

2年生SSH土曜日実験講習会(11月8日名工大)

1 研究開発の経緯

(1) 準備・打ち合わせ

- ア 名古屋工業大学に実験講習を依頼し、担当して頂く4名の先生が決定した。
- イ 9月よりメールや大学訪問などによって、講座内容、必要な試薬や実験器具、参加定員数、実施時間帯等の打合せを行った。

(2) 11月～12月にかけて多くの実験講習会が企画され、それぞれの参加希望者を募集することになった。そのため事前指導として、10月に理系生徒全員対象の講座内容の説明会を持った。さらに11月6日(木)に本講座参加希望生徒17名を集め、日程の概要を説明した。

(3) 11月8日(土)に、本事業を実施した。

(4) 本事業終了後、各講座の参加者数は3～5名であるためアンケートは行わず、各講座とも実験レポートを提出させ、実施目的が達成できたかを調べた。

2 研究開発の内容

(1) 実施目的

- ア 生徒の科学への探求心を高め、疑問を自ら解決する創造力、洞察力を養う。
- イ 実験・実習の結果を考察し、その原理をしっかりと理解させる。
- ウ 実験・実習を通して、地道に粘り強く取り組む態度を養う。

(2) 実施日程

- ア 実施日時 平成15年11月8日(土) 9:15～16:45
- イ 実施場所 名古屋工業大学
- ウ 実施日程

参加生徒17名(当日欠1名)は4つの研究室に分かれ、それぞれ異なった実験テーマで講習会が行われた。

- エ 引率教員 志津野博行、大島源清

(3) 実施内容

- ア 実験テーマ「有機電導性物質の形成と電導度測定」

(ア) 実施場所 大北研究室

- (イ) 指導者 大北雅一助教授、小野克彦助手、大学院生1名。

(ウ) 参加生徒数 4名

(I) 実施内容

a 実験のねらい

高導電性のプラスチックを作成して、導電体が一体どのようなものなのかを、体験を通じて理解する。

b 実験の手順

- (a) TTFの溶液にTCNQの溶液を注ぐと、瞬時に全体が黒色に変化し、しばらく放置すると黒色の結晶が析出してくる。

- (b) 結晶を吸引ろ過して分離し、乾燥させる。

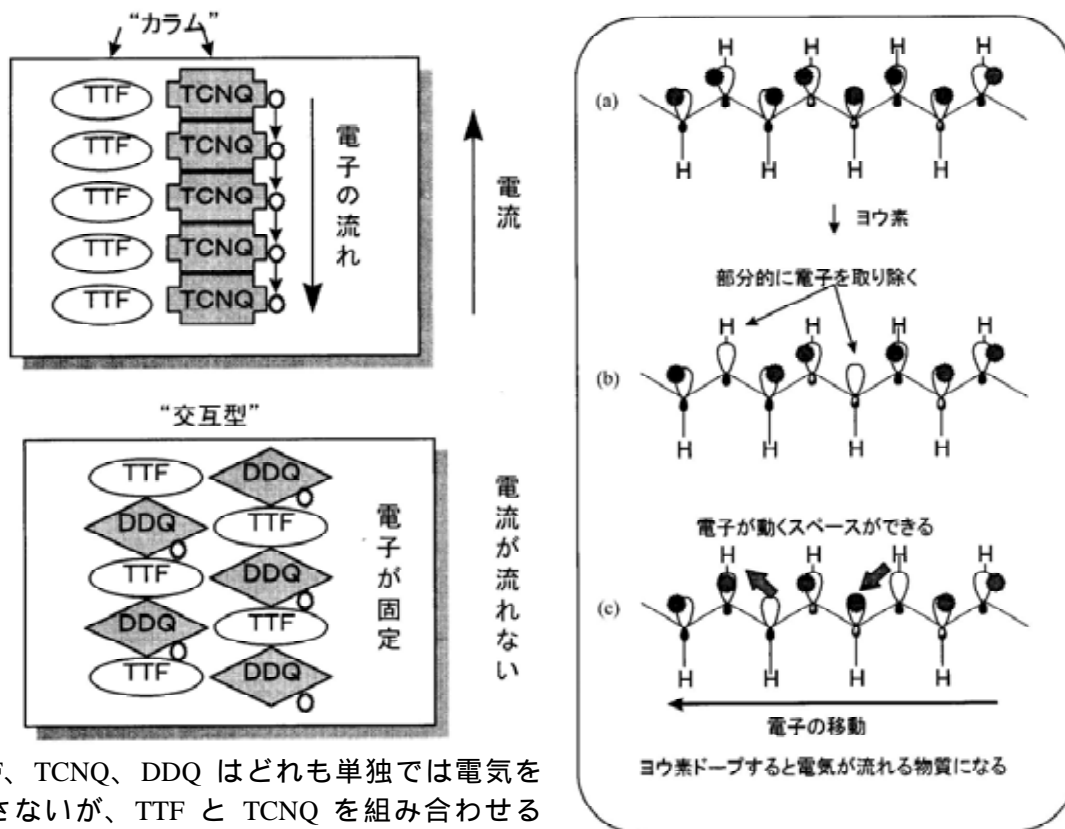


生成物の電導度測定

- (c) 乾燥させた結晶をサンプル筒に入れ、錠剤法により電導度を測定する。
- (d) TTFの溶液にDDQの溶液を加え、同様の実験を行う。
- (e) ポリアセチレンの電子構造を
電子をボールに見立てて考える。数人が列を作り、いろいろな方法でボールを渡していく。
- (f) 最初の実験で合成したTTF-TCNQ物質の電荷の移動量は、赤外スペクトルを使用してTTF-TCNQ物質のC=N振縮運動を測定して求める。

c 実験の結果・考察

