

形と色と力学的な観点に基づく 地下空間イメージの考察

今泉 暁音^{1*}・向井かおり²・増田 美佳³・清水 則一⁴

¹正会員 山口大学大学院理工学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

*E-mail:xxwbh710@ybb.ne.jp

²学生会員 山口大学大学院理工学研究科博士前期課程

³非会員 兵庫県

⁴正会員 山口大学大学院理工学研究科

地下空間は、都市再生や低酸素社会の実現等の今日的な課題解決の枠組みの中で有効活用が考えられている。魅力ある地下空間の創造のためには、力学的安定性や施工等の従来の土木工学的な観点はもちろん、人々が地下に対して抱く心理的、感性的な側面を考慮する必要があると考えられる。そこで、筆者らは、力学的な観点と感性的な観点を総合した地下空間デザイン手法について研究を進めている。

本報告では、まず、形状に注目し、力学的、感性的に有利となる地下空間形状の「高さ幅比H/W」と「傾き」を導き、空間のD/Hや傾きの値による空間の感じ方に対する既往の成果との比較・考察を行う。また、色彩が空間の印象に及ぼす影響に対して検討を行い、イメージと“形と色”の関係を二次元平面（因子得点分布）上に示し、その関係を考察する。

Key Words : *underground space, human sensibility, mechanical sensibility, color*

1. はじめに

地下空間は、トンネル、発電所、貯蔵、採鉱などの社会基盤施設や産業用途目的だけではなく、ショッピング・モール、コンサートホール、屋内プールといった公共空間としても利用されている^{1,2)}。このような地下空間の多様な利用は海外に特によく見られるが、日本においても法的整備が行われ、多様な利用が展開されてきている。さらに、都市再生や低酸素社会の実現などの今日的な課題解決の枠組みの中で新たな活用が考えられ、今後の多角的利用に関する検討が進められている^{3,4)}。

一般に人々は地下に対して、狭い、暗い、怖いなど、ネガティブなイメージを抱いている。その一方で、静寂さ、崇高さ、幻想性、神秘性などのポジティブなイメージもまた抱いているようである。このようなネガティブなイメージを克服し、ポジティブなイメージを生かすことが多様な地下空間の利用に不可欠である。

これまで、土木技術者は地下空間を、主に力学的安定性、施工性、経済性などの観点から設計してきた。しかし、人々がより快適で魅力的と感じる空間として地下を利用しようとする場合、従来の土木工学的観点からだけでなく、心理的、あるいは、感性的な観点を取り入れ

る必要があると考えられる。

そこで、筆者らは、従来の土木工学的な観点の中から特に安全評価の基本となる力学的な立場を取上げ、力学的観点と快適性や魅力などの感性的な観点を総合した地下空間デザイン手法について研究を進めている。

本報告では、まず、形状に注目し、種々の地下空間形状に対して、解析による力学的評価と、アンケートによる感性的評価を行い、それらを総合し、力学的、感性的に有利となる空間形状の「高さ幅比H/W」と「傾き」を導く。その結果と、空間のD/Hや傾きの値による空間の感じ方について、定性的な考察が多くなされていることから、それらの既往の成果との比較・考察を行う。

また、色彩が空間の印象に及ぼす影響に対しても検討を行う。「色」は地下空間のイメージを考える際に無視できないものであり、「色」が与える影響を分析し、地下空間デザインにどのように取り入れるかという観点は重要であると考えられる。地下空間デザインの際に参考となることを目指し、色・形の変化による空間のイメージの違いや特徴を“形と色”の関係を二次元平面（因子得点分布）上で示し、その関係を考察する。

2. 力学的感度と感性アンケートによる地下空間形状の評価^{9,10)}

力学と感性の立場から地下空間形状を評価するための指標を定義する。それらの指標を用いて、力学的、感性的に有利となる空間形状の「高さ幅比H/W」及び「傾き」を導く。

(1) 評価指標の定義

a) 力学的指標 ～力学的感度～

筆者らは、地下空間形状の変形の“しやすさ”（あるいは、“しにくさ”）を表すために空間形状の体積ひずみ、および、せん断ひずみに関する力学的感度を定義した。すなわち、岩盤を等方等質の弾性体を仮定して、地下空間を掘削した際の空間内空の平均的な体積ひずみ、および、せん断ひずみの大きさを表す力学的感度を導き（それぞれ、体積ひずみ感度“ e ”，および、せん断ひずみ感度“ γ ”とする），それらを力学的指標として与えた¹⁰⁾。

この指標は、岩盤の初期応力や弾性係数に依存せず、ポアソン比を一定とした場合、空間形状にのみ関係する特徴があり、値が大きいほど空間形状が変形しやすいことを表す。

b) 感性的指標

感性的な評価のために、SD法（Semantic Differential method）^{11,12)}に基づき、アンケート調査を行う。

図-2はアンケート用紙であり、「使いやすい-使いにくい」、「バランスの良い-バランスの悪い」などの地下空間形状を評価するための8種類の形容詞対による尺度と、総合的な評価を行うための形容詞尺度「快適な-不快な」に対して、「非常に」「かなり」「少し」「どちらでもない」で表現される7段階のスケールを与えている。これらの尺度は、Kasnerの環境評価尺度と呼ばれる形容詞対の中から地下空間形状を評価するために予備調査を行い、筆者らによって選定されたものである¹³⁾。地下空間の画像は液晶プロジェクターによってスクリーン上に、一枚ずつ約1分間提示し、その間にアンケート用紙（図-2）に回答してもらう。被験者には、画像を見て心に感じたまま、各形容詞対のスケールに印を入れ、前後の回答に矛盾を感じたとしても、気に留めず回答するようにあらかじめ注意を与える。

