

プロジェクト管理支援によるグループワークの円滑化

高橋 航* 小高 知宏* 黒岩 丈介† 白井 治彦**

The Group Work Project Management Supporting System

Wataru TAKAHASHI* , Tomohiro ODAKA* ,
Jousuke KUROIWA† and Haruhiko SHIRAI**

(Received February, 8, 2013)

In this study, we built the information sharing assisting system. This system assist the learning for building and operating network system. The learning for building and operating network system is a kind of groupwork. Most educators don't instruct in project management before they provide learners practical group work education. If Learners have never experienced groupwork, they will be struggled to share information. In such a case, they can't concentrate on primary purpose of the education. Our purpose is making learners concentrate on primary purpose of the education.

This system have two functions for task management function and update management function. The task management function assist communication and collection of basic working information in the learning for building and operating network system. Main purpose of this function is that simplifying and unifying the format of work reporting.

The update management function automatically collect detailed working information in the learning for building and operating network system. This system reduce the information sharing burden on learner by these functions. We built this system by web technology and Bash. We confirmed through experiment that working hours for information sharing were shortening. As a result we succeeded to reduce the burden on learners for information sharing on groupwork by using our system.

Key words : Project Management, Group work, information sharing, network

1. はじめに

現在, パーソナルコンピュータやインターネットの普及に伴い, 様々な場面で情報システムが活用されている. 教育においても情報システムを活用した教育支援が進んでいる [8]~[10].

本研究では情報システムを用いた教育支援の中でも,

*原子力・エネルギー安全工学専攻

†知能システム工学専攻

**工学部技術部

*Nuclear Power and Energy Safety Engineering Course,
Graduate School of Engineering

†Human and Artificial Intelligent Systems Course,
Graduate School of Engineering

**Dept. of Technical, Dept. Engineering

特にグループワークに対する教育支援に注目した. グループワークとは少人数から構成されるグループという単位で一体となって課題に挑戦することで知識や技術のみならずコミュニケーション能力や他者との連携力の向上も期待できる学習法である [1]~[7]. また, 作業分担を行うグループプロジェクト型のグループワークであれば, 作業時間の短縮が可能のため難易度の高い課題に挑戦することが可能である.

さらにグループワークは学習者同士の相互協力も促進するため, 教育者の負担も軽減することが可能である. このようにグループワークは学習を設定する側と学習を受ける側双方にとって利点の多い学習方法である. このグループワークを情報システムを用いて支援を行うという試みも多く実施されており, Computer Supported Cooperative Work (CSCW) と呼ばれる分野で研究が行

われており、その具体的なシステムであるグループウェアも多く開発されている [11]~[17]。

グループワークでは個人で行う学習とは異なり、他の参加者とのコミュニケーションを重ね、情報共有を正確に行う必要がある。参加者がグループワーク自体に慣れていない場合、慣れない情報共有作業は参加者にとって大きな負担になり、誤認や報告漏れのような情報伝達の齟齬が生じる原因となってしまう。

また、グループワークにおける情報共有作業に慣れるまでは作業自体に時間がかかり、全体の作業効率の低下につながってしまう。実施されるグループワークがコミュニケーション能力の向上やグループワーク自体の練習を目的としたものである場合、グループワークの対象はグループワーク自体に慣れていないことを前提にして行うため問題とならない。

しかし、実践型の学習をグループワークの形式で行う場合、参加者がグループワークに慣れていることを前提に行うため、慣れていない参加者は情報共有のための慣れない作業に時間を割かれ学習の効率が低下するという問題が生じる。そこで、本研究ではグループワーク形式で行われる実践型の学習において、グループワークで必要な情報共有作業を支援することにより学習以外の作業に要する時間を短縮し、学習効率の向上を図る。

本研究では本研究での手法に基づき、グループワーク形式の実践型学習として本研究室で行われているネットワーク構築・管理学習を対象としたグループワーク支援システムの構築を行った。ネットワーク構築・管理学習は研究室に所属する学生がコンピュータネットワークについての知識の学習とその実践を目的に行われている学習である。学習は参加する学生が主導し、どのような形態のネットワークを構築するか、構築したネットワークでどのようなサービスを提供するか等の目標を設定する。学習ではその目標を達成するために必要な仕事（以下、タスクとする）を具体的に切り分け、参加する学生がそれぞれのタスクを分担して処理していく。

学生は分担してタスクの処理を行うため基本的には個別に作業を行う。しかし、最終的には1つのネットワークの構築を行うため、参加者同士が意見の交換や互いの担当するタスクにおける設定の確認が必要である。そしてそれをするためにはだれがどのようなタスクを持っているか、持っているタスクの処理はほどこまで進んでいるかという情報が重要になる。

学習で構築するネットワークは様々なサーバやシステムの集合体である。そのため自分の担当する部分の設定を行ったり、システムの障害が起きた場合に原因の特定を行うためには他の参加者が行った各サーバの設定やスクリプトでの処理等が現状どのような状態になっ

ているかを把握する必要がある。

さらに、学習に参加するのは基本的にこの学習から本格的にネットワークについて学習を始める学生が多く、知識が未熟な場合もあるため問題が起きた場合の対処方法やシステムの設定の目安等、学生同士で助け合いを行うことも想定される。他の参加者の助言を得たり、同様の問題に直面した参加者の支援にはそのようなやりとりを公開された場所で行うことも重要である。これらの情報を参加者間で共有するためには各参加者の作業報告による情報の公開と参加者同士の情報・意見の交換が必要である。本研究のグループワーク支援システムはこれらの情報の収集及び参加者同士の情報・意見の交換の補助を通して情報共有を支援するシステムである。

