

蓄光材料(蓄光性蛍光体)について

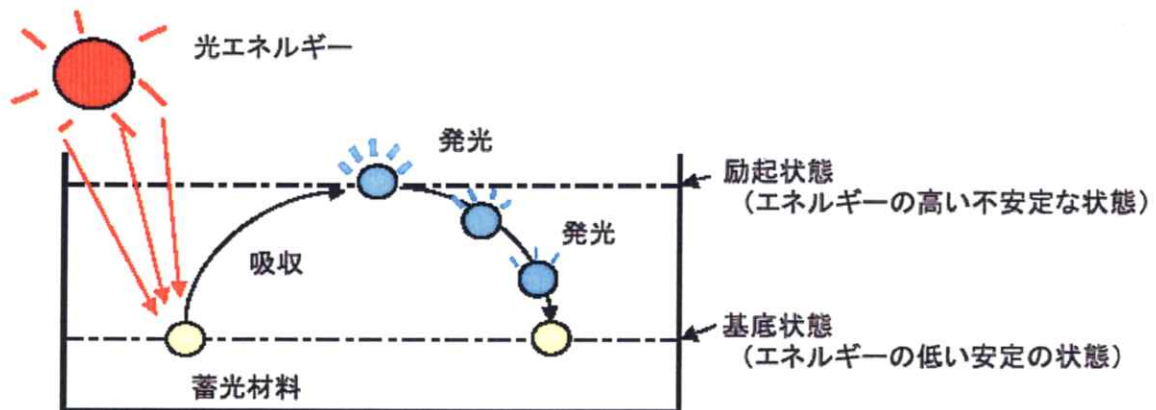
蓄光材料ってなに？

自然の光や、人工の光などから光エネルギーを吸収して、蓄えたエネルギーをゆっくり光として放出する特性をもつ材料を蓄光材料(蓄光性蛍光体)と呼び、その応用製品を含めて蓄光材と呼んでいます。

蓄光材料はなぜ光るの？

太陽光や蛍光灯などの光はすべてエネルギーです。蓄光材料はそれら蛍光灯等の光エネルギーを蓄える性質を持っています。すべての物質は吸収したエネルギーを何らかの形で放出して、元の状態(基底状態)に戻ろうとします。ほとんどの物質は熱に変えてしましますが、蓄えたエネルギーをゆっくり光として放出し、元の状態(基底状態)に戻る物質を蓄光材料と言います。

<蓄光材料の発光の仕組み>



蓄光材料に種類はあるの？

大きく分けて、硫化亜鉛系とアルミン酸系の二種類の蓄光材料があります。

○硫化亜鉛系

従来主流として使用されていた硫化亜鉛系の蓄光材料があります。光がなくなった後の残光時間は5分から20分と非常に短いもので、この時間を延ばすためにプロメチウムおよびラジウムなどの放射性物質が混入されたため、環境に悪影響を及ぼすので現在ではほとんど使用されていません。ただ価格が非常に安いために海外において、まだ一部では使用されています。さらに屋外に暴露した場合は、紫外線により黒くなるという問題があります。

○アルミン酸系

このように硫化亜鉛系は、屋外使用が出来ないなどの問題があるので、新しくアルミン酸系の蓄光材料が開発されました。アルミン酸系の蓄光材料は、硫化亜鉛系に比べて高い輝度性能を有し、耐候性にも優れているので屋外での使用も可能です。また、ここで説明していく蓄光材料はアルミン酸系になります。