感性的指標には、アンケートの形容詞尺度を用い、アンケート結果（「非常に」「かなり」「少し」「どちらでもない」など）に対する7段階のスケールに整数値12…7を対応させて全回答の平均値を求め、その値を「感性的評価値」として用いることとする。

c) 総合評価指標

力学的評価と感性的評価を総合するために、力学的感

度とアンケート結果を用いた総合評価指標を定義する。

まず、値が大きいほど力学的に評価の高い形状となるような指標を考える。a)において定義した力学的感度は変形のしやすさを表すために、この値が大きいと力学的には不利となる。そこで、力学的感度 e , γ の逆数 $1/e$, $1/\gamma$ を取り、それらを形状の良好さを力学的に評価する指標とする。また、評価の対象とする地下空間形状に対して、最も値の大きい $(1/e)_{\max}$, $(1/\gamma)_{\max}$ で、それぞれの値を除し基準化し、力学的良好度 $(1/e)/(1/e)_{\max}$, $(1/\gamma)/(1/\gamma)_{\max}$ とする。

次に、感性的評価として、b)で定義した感性的評価値（ Q_i とする）を、アンケートにおける評価値の中で最も大きい値（ $(Q_i)_{\max}$ とする）で除し基準化した値 $Q_i/(Q_i)_{\max}$ を感性的良好度とする。

最後に、式(1)，および、式(2)のように、力学的良好度と感性的良好度の算術平均を総合評価指標とする。

$$I_e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{Q_i}{(Q_i)_{\max}} + \frac{1/e}{(1/e)_{\max}} \right\} \quad (1)$$

$$I_\gamma = \frac{1}{2} \left\{ \frac{Q_i}{(Q_i)_{\max}} + \frac{1/\gamma}{(1/\gamma)_{\max}} \right\} \quad (2)$$

(2) 評価の実施

図-4の図中記号凡例(i)～(v)に、評価に用いる画像を示す。これらは、実際の地下空間の写真を画像処理して34種類作成した。形状の変化に対する人々の感じ方の違いを調査するために、高さや幅、傾きを系統立てて変化させた。なお、各空間の大きさが直感的に理解できるように、人物（身長175cm）の写真をはめ込んでいる。(1)b)で定義した「感性的指標（感性的評価値）」を求めるために、アンケートを図-4の(i)～(v)の形状について、それぞれ実施した。なお、被験者は各ケースについて、スクリーン（70インチ）から約2～4m離れて座って画像を見ることとした。被験者は、いずれのケースも筆者らの研究室の学生約10名で、全員一緒にアンケートを実施した。

次に、各形状に対し、(1)a)で定義した「力学的指標（力学的感度）」を数値計算によって求める。

最後に、式(1)，および、式(2)を用いて、総合評価指標を求める。

(3) 総合評価結果

感性的評価については、「不快な-快適な」という形容詞尺度に対する評価値を「快適性」，「動的な-静的な」という形容詞尺度に対する評価値を「動活性」として取り上げる。

a) 力学と「快適性」の関係

図-3(a)は、「快適性」を感性的良好度とした場合に

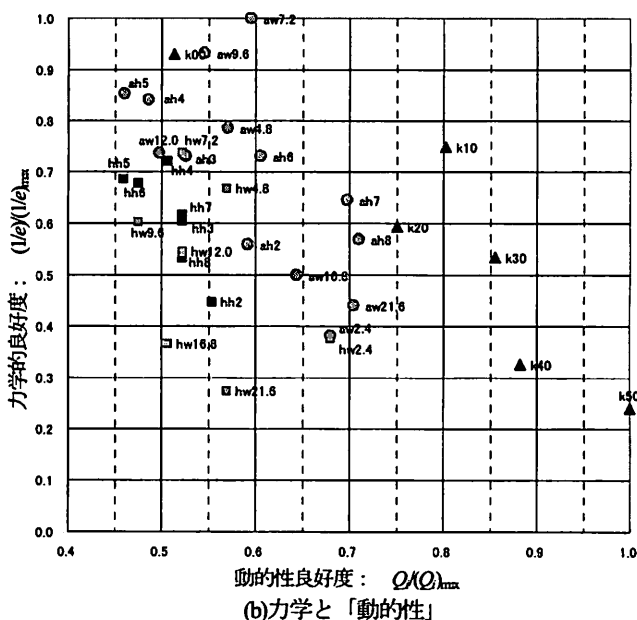
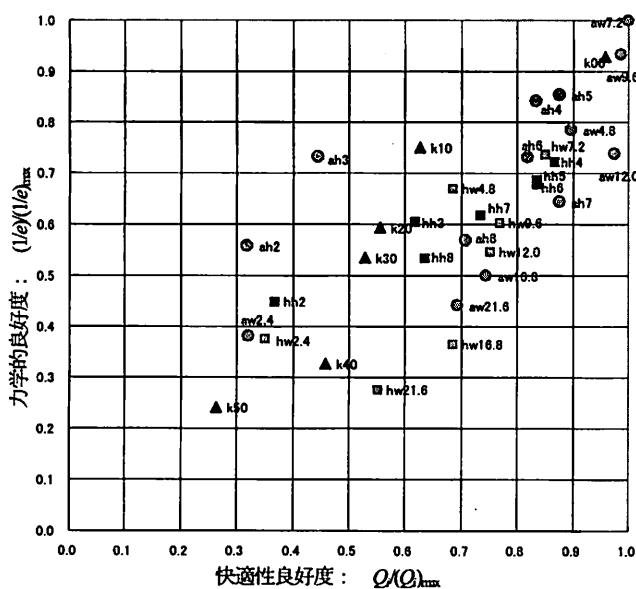
ついて、体積ひずみ感に基づく力学的良好度との関係を示したものである。力学的良好度が大きい形状ほど「快適性」が高くなる、すなわち、変形しにくい形状ほど「快適性」が高くなるという傾向が、全体的な特徴としてはもちろん、系統別の形状群でも現れていることが分かる。また、天端がアーチ形状の(ii)(iii)の形状が「快適性」、力学的良好度ともに評価が高い結果となっている。

