイント:学習者が上記の機能を利用することでポイントがたまり，ポイントに応じたユーザーのランキングが表示される．

上記のシステムを用いて実験をおこなった結果，システムを用いることで学習者達に作問をするきっかけが与えられること，解きたいと思う問題に解答することができるといったことがわかった．

2.5.1 PSI との比較

インターネットの普及によりオンラインで行う Web-based PSI の研究は行われており，PSI のマニュアル[89 田中]や適用範囲[03 向後]についての議論はなされてきたが，PSI での問題点である指導員数が従来の一斉授業よりも必要になるという問題については解決されていない．本研究では PSI に協調学

習を取り入れることでこの問題の解決を試みる.

2.5.2 協調学習との比較

協調学習では学習者が各自の理解や考え方を交換し合い，特定の問題の解き方や既存の事実だけでなく複数の解決方法や事実の間に関連を見出せるようになる[08 三宅].

協調学習を PSI に取り入れることで，実際の教育現場において指導員数を減らすことができ，さらに学習者は多様な観点から学習内容を理解することができる.

しかしながら，PSI に協調学習を取り入れた際の学習者の振る舞い，PSI を取り入れた協調学習の運用性については知られていない.

本研究では PSI に協調学習を取り入たさいの学習者の振る舞いや，その運用性について調べる.

第 3 章
仮説

3.1 教え合いによってもたらされる効果

協調学習では学習者同士の教え合いで知識の外化，共有，吟味が行われ，理解が深まるとされている[99 三宅].

PSI は学習者個々人が自己のペースで学習を進めていき，プロクターによって概念の定着，訂正が行われ，通過テストに合格していくことで知識の着実な習得が行われる学習である[68Keller].

PSI で通過テストを合格した学習者はそれまでの単元を着実に理解したと考えられる．学習ステップの復習/再確認の段階で間違った問題に対してすでに合格した学習者から教授を受ける. そうすることでプロクターからのアドバイスを得られなくとも学習者達の間で十分に概念の訂正, 定着はできるはずである. 学習者同士でプロクターの作業の一部を担うことでプロクターの負担は軽減されるはずである.

第 4 章
システムの実装

本章では、本研究で設計したシステムの e-Learning システムについての設計および概要について述べる.

4.1 開発環境

本システムは利用者のデータを管理し，データを配信するサーバーと利用者が使用するクライアントから成り立っている.

クライアント側は利用者が学習をする気になったときに Web-ブラウザさえあればいつでもアクセスできる.

サーバーOS は Windows XP，Web サーバーは Apache20.59，データベースサーバーは MySQL5.0.2，開発言語は GUI の部分に AdobeFlex2.0.1，CGI の部分には php Version5.12 を使用している．また JAVA のコンパイラとして JRE1.5 を用いている.

クライアント側はブラウザさえあれば OS に依存せずにインターネット越しにいつでもアクセスすることができる.

