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

Title	遠隔協調学習におけるアノテーション評価機能を用いた協調ノートシステムに関する研究
Author(s)	楊，向東
Citation	
Issue Date	2004-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/492
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

修　士　論　文

遠隔協調学習におけるアノテーション評価機能を用いた協調ノートシステムに関する研究

指導教官　　國藤進　教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識社会システム学専攻

250065　楊　向東

審査委員：　知識　國藤進　教授（主査）
知識　藤波努　教授
知識　西本一志　教授
知識　吉田武稔　教授

2004 年２月

Copyright © 2004 by Xiangdong Yang

目　次

1　序論　1

1.2　本研究の目的と背景・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

2.2　アノテーションの背景・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5

2.3　アノテーションを用いた学習システム・・・・・・・・・・・・・・・6

3　関連研究　7

３．１　ノートを用いた協調学習支援システム・・・・・・・・・・・・・・・7

３．２　アノテーション機能を用いた学習支援システム・・・・・・・・・・9

4　本研究の課題および本研究のアプローチ　11

４．１　本研究の課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

４．２　本研究のアプローチ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

5　システム構築　13

5.1　システムの実装・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13

5. 1.1 個人モードでの協調ノートシステム・・・・・・・・・・・・１４

5. 1.2 共有モードでの協調ノートシステム・・・・・・・・・・・・１７

5. 1.3 協調モードでの協調ノートシステム・・・・・・・・・・・・２０

5.2　システムの構成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・22

6　システムの評価実験および考察　24

6.1　予備実験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24

6.1.1　予備実験の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24

6.1.2　予備実験のプロセス・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25

6.1.3　予備実験の評価方法および結果・・・・・・・・・・・・・・・・25

6.2　本評価実験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28

6.2.1　実験の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
6.2.2　実験の手順・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
6.2.3　評価方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
6.24　実験結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
6.3　考察・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・30

7　結論　37
7.1 本論文のまとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37
7.2　成果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・38
7.3　今後の課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・39

図　目　次

５．１　個人モードでの協調ノートシステムのインタフェース　．　．　．　．　16
５．２　個人モードでのアノテーションの付加の手順図　．　．　．　．　．　．17
５．３　個人モードでのアノテーションの付加後．　．　．　．　．　．　．　．17
５．４　共有モードでの協調ノートシステムのインタフェース．　．　．　．　．19
５．５　アノテーションに対する評価の行い手順図　．　．　．　．　．　．　．20
５．６　アノテーションに対する評価を書き込んだ後．　．　．　．　．　．　．20
５．７　協調モードでの協調ノートシステムのインタフェース　．　．　．　．22
５．８　協調モードの賛否情報によるすべてのアノテーションの表示　．　．　．23
５．９　システムの構成図．　．　．　．　．　．　．　．　．　．　．　．　．24
６．１　本システムと比較したシステムのインタフェース　．　．　．　．　．32
６．２　グループ a の成績分散図．　．　．　．　．　．　．　．　．　．　．　36
６．３　グループ a の成績分散図．　．　．　．　．　．　．　．　．　．　．　37

表　目　次

６．１　予備実験の結果. ．．．．．．．．．．．．．．．27
６．２　予備実験アンケートの結果 ．．．．．．．．．．．．．28
６．３　各グループにおける各システムを用いた論文 A 学習した実験結果. ．33
６．４　各グループにおける各システムを用いた論文 B 学習した実験結果. ．33
６．５　各論文に付加された各タイプアノテーションの数. ．．．．．．34
６．６　評価付きアノテーションの評価の状況 ．．．．．．．．．34
６．７　各実験者の成績の詳細表 ．．．．．．．．．．．．．35
６．８　各実験者の学習に使用した総合学習時間の詳細 ．．．．．．38
６．９　本実験のアンケート結果１. ．．．．．．．．．．．．39
６．１０　本実験のアンケート結果２ ．．．．．．．．．．．．39
６．１１　本実験のアンケート結果３ ．．．．．．．．．．．．40
６．１２　本実験のアンケート結果４ ．．．．．．．．．．．．41

第　1　章
序論

1.1　研究の背景と目的

近年，インターネットおよび情報技術の発展により，コンピュータは人間の知的活動，日常生活，ビジネスなどの一つの道具となった．コンピュータを利用することで，病院，ショショップ，旅行などの情報得ることができ，スムーズに買い物や病院や旅行の予約・相談を行うことができる．またコンピュータのおかげで，他人との情報交換がしやすくなり，さまざまな行動が行えるし，企業内での情報の共有ができることで，エキスパートの指導・指示がいきわたり，他の社員が知識やノウハウを手に入れることができ，仕事の効率があがっている企業もある．また，コンピュータの生産技術の進歩による大量生産で，コンピュータが急速に普及し，一般の家庭や学校でもコンピュータが利用できる環境が整備され，学校教育に画期的な影響を与えた．学習者は教室・授業や自宅などでネットワークを利用して，独自で学習を行ったり，教師やインストラクタの指導を受けたり，または他の学習者と共に勉強を進めることが可能となった．

上述したように，ネットワークの普及により，計算機ネットワークを利用する e-Learning が注目浴びるようになった．ネットワーク技術と情報技術を利用した，情報の共有および他人の知識の獲得が，生活の中で頻繁に行われるようになったことは，現代社会の知的活動の大きな一つの特徴である．また，情報の共有と他人の知識の獲得は，学習者の学習活動に重要な役割を果たしている．つぎに学校教育の現状について述べる．

従来の学校教育では，教育者は，限定された時間・期間や場所で，定められたカリキュラムを学習者に教授し，教育上の目的を達成しなければならない．そのため，大量の学習カリキュラムは，考案者の意図とは裏腹に学習者に重い負担をかかえているのが現状である．ま

た，文部省の 99 年度の教育白書は，戦後の文教行政について，教育機会の平等性を重視するあまり，個性や能力に応じた教育が十分に配慮されてこなかったことなどが問題であると指摘した．これに対応した学校教育の改革として，授業時間を減らし学習内容が縮小することで，学習者に自由時間のゆとりを持たせることを文部省 2002 年の新学習指導要領は提案している．しかし，学習内容の減少などのため，学習力の低下が深刻な問題となった．学習者の個人の学習能力と学習に対する動機付けを高めるため，学校教育のカリキュラムでは，多人数の学習者によるグループ学習や異年齢集団による協調的な学習など様々な学習形態を実現する「総合的な学習の時間」を導入が重視されている（文部省 1998，2002）．この提案では，学習者が自ら課題をみつけ，自らまなび，主体的に考え，主体的に判断し，よりよく問題を解決する資質や能力をそだてることと，まなび方やものの考え方を身につけ，問題の解決や探求活動に主体的，創造的にとりくむ態度をそだて，自己の生き方を考えることができるようにするなどの狙いが取り挙げられる[「労働通信」2000 年 7 号]．つまり，教師中心の一方的な従来の教育方式だけではなく，学習者中心の自発的な学習方式が重要であると言っている．これは，今までの学習内容を覚えることを重視した記憶型学習から，問題解決型学習に変換することを提案している．問題解決型学習では，学習者は教師の指導に従って学習を行うこととともに，自分で課題を考えたり，自ら課題を発見したりすることで，より効果的に学習を進めることが期待できる．

加えて，ネットワーク技術および情報技術を利用することによって，時間・空間の制限のない集団学習が可能となり，教育形態に変化をおよぼしている．そして，情報技術の発展とともに，教育の情報化が文部省によって推し進まめられている．「2005 年までに学習資源のデジタル化と学校導入」という「e-Japan」計画によって，文部省は 2001 年までに全ての学校を，2005 年までに全ての教室をインターネットで結ぶことを発表しているほか，1999 年 8 月には 6 年の間に公立の小中高に構内情報通信網(LAN)を整備するとともに公立校教員約 90 万人がコンピュータを操作できるようにする計画をまとめた[日本経済新聞]．この計画により，子供（学習者）にコンピュータを扱う機会が豊富に与えられ，学習者全体のメディアリテラシの向上が見られると予想される．このような情報機器の環境が整っている教育環境では，有効に環境を活用することが重要である．つまり，学習者が効果的に学習することを支援する教育システムあるいは学習システムなどの充実が大事である．また，今まで実行することが不可能であった，異なる場所にいる学習者の協調学習は， ネットワーク技術および情報技術を使うことで自己を実現することが可能となった．

協調学習とは，学習者がグループ活動の中で互いの学習を助け合い，一人一人の学習に対する責任を果たすことで，グループとしての目標を達成していく，協調的な相互依存学習である．学習者は，他人が書いたものを見ることと他人に自分の考え方を説明することを通して，問題意識を持って考え，自分の知識や方法を修正したり，自分の考えや理解を深めたりするため，効果的に効率よく学習を進むことが出来る．また，他の人と一緒に協調活動することによって，社会的な刺激を受け，学習に対する動機付けとなり，他人が持っている知識や観点は自分の知見を広けることができる．このような協調学習環境を実現することが可能になるコンピュータを用いた協調学習システム（CSCL）に関する研究が重要となり，さまざま行われている．

協調学習システムでは，参加者と実行環境によって学習形態を分けられる．参加者による学習形態の分類では，教師あるいはインストラクタなどの指導者と学習者が一緒に参入する学習型と複数の学習者の間で行う学習型がある．また実行環境による学習形態では，同期と非同期，分散と非分散に分けることが出来る．本研究では，非同期・分散環境において，複数学習者による協調学習を支援する協調学習システムに関して探究を行っている．学習者は毎日新しい知識を接し, その知識を理解して身に付けるために, 講義など以外の時間での知識を確かめたり, 深めたりすることが重要である．特に大学・大学院の学習者は, 日々常に幅広く, 複雑な新しい専門知識をまなび, 講義だけでの学習が不十分であり, 自ら考え, 問題を見つけて解決するのが大切である．本研究では, 大学のレベル以上の学習者を対象とし, 本研究のシステムを利用することで, 学習者が他の学習者の知識を共有し, より効果的に知識を獲得することを期待している．

様々な協調学習システム（CSCL）では,代表とするのは,ノートを用いた協調学習システムである．主に，CoVis [Edelson 94], SenseMaker [Bell 97], CSILE [Scardamlia 94]などが取り上げられる．これらのシステムは,各学習者が探求活動における自分の考え，経験などの知識を持ち寄せて共有し，協同データベースを構築していく．学習者は，課題や探求の考え，疑問などをノートの形式で書き出し合って，リンクなどの機能を用いて参照・共有することで，問題を解決する．しかし，複数の学習者が持ち寄せた個人の知識が，共有することによって量が膨大となり，このような知識をすべて理解するのが困難であることが問題となっている．

このような問題をふまえ，本研究は，分散環境において学習者が効果的に教材を理解するために有効な共有知識のみを提供する協調ノートシステムの構築を目的とする．分散環境については，学校および各家庭での個人学習を想定しており，一般的にファイアーウォールな

どのネットワークの制約がないWeb ページベースによる構築を行う．また，本研究では，普段の授業においてノートを取るよりも教材への書き込みが多いと考え教材ベースのノートをシステム上に再現し，それに対するアノテーションを各学習者のノートへの書き込みとした．

1.2　論文の構成

本論文は，本章を含め７つの章から構成される．

第２章では，人間の知的活動に重要な役割を果たすドキュメントのアノテーションの背景および本研究での位置づけについて述べる．

第３章では，本研究の関連研究について述べる．研究に関連するノートを用いて協調学習支援システムに関する既存研究とアノテーション機能を用いた学習支援システムに関する既存研究の現状および問題について説明する．

第４章では，遠隔協調学習において，アノテーションの共有によって，膨大な共有知識を理解することが難しいという問題に対して，有効なアノテーションだけを提供することを提案する．そのアプローチについて詳しく説明する．

第５章では，本研究の提案システムの構成および実装について述べる．

第６章では，本研究で提案したアプローチを評価する実験について説明する．まず，評価実験の目的と評価方法について詳しく説明する．そして，評価実験の結果およびその考察を報告する．

最後，第７章では，本研究の成果を総括し，今後の課題について述べる．

第　2　章
アノテーション

2.1 はじめに

本章では，　アノテーションが学習活動においての効果および本研究での位置付けについて述べる．人々の知的活動において，読むと書くのはとても重要なことである．アノテーションは，人々の知的活動においての考えが外出化したものである．2.2では，本研究でのアノテーションの含意を説明し，その背景の概要について述べる．2.3では，アノテーション機能を用いたシステムの現状および本研究での位置つけを示す.

