

て、ある地点における AED 設置による影響の程度は、周辺に設置されている各装置の救命確率の和として説明できるものと仮定した。

以上をふまえ、装置の効果が期待される装置周辺において、AED の需要に対する設置の効果に依存する量をここでは「供給効果」と定義する。そして、ある地点における需要に対して救命可能な量となる供給効果は、その地点の需要量に救命確率の和を乗じたもので表されるものとする。図3は、需要量と供給効果の関係を直線上で表現したものである。これは場所による需要密度と供給効果の関係を、水平な地面に対して垂直な一断面でみたものと考えればよい。

先述の通り、需要密度は心停止発生地点の分布によって決まるが、供給効果ではさらに AED との位置関係についても考慮する。図3でみると、装置の配置地点上においては、その地点の全ての需要を装置が満たすことが可能であり、その結果、需要密度と供給効果が一致する。ところが、装置から離れるに従って装置による救命確率が減少し、その地点における需要を満たす割合が減少するこ

とから、需要密度と供給効果の間の開きが大きくなる。つまり、この AED の最適配置の方法では、需要が高い場所であるほど、そして装置から近いある場所であるほど、AED の供給効果が高く設置に適した場所である、ということが前提となる。そこで、この供給効果の地域全体における総和（図3の網掛け部分）を最大化することで、本方法による AED の最適配置地点が得られる。なお、複数の心停止患者がほぼ同時に発生する状況は想定しづらいことから、需要の極めて高い地点の周辺に複数の装置を割り当てることを避けるために、供給効果を最大化する際には、装置間の距離が一定以下にならない制約を設けている。

Ⅲ. 結 果

まず、弘前市中心部周辺の各心停止発生地点の位置と、各地点の AED の需要量の大きさを表す等値線を図4に示す。また参考として、図5に弘前市中心部の人口密度を図示した。

図4では背景地図として、道路、河川および鉄道路線が示されている。道路密度が高い図の中心



図4 心停止発生地点とその密度分布

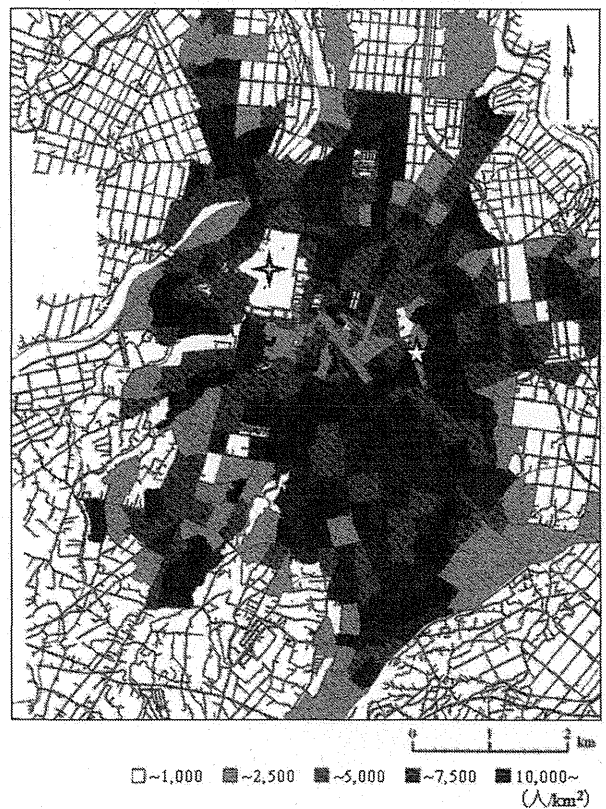


図5 弘前市中心部の人口密度

付近は市街地であり、図5において人口密度が一定以上の地区に対応しているとみることができる。また、図4の左上方部には岩木川が、右側には奥羽本線が位置しており、この背景地図の上に、心停止発生地点(●)、および需要量密度を示す等値線を示している。特に弘前駅(☆)と弘前城(◇)の場所については、図4および図5に示した。

図5では、図4と同地域の人口密度を表している。なお、地区単位と人口データについては、平成17年国勢調査にもとづいており、特に1,000人/km²以下の地区では色付けをせず、道路地図を表示している。

図4の需要点にもとづく密度分布について見てみると、弘前駅(☆)および弘前城(◇)のやや南側の地域を中心として、心停止発生密度が非常に高いとされる地域が広がる傾向が確認された。局所的にみれば、発生地点が多数ありながら発生密度がそれ程高くはない場所も確認されるにせよ、地域全体の傾向として発生地点が周縁部と比較して中心部に集中しているために、推定された発生密度は概ね中心部ほどが高くなる結果となっている。

また、背景地図の道路状況、図5の人口密度と重ね合わせて見たときに、市街地周縁である地域帯で重要量の密度分布が大きく変化していることから、地域全体として心停止発生密度の変化が、概して人口分布の変化に対応しているものと理解される。

次に30台のAEDを設置するときの最適地(□)、および各地点の供給効果の値を示す等値線(太い曲線)を図6に示す。参考のために、図6には図4の心停止発生地点の密度分布の等値線(細い曲線)についても併せて示した。また、図4と同じく道路地図などとともに、弘前駅(☆)、弘前城(◇)の場所を示した背景地図を用いた。図6の供給効果の等値線は、装置の各最適配置地点を中心として同心円状に広がっており、各最適配置地点からその周辺に向かって、ほぼ一様に供給効果が減少している状況を表している。

最適配置地点は、図4にてAEDの需要が相対的に高いとされる弘前駅および弘前城の南側地域一帯を、満遍なく覆うように得られている。つまり、1台から30台までの設置台数の場合に、この地域一帯への設置が、全体からみたときには効果が高いとすることができる。

図7はAEDの各設置数における供給効果の値を表しており、設置数が増加するに従って、供給効果がどのように変化するかという、両者の関係性を示している。供給効果の値については、その値が1のときに地域の全ての需要をカバーしていることを意味する。よって、その値が0.01となるときでは、最適地に設置された装置によって、地域



図6 AEDの最適配置地点と供給効果の密度分布 (青森県弘前市 30地点)

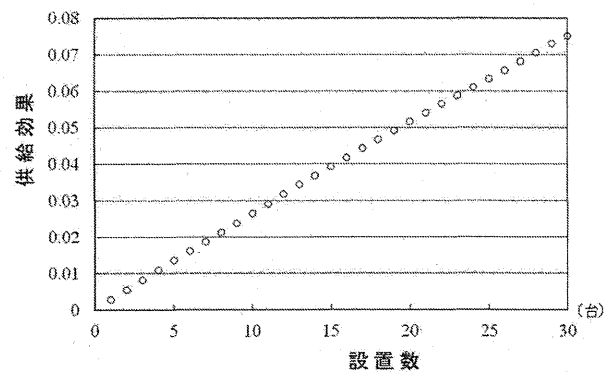


図7 設置数と供給効果

全体の需要量の1%がカバーされることとなる。

図7を見る限りでは、設置数の増加に従って供給効果はほぼ線型に増加している。つまり、少なくとも設置数が30台までにおいては、需要がほぼ同等に高い地域に装置が割り当てられていることを意味する。供給効果の変化の割合は、結局のところ需要量の分布状況に大きく依存するものであるが、一般的には、設置数が少ない初期の段階では急激に増加し、その後緩やかに増加を続けることが予測できる。

