

GISとGPSを利用した農業の空間分析

—農林業センサスのダウンロードから土地利用図の作成まで—

Spatial Analysis of Agriculture with GIS and GPS: From Downloading Census of Agriculture and Forestry to Making Land Use Map

仁平 尊明*, 橋本 雄一*

Takaaki NIHEI* and Yuichi HASHIMOTO*

キーワード：農林業センサス, 基盤地図情報, GPS, フィールドワーク, GIS教育

Key words: census of agriculture and forestry, fundamental geospatial data, GPS, fieldwork, GIS education

I. はじめに

地理空間情報基本法の制定を背景に、様々な地理空間情報が社会的に普及してきた。最近では特に、政府機関が集計する統計資料と地図の公開が進んでいる(橋本, 2009)。例えば、農林水産省による農林業センサスの農業集落レベルのデータ(農業集落カード)は、従来のCD-R版は高額であり、その利用者も限られていたが、2005年の調査結果からは、GISで使用できる地図データを含めて、政府統計の総合窓口(e-stat)などのウェブサイトから誰でもダウンロードできるようになった。また、国土院による基盤地図情報は、道路線、建築物の外周線、標高などの様々な位置情報を含む地図データであり、電子国土ウェブサイトで公開が進行中である。

地理空間情報の社会における普及事例として、GPS(グローバルポジショニングシステム)による衛星測位が挙げられる。GPSは、カーナビゲーションの普及や携帯電話での装着義務化により、社会的に広く活用されるようになってきた(木村, 2009)。GPS機能に特化したハンディGPSも、移動ルートや標高を簡単に表示・記録できるため、登山や散策などでの使用が増えている。2010年

9月には、日本初のGPS衛星「みちびき」が打ち上げられ、GPS衛星からの電波を受信しづらかった場所(ビルの谷間や急峻な谷底など)でも、高い精度の位置情報が得られるようになった。

このような地理空間情報の社会的な普及に伴って、学部レベルの教育においてもGISとGPSを扱う必要性が高まっている。教科書的なGISの解説書として、高橋ほか(2005)が、GISの基本操作に加えて、人口、都市、農業などの地理学的なテーマ分けによる分析を説明しており、広く活用されている。同様に、佐土原ほか(2005)や大場(2003)などの入門書では、初めてGISを操作する学生や自治体関係者でも独習できるような分かりやすい内容を提供している。

しかし、これらの解説書の課題として、(1)基礎的操作から分析の事例まで一貫した説明が必要であること、(2)近年、政府機関がウェブサイトで公開するようになった統計や地図データの利用方法を解説する必要があること、(3)GPSを利用したフィールドワークの活用事例が必要であることなどが挙げられる。また、GPSによるフィールドワークとGISによる土地利用の分析に関しては、村山ほか(2001)と森本ほか(2003)

*北海道大学文学研究科/Graduate School of Letters, Hokkaido University, Japan

の成果があるが、これらは大学院レベルの教育を対象としたものであり、初心者にとっては操作方法が難しい箇所も見受けられる。

このような背景から本研究では、政府公開資料のダウンロードと地図化、GPSによるデータ収集、GISによる空間分析までを統合して、その手順を詳細に解説することを目的とする。具体的には、政府公開資料としては、農林業センサス・農業集落の統計と地図、および、基盤地図情報の利用方法を解説する。また、GISによる空間分析としては、ハンディGPSを使用した農業的土地利用の作成を解説する。これらの解説では、大学の学部での教育に使用できるように、GISの初心者を対象として、操作の手順を出来る限り詳細に記述することに留意する。

また、GPSで土地利用図を作成する利点は、土地利用のデータを迅速に得られること、GISソフトや基盤地図情報などの政府公開資料との連携が容易になることである。また、上空が開けた農地で実施する農業的土地利用の調査は、建物が多い中心市街地や樹木が密集する林地に比べて、GPSの受信精度が高まることも利点である。また、第2次産業や第3次産業の土地利用とは異なり、農業的土地利用は年、季節、月、旬という時間スケールでめまぐるしく変化する。既存の空中写真や地形図から、このような栽培作物の変化を読み取るのは困難である。GPSによって迅速に複数の土地利用図を作成することが出来れば、農業地理学を初めとする研究に大いに活用できる。さらに、横山(2001)のラオスや、丸山・仁平(2005)のブラジルでの研究事例のように、GPSを用いたフィールドワーク方法論は、地図の入手が困難な地域においても有効である。

研究の手順と方法の概略は、まず、第II章では、(1)政府統計の総合窓口ウェブサイト(e-stat)から、農林業センサス・農業集落の統計表と境界データ(農業集落地図データ)をダウンロードすること、(2)境界データをArcGISのArcMap(バージョン10)で表示して、座標系を設定すること、(3)集落名や縮尺などの基本的な地図情報を表示することである。ここで事例とする地域は、札幌市に隣接し、小麦の産地として知られる江別市とする。また、GISの初心者に対

象とするため、ファイルを保存するフォルダやファイル名までも例示することにする。

第III章以降は、第II章で作成した農林業センサス農業集落地図を元にして、土地利用図を作成・分析するまでの方法を説明する。その手順は、(1)比例シンボルで分布図を作成すること(第III章)、(2)基盤地図情報をダウンロードしてArcMapで表示させること、(3)(1)と(2)の結果を踏まえて、フィールドワークを実施する地点を選定すること(ここまで第IV章)、(4)GPSを携帯してフィールドワークを実施すること、(5)ArcMapにより農業的土地利用図を作成し、区画ごとの面積を計測することである(ここまで第V章)。また、本研究ではArcGIS以外は、無料で使用できるソフトを利用する。

II. 農林業センサスのダウンロードと ArcMap による地図表示

1. データのダウンロード

農林業センサスは、農業の実態を把握するための最も基本的な調査である。日本においては、1950年から5年ごとに実施されているが、その正確な名称や調査項目は実施年によって異なるため、検索や資料の表記では注意が必要となる(仁平, 2004)。農林業センサスの冊子体は、農林統計協会により発行されてきたが、近年では「政府統計の総合窓口(e-stat)」からデジタルデータが提供されるようになった。農林業センサスの市区町村レベルのデータは、2005年と2000年の調査結果に限り(2011年1月現在)、政府統計の総合窓口から利用可能である(政府統計の総合窓口>主要な統計から探す>農林業センサス>2005年農林業センサス(または2000年世界農林業センサス)>第1巻 都道府県別統計書)。1995年以前の農業集落カードのGISによる分析は、橋本(2002)と橋本・川村(2004)によって発表されている。

