

# 平安時代「金」の代用品 「真鍮」の分光反射率が面白い



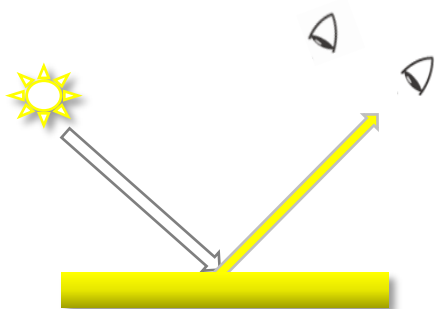
『美福門院得子願經・荒川經』断簡

奈良大学図書館提供

# 「金」「銀」「銅」「メッキ」などの 色評価にも測色計が活用

金属やメッキなどのピカピカの鏡面状態の試料を測定する場合は、照明した光の正反射光成分が反射し、それ以外の方向の光は返ってきません。

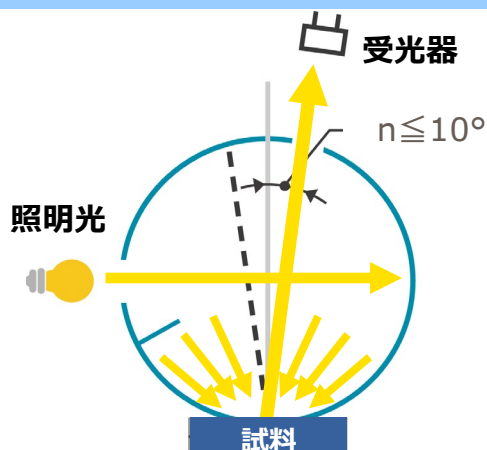
そのため、金属やメッキなどのピカピカの鏡面サンプルの測定には、「**積分球タイプ**」かつ「**正反射光を含むSCI**の測定」が必要になります。



正反射光を含む

**SCI**

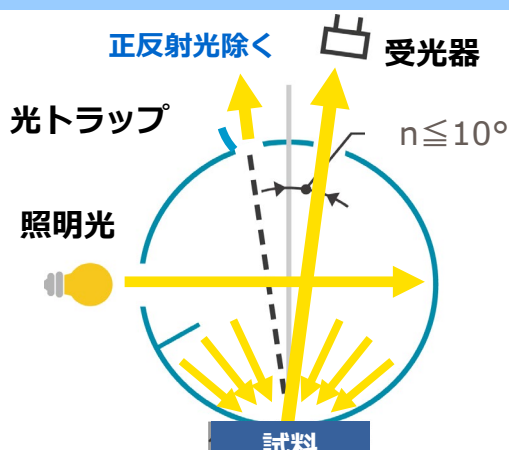
JIS Z 8722 条件c  
[di : 8°]



正反射光を含まない

**SCE**

JIS Z 8722 条件c  
[de : 8°]





