

平成 26 年度

成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進事業

クリエイティブ分野の中核的専門人材養成におけるモデルカリキュラム開発と評価

テキスト編

色彩講座導入編 〈塗装業の色彩基礎〉

第3回 「混色の基礎」と「色感向上トレーニング」

色感向上トレーニングと視感測色

色彩講座導入編<塗装業の色彩基礎>2014.9.18
第3回「混色の基礎」と「色感向上トレーニング」

色感向上トレーニング と 視感測色

日本色彩研究所 赤木

トレーニングの実習プログラム

-  step1 HVC(色相Hue・明度Value・彩度Chroma)とは?
-  step2 演習—HVCの特徴を把握する—
 - (1)HVC色感トレーニングカード
 - (2)色彩識別能力テスター
-  step3 演習—肌の色の特徴を把握する—
 - (1)スキントーンカラーチャート簡略版
 - (2)HVC識別カード
 - (3)HVC配置
 - (4)試料の視感測色
 - (5)肌の視感測色

● step1 HVC(色相Hue・明度Value・彩度Chroma)とは?

— 識別能力を養うカラーシステム「マンセルシステム」について —

マンセル表色系(マンセル・カラー・システム)は、
JISの色の表示方法(JIS Z 8721)にも採用されている
カラーシステムです。

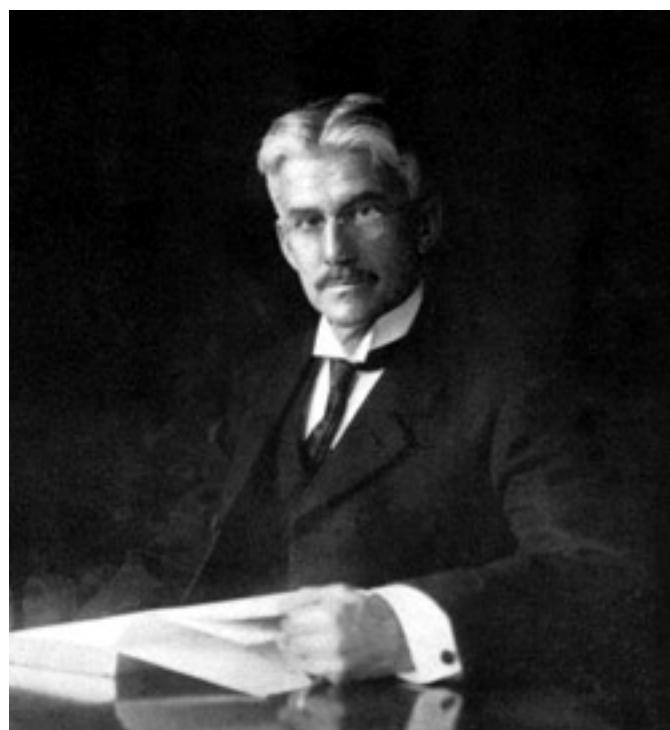


JIS標準色票 第8版

<JIS標準色票> JIS Z 8721準拠
初版1959年
現在は第9版
原型は修正マンセル表色系*

*表色系:色の表示に用いるルール(色表示体系)

- マンセルが1905年に構想を発表し、1915年に色票集を完成
- アメリカ光学会(OSA)が測色学的検討を加えて修正し、1943年に修正マンセル表色系として公表



Albert H. Munsell
1858年1月6日ボストン生まれ
画家、美術教育家
1918年6月28日、60歳で死去

マンセルシステムでは

色相(Hue)
明度(Value)
彩度(Chroma)

の3つの属性で色を表します。

これを色の三属性といいます。

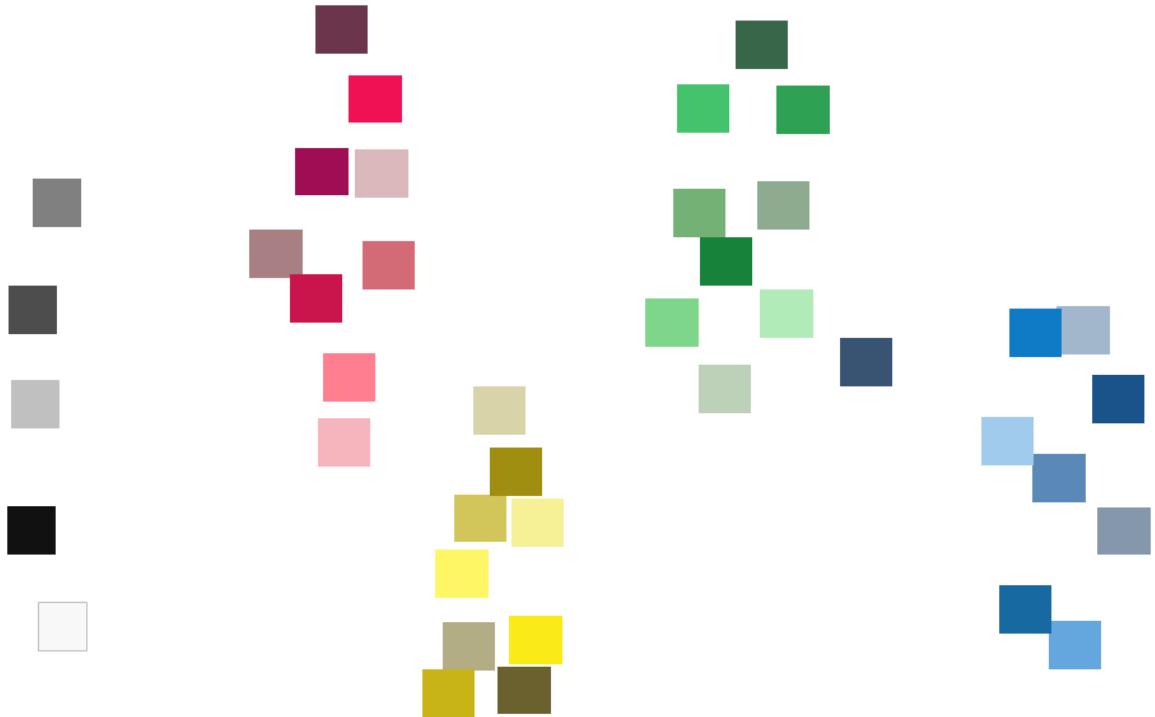
様々な色を区別したり、まとめようとするとき
手がかりになるのがこれらの属性です。

例えば……



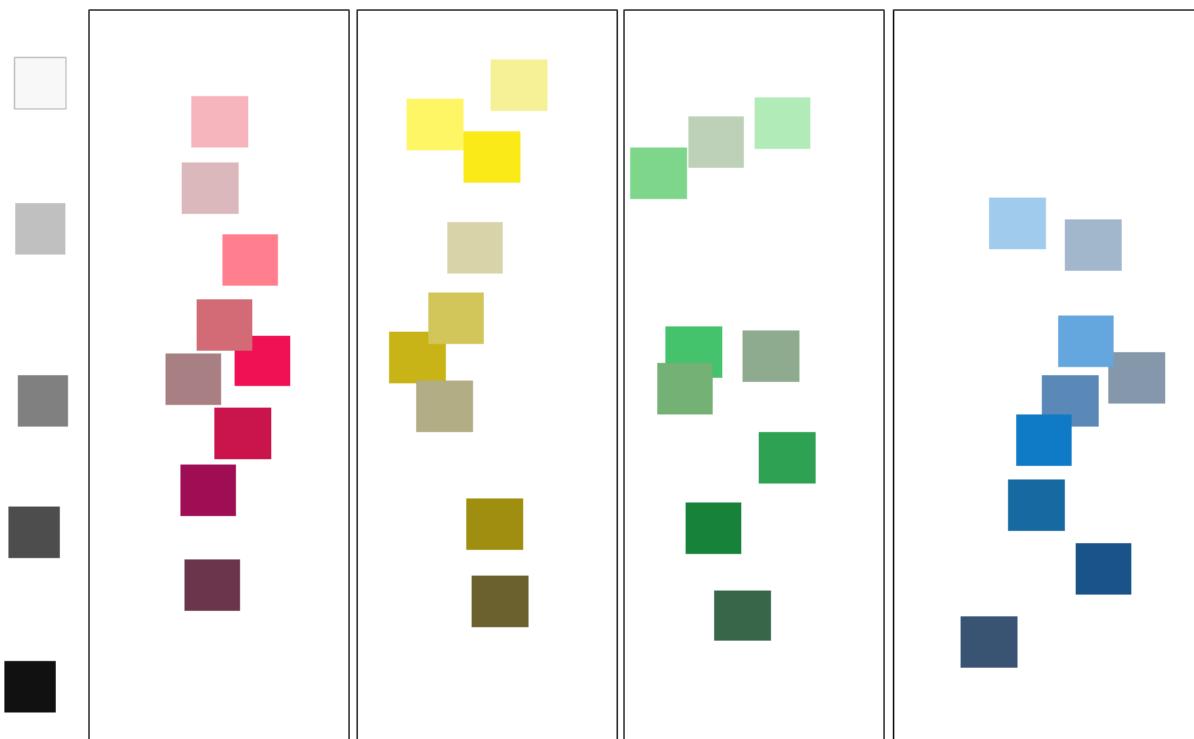
共通の要素でまとめてみましょう。





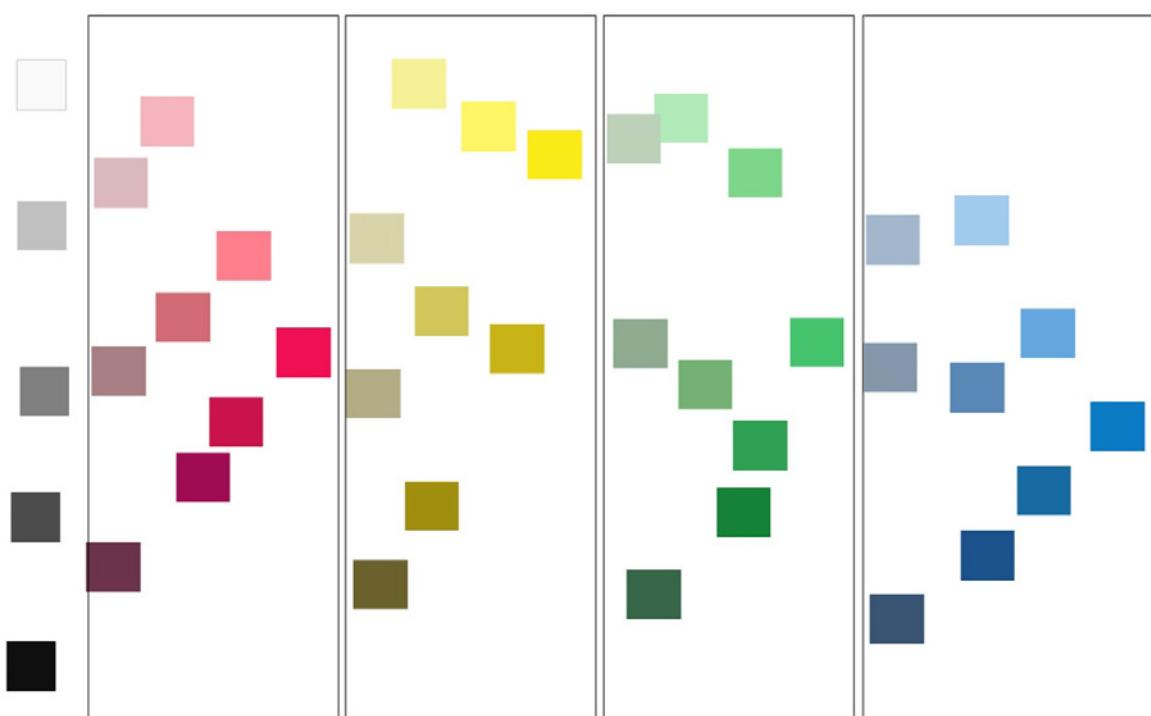
さらに共通の要素でまとめてみましょう。





さらに共通の要素でまとめてみましょう。





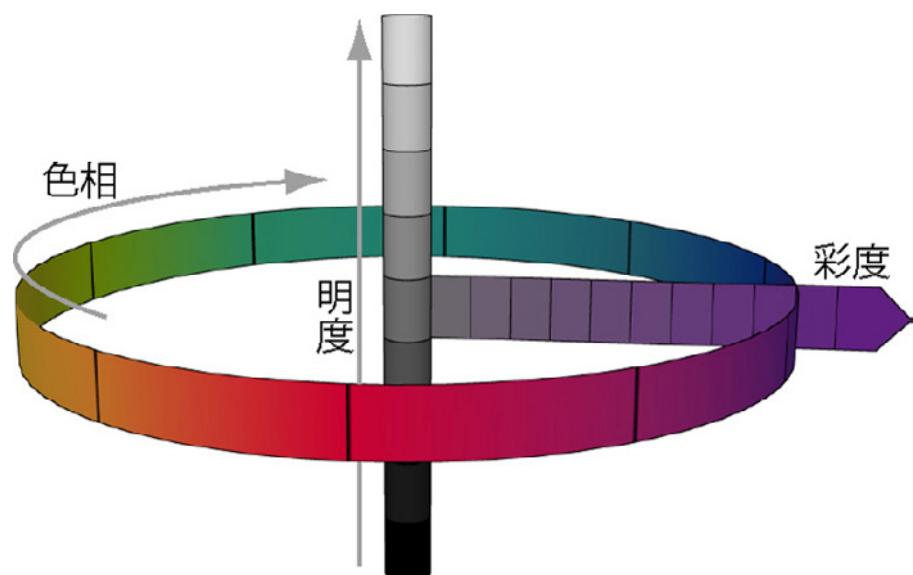
色の三属性とは、この3つの知覚的特徴を持つ
—色相(Hue)・明度(Value)・彩度(Chroma)—
です。

3つの属性ごとに目盛り付けることで、
色をそれぞれの属性の尺度の目盛りで表すことができます。

色相(Hue) : 赤・黄・緑・青などの色名で
特徴付けられる色合いの性質

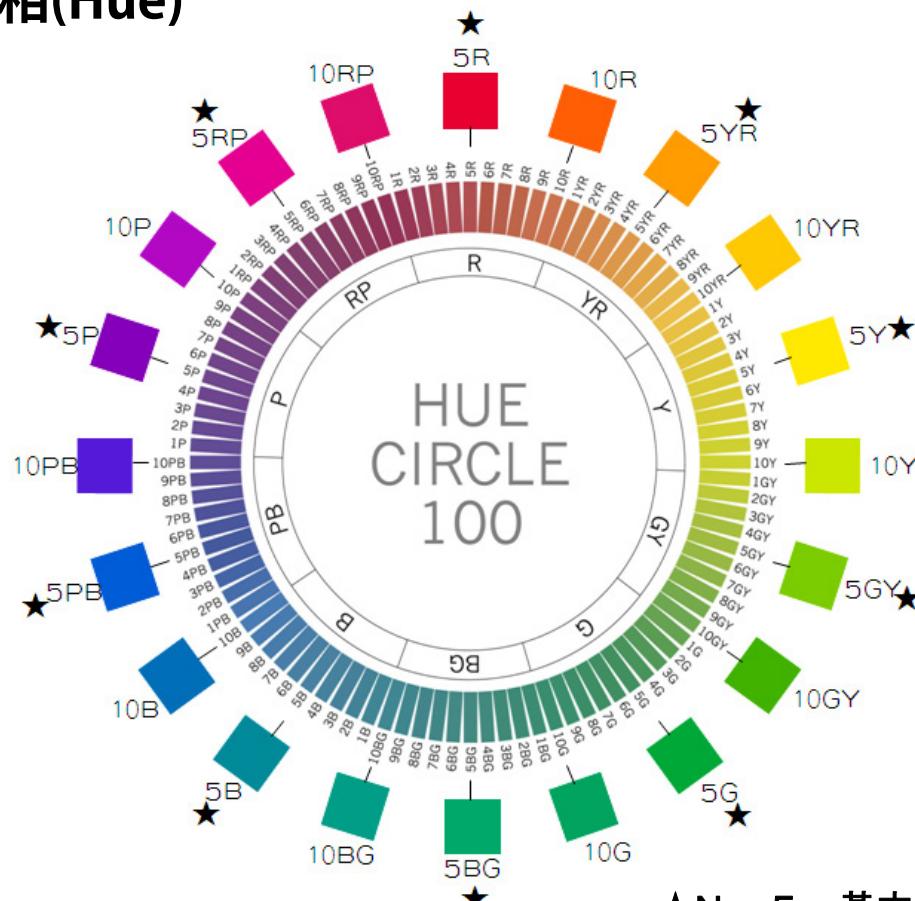
明度(Value) : 明るさの度合い

彩度(Chroma) : 鮮やかさの度合い

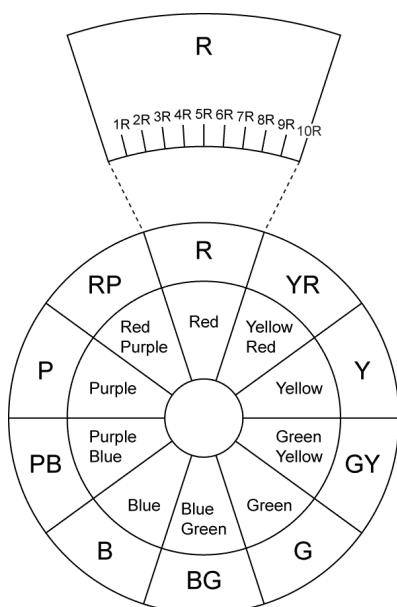


色の三属性を三次元で表現

色相(Hue)