過去に行われたネットワーク構築・管理学習ではそれぞれの行った作業について作業報告を行い、各自の作業情報を1ヶ所に集め公開することで情報の共有を行っていた。この方法では情報の書き方や詳細さは参加者毎や報告毎に大きく異なり、参加者の怠慢や報告忘れにより収集できる情報は不十分であった。そこで、本システムでは参加者の報告作業を簡易化・統一化し、参加者の負担の軽減する。さらに参加者の各作業情報に関連する情報交換の場を設け情報共有の強化を目指す。

ネットワーク構築・管理学習では各参加者が他の参加者に作業報告を行い全体の作業情報や進捗度の把握を行っている。本システムではネットワーク構築・管理学習で行われる作業報告を「各参加者が保持しているタスクの報告」「各参加者が保持しているタスクの進捗度の報告」「具体的な作業内容の報告」の3つに分割し、各作業報告に対し報告作業支援を行う。「各参加者が保持しているタスクの報告」及び「各参加者が保持しているタスクの進捗度の報告」に対しては参加者間で作業報告のフォーマットを統一した上で少ない情報入力作業でタスク情報の登録・公開が可能なタスク管理機能を構築した。「具体的な作業内容の報告」は他の2つの作業報告と比較して報告頻度が高く、報告内容も詳細な情報が求められるため報告を行う参加者の負担が大きい。そのため本システムでは「具体的な作業内容の報告」の情報を参加者に代わり収集・公開する更新管理機能を構築した。

これらの機能を実現するため本研究では情報の収集・公開を目的とした管理サーバとネットワーク構築・管理学習で使用される学習用サーバ上で各参加者の具体的な作業内容の情報を収集することを目的としたネットワークエージェントを実装した。管理サーバは各作業報告情報の収集と管理・公開を行うサーバでLinuxOS上にデータベースサーバとしてMySQLサーバ、WEBサー

バとして Apache を設置して構築した。管理サーバ上には「各参加者が保持しているタスクの報告」と「各参加者が保持しているタスクの進捗度の報告」を登録するためのフォームと各作業情報を公開するための専用 WEB ページを PHP,HTML, Javascript を用いて実装した。ネットワークエージェントは学習用サーバに常駐し、参加者によるスクリプトファイルや設定ファイルの更新の監視及び更新ファイルの管理サーバへの送信を行う。ネットワークエージェントにより収集されたファイルの更新情報は管理サーバに登録され差分情報を処理した上で専用 WEB ページで更新情報として公開する。

実装したシステムを実際に行われたネットワーク構築・管理学習において運用しシステムの課題の抽出を行った。この運用実験では参加者からの要望としてタスク管理機能と更新管理機能の機能間の連携を強化してほしいという要望が挙がった。さらに参加者による本システムの運用からも同様の課題を抽出することができた。

また、本システムの目的である参加者の情報共有にかかる負担の軽減及び時間の短縮のための主要な機能である更新管理機能の効果を検証するための評価実験を行った。評価実験はネットワーク構築・管理学習に参加した学生の内、学部4年生に対しテスト形式で行いシステム使用時と未使用時の正答までの時間を計測した。

本論文では2章において既存のグループワーク支援システムと本研究で取り組むグループワーク支援について述べる。3章では本研究の目的及び手法に基づき構築したグループワーク支援システムについて述べる。4章では本システムの可用性と利便性を検証するために行った動作・運用実験及びシステムによる情報共有時間の短縮効果の検証のための事件について述べる。5章では本研究で行った各実験の結果について評価、考察を行う。

2. 既存のグループワーク支援と本研究での手法

本項では既存のグループワーク支援と本研究で構築したグループワーク支援システムについて述べる。

2.1 既存のグループワーク支援

グループワークは教育機関や企業の新人研修、プロジェクト等様々な場面で行われており、グループワーク支援を目的とした共有ディスプレイシステムやプロジェクト管理システム、共同文書作成システム、文書同時編集アプリケーション等のグループウェアが開発・運用されている。これらのシステムはシステムを使用する状況により同期型・非同期型及び対面型・分散型のよ

うに4種類のカテゴリに分類される(表1)。

本研究で対象とするグループワーク形式で行われる実践型の学習は主にグループ内で作業を分担し、一つの目標を目指すグループプロジェクトの形式がとられる。グループプロジェクト支援には主に非同期分散型のシステムが用いられる。本研究で開発するシステムでは情報の収集・管理に適した非同期分散型に類するプロジェクト管理システムを採用する。グループプロジェクトを支援する既存のプロジェクト管理システムには Redmine や Opentask 等高機能なシステムが多数存在するが、これらのシステムの多くはプロジェクトマネージャーにより統括された実務型のプロジェクトを対象としたものである。そのため、プロジェクトマネージャーを設置せず参加者全員がほぼ対等の関係で構成されるグループワーク形式の実践型の学習には適さない。また、これらのシステムは多くの情報を管理することが出来る分、情報共有に必要なデータの入力作業が多く練度向上に時間がかかる。本研究ではこのグループワーク形式の実践型学習を対象とする。本研究で定義するグループワーク形式の実践型学習の特徴を以下に列挙する。

- グループワーク形式の実践型学習の目的は学習毎に設定された課題の達成及び課題の達成に必要な技術や知識の学習である。
- 基本的には各参加者が分担して作業を行うが、課題の達成のためには各参加者同士の連携も必要である。
- 学習の課題や目標は参加者あるいは教育者によって設定されるが、課題の達成に至るための作業の切り分け・分担は参加者同士の協議によって決める。
- グループワーク形式の実践型学習の枠内ではプロジェクトマネジメントについての教育は行わない。
- 参加者は学生や新入社員等、学習の課題やグループワーク自体について知識・経験が未熟である場合が想定される。

