韓国高等学校数学教育の現状〜韓国学校訪問して

植松寛喜　H.Uematsu*

2014.11.29

1　はじめに

日本の理系離れが叫ばれて久しいが、OECD 調査 (PISA) や IEA 調査 (TIMSS) の国際調査結果を比較すると日本は PISA の数学的リテラシー 2000 年はトップであったものの 03 年６位、06 年 10 位、09 年９位、12 年７位に対して、韓国はそれぞれ２位、３位、４位、４位、５位と上位グループに属している。TIMSS は日本が 95 年３位、99 年５位、03 年５位、07 年５位、11 年５位に対し、韓国はそれぞれ２位、２位、２位、２位、１位と上位を維持している。韓国は国際調査結果の上位を維持するため、教育課程の改正を重ね、常に見直しを図っている。今回、韓国の高等学校を訪れる機会を得たので、韓国高等学校の状況や数学教育の現状について報告する。

2　韓国素明女子高等学校訪問

韓国素明女子高等学校との交流は羽幌町国際交流協会が設立されたのを機に平成 11 年から始まり、その記念事業として韓国素明女子高等学校の生徒を短期留学で受け入れ、翌年には羽幌高校から韓国へ短期留学として訪問し、一年おきに訪問を繰り返し現在に至っている。今年度、羽幌高校が韓国へ 9 月 15 日から 8 日間、訪問した。学校のある富川市はソウル市と仁川市の中間に位置し人口 89 万の都市である。韓国素明女子高等学校は私学の中高一貫高校の進学校で高等部は学年１３クラスあり、生徒数は３学年全体で 1246 名の大規模な学校である。

3　韓国の教育制度と高等学校

韓国の教育制度は日本と同様に小学校（初等学校）６年、中学校３年、高等学校３年、大学４年である。中学校までは９年間の義務教育で，高校進学率は 90 %を超えている。1984 年に義務教育が６年から９年延長され、その後、無償の義務教育が段階的に導入され、2004 年に中学校は無償で完全義務教育化された。全国の小学校のほとんどが公立で、中学校は公立と私立の比率は 3:1 である。高等学校は一般校、科学や外国語などの特殊目的高校、職業教育の特性化高校と多様化しており、全国には 2300 近くの高等学校がある。一般校とそれ以外の高校の割合は約 3:2、公立と私立の割合は約 6:5 となっている。1960 年代、教育が広く普及してから、大学受験競争が加熱し、高校への進学者も増大し、普通高校の序列化が進んだ。そこで加熱した状況を緩和するために、1974 年に都市部で高校平準化政策を導入した。これは公立、私立の一般校を学区に分け、共通の高校入学試験の合格点を基準に抽選で合格者を機械的に割り振るものであった。この結果、高校の格差が無くなり均質が図られたものの高校進学率は導入前の 75 %から 90 %と大幅に上昇した。当然、高校卒業者も増加し、1990 年代に 100 校近くの専門学校を大学に昇格させ大学の入学者定員を増やした。現在、韓国の大学進学率は 70 %を超えている。

4　数学教育課程と履修状況

高校１年は「数学」が必修科目で、２年で「数学 I」が必修科目、２、３年では「数学 II」「微積分と基礎統計」「積分と統計」「幾何とベクトル」の各科目から選択する。教育課程の単位数は前期・後期で週当たりの時間数で構成された教育課程表となっている。標準の単位数は「数学」が８単位でそれ以外の科目は６単位となっている。標準単位に関係なく学校が独自に編成することが可能である。理系は「数学」、「数学 I」、「数学 II」、「積分と統計」、「幾何とベクトル」を履修する。大学修学能力試験の数学領域の出題範囲だけでなく大学進学において必須の科目であるため、２年、３年の生徒の負担は大きい。文系は「数学」、「数学 I」、「微積分と統計基本」を履修する。文系でも微積分と統計を全員に履修させているのが特徴である。表１は訪問した素明女子高等学校の数学の履修状況である。２年、３年の上段が文系、下段が理系である。表２、表３は普通高校の標準的な教育課程である。３年生は大学修学能力試験の予備練習のための授業内容となっている。教科書は以前と比較してページ数が減り、挿絵もカラフルで具体的な導入の説明で分かりやすい。訪問した素明女子高では教科書の内容を理解するのが困難な生徒は放課後の自習時間に質問して理解しているとのことであった。自習時間は７時間目の授業の後、10 時間目まで時間割に設定されている。

