商経学叢　第58巻第２号　2011年12月

携帯電話のGPS機能を用いた出席管理システムの有効性に関する考察

～近畿大学での測位データ分析を基に～

鞆　　大　輔

概略　大学での出席管理に携帯電話を用いる事例は既に複数の大学で報告されているが，教室外から欠席している学生が出席登録を行う「代返」を防止するため，手動による工夫が行われている場合も多い。しかし受講生数が増加するとそのような手動による処理は手集計での出席管理と同じく煩雑なものとなるため，自動で代返を防止する仕組みがあればより効率的な出席管理が行えることは言うまでもない。そこで携帯電話に組み込まれたGPS（Global Positioning　System：全地球測位システム）機能に着目し，学生の位置情報を取得することで代返の無い精度の高い出席確認を行う事が可能であるか，調査を行った。

本稿では2011年１月に近畿大学内の特定教室から学生に携帯電話の位置情報を送信させたデータを収集し，そのデータを基に携帯電話のGPS測位が屋内において実用的なレベルで行われているかどうかを分析し，測位情報が不正防止の切り札となりうるかどうか検証および考察を行った。

Abstract　In university, an opportunity when a roll call administration system using a cell-phone is used increased, but the prevention of the illegal act has many problems. If roll call administration system can use the GPS function of the cell-phone, it is thought that I can prevent injustice. Therefore I really collected data of the GPS and analyzed the precision.

キーワード　教育支援，出席管理，携帯電話，GPS
原稿受理日　2011年９月27日

1. 携帯電話を用いた出席管理の概略

大学の講義における出席確認に携帯電話を用いる手法は既に複数の大学で実効的なシステムとして採用されている。携帯電話を用いた出席管理の運用にあたり，注意すべき事は欠席者による不正な出席登録，すなわち代返と呼ばれる不正行為をいかに防止するかという点にある。単純にWeb経由やメールで出席申請を行わせる場合，出席している学生が欠席者に出席確認が行われている事を連絡してしまうことで，教室外から欠席者がさも出席している風を装って出席申請を行う事が可能になってしまう。このような代返を防止するための仕組みを盛り込んだ出席管理システムには2005年4月に青森大学経営学部の福永栄一准（現在大阪成蹊大学現代経営情報学部）によって提案された「携帯電話を活用した代返防止機能付き教育支援システム」が知られている。

このシステムの大まかな仕組みは受講生に携帯電話から出席登録を行うWebサーバへアクセスを行わせ，所定の時間内に受講している科目名と教員が指定した無作為な数字（マジックナンバー）を入力させ，また無作為に抽出された学生に挙手を求める等の指示メッセージを表示するというものである。

これらのうち，指定時間内にマジックナンバーを入力させることで教室に在籍していない学生からの出席を防止する代返防止機能はWebアクセス中にメールの送受信や通話が出来ないというシングルタスクOSを搭載した携帯電話の制約を利用している。

この手法はシステムの発表当初は有効なものであったが，技術発達による携帯電話を取り巻く環境が変化した事によって問題点が生じる事となった。すなわち近年急速に普及しつつあるスマートフォン等を中心とした，複数の処理を同時並行的に行うマルチタスクOS搭載機の普及である。マルチタスクOSの場合はWebへのアクセス中に通話やメール送受信が可能であるため，自分の出席申請を行いながら欠席者にマジックナンバーを伝える事が可能となる。また，在室確認のための挙手確認は毎回行われるわけではないので，100％の確率ではないとはいえ代返が可能となってしまう。

マルチタスク端末による不正な出席申請の可能性はシステム発表当初から予想されていた事であるが，当時の一般的な携帯電話はマルチタスク機能を持たなかったため，ごく例外的なケースであると考えられていた。しかし，よりPCに近い機能を持つスマートフォンが普及した事によってマジックナンバーを用いた代返防止機能が実質機能しない状態となり，システム的に教室内にいる学生と教室にいない学生の区別を行うことは困難になっ

