

建築材料分野におけるAIを活用した画像診断支援ツールの
事例紹介
—外装仕上材を対象とした劣化度診断のハイサイクル化—

材料研究グループ 主任研究員 中田清史

0. はじめに

□ 外装仕上材とは

■ 建築物における役割

- ・ 多くの建築物で美観の観点から施工
- ・ 色や形状等さまざまな種類が存在

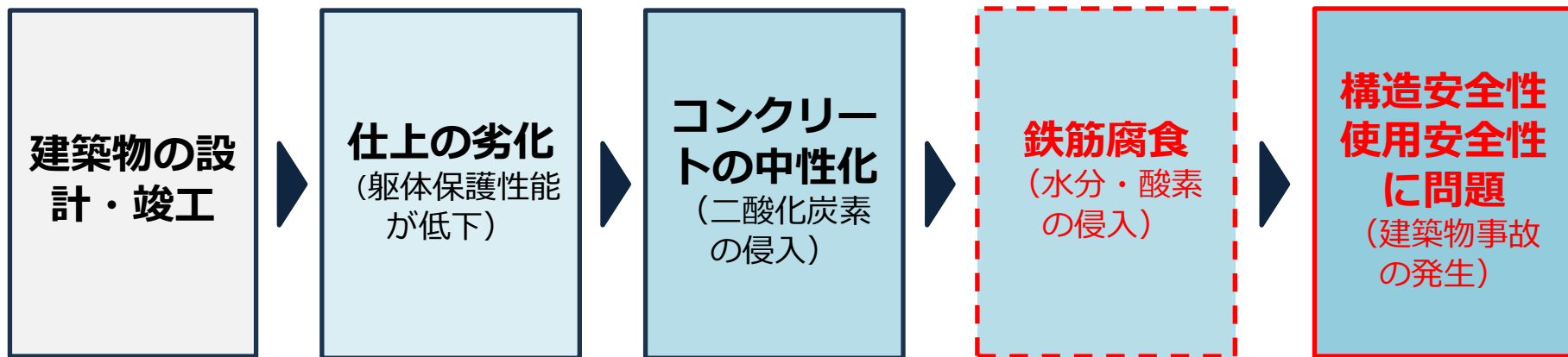


■ 鉄筋コンクリート造建築物の場合

- ・ 美観の観点から施工
- ・ 劣化因子の侵入を防ぐ性能（躯体保護性能）があり部材を長持ちさせる効果



砂壁模様 吹付模様 さざ波模様



鉄筋コンクリート造建築物の劣化シナリオの一例

0. はじめに

□ 外装仕上材とは

■ 劣化現象

- ・ 有機系の材料の場合、紫外線や雨、温湿度の影響で劣化する。
→ 外観の変状 : ひび割れ, 光沢の喪失, 汚れ
躯体保護性能の低下 : 劣化因子の侵入を防げなくなる。

■ 対策

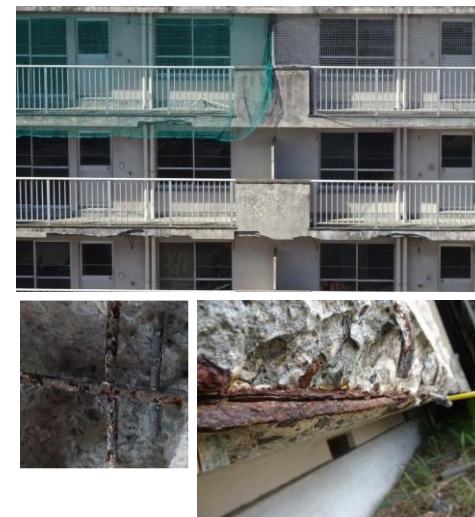
- ・ 外観の変状は鉄筋コンクリート劣化のサイン
- ・ 適切な時期に診断を実施し、外観の変状を早期発見, 改修等を検討することが望ましい。



専門技術者による点検・診断



老朽化した集合住宅（ひび割れ, 露筋）



0. はじめに

□ 外装仕上材×AI

■ なぜAI活用？

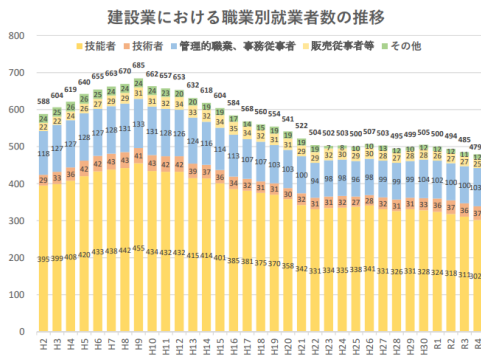
- ・ 診断の実態 : 外装仕上材の劣化度診断は**専門技術者の“目”**に依存。
- ・ 社会的な課題 : 専門技術者減少に対して、高経年ストックは増加。
 ⇒ 管理の目が行き届かないまま老朽化し、建築物事故（ひさし、バルコニーの崩落等）に至った事例も。
 ⇒ **専門技術者の“目”を支援する効率的な診断技術**が求められる。

技能者の減少・高齢化

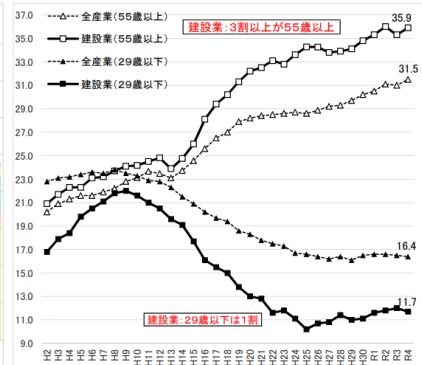
就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者: 685万人(H9) → 504万人(H22) → 479万人(R4)
- 技術者 : 41万人(H9) → 31万人(H22) → 37万人(R4)
- 技能者 : 455万人(H9) → 331万人(H22) → 302万人(R4)

- 建設業就業者は、55歳以上が35.9%、29歳以下が11.7%と高齢化が進行し、次世代への技術継承が大きな課題。
 ※実数ベースでは、建設業就業者数のうち令和3年と比較して55歳以上が1万人増加(29歳以下は2万人減少)。



出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
 (※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)



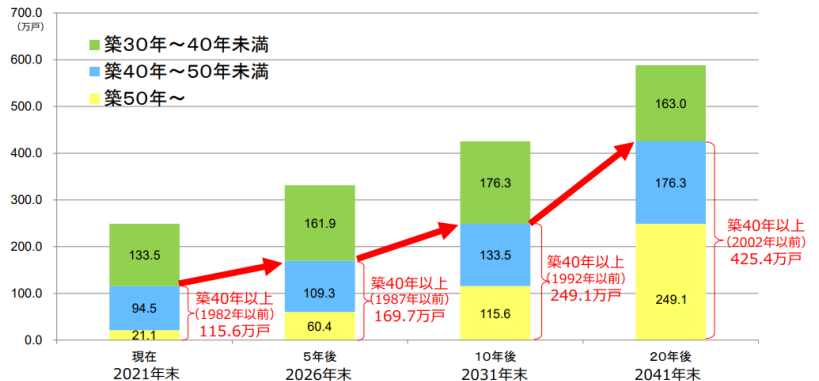
出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
 (※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

