

調 査 報 告

新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会の概要とアンケート調査の分析

高橋 義人

第一薬科大学薬学部 薬学教育推進センター

Overview of the Workshop for the New Curriculum of High School "Chemistry" and Analysis
of the Questionnaire Survey

Yoshito Takahashi

Center for Advancing Pharmaceutical Education, Faculty of Pharmaceutical Sciences,
Daiichi University of Pharmacy

新学習指導要領に基づき、現在の高等学校第1学年の生徒から、高等学校「化学」に、新たにエンタルピーとエントロピー、原子軌道、混成軌道などが導入される。これは昭和の終わり頃、「理科I」が導入されたときより以前の高い教育レベルに回帰するもので、教育現場の混乱が大きいことが予想される。

この新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会を、本学を会場に4回開催した。研修内容は、高等学校「化学」に新しく導入されたエンタルピーとエントロピー、原子軌道、混成軌道などをテーマとし、学習指導要領上の変更点の紹介や大学の基礎教育レベルの講義内容の紹介の他、高校教員による授業実践の報告も取り入れた。参加者対象のアンケート調査も行い、その結果を分析したところ、我々の想定以上に好評で、次年度も続けて開催していく予定となった。

はじめに

高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理科編 理数編¹⁾によると、現在の高等学校第1学年の生徒から、高等学校「化学」に、新たにエンタルピーとエントロピー、原子軌道、混成軌道などが導入される。いわゆる「ゆとり教育」を脱してから、随分と時間が経過したが、この改革は昭和の終わり頃、「理科I」が導入されたときより以前の高い教育レベルに回帰するもので、教育現場の混乱が大きいことが予想される。

この新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会を、本学の地域連携推進委員会の協力も得て、本学の高大連携事業の一つとして開催した。高校現場の先生方や生徒のみなさんのお役に立ててれば何よりであるが、本学の教育内容や薬学教育全般について、広く理解していただく意味でも、意義深い事業であると考えている。次年

度より、高等学校と中学校の理科の教員免許が取得できる教職課程が本学に開設される。そういう意味でも、九州各県の高校教員の方々との交流は大切にしなければならないし、理科教育振興に力を注ぐことが重要であることはいうまでもない。

参加者対象のアンケート調査も行い、その結果の分析も行った。

新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会の概要

本年度、本学を会場に4回開催した(Fig.1)。九州各県の高校教員の方々を中心に、のべ150名を越える参加があった。これとは別に、沖縄県、宮崎県、大分県の高等学校化学部会からの要請があり、他県に出向いての研修会も開催した(Fig.2)。研修内容は、高等学校「化学」に新しく導入されたエンタルピーとエントロピー、原子軌道、混成軌道などをテーマとし、学習指導要領上の変更点の紹介や大学の基礎教育レベルの講義内容の紹介の他、高校教員による授業実践の報告も取り入れた。



Fig.1 本学での研修会の様子



Fig.2 沖縄県での研修会の様子

高等学校「化学」に対応するための研修会の実施要項は、以下の通りである(Fig.3)。

新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会

- 1 主催 九州地区高大接続化学教育研究会 第一薬科大学薬学部
- 2 共催 福岡県高等学校化学部会
- 3 後援 沖縄県高等学校理科教育研究協議会 鹿児島県高等学校教育研究会理科部会
宮崎県高等学校等教育研究会理科部会 大分県高等学校教育研究会理科部会
熊本県高等学校教育研究会理化部会 佐賀県高等学校教育研究会理科部会
福岡県高等学校理科部会 長崎県高等学校理科教育研究会(申請中)
- 4 場所 **第一薬科大学** 〒815-8511 福岡市南区玉川町 22-1 TEL 092-541-0161
新館 1F 東大教室
- 5 日程等 どなた様でも参加できます。途中から、途中までの参加も可能です。都合により、日程や内容が変更になることがあります。また、**これとは別日程での個別対応も可能です**ので、ご相談下さい。

第1回 令和4年10月15日(土)

