

タブレット型端末を用いた教育の電子化の試み —ジオタグとGPS履歴のフィールドワークでの利用—

川村 暁*・遠藤 和成*・依田 清胤**

Practical Evaluation of Mobile IT Devices in Computerization of Education —Application of Geotagging Photographs and GPS Logs in Fieldwork—

Satoshi KAWAMURA*, Kazunari ENDO* and Kiyotsugu YODA**

**Dept. of Information Technology and Electronics, Faculty of Science and Engineering,
Ishinomaki Senshu University*

1 Shinmito Minamisakai Ishinomaki-shi MIYAGI 986-8580 JAPAN

***Dept. of Basic Sciences, Faculty of Science and Engineering,
Ishinomaki Senshu University*

1 Shinmito Minamisakai Ishinomaki-shi MIYAGI 986-8580 JAPAN

Abstract

With the popularization of smart phones and tablets (e.g. iPhone, iPad, Android devices), improvement of the method of education is considered. This study examines the use of smart phone/tablet applications (apps) in fieldwork. The most popular technologies currently used in fieldwork are digital cameras and Global Positioning Systems (GPS). This paper examines whether GPS-enabled smart phones has comparable GPS capabilities at geotagged photographs and GPS Logger applications.

1. はじめに

スマートフォンやタブレット端末に代表されるような、ネットワーク機能を有した多機能な可搬性の高いIT機器の普及・低価格化が進んでいる。これら可搬型のデバイスは、何らかのOS（Google社のAndroid、Apple社のiOS、Microsoft社のWindows MobileまたはWindows Phone 7等）を搭載し、アプリケーションを追加することにより様々なタスクをこなすことが出来る。さらに、殆どの端末において、カメラやGPS、加速度センサなどを搭載している。

ITを指向した教育について、様々な動きがある^(1~4)。日本では、総務省から発表された原口ビジョンII⁽¹⁾に見られるような、教育の情報化・電子化をより一層推進することにより教育の質を高めようという動きがある^{(1),(2)}。米国でも同様に、米国連邦教育局が中心となり、ITの活用によって児童の学力向上を図るだけでなく、学校教育局

を通じて児童や教師のITリテラシーを向上させることを目指す取り組みが行われている⁽³⁾。これら政府機関が推進している施策においては、小中高校の教育の高度化のために、ITを援用しようという流れであるが、大学においても教育の電子化について検討され始めている⁽⁴⁾。文献(4)にあるように、タブレット端末を導入している大学は一割程度存在し、電子教科書には八割強の大学で興味を抱いているという調査結果も存在する。しかしながら、どのように教育の電子化を行うのかや、教育の電子化—狭い範囲では電子教科書の作成—についても、コストの問題や、電子教材自身への懐疑的な見方も存在するため、広く実施するには至っていない。

本稿では、教育の電子化の一つの事例として、安価なタブレット端末やスマートフォン（可搬型デバイスと表記）を用いた、ジオタグとGPS履歴のフィールドワークでの利用について検討を加えた。現在普及しつつあるタブレット端末におい

*石巻専修大学理工学部情報電子工学科

**石巻専修大学理工学部基礎理学科

タブレット型端末を用いた教育の電子化の試み

ては、ネットワーク機能・カメラ・GPS を搭載していること、アプリケーションの追加が自由に行えることから、フィールドワークで求められる、画像の撮影、撮影位置のシームレスな記録と、行動記録の GPS 履歴としての保存の実現性について実機にて実験を行った。また、様々な環境（搭載している OS、OS のバージョン、利用したソフトウェア）を変えながら実験を行い、計測された GPS 情報、ジオタグの GPS 情報、GPS ロガーで記録された GPS 情報の有効性について比較検討を行った。実機実験の結果、タブレット端末と適切なソフトウェアを利用することで、フィールドワークで必要とされる機能を、可搬型

デバイスだけで実現できることが明らかとなったので報告する。

表 1 比較実験で用いた端末の諸元。iOS を搭載した端末と Android を搭載した端末を用いた。なお、通信回線を持たない iOS 端末は GPS を搭載していないため、Bluetooth 経由で GPS 情報を送信できる、Dual Electronics 社 XGPS150A Universal Bluetooth GPS Receiver を用いた。

