

## 教育機関の事例にもとづく分散連携グループ情報共有システムの設計

### Designing a Coordinated Distribution Group Information Sharing System based on Examples at Educational Institution

深井 裕二\* 河合 洋明\* 工藤 雅之\* 仲野 修\*

Yuji Fukai, Hiroaki Kawai, Masayuki Kudo and Osamu Nakano

#### Abstract

An analysis of redundant and troublesome electronic data work required by the various professional duties of teaching staff at educational institutions was conducted and measures to improve this with systemization were investigated. In particular, belonging to a number of groups increases the burden of operating basic tools such as e-mail and shared folders. Groupware is suitable for atypical duties but it is difficult to use and becomes a burden for teacher-led duties such as installation costs, management skills, learning operation and systemizing work procedures. In contrast, basic tools such as e-mail are easy to operate and used frequently. Therefore, we have tried to design and develop a system that places importance on connecting multiple tasks and simplifying management operations while pursuing simple user-friendliness. This report contains information on system design guidelines with the aim of improving work efficiency and safety. It also contains information on coordination methods between servers that do not require managers for the development of a coordinated distribution group information sharing system, taking coordination between multiple servers into consideration. In addition, the report gives information on verification of system effects matched with examples of duties at educational institutions.

#### 1. はじめに

教育機関では学科や部署などグループ単位の活動が多く、個人が担う職務により複数のグループに所属する場合があります。その活動に適した情報システム体制が整備されているとは限らない。汎用性の高いグループウェア (groupware, GW)<sup>(1)</sup>でも教員主導型の業務では導入コスト、管理スキル、操作法習得、仕事手順のシステム化などが負担となり、導入および運用は容易でないと考えられる。一方、操作が簡素な電子メールや共有フォルダなどの「基礎ツール」の活用頻度は高いが、予定の記録や情報の暗号化など様々な作業手順が付随し操作ミスや確認負担も生ずる。さらに教員個々の教育研究業務のみならず複数グループへの所属によって、電子メール、共有フォルダ、スケジューラ、ファイルの圧縮・暗号化による電子情報作業の量と煩雑さおよび危険性が増すため改善が望まれる。文献<sup>(2)</sup>では行政や企業における一般的な情報共

有の仕組みに比べ、より大学に適したシステム化の要求条件が検討されているが、実践的視点で作業効率や安全性を高めるには、グループ所属形態や作業の分析による検討が重要であると思われる。

本研究では具体的な事例分析により実際の複数グループ所属形態での電子情報作業に着目し、情報共有における負担と危険性の効果的な低減を目的とするシステムの設計方法を検討した。さらにグループ構成の発展性を考慮し、サーバ連携が可能な分散連携グループ情報共有システムを試作し、それによる改善効果を定量的に調査した。

本システムは、GW 製品よりも管理と操作が簡素であり、基礎ツールに対し作業効率と安全性を向上させ、またグループ構成におけるスケーラビリティを確保する。本システム運用時のシステム設定管理操作として、グループ作成とメンバの追加、アクセス権の設定があり、それらに対しては操作を簡素化することで管理者を必要としないシス

\* 北海道科学大学高等教育支援センター学士課程教育支援部門

テムとして設計した。本稿では教育機関における複数グループ所属事例をもとにしたシステムの設計指針およびサーバ連携手法を述べ、運用時の作業コストの予測とその評価について報告する。

## 2. 電子情報作業とその問題

### 2.1 グループ活動へのシステム適用

一般に組織形態<sup>(3)</sup>には、事業部制、プロジェクト、マトリックスなどのグループ形態があり、個人が複数のグループに所属する場合も多い。業務をシステム化する際、グループ規模や活動期間、コスト、仕事手順のシステム化の難しさなどから新規のシステム導入に至らない場合があり、代わりとして電子情報作業が可能なツールを以下に挙げる。

- (1) 電子メール
- (2) オンラインストレージ<sup>(4)</sup>等の共有フォルダ
- (3) PC や NAS<sup>(5)</sup>等の共有フォルダ
- (4) スケジューラ
- (5) ファイル圧縮・暗号化ソフト
- (6) GW

このうち(1)は操作が容易だが作業が煩雑でミスも発生しやすい。(2)は機密性に対する不安がある。(3)と(6)は導入費用と管理者を必要とし、特に GW は多機能のため操作習得の負担が大きい。

### 2.2 複数グループ所属形態の事例

教育機関の事例として、本学における筆者のグループ所属例を対象とする。教員が所属するグループは基本所属部署である学科の他に、卒業研究ゼミ、教務・学生・就職・入試関連部署や各種委員会などがある。本事例紹介にあたり、次のいずれかのようなケースを複数グループ所属形態と呼ぶ。

