

大項目	1	地図や地理情報システムで捉える現代世界				
中項目	1-2	地図と地理情報システム				
小項目	1-2-2	地理情報システム（GIS）で地図化と地理的分析(空間分析)を学ぶ				
細項目 (発問)	1-2-2-9 GIS の定義	GIS とはなにか。生徒にG I S をどう指導すればいいか。				
作成者名	碓井 照子	作成/修正年	2022/2023/2024		Ver.	1.2
キーワード 5~10 個程度	GIS GIS の定義 地理情報システム 地理情報社会 地理情報サービス 地理情報科学 アクティブラーニング 地理空間情報活用推進基本法 地理空間情報活用基本計画 GPS					

発問の意図と説明

1. GIS の定義をアクティブラーニングで生徒に理解させよう

(ここでは、GIS ソフトや WebGIS を使用しにくい環境の下で、誰でもが簡単に Web 上で使用できる地理院地図(WebMap)J-Stat などを活用していかに関指導するか。GIS は難しいと考えている先生方向けの内容にしております)。

「地理総合」の第 1 章でGISについて学ぶこととなりますが、どのようにして生徒にGISを理解させたらいいのか。どのようにしてGISを操作できるように指導するのか。先生方は、その指導内容に不安を感じておられるのではないのでしょうか。ここでは、GIS の定義から 4 つの意味を生徒にどう指導したらよいかを考え、アクティブラーニング形式でGISが理解できる学習方法を提案してみます。

GIS の S には、4 つの意味があることを指導しよう。

GIS は、Geographic Information System(地理情報システム)、Geographic Information Society (地理情報社会)、Geographic Information Science (地理情報科学) Geographic Information Service (地理情報サービス) の 4 つの意味があり、総称してGISというのです。これは、GIS の発展の歴史に起因します。従って地理情報システムのみを指導したのでは、GIS は正しく理解されません。

しかし、この 4 つのGISに共通しているのは、**Geographic Information (地理情報)**です。まず、地理情報の本質を生徒に理解させましょう。

2. Geographic Information (地理情報)の本質を地理院地図を活用させて生徒に理解させる

図 1 は、地理院地図の初期画面です。この画面を自由に操作させて、生徒にどんな特徴があるかを考えさせ、発表させてみる。生徒は、何に一番関心を示すのか。その中で、なぜ、真ん中に十字マークがあるのか。左隅にあるズームアップ・ダウンをして何を感じるのか。左下隅の→マークは、クリックしたりすると何が表示されるのか等々です。一応いろいろと意見が出たら、先生が、次の質問をします。

質問 1 真ん中の十字マークを動かさないようにしてズームアップさせると何がどのように変化しますか。

質問 2. 真ん中の十字マークの中心位置の経緯度(10 進経緯度)をメモし、ズームレベルを 18 まで変化(**図 2**)させてみたとき、何かわかりましたか。ズームレベルを 0 にしたらどうなりましたか。

質問 1 の答え ズームレベル(縮尺：スケールではないので、注意)を 18 まで上げていくとその場所の見え方がより詳しくなります。ズームレベルを 0 までさげると平面な地球が並んでいます。そうです。ズームレベルを変化させると空間的な見え方が変化するのです。

問 2 の答え ズームレベル 0 では、投影法が Webメルカトル図法であることもわかります。これは、地理院地図が WebMap であり、地球を球体とみなし正方形の平面に投影して地図タイルが作成されているからです。**(地図タイルについては、教材素材 1-2-1-1 参照)** 本来なら、宇宙ロケットに乗って地球上空まで行くと地球は、丸い(回転楕円体) ことが分かりますが、現在の Web マップは、webメルカトル図法で地球を球体と考え、平面に投影していますから、この問題は、Web マップの技術的な問題点として残っています。もともとこの地図タイルによる地図配信サービスは、GoogleMap が 2005 年に始めたのですが、当時は、GIS や地図投影法の専門家からは、地球は回転楕円体であり、地図投影法としては問題が多いと指摘されていましたが、利用者数の多さと高速表示という利便性が優先されたのです。現在の Web マップは殆どが Webメルカトル図法を採用しています。その後の Web マップではこの方法をスタンダードとしてしまったという技術的な歴史があるのです。

