

## 論 文

## マンセルシステムとNCSの色相環の比較

## Comparative Study on the Hue Circle, Munsell System and NCS

時長 逸子 Itsuko Tokinaga Okayama Prefectural University  
荒生 薫 Kaoru Arou Okayama Prefectural University  
坂田 勝亮 Katsuaki Sakata Akita Municipal College of Art and Craft

**Abstract**

We examined two different systems between Natural Colour System (NCS) and Munsell system. They are composed by each parameter. However we received result that the experimental data on the validity of NCS notation is the same data as Munsell notation. Because it is based on the intervening hues data. The examine is for the four elementally colors (Y, R, B and G) corresponding 5Y, 4R, 10B and 5G of Munsell notation. As bases on the result, we converted 40 hues of Munsell system to NCS notation, and compared the intervening hues data of Munsell notation with its of NCS notation every four hue locations, Y-R, R-B, B-G and G-Y. The data shows that there is no differences between the Munsell system and NCS.

**要 旨**

NCS色表記の確認実験から得られた中間色相のデータはNCS表記であってもマンセル表記であっても大きな違いが見られなかった。システムの成立が全く異なるこれら2つの表色系に見られるこの一致を確認するために、マンセルシステムから選んだ40色相とNCS表記に変換された40色相の色相スケールの差を、各システムに対応する4つの基本有彩色(Y・R・B・G)を基準としてとらえ直し、Y-R・R-B・B-G・G-Yの4つの色相間でその中位点となる色相を比較した。この結果から4つの基本有彩色の中位点にあたる色相は、システムによる顕著な差が存在しないといえた。

## 1. はじめに

赤・青・黄・緑・黒・白といった色は方位、大地、空気といった人間をとりまく世界を成立させている構造の表象のためにシンボル化された。その具体的事象が無限性を表す場合、環状に配置されてきた。このような色の在り方は文化ごとの多様性を示すし、その歴史的背景も非常に古いものである。

そのような表象から離れて色の世界だけを独立させて構造化しようとする試みがなされるなか、光の分解による、色相という独立した構成要素の概念が作り上げられた。基本色とされた6色から白と黒は色の世界の他の構成要素に分化することにより、色相環が考えられた。こうして白と黒を結ぶ無彩色のスケールを軸とする色相で構成される色立体が次々と考案され、漠然とした色の世界は次第にまとまりのある圧縮された色空間として認識され始めた。

三次元の色の世界を立体図として二次元平面上に表現することが可能になり、カラーオーダーシステムの考えが生まれてきた。こうした三次元空間で構成される色をシステム概念に従って二次元平面上に展開し、配列することによってカラーアトラスは成り立っている。

色相環の比較を行った研究は、あるシステムと他のシステムの相対的な比較研究の一部として見られる。色相の概念が根本的に異なるシステムはなく、比較の視点は色相のスケール間隔にある。ここで問題となるのは、NCSのようにスケール化するための基準を設けているシステムが存在することである。NCSの色相環に関する比較研究はいくつか見られるが、このような基準を考慮した研究が見られないのでここで報告する。

## 2. マンセルシステムとNCSの色相環の考え方の違い

18世紀半ば以降19世紀末にかけて、Lambert, Runge, Chevreul, Wundtらによって色立体は次々と発表され、カラーオーダーシステム的考え方の発生をみることができた。さらに今世紀に入るとMunsell, Ostwaldらによってシステムチックな色の体系化の概念がもたらされた。現在主流にあるカラーオーダーシステムとしてはマンセルシステム、Natural Color System (NCS)<sup>1)</sup>、PCOS、DINなどをあげることができる。

画家でもあり美術教育者でもあるA.H. Munsellによって創案されたマンセルシステムは、現在、日本

の色彩に関連する分野で広く活用されている顕色系の代表的なカラーオーダーシステムである。このシステムの色相環は、基本となる5色相の赤(R)・黄(Y)・緑(G)・青(B)・紫(P)とそれぞれの物理補色によって円周上を10分割し、さらに10進法的に細分している。このシステムでは色相間は感覚距離尺度で構成されており、知覚的に等差距離にあるとされている。