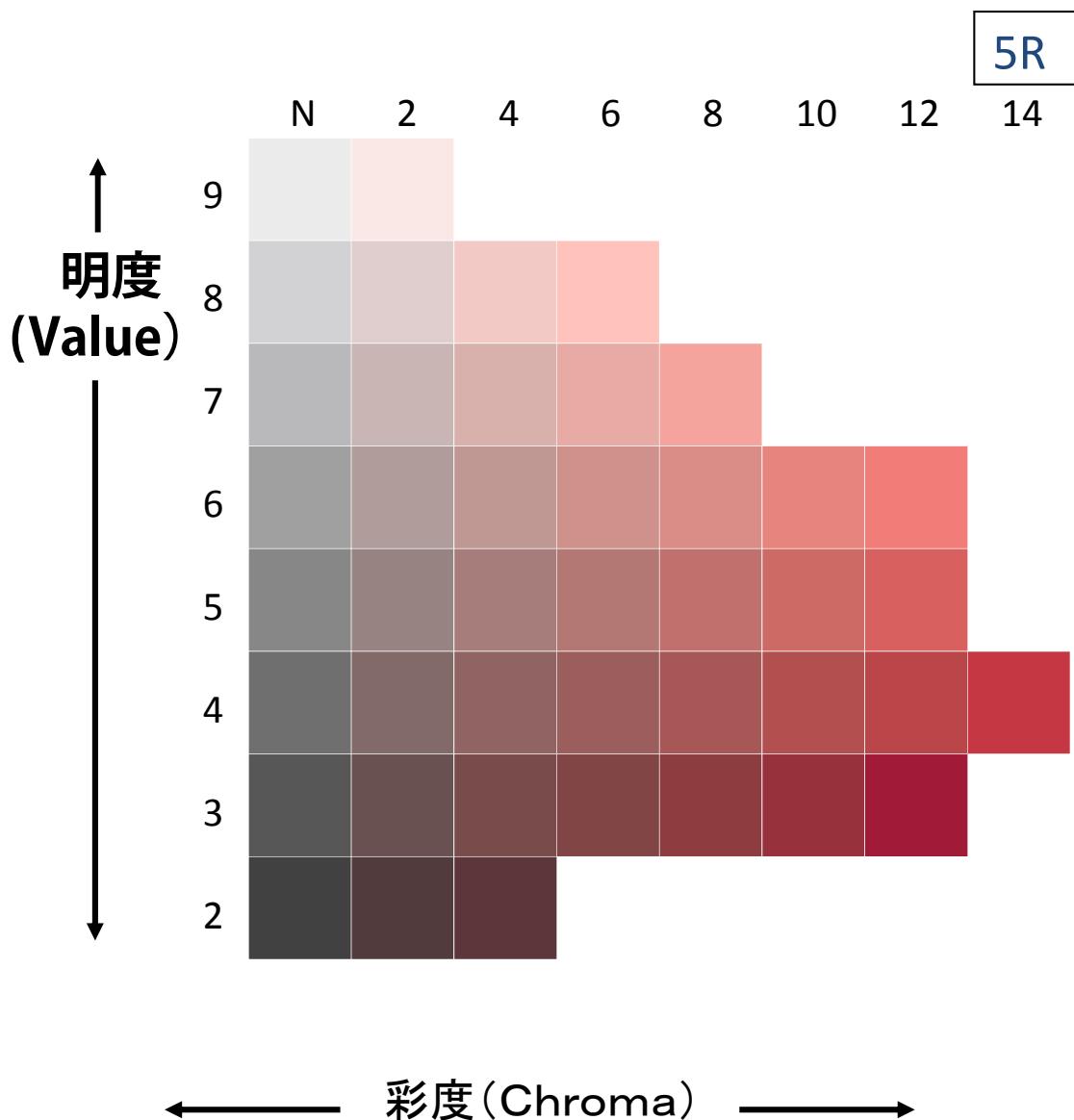


★No. 5 : 基本10色相

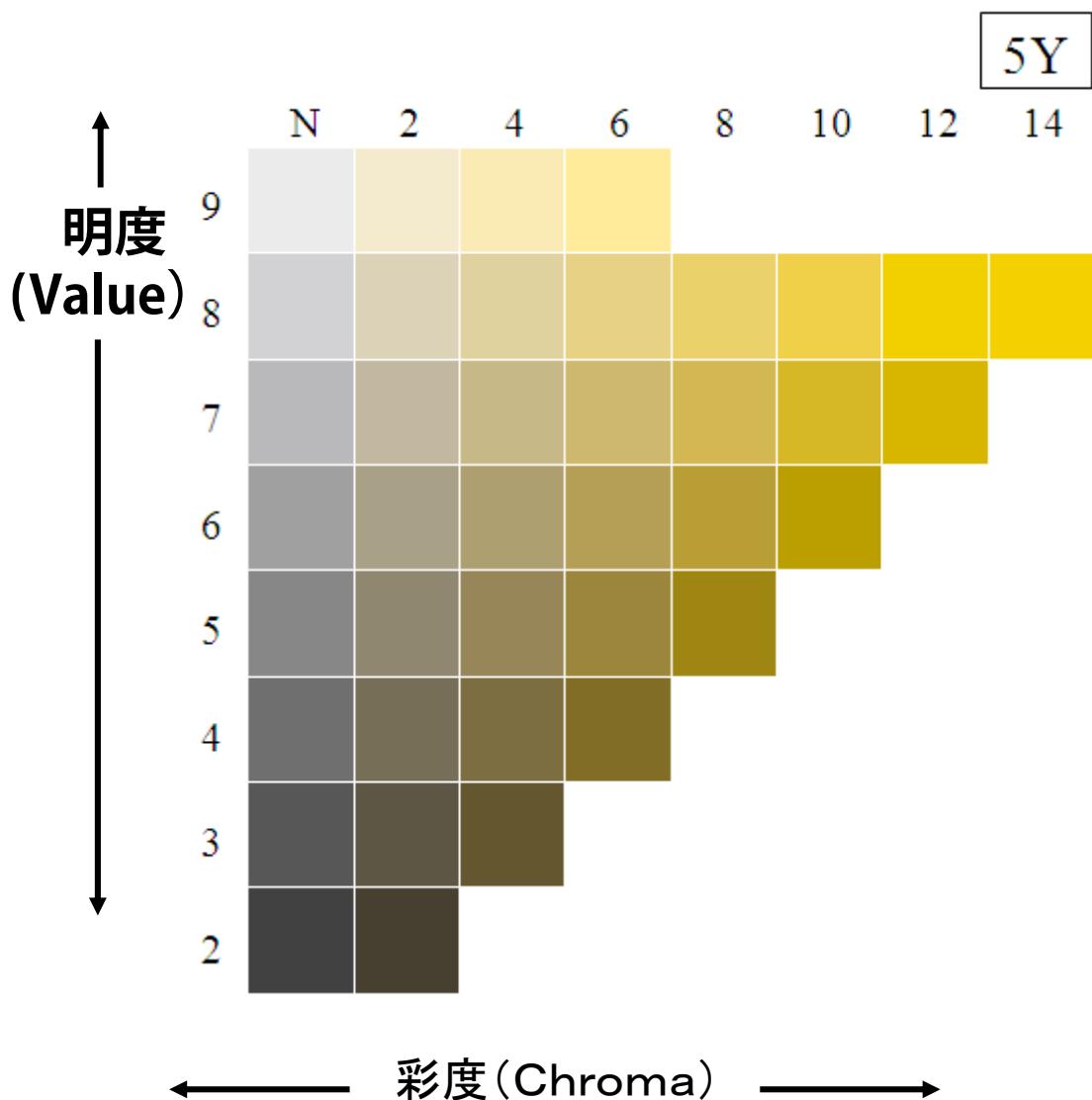


色相の分割

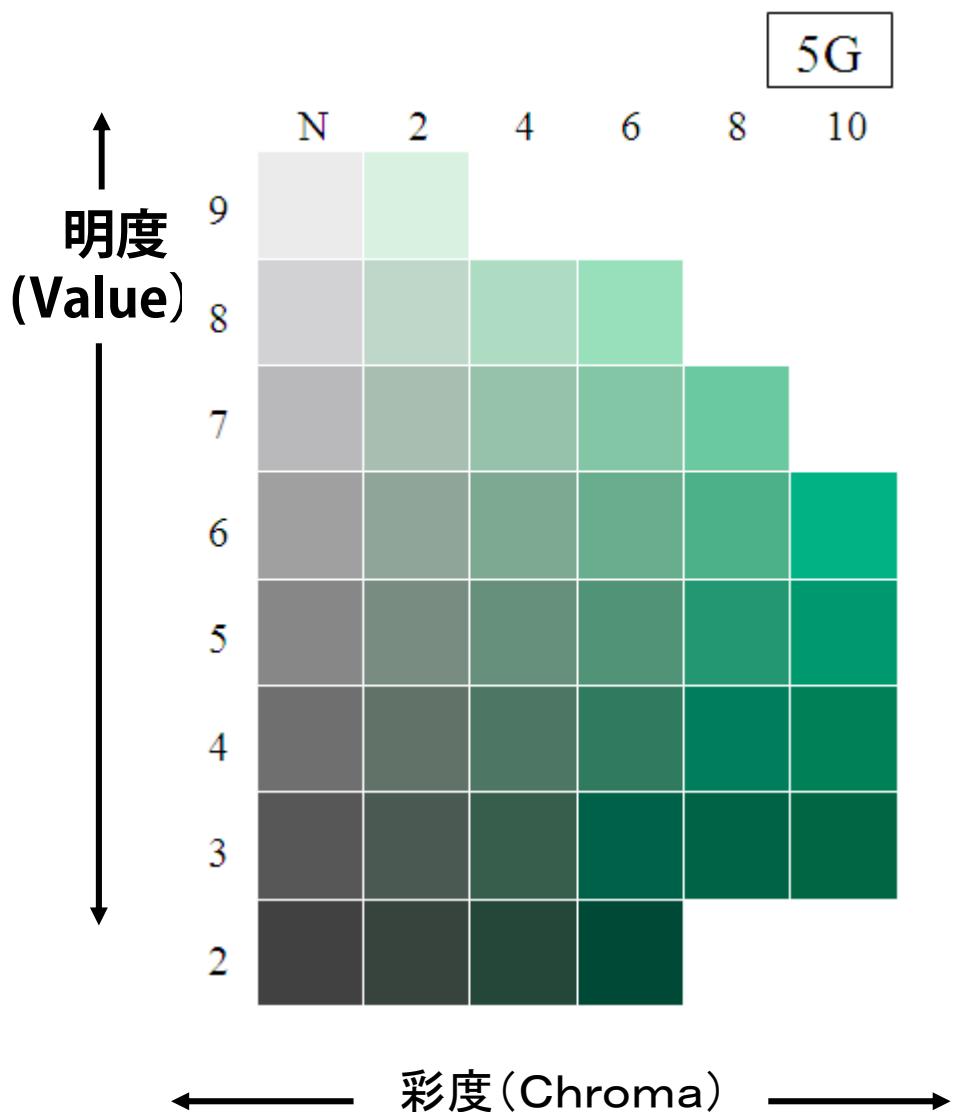
等色相断面上の<明度(Value) × 彩度 (Chroma) >



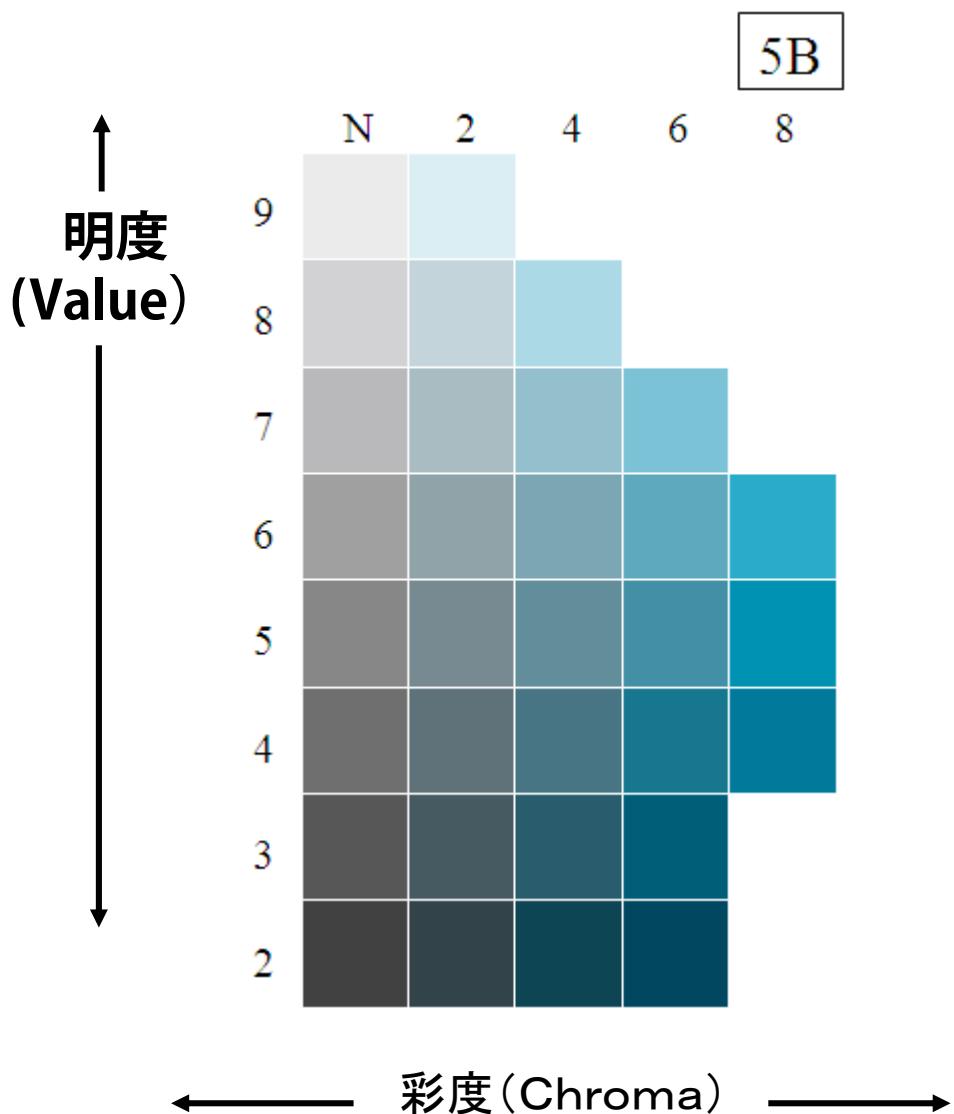
等色相断面上の<明度(Value) × 彩度 (Chroma) >



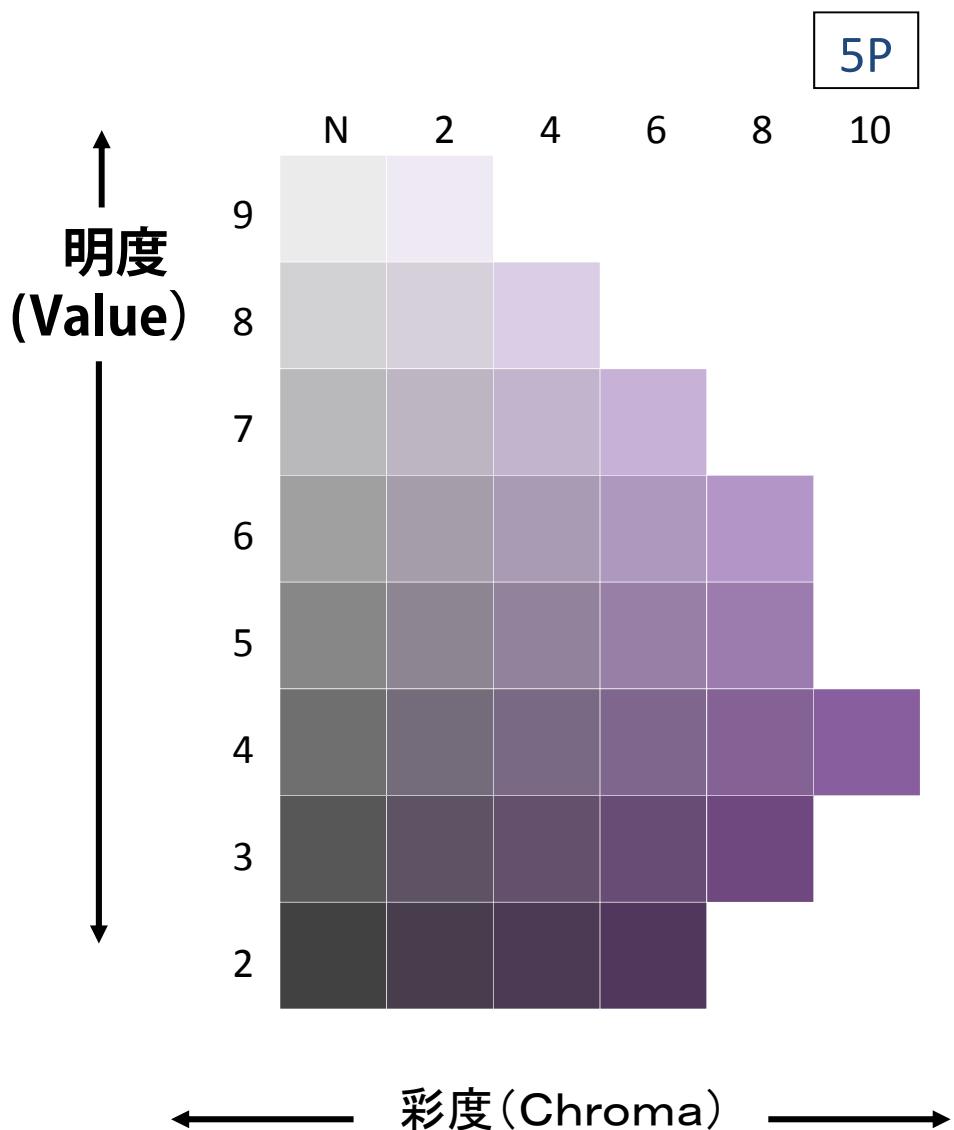
等色相断面上の<明度(Value) × 彩度 (Chroma) >



