オンラインレポート添削支援システムにおけるターンアラウンド時間の分析

角 世 元[†1,☆] 李 暁 永[†2] 出 口 博 章[†3]
太 田 剛[†4] 酒井 三四郎[†4]

本論文では，学生と教員がレポート作成・提出・添削を行うためのオンラインレポート添削支援システムとその教育効果について報告する．情報教育をはじめ，調査・実験をともなう教育では，レポートの内容が一定の水準に達するまで，学生にレポートを繰り返し修正・提出させる形態のレポート提出が行われている．そして，そのようなレポート提出では，主に紙媒体が用いられる．しかし，従来の紙によるレポート提出にはいくつかの問題点があり，学生と教員両方の障害になっている．そこで，それらの問題点を解決するために，オンラインでレポートを作成・提出・添削するシステムの開発を行った．そして，実際の授業で評価実験を行った．評価実験のログの分析の結果，システムでは，従来の紙によるレポート提出に比べ，添削指導の機会の増加，レポートのターンアラウンド時間の短縮が認められ，結果として，レポートの達成度を上げる教育効果が確認された．

Analysis of Turnaround Time in On-line Report Correction Support System

Narimoto Sumi,[†1,☆] Xiaoyong Li,[†2] Hiroaki Deguchi,[†3]
Tsuyoshi Ohta[†4] and Sanshiro Sakai[†4]

This paper describes an on-line system which supports both students and teachers to write, submit, and correct reports. And its effect on education is also shown. In laboratory classes, students repeatedly modify and submit their report until its contents satisfy a teacher. When the teacher isn't satisfied with its contents, he/she corrects and returns it to the student. In such activity, paper is a traditional media for writing a report. But its disadvantages cause troubles both for students and teachers. We developed an on-line system which relieves such disadvantages and which supports writing, submitting, and correcting reports. We used this system in practice for software laboratory classes at Shizuoka University. From analysis of activity logs of the experiment, we found this system had good educational effects such as an increase of chances for correcting, a decrease of turnaround time of reports, and, as a result, pushing up reports better especially nearly on a border line.

1. はじめに

情報教育をはじめ，調査・実験をともなう教育では，レポートの提出をともなう授業が展開されていることが多い．このような授業においては，教員はレポートのテーマを学生に提示し，学生は与えられたテーマについて，調査や実験を行う．そして，学生はその結果をもとにレポートを作成し，教員に提出する．その際，学生はレポート作成を通じて，学習内容を定着させ，理解を確実なものにし，レポートの書き方を学び，誤解の生じない日本語表現を学んでいく．

レポート提出の形態は以下のようなものがある．1つは，学生にレポートを提出させるが教員はレポートの添削を行わなずそのまま評価する．もう1つは，一定の水準に達するまでいくどか学生の提出したレポートを教員が添削し，その水準になるまで学生にレポートの再提出を求める．本研究で対象とするレポート提出の形態は後者である．

一般に授業担当教員は1名から多くても3名であ

†1 静岡大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Shizuoka University
†2 静岡大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University
†3 八戸大学ビジネス学部
Faculty of Business, Hachinohe University
†4 静岡大学情報学部
Faculty of Informatics, Shizuoka University
☆ 現在，株式会社日立アドバンストシステムズ
Presently with Hitachi Advanced Systems Corporation

る．対して，その授業を履修する学生は必修科目ともなれば 100 名近くになることがある．このような授業でも学生のレポートを教員が添削し，学生にレポートを再提出させることが行われている．また，レポートの添削をともなうためレポートには紙媒体が用いられることが多い．しかし，レポートに紙媒体を用いている現状では，以下のような問題点が存在する．

(1) 学生が再提出したレポートには教員が添削時につけていたコメントは残っていないことが多い．また，学生がレポートのどの箇所を修正してきたかの把握が難しい．そのため教員はレポートの再提出時に学生に質問するなどして以前つけていたコメントや修正箇所を確認しなければならない．

(2) 学生は教員と対面し，教員がその場でレポートの添削指導を行う．しかし，学生と教員それぞれの都合により添削指導の機会が限られてしまう．

(3) (2) の理由から，レポートの完成から添削・返却までにかかる時間（ターンアラウンド時間）が長くなり，レポートの合格締切りまでに十分な回数の添削指導を実施できない．

これらの問題点を解決するためには，非同期にレポートの提出・添削・返却・再提出が可能なシステムが必要である．このシステムはレポート添削支援システムとして実装されている[1)〜3)]．システムの運用は 3 年目をむかえ，延べ 400 名近くの学生がシステムを利用した．(1) の以前つけたコメントおよび修正箇所の把握に関しては，すでに評価実験を行い，紙による場合に比べて把握が容易であることを確認した[3)]．

本論文の目的は，システムを用いた添削指導が (2)，(3) の問題点を解決できたことを示すことである．本論文では，システムを実際の授業で利用し，(2) および (3) のレポート提出に関わる時間調査を行った結果について報告する．以降，2 章では関連研究について述べる．3 章ではシステムの設計を，4 章ではシステムの利用方法を述べる．5 章ではシステムの評価実験の結果を述べ，6 章で本論文をまとめる．

