

# 花火って何？

花火とは火薬を用いた光（色）と音の  
エンターテイメント



参考)大曲花火競技会

# 花火について学ぼう！

花火の魅力は？

なぜきれいな色が出るのか？

迫力のある音

鮮やかな色彩

花火は、  
なぜ大きな音をするのか？

# 花火の成分

花火の成分：火薬（音・光）・金属化合物（色・光）

火薬（黒色火薬）の成分：

硝酸カリウム（ $\text{KNO}_3$ ）、炭素粉末、硫黄粉末

硝酸カリウム：硝石として知られる

火薬のほかに肥料の原料



火薬の発見：7世紀の中国

そこから世界へと広がる

# 火薬の歴史

中国では7世紀頃(唐代)より火薬が用いられてきたと言われている。

日本での火薬のお目見え

1 3世紀元寇 「てっほう」



# 火薬の日本への渡来

鉄砲の伝来(1543年)と同時。



火縄銃:

火薬の力で弾を飛ばす。



# 花火の歴史

花火は黒色火薬の発見とほぼ同時期から  
爆竹のようなもの・ロケット花火のようなもの

ヨーロッパでは：  
13世紀あたりから  
王・貴族の催すイベント  
キリスト教のイベントなどで



# 日本での花火

室町時代に、日明貿易によって

普及は江戸時代になってから

打ち上げ花火による花火大会も  
両国花火(隅田川花火大会)

花火の色:

はじめは**オレンジ**色だけであった。



外国から色々な金属が輸入され  
カラフルな色の花火になっていった



# 花火はなぜ綺麗な色がつくか？ ：炎色反応

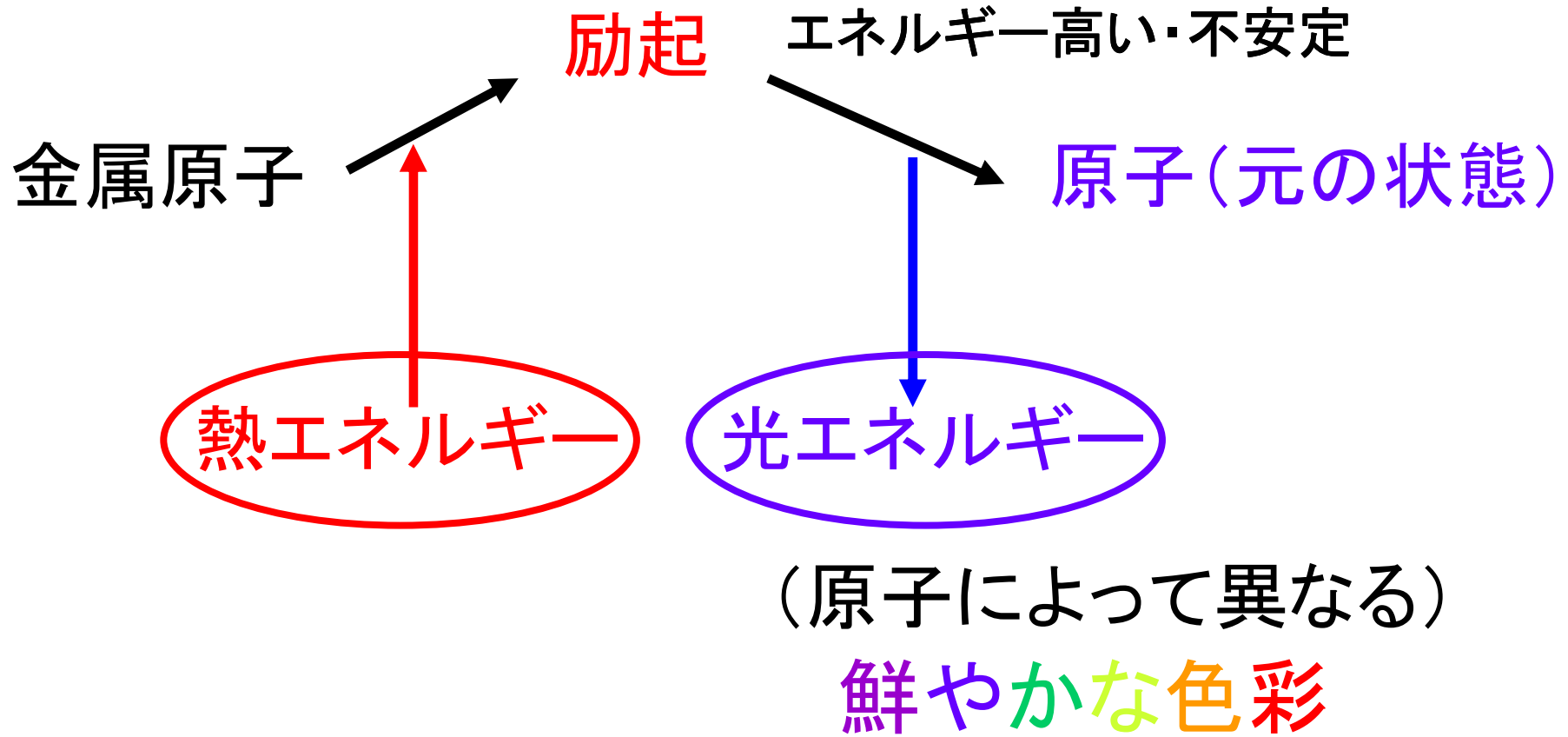
L i :  赤    N a :  黄    K :  紫  
S r :  赤    B a :  緑    C a :  橙    C u :  青

