

低圧ナトリウム灯下での色の錯視

長谷川 能三*

概要

低圧ナトリウム灯は効率の良い照明であるが、ほとんどオレンジ色の光のみの発光である。このため物の色がわからなくなるというのが照明としては欠点である。しかし、通常光下と低圧ナトリウム灯下でのもの見え方の違いを活かすことで錯視の一種を作成し、「あべの科学博2011」に出展した。その錯視について、内容と仕組み等について述べる。

1. はじめに

低圧ナトリウム灯は、光変換効率がいいが、ものの色がわからなくなるという特徴がある照明である。トンネルの中で使われているというイメージが強いが、現在では高圧ナトリウム灯や水銀灯などが多く使われるようになってきており、低圧ナトリウム灯はあまり使われなくなってきている。

低圧ナトリウム灯は、波長589.6nmと589.0nmの近接した2本の輝線スペクトル(D線)のオレンジ色の発光が主である。このため、このオレンジ色の光をどの程度反射するかによって、ものの色は明るいオレンジ色に見えたり黒っぽく見えたりするだけで、赤や緑、青などの色合いには見えない。このため、低圧ナトリウム灯が使われているトンネル内では、まわりの自動車の色がわからなくなるということがあった。

8月9日～16日に近鉄百貨店阿倍野店で開催した「あべの科学博2011」では、ブラックライト通りやプリズムライトの部屋、オレンジの部屋、虹を作ろう！など、光をテーマに展示や実験を行なった。

この中の「オレンジの部屋」は、通常光下と低圧ナトリウム灯下で、物の色の見え方が異なるというコーナーである。当初は、いろいろな色の物が低圧ナトリウム灯下では色がわからなくなるということと、例えば青いリンゴといった通常とは異なる色の物でも、低圧ナトリウム灯下では不自然なかどうかかわからないといった内容を考えた。しかし、もっと違った展開も可能ではないかと思い、色の錯視を作成した。

2. 色の錯視

2-1. 色の準備

低圧ナトリウム灯下では、ものの色がわからなくなることはよく知られている。サイエンスショー「虹のひみつ」でも、低圧ナトリウム灯で照らすと、服の色などがわからなくなるという実験を行なっている。

通常、物の色は、色相・彩度・明度で表わされる。パソコン画面などでは、RGBの値で表わされることもあるが、3つの自由度があることに変わりはない。ところが、オレンジ色のD線の単色光である低圧ナトリウム灯下では、このD線の色の反射率によって、オレンジ色が明るい暗いかの区別しかつかない、つまり自由度が1つになってしまっている。このため、通常光下では異なる色が、低圧ナトリウム灯下では、同じ色に見えたりするのである。例えば、赤～黄色のものは、このD線の色の反射率が概ね高いため、明るく見える。しかし、青色のものなどはD線の色の反射率が低いため、黒っぽい色に見える。

しかし、青系の色でも明度の高い色は低圧ナトリウム灯下でもある程度明るく見えるし、赤系の色でも明度が低い色は、暗く見えるはずである。このため、明度をうまく選べば、青系の色と赤系の色でも低圧ナトリウム灯下では同じ色(同じ明るさ)に見えるということも可能である。

そこで、さまざまな色相・明度の色を並べたカラーチャートを印刷し、色相の各色でどの明度の色が低圧ナトリウム灯下で同じ明るさに見えるかを調べた。この比較で、低圧ナトリウム灯下で、比較的明るく見える色の一群、中くらいの明るさで見える色の一群、比較的暗く見える色の一群を抽出した。

*大阪市立科学館 学芸員

E-mail: hasegawa@sci-museum.jp

11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	1J
21	22	23	24	25	26	27	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G	2H	2J
31	32	33	34	35	36	37	38	39	3A	3B	3C	3D	3E	3F	3G	3H	3J
41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	4G	4H	4J
51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	5G	5H	5J
61	62	63	64	65	66	67	68	69	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6J
71	72	73	74	75	76	77	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	7F	7G	7H	7J
81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F	8G	8H	8J
91	92	93	94	95	96	97	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	9F	9G	9H	9J
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BJ
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CJ
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DJ
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EJ

写真1. 通常光下でのカラーチャート

11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	1J
21	22	23	24	25	26	27	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G	2H	2J
31	32	33	34	35	36	37	38	39	3A	3B	3C	3D	3E	3F	3G	3H	3J
41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	4G	4H	4J
51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	5G	5H	5J
61	62	63	64	65	66	67	68	69	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6J
71	72	73	74	75	76	77	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	7F	7G	7H	7J
81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F	8G	8H	8J
91	92	93	94	95	96	97	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	9F	9G	9H	9J
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BJ
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CJ
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DJ
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EJ

