

## iCAMS:位置情報とスケジュール情報を用いたモバイル コミュニケーションツールの運用実験

高橋一成<sup>†</sup> 辻貴孝<sup>††</sup> 中西泰人<sup>†</sup> 箱崎勝也<sup>†</sup>

電気通信大学 大学院情報システム学研究科

<sup>††</sup>NEC インフロンティア株式会社

近年、携帯電話や電子メールなどの様々なメッセージングツールの普及に伴い、いつでもどこでもコミュニケーションを行えるようになり、場所や時間の制約がなくなった。その一方で、通信のコンテキストの複雑度は増加するばかりであり、スムーズなコミュニケーションが行えない場合も多くなりつつある。

そこで我々は、ユーザの位置情報とスケジュール情報を用いて、WWW ブラウザ機能付きの携帯電話に受信者の通信のコンテキストに応じた通信環境の優先順位を動的に提示し、それをユーザどうしで共有するシステムであるiCAMSを構築した。本稿では、サークル活動を行う10名の学生のグループおよび雑誌編集を行うSOHOワーカー10名のグループを対象とした運用実験について報告する。

### iCAMS : Experiment of Mobile Communication Tool using Location Information and Schedule Information

Kazunari Takahashi<sup>†</sup> Takayuki Tsuji<sup>††</sup> Yasuto Nakanishi<sup>†</sup> Katsuya Hakozaki<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Information Systems, The University of Electro-Communications

<sup>††</sup>NEC Infrontia Corporation

In recent years, with the spread of various messaging tools, such as a cellular phone and an E-mail, we became able to communicate with others anytime and anywhere and have gotten free from the restriction of time and the place. However, the degree of complexity of a communicative context has increased so that we can not have communicated with others smoothly.

So, we constructed the system which presented the most suitable communication environment that users shared corresponding to the context of the communication of the receiving person dynamically by using the position information and the schedule information. In this paper, we describe the experiment for the group of ten SOHO workers who perform magazine edit and the group of ten students who perform club activities.

#### 1. はじめに

近年、人と人とのコミュニケーションの形態が大きく変化している。インターネットやモバイル通信の急激な普及により、時間と場所の拘束から解放されるようになり、いつでもどこでもコミュニケーションができるようになった。その一方で、コミュニケーションのコンテキストの複雑度が増加し、円滑なコミュニケーションが困難となりつつある。

一般的にも、携帯電話での第一声において「いまだいじょうぶ?」「いまどこ?」などといった会話が取り交わされるように、携帯電話を用いる際に受信者の状況を気にするようになりつつある。また、携帯電話や固定電話、自宅やオフィスのメールアドレスなど、一人の人間が複数のメディアとアドレスを使用することが一般的になりつつあるため、連絡を取る発信者側は、相手の状況を推測し、通信のメ

ディアやアドレスを選択するようになってきていると考えられる。様々な通信チャンネルと通信デバイスの普及によって、個人が通信を行う環境は多様化し複雑化する一方である。特に、空間的に分散したモバイル環境では、通信を行う環境が時々刻々変化するため、こうした問題を解決するための研究が盛んに行われている[1][2][3][4]。

当研究室においても、ユーザの通信コンテキスト(位置、行動、利用可能な通信環境)に応じてメッセージを動的に配送すると共に、その通信コンテキストをユーザ同士が共有することで、様々な環境にいるユーザ同士のコミュニケーションを円滑にするためのシステムCAMS(Context Aware Messaging Service)を構築してきた[5][6]。iCAMSは、それらの問題点を改善し、携帯電話向けに構築したものである[7]。