本研究では以上のような特徴をもつグループワーク形式の実践型学習において情報共有を支援し、学習を円滑に進めるためのシステムの構築を行った。

2.2 グループワーク支援システムの構築

本研究では前項で述べたグループワーク形式の実践型学習を支援するためのシステムの構築について述べる。

グループワーク形式の実践型学習では学習者が取り組む学習の課題について未熟であったり、グループワー

	同期型	非同期型
対面型	共有ディスプレイシステム 電子会議室システム 意思決定支援システム	
分散型	テレビ会議システム 共有ウィンドウシステム 文章同時編集アプリケーション チャット	WEB 掲示板 メール プロジェクト管理システム 共同文書作成システム スケジューラ

表 1: グループウェアの分類

ク自体に対し慣れていない場合もある。グループワーク自体に慣れていない場合、学習者はグループワークにおける情報共有に手間取り学習の本来の目的である課題に集中できなくなってしまう。また情報の誤伝達や伝達漏れによりグループ全体が影響をうける恐れがある。取り組む学習課題について知識や経験が未熟である場合、問題に直面したとき原因の特定や問題の対処に手間取ることになるが、複数人の作業により成り立つグループワーク形式の実践型学習ではそれがより困難になる。本研究ではシステムを用いて情報の収集と管理を補助することにより参加者の情報発信・収集・管理にかかる負担を軽減することで学習に集中できる環境を提供する。

本研究ではグループワーク形式の実践型学習として本研究室で行われているネットワーク構築・管理学習を対象とした支援システムの構築を行う。ネットワーク構築・管理学習は学部4年生と修士1年生数名から構成されるグループで NFS や Mail, WEB, DHCP, DNS サーバ等の各種サーバを Linux 上で構築し管理・運用するというグループワークであり、学習を通してネットワーク技術について学習し、実践することを目的とした学習である。このネットワーク構築・管理学習では、学習開始時にグループ内で研究室に必要なネットワークサービスを列挙し、そのサービスを実現するためのサーバを構築するための作業をタスクとして発行する。発行されたタスクはグループ内の打ち合わせを経て各参加者に割り当てられる。各参加者は監督者の下、学習用ネットワーク上に設置されたサーバにおいて自分のタスクを処理し、作業報告を行う(図:1)。ネットワーク構築・管理学習で参加者が行う作業報告の内容は主に、タスク保持状況の報告、保持タスクの進捗状況、作業内容の3である。この3つの作業情報の中でも特に3の作業内容

の報告は報告を行う頻度が高く、報告内容も具体的である必要があるため参加者への負担が大きい。そこで、本研究ではシステムを用いて作業内容の報告を補助することで報告作業に要する時間の短縮を行う。

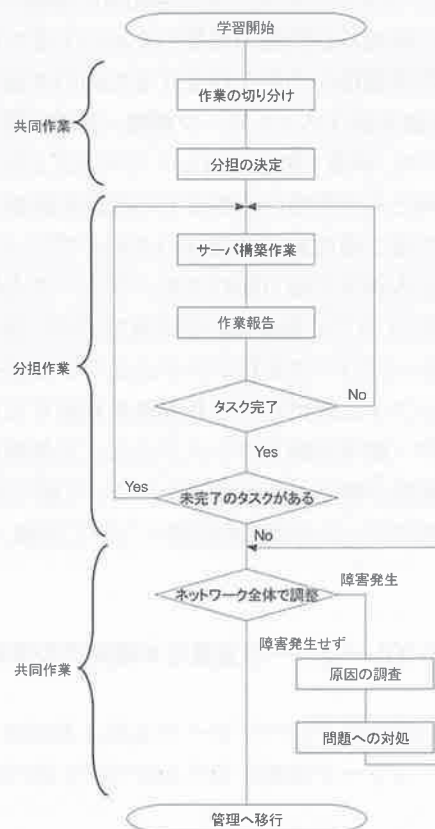


図 1: ネットワーク構築・管理学習の流れ

2.3 支援システムの構築

本システムはタスク管理機能と更新管理機能から構成される。タスク管理機能ではグループワーク参加者の大まかなタスクの管理を行い、更新管理機能では各参

加者が行った具体的な作業内容の管理を行う。本システムではこれらの2つの機能で作業情報の収集・管理支援を行う。以下で2つの機能の詳細について述べる。

タスク管理機能

タスク管理機能はネットワーク構築・管理学習での報告作業で行われる作業報告の内、各参加者のタスク保持状況の報告と各参加者が保持しているタスクの進捗状況の管理と公開を行う。各参加者は新たなタスクを請け負った時点でシステムにそのタスクの情報を入力し登録を行う。登録されたタスクはグループワーク参加者及び監督者に対し、公開される。

更新管理機能

更新管理機能はネットワーク構築・管理学習で参加者が管理構築対象のサーバで行ったファイルの更新やコマンドの履歴等、参加者が行った作業情報を自動で取得する。更新管理機能ではこれらの作業情報から過去の作業情報との差分情報を抽出し、システムの利用者が更新された情報を輕易に把握できる形で提供する。

3. グループワーク支援システムの実装

本項では前項で述べたネットワーク構築・管理学習を支援するグループワーク支援システムの実装について述べる

3.1 支援システムの実装

上記のタスク管理機能と更新管理機能を実現するため、本研究ではタスク保持・進捗情報や作業情報を管理するための管理サーバと各参加者の作業情報を収集するためのネットワークエージェントを実装した。実装したシステムではネットワーク構築・管理学習において参加者が行った作業の内容をネットワークエージェントが収集、管理サーバへ送信し参加者により入力されたタスク保持・進捗情報と合わせて処理・公開を行う(図:2)。以下で実装したネットワークエージェントと管理サーバについて述べる。