写真2. 低圧ナトリウム灯下でのカラーチャート

ただここで、全く同じ色に見える色はほとんど存在しなかった。これは、低圧ナトリウム灯がD線のオレンジ色の光だけでなく、D線と比べると輝度は低い、赤や緑の輝線スペクトルの光も出しているからだと思われる。

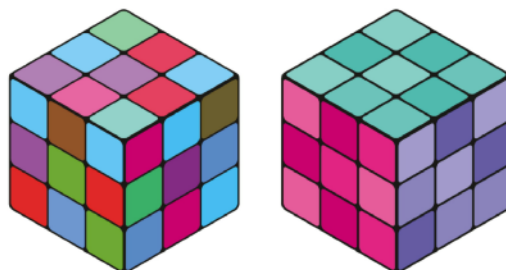
なお、この色低圧ナトリウム灯下で同じ色に見える色の組み合わせは、印刷するプリンタインクの特性によって変わる可能性がある。そのため、別のプリンタを使う場合には、この比較の過程をやり直さないといけない可能性がある。

2-2. 色の錯視の作成

こうして、必要な色の組み合わせが3種類決まった。これらの色の一群は、通常光下ではさまざまな色の集まりであるが、低圧ナトリウム灯下ではほぼ同じ色(明るさ)に見える。そこで、ルービックキューブの形の3面の内、上面に明るく見える一群の色の中から9色を、左側面に中くらいの明るさに見える一群の色の中から9色を、右側面には暗く見える一群の色の中から9色をランダムに配置した。すると、通常光下では各面とも色がランダムに並んでいて、ルービックキューブの各面がバラバラになっているような状態に見える。しかしこれを

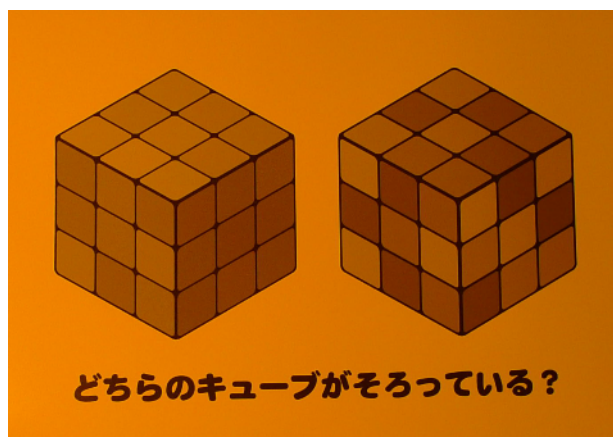
低圧ナトリウム灯下で見ると、上面・左側面・右側面にそれぞれほぼ同じ色(明るさ)の色が並んでいるために、ルービックキューブの各面がそろっているように見える。これが低圧ナトリウム灯下での錯視のひとつである。

次に、ルービックキューブの上面には3つの色の群から青緑系統の色を、左側面には赤系統の色を、右側面には青紫系統の色を、それぞれランダムに配置した。この場合、通常光下で見ると、上面は多少色相や明度が異なるものの青緑系統の色が並んでおり、左側面には同じく赤系統の色が、右側面には青紫系統の色が並んでいるため、一見、各面がそろったルービックキューブに見える。ところがこれを低圧ナトリウム灯下で見ると、明るく見える色、中くらいの明るさで見える色、暗く見える色がランダムに並んでいるため、各面がバラバラのルービックキューブに見える。



どちらのキューブがそろっている？

写真3. 色の錯視を通常光下で見た場合
左は各面がバラバラに見え、
右は各面がそろっているように見える



どちらのキューブがそろっている？

写真4. 色の錯視を低圧ナトリウム灯下で見た場合
左は各面がそろっているように見え、
右は各面がバラバラに見える

尚、研究報告誌の紙面では印刷が白黒であるため、写真を見てもわからないと思われるので、ぜひウェブサイトでご覧ください。ただ、人間の目とカメラでは、色

に対する感じ方が多少異なるため、ウェブサイトのカラー写真を見ていただいても、実際に生で見るのとは少し異なることをご了承ください。

3. 考察

今回作成した色の錯視は、錯視としては比較的地味なものとなってしまったが、これまで他では見たことのないパターンのもとなった。

また、プリンタによって、抽出した色の群が変わってしまう可能性はあるが、この色の群を用意しておけば、アイデア次第でさまざまな色の錯視を作ることが可能である。例えば、通常光下では虹のような7色の色の帯が、低圧ナトリウム灯下では1色だけの帯になるといった錯視が考えられる。

ただ、用意した色の群は、比較的彩度の低いパステルトーンの色が多く、どうしても全体的に地味な絵になりがちである。

また、低圧ナトリウム灯が単色光であるということで考えた錯視であるが、実際には赤や緑の輝線スペクトルのために、全く同じ色にはならないといった問題点もわかった。