b) 力学と「動的性」の関係

図-3(b)は、「動的性」を感性的良好度とした場合について、体積ひずみ感に基づく力学的良好度との関係を示したものである。力学的良好度が小さい形状ほど「動的性」が高くなる、すなわち、変形しやすい形状ほど「動的性」が高くなるという傾向が、特に系統別の形状群で表れていることが分かる。また、斜めに傾いた形状(i)の「動的性」が特に高い。

非常に 使いやすい	1	2	3	4	5	6	7	非常に 使いにくい
不恰好な	1	2	3	4	5	6	7	様になっている
動的な	1	2	3	4	5	6	7	静的な
バランスのよい	1	2	3	4	5	6	7	バランスの悪い
落ちついた	1	2	3	4	5	6	7	にぎやかな
不調和な	1	2	3	4	5	6	7	調和した
地味な	1	2	3	4	5	6	7	大袈裟な
広がりのない	1	2	3	4	5	6	7	広がりのある
総合的に								
快適な	1	2	3	4	5	6	7	不快な

図-2 アンケート用紙



— 図中記号凡例 —

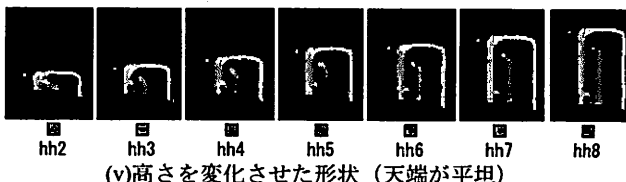
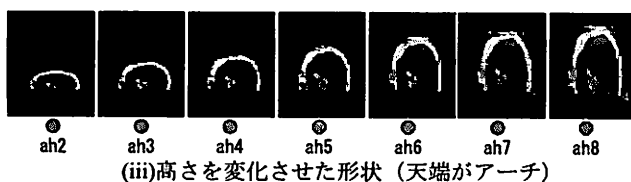
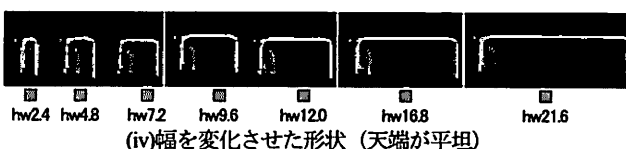
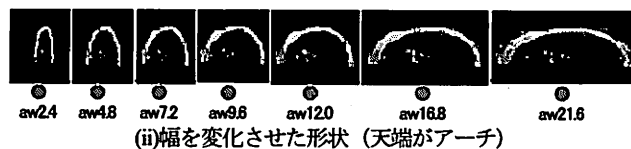


図-3 感性的良好度: $Q/Q_{\max}$ と力学的良好度: $(1/e)/(1/e)_{\max}$

(4) 力学と感性を総合した地下空間形状

a) 力学と「快適性」による最適形状

天端がアーチ形状で左右対称の形状において、「快適」かつ「力学的に有利」となる形状のH/Wの値を導く。設定条件を表-1に示す。

図-4に、力学的良好度、および、「快適性」に対する感性的良好度とH/Wの関係を示す。力学的良好度、および、感性的良好度の和である総合評価値は、H/W=1.0のとき最大となり、H/W=1.0が快適でかつ力学的に有利な空間のH/Wとなる。

また、図-3(ii)の高さを一定とし幅を変化させた形状に対しても、本例と同様、総合評価値はH/Wが1.0付近で最大となるという結果を得ている。

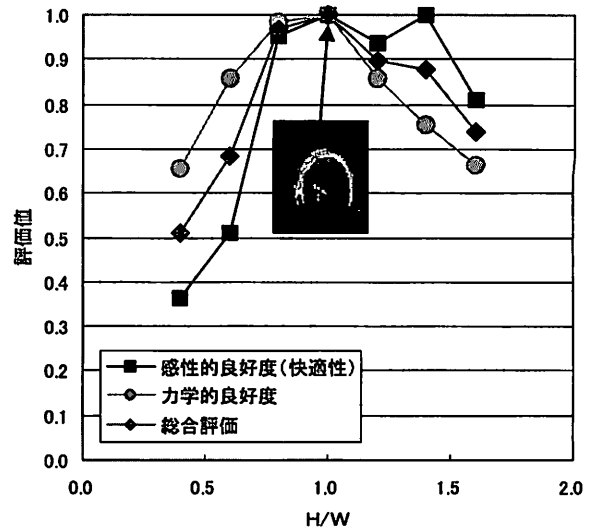
以上の結果から、長時間過ごし居住性を要求される空間や不特定多数の人々が利用する空間など、快適性を重視する空間においてはH/W=1.0のアーチ形状が推奨される。たとえば、地下通路のような空間では、一般に内空高さを建築限界の最低基準(2.5m)¹⁴⁾とすることが多く、歩行量等を考慮し幅員を大きく取るとH/W=1.0よりも小さくなるが、快適性と力学的良好度を総合して評価する観点からは、歩行量に対応して幅員を増すと共に高さも大きくとりH/W=1.0に近づける案が提案できる。