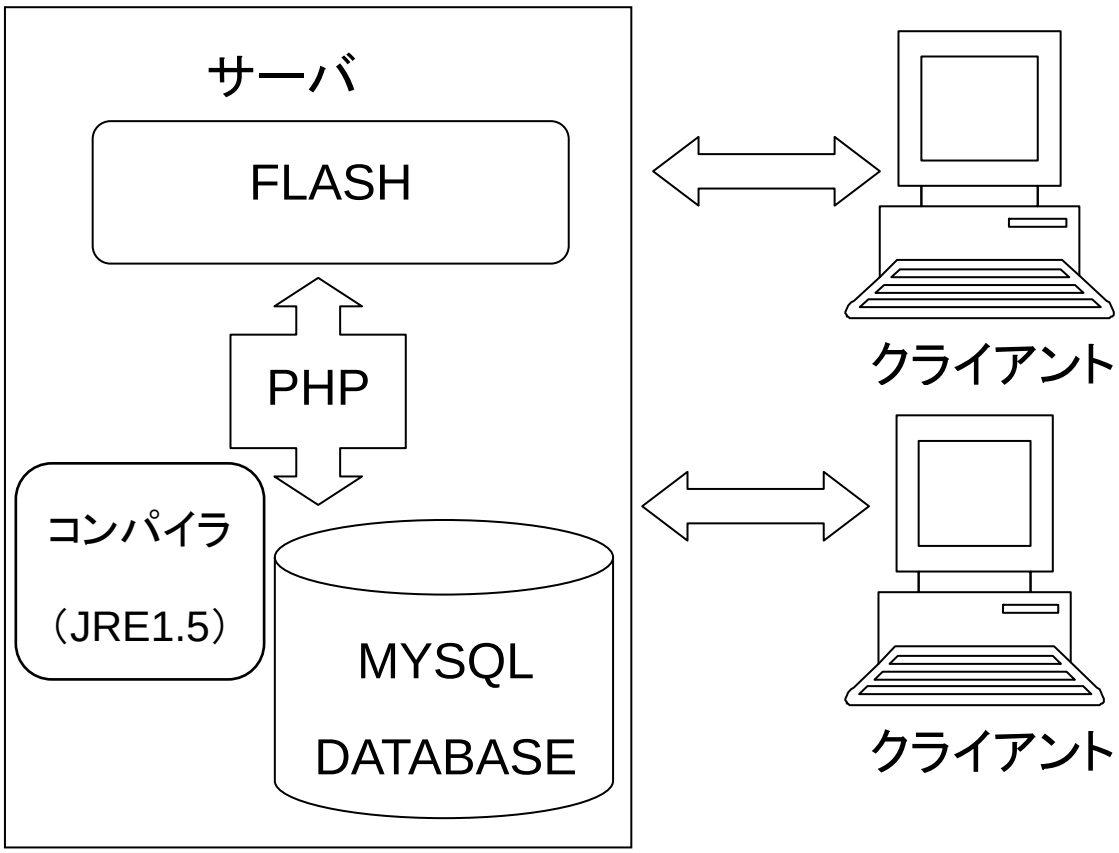

図 4.1　システムの構成

4.2　開発スタイル

開発は予備実験を行い，ユーザーの意見を取り入れ，ユーザーが利用しやすいようにバージョンアップした.

4.3 ユーザー情報の取得

ユーザーの管理と学習の時間を調べるためにユーザーがログインする際にログインするユーザーの ID，ユーザーのパスワードを取得する．またユーザーのログインした時刻，学習ステップの閲覧履歴，コンパイルの試行回数，掲示板の閲覧履歴についてログをとった.

4.4 サーバープログラム

サーバープログラムは接続を求めてきたクライアントに対して、接続を求め

てきたユーザーの ID，現在どの単元まで進んでいるか，教え合いを何度行っているかを返し，トップページを表示する．

またユーザーが使用中にシステムの動きに不快感を抱かないように Flex で GUI の部分を作制した．

4.5 インターフェース

本システムは学習に利用してもらうために作成したシステムである．

システムの機能

・ログイン機能

ユーザーはシステムに事前に登録しておいた自身の ID とパスワードを入力することで学習を行えるようになる．

図 4.5.1 ログイン画面

・コンパイル機能

各章の問題ページへ移動すると演習問題の回答を入力させるテキストボックスがある．ユーザーはここで演習問題の解答を入力してコンパイルと書かれたボタンを押す．テキストボックスに書かれたソースコードが実行され，出力結果が表示される．

