

第Ⅱ部 石岡市における景観再現

1章 石岡市におけるデジタルツインの試行の概要

「歴史的景観及び里山景観の保存・活用に向けた調査」の一環として、2023年度に「石岡市フルーツライン景観再現」と「地域景観を通じた記憶のデジタル・アーカイブ」の2つの課題に取り組んだ。

1-1 石岡市フルーツライン景観再現

2022年度は、「石岡市フルーツライン景観再現」としてフルーツライン沿いの景観調査、景観構成要素の抽出を実施し、その結果をもとに3Dモデルを作成した。最新のヴァーチャル・リアリティ（以下「VR」という。）の技術を用いて、フルーツライン沿いの景観を再現し、スマートフォン等で体験できるシステムを作成することによって、今後の景観形成の際のデータフォーマット作成を目指すものである。筑波大学・村上暁信研究室ではこれまでに再現モデルを作成手法の開発に取り組んできた。そこではプロシージャルモデリングという技術を用いて、景観の再現を行ってきた。プロシージャルモデリング技術は2次元の地図データ（道路や建物の配置、形状）をベースにして、集落を構成する要素のタイポロジー（典型的なモデル）を割り当てるとともに、3次元形状再現のルールを組み込み、短時間で膨大な3次元空間を再現するものである。さらに再現された3次元のモデルを現地で確認し、追加調査を行いながら、モデルの再現精度の向上に取り組んできた。

プロシージャルモデリングは典型モデルを活用することで大面積を短時間でモデル化することを目指した技術であるため、俯瞰した際には再現精度が高く見えても、地上の目線で見ると細かい部分（建物の壁、屋根の色やテクスチャー、建具、塀、地面のテクスチャー、樹木や雑草など）の再現ができない。他方で、現地で景観の再現度を確認した際には、こういった細かい点での違いが印象に残った。そこで作成した3次元モデルをベースにして、さらにレンダリング・ソフトを活用して小さい景観構成要素を詳細に、場所ごとに再現していく作業を行った。具体的にはプロシージャルモデリングを用いて作成したデータをベースにして、視点を定めた後に、そこから見える景色については個別の建物、塀などの工作物、樹木等、道路形状などを3D デザイン・ソフトウェア（SketchUp）で再現し、出来上がったモデルをレンダリング・ソフトウェア（Lumion）を用いて建物の壁の劣化、屋根の色やテクスチャー、建具、塀、地面のテクスチャー、樹木や雑草などを、被災者の記憶に沿って再現する作業を行った。主に使用したソフトウェアは、SketchUp Pro（Trimble, <https://www.sketchup.com/ja>）、Lumion（有限会社リビングCG, <https://lumion3d.jp/>）である。

さらに精緻に再現されたモデルを用いて、スマホ等で体験できるシステムを開発した。本年度事業では、建物の新規建設など構成要素が将来変化した際の景観変化を評価できるように基礎データとして整備することに加えて、現地でもその内容を容易に確認できるようなシステムの整備に取り組んだ。使用したプラットフォームは、panocloud VRサービスである。

具体的な作業としては、基盤地図情報(数値地形モデル)5mメッシュ(標高)をSketchUpに取り込み、国土地理院発行の空中写真をオーバーレイした。この状態では俯瞰した際には3次元化された景観が見て取れるが、地上面に近づくと空中写真の粗さに加えて、地形の繋目の歪さが目に付くようになる。これは5m間隔で取得された標高情報がもたらすものであり、道路が凹んだり波打ったりするようになる。そのため、山などについては5mメッシュデータをそのまま用いることとした一方で、道路と道路周辺については現地調査結果をもとにして、地形を精緻に再現することとした。また道路沿い以外にも、3D化す

る過程で、農地の詳細な凹凸が再現できていないことが判明し、あぜ道などについて地形データを作り直すことに取り組んだ。その次に周辺での特徴的な建物（住宅、ビニールハウス）をSketchUpで作成した。これらのデータをもとにCityEngineを使って、道路から離れた場所については建物等の再現を行った。道路沿いの景観については、SketchUpを使って一軒ずつ再現をした。CityEngineのデータと統合して、データをLumionに取り込み、詳細な景観構成要素の付与と、素材の風化处理などを行った。さらに、視点を細かく変更しながら地形モデルを修正して景観再現を行った。



再現した景観

風化处理の例



1-2 地域景観を通した記憶のデジタル・アーカイブ

デジタル・アーカイブの作成については前年度までの取り組みの深化に取り組んだ。コミュニティ意識は、年代は違っていても地域の同じ景色を見てきたことや、同じ小学校に通ったことなど、世代を超えた「共通の体験」やその際の「共通の記憶」を核にして醸成されるといえる。さらに、それら経験や記憶の多くは「場」と結びついて形作られる。現在は各所で地方創生が求められているが、地域を再生し、さらに活性化していくためにはまず地域の人々が地域に対して誇りと愛着を持つ必要がある。そのためにも地域への愛着の出発点にもなるコミュニティ意識の醸成が、石岡市の将来の発展のためにも重要な意義を持つといえる。以上の理解のもとに、過去の景観の再現と、再現された場と紐付けられた記憶の再生、共有に取り組んだ。具体的には旧石岡市中心部を対象にして、仮想空間上でのかつての景観の再