*北海道羽幌高等学校 Hokkaido Haboro Highschool

表１：素明女子高等学校

学年	科目	前期	後期
１年	数学, 数学 I	4	4
２年	数学 I, 微積分と統計基本	5	5
	数学 I, 数学 II	6	6
３年	数学演習	3	3
	積分と統計, 幾何とベクトル	6	6

表２：公立高等学校普通科理系

学年	科目	前期	後期
１年	数学	4	4
２年	数学 I	5	
	数学 II	2	2
	幾何とベクトル		5
３年	積分と統計	5	
	理系数学		5

表３：公立高等学校普通科文系

学年	科目	前期	後期
１年	数学	4	4
２年	数学 I	4	
	微積分と統計基本		4
３年	微積分と統計基本	2	
	文系数学	2	4

5　数学の科目構成

現在の教育課程は 2007 年に改正されたもので、科目「離散数学」（内容：選択と配列、グラフ、アルゴリズム、意志決定と最適化）が無くなった。科目の内容は次のとおりである。他に専門系高校で履修する「数学の活用」がある。

5.1　数学

集合と命題	集合、命題
数と体	実数、複素数
式の計算	多項式とその演算、展開と式の整理、因数分解と除法、分数式、有理式と無理式
方程式と不等式	二次方程式、色々な方程式、二次不等式と絶対不等式, 図形の方程式 平面座標、直線の方程式、円の方程式、図形の移動、不等式の領域
関数	関数、二次関数の活用、有理関数と無理関数
三角関数	三角関数、三角関数のグラフ、三角形と応用
順列と組合せ	場合の数, 順列と組合せ、分割と分配

5.2　数学 I

指数関数と対数関数	指数、指数関数とそのグラフ、対数、対数関数とそのグラフ
数列	等差数列と等比数列、いろいろな数列、数学的帰納法とアルゴリズム
数列の極限	無限数列の極限、無限級数

5.3　微積分と統計基本

関数の極限と連続	関数の極限、関数の連続
多項関数の微分法	微分係数と導函数、導函数の活用
多項関数の積分法	不定積分と定積分、定積分の活用
確率	組合せ、確率の意味と活用、条件付き確率
統計	確率分布、統計的推定

5.4　数学 II

方程式と不等式	方程式、不等式
三角関数	三角関数と三角方程式
関数の極限と連続	関数の極限、いろいろな関数の極限、関数の連続
微分法	微分係数と導関数、いろいろな関数の微分法、導関数の活用

5.5　積分と統計

積分法	不定積分、定積分、定積分の活用
順列と組合せ	順列、組合せと二項定理
確率	確率の意味と活用、条件付き確率
統計	確率分布、統計的推定

5.6　幾何とベクトル

一次変換と行列	一次変換、一次変換の合成と逆変換
二次曲線	放物線、楕円、双曲線
ベクトル	ベクトルとその演算、ベクトルの内積、直線と平面の方程式

6　大学修学能力試験と数学領域

大学修学能力試験は、1994 年から実施されている大学共通の入学試験で、通称「修能（スヌン）」と呼ばれる。AO などの推薦入試を除き、国公立・私立を問わず４年制大学の志願者全員がこの試験を受けなければならない。毎年 11 月の第 3 週の木曜日に１日で実施され、追試はない。国語、数学、英語の３領域が必須の他、社会/科学/職業探求、第 2 外国語/漢文領域からそれぞれ選択して受験する。国語、数学、英語は A 型、B 型のレベル別に問題がある。理系の大学は数学は B 型を指定している。問題は全部で 30 題あり、マークシート式の選択問題と記述問題があり、試験時間は 1 時間 40 分である。記述問題が設定されているのが我が国と異なる点である。配点は問題別に 2 点、3 点、4 点で 100 点満点となっている。 出題範囲は数学 A 型が数学　、微積分と統計基本、数学 B 型が数学　、数学　、積分と統計、幾何とベクトルとなっている。