ここでは、2005年農林業センサス・農業集落のデータをダウンロードして、ArcGISのArcMapでの地図を表示するまでの過程を説明する。作業フォルダは、「C:\...\ArcGIS\H17_AgriCensus」であり、ダウンロードするファイルや作業で作られるファイルは、すべてここに保存する。

境界データをダウンロードするためには、最初に統計表を選択する必要がある。ここでは、次章の作業で使用する小麦（冬小麦と春小麦）の栽培面積が含まれる統計表を選択する。境界データは、世界測地系平面直角座標系の Shape 形式を使用する。その理由は、（１）2002年の改正測量法の施行により、測量や地図が世界測地系に基づいて作成されること、（２）平面直角座標系は地図表示したとき地物の形状が現実に近いためである。

その手順はまず、政府統計の総合窓口ウェブサイト (<http://www.e-stat.go.jp/>) から、「地図で見る統計（統計GIS）」を選択し、次に「データダウンロード」をクリックすると「統計表検索（ダウンロード用）」のサイトに入る。さらに「Step 1：統計調査（集計）」を選択し、「2005年農林業センサス－農家（総数）（農業集落）」を選択して、次いで「Step 2：統計表を選択（複数選択可能）」の「販売目的で作付けした作物の作物別作付（栽培）経営個体数と作付（栽培）面積（園芸作物以外）」のチェックを入れる。そして、画面右下の「次へ」ボタンをクリックすると、「統計表各種データダウンロード」のページとなる（図1）。

このサイトで、「Step 3：地域選択」では、「都道府県」で「北海道」を、「市区町村（複数選択可）」で「01217 江別市」を選択する。さらに、その下にある「検索」ボタンをクリックすると、画面右側の「Step 4：データダウンロード」にダウンロード可能なデータ一覧が表示される。ここで表

示されるのは、「統計データ」（統計調査結果のカンマ区切りのテキストデータ）と「境界データ」（GISで利用するために必要な統計データ）である。境界データは、測地系が日本測地系と世界測地系、座標系が平面直角座標系と緯度経度、ファイル形式が Shape 形式と G - XML 形式を選択できる。ここでは先述した理由と ArcMAP にすぐに取り込めることから、世界測地系平面直角座標系・Shape 形式をダウンロードする。

ダウンロードしたのは、統計データが「tblT000310C01217.txt」、境界データがフォルダ「A005002092005XYSWC01217」（圧縮データを解凍したもの）である。このフォルダの中には、4つのファイル（agri01217.dbf, agri01217.prj, agri01217.shp, agri01217.shx）がある。これらが江別市の農業集落を示す境界データの Shape ファイルである。

2. データの追加と座標系の設定

ここでは ArcMap により、先にダウンロードした 2005 年農林業センサス・農業集落の境界データを地図化する。まず、ArcMap を起動すると、「はじめ」もしくは「新規ドキュメント」のウィンドウが表示される。ここで「新規マップ」－「マイテンプレート」をクリックして、「空のマップ」を選択してから、「OK」ボタンを押すことで、作業が始まる。

次に地図の座標系を設定する。ArcMap 画面の左にある「コンテンツ」の「マップレイヤ」を右クリックし、現れたメニューから「プロパティ」を選択すると、「データフレームプロパティ」ウィンドウが表示される。その画面のタブメニューで「座標系」を選択してから、「座標系選択：」－「定義済み」－「日本周辺の投影座標系」－「平面直角座標系」－「日本測地系 2000（JGD_2000）」とフォルダを開いていく。ここで平面直角座標系の第1系～第19系が表示されるので、江別市が該当する「平面直角座標系 第12系（JGD_2000）」を選択する。すると「現在の座標系：」画面の1行目に「JGD_2000_Japan_Zone_12」と表示されるので、「OK」ボタンを押す（図2）。

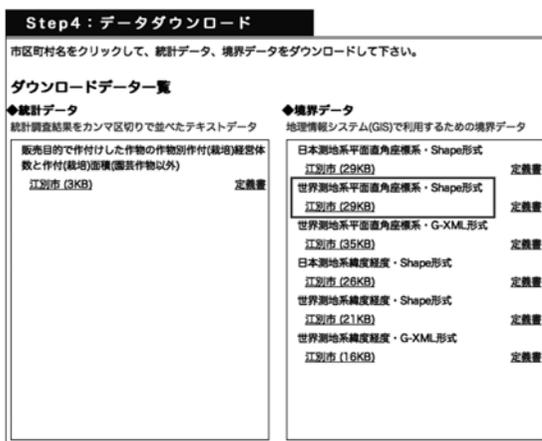


図1 政府統計の総合窓口の統計表選択画面（農林業センサス）



図2 データフレームプロパティにおける座標系の設定

3. 地図の表示

ここでは、先にダウンロードした江別市の境界データを表示する。まず、ArcMapのメインメニューの「ファイル」-「データの追加」を選択し、そのサブメニューで「データの追加」を選ぶと、「データの追加」ウィンドウが現れる。ここで、フォルダ「A005002092005XYSWC01217」の中にある「agri01217.shp」を選択し、「追加」ボタンをクリックすると、江別市における農業集落が描画される。

次に、表示された地図にスケールと方位記号を入れる。メインメニューの「表示」-「レイアウトビュー」を選択する。メインメニューの「挿入」-「方位記号」をクリックすると、「方位記号選択」画面が現れる。ここではそのまま「OK」をクリックする。次に、「挿入」-「縮尺記号」をクリックすると、「縮尺記号選択」が現れる。ここではそのまま「OK」をクリックする。画面に現れた方位記号と縮尺記号を、ツールバーの黒い矢印「エレメント選択」ツールで選択して、地図に重ならない見やすい位置に移動する。エレメント選択ツールで縮尺記号を右クリックし、プロパティを

