

森林・林業のための情報・ICT 技術 2

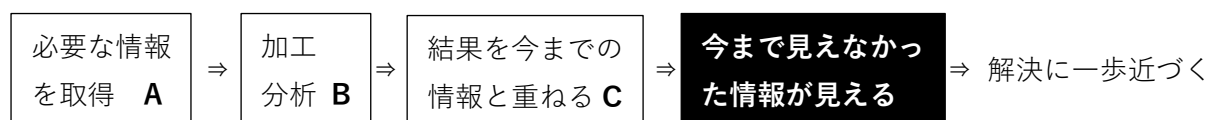
はじめに

森林・林業の分野は、あらゆる点で旧来のやり方から新しい方法へ転換、移行しつつあります。それは、現場の調査や労務作業であっても、デスクワークであっても、様々な情報の扱い方が ICT 技術を介して行われることが多くなってきたからです。

たとえば、昔なら現場作業は超ベテランの親方のやり方を見て覚えよ、といていたのですが、今ではそれらを数値化したりデータベースに登録したりして、全くの初心者でさえそのノウハウを簡単に引き出すことができるようになってきました。現状はまだまだ細かい点まで ICT 技術に頼ることはできませんが、いずれ技術の進歩とともに「こういうことができたらいいのにね」ということも実現されていくことでしょう。

この講座を受講するみなさんには、主に地理情報システム（Geographic Information System）を使って森林・林業における課題解決が自分でできるようにするプログラムを提供します。社会に出て森林・林業関係の仕事に就いた時、おそらくいろいろな解決すべき課題がでてくるでしょう。その課題解決に際して、どんな材料を用意してどう料理していけばよいか、この講座を受講した方なら「ああ、その答えなら GIS をこう使えば簡単にでてくるんじゃない？」と言えるようになっていただけたと思います。

森林・林業の現場実務では、課題があればまずその課題についての情報を集め、それらについて足したり引いたり、とことん検討します。それを繰り返すことによって、何らかの手がかりを得られれば、解決に一步近づいたと考えます。この作業を各方面から納得いくまで繰り返していけば、課題解決に至るものと確信しています。



情報の取得、つまり情報の入力系でも ICT 技術は進歩しています。この講座では簡易 GPS を使用しますし、情報の加工系では前述した GIS やコンピュータを使用します。みなさんには、これら ICT 機器を上手に使いこなしていただけるようになることが本講の目的です。

- ☆ 「GIS を使えるようになる」ということは、「コンピュータを使いこなす」ことが必須
- ☆ 「GIS を使って目的とする仕事をする」ということは、「コンピュータが有する演算能力を活かし、それを道具として作業する」ということ
- ☆ 講義は、コンピュータの実技（GPS・GIS ソフト・スマホ等の操作）を通じて地図作成理論や知識を学ぶ方式で行う

目 次

第1講 (5月13日 月曜日)

- | | |
|-------|------------------------------|
| 1 時限目 | (座学) オリエンテーション、森林・林業の ICT 利用 |
| 2 時限目 | (座学) 測量などの基礎知識、地図情報の見方 |
| 3 時限目 | (座学) GIS オリエンテーション、森林簿の基礎知識 |
| 4 時限目 | (演習) GIS で森林作業道をつくる |

第2講 (5月14日 火曜日)

- | | |
|-------|-------------------------------|
| 1 時限目 | (演習) ArcGIS の使い方…例題で基本操作を習得する |
| 2 時限目 | 〃 |
| 3 時限目 | (演習) ArcGIS の使い方…例題で応用操作を習得する |
| 4 時限目 | 〃 |

第3講 (5月20日 月曜日)

- | | |
|-------|-----------------------|
| 1 時限目 | (演習) 実務で役に立つGISの操作演習 |
| 2 時限目 | 〃 |
| 3 時限目 | (演習) つながるためのクラウドGIS体験 |
| 4 時限目 | 〃 |

第4講 (6月3日 月曜日)

- | | |
|-------|-----------------------|
| 1 時限目 | (演習) スマートフォンと GIS の連動 |
| 2 時限目 | 〃 |
| 3 時限目 | 〃 |
| 4 時限目 | 〃 |

※上記は予定である

ご紹介 1 森林の蓄積量を測る

9 地域経済 11 版 2019 年(平成 31 年)4 月 25 日(木曜日)

中

森林信託 ドローンの目



山林を空中から撮影するのに使う精密林業計測のドローン＝同社提供

空中撮影した山林を独自技術で解析し、導き出した木のデータ



三井住友信託と信大ベンチャー

小型無人機「ドローン」による空中撮影が林業の現場で役立っている。国内に増加傾向にある未利用の山林を生かそうと、三井住友信託銀行（東京）は本年度、所有者に代わり山林資源を運用する「森林信託」サービスを開始。ドローンによる分析技術にたけた信州大発ベンチャー「精密林業計測」（長野県南箕輪村）に、樹種や木の大きさといった運用に不可欠な森林の価値を見極める調査を委託している。

（竹田弘毅）



森林信託は、銀行が受託者として土地の名義人になり、森林の運用を代行する仕組み。銀行は、森林資源を活用したビジネスを林業事業者などに任せ、そこから得た利益を元の所有者と分配する。木材の伐採だけでなく、キノコ栽培や水力発電といった利用も想定する。同行によると、金融機関による商業目的での森林信託事業は国内初。林野庁によると、スギやヒノキなどが植えられた国内の人工林の半数が植林後、五十年以上経過し、木材として伐採に適した大きさに成長している。だが、国産材の需要減や所有者の高齢化で活用されていない山林が増加。未利用の木は、全国に五十二億立方メートルあり、ナゴヤドーム約三千個に相当するという。

精密林業計測は、信大農学部が開発した計測や解析の技術を用

樹種や高さ分析 資産価値を判断

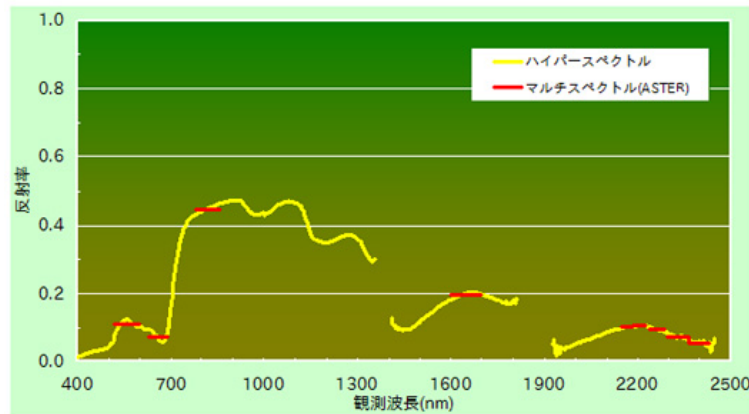
実用化する目的で、二〇一七年に設立。空中から撮影した山林のデータを独自技術で解析し、木の種類や高さ、太さなどを測る技術に強みを持つ。斜面など地面の状況まで記録できる高性能レーザーセンサーを備えたドローンもそろえる。分析結果は、山林の資産価値の把握だけでなく、伐採後の搬出路を整備する位置を事前に検討することにも役立つ。

こうした調査は従来、人が森林に立ち入って実施。だが、下草が生い茂る山中に入るとの調査は危険な上、労力が必要になる。その一方、計測精度は決して高くない。上空から調べるにも、広範囲なら航空機が効果的だが、比較的狭い範囲を安価に調べるにはドローンが最適だという。

精密林業計測は、自治体の依頼を受けて森林の計測をするほか、病虫害の拡大状況を空中から調べる事業を手掛ける。竹中悠輝社長は「山林の情報を効率的に収集することで、林業の成長産業化を目指したい」と話す。

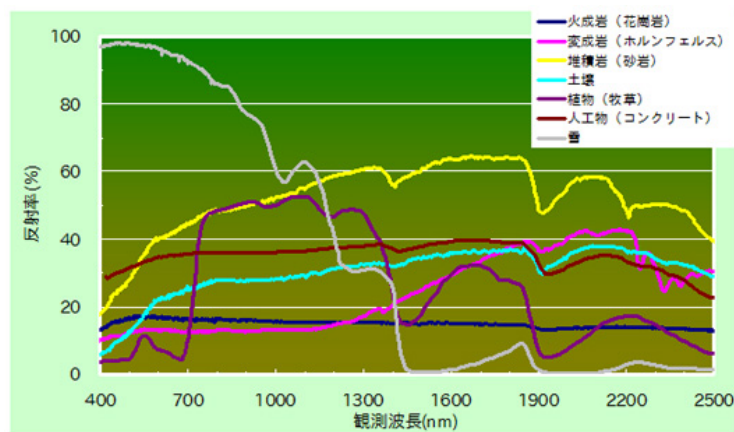
ご紹介2 森林の質を測る（ハイパースペクトルセンサ利用）

ハイパースペクトルの最大の特徴は、高波長分解能を有し、対象物の性質・物性を示す反射率を広範囲の波長帯で連続的に得ることができる。植物（9月の水稻）のスペクトルを例に、マルチスペクトルセンサとハイパースペクトルセンサによって得られる反射スペクトルの違いを示す模式図を以下に示します。



マルチスペクトルセンサとハイパースペクトルセンサによって得られる反射スペクトルの比較

また、地上にある物質は、それぞれ特徴的な反射スペクトルを持っています。大地を成す岩石である火成岩、変成岩、堆積岩、その上に被覆する土壌、土壌の上に生えている植物、雪氷や人工物の反射スペクトルの例を以下に示します。



地上にある様々な物質の反射率（スペクトルの出展：Johns Hopkins University Spectral Library (ASTER Spectral Library)）。