2.2　アノテーションの背景

アノテーションとは,ドキュメント内の特定の情報に対してコメントや解釈や疑問などを記録する従来の方法である［Brush 02］．人々は，知的学習活動において，読む行為と共に,考え,ドキュメントの重要な部分や,自分が気になる部分に強調線を引いたり,余白にノートしたりするようにある特定の位置に情報をつける行為を行う．教材に対する理解を深めるためや,後で復習する場所のメッセージとしたものや，解釈・思考を促進するコメントや,考えなどが教材に書き込まれる．このように人間の学習活動を助けるアノテーションは,アノテーションの著者が再読みなど，自分の知識に対する振り返る行為によって，修正・補足・洗練され続けている．　そのため，注意点の記しや，記憶の補足や，問題解決の一つの方法および, 先生または他人の説明・発言の記録などの役割が取り上げられる［Marshall 97］.

アノテーションは，著者の知的活動を促進し，ドキュメントへの理解や著者自身の知識の修正・洗練には重要である．また，他の読者にも積極的な高い付加価値を満ちている．他人のアノテーションを参考することで，読者の自ら考え，自ら問題発見・解決の意欲が触発され，学習意欲を高めることが可能となる．他人の理解と観点を満ちているアノテーションは，後の読者のドキュメントへの理解を促進し，無駄な要約時間を減らすことができる[Wolfe 00].

ところで，従来の紙上でのドキュメントのアノテーションがドキュメントを汚すや情報管理が難しいなどの理由で，不実用なことがある．情報技術を利用してドキュメントがデジタル化されたことによって，デジタルドキュメント上でのアノテーションは，これらの問題を克服し,簡単に実現できるため，有効な方法となった［Marshall 97］．また，近年デジタルドキュメント上のアノテーションを支援するシステムはますます一般的になっています．次の節では，アノテーションを支援するシステムに述べる．

2.3　アノテーション機能を用いたシステム

デジタルドキュメントの普及によって，人間の知的活動におけるデジタルドキュメント上のアノテーションの役割が重視されるようになった．アノテーションは，デジタル化によって，修正，蓄積，更新，再利用などが便利となり，ネットワークを利用してオンライン議論の促進やフィードバックの提供などを支援し，グループに共有されているアノテーション機能を用いたシステムの研究がますます盛っている．その中では，個人用アノテーションと共同的なアノテーションを両方支援するシステムに関する研究も数多く行われている．アノテーションの共有を支援する研究では，WEBドキュメントへのアノテーションを支援するCoNote[Divis 95]，Annotation Engine[Seltzer 00]，WebAnn[Berbeim Brush 02]とEDUCOM [Mietinen 03] などのシステム，PDForm[Kalyanpur 02]，SmartCourier[Ito 01]などが取り上げられる．

webAnn は，ユーザがすべての web ページに対して，電子掲示板のようにアノテーションしながら，ディスカーションを行う．

CoNote は，ドキュメントの共有アノテーションを利用することで，グループ内のコミュニケーションを促進することを目指した共同作業システムである．

Annotation Engine は，WEB ドキュメントに対して任意の場所にコメントの付加を支援する WEB アプリケーションである．EDUCOM は，WEB ページに対してアノテーションの付加と共有を支援する．ユーザ間の議論を促進する．

SmartCourier では，アノテーションの場所とキーワードによってユーザの興味関心を判断して，趣味関心の近いユーザに論文の推薦やアノテーションの共有機能を提供する．

PDForm は，PDF ドキュメントでのアノテーションを支援するツールである．PDForm では，アノテーションされたドキュメントに対してアノテーションを行うことと再吟味することができる．

第　3　章

関連研究

本章では，本研究に関連する既存研究について述べる．既存研究にある知識共有においての問題点を明らかにする．3.1 節で学習者のノートを用いた協調学習システムについて述べる．3.2 節では，アノテーション機能を用いた学習支援システムの既存関連研究について述べる．

3.1　ノートを用いた協調学習支援システム

協調学習に対して情報技術を用いてシステム上で行う研究分野は，協調学習支援システム（CSCL）として数多く行われている．本研究で扱う協調ノートシステムは，このCSCLの1分野であり，グループ内の学習者が自分の考えや疑問などを共有仮想空間上で出し合うことでお互いの学習効率を高めるためのアプローチとした研究である．以下，関連するCSCL研究なかで代表とするCoVis Collaboratory Notebook [Edelson 94]，　SenseMaker[Bell 97]，CSILE [Scardamlia 94]，ReCoNote[益川 99] を取り上げる．

CoVis Collaboratory Notebookは，Covis（The Learning Through Collaborative Visualization）Project といわれる科学教育に関するCSCLのプロジェクトで学習者が利用するノートブックであり，ネットワークを利用して，科学者のノートブックを参考として提供することで，学習者の科学探求と共同的な作業を支援することを目的とするハイパーデータベースである．Covis Projectは，科学研究者，教師，学習者がメンバーとして実行され，学習者が共同的に知識を構築することをプロジェクトの目的とした．学習者は，科学研究者と同じノートブックを使い，科学探求活動においての得たこと，質問などの自分の考えをノートに書き出し，他の学習者のとの議論を通して，問題を解決し，より深い理解を得る．ノートは，質問の構造により学習者がカテゴリーした質問・推測・証拠・反証などのページをリンクすることで作成される．ノートを参照するときには，学習者は，そのリンクを基づいて各ページを読み

自分が求めているものを見つけていく．このように，CoVis Collaboratory Notebookは，同期と非同期で，一つの質問に対して多人数の参加者を支援しているが，参加が増えるとともにますます膨大となる質問に対するコメントなどの記述から，大量に共有しているノート内容を理解することは，学習者にとって困難である．

SenseMakerは，学習者が科学探求活動での結果をカテゴリーにして表現し，これを他の学習者と共有することを支援するソフトウェアであり，KIE（Knowledge Integration Environment）プロジェクトの議論表現ツールとして科学学習を促進するために使われている．KIEでは，学習者が，自分の科学探求の結果をカテゴリーに分けて表現して他の学習者と共有し自分の考えを構築する．学習者は，SenseMakerを利用して自分の考えを他の学習者のとの比較・参照・考え方の違いの認識を行うことができる．ユーザは，随時に新しい課題と根拠を付加することができる．しかし，SenseMakerでは，学習者の探求結果をカテゴリー他人と参照と比較には有効であるが，学習者とって，自分の考え方が他人との違いを認識するため，多人数の参加により量がますます膨大となっていくため，他の人のすべての探求結果を参照し，比較するのが困難である．

ReCoNoteは，リンク機能を用いてユーザのノートおよび参考資料を相互にリンクつけることでの情報の有効利用を支援する協調学習支援用ノートシステムである．ユーザは，システムを利用して自分の考えを個人ノートやグループノートに記録し，必要な資料を追加することができる．そして他のユーザのノートを参考し，それを自分のノートにリンクをつけることができる．しかし，このシステムでは，ユーザが有効なノートあるいは有効な参考資料を見つけるために，リンクされたすべての共有リンクをたどってその内容を理解しないと困難である．これによって，ユーザにとって，効果的に共有リンクの内容と利用か難しいことである．

3.2　アノテーション機能を用いた学習支援システム

この節では，本研究に関連するアノテーション機能を用いた学習支援システムについて述べる．ここでは，WEBページにあるドキュメントへのアノテーションを支援するアノテーションシステムとして，Annotation Engine[Seltzer 00]，WebAnn[Berbeim Brush 02]とEDUCOM[Miettinen 03]，と特定ドキュメント用ツールとして使われているPDForm[Kalyanpur 02]について述べる．

Annotation Engineは，WEBページの任意ところでもアノテーションを付加することが可能であり，授業中およびオンラインで利用できるアノテーションツールである．教師は，Annotation Engine　を利用して，ウエーブページをマークして学習者に読むことを要求したり，推薦したりすることができる．学習者は，自分あるいはクラスのためにアノテーションとリンクを付加することができる．アノテーションが，対象となる文を選択することによって，アノテーションの対象文がマークされ，アノテーションの位置を示し，すべてのアノテーションは隣のフレームに掲示板みたいに表示されている．

EDUCOSMは，アクセスされている任意のページで利用可能なカスタム・ポップ・アップ・メニューとしてユーザに現われます．学習者があるトピックに興味を持っているようになっておりそれに関してより多くの情報を見つけたいときに，システムの内部検索エンジンと仮定してください．探索視界から，彼は両方のシステムの内部検索エンジンとグーグルを利用できる．内部探索は，EDUCOSMに現在含まれたドキュメント，注釈およびニュースグループ・メッセージだけをカバーします，学習者はドキュメントに対してハイライトとコメント付け加え，他の学習者のコメントなどを共有することを可能である．他の人のアノテーションを供することを支援するために，学習者のグループおよびアノテーションが示される期間を定義するフィルタを設けた．学習者は，自ら自分のアノテーションに対して公開するグループと期間を設定して，他の学習者と共有する．他の学習者は，フィルタを利用して，見たいアノテーションの期間と学習者を設定することによって他の学習者，その時期のアノテーションを見ることができる．しかし，このシステムは他の学習者のアノテーションを参考する支援を行ったが，学習者にとって，すべての他の学習者のアノテーションを把握することは困難である．

WebAnnは，任意のWEBページに対するアノテーションを行うことを支援し，大学院課程の中で専門的論文に対するグラス議論を支援するシステムである．ユーザが，WEB上の論文のグラフや文に対してコメントなどを書き込み，他の学習者と共有することができる．ユーザは，アノテーションされるテキストに対して，ポップ・アップ・メニューから「ノートを加える」を選択し，アノテーションの内容を書き込むことによってアノテーションを行う．新しいノートは，インデックスに加えられ，個人ノートとして利用されることができる．ユーザは加えられたインデックスを利用して，アノテーションを見ることができる．これらのアノテーションが共有することによって，ユーザにとって利用できるアノテーションの量が大きくなったため，すべてのアノテーションを把握することが困難である．

PDFormは，PDFファイルに対してのアノテーションの付加と共有を支援するソフトウェアである．ユーザは，PDFormを利用して論文などを閲覧し，論文に対する自分の見解を示し，アノテーションのタイプ設定を行い，内容を書き込むことによってアノテーションを付加することができる．さらに，ユーザは，アノテーションが行われたドキュメントを読むことが可能であることで，他のユーザが付加したアノテーションを共有し，それらに対して自分の見解を示し，それに対するコメントを行うことができる．PDFormでは，他人のアノテーションに対する見解を表すことで，議論を促進することを支援している．しかし，他人のアノテーションが自分のドキュメントへの理解に有効であるが，このような他人のアノテーションの共有によって，アノテーションが豊富となり，すべての他の人のアノテーションを理解することが困難であることが問題となっている．

上で述べた本研究に関連する研究に存在する問題点を着目して，本論文は次の章で本研究においての課題を明らかにし，それに対してのアプローチについて述べる．

第　4　章
本研究の課題及び本研究のアプローチ

4.1　本研究の課題

協調学習では，学習者は，自ら学習し，考え，自ら問題を見つけ，そしてみんなでアイディアを出し合って，問題を解決していく．特に，複雑で，難しい知識の獲得には有効であるといわれている．しかし，複数の学習者が寄せた知識がますます大量となっていく一方，学習者にとって共有知識を理解するのが難しいことが問題となった．効果的に共有知識を獲得するために大量な共有知識から有効なものを取り出す必要がある．また，既存の研究では，多人数の学習者の知識共有を支援しているが，有効な知識を発見する支援は行ってない．そのため，学習者は，共有知識の中から有効なものを見つけるためにすべての共有知識を理解しなければならない．次の節で，これらの問題を踏まえた本研究のアプローチについて述べる．

4.2　本研究のアプローチ

学習者は，教材への下線やアノテーションなどの知識を共有することで効果的な学習を促進することができる[Wolfe 00]．しかし，共有知識が膨大となることで，学習者にとって理解に有効な共有知識が気づくことが困難となる．有効な共有知識とは，各学習者が知識に対応するドキュメントあるいは文に持つ見解および意図と一致して，ドキュメントあるいは文に対応する同じ意図を持つすべての知識の中で一番有用なものであり，教材の理解を促進する．例えば，学習者はドキュメントの内容に対して疑問を持ち，その問題解決のために他の学習者の共有知識を求め，そして対象とする箇所に対するすべての共有知識を比較して一番

