

生成AI時代における 構造工学の新展開

東京大学 特任准教授 全 邦釘

自己紹介

- 東京大学で土木を学ぶ(学部・修士)→破壊力学などの勉強を.
- Wayne State University(米国)で橋梁設計・解析により生計を立てながらPh.D.を取得
- Yonsei University(韓国)でコンクリートの研究
- 愛媛大学で橋梁・舗装の維持管理+ICT技術の研究
- 2019/4から東京大学i-Constructionシステム学寄附講座
- 内閣府SIP1期「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」地域実装チーム研究責任者
 - ICE(イギリス土木学会)Telford Premium
- 内閣府Moonshot「構築を革新する協働AIロボット」SPM
- 内閣府SIP第三期「スマートインフラマネジメントシステムの構築」
- 2012-2013, 2019-2020, 鉄鋼連盟様より研究助成をいただきました。ありがとうございます！
- AIらしきものを触り始めたのは20年くらい前から
- 日本語は普通に話せます.

生成AIとは: LLM? 画像生成? 3D生成? etc?

■ 生成AIとは?

- AI技術の一分野で「新しいデータやコンテンツを自動生成する」ものの総称
- テキスト・画像・音声・動画・3Dモデルなど、さまざまな形態を含む

■ 大規模言語モデル(LLM)や画像生成AIはすべて含まれる

- LLM (例: GPTシリーズ、ChatGPT): 大量の文章データを学習し、自然な文章を生成
- 画像生成AI (例: Stable Diffusion、DALL·E): テキストプロンプトから高品質な画像を生成
- 3D生成AI: 3Dモデルや構造を自動で作成・推定

■ 応用領域

- テキスト生成: チャットボット、要約、翻訳など
- 画像生成・編集: イラスト制作、写真の合成・修正、デザイン支援
- 動画生成: 短編動画作成、アニメーション支援、映像編集補助
- 3D生成: ゲーム/映像の3Dモデル作成、製品設計支援

■ ポイント

- 既存のデータを学習し、新たなデータやコンテンツを生み出す
- エンタメ、ビジネス、研究、医療、教育など多様な分野で活用拡大

ChatGPTで出来ること

- 試してみてください。本当に簡単です。Googleに聞くような労力です
- コツなどもありますが、コツを知らなくても面白いです

生成AIを使った鋼構造物の研究としてどういった案があるでしょうか？



生成AI（Generative AI）を使った鋼構造物の研究には、以下のような具体的なアプローチやアイデアがあります。これらは、設計、最適化、製造、維持管理など、鋼構造物に関連するさまざまな側面に適用可能です。

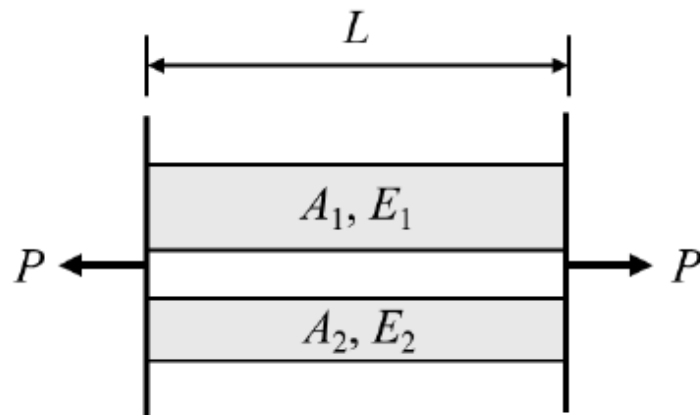
1. 構造設計の最適化

- **形状最適化:** 生成AIを用いて、既存の設計仕様や要求を基に、最適な形状や構造を自動で生成することができます。例えば、荷重分布や耐震性、材料の使用効率などを考慮して、最適な鋼構造物の形状を提案します。
- **構造パターン生成:** AIを用いて、新しい構造パターンや建築様式を提案し、特定の条件に最適な設計を迅速に探索できます。これにより、従来の手法では難しい複雑な構造でも、効率的に設計できます。

2. 材料選定の最適化

- **材料の最適化:** AIは、鋼材の種類や厚さ、強度、耐久性などを最適化するのに役立ちます。例えば、特定の

問 1. 図のように, 断面積とヤング係数が異なる 2 本の棒の両端に剛板 (変形しない板) を取り付け, 板の両側に荷重 P を作用させた. このとき, 部材の伸び ΔL を求めよ. なお, 板は常に平行と考えてよい.



2本の棒が剛板によって同じ変位を強いられる（端面が常に平行のまま）ため、それぞれの伸び ΔL は同じになります。このとき棒1、棒2に生じる軸力をそれぞれ P_1 、 P_2 とすると、

$$P_1 + P_2 = P$$

が成立します。さらに、それぞれの棒のひずみは同じ

$$\frac{\Delta L}{L}$$

となるので、応力-ひずみ関係から

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{P_1}{A_1 E_1} = \frac{P_2}{A_2 E_2}$$

が得られます。ここで、 $P_1 = A_1 E_1 \frac{\Delta L}{L}$ 、 $P_2 = A_2 E_2 \frac{\Delta L}{L}$ と書き直し、

$$P_1 + P_2 = (A_1 E_1 + A_2 E_2) \frac{\Delta L}{L} = P$$

を満たすようにすると、両辺を整理して

$$\Delta L = \frac{P L}{A_1 E_1 + A_2 E_2}$$

となります。これが求める2本の棒の伸び量です。

梁の曲げを解析する有限要素解析プログラムをpythonで作って。
 さらに可視化するプログラムも作って。

➤ ※ChatGPT君の機嫌 and/or 適切な指示が必要になりますが...

有限要素法でビーム要素を用いると、一般に各要素は2つのノードを持ち、各ノードには変位と回転の2つの自由度が存在します。このため、要素の剛性行列は4x4の行列になります。また、全体の剛性行列は、ノード数の2倍の次元を持つ必要があります。

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# パラメータ
E = 210e9 # ヤング率 [Pa]
I = 1e-6 # 慣性モーメント [m^4]
L = 2 # 全体の長さ [m]
n_elements = 10 # 要素数
n_nodes = n_elements + 1 # ノード数
F = -10 # 力 [N]

# 各要素の長さ
element_length = L / n_elements

# 剛性行列の初期化
K = np.zeros((2*n_nodes, 2*n_nodes))

# 各要素の剛性行列を作成し、全体の剛性行列に追加する
for i in range(n_elements):
    k_local = E * I / element_length**3 * np.array([
        [12, 6*element_length, -12, 6*element_length],
        [6*element_length, 4*element_length**2, -6*element_length, 2*element_length**2],
        [-12, -6*element_length, 12, -6*element_length],
        [6*element_length, 2*element_length**2, -6*element_length, 4*element_length**2]
    ])
    K[2*i:2*i+4, 2*i:2*i+4] += k_local
```

```
# ベクトルfの作成
f = np.zeros(2*n_nodes)
f[2*(n_nodes // 2)] = F # 中央のノードに力を用いる

# 境界条件の適用 (u[0]=u[-1]=0: 両端は固定)
K[0, :] = 0
K[:, 0] = 0
K[0, 0] = 1
f[0] = 0

K[-2, :] = 0
K[:, -2] = 0
K[-2, -2] = 1
f[-2] = 0

# 連立方程式を解く
solution = np.linalg.solve(K, f)

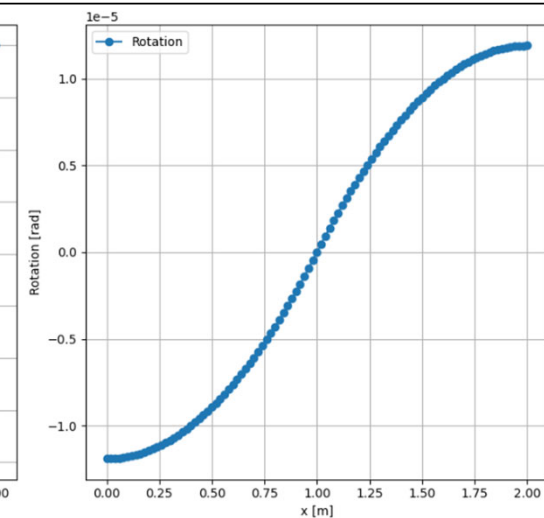
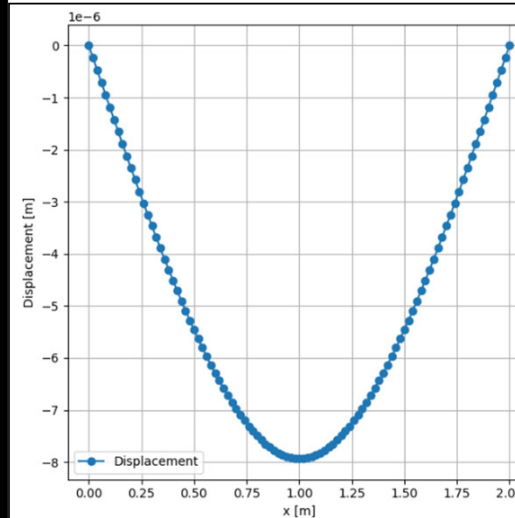
# 変位と回転角を取得
u = solution[::2]
theta = solution[1::2]
```

```
# 結果を表示
x = np.linspace(0, L, n_nodes)
plt.figure(figsize=(12, 6))

plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(x, u, 'o-', label='Displacement')
plt.xlabel('x [m]')
plt.ylabel('Displacement [m]')
plt.legend()
plt.grid(True)
```

```
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(x, theta, 'o-', label='Rotation')
plt.xlabel('x [m]')
plt.ylabel('Rotation [rad]')
plt.legend()
plt.grid(True)