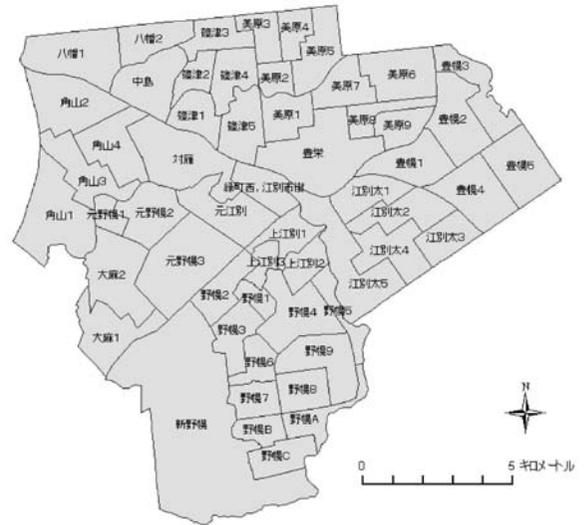


図3 ArcMapで表示した江別市の農業集落

選択すれば、「Scale Line プロパティ」画面が表示されるので、縮尺記号の表示を見やすいように変更する。

さらに農業集落名を表示させるには、メインメニューの「コンテンツ」ウィンドウの「agri01217」を右クリックして「プロパティ」を選択すると「レイヤプロパティ」画面が表示されるので、「ラベル」タグをクリックして、「このレイヤのラベルを表示」のチェックを入れる。文字列を「AGRI_NAME」に設定して、「OK」ボタンを押す（図3）。

ここで、これまで作成した地図を保存する。メインメニューの「ファイル」-「名前を付けて保存」を選択し、「C:\...\ArcGIS\H17_AgriCensus」に「Census.mxd」というファイル名で保存する。

Ⅲ. 比例シンボルによる分布図の作成

1. データの加工とテーブル結合

先にダウンロードした統計表「tblT000310C01217.txt」をエクセルで開く。その時に現れる「テキストファイルウィザード 1/3」の画面では、「基のファイル」-「932: 日本語 (シフト JIS)」を選択し、「次へ」をクリックする。「テキストファイルウィザード 2/3」では、「区切り文字」で「カンマ」のチェックを入れて、「完了」をクリックする。

統計表のファイルに空欄があるとテーブル結合

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	KEY CODE	PREF_NAM	CITY_NAM	KCITY_NAM	AGRI_NAM	T0003100C	T0003100C	T0003100C
2						水稲	作付	水稲
3						作付	陸稲	北海
4	121700001	北海道	江別市		八幡1	9	5201	...
5	121700002	北海道	江別市		八幡2	9	5106	...
6	121700003	北海道	江別市		中島	7	6167	...
7	121700004	北海道	江別市		篠津1	X	X	...
8	121700005	北海道	江別市		篠津2	6	2837	...
9	121700006	北海道	江別市		篠津3	7	4104	...
10	121700007	北海道	江別市		篠津4	10	6694	...
11	121700008	北海道	江別市		篠津5	8	3315	...



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	KEY CODE	PREF_NAM	CITY_NAM	KCITY_NAM	AGRI_NAM	T0003100C	T0003100C	T0003100C
2	121700001	北海道	江別市	nd	八幡1	9	5201	0
3	121700002	北海道	江別市	nd	八幡2	9	5106	0
4	121700003	北海道	江別市	nd	中島	7	6167	0
5	121700004	北海道	江別市	nd	篠津1	0	0	0
6	121700005	北海道	江別市	nd	篠津2	6	2837	0
7	121700006	北海道	江別市	nd	篠津3	7	4104	0
8	121700007	北海道	江別市	nd	篠津4	10	6694	0
9	121700008	北海道	江別市	nd	篠津5	8	3315	0
10	121700009	北海道	江別市	nd	美原1	8	3772	0

図4 農林業センサスの統計表の修正

(複数の表の関連づけ)が出来ない場合があるので、置換によって、「nd」などの適当な文字を入れておく。同様に、秘匿を示す「X」、栽培されていないことを示す「…」、データ無しを示す「-」などの値を、「0」(ゼロ)に変換する。さらに、データファイルの2行目を削除する(図4)。ここまでの作業を、「名前を付けて保存」-「Excelブック」を選択して、「tblT000310C01217.xlsx」という名前で保存する。

次にArcMapを起動し、メインメニューの「ファイル」-「開く」から先に保存した「Census.mxd」を開く。レイヤ「agri01217」を右クリックして、「プロパティ」を開き、「ラベル」のタグをクリックする。左上にある「このレイヤのラベルを表示」のチェックを外して、「OK」ボタンを押して農業集落名を隠す。また、メインメニューの「ファイル」-「データの追加」-「データの追加」ウィンドウから、「tblT000310C01217.xlsx」をクリックし、さらにワークシート「tblT000310C01217\$」を選択して、「追加」ボタンを押す。

さらに、コンテンツ画面の中にあるレイヤ「agri01217」を右クリックして、「属性テーブルとリレート」-「結合」を選択する。すると「結合」ウィンドウが現れるので、「1. 結合に利用する値を持つフィールド」で「Agri_Name」を

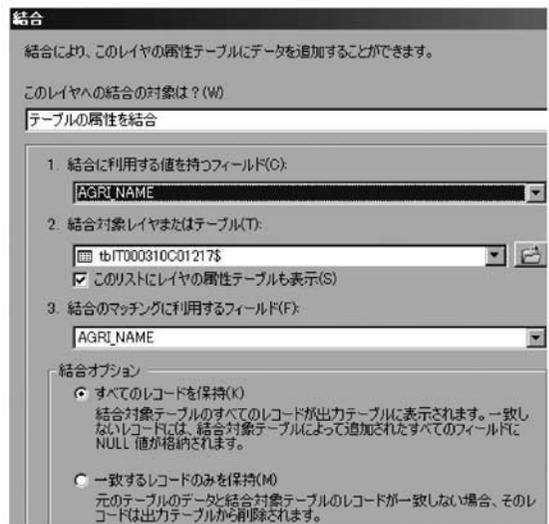


図5 テーブル結合の設定

選択する(図5)。さらに「3. 結合のマッチングに利用するフィールド」に「Agri_Name」が出てくるので、「OK」ボタンを押す。

2. 円グラフによる作付面積の描画

ここでは、江別市の農業集落における春小麦と冬小麦の作付面積を円グラフで作図する。まず、コンテンツ画面のレイヤ「agri01217」を右クリックし、「プロパティ」を選択する。「レイヤプロパティ」の画面で、「シンボル」タグをクリック