ネットワークエージェント

ネットワークエージェントはネットワーク構築・管理学習において参加者が実際に作業を行う管理対象サーバに常駐し、一定間隔でサーバ上にある設定ファイルやスクリプトファイル等、ファイルの更新を監視を行い、更新を発見した場合管理サーバに対する更新情報の送信を行う(図:3)。具体的にはネットワークエージェントは前に情報の収集を

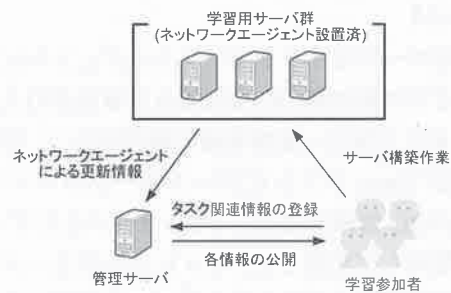


図 2: システムの運用

行ったタイミングから次の情報収集のタイミングまでに行われたファイルの更新を検索し、ネットワークエージェントが前回の情報収集時に保持した監視対象ファイルのコピーと比較し、ファイル間に相違点を発見した場合は、管理サーバに更新を検知したファイルを送信し、保持しているファイルを更新されたファイルと置き換えるという処理を行っている。

このネットワークエージェントは後項にて述べる実験の結果を受け、更新情報を収集する間隔が3分の物理マシン及び仮想化支援機能が使用可能な仮想Linuxマシン用のネットワークエージェントと更新情報を収集する間隔が5分の仮想化支援機能非対応の仮想マシン用のネットワークエージェントの2種類を作成した。さらに、監視対象ファイルを任意のディレクトリ以下に絞る機能と特定の拡張子のファイルのみを対象とする機能を付加した。ネットワークエージェントはBashを用いて実装した。これは本システムを運用するネットワーク構築・管理学習ではLinuxサーバを使用することが恒例となっており、サーバに対して導入が容易であるためである。

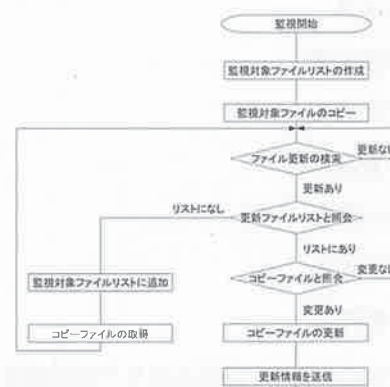


図 3: ネットワークエージェントの動作

管理サーバ

管理サーバはネットワークエージェントにより収集された参加者の作業情報及び参加者の入力によるタスク保持・進捗情報の管理を行う。管理サーバは Linux マシンにデータベースサーバとして MySQL, 情報公開用の WEB サーバとして Apache を使用して実装した。ネットワークエージェントや参加者の入力により入力された情報はそれぞれデータベースサーバに保存される。保存された情報は管理サーバで実装した専用の WEB ページで公開する。また、タスク保持・進捗情報の入力を行うフォームも前述した専用 WEB ページで実装した。管理サーバでの情報公開については後述する。

3.2 作業情報の公開

本システムで収集した情報は前述した管理サーバに実装された専用 WEB ページで公開を行う。本項では専用 WEB ページで行う各情報の公開について述べる。専用 WEB ページでは主に以下の3つの機能を実装した。

- 各参加者のタスク情報の管理機能
- タスク保持・進捗情報の登録フォーム
- 収集された作業情報の閲覧機能

図4の画面は専用 WEB ページに実装したタスク情報の管理画面である。タスク情報の管理画面ではネットワーク構築・管理学習に参加している参加者がそれぞれ保持しているタスクをその保持者毎に一覧で表示を行う。

登録されたタスクにはそれぞれ以下のような項目が設けられている。

- タスクタイトル
- ステータス
- タスク設定者
- タスクの期限
- タスク登録日時
- コメント閲覧
- コメント追加
- タスク削除

ステータスの項目ではそのタスクの状態を「doing」「stop」「help」「complete」の4つの状態から選択し、設定することができる。このステータスの項目はプルダウンメニューから選択し変更することで容易にタスクのステータスを変更することが可能である。コメント追

加／閲覧の項目ではそのタスクに対してコメントの付加及び閲覧を行う。このコメント機能は参加者であれば誰でも自分のタスクを含むすべてのタスクに対してコメントをつけることが可能である。この機能は各々のタスクに対する備考の付加やタスクについての質問や返答など、参加者間の情報のやりとりを補助することを目的としている。このコメント機能では参加者の入力による詳細な更新情報の入力を補助・省略可能にするため更新管理機能で取得した更新情報を添付することが可能である。

作業情報の閲覧機能では参加者に対し、ネットワークエージェントにより収集された学習用サーバ上での更新情報の提供を行う。図5は作業情報の閲覧機能により実際に更新情報の表示を行っている画面である。画面の左側のツリーメニューにはネットワークエージェントを設置したホストの一覧が表示される。それぞれのホストから取得されたファイルはホストツリーの枝に一覧表示される。さらにファイルの一覧からは更新毎のファイルの情報が一覧表示される。それぞれのファイルを選択するとに更新後のファイルが左側、更新前のファイルが右側に表示される。この差分表示では更新後に追加された行を青色でハイライト、更新により削除された部分が橙色でハイライトされる。この機能により参加者はそのファイルの更新により変更された点を容易に把握することが可能である。