また、空間のD/H(D:街路や川の幅、H:建物や並木の高さ)の値によって、空間の感じ方の定性的な考察が数多くなされている。たとえば、街路空間において、芦原はD/H=1のとき、高さとの間に均整があり、D/Hが1より小さくなると近接し狭苦しい感じ、D/Hが2より大きくなると広々とした感じとなるとしている¹⁵⁾。また、レオナルド・ダ・ヴィンチはD/H=1.0であることが理想であると考えていたと紹介している¹⁶⁾。河川空間においては、D/Hが1~2程度であると、河川空間がまとまった印象となり、3を超えると、茫洋とした感じになりやすいとされている¹⁶⁾。他にも、カミロ・ジッテは良い広場のD/Hを1~2としている等の多数の考察がある¹⁷⁾。本研究においても、高さと幅の比がほぼ等しい、H/W=1.0近傍の形状が快適性と力学を総合した評価が高い形状として導き出されたことは興味深い。従来の街路空間や河川空間は開放されているが、地下空間では四方が閉じられているので、閉空間のD/Hの議論は新たな視点と考えられる。

次に、天端がアーチである形状の快適性に対する感性的良好度とH/Wの関係を図-5に示す。H/W<1.0の横長形状に注目すると、同じ幅でH/W=1から高さを小さくしたときの快適性の低下の程度は、同じ高さでH/W=1から幅を大きくした時の快適性の低下の程度より大きくなっている。つまり、H/W<1.0の横長形状の場合、高さの変化は幅の変化より快適性に対する影響は大きい。逆に、H/W>1.0の空間を縦長な形状に注目すると、同じ幅で

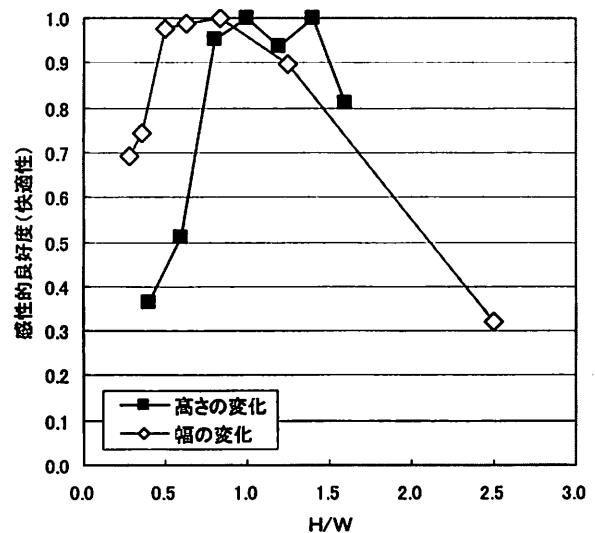
表-1 「快適性」と力学を総合した空間の誘導条件

項目	条件
(1)形状	天端がアーチ形状で高さを変化させた形状(図-3(iii))
(2)感性的指標	快適性に対する感性的良好度: $Q_i/(Q_i)_{\max}$
(3)力学的指標	体積ひずみ感度に対する力学的良好度: $(1/\phi)/(1/\phi)_{\max}$



	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
H(m)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
W(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
H/W	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60

図-4 「快適性」と力学を総合した空間の総合評価結果



	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
H(m)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
W(m)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
H/W	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60

	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
H(m)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
W(m)	21.6	16.8	12.0	9.6	7.2	4.8	2.4
H/W	0.28	0.36	0.50	0.63	0.83	1.25	2.50

図-5 「快適性」と力学を総合した空間の総合評価結果

H/W=1から高さを大きくしたときの快適性の低下の程度は、同じ高さでH/W=1から幅を小さくした時の快適性の低下の程度よりやや小さくなっている。つまり、H/Wの縦長形状の場合、高さの変化は幅の変化より快適性に対する影響は小さい。すなわち、条件によって快適性に対する高さと幅の変化の影響は異なるといえそうである。

なお、高さの変化は、横の長さの変化よりも大きく感じられる傾向があるという研究結果がいくつかある²⁾。一方、床面積が小さい空間（具体的には3000mm×3000mm）の天井を高くしても空間の断面形状は細長くなりすぎるため「ゆったりしている」とは感じられないという研究結果¹⁸⁾もあり、検討の規模を考慮して解釈する必要があると考える。

b) 力学と「動的性」による最適形状

次に、「動的性」に特徴のある斜めに傾く空間に対して、「動的」かつ「力学的に有利」となる形状の傾き（角度の値）を導く。

設定条件を表-2に示す。

図-6は、力学的良好度、および、「動的性」に対する感性的良好度と空間の傾きとの関係を示す。力学的良好度、および、感性的良好度の和である総合評価値は、傾き10°で最大となり、この傾きを持つ空間が、動的性と力学的な良好さのバランスが取れた空間形状であることが導かれる。

「動的性」は、わくわくするような躍動感を与える効果、あるいは、気持ちを高揚させる効果があると考え、アミューズメントパークなどの遊びを楽しむ空間、また、多くの人々が活発に行き交う空港や駅などの空間の断面を斜めに傾けるのも一つの利用法と考えられる。

