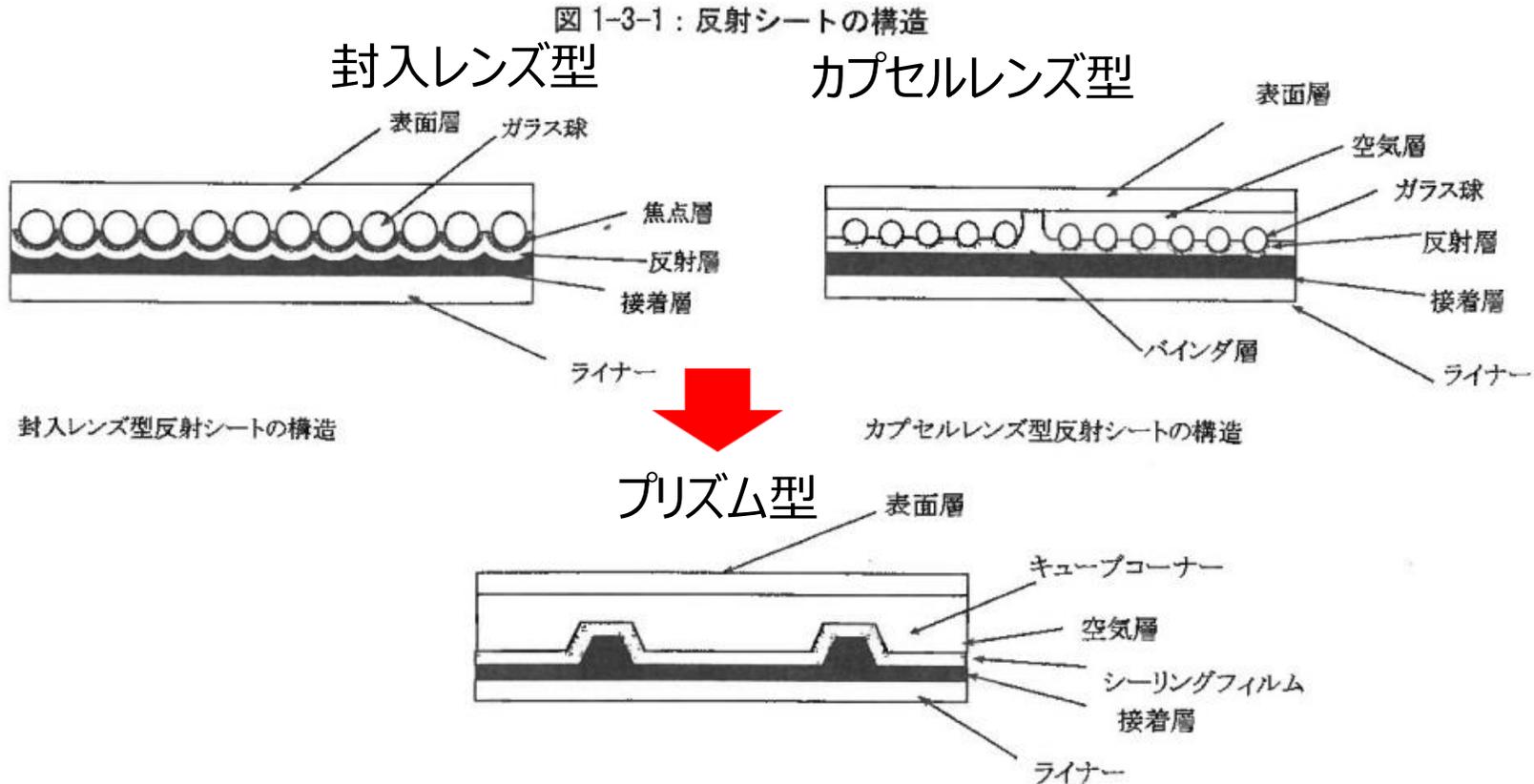


3M Science.
Applied to Life.™

一般社団法人 愛知県道路標識・標示業協会 次世代研修会



反射シートの構造と種類



近年、ガラスビーズを用いた反射シートから（製造時の環境負荷が少ない）プリズム型反射シートへの移行が進み、プリズム型反射シートが一般的になってきています。

反射シートの呼称一覧

表 1-3-1 : 反射シートの呼称一覧

構造上の名称 (主に道路管理者で使用される)	性能上の名称 (主に公安委員会で使用される)
封入レンズ型	普通輝度反射シート
封入プリズム型	
カプセルレンズ型	高輝度反射シート
カプセルプリズム型	
広角プリズム型	超高輝度反射シート