説得力のある共有知識を選ぶ．その選ばれた共有知識は，その学習者に対して有効な可能性を持つ共有知識である．しかし，多数の学習者によって選ばれた共有知識は，多数の学習者がそれに対応するドキュメントの内容に対する近い見解を持っており，有効な知識である可能性が高い．

また，学習者が膨大な量の共有知識から有効であるものを気づき，選択することは困難である．そのため，有効な共有知識を気づくための枠組みを提供し支援する必要がある．枠組みを提供することで，学習者の共有知識の判断を軽減することができる．

以上から，本研究では共有知識として教材に対するアノテーションとし，本協調ノートシステムのアプローチとして以下のことを行う．

- 分散環境での有効なアノテーションを選出して提供する機能
- 有効なアノテーションへの気づきを支援

分散環境での有効なアノテーションを選出して提供する機能としては，学習プロセスにおいて他の人のアノテーションを評価するステップを設定し，それをもとに有効なアノテーションを選出し提供する．他の人のアノテーションを評価するには学習者が賛成か否定の意見を用いてアノテーションを評価する．有効なアノテーションの選出には，付加された評価だけでなく，各ドキュメントに対する学習者の貢献度も使用する．学習者の貢献度とは，そのドキュメントにおいてその学習者のアノテーションが評価された数を示す．これは，有効なアノテーションが付加した著者の知識に依存し易いという考えに基づく[Jane Shoop]．

また，有効なアノテーションへの気づきの支援としては，アノテーションのタイプごとの表示を行う．ドキュメントに対する自分の考え方であるコメントや，参考となる関係の知識である自分へのアドバイスや，文に対する疑問などの質問などのタイプがある[Kahan 02]．本研究では，ユーザの自らアノテーションを付加する際にタイプを設定することを行う．それアノテーションのタイプとしては「コメント，解釈，アドバイス，その他」の4つのタイプを用いて，それらタイプごとに表示することで有効なアノテーションの気づきの支援する．本研究では，これらのアプローチをもとにシステムを実装する．

第　5　章
システム構築

本章では，4 章で説明したアプローチによって実際に構築したシステムについて述べる．5.1 節ではシステムの実装について説明する．5.2 では，システムの構成について説明する．

5.1　システムの実装

実装した協調ノートシステムは，Web アプリケーションであり，個人モード（5．1.1 節参照），共有モード（5．1.2 節参照），および協調モード（5．1.3 節参照）の3つのモードから構成される．本システムの想定する学習プロセスは，個人モードにおいて各学習者の個別の学習により評価付きアノテーションを教材に付加し，共有モードにおいて各学習者がグループ内のすべてのアノテーションを評価し，最後に，協調モードにおいてシステムが提供する有効なアノテーションをもとに復習を行う．

本システムのすべてのモードにおけるアノテーションは，対象となる文と平行にタイプ分けて表示し，賛成・中立・反対の評価は，赤・青・黒で示す．これは，アノテーションを取り出して参照する作業時間が短縮され認知され易いという既存研究の結果に基づく[Wojahn 98][Hara 97]．また，すべてのタイプ表示されたアノテーションは，切り替えメニューを利用して，表示と非表示が簡単にできる．これは，学習者は，より効果的に適切な知識の獲得のために，自分の学習目的によって，必要な知識だけを対話的に表示と非表示するフィルタが必要であるという既存研究の結果に基づくものである［Miettien 03］．

また，本システムでは，共有知識としてアノテーション以外に重要な文に対しての下線行為に対してハイライト効果を持つFisheye 効果として実現している．これは，Fisheye効果を下線行為に用いた方法がコンピュータ画面からのドキュメントの読解に有効であることから採用した[羽山　04]．

5.1.1　個人モードでの協調ノートシステム

個人モードでの協調ノートシステムのインタフェースを図5.1 に示す．個人モードの協調ノートシステムにおいて，学習者は教材を読み進めていく過程で重要と感じた文に対しマウスクリックすることで文の色を変化させ注目ポイントとしてのFisheye 効果を適用する．

・アノテーションの付加

アノテーションを付加するために，対象となる文をマウスクリックし，文に対するFisheye 効果が適用され，アノテーション対象文表示エリアに表示される．そして，賛否設定メニューおよび評価タイプ設定メニューの項目をそれぞれ設定しアノテーション書き込みエリアに書き込むことを行い（図5.2，図5.3参照），書込みボタンを押すことで，付加したアノテーションをユーザが設定したタイプごとに文の右に表示される(図5.3参照)．賛成のアノテーションは文字が赤で，中立のアノテーションの文字は青で，反対のアノテーションの文字は黒で表示される．

・アノテーションの削除

削除する場合は，削除するアノテーションを選択し，削除ボタンを押すことを行う．

・フィルタ

ユーザは自分の学習目的によって，表示の切り替えメニューを押すことで，アノテーションを消し，または表示することができる．

・データ保存

アノテーションがすべて完了してから，Fisheye 効果が適用された文と付加したアノテーションが，データ送信ボタンを押すことでサーバーへ送られる．

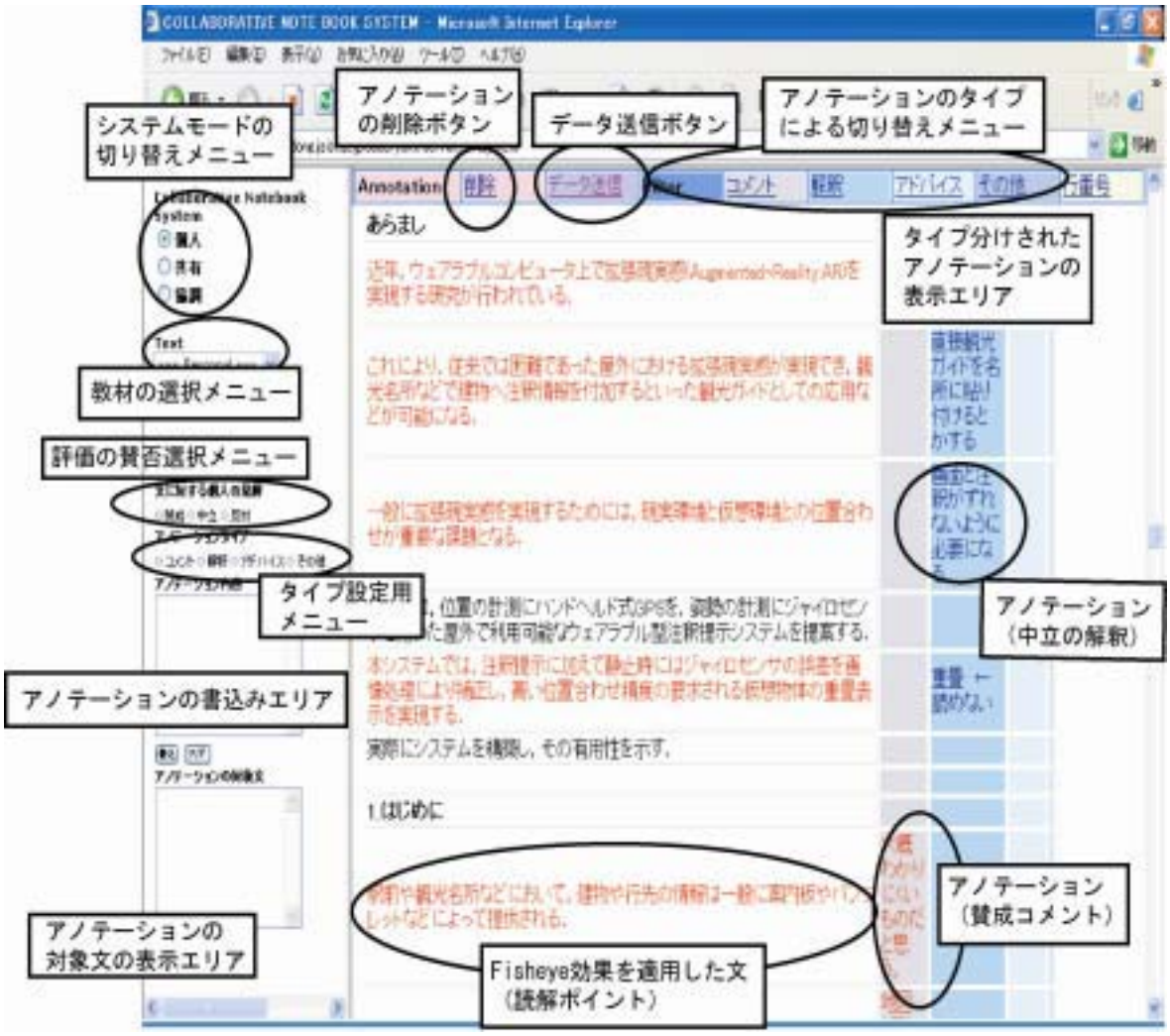
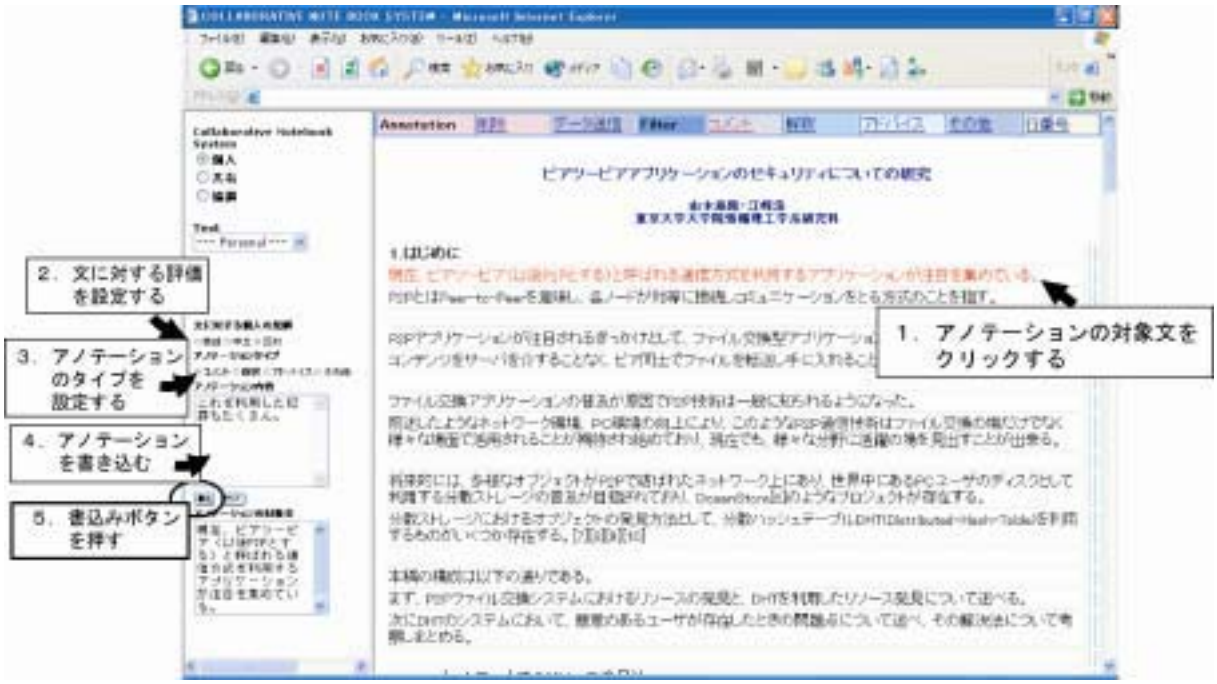