現（VR化）に取り組んだ。その際に住民へのヒアリングを重ねて記憶を記録することで、日常景観の中での重要な要素や、場と生活との関係を考察し、今後の景観保全のあり方、コミュニティ継承の方法を検討した。本取り組みでは、これまでに筆者らが開発した景観シミュレーション手法を用いてかつての景観を精緻に再現し、生活と場の関係を分析するとともに、場と結び付けられた記憶を地域住民の中に蘇らせ、さらに次代へ継承する方法を開発することを目的としている。具体的には石岡市の看板建築が多く残る地区を対象にして以下の3段階に分けて研究に取り組んだ。

- ① 文献資料や残っている写真資料、古くからの外観を維持している家屋等の調査を実施し、かつての景観の精緻な再現モデルを作成する。
- ② 再現モデルを住民の方に見てもらい、違う点を指摘してもらい。自由に視点や見たいもの、見たい景色を言ってもらいモデルを修正してもらい。シーンと共に思い出される記憶を記録し、景観要素・場と行為の関係、空間利用と日常生活との関係を分析する。視点、対象要素の特徴を分析することで、日常景観を構成する重要な視点場や景観要素を抽出する。
- ③ ②の分析結果から、景観形成上の知見を得て、地域住民と共有し、今後のまちの空間づくりに応用していく。さらに、作成した再現モデルに、住民によって語られた思い出の情報を付加し、地域資料として活用していく方策を開発する。

2022年度まで継続的に実施してきた作業を2023年度も継続し、再現モデルの精度を高めることに取り組んだ。

作業においてはまず、石岡市の歴史、人口変動や産業別人口の変遷について調査を行った。石岡市における地域景観(主に看板建築)の詳細なデジタル・アーカイブ化を目的として、史料調査を行った。藤川研究室提供の資料などから建築物の3D再現を行うとともに、看板建築が最も多く存在していた時期の景観再現を行うために、過去の写真を参考にしながらSketch Upにてモデルを立ち上げ、Lumionを用いて装飾を施した。作成したモデルを現地の人に見てもらうことで実際の景観との差異を指摘してもらい、その差異の修正を繰り返すことによって、より現実に近い景観の再現を行った。

さらにヒアリング調査及び会話内容の文章化、それを参考にした街並みのモデリングの修正を行った。市民へのインタビュー調査では、活気や賑わい、町にとって魅力が顕在していた時期の街並み・景観に関するディテールな情報を取得した。その手段として当時の写真を探したり、石岡に住んだり活動する人との会話中の発言から対象に対する思いや内情を読み取ることを試みた。その過程で地域住民が最も懐かしく感じる時期を抽出した。その結果、かつてアーケードがあった時代が最も賑わいがあり、多くの住民の記憶に残っていることがわかり、当時の景観再現を行った。

再現したモデルをインターネット上にアップし、誰でも鑑賞できるようにした。今後は石岡市の観光資



源としての活用の可能性を検討していく予定である。

再現した3Dモデル（右）と公開用QRコード（左） QRコードにアクセスすることでスマホで確認できる

2023年度は過去の写真や史料等から3Dモデルを作成することに加えて、3Dスキャナーによる実測を行った。3Dスキャンとは、対象物にレーザーを照射して立体形状を測定し、3Dデータに変換することを指す。取得した3Dデータから3Dプリンターで模型を作ったり、寸法の測定を行うなどの使い方が可能になる。また平面図がなく、実際にある製品や構造物から情報を得る「リバースエンジニアリング」にも役立つ。建築分野の3Dスキャナーでは、壁や天井などに3Dレーザースキャナーを照射して、「点群」と呼ばれる位置情報のデータを取得する。3Dスキャナーでは従来の手作業では測量が難しい箇所でもデータを取得することができ、さらに取得したデータから、パソコン上で採寸が可能になる。建築用の3Dスキャナーは、主に3Dスキャナー本体を三脚にセットし、測定したい位置に配置してからスキャンする。その際に1箇所からスキャンするだけでは必要な点群データを網羅できないため、位置を変えながら複数回測定を行う。

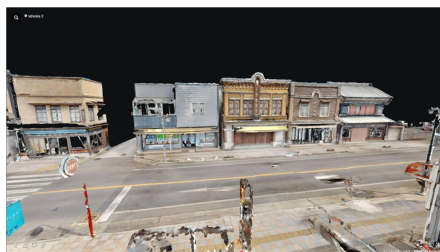
現在、3Dスキャナーは、建物を3Dモデル化して情報を管理するBIM（Building Information Modeling）や、現況測量、施工測量といった用途で活用されている。また、古い建造物・遺跡・遺産などを3Dスキャナーでデータ化することで、研究に活用したり、これらの構造物が老朽化や災害などで破損してしまった場合に復旧できたりといった使い方もされ始めている。これまで3Dスキャナーは高額であったため、測定を専門業者に委託する形が一般的であったが、近年は汎用性の高い機材が手に入りやすくなってきた。そこで本事業ではこのようにして入手した機材を使用して、中心市街地の看板建築の測量を行った。使用した機材は、Matterport Pro3である。LiDAR測距技術（ライダー：light detection and ranging（光による検知と測距））センサを用いた空間の3D撮影）で、精度は $\pm 20\text{mm} @ 10\text{m}$ である。深度センサーの解像度は10万点/秒で1スキャンあたり150万点のデータを取得する。最短動作距離は0.5mであり、最大動作距離は100m（E57形式点群データにおける表示距離）である。