道路管理者では構造による名称を用い、公安委員会で性能上の名称を用いるのが一般的です。

補足：反射シートの変遷

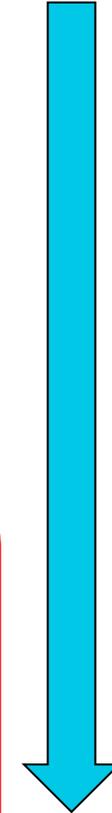
社会情勢

自動車誕生
自動車社会の到来
交通事故の増加
道路周辺環境の変化
高齢化社会
大型車の増加
環境保護
省エネ

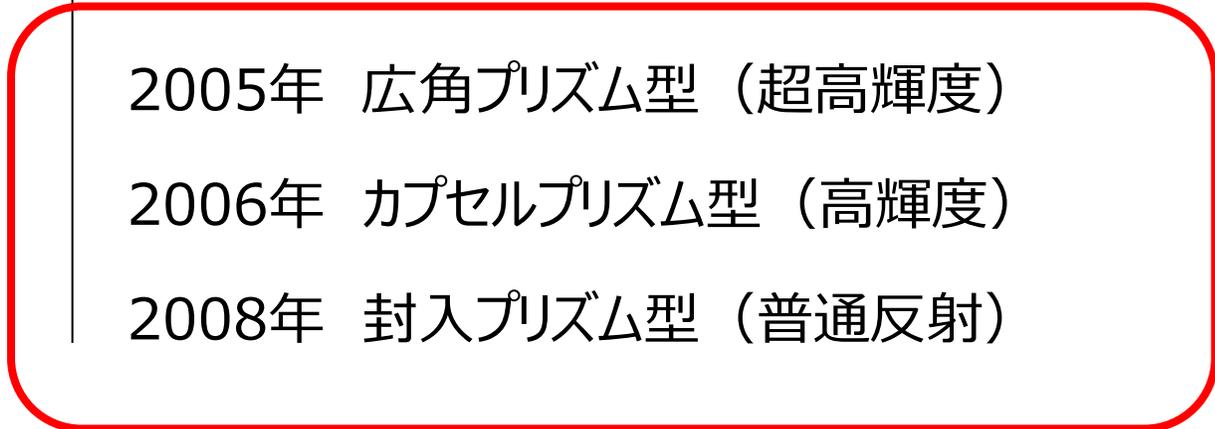
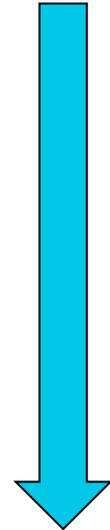
反射材開発史

1937年 露出レンズ型
1945年 封入レンズ型 (EGB)
1970年 カプセルレンズ型 (HIB)
1995年 広角プリズム型 (VIP)
2005年 広角プリズム型 (超高輝度)
2006年 カプセルプリズム型 (高輝度)
2008年 封入プリズム型 (普通反射)

