



# 建設DXのための建設技術者育成に関する研究



松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 教授 大屋 誠

JACIC助成研究：2021年9月1日～2022年11月30日まで（1年間）

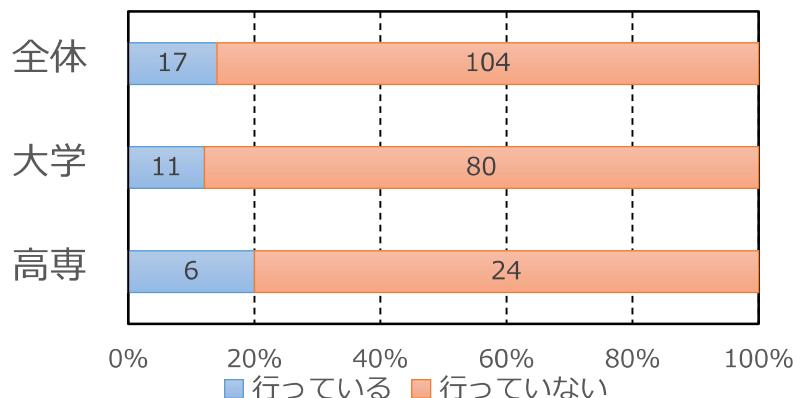


# 研究の目的

## 建設DXに向け建設デジタル人材の育成が必要

《高等教育機関のBIM/CIM教育の実態※》

Q : BIM/CIM教育を行っているか？



### 課題

- 指導方法の検討（教材等）
- BIM/CIM教育が可能な教員の確保

## インフラ×デジタルにより建設DXを実現する建設技術者の育成教材作成

BIM/CIM  
基礎スキル  
+  
i-Construction  
スキル  
+  
連携スキル

カスタマイズ技術  
×

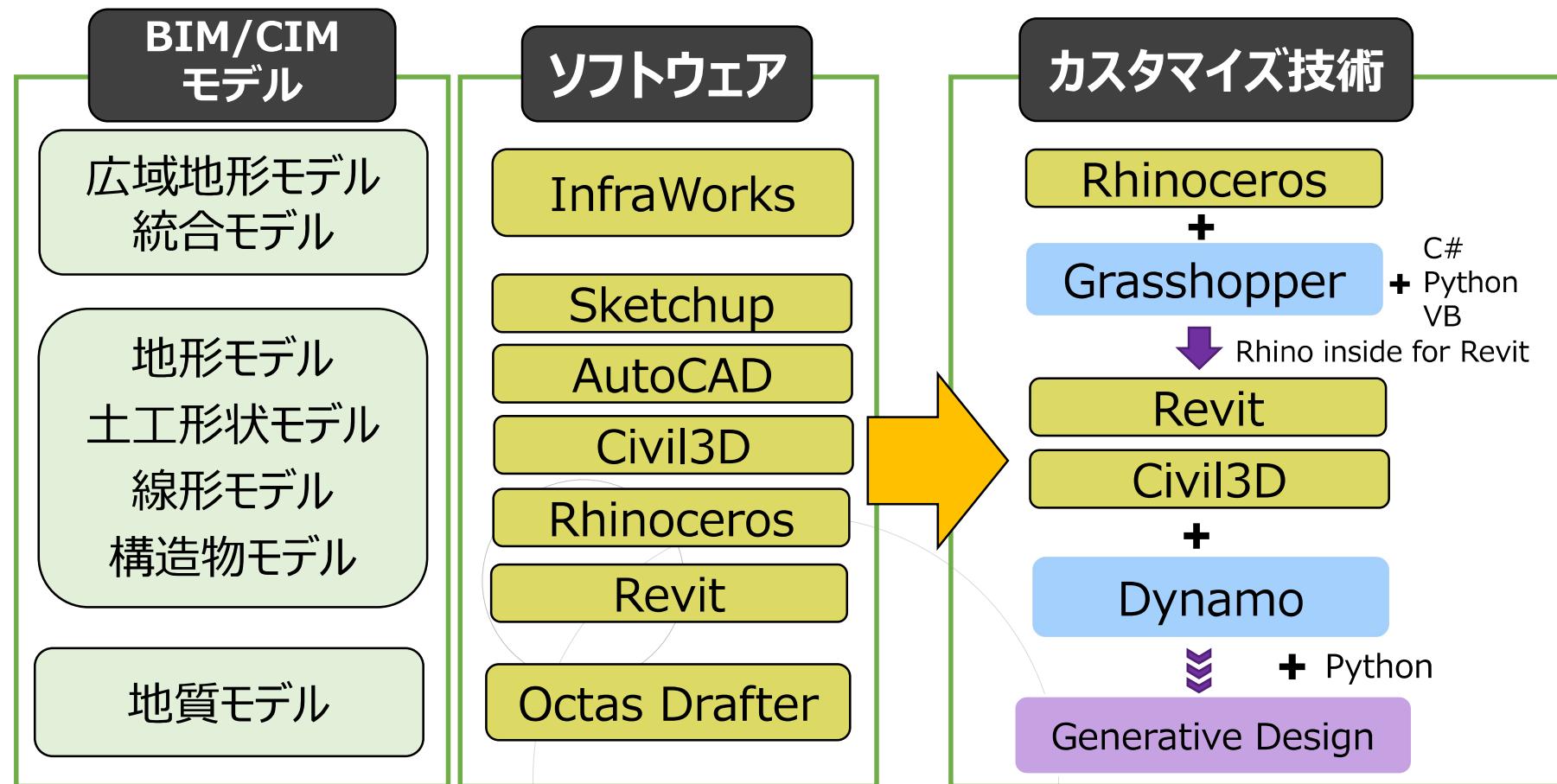
AI  
利用  
技術  
×

xR  
活用  
技術

※ BIM/CIM教育に関するアンケート調査（土木学会建設マネジメント委員会i-Construction小委員会）より



# BIM/CIMモデルのスキルとカスタマイズ技術



複数のソフトウェアをデータ連携する必要がある。



# BIM/CIMとi-Construction・カスタマイズ教材

## 1. BIM/CIM教材

- ▶ [InfraWorksのモデル空間の作成①](#)