本事業ではMatterport Pro3を用いて看板建築を3Dスキャンし、デジタルデータ化した。得られたデータでは詳細な凹凸が3Dで把握され、各種の寸法についても把握することができた。データは3Dデータとして、また2Dデータとしても保存し、ウェブ上で参照できるようにした。今後デジタル・アーカイブとして利活用できることが示された。他方で、車両の往来が多い大通りに面した看板建築では、目の前の歩道から見上げるように測量する必要があるが、把握しきれない部位も存在した。今後は一時的に車両通行止めなどして測量するなどの工夫が正確なデータ保管には必要であることが示された。

次年度以降、3Dスキャン技術を活用して、茅葺き屋根を有する建築物など、石岡市の歴史的建造物のデジタルアーカイブ化に取り組んでいく予定である。



測量された3Dモデル（下）と公開用QRコード（上）



QRコードにアクセスすることでスマホで確認できる

石岡市フルーツライン景観再現

石岡市フルーツライン138号線 辻いちご園から中村いちご園周辺

1



2

景観再現モデル作成の流れ



建物や道路の作成



細かい凹凸や小物類の追加が可能
表現をリアルに近づけることができる



2024/3/21



3

3

2024/3/22

景観再現モデルとは



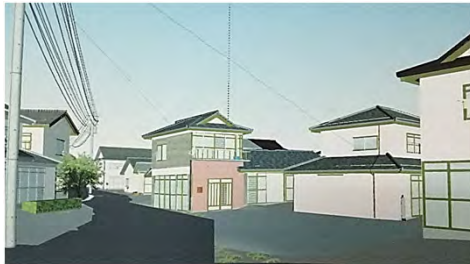
4

4

モデル作成の流れ



建物や道路の作成
(Vectorworksからのインポートも可)
※sketch upファイル2017verで保存
すること



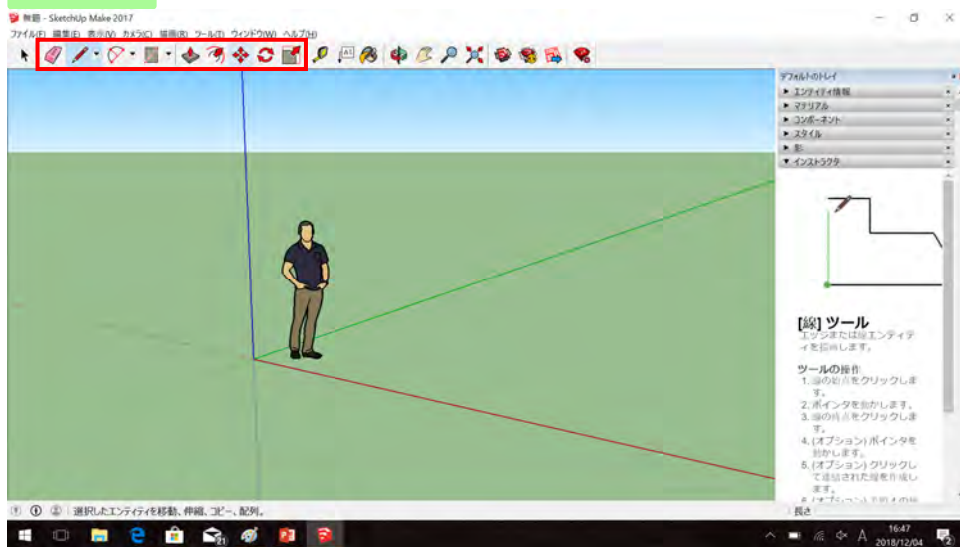
細かい凹凸や小物類の追加が可能
表現をリアルに近づけることができる
レンダリングした画面をリアルタイム
で歩き回ることができる



