

街路景観評価における色彩調和論の有効性の検討

The Examination of the Validity of the Color Harmony Theories on Streetscape Evaluation

槇 究	<i>Kiwamu Maki</i>	<i>Jissen Women's University</i>
山本早里	<i>Sari Yamamoto</i>	<i>Tokyo Institute of Technology</i>
飯島祥二	<i>Shoji Iijima</i>	<i>Okayama-Shoka University</i>
武藤 浩	<i>Hiroshi Muto</i>	<i>Takenaka Corporation</i>

Abstract

In recent times, as importance of color control in a streetscape is increasingly recognized, the color harmony should be studied in order to apply to color planning .

In this study , the validity of the theory of color harmony by P. Moon and D.E.Spencer and the four principles of color harmony by Judd,D.B. is examined through a series of experiments that evaluate color harmony feeling .

First experiment focussing on the theory by P. Moon and D.E.Spencer was carried out using images of a streetscape that are varied in wall color by color simulation. The semantic differential rating method was applied to evaluate the color harmony. As a result, the zones of " identity and similarity" are explained and that of "contrast" is not explained.

In second experiment focussing on principles by Judd,D.B. ,using scale models that have color variations on wall colors, the color impressions were evaluated. As a result of this experiment, "order" and "similarity" show high correlation with the color harmony feeling ,but " familiarity" and "clearness(unambiguity)" have slight correlation with that.

These results lead us that the color harmony feeling is based on "similarity".

Furthermore, it is clear that "preference" and "beauty" relate with not only color harmony feeling but also the factor "cheerfulness" in factor analysis.

要旨

ムーン・スペンサーの色彩調和論、およびジャッドの色彩調和に関する4原理が、街路景観の色彩調和感の説明に有効かどうかを確認するために2つの実験を行った。最初の実験では、ビル街の景観において、一つのビルの壁面色彩を変化させた画像の色彩調和感を評定させた。その結果、ムーン・スペンサーの言う「同等」「類似」「対比」の調和のうち、「同等・類似」の調和領域のみが得られた。2つめの実験では、ビルの壁面色彩を変化させたビル街の街路景観モデルを評定させた。その結果、ジャッドの言う「共通性」「秩序」の評定と調和感の相関が高かったが、「親しみやすさ」や「明白性」との相関は低かった。これらの結果から、街路景観の色彩調和感は、色彩の類似性をもとにしたものであるとの結論が得られた。また、因子分析の結果から、「好ましさ」や「美しさ」の評定は、調和以外の印象と関連していることも明らかとなった。

1. はじめに

近年の街路景観に対する意識の高まりとともに、街路景観の色彩のコントロールが行われることが多くなった。たとえば、明度・彩度の制限を設ける、基調色を指定する、周辺環境色の調査に基づいてその類似色を用いるなどの手法がとられている。^{注1}

これらのコントロール手法は、カラーコーディネーターや建築家などが、その経験に基づいて編み出したものであるから、ある程度の経験的な裏付けはなされていると言っているだろう。しかし、そのような手法の有効性を実証する理論的な裏付けはあまり見られないようである。

そこで、街路景観色彩の設計指針や規制のバックグラウンドとなる考え方を提出するために、街路景観のカラーシミュレーションを呈示刺激とした評価実験を行い、街路景観の印象評価（特に街路景観の好ましさおよび色彩調和感）と建物壁面色彩との関連を明らかにすることを試みた。

2. 街路景観のカラーシミュレーション実験の背景

2.1 環境色彩の心理的評価に関する研究の難しさ

色彩の心理的な判断に関連する業績の中で、色彩のコントロールに関連する理論を打ち出してきたのは、色彩調和論の分野であろう。この分野では、ムーン・スペンサーやオストワルト、ジャッドらの理論に代表される、様々な色彩調和論が展開されている。しかし、乾¹⁾が指摘するように、これらの色彩調和論が我々の感覚にマッチしないケース、説明が不十分なケースも多く、実際のデザインで使われることは少ないようである。とは言え、それらの理論を越える有力な理論が育ってきていないのも事実である。それは、街路景観を含めた環境色彩に関する研究の難しさに起因するのではないだろうか。その難しさは、主に次の3点にあると考える。

ひとつは、色彩表示の難しさである。色彩が色相・明度・彩度の3属性で表現できるということは旧知の事実であるから、ひとつの色彩を表示することは難しくはない。しかし、実際の空間は多数の色彩で構成されており、彩色面積、視角の中での位置、テクスチャーとしての色のゆらぎといった色彩に関わる様々な変数がある。それゆえ、これらを考慮すると、色彩に関する変数は指数関数的に増大することになる。

これに関しては、色彩の情報を集約的に表現すること自体が研究のテーマとなっており、均衡点^{注2}といっ

た代表変数や、フーリエ変換を用いた表現などが提案されている。²⁾³⁾

2つめは、色彩とそれ以外の情報との関係が明確ではないということである。人間は色彩の情報だけを単独に考慮するのではなく、素材や部位、モノの意味、シチュエーションなどの情報と照らし合わせて処理している可能性がある。^{注3}したがって、色票や色紙などを用いて印象評価実験を行っても、得られた結果が実際の空間に応用できるとは言い切れない。そうであれば、色彩単独で反応を抽出するのではなく、実際の環境の中での色彩の効果を抽出する必要があるのだが、色彩を実際の空間で変更させることの難しさから、そのような研究例は多くはない。

3つめは固定的な見解が存在しないということである。色彩の好みといったものもあり、どういった色彩のパターンを良きものとするかは、専門家の中でも意見の別れるところである。さらに、教育や経験によっても、評価は様々に変化するであろうから、どのような色彩を良いものとするかの判断は難しい。

これについて乾¹⁾は、色彩調和の研究は色彩単独の好みとは違い、ある程度普遍的な真理が存在するとしてこれまでの研究がなされてきていること、その結果は実用に耐え得るものとして育ってきてはいないが、特定のシチュエーションにのみ適用される理論といったものには、ある程度普遍性が認められ得るのではないかということを示唆している。

2.2 建物外壁のカラーシミュレーションの有効性

これまで述べたような環境色彩に関する研究の難しさに対して、建物外壁のカラーシミュレーションの評価実験を行うことが有効であると考え、一連の研究を行ってきた。それは、次のような理由による。