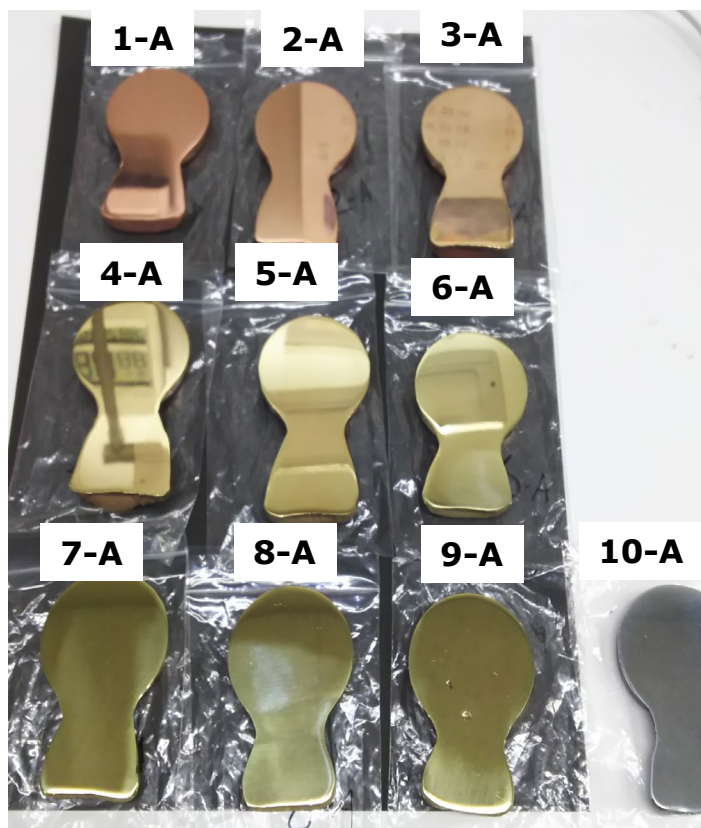
# 測定サンプル「真鍮」

これまで「金」の代用品として銅と亜鉛を混ぜ合わせた「真鍮\*（しんちゅう）」という合金は、江戸時代に普及したというのが定説でした。しかし、平安時代後期に書かれた装飾経「紺紙金字一切経」（美福門院得子願経・荒川経）の金文字が、「真鍮」で書かれているということが奈良大学の調査によって明らかになりました。

このお経は、鳥羽法皇の三回忌に菩提を弔うために皇后の美福門院得子が平治元年（1156年）に高野山に寄進したもので、法皇に係わるものですから当時、最高級の経典でした。その調査研究にご尽力された奈良大学の西山要一名誉教授（保存科学）のご協力を得て、「金板」、「銅」、「亜鉛」の比率を変えた「真鍮」の色の違いを分光測色計CM-26dGで測定してみたところ、「分光反射率」でとても面白い測定結果が得られました。

\*「真鍮」は、5円玉にも使用されている身近な金属です。

## 金板・真鍮サンプル10種類



光沢面

銅と亜鉛の混合比率（％）

	銅	亜鉛
1-A	100	0
2-A	95	5
3-A	90	10
4-A	85	15
5-A	80	20
6-A	75	25
7-A	70	30
8-A	65	35
9-A	60	40
10-A	0	100

# 測定器



## 分光測色計 CM-26dG

測定方式：全反射率測定(SCI)

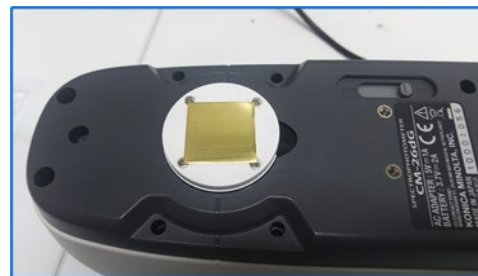
測定径：鋳物測定時：Φ8 mm、板測定時：Φ3 mm

観察条件：D65光源 10°視野

測定方法：写真のように測定器の測定部を鉛直上向きにした後、サンプルを乗せて測定



鋳物測定



板測定

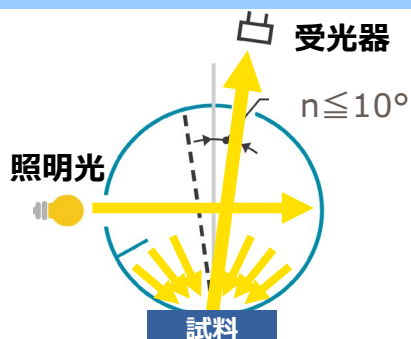
## 反射測定の照明受光光学系

分光測色計 CM-26dGは、積分球を使用しています。そのため、JIS Z 8722規格の拡散照明8度受光方式（SCI、SCE）の測定が可能です。

またJIS Z 8741規格に準拠した60°光沢度の測定も可能です。

JIS Z 8722 条件c

[di : 8°]



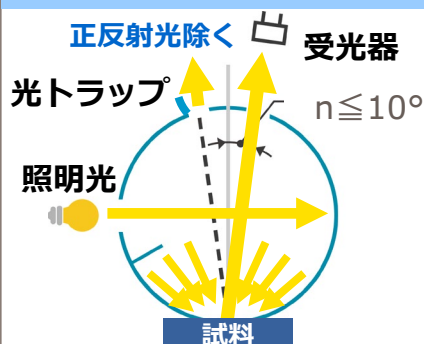
正反射光を含む

SCI

正反射光を除かない測定では、全ての方向の反射光が測定でき、表面状態（光沢）によらない素材そのものの色が測定できます。光トラップを閉じると正反射光と拡散反射光のすべてを受光。この状況を国際的に標準化し規定された光学系が「拡散照明、8方向受光、正反射光を含む」(di:8°)光学系、すなわち SCI 光学系です。

JIS Z 8722 条件c

[de : 8°]