10:45～12:15 公開講義

小松生明 教授(副学長) 薬理学I 1年

「アドレナリンとノルアドレナリン」

松原 大 教授 微生物学II 2年

「RNA ウイルス(レトロウイルス (HIV) など)」

森永 紀 教授 天然物化学 3年

「芳香族化合物(フラボノイド、タンニン、ジアリールヘプタノイド、カンナビノイド)」

13:30～14:00 **新課程「化学」の変更点の紹介 第一薬科大学准教授 高橋義人**
「エンタルピーとエントロピーの導入」

14:00～15:00 **講義 第一薬科大学教授 田島健治**
「化学反応におけるエンタルピーとエントロピー」

15:00～15:15 第一薬科大学の高大連携事業の紹介

15:30～16:00 **実践発表 長崎県立長崎西高等学校教諭 榎藤好信先生**
「長崎西高 SSH 探究型教科教育「電子軌道を用いて高校生と結合の違いを考える」」

16:00～16:30 意見交換

※終了後、ご希望の方には薬草園をご案内いたします。

第2回 令和4年11月 5日(土)

10:45～12:15 公開講義

清水典史 准教授 機能形態学I 1年

「中枢神経系(大脳基底核、大脳半球)」

松原 大 教授 微生物学II 2年

「RNA ウイルス(黄熱、デング熱、日本脳炎など)」

13:30～14:00 **新課程「化学」の変更点の紹介 第一薬科大学准教授 高橋義人**
「電子軌道(s p d などの導入と周期表」

14:00～15:00 **講義 第一薬科大学教授 中原広道**
「電子軌道とは何か」

15:00～15:15 第一薬科大学の高大連携事業の紹介

15:30～16:00 **実践発表 佐賀県立致遠館高等学校教諭 松高和秀先生**
福岡県立浮羽究真館高等学校教諭 柴田晴斗先生
「エンタルピーとエントロピー」

16:00～16:30 意見交換

※終了後、ご希望の方には薬草園(雨天時は生薬標本室)をご案内いたします。

第3回 令和4年12月10日(土)

10:45～12:15 公開講義

岡崎裕之 講師 薬学基礎英語II 1年
「How Better to Release Your Stress? (復習の小テスト、リスニング講義、リスニング演習)」

田中泰圭 講師 情報処理演習II 1年
「データ・AIを扱う上での留意事項」

森永 紀 教授 生薬学 2年
「植物以外の医薬品資源(動物・鉱物を基原とする生薬の薬用部位、産地、有効成分)」
炬口真理子 教授 生命科学IV 3年
「分子標的治療薬について」

13:30～14:00 新課程「化学」の変更点の紹介 第一薬科大学准教授 高橋義人
「電子軌道(s p d などの導入と有機化合物)」

14:00～15:00 講義 第一薬科大学准教授 白谷智宣
「混成軌道の考え方からみた分子の形」

15:00～15:15 第一薬科大学の高大連携事業の紹介

15:30～16:00 実践発表 福岡県立田川高等学校教諭 十時禎久先生
「化学研究ノートを用いたエンタルピーの指導」

16:00～16:30 意見交換

※終了後、ご希望の方には生薬標本室をご案内いたします。

第4回 令和5年 1月28日(土)

10:40～12:00 福岡県高等学校化学部会主催の
令和5年度大学入学共通テスト 化学基礎・化学の分析
福岡県立田川高等学校教諭 十時禎久先生

13:30～14:00 新課程「化学」の変更点の紹介 第一薬科大学准教授 高橋義人
「天然高分子化合物の最近の大学入試問題(立体異性体など)」

14:00～15:00 講義 第一薬科大学教授 門口泰也
「芳香族求電子置換反応」

15:00～15:15 第一薬科大学の高大連携事業の紹介

15:30～16:00 実践発表 宮崎県立宮崎西高等学校・附属中学校教諭
日高光一先生 「光と色の化学」

16:00～16:30 意見交換

※終了後、ご希望の方には生薬標本室をご案内いたします。

6 申し込み・問い合わせ先 第一薬科大学 高橋義人 y-takahashi@daiichi-cps.ac.jp

Fig.3 高等学校「化学」に対応するための研修会の実施要項

新課程「化学」の変更点の紹介の内容とそこから得た知見

4回の研修会で、私が担当した「新課程「化学」の変更点の紹介」では、高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 理科編 理数編¹⁾の記述に基づき、以下の内容を伝えた。

①エンタルピーとエントロピーの導入

- ・エンタルピーとは何か?
- ・なぜ、熱化学方程式ではいけないのか?

