

福山大学 大学教育センター 大学教育論叢
創刊号 (2014 年度) 2015 年 3 月発行

大学生の科学的基礎知識と高等学校での理科や数学の 履修状況との関係

鶴崎健一 地主弘幸

大学生の科学的基礎知識と高等学校での理科や数学 の履修状況との関係

鶴崎健一* 地主弘幸**

Relation between the Basic Literacy of Science in University Students and Their Learning Situation
of Natural Science or Mathematics in High School

Ken-ichi TSURUSAKI* Hiroyuki JINUSHI**

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the degree of basic literacy of science in university students. The result of the ability test in the basic literacy of science showed that the degree of understanding of the students in the departments of science and engineering were high compared to those in the departments of humanities. Furthermore, it was shown that the degree of understanding in science had a high correlation to the learning situation of mathematics as well as that of science at high school level. The learning situations of science and mathematics in high school were also related to the degree of understanding in physics and chemistry, but not in biology and earth sciences. These factors show that continuous learning is also important to science literacy.

キーワード：科学教育、理科、数学、履修状況

1. はじめに

近年、大学においては実質的に全入時代を迎え、入学試験の多様化なども原因と思われる学生間の学力の差の拡大に苦慮する状況にある¹⁾。特に、私立の大学において、AO入試や推薦入試での入学者の学力が低い傾向がみられるという²⁾。筆者らの所属する大学においても同様の問題を抱えている。中央教育審議会大学分科会第120回の答申(案)³⁾などにもあるように、入学試験改革とともに学力保証の重要性が叫ばれるようになり、卒業要件の厳格化する方向が打ち出された⁴⁾。このため、今後、大学教育において、専門科目はもちろんのこと、共通基礎科目や補習教育の充実を図る必要がある。

学力保証を考える際、語学、数学、情報の教育については、高等学校までの積み重ねの上であり、学力の評価についてもある程度の基準を作りやすい。また、目標値の設定も比較的容易に行うことができる。例えば、英語においてTOEICの点数を基準にするなどである。一方、人文科学系・社会科学系の科目は、内容によっては高等学校までの知識が不十分であっても、必ずしも積み上げの必要がなく、最低限の日本語の読解力があれば、大学での教育で学力の保証が可能と思われる。

しかしながら、物理や化学など理科系科目については、数学と同様に、知識の積み重ねがなければ、新規に学修する内容を十分に理解できない場合が多いと思われる。つまり、高等学校までに学修して

*大学教育センター准教授 **大学教育センター准教授

いない科目について、いきなり大学で学修することは難しいということになる。ところで、私立大学においては、理系学部であっても、幅広く学生を募集する目的で、高等学校で履修できる理科の中で専門性の高い理科Ⅱ（物理Ⅱ・化学Ⅱ・生物Ⅱ・地学Ⅱ、平成 26 年度大学入学生まで）が入試の範囲に含まれていない場合があった。このことによって、学生にとって大学での教育内容への対応において始めから差があることになると思われるが、その状況は必ずしもはっきりと分かっていない。

そこで、本研究では、すべての学生が学修してきたと思われる高等学校 1 年生程度（理科基礎、理科総合 A、理科総合 B 程度）までの理科全般について、どの程度の知識を持ち、その知識と学生が高等学校までに学修してきた科目との間に相関があるかについて調べた。

2. 調査方法

平成 24 年 9 月に、福山大学の初年次生を主対象とした教養教育科目「物理現象の基礎」と「人体のしくみ」の受講者に対して、高等学校における数学と理科の科目の履修状況および科学的基礎知識の調査を実施し、学生 323 名（留学生 11 名は除く）より回答を得た。問題は、高等学校 1 年生程度までに学修していると考えられる範囲で、物理、化学、生物学、地学の各分野を出来るだけ網羅するように作成した。問題数は、選択問題 15 問、記述式 5 問の計 20 問である。問題の一部を表に示す。