まず、考慮に入れる色彩変数の数の発散を防げることが挙げられる。筆者らは、5つ程度の建物の並びを設定して、建物壁面のカラーシミュレーションを行っているのだが、5つの建物の場合、5×3属性の15変数で表現できる。色彩を変化させる部位を限定することにより、変数の総数を抑えるのだ。この変数の少なさは、評価データの解釈のしやすさにつながる。

2つめに、状況が限定されているため、色彩以外の変数を整理しやすいことが挙げられる。たとえば、ひとつのシーンに限定して印象評価してもらった場合、カラーシミュレーションを行う部位および壁面のテクスチャを変化させなければ、色彩以外の変数を考慮

する必要性は小さいであろう。

3つめに、人々が評定したデータに基づいて解釈していくことにより、客観的に傾向を捉えることができることが挙げられる。著名な色彩調和論の多くは、規範的なものが多く、根拠があいまいであった。これに対し、たとえば評定データの平均値は、全体的な傾向を表すひとつの指針となるであろう。もちろん、評定の分散の大きさなどに応じて、個人差を考慮した解析なども行うことができる。

以上のような理由のほかに、建物の外壁色は街路景観の基調色となるものであり、街路景観評価に大きな影響を及ぼしているであろうことをつけ加えておく。

3. 研究の流れ

表1に主な色彩調和論を示す。本研究では、このうち、ムーン・スペンサーおよびジャッドの色彩調和論が、街路景観の壁面色彩の並びの評価にあてはまるかを検討している(図1)。この2つを選択したのは、これまでの多くの色彩調和論を総括する調和理論であり、他の色彩調和論の論点を包含していると考えられるためである。

以下、ムーン・スペンサーの色彩調和論に焦点を当てた実験1、ジャッドの色彩調和論に焦点を当てた実験2の順に結果を報告する。

なお、実験1と実験2は、異なるカラーシミュレーション手法を用いている。実験1では画像処理機を用いてカラーシミュレーション画像を作成したのに対し、実験2では建物の壁面色彩を変化させられる街路景観模型を作成した。実験1でカラーシミュレーション画像を作成したのは、数多くの評定刺激を作成する必要性があったこと、現実の街路空間の雰囲気を出す必要があったためであり、実験2で街路景観模型を作成したのは、色彩以外の条件を統制するためと、物体色としての配色の効果を厳密にみるためである。

4. 色彩調和感と壁面色彩の関係(実験1)

4.1. 実験の目的

ムーン・スペンサーの色彩調和論では、2色配色の場合、「同等」「類似」「対比」の調和領域と「第1の曖昧」「第2の曖昧」の不調和領域があるとしている。また、多色配色の調和感は、各彩色面の色彩と面積のス

表1 主な色彩調和論の観点

提案者	色彩調和の原則			
	規則性	親しみやすさ	共通性	明白性
ジャッド・乾	規則性	親しみやすさ	共通性	明白性
ムーン・スペンサー	スカラー・モーメントが簡単な整数比			
オストワルト	輪星の調和	親しみやすさ	等白色量系列 等価値色	明白性
シュワ・リール			色相・明度・ 彩度の近似	
納谷				明度差

実験2

実験1

実験1

目的: 「同等」「類似」「対比」の調和が存在するか否か、スカラー・モーメントと調和の関連の確認
 方法: 中央の建物のみ色彩を変化させたカラーシミュレーション画像の評定
 評定尺度: 「色彩調和」
 解析: 色彩調和領域の分布図の作成



実験2

目的: 「規則性」「親しみやすさ」「共通性」「明白性」の調和が存在するか否かの確認
 方法: 5つのオフィスビル壁面をカラーシミュレーションした街路景観模型の評定
 評定尺度: 18形容詞対
 解析: 因子分析

図1 実験の流れ

カラー・モーメントの比と関係があるとしている。^{注4}

そこで実験1の目的を、街路景観において、ムーン・スペンサーの言う調和領域、不調和領域が存在するか、スカラー・モーメントと調和の判断の間に関連が見られるかを、評定データに基づいて明らかにすることとする。ただし、街路景観においては2色配色は特別なケースだと考えられるから、調和領域・不調和領域についても、多色配色の中で検討する。

4.2. 実験概要

実験では、図2に示した街路景観画像をカラーシミュレーションしたものがモニターに呈示され、被験者は、「色彩が調和している - 色彩が調和していない」について、SD法7段階尺度の評定を求められた。被験者は、合計16名〔学生15名/社会人1名、男性8名/女性8名、建築系10名/非建築系6名〕である。

被験者に呈示した画像は、表2に示す周辺建物のパターンNo.1~No.5それぞれについて、中央のビル(図2の線図bの部分)の色彩を270パターンに変化させ

たものである。

中央のビル色彩 270 色は、図 3 に示すように、均等色空間 $L^*u^*v^*$ 表色系において、等間隔に分布している。色彩調和領域・不調和領域を表現するには、隣接する 2 点間の色差がほぼ等しいと考えられる $L^*u^*v^*$ 表色系でまんべんなくデータを採る必要があると考えたためである。ただし、この間隔ですべての色彩の評定を行うには、膨大な時間がかかり、被験者への負担も大きい。今回は、 $L^*=50$ の平面上、および $U^*=V^*$ の平面（図 3 の A-A'）上、 $U^*=-V^*$ の平面（図 3 の B-B'）上の色彩だけを採用した。

5 つの周辺建物パターンを用意したのは、それらの相互比較を行うことにより、壁面輝度比、周辺建物の色彩、原画像の違いが色彩調和感におよぼす影響を考察するためである。

被験者に呈示する街路景観画像は、建物のテクスチャや陰影を残し、かつ $L^*u^*v^*$ 表色系との対応をとって、壁面色彩を変化させる必要がある。そこで、画像処理機を用いたカラーシミュレーション・プログラムを作成した。プログラムの詳細は《補遺》に譲ることにするが、見ていて不自然でないレベルの画像が作成でき、視感による確認では表色系との対応も許容範囲内に収まっていたため、色彩調和感とビル壁面の色彩の関連の傾向を確認できると判断した。



図 2 実験 1 で使用した評定刺激の原画像と色変換領域

表 2 実験 1 の呈示刺激における周辺建物のパターン

景観 No.	景観の種類	周辺建物の色彩分布		壁面輝度比
		建物 a	建物 c・d	
No.1	景観 A	Y/YR系	Y/YR系 (暖色系)	なし
No.2	"	"	" (暖色系)	あり
No.3	"	B/BG系	Y/YR系 (寒+暖色系)	あり
No.4	"	B/BG系	B/BG系 (寒色系)	あり
No.5	景観 B	Y/YR系	Y/YR系 (暖色系)	あり