Name	iPad 第一世代	iPad 第三世代	iPhone 4S	ICONIA TAB A500-10S16	Eee Pad Slider SL101 4.0.3	Eee Pad Slider SL101 3.2.1	REGZA tablet AT3SD	Sony Tablet SGPT111JP/S 4.0.3	Sony Tablet SGPT111JP/S 3.0.1	GALAPAGOS SoftBank 00SSH
Manufacture	Apple	Apple	Apple	Acer	ASUS		TOSHIBA	Sony		SHARP
Name	Apple A4	Apple A5X	Apple A5	Nvidia Tegra 2	Nvidia Tegra 2		Nvidia Tegra 2	Nvidia Tegra 2		Qualcomm® MSM8255 Snapdragon
CPU	ARM Cortex-A8 Apple A4	ARM Cortex-A9 Apple A5X	ARM Cortex-A9 Apple A5	ARM Cortex-A9	ARM Cortex-A9		ARM Cortex-A9	ARM Cortex-A9		ARM Cortex-A8 (ARMv7)
	Clock	1.0GHz	1.0GHz	800MHz	1.0GHz	1.0GHz	1.0GHz	1.0GHz	1.0GHz	1.0GHz
	Core	1 core	4 core	2 core	2 core	2 core	2 core	2 core	2 core	
Memory	256Mbyte	1Gbyte	512Mbyte	1.0Gbyte	1.0Gbyte		1.0Gbyte	1.0Gbyte		512Mbyte
Storage (Flash Memory, eMMC等)	16Gbyte	16Gbyte	64Gbyte	16Gbyte	32Gbyte		32Gbyte	16Gbyte		約370Mbyte
Size [inch]	9.7	9.7	3.5	10.1	10.1		7	9.4		3.8
Display Resolution [Pixel]	2048×1536	1024×768	960×640	1280×800	1280×800		1280×800	1280×800		800×480
GPS	無し	無し	有り	有り	有り		有り	有り		有り
Wi-fi	IEEE 802.11a/b/g/n	IEEE 802.11a/b/g/n	IEEE 802.11b/g/n	IEEE 802.11b/g/n	IEEE 802.11b/g/n		IEEE 802.11b/g/n	IEEE 802.11b/g/n		IEEE 802.11b/g
Weight	680g	652g	140g	765g	960g		381g	381g		151g
OS (Version / Kernel)	Name	iOS	iOS	Android	Android		Android	Android		Android
		5.0.1(9A405)	5.1.1(9B206)	3.2.1 Linux Kernel 2.6.36.3+	4.0.3 Linux kernel 2.6.39.4	3.2.1 Linux kernel 2.6.36.3	3.2.1 Linux kernel 2.6.36.3-00023-g04018b8	4.0.3 Linux kernel 2.6.39.4 integ-build@build5#1	3.1 Linux kernel 2.6.36.3 integ-build@build10#1	2.3.4 2.6.35.7-perf sharp@B131101 OL#1

