

M-034

## モバイルアプリケーションによる移動履歴に 基づいた公共交通機関の利用提案

### Use Suggestion of The Public Transport Based on Movement History by Mobile Application

田中 康平<sup>†</sup>  
Kohei Tanaka

伊藤 昌毅<sup>†</sup>  
Masaki Ito

川村 尚生<sup>†</sup>  
Takao Kawamura

菅原 一孔<sup>†</sup>  
Kazunori Sugahara

#### 1 はじめに

現在、路線バスや鉄道などの公共交通機関の利用を援助するために、乗換案内、時刻表検索、運行情報表示といったサービスを提供する公共交通機関利用援助システム（以下、システム）が数多く開発されており、公共交通機関利用時の利便性を向上させている。我々も、「バスネット」[1] というシステムを、鳥取県内の路線バスを中心とした公共交通機関利用における利便性を高め、利用促進するために開発し運用している。しかし、それらシステムは公共交通機関の利用者が乗換案内等の機能が必要とした場合のみ活用されており、システムの利用者に対しては利便性の提供が行われているが、公共交通機関での移動を計画していないシステムの未利用者には何も働きかけがない。このようにシステムが利用を待っている受身の状態では“公共交通機関を利用促進する”という点で、利用促進という役割を十分に果たしていないと言える。また、近年ではモータリゼーションによる自家用車の普及の影響もあり、公共交通機関の利用者が減少し、その結果として路線の統廃合や便数の削減が行われ、利便性の低下から更なる利用者の減少に繋がるという悪循環を起している。そのため、利便性の勝る自家用車が優先的に使用され、公共交通機関を利用した移動の存在が意識されなくなっている。しかし、公共交通機関は自家用車を持たない学生や高齢者にとって貴重な移動手段であるため、その存在が不可欠である。そのため、公共交通機関の継続的な利用を促す仕組みが必要であると考えられる。

本研究では、利用者に対して受身状態であるシステム側から働きかけることで、公共交通機関を利用した移動を意識していない者へ、その移動の存在を示し気付かせることにより、公共交通機関の利用促進を図る。

#### 2 公共交通機関利用援助システムと利用形態

公共交通機関利用援助システムには主に、指定された出発地から目的地までの経路情報を提供する「乗換案内機能」がある。また時刻表検索や路線図表示、運行情報表示などシステムの利用端末の高機能化や利用者の欲求に応じて乗換案内以外の機能が追加されている。今挙げたこれらの機能は特に、自宅や勤務先から目的に合わせてあらかじめ検索するといった利用のされ方をしている。また、携帯電話からの利用も多く存在しており、外出時にその場でシステムを利用し、計画を立て移動している

ことが考えられる。携帯電話以外では、近年広く普及しているスマートフォンからの利用が増加しており（図1、図2）、それに応じて従来とは違う新たなサービスを提供することが可能であると考えられるため、スマートフォンによる利用に着目する。

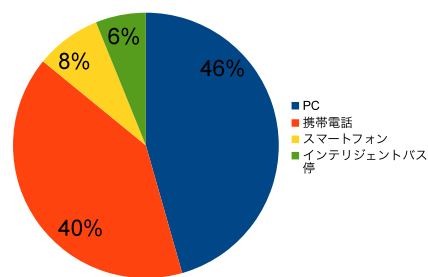


図1: バスネットの利用端末割合 (2011年)

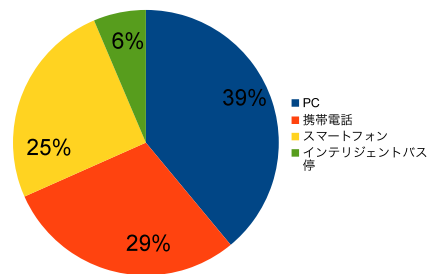


図2: バスネットの利用端末割合 (2012年)

#### 2.1 スマートフォンによる利用

先ほども述べたようにスマートフォンなどの携帯端末によって外出時でも容易にシステムが利用可能になることで、その場で公共交通機関の利用を検討するなど、計画を立てることが可能である。また、外出時でもシステムが利用可能であるということは、PCからのシステム利用時に比べて、公共交通機関の存在がより身近な環境にあり、その利用が容易な状態であると言える。調べた経路情報は、公共交通機関に乗車中でも再度確認が可能であるため公共交通機関利用の際の不安軽減に繋がると考えられる。そして、スマートフォンによるシステム利用の増加により、各種システムが端末のインターフェー