図5.1　個人モードでの協調ノートシステムのインタフェース



厨５．２　個人モードでのアノテーションの付加の手順図

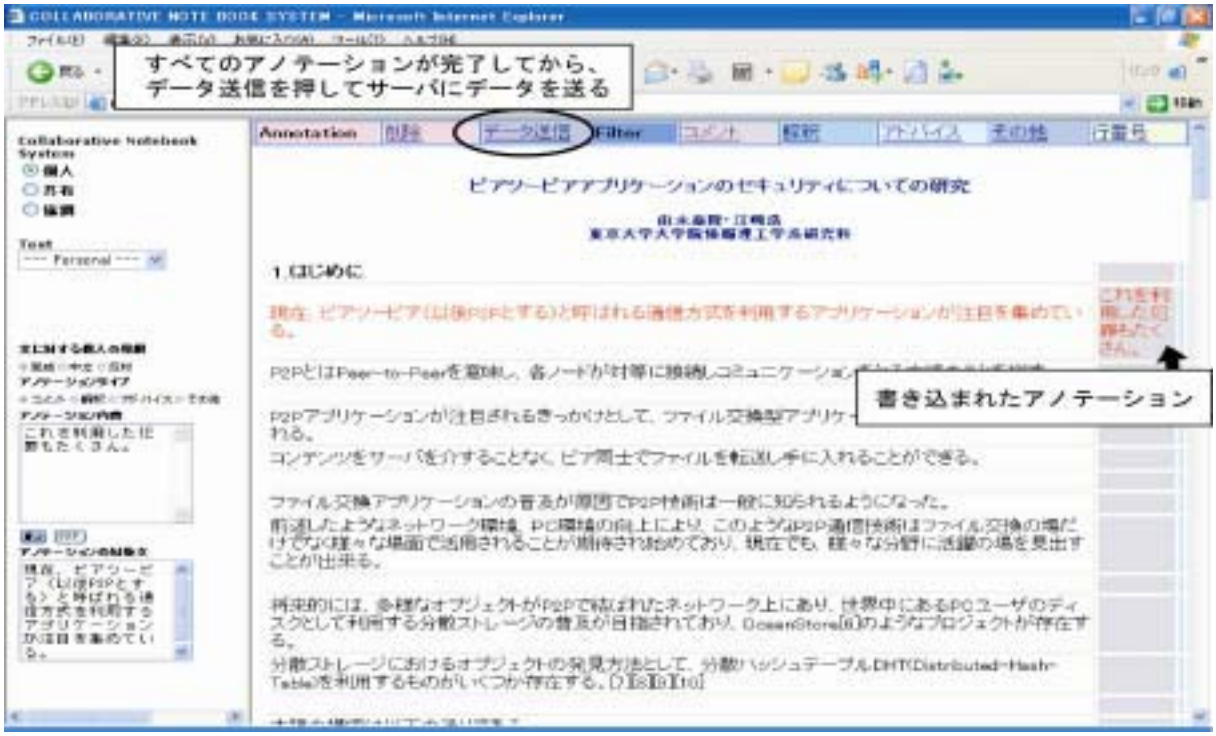


図5.3　個人モードでのアノテーション付加後

5.1.2　共有モードでの協調ノートシステム

共有モードでの協調ノートシステムのインタフェースを図5.4 に示す．共有モードは，他の学習者のアノテーションを共有し，評価するプロセスである．共有モードでの協調ノードシステムでは，グループ内のすべての学習者のアノテーションがタイプ分けされて表示される．学習者は，それらアノテーションに対し賛否評価の評価を行う．そして，学習者が,より深く教材の内容を理解するために,評価の以外にフィードバック意見の追加機能を設けた．また，ユーザの興味によって，アノテーションタイプ別の切り替えメニューを利用してアノテーションの表示と非表示ができる．

・アノテーションの評価　（図5.5，図5.6　参照）

共有モード上のシステムおいては，ユーザが評価するアノテーションをマウスクリックすることで評価されるアノテーション表示エリアにアノテーションを表示後，評価の賛否選択メニューで評価を選択し，アノテーションに対するフィードバック意見を書込みエリアに書込んで,評価と一緒に評価われたアノテーションの後ろに付加される．賛成，中立，反対の評価は，それぞれ文字の色赤，青，黒で表示される．もしアノテーションに対するフィードバック意見がなければ，書き込みボタンを押すとともに，評価情報だけが評価対象であるアノテーションの後ろに自動的に表示される．この場合では，賛成の評価を出すときには，赤色の文字のPositive，中立のときには青色文字のNeutral，反対のときには黒色文字のNegativeが，表示される．また，評価されないアノテーションがあれば否定項目に自動的にチェックされる．

・評価情報の保存

すべての評価が終了後，データ送信ボタンを押すことでサーバーへアノテーションの評価結果とフィードバック意見が送信される．

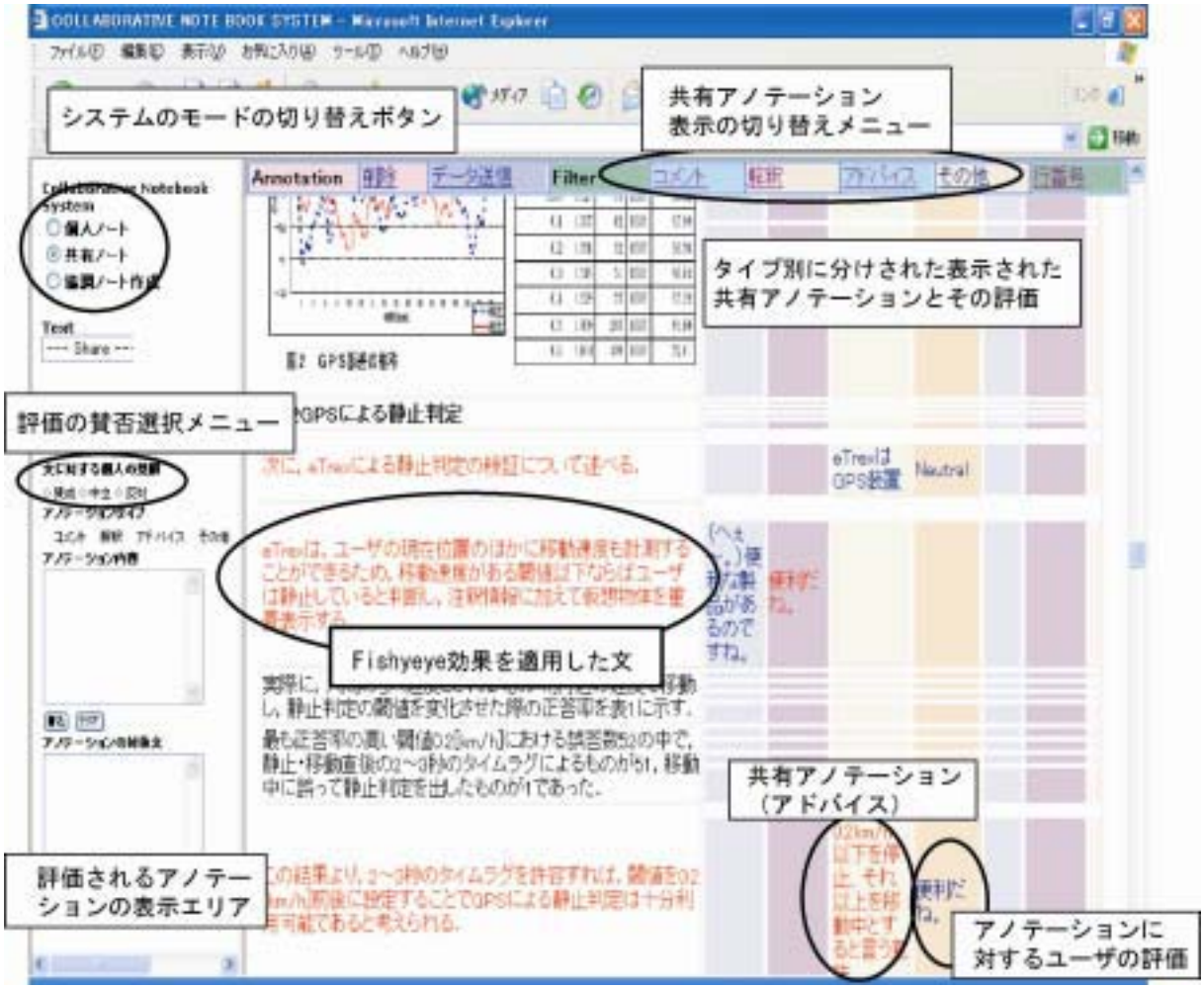


図5.4　共有モードでの協調ノートシステムのインタフェース

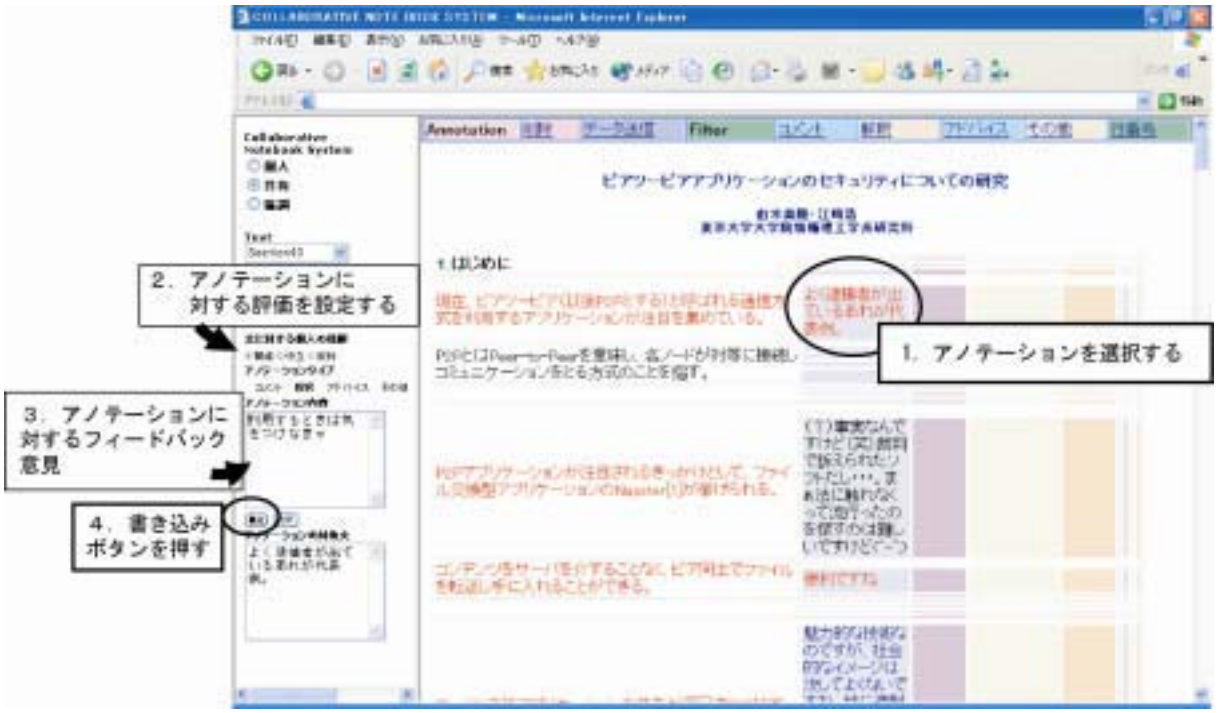


図5.5　アノテーションに対する評価の行い手順図

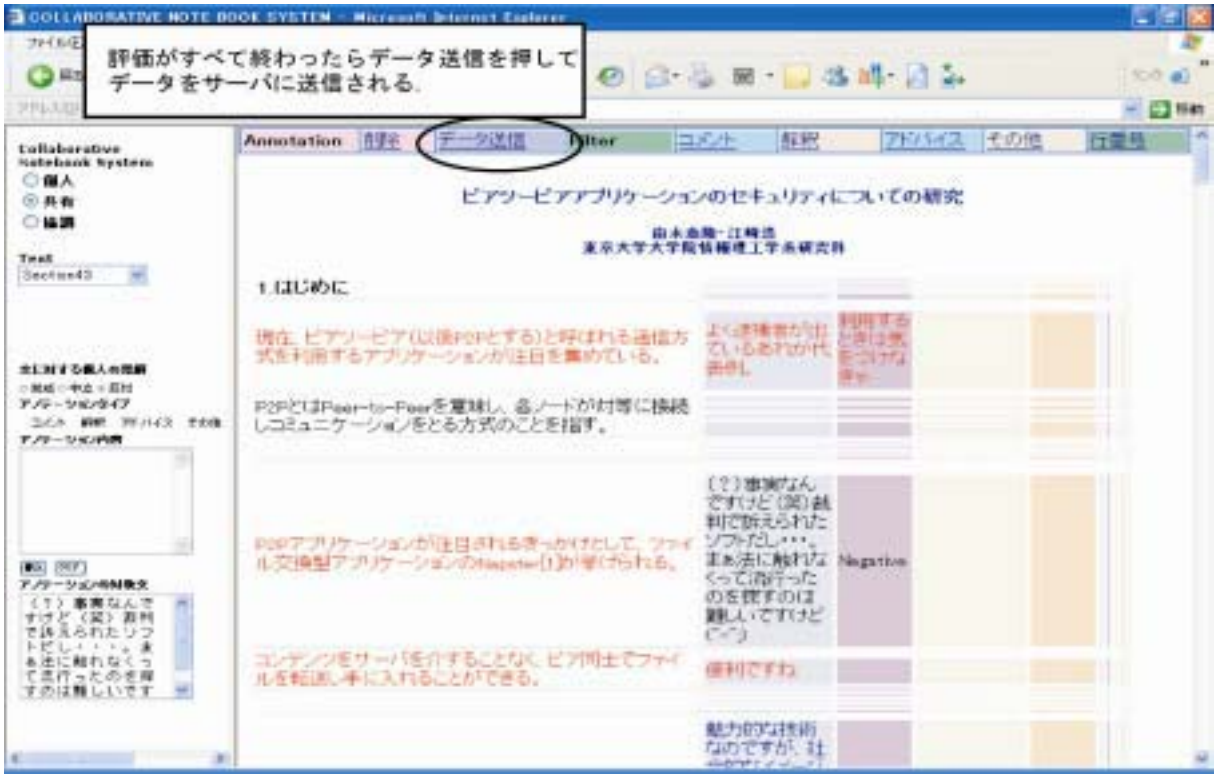


図5.6　アノテーションに対する評価を書き込んだ後

5.1.3　協調モードでの協調ノートシステム

協調モードでの協調ノートシステムのインタフェースを図5.7 に示す．協調モードでは，学習者が最終的な復習するためのプロセスであり，選出された有効なアノテーションを提供しシステム上に表示する．

