

# ケミカルライトにおけるメタンスルホン酸の物質変化と発光時間の変化の関係 Relationship between changes in the amount of substance of methane sulfonic acid and the change of the luminous time in the chemical luminescent light

池内 燦 太田 葉子 酒井 花緒 佐々木 春南  
IKEUCHI Kirara, OTA Yoko, SAKAI Kao, SASAKI Haruna

## I はじめに

### I-1 背景

ケミカルライトは様々な場面で使用される。災害時に使われるのはもちろんのこと、コンサートやライブ、釣り用品にも使用される。私たちは折るだけで光る不思議なライトについて、その光を持続させることができれば、災害時や娯楽に活かすことができると考えた。そして、少しでも長く光る方法について調べることにし、この実験をするに至った。

### I-2 研究目的

メタンスルホン酸の物質変化と発光時間の関係を調べる。そして、ケミカルライトが最も長く発光するメタンスルホン酸の物質量を調べる。

## II 先行研究

大場 茂・向井 知大 著の「化学発光の実験でのライトスティックの利用」より、ケミカルライトを作成するのにどんな種類の試薬を使用するのか、詳しい内部構造が分かっている。

三浦 大和・近藤 潤 著の「シュウ酸エステル類の化学発光研究」より、シュウ酸エステルの濃度を高くすると最大照度になるまでの時間が長くなる。また、エステル系溶剤のフタル酸ジメチルに化学発光の減光を抑える減速効果があるため、フタル酸ジメチルを使用すると発光時間が長くなる。触媒であるサリチル酸ナトリウムの量を多くすると最大照度になるまでの時間が短くなることがわかっている。

## III 研究内容

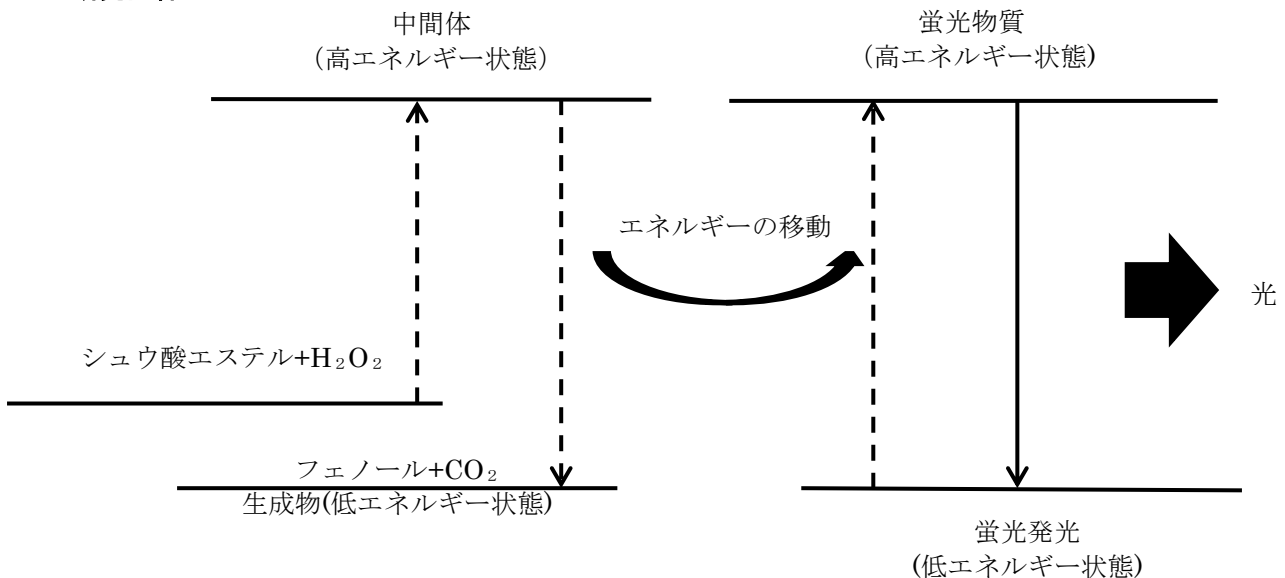


図1 化学発光の原理

ケミカルライトに用いられる発光現象は、シュウ酸エステル（還元剤）と過酸化水素（酸化剤）の酸化還元反応によって生成する反応中間体が、自発的に分解するとき放出するエネルギーを、蛍光色素が吸収することによって起こる。また、蛍光色素が、励起状態（エネルギーの高い状態）から基底状態（元の状態）に戻るときに光（エネルギー）が放出される。（※図1参照）