- (1) 基本所属部署と異なる部署の業務兼任
- (2) 小規模あるいは一時的なグループ作業の兼任
- (3) 自分が運営を任されたグループ作業の兼任

これらの業務は非定型的で専用システムはなくグループ代表者が仕事手順および情報ツールの選択を決定する。その際グループメンバーの情報スキルを考慮し、主に電子メールと共有フォルダを用い、スケジューラの活用は個人に委ねている。

表 1 は近年の同じ年度における複数グループ所属形態の事例である。これらは学生支援担当としての学科業務の主導、そこから派生する一時的なグループ、ゼミ担任として学生を対象とするグループなどである。表 1 の 4 種類のグループに対しグループ代表者が実施した情報発信の年間件数を

表 1 複数グループ所属形態の事例

グループ	グループ代表の作業	想定するメンバ
学 科	教務、学生支援関連担当として情報共有と回収、予定管理。	学科教員15名
一時的	行事等で一定期間に活動する一時的な学科グループ形態。	学科グループ内の3~10名
ゼ ミ	卒業研究ゼミとしてゼミ学生に対する情報共有と回収、予定管理。	ゼミ学生8名
テ ー マ	ゼミグループを更に研究テーマで分割したゼミグループ形態。	ゼミグループ内の1~3名

表 2 電子情報作業における年間発信件数

M: 電子メール, S: 共有フォルダ

分類	基礎ツール	作業要素					グループ			
		一斉配信	ファイル配信	スケジュール	ファイル回収	個人情報	学科	一時的	ゼミ	テーマ
1	M	○					29	17	47	20
2	M	○	○				32	26	15	3
3	M	○		○			17	8	21	34
4	M	○	○	○			10	9	11	
5	M	○	○	○	○		17	2	8	
6	M	○	○			○	18	4		
7	M	○	○	○	○	○	5			
8	M		○			○	34	16		
9	M S	○	○						22	39
合計発信件数							162	82	124	96

表 2 に示す。これらは基礎ツールとして電子メールソフトおよび Windows 共有フォルダを用いている。ここでは電子情報作業からその行動目的に対応する 5 つの作業要素を抽出し、その組合せにより 9 種類に分類している。複数のグループ所属によって年間の情報発信は 464 件、また各作業要素数を乗じて数えると 936 の作業量に達する。

表 2 の作業要素において、スケジュールは受信者によるメール本文中の期日の別途記録、ファイル回収は記入用配信ファイルの受信者による返送、個人情報は個人名などが載ったりリストや文書の取り扱いである。特にテーマグループでの配布物はフォルダ構造を含む場合があり、共有フォルダの利用頻度は高い。学科グループでは電子メールの使用頻度が高いが、理由として情報集配信におけるメールの簡易さおよび共有フォルダの管理スキルと機密性への不安が挙げられる。使い慣れた電子メールによる作業であっても、特に複数グループに所属する状況では多数の送信先指定やファイル添付などの作業の煩雑さと、それによる操作ミス発生などで危険性が高まる。

表3 パスワードの解読時間例

パスワード構成	文字種	4桁	6桁	8桁	10桁
英字(小)	26	3秒	37分	17日	32年
英字(大小)+数字	62	2分	5日	50年	20万年

### 2.3 電子情報作業の問題点

本事例における電子情報作業の問題点を以下にまとめる。

- (1) 共有フォルダの管理負担
- (2) メールアドレス入力の煩雑さ
- (3) ファイル回収時、区別のためファイル名に各自が氏名を付加する手間
- (4) 予定連絡とスケジュール管理作業の煩雑さ
- (5) スケジュール記録作業の負担とグループ全体における冗長性
- (6) 共有フォルダ位置に関わる煩雑さ
- (7) 個人情報に対する暗号化ツールの使用負担
- (8) 暗号化パスワード決定の負担と連絡の煩雑さ
- (9) 暗号化パスワードが簡素な場合の脆弱性
- (10) ヒューマンエラーの発生とその確認負担

これらのうち管理スキルを要するものとして、

- (1)に関して共有アクセスとファイルシステムの2か所のアクセス権設定<sup>(6)</sup>、ユーザの登録と権限の設定、ファイアウォールにおける共有アクセスのトラフィック許可設定がある。また、(8)(9)に関して機密性と利便性のトレードオフの事情が懸念される。例えば暗記しやすい4桁の数字パスワードでは、表3のように桁数と解読時間<sup>(7)</sup>の指数的關係から危険性が無視できない。

