

## 技術ノート

## 化学発光体の発光効果の向上

Improvement of the luminescence ability of chemiluminescence light

中田 修<sup>\*1)</sup> 山本哲雄<sup>\*2)</sup> 實川徹則<sup>\*1)</sup> 岩永敏秀<sup>\*1)</sup>  
 笹森宣文<sup>\*1)</sup> 林 国洋<sup>\*1)</sup> 木崎 勝<sup>\*3)</sup>

## 1. はじめに

過シュウ酸エステル化学発光反応を利用した化学発光体はケミカルライト<sup>1,2)</sup>とも呼ばれ、非常時の照明やコンサート会場での演出用照明などに使用される。構造は、円筒状のポリエチレン容器の中に、ガラスのアンブルが入った二重構造になっており、外側に酸化剤として過酸化水素液、内側に蛍光液(シュウ酸エステル+蛍光物質)が入っている。使用時にポリエチレン容器を折り曲げることで、中のアンブルが割れ、二つの液が混合し、化学発光する。

化学発光体は他の光源と違い、熱の発生がなく、電源も不要で、雨風にも強いので、災害現場や危険物を扱う化学工場でも安全に使用できる。しかし、明るさは、懐中電灯やろうそくなどと比べて暗く、更に、時間に逆比例して減衰する。

そこで、本研究では、化学発光体の発光効果の向上をはかり、従来以上の明るさと発光持続時間の延長を目標に検討を行った。

今回、これまでの研究の中で、化学発光体に蓄光性材料(長残光性蛍光体)を添加すると、発光効果が向上したという事例に着目し、化学発光体に各種蓄光性材料や、蓄光性材料の成分で蛍光体としても使われる希土類を添加し効果を調べた。

## 2. 実験内容

## 2.1 実験方法

実験は、市販の化学発光体を分解し、過酸化水素液と蛍光液をそれぞれ4.9mlずつサンプル管に分け、二つの液を試験管の中で混合させると同時に測定を開始する。添加試料は、実験の直前に過酸化水素液に混ぜておく。

発光開始から2時間の輝度と分光分布を、輝度は30秒間隔、分光分布は15分間隔で測定する。

そして、各物質毎に添加量を少しずつ変え、最も効果のある添加量を特定する。添加量の計量には電子秤を用いる。

\*1)計測応用技術グループ

\*2)企画普及課

\*3)電気応用技術グループ

表1 蓄光性材料と発光量増加率 表2 希土類酸化物と発光量増加率

製造者	試料番号	増加率	原子番号	元素名	元素記号	酸化物	増加率
A社	A-1	1.28(0.2g)	39	イットリウム	Y	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.56(0.05g)
	A-2	1.12(0.2g)	57	ランタニウム	La	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.85(0.1g)
B社	B-1	1.45(0.6g)	59	プロセチウム	Pr	Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	0.40(0.05g)
	B-2	1.12(0.6g)	60	ネオジウム	Nd	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.51(0.05g)
	B-3	1.20(0.4g)	62	サマリウム	Sm	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.69(0.1g)
C社	C-1	1.32(0.6g)	63	ユウロピウム	Eu	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.75(0.1g)
	C-2	1.42(0.6g)	64	ガドリニウム	Gd	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.80(0.1g)
	C-3	1.30(0.4g)	65	テルビウム	Tb	Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	0.57(0.05g)
	C-4	1.12(0.2g)	66	ジスプロシウム	Dy	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.76(0.1g)
D社	C-5	1.38(0.4g)	67	ホルミウム	Ho	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.72(0.1g)
	D-1	1.43(0.7g)	68	エルビウム	Er	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.44(0.05g)
	D-2	1.50(0.3g)	69	ツリウム	Tm	Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.71(0.2g)
E社	D-3	1.08(0.05g)	70	イットリウム	Yb	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.70(0.1g)
	E-1	1.30(0.6g)	71	ルテチウム	Lu	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.49(0.2g)
	E-2	1.28(0.4g)					
F社	E-3	1.27(0.5g)					
	E-4	1.28(0.5g)					
	F-1	1.27(0.3g)					

## 2.2 試料

市販の化学発光体には、過酸化水素液の濃度や蛍光物質の種類により、発光時間や発光色に様々なものがあるが、今回は2時間タイプで発光色が黄色の化学発光体を使用した。薬液に添加する物質は、表1の蓄光性材料18種類、表2の希土類酸化物14種類である。

蓄光性材料は、室内照明による蓄光を取り除くために72時間以上遮光して実験に用いた。製造時期による差をなくすため、化学発光体は同じロットの製品を使用した。

## 2.3 実験環境

化学発光体の特性は、温度による影響を大きく受けるため、実験には温度25℃、湿度50%の恒温恒湿の暗室を使用し、試料の保管も同室で行った。サンプル管に分けた薬液は、湿気の影響を避けるため、乾燥剤の入った真空瓶の中で保管し、添加試料は、同じく乾燥剤の入った薬品庫で保管した。

## 3. 結果及び考察

## 3.1 評価方法

発光効果の評価には、輝度特性と、これを時間で積分した2時間総発光量で評価する。輝度特性によって、時間毎の明るさを把握し、2時間総発光量によって、無添加の場合に対する発光量の増加率を把握した。

