

Table of Contents

地質調査と地質図の作成(大学向け)	1.1
1. 地質図とは何か	1.1.1
2. 地質調査法	1.1.2
3. 地質図の読み方	1.1.3
4. GISでの空間データと地質データの表現	1.1.4
5. QGISのインストールと使用方法	1.1.5
6. QGISによるデジタル地質図の作成	1.1.6
7. 地質図学演習(境界線の描画)	1.1.7
8. 地質図学演習(ステレオ投影法による解析)	1.1.8
9. 野外調査のためのQGIS環境の準備	1.1.9
10. QGISでルートマップを作る	1.1.10
11. QGISで地質図を作成する(1)	1.1.11
12. QGISで地質図を作成する(2)	1.1.12
13. 調査結果をまとめる	1.1.13
14. 調査結果を分析する	1.1.14
15. 地質分野におけるGISの活用	1.1.15

地質調査と地質図の作成(大学向け)

本テキストは、地球科学専攻の大学学部生向け講座のテキストです。高校地学履修済みのレベルを想定しています。
本講座の第一義の目標は、野外調査の結果を地質図としてまとめることができるようになるのですが、GISソフト(QGIS)を使用することにより、これまで定規、分度器、計算機などを使用して紙の地形図上に描画していた地質図をデジタルデータとして記録・活用するという新たな試みを取り入れたカリキュラムとしています。
大学半期のカリキュラムに合わせて15回に分けていますが、実際の演習の形式や時間に応じて取捨選択してご利用ください。

目次

1 地質図とは何か

- * 地質図とは
- * 地質図整備の歴史
- * 地質図の種類と表現
- * 地質図で分かること
- * 地質図の作成とフィールド調査
 - * 【演習1】地質図の作成にはどのような調査が必要か理解する

2 地質調査法

- * 地形図と地形の観察
- * 地形図を読むための基本
- * 地形図から調査予定ルートを選定する
- * 野外地質調査(フィールド調査)
- * 岩石・鉱物の観察と鑑定
- * 化石の観察と鑑定
- * 物理探査
 - * 【演習1】クリノメーターでの面構造の測定法を理解する
 - * 【演習2】クリノメーターでの線構造の測定法を理解する

3 地質図の読み方

- * 地質構造
- * 岩相および地質年代
 - * 【演習1】地質図を読む

4 GISでの空間データと地質データの表現

- * GISによる空間データの表現
- * GISで地質データを扱う

5 QGISのインストールと使用方法

- * QGISとは
- * QGISの動作環境とインストール
 - * 【実習1】QGISをインストールする*
- * QGISの基本的な使い方
 - * 【実習2】QGISの基本的な使い方を理解する*

6 QGISによるデジタル地質図の作成

- * プラグインを使用した地質図作成
- * QGISプラグインをインストールする
 - * 【演習1】プラグインをインストールする*
- * QGISプラグインを使う
 - * 【演習2】プラグインの使用方法を理解する*

7 地質図学演習(境界線の描画)

- * 地形図上での地質境界線の描画
 - * 【演習1】走向線の意味と描画方法を理解する
 - * 【演習2】QGISを使用した走向線の描画方法を理解する*
- * 地質断面図を作成する
 - * 【演習3】見掛けの傾斜の求め方を理解する

8 地質図学演習(ステレオ投影法による解析)

- * ステレオ投影法とは
 - * 【演習4】ステレオ投影による見掛けの傾斜の求め方を理解する
 - * 【演習5】ステレオ投影による真の走向傾斜の求め方を理解する

9 野外調査のためのQGIS環境の準備

- * 1. プロジェクトファイルを作成する
- * 2. 調査地域の地図データの入手とセットアップを行う
- * 3. 記録機器を準備する
 - * 【演習1】QGISで調査結果をまとめるためのプロジェクト環境を作成する**

10 QGISでルートマップを作成する

- * QGISでのルートマップの作成法
 - * 【演習1】QGISでのルートマップの作成法を理解する*

11 QGISで地質図を作成する(1)

- * ルートマップをもとに地質図を作成する
 - * 【演習1】QGISでの地質境界線の描画法を理解する*
 - * 【演習2】実際の調査結果をもとにQGISで地質図を描画する**

12 QGISで地質図を作成する(2)

- * QGISで地質のデータ属性を記録する
 - * 【演習1】QGISでの地質面の描画方法を理解する*
 - * 【演習2】実際の調査結果をもとにQGISで地質図を作成する**

13 調査結果をまとめる

- * デジタル地質図を出力する
 - * 【演習1】QGISで作成した地図の出力方法を理解する*
 - * 【演習2】実際の調査結果をもとに作成したQGISの地図を出力する**

14 調査結果を分析する

- * 調査データの分析

- * 既存研究資料との調査結果の対比
- * 【演習1】調査報告を行う**

15 地質分野におけるGISの活用

- * オープンデータの活用
- * データの公開による効果

※ 演習について

- のついた演習はQGISの演習ですので、受講者はインターネットに接続されたPCの準備が必要です。
- ** のついた演習はフィールド調査をともなうQGISの実習です。受講者は、実際にフィールド調査を行い、その結果をQGISを使用してまとめる実習になります。

著者

- 本テキストは筑波大学地層学研究室と株式会社ダンクによって共同作成されました。

出典

- 本テキストおよび演習資料では、国土地理院の地理院地図タイルおよび産総研地質調査総合センター発行の5万分の1地質図幅を加工して使用しています。また、地図の加工には、オープンソースGISソフトのQGISを用いています。

1. 地質図とは何か

地質図とは

- 地質図とは、「表土の下にどのような種類の石や地層がどのように分布しているか」を示した地図のことです。
- 地表付近にある動植物や建造物、雲、表土などは無視され、その基盤となる石や地層とその構造を描いた分布図です。

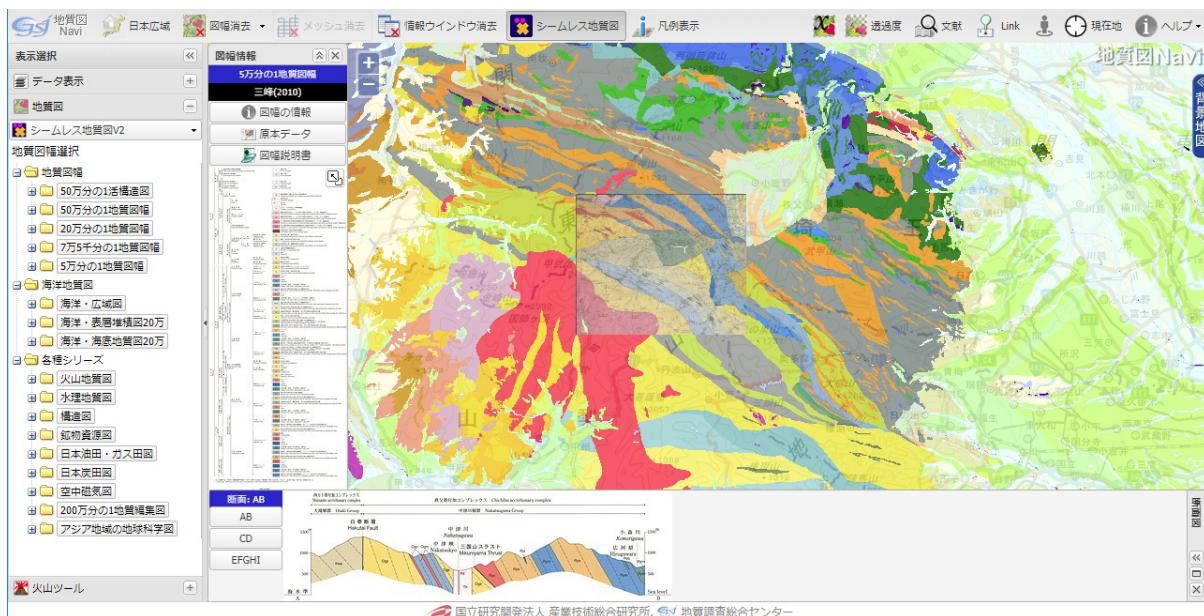
地質図整備の歴史

地質図作成には現地調査が必須であることからその作成には多大な労力と時間を要します。

明治15年に創立された地質調査所(現 [産総研 地質調査総合センター\(GSJ\)](#))は、日本で一番長い歴史を持つ国立研究所ですが、地学基礎研究および近代日本の国土開発・保全や産業振興として、設立以来、全国の地質図の整備を行ってきました。

GSJが発行する地質図は「地質図幅」と呼ばれ、現在では20万分の1地質図幅は全国を網羅し、5万分の1縮尺は国土の約70%をカバーしています([地質図カタログ](#))。

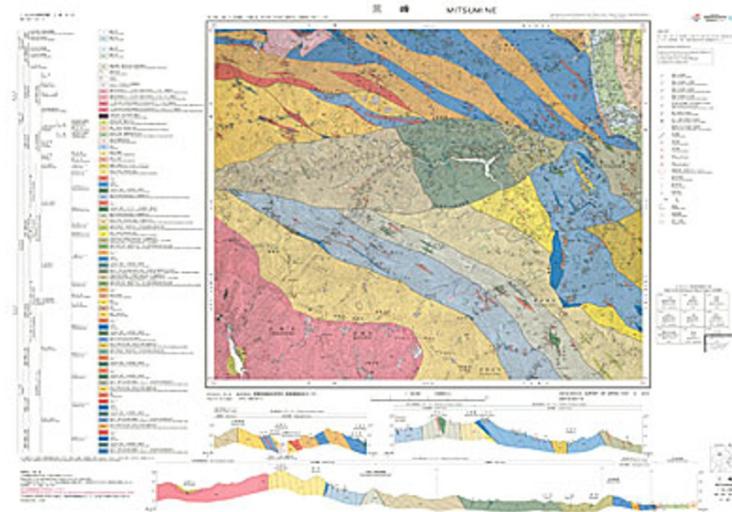
また、近年ではオープンデータ化により研究成果の2次利用が行いやすくなってきており、各種の地質図もWebで公開([地質図Navi](#))されています。



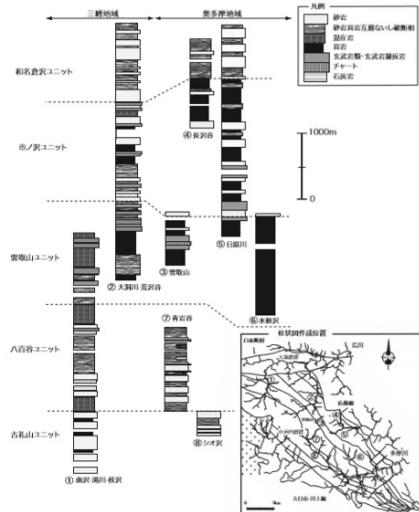
地質図の種類と表現

地質図は、上記のような国家機関によるもの以外に、各地の都道府県などの地方公共団体や研究機関、建設業や鉱工業企業などでも、目的に応じて作成されています。

一般的には、地質平面図、地質断面図、柱状図などで表現され、多くは、調査地域の地質の観察結果や特徴を記した調査報告書を伴っています。



地質平面図と断面図



地質柱状図

地質図で分かること

- 学術利用:地史、地球の古環境、生命の進化、地形の成り立ち 等
- 産業利用:国土開発・保全、資源開発、防災 等

地質図の作成とフィールド調査

地質図は、地面の下にある物質の分布を表現しています。そのため、地表に現われている露頭の直接的な観察記録を直接証拠として、観察できないところは他のデータや地質図学といわれる図法を用いて推定して作図をすすめていきます。

地質図を作成する(地質を知る)には以下のポイントを押さえておいてください。

- 地質学は古くて新しい学問(常に足元にあるものなのに、あまりよくわかっていない)
- 実験での再現が困難なため、観察・観測データを積み重ねて推論することが重要
- アナログ的な手法(綿密な観察記録)とデジタル的な手法(ビッグデータの解析)をいかに融合させるかが地質学研究にとって必要

本講座では、地質図を作成するために特に重要な以下の内容について主に解説します。

- フィールド調査法
- 地質図学を用いた地質図の作成

【演習1】地質図の作成にはどのような調査が必要か理解する

任意の5万分の1地質図幅および調査報告書を閲覧して、どのようなことが記述されているか、またどのような調査を行ったかをまとめてみましょう。

5万分の1地質図幅は産総研地質調査総合センター ホームページの「[地質図カタログ](#)」ページより閲覧することができます。

2. 地質調査法

地質現象は、室内での実験や再現することが困難です。そのため、地質の研究には フィールドワーク が必須です。特に地質図の作成は、フィールド調査に始まり、フィールド調査に終わります。

地形図と地形の観察

フィールド調査を行う際には、地形図で自分が調査している場所の位置や周辺の地形の特徴を正しく把握する必要があります、そのためには、地形図を正しく読み取ることが重要です。

地形図を読むための基本

調査では野外(現地)で地形図を読んで自分の位置や方角を把握します。そのため、地形図に記されている記号や凡例の意味を理解しておくことはもちろんですが、実際の地形が地図上ではどのように記されているのかを読み取れるようにしましょう。

フィールドでは5千～1万分の1の縮尺の地図をよく使用します。このとき、以下のように自分の位置や方角を把握するようにします。

- 例えば、1万分の1の縮尺であれば、1mmは10mになる。自分の歩測で10mは何歩にあたるのかを予め知っておく。
- 道路の曲がり、合流点や建物などの地形図上の位置と、実際の場所を常に把握するようにする。
- 人工物がない場合は、等高線を読み取り川や谷の合流場所等から位置を特定する。
- 最近はポータブルGPS機器により位置特定が行えるが、山林や障害物により信号が遮断されている可能性があるので、必ず地形図上の位置確認も行う。

地形図から調査予定ルートを選定する

地形図の等高線を読み取ると、尾根筋、谷筋、水系などの特徴が判ります。これらの地形の特徴を見極めて、調査目的に合致したおおよその調査ルートを定めておきます。

- 効率的に露頭が多く露出しているような場所をルートに選ぶ(例えば、古期岩類の調査を行うのに、段丘の上の平面を歩いていても露頭は見つからない)
- 地形は地質の影響を受けていることが多いので、地形が急変するところは、地質の境界付近である可能性がある

野外地質調査(フィールド調査)

- 野外調査の準備
 - 調査における注意点
 - 調査道具以外で準備しておくもの
- 調査道具
 - 測定道具
 - 採取道具
 - 記録道具
- 露頭での観察
 - 位置の確認
 - 観察・測定
 - 記録
- 調査結果の記録
 - ルートマップの作成

- 柱状図の作成
- 地図上への記録とフィールドノートへの記載
- スケッチと写真

岩石・鉱物の観察と鑑定

実際の露頭では、風化や植生、人工物の混合などにより標本のようなきれいな岩石に出会うことはめったにありません。ハンマーできれいな面を出してルーペで確認し、以下のようなことをその場で判断します。現場で判断できなような場合は、サンプルを持ち帰り室内で分析を行います。

- 堆積構造の観察
 - 地層間の関係
 - 地層内の岩石構造
 - 古環境を示す構造
- 岩石の観察と分類(堆積岩類／火成岩類／変成岩類、二次堆積・生成物の見極め)

化石の観察と鑑定

大型化石を発見したら、いきなり取り出さずまずその形状をスケッチや写真で記録します。化石を取り出すときは、壊さないように慎重に取り出してください。また、有名な化石産地は採取禁止となっていることが多いので、そのような場所でハンマーを扱って採取することはやめましょう。

ルーペでも観察できない微化石の場合は、化石が含まれていると思われる岩石サンプルを採取して室内にて処理をして取り出します。

- 化石の採取と処理
- 生痕化石の観察
- 化石の同定

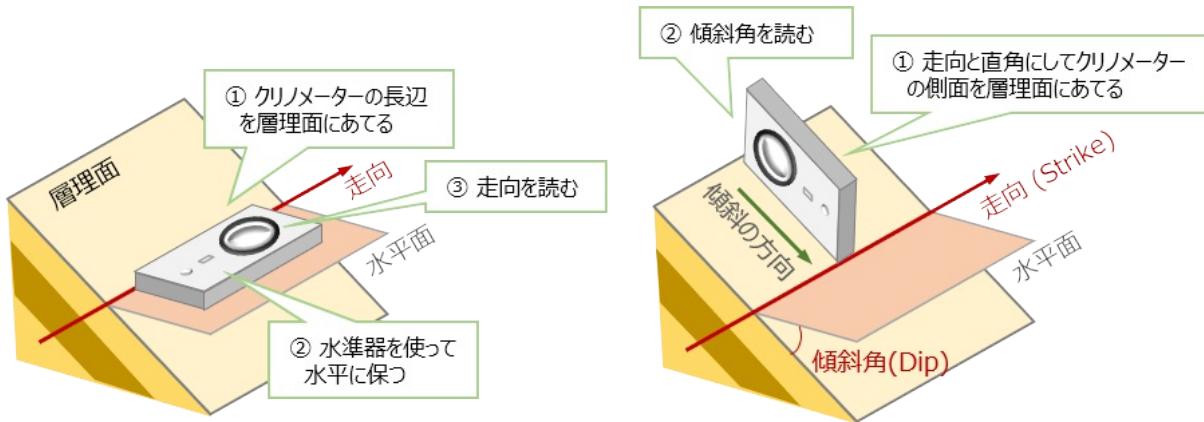
物理探査

近年では物理地質探査の手法や精度も向上してきており、地質図の作成や地質の成り立ちを理解するのに大いに役に立ちます。

しかし、物理探査の結果は地下物質の物理的特徴の一面のみを表した結果であるため、そのデータのみで地質を解釈することは危険です。フィールドとの観察結果と対比したうえで総合的に解釈することが重要です。