- ▶ [InfraWorksの基本データの収集方法②](#)
- ▶ [Civil3Dによる地形2D等高線から3Dサーフェスの作成③](#)
- ▶ [Civil3Dによる3次元道路線形の作成④](#)
- ▶ [Revitの基礎⑤](#)
- ▶ [Revitによる梁の作成と配筋⑥](#)
- ▶ [橋梁と地盤データのBIM/CIMモデル連携⑦](#)

## 2. i-Construction教材

- ▶ [UAVによる空中写真を用いた三次元点群データの活用](#)
- ▶ [UAVで撮影した写真から点群データの作成](#)

## 3. BIM/CIMモデルのカスタマイズの基礎

- ▶ [Rhinocerosの基本操作](#)
- ▶ [Rhinoceros+Grasshopperによるコンピューター・シナリオデザイン](#)
- ▶ [Dynamoの基本操作](#)
- ▶ [Revit+DynamoによるRC構造物の自動配筋](#)
- ▶ [Revitによる構造解析用モデルの作成と構造解析](#)
- ▶ [Generative Designを用いた土木構造物の設計](#)



# Pythonによるコーディング技術

## 4. Pythonによるコーディング技術

### 4. 1 Pythonのコーディングの基礎技術

- ▶ [変数・型・演算子](#)
- ▶ [リスト・タプル・辞書—プログラミングの概要・種類](#)
- ▶ [if文・for文・while文・内包表記](#)
- ▶ [関数・変数のスコープ](#)
- ▶ [クラス](#)
- ▶ [NumPy](#)

