

電子鬼ごっこ支援グループウェアの開発と適用

宗 森 純[†] 宮 内 絵 美^{††} 牟 田 智 宏[†]
吉 野 孝[†] 湯 ノ 口 万 友^{††}

PDA(携帯情報端末)は小型軽量で移動が容易なため、位置情報が新たな情報のパラメータの1つとなる。位置情報を携帯電話やPHSとGPSとを組み合わせさせて知らせるサービスは多数あるが、クライアント双方が動き回り、相手の位置情報などをクライアント自体で画面に出せるサービスは今まであまりなかった。そこでPDAとGPSそれに携帯電話とを用い、この形態のサービスを実現する電子鬼ごっこ支援グループウェアを開発した。そして位置情報の座標を変換し、お互いに離れている遠隔地間で行う鬼ごっこを含む4種類の電子鬼ごっこ実験と、比較のための従来の鬼ごっこ実験とを2カ所の大学で24回行った。これらの実験の結果から下記のことが分かった(1)サービスを工夫するとGPSなどの機器を用いた電子鬼ごっこは、機器を使わない鬼ごっこより評価が高くなり、GPSによる相互の位置情報は鬼ごっこには有効であった(2)電子鬼ごっこにおいてGPSの精度を下げた表示方法をとると、捕まるまでの時間は通常の精度の場合より延びたが、機器を用いない鬼ごっこよりは短い時間で捕まえることができた(3)遠隔地からの電子鬼ごっこへの参加が実現したが、相手が近寄ってくる前兆や、捕まるときの実感を表す機能が必要であることが分かった。

Development and Application of the Electronic Playing Tag Support Groupware

JUN MUNEMORI,[†] EMI MIYAUCHI,^{††} TOMOHIRO MUTA,[†]
TAKASHI YOSHINO[†] and KAZUTOMO YUNOKUCHI^{††}

PDA (Personal Digital Assistant) is highly portable, and the positioning data will become important data for a PDA. There are many location-aware services. But most of services using PDAs and GPSs are one-way services. So, we should develop two-way interaction services. That is, the services that clients of the system should move freely and get and present location information of other clients easily. We have developed the electronic playing tag support groupware. The system consists of a PDA, a GPS and a mobile phone. We performed five types of experiments at two universities 24 times. Four types are the electronic playing tags and the remainder is a conventional playing tag. One of the experiments can realize participation between remote universities. The results of experiments were showed below. (1) The devised services based on the electronic playing tag support groupware were better estimation than that of the conventional playing tag. The mutual positioning information using a GPS was effective for the playing tags. (2) If the accuracy of a GPS decrease, we spend a little more time to catch. But the time did not exceed the playing time of the conventional play tag. (3) We can realize the electronic playing tag between remote universities. But we should add the reality using the remainder of five sense for lack of seriousness.

1. はじめに

PDA(携帯情報端末)は小型軽量のため、パソコンと比べて持ち運びが容易であり、データ収集などに広く使われている^{1)~4)}。PDAは持ち運ぶことを前提としているため、どこで入力したか、どこに現在ある

かという位置情報が新たな情報のパラメータの1つとなる。この位置情報を用いた移動用システムによる様々なサービスが増加している。最近では、たとえばドラエホンによる位置情報サービス(いまどこサービス⁵⁾)やココセコムのような移動局(機)の位置情報検索サービス⁶⁾などの、位置情報を利用したサービスがある。しかし、多くは片方が現状では固定局であり、移動局(機)の情報をサーバを介してファックスやパソコンで調べるものであった。また、出会い支援システムであるサイバーストコンソーシアムの出会い

[†] 和歌山大学
Wakayama University
^{††} 鹿児島大学
Kagoshima University

支援⁷⁾は、自分の位置情報を知らせることが基本で、相手の位置情報には、今のところ重きを置いていない。ここでは、これらを1方向のサービスと呼ぶことにする。これに対して、クライアント双方が動き回っていて、相手の位置情報などをサーバを介してクライアント自体の画面に出せるサービスをここでは双方向性のあるサービスと呼ぶことにする。このような双方向性のあるサービスは^{8),9)}、今までコンピュータの世界ではあまり見あたらなかった。

アマチュア無線の世界では古くから「鬼ごっこ」が行われてきた。代表的なものに Fox ハンティングがある¹⁰⁾。これはキツネ役の人の発信する電波を指向性のあるアンテナとトランシーバを用いて追跡していくゲームであるが、基本的にキツネの出す電波を徒歩で追いかける1方向のゲームである。車を使うモバイル Fox ハンティングもある¹⁰⁾。ところが、最近ではトランシーバの一種であるナビトラ(ナビトラは(株)ケンウッドの登録商標である)を使ったサービスの1つとして、ナビトラ鬼ごっこが行われるようになった^{11),12)}。これはナビトラとGPSおよびパソコンを使った鬼ごっこで、車などで移動しながらGPSによる位置情報をナビトラでメッセージなどのデータとともに発信し、逃げる者も追いかける者も同時にパソコンの地図画面上で表示される仕組みで、双方向性がある。ナビトラ鬼ごっこは手軽にできる機器が発売されていることから、さかんになりつつある。しかしナビトラ鬼ごっこはいわば各地の支部単位でローカルに行われている。アマチュア無線の楽しみにはこのような近郊の人が集まってオフラインミーティング的に楽しむこと以外に、遠くの見知らぬ人との交信がある。ナビトラ鬼ごっこでは実際に会える範囲の人が参加するが、たとえば関西と九州のように離れたところの人は参加して状況を共有して楽しめない。つまり、ナビトラ鬼ごっこのサービスは各人の位置を画面上に表示し、そこで各人のメッセージや情報を表示するにとどまっていて、緯度経度といった位置情報を変換して、ふだん会えない遠隔の人があたかもそこにいるように参加できるまでには至っていない。

屋外で位置情報を提供する代表的な機器であるGPSに関する研究は、そのデータの精度を競う方向の研究がなされていたが¹³⁾、平成12年5月にGPSの故意の精度劣化機能が廃止され、水平精度がおおよそ100mから20mに改善された¹⁴⁾。このように位置情報の精度が日常的に使うのには十分となったため、従来のように精度を上げる方向だけではなく、他の方向にも位置情報を柔軟に扱うことが可能となった。たとえば、