plt.tight_layout()
plt.show()
```



ChatGPTその1（確か3年前）

T

橋梁の支承部に腐食が発生していました。このとき、腐食が発生させている原因は以下のどれだと思いますか。理由も含めて教えてください。1：伸縮装置からの漏水、2：スパン中央部の排水管の破断、3：隣の国の製塩所



腐食が発生させている原因は、伸縮装置からの漏水だと思われます。橋梁の支承部は長期的な振動や外力の影響を受けるため、構造物全体の強度を維持するために金属材料が使用されています。伸縮装置からの漏水は、この金属材料を長期間濡らすことになり、腐食を引き起こす可能性があります。



T

伸縮装置からの漏水が支承を濡らすことになると考えた理由はなんですか。また、スパン中央部の排水管の破断が原因ではないと考えた理由はなんですか。





伸縮装置からの漏水が支承を濡らすことになるのは、支承部が伸縮装置の近くにあるためです。伸縮装置は、橋梁が気象条件や車両の重量などの影響を受けるために用いられます。伸縮装置は、支承部の近くに設置されることが一般的です。そのため、伸縮装置からの漏水は、支承部を濡らすことになる可能性があります。



スパン中央部の排水管の破断が原因ではないと考えた理由は、スパン中央部の排水管は、橋梁の底部や支承部からの雨水や溜まった水を排水するために使用されます。スパン中央部の排水管は、支承部から離れた位置に設置されることが一般的です。そのため、スパン中央部の排水管の破断が支承部を濡らすことはありません。



一応聞きますが、隣の国の製塩所が原因にならない理由はなんですか、塩分は腐食を引き起こすので、原因だと考える人もいそうじゃないですか、



隣の国の製塩所が原因にならない理由は、塩分が橋梁の支承部まで届くことがないためです。塩分は、水に溶けることがあります。しかし、塩分は水や風によって移動することができます。そのため、塩分は、隣の国の製塩所から橋梁の支承部まで届くことはありません。また、塩分は、長期的な曝露を必要とするため、短期間では腐食を引き起こすことはありません。そのため、隣の国の製塩所が原因になることはありません。



2019-2020鉄鋼連盟助成 「AIによる鋼構造物の点検・診断に関する研究」: 生成AIの一種



土木学会論文奨励賞: 山根達郎, 全邦釘, & 渡部達也. (2021). Deep Learning による橋梁撮影画像からの損傷状況説明文の自動生成. *土木学会論文集 F3 (土木情報学)*, 77(2), 1_40-1_50.

Chun, P. J., Yamane, T., & Maemura, Y. (2022). A deep learning-based image captioning method to automatically generate comprehensive explanations of bridge damage. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 37(11), 1387-1401.

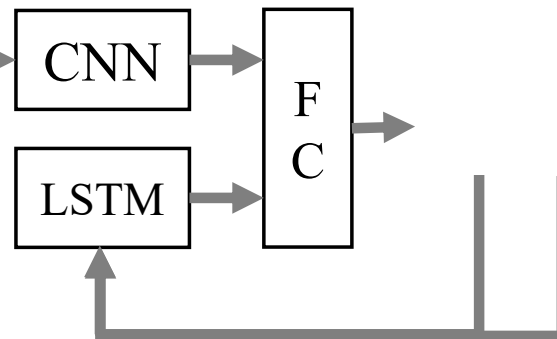
Wiley Top Cited Article Award 2022-2023

何故このような研究をしようと思ったか？

- 橋梁は一品生産モノであることが多く、個別性が高すぎる。なので、人間みたいに、血圧〇〇を超えたら注意とか、なかなか言えない。
- そのような状況で役に立つ知見を表現するために、**抽象度と具体性のバランスを取った「言語」で状況が説明されている**(診断)と考えた。
 - 排水不良は腐食を引き起こすので注意する
 - 亀甲状ひび割れが舗装にある場合、その裏側付近での土砂化を確認せよ
- また、その言語をもとに、措置方針も言語で説明されている。
- つまり、「言語」「単語」が状況を簡潔に規定するベクトル/主成分になっていると考えた。
- 言語学とのリンク(ソシユール, メルロ=ポンティetc)