### 4. 2 機械学習に必要なスキル

- ▶ [データの重要性](#)
- ▶ [Python可視化ツールの紹介](#)
- ▶ [グラフの種類と書き方（Matplotlib演習）](#)
- ▶ [データの理解と加工（pandas演習）](#)



## 5. AIの概要

- ▶ [AIについて](#)
- ▶ [機械学習と統計解析](#)
- ▶ [ディープラーニングの概要・種類・XAIについて](#)

### 5. 1 CNNについて

- ▶ [CNNの概要](#)
- ▶ [CNNの学習と事例](#)

### 5. 2 RNN・LSTMについて

- ▶ [RNNの概要](#)
- ▶ [LSTMの学習と事例](#)

### 5. 3 敵対的生成ネットワークについて

- ▶ [GANの概要](#)
- ▶ [GANの学習と事例](#)



# xR (AR・VR・MR) の活用技術

## 6. xRの概要

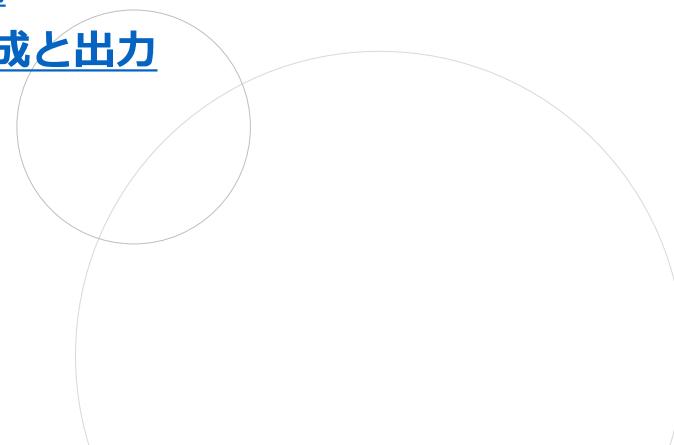
- ▶ [xRについて](#)
- ▶ [BIM/CIMモデルとxRの連携について](#)

### 6. 1 InfraWorksのモデル空間とMR活用技術

- ▶ [InfraWorksから3Dモデルの書き出し](#)
- ▶ [UnityによるHoloLends2用データの生成と出力](#)

### 6. 2 写真画像の3Dモデル生成とVR活用技術

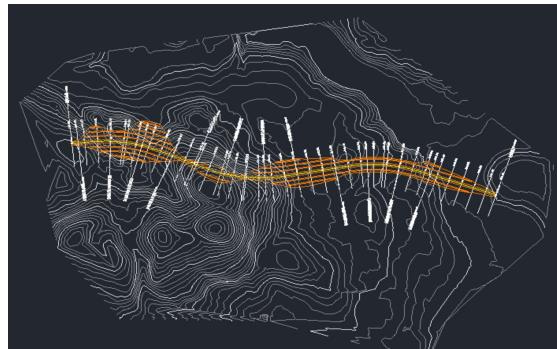
- ▶ [写真画像の3Dモデルの生成](#)
- ▶ [UnityによるVR用データ生成と出力](#)





# Civil3Dに関する教材（道路線形計画）

## 納品データ (SFC・SIMA)



2次元図面 属性情報

- 独立した  
図面
- 地形2D等高線
  - 平面線形
  - 縦断線形
  - 横断

3D化  
スキル

## BIM/CIM教材③ (Civil3D) 地形2D等高線→3Dサーフェス地形



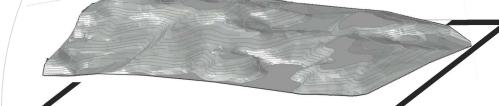
高さを持たない等高線データ(SFC)



