

フィールド調査にもとづく地理空間データの取得・分析・可視化・公開 — 筑波大学キャンパスGISの構築を事例として —

村山祐司・橋本 操・ココルウィン

キーワード：空間可視化，人文地理学，地理データ，フィールド調査，GIS

I はじめに

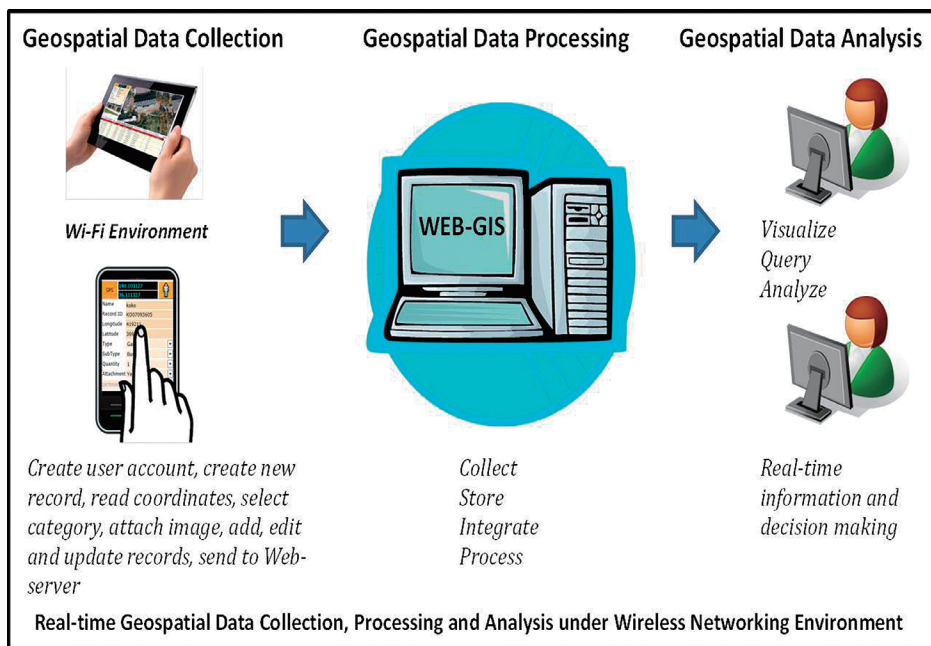
フィールド調査によって地理空間データを入手する場合、従来、取得したい事項・事象を現地で紙地図や調査票等に記入し、現地調査から戻った後、研究室でデジタルデータへの変換作業を行うのが一般的であった。ときにはデジタル化したデータを再度トレースすることもある。ある一定時間内に大量の地理空間情報を取得する際には、何人かで手分けせざるを得ず、調査者の間で、作業内容を綿密に打ち合わせることが欠かせない。ヒートアイランドの研究を例にあげよう。都市内の各所で気温を測定するには、多人数で手際よく行うことが要求される。気温の地域差が大きい夜明け前に観測を行うとすると、前もって調査者間で作業手順や測定方法など綿密な意思疎通が必要になる。フォーマットもそろえなければならない。パーソントリップ調査などでも同様な問題に直面する。たとえば、都市内の人の移動をとらえるには、各所に調査者を配置しなければならず、自ずと多くの人員が必要になってくる。

GISやGPSの技術は、このような作業を大幅に軽減させる可能性を秘めている。本稿では、フィールド調査の効率化を念頭に、地理空間データを系統的に収集するとともに、リアルタイムでそのデータを分析・可視化できるWebGIS（データ収集システム）について紹介する。本プロジェクト

では、筑波大学構内および周辺地域を事例に実証実験を行いながら、構築したデータ収集システムの有用性を検証した。さらに、収集した地理空間情報をもとにインターアクティブに地図表示が可能なWebGISを開発し、公開した。

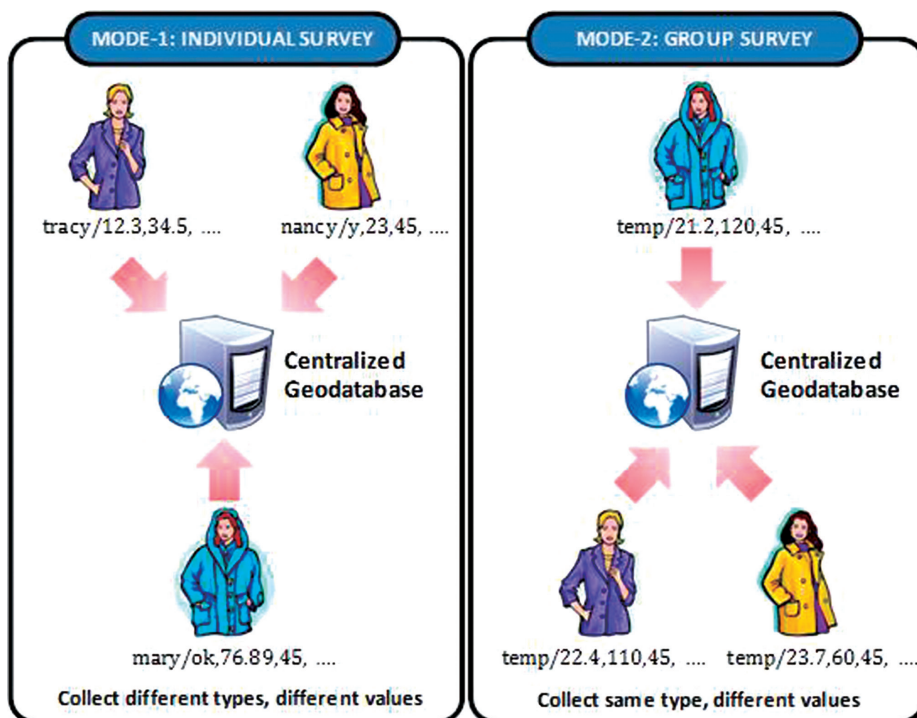
II フィールド調査にもとづく地理空間データの取得

このプロジェクトで構築した「データ収集システム」の概要は、第1図に示される。フィールド調査では、現在地を確認し、速やかに当該地点におけるデータを取得することが大切である。「データ収集システム」では、GPS付きのスマートフォンやタブレット端末により位置情報を取得する。GPSによる測位では10m程度の誤差が生じるので、必要に応じて、システムに組み込まれたデジタル地図を参照しながら現在位置を補正する必要がある（橋本ほか、2013）。調査者はGPS付のスマートフォンやタブレット端末を携帯し、現地でインターネットを通じてWebGISを立ち上げ、位置情報を取得しながら、調査結果を入力する。フィールド調査には、個人調査とグループ調査があるが、ここではグループ調査を行う（第2図）。本調査は、キャンパスの生活環境の向上をめざし、その基礎資料を得ることが目的である。その一環としてここでは、筑波大学構内および周辺地域を対象



第1図 データ収集システムの概要

(<http://land.geo.tsukuba.ac.jp/fieldgis2012/analyzer.aspx> より作成)



第2図 個人調査およびグループ調査

(Lwin and Murayama (2011) より引用)

に、ゴミの分布や駐車、駐輪状況などを調査する。

Type1: Garbage

SubType1: burnable

SubType2: unburnable

Type2 : Parking

SubType1: bicycle (illegal)

SubType2: motorbike (illegal)

SubType3: car

データ収集システムの概要を説明しよう。まず、このシステムを利用するには、アカウントの登録が必要である（第3図）。アカウントを得た後、現地でこのシステムを立ち上げると、第4図の画面が現れ、現地地点の位置情報が示される（Lwin and Murayama, 2011）。第5図は、調査者が放置自転車を見つけ、そのデータを入力する画面を表している。第6図は、調査者の作業状況を示したものである。放置自転車の状況をデジタルカメラで撮り、添付ファイルとして送信できる。

調査が進むにつれて、データが蓄積されていく

が、その状況は一覧表の形で調査者自身がチェック可能である（第7図）。調査者は自らが取得したデータだけでなく、ほかの調査者がどのようにデータを取得しているかもリアルタイムで確認できる（第8図）。第9図は取得したデータの集計結果である。ゴミの投棄は50(48カ所)で確認され、そのうち可燃ゴミが34(34カ所)、不燃ゴミが16(14カ所)であった（調査日は2012年11月26日）。