<sup>†</sup>鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

スに対応した専用アプリケーションとして提供されており、GPS など端末の機能を活かしたサービスが存在している。例を挙げると、GPS により位置情報を取得することで現在地から指定された目的地までの乗換案内を行うものがある。出発地を GPS によって現在地に設定することで、現在地周辺のバス停や建物などのランドマークを知らなくても乗換案内サービスの利用が可能である。

しかし、このように利用端末の多様化に応じたコンテンツの充実に伴って、今まで以上に公共交通機関の存在を身近に感じる事が可能であるが、一方である問題が明らかになった。その問題とは、様々な機能によってシステムの利用者に対しては利便性の提供が行われているが、その他の公共交通機関での移動を意図していない人には何も働きかけがなされていないことである。そのため、公共交通機関による移動を意図していない人々の多くは自らの生活の中で公共交通機関による移動の機会が多く存在していることを認識していないため、公共交通機関の利用を意図しないと考えられる。このように人々が公共交通機関による移動を意図、または意識していない状態では、コンテンツの充実などにより公共交通機関利用の利便性の提供を行っても効果的ではないと言える。また、システムは常に利用者に対して利用を待っている受身の状態であるため、現在のシステムの状態では公共交通機関の利用促進に適しているとは言いがたく、システム側から働きかけることによって利用促進を行う必要がある。この状況を改善するために、システム側から働きかけることで人々に公共交通機関を利用した移動の存在の気付きを与え、その利用の意識付けを行う。

### 3 移動に基づいた公共交通機関の利用促進

#### 3.1 公共交通機関利用援助システムから利用促進

利用者に対して常に利用を待っている受身状態であったシステムを改善するために、今まで成されていなかったシステムからの利用促進を行い、公共交通機関利用の意識付けを図る。そこで、システムからの利用促進を行うにあたって重要であると考えた項目を以下に示す。

##### 1. 公共交通機関による移動の存在の気付き

公共交通機関を利用しない理由の一つとして、日常生活での移動の際に公共交通機関が容易に利用できる移動手段として意識していない、もしくは目的地に公共交通機関でも移動可能なことに無知であることが考えられる。利用を意識していない状態では、システム側からの働きかけも効果的でなく、また公共交通機関による移動の存在を知らなければ、公共交通機関の利用は期待できない。そのため、実際に公共交通機関を利用した経路の提示などを行うことで、その存在を気付かせる必要があり、人々が公共交通機関による移動の存在に気付くことで、システム側からの利用促進に効果が現れる。また、日常生活で公共交通機関の利用を意識させるために、システムからの働きかけを個人の移動・行動に合わせて行うことで、その個人が公共交通機関の存在を身近

に感じる事が可能になり、より効果的な利用促進が行える。働きかけにより、公共交通機関の利用が検討されることで、その時に有益でない情報であった場合でも、別の機会での移動時に活かされる。この利用の検討が繰り返されることで、日常生活での公共交通機関の利用を意識していくと考えられる。

##### 2. 利用者にとって有益な情報

利用促進のためにシステム側から提供する情報は、受け取る側にとって有益な情報である必要がある。その理由として、提供された情報がその時必要でない場合には、その情報に興味を持たれず、利用の検討もされないことが挙げられる。利用の検討がされなければ、公共交通機関の利用が意識されることなく、提供した情報が他の場面でも活かされることがないため、利用促進に繋がらない。そのため、提供する情報には興味を引く有益な情報、例を挙げると、職場や量販店などの利用頻度の高い場所、つまりは個人の身近な場所に関わる情報や、現在地周辺の情報といったものにする必要がある。有益な情報を提供することで、公共交通機関による移動に興味を持たれ、実際の利用に繋がり、また利用の意識付けが行われていくと考えられる。

#### 3.2 移動に基づいた公共交通機関利用の提案

前述した2つの事柄をまとめると、システム側からの働きかけは、公共交通機関による移動の存在を気付かせるために、個人の移動・行動に合わせた働きかけを行い、それをその個人の利用頻度の高い場所に関わるような有益な情報を提供することで実現する必要がある。これを今回は、近年普及しており、人々が常に所持していると考えられるスマートフォンを用いることで実現する。スマートフォンにはGPSが搭載されているため、移動の軌跡を取得することが容易であり、位置情報から個人に関わる場所の情報提供が可能である。そのため、今回はモバイルアプリケーションとして実装する。