TTF-TCNQ物質、TTF-DDQ物質の電導度はそれぞれ 2.86 Scm^{-1} 、 $1.7 \times 10^{-7} \text{ Scm}^{-1}$ となり、前者のみが電導性を持つことがわかった。TTF-TCNQ物質の電荷の移動量はC=N振縮運動値2199.27から0.59が算出された。



TTF、TCNQ、DDQはどれも単独では電気を通さないが、TTFとTCNQを組み合わせると上図のようにカラムと呼ばれる分子の列ができ、そのカラムを伝って電子が流れるようになる。TTFとDDQの組み合わせでは上図のように交互型の結晶をつくり、電気を通さない。ノーベル化学賞を受賞した白川先生のポリアセチレンは、上図の右図(a)のように満杯で動けない電子を、ヨウ素によって部分的に取り除くことによって移動できるようになり、電気を導く。

イ 実験テーマ「光学活性p-トルエンスルフィン酸メンチルエステルの合成とそのキラリティーについて」

- (ア) 実験場所 融研究室
- (イ) 指導者 融 健教授、柴田哲男助教授、大学院生1名
- (ウ) 参加生徒数 5名
- (I) 実施内容

a 実験のねらい

代表的な光学活性化合物であるスルホキシドの合成原料p-トルエンスルフィン酸

メントルエステルを、本研究室が世界で初めて開発した合成法で合成し、この合成法の特徴を考える。また、合成した光学活性体の性質を調べる。合成物のうち SS 体が結晶であるのに対し SR 体が油状物であることを利用し、再結晶して両者を分離する。構造解析により炭素化合物だけでなく、硫黄化合物にもキラリティー(不斉)が存在することを学ぶとともに、不斉中心の配置の違いにより、化合物の性状が異なることも知る。

b 実験の手順

- (a) 三口フラスコに攪拌子を入れ、さらにパラトルエンスルホン酸クロリドとメントールを入れる。この三口フラスコに滴下ロートを取り付け、風船を使ってフラスコ内の空気をアルゴンガスで置換する。
- (b) 三口フラスコを氷水につけて 0 ° に冷却し、シリンジに塩化メチレンをとり、フラスコの口から加える。同様に Et₃N も加える。ビーカーに PPh₃(固)、塩化メチレン(液)を加え PPh₃を溶かす。
- (c) ビーカーの液を滴下ロートから三口フラスコへ 1 滴ずつ滴下する。
- (d) エバポレーターで三口フラスコ内の液体をとばし固体のみにする。
- (e) (d)の固体をヘキサン：酢酸エチル = 85：15 でろ過する。
- (f) (e)で得られた固体を湯せんしながらアセトンを加えて溶かす。この液を放冷すると固体と液体に分離する。
- (g) (f)で得られたものをろ過し結晶を得る。
- (h) 結晶の一部を細い管に入れ、クロロホルムで溶かす。この細い管を NMR に入れて水素の数を測定。
- (i) 旋光度計により結晶の一部の旋光度を測定。