地上にある物質の特徴的な反射率を計測することによって、マルチスペクトルよりも詳細に、地上の物質を知ることができます。

問い ハイパースペクトルセンサを森林関係に応用するとしたら、どんなことに使えそうか？

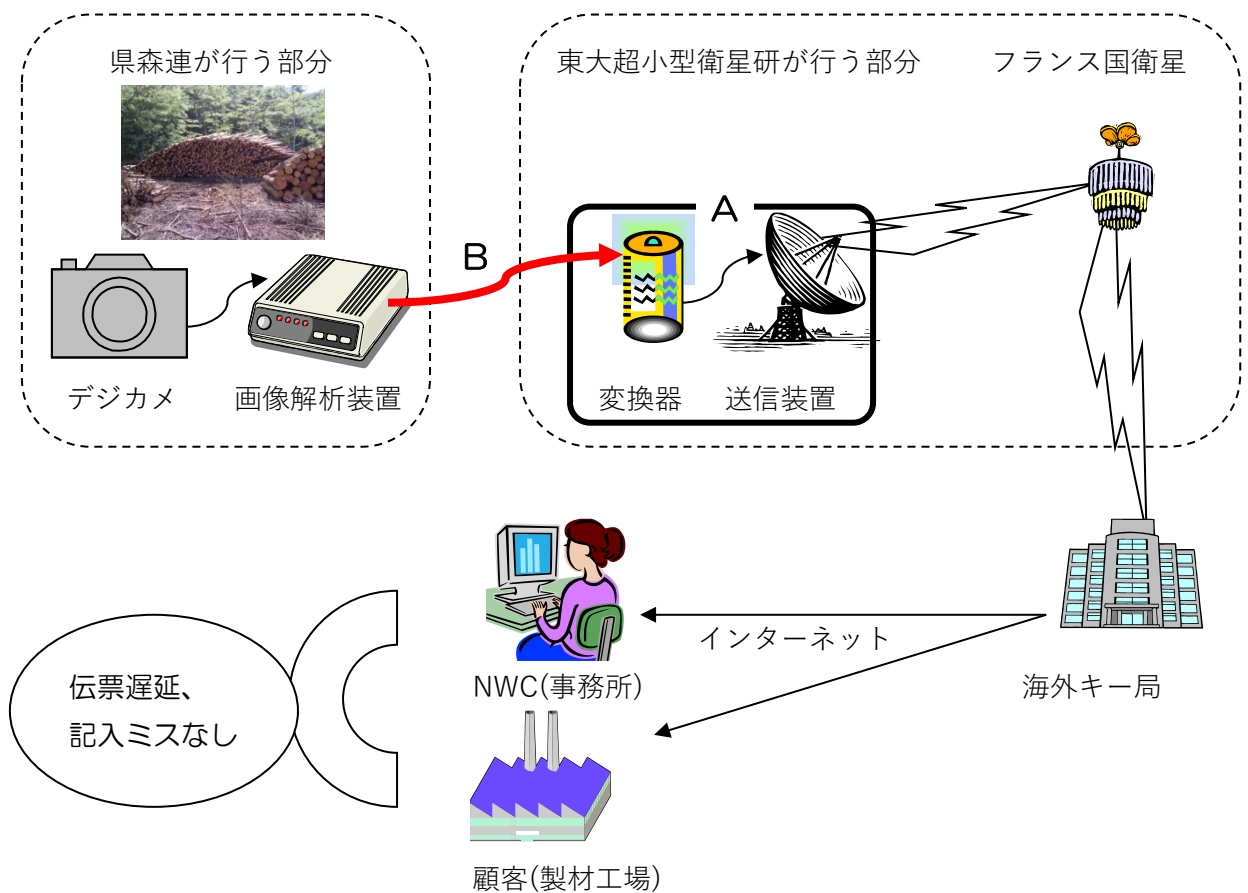
ご紹介3 NWC 中間土場データ送信実験

○東大超小型衛星研究センターと岐阜県森連が協働して中間土場データの送信実験を行う

予定	6月末	衛星通信システムの購入（イメージ図の A）
	7月～8月	データ受け渡しの調整実験（イメージ図の B）
	9月～	衛星通信会社と通信契約、現場実験開始

○実験の目的 先山～中間土場～NWC～顧客間の流通ルートにおける事務軽減

○イメージ図



問い 上記のシステムが実用化したら、森林・林業分野において他にどんなメリットがありそうか？

想定事項

あなたは、美濃市内に広大な森林を所有していて、それを何かに活用したいと考えているとしよう。

◆活用の内容を一言でいうと、それは・・・

◆いま、必要となる森林・林業のための「情報」とは何か

◆どんなことのために、どんな「情報」を求めたいのか

◆本当に欲しい情報とは何か

◆欲しい「情報」を手に入れるにはどうしたらよいか

◆欲しい「情報」が手に入らないときはどうしたらよいのか

◆「情報」を手に入れたらどうするのか

◆「IT」とは何か

◆「IT」リテラシーとは何か

◆「情報」と「IT」にどんな関係があるのか

◆「情報」と「IT」を融合させると何ができるのか

◆この講座で期待すること

地図情報の見方

問1 図0.0.1の標高点1464は、尾根の稜線か、または谷底のどちらに位置しているか？

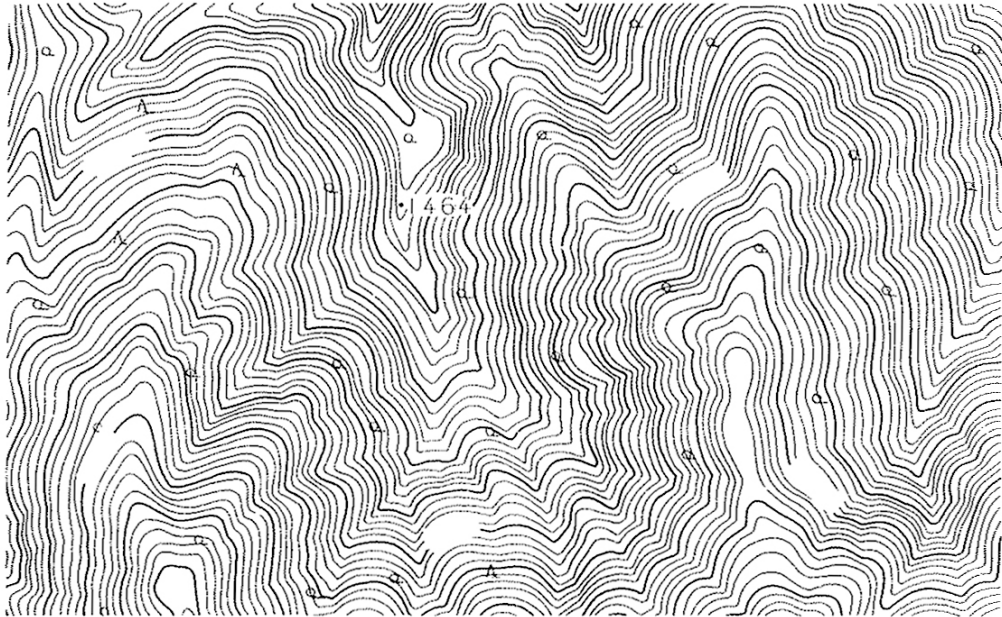


図0.0.1 (等高線の高度数値を消去)

問2 次の5万分の1地形図をみて、次の問いに答えなさい。



出典：国土地理院発行の5万分の1地形図（東京西北部）

- (1) 「しんじゅく」駅のA地点から「都庁」のB地点まで、地図上の距離にして約1.6cmある。実際の距離はどれくらいになるか。次のア～エから選べ。

ア.80m イ.400m ウ.800m エ.4000m

- (2) 地形図中の C～F の地点についての説明として正しいものを、次のア～エから1つ選べ。
- ア. C の「若葉町」の周辺には神社が多い。
 - イ. D の「新宿御苑」には、針葉樹が生えている。
 - ウ. E の道路の部分は、鉄道と交差し、鉄道の上を通っている。
 - エ. F の「国立競技場」からみて、「せいぶしんじゅく」駅は北東の方向にある。

- (3) 地形図中の A～F の地点で最も標高の高い場所はどれか。

※上記の各問いは電子国土ポータルを見ながら答えてもよい。

問3 図0.0.2に記入されたA,B,Cの3本の太破線は高速道路計画の比較路線である。最も難工事(つまり高い工事費になると予想される)と考えられる路線はどれか。

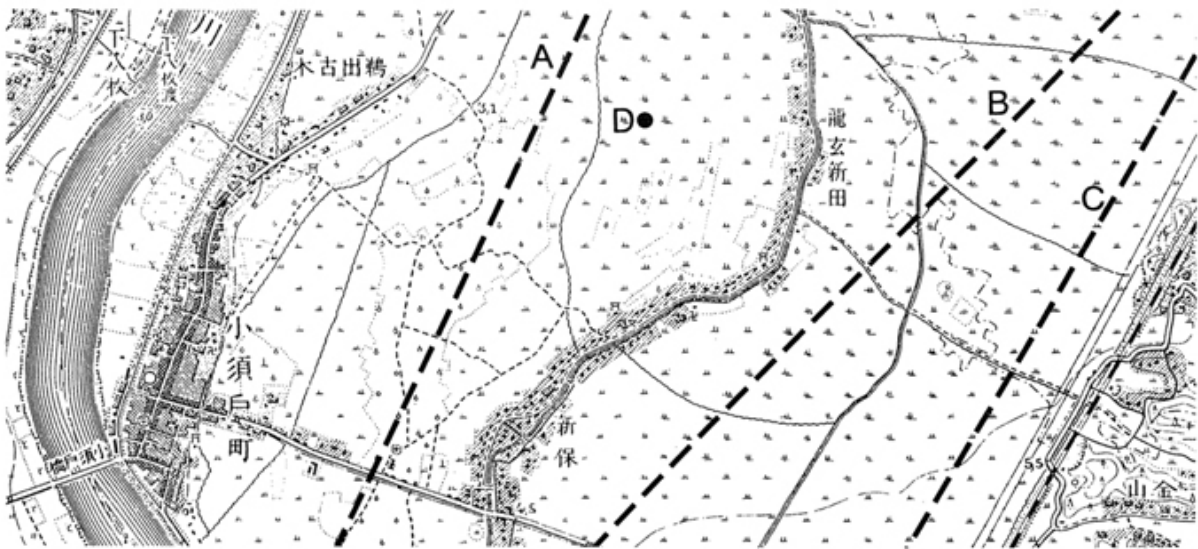


図0.0.2 (太破線とA～Dの文字を補記)

ヒントは下表を見よ↓

むかしの地図記号と地図記号のうつりかわり														
種類/図式	明治11年 (1878) 測 絵図譜	明治16年 (1883) ~ 迅速	明治17年 (1884) ~ 仮製	明治18年 (1885) 図 式集から	明治23年 (1890) 図 式集から	明治27年 (1894) 図 式集から	明治33年 (1900) 図 式集から	明治42年 (1909) 図 式集から	大正6年 (1917)	昭和17年 (1942)	昭和30年 (1955)	昭和40年 (1965)	平成14年 (2002)	メモなど
植生界				—— 地類(定)	—— 地類(定)	なし	なし	:しよくせいのさかい
植生界				---- (不定)	---- (不定)	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	:しよくせいのさかい
田		田	陸田	陸田	田	田	田	田	乾田	二毛作田	乾田	田	田	た
水田	水田	水田	水田	湿田	なし	なし	なし	なし	水田	田	湿田	なし	なし	すいでん
沼田			深田							なし		なし	なし	ぬまた
畑(葉園)		(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	▽	▽	はたけ