ている。

2. 携帯電話に搭載されたGPSの現状

ところで携帯電話（及びスマートフォンやタブレットPCを含む携帯情報端末群。以下これらを総称し携帯電話と呼称する）には利用者の現在位置を特定するGPS機能が搭載されている。そのため，携帯電話を用いた出席管理システムにこのGPSを利用した位置確認を組み込むことでより適正な出席確認が行えるのではないかと言う仮説を立てることができる。

携帯電話のGPS機能については2003年に総務省の研究報告書に「2007年4月以降，携帯電話事業者が新規に提供する第3世代携帯電話端末については，原則としてGPS測位方式による位置情報通知機能に対応する」との記述がなされている。2011年9月現在，日本国内で利用されている携帯電話は沖縄県等の一部地域を除いたほぼ100％が3Gと呼ばれる第3世代，もしくは第3.5世代の携帯電話端末であることから，GPSもしくは複数の基地局との通信状況から位置を推測する複数基地局測位方式による携帯電話端末の測位機能は高い確率で実装されていると考えられる。

また，近年の携帯電話には携帯電話基地局とのデータ通信を併用することでGPSの弱点である室内での測位をある程度可能にするA-GPS（アシスト型GPS）が搭載されているものも多く見受けられるようになった。A-GPSを搭載した携帯電話の場合，室内であっても窓側であれば比較的高精度で位置情報を測位する事が可能であるとされている。

GPSの測位精度については2000年頃までの民間用GPSでは故意に測位情報に誤差を加えるSA（Selective Availability）が実施されていたためGPSの測位精度は正確性を欠くものであったが，2000年5月にSAが解除されて以来GPSは精度が向上し，実用的なレベルでの測位が可能となっており，実際，海上保安庁の調査によればGPSの測位精度は地域・季節によって変化があるものの，概ね10～30mの誤差であると報告されている。

しかしここで問題となるのが屋内でGPSを使用した場合の測位精度である。GPSは衛星軌道上の複数個の軍事衛星から送信される電波（時刻および衛星の軌道情報）を受信し，送信されたデータのずれから受信した端末の位置を測定する仕組みを持つが，当然の事ながら電波を受信できない地下では測位を行う事は不可能であるし，またマルチパスによる乱反射で正常な電波受信が困難な屋内や高層建造物の多い都市部ではその測位精度が大幅に低下する。先に述べた海上保安庁による調査は屋外での測位結果であり，屋内での

測位結果については周辺の建築物の状況等によって大きく左右されるため，どの程度の精度で測位が可能であるかを知るため実地で測定を行う必要がある。

以上のような携帯電話のGPS機能を取り巻く状況から，推測されることは下記の3点である。

1）学生が所持している携帯電話はほぼ3G携帯であり，何らかの測位機能を有している
2）新モデルの携帯電話の大半にはGPS機能が搭載されているため，学生が所有する携帯電話にGPS機能が搭載されている可能性は高い
3）搭載されているGPSがA-GPSの場合は教室内であっても測位が可能となる

すなわち，携帯電話を用いた出席管理システムにGPSの測位機能を用いて代返防止機能を構成するという仮説は比較的現実味があると考えられる。ただし学生が所有する携帯電話はキャリア，機種，購入時期がいずれも不定であるため，GPSの搭載率は不明であるし，またGPSの測位精度自体も環境によってばらつきが生じるため，教室においてどの程度の精度が期待できるのかは実測によって確認するしかない。

そのため，この仮説がどの程度実現可能なものであるのかを検証するため，次のような調査を行った。

3. 携帯電話を用いたGPS測位情報の実態調査

今回，筆者の担当する講義を受講している1年生562名を対象に，携帯電話から位置情報を添付したメールを送信させ，回収した位置情報から学生が所有している携帯電話へのGPS搭載状況や，その測位精度の調査を実施した。調査の詳細は以下の通りである。

測位日：2011年1月19日および20日，各1回
測位場所：東大阪市小若江3－4－1　近畿大学　21号館20-2教室
測位場所の条件：3階建て建造物の2階部分，幅×奥行　約25m×20m
通信用電波受信状況：概ね良好，ただし教室中央部は一部キャリアの電波状況が悪い
サンプル数：562名（有効データ361件）