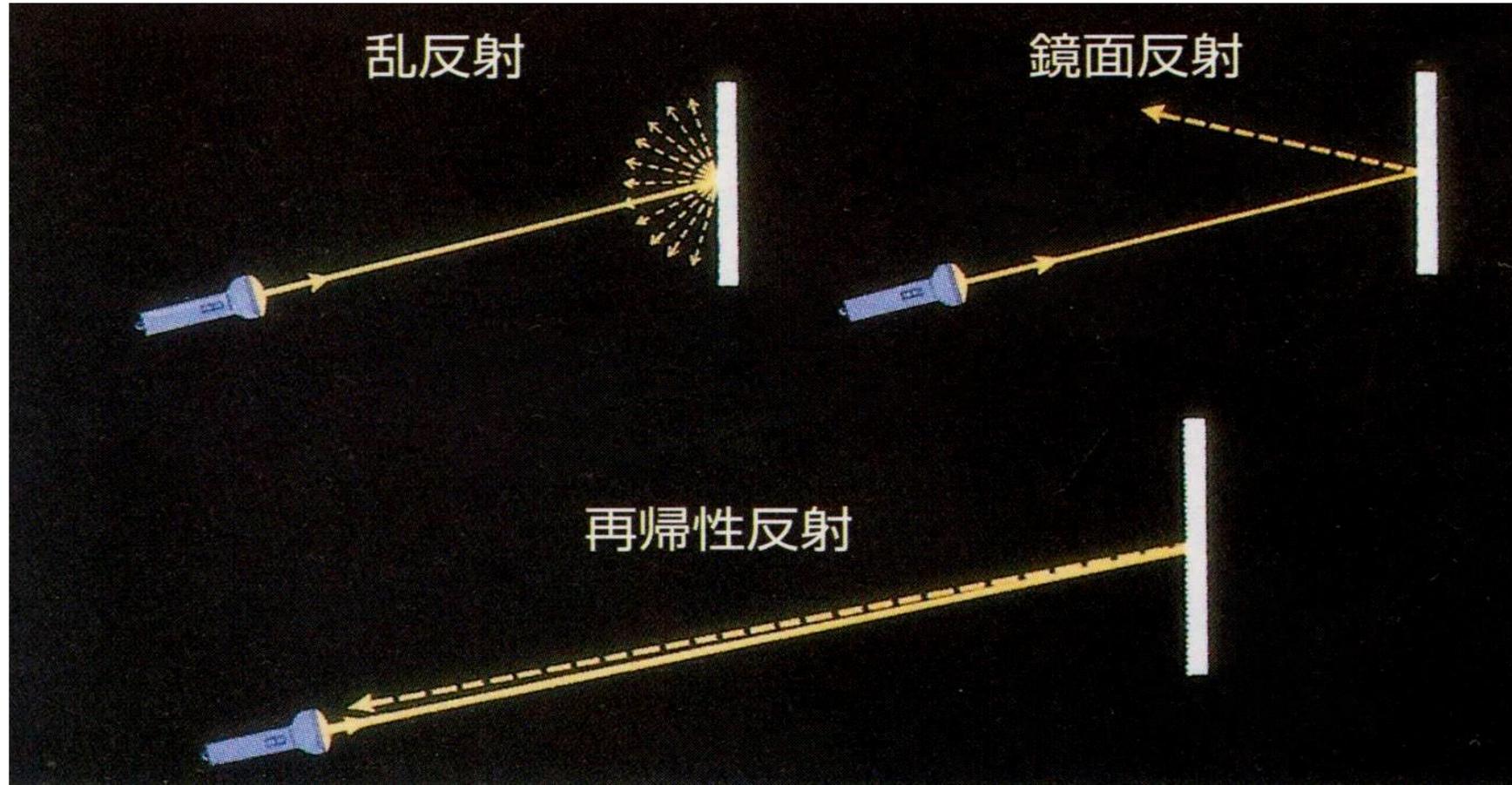
明るく



環境負荷を少なく



補足：反射の種類（再帰反射）



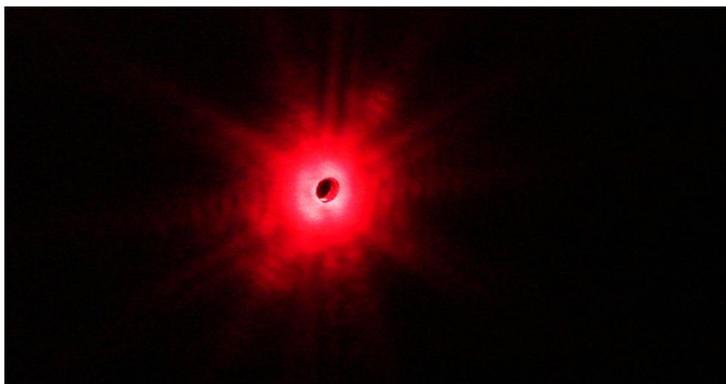
再帰反射（再帰性反射）とは標識が光って見えるメカニズムで、**ヘッドライトの光がまっすぐ光源に帰ってくる反射**を指します。

補足：反射性能（再帰反射・広角特性）

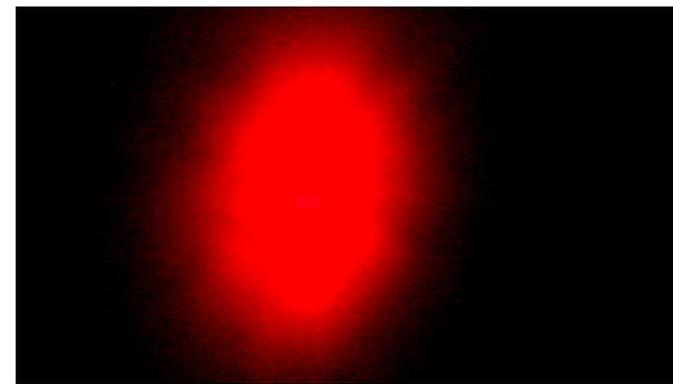
封入プリズム型



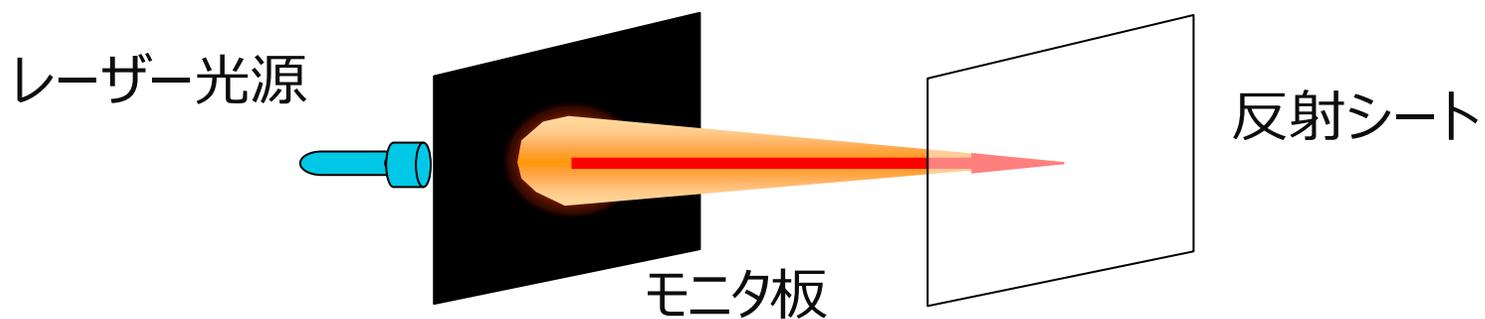
カプセルプリズム型



広角プリズム型



反射の範囲と強さ：封入 < カプセル < 広角



広角プリズム型は広角特性に優れた反射シートです。

反射シートの入射角

反射シートの真正面にヘッドライトが位置した場合に反射シートへ入る光の角度を 0° とし、どの程度の角度で光が反射シートに入るかを表しています。道路線形、勾配により大きく異なりますが、 30° 以上の入射角で標識を判読することは、ほとんどありません。