- ・ 計算問題の解き方は？
- ・ 反応が自発的に進むかどうかをどのように説明するか？
- ②電子軌道(s p d などの)の導入と周期表の指導の変化
 - ・ 電子軌道とは何か？
 - ・ 電子軌道をどのように説明するか？
 - ・ 周期表の指導の変化は？
- ③混成軌道(sp³ などの)の導入と有機化合物の指導の変化
 - ・ 混成軌道とは何か？
 - ・ 混成軌道をどのように説明するか？
 - ・ 有機化合物の指導の変化は？
- ④天然高分子化合物の指導内容から文面上削除された「核酸」

本学および他県に出向いての研修会の開催を重ねる中、佐賀県の高等学校の先生方が自発的に開催している研修会に参加させていただいた。反応熱をデジタル温度計で測定した後に、いきなりエンタルピー表記をする際、違和感をもっていた光景を目にした。その経験により、いきなりエンタルピーの学習に入るのではなく、従来通り、熱量や発熱、吸熱といった概念を学んだ後に、観測者の視点である反応熱と、対象とする物質の集まりである系の視点であるエンタルピーとは符号が逆になることを説明することが重要であることを学んだ。また、エンタルピーやエントロピーの概念は、塩化アンモニウムと水酸化バリウムの反応などの実験を通して伝えることが有効であることも学んだ。

その後、大分県で開催された研修会でも同様の意見が出ていた。しかしながら、熱化学方程式からエンタルピー表記に変わることによって、下向きが負となり、エネルギー図の矛盾がなくなる、熱力学との接続ができる、高校物理との接続ができるなどのメリットも多いこともわかった。

また、原子軌道や混成軌道については、一度、大学で学んだことのある教員とは違って、初見の高校生にとっては、原子軌道、混成軌道そのもののイメージがしにくいこともわかった。まずモデルなどを作って、見せることによって、原子軌道や混成軌道のイメージを確立させた上で、説明をしていく必要性を感じた。しかしながら、混成軌道やσ結合、π結合を学ぶことによって、脂肪族化合物の付加反応や芳香族化合物の置換反応のメカニズムがイメージでき、高校生でも有機化合物の反応を電子の動きで理解できるなどのメリットがあることがわかった。

アンケート調査の分析

本年度、本学を会場に4回開催した新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会に参加した方を対象に、アンケート調査を実施した。参加者の内訳は、以下の通りである(Table 1-3)。

Table 1 参加者の内訳

①高等学校関係	93(62%)
②予備校関係	11(7%)
③大学関係	8 (5%)
④出版社関係	8 (5%)
⑤行政関係	2 (1%)
⑥その他	4 (3%)
⑦第一薬科大学関係	25(17%)

Table 2 高等学校関係者の所在地(県別)

①福岡県	55(59%)
②佐賀県	14(15%)
③長崎県	10(11%)
④大分県	7 (8%)
⑤熊本県	2 (2%)
⑥宮崎県	2 (2%)
⑦鹿児島県	1 (1%)
⑧沖縄県	1 (1%)
⑨岡山県	1 (1%)

Table 3 参加回数

① 1回	41(55%)
② 2回	6 (8%)
③ 3回	10(14%)
④ 4回	17(23%)

考察

4回の研修会に、九州各県の高校教員の方々を中心に、のべ150名を越える参加があった。次年度から、新課程「化学」の授業が始まる学校が多いようであるので、次年度は、さらに参加者が増えるのではないかとと思われる。4回の研修会のすべてに参加された方が23%にも達するという事は想定外であったが、たいへん嬉しく思っている。我々の考えた研修会に共感していただいていると捉えている。