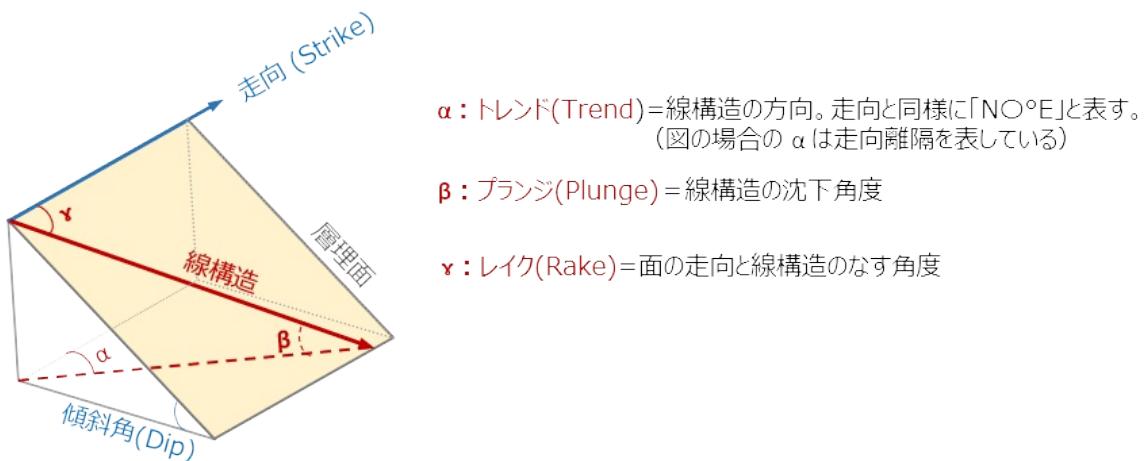
【演習1】クリノメーターでの面構造の測定法を理解する

クリノメータによる走向・傾斜の測定方法をマスターしましょう。



【演習2】クリノメーターでの線構造の測定法を理解する

クリノメータによる線構造(トレンド・プランジ・レイク)の測定方法をマスターしましょう。



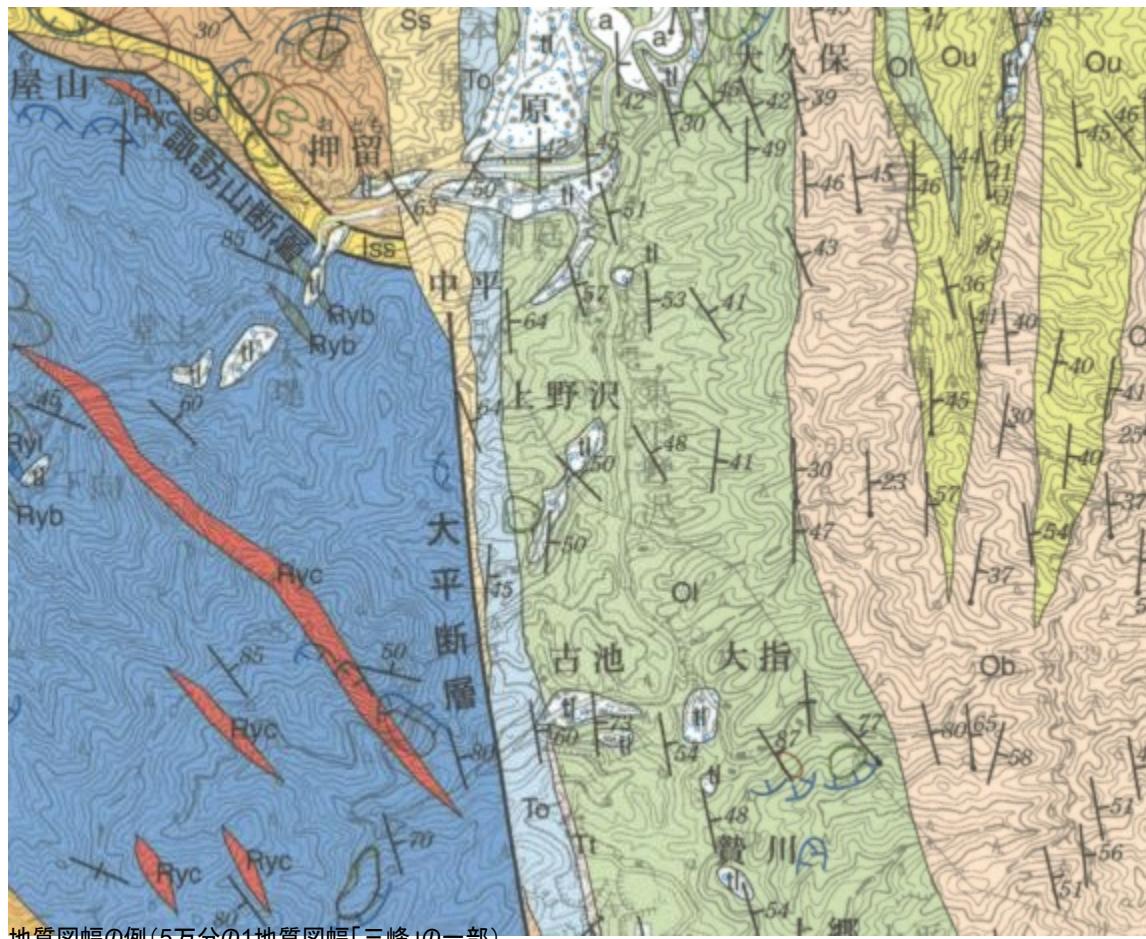
3. 地質図の読み方

地質図は、地質調査で得られた情報を基に種々の地質学的見地や地質図学によって地質構造を解析した結果を記載したものですが、地質のすべての情報を見ることは不可能であるため、断片的な事実に基づく「解釈図」です。

そのため、得られた地質情報の精度や作成者の解釈によって同一地域の地質図でも図面の内容に差異が生じたり、新たな事実や学説の進展により再作成される場合があります。

また、目的や精度（あるいは作成者の思想・文化）によっても地質図の表現や記載は異なるため、地質図を読むときは、その地質図が作成された目的や年代などを確認するようにしましょう。

地質図のJIS規格化などの標準化も進められていますが、現在では記載の統一はまだ進んでいません。



地質構造

地層の走向・傾斜、褶曲、断層等の記号により地質構造を表現しています。

	地層の走向傾斜（正常層） Strike and dip of bedding (normal strata)	
	地層の走向傾斜（逆転層） Strike and dip of bedding (overturned strata)	
	地層の走向傾斜（直立層） Strike and dip of bedding (vertical strata)	
	直立層の走向傾斜（黒丸は地層の上位方向） Strike and dip of vertical strata (black circle indicates upward direction in strata)	
	鱗片状劈開の走向傾斜 Strike and dip of scaly cleavage	
	直立した鱗片状劈開の走向傾斜 Strike and vertical dip of scaly cleavage	
	層理面のみかけの傾斜（断面図） Apparent dip of bedding plane (cross section)	
	実在断層 Confirmed fault	
	実在向斜 Confirmed syncline	
	実在背斜 Confirmed anticline	
		実在シンフォーム Confirmed synform
		実在アンチフォーム Confirmed antiform
		接触変成帯（黒雲母ホルンフェルス） Contact metamorphic aureole (biotite hornfels)
		温泉及び鉱泉 Hot and mineral springs
		稼行採石場 Working quarry
		休廃止鉱山 Closed mine
		鉄 Iron
		滑落崖 Landslide scarp
		崩積堆積物 Colluvial deposits
		地すべり地塊 Landslide blocks

地質構造を表す記号の例(5万分の1地質図幅「三峰」の一部)

岩相および地質年代

岩相や地質年代ごとに色分けをして表現しています。



岩相および地質時代を表す凡例の例(5万分の1地質図幅「三峰」の一部)

【演習1】地質図を読む

任意の5万分の1地質図幅を閲覧して、その中のある特定地域の地質について以下の観点から簡潔に記述してみましょう。

- 分布している地層の種類(岩相)と地質年代
- 各地層の主な関係(地質構造)

5万分の1地質図幅は産総研地質調査総合センター ホームページの[地質図Navi](#)より閲覧することができます。

4. GISでの空間データと地質データの表現

空間データとは、地理上の位置座標(緯度、経度など)持ったデータのことです。

「GIS(地理情報システム)」はこの空間データをコンピュータで取り扱うシステムのことであり、空間データを管理・加工して、地図上に表示したり分析を行ったりすることができます。

地質データも空間データのため、GISで表現することが可能です。

GISによる空間データの表現

GISで取り扱う空間データの種類とデータフォーマット

GISで取り扱うデータの種類は以下の通りで、ファイルまたはデータベースに格納されます。

- ベクターデータ
 - ポリゴン(面)データ
 - ライン(線)データ
 - ポイント(点)データ
- ラスターデータ
 - メッシュデータ
 - 画像データ

レイヤー構造によるデータ表現

GISでは、各データ(地物(feature))を重ね合わせてレイヤー(layer)として表現することができます。

測地系と座標系

ここでは詳しくは解説しません。詳しく知りたい場合は、GISの専門書を参照。

空間データのオープン化

空間データのオープン化が進み、GISで様々なデータの活用がしやすくなっています。

GISで地質データを扱う

本講座では、オープンソースGISソフトの **QGIS** を使用して野外調査結果をデジタル地質図として作成することを目指します。GISでは、地質データは以下のようにまとめることができます。

- ベクターデータ
 - ポリゴン(面)データ: 地質分布 など
 - ライン(線)データ: 地質境界線、断層 など
 - ポイント(点)データ: 観測地点データ(露頭移置、化石等の産出地、走向・傾斜) など
- ラスターデータ: 標高(DEM)、関連図(画像) など

ベクターデータで保存しておくと、後で様々な解析で使えます。

5. QGISのインストールと使用方法

QGISとは

QGISは、WindowsやMac、Linuxなどクロスプラットフォームで稼働するオープンソースのGISソフトです。GISデータの作成・編集・閲覧・分析など、商用のGISソフトに匹敵する一連のGIS機能を持っており、プラグインを使用することにより機能を強化することもできます。

【QGISの特徴】

- GNUライセンス(オープンソース)のため無料で使用可能
- OSGeo(Open Source Geospatial Foundation)のオフィシャルプロジェクト
- Linux, Unix, Mac OSX, Windows, Androidのクロスプラットフォームで動作
- 数多くのベクター、ラスター、データベースフォーマットや機能をサポート
- 有料・高額なGISソフト(代表的なものはArcGIS)に近い機能・操作性
- プラグインで機能を追加することが可能

本講座ではこのQGISを用いて地質図の作成を行います。

まずご自身のPCにQGISをインストールして、地質図の作成環境を準備しましょう。

QGISの動作環境とインストール

QGISは、「[QGISプロジェクト](#)」のWebサイトから最新バージョンをダウンロードしPCにインストールして無料で使用することができます。本講座ではバージョン3.xを使用しています。

以下の手順でQGISプロジェクトサイトからインストーラをダウンロードして、PCにインストールしてください。

【QGISを快適に動作させるのに必要なPCのスペック(Windowsの場合)】

QGISは画像を多用するため、それなりのスペックのPCでないと快適に動作してくれません。

調査時の携帯性を優先して軽量小型のノートPCを持って行つたはよいが、サクサク動かすに余計に手間がかかってしまっては意味がありません。なるべく高スペックのPCが望ましいのですが、ある程度のスペックが必要となりますので、下記を参考にインストールするPCを選定してください。

- ・画面の解像度は最低 1024×768 は必要です。ノートPCの場合はこれより小さい場合が多いので注意してください。
- ・メモリは最低4GB(Windows10の場合)あつたほうがよいです。
- ・空ストレージ容量は、最低2GB必要です。また、地物データ量が多くなるとデータの読み書きで時間がかかるため、SSDタイプのストレージの方が望ましいです。
- ・地物の描画にはマウスが必須です。マウスを忘れないで持っていくようにしましょう。

【実習1】QGISをインストールする

QGISをPCにインストールして使用できるようにしてください。

Windows10の場合のインストールの手順は以下の通りです。

1.QGISのインストーラをダウンロードする

- ① 以下のQGISプロジェクトのサイトより【ダウンロードする】をクリックします。<https://www.qgis.org/ja/site/>



- ② ダウンロードページで、「Windows版のダウンロード」の中にある **[QGISスタンドアロンインストーラ Version 3.x]** をクリックして、インストーラファイルをPCの任意の場所にダウンロードします。
インストールするファイルは、PCの環境(32bitまたは64bit)に応じて最適なものを選択してください。

Windows版のダウンロード

OSGeo4WのQGIS :

- OSGeo4W ネットワークインストーラー (64 bit)
- OSGeo4W ネットワークインストーラー (32 bit)

インストーラの中で次の項目を選択してくださいエクスプレスデスクトップインストール そして QGIS インストールする 最新のリリース。
取得するには 長期リリース (これは最新リリースではない) 選択して下さい上級インストール そして選択 qgis-ltr-full
取得するには 最先端の開発ビルト 選択する 上級インストール そして選択 qgis-dev-full

OSGeo4W パッケージからのスタンドアロンインストーラ

最新リリース (機能が最も豊富) :

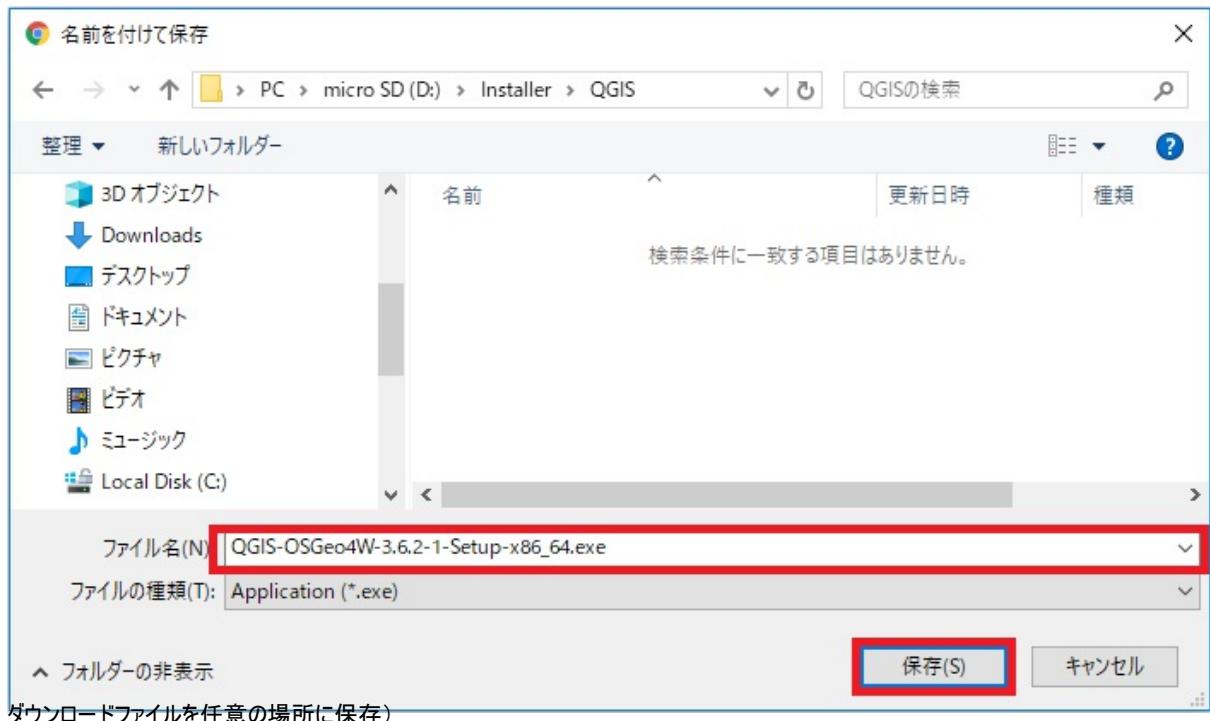
- QGIS スタンドアロンインストーラ バージョン 3.6 (64ビット) (md5)
- QGIS スタンドアロンインストーラ バージョン 3.6 (32ビット) (md5)

長期リリースリポジトリ (最も安定) :

- QGIS スタンドアロンインストーラ バージョン 3.4 (64ビット)

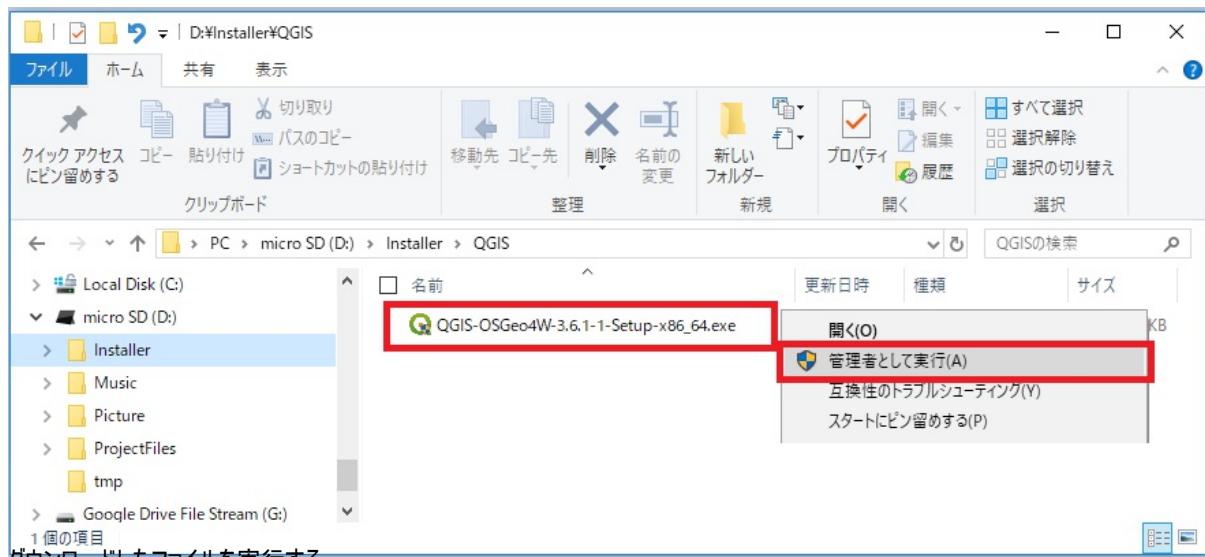
インストールするファイルを選択してクリック!