4.3 . 実験結果と考察

実験で得られた色彩調和の評定平均値をプロットし、評定値の等高線図を作成した。(図 4)

その結果、色彩の調和領域は、 $L^*u^*v^*$ 空間上に、唯一の調和の中心を持った球状をしており、その中心は周辺色彩の均衡点のあたりに存在していた。

つまり、ムーンとスペンサーの理論にある「対比」の調和領域や「第 1 の曖昧」「第 2 の曖昧」の不調和領域は存在せず、周辺建物の色彩に類似しているほど色彩が調和していると感じられるのだと解釈できる。

また、スカラー・モーメントの比と調和感が関連するのであれば、調和領域が断続的に存在することが予想される。特に、周辺色彩が暖色系であっても寒色の領域に、周辺色彩が寒色系の場合にも暖色の領域に調和領域が出現するはずであるが、そのような傾向はデータに表れなかった。

これらのことから、街路景観の色彩調和感においてはムーン・スペンサーの調和理論があてはまらないこと、街路景観の色彩調和は色彩の類似性を基調としている可能性が高いことが明らかとなった。

なお、周辺建物のパターンによる違いは、次のようなところに現れた。ここでは、結果のみを記述する。周辺色彩の影響について

暖色系 (No.2) と寒色系 + 暖色系 (No.3) ではほと

図 3 実験 1 のシミュレーションカラー

んど違いはない。暖色系（No.2）の方が、無彩色近辺の調和領域が明るさ方向に若干広い程度であった。寒色系（No.4）の場合、暖色部分の調和領域が狭くなり、その中心は暖色系（No.2）と寒色系 + 暖色系（No.3）より寒色方向にずれていた。これらは、「同等・類似」の調和のみという原則を支持するものである。

ただし、色彩調和感の絶対値では、周辺色彩により差が見られた。色彩調和領域の中心部分の評定値は、暖色系（No.2） > 寒色系 + 暖色系（No.3） > 寒色系（No.4）となっていた。

壁面輝度比の影響について

色彩を変化させた建物の2つの壁面のうち、一方に日が当たり、他方が影となっている壁面輝度比のある景観と、2つの壁面の明るさが同程度である壁面輝度比のない景観を比較すると、壁面輝度比のない景観（No.1）の方が、壁面輝度比のある景観（No.2）より、明るさ方向に調和領域が狭かった。

建物の形状の影響について

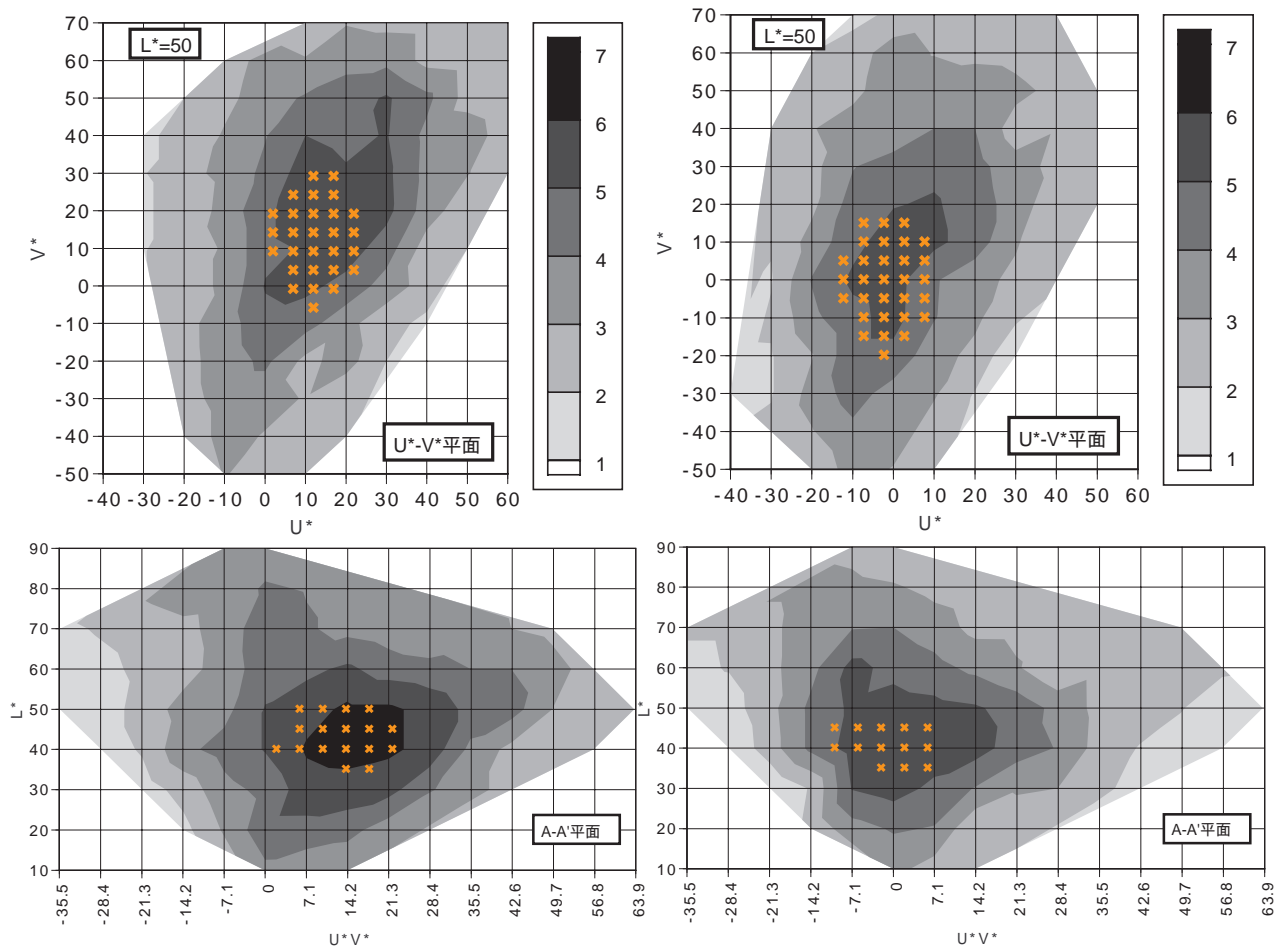
景観A（No.2）と景観B（No.5）を比較した場合、調和領域の中心点や形状は変わらなかった。しかし、景観Bの方が、中心部分での調和の度合いが高かった。