等高線データ(DWG) + 高さ



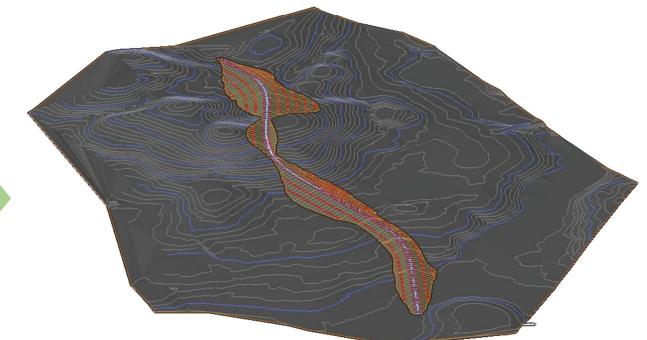
高さを持つ等高線データ(DWG)



地形サーフェス(DWG)

## BIM/CIM教材④ (Civil3D)

3Dサーフェス地形  
↓  
道路線形の3次元化



3D地形サーフェス

- +  
平面線形  
+  
縦断線形  
+  
横断

土量  
計算



# Generative Designによる3次元道路線形計画の事例

## Generative Design

人間とコンピュータが協調して行う設計プロセス。  
設計者が設計パラメータを定義し、コンピュータが設計案を生成する。

- **Designer**

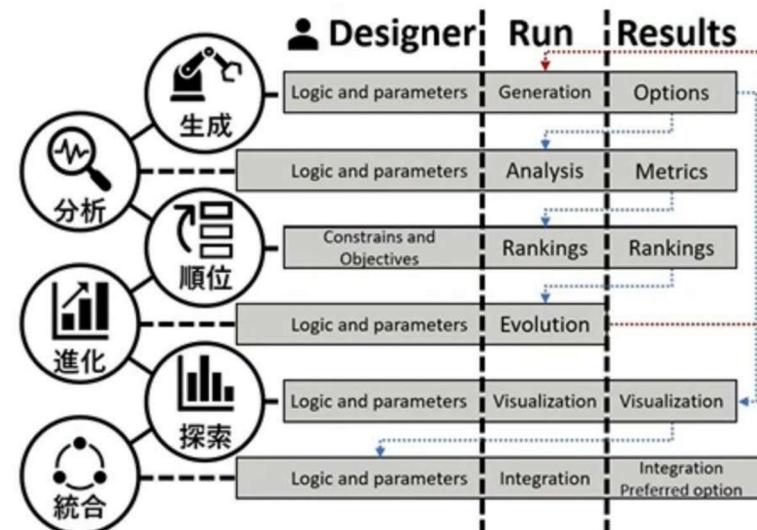
制約条件を定義

- **Run**

デザインの生成

- **Results**

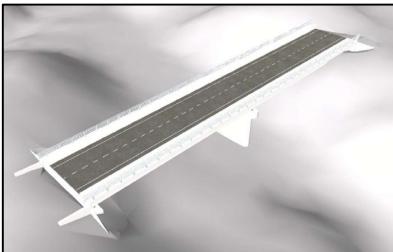
最終出力(次のステップの入力値として使用)





