

家政数学導入の試み

尾崎 康弘*・高橋 信進*・花田 玲子*

The trial introduction of Mathematics in Domestic Science

Yasuhiro OZAKI*・Nobuyuki TAKAHASHI*・Reiko HANADA*

Key words : 測定値 a measured value
濃度計算 concentration computation
確率論 probability theory
データの分析 data analysis

1 はじめに

近年の家政学は、理系に属するといえる状況にある。家政系の大学では栄養士養成に携わっている大学は少なくない。特に、管理栄養士のコアカリキュラムでは、生物、化学、数学、統計を基礎教育科目として習得することを望んでいる。この事からも家政学を学ぶ上で数学は重要な役割を果たしている。

しかし、本学学生の大半は、理系科目が苦手であり、しかも多様性に富んでいる。この多様性には、2面性がある。一つは、学力に関するものであり、もう一つは、学習意欲に関するものである。この両方とも問題であるが、学習意欲の方が重要であると思っている。

これらの学生に数学に関する基本的な事項を理解させるには、どのような教育方法が良いのであろうか。これは、本学はもとより、家政系大学での重要な課題である。我々は、この課題を常に検証し、改善を加えるものと認識し、研究に取り組んできた。

本学では、1年前期2単位の「数学」を共通教養科目の選択科目として開講している。この科目の主たる学習目的は、「家政学に関する専門分野の知識理解に必要な数学力育成」である。この学習目的達成のために、以下の手順で研究を進め、新教材作成を目標とする。ただし、当面は、栄養

士・管理栄養士の養成に関わる内容を中心とする。

- ①専門科目に必要な数学内容の調査
- ②調査の分析
- ③調査内容を加味した新教材作成

このレポートでは、教材作成の背景を述べるとともに、内容の一部を示し、その教育指導方法等について記した。

2 本学学生の実態と課題

(1) 学科構成

東北女子大学は、和洋裁女学校からスタートした家政学部を設置する4年制単科大学である。現在、家政学科40名と児童学科60名を定員とする小規模大学として、幼稚園教諭、小学校教諭、中・高家庭科教諭、保育士、栄養士などの養成を行っている。卒業後の進路としては、取得免許を生かした職場への就職が多い。

(2) 学生の実態

2010年10月に、アンケート方式により入学した学生に対し、数学に関する実態調査を行った。それによると家政学科1年次生(調査対象34名)のおおよその実態は次の通りである。

ア) 高等学校での数学の履修状況

高校での履修状況に関するアンケート調査結果を円グラフで示すと図1のようになる。この事より、以下のことが分かる。

*東北女子大学

- i) 数学をすべて履修した学生は、3%である。
- ii) 「数学Ⅰ・Ⅱ・A・B」を履修した学生は44%である。
- iii) 「数学Ⅰ」又は「数学Ⅰ・A」のみを履修した学生は41%である。

これらのことより、教材作成は、「数学Ⅰ」を基礎知識として取り組むことにした。

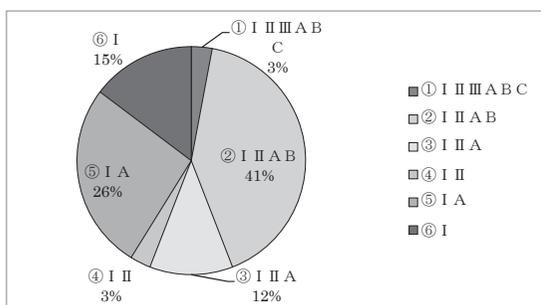


図1 高校での履修状況

イ) 数学の好き嫌い

数学の好き嫌いに関するアンケート調査結果を円グラフで示すと図2のようになる。この事より、以下のことが分かる。

- i) 好きと答えた学生は38%である。
- ii) 嫌いと答えた学生は27%である。

この結果からは、意外に嫌いと答えた学生が少くないことに気付いた。教育指導法によっては、教育効果を上げ得る状況にある。

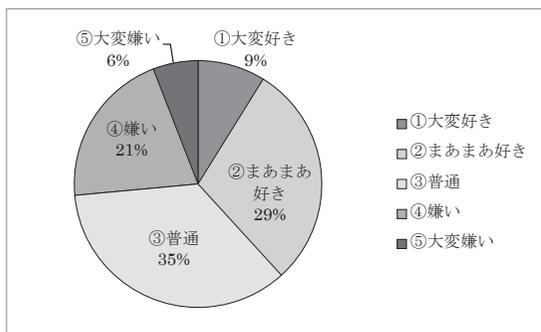


図2 数学の好き嫌い

ウ) 前期講義内容の理解度

講義内容の理解度に関するアンケート調査結果を円グラフで示すと図3のようになった。

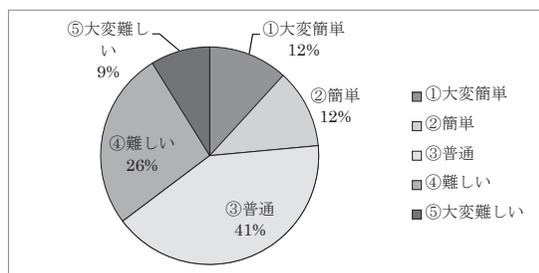


図3 講義の理解度

ここでの問題点は、簡単と答えた学生が24%で、難しいと答えた学生が35%であることである。これらの学生に対する教育指導方法の1つはグレード別クラス編成であろう。

(3) 数学指導の現状と課題

現在、家政学科では1学年前期に共通教養科目として一般的数学を選択履修させている。その内容は、リメディアル科目的な傾向を持っている。具体的な内容は、次の分野を中心としている。