図表のページ

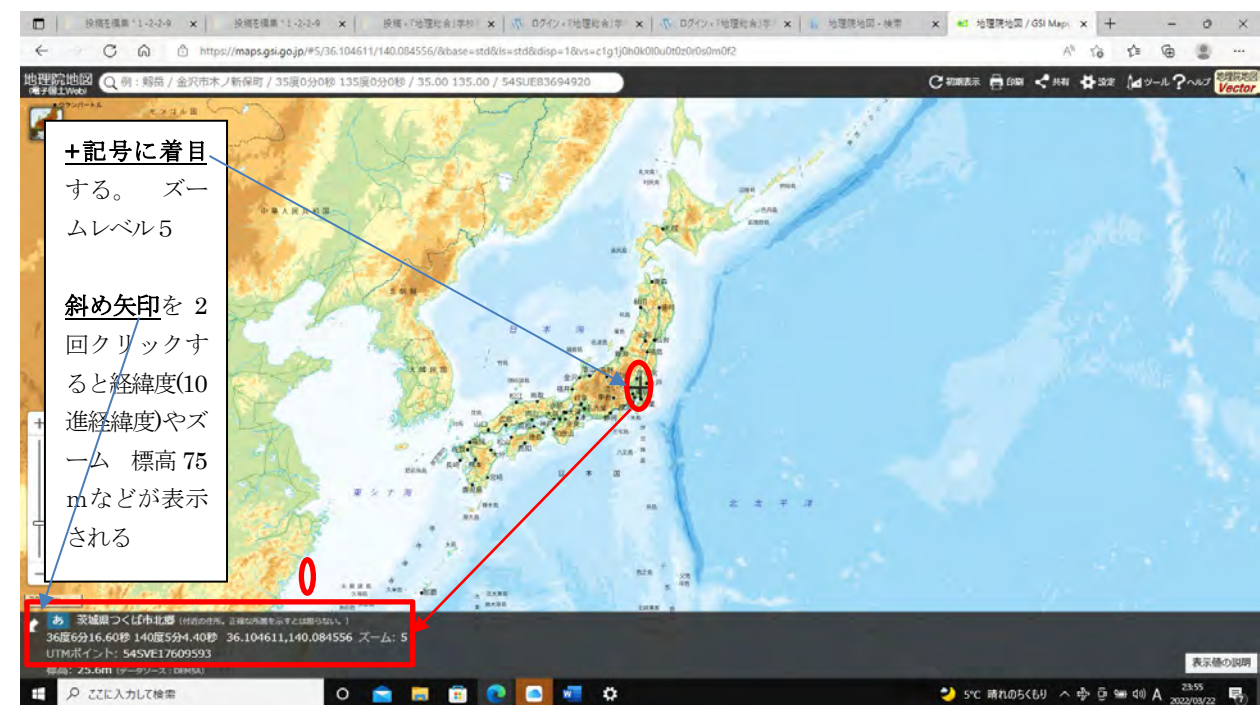


図1 地理院地図の初期画面にみられる十字マークに注目

<https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

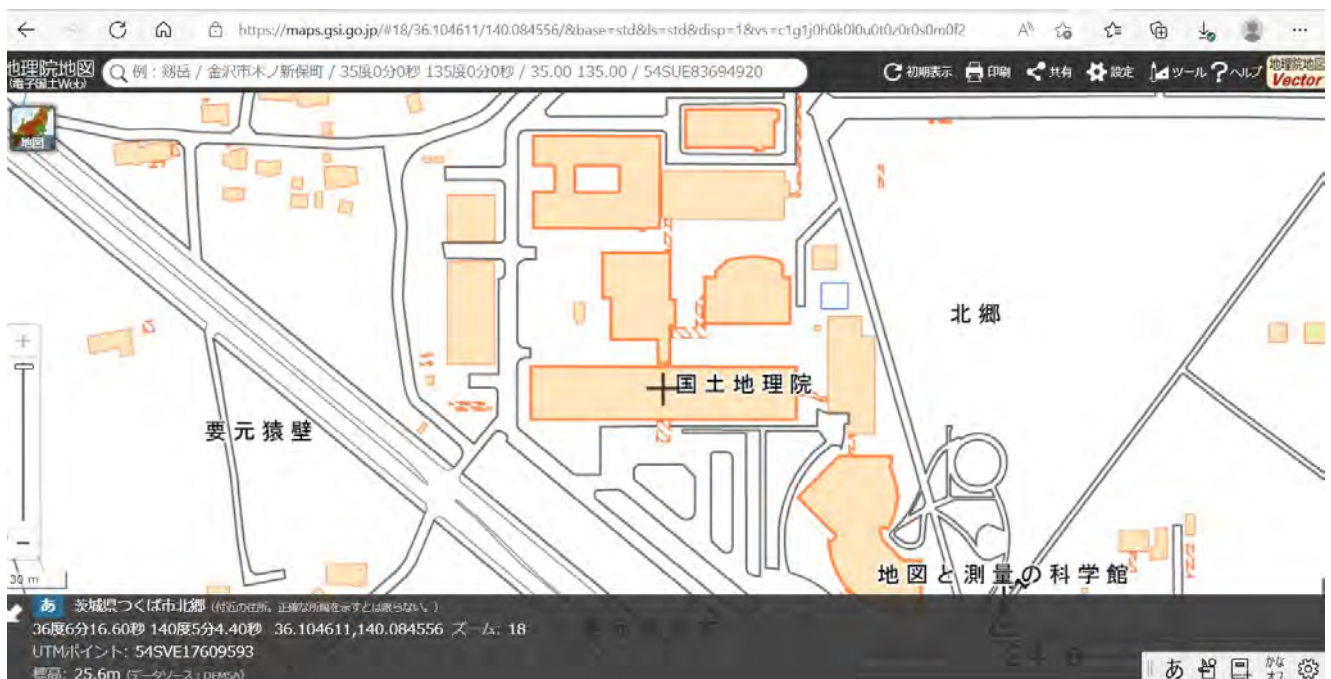


図2 地理院地図の初期画面の十字は、国土地理院を示していた。(ズームレベル18)

茨城県つくば市北郷 (付近の住所。正確な所属を示すとは限らない。)

36度6分16.60秒 140度5分4.40秒 36.104611, 140.084556 ズーム:18

UTM ポイント:54SVE17609593

標高:25.6m (データソース:DEM5A)

<https://maps.gsi.go.jp/#18/36.104611/140.084556/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

文章のページ

しかし、将来、技術の変化でまた、変わる日が来ると思います。2018 年、GoogleMAP は、地球を球体とする Globe Mode をデスクトップの GoogleMap で採用しましたが、スマホ版では Webメルカトルのままです。赤道より高緯度になるほど距離が実距離より大きくなるという歪は、狭い範囲ではあまり、気にならないのです。また、地図上の距離を計算式で変換すれば、修正できるからです。しかし、地理院地図などの Web マップを使用するときには、縮尺ではないズームレベルで拡大と縮小が表現されていること、紙地図での学習（地図上は何センチであるから実際の距離はという問い）は、あまりおすすめできません。

ここで、重要なことは、ズームレベルを 18 まで上げていくと表示される電子地図が変更され、より詳細な位置精度を有した電子地図にアプリケーションで切り替えている点です。これは、**地理的見方・考え方で重要な「空間スケールにより事象の見え方が変化する」ということを示しています。この+の意味は、「位置」を示しています。GIS では、位置が最も重要です。そして空間的スケール（WebMap では、縮尺ではなくズームレベル）、GIS ソフトや WebGIS では空間的スケール（縮尺）でその見え方が変化します。**

地理的見方・考え方で最初に学習するのは、**図 3** に示したように①それはどこにあるのか。（位置）②それはどのような状態か（分布）ですが、GIS は、位置に着目し、空間的スケールを変化したときの見え方をスマホやパソコンの画面で示しています。GIS にとって位置、あるいは位置情報は最も重要ですが、位置情報だけをコンピュータに入力してもそれは経緯度等で示される点にすぎません。どこにあるかはわかるのですが、どのような状態かは、わからないのです。GIS で位置情報（現在では、地理空間情報といいます）の次に必要なものは、地図です。その地図も電子化された地図つまり、電子地図が必要なのです。従って GIS を使用するとき、電子地図がないと全く価値がないシステムになってしまいますし、GIS は動きません。**GIS と電子地図が不可分の関係であることも理解させましょう。**

