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

Title	アウェアネス支援に基づくリアルタイムなWWWコラボレーション環境の構築
Author(s)	中川, 健一
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1149
Rights	
Description	Supervisor:國藤 進, 情報科学研究科, 修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修 士 論 文

アウェアネス支援に基づくリアルタイムな WWW コラボレーション環境の構築

指導教官　國藤進 教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報処理学専攻

中川健一

1998 年 2 月 13 日

Copyright © 1997 by Kenichi Nakagawa

要 旨

本論文ではWWWにアウェアネス機能を導入することでリアルタイムなコラボレーションの実行を可能とする環境を構築する手法について述べる。実現された環境で協調作業を行い、作業の効率化や創造性の発揮に効果があることを検証する。

目 次

第 1 章　序論 **1**

1.1 研究の背景 2

1.1.1 WWW コラボレーション 2

1.1.2 リアルタイムコラボレーション 3

1.2 アウェアネスとは？ 5

1.3 コラボレーションツール 6

1.3.1 WWW 連携 6

1.3.2 協調執筆 7

1.3.3 協調エディタ 7

1.4 コミュニケーション 8

1.5 本研究の目的 8

1.6 関連研究との比較 9

1.7 本論文の構成 10

第 2 章　コラボレーション環境の構築設計 **11**

2.1 システム全体の構成 12

2.2 アウェアネス支援 13

2.2.1 WWW アウェアネスの提案 13

2.2.2 存在の WWW アウェアネス 13

2.2.3 動作の WWW アウェアネス 14

2.3 コミュニケーション支援 15

2.4 コラボレーション支援ツール 16

2.5 赤ペンツールの設計 17

2.6 協調エディタの設計 18
2.7 セキュリティに関する方針 20

第 3 章 システムの実装 22
3.1 WWW アウェアネスの利用手順 23
3.2 WWW アウェアネスの初期画面 24
3.3 存在の WWW アウェアネス 26
3.4 動作の WWW アウェアネス 27
3.5 コミュニケーション 28
3.6 赤ペン機能 29
3.7 協調エディタ 31
3.8 協調エディタの利用手順 33

第 4 章 利用形態 35
4.1 WWW プレゼンテーション 36
4.2 遠隔授業 37
4.3 遠隔サポート 38
4.4 協調検索 38
4.5 協調執筆作業での応用 39
4.6 協調執筆における赤ペン機能とリンク機能 39
4.7 グループレポートの作成 39
4.7.1 創造性の発揮するには？ 40
4.7.2 筆者の経験 40
4.8 レビュー作業 42
4.9 プログラムの共同開発 43

第 5 章 システムの評価方針 44
5.1 WWW アウェアネスの技術的評価 45
5.1.1 他の WWW 連携システムとの比較 45
5.2 赤ペンの技術的評価 47
5.3 協調エディタの技術的評価 47
5.4 協調処理と Java 49

5.5 協調執筆の実験 49

第 6 章 実験で得た評価 50

6.1 実験１：セミナーでの運用 51
6.1.1 実験１の概要と目的 51
6.1.2 実験１の方法 51
6.1.3 実験１の結果と考察 52
6.2 実験２：モバイルマシン使用の現実的利用形態 54
6.2.1 実験２の概要と目的 54
6.2.2 実験２の方法 54
6.2.3 実験２の結果と考察 56
6.3 実験３：分散環境での遠隔サポート 58
6.3.1 実験３の概要と目的 58
6.3.2 実験３の方法 59
6.3.3 実験３の結果と考察 59

第 7 章 結論 61

7.1 本研究の成果 62
7.2 今後の課題 63
7.3 展望 63

謝辞 64

付録 A WWW ページの構成 67

図一覧

1.1 グループウェアの分類と本研究の位置付け 3
1.2 アウェアネスプロトコルの研究との比較 9

2.1 協調システムの構成 12
2.2 存在のアウェアネス 13
2.3 コミュニケーション 15
2.4 分散環境での協調執筆 16
2.5 特定領域の入力 17
2.6 赤ペンの入力 17
2.7 複数人による入力 19
2.8 モードの切り替え 19

3.1 WWW アウェアネスの利用手順 23
3.2 WWW アウェアネス利用時の初期画面 24
3.3 コントロールアプレット 25
3.4 存在のインターフェース 26
3.5 動作のインターフェース 27
3.6 チャットのインターフェース 28
3.7 赤ペン機能 29
3.8 スイッチ 29
3.9 ポップアップ 30
3.10 LiveConnect によるアウェアネスの伝達 31
3.11 協調エディタ環境 31
3.12 協調エディタアプレット 32

図一覧

3.13 インビテーション 32
3.14 協調エディタの利用手順 33
3.15 協調エディタ利用時の初期画面 34
3.16 エディタの協調動作確認 34

4.1 Java ソース上での赤ペン機能 39
4.2 共同作業 (a) 40
4.3 共同作業 (b) 41
4.4 サーバーからのソースの読み込み 42
4.5 協調エディタと即時実行 43

5.1 異機種間での WWW の連携 46

6.1 コラボレーションルーム 51
6.2 実験配置 55
6.3 分散実験配置 59
6.4 ビデオ通信ツール nv 60
6.5 音声通信ツール vat 60

表一覧

1.1 コラボレーションに至るプロセスと WWW 5
1.2 協調作業の種類 6
1.3 協調執筆と共同執筆 7
1.4 アウェアネスのレベル 9

2.1 代表的コミュニケーションツール 15

3.1 スクロール機能 27

4.1 プレゼンテーションの比較 36
4.2 グループレポートの結果 41
4.3 レビューの比較 42

5.1 他の WWW 連携システム 45
5.2 HORB による利点の比較 48

6.1 セミナー 52
6.2 実験でのグループ分け 55
6.3 分散実験用マシン 59
6.4 分散実験でのコミュニケーションツール 60

A.1 アプレットの属性 68

第 1 章

序論

本論文では、複数の人々の協力によって成果を生み出す協調作業をコンピュータによって支援する研究について述べる。CSCW [1]やグループウェアに属する分野においては、既に多くの研究がなされているが、ここ最近にインターネットが爆発的に普及している背景を受けて、起爆剤となった WWW [2] 上にコラボレーションの環境を構築する試みを行う。まとめると本研究では以下の 3 項目に関する協調作業を扱う。

- WWW 上でのコラボレーション
- リアルタイムに行われるコラボレーション
- 創造性を発揮するコラボレーション

WWW 上でのリアルタイムなコラボレーション環境を構築するために、コラボレーション形成のプロセスの 1 つであるアウェアネスに着目し、WWW に適したアウェアネスを補完することでコラボレーションを可能にする方法を提案する。また、その環境の上に創造性の発揮を促すようなリアルタイム系アプリケーションやツールを開発し、その有効性を検証する。

本章では、研究の背景として各種のグループウェアの特徴やネットワーク技術についてまとめることで本研究の位置付けを示し、その後に本研究で提案するコラボレーション環境の概要を述べて、関連研究との比較を行う。

---

[1] Computer Supported Cooperative Work

[2] World Wide Web

1.1 研究の背景

ここではコラボレーションに関する定義や研究の背景を述べ、本研究の対象とするWWWの利用やリアルタイム性に関して説明する。

1.1.1 WWW コラボレーション

近年のインターネットの普及にともない、多くのグループウェアがWWW との統合や、電子メールとの連携を行っている。その理由を分析しWWW のメリットを調べた上で本研究が目的とする協調環境もWWW 上に構築する。過去にさまざまな協調的なシステムが研究されてきたが、いまだ普及に至ってない。その原因のひとつをグループウェアの導入の問題にあると分析した。以下にWWW でグループウェアを構築するメリットをまとめる。

- **利用者側のメリット**
  利用者にとっては、ネットワークへのアクセスに要する操作の習得が容易になる利点がある。WWW ブラウザを操作するインターフェースは簡単である。またWWW がこれだけ普及していると、WWW 上で構築することで利用者に受け入れやすくなることが見込める。つまり、本研究は従来グループウェアで指摘されていた導入の問題を解決することを狙いとした。

  > グループウェアは同じ物を多数の人間で使わなければ効果が薄れるという宿命を持った相互依存性の強いシステム [2] である。にもかかわらず、いざ使ってみるとインターフェースの不満、利益の不均衡、現行システムとの不適合、プライバシーの保護、操作習得の教育と支援などさまざまな要因によりなかなか組織や利用者に浸透せず、導入に失敗することが多い。これを**導入の問題**という。

- **開発側のメリット**
  開発側にとっては、WWW がネットワーク透過のインターフェースを提供してくれるため、ネットワークを利用したアプリケーションを作成しやすい利点が挙げられる。特に Java や JavaScritp などのアプリケーション記述言語の登場により、WWW は情報共有を目的とする単なるアプリケーションから、OS に相当する基盤へと変化

しつつある。現在では WWW をターゲットとした開発が盛んに行われている。分散処理または協調処理を必要とするグループウェアにとって、WWW を利用することで、優れたグループウェアを開発することが期待できる。
また WWW も Java もマルチプラットフォームで利用できる点も協調システムを組み込みやすい利点となる。マルチプラットフォーム性は受け入れやすさにもつながり、ユーザが既に利用している WWW 環境の上に協調システムを構築することができる。

1.1.2　リアルタイムコラボレーション

本研究ではリアルタイムな協調作業を支援することを目的としている。グループウェアの分類は空間的特性（対面型／分散型）および時間的特性（リアルタイム型／蓄積型）に分類される [4] ことが多いが、ここでは、時間的特性と目的特性（形式的／創造的）に分類して本研究の特徴について述べる。図 1.1は分類分布を表わしており、WWW と本研究の位置付けを示している。

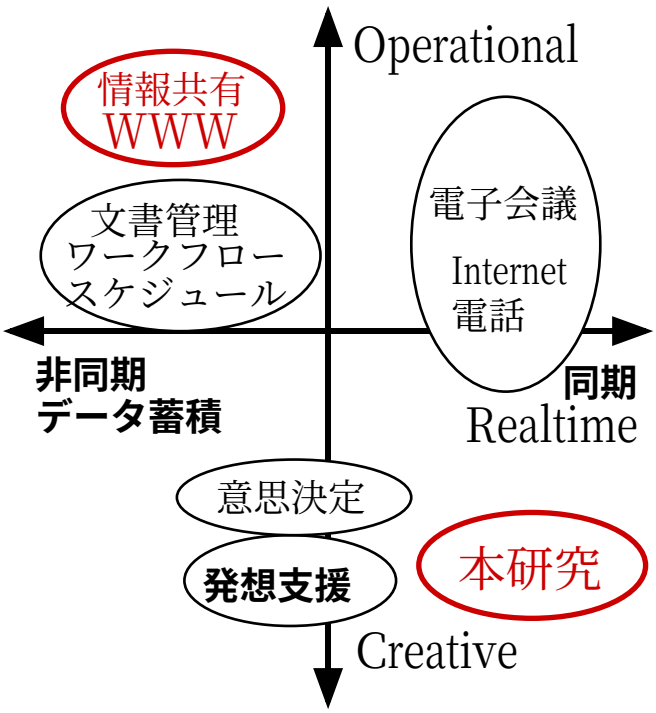

図 1.1: グループウェアの分類と本研究の位置付け

現在、人間の協調活動を支援するグループウェアは既に多くの種類の製品が市場に流通されるに至り、前節のように WWW を利用したグループウェアが増えている。しかし、現在主流となっているのは、スケージュール管理やワークフロー管理や文書管理など、形式的なデータを蓄積して再利用することで業務の効率化を図る非同期または蓄積型グループウェアである。これは非リアルタイム系グループウェアとも言う。

一方それに対してインフラの整備に伴い、映像や音声を利用できる同期型リアルタイム系グループウェアが登場しつつある。インターネット電話や電子会議システムに代表されるこれらのグループウェアはいかにコミュニケーションを支援して円滑な会話を成立させるかを主要な目的としている。特に分散型グループウェアの製品や研究では、作業内容の支援より意志疎通の支援に関するウェイトが強い。

> **コラボレーション**とは、共通の目的を持った人々が互いに補いあうことで各個人の単純和以上の価値創造を生み出す行為 [2] と定義つけられている。

コラボレーションとは何かを生み出す目的を持った人間の相互作業のかかわりであり、自分の感想を述べたり、データを整頓するだけではコラボレーションとは言えず、意見を交換するだけのコミュニケーションである。そこで作業における創造性の発揮を重視した研究として発想支援システムや意志決定支援システムが最近注目され盛んに研究が行われているが、これらはデータ蓄積型が主流である。

創造的なアイデアは一人で考え込むより、他人とのちょっとした会話から生まれたり、複数人とのリアルタイムに行われる業務中のやりとりでひらめいたりして、お互いに喚起し刺激を与え合うことにより洗練されていくものであり、そのような経験を持つことも多い。そのようなリアルタイムに行われる知的生産活動で創造性を主眼としているグループウェアはまだまだ研究段階でも少なく、特に WWW 上で実現されているのは希である。その詳細な理由は後述とするが、図 1.1（3ページ）において WWW と本研究が対極に位置づけられていることからも明らかである。

そこで本研究ではリアルタイム性かつ創造性を重視したコラボレーションを対象とする。

1.2 アウェアネスとは？

前節で現状ではWWW でのリアルタイムな知的生産活動を扱うケースが少ないことを述べた。逆に考えるとWWW ではリアルタイムな活動を扱えないことが原因ではないかと考えられる。その原因を詳細に分析し、リアルタイム性を支援方法を提案する。

そもそもWWW は非同期に参照される情報共有が本来の目的であり、コラボレーションに必要なプロセスのひとつであるアウェアネス [2] に関する機能が備わっていないことに原因があると分析した。そこで本研究ではWWW におけるアウェアネスの意味を再考察し、新たな支援ツールを付加することで、WWW 上でのコラボレーションを可能とした。

アウェアネスとは、近年 CSCW の研究において注目されている概念である。協調作業に至るまでのプロセスは、表 1.1 に示すようにコプレゼンス、アウェアネス、コミュニケーション、コラボレーションの４段階に階層化される [14]。協調作業を行うには、まず複数の人々が同じ場所に集い（コプレゼンス）、お互いの存在に気づき、動作を理解して（アウェアネス）会話が円滑に行われて（コミュニケーション）、初めて協調作業（コラボレーション）が実現される。以上４つのプロセスを経る。

段階	プロセス	説明	現行 WWW	本研究で補完
1	コプレゼンス	同じ場所に	同 URL 参照	
	↓	集合する		
2	アウェアネス	存在や動作	不可能	WWW アウェアネス
	↓	に気づく		
3	コミュニケーション	円滑な会話	plugin など	
	↓			
4	コラボレーション	協調作業	不可能	協調型ツール

表 1.1: コラボレーションに至るプロセスと WWW

そこで WWW にコラボレーションプロセスを適用すると、コプレゼンスとは、同じ URL [(3)] の参照を意味する。またWWW 上でのコミュニケーションは、チャットや音声や映像など様々なデータ形式をサポートするプラグインやヘルパーアプリケーションが既

