

WebGISシステム構築技術とその応用に関する研究

大崎 恵一, 奥田 篤, 宮崎 俊之

Development of Construction Technology and Application of WebGIS

Keiichi OHSAKI, Atsushi OKUDA, Toshiyuki MIYAZAKI

キーワード：WebGIS, オープンソースGIS, 配送

1. はじめに

1995年の阪神・淡路大震災以降、政府がGISの普及促進に注力してきたこともあり、GISは官公庁や民間団体を中心に、社会のあらゆる局面で急速に普及している。しかし、独自のGISシステムを市販品などでカスタマイズして構築すると、データの種類や規模にもよるが、かなり高額な初期投資を必要とする場合が多い。また、WebGISはインターネットの普及とも相まって、最近急速に広まってきている。WebGISは通信手段としてWebを使用するため、地図データの圧縮・解凍処理を伴うことが多い、通信遮断の対策が必要、複数の利用者からのリクエスト対策やセキュリティ対策が必要といった様々な課題があるが、分散コンピューティングやデータの一元管理の利点を有しており、地図との親和性の高い地質図や地盤、各種地図、道路管理情報、環境保全情報、観光情報など様々な閲覧サービスを中心に、各方面で利用が進んでいる。

一方、オープンソースはソフトウェアの著作権を維持して、ソースコードを公開するライセンスを指す。ライセンスには様々な種類があるが、いずれも動作は無保証であり、動作によって何らかの損害が生じた場合も保証しない。オープンソースは1998年米国で始まって以来、10年足らずの間に世界の多くの国において、LinuxなどのOSはもとより、多種多様なオープンソース、オープンテクノロジー・ビジネスが開発・供給され、普及・使用されている。オープンソースGISは主に米国を中心に開発されており、無料あるいは低価格で利用できることから、2000年頃から欧米で広まり始めたが、日本語が扱えないため日本での普及は遅れていた。2004年3月

に代表的なオープンソースGISソフトウェアのGRASSとMapServerが国際化されたのを機に国内のユーザが一気に増加し、今後は日本語が扱えるオープンソースGISを活用した低価格なGISシステムが普及することが予想される。一方、北海道では、冬期間の暖房に石油ストーブを使用することが多い。石油販売会社などはタンクローリなどで定期的に巡回しながら、戸外の大型ホームタンクに給油して、配送作業を行っている。特に、冬期の積雪期においては道路が狭くなり、ユーターンや方向転換が容易にできないケースも出てくるため、配送経路を決める上での確かな判断が重要になる。特に大型の配送車量の場合は車両の進入方向の判断が配送効率に大きく影響すると考えられる。このような場合、走行経路履歴から適切な運転経路などを抽出し、それを運転手に提示することができれば、効率的な配送が可能になると考えられる。

走行経路履歴から運転経路を生成する研究については筆者らは別の課題で取り組んでいる。このことから本研究では配送効率の向上に重要な配送車両の進入方向や停車位置、あるいはホームタンクの位置などを運転手に提示することによって、効率的な配送を支援するアプリケーションの試作を想定した。具体的にはオープンソースGISを用いてGISシステムを構築する際に有用なソフトウェア群を作成すると共に、それらを用いて配送作業支援用の試作アプリケーションを設計、実装し、動作の検証を行った。

2. ソフトウェア群の設計・実装及びデータの準備

オープンソースGISなどを用いてGISシステムを構築する際に有用なソフトウェア群の設計・実装と、試作アプリケーションの動作検証に用いるデータについて以下述べる。

事業名：一般試験研究

課題名：WebGIS構築技術とその応用に関する研究

2.1 ジオコード処理

ジオコードは住所を地図に対応させる重要な情報である。東京大学空間情報科学研究センターが提供するCSVアドレスマッチングサービスのCSIS シンプルジオコーディング (<http://pc035.tkl.iis.u-tokyo.ac.jp/~sagara/geocode/index.php>) は住所データのCSV ファイルを送信すると緯度・経度のデータを付加して返信してくれるサービスであり、研究用として利用できる。しかし、〇条〇丁目〇番までの住所までしか対応していないため、住宅レベルのジオコードはできない。そこで、本研究では研究用の利用目的で、インターネット上の地図サービスであるMapFanWebサイトを利用してジオコードを取得した。MapFanWebサイトの住所絞り込み (<http://www.mapfan.com/add/00/0/ff02f64I/index.html>) で住所 (〇条〇丁目〇番〇号) を絞り込んでから地図のメール送信機能を選ぶと、地図urlが表示される。地図urlには住所に対応したE141.23.30.1N43.9.12.6といった緯度経度情報が含まれているので、この情報からジオコードを抽出した。なお、ジオコードは地図urlをエクセル入力しておき、文字列処理プログラムで一括処理した。