アンケート調査の分析結果は、以下の通りである(Table 4-11)。

(1) 今回の研修会は、どのようにしてお知りになりましたか？

Table 4 研修会の認知先

①第一薬科大学の案内文書	1 (1%)	
②高等学校化学部会等からの案内文書	47 (56%)	
③メール等	30 (36%)	発信元は福岡県高等学校化学部会、CHESS (Chemistry Education Support System、化学教育支援システム) など
④他の先生の紹介	4 (5%)	
⑤その他	2 (2%)	前回の会場での案内

結果および考察

高等学校化学部会等からの案内文書によって、この研修会を知ったという方が 56%にも達し、効果の大きさを痛感している。今後とも、高等学校の研修団体との連携を深めていくことは、きわめて重要である。第一薬科大学からの案内文書の効果が小さいことは残念であるが、大学からの案内文書が理科の先生方に届いていないのではないかと推測される。しかしながら、本学のこのような取り組みを理解していただく効果はあると思うので、できれば継続していきたいと考えている。

(2) 本日の研修会の満足度は、いかがでしたか？

※この設問に対する分析の中の「加重値」とは、選択肢の番号の数値をスコア(①は1点、②は2点、…)とし、そのスコアをもとに加重平均した値である。加重値が5に近いほど、満足度が高いことになる。

○新課程「化学」の変更点の紹介・・・加重値 4.6

Table 5 変更点の紹介の満足度

①たいへん不満	2 (3%)
②少し不満	0 (0%)
③どちらともいえない	2 (3%)
④少し満足	18 (25%)
⑤たいへん満足	51 (70%)

○大学の教員による講義・・・・・・・・・・加重値 4.3

Table 6 講義の満足度

①たいへん不満	3 (4%)
②少し不満	6 (6%)
③どちらともいえない	3 (4%)
④少し満足	18 (23%)
⑤たいへん満足	48 (62%)

○高校の先生による実践発表・・・・・・・・・・加重値 4.6

Table 7 実践発表の満足度

①たいへん不満	3 (4%)
②少し不満	1 (1%)
③どちらともいえない	0 (0%)
④少し満足	14 (19%)
⑤たいへん満足	55 (75%)

○公開講義（第1～3回研修会で開催）・・・・・・・・・・加重値 4.5

Table 8 公開講義の満足度

①たいへん不満	1 (6%)
②少し不満	0 (0%)
③どちらともいえない	2 (12%)
④少し満足	2 (12%)
⑤たいへん満足	12 (71%)

○大学入学共通テストの分析（第4回研修会でのみ開催）・・・・・・・・・・加重値 4.5

Table 9 共通テストの分析の満足度

①たいへん不満	0 (0%)
②少し不満	2 (12%)
③どちらともいえない	0 (0%)
④少し満足	4 (24%)
⑤たいへん満足	11 (65%)

結果および考察

すべての項目で、加重値が4を超えているので、参加者のみなさんには、概ね満足をしていただいているものと捉えている。大学の教員による講義が、他の項目と比べて、満足度が若干低いですが、これは何名か参加者が、大学レベルの研修が必要ないと考えていることに起因しているものと思われる。参加者のみなさんからいただいた感想を、大局的な視点でみると、高校現場で役立つものを求めておられる方と、大学レベルの少し高いレベルのものを求められている方がおられるので、次年度も、この二つの視点を調和させる形での研修会を維持していきたいと考えている。

(3) 本日の研修会の感想、ご提言などご自由にご記入ください。

○新課程「化学」の変更点の紹介に関するもの

- ・新課程の変更点は、すべては把握できていなかったのも、とても勉強になった。
- ・混成軌道を高校生に教えるとき、まず電子軌道を理解させる必要があるが具体的にどのように理解させるのがよいか悩んでいたが、まずモデルを作って見せることが必要だと感じた。