意図的に位置表示の精度を下げたり、緯度や経度の座標を変えて別の場所の位置情報とすることができるようになった。

そこで、位置データの精度を変更したり、緯度や経度を変換することによって、同じ場所で種々の状況を共有できることはもとより、遠く離れていても状況を共有可能な新しいサービスを実施できる双方向性のある電子鬼ごっこ支援グループウェアを開発し、適用実験を行った。

本論文では、鬼ごっこにGPSによる相互の位置情報を用いた影響、そのGPSの位置情報表示精度が与える影響、そして、遠く離れた所にいる相手と鬼ごっこをする場合の影響、さらにこれらによって、どのような新たなサービスが生まれるのか、などの解明を目的としている。したがって、本システムはPDAとGPS、それに携帯電話とを組み合わせ、従来から行われている同じ地域(場所)で行う鬼ごっこを支援するだけでなく、お互いに離れている仮想的な環境においても、鬼ごっこを支援する。具体的には、鹿児島大学構内および和歌山大学構内で5種類の鬼ごっこ(4種類は電子鬼ごっこ、1種類は機器を用いない通常の鬼ごっこ)の実験を行った。このように5種類もの実験を行った理由は、新しいサービスが生まれてもそれが面白くないと生き残っていかないため、あらかじめ予想される状況に対して、高い評価を得るために、GPSを使った鬼ごっこというサービスに位置情報を柔軟に扱って数々の工夫をしたためである。つまり、実験は1対1の鬼ごっこを基本に、時間がかかるときは追跡側を2組に増やし捕まるまでの時間の短縮を図る一方で、あまりに早く捕まってしまう場合はGPSによる位置情報の精度を表示方法により下げて、捕まるまでの時間の延長を図った。そして、今までのナビトラ鬼ごっこでは不可能であった、相手が遠方に見えない場合の鬼ごっこ実験を実現した。さらに、GPSを使った実験全般が使わなかった実験となりが異なるのを見るために、GPSを使わない鬼ごっこも行った。

本論文では、2章において従来行われている機器を用いた鬼ごっこ全般について述べ、3章では新たに開発した電子鬼ごっこ支援グループウェアについて述べる。4章では適用実験とその実験結果および考察について述べる。

2. 電子鬼ごっこ

機器を用いて行う鬼ごっこの従来の例と比較しながら本論文で提案する電子鬼ごっこのルールを説明する。

2.1 FOX ハンティング¹⁰⁾

FOX ハンティングとは発信機を持ったキツネ役の人間(FOX)を、受信機を持ったハンターが、発信される電波を頼りに捕まえるというゲームである。FOXは、止まっているとは限らず、林の中に隠れていたり、人混みに紛れ込んだり、変装したりして、捕まらないように努力をする。

FOX ハンティングは、乗り物の利用は認められないが、モービル FOX ハンティングは車を使用することが前提となっている。したがって、ゲームを行う領域も非常に広く、半径数十 km 以上に及ぶ場合もある。1カ所からの開始ではなく、開始まで自由に散らばり、FOXの電波が出た時点で開始することが多い。

2.2 ナビトラ鬼ごっこ^{11),12)}

ナビトラ鬼ごっことは、モービル FOX ハンティングの GPS 使用版である。GPS にナビトラを接続し、アマチュア無線の電波を使って、地図上に自分のいる位置や仲間のいる位置、情報やメッセージを表示する鬼ごっこである。ナビトラ鬼ごっこのルールの一例では逃走班は移動時間は 5 分以内とし、1カ所に 3 分以上停止する。おおよそ半径 5 km の範囲で行う。また、隠れ場所を決めたら 1 分を目安に 3 回以上メッセージを送信する。そして、追跡班は可能な限り 2 名一組で 1 チームとし、随時メッセージの変更が可能といったルールで行っている。1 ゲーム 1 時間以内とする。判定方法は、逃走班の後ろ(横)につけて捕まえたということになっている。アマチュア無線を利用するので免許は必要であるが無料で多人数で行えるところにメリットがある。

2.3 電子鬼ごっこ

電子鬼ごっこは PDA と GPS、それに携帯電話とを組み合わせ、従来から行われている鬼ごっこを実現するだけでなく、お互いに離れている仮想的な環境において、双方向性のある鬼ごっこをも実施するものである。

電子鬼ごっこのルールはナビトラ鬼ごっこなどを参考に下記のように決めた。

【電子鬼ごっこルール】

- (1) 逃走者と追跡者はいずれも 10 分に一度、同時に自分の位置を電子メールで送る。ただし逃走者は 10 分間先に逃げる。
- (2) 逃走者は位置を送ってから 2 分間はその位置にとどまる。
- (3) 走って逃げない。
- (4) 追跡者が逃走者にタッチした時点もしくは同じ地点にいると判定されたときに終了とする。

比較のために行う機器を用いない通常の鬼ごっこ(これを原始鬼ごっこと呼ぶ)もこれに準じたルールとする。

電子鬼ごっことナビトラ鬼ごっこの大きな違いは、ナビトラ鬼ごっこは基本的には免許が必要なアマチュア無線用トランシーバと GPS、それにパーソナルコンピュータを用いて自動車を使って半径 5 km くらいの範囲で行うのに対して、電子鬼ごっこは大学構内程度の範囲で携帯電話と GPS、それに PDA を手で持ち歩いて行う。もちろん電子鬼ごっこは車で移動しても可能である。また、電子鬼ごっこは相手が数百 km 離れた見えない離れた場所で鬼ごっこすることもできる。

3. 電子鬼ごっこ支援グループウェア

3.1 支援対象

電子鬼ごっこ支援グループウェアは下記の実験を支援できるように開発した。

- (1) 1 対 1 実験(逃走者グループ 1 組と追跡者グループ 1 組)
- (2) 1 対 2 実験(逃走者グループ 1 組と追跡者グループ 2 組)
- (3) ぼやかし表示実験(切り出した地図単位の位置は分かるが、お互いの正確な位置が分からない。逃走者グループ 1 組と追跡者グループ 1 組)
- (4) 仮想鬼ごっこ実験(鹿児島大学と和歌山大学にわたり仮想的な電子鬼ごっこをする。お互いに自分の大学の中で見えない相手を追いかけたり、見えない相手から逃げたりする。各 1 組)