花火の色はこれらの金属化合物を火薬に  
混ぜることで作られる

実際に炎色反応を見てみよう！！

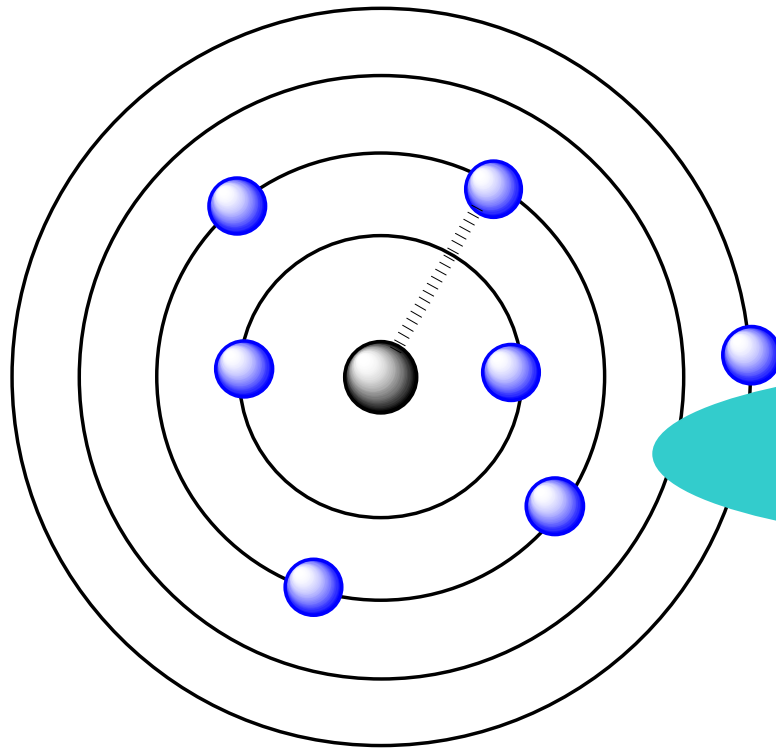


# 炎色反応の原理



熱エネルギーから 光エネルギーへの変換

# 炎色反応の原理：原子を熱すると



励起(エネルギーが高い)

光エネルギー

原子によって特定の波長の光(輝線スペクトル)