3

高経年ストックの増加

高経年マンションストックの増加

- 築40年以上の高経年マンションは115.6万戸（マンションストック総数の約17%）。
- 10年後には2.2倍の249.1万戸、20年後には3.7倍の425.4万戸に急増。



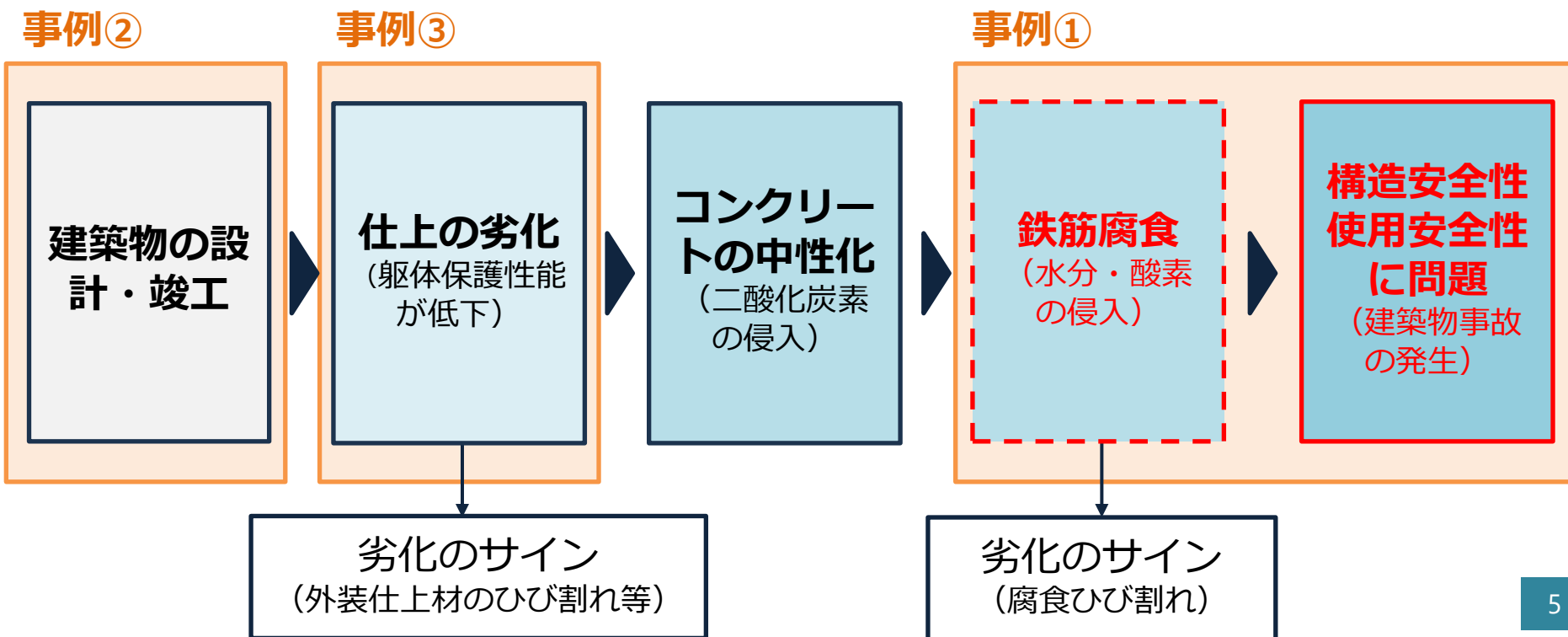
【出典】現在の築50年以上の分譲マンション戸数は、国土交通省が把握している築50年以上の公団・公社住宅の戸数を順に推計
 5、10、20年後に築30、40、50年以上となる分譲マンション戸数は、建築着工統計及び国土交通省が把握している除却戸数等を基に推計した2021年末時点の分譲マンションストック戸数を基に推計

0. はじめに

□ 事例紹介の内容

■ 専門技術者の“目”を支援する効率的な診断技術に関わる研究事例

- ・ 過去の事例① 老朽化した壁面を模擬した実験
- ・ 過去の事例② 外装仕上材の躯体保護性能の評価
- ・ 現在の事例③ AI画像診断支援ツールの開発



1. 関連する研究

□ 事例① 老朽化した壁面を模擬した実験

■ 鉄筋腐食と劣化のサイン

→鉄筋が膨張，かぶりコンクリートに応力。

→腐食ひび割れ発生

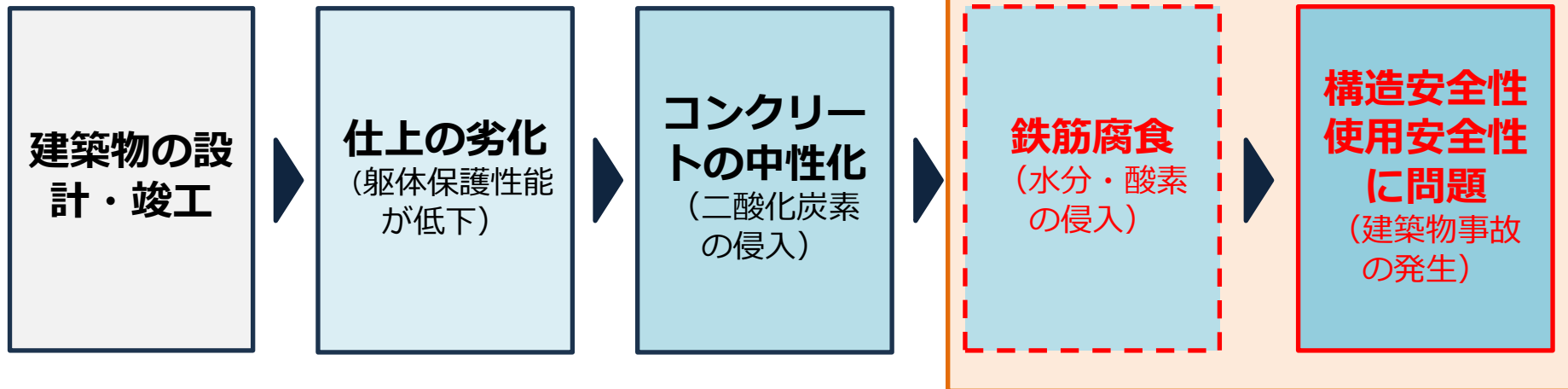
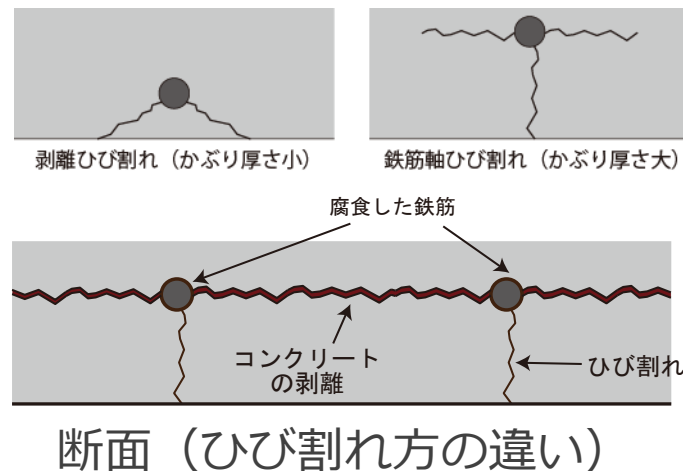
→腐食の加速