②GIS ではどのように地図を電子化したのか。

印刷技術が進み、現在ではプリンターで瞬時に印刷ができますが、アナログ製版時代には、地図の印刷は、道路、建物、河川などの版下を個別に作成し、1 枚の紙に道路を印刷したうえに建物を印刷するというように地層のように何枚も重ねて印刷し、1 枚の地図を作成していました。建物や道路、河川などは地図学の用語で、地図要素 (map feature) と言いますが、地図要素ごとに 1 枚の地図を層 (layer: レイヤー) に分け、すり重ねて紙の地図が印刷されていたのです。GIS においてもこの地図を層 (レイヤー) の重ね合わせとみる考え方が、採り入れられ、GIS において**レイヤー構造**という考え方が生まれます。**(図 4)** また、道路や建物、河川などを**電子化することとは、地図を図形(幾何学)に分解して電子化**することを意味します。点は、x, y 座標のみですから最も電子化しやすいですから、道路や、建物を点に分解して、電子化することが試みられたわけです。点は単点ですから 1 つの点ですが位置情報を有しています。線は、点のつながりです、点のつながりで、始点と終点が同じであれば、輪ができます。輪(リング)は、2 次元では閉じた面(ポリゴン)になります。このようにして、**地図を道路や建物などの層(レイヤー)にわけ、点、線、面で電子化して初期の電子地図を作製しました。これがベクトル形式の電子地図です。**元々、測量は、場所を点の位置で測り、点の位置(測点)をつなげることによって長さや面積を表現します。つまり、ベクトル形式は、測量のデータから簡単に作成されるのです。日本の地理情報の標準化委員会(iso/tc211)で Feature をどのように訳すかということが審議され、「地物」(ちぶつ)と翻訳されました。GIS では、**道路や建物や河川などはすべて地物と表現されます。**GIS では、「地物で構成される地球上の空間である地理空間」を電子地図として最初に表現したのです。GIS ではこれを**一般地物モデル(General Feature Model)**と言います。**(図 5)** 少し難しいですが、地理学研究のリアルな地理空間を情報技術を使用してコンピュータ上に再現することを可能にしたのです。それゆえ、GIS では、まずは 2 次元空間(2 次元地図)、そして 3 次元空間(3 次元地図)、さらには時間次元を含む 4 次元空間(時空間地図)のデジタル化が現在、研究され、実用化段階に入っているのです。

GIS を位置情報システムと言わない理由は、①それはどこにあるのかだけでなく、②それはどのような状態であるのかという地理学や地理教育の本質にかかわる地図システムでもあるからです。また、地理空間を対象にしていますから地理情報あるいは、地理空間情報ともいいます。**重要なことは、GIS は、単なる地図化ツールなのではなく、地理学、地理教育の本質を情報技術により情報システムとして技術的に発展させたものであることを生徒が理解するように指導することが必要です。**

図表のページ

表1 「地理総合」の内容と地理的な見方・考え方

大項目	中項目	地理的な見方・考え方
A. 地図や地理情報システムで捉える現代世界	(1) 地図や地理情報システムと現代世界	位置や分布
B. 国際理解と国際協力	(1) 生活文化の多様性と国際理解	場所・人間と自然環境の相互依存作用
	(2) 地球的課題と国際協力	空間的相互依存作用・地域
C. 持続可能な地域づくりと私たち	(1) 自然環境と防災	人間と自然環境の相互依存作用・地域
	(2) 生活圏の調査と地域の展望	空間的相互依存作用・地域

図3 地理的な見方・考え方と地理総合の内容

井田仁康(2019) 地理総合とは何か、学術の動向、24-11, pp.10-14. の表1 引用

DOI https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/24/11/24_11_10/article-char/ja/

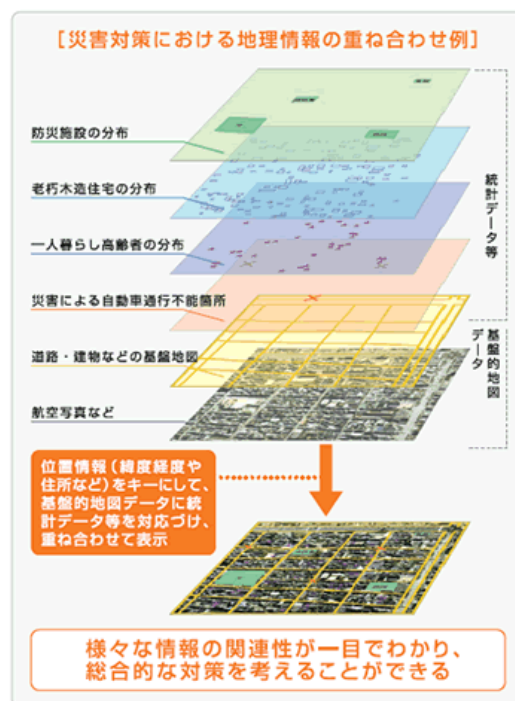


図4 GISのレイヤー構造

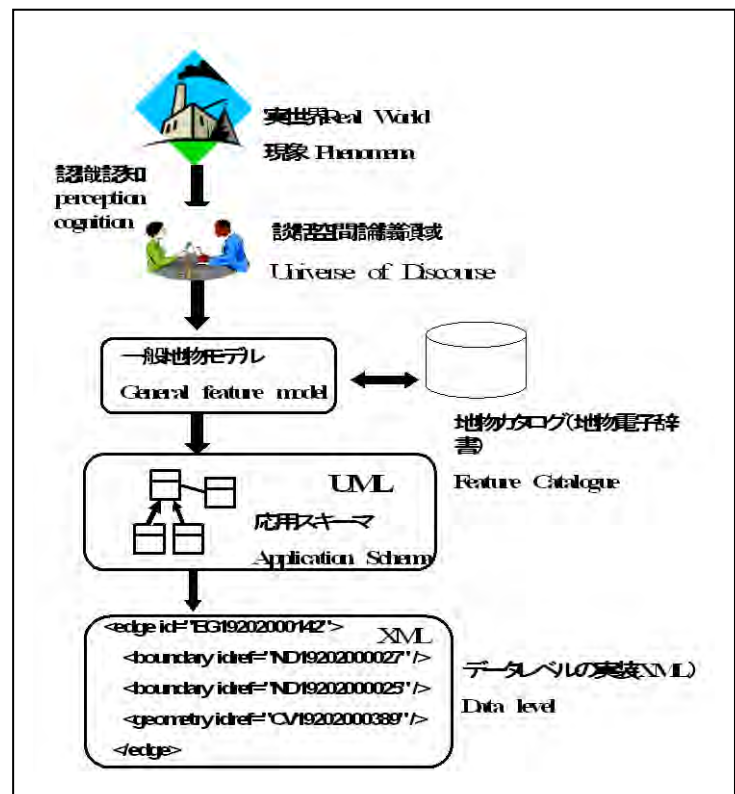


図5 iso/tc211の一般地物モデル

国土交通省の国土情報/GISについてより引用 (碓井が iso/tc211 の地物モデルを分かり易く図として作成)

https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_tk1_000041.html

文章のページ

3, GISにより地理的分析手法がコンピュータでできることを理解しよう。(空間分析システム)

