

科学オリンピック

2008
vol. 1

だより

好奇心旺盛な生徒を
科学オリンピックの舞台へ!

科学オリンピックとは、世界各国の中等教育課程にある生徒を対象として開催される国際的な科学コンテスト。日本はこれまでに数学、化学、生物学、物理、情報などに参加した実績があります。生徒の可能性や見聞を広げる絶好の機会、先生方も是非科学オリンピックへの参加をよびかけてください。

科学オリンピックの世界へようこそ!〈化学編〉 社会で役立つプラスチックのいろいろ

参加者募集中があ。ちょっと興味あるけど、どんな問題ができるんだろ。

例えば
コレ!

五輪先生があ。おどかさないでくださいよ〜。

ごめんごめん

このペットボトルのようなプラスチックが電気を通す!っていう問題がだされていたよ、加賀君。

ええ!? ふつう、プラスチックって電気を通さないものですよね。

ところが、たくさんの種類があるプラスチックの中には、金属のように電気を通す「ポリアセチレン」という種類があるんだ。

この特殊なプラスチックはATMなどのタッチパネル、ケータイの電池やコンデンサーなど身のまわりのいろいろなところで使われているんだよ。

1976年に日本の化学者**白川英樹**博士らがポリアセチレンに電気を流すことに成功したんだ。博士はこの業績で2000年にノーベル化学賞を受賞しているんだよ。

このほかにも、いろいろな特性をもったプラスチックが身近なところで役立っているよ。

さあ〜
一緒に見てみよう!



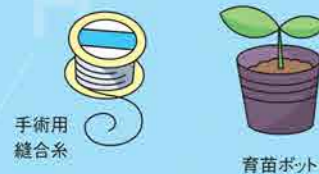
いろいろなプラスチック

高吸水性樹脂



重さの数百〜千倍の吸水性があり、圧力がかかっても簡単には放出しない保水力の高さも兼ね備えています。紙オムツのほか、凍らせても硬くならないため氷枕などにも利用されています。また、農業分野では砂漠緑化への応用も期待されています。

生分解性プラスチック



使用後は自然界の微生物によって水と二酸化炭素に分解され、近年ではCO₂排出量を増やさないで済む植物由来の生分解性プラスチックの開発も盛んです。人の体内の酵素でも分解されるため、手術用縫合糸など医療分野にも貢献しています。

便利な暮らしをいろいろなプラスチックが支えているよ!



プラスチックとは、熱や圧力を加えることで自由な形に加工できる高分子化合物のこと。おもに石油を原料につくられる合成樹脂をさします。

形状記憶樹脂



温めるとやわらかくなるので形を自由に變形させることができ、冷やしたときの形がそのまま保たれます。再び温めると、力を加えなくても變形させる前の形に戻ります。おもちゃのほか、パイプの接合部分や締め付けピンなどに応用されています。

繊維強化プラスチック



プラスチックの中にガラス繊維や炭素繊維、アラミド繊維などの補強材を入れて強度をアップさせた複合材料の一種。プラスチックの軽さはそのままに、強度が必要とされる日用品からスポーツ用品、航空宇宙分野まで幅広い用途で使われています。

繊維強化プラスチックの中でも、就航間近なボーイング787の構造材料として注目を集めている「炭素繊維強化プラスチック」についてくわしい話を聞いてみよう!

これってもしかして、さっき先生が話していた電気を通すプラスチックについての問題ですか?



そのとおり! 2001年の全国高校化学グランプリ®で出題された問題だよ。ポリアセチレンの性質について一緒に見てみよう!

※全国高校化学グランプリで優秀な成績を収めた高校1・2年生が翌年の国際化学オリンピックに出場できます。

ポリアセチレンの分子軌道と性質

全国高校化学グランプリ 2001 一次選考問題 (一部改変)

次の文章を読んで各問に答えなさい。

2000年のノーベル化学賞は、白川英樹先生らに授与された。1976年、白川先生は、アセチレンをつなげて作ったポリアセチレン(1)という有機物質に電気を流すことに成功した。その研究はさまざまに展開され、電気を流す有機物質は、軽量、小型化が可能な利点を生かして、電池やモーターなど広範囲に応用されている。

ポリアセチレンは、エチレン(2)がいくつも連なったような分子である。エチレンの炭素原子は、原子核による束縛が比較的弱い電子を一つずつ持っているが、この電子がポリアセチレンの電気を通す性質を担っている。この電子は、図1に示すように、エチレンの分子平面と垂直の方向に広がって存在している。電子の存在する領域を「軌道」といい、その軌道に電子が入っている様子を、図1のように表わす。