→ひび割れが連結

→コンクリート片の剥落

■ 研究目的

- ・部材レベルの老朽化現象を実験的に再現し，外観の変状度合と腐食度合を比較。

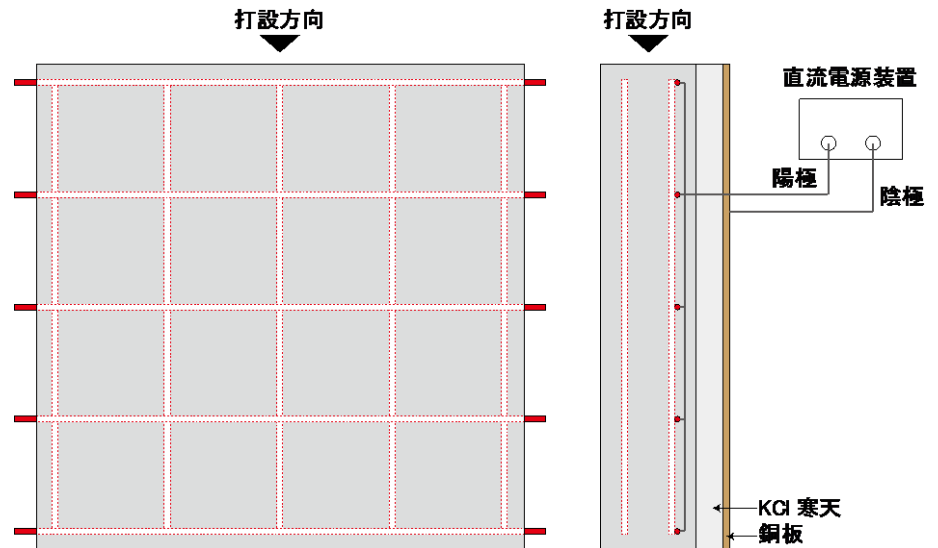
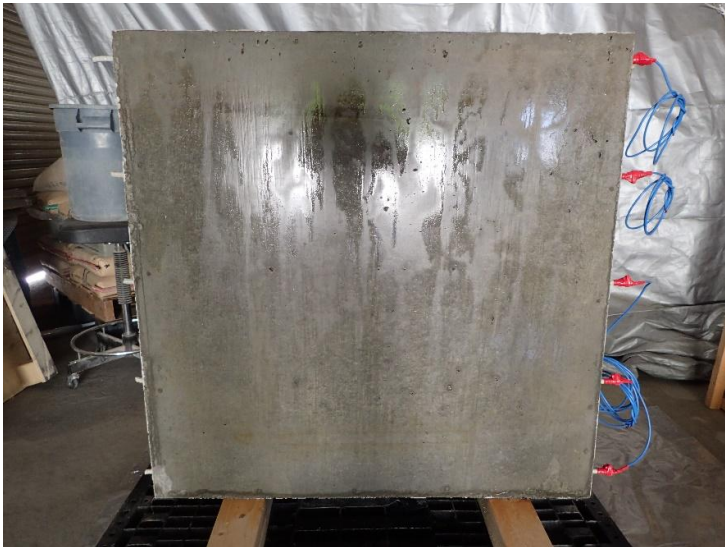


1. 関連する研究

□ 事例① 老朽化した壁面を模擬した実験

■ 再現方法

- ・ かぶり厚さと鉄筋間隔を実験水準とした900×900mm程度の壁面
- ・ 直流電源装置による促進腐食試験を実施し，表面の変状を確認。



試験体の表面および促進腐食試験のセットアップ

1. 関連する研究

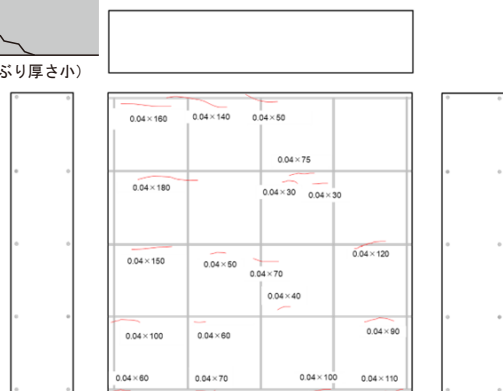
□ 事例① 老朽化した壁面を模擬した実験

■ 実験結果

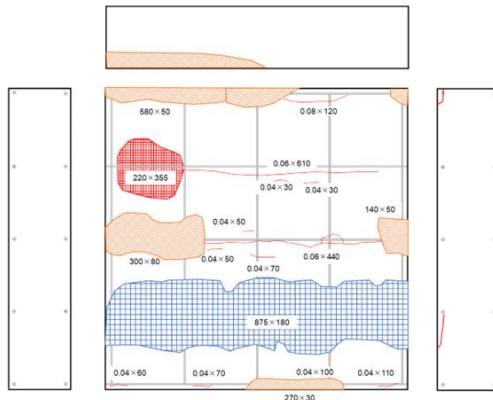
- ・ 外観変状の現れ方はかぶり厚さごとに異なる。



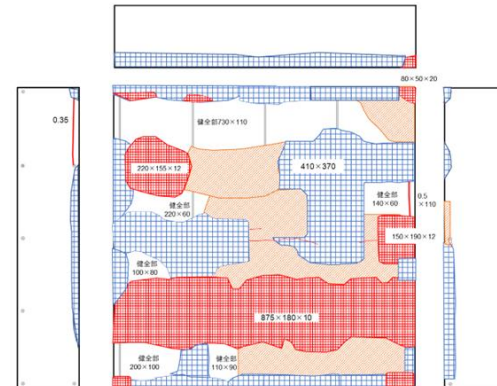
剥離ひび割れ (かぶり厚さ小)