5

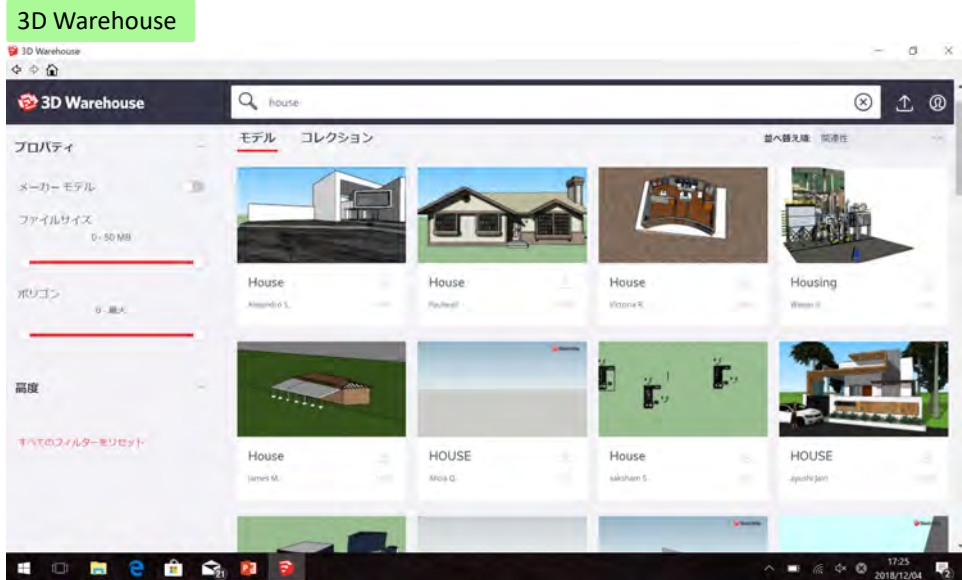
SketchUp: 建物や道路を作る

自分で作る



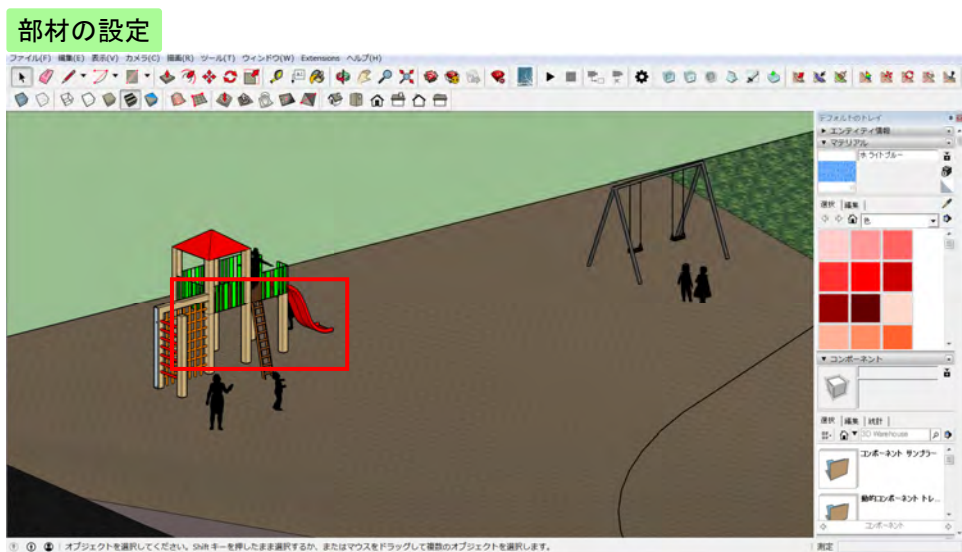
6

SketchUp: 既存モデルから探す



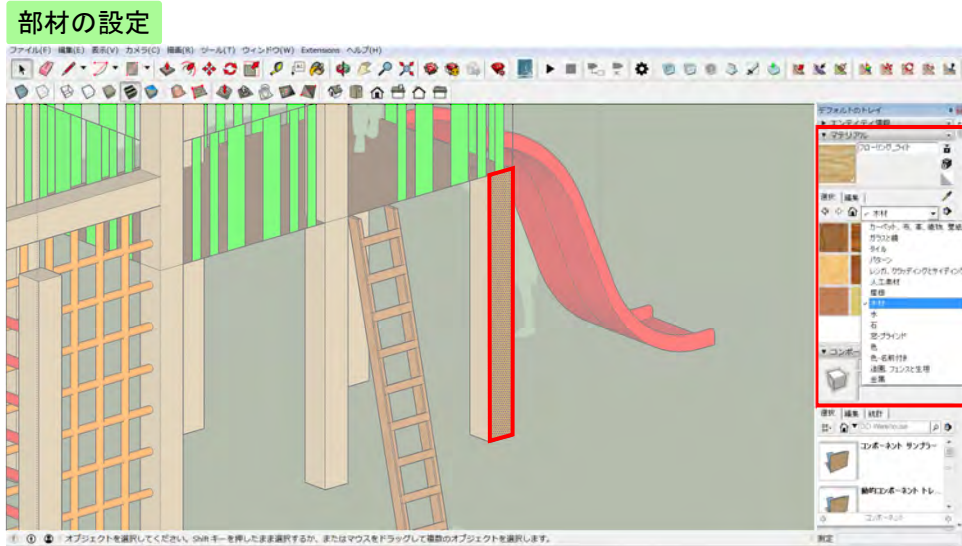
7

SketchUp: 部材の設定



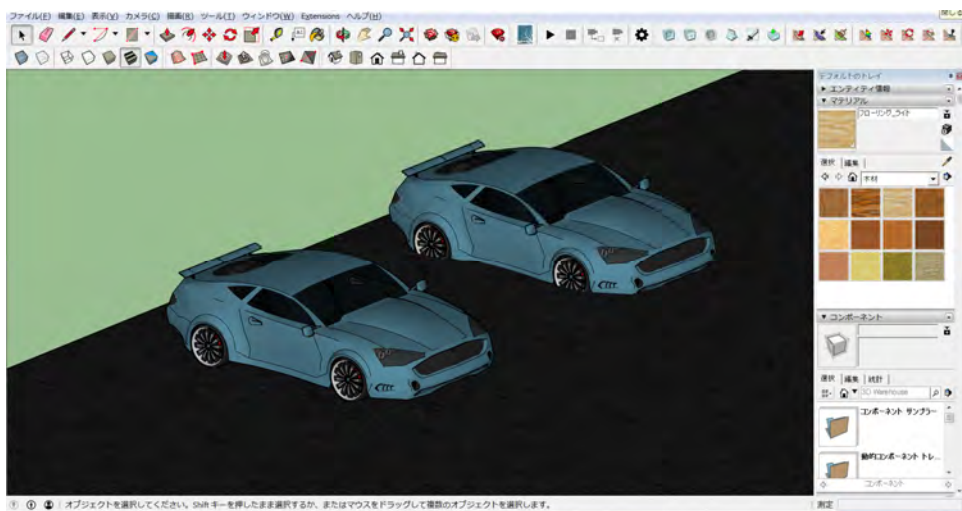