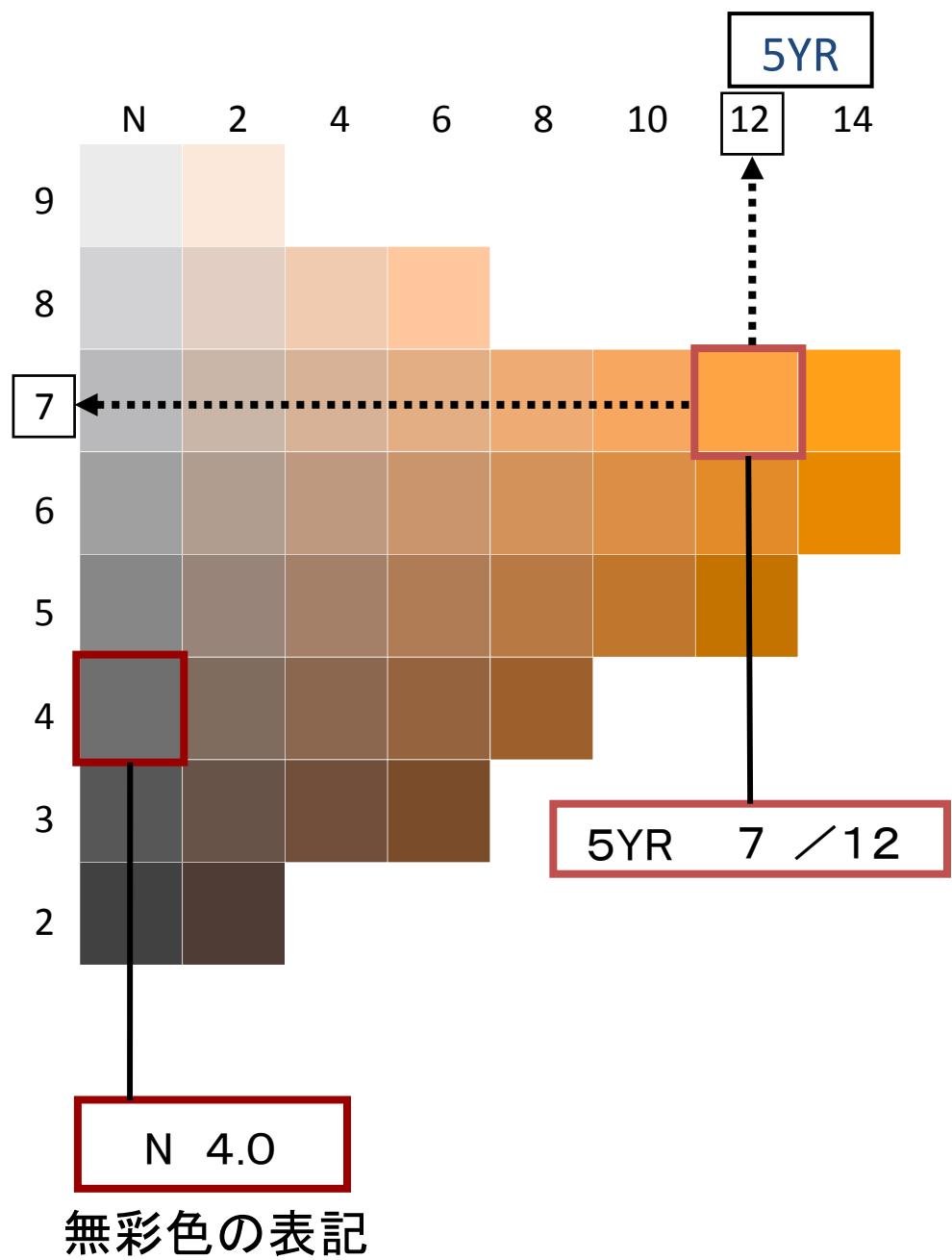
等色相断面上の<明度(Value) × 彩度 (Chroma) >



等色相断面上の<明度(Value) × 彩度(Chroma)>



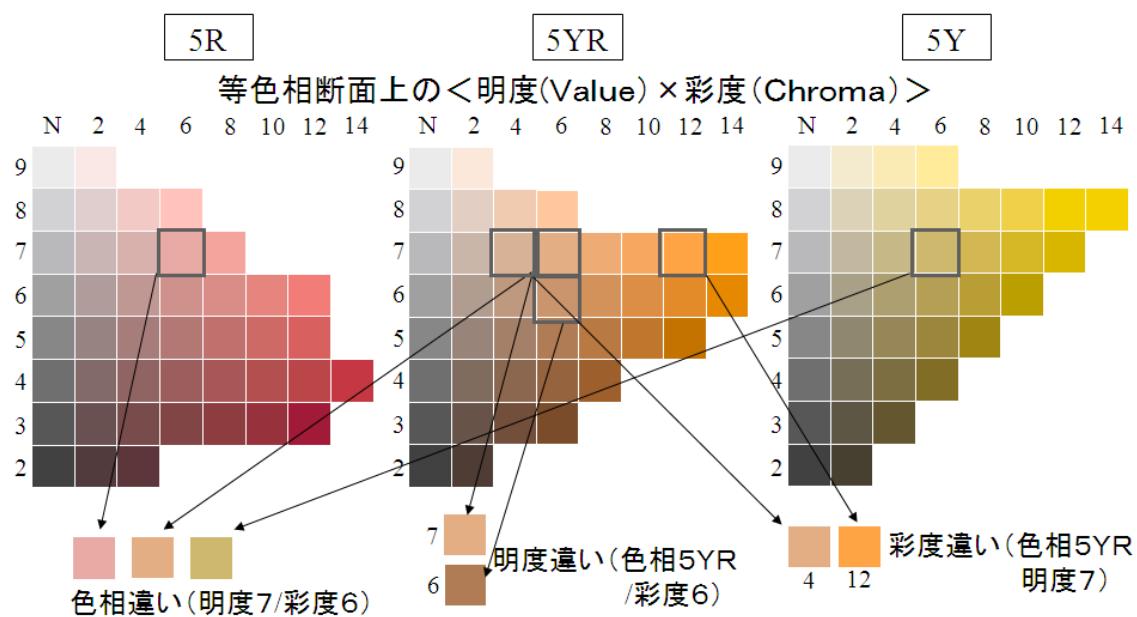
表記法



マンセルシステムの活用

- ・物体色をHVCで同定することができる。
- ・感覚属性によって尺度化しているため、色のモノサシとして用いることができる。
- ・ひとつの属性の中では、感覚的に等しい差となるよう数値を付置しているので、目測補間が比較的容易である。
- ・色の違いを判定することができる。
どのように違うのか。
どの程度違うのか

