

機関番号：33302

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20560497

研究課題名（和文） GIS・GPSとICタグの活用による基盤地図情報の鮮度向上および更新技術の構築

研究課題名（英文） Improvement of basic map information by using GIS, GPS and IC tag and update technologies

研究代表者

鹿田 正昭 (SHIKADA MASAOKI)

金沢工業大学・環境・建築学部・教授

研究者番号：50121249

研究成果の概要（和文）：本研究は地理空間情報活用推進基本法に基づき、高度空間情報社会を実現するために、VRS-GPS とパッシブ RFID を用いて建物周辺の位置情報をシームレスに取得する実験を行った。各データの軌跡を GIS で表示した結果、シームレスに位置情報を取得することに成功した。さらに、アクティブ RFID を用いて建物内で位置情報取得実験を行った。その結果、精度が低く、単独での位置情報の取得は不向きであることが判明した。そこでパッシブセンサーを併用することで、1m以下の範囲でも位置情報の取得が可能であることを証明した。

研究成果の概要（英文）：This research was conducted experiment to verify whether it can be obtain position seamlessly by using VRS-GPS (Virtual Reference System-GPS) and passive RFID (Radio Frequency Identification) at an area surrounded by canopies and buildings for realizing an advanced spatial information society based on NSDI (National Spatial Data Infrastructure). As a result, map in the GIS showed border position of between VRS-GPS and RFID can connect seamlessly. Next experiment was performed in the building by active RFID. As a result, it is difficult to obtain indoor accurate position information using only active RFID. Therefore we consider obtaining more accurate position information by using both of active RFID and passive sensors. Trial experiments shows the combination of active RFID and passive sensor is better than that of single use.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：GIS、GPS、RFID、ICタグ、基盤地図情報

## 1. 研究開始当初の背景

高齢化社会が進んでいることからすべての人々が安心・安全で快適な生活を営むことのできる社会形成が求められている。空間情報工学という観点からはいつでも、どこでも、だれもが高精度な

位置情報を容易に知ることができる社会環境を作り、加えて位置情報と他の属性情報を共有できる「高度空間情報社会」が望まれるようになった。

平成19年5月23日には高度空間情報社会を構築・推進するための「地理空間情報活用

推進基本法」が参議院本会議で可決成立し、5月30日に公布された。基本法はGISおよび衛星測位技術を活用した効率的・効果的な国土の利用・整備・保全および国民の生命・身体・財産の保護などに関わる施策を決定・実現するものであり、8月29日には国土の地図基盤を構成する「基盤地図情報」が満たすべき基準に関する省令も発表された。しかしながら、基本法が示す基盤地図情報はリアルタイム性を考慮した更新方法や精度の維持などについて明確になっていない。

## 2. 研究の目的

本研究では「地理空間情報活用推進基本法」が示す高度空間情報社会および高齢化社会における安心・安全・快適を援護するユビキタス時代の基盤地図情報の作成・維持・更新に障害となるような前述の問題点を解決する。そのために、大縮尺地図（基盤地図情報含む）の新旧測地系の違いによる位置合わせの精度向上に言及し、基盤地図情報を即時に電子データに反映できる手法および仕組みについてGIS・GPSに加えてICタグを活用する手法について検討する。

## 3. 研究の方法

### (1) 研究方法

屋内外でシームレスに位置情報を取得するために、屋外では高精度かつ短時間で屋外の位置情報取得できるVRS-GPSを使用し、屋内では2種類のRFIDを使用した。

### (2) RFIDの種類

現在RFIDの種類は主にパッシブタイプとアクティブタイプが存在する。パッシブタイプはリーダー・ライターから電力を伝送するので、内部に電池を持たない。また、伝送電力によってデータ送受信、データ処理、動作制御（複数一括読み取り）などの動作を行う。パッシブタグは基本的にICチップ1個とアンテナのみの構成となるため、アクティブタグより低価格になる。アクティブタイプは電池を内蔵し、その電力を送受信や内部回路用電源として使用し、電波法令上は無線局扱いになる。アクティブタグはリーダー・ライターからの供給電力に依存しないので、交信距離がパッシブタイプよりも長い。