8

SketchUp: 部材の設定



9

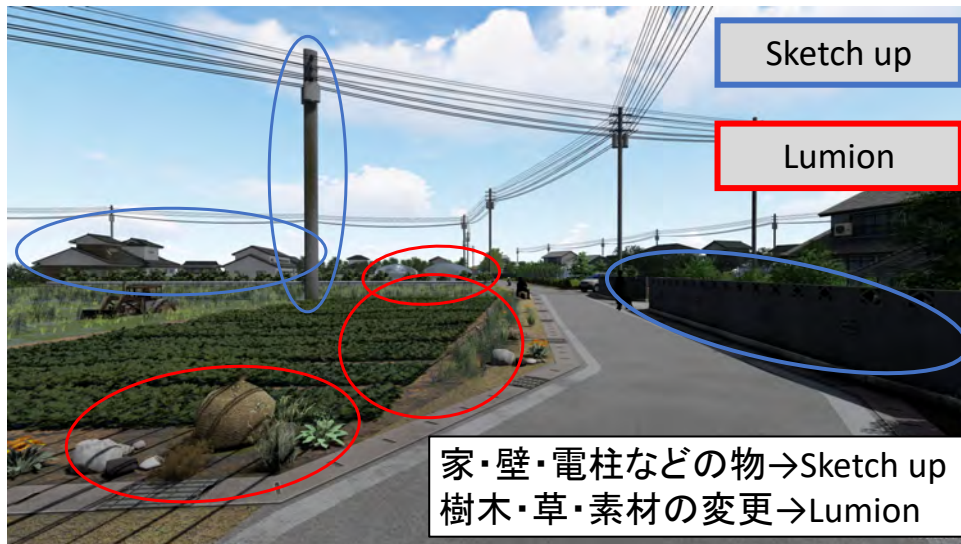
SketchUp: 樹木・車・人影など



Lumion上のモデルの方が良質なのでそちらを使う

10

Lumionでできること: 小物の追加、視覚的な再現



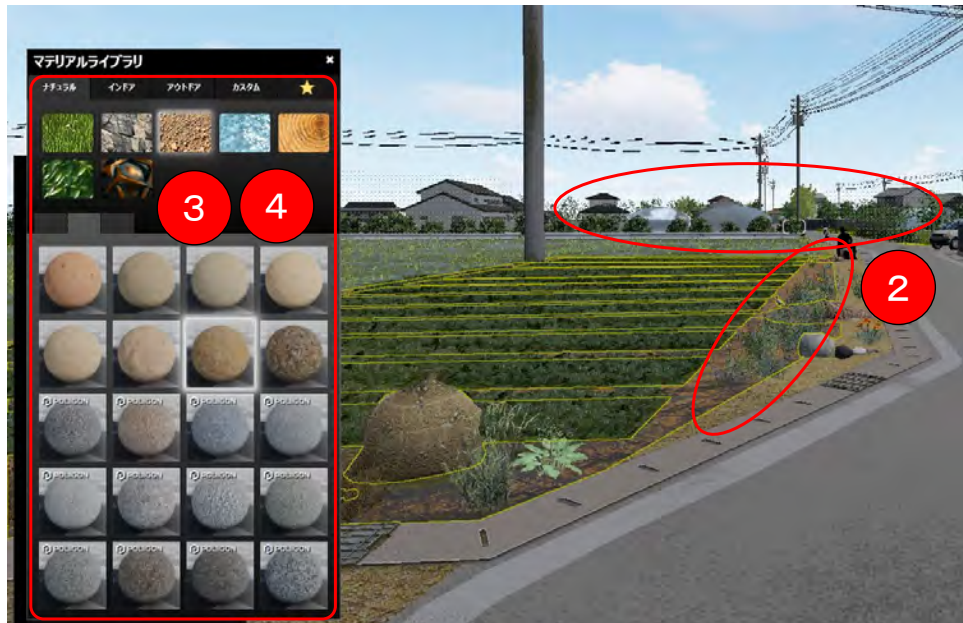
11

Lumion: マテリアル(素材・材料)の設定



12

Lumion: マテリアル(素材・材料)の設定