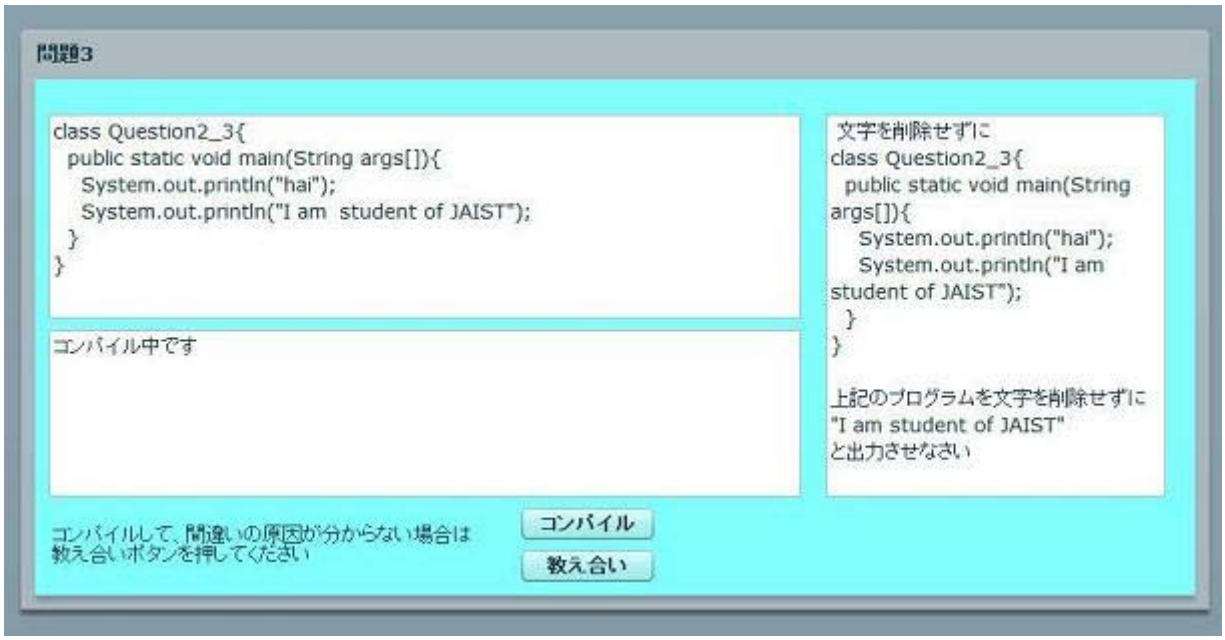

図 4.5.2　コンパイル機能

・過去の入力を掲示する機能
一度コンパイル機能を使って実行するとソースコードの入力画面に最後にコンパイルしたときの入力内容と出力の内容が掲示される.
学習者は一度教え合いを経て演習問題にやってきた学習者は自分が以前どこで間違えていたかを再確認することができる.

・教え合い機能
学習者は自分がコンパイルした内容がなぜ間違っているのかがわからない合に学習者は教え合いボタンを押す. そうすることでトップページの掲示板一覧に新たにスレッドが追加される.

図 4.5.3　掲示板リスト

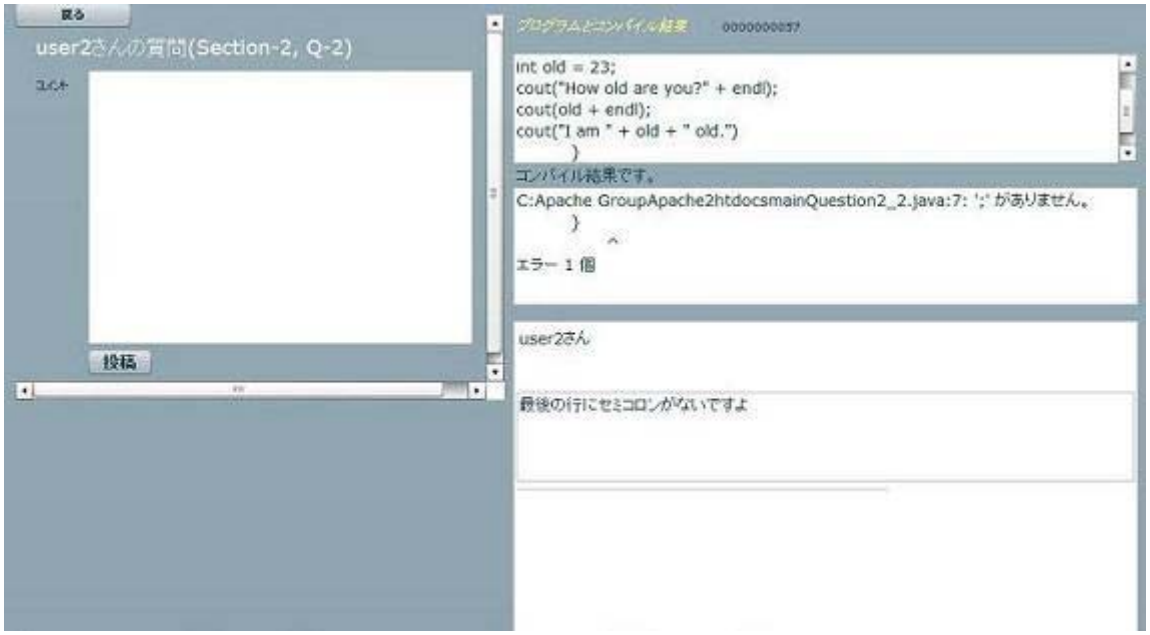

図 4.5.4　教え合い画面

掲示板を見た他の学習者から間違いについて指摘してもらうことで自分の間違いに気づき学習内容の理解を深める．

学習者は現在自分が取り組んでいる章に進むか教え合いに進むかを選ぶ．自

分が取り組んでいる章を選んだ場合は学習画面に移動し教材が表示される．

教材での学習を終えたら通過テストに移る．通過テストではひとつのパネルの中に 3 つのテキストボックスがあり，右側のもっとも大きなテキストボックスの中には問題が掲示されている．左上のテキストボックスには解答を入力する．ソースコードの入力を終えたらコンパイルと書かれているボタン押す．