### (3) 実験方法

① パッシブRFIDを用いたシームレス測位実験

GPSは屋外の位置情報を高精度に取得することができるが、トンネル内などGPS信号を遮断する場所では位置情報を取得することができない。また、建物周辺においても、マルチパス、サイクルスリップなどによって、高精度に位置情報を取得できない場所もある。地理空間情報高度活用社会を実現させるためにシームレス測位は必要不可欠である。そこで、シームレスに位置情報を取得できるか検証するために、GPSとパッシブRFIDを用いてシームレス測位を行った。

GPSは上空視界が確保できる場所で測位し、上空視界が確保できない場所ではRFIDを用いて位置情報を補完した。この場合、あらかじめタグに位置情報を入力しておく必要がある。そこで、建物周辺で上空視界が確保できる2地点でGPSによるスタティック測位を行い、当該位置座標を用いて、タグに入力する座標は内挿して求めた。タグの設置間隔は1.2mとした。これは人間の歩行速度と、GPSが1秒間に1点の座標を取得できることを考慮したためである。検証実験ではGPS受信機とRFIDリーダーを図1に示すように車椅子に搭載し、金沢工業大学キャンパス内を徒歩で1周した。



図1 実験に使用した器材

② アクティブRFIDを用いた各ATTによるRSSIと距離の関係

アクティブRFIDは通信距離が長い特徴を有するが、タグが正常に信号を受信する限界範囲は存在する。本研究室が所有しているアクティブRFIDはRSSIとATTの値を受信履歴ビューアーより確認することができる。

RSSI (Received Signal Strength Indicator)とは受信信号強度のことであり、ATT (Attenuator)とは減衰器のことである。ATTを変化させRSSIと距離との関係について調査した。タグを持った被験者はリーダーから離れ、各地点で1分間静止してもらった。

③ アクティブ RFID の ATT 調節による検知回数

ATT の調節によるタグの読取回数を調査した。リーダーから半径 3m のエリア内で被験者に 1 分間移動してもらい、ATT 別のタグの読取回数を調査した。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

① パッシブ RFID を使用した成果

VRS-GPS とパッシブ RFID で取得した軌跡を図 2 に示す。赤のマーク点群は VRS-GPS で取得した軌跡、緑のマーク点群はパッシブ RFID で取得した軌跡を示す。

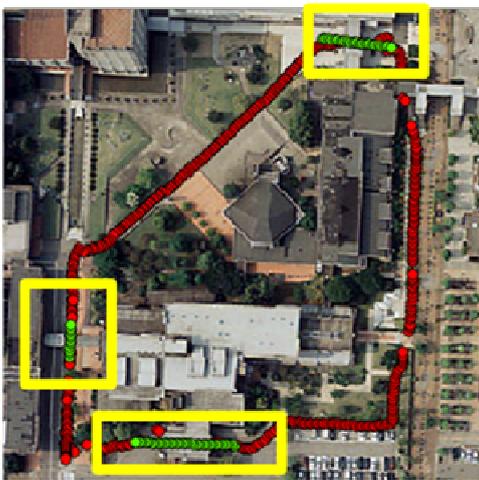


図 2 GPS データと IC タグデータの重ね合わせ

GPS で取得できなかった個所では RFID タグを設置したことにより位置情報が補完できたことがわかる。各データの境界付近は軌跡が途切れることなく、シームレスに繋がったこともわかる。建物周辺はマルチパスなどの影響により GPS 測位には大きな誤差が入る可能性があるため、精度を確保した測位は極めて難しい。RFID タグを建物周辺に設置することでこれらの影響を排除しシームレスに位置情報を求めることが可能である。

GPS の電波が受信困難な場所では、RFID タグにより位置情報を補完することができたので、シームレス測位の基本的な考え方は検証できた。

しかし、本実験より問題点も明らかとなった。図 3 は GPS と RFID の重複した軌跡を示したものである。今回の実験では RFID タグ設置のスタート地点を特定することが困難であった。本実験の考え方を実社会で用いる場合、余分な RFID

タグへの情報入力を極力省くためには、RFID タグの使用枚数は少ない方がよい。そこで、2010 年秋に打ち上げられた準天頂衛星の利用を検討している。準天頂衛星は日本上空で常に 1 機は配置され、GPS 衛星の電波が届かない山間部・高層ビル付近でも電波が届くように設計されている。