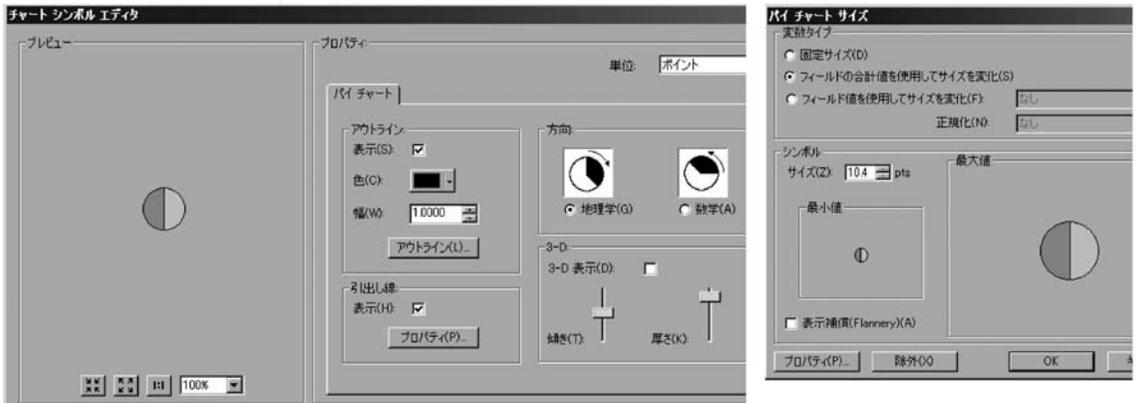


図6 円グラフの設定

する。左側の「表示」画面では「チャート」－「パイ」を選択し、「フィールド選択」画面では「T000310008」（小麦うち、春小麦（北海道）（作付面積））、「T000310010」（小麦うち、秋小麦（北海道）（作付面積））を選択する。さらに、「チャートをオーバーラップさせない」のチェックを外す。

この画面で「プロパティ」ボタンをクリックすると、「チャートシンボルエディタ」ウィンドウが現れるので、「アウトライン」－「表示」のチェックと、「方向」－「地理学」のボタンを入れる。さらに、「3-D」－「3-D表示」のチェックを外して、「OK」ボタンを押す（図6・左図）。つづいて「シンボル」タグが開いている画面で、「サイズ」ボタンをクリックすると、「パイチャートサイズ」ウィンドウが現れるので、「フィールドの合計値を使用して、サイズを変化」のボタンを入れる。また、シンボルのサイズを10.4 ptsに設定して「OK」ボタンを押す。「シンボル」タグが開いている画面でも「OK」ボタンを押す（図6・右図）。シンボルのサイズを10.4 ptsとしたのは、凡例に出てくる円グラフの大きさがちょうど5,000 haとなり、地図が読みやすくなるためである。

次に凡例を描画する。メインメニューの「挿入」－「凡例」を選択すると、「凡例ウィザード」ウィンドウが出る。次に、メインメニューの「挿入」－「凡例」を選択すると、「凡例ウィザード」ウィンドウが出る。「凡例に含めるレイヤの選択」で「agri0127」が選択されているのを確認して「次へ」をクリックする。次の画面で、「凡例タイトル」の文字を「凡例」から「作付面積 (ha)」に

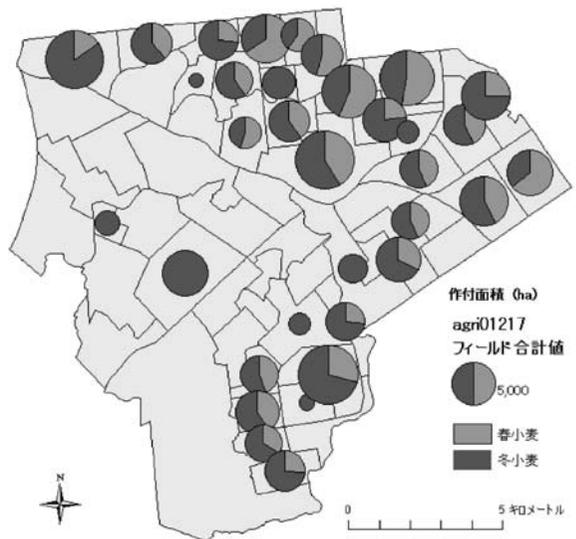


図7 江別市における小麦の作付面積（2005年）

変更する。同時に「凡例タイトルのフォントプロパティ」では、「サイズ」を「10 pt」へ、フォントを「MSゴシック」へ変更して、「次へ」をクリックする。次からの画面は、すべて何もせずに「次へ」または「完了」を選択する。ここでフォントを変更するのは、イラストレーターなどの描画ソフトで地図を修正する場合、文字化けするのを防ぐためである。

すると地図の中央に凡例が現れるので、ツールバーの「エレメント選択」ツールで適当な位置に移動する。さらに、コンテンツ画面の文字「T000310008」を「春小麦」に、「T000310010」を冬小麦に変更すると、凡例の文字も変更される（図7）。以上までの作業をしたファイルを、

「Wheat.mxd」という名前前に保存する。凡例に複数の円グラフを表示させる必要がある場合は、AI形式(イラストレーター形式)などで出力して、描画ソフトで修正する必要がある。