### 3. 改善策とシステムの設計指針

以上のように電子情報作業の問題点として管理負担、習得負担、操作負担、煩雑さ、冗長性、脆弱性などがある。それらを低減させるための本システムの設計戦略として複数グループ所属時の負担軽減を重視し、情報発信作業の効率化を検討した。

グループ代表者の管理負担や作業量に関わる問題の特徴として、一つの目的作業を構成する複数の作業要素(一斉配信、ファイル配信、スケジュール、ファイル回収、個人情報)に注目した。表2の情報発信1件あたりの作業要素数は平均2.02、最大5であり、例としてゼミグループで学習に関する報告指示をする際、連絡文のメール一斉配信、報告書式のファイル配信、提出期限のスケジュール登録、ファイル回収場所準備の計4つの作業要素

表4 電子情報作業の問題改善方法

目的作業	改善方法
システム管理	専任の管理者を必要とせず、情報発信者が容易に管理できるシステム仕様にする。
システム操作	多機能性による習得意欲喪失や操作負担を避け、画面構成と操作ステップを最小限にする。
一斉連絡	一時的なグループでもメンバーリストと同等のものを自動構成する機能を実装する。
ファイル一斉配信と回収	回収用ファイル配信時にファイル名へ受信者氏名の自動付加、回収用フォルダ生成とリンクのメールへの記載、スケジュール登録を連動させる。
スケジュールの一斉連絡	発信者による1回の予定入力で、メンバ全員のWeb画面に同じ予定を反映させる。画面では自分が所属する全グループの予定が把握できる。
ファイル共有	グループメンバのみアクセス権を有する共有フォルダを自動生成し、フォルダ参照とアップロードのWeb画面へリンクで誘導する。
個人情報の暗号化配信	強固な暗号化パスワードの生成と添付ファイルの圧縮・暗号化を自動化し、パスワード参照Web画面へリンクで誘導し、暗記を不要にする。

から成る。それらの作業を連動させることで作業効率や安全性の向上が期待でき、複数グループに所属する代表者の負担低減に有効である。

システム化で対象とする目的作業は、表2の作業要素に加えて利用者主体のシステム運用上必要なシステム管理と操作である。表4は電子情報作業を主にこれらの目的作業ごとに検討した改善方法である。これをシステムの設計指針とし、実現に向けた検討内容を以下に述べる。なお本システムではメールアドレスによる利用者の一意な識別を基本とし、グループメンバ構成作業ではメンバのメールアドレスが既知であることを前提とする。

- (1) **システム化の目的**：作業要素の連動化により操作手順を簡素にし、煩雑さによるミスと確認作業の発生を抑えグループ全体の作業量を縮小する。また、情報保護の安全性をさらに高める。
- (2) **システム化成功のために考慮すべき事項**：ユーザビリティ<sup>(8)</sup>が良好であり、操作法に対し容易に理解し習得できることを重視する。
- (3) **アプリケーション形態と稼働環境**：様々な種類のクライアントPCで広範囲に利用できるWebアプリケーション形態とし、共有マシンや利用者PCによるサーバ稼働を想定する。
- (4) **システム管理および運用**：システム導入後は管理者を設けずに、簡易操作による管理を利用者に委譲し、任意ユーザによるグループ作成を可能にする。なおサーバ管理に不慣れな利用者による運用を想定し、基本管理操作および非常時のマニュアル策定を要する。

- (5) **システム操作および弊害**：画面構成を簡素にし、画面遷移、入力箇所、操作ステップを最小限にする。ただし、情報発信時のミス防止を優先して送信確認画面は設ける。
- (6) **メール一斉連絡および弊害**：グループ内へ同時配信する際、宛先の所属グループ名選択リストを自動生成し、送信ミスを低減し操作を迅速にする。受信メールの振り分けなど各自のメールソフトによる運用スタイルを妨げず、ファイル配信を含む一斉送信機能のみ実装する。
- (7) **スケジュール一斉連絡および弊害**：各自の慣れ親しんだスケジュールの運用を妨げず、スケジュール登録時に自動的にメールでも内容を配信し予定管理手段に自由度を設ける。
- (8) **ファイル共有および操作性**：共有フォルダ設定を自動化して管理を不要にする。ファイル回収の連絡文にフォルダへのリンクを自動挿入する。フォルダ階層の一括転送はリッチユーザインタフェースによって機能を実装する。
- (9) **個人情報の暗号化および安全性**：ファイル暗号化・復号に要する共通鍵暗号のパスワードを決定する必要を無くし強固な十分長いパスワードを自動生成する。なお復号に必要な暗号化機能付きファイル圧縮ソフトの使用について周知を要する。さらに人がパスワードを記憶する必要を無くし Web で参照可能にする。安全性確保のため暗号化ファイルは添付メールで送り、復号パスワードはユーザ認証を要する Web で参照することでリスク分散する。第三者へのメール漏洩があっても、当該グループメンバのユーザIDとログインパスワードが未知なら復号に至らない。さらに Web 参照時のログインは機密性を高めるために 2 段階認証を実装する。
- (10) **複数サーバ構成および問題**：複数グループ所属形態の運用に対応できるよう複数サーバに及ぶグループ形成を想定する。サーバの統合や再構築などを要する状況での管理作業は利用者には困難なので、サーバ間で自動連携する機能を実装する。なお故障時対策が課題となる。