開発理由

- (1) 鬼ごっこは 1 人の追跡者(鬼)が多くの逃走者を追いかけるゲームであるが、ここでは簡素化し 1 対 1 とした。基本の電子鬼ごっこである。
- (2) 捕まるまでの時間がかかるときは、追跡側を 2 組に増やし、捕まるまでの時間の短縮を図る。
- (3) 極端に早く捕まってしまう場合に、GPS による位置情報の精度を表示方法により下げて、捕まるまでの時間の延長を図る。
- (4) ナビトラ鬼ごっこでは不可能であった、相手が遠方にいて見えない場合の鬼ごっこを実現する。

3.2 設計方針

設計方針を下記に示す。

- (1) 小型 GPS を利用した位置情報の取得
 - (2) PDA を中心とした移動用システムの構築
 - (3) 電子メールと WWW とを利用したデータ通信
- 理由
- (1) 電子鬼ごっこは屋外で機器を人が持ち運んで行



図1 移動用システム
Fig.1 The mobile system.

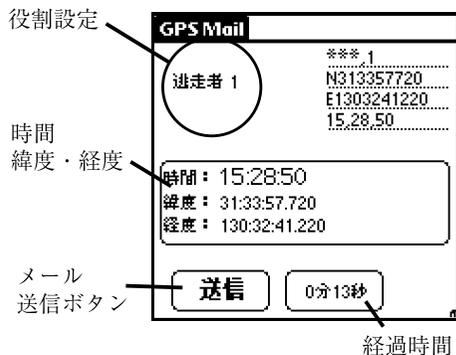


図2 PDAの画面例
Fig.2 An example of a screen on a PDA.

うことを前提とするため、持ち運びに適した小型 GPS を使用する。使用する GPS の誤差は半径 15 メートル程度であるが、実験によっては精度を落としたほうが評価が高くなることが予想されるため、いわば、ぼやかした表示方法も使用する。

- (2) システム全体を制御する計算機は鬼ごっこ中に常時持ち運ぶため、ノート型パソコンより小型で軽量の PDA が望ましいため。
- (3) 仮想鬼ごっこ実験のように各々移動する鹿児島と和歌山との参加者の間を結ぶには電子メールによるデータの送受信とブラウザによる WWW の閲覧が比較的安定していて確実であり、アマチュア無線のように免許が不要なため。

電子鬼ごっこ支援グループウェアは参加者が持ち歩く移動用システムと位置情報に関する処理を行う地図情報処理システムとから構成される。

3.3 移動用システム

移動用システムは PDA(3Com 社, Palm III), GPS (エンベックス気象計社, ポケナビ mini), モデム(I・O Data 社, Snap Connect), および携帯電話からなる(図 1)。移動用システムのプログラムは CodeWarrior (MetroWerks 社) の C 言語でプログラミングされており、約 1700 行のプログラムである。

本システムは、以下に示す順で動作する。

(1) GPS データの取り込み

GPS からは NMEA フォーマット(NMEA-0183)⁵⁾ のデータが送られてくる。このデータから今回使用する緯度、経度、時間などを取り出す。

(2) PDA 上への表示

図 2 に PDA 上の画面を示す。図 2 の画面左上部の「逃走者 1」は各人の役割を示し、画面中ほどの「時間・緯度・経度」は現在の位置と時間を示す。画面下部

左の「送信」ボタンは、利用者が電子メールを送信するためのボタンを示している。画面下部中ほどのボタンは実験の時間の計測に関するボタンであり、実験開始からの経過時間を示している。画面右上部に表示している内容は、送信する GPS の位置情報などのデータであり、確認用に表示している。

(3) GPS データの保存

時間、緯度、経度をカンマで区切ったものを 1 つのデータとして 1 分ごとに PDA に記録される。ここでの時間とは鬼ごっこが始まってからの経過時間のことである。記録された位置データは、10 分ごとの位置送信時に電子メールでサーバへ送信される。移動する場所によっては GPS のデータが測定できない場所もでてくる。それに対応するために、1 分ごとの測定時間に GPS のデータが測定できない場合は、その時刻の記録を飛ばして記録するようにしてある。また、送信時には必ず最新のデータを送るようになっているため、最後の位置でデータをとれなくとも、その直前(5 秒ごとにサンプリングしている)までに取得できた位置が保存され送付される。

(4) 送信データの作成

送信ボタンを押すことにより、送信データを作成する。送信データは、1 分ごとの位置情報と現在の位置(最終的な送信時の位置)情報とをあわせて 1 つのデータとしている。

(5) データの送信

(4) で 1 つにまとめたデータを携帯電話の電子メールを使って地図情報処理システムに送信する。

(6) URL の受信と地図の閲覧

地図情報処理システムから、自動的に送信されてきた電子メールで指定された地図の URL を、携帯電話のブラウザを用いて閲覧する。携帯電話は普段は図 1 に示したように PDA の後ろに置いてあるが、使用す

るときは携帯電話を持ちだして使用する．この地図には更新された最新の位置情報が示されている．携帯電話で地図を表示した理由は藤井らの研究¹⁶⁾より，携帯電話の画面の大きさでも図に工夫をすれば，十分ナビゲーションできるとの結果が示されていたからである．

3.4 地図情報処理システム

この地図情報処理システムは，相手の位置情報を電子メールで受け取り，自動でその位置情報を地図として作成し，各参加者に提供するものである．

地図情報処理システムは Apple Macintosh8500/132 (CRESCEND G3/PCI 400 MHz/1M カード付) を用いている．開発アプリケーションは HyperCard2.4.1 で HyperTalk を用いて開発し，全体で約 17000 行である．電子メールで緯度と経度のデータを受信するため Mailer として ARENA 2.0 PPC (ARENA Project 社) を使い，地図の変換に GraphicConverter 4.0US PPC (Lemke Software 社)，clip2gif (Yves Piguet 氏製) を用いた．また，携帯電話の画面で Web を見るため，Quid Pro Quo 2.1 (Social Engineering 社) を WWW サーバとして用いた．

