

ゲームエンジンを用いた川づくり ツールの操作マニュアル（案）



九州地方整備局 令和 6 年 2 月

目次

1.	はじめに.....	1
2.	環境準備.....	2
2.1.	利用環境について.....	2
2.2.	ソフトウェアのインストール.....	4
3.	ゲームエンジンにおける測量データの活用.....	27
3.1.	ゲームエンジンで測量データを活用するには.....	27
3.2.	ゲームエンジンに向けた測量データの変換.....	29
3.2.1.	TXT形式やLAS形式の測量データからGeoTIFF形式への変換.....	29
3.2.2.	DemConverterを用いたGeoTIFF形式の測量データからPNG形式への変換.....	37
3.2.3.	オルソ画像の調整.....	45
4.	ゲームエンジンを用いた河川空間デザイン.....	54
4.1.	ゲームエンジンの構成.....	54
4.2.	ゲームエンジンの使用環境の準備.....	55
4.2.1.	テンプレートの展開.....	55
4.2.2.	アセットの準備.....	57
4.3.	ゲームエンジンを活用した河川空間デザインの方法.....	67
4.3.1.	現況地形の再現.....	67
4.3.2.	地形の編集.....	80
4.3.3.	地表面の仕上げ.....	83
4.3.4.	BIM/CIMモデルのインポート.....	97
4.3.5.	その他構造物の作成方法.....	103
4.3.6.	河川の流水の再現.....	109
4.4.	その他の設定.....	113
4.4.1.	実行ファイル用の視点の設定.....	113
4.4.2.	作成途中の空間をVRで確認を行う方法.....	114
5.	合意形成への活用.....	115
5.1.	パースの作成.....	116
5.2.	VRコンテンツの作成.....	117
5.2.1.	実行ファイルの作成(パッケージ化).....	117
5.2.2.	パッケージ後の実行形式ファイルの利用方法.....	118
6.	ゲームエンジンと後工程の連携.....	122
6.1.1.	ゲームエンジンで編集した地形データの出力.....	122
6.1.2.	QGISでの活用.....	124
6.1.3.	iRICでの活用.....	125
	【活用事例】かわまちづくりの住民説明会での活用.....	132

1. はじめに

多自然川づくりの基本計画段階では、技術基準等に示された事項に照らし合わせ、対象区間の基本的な河道形状の検討を行います。多自然川づくりアドバイザーや地元住民と協議し、合意を得ながら計画を策定することも必要です。この際、整備後の完成イメージを共有するためのツールとして、イメージパースやフォトモンタージュ、模型等が用いられます。しかしながら、視点場が限定的なことやスケール感が実物と乖離していることが課題で、これらのツールを用いた完成イメージの共有には限界があります。基本計画策定に向けた合意形成を迅速に実施するには、より現実に近い完成イメージを作成して共有するツールが求められていました。

一方で近年、ゲーム業界を中心にゲームエンジンの活用が進んでいます。ゲームエンジンとはその名の通りゲーム開発に使用されるツールで、高品位かつリアルタイムで 3D イメージを作成することが可能です。この特徴はゲーム業界に限らず非常に有用で、今や様々な業種や用途で活用がなされています。例えば自動車業界ではゲームエンジンを活用してデジタルな製品イメージを作成し、販売に利用している事例もあります。多自然川づくりにおいても、整備後の完成イメージを高品位な 3D 空間として作成し、VR で空間の中を自由に歩き回りながら、人間の目線で空間を評価するといった使い方が可能です。このように、ゲームエンジンは多自然川づくりを対象としても合意形成の迅速化を実現する有用なツールとなり得ると言えます。

これを実現するには、ゲームエンジン中の地形として河川測量のデータを利用することや多自然川づくり特有の空間表現、流量解析ソフトとの連携等が可能でなければなりません。これをゲームエンジンのみで実現することは非常に困難であるため、複数種類のソフトウェアとデータを連携させながら活用することが必要となります。

そこで、本マニュアルでは、ゲームエンジンを用いた多自然川づくりの空間デザインと合意形成を実践するために、これに必要となる各種ツールの使用方法を解説します。

2. 環境準備

2.1. 利用環境について

ゲームエンジンを用いた河川空間デザインを実践するためのツールとして、点群処理ソフトウェア、GIS ソフトウェアおよびゲームエンジンを使用します。各種ツールの使用方法編では、点群処理ソフトウェアとして CloudCompare を、GIS ソフトウェアとして QGIS を、そしてゲームエンジンとして Unreal Engine を使用した方法を解説します。

本章では、CloudCompare、QGIS および Unreal Engine の概要や役割、使用するソフトウェアバージョン等について述べます。

表 使用するソフトウェア一覧

ソフトウェア名	バージョン※	PC スペック※ (CPU、GPU、メモリ)
CloudCompare	2.12.4、2.11.3、2.9.1	CPU : Corei7、GPU : NVIDIA GeForce RTX 2060、メモリ : 32.0GB
QGIS	3.16.4、3.10.8	
Unreal Engine	5.1.1	CPU : Corei7、GPU : NVIDIA Geforce GTX1070、メモリ : 16GB

※動作を確認したものであり、この他のバージョン・PC スペックの利用が不可能であることを示すものではありません。

CloudCompare

CloudCompare はオープンソースのフリー点群処理ソフトウェアです。取り扱い可能なデータ形式が豊富で、編集機能も充実しています。本マニュアルにおいては、3次元測量で得た点群データを GeoTIFF 形式に変換するために使用します。

本マニュアルに示す手順は CloudCompare 2.12.4 及び 2.11.3、2.9.1 で実施可能であることを確認しており、以降では CloudCompare 2.12.4 を使用した手順を掲載します。

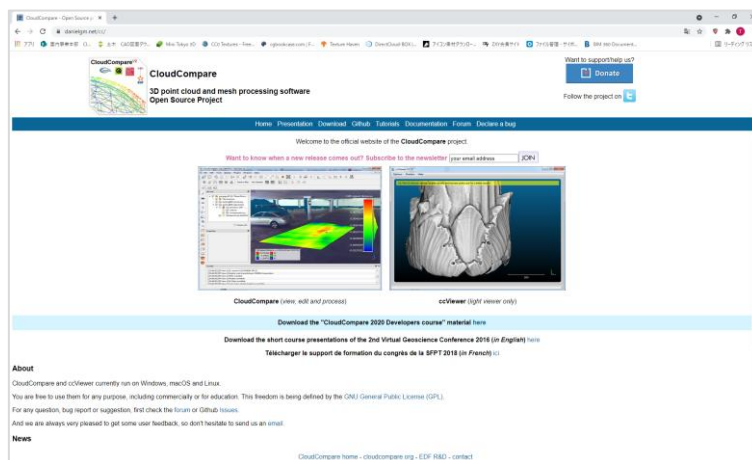


図 CloudCompare ホームページ画面 (<https://www.danielgm.net/cc/>)

QGIS

QGIS はオープンソースのフリーGIS ソフトウェアです。無料で使用ができますが、高度な地理情報システムの編集、分析機能を有しています。ここでは、GeoTIFF 形式の測量データをゲームエンジンで取り扱うことが可能な PNG 形式に変換するために使用します。変換には、地形ラスタ切り出しプラグイン (DemConverter) を使用します。

プラグインの動作は Windows 版の QGIS 3.16.4、および 3.10.8 で確認されています。本マニュアルでは、Windows 版の QGIS 3.16.4 を使用しています。



図 QGIS ホームページ画面 (<https://qgis.org/ja/site/>)

Unreal Engine

Unreal Engine は、Epic Games 社により開発されたゲームエンジンです。ゲームエンジンは、ゲーム業界で利用されている製作ツールですが、現在では分野の枠を超えて、映画や製造業、スマートシティなど様々な分野で活用されつつあります。

本マニュアルでは、Unreal Engine 5.1.1 バージョンを使用します。

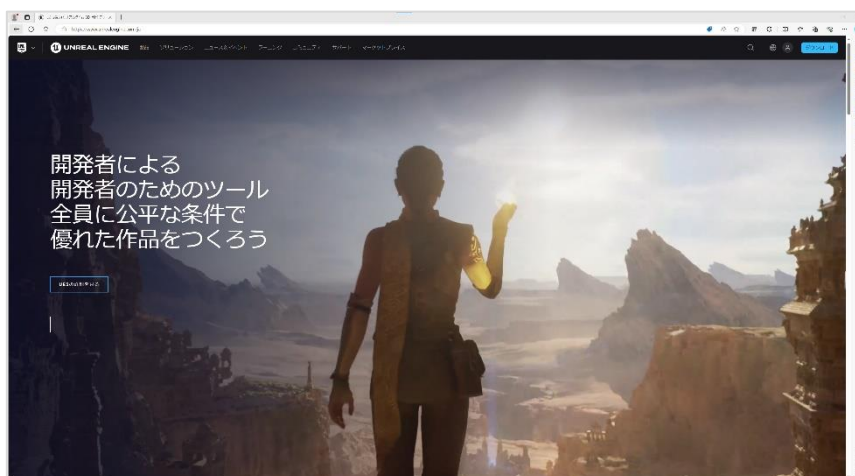


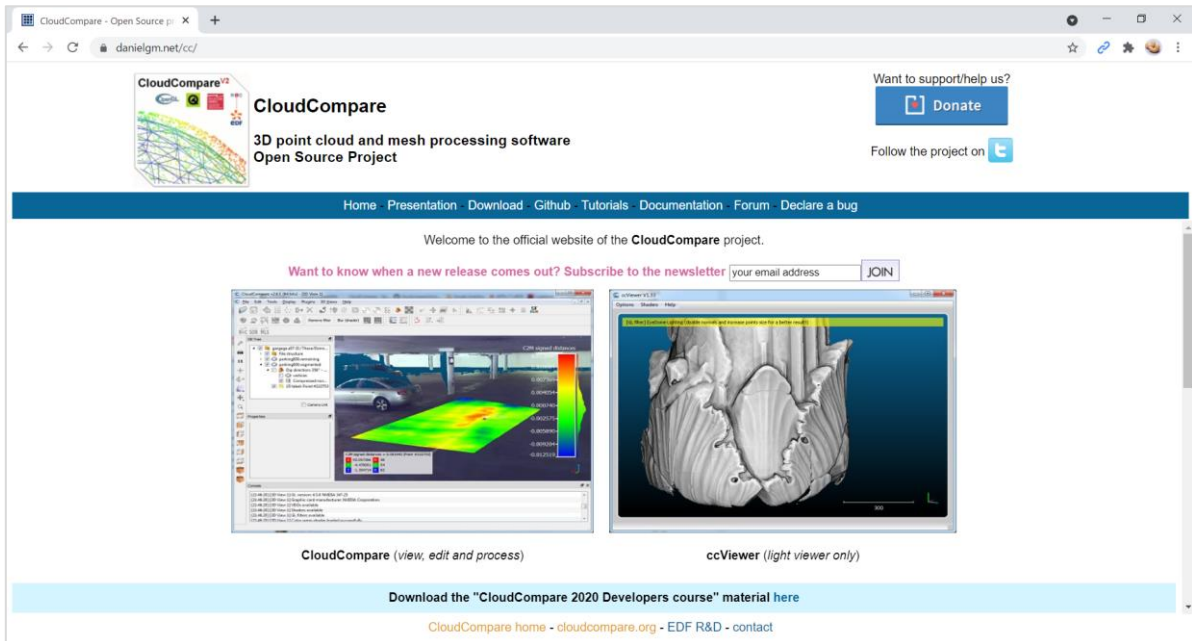
図 Unreal Engine ホームページ画面 (<https://www.unrealengine.com/ja/>)

2.2. ソフトウェアのインストール

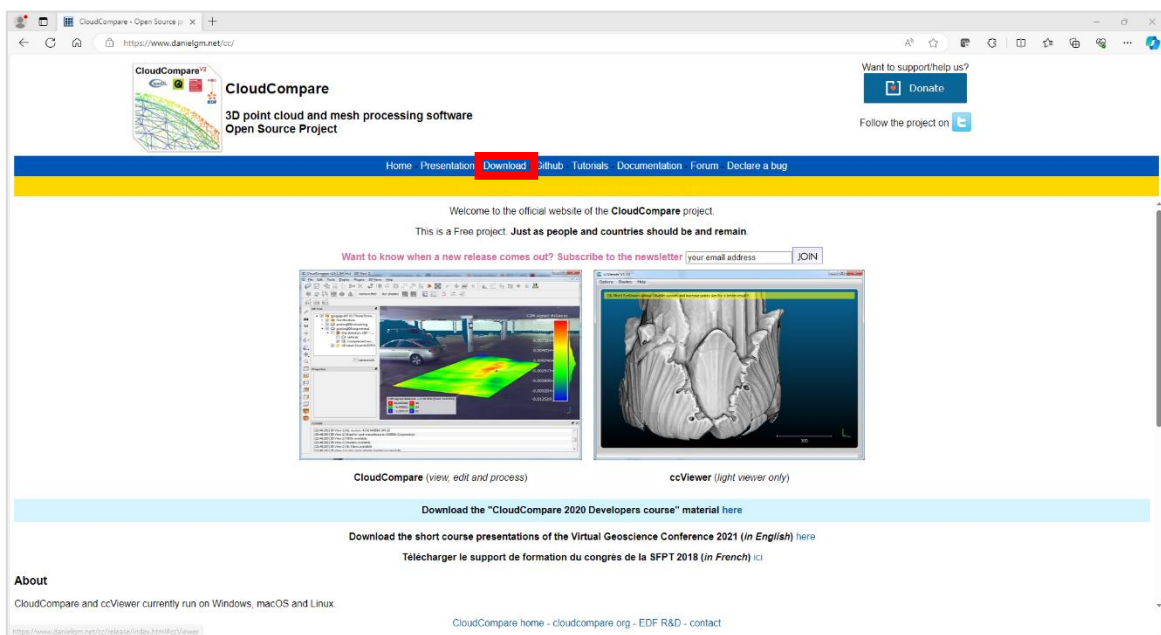
(1) CloudCompare

CloudCompare のインストール方法を示します。ここでは、CloudCompare 2.12.4 を対象としています。

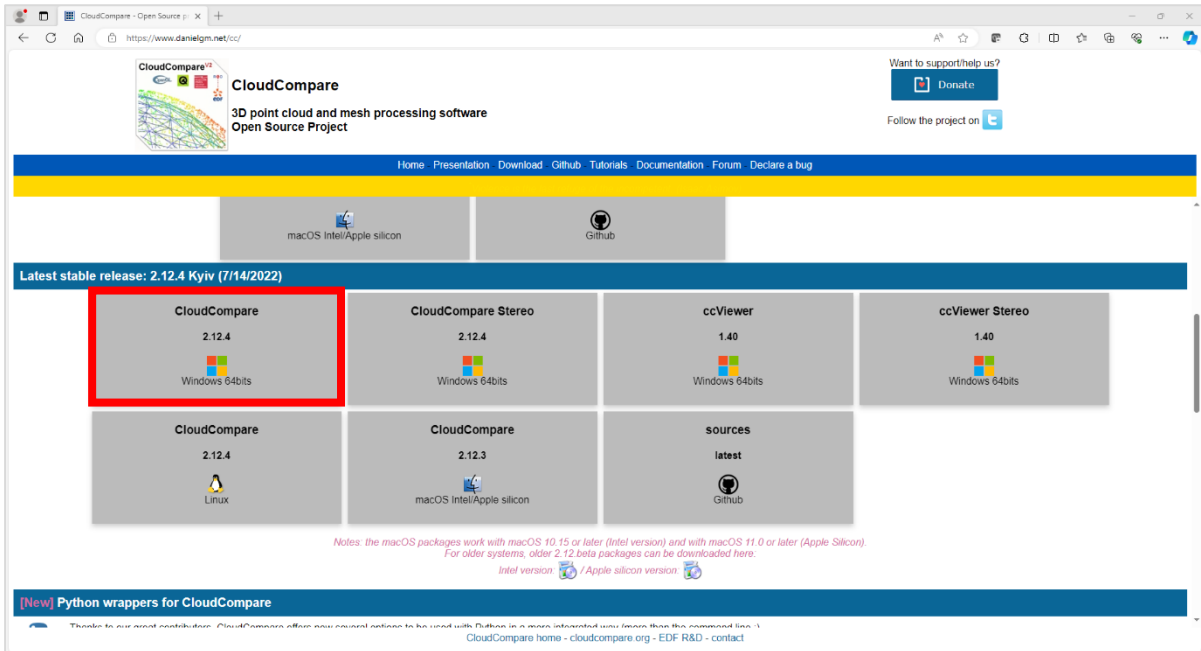
1. CloudCompare のホームページ (<https://www.danielgm.net/cc/>) へアクセスします。



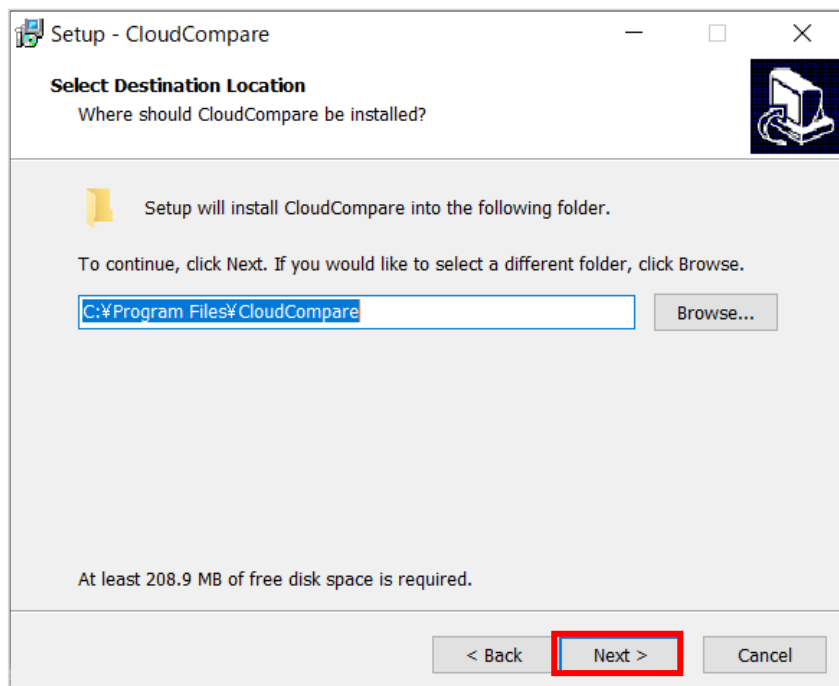
2. 「Download」 をクリックして、インストーラのダウンロードページへ移動します。



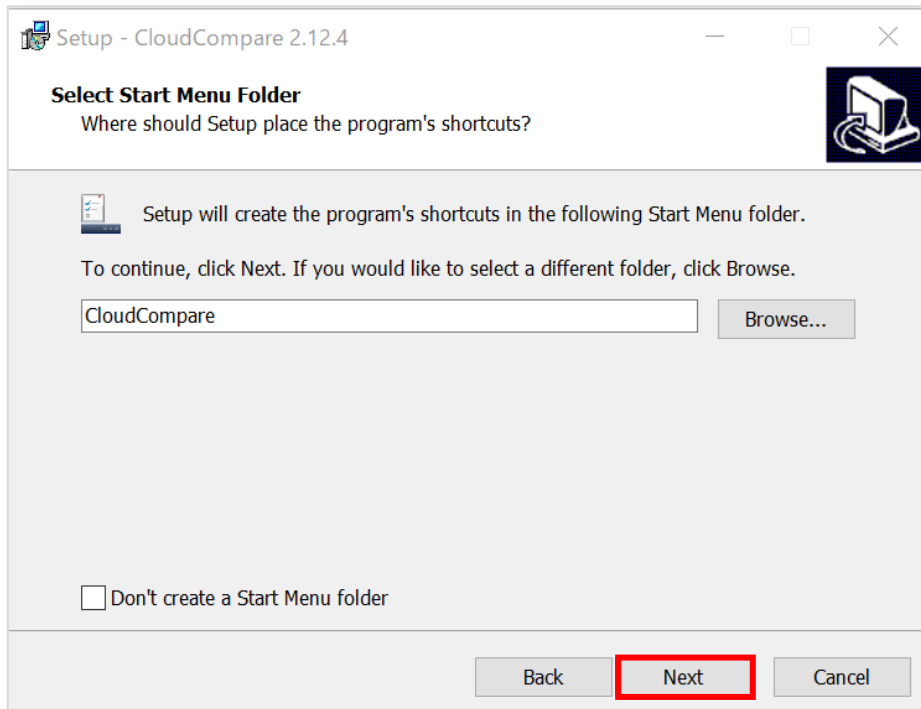
3. お使いの PC に合わせてインストーラを選択し、ダウンロードします。
- ※下記の画面では、最新バージョンの Cloudcompare のインストーラーが表示されます。今後、新しいバージョンの Cloudcompare が開発・公開されると、以下の画面上で CloudCompare 2.12.4 のインストーラーが表示されなくなることがあります。その場合に CloudCompare 2.12.4 のインストーラーを入手するには、本マニュアル P8 の【参考】他のバージョンの CloudCompare をインストールする方法をご確認ください。



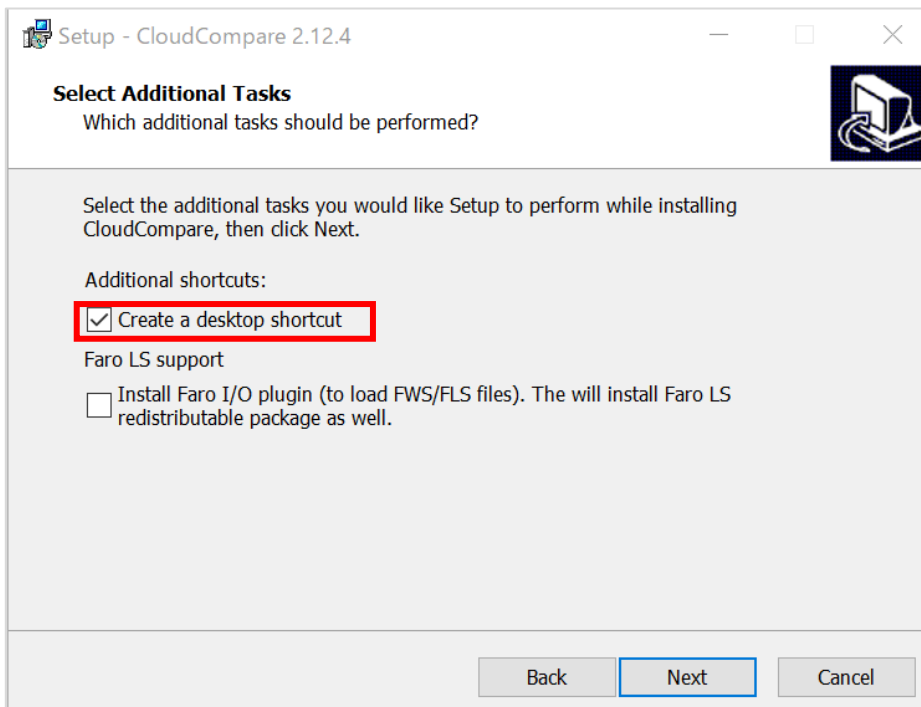
4. インストーラを起動すると、以下のウィンドウが立ち上がります。インストール先のフォルダを指定した後、「Next」をクリックします。



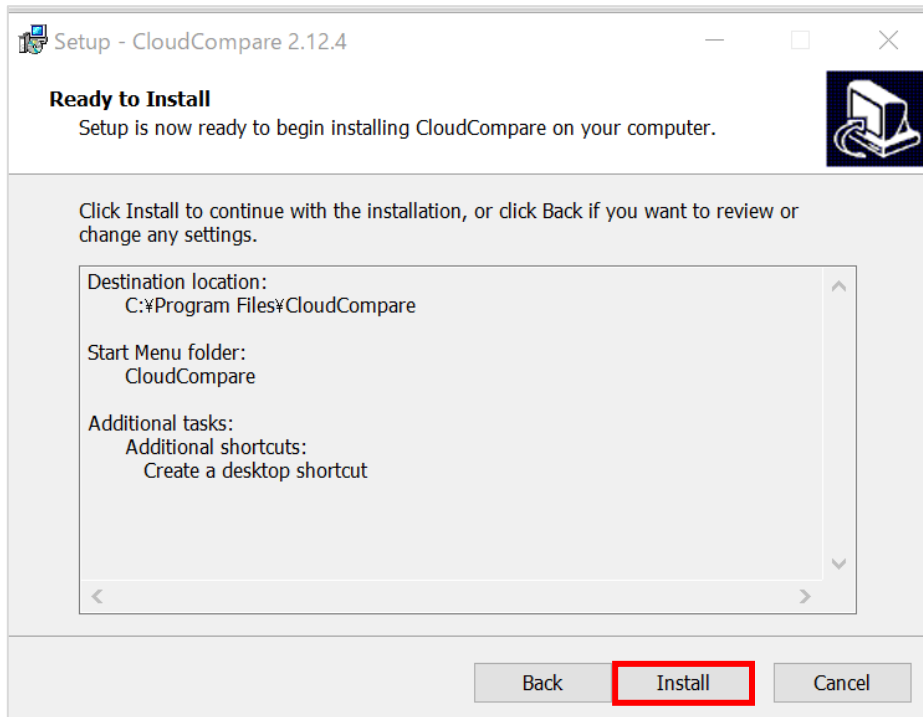
5. スタートメニューに保存する場合はそのまま「Next」をクリックします。保存しない場合「don't create a Start Menu folder」にチェックを入れ「Next」をクリックします。



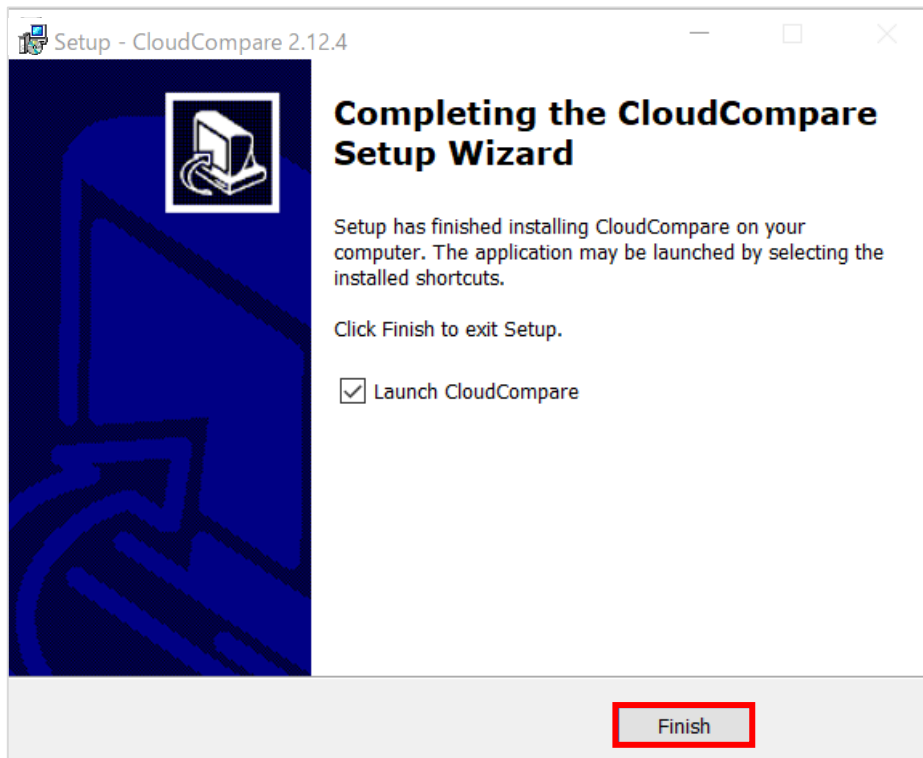
6. 追加の設定を選択します。必要に応じて「Create a desktop shortcut」にチェックを入れます。



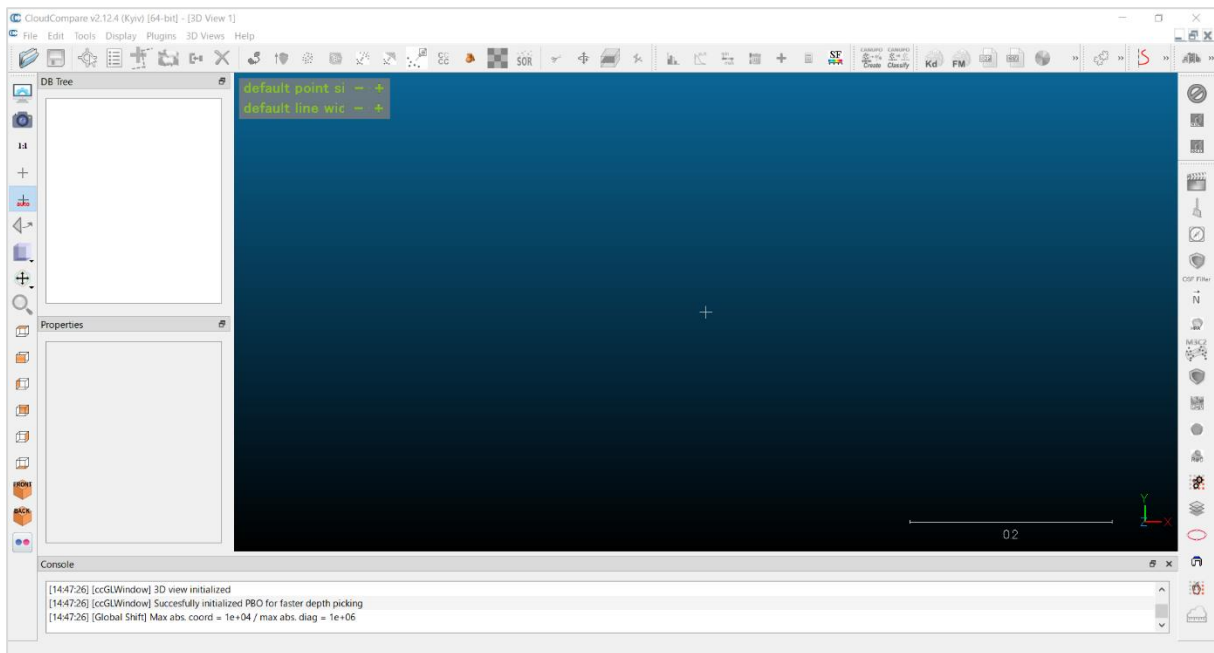
7. 設定の確認ページが表示されますので、「Install」を選択します。



8. インストールが完了しましたら、「Finish」をクリックします。



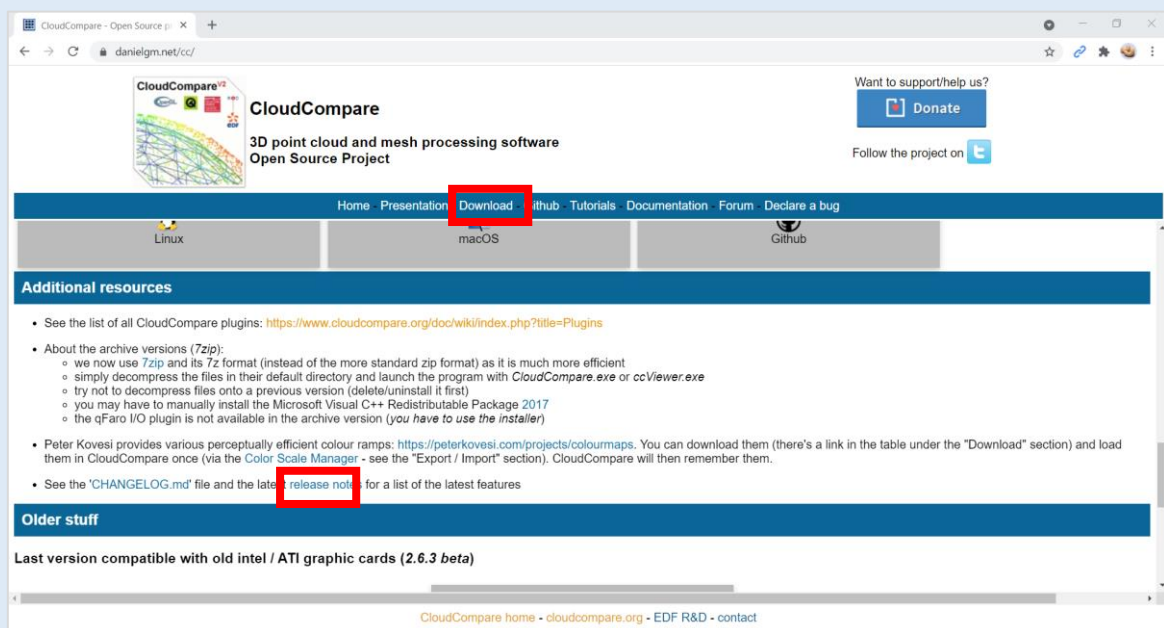
9. 「Launch CloudCompare」 にチェックを入れたまま 「Finish」 をクリックすると、CloudCompare が自動で起動します。



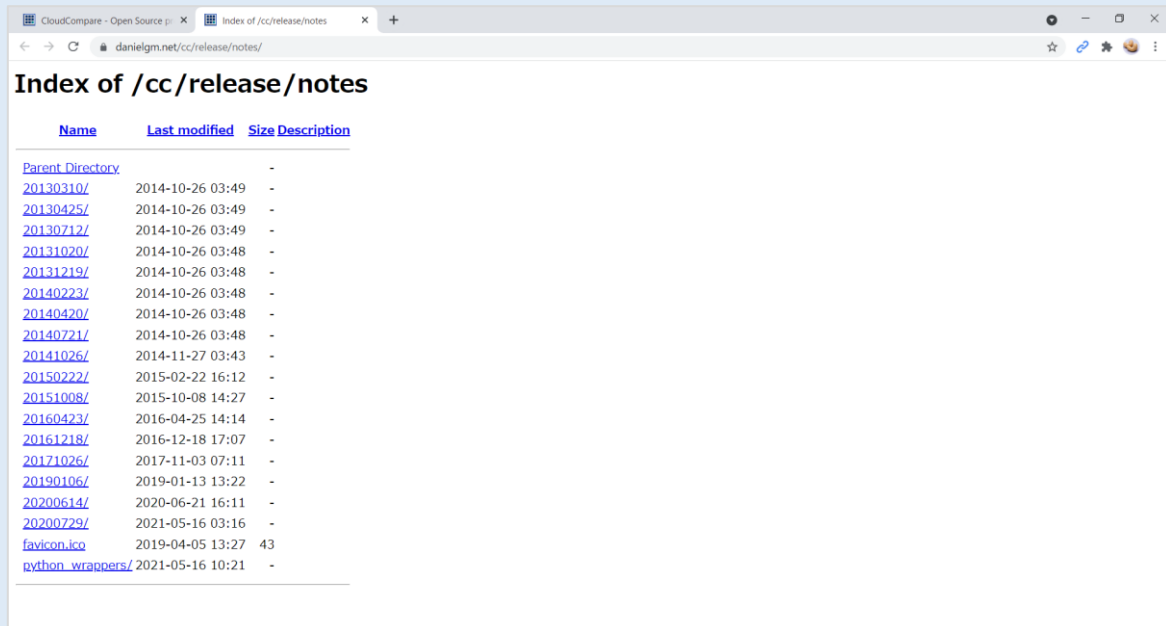
【参考】他のバージョンの CloudCompare をインストールする方法

ここでは CloudCompare2.12.4 をインストールする手順をしましたが、これと異なるバージョンをインストールする場合には、以下の手順でインストーラを入手します。

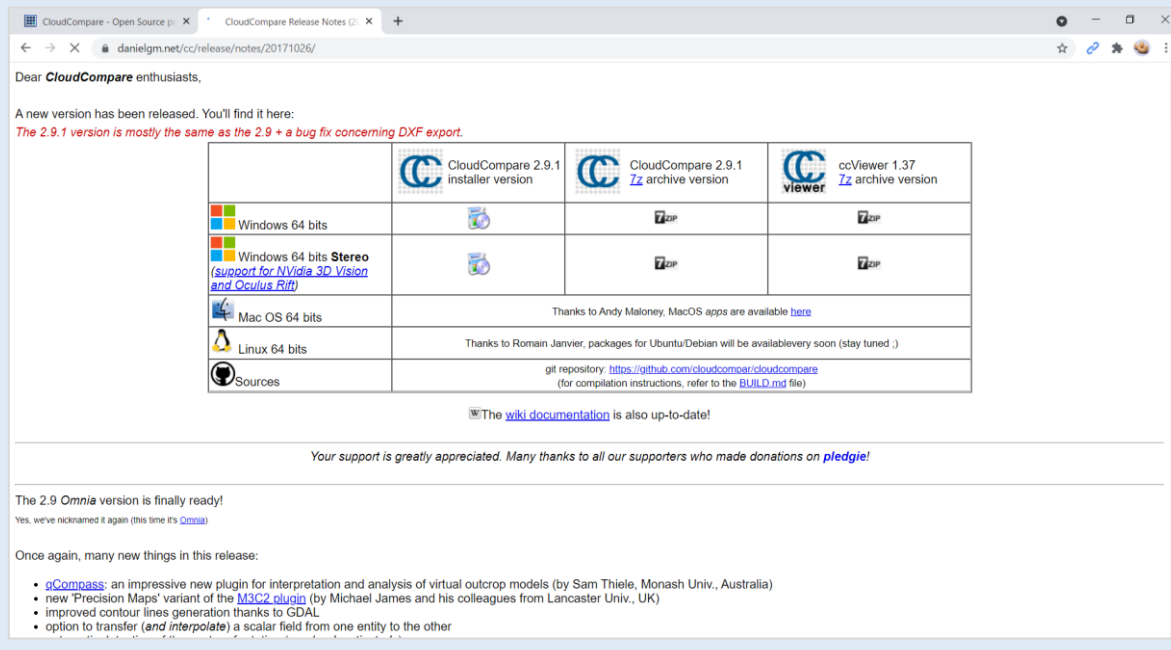
1. CloudCompare のダウンロードページ中段の「Additional resources」の中の「release notes」をクリックします。



- リリース日別にインストーラのダウンロードページへのリンクがあります。任意のインストーラのダウンロードページを選択します。



- インストーラをダウンロードします。インストーラの実行手順は P5 以降と同様です。



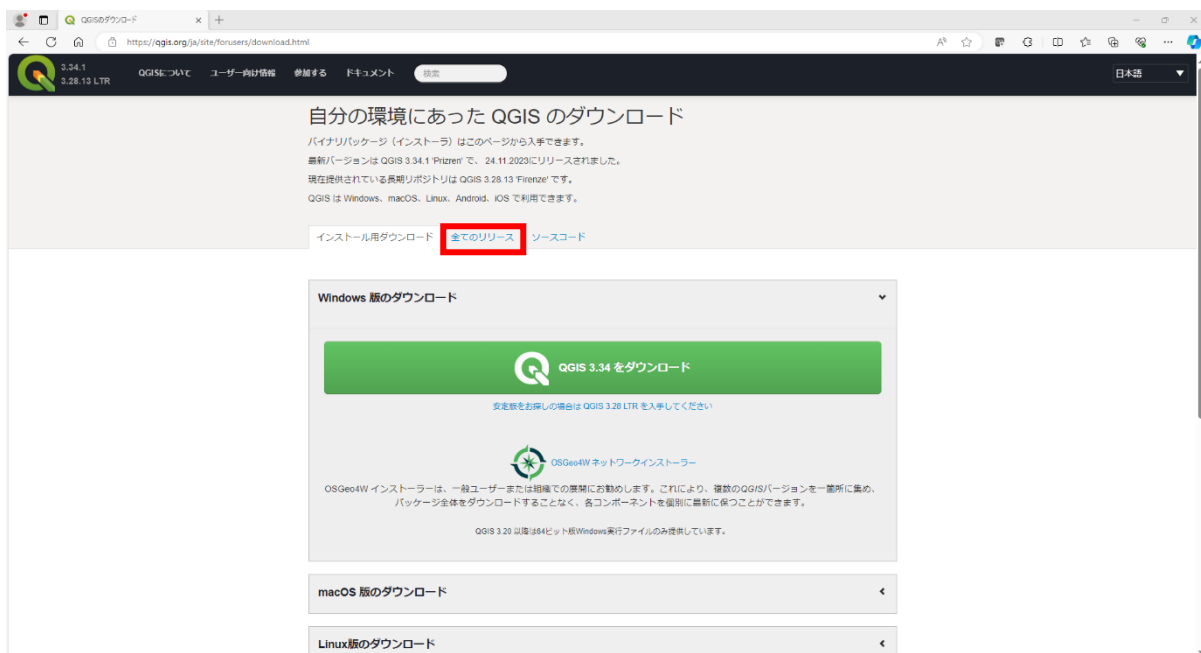
(2) QGIS

QGIS と地形ラスター切り出しプラグイン (DemConverter) のインストール方法を示します。ここでは、QGIS 3.16.4 を対象としています。

1. QGIS のダウンロードページ (<https://qgis.org/ja/site/forusers/download.html>) へアクセスします。



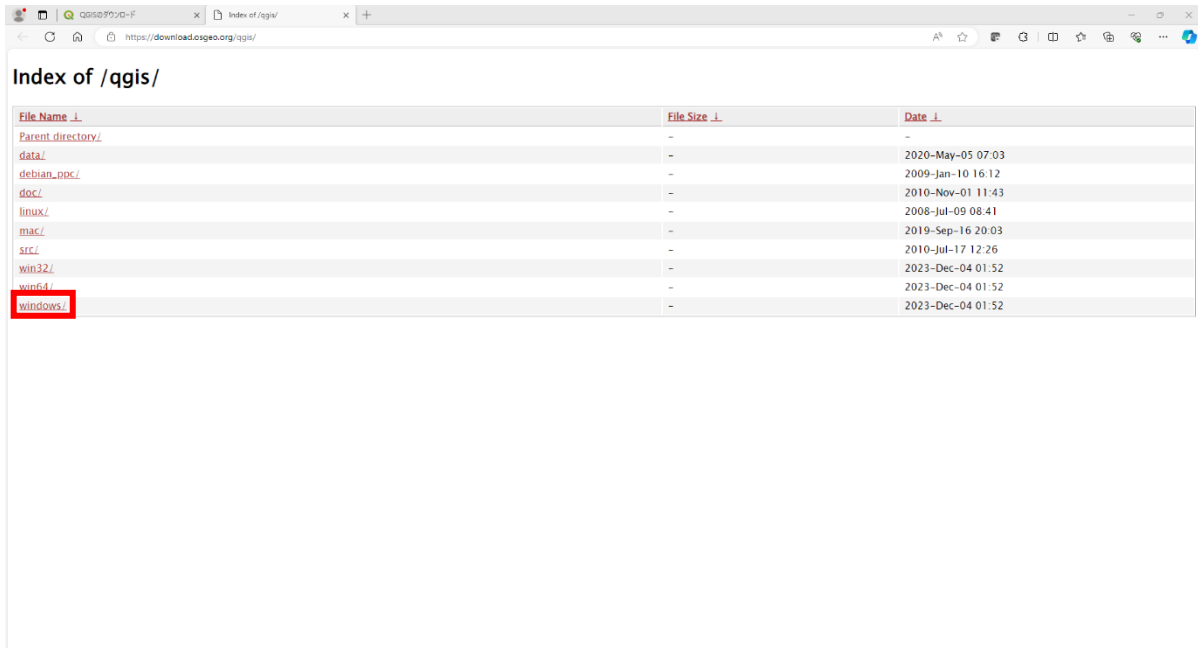
2. 「全てのリリース」をクリックします。



3. 「以前の QGIS のリリースも利用可能です」の「こちら」をクリックします。



4. 別タブでページが表示されます。このページで「windows/」を選択します。



5. インストーラの一覧が表示されます。

File Name ↓	File Size ↓	Date ↓
Parent directory/	-	-
weekly/	-	2023-Dec-04 09:33
OGIS-0.10.0-Setup.exe	67.0 MiB	2008-Apr-28 18:24
OGIS-0.11.0-2-Setup.exe	73.8 MiB	2008-Aug-20 10:45
OGIS-0.11.0-2-Setup.exe.md5	58 B	2008-Aug-21 03:04
OGIS-1.0.0preview1-Setup.exe	74.2 MiB	2008-Sep-30 12:44
OGIS-1.0.0preview2-Setup.exe	74.8 MiB	2008-Nov-11 11:47
OGIS-1.0.2-0-Setup.exe	88.6 MiB	2009-May-13 14:46
OGIS-1.0.2-0-Setup.exe.md5	57 B	2009-May-13 14:48
OGIS-1.1.0-0-Setup.exe	86.8 MiB	2009-May-13 14:46
OGIS-1.1.0-0-Setup.exe.md5	57 B	2009-May-13 14:49
OGIS-1.2.0-0-No-GrassSetup.exe	49.1 MiB	2009-Aug-30 19:01
OGIS-1.2.0-0-No-GrassSetup.exe.md5	65 B	2009-Aug-31 21:10
OGIS-1.2.0-1-No-GrassSetup.exe	28.5 MiB	2009-Sep-10 11:14
OGIS-1.2.0-1-No-GrassSetup.exe.md5	65 B	2009-Sep-10 17:23
OGIS-1.3.0-0-No-GrassSetup.exe	28.1 MiB	2009-Sep-12 17:25
OGIS-1.3.0-0-No-GrassSetup.exe.md5	65 B	2009-Sep-13 05:48
OGIS-1.3.0-1-No-GrassSetup.exe.md5	65 B	2009-Sep-18 06:35
OGIS-1.3.0-2-No-GrassSetup.exe.md5	65 B	2009-Sep-18 11:25
OGIS-1.3.0-3-No-GrassSetup.exe	28.1 MiB	2009-Sep-21 19:21
OGIS-1.3.0-3-No-GrassSetup.exe.md5	65 B	2009-Sep-21 20:23
OGIS-OSGeo4W-1.5.0-13926-Setup.exe	72.6 MiB	2022-May-02 21:05
OGIS-OSGeo4W-1.5.0-14093-Setup.exe	77.1 MiB	2022-May-02 21:05
OGIS-OSGeo4W-1.5.0-14095-Setup.exe	77.1 MiB	2022-May-02 21:05
OGIS-OSGeo4W-1.5.0-14109-Setup.exe	77.3 MiB	2022-May-02 21:06
OGIS-OSGeo4W-1.5.0-14307-Setup.exe	76.2 MiB	2022-May-02 21:06
OGIS-OSGeo4W-1.6.0-14615-Setup.exe	76.6 MiB	2022-May-02 21:06
OGIS-OSGeo4W-1.7.0-b55a00e73-Setup.exe	91.8 MiB	2022-May-02 21:06

6. 該当のバージョンをクリックしてダウンロードします。

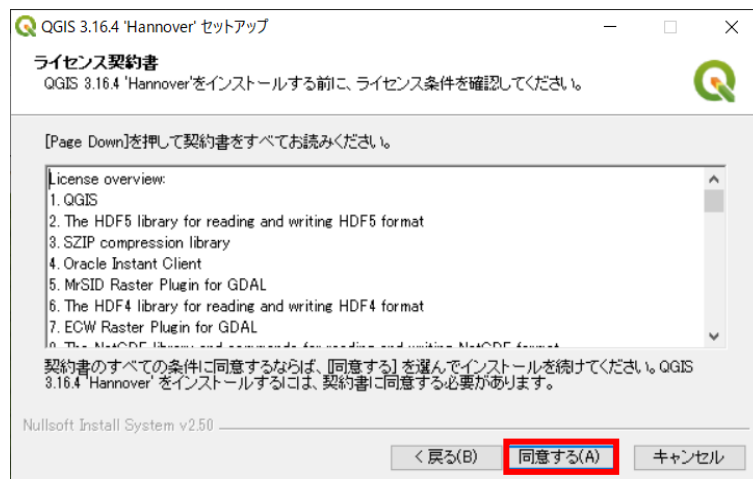
※必ず EXE 形式のインストーラをご利用ください。MSI 形式では、「DEM Converter」が正常に動作しない不具合が確認されています。

OGIS-OSGeo4W-3.16.2-1-Setup-x86_64.exe.sha256sum	105 B	2020-Dec-21 19:32
OGIS-OSGeo4W-3.16.2-2-Setup-x86.exe	338.4 MiB	2021-Jan-04 23:00
OGIS-OSGeo4W-3.16.2-2-Setup-x86.exe.md5sum	70 B	2021-Jan-04 23:00
OGIS-OSGeo4W-3.16.2-2-Setup-x86.exe.sha256sum	102 B	2021-Jan-04 23:00
OGIS-OSGeo4W-3.16.2-2-Setup-x86_64.exe	389.9 MiB	2021-Jan-04 23:08
OGIS-OSGeo4W-3.16.2-2-Setup-x86_64.exe.md5sum	73 B	2021-Jan-04 23:08
OGIS-OSGeo4W-3.16.2-2-Setup-x86_64.exe.sha256sum	105 B	2021-Jan-04 23:08
OGIS-OSGeo4W-3.16.3-1-Setup-x86.exe	338.4 MiB	2021-Jan-16 07:11
OGIS-OSGeo4W-3.16.3-1-Setup-x86.exe.md5sum	70 B	2021-Jan-16 07:11
OGIS-OSGeo4W-3.16.3-1-Setup-x86.exe.sha256sum	102 B	2021-Jan-16 07:11
OGIS-OSGeo4W-3.16.3-1-Setup-x86_64.exe	389.8 MiB	2021-Jan-16 07:19
OGIS-OSGeo4W-3.16.3-1-Setup-x86_64.exe.md5sum	73 B	2021-Jan-16 07:19
OGIS-OSGeo4W-3.16.3-1-Setup-x86_64.exe.sha256sum	105 B	2021-Jan-16 07:19
OGIS-OSGeo4W-3.16.4-1-Setup-x86.exe	338.5 MiB	2021-Feb-23 11:08
OGIS-OSGeo4W-3.16.4-1-Setup-x86.exe.md5sum	70 B	2021-Feb-23 11:08
OGIS-OSGeo4W-3.16.4-1-Setup-x86.exe.sha256sum	102 B	2021-Feb-23 11:08
OGIS-OSGeo4W-3.16.4-1-Setup-x86_64.exe	390.0 MiB	2021-Feb-23 11:22
OGIS-OSGeo4W-3.16.4-1-Setup-x86_64.exe.md5sum	73 B	2021-Feb-23 11:22
OGIS-OSGeo4W-3.16.4-1-Setup-x86_64.exe.sha256sum	105 B	2021-Feb-23 11:22
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-1-Setup-x86.exe	338.4 MiB	2021-Mar-20 06:22
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-1-Setup-x86.exe.md5sum	70 B	2021-Mar-20 06:22
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-1-Setup-x86.exe.sha256sum	102 B	2021-Mar-20 06:22
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-1-Setup-x86_64.exe	389.9 MiB	2021-Mar-20 06:32
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-1-Setup-x86_64.exe.md5sum	73 B	2021-Mar-20 06:32
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-1-Setup-x86_64.exe.sha256sum	105 B	2021-Mar-20 06:32
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-2.msi	1.1 GiB	2021-Mar-21 20:08
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-2.sha256sum	92 B	2021-Mar-21 20:11
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-3.msi	1.1 GiB	2021-Mar-30 10:50
OGIS-OSGeo4W-3.16.5-3.sha256sum	92 B	2021-Mar-30 10:50
OGIS-OSGeo4W-3.16.6-1-Setup-x86.exe	338.6 MiB	2021-Apr-17 11:28
OGIS-OSGeo4W-3.16.6-1-Setup-x86.exe.md5sum	70 B	2021-Apr-17 11:28
OGIS-OSGeo4W-3.16.6-1-Setup-x86.exe.sha256sum	102 B	2021-Apr-17 11:28

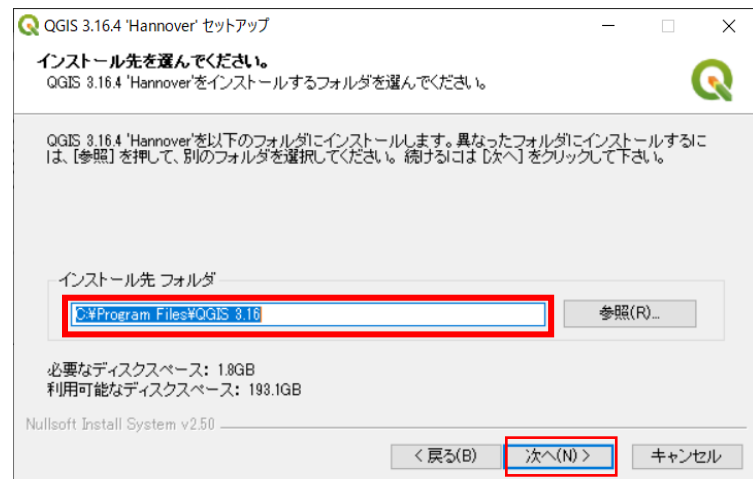
7. インストーラを起動します。



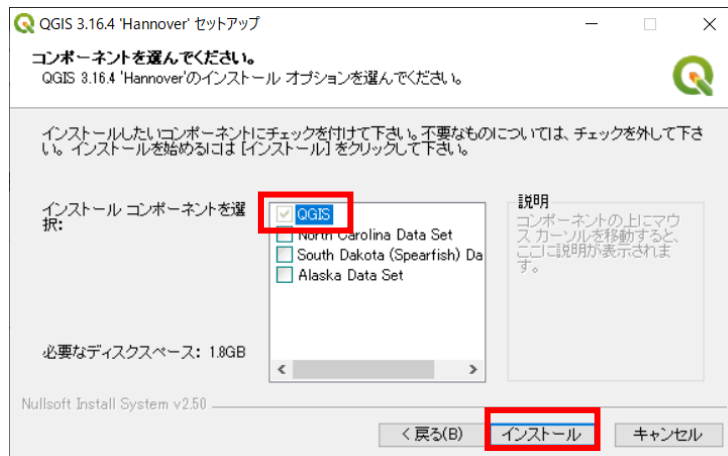
8. ライセンス契約を確認し、同意をします。



9. インストール先のフォルダを指定します。



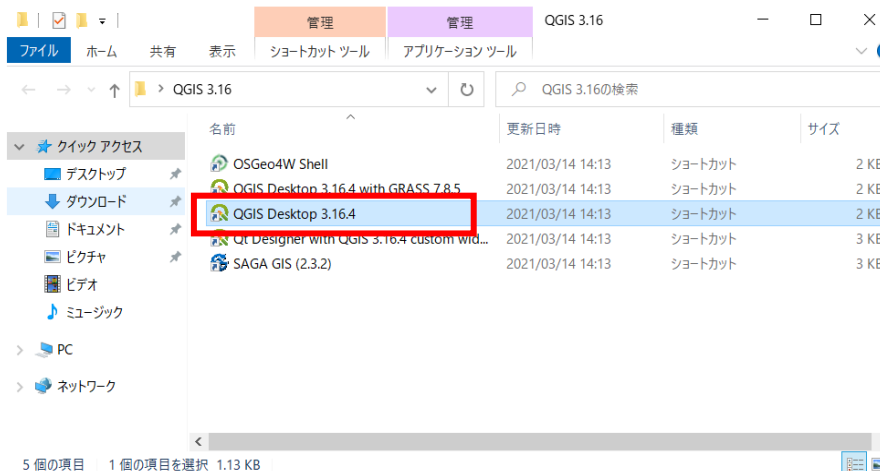
10. インストールするコンポーネント (要素) を選択します。QGIS のみを選択し、インストールを開始します。



