

電気通信大学 先進理工学専攻 牧 昌次郎

電気通信大学 先進理工学専攻 北田 昇雄

## I. 「美白の化学」実験

目的：一般に生体機能は酵素で行われている。酵素の機能を化学物質でコントロールできることを実際に試してみる。

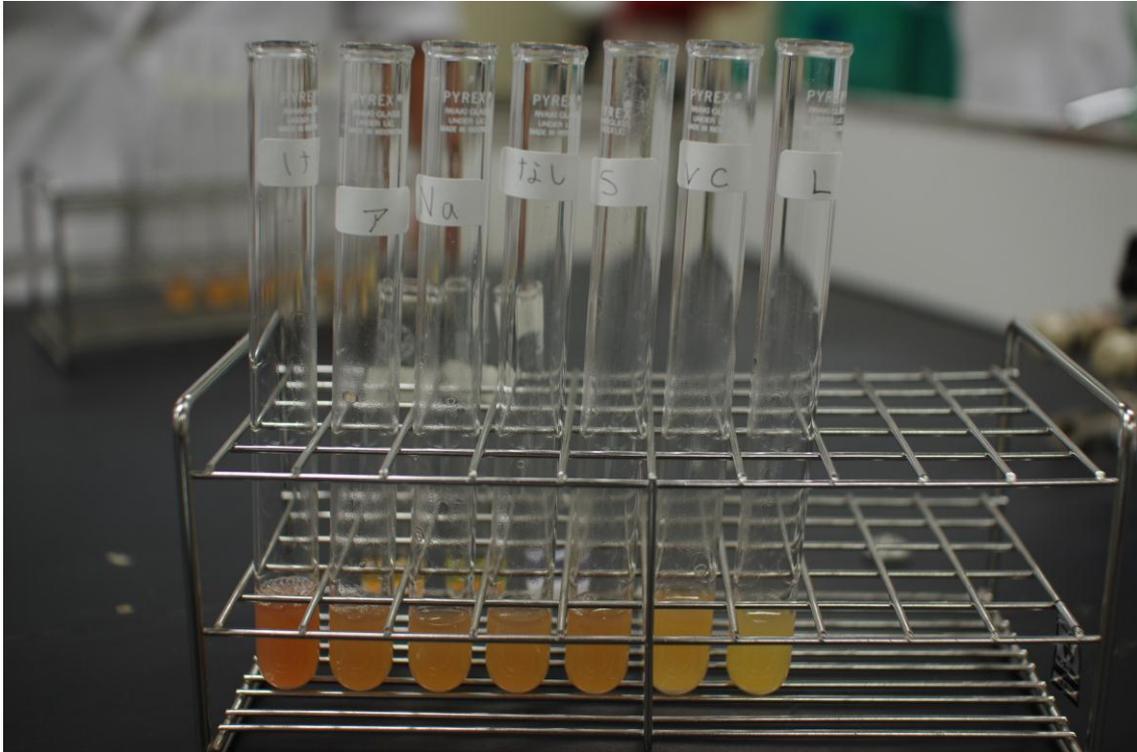
予習：シミ・ソバカスの原因はメラニンの生成によるものである。メラニンはチロシン（アミノ酸）からチロシナーゼ（酵素）によって作られることがわかっている。

チロシナーゼは、ビタミンCで阻害され、メラニンができなくなる。最近、テレビ等で、L-システイン（アミノ酸）にも美白効果があることが宣伝されているので、実際に調べてみる。この実験でビタミンCと同様の結果が出れば、L-システインのメラニンの生成阻害の機構は、ビタミンCと同様の経路であることが推測される。

### 実験操作

1. 試験管に試薬（ビタミンC, L-システイン, ショ糖, 食塩, アルブチン）を1mg程度入れた。
2. この他に、美白化粧水（資生堂社製, ロート製薬社製）を5滴程加えた。
3. それぞれの試験管に蒸留水を1mlずつ加え、蒸留水だけの試験管も作った。
4. 皮を付けたままジャガイモに水を加え、ミキサーですりおろし、ガーゼで汁を搾った。
5. ジャガイモの汁を1.5ml程度ずつ試薬の入った試験管に加えた。
6. そのまま室温で放置して、変化を観察した。

