

# 化学オリンピック

東京大学生産技術研究所教授 渡辺 正

## 1 はじめに

2003年の7月、日本は国際化学オリンピック(以下、化学オリンピック)に初参加し、高校生代表4名のうち2名が銅メダル、残る2名も敢闘賞を得た。数十件の新聞記事になったから、ご存じの読者もあるだろう。

今年7月の化学オリンピック(ドイツ・キール市)に行く生徒4名も昨年夏の全国高校化学グランプリ(以下、化学グランプリ)で決めたし、今年7・8月のグランプリでは、2005年7月のオリンピック(台北市)に行く生徒が決まる予定である。そのひとは、貴校の生徒かもしれない。

化学オリンピックとはどんな催しで、どんな試験をするのか。また、参加の意義や問題点は?…についてご紹介しよう。書ききれない部分は、4年前の本冊子に掲載された記事<sup>(1)</sup>や、初参加をきっかけに化学同人から出版した「完全ガイド 化学オリンピックへ行こう!」<sup>(2)</sup>(以下、ガイド)、現地の模様と生徒の感想などを盛りこんだ紹介記事<sup>(3)</sup>、<sup>(4)</sup>にゆずる。とりわけガイド<sup>(2)</sup>は、全体像をつかむうえで必須だから、ご関心の向きはぜひお読みいただきたい。



情報(1989年, 第15回・69か国)

生物(1990年, 第14回・47か国)

天文(1996年, 第8回・20か国)

化学オリンピック(International Chemistry Olympiad)は、チェコスロバキア・ハンガリー・ポーランドの旧東欧3国が開いた化学コンテスト(1968年)に始まる。やがてヨーロッパから全世界に輪を広げ、今や60近い国が参加する一大イベントだ。毎年、各国から4名ずつの高校生が実験と筆記試験に挑み、優秀な生徒は金メダル(上位10±2%)・銀メダル(次の20±2%)・銅メダル(30±2%)で表彰される。

会期はおよそ10日間だが、生徒が問題と格闘するのは2日だけ。残るたっぷりの時間は、開会式・閉会式のほか、食事会や見学会、エクスカージョンに使うので、世界の仲間と交流し、お互いの理解を深めるまたとない機会となる。



図1 第35回アテネ大会一開会式のあと、クロアチア代表団と(2003年7月6日)

## 2 化学オリンピックとは?

世界の高校生が理数系科目の力を競う「科学オリンピック」には、日本でも知る人の多い数学オリンピックを始め、以下の6科目がある(カッコ内は、開始年、2003年の通算回数・参加国数)。物理・情報・生物・天文の4科目について、日本はまだ参加していない。

数学(1959年, 第44回・82か国)

物理(1967年, 第34回・54か国)

化学(1968年, 第35回・59か国)

## 3 初参加へ

2003年の参加国数(59ヶ国)から想像できるように、「先進国で化学オリンピック未参加は日本だけ」状態が長く続いた。参加をためらわせた要因は多いけれど、なんといっても重いのが、「高校で教える化学の中身」だった。

化学オリンピックでは、国際的な運営委員会が決めた「シラバス」<sup>(2)</sup>をもとに出題される。シラバスとは、原子、化学結合、…物理化学、無機化学、有機化学など13分野にわたる約400項目を難易度でレベ

ル1・2・3に分類した表をいい、レベルは次のように定義されている。

レベル1:ほぼすべての国の高校で教える内容

レベル2:たいていの国の高校で教える内容

レベル3:高校ではふつう扱わない内容

レベル3の内容は、開催年の1月に主催国が公表する「準備問題集」に類似問題が組みこまれるため、それをもとに事前トレーニングを行う。

日本にとっての壁は、断りなく出るレベル1と2の内容である。まずは、どんな項目があるかをご覧ください。

レベル1の項目例:p軌道の形,放射壊変,パウリの排他律,フントの規則,  $pK_a$  から pH の計算, 標準電極電位, (ベンゼンの)共鳴による安定化…  
レベル2の項目例:核反応, 熱容量, エンタルピー, エントロピー, 緩衝液の pH 計算, 微分反応速度式, ラジカル反応, フィッシャー投影図…

化学の先生がた(とりわけ, 高校課程の内容策定に関与しておられる先生)には, 少なくとも「驚いて」いただきたいと思う。海外諸国の高校は, 生徒にここまで教えているのだ。これなら大学の化学にもスムーズにつながる(こうした点を考えさせるのも, オリンピックに参加する意義のひとつだろう)。

あいにく日本は, 「天井」を決める指導要領と教科書検定が, 教育内容の近代化をはばんできた。まさにその現実が, 私たちには気の滅入ることだった。

だが落ち込んでいても始まらない。日本化学工業協会・新化学発展協会・化学工学会・化学会が進める「夢・化学-21」事業の枠内で1999年に始めた化学グランプリは, オリンピック参加を視野に入れたものだから, それなりの補足説明を入れるにせよ, 「オリンピック級」の問題を課す。例年の出来から, 少なくとも成績上位の生徒は世界と十分に戦える力をもっているとわかった。そこで2000年ごろから派遣を考え始め, 2003年の初参加につながった。

