

自宅視聴型 360 度プラネタリウムコンテンツ 作成マニュアル(ver.1.21)

ネットプラネタリウム部
三田村耕平

目次

360 度動画コンテンツについて.....	1
360 度動画コンテンツの作成方法.....	2
動画作成の実践.....	4
360 度生配信について.....	29
360 度生配信の方法	30

お急ぎの方は、「実践」のみご覧ください。

360 度動画コンテンツについて

まず、360 度動画コンテンツについて述べる。ここで言う動画コンテンツとは、撮影・編集されアップロードされたものを視聴する、一方向的なものを指す。

動画コンテンツを視聴させる方法には様々な種類があり、動画共有サイトから独自サーバー上での公開まで、各館の特性に応じて広く行われている。しかしそのほとんどが平面的、即ち視点の固定された画面の向こうで展開されるものとなっている。

このことは、「全周囲を見回す」という動作に意味を持つプラネタリウム体験において物足りなさを感じさせるものとなってしまっている。

そこで筆者は、比較的簡便に作成可能な「見回せるプラネタリウム動画」の投稿として、YouTube 360° 動画を提案する。

YouTube は広く知られた動画共有サービスであるが、あまり知られていない特性として、360 度動画コンテンツの投稿・視聴が容易である点が挙げられる。また、YouTube は館の資源に依らず、万人が投稿可能な動画共有サイトである点もメリットである。

ちなみに、よく似た概念として YouTube 180° 動画が存在するが、こちらは上方向ではなく前方 180 度映像であり、趣向が異なるのでここでは説明しない。

360 度動画コンテンツの作成方法

以下では、YouTube 360° 動画の作成・公開方法について述べる。基本的には PC が一台あれば完結し、フリーソフトのみでも作成可能な手順を説明する。筆者の環境では、天文シミュレータソフトに Stellarium、動画キャプチャに OBS Studio、動画編集に AviUtl、変換にドーム射影変換フィルタ for AviUtl を用いた。

具体的な説明の前に、サンプルとして我々が作成した動画を添付する。PC もしくはスマートフォンアプリから視聴して、雰囲気を感じていただければ幸いである。

<https://www.youtube.com/watch?v=iw5StCJV440>

① YouTube 360° 動画対応形式

まず、前提となる YouTube 360° 動画に対応している形式を説明する。対応形式は、エクイレクタングラー（正距円筒図法）形式である。これは、横 2：縦 1 の長方形内に上下左右全方向の映像が展開されたものである（図 1）。一般にプラネタリウムでよく使われている形式はドームマスター（正距方位図法）形式というドームに映る上半分のみの動画であるが（図 2）、これをエクイレクタングラー形式に変換すると長方形の上半分しか描画されない（図 3）。この点については、任意で地上風景などを合成することで対応できる。

また、4K 解像度は 3840×2160 ピクセルであるので、取得動画・画像はこの解像度に合わせて取得するか、適宜リスケールする。

② 動画撮影

撮影方法には、大きく分けて 2 つある。1 つ目の方法は、天文シミュレータソフトウェアと画面キャプチャを使用するというものである。天文シミュレータには多くのソフトウェアが出ている。フリーソフトでは Stellarium や Mitaka（国立天文台 4D2U）などがある他、有料ソフトでもステラナビゲータ（AstroArts）、各館にはステラドームなどを導入している所もあり、各館の環境と利用規約に従って選択していただければ幸いである。Stellarium では、表示方法の変更によりドームマスター形式に変えることができるので、その状態で撮影する。Stellarium にはエクイレクタングラー形式も存在するが、末端が描画されないため全周映像として繋げられず非推奨である。

画面キャプチャは、OS 搭載の標準機能で撮影できる他、OBS Studio などフリーで多機能なキャプチャソフトも充実している。OBS は配信にも使用できるため、生配信を考えている方にはおすすめである。OBS は擬似的に解像度を上げた画面キャプチャもできるが、動画解像度は基本的にはモニター解像度に依存するため、なるべく大きなディスプレイを接続して使用するか、NVIDIA 製の GPU を搭載している PC であれば、Dynamic Super Resolution という機能を使用して 4K 相当まで引き伸ばすことで、より高画質な動画を取得することができる。

もう 1 つの方法は、カメラを使って実際の星空やプラネタリウムの映像を取得するものである。この場合、最も適しているカメラは 360 度カメラと呼ばれる機種である。最初から魚眼レンズを一つ以上備えたカメラであり、具体的には RICOH THETA や KODAK PIXPRO シリーズなどが発売されている。一眼レフカメラなどに魚眼レンズを取り付けた場合でも撮影できるが、広角レンズでの映像使用は想定していない。また、既に幾つかの館では、ドームマスター形式の動

画をそのまま投稿しているところも出て来ている。これであれば、下記の手順に従い、すぐさまに投稿が可能となる事が期待される。

動画の 360 度化は執筆中にセーレンプラネット(福井市自然史博物館分館)が既に行っていた。

<https://www.youtube.com/watch?v=yDw8rdYgmqM>

③ 変換

撮影時の形式はソフトやカメラによってまちまちであるが、①で説明したエクイレクタングラー形式は YouTube にアップロードする段階で変換されていれば良い。従って、まずは動画編集しやすい形式に変換する事が望ましい。

ソフトウェアは、フリーソフトでは筆者が使っている「ドーム射影変換フィルタ for AviUtl」の他、EQTANT free や Amateras Dome Player (ただしフリー版ではロゴが表示される)がある。有料ソフトでは、Adobe After Effects や Adobe Premiere などの動画編集ソフトに同梱された機能として利用できる。

特殊な場合として、Mitaka (国立天文台 4D2U) ではドームマスター以外にキューブマップ形式と呼ばれる、前後左右上下 6 方向の 1:1 映像をサイコロ状に切り分けた形式で出力できるが、この形式でも変換ソフトによって編集しやすい形式に変換する事ができる。

④ 編集

一発撮りを投稿する場合以外は、編集ソフトにより音声の調整や BGM の追加、テロップ・クレジットなどを追加することができる。

編集をドームマスター形式で行った場合は、編集終了後にエクイレクタングラー形式に変換する必要がある。

エクイレクタングラー動画を YouTube にアップロードできる設定でエンコード(出力)する。mp4 形式、映像コーデック H.264、音声コーデック AAC-LC、映像ビットレート 60Mbps (4K 時)。具体的な数字はリンクを参照。

<https://support.google.com/youtube/answer/1722171>

⑤ メタデータ埋め込み

YouTube にアップロードするにあたり、上下左右に対応するようメタデータを埋め込む必要がある。360 度カメラや動画編集ソフトに機能が同梱されている場合もあるが、基本的には以下のリンクから取得したツールにより、動画に埋め込む。

<https://github.com/google/spatial-media/releases/tag/v2.0>

⑥ アップロード

最後に、YouTube にアップロードする。

動画作成の実践

それでは、動画作成を具体的に見ていく。以下の作業は Windows10 64bit 環境下で行われる。
まず、必要なソフトウェアをインストールする。

今回使用するのは、Stellarium（天文シミュレータ）、OBS Studio（キャプチャソフト）、AviUtl（動画編集ソフト）、ドーム射影変換フィルタ for AviUtl（動画形式変換プラグイン）である。各ソフトは、環境により使いやすいものに適宜変更可能である。よりスマートな方法があれば、加筆して共有していただきたい。

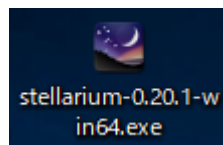
① Stellarium のセットアップ

Stellarium は <https://stellarium.org/ja/> から入手できる。2020/04/21 現在、最新版は v0.20.1 である。

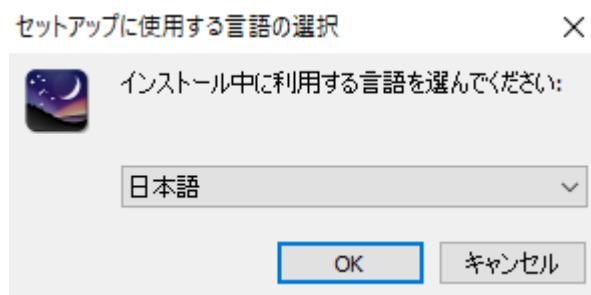
ページ上部の「Windows 64 ビット」を選択すると、最新版のダウンロードが開始される。



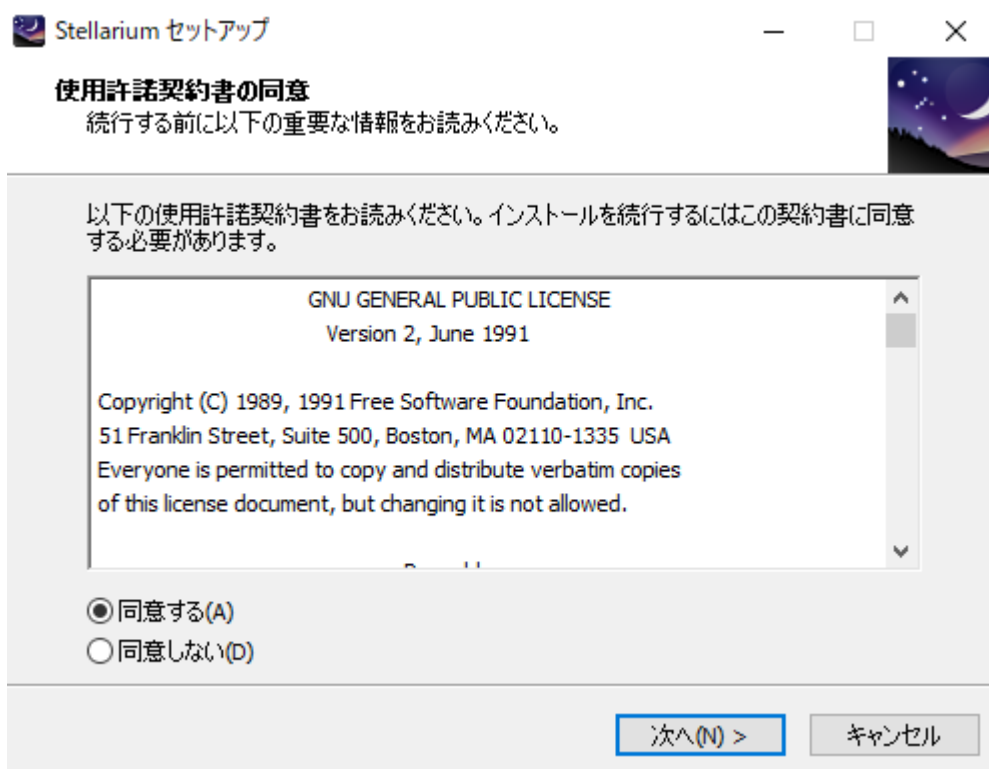
次に、ダウンロードされた exe ファイルをダブルクリックしてインストールする。



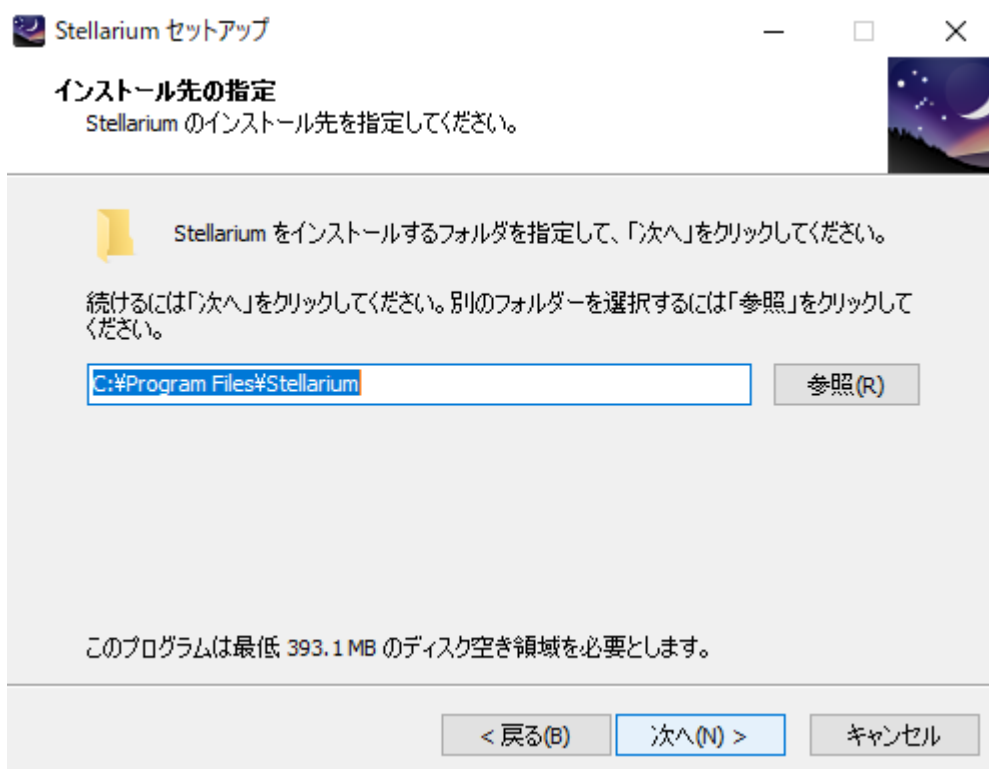
セットアップに使用する言語を選択する。



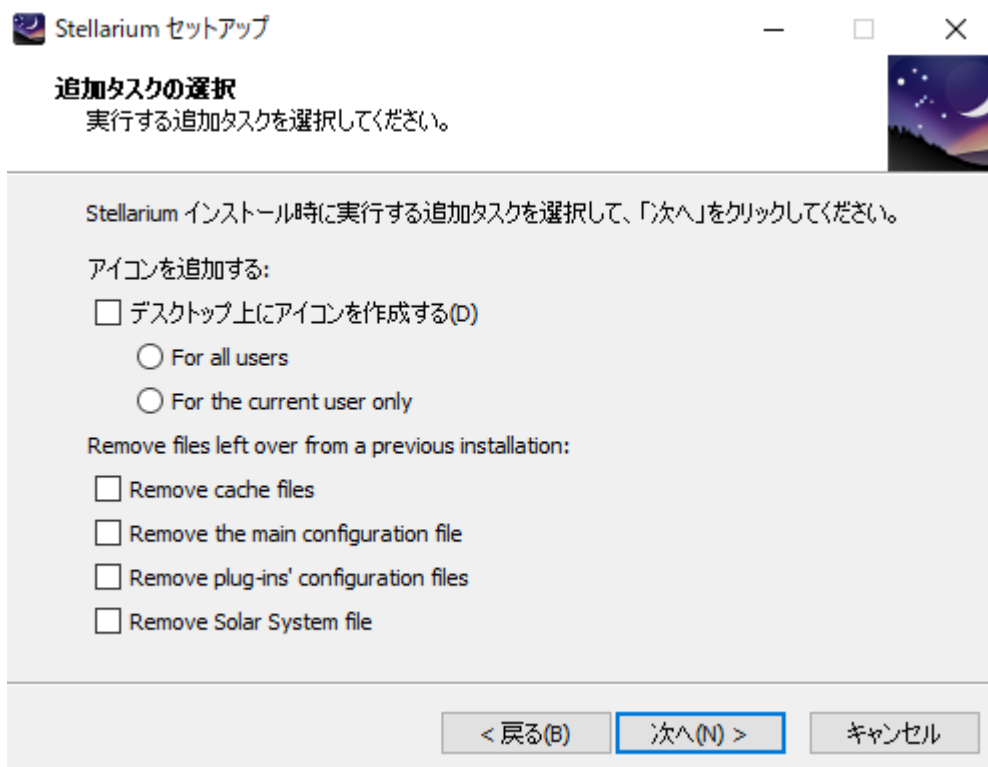
仕様許諾契約書に同意して「次へ(N) >」をクリックする。なお、ネットプラネタリウム部では、開発者に使用方法を説明して了承を得ている。(一般に社会教育施設における非営利活動での利用は許可されていますが、各館の責任の下で利用してください)