本システムは，有効なアノテーションの選出を以下の手順で行う．

1. すべてのアノテーションの評価をタイプごとに集計する
2. 賛成の評価が過半数以上であり最も多かったアノテーションを有効なアノテーションとする
3. 2 で同程度の評価を得たアノテーションがあるならば，アノテーションを書いた学習者の貢献度によって有効なアノテーションを判断する

貢献度は，論文ごとに選出されたアノテーション数とした．

協調モードでの協調ノートシステムでは，学習者が選出されたアノテーションをもとに学習を行う．それぞれの選出アノテーションの隣には，有効なアノテーションの評価を色付き棒グラフで可視化した．これにより，同様に選出されたアノテーションでも評価の度合いがわかり，学習者は優先的に学習するべきポイントがわかる．

そして，すべてのアノテーションをタイプごとに賛否情報によって賛成・中立・反対を分けて表示し，対話的に切り替えるフィルタ機能を設けた（図５．８参照）．教材に同じ見解を持つアノテーションは，同じ見解の一連の裏付ける知識となるため[Wolfe 00]，学習者の教材への理解の補足，修正を促進することが可能と考えた．これにより，教材の理解を支援する．

また，それ以外の機能としては，表示されているアノテーションを付加した学習者の個人モードの協調ノートシステムへのリンク機能がある．理解し難いアノテーションは，それを付加した学習者の他のアノテーションに手掛かりがあると考えた．これにより，アノテーションの理解を支援する．また，協調学習においての学習者のモチベーションを高めるために，表示されているアノテーションを書いた学習者の貢献度を表示するようにした．

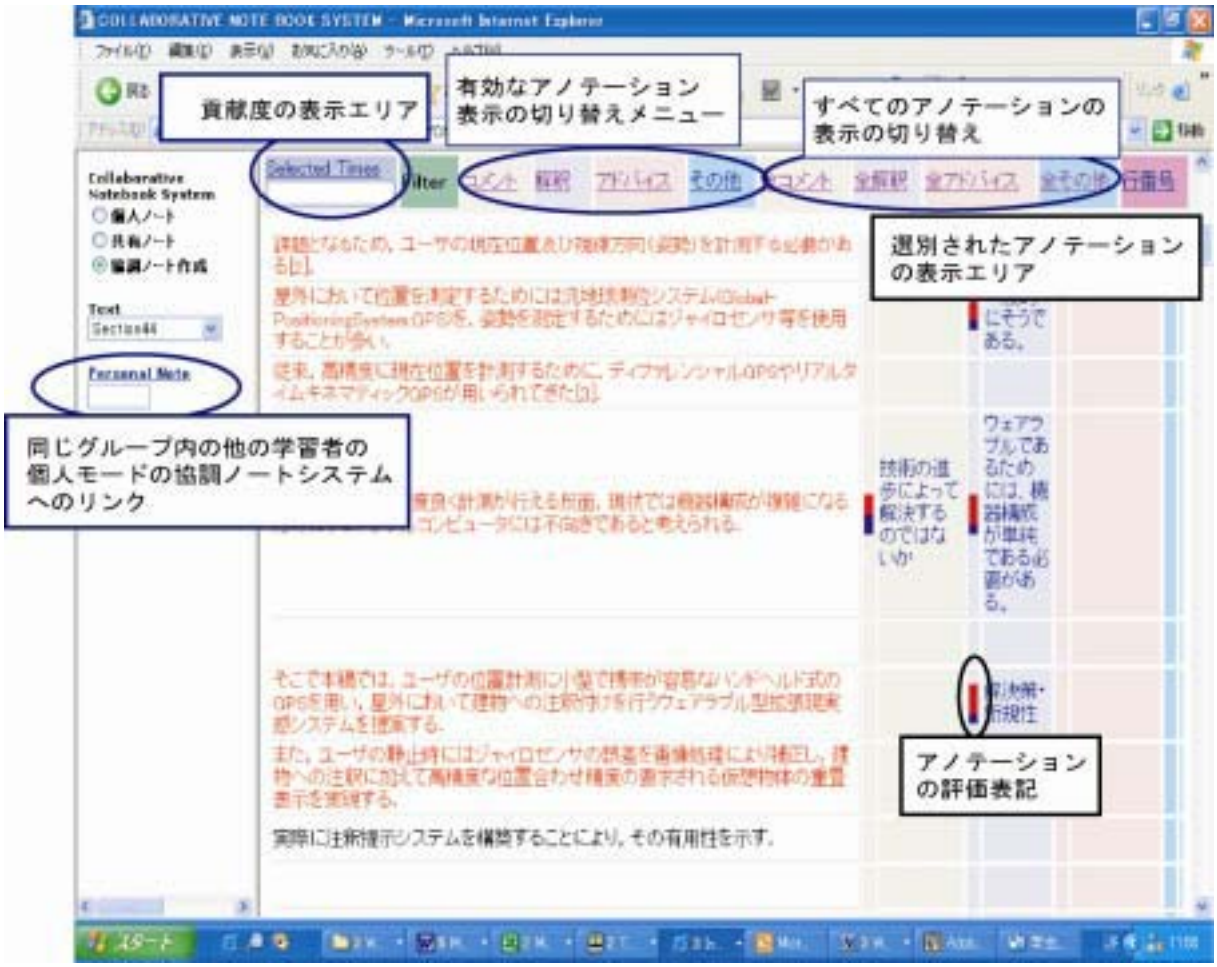


図5.7　協調モードでの協調ノートシステムのインタフェース

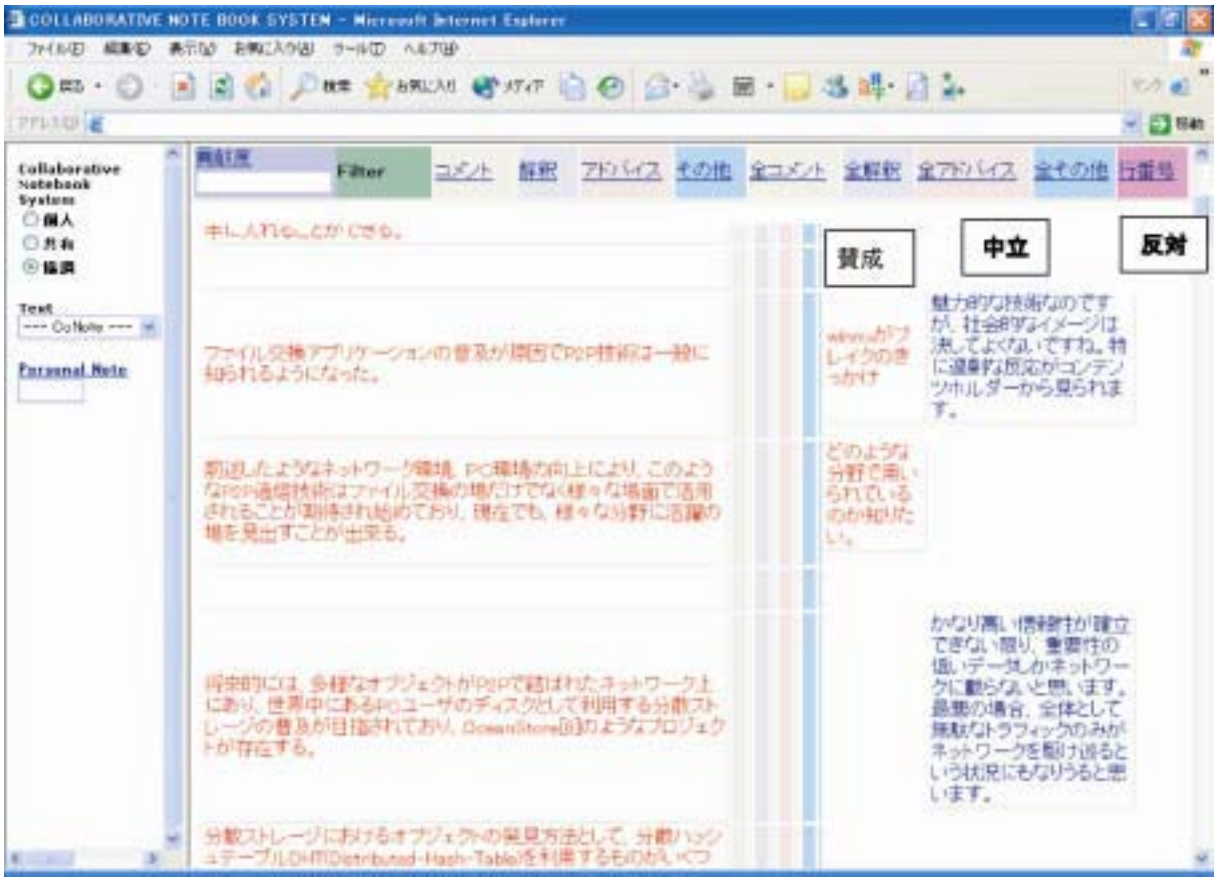


図5.8　協調ノートの賛否情報によるすべてのアノテーションの表示

5.2　システムの構成

本システムは，Web アプリケーションであり，その構成を図５．８に示す．
サーバー側ではすべてJava Servlet で構築され，インタフェースは主にJava Script で構築されている．

ユーザはブラウザからシステムへログインすることで，協調ノートシステムの個人モードを使用することができる．その際，選択した教材とパーソナルアノテーションをデータベース（DB）から呼び出し，保存する際にはアノテーションデータをパーソナルアノテーションDB およびユーザが所属しているグループのグループアノテーションDB へ登録する．次に，共有モードでは教材を選択する際に教材DB とグループアノテーションDB からデータを呼び

出し，保存する際にはグループアノテーションDBへ保存する．最後に，協調モードでは教材を選択する際に教材DB とグループアノテーションDB からデータを呼び出し，グループアノテーションDB からのデータはアノテーション選別処理を行われ，その結果をユーザへ提供する．