IV. 考 察

本稿では、過去の心停止発生地点にもとづいたAEDの最適配置の方法に関する研究事例について紹介した。従来の限られた施設以外にも設置が検討される状況にあるなか、適切な配置地点についての議論は一層重要性を増すことが予想される。本稿で紹介した方法を現実のAEDの配置計画に適用するにあたっては、後述のように考慮すべき課題がいくつか挙げられるが、現状の配置状況の適切性も含め、設置地点に関して空間的な側面からの十分な検討も重要であると考えられる。

既に述べたとおり、ここで解説した方法は、限られた要因に着目したAED配置の一方法である。そのため実際の配置においては、ここでは扱っていない事項についても、状況に応じて考慮する必要があることを留意しておかねばならない。以下に、本稿における分析の限界と今後の課題について述べる。

本稿で用いたデータでは、対象地域内で心停止発生地点の密度が比較的高い場所が広範囲に広がっていたために、限られた台数における装置の最適配置地点は、特定の地域に集中して得られる傾向がみられた。これは、居住地域も多く含むことから、住宅地への設置を積極的に検討する必要があると言えることができる。しかし、心停止発生地点に影響を及ぼすとされる、高齢者の人口分布などに大きな偏りがある地域では、地域全体としての需要量の地理的な変化が激しくなることで、最適配置地点が分散して得られるという、今回は異なる結果が導かれることも予想される。

心停止発生地点からAEDへのアクセシビリティ

の問題について考える際に、状況によっては直線距離を用いることが適当ではない場合も有る。本稿では道路距離に関する議論がなされていないが、地域の特性として道路距離や交通状況を加味したアクセシビリティの問題への対処が、本方法にとって重要な課題の一つとして挙げられる。

本稿では一次救命措置を行う者以外に、AEDを取りに行く者も同時にその場にいることが前提とされているため、当然ながら2人以上の者が発生地点付近に居合わせていなければならない。本稿ではこの点を考慮していないが、これは近年AEDの設置が進んでいるにも関わらず、利用率が高くない一因であると考えられる。また、AEDの利用率を上げるためにも、AEDを使用することができる人を増やす、教育面での取り組みの強化も重要になってくるものと思われる。

AEDの有効利用という点から、心停止発生地点とAED配置地点との位置関係の他に、今後は救急隊の分布や、AEDを設置する特定の施設の分布などを考慮した、AED配置の方法についても検討する必要がある。AEDの設置が希望される施設として、「駅」、「学校」、「公共施設」などの、現段階で積極的に設置が進んでいる施設を挙げる声が一般には大きいものの、「コンビニエンスストア」あるいは「交番」への設置を希望する意見も少なくない。「コンビニエンスストア」や「交番」は、地域住民に比較的認知されている施設であり、例えば深夜のような時間を問わない緊急時への対応の面でも期待できる。そのため、コンビニエンスストアや郵便局といった身近な施設への設置を想定した分析も、実用的な面から特に有効であると考えられる。

(本論文の要旨は第46回日本循環器病予防学会・日本循環器管理研究協議会総会：シンポジウム「循環器病と地理空間の関連：GISと空間疫学の応用」において発表された。)

参考文献

- 1) Malcom GE, Thompson TM and Coule PL. The location and incidence of out-of hospital cardiac Arrest in Georgia. Prehospital Emergency Care 2004; 8: 10-14.

- 2) Crocco TJ, Sayre MR, Liu T et al. Mathematical determination of external defibrillators needed at mass gatherings. *Prehospital Emergency Care* 2004; 8: 292-297.
 - 3) 片岡裕介, 浅見泰司, 浅利靖, 他. 需要密度に対する供給効果を最大化する AED の最適配置地点. *GIS —理論と応用*, 2006; 14(2): 1-9.
 - 4) Silverman BW. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. London; Chapman and Hall 1986.
 - 5) Sheather, SJ and Jones, MC A reliable data-based bandwidth selection method for kernel density estimation. *Journal of the Royal Statistical Society series B*, 1991; 53: 683-690.
 - 6) Simonoff, JS. *Smoothing Methods in Statistics*. New York: Springer-Verlag 1996.
 - 7) Church RL and ReVelle CS. The maximal covering location problem. *Papers of the Regional Science Association* 1974; 32: 101-118.
 - 8) American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation, 2000, Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care: international consensus on science Part 4: The Automated External Defibrillator. *Circulation*; 102: Supplement I 60-76.
-

地域における緊急被ばく医療体制の整備

郡山一明，王子野麻代，又野 秀行

2011

ER マガジン(1348-8090)

特集 1 君は放射線にどう立ち向かえるか

6 地域における緊急被ばく医療体制の整備

郡山 一明^{1,2)} 王子野麻代¹⁾ 又野 秀行³⁾

Kazuaki Kohriyama

Mayo Ohjino

Hideyuki Matano

原子力安全研究協会 放射線災害医療研究所¹⁾, 北九州市危機管理参与 九州厚生年金病院²⁾, 福井県立病院 救命救急センター³⁾

Key Note

- 緊急被ばく医療は災害医療の一部として対応すべき。
- 地域における緊急被ばく医療体制の整備には、体制構築、集団管理、コミュニケーション、医学スキルが必要。
- 緊急被ばく医療に必要な医学スキルは放射性物質の汚染管理。
- 緊急被ばく医療研修の受講は有効。

1. リスクに対する「そもそも」論

一つの技術が成熟して安全に使われるようになるまで約200年かかると言われている。産業革命の一翼を担うジェームズ・ワットの蒸気機関が開発されたのは1769年である。この蒸気機関を応用して1783年には蒸気船が建造され、1800年代初頭には蒸気機関車が発明されたが、この間、ボイラーの爆発によって多くの人命が失われた。その後、事故を繰り返しながら技術改善がなされ蒸気機関の技術がほぼ確立されたと考えられたのは1940年代である。

では、技術が完成すれば安全性も絶対的となるだろうか？ 実際には、1800年代に年間1万人が亡くなっていた鉄道事故は、技術がほぼ完成された21

世紀の「現代」に生きるわれわれにとっても、完全に安全だとは到底言えないのである。わが国だけを見ても1991年の信楽鉄道事故では42名が死亡、614名が負傷し、2009年の福知山線事故では107名が死亡し562名の負傷者が発生している。

安全は「技術」だけで成立するものではなく、「技術」と「技術を扱う人間」という2つのファクターによって成立する。さらに「技術を扱う人間」には、その人間が属する組織や共同体の「文化」が関与する。