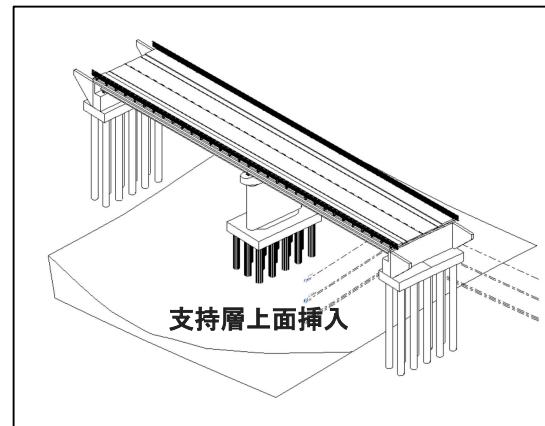
# 橋梁と地盤データのBIM/CIMモデル連携教材

InfraWorks



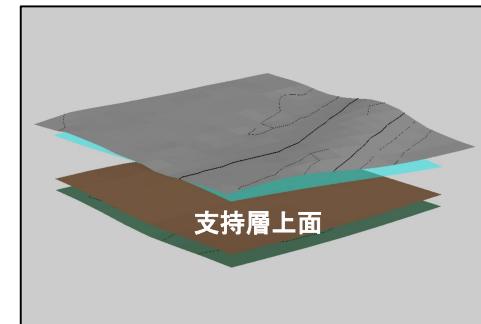
IMX

Revit



CSV

Octas Drafter



XML

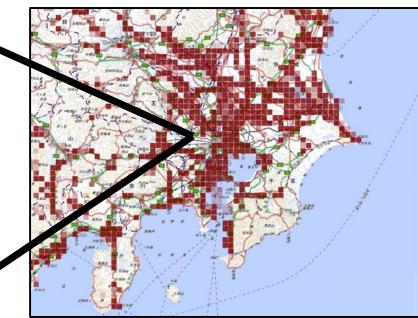
【教材フォルダーの内容】

> i-Construction\_演習資料 > 10\_Octas + Revit + InfraWorksの連携教材

ボーリングデータ（ XML） 日本仕様\_橋梁モ デル  
データセット マニュアル

柱状図

XML

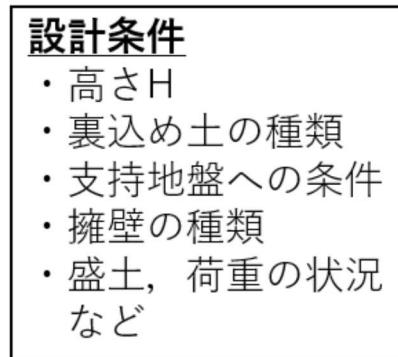


kuniJiban



# RC構造物の安定計算・構造計算・図面化・積算のカスタマイズ教材

Input



擁壁設計  
による強度の確認

擁壁の形状決定



安定性の判定

・転倒  
・滑動  
・沈下

擁壁設計  
による強度の確認