だがなにせ初体験, 派遣前のトレーニングに失敗しては元も子もないから, 初年度かぎりの特例として, 4名以上の1・2年生がグランプリに出た高校の中から, 4名の一次(筆記)・二次(実験)試験の総合点を足した値が最高となった高校を選んだ。



図2 出発前, 成田空港にて(2003年7月4日)

## 4 第35回アテネ大会

アテネ大会は7月5~14日に開かれ, 創価高校の赤羽正寿君, 上野功一君, 佐藤直人君, 田辺一郎君が出場した。メンター(現地で正規の委員となる引率者。各国2名まで)は創価大の伊藤真人先生と早大本庄高校の上野彦幸先生。そのほかに, 化学会副会長の池上 正氏と創価高校の高松義一先生も同行した。

出発前の壮行会(6月19日)では, 化学会の2002年度会長・野依良治先生と, 化学グランプリを後援いただいている文部科学省・経済産業省の来賓から生徒たちに激励の言葉を頂戴し, 生徒たちも心強い決意を語った。

現地の日程は表1のとおり<sup>(3)</sup>。

表1 アテネ大会の日程

|        |  |
|--------|--|
| 5日(土)  | 歓迎ディナー(プレジデントホテル)  |
| 6日(日)  | 開会式(アテネ大学)<br>生徒:Loutrakiのスポーツキャンプに移動<br>引率:実験会場の検分, 実験試験問題審議会 |
| 7日(月)  | 生徒:コリント遺跡見学<br>引率:実験試験問題の翻訳                                    |
| 8日(火)  | 生徒:実験試験(アテネ大学)<br>引率:ミケーネ遺跡見学, 筆記試験問題審議会                       |
| 9日(水)  | 生徒:自由時間<br>引率:筆記試験問題の翻訳  |
| 10日(木) | 生徒:筆記試験(スポーツキャンプ),<br>ミケーネ遺跡見学<br>引率:サロニコス湾三島クルーズ              |
| 11日(金) | 生徒:デルフィ神殿とアルミニウム精錬工場<br>の見学<br>引率:会議, 答案の採点                    |
| 12日(土) | 生徒:アクロポリス見学<br>引率:採点調整, 成績審議会                                  |
| 13日(日) | 閉会式(Zappeion), お別れパーティー  |
| 14日(月) | アテネ出発  |

「先進国ドンジリの参加」を果たしただけに、各国のメンターたちから「おお、来たか。待ってたぞ」と声をかけられたという。しかし計4名のメンターとゲストは、感激に浸っている暇もなく、英文で渡された試験問題の検討と和訳、採点と得点調整などに汗を流さなければいけない。

生徒と引率者は、開会式(6日)直後から閉会式(13日)直前までまったくの別行動となり、携帯電話やインターネットも使えない。ただし若い生徒たちは寂しがることもなく、海外の仲間との交流をおおいに楽しんだようだ。帰国後の座談会<sup>(2),(4)</sup>が、そのことをよく伝える。

生徒がもらした感想のうち、「もっと英語ができたら……」がいちばん印象深い。5年以上も勉強しながらあまり役に立たない現実も、初中等教育の失敗か。

アテネ大会の全問題(和訳版。実験5時間+筆記5時間)はガイド<sup>(6)</sup>に載せてある。実験の課題はジペプチドの合成とアスコルビン酸の酸化還元滴定。筆記には、核化学、X線構造解析、吸光度測定、回転



図3 再会後の夕食会にて(2003年7月13日)

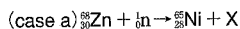
分光、エントロピー変化、分子運動論、フィッシャー投影図、NMR、ギブズエネルギーなど、日本ではまず扱わない項目が出た。

それでも事前トレーニングが功を奏し、上野・佐藤君が銅メダル、赤羽・田辺君がHonorably cited(敢闘賞)として表彰された。むろん事後の心残りはある。4名が口にする感想の端々に、精一杯がんばったあとの清々しさを感じる。

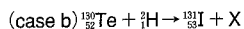
●第35回アテネ大会で実際に出題された問題●

問題

次のそれぞれの核反応の際に生じる素粒子Xは何ですか。



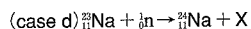
$\alpha$ 線( ),  $\beta$ 線( ),  $\gamma$ 線( ), 中性子( )



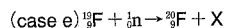
$\alpha$ 線( ),  $\beta$ 線( ),  $\gamma$ 線( ), 中性子( )



$\alpha$ 線( ),  $\beta$ 線( ),  $\gamma$ 線( ), 中性子( )



$\alpha$ 線( ),  $\beta$ 線( ),  $\gamma$ 線( ), 中性子( )



$\alpha$ 線( ),  $\beta$ 線( ),  $\gamma$ 線( ), 中性子( )

問題

弱酸(HX)の溶液の吸光度を測定したところ、右に示すようなグラフを得ることができた。次の各場合に、示すであろうグラフはどれですか。

(case a) HXのみが溶けている溶液を用いた。電離していないHXのみが吸収を示す。

Curve A( ), Curve B( ), Curve C( ), Curve D( )