このように色彩調和の評定値は、周辺建物の色彩分布や壁面輝度比、建物の形状などの違いにより、若干の違いが認められた。しかし、唯一の中心点を持つ球状の領域を形成していることは、5つの周辺建物パターンすべてに共通している。したがって、色彩調和の判断はその類似性を基調としてしていると考えられる。

5. 評価尺度の関連と色彩配列（実験2）

5.1. 実験の目的

実験1では、周辺建物と類似したもののほど調和するという結果が得られた。この原理を極限まで押し進めると、色彩を全て統一すればもっとも調和するという結論になる。それは、果たして本当によい景観なのであるか。そう考えると、類似性の原理ですべての色



(1) 景観 No.2 (周辺建物：暖色系)

(2) 景観 No.4 (周辺建物：寒色系)

図4 実験1のビル色彩と色彩調和感(数字は、大きいほど色彩が調和していると感じられたことを表し、4が「どちらでもない」である。図中のxは周辺建物の色彩分布を表している。)

彩調和を説明することに疑問が生ずる。

そこで、主要な色彩調和理論の共通点を定性的にまとめたとされるジャッドの4原理を考えてみることにする。それは、次の4つである。

秩序の原理

「色空間において規則的に選ばれた配色は調和する」

親しみやすさの原理

「日頃見慣れている配色は調和する」

共通性の原理

「色彩に共通性がある配色は調和する」

明白性の原理

「あいまいさがなく、明快な関係にある配色は調和する」

このうち、実験1で抽出されたのは、「共通性の原理」であると言える。これは、4つの原理の中でもっとも基本的なものだとされている。他の3つの原理のうち、「親しみやすさの原理」は、実験1の周辺色彩の違いによる比較において、暖色系の方が若干調和領域が広いことに現れたと解釈することができる。

「規則性の原理」と「明白性の原理」は、実験1の中では現れなかった。しかしこれは、カラーシミュレーションの方法の問題から、目立って規則性のあるものがなかったなど、評価刺激にそれらの原理に対応するものが含まれていなかった可能性もある。

そこで、4つの原理に対応する評価刺激を作成し、共通性以外の原理が色彩調和の判断に影響を及ぼしているかどうかを明らかにするための実験を行うことに

した。

5.2. 実験概要

被験者に呈示する街路景観模型を作成した。これは、縮尺1/100の街路模型とオフィスビル模型で構成されている。(図5)

街路模型は、オフィスビル模型を配置する部分を中央にとり、その側面および背面には無彩色の周辺ビル模型を配している。オフィスビルの手前には、3車線の道路を設け、被験者が道路面の高さから車道を挟んでビル群を眺めているという感じが出るようにしている。

オフィスビル模型は、色票(塗料吹き付け色紙)を表面に貼り付け、様々な色彩のものを用意した。用意したオフィスビル模型の壁面色彩は、British Standardの4つの系列C33(高明度・低彩度)、C36(中明度・低彩度)、C39(低明度・低彩度)、D43(中明度・中彩度)からそれぞれ8種類と、00E(無彩色)の系列から4種類の計36種類である。これらを表3に示すような壁面色彩パターンに沿って5つずつ街路模型の所定の位置



図5 実験2で用いた街路景観模型

表3 実験2でシミュレーションに用いた配色パターン^{注5}

《配色パターン》	配色パターンの特徴	規則性	親しみやすさ	共通性	明白性	パターン数
1. グラデーション	トーンが一定で色相が漸次変化するもの					4
2. リズム	2つの色彩が交互に並ぶもの					3
3. リズム2	色彩の配列が左右対象なもの					4
4. 全て同色	建物全てが同じ色彩のもの				x	4
5. 同トーン	すべての建物の色彩が同じトーンに含まれているもの				x	1
6. 同色相	すべての建物の色彩が同じ色相に含まれているもの				x	2
7. 類似色相	建物の色彩が暖色系または寒色系で統一されているもの				x	4
8. 隣に近い	隣同士の色彩が似通っているもの				x	5
9. 目立ち1	あるトーンに、1つだけ異なるトーンの色を配したもの					5
10. 目立ち2	ある色相に、1つだけ異なる色相の色を配したもの					2
11. 一部無彩色	手前の3つの建物以外が無彩色のもの			x		4
12. 分断1	トーンが左右2つのグループに分かれているもの			x		3
13. 分断2	色相が左右2つのグループに分かれているもの			x		4
14. 同じ色が出てくる1	同じ色彩の建物が1組含まれているもの					9
15. 同じ色が出てくる2	3つの建物の色彩が同一であるもの					2
16. ランダム	規則性のないもの(ランダム変数により色彩を決定)	x		x		20

に配置した。

実験では、オフィスビル模型の色彩パターンが異なる街路景観模型 84 パターンを評定刺激とし、18 対の SD 法 7 段階尺度について評定させた。被験者は 28 名〔学生 26 名/社会人 2 名、男性 20 名/女性 8 名、建築系 22 名/非建築系 6 名〕である。

5.3 . 実験結果と考察

評定させた 18 尺度の評定平均値を因子分析した結果、表 4 のような因子負荷表が得られた。固有値 1.0 までで抽出されたのは、「共通性を感じる」や「秩序のある」に代表される第 1 因子、「陽気な」「明るい感じ」などに代表される第 2 因子、「はっきりした」「強い」に代表される第 3 因子の 3 因子である。

評定尺度の中には、ジャッドの 4 原理に対応する 4 つの尺度 (* 印) が含まれている。『秩序の原理』に対応する「秩序のある」、『親しみやすさの原理』に対応する「親しみやすさ」、『共通性の原理』に対応する「共通性を感じる」、『明白性の原理』に対応する「はっきりした」である。

ジャッドの 4 原理の有効性は、これらの 4 尺度の得点が高いものほど調和していると感じられるか、4 尺度が独立しているか、「調和している」の評定値が 4 つの尺度の評定値で表現できるのかで確認することができる。

「調和している」と関連の深い第 1 因子の因子負荷では、「共通性を感じる」「秩序のある」「規則性のある」などの因子負荷が非常に大きく、「親しみのある」は中程度、「はっきりした」は 0 に近い。つまり、調和感の判断については、『共通性の原理』、『秩序の原理』で代いたい説明でき、『親しみやすさの原理』、『明白性の原理』の必要性はほとんどないということになる。