色の違いの判定

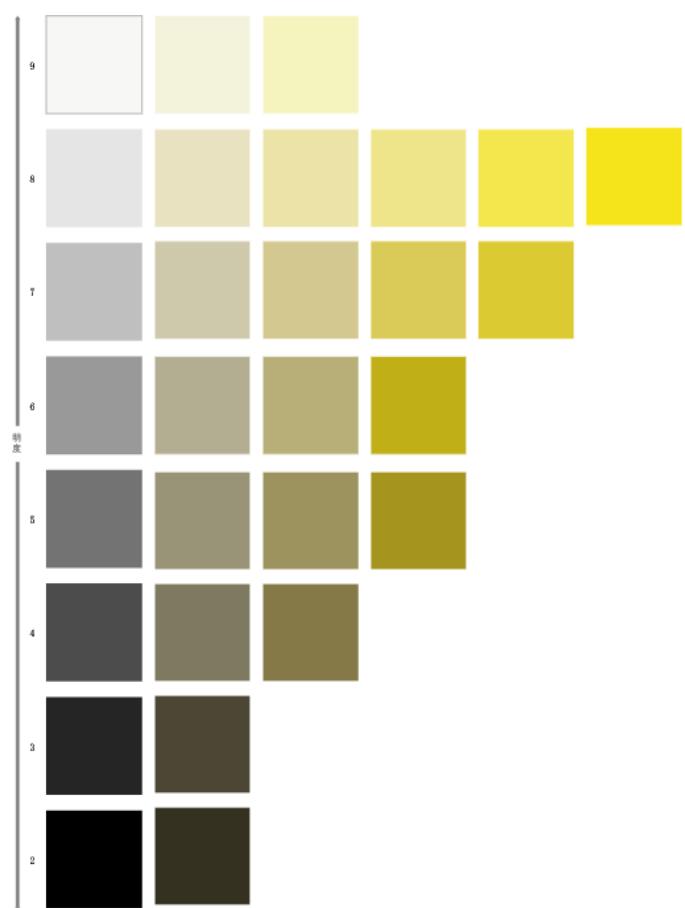


step2 演習一(1)HVC色感トレーニングカード

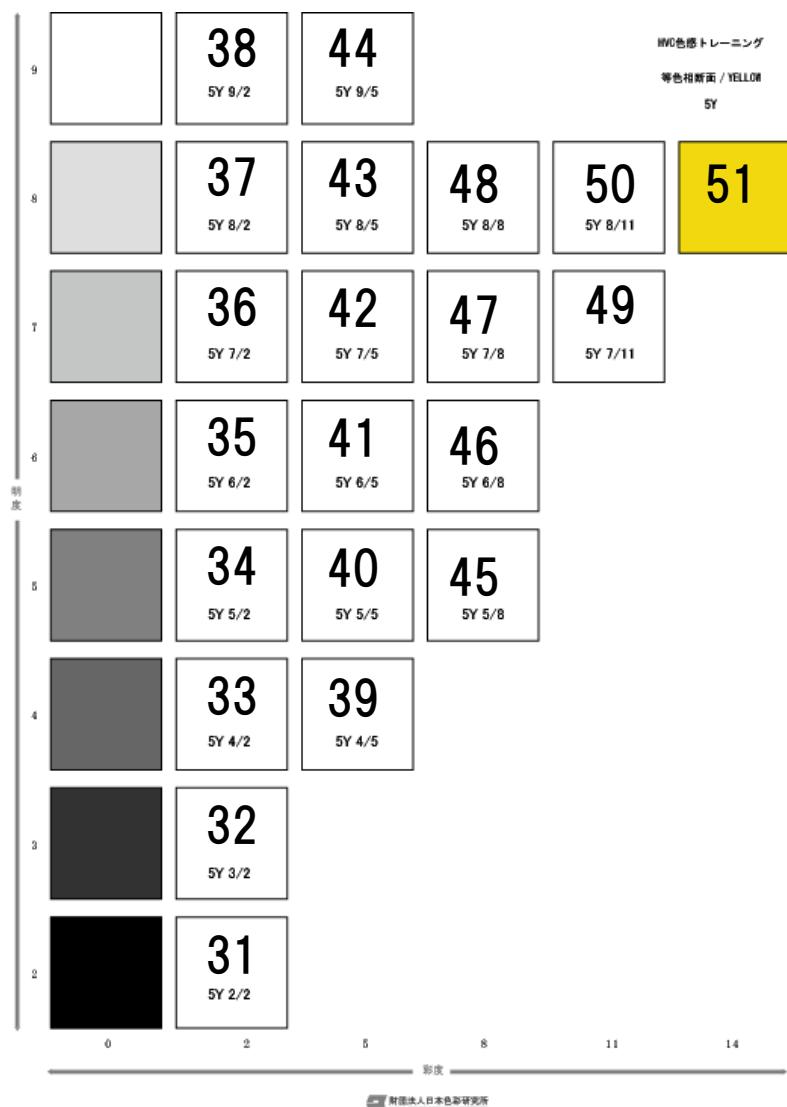
①等色相断面<明度×彩度>

31～50のカードを入れて完成させてください

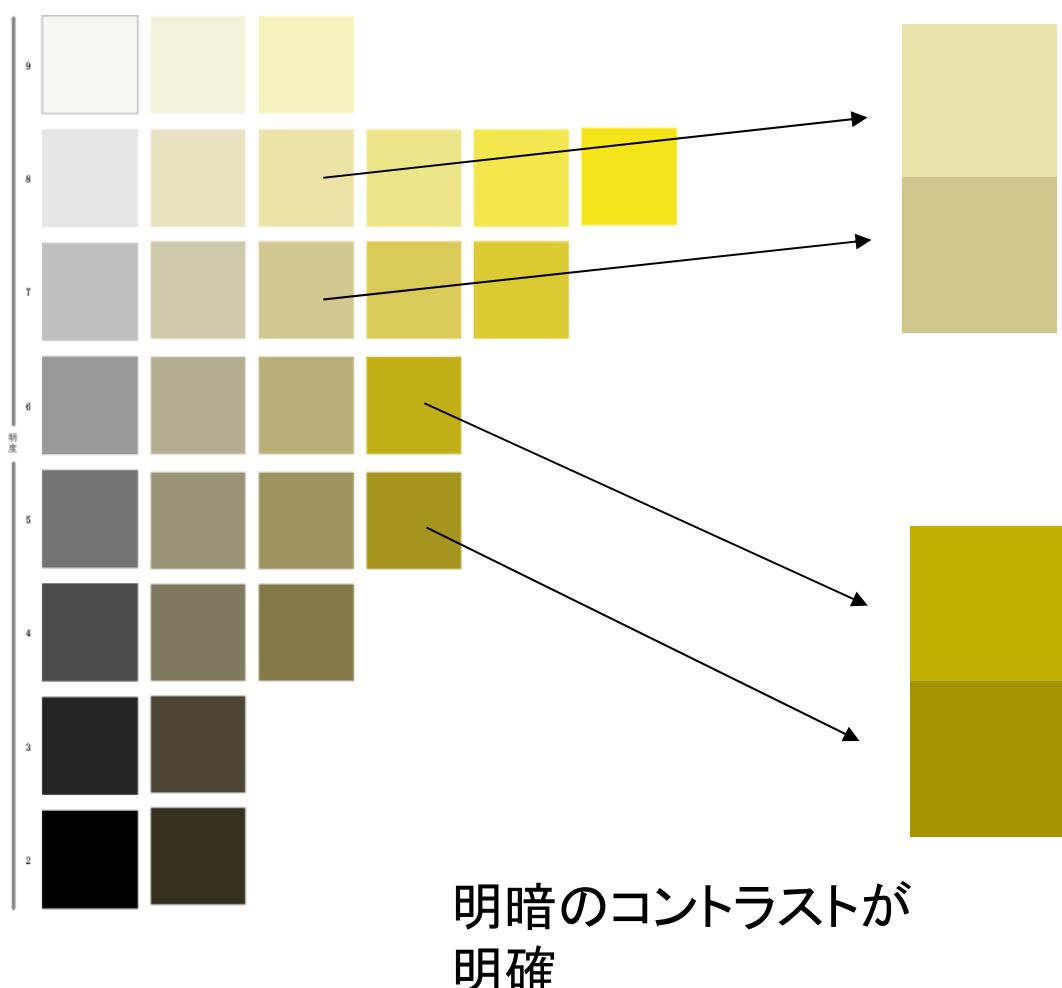




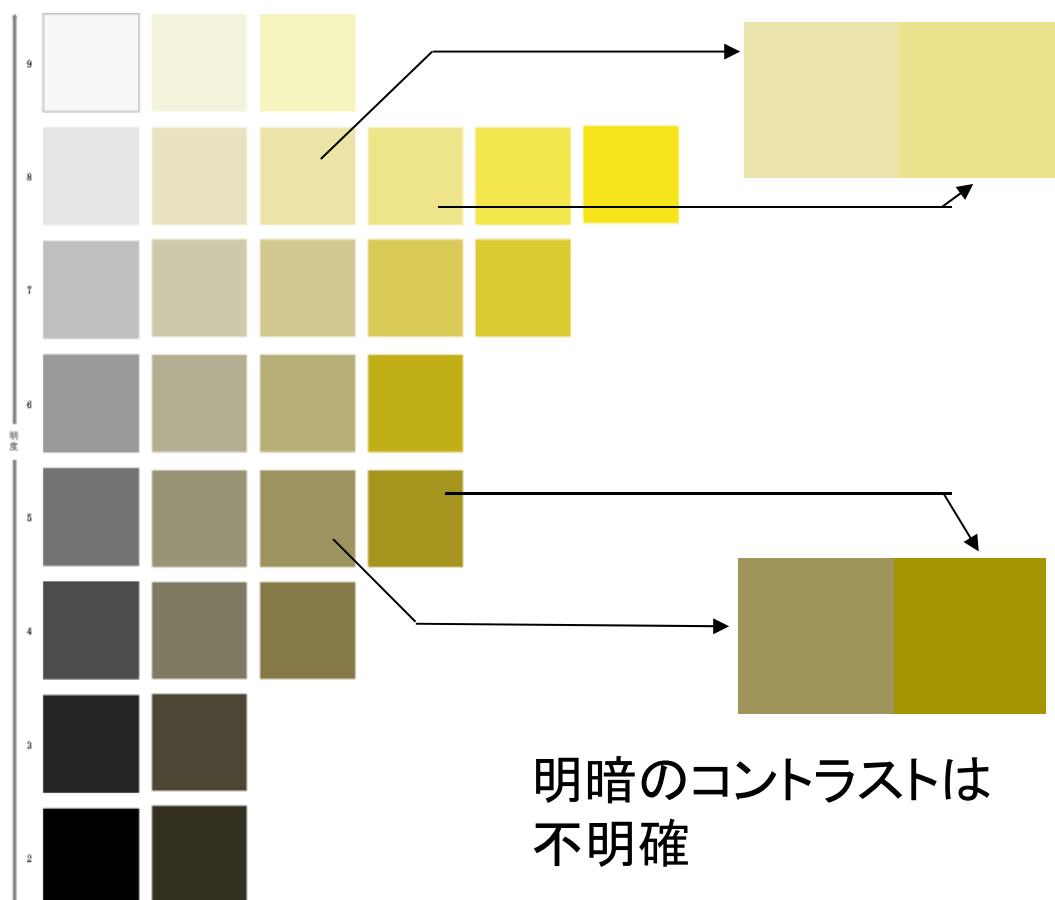
裏の番号を見て正解かどうかを確認してください。



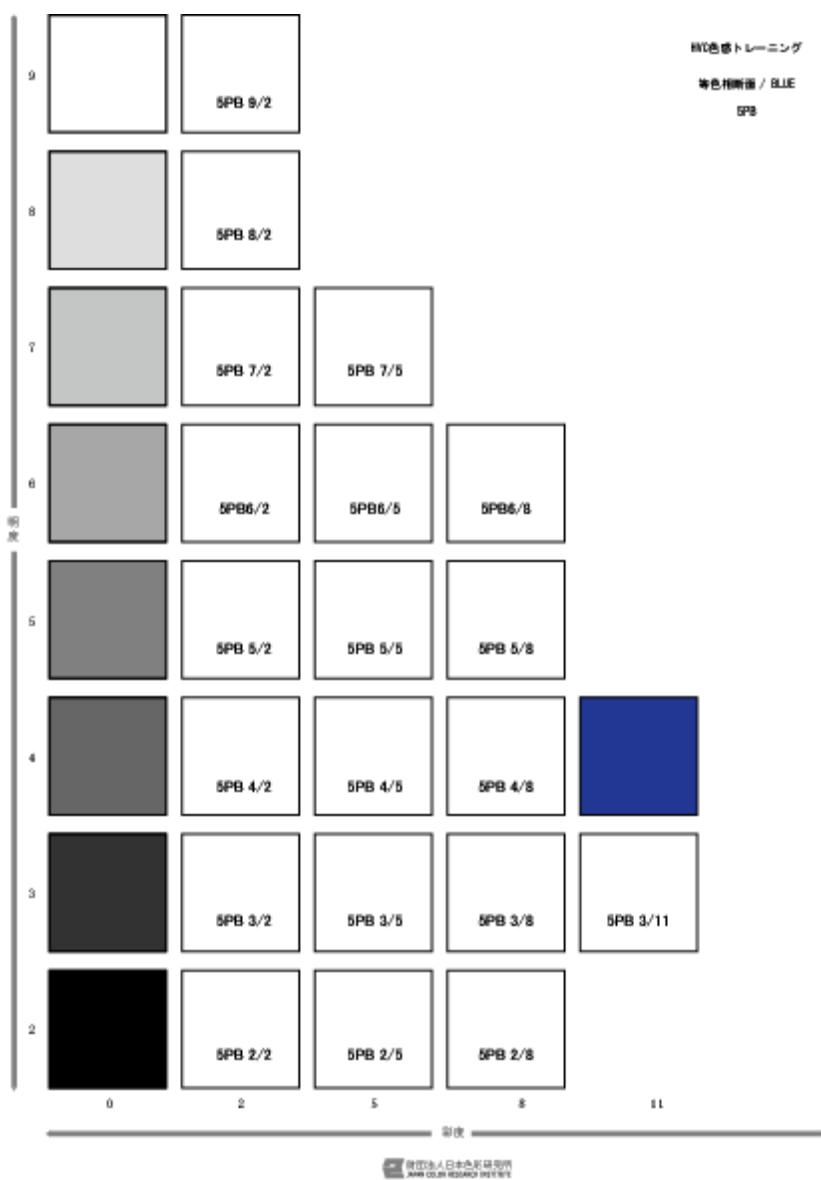
上下の関係にある隣通しの2色を取り出し、等彩度・明度違いの2色のコントラストの視覚的特徴を確認する。



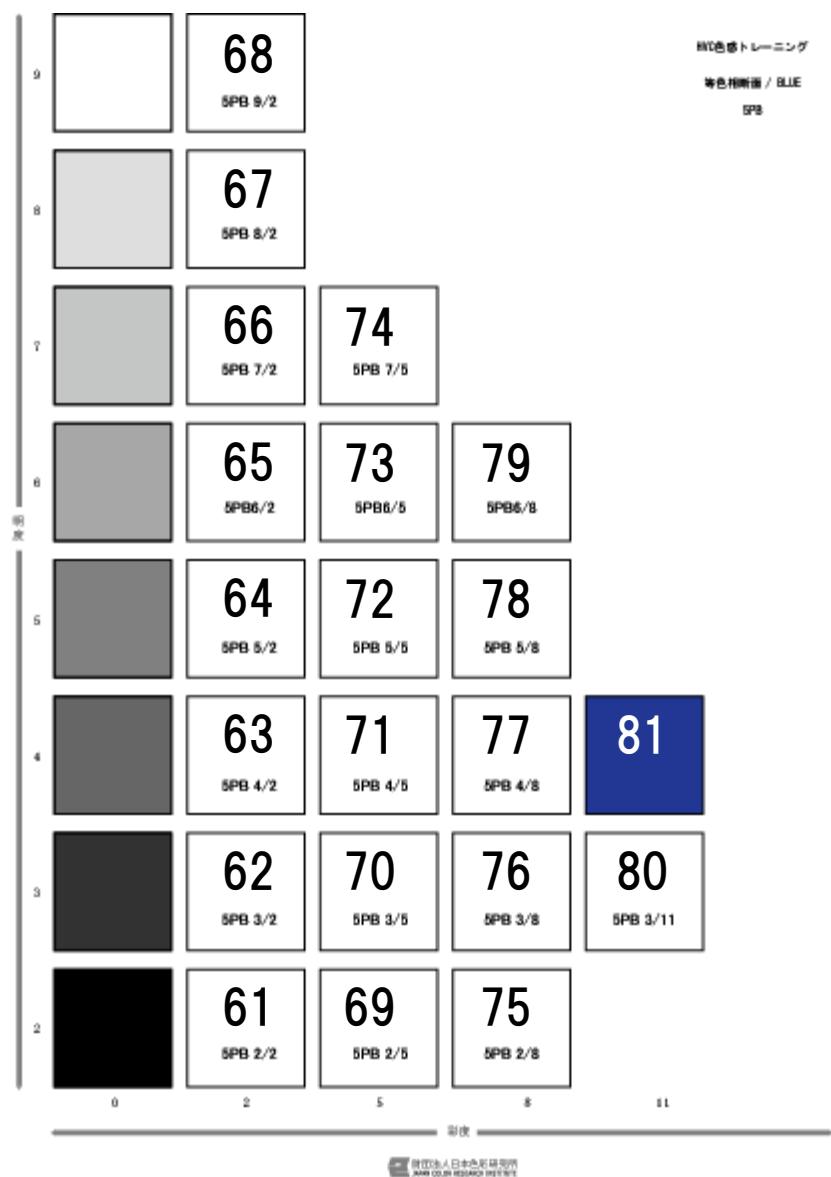
左右の関係にある隣通しの2色を取り出し、
等明度・彩度違いの2色のコントラストの視
覚的特徴を確認する。



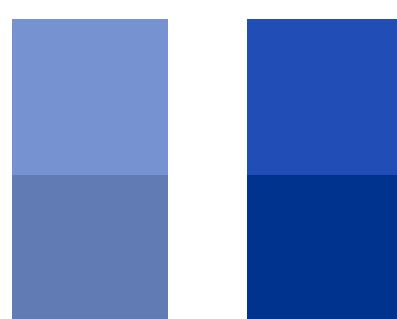
61～80のカードを入れて完成させてください。



裏の番号を見て正解かどうかを確認してください。

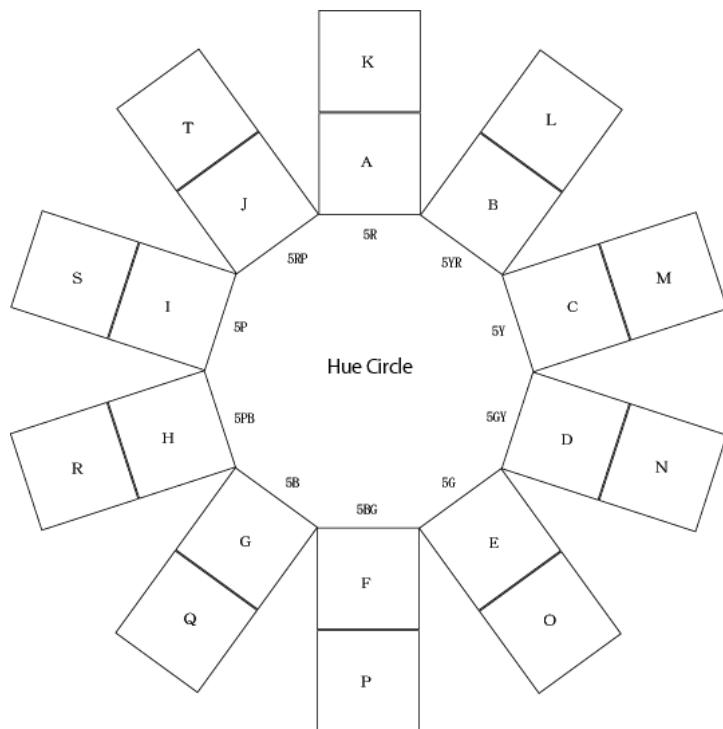


**黄色と同様に上下・左右の
隣同士の視覚的特徴を確認
します。**

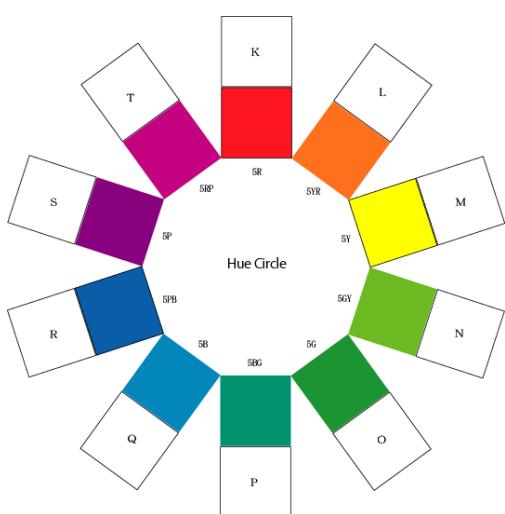


②色相環(高彩度)