#### 4. 情報共有システムの開発とサーバ連携

##### 4.1 システム開発と基本機能の実装

本システムは表 5 および図 1 の環境で動作する Web システムである。情報はデータベース (DB) で一元管理し、共有フォルダはサーバ上に配置し Web 経由でアクセスする。設計は開発効率と拡張性の面で MVC (Model View Controller) モデル<sup>(9)</sup>

表 5 システム環境

開発環境 / ライブラリ	Eclipse4.4, Microsoft Access2013 / JavaEE7, JavaMail, Zip4j
開発言語	Java7, Servlet 3.1, JSP2.3, HTML5
ネットワーク環境	IEEE802.3 100Base-TX
サーバ環境	Windows8 64bit, Corei7 3.4GHz, 4GB, Tomcat 7.0, JavaEE7, Microsoft Access Database Engine
クライアント環境	Webブラウザ (Firefox 28他), JRE7

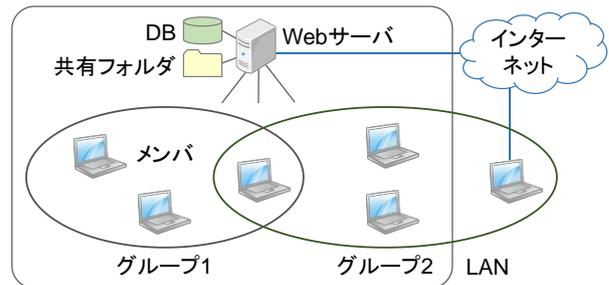


図 1 マルチグループ形態によるシステム構成

のデザインパターンを用いた。

基本機能は、グループ、電子メール、スケジュール、共有フォルダからなる。ユーザは自由なグループ作成とメンバ追加、複数グループへの所属ができる。電子メールは Web メール形式でグループを指定しメンバに同時配信する。回収用添付ファイルへの受信者氏名自動付加、ZIP 圧縮と暗号化が選択できる。暗号化は AES256 方式で 62 文字種 × 10 桁のパスワードを自動生成し、Web で参照可能にした。さらにインターネットからの参照時には 10 桁のワンタイムパスワードによる認証キーをユーザへメール送信し、ログイン認証を 2 段階にした。スケジュールはユーザの全所属グループの予定を同一画面に表示し、ファイル提出場所のリンクなどを含めた。ファイル共有ではグループごとのフォルダ自動生成およびメンバへのアクセス許可を自動設定する。フォルダ階層のアップロードは Web 画面にドラッグして行う Java Applet を開発し、自動フォルダ圧縮で転送効率を上げた。

活用例としてファイル回収する場合、提出依頼文発信、受信者ごとのファイル名への受信者氏名の付加、ファイル配信、提出先共有フォルダ生成、フォルダアクセス権の設定、フォルダリンクの通知、スケジュールへの提出期限登録の一連作業が 1 画面上での一括指示により連動して実行され、作業効率が向上する (図 2, 図 3)。

