

全国高校化学グランプリ

東京大学生産技術研究所教授 渡辺 正

1. はじめに

日本化学会には、化学教育のありかたや問題点を考え、教育現場と研究者が交流する場として「化学教育協議会」がある。そこに設けた「高校化学グランプリ小委員会」が、夢・化学-21委員会（日本化学工業協会、新化学発展協会、化学工学会、化学会の共催による化学普及キャンペーン）から経費の支援を仰ぎ、「めざせ！ 化学の日本一！」をキーワードに標記の大会を企画・実行している。まだ日も浅いこの大会がさらに盛り上がるよう念じつつ、企画のいきさつと内容を紹介したい。なお、昨年度までの成果は報告書¹⁾にまとめた。

まず、話の根源をなす国際化学オリンピックについて語っておく必要がある。

2. 背景=国際化学オリンピック

(1) 化学オリンピックとは？

化学・数学・物理・生物・情報科学・天文学……と科学のほぼ全分野で、「科学オリンピック」と総称する高校生の国際大会が行われている（スポーツとはちがって毎年開催）。あるいはご承知のとおり日本は数学オリンピックには参加し、なかなかの成績をあげてきたのだが、ほかの科学オリンピックにはまだ参加していない。

とりわけ、歴史が古くて規模も大きい国際化学オリンピック（IChO = International Chemistry Olympiad）参加が果たせていないという事実、私たちは考えさせられた。

IChOの盛況を図1がありありと語る。IChOは1968年、旧東欧の三国（チェコスロヴァキア・ハンガリー・ポーランド）が始め、71年だけの中断を経て74年以降になると西欧諸国が加わり、やがてアジアの諸国も次々に参加した。東西再編後にふえた約10ヶ国を別にしても、ここ20年は参加国がほぼ直線的に伸びている。

昨1999年の第31回大会はタイのバンコクで開かれた。参加国51、オブザーバー3ヶ国（クロアチア、トルクメニスタン、ウズベキスタン）を数え、ブラ

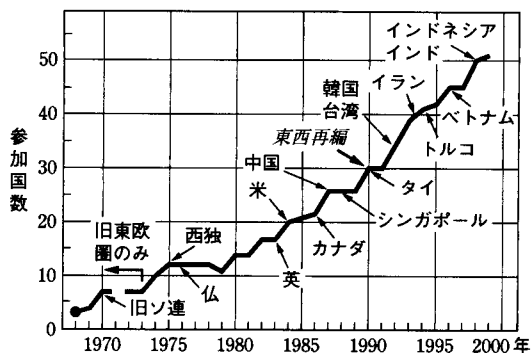


図1 IChO参加国数（オブザーバー参加は除く）の推移
（矢印は、西欧主要国とアジア諸国の初参加年）

ジルとウルグアイが新しく加わった。ちなみにIChOへは、各国から高校生4人と引率者2名が主催国に渡る。

今後、デンマーク（今年）、チェコ（2001年）、オランダ（2002年）、ギリシャ（2003年）が主催国に決まり、それ以降は、トルコとスイス（2004年）、台湾（2005年）、韓国（2006年）が名乗りをあげている。

(2) 参加への壁

図1でわかるとおり、先進国のうちIChOに出ないのはもはや日本だけとなった。不参加の理由としては、いずれ主催国になった際の開催費（1億円ではすまない）と、試験場・宿泊施設の確保も大きいのが、最大の壁は試験問題の質にありそうだ。そのへんについては、上記の報告書¹⁾、解説²⁾、IChOを紹介した伊藤教授（創価大）のホームページ³⁾などをご参照いただきたい。

日本の初中等教育は、欧米の諸国とちがって、「これ以上は教科書に書いてはならぬ」式の指導要領に縛られる。高度なことを教える必要はないし、教える風土も育ちにくい。加えて、積年の垢（あか）というべきか、妙な用語や表記がえんえんと残り、国際社会から取り残されているように見える。そうしたギャップを乗り越えるには、そういうな意識改革が必要だろう。