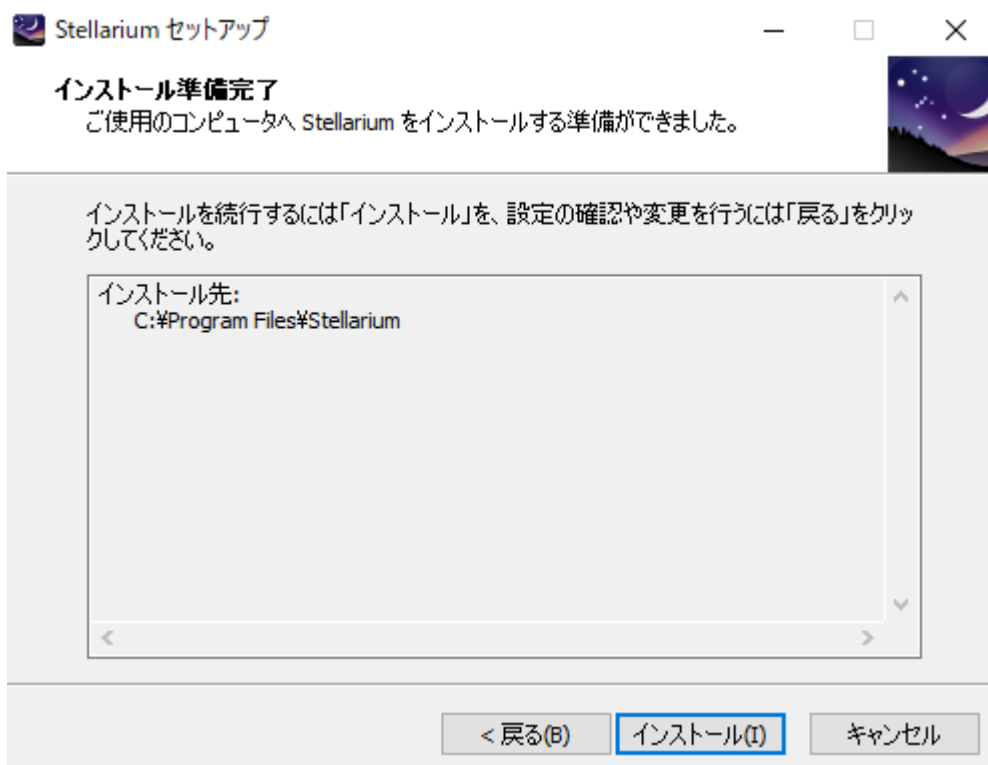
インストール先を指定する。



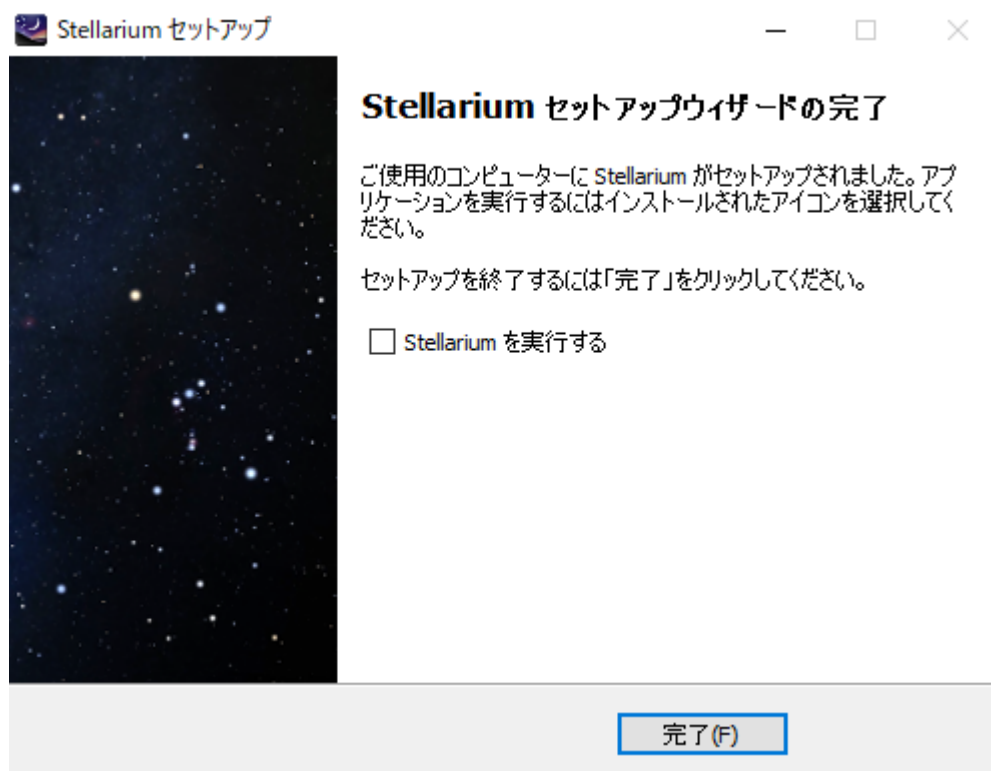
ショートカットの設置などオプション項目を指定する。



諸元を確認して、「インストール(I)」をクリックする。



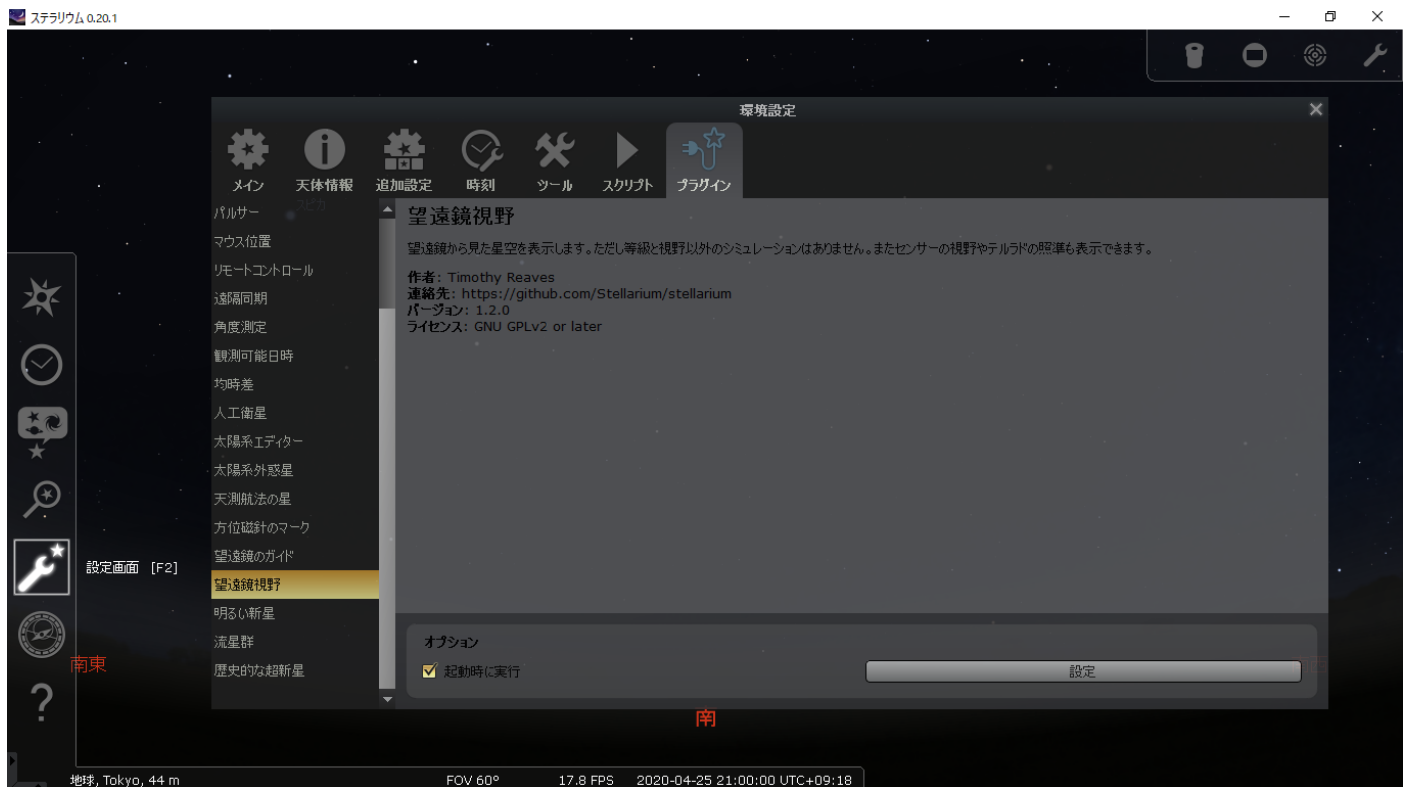
セットアップが完了すると、下記のようなウィンドウがポップする。続けて **Stellarium** の設定変更をしますので、ソフトを実行する。



起動後の初期画面。場所や時間は PC から自動取得されるため、表示とは異なる場合がある。



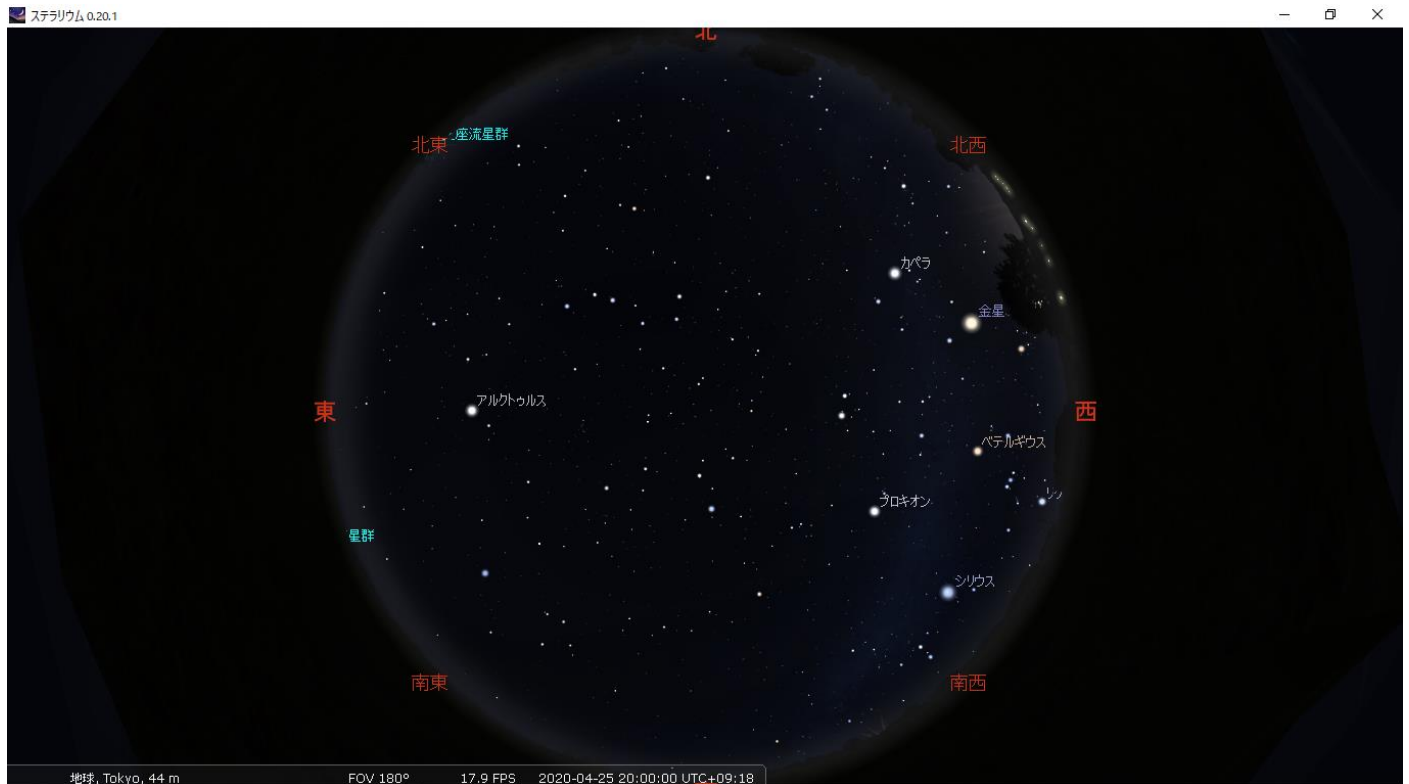
まず、星像に被る右上のショートカットを非表示にする。左端にマウスを寄せるとメニューウィンドウが出現するので、「設定画面[F2]」を押し、環境設定ウィンドウを表示する。プラグインタブを開き、望遠鏡視野のオプション「起動時に実行」からチェックを外す。再起動すると消える。



次に、表示をドームマスター形式にする。メニューから「空と表示の設定[F4]」を選択し、投影法を魚眼に変更する。



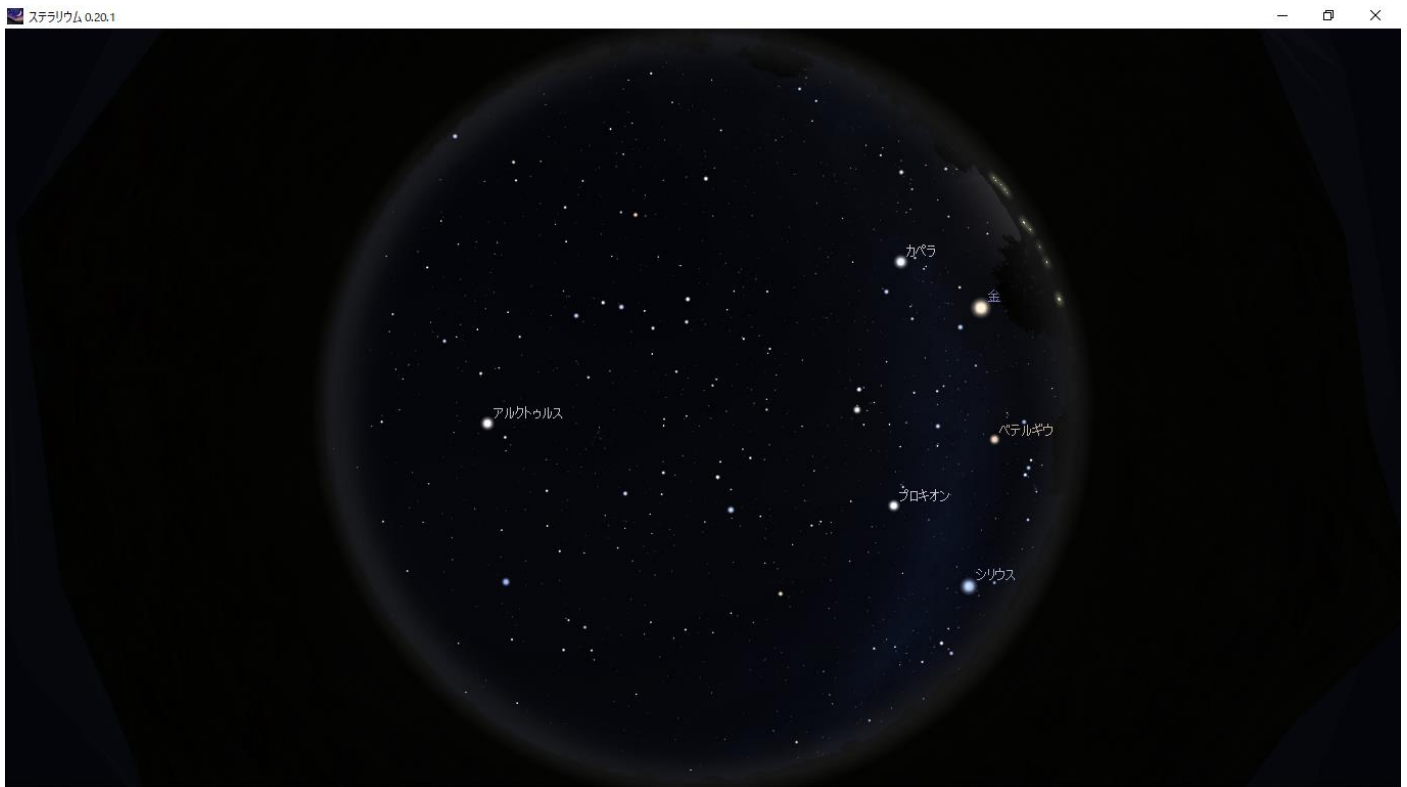
マウスをスクロールもしくは **PageDown** キーで画角を広げ、さらにマウスをドラッグするか **↑** キーで天頂を中心に持って行く。真下が南になるように、**Shift+S** キーを押す。さらに **F11** で全画面モードにすることで縦方向が最大解像度となるので、4K ディスプレイでは 1920×1920 の映像を取得することになる。