表2 OS 環境毎の実験方法。iOS を搭載した端末と Android を搭載した端末毎に、実験条件（用いたアプリケーション、OS の設定など）を示した。

種別	iOS系端末	Android系端末
使用アプリ	標準のカメラ	標準のカメラ
測定手順	1.端末の位置情報サービスをオンにする 2.端末の標準アプリのカメラを起動 3.GPSが捕捉されるまで待機(約1分程度) 4.撮影(駐車場,5号館2Fホール,3号館2Fホール)	1.端末の標準アプリのカメラを起動 2.カメラの位置情報サービスをオンにする 3.GPSが捕捉されるまで待機(約1分程度) 4.撮影(駐車場,5号館2Fホール,3号館2Fホール)
測定(機能)の組み合わせ	1回目GPS+Wi-Fi+3G 2回目GPSのみ 3回目Wi-Fiのみ	1回目GPS+Wi-Fi 2回目GPSのみ 3回目Wi-Fiのみ
設定方法など	Wi-Fi設定・・・設定＞Wi-Fi＞オン・オフ 位置情報設定・・・設定＞位置情報サービス＞オン・オフ 3G設定・・・設定＞一般＞ネットワーク＞3Gをオンにする＞オン・オフ ※apple系端末には、GPSの設定が無いためBluetoothをオン・オフ Bluetooth 設定・・・設定＞一般＞Bluetooth＞オン・オフ Dual Electronics XGPS150A Universal Bluetooth GPS Receiverを利用 (Bluetoothで接続)	GPS設定・・・設定＞ユーザー設定＞位置情報サービス＞GPS機能＞オン・オフ Wi-Fi設定・・・設定＞無線とネットワーク＞Wi-Fi＞オン・オフ
使用アプリ	KingGPS 2.2.1 (SENSYUSYA Co.,Ltd.© 2011-12 SENSYUSYA inc.) itunes store経由で購入し、ダウンロード	GPS移動記録 1.0.1 (SunSmile) GooglePlay経由でダウンロード。無料
測定手順	1.KingGPSを起動後、各設定を行う ログ取得周期:10秒 移動方法:徒歩 速度情報:オフ その他の設定:デフォルト ※採取時間の設定は無く、終了したい完了(今回は約10分) 2.測定を開始 3.GPSが捕捉されるまで待機(約1分程度) 4.GPSが捕捉されたのを確認後、一定速度で歩く。	1.GPS移動記録を起動後、各種設定を行う 最大位置記録数:1000 最大マーカー数:300 採取時間:10分 GPS取得通知:オン 2.タイトルを指定し登録後、記録開始 3.GPSが捕捉されるまで待機(約1分程度) 4.GPSが捕捉されたのを確認後、一定速度で歩く
測定(機能)の組み合わせ	1回目GPS+Wi-Fi(+3G) 2回目GPSのみ 3回目Wi-Fiのみ	1回目GPS+Wi-Fi 2回目GPSのみ 3回目Wi-Fiのみ
設定方法など	Wi-Fi設定・・・設定＞Wi-Fi＞オン・オフ 位置情報設定・・・設定＞位置情報サービス＞オン・オフ 3G設定・・・設定＞一般＞ネットワーク＞3Gをオンにする＞オン・オフ ※apple系端末には、GPSの設定が無いためBluetoothをオン・オフ Bluetooth 設定・・・設定＞一般＞Bluetooth＞オン・オフ Dual Electronics XGPS150A Universal Bluetooth GPS Receiverを利用 (Bluetoothで接続)	GPS設定・・・設定＞ユーザー設定＞位置情報サービス＞GPS機能でオン・オフ Wi-Fi設定・・・設定＞無線とネットワーク＞Wi-Fi＞オン・オフ

2. 可搬型デバイスに搭載されている機能

タブレット端末はパソコンを小型化したものと考えられるが、スマートフォンは携帯電話の進化したものと考えられる。しかしいずれのタイプも、単純に機能をダウンサイジングして搭載しているだけではなく、元となるデバイスには搭載されていない機能が搭載されていることが多い。機種によっては、ウェブ閲覧機能やカメラ、音楽再生機能だけではなく、GPS レシーバや加速後センサも搭載されている。運用法については、携帯電話の機能拡張はアプリケーションの追加が限定的なためほとんど行うことはできないが、スマートフォンでは、汎用の OS 基盤を用いた構成と

なっていること、各種リソースへのアクセス手段が標準化されていることから、アプリケーションの構築・追加を容易に行うことができる。

可搬型デバイスでは、Apple 社の iOS を用いている機器 (iPod touch/iPad/iPhone) と、Google 社の Android を用いている多種多様な機種が販売されている。本稿では、複数の可搬型デバイスについて、観測位置の測定に用いる GPS、画像の撮影に用いるカメラ、これらを結びつけるジオタグと GPS ロガーを担うアプリケーションがフィールドワークで利用できるかどうか検討した。

3. 実験環境

表 1 に、比較実験で用いた端末を示し、表 2 に、OS 環境ごとの実験方法を示す。実験は、GPS とカメラ、それらを統合するアプリケーション（GPS ロガー等を実現するアプリケーション）が構成要素となる。

実験は、フィールドワークでの利用を模した以下の 2 種類を行った。

- ・ジオタグ：カメラで撮影した画像に記録された GPS 情報の比較
- ・GPS ロガー：移動経路で取得した GPS 情報の比較

4. 実験結果および考察

4. 1 ジオタグ

表 3 に、実際にカメラアプリを用いてジオタグ入りの画像撮影を行い、記録された GPS 情報の比較を行った結果を示す。iOS を搭載した機器のうち、iPad 第一世代はカメラ機能がないため、ジオタグデータを取得できていない。また、3G 通信機能を持たない iOS 端末は GPS 機能を内蔵していないため、Dual Electronics 社製 XGPS150A Universal Bluetooth GPS Receiver を利用した。このデバイスは、Bluetooth で端末と接続し、GPS 情報を送信することができる。Android 端末は、いずれの機器においても、GPS 機能を搭載していたため、機器に内蔵されている GPS 機能を用いて実験を行った。