スウェーデン規格として発表されたNCSの色相環は、Heringの反対色説に基礎をおいた基本色のY, R, B, Gを色相環上で直交するように90度間隔に配置する。色相は、例えばY-R色相間ならY80R(Y20%, R80%で構成される色み)というような基本色に対する類似度である比率尺度で構成される。

システムが異なっても、色相環に表される色相は同じ順序に従い、時計回りもしくは反時計回りといった回転方向の違いと色相間隔の違いはあるにせよ、無彩色軸のまわりに円環状に配列されているものがほとんどである。このように異なったシステムにおける色相環を比較した研究報告が見られる。

マンセルシステムとNCSの比較研究は、1975年にJuddとNickerson<sup>2)</sup>が行った。1987年にはBillmeyerとBencuya<sup>3)</sup>もこれら両システムを比較し、マンセル色相とNCS色相が解析的に関係するようには記述できないと結論した。1994年にRobertson<sup>4)</sup>は、NCSとマンセルシステムには相変わらず小さなものであるが差異が存在していることを述べている。1986年にはDerefeldtとSahlén<sup>5)</sup>は、NCSについてのデータをCIELABに転換し、NCSとCIELABシステムとの間には簡単な関係も存在しないと結論づけている。

NCSの基本色は色相環構成上固定されており、この位置関係において感覚的な等間隔性はない。マンセルシステムのように等間隔性を求めた色相環との比較では当然の帰結といえる。

しかし、NCSのカラーアトラスをみると、基本色には含まれた中間色相は比率尺度で構成されているといわれているが、距離尺度的性質も表しているように見える。もし、NCSの中間色相が距離尺度的な性質を持っているとすれば、マンセルシステムの色相環と何らかの関係を示すものと仮定した解析は行われていない。

表1 比較に用いた40色相の基準値

HV/C	Y	x	y
10RP5/14	19.27	0.4767	0.2776
2.5R5/14	19.27	0.5047	0.2950
5R4/14	11.70	0.5734	0.3057
7.5R5/14	19.27	0.5590	0.3370
10R5/14	19.27	0.5771	0.3664
2.5YR6/14	29.30	0.5488	0.3947
5YR7/14	41.98	0.5252	0.4168
7.5YR7/14	41.98	0.5174	0.4381
10YR8/12	57.62	0.4753	0.4414
2.5Y8/14	57.62	0.4842	0.4712
5Y8/14	57.62	0.4699	0.4920
7.5Y8/12	57.62	0.4455	0.4917
10Y8/12	57.62	0.4341	0.5020
2.5GY8/10	57.62	0.4021	0.4869
5GY8/10	57.62	0.3816	0.4879
7.5GY6/10	29.30	0.3463	0.5196
10GY6/12	29.30	0.3037	0.5358
2.5G5/10	19.27	0.2565	0.4705
5G5/10	19.27	0.2329	0.4331
7.5G5/10	19.27	0.2200	0.4082
10G5/10	19.27	0.2095	0.3853
2.5BG5/10	19.27	0.1980	0.3606
5BG5/8	19.27	0.2100	0.3280
7.5BG5/8	19.27	0.2030	0.3082
10BG5/8	19.27	0.1970	0.2860
2.5B5/8	19.27	0.1947	0.2687
5B6/8	29.30	0.2088	0.2635
7.5B7/8	41.98	0.2225	0.2631
10B5/10	19.27	0.1860	0.2149
2.5PB4/10	11.70	0.1805	0.1888
5PB4/10	11.70	0.1925	0.1843
7.5PB4/10	11.70	0.2158	0.1811
10PB4/10	11.70	0.2388	0.1837
2.5P4/10	11.70	0.2619	0.1903
5P4/10	11.70	0.2814	0.1967
7.5P4/10	11.70	0.3056	0.2060
10P4/12	11.70	0.3310	0.2014
2.5RP5/12	19.27	0.3635	0.2325
5RP5/12	19.27	0.4022	0.2523
7.5RP5/12	19.27	0.4303	0.2675
10RP5/14	19.27	0.4767	0.2776