図1はMapFanWebで札幌市北区あいの里一条3丁目9番の住所から「号」を絞り込んでいる例である。

2.2 測地系変換

測地系は地球上の位置を経度・緯度で表すための基準である。我が国の測地系は、明治以来2002年4月に改正測量法が施工されるまで日本測地系を測地基準系として用い、国内各地の基準点網に使用してきた。しかし、日本測地系は日本周辺までの通用が前提であり、日本測地系の地図は世界測地系

の地図に比べずれやゆがみがあった。

そこで、測量法の改正により、国際機関で定められ、陸地の測量に用いる国が多く、GPSで使用される米国の測地系(WGS84)との座標ずれが少ない測地系であるITRF(国際地球基準座標系)に準拠した世界測地系を用いることになった。東京付近では、おおむね、日本測地系の数値から、北緯に12秒加え、東経に12秒減ずると、世界測地系の数値が得られる。

ここで、前述したジオコードと使用する地図は統一したものを必要があるため、日本測地系の地図に世界測地系のジオコードを用いることは正しくない。例えばインターネット上の地図サービスでは、MapFanWeb、Yahoo!地図情報、マピオンは日本測地系であり、海外の地図を扱えるGoogleMapsは世界測地系である。そのためGoogleMapsでのジオコード結果を日本測地系の地図で利用する場合にはジオコードを世界測地系から日本測地系に変換する必要がある。

日本測地系から世界測地系への変換ツールとして、国土地理院の測地系変換ツールTKY2JDGがある。このツールを用いた道内の主なJR駅の代表点の緯度経度の日本測地系と世界測地系の差を表1に示す。表中の日本測地系の値は国土地理院の数値地図25000に納められている値であり、その値を世界測地系に変換し、差を求めた。これを見ると日本測地系と世界測地系の差はかなり複雑なことがわかる。なお稚内の日本測地系での緯度は45度24分50.9秒であり、世界測地系との差は7.89962秒であることを表す。