[(3)] Uniform Resource Locator

に提供されている。しかしながら、WWW にはアウェアネスに関する機能が欠けている。すなわち、複数の利用者が同一の WWW ページに接続しても、クライアント同士でお互いの存在に気づくことや、動作を知ることはできない。例えば、オンラインショッピングサイトで混雑具合やある商品に行列が並んでいることなどをリアルタイムに認知できる方法が確立されていない。つまり現状の WWW は基本的に孤独な単独作業であり、協調作業に向いていない訳である。

そこで本研究では WWW にアウェアネスを導入してリアルタイムなコラボレーション環境を構成する手法について述べる。アウェアネスを導入することで、WWW は情報共有目的の非同期なアプリケーションから、マルチユーザーに対応した協調作業を可能とする基盤に発展する。

1.3 コラボレーションツール

アウェアネスにより WWW でリアルタイムに共有して情報が参照可能になる。つまり WWW が参加者同志で連携して動く。このことを利用した協調作業として、対面でのプレゼンテーションやセミナーに適用することにした。これは生産物のない作業である。もう一つ生産物のある作業として協同で文書を作成する協調執筆を本研究のテーマとする。それぞれの作業を効率的に行えるように支援ツールも開発し、作業の有効性を示す。2 種類の協調作業の分類を表 1.2にまとめる。

作業種別	具体的作業	作業ツール
生産物なし（共通の画面を見せる）	WWW 連携	赤ペンツール
生産物あり（共通の物を作成する）	協調執筆	協調エディタ

表 1.2: 協調作業の種類

1.3.1 WWW 連携

WWW 連携はアウェアネスを付加した WWW によって可能になったリアルタイムな情報共有システムの機能である。参加者全員で同一の WWW ページを参照することやお互いにページをコントロールすることができる。

1.3.2 協調執筆

本研究では生産物のある協調作業として協調執筆をテーマとする。協調執筆とは、複数の人々がリアルタイムに協力してひとつの文書を作り上げることで、創造性を発揮し、効率化を計ることを目的とする。共同執筆と称する場合、例えば一冊の本を複数の人々が分担して非同期に書き、推敲してまとめあげる作業全体を指すこともあるが、本研究では同期的な作業を指し、文書のミクロな部分に対し互いの意見を反映し、つめていく作業を対象とする。それを協調執筆と定義する。具体的な協調執筆作業としてレポートの作成、レビュー、共同プログラム開発への応用を示す。協調執筆と共同執筆の比較を表 1.3に示す。

協調執筆	共同執筆
複数人で一つの文書を作成する	
マクロ的に編集	ミクロ部分の編集
分担する	一部分に集中する
非同期	リアルタイム
推敲機能	編集作業
作業履歴の再利用で質を向上させる	対話でのひらめきを文書に反映する

表 1.3: 協調執筆と共同執筆

1.3.3 協調エディタ

本研究では、協調執筆の支援ツールとして、協調型のエディタの開発を行う。協調エディタとは多人数からの入力と操作に対応したマルチユーザインターフェースを実装した文書作成ツールである。また、グループワークや作業中の会話によって、生み出された多くのアイデアや意見が、口論で 無駄にならない [3] ように、書きまとめる役目も果たす。また他人からの指摘を受け付けたり、アイデアの触発を促す機能も必要である。

1.4 コミュニケーション

リアルタイムなコラボレーションには円滑な対話が必要であるため、本協調システムは基本的に対面での利用を想定している。ネットワーク機能を使用するからといって、わざわざ分散環境で使う必要はない。むしろ、コンピュータが普及してオフィスや学校で一人一台環境が浸透しつつある今こそ協調作業のための基盤が整ってきたと言える。コミュニケーション重視の研究は既に多くされているので、会話の成立を目的として取り扱う訳でなく既に十分な意思疎通ができる環境が整っていることを前提として、その上で何をサポートすればコラボレーションにとって有効となるかを念頭に協調システムが支援すべき事項を追求したい。一方でネットワーク利用の利点を活かして分散環境でも簡単に利用できるような方法も考慮しておく。

1.5 本研究の目的

本研究では以下の４つを目的とする。

第一の目的 WWW コラボレーション

現状の WWW にアウェアネスを支援することで WWW 上でのリアルタイムなコラボレーションが可能となる環境を構築する。その環境ではさまざまな知的生産活動を行ってみる。

第二の目的 WWW 連携

具体的な協調作業として、複数の WWW が連携することで実現されるプレゼンテーションやセミナーへの応用の可能性について追求する。効果的になるツールとして赤ペン機能などを開発する。

第三の目的 協調執筆

WWW 上での協調執筆によって創造性のある文書の作成が可能になり、グループレポートの作成や共同プログラム開発、レビューへの応用を対象に効果を示す。

第四の目的 創造性の評価

リアルタイムな WWW コラボレーションが創造性の発揮と作業の効率化に効果があるかを定量的かつ定性的に評価する。

1.6　関連研究との比較

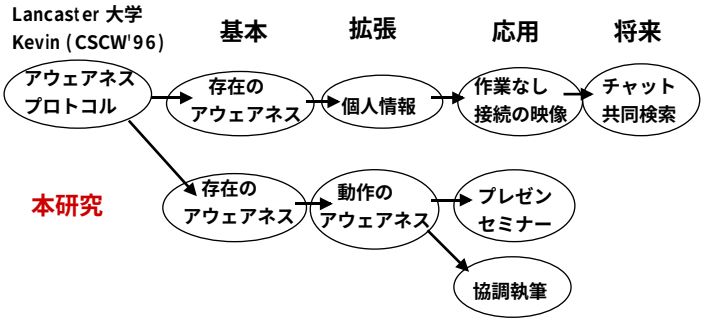

図 1.2: アウェアネスプロトコルの研究との比較

WWW にアウェアネスを導入する試みはアウェアネスプロトコルに関する研究 [1] があった。HTTP とは別に アウェアネス情報を送信するプロトコルを設定する研究である。アウェアネスプロトコルによってユーザーの接続状況を２次元，３次元にビジュアル化しており、協同執筆、協同検索、オンラインショッピングへの可能性を説いていた。また次期に個人情報の伝達を検討している。

レベル	事例
存在	presence
動作	action, gaze
雰囲気	atomosphere, feeling, aura

表 1.4: アウェアネスのレベル

しかし、アウェアネスには表 1.4に示すようにレベルがある。上記文献 [1] では動作に関するアウェアネスが考慮されておらず、利用者のブラウザに対する操作や相手の挙動に関するアウェアネスが必要である。また具体的に応用した協調作業が示されていなかった。

さらに昨今のネットワークプログラミング手法を考慮した場合、従来はソケット通信で開発者が送受信情報のプロトコルを逐一設定する必要があったのだが、Java では HORB や RMI など先進的な分散オブジェクト通信技術により、利用者のみならず，開発者でさえプロトコルを意識する必要がなくなっている。よってアウェアネス情報の設定のみ で十分である。

1.7 本論文の構成

本論文は本章も含め 7 章から構成される。

- 2 章ではコラボレーションプロセスに沿った支援方法を提示し、リアルタイムなWWW環境の構築方法と、ツールの設計について述べる。
- 3 章では 2 章の設計に基づき開発したシステムの実装面について述べる。ここでは各構成要素の特徴と技術面について説明する。
- 4 章ではシステムの利用方法について述べる。さまざまな利用形態と、システム利用の手順についてユーザ側と設定者側と両面から説明する。
- 5 章では構築したシステムの有効性について技術的側面から評価を述べる。リアルタイムコラボレーションを支援するツールの新規性をまとめてある。
- 6 章では評価実験の方法と結果の考察について述べる。開発システムの運用によってユーザから得られた知見をまとめてある。
- 最後に本論文の結論として本研究の成果と、今後の課題と、将来への展望や発展性について 7 章で述べる.

第 2 章

コラボレーション環境の構築設計

本研究では、WWW 上でのリアルタイムコラボレーションを実現するためにコラボレーションプロセスのアウェアネスに着目し、WWW にまずアウェアネスを支援する機構を採り入れた。アウェアネスには存在を認知するレベルと動作のわかるレベルがあり、それぞれの支援方法を提案する。本章ではまずシステムにおける以下のコラボレーションプロセスの支援内容について述べる。

- アウェアネス支援
- コミュニケーション支援
- コラボレーション支援

アウェアネスによって可能になったコラボレーション環境での応用的な協調作業としてプレゼンテーションや、協調執筆を対象とする。それらの作業が効率的に行えるようなツールや機能を開発する。その設計方針についても本章では述べる。

- WWW 連携
- 赤ペン機能
- 協調エディタ

2.1　システム全体の構成

本研究の協調環境は，図 2.1に示すように利用者が通常使用しているWWW環境に「アウェアネス支援」「コミュニケーション支援」「コラボレーション支援（ツール）」の部分を追加して構成する。

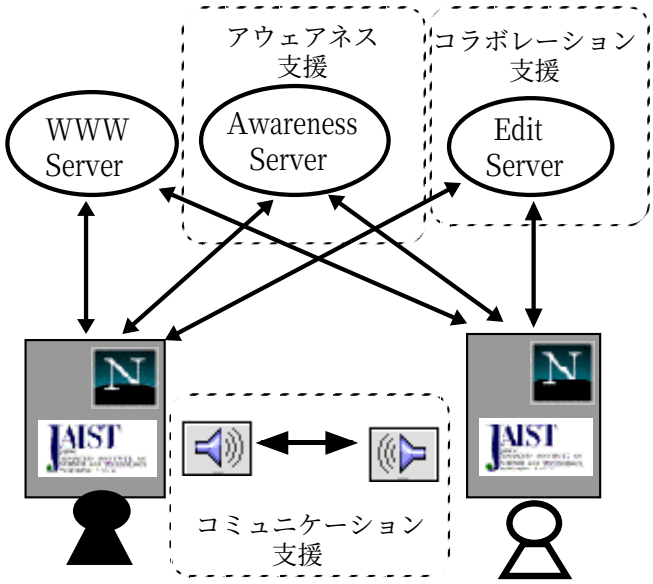

図 2.1: 協調システムの構成

この場合注意すべきことは WWW のマルチプラットフォーム性を活かすために導入のしやさすをなるべく配慮することである。

すなわち既に利用者側に構築されている WWW サーバークライアント環境になるべく手を加えないことと、特定の OS やブラウザや WWW サーバーに限定されないようにすることが求められる。

よって、WWW サーバーとは別に独立したアウェネスサーバーを設置し情報のやりとりによってアウェアネスをサポートする。またコラボレーション支援にも作業別に専用のサーバーを各種用意する。協調執筆ならエディットサーバー、協同描画ならペイントサーバーなど作業に合わせてサーバーを用意することで、環境の変更と構築が簡単に行うことが可能になる。

2.2　アウェアネス支援

2.2.1　WWW アウェアネスの提案

WWW の利用者が、クライアント間でお互いの存在と動作をリアルタイムに確認できる要素の設定と仕組みを用意する。これを WWW アウェアネスと定義することを本研究では提案する。WWW アウェアネスは、存在のアウェアネスと、動作のアウェアネスで構成する。

$$\text{WWWアウェアネス}\begin{cases}\text{存在のWWWアウェアネス}\\ \text{動作のWWWアウェアネス}\end{cases}$$

2.2.2　存在の WWW アウェアネス

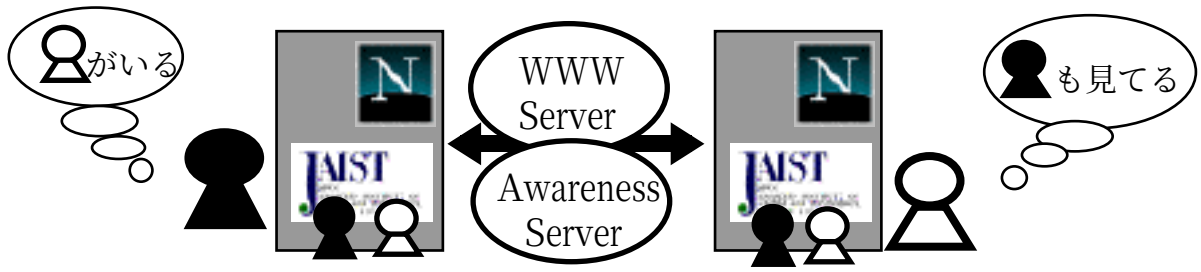

図 2.2: 存在のアウェアネス

WWW における存在とは、複数の利用者が同一の WWW サイトに接続している状態や同一の WWW ページを参照している状態を指す。アウェアネスとは WWW の画面を通してお互いの存在に気づくことである。これが現在 WWW ページを構成している HTTP [(1)] では理解できない。なぜなら、現在の HTTP はオブジェクト単位にコネクションを確立するコネクションレスな設計であるため、ページの離脱を感知できず、サーバー側でさえも正確な接続状況が確認できない。つまり切断したタイミングが認知できない。ましてやクライアント側では、他のマシンの接続状態の認知など全く不可能である。サーバーのログを利用して接続開始時間を調べることはできるが、リアルタイム性がない。

そこで WWW ページに埋め込まれた Java アプレットの生成と消滅のタイミングが検出できることを利用して、情報をリアルタイムにアウェアネスサーバーへ転送し、各クラ

[(1)] Hyper Text Transfer Protocol

イアントへ伝達することで、同一 WWW ページまたは、同一 WWW サーバへの接続と切断を確認することを可能にする。

アウェアネスで伝達されるユーザ情報はホスト名か IP アドレスとする。アプレットの制限と入力の手間を省く理由で、ログイン名や個人情報の要求は行わない。グループ参加での協調システムでは個人名の入力を強要されることが多いが，入力作業が余計な手間となる。WWW を通常利用するインタフェースを考慮すると無駄な追加作業は極力避けたい。また本システムの利用形態を考えた場合，クライアントの識別はホスト単位で行うことで十分である。

利用形態のタスクによっては色による識別を行うなどして、アイコン化やビジュアル化することは可能である。もちろん個人名の入力画面を付加することも可能である。

2.2.3 動作の WWW アウェアネス

WWW における動作とは、ブラウザに対する操作や、操作による結果をシステムの参加者全員で共有することである。

マルチユーザーに対応した WWW を考察すると、 共有すべき操作とは、以下の動作が挙げられる。これらがすべてリアルタイムに連携し、お互いの作業状況を確認ができることが求められる。

- 同一 WWW ページの参照
- ページの変更や検索結果の表示
- ページのスクロール
- マウスポインタの移動
- テキストの入力

この仕組みは、アウェアネスサーバを経由して URL 情報やページのスクロール量を伝達することで行う。コントロール用のアプレットを利用し操作を行うが、存在や動作の認知がしやすいインタフェースにし、単独作業と変わりないレベルを目指し、極力自動化して簡潔化された操作方法が望まれる。またマウスポインタやテキストの入力は後述の赤ペン機能により実現する。赤ペンの連携する仕組みは動作の WWW アウェアネスと同様で位置や形状をアウェアネスサーバーで伝達することにより行う。