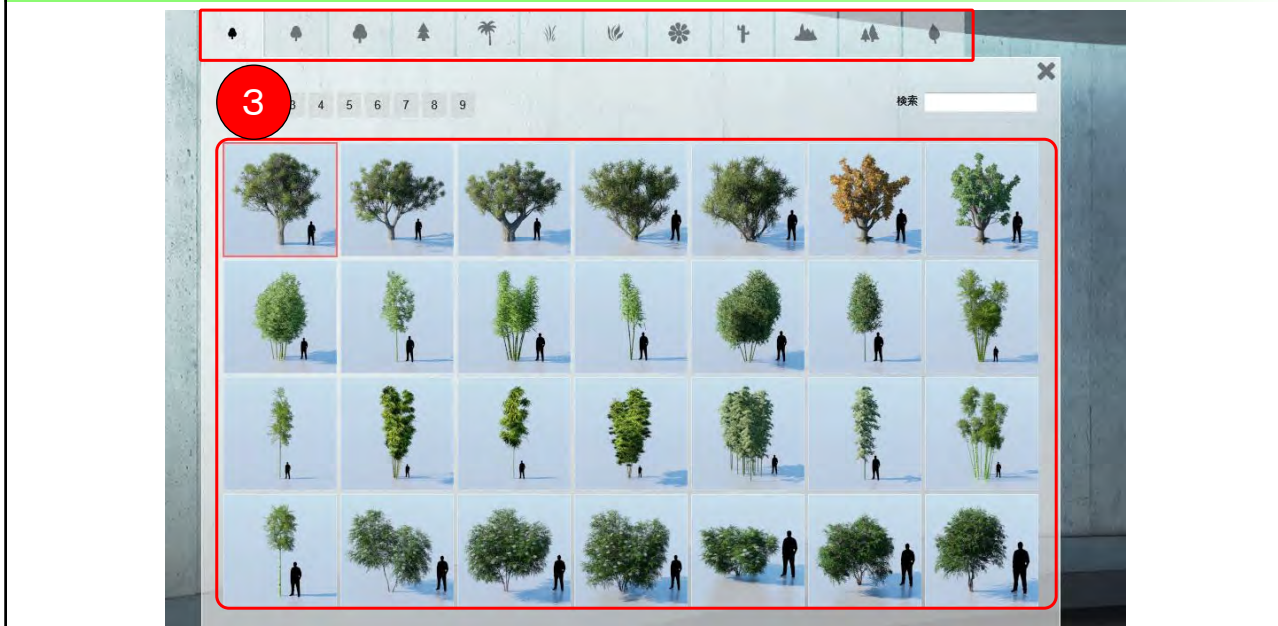
13

Lumion: オブジェクト(樹木・小物)の設定



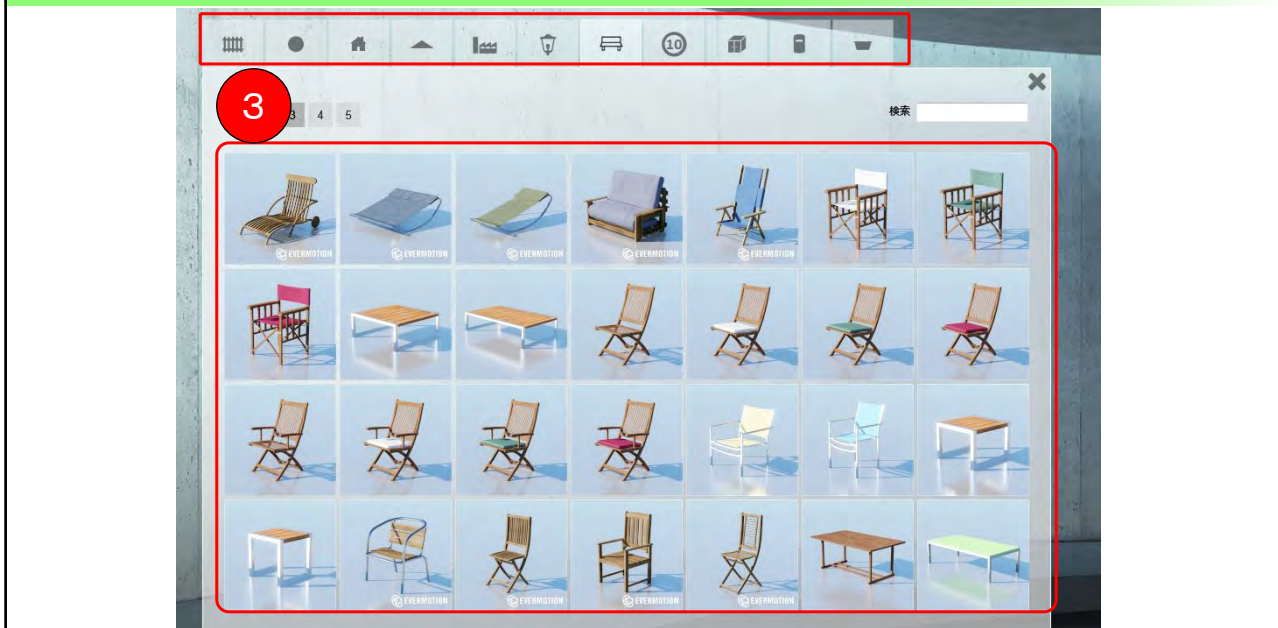
14

Lumion:オブジェクト(樹木・小物)の設定



15

Lumion:オブジェクト(樹木・小物)の設定



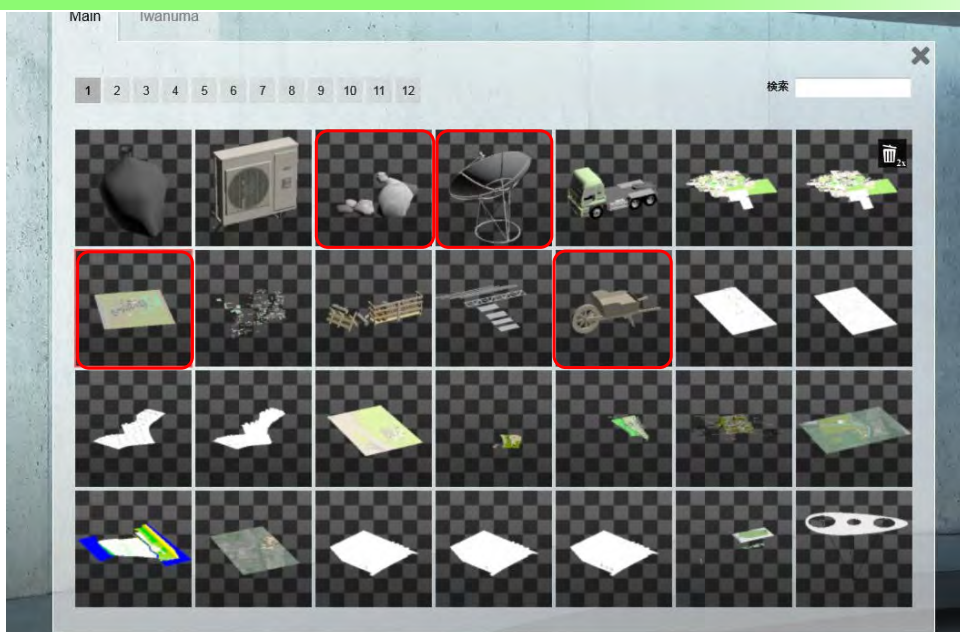
16

Lumion:オブジェクト(樹木・小物)の設定