地理教育では、ある事象に関する地図化の処理が非常に重要です。特定の主題に基づく地図を主題図と言いますが、身近な主題図では、生徒の居住地の分布、人口分布図、避難所の分布図などがあります。自分で作成するとかかなりの時間を要しますね。しかし、地理の学習では、地図化の処理は最も重要であり、地図化を通して様々な事象を分析します。避難所はどこにあるか。避難所の立地場所は、安全な地形の上にあるか。避難所へ避難するとき、どちらの避難所が近くて安全かなど、避難所の分布図を通して地理的思考を育成します。地理的分析手法で、まず、学ぶべきことは、特定の主題に関する分布図を書くことです。そして人口分布図と避難所の分布図を重ね合わせながら避難所の数が十分か、安全かなども検討します。今までは、この分布図を手作業で作成していました。この作業をコンピュータ操作でできるようにしたのが、GISです。

WebMapである地理院地図では、Arc-OnlineなどのWebGISとはことなり、この空間分析手法が殆どないことが欠点です。近い将来、WebMapにWebGISの基礎的な空間分析機能が追加されると思いますが、現在では、空間分析機能が殆どありません。本格的に空間分析手法を学ぶのであれば、パソコンにQGISなどのGIS無料ソフトを入力するかMANDARAを活用したり、Arc-OnlineやARCGIS、SIS、Pc-MappingなどのGISソフトを使用する必要があります。しかし、ドットマップ(点分布図)作成は、地理院地図やGoogleMAPなどのWebMapでもできます。

ここでは、地理院地図でできるドットマップ(点分布図)をとおして避難所の分布図を作成してみましょう。

- ① 皆さんの市町村のオープンデータのサイトの災害情報のページから避難所の名称や住所をダウンロードしてください。オープンデータとは、行政のデータを公開しているサイトです。詳しくは、日本学術会議の提言「地理教育におけるオープンデータの利活用と地図力／GIS技能の育成」(2014)参考URL 1 (例、奈良市の場合)を参考にしてください。データ形式は、EXCEL形式が望ましいです。(図6)
- ② 市町村のオープンデータからダウンロードした避難所のデータを少し、成形します。デスクトップ型GISやWebGISですと図6の奈良市の避難所データのうち、excel形式でなく、shp形式(Shapeファイル)をダウンロードするとそのまま使用できます。Shapeファイルとは、GISのデータフォーマットで、GISソフトARCGISのファイル形式で、どのGISソフトでも加工修正しなくてもそのまま読み込みます。奈良市のデータですと色別、電話番号以下すべての情報を属性データとしてGISに読み込めるからとても便利です。しかし、地理院地図は、WebMapですから入力形式に制約があり、EXCEL形式ではなく、CSV形式(カンマ区切り形式)を直接読み込むため、データ形式を図7のように修正してからEXCELでCSV形式に出力しなければなりません。この場合、注意すべきは、避難所の住所ですが、奈良市のデータでは奈良市が抜けていますので、すべての避難所の住所に奈良市を追記しなければなりません。そのためには、Excelの文字操作関数(CONCAT)を使用して住所に奈良市を追加してください。ややこしい場合は、奈良市を住所表記の先頭に逐一、追記していただいてもかまいません。

ここでは、アドレスマッチングというGISのジオコーディングを使用して地図上にドットマップを作成しています。アドレスマッチングは、住所から経緯度などの直接位置参照情報を読み込み、その経緯度を使用して地図上に点を作成する仕組みです。GISの位置情報には直接位置参照情報と間接位置参照情報があります。直接位置参照情報とは、数字で表現される位置情報です。経緯度や投影原点からの距離(平面直角座標など)がありますが、一般的には、経緯度(60進数ではなく10進経緯度)を使用します。間接位置参照情報とは、住所(文字)や郵便番号(コード)などで表記された位置参照情報です、GISでは、すべて直接位置参照情報で地図上にその位置がプロットされますので、住所には、経緯度つき住所データ(ジオコーディングデータ)というデータベースを背後に稼働させ、漢字や仮名で表記された住所の経緯度から地図上にプロットします。この住所データが、日本の場合は、住所の最小単位(番地／号、地番・筆等の最小単位)まで、国として整備されていないのです。地理院地図は、国土計画局が作成した街区レベル位置参照情報を東京大学空間情報科学研究所がアドレスマッチング用に作成したアプリケーションを使用しています。したがって、街区の代表点までで、家単位までの照合ができません。(つまり、奈良市〇〇町3丁目5番地の5の場合、5番地までは照合できますが、5番地の5までは照合できないのです。しかし、民間の地図会社例えばゼンリンの住宅地図やYAHOOMAPなどは、最小単位までのジオコーディングデータが整備されていますから、YahooMAPのジオコーディングデータを活用したMANDARAのアドレスマッチング

図表のページ 前ページで記載した文章に関する図表のみを記入ください。画像等の貼り付け

オープンデータ一覧

- 指定緊急避難場所・指定避難所shp形式 [ZIPファイル/12KB]
- 指定緊急避難場所・指定避難所 [PDFファイル/604KB]
- 指定緊急避難場所・指定避難所 [Excelファイル/29KB]**
- 洪水浸水想定区域(想定最大規模)shp形式 [ZIPファイル/23.07MB]
- 洪水浸水想定区域(浸水継続時間)shp形式 [ZIPファイル/477KB]
- 家屋倒壊等氾濫想定区域(河岸浸食)shp形式 [ZIPファイル/148KB]
- 土砂災害警戒区域等shp形式 [ZIPファイル/849KB]
- 水位観測所shp形式 [ZIPファイル/2KB]
- 防災備蓄倉庫shp形式 [ZIPファイル/4KB](令和2年4月1日現在)
- 防災スピーカー(同報系防災行政無線)shp形式 [ZIPファイル/34KB](令和3年10月1日現在)