IChOでは筆記試験と実技（実験）試験が課され

る。このうち筆記試験の問題は、ざっと見たかぎり日本なら大学初年度の内容になる。たいへんまずいことに日本の化学教育は、高校-大学間に深い深い溝（高い壁）が存在し、高校化学と大学化学は別科目に近い（筆者自身も35年前にそれをひしひし感じた）。

そこで私たちは、いつの日かわが国の高校生も国際化学オリンピックIChOに送りこもうと、IChOで出るレベルに近づけた問題を用意し、化学の実力を競ってもらおうと考えた。幸いなことにその結果は、少なくともここ2年間をみるかぎり、十分に手ごたえを感じさせるものだった。

3. 第0回

(1) 開催地と参加数

1998年、予算額（200万円）と時間の制約をにらみ、「第0回」を関東（東京）と東北（仙台）で試行した。応募数の合計は139名（仙台会場31名）にのぼった。

(2) 一次選考（11月14日）

一次選考は全員に筆記試験（6問360点満点）を課す。問題は、IChOを意識して現行の大学入試問題よりレベルが高く、かといってお手上げでもないものにしなければいけない。そのため、IChOなら書かれないような説明文（誘導文）を十分に入れ、読むだけでもかなり時間を食う長文になった。

問題の一部について概要を紹介しよう。

●基礎量子化学 H , H_2 , He , He_2 のイオン化ポテンシャルと解離エネルギーを与え、 H_2^+ や He_2^+ の解離エネルギーを求めさせる。また、分子軌道のイメージ図をもとに、分子をつくったときの安定化エネルギーについて考えさせる。

●物理化学 溶解平衡（溶解度積）をあらわに扱い、飽和濃度、選択的沈殿分離、共通イオン効果などを定量的に検討させる。

●有機化学 酸触媒が進めるケトンとアルコールの縮合反応につき、分子内の電荷のかたよりをもとに反応中間体を推定させ、さらに反応進行の可否も考えさせる。

得点は、トップが333点、二次に進める40位でも227点と、予想外によかった。40位までに2年生が6名いたし、1年生の最高点は総平均点（181点）を超えていた。

(3) 二次選考（11月28日）

一次通過の40名を二人一組に分け、それぞれに別々の白い粉（有機酸）を渡し、マニュアルはほとんどなしに、ダミーを含め実験台上に置いてある器具をつかって酸の価数を決めさせた。

価数（2価か3価）はどの組も正解だったが、実験マナーやレポートを含めて採点し、総合点の上位2名を表彰した。副賞は約20万円相当のノートパソコン（これは99年=5名=も同じ。2000年も同じ副賞を予定）。

4. 全国高校化学グランプリ1999

(1) 初の全国大会

第0回の手ごたえに気をよくして、化学会6支部の賛同のもとに、全国区の開催をめざした。時期は前年より早め、一次選考を夏休み直前の7月24日、二次選考を8月21日に設定した。

(2) 一次選考

一次選考は以下の7会場で行い、参加者は316名を数えた。

札幌会場（北海道大学）	6名
仙台会場（東北大学）	31名
東京会場（化学会館）	141名（写真1）
大阪会場（大阪星光学院高）	25名
岡山会場（岡山大学）	65名
福岡会場（九州大学）	29名
熊本会場（熊本大学）	19名

選考問題は前年と同じ6問360点満点とした。時期が早く、公立高校よりも進度の早い私立と国立校が有利ではと案じたが、フタを開けてみると格差はそれほどでもないとわかる。

また問題の一部を紹介しよう。



写真1 一次選考の風景（99年7月24日、東京会場）

●物理化学 原子の価電子に着目した「等電子性」をもとに、簡単なもの (PF_4^- など) から複雑なもの ($\text{B}_4\text{C}_2\text{H}_6$, $\text{B}_{10}\text{C}_2\text{H}_{12}$) まで、多原子分子・イオンの構造や異性体を予測させる。