第 5 章
評価実験

本章では作成した e-Learning システムを用いて評価実験を行い，その結果調べる

5.1　実験の概要

予備実験

プログラミングの経験がまったくない学生，JAVA 以外のプログラミング言語の使用経験はあるが JAVA は使用したことがない学生, JAVA でプログラムを書いたことのある学生の 3 名に被験者となってもらった．それぞれにシステムを使用してもらい，質問を行った．質問の内容はシステムの使い勝手，課題の問題レベルについての質問をし，改善をおこなった．

実験

実験はプログラミングに不慣れな本学学生を学習者として 10 名で行ったが，途中脱落した学生が出たため 6 名が最後まで残ることとなった．プロクターには情報系の学部を出身した学生に担当してもらった．

学習科目は Java プログラムにし，8 つの小単元からなる教材を作成した．

各単元の内容は

第 1 章：文字出力，第 2 章：変数，第 3 章：算術処理，第 4 章：配列，第 5 章：if 文，第 6 章 switch 文，第 7 章：while 文，第 8 章：for 文

となっている．

すべての単元を終了した学習者に紙による最終試験を受けてもらった．

5.2　実験の方針

評価に関しては次の 5 つのデータから分析を行った．

- 最終試験の結果

・ 掲示板の履歴
・ 指導者のチェック履歴
・ システムの使用履歴
・ 事後アンケート

これらのデータをシステムの使用履歴と実験後の被験者に対して行ったアンケートから定性的かつ，定量的に評価する．

5.3 実験結果