さらに「共通性を感じる」と「秩序のある」は、非常に似通った因子負荷を示している。そして、両者の相関係数を計算してみると 0.95 という高い値を示した。この結果を見る限り、2 つの原理を区別する必要性は感じられない。

このように、実験 2 においても、街路景観の色彩調和は、共通性の原理に基づいているという、実験 1 と同様の結果が得られた。

さて、今回の因子分析結果を見ると、総合的な評価を表すと考えられる「好ましい」や「美しい」と「調和している」の因子負荷は異なっている。これは、総合的な評価と調和の概念が一致するものではないとい

表 4 実験 2 の因子負荷量
(主成分法、3 因子指定バリマックス回転)

尺度 \ 因子				共通性
* 共通性を感じる	0.97	-0.01	-0.02	0.95
* 秩序のある	0.97	-0.04	0.02	0.94
まとまりのある	0.96	-0.09	0.21	0.96
整然としている	0.95	-0.05	0.17	0.94
規則性のある	0.94	-0.06	0.05	0.88
調和している	0.93	0.15	0.26	0.95
落ち着きのある	0.81	-0.30	0.38	0.89
実際に有りそう	0.68	-0.32	0.46	0.77
美しい	0.64	0.61	0.23	0.83
* 親しみのある	0.52	0.57	0.53	0.87
好ましい	0.49	0.58	0.48	0.81
陽気な	-0.06	0.97	-0.02	0.94
明るい感じ	-0.04	0.96	0.10	0.93
面白みがある	-0.22	0.85	-0.18	0.80
暖かい	-0.03	0.83	0.10	0.70
派手な	-0.25	0.79	-0.52	0.95
* はっきりした	-0.07	0.07	-0.95	0.91
強い	-0.21	-0.08	-0.92	0.90
寄与率(%)	42.40	28.58	17.38	88.36

うことを表している。

これまで、「美は調和であり、調和は秩序であり、それは多様の統一である」ということが言われてきたが、今回の実験結果を見る限り、「美」=「調和」ではない。美しいと感じられるためには、「調和している」に代表される第 1 因子の得点が高いことの他に、「陽気な」「明るい」に代表される第 2 因子の得点が高くないてはならないのである。

このように、調和は「好ましさ」や「美しさ」の 1 要素に過ぎない。好ましい街並み、美しい街並みを造るためには、調和だけでなく、陽気で明るくなるよう心掛ける必要があると言えよう。^{注 6}

本節の最初で、建物すべての色彩が同じ配色パターンは調和するかという話題を取り上げた。実験結果を見ると、第 1 因子の得点は非常に高いが、第 2 因子の得点は高くはない。つまり、調和はしているが、面白みに欠けるから、最も好まれる景観にはならないということがわかる。(図 6)

6 . これまでの色彩調和論と実験結果の関連

今回の 2 つの実験結果においては、共通性・類似性の原理以外の調和の原理は明確ではなかった。それがどうしてなのかを、これまでの色彩調和論の論点を検討することで、探してみたい。

まず、共通性と規則性が類似した評定がなされたのはなぜかを考えてみる。これまでの調和論では、規則性や秩序の調和の例として、「同トーンで色相環上に等間隔で色彩が並ぶ」が挙げられることが多い。今回

表5 同色彩異配列パターンの評定結果比較

配色パターン	左		中央		右	調和
1. 同トーン	7.5R3/6	10PB 3/6	5G 3/4	7.5B 3/4	5Y 3/4	4.1
2. グラデーション	7.5R3/6	5Y 3/4	5G 3/4	7.5B 3/4	10PB 3/6	4.0
3. ランダム	7.5R3/6	5Y 3/4	5G 8/2	7.5B 8/2	10PB 3/6	2.9

[2.グラデーション]と、使用した色彩は同じだが規則性を崩した[1.同トーン]では、調和感の評定はほとんど変化しなかった。これは、色相を2.に揃えることで規則性を保ち、トーンを崩した[3.ランダム]と比較するとごく小さい変化だということがわかる。

の実験結果をもとに解釈すれば、同トーンであることが調和に関連するのであって、等間隔で並ぶことの寄与は小さいと考えられる。表5は、トーンの重要性が確認できる一例である。このように、規則性を表現する際に土台となっているのは共通性であり、それが調和に大きく関与しているのだと解釈される。

次に、親しみやすさの原理について考えてみる。この例として良く挙げられるのは、夕焼けに染まった風景を構成する色である。これは確かに自然に存在し、調和しやすいのであろうが、それは同じ色の成分を多く含んでいるという共通性のためであろう。もうひとつ、暖色の方が寒色より調和しやすいことも例に引かれることがある。こちらの方は、実験1においても確認されたので、原理のひとつと考えて良いだろう。

明白性の原理が見られなかったのは、共通性とは反対の概念であるから当然だろう。ただし、明白性の例として挙げられる色相対比、明度対比、彩度対比においては、対比属性以外の2属性は共通・類似していることが多い。つまり、ここでも共通性の原理が働いていると考えることが可能である。その範囲内では、1属性を変化させることは面白みを増加させることになり、好ましいと感じられるのかも知れない。

このように、これまでの色彩調和論の論点は、色彩の共通性に基盤をおいていると解釈することが可能であるから、今回の実験結果と矛盾しないと考える。

しかし、日本で行われた実証的研究においては、今回の実験結果と異なる結果が報告されている。たとえば、富家ら⁴⁾は、配色の「好き - 嫌い」と「調和 - 不調和」の評定の間に0.962という非常に強い相関が見られたことを報告しているし、納谷ら⁵⁾は、明度差および彩度差がある方が調和する傾向があるという結果