星像に重なる方位やツールバーを非表示にする。方位はメインツールバー内の方位か、**Q** キーで消すことができる。



また、ツールバー自体は **Ctrl+T** で消すことができる。



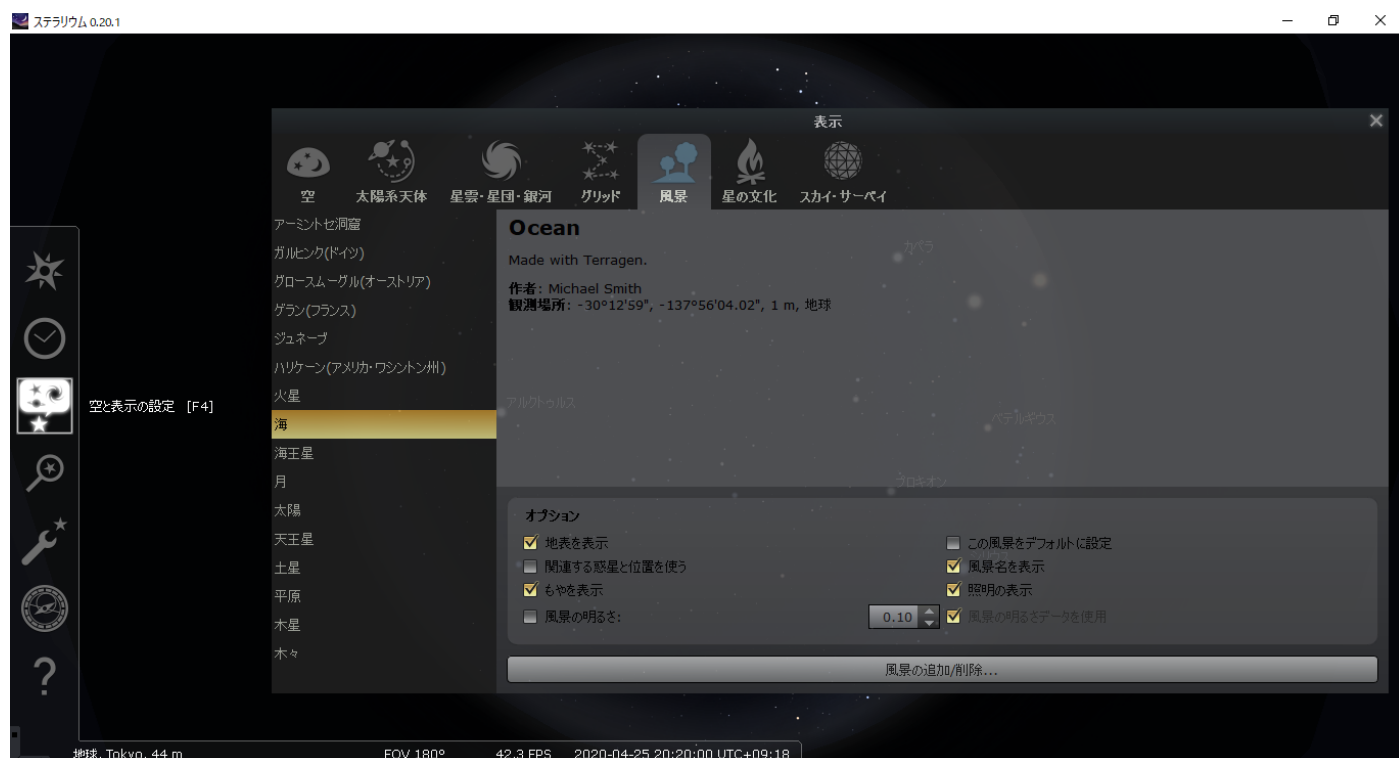
その他、推奨設定として、恒星を選択した時に左上に表示される天体情報を非表示にする、



選択した星座のみ表示する、などの設定にしておく。星座の選択は、その領域内にある天体をクリックすることで行われる。この設定により、星座表示を行った時に全ての星座が表示されることを防ぐことができる。星の名前を **Stellarium** 側で表示しておく場合は、「名称表示は重力方向を考慮」にする。



また、地上絵は「空と表示の設定」から「背景」タブ内で選択できる。地上絵が不要な場合は、地上部分に凹凸が無い「海」か「平原」が望ましい。標準の地上絵を使用する場合は、地上部分も撮影する（後述）。任意の地上絵を合成する場合は、自分で用意したパノラマ画像を **Stellarium** に読み込むか、動画編集時に合成する。



ここまでの設定を保存する。設定画面のメインタブから「表示設定の保存」「設定を保存」をクリックする。



あとは、時間と場所を設定し、ショートカットキーを駆使して解説をしていく。

基本ショートカットキーは、星座線[C]、星座名[V]、星座絵[R]、星座リセット[W]、時間戻し[J]、時間停止[K]、時間進め[L]である。

なお、スクリプトが組めるのであれば、手動操作をせずに動画を取得できる。

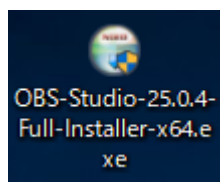
② OBS Studio のセットアップ

OBS Studio は <https://obsproject.com/ja> から入手できる。2020/04/21 現在、最新版は 25.0.4 である。

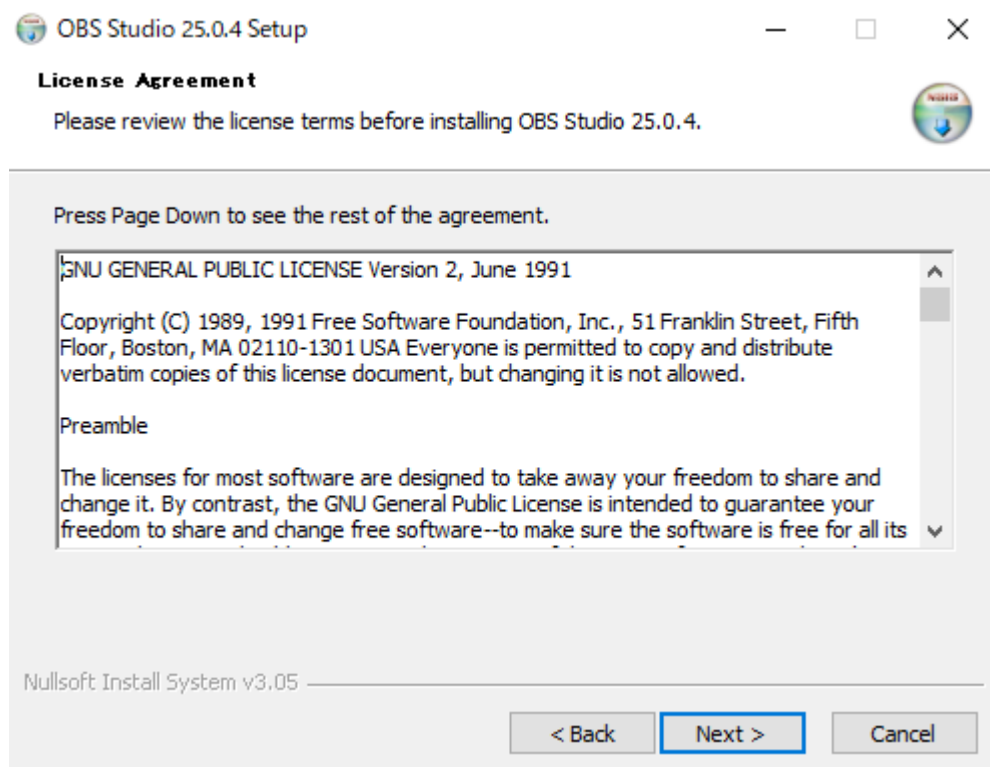
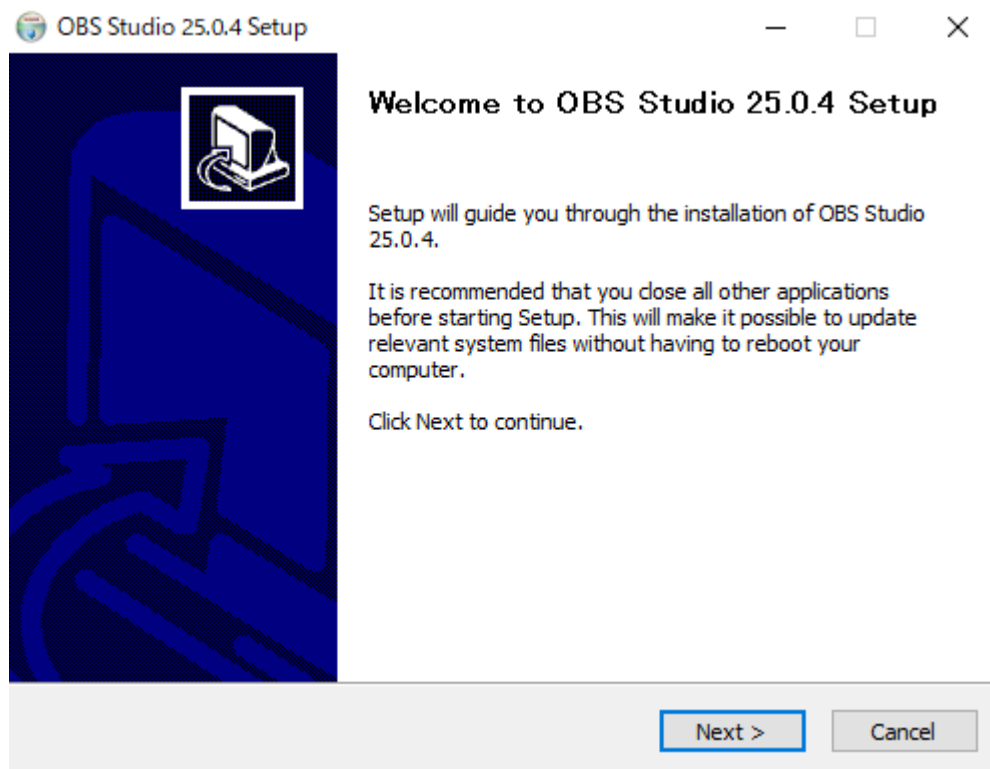
「Windows」を選択すると、最新版のダウンロードが開始される。



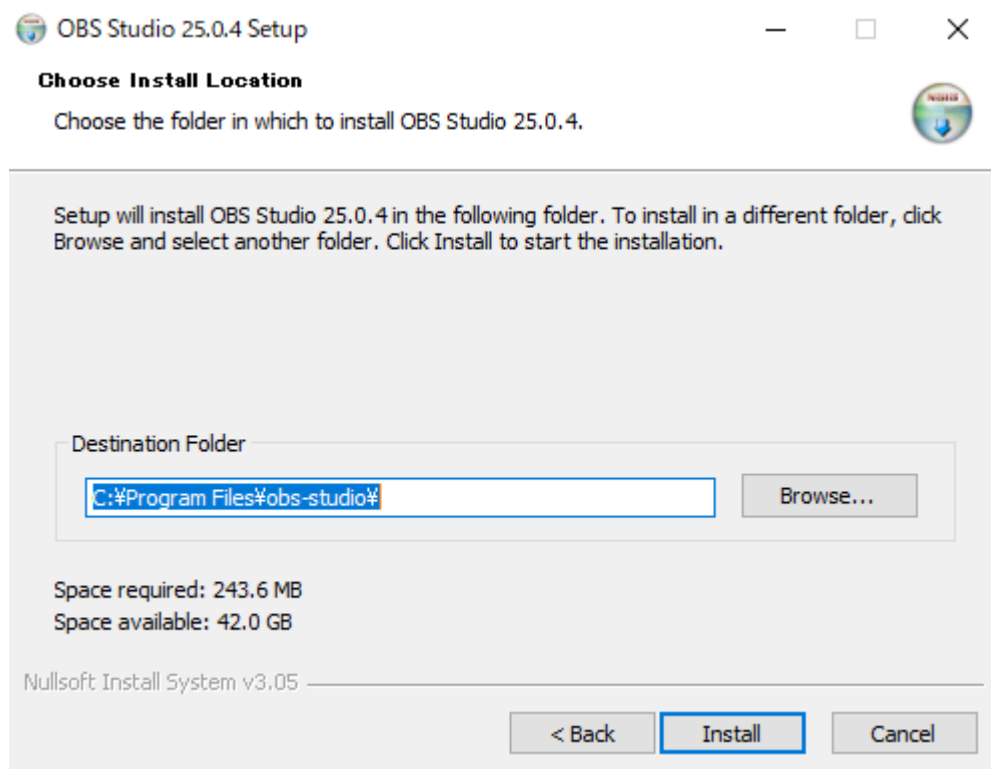
次に、ダウンロードされた exe ファイルをダブルクリックしてインストールする。