本稿では、iCAMS および空間的に分散している

2つのグループを対象とした iCAMS の運用実験について述べる。

## 2. iCAMS

### 2.1 システム概要

iCAMS ではモバイル環境下にいるグループのコミュニケーションを支援するため、以下のようなページを動的に作成し、携帯電話に表示する(図1)。

トップページでは、位置情報とスケジュール情報を用いて本人と他のメンバを位置が本人から近い順に表示し、現在移動中であるかあるいは停止中であるかをアイコンによって、本人から見たメンバの方角を矢印によって表示する。また、メンバ間によるショートメッセージが届いているかどうかをアイコンによって表示する。

メンバページでは、それぞれのメンバが現在いる場所の地名、本人からの方角、距離、メンバが現在移動中であるかあるいは停止中であることを表示する。また、メンバとコミュニケーションを取る際、どの電話で、あるいはどのメールアドレスでコミュニケーションを行うことが望ましいのかを優先順にソートして表示する。

図1におけるメンバページが表示された場合には、対象とするユーザとコミュニケーションを取りたいとき、最適なコミュニケーションの順番は、「携帯電話」、「自宅電話」、「携帯メール」、「明治メール」となる。実際にコミュニケーションを行う場合には、コミュニケーションの名前の表示部分を選択することで電話をかけたりメールを書くことが可能となる。

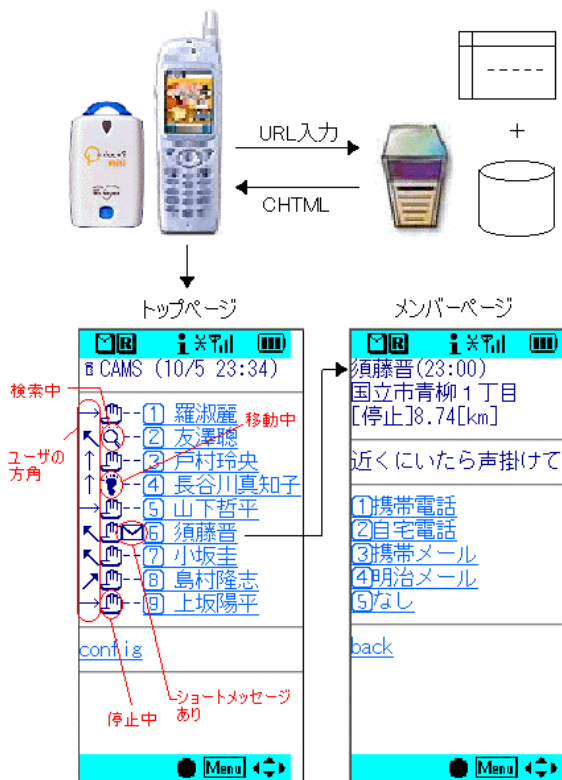


図1 システム概要

本研究では、トップページとメンバページを統合したものをコンテキストビューアと呼ぶ。

### 2.2 システム構成

システム構成を図2に示す。ユーザは、WWWブラウザ機能を持つ携帯電話と位置情報取得の可能なPHSを携帯する。サーバ側は、データベースの管理、処理を行う管理サーバおよびWWWサーバで構成される。

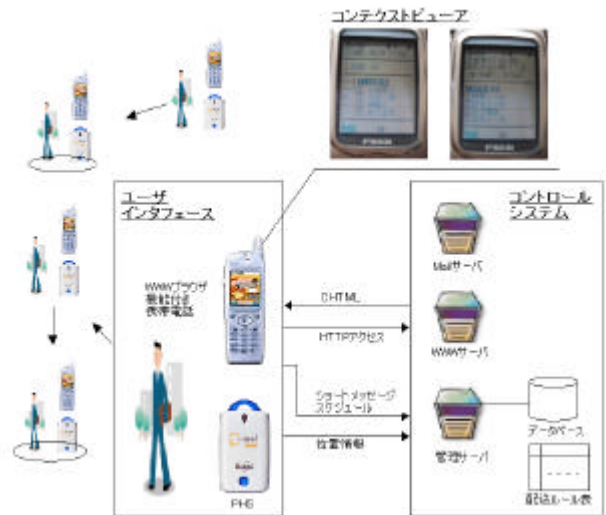


図2 システム構成

管理サーバでは、ユーザの通信コンテキストを推測するための情報として、スケジューラからの入力情報を随時、PHSの位置検索情報を15分間隔で取得し、データベースへ格納する。