表 科学的知識調査で出題した問題（一部を抜粋）

- ・次の a ~ d の文章の中で正しいものを選んでください。
 - a. ブラックホールは惑星の一つである。
 - b. 太陽の中心では原子核融合が起きている。
 - c. 全ての惑星は岩石や金属などの固体でできている。
 - d. 月は、地球を回る惑星である。
- ・次の a ~ d の文章の中で正しいものを選んでください。
 - a. 植物の細胞の外には細胞壁がある。
 - b. 核には、たんぱく質は存在しない。
 - c. ミトコンドリアは光合成に関わっている。
 - d. 動物細胞では液胞が発達している。
- ・次の a ~ d の文章の中で正しいものを選んでください。
 - a. 酸性とは、水素イオンが少ない状態である。
 - b. 人の体はアルカリ性である。
 - c. 水酸化ナトリウムを水に溶かすと、アルカリ性になる。
 - d. 酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜると必ず中性になる。
- ・ $2\ \Omega$ の電気抵抗の両端に $8\ \text{V}$ の電圧をかけたとき、この電気抵抗に流れる電流はいくらですか。次の (a) ~ (e) から選んでください。
(a) $0.25\ \text{A}$ (b) $4\ \text{A}$ (c) $6\ \text{A}$ (d) $10\ \text{A}$ (e) $16\ \text{A}$
- ・水分子 $1\ \text{mol}$ (モル) に含まれる水素原子は、何 mol ですか。次の (a) ~ (e) から選んでください。
(a) $0.5\ \text{mol}$ (b) $1\ \text{mol}$ (c) $2\ \text{mol}$ (d) $3\ \text{mol}$ (e) $4\ \text{mol}$
- ・周期律表の元素番号 1~10 の物質を順に書いてください（元素記号で良いです）。
- ・太陽系の惑星を太陽に近い方から順に書いてください。
- ・アリの絵を描いてください。

3. 結果と考察

(1) 回答学生の学部学科および学年別の割合、正答率

本調査への回答者は、福山大学のすべての学部学科に及び、学年別の割合は、1 年次生 75.2%、2 年次生 21.4%、3 年次生 3.1%、4 年次生 0.3%であった。また、文系学部（経済学部・人間文化学部）

と理系学部（工学部・生命工学部・薬学部）との受講生の比率は、それぞれ 45.5%と 55.5%であり、若干、理系学部が多かった。この結果は、必ずしも文系学部の学生が自然科学に関係する分野を敬遠している訳では無いことを示していると思われる。

また、各問題に難易度などを考えた重み付けはせず、単純に正答率を求めると、全体平均は 41.6%であった。その正答率の分布を図 1 に示す。若干の凹凸は見られるが、正規分布に近い結果が得られた。

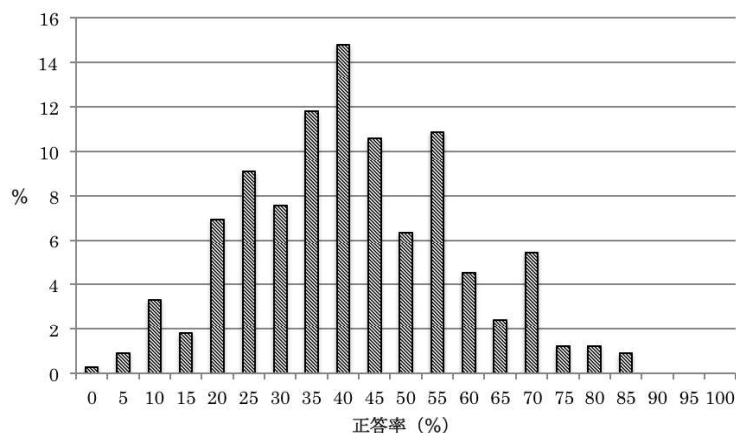


図 1 調査対象者における正答率の分布

縦軸は、全調査対象者に対する割合 (%) を示している。

(2) 理系学部の学生と文系学部の学生との比較

理系学部と文系学部の学生間で正答率を比較すると、理系学部の正答率が 15 ポイント以上高く有意に差 ($p > 0.001$) があつた (図 2)。これは、理系学部を専攻した学生は、文系学部の学生に比べて理科への興味関心が高く、科学の知識が定着していることを示している。

