

実験ノート

実験者：電気通信大学大学院 先進理工学専攻 牧 昌次郎

共同実験者：電気通信大学大学院 先進理工学専攻 岩野 智

1. 「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。宇都宮大学の二瓶先生が開発した最先端技術「なぞの物質」の美白効果も検証してみる。

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。

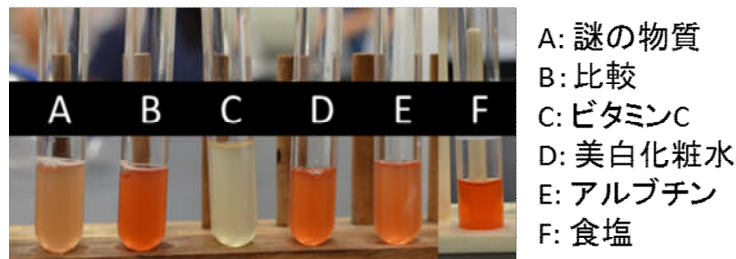
実験操作

1. 試験管に試薬（謎の物質，ビタミンC，アルブチン，食塩）を1mg程度入れ、エタノールを0.5ml加えた。
2. この他に、美白化粧水（資生堂社製、ロート製薬社製など）を5滴程加えた。
3. 比較のため、エタノール0.5mlだけの試験管も作った。
4. 試験管に1.5mlの基質溶液を加えた。
5. 皮を付けたままジャガイモをすりおろし、ガーゼで汁を搾った。
6. ジャガイモの汁を5滴程度ずつ試薬の入った試験管に加えた。
7. 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。

2. なぞの物質を加えた試験管は、エタノールだけ（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. 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）

3. 謎の物質は顕著な効果は見られなかった。

考察（講評より）

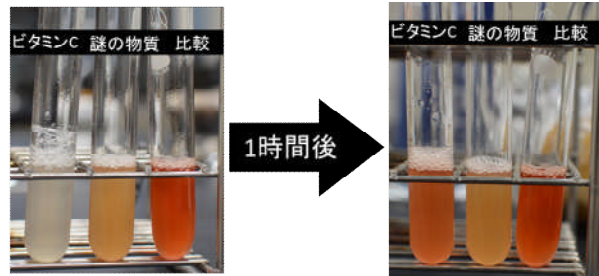
1. 美白化粧品の美白効果は単に、チロシナーゼを阻害することだけでは、皮膚の代謝を高めるなど、総合的に肌を活性化させることで美白効果を狙っている。本実験講座で、変色があったから効果が無いとはいえない。

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。

3 .謎の物質の作用について、謎の物質は、世界的にも最先端な技術と紹介された割に、効果が弱かった。

謎の物質は、基質と同じように、酵素チロシナーゼに入り込んでメラニンの生成を根本的に抑える働きがある。

一方で、非常に強い美白効果を持っていたビタミンCは、メラニンを元の基質に戻すことでメラニンの蓄積を抑えている。この時に、ビタミンCは消費されてしまう。



このため長時間放置した場合に、謎の物質は変色は進まないが、ビタミンCは消費され、無くなってしまい茶色く変色してしまっていることがわかる。(上写真)

美白は世界中の女性がもとめており、このような作用の物質は、世界的にも実用化が望まれていることもわかった。

4 .メラニンは、目から受ける紫外線でも生成されます。日差しが強い夏にサングラスをするのは、シミ・ソバカスを防ぐだけではなく、将来、白内障や緑内障などの目の疾患予防になることもわかっています。色素が少ない欧米人がサングラスをするのには、ファッションの他にもちゃんとした理由があるのです。

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鎮痛作用を表します。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。

11 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ます。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します。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の2種で、世界的にも珍しい。ホタルは種類が違って、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

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（講評より）

1. 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、熱が出ません。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しまいます。このため、光が出ても熱を感じません。

2. ホタルの光は発光酵素と発光基質との化学反応で生じます。発光色を変えるには、遺伝子組み換えで酵素を変化させるか、有機合成で発光基質の化学構造を変えるかしかありません。現在のところ、発光色を変える技術は世界的にも発光酵素からのアプローチが主流ですが、電気通信大学では、発光基質からの変換技術を開発し、化学構造のデザインで、発光波長を制御する技術を世界で初めて実現しました。これにより、世界最先端の長波長発光材料を2011年10月に市販・実用化して、世界中のライフサイエンス分野の研究に寄与しています。この技術は、再生医療や腫瘍関連の最先端研究に利用されることが期待されています。