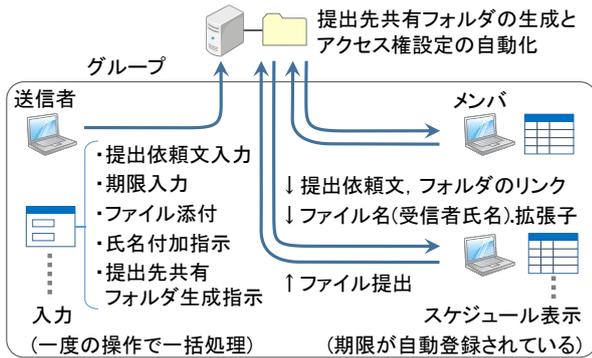


図2 作業処理の連動化による効率改善

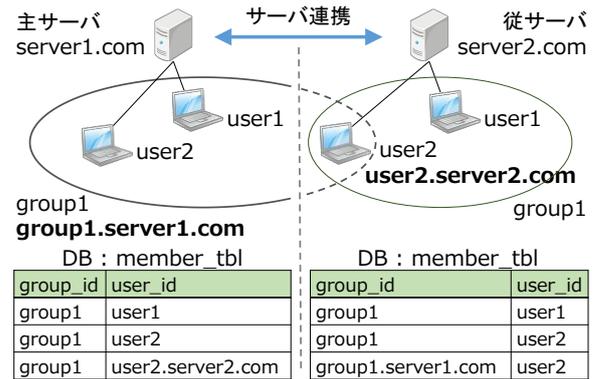


図4 サーバ連携によるグループ構築

図3 一括指示で処理を連動させる入力画面

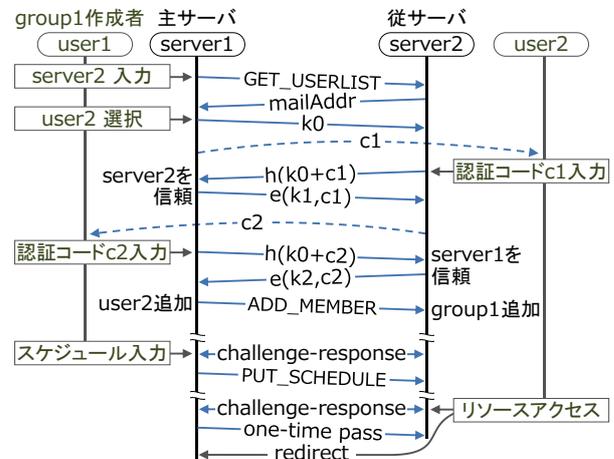


図5 サーバ連携における通信シーケンス

#### 4.2 サーバ連携の通信シーケンスと信頼の確立

複数グループ所属形態では、サーバが並立すると組織横断型の業務などで異なるサーバに及ぶグループ構築(図4)が予想される。そこでサーバ管理操作を必要とせずそれらを実現するサーバ連携手法を提案する。これにより複数サーバを1台に置換するなどのシステムの再構築が不要になる。

サーバ間ではHTTPSによる公開鍵暗号通信を用い図4,図5において以下のような処理を行う。なおグループを作成した方を主サーバ、他方を従サーバとし、ユーザと所属サーバ間の信頼およびグループメンバ登録者(user1)にとって従サーバ名と被登録者(user2)のメールアドレスが既知であること、さらに各サーバとPOPサーバのログイン認証における機密性の確保を前提とする。

(a) 主サーバ(server1.com)において、user1は従サーバ(server2.com)のユーザをグループメンバに追加する際、従サーバ名を指定しユーザリストを要求する。

- (b) user1がユーザリストのメールアドレスからuser2をメンバに選択した際、サーバ間の信頼関係確立のために、主サーバは共通鍵(k0)を生成して従サーバへ送り、さらに認証コード(c1)を生成し認証依頼メールとしてuser2へ送る。
- (c) 従サーバはk0およびuser2が入力したc1からSHA-256を用いた関数(h)によるハッシュ値を主サーバへ送る。主サーバはハッシュ値照合により従サーバを信頼し、サーバ認証鍵(k1)を生成した後、AES256を用いた関数(e)によりc1を共通鍵としk1を暗号化して返す。
- (d) また従サーバもuser1へ認証コード(c2)をメール送信し、同様の手順により従サーバは主サーバを信頼し、サーバ認証鍵(k2)を生成し暗号化して返す。
- (e) 両方向の信頼関係が確立した各サーバは、相手サーバごとにk1, k2をキーストアに格納する。これは複数サーバとの信頼関係確立が可能である。以降のサーバ間通信では、各サーバがセッシ

オン開始後、k1, k2 を用いたサーバ相互のチャレンジ・レスポンス方式<sup>(10)</sup>による認証を経て、情報配信依頼の一連の処理を行う。

- (f) 主サーバは従サーバの user2 を group1 メンバとして DB に追加する際、ユーザ ID の衝突を避け、user2.server2.com というように従サーバの FQDN (Fully Qualified Domain Name, 完全修飾ドメイン名) で ID を修飾する。
- (g) 同様に従サーバは user2 を主サーバの group1 として DB にメンバ登録する際、グループ ID の衝突を避け、group1.server1.com というように主サーバの FQDN で ID を修飾する。
- (h) 各ユーザが情報発信を行う際、発信先グループ ID やユーザ ID に FQDN が含まれる場合、ログイン先サーバは FQDN が示すサーバに情報配信を依頼する。
- (i) user2 がリンクから主サーバ上の共有フォルダなどのリソースにアクセスする際、対象グループ ID に FQDN が含まれる場合、自分側を従サーバと判断し、従サーバへのログイン、サーバ間認証、主サーバへの自動ログイン用のワンタイムパスワード生成を経て、従サーバは主サーバの対象ページヘリダイレクトさせる。