促進3日



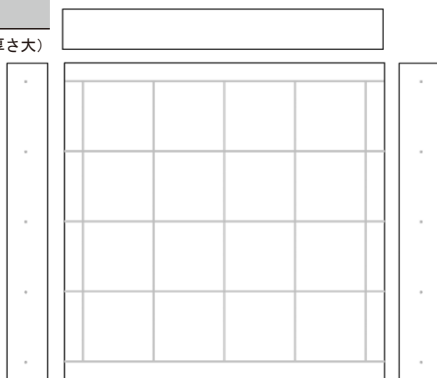
促進10日



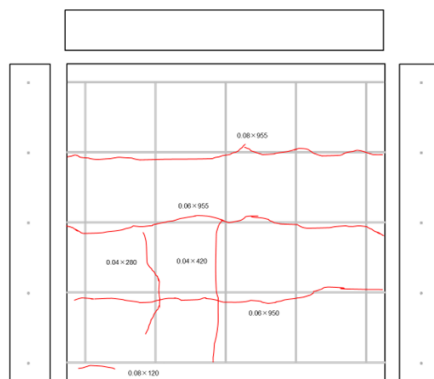
促進28日



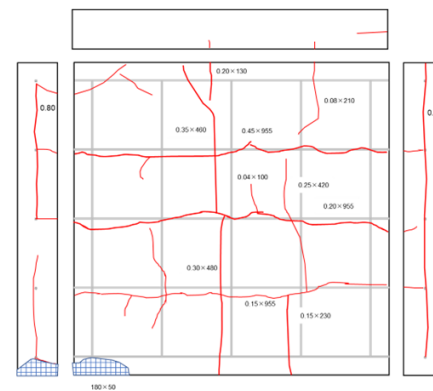
鉄筋軸ひび割れ (かぶり厚さ大)



促進3日



促進10日



促進28日

1. 関連する研究

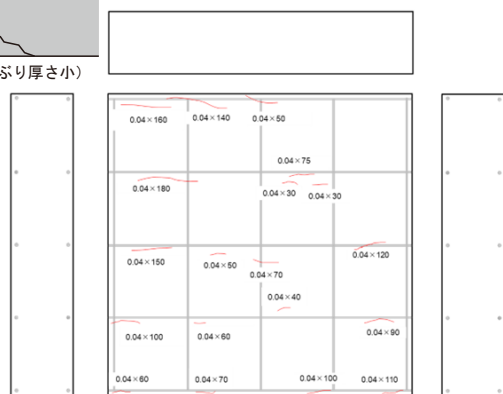
□ 事例① 老朽化した壁面を模擬した実験

■ 実験結果

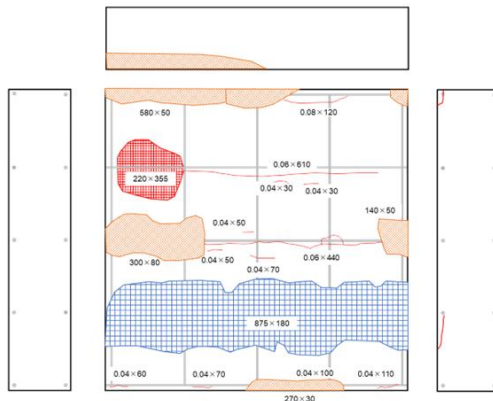
- ・ 外観変状の現れ方はかぶり厚さごとに異なる。



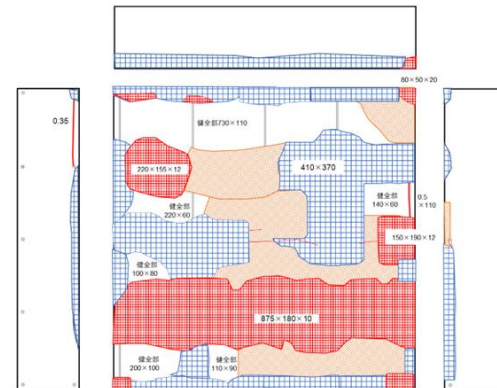
剥離ひび割れ (かぶり厚さ小)



促進3日



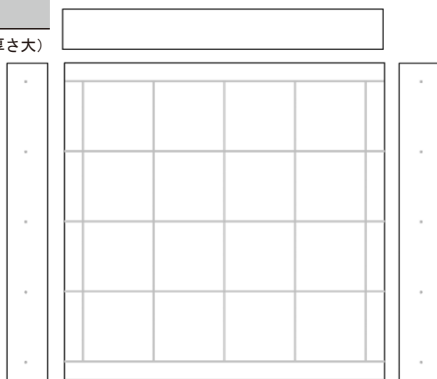
促進10日



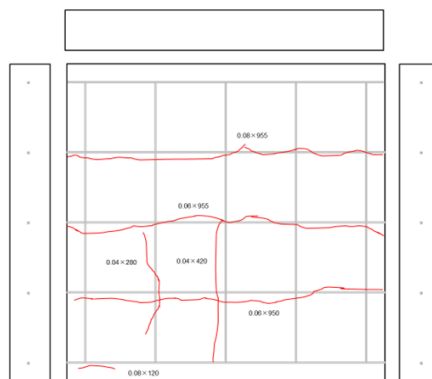
促進28日



鉄筋軸ひび割れ (かぶり厚さ大)



促進3日



促進10日



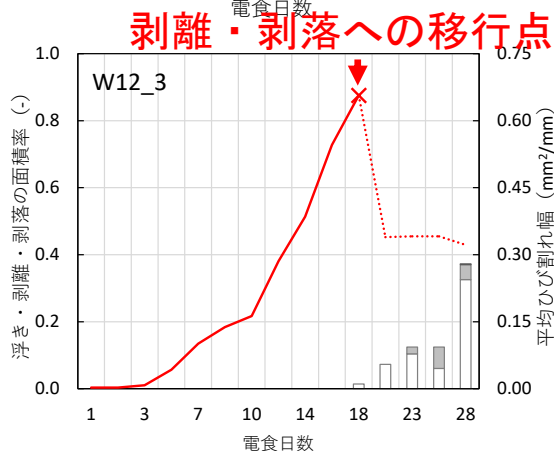
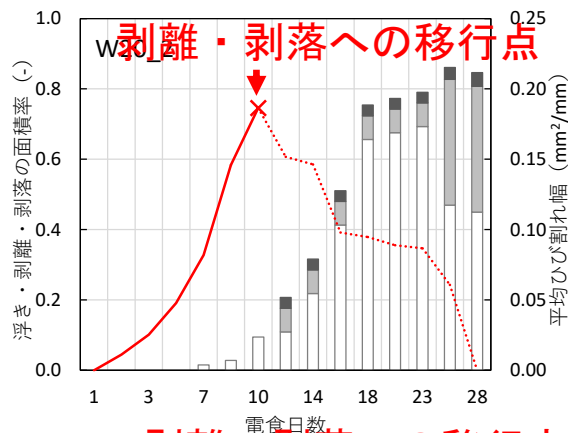
促進28日