2. 関連研究

オンラインでのレポート提出に類似するシステムとしていくつかの関連研究が行われている．矢野らは日本語教育のためのネットワーク型添削支援システムの研究を行った[4)]．この研究は，非同期に学習者と教員が作文のやりとりを行い日本語の学習を行うものである．学習者は文書作成ソフトを用いて作文を作成する．そして，電子メールで教員に作文を提出する．教員はシステムの添削ツールで作文を読み込み添削作業を行う．教員は，添削が終わると電子メールで添削データが付加された作文を学習者に返却する．学習者はシステムの閲覧ツールで添削データが付加された作文を読み込み，添削箇所を確認する．

石塚はインターネットを利用したレポート添削システムの研究を行った[5)]．提出者は適当なアプリケーションソフトを用いてレポートを作成する．そして，提出者はレポートを PostScript 形式のファイルに変換する．提出者はそのファイルを電子メールや FTP で教員に提出する．教員は，受け取ったレポートをシステムの添削ツールで添削し，添削データのみを提出者に返却する．そして，提出者は，システムの重ね合わせツールで添削データとレポートを重ね合わせ添削箇所を確認する．

これらのシステムでは，レポートの添削や添削箇所の確認にそのシステム専用のアプリケーションソフトを用いる必要がある．また，これらの研究では，主に添削方式の提案やその評価に重点がおかれており，システムを利用した添削指導と従来の方式による添削指導の比較・分析は行われていない．

オンラインによるレポート提出の課題の 1 つは，どのようなアプリケーションソフトを用いてレポートを作成・添削するかである．本研究で対象とするレポートは，章や節，箇条書きなどのレポートの構成に関する要素を扱わなければならない．さらに，図表の要素もレポートに欠かすことができない．Microsoft 社の文書作成ソフトである Microsoft Office Word の「変更履歴の記録」機能[☆]に類するものを用いたレポート作成・添削も考えられる．ただし，レポートの作成・添削には学生と教員それぞれに同じアプリケーションソフトが必要になる．また，レポートの作成・添削の過程で変更履歴が誤って削除されてしまうこともあるなど問題は多い．

もう 1 つの課題にレポートの管理がある．多数の学生が授業を履修し，1 つの授業で複数のレポートが課せられる場合，学生のレポートは非常に多くなる．さらに，添削によってレポートの提出が複数回にもわたれば，学生のレポート提出状況，添削状況の確認などレポートの管理は教員にとって負担が重くなる．また，1 クラスの学生を複数の授業担当教員で分担して担当する場合，レポートの管理，合格基準，採点基準

☆ この機能の名称は Microsoft Office Word のバージョンによって異なる．

の統一が難しい．したがって，システムにはレポート提出・添削の機能だけでなく，レポートの一括管理機能もあることが望ましい．これらのことから，CMS（Contents Management System）の機能もシステムに求められる．CMS の機能を持つものとして Wiki に着目した．

近年，Web ブラウザを用いて，Web サーバ上のコンテンツを書き換える Wiki と呼ばれるシステムが広く利用されるようになってきた．最初の Wiki は Cunningham が開発した WikiWikiWeb として知られている[6]．Cunningham が Wiki を公開したことから，Wiki クローンと呼ばれるさまざまなプログラミング言語による Wiki の実装が登場するようになってきた．教育支援や協調学習の分野においても Wiki を利用した例が報告されている[7),8)]．

3. システムの設計

3.1 システムの特長

システムを実装するにあたり，Wiki に着目した．Wiki は基本的にだれでもページを作成でき，自由にページを編集できる仕組みである．しかし，レポート提出には Wiki の仕組みをそのまま適用できない．レポートは学生個人のものであるため，本人以外には編集や閲覧ができないようにしなければならない．そこで，システムにユーザ認証とアクセス制限の機能を組み込んでいる．また，レポートを一括管理するために CMS の機能を強化している．

レポートの編集方法にも Wiki のページ編集方法に着目した．一般に Web ページの編集は，HTML によるマークアップによって行われる．しかし，HTML による Web ページ編集に不慣れな利用者もいる．Wiki のページの編集は，見出し要素を作成するならば，行の先頭に「*」などの記号をつけることで行われる[☆]．これは HTML によるマークアップと比較して記述が簡単になっている．

Wiki のマークアップで Web ページを作る利点として以下の点があげられる．見出しのマークアップを用いることでレポートに必要な章・節の階層構造の表現が自然にできる．さらに，図表を挿入するマークアップを用いることでレポートによく使われる図表の要素も記述できる．また，CSS（Cascading Style Sheet）を統一することで，その論理構造の把握が容易になる．以上のことから，2 章で述べた類似の添削システムと比較して本システムは以下の特長を有する．

- システムの利用のために必要なアプリケーションソフトは一般的な Web ブラウザのみである．すなわち，レポートの編集・添削に専用のアプリケーションソフトを必要としない．
- レポートのページを Web ページとすることで，図表も扱うことができる．
- レポート提出・添削に関するデータはシステムによって管理されており，CMS としての機能も備える．

なお，学生と教員が使用している主な Web ブラウザは Microsoft Internet Explorer 6.0，Mozilla Firefox 2.0（Windows 版，Linux 版）である．システムの動作をこれらの Web ブラウザで確認している．