正反射光を含まない

SCE

検査室や屋外は拡散照明であり、人は拡散照明下で試料からの反射光を垂直方向から観察します。

（但し、照明光の正反射光は避けて観察）

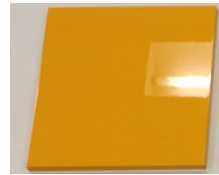
この状況を国際的に標準化し規定された光学系が「拡散照明、8°方向受光、正反射光を除く」(de:8°)光学系、すなわちSCE光学系です。

# 金属鏡面の評価には、SCI

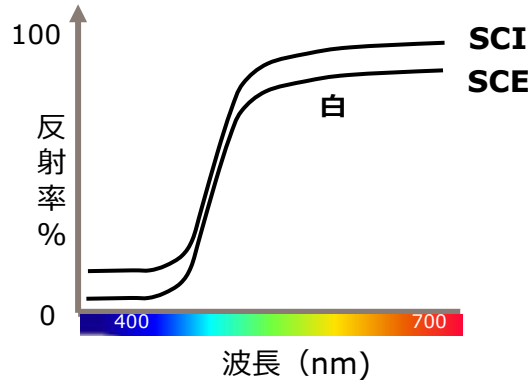
## ソリッド塗装

ソリッド塗装や樹脂の色を評価する場合、SCIは素材そのものの色、SCEは見た目に合う評価結果が得られます。

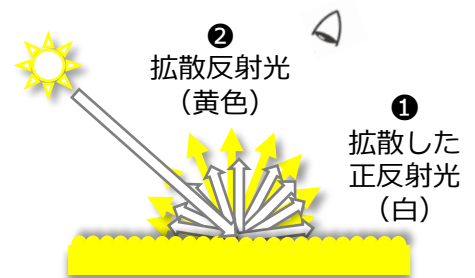
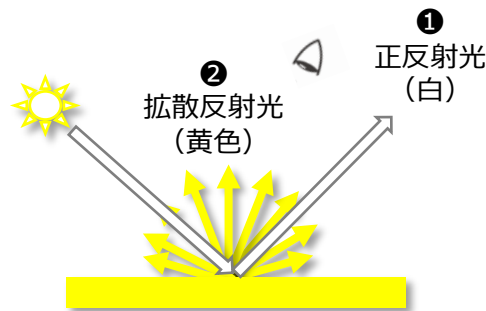
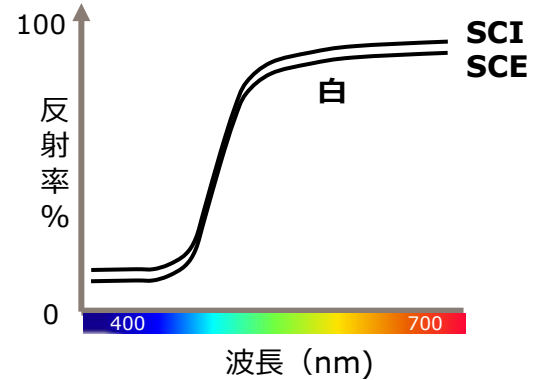
素材が同じ試料であれば、SCIの測定値は同じになります。



「光沢面」



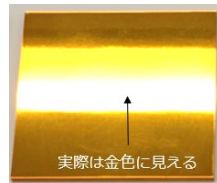
「マット面」



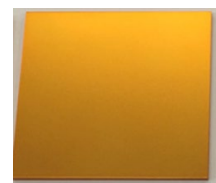
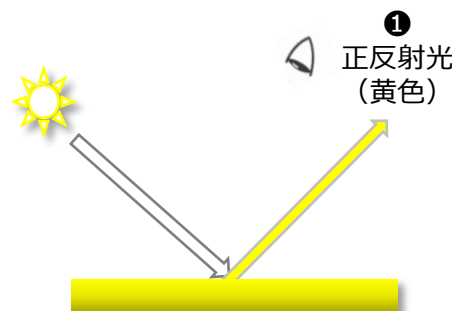
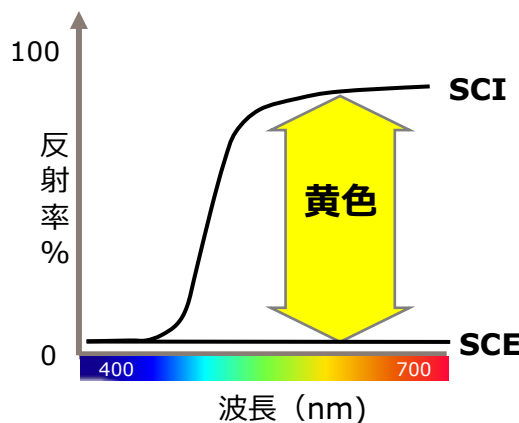
## 金属面