4. システムの評価

本研究では実装、動作確認、評価のそれぞれの段階で以下のような実験を行った。

- 実環境での動作実験
- 更新管理機能による作業時間短縮効果の検証

本項ではそれぞれの実験について述べていく。

4.1 実環境での運用実験

本項では本研究で行った運用実験について述べる。動作実験では実際に研究室に所属する学生によるネットワーク構築・管理学習においてシステムを運用し、システムの課題の抽出を行った。実験はネットワーク構築・管理学習で使用する学習用サーバに本システムのネットワークエージェントを設置し、外部ネットワークに管理サーバを設置して、ネットワーク構築・管理学習の開始からネットワーク構築完了までの1ヶ月間運用を行った。

タスクタイトル	ステータス	タスク設定者	タスクの期限	タスク登録日時	コメント閲覧	コメント追加	タスク削除
タスク削除機能の実装	complete	高橋	2012-05-11	2012-05-10 03:30:26	コメント閲覧	コメント追加	削除
プロジェクト分け機能実装	complete	高橋	2012-05-18	2012-05-10 03:33:23	コメント閲覧	コメント追加	削除
ユーザ認証機能の実装	complete	板倉	2012-05-31	2012-05-10 16:23:24	コメント閲覧	コメント追加	削除
システムの普倍受付	doing	板倉	2013-12-31	2012-05-10 16:35:12	コメント閲覧	コメント追加	削除
更新管理システム設置(peace)	complete	高橋	2012-05-15	2012-05-15 13:13:58	コメント閲覧	コメント追加	削除
コメント新着通知機能実装	complete	高橋	2012-05-17	2012-05-15 14:11:43	コメント閲覧	コメント追加	削除
UI改善	doing	高橋	2012-06-10	2012-06-07 23:36:38	コメント閲覧	コメント追加	削除

図 4: タスク管理機能の画面

Server List

- @ peace
- @ monju
- user@aduser.sh
- user@adlabUsers.sh
- istables@istables-104.sh
- zamba@amb.conf
- virtualbox@virtualbox-koll.sh
- virtualbox@virtualbox.sh
- virtualbox@virtualbox-anapanot-restore.a
- virtualbox@virtualbox-anapanot.sh
- istables@istables.sh

更新管理

FileName: iptables.sh

Highlight: 2012-07-02 16:23:29

Updated Data	Past Data
2012-07-02 16:23:29	2012-07-02 11:30:01
037 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 53 -j ACCEPT	037 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 53 -j ACCEPT
038 IPTABLES -A INPUT -p udp --dport 53 -j ACCEPT	038 IPTABLES -A INPUT -p udp --dport 53 -j ACCEPT
039 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 80 -j ACCEPT	039 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 80 -j ACCEPT
040 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 25 -j ACCEPT	040 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 25 -j ACCEPT
041 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 443 -j ACCEPT	041 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 443 -j ACCEPT
042 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 993 -j ACCEPT	042 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 993 -j ACCEPT
043 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 995 -j ACCEPT	043 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 995 -j ACCEPT
044 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT	044 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT
045 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 443 -j ACCEPT	045 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 443 -j ACCEPT
046 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT	046 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT
047 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT	047 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT
048 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT	048 IPTABLES -A INPUT -p tcp --dport 8001 -j ACCEPT
049 #INPUT-2(非公開)	049 #INPUT-2(非公開)
050 #ICMP関係#	050 #ICMP関係#
051 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type destination-unreachable -	051 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type destination-unreachable -
052 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type source-quench -j ACCEPT	052 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type source-quench -j ACCEPT
053 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type time-exceeded -j ACCEPT	053 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type time-exceeded -j ACCEPT
054 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type parameter-problem -j AC	054 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type parameter-problem -j AC
055 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type 0 -j ACCEPT	055 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type 0 -j ACCEPT
056 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type 8 -j ACCEPT	056 IPTABLES -A INPUT -p icmp --icmp-type 8 -j ACCEPT
057 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type destination-unreacha	057 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type destination-unreacha
058 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type source-quench -j ACC	058 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type source-quench -j ACC
059 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type time-exceeded -j ACC	059 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type time-exceeded -j ACC
060 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type parameter-problem -j	060 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type parameter-problem -j
061 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type 0 -j ACCEPT	061 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type 0 -j ACCEPT
062 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type 8 -j ACCEPT	062 IPTABLES -A FORWARD -p icmp --icmp-type 8 -j ACCEPT
063 #FORWARD-1(ここで許可する内部から外部への)	063 #FORWARD-1(ここで許可する内部から外部への)
064 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 20 -j ACCEPT	064 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 20 -j ACCEPT
065 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 21 -j ACCEPT	065 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 21 -j ACCEPT
066 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 22 -j ACCEPT	066 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 22 -j ACCEPT
067 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 23 -j ACCEPT	067 IPTABLES -A FORWARD -s SLOCALNET -p tcp --dport 23 -j ACCEPT

図 5: 更新管理機能の画面

4.1.1 実験環境

運用実験の実験環境として本システム及び動作実験を行ったネットワーク構築・管理学習の環境について述べる。システムの対象であるネットワーク構築・管理学習には研究室に所属する学部4年生が4名、修士1年生が2名参加した。今回のネットワーク構築・管理学習ではサーバマシン1台をゲートウェイとし、ゲートウェイ上に仮想マシンを2台設置し、3台のマシンに研究室で利用する各種サーバを構築する。動作実験では学習のため設置された3台のマシンにそれぞれネットワークエージェントを設置し、外部ネットワークに管理サーバを設置した。実験及び実験で利用した各マシンの詳細は表:??に記す。

マシン名	学習用マシン A
OS	Ubuntu
Hardware	Physical
CPU	Intel Core i7 2600 CPU 3.4GHz
RAM	16GB

マシン名	学習用マシン B
OS	Ubuntu
Hardware	Virtual
HostCPU	Intel Core i7 2600 CPU 3.4GHz
RAM	2GB

マシン名	学習用マシン C
OS	Ubuntu
Hardware	Virtual
HostCPU	Intel Core i7 2600 CPU 3.4GHz
RAM	2GB