つまり、人間がエラーを起こす存在である以上、人間が利用する機器、機械、システム、巨大プラントが「絶対的に安全である」などということはない。それゆえに、災害医療は現代社会が対応しているすべてのことを念頭に準備されるべきである。

2. 緊急被ばく医療 —原子力発電所自体のリスク論—

わが国で原子力発電所が商業運営されたのは1966年である。その後、1970年代から80年代にかけて多くの発電用原子炉が建造されていった(図1)。原子炉の原理が見出されて実験用原子炉が作られたのが1940年代であることを組み入れても、原子力発電の歴史はわずかに数十年である。技術の成

特集 1 君は放射線にどう立ち向かえるか

熟までに要する年数 200 年を一つの目安とすれば、原子力発電所は未だ 1/4 ということになる。

2004 年、福井県美浜原子力発電所の 3 号機（1972 年着工）において、二次系配管が破裂し高温の蒸気が噴出して定期点検準備中であった作業員 11 名が負傷、5 名が死亡した。この事故は 3 号機が運転開始（1976 年）以来、27 年間にわたって点検対象であった二次系配管肉厚検査が見落とされ続けた結果、随時、交換すべき管が放置されたまま耐用年数を超えて破裂したものである。労働災害の経験則であるハインリッヒの法則に従えば「1 件の重大な事故の裏には 29 件の軽微な事故が存在し、その裏には 300 件のヒヤリ・ハット事例が存在する」のであり、美浜 3 号機で起きていた見落としは他の原子炉でも起き得る、否、起きていると受け止めるべきである。図 1 を見ればわかるように、わが国の原子炉の多くは建築着工からすでに 40 年近く経っている。われわれは美浜原子力発電所 3 号機で起きたのと同様の事故に備えるべき時を迎えているのだ。

3. 緊急被ばく医療

—原子力発電所で働く作業員のリスク論—

原子炉については、電気事業法施行規則第 91 条において定期的に 13 カ月に一度行うことと定められている。この際、原子炉容器は開放されるので作業員は一定の被ばくと放射性物質に汚染される環境に置かれる。このような作業中に、作業員が脳卒中や心筋梗塞などの内因性救急疾患に陥る可能性は一般人と同じ頻度であるだろう。また、もし点検作業中に地震のような突発事態が起きたならば、作業員は転落や機材に挟まれることなどにより外傷を被るだろう。今回の東日本大震災でも、福島第一原子力発電所では 4 号機のタービン建屋で 2 人の作業員が（地震か津波によるものかは不明であるが）地震発生直後に多発外傷で亡くなっている。第二発電所でもクレーン作業中の作業員が外因性により死亡し

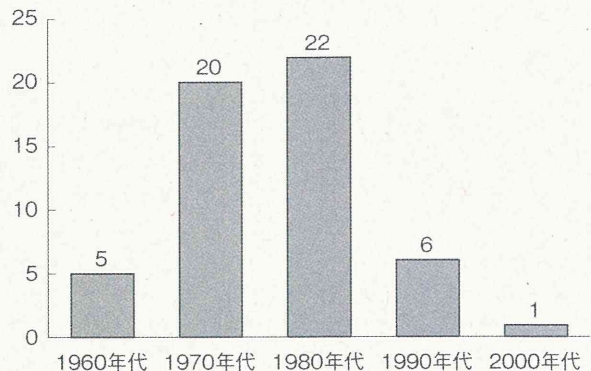


図 1 わが国の原子炉着工の年代別推移

た。このように、たとえ原子力発電所でプラント事故が発生しなくても、内因性、外因性疾患により、放射性物質による汚染がある作業員が、汚染を十分に除染される間もないまま医療機関に搬送する必要性が生じるリスクは、日常においても常に一定の割合で存在するのである。

4. 「緊急被ばく医療」という概念 —地域の災害医療の一環として—

従来、原子力災害の医療対応は「原子力発電所等から放射性物質が大量に放出されるような異常事態の際の医療面における周辺住民に対する医療措置」と定義されていた。そのような中、1999 年、民間のウラン加工工場において臨界が起り、大量の中性子線を浴びた作業員のうち 2 名が急性放射性症候群によって亡くなった。周辺住民も避難を余儀なくされた。この際、周辺住民への医療対応の考え方には基盤となるものがあつたのに対し、高線量被ばくを伴う作業員の医療対応については、日常の救急医療以上の概念はないことが痛感された。これを機に、内閣府の原子力安全委員会で「原子力施設の作業員の汚染、被ばくや汚染を伴う健康障害等の医療措置」について検討され「緊急被ばくのあり方」としてまとめられた。この概念がいわゆる「緊急被ばく医療」である。

従来の被ばく医療は、放射線関連施設で「プラン

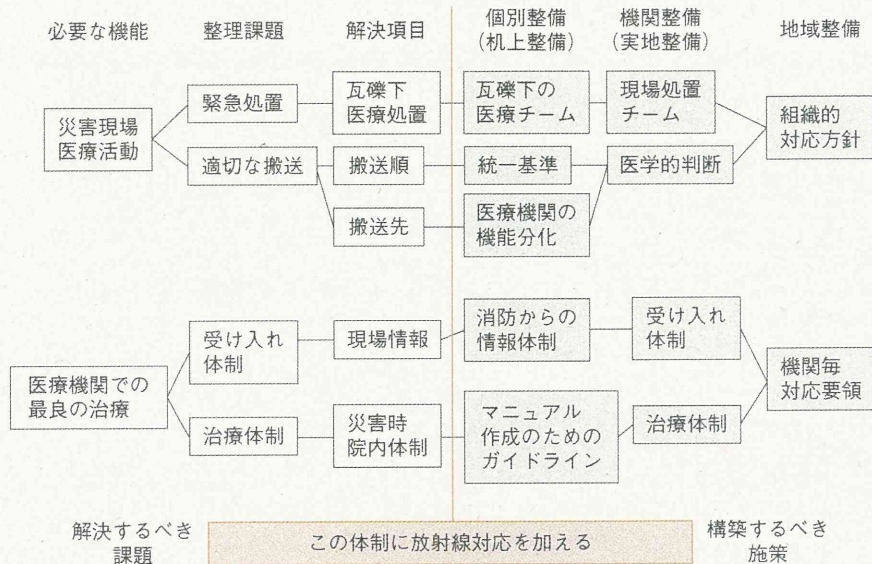
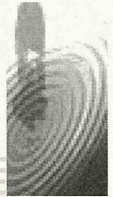


図2 地域における災害医療体制構築のための思考展開図

ト事故が起きた際の「近隣住民」を対象にすることが大前提であったが、「緊急被ばく医療」はそれらの前提をなくし、「放射線災害を被った人々」すべてに適切な医療を提供することを中心概念とした。それゆえ、「緊急被ばく医療」は地域における日常の救急医療体制・災害医療体制の上に構築されるべきものとされた。

