

高等学校における化学領域の学習に関する考察

大橋 ゆか子

はじめに

最近の高等学校教育の流れは、学生が個性に応じた学習を選択できるように、科目選択の自由度をふやす方向にある。この変化が、理科領域における高等教育の連続性に大きな問題を投げかけ、大学としての対応が緊急の課題となっている。著者が所属する教育学部理科専修の学生は、理科領域の科目履修状況が、理学部・工学部の学生以上に複雑である。現在、ほとんどの高等学校が生徒を進路により理系コースと文系コースに分け、異なったカリキュラムを適用しており、教育学部はこれの際に文系学部に分類されている。従って、将来の職業を理科の教員と考えた場合に、教科に興味をもって理系コースに入った場合と、教員志望だから教育学部を選び文系コースに入った場合がある。高等学校である科目を履修しなかった学生の場合、その領域の学習は中学時代で終わっている訳で、履修した学生との知識の差は大きい。教育学部の場合、教員免許関係の取得単位が多く、大学のカリキュラムの中で高等学校の学習内容の補修授業をおこなうことは難しいため、現在は、講義の内容に入門的部分を増やすなどの対応をとっている。

そこで、大学での教育の有効性を増すために、大学の教員は各年度の学生が基礎的知識をどの程度修得しているかを把握する必要がある。本研究では、文教大学教育学部理科専修の4学年の学生を対象に、高等学校で

学習する化学領域の基礎知識の修得状況の調査を行い、その結果の解析から理解度と領域との関連を検討し、学習における重点の置き方について考察した。

基礎知識習得状況の調査について

1. 学生の状況

理科専修の学生は、1994年入学34人、1993年入学33人、1992年入学30人、1991年入学47人である。出身地域は関東地方が65%であり、東北地方10%、中部地方12%で、北海道、近畿、四国地方は特に少ない。関東地方の中では東京都が32%、埼玉県が24%、千葉県が13%である。

高校で履修した理科の科目の分布状況は表1のようになる。化学と生物の履修者が全学年の平均でそれぞれ64%、67%となり、常に履修者の多い科目であることが分かる。地学は開設されていない高校もあり、理科Ⅰの中で重点的に地学領域を教えているという回答が多かった。また、一人の学生が履修した理科の科目数の分布状況は表2のようになる。理科を理科Ⅰの他に3科目以上履修している学生は理系コースにいた学生である。このグループは各学年とも20%程度であるが、1992年度入学生に関しては36%と多い。理科Ⅰ以外に1科目だけ履修した学生は文系私立受験を目指すカリキュラムが開設されていた高校に在学していた場合で30~40%にあたる。

2. 調査の内容

高校の化学で学習する基礎的な法則、概念、

表1. 高等学校における理科領域の履修科目分布

入学年度	1994	1993	1992	1991
物理	42%	32%	45%	34%
化学	61	65	68	79
生物	61	79	77	68
地学	13	18	16	18

表2. 高等学校における理科領域の履修科目数分布

入学年度	1994	1993	1992	1991
理科Iのみ	3%	0%	3%	0%
理科Iの他に				
1科目	42	41	35	29
2科目	35	35	26	53
3科目	13	12	23	5
4科目	6	12	13	13

定義を60個選択し、それらの各キーワードについて、5肢選択で回答する形式をとった。選択肢は、以下のようにした。

5. 覚えている, 4. 大体覚えている,
3. 習ったが忘れた, 2. 習っていない,
1. 習ったかどうかとも覚えていない

キーワードは次のものである。今回は有機化学の領域のキーワードは加えなかった。36番までは理科Iで学習する内容である。

1. 定比例の法則
2. 倍数比例の法則
3. 質量保存の法則
4. 原子説
5. 気体反応の法則
6. 分子説
7. 同素体
8. 分子式
9. 組成式
10. 原子価
11. 物質質量
12. モル

