

新入生の化学の基礎学力向上を目的とした追跡調査

佐藤厚子,* 諸根美恵子, 東 裕

A Tracking Study to Improve Basic Academic Ability in Chemistry for Freshmen

Atsuko SATO,* Mieko MORONE, and Yutaka AZUMA
Pharmaceutical Education Center, Tohoku Pharmaceutical University,
4-4-1 Komatsushima, Aoba-ku, Sendai 981-8558, Japan

(Received March 11, 2010; Accepted April 26, 2010; Published online April 27, 2010)

The aims of this study were to assess the basic academic ability of freshmen with regard to chemistry and implement suitable educational guidance measures. At Tohoku Pharmaceutical University, basic academic ability examinations are conducted in chemistry for freshmen immediately after entrance into the college. From 2003 to 2009, the examination was conducted using the same questions, and the secular changes in the mean percentage of correct response were statistically analyzed. An experience survey was also conducted on 2007 and 2009 freshmen regarding chemical experiments at senior high school. Analysis of the basic academic ability examinations revealed a significant decrease in the mean percentage of correct responses after 2007. With regard to the answers for each question, there was a significant decrease in the percentage of correct answers for approximately 80% of questions. In particular, a marked decrease was observed for calculation questions involving percentages. A significant decrease was also observed in the number of students who had experiences with chemical experiments in high school. However, notable results have been achieved through the implementation of practice incorporating calculation problems in order to improve calculation ability. Learning of chemistry and a lack of experimental experience in high school may be contributory factors in the decrease in chemistry academic ability. In consideration of the professional ability demanded of pharmacists, the decrease in calculation ability should be regarded as a serious issue and suitable measures for improving calculation ability are urgently required.

Key words—first-year pharmacy student; basic academic ability; calculation ability; pharmacy education; fixed point observation

緒 言

6年制薬学教育の目的は、医療人として質の高い薬剤師を養成することである。これを実現するために、近年、生命倫理・医療倫理¹⁻⁴⁾ 課題発見能力・問題解決能力⁵⁻⁸⁾ コミュニケーション力⁹⁻¹²⁾ など専門知識の修得とは異なる領域に関する教育にも力が注がれている。これは、医療人教育の改革の一環として取り組まれた薬学教育モデル・コアカリキュラムに、「ヒューマニズム」などのコースが盛り込まれたことに端を発するものである。さらに、6年制薬学教育では、臨床現場における長期実務実習の履修が義務付けられたことにより、専門知識に加えて臨床に係わる実践的能力も求められている。

一方、平成20年12月の文部科学省中央教育審議

会の答申「学士課程教育の構築に向けて」では、高等学校での履修状況や入試方法の多様化などを背景に、入学者のあり方が変容していること、また、大学教員の6割を超える教員が「学力低下」を問題視しているという実態が報告されている。¹³⁾ これは少子高齢化や教育制度改革の結果の1つとして表面化してきたことであると考えられるが、6年制薬学教育が始まったばかりの今、大きな不安を感じる報告でもある。

東北薬科大学（以下、本学）では、二十数年前から多様な学力の入学者に対してきめ細かな教育を行うために、入学直後に化学の学力確認試験を行ってきた。特に、平成15年度からは同一問題を用いた学力確認試験による定点観測を実施してきた。本研究では、新入生の化学の学力の実態を把握し適切な対策を講じるために、同一問題の試験結果について経年的に比較検討したので報告する。

東北薬科大学薬学教育センター

*e-mail: s-atsuko@tohoku-pharm.ac.jp

方 法

1. 試験問題の作成と実施 試験問題は、薬学を学ぶ上で必要な化学の基礎力を確認するために、高等学校の履修内容に薬学的要素を加味して作成した。問題の主な項目は、基本的な無機・有機化合物の命名、原子構造と周期表、化学結合、希薄溶液の束一性、酸と塩基、酸化と還元、化学平衡、官能基の性質と反応、溶液の濃度、有機化合物の分離などである。問題は38問作成し、マークシートによる多肢選択方式とした。このうち計算力を問う問題は計8問である。計算問題の内容は、%表示の溶液10 ml中に含まれる溶質の重量を求める問題、%を質量モル濃度に換算する問題、希釈溶液の調製に関する問題、イオン濃度を求める問題、酸の電離定数(K_a)を求める問題、計量調剤に関する問題(2問)、元素分析値から分子式を決定する問題とした(Table 1)。

同一の試験問題を用いた学力確認試験は、本学の1年生を対象に、平成15年から平成21年までの7年間実施した。実施時期は入学直後、試験時間は1時間である。各年度の受験者数はTable 2に示す。

2. 高等学校における化学実験の体験調査 平成19年度と平成21年度の本学1年生を対象に、高等学校で体験した化学実験について無記名方式によるアンケート調査を実施した。アンケート記載項目は高等学校の化学I・化学IIの教科書を参考に設定した。アンケート内容をTable 3に示す。

3. 統計学的処理 学力確認試験問題の正答率に関しては、年度間で一元配置分散分析を行った後、Tukeyの多重比較検定を実施した。なお、平成15年度はマークシートデータが残っていないため統計

学的処理から除外した。化学実験の体験率については平成19年度と平成21年度間で対応のある t 検定を行い、化学実験の体験項目数については平成19年度と平成21年度間でStudentの t 検定を実施した。なお、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

結 果

1. 学力確認試験 薬学を学ぶ上で必要な化学

Table 1. Items of the Chemical Examination

問 項 目	問 項 目
1 無機化合物の命名①	20 電子配置①
2 無機化合物の命名②	21 電子配置②
3 有機化合物の命名	22 Alの価電子
4 原子構造と周期表	23 $AlCl_3$ の電子配置
5 化学結合	24 %
6 濃度の定義	25 質量モル濃度
7 希薄溶液の束一性	26 希釈溶液の調製
8 酸と塩基	27 イオン濃度
9 塩の液性と酸の強弱	28 酸の電離定数(K_a)
10 酸化と還元①	29 計量調剤①
11 酸化と還元②	30 計量調剤②
12 酸化と還元③	31 元素分析
13 化学平衡	32 臭素の付加反応
14 異性体	33 臭化水素の付加反応
15 官能基の性質と反応	34 有機化合物の反応
16 炭化水素の構造	35 有機化合物の分離①
17 鏡像体の性質	36 有機化合物の分離②
18 脱水縮合反応	37 有機化合物の分離③
19 アルケンの性質	38 有機化合物の分離④