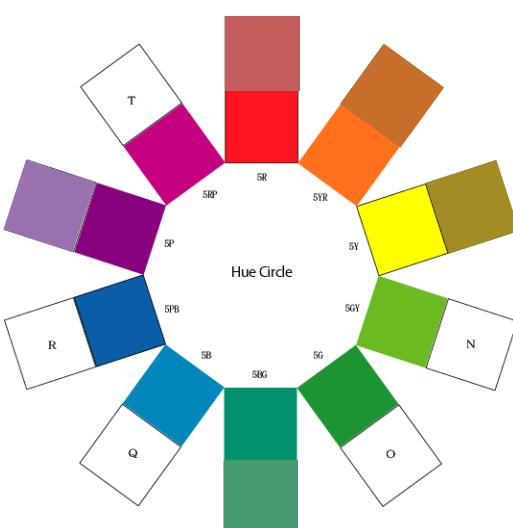
③色相環 (明度V：5、彩度C：5)



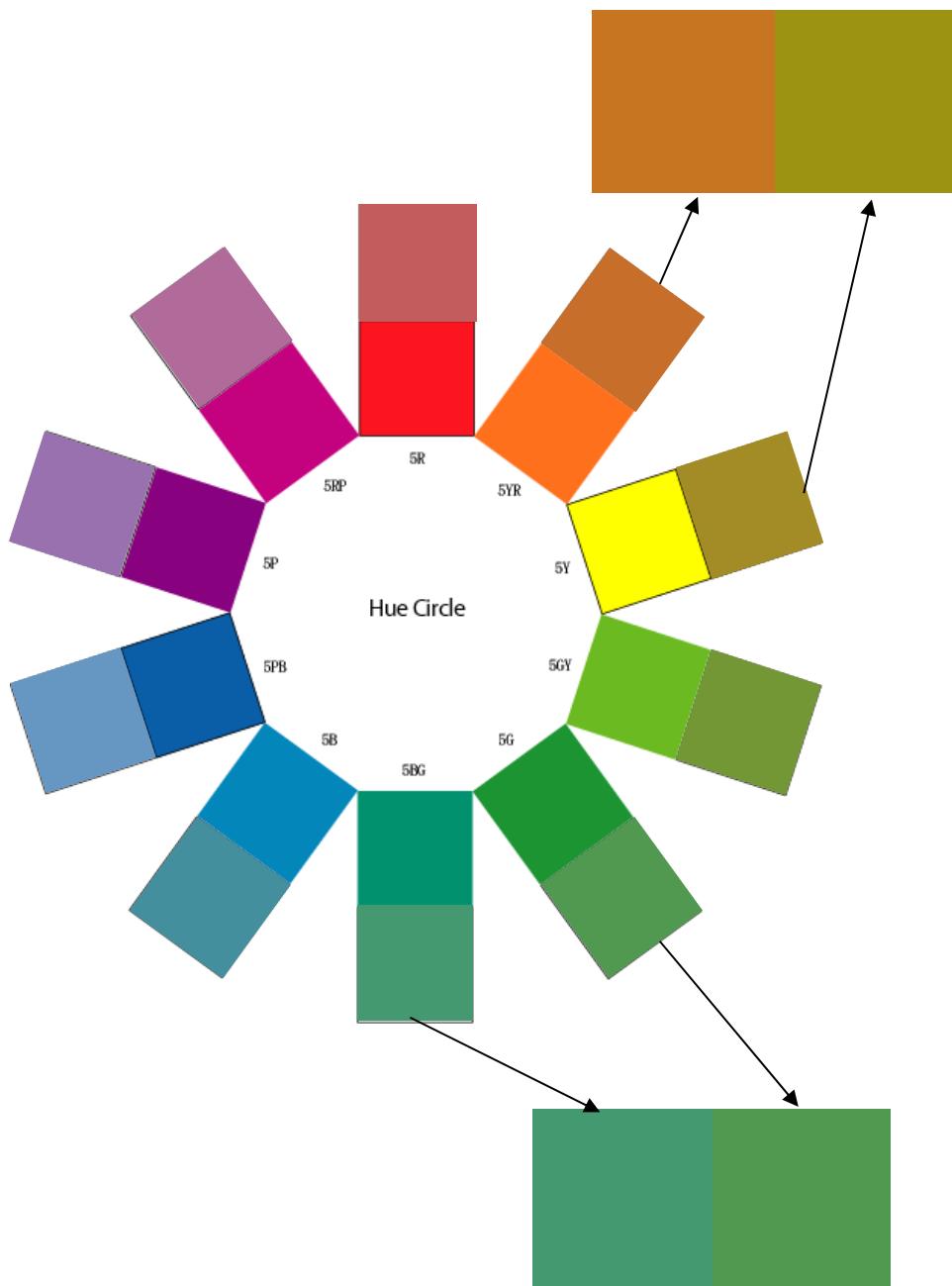
①



②



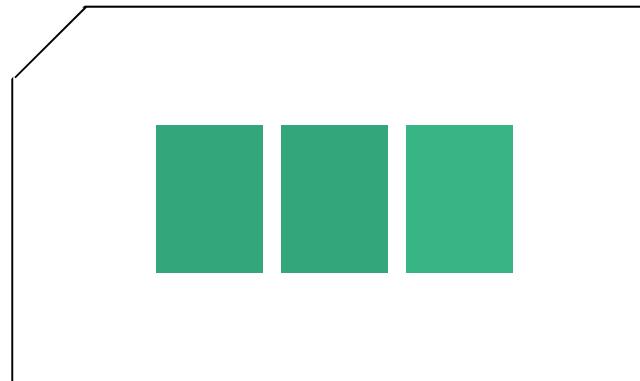
外円の隣同士の2色を取り出し、等明度・等彩度で色相違いの視覚的特徴を確認します。



● step2 演習—(2)色彩能力テスター

① 3点識別

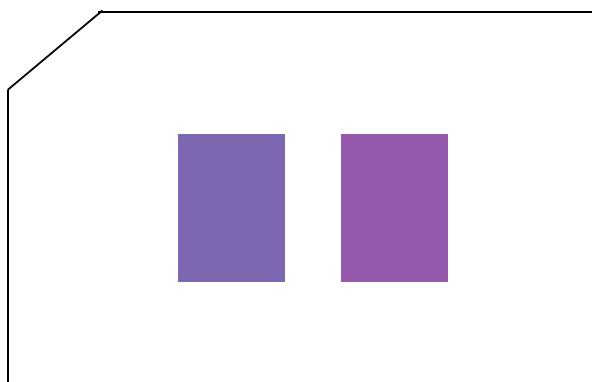
並んだ3色のうち、1色が他の2色と異なります。
異なる色は、左・中・右のどれでしょう？



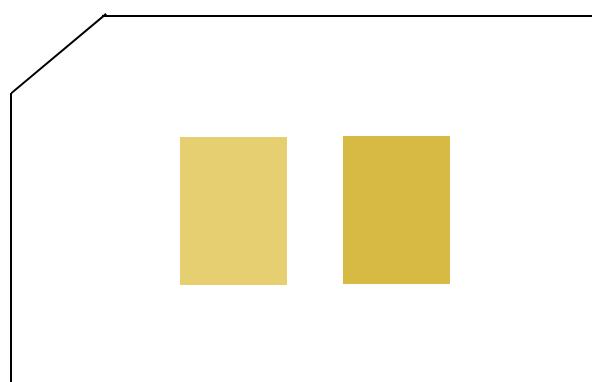
② H V C 識別

2色の違う色が並んでいます。

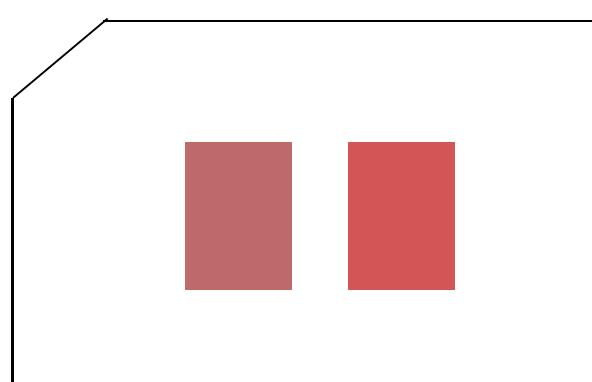
2色の差は、H・V・Cのどの属性によるものでしょうか？



正解：H（色相）



正解：V（明度）



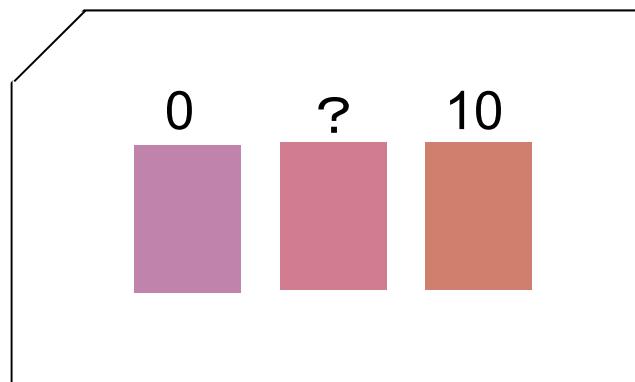
正解：C（彩度）

②目測補間

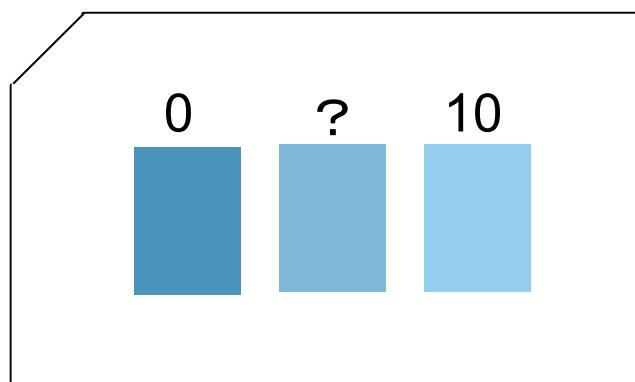
左と右の色の差を 10 とすると、左と真中の色の差はいくつ？

左の色を 0、右の色を 10 として、真中の色を 1 ~ 9 までの数字で答えてください。

左右の色の違いが H V C のどの属性によるものかも合わせて答えてください。



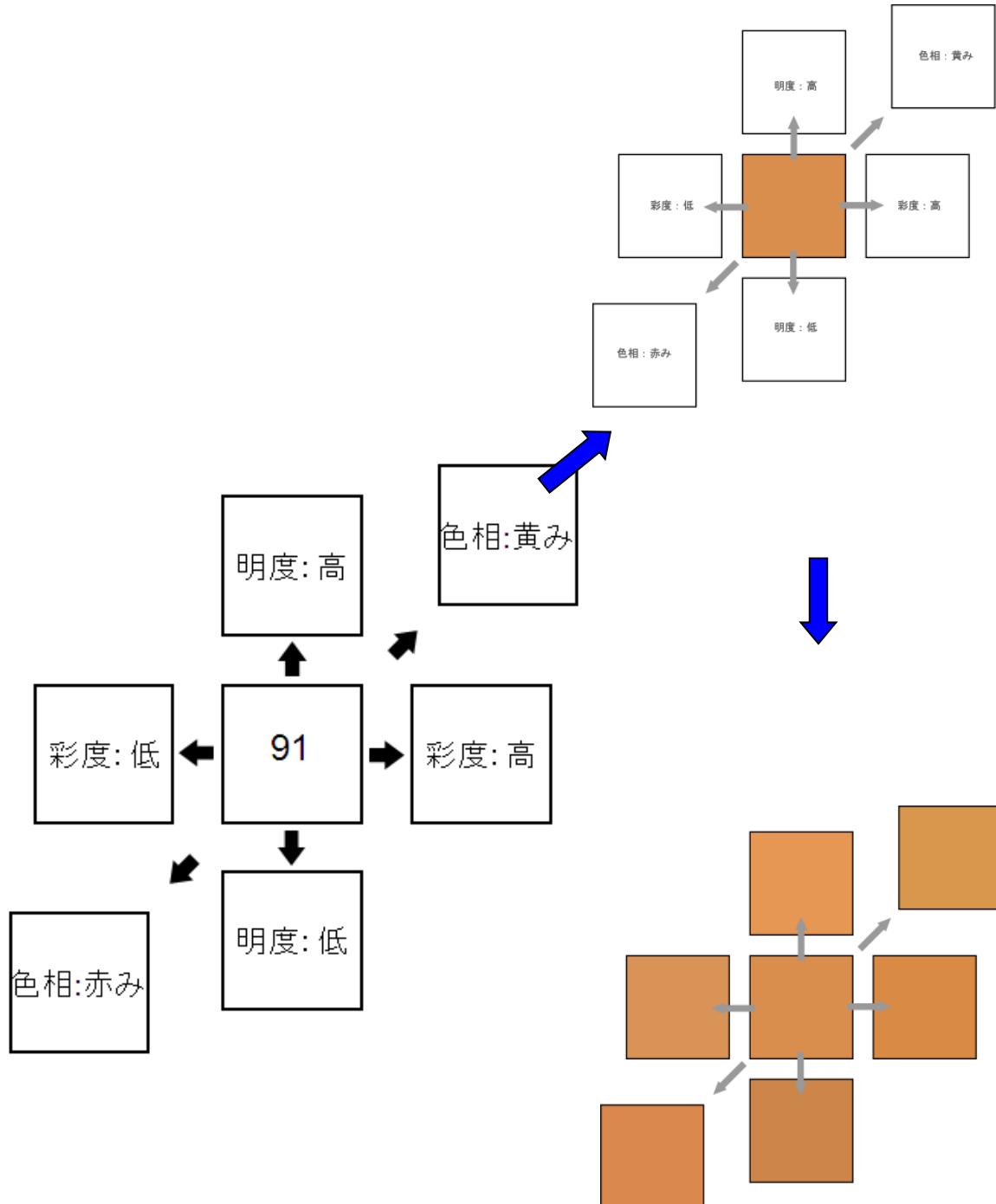
解答例：H（色相）で 5



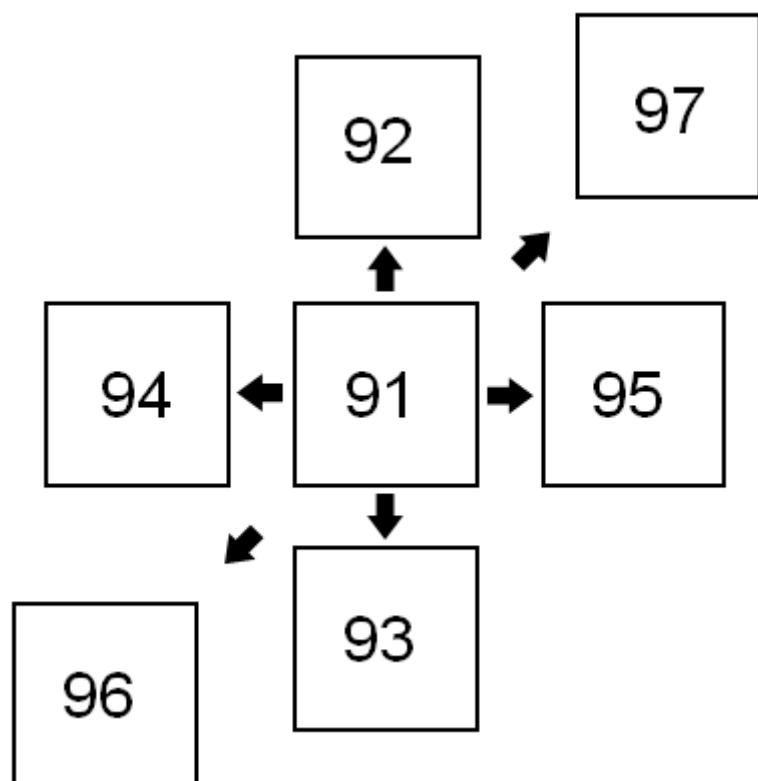
解答例：V（明度）で 7

HVC色感トレーニングカード91~97

僅差配置トレーニング



僅差配置トレーニング正解



平成 26 年度

成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進事業

クリエイティブ分野の中核的専門人材養成におけるモデルカリキュラム開発と評価

テキスト編

教員研修

人間工学的視点による色彩設計の実際・

人間工学的色彩設計基礎知識

教員研修2014.8.22

**人間工学的視点による色彩設計の実際
人間工学的色彩設計基礎知識**

日本色彩研究所 大内啓子

Copyright © JCRI. All rights reserved.