金属鏡面を評価する場合、正反射光に色がつき拡散反射光はほとんどないため、**SCIで評価する必要があります。**

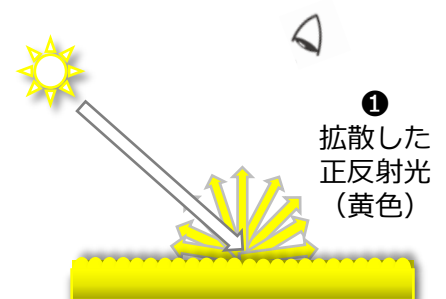
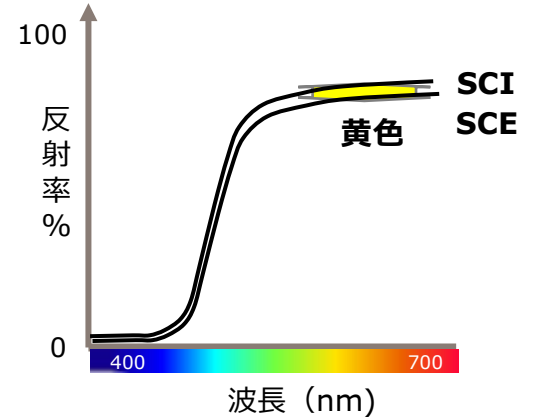
SCEでは右図のようになります。反射光が極めて少ない黒い色になってしまいます。マット面になると拡散した正反射光に色が付きます。



「鏡面」



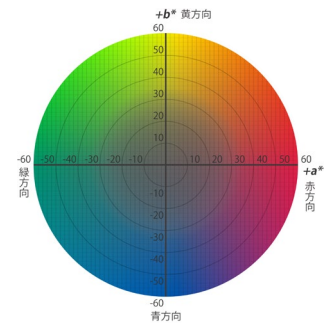
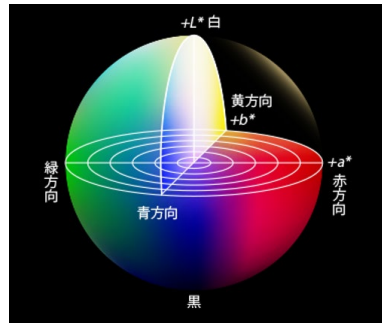
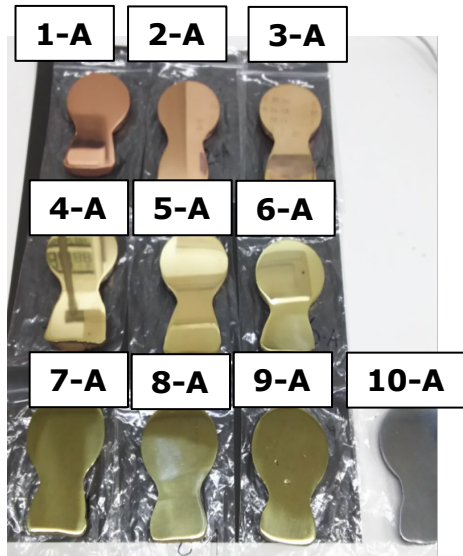
「マット面」