### 3. マンセルシステムとNCSの色相環の比較

#### 3.1. 40色相の比較

マンセルシステムとNCSの色相の比較にあたり、JIS標準色票の中から最高彩度を示す40色相の色を選び(表1)、その基準値からNCS値に変換した。変換には久下<sup>6)</sup>のプログラムを利用した。

標準色票の40色相から変換し、得られたNCS値の色相角で表したのが図1(簡略化して20色相をプロットしている)である。マンセルシステムにおける色相環の5Rを頂点としてマンセル色相の回転方向に合わせて表示している。マンセル表記においては本来ならば等間隔で表される色相であっても、NCS表記に変換するとこのように色相間隔の均等性が失われる。このような色スケールの均等性を比較する手法は先立つ研究でも見られる。

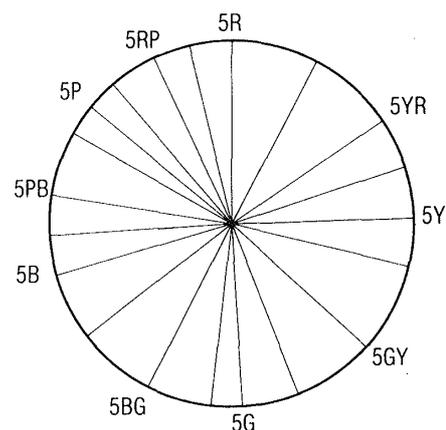


図1 マンセルの40色相をNCSの色相角で表記(20色相分)

表2 NCS基本有彩色に対応するMunsell-Hue

Munsell-Hue	⇔	NCS-Hue
4R (4)	⇔	R (200)
5Y (25)	⇔	Y (100)
5G (45)	⇔	G (400)
10B (70)	⇔	B (300)

知覚的等間隔性による色スケールをもつマンセルシステムの構造がNCSに変換することによって崩れるということは、マンセルシステムとNCSの根本原理が異なることに起因する。

NCSでは基本色から隣り合う基本色までの間隔のスケールを重要とするのではなく、対立する基本色、つまり軸の両端では相反する反対色YとB, RとGを置くという概念に根本原理をおいている。その2つの直交軸によって分割された四分円で表されるスケールが知覚的に等しいということの問題にしている訳ではない。

しかし基本色の位置が決まれば、その間に存在する中間色相は基本色を基準としてスケール化を行うことになる。マンセルシステムではその基準となる基本色相を含んだ知覚的等間隔性に基づく全色相のスケール化を行うのに対して、NCSでは基準となる基本色から隣の基本色までの色相間に関してのみ、その基本色に対する類似度で色相を表現する。つまりNCSでは分断された4つの基本色間、Y-R間、R-B間、B-G間、G-Y間によって色相のスケール化がそれぞれ異なることになる。

マンセルシステムとNCSのそれぞれのスケール化を比較するためには、NCSのこの4つの分断された

基本色間ごとに行う必要がある。

マンセルシステムとNCSそれぞれの表色系の色相の特徴を表す高彩度域の色相の関係を、国際標準化機構技術委員会187号（知覚色の表記）（以下ISO/TC187とする）国内委員会では表2のように対応づけている。

表2の色相対応表をもとに、4R, 5Y, 5G, 10BをNCSの基本色に対応している基準の色とした。さらにこれらと比較する色相の両端となるアンカー色として4R-5Y間, 5Y-5G間, 5G-10B間, 10B-4R間を4つの分断された色相間とみなした。なお、表2の括弧内の数値はMunsell-Hueでは100色相分割での色相番号、NCS-HueではYを100と規定し他の基本色を200, 300, 400と色相位置を定めているがこの表記は筆者が解析上用いている表記法である。

このアンカー色の座標位置が同じ位置に存在するように座標変換し、二つのアンカー色の間にある色をそれぞれのシステムにおいての距離関係が損なわれないように直線補間で座標変換した。座標変換においてアンカー色の座標位置はマンセルシステムの座標系と同じ位置になるようにNCS値を変換している。その結

