

オフィスビル外壁の「汚れ感」評価

Psychological evaluation of stain on the impression of office building exterior



エイジング(よりよく老いる)建物を目指して

(株)竹中工務店 技術研究所 武藤 浩 mutou.hiroshi@takenaka.co.jp
建設省 建築研究所 小島 隆矢 takaya@kenken.go.jp

背景

外壁の汚れへの関心が高まっている

1

外壁は汚れてゆく

美観を損なう好ましくないもの

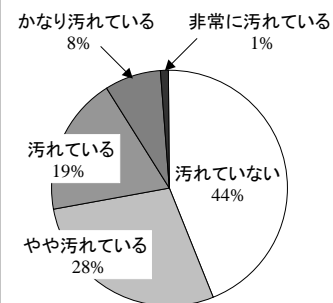
建物を所有・管理する企業の関心

企業イメージの低下

メンテナンスコスト(外壁の洗浄)


低汚染型塗料などの開発も盛ん


建物の約半分が汚れている

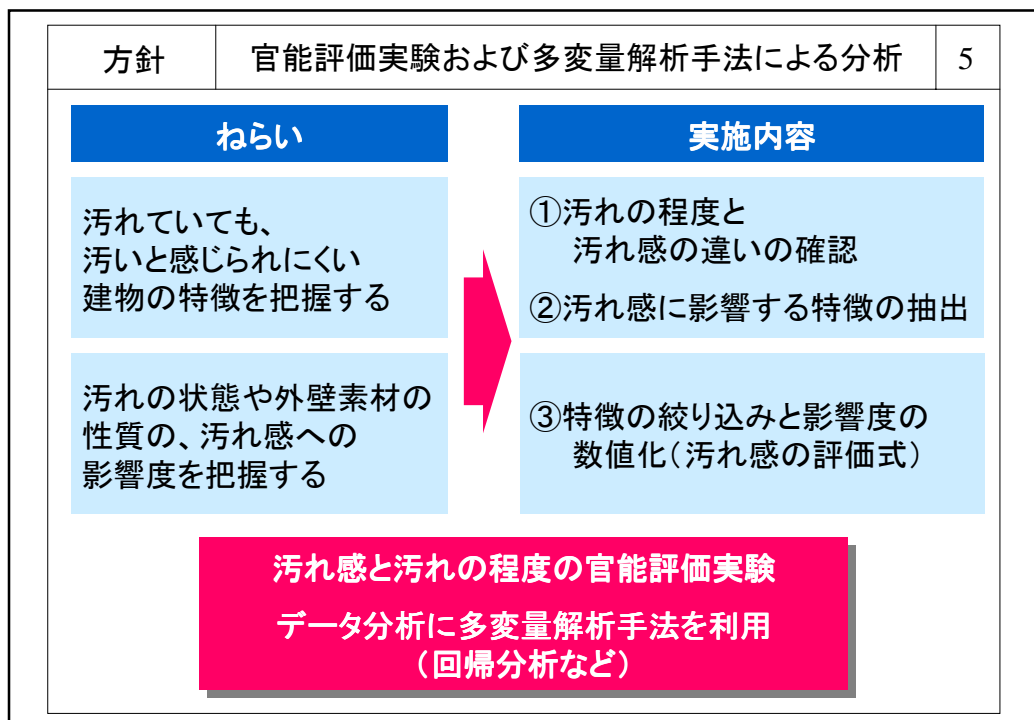
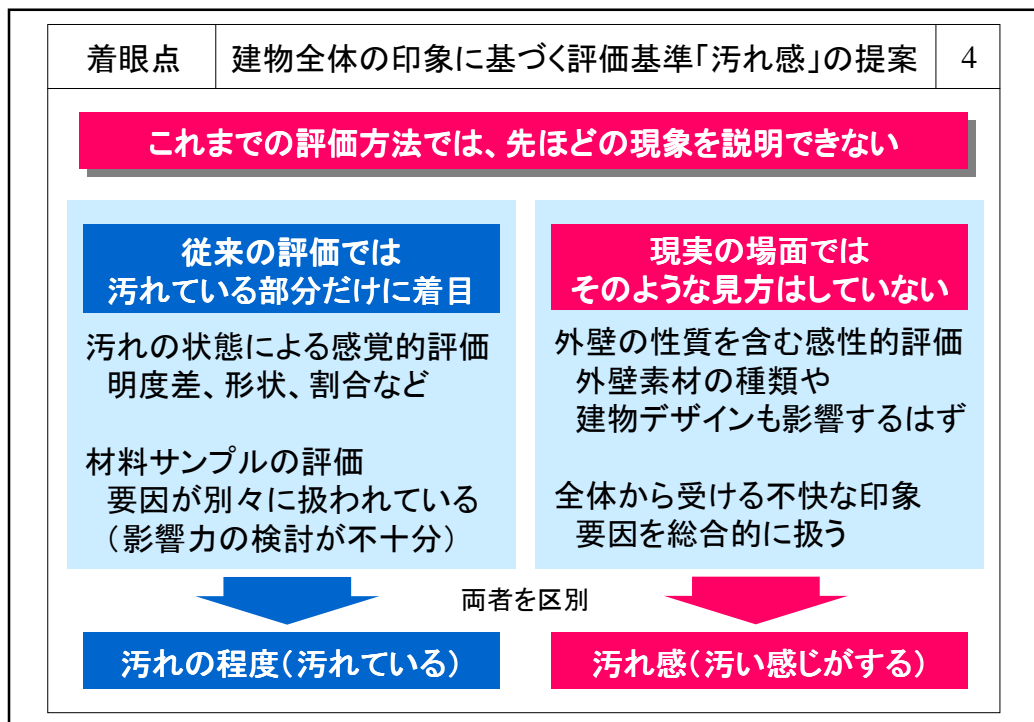