実験は、石巻専修大学の三カ所で行った。学外（学生第二駐車場）、屋内（五号館 2 階、三号館 2 階）それぞれにおいて画像撮影を行い、ジオタグ入りの画像を得た。実験結果より、Android 系端末において、OS のバージョンが古い場合（3 系列）にはジオタグが記録されないことが示された。測定結果について見てみると、屋外ではいずれの端末でも GPS 情報が記録されているのに対し、屋内では、GPS 情報が得られない場合があることが示された。これは、GPS を担う衛星からの通信波を受信できないためと考えられる（建物に遮蔽された結果）。屋内でも、三号館 2 階が五号館 2 階より GPS 情報を得られている場合が多いが、これは、三号館は 2 階建ての建物であるのに対し、五号館は 4 階建ての建物であることの

影響が考えられる。いずれの場合でも実験は 2 階で行ったため、上部を遮る建材の量の違いである。

GPS 情報を得る方法は、いずれの端末においても複数用意されている。GPS 機能だけを用いる場合（GPS）、GPS 情報と無線 LAN 基地局の位置情報も併用する場合（Wi-Fi+GPS）、無線 LAN 基地局の位置情報だけを用いる場合（Wi-Fi）の三種類である。なお、3G などの通信機能がある場合は、これも併用する場合もある。本稿で用いた端末では、iPhone4S において、Wi-Fi+GPS の場合、3G 通信も併用している（併用してしまう）ことを付記する。

屋外で測定した場合、GPS 機能だけで測定した場合いずれの端末から得られる位置情報も近い値が得られていることが分かる。これに対し Wi-Fi+GPS の場合、無線 LAN の受信状況やどの基地局を拾ったかの違いにより、位置情報に大きなばらつきが見られた。石巻専修大学の無線 LAN 環境は、建屋内をある程度カバーするように構成されているため、屋外は、屋内からの漏れ電波を受信している形になる。よって、どの無線 LAN 基地局の電波を用いたのかが、測定結果に影響を与えたと考えられる。

4. 2 GPS ロガー

フィールドワークでの利用を想定した、移動経路を記録する GPS ロガーの実験を行った。図 1 に示す経路で GPS 情報を記録した。

図 2 に iOS 端末の結果を、図 3 に Android 系端末の結果を示す。図 2 および図 3 の実験結果から、GPS だけの測定結果よりも Wi-Fi+GPS の測定結果において振幅が大きいことが分かる。これは、Wi-Fi+GPS の場合、GPS 情報は Wi-Fi の情報も加味して決定されることの影響が考えられる。無線 LAN 基地局は屋内に設置されていること、屋外では屋内からの漏れ電波を受信する形になること、無線 LAN 基地局は広い範囲をカバーするように設置されているため設置間隔は一定ではない（電波の回折の様子は、建物の形状・部材により影響を受ける）事が影響していると考えられる。無線 LAN 基地局の密度が高い場合や、地下街のように GPS の電波が届きにくい場