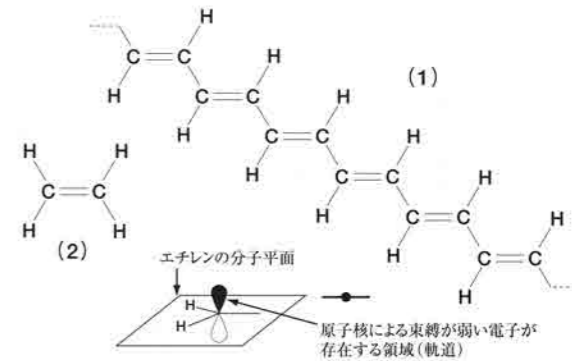


図1 エチレンの炭素原子が持つ電子の軌道とその軌道に電子が入っている様子を示す図

問4 エチレンやブタジエンは無色であるが、 N が大きくなるとポリアセチレンは着色する。物質が色を持つのは、次のようなしくみによる。光を照射すると、HOMOの電子が一個LUMOへうつり、 ΔE のエネルギーが吸収される。吸収される光の波長 λ と ΔE の間には、 $\Delta E = hc/\lambda$ の関係がある。 h はプランク定数とよばれる定数であり、 c は光の速さである。 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ としよう。人間が見ることのできる光の波長領域は400から800 nm ($\text{nm} = 10^{-9} \text{ m}$)であり、この領域の光を吸収する物質が色を持つのである。物質が吸収する光の波長と色の関係は、図6のようにになっている。

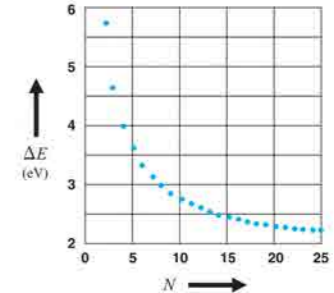


図5 エチレン単位数 N とエネルギー差 ΔE との関係



図6 物質の吸収する波長と色との関係

(2) 図6から、500 nmの光を主に吸収する物質は、赤く見えることがわかる。エチレン単位が何個連なると、ポリアセチレンはこの波長の光を吸収するようになるか。図5も参照し、考え方とともに答えなさい。



問題と解説をもっとくわしく見てみたい人は **コチラ!**

問題 <http://gp.csj.jp/data/gp2001-1Q.pdf>
 解説 <http://gp.csj.jp/data/gp2001-1A.pdf>

解答 14~15個、 $\lambda = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$ であるから $\Delta E = (6.6 \times 10^{-34}) \times (3.0 \times 10^8) / (500 \times 10^{-9}) = 4.0 \times 10^{-19} \text{ J}$ となる。 eV 単位にすると $4.0 / 1.6 = 2.5 (\text{eV})$ となる。図5から2.5 eVとなる。 N の値を求めると、 $N = 14 \sim 15$ 程度であることがわかる。

INTERVIEW

プラスチック製の旅客機の時代が到来!?

ボーイング787は、機体構造の約半分にCFRP(炭素繊維強化プラスチック)が採用された次世代型飛行機。従来の同型機よりも大幅な軽量化が達成され、燃費効率が20%アップするとともに排出される二酸化炭素も約10%削減されます。そんな地球にやさしい先端素材を開発したのは、炭素繊維で世界最大のメーカーである東レ株式会社。生産本部参事(複合材料技術、ACM技術担当)の吉永 稔さんにその優れた特性や、開発にいたる経緯などについて詳しくお聞きしました。



「複合材料」は身のまわりに山ほどあります。むしろ単一の素材の方が少ないくらいですね。吉永さんによると、炭素繊維もいわば補強材の一種。土壁の中に入れるワラや、モルタルのセメントの中に混ぜる砂などと一緒に、樹脂と一体化させることで、その優れた特性を引き出すことができるとのこと。CFRPの場合、軽くて複雑な形に加工できる樹脂(=プラスチック)の長所

はそのままに、炭素繊維の強さや剛性(変形しにくさ)がプラスされています。航空機に使用される場合、炭素繊維は一方に引き揃えられ、樹脂を染み込ませた「プリプレグ」とよばれるシートに加工されることが多く、そのプリプレグを角度を変えながら何枚も重ねていくことで好みの強度と剛性に設計できます。「ちょっと想像しづらいかもしれませんが、ボーイング787の主翼や胴体も、数十枚のプリプレグが精密に重ねられ、それを焼き固めて作られているんですよ」と吉永さん。