部材力(Q,M)  
の計算

必要鉄筋量の計算

応力照査

鉄筋の種別・本数の計算

図面の作成

鉄筋の数量の拾い出し

Output

積算

トライアンドエラー  
※手間や時間が発生

Excelシートによる計算

Dynamo

Excelシートによる計算

Dynamo

2D-CAD

Dynamo

Dynamo

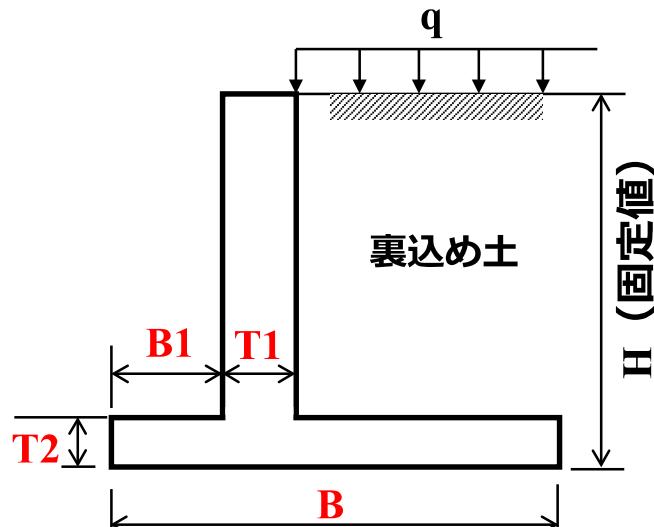
Generative Design

Dynamo

Generative Design

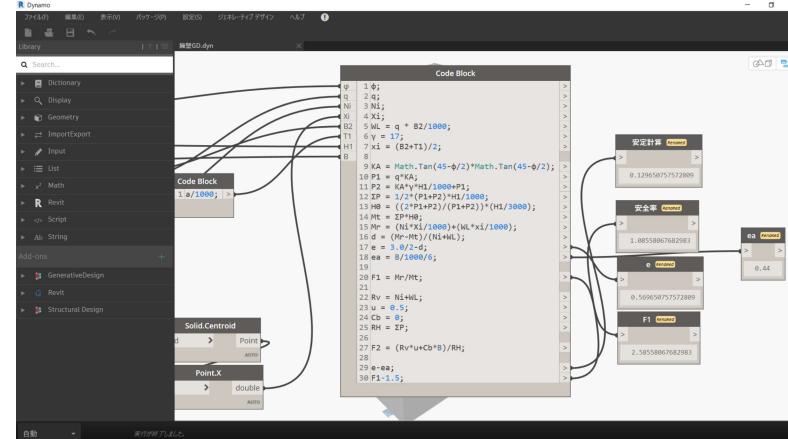


# Revit+Dynamo+Generative Designを用いたRC構造物の設計用教材



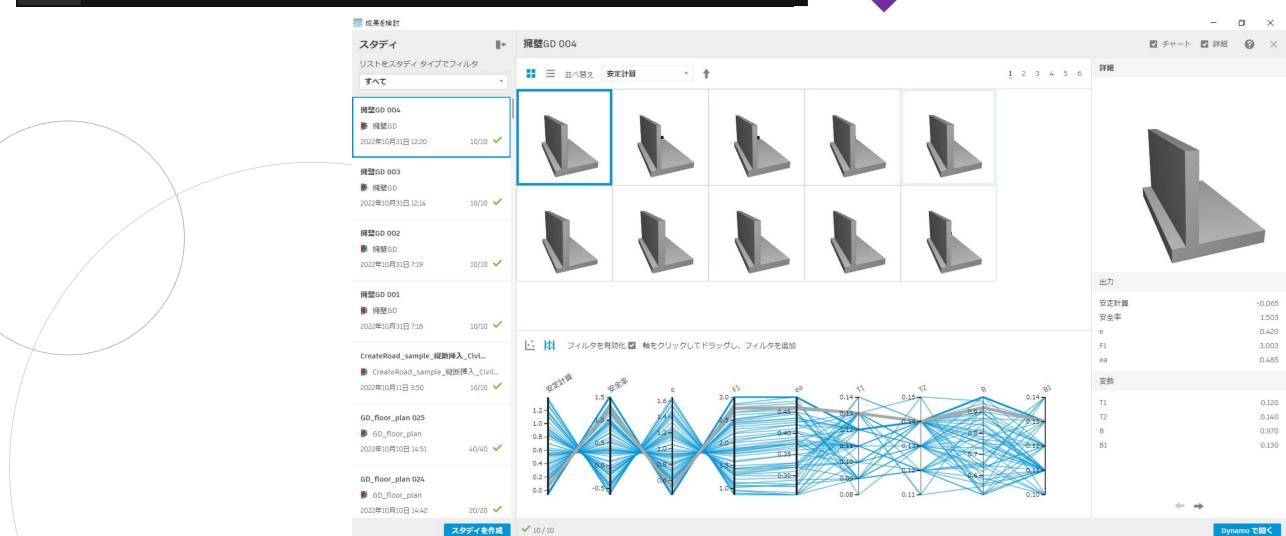
RC擁壁の概要

RevitのDynamoを用いてRC擁壁（逆T形擁壁）の裏込め土の土圧や重量、擁壁の重量を考慮して、安定計算より擁壁形状（赤色部）をGenerative Designを用いて決定する教材を作成