ユーザの位置情報は、NTTDoCoMoが提供する位置情報検索サービス「いまだこまピオン」を用いた[8]。本システムでは、15分おきに各ユーザのPHSの電話番号に対応したCGIメッセージを作成し、いまだこまピオンサーバにPOSTすることで、地名、緯度、経度を取得しデータベースに格納する。

ユーザのあらかじめ分かっている予定の入力は、ルールページを用いてデータベースへ登録する。スケジュールは、「会議中」や「テニス」、「のみ」など、繰り返し行われるものが多いと思われる。よって、まず各スケジュールに対する配送ルールの登録を行う(図3左)。

得られたスケジュール情報および位置情報をもとにユーザのコンテキストを推測し、スケジュールがアクティブになった場合およびユーザがあらかじめ登録した場所へ移動した場合に、ルールに従って電話またはメールの最適な配送順番を変更する。

ユーザがコンテキストビューアのURLにアクセスした時点で、データベースから最新の情報を取得する。トップページでは他のメンバとの位置関係の情報を取得し、メンバページではメンバの優先順にソートされた配送先の情報を取得する。それらの情報をHTMLファイルに書き出すことで、アクセスされる度に最新の情報を提供する。

### 2.3 ユーザの通信コンテキストの更新

以上のような機能を実現するため、本システムでは、メンバの通信コンテキストを推測するために必要な情報として、位置情報とスケジュール情報の2つを用いる。

ルールは場所に関するものとスケジュールに関するものの2種類である。スケジュールが登録されていれば、スケジュールのルールが適用され、ユーザのスケジュールが特に登録されていない場合には、場所に関する配送ルールが適用される。

#### 2.3.1 位置情報に対するルール

取得された位置に対し、あらかじめ、どの場所ではどの電話番号またはどのメールアドレスが望ましいかといった場所に関するルール記述する。

表 1 位置情報に関するルール

	1	2	3	4	5
デフォルト	携帯電話	携帯メール	家の電話	家のメール	学校のメール
電気通信大学	携帯電話	学校メール	携帯のメール	家の電話	家のメール
オフィス	オフィス電話	携帯電話	オフィスメール	携帯メール	家の電話
家	家の電話	携帯電話	家のメール	携帯メール	学校メール
.....	.....	.....	.....	.....	.....

表 1 のルールを設定していると、「電気通信大学」にいる時は、「携帯電話」「学校メール」「携帯メール」の順でコミュニケーションの優先順位が決まる。登録されていない地名にいる時は、デフォルトの優先順位が適用される。

#### 2.3.2 スケジュール情報に対するルール

各スケジュールが実行される時間を図 3 右のページを用いて行う。これらのページは携帯電話から容易に入力できるよう選択式とした。

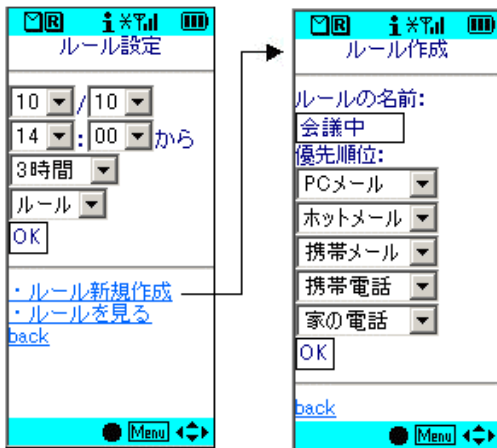


図 3 ルールページ

取得されたスケジュール情報に対し、各ユーザがどの場所でどのようなスケジュールの場合にどの通信手段が適当であるかを記述した、メッセージを配送するためのルールを事前に登録する。