最終試験で 6 割以上正解することができなかった学習者を未習得学習者としたところ次のような結果になった

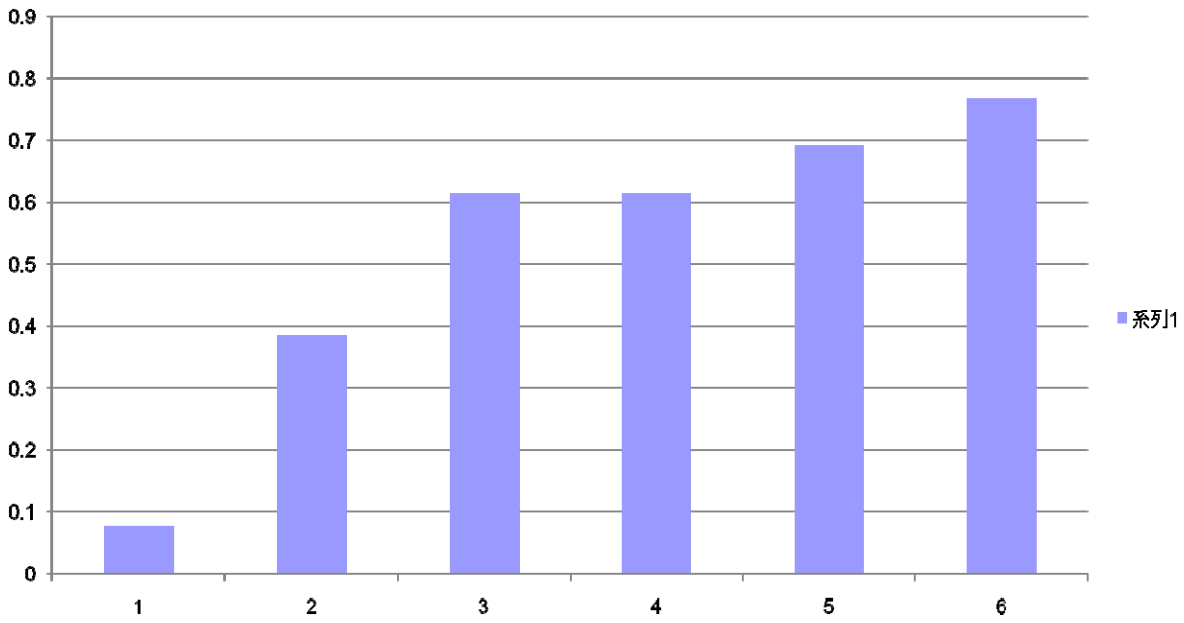

表 5.1 最終試験結果

6 名の学習者のテスト結果を低い順に並べたのが上の表である．うち 1 番と 2 番の 2 名が未習得学習者となっている．

この 2 名に注目して他のデータを見てみる．掲示板の履歴データである自分の BBS へ書き込んだ回数，他人の BBS へ書き込んだ回数，BBS の参照回数，スレッドの立ち上げ回数を調べた．

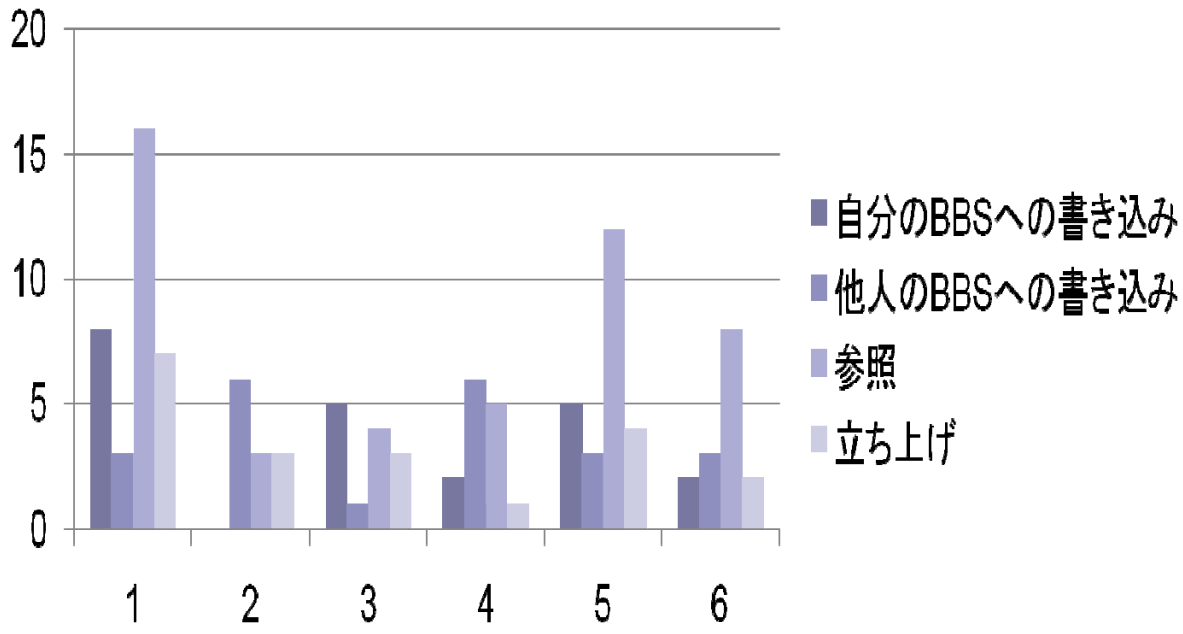

表 5.2　掲示板の履歴

自分の BBS への書き込み数は 1 番の学習者がもっとも多く，3 番の学習者と 5 番の学習者が次に続き，4 番の学習者と 6 番の学習者が同じ数だけ行っている．2 番の学習者の書き込みの数が最も少なく，一度も自分の BBS へ書き込みを行っていない．

他人の BBS への書き込み数は 2 番の学習者と 4 番の学習者が最も多く，3 番の学習者が最も少ない．1 番の学習者と 5 番の学習者の他人の BBS への書き込みの回数は同じである．

BBS の参照回数は 1 番の学習者がとびぬけて多く，その次に 5 番の学習者，6 番の学習者，4 番の学習者，3 番の学習者，最も少ない 2 番の学習者と続いている．

スレッドの立ち上げ回数は，1 番の学習者が最も多く，続いて 5 番の学習者，その次に 2 番の学習者と 3 番の学習者が同じ回数立ち上げている．続いて 4 番の学習者，最後に 6 番の学習者と続いている．