## 結果



1. ビタミンC, L-システインを加えた試験管は、茶色く変色しなかったが、その他の試験管は茶色く変色した。美白化粧品は種類によって変色に違いが生じていた。
2. 食塩を加えた試験管は、蒸留水だけ（比較）の試験管に比して、変色が少なかった。

### 結論

1. ビタミンCとL-システインはメラニンの生成を抑制し、美白効果があることがわかった。
2. ショ糖には美白効果はなかった。
3. 美白化粧品は成分によって美白効果に違いが生じていた。
3. 食塩にも僅かな美白効果がみられた。なぜだろう、塩を顔に塗り付ければ白くなるのか？化粧品を買う必要は無いのではないか？（考察参照）

## 考察（講評より）

1. 美白化粧品の美白効果は単に、チロシナーゼを阻害することだけではない。皮膚の代謝を高めるなど、総合的に肌を活性化させることで美白効果を狙っている。本実験講座で、変色があったから効果が無いとはいえない。

2. 食塩で見られた美白効果は、食塩によるタンパクの凝集効果で、酵素の活性が阻害されたことが考えられる。食塩を顔にぬることは、別の影響が出るので、美白効果を期待して、食塩を顔にぬることは控えるべきである。

## もう1段学習してみる

本実験の狙いは、化学物質で酵素機能を制御することにあります。殆どの医薬品は、作用の目標として酵素機能が挙げられています。例えば、頭痛薬の代表例であるアスピリン（サリチル酸系）や最近主流のイブプロフェンでは、シクロオキシゲナーゼという酵素機能を阻害することで作用を表します。このように化学物質が生体機能に作用する時には、酵素機能に影響を与えていることが考えられますので、全く別の作用で、酵素に影響を受ければ、同様の現象として生体機能に現れます。これは食塩に僅かな美白効果があることからわかります。食塩はチロシナーゼを化学的な阻害ではなく、タンパクを凝集させるという作用で失活させました。しかし、メラニンによる着色ということでは、一定の効果があったこととなります。これと同様の現象が都合悪く作用した場合が、いわゆる薬の副作用の1つのパターンということになります。

## II ホタル生物発光の演示実験

目的：ホタルの発光は発光酵素と化学物質である発光基質の化学反応で生じます。これはホタルの生体内でも同じです。ホタル生物発光系での色換え技術は世界的にも難しく目視できる色換え技術では、日本が最も先進している。目視できるホタルの発光色を変える最先端技術を実体験する。精密な実験なので、大学院生が実演します。

予習：ホタルは日本に46種いると言われているが、水棲のホタルはゲンジとヘイケ、クメジマの3種で、世界的にも珍しい。ホタルは種類が違ってても、発光色が黄緑色で色換え技術は、世界的な競争になっている。電気通信大学はホタル生物発光系の色換え技術では、可視領域（人間が見える範囲）をほぼ網羅する世界先端技術を保有している。

### 結果



天然のホタル発光物質

人工のホタル発光物質

1. 天然の黄緑色の光と人工のオレンジ色の光を手にとってみられた。
2. こんなに光っているのに手に触っても熱くなかった。

### 考察

1. ホタルの光る色を変える事は容易ではなく、生命科学の研究を行うための標識材料には、人間の目には見えないほどの長波長の光が必要と考えられている。電気通信大学ではこの技術を世界ではじめて開発し、実用化している。