このデータ収集システムでは、取得したデータにもとづきマッピングや空間分析を行うことができる（<http://land.geo.tsukuba.ac.jp/fieldgis2012/analyzer.aspx>）。第10図はタイプ別の分布図を描画したものである。第11図は、放置自転車（左）とゴミの分布（右）をコロプレスマップとして描画した例である。いろいろな条件でデータを検索し、地図表示することができる。第12図は、watanabe が調査したデータの分布を示している。これは属性検査の例であるが、空間検索も可能であり、第13図は、特定の施設（この場合はアスレティックセンター）を中心に、半径537m以内に分布する対象物を表示したものである。この空間検索では、ゴミは13（13カ所）が存在し、このう

USER ACCOUNT CREATION

URL: <http://land.geo.tsukuba.ac.jp/testbed1>

- 1 Click on "Create Account" Tab
- 2 Type user name (minimum 3 digits)
- 3 Set passwords (minimum 3 digits)
- 4 Retype passwords
- 5 After finished, click "Continue"
- 6 Type user name and Log-In

Mobile Field GIS Log-In and User Account Creation

Log In Create Account 1

User Name: john 2

Password: ●●● 3

Confirm Password: ●●● 4

Create User

Mobile Field GIS Log-In and User Account Creation

Log In Create Account

Complete

Your account has been successfully created.

Continue 5

Mobile Field GIS Log-In and User Account Creation

Log In Create Account

User Name: john 6

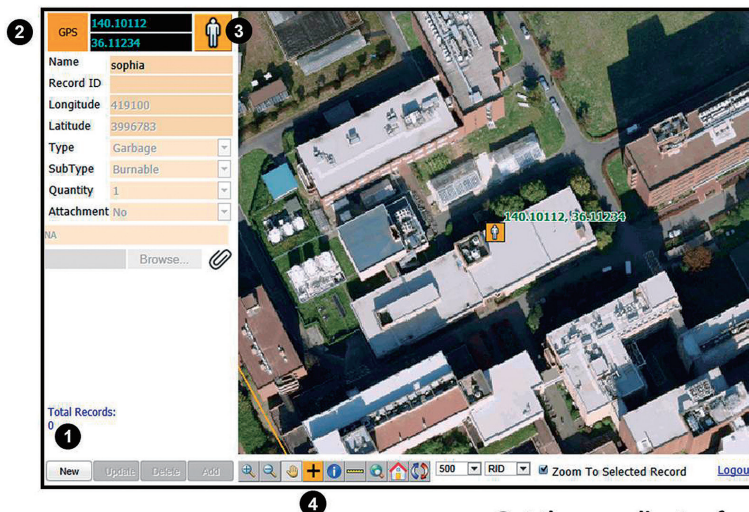
Password: ●●●

Remember me next time.

Log In

第3図 ユーザーアカウントの登録

注) 図中の①～⑥は、ユーザーアカウントの登録手順を示す。



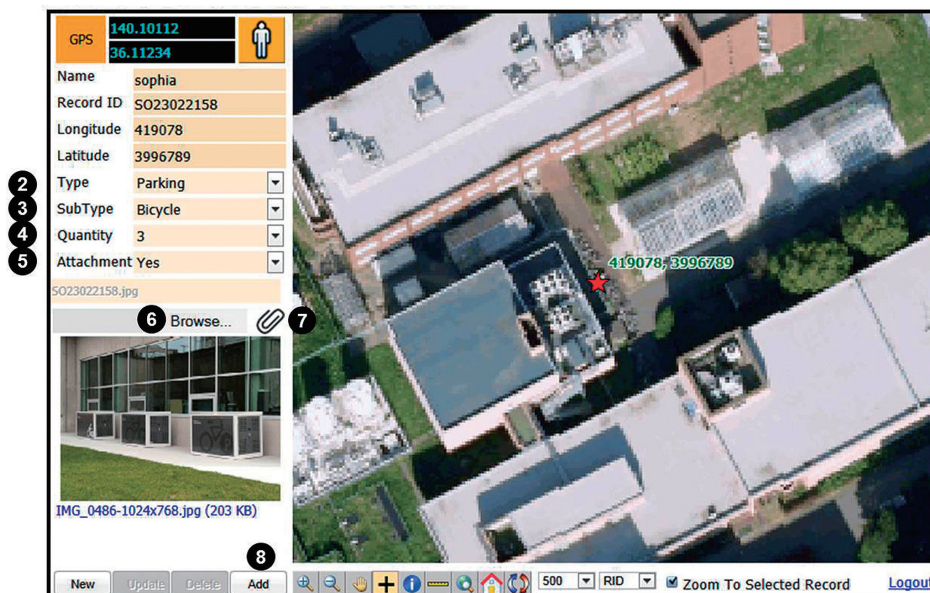
Create a New Record

① Click “New” to create a new record

Get the coordinates from 3 sources

- ② Built in GPS
- ③ Locate GPS positions in a map and Get from Garmin GPS (Manually enter)
- ④ Read from a Map

第4図 データ収集システムのメイン画面および現地点の位置情報の表示




② Select **Type**

③ Select **Subtype**

④ Select **Quantity**

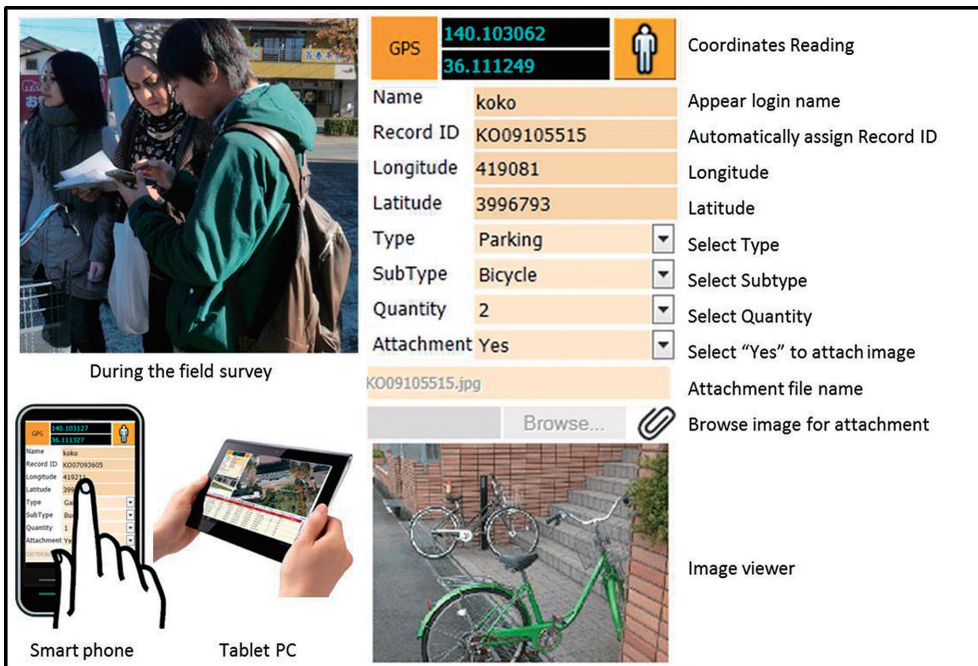
⑤ Set up attachment category

⑥ Click a **Browse** for file attachment

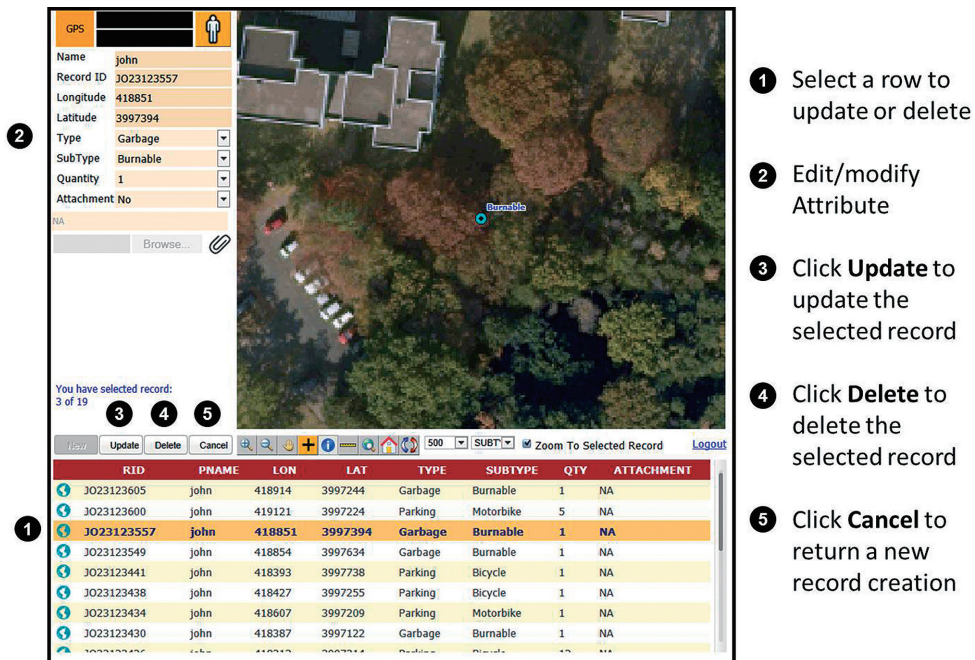
⑦ Click  to upload (Attach)