このアプリケーションでは、有益な情報であると考えられる個人の身近な場所に関わる情報を「個人の頻繁に滞在する場所への経路情報」で、現在地周辺の情報を「現在地の最寄りバス停の時刻表情報」で提供する。そして、これらの情報を個人の生活に合わせて提供することで、自分の身近に公共交通機関による移動が多く存在していることに気付かせ、その利用を検討させることで公共交通機関利用の意識付けを行う。「個人の頻繁に滞在する場所への経路情報」ではスマートフォンのGPSによって収集した位置情報を基に、頻繁に滞在する場所を抽出し、現在地からその頻繁に滞在する場所への経路情報を提供する。「現在地の最寄りバス停の時刻表情報」では現在地から最寄りバス停を判断し、そのバス停から出発する直近のバスの出発時刻を提供する。

## 4 アプリケーションの実装

現在のシステム利用端末は携帯電話やスマートフォンなどの携帯端末によるものが多く、システムは屋内で利用されるものではなくて、屋外で利用されるものであることを表していると考えられる。そのため、屋外でもシステムを利用可能であるスマートフォンを開発対象として選択した。また、スマートフォンでは、GPS によって人の移動の軌跡を取得することが可能であり、人々が常に所持していると考えられるためである。そのスマートフォンの中でも、日本国内のシェアが大きい Android OS のアプリケーションとして実装する。Android OS には他の OS には無い「ウィジェット」というアプリケーションが存在しており、このウィジェットとはホーム画面に埋め込むことで、定期的な更新を受け取るアプリケーションである。ウィジェットとして提供されることでアプリケーションのデータやサービスに容易にアクセス可能になり、初回にウィジェットの配置を行うだけでユーザーの他の意識した操作、例えば使用するアプリケーションを探すといった操作が不要になる。そして、電話やメールなどスマートフォンを使用した際にホーム画面にあるウィジェットが視界に入ることによって、アプリケーションの利用を意図していない場合でもユーザーに対して情報を与えることが可能なため、システム側から情報を提供することに適していると言える。そのため、このウィジェットというアプリケーションはシステム側の利用促進に活用可能であると考えられるため、今回は Android 端末のウィジェットとして実装した。以下が実際に実装したアプリケーションである (図 3)。

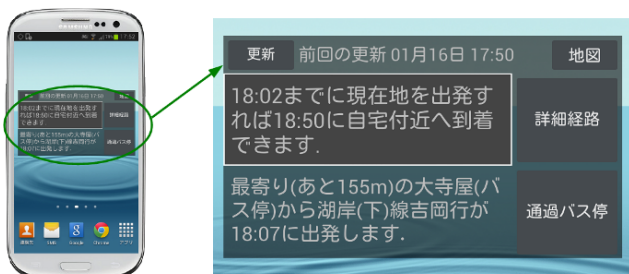


図 3: 実装したアプリケーション

まずは、GPS により位置情報を 5 分に 1 度の間隔で定期取得し、端末内のデータベースに緯度・経度、取得日時を記録することで、ユーザーの移動履歴を収集する。取得日時は主に、滞在していた時間を判断するために記録した。ここで、取得した位置情報の中から頻繁に滞在する場所を抽出するために、位置情報が滞在中に取得したものか、移動中のものかを区別する必要がある。そこで、位置情報を取得した際に、前回取得した位置情報と比較して距離が一定以上離れている場合に移動中とした。

「頻繁に滞在する場所への経路情報提供」については、定期取得により記録した位置情報の中に取得位置が密集している地点が存在していれば、その地点に何度も訪れ

ていると考えられるため、そこが頻繁に滞在する場所と言える。しかし、同じ地点で位置情報を取得しても少なからず誤差が生じ、また屋内やビルが多く存在する場所だった場合には、取得した位置に大きな誤差が生じる。そこで、記録した位置情報に対してクラスタリングを行うことで、複数の位置情報が一つの地点として集約され、その地点を頻繁に滞在する場所として抽出可能になる。なお、クラスタリングに使用する位置情報は取得時に滞在中と判定されたものだけとした。今回、クラスタリング使用した手法は計算コストの少ない K-means 法で、その応用である Ashbrook のアルゴリズム [2] を用いた。クラスタリングによって抽出された頻繁に滞在する場所は、この段階では緯度・経度の数値であり、ユーザーへ情報の提供を行うには不便かつ不適切であるため、抽出した頻繁に滞在する場所にラベリングを施すことで情報の提供を容易にした。また、このラベリングはユーザー自身の手で行うことも可能で、各個人にプライベートなランドマークを持たせユニークな情報の提供を可能にしている。