果を図2に示した。左図から4R-5Y色相間, 5Y-5G色相間, 5G-10B色相間, 10B-4R色相間を表している。この図の縦軸座標はNCS-Hueの距離関係をMunsell-Hueと対応するように値が変換されている。また図でプロットされている点の個数の違いは、選択された40色のアンカー色間に内挿される色数である。

これらの図を見るとそれぞれのアンカー色間にプロットされた点は直線に近いS形状の分布を示している。このように完全な直線関係を示していないとはいえ、4つのアンカー色間に配置されている色相の間隔にそれほど大きな差がないことを意味している。

また、図中で矢印の位置はMunsell-Hueにおいてアンカー色間の中央の色相位置を表している。この図で一番上のR-Yアンカー色間の横軸と縦軸の値が少し違っているが、それ以外の図では横軸・縦軸の値がほとんど同じである。このことはY-G, G-B, B-Rにおけるアンカー色間の中央に存在する色相はほとんど同じ色が配置されていることを表している。

### 3.2. 実験データによる確認

筆者らはISO/TC187国内委員会の実験指針に基づいてNCS色表記の確認実験を行っている<sup>7)</sup>。実験に用いた色票は8×8cmの大きさで、14×14cmのPHO台紙の中央に貼付している。照明・観測条件45-nを満足させるために45度に傾斜した試料台を用いている。照明ボックスにはT社FL20S・D-EDL-D65 [演色AAA]を8灯使用し、中心照度（平面照度）は2000lx、試料面照度（45度）は1650lxであった。被験者は26名であり、基本的に色に対する知識はないが、数名がマンセルシステムを知っており、そのうち2名がNCSも知っている。