なお，各携帯電話での画像フォーマットが指定されているため，地図の作成はそのフォーマットに従い，各携帯電話用の地図が作成される．DoCoMo では GIF 形式，J-PHONE では PNG 形式，au では BMP 形式であるが，J-PHONE では直接画像ファイルを置くだけでは見られないため，HTML とセットで画像ファイルを置く必要がある．また，その際，J-PHONE では HTML と画像を合わせてデータの容量が 6KB 以内と決められている (DoCoMo と au では各携帯電話の機種によってデータ容量が異なるのでここでは示していない) ．

3.4.1 処理の流れ

本システムの基本的な処理の流れを以下に示す．

- (1) 移動中の参加者から位置情報など (逃走者が追跡者か，緯度と経度の位置データ，送信時刻) が電子メールで送られてくる．
- (2) ARENA (電子メールソフト) を AppleScript で操作し，電子鬼ごっこ用の電子メールを受け取る．
- (3) 受信した電子メールデータを読み込み，送信者情報，位置情報などのデータを取得する．
- (4) 取得した緯度，経度のデータを Macintosh 上で (X,Y) 座標に変換し，各参加者のマークを中央に表示させ，その周りの地図を切り取り，Macintosh の標準書式の PICT 形式の地図を作成する．地図上の情報には，マークの表示，

軌跡の表示，文字の表示などがある．

- (5) グラフィック変換ソフト (GraphicConverter 4.0US PPC と clip2gif) を AppleScript で操作し，PICT ファイルの地図データを，PNG，BMP，GIF 形式に変換する．
- (6) WWW で見られるように，HTML ファイルを各キャリアごとに作成する．
- (7) 各参加者に地図の URL を電子メールで送る．
- (8) 参加者は Web 上の地図を見る．

3.4.2 地図の作成

地図情報処理システムは 4 種類の電子鬼ごっこに対応させているため，そのサブシステムごとに地図の作成も異なる．そこで，ここでは 4 種類の電子鬼ごっこ用の地図の作成について述べる．ただし 1 対 1 実験用と 1 対 2 実験用とは同じ地図を使用しているため 1 つにまとめている．

- (1) 電子鬼ごっこ用 (1 対 1，1 対 2) (鹿児島大学用，和歌山大学用)

電子メールで受け取った緯度，経度のデータを Macintosh の画面上で (X,Y) 座標に変換し，その座標に逃走者であれば逃走者用のマーク () を，追跡者であれば追跡者用のマーク () を表示させる．

軌跡の表示は，1 つ前の緯度，経度の位置に別のマーク () を置き，新しい緯度，経度との位置を矢印で結んで，どの方向から移動してきたのかを表す軌跡を表示する．また，地図の周辺の目標位置を文字で表示するようにした．文字で表示される目標は，各大学の全体地図を基盤の目に区切った携帯電話表示用に切り出された地図の中で，逃走者もしくは追跡者が含まれる地図の目標である．

図 3 は追跡者が携帯電話の Web Browser 上で見ている画面例である．切り出された地図，記号で示された逃走者の位置 (マーク)，移動の軌跡，最寄りの建

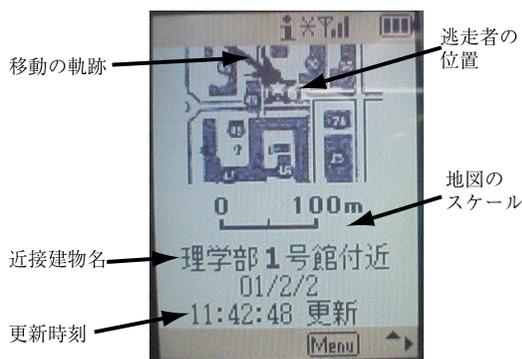


図 3 画面例

Fig. 3 An example of a map on a mobile phone.

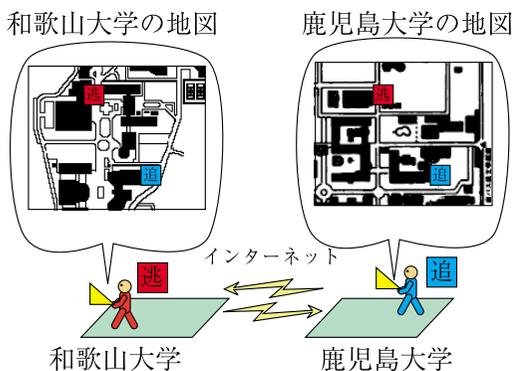


図 4 仮想鬼ごっこのイメージ
Fig. 4 An image of the virtual playing tags.

物名，スケールが示されている．同様に追跡者の位置を含む画面も作成されていて，逃走者は Web Browser を用いて見ることができる．

(2) ぼやかし表示実験用 (和歌山大学)

ぼやかし表示は，和歌山大学では構内が鹿児島大学に比べて狭く見通しが良いため，正確な位置の情報を表示するとすぐに捕まることが予想されるため，地図上に逃走者もしくは追跡者の正確な位置をマークで示すのではなく，その位置の周辺の地図だけを表示するようにした．逃走者および追跡者の位置をある程度ぼやかしたため，この名前がある．他の地図と違って，あらかじめ地図を分割して，分割されたある地図の領域にいれば，その地図を示す．したがってその地図の中央に逃走者や追跡者がいるわけではない．87.5メートル四方の地図が携帯電話の画面に示される．やなどのマークは示さない．

(3) 仮想鬼ごっこ用 (鹿児島大学と和歌山大学にわたる)