Table 2. Mean Percentage of Correct Responses for the Chemical Examination

	平成15年 (2003年)	平成16年 (2004年)	平成17年 (2005年)	平成18年 (2006年)	平成19年 (2007年)	平成20年 (2008年)	平成21年 (2009年)
受験者数	403名	400名	413名	313名	328名	339名	344名
平均正答率	50.0%	51.7%	53.6%	51.1%	47.9%	41.9%	40.2%
標準偏差	—	13.2	12.5	13.0	14.1	13.3	12.4
F値 ¹⁾	64.54***						
多重比較の結果 ²⁾	H16>H19**, H16>H20***, H16>H21***, H17>H19***, H17>H20***, H17>H21***, H18>H19*, H18>H20***, H18>H21***, H19>H20***, H19>H21***						

¹⁾ Results of one-way analysis of variance from 2004 to 2009. ²⁾ Results of Tukey's method. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 3. Contents of Questionnaire about the Chemical Experiments

■高校で体験した化学実験の項目を調査します。以下の実験 1~25 (類似の内容も含む) を体験した人は [1], 体験しなかった人 (または覚えていない人) は [0] にマークしてください。

- 実験 1 物質の分離と精製**
[内容] 蒸留やろ過の操作を利用して、混合物から純物質を精製する。しょう油から固体物質を取り出す。赤ワインを蒸留する。
- 実験 2 硫黄の同素体**
[内容] 斜方硫黄から性質の異なる硫黄を作る。
- 実験 3 化学反応の量的関係**
[内容] 炭酸カルシウムと塩酸の反応で、炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量の関係を調べる。
- 実験 4 中和滴定**
[内容] 市販の食酢中の酢酸の濃度を調べる。
- 実験 5 酸化還元反応**
[内容] 酸化剤 (KMnO_4 , FeCl_3) と還元剤 (KI , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) を反応させ、色や沈殿を観察。
- 実験 6 電気分解とファラデーの法則**
[内容] 硫酸銅 (II) 水溶液の電気分解。
- 実験 7 ハロゲン元素の性質**
[内容] ハロゲンの酸化力の比較やハロゲンと銀イオンとの沈殿物の観察。
- 実験 8 1 族, 2 族元素の性質**
[内容] Na, Ca, Mg を用いて、水との反応を調べる。
- 実験 9 遷移元素の性質**
[内容] Fe, Cu, Ag を用いて、塩酸、硝酸との反応の違いを観察する。
- 実験 10 金属イオンの分離と確認**
[内容] Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ の分離と確認。
- 実験 11 有機化合物の分子模型を作る**
[内容] 異性体の存在を知る。(分子模型キットを使用)
- 実験 12 メタンとアセチレンの性質**
[内容] 付加反応の進行を観察。
- 実験 13 一級, 二級, 三級アルコールの見分け方**
[内容] 1-プロパノール, 2-プロパノール, 2-メチル-2-プロパノールを用い、酸化反応の違いと銀鏡反応を利用した区別方法。
- 実験 14 エステルの合成**
[内容] エタノールと酢酸を用いてエステルを合成。
- 実験 15 ベンゼンからアニリンの合成**
[内容] ベンゼンをニトロベンゼンに誘導し、更に還元を行ってアニリンを合成する。
- 実験 16 アゾ化合物の合成**
[内容] アニリンとフェノール類を用いてアゾ化合物を合成する。
- 実験 17 有機化合物の分離と確認**
[内容] 有機化合物の酸性・塩基性を利用した分離。
- 実験 18 色々な錯イオンを作る**
[内容] アンミン錯イオン, ヒドロキソ錯イオン, 銀錯イオンを作る。
- 実験 19 物質の溶解性**
[内容] 水とヘキサンの混合液体にヨウ素の結晶を溶かし、溶解度の差を観察する。
- 実験 20 半透膜と浸透**
[内容] 半透膜チューブを使って、スクロースの浸透を観察。
- 実験 21 平衡移動**
[内容] 塩化コバルトの濃度による色の変化を観察。
- 実験 22 緩衝作用**
[内容] 酢酸ナトリウム水溶液に酢酸を加えながら、pH の変化を観察。
- 実験 23 溶解平衡**
[内容] 飽和食塩水に塩酸を加え、食塩の析出を観察。
- 実験 24 天然物からの成分物質の抽出**
[内容] レモンからクエン酸, 茶葉からカフェイン, コンプからヨウ素を抽出する。
- 実験 25 過マンガン酸カリウムによる水質検査**
[内容] 酸化剤の性質を利用して化学的酸素要求量 (COD) を測定する。

の基礎力と計算力を確認するために、平成15年から平成21年まで、同一の問題を用いてTable 1に示す内容の学力確認試験を実施した。

平成15年から平成21年に実施した学力確認試験の平均正答率と統計解析の結果をTable 2に示した。平均正答率は、平成15年度の50.0%から平成17年度の53.6%にわずかに上昇した後、平成21年度には40.2%に低下した。平成16年度から平成21年度までの6年間の平均正答率を統計学的に解析し

たところ、平成16年度から平成18年度までの3年間は有意差がないものの、平成19年度以降から有意に低下していることが認められた。

問毎の正答率と統計解析の結果をTable 4に示した。個々の問題の正答率を統計学的に解析すると、38問中8問に有意差はなかったが、全問題数の約8割を占める30問は有意に低下していた。さらに、Tukey法による多重比較を行った結果、問題により正答率が有意に低下した年度は異なるものの、最初