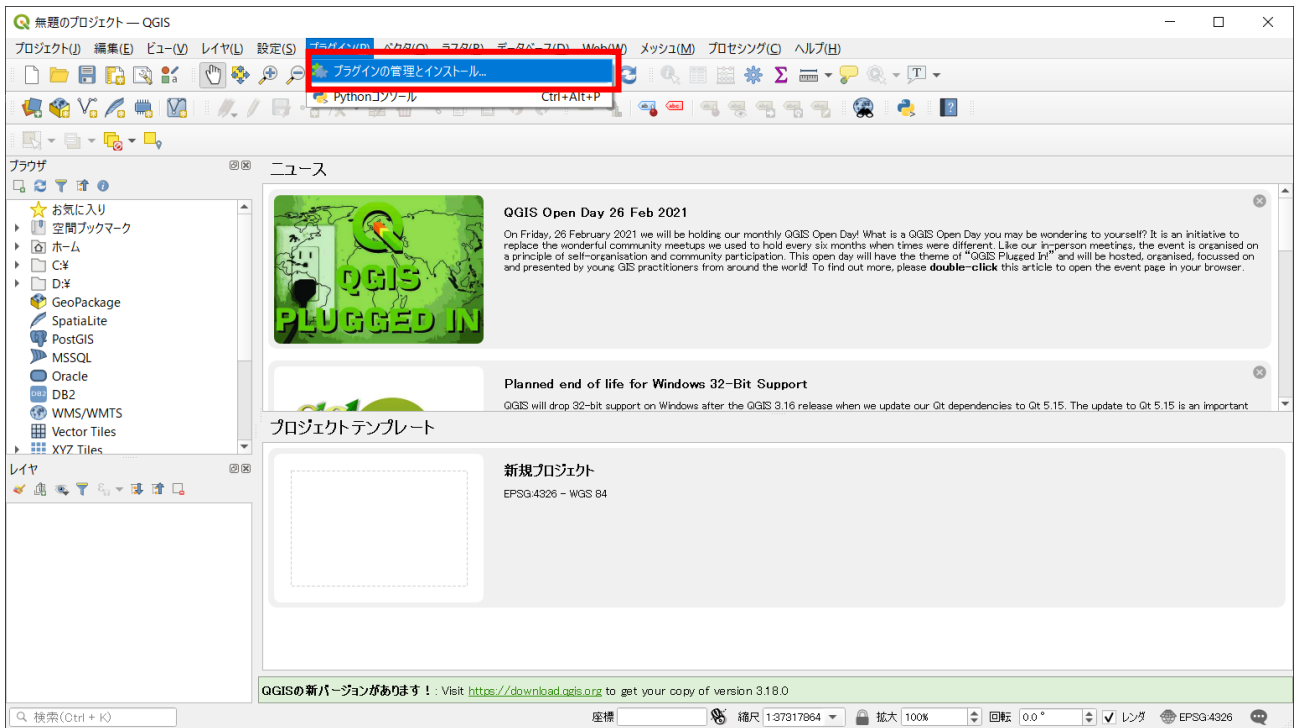
11. インストールを終了します。



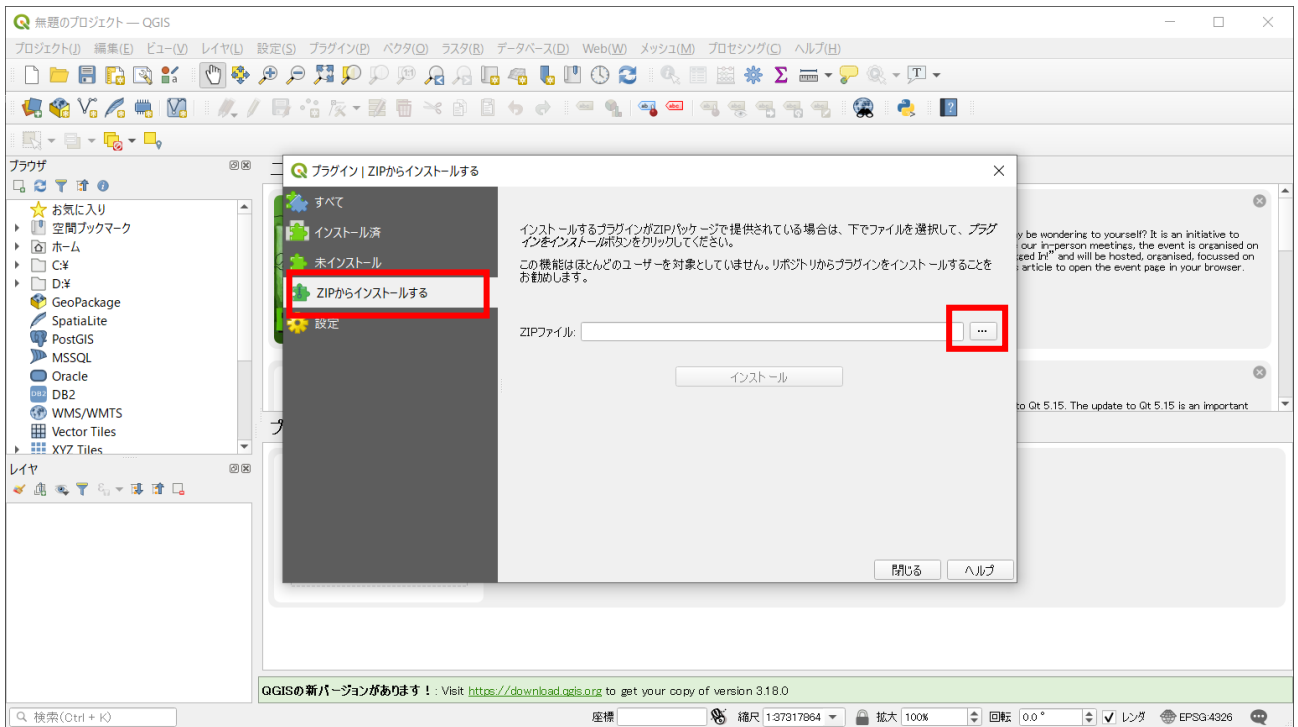
12. インストールした QGIS を起動します。



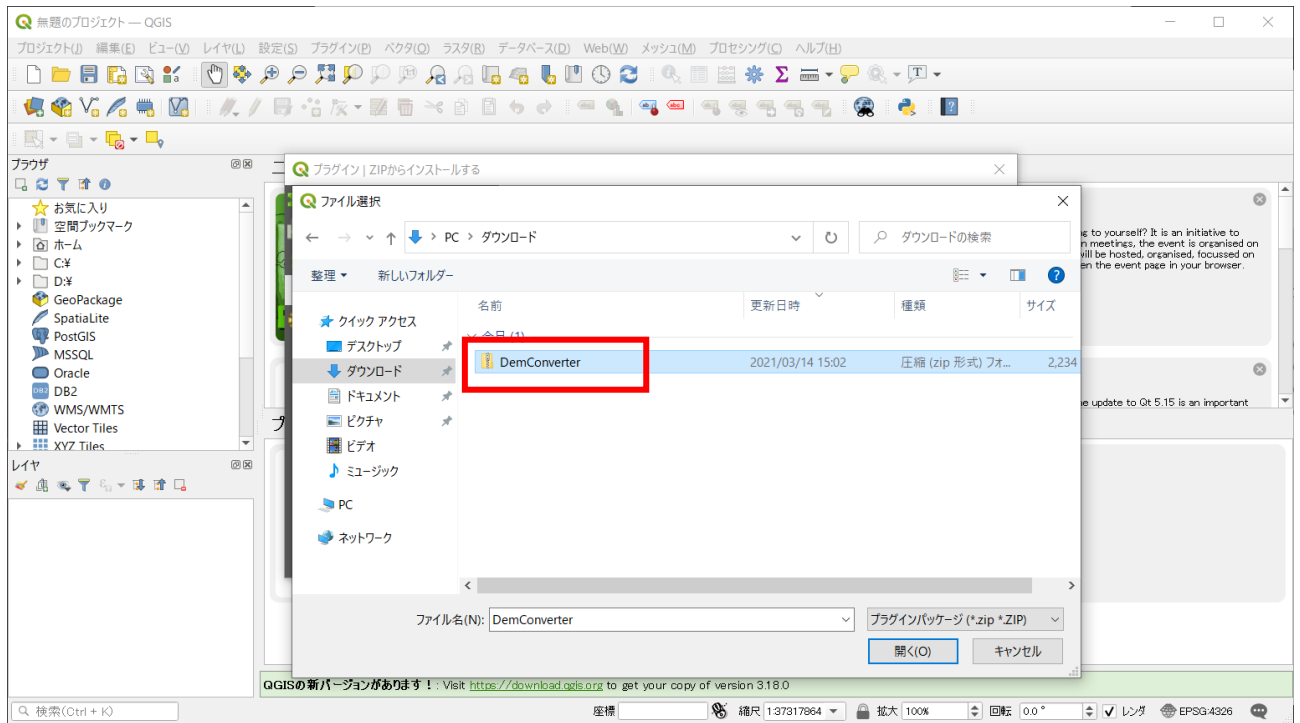
13. プラグインタブから、「プラグインの管理とインストール」を開きます。



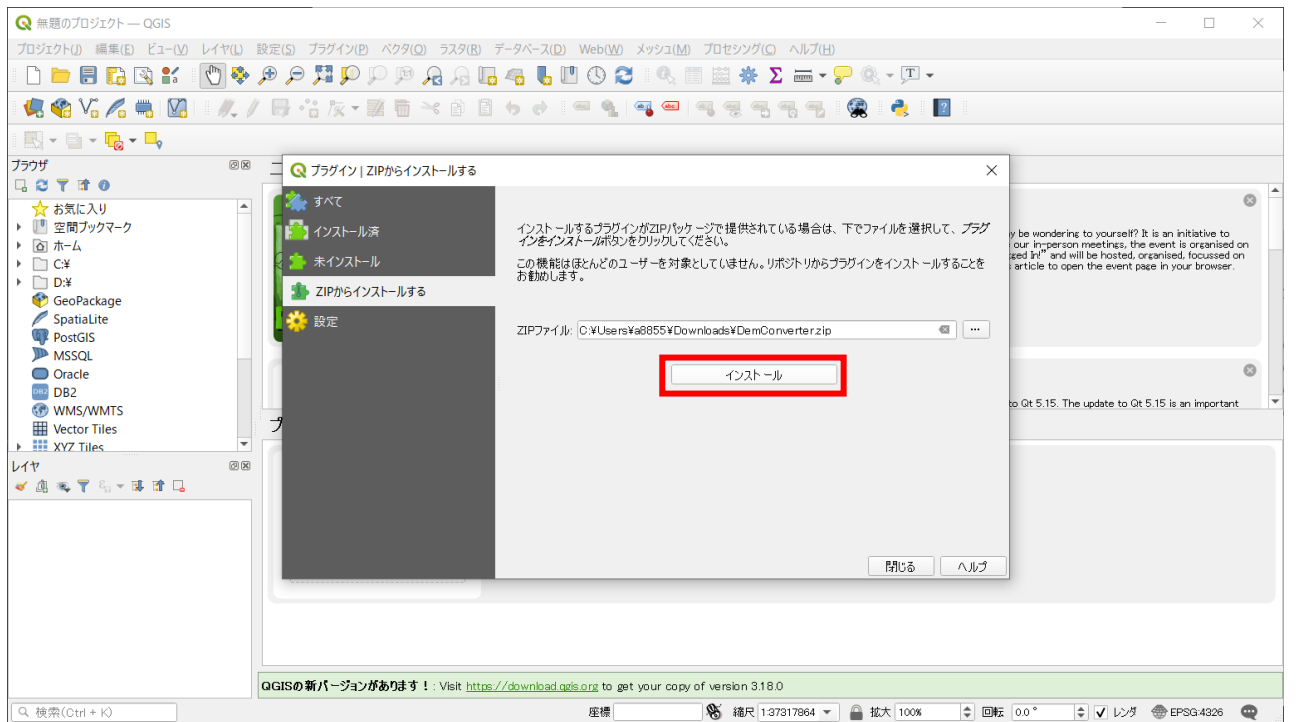
14. 「ZIP からインストールをする」を選択します。DemConverter の保存先を参照します。



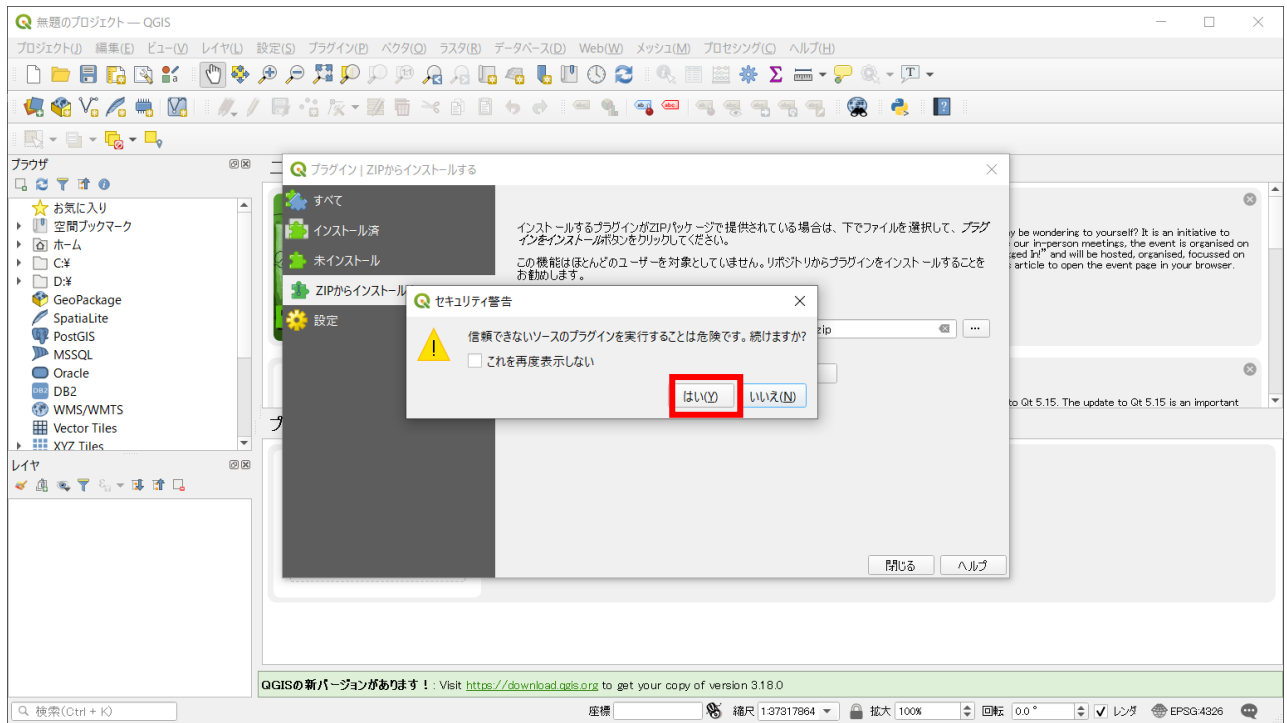
15. DemConverter の保存先を参照し、「開く」を選択します。



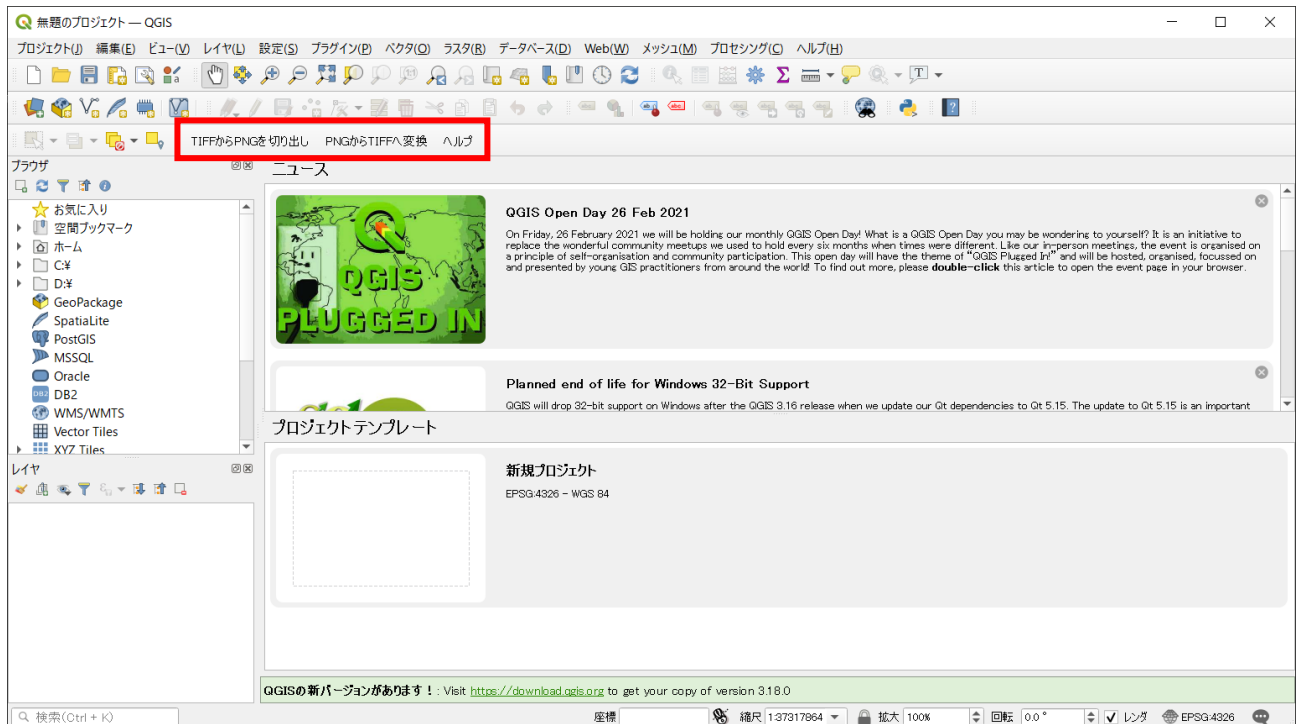
16. インストールを実行します。



17. セキュリティ警告が表示された場合、「はい」をクリックします。



18. インストールが成功すると、ツールバーに DemConverter が表示されます。



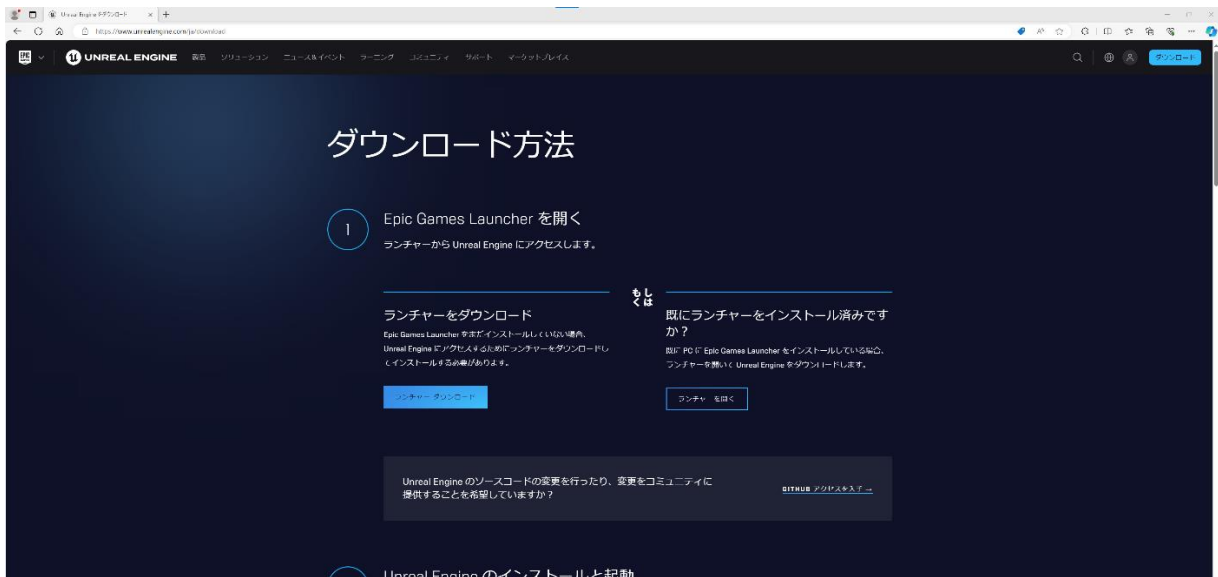
(3) Unreal Engine

Unreal Engine のインストール方法を示します。Unreal Engine のインストールは Epic Games Launcher というプラットフォーム上で行う必要がありますので、Epic Games Launcher の導入方法についても説明をします。

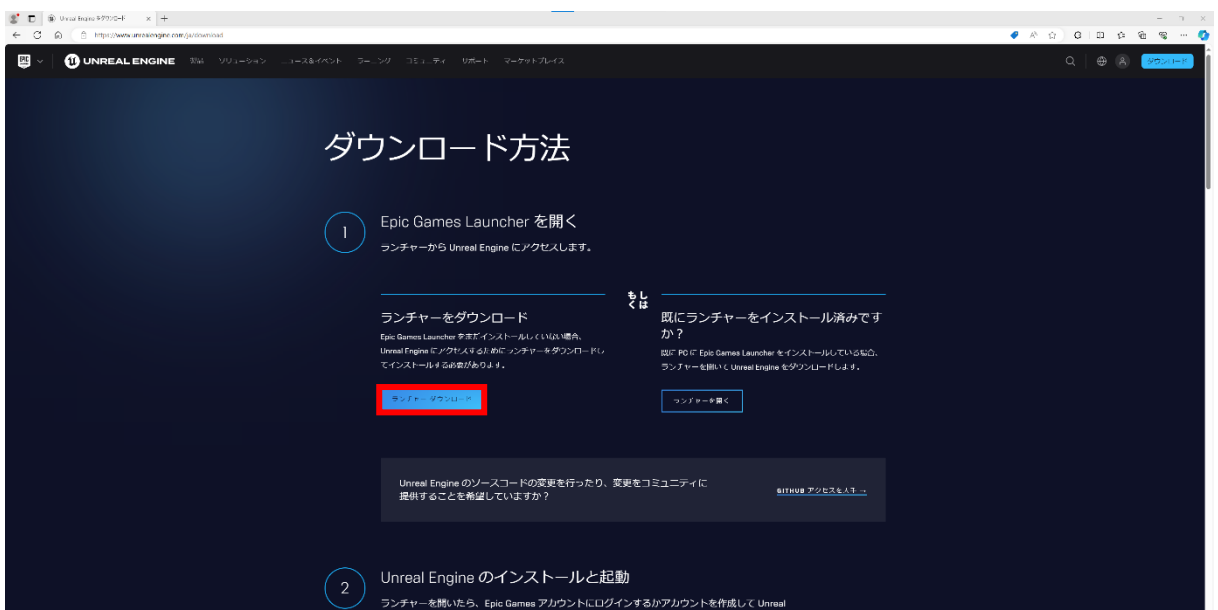
ここでは、Unreal Engine 5.1.1 を対象としています。

1. Unreal Engine のダウンロードページ

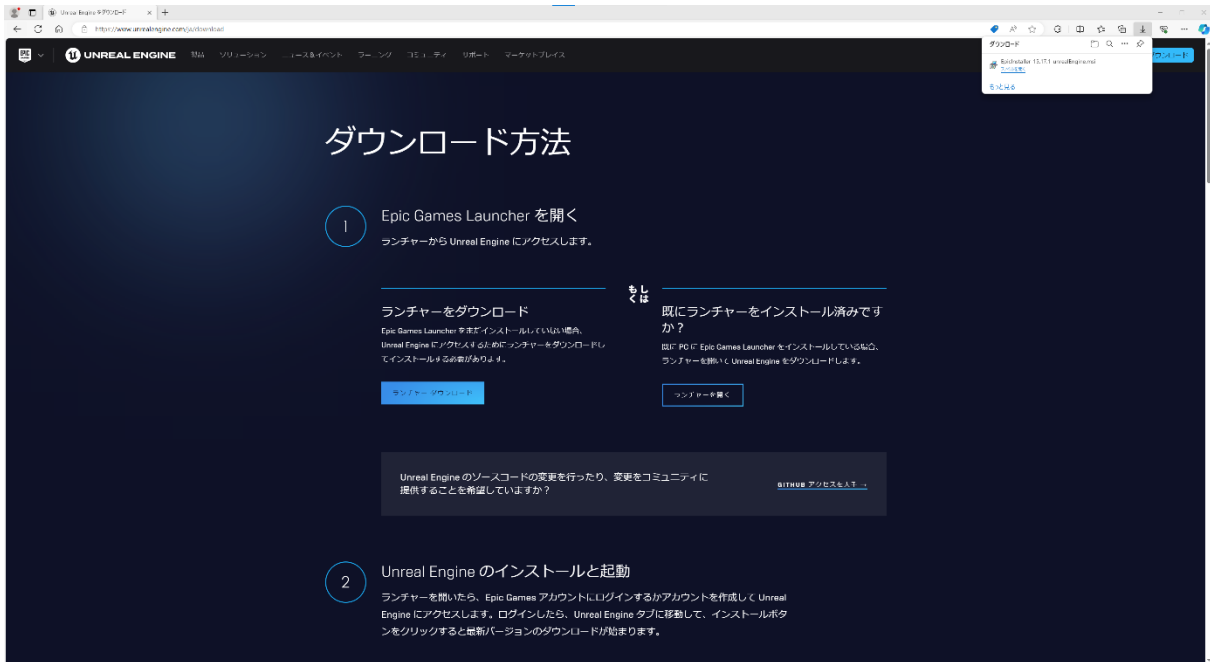
(<https://www.unrealengine.com/ja/download>) へアクセスします。



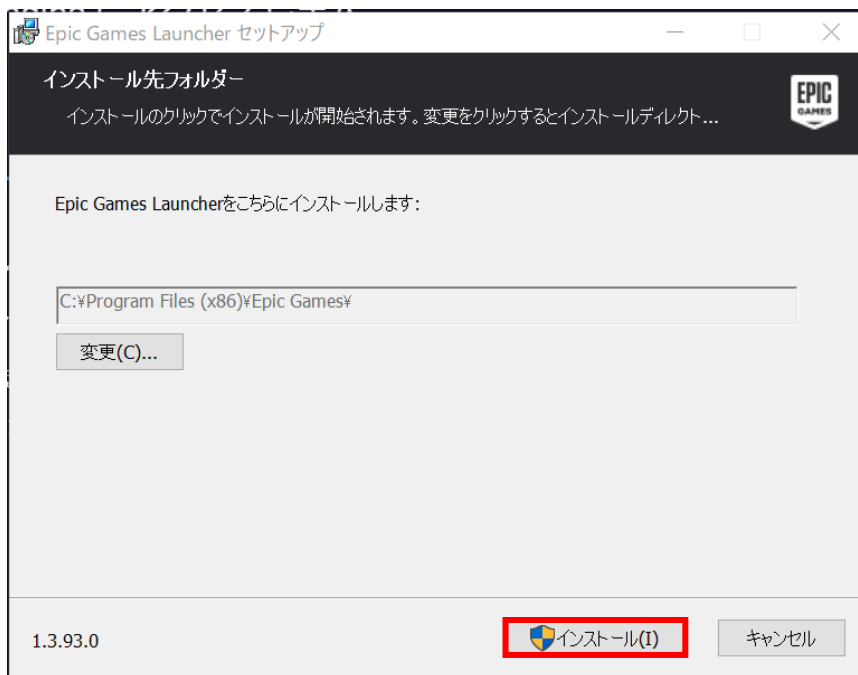
2. ページ中の「①Epic Games Launcher を開く」から「ランチャーダウンロード」をクリックします。



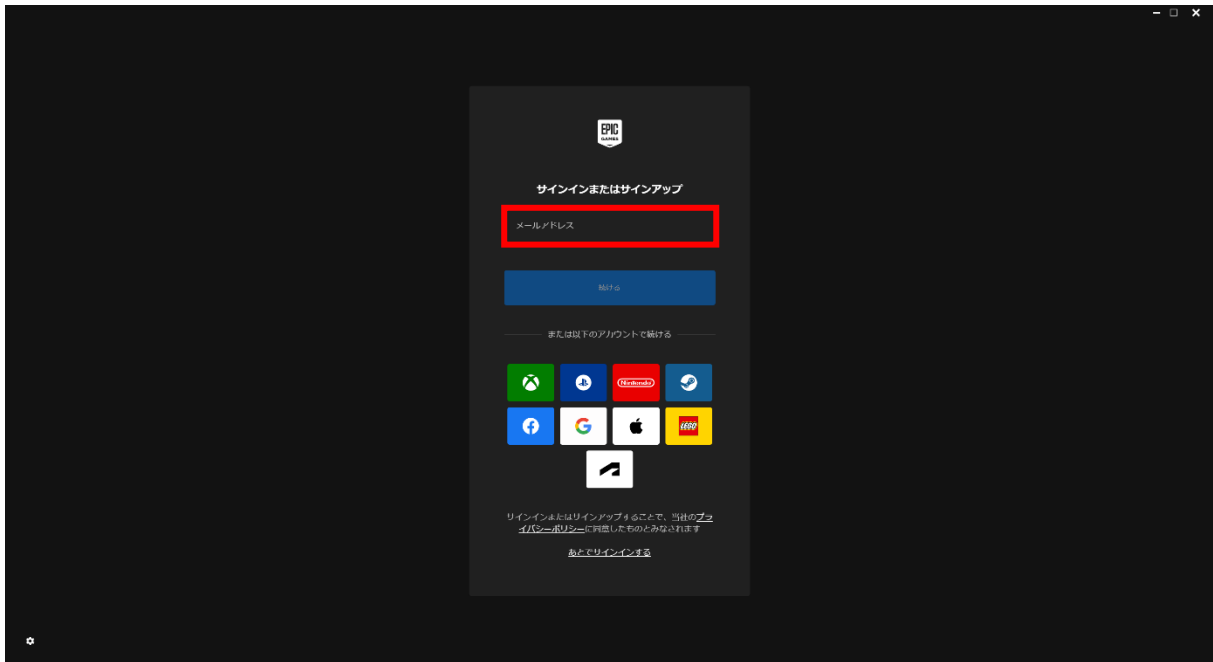
3. Epic Games Launcher のインストーラがダウンロードされます。ダウンロードが終了しましたら、インストーラを実行します。



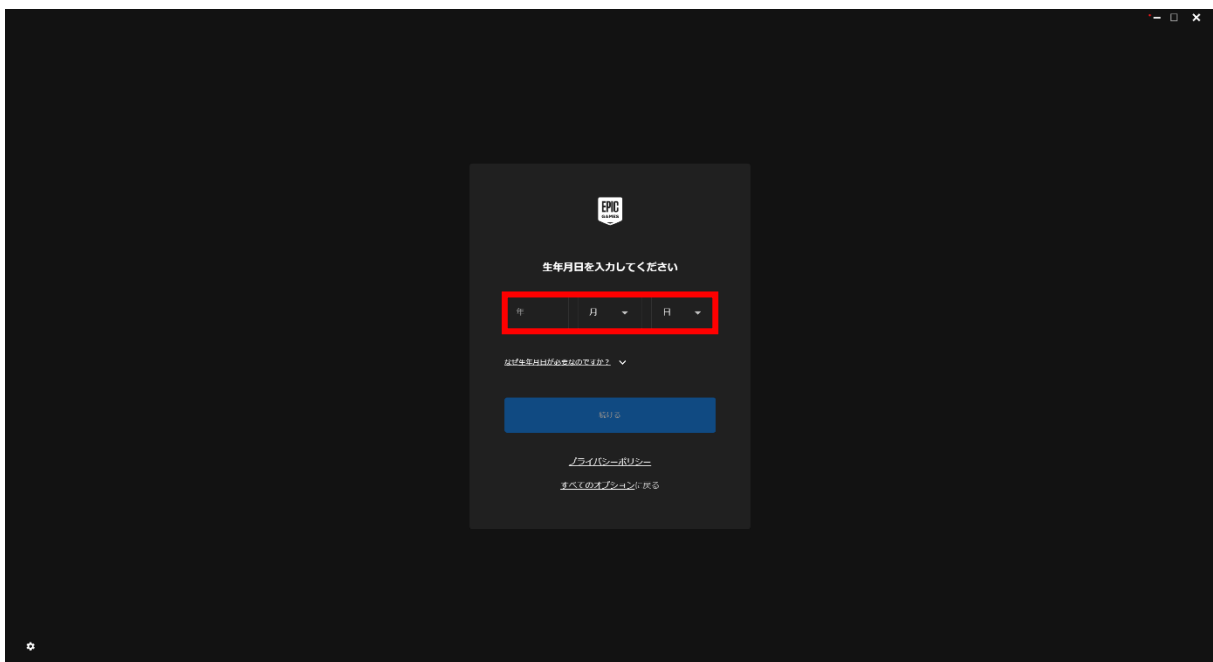
4. Epic Games Launcher のインストーラを起動し、インストールを行います。



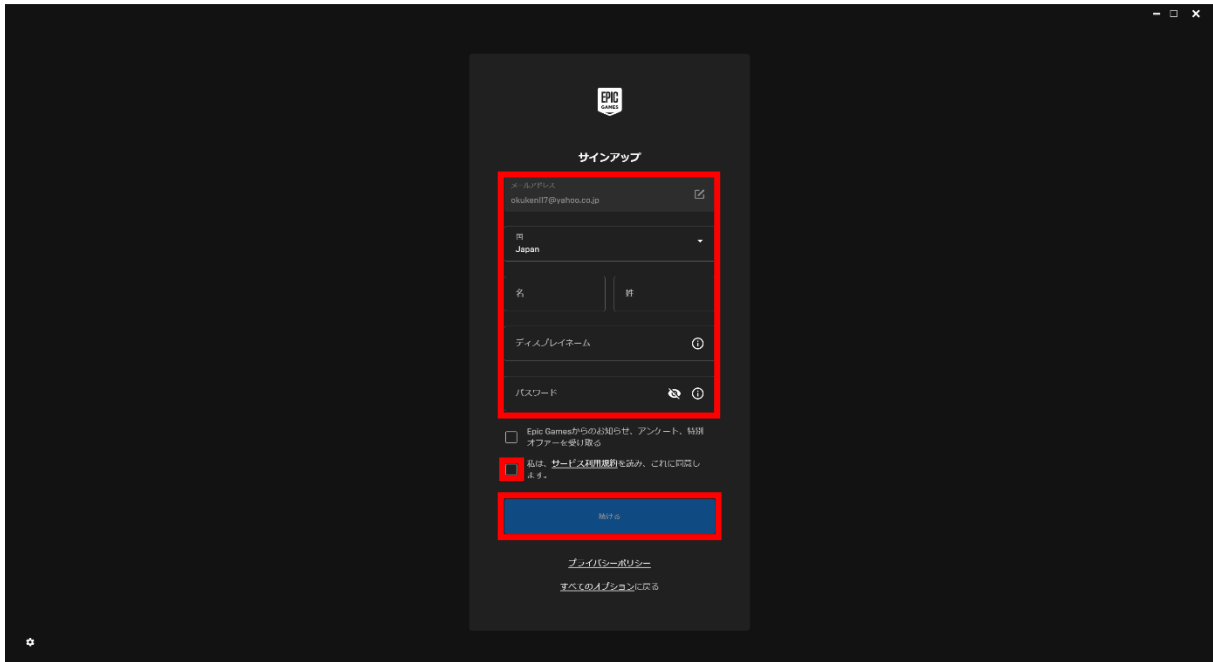
5. Epic Games Launcher を起動します。Epic Games アカウントを作成するためメールアドレスを入力します。



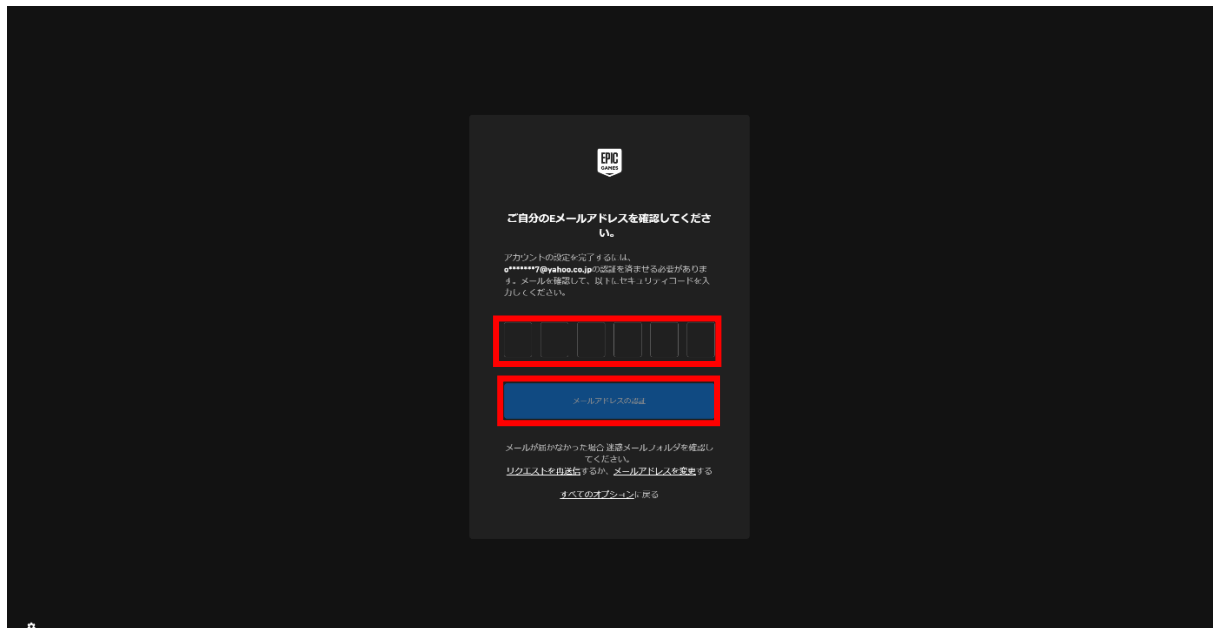
6. 生年月日を入力し、「続ける」を選択します。



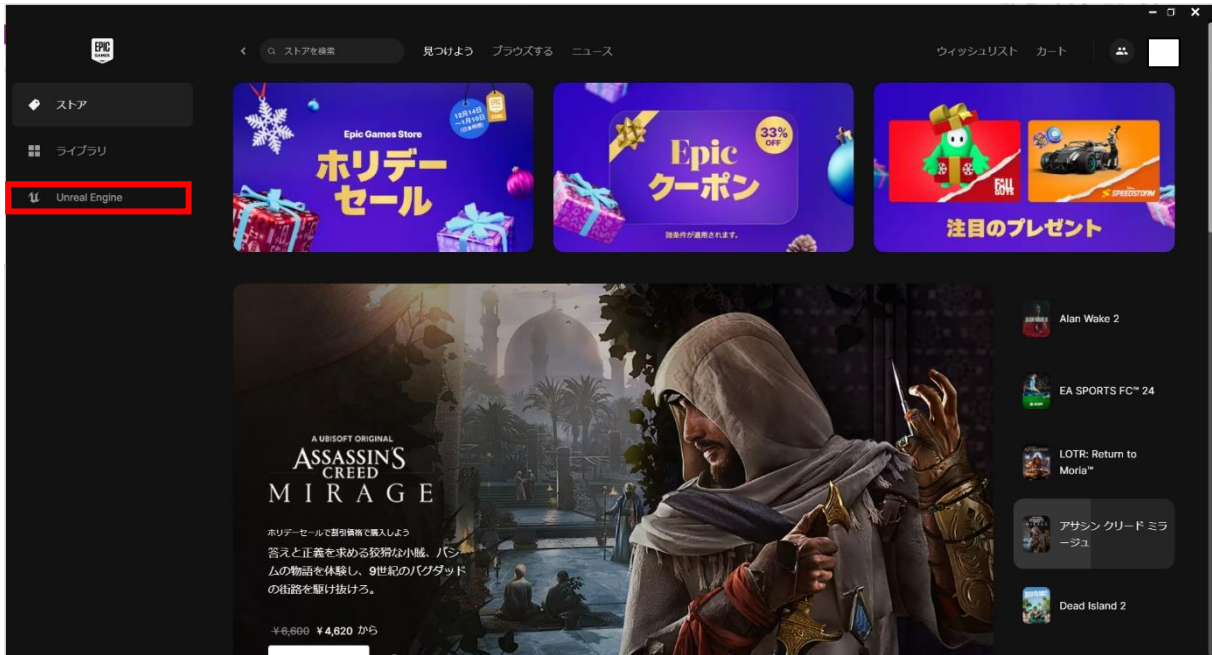
7. アカウント情報を入力し、「続ける」をクリックします。



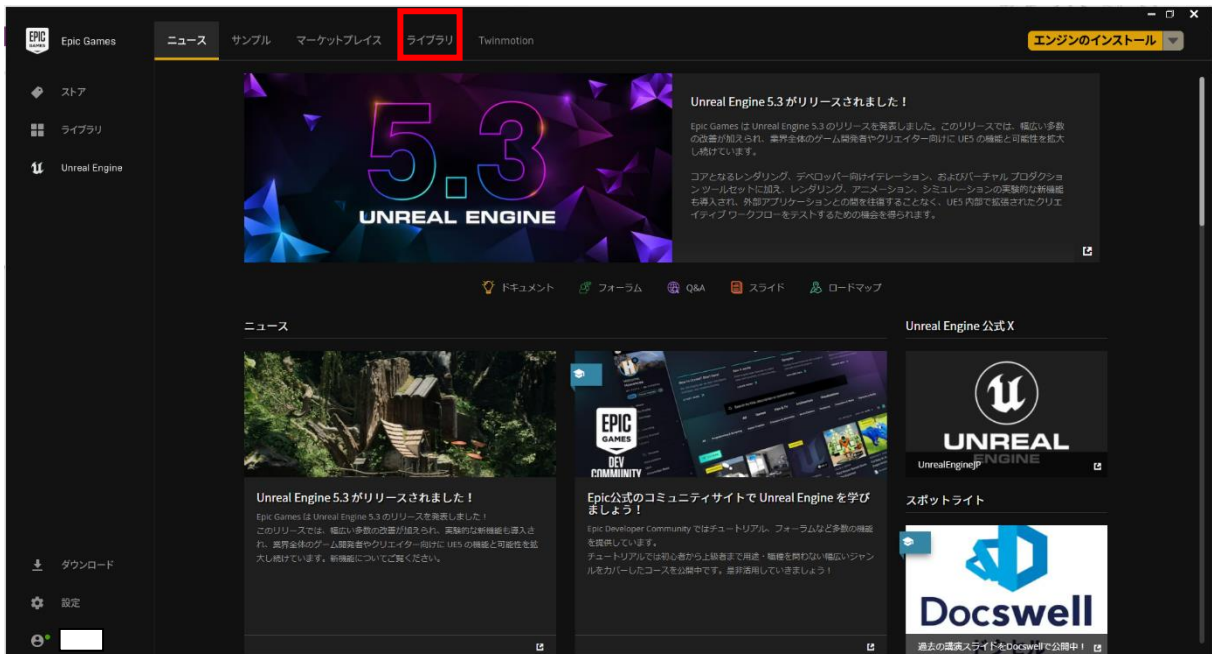
8. 登録したメールアドレスに 6 桁のセキュリティコードが届きます。届いたセキュリティコードを入力し、メールアドレスの認証を行います。



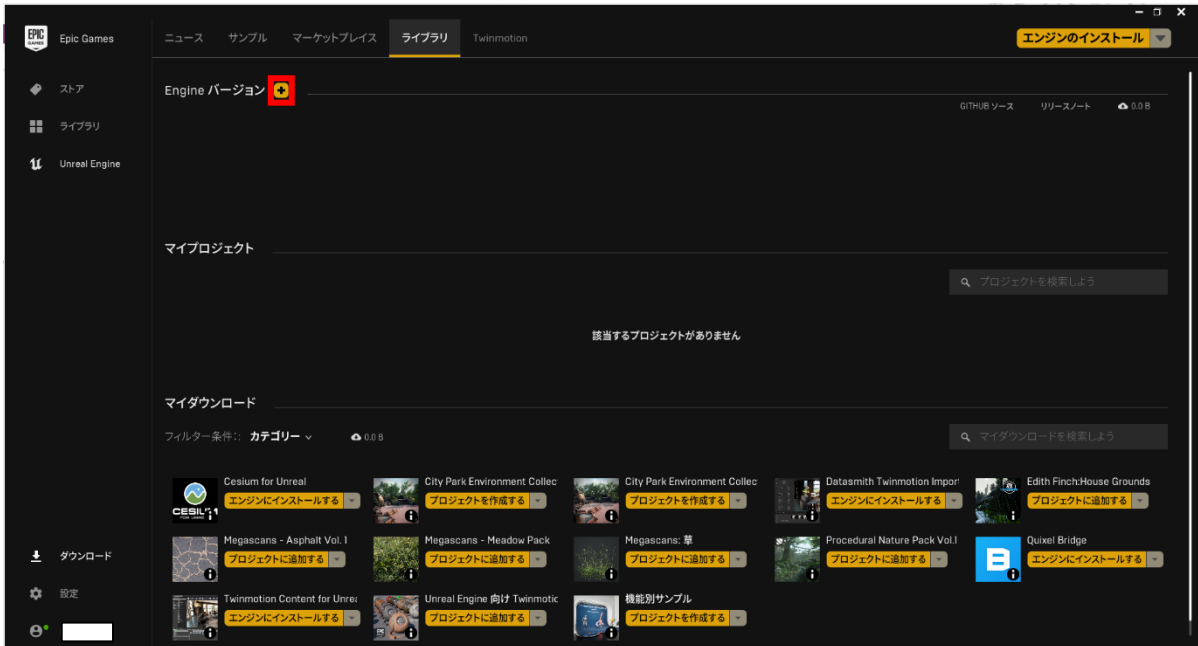
9. メール認証が完了しましたら、サインインされます。Unreal Engine のタブを選択します。



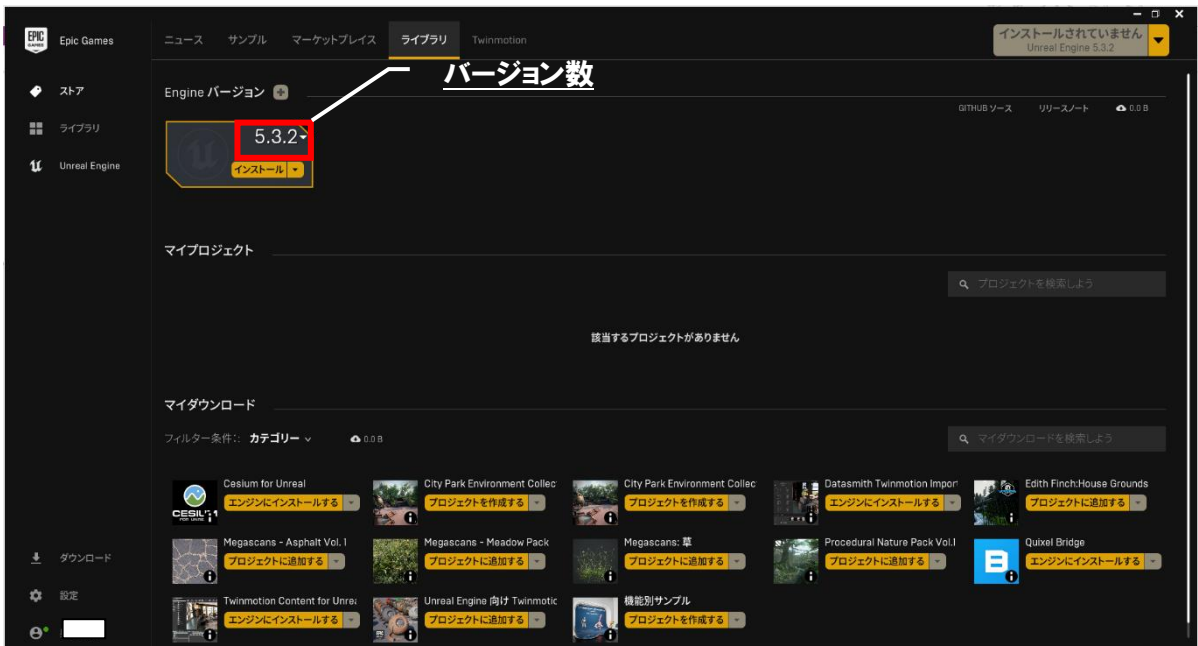
10. Unreal Engine のタブに移動しましたら、ライブラリのタブを選択します。



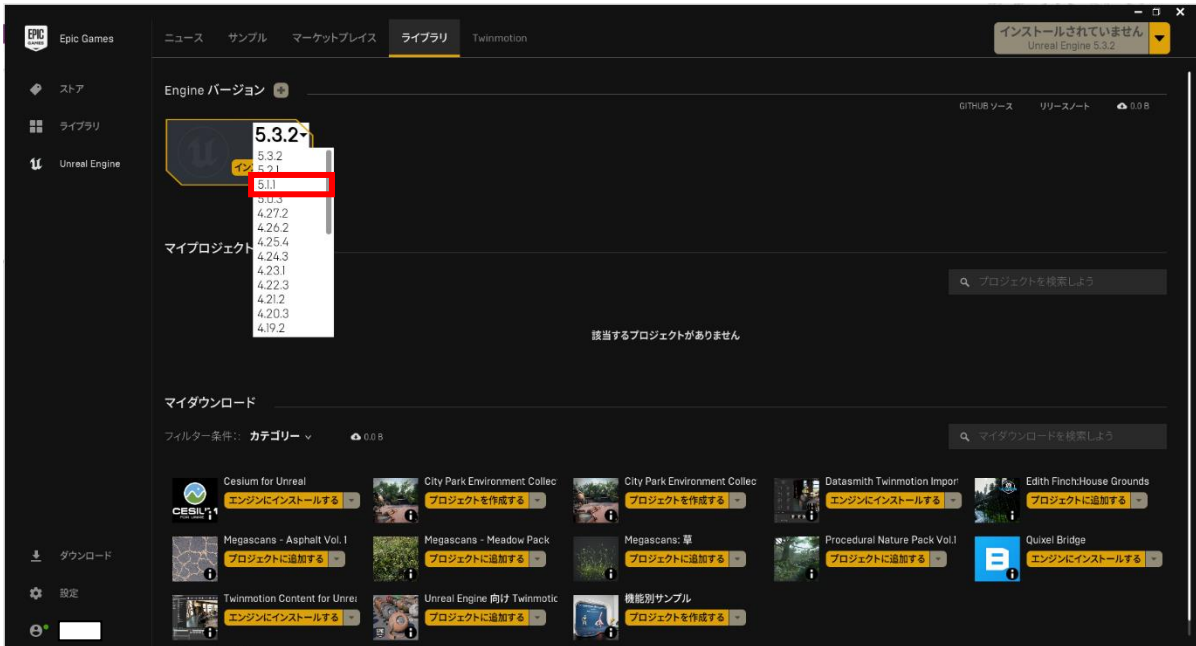
11. 「Engine バージョン」 右の+をクリックします。



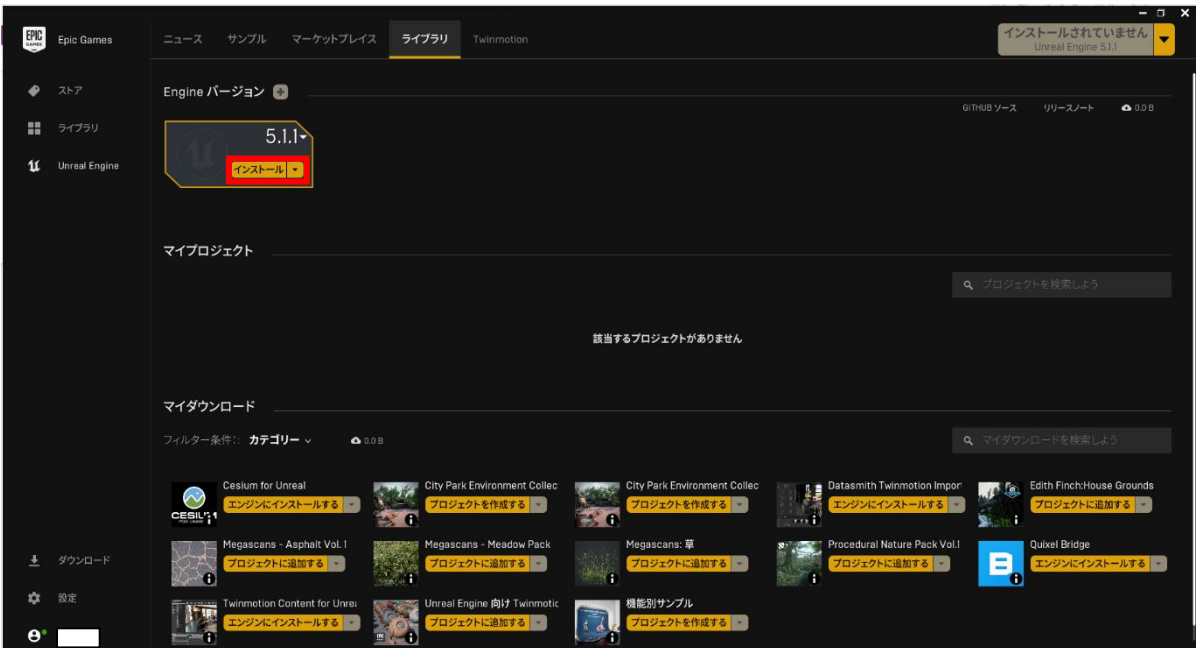
12. 最新版の Unreal Engine が表示されます。バージョン数を変更するためバージョン数を選択します。



13. タブが展開され任意のバージョンを選択可能になります。今回は 5.1.1 を選択します。

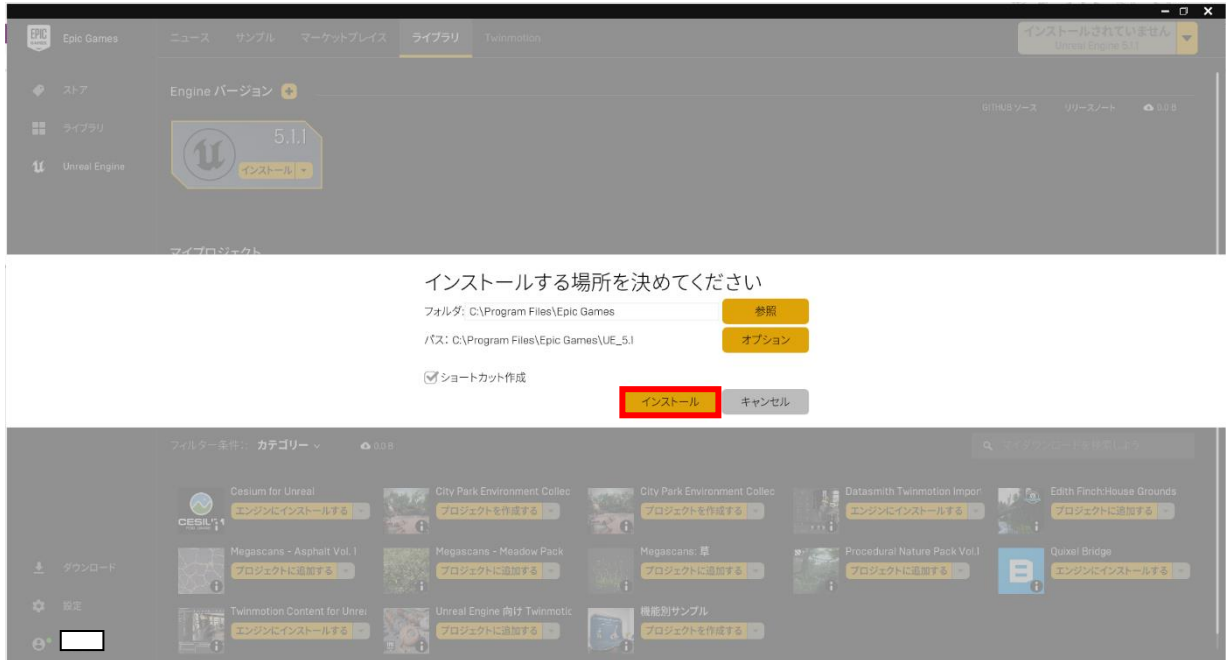


14. インストールを選択します。

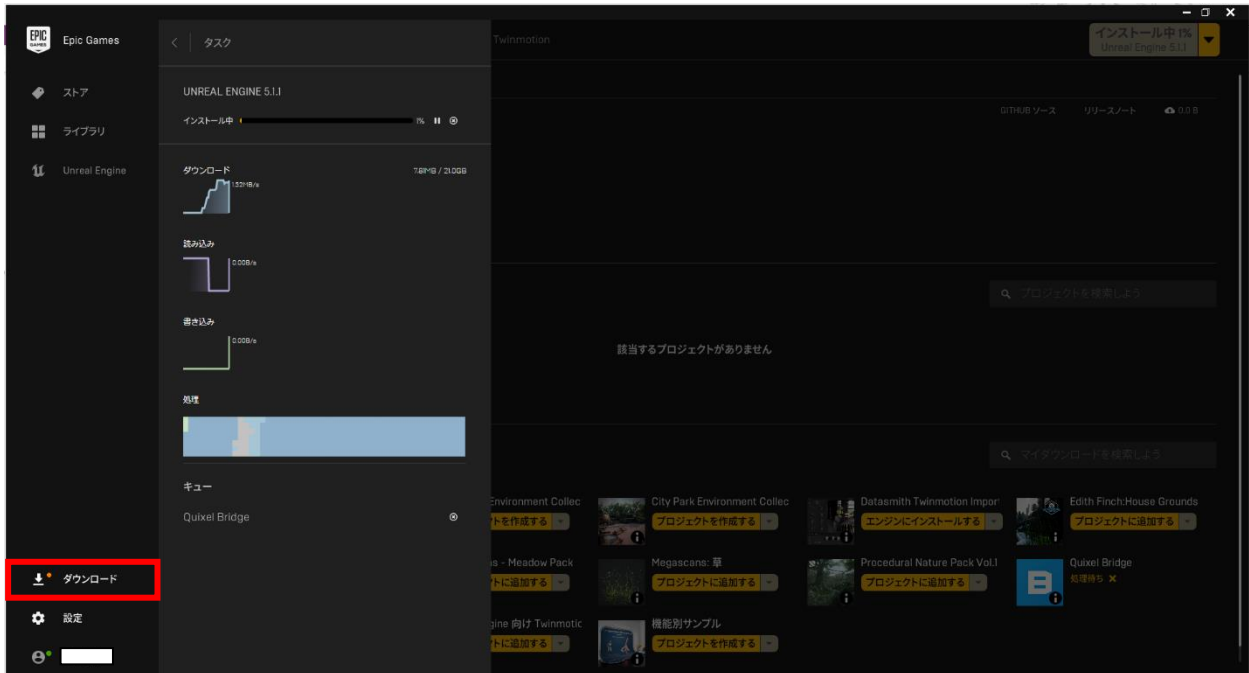


【参考】 Unreal Engine のバージョンに関する注意点

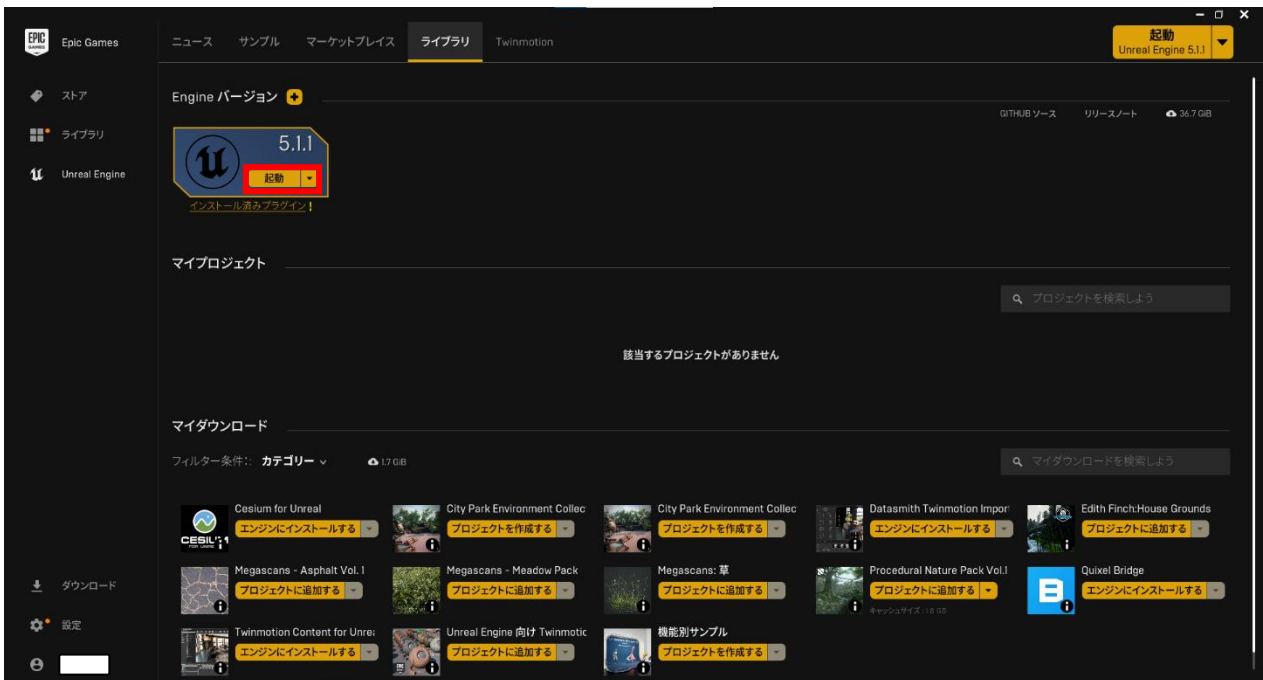
Unreal Engine では、異なるバージョン間でデータのやり取りを行うことができません。ここでは、Unreal Engine 5.1.1 を用いた解説を行っていますが、他のバージョンの Unreal Engine とデータのやり取りを行う必要がある場合には、その Unreal Engine と同じバージョンのものをダウンロードしてください。

15. 保存先を選択し、インストールを実行します。

16. 回線の状況等により、インストールには長い時間を要します。インストールの進行状況は、Epic Games Launcher 左下の「ダウンロード」から確認ができます。



17. インストールが終了すると、Epic Games Launcher から Unreal Engine を起動できるようになります。



3. ゲームエンジンにおける測量データの活用

3.1. ゲームエンジンで測量データを活用するには

河川分野における 3 次元的な測量データとして、LP データや ALB データが挙げられます。これらの測量データは、TXT 形式や LAS 形式として作成されることが一般的です。しかし、これら形式の測量データは、編集可能な地形データとして Unreal Engine に読み込むことができません。

Unreal Engine における編集可能な地形データとは、PNG 形式のデータを指します。TXT 形式や LAS 形式のデータを直接 PNG 形式に変換する方法は一般的ではないため、TXT 形式や LAS 形式の測量データを GeoTIFF 形式（画像に地理情報が埋め込まれた標準規格データ）に一旦変換し、さらに GeoTIFF 形式から PNG 形式に変換します。