仮想鬼ごっこでは，図 4 で示すように，たとえば鹿児島大学に追跡者がおり，和歌山大学に逃走者がいるなど，見えない相手と鬼ごっこをすることになる．そのため，鹿児島大学の追跡者には実際は和歌山大学にいる逃走者が地図上であたかも鹿児島大学にいるように見えなければならない．同様に，和歌山大学にいる逃走者は実際は鹿児島大学にいる追跡者が地図の上ではあたかも和歌山大学にいるように見えなければならない．図 5 に仮想鬼ごっこ用の地図情報処理システムの和歌山大学側の図を示す．この図では和歌山大学側が逃走者，鹿児島大学側が追跡者であり，実際の軌跡は和歌山大学側の逃走者は赤色で，鹿児島大学側の追跡者が青色で示されていて，逃走者は和歌山大学構内の外周道路に沿ってぐるっと構内を回って逃げているが，追跡者 (実は鹿児島大学にいる学生) は，現実で

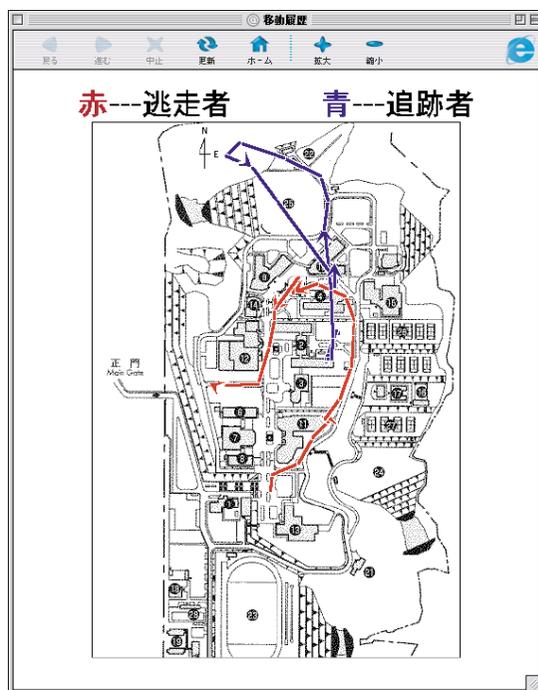


図 5 仮想鬼ごっこ用の地図情報処理システムの画面
Fig. 5 The screen of the map information processing system for the virtual playing tags.

は起こりえない，建物を突き破って直進して追いかけているように見える．

仮想鬼ごっこ用のシステムでは鹿児島大学で逃走者と追跡者を示す地図と和歌山大学で逃走者と追跡者を示す合計 2 組の地図を作成する．そして，電子メールで受け取った緯度，経度のデータを Macintosh の画面上で (X,Y) 座標に変換し，その座標に逃走者であれば逃走者用のマーク () を，追跡者であれば追跡者用のマーク () を両方の地図に各々表示させる．軌跡の表示，文字の表示の仕方は電子鬼ごっこ用と同様にしている．

座標の位置は和歌山大学の方が場所が狭いことから，和歌山大学の地図にあわせる．座標変換は，和歌山大学内の北緯 34 度 15 分 46 秒，東経 135 度 09 分 16 秒と鹿児島大学内の北緯 31 度 34 分 1 秒，東経 130 度 32 分 47 秒とが同一の地点となるように変換している．縮尺は変えていないので，鹿児島大学が逃げる場合は，逃げる範囲を制限している．

仮想鬼ごっこでは見えない相手を追いかけたり，見えない相手から逃げたりしているため，捕まえたという判定が自分たちでは分からない．そのため，システムが位置データから，捕まえたことの判定を行う．仮想鬼ごっこの捕まえたことの判定法は下記のとおりで

表 1 実験結果
Table 1 Results of experiments.

実験種別		電子鬼ごっこ					原始鬼ごっこ		
		通常	通常	通常	ぼやかし 表示	仮想	1対1	1対2	1対1
実験形態	逃走対追跡	1対1	1対1	1対2	1対1	1対1	1対1	1対2	1対1
	実験場所	鹿児島大学	和歌山大学	鹿児島大学	和歌山大学	鹿児島大学 和歌山大学	鹿児島大 学	鹿児島大 学	和歌山大 学
1. 面白かったか.		3.6	2.9	4.1	3.9	2.9	3.8	3.5	3.5
2. 位置情報は役に立ったか.*1		—	3.7	—	4.2	4.3			
3. 地図は見やすかったか.		2.4	3.2	3.0	3.1	2.7			
4. 軌跡は見やすかったか.		2.8	3.0	3.1	—*2	2.6			
5. 文字による位置表示は役立ったか		4.8	3.5	4.9	4.0	4.4			
6. 携帯電話の画面操作は使いやすか		3.4	3.4	3.4	3.5	3.2			
7. 携帯電話の画面は小さいか.		1.9	2.2	2.1	2.1	2.2			
捕まるまでの時間(分)		80	24	23	20	66	61	22	46
		110	21	29	36	39		33	62
		90	14	48	14	107			
			30		64	34			
					28				
捕まるまでの平均時間(分)		93	22	33	34	55	61	28	54
実験日時		H12.12.12	H12.12.21	H13.1.29	H13.2.16	H13.2.16	H13.1.22	H13.1.22	H13.1.17
		H12.12.14	H12.12.21	H13.2.1	H13.6.23	H13.5.9		H13.1.22	H13.1.18
		H12.12.15	H13.6.21	H13.2.2	H13.6.23	H13.6.4			
			H13.6.21		H13.6.23	H13.6.6			
					H13.6.8				

*1:このアンケート項目はH13.5.9以降追加した.

*2:「ぼやかし表示」のため、軌跡は表示しない.