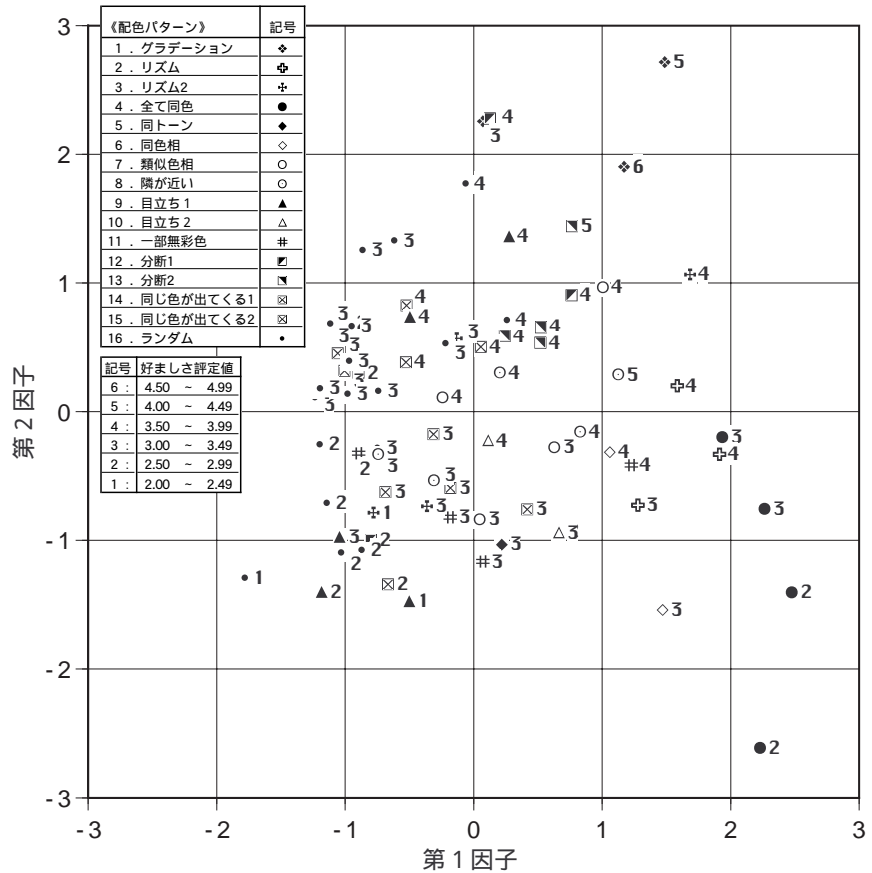


図6 実験2 因子得点布置図(第1因子×第2因子)
数字は、好ましさの段階を表す。は、全て同色の4パターン。

を得ている。

このような違いがなぜ生じるのかについては推測の域を出ないが、これらの研究が2色配色を対象としているので、2色配色とそれ以上の多色配色の違いではないかと考える。ただし、街路景観という具体物の色彩であるためにそれらの違いが生じた可能性もあるので、今後、確認していきたい。

7. 街路色彩のコントロール手法との関連

色彩調和理論が街路景観の色彩調和に関しても有効かどうかを検証した。その結果、街路景観の色彩に類似性もしくは共通性を持たせることが、街路景観の調和感を高めるのに有効であることがわかった。類似性・共通性の調和原理を用いると、本論の最初に取り上げた街路景観色彩の選定手法、明度・彩度の制限を設ける、基調色を指定する、周辺環境色の調査に基づ

いてその類似色を用いるなどの手法の有効性は、次のように説明されることになる。

彩度の制限は、特に高彩度の色彩を除外することが多い。そのことで、彩度の共通性が生まれ、また色相の違いも目立たなくなるであろう。これが共通性を増すことに寄与すると考えられる。明度の制限の意味あっても、その効果は彩度より弱いであろうが、基本的には彩度と同様であると考えられる。基調色の指定は、景観の多くを占める色彩を限定することになるから、これも共通性を増すであろう。周辺環境色に基づいた配色については環境色を調査した結果によるが、それらがある程度の共通性を示せば、有効であろう。

いずれにしても、これらは色彩調和に関するコントロールの意味合いが強い。実験2の第2因子で表されるような色自体の効果についても積極的に考慮することで、より好ましい街路景観の配色がなされることが考えられる。

8. おわりに

今回、街路景観のビル外壁によって構成される色彩配列の評定実験を行い、調和が色彩の共通性・類似性に関連すること、好ましさと調和は異なる概念であることを示した。

今後は、6節で述べた2色配色とそれ以上の多色配

色の評価構造の違い、彩色面積の変化と印象の関連などの課題に取り組んでいきたい。

補遺

実験1で用いたカラーシミュレーション手法

実験1で評定刺激画像の作成に用いた街路景観のカラーシミュレーション・システムの概要について説明する。(図7)

画像を映し出すモニターは14インチであり、縦512×横480画素で構成されている。各画素は、各々64階調に変化させることができるRGB発光体により構成されているので、1画素につき約26万色の表示が可能である。階調数を変化させて街路景観画像をモニターに映し出したところ、16階調では粗さが目立ったが、32以上の階調では自然な感じを受けたので、64階調であれば実用上十分であると判断した。

街路景観を撮影したスライドは、ビデオカメラを通して画像処理機に取り込まれる。この画像はディスクに保存することができ、随時モニター上に表示することができる。

さて、評定実験で呈示するカラーシミュレーション画像を作成するためには、9建物壁面の表示色^{注7}と光源色であるモニターの画像の色の対応をとらなくてはならない。そのために、次のようなステップを経て、色