コラム ちょっと昔までは、樹種別の地図記号があった！

地図記号でその地図の作成年代がわかる…あまり古い地図だとその情報そのものが正確でない場合もある。

むかしの地図記号と地図記号のうつりかわり 23														
種類/図式	明治11年 (1878) 測 絵図譜	明治16年 (1883) ~ 迅速	明治17年 (1884) ~ 仮製	明治18年 (1885) 図 式集から	明治23年 (1890) 図 式集から	明治27年 (1894) 図 式集から	明治33年 (1900) 図 式集から	明治42年 (1909) 図 式集から	大正6年 (1917)	昭和17年 (1942)	昭和30年 (1955)	昭和40年 (1965)	平成14年 (2002)	メモなど
独立樹 (広葉)			 独立樹木	 独立樹木	 独立樹木				 (潤葉樹)	 (潤葉樹)		なし	なし	:めじるし になる木 (こうよ うじゅ)
独立樹 (常緑 潤葉)											なし	なし	なし	:めじるし になる木 (こうよ うじゅ)
独立樹 (針葉)												なし	なし	:めじるし になる木 (しんよ うじゅ)
独立樹 (竹)									なし	なし	なし	なし	なし	:めじるし になる木 (たけ)
独立樹 (枯木 など)									なし	なし	なし	なし	なし	:めじるし になる木 (かれき)
抽出樹									なし	なし	なし	なし	なし	:ぬきんで た木
抽出樹 (針葉)									なし	なし	なし	なし	なし	:ぬきんで た木

むかしの地図記号と地図記号のうつりかわり 24														
種類/図式	明治11年 (1878) 測 絵図譜	明治16年 (1883) ~ 迅速	明治17年 (1884) ~ 仮製	明治18年 (1885) 図 式集から	明治23年 (1890) 図 式集から	明治27年 (1894) 図 式集から	明治33年 (1900) 図 式集から	明治42年 (1909) 図 式集から	大正6年 (1917)	昭和17年 (1942)	昭和30年 (1955)	昭和40年 (1965)	平成14年 (2002)	メモなど
広葉樹 林			 楢(なら)	 楢(なら)	 潤葉樹林	 潤葉樹林	 潤葉樹林	 潤葉樹林	 潤葉樹林	 潤葉樹林	 潤葉樹林			こうよう じゅりん
広葉樹 林			 栲(くめ ぎ)	 栲(くめ ぎ)	 伐採林	 伐採林	 伐採林	 通過困難	 通過困難	 常緑潤葉 樹林	なし	なし	なし	こうよう じゅりん
針葉樹 林	 松(まつ)		 松(まつ)	 松(まつ)	 鍼葉樹林	 鍼葉樹林	 鍼葉樹林	 鍼葉樹林	 鍼葉樹林	 鍼葉樹林	 鍼葉樹林			しんよう じゅりん
針葉樹 林(す ぎ)	 杉(すぎ)	 杉(すぎ)	 杉(すぎ)	 杉(すぎ)	なし	なし	なし	 通過困難	 通過困難	 落葉松林	なし	なし	なし	しんよう じゅりん
針葉樹 林(ひの き)	 檜(ひのき)	 檜(ひのき)	 檜(ひのき)	 檜(ひのき)	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	しんよう じゅりん
雑樹林					なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	ざつじゅ りん

問4 図0.0.3の大岐海岸の ⊗ 地点で、空きビンをつかべた。さて、そのビンはどうなるか。

きに流
向きに
西向き
④北向

①東向
れる ②南
流れる ③
に流れる
きに流れる

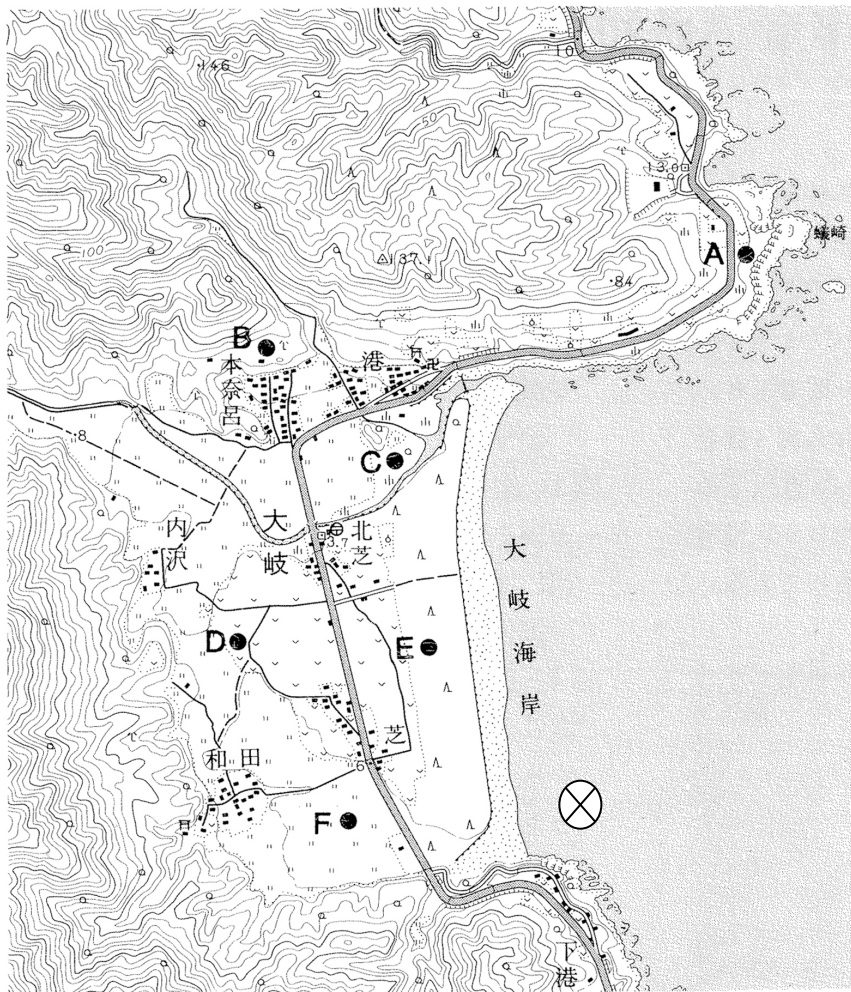


図0.0.3 (A～Fの文字と・印を補記)

問5 電子国土ポータルサイトで下図の島を探せ。また、次ページの設問に答えよ。

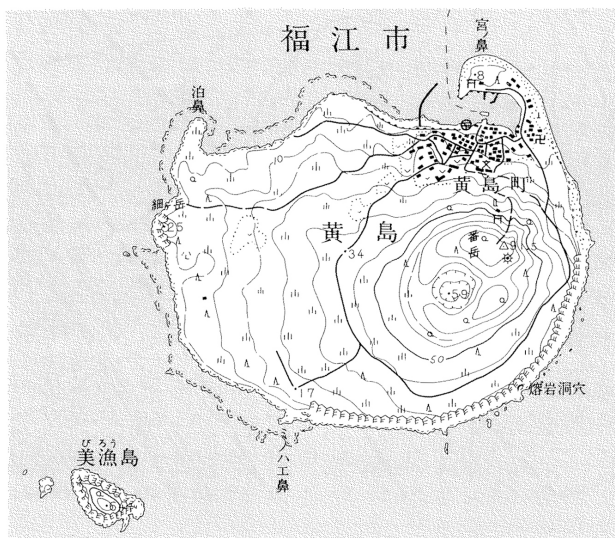


図0.0.4

- 1 黄島の大きさはいくらか。
南北 _____ k m、 東西 _____ k m
- 2 島の最高標高点はどのあたりにあるか。また、それはいくつか。
- 3 灯台はどこにあるか。
- 4 最高標高点の南西方向の地形は何か。
- 5 4の地形の底の標高はいくつか。
- 6 4の地形から気づくことを最低でも3つ書き出せ。
- 7 ミノハエ鼻から時計回りに泊鼻、さらに港の防波堤までの地形は何か。
- 8 7の地形はどんなところか、また、高さは最大何mか。
- 9 7の地形の海側はどんな地形になっているか。
- 10 細ヶ谷の西岸は、高さは何mか。また、海側は9に比べてどうか。
- 11 ミノハエ鼻から東へ「溶岩洞穴」を経て、宮ノ鼻方面へ向かう海岸線の比高は何mか。
- 12 11の海側は、9に比べてどんな違いがあるか。
- 13 東岸の崖（がけ）の北端から北方には何があるか。また、その地形で北側と南側の違いを述べよ。

14 宮ノ鼻の標高は何mか。その南側には何があるか。また、この半島は何でできているか。

15 黄島の大部分の利用形態は何か。

16 黄島で森林があるのはどこか。また、竹林はあるか。集落があるのはどこか。

17 番岳の周りの道路は、観光用の周遊道路といえるか。

18 東岸の地形をなんというか。

19 宮ノ鼻の地形をなんというか。

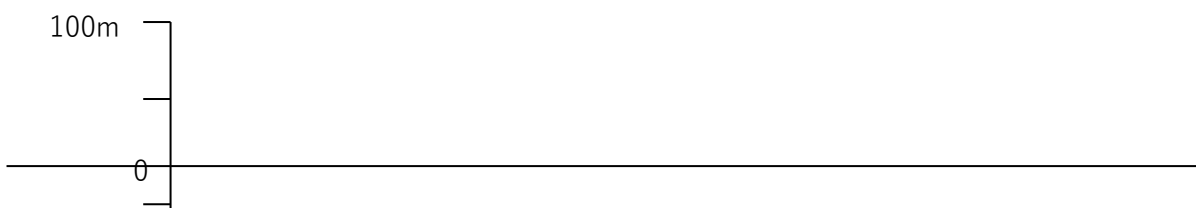
20 黄島ができたばかりのころの島の形を推定せよ。

21 番岳はどのようにしてできたか。また、そのように推測した理由はなにか。

22 番岳の山頂部と山麓の地形的な違いを述べよ。また、それをなんというか。

23 黄島の生い立ち（出来かた）を推論せよ。

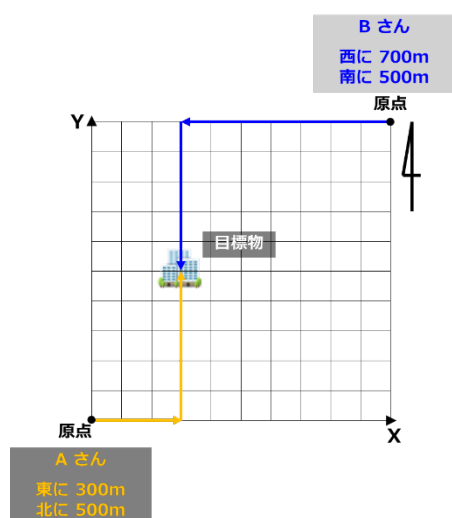
24 黄島の地質断面図を描け。



GNSSやGISを利用する前の超大事な基礎知識!!!