ある．GPSで1分おきに位置（緯度，経度）をとって
おいて，10分ごとの緯度，経度データの送信時に同
時に送る．そして，そのデータを処理したときに逃走
者と追跡者とで比較して，ある範囲内に含まれる距離
であれば捕まったと判定を行うようにした．現在では
逃走者，追跡者が同時刻に50m以内に近づいた場合
に，捕まったと判定する（第1回の実験のみ20mで
判定）．そして，捕まったと判定されると，電子メー
ルで各参加者に逃走者が捕まったことを知らせる．

4. 適用実験と実験結果

4.1 実 験

電子鬼ごっこは2章で述べたルールに従って行った．

下記の4種類の電子鬼ごっこの実験と比較のために
機器を用いない原始鬼ごっこをそれぞれ示した回数，
行った．

- (1) 1対1実験：鹿児島大学3回，和歌山大学4回
- (2) 1対2実験：鹿児島大学3回
- (3) ぼやかし表示実験：和歌山大学4回
- (4) 仮想鬼ごっこ実験：鹿児島大学と和歌山大学に
わたり5回
- (5) 原始鬼ごっこ実験：鹿児島大学で3回（1対1
を1回，1対2を2回），和歌山大学で1対1
を2回）

実験は平成12年12月から平成13年6月にわたっ
て，鹿児島大学構内と和歌山大学構内とで行った．実
験を行った領域の面積は，鹿児島大学の構内では約48

万平方メートル，和歌山大学構内では約10万平方メー
トルである．実験の各グループは1名から3名で構成
される（仮想鬼ごっこは例外）．被験者は学生もしく
は教職員である．

4.2 実験結果

実験結果およびアンケート結果を表1に示す．表1
のアンケート結果の数値は5段階評価の結果である．
非常に良いを5に，非常に悪いを1としている．また，
アンケートの記述部分の結果を表2に示す．

4.3 考 察

4.3.1 実験全体に対する考察

(1) GPSの効果

和歌山大学で行った実験では機器を使わない原始鬼
ごっこが一番捕まるまで時間がかかり（平均54分），
次に位置表示をぼやかした実験（平均34分），そして
一番時間が短かったのがGPSを通常の表示精度（お
およそ15メートル）で表示した実験（平均22分）で
あった．通常のGPSによる位置表示およびぼやかし
表示と，GPSを用いない原始鬼ごっこの差は大き
く，GPSを用いれば捕まるまでの時間が明らかに短
縮された．また「位置情報が役にたったか」という
アンケートの問いに対しては4.1と高い評価を示して
いて，位置情報は有効であった．

(2) GPSの精度と鬼ごっこを行う場所の広さ

鹿児島大学においては1対1の実験をすると捕まる
までに平均93分かかり，疲労するために評価が低く，
追跡側を2組とした1対2実験を行った．その結果，

表 2 アンケートの記述内容の結果
Table 2 Questionnaire results of descriptive contents.

<p>(1) 1対1実験</p> <p>【感想】 鹿児島大学 ・相手の位置がわかることが面白い。 ・捕まりそうでなかなか捕まらなくて楽しかった(逃走者)。 ・逃走者, 追跡者の1対1ではなかなか捕まえられずつい(追跡者)。 和歌山大学 ・逃げるのは楽しい。 ・あっという間に捕まってしまった。 ・冬はつらい(夏は暑い)。 【どんな機能が必要か】 鹿児島大学 ・全体地図を表示してほしい。 和歌山大学 ・同じ地図で逃走者, 追跡者を同時表示する。 ・PDAに地図を表示する。 ・逃走者にだけ, 追跡者が近づいたときに音が鳴る(音の情報もほしい)。</p>	<p>(4) 仮想鬼ごっこ実験</p> <p>【感想】 ・不自由な点も多々あったが, 楽しい実験だった。 ・普通の電子鬼ごっこならまず歩かない中央を堂々と歩いている。 ・相手の行動を予想しながらの鬼ごっこは, なんか探偵気分だった。 ・知らないうちに近くまで来ているときはびっくりしました。 ・バーチャルだということで実際に追跡者が見えないため緊張感が欠ける。 【どんな機能が必要か】 ・相手に近づいた時になんらかのアクションが欲しい。 ・相手までの距離表示。 ・捕まったとき, 捕まったという気分になる効果音。 ・捕まってから電子メールがくるまで4分くらいかかったので, もっと早く。 ・更新時間を早くして欲しい。 ・チャット機能。</p>
<p>(2) 1対2実験</p> <p>【感想】 ・追跡者が2組になったおかげで捕まえやすいから楽しい。 ・地図情報があると, ない場合と比べて逆に戸惑う。もう少し戦略が練れるなどゲーム性を高めたほうが良い。 ・早く捕まって不満だ。 【どんな機能が必要か】 ・追跡者同士のチャットのような作戦が立てられる機能。 ・全員的位置が同時に見られる地図。</p>	<p>(5) 原始鬼ごっこ実験</p> <p>【感想】 鹿児島大学 1対1実験 ・あてもなく勘を頼りに歩いているだけのような気がした。 ・疲れてくるとやる気がなくなってしまうので, 捕まりたくなる。 ・全く相手の位置が検討つかず, 探しようがない。 1対2実験 ・今回は偶然すぐ捕まったが全く情報がないから探している間はあまり面白くない。 ・相手の位置が全くわからないので, ただ歩き回っているだけのような気がして面白くなかった。 ・相手の位置情報が欲しい。 和歌山大学 1対1実験 ・先に追跡者を発見すると, その後ろを追いかければ発見されにくいことがわかった。 ・運が悪ければすぐ捕まるが, これくらいの広さだと全く捕まらない可能性がありそう。 ・相手との位置関係がわからないので, 目で確認する必要があった。 ・やはり両方に情報があったほうが面白みを増すと思う。</p>
<p>(3) ぼやかし表示実験</p> <p>【感想】 ・体を使って遊ぶゲームは楽しかった。 ・場所が狭いので, 見つけやすい。 ・表示される地図が変化しないときちんと更新されているか不安になる。 【どんな機能が必要か】 ・チャット機能(メッセージ交換)がほしい。 ・追跡者が近づいたら知らせしてくれる(逃走者のみの機能)。 ・全体の地図がほしい。</p>	

平均 33 分で捕まるようになり, 実験の面白さに関する評価も 3.6 から 4.1 に上がった。1 対 1 で鬼ごっこをするには広すぎたようである。

一方, 和歌山大学では 1 対 1 実験では平均 22 分と短時間で捕まってしまうため, 評価が低く, GPS の精度を落として表示するぼやかし表示実験を行った。その結果, 捕まるまで平均 34 分かかるようになり, 実験の面白さに関する評価も 2.9 から 3.9 へ上がった。和歌山大学においては GPS の精度は, そのまま使うと詳しくすぎたようである。この結果から, 故意に表示精度を下げるサービスが認知された。