スケジュールに関するルールでは、どの場所でもんな用件を行っている際にどの電話番号またはどのメールアドレスが望ましいかを記述する。スケジュー

ールに対するルールの例を表 2 に示す。

表 2 スケジュールに関するルール

	1	2	3	4	5
テニス	携帯メール	携帯電話	学校メール	家のメール	家の電話
ゼミ	学校メール	携帯メール	携帯電話	家の電話	家のメール
会議	オフィスメール	オフィス電話	携帯メール	携帯電話	家のメール
.....	.....	.....	.....	.....	.....

表 2 のルールを用いると、「テニス」や「会議」などのスケジュールが登録されていれば、それぞれのスケジュールに対応した優先順位が適用される。また、登録されている地名にいて、さらにスケジュールが登録されていると、スケジュールのルールが優先されて適用される。例えば、「電気通信大学」にいて、「ゼミ」のスケジュールが登録されている場合には、「ゼミ」に関するルールが適用される。

### 2.4 ショートメッセージ機能

複数のメンバへのメッセージを容易に送ることができるショートメッセージ機能を iCAMS に取り入れた。また、この機能により対面的コミュニケーションをより積極的に支援できるのではないかと考えられる。

ユーザはメッセージを伝えたいメンバを選択し、そのメッセージが提示される時間を決定した上でメッセージを入力する。

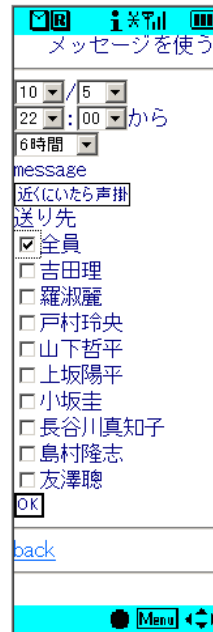


図 4 メッセージ作成ページ

### 2.4 コンテキストビューア

本システムでは、ユーザが他のメンバの状況を把握し、さらにコミュニケーションの実行を支援する機能であるコンテキストビューアを提供する。

コンテキストビューアは、WWW ブラウザ機能付き携帯電話から参照されるよう CHTML で記述され、トップページ、メンバページ、設定ページの3つのページから構成される。





このように、メンバページは位置情報とスケジュール情報を用いて随時更新される。

### 2.4.3 設定ページ

設定ページから、自分のコンテキスト情報を確認したり、スケジュールのルールを作成、確認、適用を行ったり、ショートメッセージの作成ができる(図8)