準天頂衛星を用いることで、RFID タグを設置するための時間と労力を最小限に抑えることができると考える。



図 3 GPS と IC タグの重複した軌跡

② アクティブ RFID を使用した成果

第 3 章(3)②の結果を表 1 に示す。表中にある「大・中・無」は ATT のレベルを示す。リーダーからの距離に対する ATT 別の RSSI 値はそれぞれ異なった。ATT を「大」に設定すると、電波が弱まるため、最大で 1.5m 地点までしか、タグ情報を読み取ることができなかった。

ATT を弱めると受信距離が広くなり、「無」に設定の場合、最大で 5.5m 地点までタグ情報を受信できた。しかし、このエリア内にタグがどこに存在するのかは確認することができなかった。

表 1 各 ATT レベルによる RSSI と距離の表示

大				無			
距離(m)	RSSI			距離(m)	RSSI		
	平均	最大	最小		平均	最大	最小
0	2.87	4	1	0	8.67	9	8
0.5	2.28	4	1	0.5	7.93	9	7
1	2.29	3	2	1	6.98	8	4
1.5	1.88	2	1	1.5	5.44	8	3
中				無			
距離(m)	RSSI			距離(m)	RSSI		
	平均	最大	最小		平均	最大	最小
0	4.25	7	3	2	6.37	8	3
0.5	3.13	4	2	2.5	4.53	8	3
1	3.70	7	2	3	4.27	7	3
1.5	3.34	6	2	3.5	4.07	7	3
2	2.80	4	2	4	4.74	6	3
				4.5	2.95	5	2
				5	3.89	5	3
				5.5	2.33	3	2

第 3 章(3)③の結果を表 2 に示す。ATT が強いほど、タグの読み取り回数が少なかった。これはリーダーが半径 1.5m 付近の被験者を検知したと思われるが、半径 1.5~3.0m のエリ

ア内はタグ情報を検知できなかった。ATTを「無」に設定すると読み取り回数は増加したが、半径3m以内のどの位置にタグが存在したのかは②同様確認することができなかった。

表2 各ATTのタグの読み取り回数

	回数		
	無	中	大
被験者1	56	43	7
被験者2	53	49	13

	回数		
	無	中	大
被験者1	56	43	7
被験者2	53	49	13

ATTを「大」に設定することで、リーダから半径1.5m以内に被験者が存在したことが予測できるが、その範囲内どこに存在するのかわかり、確認することができない。つまり、アクティブRFID単独での使用は被験者の具体的な位置を把握することが困難であることが確認できた。そこで、さらに具体的な被験者の位置を把握するためにパッシブセンサーを併用して実験を行った。

まず、パッシブセンサーの検知能力を確認するために、センサーを用いた被験者の検知位置の確認実験を行った。被験者に早歩きと駆け足でセンサーの検知エリア内に侵入してもらい、どの位置でセンサーが反応したのか確認した。歩行速度は屋内の移動で想定される速さで実験を行った。実験結果を表3に示す。

表3 速度別センサーの検知位置

早歩き		
	平均	標準偏差
X方向	30.225	10.7477
Y方向	99.780	9.5787

駆け足		
	平均	標準偏差
X方向	5.680	6.4107
Y方向	63.02	15.7601

単位【cm】

X・Y方向はセンサーの正面をX方向とし、センサーのサイド側をY方向とした。歩行速度に関係なくセンサーから半径1m以内で被験者を検知されたことが確認

できた。以上からパッシブセンサーは屋内での人を検知できる良好なツールであると言える。

次にアクティブRFIDとパッシブセンサーを連動させ、タグを持った被験者の位置を確認可能か実験した。1台のリーダに対して2つのセンサーを接続し、タグ情報はRFIDのビューアーを用いて確認した。その結果、リーダおよびセンサーがタグを検知した様子がビューアーで表示されたことを確認した。つまり、アクティブRFIDとパッシブセンサーを併用して使用することで、屋内の位置情報を誤差1m前後で確認できることが証明された。

この結果、高度空間情報社会の実現を促進させるための有効な手段の1つとして、GNSSとRFID技術の融合が必要であることが立証された。これらの技術を使用することにより、高精度に位置情報を取得することができ、リアルタイムに地図情報の更新が可能である。