5. 地域における災害医療が成立するための条件

われわれは、これまで災害医療に関するアンケート調査や医療分野以外の組織構築研究をふまえて、災害医療が成立するためには、①体制構築、②集団管理、③コミュニケーション、④医学スキルが必要なことを見出した¹⁾。地域における緊急被ばく医療体制を構築するためには、地域の災害医療体制が構築されていることが大前提である。例えば北九州市では図2のような思考展開図²⁾を作成して地域災害医療体制を構築している。緊急被ばく医療体制としては、この体制以上のものが必要なわけではない。必要なのは放射線災害時にもこの体制が共通の概念

に基づいて稼働するための「集団管理」、提供される放射線情報に対して共通の理解が得られるという「コミュニケーション」、そして放射性物質の汚染管理という(必ずしも医学的ではないが)「医学スキル」である。

6. 緊急被ばく医療研修講座

放射線災害に対する地域医療体制は、地域ごとに地域防災計画の応急対応で定められている。これを充実強化すべく、「緊急被ばく医療のあり方」を受け2001年から原子力施設立地および隣接する19道府県(北海道、青森、宮城、福島、茨城、神奈川、静岡、新潟、石川、福井、京都、大阪、鳥取、岡山、愛媛、佐賀、長崎、鹿児島)において、放射線災害対応にあたる消防、行政職員、医療従事者(医師、看護師、放射線技師、救急救命士など)を対象に「緊急被ばく医療研修講座」が開始された。

講座は、前述した考え方に基づいて①地域の医療体制、の上に放射線災害時における、②集団管理、③コミュニケーション、④放射性物質の汚染管理、を段階的に学べるように初級講座、基礎講座、専門

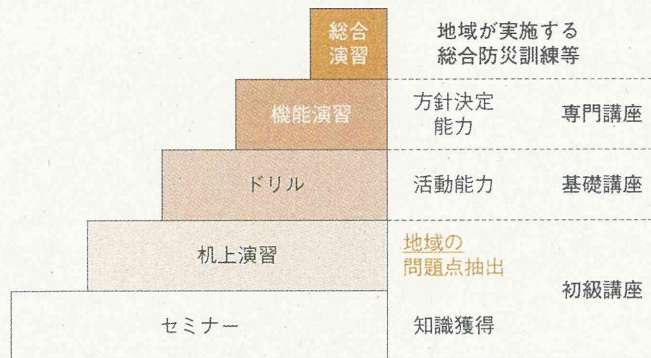


図3 原子力安全研究協会「緊急被ばく医療研修」の研修体系

講座から構成した。初級、基礎講座は原子力関係施設設立地および隣接地域において1日、専門講座は三次放射線医療施設および実際の原子力施設において2日間かけて実施される。研修は図3のような理論に基づいて構成されている。

7. 講座は福島第一原子力発電所事故対応には役立ったのか？

福島第一原子力発電所は津波と爆発で瓦礫が散乱し、放射性物質が飛散した状況である。そのような中で作業員は汚染を防止するためにタイベックスーツで全身を覆い空気保護具を着けるといふ二重の過酷さで事故収束作業にあっている。このような作業様態では、作業関連疾患としての熱中症、心筋梗塞、外傷などが発生することが懸念され、そして実際に発生している。まさに「放射性物質汚染を伴った救急患者」である。日本救急医学会はこれに対応するために前線基地である「Jビレッジ」に統括医師を派遣した。その際、派遣医師の要件としたのが「救急・災害医療のスペシャリストであると同時に、被ばく医療に関する十分な見識をもつ人材」である。実際に派遣されたのはすべて本研修を事前に受講していた医師であった。

また、今年度すでに実施した5地域の基礎講座に参加した303名のアンケートでは、80%が「福島に医療支援に行く際に、本講座は役に立つと思う」と

回答している(図4)。

8. まとめ：地域における緊急被ばく医療体制の整備—立地地域以外での取り組みの萌芽：福岡県—

福島第一原発の事態は、ひと度プラント事故が起これば、当たり前であるが県境などは関係ないこと、原発関連施設立地地域以外からも医療支援が必要なことを如実に示した。このような状況を理解した福岡救急医学会は(福岡県は原子力施設立地および隣接地域でないにもかかわらず)、放射線災害を日常の救急医療体制・災害医療体制に加えるべく委員会を設置して対応を開始した。この委員会には福岡救急医学会会員である救命救急センターをはじめ、福岡県の防災関係部局、保健担当部局、福岡市消防局、福岡県医師会、糸島市医師会、自衛隊、それに原子力安全研究協会からも委員が参画している。地域での放射線災害対応に留まらずに、他地域で放射線災害が発生した際に医療従事者として支援に行けるべく、人材育成も行っていくこととされた。

福岡救急医学会における緊急被ばく医療体制構築のガイドラインを示して本稿のまとめとする。

- ・原発対応のみならず地域の放射線災害、テロにも対応できること。
- ・救急医学会のみならず、地域医師会や関係者と

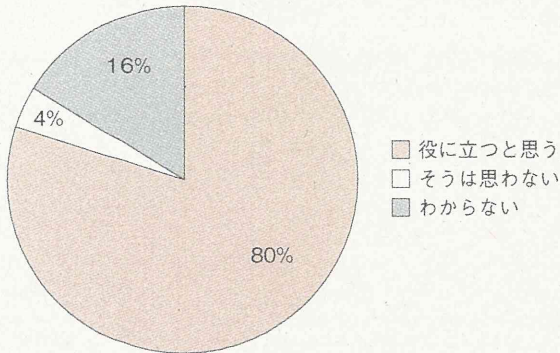
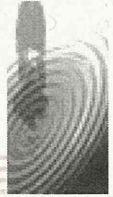


図4 緊急被ばく医療研修基礎講座参加者アンケート調査結果

一体となったものとする。

- ・地域災害対応の行政計画と整合性があり，災害医療体制の一部とする。
- ・情報の収集と提供ネットワークを構築する。

・技術と知識をもった人材の継続的育成を図る。

参考文献

- 1) 原子力安全研究協会：平成22年度文部科学省事業報告書，緊急被ばく医療における人材育成。
- 2) 畑村洋太郎：決定学の法則。文春文庫，2007

郡山一明（こおりやま かずあき）

1988年産業医科大学卒業。産業医科大学，九州厚生年金病院，北九州総合病院で研修。麻酔科指導医，救急科認定医。

王子野麻代（おおじの まよ）

2007年3月，福岡大学法学部法律学科卒業。2007年4月，社団法人福岡県医師会入社。2010年4月より公益財団法人原子力安全研究協会放射線災害医療研究所（2011年4月1日に公益財団法人に移行）勤務。現在に至る。

又野秀行（またの ひでゆき）

2000年横浜市立大学卒業。川崎大附属病院，福井県立病院で研修。日本救急医学会認定医。

* * *

POI-based Inter- Georeference for Enabling Picture
Route Maps in Location-based Mobile Services for
Walking Tours

Lu Min, Arikawa Masatoshi, Tsuruoka Ken'ichi

2012

日本国際地図学会

平成 24 年度定期大会

POI-based Inter-Georeference for Enabling Picture Route Maps in Location-based Mobile Services for Walking Tours

Lu Min* · Arikawa Masatoshi · Tsuruoka Ken'ichi (Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

1. Background

Recently, there are many walking tours provided by railway companies, local governments and communities. Guidebooks and magazines also provide model walking courses. People are fond of walking because it is healthy, and a good chance to get more knowledge. The number of participants in an excursion can reach to several thousands. It is also good business for local economies.