いずれも未習得の学習者である 1 番と 2 番と習得できた学習者であるその他の番号との差は見つけることができなかった．

次に指導員から通過テストで不合格と判断された回数を調べてみたところ次のようになった．

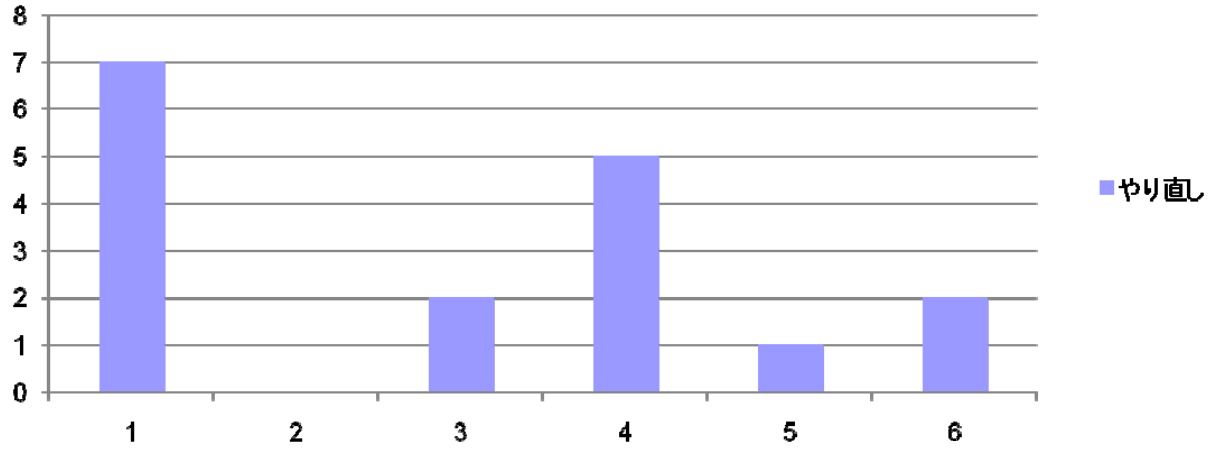

表 5.3　通過テストでのやり直しの回数

通過テストのやり取りの回数を見てみたところ未習得の学習者である 1 番はやり直した回数が最も多く，その次に 4 番の学習者がやり直しになっている．3 番の学習者と 6 番の学習者は同じ回数やり直しになっており，5 番の学習者は 1 度だけやり直しになっている．2 番についてはやり直しになったこと 1 度もない．

学習内容が未習得の学習者と習得した学習者の間では通過テストのやり直し回数は個人によって差はまちまちであり，学習者達の差は読み取ることができない．

次に学習者の学習の履歴であるログイン回数と教材学習のページを開いた回数，練習問題のページを開いた回数を調べてみた．

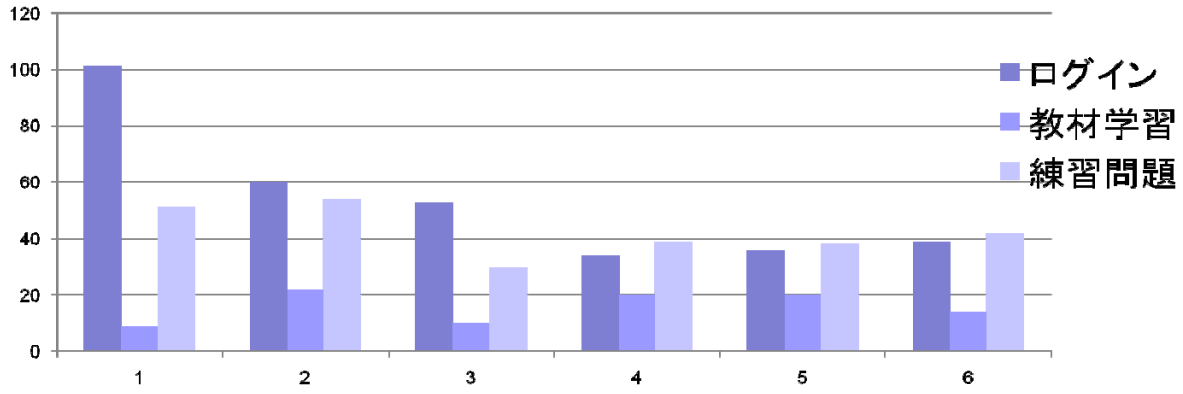

表 5.3　学習者の履歴

教材学習のページを開いた回数は 2 番の学習者と 4 番の学習者と 5 番の学習者が最も多く，その次に 6 番の学習者が続き，1 番の学習者と 3 番の学習者は最も少ない.