安全性は大丈夫？

蓄光材料は高温焼成したセラミックス系物質であり、通常の使用において放射能を出すこともなく化学的に安定しており、高い安全性を有しています。

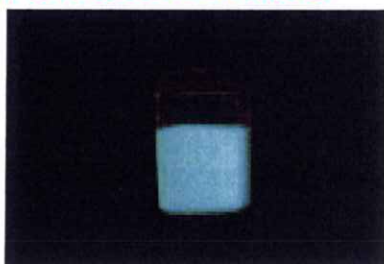
蓄光材料って何時間くらい光るの？

見え方は蓄光材料の種類や状況により大きく異なります。長く光るものであれば、真っ暗闇で3日間以上確認することができます。

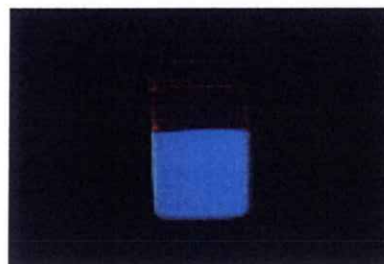
蓄光材料にはどんな色があるの？

明るいところでは白色～黄緑色に見えますが、暗いところではブルーグリーン、スカイブルー、グリーンに光って見えます。

○暗所での代表サンプル発光色



ブルーグリーン



スカイブルー

蓄光材料をよく光らせるためにはどのくらい光を当てればいいのか？

晴天時の自然光のもとでは、約 10 分。

40Wの蛍光灯で約 2メートルの高さから光を当てた場合には約 30 分です。

蓄光材料の性能は照度に影響するの？

基本的に照度が高いほどよく光りますが、光源の波長によっても変わります。特に蓄光材料は紫外線でより励起しやすく、光源としては、太陽光やブラックライトによる照射がより光らせることができます。

○参考照度

| | |
|------------|-----------|
| 晴れの日の明るさ | 100000 lx |
| 曇りの日の明るさ | 10000 lx |
| 雨の日の明るさ | 1000 lx |
| 明るい部屋の明るさ | 500 lx |
| 一般的な居間の明るさ | 100 lx |
| 街灯の下の明るさ | 100 lx |
| 満月の明るさ | 0.2 lx |
| 三日月の明るさ | 0.01 lx |

蓄光材料に耐久性はあるの？

蓄光材料自体は無機物で構成されており、高温によって焼成されていますので通常の使用において化学的に安定しており、紫外線等による劣化の心配はありません。従って、基本的に寿命は半永久的で耐候性は十分に有しており、その間何回でも光の吸収・発光、吸収・発光を繰り返します。

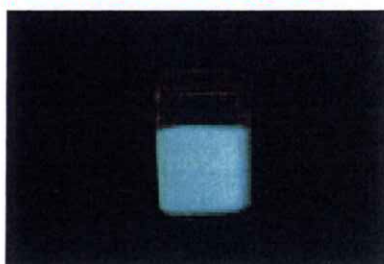
蓄光材料って何時間くらい光るの？

見え方は蓄光材料の種類や状況により大きく異なります。長く光るものであれば、真っ暗闇で3日間以上確認することができます。

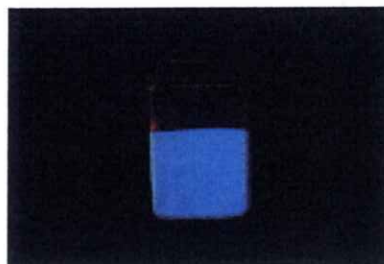
蓄光材料にはどんな色があるの？

明るいところでは白色～黄緑色に見えますが、暗いところではブルーグリーン、スカイブルー、グリーンに光って見えます。

○暗所での代表サンプル発光色



ブルーグリーン



スカイブルー

蓄光材料をよく光らせるためにはどのくらい光を当てればいいのか？

晴天時の自然光のもとでは、約10分。

40Wの蛍光灯で約2メートルの高さから光を当てた場合には約30分です。

蓄光材料の性能は照度に影響するの？

基本的に照度が高いほどよく光りますが、光源の波長によっても変わります。特に蓄光材料は紫外線により励起しやすく、光源としては、太陽光やブラックライトによる照射がより光らせることができます。

○参考照度

| | |
|------------|-----------|
| 晴れの日の明るさ | 100000 lx |
| 曇りの日の明るさ | 10000 lx |
| 雨の日の明るさ | 1000 lx |
| 明るい部屋の明るさ | 500 lx |
| 一般的な居間の明るさ | 100 lx |
| 街灯の下の明るさ | 100 lx |
| 満月の明るさ | 0.2 lx |
| 三日月の明るさ | 0.01 lx |

蓄光材料に耐久性はあるの？

蓄光材料自体は無機物で構成されており、高温によって焼成されていますので通常の使用において化学的に安定しており、紫外線等による劣化の心配はありません。従って、基本的に寿命は半永久的で耐候性は十分に有しており、その間何回でも光の吸収・発光、吸収・発光を繰り返します。