表3 画像に記録されたジオタグの比較。屋内では、GPS電波の受信が難しいため、記録された位置情報に誤差が多いことが分かる。

(a) 学生第二駐車場

Name	iPad 第一世代	iPad 第三世代	iPhone 4S	ICONIA TAB A500-10S16	Eee Pad Slider SL101 4.0.3	Eee Pad Slider SL101 3.2.1	REGZA tablet AT3S0	Sony Tablet SGPT111JP/S 4.0.3	Sony Tablet SGPT111JP/S 3.0.1	GALAPAGOS SoftBank 005SH
ジオタグのGPS情報	Wi-Fi + GPS	緯度: 38° 27' 16.8" N	緯度: 38° 27' 16.8" N	緯度: 38° 27' 16.89" N	緯度: 38° 27' 16.87" N	測定不能	測定不能	緯度: 38° 27' 16.79" N	測定不能	緯度: 38° 27' 16" N
		経度: 141° 17' 52.8" E	経度: 141° 17' 52.2" E	経度: 141° 17' 52.61" E	経度: 141° 17' 52.26" E	測定不能	測定不能	経度: 141° 17' 52.62" E	測定不能	経度: 141° 17' 52" E
	GPS	緯度: 38° 27' 16.8" N	緯度: 38° 27' 16.8" N	緯度: 38° 27' 16.93" N	緯度: 38° 27' 16.87" N	測定不能	測定不能	緯度: 38° 27' 16.96" N	測定不能	緯度: 38° 27' 16" N
		経度: 141° 17' 52.8" E	経度: 141° 17' 52.8" E	経度: 141° 17' 52.56" E	経度: 141° 17' 52.74" E	測定不能	測定不能	経度: 141° 17' 52.57" E	測定不能	経度: 141° 17' 52" E
	Wi-Fi	測定不能	測定不能	測定不能	計測不可	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
		測定不能	測定不能	測定不能	計測不可	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
※1 iPad第一世代についてはカメラ機能がないため測定不可 ※2 iPhone4sについてはWi-Fi+GPSは+3G機能も使用 いずれも、標準搭載のカメラアプリを起動後約1分待機後に記録。						GPSレーザバ Etrex-vista	緯度: 38° 27' 17.0" N 経度: 141° 17' 52.6" E			

(b) 5号館2階

Name	iPad 第一世代	iPad 第三世代	iPhone 4S	ICONIA TAB A500-10S16	Eee Pad Slider SL101 4.0.3	Eee Pad Slider SL101 3.2.1	REGZA tablet AT3S0	Sony Tablet SGPT111JP/S 4.0.3	Sony Tablet SGPT111JP/S 3.0.1	GALAPAGOS SoftBank 005SH
ジオタグのGPS情報	Wi-Fi + GPS	測定不能	緯度: 38° 27' 17.4" N	測定不能	緯度: 38° 27' 26.83" N	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
		測定不能	経度: 141° 17' 48.6" E	測定不能	経度: 141° 17' 47.01" E	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
	GPS	緯度: 38° 27' 17.4" N	緯度: 38° 27' 17.4" N	測定不能		測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
		経度: 141° 17' 48" E	経度: 141° 17' 48" E	測定不能	経度: 141° 17' 37.11" E	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
	Wi-Fi	緯度: 38° 27' 17.4" N	緯度: 38° 27' 17.4" N	測定不能	計測不可	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
		経度: 141° 17' 48" E	経度: 141° 17' 48" E	測定不能	計測不可	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
※1 iPad第一世代についてはカメラ機能がないため測定不可 ※2 iPhone4sについてはWi-Fi+GPSは+3G機能も使用 いずれも、標準搭載のカメラアプリを起動後約1分待機後に記録。						GPSレーザバ Etrex-vista	測定不能 測定不能			

(c) 3号館2階

Name	iPad 第一世代	iPad 第三世代	iPhone 4S	ICONIA TAB A500-10S16	Eee Pad Slider SL101 4.0.3	Eee Pad Slider SL101 3.2.1	REGZA tablet AT3S0	Sony Tablet SGPT111JP/S 4.0.3	Sony Tablet SGPT111JP/S 3.0.1	GALAPAGOS SoftBank 005SH
ジオタグのGPS情報	Wi-Fi + GPS	緯度: 38° 27' 14.4" N	緯度: 38° 27' 15" N	緯度: 38° 27' 14.60" N	緯度: 38° 27' 18.11" N	測定不能	測定不能	緯度: 38° 27' 15.03" N	測定不能	緯度: 38° 27' 14" N
		経度: 141° 17' 37.2" E	経度: 141° 17' 36.6" E	経度: 141° 17' 37.21" E	経度: 141° 17' 37.46" E	測定不能	測定不能	経度: 141° 17' 37.33" E	測定不能	経度: 141° 17' 37" E
	GPS	緯度: 38° 27' 14.4" N	緯度: 38° 27' 14.4" N	緯度: 38° 27' 14.17" N	緯度: 38° 27' 13.77" N	測定不能	測定不能	緯度: 38° 27' 14.35" N	測定不能	緯度: 38° 27' 14" N
		経度: 141° 17' 37.2" E	経度: 141° 17' 37.2" E	経度: 141° 17' 37.11" E	経度: 141° 17' 38.14" E	測定不能	測定不能	経度: 141° 17' 37.01" E	測定不能	経度: 141° 17' 37" E
	Wi-Fi	緯度: 38° 27' 14.4" N	緯度: 38° 27' 14.4" N	測定不能	計測不可	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
		経度: 141° 17' 37.2" E	経度: 141° 17' 37.2" E	測定不能	計測不可	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能
※1 iPad第一世代についてはカメラ機能がないため測定不可 ※2 iPhone4sについてはWi-Fi+GPSは+3G機能も使用 いずれも、標準搭載のカメラアプリを起動後約1分待機後に記録。						GPSレーザバ Etrex-vista	測定不能 測定不能			