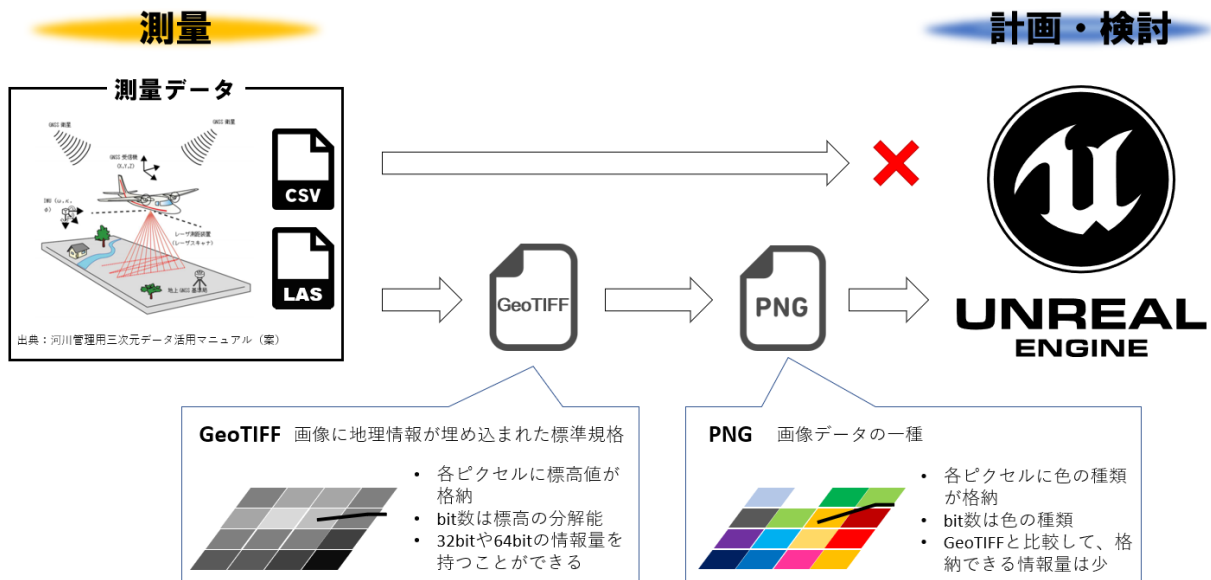


図 編集可能な地形データを作成するためのデータ変換の流れ

一般的に LP データや ALB データは 0.01m (1cm) の高さ分解能でデータが納品されています。よって、Unreal Engine に読み込む PNG ファイルは、1cm を再現できるようなデータ分解能を持つことが望ましいです。具体には、以下に示すように 16bit の情報量を持つ PNG 形式が推奨されます。

例) 標高が 0m～ 100m 範囲の画像の場合

8bitPNG : $100\text{m} / 256 = 0.39\text{m}$ (39cm) が高さの分解能

16bitPNG : $100\text{m} / 65536 = 0.0015\text{m}$ (0.15cm) が高さの分解能

しかし、GeoTIFF ファイルを 16bitPNG ファイルへ変換することについては、それぞれのファイル形式で格納できる情報量の違いや、ゲームエンジン側のデータインポート仕様を考慮して、煩雑な変換処理を行う必要がありました (下図)。

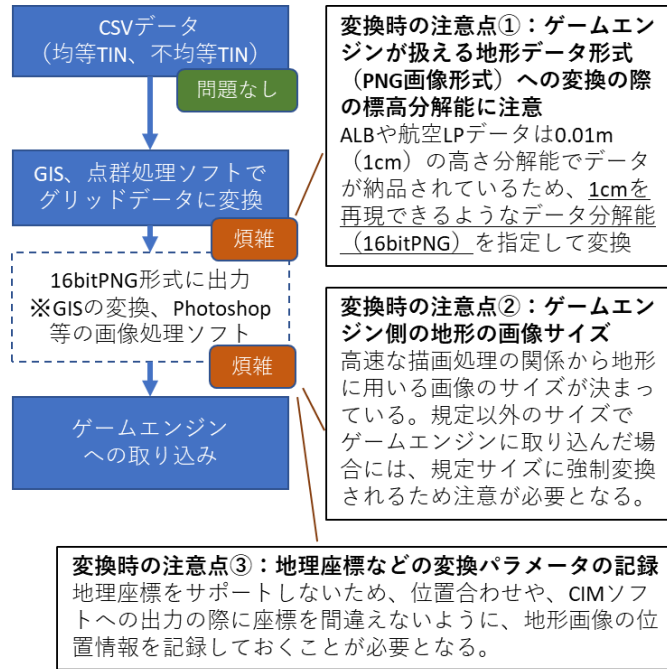


図 データ変換時の注意点

本マニュアルでは、以上の煩雑なデータ変換処理の負担を軽減するために開発された、地形ラスタ切り出しプラグインの「DemConverter」を使用します。

次頁から、CSV 形式や LAS 形式の測量データを GeoTIFF 形式に変換する方法と DemConverter を使用して GeoTIFF 形式の河川測量データを Unreal Engine に取り込み可能な PNG 形式に変換する方法を説明します。

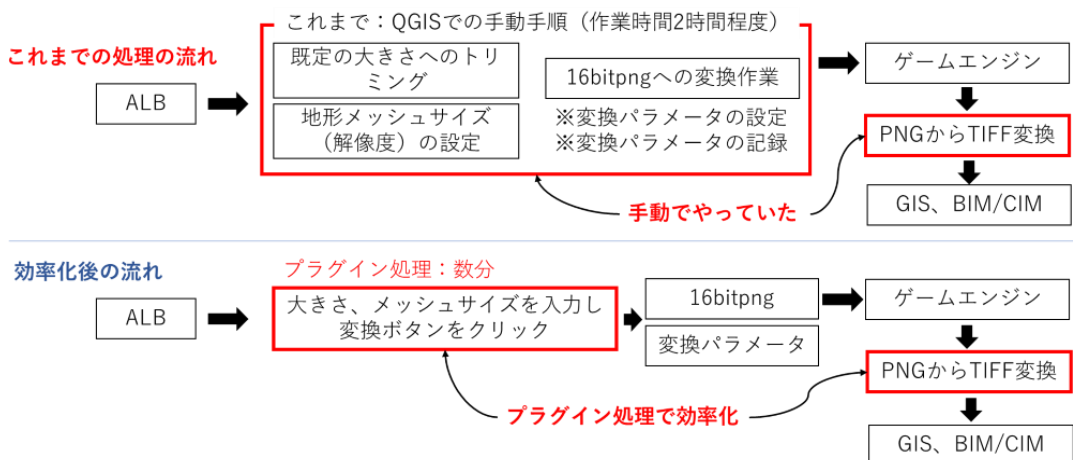
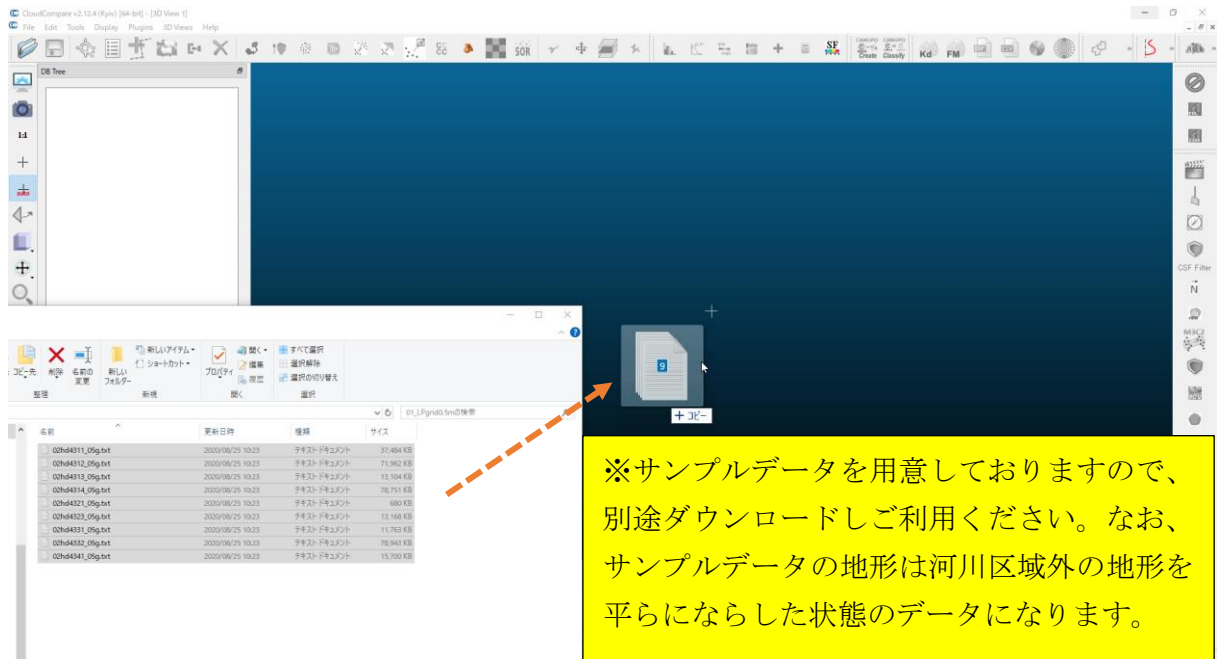


図 地形ラスタ切り出しプラグインによるデータ変換処理の省力化

3.2. ゲームエンジンに向けた測量データの変換

3.2.1. TXT 形式や LAS 形式の測量データから GeoTIFF 形式への変換

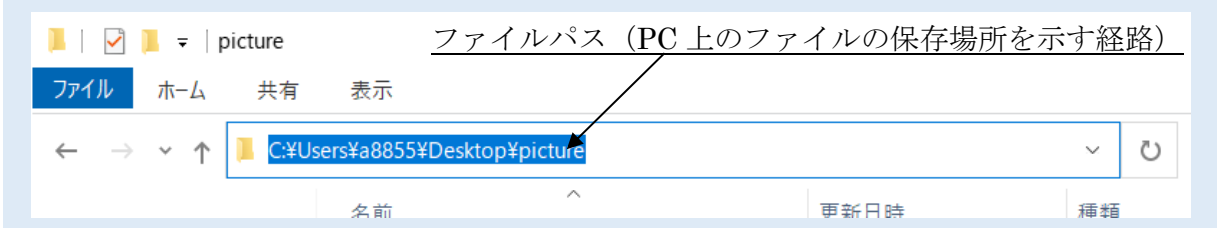
1. Cloudcompare を起動し、TXT 形式や LAS 形式の測量データをドラッグアンドドロップで取り込みます。



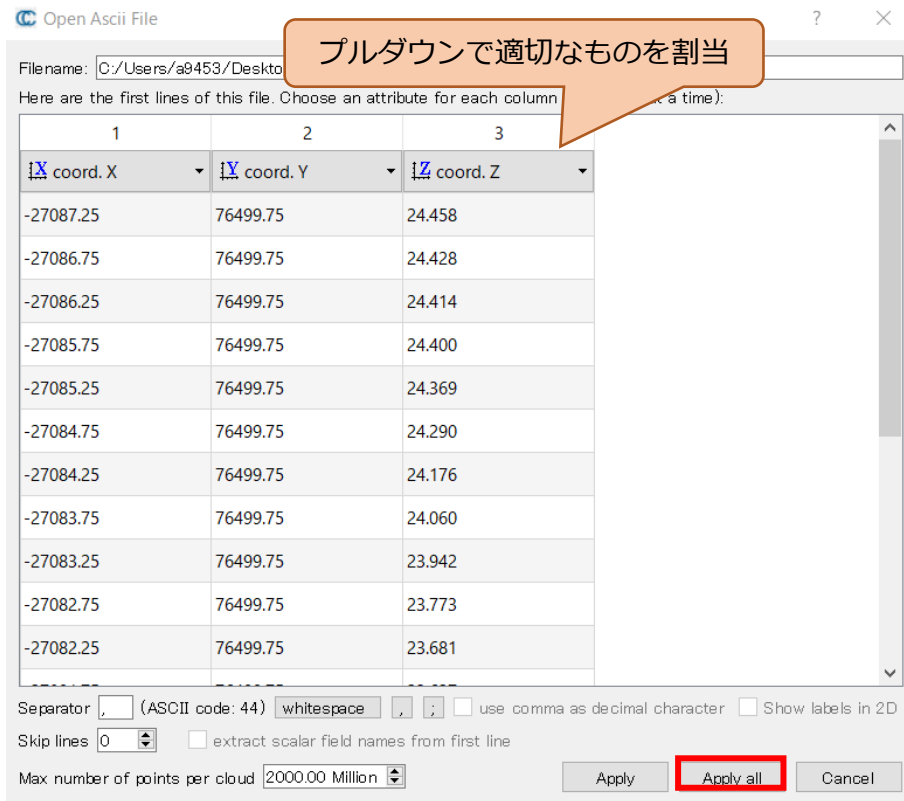
【参考】 CloudCompare に読み込むデータに関する注意点

CloudCompare にはファイルサーバー等のネットワークストレージ上のデータを読み込むことが出来ません。よって、読み込む測量データはローカルストレージ上に保存する必要があります。

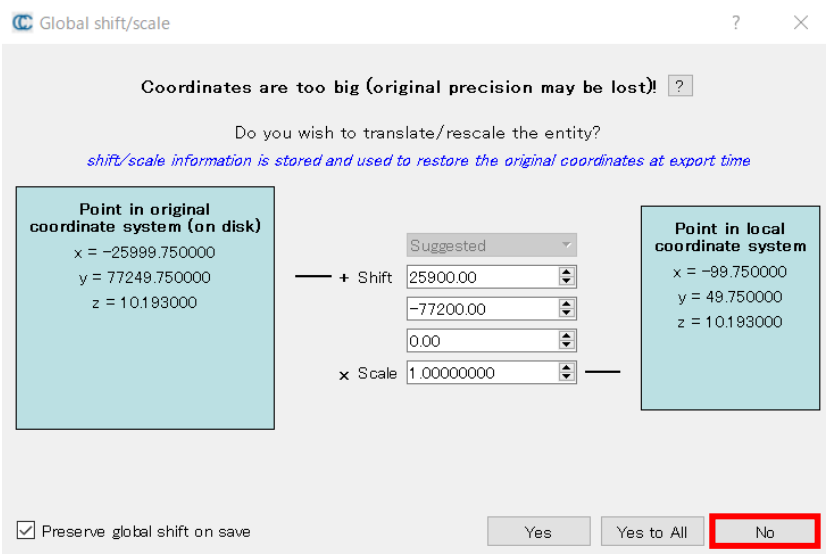
また、ファイルパスに日本語が用いられているデータを読み込もうとすると、エラーが発生するケースがあることも指摘されています。ファイルの読み込みに関してエラーが発生する場合、ファイルパスに日本語が含まれないか確認し、日本語が含まれる場合はファイルパスから日本語を除くことが有効かもしれません (QGIS も同様)。



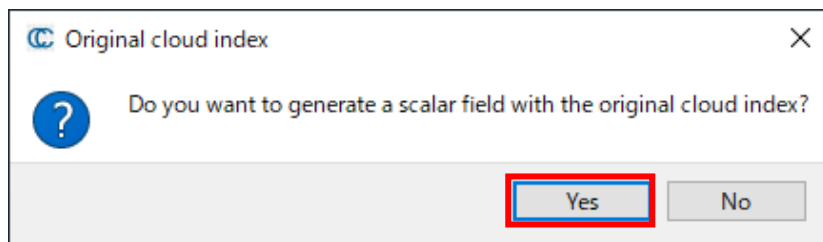
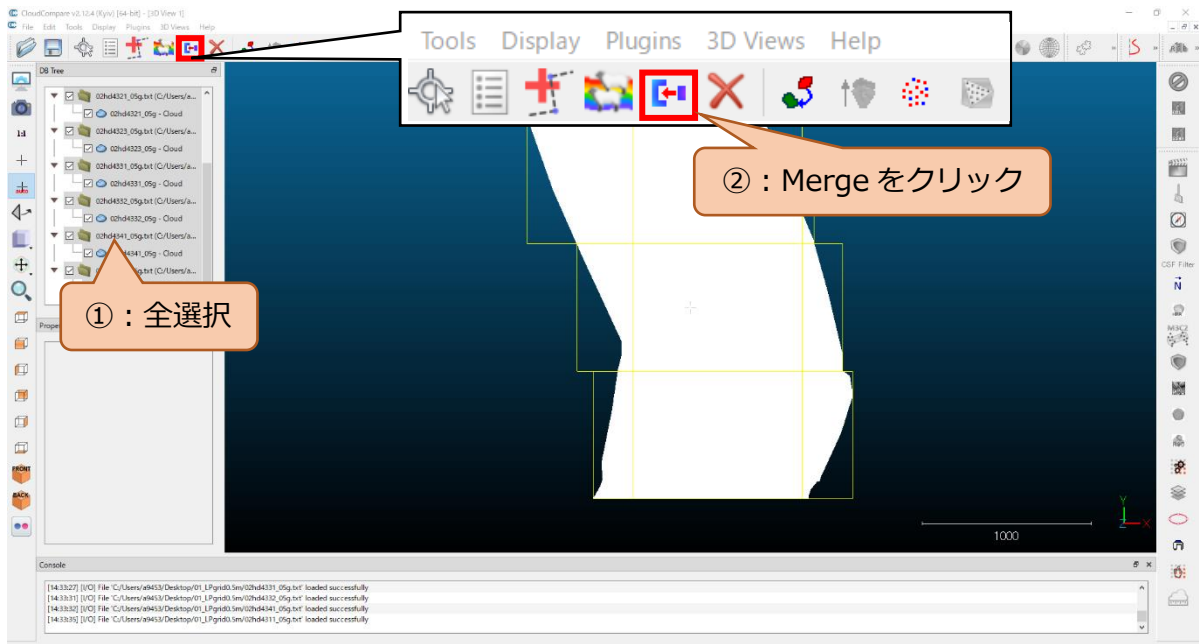
この時、以下のウィンドウが表示される場合があります。これは点群データに保存されている数値情報が何であるかを規定するための画面です。Coord.XにX座標を、coord.YにY座標を、coord.ZにZ座標を割り当てます。



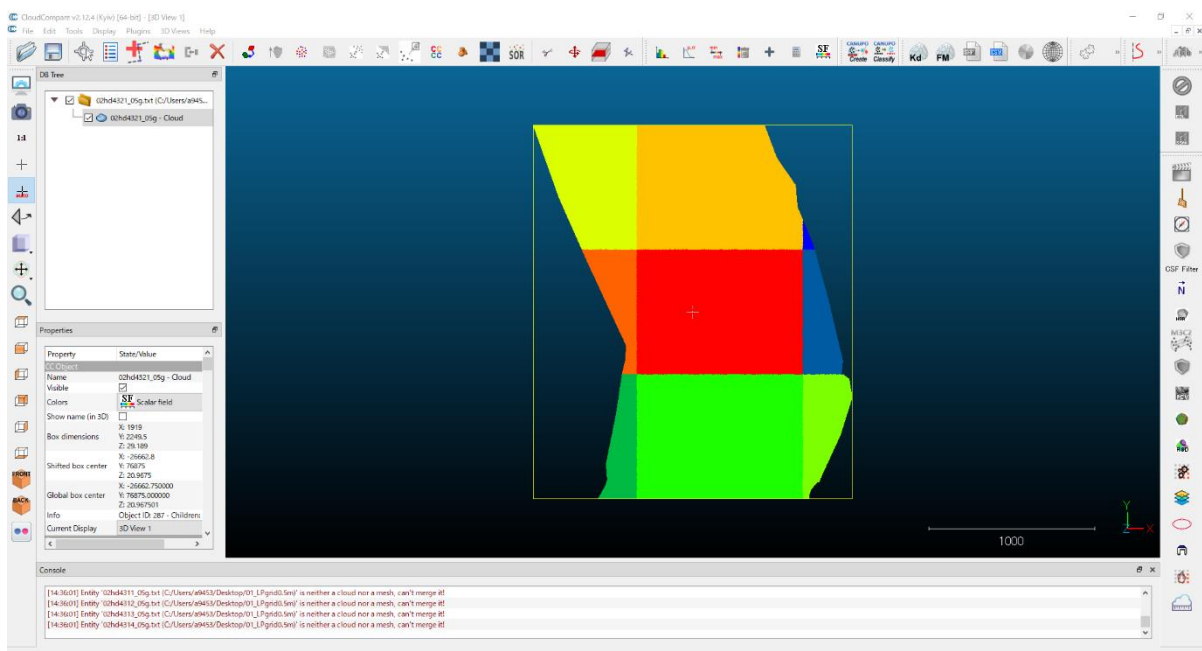
また、平面直角座標で保存された測量データは座標値が非常に大きな値になることがあります。CloudCompareでは、大きすぎる座標値を小さくする(原点付近に移動させる)オプションが表示されますが、「No」を選択します。



2. 全てのデータが読み込まれたら、データを1つに結合します。読み込んだデータをすべて選択し、「Merge」をクリックします。Original Cloud indexのダイアログボックスが表示されます。「Yes」をクリックします。

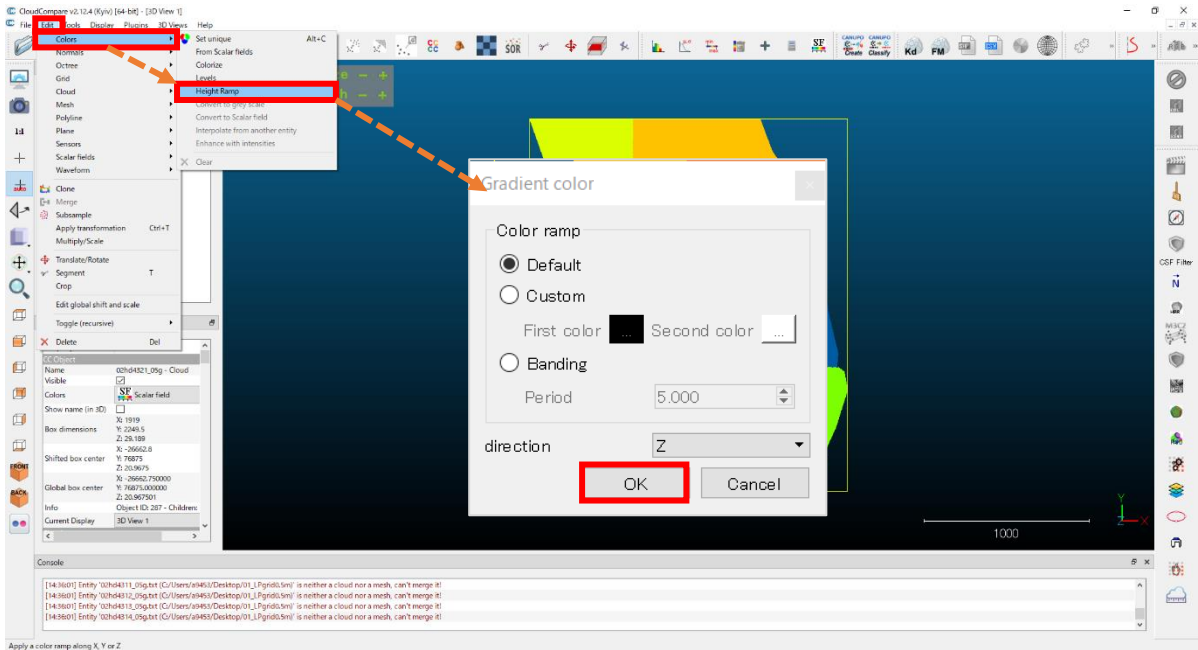


データが1つに結合できました。結合直後のファイルは結合前のファイルごとに色分けされており、地形の状況を視認することが難しいです。

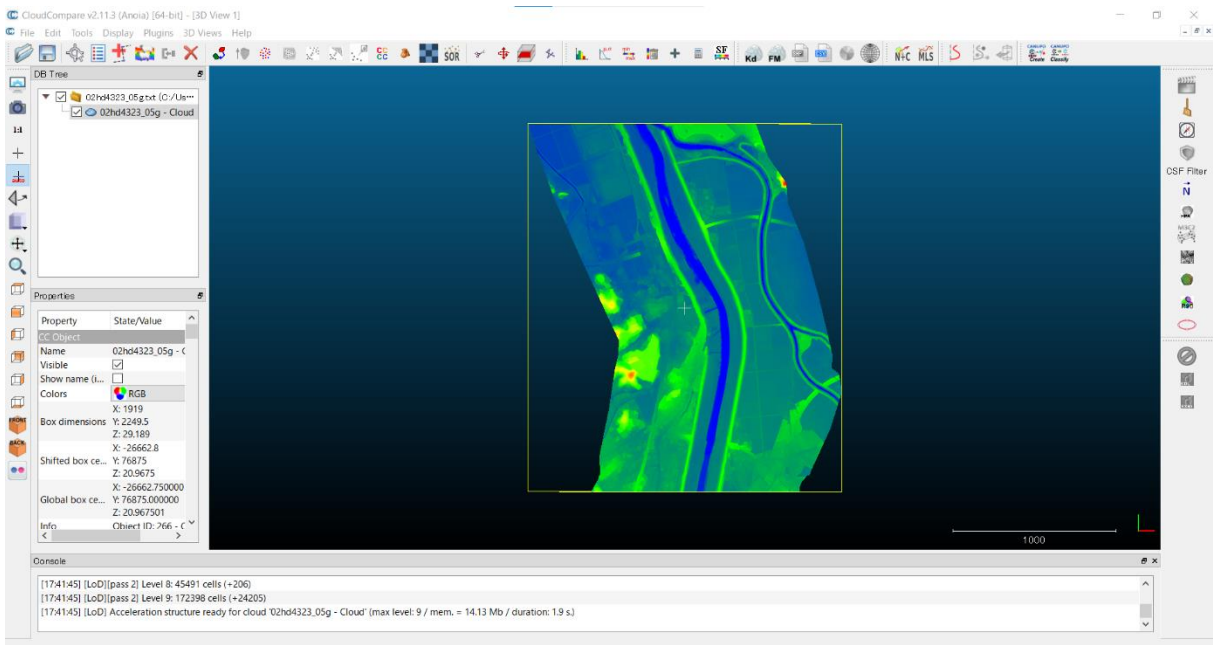


3. 地形の状況がわかるように標高段彩表示を適用します。「Edit」、「Colors」、「HeightRamp」の順で選択していき、「OK」を選択します。この時、画面左上のDB tree でデータが選択されている必要があります。

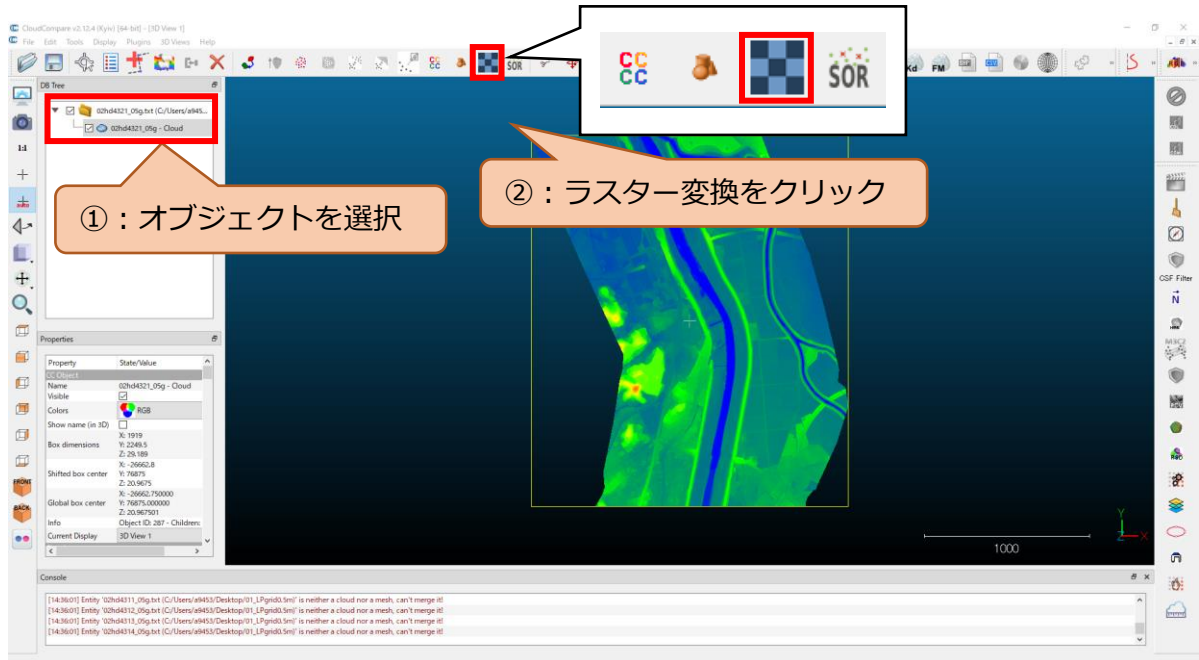
- 「Edit」…編集
- 「Colors」…色の編集
- 「HeightRamp」…標高段彩



地形が標高段彩表示されました。



4. ラスター形式で書き出します。



5. Rasterize ウィンドウが開きます。元の測量データの分解能を維持したまま GeoTIFF 形式のファイルを作成するには、次の通り設定して「Update grid」をクリックします。

Rasterize

Grid

- step ① 2.500000 [Edit grid]
- size 1245 x 1500 (1,867,500 cells)
- active layer ② Height grid values
- range

Projection

- direction ③ Z
- cell height average
- interpolate SF(s) average value
- resample input cloud

Empty cells

- Fill with leave empty
- Empty cell value
- Max edge length 0.000000

Update grid

Export Contour plot Hillsha

Cloud

Export per-cell statistics as SF(s):

- population min height
- average height max height

① step : グリッド幅(m)を元の測量データの分解能・点の間隔に合わせる

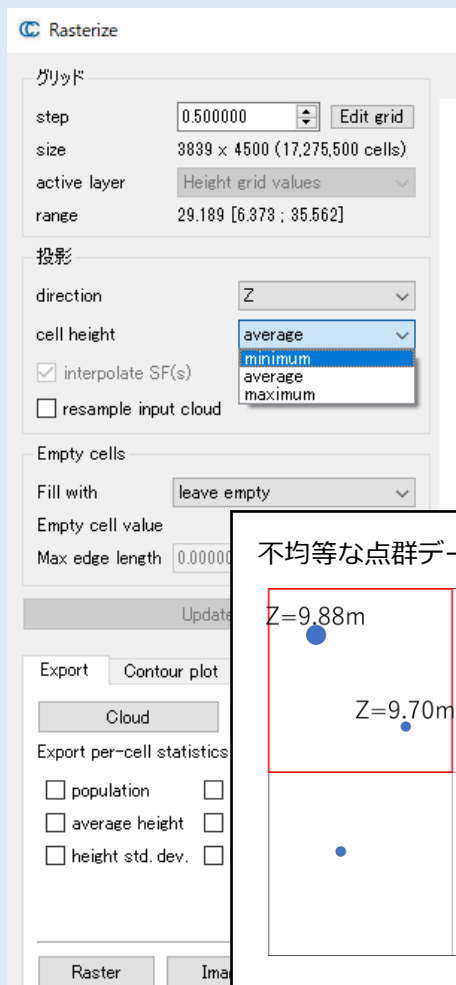
② active layer : Height grid value に設定 (各グリッドに点群データの z 座標値を格納)

③ direction : Z に設定 (グリッドを Z 軸方向に投影)

【参考】点群データが不均等に配列されている場合

不均等に配置されている点群データを扱う場合に1つのラスターの格子に複数の点が配置されてしまう場合があります。

そこで、不均等に配置されている点群データを扱う場合、ラスターの格子に複数の点が配置された場合にラスターの格子の値(高さ情報)の格納方法を「Cell height」のドロップダウンから設定します。値の格納方法は配置された複数の点のZ座標値を比較し、最小(minimum)もしくは最大(maximum)の値を採用し格納する方法、平均値(average)を算出し格納する方法があります。



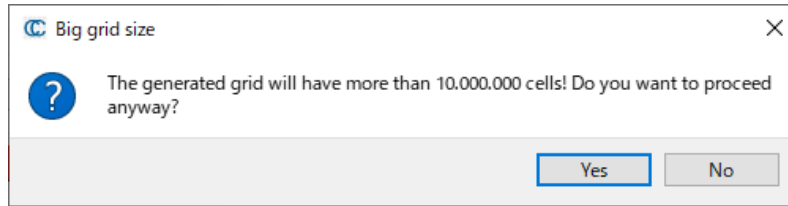
不均等な点群データのイメージ

minimum : グリッド内の点の Z 座標値の最小値を採用する。(赤のグリッドの値は 9.70m となる。)

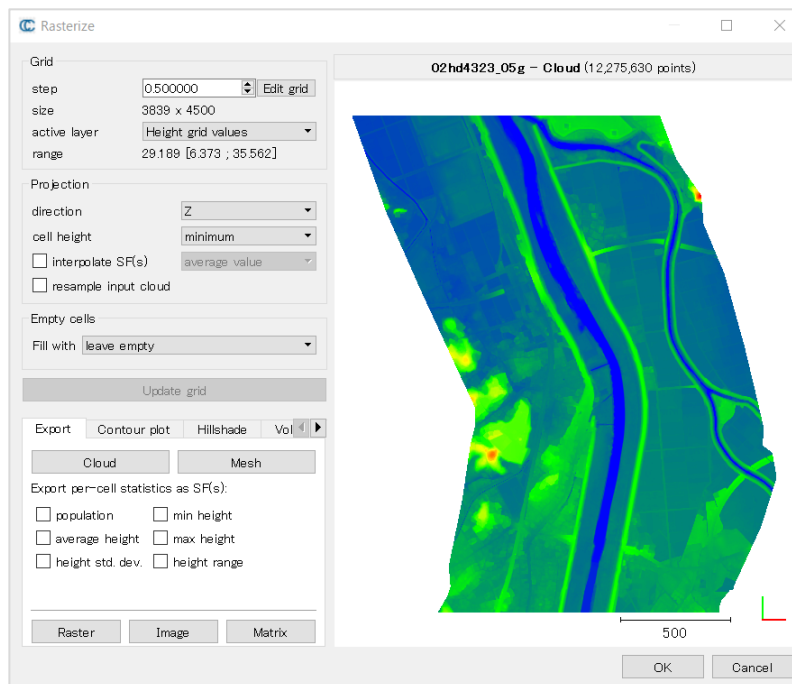
average : グリッド内の点の Z 座標値を平均した値を採用する。(赤のグリッドの値は 9.88m となる。)

maximum : グリッド内の点の Z 座標値の最大値を採用する。(赤のグリッドの値は 9.79m となる。)

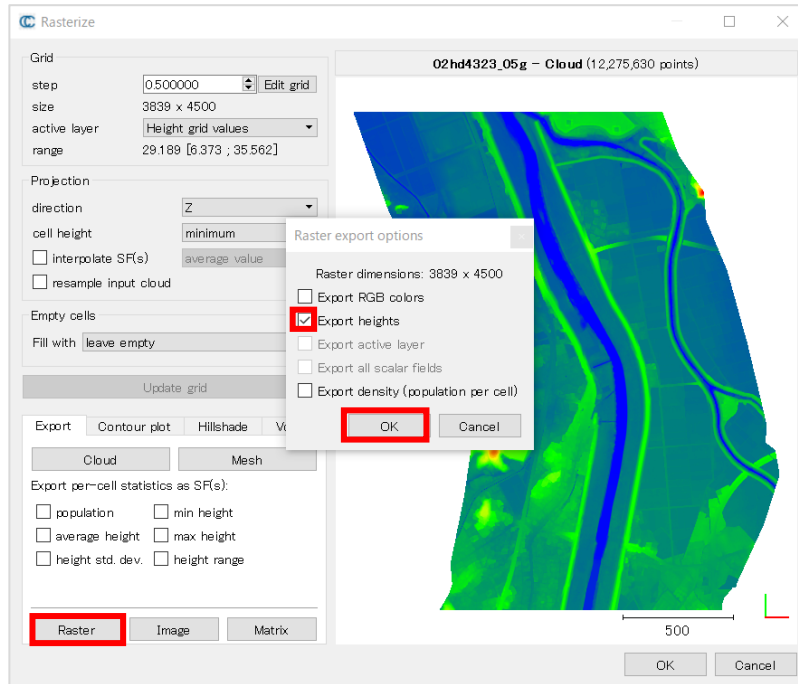
6. 設定が終わったら「Update grid」をクリックします。以下のメッセージが表示された場合には「Yes」をクリックします。



以下のようにプレビューが表示されます。

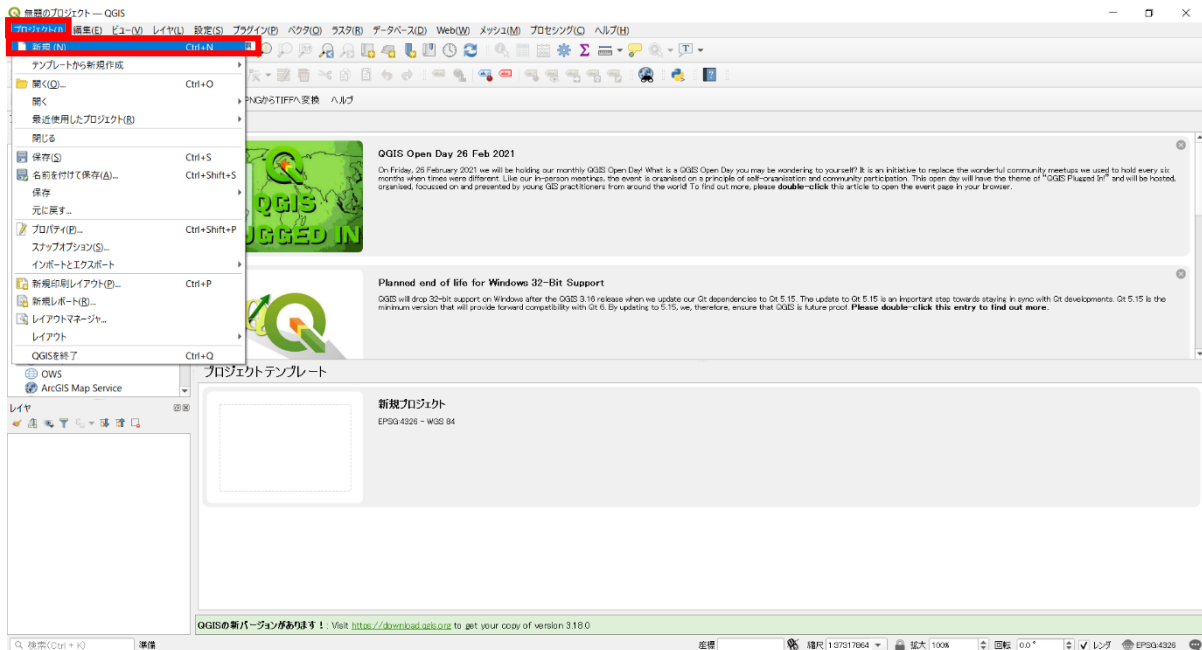


7. 以下のウインドウが表示されるので「Raster」をクリックし、「Export height」にチェックが入っていることを確認し、「OK」で書き出します。任意のファイル名を設定し、保存してください。

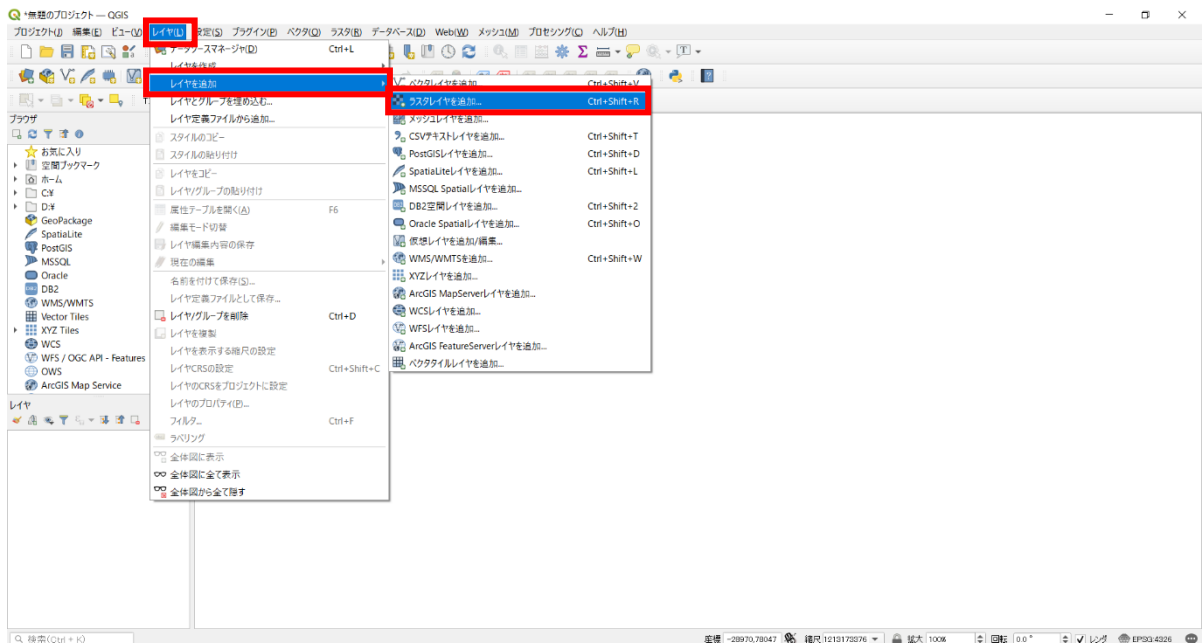


3. 2. 2. DemConverter を用いた GeoTIFF 形式の測量データから PNG 形式への変換

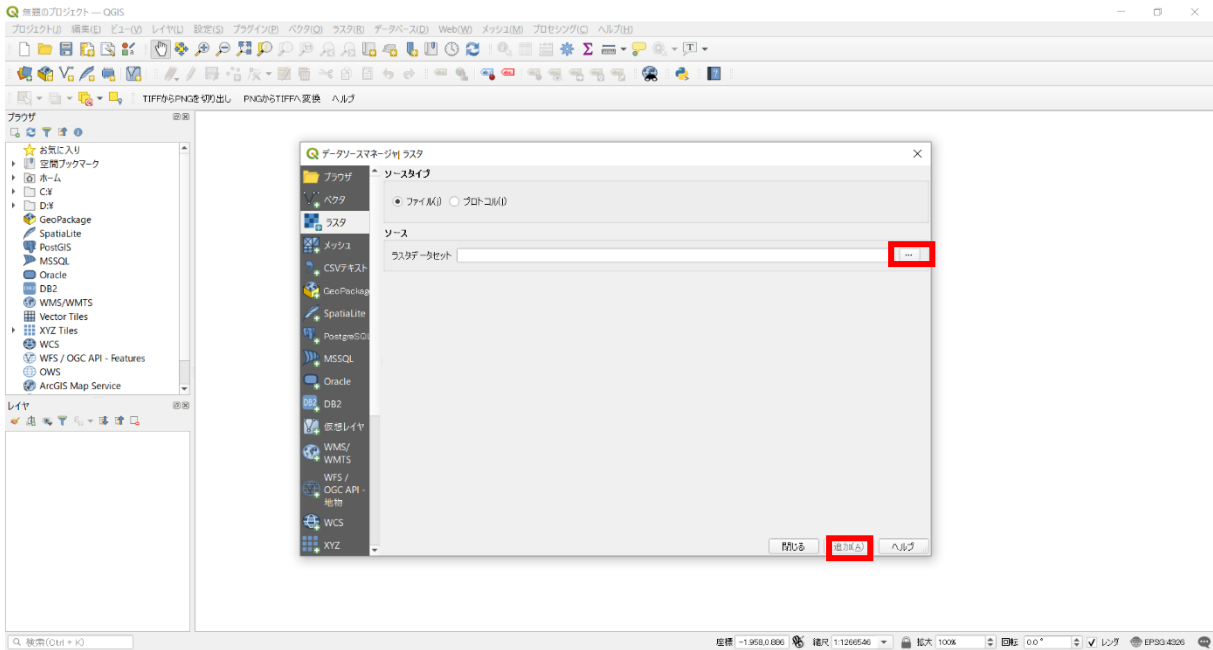
1. QGIS を起動して、新規のプロジェクトを立ち上げます。



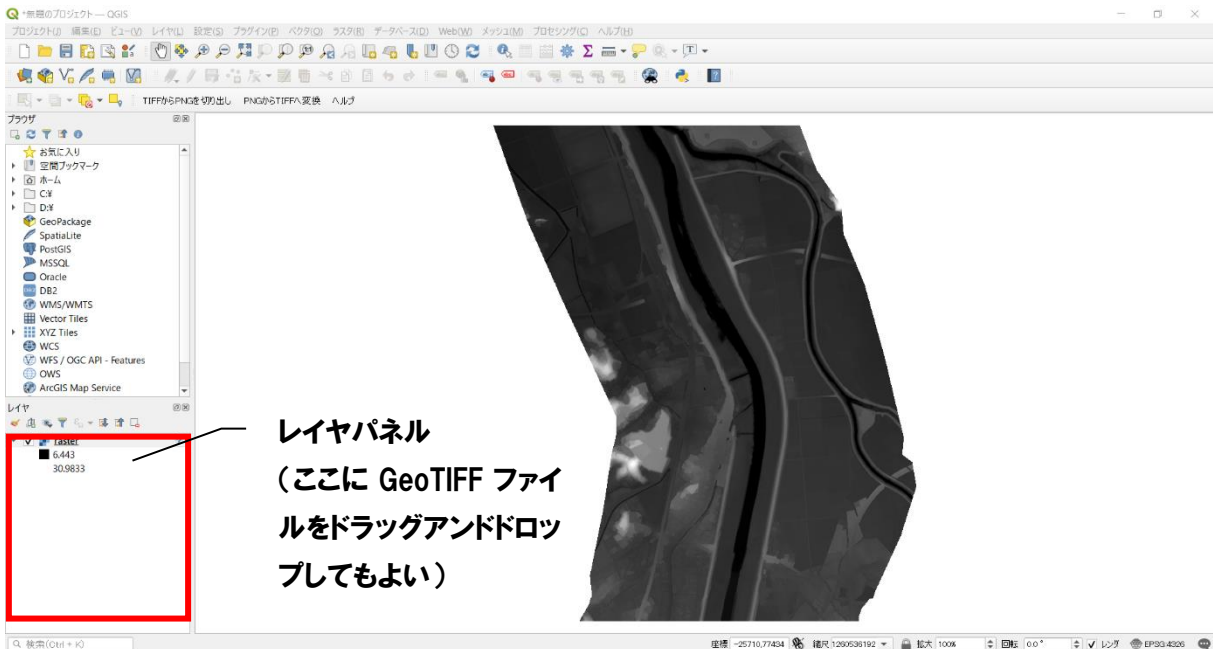
2. レイヤタブから「レイヤを追加」、「ラスタレイヤを追加」を選択します。



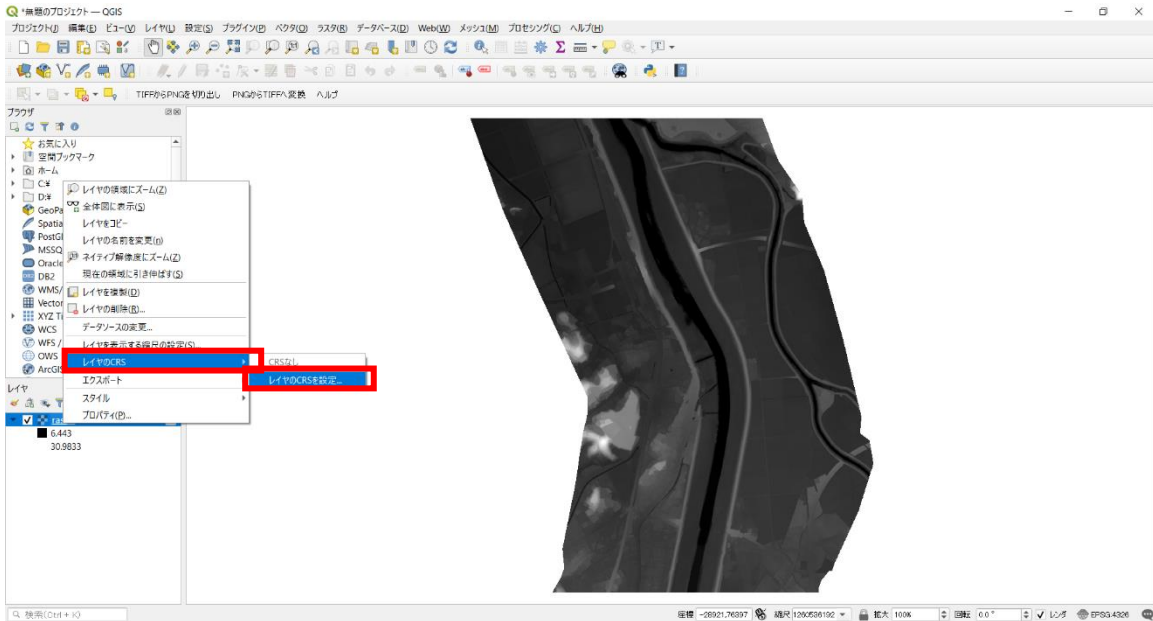
3. インポートする地形データ (GeoTIFF ファイル) の保存先を参照し、追加をします。



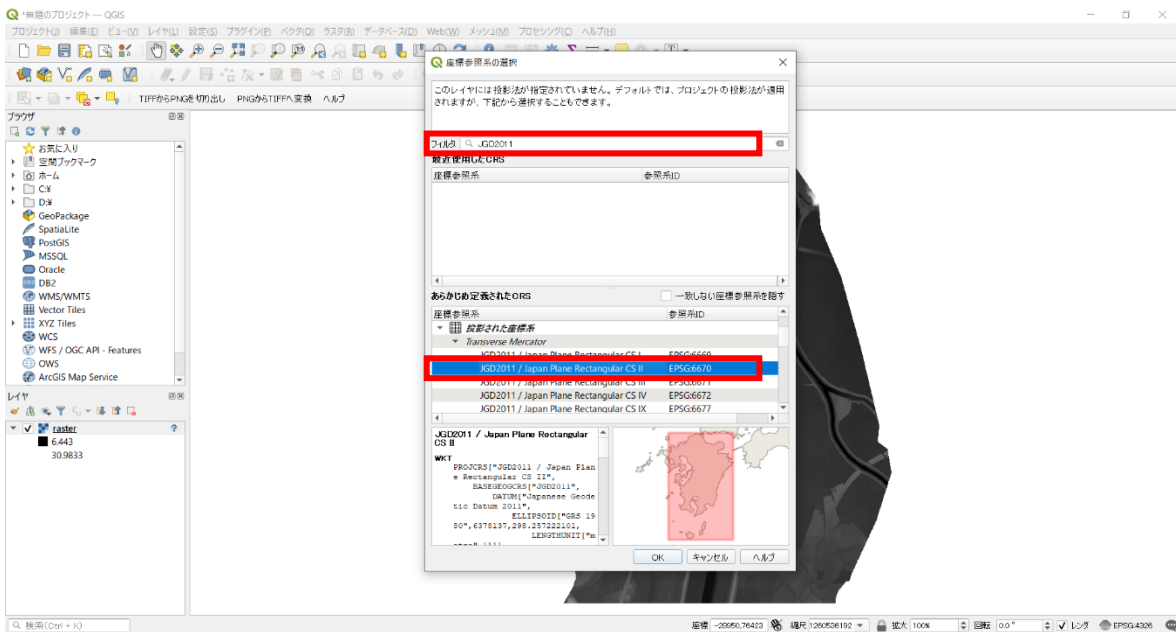
4. GeoTIFF ファイルが QGIS にインポートできました。なお、ここまでの作業は、QGIS のレイヤパネルに GeoTIFF ファイルを直接ドラッグアンドドロップすることでも実行可能です。インポートした GeoTIFF ファイルの座標参照系 (CRS) を設定します。



- レイヤパネル中の GeoTIFF ファイルを右クリックし、「レイヤの CRS」、「レイヤの CRS を設定」へ進みます。



- ここでは日本の平面直角座標系を選択します。フィルタを使用して「JGD2011…」で始まる座標系を抽出します。本マニュアルで扱うのは、遠賀川（福岡県）のデータです。よって、ここでは、「JGD2011 / Japan Plane Rectangular CS II」を選択しています。



【参考】日本の平面直角座標系

日本の平面直角座標系は、下図の通り、全国 19 の区域に分類されています。今回使用したデータは、遠賀川（福岡県）のデータですので、福岡県の含まれる第 2 系を選択しました。お手元のデータに合わせて、適切な座標系を選択してください。

詳細は、下記の国土地理院の web ページをご確認ください。

<https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/jpc.html>

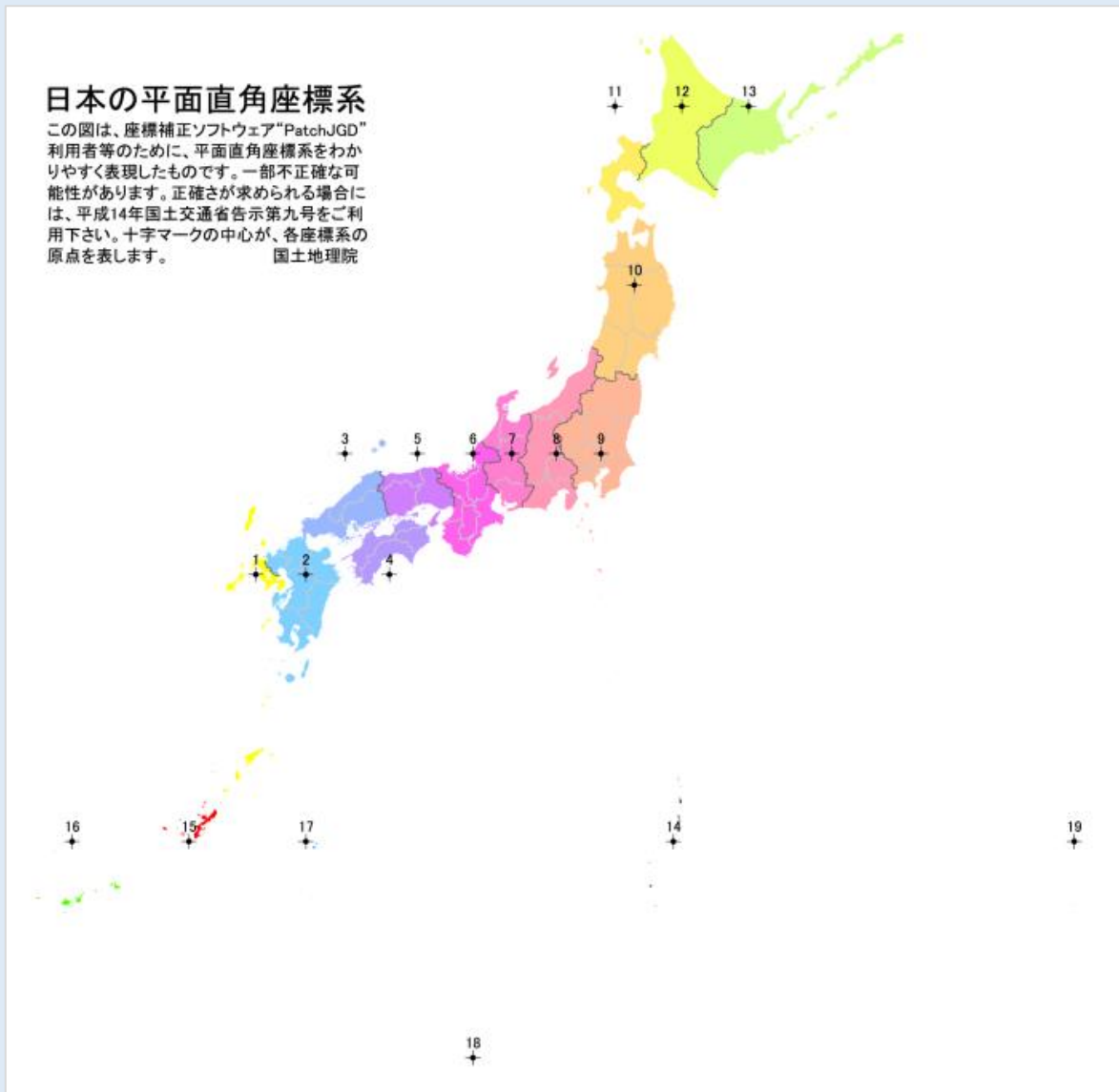
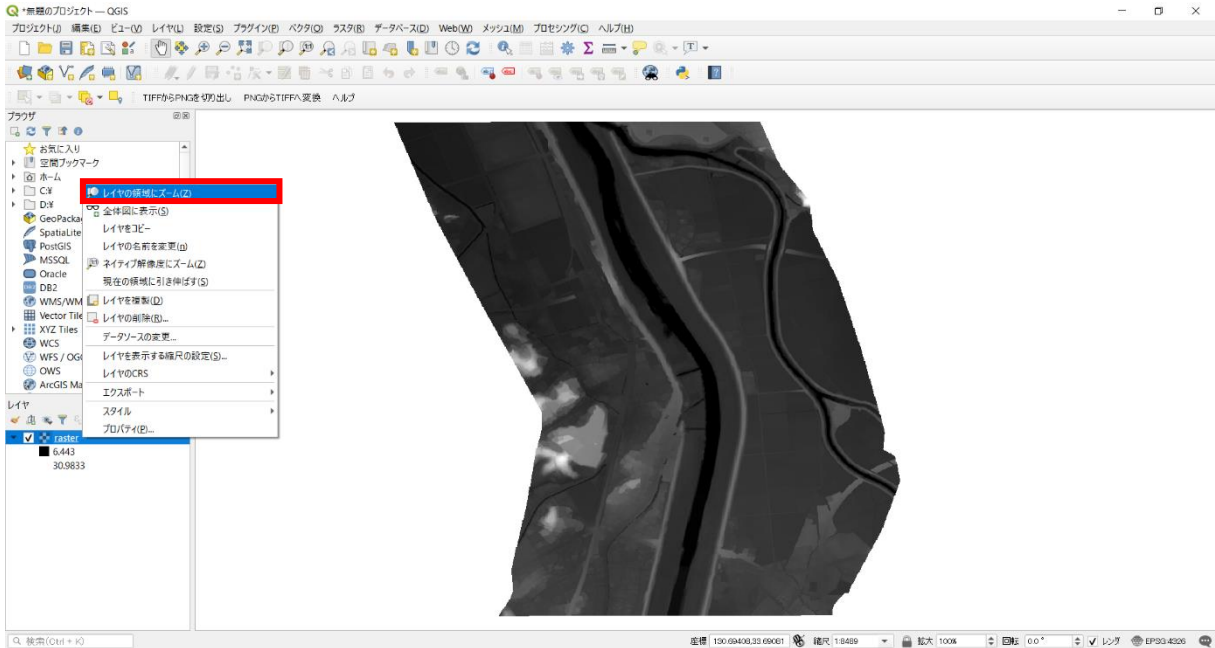