蓄光材料はどの位の温度まで耐えられるの？

蓄光材料のまま、約 600°Cの加熱後も蓄光性能を維持できます。

蓄光材料の性能は温度に影響するの？

室温付近が励起(光をたくわえること)しやすく、長く光ります。0°C付近になると励起に必要な時間が長くなり、輝度(人が感じる明るさ)が低く、発光する時間が長くなります。反対に温度が高くなると輝度は高くなりますが、発光する時間が短くなります。

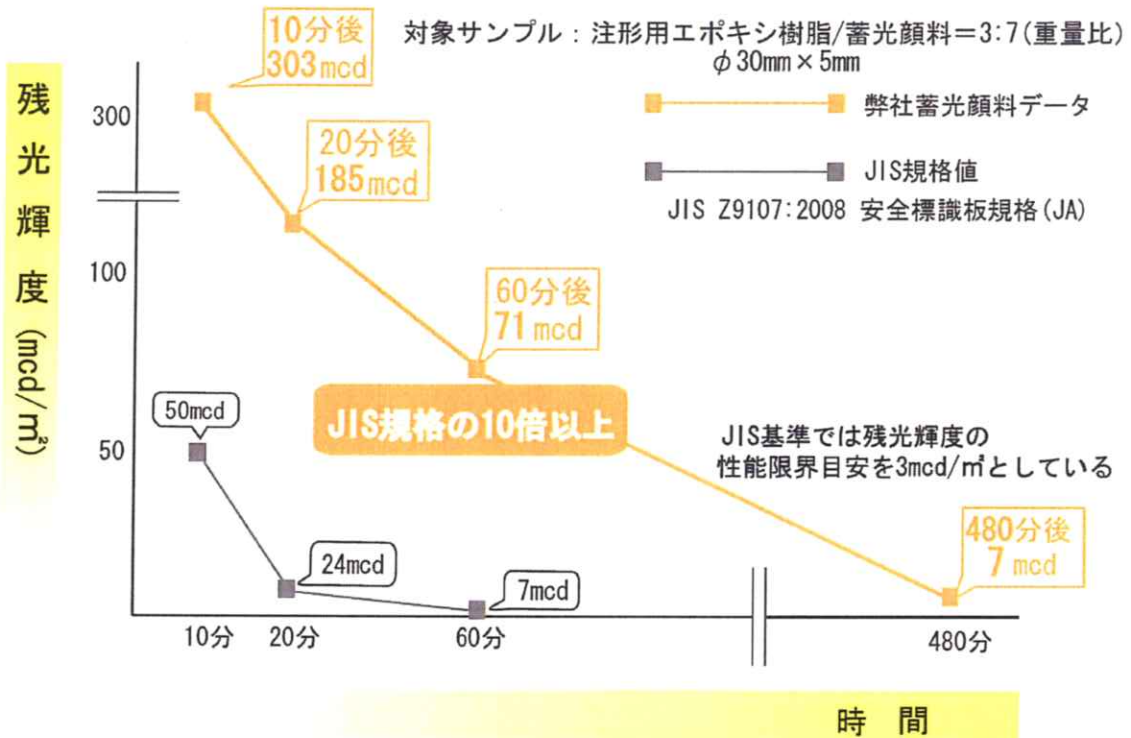
蓄光材料の性能は体積に影響するの？

樹脂成形体の場合、体積が大きいほど(厚みがあるほど)輝度が高くなり、残光時間も長くなります。また、塗装品の場合も同様に塗膜が厚いほど性能が向上します。ただし、樹脂成形体、塗装品ともある厚みで飽和状態になり、性能に影響しなくなります。また、照射条件によっても有効な厚みの大きさは変わります。強い照射条件であるほど厚みのある試料に有効になります。

蓄光材料の規格

JIS規格に安全標識板JISZ9107の規格があります。この規格は、人への危害及び財物への損害を与える事故並びに災害を予防し、また、事故、災害発生などの緊急時に際し、救急援護、避難誘導、防災活動などが速やかに対応できるように、安全に対する警告、指示、情報などを視覚的に明確に伝達する蓄光安全標識板等の性能、材料、及び試験方式について規定したものです。