図-7はガウディの設計したグエル公園（スペイン、バルセロナ）の「洗濯女の回廊」と呼ばれている回廊であり、断面は斜めに傾斜している。実際のところ、ガウディは波の形状を模してデザインしたといわれているが、上記のように感性と力学を総合して得られた形状とよく似ていることは興味深い。このほかにも、地下通路へのエントランス（図-8）、空港のロビー、FLライト設計のタリアセン・ウェストをはじめ斜めに傾いた断面の空間例は数多く挙げられる。これらは地下空間ではなく、地上の光あふれる空間であり、地下における具体的な利用についてはさらに別の視点が必要と思われるが、地下においても、「動的性」、すなわち、動きを生かした空間づくりの可能性が期待できる。

また、傾きに関する考察は先に述べた D/H ほど多くはないが、浮世絵の風景画においては、長方形画面の横線に対する河川の傾きが10°付近のものが多く、空間をやや斜めに構えて見る（描く）ということが美しいものとして捉えられているとの指摘がある¹⁹⁾。また、古くからの日本の庭園や建物においては、やや斜めに重心を

表-2 「動的性」と力学を総合した空間の誘導条件

項目	条件
(1)形状	斜めに傾いた形状（図-3(i)）
(2)感性的指標	動的性に対する感性的良好度： $Q_i/(Q_i)_{max}$
(3)力学的指標	体積ひずみ感度に対する力学的良好度： $(l/e)/(l/e)_{max}$

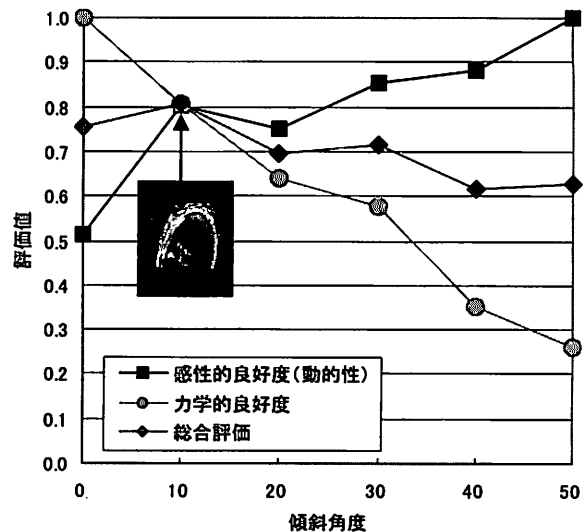


図-6 「動的性」と力学を総合した空間の総合評価結果



図-7 ガウディのグエル公園の回廊
(バルセロナ, スペイン. 撮影: 清水)

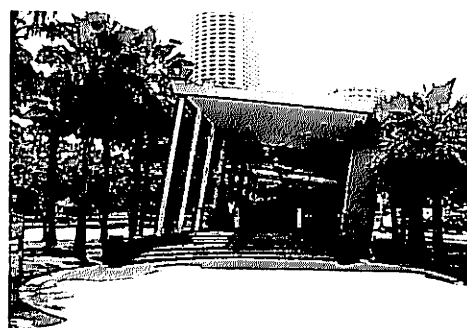


図-8 地下通路のエントランス
(シンガポール. 撮影: 清水)

置くことにより、何ともいえない優美さをかもし出していたりする。このようなことと本研究の結果を合わせて考えると、やや斜めに傾く空間は、空間構成において魅力ある特徴を引き出すのではないかと考えられる。

3. 色と形（高さ幅比）を変化させた地下空間イメージの検討

2. では、地下空間の「形状」に対するイメージに絞って検討を行ったが、デザインにおいて「色」が与える影響は極めて大きい。人は外からの刺激に対して情報の85%以上を視覚を通して得ているといわれ、対象の認識は、色→形→テクスチャーの順に行われていることが明らかになっている²⁰⁾。したがって、「色」は地下空間のイメージを考える際に無視できないものであり、「色」が与える影響を分析し、地下空間デザインにどのように取り入れるかに関する研究を進めるべき一つの方向と考えられる。実際、同じ形状であっても色が異なると快適性や動性的性のイメージが変化することを明らかにしつつある²¹⁾。この様な成果に基づき、たとえば、施工性や力学的な観点から断面形状の設計が制約を受ける場合でも、「色」の持つ効果により地下空間のイメージを意図に合わせてデザインできる可能性を期待することができよう。そのような観点から、地下空間デザインの際の参考となることを目指し、色・形の変化による空間のイメージ違いや特徴を2次元平面図上で表現することを検討している²²⁾、²³⁾。本章では、色と形（高さ幅比）を変化させ、動画で表現した地下空間を評価対象とし、調査・考察を行う。

(1) 評価対象の設定

色、形状の変化に対するイメージの変化を調査したいことから、他の要素による影響をできるだけ受けないように、できるだけシンプルな評価対象を考える。

a) 利用用途

地下鉄駅などから他施設へ連絡する地下通路とし、サイドに店舗がない場合を考える。

b) 色

配色を考えるのに適しているPCCS（日本色研配色体系）²⁴⁾のシステムを用い、トーンと色相により設定する。

床・壁・天井に囲まれたインテリア空間では、天井・壁は高明度・低彩度、床は低明度・低彩度、または、中明度・低彩度の色彩を用いることが一般的である²⁵⁾。地下空間も周囲を囲まれた内包空間であることから、これに準じてトーンを設定する。公共空間であることからまとまったイメージとすることを考え、今回の調査においてはトーン配色（同一色相）とする。よって、天井・壁を高明度・低彩度であるpトーン、床をgトーンとした。