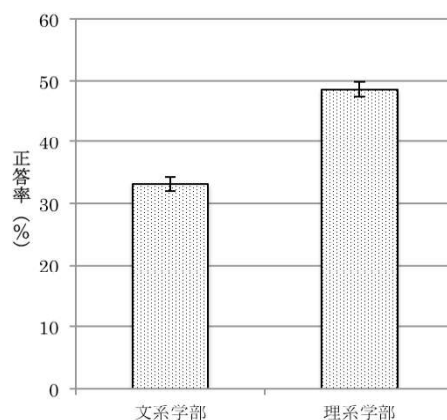


図 2 文系学部と理系学部の正答率の比較

文系学部：経済学部・人間文化学部
理系学部：工学部・生命工学部・薬学部

(3) 理科の履修状況と正答率の関係

文系学部、理系学部に関係なく、高等学校での理科 II (物理 II・化学 II・生物 II・地学 II のどれか) を受講していた学生の正答率は、受講していない学生より約 13 ポイント高く、有意に差 ($p > 0.001$) があつた (図 3)。これは、高等学校時代の履修状況が理科の知識に影響していることを示している。しか

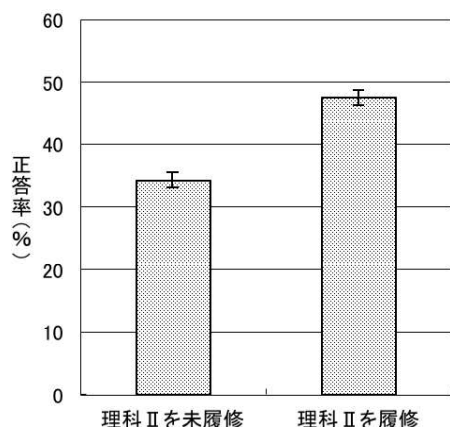


図 3 理科 II の未履修者と履修者の正答率の比較

理科 II を未履修：物理 II・化学 II・生物 II・地学 II を履修していない学生、理科 II を履修：物理 II・化学 II・生物 II・地学 II を 1 科目以上履修した学生

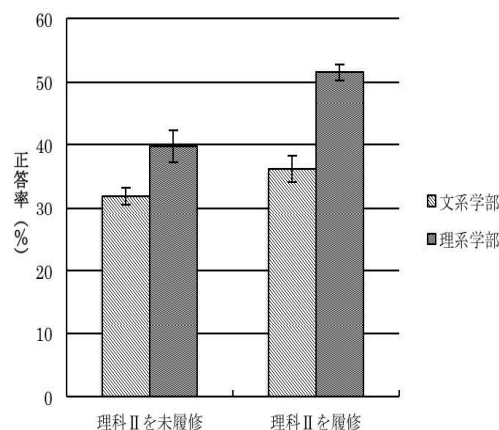


図 4 文系学部と理系学部における理科 II の未履修者と履修者の正答率の比較

理科 II を未履修：物理 II・化学 II・生物 II・地学 II を履修していない学生、理科 II を履修：物理 II・化学 II・生物 II・地学 II を 1 科目以上履修した学生