1

プロlogue

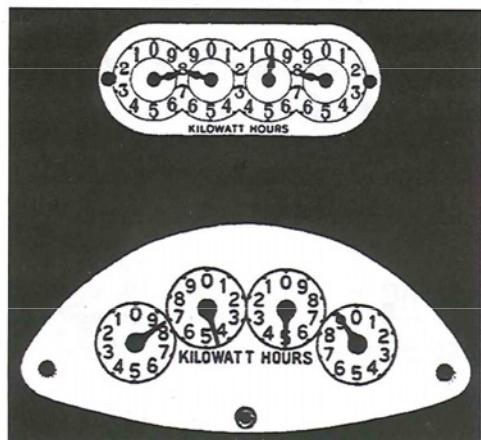
人間工学とは？
What is Ergonomics / Human factors
人間工学の2側面と対象領域

Copyright © JCRI. All rights reserved.

2

このメーター、いくつを示しているでしょう？

1930年初頭の航空機の計器盤



Reference: [kW/h meter] Chapanis, A. Man-machine engineering.1965

7798 アナログ計器：
歯車に針がついている。
歯車の噛み合わせの都合
で、一つずつ逆転

8449 反時計に回転する桁は読む
時に注意
数字の付近に指針がある時
は下の桁の読みから判断

Copyright © JCRI. All rights reserved.

3

人間中心デザインの歴史（1）

■ 第二次世界大戦時、戦闘機がロッキー山脈に激突する事故、エンジンオーバーヒートで爆発

- ⌚ 航空機専門家：設計・製造ミス？
- ⌚ 航空機の整備ミス？

■ 学際的調査チームで調査開始

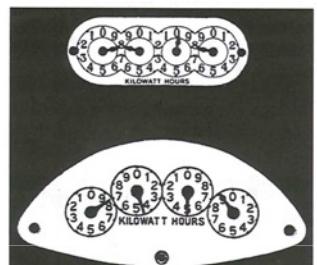
- ⌚ 山脈激突を免れたパイロット（624名）に取材・調査
 - 「空中飛行時、山越可能な高度を高度計で確認→目前に山肌が」
 - 「エンジン回転数を確認→エンジンを浮かしたら発火」

Copyright © JCRI. All rights reserved.

4

人間中心デザインの歴史（1）

計器の見誤りで事故が多発



Reference: [kWh meter] Chapanis, A. Man-machine engineering. 1

- ・操縦士が“間違えないように注意”するか
- ・“見やすい計器”に変更するか

見やすい計器を作るべきである！

アメリカを中心とする人間工学
(Human Factors)

5

人間中心デザインの歴史（1）

1 000ft以上の表示における読み誤り(%)

11.7 17.4

理解に要する時間(秒)

7.1 7.5



11 080

4.8 7.7

4.6 5.3



4 160ft

0.7 0.7

1.7 1.8



25 000

14.1 13.0

6.1 6.0



29 820ft



8 300ft

14.7 12.9

6.3 6.9

W.Gretherの実験

■パイロット 97名
□大学生 79名

Instrument reading – The design of long-scale indicator for speed and accuracy quantitative readings , J. Applied Psychology, Vol33, 1949

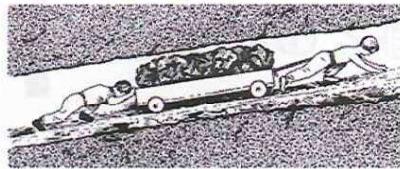
Copyright © JCRI. All rights reserved.

6

人間中心デザインの歴史（2）

- 炭鉱労働者・工場労働者の疲労・労働条件改善
 - ② 人間の作業に関する法則を見つける学問領域
 - ② 労働・安全衛生、産業医学がベース
 - ② 人間の身体的(形態)、生理的特性に合わせた環境設計、作業方法、製品設計等(身体人間工学)

Ergo =仕事
Nomos =法則
-ics =学問



1840年代ごろのイギリスの炭鉱労働

- ヨーロッパ中心の人間工学
- Ergonomics(ギリシャ語):アーゴノミクス(人間工学)

7

Copyright © JCRI. All rights reserved.

日本における人間工学の始まり

- 1920年 米国で生まれたHuman Engineeringの訳本が紹介
- 1921年 倉敷労働科学研究所が設立 所長:暉峻義等
倉敷紡績工場で働く女性労働者の労働条件や労働環境条件の改善を科学的に行うことを目的に設立 『交代勤務研究など』「…労働科学」
- 1928年 商工省工芸指導所(現。産総研ヒューマンライフテクノロジー研究部門) 家具や工業製品の使い勝手・配色など
- 1963年 人間工学会設立「人間工学の名の元での活動」
発足当時から、ErgonomicsとHuman Factorsが共存

8

Copyright © JCRI. All rights reserved.

part. 1

色彩・光・人間工学

設計時における人間工学視点

9

Copyright © JCRI. All rights reserved.

《製品設計における人間工学の視点》

- ① 使用性(使いやすさ・快適性)
- ② 安全性(物理的・化学的・心理生理的)
- ③ 性別・年齢・体型・身体寸法(身体の大きさ)
- ④ 人間の感覚・知覚・情報処理の過程などと対応したモノのあり方
- ⑤ 錯視・錯覚等のヒューマンエラーの防止(操作とタスク分析)
- ⑥ 使用者予測・関連必要知識(現在および将来誰が使うのか)
- ⑦ 作業負担(最適仕事量と可能最大仕事量など)
- ⑧ 作業者数及び作業配分・分担(必要とされる人数・競争意識・モラル・協調性など)
- ⑨ 環境条件(照明・輝度・温湿度・振動等の物理条件の最適化等)
- ⑩ 健康及び安全(健康阻害防止、安全装置や安全確保条件・高齢者・身障者への配慮など)
- ⑪ 保守を容易にするための設計(アクセスのし易さ、保守性のよさ等)
- ⑫ 廃棄を容易にするための設計
- ⑬ 学習及び訓練(マニュアルの理解し易さ、訓練のし易さ)

Copyright © JCRI. All rights reserved.

10

色・光を対象にした時の人間工学の視点

- ・**快適性**、光・色による演出
- ・**安全性**
 - 識別性、可読性、誘目性、検出性
 - カラーイメージを活用した伝達機能
- ・**健康**阻害、疲労軽減
 - 注意喚起・作業手順や操作法の誘導(アフォーダンス)
 - 環境条件の最適化(照度・光源種類など)
- ・使いやすさ・分かりやすさの向上 (ユーザビリティ・アクセシビリティ)
- ・作業意欲の向上、**効率**(エラーの防止)

などなど

《インターフェイスデザイン》	人にやさしい
《作業・生活における環境条件の最適化》	快適
《作業方法の最適化》	安全
	健康
	効率

キーワード



11

Copyright © JCRI. All rights reserved.

人にとって

「優しい」「快適」「健康」「安全」「効率」



人間の生活の質の向上をはかる(QOL)

人間を取り巻くモノや環境を
人間の身体、心理、生理特性に合った形で設計

人間工学的設計

人の身体・生理・心理特性を把握する必要がある！

人間工学の目標！

快適性：疲れない・安全・イライラしない など

効率性：正しく使える・ミスをしない・効率的に使える

経済性：経済的に妥当であること

12

Copyright © JCRI. All rights reserved.

人間工学(Ergonomics/Human Factors)

「仕事を人の特性に合わせる」 · 人間中心設計

“Fitting the task to the Human”
-E. Grandjean: "Fitting the task to the man", 1963-



人間のエラーと環境(動作が同じでも、環境が異なればエラーになる)

13

Copyright © JCRI. All rights reserved.

利用状況の理解と利用品質

ISO9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals

実際の利用状況下で、ユーザーが 製品に対して
どの程度の “有用さ・効率的・満足” を持つのか？

その度合い = 利用品質

② 利用状況を理解する！

- … ユーザー、装置(ハードウェア・ソフトウェア)、製品が使用される物理的・社会的環境
- … ユーザーの目標、ユーザー特性、タスク特性、環境特性

③ 使いやすさは「製品固有の属性ではない」！

- … ある特定の利用状況における使いやすさを規定
- … 経験、文化・組織、身体能力、年齢、性別、...

④ 検証と妥当性を確認！

- … 設計の意図通りに製品が作られているか、設計原則等との整合
- … 想定するユーザーが意図する目標を達成しうるかの確認

14

Copyright © JCRI. All rights reserved.

光・色の作用

光・色が身体に及ぼす影響

視覚的作用
(視覚的効果)
(色や形)

地と図の組合せ
安全性…連想と識別性
色の持つイメージ
分かりやすい視環境形成
疲れにくい視対象
煩雑でない視環境

視覚疲労軽減
精神感覚的疲労
の軽減
エラー防止
不快・分かりにくさ
の軽減

非視覚的作用
(非視覚的効果)

サークルディアンリズムへの影響
覚醒度・ホルモンへの影響
中枢神経系への影響
睡眠障害
紅斑
ビタミンDへの変換

…健康・安全

視覚的作用・効果：見やすさ・対象の分かりやすさなどに関係
非視覚的作用：視覚以外の神経やホルモン系等に及ぼす

15

Copyright © JCRI. All rights reserved.

part.2

人間工学的側面・配慮
が足りない事例

Copyright © JCRI. All rights reserved.

16

表示は背景色と文字色のコントラストが重要 … 文字背景の図柄

東西線の日本橋駅



拡大



コントラスト不足に加えて、
背景に図柄があると、
文字の輪郭がわかりにくくなる

17

Copyright © JCRI. All rights reserved.

表示は背景色と文字色のコントラストが重要 … 文字

オフィス・街中で見かけた表示 … 文字が読みにくい！



…明度差をつけることが見やすさにつながる

18

Copyright © JCRI. All rights reserved.

表示は背景色と文字色のコントラストが重要 …ピクトグラム

学校の音楽室の入り口にあったピクトグラム(絵文字)…分かりにくい



生活用品・食料品の事例

もう一ひねり必要

ラベルが剥がしにくい…

- 原因 (1) 分かりにくい 剥がす切りこみ部 の表示
(2) 剥がすのに指先の細かな動作が必要になる
(3) 剥がすために必要となる力が大きい



矢印はあるものの、目立たない
(背景ラベルの白にかぶる)

20

Copyright © JCRI. All rights reserved.

何を示すサイン？



21

Copyright © JCRI. All rights reserved.



22

Copyright © JCRI. All rights reserved.

part.3

では、
どうすれば読みやすくなるの？

Copyright © JCRI. All rights reserved.

23

見やすさ…可読性・視認性・識別性・誘目性

見やすさを規定する4要素

- ①.明るさ ②.時間 ③.大きさ ④.コントラスト

輝度、照度 提示速度 視力、可読性

背景となる色(地)と文字(図)の色の関係

「地」との関係
視認性…ある対象を見たとき、その対象の認められやすさ
存在の知覚しやすさ

可読性…対象が文字や記号の場合、その読み取りやすさ
意味の認知しやすさ

明視性…形態の細部構造の知覚しやすさ。
色や形の見やすさ

Copyright © JCRI. All rights reserved.

24

事例 その1. 印刷文字の可読性実験

タバコのパッケージ における注意文言表示



財務省委託事業

たばこパッケージ上の注意文言表示について、
背景と文字色の明度差基準を設定。

背景色に対して、文字の色はどの程度のコントラストがあれば読みやすいか？
文字色として多く使用される黒・白・赤の3色を対象

背景色を変化させた時の読みやすさを評価。

25

Copyright © JCRI All rights reserved.

実験で使用した背景色と文字色の組み合わせ

表 実験用サンプルの背景色と文字色の組合せ

		背景色																																	
		6	7	5	4	3	2	4	7	6	5	4	3	6	6	7	6	5	4	4.5	7	6	5	4	3	3	7	6	5	4	3				
文字色	8			○	○	○	○			○	○	○								○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	7				○	○	○	○			○	○								○			○	○	○	○			○						
	6					○	○				○													○	○										
	5	○									○	○																							
	4	○	○								○																								
	3	○	○	○							○	○																							
	2	○	○	○	○						○	○																							
	4	○	○								○																								
	8					○	○	○	○		○	○								○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	4.5	○																		○	○														
	3	○	○	○							○	○								○	○														

○が実験に用いる組み合わせ、計 121 種類

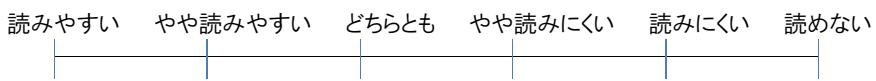
○印が使用色 合計 121 種類

Copyright © JCRI All rights reserved.

26

モニター数:20名(40歳以上の色覚正常の男女。矯正視力0.7以上)
実験環境:室内で喫煙する場合を想定…居間の照度100 lxから300 lx
視距離:30cm

《読みやすさに関する評価項目》



背景色と文字色の明度差がどの程度あれば 読みやすいのかを求めた
文字サイズ・書体は、JTが定めたもの(和文:中ゴチック、数字英字:Helvetica)

《結果》

1. 背景色と文字色との明度差は少なくとも3以上は必要
2. 白文字には明度差は3.5以上が望ましい。
3. 文字の背景にはグラデーションを用いない
4. 注意文言表示場所には小柄・模様などを表示しないこと

27

Copyright © JCRI. All rights reserved.

事例 その2 背景色と文字色の読みやすい明度差は?

