

サイリウムの性能の比較と分析

岩手県立一関第一高等学校 理数科 3年
和田凌河 菅原泰雅 小野寺隆也 熊谷匠真 金野隼斗 辻雄太 三浦栄誠

要約

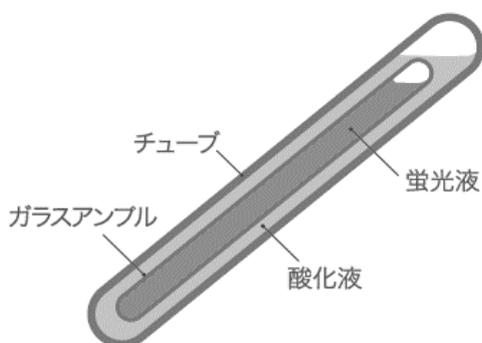
私たちは、サイリウムの化学発光に興味を持った。自分たちで光量が大きく、長い時間反応するサイリウムを作りたいと思い、その条件を調べた。しかし、今回行った実験からはその条件を探することはできなかった。より具体性のある目標を設定し、信頼できる、精度の高い実験が必要である。

ABSTRACT

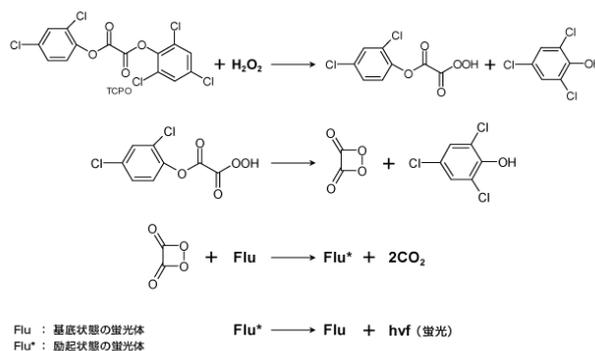
We are interested in the chemical emission of light of Cyalume. We wanted to make Cyalume that emits bright light and lasts for a long time ourselves, so we examined the conditions needed to do this. However, we could not figure it out from the experiments which we did. We should set more specific goals and do experiments that are credible and highly accurate.

1. はじめに

自分たちの班では、近年コンサートで使用されることの多い「サイリウム」に注目した研究をすることにした。サイリウムは、光量を大きくしようとすると発光の継続する時間が短くなり、反対に発光の継続する時間を長くしようとすると光量が小さくなってしまふ。自分たちは、サイリウムのこのような特徴に着目し、「光量を高い水準で保ち、発光の継続する時間が長いサイリウムを作る」という目標を掲げ、いくつかの実験を行った。



サイリウムは、上図のような構造になっていて、中のガラスアンプルを割ることで酸化液と蛍光液が混ざり合い、発光する。この反応は、次の化学反応式で表される。



2. 方法・結果・考察 (①②③)