図6 奈良市の避難所の excel ファイル <https://www.city.nara.lg.jp/soshiki/2/10502.html>

指定緊急避難場所・指定避難所						対象とする異常な現象の種類				収容面積 (㎡)	想定収容 人数 (人)
No.	種別	施設名	所在地	電話番号		洪水	土砂 災害	地震	大規模 な火事		
1	一次	飛鳥小学校	紀寺町785番地	0742-26-3201		○	○	○	○	881	440
2	一次	飛鳥中学校	高畑町1475番地の1	0742-27-4821		○	○	○	○	1,005	500
3	二次	飛鳥公民館	紀寺町984番地	0742-23-2804		○	○	○	○	194	90
4	一次	済美小学校	西木辻町5番地の2	0742-26-0312		○	○	○	○	800	400
5	一次	春日中学校	西木辻町67番地	0742-61-7071		○	○	○	○	1,100	550
6	二次	春日公民館	南京終町一丁目86番地の1	0742-62-2253		○	○	○	○	194	90
7	二次	生涯学習センター	杉ヶ町23番地	0742-26-8811		○	○	○	○	614	300
8	一次	済美南小学校	南京終町676番地	0742-62-7872		○	○	○	○	800	400
9	一次	鼓阪小学校	雑司町97番地	0742-26-5006		○	○	○	○	756	370
10	一次	若草公民館	川上町575番地	0742-26-0130		○	○	○	○	316	150

図7 ダウンロードした奈良市指定緊急避難場所・指定避難所 赤枠の情報のみ必要→別の EXCEL にコピーする

Excel の画面で、関数 CONCAT を使用する様子。赤枠の情報は、別の EXCEL にコピーする。

関数の引数

CONCAT

テキスト1: B2 = "奈良市"

テキスト2: C2 = "紀寺町785番地"

テキスト3: = 文字列

結果: "奈良市紀寺町785番地"

関数のヘルプ(H)

OK キャンセル

数式→文字列操作→関数 CONCAT) を使用し、D 列に B 列と C 列を結合。その後、B と C 列を削除する

図8 EXCEL で避難所名と避難所の住所(奈良市紀寺町785番地のように奈良市を追加する)のみのデータ (excel 形式でなく csv 形式に変換して保存、各市町村により、避難所の EXCEL 表記形式は異なるので、注意)

文章のページ

機能を使用すると地理院地図上に住所の最小単位、家レベルまでの照合ができます。(教材素材 1-2-2-5)

昨年 2021 年 9 月、デジタル庁が発足し、この住所に関するデータの整備が急速に進んでいます。コロナ禍の中でも住所をキーとした検索が不十分でありました。2025 年を目途に**住所のデータがベースレジストリーとして整備され、国土地理院の電子国土基本図もベースレジストリーとして指定されました。**(参考 URL 2) 近い将来、GIS の基本データ(ジオコーディングデータ)が国として番地・地番レベルまで整備されることになり、電子国土基本図から作成される地理院地図は、より生活に不可欠なものになるでしょう。

- ③ 避難所の住所のデータから、地理院地図で点分布図を作成し、災害の危険度を調べてみる。

図 9 の左画面には、Excel で作成し、修正した避難所名と住所のデータの CSV 形式のファイルがあります。CSV 形式とは、コンマセパレーション形式で各データが、, で区切られたテキストデータです。EXCEL でこの形式で保存できます。このファイルを地理院地図内にドロップすると瞬時に避難所の点分布が作成されます。(図 10) 図中の赤い丸が避難所の位置です。しかし、街区レベルまでのマッチングですから少し、ずれている箇所もあります。

- ④ 先ほど作成した避難所マップと活断層図を重ねて表示させると活断層の直上や近辺に避難所がいくつかあることが分かります。奈良市の避難所は、殆どが学校や大学です。避難所を選定するときに、活断層の位置は、あまり考慮されていなかったことが分かります。WebGIS であると活断層から一定の距離内にある避難所をバッファリングという空間分析手法で瞬時に抽出し、その数もカウントしてくれます。また、人口分布図を追加すると避難所から徒歩 15 分以内に居住する住民数も計算できます。残念ながら、WebMAP には、空間分析機能は殆どありません。

以上のように、地理的思考方では、まず、特定の事象の分布図をつくり、他の分布図と重ね合わせながらその関係性を分析することが一般的です。地図化することにより様々な事象の地図を重ね合わせてその関係性から様々なことを考察するのです。GIS では、地図化を通して分析する地理的分析手法を今までの手描き地図からコンピュータで分布図を作成し、その分布図の重なり具合から人間が頭で考察していたこれらの地理的分析プロセスをすべてコンピュータ上で処理できるようにしています。これをGISではオーバーレイ解析と言います。 オーバーレイ解析に関しては、esri ジャパンの GIS 基礎説明で詳しく説明されています。(図 11)

例えば、土地利用図と傾斜区分図を重ね合わせて、土地利用と傾斜の関係を調べるとき、今までは、分布図を目で見ながらその関係を空間的、直感的に見つけていました。GIS を活用すると、土地利用図(属性は水田、畑、桑畑、荒地など)、傾斜区分図(属性は傾斜度)を重ねわせ、オーバーレイのユニオンという空間分析手法を活用すると土地利用と傾斜という 2 つの分布図のそれぞれの属性を加算してあらゆる重なり状態を視覚化し、その重なり状態から形状+属性という形で新しいデータを作成してくれるのです。つまり、オーバーレイ(重ね合わせ)は、2 つの図形(分布図)を重ねり状態で分割し、例えば、2 つの丸い円が重なると 3 つの図形に分割されます。その時、それぞれの元の属性を新しい真ん中の図形に付加させることができます。真ん中の図形の面積は、常に計算されています。ですからオーバーレイのユニオンの処理が終了すると土地利用と傾斜区分図の関係が表形式で作成されるのです。GIS の空間分析機能は、数多くあります。それらは、今までの地理的分析で手作業による地図化と頭で考察していた分析手法をコンピュータで自動計算させ、具体的な新しいデータとして作成し数量的に処理できるようにしているのです。つまり、GIS とは、従来の地理的分析手法をコンピュータを活用した処理として実現化させ、さらに詳しいデータを作成可能にさせている地理的分析手法の IT 化と言えるわけです。情報化時代、GIS を使いこなせることは、重要なことなのです。