また、色相はPCCSの24色相から等間隔に6色相を選んだ。さらに、無彩色の組合せとして天井・床をpトーンと同等明度のWhite、床をgトーンと同等明度のGy-4.5としたものを加え、計7種類とする。

c) 形状

基本形状を高さ2.5m（建築限界）¹⁴⁾、幅員4.0m（車椅子同士のすれ違い+人のすれ違い+側方余裕 から想定）²⁶⁾とし、高さと幅を変化させた計5種類とする。

以上の色7種類と形5種類の組合せより全35種類を評価対象とし、図-9に示す。なお、形状は上から順に形状A,B,C,D,Eとする。

(2) 動画の作成

アンケート調査では、(1)で設定した色・形を変化させた地下通路を動画で表現し提示する。地下通路内を徒歩で直線通行していることを表現した15秒間の動画である。被験者に“地下通路内を歩行している”という感覚をなるべく感じてもらうために視野角度・速度を考慮し、また、空間のスケールが把握できるように人の外形を線で表した通行人をランダムに配置した（図-10）。

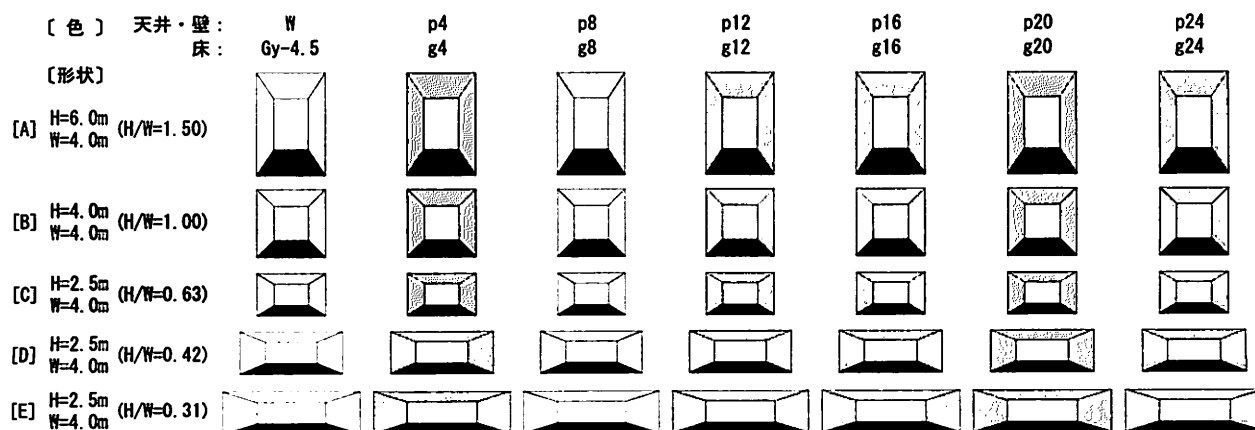


図-9 評価対象35種類

(3) アンケート調査の実施

SD法^{10,11)}に基づきアンケート調査を行う。(2)で作成した動画を評価対象としてスクリーンに映し、表-3に示す計28の形容詞対の評価尺度に対し、「非常に(評価値:1,7)」「かなり(評価値:2,6)」「少し(評価値:3,5)」「どちらでもない(評価値:4)」で表現される1~7段階のスケールを与えて回答を求めた(被験者29名)。

(4) 考察

アンケートの評価に対し因子分析を行った結果を表-3に示す。因子1~因子5の5因子が見出された。因子1は色の暖寒(y)や高揚性(p), 動活性(l)などで構成されることから「活動性」、因子2は安定性(h)や快適性(i)などから「安定・評価性」、因子3は新しさ(x)や清潔感(r)などから「時代性」、因子4は高低(j)と広さ(v)で構成されることから「空間性」、因子5は「洗練性」を表すものと解釈する。

因子1と因子2に対する因子得点分布を図-11に示す。

まず、色に注目してみると、因子1の+側に暖色、-側に寒色が分布する傾向が見られ、因子1は色の暖寒に関する因子と分かる。また、“色20(青紫)”は、どの形状であっても、因子2の-側に分布しており、不安定さや不快感があるようである。高さ幅比・色相と「快適性(快適な-不快な)」の関係を示した図-12(a)においても、快適性評価値は3~4であり、どの形状においても不快感が感じられている。一方、“色相12(緑)”や“色相16(緑みの青)”は、“色相20(青紫)”と因子1に対する因子得点はほぼ同等であるが、因子2に対する因子得点が大きく、安定感や快適性が大きくなる。

次に形状に注目してみる。例えば、“形状C”において、“色相20(青紫)”では「すずしい、冷静な、静的な」×「不安定な、快適な、不快な」というイメージが、“色相8(黄)”では「暖かい、興奮した、動活性な」×「安定した、安全な、快適な」というイメージとなる。

また、図-12(b)に、高さ幅比H/W・各色相と「高さ(高い-低い)」の関係を示す。高さ幅比H/Wが1.0である形状Bでは、色による違いは小さく評価値約5で「少し高い」と感じられている。他の形状では色により違いが見られ、形状Aでは“色相16(緑みの青)”がより高さを、形状Eでは“色相20(青紫)”がより低さを感じているようである。さらに、形状C, D, Eは、いずれも高さH=2.5mであるにも関わらず、幅員が大きいほどより低いと評価されていることは興味深い。

以上のように、同じ形状であっても、色が異なるとイメージが異なることが示された。内空高さがなど、形状が何らかの制約を受ける場合でも、色でイメージをコントロールできるかもしれないということが示唆される。