国土地理院の測地系変換ツールには多数の日本測地系の緯度経度データを一括して世界測地系に変換する機能がある。

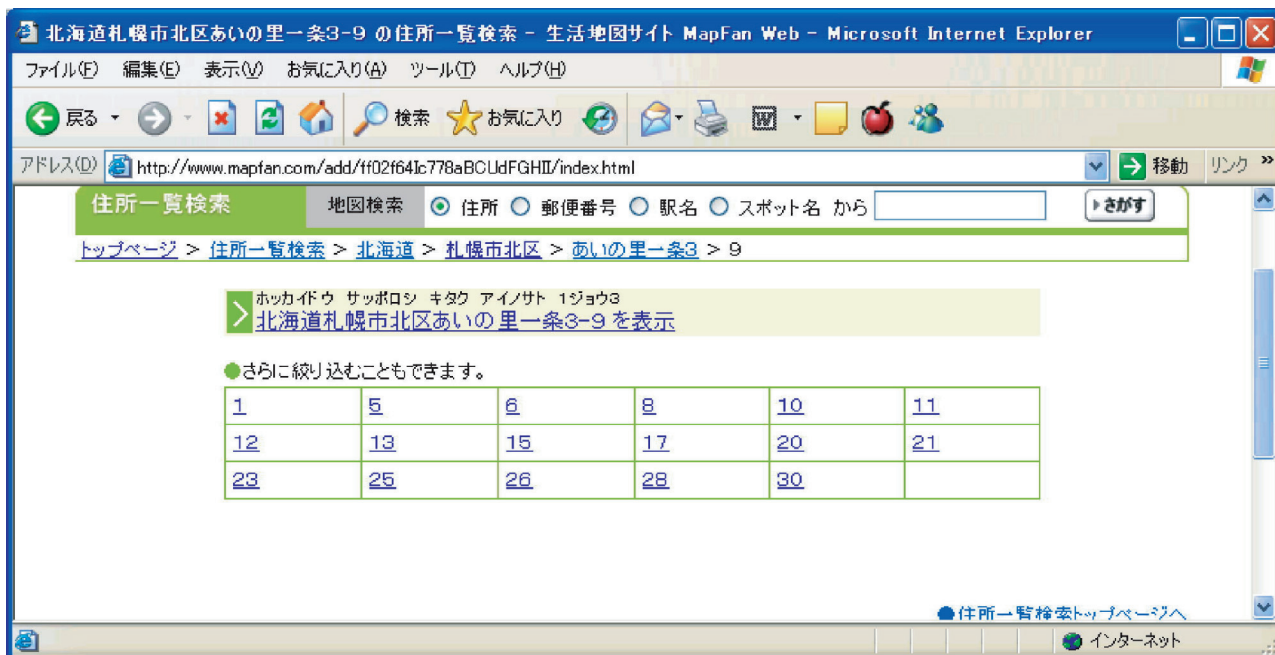


図1 MapFanWebの地図絞り込み画面の例

表1 道内の主なJR駅の日本測地系と世界測地系の差

駅名	日本測地系		世界測地系との差	
	緯度	経度	緯度	経度
稚内	452450.9	1414052.3	7.89962	-13.87739
士別	441011.4	1422330.4	8.49133	-13.83383
留萌	435625.7	1413919.6	8.49141	-13.54301
北見	434810.9	1435407.6	8.81235	-14.18867
旭川	434539.8	1422142.4	8.64714	-13.72901
根室	431927.5	1453513.7	9.19449	-14.66712
標茶	431745.2	1443644.8	9.09768	-14.35092
小樽	431141.1	1405950.4	8.70818	-13.19000
札幌	430358.0	1412116.0	8.78975	-13.27659
釧路	425916.8	1442309.6	9.20203	-14.22357
帯広	425455.9	1431223.1	9.08957	-13.82262
函館	414617.1	1404348.7	9.24290	-12.84409

この機能を利用して、北海道内を細かいメッシュに分割してメッシュの交差点での世界測地系とのずれをあらかじめ求めファイル化しておけば、メッシュ内の任意の地点の測地系の差を補間計算によって求めることができる。また、測地系一括変換ツールではできない世界測地系から日本測地系への変換もできる。そこで、本研究では測地系変換ツールの入力用データファイル生成ツール、国土地理院の測地系変換ツールの出力ファイルから測地系の差を生成するツール、及びメッシュ交差点での差からメッシュ内の緯度経度を補間計算するツールをそれぞれWindows上で作成した。なお、メッシュは北海道内が収まるサイズで生成した。表2にメッシュ間隔が60秒の場合と、30秒の場合の違いを示す。メッシュ間隔が狭いほど精度が向上し、内陸部では30秒メッシュのデータで十分な精度が出ることがわかる。また、内陸部での配送支援に限定すれば60秒メッシュでも精度は±1cm程度であり、実用上の問題はないと考える。ただし、メッシュ交点が海上になる場合は計算の精度が大きく悪化する場合があるので、海岸線専用のメッシュの細かいデータを追加して処理するなどの対策が必要である。

2.3 顧客の住所データと配送先地図の準備

試作アプリケーションを動作させ、検証を行うためには、配送先となる顧客の情報が必要になる。しかし、個人情報保護法により実物の顧客情報を利用することはできない。そこで、現実に存在している住所を元に情報を取得する方法として、インターネット上の地図サービスのひとつであるMapFanWebサイトの住所絞り込み機能を利用して住所データを作成した。なお、インターネットの地図サービスではデータの更新が頻繁に行われるので、最新の情報を利用できるという利点もある。配送先のサンプル地区として札幌市北区あいの里及び札幌市北区拓北地区を選定し、MapFanWebサイトの地図絞り込み情報を利用して、○条○丁目○番○号という住所データ7662件を作成した。さらに乱数によって動作

表2 測地系変換補間計算の精度

メッシュ間隔	60秒	30秒
内陸部の補間精度	±約 0.003秒	±約 0.00001秒
海岸、岬の補間精度	±約 0.2秒	±約 0.002秒
使用するファイル	119KB×26	476KB×26

検証用の顧客住所81件を抽出した。

顧客の配送先地図は顧客の住所を基にして取得した。MapFanWebサイトの住所絞り込みで顧客の住所を絞り込み、建物が表示されるよう細大ズーム（50m、以下50mズームと呼ぶ）にしてから、地図のメール送信機能で表示されるパソコン用地図画像を配送先地図として利用した（著作権はインクリメントP）。なお、地図サービスで表示される地図の利用には制限があるので、確認が必要である。