Table 4. The Percentage of Correct Answers for Each Question

問	項目	平成16年 (2004年)	平成17年 (2005年)	平成18年 (2006年)	平成19年 (2007年)	平成20年 (2008年)	平成21年 (2009年)	F値 ¹⁾
1	無機化合物の命名①	14.8% (35.5)	16.7% (37.3)	16.0% (36.7)	19.2% (39.5)	15.3% (36.1)	14.5% (35.3)	0.75
2	無機化合物の命名②	6.8% (25.1)	5.8% (23.4)	8.3% (27.6)	8.2% (27.5)	5.0% (21.9)	7.6% (26.5)	0.95
3	有機化合物の命名	87.8% (32.8)	91.8% (27.5)	92.0% (27.2)	91.2% (28.4)	87.6% (33.0)	85.2% (35.6)	2.87*
4	原子構造と周期表	54.8% (49.8)	51.1% (50.1)	52.4% (50.0)	46.3% (49.9)	43.4% (49.6)	34.6% (47.6)	7.93***
5	化学結合	78.3% (41.3)	76.0% (42.7)	74.4% (43.7)	68.6% (46.5)	67.6% (46.9)	59.9% (49.1)	8.27***
6	濃度の定義	64.3% (48.0)	65.9% (47.5)	57.8% (49.5)	57.0% (49.6)	46.0% (49.9)	37.8% (48.6)	18.15***
7	希薄溶液の束一性	41.0% (49.3)	39.5% (48.9)	30.0% (45.9)	27.7% (44.8)	19.8% (39.9)	20.4% (40.3)	15.07***
8	酸と塩基	41.0% (49.2)	44.6% (49.8)	43.8% (49.7)	40.9% (49.2)	39.2% (48.9)	37.2% (48.4)	1.12
9	塩の液性と酸の強弱	44.3% (49.7)	45.3% (49.8)	42.8% (49.6)	45.4% (49.9)	40.1% (49.1)	33.1% (47.1)	3.20**
10	酸化と還元①	70.0% (45.9)	78.2% (41.3)	72.2% (44.9)	72.0% (45.0)	66.1% (47.4)	60.2% (49.0)	6.66***
11	酸化と還元②	75.8% (42.9)	77.7% (41.7)	77.0% (42.2)	75.3% (43.2)	68.1% (46.7)	61.3% (48.8)	7.53***
12	酸化と還元③	44.3% (49.7)	54.2% (49.9)	41.9% (49.4)	44.8% (49.8)	36.6% (48.2)	31.4% (46.5)	9.53***
13	化学平衡	49.3% (50.1)	54.5% (49.9)	45.4% (49.9)	47.6% (50.0)	39.8% (49.0)	33.4% (47.2)	8.31***
14	異性体	54.0% (49.9)	57.1% (49.6)	56.9% (49.6)	44.8% (49.8)	42.2% (49.5)	40.1% (49.1)	8.53***
15	官能基の性質と反応	67.3% (47.0)	75.1% (43.3)	70.6% (45.6)	64.0% (48.1)	51.3% (50.1)	48.0% (50.0)	18.76***
16	炭化水素の構造	67.5% (46.9)	70.0% (45.9)	70.3% (45.8)	60.4% (49.0)	54.0% (49.9)	49.7% (50.1)	11.72***
17	鏡像体の性質	41.8% (49.4)	42.1% (49.4)	38.3% (48.7)	34.2% (47.5)	33.6% (47.3)	30.8% (46.2)	3.46**
18	脱水縮合反応	44.5% (49.8)	47.9% (50.0)	47.9% (50.0)	36.9% (48.3)	29.8% (45.8)	31.1% (46.4)	10.17***
19	アルケンの性質	70.5% (45.7)	74.1% (43.9)	70.3% (45.8)	59.2% (49.2)	52.8% (50.0)	48.0% (50.0)	18.55***

Table 4. (Continued)

問	項目	平成 16 年 (2004 年)	平成 17 年 (2005 年)	平成 18 年 (2006 年)	平成 19 年 (2007 年)	平成 20 年 (2008 年)	平成 21 年 (2009 年)	F 値 ¹⁾
20	電子配置①	92.0% (27.2)	92.5% (26.4)	86.6% (34.1)	78.7% (41.0)	74.3% (43.7)	79.1% (40.7)	16.75***
21	電子配置②	43.0% (49.6)	39.2% (48.9)	38.0% (48.6)	33.2% (47.2)	24.2% (42.9)	34.6% (47.6)	6.66***
22	Al の価電子	94.5% (22.8)	95.9% (19.9)	96.5% (18.4)	94.8% (22.2)	94.4% (23.0)	91.9% (27.4)	1.75
23	AlCl ₃ の電子配置	24.5% (43.1)	27.6% (44.8)	27.5% (44.7)	24.7% (43.2)	23.3% (42.3)	22.1% (41.6)	0.93
24	%	54.8% (49.8)	66.6% (47.2)	59.4% (49.2)	54.3% (49.9)	41.3% (49.3)	37.5% (48.5)	18.35***
25	質量モル濃度	13.5% (34.2)	14.8% (35.5)	10.2% (30.3)	9.2% (28.9)	5.9% (23.6)	3.2% (17.6)	8.34***
26	希釈溶液の調製	36.3% (48.1)	40.9% (49.2)	33.2% (47.2)	28.1% (45.0)	24.8% (43.2)	20.4% (40.3)	10.32***
27	イオン濃度	50.3% (50.1)	52.3% (50.0)	47.0% (50.0)	43.3% (49.6)	42.5% (49.5)	41.6% (49.4)	2.97*
28	酸の電離定数 (K _a)	29.0% (45.4)	27.1% (44.5)	28.4% (45.2)	28.4% (45.1)	20.1% (40.1)	22.1% (41.6)	2.61*
29	計量調剤①	31.8% (46.6)	30.3% (46.0)	31.0% (46.3)	29.0% (45.4)	27.4% (44.7)	34.3% (47.5)	0.90
30	計量調剤②	31.8% (46.6)	27.4% (44.6)	30.7% (46.2)	28.4% (45.1)	28.0% (45.0)	33.4% (47.2)	1.00
31	元素分析	53.0% (50.0)	61.7% (48.7)	57.5% (49.5)	52.1% (50.0)	46.6% (50.0)	37.5% (48.9)	10.74***
32	臭素の付加反応	47.3% (50.0)	50.6% (50.1)	46.7% (50.0)	39.9% (49.1)	32.2% (46.8)	35.2% (47.8)	8.19***
33	臭化水素の付加反応	59.5% (49.2)	57.9% (49.4)	57.2% (49.6)	57.9% (49.4)	42.2% (49.5)	41.3% (49.3)	10.42***
34	有機化合物の反応	81.3% (39.1)	83.5% (37.1)	85.6% (35.1)	81.4% (39.0)	73.2% (44.4)	70.1% (45.9)	8.05***
35	有機化合物の分離①	78.3% (41.3)	75.5% (43.0)	75.1% (43.3)	72.3% (44.8)	57.2% (49.6)	59.6% (49.1)	13.95***
36	有機化合物の分離②	52.8% (50.0)	53.3% (50.0)	49.5% (50.1)	49.4% (50.1)	40.4% (49.2)	42.2% (49.5)	4.28**
37	有機化合物の分離③	44.0% (49.7)	40.2% (49.1)	42.5% (49.5)	38.1% (48.6)	29.5% (45.7)	31.4% (46.5)	5.34***
38	有機化合物の分離④	31.5% (46.5)	30.0% (45.9)	32.6% (47.0)	32.3% (46.8)	25.1% (43.4)	25.0% (43.4)	2.02

¹⁾ Results of one-way analysis of variance from 2004 to 2009. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Standard deviation is shown in ().