図-10 評価動画の一場面(形状:B, 色相:8)

表-3 因子分析結果

	形容詞	因子負荷					共通性
		因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	
因子1 活動性	y すずしい - あたたかい	0.98	0.11	-0.11	0.04	0.09	0.98
	p 冷静な - 興奮した	0.95	0.18	0.12	-0.03	0.08	0.96
	e 静的な - 動的な	0.92	0.08	0.12	-0.20	0.14	0.93
	t ぬれた - かわいた	0.81	0.33	0.31	0.10	-0.29	0.85
	c 静寂な - 騒々しい	0.78	0.47	0.28	0.07	0.20	0.84
	d さびしい - たのしい	0.77	0.50	0.26	0.06	0.20	0.84
	q 質素な - 洗練した	0.76	0.15	-0.16	0.32	0.14	0.74
	s 神秘的な - 神秘的でない	0.76	0.05	-0.28	0.31	0.00	0.74
	n しぶい - はなやかな	0.73	0.41	0.36	-0.08	0.21	0.82
	f 地味な - 派手な	0.69	0.38	0.43	-0.05	0.31	0.80
因子2 安定・評価性	b 落ちついた - あわただしい	0.68	-0.10	0.54	-0.20	0.12	0.79
	g くらい - あかるい	0.63	0.53	0.55	0.01	0.08	0.87
	aa 煩悩な - 煩悩でない	0.61	-0.20	-0.30	0.15	0.02	0.82
	h 不安定な - 安定した	0.28	0.90	0.10	0.08	-0.04	0.83
	x 危険な - 安全な	0.29	0.87	0.16	0.17	-0.01	0.80
	i 不快な - 快適な	0.27	0.83	0.33	-0.14	0.11	0.81
	l みにくい - 美しい	0.01	0.78	0.31	-0.26	0.29	0.88
	r 古い - 安心な	0.50	0.76	0.28	0.07	-0.05	0.81
	o 親しみにくい - 親しみやすい	0.54	0.75	0.19	-0.20	0.11	0.83
	ab インフォーマルな - フォーマルな	-0.25	0.71	-0.07	-0.42	-0.29	0.83
因子3 時代性	k 下品な - 気品のある	-0.17	0.61	0.47	-0.22	-0.03	0.87
	r 古い - あたらしい	-0.10	0.28	0.83	-0.15	0.13	0.81
	r 不潔な - 清潔な	-0.25	0.53	0.78	0.03	-0.16	0.95
	w おだやか - あざやか	0.35	0.45	0.55	-0.07	0.15	0.68
因子4 空間性	z おぼろげに - おぼろげに	0.34	0.18	0.48	0.12	0.13	0.41
	j 高い - 低い	-0.09	-0.35	-0.18	0.73	-0.23	0.75
因子5 洗練性	v せまい - ひろい	0.14	0.02	0.02	0.71	-0.07	0.52
	n 平凡な - イキな	0.28	0.00	0.14	-0.24	0.72	0.68
算出率(%)		32.85	24.58	13.68	6.60	4.44	---
累積算出率(%)		32.85	57.44	71.12	77.72	82.16	---

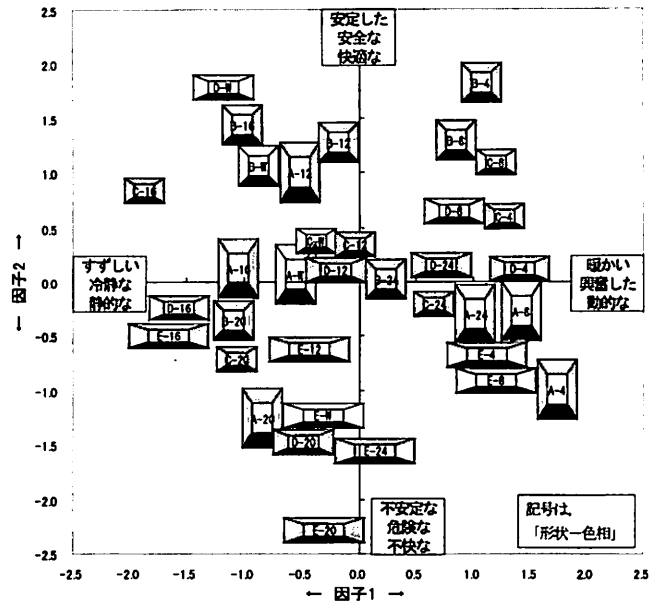


図-11 因子得点分布(因子1×因子2)

4. むすび

本報告では、力学的、感性的に有利となる空間形状の「高さ幅比H/W」と「傾き」を導いた。その結果と、空間のD/Hや傾きの値による空間の感じ方についての既往の成果との比較・考察を行った。さらに、色彩が空間の印象に及ぼす影響に対して検討を行い、イメージと“形と色”の関係を二次元平面上でその関係を考察した。