しながら、理科Ⅱを未履修であっても、理系学部学生の正答率は、文系学部学生に比べ有意に高かった ($p>0.005$) (図4)。また、文系学部学生は、理科Ⅱを履修していても、理科Ⅱを履修していない学生との差はほとんどなかった ($p>0.1$)。ところが、理系学部学生については、理科Ⅱを履修していた学生に比べ、理科Ⅱを履修していない学生の正答率は10ポイント以上低く有意に差 ($p>0.001$) がある結果となった。このことは、大学において科学に関する授業を受講する際に、理科Ⅱを履修していない理系学部学生は、理科Ⅱを履修した学生に対して、大きく出遅れている可能性があることを示している。

(4) 数学の履修状況と正答率の関係

文系と理系の違いには理科の履修状況だけではなく、数学の履修状況も影響する可能性がある。そこで、数学の履修状況をもとに比較すると、高等学校で数学Ⅲを受講していた学生の正答率は、それらを受講していない学生に比べて有意に高かった ($p>0.001$) (図5)。また、数学Ⅲの履修者は数学Ⅱまでの履修者に比べ12ポイント、数学Ⅱまでの履修者は数学Ⅰまでの履修者に比べ8ポイント高く、ともに有意に差 (どちらも $p>0.001$) があり、数学の履修状況と理科の正答率に相関関係にあることが分かった。この傾向は、文系学部、理系学部とも同様であった (図6)。また、いずれの履修状況においても、理系学部学生の正答率が高いという結果となった。なお、同様の結果は、数学A・数学B・数学Cの履修状況においてもみられたが、数学Ⅰ・数学Ⅱ・数学Ⅲの履修状況とほぼ重複しているため、数学Ⅰ～Ⅲのデータのみを示す。この結果は、科学の知識と数学の学修が密接に関連していることを示している。

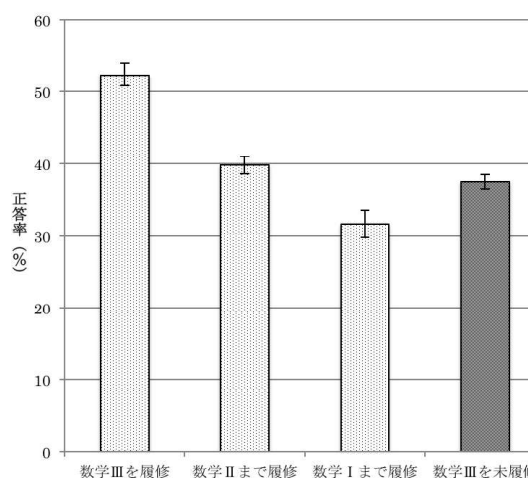


図5 数学の履修状況における正答率の比較

数学Ⅲを履修：数学Ⅰ～Ⅲをすべて履修した学生、
数学Ⅱまで履修：数学ⅠとⅡを履修した学生、
数学Ⅰまで履修：数学Ⅰのみ履修した学生、
数学Ⅲを未履修：数学Ⅱまで履修と数学Ⅰまで履修の学生を合算。

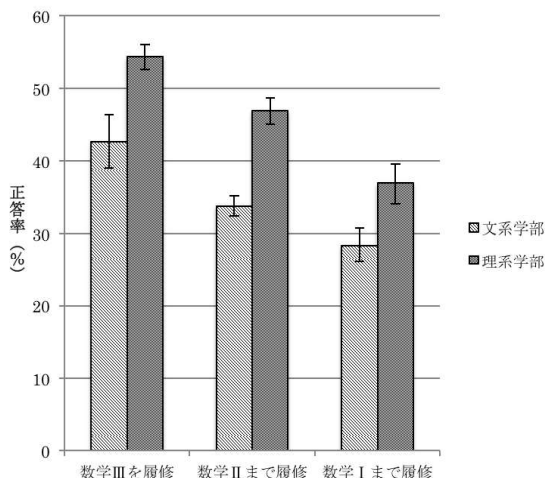


図6 文系学部と理系学部での数学の履修状況における正答率の比較

数学Ⅲを履修：数学Ⅰ～Ⅲをすべて履修した学生、
数学Ⅱまで履修：数学ⅠとⅡを履修した学生、
数学Ⅰまで履修：数学Ⅰのみ履修した学生、
数学Ⅲを未履修：数学Ⅱまで履修と数学Ⅰまで履修の学生を合算。