今回収集対象となった受講生は2クラス562名であるが，うち34名が欠席，前週に携帯電話を使用した調査を行うと予告していたにも関わらず当日携帯電話を所持していな

かった学生が7名いたため，回収できたデータは521件であった。

	件数	※1	※2
有効データ	361	64.2%	69.3%
無効データ	9	1.6%	1.7%
GPS無し	151	26.9%	29.0%
回収分小計	521	92.7%	100.0%
携帯無し	7	1.2%	
欠席	34	6.0%	
合計	562	100.0%	

※1　全学生に対する割合
※2　回収したデータに対する割合

表1　測位情報の回収状況

表1の件数のうち，有効データとは，地図上の位置を問わず，GPS位置情報が解読可能なフォーマットでメールに添付された状態で送信されたものを指す。

無効データとは，送信されたデータが破損している，もしくは特定のソフトウェアやサービスを用いたデコードが必要である等の理由で位置情報の解読が不能であったものを指す。

GPS無しとは，学生から携帯電話にGPSが搭載されていない，もしくはメールに位置情報を添付する方法が不明であると申告されたものを指す。

携帯無しについては当日携帯電話を所有していないと申告のあったものであるが，内訳として携帯電話の電池が切れていた学生が5名，携帯電話を当日忘れた学生が2名であり，携帯電話を所有していない学生は0名であった。

測位データ例	キャリア
http://docomo.ne.jp/cp/map.cgilat=%2B34.39.07.529&lon=%2B135.35.15.503&geo=wgs84&x-acc=3&alt=73	@docomo
http://mobile.its-mo.com/MapToLink/mascd=03330&ae=488136372&an=124733239&geo=tokyo	@docomo
http://walk.eznavi.jp/map/lon=%2b135.35.28.67&lat=%2b34.38.50.81&datum=1&unit=0&cp=heremap	@ezweb
http://walk.eznavi.jp/map/datum=0&unit=1&lat=%2b34.65227&lon=%2b135.58929&fm=2	@ezweb
http://map.navitime.jp/pos=N34.39.04.79E135.35.18.13&geo=wgs84&x-acr=1	@softbank
http://map.navitime.jp/pos=N34.39.4.79E135.35.18.13&geo=wgs84&x-acr=1	@softbank
http://j.mp/hNEhRw	@i
http://j.mp/fCx9tw	@i

表2　回収された位置情報の例

携帯電話から発信された位置情報は表2のような各キャリアや利用サービス毎に設定されたURLの形式となっている。これらの位置情報は本来Web上の地図サービスと連動させることで，位置を他人に知らせるものであるが，今回はこのURLから位置情報とな

る引数（lat =，及び lon = 以降）部分の抽出を行った。また，@ i（iPhone）の場合，位置情報が短縮 URL で表記されていたため，これは 1 件ずつ URL を復号した上で位置情報となる引数を抽出した。データによっては測位誤差を示す測位レベル情報が添付されていたものもあったが，測位レベルが添付されていないデータも多く存在していたため，公平性の観点から位置情報に反映しないこととした。

また抽出された位置情報はキャリアやサービスによって dms 度分秒単位と degree 度単位の 2 種類が混在していたため，数値比較が容易な degree 度単位に変換した上で分析を行うこととした。