3.2 システムの構成

システムは Web アプリケーションとして実装している．システムの開発に Web アプリケーション開発のためのフレームワークである Rapido を用いている[9]．Rapido には Wiki の基本的な機能，ユーザ認証，アクセス制限などの機能が実装されている．このフレームワークを用いてレポート提出・添削に必要な機能を実装した．Rapido を利用した開発者は Wiki のマークアップを HTML へ変換する規則を自由に定義できる．システムでは，定義した変換規則を用いて Wiki のマークアップを閲覧用，添削用に対応したページに変換している．

3.3 システムで用いる概念

レポート・レポートページ　レポートはレポートページの集合で構成される．レポートページは Web ブラウザから参照できる Web ページとして作成される．章ごと，または節ごとにページが作成される．

レポートバージョン　学生が提出したレポートは版管理されており，レポートを修正し，再提出するとレポートバージョンが改訂される．

ユーザ領域・リポジトリ領域　これらの領域はサーバ上に構成される仮想的な領域である．学生は学生それぞれのユーザ領域にレポートを作成する．ユーザ領域は本人以外の学生は参照できない．学生がレポート提出を行うとユーザ領域のレポートは，システムによって学生それぞれのリポジトリ領域にコピーされる．学生のそれぞれのリポジトリ領域も本人以外の学生は参照できない．リポジトリ領域のレポートは版管理されており，学生がレポートの提出を行うたびにレポートの版が改訂される．教員は学生それぞれのリポジトリ領域を参照することができる．教員はリポジトリ領域にコピーされたレポートを Web ブラウザから参照し，添削の作業を行う．ユーザ領域のレポートは，リ

☆ マークアップは Wiki クローンによって異なる．

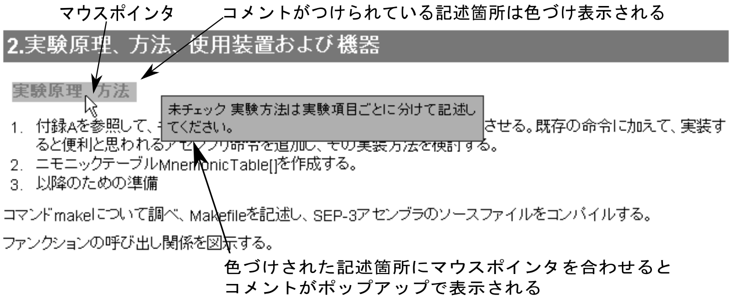


図 2 コメントの表示
Fig. 2 Viewing comments.

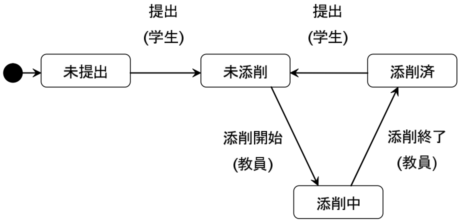


図 1 レポートの状態遷移図
Fig. 1 A state transition diagram of a report.

ポジトリ領域のレポートとは独立に修正できる．

レポートの状態 システムでは，学生と教員が非同期の状態でレポートをやりとりするので，学生側ではレポートの添削状況，教員側ではレポートの提出状況を把握しにくい．そこで，レポート提出に関わるイベントごとにレポートがどのような状態かを学生と教員それぞれに表示している．そのイベントは，提出，添削開始，添削終了である．レポートの状態を見ることで，レポートが現在どのような状態にあるかを把握できる．レポートの状態遷移図を**図 1** に示す．レポートの状態は以下の 4 つである．

- 未提出：学生がレポートを提出していない状態
- 未添削：教員がレポートを添削していない状態
- 添削中：教員がレポートを添削している状態
- 添削済：教員がレポートの添削を終えた状態

レポートの状態管理がない場合，教員がレポートの添削中にもかかわらず，学生がレポートを提出してしまうことがある．その場合，レポートバージョンが改訂されてしまい不都合が起きる．そのためレポートの状態が添削中のときは学生のレポート提出を制限している．

4. システム利用方法

4.1 学生の作業

レポートの作成・編集

学生はシステムにログインし，レポートの作成･編集を行う．レポート作成時にレポートの章や節に相当するページ名を入力し，「作成」ボタンを押すと，ページを編集するためのテキストエリアが表示される．このテキストエリアにレポートを記述していく．レポートの編集には，システムで独自に定義した Wiki のマークアップを用いる．

レポートの提出

学生はレポートを完成させたあとにレポートの提出を行う．レポートが提出されると，システムが提出日時，レポートを構成するページ名，ページのバージョンを記録する．また，レポートの状態は未提出から未添削へ変更される．

コメントの確認

教員がレポートにつけたコメントは一覧表示される．各ページにつけられているコメントは，このコメントの一覧表示からリンクをたどることで参照できる．コメントがつけられている記述箇所は背景に色がつけられて表示される．そして，学生が色づけ表示されている記述箇所へマウスポインタを合わせると，コメントがポップアップで表示される（**図 2**）．学生はコメントを確認したあと，レポートを修正し，再提出する．