(5) 理科および数学の履修状況と理科の科目別の正答率の関係

調査対象者全員の理科の科目別 (物理、化学、生物学、地学) での正答率は、ほぼ40%程度であった (図7)。標準誤差が大きいのは、問題によって正答率が大きく異なることが影響している (最低平均正答率 13.6%、最高平均正答率 69.7%)。次に、理系学部と文系学部学生とで比較すると、物理と化学において、明らかに理系学部のほうの正答率が高かった (物理 $P>0.1$ 、化学 $P>0.05$) (図8)。その他の科目についても、理系学部の正答率が高い傾向を示した。同じような傾向は、理科の履修状況においても (図9)、数学の履修状況においても (図10) 見られた。調査対象者全員の理科の科目

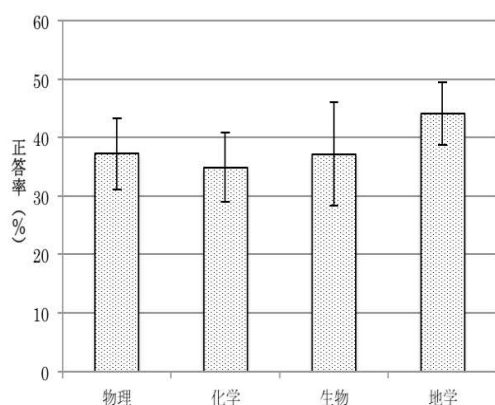


図7 科目別の正答率

科学的基礎知識の調査の問題20問を、物理、化学、生物、地学それぞれに関連づけた場合の正答率を示す。なお、すべての科目について同じ問題数ではない(物理6問、化学8問、生物6問、地学5問)。また、単位や分子構造など物理と化学のどちらでも扱う内容については、重複して集計した。

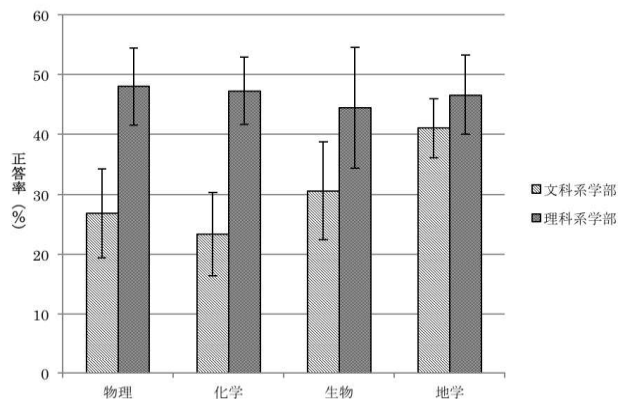


図8 文系学部と理系学部の科目別の正答率

科学的基礎知識の調査の問題20問を、物理、化学、生物、地学それぞれに関連づけた場合の正答率を示す。なお、すべての科目について同じ問題数ではない(物理6問、化学8問、生物6問、地学5問)。また、単位や分子構造など物理と化学のどちらでも扱う内容については、重複して集計した。

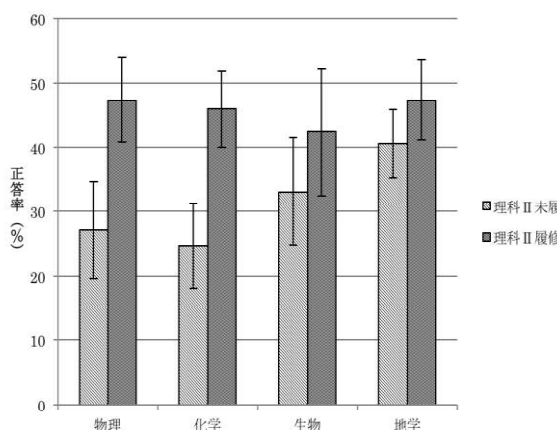


図9 理科II履修者と未履修者の科目別の正答率

科学的基礎知識の調査の問題20問を、物理、化学、生物、地学それぞれに関連づけた場合の正答率を示す。なお、すべての科目について同じ問題数ではない(物理6問、化学8問、生物6問、地学5問)。また、単位や分子構造など物理と化学のどちらでも扱う内容については、重複して集計した。