いろいろな色

原子を熱すると結合が弱くなり 電子が外側に動く

しかし、すぐにもと位置に戻る

# 実際の花火には

赤：硝酸ストロンチウム・炭酸ストロンチウム他

黄：シュウ酸ナトリウム他

緑：硝酸バリウム・塩化バリウム他

青：硫酸銅・酸化銅他

紫：硝酸ストロンチウムと酸化銅を混ぜる

などが使われ、花火師独自の手法で  
微妙な色合いを出している。

# 花火は、なぜ大きな音がするのか？

## 火薬の化学反応：燃焼反応



花火

どちらも炭素が燃えている

-----  
夏休みにこれをしたい！

BBQ

-----  
夏休みにこれをしたい！

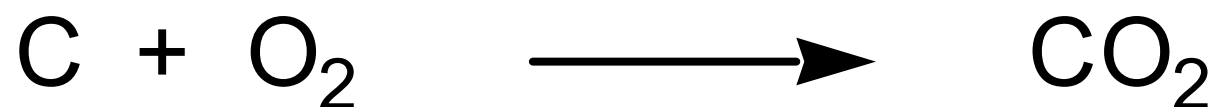
BBQとどろい肉を食べ

-----  
夏休みにこれをしたい！

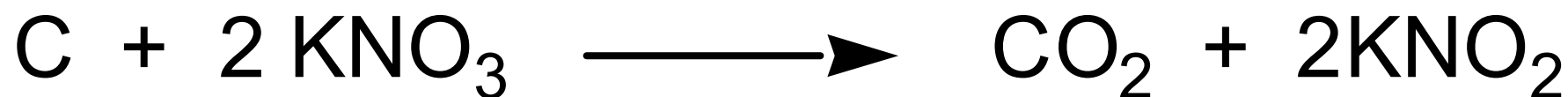
BBQ

# 火薬の化学反応：燃焼反応

燃焼とは光と熱を出しながら酸素と化合すること



火薬は水の中でも燃える



起きている反応が違う →

反応が違っていると  
何が変わるのか？

# 火薬の反応： 花火は何故音がするのか？

燃焼には、**速い燃焼反応**と**遅い燃焼反応**がある

例) アルコールの燃焼

アルコールのランプとアルコールロケット

どのような違いが見られるだろうか？

# アルコールの燃焼

起きている化学反応は同じ！！  
どちらもアルコールが燃えている

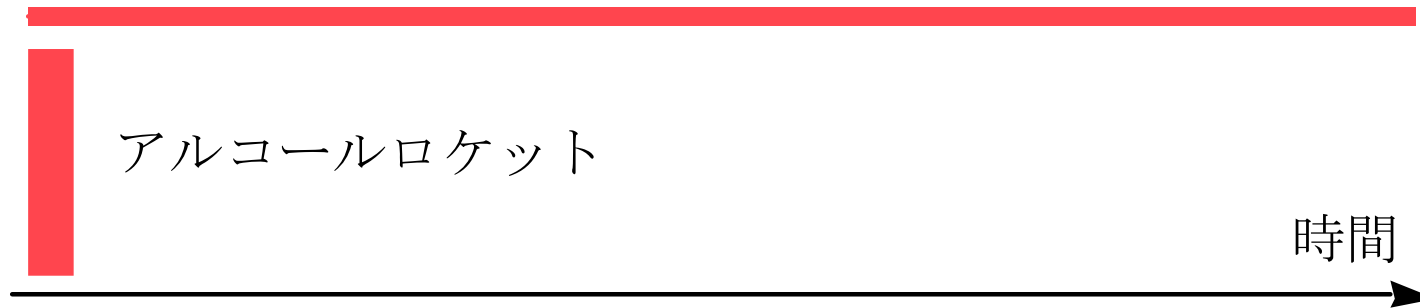


