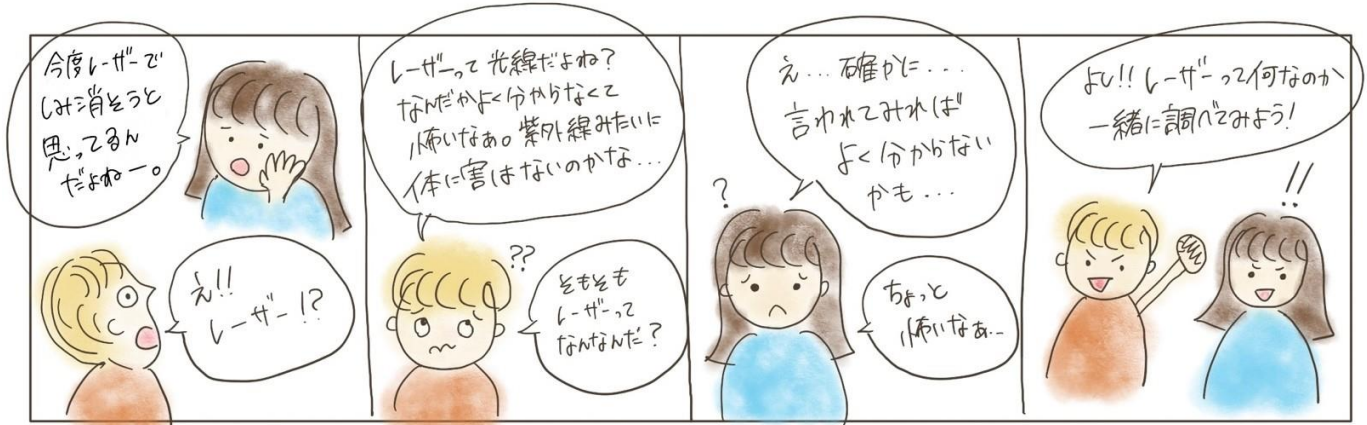


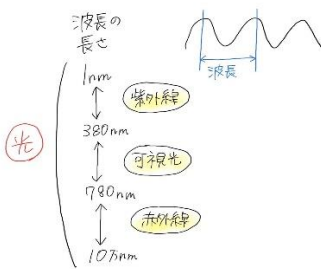
# レーザーの仕組み



「そもそも光ってなんなんだろう？」

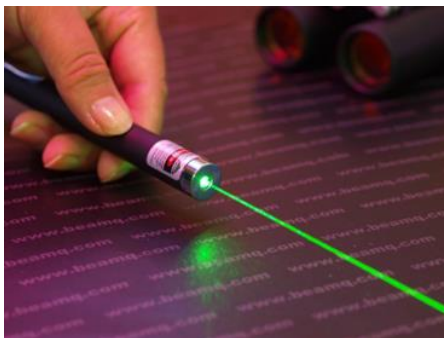
「たしかに！明るく光っているものっていうイメージはあるけど正体はよく分からないよね。」

## ・光とは



光とは小さな光の粒（光子）の集まりで電磁波です。電磁波は波の一種であり、光は波長によって色が変わります。また目に見える光を「可視光線」といい、目に見えない光には「紫外線」や「赤外線」などがあります。

「紫外線や赤外線も光の一種なんだね！」



[https://images-fe.ssl-images-amazon.com/images/I/31J1ZbiVDkL.\\_AC\\_SX342\\_QL70\\_ML2\\_.jpg](https://images-fe.ssl-images-amazon.com/images/I/31J1ZbiVDkL._AC_SX342_QL70_ML2_.jpg)

<https://th.bing.com/th/id/R.2132cebb190f3b3cdf36fdb3b2d3ce61?rik=RY2QL8FjSth0Lg&riu=http%3a%2f%2fimage.space.rakuten.co.jp%2fg01%2f54%2f0001030654%2f27%2fimg8290a8e3zik2zj.jpeg&ehk=0GQn6RCiRw8KAuN%2fbvCeyV3KQeX1opw4ntCrmk5UsNs%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0>