2.3　コミュニケーション支援

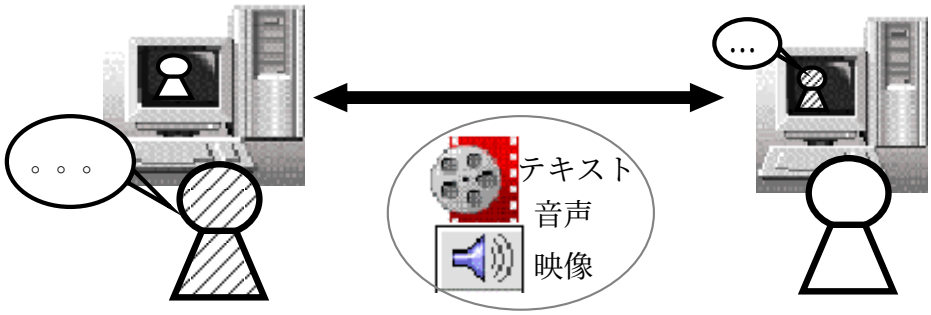

図 2.3: コミュニケーション

リアルタイムなコラボレーションでは特に円滑な会話が必要である。本研究では、基本的に対面環境での利用を想定している。そのため、コミュニケーション用にはツールを必要としない。マシンを一人一台用意することは行うが、あくまで作業に対する支援ツールを開発する。

しかし、本システムを拡張して遠隔授業などの分散環境への応用した場合についても考慮する。そのためにマルチメディア情報も追加して送信可能な設計とする。コミュニケーションツールの付加が必須であるが、音声や映像の送信を支援する会話用のツールは、ブラウザ標準で付属していたり、既に数多く普及しているので、それらで十分代用できる。表 2.1にはインターネットを通して会話を実現するツールの種類や代表的なソフト名をまとめてある。

メディア種別	ジャンル	ソフト名
テキスト	チャット	MultiChat
	IRC [2]	CHOCOA, ircle
音声	インターネット電話	CoolTalk
	音声通信	vat
映像	ビデオ会議	nv, CU-SeeMe

表 2.1: 代表的コミュニケーションツール

図 2.4は CU-SeeMe と協調エディタを組み合わせて遠隔での協調執筆を行っている場合の構成を示している。

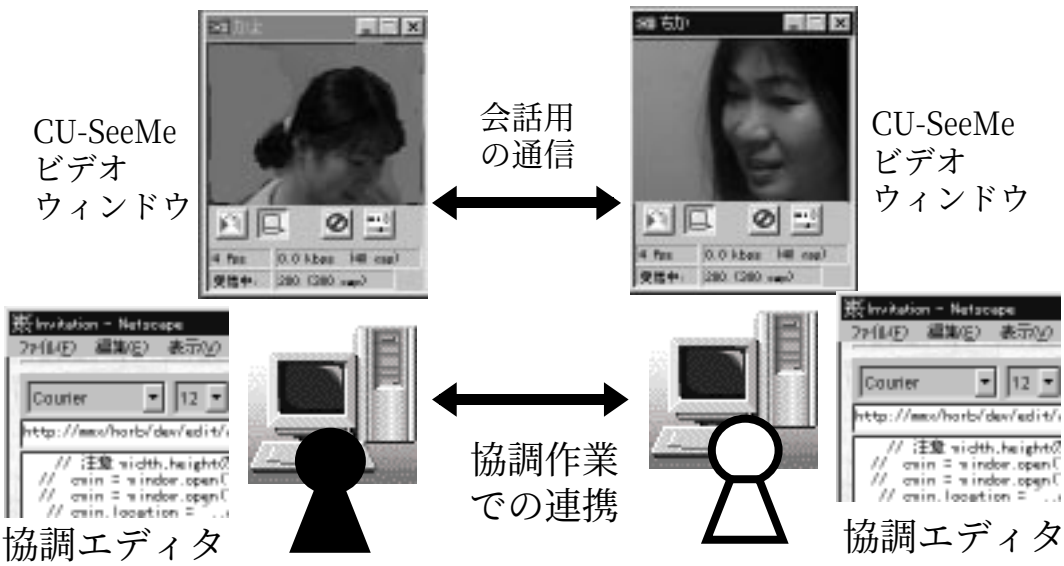

図 2.4: 分散環境での協調執筆

2.4　コラボレーション支援ツール

コラボレーション支援として、WWW 上で可能な協調作業を具体的に提示し、作業に合わせたツールを開発する。本研究では、コラボレーションの対象としてセミナーでのプレゼンテーションと一つのテーマとしている。もう一つの大きなテーマを協調執筆とし、応用の広い機能を持つ以下のツールを開発する。

- 赤ペンツール
- 協調エディタ

2.5　赤ペンツールの設計

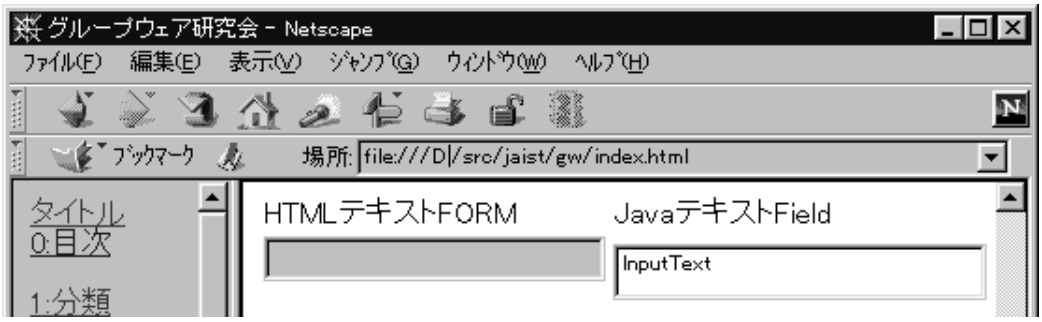

図 2.5: 特定領域の入力

WWW での入力作業といえば従来では図 2.5に示すようなテキストフォームや Java によるテキストエリアへの文書の入力か、Java によるキャンバスへの線画の書き込みなど特定領域しか対象でなかった。

しかし、代表的なプレゼンテーション方法である OHP などを参考にするとシート全体に対し直接上書きできるような機能は有効である。そこで WWW ページ画面全体に対してオーバーレイ描画が可能となる機能が要求される。さらにセミナーでの作業を考察すると、質問者からの指摘や指示要求が求められることがある。また上司や教官に修正や添削を行ってもらうような機能すなわち、赤ペンによる赤入れに相当する機能が必要である。これを WWW ページ上で実現した機能を**赤ペンツール**と呼称する。

赤ペン機能は、WWW 連携機能を一部補完するもので参加者同志の意志疎通も支援するアウェアネスとしての意味も含まれる。図 2.6は WWW ページに対する赤ペンの入力前後の画面である。

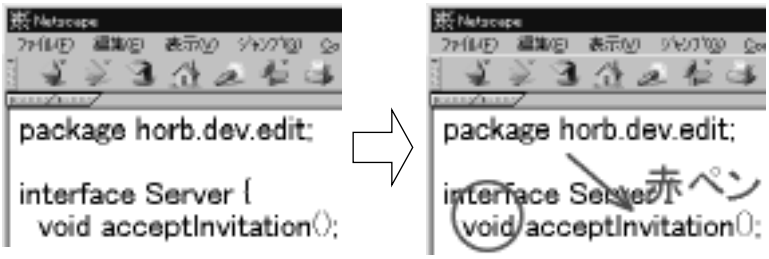

図 2.6: 赤ペンの入力

赤ペンの設計方針を以下にまとめる。

記入内容

赤ペンで入力する内容は、注釈用のテキスト文字や、マウスポインタに相当する矢印や丸が挙げられ、自由な線画を描画できることが求められる。

オーバーレイ

入力領域は、文書とレイヤーを分けてオーバーレイして上書き描画する。つまり、重なり合って表示されるだけで、HTML 文書を変更することはない。

連携

入力結果はネットワークを通じてアウェアネスサーバーを経由することで全クライアントに描画作業が連動する。これによりお互いの作業状況の確認が可能になる。

入力者の識別

共有ペンの概念では、全員がまったく同じペンを持つ設計もあるが、これでは操作の競合や入力者の識別が困難になる恐れが懸念される。本システムは参加者毎に固有にペンを持つ設計とする。識別には色を使用する。各個人毎に色ペンを割り当てることで記入オブジェクトの入力者を識別することが容易になり、同時入力に対応し他人との操作の競合を解決する。赤ペン機能と称しているのは赤入れをイメージしたからで実際には青ペン、緑ペンなども使用されることになる。

履歴の保存

描画結果の保存は行わない設計とする。本システムはリアルタイムな作業を支援することを目的としており、次々と変化していく事象を取り扱う。テキスト情報などを残したい場合や文書の変更を求める場合には協調エディタの機能で行う。

2.6 協調エディタの設計

協調執筆を支援するツールとして以下の機能を有する協調エディタの開発を行う。

1. マルチ入力機能

   通常に文章を入力する機能を指すが、複数の利用者からの同時入力に対応する。入力した内容は連携し、参加者全員にリアルタイムに表示され共有できる。マルチユーザ対応で問題となるのは、入力作業の競合である。そこで本システムでは、自分の入力したものは削除できるが、他人の入力したものは削除できない仕様とする。

図 2.7: 複数人による入力

2. コメント機能

   WWW ページを構成する HTML の特徴であるリンクを利用して、ページに表だっては見えないが、リンク先に記入者や記入日時、更新履歴などメモを追加することを目的とする。

3. モードの切り替え

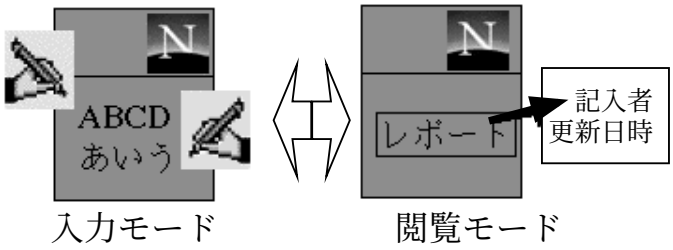

図 2.8: モードの切り替え

執筆活動は以下の２つのモード [12] を切り替えて作業を行う。

入力モード　マルチ入力機能により、文書を直接書き込み編集を行う。

閲覧モード　赤ペン機能により指摘、修正要求を出したり、コメント機能によるリンク先の情報を参照する。

4. エディットサーバー

   作業の連携を可能にするためには、編集作業の状況に関する情報を伝達するサーバーが必要である。協調作業用のサーバーをエディットサーバーと定義する。エディットサーバーは、変更の容易さや拡張性を考慮して、WWW サーバーやアウェアネスサーバーとは独立にし、動作させる。

2.7 セキュリティに関する方針

WWW を使うシステムでは必ずセキュリティに関して指摘される。しかし、本システムでは強固なセキュリティが必要ないと考えている。セキュリティで固められたシステムは使いやすさと相反する部分もある。

そもそも WWW でセキュリティが必要なのは、

- 内容を不特定多数に対して提示する
- 接続側にも発信側にも匿名性がある
- CGI のバグをついて悪用する
- 掲示板にいたずら書きをする

などの要因から問題となっている。まとめるとアウェアネス性がないことが大きな理由となっている。しかしながら、本システムでは、WWW アウェアネスによって

- 相手の侵入がリアルタイムにわかる
- 相手の挙動がわかる
- 目的意識の高い特定の相手と作業する
- 作業中に適度な緊張感がある

などの効果があるため、セキュリティの問題がほぼ解決できる。またいたずらをされてもWWW ページののぞき見や、連携操作の乱用程度である。そもそも公開できないものをWWW 上に載せることは少ないため、深刻な問題とはならないと予測している。

あえて追加するならば以下の機能が挙げられるが、あくまで対象となるタスクによる。

- 接続可能なホストやドメインを制限する
- 赤ペンや WWW 連携に操作権利を付加する
- 個人情報の入力提示する

また社外との接続を考えて

- proxy や socks に対応すること

も求められる。この機能を付加すれば、WWW ページを見られる問題は、ネットワーク管理者の役割となり、本システムの問題ではなくなる。

WWW での協調執筆での利用を考慮すれば、プログラムソースや社内文書をネットワーク上に載せることになるので、参照権や更新権を設定する必要がある。少なくとも、本システムは Java アプレットやブラウザによる制限規約にのっとりローカルディスクの参照を勝手に行えるようなことは決してない。

第 3 章

システムの実装

これまでに WWW 上でのリアルタイムコラボレーション環境を構築するための支援方法や協調作業ツールの設計について述べてきた。これらの設計に基づき協調システムのプロトタイプを作成した。本システムはユーザーが現在使用している WWW 環境を変更することなく、アウェアネス機能や協調型ツールを付加する形で利用する。本システムが提供する機能やツールは以下である。

- 存在の WWW アウェアネス
- 動作の WWW アウェアネス
- コミュニケーション機能
- 赤ペン機能
- 協調エディタ

本章では各機能に関する詳細を技術面や実装方法の視点から述べる。また WWW アウェアスによる WWW 連携や協調エディタによる協調執筆活動を行う際のシステムの利用手順について設定者側と利用者側の両面から説明する。

3.1　WWW アウェアネスの利用手順

まず WWW アウェアネス機能によって実現される WWW 連携システムの利用手順について説明する。

システムの設定者が必要な準備は以下の２つだけである。

1. まず WWW サーバーを起動する。サーバーの種類は問わないので、既に起動してあるのがあればこの作業は不要である。
2. 次に WWW サーバーが動作しているホスト上で、アウェアネスサーバーを起動する。アウェアネスサーバーは Java アプリケーションとして記述してある。UNIX 系ならコマンドラインから、Windows 系なら DOS プロンプトから起動する。

システムの利用者が必要な準備はただ１つだけある。

3　指定された URL(コントロールアプレットがある) に WWW ブラウザでアクセスする。

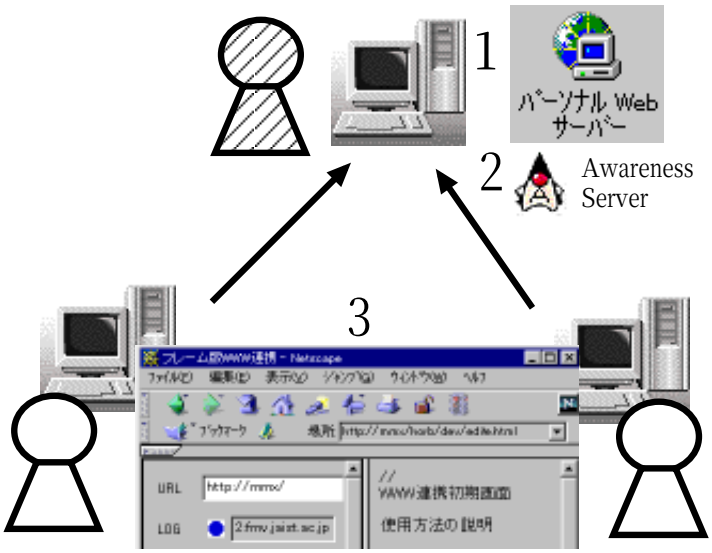

図 3.1: WWW アウェアネスの利用手順

ブラウザで接続すると、利用者の画面には、コントロールウィンドウと連携される共有ウィンドウが表示される。WWW アウェアネスに関する機能が実行可能となる。

3.2　WWW アウェアネスの初期画面

図 3.2: WWW アウェアネス利用時の初期画面

ブラウザで指定した URL に接続すると、初期画面としてフレームで左右に分割されたページが表示される。

左側のコントロールウィンドウで存在の確認を行ったり、右側の共有ウィンドウの制御を行う。基本的な機能を簡潔に説明すると以下の２つだけである。

1. リアルタイムな存在の確認
   同一 WWW ページへの接続状況が確認できる
2. WW ページの連携
   コントロールで URL を入力することで 全員の共有ウィンドウへ表示される