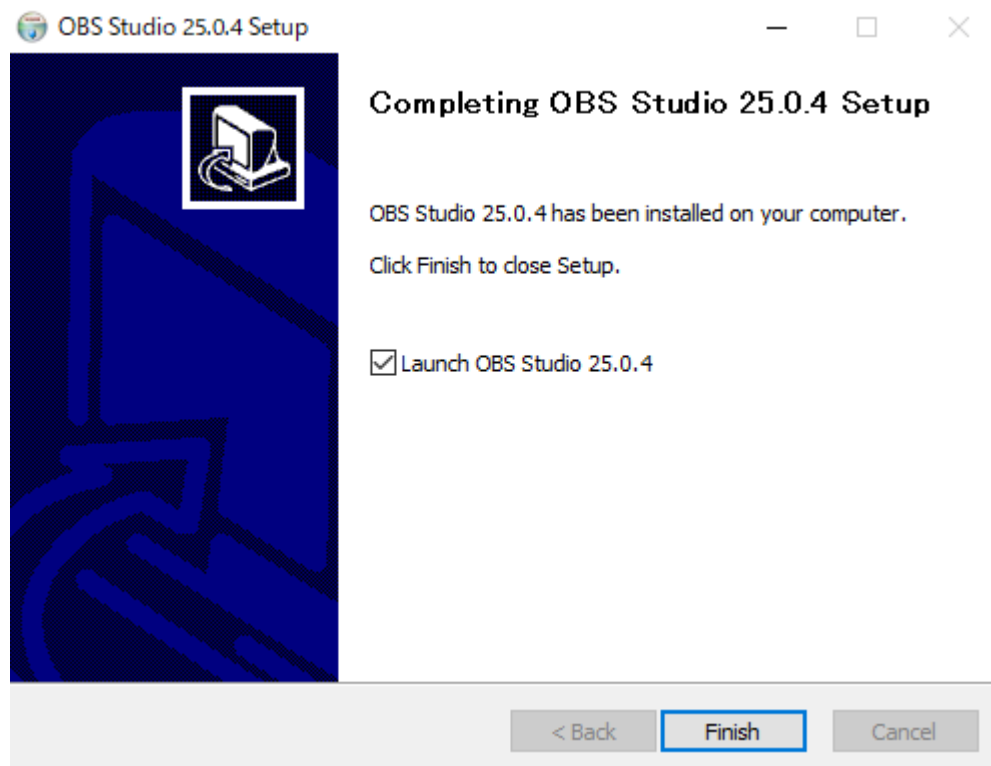
表示に従い、インストールを進める。



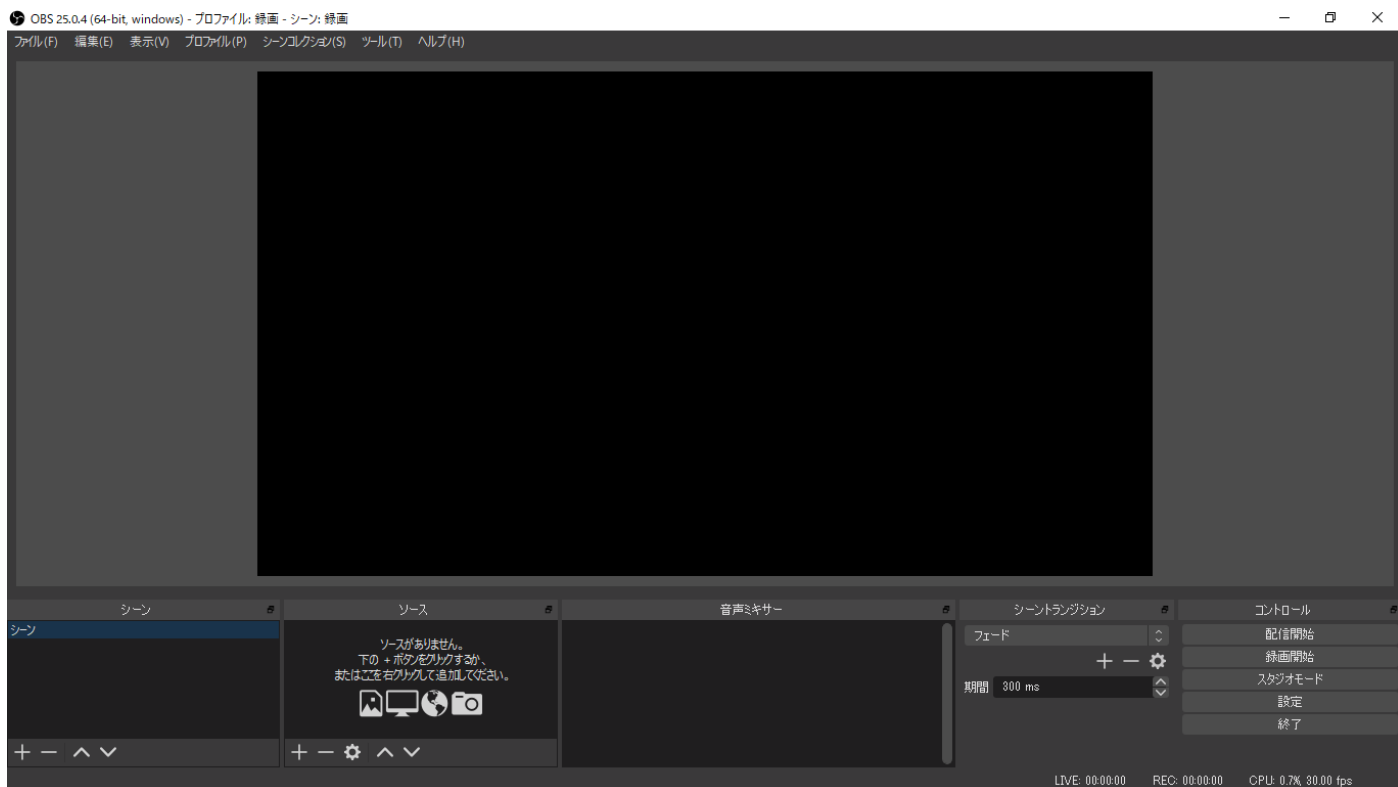
インストール先を選択する。



インストール完了後、OBS を実行する。

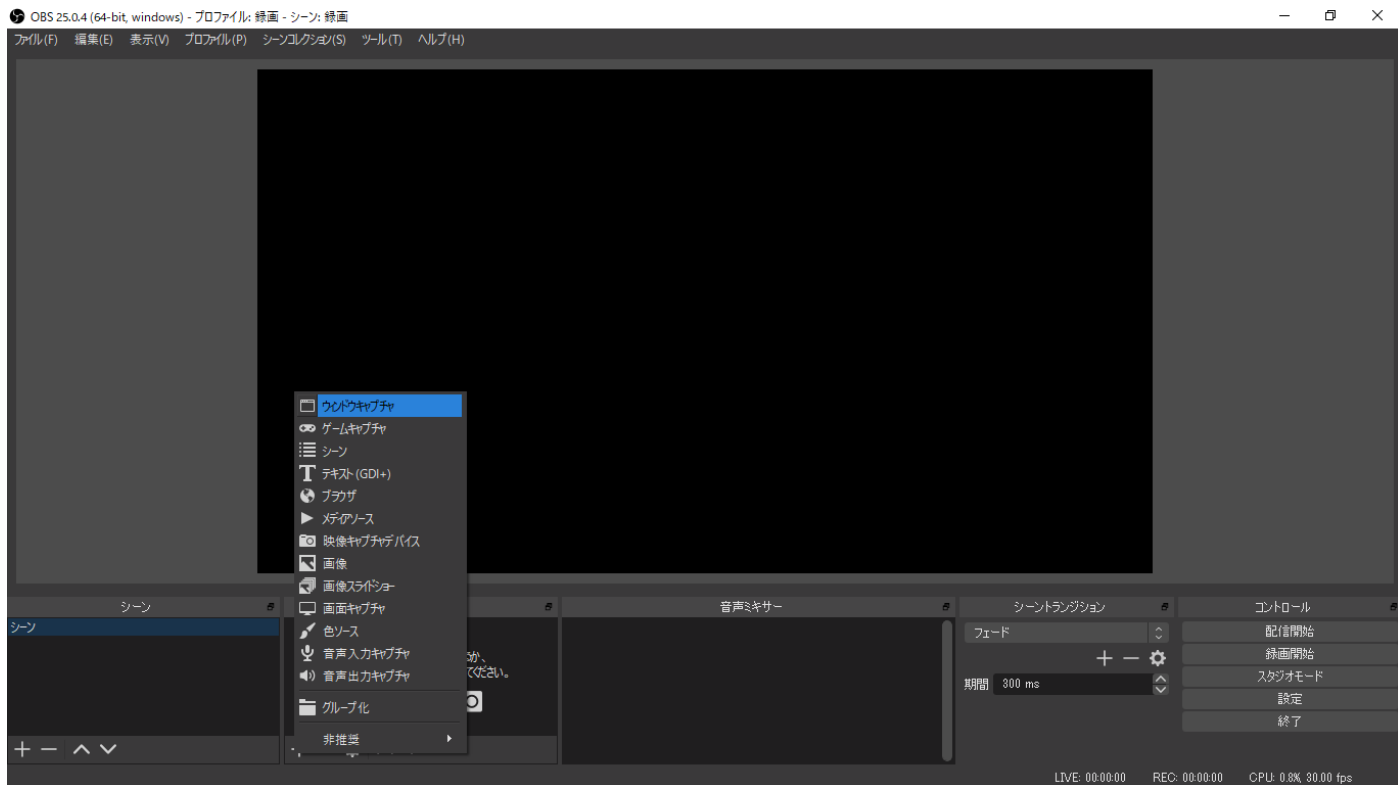


OBS Studio 起動後の初期画面。プロフィール名やシーン名は変更することができる。

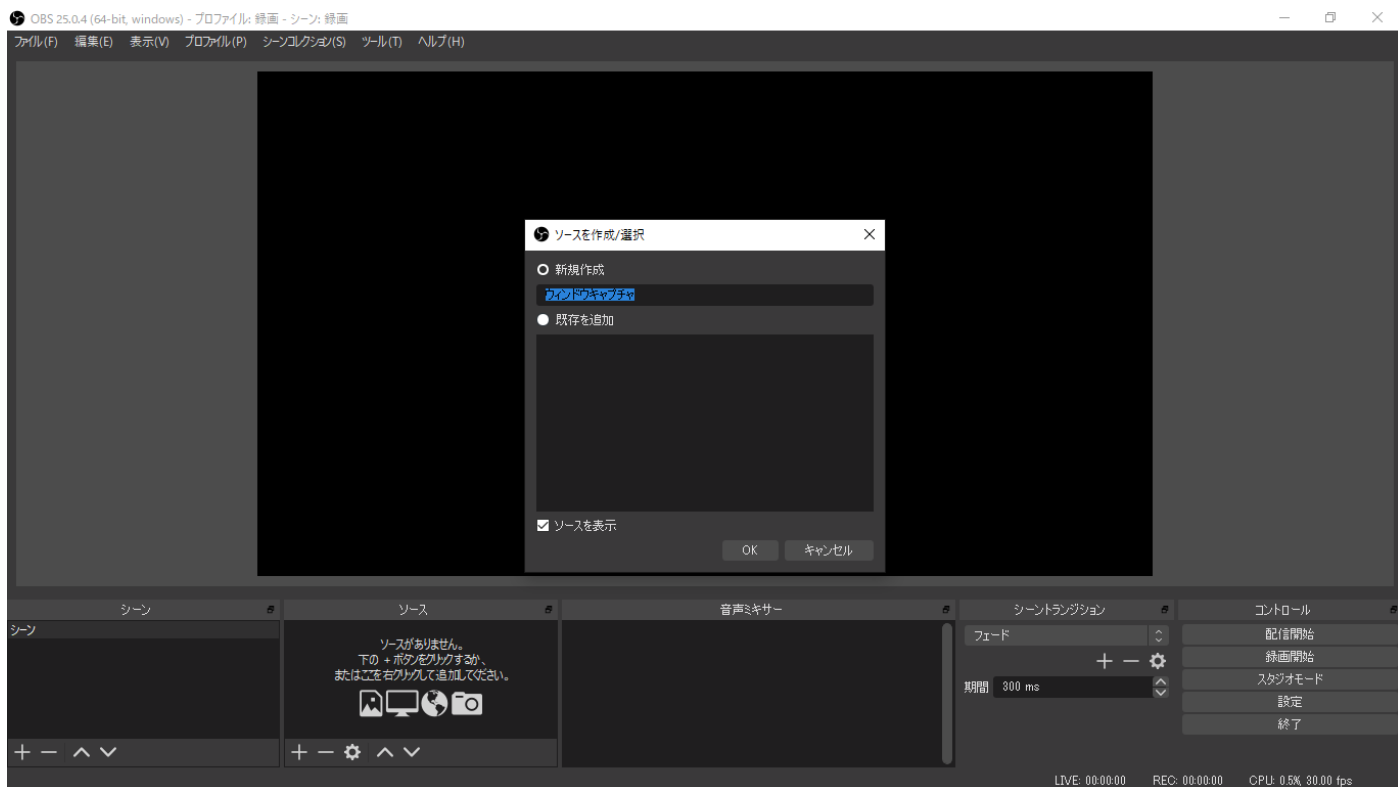


シーンやソースを追加していく。ここでは配信をメインには扱わないので、最小限のセットアップのみ行う。取得ソフトである Stellarium を予め起動しておく。

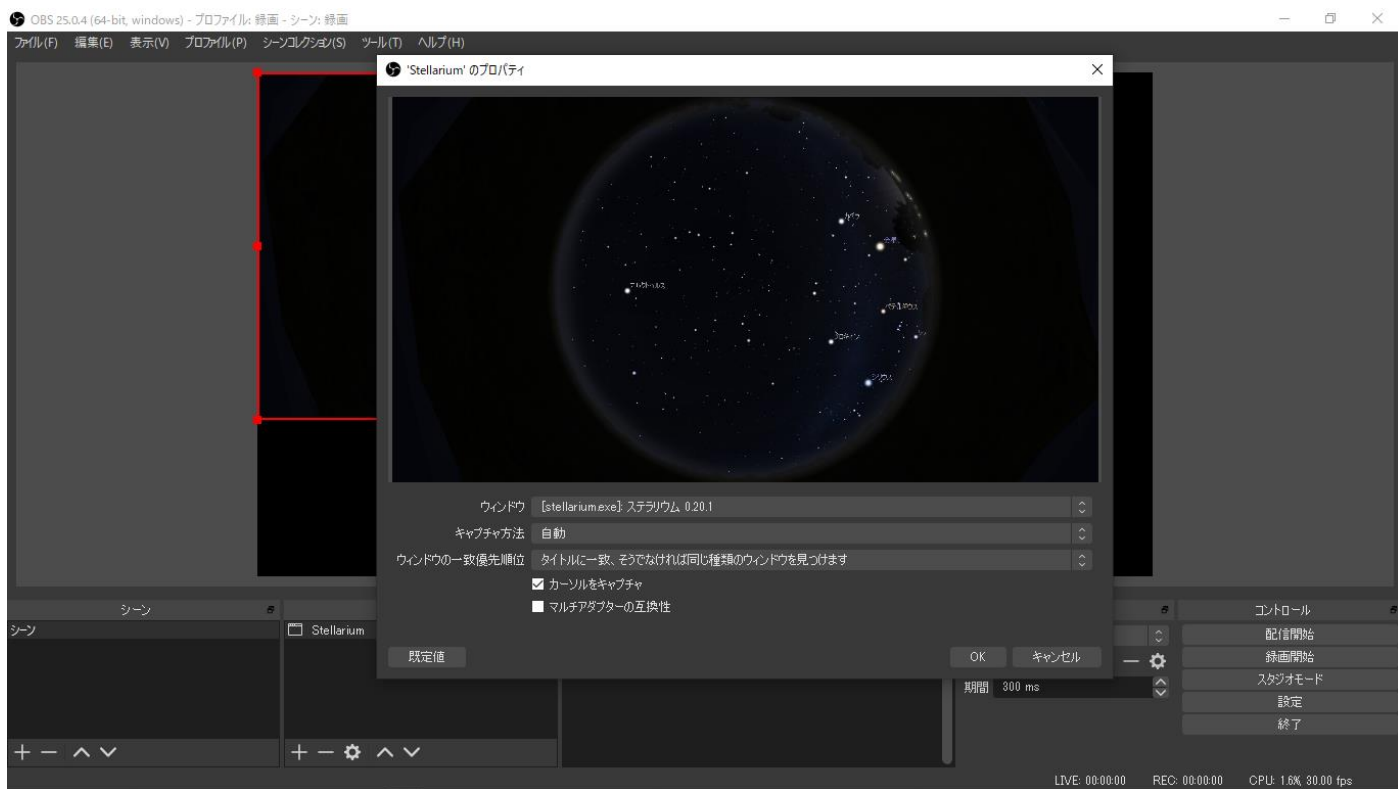
ソース下部の「+」ボタンを押し、ウィンドウキャプチャを新規作成する。



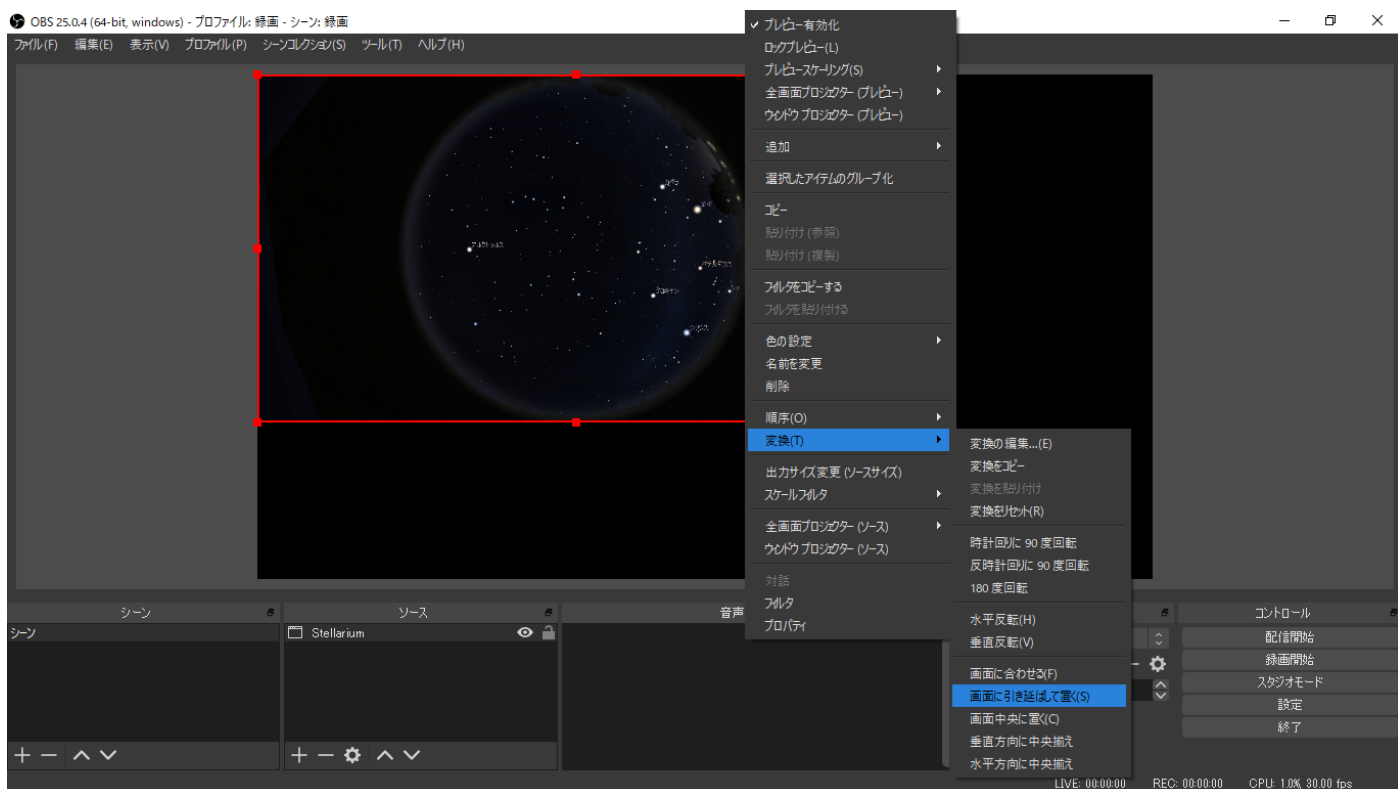
名前は任意である。ここでは仮に Stellarium としておく。



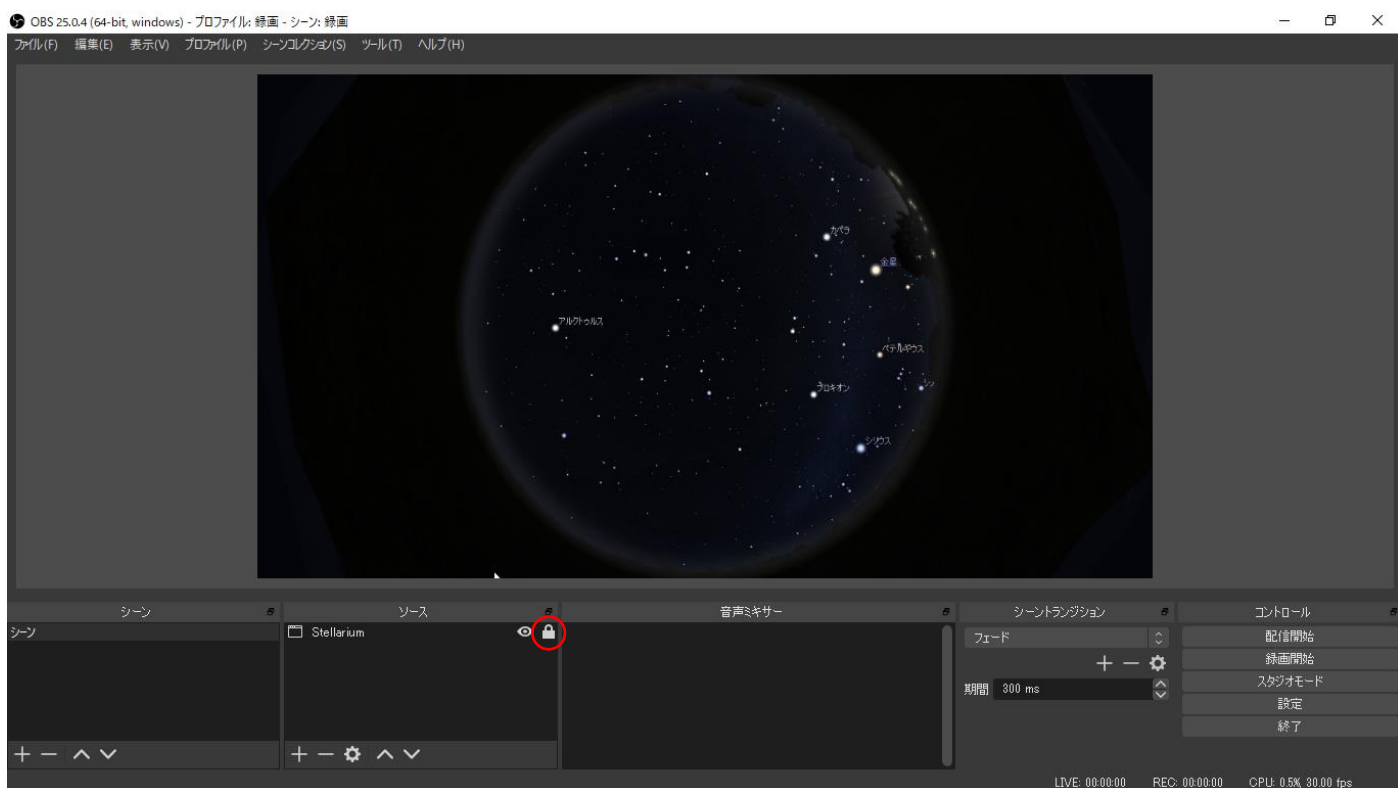
ウィンドウに Stellarium を選択する。ここで表示されない場合、ソフトが起動していない可能性があるの確認する。解説録画時にカーソルをキャプチャする場合は「カーソルをキャプチャ」にチェックを入れる。(ただしデフォルトのカーソルだと、ドームマスターからエクイレクタングラーに変換した時に変形するので、ドット様のカーソルに変更しておくか、動画作成時に合成する)