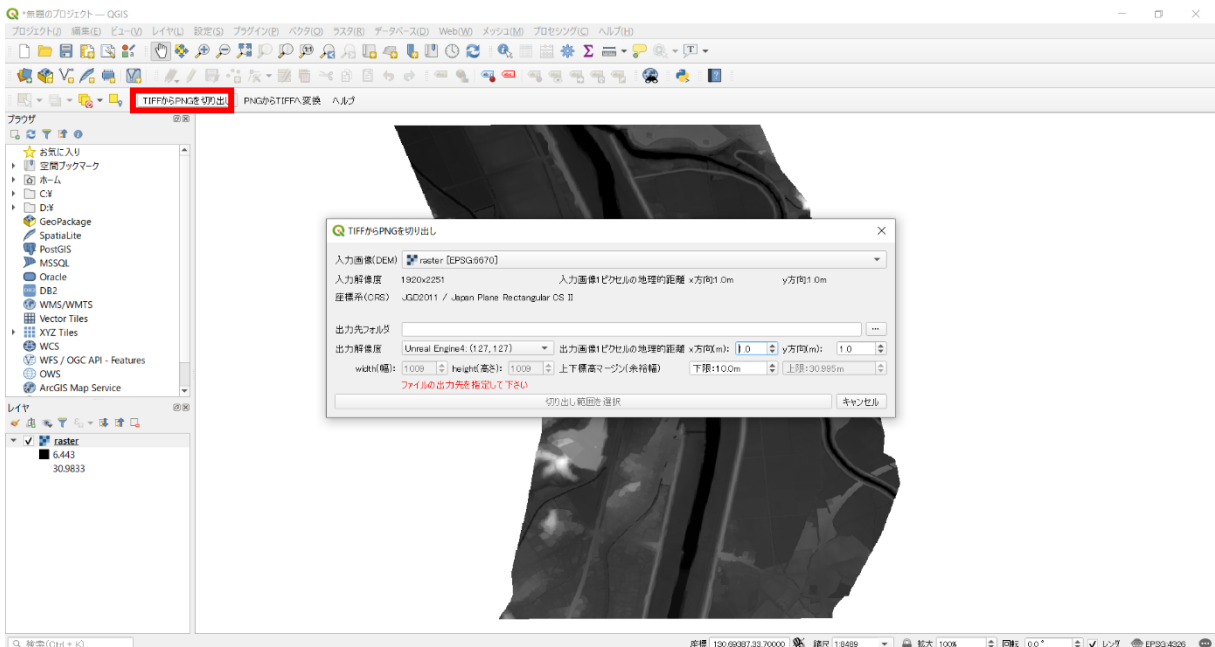
図 日本の平面直角座標系

(出典：国土地理院 <https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/jpc.html>)

7. GeoTIFF ファイルが表示されなくなった場合は、レイヤパネル中の GeoTIFF ファイルを右クリックし、「レイヤの領域にズーム」を選択してください。



8. ツールバーの「TIFF から PNG を切り出し」を選択します。DemConverter のウィンドウが表示されます。



10. 入力画像が間違いないか確認し、出力先フォルダ、出力解像度、上下標高マージン（余裕幅）を設定します。

TIFFからPNGを切り出し

入力画像(DEM) raster [EPSG:6670]

入力解像度 1920x2251 入力画像1ピクセルの地理的距離 x方向:1.0m y方向:1.0m

座標系(CRS) JGD2011 / Japan Plane Rectangular CS II

出力先フォルダ C:\Users\%a8855\Desktop

出力解像度 Unreal Engine4: (2017, 2017) 出力画像1ピクセルの地理的距離 x方向(m): 1.0 y方向(m): 1.0

width(幅): 1009 height(高さ): 1009 上下標高マージン(余裕幅) 下限:10.0m 上限:30.985m

切り出し範囲を選択 キャンセル

【参考】上下標高マージン（余裕高）の考え方

Unreal Engine 中の地形編集に際して、掘削が読み込んだ測量データの最低標高点より深く行われると予想される場合、測量データの最低標高点からマージン（余裕高）を設ける必要があります（盛土が最高標高点を超える高さまで行われる場合も同様にマージンを設けます）。DemConverter では、あらかじめ測量データを越える掘削深さや盛土高さを考慮して、上下標高マージンを設定する必要があります。

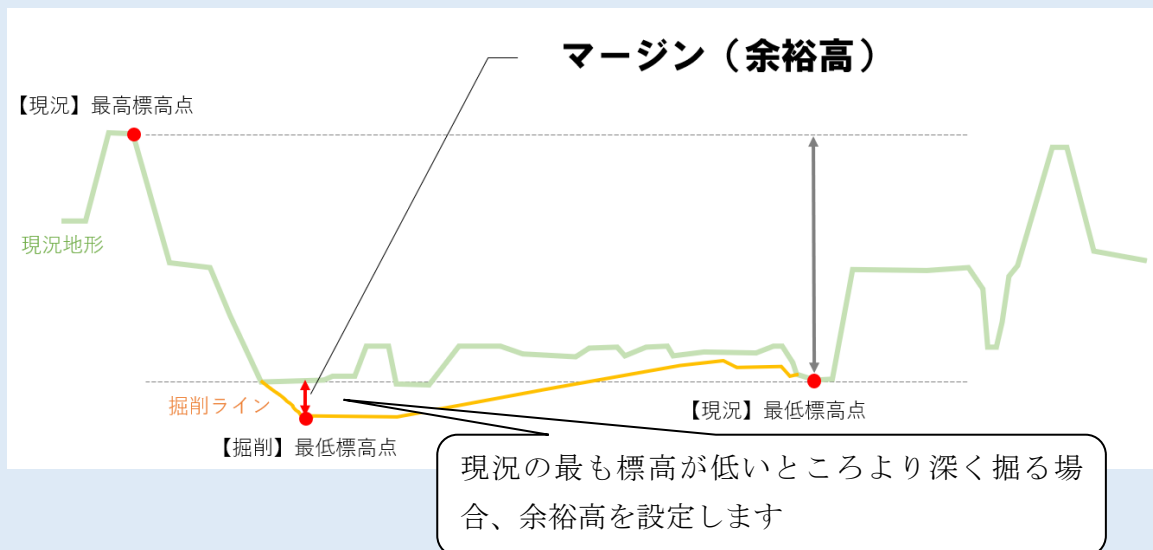
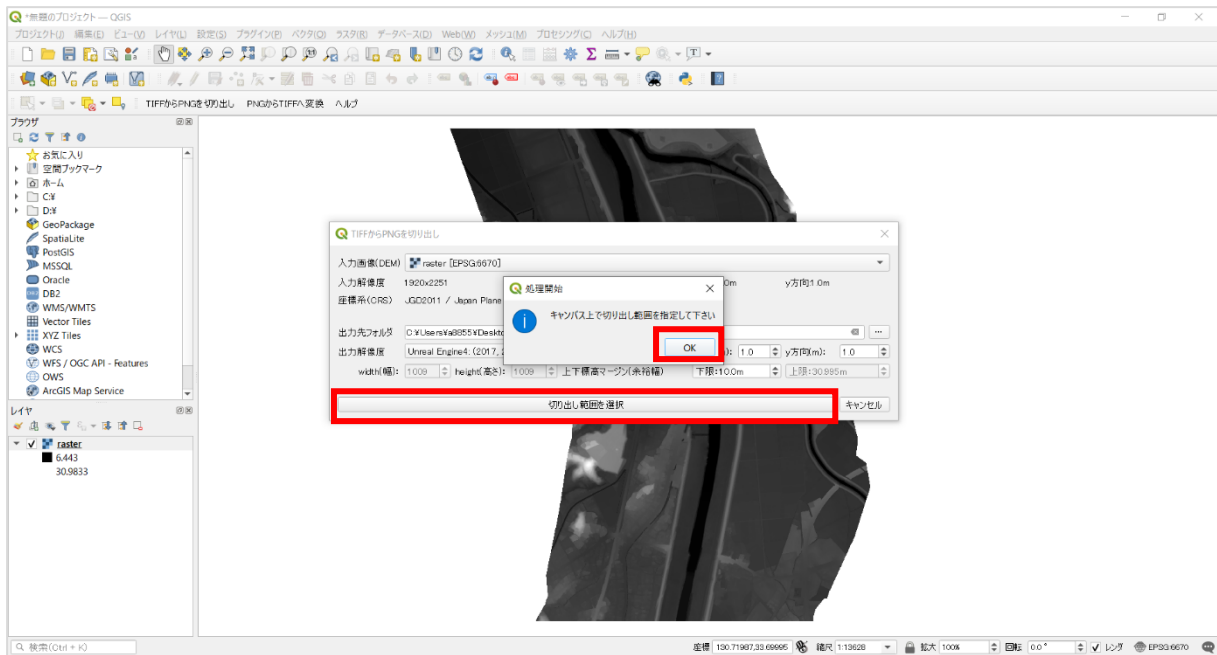
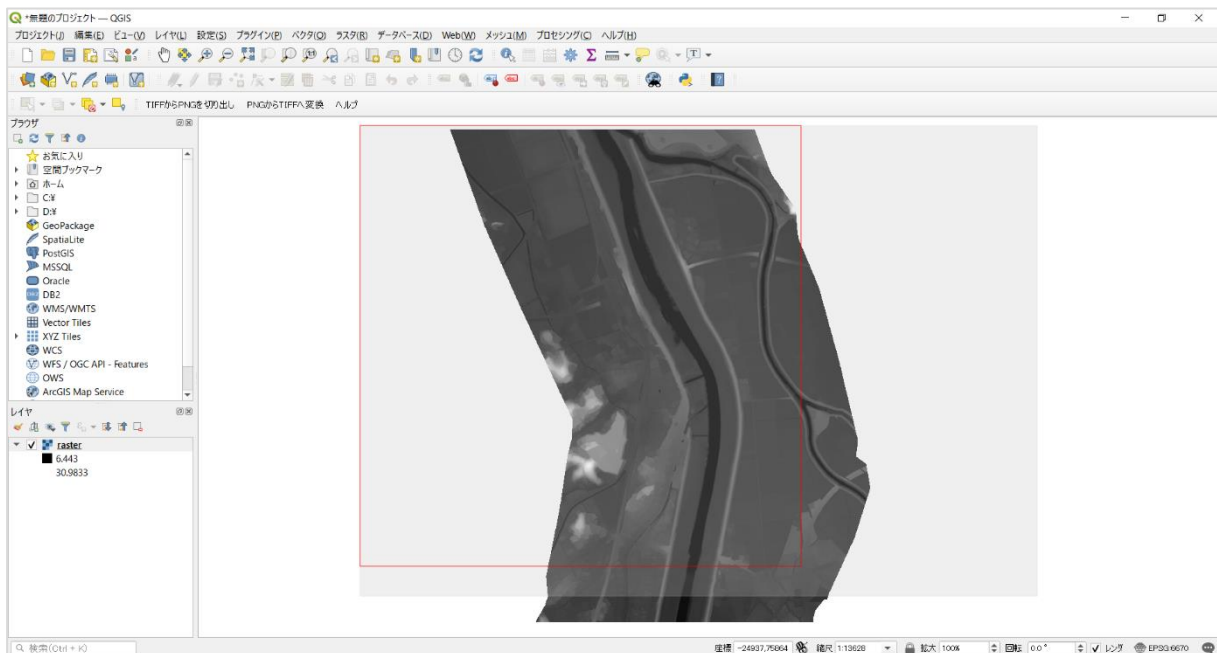


図 下標高マージン（余裕高）の考え方

11. 設定が終わったら、「切り出し範囲を選択」をクリックし、切り出しに進みます。



12. ドラッグで切り出し範囲を選択します。GeoTIFF ファイル上表示される赤い枠が切り出し範囲になります。解像度の設定によって、赤い枠の大きさが異なります。赤い枠が表示されるまでドラッグで切り出し範囲を広げてください。



13. 指定した出力先フォルダに、PNG ファイル、PNGW ファイル（位置座標を記録したワールドファイル）、切り出しの設定を記録したエクセルファイルが出力されます。これらのファイル一式は、ゲームエンジンで編集後に GIS や CIM ソフトに地形ラスタを戻す際に必要になりますので、分かりやすいところに保存しておいてください。

名前	更新日時	種類	サイズ
0-0	2021/03/15 11:54	PNG ファイル	2,422 KB
0-0.pngw	2021/03/15 11:54	PNGW ファイル	1 KB
info	2021/03/15 11:54	Microsoft Excel CSV ファ...	1 KB

なお、切り出しの設定を記録したエクセルファイルの内容は以下の通りです。

QGISプラグインのDemConverterから出力される情報

- ・変換した地形ラスタ (PNG形式)
- ・地形ラスタの位置情報ファイル：ワールドファイル (*.pngw)
- ・変換パラメータ (info.csv)

地形ラスタ (PNG形式)

地形ラスタの位置情報ファイル：
ワールドファイル (*.pngw, *.pgw)

< 記載例 >

1.0
0.0
0.0
-1.0
59467.5
42748.719

変換パラメータ (info.csv) の記載内容

projWin	projWinSRS	xRes	yRes	src_min	src_max	dst_min	dst_max	elev_lowest	elev_multiplier
[-34291.32104756376, -68662.34867169376, -29721.48230046404, -71114.3374187935]	EPSG:6675	1	1	0	65.535	0	65535	0	0.001

画面範囲

投影座標系

1ピクセルの大きさ (m)

出力した地形の標高範囲 (m)

出力したPNG地形ラスタの範囲

出力した地形の標高最低値 (m)

PNG1階調当たりの実高さ幅 (m)
※上記の場合
65.536m / 65536段階 = 0.001m

ゲームエンジンの読み込みパラメーターは QGISプラグインのDemConverter出力ファイルのinfo.csvから計算

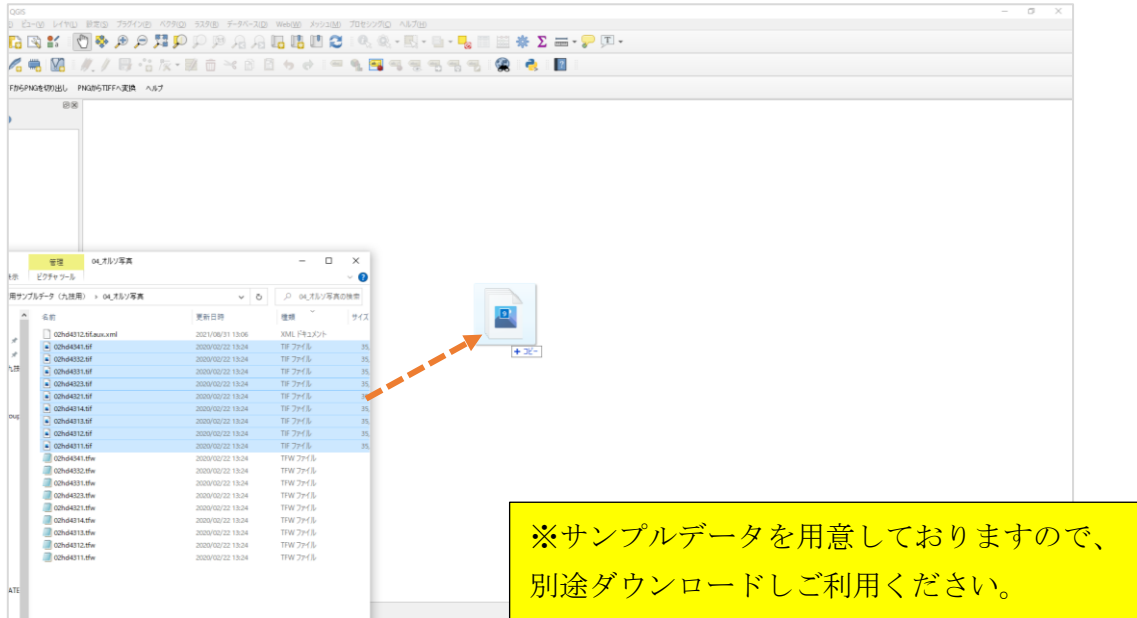
base : 標高0の位置 (LocationのZに入力)
resolution : ゲームエンジンに取り込む際の高さ方向 (z) のスケール係数 (ScaleのZに入力)

base = (src_max+ src_min) ÷ 2 × 100
resolution = (src_max- src_min) ÷ 512 × 100

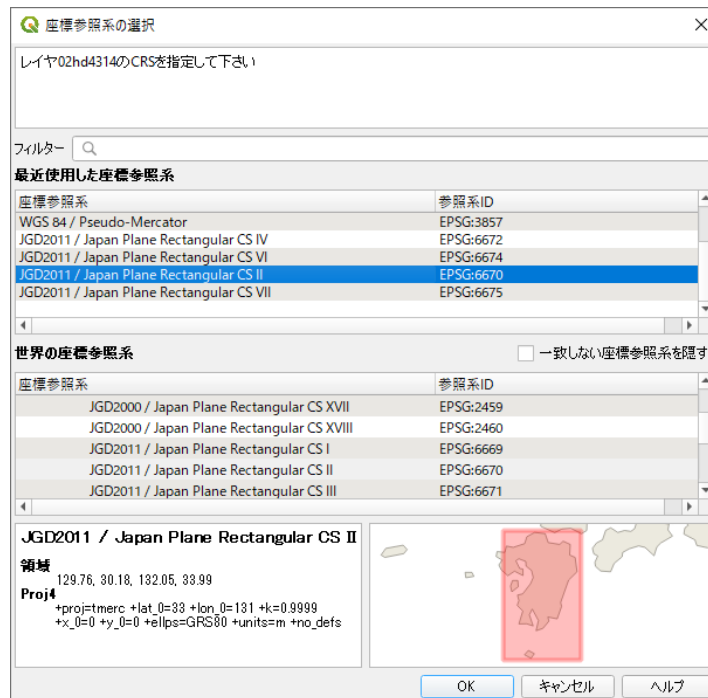
3. 2. 3. オルソ画像の調整

DemConverter で切り出した PNG ファイルに合わせて、オルソ画像も同様のサイズで切り抜きます。PNG ファイルとオルソ画像のサイズが異なると、ゲームエンジン中で地形と画像を適切に重ね合わせることができません。

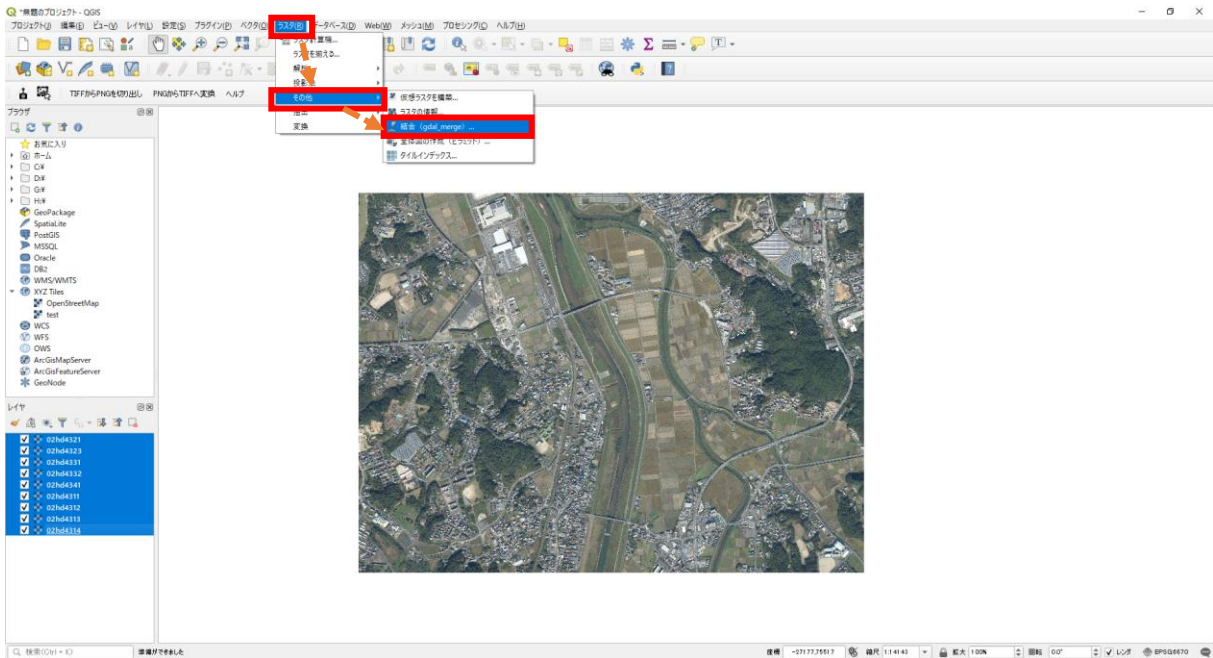
1. QGIS にオルソ画像をインポートします。



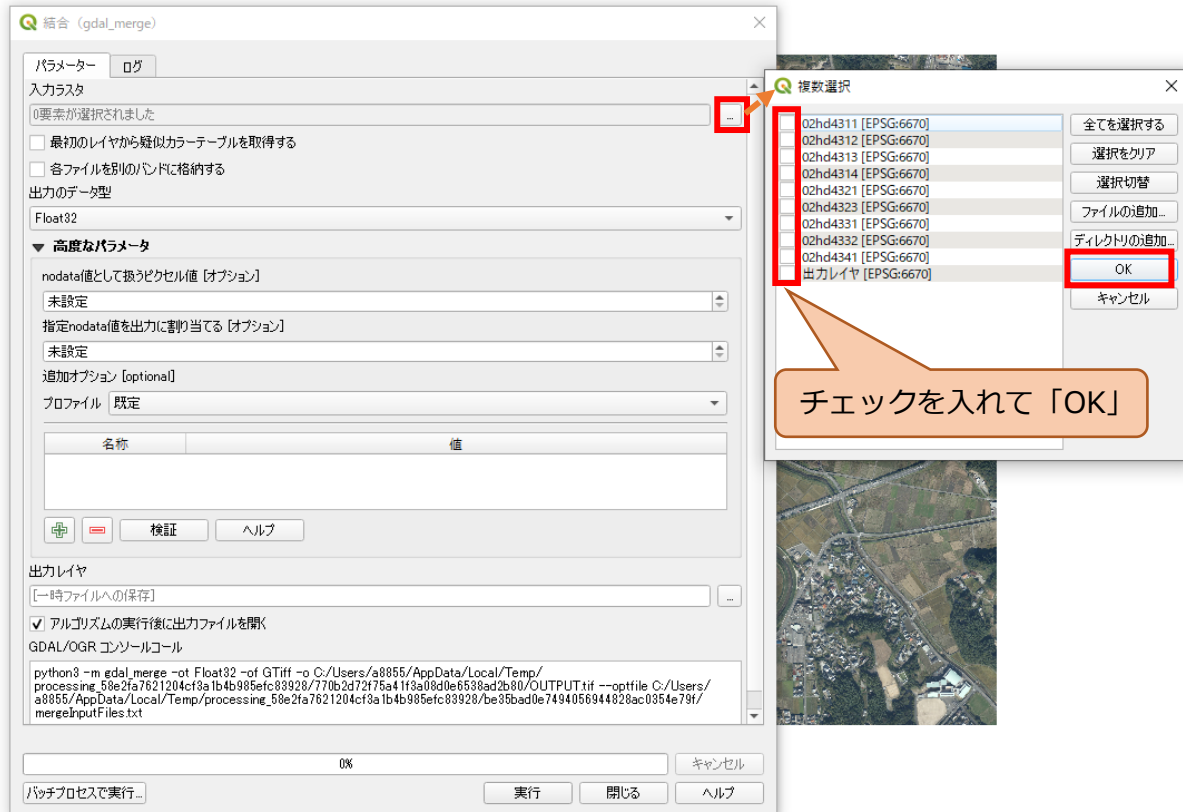
2. 座標系を設定します。方法については P39-40 を参照してください。



3. 複数の画像に分かれている場合は、読み込んだ画像を一枚に結合します。「ラスタ」、「その他」、「結合」の順にクリックします。



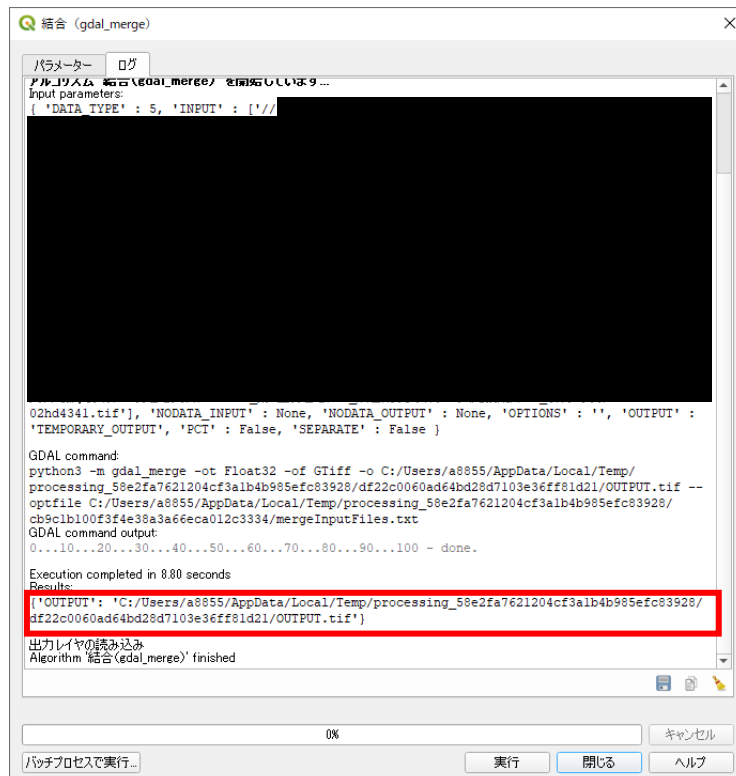
4. 結合ダイアログが表示されます。「入カラスタ」ですべての画像を選択します。



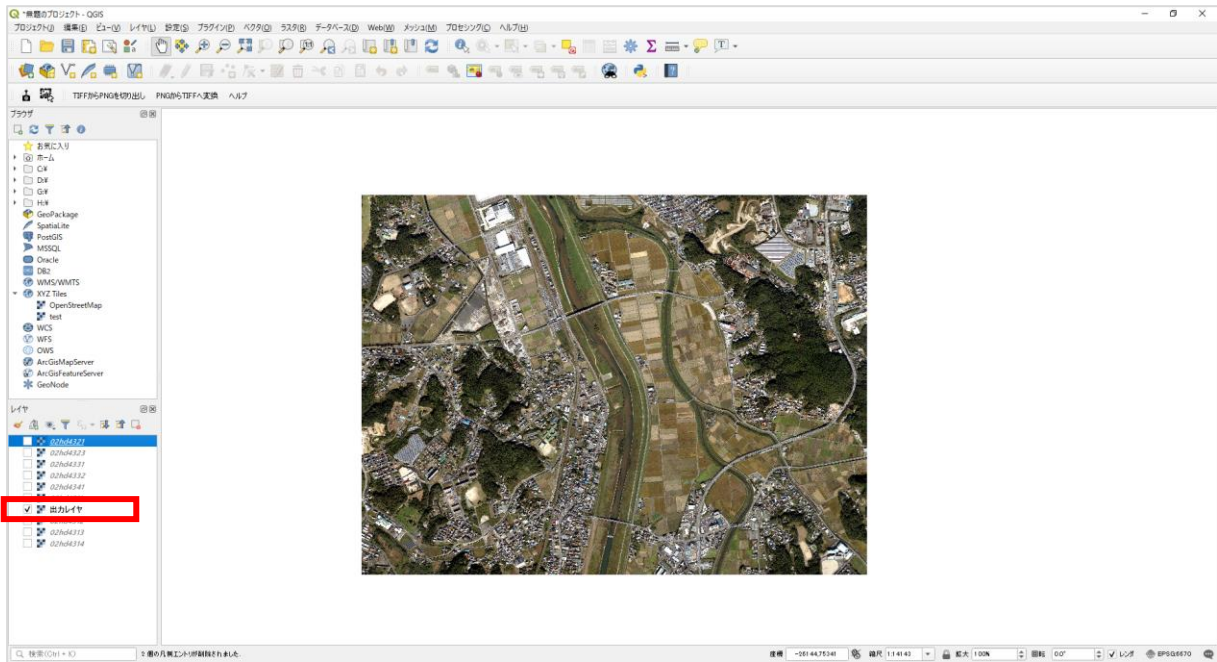
5. 「実行」をクリックします。



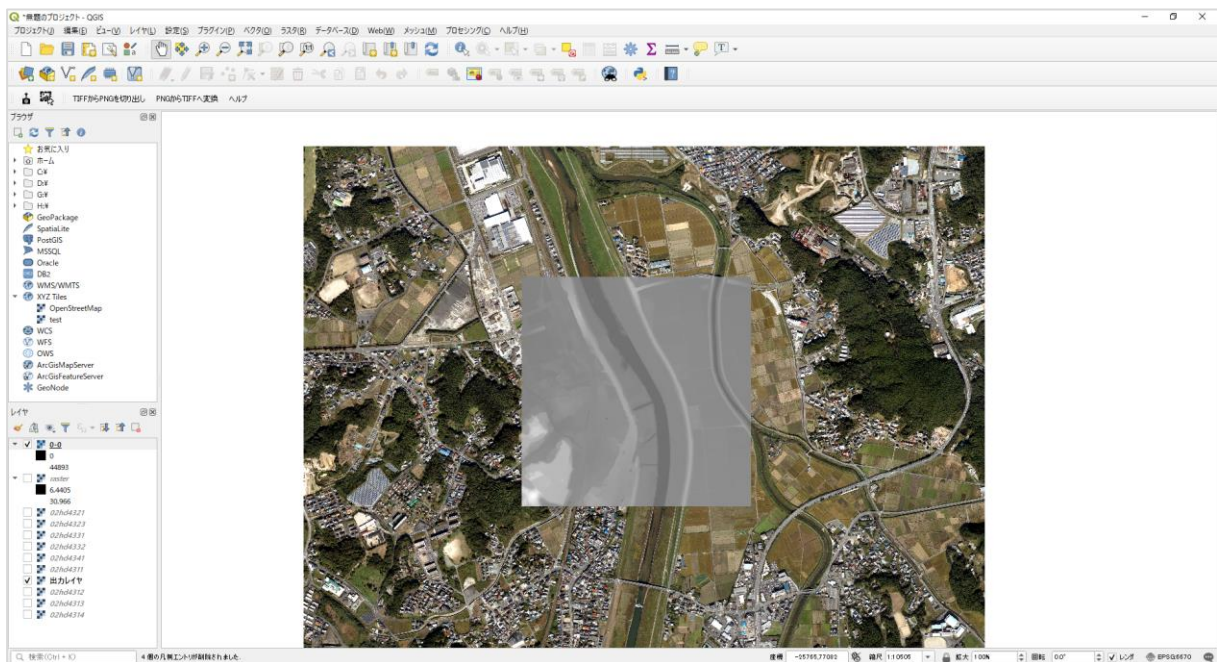
6. 処理が完了すると、結合した画像のファイルパスが表示されます。



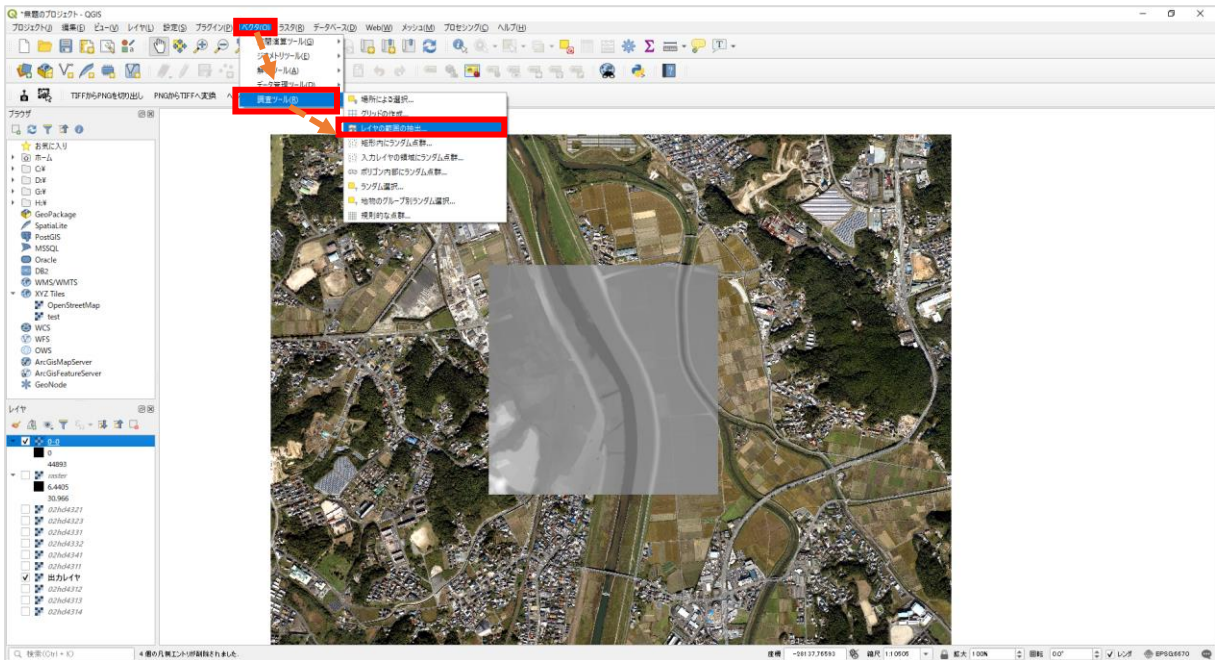
7. 結合ダイアログの「アルゴリズムの実行後に出力ファイルを開く」にチェックが入っていると、QGISに結合後の画像が自動でインポートされます。



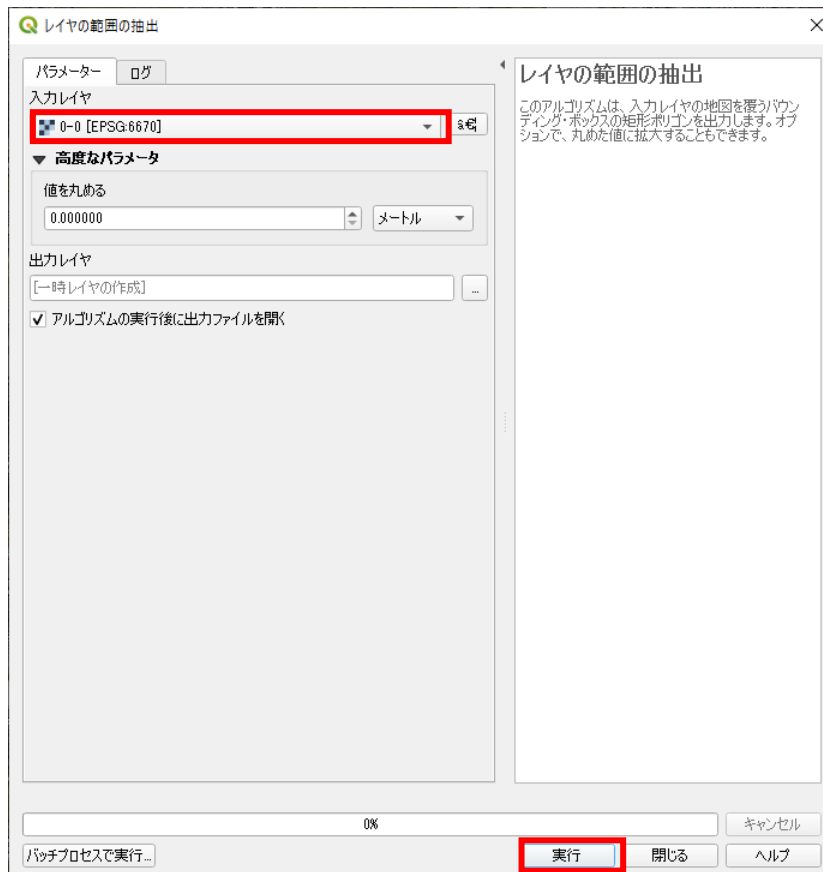
8. 以上の画像に P44 で作成した PNG ファイルを読み込んで、重ね合わせます。



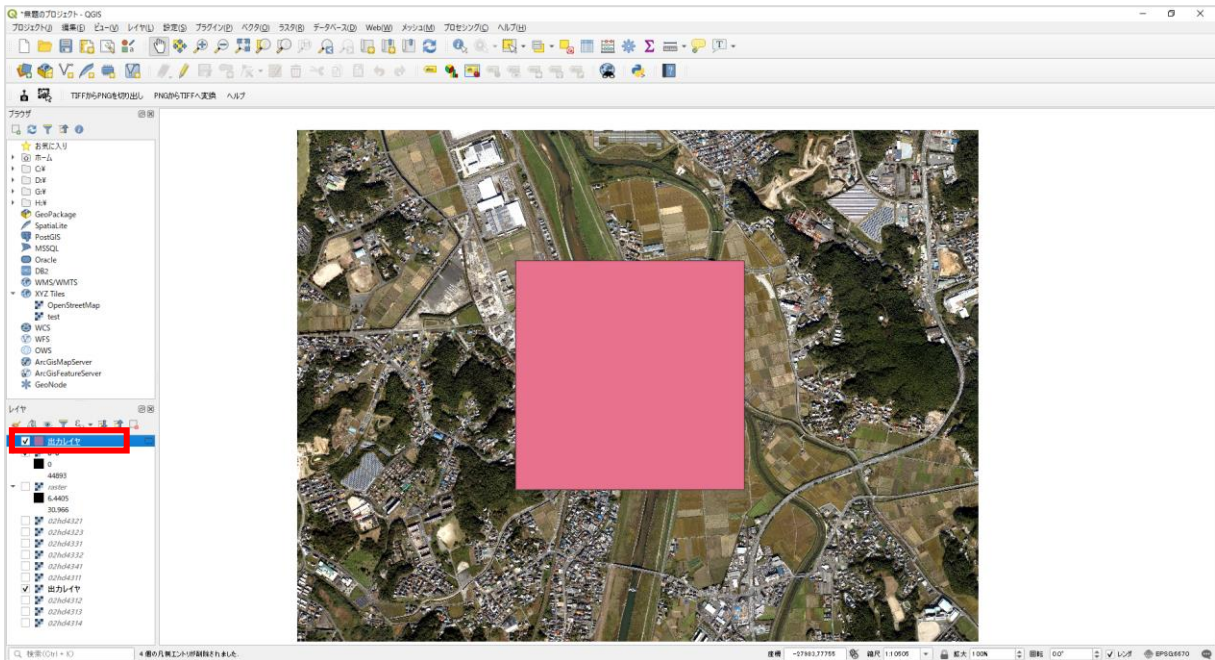
9. オルソ画像を切り抜き範囲としての PNG ファイルの範囲 (以下、マスクレイヤ) を抽出します。「ベクタ」、「調査ツール」、「レイヤの範囲の抽出」をクリックします。



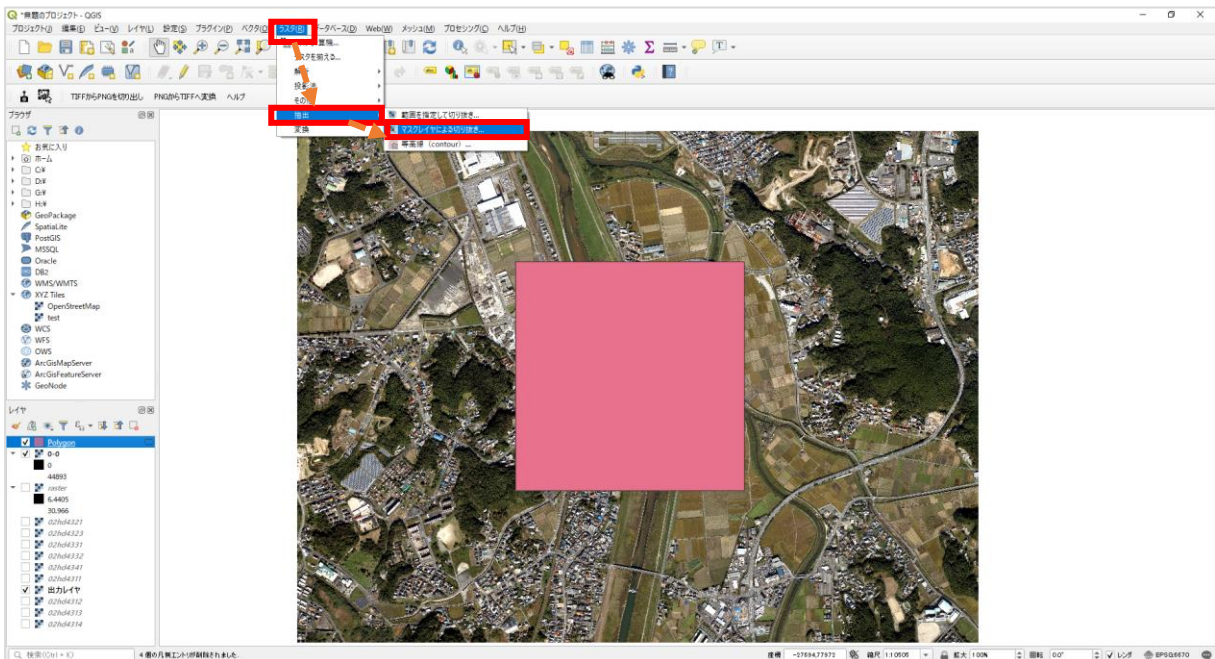
10. 以下のダイアログが表示されます。「入力レイヤ」に PNG ファイルを入力し、実行します。



11. マスクレイヤが抽出できました。「出力レイヤ」として読み込まれています。先程の結合後のオルソ画像と名前が重複する場合は、どちらかの名前を変更します。

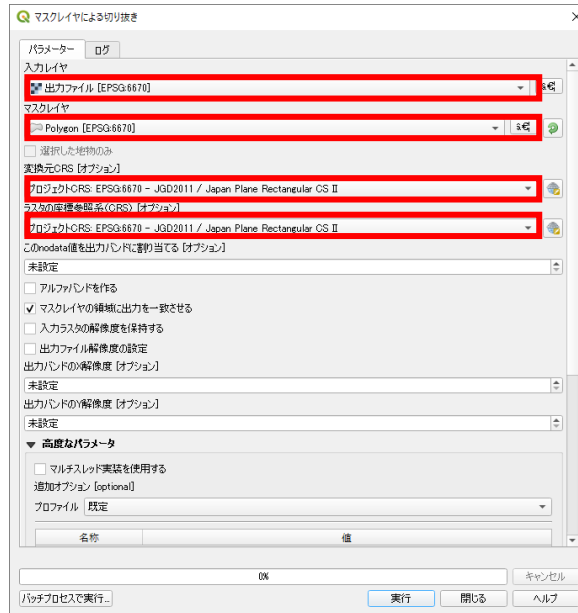


12. マスクレイヤでオルソ画像を切り抜きます。「ラスタ」、「抽出」、「マスクレイヤによる切り抜き」をクリックします。

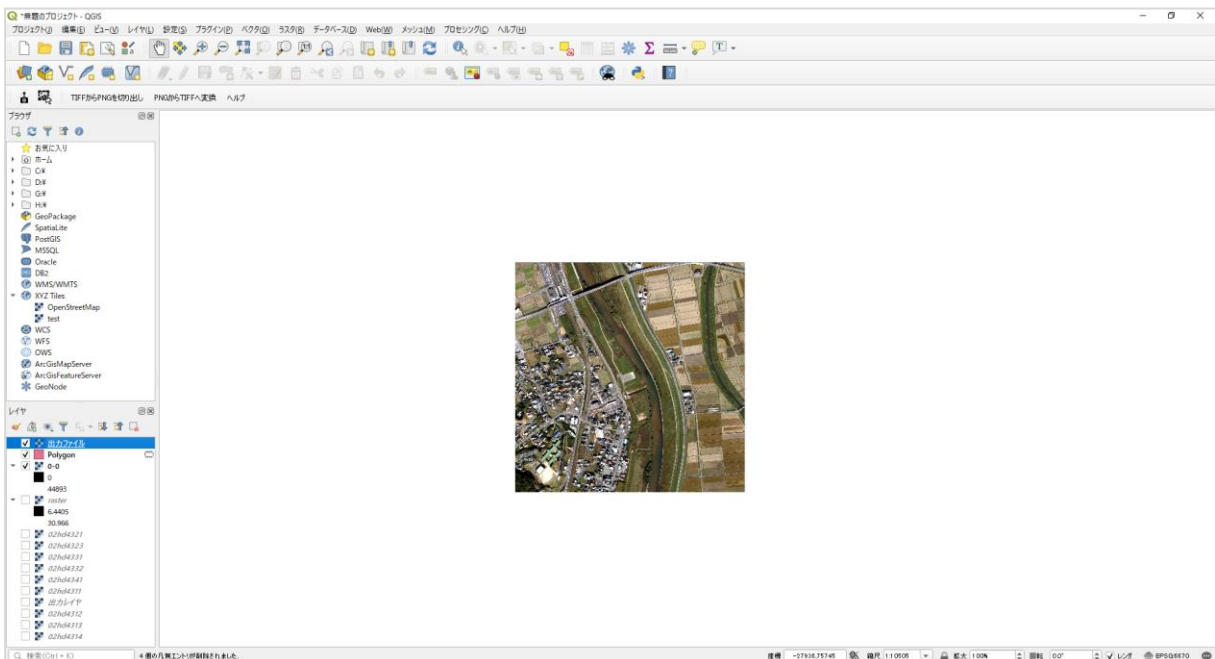


13. 表示されるダイアログに以下の項目を入力して実行します。

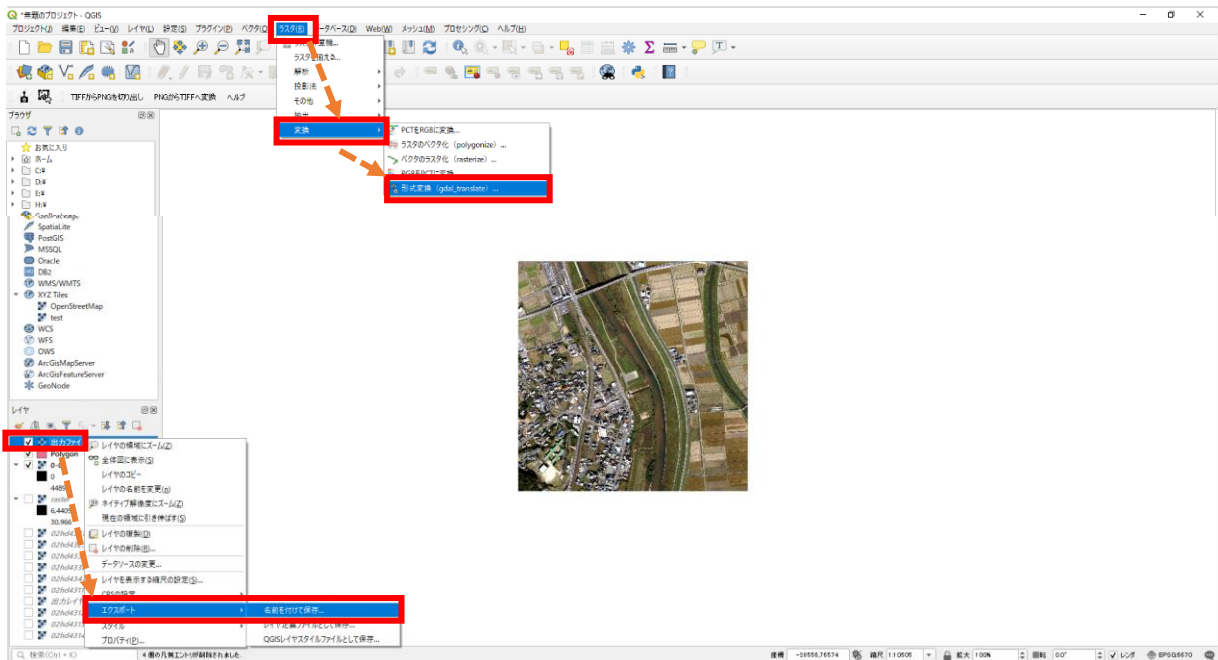
- ・ 「入力レイヤ」 : オルソ画像
- ・ 「マスキレイヤ」 : 前頁で抽出した PNG ファイルの範囲
- ・ 「変換元 CRS」 : 任意の座標系
- ・ 「ラスタの座標参照系」 : 「変換元 CRS」と同様の座標系



14. オルソ画像の切り抜きができました。

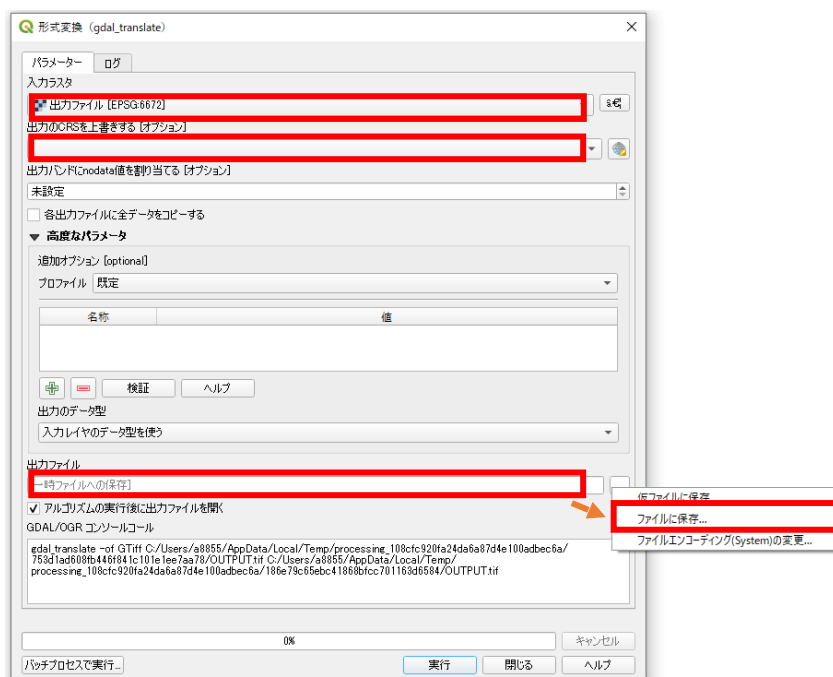


15. 切り抜いたオルソ画像は GEOTIFF 形式となっています。Unreal Engine に読み込むことができるように PNG 形式に変換をします。「ラスタ」、「変換」、「形式変換」をクリックします。



16. 表示されるダイアログの以下の項目を入力し「実行」をクリックします。これでオルソ画像の切り抜きは完了です。

- ・ 「入力レイヤ」 : 切り抜いたオルソ画像
- ・ 「マスキレイヤ」 : 任意の座標系
- ・ 「出力ファイル」 : ファイルの名前、保存場所、形式 (PNG 形式)



【参考】マスキレイヤの外周線を書き出す

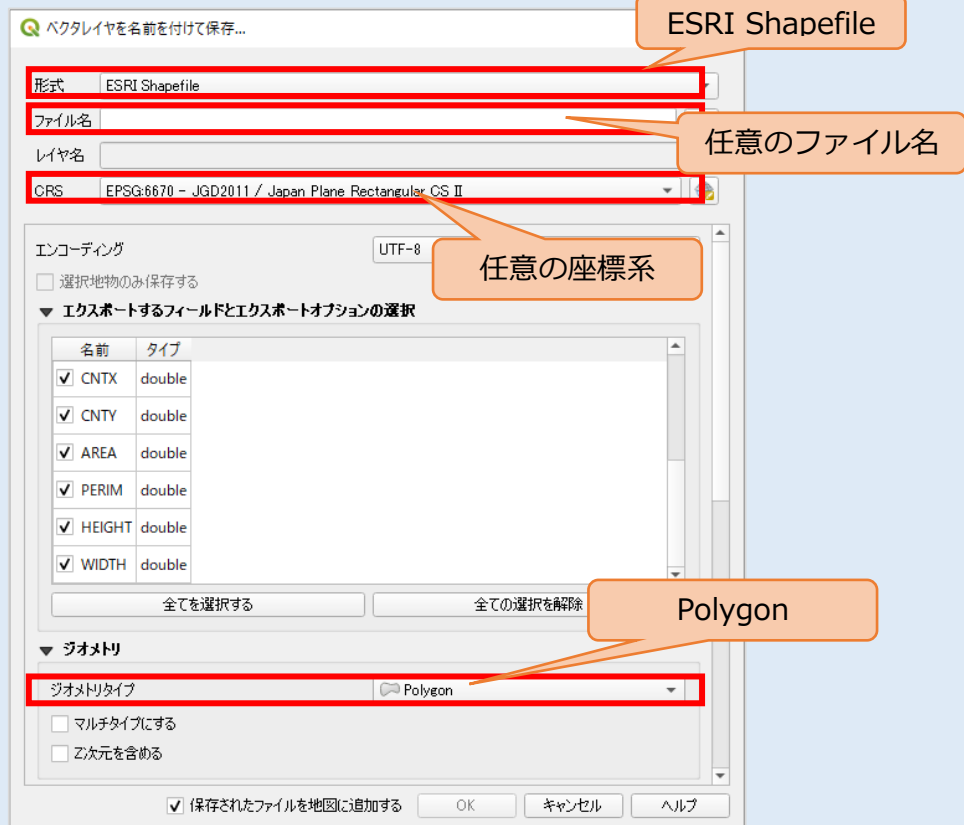
ここでは、オルソ画像を切り抜くためにマスキレイヤを作成しましたが、このマスキレイヤの外周線をシェープファイルとして書き出すことで、3D モデリングソフト等に読み込みことが可能になります。

この方法は後述するゲームエンジンへの BIM/CIM モデルの読み込みにおいても使用します。

- レイヤパネルでマスキレイヤを選択し、「エクスポート」、「地物を保存」を選択します。



- 以下の項目を入力し「OK」をクリックして書き出します。



4. ゲームエンジンを用いた河川空間デザイン

4.1. ゲームエンジンの構成

ここからはゲームエンジンを使用した河川空間デザインについて解説をします。

本マニュアルでは、ゲームエンジンとして Unreal Engine を使用します。Unreal Engine の大きな構成としてソフト本体とプロジェクトファイルから構成されます。

プロジェクトファイルには、環境設定と 3D モデルファイルが含まれています。

環境設定は、VR の設定や仮想空間の共有設定、プラグイン類などが含まれており、3D モデルファイルは地形モデルと構造物モデル、環境再現用の植生モデル等に加えて、見え方を決定する色や質感の情報が含まれたテクスチャファイルから構成されています。

測量や BIM/CIM データ、施工データの関係性は以下の通りです。基本的にデータの交換は可能になります。

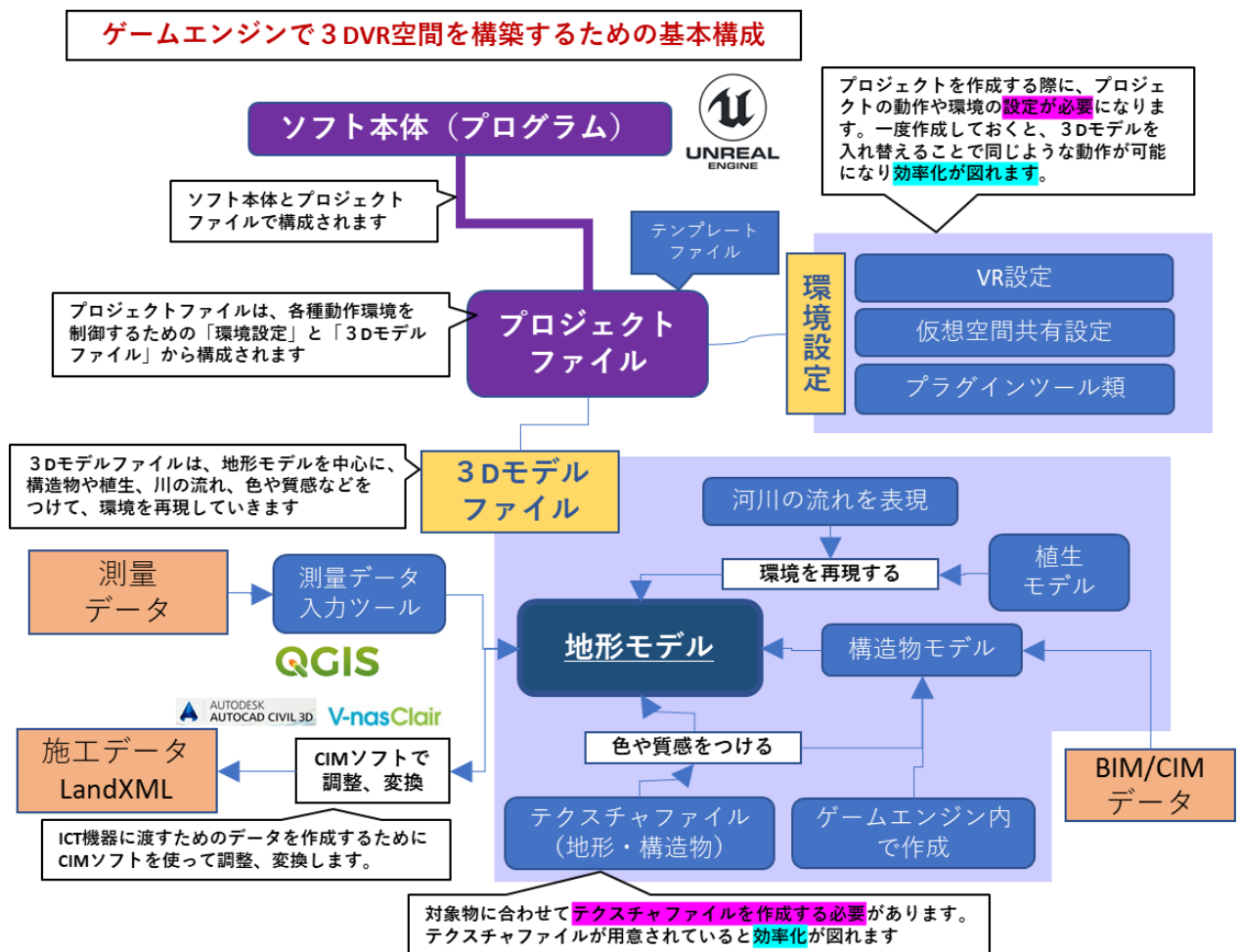
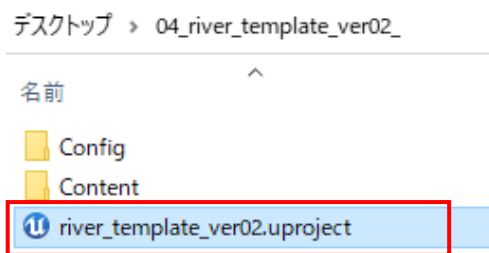


図 ゲームエンジンで 3DVR 空間を構築するための基本構成

4.2. ゲームエンジンの使用環境の準備

4.2.1. テンプレートの展開

1. 本マニュアルと同様に配布されているテンプレートファイル「river_template_ver02」を解凍します。内容は下図のようになっており、赤枠のファイルがアプリケーションファイルになります。ファイル名を任意の名前に変更し（半角英数字 20 文字以内を推奨します）、ダブルクリックして開きます（以後、作業中のファイルとします）。一度テンプレートファイルを開くと、他のフォルダが生成されますので、内容が下図と変わりますが問題はありません。