図表のページ

奈良市の避難所住所.CSV ファイルを地理院地図へドロップすると右図が完成



図 9 奈良市避難所住所.CSV ファイルを地理院地図へドロップ

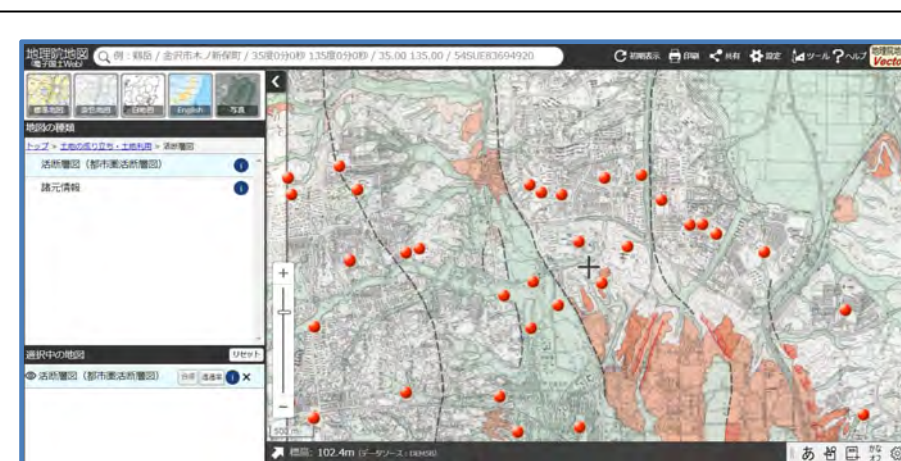


図 10 奈良市の避難所マップに活断層図(都市圏の活断層図)を重ねて表示すると断層の上や断層の近くに避難所が存在することが分かる。



図 11 esri ジャパンの GIS 基礎解説

<https://www.esri.jp/gis-guide/spatial/spatial-overlay/> より引用

より引用

このサイトには、空間分析の説明が分かり易く掲載されています。

文章のページ

4. GIS の S が Society であり、地理情報社会(地理空間情報社会)を意味すること、また、そのための多様な地理情報サービス・地理空間情報サービス(S が Service)があることを理解しよう。

ここでは、生徒に、2022 年 3 月 18 日に内閣府から公表された「第 4 次地理空間情報活用推進基本計画」(参考 URL 3) をダウンロードさせ、宿題として読ませてどのようなことが書かれていたか、グループ討論をさせてみましょう。内容的に難しい面もありますが、現実的な地理空間情報社会の技術的課題が記載されていますから現代の社会において地理空間情報がいかに重要なものであるかも理解することにもなります。また、第 4 次基本計画の p8. には、地理総合のことが「また、令和 4 年度から高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)の必修科目となる「地理総合」において、「地図や地理情報システムなどを用いて、調査や諸資料から地理に関する様々な情報を適切かつ効果的に調べまとめる技能を身に付けるようにする」とされたことも踏まえ、引き続き、地理空間情報や GIS に関する知識の普及の取組として、教育支援コンテンツの充実等、地理に関する教育や防災分野における地理空間情報の活用を担う関係者への支援を行う。」と明記されています。

地理情報は、地理空間情報とも言いますから地理情報社会と地理空間情報社会は同義です。アクティブラーニングとして生徒に意見を述べさせるときには、第 4 次基本計画の要約版スライド(参考 URL 4) (図 1 1) を参考に地理空間情報社会がどのような社会であり、これからの 5 年間に日本社会が、どのように変化するのか、身近な視点から地理空間情報社会を生徒なりに理解できるように討論をすすめましょう。

生徒が、第 4 次基本計画全文を読むことは、かなり、難しいかもしれません。そのため、第 4 次基本計画で重点的に取り組むべき施策シンボルプロジェクト(参考 URL 5) をベースに生徒に要約させることもいいかもしれません。自動運転技術やスマート農林業の推進、建設業における i-Construction など現実に進みつつある地理空間情報社会の全体像が見えてきます。脱炭素型社会への衛星探査技術とその利活用も地理空間情報技術です。生徒が身近に関しているスマホの地図情報サービスをはじめ、コロナ感染マップの活用や人の動きを可視化した人流データ解析や道路を歩いていると近所のお店を地図で紹介するサービスも歩行者の位置から 100m 範囲のお店を検索する技術も、GIS の空間分析を活用した地理空間情報サービスです。自動運転社会、スマートシティなど地理空間情報サービスに満ち溢れた現代に生きていることを再認識することもこれからの IT 社会を生きる生徒たちに必要です。地理空間情報がいかに多様であり、GIS を学ぶことへの重要性を認識することが重要なのです。

生徒の討論を要約するときには、施策のポイントを以下の 4 点に要約し、討論させるとわかりやすいと思います。(参考 URL 6)

- 自然災害・環境問題への対応 : 地理空間情報を高度に活用した「G 空間防災技術」の社会実装の推進 等
- 産業・経済の活性化 : スマート農業の加速化、インフラ分野の DX 推進、衛星データの利活用の促進 等
- 豊かな暮らしの実現 : 3D 都市モデルや「空間 ID」の整備、ドローンや空モビリティの社会実装の推進
- 基盤整備・充実 : 準天頂衛星システム 7 機体制の確立、位置情報の共通基盤「国家座標」の推進 等

国が 5 年毎に基本計画を策定することは、2007 年に制定された「地理空間情報活用推進基本法」で地理空間情報社会を発展させ、人々の生活の質を高めるために決まりました。また、教材素材 1-2-3-1 で紹介した基盤地図情報が位置の基準としてこの法律に明示されたことも忘れてはなりません。この法律の制定・公開以降、日本では地理情報を地理空間情報と呼称するようになりました。