4. 収集データの分析

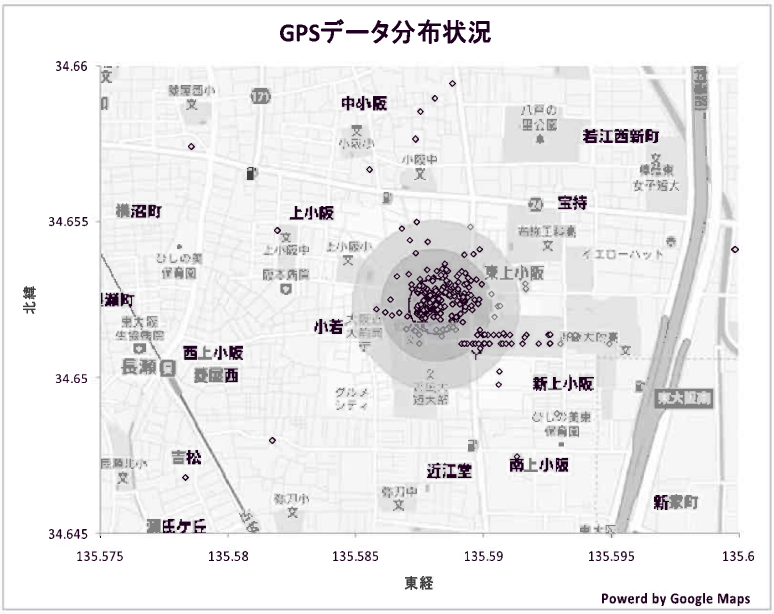


図 1　分布状況（全データ）

回収された 361 件の位置情報を地図上で可視化したものが図 1 である。

図中の同心円は基準点（東大阪市小若江 3 － 4 － 1　近畿大学 21 号館 20 － 2 教室　教卓付近，東経 34.65234，北緯 135.58799）を中心としたそれぞれ 100m，200m，300m 圏内を示す範囲である。図中の点は各携帯電話が示した位置情報を表すものであり，この図では大半の点が 100 ～ 300m 圏内に集中している反面，基準点から 1,000m 以上離れた地図の

端部分にも複数の点が散見される。

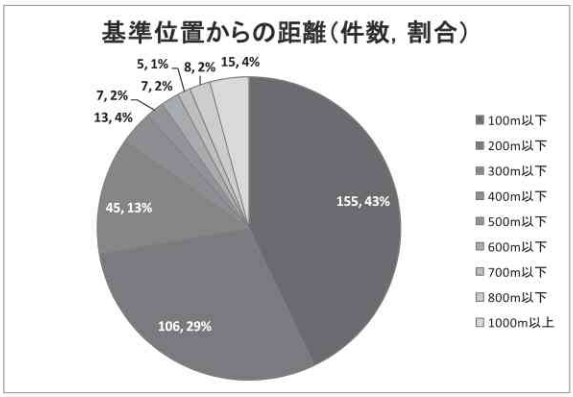


図 2　基準位置からの距離（全データ）

図 2 は収集した位置情報と基準点との距離を算出(1)し，その集計をまとめたものである。これによると全データのうち 43%は基準点から 100m 以内に存在しており，200m 圏内では 72%，300 圏内では 83%のデータが存在していることから，可視化データによる印象である 300m 圏内に大半のデータが集中している事が裏付けられている。しかしその一方で 800 ～ 1,000m 内のデータは存在しないにも関わらず，4 %のデータが 1,000m を超えた所に存在していることが判る。なお，これらの 1000m を超えたデータのうちの 11 件が 1,160m 地点の同一カ所を示していたところから，これらのデータは GPS による測位情報ではなく，最寄りの基地局の位置情報が発信されたものである可能性も考えられる。

データをキャリア別で分析した場合，docomo と SoftBank のデータには有意な差は見られなかったが，au と前述の 2 社の間には明かな差が生じている。図 3 は docomo 及び SoftBank のデータ（184 件）を可視化したもの，図 4 は au のデータ（177 件）を可視化したもの，図 5 は両者の詳細分析をグラフ化したものである。図 4 と比較すると図 3 は明らかに分布の幅が広くまばらであり，また基準位置から遠く離れたカ所にもデータが点在しているところから測定精度が高くないことが示されている。一方で図 4 のデータはほぼ全てが 300m 圏内に集中しており，非 au のデータ群(2)と比較すると極めて測定精度が高い。

(1)　位置情報と基準点との距離は下記サイトのプログラムを Excel 上に移植し，算出した。
http://emiyou3-tools.appspot.com/geocoding/distance.html
(2)　非 au のデータ群には Willcom，Gmail 経由で送信されたキャリア不明のデータを含む。