13. 原子核
14. 陽子
15. 中性子
16. 同位体
17. 周期律
18. アルカリ金属
19. ハロゲン
20. 電子殻
21. 電子配置
22. 物質の三態
23. 融解
24. 蒸発
25. 昇華
26. シャルルの法則
27. 絶対温度
28. アボガドロの法則
29. 気体の状態方程式
30. 電解質
31. 電離
32. 重量パーセント濃度
33. モル濃度
34. 溶解度
35. 中和
36. 酸化還元
37. メンデレエフ
38. 典型元素
39. 遷移元素
40. アルカリ土類金属
41. イオン化エネルギー
42. イオン結合
43. 共有結合
44. 配位結合
45. 金属結合
46. 分子間力
47. 水素結合
48. 凝固点降下
49. 沸点上昇
50. 浸透圧
51. コロイド
52. チンダル現象

- 53. ブラウン運動
- 54. 透析
- 55. 凝析
- 56. 反応熱
- 57. 熱化学方程式
- 58. ヘスの法則
- 59. ルシャトリエの原理
- 60. 電気分解の法則

3. 調査の解析と化学学習に関する考察

この調査は学生の理解状況を把握することを目的として無記名で行った。従って、理解状況と履修状況の関連を見ることはできない。学生の現在持っている知識の状況を支配する要素としては次のようなものが予想される。

(a)高校で化学を履修したかどうか。

出身高等学校のカリキュラムの組み方や本人の選択により、化学を履修しなかった学生が35%いる。上のキーワードの中には理科Ⅰで学習するものも含まれているが、それ以外の項目については学校教育の中では学習していない。しかし、化学の履修者の割合は表1に見られるように学年間で大きな差はないので、解析結果を学年同士で比較することができる。

(b)化学が大学受験のときの受験科目であったかどうか。

大学受験の際に受験科目であったかどうか学習における真剣さや理解度にかかなり影響があると思われる。受験科目でない場合は全

9.組成式	3.9	4.1	3.8	4.6
10.原子価	3.6	3.5	3.6	4.2
11.物質質量	3.9	4.2	3.7	4.5
12.モル	4.0	4.6	4.0	4.6
13.原子核	4.0	4.5	4.0	4.5
14.陽子	4.2	4.7	4.1	4.7
15.中性子	4.2	4.7	4.1	4.7
16.同位体	4.2	4.4	3.8	4.6
17.周期律	3.8	3.8	3.6	4.1
18.アルカリ金属	3.2	3.6	2.9	3.9
19.ハロゲン	3.5	3.6	3.1	3.9
20.電子殻	3.6	4.1	3.6	4.2
21.電子配置	3.7	4.2	3.6	4.4
22.物質の三態	4.4	4.8	4.4	4.9
23.融解	4.5	4.7	4.4	4.9
24.蒸発	4.6	4.7	4.4	4.9
25.昇華	4.4	4.4	4.2	4.9
26.シャルルの法則	3.7	3.3	2.9	4.2
27.絶対温度	4.1	4.5	3.9	4.9
28.アボガドロの法則	3.6	4.1	3.7	4.2
29.気体の状態方程式	3.4	4.1	3.2	4.3
30.電解質	3.7	4.2	3.7	4.4
31.電離	3.7	4.0	3.8	4.4
32.重量パーセント濃度	3.8	3.9	3.9	4.0
33.モル濃度	3.8	4.3	3.9	4.5
34.溶解度	3.9	3.9	3.2	4.3
35.中和	3.8	4.1	3.8	4.6
36.酸化還元	4.1	4.1	3.9	4.7
37.メンデレエフ	3.0	3.0	2.6	3.1
38.典型元素	3.1	3.1	2.6	4.0
39.遷移元素	3.0	3.1	2.8	3.1
40.アルカリ土類金属	3.3	3.2	2.9	3.8
41.イオン化エネルギー	3.3	3.8	2.9	4.3
42.イオン結合	3.5	4.1	3.4	4.5
43.共有結合	3.7	4.1	3.3	4.5
44.配位結合	3.3	3.6	3.2	3.8
45.金属結合	3.3	3.5	3.2	4.2
46.分子間力	3.2	3.5	3.2	4.2
47.水素結合	3.6	4.1	3.4	4.5
48.凝固点降下	3.6	3.3	2.8	4.0
49.沸点上昇	3.7	3.5	2.8	4.1
50.浸透圧	4.1	4.3	3.8	4.5
51.コロイド	3.7	4.0	3.2	3.9
52.チンダル現象	3.6	3.4	3.0	3.2
53.ブラウン運動	3.5	4.1	3.0	3.2
54.透析	3.4	3.5	3.1	3.5
55.凝析	3.1	2.9	2.8	3.0
56.反応熱	3.5	3.6	3.1	4.0
57.熱化学方程式	3.5	3.7	2.9	3.9
58.ヘスの法則	2.8	2.6	2.6	3.2
59.ルシャトリエの原理	2.8	2.6	2.6	3.5
60.電気分解の法則	3.1	3.5	3.1	4.0
平均	3.7	3.5	3.5	4.1