タブレット型端末を用いた教育の電子化の試み



図1 GPS ロガーの実験の経路。石巻専修大学構内を、屋内と屋外を移動する経路で実験を行った。

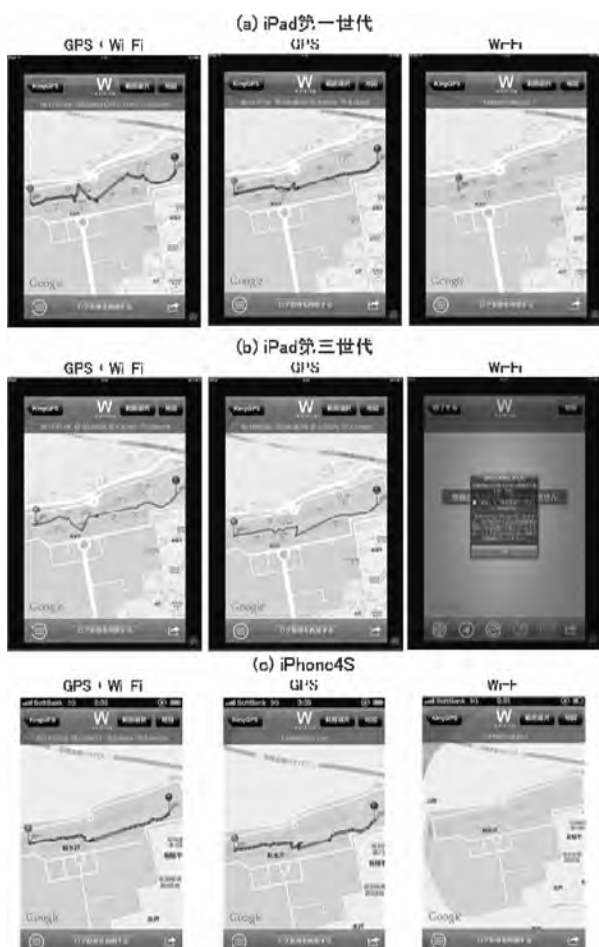


図2 iOS 系列での GPS ロガーの結果。

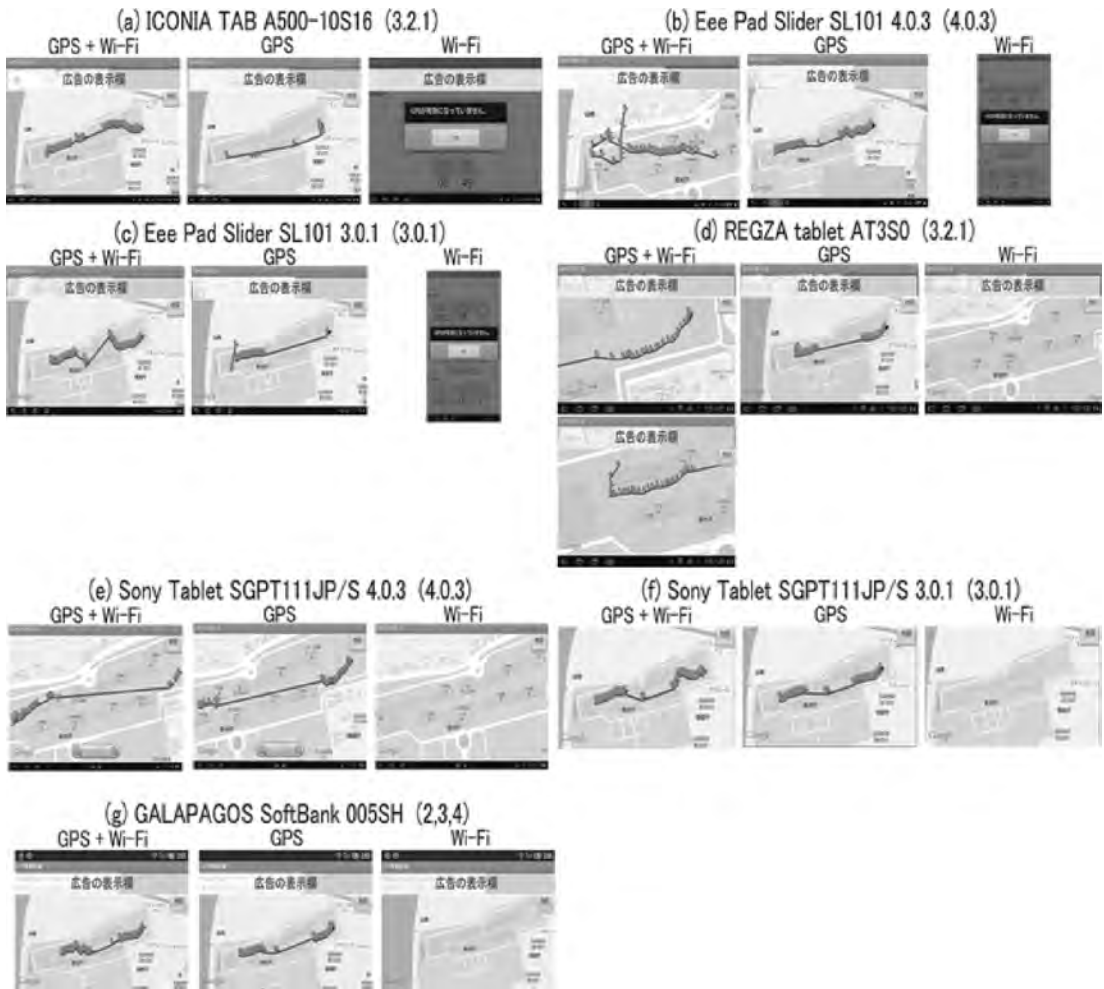


図3 Android 系列の GPS ロガーの結果。Wi-Fi+GPS の場合、得られた経路が不自然な場合があった。また、GPS の場合、屋内での測位が非常に難しいことがわかる（データが得られていない）。

所で無線 LAN 基地局が設置されている場合は、Wi-Fi+GPS は有効に機能すると考えられる。なお、無線 LAN だけを用いる Wi-Fi においては、意味のある移動経路情報は得られなかった（誤差が大きい結果となった）。

実験結果から、タブレット型端末に代表される可搬型 IT 機器を GPS ロガーとして用いる場合、GPS 情報をアプリケーション側で取得できるという条件（Android 端末は OS のバージョンが 4 以上、iOS 端末では 3G 機能を有するか有しない場合は別途 GPS レシーバを用意する必要がある）を満たす場合、位置情報の計測は GPS のみの設定のアプリケーションで十分可能であること

が示された。

なお、GPS ロガー実験において、GPS 情報は一定間隔で自動的に取得されるため、バッテリーの減りが著しい端末もあった。このため、モバイルバッテリーを端末に接続して電源を補いながら実験を行ったことを付記する。

5. まとめ