(case b) HXのみが溶けている溶液を用いた。陰イオン(X<sup>-</sup>)のみが吸収を示す。

Curve A( ), Curve B( ), Curve C( ), Curve D( )

(case c) 過剰の強塩基に溶かしたHXの溶液を用いた。電離していないHXのみが吸収を示す。

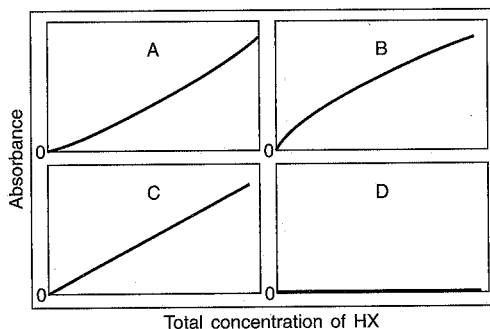
Curve A( ), Curve B( ), Curve C( ), Curve D( )

(case d) 過剰の強酸に溶かしたHXの溶液を用いた。電離していないHXのみが吸収を示す。

Curve A( ), Curve B( ), Curve C( ), Curve D( )

(case e) HXのみが溶けている溶液を用いた。HXとX<sup>-</sup>の両方が吸収を示す。ただし、HXとX<sup>-</sup>のモル吸光係数が等しく、0ではない波長で測定した。

Curve A( ), Curve B( ), Curve C( ), Curve D( )



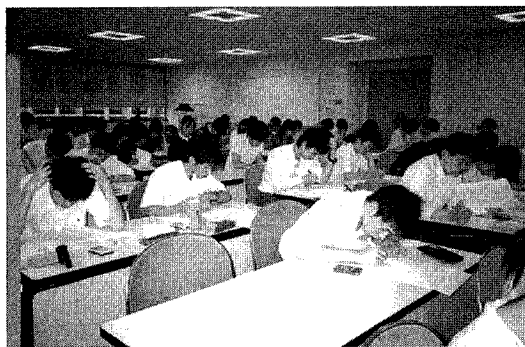


図4 一次選考の風景 (2003年7月19日, 東京会場)



図5 二次選考の風景 (2003年8月23日, 東京会場)

## 5 第36回キール大会

2003年度の化学グランプリでは、全国23ヶ所の一次選考に1138名が挑み、1・2年生は401名いた。

二次選考に進んだ60名のうち12名の1・2年生から、小山貴広君(神奈川=栄光学園2年), 川崎瑛生君(東京=武蔵高校1年), 神戸徹也君(兵庫=白稜高校2年), 増田光一郎君(福岡=県立福岡高校2年)の4名がオリンピック代表に決まった。県立校の2年生もいるし、なんと1年生もいる。日本の高校生も層が厚い。

認証式の当日、2003年11月の座談会<sup>(4)</sup>では、「金メダルを目指してがんばりたい」「能力の限界までやりたい」「結果よりも、楽しむことを心がける」…と、それぞれの抱負を語ってくれた。

2004年3月現在、キールの組織委員会が公表した「準備問題集」を手がかりに、事前トレーニングが本格始動している。若い高校生4名の健闘を祈りたい。

## 6 第37回(台北)大会に向けて

2004年度は、化学グランプリを次の要領で行う。



図6 キール大会代表者4名(2003年11月23日, 化学会での代表認証式にて)。左から増田光一郎君、川崎瑛生君、神戸徹也君、小山貴広君

「化学の日本一」を目指す生徒と、来年のオリンピック出場を目指す1・2年生は、ぜひ挑戦しよう。

一次選考(筆記試験): 7月24日(土)13~16時。北海道から沖縄までの全国25会場。くわしくは化学会のホームページ<sup>(5)</sup>を参照。

二次選考(実技試験): 8月21日(土)12時半~17時。東京農工大学小金井キャンパス。1・2年生5名以上を含む約60名が参加予定。

オリンピック代表選抜: 一次・二次選考に出た1・2年生から4名を選抜。

表彰: 「夢・化学-21」主催4団体の会長賞と日本化学会化学教育協議会の議長賞(それぞれ賞状と副賞=ノートパソコン), その他の賞。

参加申込締切: 6月30日

応募方法: ホームページ<sup>(5)</sup>の案内にしたがい, エントリーフォームから申し込む。

問合せ先: 〒101-8307 千代田区神田駿河台1-5 日本化学会「化学グランプリ」事務局

Tel: 03(3292)6164

Fax: 03(3292)6318

e-mail: grand-prix@chemistry.or.jp

### 参考文献

- (1) 渡辺 正, サイエンスネット, No.8, 5-8(2000).
- (2) 渡辺 正監修, 別冊化学「化学オリンピックへ行こう!」, 化学同人, 2003.
- (3) 伊藤真人, 化学工学, 67(12), 699-702(2003).
- (4) 坂井英夫, 化学と教育, 52(2), 76-90(2004).
- (5) <http://edu.chemistry.or.jp/gp/gp2004top.html>,  
<http://edu.chemistry.or.jp/oly/icho-index.html>