練習問題のページを開いた回数は 2 番の学習者がもっとも多く，その次に 1 番の学習者，3 番目に 6 番の学習者，4 番目と 5 番目の学習者は同じ回数だけ開いており，最も少ないのが 3 番の学習者となる.

練習ページの参照回数は未習得の学習者と習得した学習者の間で差が現れた. 未習得の学習者のほうが習得した学習者よりも多く練習問題のページを開いている.

最後に学習者が練習問題に取り組んだ回数（コンパイルの回数）を調べてみる.

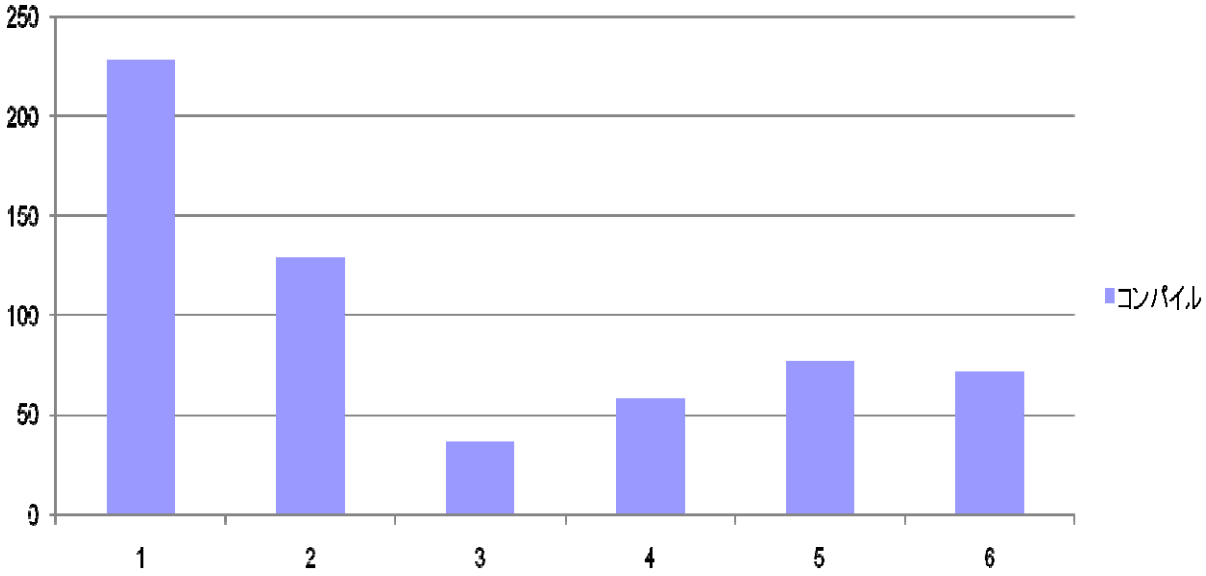

表 5.4 コンパイルの回数

コンパイルの回数は 1 番の学習者が学習者達の中でも郡を抜いて多い. その次に 2 番の学習者が多く，5 番の学習者，6 番の学習者，4 番の学習者，3 番の学習者と続く.

コンパイルの回数についても学習内容を未習得の学習者と習得できた学習者の間に差を見つけることができた.

表 5.4 より未習得の学習者は習得した学習者よりもコンパイルの回数が多いことがわかる.

自由記述アンケートによると提案手法の肯定的な意見に

・指導員との教え合いで自分の実力がどの程度なのか把握することができてよかった

・教え合いが楽しくできた

・他人がどの辺で躓いているかを確認することで自分の間違いにも気付くことができた

といった意見が出された.

これらについては協調学習を行った場合も同じようなアンケート結果が見られる.

提案手法の否定的な意見には

・掲示板に質問を出すと常に誰かが教えてくれるまで掲示板に気をつけていないといけない

という意見が出された.

これについては今後, 掲示板の更新を気付きやすくするための支援を行う必

要がある.

第６章
まとめ，今後の課題

本研究では Web-Based PSI の実適用を可能にするための一手法として協調学習を PSI に取り入れた手法を提案した．学習者達に PSI の学習ステップと評価ステップの間に教え合いを行ってもらい, その運用可能性について調べた

結果として以下のことがわかった.