⑧ Click “**Add**” to add a new record

第5図 データの入力画面



第6図 データ収集作業の状況



第7図 データの蓄積と更新

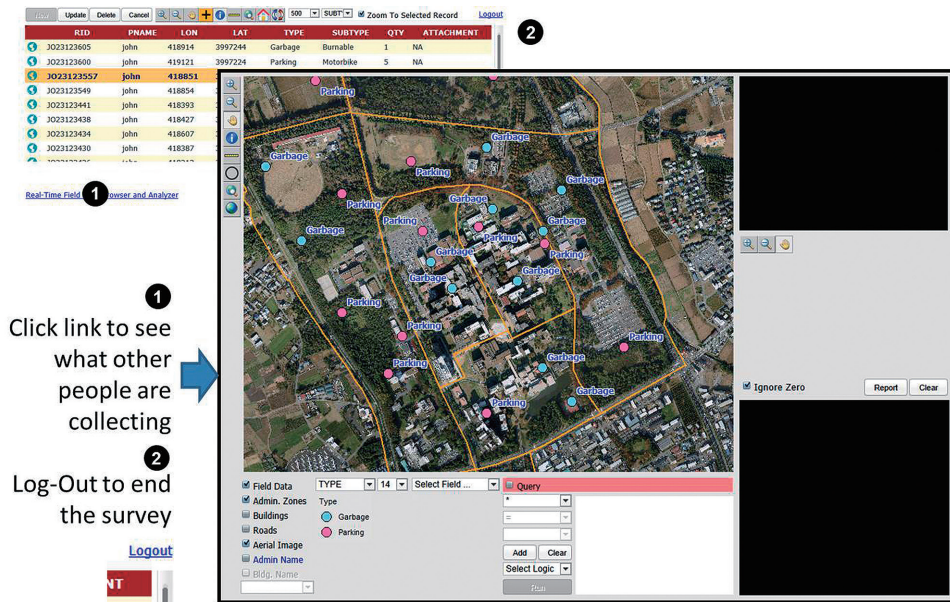
ち可燃ゴミは9（9カ所）、不燃ゴミは4（4カ所）が該当することが理解できる。取得したデータはシェープファイルとしてArcGISに取り込み、

高度な分析が可能である（Lwin and Murayama, 2011）。

本プロジェクトでは、フィールド調査の後、調

査者全員が集まり、ミーティングをもった(第14図)。フィールドワークで生じた問題点や課題、ゴミや放置自転車がどのような場所で発生するのか、これらを減らすにはどんな対策が考えられる

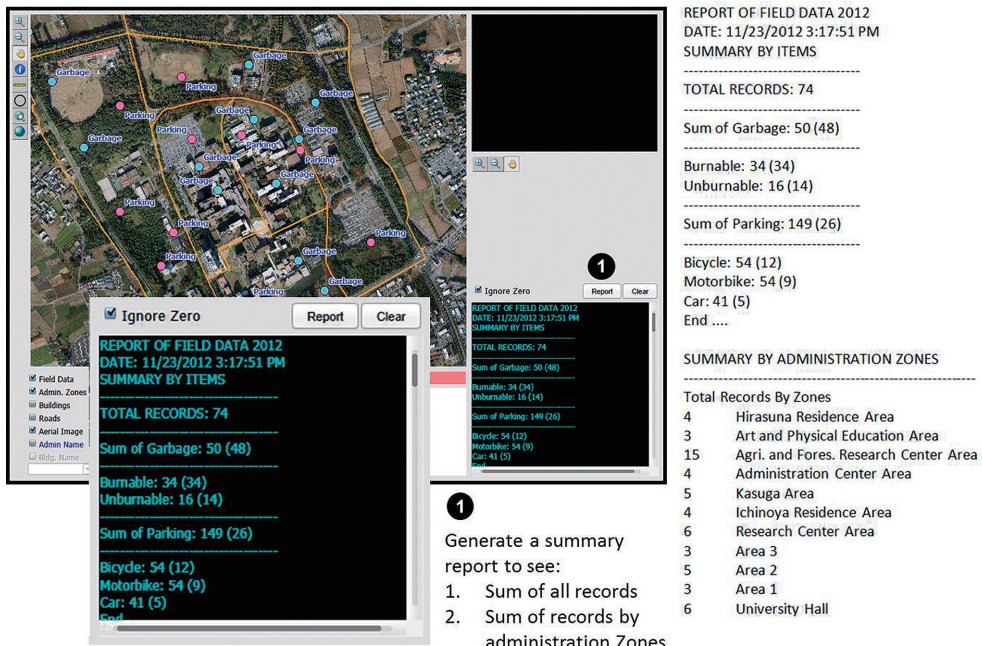
かなど、忌憚なくディスカッションし、意見を交換した。ミーティングを通して、的確な要因分析がなされ、それに基づき適切な対策や提言を行うことができる(Murayama and Lwin, 2013)。



① Click link to see what other people are collecting

② Log-Out to end the survey

第8図 メンバーの調査状況



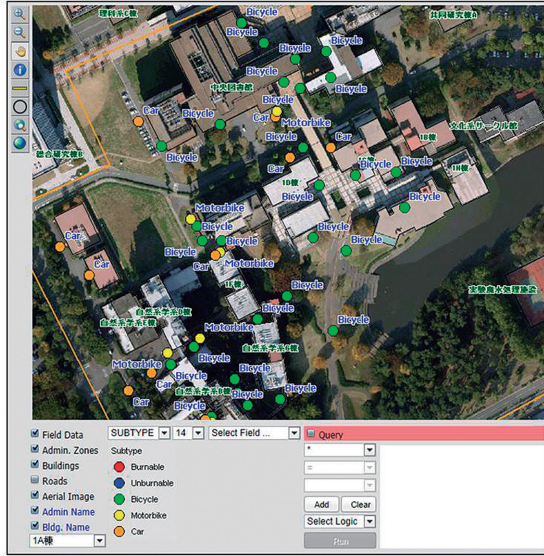
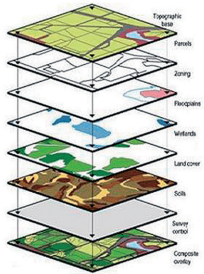
① Generate a summary report to see:

1. Sum of all records
2. Sum of records by administration Zones

第9図 取得したデータの集計結果

Modern GIS is based on traditional cartography But more analytical functions

- Feature Query
- Spatial Query
- Interactive Query
- etc.