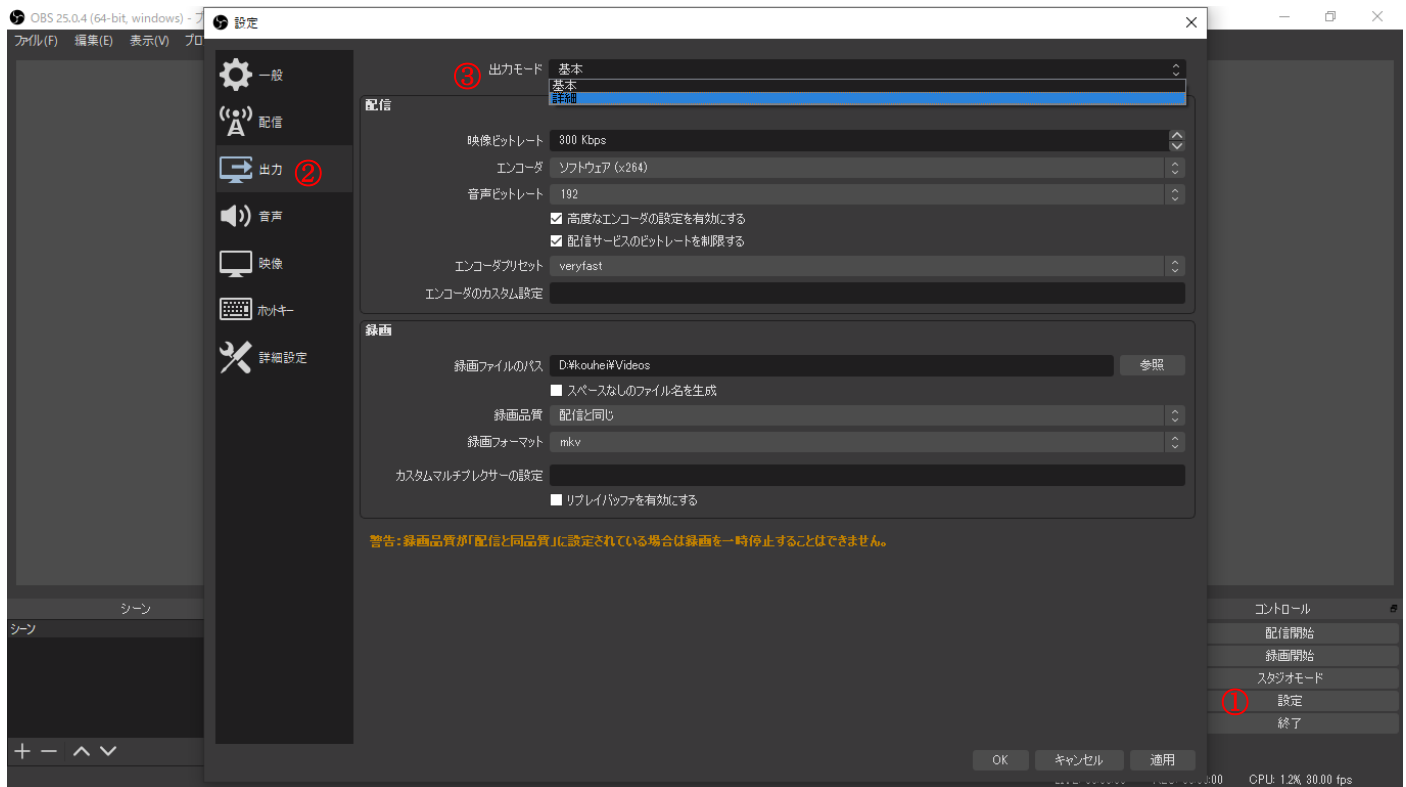
赤枠を右クリックして設定を表示し、「変換(T)」>「画面に引き伸ばしておく(S)」をクリックする。



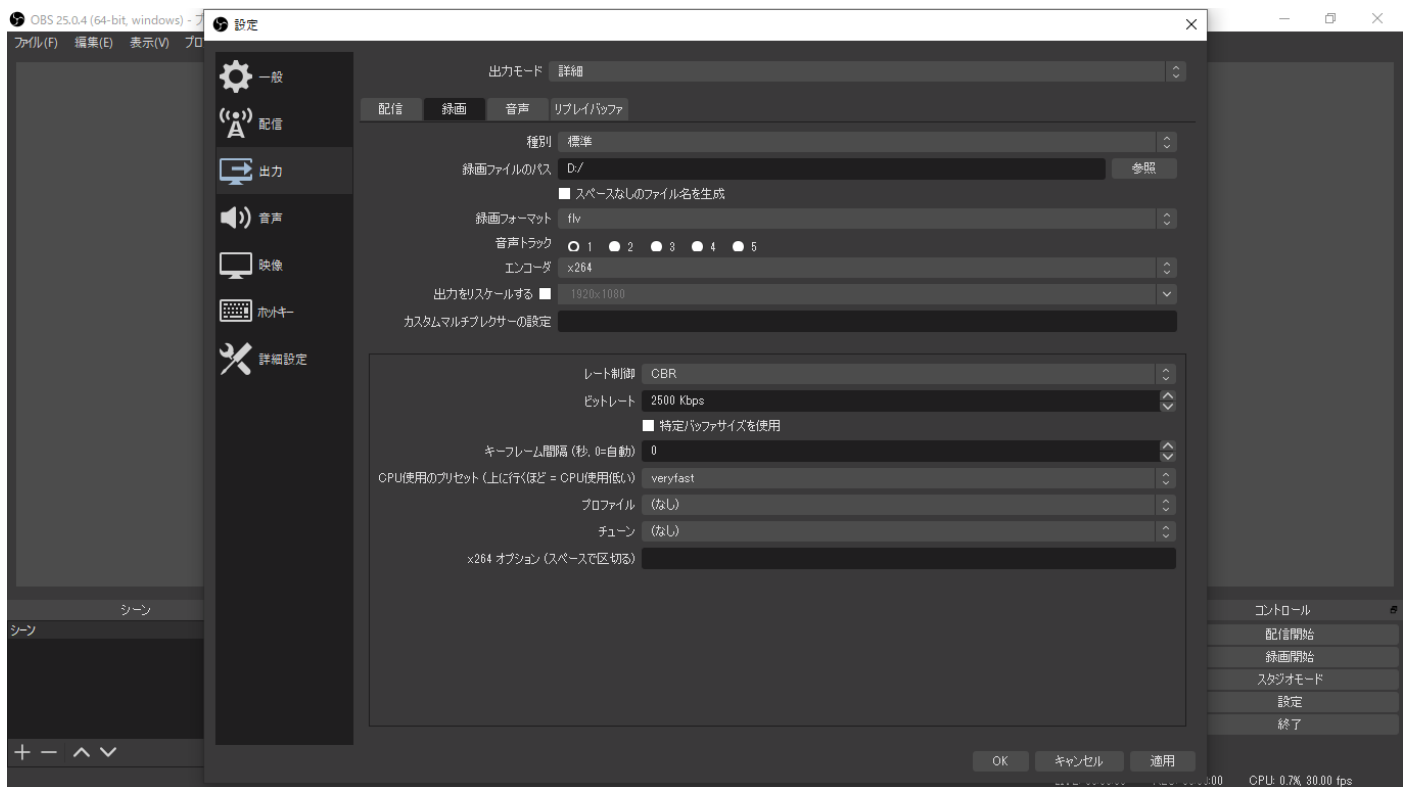
操作中誤って画面が動かないように、操作ロックを掛ける。(赤丸)



録画設定をする。①右下の設定ボタンをクリックし、設定ウィンドウから②出力を選択して③出力モードを「基本」から「詳細」に変える。

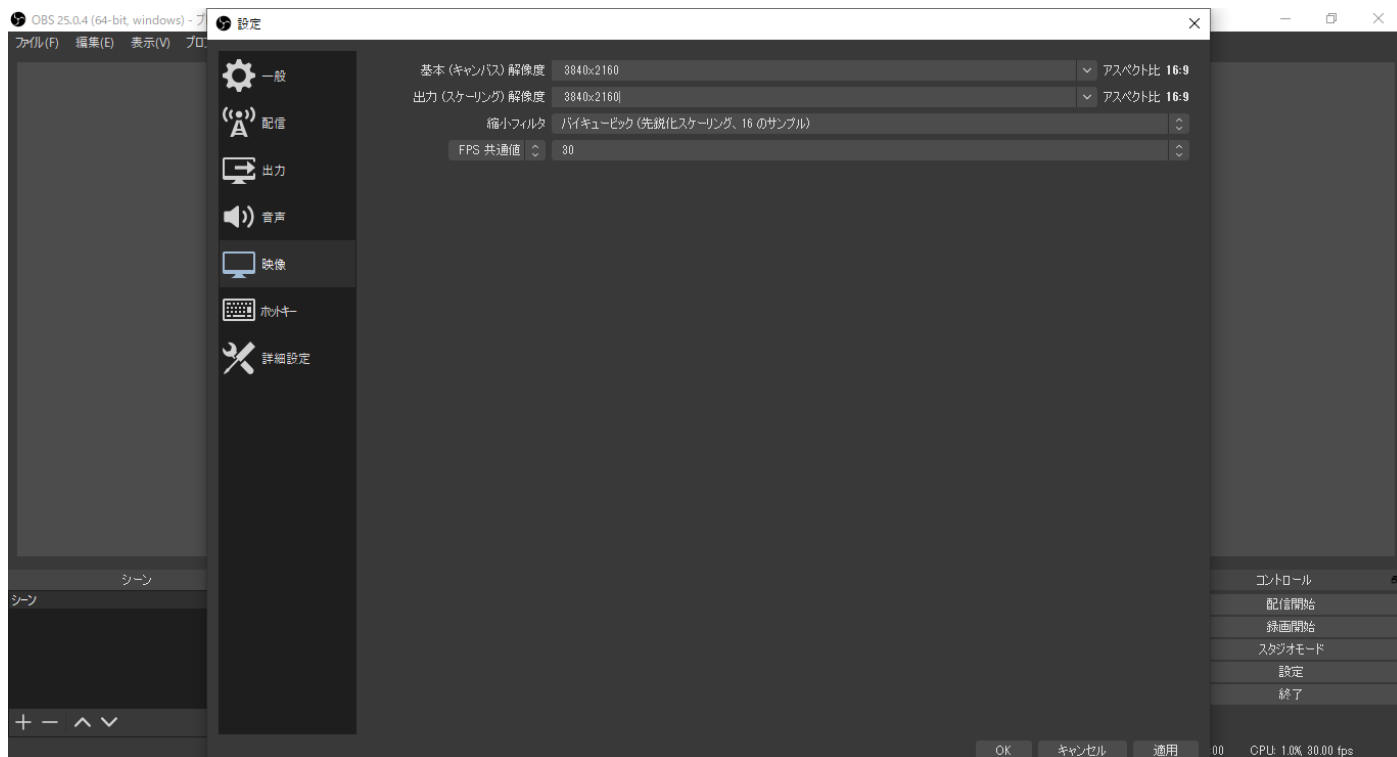


録画タブを選択し、録画先を「録画ファイルのパス」、録画フォーマットを mp4、エンコーダを x264、ビットレートを動画に合わせて十分な値を確保する。参考までに、YouTube での推奨ビットレートは次の通り。<https://support.google.com/youtube/answer/1722171?hl=ja>



ただしこれらの値は、マシンスペックによってよりよい選択肢が存在するため、一概には言えない。あくまで最低限のスペックで行う場合の推奨値である。また、「出力をリスケール」することもできる。キャプチャボードや 4K ディスプレイ、NVIDIA Dynamic Super Resolution などによって画質を 2K×2K にできない場合に取りられる。

4K ディスプレイや NVIDIA Dynamic Super Resolution で画面解像度が 4K になっている場合は、設定ウィンドウの映像タブ内にある「基本（キャンバス）解像度」「出力（スケーリング）解像度」を 3840x2160 にして OK を押す。