NMR による水素数の測定

c 実験の結果・考察

結晶は、NMR による測定で 24 個の水素をもつことが判明した。従って、p - トルエンスルフィン酸メントルエステルの結晶ができていることがわかった。旋光度測定では、もし純粋な右手の結晶なら - 196 ° 傾くはずであるが、実験では - 175.533 ° 傾いた。従って、少し油状物質(左手に相当)も混ざっていることがわかった。

ウ 実験テーマ「有機金属を用いる環境調和型有機合成」

(ア) 実施場所 荒木研究室

(イ) 指導者 荒木修喜教授、平下恒久助手、大学院生 1 名。

(ウ) 参加生徒数 2 名

(I) 実施内容

a 実験のねらい

アルデヒドをアルコールに変換する反応の一例を経験する。合成したアルコールそのものは直接私たちの生活に役立つという物質ではないが、この反応は合成した有機金属により、水中で簡単な分子をより複雑な化合物へと組み立てる手法として有意義である。この工程が有害な有機溶媒を用いることなく、従来にない環境に優しい方法

で達成できることを学ぶことは、21世紀の化学を担う人々にとってとても大切なことである。

b 実験の手順

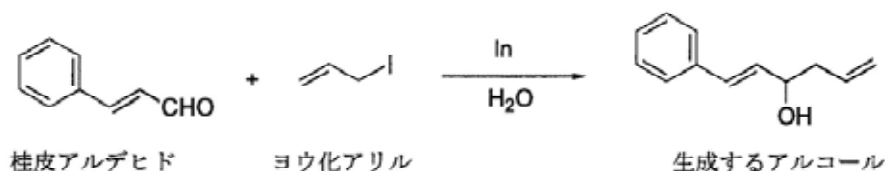
- (a) 2口ナスフラスコに攪拌子と金属インジウムを入れ、フラスコ内をアルゴン置換する。
- (b) フラスコに蒸留水、ヨウ化アリル、桂皮アルデヒドを加え、2時間ほどよく混ぜる。その後フラスコを氷水で冷やし、希塩酸を加える。
- (c) 分液ロートを使って、(b)の反応混合物から生成物をエーテルで抽出する。
- (d) 分液ロートを使って、分離したエーテル相と水道水を混ぜ、不純物を除く。
- (e) 分液ロートを使って、分離したエーテル相に飽和食塩水を加え、エーテル相の水を除く。さらに分離したエーテル相に乾燥剤を加え、エーテル相の水分を除く。
- (f) エーテル抽出液に、反応生成物の他に未反応の原料などが混じっていないか、TLC分析で調べる。
- (g) エーテル相のエーテルをロータリーエバポレーター及び真空ポンプで除く。
- (h) シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより(g)の残留物を精製し、純粋なアルコールにする。



シリカゲルカラムクロマトグラフィーによる精製

c 実験の結果・考察

次の反応によりアルコールを生成した。この反応で原料から予想される量の74%



のアルコールが得られた。原料の桂皮アルデヒドとヨウ化アリルは直接反応しないので、ヨウ化アリルとインジウムを反応させアリルインジウムにしてから、桂皮アルデヒドと反応させ、アルコールに変化させる。アリルインジウムは水中で安定なため、反応は水中で行われる。このように、有機溶媒を使わずに済むので環境にやさしい。

エ 実験テーマ「PCR法を用いた遺伝子診断」

(ア) 実施場所 田中研究室

(イ) 指導者 田中俊樹教授、水野稔久助手、大学院生1名。

(ウ) 参加生徒数5名

(I) 実施内容

a 実験のねらい

ペプチドの化学合成の進歩、核酸の化学合成法の進展、遺伝子組み換え技術の発達や二次構造予測法の改良がなされ、自由にタンパク質を設計しようとする試みが行わ

れてきている。今日は、設計した DNA と大腸菌から取り出した DNA を、いずれも PCR (ポリメラーゼ連鎖反応)法を用いて増やし、電気泳動で確認する。また、人工的にアミノ酸からペプチドを合成したり、タンパク質の構造解析も行う。