スマートフォンやタブレット端末に代表されるような多機能な可搬性の高い IT 機器による教育の電子化の試みとして、これらの端末とアプリケーションによるジオタグと GPS 履歴がフィールドワークで利用可能か検討を加えた。GPS 情

報を取得できる端末であれば、標準搭載のカメラへのジオタグの埋め込みが可能であること、アプリケーションにより GPS ロガーとして機能できることを示した。また、位置情報の取得には複数の方法があるが、GPS 単体から情報を得た方が情報の精度が高いこと、屋内での GPS の電波受信能力は端末毎に差があるが精度が大きく落ちることも示された。

本稿の結果から、安価かつ普及著しいスマートフォンやタブレット端末をフィールドワークのツールとして用いることは十分可能であることが明らかとなった。高等教育における教育の電子化の一助として、広く利用されることを期待したい。

謝辞

比較用の GPS レシーバをお貸しいただきました根本智行教授に感謝いたします。

文献

- [1] 原口ビジョンⅡ（総務省 web site), http://www.soumu.go.jp/main_content/000064361.pdf
- [2] デジタル教科書教材協会 (web site), <http://ditt.jp/>
- [3] Department of Education, Enhancing Education Through Technology : EETT (web site), <http://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/esea02/pg34.html>
- [4] 大学における電子化対策などに関する調査アンケート（名鉄局印刷株式会社 web site), <http://meitetsyoku.co.jp/pageflip/index.html>