③「名前を付けて保存」ダイアログが表示されるので、PCの任意の場所にインストーラファイルを保存します。



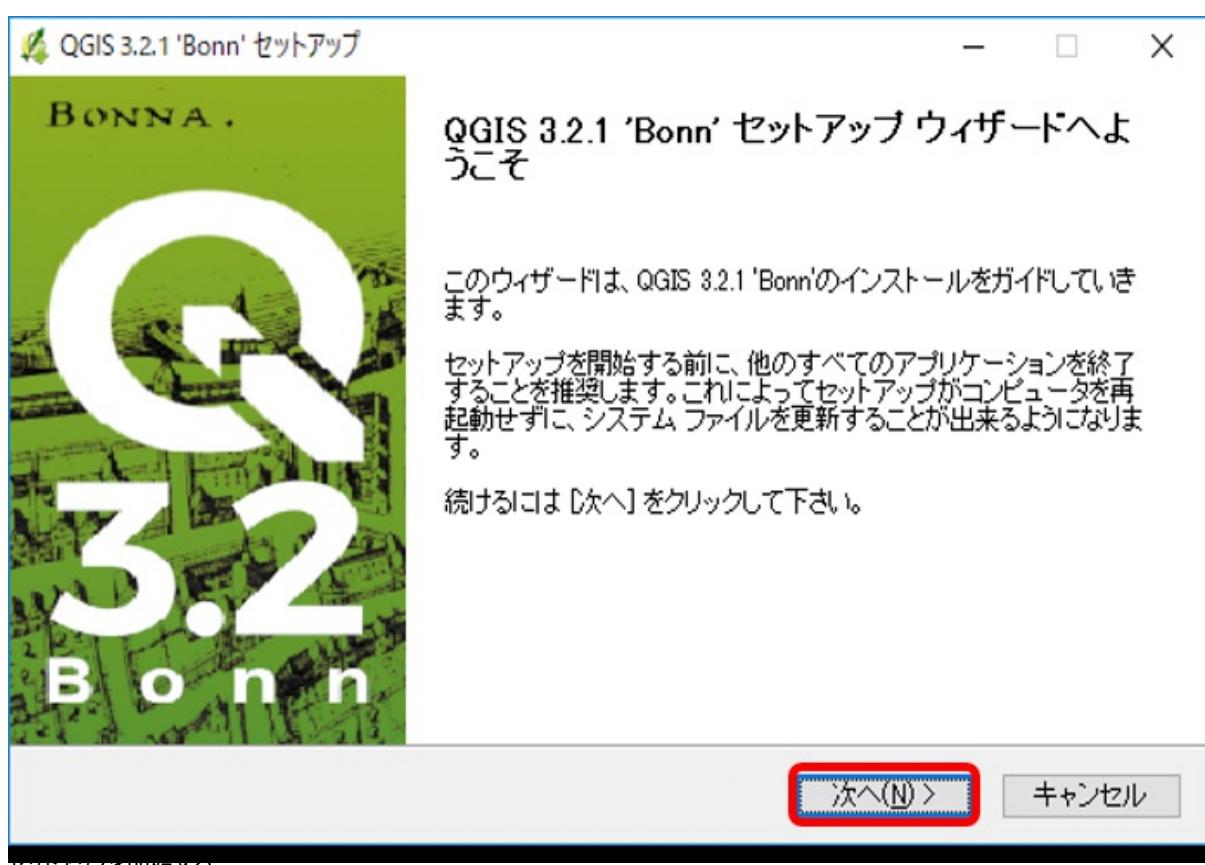
2.QGISをインストールする

① ダウンロードしたインストーラファイルを選択してインストールを実行します。
このとき、Windowsの実行ユーザーに管理者権限がないとうまくインストールできないことがあるので、ファイル名を右クリックして、【管理者として実行】をクリックするようにします。

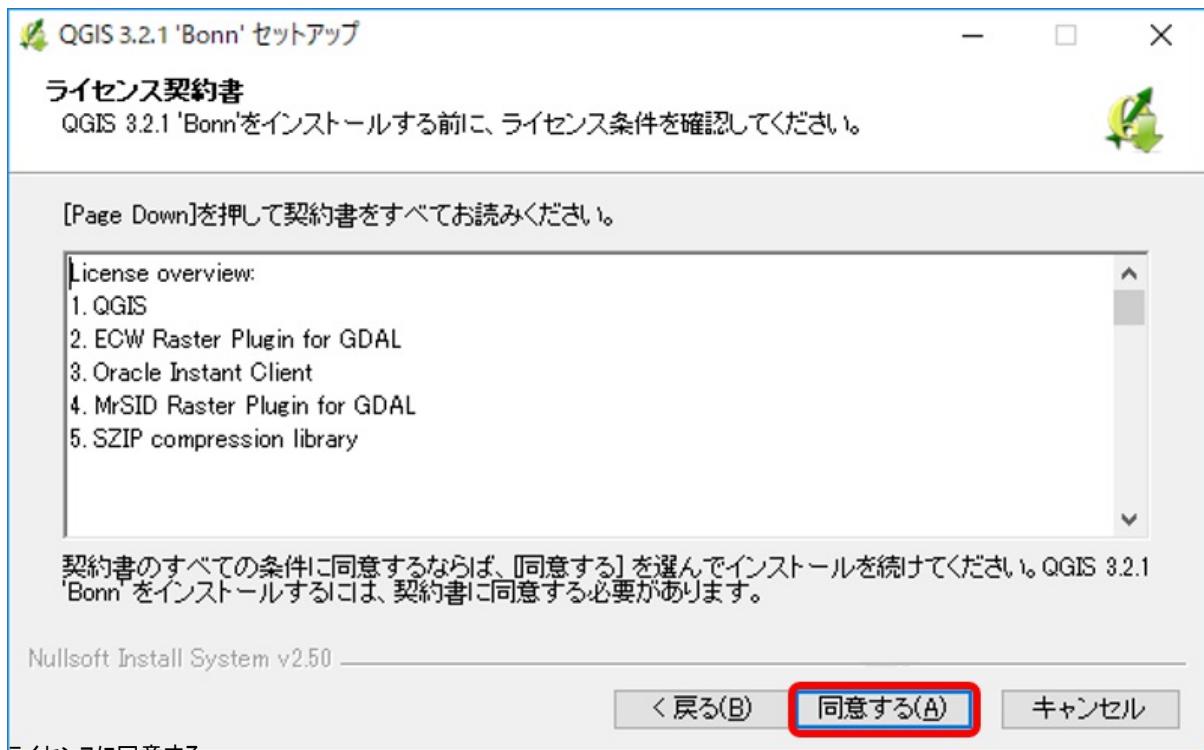


実行すると、「このアプリがデバイスに変更を加えることを許可しますか？」のメッセージが表示されたら [はい] をクリックしてください。

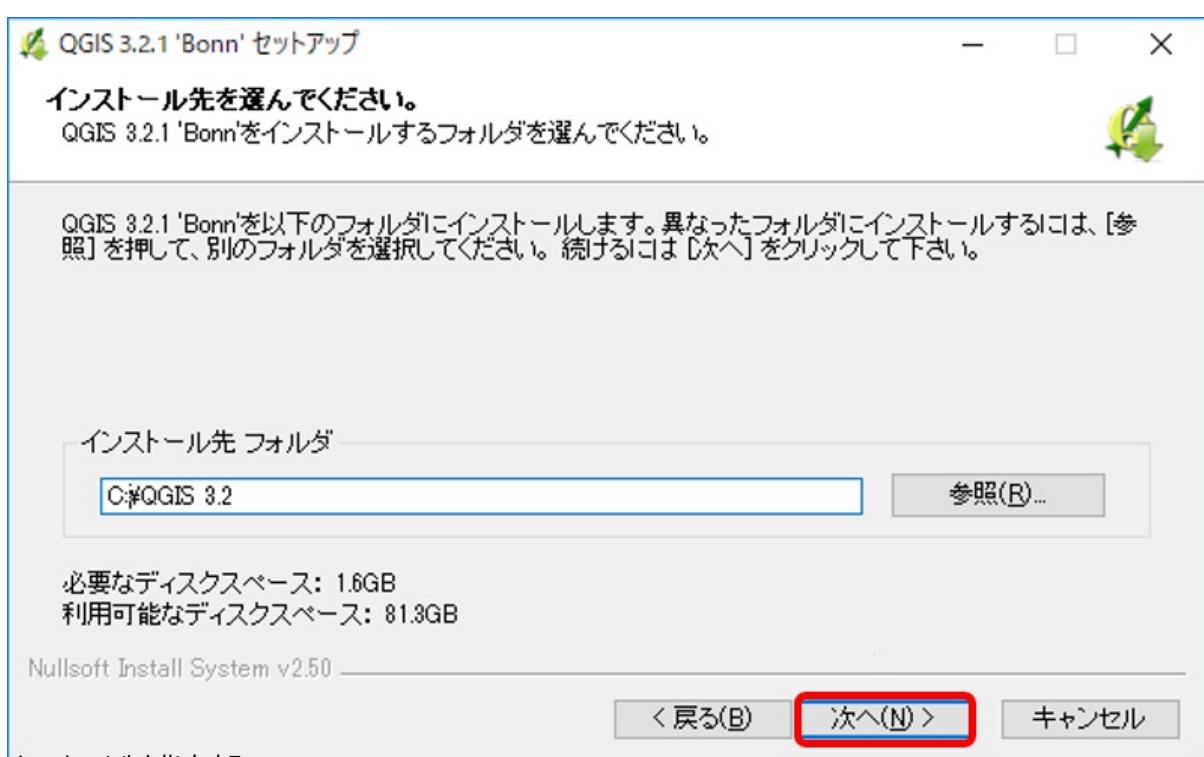
② セットアップウィザード画面が表示されたら [次へ] をクリックしてください。



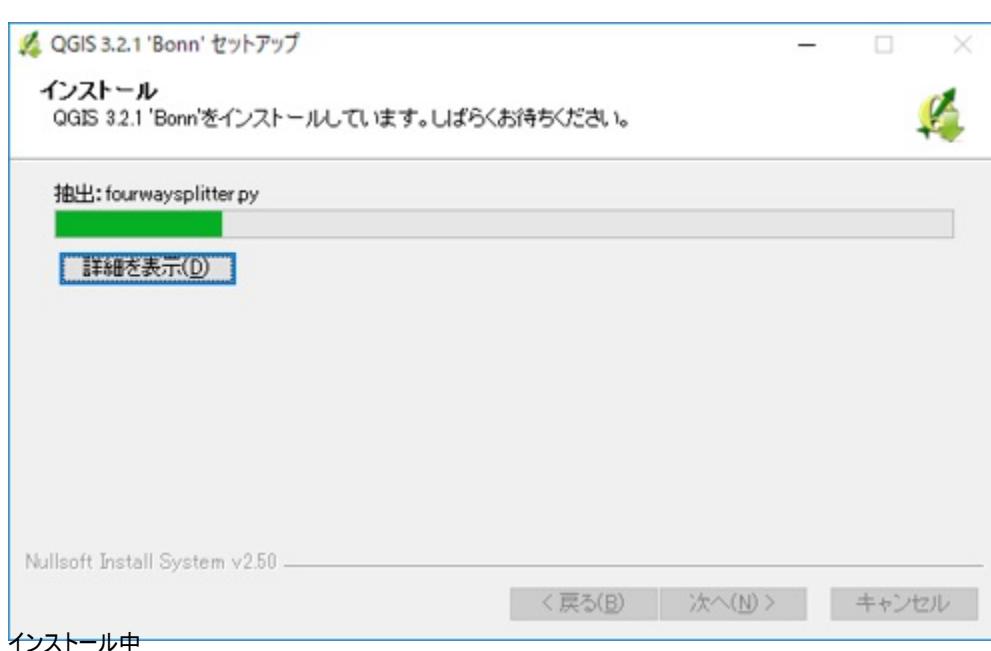
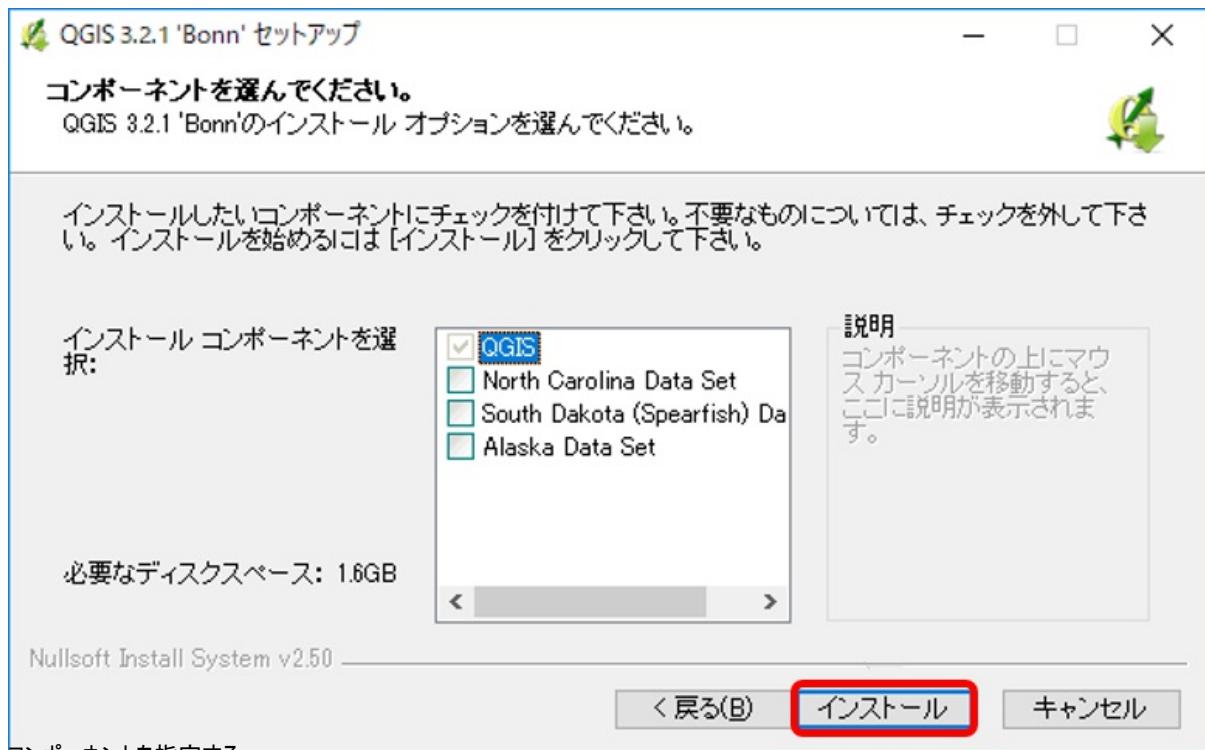
③ ライセンス契約書の画面が表示されたら [同意する] をクリックします。



- ④ QGISをインストールするフォルダを指定して [次へ] をクリックします。
特にこだわりがなければ、既定で表示されているフォルダをそのまま指定しても問題ありません。