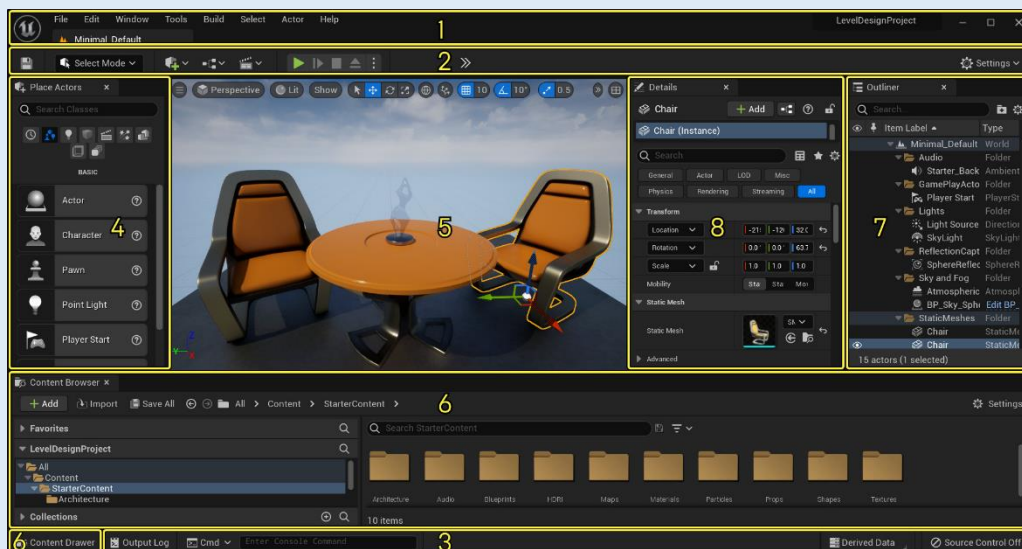


【参考】Unreal Engine の画面構成

Unreal Engine は以下のような画面構成になっています。各種機能については、下記のUnrealEngine5 ドキュメントをご確認ください。

<https://docs.unrealengine.com/5.1/ja/level-editor-in-unreal-engine/>

なお、各種バー、タブが非表示の場合には、画面上部の「ウインドウ」から表示への切り替えを行います。



- ①タブバーとメニューバー ②ツールバー ③下部ツールバー ④アクタを配置/モード
⑤ビューポート ⑥コンテンツブラウザ/コンテンツ ⑦アウトライナ ⑧詳細

図 Unreal Engine の基本画面

【参考】テンプレートと Collab Viewer について

今回利用する「river_template_ver02.uproject」テンプレートは Unreal Engine の Collab Viewer テンプレートをベースにしています。Collab Viewer テンプレートとは、複数のユーザーで同一の仮想空間を共有する機能を有したテンプレートです。

「river_template_ver02.uproject」は、この Collab Viewer に河川空間の構築に必要な材料マテリアルや線形構造物の作成プログラムを組み込んだものです。

※本テンプレートの Collab Viewer の機能は Unreal Engine のバージョン 4.26 の機能を搭載しています。

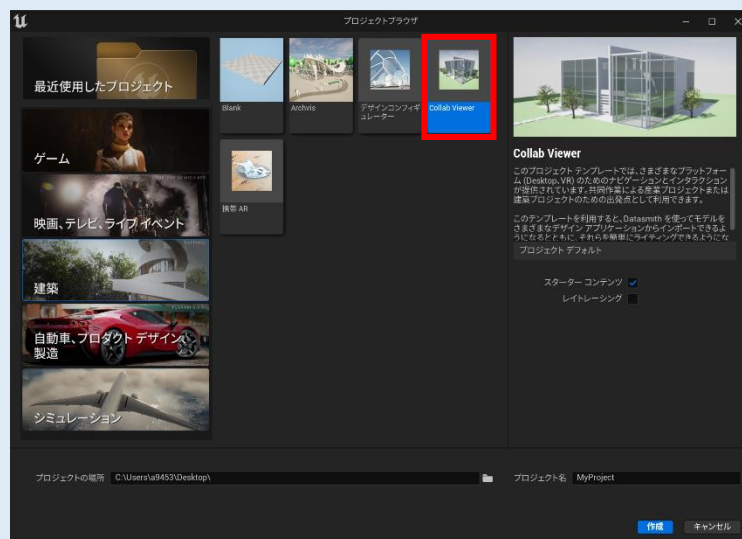
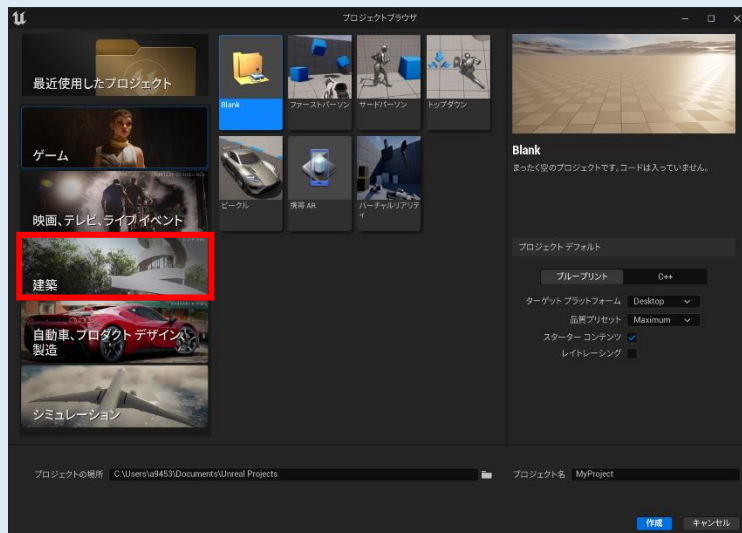
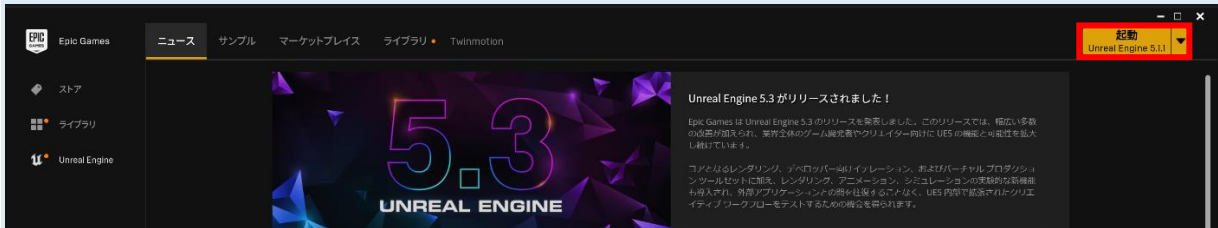


図 Collab Viewer の起動方法

4.2.2. アセットの準備

テンプレートファイル「river_template_ver02」には、河川空間をデザインする上で必要なアセット（モデルやテクスチャ）が同梱されています。これらのアセットを使うことで河川空間のデザインは可能ですが、より幅の広いデザインを行うためには、アセットを販売・配布するライブラリ等の利用も有効です。

本マニュアル・テンプレートは、以下のアセットパックの利用を想定しています。どちらも Unreal Engine では無料で利用可能なアセットですが（2023年12月末時点）、アセットの利用には販売・配布元の規約等を確認するようにしてください。

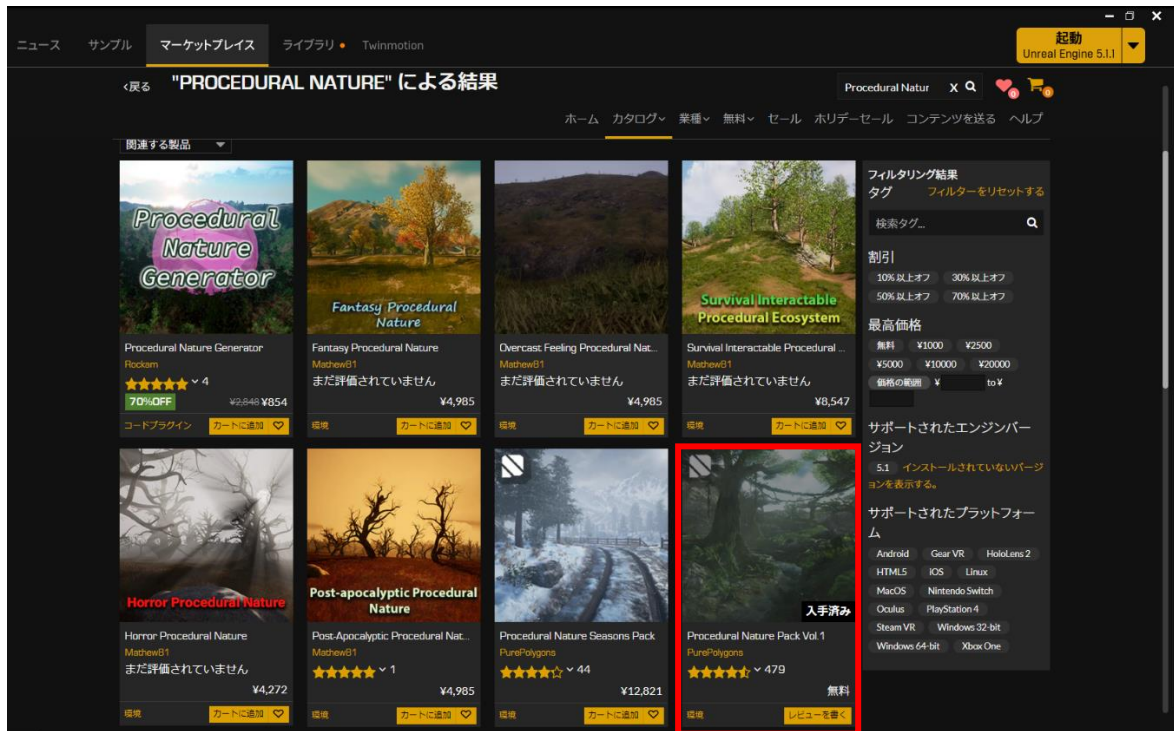
表 本マニュアル・テンプレートで使用を想定するアセットパック

公開元	アセットパック名	主なモデル・テクスチャ
Unreal Engine Market Place	Megascans Meadow Pack	植生 等 ※ランドスケープマテリアルには、このアセットの植生を設定していません。アセットを入れていない場合には植生が表現されません。
	Procedural Nature Pack Vol.1	河川の流水 等

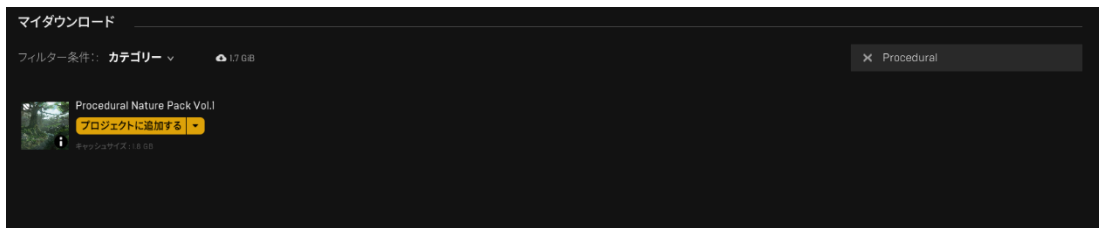
なお、アセットパックに含まれるすべてのアセットを導入すると、プロジェクトファイルのファイルサイズが大きくなる恐れがあります。そのため、アセットパックに含まれるすべてのアセットを一旦空のプロジェクトファイルに保存し、そこから必要なものだけを作業中のファイルに移行する方法を説明します。PCのストレージが十分な場合、必要なアセットの判断が付かない場合は、アセットパック中のすべてのアセットを導入していただいて構いません。

ここでは、「Procedural Nature Pack Vol.1」を例に、先ほど展開した作業中のファイルに「master_river_spline」のみを導入する方法を説明します。

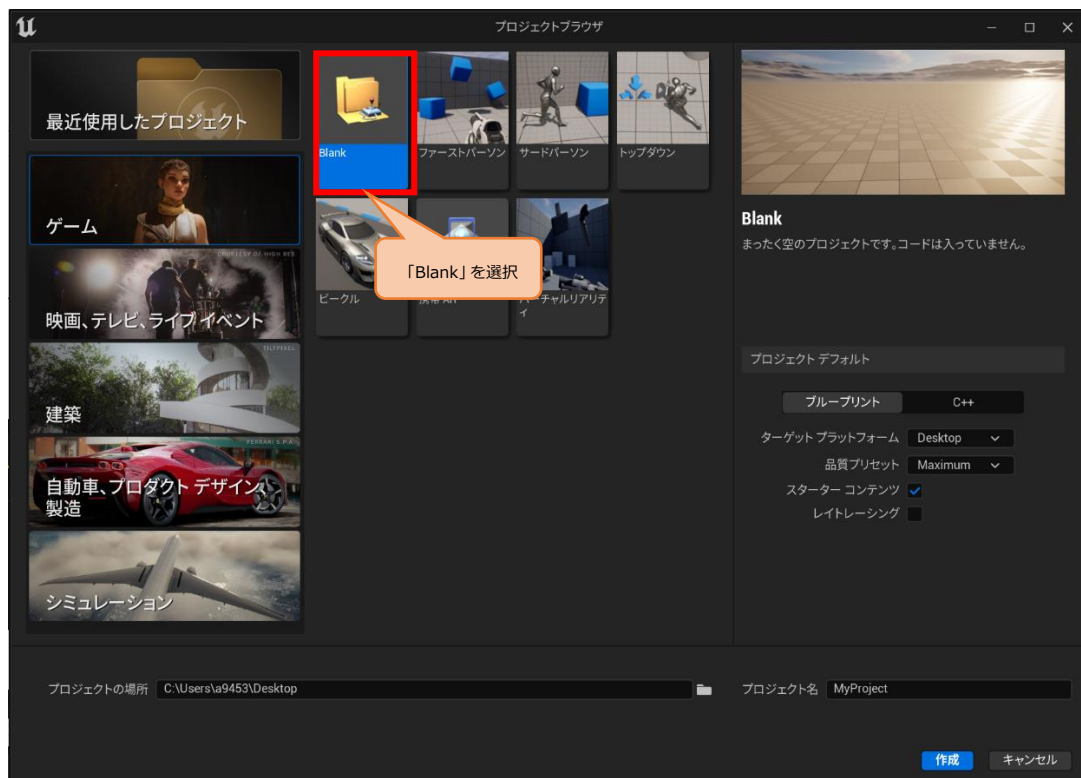
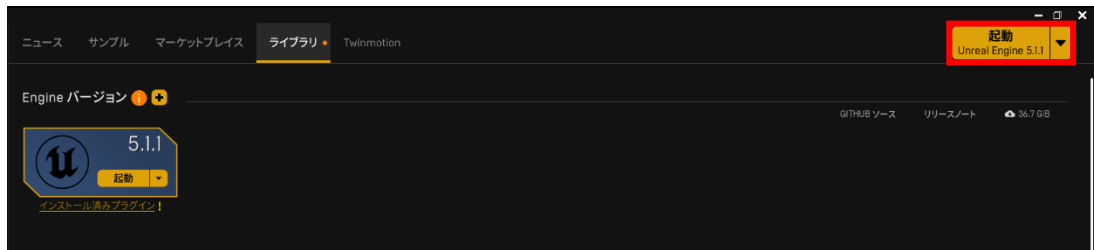
1. 「Epic Games Launcher」を起動し、「マーケットプレイス」のカタログから「Procedural Nature Pack Vol.1」を検索し、カートに入れて購入します（「Procedural Nature Pack Vol.1」は無料ですが、購入と同様の操作を行います）。

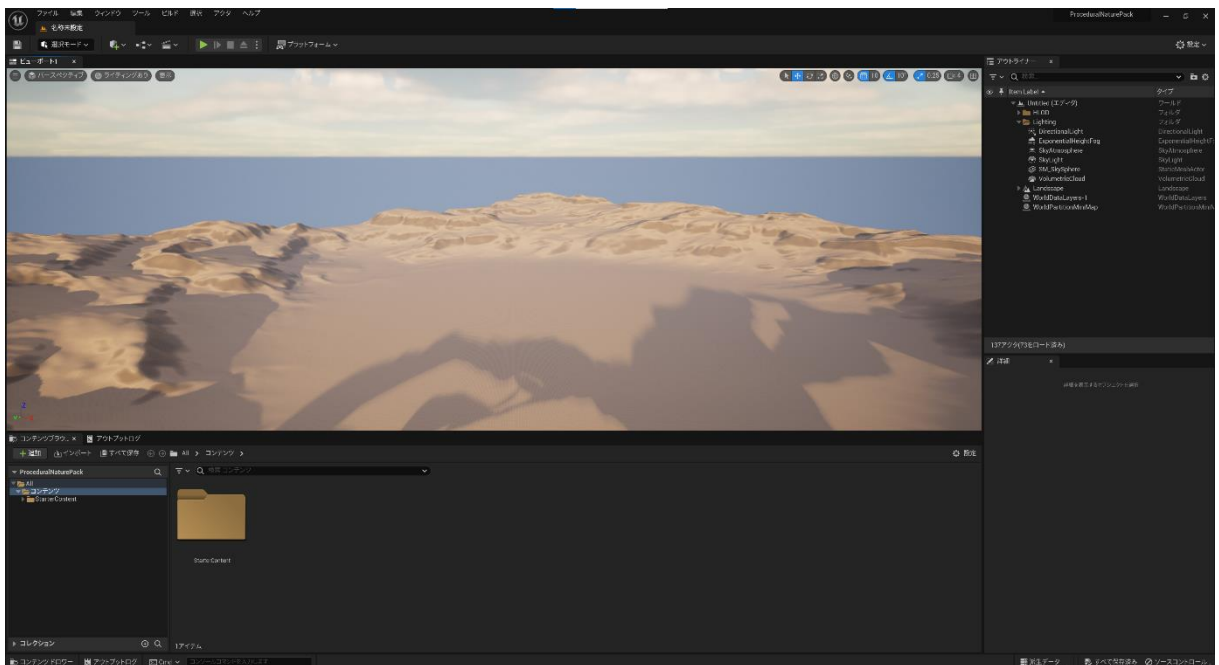
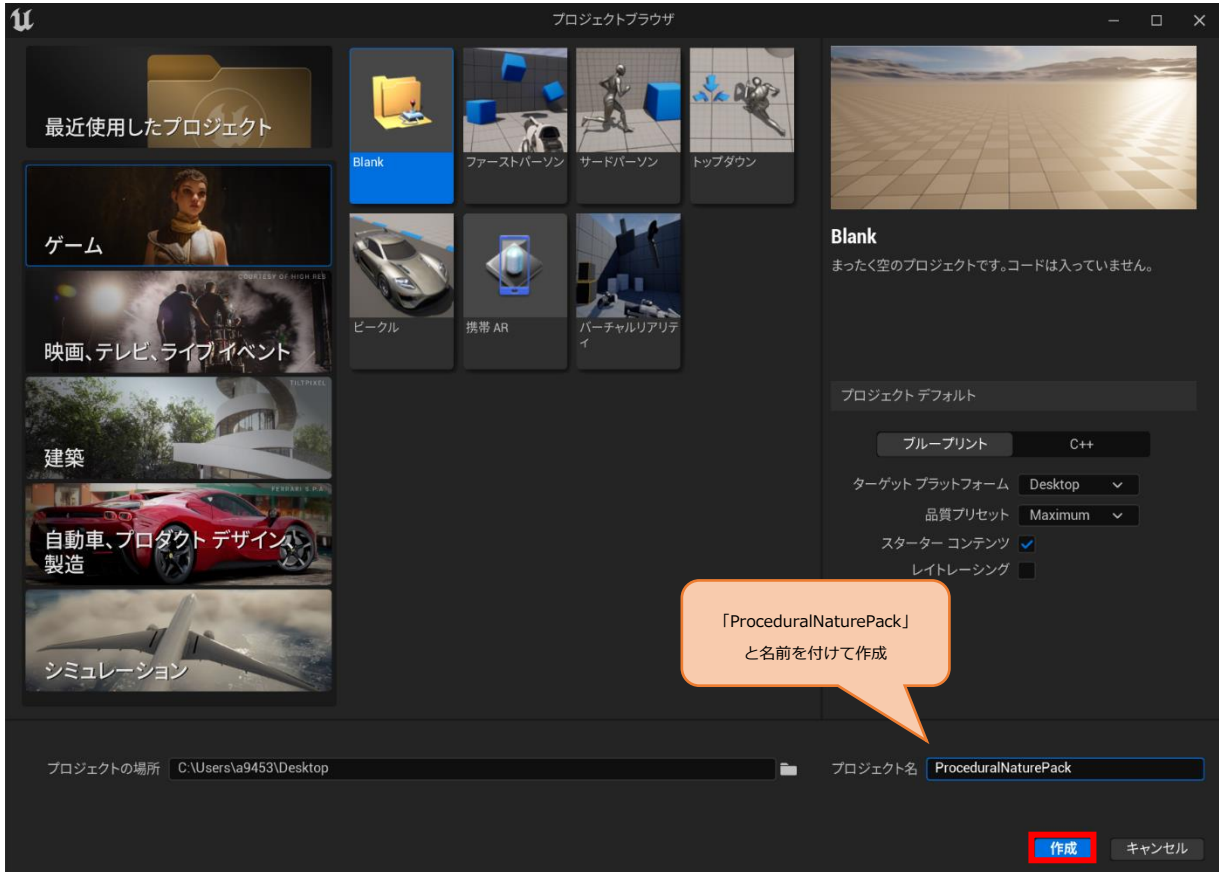


2. 購入したコンテンツは「Epic Games Launcher」の「ライブラリ」、「マイダウンロード」に追加されます。アセットパック中のすべてのアセットを導入する場合は、ここで「プロジェクトに追加する」をクリックし、作業中のファイルを選択してください。

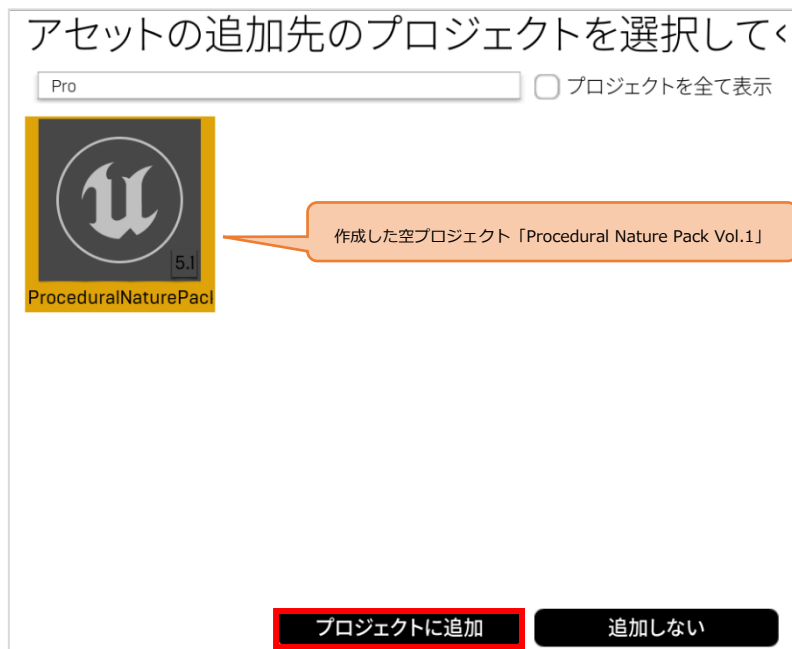


3. 新しいプロジェクト（空プロジェクト）を作成します。「Epic Games Launcher」の右上の「起動」をクリックして、以下の手順でプロジェクトの作成を進めます。

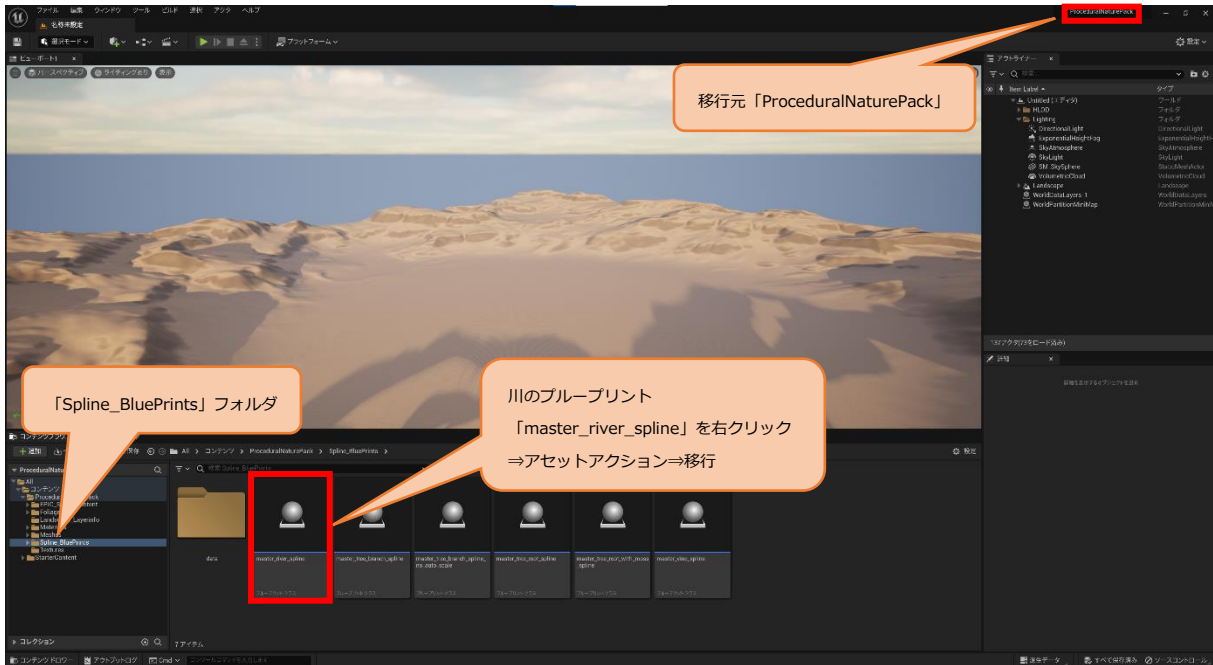




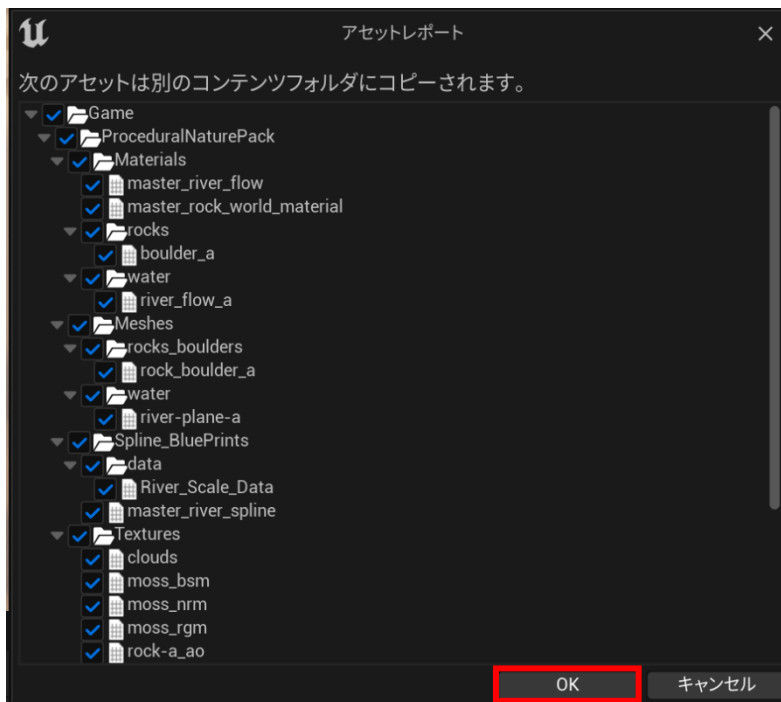
- 「Epic Games Launcher」をもう一度起動し、「マイダウンロード」の中にある「Procedural Nature Pack Vol.1」を空プロジェクトに追加します。



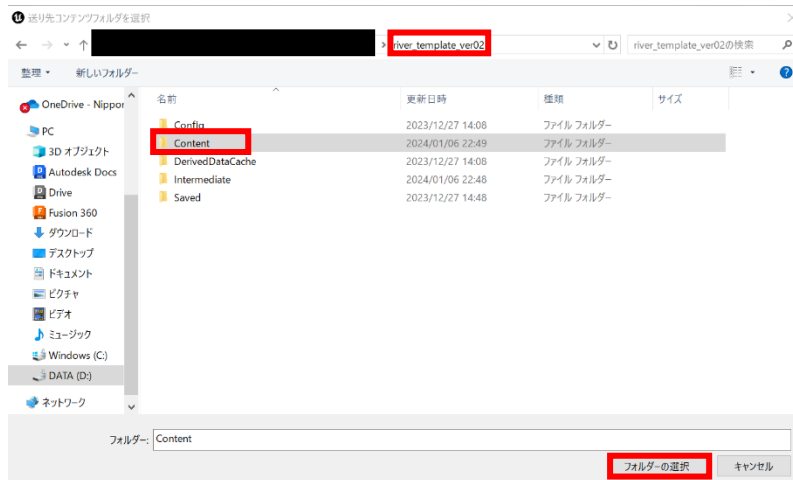
5. 空プロジェクトに追加された「Procedural Nature Pack Vol.1」を作業中のプロジェクトに取り込みます。先述の通り、必要なアセットのみ選択をします。選択は「コンテンツブラウザ」から行います。「Spline_BluePrints」フォルダの「master_river_spline」を右クリック、「アセットアクション」、「移行」を選択します。



6. 下図のチェックボックスはそのまま、OK をクリックします。



7. 移動先となる作業中のファイルを選択します。

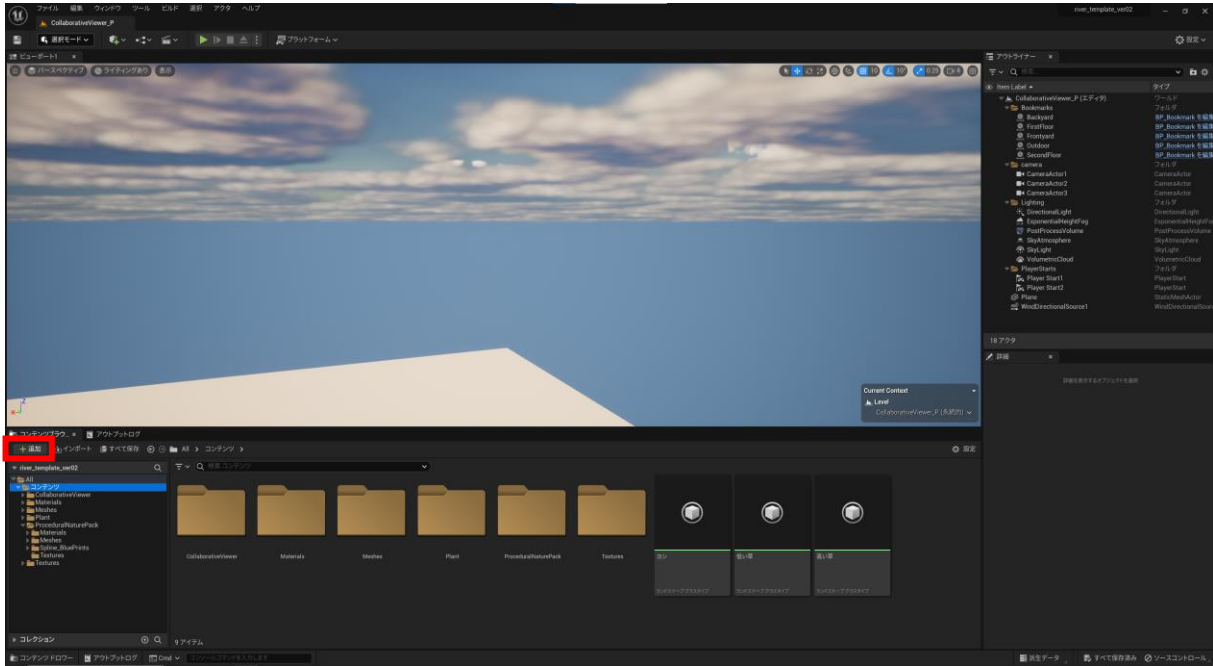


8. 移行が完了すると、作業中のファイルの「コンテンツブラウザ」に新たな階層（ここでは「Procedural Nature Pack」）が作成され、その中に「master_river_spline」が格納されます。同様の手順で、他のアセットパックも導入を進めます。

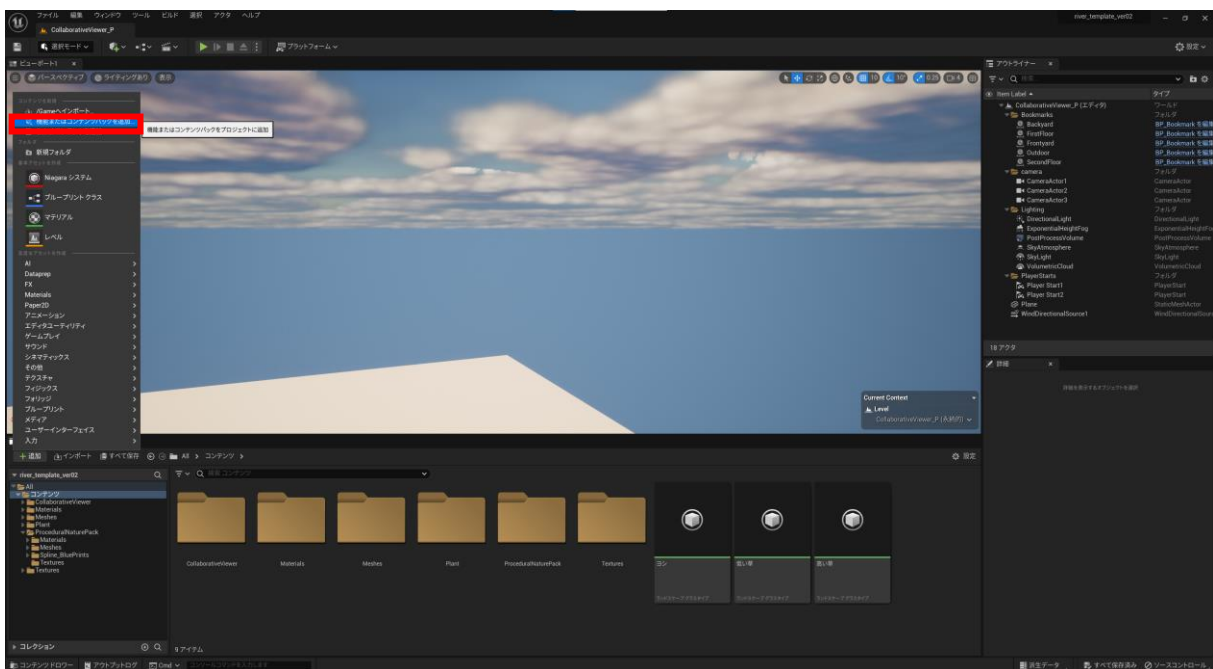


アセットの販売・配布ライブラリの他、Unreal Engine に直接導入可能な「Starter Content」も数多くのアセットを取りまとめた、有用なアセットパックです。以下の手順で「Starter Content」も利用ができる状態に変更します。

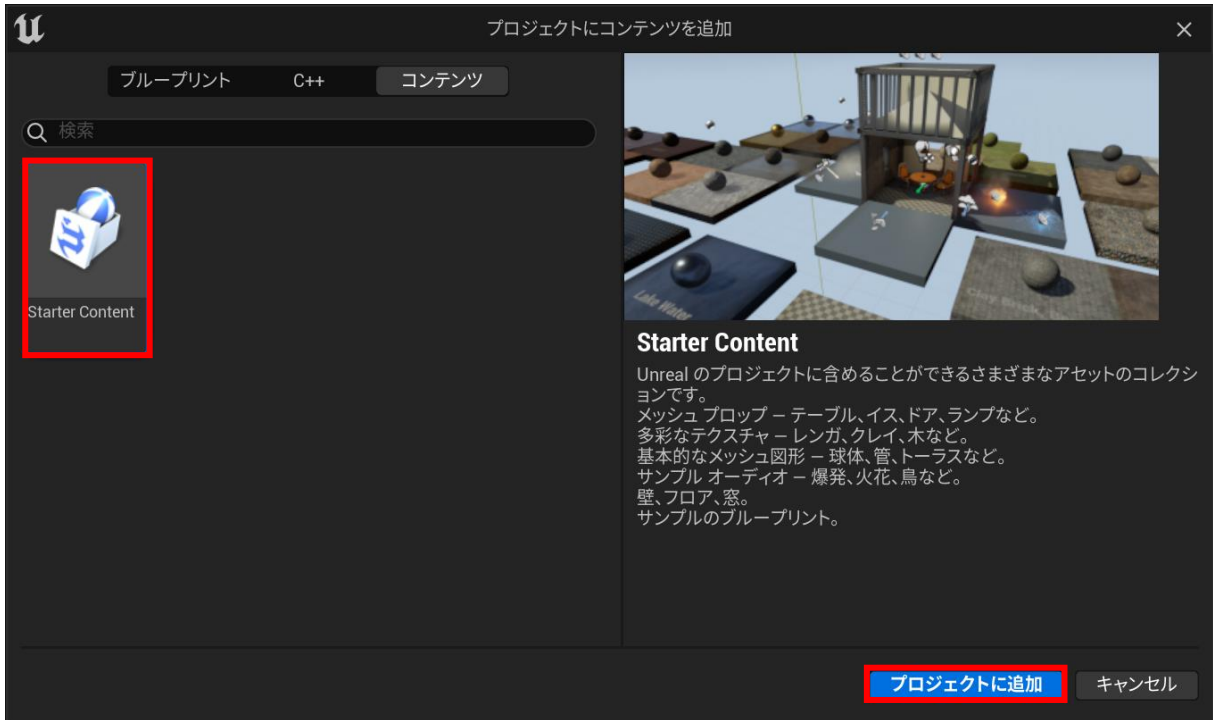
1. 作業中のファイルを開き、「インポート」をクリックします。



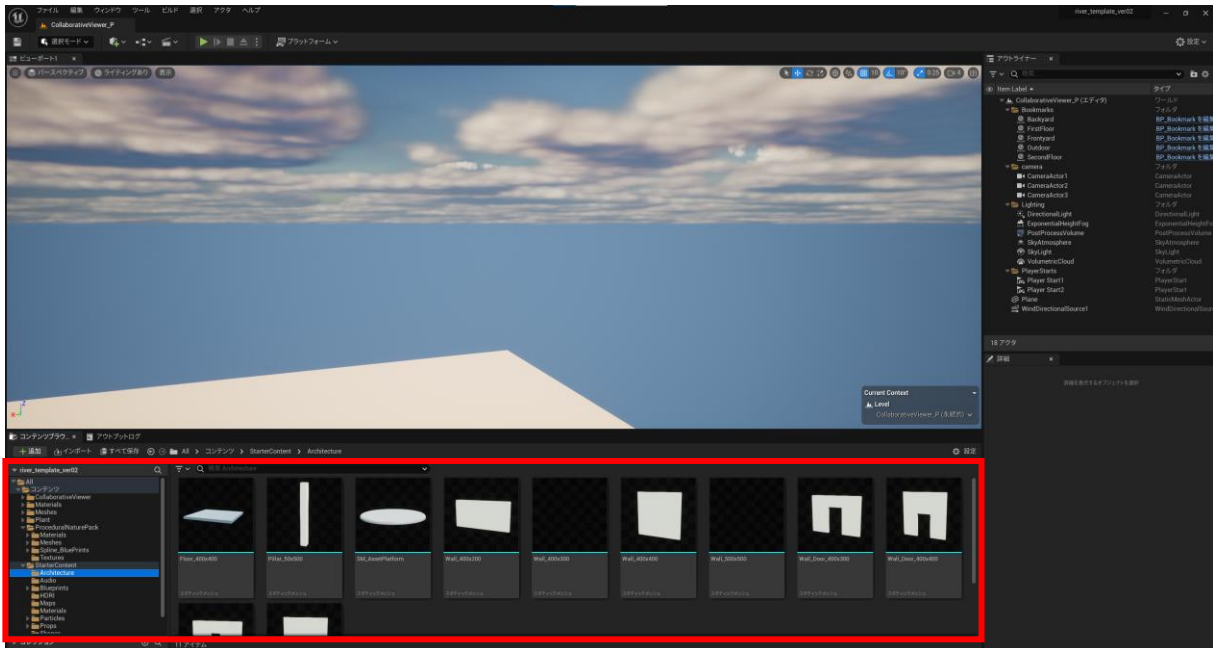
2. 「機能またはコンテンツパックを追加」をクリックします。



3. 「Starter Content」を選択し、「プロジェクトに追加」をクリックします。



4. 「Starter Content」が導入できました。



【参考】 QuixelBridge を利用したアセットの入手

ここでは、Unreal Engine Market Place からのアセット入手方法を示しましたが、そのほかでは、QuixelBridge を用いると、Unreal Engine では無料で利用可能なアセットを入手することができます。詳細は QuixelBridge (<https://quixel.com/bridge>) でご確認ください。

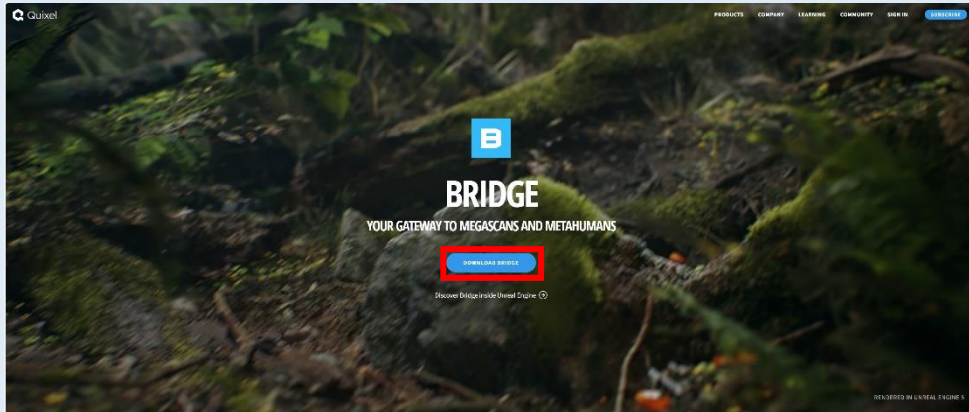


図 Bridge のダウンロード画面

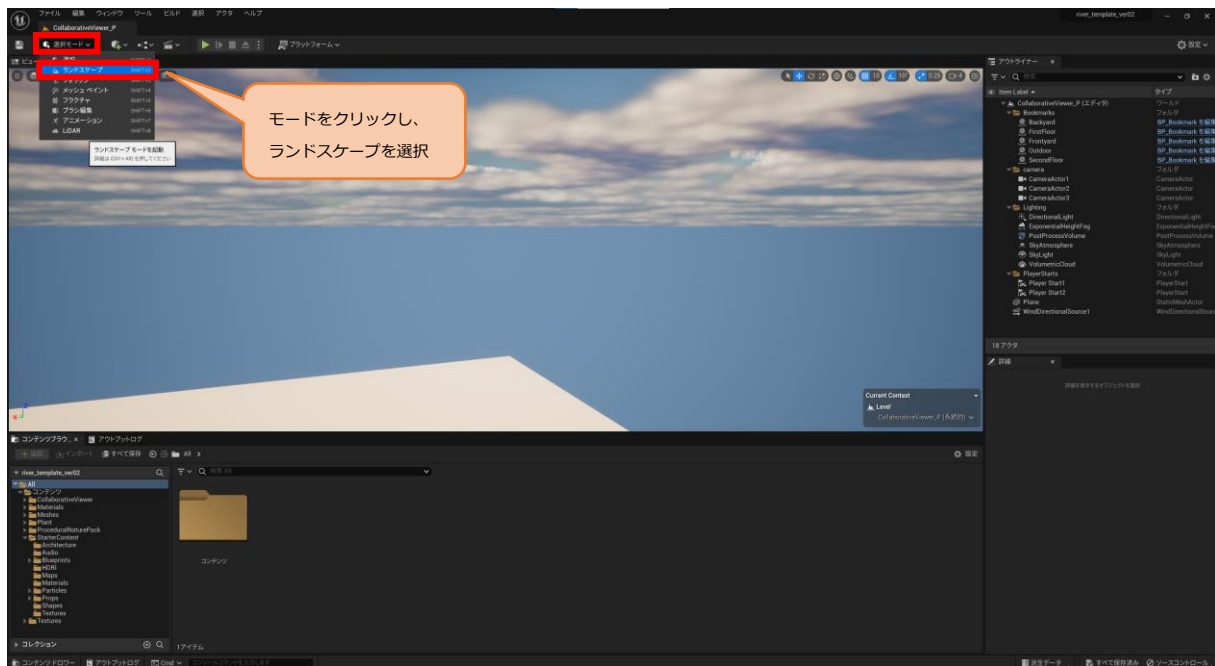
4. 3. ゲームエンジンを活用した河川空間デザインの方法

4. 3. 1. 現況地形の再現

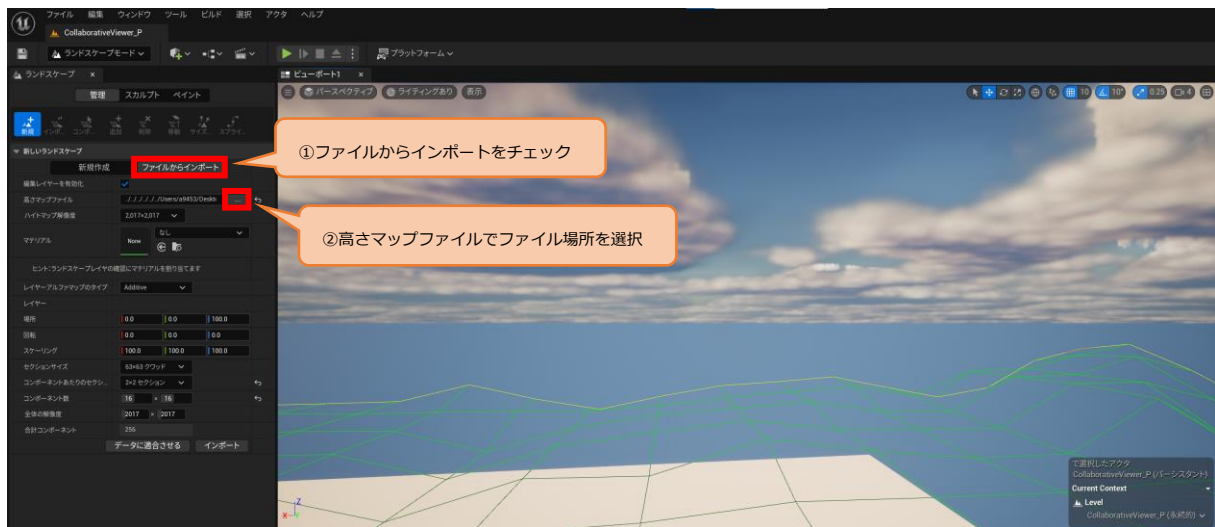
(1) 地形のインポート

前述の DemConverter でゲームエンジン用に変換した PNG 形式の地形データを用います。手順は以下になります。

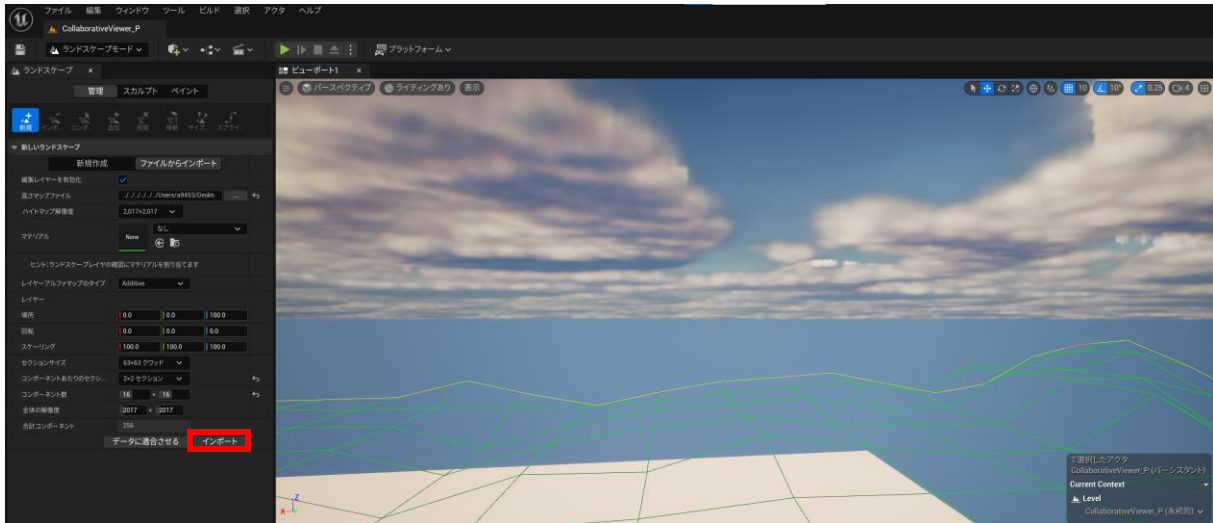
1. 作業中のファイルを開き、「ツールバー」の「モード」から「ランドスケープ」を選択します。



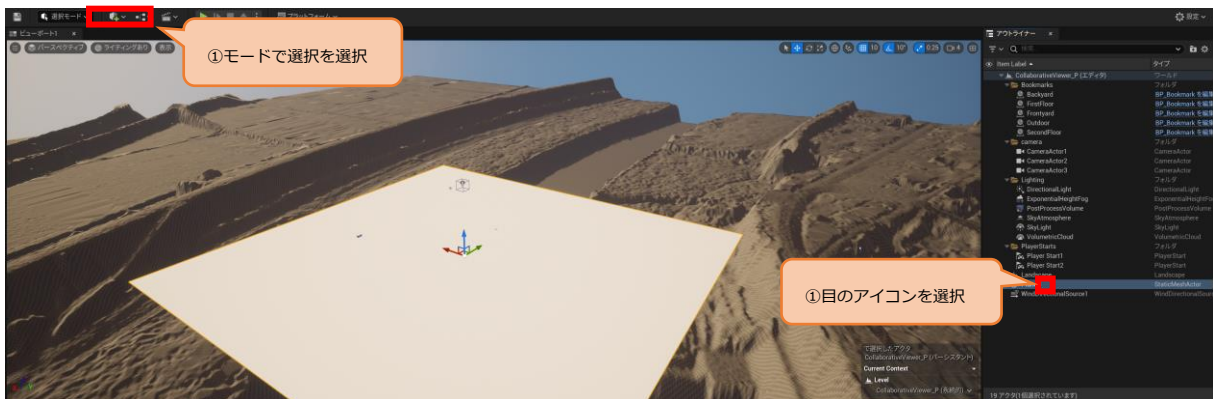
- 画面左に「ランドスケープ」が表示されますので、「ファイルからインポート」にチェックを入れ、「高さマップファイル」から読み込む PNG 形式の地形データを選択します。



3. 「インポート」をクリックします。



4. 以上で地形データのインポートが完了しましたが、空間中に板「Plane」が配置されており、地形の視認を妨げる。下図の手順で、画面右の「アウトライナ」から「Plane」を非表示にすることで、後の作業が行いやすくなります。



5. 次に読み込んだ地形を実際の大きさに調整します。地形データの大きさの調整には、「詳細パネル」中の「トランスフォーム」の「位置」及び、「拡大・縮小」にそれぞれ変換用の数値を入力します。



それぞれに入力する数値は、DemConverter の出力される変換パラメータ (info.csv) の内容から以下の通りに計算します。

- ・「位置」の z : $(src_max + src_min) \div 2 \times 100$
- ・「拡大・縮小」の x : $xRes \times 100$
- ・「拡大・縮小」の y : $yRes \times 100$
- ・「拡大・縮小」の z : $(src_max - src_min) \div 512 \times 100$

xRes 及び yRes src_max 及び src_min

変換パラメータ (info.csv) の記載内容

projWin	projWinSRS	xRes	yRes	src_min	src_max	dst_min	dst_max	elev_lowest	elev_multiplier
[-34291.32104756376,-68662.34867169376,-29721.48230046404,-71114.3374187935]	EPSG:6675	1	1	0	65.535	0	65535	0	0.001

画面範囲
投影座標系
1ピクセルの大きさ (m)
出力した地形の標高範囲 (m)
出力したPNG地形ラスタの範囲 (m)
出力した地形の標高最低値 (m)
PNG1階調当たりの実高さ幅 (m)

ゲームエンジンの読み込みパラメーターは QGISプラグインのDemConverter出力ファイルのinfo.csvから計算

base : 標高0の位置 (LocationのZに入力)
 resolution : ゲームエンジンに取り込む際の高さ方向 (z) のスケール係数 (ScaleのZに入力)

$$base = (src_max + src_min) \div 2 \times 100$$

$$resolution = (src_max - src_min) \div 512 \times 100$$

図 地形データの大きさ調整に必要な変換用数値の計算法

【参考】地形データの再読み込みを想定した地形の作り方

当初は 5mDEM や古い LP データで地形を作成し、事業が進むにつれて新しい測量データなどが入手できて地形データが更新されることがあります。

そのような場合の作業のポイントは以下になります。

- ・地形のレイヤー機能を当初から有効化しておく
- ・新たに読み込む地形データをもともと読み込んでいる地形データにそえる

1. 地形のレイヤー機能の有効化

地形ラスタを再読み込みすることが予想されているときや、編集を何度もやり直すことが予想されている際には、Landscape のレイヤー機能を有効にしておくくと便利です。Landscape の読み込み時には編集レイヤーを有効化にチェックを入れておきます。

画像編集ソフトのように地形の改変をレイヤーとして残すことができるため、編集していた地形の編集内容を新しく読み込んだ地形に反映することができるようになります。



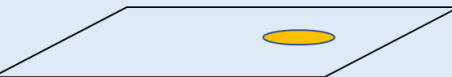
- ・レイヤー構造を持つ画像処理ソフトのように、複数のレイヤを持てるようになる。
- ・編集のやり直しや、特定のレイヤーに与えた編集を消去することができる。
- ・また、ベースの地形の測量結果が新しくなった際など、地形を再読み込みした際に、編集したレイヤは保存されているので、再度編集しなくてよくなる



合成結果



編集レイヤー2



編集レイヤー1

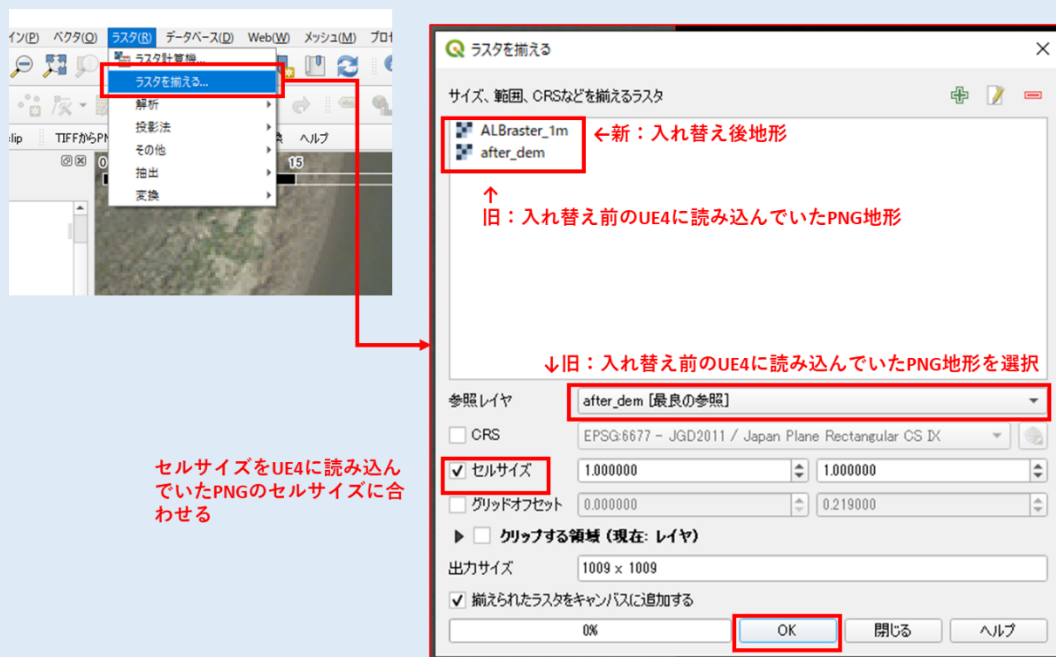


基本のレイヤー



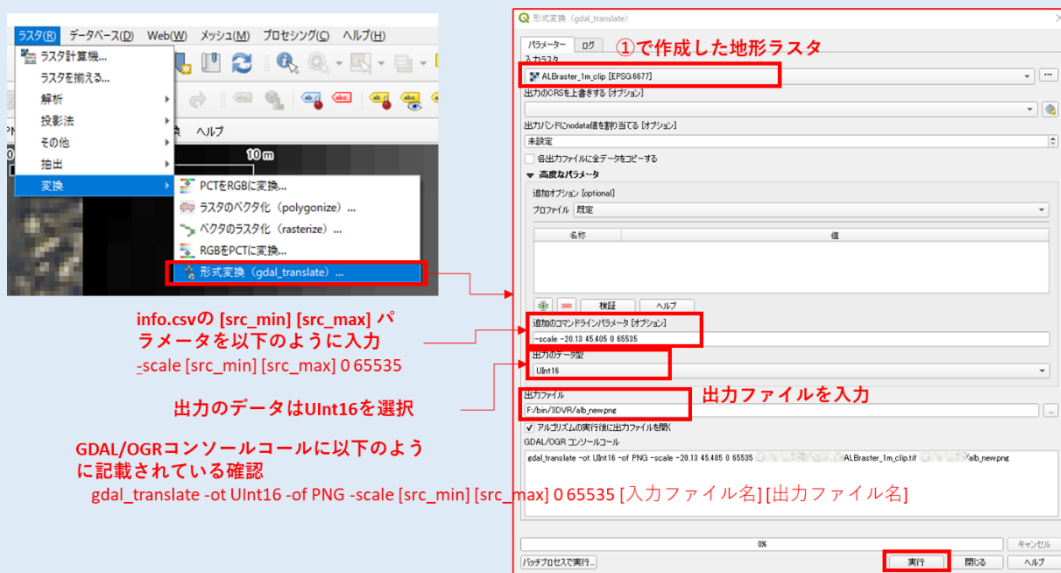
2. 読み込む地形データのそろえ方

QGIS で作業します。まずは、入れ替える DEM の XY グリッドを入れ替え前の DEM にそろえます。

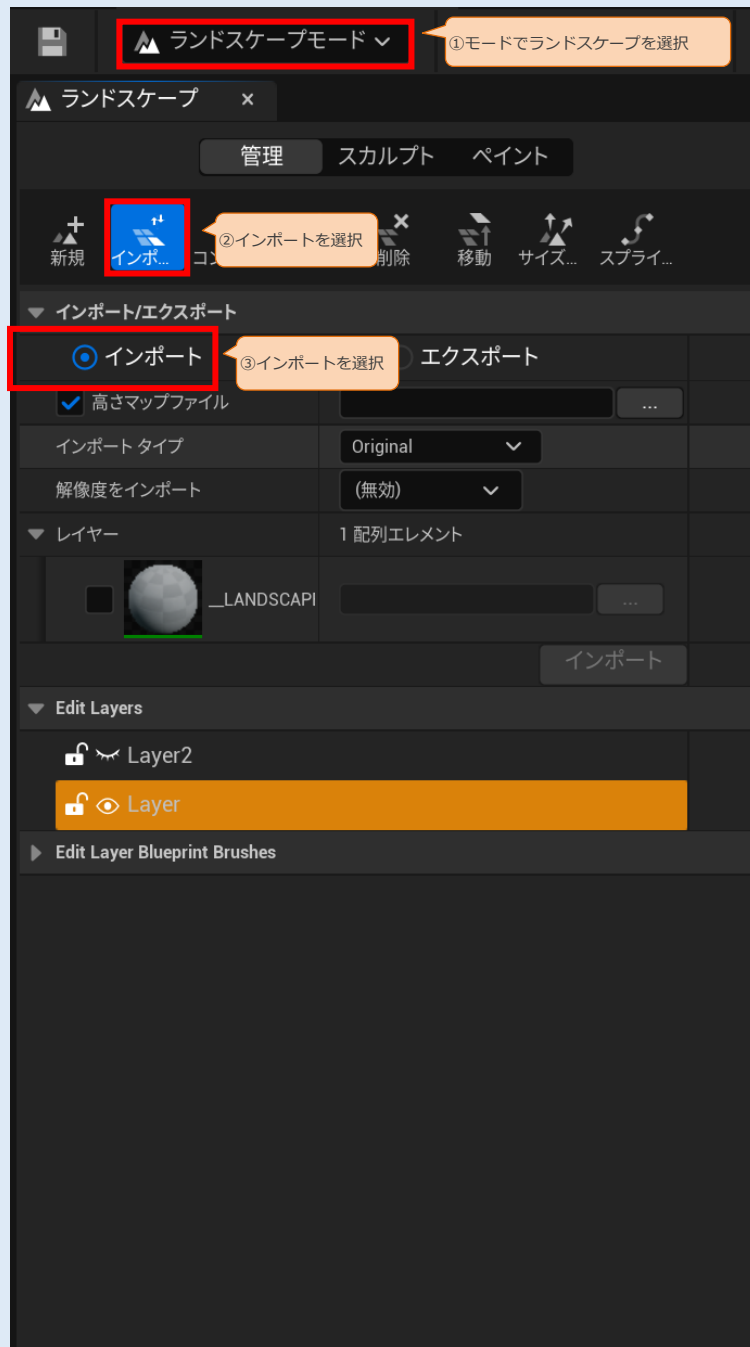


次にそろえた Tiff を PNG データに変換します。入れ替え先 (UE4 に先に読み込んでいた PNG) の変換パラメータファイル (info.csv) を開いて、パラメータを確認します。手順は以下の手順になります。

projWin	projWinSRS	xRes	yRes	src_min	src_max	dst_min	dst_max	elev_lowest	elev_multiplier
[59140.97505768981, 42748.444879838484, 60476.54212737143, 41658.0135381364]	EPSG:6677	1	1	-20.13	45.405	0	65535	-20.13	0.001