「思考や認識は言葉に規定される」

文章生成の仕組み (Image Captioning)

- **CNN(Convolutional Neural Network)**
画像の認識および判定に長けているネットワーク.
- **LSTM(Long short-term memory)**
過去の出力結果に依存する時系列的なデータを
取り扱うことができるネットワーク.



FC: fully connected layer
直前の層と全て結合された層.

➤ 単語を逐次的に出力することで文章を生成する.

LLMによる文章生成の仕組み

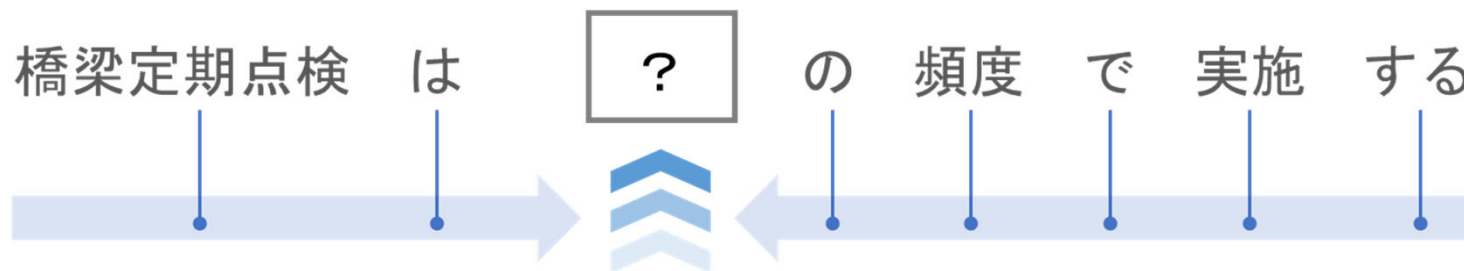
GPT

予測したい単語より前の単語を用いて予測



BERT

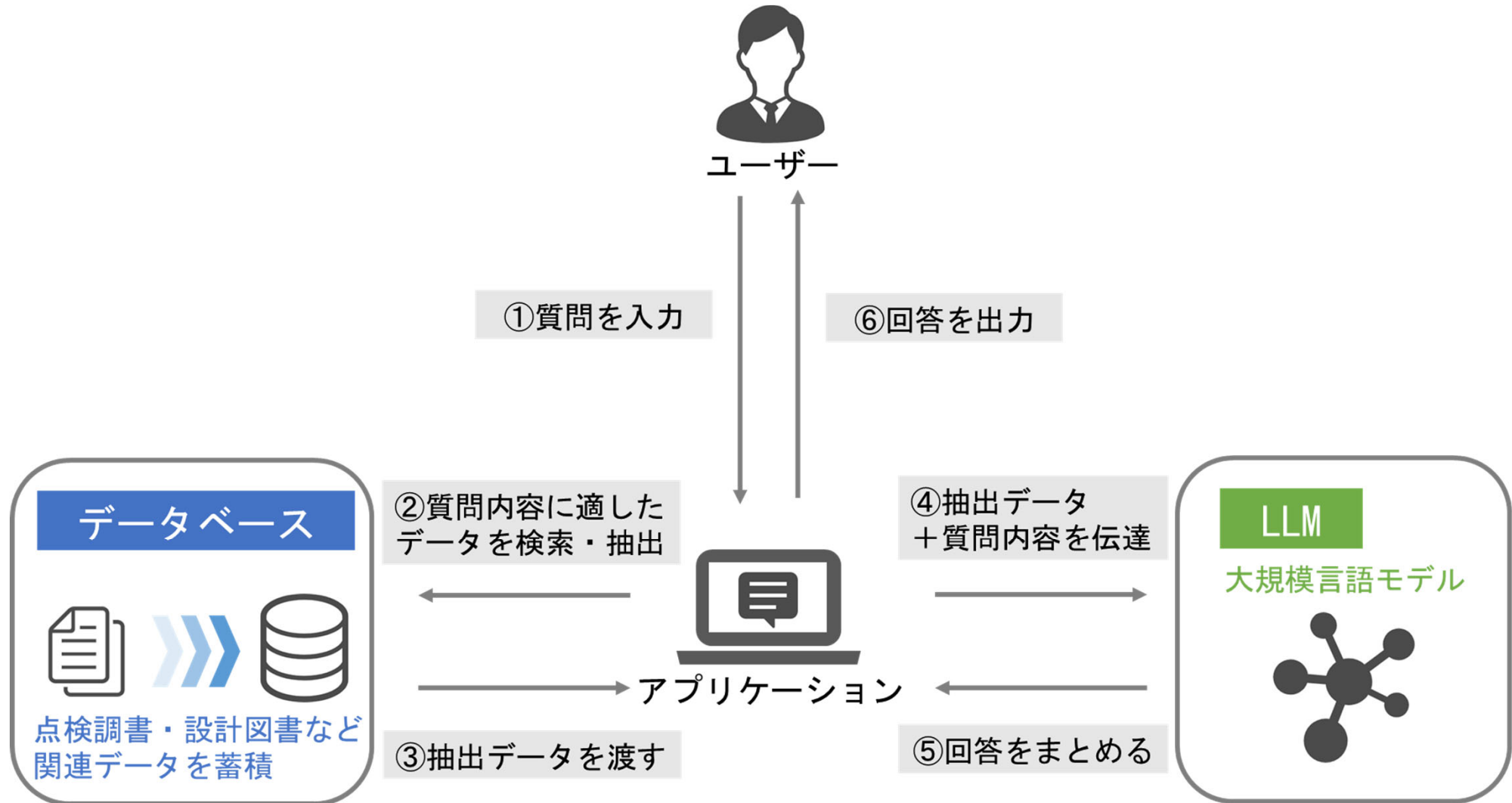
予測したい単語の前後の単語を用いて予測



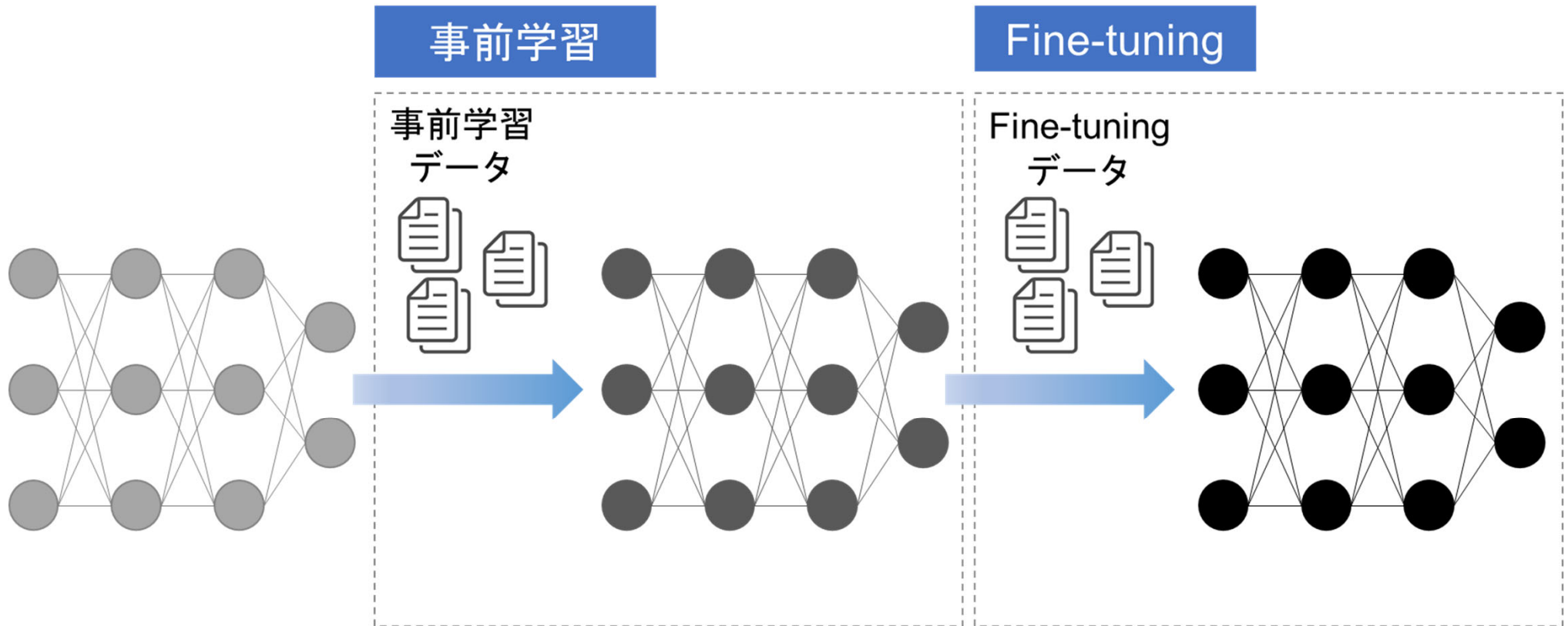
最近強いLLMの比較(作らせてみた)

モデル	推定開発費	ベンチマークスコア	主な特徴
ChatGPT (GPT-4)	100億ドル以上(?)	- MMLU: 86.4 - HumanEval: 67%	- GPT-4は高性能で汎用的 - プラグイン対応で機能拡張可能 - Webブラウジング機能あり
Google Gemini	数十億ドル以上	- MMLU: 90.0% - HumanEval: 74.4%	- マルチモーダル処理が強み - 数学・科学分野での高い精度 - リアルタイム情報アクセス可能
Claude 3	20-40億ドル	- MMLU: 88.0% - HumanEval: 71.2%	- 長文処理が得意 - 倫理的な判断が特徴 - 100Kトークンの長いコンテキスト
DeepSeek R1	数億ドル(?)	- MMLU: 83.6% - HumanEval: 73.7%	- オープンソースモデル提供 - 中国発のAIモデル - 商用利用も可能
Llama 3	10-20億ドル	- MMLU: 82.6% - HumanEval: 65.8%	- Metaが開発した最新モデル - 商用利用可能, 強力な推論能力 - コミュニティによる改良版多数
Elyza	数億ドル(?)	- MMLU: 70.5% - HumanEval: 58.2%	- 日本語に特化 - ビジネス向けカスタマイズ可能< - 独自の事前学習手法採用

RAG, fine tuning



RAG, fine tuning



安全評価AI (LMM+RAG)

安全管理DB検索

AIチャット

AIチャット

画像をアップロード

image (1).png663.5 KB ↓

テキスト入力

ここに入力...

送信

新しいチャットを始める

検索モード

チャット

検索

引用

チャット履歴

![image](data:image/jpeg;base64,iVB...)

検索履歴を1つ前に戻す

検索履歴を全て削除する

チャット出力



この画像で見られるように、建設現場での安全管理には多数の要点が強調されています。さらに詳細な事例や対策から学ぶことができます。

安全対策の推奨事項

1. 安全装備の徹底:

作業員は適切な安全帯（ハーネス）およびヘルメットを着用する。

安全靴や手袋などの保護具も欠かさず使用。

高所作業においては、二重の**安全帯のクリッピング（ツインテール方式）**を導入。

2. 足場の安全確認:

足場は定期的に点検し、不安定な箇所は補強する。

足場に手すりや防護ネットを設置。

足場に使用される材料の品質を確保し、規格に適合する物を使用。

3. 適切な移動方法:

はしごや移動用ステップを使用し、無理な動作での移動を避ける。

足場上での無理な作業をしないよう注意する。

安全評価AI (LMM+RAG)

安全管理DB検索

AIチャット

AIチャット

画像をアップロード

image (3).png93.8 KB ↓