・協調学習の場に頻繁に参加している学習者は必ずしも未習得の学習者であるというわけではない.

・学習内容を未習得の学習者は学習内容を習得できた学習者よりもシステムにログインした回数と練習問題に取り組んだ回数が多い.

・指導者はメールだけで学習者の指導と学習者の理解状況の把握をするのは難しい.

3 番目の結果については学習者が理解できているかどうかをある程度自動的に検出できる仕組みを考える必要がある.

今後の課題として今回得られた知見を生かして学習者の行き詰まりの検出支援を行いたい.

参 考 文 献

[99Price] Price R.V. , Designing a College Web-Based Course using a Modified Personalized System of Instruction, Teach Trends, Vol.43, No.5, pp.23-28, 1999.

[68Keller] Fred, F.S. , Good-bye, Teacher. . . , Journal of Applied Behavior Analysis, Vol.1, pp.78-89, 1968.

[03 向後] 向後千春 , 大学における Web ベース個別化システム教授システム（PSI）による授業の実践 , Japan Association of Educational Psychology , Vol.4 pp. 182-192 , 2003

[92 Brown] Ann L. Brown , Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings , The journal of the Learning Sciences , Vol.2 , No.2 , (1992) , pp.141-178

[98 野田]野田耕平, 読解過程の外化による支援ツールの開発と評価, 電子情報通信学会技術報告, vol.98, No.76 pp.95-102 , 1998

[99 三宅] 三宅なほみ, 益川弘如, 野田耕平, 森孝行, 協調作業による理解深化支援, 電子情報通信学会技術報告, pp.25-30

[89 田中] 田中敏, 日本の大学の授業に PSI を適用するためのマニュアル, Japanese Journal of Educational Psychology , 1989, vol.37, No.4, p.p.365-373

[08 三宅] 三宅なほみ, 強調的な学習と AI, 人工知能学会誌, 2008, vol.23, No.2, p.p.174-183

[00 稲葉ら]稲葉晶子, Thepchai Supnithi, 池田満, 溝口理一郎, 豊田順一, 学習理論に基づく協調学習グループ構成のための学習目的オントロジー, 電子情報通信学会論文誌 , Vol.J83-D1, No.6 , pp.569-579

[08 平井]平井佑樹, 櫨山淳雄, 作問に基づく協調学習支援システムとその分散環境への適用, 情報処理学会論文誌, vol.49 No.10 p.p3341-3353

[02 清水ら]清水智弘, 小尻智子, 渡邉豊英, 協調環境における個別指導機構, 電子情報通信学会技術報告, pp.13-18

[04 益川]益川弘如ノート共有吟味システム ReCoNote を利用した大学生のための知識構成型協調活動支援, 日本教育心理学会, Vol.52 , No.3(20040930) , pp. 331-343

[96 稲葉ら]稲葉晶子，枷場泰孝，岡本敏雄，分散協調作業/学習環境における知的議論支援，電子情報通信学会論文誌，vol.j79-A，No.2，pp.207-215
[05 青木]青木久美子，学習スタイルの概念と理論―欧米の研究から学ぶ，メディア教育研究，vol2，No.1，pp.197-212

謝辞

本研究を遂行するにあたり、お世話になった方々へ感謝を述べさせていただきます．指導教官である北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科の國藤進教授には研究に関するさまざまなご指導，ご鞭撻を賜りました．心より感謝いたします．また研究環境をはじめに，研究生活全般においてさまざまな支援をしていただいたことを深く感謝いたします．

羽山助手，三浦助手には研究面で多大なるご指導，ご鞭撻をいただいたこと，心深く感謝いたします．

審査員である藤波努准教授，西本一志教授，由井薗隆也准教授には研究に関するさまざまな助言をいただき心より感謝いたします．

國藤研究室の皆様には常日頃から研究に関する助言，議論をいただきました．研究活動以外の面においても，大変お世話をいただいたことを心より感謝いたします．

お忙しい中評価実験にお付き合いくださった皆様にも心よりお礼を申し上げます．

精神面において支えとなってくださった友人の皆様および保健管理センターの皆様に心より感謝いたします．

最後に，金銭面，精神面において大きな支えとなってくれた両親，祖父母に心より感謝いたします．本当にありがとうございました．