III 化学発光実験

目的：ケミカルライトのように電気を使わないで化学反応で光を作ってみる。

1. シュウ酸ビス(2,4,6-トリクロルフェニル) 30mg (吸湿性) と 9,10-ジフェニルアントラセン(3 mg)とを試験管に入れ、酢酸エチルを 5ml 加えてもらった。
2. 1M 水酸化ナトリウム水溶液(0.1 ml)を大学院生に入れてもらった。
3. 最後に 30% 過酸化水素水(0.1 ml)を大学院生に入れてもらった。
4. 発光色を確認した。(発光するのは有機層部分)
5. 光った溶液を混ぜるとどうなるかも確認した。



結果

1. 部屋の明かりを消すと、燃えているように試験管が光った。
2. 光を混ぜると色は、白くなった。

考察(講評より)

色は混ぜると色が濃くなり黒くなってゆきますが、光は混ぜると白くなってゆきます。スポットライトではよく知られていますが、光る液体でも同じことが生じることは、なかなか実体験することはできません。

ケミカルライトの内容物は大変危険な薬品が入っています。光を混ぜる実験を、ケミカルライトの中身を出しておこなうことは絶対に行わないでください。

もう1段学習してみる

電球や電灯の近くでは、熱を感じることもある。これは、発光が発熱を伴うからである。今回の実験でも試験管が暖かくなっていることを感じたかもしれない。

これは、光も熱もエネルギーという点で共通しているからで、化学反応のエネルギーがちゃんと光になっていれば、熱は生じません。最近流行のLEDは電気エネルギーを効率よく光に変えることができるので、省エネルギーということになるのです。LEDの課題は、光が直線的なので、従来の電球のような拡散がないために、単純に電球を取り替えると、ユーザーには暗く感じる場合があります。

ホタルの光は、エネルギー効率が非常に高いので、発熱は生じません。このため、ホタルは自分の発光熱で死んでしまうことはありませんが、成虫のホタルは、何も食べないため、1週間程度で死んでしまいます。ホタルの光は命の光でもあるのです。

本実験の質問や疑問、お気づきの点などは、電気通信大学 牧までご連絡ください。

電話：042-4434-5493

メール：maki@pc.uec.ac.jp

大人の方へ

この度は、電気通信大学の実験講座にご参加いただきありがとうございました。

今回の実験では、昨年の「子供実験講座」とはことなり、「子供と学ぶ科学実験講座」として、大人の方にもご参加いただけるように致しました。

また、本学が保有するライフサイエンス系の世界最先端技術の他、宇都宮大学二瓶先生にお越しいただき、我が国が誇るべき、世界最先端技術を一足早くご紹介いただいております。このため、化合物の化学構造などが明確にできませんでした。お詫び申し上げます。

小・中・高等学校教育では、わかっている確かな知識を記憶することが重視されておりますが、科学技術の国際競争では、「誰よりも先に思いつき、そしてそれを実現すること」が必要です。「知っていることとできること」の違いを認識することが必要です。

実験中にも話をしましたが、先端技術で先を越されてしまうことで、最も困るのは、一般市民です。例えば、美白の技術で先進した国から、世界中の女性は、ライセンス使用料を含めた価格で美白化粧品を購入することになり、しかも一度先進されてしまうと、特許などでブロックされるため、技術でそれを抜くことはさらに厳しい道になります。

これが医薬品であったり、医療関連技術であれば、一般市民の受けるデメリットはさらに大きくなります。このように先端技術競争では、技術のみならず、知的財産権に関わ

る競争にも打ち勝つ必要があります。研究者個人の能力ではなく、関連分野の方々を集めたチームとしての技術競争力が必要なのです。

科学技術動向では、我が国は 20～30 年後には、科学技術後進国になるとの予想が一般的です。日本が将来にわたって、先進国であるためには、今対策を講じる必要があります。「誰よりも先に思いつき、そしてそれを実現すること」ができる人材が日本には必要なのです。

先端技術は海外から来るのではなく、日本から海外に発信されるものであってほしいとの願いから、この科学実験講座を企画致しました。