本手法では主サーバでのハッシュ値  $h(k0+c1)$  の照合により、user1 が信頼するメールアドレスは user2 のものであり、従サーバを user2 が信頼する所属サーバであると判定し、信頼の連鎖 (server1 ⇒ user1 ⇒ user2 ⇒ server2) により主サーバが従サーバを信頼する。

その後サーバ間の情報配信依頼における発信者と受信者の相互信頼は、信頼を結んだ両サーバの相互認証により成立する。FQDN 表記ではサーバ連携処理すべきか ID 情報のみで判断でき DB 構造が簡素になる利点がある。操作上はサーバ間およびグループ構成時のサーバ名入力、認証コード入力を除きサーバ連携特有の管理や操作は生じない。

## 5. システムの評価

### 5.1 作業コスト改善の評価

本システムの効果に対し数値的検証を行う。

表 6 は表 2 の作業に対し基礎ツールおよび本システム適用時の詳細な作業要素を抽出し、コスト設定したものである。数値は作業コストの大きさを表しており、作業サンプルにおけるキーボード文字入力、マウス操作、操作確認に要する筆者によるおおよその平均作業時間を反映させた。同じ要

素で本システムのコストが小さいのは、操作の自動化、文字入力の省略化、リンクでのアクセス誘導などによる操作時間の減少が影響している。

これらを用いて表 2 の実績に対する各分類の頻度を重みとした作業コストの加重平均を求め、発信者および受信者一人あたりの比較を図 6 および図 7 に示す。なお基礎ツールの場合、一時的および

表 6 各作業要素のコスト設定

	作業要素	コスト設定	
		基礎ツール	本システム
発信者	メール本文記述	8	8
	スケジュール記録	4	0
	ファイル圧縮・暗号化	4	0
	スケジュールのメール記載/入力	3	2
	共有フォルダのメール記載/入力	3	2
	パスワードのメール記載	3	0
	ファイル添付	2	2
	送信先指定	2	1
	共有ファイルアップロード	2	1
	パスワード決定	1	0
	圧縮・暗号化・氏名付加指定	0	1
	共有ログイン/Webログイン	1	1
	受信者	ファイル展開・復号化	4
スケジュール記録		4	0
ファイル名に氏名付加		3	0
ファイル提出のメール記述		2	0
ファイル添付		2	0
共有ファイルダウンロード		2	1
共有ファイルアップロード		0	1
共有ログイン/Webログイン		1	1

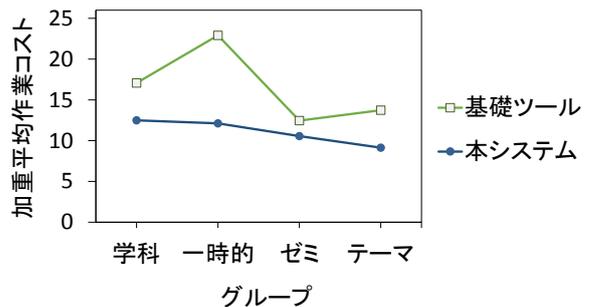


図 6 発信者の平均作業コスト

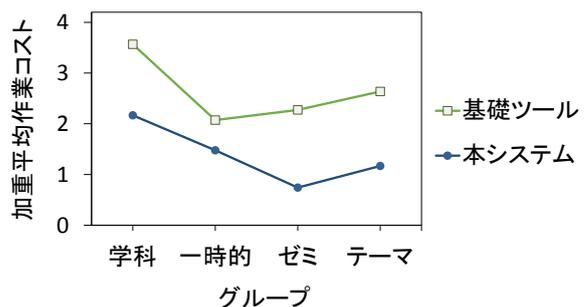


図 7 受信者一人あたりの平均作業コスト

びテーマグループにメーリングリストがないため、おおよその宛先数から送信先指定コストをそれぞれ4倍および2倍にして計算している。結果では発信と受信の両方でコストが減少している。