当初コントロールウィンドウと共有ウィンドウは独立した別々に分けていたが、以下の理由でフレームとして１つのウィンドウにまとめた。

- IE3.0 でも動作可能になった。IE はウィンドウの扱いに関する問題がある。
- 同一マシンから複数ウィンドウを開いてアクセスしても対応する。
- 独立しているとバックボタンなどで勝手に操作して別ページを見る人が試験運用でいたため抑制することにした。

フレーム機能を off にすれば、別ウィンドウとして動作することも可能である。

アウェアネスサーバーは Java アプリケーションとして、コントロールウィンドウとして利用者の画面に現れる部分は Java アプレットとして作成した。図 3.3はクライアント側のコントロールアプレットの全体を示している。

開発環境 Solaris 版 JDK1.0.2

動作確認ブラウザ Netscape navigator 3.0 以上、Netscape Communicator Internet Explorer 3.0, InternetExplorer 4.0 HotJava 1.0J

プラットフォーム Solaris 2.5.1, Windows 95, Mac OS, SunOS4.1.4

WWW サーバー Apache 1.2.0, fnord 1.0 Personal Web Server

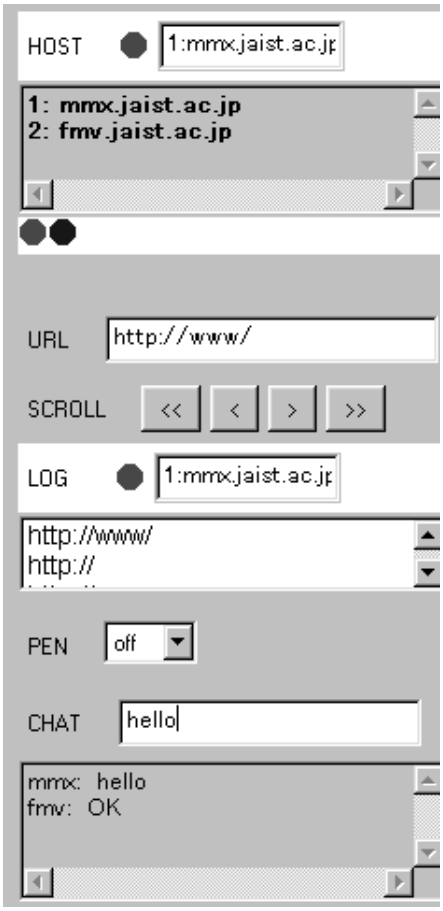

図 3.3: コントロールアプレット

3.3 存在の WWW アウェアネス

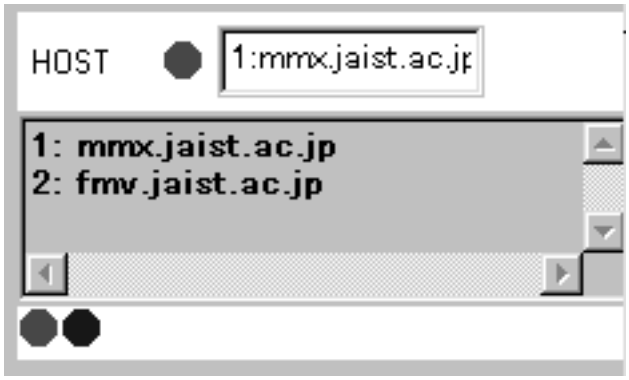

図 3.4: 存在のインターフェース

図 3.4に存在のアウェアネスを支援する部分を示す。
以下に詳細な機能について説明する。

1. 利用者の表示
   ホスト名または IP アドレスで接続した利用者自身の情報が表示される。
2. 利用者の色の表示
   赤ペン機能の用に各利用者に割り当てられた色を表示する。
   色はアウェアネスサーバーより自動で決められる。
3. 参加者全員の一覧
   ホスト名の一覧と色の一覧で表示される。
4. リアルタイムな表示
   上記の利用者情報が各利用者の接続ごとに瞬時にリアルタイムに表示される。

WWW アウェアネスによって利用者情報はシステムの利用中は常にリアルタイムに表示される。つまり本システムが構築された WWW サイトへの接続状況がリアルタイムに確認することができる。セミナーとして対面で利用している場合は参加者が準備完了になったことを意味し、また分散環境であれば、相手の接続が確認できるため、待ち受けに利用することができる。従来型のインターネット電話を利用する時には、システムを利用する前に、通常の電話で開始時間の確認や IP アドレス情報の交換をしなければならないというジレンマがあったが、本システムではそのようなわずらわしさはない。

3.4 動作の WWW アウェアネス

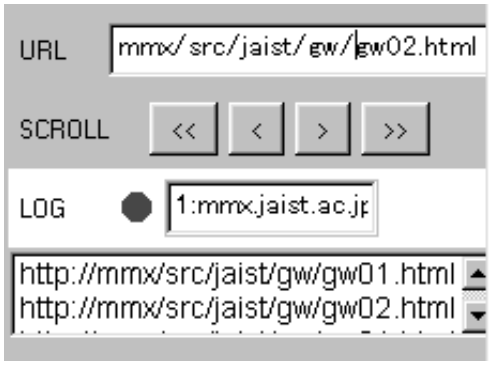

図 3.5: 動作のインターフェース

図 3.5に動作の WWW アウェアネスを支援する部分を示す。

以下に詳細な機能について説明する。

1. URL の入力
   URL を入力する領域に任意の利用者が入力することで 全利用者の共有ウィンドウに WWW ページが同時に表示され、WWW ページの連携が行われる。入力操作は一人による一方的な作業ではなく参加者全員が対等に利用できる。
2. URL 表示ログ機能
   現在共有ウィンドウに表示されている URL が確認できる。また過去１０回の URL のログがあり、ログの選択でも ページの連携が可能である。
3. URL 操作ログ機能
   現在共有ウィンドウに表示ている URL の入力者がホスト名と色情報で確認できる。
4. スクロール機能
   任意の利用者がボタンを押すことで全員の共有ウィンドウがスクロールする 。
   各ボタンのスクロール量を表 3.1に示す。

ボタン	<<	<	>	>>
スクロール量	上に 100dot	上に 20dot	下に 20dot	下に 100dot

表 3.1: スクロール機能

3.5 コミュニケーション

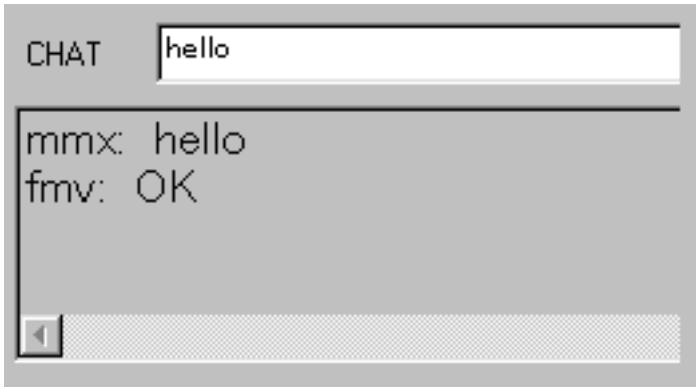

図 3.6: チャットのインターフェース

最も基本的な会話支援ツールとしてテキスト情報を送受信するチャットを実装した。この機能はコントロールアプレットの一部に付加されており、アプレットの引数によりチャット部分の有効と無効が設定できる。詳細は付録 (67ページ) に示してある。

```
<param name="chat" value="on">
```

使用方法は、上部のテキスト入力域に文章を入力すると、全員の表示域にホスト名付きで文章が同時に表示される。

音声や映像によるコミュニケーションは支援していないが、それらが求められる場合は、LiveConnect によってコントロールウィンドウから plugin やヘルパーアプリケーションを起動する手法で実現できる。

つまりアウェアネスとコミュニケーションとの切り分けは、この部分で行われることになる。

3.6　赤ペン機能

開発言語　JavaScript1.2

動作確認　Netscape Communicator4.0 以上

プラットフォーム　Solaris 2.5.1, Windows 95, WindowsNT3.5.1, Mac OS7.5.5, SunOS4.1.4

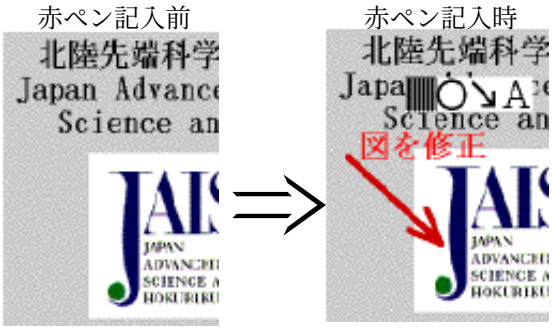

図 3.7: 赤ペン機能

1. 赤ペン機能
   WWW ページ上に線画を入力することを可能とし、 指摘、添削要求を目的とする。
   赤ペン機能は WWW ページに埋め込まれる形で実装されている。
2. スイッチ
   赤ペン機能の有効と無効を制御する。このスイッチ自身も常に全員に連携する。

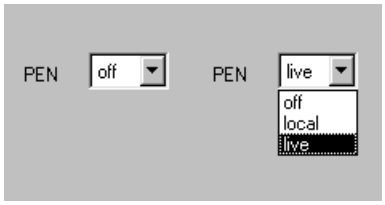

図 3.8: スイッチ

off	ペン利用不可 (default)
local	自分の所のみ表示（練習テスト用）
live	全員にペン入力内容が連携される

3. ポップアップメニュー
   共有ウィンドウの任意の場所をクリックすると現れる。選択可能なオブジェクトは

図 3.9: ポップアップ

   丸と矢印とテキストがあり、反転描画された後、選択したオブジェクトがメニューの直下に表示される。またオブジェクトの追加も自由で容易である。off を選択すればメニューは消える。
4. オブジェクトの移動
   表示された丸や矢印や文字列はドラッグして移動することが可能である。またドラッグ後の位置も全員に連携される。
5. 色
   アウェアネス機能によって各利用者に割り当てれた色でオブジェクトが表示される。これにより操作者の識別が可能になる。表示に関しては全てのクライアントに対して同等に行われるが、他人が入力したオブジェクトに対しては消去や移動を不可能とすることで操作の競合を防ぐ。
6. 実装の注意
   当初、ポップアップウィンドウでなく独立したウィンドウを表示してオブジェクトの選択や移動を実装していた。しかしデモを行っている際に、ウィンドウが増えるのはレイアウトの煩雑になる問題があり、また入力したい位置に表示できない問題も考慮して上記の仕様にした。

表示部分は JavaScript で実装してあるが、描画を全クライアントへ連動させるネットワーク機能は Java で実装されたアウェアネスサーバーを経由することで行われる。Java と JavaScript との連携は Live Connect 機構を使用しており、情報伝達の過程を図 3.10に示す。

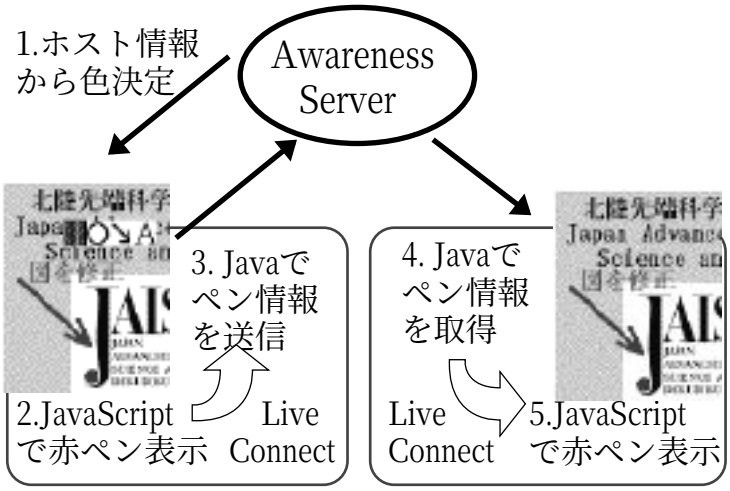

図 3.10: LiveConnect によるアウェアネスの伝達

3.7　協調エディタ

開発環境　Solaris 版 JDK1.1.1, HORB1.3b1

動作確認　appletviewer, HotJava1.0 Netscape, Internet Explorer

プラットフォーム　Solaris 2.5.1, Windows 95

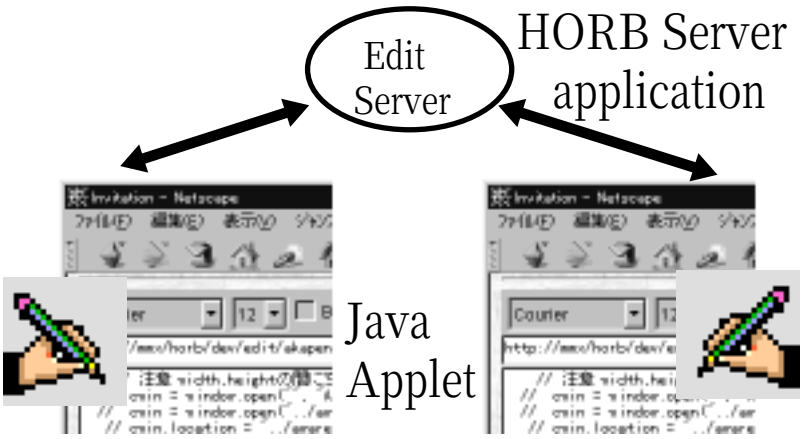

図 3.11: 協調エディタ環境

協調エディタは、開発言語に JDK1.1.1 と HORB1.3 を使用した。利用者の画面に表示されるアプレットと、連携の中継を行うサーバーアプリケーションから構成される。

図 3.12が協調エディタアプレットである。日本語テキストの入力と連携が可能であり、フォント種別やフォントサイズの変更操作も連携される。

図 3.12: 協調エディタアプレット

あるクライアントの状態を別のアプレットに通報する技術として HORB ではインビテーションという機構が実装されており、協調エディタで採用している。情報の流れを図 3.13 に示す。

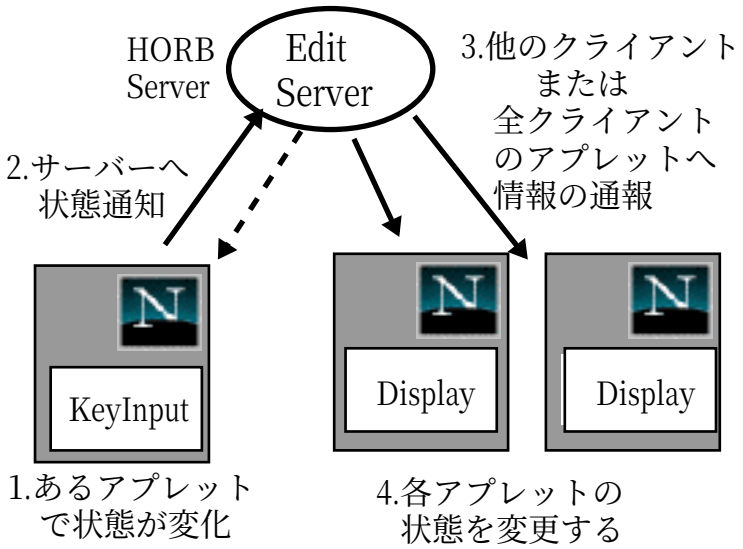

図 3.13: インビテーション

3.8　協調エディタの利用手順

協調エディタはWWW アウェアネスと組み合わせて使用する。組み合わせることでアウェアネスのプロセスとコラボレーションのプロセスの切り分けを行う。第 3.1 節 (23 ページ) の WWW アウェアネスと記述が重なる部分もあるが、初期設定からすべての利用手順を述べる。

