CsCl をベースにした複合塩化物の発光およびシンチレーション特性

Luminescence and scintillation properties of CsCl-based compounds

東北大 [1]，奈良先端大 [2] ○高橋佳亮 [1]，越水正典 [1]，藤本裕 [1]，柳田健之 [2]，浅井圭介 [1]

Tohoku Univ. [1]，NAIST [2]，°Keisuke Takahashi[1]，Masanori Koshimizu[1]，Yutaka Fujimoto[1]，

Takayuki Yanagida[2]，Keisuke Asai[1]

E-mail: keisuke.takahashi.q8@dc.tohoku.ac.jp

[緒言] 5p Cs 軌道で最外内殻準位を, 3p Cl 軌道で価電子帯を構成する化合物 (CsCl 系化合物)には，比較的長波長なオージェフリー発光 (AFL)を発現することが期待される．AFL は 1–2 ns 程度の短寿命な発光であるため，その利用は，時間分解能に優れたシンチレータ開発へのアプローチの一つとして非常に有望である．しかし，CsCl 系化合物については，現在までに高速シンチレータとして実用化された例は無い．本研究では，様々な CsCl 系化合物を合成し，発光およびシンチレーション特性の調査を行った．本稿では，$CsCaCl_3$，Cs_2BaCl_4，Cs_2ZnCl_4，および Cs_3ZnCl_5 の 4 物質を取り上げる．

[実験方法] CsCl と $ZnCl_2$，$BaCl_2$，あるいは $CaCl_2$ を両論比で混合した粉末を用いて，溶液蒸発法で Cs_2ZnCl_4 結晶，単純固化法で Cs_3ZnCl_5 結晶，ブリッジマン法で $CsCaCl_3$ 結晶と Cs_2BaCl_4 結晶を作製した. これらの試料につき，シンチレーションスペクトル，シンチレーション時間プロファイル，および ^{137}Cs γ 線照射波高スペクトルを測定した．

[結果と考察] Fig. 1 にシンチレーションスペクトルを示す．全試料について，250–400 nm にピークをもつ，単一もしくは複数の発光帯が観測された．これらのうち，$CsCaCl_3$ および Cs_2ZnCl_4 で観測された発光帯は，既知の当該物質 AFL の波高波長と符合するため，AFL に帰属されうる [1, 2]. また，Cs_3ZnCl_5 および Cs_2BaCl_4 につき上記の波長域で観測された発光帯も，CsCl 系化合物の AFL 帯に存在することから, 同じく AFL に由来する可能性が示唆される．Cs_2BaCl_4 では，430 nm および 490 nm 付近をピークとする発光帯も観測された．これらの発光帯は，バンドギャップの推算値に対応するエネルギーでの励起で発現することが明らかになっているため，STE に由来するものと考えられる．Table 1 に，シンチレーション時間プロファイルの測定結果から得られた，減衰時定数と全シンチレーション量に対する高速成分の強度割合を示す．全試料について，1–2 ns の高速成分が観測され，これら高速成分の強度割合は約 70%以上に達した．中でも Cs_3ZnCl_5 は，減衰時定数を 1.1 ns とする非常に高速な発光を示した．Table 2 に，^{137}Cs γ 線照射波高スペクトルの測定結果から得られた発光量を示す．$CsCaCl_3$，Cs_2BaCl_4，および Cs_2ZnCl_4 では 1500 photons/MeV 以上に及ぶ高発光量が観測された．当該試料での高速成分発光量は，実用化された AFL 材料である BaF_2 の高速成分発光量 1400 photons/MeV に匹敵した．

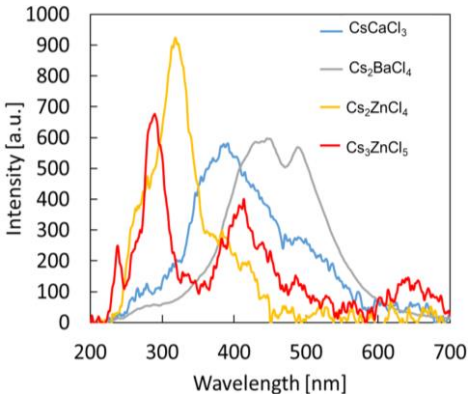

Fig. 1 Scintillation spectra.

Table 1 scintillation time constants.

Materials	Decay time constants [ns]	
	First components	Second components
$CsCaCl_3$	2.0 (86%)	7.6 (14%)
Cs_2BaCl_4	1.2 (70%)	32 (30%)
Cs_2ZnCl_4	1.7 (92%)	13 (8%)
Cs_3ZnCl_5	1.1 (91%)	12 (9%)

Fig. 2 Light yields.

Materials	Light yields [Photons/MeV]	
	Total scintillation	Fast components
$CsCaCl_3$	1550	1330
Cs_2BaCl_4	2200	1560
Cs_2ZnCl_4	1570	1440
Cs_3ZnCl_5	570	520
BaF2	10900	1400

[結言]CsCl 系化合物で，AFL に典型的な高速発光および，高発光量が観測された．

[文献] [1] A. Y. Voloshinovskii et al., J. appl. spectrosc, 59, 1–2, (1993).
[2] A. Ohnishi et al., J. Phys. Soc. Jpn., 72, 2400–2401 (2003).

© 2020年 応用物理学会