IV. 基盤地図情報の表示と対象地域の選定

1. 基盤地図情報のダウンロード

ここでは北海道江別市における縮尺レベル25,000の基盤地図情報をダウンロードして、地図を表示するまでの手順を説明する。ここでの作業用フォルダとして「C:\...\ArcGIS」の中に「Kiban」というフォルダを作成し、ダウンロードするファイルや作業で作られるファイルは、ここに保存する。ここで縮尺レベル25,000の基盤地図情報を選択する理由は、本項の執筆時点(2011年1～6月)において、江別市の縮尺レベル2,500の基盤地図情報は提供されていないためである。

まず、国土地理院の基盤地図情報のダウンロードサイト(<http://fgd.gsi.go.jp/download/>)を開き、「ダウンロードファイル形式選択」の中から「基盤地図情報 縮尺レベル25,000」の「JPGIS形式」をクリックする。ダウンロードする項目を指定するページが開くので、取得する基盤地図情報の都道府県と市区町村を選択する。ここでは、「北海道」の十字ボタンをクリックし、道路線、水崖線、建築物の外周線の3項目をチェックして、「選択して次へ」ボタンを押す。

次の「ダウンロードファイルリスト」画面では、ファイル容量を小さくするために、江別市の市域が含まれるファイルだけをダウンロードする。具体的なファイル名は、FG-JPS-01-06-Z002.zip(道路線)、FG-JPS-01-10-Z001.zip(水崖線)、FG-JPS-01-11-Z002.zip(建築物の外周線)、FG-JPS-01-11-Z003.zip(建築物の外周線)である。

2. 基盤地図情報のShapeファイルへの変換

ダウンロードした基盤地図情報のファイルはXMLドキュメントであるため、Shapeファイルに変換する必要がある。そのためには、「基盤地図情報ビューアー・コンバーター」を使用する。そのインストール方法は、基盤地図情報ダウンロードサービス(<http://fgd.gsi.go.jp/download/>)に詳述されている。

基盤地図情報ビューアー・コンバーターがインストールされたら、そのメインメニューの「ファイル」から「新規プロジェクト作成」を選択する。「新規プロジェクト作成」ウィンドウが現れるので、「読み込むファイル」の「追加」ボタンを押す。すると「ファイルを開く」ウィンドウが現れるので「C:\...\ArcGIS\Kiban」を指定し、「ファイルの種類」を「基盤地図情報圧縮ファイル(*.zip)」とする。ここでシフトキーを押しながらFG-JPS-01-06-Z002.zip、FG-JPS-01-10-Z001.zi、FG-JPS-01-11-Z002.zip、FG-JPS-01-11-Z003.zipを選択して「開く」ボタンを押す。さらに「新規プロジェクト作成」ウィンドウの「OK」ボタンを押すと、メイン画面に、江別市の基盤地図情報が表示される。

ここでメインメニューの「コンバート」-「シェープファイルに出力」を選択すると、「シェープファイルデータへの変換」ウィンドウが現れるので、3つの要素(水崖線[WL]、建築物25,000[BldA]、道路線[RdEdg])にチェックを入れる。さらに、「シェープファイルデータへの変換」ウィンドウで、「直角座標系に変換して出力」のチェックをはずし、「OK」ボタンを押すと、シェープファイルへの変換が始まる(図8)。保存したファイルの中で、ライン(線)データは、水崖線の「WL.shp」と道路線の「RdEdge.shp」であり、ポリゴン(面)データは、建築物の「BldA.shp」である。

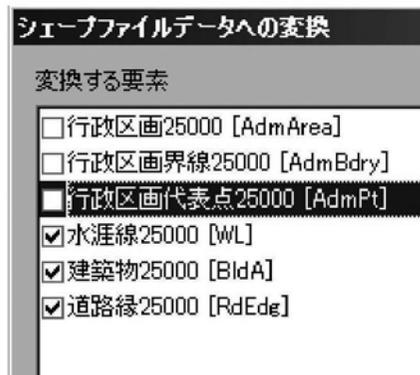


図8 基盤地図情報のShapeファイルへの変換



図9 基盤地図情報の表示と調査地点の選定

3. 基盤地図情報の表示と調査地点の選定

ArcMapを起動して、まず座標系を設定する(操作方法はII章2節を参照)。ここでは、「座標系選択:」画面で、「定義済み」-「日本周辺の地理座標系」とフォルダを開き、さらに「日本測地系2000(JSD2000)」を選択する。この操作により、ArcMapの画面で、カーソルを任意の場所に置くと、その場所の緯度と経度がウィンドウの右下に10進法で表示されるようになる。次に、先に保存した農業集落と基盤地図情報のシェープファイル(agri01217.shp, WL.shp, BldA.shp, RdEdg.shp)を開く。ここまでの作業を「Kiban.mxd」という名前で保存する。

次に、GPSで農業的土地利用調査を実施する地点を選定する。その基準は、作物の作付面積が広く、現地での移動が容易な地点とする。具体的には、まず、春小麦と冬小麦の作付面積が広い農業集落を選択し、次いで、複雑な地割りが無いこと、農地が卓越して宅地が少ないこと、主要道路に面していることなどを考慮した。その結果、調査地点を美原6の中でも、図9のA?D点に囲まれる範囲とした。この区画は、北海道殖民区画(中区画)の半分に相当する。ArcMapのツールバーにある「計測」で各辺の長さを計測すると267m×547mなので、その面積は1,460aとなる。

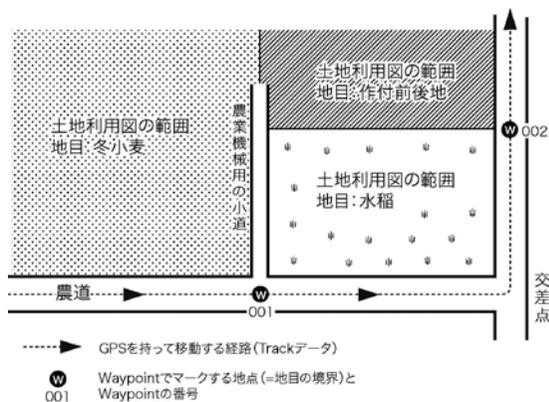


図10 GPSによるWaypoint記録の模式図

V. GPSによるデータ取得とArcMapへの取り込み

1. GPSによるフィールドワーク

GPS機能に特化したハンディGPSの利点は、動いた軌跡をTrackとして記録・表示できること、特定の地点をWaypointとして記録・表示できること、TrackのデータとWaypointのデータをパソコンで簡単に表示・保存できることなどである。特にWaypointは、土地利用図を作成する時に便利な機能である。筆者らは、Garmin社のハンディGPS(モデル名:LegendC)を使用した。また、フィールドワークを実施する際には、GPSの他にフィールドノート、地図、空中写真、カメラなども準備する必要がある。