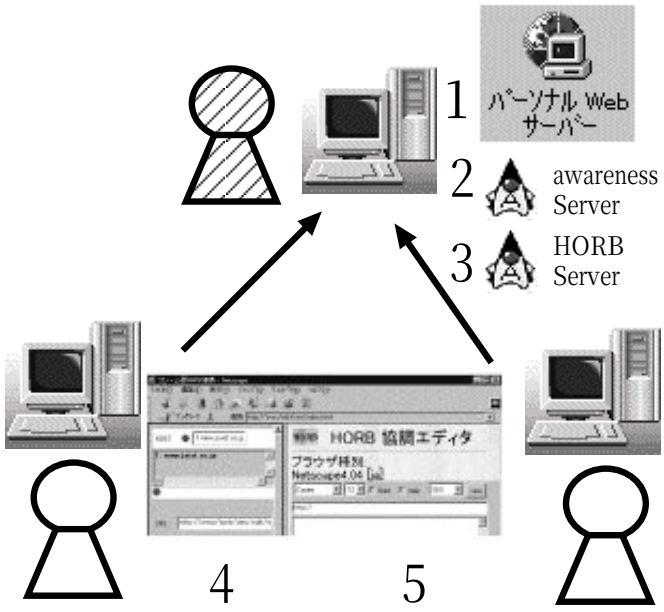

図 3.14: 協調エディタの利用手順

システムの設定者が必要な準備は以下である。

1. まずWWW サーバーを起動する。サーバーの種類は問わないので、既に起動してあるのがあればこの作業は不要である。
2. 次にWWW サーバーが動作しているホスト上で、アウェアネスサーバーを起動する。
3. 同一ホストで エディットサーバーを起動する。エディットサーバーはHORB アプリケーションとして記述してある。UNIX 系ならコマンドラインから、Windows 系ならDOS プロンプトから起動する。

システムの利用者が必要な準備は以下である。

4　指定されたURL コントロールアプレットがある) にWWW ブラウザでアクセスする。

5　協調エディタがあるURL にWWW 連携機能で共有ウィンドウに表示する。

ブラウザで接続すると、利用者の画面には、コントロールウィンドウと協調エディタが共有ウィンドウが表示される。図 3.15に示す。

図 3.15: 協調エディタ利用時の初期画面

図 3.16は Netscape 4.0 と IntenetExplore 4.0 で協調して動作している所を示している。

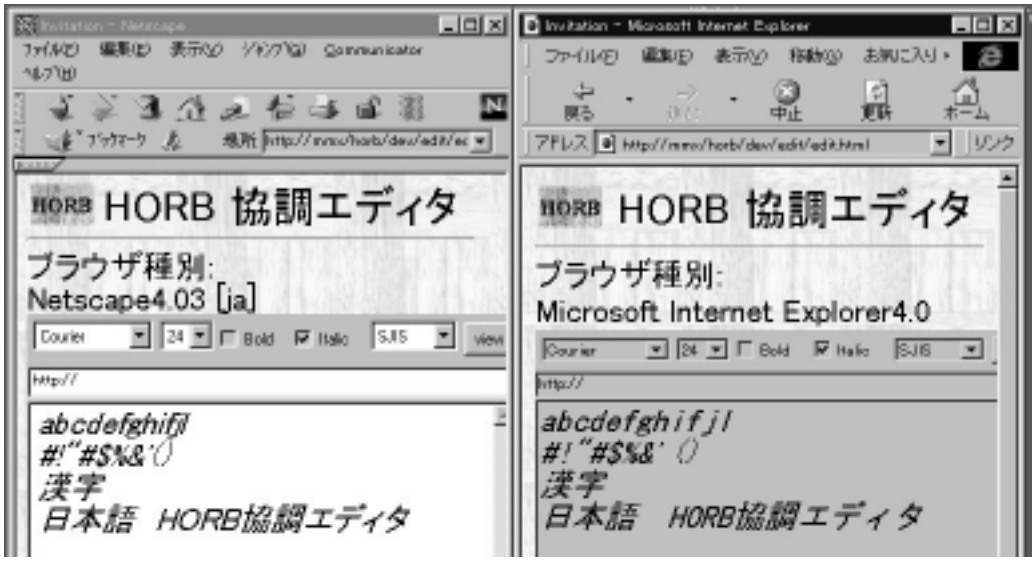

図 3.16: エディタの協調動作確認

第 4 章

利用形態

ここまでで実装したWWW アウェアネスや協調エディタは、コラボレーションの基盤技術として使えるため、特定の利用方法のみでなくさまざまな協調作業に応用することができる。本章では、具体的な適用パターンを示し、利用方法について説明する。

- WWW アウェアネスによるWWW 連携
  - プレゼンテーション
  - セミナー、電子会議
  - 遠隔教育、遠隔ゼミ、遠隔授業
  - 協調検索
  - 遠隔サポート、ヘルプシステム
  - コミュニケーションの補完

- 協調エディタによる協調執筆
  - グループレポート
  - レビュー
  - プログラム協同開発

4.1 WWW プレゼンテーション

まず応用としてプレゼンテーションへの適用を試みた。従来、非同期に行われていた WWW の参照がリアルタイムに共有できることを利用し、マシンを全参加者に割り当てることで全員で同時に資料を閲覧することが可能になる。これを **WWW プレゼンテーション**と呼称する。また赤ペン機能と併用することでセミナーや会議において参加者の指摘や修正要求を受けることが可能である。

従来のプレゼンテーションのスタイルとしては以下が挙げられる。

- OHP
- 液晶プロジェクタ＋専用アプリケーション (PowerPoint 等)
- 背面式のスクリーン投影機＋従来型 WWW

最も普及している投影機材としては OHP が主流である。最近では液晶プロジェクタや背面式のスクリーン投影機を利用して、プレゼンテーション用アプリケーション (PowerPoint が有名) や WWW によるコンピュータの出力画面を使って発表を行う形式が増えてきた。従来型のプレゼンテーションと本研究が提供する WWW プレゼンテーションとの比較を行い、表 4.1にまとめた。

◎特に優れている　○優れている　△普通　×劣っている

	OHP	**PowerPoint**	**従来 WWW**	**本研究**
普及度	○	△	△	−
器材コスト	△	×	×	△
表現力	×	◎	○	○
作成労力	△	○	△	△
ネットワーク	×	△	○	◎

表 4.1: プレゼンテーションの比較

器材　WWW プレゼンテーションでは投影機材が不要である。ネットワークに接続した人数分のパソコンのみ揃えばセミナーが可能となる。会議室やミーティングコーナーなど発表の場にまで各机にコンピュータが整備されている環境は現状では少ないかもしれないが、今後一層のコンピュータの普及によりあらゆる場所にマシンが浸透することが期待される。

そもそも、本システムならば、会議室に行かなくとも、各自が資料を作成するために普段利用している作業机で、セミナーを行うことが可能である。

表現力 OHP に比較してプレゼンテーション専用アプリケーションでは、ページ切り替えやオブジェクトの動きや多彩な装飾で表現力を増しているのが特徴であり、普及している要因である。しかし WWW でも、GIF アニメーションや Java アプレットや DHTML [(1)] により、スライドアニメーションやワイプイン、フェイドインの効果を出すことが可能で、専用アプリケーション以上の表現力がある。

ただし同一のページを構成するのを比較すると作成労力がかかる点が欠点であるが、OHP よりは明らかに優れている。

ネットワーク 最近では多くの研究論文や資料文書や最新のニュースが WWW で公開されている。プレゼンテーションの場で発表時にアクセスして見せて、説明を行うことは効果的である。デモプログラムの配布も行われているし、アプレットにより WWW 上で即時実行も可能である。

4.2 遠隔授業

ネットワークを通して離れた地点でも同一の資料が参照できる点は有効であり、このコンセプトは遠隔共同授業として研究のみならず製品として既に普及している。形態としては衛星回線とテレビを使用するものから電話回線やインターネットを使用するものまでさまざまあり、WWW を利用しているのも既に行われている。実際、あるテレビの教育番組で、都会と自然の多い地域をビデオ通信と WWW で接続し、小学校の授業で、環境を比較するセミナーを行う試みがあった。いまや WWW は小学生でも利用可能なシステムとして普及している。

ただし、従来型の WWW を使った遠隔授業では次のページに移動する際に 「ページの下のボタン (またはアンカー) を押して下さい」と言葉で逐一指示をしなければならないのが面倒な問題であると印象を受けた。本システムの WWW ページのリアルタイム連携を利用すれば、操作による余計なわずらわしさを解消し、議論に集中することが可能である。

[(1)] Dynamic HyperText Markup Language

4.3 遠隔サポート

システムの使い方を知るために質問に回答してくれるサポート業務は、現在でも電話のみで行われることが多い。しかしながら音声のみではどうしても情報伝達が不十分である。また WWW 上に FAQ [2] をまとめてあっても、どこにあるのかユーザがたどり着ける保証はない。

そこで WWW 連携によって資料を見せながら音声によってユーザーの要望を聞くことできめこまやかなサービスが可能になる。

4.4 協調検索

現在の WWW ではネットワーク上の膨大なリソースの中から必要な情報を得るために検索エンジンが頻繁に利用されている。本システムによってリアルタイムに複数人で協調して検索することにより最適なキーワードを得る協調検索が可能になる。

検索可能なサイトの中で代表的なものの一つとして yahoo がある。

```
http://www.yahoo.co.jp/
```

この検索エンジンを利用する際に、検索用 CGI [3] に URL でテキストのキーワードを引数として渡すことができる。以下は、引数として「**TeX**」を渡した場合に表示される URL である。

```
http://search.yahoo.co.jp/bin/search?p=TeX
```

この機能を利用して、WWW 連携において検索したい引数を入力した場合の検索結果を、システムの参加者全体で共有して閲覧することができる。WWW では、ブラウザでもう一枚ウィンドウを新規に開けば個人スペースとなり、共有ウィンドウと区別が可能になる。キーワードの選定作業には個人用のウィンドウで行い、個人で得た結果を全員に見せたり、他人の得た結果を比較することでより最適な結果にたどりつく。複数のキーワードを結びつける機能が不足しているが、学校教育で調べ学習で利用している事例が増えている背景を受けて、今後共同授業での応用に期待できる。

---

[2] Frequently Asked Question: 頻繁に尋ねられる質問、Q&A集

[3] Common Gateway Interface

4.5 協調執筆作業での応用

協調エディタを用いての協調執筆活動してどのような応用があるかを示す。

4.6 協調執筆における赤ペン機能とリンク機能

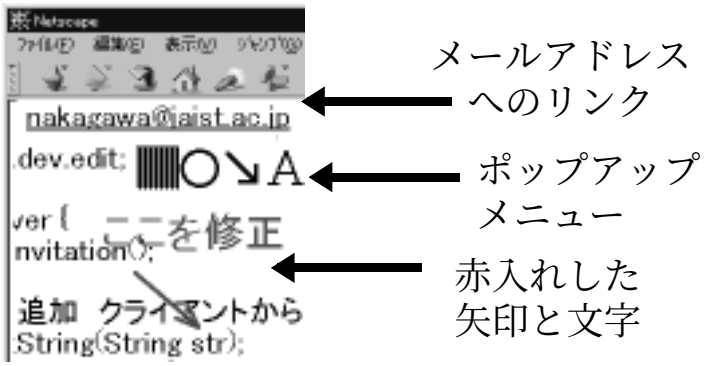

図 4.1: Java ソース上での赤ペン機能

協調エディタと赤ペンを組み合わせると有効である。図 4.1に、Java のプログラムソース上で赤ペン機能を使った場合の例を示す。まずソースの内容の間違いや指摘を行うなど保存を要求しない内容を赤ペンで作業し、ソースの内容を修正する場合は協調エディタを使って行う。

文書に HTML 形式で記入しておけば、閲覧モードでリンクとして参照できる。プログラムソースならばコメント文にリンクを記入すれば良い。リンク先には文書の情報を付加する利用方法が考えられる。

4.7 グループレポートの作成

協調執筆の応用としてグループでのレポート作成が挙げられる。協調エディタによって、白紙の未記入状態から文書を作り上げる知的生産活動である。協調執筆は草案やアウトラインやリード文を起点にして編集を加えていく方法が効果的で成功するという報告 [3] もある。しかしながら、草稿がない場合でも良い成果を得た経験があるので、具体例を示す。

4.7.1 創造性の発揮するには？

まず参考文献 [3] で得た協調作業で良い成果を得た結果に関する報告を述べる。

口頭では意見がまとまらず、議論が口論となったが、ツールの使用によって合意を得ることができた例が２つ記述されていた。

1. 共同で新聞記事を書く際に、１台のマシンのキーボードを交代で打ちながら文書を作成した。一方がリード文を書き、もう一方がリード文に対する修正案やひらめきをタイプすることを繰り返した。
2. Macintosh では１台のマシンにキーボードを２つ連結して接続できる特徴を活かし、二人での同時入力とさらに画面をスクリーンに投射しながら文書を作成した。

4.7.2 筆者の経験

前節の知見に基づいた協調作業方法によって、講義で出題された課題に対し、効率良く、良い成績を修めることができた経験について述べる。講義の出題内容は以下である。

> ３人のグループで、
> 英文記事の要約と感想をまとめ、
> E-mail で提出せよ。

多くのグループは図 4.2に示す方法を採った。

1. まず、英文記事の翻訳を３人で分担する。
2. 次に要約を口頭でまとめ、一旦紙に記入する。
3. 最後に代表者が電子化し、メールで送る。

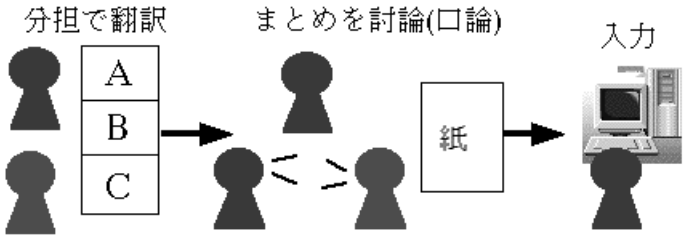

図 4.2: 共同作業 (a)

この場合、多くのグループで意見をまとめる所で対立し、時間を浪費してしまった。さんざん口論となった挙げ句、結局一人の意見が強くなり、三人の意見を公平に反映できなかった。