# 真鍮と金板の測定結果

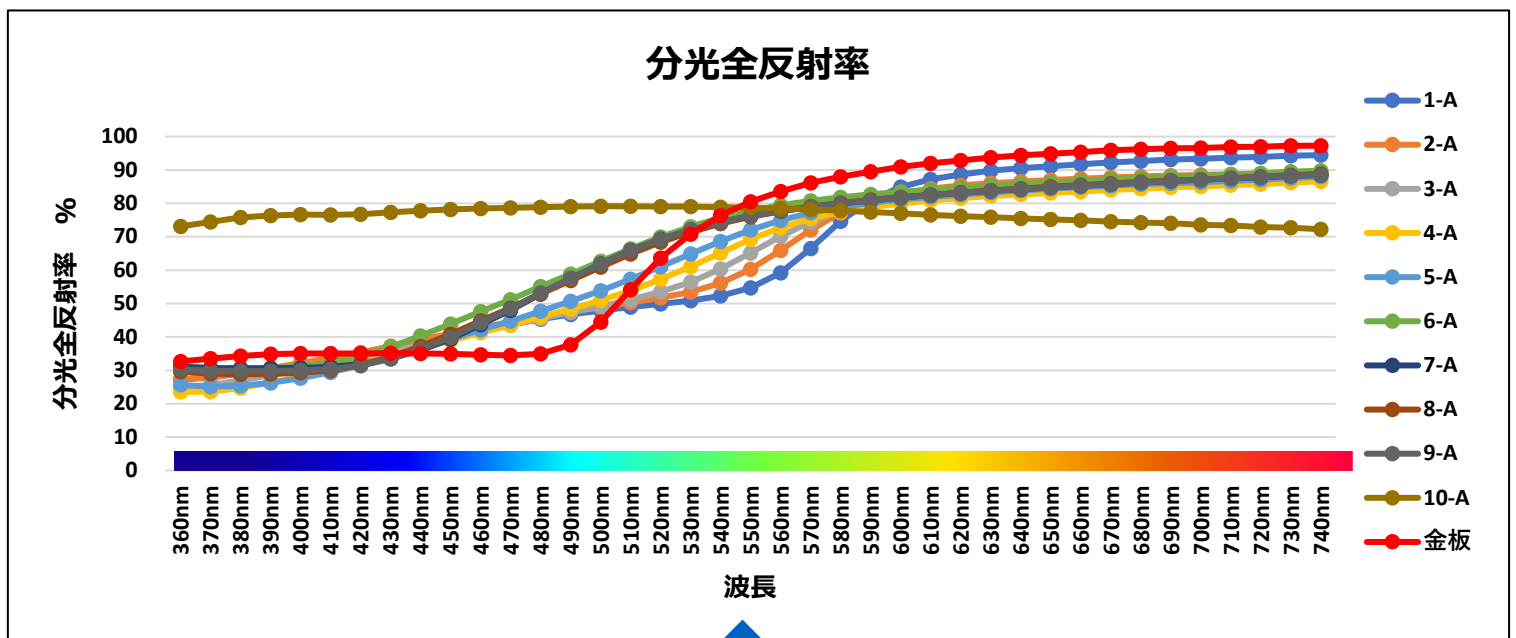


サンプル  
ご協力：  
奈良大学  
保存科学  
西山要一  
名誉教授



金板の**SCI**の色彩値（素材の色）  
に一番近い真鍮は、5-A

	CM-26dG(SCI)									
	絶対値				金板との色差					
	L*	a*	b*	疑似カラー	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*_{ab}$	$\Delta E_{00}$	
金板	88.97	7.37	39.18		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1-A	82.91	15.81	22.47		-6.06	8.44	-16.71	19.68	12.68	
2-A	83.98	12.37	23.48		-4.99	5.00	-15.70	17.22	9.88	
3-A	84.71	9.30	26.17		-4.26	1.93	-13.01	13.83	6.86	
4-A	85.51	5.51	28.24		-3.46	-1.86	-10.94	11.62	4.90	
5-A	86.65	3.60	29.39		-2.32	-3.77	-9.79	10.74	4.61	
6-A	89.24	-0.36	28.09		0.27	-7.73	-11.09	13.52	6.14	
7-A	88.53	-1.31	30.80		-0.44	-8.68	-8.38	12.07	5.87	
8-A	88.42	-0.58	29.83		-0.55	-7.95	-9.35	12.29	5.75	
9-A	88.53	-1.26	30.54		-0.44	-8.63	-8.64	12.22	5.91	
10-A	90.87	-1.54	0.09		1.90	-8.91	-39.09	40.14	22.60	



真鍮の分光反射率データをみると、銅と亜鉛の比率に応じて  
460～580nmあたりの分光全反射率が変化しています。



# 真鍮のSCI/SCE、錫板と銀板の測定結果

	CM-26dG (SCI)				CM-26dG (SCE)			
	L*	a*	b*	疑似カラー	L*	a*	b*	疑似カラー
1-A	82.91	15.81	22.47		26.49	4.52	3.40	
2-A	83.98	12.37	23.48		23.77	2.48	3.45	
3-A	84.71	9.30	26.17		22.11	0.58	3.13	
4-A	85.51	5.51	28.24		25.12	-1.15	4.63	
5-A	86.65	3.60	29.39		19.35	-1.82	3.63	
6-A	89.24	-0.36	28.09		23.66	-3.22	4.03	
7-A	88.53	-1.31	30.80		22.83	-4.06	3.67	
8-A	88.42	-0.58	29.83		28.11	-4.29	4.42	
9-A	88.53	-1.26	30.54		24.54	-3.94	4.73	
10-A	90.87	-1.54	0.09		33.83	-1.90	-8.56	