テキスト入力

ここに入力...

送信

新しいチャットを始める

検索モード

チャット

検索

引用

チャット履歴

![image](data:image/jpeg;base64,iVB...)

![image](data:image/jpeg;base64,iVB...)

![image](data:image/jpeg;base64,iVB...)

検索履歴を1つ前に戻す

検索履歴を全て削除する

チャット出力



この画像には、鉄骨の上で作業を行っている二人の作業員が映っています。この現場において、以下の安全上の懸念点と推奨される対策があります。

安全上の懸念点

1. 高所作業の安全対策不足:

作業員は安全帯や命綱を装着しておらず、墜落のリスクが高いです。

2. 適切な保護具の未使用:

作業員の一部はヘルメットを着用していますが、安全メガネや手袋などの個人保護具が不完全です。

3. 不安定な作業姿勢:

両名とも鉄骨の端に危険な姿勢で座っており、転落のリスクが大きいです。

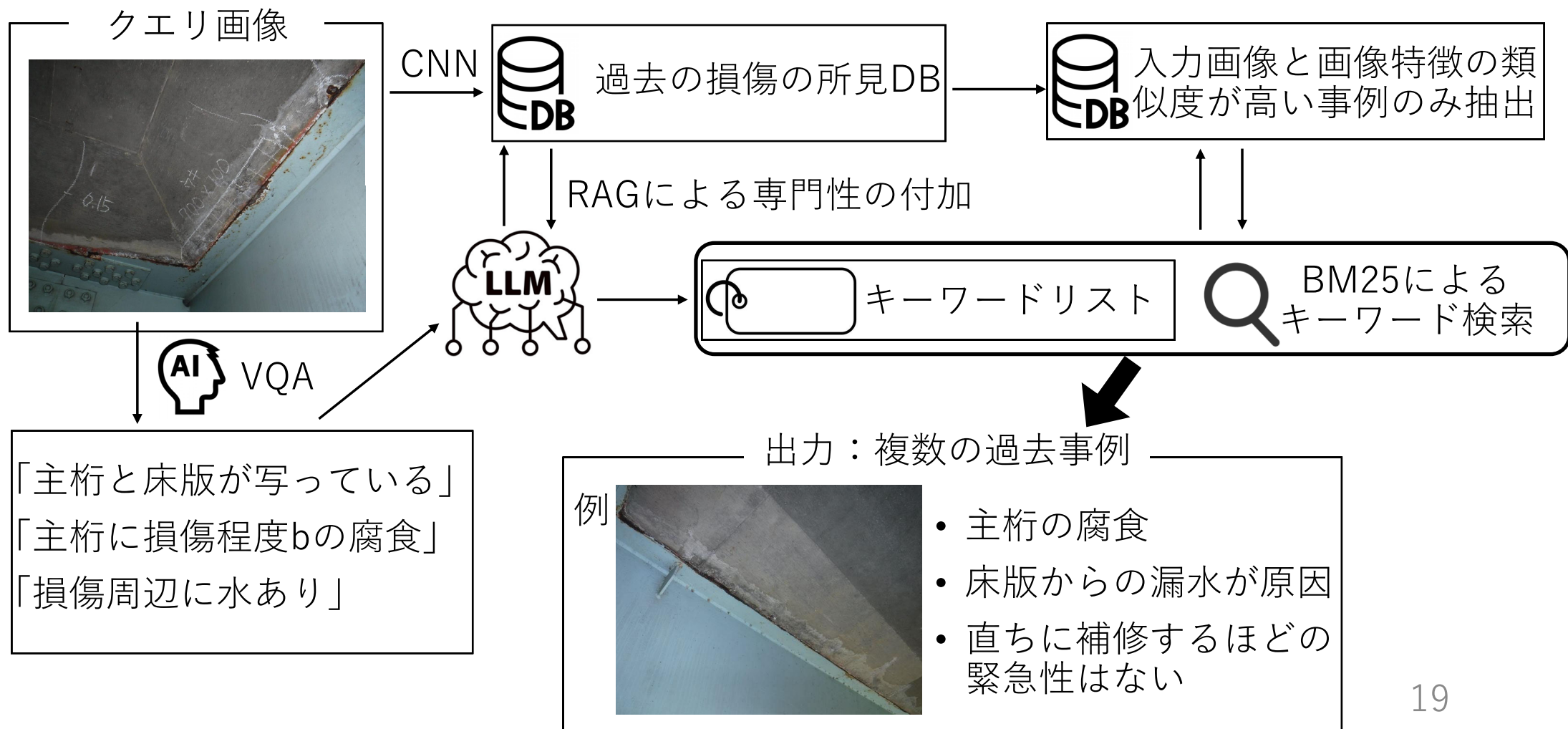
4. 作業員間の距離が近い:

高所での作業中にお互いの動きでバランスを崩しやすく、危険な状態です。

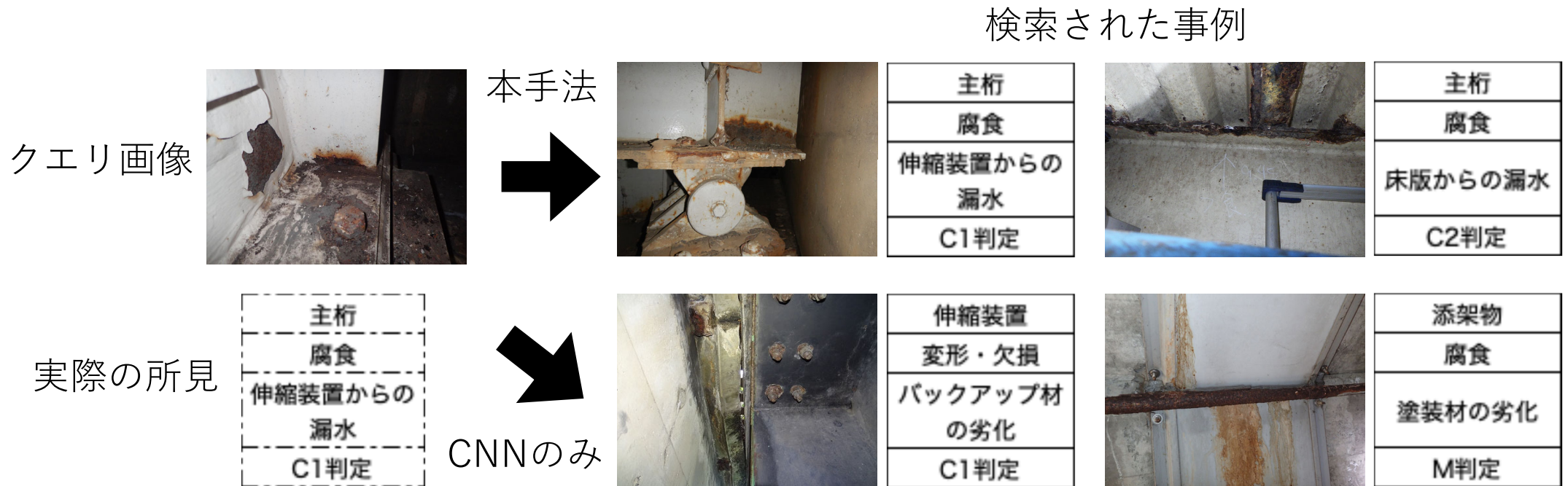
推奨される対策

1. 安全帯・命綱の使用:

類似画像検索



検索結果の例



- ✓スクリーニングにより，画像の「見た目」が類似している事例が出力
- ✓部材と損傷の一致度が高い
- ✓多様な損傷の原因が検索されている→複数事例と比較しながら診断が可能に

Gradio

38b76c8aa7cdc82c5a.gradio.live

Information obtained from the image

Instruction using the information above

Information of a slope movement has been obtained. Assess the landslide risk associated with this slope movement, not the risk by residual soil and debris. describe not in bullet points.

Max tokens

154

☒ Stream output

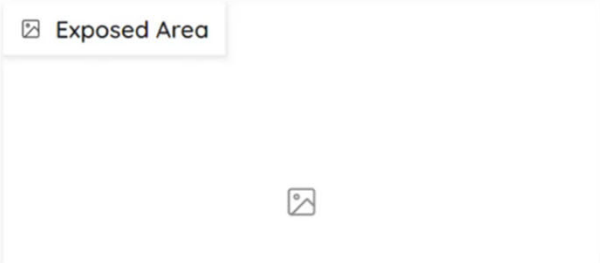
Run

Input Image



Run

Exposed Area



Large language modelと専門知の共存

- 以下，やや上級者向けな話.
- Large language modelが出てくるまで，言語モデルの問題点は，専門的な知見には暗黙知が多い点にあった.
- 例えば，水は上から下に流れる. そんな文章は橋梁診断に関する文章には存在しないが，でも診断時は必ず意識する.
- ここで，暗黙知を大幅に抑えてくれるLarge language modelが出現
- このLarge language modelに専門的な知見を含む文章を入れれば，的確な判断ができるようになる可能性がある.

鉄鋼が色々なシチュエーション，例えば鋼橋などに使われるすごい材料だ，ということを講演で表現するような画像を生成してください。



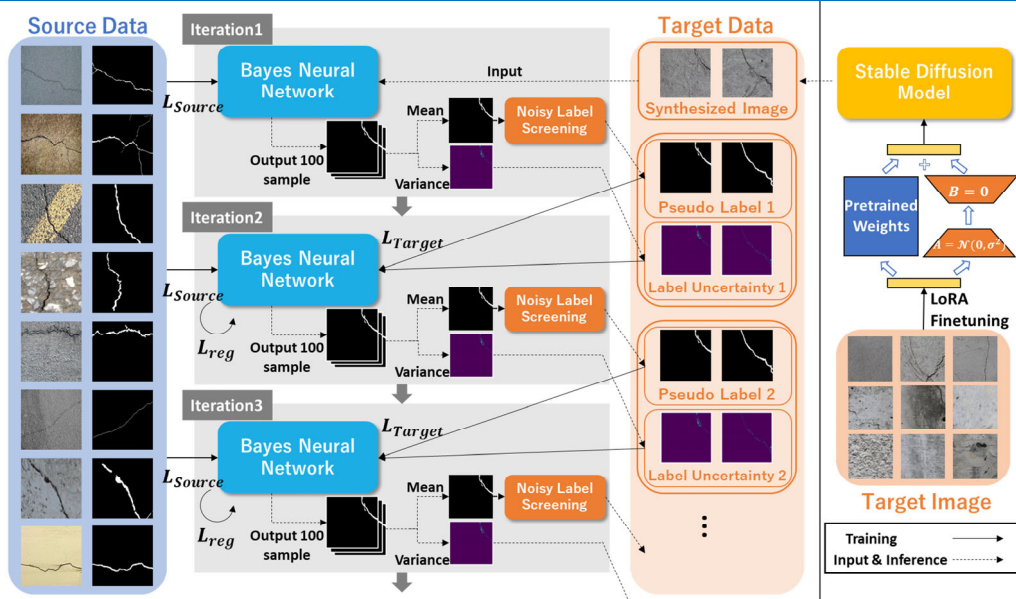
この画像では、鉄鋼が橋、高層ビル、船舶、工業機械、そして自動車など多様な用途で使われる様子を描写しています。鉄鋼の強度と適応性が一目でわかる構成になっています。

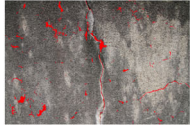
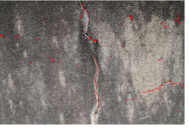
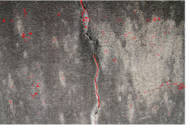