に低下が確認されたのは平成 18 年度であった (Table 5)。有意に低下が認められた問題数は、平成 18 年度が 2 問、平成 19 年度は 10 問、平成 20 年度は 25 問、平成 21 年度は 28 問であった。正答率の差 (最大値 - 最小値) が最も大きかったのは、問 24 の「%」に関する計算問題であり、平成 17 年度は 66.6% であったが平成 21 年度には 37.5% になり、その差は 29.1% であった。問 24 に次ぎ正答率

の差が大きかった問題は、問 6 の「濃度の定義」に関する問題であり、その差は 28.1% であった。20% 以上の差が認められた問題は 12 問 (問 4, 6, 7, 12, 13, 15, 16, 19, 24, 26, 31, 35) あり、このうちの 3 問は計算問題の「%」, 「希釈溶液の調製」, 及び「元素分析」であった。

問毎の正答率の経年変化をグラフで示す (Fig. 1) と、各年度で類似の傾向を示すことが認められ、学

Table 5. Results of Tukey's Multiple Comparison Test

	平成 16 年が高い値を示した問題番号	平成 17 年が高い値を示した問題番号	平成 18 年が高い値を示した問題番号	平成 19 年が高い値を示した問題番号	平成 20 年が高い値を示した問題番号	平成 21 年が高い値を示した問題番号
平成 16 年が高い値を示した問題番号		12, 24 (合計: 2 問)	—	—	—	—
平成 17 年が高い値を示した問題番号	—		—	—	—	—
平成 18 年が高い値を示した問題番号	7 (合計: 1 問)	12 (合計: 1 問)		—	—	—
平成 19 年が高い値を示した問題番号	5, 7, 19, 20 (合計: 4 問)	7, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 26, 32 (合計: 9 問)	14, 18, 19 (合計: 3 問)		—	—
平成 20 年が高い値を示した問題番号	4, 5, 6, 7, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 32, 33, 35, 36, 37 (合計: 19 問)	6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 (合計: 23 問)	6, 7, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 32, 33, 34, 35, 37 (合計: 15 問)	6, 15, 24, 33, 35 (合計: 5 問)		21 (合計: 1 問)
平成 21 年が高い値を示した問題番号	4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 (合計: 26 問)	3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36 (合計: 27 問)	4, 5, 6, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 37 (合計: 20 問)	4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 24, 31, 33, 34, 35 (合計: 15 問)	—	

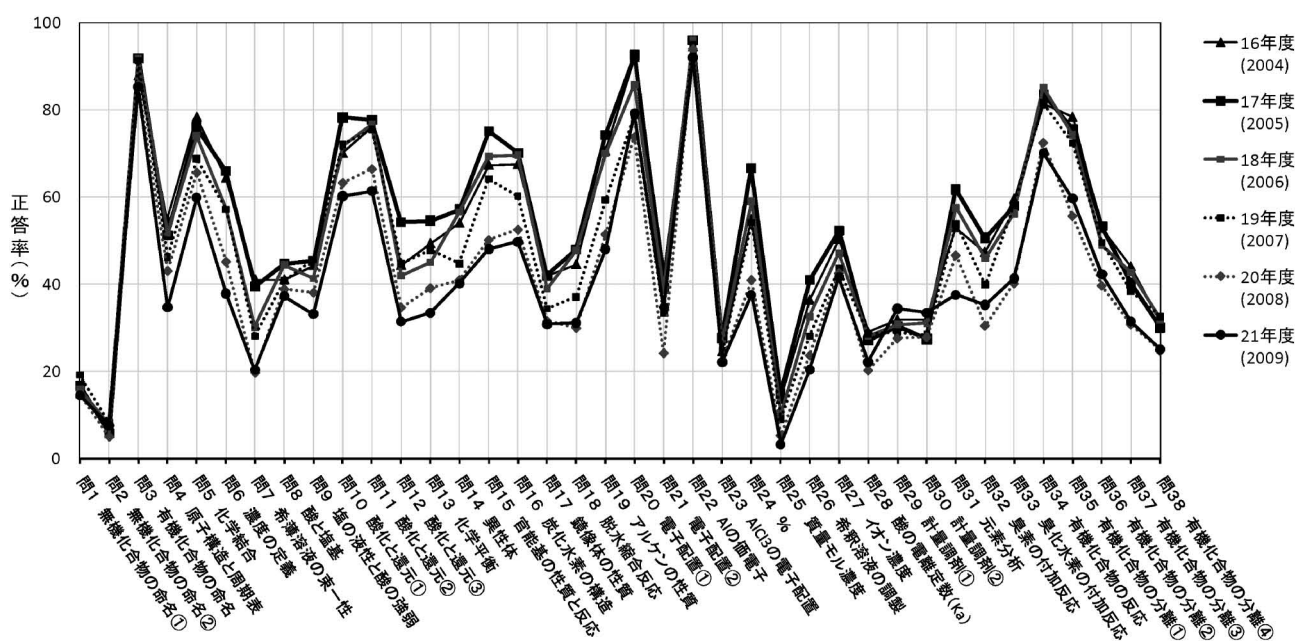


Fig. 1. The Secular Changes of the Percentage of Correct Answers for Each Question

The number of candidates for the examination of each year: 2004 ($n=400$), 2005 ($n=413$), 2006 ($n=313$), 2007 ($n=328$), 2008 ($n=339$), 2009 ($n=344$).