この実験のための55枚の色票にはY系が10枚、R系

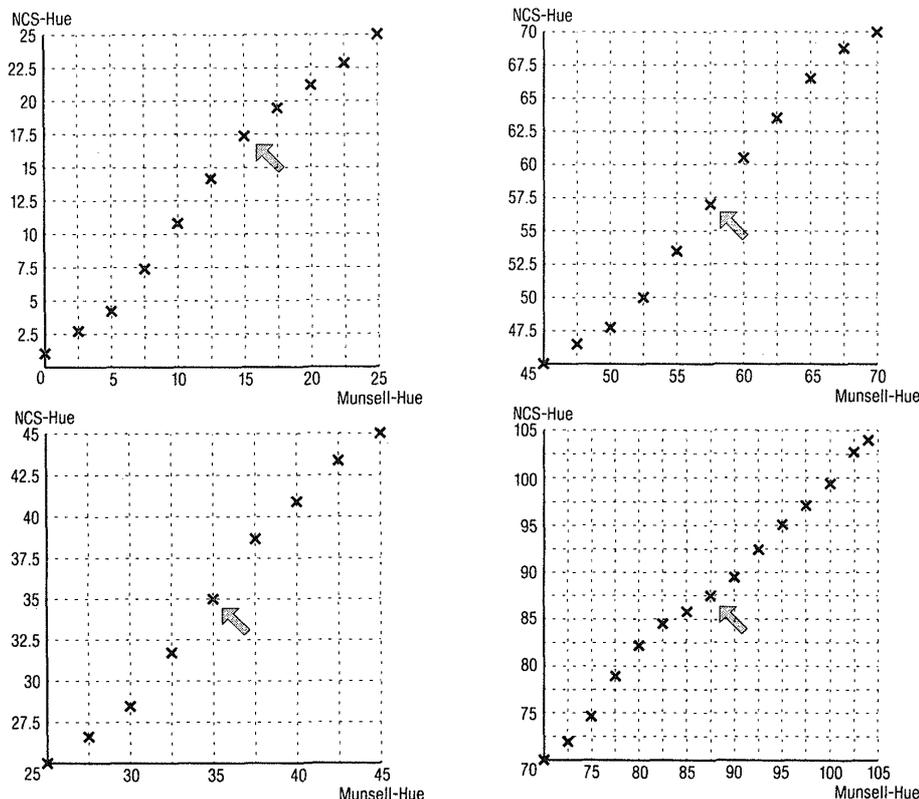


図2 40色相の基準値を用いたマンセルシステムとNCSの色相比較

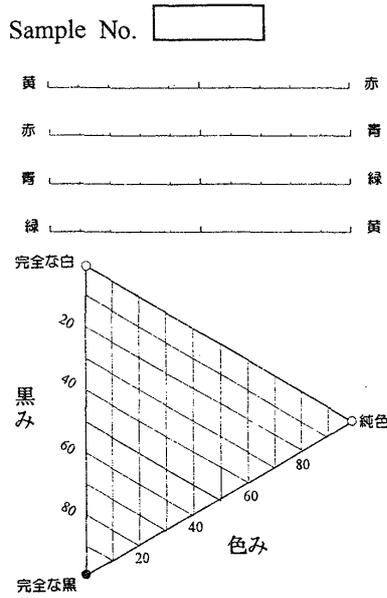


図3 実験の回答用紙

表3 実験結果から得られた色票評価値と各システムでの色相値

色票番号	NCS-Hue	評価値	Munsell-Hue
1001	101	106.54	100.48
1002	100	103.27	99.05
1003	101	104.23	98.10
1004	101	101.54	96.67
1005	98	85.77	100.00
1006	98	93.08	100.48
1007	98	104.23	98.57
1008	98	93.08	100.00
1009	98	79.23	100.48
1010	95	95.38	100.00
1201	136	143.46	146.19
1202	149	154.23	156.67
1203	168	164.23	172.38
2001	203	199.23	200.00
2002	197	192.69	199.05
2003	198	199.42	200.00
2004	199	200.88	200.00
2005	199	199.35	200.00
2006	198	201.73	199.05
2007	201	207.50	200.95
2008	202	212.69	199.52
2009	203	208.46	200.48
2010	210	206.92	200.00
2011	214	215.00	200.95
2301	238	236.15	234.41
2302	252	245.77	251.76
2303	266	266.15	270.29

が11枚, B系が10枚, G系が9枚と基本有彩色の中間色相を確認するためのものがY50R, R50B, B50G, G50Yを内包するようにそれぞれ3枚ずつ準備されている。

色票は被験者に1枚ずつランダムに提示し、一色票につき一枚の回答用紙(図3)に記述してもらう。色相判断は基本色を端点とするY-R軸, R-B軸, B-G軸, G-Y軸から軸を選択し、その端点からの割合を心理学的な絶対判断比率尺度として回答する。

筆者が行った1994年度の実験データから得られた色相評価値の平均値(評価値)と実験色票の色相値(NCS-Hue)を比較した。さらに表2の基準点を用いて前章とは逆にマンセル色相値をNCS色相値に基準化(基準化したものをMunsell-Hueとする)し、評価値と比較したデータが表3である。