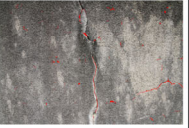
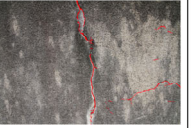
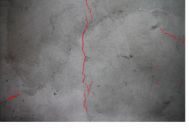
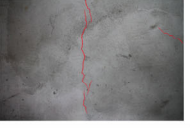
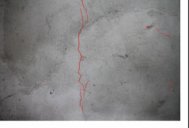
先程の画像をリアルな写真っぽく表現してください



鉄鋼の多様な用途を融合し、写真のようにリアルなシーンとして描いた画像を生成しました。この画像は、橋、ビル、船舶、産業機械、車などの要素を自然な環境の中で統合しています。講演資料として、鉄鋼の魅力を一枚で伝えるのに適していると思います。

環境非依存性のひび割れ検出モデル(ドメイン適応)

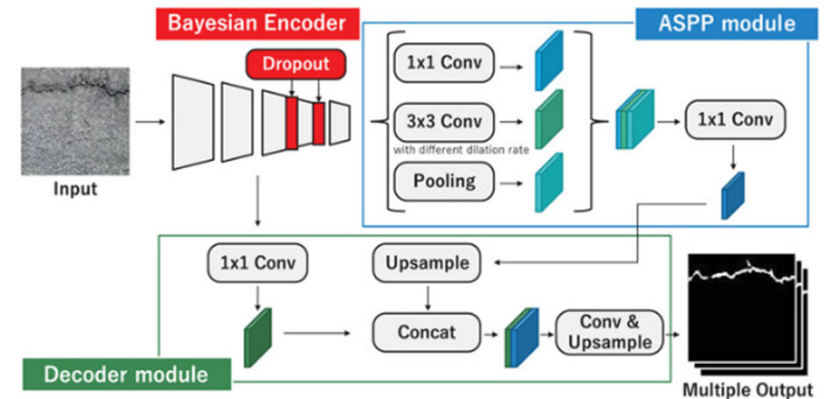


Results without adaptation	Adaptation by Bayesian DeepLabv3+	Adaptation by Bayesian U-Net	Bayesian DeepLabv3+ and generative AI	Ground Truth
				
				
				

$$p(y|x, X, Y) = \int p(y|W, x) p(W|X, Y) dW$$

$$KL(q(W; \xi) | p(W|X, Y))$$

$$= \log p(X, Y) - \int q(W; \xi) \log p(Y|W, X) dW + KL(q(W; \xi) | p(W))$$

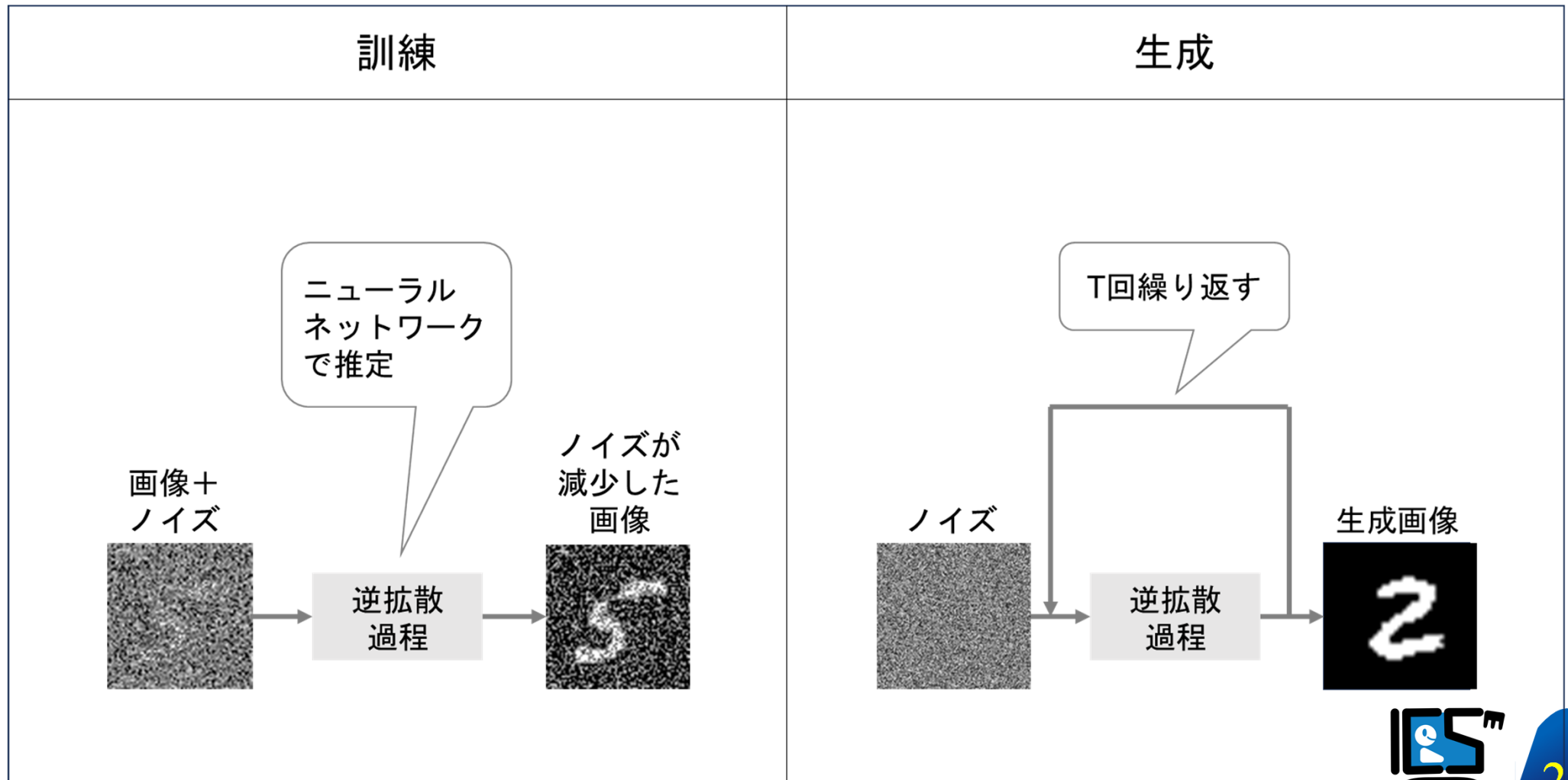


ベイズニューラルネットワーク
による不確実性予測も活用

未知環境での検出性能向上

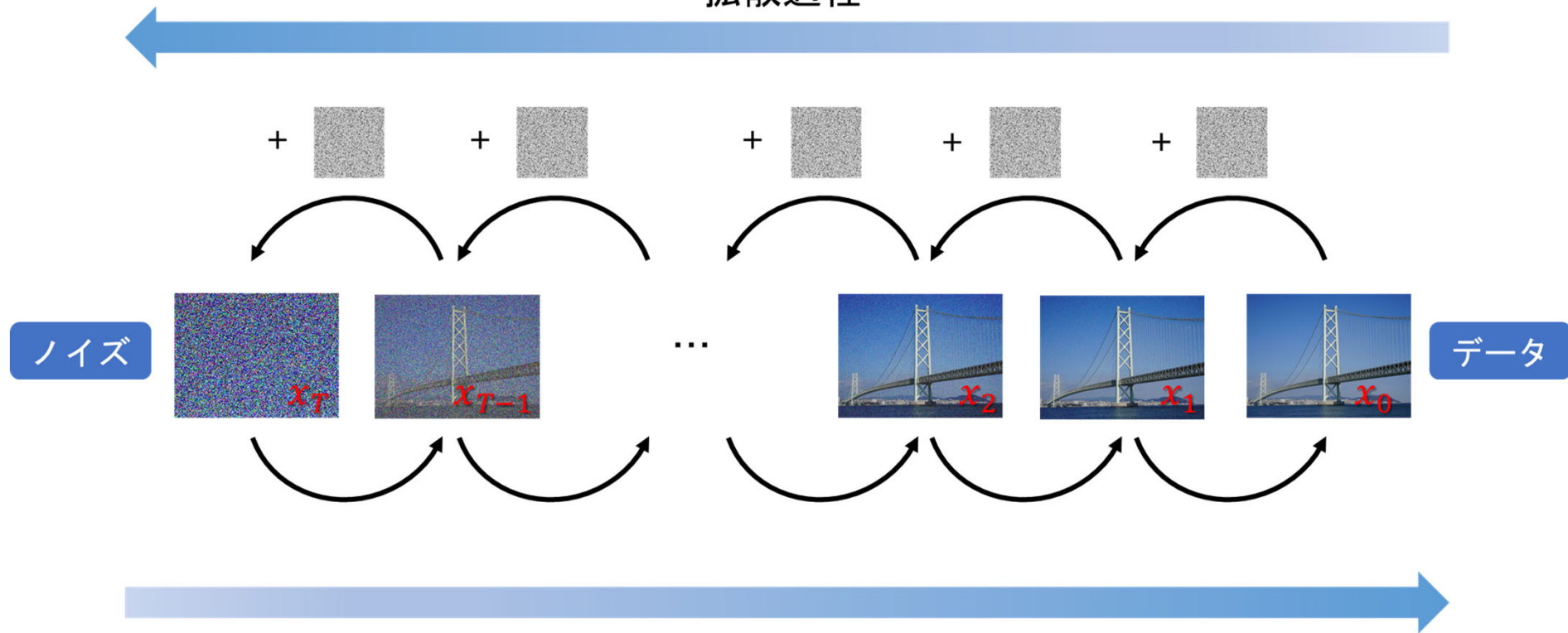
Chun, P. J., & Kikuta, T. (2024). Self-training with Bayesian neural networks and spatial priors for unsupervised domain adaptation in crack segmentation. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*

拡散モデル



拡散過程と生成過程

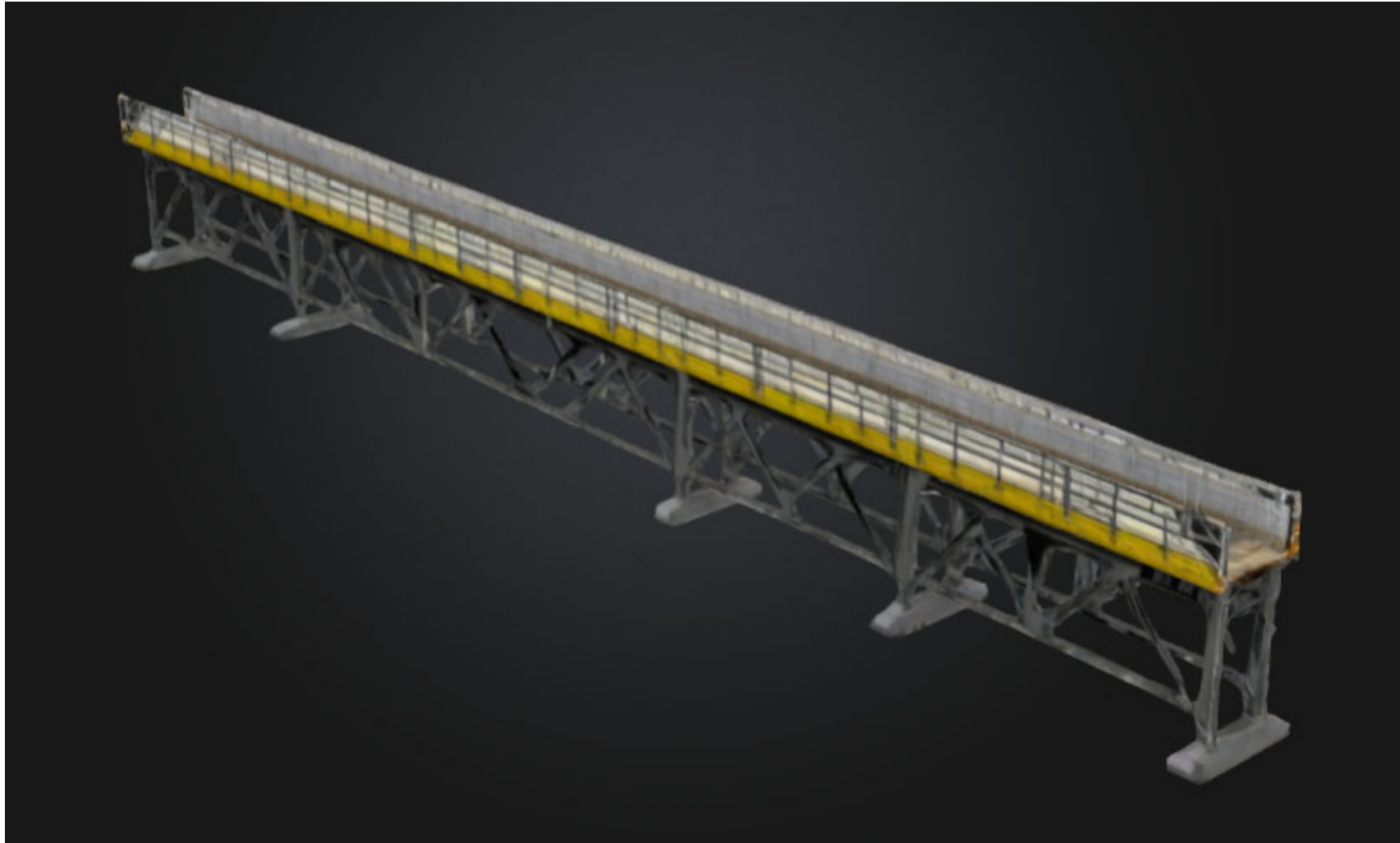
拡散過程



生成過程

$$x_t = \sqrt{1 - \beta_t} x_{t-1} + \sqrt{\beta_t} \epsilon_t, \epsilon_t \sim \mathcal{N}(0, I)$$

3次元モデルの生成

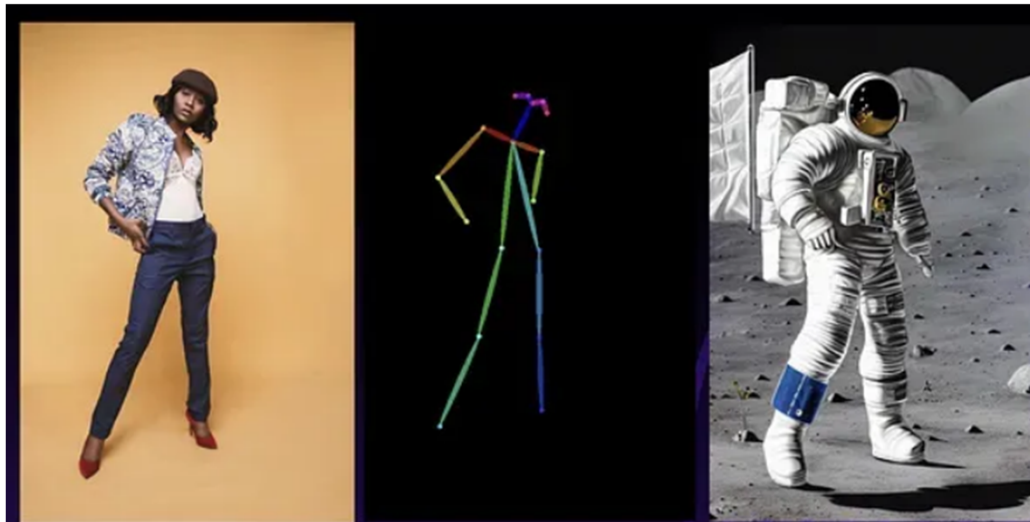


画像拡散モデルは2次元だが、時間次元も



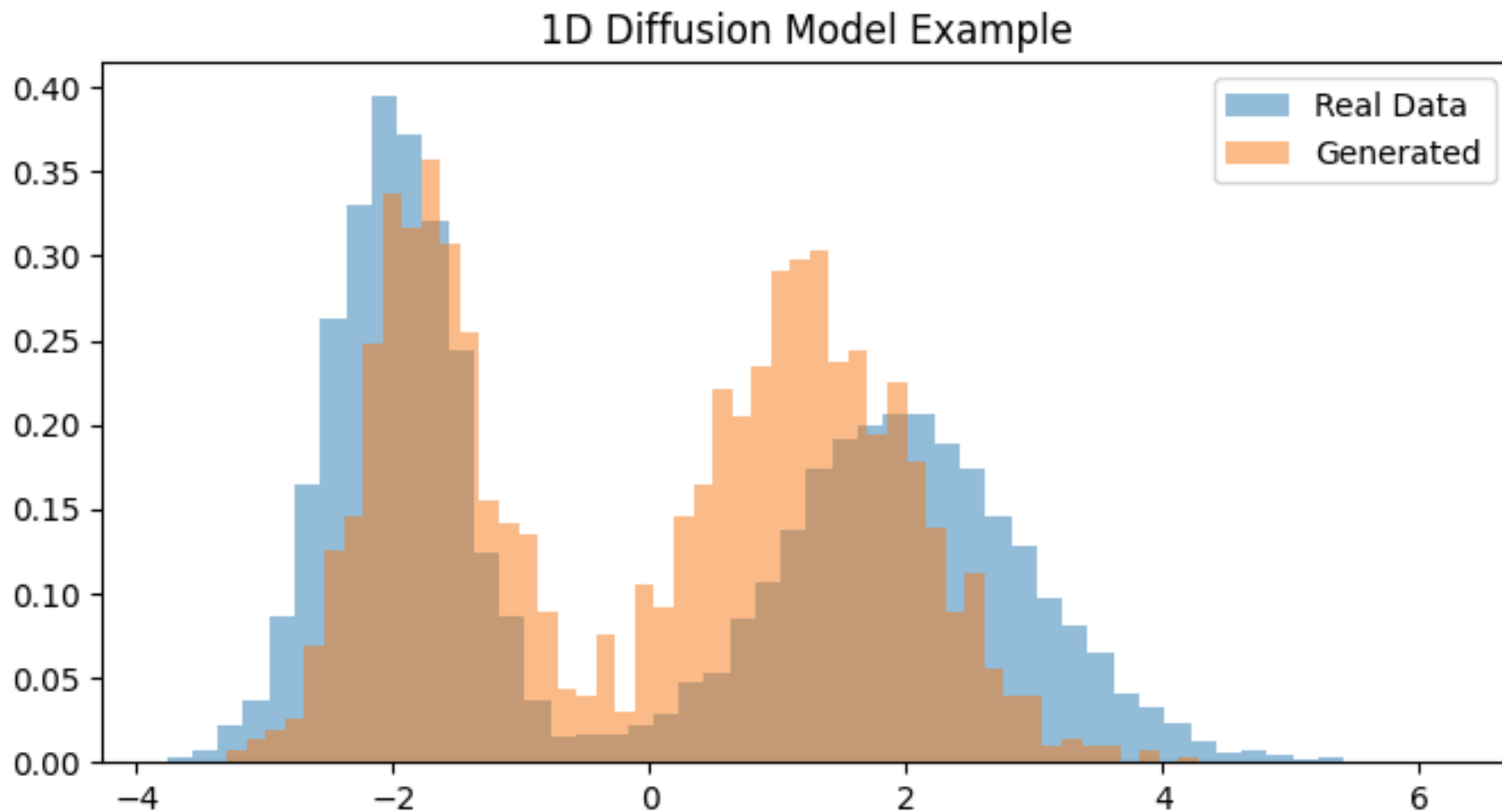
拡散モデルが要するに行っていること

- 学習データをもとに、画像パターンの確率分布を生成する
- 確率分布をもとに生成される画像は、部分最適解（あるいは部分最適解に近い許容解）が超多数あるイメージ（多峰性, Plateau）
- 水が落下しているのは、おそらく現状では物理法則を明示的に考慮しているわけではなく、物理法則を考慮したデータから学習のため
- では、明示的に反映する方法論はないのか？

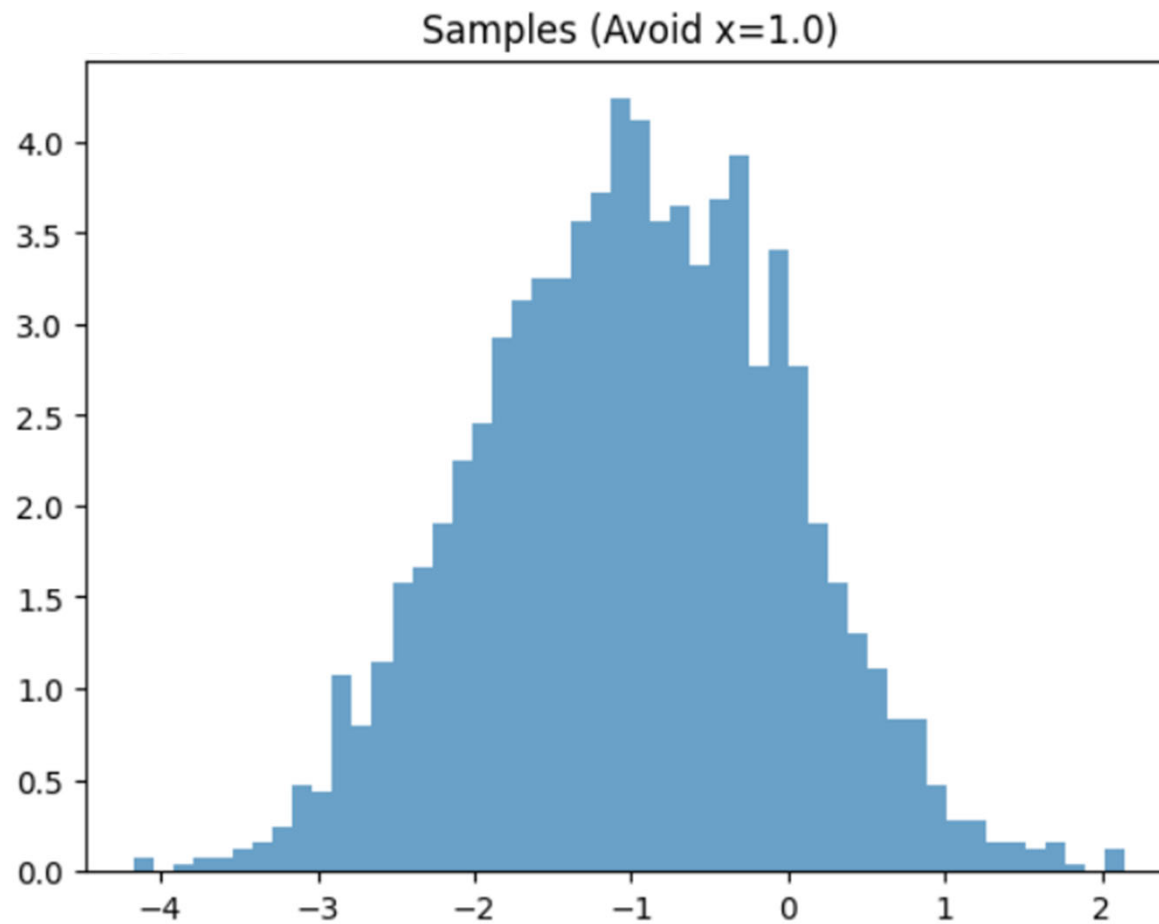


二峰性の山を作る拡散モデル

- 理解を深めるために自作してみた

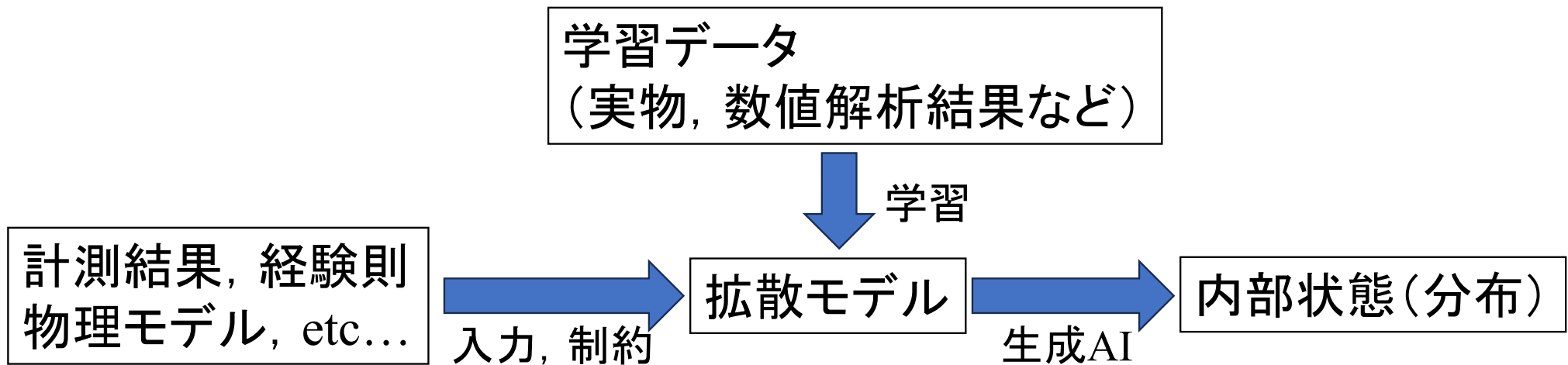


強制的に条件を与えてみた



構造工学への適用

- 構造性能を知りたい. そのためには内部状態を知りたい.



中身, わからなさすぎない?

物理情報の導入(サロゲートモデル)