表3. 入学年度別のキーワードと理解指数の関係

キーワード	1994	1993	1992	1991
1.定比例の法則	3.6	3.5	3.9	4.0
2.倍数比例の法則	3.5	3.1	3.8	3.4
3.質量保存の法則	4.3	4.3	4.4	4.7
4.原子説	3.3	3.8	3.6	3.6
5.気体反応の法則	2.7	2.9	3.3	3.8
6.分子説	3.2	3.8	3.4	3.6
7.同素体	3.9	4.5	3.9	4.4
8.分子式	4.2	4.3	4.2	4.7

領域は学習しなかったと記入してあるケースがかなりあった。しかし、省略されたのはほとんど有機化学領域で、この領域を含まない今回の調査には有機化学領域の学習の省略はあまり影響しないと思われる。

(c)出身地域が広く、カリキュラムに差があるのではないか。

学生の出身地域は北海道から沖縄に亘り、高校は普通高校であるが、県立、都立、私立に広がっている。従って、教育方法やカリキュラムに特に共通した傾向はないと思われる。

回答した選択肢の番号を平均した数値を理解指数と呼び、以下の解析に用いる。理解指数5の時が最も理解度が高い。いくつかの場合に理解指数を見積もってみる。

(a)理科Ⅰは全員が履修しているので、そこで学習した基本的内容については、理解指数は3以上になる。

(b)化学履修者のみが学習した重要事項については、化学履修者の平均理解指数を3.5または4.0とし、未履修者の理解指数を2.0として、履修者の割合を考慮すると、入学年度1994年度は2.9または3.2、1993年度は3.0または3.3、1992年度は3.0または3.4、1991年度は3.2または3.6となる。

この数値を参考に表3の集計結果を検討してみる。キーワードの1から36は理科Ⅰで学習する領域に含まれる。キーワードの番号を横軸にとり、理解指数を縦軸にとった結果を図1に示す。確かに36番までと37番以降では明らかに理解指数に差が見られる。36番までの