Fig. 1. Boom of walking tours in Japan.

Paper route maps are often delivered by organizers. These maps are well-designed, with routes, places to visit, short introductions and indicators of directions, but it is difficult for users to find corresponding places and their positions on a paper map. Although this kind of map is good-looking and easy to read, information capability of a paper map is quite limited. Furthermore, paper maps can be easily destroyed by strong wind or heavy rains.

On the other hand, more and more location-based applications are available on mobile devices. Positioning becomes easy using GPS and Web mappings (e.g. Google Maps). Some railway companies also provide smartphone applications for walking tours base on Web mappings. However, these maps are not easy to read and not specifically designed for walking tours.

There are also some mobile applications using hand-drawing maps or old maps[1][2]. They also provide POIs (Places of Interest), GPS positioning and comparison with current Web mappings, but the functions are still naïve and not designed for walking tour guide.

2. Proposal

Our purpose is to make use of various well-designed walking maps and to enable them on mobile devices, to integrate with positioning functions and multimedia contents, to assist the walking tours, and to enhance users real-world experience. Also, we want to provide a framework and tools for map providers, content designers and even ordinary users to create such content easily.

One of the most important and difficult problems is: how to enable positioning on picture maps. Unlike Web mappings, which are accurate and consistent, pictured maps or "art maps" are often distorted, as a result of simplification, emphasis and decoration, on the purpose of obtaining good appearance and readability. The

distortion brings difficulties to positioning. Existing applications introduced geometric correction methods to geocode map images, and connect them to Web mappings, but this approach is difficult for non-professional users.

We will propose a new style geotagging function called POI-based inter-georeference for both digital content and its components. It enables map positioning and location-based pull style information services.

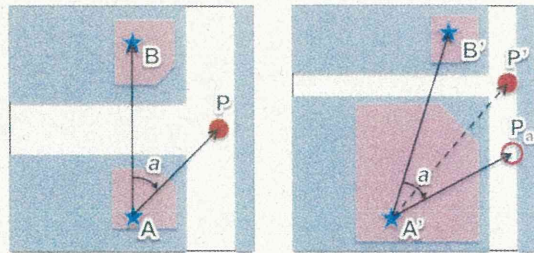
3. Method

For walking tours, we care more about user's position along the walking routes, especially near the POIs. If we get reliable coordinates of POIs both in the map image (coordinates of pixels) and in the real world (longitude and latitude), we can calculate the image coordinates of a GPS point using two or three nearest POIs.



Fig. 2. Positioning in an inconsistent map (right) using positions of POIs (left figure shows the positions in the real world).

An algorithm using nearest two POIs is explained by Fig. 2. We consider that the triangle formed by GPS point P and its nearest two POIs A and B in the real world ($\triangle ABP$) should be similar to that in the map image ($\triangle A'B'P'$). As we know the coordinates of A , B , P , A' and B' , then P' can be easily calculated.



Left: survey map

Right: hand drawing map

Fig. 3. Error caused by the algorithm in an irregular scaled map (right). The position P in the real world (left) should be P' in the right map, but according to the algorithm, it will be located on P_a .

As the distortion of a map is uncertain and irregular, we know this simple algorithm is not very precise. In the situation showed in Fig. 3, the algorithm will cause error. Generally speaking, when the position is near the POIs or

along the line of POIs, the accuracy is higher. In walking maps, POIs are usually along the route. If density of POIs is enough, the accuracy will be acceptable.

With this method, we can realize positioning on picture maps using only data of POIs, but no extra reference points or complex geometric correction methods.

4. Implementation

We have developed a prototype on Apple Inc.'s iPhone to realize our proposed ideas and provide the functions of browsing picture walking maps and related digital content, positioning and location-aware information services. We also created a tool for making content and processing data. Fig. 4 shows an example of the prototype.

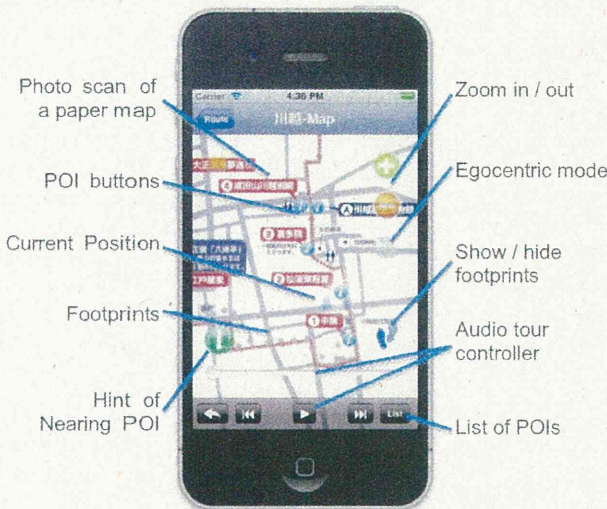


Fig. 4. Main interface of the prototype.

• Data Sources

- Map:* photo scan of paper maps, or digital image files.
- Contents of POIs:* photos, text and audio introductions.
- Locations of POIs:* from manually input, Google Maps, or positions embedded in photos.

• Functions

- Map browsing:* zoom and pan with finger gestures and buttons freely. Click the POIs and browse photos, texts and audio introductions.
- Positioning:* user's location can be displayed on the maps, using GPS and the method proposed above.
- Location-aware pull services:* when users get close to POIs, some blinking button and sound will remind them and link to related content. This function is also useful for guiding the route at the points of intersections or turnings.
- Footprint and history:* user's trajectories can help to confirm current position and walking direction. A check-in function of POIs also shows the history of visiting. The footprints of a walking tour can be saved and shared for playback. (Fig. 5)
- Custom POI:* users can create their own POIs using photos and GPS locations, and they can adjust

positions of the custom POIs both on the map image and Google Maps manually. The adjusted custom POIs will help to improve positioning on the walking map.

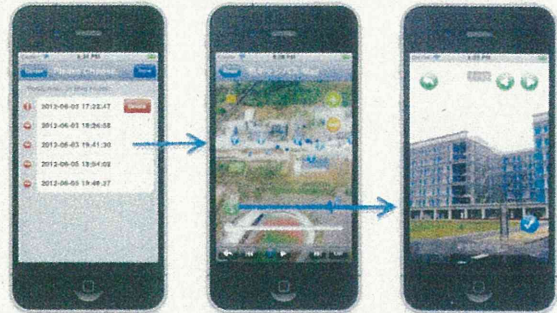


Fig. 5. Screen snapshots of the prototype. Left: history management. Middle: playback of footprints. Right: detail of the POI and check-in function.