実験 ①サイリウムの光量の測定

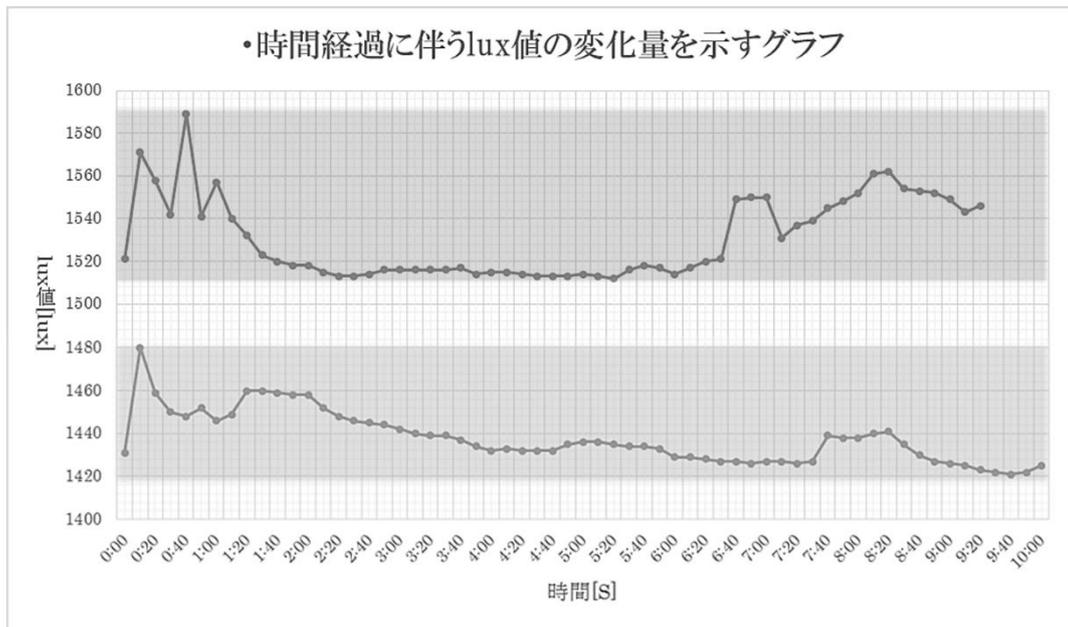
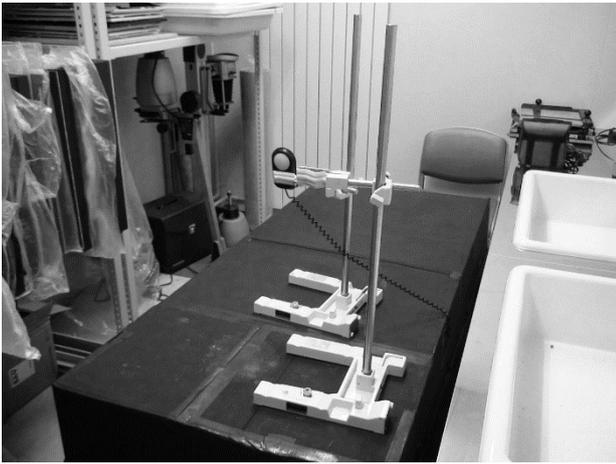
サイリウムの光量を数値に表すとどうなるのかを調べる。

・実験用具

激しく光る棒 MAX (製造会社: DAISO)

照度計 (FLX-1330(fine) 東京硝子器械株式会社)

自作装置(次図参照) 試験管



二台の机を暗幕で覆い、机の下で測定を行えるようにした。その上に黒で着色した段ボールを被せ、段ボールの上に、照度計を固定する台と、試験管を設置する台を用意した。

・実験場所 暗室

・方法

サイリウム内に入っている酸化液と蛍光液をそれぞれ別のビーカーに移し替え、蛍光液を 6ml 試験管に移し替える。暗室内の電気を消し、十分時間が経ってから、酸化液 6ml と試験管の中の蛍光液を混ぜ合わせ、台に固定する。その後、10 分間、机の下で照度計の値を記録し続ける。なお、測定

時は机の下で光を使用したが、外に漏れることはなかった。

・結果と考察

2 本分の測定を行い、グラフにまとめたものが上のものである。2 本分行っただけでも、光量に大きな差が生じた。市販のサイリウムを用いたことで、酸化液と蛍光液の成分に差があったのではないかと考える。また、今回の実験では、混ぜ合わせる際に振る回数を考慮していなかった。振る回数が多ければ多いほど、反応は進むため、そこでも誤差が生じたと考える。振る回数を固定したとしても、振る強さなどは自分たちで調整が利かないと判断し、これ以上の実験は難しいと判断した。

実験② 中和滴定から反応速度式を導く

サイリウムの反応は化学反応式で表すことが可能であることまた、サイリウムの反応で二酸化炭素が発生することが分かっている。自分たちは、この二酸化炭素に注目し、二酸化炭素を溶かした水酸化ナトリウム水溶液を使って中和滴定を行い、二酸化炭素の量から反応速度式を導くため、以下の方法で実験を行う。

・実験用具

激しく光る棒 MAX (オレンジ : DAISO 製)