Symbolization

- Symbol size
- Symbol color
- Symbol Field

Labeling

- By Name
- By Quantity

第10図 取得データのタイプ別分布図



Real-time



Thematic Mapping

- By value
- By category

第11図 取得データのコロプレスマップ表示

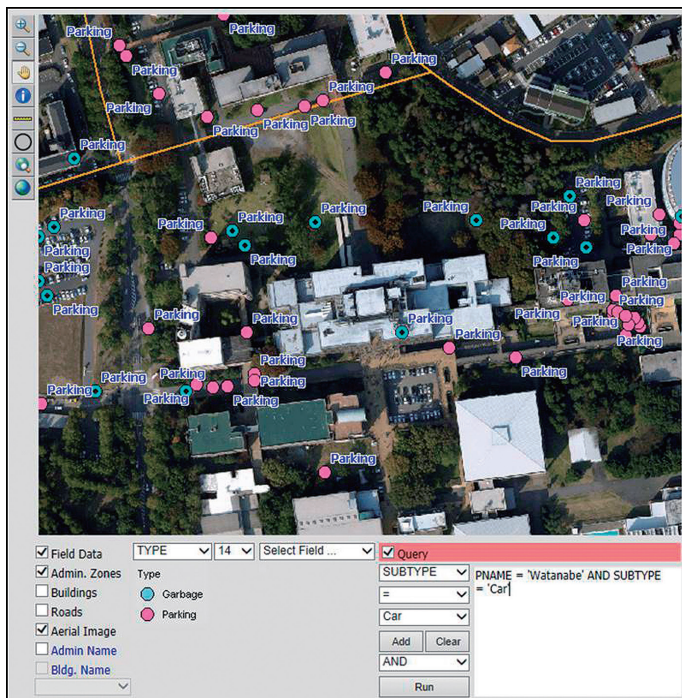
注) 左は放置自転車のデータ、右はゴミのデータ。

Ⅲ キャンパスGISの構築

筑波大学の空間情報科学研究室では、2010年4月から2014年2月にかけて、このシステムを用いてキャンパス内の自然環境、景観、交通、建物・施設、騒音や人の流れなど多種多様な地理空間情報の収集に努めてきた(橋本・村山, 2011)。これらフィールド調査による生のデータに加え、

大学が所有する既存の資料なども組み込み、筑波大学キャンパスGISと呼称するWebGISを構築し、公開した(<http://land.geo.tsukuba.ac.jp/campusgis/CampusGIS.aspx>)。

第15図は、筑波大学キャンパスGISが対象とする地域を示している。



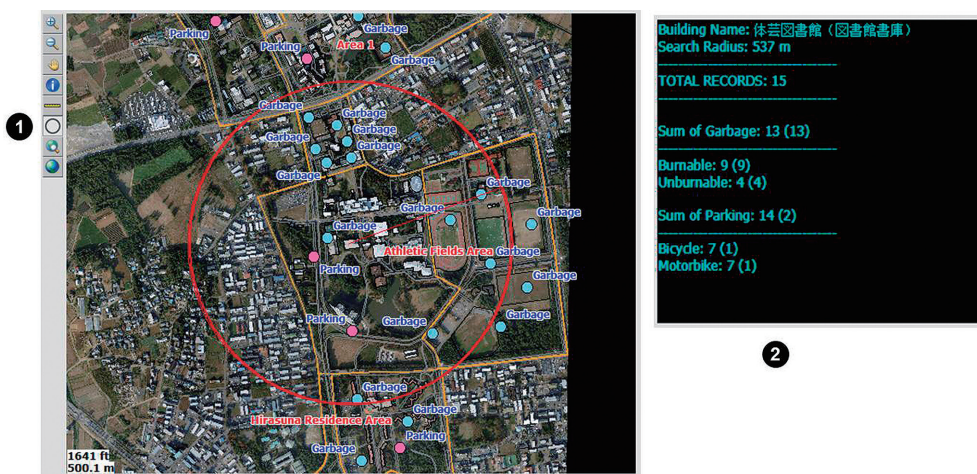
Feature Query

Using common SQL language to query the attribute value

PNAME = 'Watanabe'
AND SUBTYPE = 'Car'

第12図 属性検索の事例

注) Watanabe が取得したデータの属性検索.



- ① Click Circle tool to draw a circle and find the records inside the circle
- ② Search result will be shown in a text box

第13図 空間検索の事例 (半径537m内の分布状況)

Ⅲ-1 既存データの収集とGISデータの作成
大学キャンパスには、大学本部、施設部、各部

署が保有する地理空間情報が多数存在する。本プロジェクトでは、これらのデータを把握すること



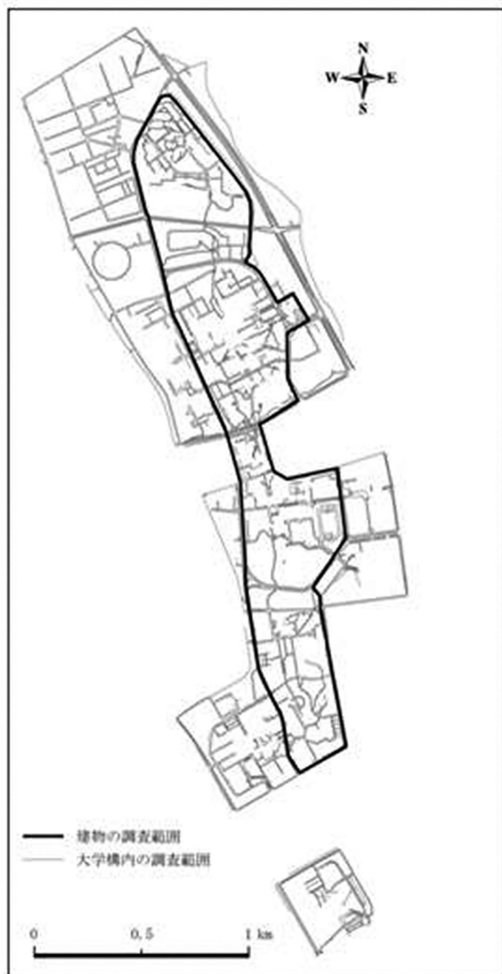
第14図 ディスカッションの様子

から調査をはじめた。第1表は筑波大学が所有する地理空間情報を示したものである(橋本・村山, 2012)。

筑波大学の施設部では、街灯、看板の場所をポイントで表示した地図、街灯の製品タイプと照明範囲および点灯と消灯時間、駐輪場の図面、建物内部の図面、地震被害図と被害写真、携帯電話の基地局の地図を所有している。ここでいう看板とは、大学構内の全体案内板(A, A'の2タイプ)、地区案内板(B)、建物定点板(E)、誘導板道路型(F)、誘導板ペデ型(G)、建物表示板(Y)を指す。これらは、番号で管理されている。街灯

についても、それぞれに管理番号が付けられている。また、建物内部の図面は、CADソフトで作成され、紙に印刷して管理されている。

駐輪場については、自転車の駐輪方法、自転車駐輪区画の1台あたりに必要な面積、駐輪区画への収容方法がタイプ別に図面で示されている。このデータから、自転車1台に必要な駐輪面積と駐輪方法、駐輪区画の種類によって収容できる自転車の数が計算できる。AED(自動体外式除細動器)と屋外非常用電話の情報は、学生生活支援室学生生活課が2010年4月に発行した『あなたのためのセーフティライフー快適な学生生活を送るた



第15図 筑波大学キャンパスGISの対象地域

めに-』の中にまとめられており、大学のHPでも公開されている（筑波大学 学生生活支援室 学生生活課，2010）。さらに、大学構内の自動販売機やレストラン、食堂、学生寮の関連情報については学生生活課が管理しており、設置場所や取引関係のある業者などの詳細なデータを所有している。

避難場所のデータは、筑波大学の災害対策本部で作成され、PDFで筑波大学のHPに公開されている（<http://www.tsukuba.ac.jp/topics/20110331203117.html>）。エリアごとの屋外避難所と屋内避難所のリストと地図に場所が示されている。

駐車場のデータは、筑波大学交通安全会が管理している。駐車場のデータは2種類あり、学内全体の駐車場の場所と各駐車場の収容台数、ゲート内駐車場とその他の駐車場の地図と各駐車場内を1台ずつの駐車スペースを区画ごとに分けた図面がある。これらは、Excelファイルの中に図面が引かれて記述されている。

植物のデータは、筑波大学農林技術センターが所有している。植樹年度、工事名、植栽、場所、地区、エリア、樹種、本数、木の高さ、圃場名を一覧表にまとめたものである。1976年度～1986年度に行われた工事の時に植栽された植物が対象であり、その前後のデータについては整理されていない。

サテライトとは、全学計算機システム（共通教育システム）により学内に約1,000台の端末を設置している実習室等のことである。サテライトの設備は、学術情報メディアセンターにより管理されており、筑波大学のHPに利用方法や管理状況、サテライトの配置図などが公開されている（<http://www.u.tsukuba.ac.jp/>）。