17

Lumion:Sketch upで作成したオブジェクト追加



18

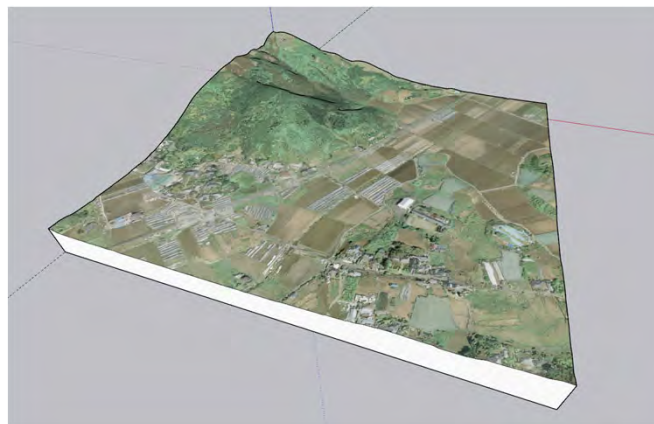
景観再現の手順概要

- ①地形モデルのインポート
- ②道路モデルの作成
- ③水田モデルの作成
- ④特徴的な建物のモデルを作成
- ⑤日本家屋・ビニールハウス・電柱モデルのインポート
- ⑥モデルの設置
- ⑦モデルの材質を調整
- ⑧地形モデルに合わせて地表面を作成
- ⑨地表面材質の調整