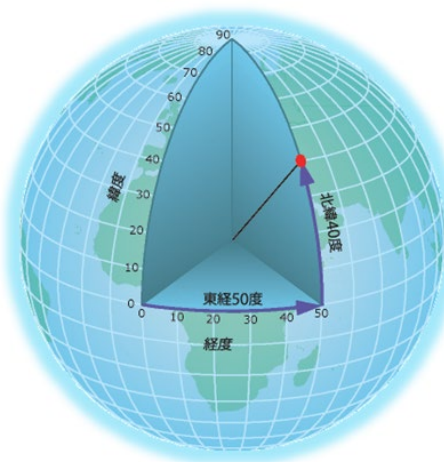
座標系とは

地球上の特定の位置を表すために、GIS では座標が使われます。座標の組み合わせによって、建物の形状（ポリゴン）や道路の形状（ライン）などを表します。座標は、原点を基準とした位置によって表しますが、たとえばある目標物の位置を、A さんは「この交差点から東に 300m、北に 500m の地点」と表現し、B さんは「この建物から西に 700m、南に 500m」と表現したとします。原点（交差点と建物）や距離は異なりますが、両者とも同じ位置を指しています。



このように地球上にある目標物の座標を表現する方法はさまざまですが、地球上の位置を座標で表すための原点や座標の単位などの取り決めのことを座標系と呼びます。この取り決めにしたがって座標を表現することで、複数の GIS データ を重ね合わせて表現したり解析したりすることが容易になります。GIS で扱う座標系には、地理座標系、投影座標系、鉛直座標系がありますが、ここでは地理座標系と投影座標系について説明します。

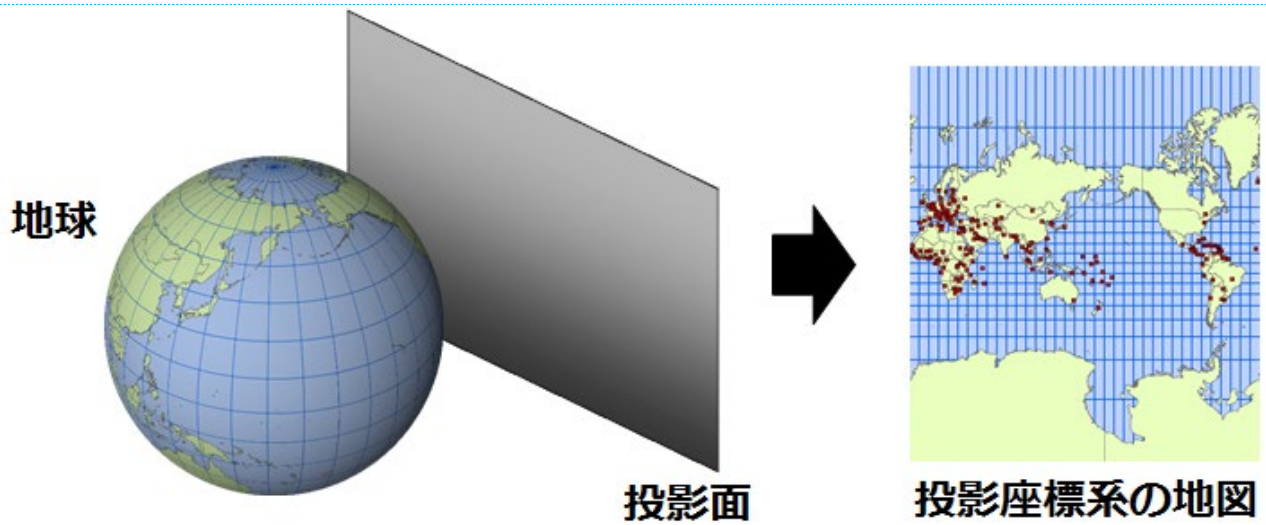
地理座標系



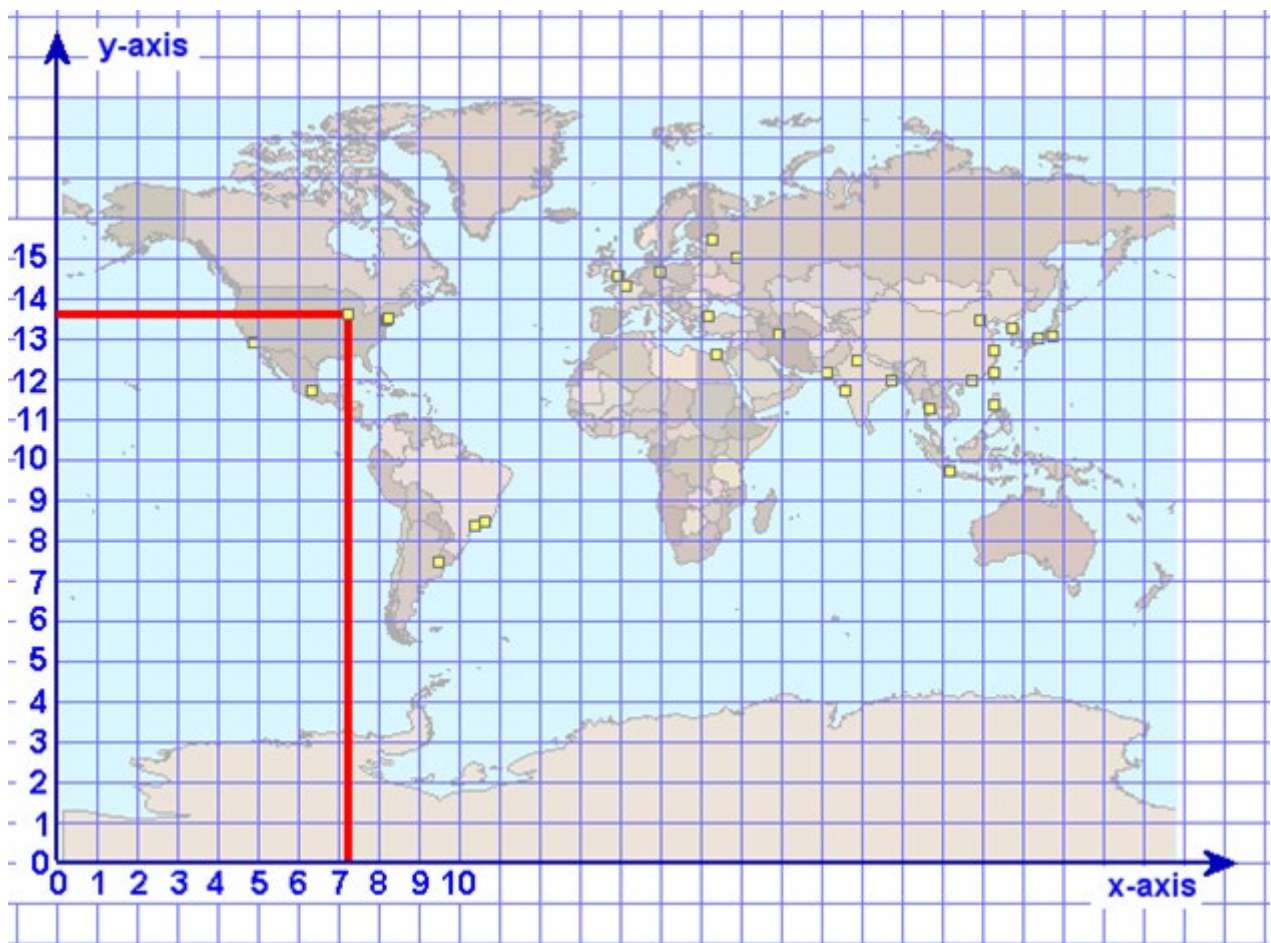
地理座標系は、3 次元である地球上の位置を緯度と経度で表現する座標系です。緯度は、赤道を 0 度として南北方向にそれぞれ 90 度まで表します。経度は、本初子午線と呼ばれる経線を 0 度として東西方向にそれぞれ 180 度まで表します。地理座標系では、地球の重心を原点とし、座標の単位は角度です。「原点」、「赤道の面」、「目標物の位置」の関係を角度で表したものが緯度であり（図中の北緯 40 度）、「原点」、「本初子午線の面」、「目標物の経線の面」の関係を角度で表したものが経度です（図中の東経 50 度）。

基本的な考え方は上述のとおりですが、地球の形状は完全な球体ではなく楕円体であり、さまざまな楕円体の形状が定義されています。また、地球の重心と楕円体の重心を一致させるかどうかなどの基準もあり、国によって採用している楕円体の形状や重心位置の基準は異なります。