GPSを携帯した土地利用調査では、土地利用の範囲を囲む農道を一周することで、その範囲のTrackデータ(軌跡)をGPSに記録する。その際、耕地の境界をWaypointとして記録する。例えば、図10のような土地利用があった場合、水田と冬小麦(秋蒔き小麦)の境界でWaypointの001、作付前後地と水田の境界でWaypointの002と記録する。

事例地域で10月下旬に実施した調査では、「作付前後地(小麦、とうもろこし、園芸用施設)」と「牧草」が確認できた。作付前後地でも作物名が分かるのは、耕地に残っている作物の一部を見て判断できるためである。また、小麦の場合、この時期に作付前後地になっている耕地が春小麦であり、すでに発芽している耕地が冬小麦である。さらに、牧草と冬小麦の違いは、畝の間隔が広いものが小

麦であり、畝が見えないほど密に植えてあるのが牧草地である。作物の名前が良く分からない場合は、近くで農作業をしている住民に聞いたり、作物名に精通した人にフィールドまで付いてきてもらう必要がある。

2. GPS データの出力と ArcMap への取り込み

ここでは、GPS に記録した Track と Waypoint のデータを ArcMap へ取り込むまでの手順を説明する。ArcMap には、起動中の GPS をパソコンに接続して、現在位置を地図上に表示させる機能が付いている。しかし、土地利用図の作成のように、Track と Waypoint データを下図として表示させる場合には、GPS のデータを緯度・経度情報としてファイルに保存できるソフトを使用したほうが便利である。ここでは、そのようなソフトとして、フリーソフトのカシミール 3D を使用する。カシミール 3D は <http://www.kashmir3d.com/> からダウンロード可能である。ここでは、パソコンへのインストールまでの手順は省略する。

まず、ハンディ GPS の背面にある USB コネクターに USB ケーブルを接続して、パソコンに接続する。カシミールを起動したら、メインメニューの「ファイル」-「通信」-「GPS からダウンロード」-「すべて」を選択すると、GPS からデータがダウンロードされる。次に、「編集」-「GPS データの編集...」を選択すると、「GPS データエディタ」が表示される。画面の左側に表示されているトラックのフォルダをクリックすると、右側にトラック名のリストが出てくるので、シフトキーを押しながら全てを選択する。GPS データエディタの「ファイル」-「選択した GPS データの書き出し...」により、GPS データを保存する。その際の設定は、「ファイル名」を「Track.txt」、「ファイルの種類」をテキスト形式の「Waypoint+ ファイル [*TXT]」、「緯度経度形式」を「DEG (ddd.ddd)」、「保存するデータを次の測地系に統一する」を「JGD 2000」とする (図 11)。GPS の Waypoint データも、ファイル名を「Waypoint.txt」として、同じ手順で保存する。

次に、保存した GPS のテキストファイルを ArcMap で読み取れるように修正する。ま



図 11 カシミール 3D による GPS データの書き出し

ず、保存した「Track.txt」をエクセルで開く。その際、先述の農林業センサスのデータ「tblT000310C01217.txt」と同様に、コンマ区切り形式で開く。オリジナルのデータは、属性を示す 1 行目に、Datum, J2000, J2000, 0, 0, 0, 0, 0 などと記入されている。緯度と経度を示す列の 1 行目の名前を、それぞれ「latitude」と「longitude」と変更し、他の列をすべて削除して、コンマ区切り形式の「Waypoint.csv」という名前で保存する。次いで「Waypoint.txt」についても、同様に加工して「Waypoint.csv」として保存する。

ここで、先に保存した Kiban.mxd を ArcMap で開く。メインメニューの「ファイル」-「データの追加」から「Track.csv」を選択する。コンテンツウィンドウの「Track.csv」を右クリックして、「XY データの表示」を選択し、X フィールドのテキストボックスに「longitude」、Y フィールドのテキストボックスに「latitude」という文字が表示されているのを確認して、「OK」ボタンを押す。「テーブルに Object - ID フィールドがありません」という警告が出るが無視する。すると、GPS で移動した軌跡が「Track.csv イベント」というレイヤで基盤地図情報の上に表示される (図 12)。同様に「Waypoint.csv」のファイルも地図上に表示させる。

このままでは地図が歪んで (殖民区画の道路が直行していないように見える) ため、投影座標系を平面直角座標系へ変換する。すると、目視によって道路に垂直な線を引く作業 (次章で解説) が容易になる。ここでは「座標系」タブの「座標系選択:」で「定義済み」-「日本周辺の投影

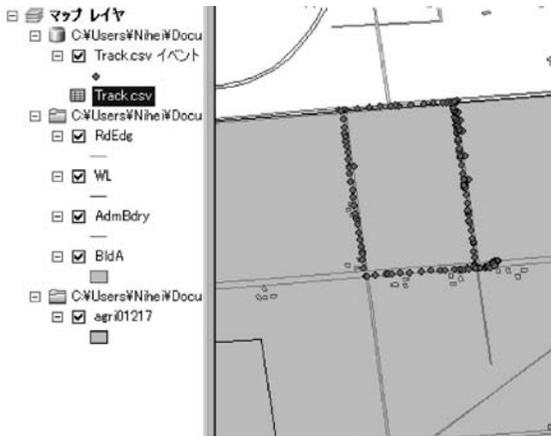


図12 ArcMapによるGPSデータの表示

座標系」 - 「平面直角座標系」 - 「日本測地系 2000 (JGD 2000)」 - 「平面直角座標系第 12 系 (JGD 2000)」をクリックして, 「OK」ボタンを押す。ここまで作業を「GPS.mxd」という名前で「C:\...\ArcGIS\ArcGIS\Kiban」に保存する。