b 実験の手順

A 班 DNA 合成と電気泳動による合成の確認

(a) PCR のチューブに酵素・滅菌水も含め 8 種類の試薬を入れる。これを PCR の装置で反応させる。反応後、アガロース電気泳動を行う。

(b) 大腸菌を培養する。大腸菌に様々な薬品を加え、遠心分離器によって大腸菌の DNA と不要な菌体を分離させる。ピペットで上層の DNA を取り出す。

(c) (b)で得られた DNA を PCR の装置で反応させる。反応後、アガロース電気泳動を行う。

(d) (a)(c)の電気泳動終了後、ゲルを UV 光に当て、写真によりバンドを確認した(右下写真)。



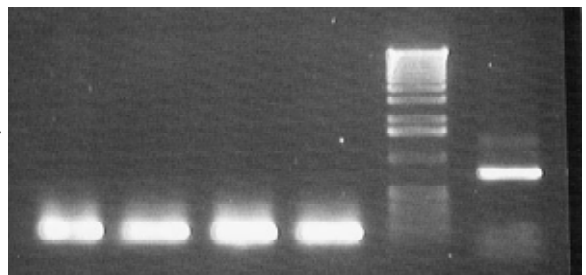
B 班 ペプチドの化学合成、CD スペクトルによるペプチドの構造解析

(e) 反応器内の樹脂をジクロロメタンや NMP で洗浄を繰り返した後、DIPEA と HBTU の混合溶液にアミノ酸を溶かし反応器内で反応させた。次に上記の洗浄を繰り返しながら、無水酢酸や piperidine と反応させ粗ペプチドを得た。さらに粗ペプチドを高速液体クロマトグラフィーで精製した。

(f) さらに CD スペクトルによるペプチドの構造解析をおこなった。液性によるペプチドの構造変化、また金属イオンを結合したペプチドの構造を CD スペクトルによって調べた。

c 実験の結果・考察

アガロース電気泳動の結果、人工的に作った DNA は、右写真の部分により長さが 134 bp の DNA が、大腸菌の DNA は長さが 749 bp の DNA が得られたことがわかった。すなわち、PCR 法によって目的の遺伝子部分を増やすことができた。一方、タンパク質の構造解析で、CD スペクトルの 190nm 付近に負の極小がでる場合は



はランダム構造であり、202 と 222nm の 2 つの負の極小がでる場合は α -ヘリックス構造、215nm 付近に負の極小がでる場合は β -シート構造である。今回の CD 測定実験では、ある種のペプチドが Ni を含まないときには、ランダム構造であり、Ni が結合すると α -ヘリックス構造に変わることがわかった。

3 実施の効果とその評価

今回の実験講座には、ノーベル賞を受賞した白川・田中氏等の研究に関連した内容を多く含んでいた。上述した「有機電導性物質の形成と電導度測定」の実験の中で、白川氏の研究に触れているし、「PCR法を用いた遺伝子診断」の実験では、田中氏の研究によってつくられた機械でタンパク質の分子量を測ったとき、田中氏の研究内容の説明を受けた。また「PCR法

を用いた遺伝子診断」の実験で PCR という反応で DNA を合成したが、この PCR という反応の発見者もノーベル賞をもらっている。このように実験内容は、高度でノーベル賞も身近に感じられるものであった。生徒のレポートの感想も「ノーベル賞をもらった白川先生の研究のことがよくわかった」あるいは「今回の PCR 法というのは、ノーベル賞をもらった方法ということで、とても複雑であったが楽しく実験ができた」と述べている。生徒全員が初めての大学における実習だったこともあって驚きや感動の連続だった。例えば、「とにかくすごい！というのが第一印象でした。何もかもが新鮮でとても興味を持つことばかりでした」あるいは「とても難しかったけど、自分が全く知らなかったたくさんのことに触れて感動の連続でした。自分の知らないこと、もっともっと知りたいと思いました。研究や実験の楽しさも学ぶことができて、本当にいい経験になりました」と述べている。このように、生徒が本講座の参加によって得た収穫は大きいものがあった。