メタンスルホン酸は、シュウ酸エステルと過酸化水素の反応を抑制する負の触媒としての働きがある。メタンスルホン酸を加えることによって、シュウ酸エステルと過酸化水素の化学反応によって生成する反応中間体の生成が抑制される。そのため、反応中間体が自発的に分解するとき放出するエネルギーは低くなり、照度

は低いですが、より長く化学発光すると考えられる。

今回私たちは、シュウ酸エステルとして Bis[3,4,6-trichloro-2-(pentylloxy carbonyl)phenyl]Oxalate(※図 2 参照)を使用した。先行研究から分かった試薬に、メタンスルホン酸の物質質量を変えて加え、ケミカルライトの発光時間の変化を調べた。

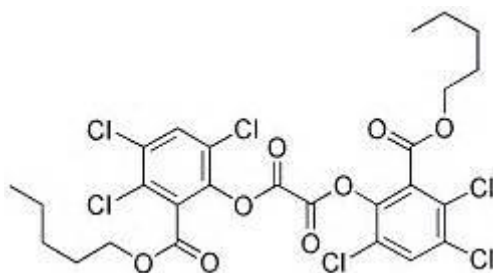


図 2 シュウ酸エステル Bis[3,4,6-trichloro-2-(pentylloxy carbonyl)phenyl]Oxalate

#### IV 実験方法

##### IV-1 使用器具

□試薬を作成する際に用いたもの

試薬ビン(50ml) ビーカー(100ml)

ホールピペット マイクロピペット ピペットたて 安全ピペッター

精密天秤 薬包紙 薬さじ ウォーターバス 精製水 キムワイブ

□実験の条件のために使用したもの

パソコン 2 台 光センサー(単位 lux) DateStudio (コンピュータソフト)

ホワイトボード 三角定規

□実験の様子を記録するために使用したもの

デジタルカメラ ビデオカメラ

##### IV-2 試薬の作成

先行研究にあった試薬の分量を元に試薬として、酸化液(ここからは A 液と呼ぶ)と蛍光液(ここからは B 液と呼ぶ)を作成した。

□分量

A 液...フタル酸ジメチル	16ml
tert-ブチルアルコール	3ml
サリチル酸ナトリウム	15mg
30%過酸化水素水	1ml
メタンスルホン酸	物質質量を変えたもの
B 液...フタル酸ジメチル	20ml
シュウ酸エステル	45mg
ローダミン B	1mg