4.2 教員の作業

レポートの添削

教員はシステムにログインし，各レポートの提出状況を確認する．レポート提出状況の表示には，ユーザ名，バージョン，提出日時，レポートの状態などが表示される（**図 3**）．レポートの状態を見ることで，学生のレポートの提出状況やどの学生のレポートを添削すべきかを把握できる．教員がレポートの添削を開始すると，レポートの状態は未添削から添削中へ変更される．そして，添削を終えるとレポートの状態は添削中から添削済へ変更される．

レポート提出状況の表示から添削画面に入ると，システムが学生の提出したレポートを添削用の画面に変換し，教員の Web ブラウザに表示する．コメントは

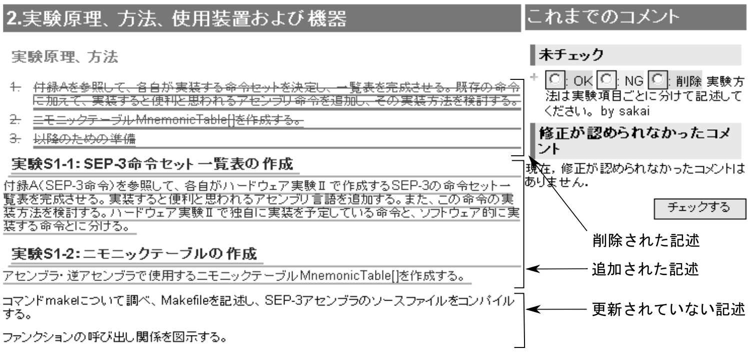
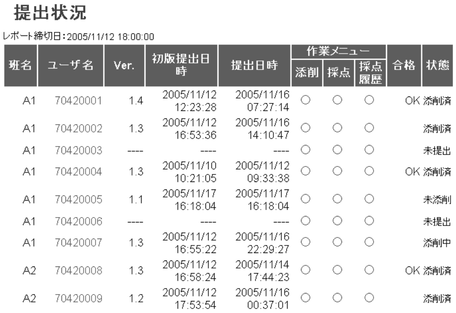


図 5　レポートの差分確認画面
Fig. 5　Viewing of a difference of newest two reports.



班名	ユーザ名	Ver.	初版提出日時	提出日時	作業メニュー 添削	採点	採点履歴	合格	状態
A1	70420001	1.4	2005/11/12 12:23:28	2005/11/16 07:27:14	○	○	○	OK	添削済
A1	70420002	1.3	2005/11/12 16:53:36	2005/11/16 14:10:47	○	○	○		添削済
A1	70420003	----	----	----	○	○	○		未提出
A1	70420004	1.3	2005/11/10 10:21:05	2005/11/12 09:33:38	○	○	○	OK	添削済
A1	70420005	1.1	2005/11/17 16:18:04	2005/11/17 16:18:04	○	○	○		未添削
A1	70420006	----	----	----	○	○	○		未提出
A1	70420007	1.3	2005/11/12 16:55:22	2005/11/16 22:29:27	○	○	○		添削中
A2	70420008	1.3	2005/11/12 16:58:24	2005/11/14 17:44:23	○	○	○	OK	添削済
A2	70420009	1.2	2005/11/12 17:53:54	2005/11/16 00:37:01	○	○	○		添削済

図 3　レポート一覧
Fig. 3　A list of stored reports.

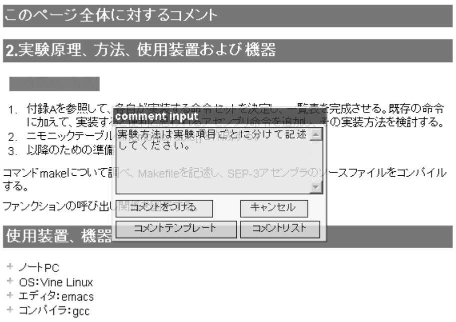


図 4　レポートの添削
Fig. 4　Correcting a report.

見出しや文単位につけることができる．教員がコメントをつけたい記述箇所をクリックすると，コメントを入力するためのウィンドウが表示される（**図 4**）．これからコメントがつけられる記述箇所は色づけ表示され，コメントをどの記述箇所につけようとしているのかを把握できるようになっている．ウィンドウ内のテキストエリアにコメントを入力し，「コメントをつける」ボタンを押すと，選択した記述箇所にコメントをつけることができる．また，教員がつけたコメントは，学生側と同様に図 2 のように表示される．

修正箇所の確認

再提出されたレポートの添削では，教員が以前につけたコメントに対して，学生がどのような修正を行ってきたかの確認が必要となる．システムでは修正箇所の把握を過去のレポートと最新のレポートとの差分を表示することで実現している（**図 5**）．

前回のレポートから削除された箇所は取り消し線が表示される．今回のレポートに新たに追加された箇所は下線が表示される．差分の表示機能を用いることで教員が以前つけたコメントに対して，学生がどのような修正を行ってきたかを確認できる．教員はこの差分の表示から，学生が行った修正を十分と判断すればレポートを合格にする．修正を不十分と判断すれば，さらにコメントをつけるなどの作業を行う．

5. システムの評価

5.1 実 験 方 法

システムを実際に授業で教員と学生に使用してもらい，評価実験を行った．対象授業は，本学情報学部情報科学科 2 年次後期に開講される「機械語と計算機械」である．この授業は，ボード型コンピュータを用いて実際のコンピュータの動作原理を学ぶ演習科目である．この授業では以下のテーマで 3 回のレポート提出が行われる．

- 第 1 回レポート：小規模なアセンブリプログラムのハンドアセンブルを行う．そして，ボード型コンピュータ上でその機械語プログラムを実行し，簡単な演算命令直後のプロセッサ状態語のフラグを調べる．
- 第 2 回レポート：ボード型コンピュータの命令ステップ実行およびクロックステップ実行の動作を調べる．
- 第 3 回レポート：アセンブリ言語で再帰関数を実

表 1 グループ分け
Table 1 Students groups.