■ 輝度変化グラフ



168時間遮光後 200lx(ルクス) を20分間照射

| 残光時間 (分) | 1 | 2 | 10 | 20 | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 残光照度 (mcd/m ²) | 784 | 650 | 303 | 185 | 132 | 71 | 33 | 20 | 14 | 11 | 9 | 8 | 7 |
| 参考JIS基準 (JA) | | 210 | 50 | 24 | 15 | 7 | | | | | | | |

JIS規格と別に消防設備上の避難誘導標識・通路誘導標識に関しては消防法施行規則等に定める基準が「蓄光式誘導標識」として設けられている。

20分後 24mcd/m²以上、100mcd/m²未満：中輝度蓄光式誘導標識
20分後 100mcd/m²以上：高輝度蓄光式誘導標識

輝度の目安 (当社実験データより)

| 輝度 (mcd/m ²) | 暗闇での明るさの感覚 | 認識可 | 認識不可 |
|--------------------------|----------------------|-----|------|
| 5以上 | 非常に明るくはっきり確認することができる | 10人 | 0人 |
| 3以下 | 物の輪郭が確認できる程度 | 10人 | 0人 |
| 2以下 | 薄くぼやけて、何とか確認することができる | 10人 | 0人 |
| 1以下 | ほとんど確認できない | 3人 | 7人 |

計測条件 JIS Z9107-2008に準拠
標準光源 色比較・検査用 D65(メーカー：東芝ライテック製)
計測面照度 200lx
測定距離 レンズ先端から被計測物まで45cm
照射時間 20分
温度・湿度 23±2°C / 50±15%
測定角度/視野角 90° / 2°
測定機器 TOPCON製 BM-5A

2. ブルーグリーン蓄光材料の優位性について

目の仕組みについて

光は角膜から入り、水晶体というレンズを通して網膜に当たり、その情報が視神経により脳へ送られ見えることとなります。網膜には錐体細胞と杆体細胞という2種類の視細胞があり、働きが異なります。錐体細胞は色や形を感じ、杆体細胞は主に光を感じます。また、杆体細胞は比較的暗いところで、錐体細胞は比較的明るいところで盛んに活動します。

暗順応とは？

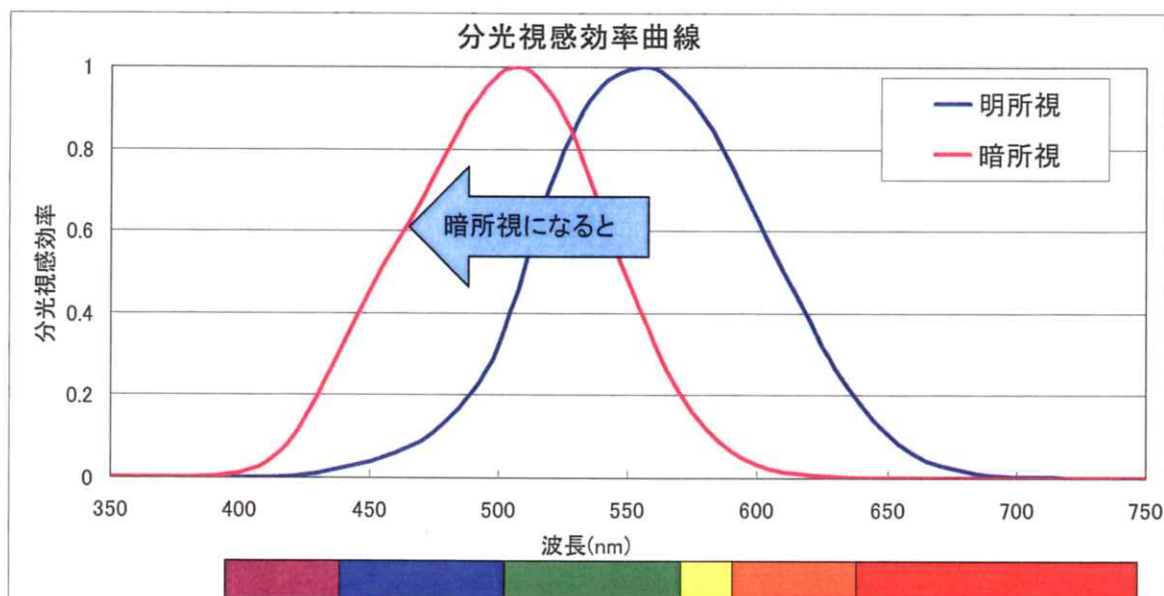
明るいところから暗いところに入った時、最初は真っ暗で何も分かりません。しかし時間がたつと徐々に周りの様子が分かるようになります。これは網膜の中の錐体細胞が杆体細胞へと役割を移したからです。逆に暗いところから明るいところに出た時まぶしいと感じるのは、杆体細胞から錐体細胞へと役割を移したからです。