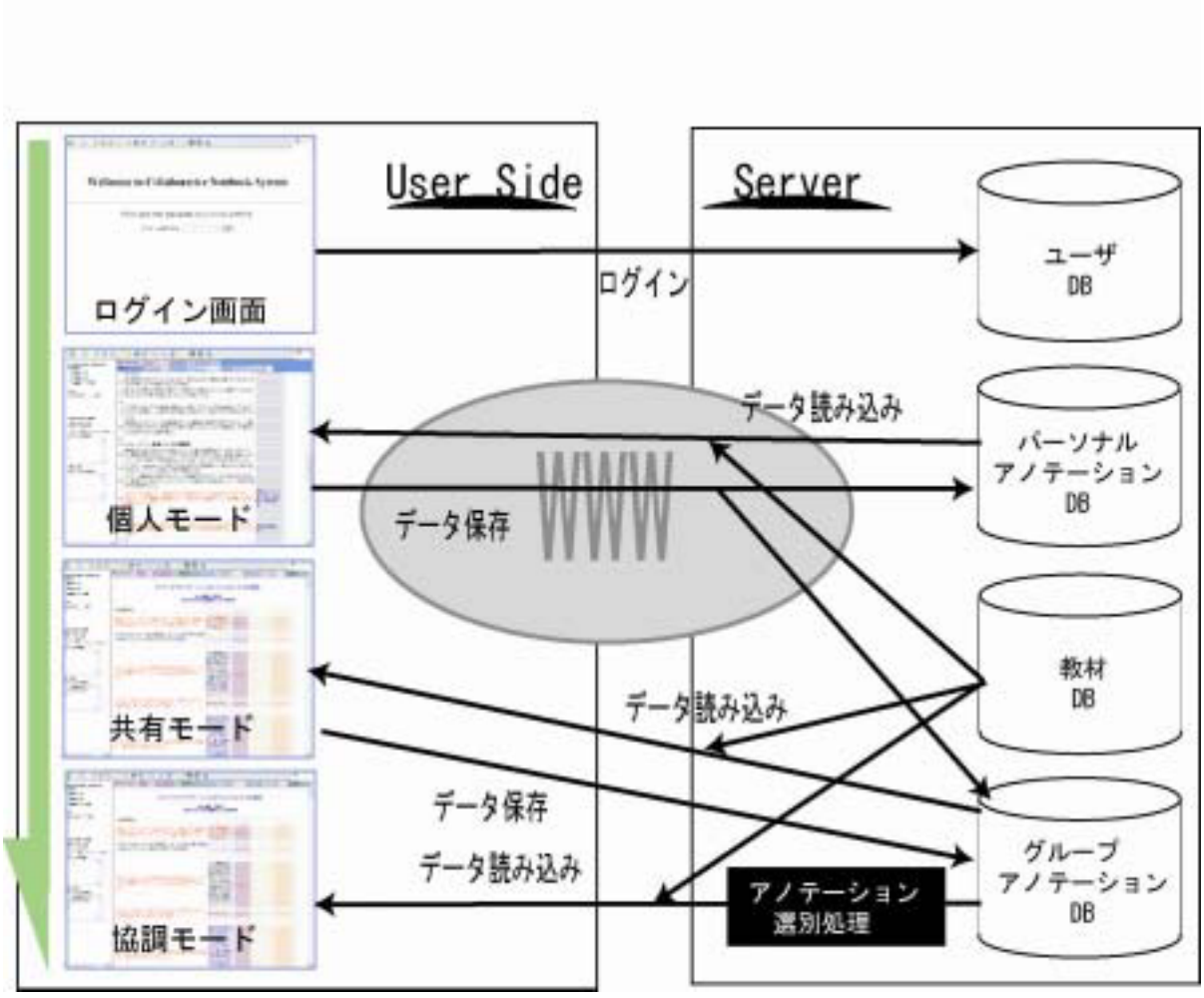


図 5.9　システムの構成図

第　６　章
システムの評価実験及び考察

本章では，本論文で提案したアノテーション評価機能を利用してアノテーションに対してフィルタリングを行い，有効なものだけを提供する手法の有効性に対して検証する評価実験について述べる．6.2 節では，本実験準備に備えて行った予備実験にいて説明する．予備実験の目的，及び結果と考察について述べる．6.3 節では，本実験の目的及び評価方法などについて述べる．6.4 では，本実験の結果およびそれについての考察を報告する．

6.1　予備実験

6.1.1 予備実験の目的

協調学習において，違う背景と観点を持つ複数人の学習者グループの学習が有効であるといわれている．そのため，協調学習を行うには，グループ分けが重要である．これを念頭において，本研究の予備実験は次の目的を持って行った．

１．協調学習におけるグループわけのため
２．本実験の時間設定
３．受験者がシステムに対する使い方の練習

6.1.2 予備実験のプロセス

本研究の予備実験では，受験者は 8 人であり，博士前期課程 1 年生 5 人，2 年生 3 人を含む．実験を行う前に，実験の目的，実験内容，及びシステムの使い方などについて説明を行い，実験を進んだ．実験の場所は本学の知識科学研究科 1 棟と 2 棟の 5 階と 6 階の研究室である．実験環境は，研究室のパソコンの Window の Explorer を利用した．受験者は，下記の 4 つのタスクを行ってもらった．

１．システムを利用して論文を読む

２．システムの機能を使ってアノテーションを行う．

３．小テストを受ける．

より正確に評価時間を設定するために，予備実験では，実験者の普段の学習行動を考慮して参考資料可能にし，時間制限はないという実験条件を設定した．より正確に協調学習の学習効果を評価するために，予備実験に使用する教材は，すべての実験者が行っている研究分野にあまりかかわってないバーチャル分野の研究に関する論文を選んだ．

6.1.3　予備実験の評価方法および結果

評価方法

小テストによる各受験者の成績を利用して，成績が均等の二つグループ（グループ a，グループ b）に分ける．また，実験者全員の一つの論文に対して読みおよび書き込みを行った平均時間を利用して，本システムを使った本評価実験の制限時間を決める．

予備実験の結果

予備実験での８人の小テストの成績は表 6.1 に示す．8 人の受験者の平均正解率は 50.89%であある結果を得られた．これに基づいて，二つの 4 人のグループに分けることができた．また，実験者が使用した平均学習時間は，５５分であるという結果でした．これにより本実験で一つ論文の読むのに使用する実験時間を 60 分とした．また，各実験者が予備実験の過程中で，読むと書くそれぞれの時間から，アノテーションに対する評価を行う制限時間は，30

分と，本システムの協調ノートを利用した復習時間は 15 分とした.

また，予備実験終了後に行った５段階評価のアンケート結果は表６．２に示す．その以下の結果が取り上げられる.

- この分野の研究は知っていますか？　(1.75/5)
- どんなタイプの書込みを行いますか？　（コメント（3.125/5），解釈（1.875/5），アドバイス（0.625/5），質問ある答え（3.125・5））
- 過去の学習で，教材への他人の書込みは自分の勉強に役に立ちましたか？（4.125・5）

考察

実験用論文の研究分野に対してあまり知られてないアンケートの結果から，実験者の平均正解率を利用したグループ分けは，適切であると考える．そして，実験者グループでの正解率の平均偏差が高い結果から，実験者の間では理解度の差があることが分かると思う．また，他人の書込みが学習に有効であるに高い評価から，アノテーションの理解を支援する本システムが重要であると考える．最もよく書き込まれたアノテーションのタイプが，

予備実験の結果		
平均正解率　(%)	平均時間　分)	正解率の標準偏差
50.89	55	34.16

表 6.1 予備実験の結果

注：表 6.1 は，すべての実験者（8 名）が本協調ノートシステムを利用して，一つの論文を読みとそれに対してアノテーションを行う予備実験の結果を示している.

予備実験のアンケート結果　　(5段階評価)	
１．この分野の研究は知っていますか？	１．７５／５
２．普段，教科書を読むときに線を引いたりしますか？	２．７５／５
３．教科書に書込みをしますか？	３／５
４．ノートに書込みをします.	３／５
５．どんな書込みを行いますか？（複数選択か）	コメント　（３．１２５／５）， 解釈　（１．８７５／５）， アドバイス　（０．６２５／５）， 質問ある答え　（３．１２５／５）
６．過去の学習において，友達とか他人のノートや テキストを参考したことがありますか？	３．１２５／５
７．過去の学習において，他人の書込みは 自分の勉強に役に立ちましたか？	４．１２５/５

表 6.2 予備実験のアンケート結果

注：表 6.2 は，予備実験の後に 8 名実験者から得たアンケートの結果を示す.

6.2　本評価実験

6.2.1 実験の目的

本研究では，グループでのアノテーションの共有によって，学習効果を高める協調学習を支援する環境を実現し，これによって，有効なアノテーションだけを表示する協調ノートを提供することで，学習者が効果的に教材の理解を支援することを目的とする．したがって，本実験の目的は，本協調ノートシステムの機能であるアノテーションの選別が遠隔協調学習における教材を理解する上での有効性について評価するとともにどのような効果をもたらすかを明らかにすることである．

6.2.2　実験の手順

本評価実験では，被験者8 人に従来よく用いられている協調ノートシステムのインタフェース[Davis 95][Seltzer00][Bernherim Brush 02]を使用し，その時間と理解度を比較することで有効性を確かめる．本実験の被験者は，予備実験に参加した本学の博士前期課程1 年生5人と2年生3 人，合計8 人であり，教材としては，4 ページのグループウェアに関する2 本の論文（A，B）を使用した．実験者は，６．１節で述べた予備実験を通して成績が均等になるように二つの学習グループ（a，b）であり，以下の4つの手順に行う．

1. 本協調ノートシステムの個人モードで論文A，論文B に対し評価付きアノテーションを行う
2. 本協調ノートシステムの共有モードで論文A，論文B に対し各グループにおいてすべてのアノテーションの評価をつける
3. 本協調ノートシステムあるいは比較に用いる協調ノートシステムを使用して教材の復習をおこなうグループa は，論文Aに対し本協調ノート作成システム，論文B に対し比較に用いた協調ノートシステムを使用し，グループb はグループa の逆の組み合わせでおこなう

実験の時間設定

各論文に関するテストを行う各ステップの制限時間は，予備実験にもとづきステップ1 が60 分，ステップ2 が30 分，ステップ3 が15 分とした．

小テストおよび比較システム

理解度を測定するためのテストは，論文ごとに行い，論文のポイントである背景，目的，アプローチ，システム実装，評価結果，結果の考察から選出した15 問の正誤問題である．また，すべての実験終了後に本システムに関するアンケートを行った．比較のために使用した協調ノートシステムは，各文をマウスクリックすると各グループの被験者がそれに付加したすべてのアノテーションを表示するシステムである．その比較に用いた協調ノートシステムのインタフェースを図6.1 に示す．

6.2.3　評価方法

評価方法においては，各論文に対し本システムと比較システムでの学習時間とテストの正解数を比較するとともに，実験後の実験者に対するアンケートにより行う．また，本システムで実装した各機能について，アンケートで，その有効性を確かめる．

6.2.4 実験結果

本実験において，各グループがそれぞれのシステムを用いて学習した実験では，以下の結果を得，表6.3，表6.4，表6.5 ，表6.6に示す．

1．論文A，B において本協調ノートシステムを用いた方が問題の正解率の高い
2．論文A，B において本協調ノートシステムを用いた方が理解に費やす時間がすくない
3．グループ内の正解率の分散を示す問題の正解率における標準偏差は，本協調ノートシステムを使用した場合の方が小さい
4．本協調ノートシステムの有効なアノテーションの選出機能により残ったアノテーション数は，選出を行う前のすべてのアノテーションの半分以下の47.75%だった．
5．本協調ノートシステムを利用して論文の学習の中で付加した各タイプのアノテーションでは，コメントの数が一番多い
6．本協調ノートを利用した学習での書くグループの学習者の論文に対して付加した評価つきアノテーションの評価状況結果（表6.6参照）から，中立の評価が一番多い

次に，実験終了後に行った5 段階評価のアンケート結果を以下に示す.