We have made contents for several walking excursions around Tokyo, Chiba and Saitama using only existing materials. Members of our lab tried to use the prototype to guide the way and obtain additional multimedia information instead of using paper maps for excursions, and had good experience and impression of its usability.

5. Conclusion

Commercial Web mappings become popular on mobile services, but we insist that those generic global maps are not suitable for walking tours. On the other hand, quality and diversity of maps is increasing in paper guidebooks, particularly in Japan. Some of them can be considered as artworks, which are attractive and make users imagine good experience in future tours.

LBS for tours is also getting popular in Japan, but most of them just extend guidebooks to mobile devices, using GPS and commercial Web mapping as references. The art maps are rarely used. It is too expensive for current small market of LBS in the field of tour business to create high quality art maps; therefore most of present LBS are realized with cheap, global and consistent Web mappings.

We proposed a new solution to enable positioning function on various inconsistent picture maps in mobile devices. We focused on easiness of content making and data processing for non-professional users and usability of the application, and obtained good result of the first steps. We will apply the framework to more complex tour, and make more practical tools in the future.

6. Reference

- [1] SEVENSEAS TECHWORKS Co., Ltd. 開発, 高橋美江 作 (2012) 東京下町散歩, <http://www.sstw.co.jp/mobile-apps/apps/tokyo-shitamachi-sanpo/>
- [2] ATR-Promotions (2012), ちずぶらり, <http://museum-media.jp/mm/>

GPS を使ったルート地図同期型オーディオツアーの有効性
と限界

鶴岡謙一，有川正俊，Lu Min

2012

日本国際地図学会

平成 24 年度定期大会

GPSを使ったルート地図同期型オーディオツアーの有効性と限界

鶴岡謙一・有川正俊・Lu Min (東京大学 空間情報科学研究センター)

1 背景

近年、スマートフォンが普及し、地図と写真や文章を関連付けたコンテンツ(以下、場所コンテンツ)が増えてきた。場所コンテンツでは、GPSの現在位置に基づいて、地図上の写真や文章がユーザに情報提示される手法が取られることが多い。しかし、実際にはGPS精度の問題のために、ユーザの位置と同期した有効な情報提示ができない場合が起こる。また、GPS精度を考慮した地図と場所コンテンツの表現とデザインも十分には検討されていない。

われわれは、地図とオーディオを同期させることにより、屋外・屋内のルートに沿った地域情報提供やまち歩きを目的としたオーディオツアー(ルート地図同期型オーディオツアー)を、スマートフォン向けの場所コンテンツの環境として実装し、オーディオと地図の同期、視覚的表現を中心にした枠組みを提案してきた。本研究では、GPSの位置とオーディオツアーの位置を地図上で同期させることによって、GPSによる場所コンテンツの有効性と限界について分類・検証を行った。

2 従来のLBS(位置情報サービス)の問題点

2.1 点を基本としたLBSの問題点

現在のLBSのほとんどは、点オブジェクトを基本としており、閲覧や投稿が簡単である点で優れているが、それらを現実空間で閲覧する場合、閲覧対象の順序が不適切になったり、ある地点から別の地点へ移動する場合に閲覧する適切なコンテンツが無い問題が生じる。われわれは、これを補う概念が線オブジェクトとしてのルートと考えており、ルートによるモデルコースなどを入れることにより、ユーザの利用環境が良くなると考えている。

2.2 GPSの精度とコンテンツの取得

ユーザが想定しているほど、スマートフォンのGPSの位置情報の精度は高くない場合がある。たとえば、都心部の屋外でユーザが高い建物に囲まれているような場合、GPSの電波が干渉されて位置の精度が十分に出ない。また、屋内ではGPSは利用できない場合が多い。GPSの位置情報を使った、場所コンテンツ自動提供の従来の枠組みでは、GPSの精度の良し悪しを十分に考慮した適応型のものは少ない。

2.3 地図とルートの表現

従来のガイドマップ(紙のマップを含む)は、まちの案内や地域情報の提供に、地図上のルートの表現が多用されている。ガイドマップにおけるルートとは、モデルコースとも呼ばれるように、その場所を熟知した人がその場所のお勧めの場所とお勧めのルートを紹介したものであり、点としてのお勧めの場所以外にも、移動中の線としてのお勧めのルートも含めて、入念に総合的にデザインされたコンテンツである。たとえば、歩きやすい道、眺めの良い道、楽しい道などが考慮されている。つまり、単に移動する目的ではなく、移動が良い体験になり、良い思い出が残るようにデザインされている。その結果、ガイドマップは、一般的な地図とは異なり、単純化が進み、デフォルメ処理が行われている場合が多い。このようなデザイン・ガイドマップを主体としたモバイルアプリケーションはまだ多くない。

3 GPSと地図とオーディオの同期方法の分類

本研究では、GPSの位置による情報提示方法、モデルコース(ルート)が含まれた地図の表現方法、場所がガイドされているオーディオの同期方法に焦点を当てた。オーディオとGPSの位置同期再生手法について、以下の3つを分類し、実装した。各手法の分類(条件)の指標にGPSの精度(誤差範囲)を主に利用した。

3.1 GPS主導型位置同期オーディオ再生

GPSの位置情報と、オーディオの再生地点を、常時同期させる再生手法である。GPSを同期に使うため、GPSの精度が極めて高い状況での利用が想定される手法である。現在の技術では、見通しの良い場所など、ユーザの周囲にGPS電波の障害物がない場所で、本手法が適する場合がある。将来、位置精度の技術が向上し、いつでもどこでもユーザの位置がある特定誤差精度(M メートルと仮定する)で得られることが保証される場合、この手法が現実的なものとなる。

条件: GPS誤差が M メートル以内

(たとえば、GPS誤差 M は3メートル)

機能: ルート上のユーザの位置に連続的に同期してオーディオが自動再生される。GPSの位置と移

動スピードに応じて、オーディオの再生地点・スピードがコントロールされる。複雑な再生操作を必要としないことが想定でき、後述のマニュアル主導型位置同期オーディオ再生に比べ機器操作がほとんど無く、ユーザは実空間やコンテンツの鑑賞に集中できる。

3.2 マニュアル主導型位置同期オーディオ再生

地図とオーディオの再生地点を同期させることによって、ルート上を移動するオーディオの再生地点を歩行者アイコンで表現する。ユーザが実空間で鑑賞する場合、ユーザは実空間で人間のガイドに付いて行くように移動し、鑑賞を行う。本手法では GPS を利用しない同期手法のため、屋内のような GPS が利用できない場所において特に有効である。従来のわれわれの研究のアプリケーション (Mobile maPodWalk Caster) で適用した手法である。

条件: GPS 誤差 N メートル以上

(たとえば、GPS 誤差 N は 20 メートル)