筆者のグループがとった方法を図 4.3に示す。

1. まず英語記事を全員で同時にながめ、解釈の難しい所を確認しながら合同で翻訳する。
2. 特徴的なのは、この段階で、まずアイデアが浮かんだ者から何かしらの文章を入力する。それに対し、意見を持った者が修正を加えるという方法を取った。つまり入力と合意を繰り返しながら進めていった。

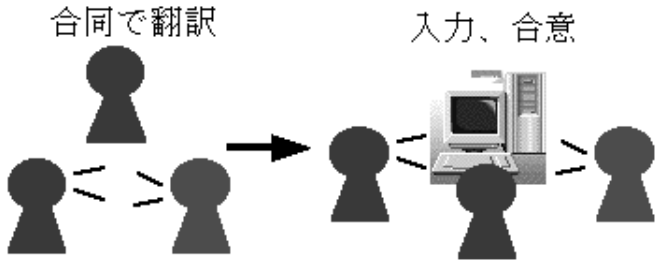

図 4.3: 共同作業 (b)

その結果が表 4.2である。点数は創造性がうまく発揮できたことを意味しており、また時間を短縮して効率良く仕上げることができたことも示されている。

	グループ数	評価点数	所用時間
(a)	７０	平均 70 点	平均 9 時間
(b)	１	90 点	3 時間

表 4.2: グループレポートの結果

この結果を分析するとリアルタイム性を活かした適切な手法により協調作業が成果を出すことと、また協調的なツールの使用が必要であることも示されている。

本研究の協調エディタをこの講義で使用すれば、さらに効果的になることを目指して開発を進めた。また所要時間や点数のデータを取り、定量的な評価をすることが可能になる。

4.8 レビュー作業

レビューとは共同でプログラムを開発している際のソースや資料の読み合わせ作業のことである。従来のレビューではソースを印刷して会議室に集合して行うのが常であった。これをオンライン化すれば、印刷作業による時間と無駄な紙資源が削減でき、ソースの即時修正と、さらに修正結果の即時確認が可能となる。会議室などグループが集合するための特別な場所を必要とせず、普段の作業机でレビューすることも可能となる。

協調執筆の閲覧モードでは赤ペン機能により、用意された資料に対し、修正や添削を行うことができる。また図 4.4のように、入力モードで協調エディタで WWW サーバーよりプログラムソースを読み込み、編集することもできる。読み込み作業は参加者内の一人が行えば十分で、ソースの内容が全員に連携して表示される。また編集後の保存はサーバーに行う。レビュー作業ということで対面環境を想定しているが、コミュニケーションツールとの組み合わせで分散レビューも可能である。

	従来型	オンライン
印刷	必要	不要
修正	事後	即時
場所	会議室	作業机

表 4.3: レビューの比較

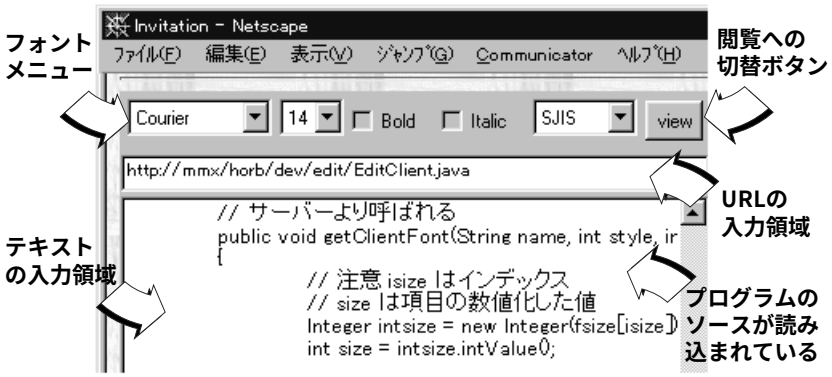

図 4.4: サーバーからのソースの読み込み

4.9 プログラムの共同開発

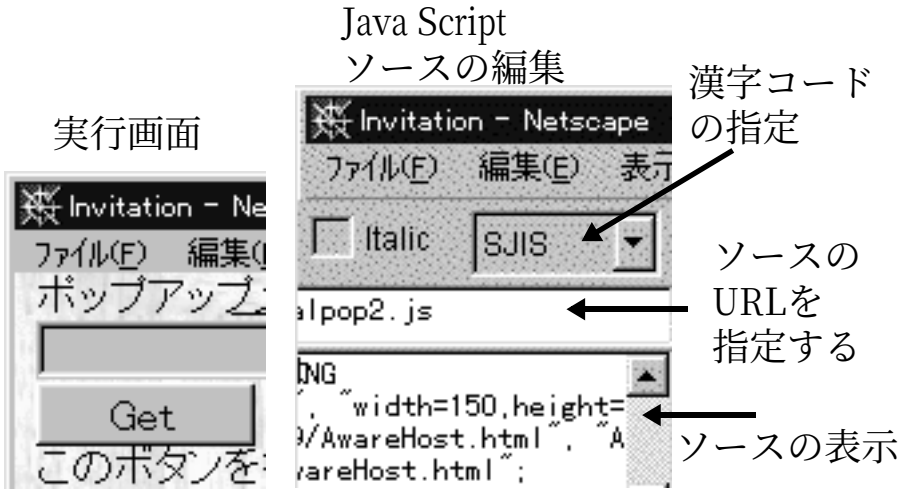

図 4.5: 協調エディタと即時実行

レビュー作業をさかのぼると、そもそもプログラム開発の最初から協調作業で行うことが考えられる。つまりリアルタイムな共同開発を意図している。協調して行う開発は大規模なプログラムを分担して行う作業とは違って、Java アプレットや、JavaScript プログラムや、WWW ページをデザインして構成する HTML ソースなど比較的短いプログラムの開発に向いている。ソース量が少ないことと、ブラウザ上で即時実行可能な点が WWW 上でのコラボレーションとして適している理由である。協調エディタの画面と別ウィンドウを生成して、実行画面で確認しながら作業することができる。つまり開発中に逐次デバッグや動作確認を行い、修正を重ねて適切なプログラムを作成することが可能である。図 4.5では実行画面とソース編集画面を同時に表示している様子を示している。

第 5 章

システムの評価方針

これまでに提案した支援方法により構築した環境でリアルタイムなコラボレーションが実現できることと、ツールのプロトタイプを開発したことを述べた。本章ではこのシステムの有用性を調べることにより提案した方法が実際に機能するものであるかどうかを調べる評価の方針について述べる。

一般に創造性を支援するシステムの効果は明確な評価基準が無いために困難であるといわれている。そこで思考支援システムで提案されている評価方法 [18] を基に本研究では以下の 2 つのアプローチで評価を行った。

技術レベル　システムを構成する機能に関する技術的な観点からの評価
利用レベル　システムを利用した場合に得た効果や指摘による評価

本章では主に技術レベルでの評価について述べる。

対象とする開発システムは以下である。

- WWW アウェアネス
- 赤ペン機能
- 協調エディタ

これらを他の関連システムとの比較や実装技術面での評価を行い、本研究の優位性を示す。

また利用レベルに関しては実験を行ったが詳細は次章で述べる。本章では実験以外で得た評価について述べる。

5.1 WWW アウェアネスの技術的評価

ここではWWW アウェアネスの技術レベルの評価に関して述べる.

方針として他の関連システムとの比較を行う。以下のアプローチが挙げられる。

- 速度性能
- 機能面での優位性

ただしここでは速度性能での比較は行わない。なぜなら存在のアウェアネスも動作のアウェアネスもネットワークを用いており、回線速度や混雑具合、マシンを構成する CPU 性能やメモリや Java の VM [(1)] の実装方式など多様な要素によりシステムの性能は大きく左右されるし、異機種間で利用できることを目的とする本システムでは同一マシンで比較することも参考にならない。よって速度性能での比較は対象から外して機能面の評価に委ねる。

5.1.1 他の WWW 連携システムとの比較

アウェアネスからのアプローチでWWW にリアルタイムな連携機能をもたらしたのは本研究の特徴であるが、複数の WWW ブラウザを連携させるコンセプトは他の研究や製品でも存在する。それらと比較を行い、表 5.1にまとめる。

システム	OS	ブラウザ	サーバー	固有技術
Universal Canvas			Jeeves, Servlet	
Multimedia Groupware [10]	同一			ブラウザの API
NetMeeting	Windows	InternetExplorer		OS の API
Netscape Collabra		Netscape 4.x		ブラウザの API
WebCanal [25]				MBONE
本研究	任意	任意	任意	不要

表 5.1: 他の WWW 連携システム

[(1)] Virtual Machine

他のシステムの特徴を比較した結果、特定の OS やブラウザに依存したり、MBONE ネットワークが必要など固有技術で実現されているものが多いことが判明した。これでは WWW のマルチプラットフォーム性がいかされていない。逆に本システムは OS，ブラウザ、WWW サーバーの種別を問わないマルチプラットフォーム性が実現されていることが特長として挙げられる。

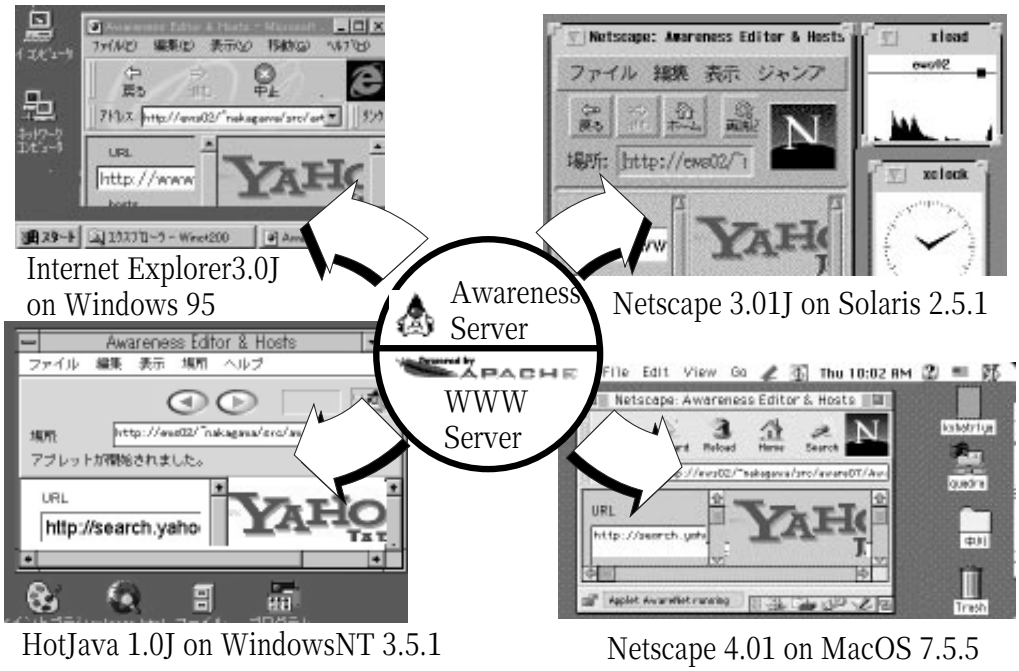

図 5.1: 異機種間での WWW の連携

図 5.1に示すように多くのプラットフォームとブラウザで動作確認ができている。２章の実装で示したが、とにかく Java を扱うことのできるプラットフォームであればどこでも利用することが可能である。また正確なデータは計測してないが、DX4/100MHz の AT 互換機や SparcStation5/85MHz など現在では比較的非力なマシンでも軽快に動作している。Netscape Communicator のフルパッケージを必要とする Conference システムではディスク資源にしても CPU パワーにしても負荷が大きくて、上記のマシンでは快適な動作はとても望めない。

5.2 赤ペンの技術的評価

赤ペン機能に関しては比較対象となるシステムがなかった。ただし記述言語にJavaScript1.2を使用していることが現状では制限となっている。現在 JavaScript の Version 1.2 を利用できるのは Netscape 4.0 以上だけであり、多くのプラットフォームに Netscape のブラウザが移植されているとはいえ、シェアを伸ばしている IntenetExplore や古いバージョンで利用できないことは欠点となる。WWW アウェアネスのマルチプラットフォーム性を活かすことができない。

ただし、JavaScript もブラウザやプラットフォームを選ぶ言語ではなくInternetExplorerでもバージョンは遅れているがサポートされている。今後登場するブラウザでサポートされることが期待できる。また本来 PDF ファイルのビューアーである Adobe Acrobat 3.0aJ に JavaScript が採用されるなど JavaScript は普及しつつあることも追い風となる。

5.3 協調エディタの技術的評価

協調エディタは当初 JDK1.1 で開発した。当時の動作確認状況をまとめる。

開発環境 Solaris 版 JDK1.1.1

動作確認 appletviewer, HotJava1.0

プラットフォーム Solaris 2.5.1, Windows 95

日本語処理が可能なアプリケーションを記述することを考慮したためだが、このことが開発当時 JDK1.1 の AWT に対応したブラウザが少なく、制限となっていた。現在ではInternetExplorer4.0 が対応しているが、負荷が大きくあまり普及していないし、Netscape 4.0 では JDK1.1 の一部の機能だけの対応で、完全対応にはパッチをあてる必要がある。

しかし、HORB で実装することで制限を解除が可能となった。

> **HORB とは？**
>
> 分散オブジェクト通信を可能とする Java の拡張言語で100%Java で記述されており、Java が使えるプラットフォームならどこでも利用が可能である。CORBA や RMI など他の分散技術と比較して速度やディスク資源で優位性があり、記述が簡潔であることも利点である。

協調型アプリケーションを記述する際の参考事例として HORB で実装することの効果を表 5.2にまとめる。

	JDK1.1 版	HORB 版
連携	ソケットによる 独自プロトコル	メソッド呼び出し
通信処理	バッファ容量の設定必要 スレッド化必要	バッファ不要 スレッド不要
日本語	OS 毎に設定 ファイル毎に設定	設定不要
同期	Solaris でイベント処理と タイミングが不適合	問題なし
ブラウザ	JDK1.1 以上の対応	JDK1.02 以上

表 5.2: HORB による利点の比較

- まずネットワーク通信に関する部分の記述が簡潔になった。ソケット用のバッファの容量を気にする必要がなくなり、通信用のスレッド化が不要となった。
- Java は、まだ完全に日本語に対応していない。またプラットフォーム毎に日本語の文字コードが異なってる事情があり、言語のサポートは難しい問題がある。しかし、HORB によって文字コードを意識する手間が少なくなる。異なるプラットフォーム間での連携が可能になった。
- Java では AWT の表示やイベント処理でプラットフォーム非互換がしばしば指摘されている。Windows で動作するイベントとソケット通信の同期が Solaris ではタイミングが合わないバグらしき問題があったが、HORB によって解決した。
- 現時点では JDK1.1 以降に対応しているブラウザが少ない。特に代表的なブラウザである Netscape や InternetExplorer でさえ、いまだ完全対応していない。そのため、HotJava や Appletviewer での動作確認を行っていた。しかし、イベントの扱いを JDK1.0.2 相当にすることで古いバージョンの Netscape や InternetExplorer でも動作が可能になった。バグや過剰な機能を嫌ってブラウザのアップグレードをしていない人も多いので有効である。