マシン名	管理サーバ
OS	Debian
Hardware	Physical
CPU	Intel Core Duo CPU L2500 1.83GHz
RAM	1.5GB

表 2: 運用実験に使用したマシン

4.1.2 実験結果

動作実験において本システムを実環境で運用した結果、システムにより行われる更新情報の取得の際、個人用のスクリプトや OS やアプリケーションにより自動

的に書き換えられたファイル等不要な更新情報が大量に取得されてしまうという問題が生じた。当初、本システムではより多くの情報を収集するため、ネットワークエージェントに OS 内のすべての領域で更新情報の検索を行い、更新があったスクリプトファイルとコンフィグファイルのデータの更新をチェックするという手法を採用した。しかし参加者から、更新情報として必要のない情報が多くファイル一覧が見にくいという意見を受け、ネットワークエージェントに更新情報を収集する領域を任意のディレクトリ以下という条件で指定する機能を付加した。なお、本実験では更新チェック対象のファイルをディレクトリ階層が「/etc 以下」及び「/root 以下」でかつ拡張子が「.sh」「.conf」という条件で絞り込みを行った。

また、動作実験を行う過程で参加者の要望として本システムでのタスク管理機能と更新管理機能の連携を強化してほしいという意見が挙がった。本システムでは参加者がタスク管理機能で設定ファイルの更新やスクリプトファイルの変更を行った際に更新内容を他の参加者に伝えるためにはコメントに更新部分を記述したり、更新管理機能での更新日時を指定して該当ファイルを参照するよう促すなどしなければなかったため、これらの作業の負担を軽減するため本システムのコメント機能に更新管理機能の情報を添付する機能を実装した。

4.2 更新管理機能による作業時間短縮効果の検証

本項では本システムの主な機能である更新管理機能の評価実験について述べる。本システムの更新管理機能では更新部分の把握をより容易にするためファイル毎の更新情報を更新前情報と比較し、更新で追加された部分や削除された部分のハイライトを行っている。本実験ではこの更新管理機能の情報管理による作業速度の向上を検証する為に評価実験を行った。実験では Linux 設定ファイルとそのファイルに変更を施したものを用意し、変更点を指摘させるというテストを行い正答するまでの時間を計測する。このテストを更新管理機能によるものと同じハイライトを行う場合と行わない場合で行い機能による時間の短縮を検証する。

4.2.1 実験環境

実験では2種類の Linux ファイアウォール設定ファイル A,B を作成し、それぞれについてハイライトを施したものとそうでないものの計4種類のテスト用紙を用いて行った。実験はネットワーク構築・管理学習に参加した学生のうち学部4年生 a,b,c,d の4人を対象として行った。実験は学生 a,b に対して設定ファイル A (ハ

イライトあり)を用いたテストを行った後,設定ファイル B (ハイライトなし)を用いたテストを行った。また学生 c,d に対しては設定ファイル B (ハイライトなし)を用いたテストを行った後,設定ファイル A (ハイライトあり)を用いたテストを行った。また,A,B それぞれの設定ファイルには設定ファイルの更新理由やファイアーウォールが適用されているネットワークの構成図等の情報を補足情報として挿入した。

4.2.2 実験結果

被験者である学生 a,b,c,d に対してシステムを使用した場合と使用していない場合でそれぞれ 1 回ずつ,計 8 回の計測を行った結果,表??のような結果になった。システムを使用していない場合では学生 a,b,c,d の間では正答までの時間に大きな差は見られなかった。しかし,システムを使用した場合の正答までの時間は被験者間で最大で 160 秒程度の差がでたため,システム未使用時の正答までの時間と比較してシステム使用による正答までの時間の短縮は参加者毎に大きく異なる結果がでた。

全体としては,先にシステムを使用してテストを行った学生 2 名と先にシステムを使用せずテストを行った学生 2 名の両方でシステムの使用による時間の短縮を確認した。

	システム使用の有無 (s)		短縮時間 (s)
	有	無	
学生 a	197	212	15
学生 b	132	217	85
学生 c	40	171	131
学生 d	153	184	31

表 3: 正答までの時間と短縮時間

5. 考察

教育の場で行われるグループワーク形式の実践型学習では,情報の共有や意志の疎通などグループワーク自体に必要な部分はある程度までできる前提で行われている場合がある。学習者がグループワーク自体に慣れていない場合,学習に取り組む参加者間での情報共有や意思疎通の段階で齟齬が生じ,グループワーク形式の実践型学習の目的である課題への取り組みにも支障が生じてしまう。本研究ではこの様な場合にグループワークに慣れていない学習参加者がグループワーク形式の実践型学習で取り組む課題に集中できるよう,参加者間の情

報共有にかかる負担を軽減するシステムが必要である。さらにそのシステムは「グループワーク」自体やプロジェクト管理システムやグループワーク支援システムに慣れていない学習者でも使いこなせることが必要であると考えシステムの構築と実装を行った。

本項では本研究で行ったシステムの実装及び実験について考察を行う。本研究では,グループワーク形式の実践型学習の例として研究室で行われているネットワーク構築・管理学習を対象としてシステムの構築と実装を行った。

このネットワーク構築・管理学習における情報共有は主に学習参加者間の作業報告によって行われている。本研究ではシステムを構築するにあたりネットワーク構築・管理学習で行われている作業報告を「タスクの保持状況」「保持しているタスクの状況」「具体的な作業内容」の 3 点に分割した。