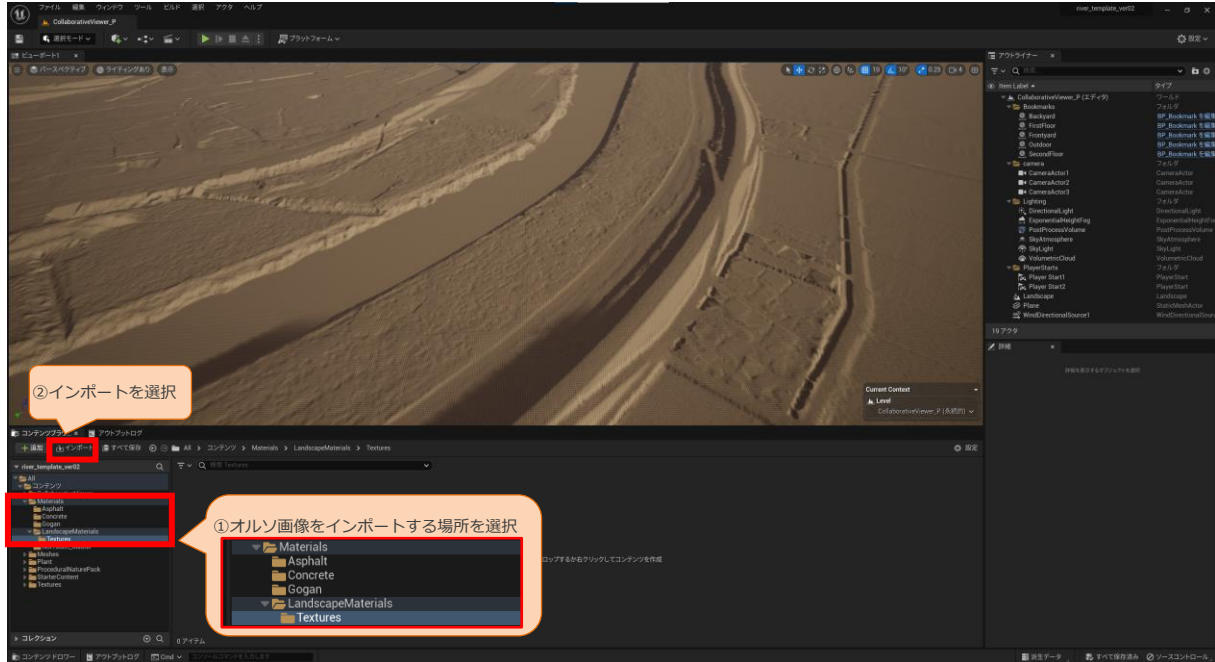
これで変換が終わりました。あとは、Unreal Engine に読み込んでいた PNG 地形データと入れ替えます。入れ替え手順は以下になります。



これで地形データの入れ替えが終わりました。

(2) オルソ画像のインポート

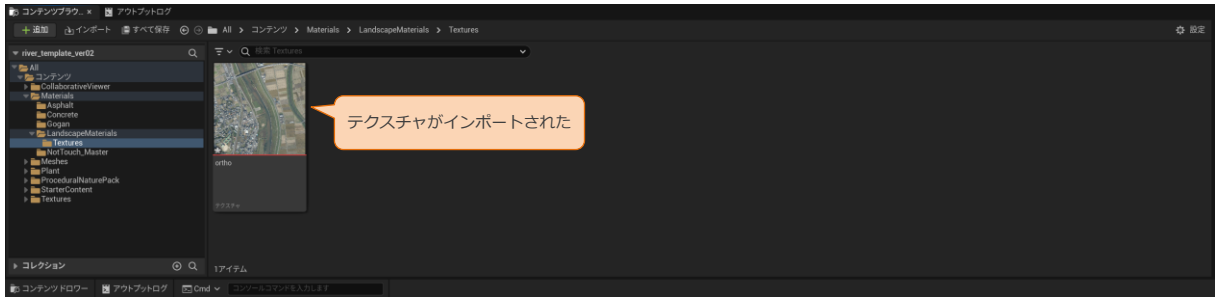
- 次に、航空写真を読み込みます。画面下の「コンテンツブラウザ」で航空写真を読み込む場所を選択し、「インポート」をクリックします。



- 読み込む航空写真を選択します。航空写真は、読み込んだ地形と同じ範囲の画像を用意してください。



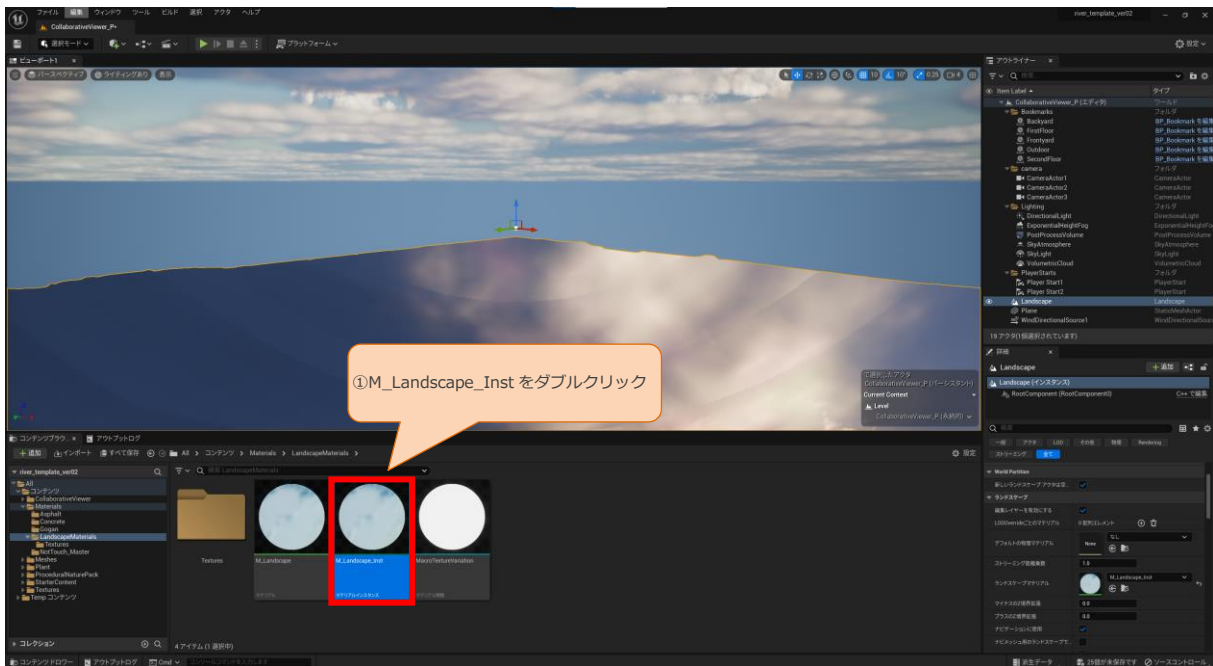
3. 航空写真がテクスチャとして読み込まれました。



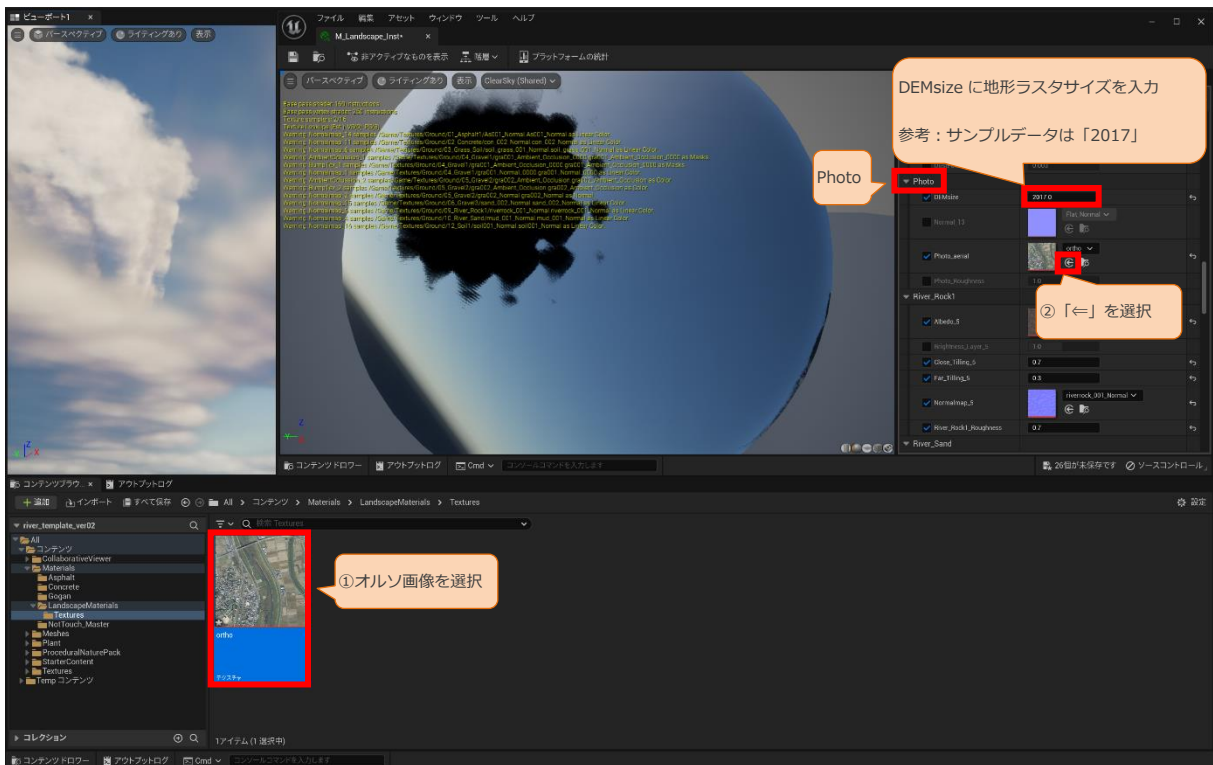
4. 読み込んだ航空写真を地形データに貼り付けます。まず、画面下の「コンテンツブラウザ」の「LandscapeMaterials」のフォルダを開き、表示された「M_Landscape_Inst」をクリックします。その次に、画面右の「アウトライナ」の「ランドスケープ」中、「ランドスケープマテリアル」の矢印をクリックします。



5. 再び「M_Landscape_Inst」をダブルクリックします。



6. 下図の「マテリアルエディタ」が開きます。「詳細パネル」を下にスクロールし、「Photo」の項目にある「Photo_aerial」に先程読み込んだ航空写真を選択します。また、「DEMsize」に航空写真のサイズを入力します。入力するサイズの確認方法は次頁を参照してください。



【参考】地形ラスタサイズの確認方法

「マテリアルエディタ」の「DEMsize」に入力する数値は以下の2種類の方法で確認ができます。

1. DemConverter の出力解像度

DemConverter を用いて、GeoTIFF 形式から PNG 形式に地形データを変換する際に、出力解像度を設定しています。この出力解像度の数値が「DEMsize」に入力する数値となります。

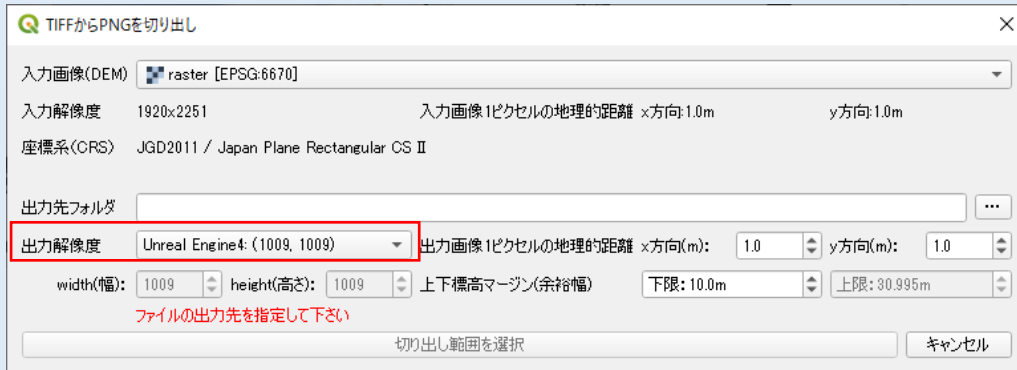


図 DemConverter の設定画面

2. 航空写真のプロパティから確認

読み込む航空写真を右クリックし、プロパティを開きます。「詳細」タブを選択すると、画像の大きさを確認できます。この数値を「DEMsize」に入力する数値とすることもできます。

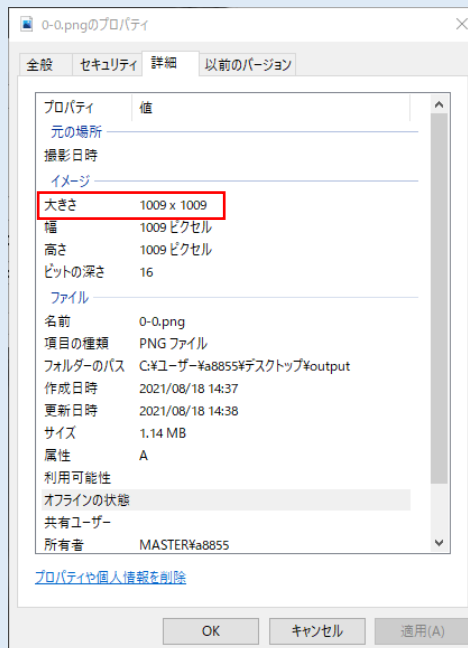
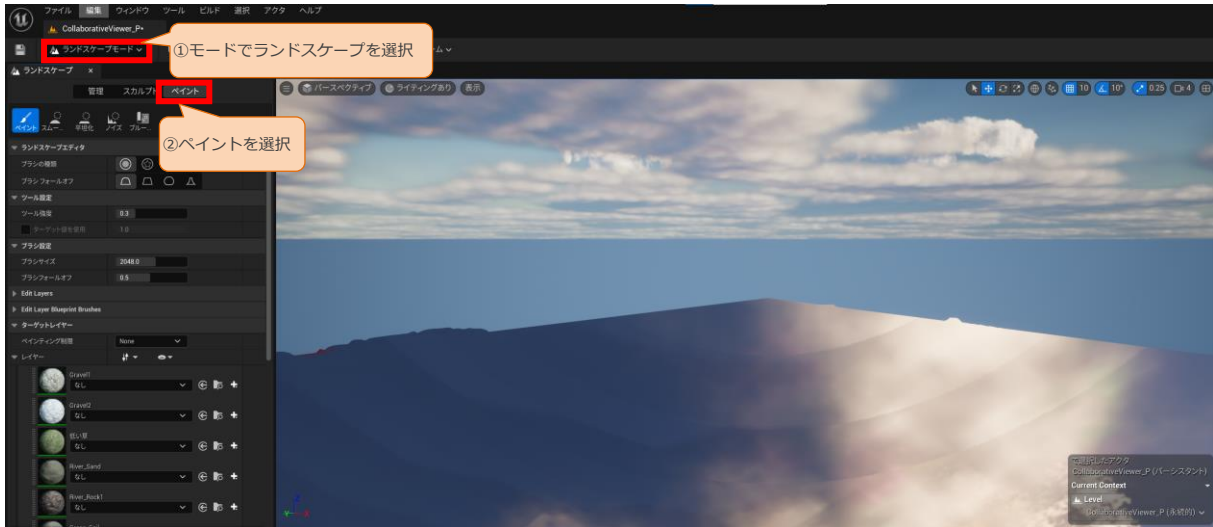
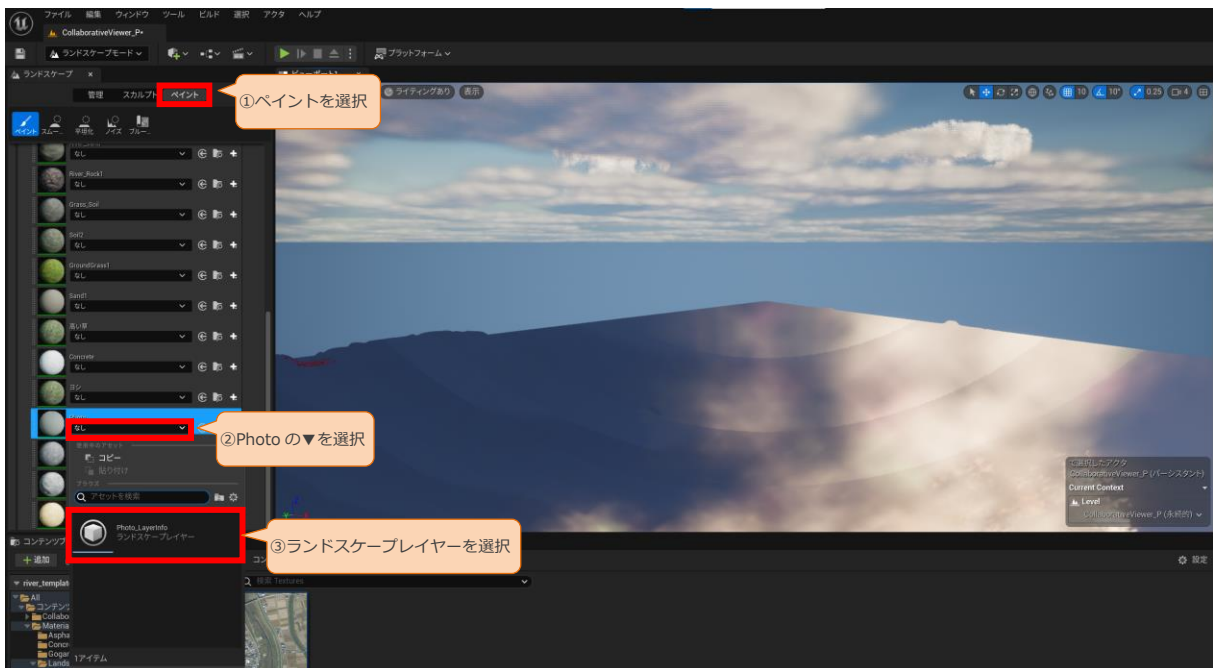


図 画像データのプロパティ確認画面

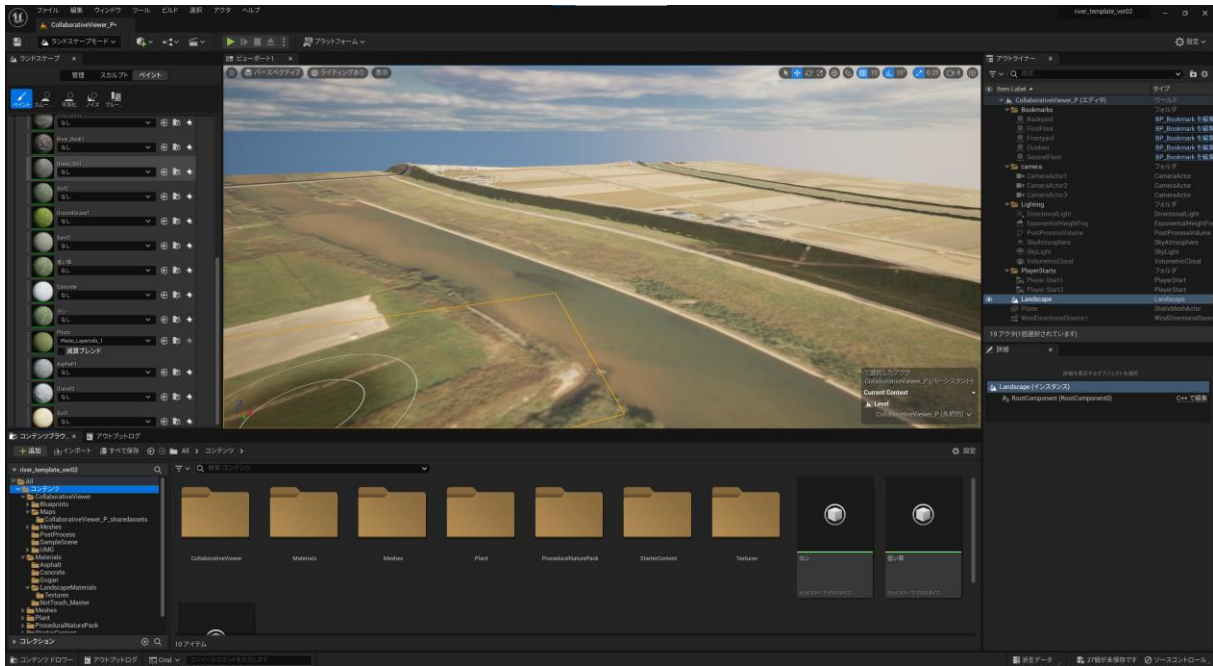
7. 「ツールバー」の「モード」から「ランドスケープ」を選択します。更に、「ペイント」を選択します。



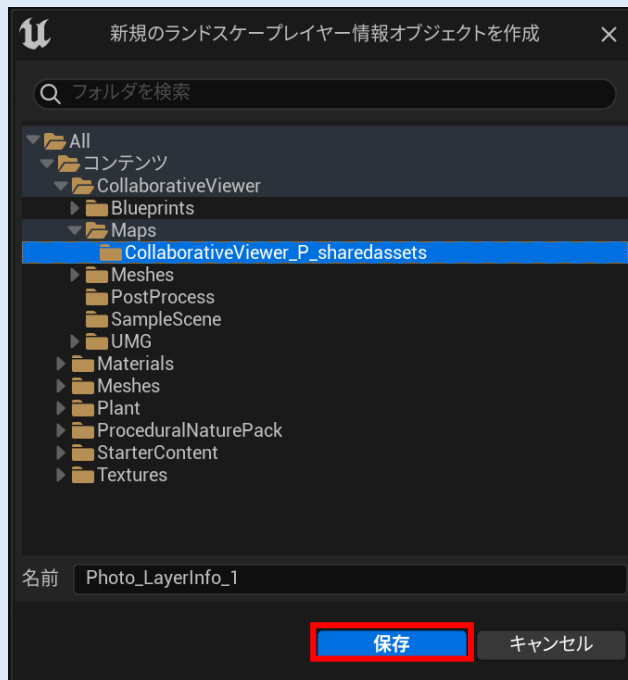
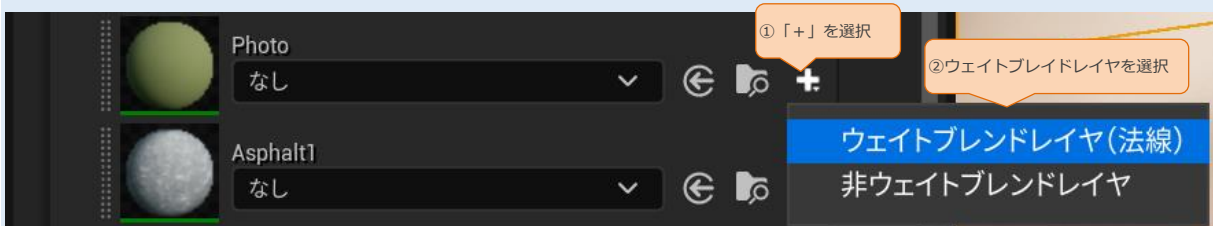
8. 画面左の「ランドスケープ」から「Photo」を探し出し、▼をクリックします。表示される画面から「ランドスケーププレイヤー」を選択します。



9. 地形データに航空写真が貼り付けられました。



【参考】ランドスケープレイヤーが出てこない場合は？



4.3.2. 地形の編集

切土や盛土といった地形の編集には、「スカルプト」というブラシによる編集方法や、「スプライン」という線形オブジェクトによる編集方法があります。

ここでは、「スカルプト」による地形の編集方法について解説を行います。

1. 「ツールバー」の「モード」から「ランドスケープ」を選択します。ここで、「スカルプト」を選択します。

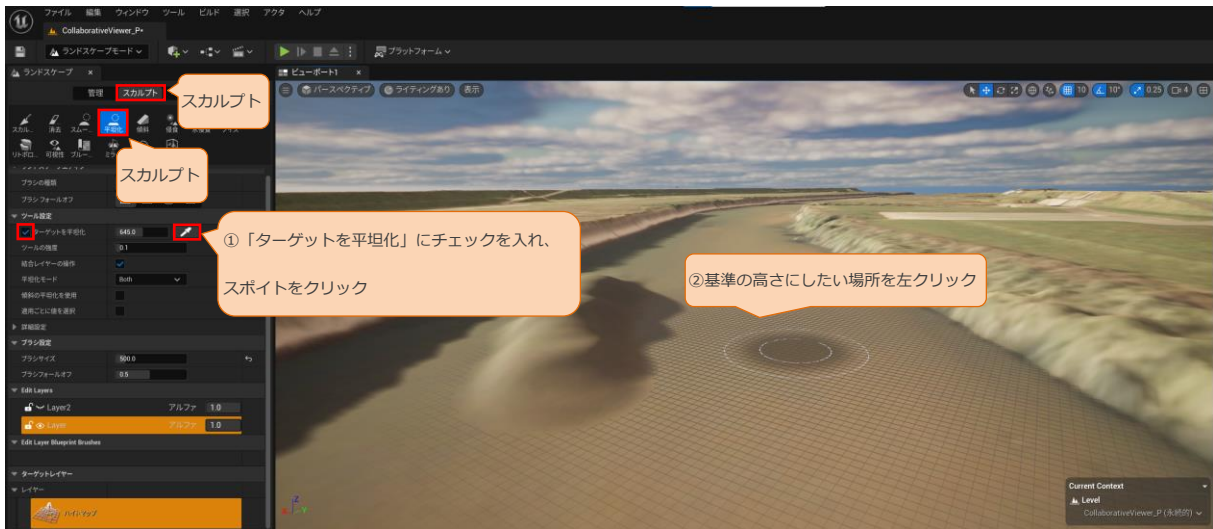


2. 「スカルプト」を選択したら、地形をクリックしながら地形の編集を行います。基本的な地形の編集方法は以下の通りです。

- ・ 地形を盛り上げる ...左クリック
- ・ 地形を掘り下げる ...Shift + 左クリック
- ・ 地形の盛り上げ幅・掘り下げ幅を変える ...ツールの強度
- ・ 地形の編集範囲を変える ...ブラシサイズ



3. 「平坦化」を選択すると、左クリックで地形を均一な高さにすることができます。画面左の「ツール設定」の「ターゲットを平坦化」にチェックを入れます。スポイトをクリックし、「ビューポート」中の地形から基準の高さにしたい箇所をクリックします。



4. 地形を左クリックしたままドラッグすると、スポイトで選択した箇所の高さで地形が平坦化します。



【参考】：より詳しいスカルプト設定について

詳しくはUE5 公式ドキュメントをご確認ください。

ブラシの設定

<https://docs.unrealengine.com/5.1/ja/landscape-brushes-in-unreal-engine/>

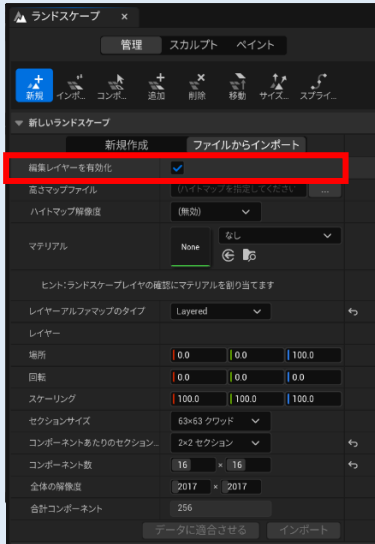
スカルプトの方法

<https://docs.unrealengine.com/5.1/ja/landscape-sculpt-mode-in-unreal-engine/>

【参考】地形編集箇所を表示を分かりやすくする

地形編集時には、掘削した箇所や盛土した箇所等の編集した箇所が分かりにくくなります。地形のレイヤー機能を有効にしている場合は、レイヤーで編集した箇所を明瞭にする見せ方が用意されています。

※以下は、地形のレイヤー機能の有効化についてです。



- レイヤー構造を持つ画像処理ソフトのように、複数のレイヤーを持てるようになる。
- 編集のやり直しや、特定のレイヤーに与えた編集を消去することができる。
- また、ベースの地形の測量結果が新しくなった際など、地形を再読み込みした際に、編集したレイヤーは保存されているので、再度編集しなくてよくなる

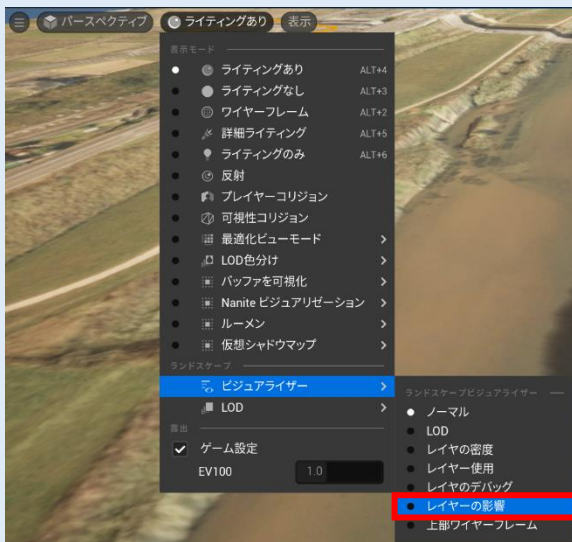
合成結果

編集レイヤー2

編集レイヤー1

基本のレイヤー

明瞭にする見せ方として、レイヤーの影響にチェックを入れると、地形のレイヤー機能を有効にした際に、編集箇所が着色されて見やすくなります。



元の地形

赤く透過着色されているのは元の地形から改変したところ

4.3.3. 地表面の仕上げ

ここまでの操作で作成した地形は航空写真が貼られただけの地形で、近くによると粗さが目立ちます。そこで、航空写真を貼り付けた地形の上に、地面のマテリアルや植生のモデルをペイントして、質感を向上させます。

方法には、「ランドスケープマテリアル」と「フォリッジ」の 2 通りの方法があります。それぞれの概要は以下の通りです。

- ランドスケープマテリアル：

地形データにランドスケープマテリアル（複数のテクスチャをレイヤー化したマテリアル）をペイントします。より平易な表現をすると、複数の画像をブレンドして作成した塗料で地形データを塗りつぶすイメージです。広い範囲の地形を効率よく装飾することに適します。



図 4-1 ランドスケープマテリアルのイメージ

(<https://docs.unrealengine.com/5.1/ja/landscape-quick-start-guide-in-unreal-engine/>)

- フォリッジ：

地形データに植生等の 3D モデルをペイントします。ランドスケープマテリアルがで地形を塗るのに対し、3D モデルを配置していくイメージです。1 本ずつ植生を配置するような細かい作業に向いています。

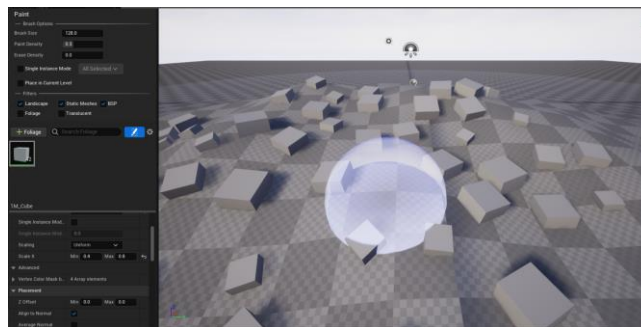
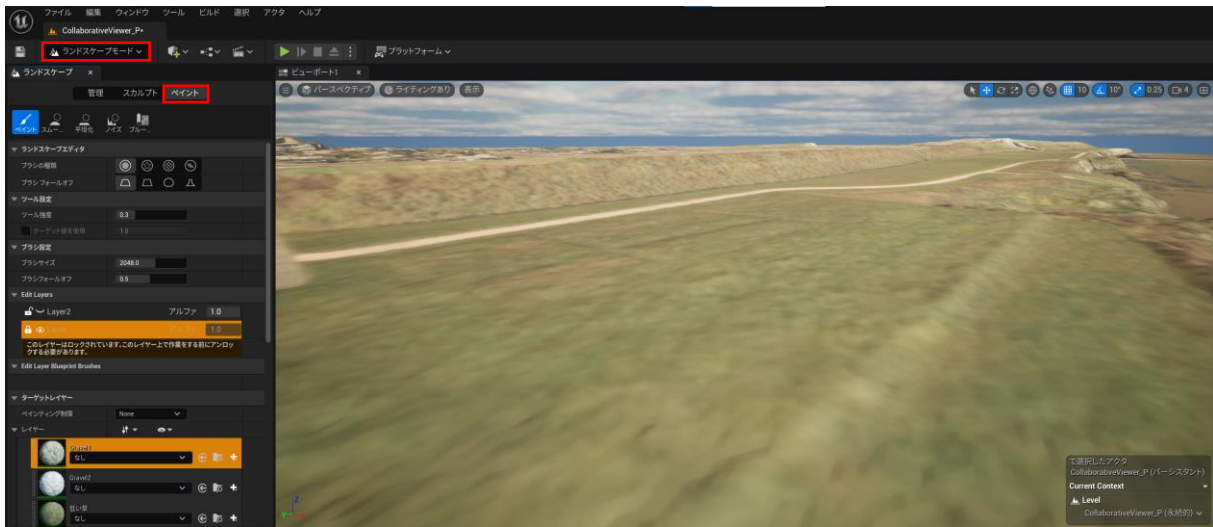


図 4-2 フォリッジのイメージ

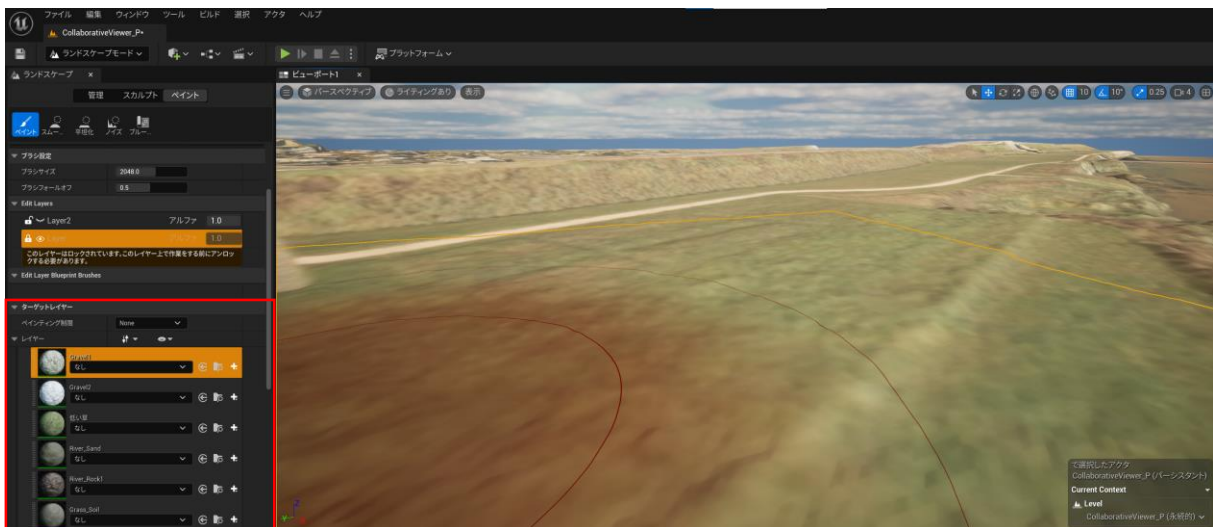
(<https://docs.unrealengine.com/5.1/ja/foilage-mode-in-unreal-engine/>)

(1) ランドスケープマテリアルによる地表面の仕上げ

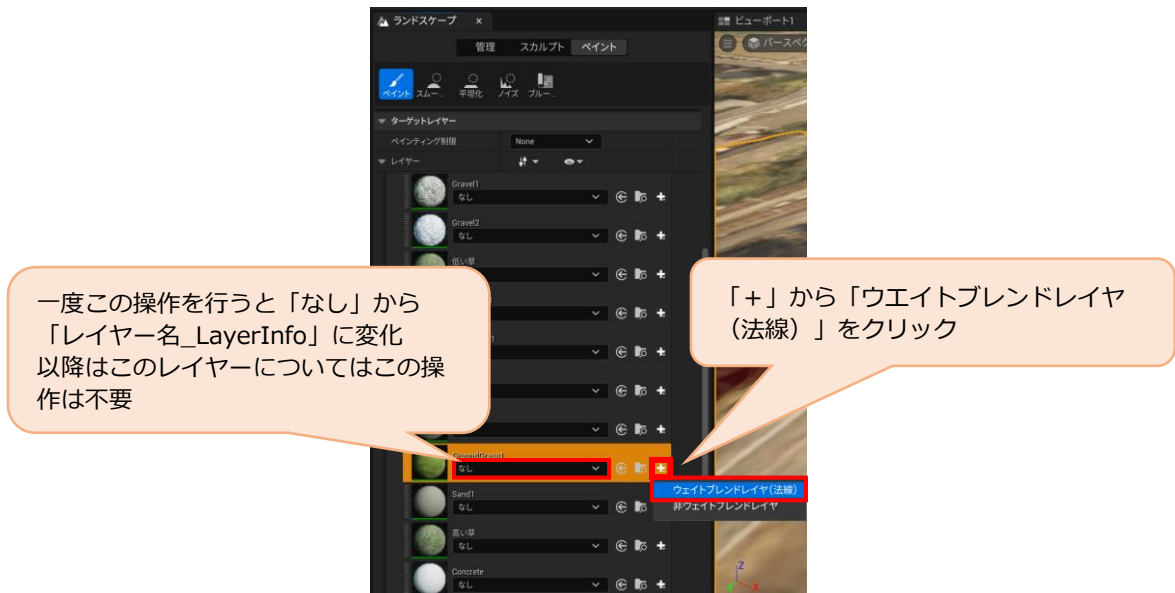
1. 「ツールバー」の「モード」から「ランドスケープ」を選択します。ここで、「ペイント」を選択します。



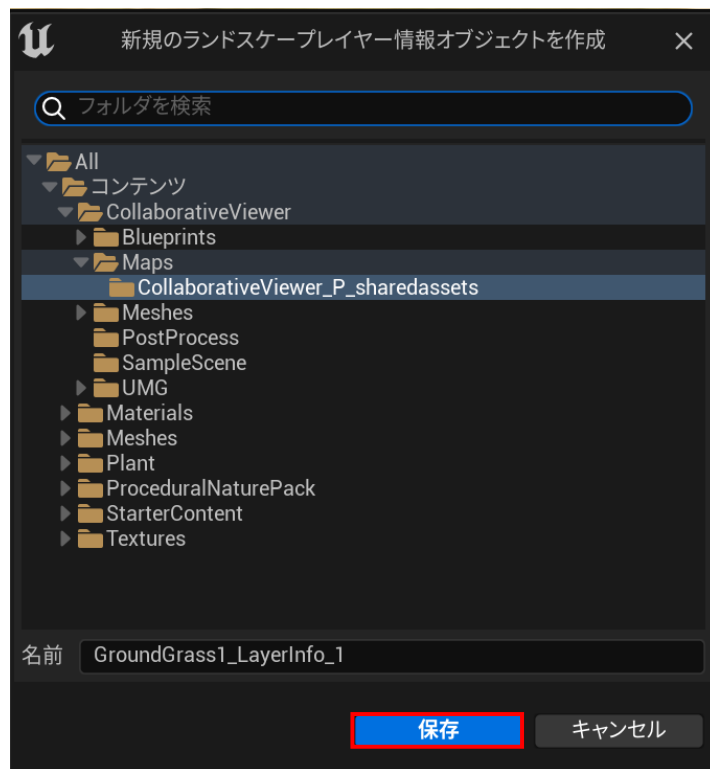
2. 「ペイント」を選択すると、画面左の「ターゲットレイヤー」にレイヤー一覧が表示されるので、任意のものを左クリックで選択します。



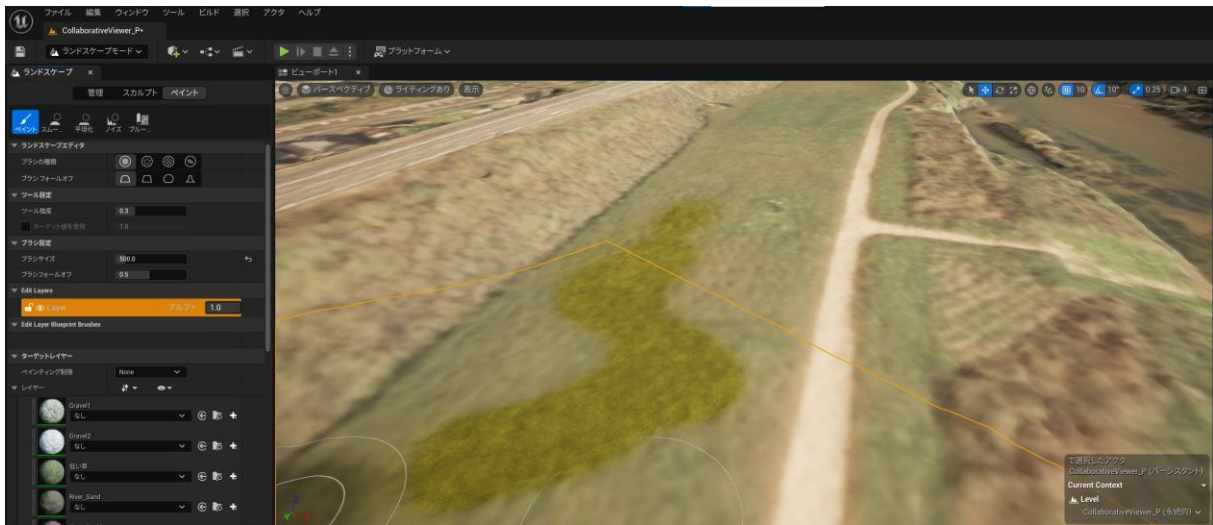
3. 選択したレイヤーの「+」から「ウエイトブレンドレイヤ (法線)」をクリックします。なお、この操作は、このプロジェクトで初めて用いるレイヤーに対して必要です。一度この操作を行うと、レイヤー名の下の「なし」という表示が「レイヤー名_LayerInfo」に変化します。「レイヤー名_LayerInfo」が表示されたレイヤーについては、以上の操作(「ウエイトブレンドレイヤ (法線)」のクリック)を再び実施する必要はありません。



以下の表示があった場合には、「保存」をクリックします。



4. 「ビューポート」中の地形上任意の箇所、左クリックしたままドラッグでペイントを行います。

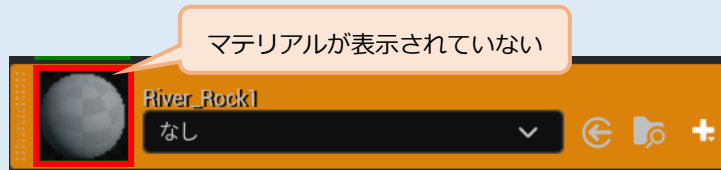


5. ペイント済み箇所からペイントを削除するには、削除したい箇所の上で Shift を押したまま左クリックでドラッグをします。
 特定のマテリアルを一括削除する場合には、下図の通りに画面左の「ターゲットレイヤー」から消したいレイヤーを右クリックで選択し、「レイヤーをクリア」を選択します。

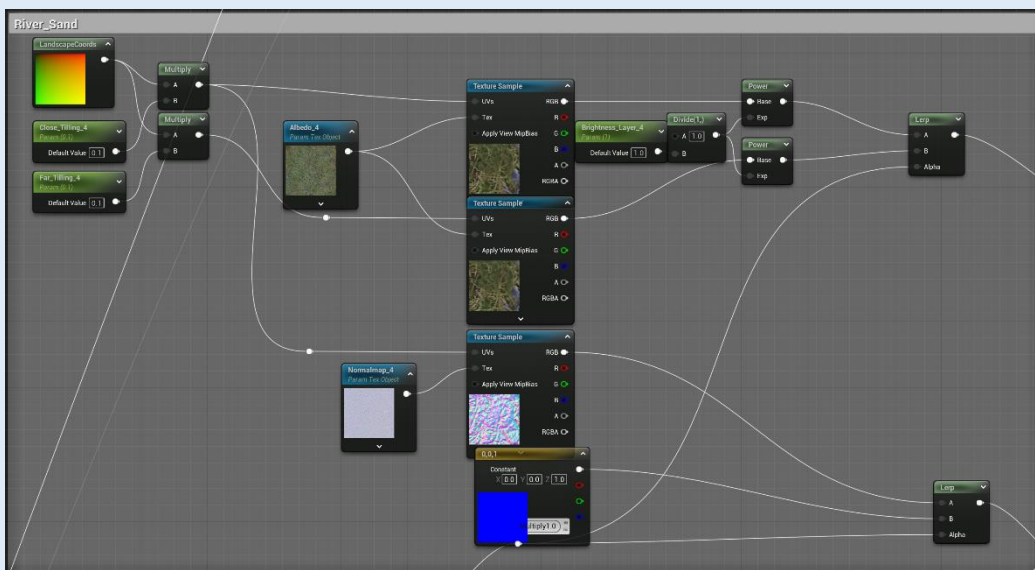


【参考】マテリアルのペイントがうまくいかない場合

ペイントの不具合については、幾つかの原因が考えられます。不具合の原因の一つとして、マテリアルのブループリントに問題が生じていることが挙げられます（下図のような症状として現れます）。

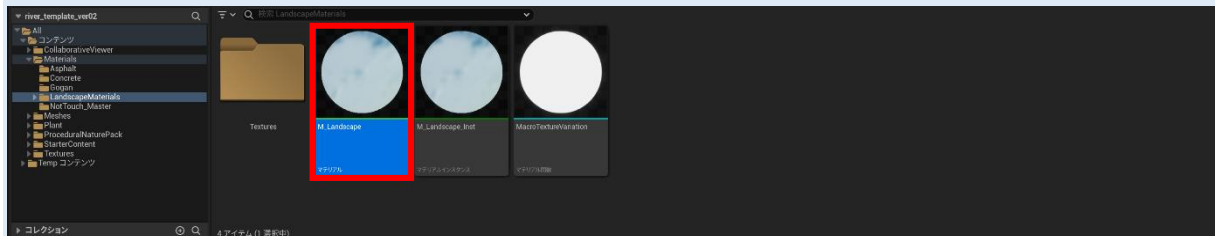


マテリアルのブループリントとは、マテリアルの色や質感を設定するプログラムのようなものです（下図）。ペイントの不具合が生じている際には、ブループリントに必要なテクスチャの読み込みが出来ていなかったり、ノード間のリンクが切れていることが考えられます。ここではこの不具合に対する対処法を説明します。

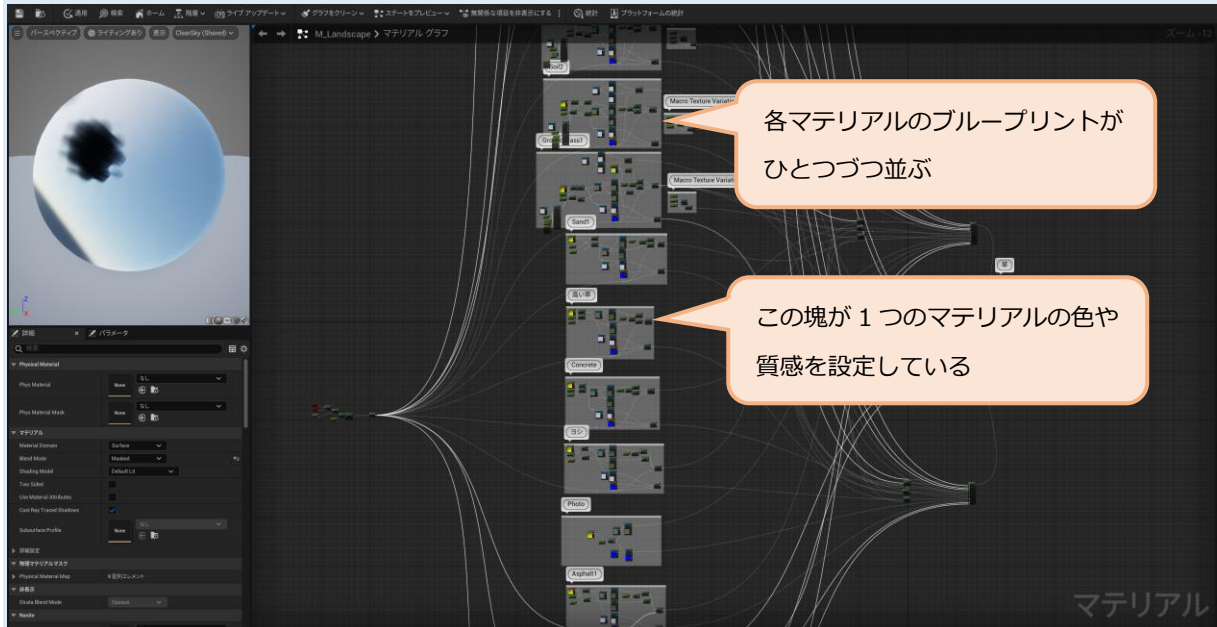


1. ブループリントの確認

コンテンツブラウザから「Materials」、「LandscapeMaterials」、「M_Landscape」を開きます。



以下のブループリント画面が表示されます。テンプレートに含まれる川づくり用のマテリアルのブループリントが並んでいますので、この中から不具合のあるマテリアルのブループリントを探します。

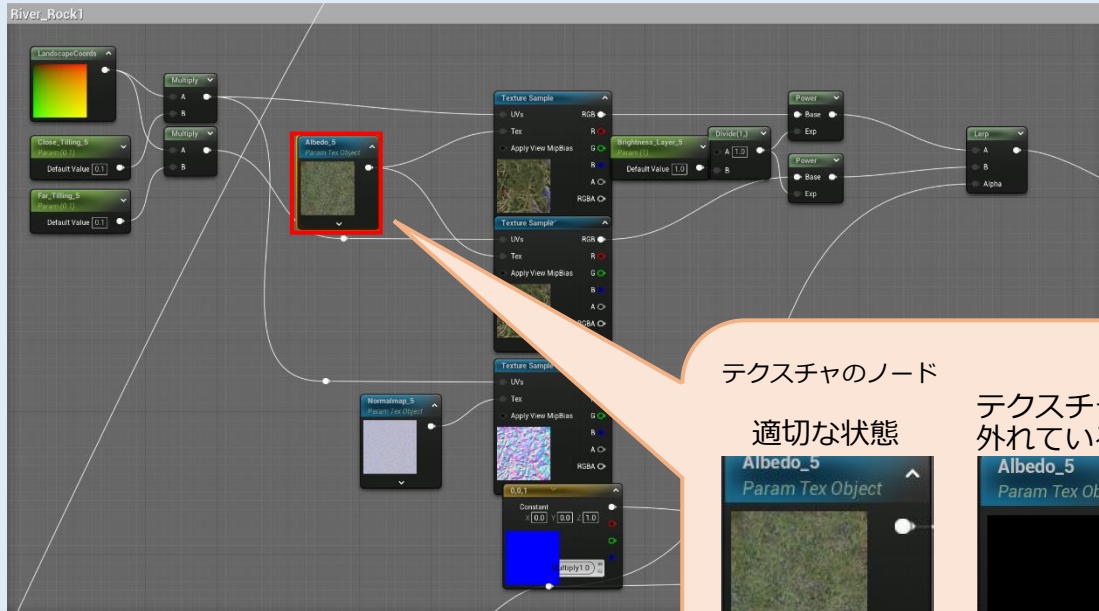


2. 原因の特定

ブループリントを確認し、不具合の原因を特定します。主に必要なテクスチャの読み込みが出来ていなかったり、ノード間のリンクが切れていることが考えられます。

●テクスチャが読み込まれていない場合

テクスチャが読み込まれていない場合には、テクスチャのノードに読み込んだ画像が表示されず、真っ黒な状態になります（下図）。



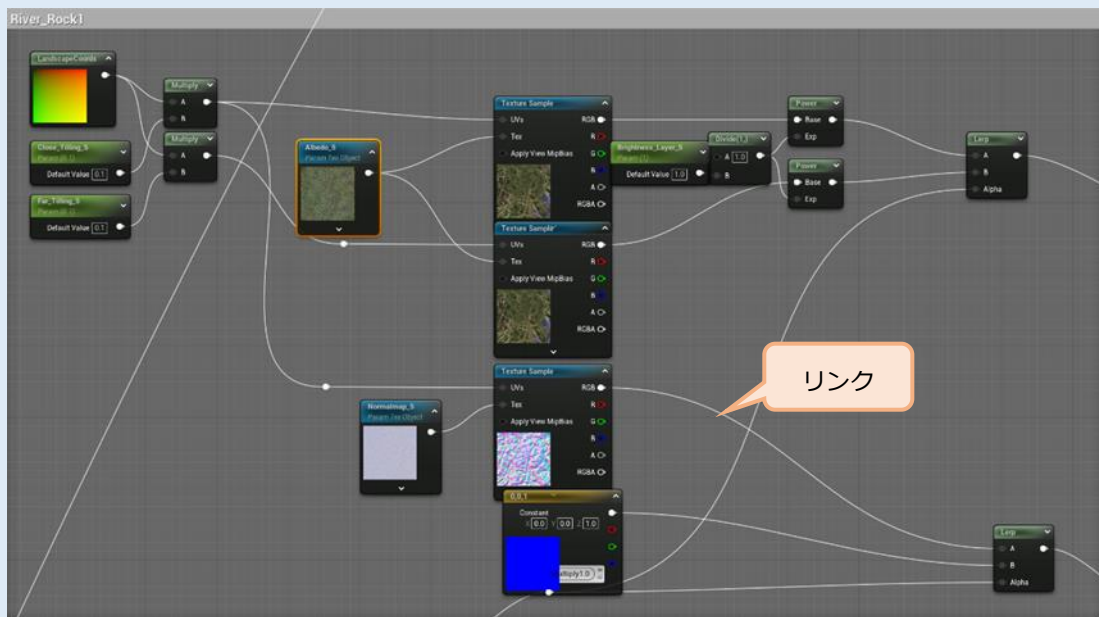
テクスチャのノード

適切な状態

テクスチャが外れている状態

●ノード間のリンクが切れている場合

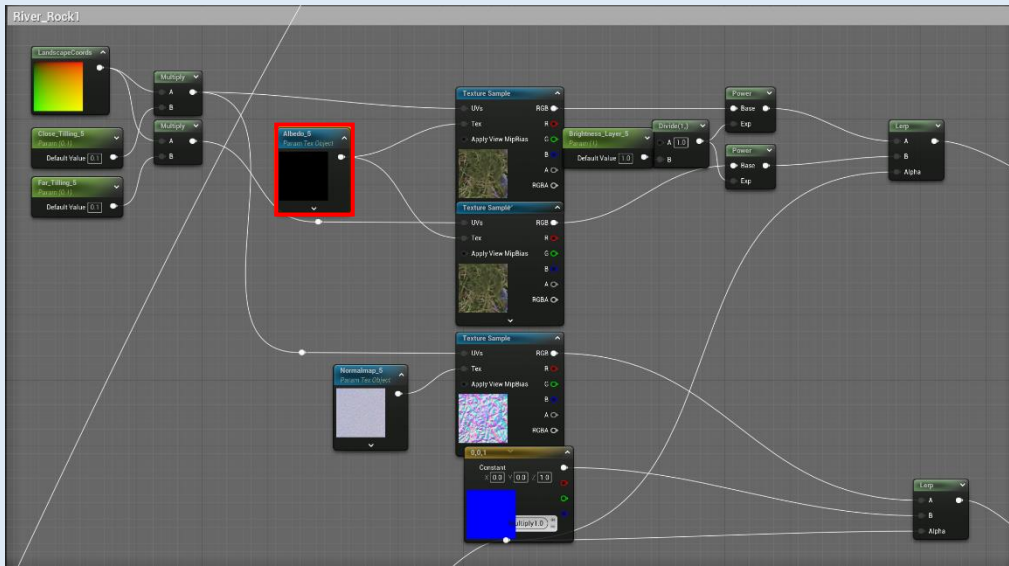
以下の図は適切に設定されたブループリントです。ノード間のリンクが切れている場合には、図中のリンクのいずれかが表示されません。