レポート	A 班	B 班	C 班
第 1 回レポート	P	S	S
第 2 回レポート	S	P	S
第 3 回レポート	S	S	P

P：紙によるレポート提出
S：システムによるレポート提出

装し，サブルーチンを実現する手段を調べる．

この授業の担当教員 1 名と 2005 年度の履修者 84 名に対してシステムによるレポート提出と紙によるレポート提出を実施した．履修者 84 名を学籍番号によって 3 つのグループに編成し，評価実験を実施した．グループ分けを**表 1** に示す．各レポートにつき，2 つのグループがシステムを利用したレポート提出を行い，残りの 1 グループは紙によるレポート提出を行う．3 回のレポート提出により，履修者全員がシステムおよび紙によるレポート提出を経験する．

3 回のレポート提出に関わるログをシステムおよび紙のレポート提出で記録しておき，それぞれのレポート提出について，レポートの状態（図 1）が遷移した時間について調査を行った．また，レポートの提出回数とレポートのターンアラウンド時間のそれぞれに対して，対応のない t 検定を行った．t 検定は危険率が 5%以下を有意とする片側検定とした．帰無仮説は提出回数に対しては，システムと紙の提出回数の平均値に差はないとした．ターンアラウンド時間に対しては，システムと紙のターンアラウンド時間の平均値に差はないとした．システムを用いたレポート提出と紙によるレポート提出の概要を以下に示す．

システムによるレポート提出

システムによるレポート提出では，提出と添削は学生と教員がそれぞれの都合のよいときに非同期の状態で行われる．そのため対面による学生への添削指導は行われない．レポート提出において記録したログはレポートの提出日時，添削開始日時，添削終了日時である．これらのログはシステムが自動的に記録する．

紙によるレポート提出

紙によるレポート提出では，授業担当教員が授業の Web ページで添削可能な時間帯を学生に示しておき，学生が自分の都合とてらして，直接教員にレポートを提出に行く．そして，対面による添削指導が行われる．紙によるレポート提出のログは，レポートの添削開始時に担当教員が学生にレポートの完成日時を申告させ，完成日時，添削開始日時，添削終了日時を記録した．紙の場合はレポートの完成日時をシステムにおけるレポート提出日時と同じと見なしてシステムと比較した．

5.2 レポートの添削の機会

レポート提出のログからシステムと紙のそれぞれについて教員がレポートを添削していた時間帯を調査した．**図 6** は 2005 年 11 月 10 日から 2005 年 11 月 16 日までの期間で添削が行われていた時間帯を示したものである．紙の場合では，この期間で 13 名の学生のレポートの添削が行われていた．システムの場合では，この期間で 27 名の学生のレポートの添削が行われていたが，紙との比較のため，27 名のログから無作為に 13 名のログを抽出し表示している．

紙の場合では，学生が自分の都合と教員の都合を照らし合わせ，双方の都合のよい時間帯に添削指導を受ける．授業の Web ページで学生に示された教員の添削可能な時間帯は図 6 の網掛けのとおりであったが，実際に添削が行われたのは，主に 9 時から 10 時半，12 時台，16 時から 18 時台の時間帯である．これらは，学生の授業がない時間帯と一致している．教員が都合がよいと示した時間帯でも，実際に添削指導の機会が限られていることが分かる．

システムの場合では，非同期に添削が行われるので，教員が都合のよい時間帯に添削を行うことができる．分析の結果，7 時台から 8 時台の時間帯に添削が集中している．この時間帯は教員にとって授業や会議の入らない時間帯であった．11 月 14 日の 13 時から 15 時台では，授業担当教員は，居室以外で仕事をしており，対面での添削指導はできなかったが，ネットワークを使って仕事のあいた時間で添削をしていることが確認された．以上のことより，紙による添削指導に比べ，システムによる添削指導のほうが添削の機会が増えていることが分かった．

5.3 レポートのターンアラウンド時間と提出回数

学生がレポートを完成してから（システムの場合は，完成と同時に提出したと見なすので，提出してから）教員がレポートの添削を終えるまでの時間をレポートのターンアラウンド時間と定義する．**表 2** にレポートのターンアラウンド時間を示す．3 回のレポートすべてで，システムの場合のターンアラウンド時間は紙の場合と比べて短くなっている．検定の結果，第 1 回レポートと第 2 回レポートで有意差が認められた．しかし，第 3 回レポートでは有意差が認められなかった．

第 3 回レポートではシステムと紙のレポート提出の両方で，授業担当教員の病気のため，レポートの添削がレポートが提出されてから，かなりの時間が経ったあとで行われた．そのため第 3 回レポートはレポートの添削状況が他のレポートとは異なり，有意差に影響