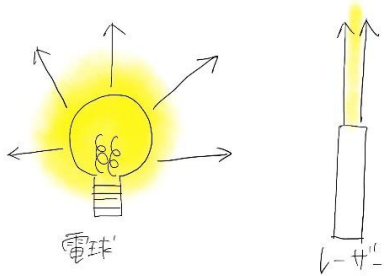
「次はレーザーの特徴について調べてみよう！」

「そうだね！そうしよう！」

# ・レーザーの特徴

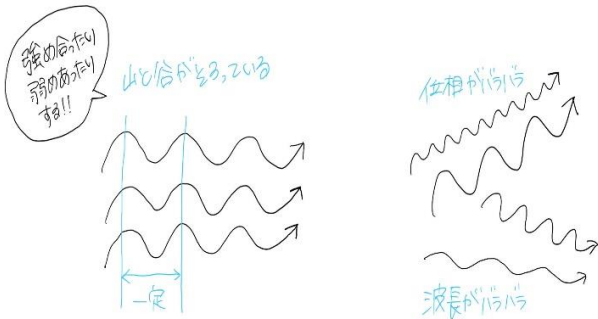
レーザーには主に次の4つの特徴があります。

## ①指向性が高い



電球などの通常の光源からは、四方八方に広がる光が発せられます。それに対して、レーザーからは指向性が強い光が発せられ広がることなく真っ直ぐに進んでいきます。

## ②単色性 ③可干渉性

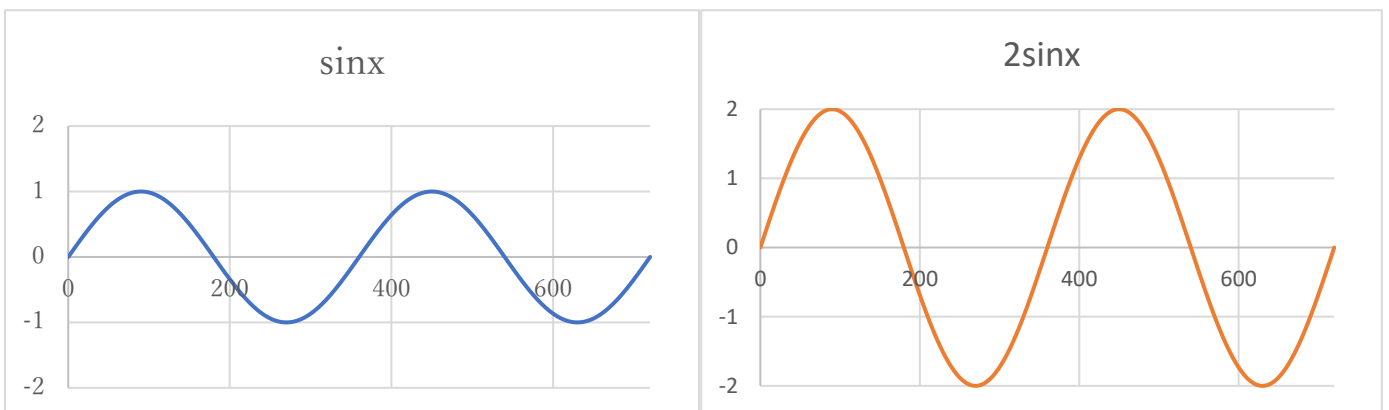


一般的な光はいくつかの波長の光が混ざったものです。蛍光灯などの光が白く見えるのも、そのためです。一方、レーザーはただ一つの波長の光だけで出来ています。これを単色性と言います。

また、レーザーは光の波長の山と谷の揃い方が時間的にきっちり揃っています。そのためレーザー同士を重ね合わせると波長同士が強め合ったり弱めあったりします。この性質を可干渉性と言います。