●ボーイング787における全構造材重量に対する炭素繊維複合材料の使用率

炭素繊維複合材料 約50%

■炭素繊維複合材料

※「東レの炭素繊維複合材料事業の事業戦略 2008年4月11日」より

カーボンファイバー大国・日本

そもそも炭素繊維とは、アクリル繊維を高温で蒸し焼きにして、その後炭化させたもの。炭素による結晶の固い分子構造が築かれることで、特有の強さが生まれるのです。1000℃から3000℃まで、高温になるほど炭素の純度が高くなり、より硬く、変形しにくくなります。そのため、用途毎の要求に応じた炭素

繊維を製造することが可能です。また、炭素繊維は原料の違いから、アクリル系(PAN系)とピッチ系(石油タール)に大別されます。日本ではPAN系炭素繊維の生産量が大きく国内上位3社で世界7割のシェアを誇ります。PAN系、ピッチ系のいずれも日本人が世界で初めて開発した炭素繊維で、カーボンファイバーはまさに日本のお家芸といえます。

プリプレグ (炭素繊維樹脂含浸シート)

さまざまな用途に使われるCFRP

吉永さんは79年の入社以来、30年近くにわたって炭素繊維の研究・開発・製造に携わってきました。「入社当時は、航空機の1次構造材料に欠かせない耐衝撃性と耐熱性の両立は、不可能と思われていました。しかし、樹脂・炭素繊維の高性能化に加えて、第3の材料となるエネルギー吸収材を複合させるというアイデアにより、この難問をクリアすることができたのです」。そしてボーイング777(1995年商業運行開始)の尾翼などの主要材料として本格的に採用され、その信頼性が高く評価されたことが、ボーイング787への採用理由のひとつです。航空機への本格採用までの間に起こった釣竿やゴルフ

クラブ、テニスラケットのCFRP化ブームは、長期間におよぶ航空機向け開発期間の支えとなりました。その他にもCFRPは自動車や圧力容器、風車、電線ケーブルコア、橋脚補強、海底油田の部材など、幅広い分野で使われています。また、航空機、自動車をはじめとする輸送体の軽量化がもたらす二酸化炭素削減効果は大変大きく、地球環境への貢献が期待できます。

●航空機と自動車のライフサイクルアセスメント

航空機のCO₂排出量
CFRP50%適用 → 機体構造20%軽量化
CO₂ → 2,700トン削減(機・年)

自動車のCO₂排出量
CFRP20%適用 → 車両30%軽量化
CO₂ → 0.5トン削減(台・年)

※「東レの炭素繊維複合材料事業の事業戦略2008年4月11日」より

今後期待できる夢の素材とは

「脱石油を目指して、バイオ素材分野にも力を入れていきたいですね。炭素繊維もいずれはバイオ原料から作る方向に持っていきたいと思います」。さらに、ナノ技術を活用して樹脂を分子レベルで設計して複合させたら、バイオ素材と並んで想像もつかないような特性を引き出せる可能性があるとして吉永さんは続けます。「傾斜機能材料」と表現されたこともあります。複合材料もいずれはそんな風に、特性が連続的に変化するような、無限の要素が集まったものになっていく可能性がありますね」。

未来の オリンピック候補生

科学オリンピックのことをもっと知ってもらうため、関連イベントが随時開催されています。科学のおもしろさに触れる経験は、生徒の興味や視野を大きく広げます。好奇心旺盛な生徒がさらに成長できるよう、科学オリンピックへの参加を積極的によびかけてください。



富士通キッズイベント2008 夢をかたちにするしくみ

あそんでまなぶ! 最新の教育理論で「2進数」もラクラク・マスター!

「じゃあ今度は、16をカードで表してみよう!」先生がそうよびかけると、こどもたちはお互いが持つカードを瞬時に比べ、見事なチームプレイで指定された数を完成させていきます。夏休み中に富士通川崎工場で開かれたこども向けイベント「夢をかたちにするしくみ」で見られた1シーンです。本イベントは、こどもたちに情報科学や技術のおもしろさを体感してもらうことを目的に、富士通と情報オリンピック日本委員会の共同で開催されました。