機能: オーディオ再生時の地点とユーザの現在地の離散的・連続的同期は、マニュアル操作で行う。

- (A) 「次」「前」ボタン: ユーザがルート上の POI (Point of Interest) の位置を移動する場合、アプリケーションの「次」「前」ボタンを押し、ルートの道順による前、次の POI の位置において、オーディオ再生地点と自位置との「大まかな」離散的同期をマニュアルで簡単にできる。
- (B) 「再生経過時間」コントロールバー: ルート上の POI での離散的同期ではなく、途中の再生地点で連続的同期を実現する。また「大きく移動させる」同期にも便利である。
- (C) 「早送り」「巻き戻し」ボタン: マニュアル主導型位置同期オーディオ再生は、ユーザ移動速度とオーディオ再生速度の差異から、自位置と再生地点にズレが生じる場合がある。早送りや巻き戻しボタンは、このズレを連続的に「詳細に」補正するのに適した手段である。

マニュアル主導型位置同期オーディオ再生の欠点として、自位置と再生位置の同期のためのユーザのマニュアル操作の負担がある。オーディオだけでは、自位置と再生位置の同期確認に自信が持てない場合もよく起き、不安なときは地図上の再生位置を見て自位置が正しいかどうかを確認することになる。また、ユーザがオーディオの再生地点から離れたのに気づかず、誤った再生地点で鑑賞してしまう可能性はいない。

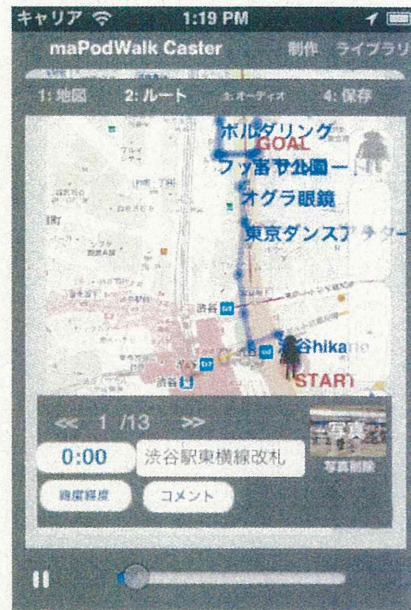


図1. Mobile maPodWalk Caster: ルート同期型オーディオツアー (「マニュアル主導型位置同期オーディオ再生」)
[地図データ: copyright 2012 Google, ZENRIN]

3.3 中間型位置同期オーディオ再生

上述の「GPS 主導型位置同期オーディオ再生」と「マニュアル主導型位置同期オーディオ再生」との折衷手法である。まず、アプリケーションはオーディオの再生地点から現在のルート上のユーザの位置を判定する。次に、GPS の位置に基づいて、ルート上の再生が正しいかどうかを判定する。

条件: GPS 誤差 $M \sim N$ メートル

(たとえば、GPS 誤差は 3~20 メートル)

機能: GPS の中間精度に対する離散的擬似制御方法。

- (A) 離散的自動再生: ユーザが特定の位置まで近づいたら、自動的に再生する。常時自動同期させるのではなく、たとえばユーザがスタート地点に近づいた場合に再生する。
- (B) 自動停止機能: ユーザが再生地点から大きく離れた場合、再生を自動的に停止する。

GPS の精度が悪い場合は、ユーザの意図しない時に自動再生・停止される問題が想定されるので、本機能を無効にし、マニュアル操作主導に設定する。

4 まとめ

地図と GPS とオーディオの同期によるルート地図同期型オーディオツアーの分類を行った。特に、GPS の精度に合わせたコンテンツの配信手法および、ルート地図による場所コンテンツの表現デザインとインタラクション手法の重要性を示し、提案手法の有効性の検証を行った。

長期に渡る携帯ナビ移動履歴を用いたユーザの生活

パターン 推定手法の検討

柴崎真理子，藤田秀之，木實新一，有川正俊

2012

地理情報システム学会

第 21 回研究発表大会

長期に渡る携帯ナビ移動履歴を用いたユーザの生活パターン推定手法の検討

柴崎真理子・藤田秀之・木實新一・有川正俊

Estimation of Life Patterns using Long-Term Trajectory History

Mariko SHIBASAKI, Hideyuki FUJITA, Shin'ichi KONOMI
and Masatoshi ARIKAWA

Abstract: In recent years, researches to estimate the context of user's activity using trajectory history of user's mobile phone and purchase history are increasing to develop better information services and commercial activities typically marketing. Though there are many researches analyzing trajectory history to estimate user's activity context, analysis of long-term trajectory of a user remains relatively unexplored. This research examines how to estimate and extract user's life pattern for estimating user's context using trajectory history for the long-term.

Keywords: 意味情報付きの移動履歴 (semantic trajectory), 全地球測位システム (GPS), 生活パターン (life pattern)

1. はじめに

GPS 機能付き携帯端末の普及により、人やモノの位置情報が記録されるようになった。近年では、長期間に渡る位置情報の蓄積が可能となり、ユーザの活動パターンをより深く分析できる可能性が出て来た。それに伴い、ポイントの羅列である大量の移動履歴からユーザの行動文脈を抽出する手法について研究が行われて来た。

移動履歴に意味情報を付与し、ユーザの行動文脈を抽出する方法として、Guc et al. (2008) はユーザからのインタビュー調査から得られた移動目的と移動手段を移動履歴にラベリングして分析する枠組みを提案したが、大量の移動履歴の分析ではインタビュー調査は不向きである。

Spaccapietra et al. (2008) は、移動履歴の各計測点

を停留時間に応じて、停留点と移動点に分類し、停留点の地図上の属性情報 (レストラン、公園など) を移動履歴に付与することでユーザの行動文脈を抽出する手法を提案している。Ying et al. (2010) は、その連続的なパターンからユーザの類似性を算出する手法を提案した。

しかしながら、移動履歴から長期に渡ってユーザの生活パターンを分析し、その視点から行動文脈推定を試みた研究は少ない。生活に関する調査では、NHK国民生活時間調査報告書(NHK放送文化研究所, 2010) がある。しかし、この調査では、行動を「必需行動」、「拘束行動」、「自由行動」の3つに分類し、日常的に繰り返される行動について調査しているため、「帰省」、「旅行」や「出張」などの突発的な生活イベントへの調査はなされていない。

本研究では、移動履歴から長期渡ってユーザの生活パターンを分析し、その視点からの行動文脈の推定を最終目標としている。本稿では、携帯端末の1年間に渡る移動履歴を用いて月日、時間帯、

柴崎真理子 〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

東京大学新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻

E-mail: ms@csis.u-tokyo.ac.jp

位置の3つの枠組みから、集団と個人それぞれに着目して可視化し、長期に渡る移動履歴から生活パターンを抽出するために、ユーザの行動パターンの有無および長期的な移動履歴からどのような生活パターンを見い出すことができるかを検討した。

2. 分析手法

2.1 位置データ取得方法

本研究で用いられた移動履歴は、携帯端末に付属している GPS レシーバから取得されている。この GPS レシーバでは5分ごとに位置情報を自動計測している。また、同付属の加速センサーを用いて携帯端末の動きを加速度から検知し、動き始めると自動的に計測を始める。本論文では、位置データが取得されている間は、ユーザは物理的な移動や運動を伴う活動をしていると推測した。したがって、計測回数はユーザの活動の有無およびその激しさを表すと考える。次に、位置データが取得されたユーザの属性について述べる。対象ユーザは、携帯端末のナビゲーションアプリを使用しているユーザに限定され、それ以外の個人属性は全くない。