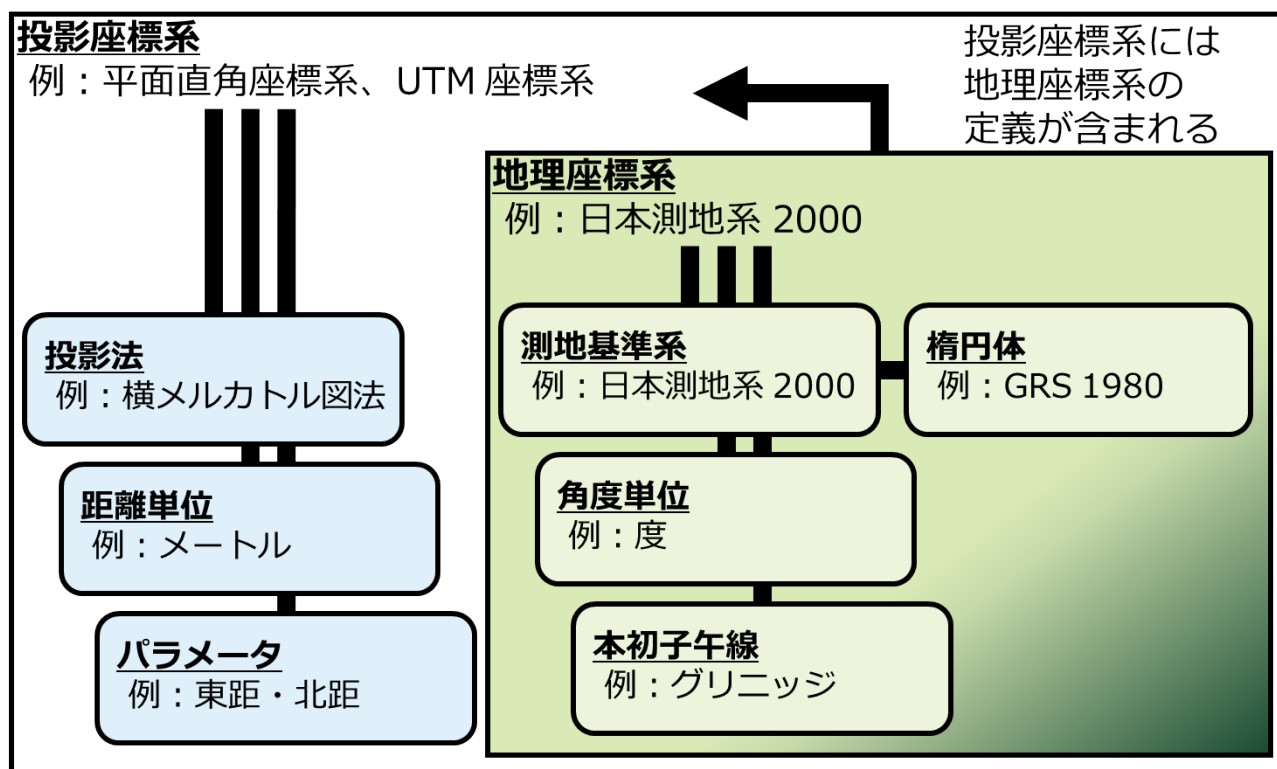
投影座標系



投影座標系は、3次元である地球を2次元の平面に投影し、XY座標で表現する座標系です。2次元に投影するための方法を地図投影法と呼び、用いる投影法や設定する原点などの違いによって、さまざまな投影座標系が存在します。投影座標系における座標は、原点からのXY軸方向への距離（メートルなど）で決まります。



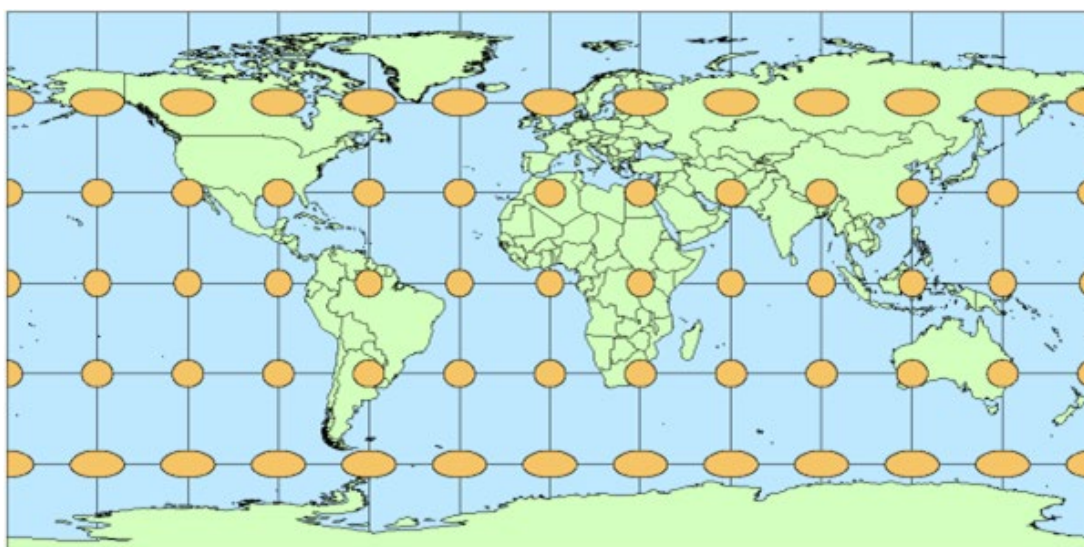
投影座標系では地球の形状なども考慮して投影を行うため、地理座標系の定義も含まれます。ArcGIS では、次のような座標系に関するパラメーターを使用しています。



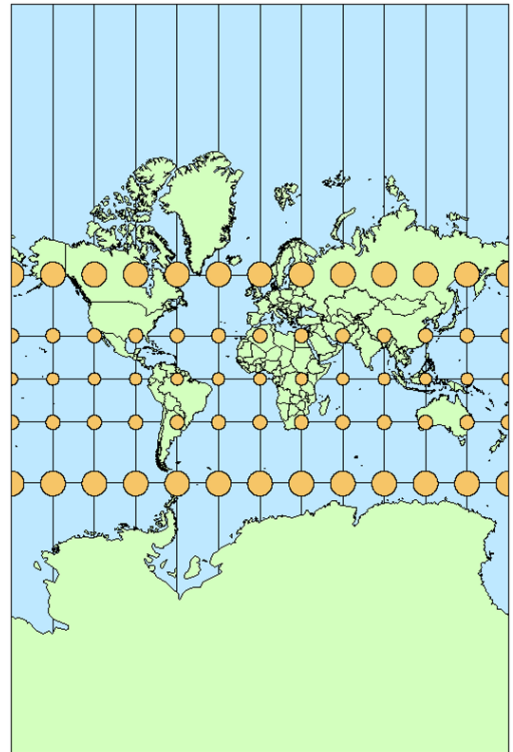
※ 平面直角座標系、UTM 座標系は投影座標系であり、日本で使用される座標系の一種です。

地理座標系と投影座標系の特徴

地理座標系は、日本全国や世界などの広域に渡る範囲を一定の尺度を持った 1 つのデータとして管理できるという利点がありますが、地理座標系の座標は 3 次元における角度で表されるため、その座標を平面上で表現した場合、距離・面積・角度のいずれも正確ではありません。右の図は、地球表面に描いた同じ大きさの円を、地理座標系のまま 2 次元に表示した地図です。地域によって形状が楕円に変化したり大きさが異なったりしており、面積や角度などが正確に表現されていないことがわかります。

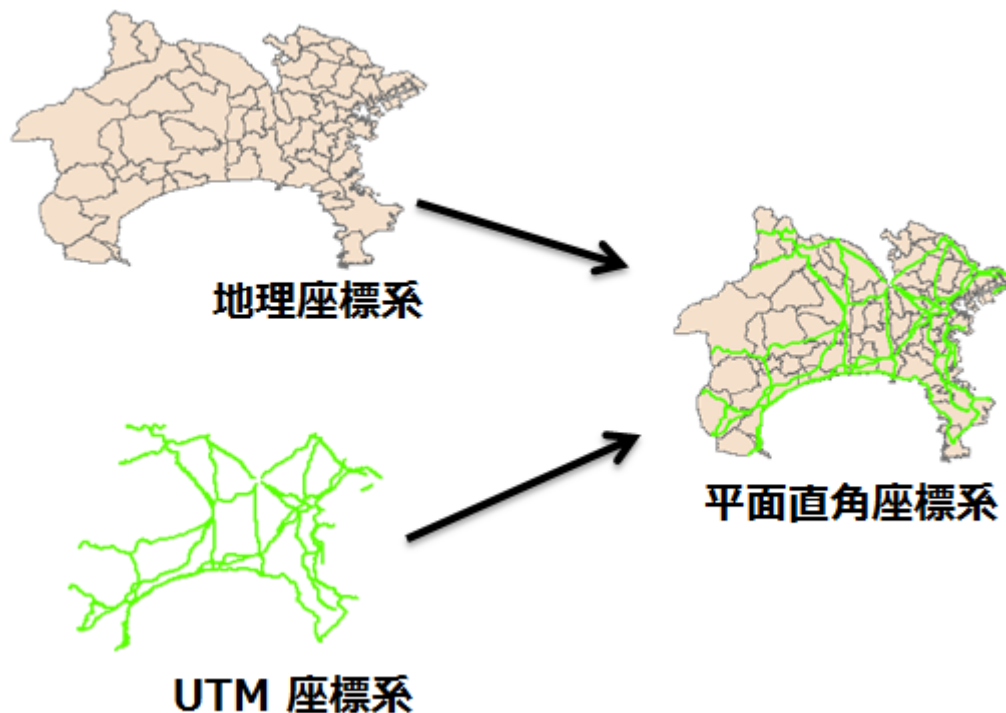


投影座標系では、用いる投影法によって、距離・面積・角度のいずれかを正確に表現できるという特徴があります。したがって、正しい形状での地図表現、図形の作図、距離や面積による解析などを行う場合は、投影座標系を用います。右の図は、地球表面に描いた同じ大きさの円を、正角図法（角度が正しくなる図法）の一種であるメルカトル図法を用いて投影した地図です。この例では、どの地域でも形状は円のままであり、角度を正しく表現できていることがわかります。しかし、地域によって円の大きさが異なり、面積を正しく表現できていないことがわかります。そのため、正確に表現したい要素に合わせた投影法を選択する必要があります。



異なる座標系の重ね合わせ

どのような座標系に基づいて GIS データが作成されているのかがわかれば、原点や座標の単位が異なる座標系の GIS データ同士でも重ね合わせることが可能です。ArcGIS では、異なる座標系の GIS データをソフトウェア上で動的に投影変換して表示することが可能です。また、ArcGIS には、日本で使用される座標系の定義も含め、約 4,500 種類の座標系の定義があらかじめ用意されています。