図4は左図がY系R系色相間、右図がR系B系色相

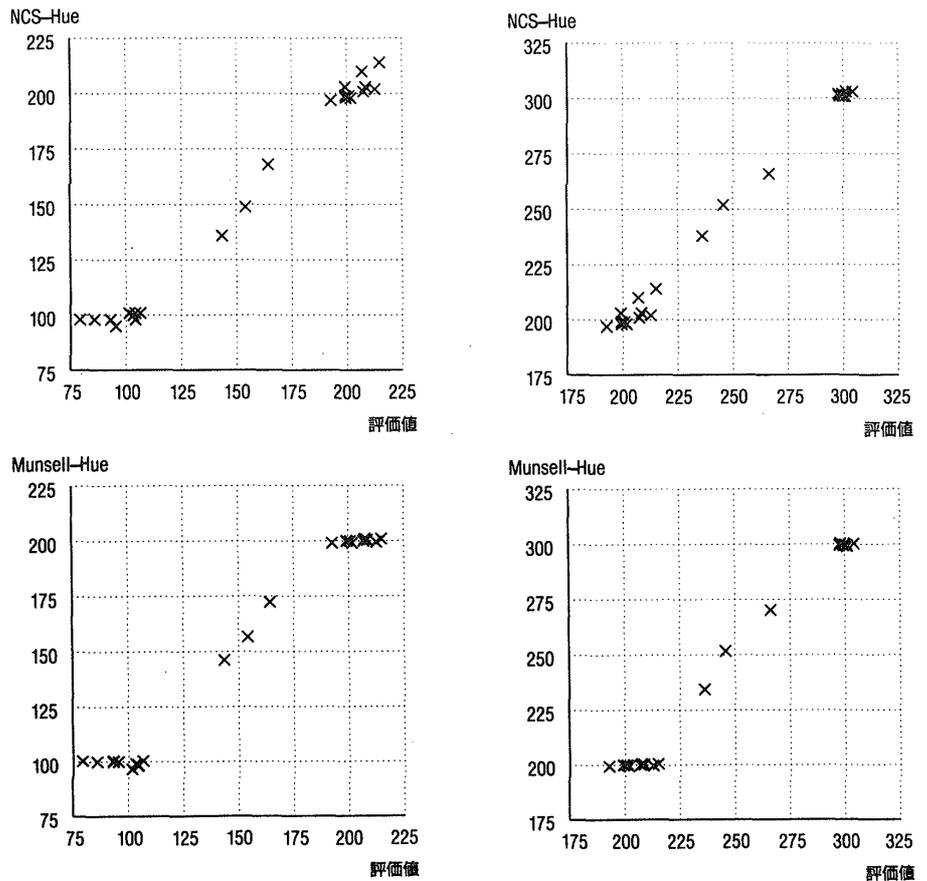


図4 実験結果から得られた色相評価値と各システムとの比較  
上段がNCSと評価値の比較, 下段がマンセルとの比較

間の実験結果を表している。これらの図の上図はNCS-Hueと評価値を比べたものであり、下図はNCS系に基準化されたMunsell-Hueと評価値を比較したものであるY軸上の数値100は基本色Yを、

200は基本色Rを、300は基本色Bを表している。

この実験での基本色近傍の色票群はマンセルシステムで同一色相から選ばれており、それぞれ明清色、晴清色の中間、白・黒・純色の中央を調べられるような色票によって構成されている。基本色の中間を調べる色票は純色が採用されている。

300付近では評価値、NCS-Hue, Munsell-Hueともに集中しており、被験者の色相判断と各システムの色相値にそれほど差がないことを表している。しかし、100, 200付近の評価値が横軸上に分布しているのは、それぞれのシステムの同一色相面に対して評価者が同一色相面として評価していないことを表している。

しかも、マンセルシステムでは等色相断面とみなされる赤色系列の色票が、NCSでは等色相としてとらえられていないことが表されている。今回実験に用いた色票の中では、等色相断面のとらえ方の違いは赤色系列以外の色相では見られなかった。赤色系列の色票に対するNCSの色相のとらえ方は、評価値とおおむね対応している。NCSでの赤色系列の色相は、黒み量が多くなるとマンセルシステムの同一色相面に比べ青寄りの色を同一色相面として組む入れていることにあると思われる。

基本色の中間を調べるために用いた色票の被験者による中位点評価は両システムともほとんど同じ座標位置を示しており特別な差があるようには見られない。

#### 4. 考察及び結論

例えばNCSから色相の概念を取り上げ、Y, R, B, Gという基本有彩色の4色を基準としたときに、その中間に現れる色は、システムが異なっても同じであると思われた。NCSの基本色から同じ程度に類似している中位の色相、Y50R, R50B, B50G, G50Yで表される色は、NCSに対応づけられたマンセルシステムでの基準となる色相、4R, 5Y, 5G, 10Bから同じ知覚的等差距離に存在する色とほぼ等しいということがいえる。

NCSの基本有彩色の間に知覚的等間隔性がないとするにせよ、隣り合った基本色の中間を知覚的に何らかの方法でスケール化したとき、知覚される色は本来このような等間隔性を有しているものと考えられる。認識できる色空間に関しては、システムの起源の違いはあっても完成されたシステムには共通性があるといえるだろう。