図 3 A 液



図 4 B 液

### IV-3 実験の条件

実験の条件を図 5 に示す。

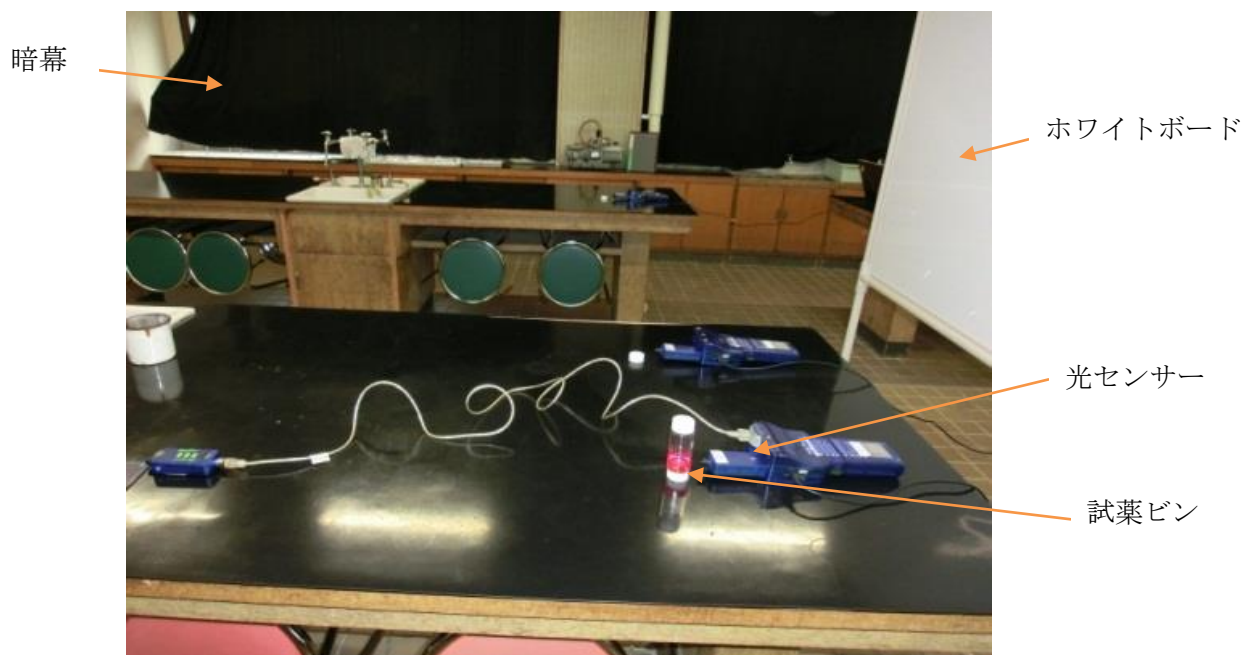


図 5

図 5 のように、ホワイトボードでパソコンからの光を遮り、光センサーと試薬ビンの距離が 2cm になるように印をおく。そして、部屋の室温を 26°C にしておく。

### IV-4 実験の手順

- ① A 液、B 液をそれぞれ 4ml ずつ 4 つに分ける。
- ② フタル酸ジメチルを溶媒として、メタンスルホン酸を溶質とした溶液を作る。この時、4 種類のそれぞれ違う物質量のメタンスルホン酸を用意する。
- ③ メタンスルホン酸を、4 つに分けた A 液の試薬ビンに 0.01ml ずつ加える。
- ④ 部屋を暗室にし、B 液と A 液を混ぜ発光させる。
- ⑤ 混ぜ始めた瞬間から 10 秒後に試薬ビンを印の位置に置き、光センサーで測りはじめる。
- ⑥ 光センサーと試薬ビンにダンボールをかぶせる。
- ⑦ 照度が 0 になるまでの時間と照度の最大値を計測する。

## V 結果

メタンスルホン酸の物質量(mol)	発光時間(s)	基準との発光時間差(s)	最大照度(lux)
0 (基準)	211.5	—	0.0778
$6.20 \times 10^{-6}$	299.8	265.5	0.0536
$1.25 \times 10^{-5}$	565.2	353.7	0.0349
$1.51 \times 10^{-5}$	1553.4	1341.9	0.0243
$1.64 \times 10^{-5}$	0	—	0

基準から  $1.51 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  は各 9 回ずつ、 $1.64 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  は 2 回実験をした。 $1.64 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  は 2 回とも全く発光しなかった。また、 $1.90 \times 10^{-5} [\text{mol}]$ 、 $2.56 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  も 2 回ずつ実験をしたが、どちらも二回とも全く発光しなかった。