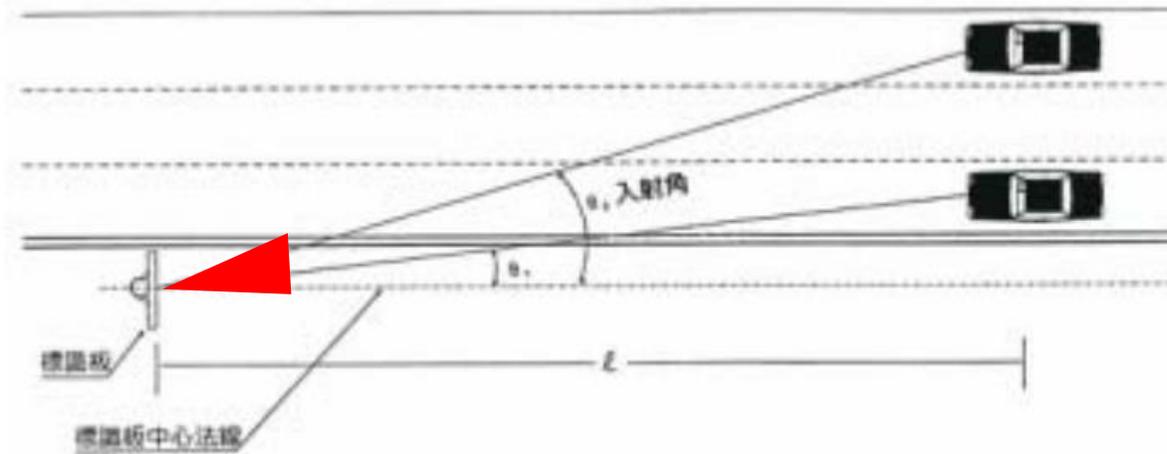


図-5 入射角

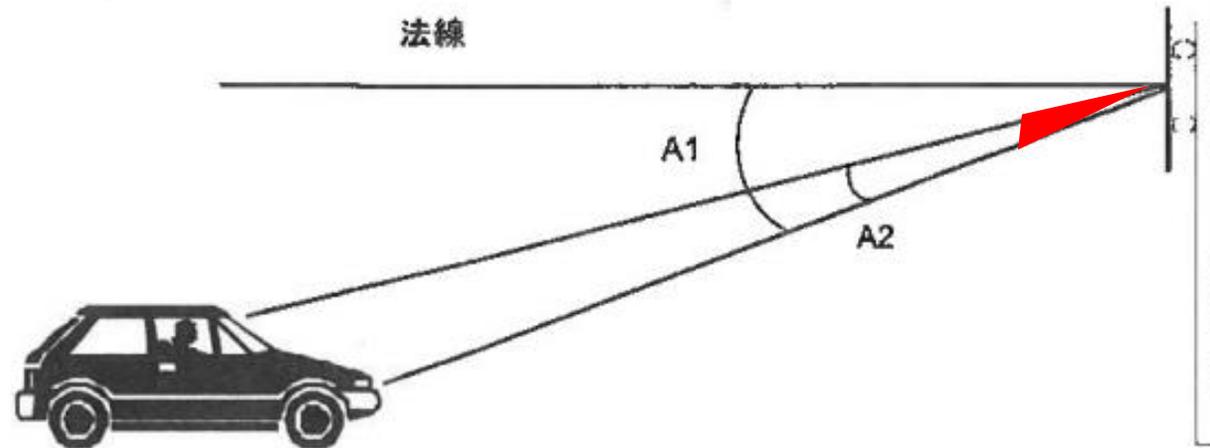
標識にヘッドライトの光が正面からあたる場合だけでなく、斜めからあたる場合も正確に**再帰反射（再帰性反射）**をしなければならない。
入射角 $0\sim 30^\circ$ の範囲での十分な反射性能が必要である。