生が苦手になっている項目が明らかになった。特に、正答率の低い項目としては、「無機化合物の命名」と「質量モル濃度」が挙げられる。「質量モル濃度」は計算問題であるが、その他の計算問題の「希釈溶液の調製」、「酸の電離定数 (K_a)」、及び「計量調剤」においても他の問題と比較し正答率が低いことが認められた。

2. 高等学校における化学実験の体験調査 アンケートは一般化学 (前期・必修) の講義の初日に実施した。講義出席者全員に実施し、回収率は 100%であった。

平均体験率と平均体験項目数を Table 6 に示した。体験率と体験項目数をそれぞれ統計的に解析すると、体験率は、平成 21 年度新入生の方が平成

19年度新入生より有意に減少し [$t(24) = 3.97, p < 0.001$], 体験項目数も平成21年度新入生の方が平成19年度新入生より有意に減少していた [$t(666) = 2.33, p < 0.05$].

実験項目毎の体験率を Fig. 2 に示した. これによると体験率が50%以上の実験項目は, 平成19年度では「中和滴定」, 「酸化還元反応」, 及び「有機化合物の分子模型を作る」の3項目であったが, 平成21年度では「中和滴定」と「有機化合物の分子模型を作る」の2項目になった.

体験した実験項目数あたりの人数分布を Fig. 3

Table 6. Results of the Experience Survey about the Chemical Experiments

	平成19年 (2007年)	平成21年 (2009年)
平均体験率	29.2% (16.9)	25.5% (14.0)
平均体験項目数	7.3 (5.1)	6.4 (5.1)
回答数	318	350 ¹⁾

¹⁾ This numerical value includes students who have to repeat the same grade. Standard deviation is shown in ().

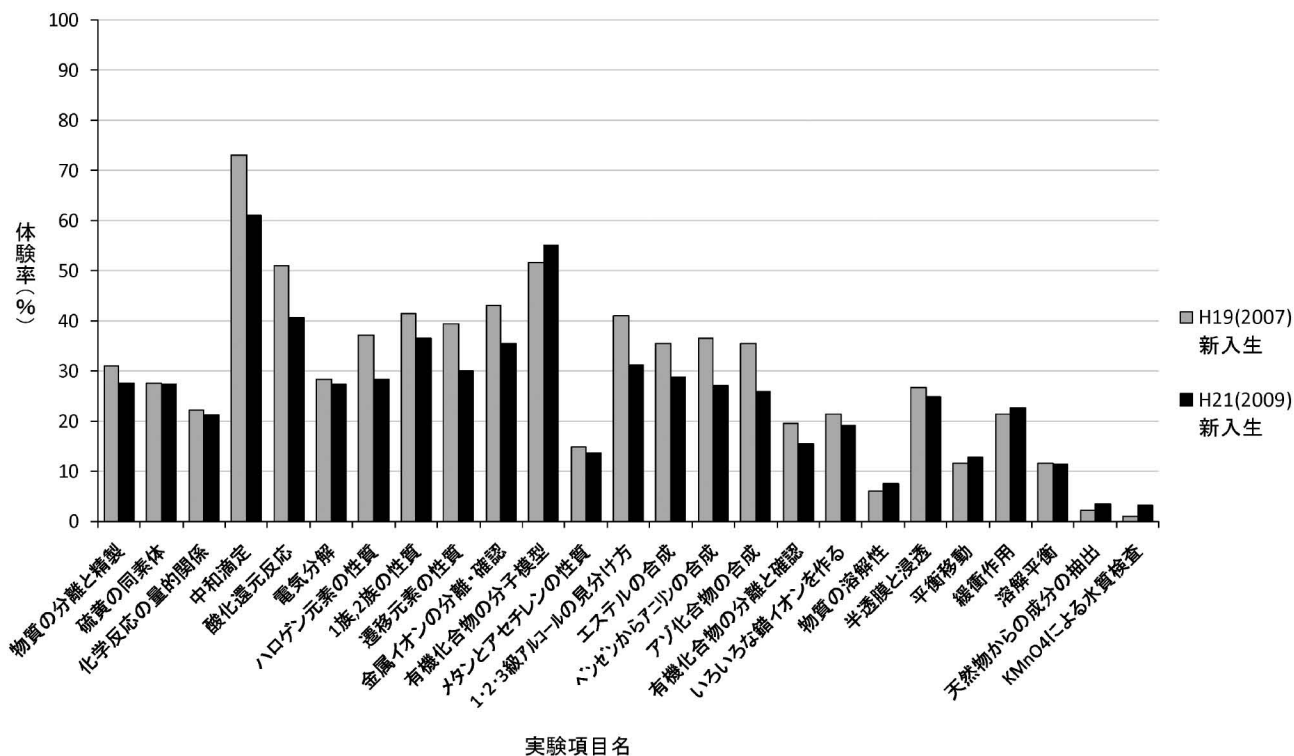


Fig. 2. The Percentage of Students Who Experienced the Chemical Experiment at Senior High School

The number of respondents for the questionnaire: 2007 ($n=318$), 2009 ($n=350$ including the number of students who had to repeat the same grade).

に示した. 高等学校で実験を全く体験していない学生が平成19年度に17名, 平成21年度に23名いることがわかった. また, 学生が答えた体験項目数で最も多かったのは, 平成19年度では5個, 平成21年度では2個であった.

3. 本学における対応 本学では, 新入生の学力補完及び大学の講義への適応を図る目的で, カリキュラムに演習を導入している. 演習は, 学力確認試験と同様に二十数年前から実施しており, 4年制薬学教育においては, 1年前期1単位必修の時期もあったが, 6年制に移行後(平成18年度以降)は, 1年前期1単位選択自由科目として実施している. 演習の受講率は選択自由科目になってからも90%を超えている. 平成18年度以降実施している演習の内容を Table 7 に示した. これまでの学力確認試験の結果を基に, 無機化合物の命名法と濃度計算を重視した内容としている.