発信者側(図6)で一時的グループの減少が顕著なのは送信先にグループを指定できるためである。一方、ゼミグループはあまり改善されていないが単純なメール一斉配信が約40%であり、大半が文字入力コストに占められるためである。その受信者側(図7)では、予定連絡や共有フォルダ利用が多い性質上、スケジュールやメールのリンクから共有フォルダへ誘導する機能によりコストは約1/3に減少している。

表7は基礎ツールに対する本システムの年間作業総コスト変化率を作業分類ごとに示している。特に減少しているものは発信者の分類6, 7, 8の個人情報の暗号化、受信者の分類3, 4, 5, 7のスケジュール機能によるものであり、受信者の分類5, 7はファイル回収による約19%の減少を含む。受信者の分類6, 8が増加しているのは、暗号化個人情報の復号に要するパスワード参照のためのWebログイン手順追加による。しかし暗号化パスワードは従来の約2倍の桁数によって毎回生成されるため、コストと別に安全性の改善効果が高い。分類9の共有フォルダ機能は、発信者・受信者共

表7 年間作業総コスト変化率(%)

作業分類	発信者				受信者			
	学科	一時的	ゼミ	テーマ	学科	一時的	ゼミ	テーマ
1	0.0	-37.5	0.0	-16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	-33.3	0.0	-14.3	0.0	0.0	0.0	0.0
3	-29.4	-47.8	-29.4	-36.8	-75.0	-75.0	-75.0	-75.0
4	-26.3	-44.0	-26.3		-75.0	-75.0	-75.0	
5	-21.1	-40.0	-21.1		-81.8	-81.8	-81.8	
6	-40.9	-61.8			+25.0	+25.0		
7	-48.3				-60.0			
8	-40.9	-61.8			+25.0	+25.0		
9			-25.0	-40.0			-33.3	-33.3
総合	-26.8	-47.1	-15.3	-33.4	-39.3	-28.8	-67.4	-55.7

表8 本システムによる年間作業総コスト比

グループ	発信者	受信者
学 科	0.73	0.61
一 時 的	0.53	0.71
ゼ ミ	0.85	0.33
テ ー マ	0.67	0.44
平 均	0.69	0.52

に効果が良好である。発信者のスケジュール記録頻度は表2において平均30.3%を占め、複数グループ所属形態では、それらを一画面で確認できることが、受信者の記録省力化と共に効果的である。

以上の結果により、ファイル回収、暗号化(送信者のみ)、スケジュール、共有フォルダの活用で作業コストが低減できる。自動化によりいくつかの作業要素が省略され、ミス発生機会の低減と暗号強度確保による安全性の向上が期待できる。表8は年間作業総コストについて基礎ツールに対する本システムの比を示しており、グループ全体の作業量が縮小されている。なお表6のコスト値では、さらに複数の被験者で作業時間を測定し操作習熟度が及ぼす影響についても検討するのが望ましい。

## 5.2 適用性の考察

特定事例での効果予測が把握できたが、本システムの広範囲な適用性を考察する。注目点として、第1にメール、スケジュール、共有フォルダ、ファイル暗号化の単体あるいは組合せによる汎用性がある。第2に複数グループ所属形態は組織構造の類似性から他の教育機関や企業でも共通性があると推察でき、ユーザが所属する全グループのスケジュールが同一画面に集約され作業効率が向上する。第3に暗号化やアクセス権による機密性は様々な業務情報の取り扱いに有効である。第4にサーバ連携機能は系列所属間や拠点間のグループ構成が可能な拡張性を持つ。これはブロードバンドルータ経由のサーバ間通信で動作確認した。第5にGW製品<sup>(11,12,13,14,15)</sup>に見られない機能として、添付ファイル名への受信者氏名の付加、統合されたファイル暗号化によるパスワードのWeb参照、サーバ設定管理作業不要のサーバ連携がある。

GW製品の多機能性重視に対し、本システムは簡素な操作や利用者でも可能な管理を重視し、機能メニュー項目数で比較すると、GW製品の約10~25に対し4である。電子メール機能ではメール送信までの間に表示される画面上の操作要素数(送信先・表題・本文入力を除く)がGW製品の約20~30に対し9であり、簡素な画面構成によって操作習得および操作効率が良いと思われる。

以上の点により、本システムは他の教育機関や企業でも効果が得られる可能性があり、GWに対しても部分的な優位性がある。さらにユーザ間のメールアドレスの信頼にもとづいたグループメンバーの構成方式では、利用者の判断で組織外のユー