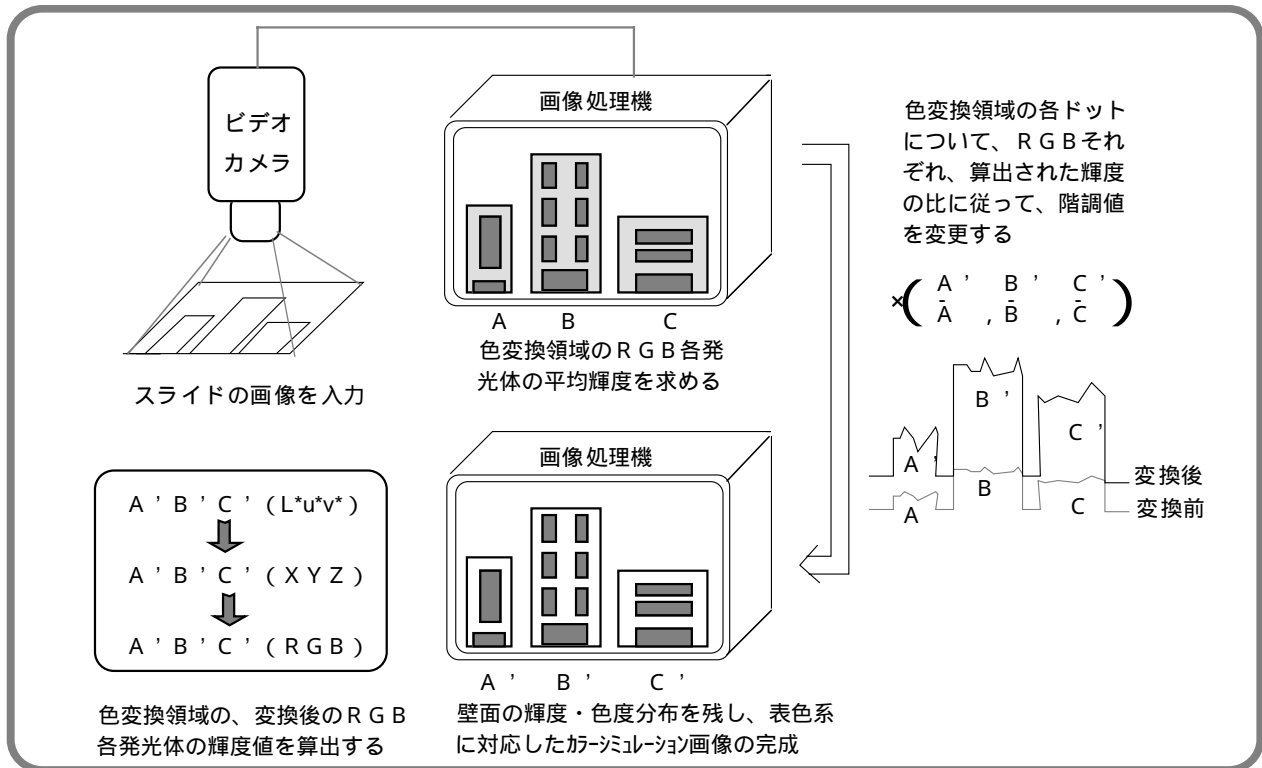


図7 実験1の評定刺激作成に用いたカラーシミュレーション・システムのフロー

変換プログラムを作成した。

まず、モニター上の階調値と輝度・色度との対応関係を求めるために、色彩計(ミノルタCS-100)で各発光体の輝度・色度を各階調値について測定した。計測結果から、各階調値における色度の値が安定していることがわかったため、その平均値をRGB各発光体の色度座標とした。図8に、RGB各発光体のxy色度座標を示す。

表示色のXYZの値とモニターに表示する色の輝度値は、RGB各発光体のXYZ表色系における輝度・色度の計測データから、次のような変換式として表現された。

$$Y_R = 0.7180 * X - 0.2571 * Y - 0.1097 * Z$$

$$Y_G = -0.7222 * X + 1.2700 * Y + 0.0369 * Z$$

$$Y_B = 0.0040 * X - 0.0130 * Y - 0.0728 * Z$$

Y_R, Y_G, Y_B は、それぞれRGB各発光体の輝度値

$$x_R = 0.6197 \quad y_R = 0.3516$$

$$x_G = 0.2482 \quad y_G = 0.6495$$

$$x_B = 0.1428 \quad y_B = 0.0580$$

点線が今回のカラーシミュレーションシステムで再現できる色度の範囲を表す(実線がNTSC方式で再現できる範囲)
図8 RGB発光体のxy色度座標

Y_R, Y_G, Y_B が分かれば、それに対応する階調値の色を表示すればよいから、これで表示色のXYZ値とモニター上の階調値との対応はとれるようになった。

さて、画像処理を行った実験1において、表示色は L^*, u^*, v^* の値として表現されている。色変換プログラムでは、これを入力データとし、下記の変換式により、 X, Y, Z の値に変換している。⁷⁾

$$Y = ((L^* + 16) / 116)^3 * Y_0$$

$$X = (9 * u' * Y) / (4 * v')$$

$$Z = ((15 * u' * Y) - (4 - u') * X) / (-3 * u')$$

$$u' = u^* / (13 * L^*) + u_0, \quad v' = v^* / (13 * L^*) + v_0$$

この式からわかるように、物体色^{注7}を表わす L^*, u^*, v^* の値を、光源色を表わす X, Y, Z の値に変換するには、基準白色面の輝度・色度の値 Y_0, u_0, v_0 を定める必要がある。 Y_0 は、ルミナンス・ファクターの上限を表す値であるが、今回は、実験時の状況、つまり手元の評定用紙に記入できる程度の薄暗い状況で、モニターに無彩色をいくつか提示し、視感により対応を取ることにした。要するに、評定実験を行っているときの明るさに順応している状況で、明度の感覚にマッチするように Y_0 の値を定めたということである。 u_0, v_0 については、原画像の均衡点の値を入力した。この値は、原画像によって変化するものであり、色変換領域の面積の大小などの要因によっては不都合が出てくる可能性のある暫定的な値である。しかし、今回に限っては、実際にカラーシミュレーションを行った結

果、指定した色の値との対応がとられている感じがもてたので、この値を採用した。

これで、入力した物体色^{注7}をモニター上の光源色として表示するプログラムができたことになる。しかし、街路景観を構成するビルの壁面を色変換領域として指定し、上述のプログラムを用いて色変換を行うと、色紙を貼ったような不自然な画像になってしまう。そこで原画像の持つテクスチャや光沢など、物体表面の輝度・色度分布を再現する必要が出てくる。

今回の色変換プログラムでは、次のような方法により、物体表面の輝度・色度分布を残したカラーシミュレーションを行った。

まず、色変換を行う領域の平均階調値を発光体(RGB)ごとに算出し、表現したい色の階調値との比を求める。そして、各画素の階調値を、原画像の輝度値に比の値を掛けた値になるように変換した。つまり、平均階調値が入力した表示色になるように変換したことになる。ただし、色変換領域に日影になっている部分がある周辺建物パターンNo.2~5の場合には、日の当たっている面だけを対象に平均階調値を計算している。^{注8}

この方法で、テクスチャを残したまま、色変換を行うことが可能となった。なお、最高階調値を越える値が算出された部分については、最高階調値として表示せざるを得ない。しかし、その部分の面積が大きく

なると、白く抜けた印象を与えるので、そのような画像は評価刺激から削除した。

謝辞

この論文で引用されている実験は、次の方々と筆者らの共同実験である。記して、謝意を表したい。

実験1：小松 稔明氏(当時、東京工業大学修士課程)

実験2：高田礼子氏、藤本葉子氏(当時、日本女子大学学生)

また、本報で報告した実験は、筆者らが東京工業大学大学院に在籍中に行われたものである。研究を指導していただいた乾正雄現武蔵工業大学教授、中村芳樹現東京工業大学助教授に謝意を表したい。