4 今後の研究開発の方向

本事業の参加者は、異口同音に楽しく充実した講習であったと述べている。さらに、今後についても「今回の研修に参加して化学に対する見方が大きく変わった。今までは、一年生で学んできた理論分野の方が化学らしく、現在学んでいる物質について覚えることは化学らしくないと思っていた。しかし、大学における化学の研究は、いろいろな物質を使って何度も実験の失敗を繰り返しながら成功を導いていく。つまり、研究をする際には、物質を限定する力として、一年生で学んだことよりも現在学んでいることの方が必要とされるのだ。従って、現在授業で学んでいることを意欲を持って取り組みたい。この経験を進路など全てに生かしたい」と述べている。あるいは「僕は今回の実験の経験から、自分も含め高校生はもっと幅広く詳細な知識が必要だと思いました。今回の実験では、僕が授業を受けていない物理的な内容も含まれていて半分ぐらいしか理解できず、教えて頂いた大学生の方々が、困ってしまった場面もありました。今後は読書はもちろん、新聞もくまなく読むようにし、幅広く深い知識を身に付けたい。今回学んだことを生かし、いろいろなことを今までとは違った気持ちと見方で取り組んでいこうと思う」と述べている。この生徒の感想は、我々教師も常に心掛けねばならない教訓である。このように、本事業は今後の彼らの生き方をも左右する存在であった。従って、今後も本事業と同様な企画を行いたい。但し、我々教師は準備や引率等きわめて多忙となるので、もっと実験講習会を精選して実施すべきである。

2年生SSH土曜日実験講習会(11月15日名工大)

1 研究開発の経緯

(1) 準備・打ち合わせ

- ア 名古屋工業大学に実験講習を依頼し、担当して頂く3名の先生が決定した。
- イ 9月よりメールや大学訪問などによって、講座内容、必要な試薬や実験器具、参加定員数、実施時間帯等の打合せを行った。

(2) 11月～12月にかけて多くの実験講習会が企画され、それぞれの参加希望者を募集することになった。そのため事前指導として、10月に理系生徒全員対象の講座内容の説明会を持った。さらに11月13日(木)に本講座参加希望生徒20名を集め、日程の概要を説明した。

(3) 11月15日(土)に、本事業を実施した。

(4) 本事業終了後、各講座の参加者数は6～7名であるためアンケートは行わず、各講座とも実験レポートを提出させ、実施目的が達成できたかを調べた。

2 研究開発の内容

(1) 実施目的

- ア 生徒の科学への探求心を高め、疑問を自ら解決する創造力、洞察力を養う。
- イ 実験・実習の結果を考察し、その原理をしっかりと理解させる。
- ウ 実験・実習を通して、地道に粘り強く取り組む態度を養う。

(2) 実施日程

- ア 実施日時 平成15年11月15日(土) 9:15～16:45
- イ 実施場所 名古屋工業大学
- ウ 実施日程

参加生徒20名は3つの研究室に分かれ、それぞれ異なった実験テーマで講習会が行われた。

- エ 引率教員 田中基夫、大島源清

(3) 実施内容

- ア 実験テーマ「レーザー・ナノテクで作る先端的ITガラス」

(ア) 実施場所 野上研究室

(イ) 指導者 野上正行教授、早川知克助手、大学院生3名。

(ウ) 参加生徒数6名

(I) 実施内容

a 実験のねらい

ゾルゲル法によって Tb^{3+} 添加ガラスを作成し、これに f_s レーザーを当てて、発光スペクトルの測定及び解析を行う。このガラスは通信速度を上げることができると期待されている。

b 実験の手順

- (a) ビーカーにエタノールと水を加え、分液ロートからビーカーをかき混ぜながらテオスを1滴ずつ加える。滴下後、1時間攪拌する。
- (b) (a)の溶液に $Al(OC_4H_9)_3$ を入れ、70℃で溶液を攪拌する。
- (c) 別のビーカーに $TbCl_3 \cdot 6H_2O$ の粉末とエタノールを入れ、粉末を完全に溶かす。この溶液を(b)の溶液に入れて1時間攪拌する。