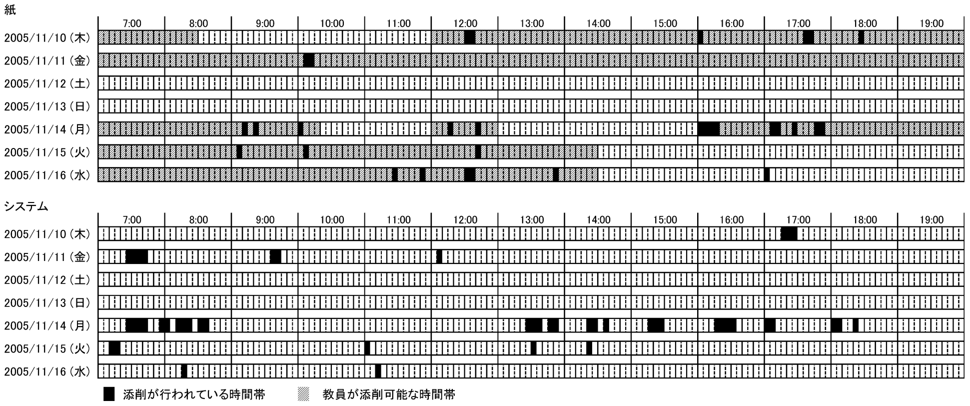


図 6　レポートの添削の時間帯
Fig. 6　Timeline of correcting reports.

表 2　レポートのターンアラウンド時間
Table 2　Turnaround time of reports.

レポート		システム	紙
第 1 回レポート	平均（時間）	5.8	10.4
	標準偏差	11.3	17.2
	t 値	1.882	
	自由度	79	
	有意確率	0.03	
第 2 回レポート	平均（時間）	6.2	10.8
	標準偏差	8.7	14.3
	t 値	2.232	
	自由度	71	
	有意確率	0.01	
第 3 回レポート	平均（時間）	27.7	39.2
	標準偏差	42.2	67.5
	t 値	0.987	
	自由度	46	
	有意確率	0.16	

表 3　レポートの提出回数
Table 3　The number of times for submitting reports.

レポート		システム	紙
第 1 回レポート	平均（回）	2.7	2.2
	標準偏差	1.3	0.8
	t 値	1.764	
	自由度	71	
	有意確率	0.04	
第 2 回レポート	平均（回）	2.9	2.3
	標準偏差	1.3	0.6
	t 値	2.596	
	自由度	73	
	有意確率	0.006	
第 3 回レポート	平均（回）	2.3	1.9
	標準偏差	1.6	0.8
	t 値	1.462	
	自由度	62	
	有意確率	0.07	

しているものと考えられる．

この結果から，システムでのターンアラウンド時間は紙のレポート提出と比較して短くなっていることが分かった．紙の場合では，レポートが完成していても学生・教員双方の都合が合わないことがある．そのため添削がなかなか行われず，添削が開始されるまでに時間が経過してしまう．対して，システムでは，教員の都合がよければ，学生がレポートを提出したときから添削を行うことができる．したがって，システムでは，添削が開始されるまでに時間が経過してしまうことが少ないと考えられる．

添削の結果，修正が必要と判断されたレポートは再提出が求められる．そこで，システムと紙のそれぞれについてレポート提出回数を調査した（**表 3**）．3 回のレポートすべてで，システムのレポート提出回数は紙の場合と比較して増加した．検定の結果，第 1 回レポートと第 2 回レポートで有意差が認められた．しかし，第 3 回レポートでは有意差は認められなかった．

第 3 回レポートではレポート作成に慣れてきた履修者が多くなっていると考えられる．レポートの書き方などの基本的な事柄にはコメントがつかなくなったレポートが多くなった．そのため第 3 回レポートでは 1 回の提出でレポートが合格になった履修者がシステムと紙のレポート提出の両方で多かった．これらのことが有意差に影響しているものと考えられる．

しかしながら，第 3 回レポートにおいても，第 1 回，第 2 回の分析結果と同様の傾向を示しているので，全般的には，システムのほうが提出回数が増加しているといえる．

対象授業のレポート評価方法では，レポート提出締切りと合格しなければならない締切りが設定される．学生は，提出締切りまでにいったんはレポートを提出し，合格締切りまでにレポートを合格しなければならない．教員は設定した合格水準（70 点程度）に達する

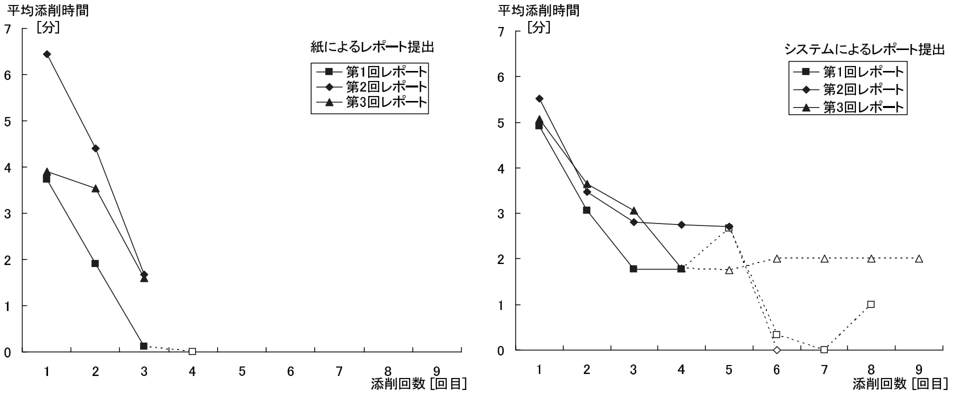


図 7 添削回数による添削時間の変化
Fig. 7 Change of correcting time by the number of times of correction.