0.05mol/L シュウ酸水溶液

0.1mol/L 水酸化ナトリウム水溶液

フェノールフタレイン 純水

メスフラスコ こまごめピペット

メスシリンダー ビーカー ビュレット

試験管 温度計 ホールピペット

・方法

ア) 酸化液と蛍光液をそれぞれビーカーに移し替え、6ml ずつ反応させる。二酸化炭素が発生するため、それを水酸化ナトリウム水溶液に溶かす。
イ) 二酸化炭素を溶かした水酸化ナトリウム水溶液 10ml とシュウ酸 10ml を用いて、中和滴定を行う。

二酸化炭素を溶かす時間を 10 分、15 分、20 分と変えながら、アとイを繰り返す。

・結果・考察

10 分、15 分、20 分間二酸化炭素を溶かした水酸化ナトリウム水溶液に、滴下したシュウ酸の量を 3 回ずつ測定し、平均をとった結果を次の表に示した。

	1回目	2回目	3回目	総平均
20分	9.53	9.59	9.12	9.42
15分	9.58	9.53	—	
10分	9.66	9.49	9.17	9.43

なお、15 分の 3 回目のデータは明らかな外れ値であったため、データをとっていなかった。そのため、15 分の総平均はとっていない。

自分たちの予想では、10 分の時より 20 分の時のほうがシュウ酸の滴下量が多くなると予想したが、比例関係などの相関がみられなかった。二酸化炭素は水酸化ナトリウム水溶液に溶けやすいという特性を生かした実験をしたつもりだったが、実験中に空気中に含まれる二酸化炭素も溶けてしまい、シュウ酸の滴下量に変動がみられたと考えられる。

実験③ 3種類のサイリウムの比較

今までの実験では、1 種類のサイリウムでしか実験を行ってこなかった。しかし、市販されているサイリウムは他にもあり、それぞれ光量や発光の継続時間が異なる。そこで、他のサイリウムも使用して、それぞれの特徴を探ることにする。

実験用具

激しく光る棒 MAX (製造会社 : DAISO)

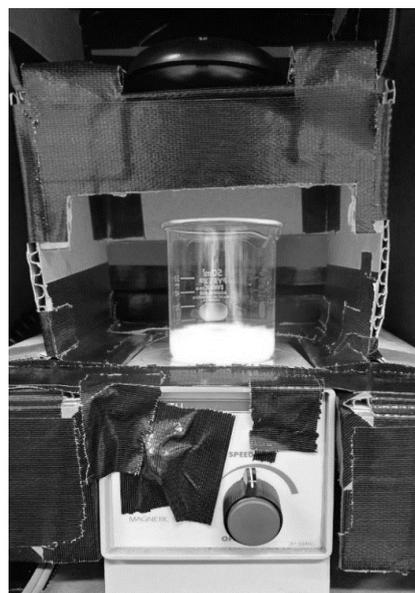
大閃光 (製造会社 : ルミカ)

大閃光 極 (製造会社 : ルミカ)

(色 : 赤・オレンジ・緑・青・紫)

ビーカー

自作装置(次図参照)

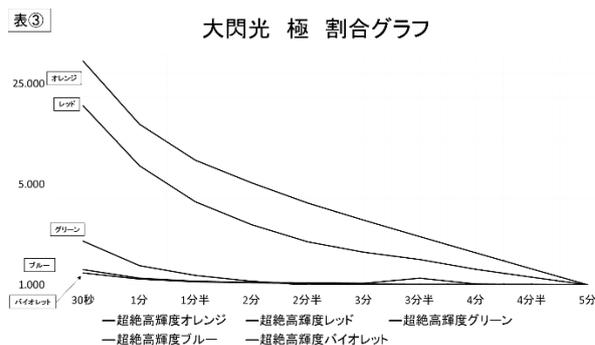
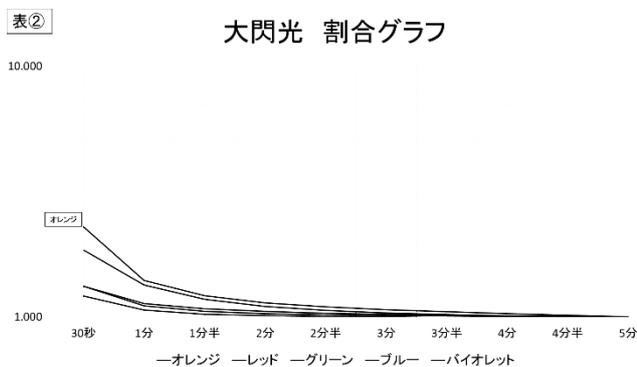
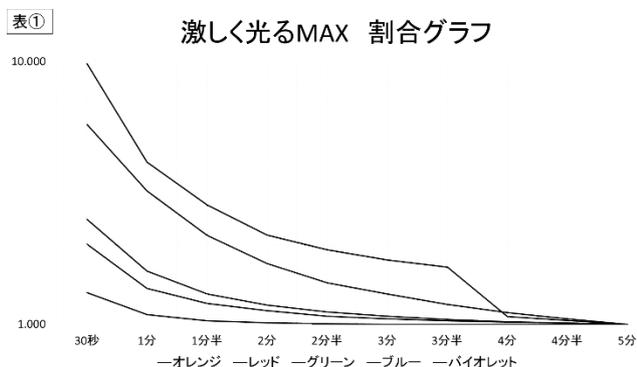