VI. ArcMap による土地利用図の作成と分析

ここでは, ArcMap で地目の境界線を引いて, 土地利用図を完成し, さらに地目の面積を算定するまでを説明する。まず, 先の作業で作成した「GPS.mxd」を開き, GPS データが示されている箇所を拡大する。そのためには「Track.csv イベント」というレイヤを右クリックして, 「レイヤ全体の表示」を選択する。GPS の測位精度と基盤地図情報の測量精度の関係から, GPS の軌跡データと基盤地図情報の道路の間には 10 m 前後のずれがあるが, ここでは, 基盤地図情報で示される領域を GPS の軌跡データで区切ることによって土地利用図を作成する。

まず, 土地利用図の区画を描画するためのシェープファイルを新たに作成する。ArcMap と一緒にインストールされているアプリケーション「ArcCatalog 10」を起動し, 左側に見える「カタログツリー」画面から「C:\...\ArcGIS\ArcGIS\Kiban」を選択する。メインメニューの「ファイル」 - 「新規作成」 - 「シェープファイル」を選択すると, 「シェープファイルの新規作成」画面が出てくる。この画面では, 名前を「Landuse」, フィーチャタイプ「ポリゴン」として, 右下の「編



図13 シェープファイルの作成

集」ボタンを押す。すると「空間参照プロパティ」の画面が現れるので, 「選択」をクリックし, 「日本周辺の投影座標系」 - 「平面直角座標系」 - 「日本測地系 2000 (JGD 2000)」 - 「平面直角座標系第 12 系 (JSD 2000) .prj」を選択し, 「追加」, 「適用」, 「OK」ボタンを押す (図 13)。

次に, ArcMap での作業に戻る。新たに作成したシェープファイルの「Landuse.shp」を追加し, コンテンツ画面で「Landuse.shp」を右クリックして, 「フィーチャの編集」 - 「編集の開始」を選択する。右上の方に「フィーチャ作成」画面が出てくるので, 「Landuse」を選択する。その下には「作図ツール」が出てくるので, 「ポリゴン」(面データ)を選択する。

土地利用調査をした 4 点 (ABCD) を順にクリックしながら, 外枠を描いていく。その際, Waypoint.csv と Track.csv のチェックを外し, これらのレイヤを見えなくしておく。RdEdge(道路緑の情報)を表示させておくと, 道路の角地などに描画のポイントがスナップされるため, 作業が行いやすくなる (図 14・左)。ポリゴンの作成を終了するときには, クリックしたときにマウスの近くに現れる「フィーチャの作図」ツールバーの「スケッチ終了」をクリックする。

外枠を描いたら, そのポリゴンを分割していく。まず, Waypoint.csv と Track.csv のチェックを

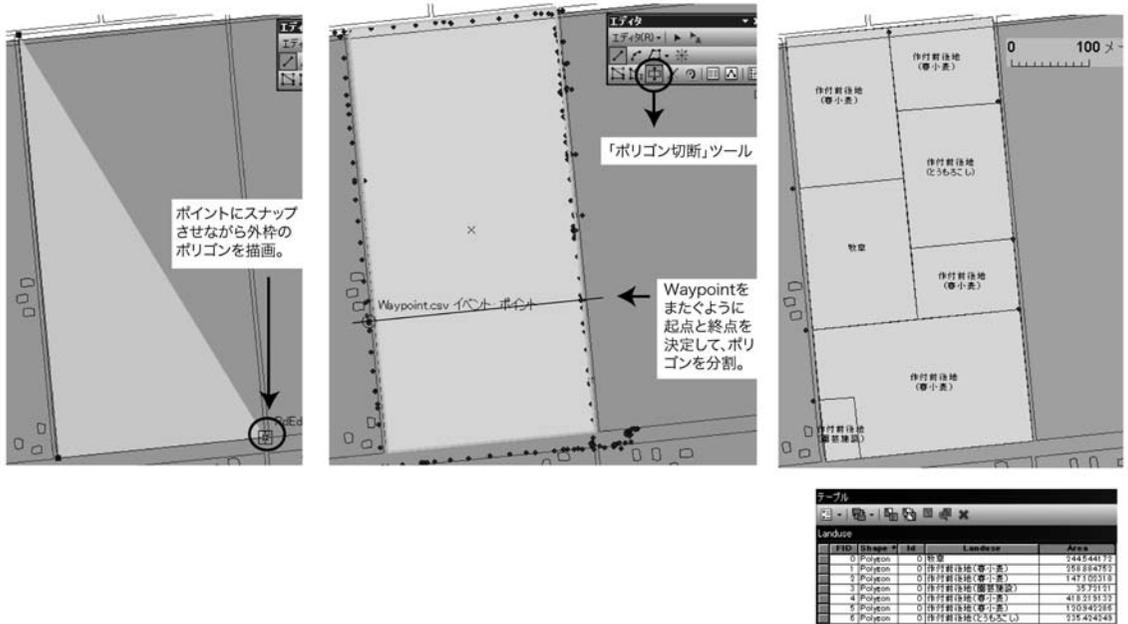


図14 土地利用図の描画と分析

入れて、両レイヤを表示させる。メインメニューの「カスタマイズ」-「ツールバー」から「エディタ」を選択する。さらに、「ポリゴン切断」ボタンを押して、ポリゴンを分割する。その際、分割するポリゴンをクリックして、アクティブにする必要がある。ポリゴンは、「ライン分割」ツールで引かれた直線によって分割されるが、その描画は、直線の起点、角度が変わる点、終点をクリックするだけである。直線の起点と終点は、フィールドで記録した下絵を見ながら、Waypoint.csvのポイントをまたぐように決定する(図14・中)。直線の終点は、終了したい描画を間違えたら、メインメニューの「編集」-「元に戻す」でやり直す。すべての区画を作成したら、「エディタ」ツールバーの「編集の終了」を選択し、「編集を保存」して、ポリゴンの編集を終了する。

さらに、地目が何の土地利用であるか分かるように、分割したポリゴンに属性を記入する。その手順は、まず、コンテンツ画面の中にある「landuse」を右クリックして、「属性テーブルを開く」を選択する。すると「テーブル」画面が現れるので、その左上に見える「テーブルオプション」ボタンを押して、「フィールドの追加」を選択する。フィールドの名前は「Landuse」と記入し、