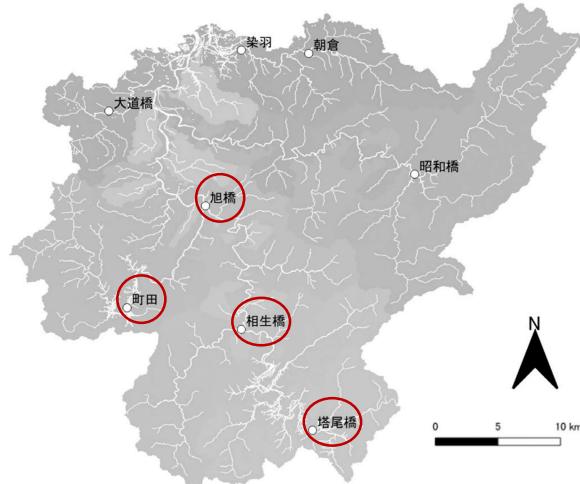


RC擁壁の安定計算  
のロジック

Generative Design  
による形状案の生成・  
分析・順位付



# AIの事例（LSTM演習教材）



LSTMの演習として、島根県の高津川流域の8個の水位観測所のうち中流域に設置された旭橋、町田、相生橋、塔尾橋で観測された水位データを使用。

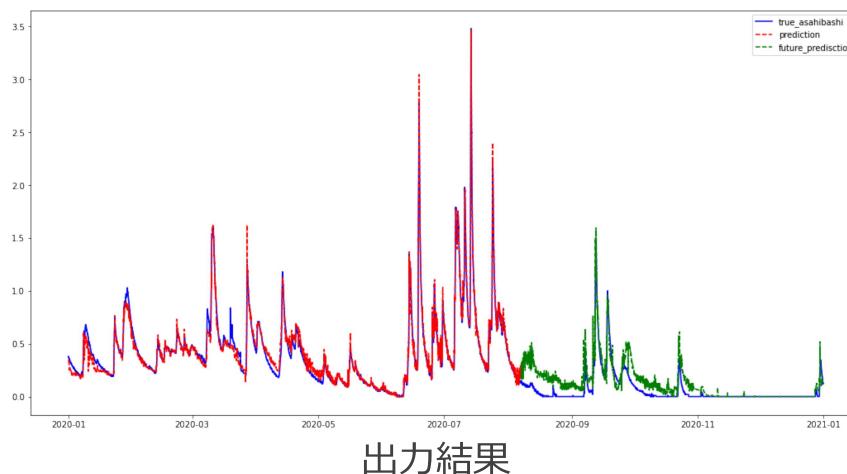
学習・検証データ 2020年



Microsoft Excel  
Binary Worksheet

Shimane\_2020\_20220000\_2h

データ内の欠測・未収集・保守の項目は、周辺の水位データから補完する。



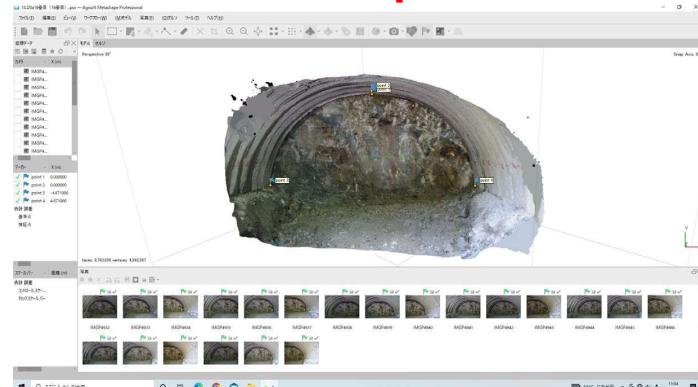
A screenshot of a Jupyter Notebook interface. A modal dialog box is open, asking "Restart kernel and re-run the whole notebook?". Below the dialog, the code cell contains Python code for reading CSV data and preparing datasets for LSTM training. The code includes imports for os, numpy, pandas, matplotlib, seaborn, and time, along with specific paths and data processing logic for the Katsuragi River data.

```
In [ ]:
1 import os
2 import numpy as np
3 import pandas as pd
4 from matplotlib import pyplot as plt
5 %matplotlib inline
6 import seaborn as sns
7 import time
8
9 #path
10 ymd = '0000'
11
12 path = "データトップのpathを入力してください" + str(ymd)
13 #h_data = 'KXShimane_2020' + str(ymd) + '.csv'
14 h_data = 'WShimane_2020' + str(ymd) + '_2h' + '.csv'
15
16
17 # データ読み込み
18 df = pd.read_csv(path + h_data, encoding="shift-jis")
19 df['date'] = pd.to_datetime(df['date'])
20 # df.set_index('date', inplace=True) # index を date にする場合
21 df
22
23 # ルックバック数
24 look_back = 3
25 ds = 0.6
26
27 # データ数
28 sample_size = len(df) - look_back
29 # 予測に用いる期間
30 past_size = int(sample_size*ds)
31 future_size = sample_size - past_size + 1
32
33 # データセットを作る関数
34 def make_dataset(raw_data, look_back):
35     y = T1
```