19

①地形モデルのインポート

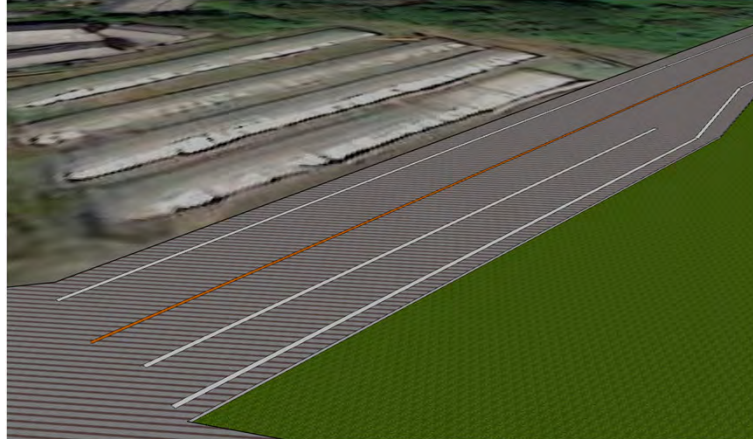
- ・ SketchUpにGoogleEarthから地形モデルを取り込む



20

②道路モデルの作成

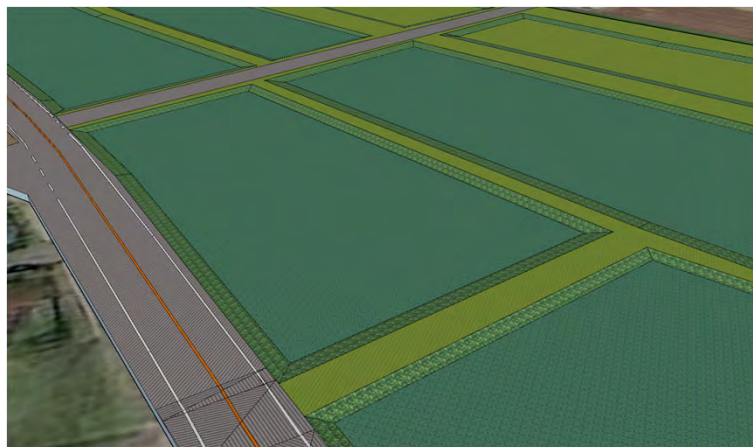
- SketchUpにて地形モデル上の道路画像に合わせて道路モデルを作成する



21

③水田モデルの作成

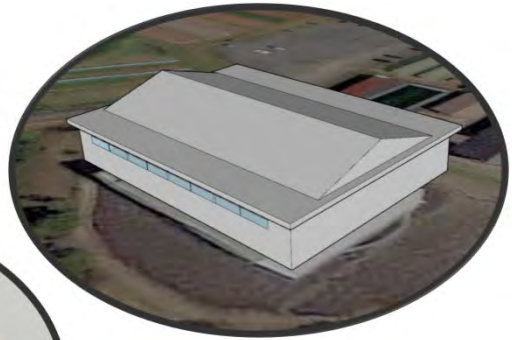
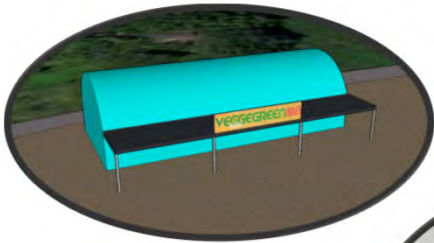
- SketchUpにて地形モデル上の水田の画像に合わせて水田モデルを作成
- 水田のあぜ道等を立体的に作成していく



22

④特徴的な建物のモデルを作成

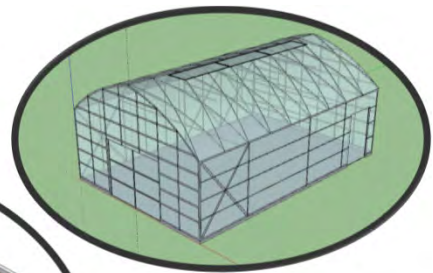
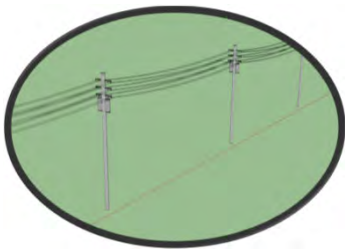
- ・ SketchUpにてモデルを作成する



23

⑤一般的なモデルのインポート

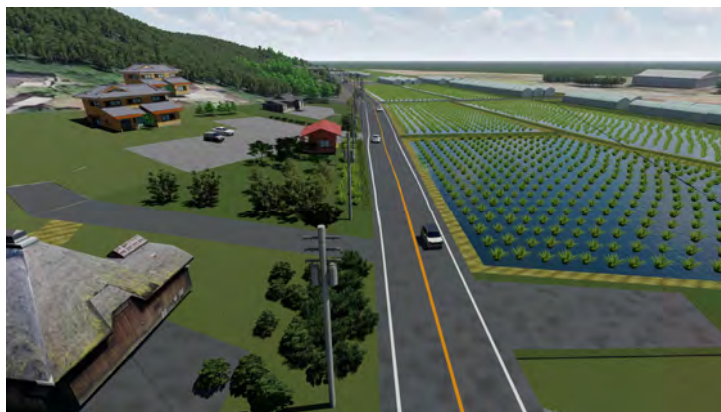
- ・ 電柱やビニールハウスや一般的な日本家屋のモデルについて
既存のモデルを活用



24

⑥モデルの設置

- SketchUpで作成したモデルをLumion上で設置する
- Lumionの機能を用いて樹木や草、水面のモデルを設置する



課題

水田や道路モデルの境界線が直線であることや面に凹凸がないことで人工的に見えすぎる



作業⑦～作業⑨でモデルの材質や表面に調整を加える

25

⑦モデルの材質を調整

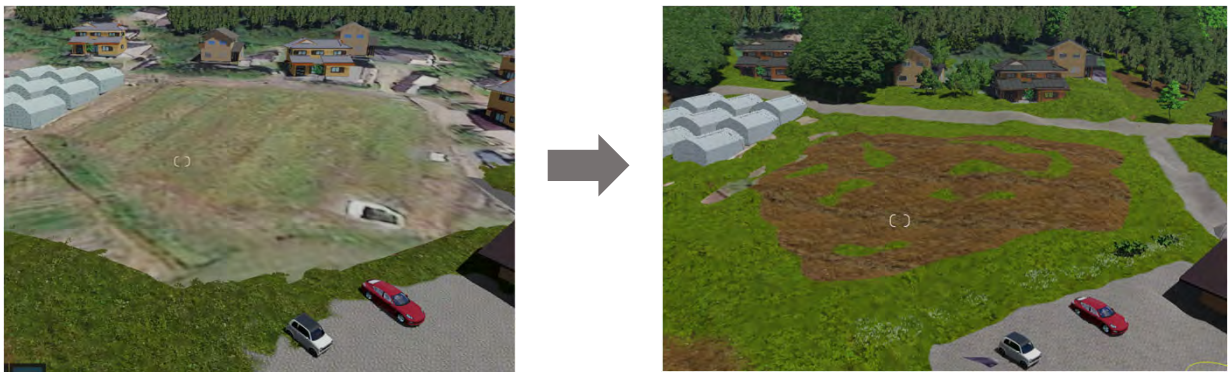
- モデルに材質変更と風化処理を加える



26

⑧地形モデルに合わせて地表面を作成

- 衛星画像が投影された地形モデルの地表面は編集ができない
- 地形モデルに沿わせて編集が可能な地表面を作成する



27

⑨地表面の調整

- Lumionのランドスケープペイント機能で地表面の状態をリアルに近づけるように調整する
- グーグルアース等で実際の状態を確認しながら草木のモデルを配置する



28



29



30

景観再現モデルとフォトモンタージュ

31

辻いちご園(景観再現モデル)



32

辻いちご園(フォトモンタージュ)