本研究では、東京都を通過したユーザのうち100人をランダムに算出し、2010年8月1日から2011年7月31日の1年間の移動履歴を対象に分析を行う。

2.2 分析の枠組み

収集された移動履歴は、携帯端末の GPS 機能によるものであるため、常には位置情報を計測しておらず、位置情報が収集されていない多くの期間と時間帯が点在している。したがって、断片的な位置情報のみから、生活パターンがどの程度抽出されるかという問題点がある。

2.1 節で述べた GPS レシーバの稼働の特性から、本論文では位置情報が取得されている間は、ユーザは物理的な移動や運動を伴う活動していると推測した。したがって、計測回数はユーザの活動の有無およびその激しさを表すと考える。

したがって、1年間分の移動履歴の計測回数分布を日付単位と時間単位にそれぞれ可視化し、長期的な移動履歴から、ユーザの活動の有無で表現される生活パターンが抽出できるか検討した。同時に、取得された位置情報が休日か平日かに影響を受けているか時系列的な可視化で明らかにし、日常的に繰り返されていない行動パターンが抽出できるか検討した。

2.3 月単位での計測データ分布分析

まず1日あたり位置情報が何回計測されているか算出し、1ヶ月ごとのその平均値をとった。各ユーザごとに、月単位の1日あたりの平均計測回数の中央値をとり、1日の行動を何回計測しているか算出した。次に、1ヶ月ごとに何日間位置情報が計測されているか算出した。

2.4 時間単位での計測データ分布分析

時間帯によって活動の有無が分かれるか検討するために、1時間あたりの計測回数を算出し、その分散値を算出した。

2.5 休日平日単位の移動履歴の可視化

各ユーザの移動履歴を、休日平日ごとの計測地点を時系列可視化を行うシステムを実装した。

3. 結果

3.1 月単位での計測データ分布分析

図-1は、1ヶ月ごとの1日あたりの平均計測回数の変動を表す。

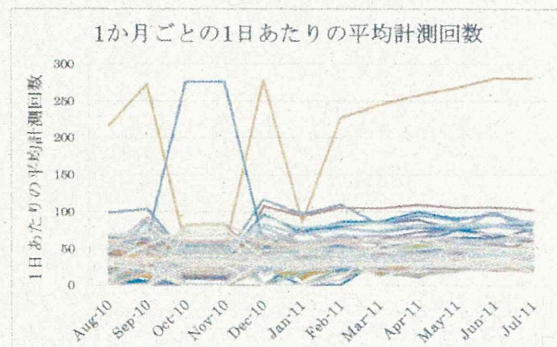


図-1 1ヶ月ごとの1日あたりの平均計測回数

1ヶ月平均計測回数の中央値は40回から50回に

集中的に分布しており、その平均値は 40.6 回であった。つまり、1日に約 40.6 回の GPS 測位があると考えられる。

次に、1ヶ月ごとに何日計測があるか算出した。図-1 から明らかなように、ユーザによっては計測がない月があるため、中央値を用いた。1ヶ月ごとの測定のある日数の中央値の平均値を算出した結果、1ヶ月に平均 28.4 日間、GPS 測位が行われていることがわかる。

3.2 時間単位での計測データ分布分析

まず、時間帯ごとに1年間に渡る計測データがどのように分布しているか可視化した。

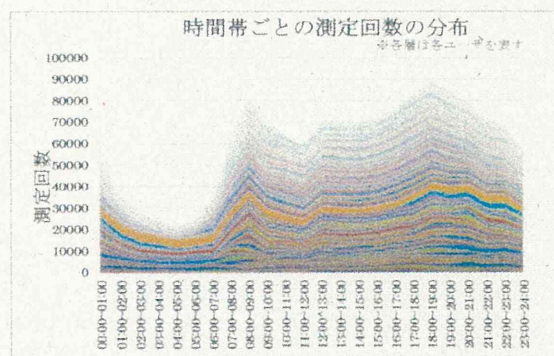


図-2 時間帯ごとの測定回数の分布

図-2 より、午前3時から4時は活動が少ないことから、ユーザが就寝している可能性を示している。午前8時から9時と18時から19時が活動のピークがきて、深夜になるにつれ減少していることがわかる。次に、各ユーザごとの時間帯ごとの計測回数の変動を図-3 にて可視化した。

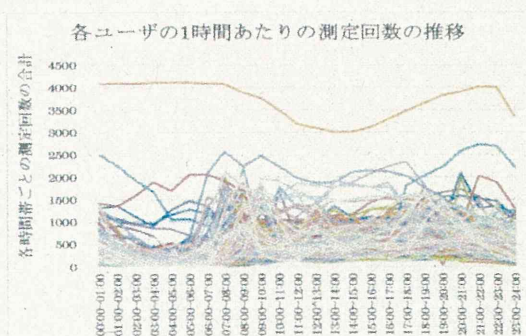


図-3 各ユーザの1時間あたりの測定回数の推移

次に、各ユーザの1時間ごとの計測回数値を母集団とした分散を算出する。

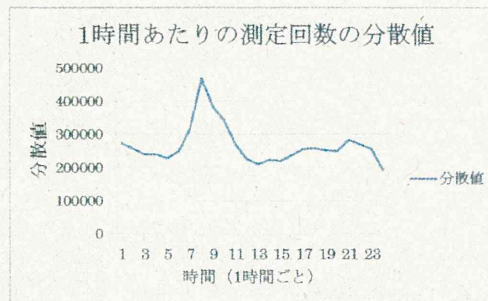


図-4 1時間あたりの計測回数の分散値

1時間あたりの各ユーザごとの計測回数値の分散値が大きいということは、活動を行い GPS 測位が行われたユーザやそうではないユーザが混在していたため、計測回数値にばらつきがでたと考えられる。分散値は午前8時付近に大きくなっているため、ユーザによって活動を始める時間帯が異なっていることが分かる。

3.3 休日平日単位の移動履歴の可視化の結果

各ユーザの休日と平日ごとの移動履歴を可視化した。

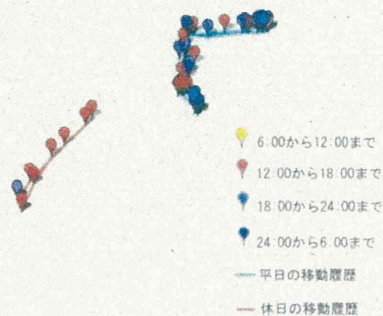


図-5 ユーザの一週間の移動履歴

この可視化より、平日はある一定の行動圏域内で生活しているが、休日では遠出をするなど突発的な行動の変化あることがわかる。また、平日の移動履歴を細かく分析する。