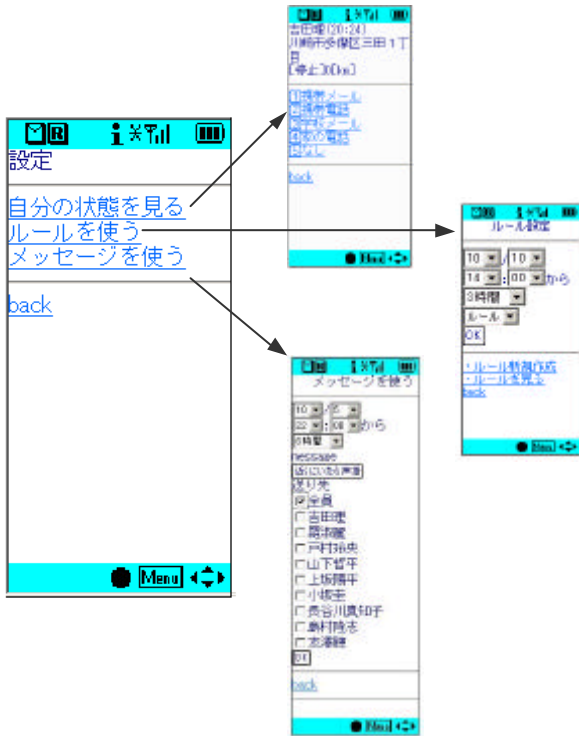


図8 設定ページ

## 3. 実験

### 3.1 概要

これまでに行ってきたCAMSの実験では、被験者のグループに応じたシステムを構築し、そのグループのコミュニケーションが円滑になったかという評価を行ってきた。[5]では、分散環境下においてながらネットワークを駆使してコラボレーションを行う建築家やデザイナーのネットワークである Small Office のグループに対して実験を行った。[6]では、幼い子供を持つ家庭の主婦たちが、分散環境下でWEBページ作成などの仕事を進める Home Office のグループに対して実験を行った。

それぞれのグループの異なる点は、[5]ではユーザがさまざまな環境で仕事を進めているのに対し、[6]ではユーザが主に自宅で仕事を行っていることである。[5]では、メンバはモバイル環境でメールなどの通信的なコミュニケーションを用いて仕事のやり取りを行ったり、対面的なコミュニケーションを取りながら仕事を進めており、[6]では、メンバは自宅で各自が割り当てられた仕事を行っており、モバイル環境での仕事はほとんど行わず、対面的なコミュニケーションの頻度は高くない。

実験に協力してもらう2つのグループは、サークル活動の運営を行う明治大学体同連生田硬式庭球部(以下 ACTY)のメンバ10名および雑誌編集を行う SOHO ワーカ、A activity のメンバ10名である。この2つのグループに、5週間(2001/9/29~2001/10/28)使用してもらうことにした。

ACTYのメンバ(20代前半の男性8名および女性2名)は、部の運営を行っており、週2,3回会議を行っている。また、メンバそれぞれが授業の空き時間を利用し、ほぼ毎日練習を行っている。メンバは、主に携帯電話や携帯メールにおける通信的コミュニケーションおよび、部室で会議を行うことやテニスコートでテニスを楽しむことなどでの対面的コミュニケーションを取りながらコラボレーションを行っている[9]。

A activityのメンバ(30代の男性8名および女性2名)は、建築家、デザイナー、写真家など、各メンバは独立した活動をベースとしているが、仕事の性質や規模(デザイン、建築設計、都市計画、イベントなど)に合わせて、プロジェクト単位でチームを組み立てコラボレーションを行っている。メンバは主に、PCのメールや携帯電話での通信的コミュニケーションを行っている。また、事務所やその他の会議室などで対面的コミュニケーションを行って仕事を行っている[10]。

実験の被験者であるグループ、ACTYと A activityの共通部分は、ある共通な目的のために分散しているメンバが集まりコラボレーションを行い、また分散し各々の活動を行っていることである。ACTYについては、部でのテニス関連の活動と授業などの学校での活動であり、A activityについては、雑誌の仕事とメンバそれぞれが所有している専門分野(建築、デザイン、写真など)での活動である。一方で、2つのグループは、学生グループと社会人グループであり、普段のコミュニケーションの形態や年代、グループを形成している目的などが異なる。

この性格の異なるグループにiCAMSを使用してもらうことで、上記で述べた、システムの汎用性などを調べることが可能になると考えた。

本研究では、今まで行ってきた1つのグループに特化した実験形式を取らず、2つの異なるグループに対して、実験を行う。

このような実験のスタイルを取ることで、本研究のiCAMSシステムが

- (1) どの程度汎用性があるのか
- (2) 共通な部分があれば、システムはどのグループに対して有効性があるのではないのか

ということを知りたいと考えている。

そして、通信ログの分析やアンケート、ヒアリングを行い、システム全体の評価を行う。

まず、位置によるルールを容易に作成できるように、準備期間を設けた。2001年8月15日から2001年9月23日まで、PHSを被験者に携帯してもらい、1日3回(8時、14時、20時)PHSの位置を取得し被験者個人の位置情報をメールで伝えた。被験者個人がどのような住所にいるのかを知ってもらうことを行った。