正反射光を除去した**SCE**モード（拡散反射光）は正反射光を含んだ**SCI**モード（全反射光）と比べて色が暗くなっています。

## 錫（すず）板と銀板の測定結果

「銀」の代用品として、「錫」が使われていた。

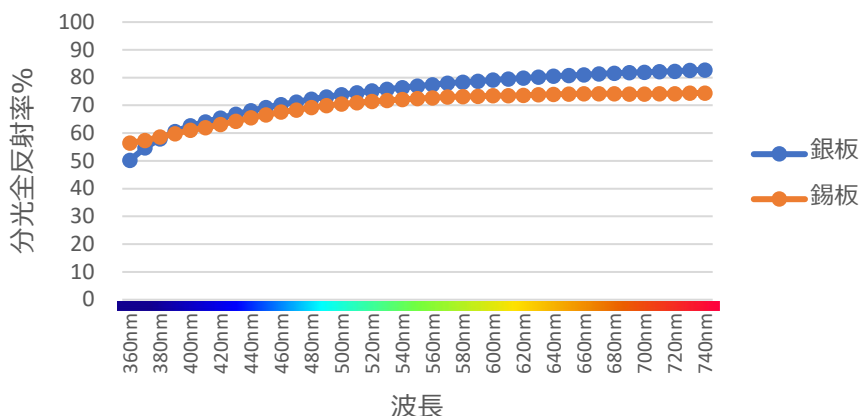
銀板

錫板



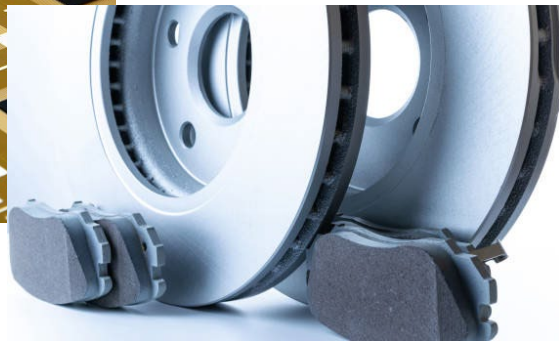
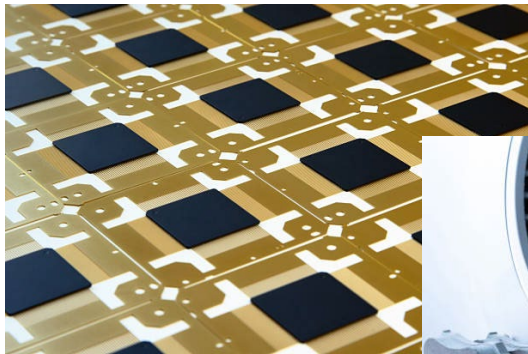
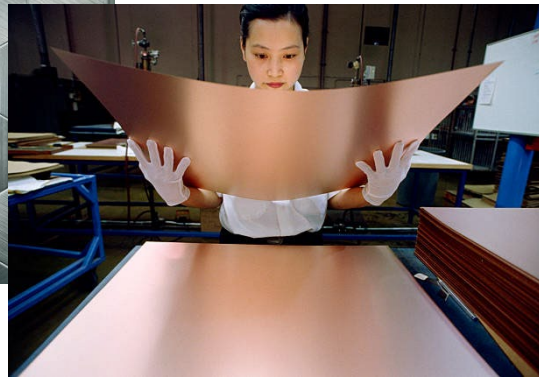
	絶対値				銀板との色差	
	L*	a*	b*	疑似カラー	$\Delta E^*ab$	$\Delta E00$
銀板	90.15	0.28	6.03		0.00	0.00
錫板	88.00	-0.42	4.63		2.66	2.01

分光全反射率



錫板と銀板の値は非常に近い結果！

「色」や「光沢」など  
メッキ・金属の品質評価で  
お困りごとがございましたら  
ご相談ください！



お気軽にお問合せ下さい！

計測機器に関するお問い合わせはこちら  
<https://www.konicaminolta.jp/instruments/contact/>

コニカミナolta ジャパン株式会社 センシング事業部

〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1



お問い合わせ



センシング事業部  
WEBサイト