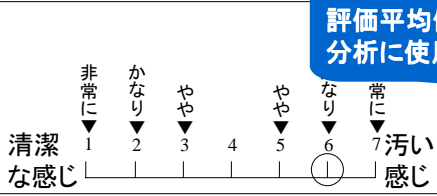
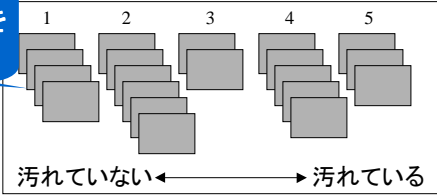
都内200件(1987年以降に施工)を
ランダムサンプリング(1998年6月調査)



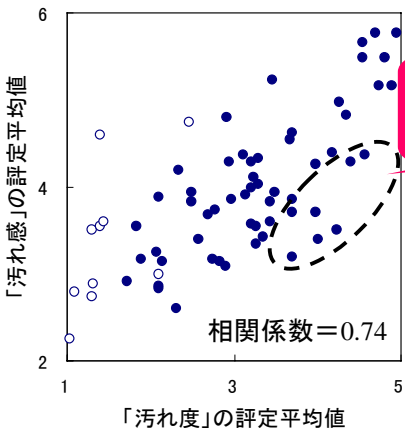
汚れの評価基準の確立も必要

現象①	汚れていても、汚いと感じられにくい建物とは	2
<p>一般に、汚れている建物は汚いと感じられるが...</p> <p>汚れていないのに、汚いと感じられやすい建物(左)や汚れているのに、汚いと感じられにくい建物(右)もある</p> <div data-bbox="416 553 1150 795">  </div> <div data-bbox="529 873 1054 956"> <p>汚れていても、汚いと感じられにくい 外壁の特徴を把握する → ねらい①</p> </div>		

現象②	汚れ感に影響する要因は何か	3
<p>部分的に濃い汚れがある建物(左)と、全体的に薄く汚れている建物(右)では、どちらが汚いと感じられる？</p> <p>同じ汚れなら、レンガタイルの建物の方が汚いと感じられない？</p> <div data-bbox="424 1491 1158 1733">  </div> <div data-bbox="481 1812 1102 1895"> <p>汚れの状態や外壁素材の性質の、 汚れ感への影響度を把握する → ねらい②</p> </div>		



方法	オフィスビル外観写真を用いた官能評価実験	6
<div> <div> <div>全景</div>  </div> <div> <div>部分</div>  </div> </div> <div> <div>一般的な67のオフィスビル</div> <div>被験者35名</div> </div> <div> <div>汚れ感(汚い感じがするか)</div> <div>汚れの程度(汚れているか)</div> </div> <div> <div> <div>評価平均値を分析に使用</div>  </div> <div>  </div> </div>		