反射シートの観測角

図 1-3-2 : 入射角と観測角

入射角 (A1) : 標識板の法線とヘッドライトの作る角度

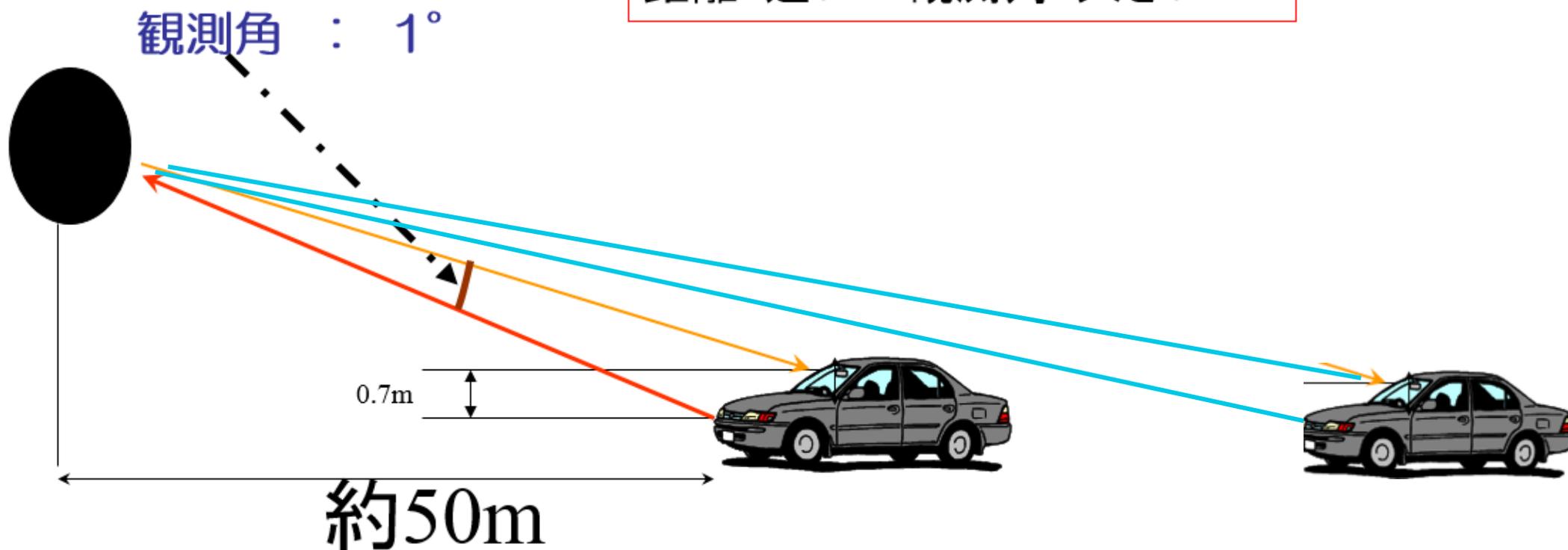
観測角 (A2) : ヘッドライトと運転者の視線が標示板面で作る角度



運転者の視線とヘッドライトの光束が表示板面で作る角度 (A2) を観測角と呼び、車の種類と標識の高さによって多少の違いがあるが、**0.5°~1°の範囲で十分な反射性能必要**である。

補足：観測角と標識までの距離の関係

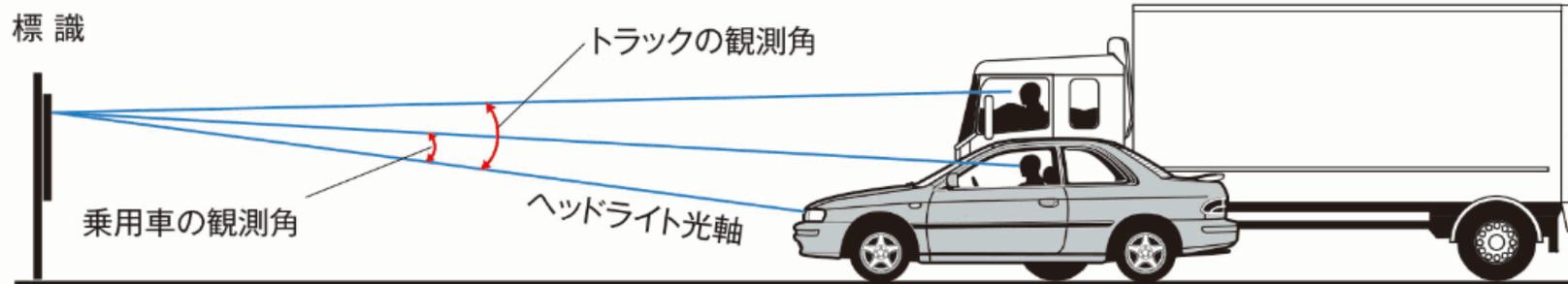
距離：近い＝観測角：大きい



普通車の場合、観測角1°が標識距離約50mを指します。
一般にドライバーが標識を判読する距離は標識から50～80mとされています。

補足：大型車と観測角

観測角特性 (観測角：ヘッドライトと運転者の目を作る角度)