「質量モル濃度」と「希釈溶液の調製」の計算問題は, 学力確認試験の類題を演習の定期試験にも出題している. 演習の定期試験を受験した学生について, 学力確認試験と定期試験の結果を Table 8 に示した. 「質量モル濃度」と「希釈溶液の調製」の正

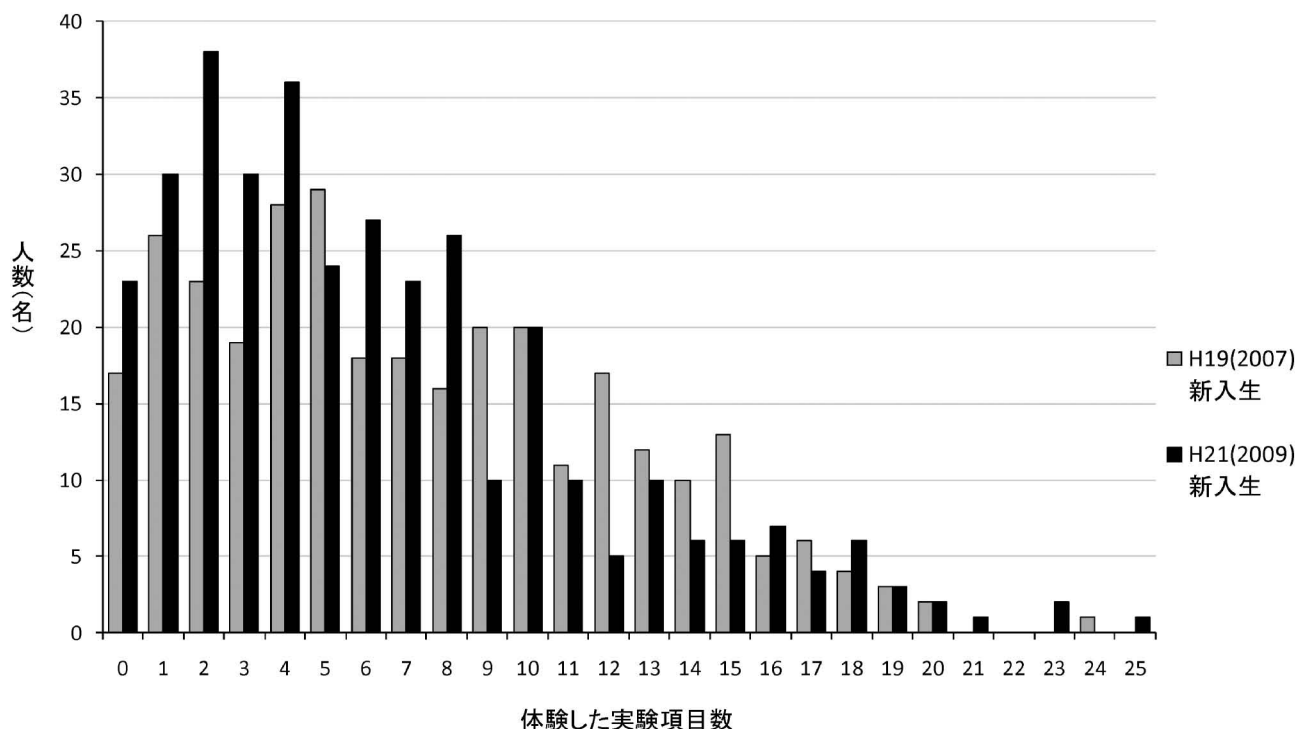


Fig. 3. The Frequency Distribution of Students for the Number of Experiment Items That a Student Experienced
The number of respondents for the questionnaire: 2007 ($n=318$), 2009 ($n=350$ including the number of students who had to repeat the same grade).

Table 7. Contents of the Practice

項目	講義内容
1 無機化合物の命名法	化学式の書き方と命名法
2 "	陽・陰イオン及び塩の命名法
3 "	酸の命名法, ハロゲンのオキソ酸
4 "	基本的な無機化合物の英名
5 原子の構造	原子の構成, 量子数, 軌道の形
6 "	原子とイオンの電子配置, パウリの排他律, フントの規則
7 溶液の性質	濃度 (% , w/v%, mol/l, mol/kg) の定義
8 "	溶液の混合と希釈に関する計算
9 "	散剤と水剤の計算 (計量調剤)
10 化学結合	イオン結合, 共有結合, 配位結合などの特徴
11 "	水素結合, ファンデルワールス力の特徴
12 "	混成軌道 (sp 混成, sp^2 混成, sp^3 混成) の考え方
13 "	混成軌道の形, 分子の形
14 酸と塩基	酸と塩基 (アレニウス, ブレンステッド・ローリー, ルイス) の定義, 共役酸と共役塩基

答率は、いずれの年度においても定期試験で顕著に上昇が認められたことから、演習の一定の効果が確認できた。

1年後期には必修1単位の演習も開講している。

この演習では有機化学の基礎とともに、前期に実施できなかった項目である「酸と塩基」、
「酸化と還元」、及び「計量調剤 (計算問題)」を含めた内容を行っている。

Table 8. The Comparison of the Academic Ability Examination with the Regular Examination

年 度 (受験者数) ¹⁾	問題の種類	学力確認試験		定期試験	
		正解者数	正答率 (標準偏差)	正解者数	正答率 (標準偏差)
平成 18 年度 (279 名)	質量モル濃度	28 名	10.0% (30.1)	235 名	84.2% (36.5)
	希釈溶液の調製	93 名	33.3% (47.2)	214 名	76.7% (42.4)
平成 19 年度 (317 名)	質量モル濃度	28 名	8.8% (28.4)	253 名	79.8% (40.2)
	希釈溶液の調製	89 名	28.1% (45.0)	266 名	83.9% (36.8)
平成 20 年度 (321 名)	質量モル濃度	19 名	5.9% (23.6)	237 名	73.8% (44.0)
	希釈溶液の調製	80 名	24.9% (43.3)	266 名	82.9% (37.7)
平成 21 年度 (329 名)	質量モル濃度	10 名	3.0% (17.2)	234 名	71.1% (45.4)
	希釈溶液の調製	68 名	20.7% (40.6)	237 名	72.0% (45.0)

¹⁾ The number of students who took the regular examination of the practice.