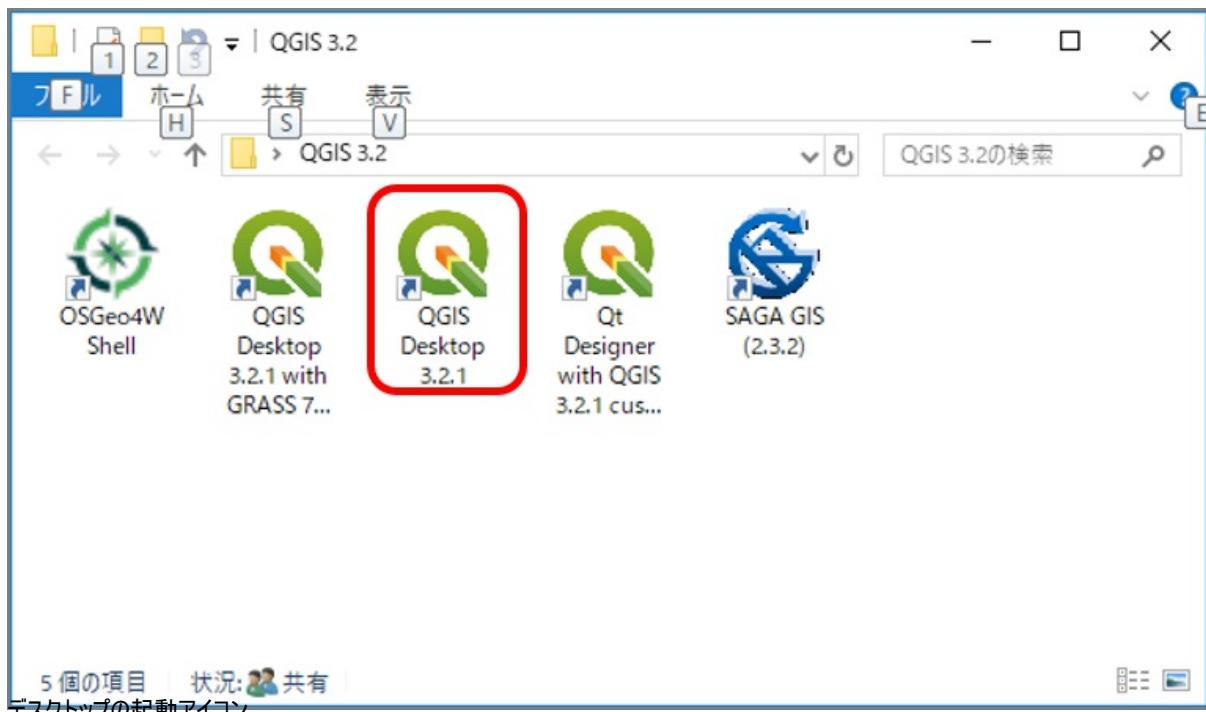
- ④ インストールコンポーネントはQGIS本体のみ(デフォルトで指定されている)を選択します。[インストール] をクリックすると、インストールプロセスが開始されます。



QGISの基本的な使い方

1.QGISを起動する

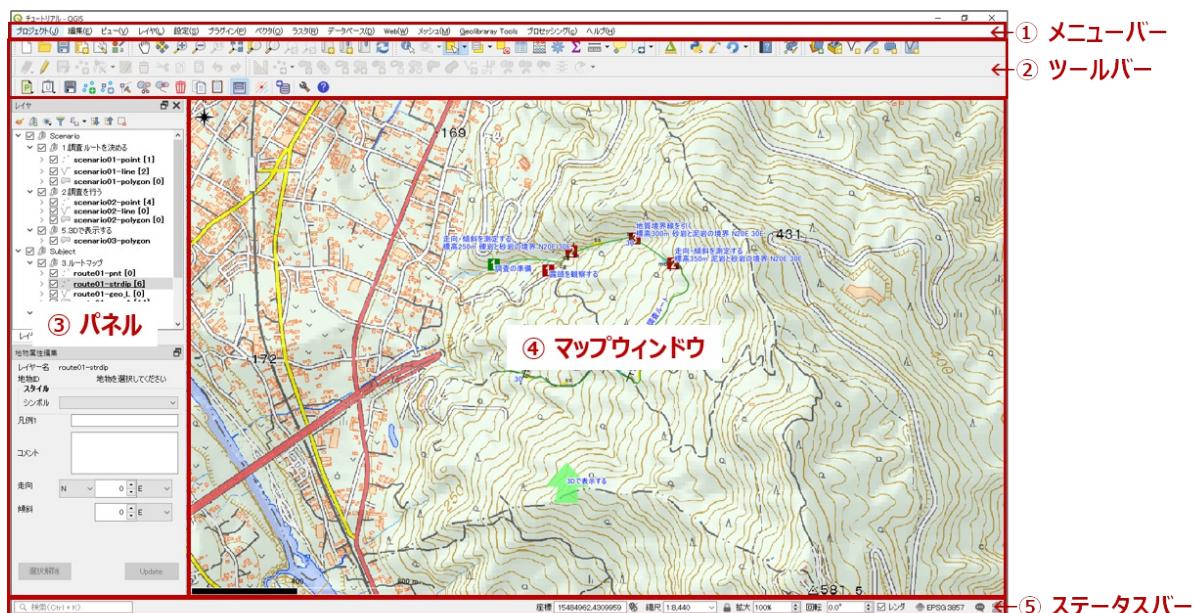
インストールが完了すると、デスクトップに起動リンクが格納されたフォルダが作成されます。このフォルダ内の「**QGIS Desktop 3.x.x**」をダブルクリックするとQGISが起動します。(「3.x.x」はインストールしたバージョンです)



2.QGISのウィンドウの構成を理解する

QGISのウィンドウ構成は以下の通りです。

- ① メニューバー: 各種機能を呼び出すメニュー
- ② ツールバー: 各種機能を呼び出すアイコン(表示・非表示が制御できます)
- ③ パネル: マップの表示や操作を行う操作パネル(表示・非表示が制御できます)
- ④ マップウィンドウ: 地図を表示するウィンドウ
- ⑤ ステータスバー: 表示されている地図の各種状態を表示



QGISの画面構成

3. 基本的な使い方とプロジェクトファイルの構成を理解する

QGISで地図を表示・編集するには、まず「プロジェクトファイル」を作成しなければなりません。

QGISで地図を作成する基本的な手順は以下の通りです。

1. プロジェクトファイルを新規に作成する。または、既存のプロジェクトファイルを読み込む。
2. 地図レイヤーを追加する。
3. レイヤー内の地物の追加・編集を行う。
4. 保存する。

プロジェクトファイルは、ベクターデータやラスターデータそのものを保存しているわけではなく、各データファイルへのリンク情報のみ保持していることに注意してください。そのため、作成した地図データを他のPCやフォルダに移行したりコピーする場合は、「相対パス」でリンク情報を保持しないとそのまま移行ができません。

プロジェクトファイルの定義は[プロジェクト]-[プロパティ]を開いて確認することができます。

4.各種地理空間情報の入手とQGISへの取り込み方法を理解する

- 主な地図情報 :タイル形式で提供されている情報は、ブラウザパネルの「XYZ Tile」に接続して取得することができます。
 - 地理院タイル
 - Google Map
 - Open Street Map
- 基盤地図情報:[国土地理院のサイト](#)からダウンロードして入手できます(ユーザー登録が必要です)。ダウンロードしたデータを加工してQGISに取り込むことができます。
 - 標高データ(DEM)を入手したい場合はここからダウンロードします。
- 国土数値情報:[国土交通省のサイト](#)からダウンロードしてQGISに取り込みることができます。地形、土地利用、公共施設などの国土に関する基礎的な情報が載っています。
- 画像データのジオリファレンス:QGISメニューの【ラスター】-[ジオリファレンサ] で、画像データの位置合わせを行って地図に重ねることができます。

【実習2】QGISの基本的な使い方を理解する

インストールしたQGISを起動して、自分のいる場所の国土地理院地図を表示させてみましょう。

6. QGISによるデジタル地質図の作成

プラグインを使用した地質図作成

QGISを用いて地質図を作成する場合、QGISの操作や機能の理解にかなり熟知しなければなりません。

そこで、地質図の作成に必要な機能を専用メニューに盛り込んだ「地学ライブラリツール」プラグインを開発しました。

このプラグインは、QGISで地質図の作成が容易に行えるよう、以下のような機能を実装しています。

- プロジェクトの作成時に「シナリオ」「主題図」などのレイヤーグループを自動的に生成。
- 主題に合わせたテンプレートを使用してレイヤーを追加可能。地質図などの特定の主題図を作成する際の地物属性やシンボル(走向・傾斜属性等)があらかじめセットされています。
- 地物の編集でよく使うツールを「編集ツール」としてツールバーに設定。また専用の地物属性編集ウィンドウを用意し、効率よく地物の編集が行えます。
- 走向線の自動描画機能を実装。地質図の作成が効率よく行えます。
- シナリオマップの地物には外部ファイルをリンク。マップを使用したプレゼンテーションが行えます。
- 作成された地図をWebマップ(「Web地学ライブラリ」仕様に準拠)へのエクスポートが可能(現バージョンでは未実装)。作成した地図を共有して閲覧することができます。

QGISプラグインをインストールする

現バージョンの「地学ライブラリツール」プラグインは、公式プラグインではないため、QGIS公式プラグインサイトでは公開されていません。

提供されたZIPファイルからインストールをして下さい。

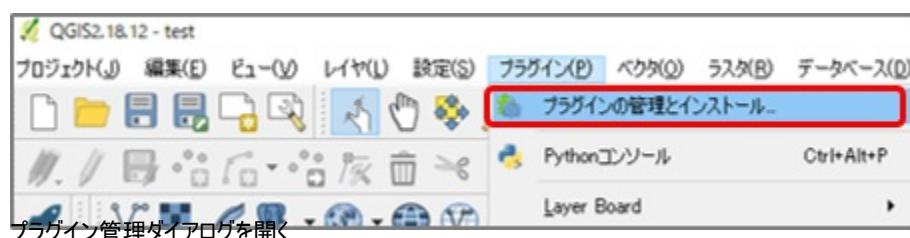
【演習1】プラグインをインストールする

以下のような手順で、PCのQGISに「地学ライブラリツール」プラグインをインストールしましょう。

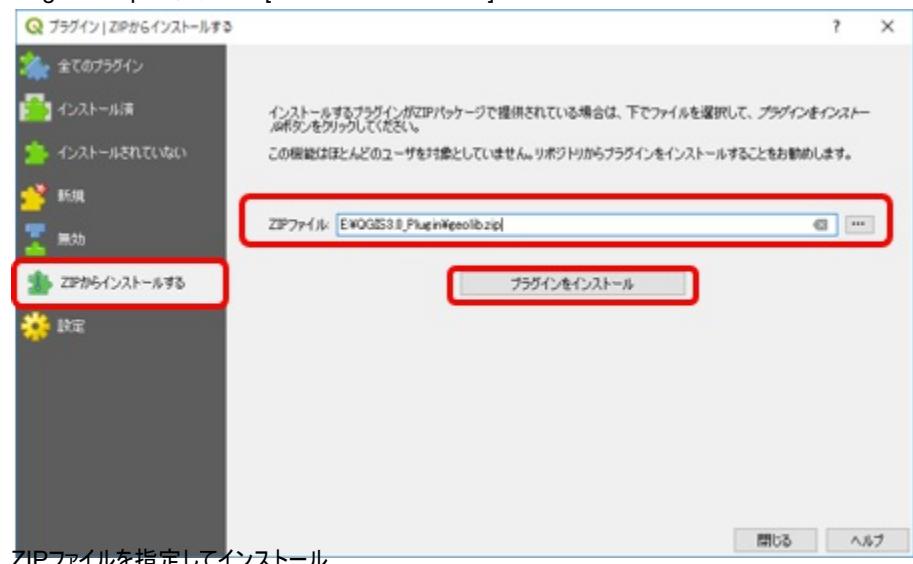
① ここから、zipファイルをダウンロードします。

geolibダウンロード

② QGISを起動し、[プラグイン]-[プラグインの管理とインストール] をクリックします。

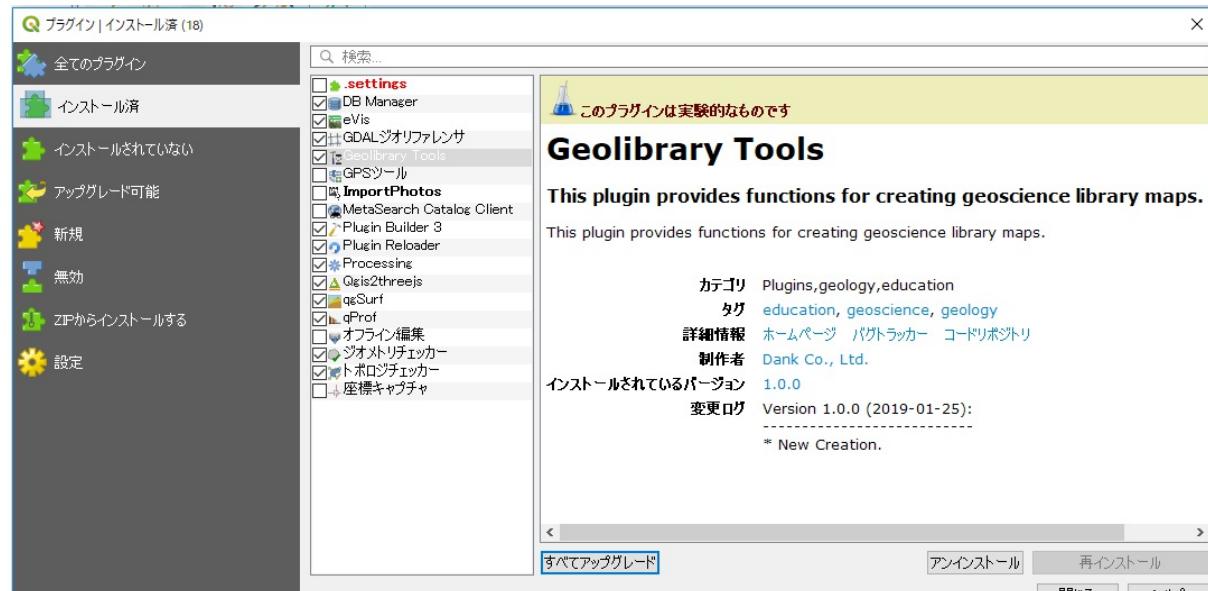


③「ZIPからインストールする」タブをクリックして「ZIPファイル」に①でダウンロードした地学ライブラリツールプラグインのアーカイブファイル(geolib.zip)を指定して [プラグインをインストール] をクリックします。



ZIPファイルを指定してインストール

④「インストール済」タブを開いて、「Geobility Tools」がインストールされていることを確認し、左横の□にチェックをつけて有効化します。



プラグインが有効であることを確認

メニューに「Geobility Tools」メニューが追加され、ツールバーも追加されたら、「地学ライブラリツール」を使用できます。



プラグインがインストールされた状態のメニューバーとツールバー

プラグインのメニューとツールバー

QGISプラグインを使う

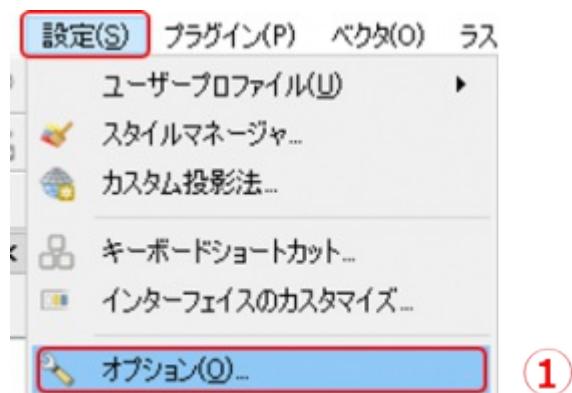
地学ライブラリツールプラグインの詳しい操作方法は「ヘルプ」ファイルを参照してください。ツールバーのヘルプアイコンをクリックすると、ヘルプファイルが表示されます。