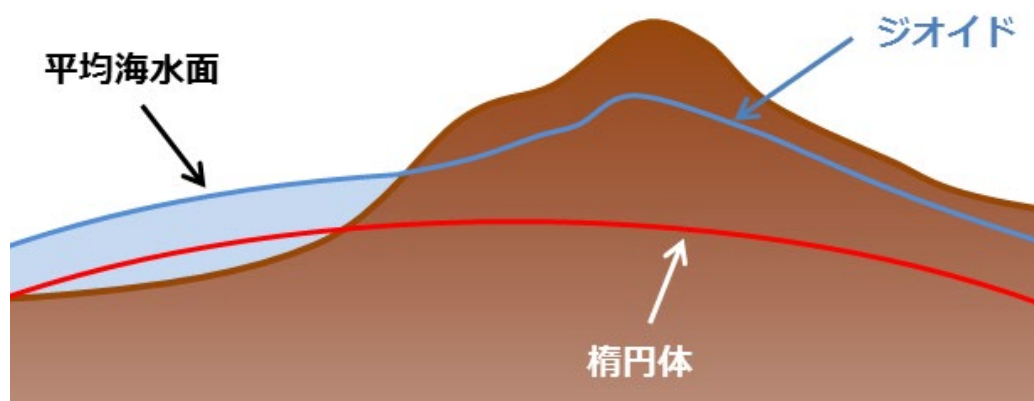
測地系

位置はどのように決まる？

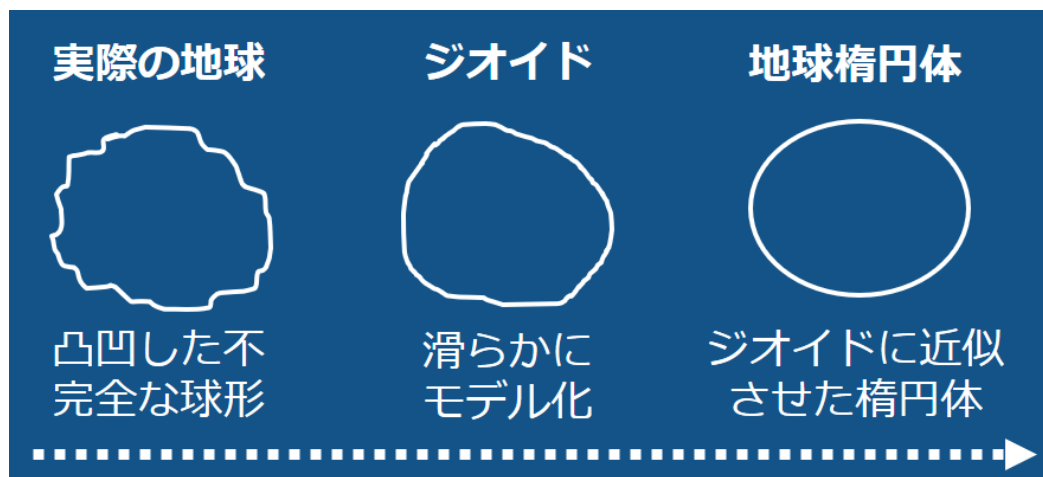
地球上の位置や高さを特定する際の情報として、一般的には緯経度の座標値や標高値が使用されます。位置や高さを座標や標高であらわすためには、何らかの基準が必要となります。測地系（測地基準系）は、地図作成や測量などにおいて共通的に使用できる経緯度や標高を定義するための基準です。測地系の定義は、地球の形や大きさ、座標原点などから構成されますが、この定義は国ごとに異なり、さらに同じ国においても時代とともに変遷しています。ここでは、測地系を構成する定義や日本の測地系について紹介していきます。

地球の形状と大きさの定義 – ジオイドと地球楕円体 –

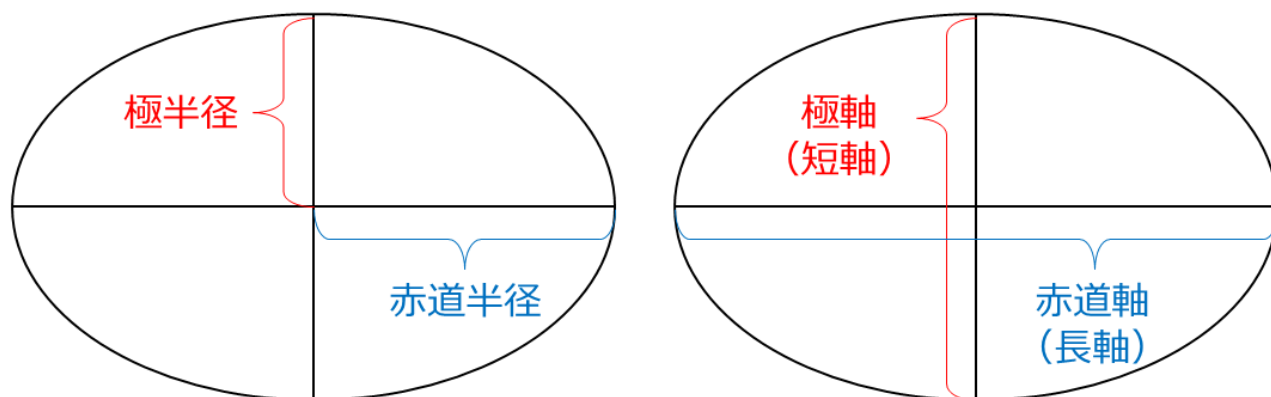
地球は山や谷など凹凸が存在し、このままの形状を基準とすると非常に複雑になります。そのため地球の凹凸をシンプルな形状にモデル化する必要があります。代表的な地球の形状のモデルにジオイドがあります。ジオイドは水が地球の重力や遠心力に逆らわず上を覆ったと仮定した場合の海洋面形状です。



しかし、モデル化されたジオイドにも起伏が存在し、不規則な形状です。そこで、ジオイドをシンプルなモデルで単純化し地球の形に近似した回転楕円体である地球楕円体が考案されました。



地球楕円体は、長軸（長径）と短軸（短径）を持つ楕円体です。長軸は赤道半径（地球の中心から赤道までの長さ）の 2 倍の長さ、短軸は極半径（地球の中心から極地点の長さ）の 2 倍の長さで表します。

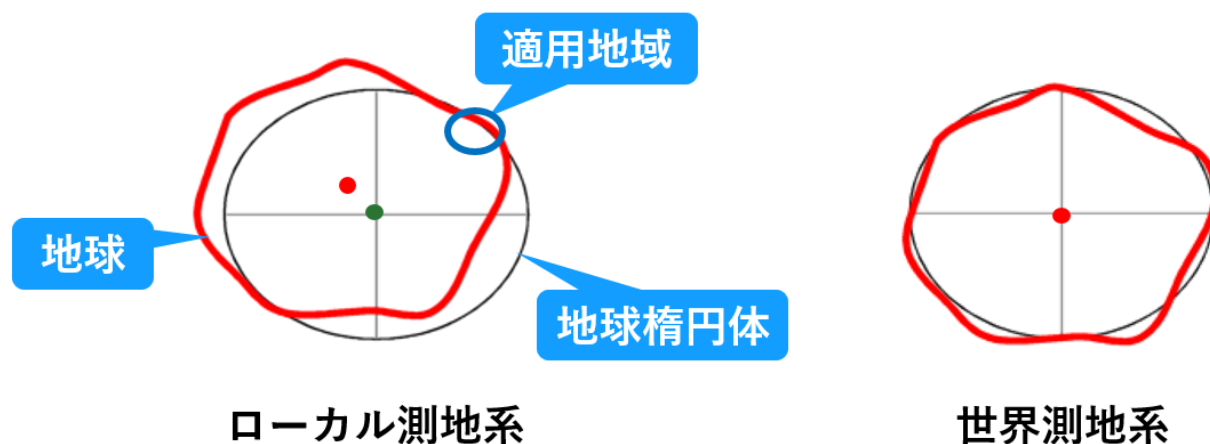


測地系の適用範囲 – ローカル測地系と世界測地系 –

測地系は、特定の国などの範囲で適用可能な「ローカル測地系」と世界的な範囲で適用可能な「世界測地系」に大別されます。時代的な流れではローカル測地系から世界測地系への移行が進んでいて、以下のような違いがあります。

ローカル測地系では、地球の特定地域の地表面に合致するよう地球楕円体の原点の位置が調整されます。

世界測地系では、人工衛星などを用いた観測技術の進化によって得られた地球の正確な形状と大きさをもとに地球楕円体が定義され、地球楕円体の原点が地球の重心と一致する座標系（地心直交座標系）が採用されています。



日本の測地系

日本においては、ローカル測地系である日本測地系が明治時代から 2002 年 3 月まで採用されていましたが、測量法の改正により 2002 年 4 月から世界測地系である日本測地系 2000 に移行しました。日本測地系 2000 では、準拠楕円体として GRS 80（Geodetic Reference System 1980 : 測地基準系 1980）、地心直交座標系として ITRF 1994（International Terrestrial Reference Frame : 国際地球基準座標系）を採用しています。その後、2011 年の東日本大震災による地殻変動にともない、2011 年 10 月に日本測地系 2011 に移行しました。

これら日本で採用されてきた測地系以外でよく使用される測地系として WGS 84 があります。WGS 84 は、米国で採用されている世界測地系で GPS の運用に使用されています。ここまで紹介した測地系をまとめたのが以下の表です。

測地系	別称	準拠楕円体	座標系
日本測地系	• 旧日本測地系 • 東京測地系	Bessel 1841	日本独自に設定
日本測地系 2000	• 世界測地系 • JGD 2000	GRS 1980	地心直交座標系 (ITRF 1994)
日本測地系 2011	• 世界測地系 • JGD 2011	GRS 1980	地心直交座標系 (西日本と北海道 : ITRF 1994 東日本と北陸 : ITRF 2008)
WGS 84	• 世界測地系 • WGS 1984	WGS 84	地心直交座標系 (WGS 84)

「世界測地系」という呼称は、世界的な範囲で適用可能な測地系の総称を指す場合と、各国で定義されている固有の世界測地系を指す場合があるので注意が必要です。

同じ世界測地系でも日本測地系 2011 と WGS 84 では、採用している準拠楕円体や地心直交座標系の種類が異なります。ただし、相互の差はごくわずかであるため、座標値の誤差はほとんどないものとみなされています。

日本で使用される座標系

背景地図の上に所有している地図データを表示させようとしても正しい位置に表示されないといった経験はないでしょうか？これは、地図データの座標系がそれぞれ異なることが主な原因として考えられます。地図の座標系はデータが作成された地域や時期、利用目的などによって異なり、ArcGIS で利用可能な定義済みの座標系だけでも約 6,400 個あります。測量法で定められている日本固有の座標系も時代によって変遷しています。ここでは、日本で採用されている日本固有の座標系と、その他日本でよく使用される座標系について地理座標系と投影座標系に分けて説明します。