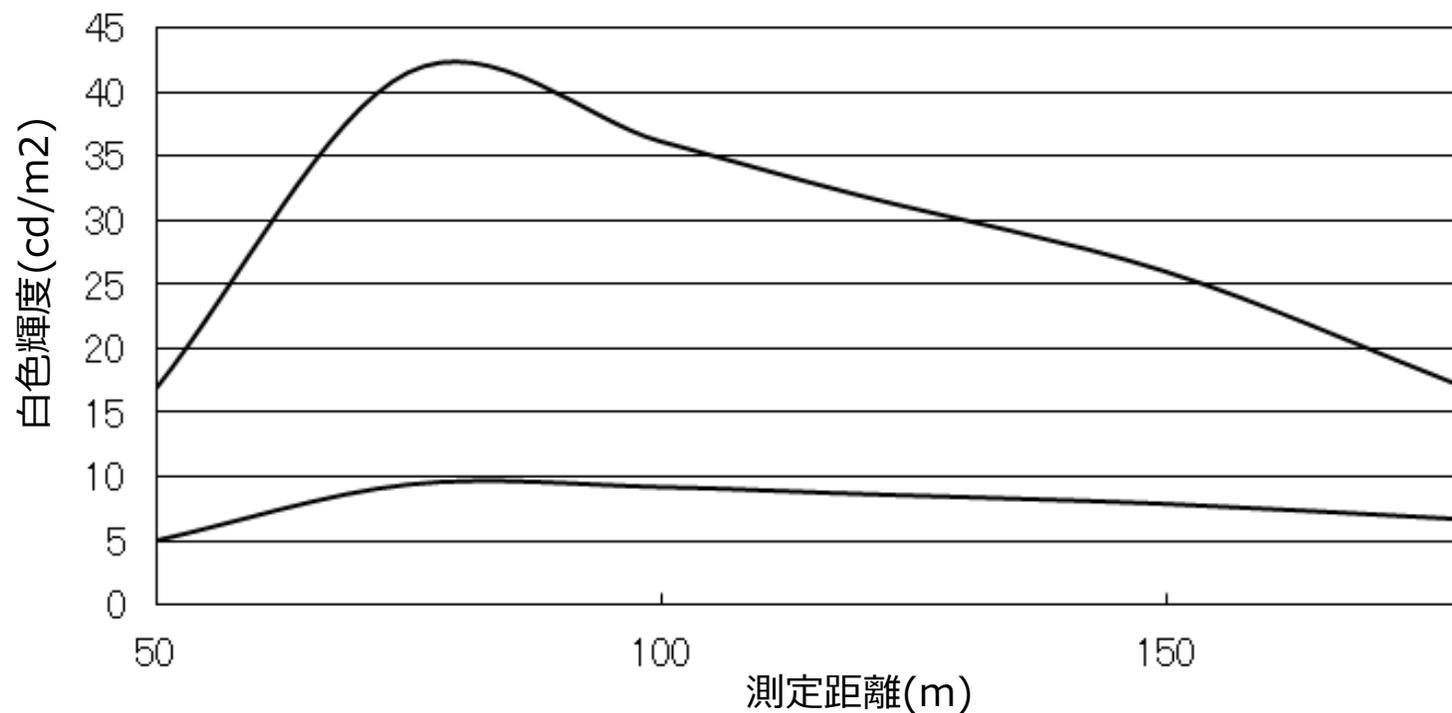


※観測角は車種によって変化します。

車種	ドライバー視点～ヘッドライト距離(m)	観測角による視認距離(m)			
		12'	20'	30'	1.0°
乗用車	0.7	200	120	80	40
大型車	1.2	350	200	140	60

大型車の場合、普通車よりもドライバーの視線とヘッドライトの距離が大きいため広角特性に優れた反射シートが求められます。

参考：反射材料による視認性比較（広角プリズム vs.カプセルレンズ）



反射シートの色

〔2〕 反射シートの性能

(1) 標準色

標示板に用いられる反射シートの色は、標準的には白・黄・赤・青・緑が使用され、その色の規格は JIS Z 9177 2011 版（再帰性反射材）により示されている（表 1-3-3 と図 1-3-3）

表 1-3-3：色度座標の範囲

色	色度座標の範囲								輝度率 (β)の 下限値
	1		2		3		4		
	x	y	X	y	x	y	x	Y	
白	0.274	0.329	0.303	0.300	0.368	0.366	0.340	0.393	0.27
黄	0.479	0.521	0.438	0.472	0.498	0.412	0.558	0.442	0.15
赤	0.649	0.351	0.565	0.346	0.629	0.281	0.735	0.265	0.03
青	0.140	0.035	0.244	0.210	0.190	0.255	0.065	0.216	0.01
緑	0.026	0.399	0.166	0.364	0.286	0.446	0.207	0.771	0.03

反射シートの色はJIS Z 9117により示されています。
色の範囲はxyの組合せの色度座標4点を結んだ四角形の範囲で示されます。

反射シートの色度座標の範囲

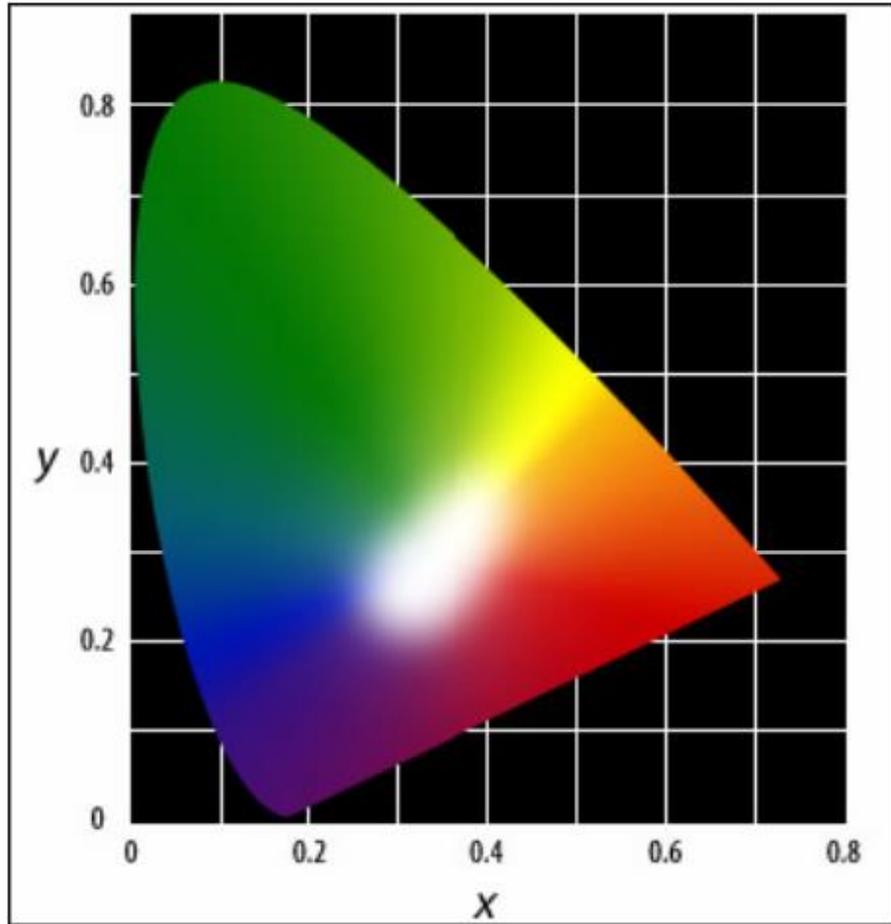


図-6 CIE 色度図 (1931年 国際照明委員会策定)