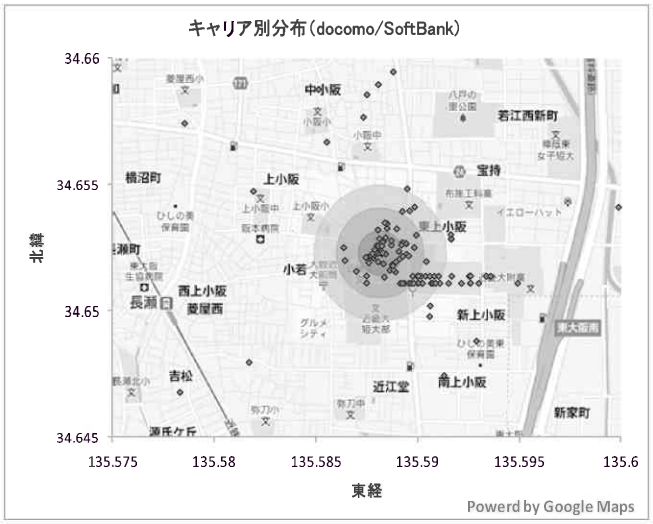


図 3　分布状況（docomo 及び SoftBank）

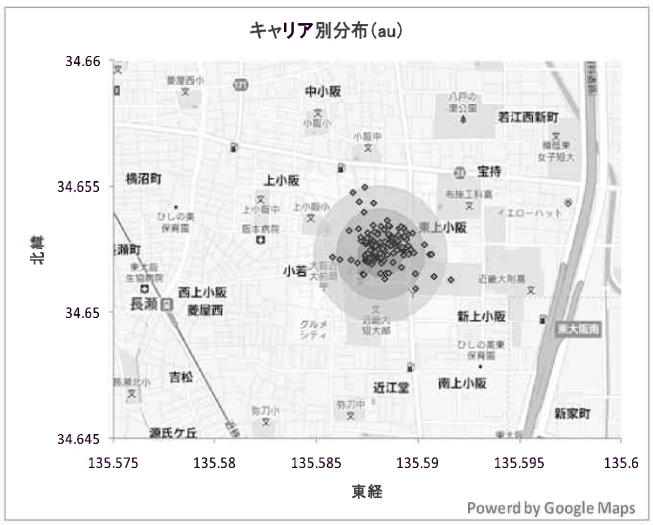


図 4　分布状況（au）

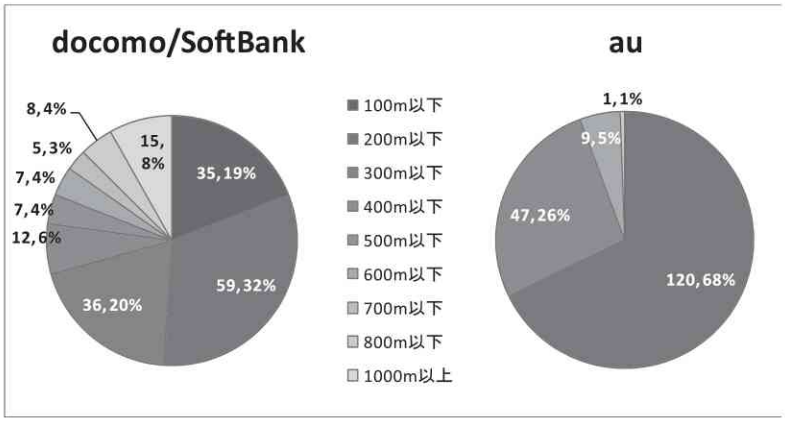


図 5　基準位置からの距離（キャリア別）

5. 考　　察

以上のようなデータ分析結果から導かれる大学生の携帯電話事情，および携帯電話の GPS 機能を用いた測位情報の精度およびその有効性に関する考察は以下の通りである。

1）携帯電話を所有していない学生はほぼ皆無であるため，出席管理に携帯電話を用いる事自体には問題は無い。ただし不携帯や電池切れ等によって一時的に携帯電話が利用できないケースが発生した場合の対応を予め用意しておく必要がある。

2）室内での測定であるため，GPS や A-GPS が本来持つべき測位精度から期待される誤差範疇（100m 以下）に収まっているとは言い難いが，ある程度実用的な範囲で測位が行われている。