- ・装置に使用したもの
照度計（実験①と同じもの）
マグネチックスターラー
段ボール ガムテープ（黒）

マグネチックスターラーを使用することで、測定中に攪拌し続けることができる。開閉式になっていて、計測する際は閉じた状態でできるようになっている。照度計とビーカーの距離は 15cm で固定している。

- ・方法
酸化液と蛍光液をそれぞれ別のビーカーに移し替え、すべて混ぜてから装置の中に設置する。その後、マグネチックスターラーで攪拌させ、10 分間装置を閉じたまま、反応開始から 30 秒ごとに照度計の値を記録する。

・結果・考察



三種類のサイリウムを種類別でまとめ、実験開始から 5 分の時点までの光量の変化の様子をグラフに表した。なお、変化の割合を表すため、約 5 分ですべてのサイリウムがほぼ光らなくなったことから、五分時点での値を 1 とし、縦軸（単位：ルクス）は対数表示をした。

三種類のグラフを比較してみても、それぞれに特徴があり、三種類に共通する特徴は見られなかった。また、光量はオレンジや赤が大きく、緑・青・紫が小さいとの予想を立てていたが、大閃光に関しては予想と反する結果が得られ、信頼度の高い特徴づけはできなかった。

3. 今後の課題

- ・データの信頼性を高める。
今回のすべての実験において、ところどころ不備がみられた。データが信頼しきれないのは、事前の打ち合わせが十分でなかったことで、そのような不備を見つけられなかったことが大いに影響していると考えられる。改めて、今回の反省点を生かし、精度を上げた実験を行う必要がある。また、実験内容だけでなく、結果の表し方についても入念に話し合う必要がある。

- ・薬品を購入する。
市販のサイリウムは、すべてが同じ成分とは限らず、若干の差異があると考えられる。そのため、実際に薬品を購入する必要がある。しかし、薬品の価格が予算を大幅に超えるため、今回は断念

した。しかし、より正確なデータを揃えるためには、薬品を購入して精度を高めることが必要である。

・目標設定をもう少し具体的にする。

「光量を高い水準で保ち、発光の継続する時間が長いサイリウムを作る」という目標で実験をしていたが、これだけでは具体性のない目標だったと私たちは振り返る。サイリウムはコンサートだけではなく、災害時の電気の代わりなどにも用いることができる。そのため、「暗闇で手元の文字が認識できて、持続時間が長いもの」や、「5分間だけ光量を最大限維持し、それ以降はすぐに光が弱くなるもの」など、さまざまな用途を考えたいうえでサイリウムを作ろうとすべきだった。もちろんこれは机上の空論であるが、具体性を持たせることで最終目標をさらに定めることができたと考えられる。

以上のことを踏まえて、今後は今回の経験を生かしてもう一度初めから実験をし直す必要がある。

4. 参考文献

研究.net <http://www.kenq.net/dic/128.html>

ルミカの技術 | 株式会社ルミカ

<https://www.lumica.co.jp/product/technology/>

5. 謝辞

最後に、これまで研究に協力してくださった、君成田隆房先生、長野桂子先生をはじめ、自分たちの研究に関わってくださったすべての方々に厚く感謝申し上げます。