- (d) (c)の溶液にエタノールと水の混合物を加え攪拌すると粘度が出てくる。
- (e) (d)で得られたゾルをシャーレに入れ蓋をして2～3週間室温で静置する。さらに蓋を少しずらし、さらに1時間乾燥させる。
- (f) (e)で得られたゲルを電気炉で600～800 2時間の加熱を行うと透明なガラスが完成する。
- (g) 完成したガラスに fs レーザー及び He-Ne レーザーを当て発光スペクトルの測定及び解析を行う。



発光スペクトルの解析

c 実験の結果・考察

実験の手順(a)によって第一次加水分解が起こり $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3\text{OH}$ を生じる。さらに(d)によって第二次加水分解が起こり $\text{Si}(\text{OH})_4$ のガラスの原形を生じる。完成したガラスに赤色の fs レーザー光 1.55eV 及び He-Ne レーザー光 1.95eV を当てると fs レーザー光のみ緑色の光になり、He-Ne レーザー光は赤色のままであった。このように fs レーザー光が変色する理由は、ガラスに含まれる Tb^{3+} が光エネルギーを吸収して励起状態となり、基底状態に戻るとき 2.25eV の高いエネルギーを出すためである。もし、 Tb^{3+} の入っていないガラスや与えたエネルギーが 1.55eV でないときには緑色の光は出ない。

イ 実験テーマ「金属・合金ナノクラスター」

- (A) 実験場所 隅山研究室
- (I) 指導者 隅山兼治教授、日原岳彦助教授、大学院生3名
- (ウ) 参加生徒数7名
- (I) 実施内容

a 実験のねらい

ナノクラスターは、巨視的物質を原子・分子まで細かくする過程で物質に特有の構造や性質が失われる大きさ、即ち物質の構造・性質発現の最小単位に匹敵する。このナノクラスターを集合化して新物質の創成が期待されている。今日は、気相法による Co あるいは Fe ナノクラスターの作成と結晶構造の考察、コロイド法による Fe あるいは Cu_2S クラスターの生成と超格子構造の作製を行う。

b 実験の手順

A 班 気相法による Co あるいは Fe ナノクラスターの作製と結晶構造の考察

- (a) 真空蒸着法による金蒸着の実演を通して、真空、金属の蒸発、凝集などを体験する。
- (b) スパッタリング現象を紹介し、プラズマ・ガス凝縮法によるクラスターの形成について考える。
- (c) プラズマ・ガス凝縮法によりサイ



クラスターの作製中

ズの異なる Co または Fe クラスタ (3 種類) を作製する。

(d) 作成した試料を透過電子顕微鏡で観察する。

(e) 発泡スチロールの玉で結晶構造を作成する。

B 班 コロイド法による Fe あるいは Cu_2S クラスタの生成と超格子化

(a) コロイド法により Fe あるいは Cu_2S クラスタを作製する。

(b) Fe 及び Cu_2S クラスタを基板上に規則的に並べてナノサイズの超格子構造を作成する。

(c) 予め準備しておいたクラスタ試料について、透過電子顕微鏡 (TEM) を用いた原子レベルの構造観察を見学する。

c 実験の結果・考察

金の真空蒸着を行って、その薄膜の厚さを求めたところ、 9.4×10^{-7} cm となった。なお、真空にする理由は、金の化合を防ぐことと金が他の分子に衝突するのを防ぐためである。金の結晶構造は面心立方で密度 19.3 g/cm^3 であることから、金の原子半径を計算すると 1.4×10^{-8} cm となった。次に、実験で作製した Fe クラスタ 1 個 (直径 7.3nm) の中に存在する Fe 原子の個数を計算した。これは Fe は体心立方格子であり一辺が 0.29nm の単位格子を作っていることから、 2.5×10^4 個となった。

ウ 実験テーマ「生物型センサー」

(A) 実施場所 木下研究室

(I) 指導者 木下隆利教授、永田謙二助手、大学院生 3 名。

(ウ) 参加生徒数 7 名

(I) 実施内容

a 実験のねらい

langmuir-blodgett 法を用いて、ナノスケールで制御されたポリペプチドの単分子膜がシリコン上に移しとられ、プレートをつくる。このプレートは構造色の発現を起こし、さらに環境ホルモンでプレートは色変化を示すことを観察する。なお、構造色とは、色素を持たずに光の干渉によって発色するシステムをいい、このようにして発色するプレートを構造色プレートという。また、環境ホルモンによる色の変化量から環境ホルモンの濃度を定量化できることも学ぶ。

b 実験の手順

(a) langmuir-blodgett 法を用いて、ポリペプチド (棒状タンパク質) の単分子膜をシリコン上に移しとったプレートをつくり、構造色の発現を観察する。