発光時間とメタンスルホン酸の物質量の関係を図 6 に、最大照度とメタンスルホン酸の物質量の関係を図 7 に、また、発光時間と最大照度の関係を図 8 に示す。

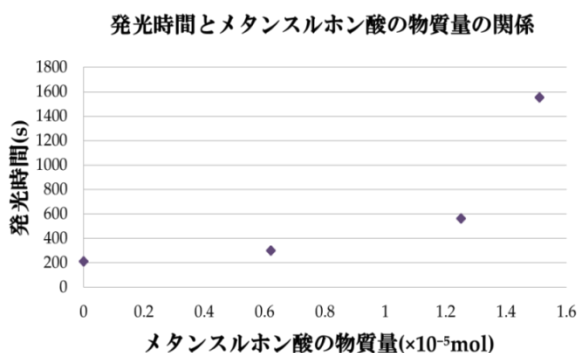


図 6

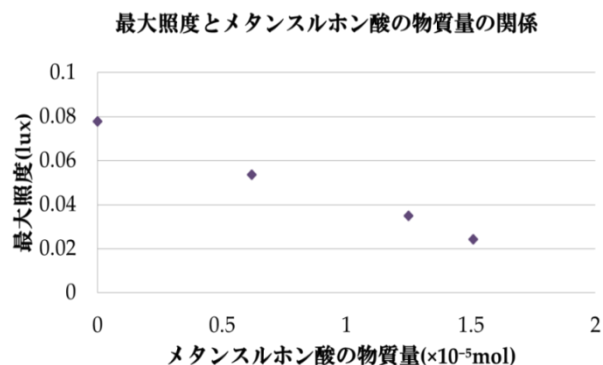


図 7

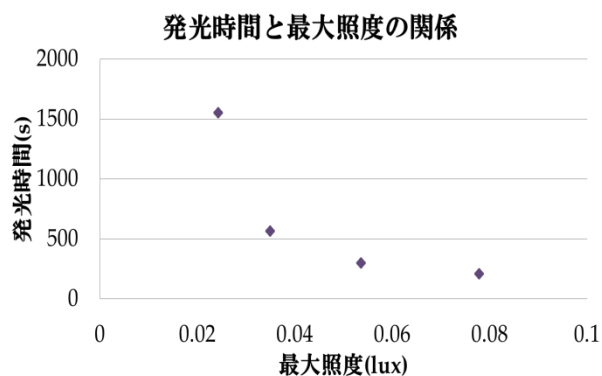


図 8

## VI 考察

結果より、メタンスルホン酸の物質量を多くしていくと、照度は低くなるが、発光時間は長くなることが分かる。しかし、 $1.64 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  より物質量が多くなると、発光しなかくので、 $1.51 \times 10^{-5} [\text{mol}] \sim 1.64 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  の間に長く発光する限界点があると考えられる。

その理由について、メタンスルホン酸の物質量が多くなるにつれて、負の触媒としての働きが強くなり、その働きが強くなりすぎると、シュウ酸エステルと過酸化水素の反応を抑制し過ぎてしまい、反応自体が起こらなくなってしまうのではないかと考えた。

メタンスルホン酸を使用してケミカルライトの発光時間を長くするためにはその限界点を見つけなければならない。

## VII 今後の課題

メタンスルホン酸の物質量を  $1.51 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  から  $1.64 \times 10^{-5} [\text{mol}]$  の間で変えていき、より発光の限界に近い値を見つける。また、発光強度を上げて、発光時間を長くする。

図 5、図 6、図 7 に関して、それぞれ何らかの相関が読み取れるので、グラフを数式化する。

## VIII 参考文献

- 1) cosine. "ケミカル・ライトの作り方". Chem-Station. <http://www.chem-station.com/blog/2010/09/post-189.html>.
- 2) 株式会社ルミカ. "ルミカの技術". <http://www.lumica.co.jp/product/technology>.

- 3) 株式会社ルミカ. “擬餌及び擬餌針”. 特許庁. <http://www.j-tokkyo.com/2007/A01K/JP2007-228823.shtml>.
- 4) 大場茂, 向井知大. “化学発光の実験でのライトスティックの利用”. 慶應義塾大学日吉紀要 自然科学. 2011, No.49, p.1-18.
- 5) 三浦大和, 近藤潤. “シュウ酸エステル類の化学発光研究”. 豊田工業高等専門学校研究紀要. 2012, vol. 45, p.159-164.

## Ⅸ 謝辞

今研究を行うにあたり, 終始御指導いただいた伊賀史朗先生はじめ, 多くの助言をいただいた先生方には大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。