1. 関連する研究

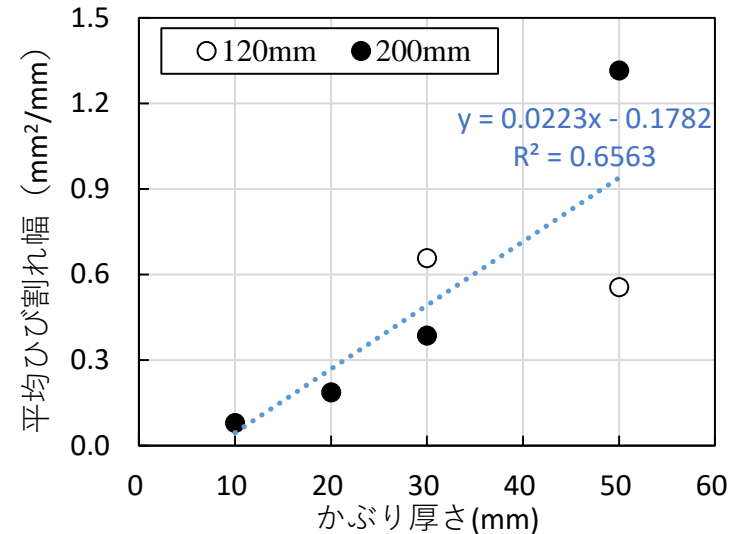
□ 事例① 老朽化した壁面を模擬した実験

■ 得られた知見

- ・ 移行点のひび割れ量をかぶり厚さごとに整理。
→コンクリートの剥落の可能性を見た目（ひび割れ指標）により判定する手法を提案



整理



$$I_c = \frac{\sum(l_i \times w_i)}{L_s}$$

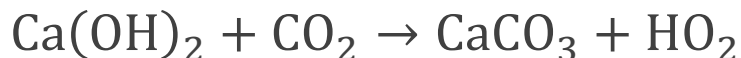
I_{On} : 平均ひび割れ幅に基づく鉄筋腐食を原因とする剥落の危険性の判定基準 ($n=1, 2$)。 α_n, β_n : 実験, 調査等から求める係数, C : かぶり厚さ

1. 関連する研究

□ 事例② 外装仕上材の躯体保護性能の評価

■ 二酸化炭素透過度の試験

- ・ コンクリートはアルカリ性であり鉄筋を腐食から守る性質を有するが、大気中の二酸化炭素の侵入によって徐々に中性化。



- ・ 外装仕上材によって二酸化炭素の侵入を抑制（中性化抑制効果）
- ・ 外装仕上材の中性化抑制効果を評価する簡易な試験方法と基準値の検討。

研究の範囲

建築物の設計・竣工

仕上の劣化
(躯体保護性能が低下)

コンクリートの中性化
(二酸化炭素の侵入)

鉄筋腐食
(水分・酸素の侵入)

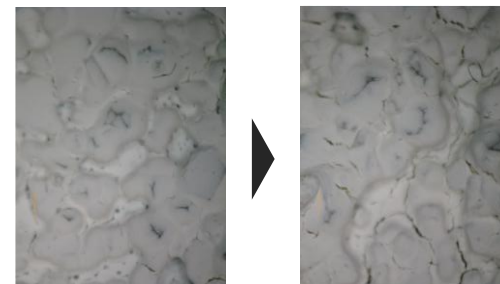
構造安全性
使用安全性
に問題
(建築物事故の発生)

1. 関連する研究

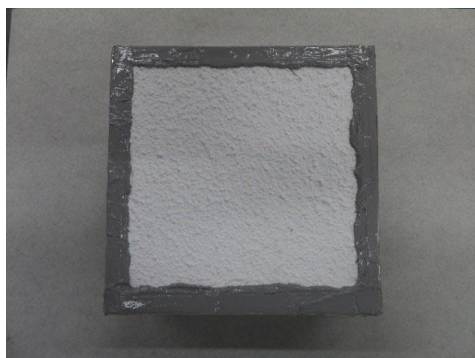
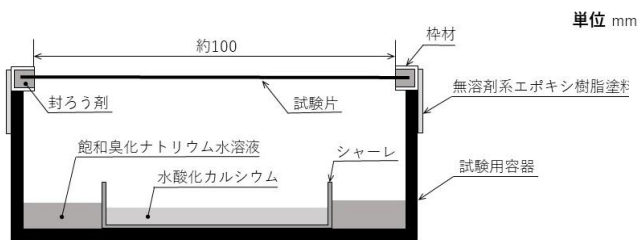
□ 事例② 外装仕上材の躯体保護性能の評価

■ 二酸化炭素透過度の試験

- ・ 簡易な試験方法と従来法で相関を確認。
- ・ 促進劣化させた条件を含め、基準値として二酸化炭素透過度 $0.5 \text{ mol/m}^2 \cdot 24\text{h}$ 。
→ 打放しに比して1 / 5 に抑制。