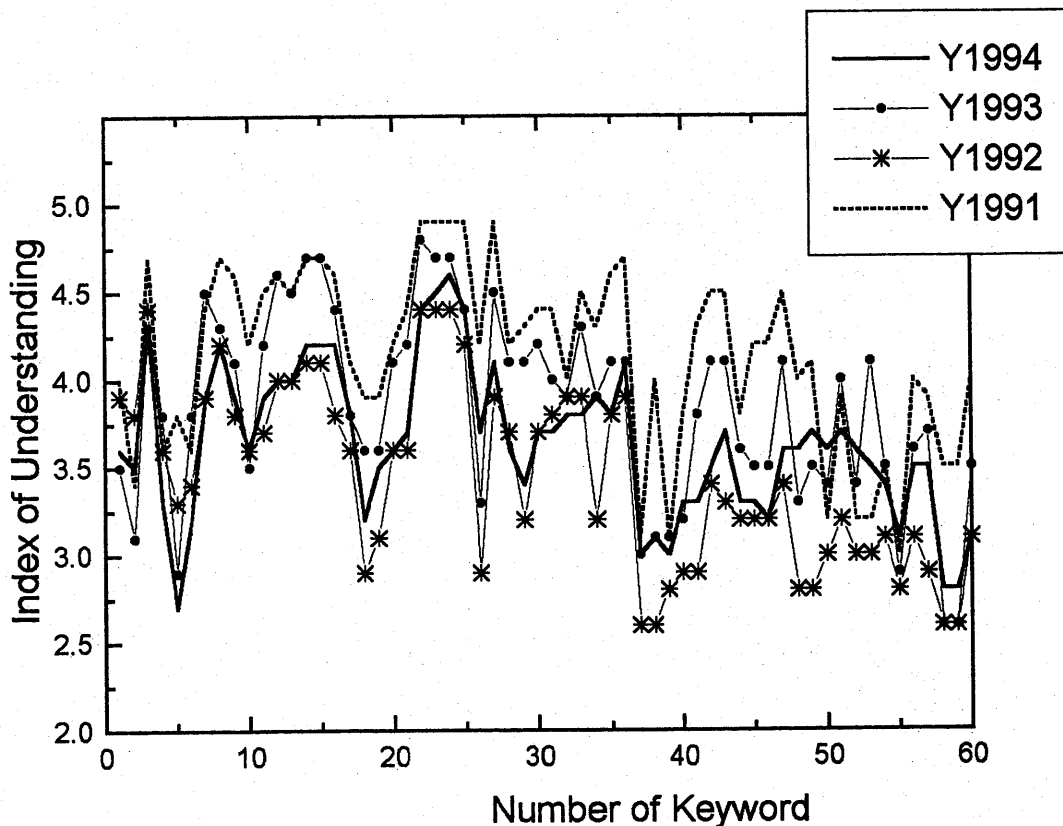


図1 キーワードと理解指数の関係

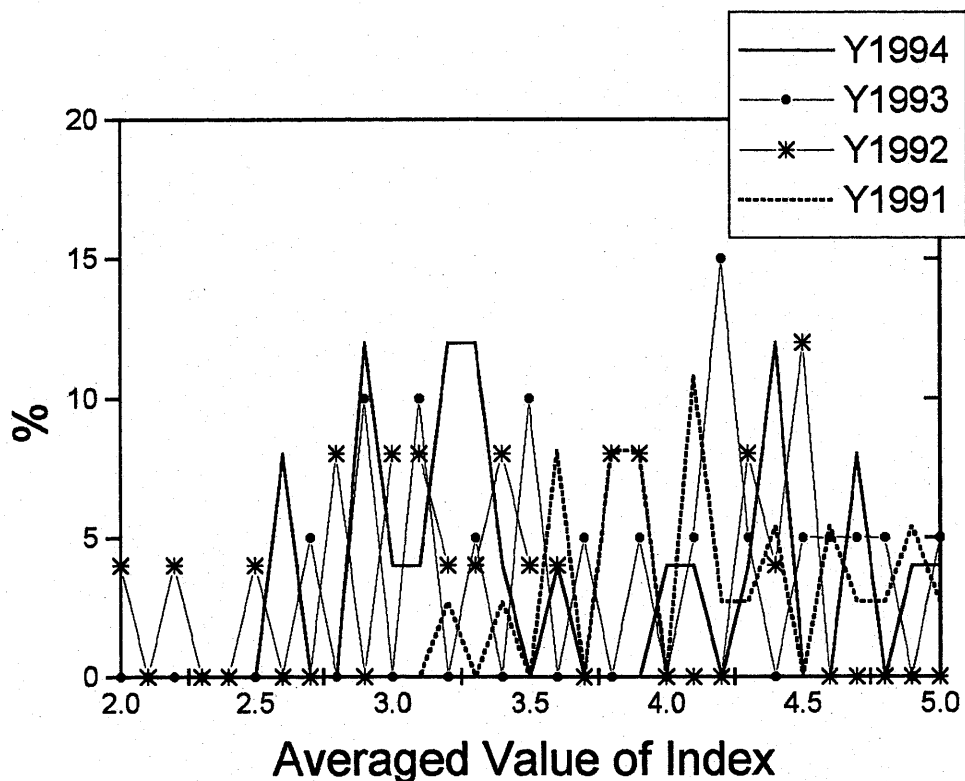


図2 個人理解指数の分布

理解指数は(a)で予想したように3.5から4.5であり、37番目以降は学年により異なるが3から4の間の値を取る。この調査は1994年4月に行っており、1991年度入学生は1993年度に大学の化学結合論と化学実験の授業を受けている。41から47番をはじめ全体に学年より理解度が高いのはそのためである。図2は各学生が60項目について答えた理解指数の平均値の分布状況を示したものである。1年から3年までは2つのピークに分離している。これが4年になると理解度が全体に上がり山が1つになっていることがわかる。これらのキーワードは基本的なものであり、大学の授業で触れるわけではないが、化学実験を行う際に学生が高校の化学の教科書を持ってきて復習しているため、理解指数が上がっていると考えられる。

理科I領域のキーワードのうち、全学年で理解指数が4（大体覚えている）以上のものが10項目ある。22から25の物質の三態、融解、蒸発、昇華は、中学理科の学習とつながり、身の回りの現象であることからこの結果は当然である。13から16の原子核、陽子、中性子、同位体は一連の概念であり、理科Iの導入部分で印象に残ったのであろう。1から6の基礎的な法則や理論の部分では3.質量保存の法則のみ理解度が高く、他は印象がうすいようである。これらの法則は原子・分子の概念が誕生する根拠として学習するのであるが、学生にとって原子・分子は今や当たり前のことになりすぎている。当時の状況を説明し想像力を働かせてその法則の意味を考えさせないと、当たり前のことを言っているつまらない法則に思えるのではないだろうか。科学史