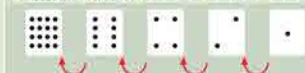
2進数や画像表現など、コンピュータの基本原則について楽しみながら学べるゲームは、「アンブラド」とよばれる最新の教育理論にもとづいたもの。高校レベルの内容を小学生でもやさしく身につけられるように工夫されています。情報オリンピック日本委員会ジュニア部会の兼宗進一橋大学准教授は、次のように話されました。「スポーツでも、こどもの頃に夢中で遊んでいたことから、新たな才能が発掘されることがあります。才能は



何も無いところから突然開花するものではないのです。このイベントも、こどもの好奇心や潜在能力を引き出す一助となればと思い開催しました。そしてさらなるステップとして、情報オリンピックにもぜひ挑戦してほしいですね。日本情報オリンピックは小学生から高校生まで参加できます。本年度の応募も12月12日まで受付中です。お申し込みはこちらまで。 <http://www.ioi-jp.org>

カードゲームで「2進数」にトライ!

Q1 5枚のカードは、どのような法則で並んでいるのでしょうか?



A1 左のカードの点の数が、右のカードの点の数の2倍になっています。これが2進数における基本の法則となります。

Q2 次のカードが表している数はいくつでしょうか?



A2 9(カードの点の数の合計)
2進数ではカードの裏を「0」、表を「1」と表します。上記の9という数字は、2進数で表すと「01001」となります。例えば16という数字は、2進数で表すと「10000」となります。

もっと詳しく知りたい方はコチラ!
<http://jp.fujitsu.com/about/kids/computerscience>



2010年 国際化学オリンピック日本開催記念プレイイベント

実験カーがやってくる! @浅草

気分はもう博士!? 楽しみながら実験力をUP!

夏休み真っ盛りのある日、台東区立浅草小学校にたくさんの実験キットをのせた化学実験カーが到着し、こども向けの実験教室が開催されました。実験カーは、2010年に東京で開かれる国際化学オリンピックをより多くの方に知ってもらうため、今後2年間にわたって全国を巡り、広く化学の魅力を発信していく予定です。

当日は保護者と一緒に参加した小学生を中心に60組以上が集まり、バリエーションに富んだ7つの実験テーマの中から4つを体験することができました。テレビ

ゲームでは味わえない、“見て”“触れて”“嗅いで”といった五感をフルに使った実験の数々に、こどもたちは夢中になって取り組んでいました。

「実験を“おもしろい”と思った気持ちを忘れず、そのまま理科離れをしないで大学や社会に出て化学とのつながりを持ち続けてほしいですね」と語るのは、化学オリンピック日本委員会の本間敬之早稲田大学教授。「目指せ、化学界のイチロー、松坂!」と、こどもたちにエールを送ります。



もっと詳しく知りたい方はコチラ!
<http://www.icho2010.org>

参加者の
声

私の進路を変えた“化学”との出会い

2004年度 国際化学オリンピック キリシヤ大会 銅メダル
東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻 修士1年 工藤研究室
上野 功一さん

私が国際化学オリンピックの存在を知ったのは、高校2年になってすぐのことでした。化学担当の先生が有志を集めて勉強会を開いていることを聞き、自分も参加してみることにしました。全国高校化学グランプリ(国内予選のようなもの)をとりあえず受けてみようという軽い気持ちでしたが、過去問を解いたり、予習をしたりしていく中で、受験勉強の問題では決まらずに出会うことのなかったおもしろさを知り、次第に化学という学問に魅かれていきました。

大会では、いろいろな国の人とプレゼント交換をするなどして交流ができたことが一番の思い出となっています。もちろん、言葉の壁はありますが、特に気にすることはありませんでした。異文化との交流を高校生の時期にできたことは私の宝となっています。結果にこだわることなくお互いの健闘をたたえ合う雰囲気はスポーツのオリンピックと変わりありません。

私はいま、大学院にいますが、もし国際化学オリンピックに参加しなければ、化学の本当のおもしろさに出会うことはなく、別の道を歩んでいたかもしれません(高校時代は生物系に進む予定でした)。まだ学生の身であるので、今後どのようになるかはわかりませんが将来的にも科学の道で生きていきたいと思っています。

2008年度
結果報告

たくさんの思い出と メダルを胸に帰国!



写真は国際化学オリンピックの日本代表。



5つの分野の大会で、日本代表の生徒たちはたいへん優秀な成績を収めました。生徒たちは試験に奮闘する一方、異文化や他国の生徒たちとの交流を心から楽しんだ様子。帰国後は文部科学省を表敬訪問し、大臣より「この経験と出会った人たちとのネットワークを大切に」と激励の言葉とともに表彰状が手渡されました。