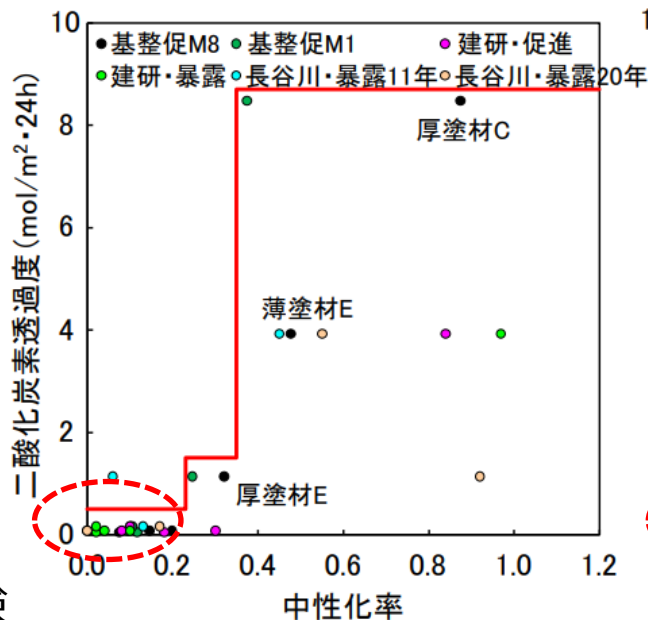


促進劣化300時間

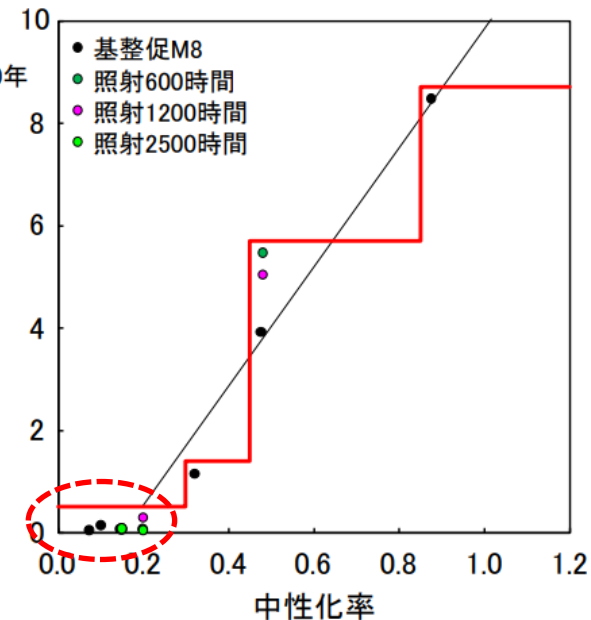


二酸化炭素透過度の簡易な試験

紫外線劣化なし



紫外線劣化あり



二酸化炭素透過度と中性化率の関係

2. AI活用事例

□ 事例③：AI画像診断支援ツールの開発

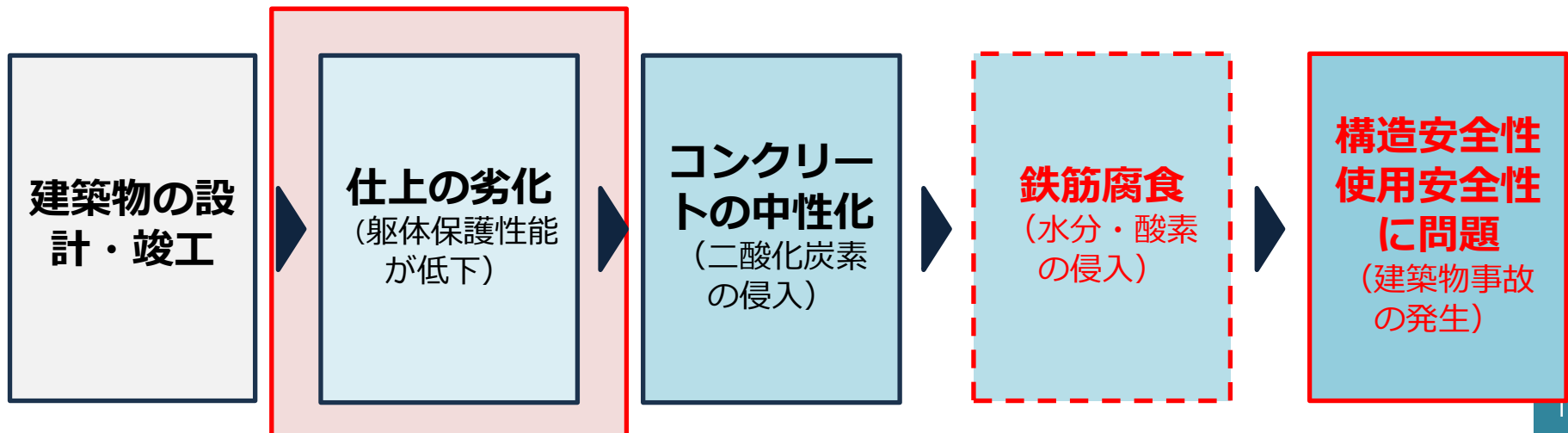
■ 外装仕上材と劣化のサイン

- ・ 紫外線等の影響により表面に微細なひび割れ
→劣化が進行すると躯体保護性能が低下 →劣化因子の侵入 →躯体の劣化
- ・ 劣化度の判定は専門技術者の目に依存。

■ 研究開発の目的

- ・ AI画像診断を活用することで誰でも・簡単に・客観的な劣化度を把握できる支援ツールを開発
→マンション管理者等が日常点検や改修時のセカンドオピニオンとして活用