5.4 協調処理と Java

前節では Java より HORB で協調型のアプリケーションを書く利点を述べた。WWW と Java はネットワークを意識した設計であり、OS 並みの基盤として利用できるが、協調作業をする機能が揃っている訳ではない。Java は未だソケットによるプログラミングが中心でオブジェクト指向としての設計ができないからである。データの通信に際しプロトコルを逐一設定する必要がある。HORB など分散オブジェクト通信では、直接メソッドの呼び出しが可能にである。特に第 3.7節で説明したインビテーション機構があるためアプレットで協調した動作を記述できる。現時点でのソリューションとして最も適している。

ただし、HORB は分散用の技術であり、協調用ではない。すなわちデータやアプリケーションを同時に使用するような協調作業を記述するにはまだ不便があると開発中に感じた。Java のロードマップ [20] によると Collaboration 専用 API が予定されており期待される。むしろ、API の登場前に協調作業の指針となる設計と成果を本研究で示せれば良い。

5.5 協調執筆の実験

協調エディタによる協調執筆の評価実験として第 4.7.2 節 (40ページ) で示した講義でのグループレポートでの使用を考えていたが、実際にはいくつかの問題により実験を行うことができなかった。その要因は第 1.1.1 節 (2ページ) で述べている導入の問題であった。以下に詳細な分析についてまとめた。

社会的な要因

授業で使うことは講義を受けている生徒の成績を左右することになる問題がある。

現行システムとの不一致

本学の標準的なマシン環境が SunOS4.1.4 であり、JLE もインストールされておらず日本語の扱いが不便である。また公式には SunOS で Java がサポートされていない。

技術的問題

本学で利用される標準的なブラウザは Netscape 3.0 であり、当初作成した JDK1.1 版協調エディタに対応していない。JDK1.1 に対応した Netscape4.0 も SunOS にはない。対応しても JDK1.1 では日本語の取り扱いにまだ問題がある。JDK1.2 では日本語入力の API がサポートされる予定だが、いまだ公開されていない状況である。

第 6 章

実験で得た評価

前章で述べたように本研究では以下の２つのアプローチで評価を行っている。

技術レベル　システムを構成する機能に関する技術的な観点からの評価
利用レベル　システムを利用した場合に得た効果や指摘による評価

本章では利用レベルの評価としてプロトタイプシステムを実際に運用して使用した実験を基に得られた結果で評価を示す。

実験の対象としたのはWWW アウェアネスと赤ペン機能を中心に行った。３通りの応用方法を用いてシステムのあらゆる側面について評価実験を行った。それぞれの実験に関して目的と方法と結果を述べる。

1. セミナーでの運用
2. モバイルマシンによる現実的利用形態
3. 分散環境でのサポート

WWW ページ上にアンケートページを設けてデータを採取することも可能であるが、創造性の発揮が本研究のテーマであるので、インタビューやアンケートによって口頭での自由回答を中心に意見を集め、まとめた。

6.1　実験１：セミナーでの運用

6.1.1　実験１の概要と目的

本システムを研究室で定期的に開かれているセミナーで運用してみた。システムとはWWW 連携機能と赤ペン機能による WWW プレゼンテーションである。セミナーをテーマとした研究であるためシステムをセミナーで使うことがそのまま評価実験の場となる。

つまり目的は研究に関する説明を行うセミナーである。研究内容を参加者に理解してもらうのが目標となる。システムを実際に運用してわかる有効性や性能や応用の可能性についてディスカッションを通して明らかにしていく。また効果の面から本システムの WWW プレゼンテーションに対し従来の OHP やプロジェクタとの比較を行う。

6.1.2　実験１の方法

図 6.1: コラボレーションルーム

実験環境は、写真図 6.1で、各席にコンピュータが設置されている本学の会議室で行った。利用したマシンは全て SparcStatin5/85MHz で OS は SunOS 4.1.4 である。

発表者も含めて、参加者全員がマシンにログインし、WWW プレゼンテーションを使用して議論を行う。発表者は、発表用の WWW ページをコントロールしながら発表を進めていく。参加者は随時口頭で質疑をしたり赤ペンを使って指摘を行ったりする。

各参加者のマシン環境は、OS とブラウザは共通であるが、各自が普段使用しているWindow Manager が異なっているため、まったく同じ画面が見える訳ではない。

本システムを使ったセミナーは２回行っている。表 6.1にまとめる。１回目と２回目では人数が同じだが参加者が異なっている。

	時期	参加人数	時間	主な討論内容
1 回目	97 年 8 月	6 人	40 分	WWW 連携
2 回目	97 年 12 月	6 人	90 分	赤ペン

表 6.1: セミナー

6.1.3 実験１の結果と考察

セミナーで得た結果と考察をまとめる。

WWW 連携でのインタラクション

WWW 連携機能を使って参加者からの反応を得て活発な議論につなげることができた。従来プレゼンテーションでは発表者から一方的に伝達することが多く、参加者からの活発な意見を得ることが難しかった。以前に背面式投影スクリーンと WWW の組み合わせでマシンがネットワークに接続されていたので、関連 URL [(1)] へ接続して説明したが、あくまで発表者からの一方的な行為であった。本システムを初めてセミナーで運用した際、参加者の方から研究内容に関連した URL があると指摘を受け、さらに参加者の方から即座に WWW 連携を用いて URL [(2)] [(3)] 先へ接続して見せてもらう反応があった。WWW 連携が対等な操作で行えることによる効果である。このことから、WWW プレゼンテーションが参加者からの積極的なインタラクションを引き出して充実した意見の交換が可能となる効果があることが示された。

インターフェース

また、システムを公表して被験者がすぐ操作してみせたことからも、本システムが簡易に操作できるインターフェースであることが示された。URL を逐一入力するのは負担であるので、入力 URL のログ機能を追加しログの選択操作からも連携を可能とした。

[(1)] Universal Canvas [9]http://jeeves.hayalab.cs.ritsumei.ac.jp:8080/unicanvas/

[(2)] PC Watch ラジオ [22] http://www.watch.impress.co.jp/pc/docs/article/radio/index.htm

[(3)] サイトクルーズシアター [23]http://www.incx.nec.co.jp/sitecruise/

赤ペンでのインタラクション

赤ペン機能は分散環境で効果があるかもしれないが、対面では前に出て黒板に書くことと同じ行為で機能の意味がないと評価する人がいた。

一方で皆の前に出て書くのは恥ずかしいが、赤ペン機能ならば即書き込むことができるので書きやすいと評価する人もいた。意見を言うのに慣れない人にとって少しでも書き込みやすさを促すことができるという意味でコラボレーションとしての効果があると評価できる。また目前にあるとわかりやすいことも利点になる。自分でいじれることで参加意欲を促すことも期待できる。よって赤ペン機能は対面でも効果がある。

理解のしやすさ

主に資料の見易さの観点で述べる。プロジェクタで投影する場合は遠くの座席に位置する人にとっては見にくくなるのはよくあるケースである。本システムならば常に目前にあることで見易さは明らかに向上する。ただしパソコンの画面の方が目が疲労すると訴える人もいた。セミナーでは長時間になることが多い。ただし、本実験では最長９０分間セミナーを続けたがこの程度では、ストレスを訴える人はいなかった。おそらくめずらしさによる効果もあったと考えられる。

赤ペンログ機能

赤ペンの入力作業状況の保存を求める人が多かった。本研究はリアルタイムな作業を対象としており、データの再利用によって創造性を出すことは考慮していない。しかしながら、ログ機能があれば、

- 自分だけのメモを残す
- 後で作業経過を参照してチェックする

などに使用することは見込める。技術的にはアウェアネスサーバーにおいて赤ペンの種別、色、位置は管理できるので保存は可能である。

存在の匿名性

ホスト名やＩＰアドレスや色で利用者を識別しているが、名前など詳細なプロフィール情報を求める意見があった。本システムは入力作業の軽減を求めてこの仕様にしたが、CGI と組み合わせることで情報を付加することは可能である。

ただし、タスクによっては上司の前では萎縮する社員が匿名性によって自由な発言が可能になるなどの効果があるかもしれない。

6.2 実験２：モバイルマシン使用の現実的利用形態

6.2.1 実験２の概要と目的

コンピュータの普及によりオフィスでも学校でも１人１台環境が整いつつあるが、実験１の写真図 6.1(51ページ) の様に会議室の各席にまでコンピュータが用意されている恵まれた先進的環境は本学以外ではまだまだ少ないとの指摘を受けた。おそらく今後一層のコンピュータの普及により解決することが見込まれるだろうが、現状での一般的な設備環境で本システムが効率的に利用できるかをこの実験で評価する。

ネットワーク環境

場所はある会社の会議室で行う。各机にマシンは設置してないが、ネットワークの HUB があり、持ち込んだノートパソコンを接続することは可能である。

マシン設備

モバイルブームの背景を受けて、最近では学会や講演会にノートパソコンを持ちよる人も多い。そこで発表者も含め、参加者がノートパソコンを持ち寄り、本システムのコラボレーション環境を会議室内に構築して快適に動作するかを検証する。

画面

ただし、ノートパソコンでは CPU の性能がデスクトップより劣り、特に表示画面が狭くまだ SVGA(800x600) までしか表示できないのが多く、制限となる。これらの条件下が作業が問題にならないかも検証する。

参加人数

また参加者は今回は２０人以上と実験１の研究室でのセミナーよりかなり大勢であった。大人数相手のプレゼンテーションとしての事例となる。創造性会議は小人数向きであり、多数になると萎縮して活発な論議にならないというデータもある。

6.2.2 実験２の方法

参加者は２５人だが、HUB は一つで最大７台しかつながらない。また持ちよったノートパソコンが６台だったので、複数人で１台を参照する形態にした。またマシンのない人でも参照できることと、プレゼンテーションを補完することを配慮して、液晶プロジェクタも併用して発表者のマシンの画面をスクリーンに投影した。

図 6.2は参加者とマシンの配置で●が発表者で○は参加者である。

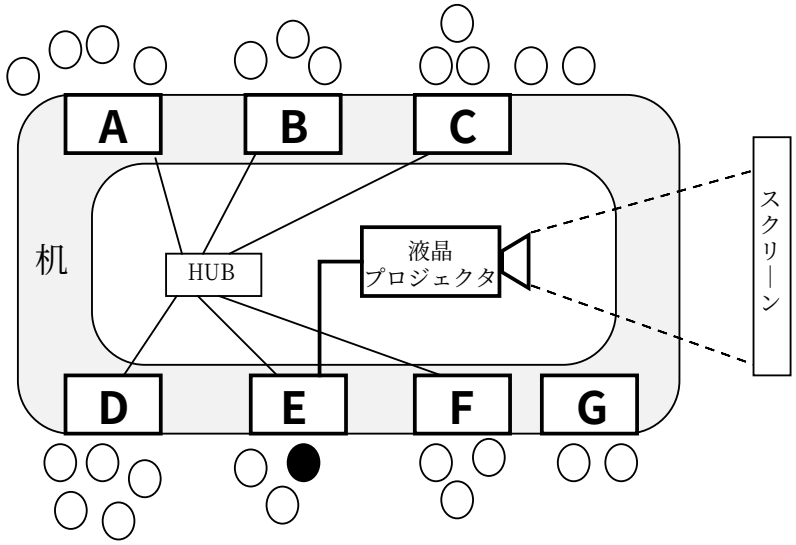

図 6.2: 実験配置

各グループの人数や割り当てられたマシンに関する情報を表 6.2 にまとめる。OS は共通で Windows95 である。参加人数は発表者を含めて合計 25 人である。

グループ	人数	マシン CPU	ブラウザ	備考
A	４人	Pentium/133MHz	Netscape4.0	
B	３人	Pentium/133MHz	Netscape3.0	
C	５人	Pentium/133MHz	Netscape3.0	
D	５人	Pentium/133MHz	IE3.0	
E	３人	MMX/233MHz	Netscape4.0	発表者含む
F	３人	Pentium/133MHz	IE3.0	
G	２人	なし	なし	プロジェクタ参照

表 6.2: 実験でのグループ分け

発表者と参加者共通のネットワーク設定は以下である。

DHCP ノートパソコンをネットワークに接続する

Proxy 設定 必須ではない。ブラウザの設定。

DNS 設定 必須ではない。OS のネットワークの設定。

ブラウザ起動 Java が使えれば種類を問わない。ただし Netscape4 以外では赤ペン機能が使えない。

発表者の設定事項は以下である。

WWW サーバー Windows95 の OSR2 には、パーソナル Web サーバーが付属しているのでこれを使用した。種類は問わない。

アウェアネスサーバー DOS プロンプトより起動する。

指定 URL へ接続 アウェアネスアプレットのある URL に接続する

参加者の設定事項は以下である。

指定 URL へ接続 アウェアネスアプレットのある URL に接続する

6.2.3 実験２の結果と考察

この評価実験の結果と考察をまとめる。実験に要した時間は、準備に 30 分、発表に 20 分で、質疑応答が 40 分たった所で打ち切られた。合計 90 分である。

ネットワーク接続

本システムの起動設定は、第 3.1節 (23ページ) で説明したように簡単であるが、この実験の場合はネットワークの設定で予想以上にてこずり準備に時間がかかってしまう問題が起きた。実際には７台あったが、１台だけ DHCP が使えなかったり、Proxy なしにしないと WWW サーバーに接続できないトラブルが発生した。しかしこれらは本システム自身の問題ではなく、ネットワーク管理の問題である。設定者が初めて利用した会議室であったため、具体的な利用方法を知らなかったからである。入念な事前準備が必要である。

ブラウザと赤ペン

現状では赤ペンに必要な JavaScript1.2 を搭載したブラウザは Netscape4.0 のみでしかもさほど普及していない。企業では無料が理由で IE(InternetExplorer) の方が使われていたり、[4]Netscape3 など古いブラウザの機能で満足しているユーザーが多いからである。しかし IE ではバージョンが遅れつつも JavaScript を採用しているし、ブラウザでない Adobe Acrobat でも JavaScript を搭載する予定になっていたり、今後一層の JavaScript の浸透が期待できる。それに WWW 連携機能だけでも十分に発表を進めて論議を行うことができた。

HTML と赤ペン

また現在の HTML(HTML3.2 以下) ではレイアウトが一定しないため、赤ペンの表示位置がずれることも指摘された。しかし OS や画面サイズの一致である程度違いを吸収することができたし、次期の HTML4.0 ではスタイルシートの採用により今後は HTML 画面でもページの概観を一定にコントロールすることが可能になる。

グループ利用

グループに 1 台であったが、不満はなかった。学校教育での利用に可能性がある。

理解度

以前にこの会社でほぼ同じ内容でプロジェクタのみを使って発表したことがあった。しかし、今回の方が質疑が多く、議論が白熱した結果を生んだ。本システムの使用によってわかりやすさが向上したといえる。

復旧対策

セミナーより大人数でまた IE も加わったことや負荷のかかる赤ペンやスクロール機能で発表中エラーが起きて、復旧に時間がとられる場面があった。リロードすればいつでも初期画面に戻ることができるが、より簡潔なエラー対策が必要である。