(b) 原子間力顕微鏡測定で、(a) のプレートのポリペプチド膜を観察、評価する。

(c) 構造色プレートをクロロホルムの蒸気に触れさせ、プレートの色の変化を観察する。

(d) 構造色プレートをメチルフェノール (環境ホルモンの 1 種) の溶液に浸して、色の変化を観察する。

(e) スピンキャスト法によっても構造色プレートを作製した。これは、プレートを高速回転させ、ピペットでポリメタクリル酸メチルのクロロホルム溶液をプレートに垂らし、薄い膜を作る方法である。



構造色プレートを観察する実験

c 実験の結果・考察

発色は、構造色プレートのシリコンとポリペプチドの屈折率が大きく異なるために、光の干渉が起きるからである。

実験の手順(b)の観察で、ポリペプチドの表面は、ほとんど平らであることがわかった。実験の手順(c)(d)の観察で、プレートは青色 黄緑色 黄色に変化した。これはポリペプチド膜が、クロロホルムやメチルフェノールに対して高い親和性を持つため、これらの低分子がポリペプチドに入り込み、ポリペプチド層の厚みが増して変色した。時間が経過するほど、多くの低分子が入り込むので厚みが増し黄色に近づく。従って、低分子の環境ホルモンの定量にも利用できる。



ポリペプチド膜の厚さの変化に伴う変色

3 実施の効果とその評価

今回の3講座の実験は、どれもきわめて高度な技術と理論で構成されていた。優秀な生徒のレポートを見ても「本当に難しかったし、やりごたえのあることばかりでした。レポートをまとめてみましたが、頭が混乱し焦った。でも、まとめてみると大体どんなことをやったのか、わかったような気がします。先生方のお陰で本当に楽しく充実した一日を過ごせました。これからも、自分の知らない世界にどんどん挑んでいきたいと思います」他にも「とても難しかったが、非常に興味深く楽しかった。半年前から始めたばかりという、最先端の研究に触れられ、本当に良かったと思います」や「この実験でクラスターがどんなものであるか、説明を受けましたが、難しいことが多すぎてあまり理解できませんでした。しかし、世界で最先端の現在研究中のものについて、話を聞き実験もできて、本当に良かったと思います」と述べている。このように、発見・発明しようとしている研究課題が、いかに難しい内容であるかを知るとともに、生じた疑問に自ら解決しようと努めている。その例として「実験を進めていく中で、良かったと思うことは、目の前で起こった色の変化について、どうしてこのような色の変化があったか、変化したとき、化学的にはどのようなことが起こり、物理的に何が関係しているのかということ、大学の先生がただ教えるのではなく、僕たちに問いかけてくれたことだ。答えをただ聞くだけでは面白くないが、自分の力で一生懸命考えて、大学の先生といろいろ意見交換できたのが良かった」と述べている。

4 今後の研究開発の方向

生徒のレポートは、大学における研究が我々の生命を守ったり、あるいは我々の生活を豊かにすることを実感したことがうかがえる。例えば「今日講義を受けて、ガラスはすごいと思った。将来、ガラスディスクにより今のDVD等とは比較にならない大容量が実現でき、またガラス性光ファイバーをコードに使うことで光を用いたコンピュータも実現すると聞き、ガラスの有用性がよくわかった」あるいは「生物型センサーは患者の生理機能を簡便にチェックできる臨床診断チップ、環境汚染状況をその場で確認できる検出チップへの応用発展が期待されています。自分も何か役に立つ研究ができればいいなと思います」と述べ、社会に貢献したい気持ちも表している。他に「まだ構造を知っただけなので大きなことは言えませんが、異金属のクラスターを組み合わせ、すぐれた性質の新合金をつくってみたい」と感想を述べた生徒もいる。このように本事業によって、研究の楽しさや意義がわかり、生徒の進路希望が研究者に傾いた

のである。従って、スーパーサイエンスハイスクールの目標は達成されつつあり、今後もこの企画を継続し研究者希望の生徒を増やしたい。