(3) FOX ハンティングやナビトラ鬼ごっこの違い

電子鬼ごっこが FOX ハンティングやナビトラ鬼ごっこと最も異なるのは, 遠隔地にいる見知らぬ人が鬼ごっこに参加できたことであり, その面白さに関する評価も極端に悪いということとはなかった。この結果から, 新しいサービスとして位置情報を変換して遠隔地で行う仮想鬼ごっこが認知された。ナビトラ鬼ごっこではいろいろなコメントを位置情報とともに送っていて, これが参加者の評価が高くなる原因の 1 つになっているようであり, 電子鬼ごっこもこの点, 改良の余地がある。

FOX ハンティングと比較すると電子鬼ごっこの特徴は追跡側の位置が分かるため, 逃げる戦略を立てることができることである。鹿児島大学の実験では最長 110 分間逃げ延びている。

4.3.2 個々の実験に対する考察

(1) 1 対 1 実験(鹿児島大学, 和歌山大学)

GPS による相互の位置情報は基本的には好意をもって受け取られている。しかし, 鹿児島大学では最大 110 分も鬼ごっこを行ったため, やって面白かったが体が疲れたとの感想があった。また実験を行ったのは大半が冬であり, 寒い冬に実験をすることに対する文句があった。体感しながら行うゲームということがいえる。和歌山大学での実験の面白さに関する評価(平均 2.9)は鹿児島大学のそれ(平均 3.6)と比べて低かった。この原因の 1 つに和歌山大学の実験では平均 22 分とあまりに早く捕まったことがあげられる(鹿児島大学の約 1/4 の時間)。早く捕まった理由としては和歌山大学の実験を行った領域が鹿児島大学の 1/5 と狭く, 敷地の中央に端まで見渡せる道があり比較の見通しが良いこと, また建物が鹿児島大学の 85 棟に対して 26 棟と少なく隠れにくかったことがあげられる。ある程度時間をかけて追いかけあいをしないと鬼

ごっこする面白さがでてこないと考えられる。

本実験は他の実験(仮想鬼ごっこ実験は除く)と比べて評価が高くなかったが、いずれの大学で行った場合でも逃走者の方が追跡者と比較して評価が高いことが分かった。逆にいうと、追跡者の評価をいかに上げるかが問題点である。このため、鹿児島大学では早く捕まるように1対2実験を、和歌山大学では逆に早く見つからないために、ぼやかし表示実験を行った。

現在、ウェブを見るために携帯電話の画面を使っているが、地図を見るためには画面が小さい。このため画面の広いPDAで逃走者と追跡者の位置をつねに一覧できることが望まれている。

(2) 1対2実験(鹿児島大学)

1対1のときと比べて平均33分と大幅に実験時間が短縮され、面白さの評価も平均4.1と一番高かった。1対1実験では自分以外の位置は敵側の位置であったが、追いかける側の人数が増えると、誰の位置が更新されたのかが一目では分からなくなる。したがって、現在の携帯電話の画面ではなく、PDAの画面に全員の位置が一目で分かるような地図を表示することが必要である。また、現在は追いかける側2組間の連絡はとっていないが、お互いに連絡をとりながら現在位置をもとに戦略を考えることが望まれている。

(3) ぼやかし表示実験(和歌山大学)

この実験の評価はかなり高かった。GPSの精度を表示の仕方、誤差が半径15mの通常の位置情報表示から、一辺87.5m四方のどこにいるのか分からない状態の表示に変えると(面積的には約10倍となる)、捕まるまでの時間は、1対1実験の平均22分から平均34分に延びた。しかし、GPSを使わない原始鬼ごっこ(捕まるまで平均54分)と比べると、短時間で捕まっている。おおまかな位置しか分からないため、わざとほとんど動かず、いつも同じ地図を表示するようになり、位置情報送信後、突然方向を変えるなどの種々の戦略が見られ、これらが「体を使って遊ぶゲームは楽しかった」というような面白さにつながっているようである。

(4) 仮想鬼ごっこ実験(鹿児島大学+和歌山大学)

ナビトラ鬼ごっこでは不可能であった遠隔地からの参加が仮想鬼ごっこで実現した。評価は必ずしも高くなかったが、探偵気分になって相手の行動を推理したり、堂々と道の真ん中を歩いたりなど、他の電子鬼ごっことは違った行動があった。また、実際は建物などがあるところを突き破ったように突然追跡者が現れ「知らないうちに近くまで来ているときはびっくりした」と驚いたり、相手方に障害物があって、いつまでも追

いつけなかったりするなど、様々な予想外なことが生じることが分かった。

相手が見えないので緊張感が欠けるという問題があるが、たとえば、相手までの距離を表示したり、近づいてくると音をだしたりするなど、相手が近寄ってくる前兆を表したり、また、捕まるときに音をだすなど、捕まった実感を表す機能があれば緊張感を保てる可能性があると考えられる。この問題を解決するには視覚に訴える画面上の位置だけの表示ではなく、五感すべてを動員するような仕組みを検討する必要がある¹⁷⁾。

(5) 原始鬼ごっこ実験(鹿児島大学, 和歌山大学)

鹿児島大学では意外に早く見つかったが、アンケートの結果を見ると偶発的に見つかったこともあるが、あてもなく歩き回っていても面白くないため、あまり逃げ回ろうという気がしなかったようである。逆に和歌山大学では、電子鬼ごっこでは早く見つかりすぎて面白くなかったため、なんとか長く鬼ごっこをしようと、いろいろな戦略を張り巡らし、長く逃げ延びたようである。相手の位置が分からないと探す方は勘に頼らざるをえないので、ただ歩き回っているようで面白くない。一度、相互の位置が分かるありがたさを知ると、これがないと面白くないようである。これからの鬼ごっこにはGPSによる位置情報が効果的であると考えられる。

5. おわりに

PDAとGPSそれに携帯電話を用いて、電子鬼ごっこ支援グループウェアを開発し、これを用いた実験を4種類と、比較のため、機器を用いない鬼ごっこの実験を鹿児島大学構内と和歌山大学構内で行った。実験結果から下記のことが分かった。