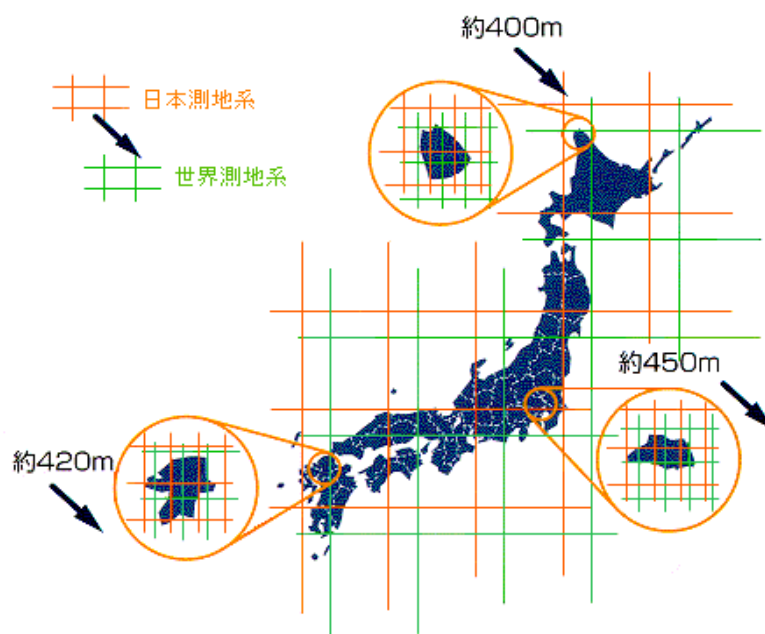
日本固有の地理座標系

日本測地系

明治時代に日本全国の地形図を作成するために整備された測量の基準点網をもとに構築された測地系で、2002 年 3 月まで日本の測地系として採用されていました。準拠楕円体としてベッセル楕円体を採用しています。

日本測地系 2000

測量技術の向上やこれまでの地殻変動の歪みなどを考慮し構築された日本の測地系で、2002 年 4 月から採用されました。世界測地系とも呼ばれ、世界的に多くの国で使用されている GRS 80 を準拠楕円体として採用しています。準拠楕円体の違いや地殻変動による歪みなどから日本測地系と日本測地系 2000 では座標値のずれがあります。距離でいえば東京付近で約 450m のずれがあります。冒頭に記述した所有データと背景図と重ならない際のずれの距離がこの程度であれば、日本測地系と世界測地系の違いによるずれが原因かもしれません。



日本測地系と世界測地系の違い（出典：国土地理院）

日本測地系 2011

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」による大きな地殻変動が観測された東日本（北海道を除く）や北陸地方の測量成果に基づいて構築された日本の測地系で、2011 年 10 月から採用されています。

その他日本でよく使用される地理座標系

WGS 84

米国で採用されている世界測地系で、GPS の運用に使用されています。

日本固有の投影座標系

平面直角座標系

日本の公共測量で採用されている座標系で、国土地理院刊行の「1/2,500 国土基本図」や「1/5,000 国土基本図」、「1/10,000 地形図」など、大縮尺地図で利用されています。投影法は[ガウス クリュージュル図法](#)（「横メルカトル図法」とも呼ばれる）を採用し、楕円体面を平面に投影することによる歪みを小さくするために、日本全国を 19 の地域に分割してそれぞれに座標原点を設けています。座標原点から東西 130km が各座標系の適用範囲です。

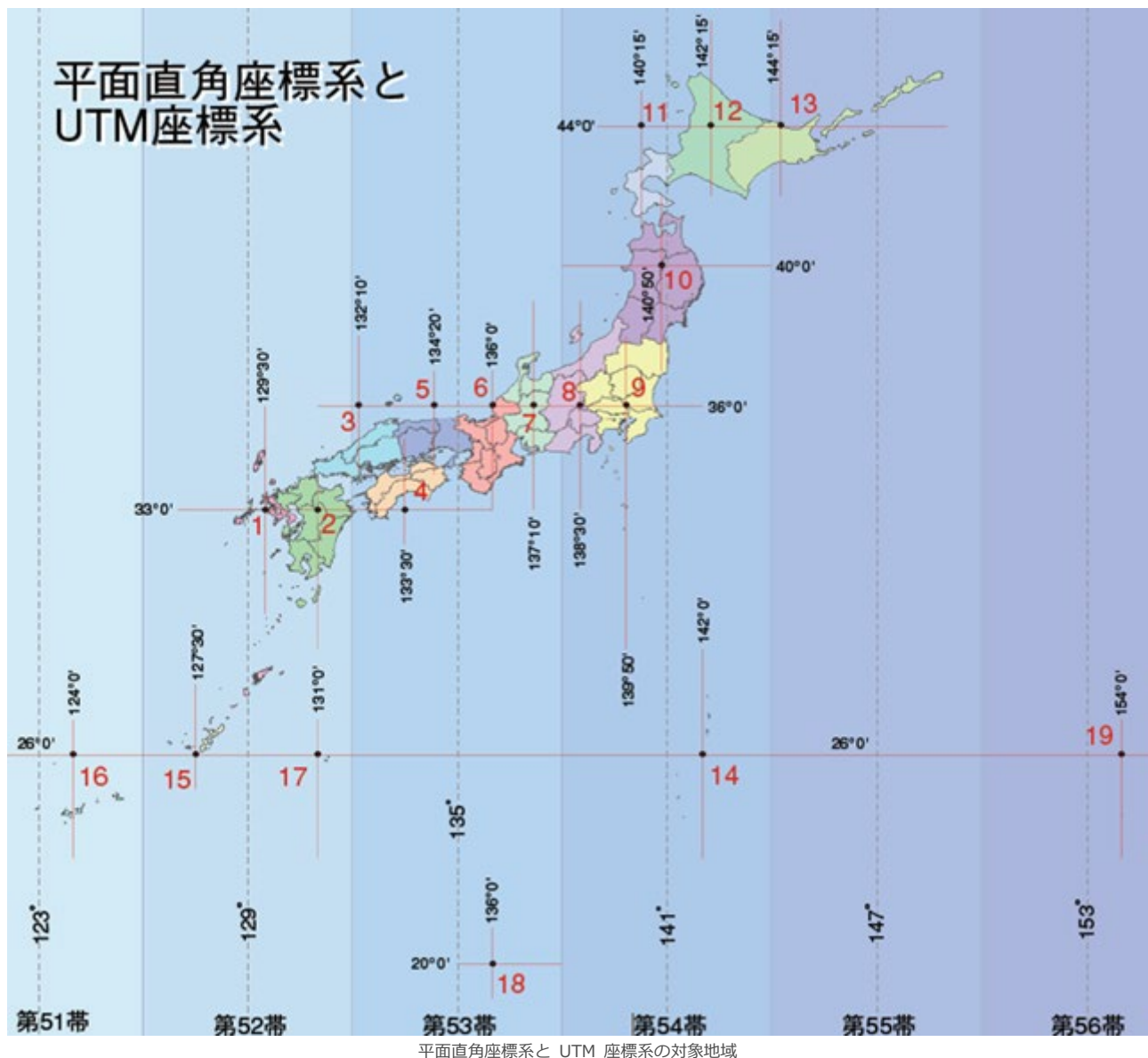
投影座標系は地理座標系の定義を包含していますが、平面直角座標系で定義される地理座標系には、日本測地系、日本測地系 2000、日本測地系 2011 があります。

その他日本でよく使用される投影座標系

UTM 座標系

全世界を経度 6 度ごとのゾーンに分けて東回りに番号を付けて規格化したもので、世界的にも大・中縮尺の図法として採用され、日本では国土地理院の地形図や地勢図で採用されています。UTM は Universal Transverse Mercator（ユニバーサル横メルカトル）の略称で、その名前のとおり投影法は[ユニバーサル横メルカトル図法](#)を採用しています。

日本で主に使用される UTM 座標系で定義されている地理座標系には、日本の測地系以外に WGS 84 があります。



平面直角座標系と UTM 座標系の対象地域

Web メルカトル座標系

主要な [Web マップ](#) サービスで使用されている座標系です。投影法はメルカトル図法を採用していますが、地球の形状を楕円体ではなく球体と定義して投影をします。球体の半径は、WGS 1984 楕円体の長半径の長さと同じです。

座標系に関する注意点

以上のように様々な座標系が存在しますが、異なる座標系のデータを同じ地図上に表示させようとすると、所有データと[背景地図](#)が重ならないといった場面がよくあります。異なる座標系のデータであっても、リアルタイムで投影変換することで同じ座標系に統合して地図上に重ね合わせて表示することができますが、データの座標系の定義が設定されていなかったり誤っていたりすると正しく表示できない場合があります。ダウンロードしてきたデータや所有するデータがどのような座標系で作成されているかきちんと把握し、できれば相互のデータの座標系を正しく合わせた上で作業するようにしましょう。