【演習2】プラグインの使用方法を理解する

「地学ライブラリツール」プラグインを使用して、プロジェクトファイルを作成してみましょう。

1. 使いやすいうようにオプションを設定する

① メニュー【設定】-[オプション...] をクリックします。

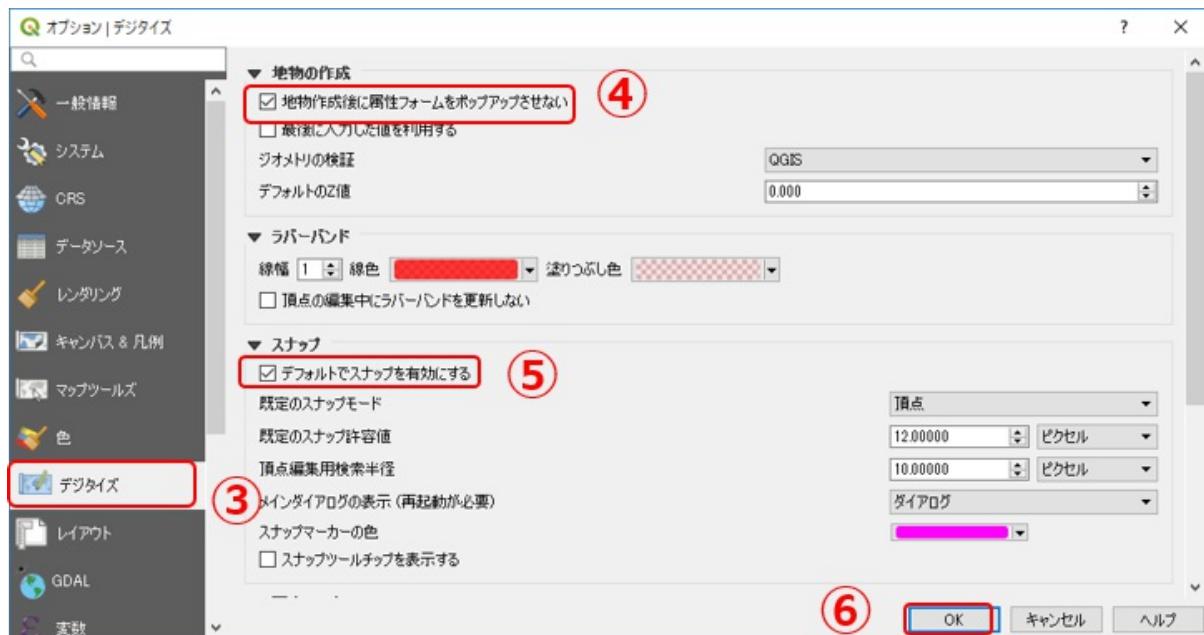


オプションダイアログを開く

② 「一般情報」タブで、「システムロケールを上書きする」にチェックをして、使用するロケールに「日本語」を指定します。



③ 「デジタイズ」タブをクリックします。



デジタイズの設定

④「地物の作成」の「地物作成後に属性フォームをポップアップしない」にチェックします。

⑤「スナップ」の「デフォルトでスナップを有効にする」にチェックします。

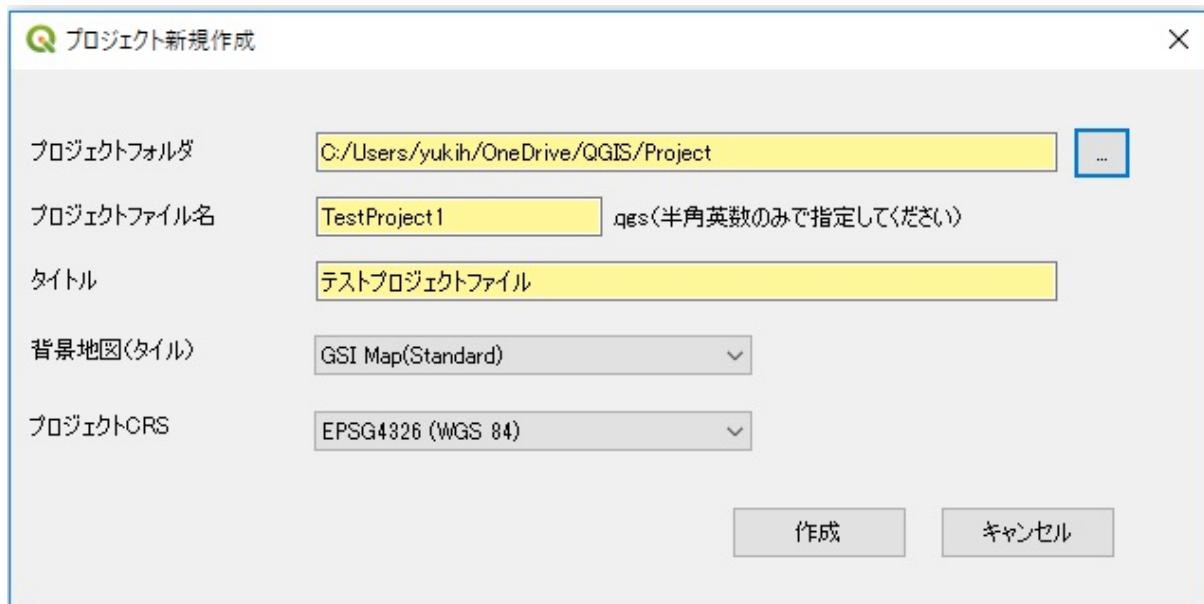
⑥ [OK] をクリックしてオプション画面を閉じます。

その他、様々なオプション設定ができます。必要に応じ、使いやすいように設定を変更して使用ください。

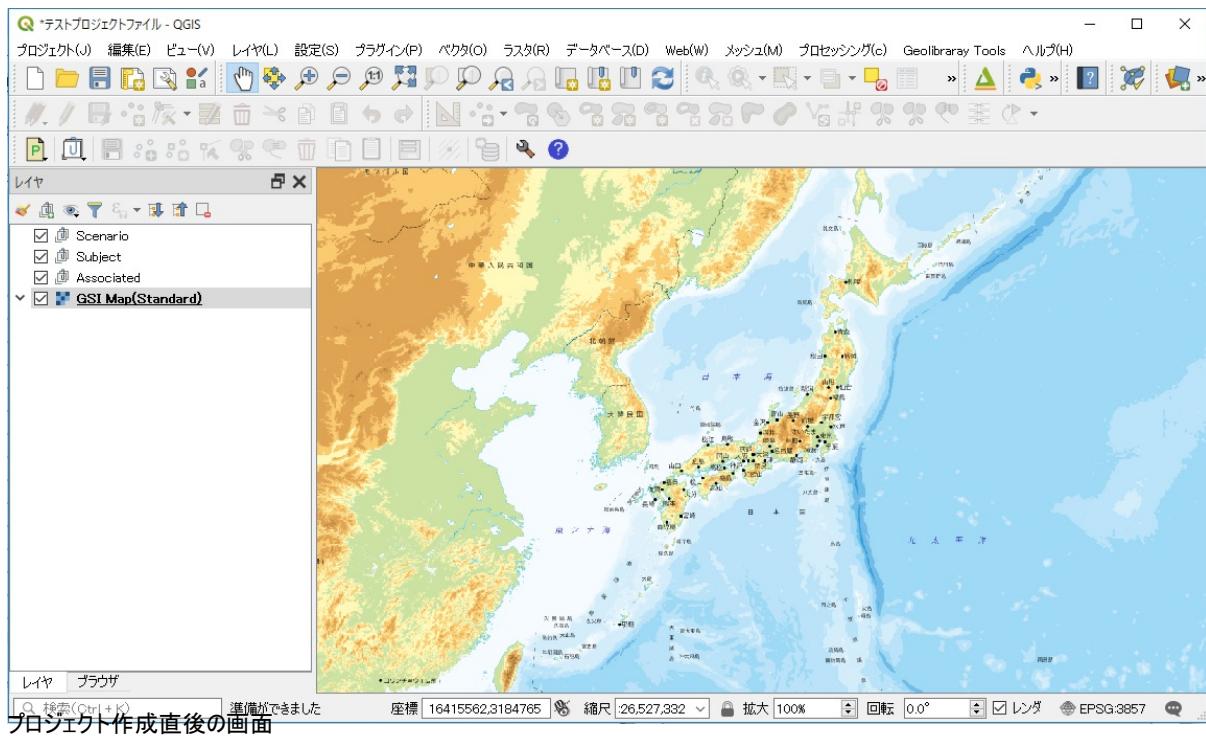
2. プロジェクトファイルを準備する

通常、QGISの【プロジェクト】-[新規作成】からプロジェクトを作成すると、何も表示されない真っ白な画面となり、何から始めてよいのかわかりません。

地学ライブラリツールの【Project Tool】-[New】からプロジェクトを作成すると、地質図作成に必要なレイヤーグループや背景地図レイヤが自動的に作成されます。

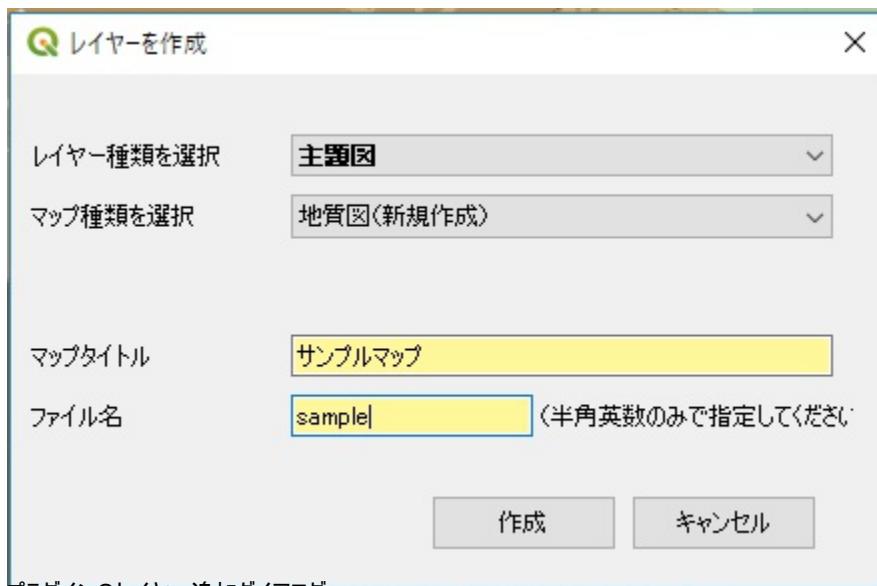


プラグインのプロジェクト作成ダイアログ

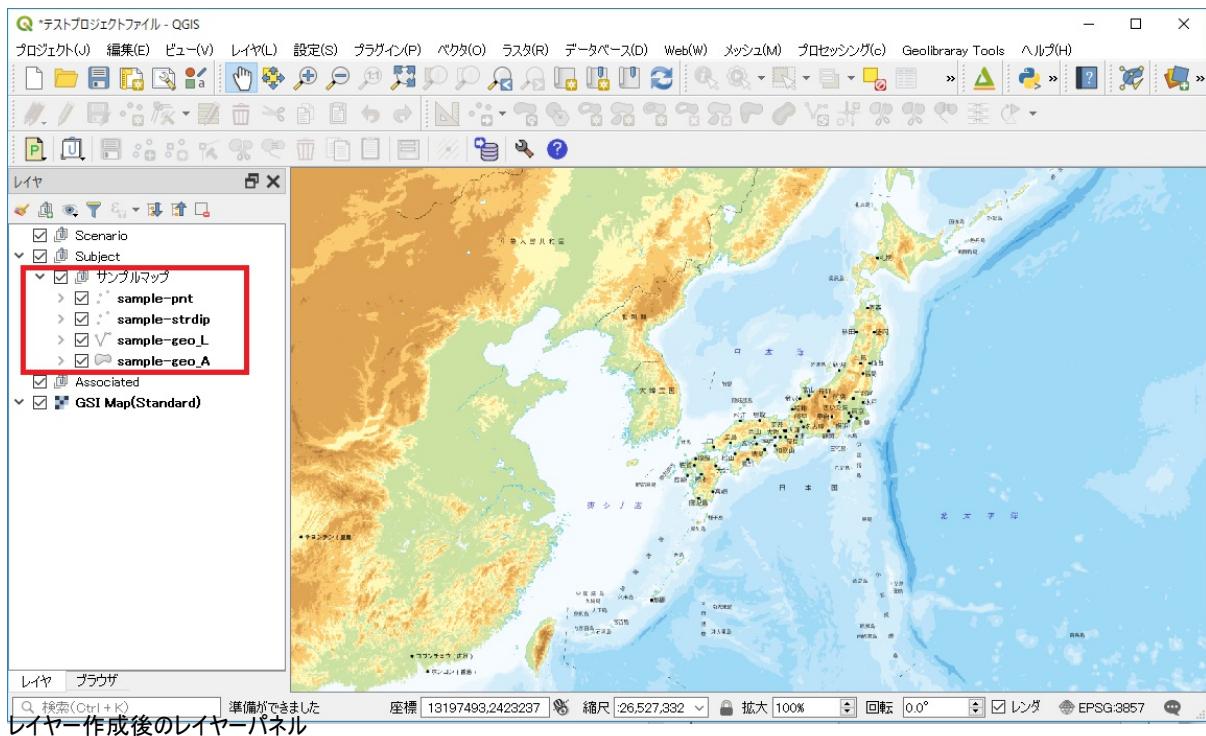


3. レイヤーを追加する

レイヤーの追加は [Layer Tool]-[Add Layer] から行います。



プラグインのレイヤー追加ダイアログ



4. 地物の追加・編集を行う

作成したレイヤーに地物データの追加・編集を行うには、レイヤーパネルで編集したいレイヤーを選択したうえで、地学ライブラリツールプラグインの「編集ツール」を使って行います。



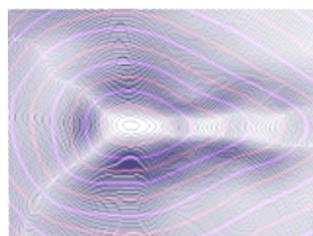
編集ツールの詳細な使い方についてはプラグインのヘルプを参照ください。

7. 地質図学演習(境界線の描画)

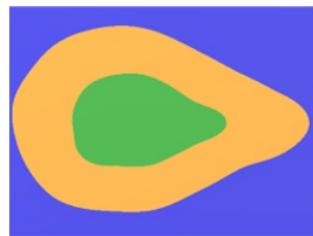
地形図上での地質境界線の描画

地質構造の違いにより、同じ地形でも地表での地層境界線の表れ方が変わります。

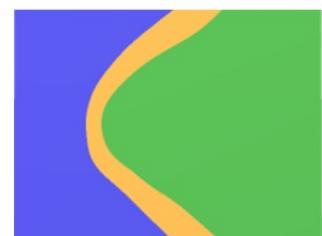
地質図の読む力がつくと、等高線が描かれている地質平面図上に描画された地質境界線を見てどのような地質構造となっているか想像できるようになります。また、地質構造の違いから、地表で地質境界線がどのように表れるかが予想できるようになります。



等高線



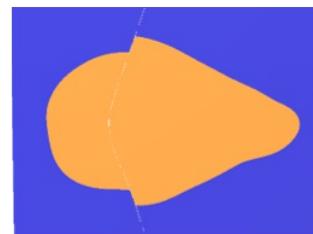
水平層



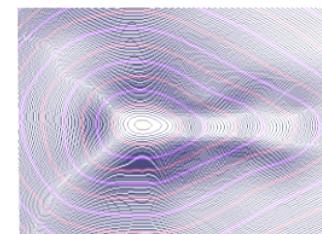
傾斜層



不整合



正断層



褶曲

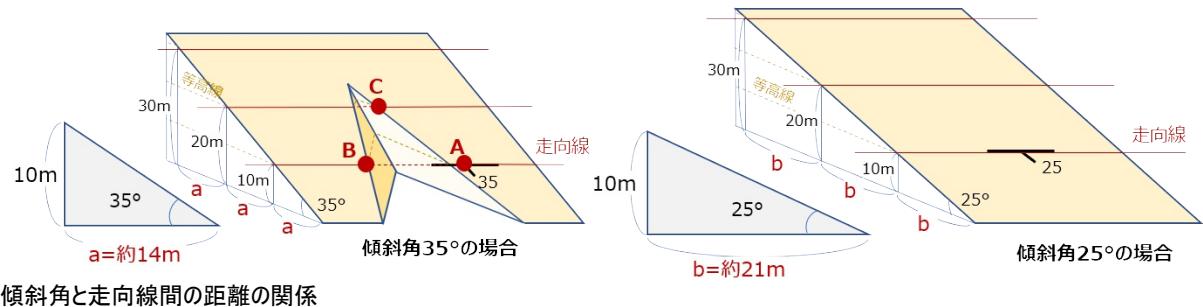
地質構造の違いによる地表での地層境界線の表れ方

上図の褶曲ではどのような地質境界線となるでしょうか？

地層面の走向・傾斜と地層境界線の関係

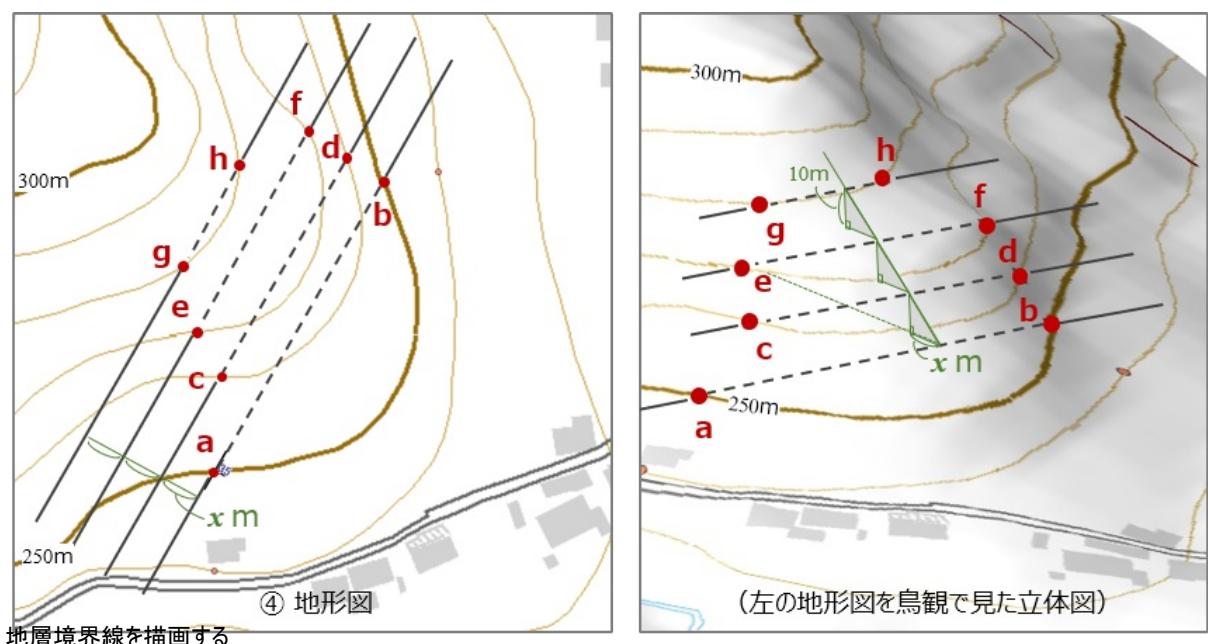
層理面が表われる標高を表した線を走向線といいます。

層理面が平面と仮定した場合、下の図のように、走向線は走向方向と平行な線となります。そのときに、走向線間の間隔(距離)は傾斜角から求めることができます。



$$d = h / \tan \theta \quad (d: \text{走向線間隔} \ h: \text{等高線間隔} \ \theta: \text{傾斜角})$$