違うのは化学反応の**速さ**

アルコールランプ：**長い時間**をかけて燃焼

アルコールロケット：**短時間で一気に**燃焼

## アルコールランプ



100のエネルギーを100秒で出す・・・1秒当たり1のエネルギー

100のエネルギーを1秒で出す・・・1秒当たり100のエネルギー

100のエネルギーを0.1秒で出す・・・1秒当たり**1000**のエネルギー

短い時間で一気に燃えた方が、**単位時間**(たとえば1秒)あたりのエネルギーは**大きくなる**。

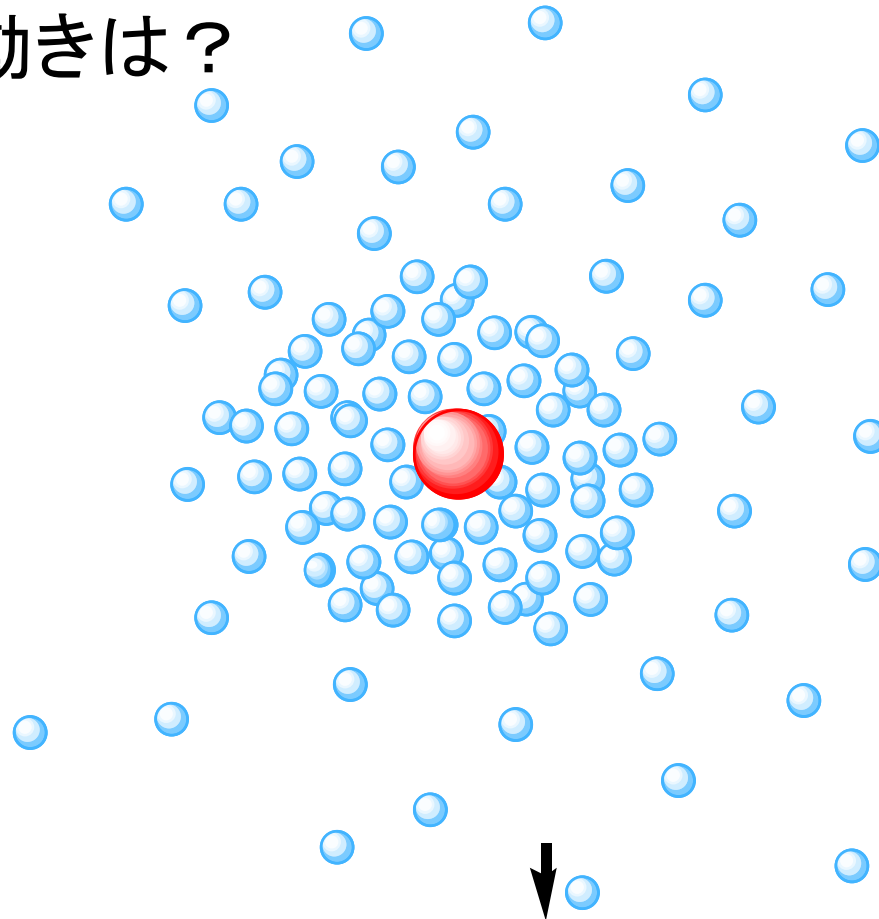
アルコールロケット:

**単位時間あたりに非常に大きなエネルギー**



# 単位時間あたりに非常に大きなエネルギー

空気の動きは？



大きな  
エネルギー発生  
(熱エネルギー)



空気に伝わる  
(空気が素早く動く  
: 運動エネルギー)



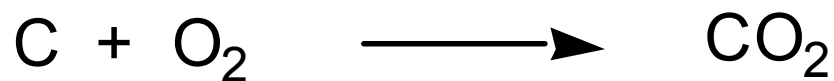
音速を超えた  
衝撃波

大きな音  
爆風

空気がぶつかり合う

# 炭火の反応

ゆるやか



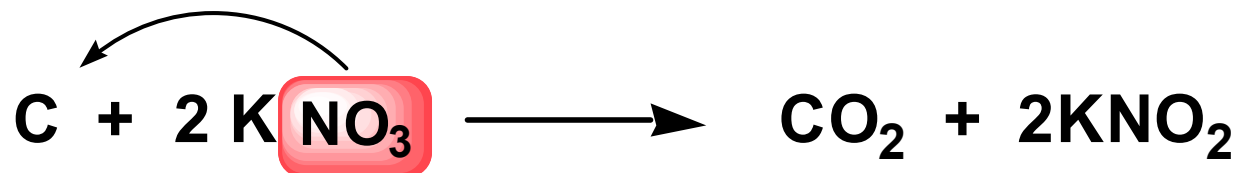
# 花火(火薬)の反応

非常に速い燃焼反応

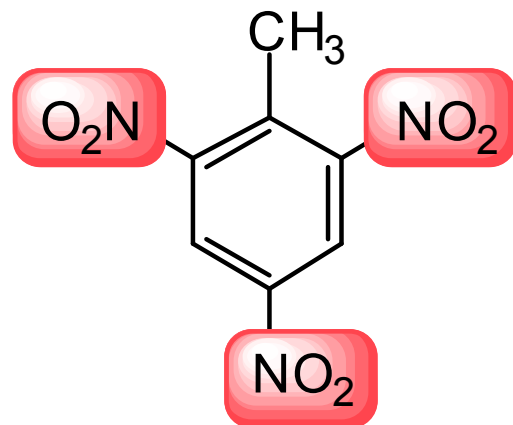
素早く酸化反応させる

酸化剤

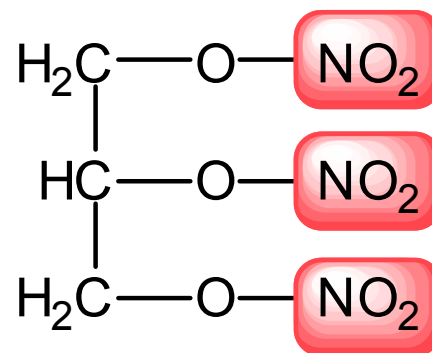
非常に速い



# 爆薬



TNT (トリニトロトルエン)