まで繰り返しレポートの添削を実施する．そして，最終的には全員を合格水準まで引き上げることになる．単位を取れない学生が何人か出るが，これはレポートが提出されていないことが理由である．すなわち，授業に出席していない，または，演習課題を達成できていないということである．このことに関しては，システムを使うかどうかは影響を与えていないと判断している．

対面で行う添削指導の場合，最初から良いレポートを提出してくる学生（授業担当教員からの聞き取りによると約 3〜4 割）に関しては 1〜2 回の添削で 90〜100 点程度に達する．それ以外の学生に関しては 2 回程度の添削でぎりぎり 70 点程度で合格となる（若干名の学生が 3 回以上の添削指導で合格することになる）．あと 1〜2 回の添削指導を行って，80 点以上の達成度にしたいが，ターンアラウンド時間の長さと合格締切りまでの残り時間から，合格水準に達している学生に関しては，添削指導を打ち切ることになる．

システムを利用した場合，ターンアラウンド時間を短縮できることによって約 5 割の学生の添削指導を合格締切りまでに 1〜2 回余分に実施できた．そのために，その学生たちの達成度を 80 点程度まで引き上げる効果がみられた．

5.4 レポートの添削時間

レポートの添削開始から添削終了までの時間をレポートの添削時間とし，システムと紙のそれぞれについてレポートの添削時間を調査した．**図 7** は，添削回数ごとの添削時間の平均値を示している．紙の場合の計測時間の精度に合わせて，システムと紙の両方で分未満を切り捨てた添削時間の平均を示している．白抜きのマーカと点線で示されている箇所は，1〜3 名の学生の平均値である．システムと紙のどちらも 1 回目の添削時間が最も長く，2 回目の添削以降は添削時間が短くなっていく結果となった．紙の場合は，システムの場合に比べて，レポートごとに添削時間にばらつきがある．システムの場合は，どのレポートも同じような添削時間をとる．システムでのレポートの添削は，学生と教員は非同期であり，教員は学生のレポートに対してコメントをつけるのみである．紙でのレポートの添削は，学生と教員が対面して行われる．教員の添削指導は学生に対して口頭での説明を交えて行われるため，学生の理解度に応じて，学生が納得するまで詳細な添削指導が行われることがある．このような要因が添削時間をばらつかせていると考えられる．

表 4 レポートの再提出間隔
Table 4 The interval for resubmitting a report.

レポート		システム	紙
第 1 回レポート	平均（時間）	33.2	19.1
	最大値	268.1	140.1
	最小値	0.1	0.03
	中央値	8.8	1.2
	標準偏差	45.1	35.5
第 2 回レポート	平均（時間）	30.8	48.7
	最大値	127.8	115.8
	最小値	0.2	0.1
	中央値	11.6	53.6
	標準偏差	36.7	45.9
第 3 回レポート	平均（時間）	40.2	50.0
	最大値	443.0	175.7
	最小値	0.1	0.1
	中央値	7.7	31.3
	標準偏差	82.7	59.4

5.5 レポートの再提出間隔

教員がレポートの添削を終えてから学生がレポートの再提出を行うまでの時間をレポートの再提出間隔とし，**表 4** にシステムと紙のそれぞれのレポートの再提出間隔を示す．3 回のレポートすべてで，システムと

紙のどちらも標準偏差が大きい．このことから，再提出間隔はシステムと紙のどちらもばらつきが大きい．第２回レポートと第３回レポートで，システムのほうが再提出間隔の平均は短くなっているが，再提出間隔にはシステムの効果はないものと考えられる．

再提出間隔には学生の都合による要因が最も大きいと考えられる．ただし，システムでは添削が終わったことをシステムにログインしてみて初めて分かる．そのため添削が終わったことをシステムにログインしなくても知ることができれば，再提出間隔を短縮できる可能性がある．

5.6 授業担当教員へのインタビュー

システムを利用した授業担当教員１名に対し，システムを用いた添削作業についてインタビューを行った．「システムでは自分の都合のよい時間帯に添削作業ができた」,「従来の紙によるレポート提出では学生がいつ提出にくるか分からない．添削以外の仕事中の場合もあり，落ち着いて対応できないことがある」,「システムでは提出回数が増えた分，添削の仕事量は増えたが，時間を有効に使えるために，作業が増えて大変になった感じはしない」,「添削回数が増えたことによって，レポートの質が向上していると感じる．ただし，学生にコメントの意図が正しく伝わっていないことがまれにあった」というコメントを得た．