そして,この 3 つの作業報告を処理するため「タスクの保持状況」と「保持しているタスクの状況」を管理するタスク管理機能と「具体的な作業内容」を管理する更新管理機能から構成されるグループワーク支援システムを構築した。3 つの作業報告の内,「タスクの保持状況」と「保持しているタスクの状況」の 2 つは更新する頻度が低く,参加者間の融通により変化する場合もあるため,この 2 つの作業報告を処理するタスク管理機能は参加者の入力による情報収集を行う。「具体的な作業内容」の報告は前述の 2 つの作業報告とは異なり更新頻度が多く,内容も詳細に記述する必要があるため作業報告を行う参加者の負担も大きくなるため「具体的な作業内容」の管理を行う更新管理機能では自動的に情報収集を行う。

上記のように設計したシステムを実現するため各作業報告の管理を行う管理サーバと「具体的な作業内容」の情報を収集するネットワークエージェントを実装した。管理サーバは参加者の入力によって収集された「タスクの保持状況」「保持しているタスクの状況」及びネットワークエージェントによって収集された「具体的な作業内容」の報告の情報をデータベース化し保存する。

さらに管理サーバには WEB サーバを設置し,収集された各作業報告情報の公開及びタスク管理機能として各参加者から「タスクの保持状況」と「保持しているタスクの状況」の情報の入力を受け付けを行う専用 WEB ページを実装した。ネットワークエージェントはネットワーク構築・管理学習で使用するサーバにそれぞれ設置し,各サーバで設定ファイルやスクリプトファイルの更新を監視し,更新を検知すると更新情報を管理サーバに送信するというものである。管理サーバは OS として

Linux ディストリビューションである Debian, データベースサーバとして MySQL, WEB サーバとして Apache, 専用 WEB ページの構築に HTML, PHP, Javascript を使用して実装した. ネットワークエージェントは対象である学習用サーバがすべて Linux であったため導入時の利便性を考慮し, Bash を用いて構築した.

本研究では, 実装したシステムを用いて, 可用性と利便性について検証するために動作実験と評価実験を行った. 運用実験では実装したシステムの利便性について検証するために実際に行われたネットワーク構築・管理学習にて運用し, 学習に参加した学生に聞き取り検証を行った. 実験の結果, ネットワークエージェントにより収集される更新管理機能の情報に必要な無い情報が多数混在し, 必要な情報が見にくいという問題が浮かび上がった.

本システムでは当初, より多くの更新情報を取得するため, ネットワークエージェントにより Linux OS がインストールされた物理マシンでは過去 3 分以内, 仮想化された Linux マシンでは過去 5 分以内のファイルの情報をすべて取得するよう設定していた. そのため学習者が本人用に作ったスクリプトファイルやシステムにより更新される config ファイルやバイナリファイルまでも取得してしまっていた. この問題を受け, ネットワークエージェントが更新情報を走査する領域を任意のディレクトリ以下かつ指定した拡張子を持つファイルに限定する機能を追加した.

また, 実験の過程で本システムに対する要望として, 更新管理機能とタスク管理機能の連携を強化して欲しいという要望が挙がった. 本システムでは学習参加者が更新内容の詳細の報告は更新管理機能に任せ, 簡易的な報告をタスク管理機能で行うという運用を想定していた. しかし, この場合報告者以外の人間は報告者のタスクやコメントの登録日時を参考に更新管理機能の履歴から探さねばならなかった. この作業による負担をなくすためにタスク管理機能のコメント部分に更新管理機能の情報を添付する機能を追加した.

本研究ではさらに本システムの主要な機能である更新管理機能の評価実験を行った. 本システムの更新管理機能では学習用サーバで行ったファイルの更新について更新点の把握が容易になるようにハイライトを使用した差分表示を行っている. 評価実験ではこの機能による作業速度の向上を検証した. 評価実験ではネットワーク構築・管理学習に参加した学生の内学部 4 年生の 4 人に対し, Linux のファイアウォールの設定ファイルとそのファイルに変更を施したファイルを用意し, 更新点を指摘させ正答までの時間を計測するというテストを行った. テストは 2 種類用意し, 各学生に対し 2 回ずつ

行った. 学生の内 2 人には先にシステムによるハイライトを施したテストを受験させ, 次にシステムによるハイライトを行わないテストを行い, 残りの 2 人については逆の順番でテストを行った. 評価実験の結果, 4 人全員が正答までの時間を短縮しており本システムの更新管理機能による情報共有に要する時間の短縮を確認することができた. また, システム未使用時のテストの結果では同じ順番でテストを受験した学生 a と学生 b, 学生 c と d の正答までの時間はほぼ同じであった. このことからテストを受験した 4 人に対する問題の難易度は同程度であったと考えられる.

評価実験の結果から本研究で提案した手法により, 本システムはネットワーク構築・管理学習において情報共有にかかる負担の軽減及び時間の短縮という目的の下一定の成果をあげることができたといえる. しかし, 本システムにはまだタスク保持情報の登録や保持タスクの進捗情報など, 参加者に情報共有作業を求める部分がある. 参加者間の情報の共有を維持しつつ参加者による情報共有作業を極力減らすためには, ネットワークエージェントで現状の更新情報の収集に加えて情報更新者の情報も収集し, タスク管理面でも情報収集の自動化を行う必要がある. 更新管理機能とタスク管理機能の両機能において情報収集が自動化できれば両機能を統合し, より包括的な情報共有支援が可能になる. 本システムにおいて上記のような機能を実現することができれば参加者による情報共有作業を現在のシステムにおけるコメント機能のような任意の情報交換のみに行うことが可能になると考えられる.

6. まとめ

本研究では実践型グループワークであるネットワーク構築・管理学習において, 参加者の情報共有にかかる負担の軽減を目的としたグループワーク支援システムを構築・実装し, 動作実験及び評価実験を行った.