- アノテーションのタイプ分け表示は他人のアノテーションを把握するのに有効であるか(4/5)
- 選別されたアノテーション内容を把握する時間が十分であるか(4/5)
- 協調モードで選別されたすべてアノテーションの内容を把握できましたか(3.5/5)
- 比較システムを使用した場合，すべてのアノテーションの内容を把握できましたか(4.38/5)

6.3 考察

本協調ノートシステムの機能であるアノテーションの選別が，一般的なインタフェースを持つ協調ノートシステムと比較した表6.3，表6.4，表6.5に示す実験結果から，教材を理解する上での有効であることがわかった．また，標準偏差の結果から本協調ノートシステムを使用する方がグループ内の得点の分散が低く，正解率が高いことから，グループ内の理解度が低い学習者がより効果的に理解を支援されている．評価実験の結果4のコメントタイプのアノテーションが一番多いことと予備実験後のアンケートの結果が同じことから，本協調ノートシステムのアノテーション機能が有効であることが考えられる．

また，アンケート結果では，アノテーションのタイプ分け表示がアノテーションの選別を支援しているという結果が得られた．また，各システムにおけるアノテーションの内容把握のアンケート項目において本協調支援システムの方が実際の実験結果と異なる低い評価を得ているが，これは本協調ノートシステムにおいて学習者がアノテーションの内容を把握し，深く考えている結果と捉えることができる．

以上から，本協調ノートシステムは，本評価実験において教材に対するアノテーションを深く理解することを支援し，理解度が低い学習者に対して理解の支援を協調的に行っている．

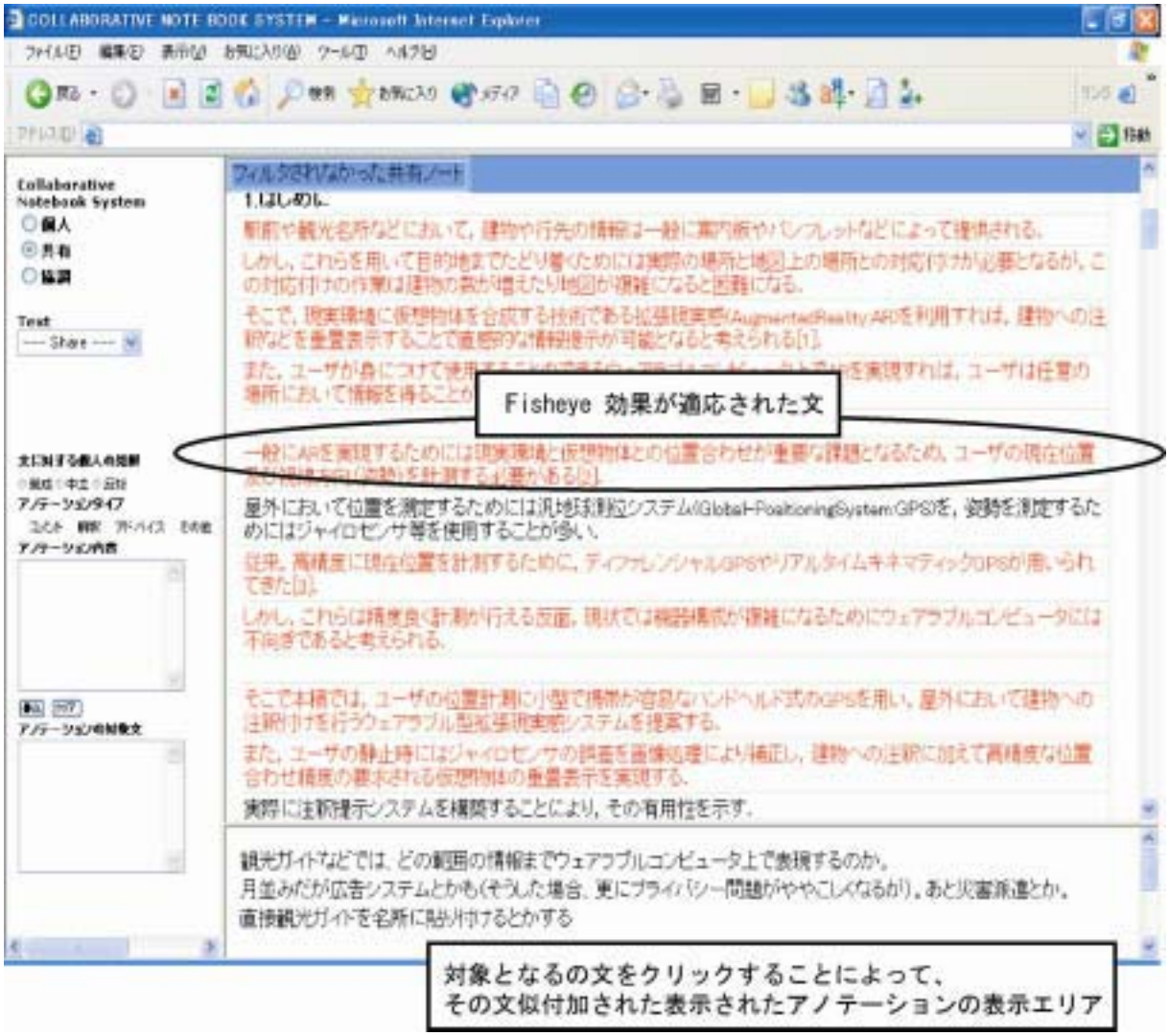


図 6.1　本システムと比較したシステムのインタフェース

各グループにおける各システムを用いて学習した実験結果 論文 A）		
	本協調ノートシステム	比較システム
	グループ a	グループ b
平均正解率 （%）	57.5	50
平均学習時間 分）	80.5	85
効率読解度の平均 分/%）	1.4	1.7
正解率標準偏差	6.38	9.43
アノテーション数の変化 残り割合）	41→19(46.3%)	45(100%)

表 6.3 各グループのおける各システムを用いた論文 A の学習の実験結果

各グループにおける各システムを用いて学習した実験結果 論文 B）		
	本協調ノートシステム	比較システム
	グループ b	グループ a
平均正解率 （%）	65	53.34
平均学習時間 分）	69.5	76.75
効率読解度の平均 分/%）	1.18	1.3
正解率標準偏差	12.58	14.14
アノテーション数の変化 残り割合）	59→29(49.2%)	38(100%)

表 6.4 各グループのおける各システムを用いた論文 B の学習の実験結果

アノテーションのタイプごとの数					
	論文 A		論文 B		タイプごと合計
グループ	a	b	a	b	
コメント	27	34	23	28	112
解釈	12	26	14	21	73
アドバイス	1	3	1	1	6
その他	0	0	0	0	2
合計	41	63	38	50	194

表 6.5　各論文に付加された各タイプアノテーションの数

論文	A							
グループ	a				b			
評価	賛成	中立	反対	合計	賛成	中立	反対	合計
コメント	3	23	1	27	11	21	2	34
解釈	1	11	0	12	3	21	2	26
アドバイス	0	1	1	2	0	1	2	3
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	4	35	2	41	14	43	6	63
論文	B							
グループ	a				b			
コメント	1	18	4	23	9	13	6	28
解釈	2	12	0	14	6	14	1	21
アドバイス	0	1	0	1	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	3	31	4	38	15	27	7	49
総合	**7**	**66**	**6**	**79**	**29**	**70**	**13**	**112**

表 6.6　評価付きアノテーションの評価の状況

（注：　本協調ノートシステムを利用した学習において各グループ学習者の各論文に対しての評価付きアノテーションの評価の状況　）

論文1の成績				
グループ1	得点		グループ2	得点 (協調ノート使用)
実験者１	50		実験者１	70
実験者２	40		実験者２	60
実験者３	70		実験者３	40
実験者４	40		実験者４	60
平均	50.00		平均	57.50
論文2の成績				
グループ1	得点 (協調ノート使用)		グループ2	得点
実験者１	73		実験者１	47
実験者２	60		実験者２	67
実験者３	60		実験者３	53
実験者４	67		実験者４	47
平均	65.00		平均	53.34

表 6.7　各学習者の成績の詳細表

（注：　本協調ノートシステムを用いた論文学習での各実験者の成績の詳細表　）

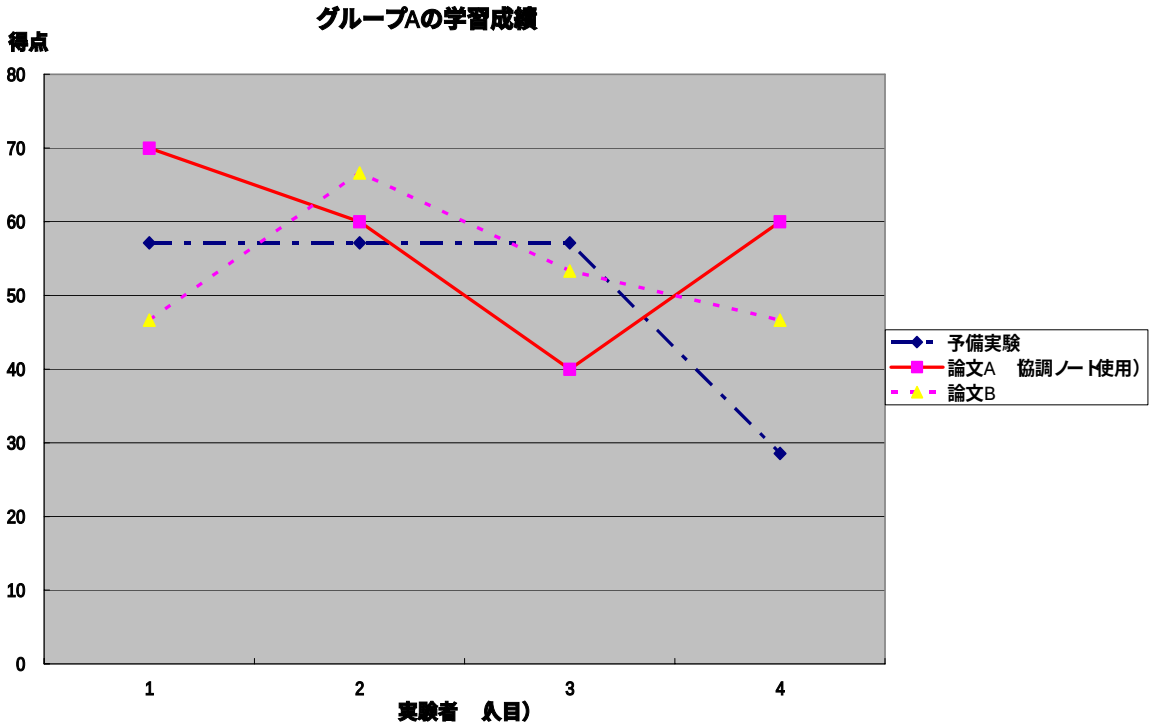


図 6.2　グループ a の成績の分散図

（注：グループ a のそれぞれのシステムを利用した論文の協調学習の成績の分散）

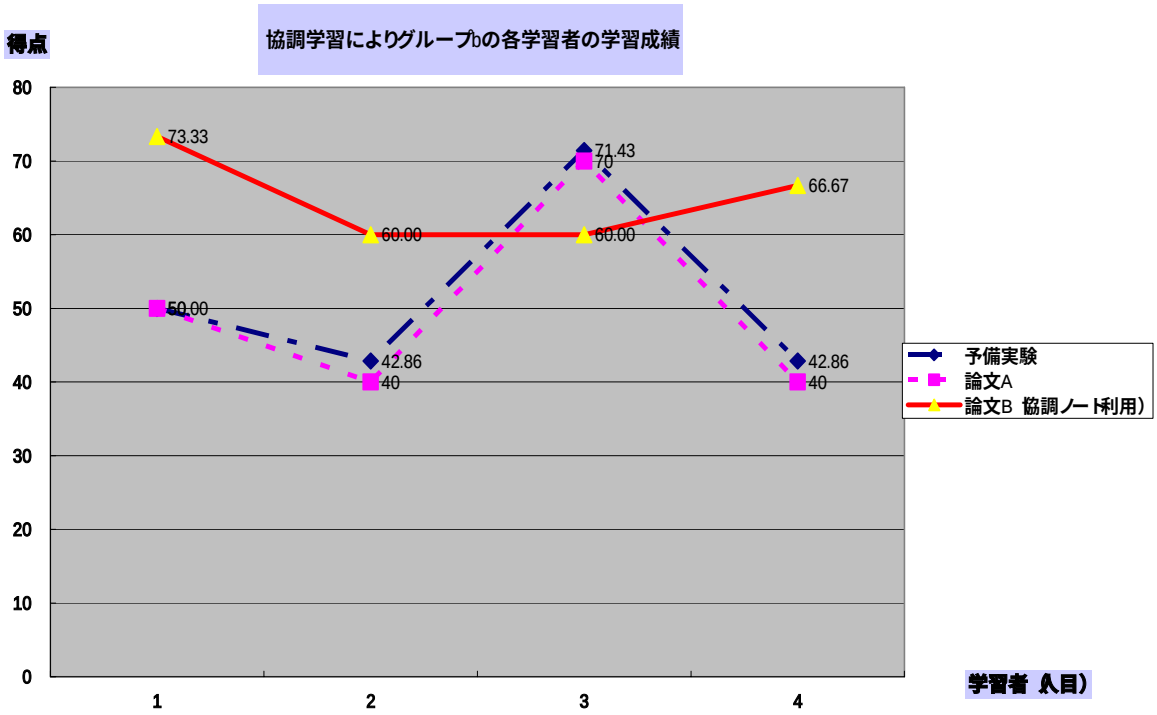


図 6.3　グループｂの成績の分散

(注：グループｂのそれぞれのシステムを利用した論文の協調学習の成績の分散図)

論文１				
グループ1	使用総合時間　分)		グループ2	利用総合時間(分) ＊ 協調ノート使用]
実験者１	85		実験者１	78
実験者２	91		実験者２	79
実験者３	98		実験者３	98
実験者４	66		実験者４	67
合計	340		合計	322
平均	85		平均	80.5