ザをメンバに加えたグループ作成によって、例えば他業者との一時的協調作業や外部研究者との共同作業への応用が考えられる。この場合利用者による管理は管理部署への登録申請などを必要とせず、迅速に活動基盤を準備できる利点がある。

なお図 5 における server1 と user2 に対し server2 になりすました中間者攻撃があった場合、サーバ認証鍵を入手される危険性があり、DNS、DHCP、ARP 等におけるアドレス偽装やフィッシングなどの攻撃への対策を講じる必要がある。

## 6. まとめ

教育機関の事例をもとに電子情報作業の問題点を分析し、作業効率と安全性の向上を目的とする教育機関向けのシステム設計を行った。試作システムの評価では GW 製品に対し管理や操作が簡素であり、情報機密性を考慮しつつ基礎ツール使用時に比べ作業コストが低減できることがわかった。また複数グループ構成による発展的実用性を得るためのサーバ連携手法について述べてきた。

近年、教育機関の個人情報漏洩事故<sup>(16)</sup>は絶えない。漏洩媒体の大半が書類と USB メモリである状況に対し、本事例背景のような基礎ツールによる電子情報の活用は合理的である。しかし煩雑さと危険性は電子情報作業にも内在し、電子化におけるさらなる脅威が懸念されていた。このような煩雑な作業は教育機関の様々な場面に存在し複数グループ所属形態では作業量と脅威をさらに伴う。

企業に対し教育機関の特性を考えてみると、大規模な組織であるが業務は単独性が高い教員主導の業務形態になることが多い。これは長期間グループが同じ業務手順を共有する企業の形態とは異なる。このような教員個別業務あるいは教員主導業務に対し導入・管理コストが生ずるシステム化や GW 導入は実現しにくいいため、電子メールなどの基礎ツールの利用が有効手段となっている。

本システム運用上の課題として、システムが停止するとグループ活動に支障が生じ、稼働を維持・回復する体制が必要になるが、利用者による局所的な管理では対応できない。今後の発展として、故障時やマシン変更時に他のサーバへ移行するためのサーバ連携を利用者が容易に操作できる仕組みの検討が挙げられる。

## 参考文献

- (1) 速水治夫, 五百蔵重典, 古井陽之助, 服部哲, “グループウェア,” 森北出版, 2007.
- (2) 西山茂, “大学の情報共有基盤に関する一考察,” 新潟国際情報大学情報文化学部紀要, 2015, 1, pp.129-137.
- (3) 波頭亮, “組織設計概論—戦略的組織制度の理論と実際,” 産能大出版部, 1999.
- (4) Dropbox Inc., “Dropbox - Official Site,” <https://www.dropbox.com/>, 参照 Jun.20,2015.
- (5) W.C.Preston, “Using Sans and Nas,” O'Reilly & Associates Inc., 2002.
- (6) Microsoft Corp., “Share and NTFS Permissions on a File Server,” <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc754178.aspx>, 参照 Jun. 20, 2015.
- (7) 独立行政法人情報処理推進機構, “強いパスワードとは,” <http://www.ipa.go.jp/security/txt/2008/10outline.html>, Oct. 2008.
- (8) J. Nielsen, 篠原 稔和 (監訳), 三好 かおる (訳), “ユーザビリティエンジニアリング原論第 2 版,” 東京電機大学出版局, 2002.
- (9) A. MacCaw, 牧野 聡 (訳), “JavaScript Web Applications,” O'Reilly & Associates Inc., 2011.
- (10) R. E. Smith, 稲村雄, “認証技術,” オーム社, 2003.
- (11) Cybozu, Inc., “Cybozu Office10,” <http://products.cybozu.co.jp/office/>, 参照 Jun. 20, 2015.
- (12) Cybozu, Inc., “Cybozu Garoon,” <https://garoon.cybozu.co.jp/>, 参照 Jun.20,2015.
- (13) NEO-JAPAN, Inc., “desknet's NEO,” <http://www.desknets.com/>, 参照 Jun. 20, 2015.
- (14) IBM Japan, Ltd., “IBM Notes and Domino family,” <http://www-03.ibm.com/software/products/ja/notesanddominofamily>, 参照 Jun.20,2015.
- (15) Microsoft Corp., “Microsoft Exchange Server 2013,” <https://products.office.com/ja-jp/exchange/microsoft-exchange-server-2013>, 参照 Jun. 20, 2015.
- (16) 教育ネットワーク情報セキュリティ推進委員会, “平成 25 年度 学校・教育機関における個人情報漏洩事故の発生状況,” <http://school-security.jp/pdf/2013.pdf>, 参照 Jun. 20, 2015.