### (2) 国内外における位置づけとインパクト

本申請課題の最も大きな特徴は、トレーサビリティ、セキュリティなどの分野ではすでに利用されているICタグを高度空間情報社会における基盤地図情報の鮮度向上・維持更新のための位置情報補完ツールとして活用する手法について、実証実験を実施したことにある。

申請者が多くの自治体等から「リアルタイムGIS」のコンセプトに関して講演・講義を依頼されていることからこの研究への関心の高さがうかがえる。

加えて、本課題から本格的に取り組んだICタグの活用については、IEEE(GRS)における国際会議(IGARSS等)において高い評価を受けており、今後の研究成果への期待がコメントされた。

### (3) 今後の展望

屋内外シームレス測位を実現するためには準天頂衛星の使用が必須と考える。準天頂衛星の精度実証実験を2011年3月中旬に行う予定であったが、その直前に発生した東日本大震災の影響で、国内の電子基準点の一部が破損するトラブルが発生、現時点(平成23年5月31日)でも地殻変動が続き電子基準点の測量成果が公表できない状態である。電子基準点による測量成果の配信が復旧次第、精度検証実験を行う予定である。

研究者は本報告書にて屋内位置情報の取得にRFIDを用いたが、今後はIMESなどRFID以外での屋内の位置情報の取得を検討している。IMES(Indoor Messaging System)とはGPSと互換性のある信号を用いた屋内測位技術である。GPS信号を使用できるので、シームレス測位実現に期待できる機器と言える。

今後は、センサーの設置場所や種類について研究を進展させる予定である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

- ① S. Takeuchi, M. Shikada, ON THE METHOD OF OBTAINING INDOOR POSITIONING INFORMATION FOR REALIZATION ADVANCED GEOSPATIAL INFORMATION SOCIETY, International Geoscience and Remote Sensing 2010, 査読有, CD-ROM, 2010, pp.1695-1698
- ② M. Shikada, S. Takeuchi, S. Shimano, M. Moriya, Application of Real Time GIS, Remote Sensing and IC Tag for Realization of Geospatial Information Society, Geoscience and Remote Sensing, 査読有, ISBN 978-953-307-003-2, 2010, pp. 153-180
- ③ S. Takeuchi, M. Shikada, ON THE AVAILABILITY of REAL-TIME GIS, GPS and IC TAG for UBIQUITOUS SOCIETY, Map Asia 2009, 査読有, CD-ROM IV, 2009, pp. 447-450
- ④ S. Shimano, M. Moriya, S. Takeuchi, M. Shikada, APPLICATION OF REAL TIME GIS, REMOTE SENSING AND IC TAG FOR REALIZATION OF GEOSPATIAL INFORMATION SOCIETY, International Geoscience and Remote Sensing 2008, 査読有, CD-ROM III, 2008, pp.1402-1405

〔学会発表〕(計4件)

- ① 竹内明香、鹿田正昭、RFID とセンサを用いた屋内における位置情報取得に関する提案、日本写真測量学会平成22年度秋季学術講演会、2010年10月15日、サン・リフレ函館
- ② 竹内明香、鹿田正昭、高度空間情報社会実現のための RFID とセンサを用いた屋内位置情報に関する提案、G空間 EXPO 学生フォーラム2010、2010年9月21日、パシフィコ横浜
- ③ 竹内明香、鹿田正昭、地理空間情報高度活用社会の実現のための屋内位置情報の取得方法の提案、日本写真測量学会平成21年度秋季学術講演会、2009年10月13日、京都テルサ
- ④ 守屋三登志、竹内明香、鹿田正昭、高度空間情報社会実現のための基盤地図情報の更新方法の検討、日本写真測量学会平成20年度秋季学術講演会、2008年11月28日、東北大学(仙台)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/shikada/shikada/shikada.html>

[http://kitnet10.kanazawa-it.ac.jp/researcherdb/gyousekiIndex/GIHIAAF\\_0001.html](http://kitnet10.kanazawa-it.ac.jp/researcherdb/gyousekiIndex/GIHIAAF_0001.html)

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

鹿田 正昭 (SHIKADA MASA AKI)

金沢工業大学・環境・建築学部・教授

研究者番号：50121249