論文２				
グループ2	利用総合時間　分）		グループ1	利用総合時間 分）＊ 協調ノート使用]
実験者１	74		実験者１	70
実験者２	80		実験者２	78
実験者３	81		実験者３	79
実験者４	72		実験者４	51
合計	307		合計	278
平均	76.75		平均	69.5

表 6.8　各実験者の学習に使用した総合時間の詳細

1. 文章を読んで書き込む時間は、足りましたか？				
十分たりた	足りた	すこし足りなかった	結構足りなかった	全然足りなかった
3	3	1	1	
2. 文章の内容を理解できましたか？				
よく理解できた	理解できた	まあまあ理解できた	あまり理解しなかった	全然理解しなかった
		8		
3. 文章の内容についてアンケートの質問は適切でしたか？				
とても適切だった	適切だった	どちらでもない	あまり適切ではなかった	まったく適切ではなかった
	7		1	

表 6.9　本実験のアンケート結果 1

（　注：　本実験のアンケート１は，評価実験の妥当性についての質問である　）

1. 他の人の書込みは、論文を理解するのに役立ちましたか？				
思う	すこし思う	どちらでもない	あまり思わない	まったく思わない
4	2	1	1	
2. 書込みをするとき、他の人の理解を助けることを意識しましたか？				
意識した	すこし意識した	こちらでもない	あまり意識しなかった	まったくしなかった
1	3	2	2	
3. 他の人の書き込みに触発された書込みを行いましたか？				
よく行った	行った	どちらでもない	あまり行わなかった	まったく行わなかった
	5		3	

表 6.10　本実験のアンケート結果 2

（注：本実験のアンケート２は，実験者のアノテーションの動機について質問である）

1. 書込みの選択後、システム上に残った書込みの内容（協調ノート）、文章の理解に有効と思いますか？				
思う	すこし思う	どちらでもない	あまり思わない	まったく思わない
3	3	2		
2. 書込みの選択後、システム上に残った書込みの内容（協調ノート）、文章の重要点を見つけることに有効と思いますか？				
有効だった	まあまあ有効だった	どちらでもない	あまり有効ではなかった	まったく有効ではなかった
4	3	1		
3. 書込みの選択後、システム上に残った書込みの内容（協調ノート）、文章の問題点を見つけることに有効と思いますか？				
思う	すこし思う	どちらでもない	あまり思わない	まったく思わない
4	3	1		
4. 選択を行った後、システム上に残ったすべて書込みの内容を把握できましたか？				
できた	ままできた	どちらでもない	あまりできなかった	全然出来なかった
	5	2	1	
5. システム上に、人の書込みが下のフレームに表示されていたとき、すべての書込みを把握できましたか？				
できた	ままできた	どちらでもない	あまりできなかった	全然出来なかった
6	2		1	
6. 書込みに対する評価した場合は、評価しない場合に比べて内容を把握する時間が十分でしたか？				
思う	すこし思う	どちらでもない	あまり思わない	まったく思わない
2	5		1	
7. 他学習者の自分の書込みに対するフィードバック評価は、自分の知識を再確認することに役に立ちましたか？				
役に立った	すこし役に立った	どちらでもない	あまり役に立たなかった	まったく役に立たなかった
1	5	2		
8. 書込みに賛否をつけることで、理解が促進されましたか？				
思う	すこし思う	どちらでもない	あまり思わない	まったく思わない
	4	**3**	**1**	
9. タイプ分け「コメント・解釈・アドバイス・その他」によって、他人の書込みを把握しやすいと思いますか				
思う	すこし思う	どちらでもない	あまり思わない	まったく思わない
2	**4**	**2**		

表 6.11　本実験アンケート結果３

（注：有効なアノテーションの有効性などについての質問である.）

1．他人の書込みの見解を示すことは、有効な書込みを選ぶのに効果的でしたか？				
効果的だった	すこし効果的だった	どちらでもない	あまり効果なかった	まったく効果なかった
2	4	2		
2．他人の書込みのタイプを示すことは、有効な書込みを選ぶのに効果的でしたか？				
効果的だった	すこし効果的だった	どちらでもない	あまり効果なかった	まったく効果がなかった
2	3	3		

表 6.12　本評価実験アンケート結果４

（注：　有効なアノテーションの選出の支援についての質問である）

第　7　章

結論

本章では，7.1 節で本論文のまとめを述べる．7.2 節で本論文の成果について述べる．7.3 節で今後の課題を述べ本論文の結びとする．

7.1　本論文のまとめ

本論文では，遠隔協調学習における評価機能を用いた協調ノートシステムに関する研究について論じた．協調学習においての知識共有とともに共有知識の量が膨大となり，既存システムでは，無選別にこのような共知識をすべてのユーザに提供するため，ユーザが効果的に共有知識を獲得することが困難であることが問題となった．これに対して，本研究は，学習者が効果的に教材を理解するために，有効なものだけを提供する協調ノートシステムを構築しその有効性について評価を行った．本協調ノートシステムのアプローチとして以下のことを行う．

- 分散環境での有効なアノテーションを選出して提供する機能の実現
- 有効なアノテーションへの気づきの支援.

有効なアノテーションは，学習者のアノテーションへの評価と学習者の貢献度に基づいてアノテーションタイプごとに選出されて学習者に提供される．また，学習者がアノテーションに対して自らタイプ設定し，それらをタイプ分け表示されることは，学習者の有効なアノテーションを気づくことを支援している．

本協調ノートシステムは，個人モード，共有モードと協調モードから構成された．個人モードでは，学習者がテキスト読んだり，テキストに対して評価付きアノテーションを付加したりする個人学習ができる．共有モードでは，学習者がグループの他の学習者のアノテーションを共有し，すべてのアノテーションに対して評価を行う．協調モードでは，有効なアノ

テーションを選出して学習者に提供する．学習者は，協調ノードを利用して復習することができる．そのほか，より深く他の人のアノテーションを理解するために，有効なアノテーションの著者の個人モードへのリンクを設けた．

7.2 成果

本研究の提案システムである協調ノートシステムを利用した場合の評価として，比較システムと比べた評価実験により以下のものが挙げられる．

1．問題の正解率の高い

2．理解に費やす時間がすくない

3．グループ内の問題の正解率における標準偏差が，小さい

次に，実験終了後に行った5 段階評価のアンケート結果を以下に示す．

- アノテーションのタイプ分け表示は他人のアノテーションを把握するのに有効であるか(4/5)
- 選別されたアノテーション内容を把握する時間が十分であるか(4/5)
- 協調モードで選別されたすべてアノテーションの内容を把握できましたか(3.5/5)
- 比較システムを使用した場合，すべてのアノテーションの内容を把握できましたか(4.38/5)

評価実験およびアンケート結果により，本協調ノートシステムの機能であるアノテーションの選別が，教材を理解する上での有効であることがわかった．また，グループの標準偏差の低い，正解率が高いことから，グループ内の理解度が低い学習者がより効果的に理解を支援されている．また，アンケート結果では，アノテーションのタイプ分け表示がアノテーションの選別を支援しているという結果が得られた．また，各システムにおけるアノテーションの内容把握のアンケート項目において本協調支援システムの方が実際の実験結果と異なる低い評価を得ているが，これは本協調ノートシステムにおいて学習者がアノテーションの内容を把握し，深く考えている結果と捉えることができる．以上から，本協調ノートシステムは，本評価実験において教材に対するアノテーションを深く理解することを支援し，理解度が低い学習者に対して理解の支援を協調的に行っている．

7.3　今後の課題

本研究は，協調学習での知識共有における有効な共有知識に着目して，分散環境において学習者が効果的に学習を理解するために有効な共有知識のみを提供する協調ノートシステムの構築をした．評価付きアノテーションおよび学習者が自ら設定できるタイプ分け機能を導入して，有効なアノテーションを選出して学習者に提供することは，協調学習でのドキュメントへの理解を効果的に支援した．今後の課題として，運用を通して効果的に共有知識を獲得し続けることで協調的な知識創造を行うことを確認していきたい．また，膨大な共有知識から，有効な知識を提供するための適切なフィルタリンおよび有効な知識を獲得するための学習者への支援について考えていきたい．

謝辞

本研究を進めるにあたっては、多くの方々にご支援をいただきました。この場を借りて感謝の気持ちを表したいと思います。

指導教官の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を賜りました。また、日ごろの研究生活全般へのご配慮に深く感謝いたします。

北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科の権藤克彦助教授には、副テーマの研究についてご指導をいただき、深く感謝いたします。

同講座の藤波努助教授，同研究室の金井貴助手、博士後期過程の羽山徹彩氏には、常日頃から研究に関する多くの有益なご意見、ご助言をいただきました。心より感謝いたします。

前同研究室助手の門脇千恵博士には、公私ともに親切に相談にのって頂き、大変感謝します。

評価実験にご参加のみなさんには、ご協力をいただき深く感謝いたします。

創造性開発システム論講座の皆様には、常日頃から研究に関する助言、ご協力いただき、心より感謝しいたします。

最後に、お世話になったすべての方々に感謝いたします。

参 考 文 献

[1] Bell, P., Using argumentation representation to make thinking visible for individuals and group, In proceeding of CSCL'97, PP10-19, 1997.

[2] J. Bernheim Brush, D. Bargeron, J. Grudin, A. Borning, and A. Gupta, Supporting Interaction Outside of Class: Anchored Discussions vs. Discussion Boards, CSCL 2002, Boulder, Co, January, 2002.

[3] Edelson, D.C., and O'Neill, D.K. , 1994: The CoVis Collaboratory Notebook: supporting collaborative scientific inquiry. Proceedings of The 1994 National Educational Computing Conference, Boston, MA.

[4] Davis and D. Huttenlocher, The CoNote System for Shared Annotations, Cornell University, Dept. of Computer Science, 1995. http://www.cs.cornell.edu/home/dph/annotation/annotations.html

[5] Sadanori Ito, Yasuyuki Sumi, Kenji Mase, Supporting Knowledge Sharing by Document Annotation at an Exhibition Site, Proceedings of 15th annual conference of JSAI, May 2001.

[6] 羽山徹彩, 金井貴, 國藤進. " 創造的活動における文献調査のためのドキュメントスキーミング支援環境", 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No. 2, pp.113/125.

[7] O'Hara, Kenton and Sellen, Abigail. (1997), A Comparison of Reading Paper and On-Line Documents, In Proceedings of CHI'97 (pp. 335-342), New York: ACM Press, (2004).

[8] Marshall, Annotation: from paper books to the digital library, 1997. Texas A&M University, Center for the Study of Digital Libraries, http://csdl.tamu.edu/~marshall/dl97.pdf.

[9] 益川, 三宅, 構造化された授業デザインによる協調的な知識構成活動の促進, 日本認知科学会第 18 回大会発表論文集, (2001) .

[10] M.Miettinen, J. Kurhila, P. Nokelainen, P. Floreen, H. Tirri, EDUCOSM-Personalized Writable Web for Learning Communities, Pp. 37-42 in Proceedings of the ITCC 2003 Conference(Lav Vegas, USA, April 2003).

[11] Scardamalia, M.,Bereiter, C. & Lamon, M.,The CSILE Project: Trying to bring the classroom into world 3, In Classroom Lessons: integraring Cognitive Theory and Classroom Practice, The MIT Press, PP201-228, 1994.

[12] scheisen, M., Mogensen, C., Winograd, T. Shared Web Annotations as a Platform for Third-Party Value-Added, Information Providers: Architecture, Protocols, and Usage Examples, Technical Report CSDTR/DLTR (1997)

[13] Seltzer, Annotation Engine, 2000. http://cyber.law.harvard.edu/projects/annotate.html.

[14] Wojahn, P., Neuwirth, C. and Bullock, B. (1998). Effects of interfaces for annotation on communication in a collaborative task, In Proceedings of CHI 98 Los Angeles CA pp. 18-23.

発 表 論 文

[1] X. YANG, T. HAYAMA, S. KUNIFUJI, Collaborative Notebook System for Acquiring Others' Knowledge in e-Learning, Proceeding of The 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics(SCI), Volume XVI – Systemics and Information Systems, Technologies and Applications, pp.193-197, Orlando, USA, July 27-30, 2003.

［2］楊　向東，羽山　徹彩，國藤　進，他人の知識の獲得を支援する協調ノートシステム，平成15年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集，PP251，2003.

［3］楊　向東，羽山　徹彩，國藤　進，遠隔協調学習における効果的な知識獲得ために情報フィルタリングを用いた協調ノートシステム，第31回知能システムシンポジウム，2004.（発表予定）