タイプは「Text」を選択して、「OK」ボタンを押す。エディタツールバーの「編集の開始」を選択して、分割したポリゴンの一つを選択する。そのまま右クリックして「属性」を選択すると、「属性」ウィンドウが現れるので、Landuseの欄にフィールドワークで記録したメモを参考にしながら全ての属性を記入して、編集を終了する。

以上の手順で設定した土地利用の属性を地図上で表示させるためには、メインメニューの「コンテンツ」ウィンドウの「Landuse」を右クリックして「プロパティ」を選択する。すると「レイヤプロパティ」画面が表示されるので、「ラベル」タグをクリックして、「このレイヤのラベルを表示」のチェックを入れる。文字列を「Landuse」に設定して、「OK」ボタンを押す(図14・右)。ポリゴンにハッチを入れる場合などの地図デザインは、浮田・森(2004)や仁平(2001)などが参考になる。

最後に、土地利用図の区画の面積を算定する。コンテンツ画面の中にある「Landuse」を右クリックして、「属性テーブルを開く」を選択する。すると、「テーブル」画面が現れるので、その左上に見える「テーブルオプション」ボタンを押して、「フィールドの追加」を選択する。フィールドの

種類の名前は「Area」、フィールドのタイプは「double」とする。属性テーブルの右端に現れたAreaを右クリックして、「ジオメトリ演算」を選択する。ジオメトリ演算に関するメッセージが出るが、そのまま「Yes」ボタンを押すと、ジオメトリ演算の画面になる。さらに、プロパティに「面積」、単位に「アール[a]」を指定して、「OK」ボタンを押すと、Areaの行に面積が表示される（図22・下図）。以上までの作業を「Landuse.mxd」という名前で「C:\...\ArcGIS\Kiban」に保存する。地図の座標系が平面直角座標系でない場合、VBAスクリプトによってコマンドを入力して面積を計測する必要があるが、その手順は森本ほか（2003）に示される。

Ⅶ. おわりに

本研究では、主に学部レベルのGIS教育のために、政府公開資料のダウンロードと地図化、GPSによるデータ収集、GISによる空間分析までを解説した。政府公開資料としては、基盤地図情報と農林業センサス・農業集落統計表のダウンロードと地図表示、GISによる空間分析としては、GPSデータに基づいた土地利用図の作成と分析を解説した。

本研究で示した手順は一例であり、ここで紹介した地図化や空間分析を行うためには様々な方法がある。また、必ずしもArcMAPを使用しなくても、国土地理院で提供しているソフトを使用すれば、地図を表示させることは可能である。また、GPSによる土地利用調査でも、区画が複雑な地点などでは、従来のように紙地図をベースマップにした方が、安価に早く現地調査が出来る場合も多い。しかし、近年のインターネットを介した地理空間情報の整備の進み具合や、それらの社会的な普及を考慮すると、新しいデータや技術を教育でも積極的に取り入れていく必要がある。これらを念頭において、本研究では、これまで地理学や地域研究で行われてきた基本的な内容を、最新のデータとGIS・GPSを活用して提供することにした。

本研究では、政府資料とGISを利用した地理空間情報の分析という側面の一端を紹介したにすぎない。今後は、国勢調査の小地域と3次メッシュ、都市部での基盤地図情報、第2次・第3次産業の

施設分布、地質情報と土地利用の関連など、様々なテーマの解説が必要である。また、農村部においても基盤地図情報の2千5百分の1スケールが公開されると、国土情報ウェブマッピングシステムの空中写真との連携による分析も可能になる。

謝辞

本研究を進めるに際して、平成23～25年度科学研究費補助金・若手研究(B)「北海道における作物産地の存続に関する農業地理学的研究」(課題番号:23720398.代表:仁平尊明)、平成22～25年度科学研究費補助金・基盤研究(A)「フィールドワーク方法論の体系化」(課題番号:22242027.代表:村山祐司)、平成19～22年度科学研究費補助金・基盤研究(A)「商品化する日本の農村空間に関する人文地理学的研究」(課題番号:19202027.代表:田林 明)を使用した。

参考文献

- 浮田典良・森 三紀著(2004):『地図表現ガイドブック - 主題図作成の原理と応用 -』ナカニシヤ出版.
- 大場 亨(2003):『ArcGIS8で地域分析入門』成文堂.
- 木村圭司(2009):衛星測位の概念と歴史.橋本雄一編:『地理空間情報の基本と活用』古今書院,23-27.
- 佐土原聡・吉田 聡・川崎昭如・古屋貴司(2005):『図解! ArcGIS - 身近な事例で学ぼう』古今書院.
- 高橋重雄・井上 孝・三條和博・高橋朋一篇(2005):『事例で学ぶGISと地域分析 -ArcGISを用いて-』古今書院.
- 仁平尊明(2001):描画ソフトを用いた土地利用図の作成と分析.GIS-理論と応用,9,53-60.
- 仁平尊明(2004):農業政策に関する用語と新しいセンサス項目の解説.歴史と地理,578,28-36.
- 橋本雄一(2002):GISによる農業センサス集落カードの利用.北海道地理,76,25-36.
- 橋本雄一編(2009):『地理空間情報の基本と活用』古今書院.
- 橋本雄一・川村真也(2004):GISによる農業センサス集落カードの空間分析.北海道地理,79,51-68.
- 丸山浩明・仁平尊明(2005):ブラジル・南パンタナールのピオトープマップ-ファゼンダ・バイア・ポニータの事例.地学雑誌,114,68-77(口絵1).
- 村山祐司・森本健弘・田中耕市(2001):地理学専攻学生を対象としたGIS教育-土地利用分析を題材に-.人文地理学研究,25,77-100.
- 森本健弘・村山祐司・大橋智美・新藤多恵子(2003):GPSとGISを活用した土地利用調査と分析.人文地理学研究,27,107-129.
- 横山 智(2001):ラオス農村におけるGPSとGISを用いた地図作成.GIS-理論と応用,9,1-8.