注釈

注1 たとえば、「藤沢市の都市景観づくり - 藤沢らしい街の色(藤沢市、カラープランニングセンター、1990.3)」では、地域をゾーン分けし、各ゾーンの色彩分布測定によって、推薦する色彩を提示している。「赤穂まちづくり色彩計画(赤穂市、日本カラーテクノロジー研究所、1992.10)」では、特徴的なエリアに分け、性格付けを行い、それに見合った色彩を指定している。また、「大規模建築等ガイドライン(兵庫県都市住宅部都市政策課、1993.10)」では、大規模建築物の色彩調査を実施し、彩度規制を明確に打ち出している。

注2 均衡点とは、各彩色面の面積を重みにとったときの配色の重心の位置のことである。¹⁾ 街路景観のように、彩色面を特定できない場合には、画像の各ドットの色彩の重心になる。

注3 たとえば文献6)においては、様々なテクスチャのカラーシミュレーションを行っている。その結果のなかで、木肌の暖かいテクスチャに青や緑などの冷たい色を組み合わせた場合、ほかのテクスチャと比較して明らかに冷たく判断されるという例が紹介されている。

注4 スカラーモーメントとは、彩色面の面積とN5からの色差の積のことである。ムーン・スペンサーは、各彩色面のスカラーモーメントが等しい、もしくは簡単な整数比になるとき調和するとしている。

注5 親しみやすさの欄が空欄になっている。これは、配列ではなく、様々な色彩を用いることで親しみやすさをばらつかせるという方法をとったためである。「親しみやすさ」の評定結果を見たところ、他

の尺度と同程度の分散が得られていたので、この方法でも親しみやすさは十分変化したと言える。

注6 「美しさ」「好ましさ」は第3因子にも若干の負荷を持っている。しかし、「調和」も第3因子に若干の負荷を持っているので、調和の評定でそれらを吸収できる。それで、第3因子の負荷については触れていない。

注7 ここでいう建物壁面の表示色及び物体色とは、モニターに表示される建物壁面の色のことを指し、実空間の壁面の表面反射率を表したものではない。これは、今回のカラーシミュレーション手法の限界であり、今後改善の余地がある。

注8 壁面輝度比がある、つまり明るい壁面と暗い壁面がある場合、それらの平均値は壁面の色を代表しない。今回のように比例的な色彩変更のやり方では、暗い面はほとんど色彩が変化しないので、明るい壁面の色彩を色変更領域の代表と考えた。

参考文献

- 1) 乾 正雄：建築の色彩設計、鹿島出版会、1978
- 2) 中村芳樹、明石行生、小松稔明、讃井純一郎、乾正雄：都市景観の色彩分布に関する研究(その6) カラーシミュレーターによる色彩の定量化、日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学)、pp.701-702、1984
- 3) 中村芳樹、乾 正雄：外部環境における色の分布の特性、日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学)、pp.637-638、1986
- 4) 富家直：二色配色の評価と単色の評価との関係、色彩研究、21(1, 2)、1974
- 5) 森伸雄・納谷嘉信・辻本明江、池山潤平・難波精一郎：二色調和の調和域について(色調和の研究その5)、電気試験所彙報、第30巻、第11号、1966
- 6) 武藤 浩、榎 究、中村芳樹、乾 正雄：街路景観評価に与えるテクスチャの影響(その1 テクスチャの印象評価)日本建築学会大会学術講演梗概集D、pp.37-38、1989
- 7) 池田光男：色彩光学の基礎、朝倉書店、1980
- 8) 福田邦夫：色彩調和論、色彩科学選書3、朝倉書店、1996
- 9) 千々岩英彰：色彩学、福村出版、1983
- 10) カラープランニングセンター編：環境色彩デザイン - 調査から設計まで、美術出版社、1984
- 11) Judd, D.B. : Color Harmony - An Annotated

Bibliography.NBS.Letter Circular, LC.987.1950.
Abstractor's comment

- 12) Moon,P. & Spencer,D.E. : Geometric Formulation of Classical Color Harmony. & Area in Color Harmony & Aesthetic Measure Appliedto Color Harmony., J.O.S.A.,34 (1) 34 (2) 34 (4) , 1944
- 13) 奥俊信・木多道宏・紙野桂人：都市景観の建物色彩と心理的評価の関係 - コンピュータ画像処理によるシミュレーション景観を対象に - 、日本建築学会大会学術講演梗概集 F、pp.73-74、1990
- 14) 奥俊信：街路景観の色彩構成に関する研究 - 建物壁面の色彩配列と修景要素の効果 - 、日本建築学会大会学術講演梗概集 F、pp.3-4、1992
- 15) 稲垣卓造：景観整備を目的とした都市の色彩評価に関する実験的研究、日本建築学会計画系論文集、No.451、1993.9
- 16) 小松稔明、榎 究、中村芳樹、乾 正雄：街路景観の色彩調和 - 画像処理によるカラーシミュレーション - 、日本建築学会大会学術講演梗概集 D、pp.431-432、1987
- 17) 武藤 浩、榎 究、中村芳樹、乾 正雄：街路景観の色彩調和 その2 - 隣り合う建物の色彩の相互関係 - 、日本建築学会大会学術講演梗概集 D、pp.53-54、1988
- 18) 窪谷直彦、榎 究、中村芳樹、乾 正雄：街路景観評価に与える色彩の影響 その1：街路景観模型による色彩配列効果の把握、日本建築学会大会学術講演梗概集 D、pp.1119-1120、1993
- 19) 榎 究、乾 正雄、中村芳樹：街路景観の評価構造の安定性、日本建築学会計画系論文集、No.458、1994.4

著者紹介

まききわむ

榎 究

1964年3月16日生

1994年 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 博士課程修了、博士(工学)

現在、実践女子大学 生活科学部 専任講師

日本色彩学会、日本建築学会、人間環境学会、日本心理学会各会員
BYB01131@niftyserve.or.jp

やまもとさり

山本早里

1970年10月30日生

1994年 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 修士課程修了

現在、東京工業大学大学院 総合理工学研究科 博士課程在籍

日本色彩学会、日本建築学会各会員

sari@human.enveng.titech.ac.jp

いいじましようじ

飯島祥二

1956年7月9日生

1993年 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 修士課程修了、博士(工学)

現在、岡山商科大学 専任講師

日本色彩学会、日本建築学会、人間環境学会各会員

むとうひろし

武藤浩

1964年7月14日生

1990年 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 修士課程修了

現在、(株)竹中工務店 技術研究所勤務

日本色彩学会、日本建築学会各会員

mutoh@taklab.rdi.takenaka.co.jp