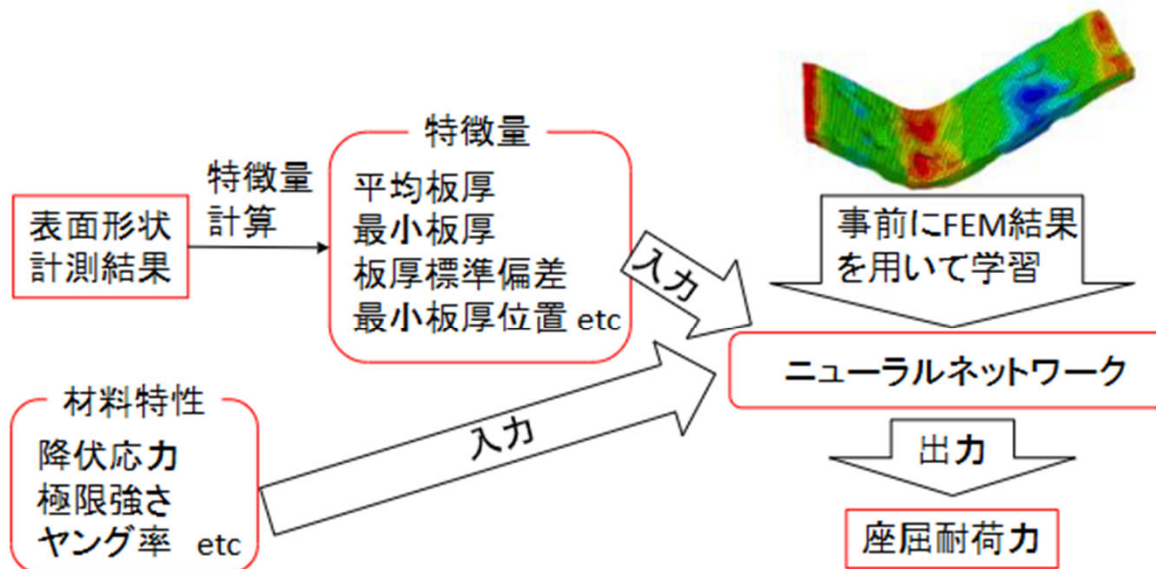
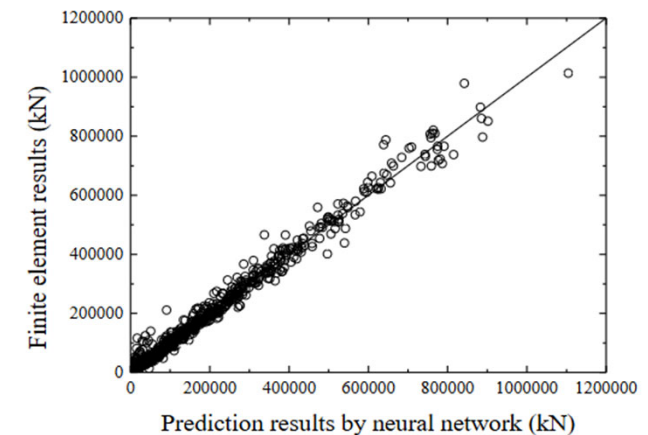


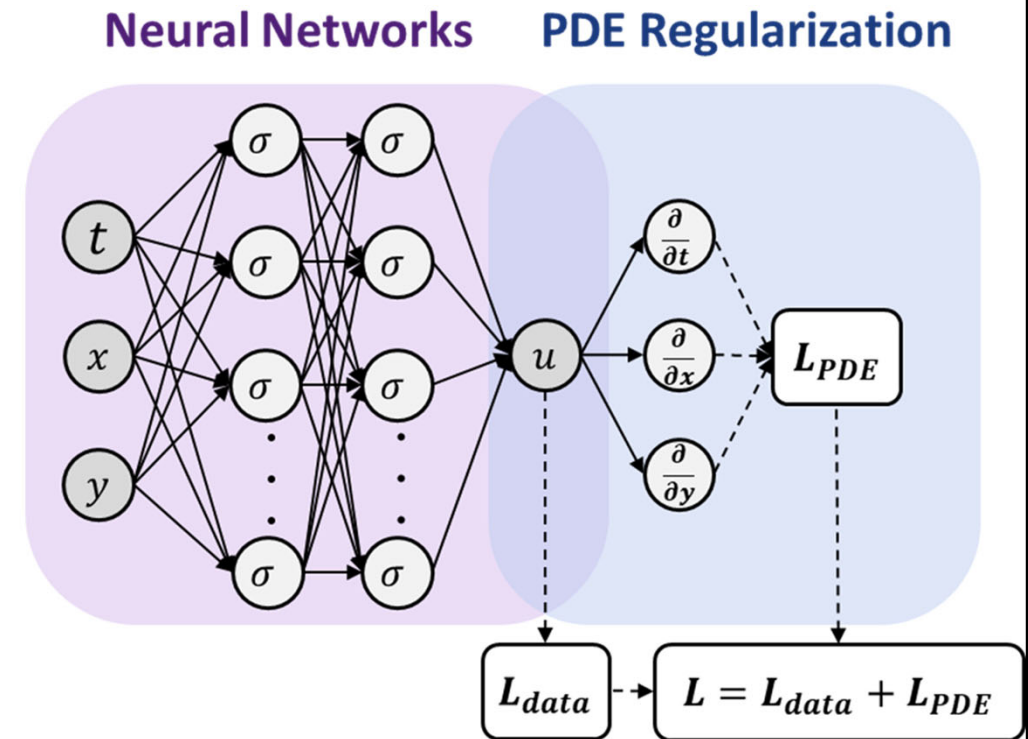
図-1 本研究で構築する手法の流れ

全邦釘; 秋山大誠; 真鍋祐輔. ニューラルネットワークを用いた腐食鋼板の座屈耐荷力推定.
土木学会論文集 A2 (応用力学), 2015, 71.2: I_39-I_47.



物理情報の導入(Physics-Informed Neural Networks)

- 物理法則を組み込んだ深層学習モデル[1]
- 偏微分方程式や初期・境界条件を損失関数として与えることで, 物理法則を考慮
- 物理法則を事前知識として利用するため
少ないデータ量でも高精度なモデルを構築可能
- 順問題だけでなく逆問題にも適用可能



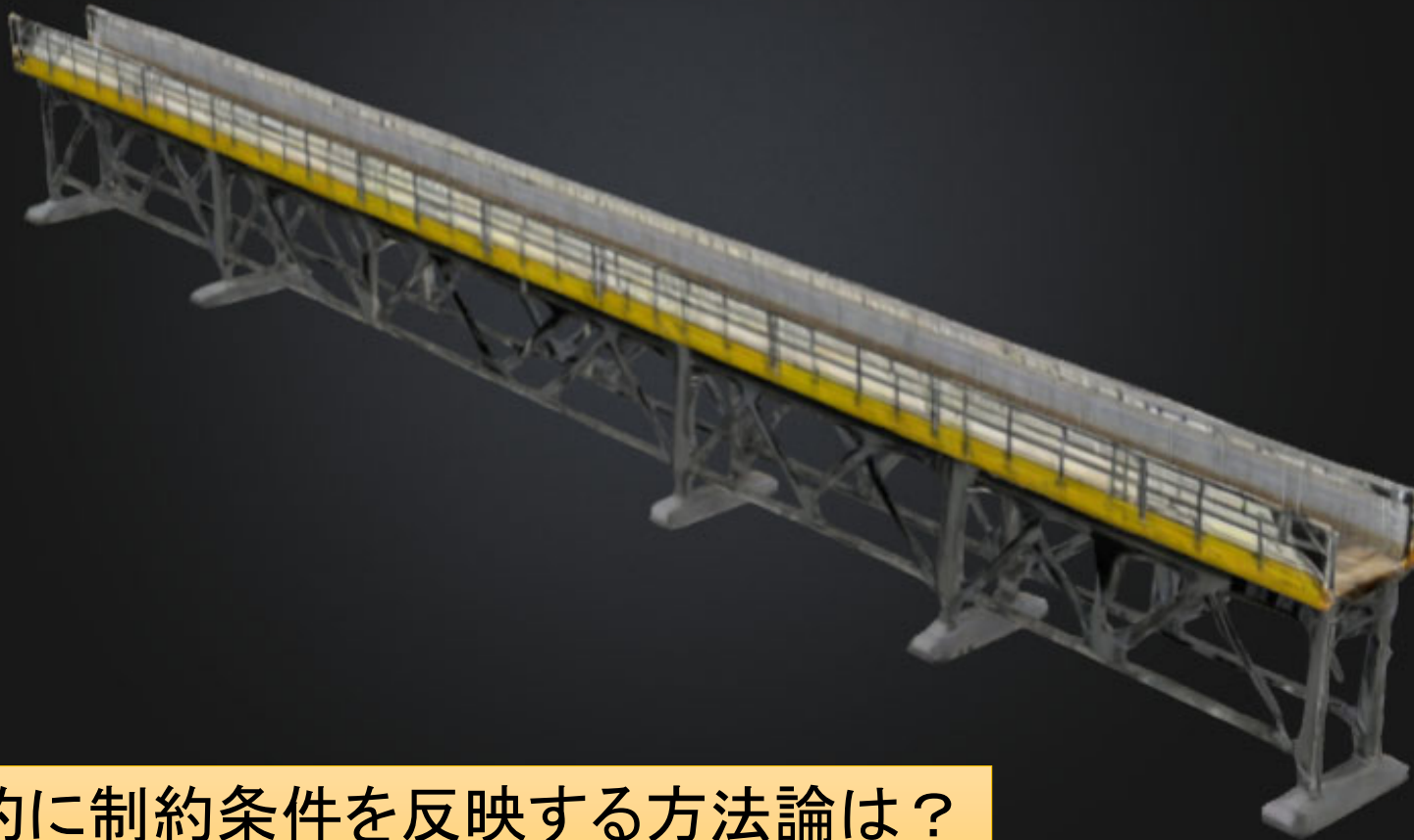
喋るのを忘れないように: 例えば複雑な形状の鋼板の応力集中係数の導出など

S.Kubo, M. Nishio, J. Inoue, T. Miyamoto and P. Chun, Physics-Informed Neural Networks for Prediction of Ground Settlement, 15th World Congress on Computational Mechanics WCCM-APCOM 2022

私が鋼構造とAIについて常に思っていること

- 2019年，鉄鋼連盟助成申請書に記載した文章
 - 鋼構造物は内部が不可視なコンクリート構造物と異なり見える部分が多く，AIによる点検・診断との相性がよい。
 - 「AIフレンドリー構造」としての鋼構造物のメンテナンスについての研究を進めることで，来たるAI社会において鋼構造物の優位性を上げることが出来る
 - 本来は鋼構造物のほうが，内部が不可視なコンクリート構造物よりもAIへの相性は高いと考えており，本研究を進めることで鋼構造物とAIの相互発展が期待できると考えている。
- 2020年，日本鋼構造協会会誌に寄稿した文章
 - 鋼構造物の維持管理において性能評価の際のキーとなる腐食や疲労などは、基本的に外側から評価可能なものであり(磁粉探傷なども含む)、データが蓄積されやすい対象である。このデータの蓄積のしやすさからくるAI親和性は、コンクリート構造物と比較した際に、鋼構造物が持っている強い優位性である。

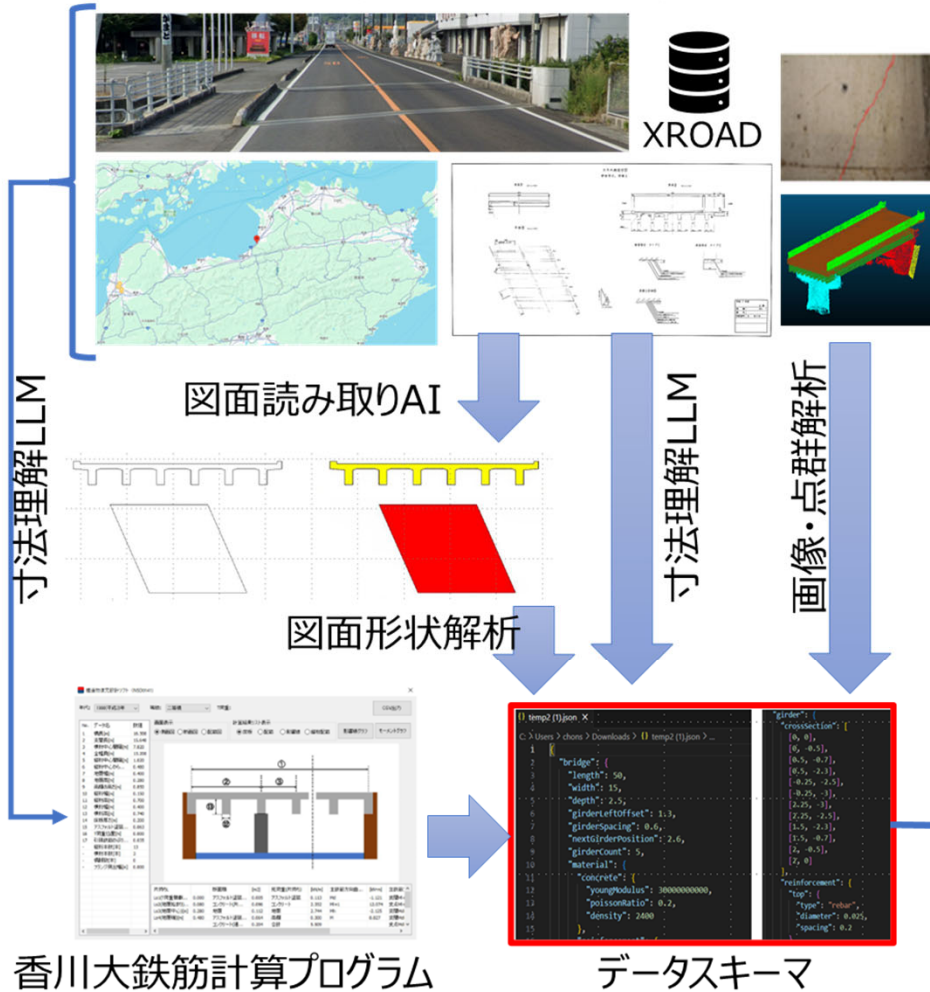
3次元モデルの生成(再掲)



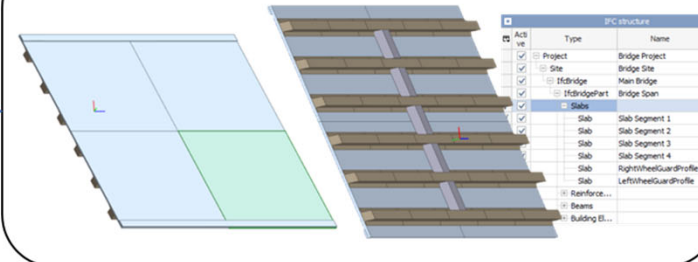
明示的に制約条件を反映する方法論は？

SIP: 3次元モデル生成プラットフォーム

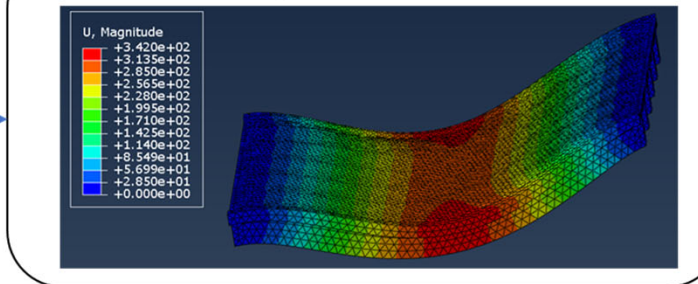
モデル橋梁（香川県・大平木橋）



BIMモデル(IFC)自動生成

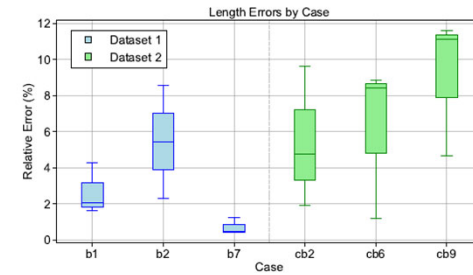
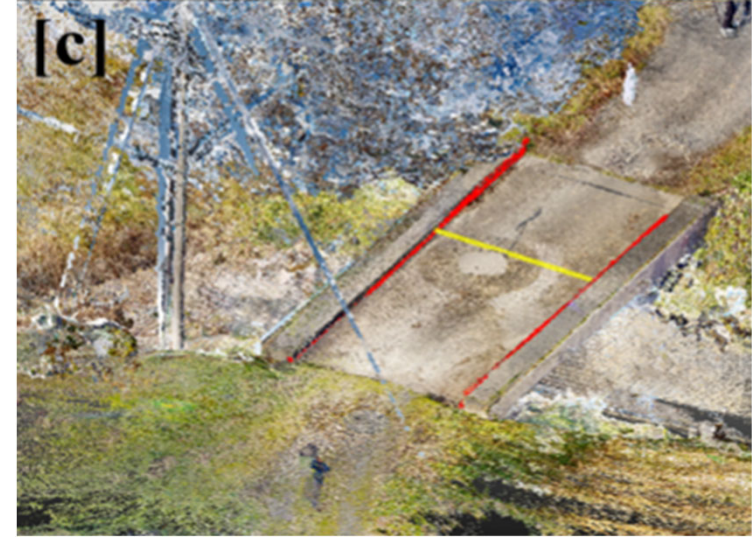
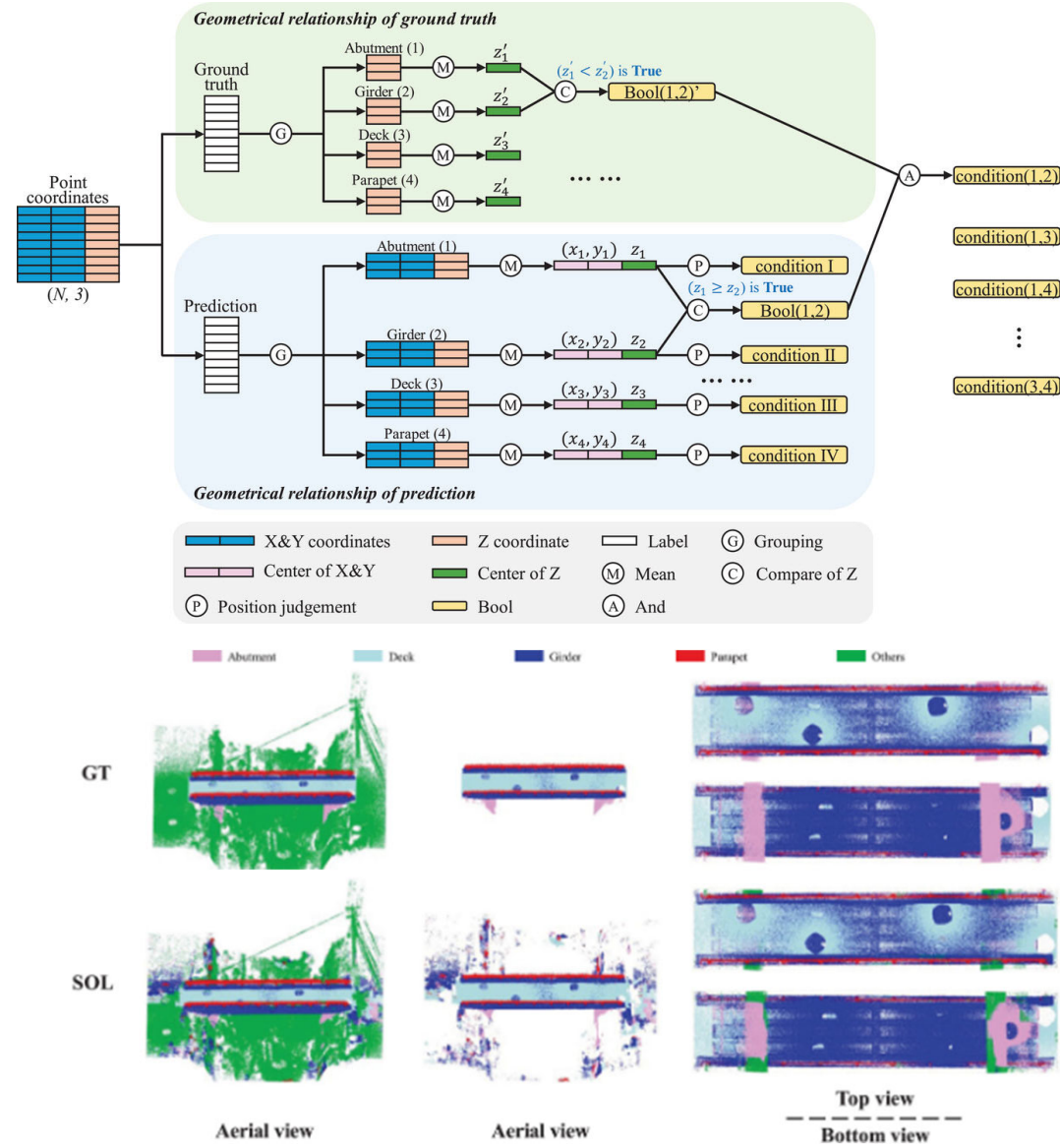


abacusモデル自動生成

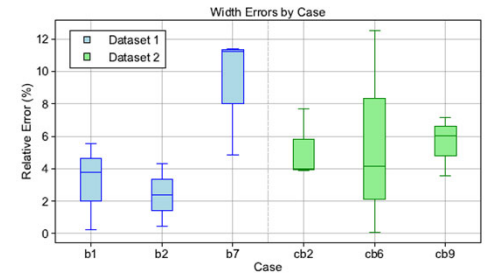


可視化バーチャルツアーモデル生成





(a) Length errors with different datasets and cases

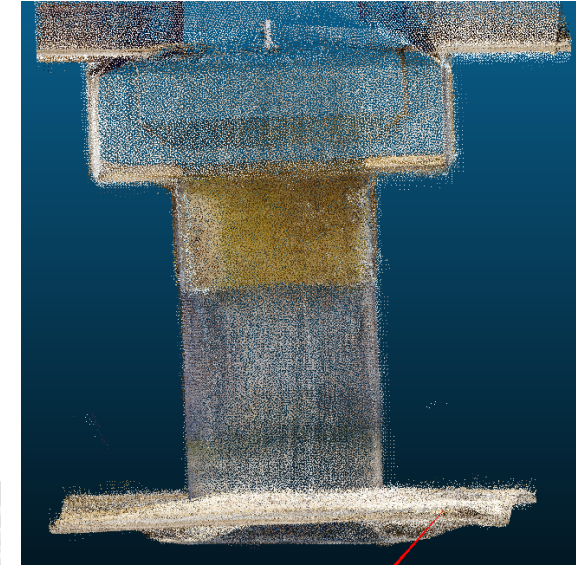


(b) Width errors with different datasets and cases

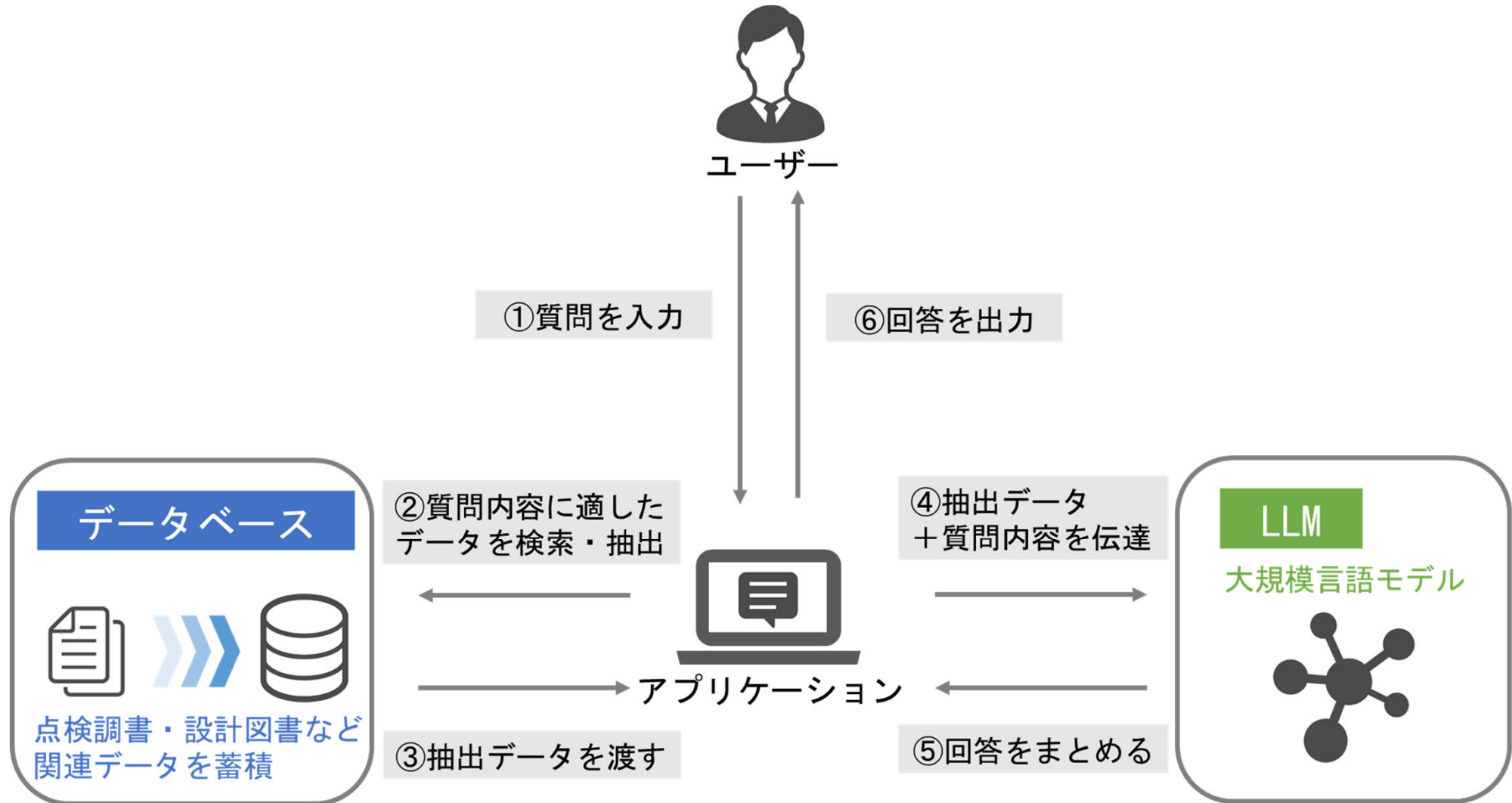