研究の範囲



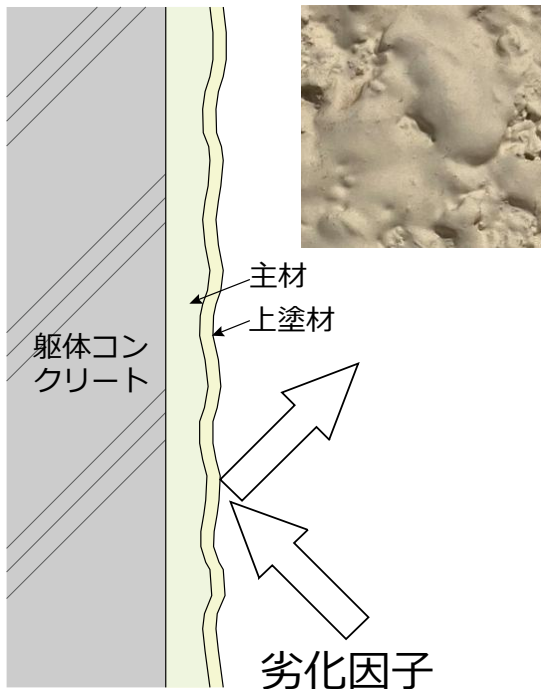
2. AI活用事例

□ 事例③：AI画像診断支援ツールの開発

■ 研究開発の技術的背景

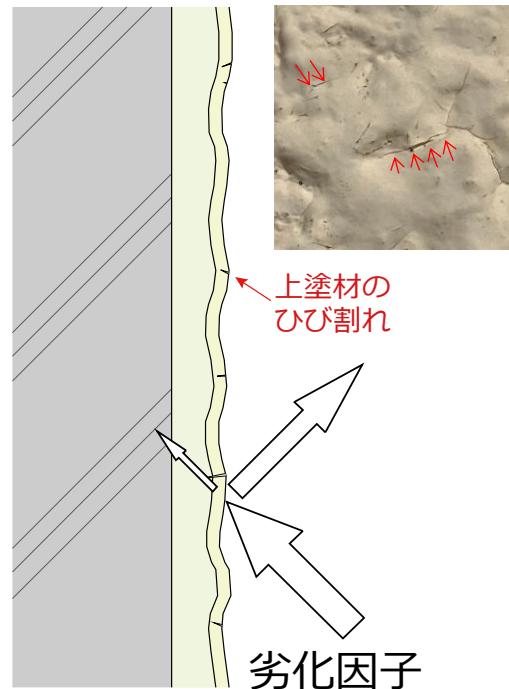
- 劣化の過程で現れる微細なひび割れを専門家の目×AIで診断

劣化なし



躯体保護性能あり

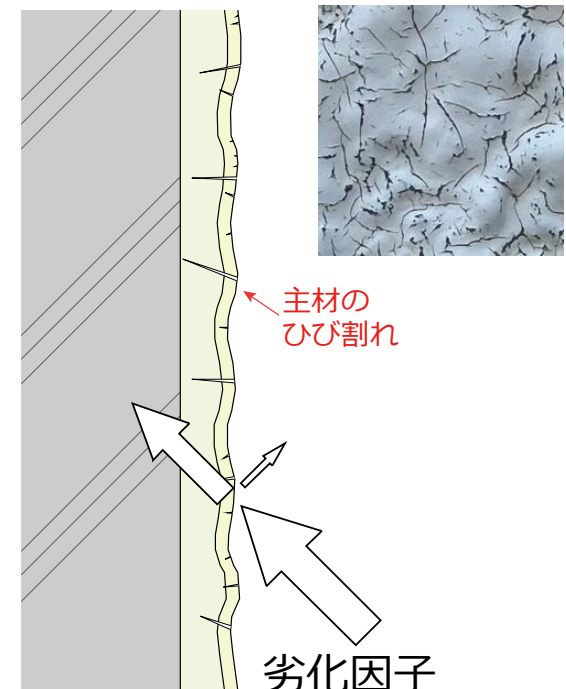
軽微な劣化



躯体保護性能 僅かに低下

上塗材の塗直し
⇒軽微な改修

重度の劣化



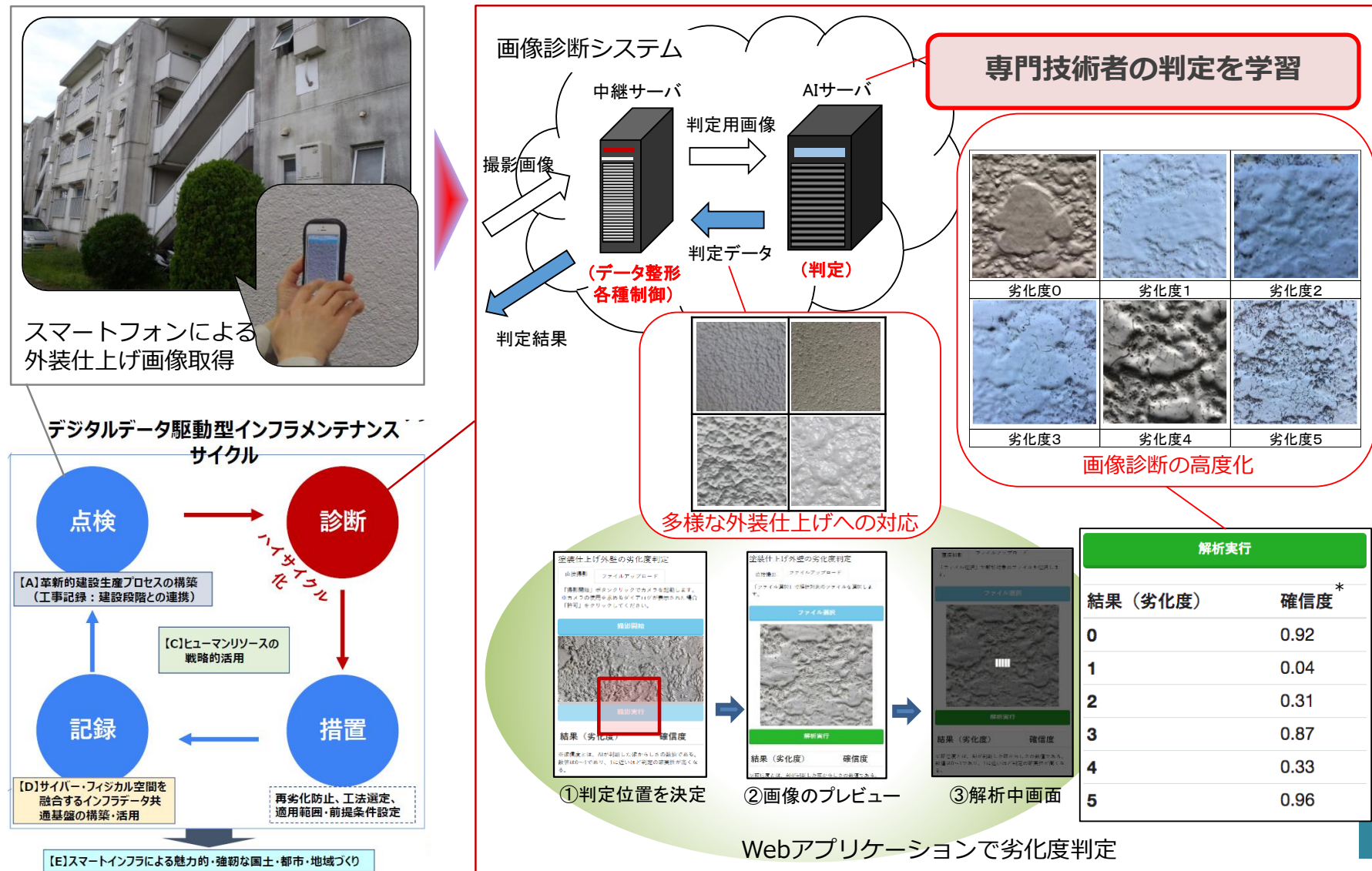
躯体保護性能 低下

主材から塗直し
⇒主材から改修

2. AI活用事例

□ 事例③：AI画像診断支援ツールの開発

■ 支援ツールとしてのスマホアプリの開発



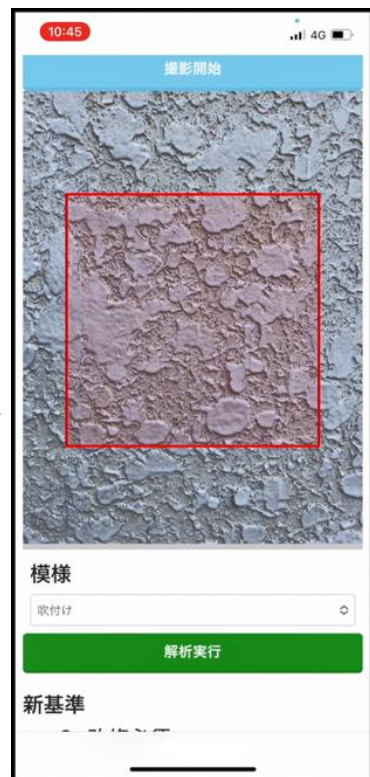
2. AI活用事例

□ 事例③：AI画像診断支援ツールの開発

■ 製作したスマホアプリ（プロトタイプ）



トップページ



写真撮影・画像送信



判定結果の確認



必要に応じて保存

2. AI活用事例

□ 事例③：AI画像診断支援ツールの開発

■ 製作したスマホアプリ（プロトタイプ）



実際のアプリの動作例

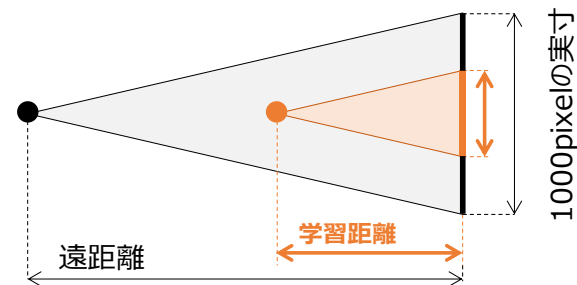
2. AI活用事例

□ AI画像診断支援ツールの開発

■ 改善すべき点

- AIに学習させた条件（撮影距離，時間帯等）から外れると判定精度が低下。

→ 様々な条件で教師データを取得するよう建物調査を計画



【15cmで撮影した写真で検証】



↑AI判定の劣化度	0	1	2	3	4	5	
5	0%	0%	0%	0%	80%	60%	
4	0%	0%	0%	0%	20%	40%	
3	0%	0%	40%	60%	0%	0%	
2	0%	20%	40%	40%	0%	0%	
1	0%	80%	20%	0%	0%	0%	
0	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
	0	1	2	3	4	5	→ 実際の劣化度