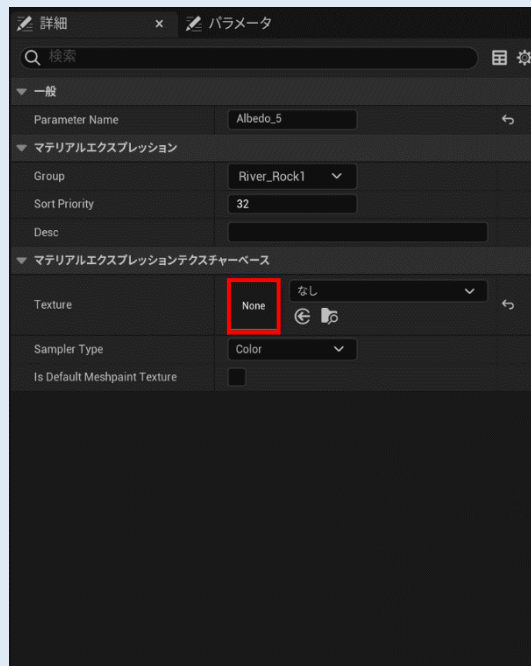
リンク

3. テクスチャが読み込まれていない場合の対処

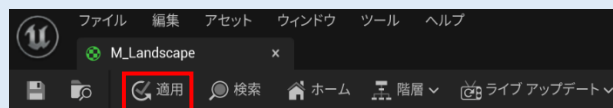
テクスチャのノードを左クリックします。



画面の左の「詳細」タブの「マテリアルエクスプレッションスペース」の「Texture」箇所、「なし」となっているタブから適切なテクスチャを選択します。

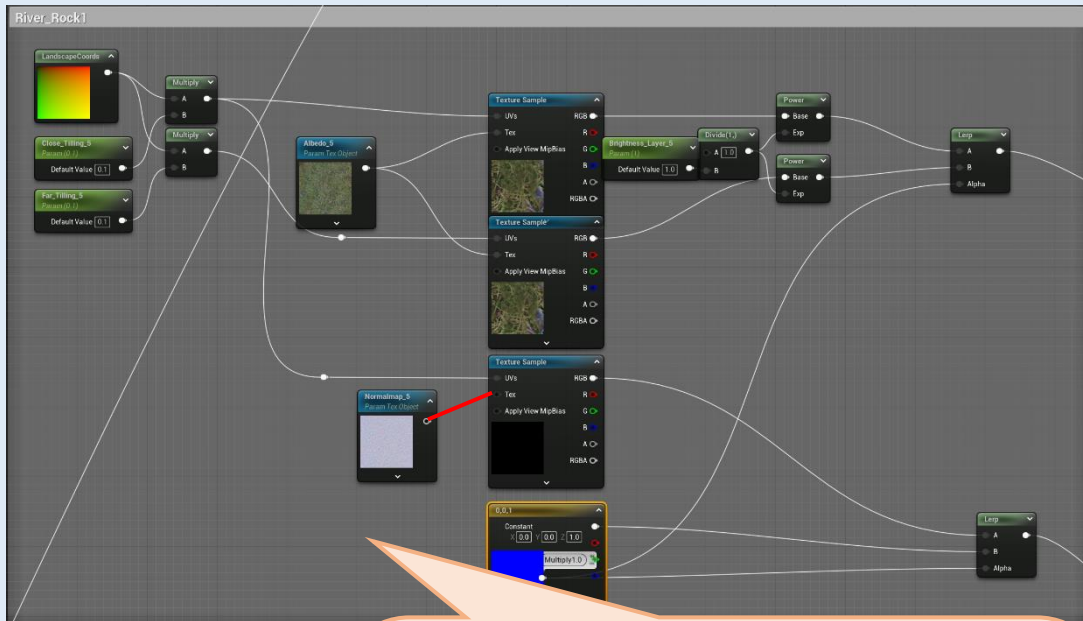


画面上部の「適用」をクリックして適用します。

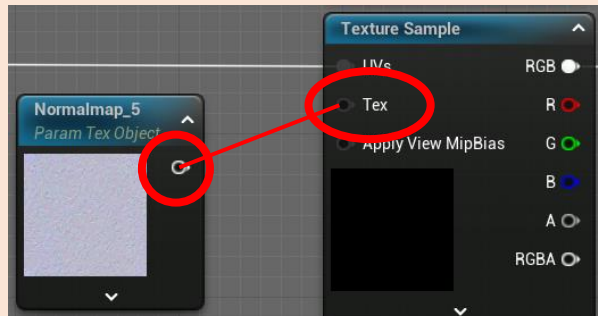


4. テクスチャが読み込まれていない場合の対処

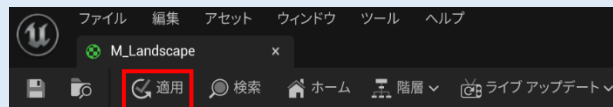
テクスチャのノードを左クリックします。



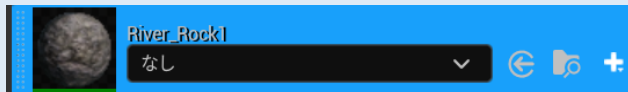
ドラッグで繋ぎ直す



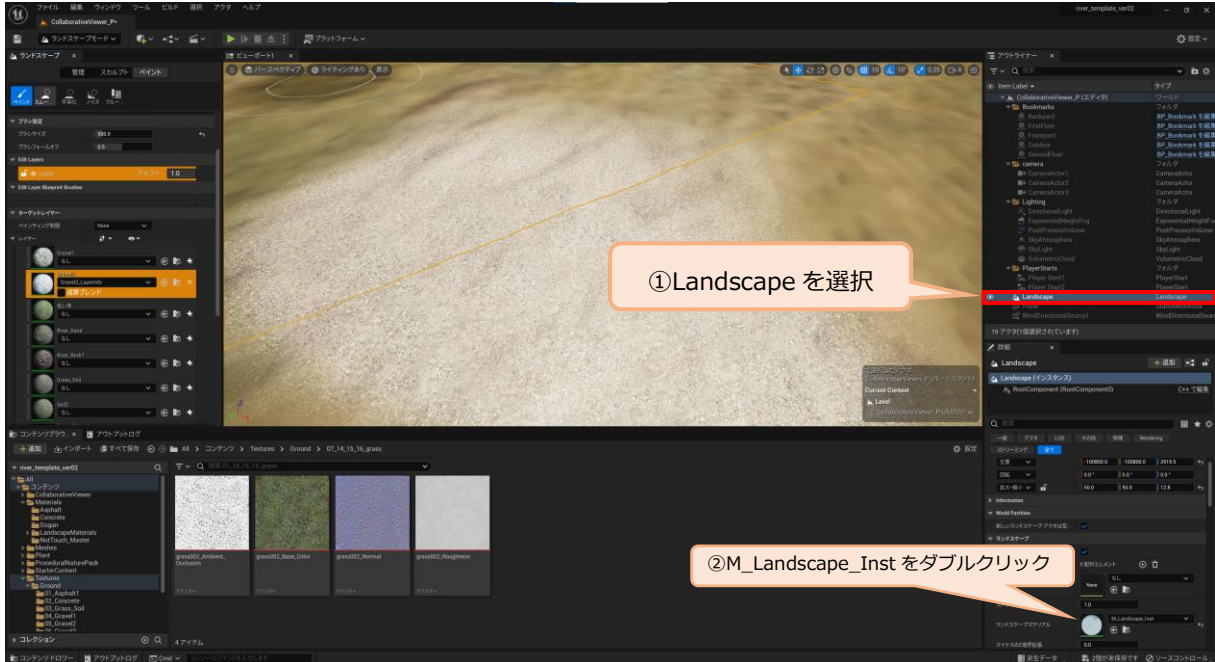
画面上部の「適用」をクリックして適用します。



シェーダーのコンパイルが完了した後に、以下の図のようにテクスチャが表示されるようになれば不具合は解消です。



6. マテリアルは、そのままの大きさでは不都合な場合があります。そこで、マテリアルのスケールを変更し、適当な大きさに調整します。まず、画面右の「アウトライナー」中の「Landscape」を選択後、「詳細パネル」中の「M_Landscape_Inst」をダブルクリックします。



【参考】独自のテクスチャを用いたマテリアルの作成方法

1. テクスチャ画像の用意

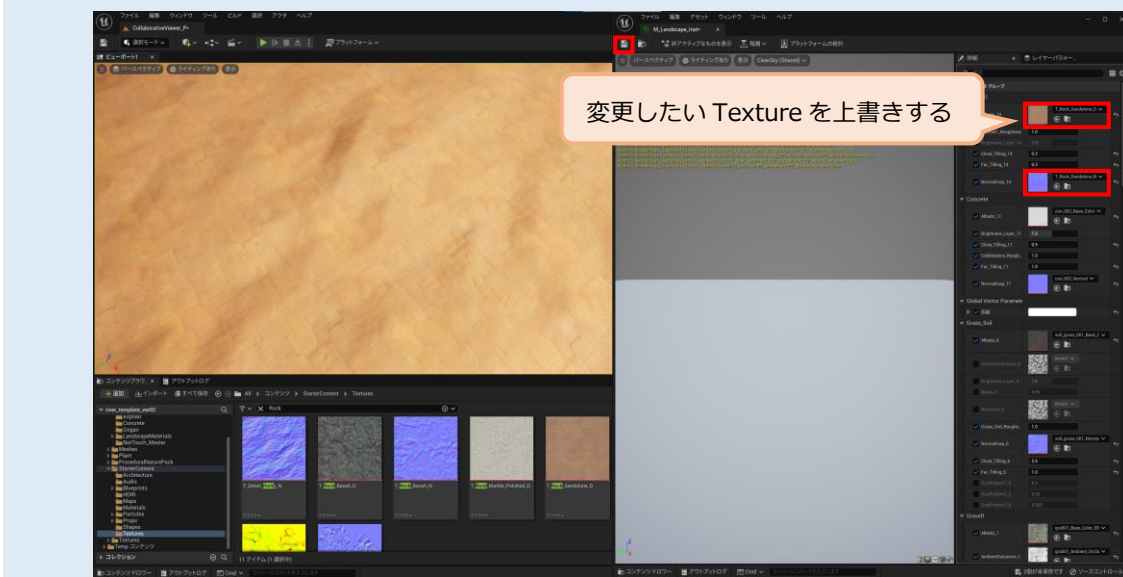
BaseTexture と NormalMap を用意します。用意した画像は「コンテンツブラウザ」の「Textures」フォルダに保存します。

なお、解像度が高い画像を利用すると、Unreal Engine にかかる負荷も大きくなり、操作性が低下します。一定の操作性を確保するために、使用する画像の解像度は 1K 以内を推奨します。



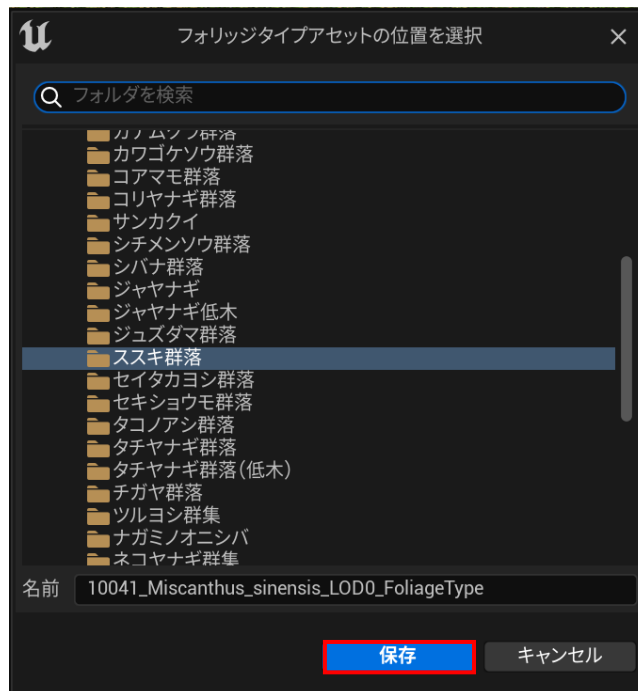
2. 用意した画像の組み込み

「M_Landscape_Inst」をクリックし、「マテリアルエディタ」を開きます。下図の赤枠の箇所に、BaseTexture と NormalMap をそれぞれ読み込みます。読み込んだら「保存」をクリックして設定を保存します。



(2) フォリッジによる地表面の仕上げ

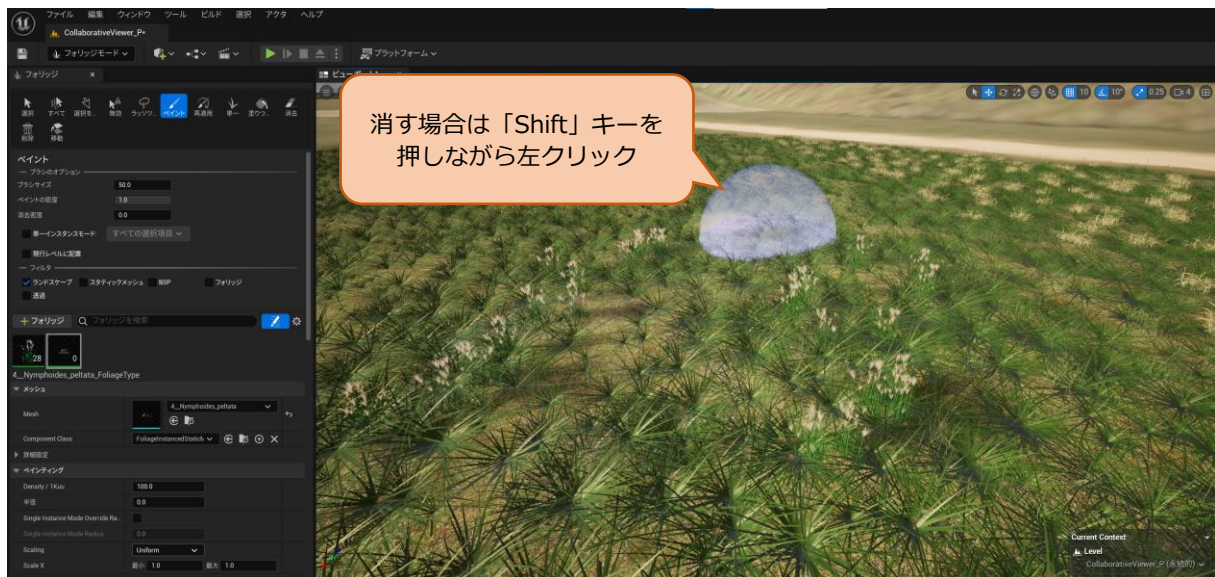
1. 「ツールバー」の「モード」から「フォリッジ」を選択します。「コンテンツブラウザ」から追加したい 3D モデル（スタティックメッシュ）を選択し、画面左に表示される「フォリッジタイプの追加」にドラッグアンドドロップします。
 なお、「コンテンツブラウザ」内の「Plants」には本テンプレートファイルに付随する植生モデルが保存されています。



2. 3Dモデルを「フォリッジタイプに追加」に取り込んだら、追加したいものにチェックを入れて有効にします。「ビューポート」で地形データを左クリックすると、選択した3Dモデルが配置されます。画面左のパラメータを調整すると、配置のするモデルの密度等を変更できます。



3. 配置したモデルを削除する場合は、Shift キーを押しながら左クリックをします。



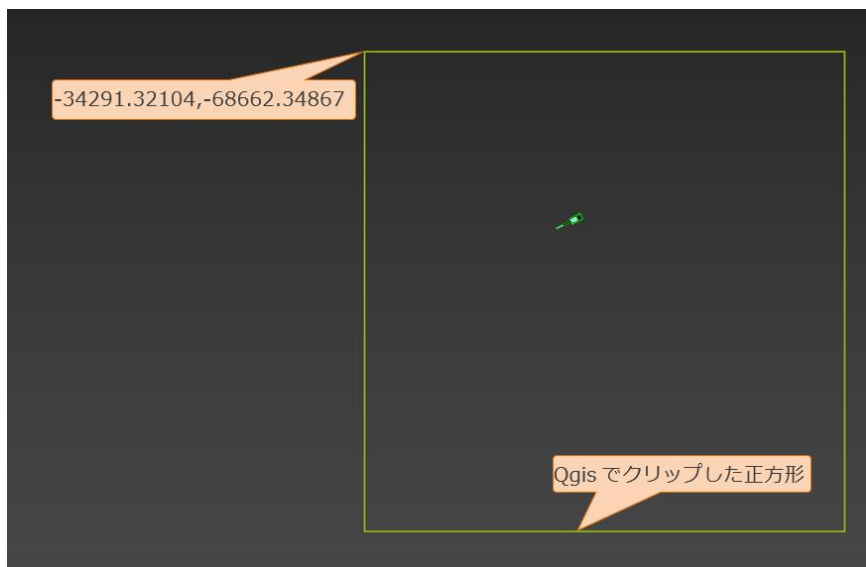
4.3.4. BIM/CIM モデルのインポート

ここまで、地形データの編集について解説を行ってきました。以下では、構造物等の BIM/CIM モデルを Unreal Engine に読み込む方法について述べます。

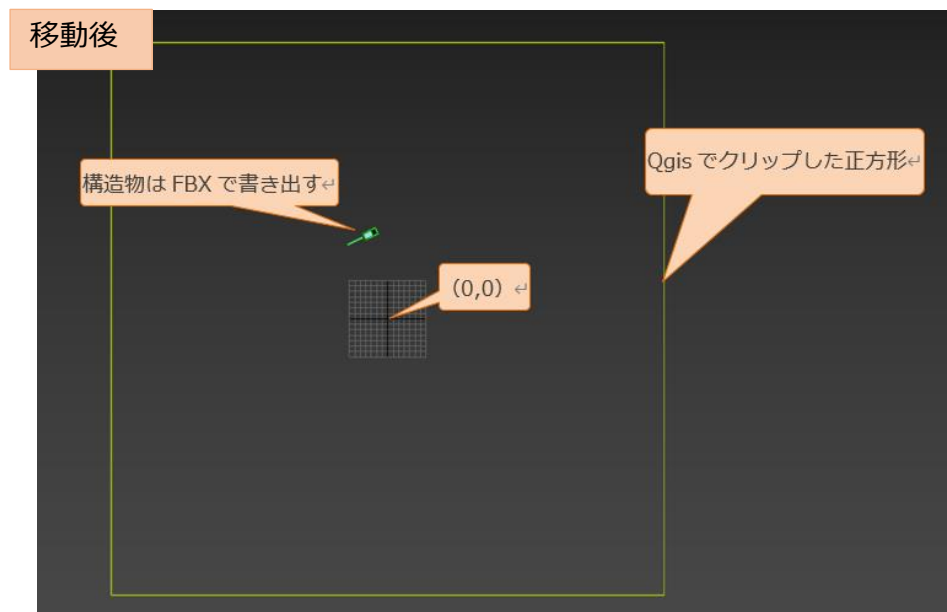
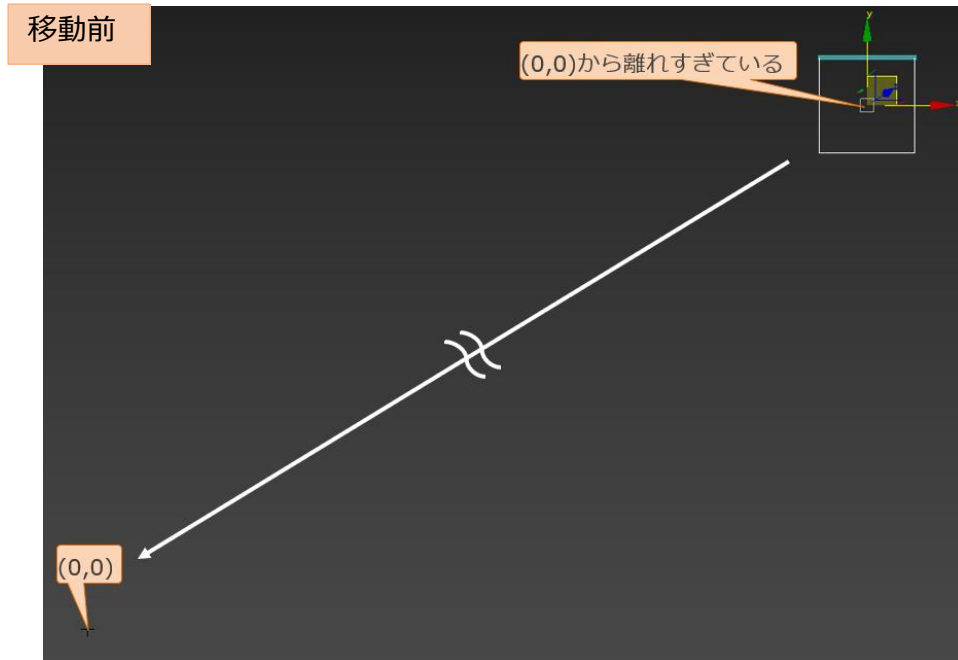
Unreal Engine 中の地形データは、地形データの中心が座標(0,0)となるように読み込まれているので、平面直角座標系に基づいた BIM/CIM モデルとは重なりません。また、平面直角座標系に基づく BIM/CIM モデルは原点から遠く離れた位置に描画されます。Unreal Engine では、原点から遠い位置で描画処理を行おうとすると、不具合が発生します。従って、Unreal Engine の地形データに重なるように、BIM/CIM モデルの位置を移動させます。

具体的な手順は以下の通りです。

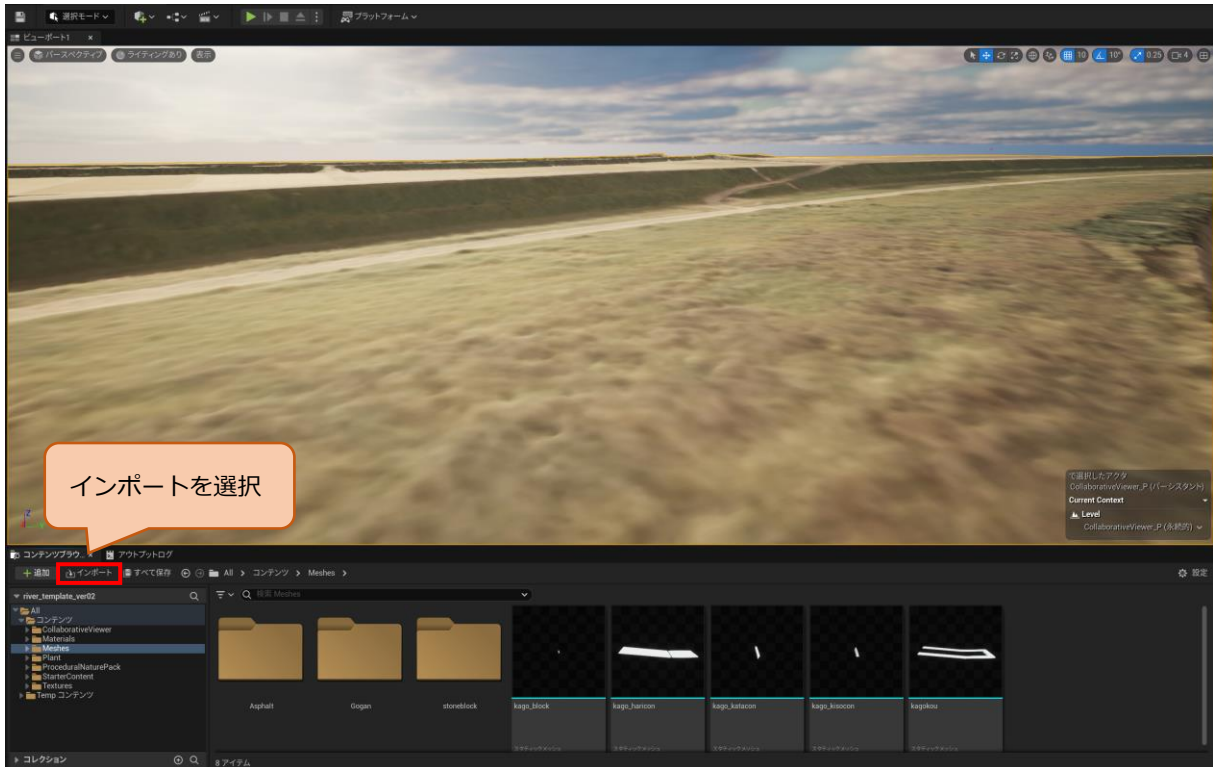
1. P52 に示す手順で書き出したマスキレイヤの外周線を外周線を 3D モデリングソフトに取り込みます。取込み方法については、お使いの 3D モデリングソフトの説明書を参照ください。



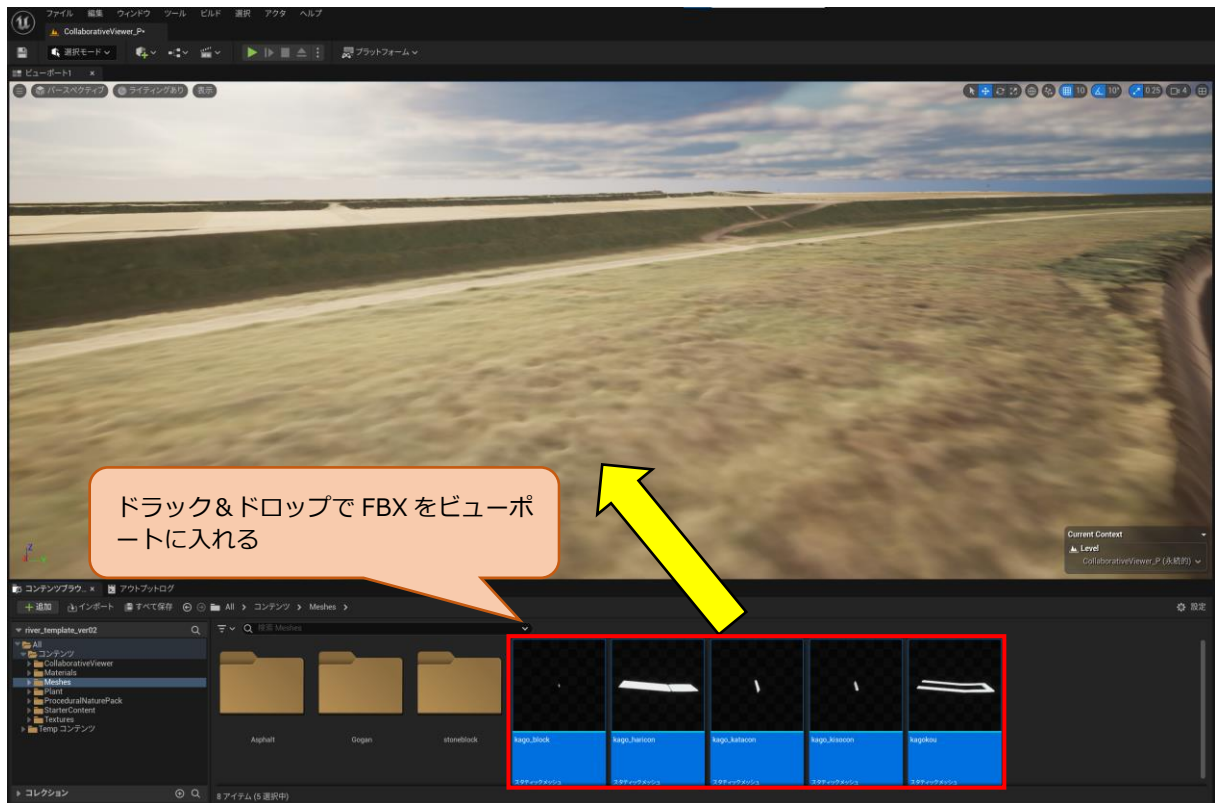
2. 外周線及び BIM/CIM モデルを全選択し、外周線（外周線を辺とした正方形）の中心が座標(0,0)となるように移動させます。



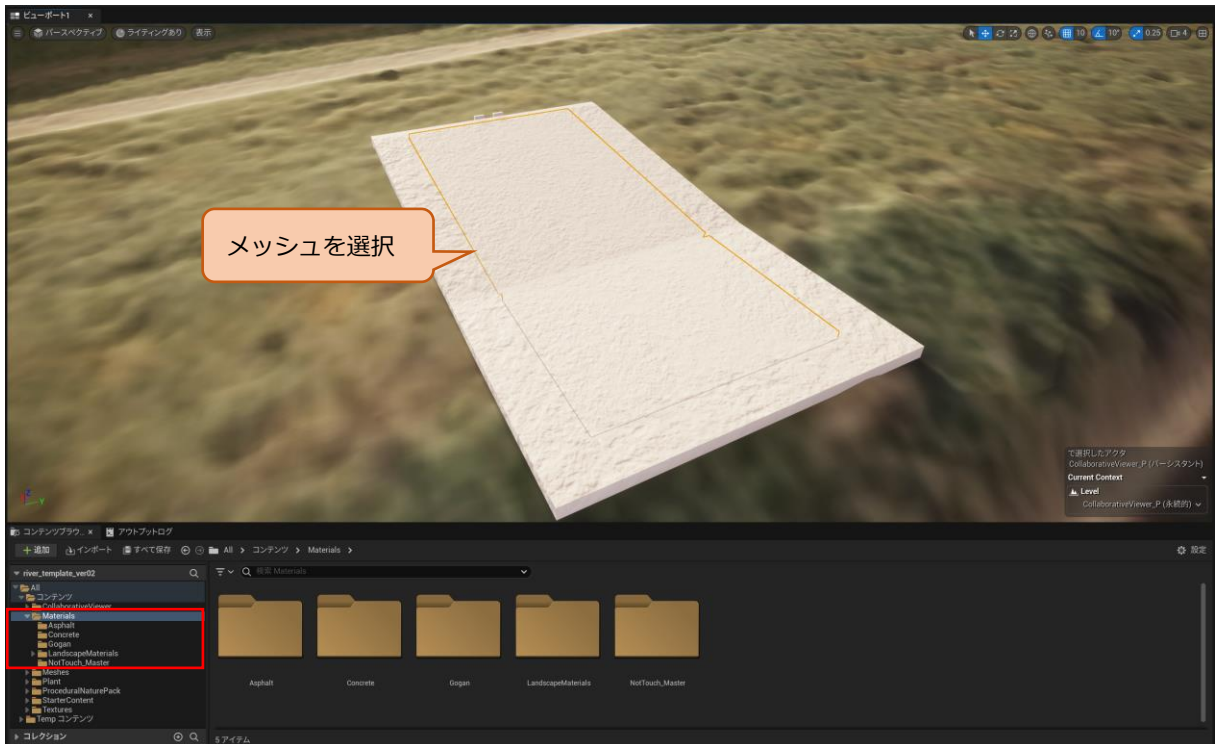
3. BIM/CIM モデルのみを FBX 形式で書き出します。
4. Unreal Engine に FBX 形式の BIM/CIM モデルを読み込みます。画面下の「コンテンツブラウザ」で「Meshes」が選択されていることを確認し、以下の図の手順で CIM モデルを読み込みます。



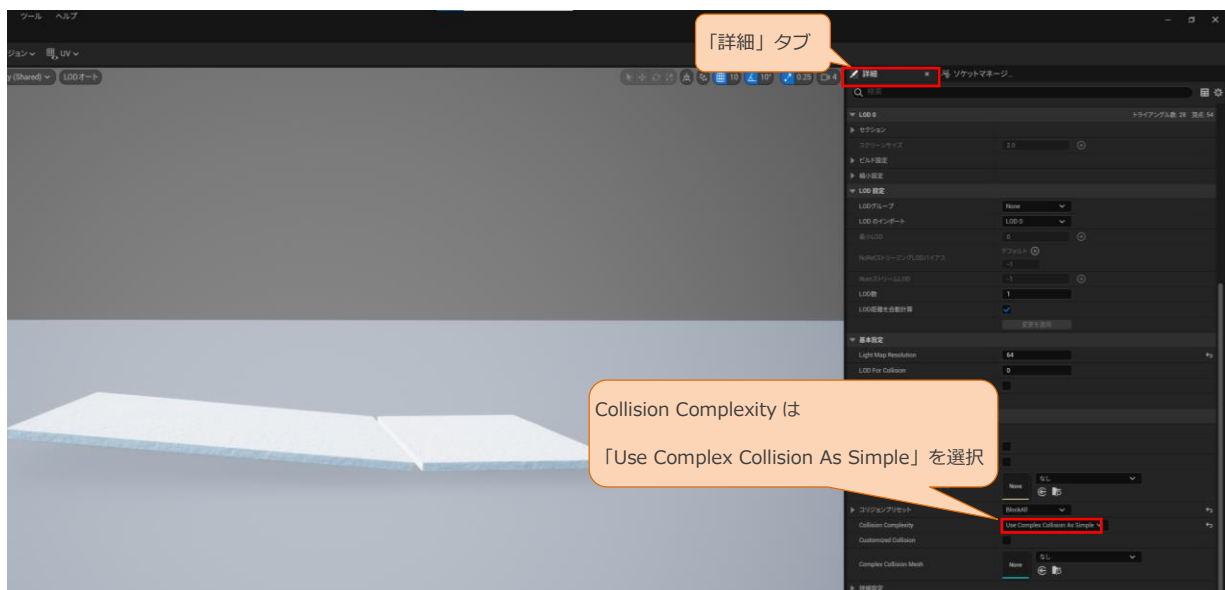
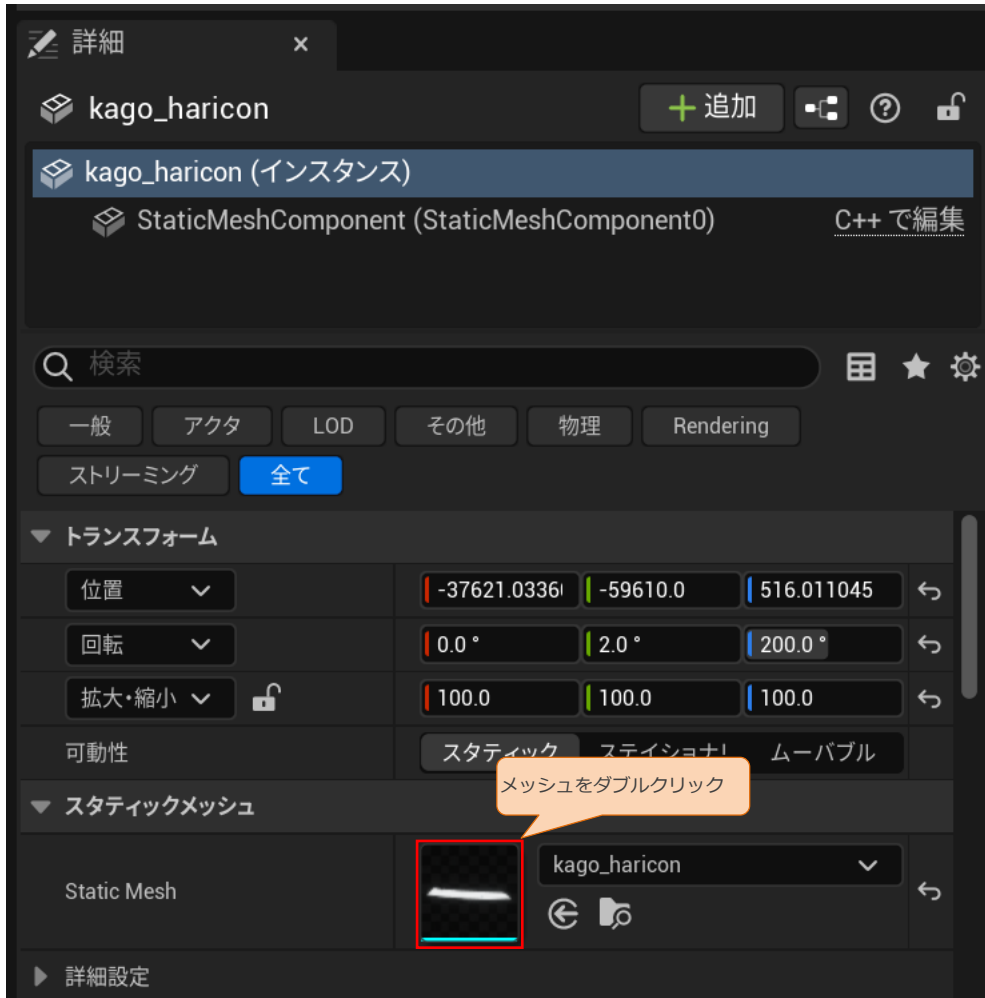
5. 読み込んだ BIM/CIM モデルを「ビューポート」にドラッグアンドドロップします。



6. 読み込んだ BIM/CIM モデルにマテリアルを設定します。マテリアルは「コンテンツブラウザ」中の「Materials」のフォルダ内に保存されています。



7. マテリアルの設定が終わったら、BIM/CIM モデルにコリジョンを設定します。コリジョンとは、3D モデル同士が衝突した際の挙動をシミュレーションする機能（ぶつかり判定）のことです。コリジョンを設定しない場合、プレイヤーが BIM/CIM モデルを通り抜ける等、意図しない動作が起こり得ます。



4.3.5. その他構造物の作成方法

外部ソフトで作成した BIM/CIM モデルを取り込む他に、Unreal Engine 中で構造物を作成する方法もあります。BIM/CIM モデルが無いものや、まだ検討中の場合に、簡易なモデルとして利用します。以下は、スプラインメッシュと呼ばれる線形構造物を作成する機能の説明です。

まず、道路を事例にスプラインメッシュの使い方を説明します。

(1) 道路の作成

1. 「ツールバー」の「モード」を「ランドスケープ」に変更し、「管理」タブから「スプライン編集」を選択します。

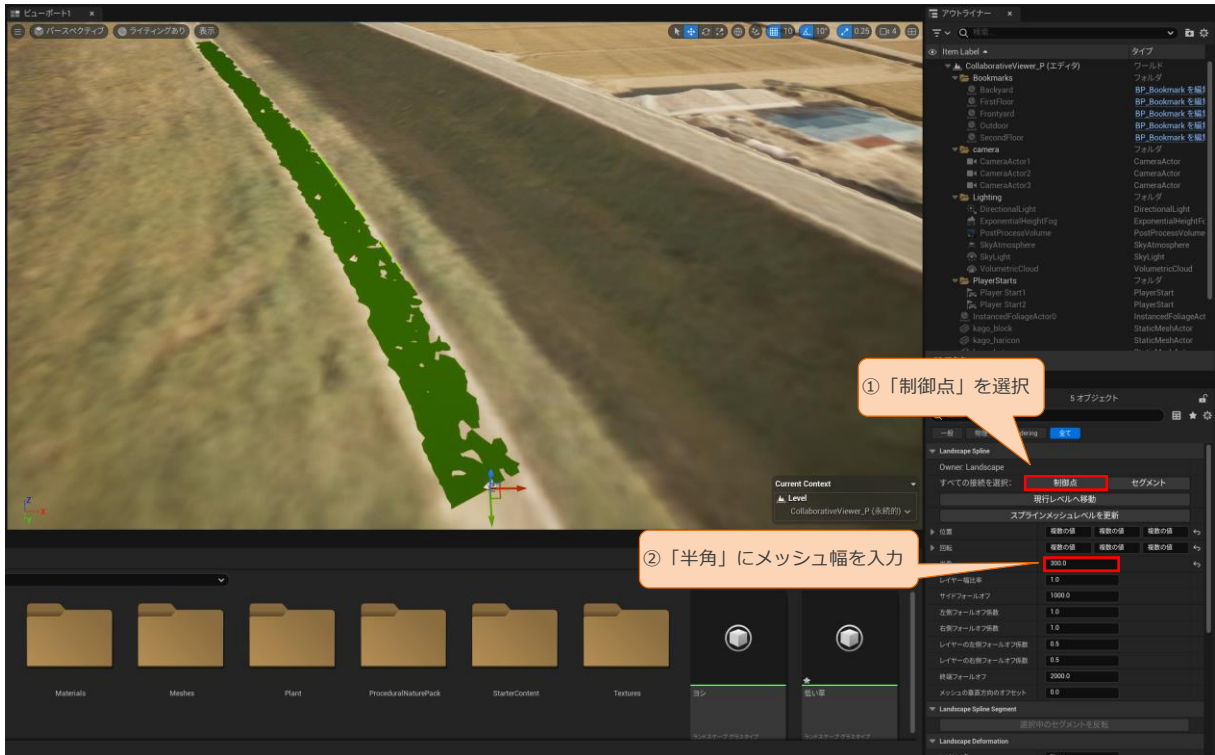


2. Ctrl キーを押しながら左クリックでスプラインの制御点を追加して、スプラインを描画していきます。

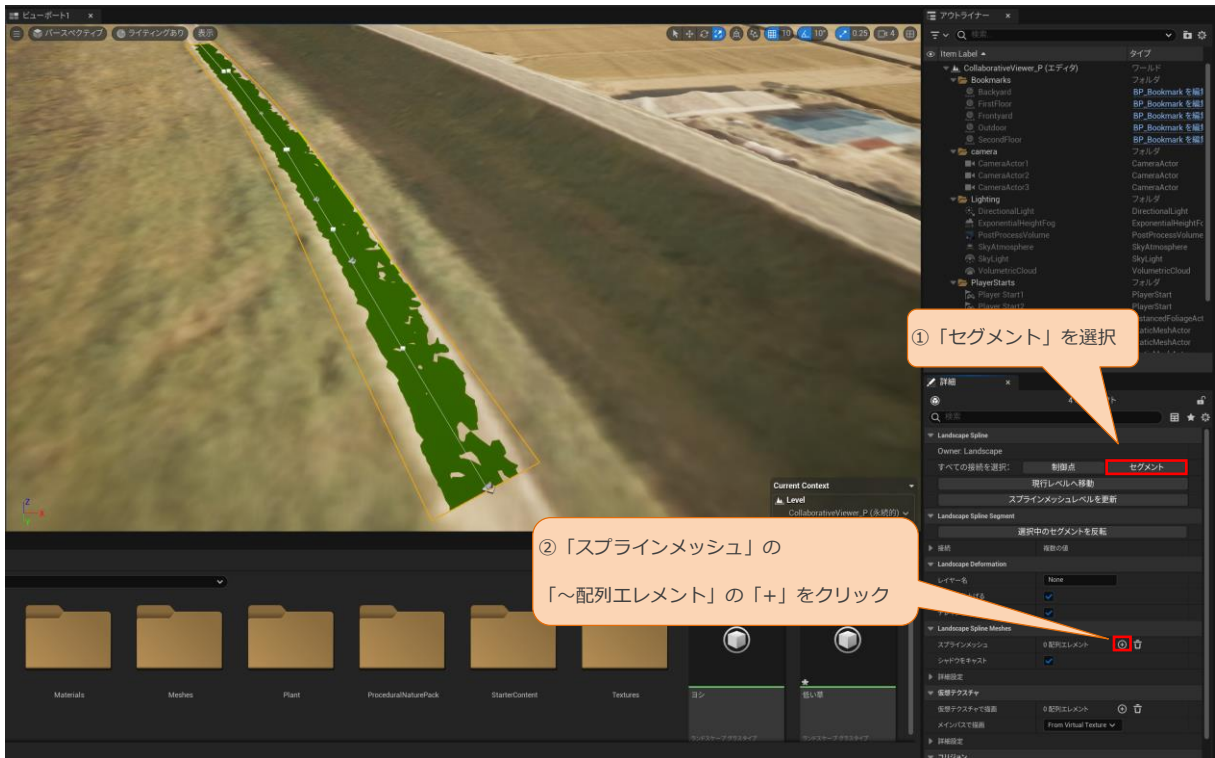


3. 「詳細パネル」中のパラメータを調整することで、スプラインの微調整が可能です。

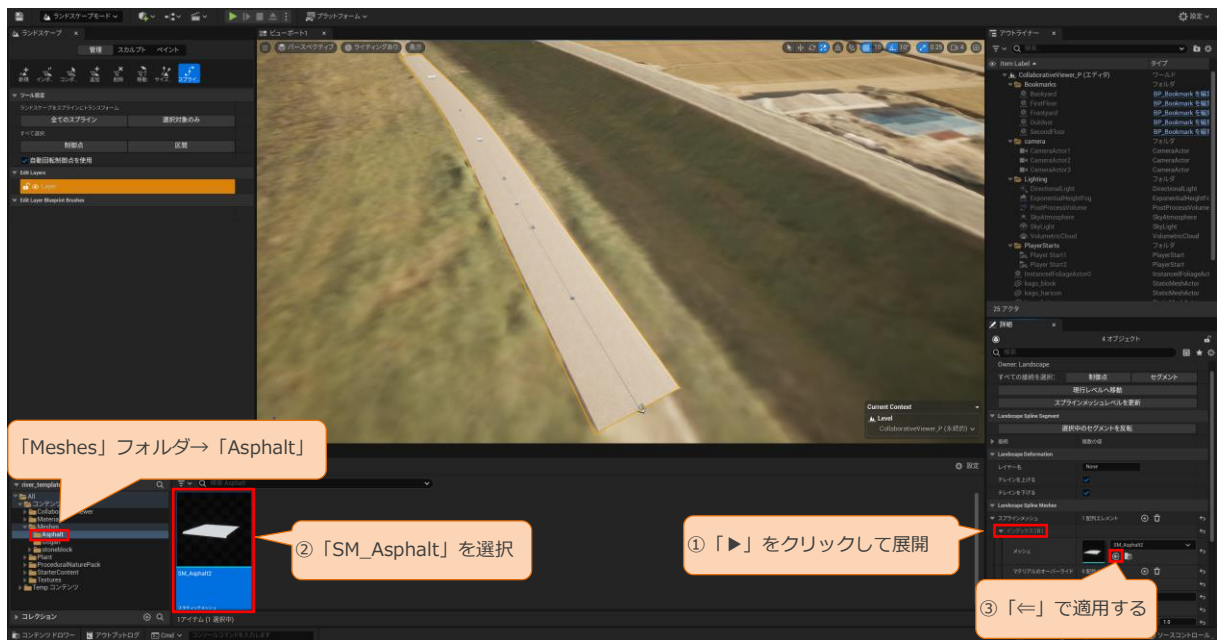
- ① 制御点…クリックして置いたポイント
- ② 半角…道路の幅員



4. 配置したスプラインに割り当てる 3D モデルを選択します。「詳細パネル」中の「セグメント」をクリックし、「スプラインメッシュ」、「配列エレメント」の+をクリックします。



5. メッシュの設定ができるようになりますので、下図の手順でモデルを選択します。ここでは「マテリアルブラウザ」の「Meshes」フォルダ中の「Asphalt」のフォルダから「SM_Asphalt」を選択しました。

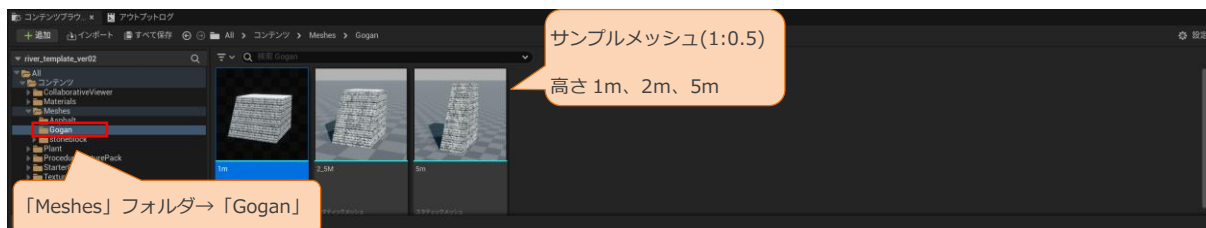


以上でスプラインを用いた道路の配置ができました。

(2) 護岸の作成

次に、スプラインメッシュを使った護岸の作成方法です。サンプルの護岸を高さ別に3種類用意しています。

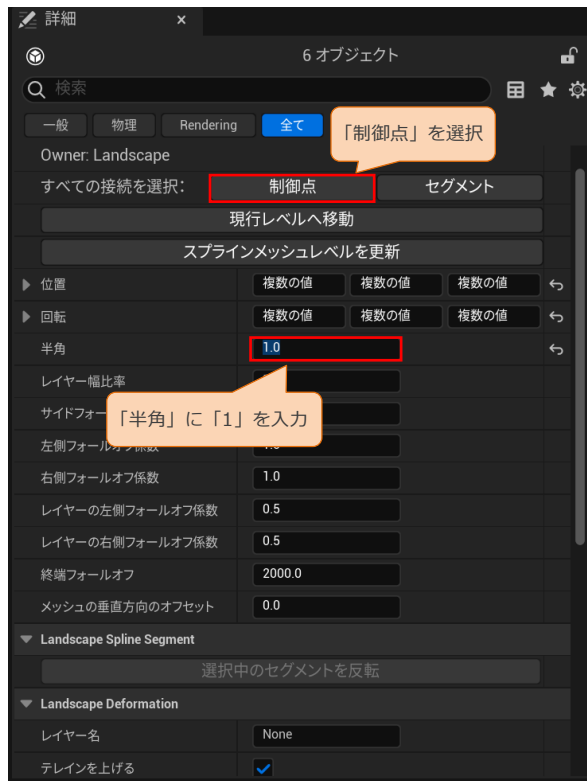
1. 「コンテンツブラウザ」から護岸モデルを選択します。モデルは「Meshes」フォルダ中の「Gogan」フォルダに保存されています。



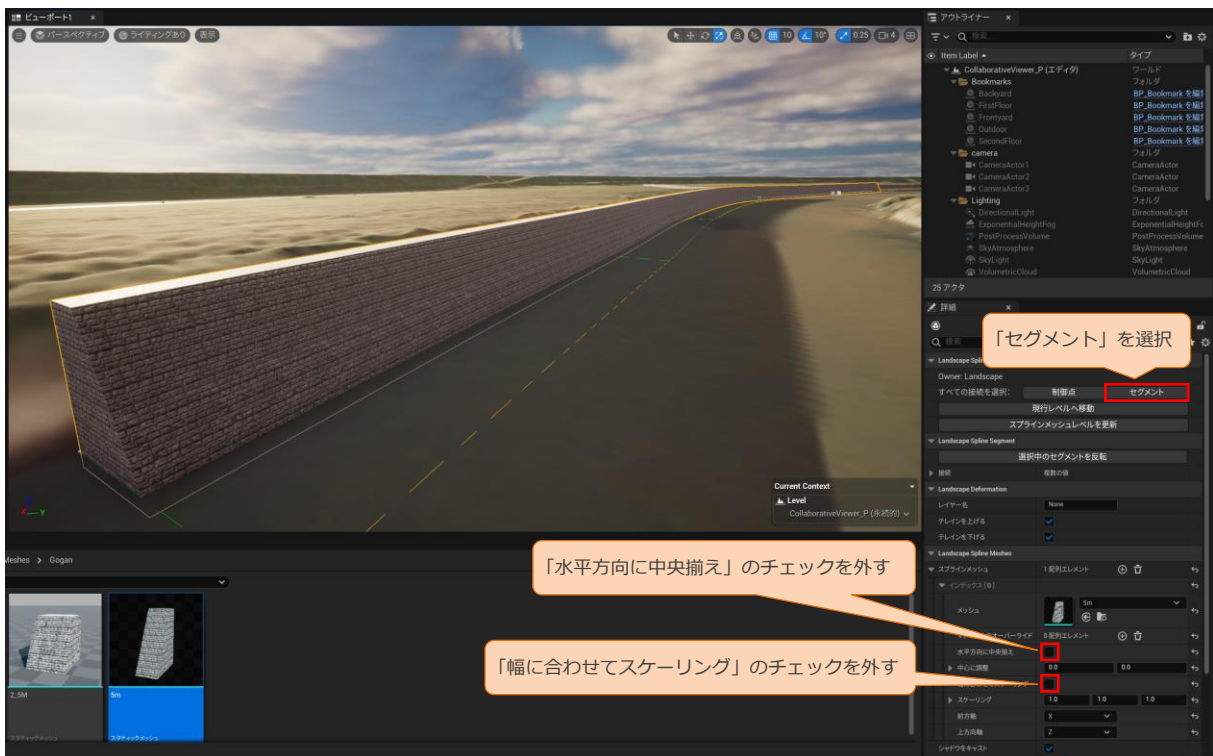
2. 道路と同じ手順で、護岸の配置箇所にスプラインを配置します。



3. 「詳細パネル」の「半角」を1とします。



4. 「水平方向に中央揃え」と「幅に合わせてスケーリング」のチェックを外します。



これで護岸が配置できました。

【参考】ゲームエンジンに適した 3D モデルの作成方法

BIM/CIM モデルでは形状を正確に表現することが求められますので、細かな形状を作り込む必要があります。しかし、物体の形状を細かに作成するとポリゴンの数が膨大となり、ゲームエンジンの処理に大きな負荷をかけます。

一方で、一般にゲームエンジンで用いられるモデルでは、細かい形状を表現するための細部の作り込み（ポリゴン数の増加）を避け、モデルの表面に凹凸感を与える特殊なテクスチャを使用します。この特殊なテクスチャはノーマルマップ（法線マップ）などと呼ばれ、このテクスチャが貼り付けられたモデルは例え平らな面であっても、ゲームエンジンの光の計算によって凹凸感を疑似的に表現することができます。設計対象の構造物以外は、このようにノーマルマップ等を活用して作成すると、ゲームエンジンでの処理負荷を低減することが可能です。

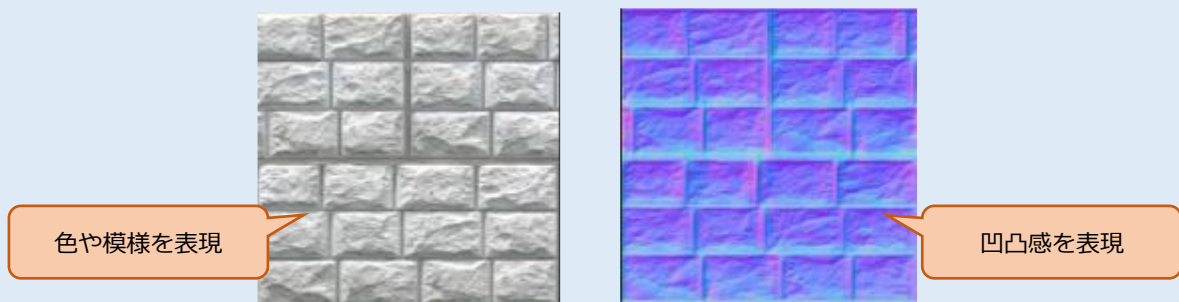


図 通常のテクスチャ（左図）とノーマルマップ（右図）

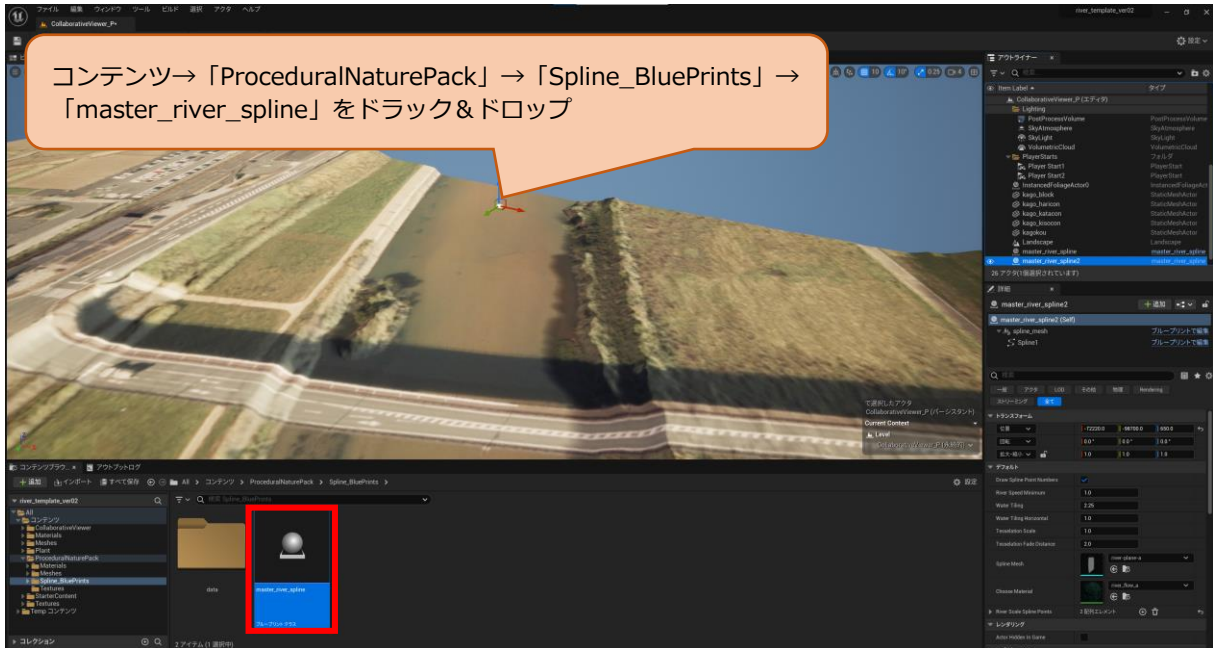
「river_template_ver02」に含まれるマテリアルにもノーマルマップが適用されています。簡単な形状のモデルでもこれらのマテリアルを適用することで、凹凸感や溝を疑似的に表現することができます。



4. 3. 6. 河川の流水の再現

スプラインメッシュを利用して河川の流水を再現します。河川の流水の再現は、色々なツールが提供されています。以下は、マーケットプレイスから入手できる「Procedural Nature Pack Vol.1」をダウンロードして使用した事例です。

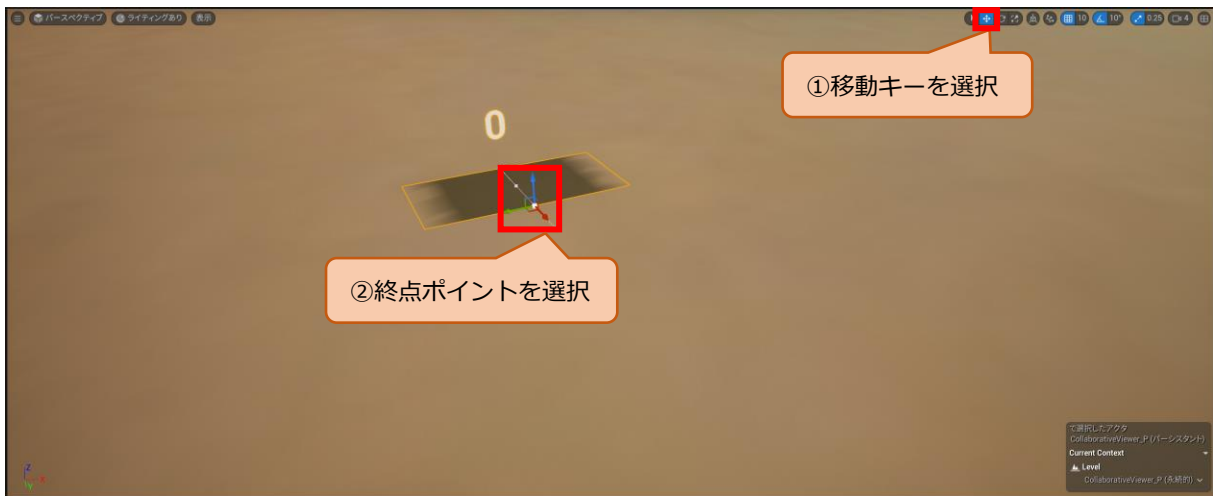
1. 「コンテンツブラウザ」から「ProceduralNaturePack」、「Spline_BluePrints」の順でフォルダを展開し、「master_river_spline」をビューポート上に配置します。



2. 配置したスプライン「master_river_spline」を伸ばして河川のスプラインを作成していきます。スプラインの起点をクリックし、スプライン伸ばす向きを変えます。