Figure 8: Box plot analysis of dimensional measurement errors across different test cases and datasets

Lin, C., Abe, S., Zheng, S., Li, X., & Chun, P. J. (2025). A structure-oriented loss function for automated semantic segmentation of bridge point clouds. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*.

能登でのデータ取得

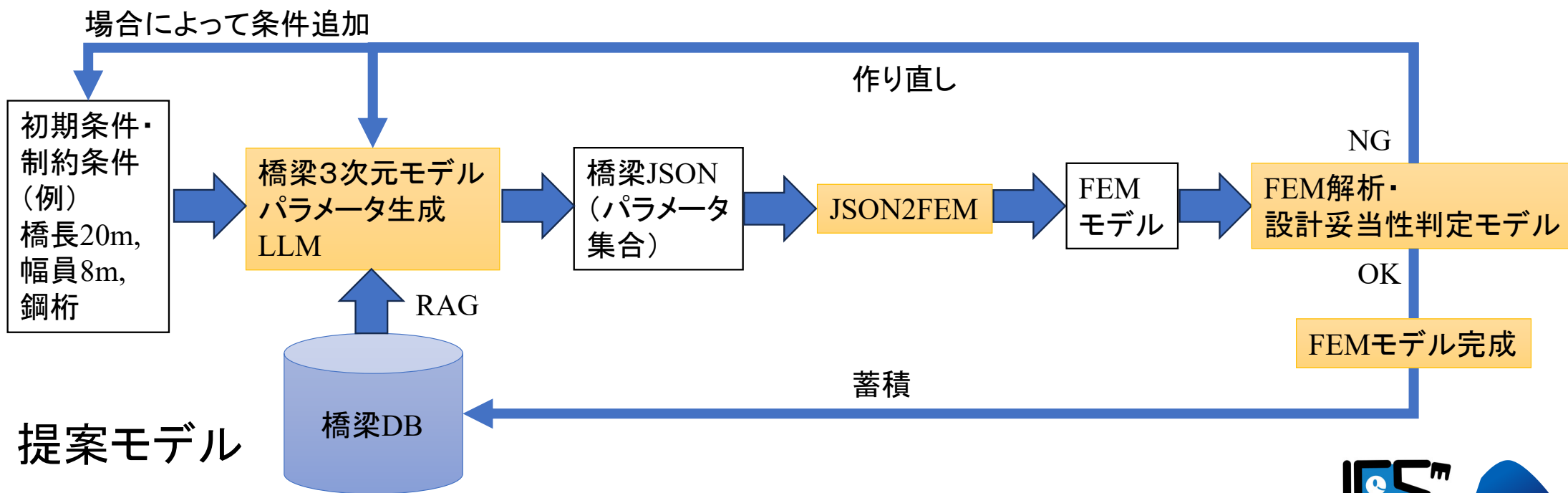


RAG, fine tuning



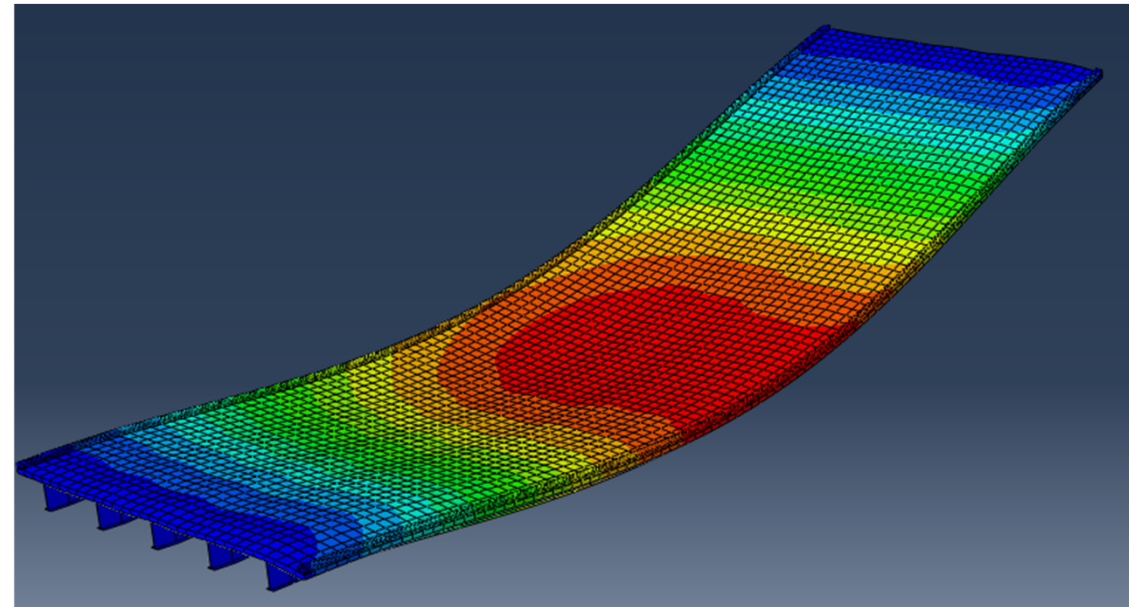
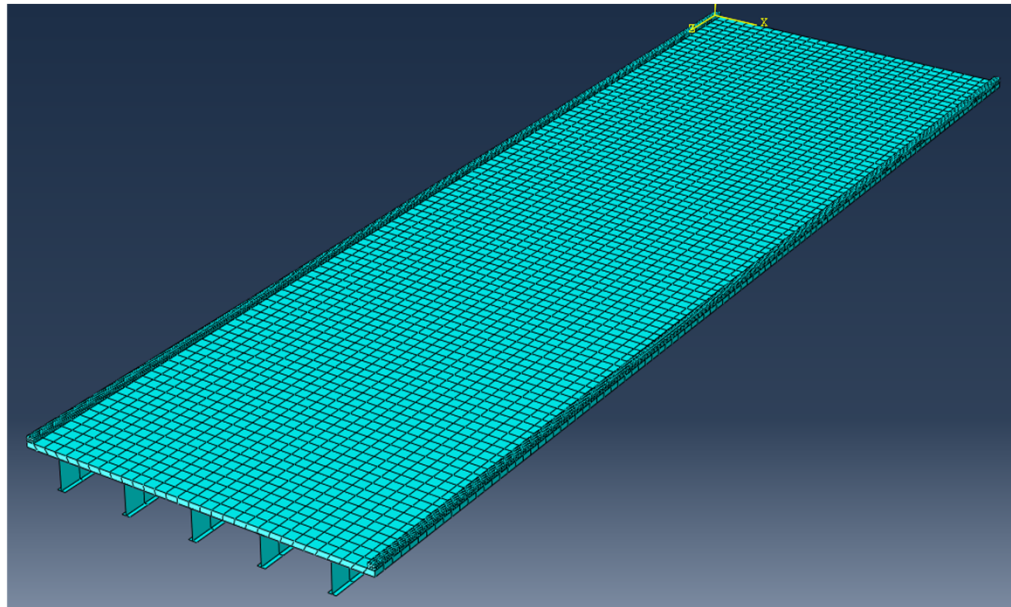
3Dモデルを生成AIで構築するにはどうすれば？

- 現状では、見た目になんとか合っているものを作るのが精一杯
- 寸法などは全然合わないし、力学的に妥当なものも作れない



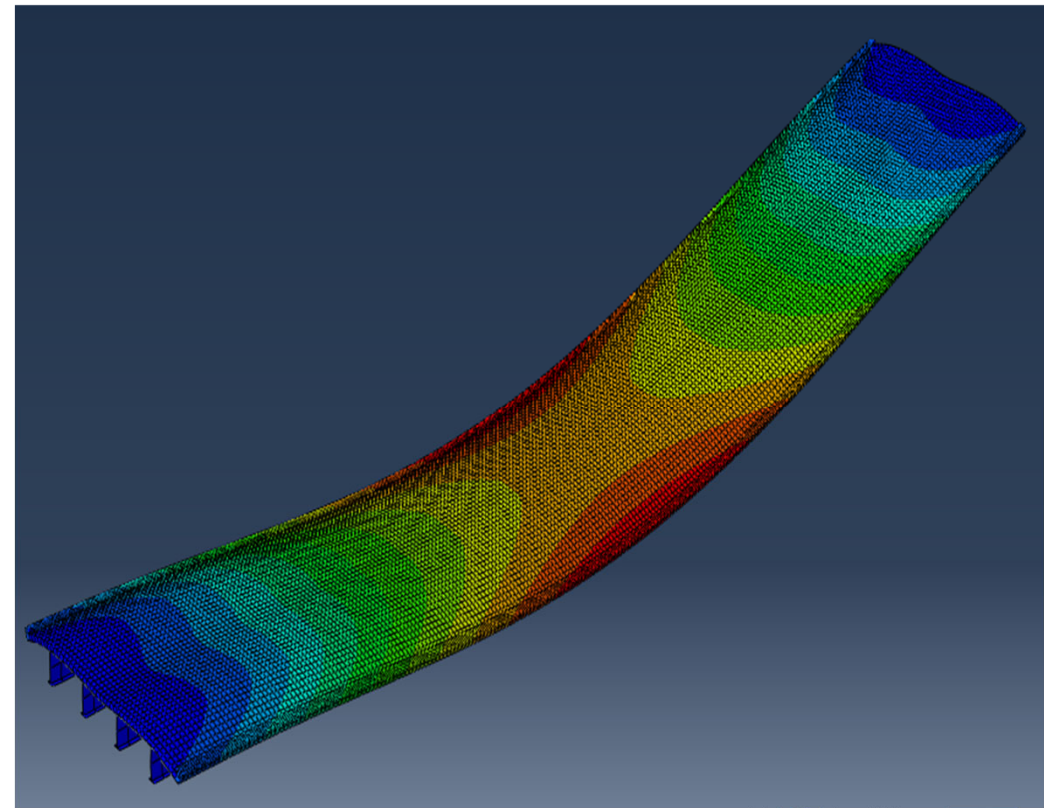
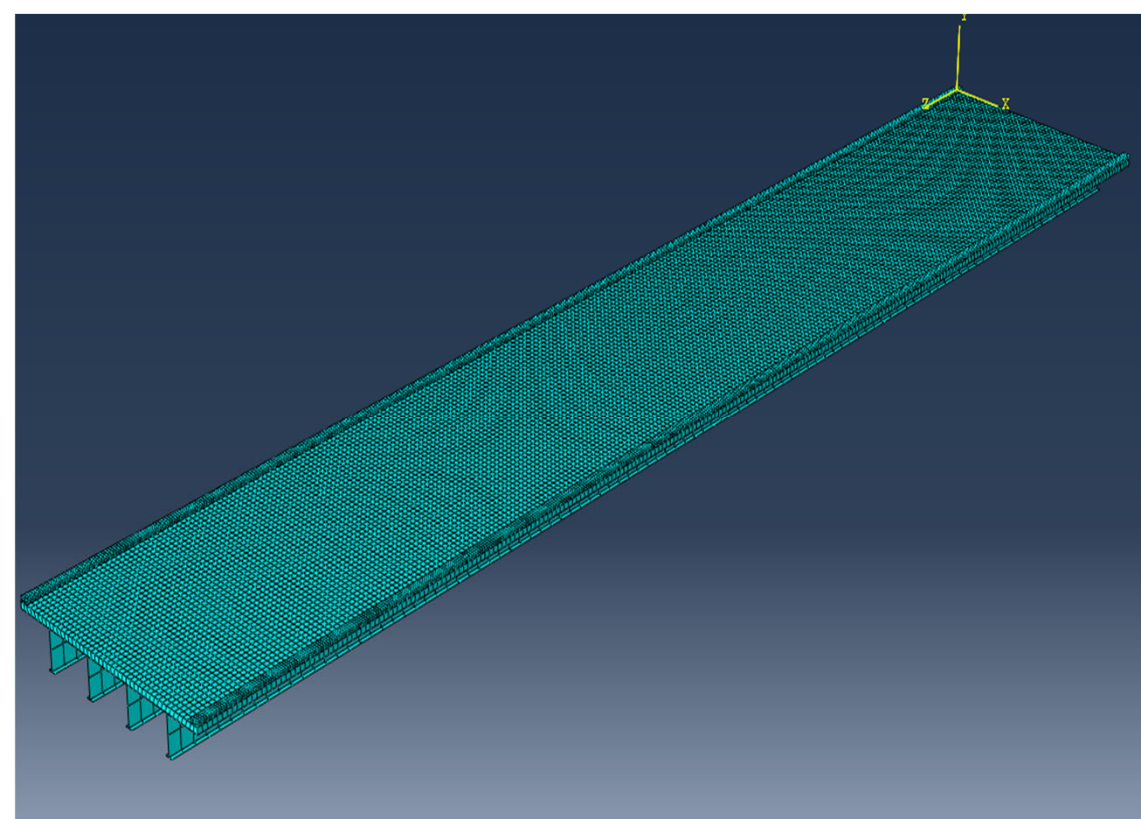
LLMによるFEMモデルの構築

- 橋長10mの橋のFEMモデルを作ってください。他の値はランダムに生成して構いませんが、橋梁工学の知識に基づいた現実的な値である必要があります。そしてA活荷重のL荷重を想定してください。

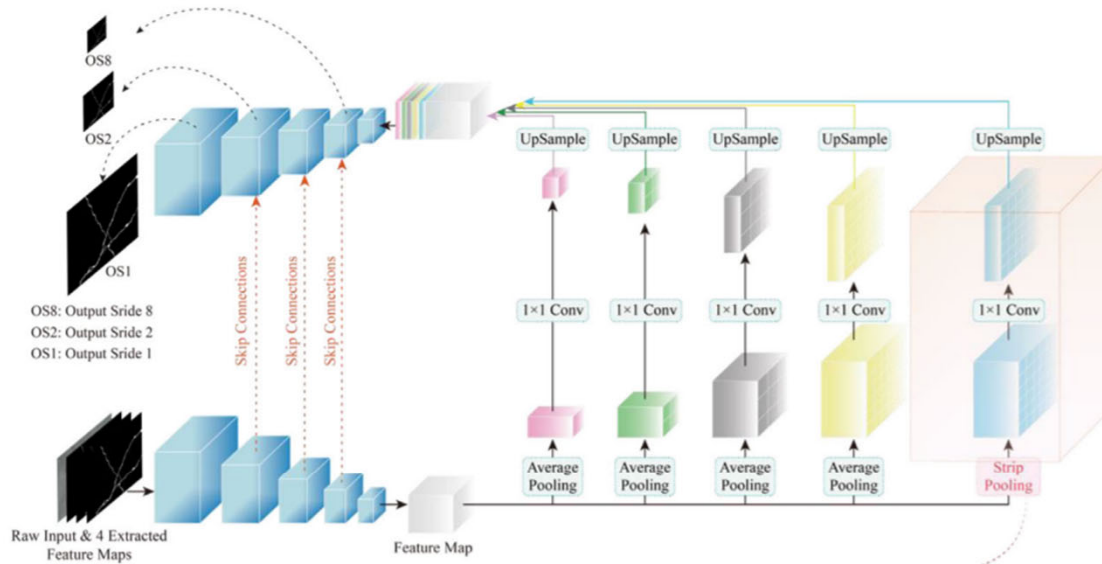


LLMによるFEMモデルの構築

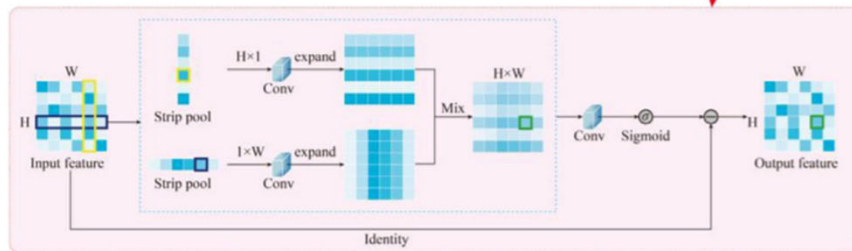
- 桁の本数は4本にしてください.



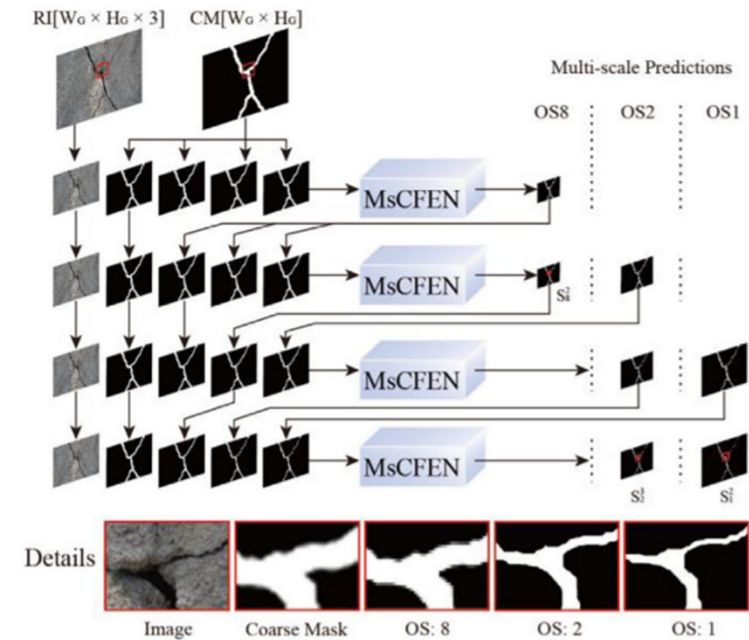
Crack detection model



(a)



(b)



Chu, H., & Chun, P. J. (2024). Fine-grained crack segmentation for high-resolution images via a multiscale cascaded network. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 39(4), 575-594.

Deng, L., Yuan, H., Long, L., Chun, P. J., Chen, W., & Chu, H. (2024). Cascade refinement extraction network with active boundary loss for segmentation of concrete cracks from high-resolution images. *Automation in Construction*, 162, 105410.

世界最高性能のひび割れ検出モデル：ひび割れのフラクタル性を逆活用

写真の説明 (Image Captioning) による抽象化



排水口が腐食している



床版に遊離石灰がある



路面に亀甲状ひび割れがある



桁端が腐食している



床版にひび割れと
遊離石灰がある



主桁の鉄筋が



床版が変色している

抽象化により状況説明ができれば
それを解釈したい. そのために知識が必要

SIP: 3次元モデル生成プラットフォーム

モデル橋梁（香川県・大平木橋）



XROAD

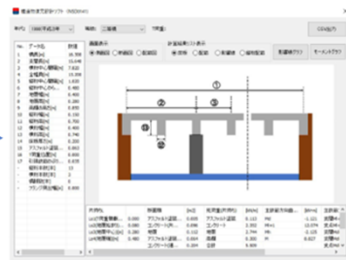
寸法理解LLM

図面読み取りAI

図面形状解析

寸法理解LLM

画像・点群解析



香川大鉄筋計算プログラム

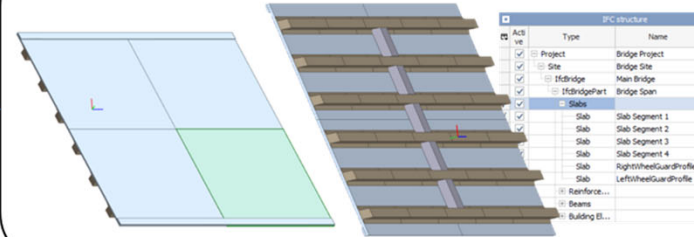
```