結果①	汚れの程度と汚れ感の違いの確認	7
<div> <div> <div>目地が目立つ</div>  </div> <div> <div>汚れている範囲が一部</div>  </div> </div> <div> <div>汚れていても汚いと感じられにくい建物</div> </div> <div> <div>相関係数=0.74</div>  </div> <div> <div>汚れている建物が、必ずしも汚いと感じられるわけではない</div> </div>		

結果②

汚れ感に影響する特徴の抽出

8

評価者5名への
ヒアリングで補足

要因を2つに分類、
カテゴリーを設定

要因	カテゴリー
汚 れ の 状 態	明度差 2程度／1程度／0.5程度／それ以下 規則性 規則的／やや規則的／ばらばら 範囲 全体／部分 形状 直線状／紡錘状／雨だれ／雲状・斑状／しみ・くすみ
外 壁 素 材 の 性 質	仕上がり材料 ガラス／タイル／石／金属パネル／塗材・素地 明度 9程度／8程度／7程度／それ以下 色相 無彩色／暖色系／寒色系 模様 ある／ない 目地 目立つ／目立たない 凹凸 激しい／少ない／フラット

各刺激について
該当する
カテゴリーを判定

結果③	特徴の絞り込みと影響度の数値化(汚れの程度)	9
回帰分析(目的変数＝汚れの程度、説明変数＝10要因)		
要因	カテゴリー	
汚れの状態	明度差	2程度＞1程度＞0.5程度＞それ以下
	規則性	ばらばら＞やや規則的＞規則的
	範囲	全体＞部分
	形状	直線状／紡錘状／雨だれ／雲状・斑状
外壁素材の性質	仕上げ材料	ガラス／タイル／石／金属パネル／塗材・素地
	明度	9程度／8程度／7程度／それ以下
	色相	無彩色／暖色系／寒色系
	模様	ある／ない
	目地	目立つ／目立たない
	凹凸	激しい／少ない／フラット
		明度差が大きいほど、汚れていると評価されている
		寄与率R** =0.63 残差平方和 =12.70 残差標準偏差=0.50
汚れの状態だけでほぼ説明できる ＝仕上げ材料の種類によらない		

結果③

特徴の絞り込みと影響度の数値化(汚れ感)