## 3.2 蓄光性材料添加

化学発光体に蓄光性材料を添加した場合の効果の一覧

を表1に示す。そして、輝度特性の例を図1に、2時間総発光量の増加率の例を図2に示す。蓄光性材料を添加すると一般に発光量は増加する傾向にあることがわかる。最も効果のあった試料D-2を化学発光体9.8mlに0.3g添加した場合、無添加に比べて約1.5倍に増加した。

なお、蓄光性材料を励起させる波長域と、化学発光体の発光波長域が異なるため、蓄光性材料を添加しても化学発光の光による励起は起こらない。

### 3.3 希土類酸化物添加

化学発光体に希土類酸化物を添加した場合の効果の一覧を表2に示す。そして、輝度特性の例を図3に、2時間総発光量の増加率の例を図4に示す。希土類酸化物を添加すると一部の例外を除き、発光効果は向上する傾向にあった。2時間総発光量の増加率をみると、0.1g前後にピークがあることがわかる。希土類酸化物の中で最も効果の大きかったものは、酸化ランタン(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)で化学発光体9.8mlに0.1g添加した場合、無添加のものに比べて2時間総発光量が約1.8倍に増加している。これは蓄光性材料で最も効果のあったD-2を上回っている。

### 3.4 分光分布

図5に分光分布の例を示す。無添加の場合、及び蓄光性材料D-2添加、希土類酸化物La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>添加それぞれの場合、エネルギー量は変わっても分光分布と色度はほぼ等しく、添加物による波長成分や発光色の顕著な変化はみられなかった。

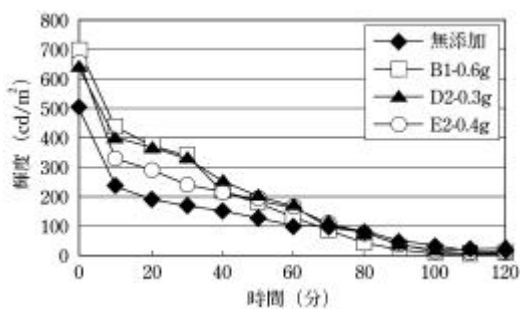


図1 蓄光性材料添加の輝度特性例

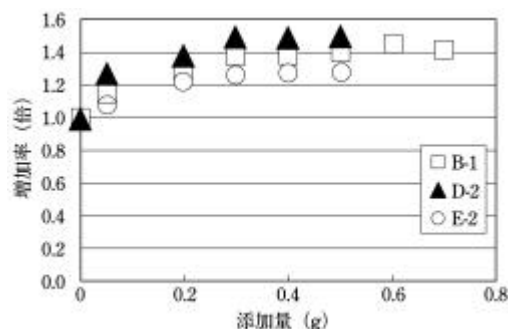


図2 蓄光性材料添加の2h総発光量増加率例

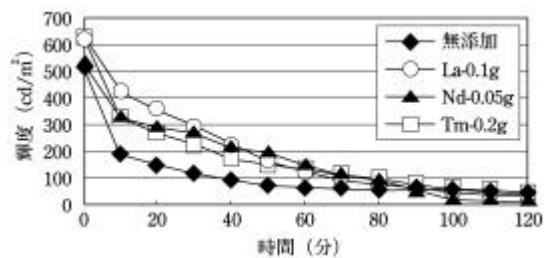


図3 希土類酸化物添加の輝度特性例

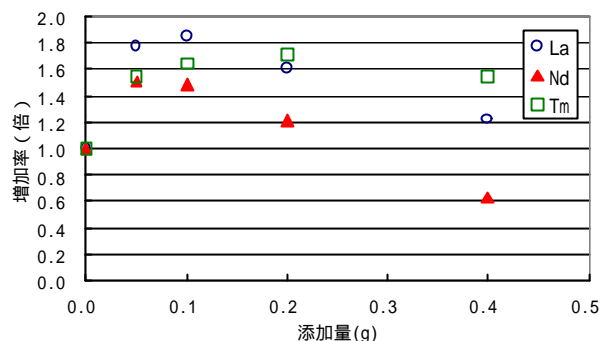


図4 希土類酸化物添加の2h総発光量増加率例

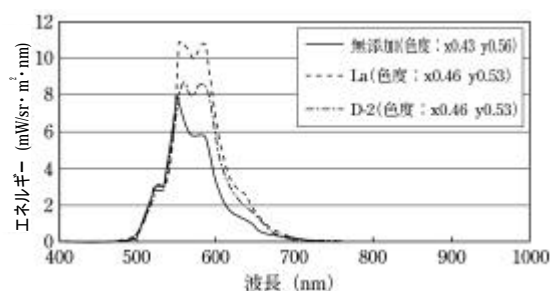


図5 分光分布例

## 4. まとめ

化学発光体に蓄光性材料や希土類酸化物を添加することにより発光効果の向上がみられた。特に酸化ランタン(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を添加することにより、2時間総発光量を従来の化学発光体に比べ約1.8倍に向上させることができた。しかし、明るさの持続時間の延長にはあまり効果がなかった。今後の課題としては、希土類酸化物等を添加したことによる薬液の変質や劣化の有無、添加物の粒子の大きさや色による影響、他の酸化物を添加した場合の効果等についても検討していく必要がある。

### 参考文献

- 1) 今井一洋編：生物発光と化学発光，96-103，廣川書店(1990)。
- 2) 徳丸克己：光化学の世界，223-225，大日本図書(1995)。

(原稿受付 平成12年8月1日)