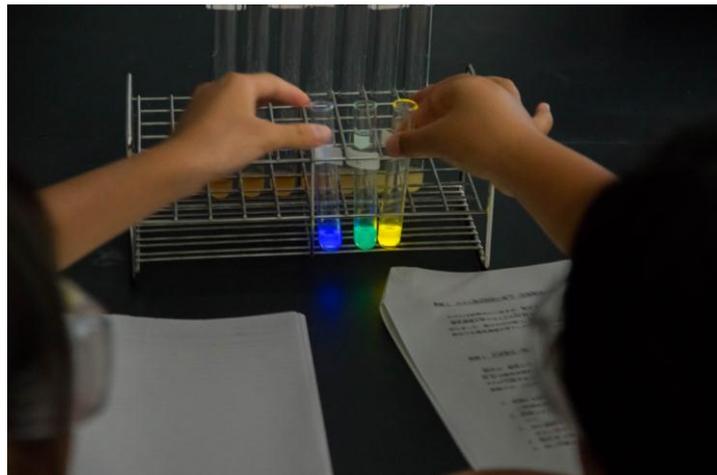
2. ホタル生物発光系は、冷光といわれエネルギーが効率よく光りに変るので、熱が出ない。電球は電気エネルギーを光に変える他に熱として多くを消費している。このため、光が出ても熱を感じない。

### III 発光の化学

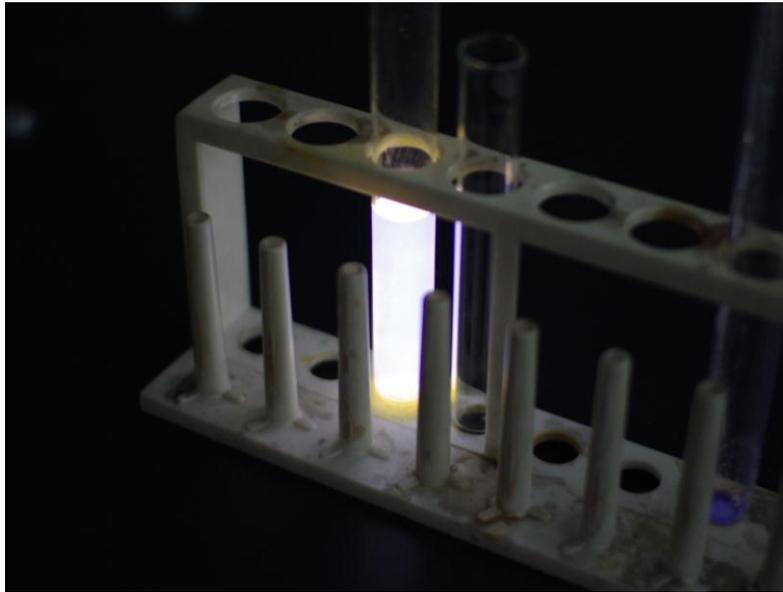
目的：酵素で発光するホタルの原理を試験管で再現して，生体機能を人間が人工的に創る事ができるかどうか確かめてみる．

予習：ホタルの発光は，有機化合物と酵素が反応して生じる．しかし，これも化学反応なので，全てを化学物質で行う事で，人工的に化学反応させれば，もっと強く，いろんな色ができるのではないかな．色を混ぜると黒くなるが光を混ぜるとどうなるのかな？

#### 結果



1. 緑色や青色，赤い色の光が化学反応で再現でき手に取ってみられた．
2. 生物発光よりも光っているのにやはり熱くなかった．
3. 3つの光を混ぜると白くなった．2つでは白くならなかった．



## 考察

1. 化学発光では、光るためのエネルギーを作る化学反応とそのエネルギーを受け取って光を出す反応の2つから成り立っている。エネルギーを作る物質は同じなので、光を出す物質を変える事で、いろいろな色を作る事ができる。
2. 化学発光も生物発光と同じ原理なので、熱は感じないが、発光効率は1%にも満たない。エネルギーの多くは熱として失われているが、反応溶液が吸収しているため、試験管を触っても熱は感じられない。
3. 太陽光は、様々な波長の混合物であり、いろいろな色が混ざっているため白く見えます。これと同じで、大きく波長が異なる光を混ぜると白くなります。お土産のケミカルライトでも同じ事ができますが、ケミカルライトの内容物を出す事はとても危険なので、決して行わないで下さい。