●無機化学 SiO_4 四面体を構造単位にしたゼオライト系化合物の構造や性質を考えさせる。

●有機化学 炭素数7までのアルカンにつき、分子構造と沸点の関係、異性体の数、光学異性体を考えさせる。もう一題では、やや複雑な有機分子の酸化反応を予測させる。

成績は、最高点が前年より少し低くて309点(時期が早まったせいかな)、二次選考進出者48名の最低が約200点だった。

(3) 生徒の感想(一次選考)

選考時にアンケートを書いてもらった。回答292通のうち、問題全般について「やさしかった」が2名、「予想どおり」が56名、「むずかしかった」が106名、「非常にむずかしかった」が128名。作題側にしても「予想どおり」の回答である。

「自由意見」欄に、「むずかしかったが楽しかった」「新しい内容に触れられた」「化学への興味が深まった」「化学の奥深さを知った」など、プラス評価の生徒が延べ90人ほどいて、私たちの意図はおおむね伝わったようだ。

(4) 二次選考

二次選考では、「以下10種類の物質のいずれかである」と指定したうえ、7種の白色固体を48名の一人ひとりに渡し、それぞれを同定させた。実験手順の説明がほとんどなく、器具や試薬のつかいかたを自分で考えなければいけないところも前年同様だった(写真2)。

合計240点(物質同定155, レポート85)で採点



写真2 二次選考の風景(99年8月21日, 開成学園)

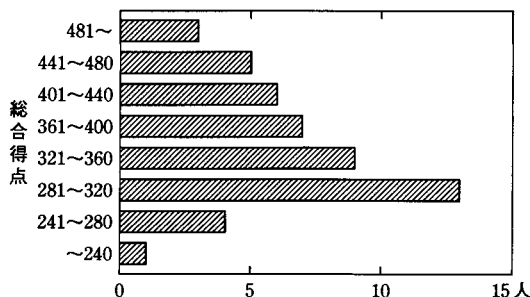


図2 二次選考参加者48名の総合成績分布

したら、最高点224点, 平均点118点となった。7種を完全に同定した生徒はわずか5名にとどまる。レポートもこまかく採点したため, 総合成績(図2)は二次選考の成績とよい相関を示した。

(5) 生徒の感想(二次選考十全般)

以下, ごく一部を抜粋して生徒の声を紹介する。

●飛躍しすぎた内容でもなく, かといって中途半端な知識では崩せない……いい課題だったと思う。

●今までのただ覚えるだけの化学とはちがう, 本来の化学を教えてくれたと思う。

●机の上で勉強するのところがって大変だったけど, すごく楽しかった。実技に参加できただけでもよい経験になったし, 化学の勉強も今までより楽しんでできそうな気がする。

●まわりの人からはマニアックだとか何とか言われたけど, そんなことは関係ないほど面白かった。このような場を提供して下さったことに感謝します。

(6) 表彰

優秀賞5名(写真3)に, 夢・化学-21共催4団体の長, および日本化学会化学教育協議会議長の賞と副賞をそれぞれ贈った。

また, 優秀賞に続き, 金賞10名, 銀賞15名, 銅賞18名に賞状と副賞を, 49位以下で最高点の2年生と1年生それぞれ1名に奨励賞を贈った。

(7) 受賞者の声

優秀賞のひとり, 寺田侑祐君(大阪星光学院高校)が寄せた感想の一部を紹介する。

……一次試験は, 長大な文章を読解せねばならなかったりしましたが, 計算に電卓が使用できたこともあって, 2時間半, 化学的思考に集中することができました。分子の形状決定に関する問題が, なかなかの良問だと感じました。



写真3 表彰式を終えた優秀賞獲得者5名(99年11月27日、化学会館)。左から山戸慎一郎君(愛媛県立今治西高)、熊谷淳之君(東京学芸大学附属高)、筆者、平岩良之君(大阪星光学院高)、寺田佑祐君(同)、佐波謙吾君(筑波大学附属駒場高)。