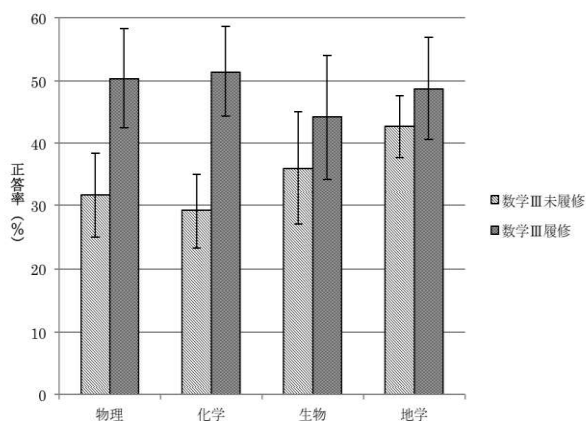


図10 数学III履修者と未履修の科目別の正答率

科学的基礎知識の調査の問題20問を、物理、化学、生物、地学それぞれに関連づけた場合の正答率を示す。なお、すべての科目について同じ問題数ではない(物理6問、化学8問、生物6問、地学5問)。また、単位や分子構造など物理と化学のどちらでも扱う内容については、重複して集計した。

別(物理、化学、生物学、地学)での正答率は、ほぼ40%程度であった(図7)。標準誤差が大きいのは、問題によって正答率が大きく異なることが影響している(最低平均正答率13.6%、最高平均正答率69.7%)。次に、理系学部と文系学部の学生とで比較すると、物理と化学において、明らかに理系学部のほうの正答率が高かった(物理 $P>0.1$ 、化学 $P>0.05$) (図8)。その他の科目についても、理系学部の正答率が高い傾向を示した。同じような傾向は、理科の履修状況においても(図9)、数学の履修状況においても(図10)見られた。このことは、物理や化学の学力においては、特に履修状況が大きく影響していることを示している。つまり、理系科目を継続的に学修することが学力に大きな影響を与えていると考えられる。

ところが、生物や地学においては、学部間や、理科あるいは数学の履修状況による差は小さかった。これらの科目は、理論的な思考を必要とする側面よりも、記憶に頼る側面が物理や化学に比べて高い科目と思われる。特に、地学については、いわゆる理系の学生と文系の学生との間で、正答率に大き

な差はみられなかった。地学を継続的に履修していた学生は、地学Ⅰを履修したと答えた学生 3.4%、地学Ⅱを履修したと答えた学生 0.3%でごく少数であった。また、彼らの地学の正答率は $41.8 \pm 7.4\%$ であり、高等学校で地学を履修していない学生と差はなかった。これらのことから、理系、文系の学生とも、高等学校の初年次以降は、地学をほとんど学修する機会がないことが正答率に大きな差が見られない原因の一つと思われる。

4. まとめ

今回の調査結果から、理科について全学生が必ず学修してきたと思われる内容についても、文系学部の学生に比べ、理系学部の学生の正答率が高いことが分かった。また、理系、文系の学生に関わらず、高等学校で理科Ⅱを履修していた学生は、履修していない学生に比べて、正答率が高いことも分かった。高等学校での理科の履修状況が理科の知識に大きく影響することは、当然、想像されるが、その通りの結果となった。このことは、科学に対する興味関心や高等学校での理科の継続的な学修が寄与していると思われる。なお、この調査は、初年次生においても入学後約半年後に行われたため、理系学部の学生については、高等学校で理科Ⅰまでしか履修していない学生でも、それぞれの学部の授業などを通じて知識を向上させる機会があったと思われるが、理科Ⅱを履修した学生との差が歴然としていたということは、継続的な学修が如何に重要であることを示していると思われる。