## EX 蛍光タンパク

理化学研究所の岩野先生が蛍光タンパク質を持ってきてくれたので蛍光タンパク質の発光を観察する。

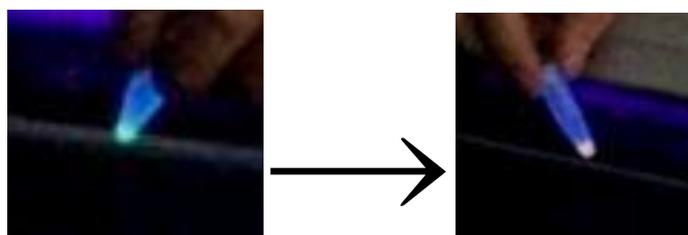
目的：ノーベル賞でも話題になった蛍光タンパク質の光を観察してみる。

予習：蛍光はUV等、光を吸収し発光するメカニズムである。2008年に下村先生がノーベル賞を受賞したオワンクラゲのGFP(緑色蛍光タンパク質)はUVを当てると緑色の発光を示すが、そのほかの発光色を示すものがあるのだろうか？

結果



1. 青、緑、赤に発光する蛍光タンパク質を見ることが出来た.
2. UV を当てることで発光色が緑から赤へ変化する蛍光タンパク質を見ることが出来た.



大人の方へ

電気通信大学 子供実験講座にご参加いただきありがとうございます。

本実験講座は前回に続き、「最先端は身近にあった」という副題を付けております。

これは、講座の中でも申し上げましたように、資源の無い日本では、発想や技術こそが資源と考えられていますが、「社会問題を解決するために誰よりも早く、技術を創製する」という努力を嫌う子供が増えております。また、先端技術は海外から輸入するものという感覚が、高度成長期よりも強く感じられるという方もおられます。

自分が子供の頃は、高度成長期は終わっていましたが、日本はまだ貧しく、舶来品という言葉が日常的に使われており、欧米製品が常に優れている環境でした。テレビドラマでも、重篤の病気の子供が欧米の病院で回復するという話がいくつもあったように記憶しております。

現在の日本は、バブル景気を過ぎ、十分な経済力と科学技術力を手にしたと考えられます。しかしこの日本においても、科学技術の不足のために、まだまだ解決できないことがいくつもあります。これを解決するには、既存の知識を記憶するだけの学習では難しいと考えますが、良い方法が見つかっていない事も確かです。

新技術や先端技術がどこか遠い国の知らない誰かが創製しているのではなく、毎日見て良く知っている建物で創られていることを知っていただきたいという想いから、本講座を開催致しております。

「勉強しないと自分のためにならない」と教えられれば、「勉強しなくても自分が困るだけ」と学び、「社会益」や「社会貢献」を考えなくなります。また、「困っても自分が我慢すれば良いだけ」と考えれば、勉強すらなくなってしまいます。

今回、実験を手伝ってくれた学生諸氏は、「社会益」を念頭に研究に取り組んでいます。これは自分たちが技術を創る事ができなければ、「技術を待つ、顔も知らない誰かの願いを挫くことになる」との想いからです。「勉強しなくても自分が困るだけ」と学んできた学生も、誰よりも「誰かの願い」を知る大人になったと思っております。

これは「褒められるための他益」ではありません。「褒められるための他益」では、「こんなに苦労しても、ちょっと褒められるくらいでは割に合わない」と考えてしまうでしょう。最先端技術の創製は、そんな程度の努力では手に入りません。「もらう喜び」よりも「与える喜びの方が大きい」ことを学生は学んでいると思います。

本講座に参加した子供達が、いつか、それぞれの持ち場で、日本の未来を担う人材となり、新技術は日本から世界へ伝えるものだという覇気と気概をさらに次世代へ伝えてもらいたいと願っています。

本実験は、大学の実験室設備と、訓練を受けた学生諸氏の指導があって成立するものです。特に発光実験をご自宅で再現することはとても危険です。お子様には、重ねてご注意いただきたく存じます。

引き続き、電気通信大学の活動にご注視いただければ幸甚に存じます。

牧 昌次郎