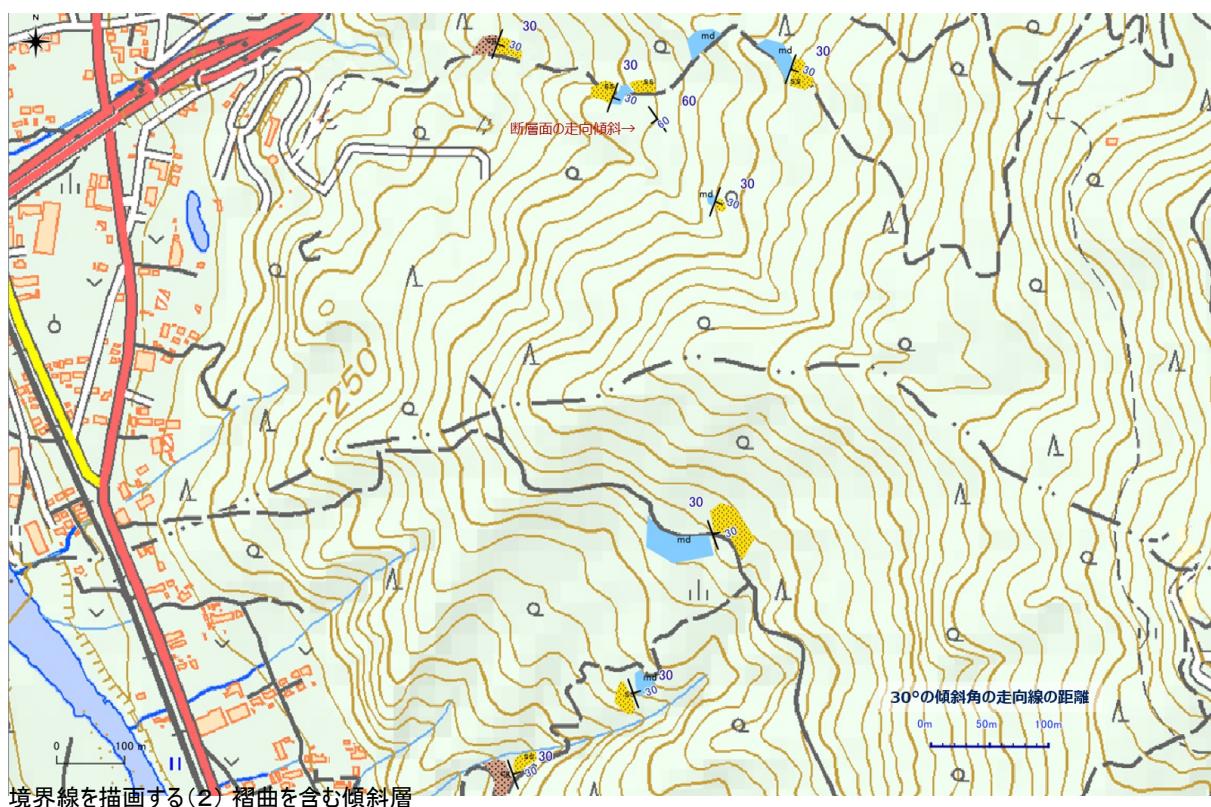
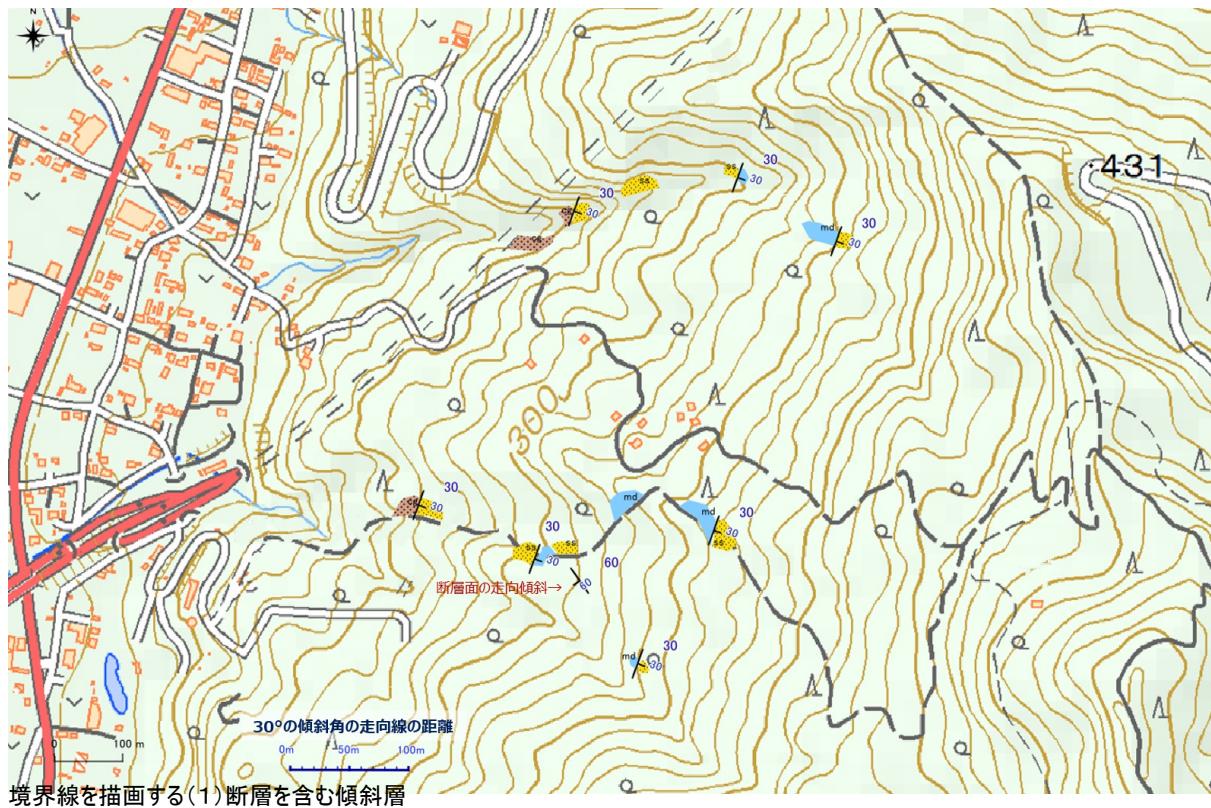
地形図上で地層境界線を推定するには、下図のように地層境界の露頭の走向・傾斜から走向線を引き、同一等高線と交わる点を結んでいくことによって描画していきます。 $(x=10/\tan 35^\circ = \text{約}14\text{m})$



【演習1】走向線の意味と描画方法を理解する

紙の地形図上に地質境界線を描画してみましょう。

- 平らな地層面(単斜構造など)の境界線の描画
 - 褶曲・断層の描画
- を行ってください。



【演習2】QGISを使用した走向線の描画方法を理解する

QGISのサンプルプロジェクトファイルを使用して、QGISで地質境界線を描いてみましょう。

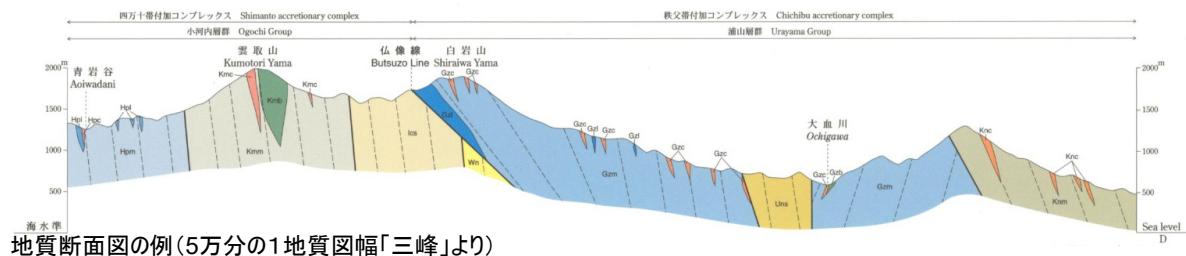
- 露頭の層理面の走向・傾斜から地質境界線を描画

- 3点の同一層理面の露頭の標高から地質境界線を描画(3点図法)

地質断面図を作成する

地質の地下構造を把握するためには地質断面図を作成します。

地質断面図は、ある2地点を結んだ切断線に沿った地形断面図上に、地表の地質データをもとに、地下の地質分布を推定して描いていきます。

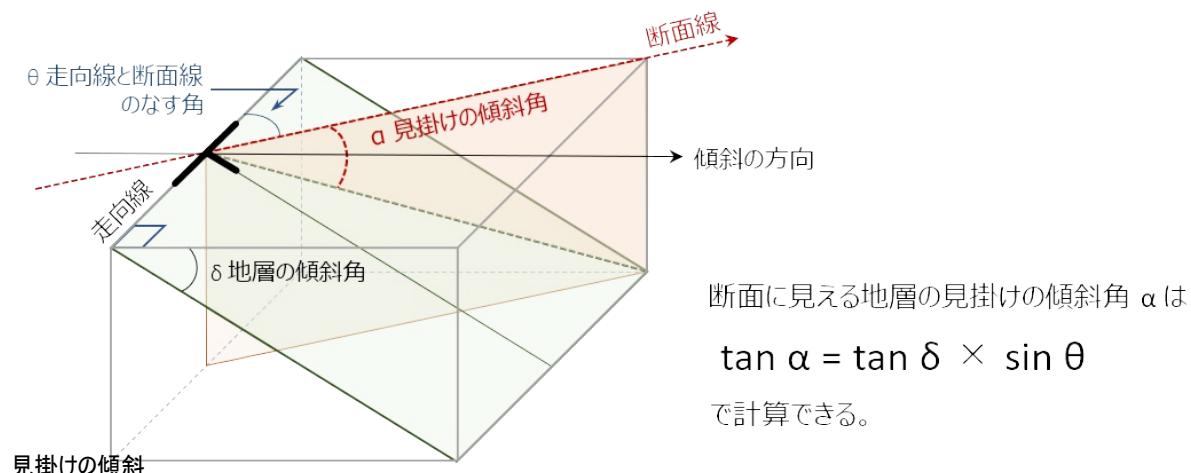


このとき、地表の地層の傾斜方向と断面線の方向が一致している場合はその傾斜角で地下まで地層が伸びていると想定してよいのですが、一般には傾斜角方向と断面線の方向が一致することはまれです。

そのため断面線における地層の見掛けの傾斜を求めたうえで断面図を作成する必要があります。

見掛けの傾斜

見掛けの傾斜を求めるには、以下の計算を行います。



地下の地質構造を作図する

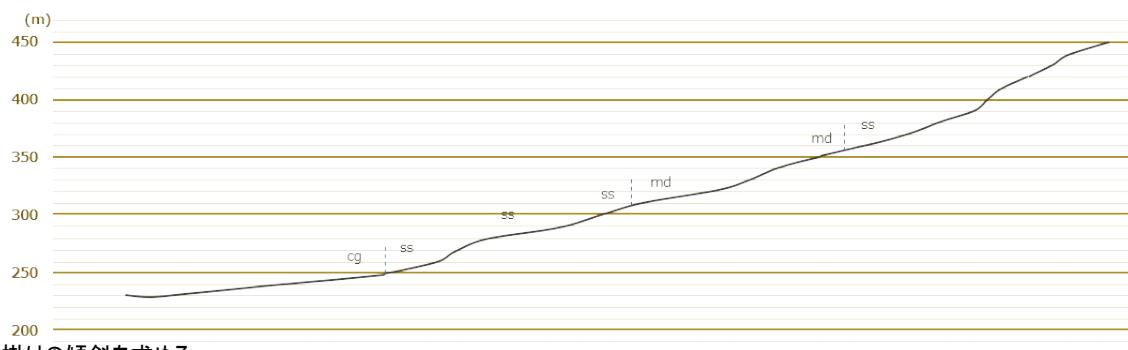
地表で見られた地層は地下でもそのまま直線上に延長しているわけではなく、過去の地質変動による構造となっています。すなわち、走向や傾斜や層厚の変化、褶曲、断層、不整合などによる地下構造を推定して描画する必要があります。

地上で観察された走向・傾斜から図法によって作図する方法には、バスク法、三井法などいくつかの手法があります。

ここでは、これらの手法については解説しませんので、詳しく知りたい場合は、他専門書を参照ください。

【演習3】見掛けの傾斜の求め方を理解する

フィールド調査を行い、下図のようなルートマップを作成しました。ここで、礫岩と砂岩の境界が見られる露頭（境界面の走向・傾斜はN20E）を東西を切る（赤線）の地質断面図を作成しようと思います。



見掛けの傾斜を求める

(1) 断面図上の地層の見掛けの傾斜を計算しましょう。

(2) 断面図を描画してみましょう。

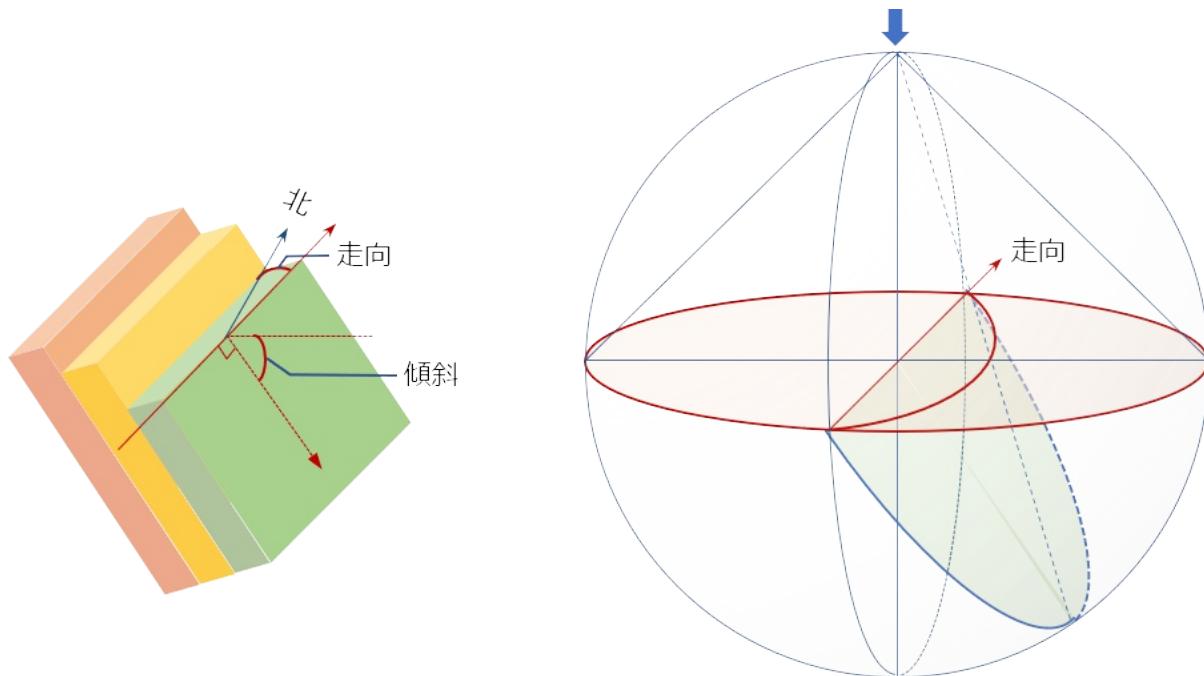
[演習用ワークシート]をダウンロード

8. 地質図学演習(ステレオ投影法による解析)