今回の結果で興味深いことは、今回の調査の正答率が、高等学校での理科の履修状況だけではなく、数学の履修状況とも強い相関が見られたことである。数学Ⅰよりも数学Ⅱ、数学Ⅱよりも数学Ⅲを履修した経験のある学生の正答率が有意に高かった。このことは、学生の理科の知識量を推定する際に、理科についての試験を行わなくても、数学の履修状況をもとにある程度推測できる可能性を示している。

また、この調査においても一つ興味深いことは、地学における正答率が、他の科目、特に物理と化学に比べて、理系と文系の学生の間で差が小さかったことである。初年次生においては、入学後約半年後に行われていたため、理系学部の学生は、それぞれの学部での学修で、物理、化学、生物学などは継続的に学修しても、地学については、学修する機会がなかったことが一因かもしれない。つまり、学生の興味関心の問題や受験科目の問題も当然考えなければならないのであるが、継続的な学修を行わなければ、理系学部と文系学部の学生の間でさえも、知識量に差が無くなることを示していると思われる。

なお、地学分野に学生が興味をもっていない訳では無い。この調査では、サイエンスについて興味のあることについての自由に記述する項目を設けていたが、そこに記述した学生のうち 30.3%が宇宙、天気、鉱物など地学分野に興味があると記入していた。特に、そのうちの 77.1%の学生が宇宙に関することに興味があると記述していた。このことは、学生の知的興味を満たすことが大学の使命の一つであるとすれば、教養教育の充実に寄与する重要な観点であると同時に、高等学校までの教育で見落とされてきたことなのかもしれない。

この調査は、学習指導要領変更前の時点で行なわれたものであるため、学生の知識の程度を測る指標づくりに応用する目的では、平成 27 年度入学生以降には、直接的には利用できないと思われる。特に、新しい指導要領では、理系科目の重視がポイントの一つであり、今回と同じ内容の問題に対しての正答率が高まることが期待される。しかしながら、大学入試センター試験などの受験科目をみると、理科の知識を総合的に問う科目が無くなっている。今回の地学の結果から、理系の学生であっても継続的な学修が行われなければ、知識の定着が難しいことを考えると、大学入試に関係のない科目を軽視する傾向が強まり、ますます学生の知識が偏る傾向が強まるのではないかとと思われる。また、地学に関わる知識を得たいと思う学生が 3割いるにも関わらず、その興味関心とのギャップが生まれ、理科に関する関心が低下するのではないかとと思われる。

大学教育において、専門性の充実は重要な課題であるが、学生の知的興味を満たすことも、特に教養教育においては大切な要素と思われる。学生に迎合する必要は無いが、さまざまな角度から学生の興味関心のある分野や内容を見いだし、授業に取り入れることで、学生の学力向上に寄与できると思う。

(本研究は、平成 24 年度福山大学教育振興助成金を利用して行なわれた。)

参考文献

- 1) 佐藤 美津子 大学入試の多様化と学力格差 — 4 年制私立大学を中心にして — 多摩大学グローバルスタディーズ学部 Vol.3, p81-92, 2011.3
- 2) 株式会社ライセンスアカデミー 進路情報研究センター 2015 年度入学者選抜・試験対策 AO入試・公募制推薦入試動向調査資料 2014.5
- 3) 中央教育審議会大学分科会 第 120 回配布資料 資料 6 2014.12.16
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/gijiroku/1354156.htm
- 4) 大学:卒業要件厳格化へ… 15 年度に省令改正 文科省方針 毎日新聞 2015.1.14