この基本計画には、地理空間情報の多様なサービスが記載されています。自動運転も地理空間情報サービスの一例です。ドローンによる自動配達サービスなど地理空間情報サービスは、身の回りのあらゆるところにありますから、この基本計画を読みながらどのような地理空間情報サービスがあるかまとめてみましょう。特に、スマホに GPS 機能が搭載され、WebMAP が無料で配信されると地理空間情報サービスは飛躍的に拡大しました。その背景には、インターネット網の整備と Web 技術があります。この種のサービスは、2005 年に GoogleMAP や Google Earth が登場し、Web サービスが位置情報と融合して飛躍的に拡大しました。

。

図表のページ

第4期地理空間情報活用推進基本計画の骨子案（概要）

現状認識

【政策】

- 準天頂衛星7機体制確立に向けた取組（令和5年度）
- デジタル庁設置、データ戦略、ベース・レジストリ整備、データプラットフォーム連携

【経済】

- メガプラットフォームによる位置情報ビッグデータ、パーソナルデータ活用拡大、新たなビジネス展開
- 第一次産業（農業・林業）、第二次産業（建設業・インフラ）におけるスマート化進行、技術実証は完了し普及フェーズへ

【社会】

- 激甚化・頻発化する災害、新型コロナウイルス感染症拡大による生活様式の激変
- 自動運転実用化の進行、デジタルツインを活用したスマートシティの萌芽

【技術】

- 機械学習・深層学習等アルゴリズムの革新、CPU向上などによる3D・4Dデジタル基盤上でダイナミックなデータを活用したシミュレーションの実現
- 小型衛星コンステレーション、先進光学衛星等による高頻度・広域の観測・測量の実現

地理空間情報技術の深化、社会的な活用ニーズの変化・高まり

全体指針

地理空間情報のリ・ブランディング

- 過去をStatic（静的）なデータで分析する伝統的な地理空間情報のブランドイメージを、**Dynamic（動的）・Realtime・Open・Connected**なデータを未来志向でシミュレーションし、社会課題を解決していく次世代の社会インフラとして再定義する

地理空間情報のエコシステム構築

- 地理空間情報の活用が政府の適切な支援とリードによって、民間を中心に自走できるユースケースを描き、エコシステムの構築をめざす

地理空間情報活用人材の育成、交流支援

- 分野の垣根を越えて取組を実現していく人材の育成・巻き込みを目指し、**地理空間情報分野の人材を他分野・他業種に飛び込ませる交流機会の創出**や他分野の人材を地理空間情報分野に引き込むためのコミュニティ形成を促していく

取り組むべき課題

全体指針に基づく各分野の施策連携、社会課題の解決

- (1) 自然災害・環境問題への対応
 - －統合型G空間防災減災システムを中心とした災害に強い社会づくりへの貢献、地球温暖化や生物多様性の保全への対応 等
- (2) 産業・経済の活性化
 - －国内産業のデジタルトランスフォーメーションによる効率化・生産性向上、地理空間情報ビッグデータを活用した新ビジネス創出 等
- (3) 豊かな暮らしの実現
 - －高度な測位や動的情報を含む3次元地図等を活用したまちづくりや次世代の交通・物流システムの構築 等
- (4) 地理空間情報基盤の継続的な整備・充実
 - －社会状況やニーズに合わせた地理空間情報基盤の継続的な整備・高度化 等

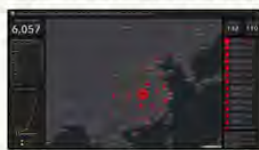
地理空間情報のリ・ブランディングとエコシステム構築に係る環境変化－社会－

- 自然災害に加えて、感染症拡大によって、**Realtime**での位置情報のニーズが急増。
- **3D地図・デジタルツイン**、衛星の高精度位置情報を活用した自動運転やまちづくりも本格化。

新型コロナウイルスの蔓延

リ・ブランディング

- 新型コロナウイルスの感染状況を、地理的情報と併せて確認可能なツールを様々な企業や研究者等が公開。



出所：ブログ「新型コロナウイルスの感染状況に関するマップ」, ESRIジャパン株式会社
<https://blog.esri.jp/2020/01/29/post-35213/>

- 感染症の拡大は人の移動と密接な関係があるため、人流データにこれまで以上の注目が集まっている。

地球温暖化、災害の甚大化・頻発化

リ・ブランディング

- 地球温暖化により、水害被害額（津波以外の水害）は平成30年以降、急増。比例してハザード情報のニーズも高まる。
- 2050年のカーボンニュートラルの政府方針に伴い、産業界において様々な取り組みが進むと想定。



図 水害被害額の推移
 出所：国土交通省
<https://disaportal.gsi.go.jp/>

自動運転の進化

リ・ブランディング

エコシステム

- SUBARUのアイサイトXでは、高精度3次元地図データと衛星の高精度位置情報を組み合わせ、より高度な車両制御を実現



出所：株式会社SUBARU, <https://sp.subaru.jp/welcome/pdf/eyesight.pdf>

デジタルツインのまちづくりへの活用

リ・ブランディング

エコシステム

- 国土交通省は、3D都市モデルを整備しオープンデータとして公開することを目的とした「Project PLATEAU」の一環として、令和2年12月に、3D都市モデルのウェブ実証環境を公開。
- 3D都市モデルは、都市空間に存在する建物や街路、橋梁といったオブジェクトを定義し、これに名称や用途、建設年、行政計画といった都市活動情報を付与、デジタルツインのまちづくりへの活用が期待されている。



図11 第4期地理空間情報基本計画骨子より引用

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/20210618/siryoul.pdf>

文章のページ

5. GIS の s の意味が多様になるのはいつごろからかを学ぼう

GIS の歴史は、コンピュータ技術の発展と深く関係しています。1950 年代から 1960 年代の G I S 研究では、コンピュータマッピングの研究、様々な自動地図化ソフトが研究開発されていました。米国地理学会では計量地理学が盛んで、その中心は、ワシントン学派と呼ばれ、計量地理学研究者達とトブラー (Tobler, W. R.) の自動地図学の研究 (1959 年) と地図投影変換の研究 (1962 年)、バンジ (Bunge, w.) のメタ地図学の提唱 (1959 年) が融合して GIS 研究につながったといわれています。1950 年代末から 1960 年代初期の G I S 研究の萌芽期には、ワシントン学派に加え、ノースウエスタン大学の建築学・都市計画学者フィッシャー (Fisher, H. T.) の与えた影響は、G I S 研究にとって大きく、GIS の開発や研究には、建築系都市計画研究者と地理学研究者がともに影響を与えていると考えられます。これは、日本においても現在、同様の傾向が見られます。