背景色と文字色の関係 可読距離測定実験 …書かれた文字が読めるかどうか

背景色と文字色は無彩色とし、明度差のみを取り上げた

実験刺激14種類								
文字色:白		あ あ あ あ あ あ あ						
文字色:黒		あ あ あ あ あ あ あ						
背景明度	N9	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1

文字の大きさ:10ポイント
文字フォント:角ゴシック体

照度条件:500 lx · 50 lx
被験者:8名
平均年齢:41歳

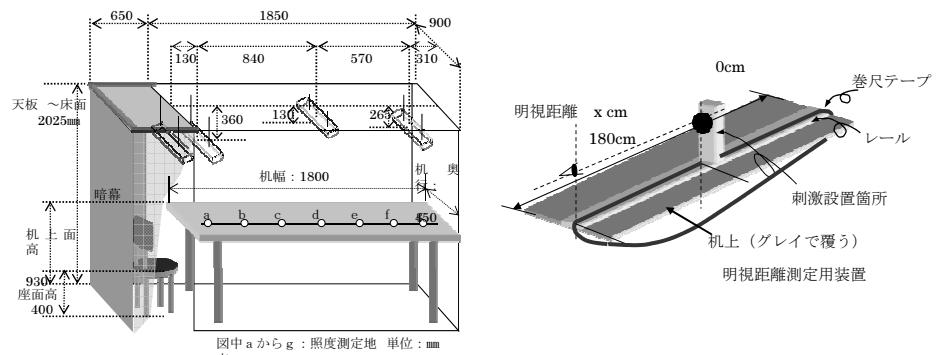
28

Copyright © JCRI. All rights reserved.

背景色と文字色の読みやすい明度差は？

① 背景色と文字色の関係 明視距離測定実験 …書かれた文字が読めるかどうか

実験設備



② 背景色と文字色の関係 読みやすさの印象評価

①と②の2つの実験

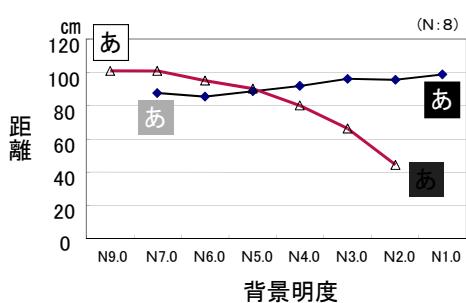
… 「読むことができる」 と 「読みやすい」 とは同じではない。²⁹

Copyright © JCRI. All rights reserved.

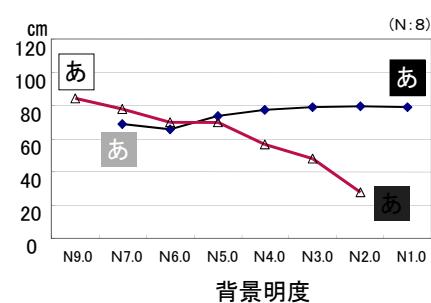
背景色と文字色の読みやすさ

①明視距離の測定

照度条件: 500 lx



照度条件: 50 lx



Copyright © JCRI. All rights reserved.

背景色と文字色の読みやすさ ②読みやすさ主観評価

背景色と文字色は無彩色とし、どの程度の明度差があれば可読性に優れるのか？

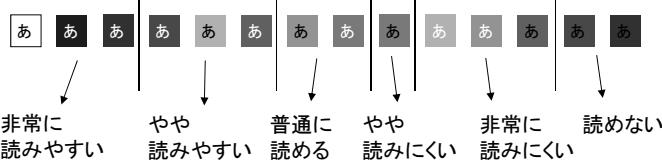
STEP1..順位付けによる評価

実験刺激14種類								
文字色:白	あ	あ	あ	あ	あ	あ		
文字色:黒	あ	あ	あ	あ	あ	あ		
背景明度	N9	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1

読みやすい順に並び替え
最も読みやすい配色:14点,
最も読みにくい配色:1点
(1点から14点)
全被験者合計得点を算出

STEP2..読みやすさに関して6段階評価…グループ分けの実施

<例>



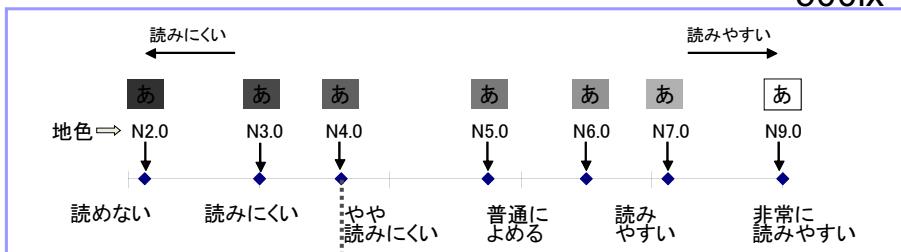
31

Copyright © JCRI. All rights reserved.

背景色と文字色の関係 ②読みやすさ主観評価

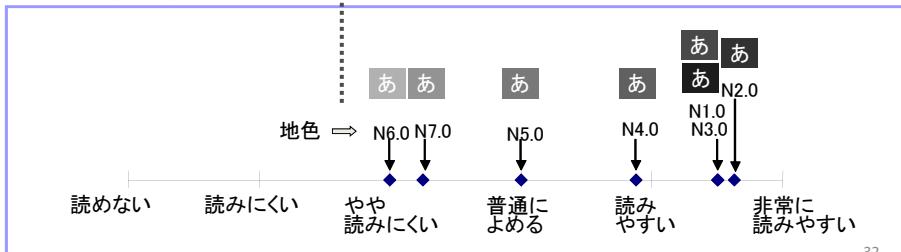
黒文字 (N1.0)

500lx



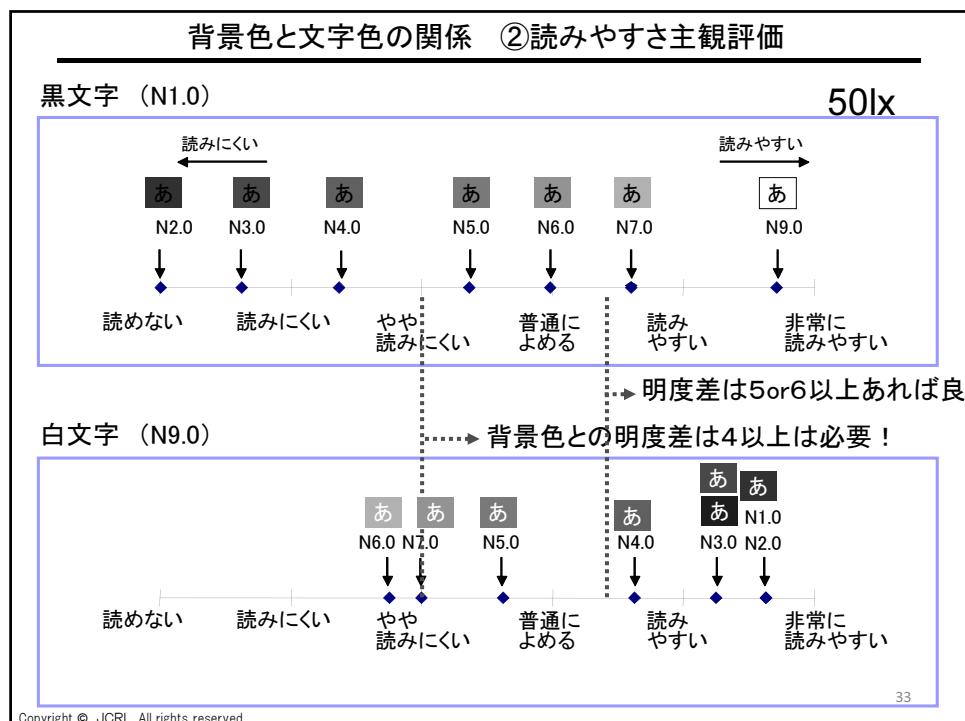
白文字 (N9.0)

→ 背景色との明度差は3以上は必要！



Copyright © JCRI. All rights reserved.

32



CRT画面上で実験

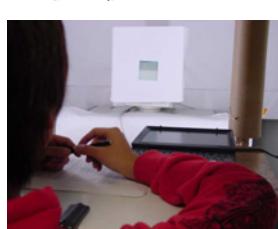
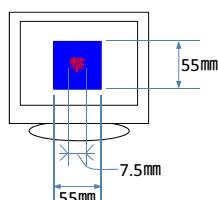
提示時間： 0.075秒と0.3秒の2種類

被験者：色覚正常な 20～23歳の男女大学生 8名

測定項目

- 1)読みやすさ評価…5段階評価
- 2)正答率

<提示例>

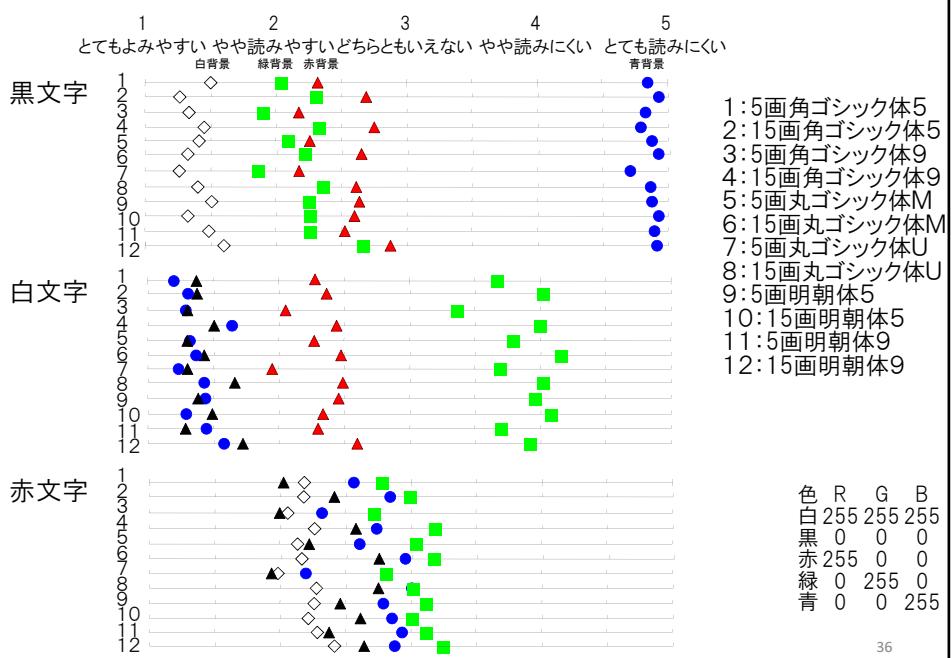


視力1.0となる距離から観測

35

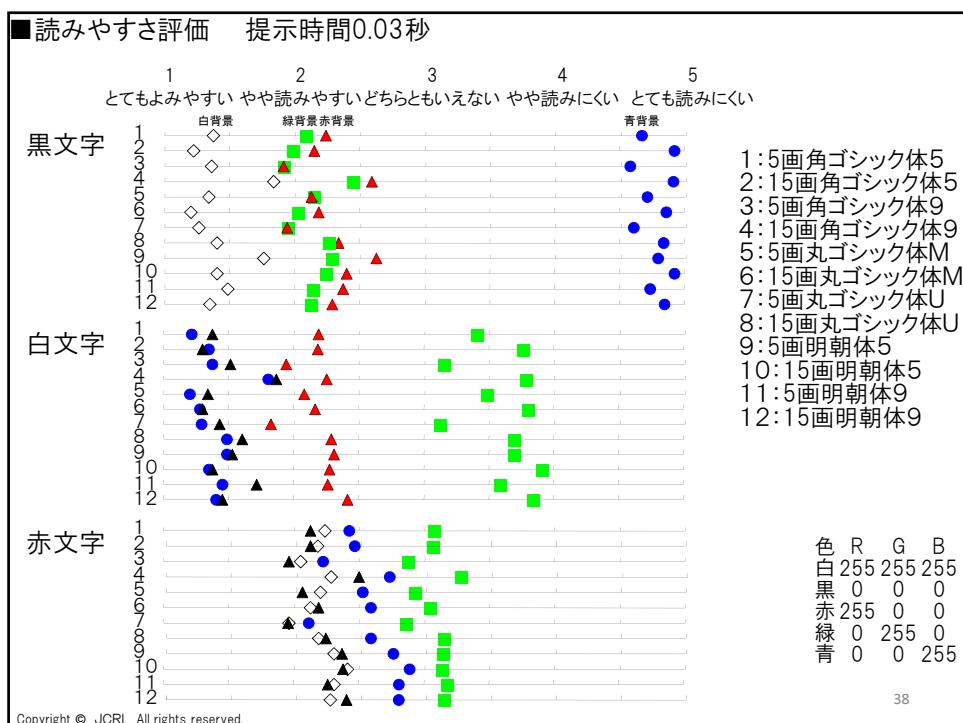
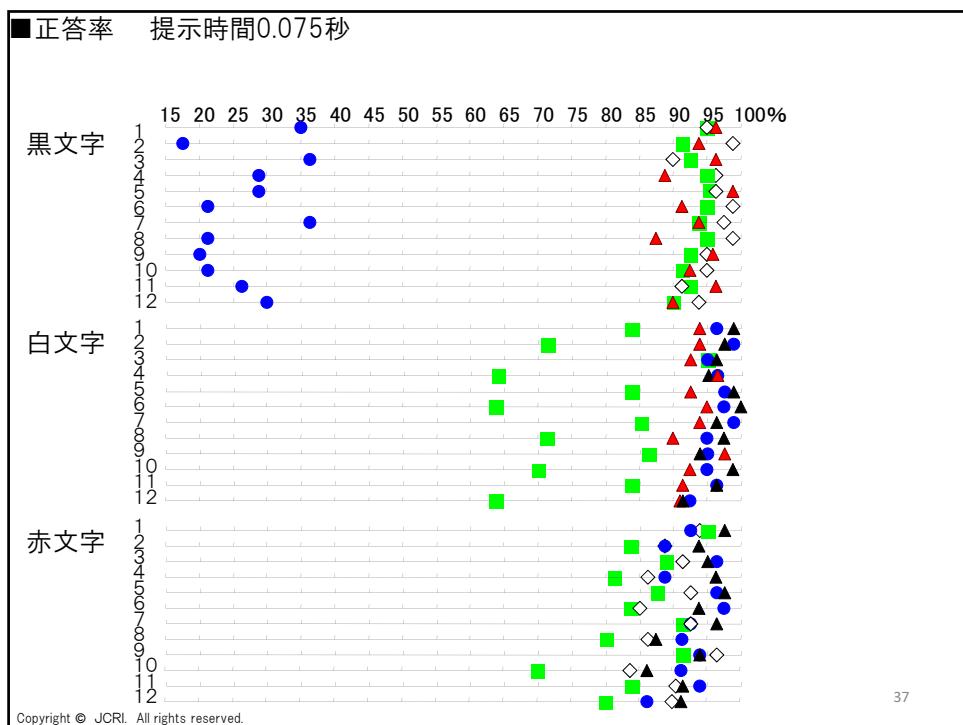
Copyright © JCRI. All rights reserved.