6. おわりに

本論文では，従来の紙によるレポート提出の問題点を解決するために，オンラインによる非同期型レポート提出を授業において実践し，従来の紙によるレポート提出と比較を行った結果を述べた．別の論文[3]で述べた評価実験では，コメントがついている箇所の把握，修正された箇所の把握の容易さ，システムの機能や使いやすさに重点をおいた調査を行った．

本論文の評価実験では，レポート提出に関するログを記録し，システムによるレポート提出の効果を調査した．その結果，教員と学生の間の添削指導の機会が増えることが確かめられた．また，ターンアラウンド時間が短くなることにより，従来の紙によるレポート提出に比べて，1〜2 回の添削回数の増加がみられた．そのために，学生のレポートの達成度が上がることが確認できた．

ターンアラウンド時間をさらに短くするためには，適切な順番で添削を行うことも必要である．そのため今後は教員に適切な添削順を提示する機能を備えたレポート添削支援システムの実装を目指している．

謝辞 本研究の一部は，科学研究費補助金基盤研究（C）17500634 の助成のもとに行われている．記して謝意を表す．

参 考 文 献

1) 李 暁永，中川晋吾，村松裕次，酒井三四郎：実験レポートに対するウェブ・ベース協調添削支援システム，情報処理学会研究報告，Vol.2004, No.100, pp.1–8 (2004).
2) Li, X., Nakagawa, S., Muramatsu, Y. and Sakai, S.: Web-based Collaborative Correction Support System for Experiment Report of Engineering Science Students, *Proc. 1st international conference on collaboration technology*, pp.91–96 (2005).
3) Li, X., Sumi, N., Nakagawa, S., Deguchi, H., Ohta, T. and Sakai, S.: An Implementation of a Web-based Interactive Report Correction Support System, *The Journal of Information and Systems in Education*, Vol.4, No.1, pp.55–64 (2005).
4) 矢野米雄，緒方広明，榊原理恵，脇田里子：日本語作文教育のためのネットワーク型添削支援システム CoCoA の構築，教育システム情報学会誌，Vol.14, No.3, pp.21–28 (1997).
5) 石塚丈晴：インターネットを利用したレポート添削システムの開発，教育システム情報学会第 27 回全国大会論文集，pp.55–56 (2002).
6) Leuf, B. and Cunningham, W.: *The Wiki way: quick collaboration on the Web*, Addison-Wesley (2001).
7) 出口博章，木鎌耕一郎，酒井三四郎，水野忠則：Web ベース協調学習と集合講義を融合したブレンデッド型学習の実践，情報処理学会シンポジウム論文集，Vol.2005, No.6, pp.301–304 (2005).
8) 吉村直子，井上智雄，杉本重雄，神門典子：協調学習のためのコンテンツ構築システム EduWiki の開発，情報処理学会研究報告，Vol.2006, No.9, pp.203–208 (2006).
9) 中川晋吾，村松裕次，酒井三四郎：Java と軽量プログラミング言語の組み合わせによる柔軟な Web アプリケーション開発，情報学ワークショップ WiNF2004 論文集，pp.40–44 (2004).

(平成 18 年 11 月 30 日受付)
(平成 19 年 5 月 9 日採録)

角　世元

1982 年生．2005 年静岡大学情報学部情報科学科卒業．2007 年同大学大学院情報学研究科修士課程（情報学専攻）修了．在学中は Web 技術を用いた非同期型レポート添削支援に関する研究に従事．同年株式会社日立アドバンストシステムズ入社．防衛関連システム・情報通信システムの開発・設計に従事．

李　暁永（学生会員）

1998 年中国天津経済学院商品学部卒業．2004 年静岡大学大学院情報学研究科修士課程修了．2004 年同大学院理工学研究科設計科学専攻博士後期課程入学，現在に至る．遠隔教育，コンピュータを利用した協調学習の研究に従事．

出口　博章（正会員）

1960 年和歌山大学学芸学部数学科卒業．1996 年筑波大学大学院経営・政策科学研究科修士課程修了．2001 年から静岡大学大学院理工学研究科博士課程に在学．1961 年から 1997 年三菱電機（株）とその直系企業でソフトウエアの開発とシステムエンジニアリングに従事．1997 年より八戸大学ビジネス学部教授，経営情報システム，遠隔教育，協調学習等に関心を持つ．共著『コンピュータ概論』(共立出版)，共著『情報管理概論』(共立出版)．日本セキュリティ・マネージメント学会，日本情報経営学会，経営情報学会，教育システム情報学会各会員．

太田　剛（正会員）

1964 年生．1989 年静岡大学大学院電子科学研究科電子応用工学専攻中退．同年静岡大学工学部情報知識工学科助手．1998 年同大学情報学部情報科学科講師．2000 年同大学同学部助教授．博士（情報科学）．ソフトウェア開発環境の研究に従事．電子情報通信学会，教育システム情報学会各会員．

酒井三四郎（正会員）

1956 年生．1984 年静岡大学大学院電子科学研究科博士後期課程（電子応用工学専攻）修了．学習院大学，新潟産業大学，静岡大学工学部を経て，1998 年静岡大学情報学部助教授．現在，同学部教授．工学博士．ソフトウェア開発支援環境，プログラミング教育支援環境，遠隔学習，協調学習に関する研究・開発に従事．電子情報通信学会，教育システム情報学会，日本 e-Learning 学会各会員．