色空間をあらわすための平面的展開を行ったカラーアトラスにおいては、カラーオーダーシステムのおもによって、NCSなら反対色説に基づく基本色の直交軸という形で、マンセルシステムなら等間隔であるという形をとって視覚的表現されているに過ぎない。マンセルシステムは小さな感覚的に等距離であるスケールを積み重ねていくことによって色空間の全体的な均等性を得ている。それに対してNCSでは、ある色を呈示したとき個人の頭の中にある基本色をもとにしてその色を絶対判断で評価する。一見すると到底一致しそうな手段を用いてシステムそのものが構成されていても、より包括的な色の世界においては差が余らないことが伺える。

今回の比較ではNCSの考えに基づいて作られたカラーアトラスの基準値を用いて行ったもので、このカラーアトラスがISO/TC187国内委員会の行っている実験とどのように一致するかは今後の実験結果を待つ必要がある。

これまで一致する要素がほとんど無いと考えられていたNCSとマンセルシステムの色相環がNCSの基本有彩色をアンカー色として中間色相を比較すると、YR系のわずかな差はあるにしてもほとんど一致することがわかった。アンカー色をNCSからとり、マンセル表色系での色相をそれに一致するように色相間隔を伸び縮みさせても中間色相の位置関係が崩れないということは、マンセル表色系での色相表現が色相の知覚的等間隔性を持っているものだと考えることができる。もっともこのようなことが言えるのは、今回比較したような高彩度域のことであり、低彩度域については今後の検討が必要である。

#### 参考文献

- 1) The Swedish Standards Institution: SVENSK STANDARD SS 01 01 02, 2nd edition, STOCKHOLM, (1989)  
A. Hard, L. Sivik: NCS-Natural Color System: A Swedish Standard for Color Notation, CRA, 6-3, Fall, (1981)  
日本色彩学会ISO/TC187色表示国内委員会: NCS (Natural Color System) に関するスウェーデン規格-SWEDISH STANDARD SS 01 91 00E邦訳の試み一, 色学誌, 17-3, (1993)
- 2) D. B. Judd, D. Nickerson: Relation

between Munsell and Swedish Natural Color System scales, J. Opt. Soc. Am. 65-1, Jan. (1975)

- 3) F. W. Billmeyer, A. K. Bencuya : Interr-lation of the Natural Color System and the Munsell Color Order System, CRA, 12-5, October, (1987)
- 4) A. R. Robertson : Colour Order Systems-Diversity and Congru-ence, VISION, 6-4, (1994)
- 5) G. Derefeldt, C. Sahlin : Transforma-tion of NCS Data into CIELAB Col-our Space, CRA, 11-2, Summer, (1986)
- 6) 久下, 他 : XYZ表色系からNCS表記への座標変換プログラム, 色学誌, 17, P203, (1993)
- 7) 坂田, 他 : ISO/TC187国内委員会におけるNCS色表記の確認実験, 日本色彩学会誌, 19, (1995)

(受付日 : 1995年12月15日)

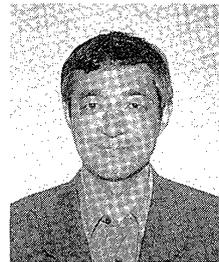
#### 著者紹介



ときながいつこ  
時長逸子

1967年生

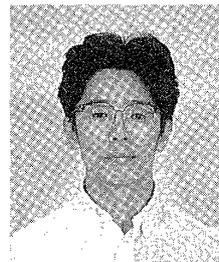
1992年岡山大学大学院教育学研究科美術教育専攻修了  
岡山県立大学デザイン学部助手  
日本色彩学会, 日本デザイン学会,  
日本民族芸術学会



あろ う かおる  
荒生 薫

1948年生

1971年東京写真大学工学部印刷工学科卒業  
岡山県立大学デザイン学部教授  
日本色彩学会, 照明学会, 印刷学会,  
色材協会, 日本流行色協会



さかた かつあき  
坂田勝亮

1958年生

1985年早稲田大学大学院文学研究科博士前期課程心理学専攻修了  
秋田公立美術工芸短期大学産業デザイン学科助教授  
日本色彩学会, 日本心理学会, 日本基礎心理学会, 日本教育心理学会,  
日本視覚学会, 日本認知科学会,  
日本建築学会, 米国光学会