ニトログリセリン

# ロケット

非常に速い燃焼反応で、宇宙まで飛ぶ

燃料 + 酸化剤

エタノール

液体酸素

ケロシン  
(石油成分)

硝酸

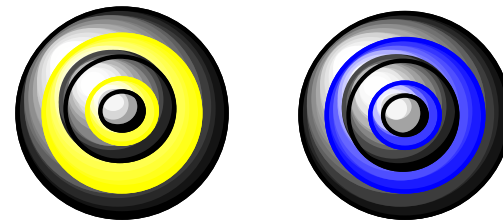
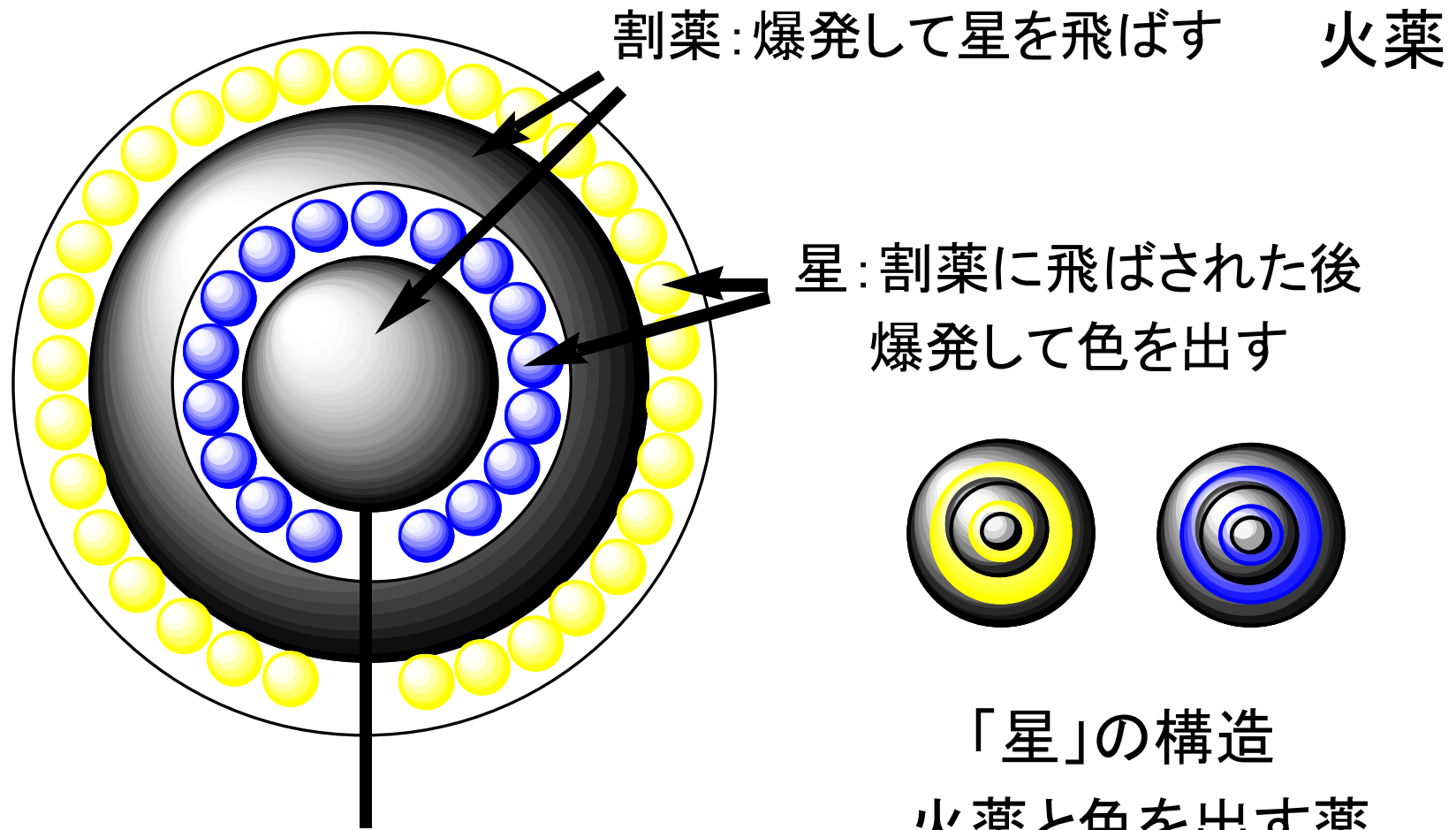
水素