上述したデータは一般には知られておらず、基本的には非公開となっている。これらの項目については、大学の事務を通してその存在を確かめ、データを提供してもらった。しかし、公開できないデータについては、一部取得できなかったものもあった。さらに、大学の各部署が管理しているデータは、更新されていないデータもあったため、それらについては、フィールドワークにより修正を行った（橋本・村山，2012）。

これら既存のデータをもとに、ArcMapでポイントデータやポリゴンデータ（以下、大学設備データ）を作成した。GISデータを構築するに当たり、基本データとしてゼンリンの道路線（2008年）と建物情報（2008年）、航空写真（2006年）を使用した。大学設備データは、街灯および照射範囲のバッファデータ、AED、建物案内板、屋外非常用電話、避難場所、建物、駐車場、自動販売機、携帯電話の基地局、サテライト、避難場所、駐車場、交通事故、建物別受講生の人数の情報である（第

第1表 大学が保有する地理空間情報

データ名	所蔵部署	形式	種類	属性
街灯	施設部	PDF	地図, ポイント	管理番号, 製品タイプ, 照射範囲, 点灯と消灯時間
看板	施設部	紙	地図, ポイント	看板を7タイプに分類, 管理番号
駐輪場	施設部	紙	図面	駐輪方法 (m), 自転車駐輪区画の1台当たり所要面積標準値 (m ²), 駐輪区画への収容方法 (m)
建物	施設部	PDF	地図	建物名
建物内部の図面	施設部	CAD データ	図面	建物名, 階数, 建物内部施設 (教室) 名
地震の被害	施設部	紙	地図, ポリゴン, 画像	配置番号, 被害内容, 被害写真
携帯電話基地局	施設部	PDF	地図	建物名
AED	学生生活支援室 学生生活課	紙	地図, ポイント	ID, 設置建物名, 設置階
屋外非常用電話	学生生活支援室 学生生活課	紙	地図, ポイント	設置場所名, 設置番号
自動販売機	学生生活支援室 学生生活課	PDF	図面	建物別設置階数, 台数, 種類のリスト, 建物内部の設置場所の図面
サテライト	学術情報メディア センター	PDF	地図	建物名, 教室名, 端末数
避難場所	災害対策本部	PDF	地図	屋内避難場所名, 屋外避難場所名
駐車場	筑波大学 交通安全会	紙および Excel ファイル	地図, ポリゴン	学内の全駐車場の位置と, 各駐車場内を1台ずつ区分した図面, 各駐車場の契約台数.
植物	筑波大学 農林技術センター	Excel ファイル	一覧表	植樹年度, 工事名, 植栽場所, 地区, エリア, 樹種, 本数, 木の長さ, 圃場名, 備考
交通事故	学生生活支援室 学生生活課	紙	地図, ポイント, 一覧表	2009~2012年の事故の種類
建物別受講学生の人数	筑波大学 学生課	Excel ファイル	一覧表	2012年度1学期の月曜日~金曜日の各授業時間帯ごとの講義受講者の人数

注1) 駐輪場のデータは, 自転車の配置方法, 一台当たりの所要面積, 駐車区画の収容方法が図面で描かれている。
注2) PDFは, 地図を電子ファイルにしたものを指す。

2表)。これらは, 取得した情報をArcGISに入力することでGISデータ化を実現した。一部, 自動販売機と携帯電話の基地局の情報については, 情報が古かったり, 詳細でなかったため, フィールドワークにより適宜確認, 修正した。さらに, 建物の図面に関しては, CADデータを画像データに変換し, 各階(フロア)毎に閲覧できるようにした。

Ⅲ-2 フィールド調査によるデータの収集とGISデータの作成

次に, フィールド調査により収集したGISデータの作成を行った(第3表)。フィールドワークを行って収集すべきデータ(以下, 人文データ)については, 前述した大学内において存在が確認できたデータを参考にして決定した。

本プロジェクトで収集し, キャンパスGISで利

第2表 設備のGIS データ化

データ	種類	属性情報	GIS データ化の方法
街灯	ポイント	-	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
街灯の照射範囲	ポリゴン	-	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
AED	ポイント	①ID、②設置建物名、 ③設置階	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
建物案内板	ポイント	①ID、②写真	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
屋外非常用電話	ポイント	①設置場所名 (ID)	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
自動販売機	ポイント	①台数、②種類	フィールドワークにより一部修正し、取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
携帯電話基地局	ポイント、 ポリゴン	①携帯電話会社、②設置場所図面	フィールドワークにより一部修正し、取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
サテライト	ポイント	①教室名、②プリンター種類、③スキャナー部屋、④視覚障害者用PC、⑤開室時間	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
避難場所	ポリゴン	屋内・屋外	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
建物	ポリゴン	①建物名、②建物内部施設名、③建物内図面	ゼンリンマップを使用。建物名、内部施設のデータベースを作成。建物内部の図面を画像データに変換。
駐車場	ポリゴン	①名前、②収容台数、③タイプ	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
交通事故	ポイント	①年度、②事故の種類	取得したデータを基に、GIS ソフトに入力し作成。
建物別受講学生の人数	ポリゴン	①曜日、②授業時間、③段階別受講者の人数	取得したデータを基に、各建物の受講者人数を算出し、GIS ソフトに入力し作成。

注) AED の属性のID は、元データに基づき分類した。

用可能になっているデータと機能は、第16図に示される。このシステムでは、属性検索や空間検索が可能である。施設名を入力し、検索をかけるとその施設の位置が地図上に示される。その逆の操作もでき、地図上で施設をクリックするとその施設名が表示される。各種の条件検索も可能である。空間検索では、幾何学的特性を明らかにすることができる。

本プロジェクトでは、フィールド調査で得られたデータを空間可視化し、WebGIS で公開しているが、事例をいくつか示そう。第17図は、人の流れを表示したもので、8:30-10:00における北向き(左)と南向き(右)の流動量を示している。筑波大学は南北に細長く、その真ん中をペデストリアンが貫いている。これを中心に北の方向、南の方向、そしてネット(純流動)について時間帯別

(8:30-10:00, 10:00-11:30, 11:30-13:30, 13:30-15:00, 15:00-16:30, 16:30-18:30)に調査を行った。調査者は両手に数取器(カウンター)を持ち、北方向と南方向の通過人数を読み取った。大学キャンパスは人の密度が高く、時間帯によって一方向的な移動が起りやすい。

第18図は騒音の分布である。これは騒音を測定するスマートフォンのアプリケーション・ソフトウェアを用いて、フィールドワークによりデータを収集した。

放置自転車については、2012年11月に、GPSによりデータを取得した。平日と休日を対象とし、①8:00~10:00、②11:00~13:00、③14:00~16:00の3時期に区分した。平日と休日に分けたのは、大学の講義があるかないかによって、分布パターンが大きく異なるためである(第19図)。