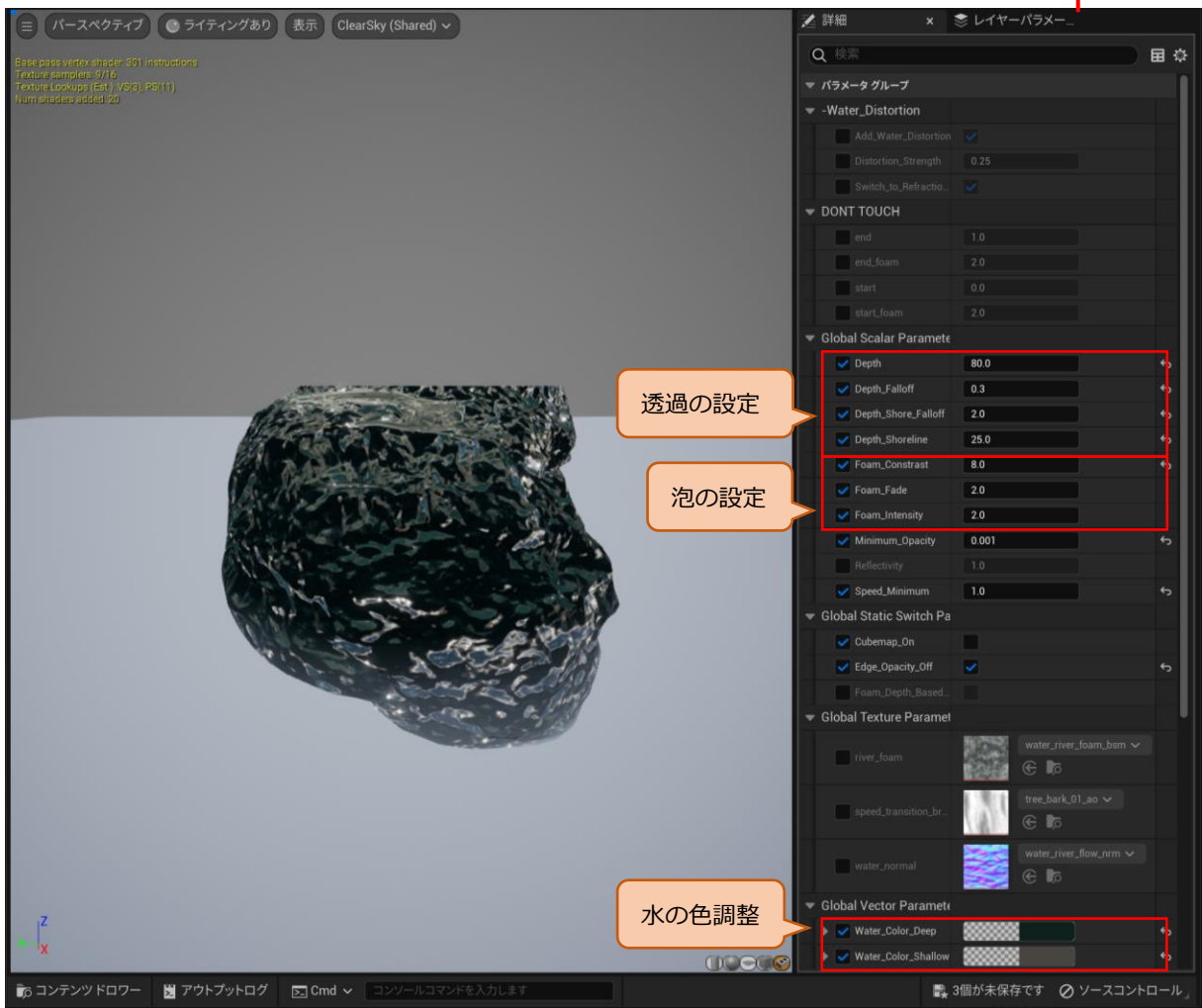
3. スプラインを川の線形に沿って伸ばしていきます。次のポイントまで直進の場合は移動キーのみで伸ばすことができます。曲線の場合は Alt キーを押しながらポイントを追加していきます。



4. 「詳細パネル」の「River_scale」から各ポイントの川幅を設定します。



5. スプラインの配置が終わったら、流水のパラメータを調整します。次の図に示すように、様々なパラメータが調整可能です。



4. 4. その他の設定

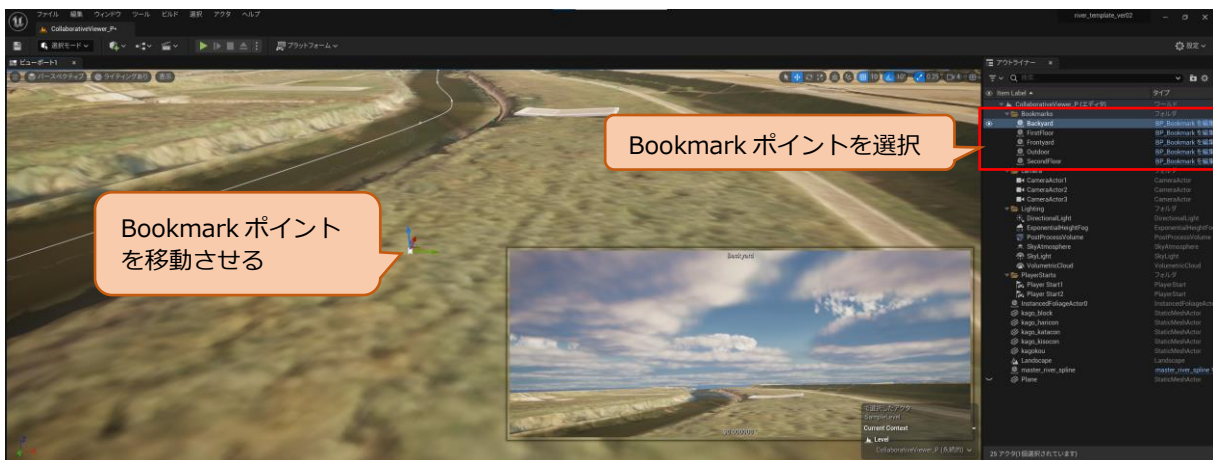
4. 4. 1. 実行ファイル用の視点の設定

次節で、作成した仮想空間を実行ファイルとして書き出す方法について説明しますが、実行ファイルの利用にはプレイヤー（体験者）のスタート位置（初期視点位置）を設定する必要があります。テンプレート内にスタート位置（Player Start）が既に登録されていますので、これを自由に再配置して任意の位置から実行ファイルをスタートできるようにします。

1. 画面右の「アウトライナ」から「Player Starts」中の「Player Start」がプレイヤーのスタート位置です。選択すると、「ビューポート」中で移動させることが可能になりますので、任意の位置に移動させます。なお、「Player Start」が複数ある場合、ランダムで1つが初期視点位置として選ばれます。



2. また、スタート位置の他、ブックマーク位置を設定できます。「アウトライナ」の「Bookmarks」内にいくつかブックマーク位置が保存されています。スタート位置と同様の手順で任意の位置に動かします。

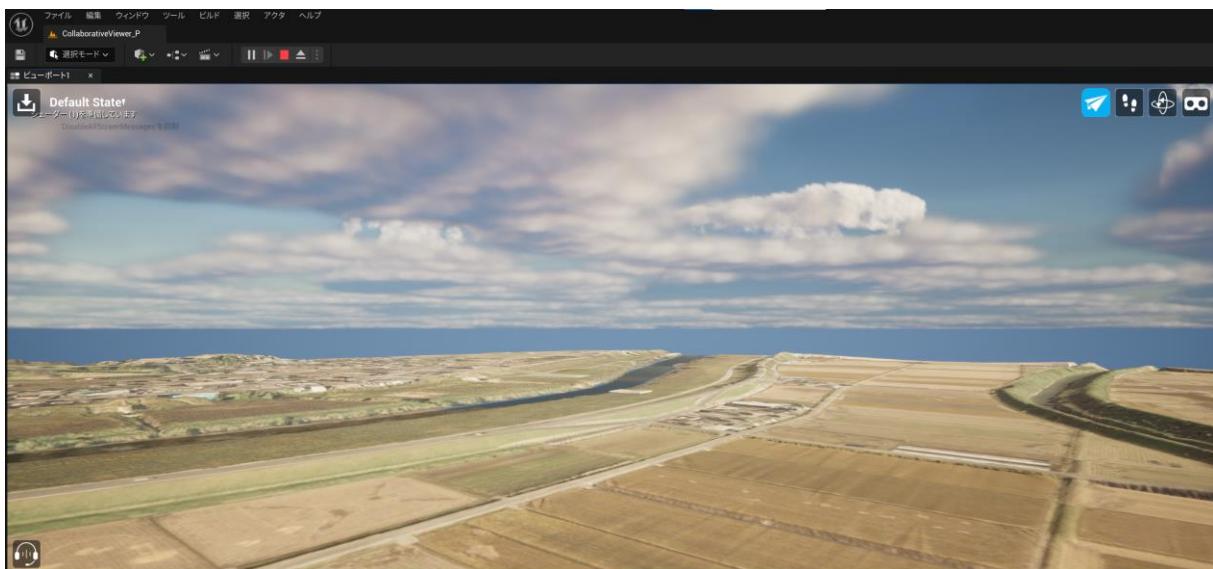


4. 4. 2. 作成途中の空間を VR で確認を行う方法

先述のスタート位置を設定すると、空間の作成途中においても、実行ファイル等への書き出しなしで、VR を用いて空間を確認することができます。

VR のヘッドマウントディスプレイと PC の接続方法については、ヘッドマウントディスプレイの説明書をご確認ください。

1. 「メニューバー」の「プレイ」のクリックします。VR ゴーグルが PC に接続されて有効になっている場合、VR で作成中の空間を体験できます。



5. 合意形成への活用

作成した仮想空間を合意形成用のパースやコンテンツにする方法について説明します。パッケージ化と呼ばれる実行ファイル形式への出力を行うことで、**Unreal Engine** がインストールされていない PC やインターネット接続のない PC でも作成した仮想空間を利用できます。同一ネットワーク内の PC があれば、複数の PC で同じ空間に同時に入ることが可能です。

5.1. パースの作成

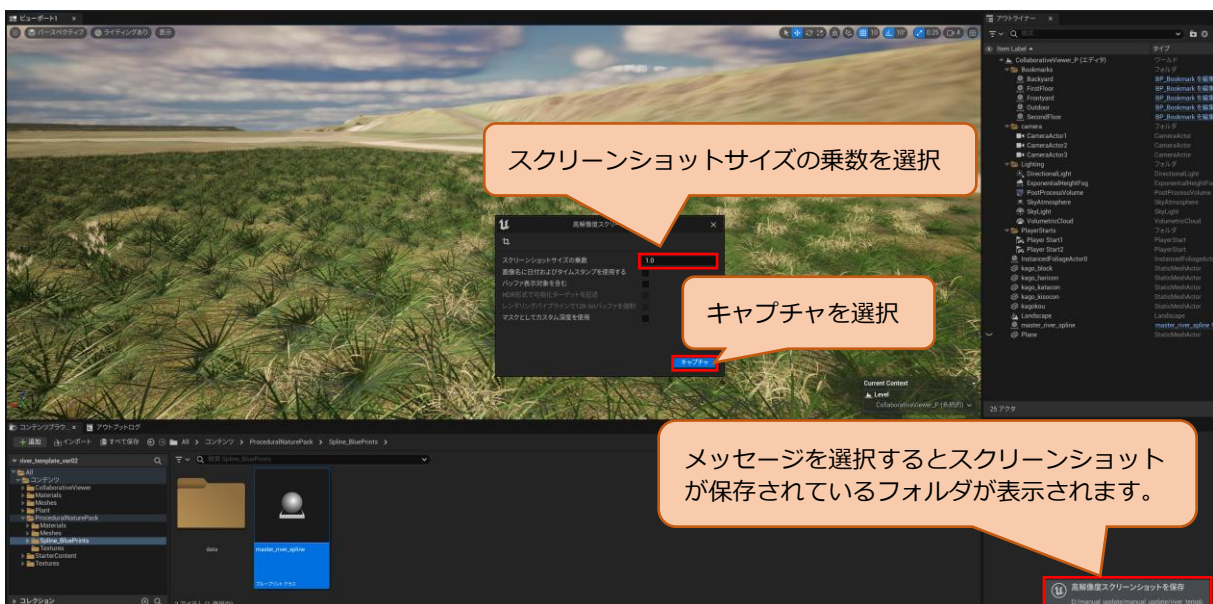
作成した空間を画像データとして書き出す方法を示します。

1. 書き出される画像は「ビューポート」(下図中の黄枠)となりますので、切り出したい範囲へと視点を移動してください。
2. 「ビューポート」の左上にある3本線をクリックし、「高解像度スクリーンショット」をクリックします。デフォルトでは、すべてのスクリーンショットはプロジェクトフォルダの次の場所に保存されます。

Saved/Screenshots/Windows



3. 表示されるウインドウの「スクリーンショットサイズの乗数」でスクリーンショットサイズを調整します。



5. 2. VR コンテンツの作成

5. 2. 1. 実行ファイルの作成 (パッケージ化)

作成したプロジェクトを実行ファイル (パッケージ化) として書き出します。実行ファイル化することで、仮想空間の中を自由に動き回ったり、複数人での空間共有が可能になります。

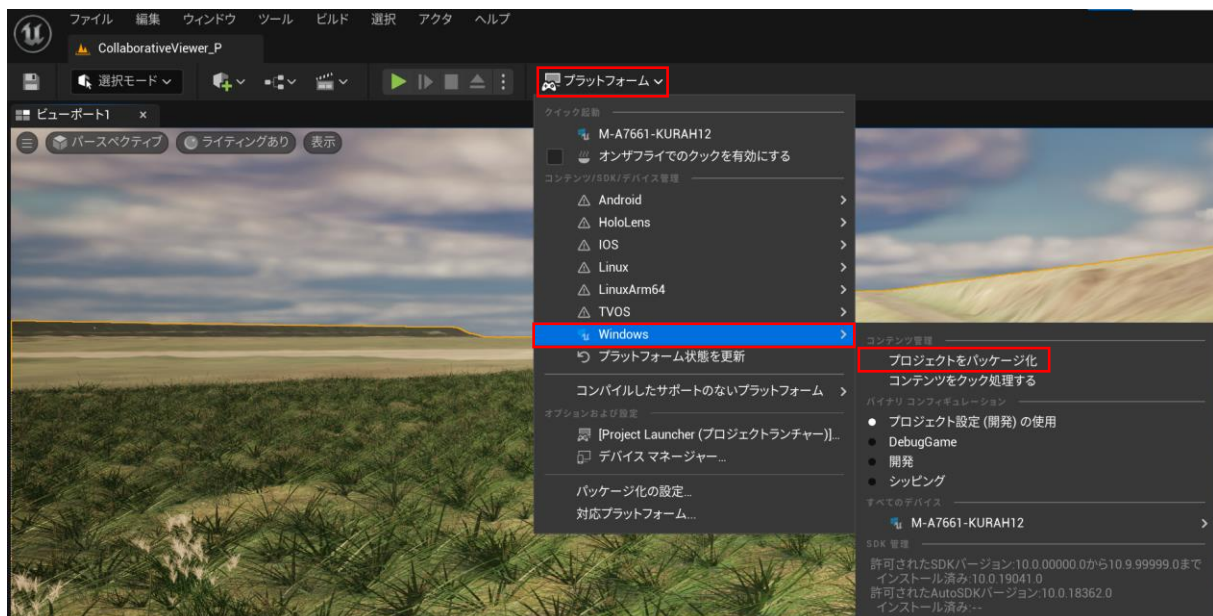
なお、ここでは windows デバイス向けの出力を行います。その他のデバイスでは、ネットワーク共有が出来なかったり、表示されないエフェクトがあったりしますので注意が必要です。初回のパッケージ化は、PC のスペックにもよりますが、10 分~数 10 分かかる場合があります。時間の余裕をもって進めてください。2 回目以降からはキャッシュファイルを利用できますので、時間が少し短縮されます。

また、パッケージ化には、Microsoft Visual Studio のインストールが必要です。ご利用の環境により、導入する Visual Studio のライセンスやバージョンが異なります。ライセンスやバージョンに関する情報やインストール方法は以下のページをご確認ください。

Unreal Engine 用に Visual Studio をセットアップする

<https://docs.unrealengine.com/5.1/ja/setting-up-visual-studio-development-environment-for-cplusplus-projects-in-unreal-engine/>

1. 画面左上の「プラットフォーム」から「Windows」、「プロジェクトをパッケージ化」を選択します。これでパッケージ化が進行します。



5. 2. 2. パッケージ後の実行形式ファイルの利用方法

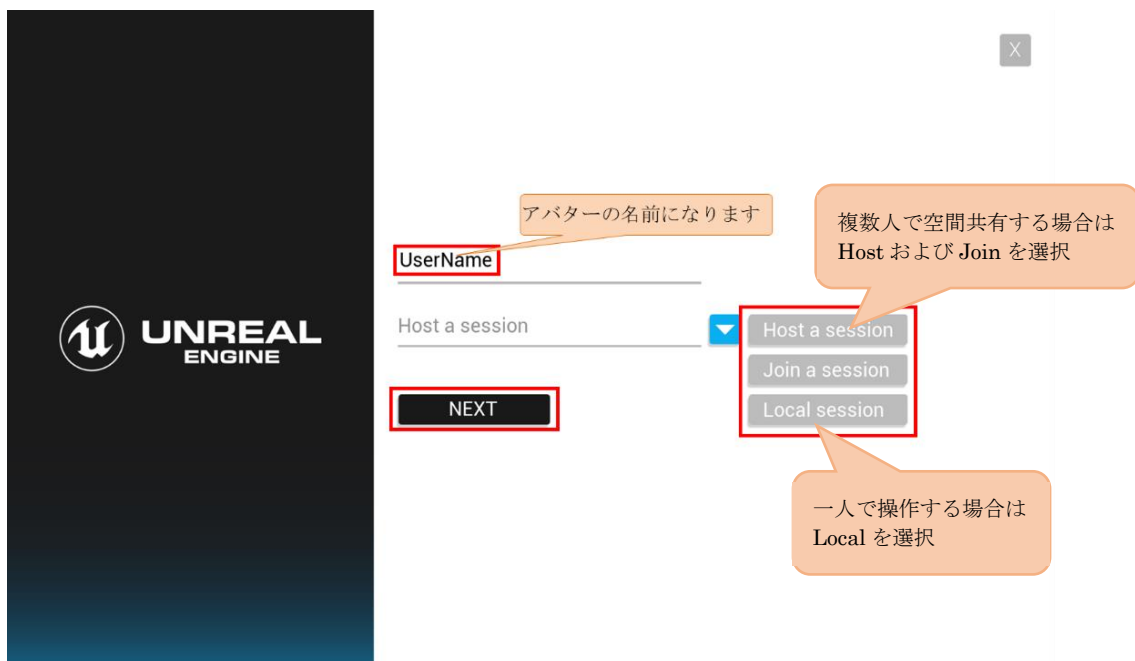
以下は、パッケージした実行形式のファイルの利用方法になります。詳細は下記の公式 HP の操作ガイドをご確認ください。(実行ファイルは 4.26 のテンプレートを使用しています。)

<https://docs.unrealengine.com/4.26/ja/Resources/Templates/CollabViewer/>

1. パッケージしたファイルは、「WindowsNoEditor」フォルダの中に格納されます。exe 形式のファイルを実行すると、起動します。

名前	種類	サイズ
Engine	ファイルフォルダー	
river_template_ver02	ファイルフォルダー	
Manifest_NonUFSFiles_Win64	テキストドキュメント	6 KB
 river_template_ver02	アプリケーション	186 KB

2. 以下は起動後の画面になります。



3. 基本の操作は以下の通りです。

- ・ 前後左右に動く…マウス右ボタンを押したまま「W」、「A」、「S」、「D」キー
- ・ 現在の位置からワールドを見回す…右クリックしてドラッグ
- ・ カメラを上下にまっすぐ動かす（飛行モード時）…マウスの右ボタンを押したまま、「Q」、および「E」キー

4. また、画面の説明は以下になります。



音声チャットの仕組みです。Voice Over IP はデフォルトでプロジェクトで有効になっています。このアイコンをクリックして有効無効を切り替えます。



飛行モードを有効にします。飛行モードでは、シーン内をあらゆる方向に自由に飛行できます。このモードでは、アクタのコリジョン設定に関係なく、すべてのジオメトリを通過します。飛行モードから歩行モードに戻ると、再び重力がかかります。場所によっては、地面まで急速に落下したり、最も近い地面にスナップされます。



歩行モードを有効にします。歩行モードでは、重力によって地面上にいる状態が維持されます。シーンを歩き回ると、コリジョン ボリュームが設定されているレベル内の任意のオブジェクトと衝突します。

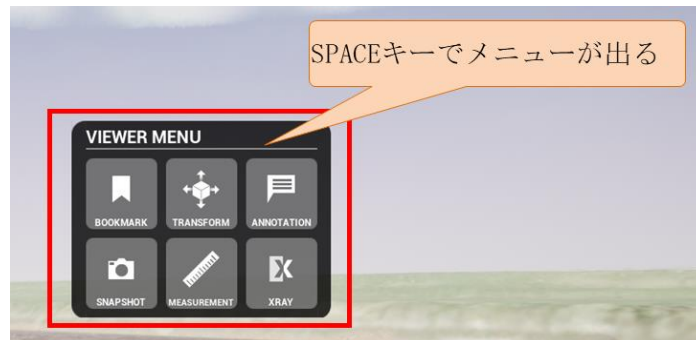


軌道モードを有効にします。軌道モードでは、レベルの注視点を選択します。次に、カメラを回転させるときに、画面の中央に注視点を保持しながら、注視点の周りを周回します。



サポートされている VR ヘッドセットがインストールされ動作している場合、VR コントロール モードを起動します。

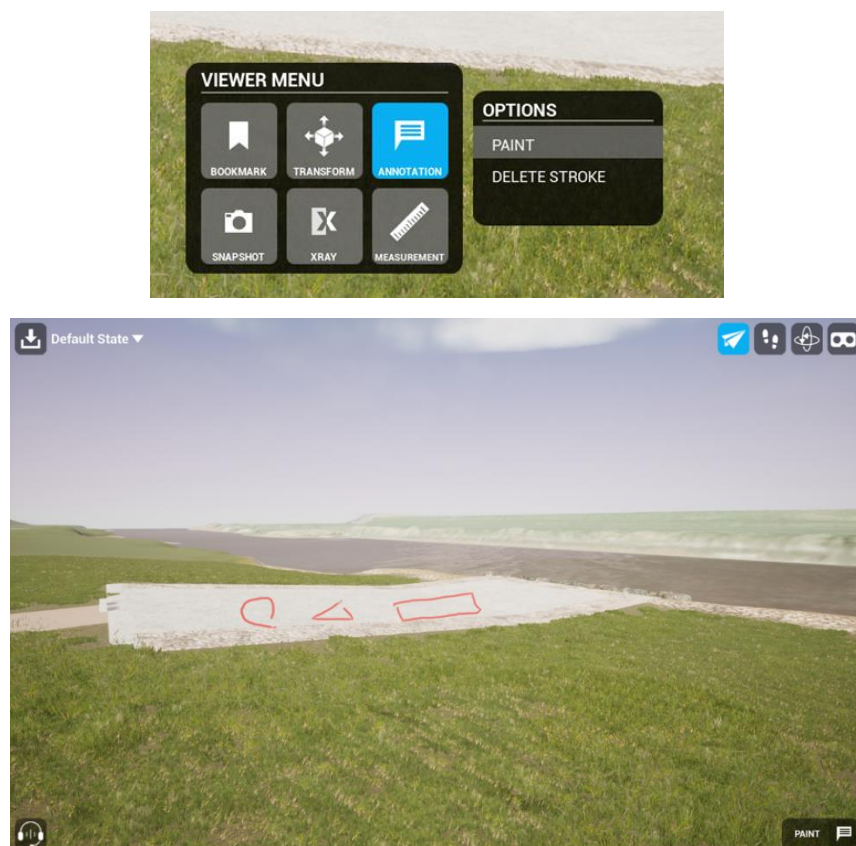
- 「SPACE」キーを押すと、ブックマークや計測、メモ、スナップショット等のメニューが表示されます。



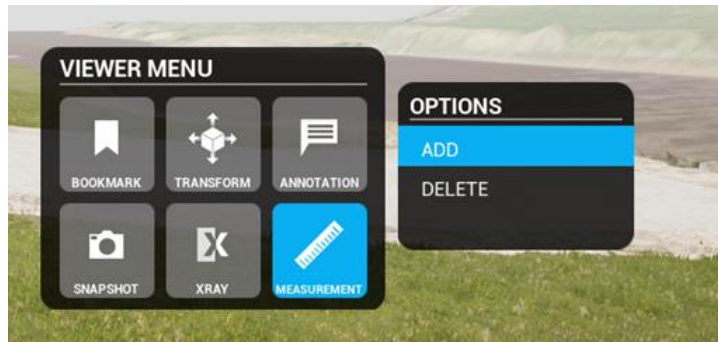
- 設定しているブックマークポイントへの移動もできます。



- 注釈機能を使うと、仮想空間内にメモを記入できます。



- 計測機能を使うと、仮想空間内の距離や大きさを計測できます。計測結果は寸法引き出しとして表示されます。



- アプリケーションを終了する際は Esc キーで終了することができます(Esc キーで終了しない際は Alt+F4 でアプリを強制終了できます)。

6. ゲームエンジンと後工程の連携

合意形成結果やゲームエンジンで編集した地形を GIS や解析ソフトに出力することが可能です。ここでは、ゲームエンジン中で編集した地形データを PNG 形式で書き出し、QGIS、および iRIC に入力する方法を示します。

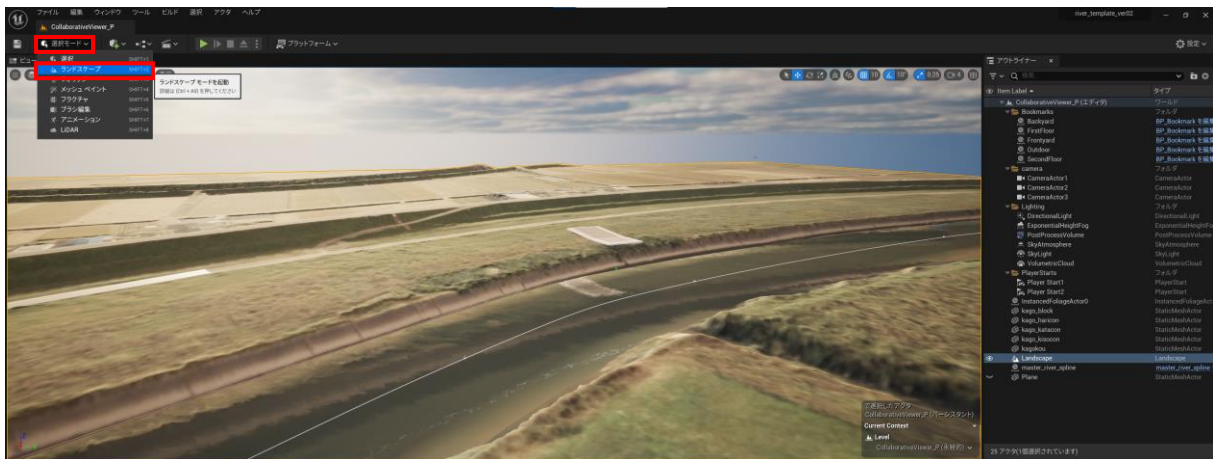
6.1.1. ゲームエンジンで編集した地形データの出力

まずは、ゲームエンジンから地形の PNG データを出力します。

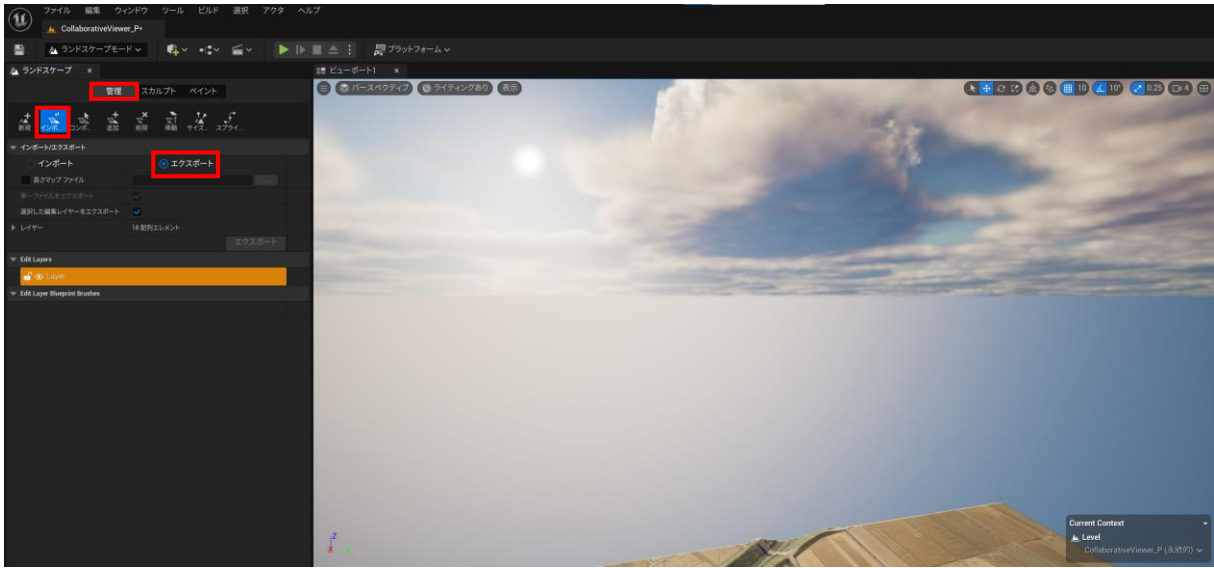
1. 画面右の「アウトライナ」から書き出したい Landscape レイヤを選択します。



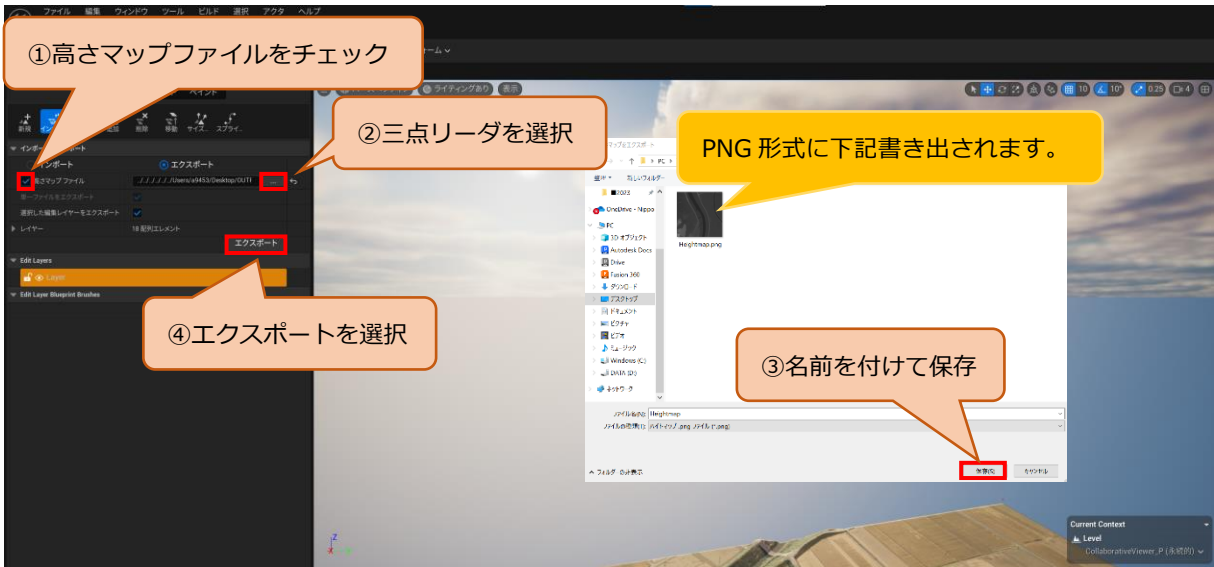
2. 「ツールバー」の「モード」から「ランドスケープ」にチェックを入れます。



- 画面左の「landscape」タブ中で「管理」タブを選択し、「インポート」、「エクスポート」の順でクリックします。



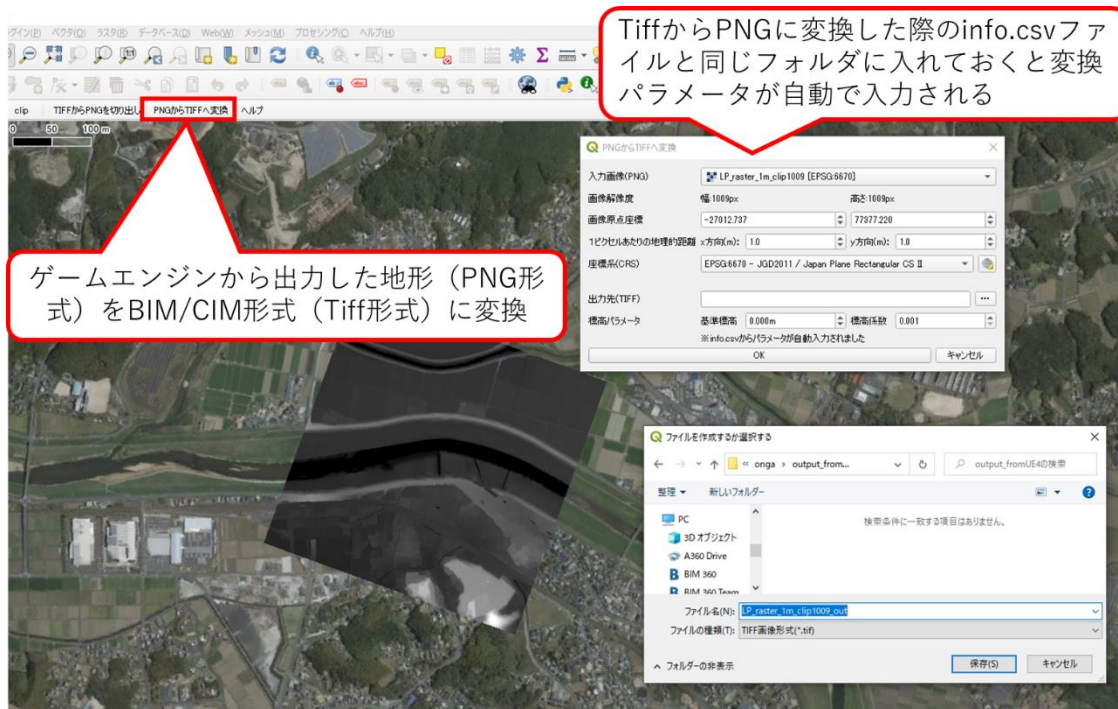
- 保存先を選択し、作成した地形データを書き出します。



6. 1. 2. QGIS での活用

出力したファイルを QGIS に読み込む方法について解説します。あわせて、地形ラスター切り出しプラグインの「DemConverter」を用いて、Unreal Engine から出力した PNG ファイルを GeoTIFF ファイルに変換する方法についても説明をします。GeoTIFF ファイルに変換することで、CIM ソフト等への取込み可能になります。

1. Unreal Engine から書き出した PNG ファイルと 31 頁の作業で作成していた PNGW ファイル（位置座標を記録したワールドファイル）を同じフォルダに保存します。この時 PNG ファイルと PNGW ファイルは同じファイル名である必要があります。よって PNGW ファイルをコピーし、PNG ファイルと同じ名前に変更してください。
2. Unreal Engine から書き出した PNG ファイルをドラッグアンドドロップで、QGIS へ取り込みます。
3. DemConverter の「PNG から TIFF へ変換」をクリックします。下図のウィンドウが開きますので必要な項目を入力します。この時、31 頁の作業で作成された「info.csv」を同じフォルダに保存しておく、入力が自動で行われます。



これで、GIS や BIM/CIM ソフトに読み込める GeoTIFF ファイルに再変換できました。

6. 1. 3. iRic での活用

Unreal Engine で書き出した PNG 形式の地形データを iRic に取り込み、水理計算を実施します。iRic のインストール・操作手順については別途ユーザーマニュアル等を参照してください。以降の操作手順は、iRic インストール済みの PC 環境を想定しています。

(Web マニュアル : <https://iric-gui-user-manual-jp.readthedocs.io/ja/latest/>)

1. まず、png ファイルを iRic へ読み込むために必要なファイル (3 種類) を準備します。png.meta ファイルは info.csv から必要なデータをテキストエディタ等で入力して作成します。

必要ファイル	内容・作成方法
*.png	出力された画像データ
.pgw	出力された.pngw ファイルの拡張子を変更
*.png.meta	出力された info.csv から必要なデータを入力

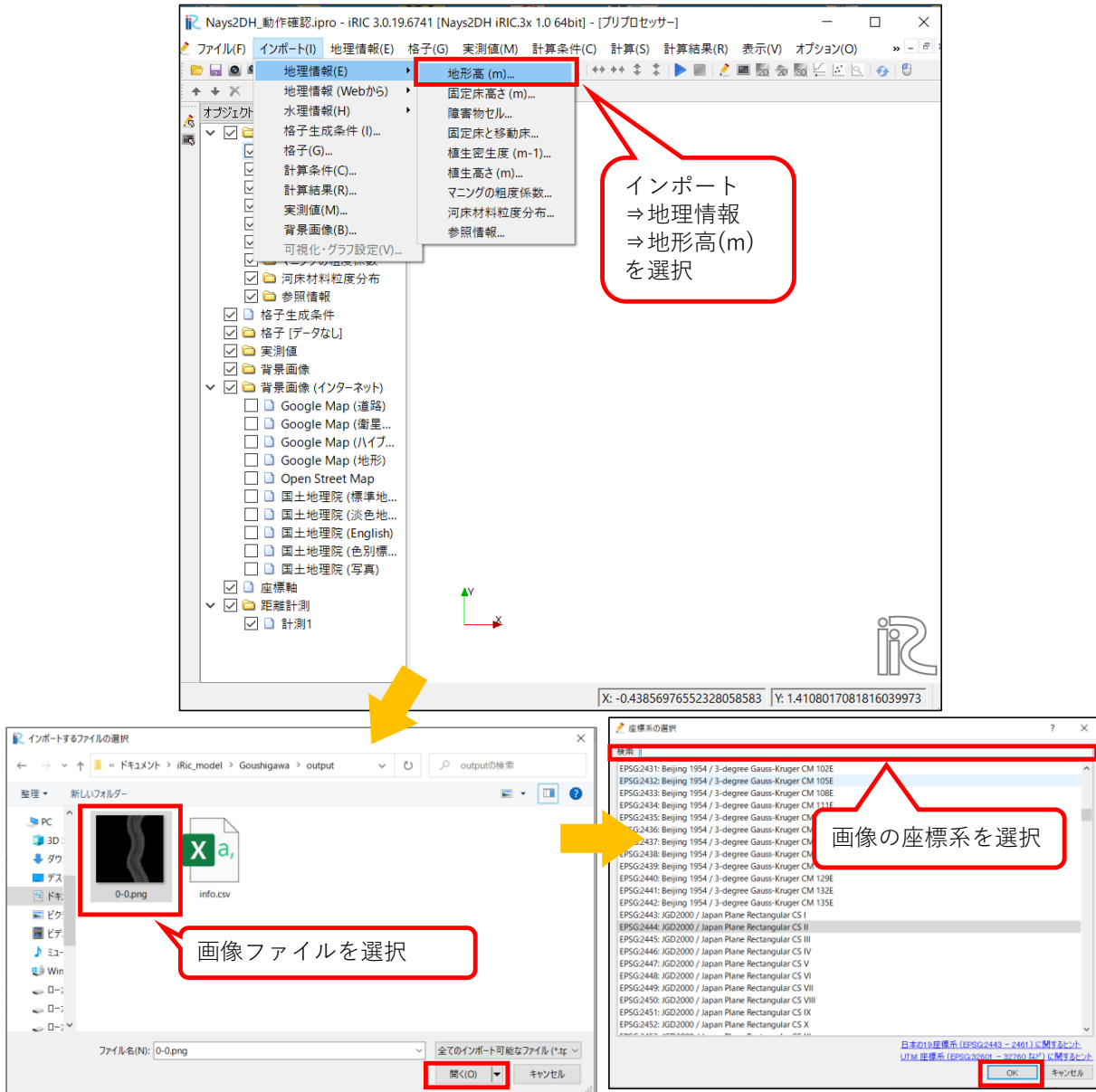
info.csv									
projWin	projWinSRS	xRes	yRes	src_min	src_max	dst_min	dst_max	elev_lowest	elev_multiplier
[-26057.33598329919, -2453.5495361110725, -24590.308919391737, -3636.9960260211947]	EPSG:6670	0.5	0.5	8.6	74.135	0	65535	8.6	0.001

↓

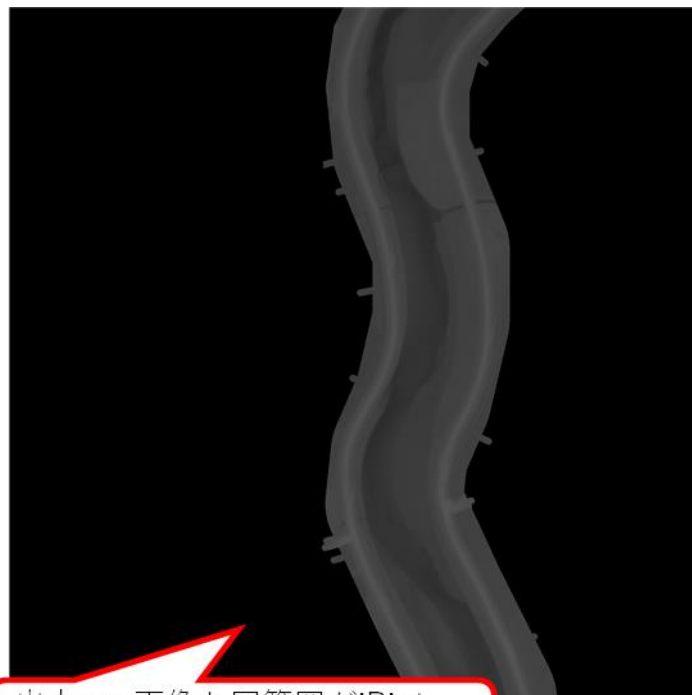
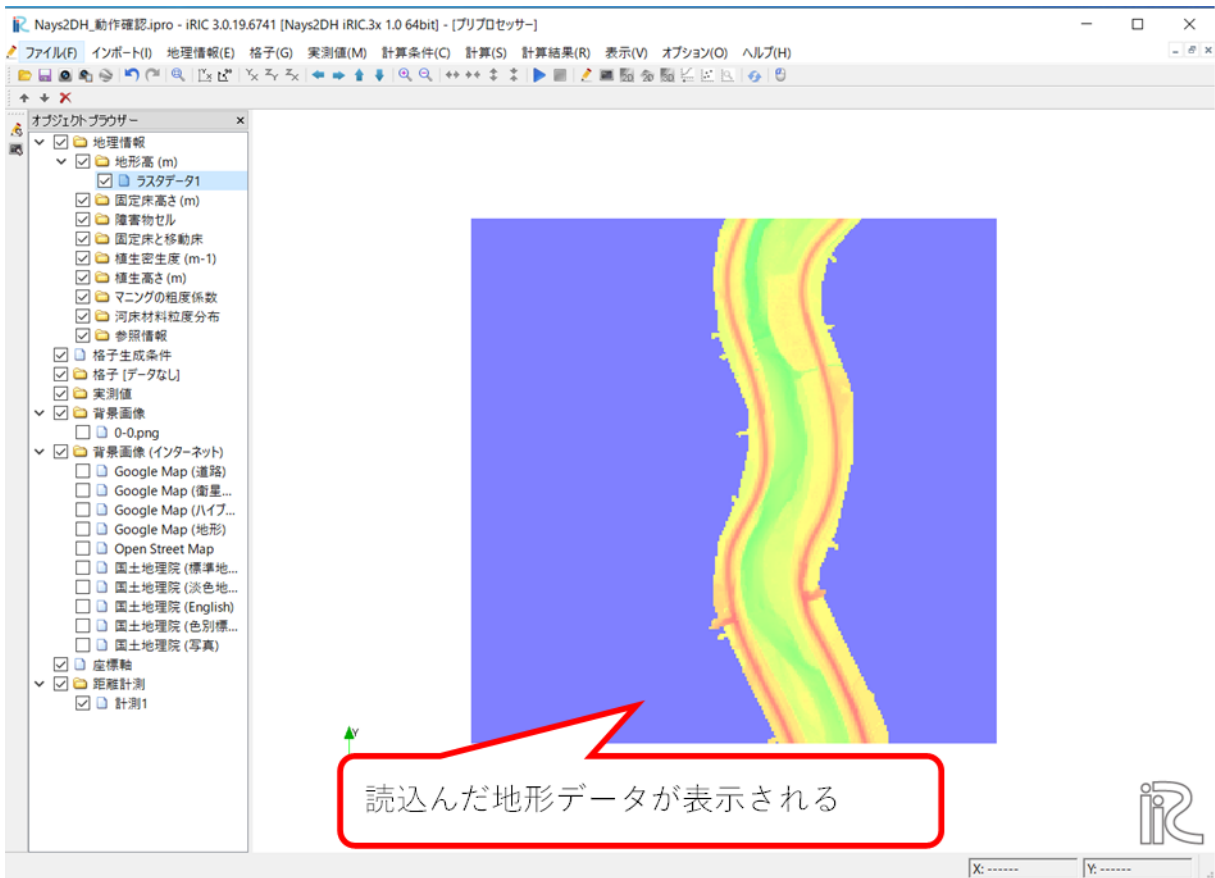
*.png.meta
base: 8.6
resolution: 0.001

2. 次に iRic 上で以下手順から、png ファイルを読み込みます。

- ① 「インポート」⇒「地理情報」⇒「地形高(m)」を選択します。
- ② 画像ファイルを選択して「開く」を実行します。
- ③ 座標系を選択して「OK」を実行します。

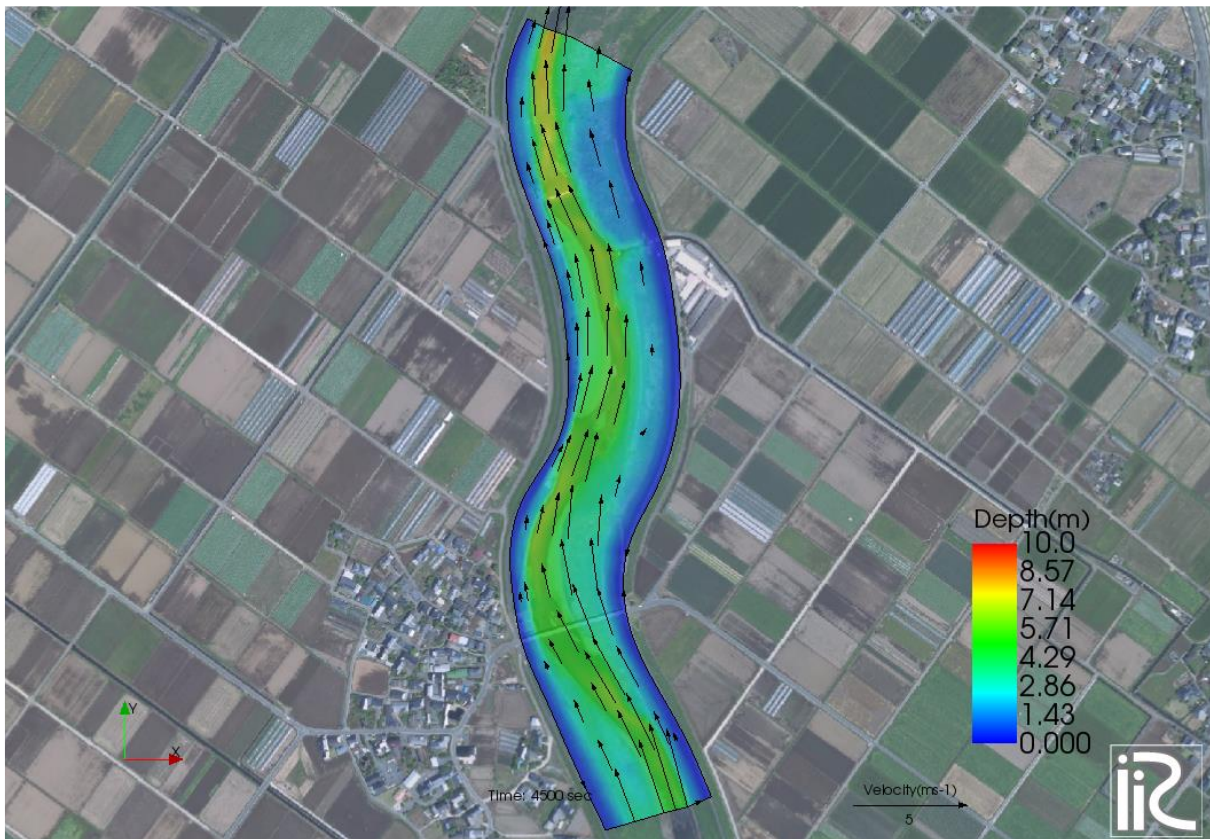


- これで iRic に標高データを入力できました。png 画像（白黒）と反映された地形データを比較して必要範囲のデータが入力できているか確認します。



出力png画像と同範囲がiRicに入力されていることを確認

4. 以降は iRic 上で各種条件設定を行い、解析を実施します。下図は Unreal Engine で編集した地形データを使用した、平面 2 次元流況解析の結果です。



3 DVR コンテンツ使用許諾契約書

国土交通省九州地方整備局九州技術事務所（以下、九州技術事務所）は、提供するテンプレートファイルやプラグインソフトウェアを含む、本サイトからダウンロード可能なコンテンツ（以下、3DVR コンテンツ）の使用については、ダウンロードし使用可能な状態にされた時点で、ユーザーは、この使用許諾契約書に同意したものと致します。これらの使用条件に同意できない場合は、3DVR コンテンツを使用することはできません。

第1条（定義）

(1) 使用許諾の対象である「3DVR コンテンツ」とは、九州技術事務所が提供するテンプレートファイル（川づくりを検討する上で必要となるパーツなどをあらかじめ組み込んだ Unreal Engine のテンプレートファイル）、プラグインソフトウェア（取得した点群データから任意の範囲を切り出して Unreal Engine 等に取り込める形式に変換する QGIS のプラグインソフト。QGIS は、GNU General Public License で提供されている、ユーザーフレンドリーなオープンソースの地理情報システム（GIS）です。）、及び、これらの使用方法を解説したマニュアル（案）を言います。

(2) 「ユーザー」とは、上記「3DVR コンテンツ」を、ダウンロードなどによって入手し、使用可能な状態にした者（法人・団体・個人）を言います。

第2条（使用範囲）

九州技術事務所は、より良い社会の創造に寄与することを目的としてソフトウェア開発・提供、情報提供を行っています。その目的に合致しない 3DVR コンテンツの利用は一切禁止します。

第3条（その他の条件）

(1) ユーザーは、九州技術事務所の事前の書面による許諾無く、3DVR コンテンツを第三者に対して頒布、送信（自動公衆送信、送信可能化を含む）等を行なうこと、貸与、リース、担保設定等を行なうことはできません。また、本使用許諾を譲渡、転売、あるいは、その使用を再許諾することはできません。

(2) ユーザーは、3DVR コンテンツをリバースエンジニアリング、逆コンパイル、逆アセンブル、修正、改変することはできません。また、3DVR コンテンツに関するドキュメントを修正、改変、翻訳することはできません。

(3) 本契約書は、ユーザーに対し、国土交通省や、九州地方整備局、あるいは、九州技術事務所名称の使用を許諾するものではありません。本使用許諾契約書で明記されていない権利は、その保有者に留保されます。

第4条 (本契約の解除および終了)

(1) ユーザーが本契約の条項あるいは条件の1つにでも違反した場合、九州技術事務所 はなんらの催告なくして本契約を即時解除することができます。

(2) 九州技術事務所が本契約を解除したときは、ユーザーは、3DVR コンテンツの全てを使用する権限を喪失するものとします。ユーザーは、3DVR コンテンツ、ならびに、関連書類その他の複製物を破棄、記憶媒体上から完全に消去するものとし、使用することはできません。

(3) 九州技術事務所は、任意に、本契約を終了することができるものとします。本契約の終了に起因することによって、ユーザーあるいは第三者が被る損害等について、九州技術事務所は一切の責任を負いません。

第5条 (保証の制限)

(1) 九州技術事務所は、3DVR コンテンツに含まれた機能がユーザーの要求に答えるものであること、正常に作動すること、構造上の問題等が存していた場合にこれが修正されることのいずれも保証しません。

(2) 九州技術事務所は、3DVR コンテンツおよび関連資料等を、ユーザーに事前に通知すること無く変更する場合があります。

(3) 九州技術事務所の口頭又は書面等による一切の情報又は助言は、新たな保証を行ない、又はその他いかなる意味においても保証の範囲を拡大するものではありません。

第6条 (輸出管理)

ユーザーは、3DVR コンテンツを直接または間接的に輸出、海外への持ち出し、非居住者への提供に該当する取扱いをする場合は、使用終了後といえども、日本国の輸出関連法規に従い、必要な手続きを取るものとします。

第7条 (責任の制限)

(1) ユーザーは、3DVR コンテンツの使用および3DVR コンテンツに付随する資料等の利用に基づいて発生した一切の直接・間接の損害（データ滅失、業務停滞、第三者からのクレーム等）および危険はすべてユーザーのみが負うことをここに確認し、同意するものとします。

(2) いかなる場合であっても、不法行為、契約その他いかなる法的根拠による場合でも、九州技術事務所は、ユーザーその他の第三者に対し、営業価値の喪失、業務の停止、コンピュータの故障による損害、その他あらゆる商業的損害・損失等を含め一切の直接的、間接的、特殊的、付随的または結果的損失、損害について責任を負いません。さらに、九州技術事務所は、第三者からのユーザーに対するいかなるクレームに対しても責任を負いません。

第8条 (著作権等)

(1) 3DVR コンテンツおよび各画面表示部分を含む一切)、3DVR コンテンツに関する文書、図面、ドキュメントなどの文書に関する所有権、著作権をはじめとするその他一切の知的財産権（以下、「本件知的財産権」といいます。）は、九州技術事務所に帰属します。

(2) 本件知的財産権は、著作権法及びその他の知的財産権に関する法律ならびに条約によって保護されています。したがって、ユーザーはこれらを他の著作物と同様に扱わなければなりません。

第9条 (許諾対象外ソフトウェア)

3DVR コンテンツの使用にあたって、Epic Games, Inc.が提供する「Unreal Engine」の3D画像処理エンジンを使用しています。「Unreal Engine」は、本使用許諾契約書による許諾の対象ではありません。ユーザーは本テンプレートファイルをご利用するにあたり、Unreal Engineが必要となります。Unreal Engineは、以下のサイトからダウンロードしていただくようお願いいたします。

<https://www.unrealengine.com/ja/download>

第10条 (準拠法および裁判管轄)

(1) 本契約は日本国の法律を準拠法とします。

(2) 本契約書ないし3DVR コンテンツに関して紛争が生じた場合には、東京地方裁判所を第一審の専属的合意管轄裁判所とします。

【活用事例】かわまちづくりの住民説明会での活用

ここでは、本マニュアルに従って作成した河川空間を実際のかわまちづくりの住民説明会で用いた例を紹介します。

＜ポイント＞

- ◇ 山国川かわまちづくり（福岡県吉富町）において、全国で初めて住民との合意形成にゲームエンジンを用いたかわづくり検討手法を活用（R3.12）
- ◇ かわまちづくりの設計を基に仮想空間に整備後の川の姿を構築し、整備前に整備後の姿を体験していただき、インフラ整備を十二分に理解いただいた上で合意形成を図った
- ◇ 説明会には約 60 名が参加、7 名が VR を用いた仮想世界で整備後の河川を体験いただいた。地元町長等にも好評であった

●対象のかわまちづくり

対象事業：山国川下流地区かわまちづくり
（広津地区）
対象河川：一級河川 山国川水系山国川
市町村：福岡県吉富町



出典：吉富町 HP
<https://www.town.yoshitomi.lg.jp/gyosei/chosei/v995/y209/mirai/a839/c789/>

●説明会における活用の仕方

- ・ VR 動画 …ゲームエンジン中の河川空間から切り出した短編動画（5 分程度）を放映。整備内容をビジュアル的に紹介。
- ・ 質疑応答 …質疑応答では実行ファイルの操作画面をスクリーンに表示。住民や職員の説明に合わせて該当箇所を表示することで、スムーズな議論を促した。
- ・ VR 体験 …VR で完成後の河川空間を体験（閉会後に希望者のみ）。



説明会の実施状況



VR 体験状況

●実施風景

ゲームエンジンから切り出した動画で整備内容を視覚的に分かり易く説明



実施風景 (VR 動画)

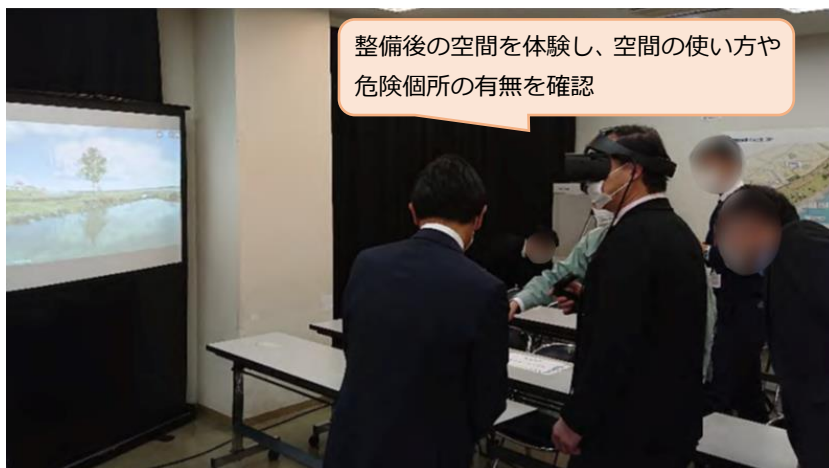
住民から階段ブロックをバスケットボールコートギャラリースタンドとして活用できないかとの意見



住民や職員の説明にあわせて説明箇所を表示
このときは階段上に移動してコートの見え方を確認

実施風景 (質疑応答)

整備後の空間を体験し、空間の使い方や危険個所の有無を確認



実施風景 (VR 体験)

●説明会での意見

▶ 整備内容に関する意見

- ・ (ゲームエンジンの光の計算によって) 橋梁桁下に整備予定のドッグランに日陰ができていて、夏場でも使いやすそうな印象が伝わった
- ・ 天端の上に立って高水敷を俯瞰することで、各施設の空間的な位置関係がよくわかった
- ・ 実際に空間を歩いてみることで、キャンプ場からトイレに向かう動線や階段の配置を工夫する必要性を感じた
- ・ 樹木の位置を変えることで、空間をより広く使えそうなことがイメージできた

▶ 3D モデルや VR に対する意見と感想

- ・ 完成イメージや施設の規模感が容易に把握できた
- ・ 映像酔い等が理由で VR の体験者は多くはなかったが、体験者のなかでは VR 体験は好評であった
- ・ スクリーンに映し出した映像よりも、VR ゴーグルによる体験の方が反響が大きかった

▶ 本技術の有効性に関する意見

- ・ パースは初期段階で構想を膨らませることに使えて、VR 技術は人目線の空間を確認することに有効
- ・ 作る前に空間を体験できるため、危険個所が容易に把握でき、効果的・効率的な対策の検討が出来そう
- ・ 説明会のその場で整備案を変更して議論する場面においては、ゲームエンジンは最適な技術と思われる

●作成した仮想空間イメージ



山国川と中津市街地



堤防上からの状況



せせらぎ水路



親水護岸 (緩傾斜)



オートキャンプ場



ドッグラン