# xRの活用事例（写真画像の3Dモデル生成とVR活用技術）

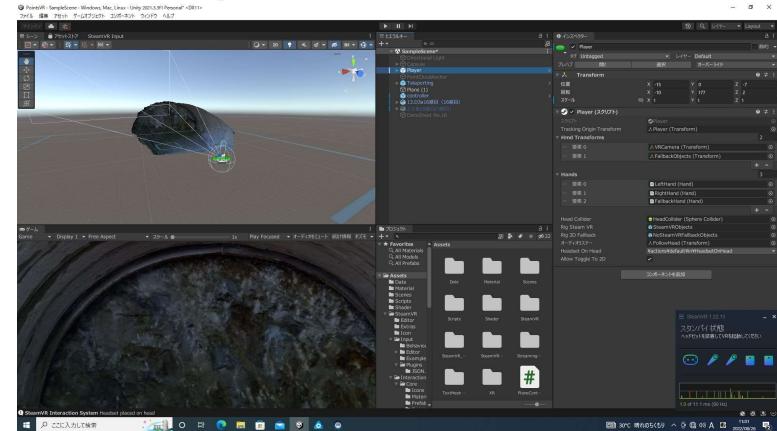
Metashape



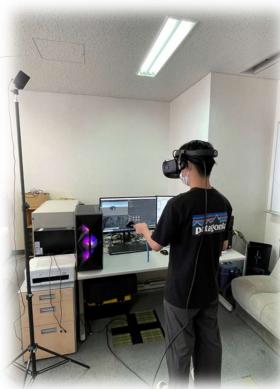
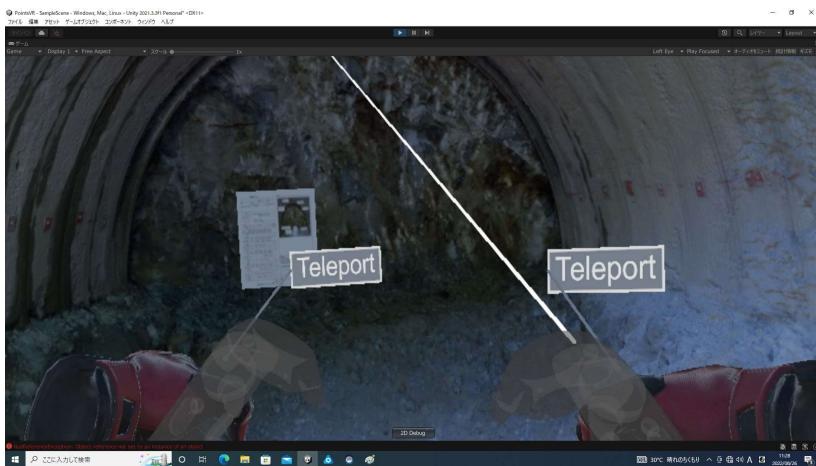
- Obj形式
- PNG形式



Unity Pro



Visual  
Studio



VR

ご清聴ありがとうございました。

- 松江工業高等専門学校 環境・建設工学科  
教授 大屋 誠
- [ohya@matsue-ct.jp](mailto:ohya@matsue-ct.jp)
- <https://www2.matsue-ct.jp/ce/index.htm>