米国においては、1963 年に都市地域情報システム学会 (Urban and Regional Information Systems Association U R I S A と訳す) が設立され、また、1968 年には、国際地理学連合 (I G U) の中に、地理データ収集・処理研究委員会 (Commission on Geographical Data Sensing and Processing, C G D S P と略す) が設立されました。そして、フィッシャーが母校のハーバード大学に 1965 年に設立したコンピュータグラフィックス空間分析研究所 (Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis) では、1980 年代に世界で最初に地理情報システムとして商用サービスを始めた G I S のソフト (Arcinfo) の母体となった ODEYSSEY というシステムが開発されていました。しかし、1950 年代から 1960 年代にかけては、GIS という呼称はなく、GIS を「Geographic Information System」と命名したのは、1962 年にカナダの森林管理システム (Canada Geographic Information System, CGIS と略す) を開発したトムリンソン (Tomlinson, R. L.) で、「GIS の父」などと言われています。このシステムは、カナダ土地調査 (C L I) で収集されたデータ解析と農村地域開発計画策定のために利用されたシステムで、システム開発のコンセプトは、解析 (地図化、オーバーレイ、面積測定など) の空間分析が可能なシステムであったのです。

GIS とコンピュータマッピング (C G) の違いは、空間分析ができるかどうかであるといわれます。現在でも WebMap と WebGIS の違いは、この空間分析機能をどれだけ有しているかにありますが、電子地図を作成・表示・活用するという点では、類似しているのです。

1990 年代初頭、地理学者であるマギー (D. J. Maguire) は、GIS を「空間データと空間データの収集・入力法、ハードウェアとソフトウェア、地表空間の空間解析法まで含むコンピュータシステムと捉え、リモートセンシング、CAD、データベース、コンピュータマッピング等の接点に存在する統合的な空間的事象やデータに関する情報システム」とであると定義しています。1970 年代、1980 年代は、G I S が地方自治体の行政サービスの効率化に導入され、世界中で発展しました。1950 年代から 1990 年代初頭までは、GIS という地理情報システムを意味していたのです。

GIS が多様な意味を有するようになるのは、1990 年代からです。GISystem の時代から 1990 年代初頭に、インターネットが発展し、その社会基盤データとして電子地図が注目された頃からです。1980 年代に中央政府や地方自治体に導入された自治体 GIS の各部署別の GIS 導入により地図データの重複とその作成費用が膨大になり、その重複投資を抑えようとする傾向が出てきます。それが、インフラとして作成された共通の地図つまり、国土空間データ基盤という考え方に変化していきました。1990 年初頭、米国クリントン政権の時に、国土空間データ基盤 (National Spatial Data Infrastructure : NSDI と略す) 政策 (1992) が実施され、インフラデータとしての電子地図の整備が始まります。1994 年、大統領令 12906 号を公布し、情報技術により米国の政治のあり方を新規に再構築するための情報基盤として NSDI を官民パートナーシップで整備しようとしたのです。NSDI 整備は、GIS (Geographic Information System 地理情報システム) を利用して国民サービスの向上を図ろうとする電子政府政策でもありました。この政策は、全世界に広まり、NSDI の整備が国家的なインフラ事業に発展したのです。そしてこのころから GIS の s が「System」に追加されて「Society」と称されるようにもなりました。また、1990 年初頭の GIS 論争 (GIS は科学かツールか?) があり、その後、地理情報科学が成立しましたが、GIS の s が Science を意味するようにもなったのです。

米国では、1992 年のクリントン政権発足時に情報スーパーハイウェイ構想として有名な全米情報基盤 : NII (National Information Infrastructure : 全米情報基盤) 行動アジェンダがだされたが、さらに全米科学財団の「国土空間データ基盤整備 National Spatial Information Infrastructure (NSDI) に向けて」という国

家的戦略としてのNSDIに関する勧告をうけ、クリントン政権は全米インターネット網の整備だけでなく、情報基盤コンテンツとしてのNSDI整備をIT政策の柱にしたのです。

日本では、阪神大震災後に、GIS基盤整備が始まりました。この空間データ基盤(NSDI)に該当するのが、2007年の地理空間情報活用推進基本法で明示された基盤地図情報なのです。この法律の制定以降に、国土地理院の地図づくりは電子国土基本づくりに変化したのです。

参考 URL 2023 年 1 月参照確認

参考 URL 1 「地理教育におけるオープンデータの利活用と地図力／GIS 技能の育成」(2014) 日本学術会議提言

参考 URL 2 第 4 次「地理空間情報活用推進計画」

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/r040318/220318_masterplan.pdf

参考 URL 3 内閣官房 地理空間情報活用推進会議・地理空間情報活用推進室

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/index.html>

参考 URL 4 地理空間情報活用推進基本計画(第 4 期) 骨子

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/20210618/kosshi.pdf>

参考 URL 5 地理空間情報活用推進基本計画において

重点的に取り組むべき施策(シンボルプロジェクト)の工程表

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/r040318/220318_schedule.pdf

参考 URL 6 内閣官房広報 2022 年 3 月 18 日

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/pdf/20220318_kihonkeikaku.pdf

参考文献 2024 年 2 月参照確認

DOI は Jstage の書誌情報サイト このサイトから pdf で論文がダウンロード可です。

中山 修(1993) 地理教育国際憲章：1992 年 8 月制定：国際地理学連合・地理教育委員会編, 地理科学, 48-2, pp. 104-119 DOI https://doi.org/10.20630/chirikagaku.48.2_104

井田仁康(2019) 地理総合とは何か、学術の動向、24-11, pp. 10-14.

DOI https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/24/11/24_11_10/_article/-char/ja/

碓井照子(1995) 英米における GIS 研究とその応用的利用, 奈良大学紀要 23, 1995, 123-132 頁。

http://repo.nara-u.ac.jp/modules/xoonips/download.php/AN00181569-19950300-1008.pdf?file_id=1302

碓井照子(1995) GIS 研究の系譜と位相空間概念、人文地理, 47-6, pp. 562-585.

DOI https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjhg1948/47/6/47_6_562/_article/-char/ja/