2.4 地図画像郭端の緯度経度の推定

GISで利用する地図画像は地図画像郭端の緯度経度情報を保有しているが、画郭端の緯度経度情報を保有していない地図画像を利用する場合もある。そこで、画郭端の緯度経度の分からない地図画像の画郭端の緯度経度を算出するツールを作成した。配送支援では一般に大縮尺の地図画像を利用することから、緯度経度を直角座標系とみなして扱っても大きな誤差にはならない。地図画像内の緯度経度は地図画像のジオコード情報を利用し、対応するピクセルの中心の緯度経度であるとする。画像内の水平、垂直でない2点の緯度経度と対応する画像上の座標情報が分かれば経度方向の1ピクセル当たりの経度、緯度方向の1ピクセル当たりの緯度がわかる。さらに地図画像のx方向、y方向の解像度が分かれば画郭端の緯度経度を求めることができる。さらにこれらの情報により、任意の緯度経度の地点の画像上の座標や、画像内の任意のピクセル中心の緯度経度を求めることができる。

2.5 配送先住宅主体地図の生成

50mズームの配送先地図は建物が表示されており、配送先の細かい状況を把握する用途に利用できる。図2に50mズーム配送先地図の例を示す。地図画像のファイルは9～15kb程度の容量（468×300のGIF画像）であり、配送先を中心とした横200m縦150m程度のエリアが収まる。

また、住宅前の道路が水平方向になるように50mズーム配送先地図を回転させた地図を50mズーム住宅主体地図と呼ぶことにする。住宅主体地図は道路から住宅を見た状況を理解しやすいことから、配送車両の進入方向や停車位置、ホームタンクなどの特定設備の位置などを記入することにより、現地での配送作業についての理解を深め、作業効率の向上を支援できる。50mズーム配送先住宅主体地図は9～15kb程度の容量（300×300のGIF画像）である。図3に50mズーム住宅主体地図の例を示す。