頻繁に滞在する場所への経路情報を提供する時間帯を決定するために、抽出した滞在場所に含まれる定期取得した全ての位置情報の取得時間が、予め 3 つに決定した時間帯の中で最も多く属する時間帯を、その頻繁に滞在する場所に滞在していた時間帯とした。滞在していた時間帯を決定した頻繁に滞在する場所への経路情報は、日頃滞在している時間帯に滞在可能にするために、前もって 2 時間前から経路情報を提供した。ウィジェットに表示する情報には、目的地への到着時刻と経路情報の利用可能な時間を経路情報と合わせて表示することで、ユーザーが余裕を行動できる配慮した。図 4 は実際にウィジェットによって提供された情報で、詳細な経路情報を確認することが可能になっている。



図 4: 頻繁に滞在する場所への経路情報提供の例

「最寄りバス停の時刻表情報提供」については、位置情報を定期取得した際に、現在地からの最寄りバス停を端末内に保持しているデータベースからバス停までの距離をもとに検索し、バス停の時刻表情報を提供した。提供する情報の内容には、そのバス停から出発する直近のバスの出発時刻とバス停までの距離があり、距離も合わせて提供することで実際に、そのバス停まで足を運ぶと

いう興味を持たせ、利用に繋がると考えられる。また、時刻表情報を全て提供せずに、直近のものにしている理由として、時刻表を全て提供するとどの情報がすぐに利用可能な情報が不明なため、直近のものを提供することで時刻表の情報の利用を容易する狙いがある。

このウィジェットでは10分に1度、自動で更新されるようになっており、自動更新の他にもユーザによる更新も可能なため、常に最新の情報を提供している。提供する経路情報及びバス停の時刻表情報は「バスネット」を利用することで情報取得を行い、アプリケーションに反映させている。

## 5 動作実験

実装したアプリケーションはあるユーザの協力により動作実験を一ヶ月間行い、その結果をアプリケーションが収集した位置情報を地図上にプロットすることで確認した。ユーザのアプリケーションが取得した全ての位置情報を図5に、図5から移動中に取得した位置情報を取り除いたものを図6に示し、図7に抽出した頻繁に滞在する場所を示す。