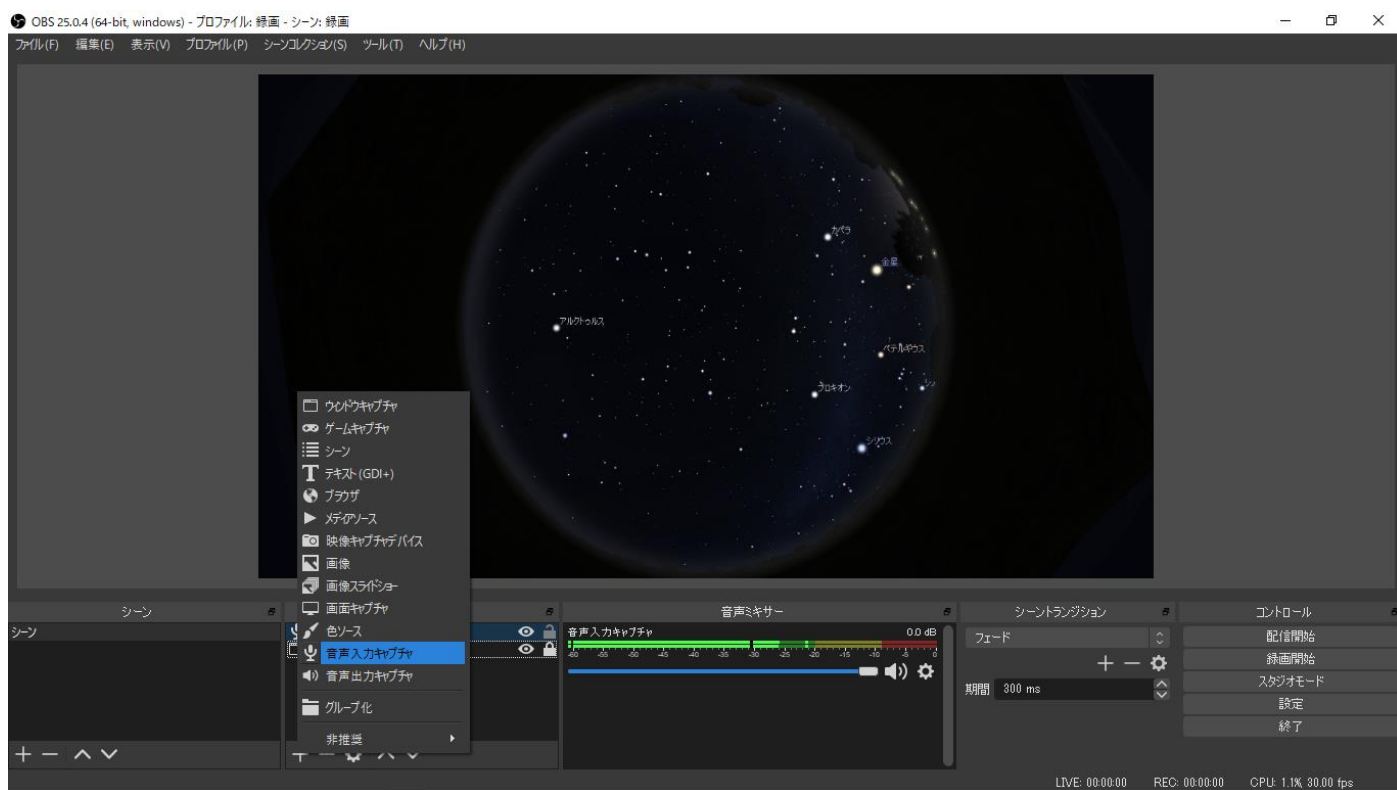


③ 動画取得

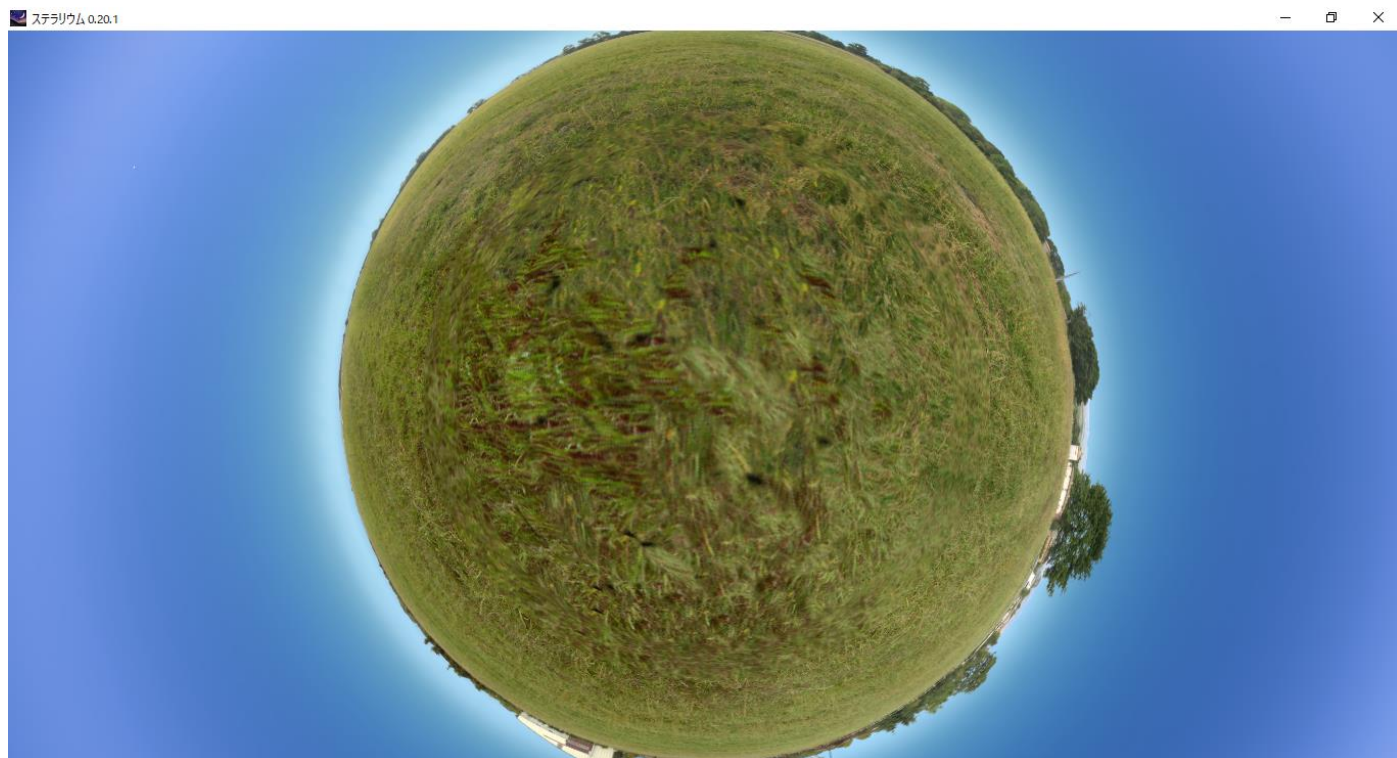
Stellarium と OBS を同時に起動する。

Stellarium の画面を解説スタンバイし、OBS 内の右下「録画開始」を押して、Stellarium 側で解説を開始する。録画を終了する時は、同じボタンが「録画終了」になっているので押す。

同時に音声も取得したい場合は、ソースに音声入力キャプチャを追加して、マイクを録音する。



日の入りや日の出に際して地上絵を取得したい場合は、下向きで同様に撮影しておく。

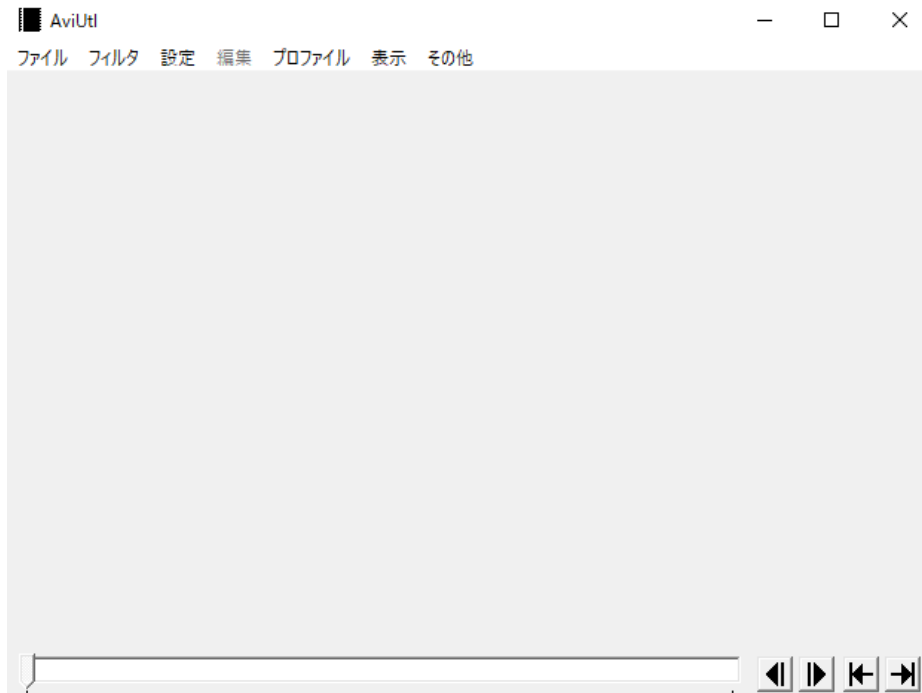


④ 動画編集

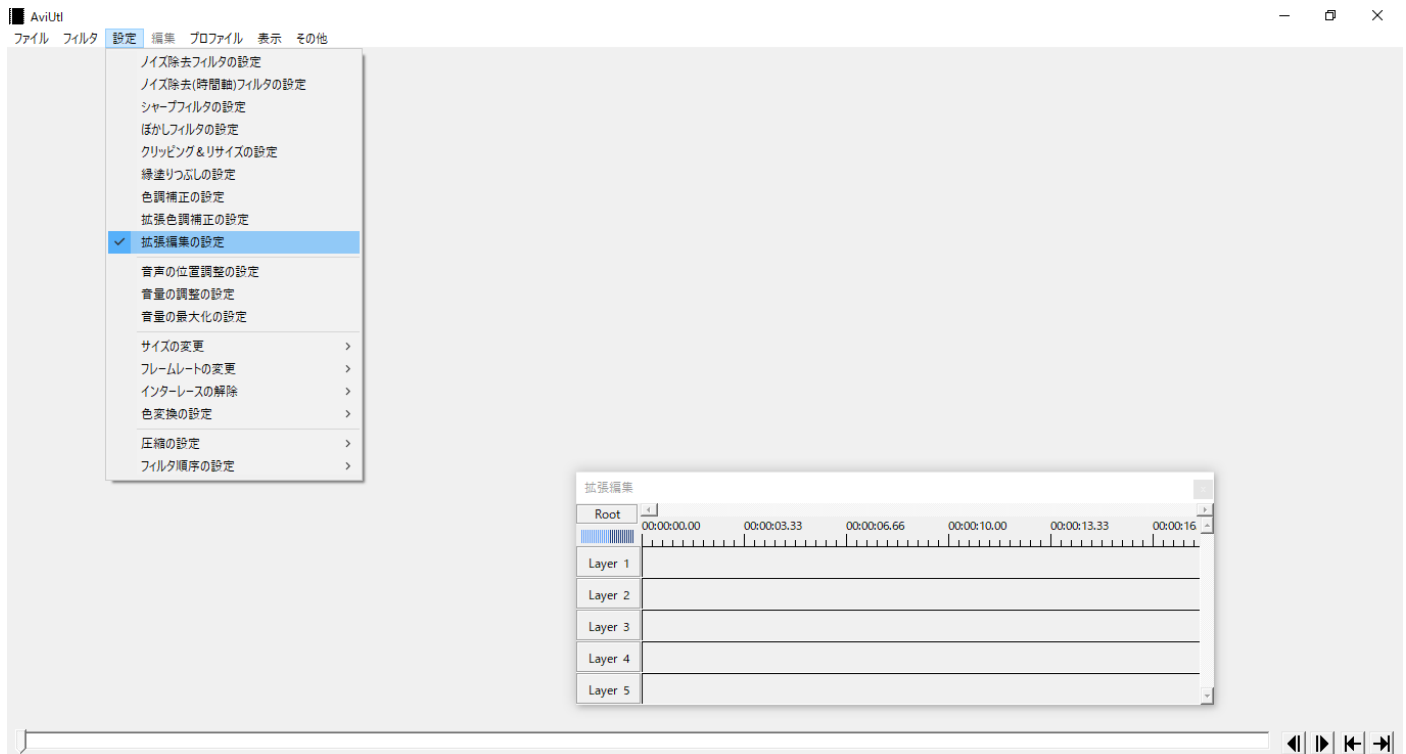
AviUtl は <http://spring-fragrance.mints.ne.jp/aviutl/> から入手できる。本体の version1.10 と拡張編集 Plugin version0.92 をダウンロードする。また、MP4 出力のため、「かんたん MP4 出力」easymp4v0.1.1.zip 2020-04-22 を <http://aoytsk.blog.jp/aviutl/34586383.html> から入手する。

Zip ファイルを解凍し、拡張編集 Plugin フォルダ「exedit92」内の 12 ファイルと「かんたん MP4 出力」easymp4v0.1.1 内の easymp4.auo を本体フォルダ aviutl110 内にコピーする。