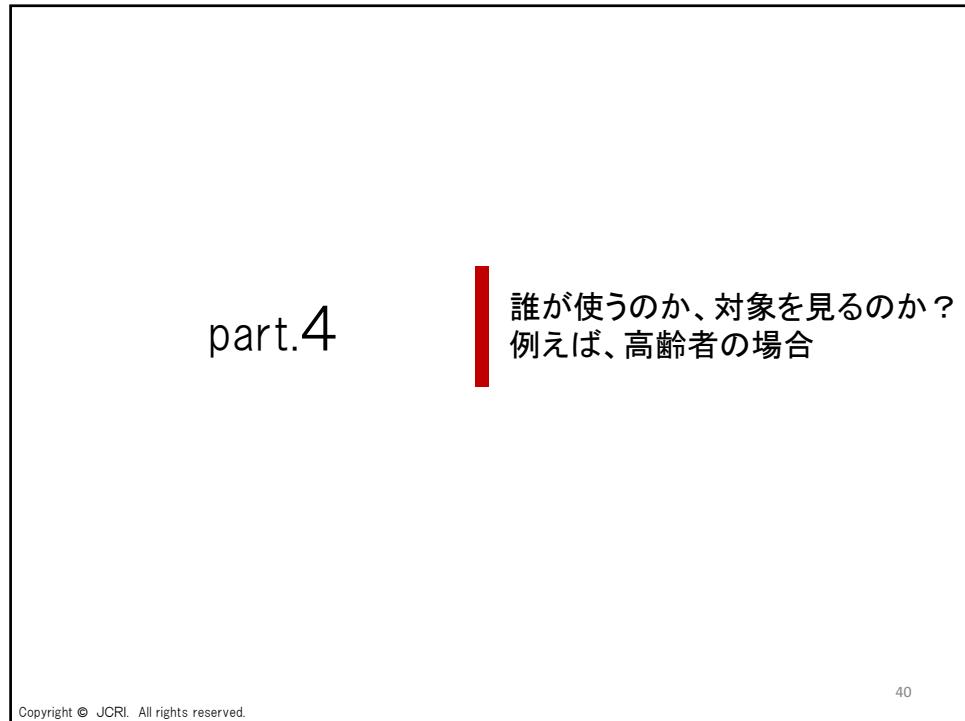
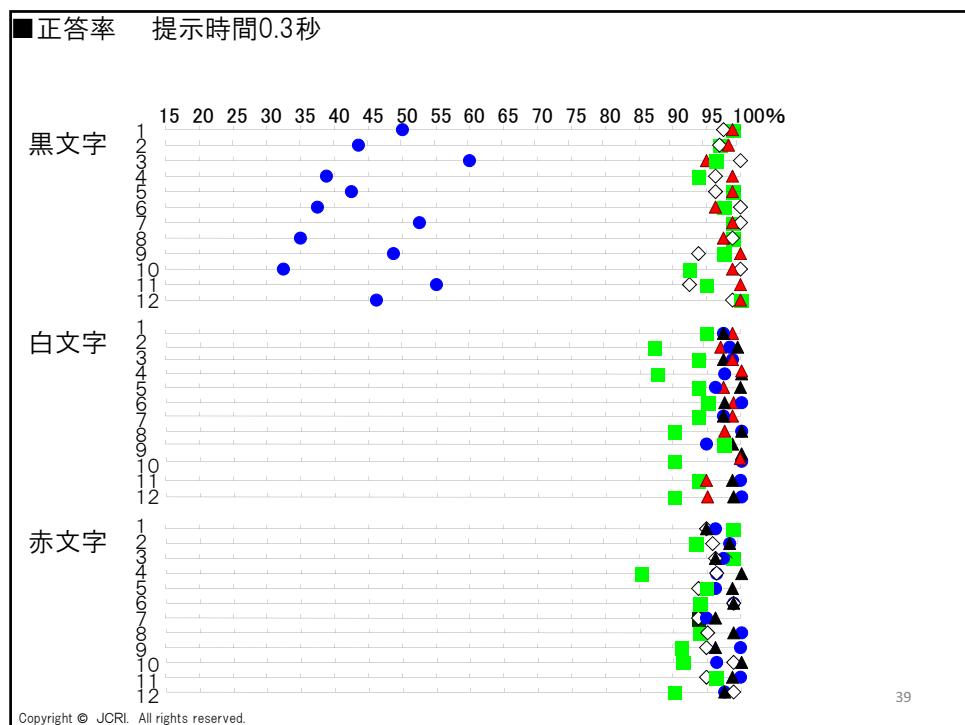
■読みやすさ評価 提示時間0.075秒



36

Copyright © JCRI. All rights reserved.





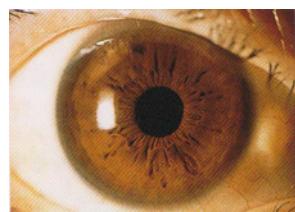
高齢者にとって、分かりやすい色使いとは？？

- 加齢に伴い短波長に対する感度が低下する
- 明度、彩度の低い色は見えにくくなる
- 視野狭窄・色視野にも変化が見られる

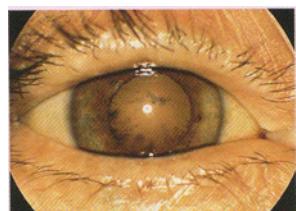
など、様々な視機能の低下が表れてくる

41

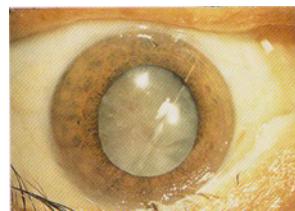
Copyright © JCRI. All rights reserved.



正常眼



暗所で散大する白内障の瞳孔

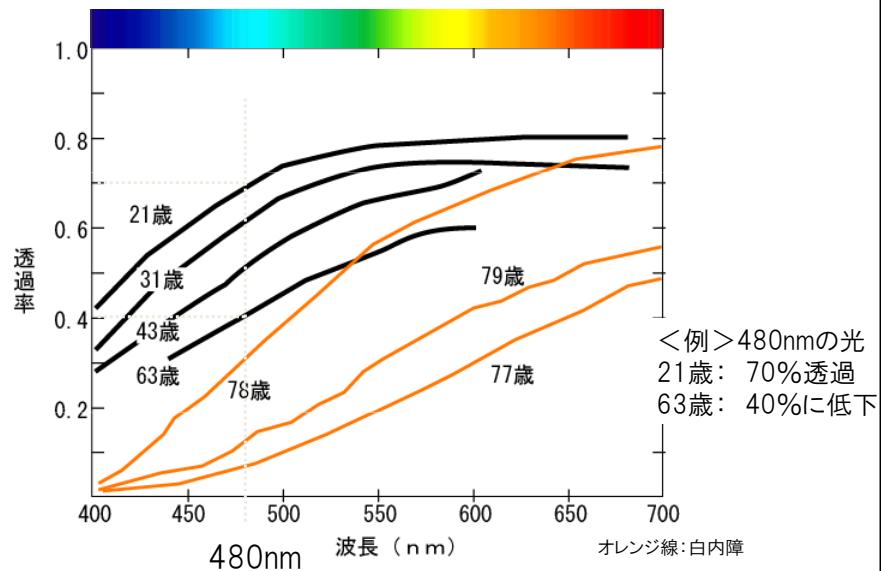


完全に白濁した状態

Copyright © JCRI. All rights reserved.

高齢者のための照明・色彩設計 30ページ⁴²

□ 水晶体の透過率



短波長側<青>の透過率が非常に低下する

Copyright © JCRI. All rights reserved.

43

引用:「どうして色が見えるのか」池田光男他 平凡社

事例 4 高齢者でも使いやすい リモコン

突起の低い

フラットなリモコンボタンの所在を分かりやすくするには？



ボタンに輪郭線を施すせばいい！

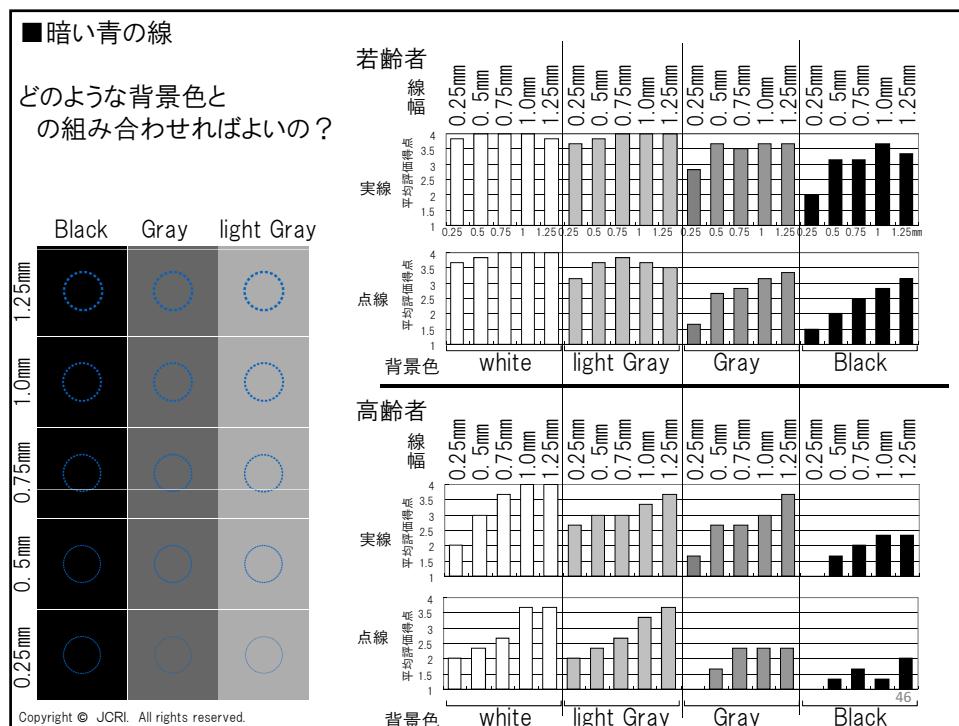
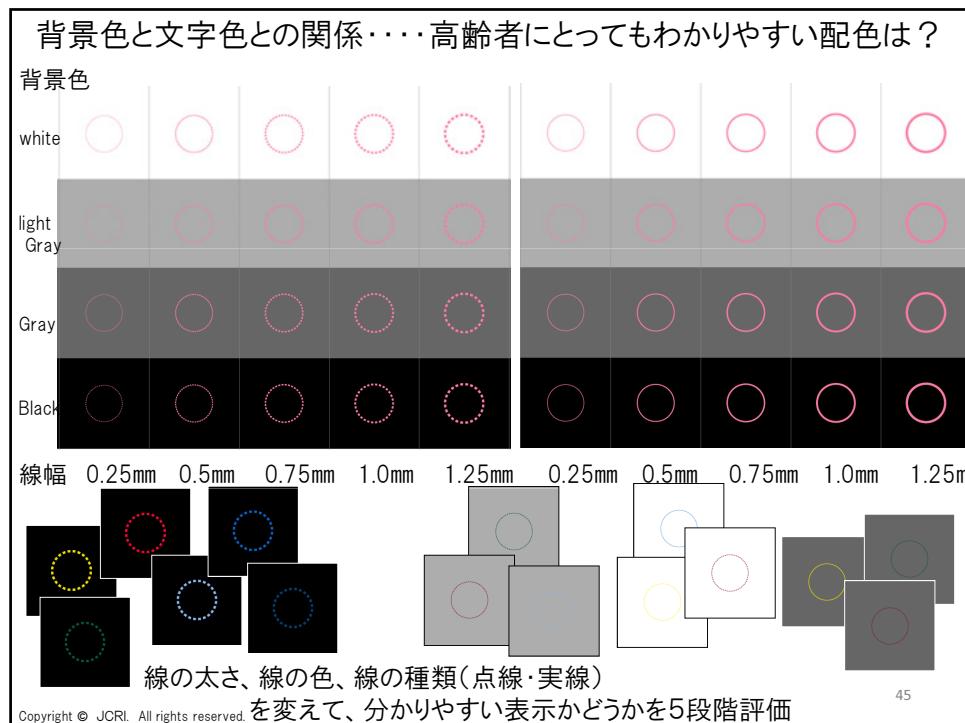
でも、どの程度の太さで表示すれば良いの？？？

輪郭線の色と太さの設定

…高齢者にとっても、分かりやすい表示が必要

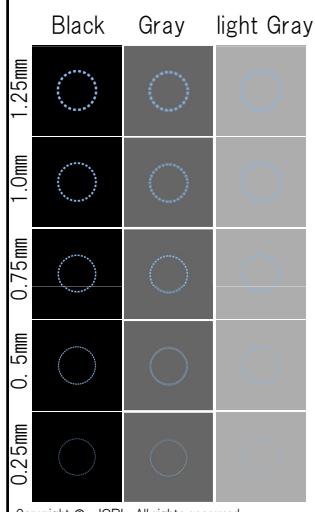
Copyright © JCRI. All rights reserved.

44



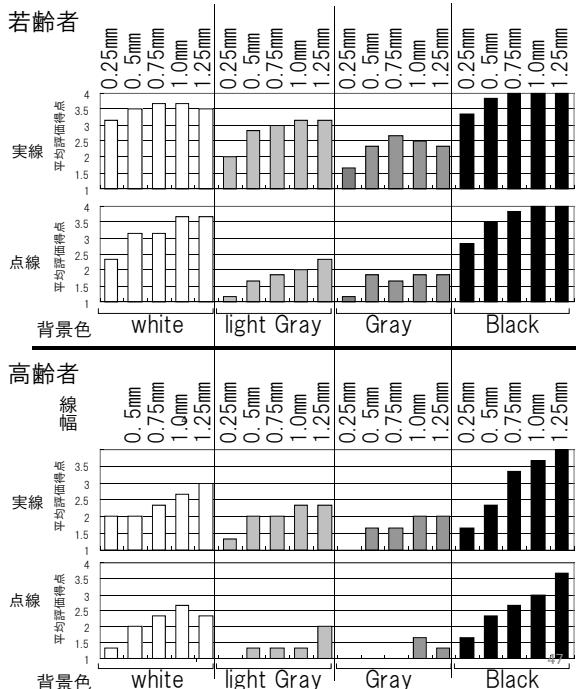
■明るい青の線

どのような背景色と
の組み合わせればよいの？



Copyright © JCRI. All rights reserved.

若齢者



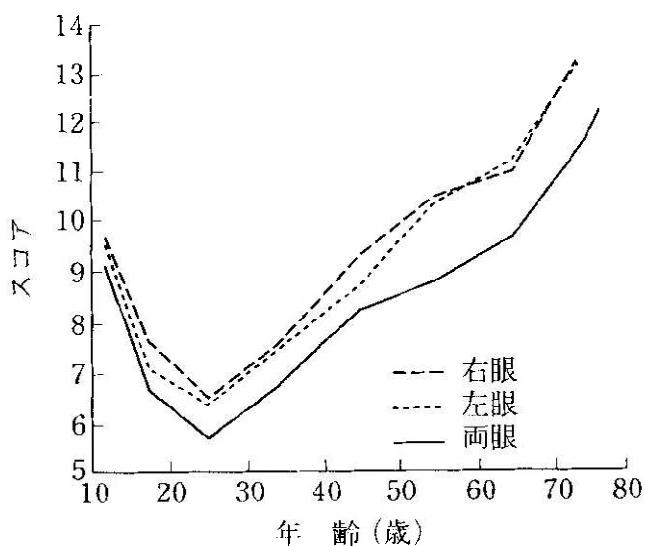
色の識別 : 100Hue-Test



Copyright © JCRI. All rights reserved.

48

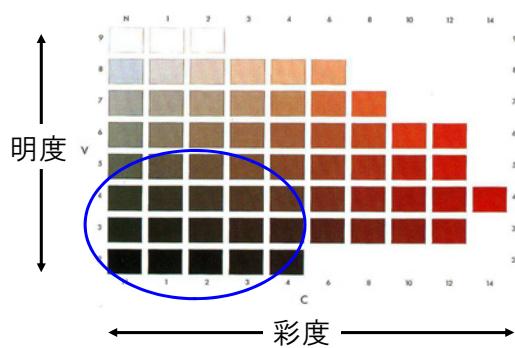
100Hue-Testのスコアの変化



Copyright © JCRI. All rights reserved.

生体情報システム論 187ページ 図9.12

低明度・低彩度の色の識別がしにくくなってくる



Copyright © JCRI. All rights reserved.

50

背景色とのコントラストは、可読性以外にも視認性の側面で重要になる！

背景となる壁面の色と、手すりの色が類似しているため、
手すりの所在がわからない

《洗い場から立ち上がる動作》



手すりが掴めていない

やっと掴めた！

《浴槽に身体を沈める動作》



手すりが掴めていない

やっと掴めた！

バランス感覚が低下している高齢者にとって、手すりの設置は重要
…ただ取り付ければいいというわけではない。

51

《洗い場から立ち上がる動作》



52

《浴槽に身体を沈める動作》



53

54