第3表 人文情報のGIS データ化

データ	種類	データの取得方法	属性情報	GIS データ化の方法
ベンチ	ポイント	紙地図に記入およびGPSによりデータを取得.	人数	取得したデータを基に、GISソフトに入力し作成.
ごみ箱	ポイント	紙地図に記入およびGPSによりデータを取得.	-	取得したデータを基に、GISソフトに入力し作成.
レストラン・コンビニ	ポイント	紙地図に記入によりデータを取得.	店舗名	取得したデータを基に、GISソフトに入力し作成.
落書き	ポイント、画像	GPS 付きカメラによりデータを取得.	画像	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成.
歩道のダメージ	ポイント、画像	GPS 付きカメラによりデータを取得.	①被害内容、②画像	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成.
バス停・時刻表	ポイント、画像	GPS 及びカメラによりデータを取得.	①バス停名、②時刻表画像	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成。エクセルで時刻表を作成し、画像データに変換.
点字ブロック	ライン	紙地図に記入。GPS を補助として使用.	-	取得したデータを基に、GISソフトに入力し作成.
抜け道	ライン	ArcPad を使用し、データを入力.	-	Shape ファイルをArcPad で直接作成.
樹木	ポイント、ポリゴン	GPS によりデータを取得.	樹木の本数	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成.
放射線量	ポイント、ポリゴン	ガイガーカウンターで測定し、GPS で測定地点を取得.	放射線量	GIS で放射線量の密度分布を作成.
自転車置き場	ポイント	紙地図に記入。施設部による駐輪台数を取得.	台数	取得したデータを基に、GISソフトに入力し作成.
放置自転車	ポイント	GPS によりデータを取得.	①ID、②車種(自転車、バイク)③日にち(平日、休日)	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成.
建物	画像、3D	デジタルカメラによりデータを取得。GoogleMap の衛星画像、建物の高さのデータを使用.	-	Adbe Photo shop, Google Sketch Up(フリー) を使用し、3D データを作成.
住所	ポイント	道路の中心線を10m ごとに細分し、建物の主な出入口に住所を付与.	住所(道路名-番号)	GISソフトに入力し作成.
クラブ活動	ポイント	各クラブのHPよりデータを取得.	①種類、②名前、③部員人数、④活動日、⑤活動時間、⑥活動場所、⑦活動紹介、⑧URL	取得したデータを基に、GISソフトに入力し作成.
ジョギングコース	ライン、画像	GPS によりデータを取得。GPS 付きカメラによりデータを取得.	①距離、②コース名、③消費カロリー量、④画像	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成.
自転車道の傾斜	ライン、画像	GPS によりデータを取得。GPS 付きカメラによりデータを取得.	①ID、②傾斜、③長さ、④広さ	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成.
人の流れ	ポイント	各調査地点において、各時間帯に北および南に移動する人の数をカウント.	①方角、②時間帯	取得したデータを基に、GISソフトに入力し作成.
携帯電話の電波	ポイント、ポリゴン、ラスター	各計測値点において、スマートフォンのGPS 機能および電波の受信速度を計測するアプリケーションを使用し測定.	①場所(屋外、屋内)、②受信電波の感度	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成。作成したポイントデータから密度分析を行い、ラスターデータを作成.
騒音	ポイント、ポリゴン、ラスター	各計測値点において、スマートフォンのGPS 機能および騒音を計測するアプリケーションを使用し測定.	①場所(屋外、屋内)、②段階別音圧レベル	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成。作成したポイントデータから密度分析を行い、ラスターデータを作成.
水たまり	ポイント、画像	GPS によりデータを取得。GPS 付きカメラによりデータを取得.	①ID、②広さ、③深さ	GPX データを変換し、Shape ファイルを作成.
学生寮の居住人数	ポリゴン	各建物において、測定.	①世帯、②段階別居住者の人数	取得したデータを基に、GISソフトに入力して作成.

注) 樹木のデータは、可能な一部地域についてはポイントデータとして取得した。

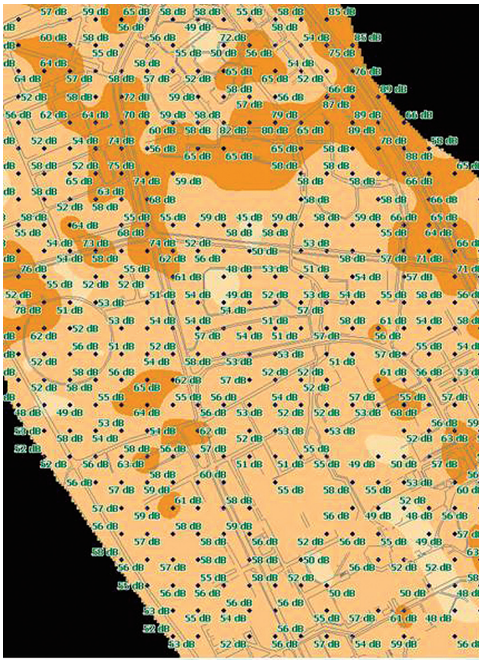


第16図 キャンパスGISにおけるデータの属性レイヤおよび機能



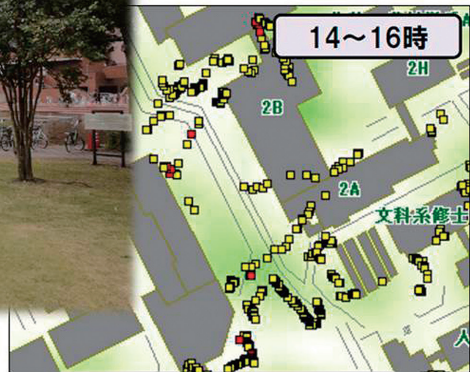
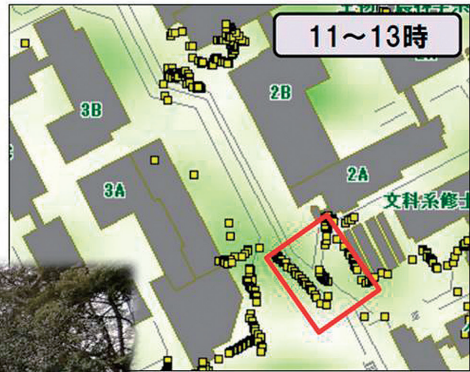
第17図 キャンパスGISにおける人の流れデータの可視化

注) 8:30~10:00における北向きの流動量(左)と南向きの流動量(右)。



第18図 騒音の分布

注) 左図は屋外, 右図は建物内.



第19図 放置自転車の時間帯別分布 (平日)

落書き、歩道のダメージについては、GPS付カメラで撮影し、位置情報と画像を取得した。

バス停については、位置をGPSで取得した。また時刻表はカメラで撮影した後、Excelで表にし、画像データに変換した。

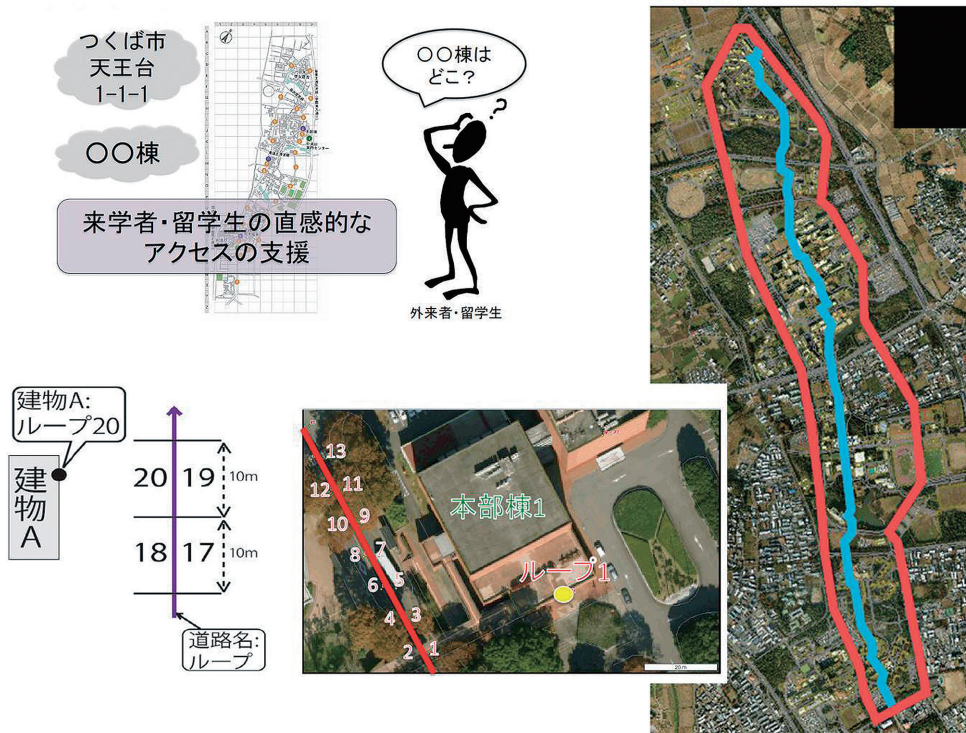
ジョギングコースについては、GPSをもってコースを実際に周回することでポイントデータを取得し、その後ArcMapでラインデータへ変換した。

建物については、それぞれの建物側面を四方向からデジタルカメラで撮影した。また、建物の真上は、Google Mapの空中写真の画像を使用した。これらの画像を、Adobe Photoshopで編集し、建物の高さのデータと合わせてGoogle SketchUp(フリー版)で立体化した。

筑波大学は、広大なキャンパスにもかわらず、「つくば市天王台1-1-1」という統一された住所で示される。このため、キャンパス内の建物を一棟ずつ住所で表示することはできない。そこ