高い判定精度

【50cmで撮影した写真で検証】



↑AI判定の劣化度	0	1	2	3	4	5	
5	0%	20%	0%	0%	11%	78%	
4	0%	40%	100%	100%	56%	18%	
3	0%	20%	0%	0%	11%	4%	
2	33%	20%	0%	0%	0%	0%	
1	67%	0%	0%	0%	22%	0%	
0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	0	1	2	3	4	5	→ 実際の劣化度

判定精度が低下

2. AI活用事例

□ 研究開発について

■ AI判定精度向上のための教師データ収集

- ・ 令和6年度はバランスよくデータ取得→様々な条件に対応したAI構築へ

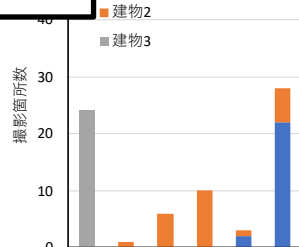
【令和5年度実施】



【令和6年度実施】

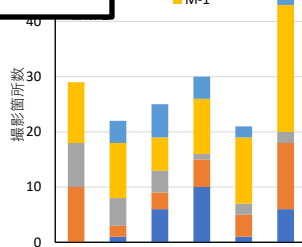


前回



グレード1~4が不足

今回



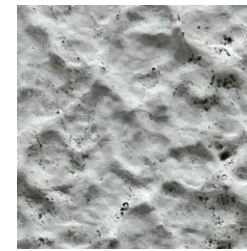
バランスよくデータ取得



吹付 n=152



砂壁 n=99



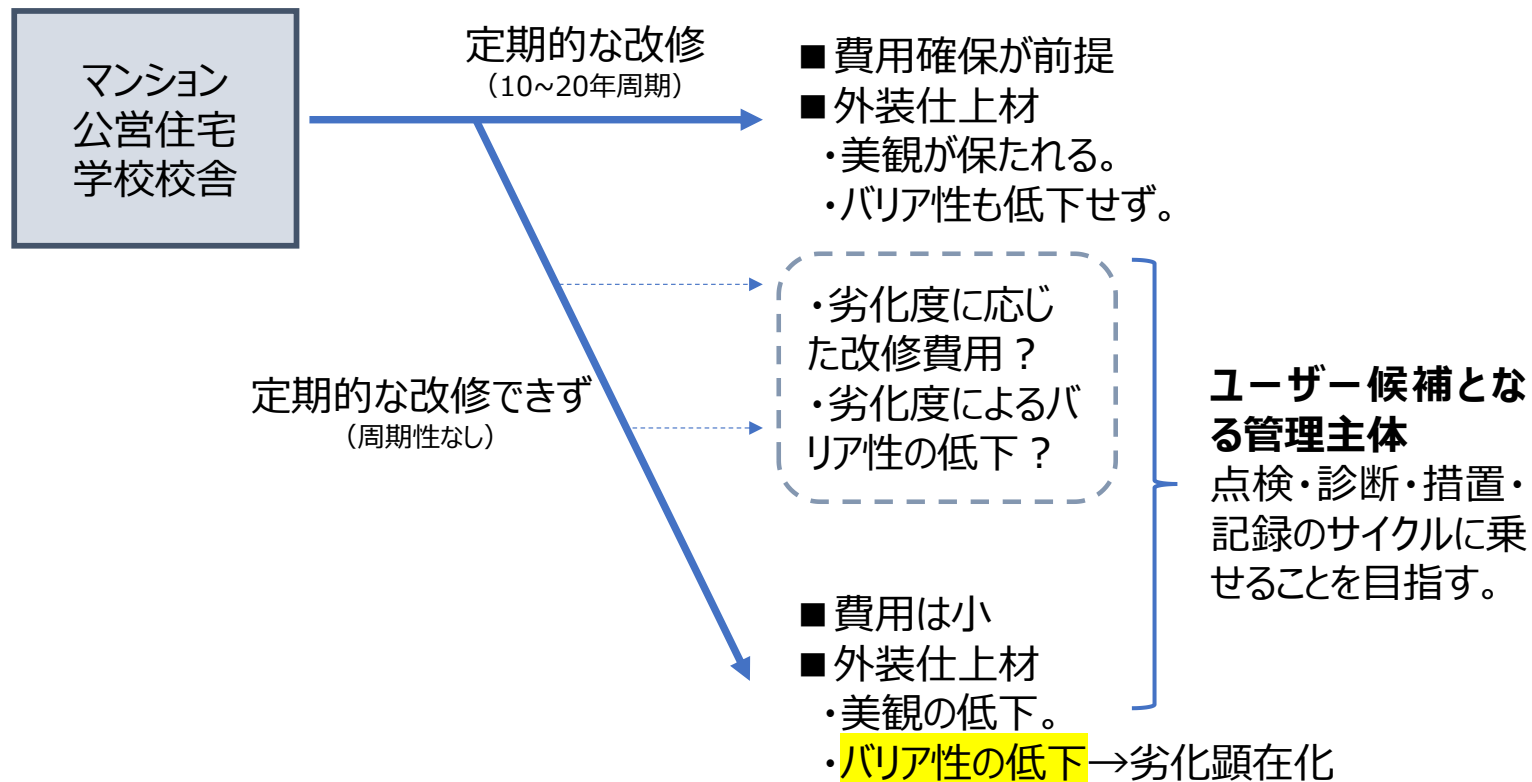
さざ波 n=106

2. AI活用事例

□ 事例③：AI画像診断支援ツールの開発

■ 誰が使うとメリットがあるか。

- ・ 定期的な改修を実施している建物とそうでない建物とで二極化。
- ・ 特に後者では点検の目が行き届かず劣化が顕在化しているケースが散見。
→アプリ導入によって**誰でも・簡単に・客観的な劣化度把握**，無理のない維持管理計画の一助として活用



3. まとめ

□ 発表内容のおさらい

- ・ 外装仕上材等の**効率的な診断技術**に関わる研究事例について紹介した。
- ・ AIを活用しないものも含め、各種実験・調査により**専門家の診断を支援**する技術が提案されている。
- ・ AI活用の最大のメリットは、**誰でも・簡単に・客観的な劣化度を把握**できる可能性があること。 →**無理のない維持管理へ**

□ 今後の展望

- ・ 現在開発中のAI画像診断支援ツールについては、
 - ①教師データの拡充による判定精度・汎用性の向上
 - ②ユーザーフィードバックの蓄積による有用性の実証
- ・ 外装仕上材以外の対象へのAI支援技術の展開（劣化の自動検出）