画面の大きさ

デスクトップでは XGA 以上がほとんどで発表者のマシンでは XGA (1024x768) をサポートしているため不便がなかったが、今回は他のマシンの性能に合わせて SVGA で発表を行った。そのためコントロールウィンドウに領域を取られることで共有ウィンドウが少し狭く感じることとなった。不要なコントロール部分を消去できるなどの対策が必要である。

---

[4]Netscape Navigator も無料配布されることが決定した。

6.3　実験３：分散環境での遠隔サポート

6.3.1　実験３の概要と目的

これまでの実験は対面での使用だったが、コミュニケーションツールを併用して本システムが分散環境でも効率よく利用可能であるか試してみる。

この実験により対面との相違点を洗い出す。今までは多人数相手のプレゼンテーションとしての利用をしてきたが、今回は１対１で行ったため、システムの使い方の説明を行うような、遠隔サポートしての応用事例となった。

参加人数は発表者ともう一人Ａさんのみで２人である。ちなみにＡさんは実験を始める前は、本システムを全く見たこともない状態である。Ａさんに与えた既知情報は、

- 「WWW を連携するシステム」
- 「ネットワークを通して赤ペンが使える」

の２点を口頭で伝えたのみである。ここから本システムを使って、Ａさんが以下の３段階の目標を達成することが可能か検証することを目的とする。

1. **システムの理解レベル**
   本システムの利用によって本システムの機能の説明を受けて理解する。
2. **システムの使用レベル**
   本システムは全参加者が対等に使うことができる。参加者からも WWW 連携や赤ペンを実際に使用してもらう。
3. **システムの応用レベル**
   コラボレーションにあたる段階で、本システムに対してどうしたらもっとよりよい機能に改善できるか議論する。

ただし、見たこともない状態から始めるのでシステムを使用することができるかどうかも未知数である。

6.3.2 実験３の方法

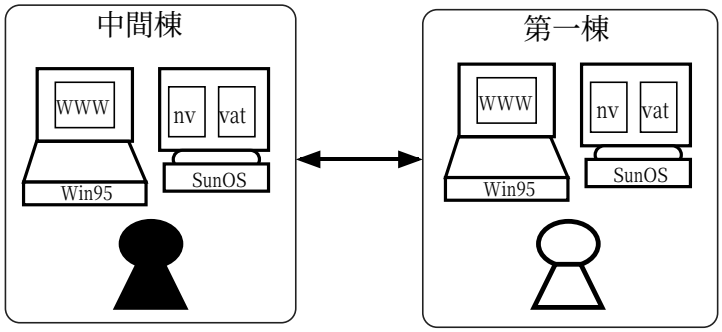

図 6.3: 分散実験配置

発表者の作業机は第一棟にあり、被験者Ａさんの中間棟とは独立した別室になる。マシンはそれぞれに２台用意して、一台を WWW 連携、もう一台をコミュニケーション用とした。マシンについて表 6.3 にまとめる。２台別に分けた理由はレイアウトの問題を考慮したことと、会話ツールには負荷がかかるので分散することにした。

	WWW 連携用マシン	会話用マシン
発表者	AT 互換機ノートパソコン MMX/233MHz	SS5 125MHz
被験者	AT 互換機ノートパソコン Pentium/133MHz	SS5 85MHz

表 6.3: 分散実験用マシン

コミュニケーションとしては、表 6.4 に示すように 3 通りのメディアを用意した。チャットはコントロールウィンドウの機能である。nv と vat はインターネットを通して会話を実現するツールで、ブラウザ上ではなくアプリケーションとして動作する。

図 6.4と 図 6.5はコミュニケーションツールを実際に使用した時の画面である。nv 用に SS5 に SLIC Video のビデオカードを装着して使用している。

6.3.3 実験３の結果と考察

準備は 5 分もかからなかった。コミュニケーションツールに事前に動作確認を行っていた効果である。遠隔状態での実験が発表が 15 分、質疑が 15 分で合計 30 分だった。その後 60 分間対面で自由に口頭で意見を言ってもらった。

メディア	OS	ソフト
テキスト	Windows	チャット applet
音声	SunOS	vat [5]
映像	SunOS	nv [5]

表 6.4: 分散実験でのコミュニケーションツール

図 6.4: ビデオ通信ツール nv

図 6.5: 音声通信ツール vat

理解度

レベルは第 3 段階まで達成できた。遠隔サポートに使えることが証明できた。

遠隔通信

コミュニケーションツールで多用したのは音声であった。文字に関しては赤ペンでも可能なので未使用であった。映像もほとんど使用しなかった。逆に言えば、音声のみで十分である。WWW 画面を併用すれば、映像は不要であるとも言える。ただし映像を活かす方法も検討したい。実際には画面の様子の確認に利用したり、Ａさんの所にお客さんが来て中断したのを確認できた。

リアルタイム性

協同検索にも挑戦したが、yahoo のページでテキストの入力状況がわからずに困ったらしい。それ以外でも音声ツールになれていないのか、「ＯＫ？」とあいずちを常時、確認することが多かった。

第 7 章

結論

本研究では、WWW にアウェアネスを支援することによって、WWW 上でのリアルタイムに行われるコラボレーション環境を実現し、創造性を発揮することを目指した。本研究では以下の協調作業をテーマとした。

- WWW 上のコラボレーション
- リアルタイムに行うコラボレーション
- 創造性を発揮するコラボレーション

そのために存在と動作の WWW アウェアネスを提案し、設計と実装方法を示した。リアルタイムな共有が可能になった WWW での作業を効率的に行うためのツールを開発した。さらにツールでの応用方法を示し、運用も行った。

- WWW アウェアネスによる WWW 連携
- 赤ペン機能
- 協調エディタによる協調執筆

そして実験や運用を通し、開発したツールによってリアルタイムな協調作業で効果があることを実証するために評価を行った。

本章では、本研究において達成された成果をまとめ、今後の研究の課題と開発したシステムや研究の将来に向けた展望を述べる。

7.1 本研究の成果

本研究の成果や明らかになった事柄を以下にまとめる。

WWW アウェアネス

WWW 上でリアルタイムな存在と動作を認識することを可能にする WWW アウェアネスを提案した。アウェアネスを支援することによって WWW でのコラボレーション環境の構築が実現できる。

WWW コラボレーション

WWW でコラボレーションを行うことのメリットを示した。協調型アプリケーションが開発しやすいことや導入の問題を解決できる利点がある。

リアルタイムコラボレーション

作業をリアルタイムに行うことで業務の効率化のみならず、創造性の発揮で質の向上が期待できる。

WWW 連携機能

WWW は本来、非同期な参照によって情報共有を図るシステムであるが、WWW アウェアネスによってリアルタイムに情報共有が可能になるシステムに発展した。軽快な動作とマルチプラットフォームが特長である。

赤ペンツール

WWW ページに対しオーバーレイして自由に線画やテキストを上書きすることを可能にするツールを開発した。ネットワークで連動し指摘や修正要求など意志疎通が可能になった。

WWW プレゼンテーション

WWW 連携と赤ペンツールを組み合わせてセミナーやプレゼンテーションに適用を試みた。対面環境では参加者からの積極的なインタラクションを引き出す効果が見られた。コミュニケーションツールと組み合わせて分散で利用することも可能で遠隔授業や遠隔サポートに応用が可能である。

協調エディタ

複数人でリアルタイムに一つの文書を作成する知的生産活動である協調執筆で利用できる協調エディタを開発した。

7.2 今後の課題

協調して文書を作成することで効果が見込めることを経験を基に示し、協調エディタを開発したが、評価実験を行うことができなかった。導入の問題が原因であるため、システムの改良を行い協調エディタによって作業の効率化や創造性の発揮に効果があることを実証したい。

7.3 展望

本研究で提案したシステムによって WWW でのコラボレーションにはさまざまな応用の可能性があることを示した。本研究では主にプレゼンテーションやセミナーへの適用を提案し、運用も行ったが、応用の利くシステムは開発者の意図とは全く違った使い方がされたりするものである。そこから予想以上の効果が生まれる可能性もある。本システムを基盤とし協調型のドローツールでデザインを行うなど他の協調作業にも応用するも可能である。

また一つの作業に焦点を合わせて評価実験で明らかになった問題点を修正した上でそれぞれの協調作業に合わせた機能を付加し、より大きな効果を挙げられるようにすることが期待できる。

WWW プレゼンテーションならば、発表者用にページの移動を簡潔にするインターフェースの改良や表現力豊かなコンテンツ作成ツールの提供を行ったり、参加者からもっとインタラクションを得ることを目標に赤ペンツールの機能の充実化を図ることが必要であろう。分散環境で使用するならば proxy 対応や操作権の制限などセキュリティを強化することを検討する。

現状ではコンピュータは非リアルタイム系の作業のサポートが主流だが、今後、本研究で示したような協調型アプリケーションの発達により人間のリアルタイムな作業を支援し、多くの創造性を発揮するコラボレーションが可能になっていくであろう。

謝辞

本研究は多くの方の御支援によって進めることができました。

指導教官の國藤進教授には、自由な研究環境をはじめ本研究の全過程を通して日頃の研究生活全般で懇切丁寧なる御指導を賜りました。深く感謝を申し上げます。

株式会社富士通北陸システムズには、企業派遣の学生として研究の機会を与えて頂きました。また留学中も学業や研究に専念できるよう常に配慮して頂き、心から感謝します。

グループウェア研究会の方々には研究に関して貴重な御助言をして頂き、メールでの相談にも快く応じて下さって関連研究の紹介をして頂きました。厚く御礼を申し上げます。

鳥居助手をはじめ、國藤研究室の方々には、評価実験に参加し、研究に関して討論を重ねて下さいました。また研究以外でもお世話になりました。感謝の意を表します。

最後に忙しい研究生活において、いつも精神的に支えてくれた妻佳代子に感謝したいと思います。

1998 年 2 月 13 日

中川 健一

参考文献

[1] Kevin Palfreyman: *A Protocol for User Awareness on the World Wide Web*, CSCW Workshop Papers, pp.130-139 (1996).

[2] 松下温, 岡田謙一: コラボレーションとコミュニケーション, 共立出版, p.10,p.159(1995).

[3] Michael Schrage: マインド・ネットワーク, 瀬谷重信訳, プレジデント社 (1992).

[4] 原島博, 石井裕: CSCW とグループウェア, オーム社, (1995).

[5] Vinay Kumar: インターネットマルチキャスト MBone, インプレス, (1996).

[6] 海保博之: 説明と説得のためのプレゼンテーション, 共立出版, (1995).

[7] 長野宏宣, 宮地利雄: 分散ソフトウェア開発, 共立出版, (1996)

[8] Hiromi Mizuno, Hideyuki Fukuoka: *WISH: A Web Infomation Shareing System Accessible via the WWW* , the proceedings of WWWCA'97, pp.122-132 (1997).

[9] 池端裕子, 安達理: Java を用いた WWW ページ上での自由度の高い統合型協同作業支援システム: UniversalCanvas, 情報処理学会グループウェア研究会, 22-8, pp.43-48 (1997)

[10] 水野浩三, 倉島顕尚, 福岡秀幸, 前野和俊: DTC, VOD, WWW を統合したマルチメディアグループウェアシステム, 情報処理学会グループウェア研究会, 18-9, pp.49-54 (1996)

[11] 中川健一, 國藤進: アウェアネス支援に基づくリアルタイムな WWW コラボレーション環境の構築, 情報処理学会グループウェア研究会, 25-4, pp.19-24(1997)

[12] 小島祐治, 加藤淳也, 前田康宏, 真田勝久, 岡田謙一, 松下温: 仮想大学における講義のあり方に関する研究, 情報処理学会グループウェア研究会, 15-17, pp.97-102(1996)

[13] 中川健一, 國藤進: アウェアネス支援に基づく WWW での創造的文書作成支援, 計測自動制御学会第 19 回システム工学部会研究会,pp.33-40(1997)

[14] 斉藤孝文, 佐藤基: 仮想環境を実現するネットワーク・プラットフォーム, 情報処理学会誌,Vol.38, No.4, p.294 (1997).

[15] 阪田史郎: マルチメディア分散在席会議システム MERMAID, 計算機支援協調作業システム (CSCW) の現状と導入のポイント, pp. 23–27 (1996).

[16] 宗森純, 由井薗隆也, 長澤庸二, 首藤勝: インターネットとグループウェアを用いた遠隔研究指導システム, グループウェア'96 シンポジウム 論文集, pp. 13–18 (1996).

[17] 田中俊介, 栗原主計, 岡田謙一, 松下温: インターネット上で実用可能な遠隔協同作業支援システム BrowserMAJIC, グループウェア '96 シンポジウム 論文集, pp. 13–18 (1996).

[18] 野口裕史: 収束的思考段階の構造を反映して発想の支援を行うシステムの実現, 北陸先端科学技術大学院大学 修士論文 (1997)

[19] 板見谷雄樹: 教育環境での使用を考慮した WWW 情報検索支援ツールの開発, 北陸先端科学技術大学院大学 修士論文 (1997)

[20] Sun Microsystems, Inc.: Java API Overview
`http://www.javasoft.com/products/api-overview/index.html`

[21] 平野聡: HORB Home Page, 電子技術総合研究所,
`http://ring.etl.go.jp/openlab/horb-j/`

[22] インプレス: PC Watch ラジオ
`http://www.watch.impress.co.jp/pc/docs/article/radio/index.htm`

[23] 日本電気（株）インキュベーションセンター: インターネットをテレビ感覚で見る！サイトクルーズシアター,
`http://www.incx.nec.co.jp/sitecruise/`

[24] NTT 研究開発本部: Web ページの自動ブラウジング,
`http://voyager.sl.cae.ntt.co.jp/`

[25] INRIA: WebCanal Home Page, `http://monet.inria.fr/`

付録 A

WWW ページの構成

ここでは、WWW アウェアネスによる連携システムを使用する際に最初に訪れる URL を構成する HTML ファイルの内容について説明する。

最初の WWW ページ index.html ではフレームの定義をしている。コントロールウィンドウのフレームと共有ウィンドウのフレームがある。

```
<html>
<head><title>フレーム版 WWW 連携</title></head>

<frameset cols="260,*">
 <frame src="ammx.html" name="Aware">
 <frame src="init.html" name="newpage">
</frameset>

<noframe>
フレームが使えない場合は<a href="ammx.html">こちら</A>
</noframe>
</html>
```

以下は、ammx.html の内容である。注意点は、LiveConnect を可能にするために MAYSCRIPT を指定している所である。アプレットの属性値も設定してある。

```
<html>
<head>
<title>Awareness Editor & Hosts</title>
</head>
<body>
```

```
<applet name="AwareHost" code=AwareHostClient.class width=250 height=600 MAYSCRIP
<PARAM NAME="port" value="1238">
<param name="color" value="on">
<param name="chat" value="on">
<param name="URLFontSize" value="14">
<param name="bg" value="white">
</applet>
<hr>
</body>
</html>
```

表 A.1 は、アプレットに渡される属性の値と意味をまとめてある。

属性名	属性値	意味
port	数値	ポート番号
color	on, off	色情報の表示
chat	on, off	チャットの有無
URLFontSize	数値	フォントサイズ
bg	色名称	背景色

表 A.1: アプレットの属性

init.html は共有ウィンドウの初期画面であり、任意の内容で良く、本システムでは welcome メッセージを出すことにしてある。