- (1) サービスを工夫するとGPSなどの機器を用いた電子鬼ごっこは、機器を使わない鬼ごっこより、評価が高くなり、GPSによる相互の位置情報は鬼ごっこには有効であった。
- (2) 電子鬼ごっこにおいてGPSの精度を下げた表示方法をとると、捕まるまでの時間は通常の場合より延びたが、機器を用いない鬼ごっこよりは短い時間で捕まえることができた。
- (3) 遠隔地からの電子鬼ごっこへの参加が実現したが、相手が近寄ってくる前兆や、捕まるときの実感を表す機能が必要であることが分かった。

本実験を通して、位置情報を柔軟に扱う、ぼやかし表示鬼ごっこと仮想鬼ごっこのサービスが受け入れられたことが分かった。今後は、現在の携帯電話からの電子メールおよびWWWによるデータ交換に加えて、

PDA からサーバに常時接続するなどした場合に可能な新たなサービスも検討する。そして適用場所も大学構内のみならず、公園や遊園地など、場所がある程度広く、人もたくさんいるところでのサービスを検討する予定である。

参 考 文 献

- 1) Davis, R., Landay, J., Chen, V., Huang, J., Lee, R., Li, F., Lin, J., Morrey, C., Schleimer, B., Price, M. and Schilit, B.: NotePals: Lightweight Note Sharing by the Group, for the Group, *Proc. ACM CHI '99*, pp.338-345, ACM Press (1999).
- 2) Sugiyama, K., Misue K., Watanabe, I. and Nitta, K.: Development and Evaluation of Human Thinking Support Tools, *Proc. 1999 3rd International Conference on Knowledge-based Intelligent Information Engineering Systems (KES'99)*, pp.50-53 (1999).
- 3) Oomika, K., Naito, A. and Nakagawa, M.: Idea memo PDA in scalable handwriting interfaces, *Proc. HCI International '97*, pp.455-458, IEEE-CS (1997).
- 4) 吉野 孝, 宗森 純, 湯ノ口万友, 泉 裕, 上原哲太郎, 吉本富士市: 携帯情報端末を用いた発想一貫支援システムの開発と適用, *情報処理学会論文誌*, Vol.41, No.9, pp.2382-2393 (2000).
- 5) <http://www.nttdocomo.co.jp/products/phs/service/ichi.html>
- 6) http://www.855756.com/main_com.html
- 7) <http://www.carc.aist.go.jp/carc/j/cyber010216/index.htm>
- 8) 伊藤佑輔, 森下 健, 垂水浩幸, 上林彌彦: 時空間限定オブジェクトシステム SpaceTag の能動機能の設計と応用, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2000) シンポジウム, 情報処理学会, pp.595-600 (2000).
- 9) EPSON: Location
<http://www.i-love-epson.co.jp/>
- 10) <http://www.nifty.ne.jp/forum/fham/ardf/howto/howto.html>
- 11) 電子地図で FOX ハントナビトラ鬼ごっこ開催, *CQ ham radio*, 8月号, No.638, p.59 (1999).
- 12) 北関東ナビトラ鬼ごっこ開催, *CQ ham radio*, 3月号, No.645, p.65 (2000).
- 13) <http://www.denshi.tosho-u.ac.jp/JIN-GPS/>
- 14) 北条晴正: 端末の測位方式とモバイル市場, *情報処理*, Vol.42, No.4, pp.354-357 (2000).
- 15) <http://www.nmea.org/0183.htm>
- 16) 藤井憲作, 杉山和弘: 携帯端末向け案内地図生成システムの開発, *情報処理学会論文誌*, Vol.41, No.9, pp.2394-2403 (2000).
- 17) 太田憲治, 本田新九郎, 大沢隆治, 永野 豊, 重

野 寛, 岡田謙一, 松下 温: 現実世界に近い仮想空間の構築, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO '99) シンポジウム, 情報処理学会, pp.201-206 (1999).

(平成 13 年 3 月 22 日受付)

(平成 13 年 9 月 12 日採録)



宗森 純 (正会員)

昭和 30 年生。昭和 54 年名古屋工業大学電気工学科卒業。昭和 56 年同大学大学院修士課程修了。昭和 59 年東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻博士課程修了。工学博士。同年三菱電機 (株) 入社。平成元年鹿児島大学工学部助教授。平成 8 年大阪大学基礎工学部助教授。平成 11 年より和歌山大学システム情報学センター教授 (副センター長)。平成 9 年度山下記念研究賞, 平成 10 年度本会論文賞をそれぞれ受賞。グループウェア, 形式記述技法, 神経生理学等の研究に従事。電子情報通信学会, オフィスオートメーション学会各会員。



宮内 絵美

昭和 52 年生。平成 13 年鹿児島大学工学部生体工学科卒業。モバイルグループウェアに関する研究に従事。



牟田 智宏 (学生会員)

昭和 53 年生。平成 13 年鹿児島大学工学部電気電子工学科卒業。同年和歌山大学大学院システム工学研究科システム工学専攻入学。現在, 同研究科にてモバイルグループウェアに関する研究に従事。



吉野 孝 (正会員)

昭和 44 年生。平成 4 年鹿児島大学工学部電子工学科卒業。平成 6 年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。平成 7 年鹿児島大学工学部電気電子工学科助手。平成 10 年同大学工学部生体工学科助手。平成 13 年より和歌山大学システム工学部デザイン情報学科助手。平成 13 年本会 DICOMO2001 シンポジウムにおいてベストプレゼンテーション賞を受賞。グループウェア、遠隔授業支援システム、衛星放送システムに関する研究に従事。電子情報通信学会、ACM 各会員。



湯ノ口万友

昭和 25 年生。昭和 48 年鹿児島大学工学部電子工学科卒業。昭和 50 年同大学大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了。同年同大学工学部電子工学科助手。工学博士。現在同大学工学部生体工学科教授。生体の磁気刺激、生体電位計測および磁気計測に関する研究に従事。電気学会、電子情報通信学会、IEEE、日本 ME 学会、生体磁気学会各会員。