tempo (1)json X
1 > User > Downloads > tempo (1)json X
2 {
3   "bridge": {
4     "length": 50,
5     "width": 15,
6     "depth": 2.5,
7     "girderLeftOffset": 1.1,
8     "girderSpacing": 0.6,
9     "nextGirderPosition": 2.6,
10    "girderCount": 5,
11    "material": {
12      "concrete": {
13        "youngModulus": 30000000000,
14        "poissonRatio": 0.2,
15        "density": 2400

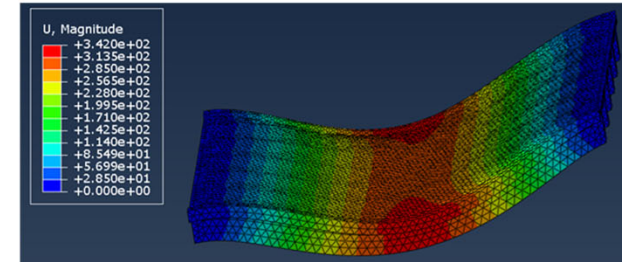
```

データスキーマ

BIMモデル(IFC)自動生成



abaqusモデル自動生成



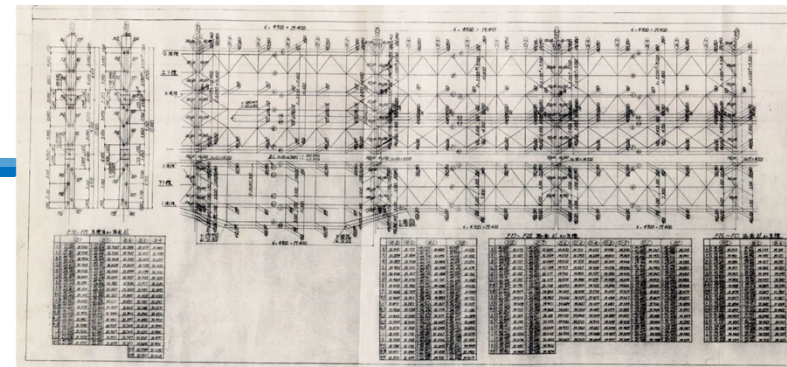
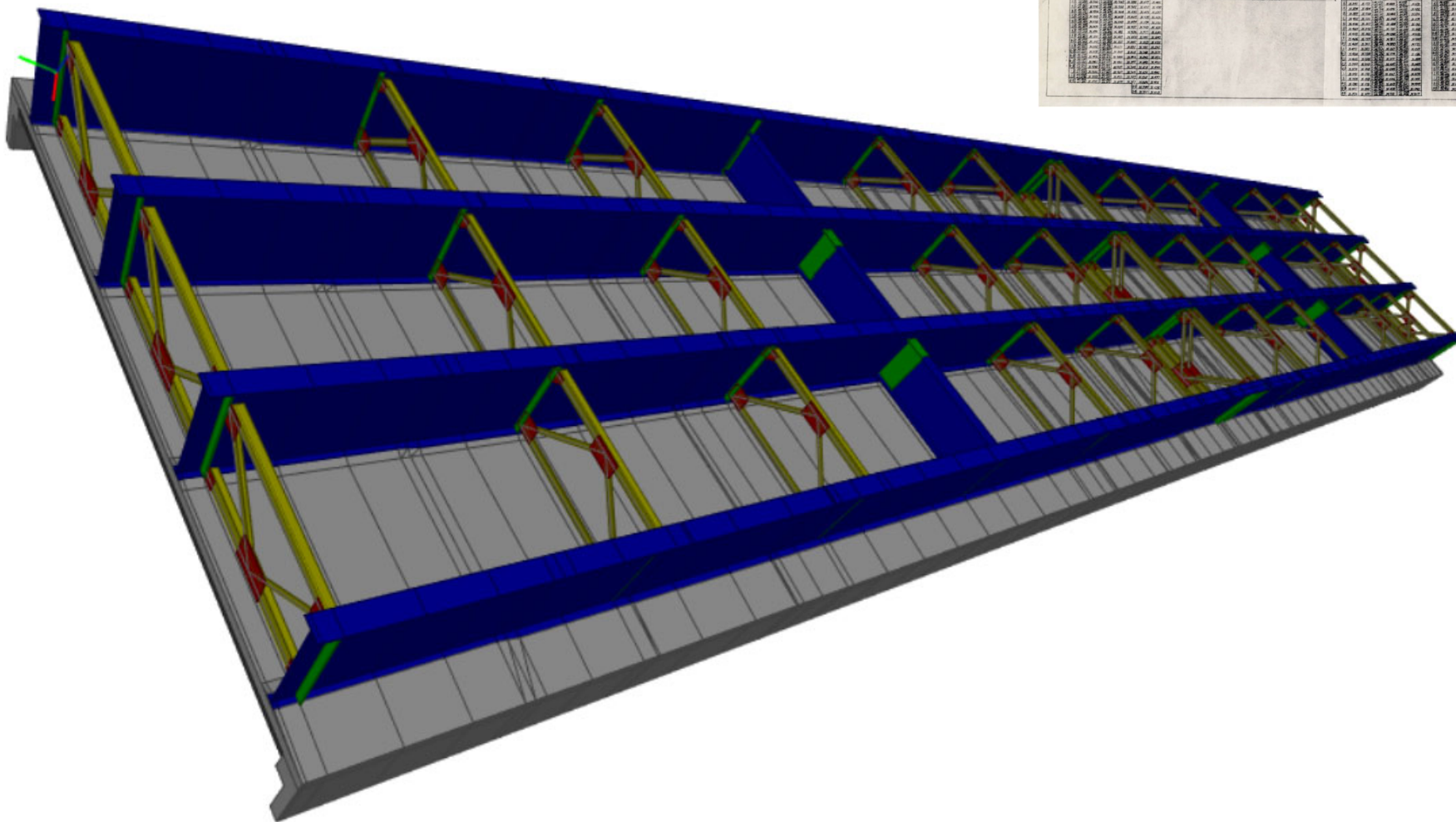
可視化バーチャルツアーモデル生成



うき剥離

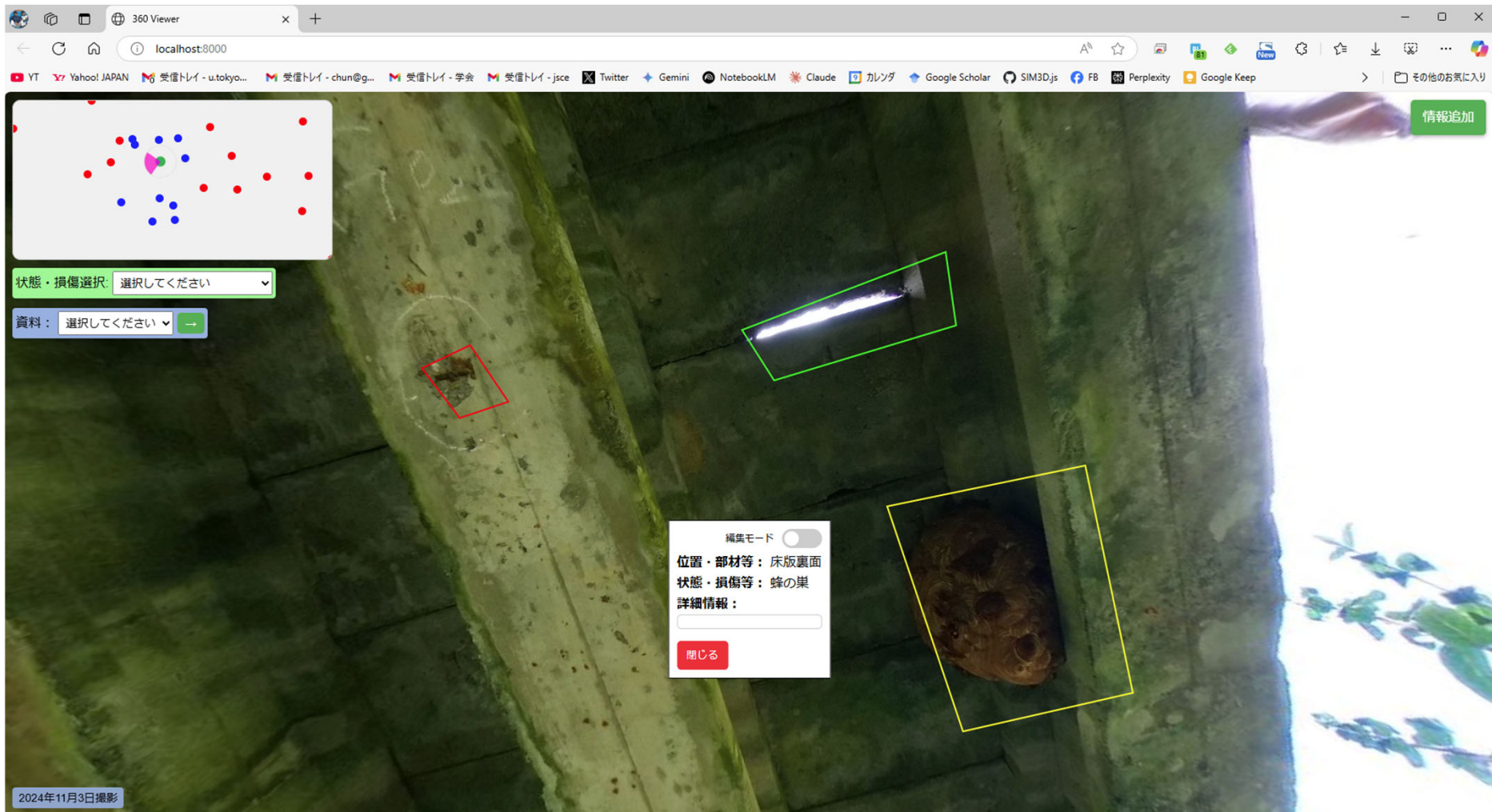
鉄筋露出

BIM/CIMモデル自動生成





3次元可視化モデルへの拡張



まとめ

- 「構造工学の新展開」として、データが力学モデル分野に侵食していくこととなる。（現在進行系かも）
- 生成AIは今後の基盤技術であることは間違いない，そこにデータを提供できるか？
 - 鋼構造分野は本質的に有利な立ち位置・・・と思っていますが.
- 専門知を含めた3次元モデルの構築へ
- 土木基盤モデルの構築へ
- AIに何が出来て，AI以外（人間含む）に何が出来るか？

ご清聴ありがとうございました.

ご質問・ご意見は
chun@g.ecc.u-tokyo.ac.jp
までお送りください.