3）キャリアによって測位精度に大きな差があるところから，建物内の位置測定の精度については今後技術的に改善される可能性が高いと考えられる。なお au については端末機への GPS 搭載を積極的に推進しており，gpsOne と呼ばれる A-GPS を早期から採用しているため精度が高いと考えられる。他社がこれに追随し，同様の機能を組み込んだ場合，測位精度が大幅に改善すると考えられる。

4）現状の測位精度で出席管理システムに組み込みを行う場合，出席と見なす閾値については基準地点からの距離が200m（72%）もしくは300m（85%）で判定することが妥当ではないかと考えられる。これは閾値をこれ以上大きくした場合，学内にいればどこでも出席と見なされる事になるため，本来の目的である代返防止を実現出来なくなるためである。なお，測位誤差のため閾値外となった場合，警告を表示し位置情報の再取得や

手動での出席申請を行わせるなどの処置が必要となる。

5）約30％の学生がGPS無しと回答した点については予想よりもGPSの普及率が低い意外な結果であった。ただし個別の追加調査を実施していないため，実際にGPSが搭載されていない携帯電話なのか，それとも自分の端末で位置情報を能動的にメール送信する方法が判らなかったのかは不明[3][4]であり，また逆に本来GPSを搭載していない携帯電話が複数基地局測位方式で位置情報を送信していたと思われるケース（基準値から1,000m以上のデータ）も存在しているためこの数値がGPSの搭載率と必ずしも一致するわけではない点には注意が必要である。また，これらのことから，携帯電話端末操作の軽減およびGPSの位置情報のみを利用するためには能動的に位置情報を送信させる方法よりもWeb上のアプリケーションから自動的にGPSでの測位情報のみを取得する方法が有効であると考えられる。

6）なおGPSの測位精度は季節・時間帯によって変動するが，今回の測位は最も誤差が大きいとされる2月に近い時期に行われたものであるため，時期的には今回の分析よりも誤差が大きくなる可能性は低いと考えられる。

結論として，携帯電話のGPS機能がキャリア・端末によって安定した精度を保証できない現状のままでは携帯電話のGPSから取得した位置情報を代返防止の決定的な判断基準として用いることは困難であると言える。しかし，一定の範疇での測位が行われていることは確認できるため，補助的な判断基準として用いるのであれば測位データも有効なデータとなりうると考える事もできる。

現在の携帯電話市場のトレンドから，今後GPSを搭載した機種の割合が現在よりも多くなることはほぼ間違い無く，またGPS自体も新しい技術の開発やA-GPSの普及によって屋内での測位精度が増すことが期待されるため，将来的には携帯電話を用いた出席管理システムにおける代返防止の重要な要素となると考えられる。

参　考　文　献

・青森大学，教育改革への取り組み，携帯電話を活用した教育支援システム，
http://www.aomori-u.ac.jp/er/MobilePhone/keitai.htm（2011/09/26確認）

(3)　位置情報の添付方法が判らない場合，GPS機能が搭載されていない可能性があるため，学生には「GPS無し」とメールで送信させているため。

(4)　明らかにGPSが搭載されている3G回線版のiPhoneから「GPS無し」と申告している学生が複数存在しているため，他の携帯電話でも同様の場合があると考えられる。

・龍谷大学，携帯電話による出席／出欠確認システム（樋口三郎講師），
http://www.a.math.ryukoku.ac.jp/~hig/cell/（2011/09/26確認）
・総務省，「電気通信事業における重要通信確保の在り方に関する研究会報告書」，平成15年７月１日
・海上保安庁広報資料，「GPSの精度は地域，季節，時刻により変動します」，平成14年７月31日
・トッパン・フォームズ株式会社，「青森大学が開発した携帯電話を利用した代返防止機能付き（特許出願中）出欠管理システム（国内初）を販売開始」（プレスリリース），平成17年８月１日
・社団法人電気通信事業者協会，平成23年度分携帯電話・PHS契約数，
http://www.tca.or.jp/database/excel/tcah23.xls（2011/09/26確認）
・KDDI，〈位置情報サービス〉 技術仕様書（EZナビ_簡易位置情報），平成23年８月22日，
http://www.au.kddi.com/ezfactory/tec/spec/pdf/kaniichijyouho.pdf（2011/09/26確認）