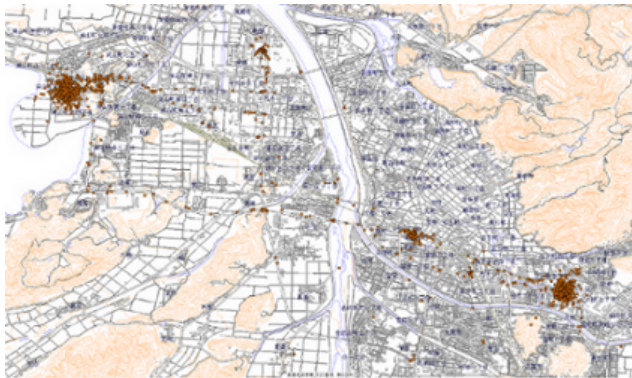


図5: 取得した全ての位置情報

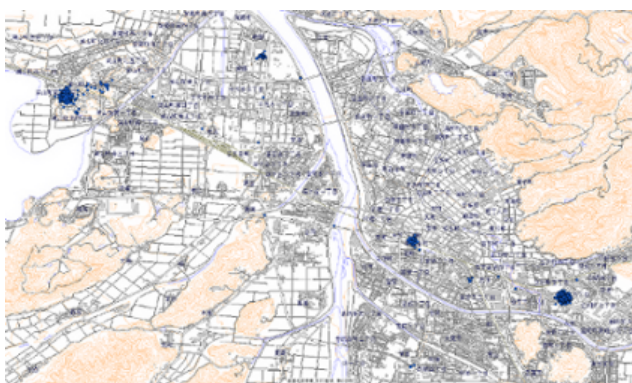


図6: 移動中を取り除いた位置情報

図5よりアプリケーションによる位置情報の取得が行われ、ユーザの移動の軌跡が現れており、正しく動作していると言える。図6と図5と比較すると、実際に移動

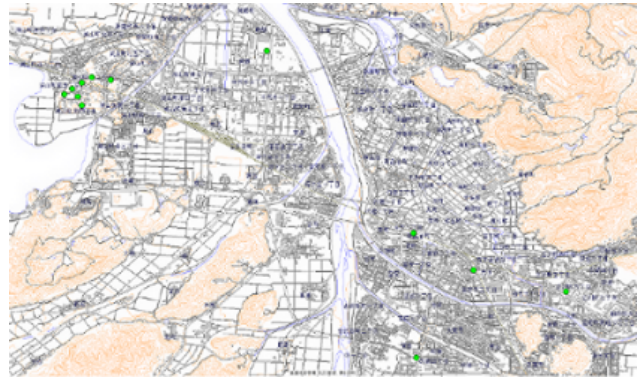


図7: 抽出した頻繁に滞在する場所



図8: 図5, 図6, 図7の比較

中に取得したと考えられる位置情報が取り除かれているが、一部で正しく動作していない箇所が見受けられる。これでは、頻繁に滞在する場所の抽出に影響するため、移動中の判定を距離だけでなく時系列を考慮する必要があると考えられる。また、図7を見ると図6を基に頻繁に滞在する場所が抽出されていると言えるが、頻繁に滞在する場所が同じ建物の敷地内に複数存在しているなどの動作が見られるため、そのような地点は一つにする調整が必要である。図5, 図6, 図7を比較した図8を見ると、全ての位置情報から移動中のものが取り除かれ、残った滞在中に取得した位置情報からクラスタリングによって頻繁に滞在する場所が抽出されており、正しく動作しているが、先に述べたように正しく動作していない部分があるため、正確に経路情報等の情報提供を行うには様々な箇所での修正が必要だと考えられる。また提供された経路情報は、ユーザがいつも帰宅する18時~20時の間には自宅付近の頻繁に滞在する場所への経路が提供されていたため、アプリケーションによる提案はユーザの移動履歴を反映したものであったと言える。

## 6 アンケートによる調査

バスネットに関するアンケートを実施した際に、実装したアプリケーションについてデモを行うことで、このアプリケーションの必要性・期待度の確認をした。なおア

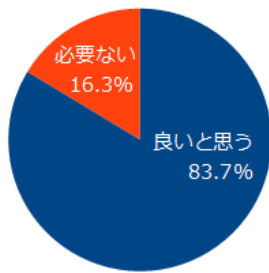


図 9: 公共交通機関の利用提案についての是非

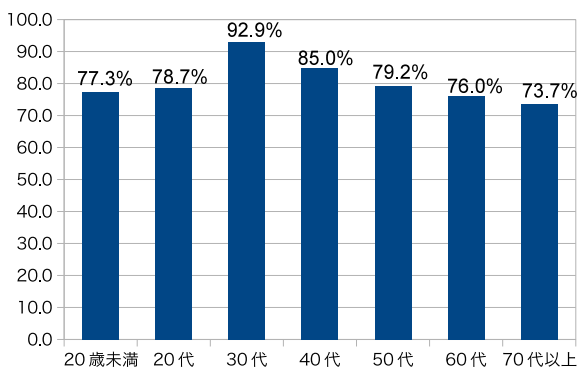


図 10: 良いと思うと回答した回答者の年代別割合

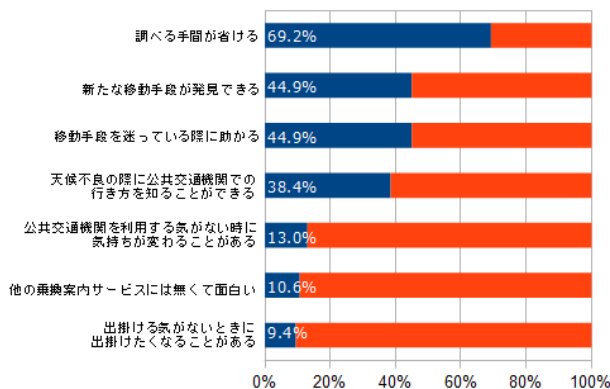


図 11: アプリケーションの良いと思えた箇所

アンケート形式は無記名回答・対面式で行い、回答人数は200人で行った。その結果を図9、図10に示す。スマートフォンから利用者に対して公共交通機関の利用の提案することについて、良いと思うと回答した人が約80%に上り、その割合を示した図10を見るとどの年代でも比較的高い割合を占めていることが分かる。特に、スマートフォンをあまり持たない60歳代や70歳以上の方でも、アプリケーションに対して良い印象を持っており、また期待が伺える。そのため、このアプリケーションが実際