10

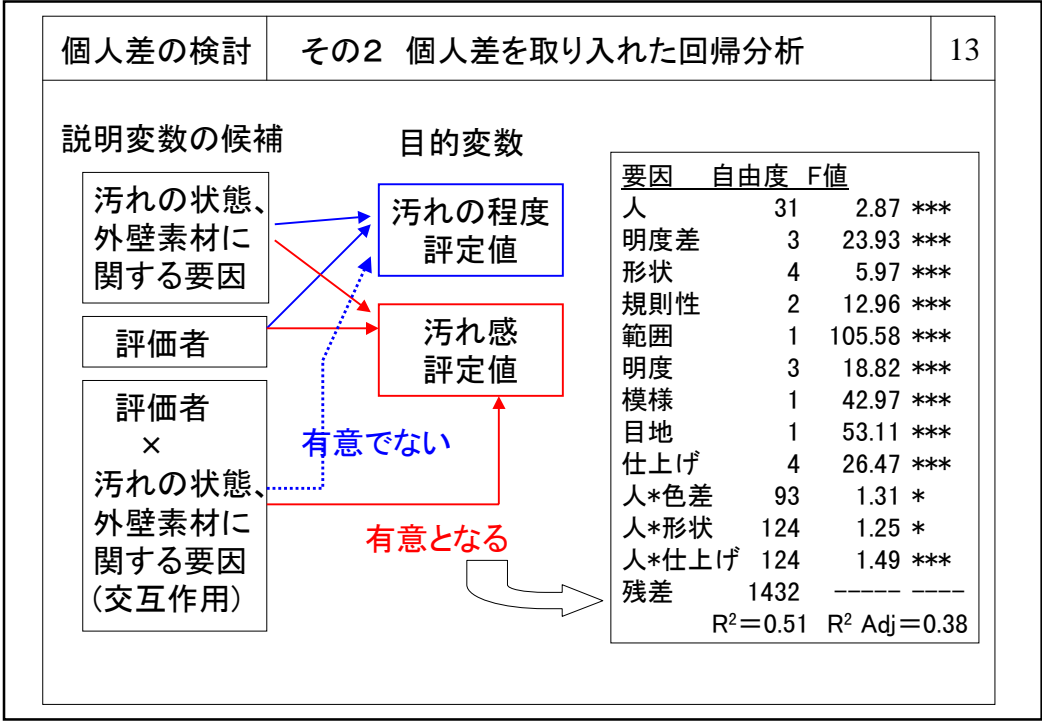
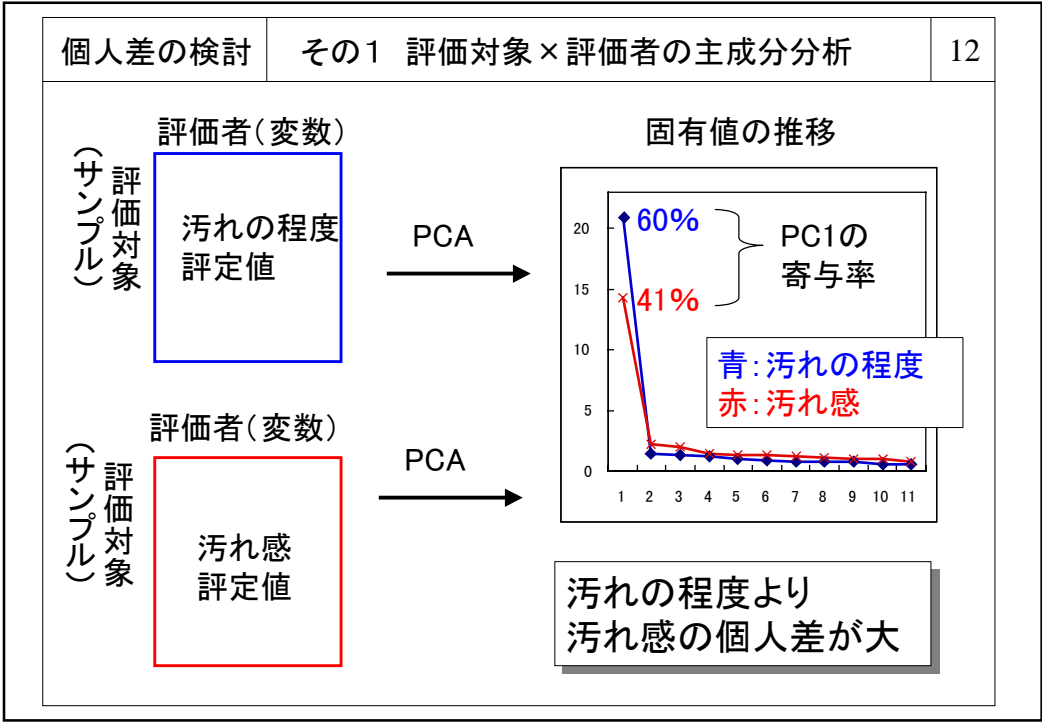
回帰分析(目的変数＝汚れ感、説明変数＝汚れの程度＋10要因)

要因	カテゴリー
汚れの程度	
汚れの状態	明度差 2程度／1程度／0.5程度／それ以下 規則性 規則的／やや規則的／ばらばら 範囲 全体＞部分 形状 雨だれ／雲状・斑状／しみ・くすみ＞直線状＞紡錘状
外壁素材の性質	仕上げ材料 塗材・素地＞金属パネル＞タイル／石＞ガラス 明度 9程度／8程度／7程度／それ以下 色相 無彩色／暖色系／寒色系 模様 ない＞ある 目地 目立たない＞目立つ 凹凸 激しい／少ない／フラット

汚れの程度で説明できない部分を明らかに

寄与率 R^{**} =0.73
残差平方和 =6.96
残差標準偏差 =0.39

汚れの程度だけでは説明できない
＝外壁素材の性質も影響



個人差の検討	その3 個人別汚れ感の回帰主成分分析	14
--------	--------------------	----

回帰主成分分析とは？ 参考文献：奥野忠一ほか「続 多変量解析法」日科技連（1976）

→複数の目的変数を総合的によく説明する合成変数を求める

第一回帰主成分RPC1とは無相関という制約のもと…
→ RPC2, RPC3, …

個人差の検討	その3 個人別汚れ感の回帰主成分分析	15
--------	--------------------	----

回帰主成分分析の適用法

ダミー変数化

説明変数群	目的変数群
明規 度則 差性 …	評価者 1 2 3 … 35

評価対象
 汚れの状態
 外壁素材の
 性質

汚れ感
 評定値

全て質的変数
 → **ダミー変数化**

解法

相関行列 $\begin{matrix} x_1 \dots y_1 \dots \\ \vdots \\ x_1 \dots y_1 \dots \\ \vdots \end{matrix} \begin{bmatrix} \mathbf{R}_{xx} & \mathbf{R}_{xy} \\ \mathbf{R}_{yx} & \mathbf{R}_{yy} \end{bmatrix}$