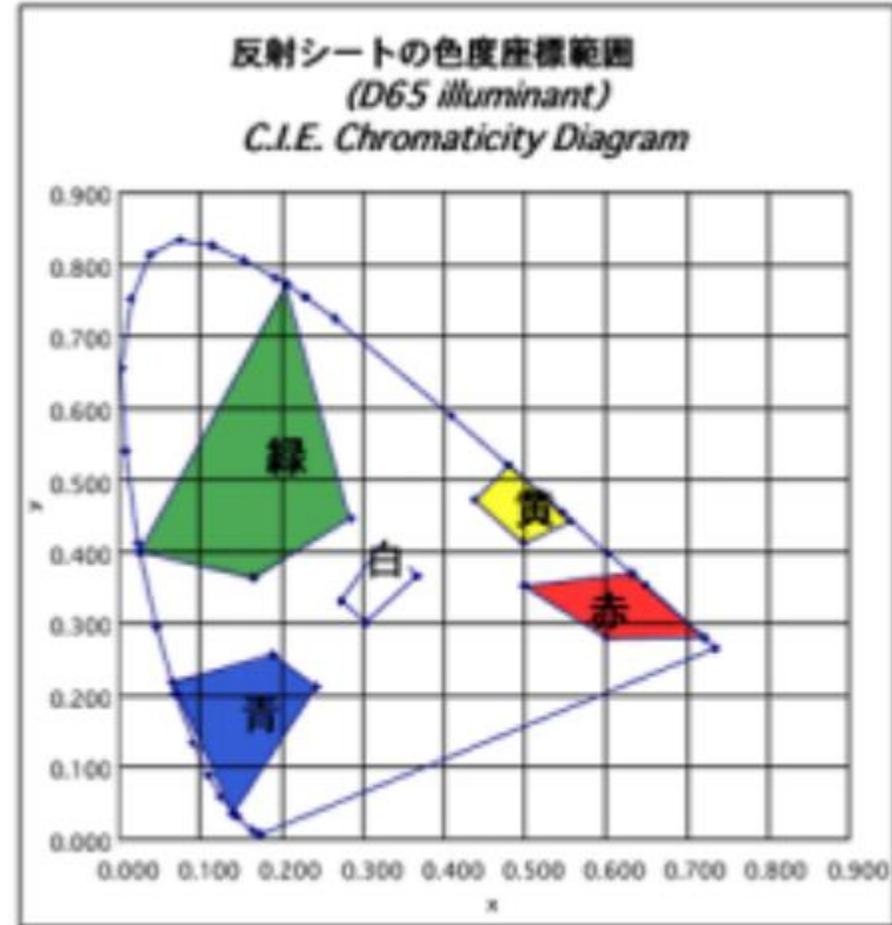


図-7 色度範囲

反射性能

表 1-3-7 : カプセルレンズ型・カプセルプリズム型反射シートの反射性能

観測角	入射角	白	黄	赤	青	緑
12'	5°	250	170	45	20	45
	30°	150	100	25	11	25
20'	5°	180	122	25	14	21
	30°	100	67	14	7	11
30'	5°	150	110	25	13	21
	30°	72	54	13	6	10
1.0°	5°	20	16	5	1.2	3
	30°	12	10	3	0.8	1.8
2.0°	5°	5	3	0.8	0.2	0.6
	30°	2.5	1.5	0.4	0.1	0.3