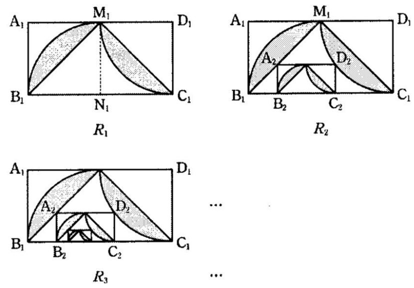
6.1　2014 数学の問題例

1. 数列 $\{a_n\}$ について、
   $a_1 = 10,\ (a_{n+1})^n = 10(a_n)^{n+1}(n \geq 1)$
   が成立するとき、a_nを次の方法で求める。

   両辺, 底 10 の対数をとると
   $n \log a_{n+1} = (n+1)\log a_n + 1$
   $\dfrac{\log a_{n+1}}{n+1} = \dfrac{\log a_n}{n} + f(n)$
   $b_n = \dfrac{\log a_n}{n}$ とおくと、$b_{n+1} = b_n + f(n)$
   $b_n = g(n)$ とおくと $a_n = 10^{ng(n)}$

   このとき、$\dfrac{g(10)}{f(4)}$ の値を求めよ。

2. 長方形 $A_1B_1C_1D_1$において$\overline{A_1B_1} = 1, \overline{A_1D_1} = 2,$
   A_1D_1, B_1C_1の中点をそれぞれ M_1, N_1する。
   このとき、$\overline{B_1N_1}$を半径とする円弧 B_1M_1と$\overline{B_1M_1}$
   でできる図形と$\overline{C_1D_1}$を半径とする円弧 C_1M_1と
   $\overline{C_1M_1}$でできる図形の面積の和を R_1とする。
   次に M_1B_1上に A_2、弧 M_1C_1上に D_2を$\overline{A_2B_2}$: $\overline{A_2D_2} = 1 : 2$ となるようにとる。
   そのとき、同じようにできる図形の面積の和を R_2 とする。これを n 回繰り返し R_nとするとその和を S_n とするとき、$\lim\limits_{n \to \infty} S_n$を求めよ。



3. 自然数に対して次のように $f(n)$ を定める。
   $$f(n) = \begin{cases} \log_3 n & (n \text{ は正の奇数}) \\ \log_2 n & (n \text{ は正の偶数}) \end{cases}$$
   このとき、数列 $\{a_n\}$ について、$a_n = f(6^n) - f(3^n)$ とおくとき、$\displaystyle\sum_{n=1}^{15} a_n$ の値を求めよ。

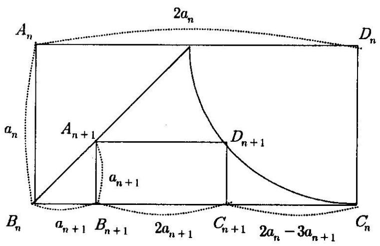
4. 前問と同じく $f(n)$ を定める。
   m, n を２０以下の自然数とする。
   $f(mn) = f(m) + f(n)$ が成り立つとき、
   (m, n) のとり方は全部で何通りあるか答えよ 。

6.2　解　答

1. 解答:
   数列 $\{a_n\}$ について、
   $a_1 = 10$、$(a_{n+1})^n = 10(a_n)^{n+1}(n \geq 1)$
   両辺、底 10 の対数をとると
   $n \log a_{n+1} = (n+1)\log a_n + 1$
   $\dfrac{\log a_{n+1}}{n+1} = \dfrac{\log a_n}{n} + \dfrac{1}{n(n+1)}$
   $b_n = \dfrac{\log a_n}{n}$ とおくと、
   $b_{n+1} = b_n + \dfrac{1}{n(n+1)}$ 、$b_1 = 1$
   $b_n = b_1 + \displaystyle\sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{n(n+1)}$
   $= b_1 + \displaystyle\sum_{k=1}^{n-1} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n(n+1)} \right)$
   $= b_1 + \left(\dfrac{1}{1} - \dfrac{1}{2}\right) + \left(\dfrac{1}{2} - \dfrac{1}{3}\right) \cdots + \left(\dfrac{1}{n-1} - \dfrac{1}{n}\right)$
   $= 2 - \dfrac{1}{n}$
   $\log a_n = ng(n)$
   $a_n = 10^{ng(n)}$
   $\quad = 10^{2n-1}$
   $f(n) = \dfrac{1}{n(n+1)}, g(n) = 2 - \dfrac{1}{n}$
   $\dfrac{g(10)}{f(4)} = (2 - \dfrac{1}{10}) \cdot 20 = 38 \cdots$（答）