に使用された場合には、提案によって公共交通機関による移動の存在の気付きや、利用の意識付けなどが期待でき、公共交通機関の利用促進に繋がると考えられる。

また、図9で良いと答えた回答者に対してアプリケーションのどの部分が良いかを選択形式で伺ったところ、その回答が図11のようになった。「調べる手間が省ける」という回答が約70%あることから、頻繁に滞在する場所への経路情報などの個人に関わる情報が提供された際には、その情報の利用が考えられる。そして「新たな移動手段が発見できる」に約40%の回答があるため、システム側から働きかけることで、前述した公共交通機関による移動の存在を気付かせることが可能であると言え、その効果が少なからず期待できると考えられる。「天候不良の際に公共交通機関での行き方を知ることができる」も同様に、その移動の存在に気付くことで、今後の移動の際にその情報が活用されると考えられる。また、「移動手段を迷っている際に助かる」にも半数近くの回答があることから、情報提供により、迷っている時に公共交通機関の利用が期待でき、次回以降の移動で同じように移動手段に迷った場合には、これまでに提供した情報の利用が検討されることで、日常的な公共交通機関の利用の意識付けが行える。しかし、「公共交通機関を利用する気がないときに気持ちが変わることがある」や「出掛ける気がないときに  
出掛けたいことがある」が共に約10%という低い数値であることから、現在のアプリケーションでは人の移動手段を変えさせるような有益な情報が提供できていないと言えるため、情報提供を行なったその瞬間に移動手段を変えさせて、公共交通機関の利用促進に繋げることは困難であると考えられ、その改良が必要である。

## 7 おわりに

本研究では公共交通機関の利用促進のため、今まで利用者に対して受身状態であったシステムから働きかけを行った。そのため、移動履歴に基づいた公共交通機関の利用を提案するモバイルアプリケーションを開発した。このアプリケーションにより、個人の頻繁に滞在する場所と最寄りバス停の時刻表情報を、その個人の移動に合わせて提供することで、公共交通機関による移動の存在の気づき、及びその利用の意識付けを行なった。また、アンケートによる調査でこのアプリケーションの期待度、必要性を確認した。

今後の課題として、アプリケーションからの情報提供を、現在では頻繁に滞在していたであろう時間帯に合わせて行なっているため、より効果的な利用促進を行うためにこの情報提供をユーザの移動パターン、つまりは場所から場所への遷移を反映させ、公共交通機関の利用を促す必要がある。また提供する経路情報について、頻繁に滞在する場所への往路だけでなく、実際に経路情報を利用した際に、その帰路が不明であることから復路の情報提供も必要であると考えられる。最寄りバス停の時刻表情報についても、発車時刻と合わせて、そのバスに乗

車して訪れることが可能な観光地や量販店などのランドマークの情報提供によって、ユーザの興味を引き公共交通機関の利用に繋げる必要がある。しかし、アンケート結果でも明らかになったが、このアプリケーションによる情報提供によって公共交通機関による移動の存在を気付かせ、その利用を意識付けることには期待が持てるが、すでに移動手段を決定している者に対して、その移動手段を公共交通機関に変えさせることは困難であると考えられる。これを改善するためには、また新たに移動手段を決定している者でも公共交通機関を利用することが有益であると感じる情報の提供がある。そして、これらの情報提供によって、どの程度公共交通機関による移動の存在に気付いたか、またその利用を意識するようになったかを調査・検証する仕組みを考案する必要がある。

### 謝辞

本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の受託研究によって実施された。

### 参考文献

- [1] バスネット: <http://www.ikisaki.jp>.
- [2] ASHBROOK, D.: "Using GPS to Learn Significant Locations and Predict Movement Across Multiple Users", *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 7, No. 5, pp. 275–286 (2003).