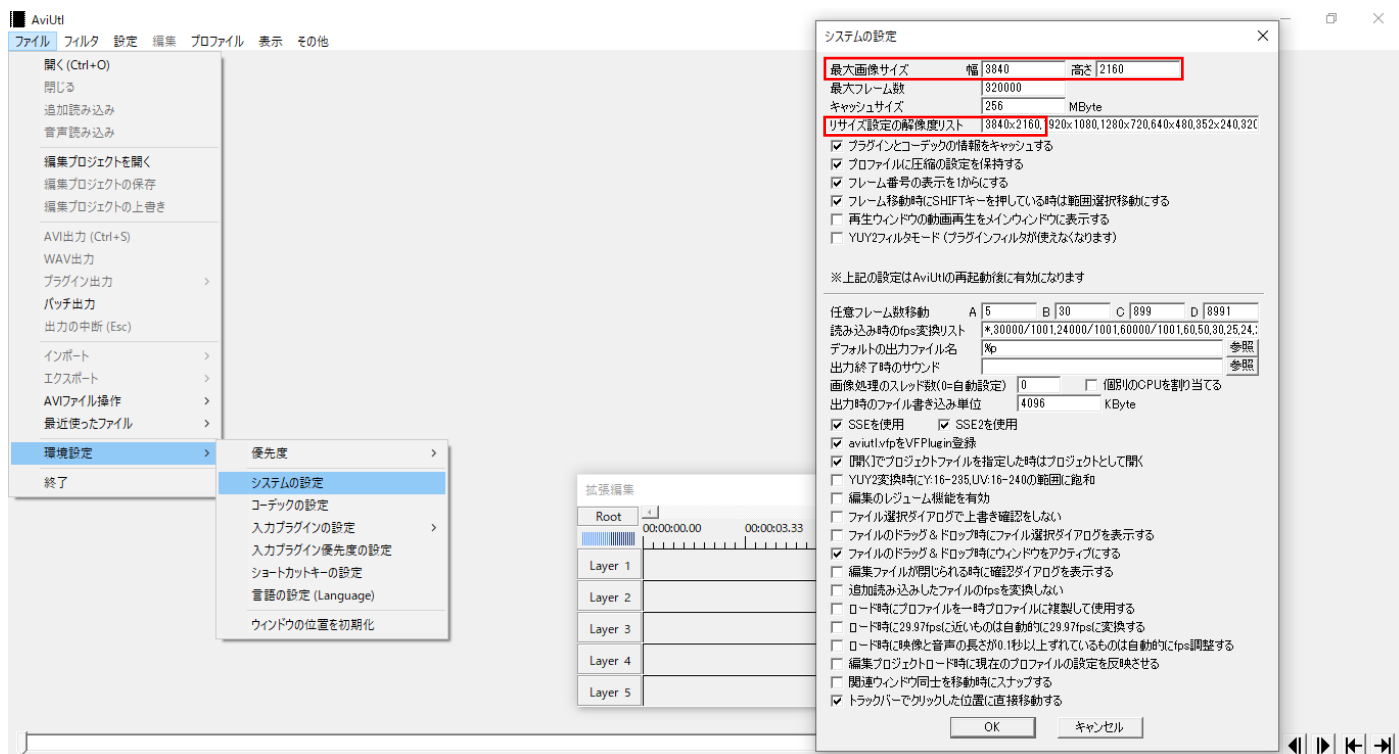
aviutl.exe を起動する。



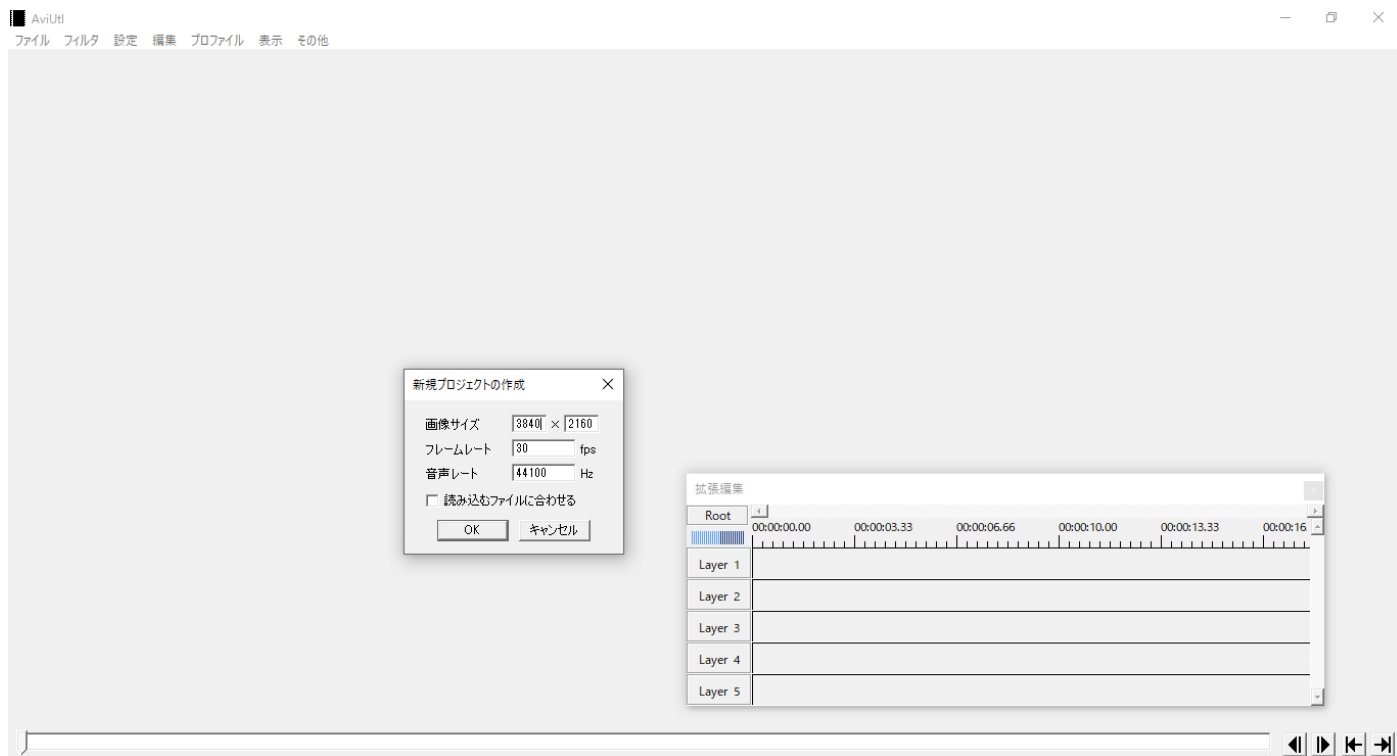
設定内の「拡張編集の設定」をクリックして拡張編集ウィンドウを開く。



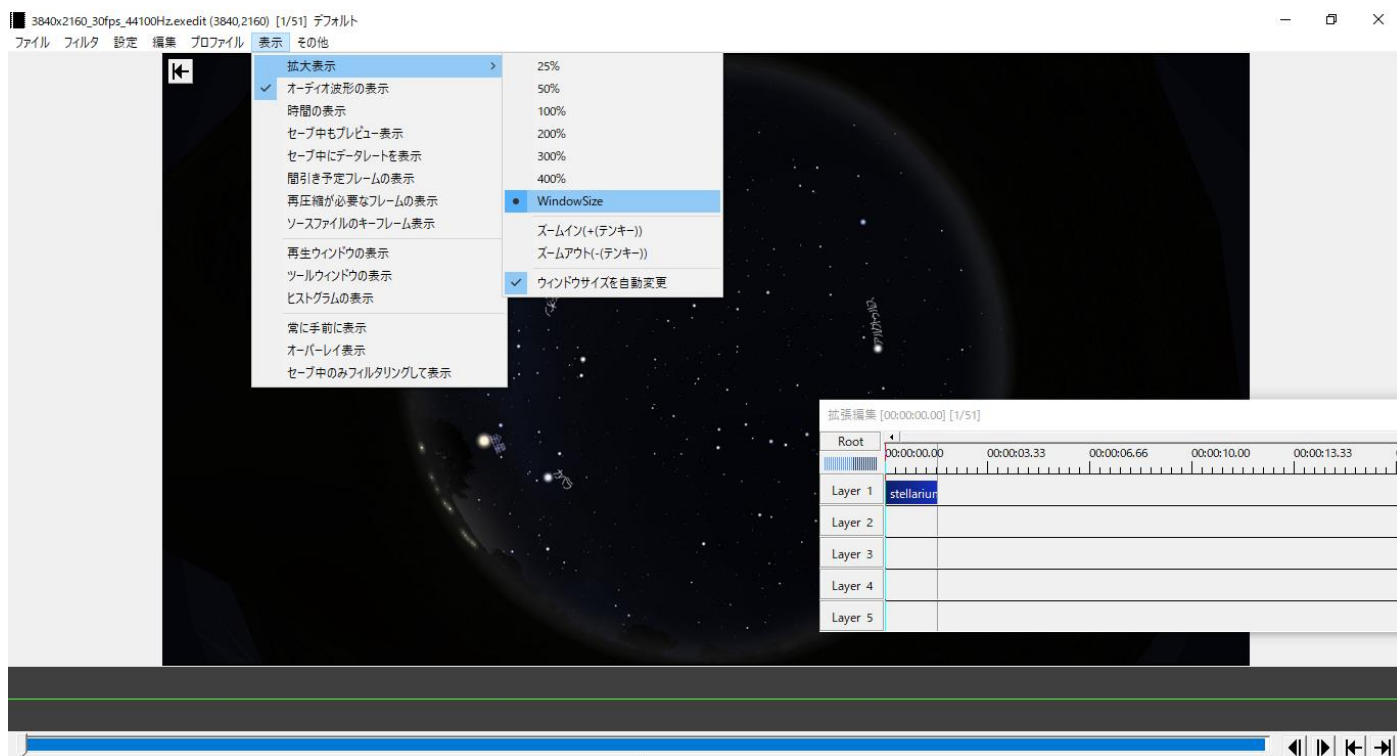
最大動画サイズを 4K にする。ファイル内の環境設定から「システムの設定」を開き、「最大画像サイズ」と「リサイズ設定の解像度リスト」に 3840×2160 を追加する。OK を押して、AviUtl を再起動する。



拡張編集ウィンドウに動画・画像ファイルをドラッグ&ドロップし、新規プロジェクトを作成する。画像サイズを 3840×2160 にする。



※画面が正常に表示されない場合は、表示タブ内の拡大表示を Windows Size に変更する。



以降、拡張編集ウィンドウ内に音声ファイルやポインター、文字などを追加していく。

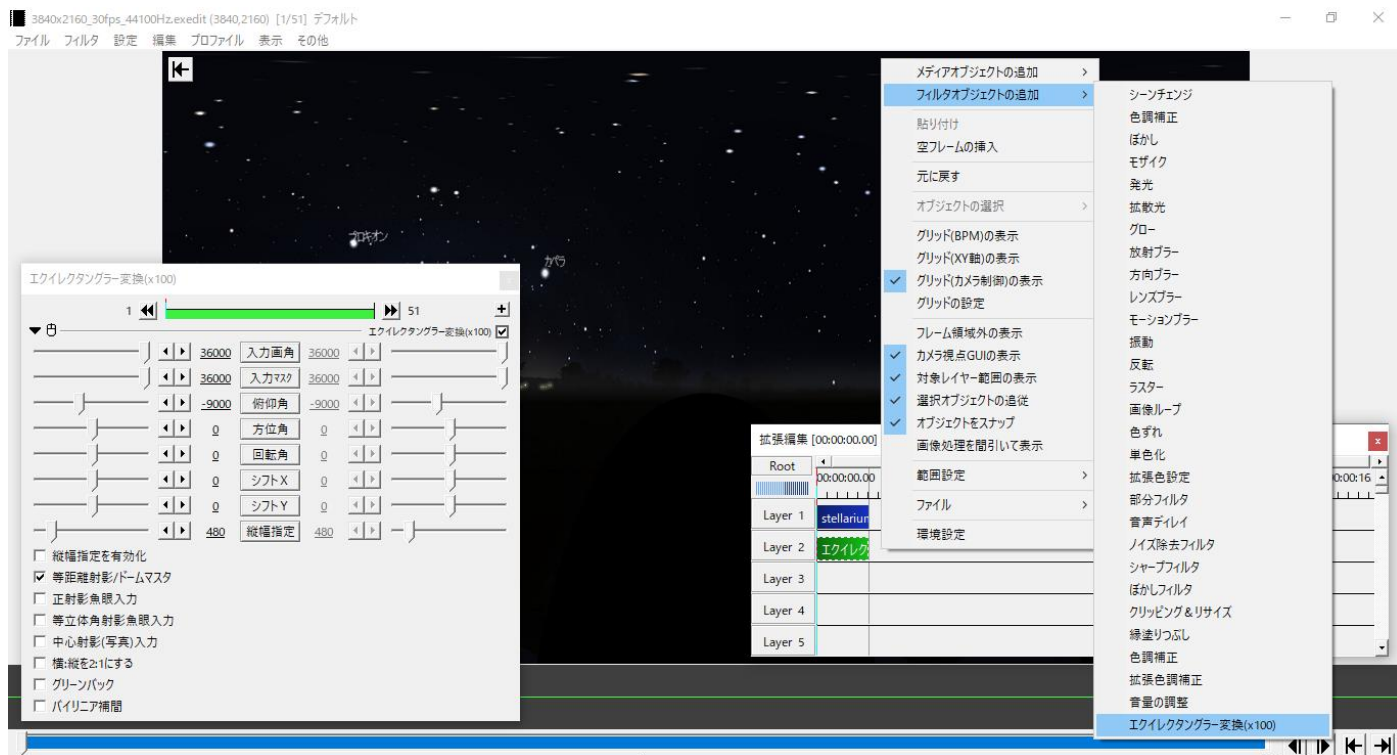
⑤ ドームマスター・エクイレクタングラー変換

ドーム射影変換フィルタ for AviUtl は <http://t.nomoto.org/AviUtlPlugins/> から入手できる。

DomeProjConvFilters_forAviUtl_170831x100A.zip 解凍し、ConvertToEquirectangular.auf を本体フォルダ内にコピーする。

Adobe After Effects の VR コンバーターエフェクトなどを用いることもできる。

拡張編集ウィンドウ内の最下層 Layer を右クリックして「フィルタオブジェクトの追加」内の「エクイレクタングラー変換(x100)」を選択してフィルタを追加する。フィルタ内の設定項目は、入力画角を 36000、俯仰角を-9000 にし、「等距離射影/ドームマスター」にチェックを入れる。



元画像

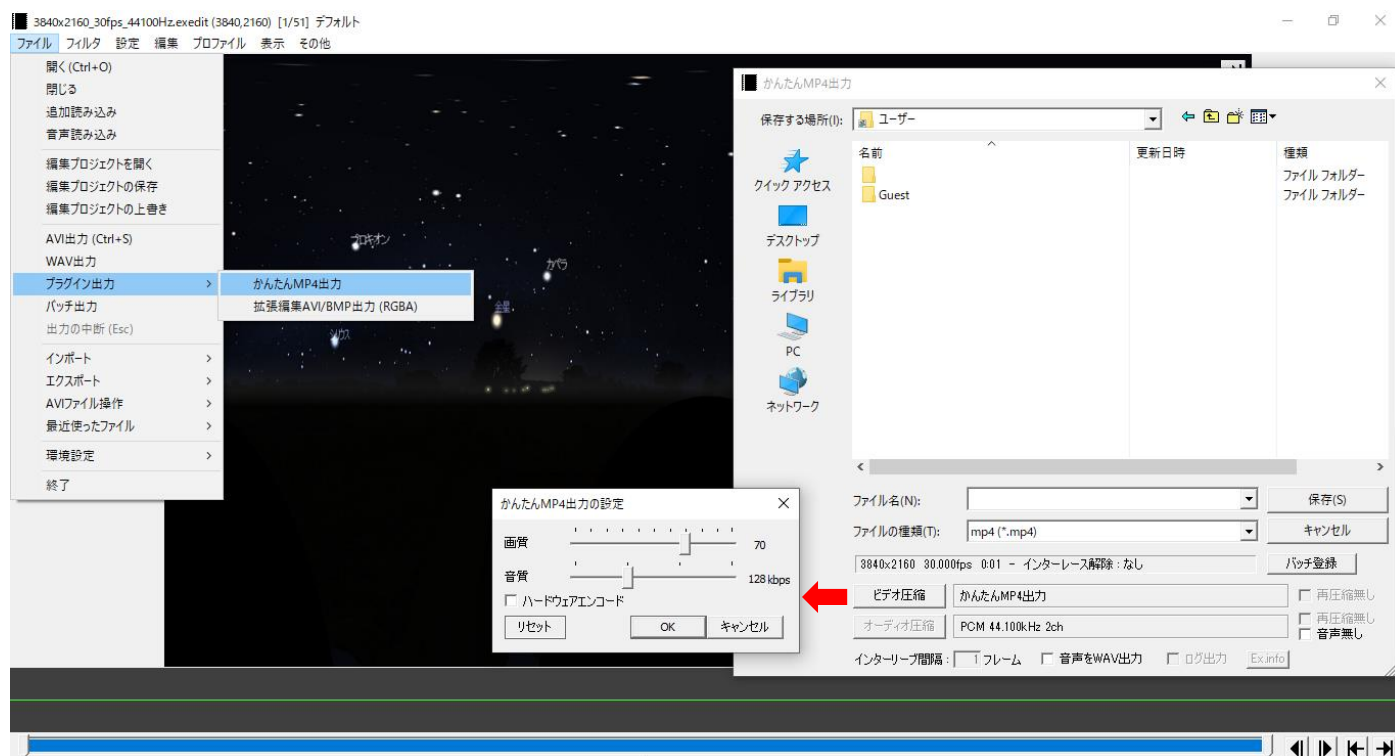


変換後



⑥ 出力

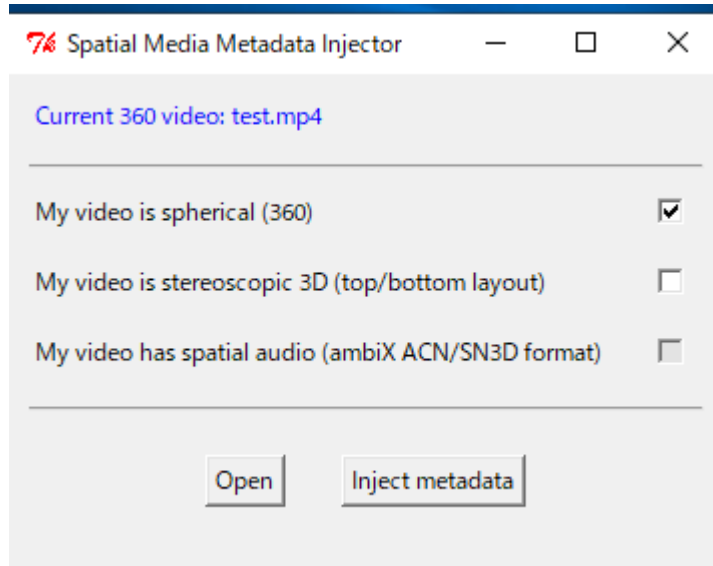
ファイル内の「プラグイン出力」から「かんたん MP4 出力」を選択する。保存先を選択する。「ビデオ圧縮」ボタンを押すと、大まかな画質・音質の設定ができる。詳細な設定がしたい場合は「x264guiEx」を導入する。



⑦ メタデータ埋め込み

<https://github.com/google/spatial-media/releases/tag/v2.0> から

360.Video.Metadata.Tool.win.zip をダウンロードし、解凍して Spatial Media Metadata Injector.exe を起動する。Open を押して、先ほど出力した MP4 ファイルを選択する。「My video is spherical (360)」にチェックを入れ、「Inject metadata」を押して 360 度動画としてのメタデータを埋め込む。

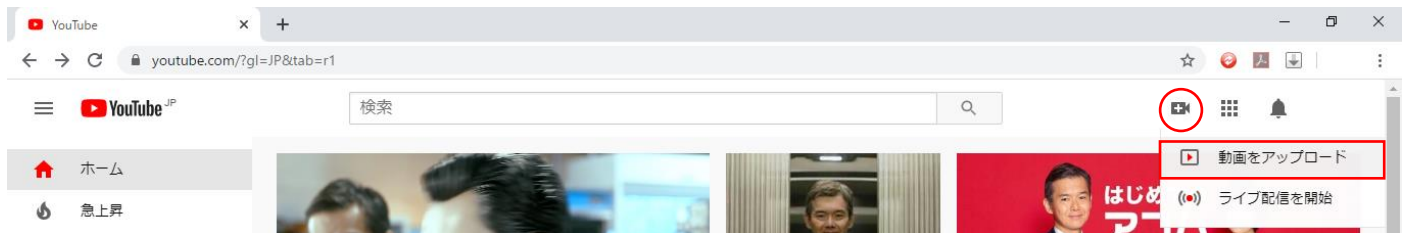


Windows10 標準ソフト「映画&テレビ」のような 360 度動画対応ソフトで再生し、見回せるかを確認する。

⑦ 動画アップロード

YouTube に動画をアップロードする。方法は通常の動画と同じである。

Google アカウントにログインし、右上の動画アップロードをクリックする。



ポップしたウィンドウにファイルをドラッグ&ドロップしてタイトルなどを設定する。



アップロードする動画ファイルをドラッグ&ドロップします
公開するまで、動画は非公開になります。

ファイルを選択

YouTube に動画を公開することにより、YouTube の[利用規約](#)と[コミュニティ ガイドライン](#)に同意したものとみなされます。

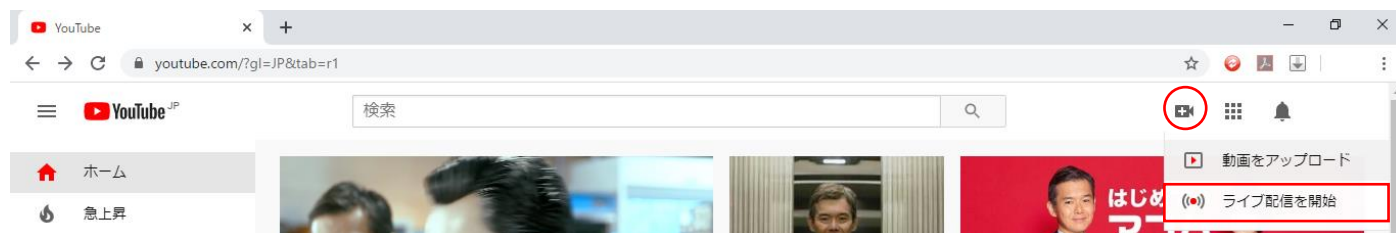
他者の著作権やプライバシー権を侵害しないようにしてください。 [詳細](#)