ステレオ投影法とは

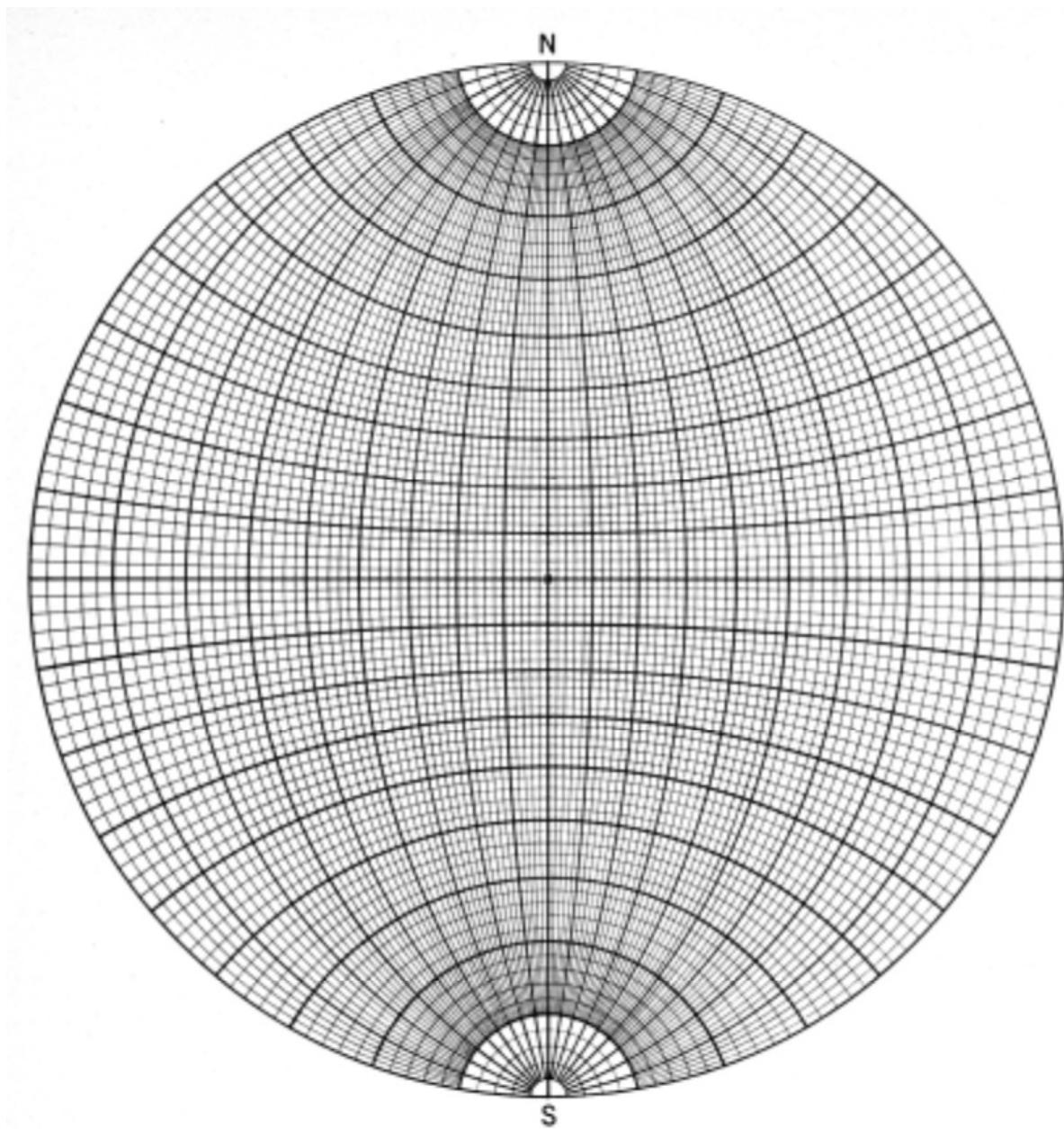
地質学では、3次元の物質や構造を取り扱いますが、この3次元構造を2次元で表現する方法として、ステレオ投影法がよく用いられます。

ステレオ投影法には、等角投影(ウルフネット)と等積投影(シュミットネット)がありますが、地質図学では地物の位置や方位を取り扱いますので、ウルフネットを使用して構造解析を行います。



地層面とウルフネット下半球投影

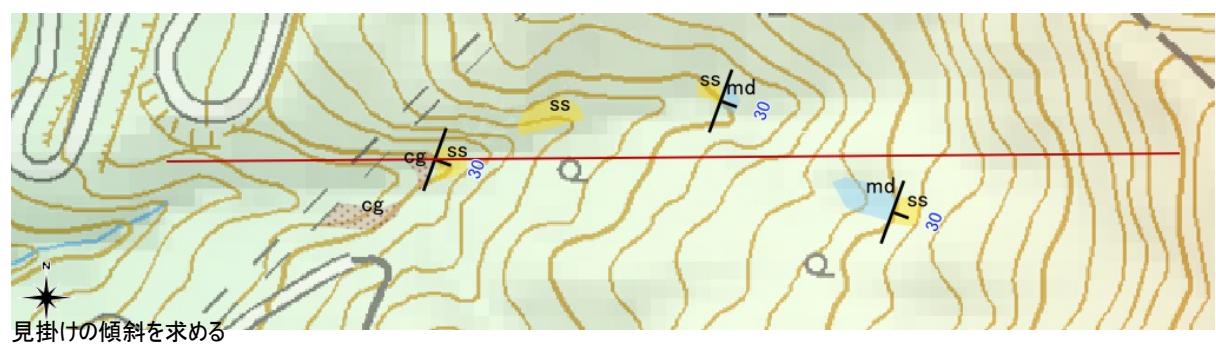
ウルフネット下半球投影



ウルフネット

【演習4】ステレオ投影による見掛けの傾斜の求め方を理解する

前章の断面図に表れる見掛けの傾斜をウルフネットを用いて求めなさい。



【演習5】ステレオ投影による真の走向傾斜の求め方を理解する

ある露頭で直接地層面の走向・傾斜の測定が行えなかつたので、2つの見掛けの走向・傾斜を測定しました。

測定結果は、それぞれ N45W 30SW、N14E 22E でした。

ウルフネットを用いて真の走向・傾斜を求めなさい。

9. 野外調査のためのQGIS環境の準備

野外調査にはQGISがインストールされたノートPCを持っていき、調査を行ったら観測結果をその日のうちにQGISに入力しておきます。フィールド調査の計画を立てたら、その調査結果をすぐにまとめられるようにするため、QGISの環境を準備しておきましょう。（この準備はインターネットに接続された環境で行ってください）

1. プロジェクトファイルを作成する

調査をまとめるためのプロジェクトファイルを作成します。

QGISでは、プロジェクトファイル名や保存するフォルダ名は日本語などの全角を含む名称を使用すると正常に動作しないことがあります。

フォルダ名やファイル名や半角英数を使用するようにしてください。

2. 調査地域の地図データの入手とセットアップを行う

まず、調査地域の野外で持ち歩く地形図と同縮尺の地図を準備します。

できればデジタルデータ（GeoTiffファイル形式など）の地図が用意できればよいですが、入手できない場合は、野外に持っていく地形図をスキャンして画像データとして保存します。

- 2万5千分の1地形図の電子画像データ（電子地形図25000）は（財）日本地図センターのサイトからダウンロード購入することができます。

この地図のデジタル化を行いGeoTiffファイルを作成し、QGISのプロジェクトに取り込み地図表示させます。

調査地域の背景地図としてプロジェクト作成時にデフォルトで表示される「地理院タイル」を利用することもできますが、インターネットに接続された環境でないと利用できません。

調査地域のモバイル環境が良好であるとは限りませんので、上記のように調査地域の地形図のGeoTiffファイルとしてあらかじめ準備しておくことをお勧めします。

次に、調査結果を記録する「地質図」レイヤーを作成します。

これでQGISの準備はできました。

3. 記録機器を準備する

調査では、GPSやスマホの携帯地図と併用する場合がありますが、現時点ではこれらで収集したデータをQGISに取り込むには、データの加工が必要です。デジタル測定機器を使用する場合でも、必ずフィールドノートや紙の地形図などで記録できるような準備をしておきましょう。

GSJ提供の「GeoClino for iPhone」で収集したデータをQGISに取り込む機能を「地学ライブラリツール」プラグインで提供しています。

ただし、現バージョンでは、取り込むことができるのは、測定した位置座標と走向・傾斜のみです。

【演習1】QGISで調査結果をまとめるためのプロジェクト環境を作成する

上記の手順に従い、調査予定地域のプロジェクトファイルを作成しましょう。

10. QGISでルートマップを作る

QGISでのルートマップの作成法

野外調査の結果をルートマップとしてQGISで作成するには「Subject」レイヤーグループ内に「ルートマップ」レイヤーグループを作成し、その中の各レイヤーに以下のように記録していきます。

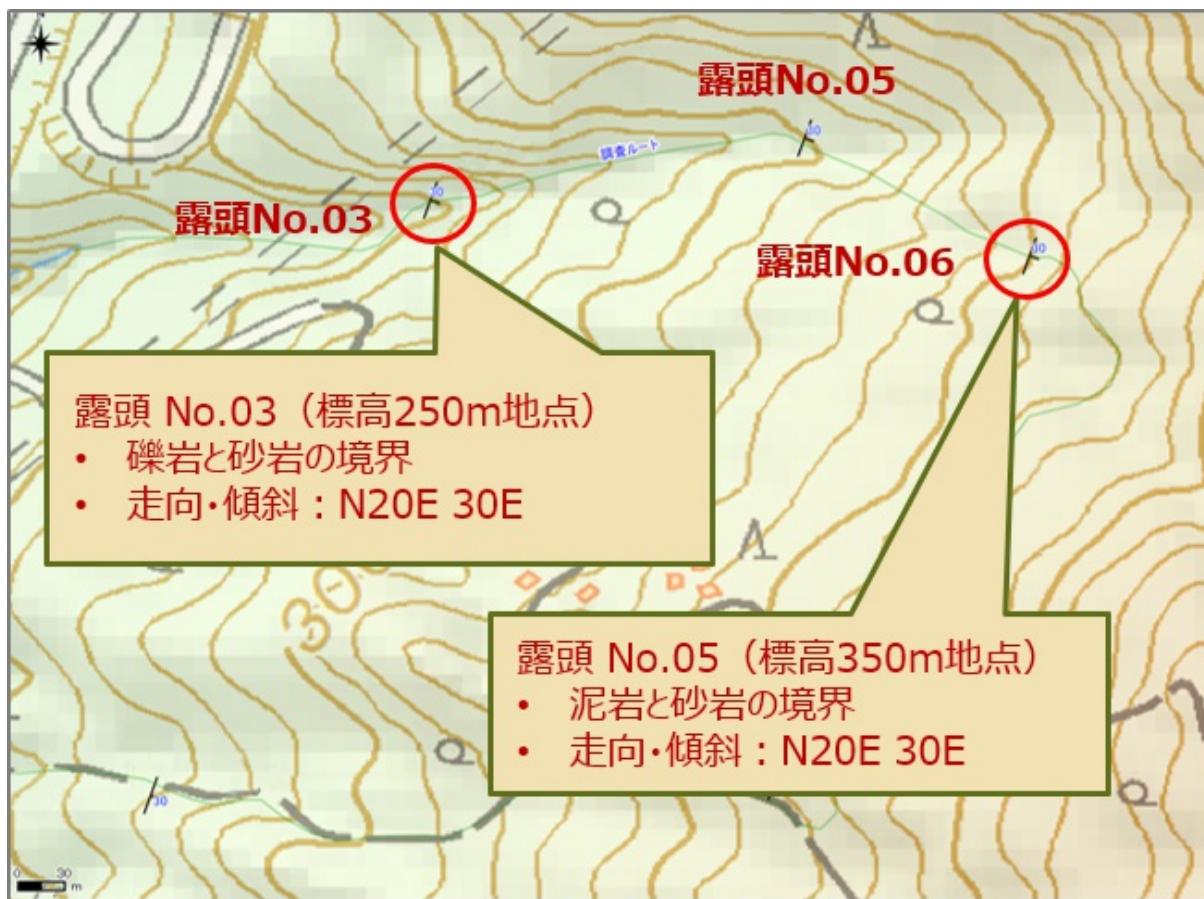
1. 走向・傾斜データは「strdip」レイヤーに地物を作成して記録する。
2. 露頭の分布や観察メモは「geo_A」レイヤーに地物を作成して記録する。
3. 断層などの線構造は「geo_L」レイヤーに地物を作成して記録する。

【演習1】QGISでのルートマップの作成法を理解する

サンプルプロジェクトファイルを用いて、QGISでルートマップを作成してみましょう。

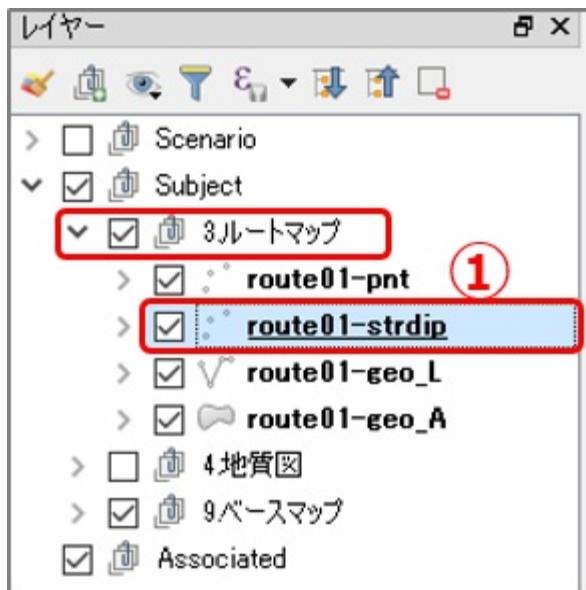
1.露頭の走向・傾斜を記録する(strdipレイヤー)

下図のNo.03とNo.06の露頭の走向・傾斜を「ルートマップ」レイヤーに記録してみましょう。



以下の手順で行います。

- ①「レイヤーパネル」の[Subject]-[3.ルートマップ]を開き、「route01-strdip」レイヤーをクリックして選択します。



「Subject」グループに作成されたマップは以下の4つのレイヤーから成っています。

-pnt :点(ポイント)レイヤー。観測場所の点情報を表します。

-strdip :点(ポイント)レイヤー。走向・傾斜の点情報を表します。

-geo_L :線(ライン)レイヤー。地層の境界線などの線情報を表します。

-geo_A :ポリゴンレイヤー。露頭や地層面などの面情報を表します。

編集を行う場合は、各々のレイヤーを選択してください。

② ツールバーの [地物の追加] をクリックして、「追加モード」にします。



③ マップキャンバス上で、走向・傾斜を記録したい場所にマウスカーソルを移動してクリックして、点を追加します。③ マップキャンバス上で、走向・傾斜を記録したい場所にマウスカーソルを移動してクリックして、点を追加します。



④ ツールバー[地物の追加] をクリックして追加モードから抜けます。

⑤ ③で作成した点を選択(マウスでクリックまたは範囲選択)します。

⑥ ツールバーの [地物属性の編集] をクリックして、「属性編集ダイアログ」を表示します。



⑦ 走向・傾斜の属性を入力して、[OK] をクリックします。



マップキャンバス上で追加した③の点が、走向・傾斜マークに変わっていることを確認します。



マップキャンバスの表示範囲を変えるには、以下のいずれかで行います。

- ・地図表示移動: キーボードの[矢印]キーを押下、または[スペース]を押しながらマウスで「ドラッグ」
- ・ズームイン・アウト: [PgUp][PgDn]キー、またはマウスホイールを回転

11. QGISで地質図を作成する(1)

ルートマップをもとに地質図を作成する

QGISでは、ルートマップと地質図は別のレイヤーに記録するようにします。これにより、観測元データを保持しておくとともに、データの追加・修正、見直しなどが行えるようにしておきます。

ルートマップのデータをもとに地質図を以下の手順で作成します。

1. 「地質図」レイヤーを作成します。
2. 「ルートマップ」レイヤーのデータを 1.で作成した「地質図」レイヤーにコピーします。
3. 地質図学を使い、「地質図」レイヤーに地質境界線や地層を追加・編集します。

【演習1】QGISでの地質境界線の描画法を理解する

前章の演習1で作成したルートマップをもとに、地質図レイヤーに地層境界線を描画しましょう。

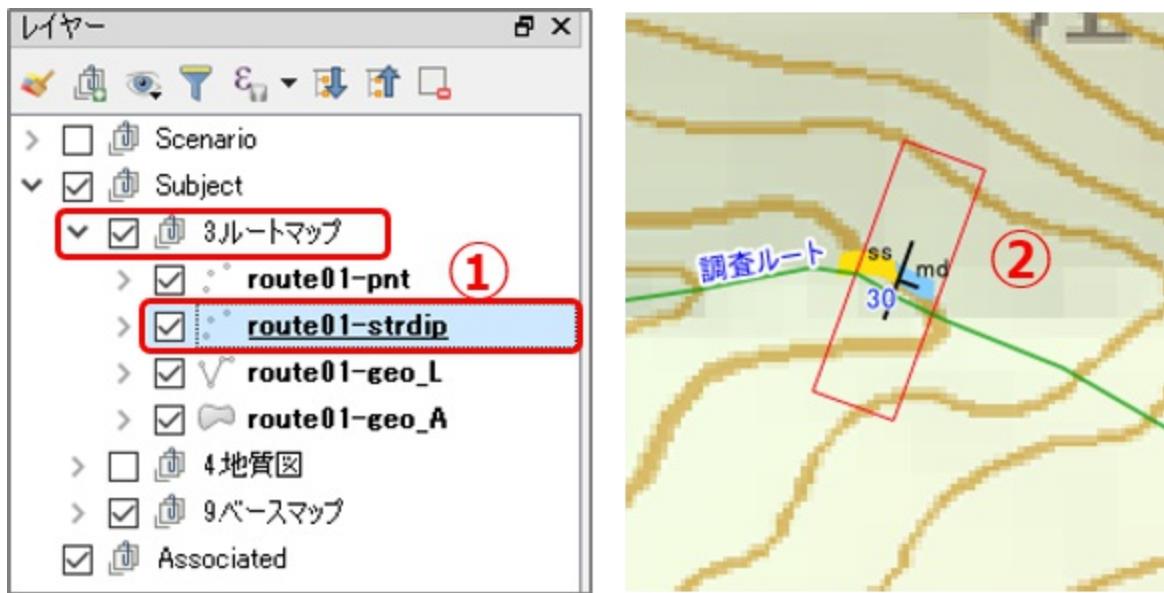
1. ルートマップデータを地質図レイヤーにコピーする

「ルートマップ」レイヤーにある露頭No.05の走向・傾斜と岩相データを「地質図」レイヤーにコピーしましょう。



①「レイヤーパネル」の[Subject]-[3.ルートマップ]を開き、「route01-strdip」レイヤーをクリックして選択します。

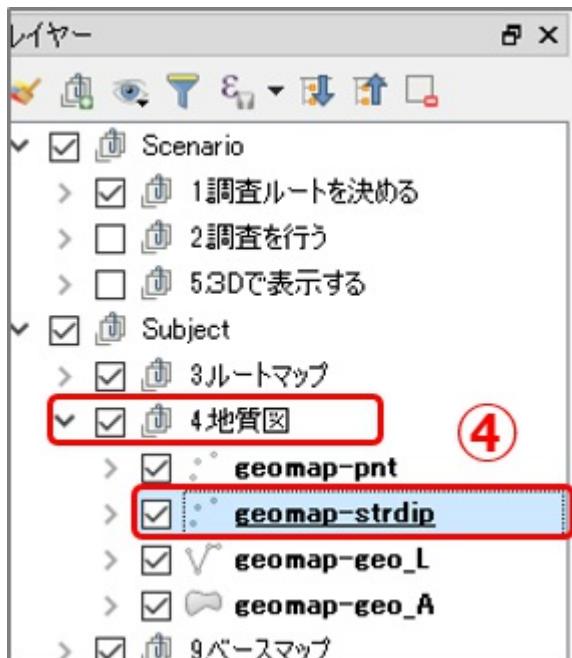
②露頭No.05 の走向・傾斜データを選択します。



③ツールバー[地物のコピー]をクリックします。これで、②の走向・傾斜データがクリップボードにコピーされました。



④「レイヤーパネル」の[Subject]-[4.地質図]を展開し、「geomap-strdip」レイヤーをクリックして選択します。



⑤ツールバー[地物の貼り付け]をクリックします。これで、走向・傾斜データが地質図レイヤーにコピーされました。

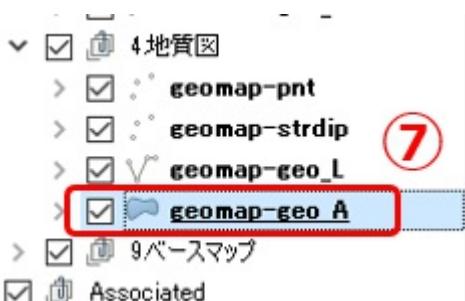


同様に、ルートマップにある岩相データも地質図レイヤーにコピーします。

⑥レイヤーパネル[Subject]-[3.ルートマップ]グループの「route01-geo_A」レイヤーを選択し、露頭No.05の砂岩および泥岩のポリゴンを選択します。