考 察

薬学教育が6年制になり、問題解決能力やコミュニケーション力、さらには臨床実践能力など新たな領域に関する教育も加わり、薬学部学生の修得すべき内容が著しく増大している。しかしながら、全国的に学生の学力低下が問題視されており、その影響は薬学部においても懸念されるところである。

本研究では、同一問題による化学の学力確認試験の結果を統計学的に解析したことにより、新入生の化学の学力変化を経年的にみる事が可能である (Tables 2 and 4)。解析結果に基づく全体的な傾向としては、平成20年度以降の新入生の正答率が顕著に低下していることである。学力確認試験全体の平均正答率は、平成20年度は41.9%、平成21年度は40.2%であり、平成16年度から平成19年度までのいずれの年度と比較しても有意に低下が認められ、学力低下が進行していたことを裏付ける結果が得られた。個々の問題においては、有意に低下が認められた問題数が平成20年度には25問に達し、全問題数の過半数を優に超える結果となった (Table 5)。低下が顕著に認められた項目には、化学の基本的内容である「原子構造と周期表」のほかに、「濃度の定義」、「酸化と還元」、「化学平衡」などと、

有機化学の内容である「官能基の性質と反応」、「炭化水素の構造」、「アルケンの性質」、「有機化合物の分離」、さらに、計算問題の「%」、「希釈溶液の調製」、「元素分析」が含まれていた。これらの中でも特に計算問題の低下が著しく、問24の「%」に関する計算問題では、平成17年度に66.6%だった正答率が平成20年度には41.3%になり、平成21年度には37.5%にまで低下していた。また、もともと正答率が低く有意差が認められ難いと考えていた問25の「質量モル濃度」に関する計算問題においても、平成20年度以降に有意に低下が認められ、これらの状況から計算力の低下がかなり深刻になっていると判断せざるを得ない。

学力低下の要因の1つとしては、新入生の高等学校における教育制度の違いが考えられる。平成11年3月に告示された「高等学校学習指導要領」¹⁴⁾に基づく教育課程(以下、現行課程)で学んだ学生が初めて入学したのは平成18年度(2006年)であり、この年は「2006年問題」などと言われ、¹⁵⁾ 学力低下が懸念されていた。Table 5に示したように、学力の低下は平成18年度にその兆しが初めて認められた。この低下は顕著ではなかったが、1つの要因としては、旧課程学生の混在が挙げられる。本学の新入生における旧課程の割合は、平成18年度が約30

%, 平成 19 年度が約 6%, 平成 20 年度が約 4%, 平成 21 年度は 3% 未満であった。したがって、平成 19 年度以降の新入生は 90% 以上が現行課程を修めていたことになる。これらを加味して考えると、学力低下は高等学校の教育制度の違いをよく反映しているものと言える。

学力低下の 2 つ目の要因としては、高等学校における化学実験の体験不足が考えられる。平成 21 年 3 月の科学技術振興機構と国立教育政策研究所の「平成 20 年度高等学校理科教員実態調査」の集計結果（速報）によると、高等学校普通科では小中学校段階に比べて観察や実験が少なく、生徒にとって魅力的な理科教育とは言い難い状況にあることと、全国の高等学校の約 7 割を占める普通科で観察や実験を通じた理科授業が重要視されていない実態が報告されている。¹⁶⁾ 実験体験の減少については、本学で実施したアンケート調査でも明らかになっている (Table 6, Figs. 2 and 3)。

実験や観察は化学的な事象に関する基本的な概念や原理・法則の理解のために重要であり、実験体験は技能の習得にもつながっている。さらに、実験体験は化学的な事象に関心を抱くことにつながり、それらを意欲的に探究・思考しようとする態度の醸成にも係わってくるものと考えられる。教育においては様々な方略を用いることが望ましいとされており、特に、参加型・体験型の学習は記憶に残り易いと言われている。したがって、実験体験が減少しているこの現状は極めて憂慮すべき事態と捉えるべきである。本研究で実施した実験体験アンケートは無記名方式で行ったために、実験体験と学力との相関を明示することはできないが、溶液を調製する操作手順がイメージできないために計算問題を解けない学生もおり、実験体験不足が計算力低下にも影響していることは否めない。薬剤師の職能を考えたとき、計算力はあらゆる面で必要不可欠な能力であり、実務実習モデル・コアカリキュラムにも計算力が求められる SBO が多数記載されている (Table 9)。これらの SBO を見ると、計算力の低下を単なる学力低下の 1 つとして見過ごすことはできない。今後は、実験体験と学力との相関をさらに解析し、より効果的に基礎学力向上を目指せる方略を検討していきたいと考えている。

薬剤師を目指す学生には、基礎的な知識・技能は

もとより、医療人としての態度、問題解決能力、臨床実践能力など多くのことを身に付けることが求められている。これらの要求に応えるためにも、新入生の学力を早期に把握し、6 年制薬学教育への導入を円滑にするための適切な教育プログラムを早急に構築する必要がある。

本学では、入学直後の学力確認試験により新入生の学力を把握し、演習を通して学力向上に努めている。Table 8 に示した通り演習の成果は確実に認められるが、一方では、演習だけでは不十分と感じる部分もある。平成 20 年度と平成 21 年度の定期試験では、「質量モル濃度」の正答率が 75% を下回り、平成 21 年度には「希釈溶液の調製」の正答率が平成 18 年度以降最も低い 72.0% になっている。計算力を確実に身に付けるには、計算方法の理解だけではなく、その計算に必要な背景をイメージできるようにすることも必要である。しかしながら、そのための時間確保は現行カリキュラム上の演習では難しい状況のため、平成 20 年度からは 1 年後期に計算問題の補講を実施している。補講は正規の時間割以外の時間に開催し、参加は学生の自由意思に任せ実施したが、平成 20 年度は 7 回で 181 名（延べ人数）、平成 21 年度は 6 回で 219 名（延べ人数）であり、学生が自ら学ぼうとする姿勢がみられる結果が得られた。

学力向上には、学生に自学自習の機会を適宜与えることも必要である。本学では、昨年度から定期試験のほかに、2, 3 年生の主要な科目で前期と後期に中間試験を実施し、その試験の成績不良者には、補講又は e-ラーニングシステムを利用した学習を実施している。さらに、2~4 年生の 4 月には e-ラーニングシステムを利用した確認試験を行っている。この確認試験では前年次に学習した内容を出題し、学生に繰り返し学習を促す機会を与えるとともに、e-ラーニングによる自学自習の習慣化を図っている。これらの取り組みは、形成的評価を繰り返し実施しているものであり、学生の学力を高学年まで持続的に向上させることを目的としたものである。