固有方程式

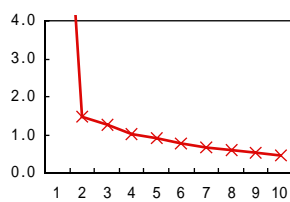
回帰主成分分析
 $\mathbf{R}_{xy}\mathbf{R}_{yx} - \lambda \mathbf{R}_{xx} = 0$

正準相関分析
 $\mathbf{R}_{xy}\mathbf{R}_{yy}^{-1}\mathbf{R}_{yx} - \lambda \mathbf{R}_{xx} = 0$

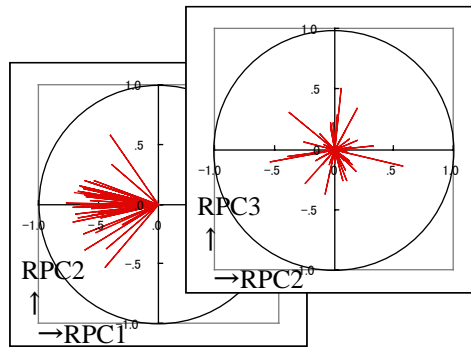
↪ $\mathbf{R}_{yy} = \mathbf{I}$ に書き換え、
 正準相関分析の
 プログラムを使う

固有値(R^2 の合計)

	固有値	寄与率
RPC1	11.81	33.7%
RPC2	1.48	4.2%
RPC3	1.26	3.6%
RPC4	1.02	2.9%
RPC5	0.91	2.6%
:	:	:



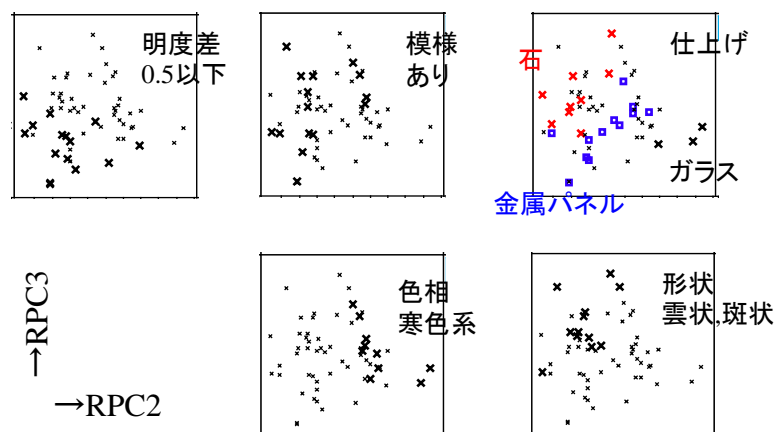
個人別汚れ感ベクトル




*回帰主成分と汚れ感評定値との
相関係数を成分としたベクトル

⇒ RPC2・3に意味はあるか？

回帰主成分スコアの層別散布図(RPC2×RPC3)



⇒ 汚れ感の個人差の原因となる要因の候補

まとめ	建物全体の印象に基づく評価基準「汚れ感」を構築	18
ねらい	<p>①汚れていても、汚いと感じられにくい建物の特徴</p> <p>②汚れの状態や外壁素材の性質の、汚れ感への影響度</p> <p>オフィスビル外観写真を用いた官能評価実験  回帰分析などの多変量解析手法</p>	
結果	<p>①汚れの程度と汚れ感は一致しない 「汚れていても、汚いと感じられにくい建物がある」</p> <p>②汚れの程度は、汚れの状態(明度差、規則性、範囲)でほぼ説明できる(仕上げ材料の種類によらない)</p> <p>③汚れ感は、汚れの程度だけでは説明できない 外壁素材の性質(仕上げ材料、模様、目地)も影響</p> <p>④個人差は、汚れの程度より汚れ感で大きい</p>	