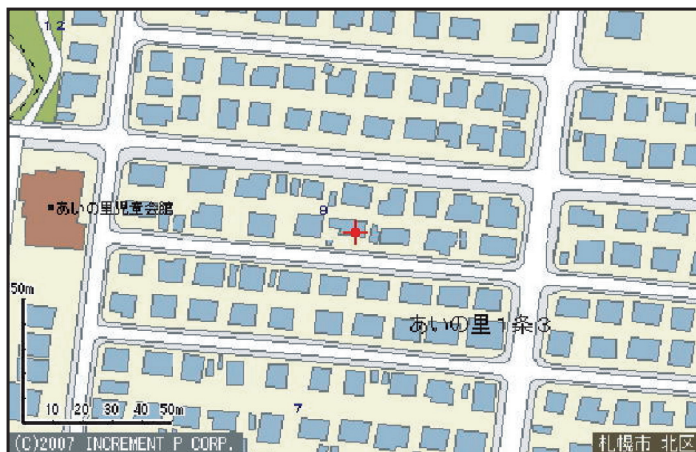


図2 50mズーム配送先地図の例



図3 50mズーム配送先住宅主体地図と配送情報登録例

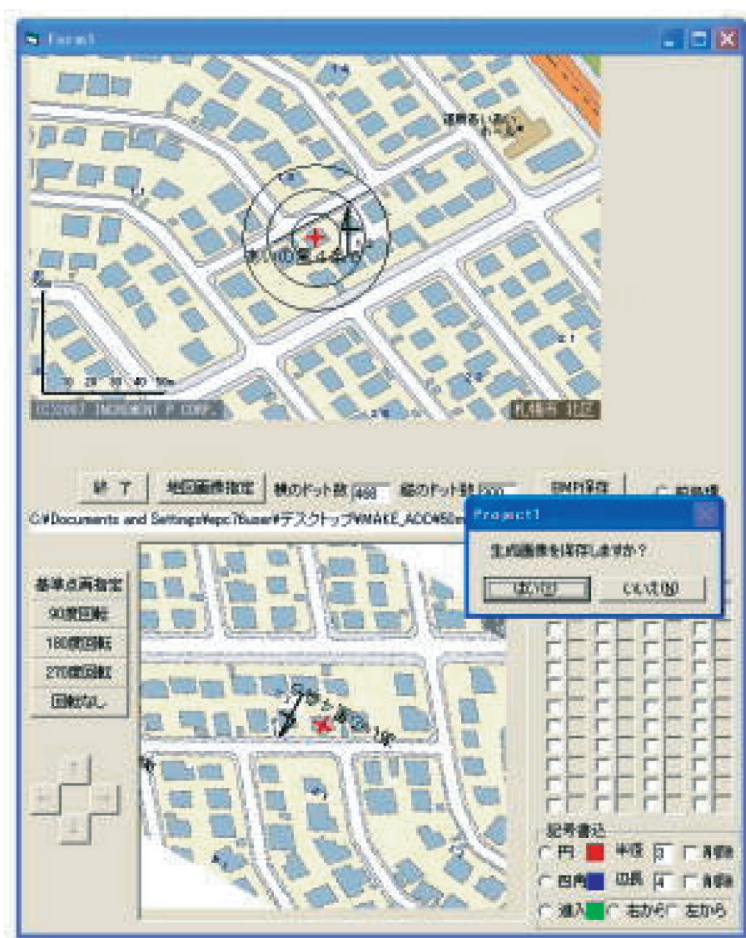


図4 50mズーム配送先住宅主体地図の生成と情報登録の画面の例

なお、配送先地図から配送先住宅主体地図を生成し、配送車両の進入方向などの付帯情報を登録するプログラムをWindows上で実装した。図4に実装したプログラムの画面の例を示す。上のウィンドウに50mズーム配送先地図が、下のウィンドウにそれを回転処理して生成した配送先住宅主体地図が表示されている。この後引き続き、車両進入方向や停車位置などの付帯情報の登録を行う。

3. 試作アプリケーションの設計と実装及び検証

配送車両の運転手に対して、配送先住宅主体地図によって配送先への車両進入方向や停車位置の提示を行うことを想定して、配送先リストの順に配送先の細かい状況を把握しやすい50mズーム配送先地図、より広い範囲を表示して、配送先の相対的な位置の把握を補助する100mズーム配送先地図及び配送先住宅主体地図を統合表示する機能、運転手が指定

した配送先の地図を表示する機能、事前に指定した配送ルートに従って配送経路のシミュレーションを行う機能などを設計し、Windows上で実装を行った。配送経路については別のシステムで生成した結果をデータファイルで受け取って利用することを想定しているが、動作の検証用として地図上で配送経路の通過点をクリックして配送経路のデータファイルを出力するプログラムをWindows上で実装して利用した。

図5は配送先地図の統合表示例である。左上が50mズーム配送先地図、左下が100mズーム配送先地図、右上が50mズーム配送先住宅主体地図である。この場合は南側から進入すればよいことを表している。なお、いずれの地図も配送先は図の中央に位置している（50mズームでは赤い十字、100mズームでは青いマーク）。一方、現在の配送先リストは顧客番号順であるが、効率的な配送順を決めることができれば、配送順に表示する機能を追加することは容易である。さらに、ウィンドウ右側の顧客選択ボタンを使って、運転手が希望する配送先地図を表示する機能にすることも可能である。

図6は配送通過地点による配送経路の表示例である。配送通過地点は動作検証用のプログラムで手動生成しているが、配送順も含めて最適な経路生成を行うシステムからの出力を利用することを想定している。図の中央が指定した通過地点であり、そこから伸びている2本の黒い線が次の二つの通過

地点を結ぶ線である。的確な配送経路を生成できれば、それに従って運転手に提示して効率的な配送を支援できることが確認された。

4. おわりに

オープンソースGISは今後低価格なGISシステムを構築する際の有力なツールになることが予想される。そこで本研究では、このようなオープンソースGISなどを用いてGISシステムを構築する際に有用なソフトウェア群を作成すると共に、試作アプリケーションを設計、実装し、動作の検証を行った。

サンプル地区を選定し、インターネットの地図サービスの情報を利用して顧客住所を生成し、配送先地図及び顧客住所ジオコードを準備した。緯度経度の測地系変換、地図画郭端の緯度経度の推定などの基本機能をWindows上で実装した。また、配送先住宅主体地図の生成、配送先への車両進入方向や停車位置などの登録機能を追加した。利用可能な機能を用いたアプリケーションを設計し、Windows上で試作し、動作検証用の配送データを用いて動作検証を行い、有用性を確認した。課題としては測地系変換での海岸線部分の補間精度の向上と、最適配送経路の生成が残されている。



図5 配送先地図の統合表示の例



図6 配送通過地点データによる配送経路の表示例

今後、本研究で得られた成果を基に、オープンソースGISエンジンを利用したアプリケーションの開発について企業支援していく予定である。なお、具体的な対象として医療機関情報、緊急医療情報、高齢者や障害者の位置確認など地図を利用した分野に活用が見込まれる。また、顧客管理機能などをカスタマイズすることにより、小規模な事業者でも利用可能なマーケティングツールなどの支援ツールへの活用が見込まれる。

引用文献

- 1) WebGISについて、 http://www.lasdec.nippon-net.ne.jp/com/gis/t_011.pdf