○大学の教員による講義に関するもの

- ・大学以来のエンタルピー、エントロピーで、たいへん勉強になった。
- ・エントロピーやギブズエネルギー、混成軌道など、とても懐かしく、難しかった。中途半端にしか理解していない教員が、この内容まで教えると逆効果にならないかと感じた。
- ・エンタルピーやエントロピーは、大学のときから苦手だったので、ちゃんと生徒に説明できるか不安だったが、わかりやすい言葉で説明していただけたので、これからさらに勉強して、今日の講義を落とし込みたいと思う。
- ・もっと勉強しようと思った。エントロピーの講義は、丁寧で、今後の学びの入口になった。
- ・電子軌道の学び直しが必要だと感じた。これほど大きく教科書の内容が変わるのは、初めてではないかと思う。しっかりと準備をしておきたい。
- ・電子軌道の講義では、学生の頃には難しかった内容だったが、今になって、そうだったのかと思えるところがあり、とても勉強になった。
- ・波動性を意識して、もう一度学びなおそうと思った。s,pの軌道のイメージを説明していなかったのも、今後はしようと思った。
- ・VSEPR理論から混成軌道につなげる方法がとてもわかりやすく、取り入れたいと思った。
- ・学生時代には、混成軌道の講義についていくことが精一杯で、おもしろさを感じれなかったが、混成軌道の理論から分子の形や炭素原子間の結合距

離、ベンゼンの安定性などについて、より理解が深められることがわかり、とても楽しかった。

- ・分子の形については、生徒にとっては覚えるものというイメージが強いと思うが、形に意味や理由があると考え、物質の特性や反応性など多くのことに関連があり、より化学に魅力を感じる生徒が増えるのではないかと思った。
- ・1,2-プロパジエンの話題がおもしろかった。生徒と一緒に、立体構造を考える際に、よい教材になると思った。
- ・久しぶりに混成軌道を学び直した。忘れていたことも多いことに気がついた。
- ・有機化学の指導で、電子の動きがあいまいになっていた、今回の講義ですっきりした。
- ・サリチル酸の合成やジアゾカップリングの反応機構を学べたのでよかった。
- ・誘起効果、共鳴効果、置換基効果がわかりやすく、たいへん勉強になった。
- ・有機化学分野は、「覚えることが多い。」と生徒がよく言うが、今回の電子の動きの感覚を、生徒が少しでもイメージできれば、そうならないのかなと感じた。
- ・大学で学んだはずの有機化学の内容を忘れていたことに気がついた。
- ・大学の教員による講義が、大学時代の学び直しの機会となっている。今後このような機会があるとよい。

○高校の先生による実践発表に関するもの

- ・高校からの実践報告では、実感をもたせるために、多く実験をしているところがよいと思った。エントロピーの変化を考えさせているところがおもしろいと思った。
- ・エンタルピー、エントロピーについて、実験を通して感覚的に理解でき、生徒にも伝えられる自信が出てきた。
- ・新課程を先取りした授業の実践報告は、非常に勉強になった。
- ・エンタルピーと熱化学方程式との違い、エントロピーでおさえるポイントがわかりやすかった。
- ・高校教員による実践発表では、エネルギーから光、電子軌道の話に続く内容が、非常に興味深く、エネルギーと身近にあるものが結びつきやすいので、さらに詳しくききたい。

○公開講義（第1～3回研修会で開催）に関するもの

- ・久しぶりに大学の講義を受けることができ、とても楽しく受講させていただいた。自分が学生のときはわからなかったが、高校の授業内容も結構、

大学の講義に入っていることを感じる事ができた。

- ・久しぶりに大学の講義を受講し、たいへん新鮮に感じた。学生のみなさんが、うらやましく感じた。

○大学入学共通テストの分析（第4回研修会でのみ開催）に関するもの

- ・「理科が好きで学んでいる生徒は、新しい問題傾向に対応していけるのではないか。」という言葉に納得した。

○その他

- ・まだまだ新課程の勉強が必要だと思うので、これからも研修会に参加させて欲しい。
- ・研修会に参加するごとに、学びが深まっている。自分での勉強も頑張ろうと思った。
- ・ペプチド結合も混成軌道と関係していることがわかった。
- ・生物の代謝分野の指導で、生物教員も、化学のエンタルピー表記の改訂内容を多少は知っておく必要があると感じた。
- ・毎回、勉強になっている。今後もこのような教員の学びの場があるとよいと思う。
- ・この研修会は刺激が多いので、また参加させていただきたい。
- ・離島地区の高校では、入試問題等について、協議することができないため、非常に勉強になった。
- ・教員として学べる機会があることに喜びを感じる。
- ・「教員こそ学び、学んだことによる感動を伝えることが大切である。」という言葉に、身の引きしまる思いがした。