……二次試験は、……マスコミ関係者が写真撮影をする中、白衣に実験用ゴーグルという重装備で、2時間にわたり黙々と実験をするというものであったため、かなり緊張しました。実験終了後の親睦会は、その緊張感を解きほぐすだけではなく、大勢の有名な先生方と垣根なく話ができるという、またとない機会でもありました。

……後輩の皆さんには次のメッセージを送りたいと思います。化学グランプリは、参加するだけでも十分価値がある。その価値というのは、高校生活において、あるいは、少し大きさに言えば、人生において、貴重な体験の一つになりうるということです。……僕にとって、……決して忘れることのできない非常に大切な思い出となりました。皆さんも、来年度、再来年度の「化学グランプリ」に参加して、化学を楽しんでください。そのことが、全国の高校生の化学に対する意識を高め、ひいては日本の国際化学オリンピック参加となることを、心から願ってやみません。

5. 全国高校化学グランプリ2000

本年度は、昨年に倍する参加者を期待しつつ、以下のように実施を予定している。

●一次選考 7月22日(土)13~16時。下記の全国15会場で。

- ①札幌会場(北海道大学)、②盛岡会場(岩手大学)、③仙台会場(東北大学)、④東京会場(明治大学駿河台キャンパス)、⑤新潟会場(新潟大学)、⑥名古屋会場(名古屋大学)、⑦金沢会場(金沢大学)、⑧大阪会場(大阪星光学院高等学校)、⑨岡山会場(岡山大学)、⑩福岡会場(九州大学六本松キャン

ス)、⑪大分会場(大分大学)、⑫熊本会場(熊本大学)、⑬宮崎会場(宮崎大学地域共同研究センター)、⑭鹿児島会場(鹿児島大学)、⑮沖縄会場(琉球大学)。

●二次選考 8月19日(土)13~17時。東京大学駒場キャンパス(東京都目黒区)にて。一次選考通過者60名が対象。

●表彰 日本化学会会長賞、化学工学会会長賞、新化学発展協会会長賞、日本化学工業協会会長賞、日本化学会化学教育協議会議長賞(それぞれ副賞にノートパソコン)、その他の賞。

●参加申込締切 6月30日(消印有効)

●応募方法 「全国高校化学グランプリ2000参加申込」と標記し、下記事項を明記のうえ、郵送(〒101-8307千代田区神田駿河台1-5 日本化学会・全国高校化学グランプリ事務局)またはファックス(03-3292-6318)で申し込む。

- ①参加者氏名(ふりがな)、②性別、③生年月日、④自宅(郵便番号・住所・電話番号)、⑤学校名・学年、⑥学校連絡先(郵便番号・所在地・化学担当の先生の氏名・電話番号)、⑦参加希望会場、⑧白衣のサイズ(LL, L, M, Sの別)。

6. おわりに

2年間をふり返り、ここまでできる高校生が日本にもいるのだという事実、正直なところ驚いている。これなら、他国もやっているように国内の最終選考に残った生徒をトレーニングすれば、国際舞台でもそれなりの成績を取めるだろう。

参加してくれた生徒諸君の反応もおおむね好意的で、「今後もぜひ続けてほしい」という声が多く、企画実行担当としてはいよいよ気合いが入る。

化学の先生がたにお願いしたい。生徒は予想外に力をもっている。その力を試し、二次選考に全国から集まった仲間と交流するのは、かけがえのない経験になる。どうか、ひとりでも多く今年の全国高校化学グランプリに参加させていただきたい。

参考文献

- 1) 夢・化学-21委員会, 日本化学会化学教育協議会・高校化学グランプリ小委員会編, 「全国高校化学グランプリ実施報告書」(pp.1~148), 平成11年11月
- 2) 渡辺 正, 化学工学, 64 (3), 142-145 (2000)
- 3) <http://www.t.soka.ac.jp/~itomasa/GrandPrix/>