一般的に人は暗闇に慣れるのにかなりの時間がかかり、この暗闇になれる現象を**暗順応**といいます。逆に明るさにはすぐに慣れ、この明るさになれる現象を**明順応**といいます。

プルキニエ現象について

同じ明るさの赤色と青色でも徐々に環境照度を暗くしていくと、人間の目には次第に青色の方が明るく感じられるようになります。この現象は19世紀にチェコの生理学者プルキニエが発見したことから『**プルキニエ現象: Purkinje Phenomenon**』と呼ばれています。

網膜の視細胞である杆体細胞という明るさを知覚する細胞の働きで、目は暗くなるほど青色の方に敏感になります。



ブルーグリーン蓄光材料の特徴

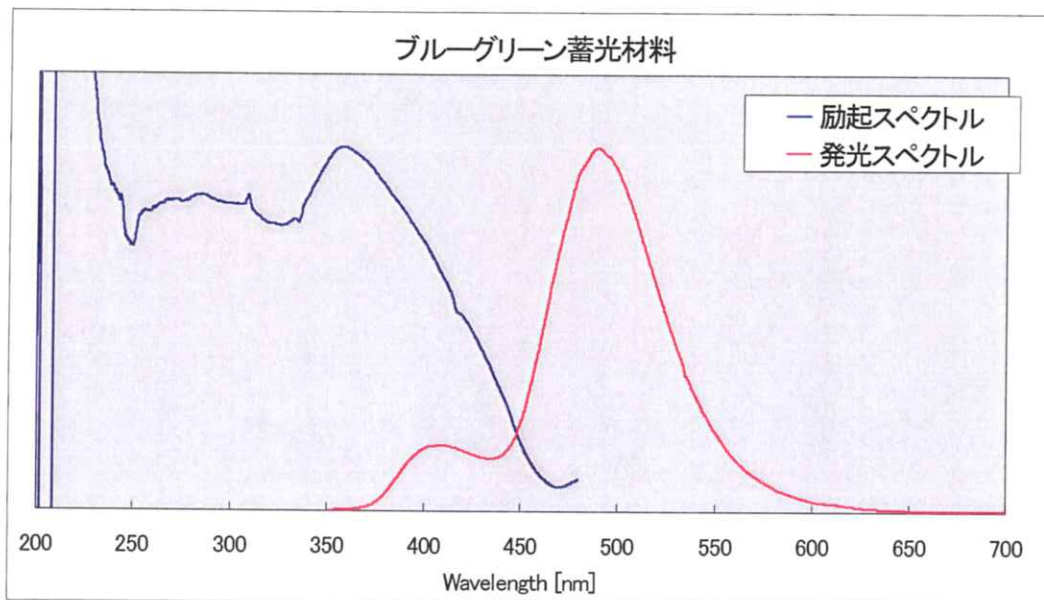
これまでイエローグリーン発光の蓄光材料が主流でしたが、上記の暗所での見え方等を重視したブルーグリーン発光の蓄光材料を開発しました。

ブルーグリーン蓄光材料は発光波長を約 490 ナノメートルのピークとする青色系発光色の材料で、その柔らかな発光色はやさしさや安心感をあたえるので、緊急時にもパニックを防ぐ役割があります。

【ブルーグリーン蓄光材料の特徴】

- ・ 暗所において発光が明るく感じる
- ・ 残光時間が長い
- ・ 耐熱性が優れている
- ・ 耐水性、耐候性に優れている(屋外使用可能)

ブルーグリーン蓄光材料の発光スペクト



参考資料：新編 色彩科学ハンドブック 第2版 発行所 東京大学出版会