360 度生配信について

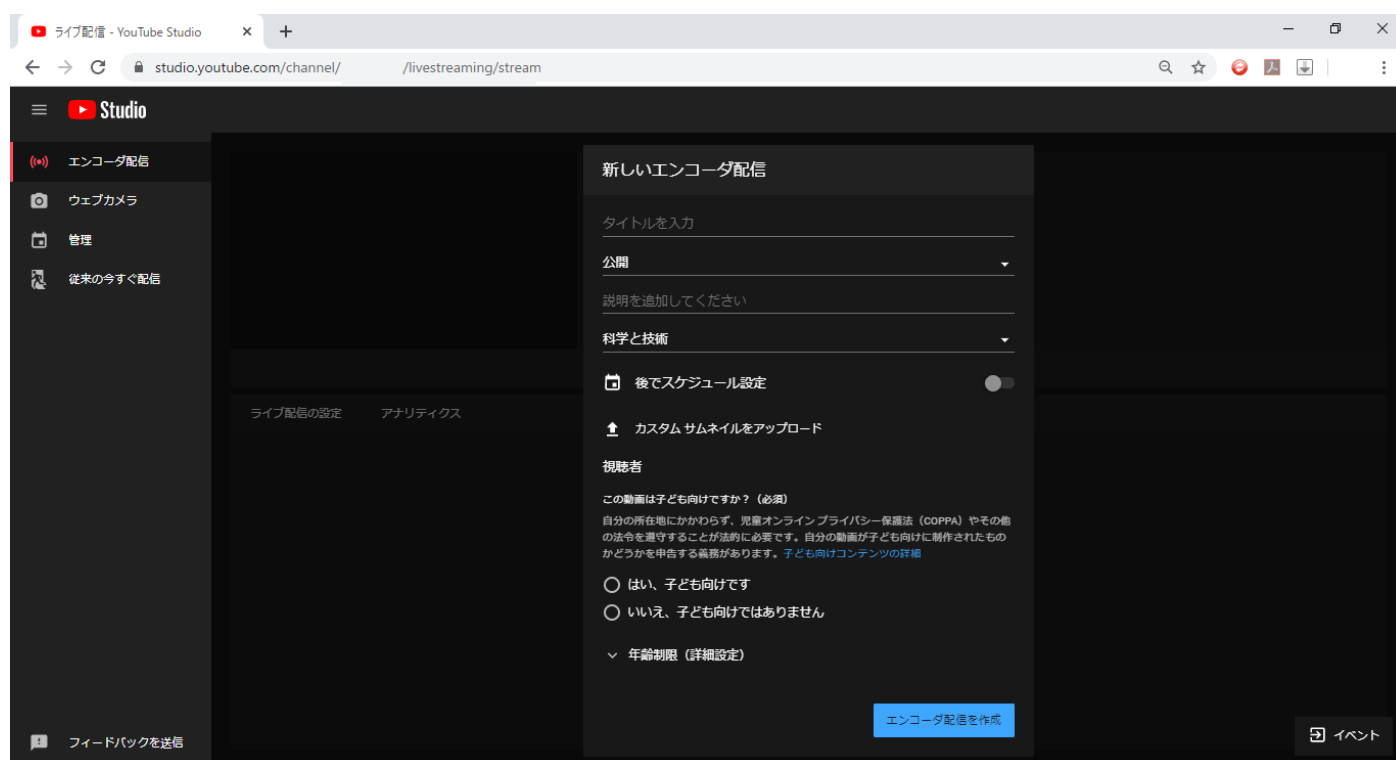
360 度カメラでは、カメラにより方法が異なるが、専用ソフトなどにより最終的にエクイレクター形式に出力して再生する。配信ソフトは OBS を用いる。

360 度生配信の方法

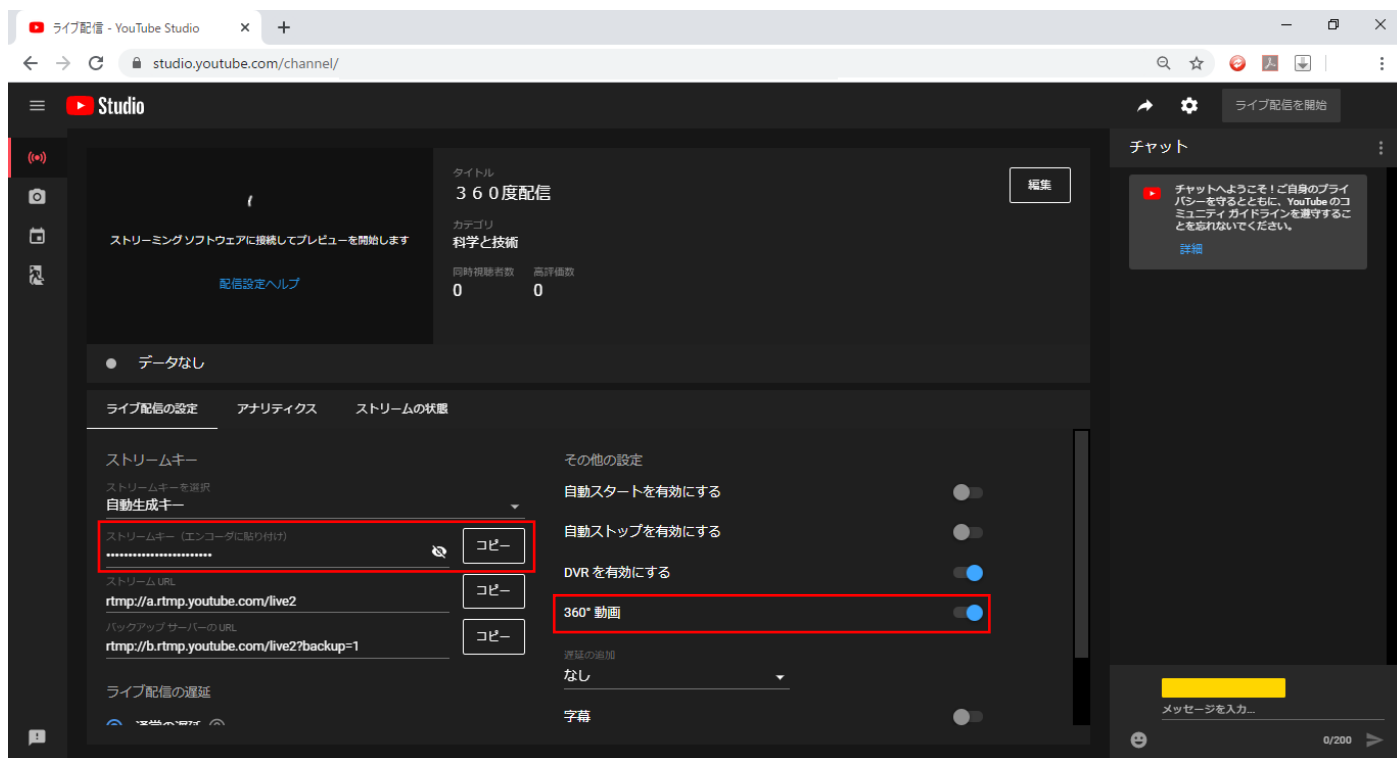
まず、YouTube の配信を予約する。



タイトル、カテゴリ、配信スケジュール、対象視聴者、カスタムサムネイルなどを設定する。カスタムサムネイルは、360 度動画では独自に用意した方がよい。自動設定にすると、エキレクタングラーで録画されたままの画像がサムネイルに使われ、見栄えが悪くなるからである。

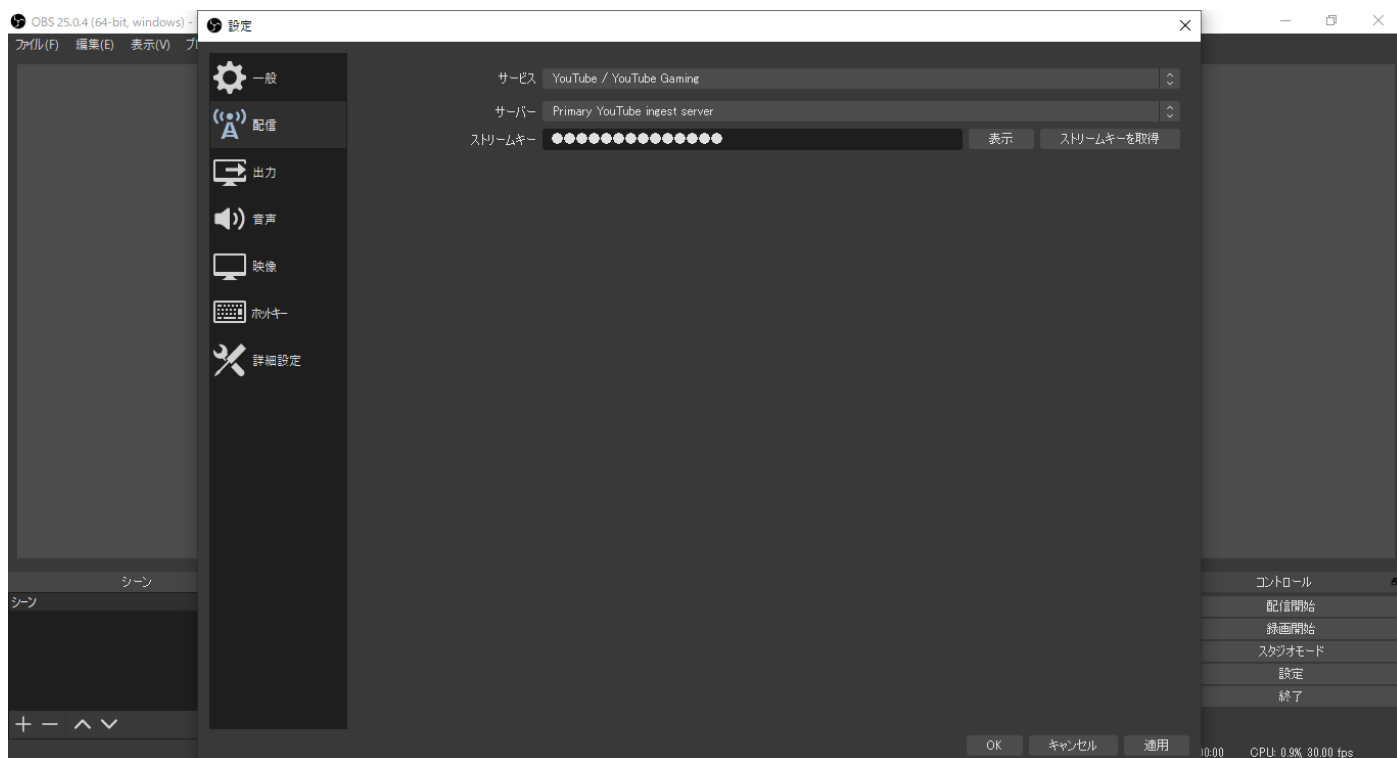


次に、「360° 動画」にチェックを入れる。そして、ストリームキーをコピーする。

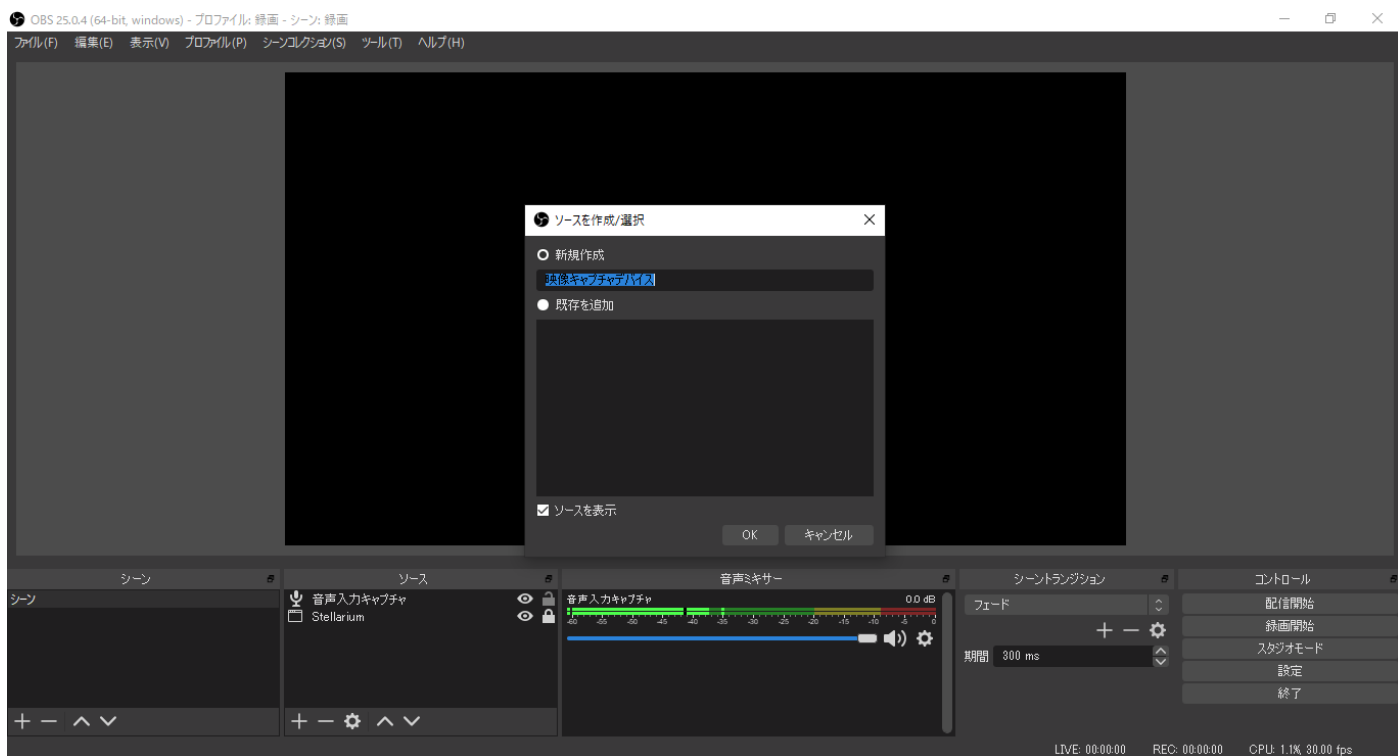


そして、OBS 側の設定をする。

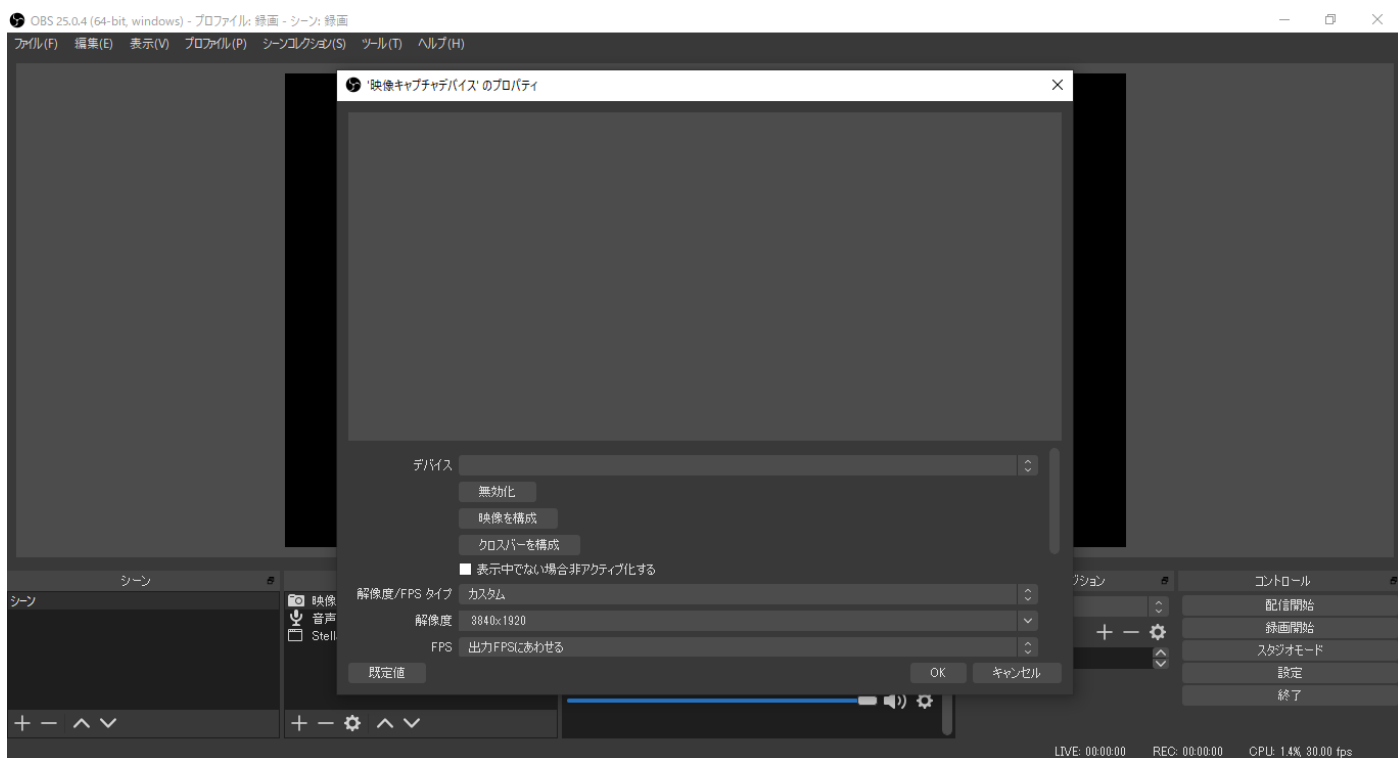
まず、右下の「設定」から設定ウインドウを開き、「配信」タブ内の「サービス」を YouTube / YouTube Gaming に、「サーバー」を Primary YouTube ingest server に、ストリームキーを YouTube Studio からペーストする。



次に、ソース内に「映像キャプチャデバイス」を追加する。



「デバイス」に使用するカメラを設定し（例：RICOH THETA Z1 4K）、解像度を 3840×1920 にする。



OBS 側で「配信開始」ボタンを押すと、プレビューが表示され、YouTube Studio に接続状態が更新される。右上に「ライブ配信を開始」が青表示されるので、クリックして配信を開始する。