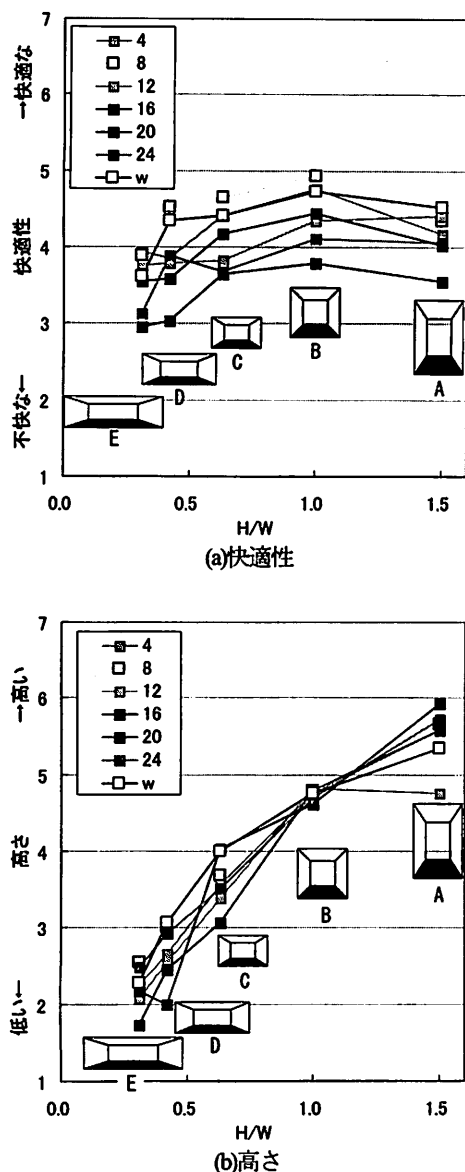


図-12 高さ幅比・色相と感性評価の関係

謝辞：アンケートに協力して頂いた多くの方々に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 三井康司, 藤川富夫, 亀井紀幸 (共著), 川本眺万 (監修): ロックエンジニアリングと地下空間, 鹿島出版, 1990.
- 2) Camondy, J. and Sterling, R.: *Underground Space Design*, Van Nostrand Reinhold, 1993.
- 3) (財) エンジニアリング振興協会: 地下開発利用研究センター, <http://www.enaa.or.jp/GEC/index.html> (2010/9/23 参照)
- 4) 中田金太, 近久博志, 岩元 洋, 小林 薫: 国内初岩盤地下美術館, トンネルと地下, 第2巻, pp219-225, 1996.
- 5) 東京都地下鉄建設株式会社 (編, 発行): 大江戸線 26 駅写真集, 駅舎デザインとパブリックアートー21 世紀の地下鉄駅を目指してー, 2000.
- 6) 東京大学宇宙線研究所: スーパーカミオカンデ, <http://www->

skicrru.tokyo.ac.jp/doc/sk/index.html (2010/9/23 参照)

- 7) (財) エンジニアリング振興協会: Engineering, 地下開発利用センター 設立 20 周年記念号, No.121, pp.19-22, 2009.
- 8) 先端加速器科学技術推進協議会: ILC リニアコライダー計画, <http://aaa-sentan.org/ILC/index.html> (2010/9/23 参照)
- 9) 今泉暁音: 感性と力学を融合した地下空間形状のデザイン手法に関する基礎的研究, 山口大学博士論文, 2010.
- 10) 今泉暁音, 清水則一, 櫻井春輔: 力学的感度と感性アンケートに基づく地下空間の形状デザインに関する研究, 土木学会論文集 F, Vol.66, No.2, pp.237-250, 2010.
- 11) Osgood, C. E., Suci, G. J. and Tannenbaum, P. H.: *The Measurement of Meaning*, University of Illinois Press, 1957.
- 12) 岩下豊彦: SD 法によるイメージの測定, 川島書店, 1983.
- 13) 今泉暁音, 清水則一, 櫻井春輔: 感性と力学を総合した地下空間形状のデザインに関する研究, 土木学会論文集, No.742/IV-60, pp.159-168, 2003.
- 14) (社) 日本道路協会: 立体横断施設技術基準・同解説, 丸善, pp.70-73, 2006.
- 15) 芦原義信: 町並みの美学, 岩波書店, pp.74-79, 2001.
- 16) (社) 土木学会: 水辺の景観設計, 技法堂, pp.123-125, 1988.
- 17) 高橋研究室 (編): かたちのデータファイルーデザインにおける発想の道具箱ー, 彰国社, p.51, 1984.
- 18) (社) 日本建築学会 (編): 建築・都市計画のための空間計画学, 井上書院, pp.37-41, 2002.
- 19) 萩島 哲, 坂井 猛, 鶴 心治: 広重の浮世絵風景画と景観デザインー東海道五十三次と木曾街道六十九次の景観ー, 九州大学出版会, 2004.
- 20) 東京商工会議所 (編): カラーコーディネーション, 中央経済社, pp.99, 2001.
- 21) M. Masuda, A. Imaizumi and N. Shimizu: Underground space design - an alternative approach, Proc. The 12th Japan Symposium on Rock Mechanics, pp.437-441, 2008.
- 22) 今泉暁音, 増田美佳, 清水則一: 地下空間デザインのための色と形のイメージプロフィールについて, 第 64 回土木学会年次学術講演概要集, CDROM, CS10-006, 2009.
- 23) 今泉暁音, 向井かおり, 清水則一: 地下空間デザインのための色と形のイメージプロフィールについて (その 2), 第 65 回土木学会年次学術講演概要集, CDROM, CS9-017, 2010.
- 24) (社) 全国服飾教育者連合会 (監): 色彩能力検定 対策テキスト 3 級編, A・F・T 企画, pp.24, 2006.
- 25) (中) 日本パーソナルカラーリスト協会 (監): パーソナルカラー検定 2 級公式テキスト, 誠文堂新光社, pp.74-75, 2006.
- 26) (社) 国土技術研究センター (編・発): 道路の移動等円滑化整備ガイドライン, 大成出版社, pp.38, 2008.