液体酸素



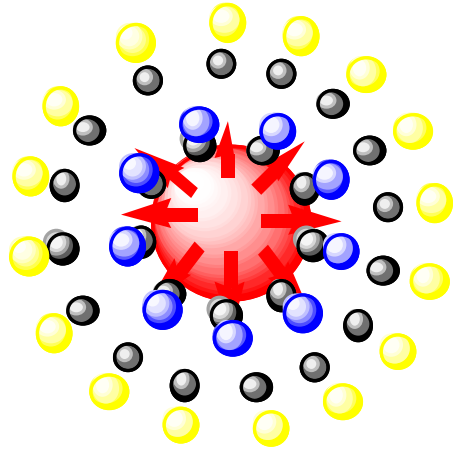
# 打ち上げ花火

## 打ち上げ花火の構造



### 「星」の構造

火薬と色を出す薬品を層状に重ねる

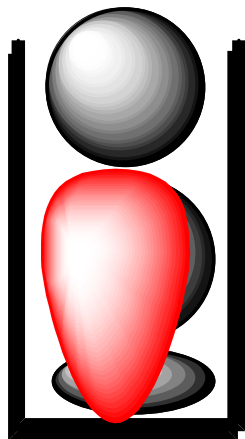


## 打ち上げ花火：割れ物の場合

打ち上げるための  
火薬が爆発

上空で割薬が爆発  
星を飛ばす

星が爆発：色がみえる

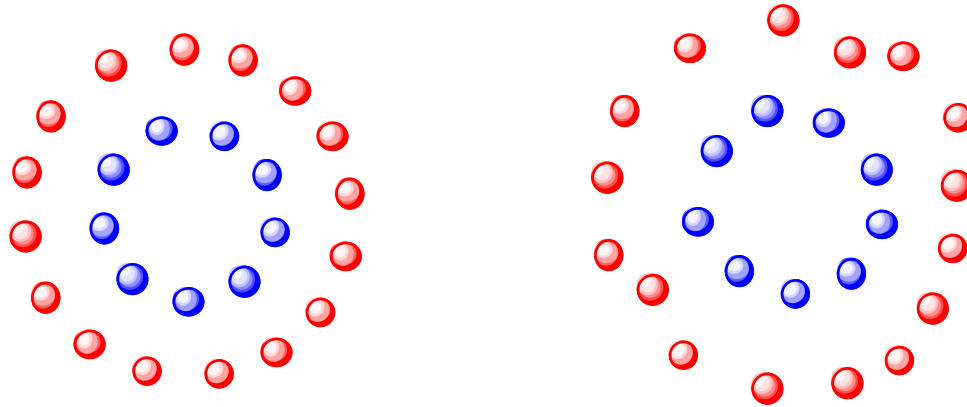


火薬には3つの役割がある

# 花火の鑑賞のポイント：美しい花火とは？

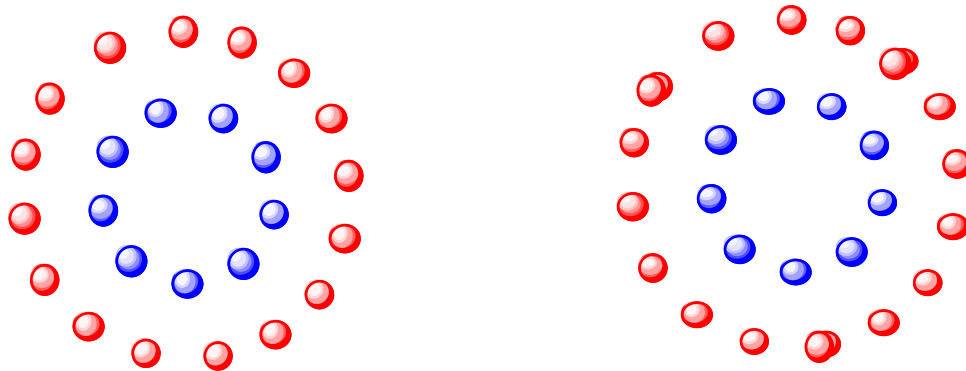
玉が頂点で爆発したか？

花火が丸いか？：盆が取れているという



星が一斉に変化し一斉に消えるか？

色は綺麗か？



# 花火の科学

なぜきれいな色が出るのか？

炎色反応

目に見えない電子の動きが色に

花火は、なぜ大きな音をするのか？

燃え方の違い

速い燃焼と遅い燃焼



爆風と大きな音

打ち上げ花火の仕組み