そして本実験を開始するにあたっては、表 3 のように毎週利用可能な機能を徐々に追加して実験を行う。機能を徐々に追加することで、それぞれの機能についての有用性の比較検討および仮説の検証を行う。

表 3 機能の比較のための実験内容

	トップページの位置の近い順表示+位置情報の共有	位置によるアドレス帳優先順位表示	スケジュールによるアドレス帳優先順位表示	ショートメッセージ機能
第1週目 (2001/9/24~2001/10/1)	×	×	×	×
第2週目 (2001/10/1~2001/10/7)	○	×	×	×
第3週目 (2001/10/8~2001/10/14)	○	○	×	×
第4週目 (2001/10/15~2001/10/21)	○	○	○	×
第5週目 (2001/10/22~2001/10/28)	○	○	○	○



図 9 実験内容の説明会の様子 (ACTY)

実験を行うにあたって、メールのログを取得するため、iCAMS に Mail サーバを設置した。実験期間の間は WWW 上のメールページによってメールの送受信を行ってもらう。送信画面はメンバーページのメールをクリックすることで表示される(図 10 左)。送られたメールには、URL が付いており(図 10 中央)、この URL をクリックすることで、返信することができる。URL をクリックすると返信ページに切り替わり、この画面からメールの返信を行う(図 10 右)。



図 10 メール送受信ページ

また、電話の通話ログを取得するために、実験に参加してもらっているメンバに、携帯電話の明細書に携帯電話の通話履歴を出すよう、各々の通信会社に申請してもらった。

また、実験期間中、通信ログを取得するために、電話やメールといった現状のコミュニケーションを携帯電話の WWW ブラウザ上から行ってもらうこととした。

### 3.2 実験第 1 週目について

第 1 週目は、現状のコミュニケーションを行ってもらう。現状のコミュニケーションはどのように行われているのかを取得することで、支援を行ったときとの比較に用いる。

### 3.3 実験第 2 週目について

第 2 週目からは、被験者の位置を 15 分おきに取得することで、トップページに並ぶメンバを位置の近い順番で表示し、メンバーページに地名、距離などのメンバの位置情報を表示する。また、メンバーページは実験第 1 週目と同様に固定で表示される。

### 3.4 実験第 3 週目について

第 3 週目から、位置による配送ルールを用いて、メンバーページの順番を変化させる支援を追加する。「にいるからここに電話してほしい」「にいるから電話はできない。メールで連絡してほしい。」などといった場所によるメンバーページの順番の変化をつけることができる。

### 3.5 実験第 4 週目について

第 4 週目からは、位置によってだけでなく、スケジュールの配送ルールも用いてメンバーページの順番を変化させる支援を行う。「しているから電話はできない。メールで連絡してほしい。」「にいるからアドレスの順番は〇〇になっているけど、しているから のアドレスの順番にしたい」などといった、場所だけでなくスケジュールによるメンバーページの順番の変化をつけることができる。

### 3.6 実験第 5 週目について

第 5 週目から、ショートメッセージ機能を追加して支援を行う。

## 4. 実験の評価について

実験の事前に iCAMS がもたらす効果として以下のような仮説を立てた。

- ・ (電話する、メールする、人に聞く、会いに行くなど) 1 回のアクションで連絡がすぐ取れる回数が増加する
  - ・ 「メール」よりも「電話」、「電話」よりも「会う」、といったより密なコミュニケーションが増加し、同期的なコミュニケーションの割合が増加する
  - ・ 近くにいるから会いに行くといったコミュニケーションが発生する
- このような効果により、グループにとって、
- ・ 一体感の向上

- ・無駄な時間の排除（連絡を取る時間、会議の人待ちなど）

といった効果が得られるのではないかとと思われる。実験終了後、実験で得られたログの分析および被験者達にアンケートを行い、仮説の検証を行って、iCAMSの評価をする予定である。