で、本プロジェクトでは、外来者が目的の建物へスムーズに到達できることを支援するため、欧米で広く利用されているストリート(道路)方式で建物の住所を付与することを試みた。筑波大学では、環状道路(以下、ループ)と中央を貫く道路(以下、ペデ)の2本の道路が学生、教職員に広く認知されているので、これらを基準となる主要道路とみなした。2本の道路の中心線を10mの等間隔で細分し、それぞれの線分に番号を割り振った。各建物には、ループの場合は、大学中央から左回りに、ペデの場合は南から北に向かって、「道路名(ループもしくはペデ)と番号」という形式で住所を付与した(第20図)。建物の正面玄関を基準として、最短の距離にある道路の線分で住所を定めた(例えば、ループ123)。ストリート方式は街区方式と違って、広大な敷地に林立する建物らを特定し、表示するのにきわめて有効であると考えられる。

第21図は、キャンパスの緑度(グリーンネス)



第20図 ストリート方式による住所の表示



第21図 緑度（グリーンネス）の表示

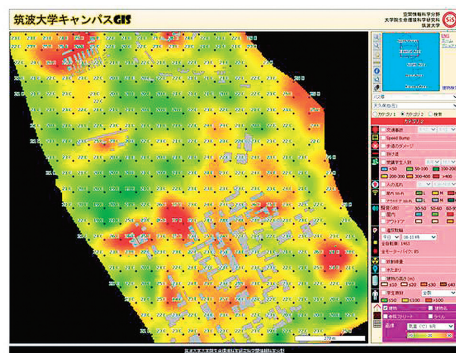
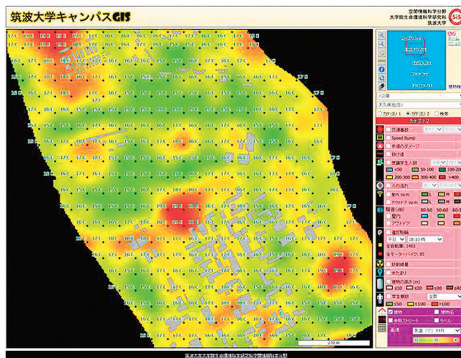
注) 左図は春, 右図は秋.

を示したものである. 衛星画像データよりNDVI (植生指数) を算出して, 空間可視化を試みた. 第22図は熱画像をもとに作成した気温の分布を示したものである.

本プロジェクトでは, こうして収集したキャンパスの地理空間情報をもとに, 誰でも自由にアクセス可能なWebGISを構築した. Web上での公開には, ①HPと②Google Earthによる方法をとった.

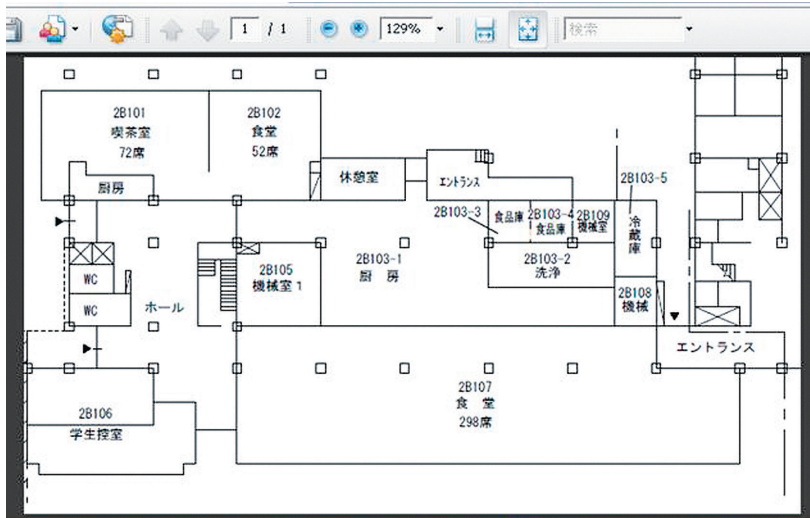
HP上での公開では, 閲覧者が得たい情報を簡単に選択できるように工夫をこらした(第23図). ベースとなったデータは, 2008年のゼンリンの道路線と建物情報, 衛星画像である. さらに, 産業総合研究所で公開している地質図, 国土院で公開している米軍撮影の空中写真(1947年, 1977年), 明治期から昭和期の迅速図や地形図(1883年, 1960年, 1977年)を空間可視化した. また, こ

のWebGISは, 筑波大学大学院生命環境科学研究科の空間情報科学分野のHP (<http://giswin.geotsubu.ac.jp/sis/jp/project.html>) で閲覧できるようにした. このWebGISの特徴的な機能としては, 次の点が挙げられる. ①ウィンドウで表示範囲を示す. ②ツールボタンで, 拡大, 縮小, 移動, 距離の測定, 情報の表示, 全体表示する. ③チェックボックスによりデータを追加する. ④建物とバス停は逆検索を可能にする. ⑤建物内は施設の配置図を表示する. ①では, ウィンドウで表示することで大学全域のどの部分を表示しているかがわかる. ②において, 距離の測定ボタンでは, 目的地(たとえば建物)への距離が測定できる. 情報の表示ボタンは, 建物などのデータを選択するとピンボタンが示され, その上にカーソルを乗せると属性情報(たとえば建物内の施設, バス停ごとの時刻表)や画像が表示される. ③では, 情報の



第22図 気温の分布

注) 左図は9月, 右図は11月.



第23図 建物内部の配置図の表示例

追加, 取り消しが簡単にできる. ④では, 建物とバス停の名前から場所の逆検索が可能である. 建物名かバス停名を選択すると, 目的の建物やバス停が画面の中心に移動し, 位置が示される. ⑤では, 情報の表示ボタンで建物を指定すると, 建物内部の情報に加え, リンクにより建物内部の施設の配置図を閲覧できる. 図面では, トイレや教室名, 学食などの施設の配置が確認できる(第23図).

さらに, 本プロジェクトでは, T-Bus Info というサイトで筑波大学内を循環するバスの各バス停の時刻表を公開した (<http://giswin.geo.tsukuba.ac.jp/sis/project/fieldgis/t-bus/>). これは, PCもしくはスマートフォンなどの携帯端末で利用できる. GPS付きスマートフォンを用いて, 自分がいる場所に最も近いバス停における時刻表を検索することができ, バス停一覧からバス停を選択して時刻表を表示することも可能である. 時刻表は, ①曜日を選択(平日か土・日・祝日を選択), ②行き先を選択(路線名を選択), ③一覧表示・リアルタイム表示を選択(出発時刻一覧かリアルタイム(00, 15, 30, 45, 1時間後)か)することができる. これにより, バスの待ち時間の短縮に役立つかもしれない. このサイトは, キャンパスGISのバス停・時刻表にもリンクが貼られている.

筑波大学キャンパスGISで公開しているデータを活用するとさまざまな空間分析が可能になる. 例えば, 樹木のデータ, 歩道のダメージデータ, 点字ブロックのデータを重ねることで, 視覚障害者の通行において危険な場所を推定できる. 点字ブロックが設置されている場所に樹木のデータと歩道のダメージが重なっていることが理解できる. 樹木が多いことで薄暗く, さらに歩道にダメージがあるために, 視覚障害者にとっては点字ブロックが設置されているにも関わらず歩行が困難になっている場所があることがわかる(第24図). 早期の改善が求められる. 第25図は, オーバーレイ機能を用いて米軍撮影の空中写真(1947年)と現在の建物をオーバーレイさせたものである. かつてはこの地域は平地林が卓越していたことが知られる. 第26図は, 明治期の迅速図(1883年)と現在の建物を重ね合わせた図である. 集落や河川, 道路などは位置が変わっていないことが理解される.