波長同士が強め合う理由は以下のようにして考えられます。

$y=\sin x$  を一つの波と考えると、二つの波を足し合わせると  $y=2\sin x$  になり、振幅が二倍になります。



そして、振幅が大きくなると、光が強くなります。

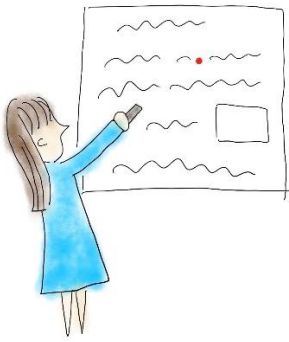


「レーザーはただ一色の光なんだね。」



「なるほどなあ。」

## ④集光性



レーザーは波長程度の大きさまで光を集めることができます。これを集光性と言います。集光性によって、エネルギーを一点に集中させることができます。



「小学校の時に虫眼鏡で太陽の光を集めて、紙を燃やす実験をしたよ！集光性ってそういうことかな。」



「そうだね！集光性があるおかげで、ピンポイントでシミを取ることができるのかもしれないね！」



「だいぶレーザーについて分かってきたね。」



「そうだね。次はレーザーの原理を調べてみよう！」

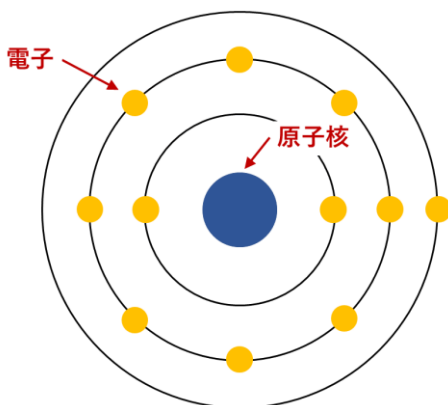
## ・レーザーの原理

### 初めに

レーザーの正体は光ですがそもそもどうやって何も無いところに光が生まれるのでしょうか。そのしくみを理解しましょう。

### 原子の構造

原子は下図のようになっており電子の通り道はある程度決まっています。

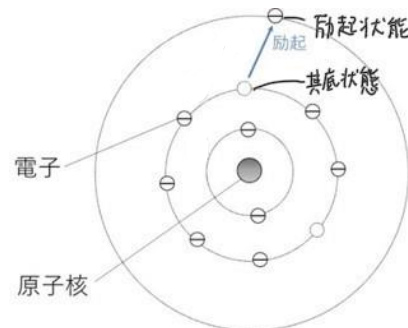


(引用元：<https://science-stock.com/chemistry-atom/>)

### 基底状態と励起状態

実は全ての通り道にはそれぞれ入れる電子の数が決まっています。すべての電子ができるだけエネルギーの低い状態にいることを基底状態と言います。そして基底状態にいるある電子が何らかの衝撃を加え

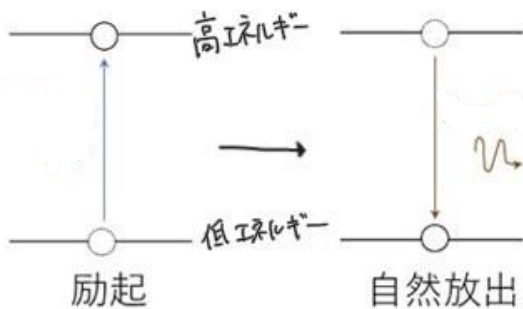
られて1つ外の通り道に行ったとき、それを励起状態と言います。つまりその電子はエネルギーをもらってより大きなエネルギーを持ったことになります。



(引用元※：[https://engineer-education.com/laser\\_oscillation-condition/](https://engineer-education.com/laser_oscillation-condition/))

### 光が発生する仕組み（自然放出）

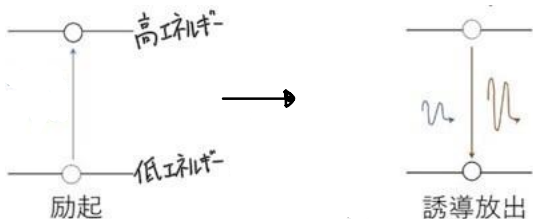
しかし実はこのエネルギーの大きい励起状態は不安定で少しすると安定なエネルギーの小さい基底状態に戻ってしまいます。それはいいのですがこの時エネルギーが減っていますよね？実はこの差分のエネルギーが光となってランダムな方向に放出されることが知られています。この現象を自然放出と言います。これを使って豆電球のような明かりを作ることができます。



(引用元※)

### 光をより明るくする仕組み(誘導放出)

実は電子が励起状態から基底状態に戻る方法はまだひとつあります。それは別のところから来た光が励起状態の電子を通る時に起こります。下図のように、電子は基底状態に戻る代わりにその差分のエネルギーを来た光にあげることができるのです。こうするとやってきた光はより明るい光に進化します。この現象を誘導放出と言います。

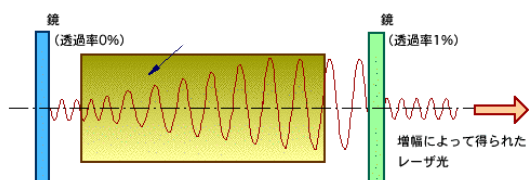


(引用元※)

ここまで初めて聞く言葉ばかりで難しかったかもしれませんが、ですが1番難しい光についての説明が終わりました。自然放出と誘導放出が上手く使えれば指向性の高い光も作ることができそうですね。ではレーザーの中身を見ていきましょう。

### レーザー装置

中身は色々なタイプがありますがその中の1つを紹介します。仕組みは下図になります。



(引用元：<http://www.anfoworld.com/lasers.html>)