実験において取得可能である情報は以下の通りである。これらの情報を用いて次のような評価を行う。

#### 4.1 ログによる分析

##### 電話について

1. 発生件数
2. 発信（人（近さ）、使用番号、場所、機器種別、優先順位）
3. 着信（人、場所、機器種別）
4. 接続状況（電話応答率）
5. 通話時間

電話応答率を得るために、明細書から得られる通話明細とメンバーページから押される電話のアクセス回数を調べることにより、応答率を算出し、iCAMSを利用することにより電話の応答率が従来のコミュニケーションより上昇したかを評価する。

また、各週における通話時間の変化を用いて、電話が繋がった際に会話が成立するコミュニケーションが行えたかどうかを調べ、実験被験者が不適切なコミュニケーションを強いられるケースがあったかどうかを評価する。

##### メールについて

1. 発生件数
2. 送信（人（近さ）、場所、手段、あて先アドレス、優先順位）

優先順位を表示することによって、適切なメールアドレスを選択できたかを調べる。メールの返信率などを調べることで、非同期的なコミュニケーションであるメールがどのくらい同期的になったかを評価する。

またメールの発生件数を調べ、システムが機能を追加することによりメールの発生件数はどのように推移したかを調べ、他のコミュニケーションと比較することで、コミュニケーションが密なものに推移したかどうかを評価する。

##### ショートメッセージについて

1. 表示件数
2. 取得件数
3. メッセージ（内容、表示時間、人）

ある一定の期間だけメッセージを見せるショートメッセージ機能を使って、アポイントメントが取りやすくなったかを調べる。また、他の用途に使用しているかどうかを調べ、ショートメッセージ機能の有効性を評価する。

##### スケジュールのルールについて

1. 登録数
2. スケジュールの内容
3. 使用回数

#### 4. 使用時間

スケジュールによってメンバーページを更新することが有効であるかを評価する。この機能があることによって、ルールを適用する側にとってコミュニケーションが円滑になったか、また、連絡先を選ぶ側にとっても「今ここに電話/メールしても大丈夫であるか」といった不安が解消されたかを調べる。

##### システムの精度等について

1. 位置取得率
2. コンテキストビューア参照回数（トップページ、メンバーページ1~5、など）
3. 移動率、停止率

PHSによる位置取得率がどの程度であったかを調べ、トップページやメンバーページに表示される位置情報が有効な情報であったかを調べる。また、その位置情報が実験被験者にとって満足できるものであったか、iCAMSのページにおける参照回数はどの程度であったか、グループ全体の行動率はどの程度であったかを調べ、グループの特性に対してiCAMSが満足な支援が行えたかを評価する。

#### 4.2 ヒアリングによる分析

##### 電話について

1. 用件
2. 会話成立状況（応答したが、会話不成立の場合）
3. 不成立時の次のアクション
4. 発信のきっかけ

会話成立状況をヒアリングすることにより、電話の受信しにくい場所での着信が減少したかを評価する。また、もし会話が不成立である状況が生じたとき、優先順に並んでいるメンバーページのアドレス帳を用いて、次の連絡手段を選択し、満足なコミュニケーションが行えたかを評価する。

##### メールについて

1. 用件、内容
2. 送信のきっかけ
3. 緊急度

緊急度の高い用件に関してもメールを用いてコミュニケーションが行えたかをヒアリングする。それにより、優先順にアドレス帳が並ぶメンバーページがどの程度有効であったかを評価する。

##### 会うことについて

1. 発生件数
2. 会うきっかけ
3. 会う前に電話・メール・ショートメッセージを使ったか
4. 近いから会おうと思ったか？
5. 他のユーザがいるからそこへ（テニスコートなど）行こう、もしくは行かないといったケースが生じたか？

グループのメンバーが位置情報を共有しあうことで、「会う」という密なコミュニケーションを選択した

かどうかを評価する。「会う」というコミュニケーションが、増加したかどうか、また会う前にiCAMSから利用可能な、電話、メール、ショートメッセージを利用してアポイントメントを取っているかなどを調べ、iCAMSが密なコミュニケーションを取りやすいシステムであるかを評価する。