ネットワーク構築・管理学習では各参加者が情報共有のために作業情報や作業の進捗度等を報告を行うことが重要である. また, サービス間の設定の調整やすり合わせ等を行うため該当するサービスを担当する参加者間でのコミュニケーションを取り合うことも重要になる. 本研究ではネットワーク構築・管理学習で行われる情報共有作業を「各参加者のタスクの保持状況」「各参加者が保持しているタスクの進捗状況」「各参加者が行った具体的な作業内容」「参加者間の情報交換」の 4 つと定義した.

本研究で構築したグループワーク支援システムでは, 上記の 4 つの情報共有作業の支援を行う. この 4 つの情

報共有作業の中でも更新頻度が高く、詳細な情報の記録が必要な「各参加者が行った具体的な作業内容」の報告は参加者にかかる情報共有の負担が大きいと考えた。そのためグループワーク支援システムでは「各参加者が行った具体的な作業内容」の報告をシステムにより自動化する。残りの「各参加者のタスク保持状況」「各参加者が保持しているタスクの進捗状況」「参加者間の情報交換」についてはWEB上に情報の報告や閲覧、意見交換を行うためのインターフェースを実装し、参加者及び監督者に公開する。

上記のようなグループワーク支援を行うためにグループワーク支援システムでは更新管理機能とタスク管理機能を実装した。更新管理機能では「各参加者が行った具体的な作業内容」の報告の支援を行う。タスク管理機能では「各参加者のタスク保持状況」「各参加者が保持しているタスクの進捗状況」「参加者間の情報交換」に対して監督者及び参加者間で共通の情報共有の場と作業報告のフォーマットの提供を行う。

本研究ではグループワーク支援システムの実装にあたり、システムが実際にシステムの対象であるネットワーク構築・管理学習の環境で運用できるかを検証するため、ネットワーク構築・管理学習で想定される環境でシステムの動作実験を行った。

動作実験では実際に行われたネットワーク構築・管理学習でシステムを運用し、システムの可用性・利便性の検証を行った。利便性の検証ではネットワーク構築・管理学習の参加者に対し、システムに対する要望について、聞き取り検証を行った。参加者からの要望は主に更新管理機能とタスク管理機能の連携の強化と更新管理機能で取得する情報量の増加の2点であった。タスク管理機能と更新管理機能の連携の要望を受け本システムではタスク管理機能のコメント部分に更新管理機能の情報を添付できるようシステムを改良を行った。しかし、これはあくまでユーザがコメントをつけることが前提の機能であるため本システムの目的である学習者の負担の軽減を行うためには、今後更新管理とタスク管理を一体化し、取得した作業内容から自動的にタスクの登録・管理を行う仕組みが必要である。

また更新管理機能で取得する情報量についても、現在システムで収集している情報がファイルの編集についてのみであるため、コマンド履歴やインストールしたパッケージ等、システムで収集する情報の幅を増やす必要がある。

評価実験ではLinux設定ファイルとそのファイルに編集を施した設定ファイルを用意し、被験者に編集点を指摘させるというテストをシステム使用時と未使用時で行い正答までの時間を計測した。実験全体の結果とし

てはシステム未使用時と比較してシステム使用時、4人全員の正答までの時間が短縮されたことを確認した。このことから本システムを用いることで情報の共有・把握にかかる時間の短縮が可能であることを確認することができた。

参考文献

- [1] 根本淳子, 上田勇仁, 上田公代: 教育システム情報学会研究報告 26(1), 41-44, 2011-05.
- [2] 谷津正志, 桑田喜隆: 情報処理学会研究報告. グループウェア 97(46), 25-30, 1997-05-22.
- [3] 西川忠宏, 立岩宏章, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: 学術講演梗概集. E-1 2011.
- [4] 涌井 恵: 平成 14 年度～平成 17 年度科学研究費補助金(若手研究(B)) 研究成果報告書.
- [5] 千葉泰介, 武川直樹, 望月俊男, 山下清美: 専修ネットワーク&インフォメーション(16), 1-8, 2010-01.
- [6] 藤原康宏, 永岡慶三: 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 110(312), 65-70, 2010-11-19.
- [7] 丹治光浩: 花園大学社会福祉学部研究紀要 第 18 号 2010 年 3 月.
- [8] 山本昇志, 吉村晋, 鈴木弘, 斉藤敏治: 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集(28), 183-186, 2008-08-28.
- [9] 惠藤浩朗, 藤井利江子, 斎藤茂, 登川幸生: 工学教育研究講演会講演論文集 平成 23 年度(59).
- [10] 中村太一, 野口達也, 亀田弘之, 高嶋章雄, 丸山広: 情報処理学会研究報告. 情報システムと社会環境研究報告 2010-IS-114(2).
- [11] 三上明音, 丸山広, 中村太一: 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学 108(65), 7-12, 2008-05-22.
- [12] 越智剛, 松田昇, 岡本敏雄: 情報処理学会第 52 回全国大会 6-263 平成 8 年.
- [13] 越智剛, 松田昇, 岡本敏雄: 電子情報通信学会技術研究報告. AI, 人工知能と知識処理 95(573), 33-38, 1996-03-14.
- [14] 野呂俊太郎, 藤原康宏, 市川尚, 鈴木克明: 岩手県立大学ソフトウェア情報学部 2004 年度提出卒業論文.
- [15] 徳田英幸, 村井純, 楠本博之, 中村修, 南政樹: 慶應義塾大学環境情報学部 2004 年度提出卒業論文.

[16] 大澤亮, 米澤拓郎, 松倉友樹, 神武直彦, 高汐一紀, 徳田英幸: 日本ソフトウェア科学会 SPA2005.

[17] 川井康寛, 田中二郎: 筑波大学大学院博士課程 システム情報工学研究科特定課題研究報告書 2010.