⑥

⑦ツールバー[地物のコピー]をクリックします。



⑧レイヤーパネル[Subject]-[4.地質図]グループの「geomap-geo_A」レイヤーを選択し、ツールバーの [地物の貼り付け] をクリックします。



2.地質境界線を描画する

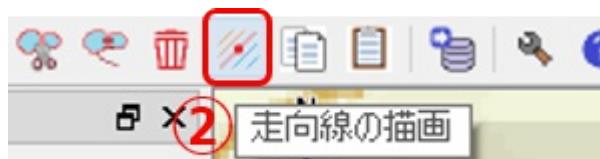
前頁で地質図にコピーした露頭No.05 の走向・傾斜データをもとに、地質図学を用いて地質図上に地質境界線を描画します。

まず、露頭No.05の走向・傾斜をもとに走向線を描画します。

①「レイヤーパネル」の[Subject]-[4.地質図]グループの「geomap-strdip」レイヤーを選択し、露頭No.05の走向・傾斜を選択します。



② ツールバー[走向線の描画]をクリックします。



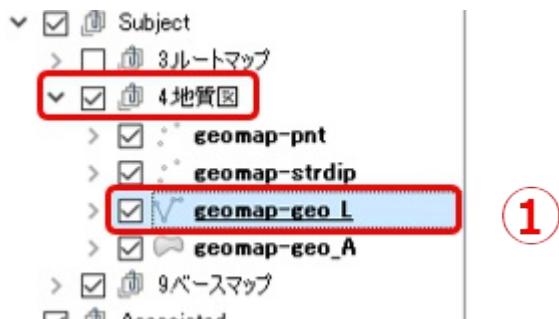
③ マップキャンバス上に走向線が描画されます。



上記で描画した走向線をもとに、地質境界線を描画します。

以下の手順で行います。

①「レイヤーパネル」の[Subject]-[4.地質図]グループの「geomap-geo_L」レイヤーを選択します。



② ツールバー[地物の追加] をクリックして「追加モード」にします。



③ マップキャンバス上で、マウスカーソルを移動して、走向線と等高線の交点をクリックしていきます。最後は右クリックして確定します。



④ ツールバー[地物の追加] をクリックして追加モードから抜けます。

⑤ ③で作成した線を選択します。

⑥ツールバーの [地物属性の編集] をクリックして、「属性編集ダイアログ」を表示します。



⑦ 境界線の属性を入力して、[OK] をクリックします。



⑧ ②～⑦を繰り返して、境界線を完成させましょう。[走向線を描画] をもう一度クリックすると。走向線は消えます。

【演習2】実際の調査結果をもとにQGISで地質境界線を描画する

実際にフィールド調査を行い、調査結果をもとにQGISでルートマップの作成から地質境界線の作成までを行ってみましょう。

12. QGISで地質図を作成する(2)

QGISで地質のデータ属性を記録する

地質境界線を描いたら、地質面の分布を描画して地質図を完成させます。また、その地域の地質の特徴を示すようなデータ属性があれば、その地物を作成して地質図上に表示させると分かりやすい地質になるでしょう。

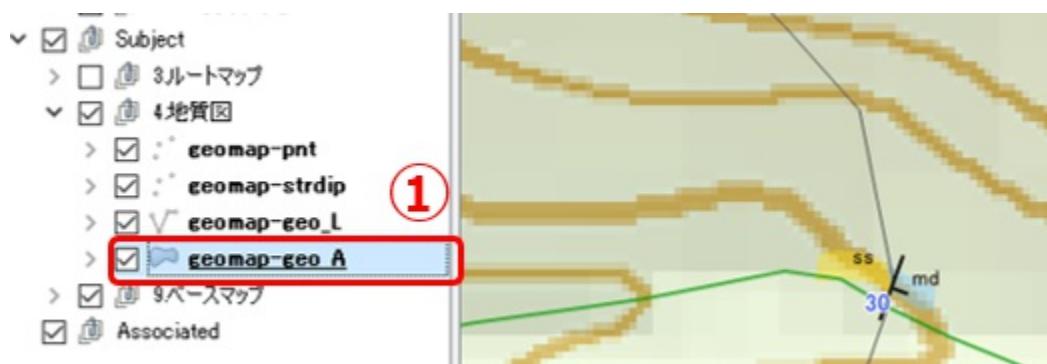
【演習1】QGISでの地質面の描画方法を理解する

前章の演習1で作成した地質境界線にそって、地質面の分布を描画しましょう。

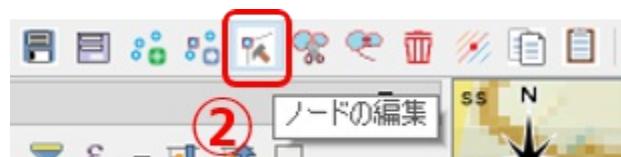
露頭No.05 の岩相を前頁で描画した境界線に沿って拡張して、地質面を描画します。

以下の手順で行います。

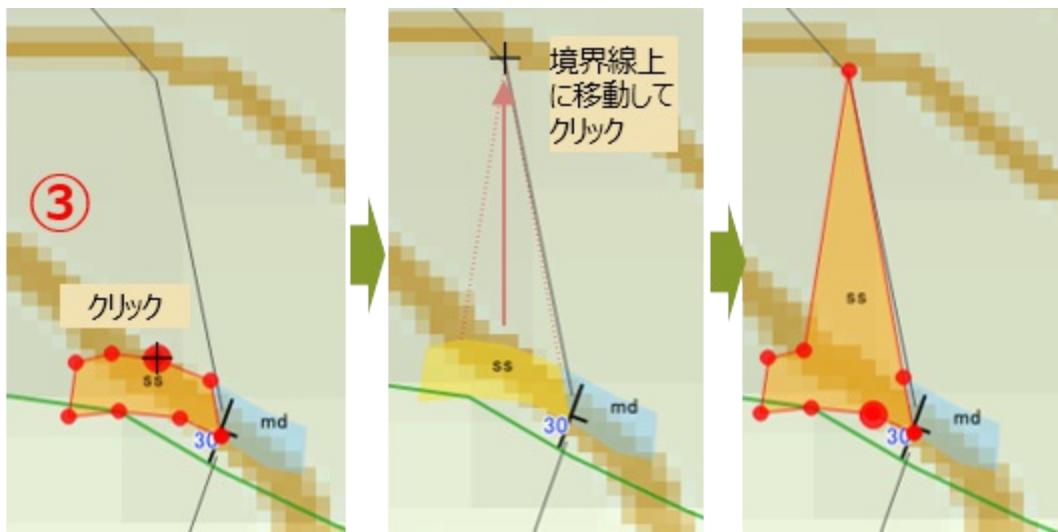
- ①「レイヤーパネル」の[Subject]-[4.地質図]グループの「geomap-geo_A」レイヤーに、[3.ルートマップ]グループの「route01-geo_A」のデータをコピーします。



- ②「geomap-geo_A」レイヤーを選択して、ツールバー[ノードの編集]をクリックします。



- ③マップキャンバス上のポリゴンの近くにマウスカーソルを移動すると、ポリゴンのノード(頂点)が●で表示されます。これをクリックして、変形させたい点にカーソルを移動し、そこでクリックします。

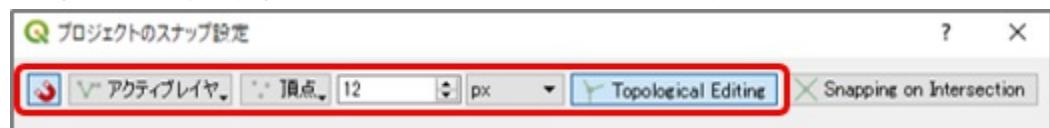


このようにしてポリゴンの形を変形させて地層面を描画していきます。

ノードの編集の際に、他の図形のノードに密着させる機能を「スナップ機能」といいます。

スナップ機能を有効にするには、メニュー[プロジェクト]-[スナップオプション]でスナップ設定ダイアログを開いて、下図のように設定してください。

境界線や他の地質面と密着させることにより、継ぎ目のないきれいな図形を描画することができます。



【演習2】実際の調査結果をもとにQGISで地質図を作成する

前章で行った地質境界線の描画に続き、実際に行ったフィールド調査の結果をもとに、QGISで地質図を作成してみましょう。

13. 調査結果をまとめる

デジタル地質図を出力する

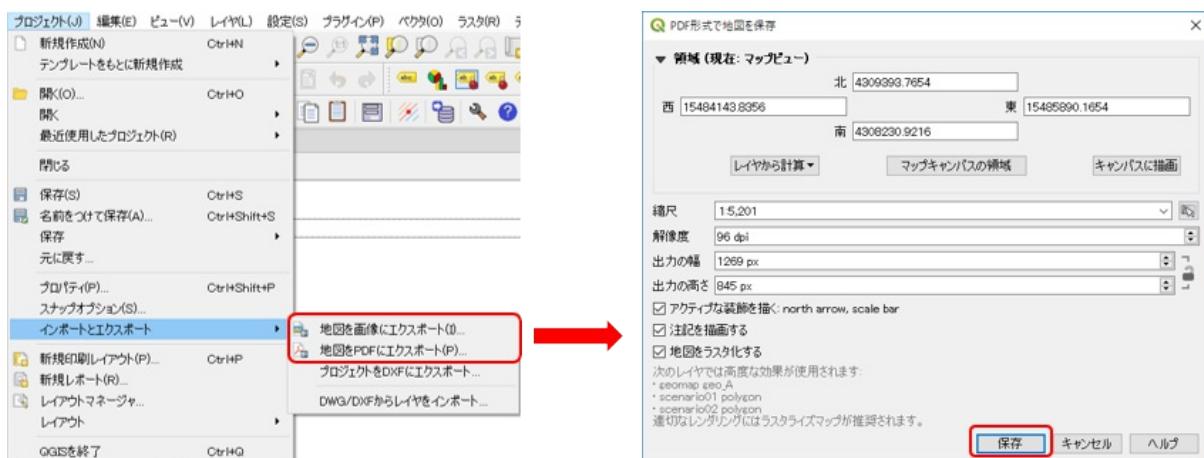
ラベルやシンボルを編集して、見やすい図面とします。

完成した地質図は以下のようにさまざまな表現で出力することができます。

PDFや画像に出力する

作成した地図は、PDFファイルや画像に出力することができます。

図のように、QGISメニュー【プロジェクト】-[インポート/エクスポート]で【地図画像にエクスポート】または【地図PDFにエクスポート】を選択すると、指定した名称のファイルにマップキャンバスで表示されている内容が保存されます。



また「印刷レイアウト」や「レポート」機能を使用して、定型的な出力形式を保存しておくこともできます。

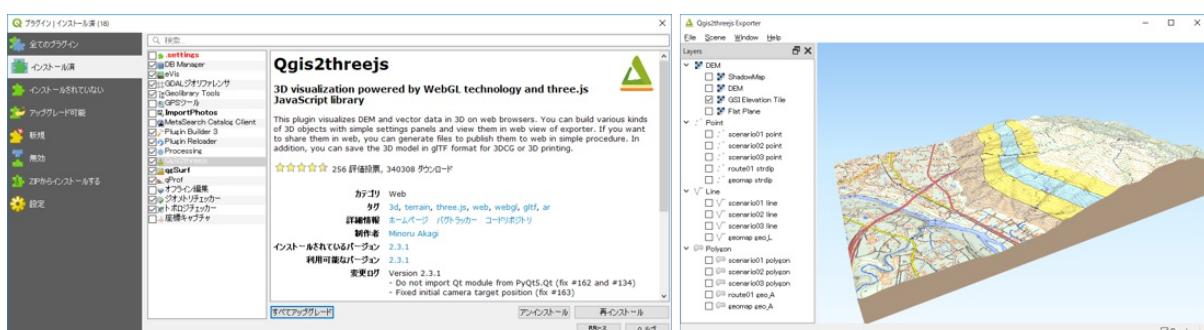
立体地質図を出力する

QGIS Ver.3からはベクターデータを3次元の位置情報で保存することができ、また、標準で3Dマップビューの機能が搭載されました。

しかし、性能があまり高くないPCでは3Dビューを表示させると動きが遅く実用に耐えません。

そこで、本講座では、「[Qgis2three.js](#)」プラグインを使用した3D地図の出力を推奨します。

左下図のように、メニュー【プラグイン】-[プラグインの管理とインストール]で、「Qgis2three.js」プラグインをインストールして有効化してください。これでマップキャンバスで表示されている地図を3Dに出力することができます。



Qgis2three.jsで3D表示するにはDEM(標高)データが必要となります。インターネットに接続されている環境であれば「GSI Elevation Tile」を指定して表示できます。

また、表示された地図は「File」メニューからHTMLファイルとしてマウスを使用して動的に視点を移動できる地図として保存することができます。

属性データをエクスポートする

QGISに入力した調査情報を測定データを他のソフトやExcelなどで利用(例えば、走向・傾斜データをステレオネットのソフトで利用するなど)したい場合、地物データをCSV形式などのファイルに出力することができます。

下図のように、レイヤーパネルで出力したいレイヤーを右クリックして表示されるプルダウンメニューで【エクスポート】-[地物の保存]を選択します。表示されたダイアログで出力形式やファイル名を指定して【OK】をクリックするとファイルに出力されます。



【演習1】QGISで作成した地図の出力方法を理解する

前章の演習1で作成した地質図を用いて、以下の出力をしてみましょう。

- PDF形式で出力 (プリントコンポーザの使用方法)
- 3D画像(HTML形式)で出力 (QGIS2Three.jsプラグインの利用)

【演習2】実際の調査結果をもとに作成したQGISの地図を出力する

実際に行ったフィールド調査結果をもとに、QGISで地質図を出力してみましょう。

14. 調査結果を分析する

前章までで作成した地質図は、調査の結果得られたデータをもとに自分なりの推定や解釈を含めて作成したはずです。より詳細なデータ分析や文献調査による比較検討を行い、新たな知見が発見できた場合は、作成した地質図の加筆・修正を行います。

調査データの解析

調査の結果得られたデータやサンプルは、研究室内でより詳細な分析・解析を行います。

- 面構造、線構造などの統計的処理
- 採取したサンプル資料の詳細分析
- 現地で取得したデータが不足の場合は再調査 等

既存研究資料との調査結果の対比

先人の同一地域の地質研究論文や調査目的に関連する内容の文献調査を行います。自分が取得したデータ精度や抜けモレなどの補完や、自分の解釈と比較してその正当性を検証します。

【演習1】調査報告を行う

実際のフィールド調査の結果をまとめて、プレゼン資料を作成して発表しましょう。

15. 地質分野におけるGISの活用

オープンデータの活用

近年、GIDで取り扱うことができるオープンデータ化が進み、様々な地理データの二次利用が広まっています。これらオープンデータと、地質データや自分で作成したデータと重ねて表示することで、地質データの新たな活用方法や知見が得られる可能性があります。

QGISでは、このような環境を自分で構築することができます。

データの公開による効果

ICT技術の進歩により、地図のウェブ配信技術が進化し利用が一般化しています。地質データの公開も始まっており、教育や研究のほか、防災などの社会的な利用にも役に立っています。

QGISでは、WebGISデータへの変換も容易に行えるため、これらデータの公開を前提とした地図作成を行うこともできます。