向後は OSCE トライアルにおいて、「薬剤（散剤）の数量を正しく計算できたか」という評価項目の達成率（評価者が「できた」と評価した割合）が 67.6% であったと報告している。¹⁷⁾ また、有田らは薬剤師自身の知識・スキルの問題が調剤エラーの要

Table 9. SBOs that Need Calculation Ability in the Model Core Curriculum for Practical Training

■実務実習事前学習

- 患者の特性（新生児，小児，高齢者，妊婦など）に適した用量を計算できる。（技能）
- 代表的な処方せん例の鑑査をシミュレートできる。（技能）
- 処方せん例に従って，計数調剤をシミュレートできる。（技能）
- 処方せん例に従って，計量調剤をシミュレートできる。（技能）
- 調剤された医薬品の鑑査をシミュレートできる。（技能）
- 代表的な院内製剤を調製できる。（技能）
- 体内電解質の過不足を判断して補正できる。（技能）
- 代表的な消毒薬の用途，使用濃度を説明できる。

■病院実習

- 処方せんの記載事項（医薬品名，分量，用法，用量など）が整っているか確認できる。
- 錠剤，カプセル剤の計数調剤ができる。（技能）
- 毒薬・劇薬，麻薬，向精神薬などの調剤ができる。（技能）
- 散剤，液剤などの計量調剤ができる。（技能）
- 調剤された医薬品に対して，鑑査の実務を体験する。（技能）
- 毒薬・劇薬，麻薬，向精神薬などの注射剤の調剤と適切な取扱いができる。（技能）
- 調剤された注射剤に対して，正しい鑑査の実務を体験する。（技能）
- 院内製剤の必要性を理解し，以下に例示する製剤のいずれかを調製できる。（軟膏，座剤，散剤，液状製剤（消毒薬を含む）など）（技能）
- 無菌製剤の必要性を理解し，以下に例示する製剤のいずれかを調製できる。（点眼液，注射液など）（技能）
- 実際の患者例に基づき TDM のデータを解析し，薬物療法の適正化について討議する。（技能・態度）

■薬局実習

- 代表的な薬局製剤・漢方製剤を調製できる。
- 処方せんに記載された処方薬の妥当性を，医薬品名，分量，用法，用量，薬物相互作用などの知識に基づいて判断できる。（知識・技能）
- 錠剤，カプセル剤の計数調剤ができる。（技能）
- 散剤，液剤などの計量調剤ができる。（技能）
- 毒薬・劇薬，麻薬，向精神薬などの調剤と取扱いができる。（技能）
- 調剤された医薬品に対して，鑑査の実務を体験する。（技能）
- 調剤報酬を算定し，調剤報酬明細書（レセプト）を作成できる。（技能）

因の1つになっていることを報告している。¹⁸⁾ 計算力は薬剤師にとって必須の技能であり，常に自らに磨きをかけるような態度を醸成していかなければならない。

本学における入試の受験者数の動向は，6年制移行前の2年間はほぼ同数で変化がなかったが，6年制初年度である平成18年度は前年度よりほぼ半減し，平成19年度は前年度より約25%減少していた。受験者数と学力の関連性は本研究において明確にはなっていないが，最近の受験者数の動向は薬学を志す高校生が減少していることの現れであり，最も憂慮すべき課題の1つである。国民に高度な医療を提供するためにも，基礎学力の強化はこれからますます重要となり，様々な角度から取り組まなければならない。

謝辞 本研究を実施するにあたり統計解析手法に関してご助言を賜りました東北薬科大学教授棚橋浩太郎先生に深く御礼申し上げます。

REFERENCES

- 1) Echizen H., *Medicine and Drug Journal*, **44**, 2760–2763 (2008).
- 2) Hayase Y., *Yakugaku Zasshi*, **129**, 785–792 (2009).
- 3) Kawamura K., *Yakugaku Zasshi*, **129**, 793–806 (2009).
- 4) Matsuda J., *Yakugaku Zasshi*, **129**, 807–813 (2009).
- 5) Sekiguchi M., Yamato I., Kato T., Torigoe K., *Yakugaku Zasshi*, **124**, 37–42 (2004).
- 6) Sekiguchi M., Yamato I., Kato T., Torigoe

- K., *Yakugaku Zasshi*, **125**, 593–599 (2005).
- 7) Kamei H., Han-ya M., Hirano M., Matsuba K., *Jpn. J. Pharm. Health Care Sci.*, **33**, 235–244 (2007).
 - 8) Teramachi H., Kuzuya Y., Tsuchiya T., *Jpn. J. Pharm. Health Care Sci.*, **34**, 755–763 (2008).
 - 9) Arita E., Hosoya M., Iketani H., Iioka T., Ideguchi N., Ogawa Y., Goto K., Yoshida K., *Yakugaku Zasshi*, **124**, 997–1002 (2004).
 - 10) Arita E., Iioka T., Ujihara A., Omori R., Koshihara S., Kamata S., Azuma K., Nishijima K., Taga M., Okamoto M., Atsuda K., *Jpn. J. Pharm. Health Care Sci.*, **34**, 727–735 (2008).
 - 11) Goto K., *Medicine and Drug Journal*, **45**, 897–900 (2009).
 - 12) Han-ya M., Kamei H., Iida K., *Igaku Kyoiku*, **40**, 445–455 (2009).
 - 13) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology: http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1217067.htm, cited 11 March, 2010.
 - 14) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology: http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122603.htm, cited 11 March, 2010.
 - 15) Hosokawa T., Onodera A., *Kagaku* (Kyoto), **62**(7), 15–18 (2007).
 - 16) Japan Science and Technology Agency: <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20090330-2/index.html>, cited 11 March, 2010.
 - 17) Kogo M., Koyama N., Negoro T., Aoki K., Saito I., Kobayashi Y., Mashimo J., Sasaki K., Tobe T., Yamamoto T., Kiuchi Y., Sato H., *Yakugaku Zasshi*, **127**, 905–917 (2007).
 - 18) Arita E., Hosoya M., Yakou S., Kagaya H., Kawai N., Kondo Y., *Yakugaku Zasshi*, **123**, 357–364 (2003).