的内容を教える難しさがそこにある。12.モルと11.物質量の理解度も高い。物質量は生徒に理解させるのが難しいと言われるが、33.モル濃度として実際に使うこと、教師が重点的に教えていることがこの結果をもたらしているのであろう。

理科Ⅰ領域で理解度の低いものは、18.アルカリ金属、19.ハロゲン、5.気体反応の法則がある。また17.周期律もあまり理解度が高くない。この点は問題であろう。化学教室には必ず周期表が張っており、現在でも未知の現象に挑戦するとき周期表はその出発点となる。化学は物質に関する興味と関心がその本質であるのだから、周期表が如何に宝物であるかを魅力的に教える工夫をすべきであるし、それは十分にできることである。この調査でメンデレーフの知名度が低かったことは、このような努力がなされていない証拠と思われる。アルカリ金属、ハロゲンといった名前も単に暗記の対象としてではなく、面白い物質群の名前として学生の頭に残るようにしたいものである。

また、図1で興味深いのは、キーワードに対する理解指数の動きが4学年とも非常に類似した傾向を示すことである。既に述べたように、学生の教育状況は多様で、この類似性は高校における化学の学習状況、つまり教育の仕方と学生の学習の仕方の複合的状況を反映しているといえる。理解度の低い項目は難しいというより、魅力が感じられなかった可能性が強い。高校の授業で図1で谷になっている項目に関して魅力を感じさせる工夫をする必要があるとともに、カリキュラムの柔軟性の大きい大学に置いてもさらに多くの改善をする必要があろう。