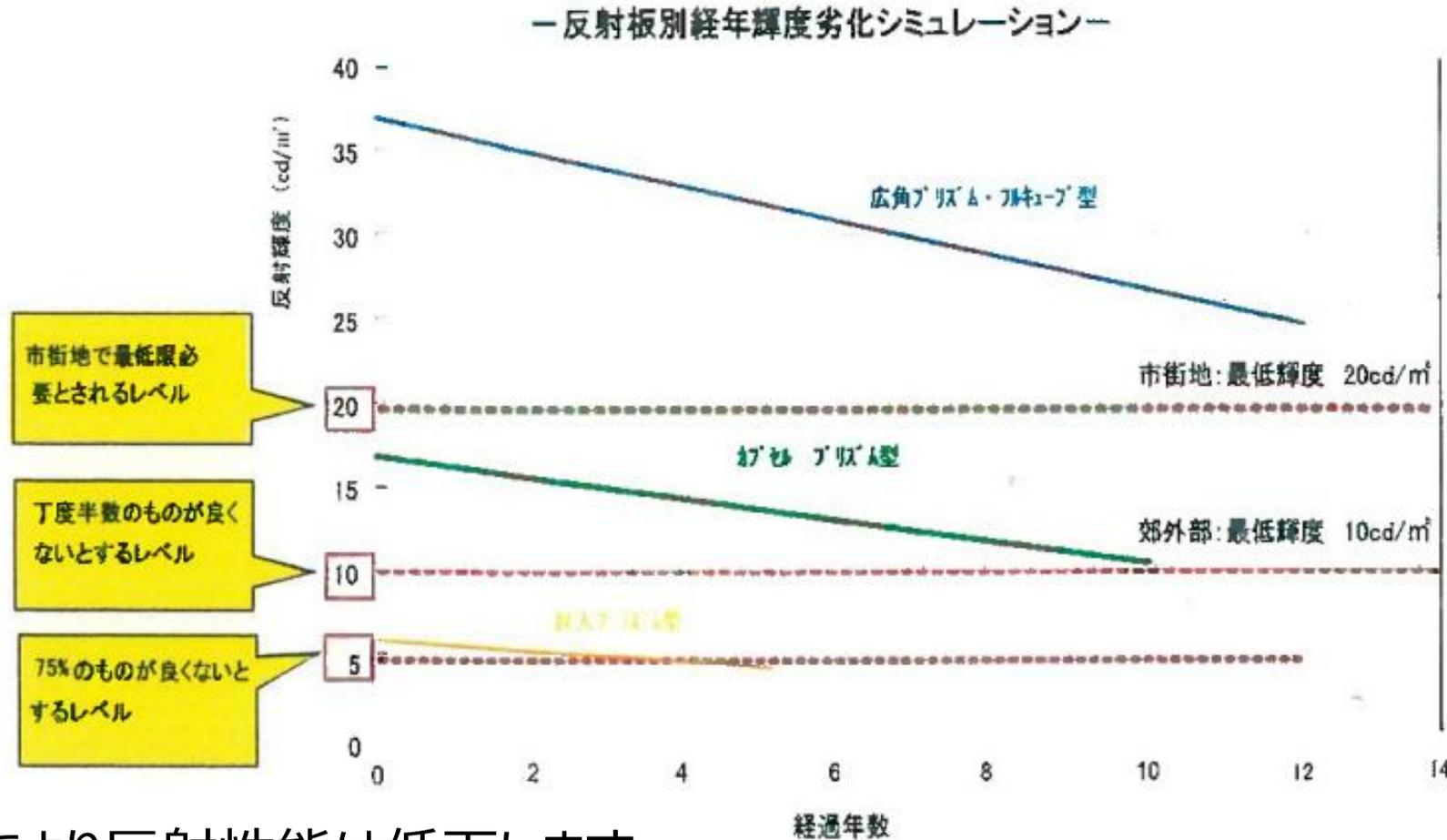
観測角と入射角の組合せ（角度 & 距離）の条件での反射性能を示しています。
 単位：cd/lx/m²

表 1-3-11 : 白色輝度と夜間の見え方 (背景輝度 1~17cd/m²)

白色輝度 [cd/m ²]	成人ドライバー		備考
	判読距離	読みやすさ	
5	ゆとり時間平均 0.8 秒 消失点までに 90%強が読める	<u>75%の者が標識として良くない</u>	高輝度反射シートをアンダーライトで見たときの輝度
10	ゆとり時間平均 1 秒 95%の者が読める	<u>丁度半数の者が良くない</u>	
35	ゆとり時間平均 1.3 秒 ほぼ全員が読める	85%の者が標識としても良い	広角プリズム型反射シートをアンダーライトで見たときの輝度※
50	ゆとり時間平均 1.4 秒 ほぼ全員が読める	90%の者が標識としても良い	
65	ゆとり時間平均 1.5 秒	95%の者が標識としても良い	
100	ゆとり時間平均 1.7 秒	ほぼ全員が標識としても良い	
165	ゆとり時間平均 1.9 秒	最も読みやすい明るさ	
200	ゆとり時間平均 2 秒 最も良く読める明るさ	同上	
260	ゆとり時間平均 1.9 秒	全員が標識としても良い	
450	ゆとり時間平均 1.8 秒	同上	
1200	ゆとり時間平均 1.7 秒	良くないとする者が 10%程度出てくる	

※ ゆとり時間 : 判読位置から標識消失点 (48.9m とした) までの走行に要する時間

補足：反射性能（標識劣化シミュレーション）



経年劣化により反射性能は低下します。

最低輝度5cd/m²（標識消失点までに90%の人が読める）を目途に更新するのが望ましいとされています。

老朽化した道路標識

自主点検した標識板の一例



参考：道路標識の劣化調査（反射性能）

1. 車載した撮影システムにより、夜間の道路標識を撮影。走行しながらの撮影が可能のため、道路規制を必要としません。



撮影システム(一例)を車載

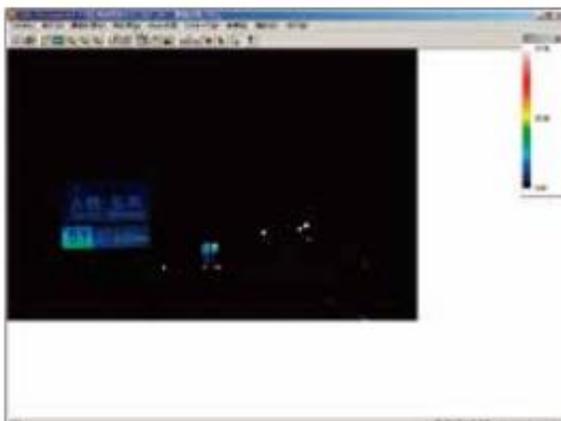


明るい標識の例(広角プリズム型)



暗い標識の例(カプセルレンズ型)

2. 撮影した画像を専用ソフトで輝度解析します。白色部・青色部それぞれ4~6点のポイントの輝度を測定します。



専用ソフト解析画面



明るい標識の解析画像(広角プリズム型)



暗い標識の解析画像(カプセルレンズ型)