2. 解答:

長方形 $A_nB_nC_nD_n$において



$\overline{A_nB_n} = a_n$、$\overline{A_nD_n} = 2a_n$

$A_{n+1}D_{n+1}, B_{n+1}C_{n+1}$において

$\overline{A_{n+1}B_{n+1}} = a_{n+1}$、$\overline{A_{n+1}D_{n+1}} = 2a_{n+1}$

$\overline{C_{n+1}C_n} = 2a_n - 3a_{n+1}$

$\overline{D_{n+1}D_n}^2 = (2a_n - 3a_{n+1})^2 + (a_n - a_{n+1})^2$

$\overline{D_{n+1}D_n}^2 = a_n^2$より

$(2a_n - 3a_{n+1})^2 + (a_n - a_{n+1})^2 = a_n^2$

$5a_{n+1}^2 - 7a_{n+1}a_n + 2a_n^2 = 0$

$(5a_{n+1} - 2a_n)(a_{n+1} - a_n) = 0$

$a_{n+1} \neq a_n$ から $a_{n+1} = \frac{2}{5}a_n$

よって、面積比は$\frac{4}{25}$ だから

$S_1 = 2(\frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}) = \frac{\pi}{2} - 1$

$\lim_{n\to\infty} S_n = \frac{\frac{\pi}{2} - 1}{1 - \frac{4}{25}} = \frac{25}{21}(\frac{\pi}{2} - 1) \cdots$ (答)

3. 解答:

$a_n = f(6^n) - f(3^n)$

$= \log_2 6^n - \log_3 3^n$

$= n(1 + \log_2 3) - n$

$= n(\log_2 3)$

$\sum_{n=1}^{15} a_n = \sum_{n=1}^{15} n(\log_2 3)$

$= (\log_2 3) \times \frac{15 \cdot 16}{2}$

$= 120 \log_2 3 \cdots$ (答)

4. 解答:

(i) m, n が奇数のとき、mn は奇数だから

$f(mn) = \log_3 mn = \log_3 m + \log_3 n$

$= f(m) + f(n)$

(m, n) のとり方は $10 \times 10 = 100$

(ii) m, n が偶数のとき、mn は偶数だから

$f(mn) = \log_2 mn = \log_2 m + \log_2 n$

$= f(m) + f(n)$

(m, n) のとり方は $10 \times 10 = 100$

(iii) m が奇数のとき、n が偶数のとき、mn は偶数だから,

$f(mn) = \log_2 mn = \log_2 m + \log_2 n$

$f(m) + f(n) = \log_3 m + \log_2 n$

よって, $\log_2 m = \log_3 m$から

$m = 1$ (m, n) のとり方は $1 \times 10 = 10$

m が偶数のとき、n が奇数のとき、mn は偶数だから,

$f(mn) = \log_2 mn = \log_2 m + \log_2 n$

$f(m) + f(n) = \log_2 m + \log_3 n$

よって, $\log_2 n = \log_3 n$から

$n = 1$ (m, n) のとり方は $10 \times 1 = 10$

(i)(ii)(iii)より 100+100+20=220 $\cdots$ (答)

6.3 おわりに

過去の韓国の教育課程をみると我が国より４、５年遅れて改訂してきた経緯がある。しかも改訂主旨はほとんど類似していたが、1977 年、我が国が「ゆとりと充実」を打ち出してからは、韓国は「基礎基本の重視」、「数学的活動の重視」、「問題解決学習」、そして現在の「多様化対応」とここ数年、矢継ぎ早やに独自路線で数学教育を進めてきた。次の改正が科目名の変更や単位数の増減などすでに出されている。この柔軟で素早い対応により、内なる課題を解決しながらグローバル社会に対応できる人材の育成をめざし、国際的学力を付けさせている。我が国も急速に変化する国際社会に十分対応できる教育課程により知識伝達だけでなく、課題を数学的に解決できる力の育成に努めることが必要なのは言うまでもない。韓国高等学校の教育課程や大学修学能力試験の数学問題から韓国数学教育の現状を考察してきた。数年後、センター試験が廃止され学習到達度を測る新共通試験「達成度テスト」に移行する見通しだが、大学入学試験が高校に与える影響も大きく、この新たなテストの導入により高校の数学教育がどうあるべきか考える重要な時期にきている。