GIS ファーストインプレッション

ArcGIS で使用されるいくつかの用語がありますので、ここで確認してください。

■ArcGIS Desktop 製品について

ArcGIS Desktop は、ArcMap、ArcCatalog、ArcToolbox という 3 つのアプリケーションで構成されています。

ArcMap ・ ・ GIS データの編集、解析、マップの表示方法の設定等を行います。

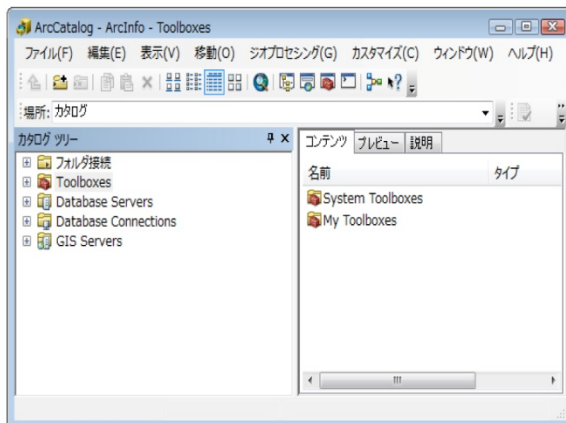
ArcCatalog ・ ・ GIS データの効率のよい管理、検索を行います。

ArcToolbox ・ ・ GIS データのフォーマットの変換や座標系の定義・変更を行います。

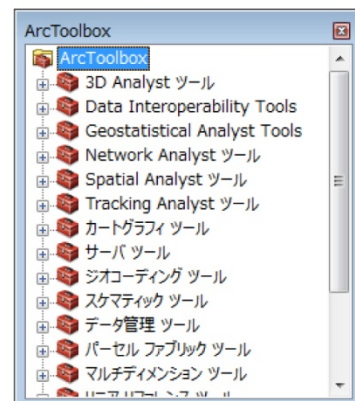
本ワークブックでは、主に ArcMap を使用します。

ArcMap で行った表示方法の設定などは“ファイル名.mxd”というファイルに保存できます。

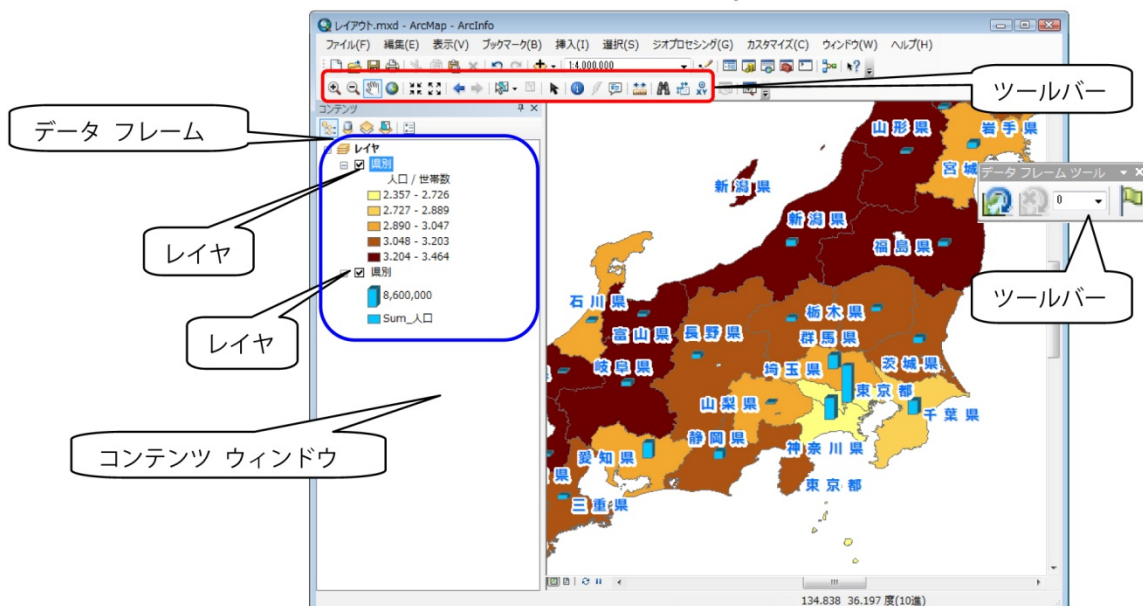
ArcCatalog



ArcToolbox



ArcMap



ArcGIS Desktopは、Windowsの標準に準拠するGUI（メニュー、ボタン等）で構築されています。

■マウス操作

マウス操作に関しては以下のように記述します。

操作内容	当ワークブックでの記述法
左クリック	クリック
右クリック	右クリック
マウスカーソルをある場所に移動させること	ポイント

■GUIに関する操作の記述例

The screenshot illustrates the following mouse operations in ArcGIS Desktop:

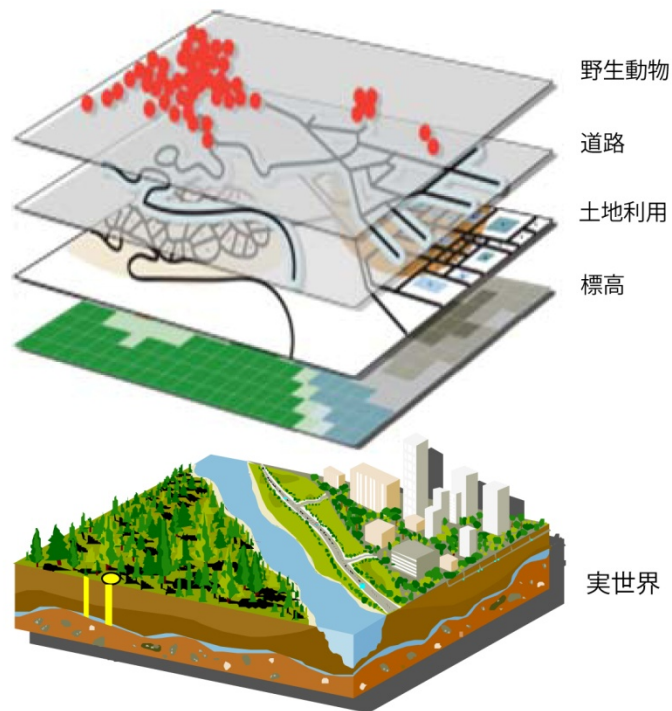
- [表示] メニューをクリック**: Clicking the 'Display' menu.
- [グラフ] をポイント**: Pointing to the 'Graph' option in the 'Display' menu.
- [管理] をクリック**: Clicking the 'Management...' option in the 'Graph' submenu.
- [表示] タブをクリック**: Clicking the 'Display' tab in the 'Layer Properties' dialog box.
- [条件式] をクリック**: Clicking the 'Expression...' button in the 'Display' tab.
- [フィールドを使用してハイパーリンクを設定] をチェックボックスをオンにする**: Turning on the checkbox for 'Use field to set hyperlink'.
- [ドキュメント] をクリック**: Clicking the 'Document' radio button in the 'Hyperlink' section.
- [OK] をクリック**: Clicking the 'OK' button at the bottom of the 'Layer Properties' dialog box.
- [標準] ツールバーの [データの追加] ボタンをクリック**: Clicking the 'Add Data' button in the 'Standard' toolbar.
- [基準縮尺設定時にシンボルをスケール] のチェックボックスをオフにする**: Turning off the checkbox for 'Scale symbol when setting standard scale'.

データ モデル

実世界の地物を表現するために GIS では一般的にベクトル、ラスタ、TIN の3つのデータモデルを利用します。

■解説

GIS は現実世界の問題を解く問題解決ツールです。そのために実世界に存在するさまざまな地物をデータ化する必要があります。GIS では様々な主題をレイヤとしてデータ化しますが、GIS ではいくつかのデータ モデルが考案されています。



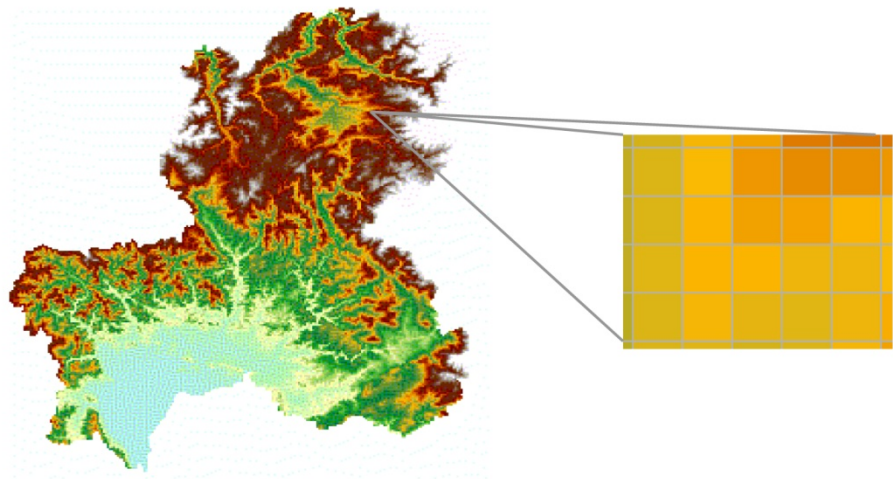
種類	適する地物	表現方法	例
ベクトル データ	形状が明確で境界がある地物	図形（点・線・面）	家屋形状、土地区画
ラスタ データ	連続的に変化する地物	セル	標高、汚染濃度、騒音レベル
TIN	連続的なサーフェス	不規則三角網	標高

■データの例

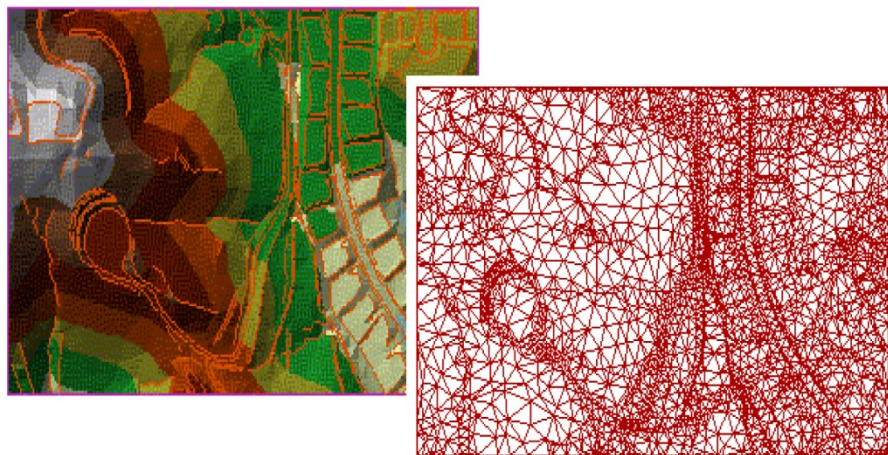
ベクトル



ラスタ



TIN



(演習) 下図はある地区の森林基本図である。GISを使って森林作業道を計画してみよう。

- (1) 集落とこの地区の最高地点との標高差はいくらか。
- (2) アおよびイの記号は何か。
- (3) オ地点の施設は何か。
- (4) 林道の終点であるウ地点の標高は約何mか。
- (5) 林道をウ地点からエ地点の鞍部まで延長したい。このとき、気をつけるべきことは何か。
- (6) (4) の林道の延長は約何mになりそうか。また、その勾配は何%か。
- (7) この林道が完成したとき、これを利用してできる林業地の範囲はどれくらいか。
- (8) 梅原から東方面も成熟した林分があるとき、どのようにしてこれらを利用すべきか。
- (9) この地図の範囲内で林産業を開始しようとするとき、この地図に不足している情報は何か。