筑波大学キャンパスGISでは, バッファリングも有効な機能である. 街灯のデータから, 街灯の光の照射範囲のバッファデータを作成することで, 街灯の光が届く明るい場所と光が届かない暗い場所を示せる(第27図). これら街灯と光の照射範囲のバッファデータ, 道路のデータを重ねる

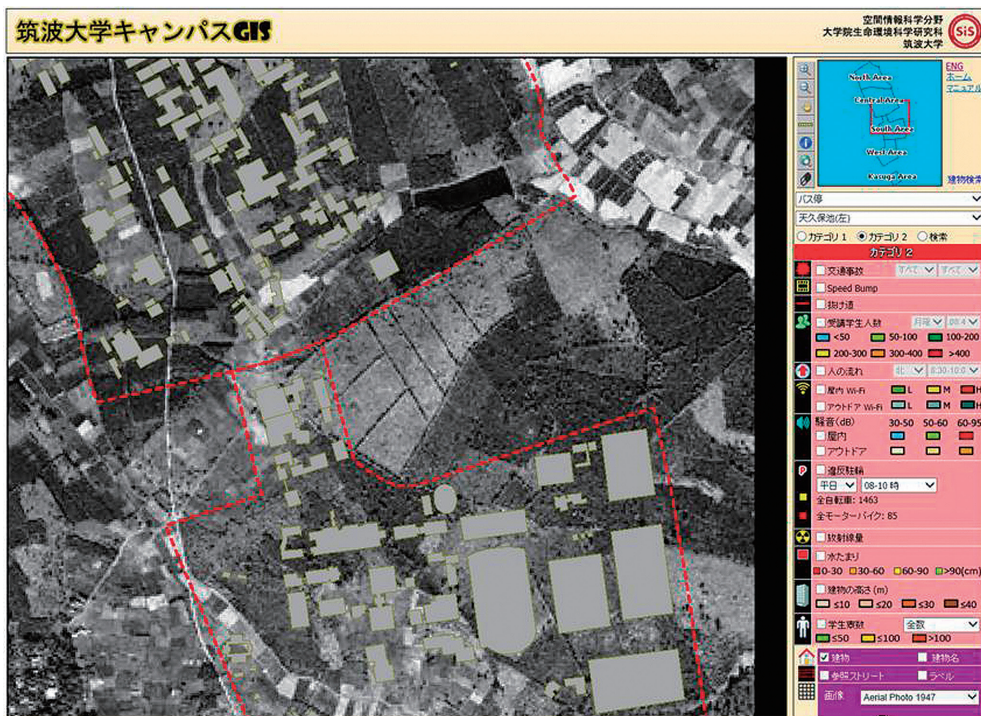
ことで、街灯がなく暗い歩道が特定できる。街灯の設置が少なく、光の照射範囲が狭い場所では、

暗がりでの歩行が困難になると考えられる。

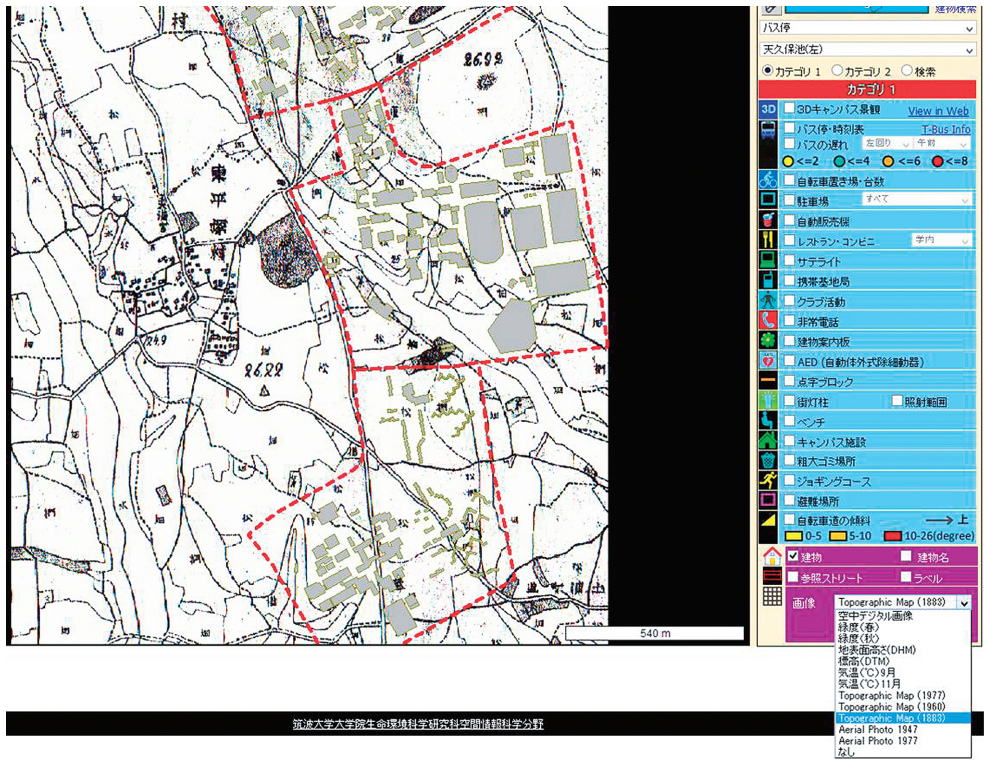
このように、取得したデータを多角的に使うこ



第24図 樹木、歩道のダメージと点字ブロックのオーバーレイ



第25図 米軍撮影の空中写真（1947年）と現在の建物群とのオーバーレイ



第26図 明治期の迅速図（1883年）と現在の建物群とのオーバーレイ



第27図 街灯の光の照射範囲と歩道のダメージとのオーバーレイ

とで、大学キャンパス内の環境評価を視覚的に行える。

IV おわりに

本稿では、WebGISの活用によって、地理空間情報をいかに取得、整理、保存、分析、可視化、公開したらよいか、その汎用的な方法を、筑波大学キャンパスをフィールドにして検討した。本研究で開発したデータ収集システムを用いると、複数のメンバーによる共同調査が可能となる。大量

のデータがリアルタイムで取得でき、さらに現地ですぐデータの分析や可視化が行える。モバイル端末を用いることで、誰でも容易に、データが取得できる。空間情報技術はフィールド調査の効率化をもたらすことが期待される。

本研究で構築した筑波大学キャンパスGISは、筑波大学空間情報科学研究室のサイトで閲覧可能である (http://land.geo.tsukuba.ac.jp/campusgis/CampusGIS_jpn_big.aspx)。また、英語版も公開されている (<http://land.geo.tsukuba.ac.jp/campusgis/CampusGIS.aspx>)。

本稿の作成にあたって、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－データの取得・管理・分析・流通に関する研究－」(研究代表者:村山祐司, 課題番号22242027)および平成23～25年度科学研究費補助金挑戦的萌芽研究「空間的意思決定指向型GISの開発－コミュニティ中心社会を見据えて－」(研究代表者:村山祐司, 課題番号23650579)の一部を利用した。なお、地理空間データの取得にあたっては、筑波大学多目的統計データバンク経費(研究代表者:岸本一男)を利用した。本稿は、橋本 操・村山祐司(2012)をベースにその後の研究成果を付加したものである。データの収集では、筑波大学空間情報科学分野の大学院生にご協力をいただいた。記して感謝申し上げます。

[文献]

- 筑波大学 学生生活支援室 学生生活課 (2010)『あなたのためのセーフティライフ－快適な学生生活を送るために－』
(<http://www.tsukuba.ac.jp/campuslife/pdf/safeliving2010.pdf>)
- 橋本 操・村山祐司 (2011) つくば市の生活環境に関する空間データベースの構築. 平成22年度多目的統計データバンク年報, **88**, 1-9.
- 橋本 操・村山祐司 (2012) 小地域におけるマイクロ空間データの取得と可視化. 多目的統計データバンク年報, **89**, 33-52.
- 橋本 操・劉 珂・森本 健弘・村山 祐司 (2013) フィールド調査による地理空間情報の取得方法－スマートフォン, タブレット端末を活用して－. 多目的統計データバンク年報, **90**, 11-20.
- Elwood, S. (2008) : Volunteered geographic information: Future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS. *GeoJournal*, **72**, 173-183.
- Lwin, K. K. and Murayama, Y. (2011) : Web-based GIS system for real-time field data collection using a personal mobile phone. *Journal of Geographic Information System*, **3**, 382-389.
- Murayama, Y. and Lwin, K. (2013) : Smart data collection and real-time digital cartography. In Proceedings of the IGU Kyoto Regional Conference, August 4-9, Kyoto.

英文タイトル

Capture, Analysis, Visualization and Circulation of Geospatial Data
by Field Survey:
Construction of Campus GIS, University of Tsukuba

MURAYAMA Yuji, HASHIMOTO Misao and LWIN KoKo