(4) 今後の研修会として、ご希望などがありましたらご自由にご記入ください。

- ・反応速度論
- ・pKa と pH の関係
- ・有機化合物における酸化数の概念
- ・Fisher 投影式等の立体化学
- ・分子量の大きさや電気陰性度の差によって、薬の効き方が違うことを本で読んだことがあったが、薬の化学構造だけでなく、理論化学分野と薬効の関連性について
- ・教科書の「発展」で扱われている内容について
- ・授業展開の工夫について
- ・生徒への示し方としての具体的、効果的な実践例や実験
- ・中学生や高校生の意欲を高める実験
- ・実践的な実験、もちより実験

- ・ 探究的な要素も含めた研修
- ・ 各学校の単位数やカリキュラム、教え方や工夫を共有できる研修
- ・ 教科書を終えるのが精一杯で、どういうカリキュラムで、どういう授業の進め方をすれば、実験も入れ、共通テストや入試対策までやれるのかについての情報交換
- ・ 大学入試が変化している(特に共通テスト)ので、実践的な教科指導の向上、大学入試を意識した研修

(5) 次年度も引き続き、新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会を開催したいと考えています。参加を希望される場合は、「大学の教員による講義」は、どのレベルをご希望ですか？ (第4回研修会でのみ調査)

Table 10 講義のレベルの希望

①今年と同じレベル	13 (54%)
②今年より易しいレベル	6 (25%)
③今年より難しいレベル	3 (13%)
④わからない	2 (8%)

結果および考察

ここには掲載していないが、「次年度は参加の予定はない」の項目を選んだ方は皆無で、次年度も参加をする方向で考えていただいているようである。参加者の多くは、次年度も今年と同じレベルを求めている方が多いが、次年度はレベル別の複数講座を設定することなどの検討をしてみたいと考えている。

(6) 新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会を開催する場合、いつの開催を希望されますか？ (第4回研修会でのみ調査)

Table 11 研修会の開催日の希望

①土曜日に開催	19 (90%)
②平日に開催	1 (5%)
③どちらでもよい	1 (5%)

結果および考察

本年度は、4回の研修会のすべてを土曜日に開催した。福岡県外の参加者は土曜日の方が参加しやすいと思われる。今回のアンケート調査では、圧倒的多数が土曜日の開催を望んでいる。しかしながら、平日開催を希望している

方は、本年度、参加できていない可能性があるのですが、次年度は何回か平日開催も実施してみたいと考えている。

- (7) 第一薬科大学以外の会場で、新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会を開催して欲しいというご希望がありましたら、その開催都市名をご記入ください。(第4回研修会でのみ調査)

北九州市、長崎市、佐世保市、大分市、宮崎市

- (8) 高大連携事業として、どのようなものがあるとよいと思いますか？ご自由にご記入ください。(第4回研修会でのみ調査)

- ・高校生に対して、どこまでの内容を身につけて欲しいかがわかるような機会
- ・レポートなどの評価を行い、推薦入試やAO入試の要件となるようなもの
- ・高校で実施しにくい実験
- ・出前授業や体験学習
- ・現役の大学生による出前授業
- ・生徒対象の出張講座などを高校の教員が体験できる機会
- ・高校生にとって、大学の教員は、科学者、研究者、ノーベル賞を受賞するような人物のイメージなので、身近に知ると、自分の進路をイメージしやすくなる

おわりに

多くの参加者にご協力をいただいたアンケート調査の分析により、新課程の高等学校「化学」に対応するための研修会は、我々の想定以上に好評で、次年度も続けて開催していく予定となった。頂いたたくさんのご意見や知見は、次につながる我々の財産となった。これらをいかした研修会を開催していきたいとの思いを新たにしている。

次年度は、レベル別の複数講座を設定するなどの工夫を加えながら、高校現場で役立つものの追求と、大学レベルの少し高いレベルのものの追求の、二つの視点を調和させる形での研修会を維持していきたいと考えている。

引用文献

- 1) 文部科学省，高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理科編 理数編，実教出版，96-112(2009)