### ショートメッセージについて

1. 表示のきっかけ
2. メッセージを見て行動に変化があったか？

どのようなときにショートメッセージを表示したか、また、メッセージを受け取る側は、メッセージに対し、「会いに行く」などの行動を行ったかをヒアリングし、対面的コミュニケーションをショートメッセージ機能が支援できたかを評価する。

### インタフェース等に関して

1. 電話、メールを送る側としての意見
2. 電話、メールを受ける側としての意見
3. 位置を共有することについての意見
4. コミュニケーションが円滑になったと実感できるか
5. 各タームで提供した支援策についての意見

実験被験者が実際に iCAMS を使用して、電話やメールなどのコミュニケーションが取りやすかったか、受信する側もスムーズにコミュニケーションを行いやすかったか、どのように感じていたかを、また、位置を共有することに対して抵抗があったか、位置を知られたくないときが生じたかをヒアリングする。  
また、ユーザインタフェースは使いやすいものであったか、iCAMS が提供する機能は、有効であると感じたかをヒアリングし、実験被験者が使いやすいシステムであると感じたかを評価する。

### 5. まとめ

ユーザの通信コンテキスト（位置、行動、利用可能な通信環境）に応じて、最適な通信環境を動的に提供するとともに、その通信コンテキストをユーザどうしが共有することで、様々な環境にいるユーザのコミュニケーションを円滑かつ活発にするためのシステムである iCAMS について述べた。

また、iCAMS の各機能の有効性やコミュニケーションの推移を把握するため、空間的に分散している2つのグループを対象とした、運用実験について述べた。

今後は、分析を詳細に行いシステムの評価を行う。

### 謝辞

実験にご協力して頂いた、A activity の皆様、明治大学体同連生田硬式庭球部の皆様に感謝いたします。

### 参考文献

- [1]Albrecht Schmidt,Antti Takaluoma,Jani Mantjarvi:Context Aware Telephony Over WAP, Personal Technologies Vol4:pp.225-229(2000)
- [2]Roger Kehr,Andreas Zeidler:Look ,Ma ,My Hor

- mepage is Mobile!,Personal Technologies Vol4: pp.217-220(2000)
- [3]Allen E.Milewski,Thomas M.Smith:Providing Presence Cues to Telephone Users .Proceedings of CSCW2000,pp.89-96(2000)
  - [4]John C.Tang,Nicole Yankelovich, James"Bo" Begole:ConNexus:Instant Messaging for the Workplace ,Proceedings of CHI2001,pp.221-228
  - [5]中西泰人,辻貴孝,大山実,箱崎勝也:Context Aware Messaging Service:位置情報とスケジュール情報を用いたコミュニケーションシステムの構築および運用実験,情報処理学会論文誌,Vol.41, No.7, pp.1847-1857
  - [6]北岡紀子,中西泰人,大山実,箱崎勝也:位置情報を用いた状況推定による動的メッセージ伝達システムの開発-SOHO グループによる利用実験報告,電子情報通信学会,第3回ネットワーク社会とライフスタイルワークショップ,NTSL3-3(2001)
  - [7]高橋一成,辻貴孝,中西泰人,箱崎勝也:iCAMS:位置情報とスケジュール情報を用いたモバイルコミュニケーションツールの構築,情報処理学会 DICOMO シンポジウム論文集,pp.513-518(2001)
  - [8] <http://imadoko.mapion.co.jp/>
  - [9] <http://www.t-f.co.jp/A/index.htm>
  - [10] <http://www.isc.meiji.ac.jp/~acty>
  - [11]高橋克巳,寺岡文男他:特集 位置情報を利用したモバイルコンピューティング,IPSJ Magazine Vol.42 No.4 ,pp.353-369,Apr.2001