簡単な説明をすると、2枚の鏡を向かい合わせに平行に置き、その間で光をたくさん発生させることで

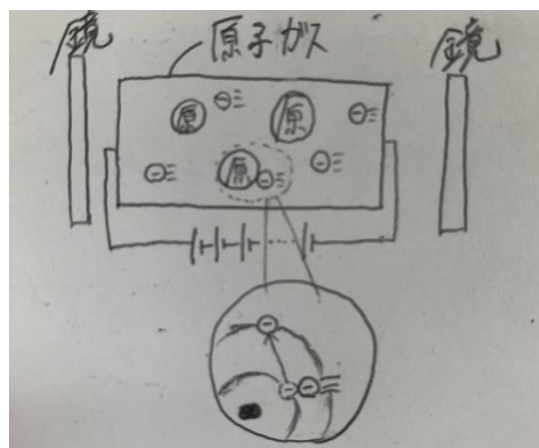
ひとつの方向だけの光を増やしていくということです。

詳しく見ていきましょう。

左の鏡は光を全て反射する鏡、右の鏡は1%だけ光を透過して99%を反射する鏡です。

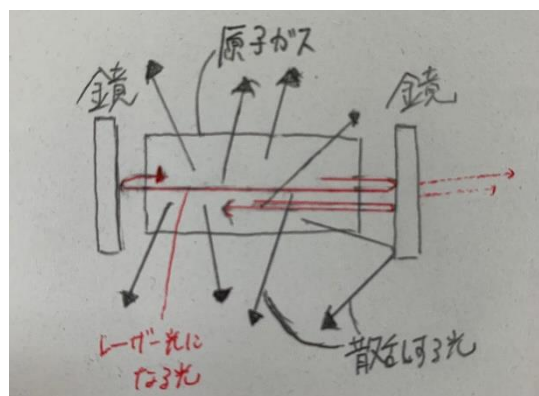
### 基底状態から励起状態へ

鏡と鏡の間の空間にはたくさんの原子が入っています(そこを原子ガスという)。そこに導線と電池を繋いで高電圧をかけることで電流が流れ、電子がどんどん飛んできます。これが原子にぶつかり、励起状態の電子がたくさん形成されます。



### 光の発生と指向性

ここまで来ると初めに自然放出でランダムな方向へ光が発せられます。しかしこれでは指向性が高い光は作れませんよね。そこで鏡が役に立ちます。鏡と垂直な方向の光だけは反射されてまた原子ガスの部分に戻ってきます。ほかの方向の光は反射されないで戻ってきません。



これで指向性の問題は解決されました。しかし自然放出だけで集まる光はほとんどなく、いつまでもレーザー光はできません。そこで誘導放出が役に立ちます。原子ガスに戻ってきた光は励起状態の原子を通るため次々に誘導放出が起きます。これでひとつ

の方向の光だけをどんどん強くすることができます。

以上がレーザーの原理です。

## ・身の回りで使われている例

### ・シミ取りレーザー治療



「私がやってみたいやつだ！」



「調べてみたらレーザー光線を用いてシミの原因となるメラニンを破壊させる治療法らしいよ。シミ取りに使用するレーザーは黒い色に反応する特性を持つもので、レーザーを照射することで肌の内部のメラニン色素だけに反応するんだって。そしてレーザーの熱エネルギーがメラニン色素を破壊するんだ。また、レーザー治療のメリットとして、少ない施術回数で効果が期待できることや安全性が高いことがあげられるね。どちらもレーザーには原因となる物質にピンポイントで照射することができるという特性があることが理由らしいよ。」



「なるほど。シミの状態や種類によってレーザーの波長を使い分けたりするらしいよ。レーザーの特性をうまく使った治療法なんだね。」

### ・レーザーライト



「レーザーはレーザーライトとしてアーティストのコンサートにも活用されているらしいよ。」



「会場で実際に見ると迫力があってすごく盛り上がるよね！」



「そうだね！でもコンサートでレーザーライトを使うには会場一面にスモークを焚いておかないといけないらしいんだ。」



「たしかにコンサート中少し視界がぼやけてるかも！でもどうして？」



「光の道筋は基本的には見ることができなくて、光が何か物に当たって初めて見ることができるんだ。だからスモークを焚いて空気中に小さな粒が舞っている状態にすることで、光がその粒に当たって僕たちの目でも見るようになるんだね。」

### ・参考文献

<https://www.keyence.co.jp/ss/products/marker/lasermarker/basics/principle.jsp>

<https://www.biyohifu.com/guide/principle.php>

<https://general-clinic.tokyo/beauty/spotremoval-laser>

[https://engineer-education.com/laser\\_oscillation-conditon/](https://engineer-education.com/laser_oscillation-conditon/)