- ① 方程式と不等式
- ② 2次関数
- ③ 図形と計量

これまでのリメディアル的な内容中心の授業を通して次のような課題が浮上している。

- ① 授業内容は、真に学生が必要とする数学力の向上に繋がっているか。
- ② より専門分野に密着した内容を指導すべきでないか。
- ③ 多様性に富む学生への教育指導方法として現在の指導方法は適切か。

これらの課題の解決策として、数学の指導内容を次のように改編することとした。

- ① 数学の内容として、より専門分野に密着した事項を取り上げる。
- ② 数学の水準は、「数学Ⅰ」履修者が理解できる内容で表現する。

3 専門科目で利用する数学的知識

我々は、この研究を実施するにあたり、以下の内容調査のために、専門科目担当教員に協力を頂き、アンケートにより意見調査をした。その結果は表1である。

- i) 専門科目で現在利用している数学内容
- ii) 専門科目で今後活用する予定の数学内容
- iii) 専門科目指導上必要な数学的知識

表1 専門科目担当教員からの要望

分野	数学的事項	取扱う専門科目
1 濃度計算	濃度の計算 廃棄率 吸光度 割合・構成比	食品学 調理学実習 栄養士基礎演習 生化学実験 情報機器の操作
2 データの整理	平均・分散等 相関関係 検定・因子分析 グラフの見方	家庭経済学 教育心理学 児童心理学実験 児童臨床心理学 給食計画・実務論
3 数と式	測定値の扱い BMIの計算 指数と対数	生化学実験 栄養指導論 公衆栄養学
4 確率	確率分布	栄養士基礎演習
5 その他	三角関数 ベクトル	家庭電気・機械 物理

4 教材「家政数学」の概要

調査事項等を踏まえ、統計学で学ぶ事柄を除き、基本的事項を中心とした教材「家政数学」を作成した。その詳細を以下に示す。

(1) 教材作成の方針

- ① 4年間の専門分野の学習の中で必要とされる数学的事項を、可能な限り盛り込む。
- ② 論理的思考を育成するため、必要な最小限の数学的事項を盛り込む。

(2) 教材の目次

教材の目次を図4に示すが、状況によって変更することがある。

第1章 数と式	
第1節	実数の計算
1	実数の体系
2	平方根の計算
第2節	整式の計算
第3節	測定値の計算
第2章 濃度計算	
第1節	割合と比
1	割合
2	比
第2節	濃度計算の基礎
1	溶液の濃度
2	溶液の混合
第3節	濃度計算の応用
1	栄養計算
2	正味重量
第3章 確率分布	
第1節	順列と組合せ
第2節	確率
第3節	確率の分布
第4章 データの分析	
第1節	データの整理
第2節	データの代表値
第3節	分布の散布度
第4節	データの相関

図4 教材の目次

(3) 留意した事項

- ① 高等学校で学習した科目「数学I」を基礎とし、この内容と関連付けて、専門分野で使用される数学的事項を配置した。
- ② 「第1章 数と式」では、基礎的な演算方法、平方根の計算に加えて、実験等で使用する測定値に関する知識を指導するために「測定値の計算」を設定した。
- ③ 「第2章 濃度計算」では、割合と比の概念

を正確に理解させた後、水溶液の塩分濃度の計算を取り上げた。さらに、これを利用した栄養価計算や正味重量の計算等専門科目に関係する問題を加えた。

- ④公衆栄養学等で取り扱う食事摂取基準では、各指標の概念図の表示に確率分布図が使用されている。このため、「第3章 確率分布」においては、確率の定義とその性質を正確に教育指導するとともに、確率分布図から確率論的判断ができるように学生を指導する。
- ⑤「第4章 データの分析」では、統計学等で使用する基礎的な計算能力を育成するとともに、Excel を利用できる能力の育成を図る。

5 教材の特徴的な事項

本教材における特徴的な事項の概要は、次の通りである。

(1) 測定値の計算

実験など実際の測定で得られた値には誤差が含まれている。誤差の影響を少なくするためには「有効数字」「丸め」等の概念を理解し、これを計算に生かすことが重要である。

ここでは、次の事項を中心とする。

①「有効数字」について

有効数字の定義、有効数字の誤差の範囲、表記法を主な内容とする。

②「丸めのルール」について

有効数字を丸める（四捨五入する）場合、JIS Z8401 規則 A に留意させる。つまり丸められる数の最初の桁の数が「5」のとき、すぐ上の数が偶数の場合は「切り捨て」、奇数の場合は「切り上げ」を意識させる。

③「測定値の計算」について

異なる有効桁数をもつ測定値の計算では、それぞれのもつ誤差の影響を最小限に抑えることに留意させる。このため、加減算と乗除算では桁の揃え方が異なることを注意させる。さらに、計算の中間では、有効桁数を増やして計算することを指導する。

(2) 濃度計算

家政学においては、濃度計算が多くの専門科目の中で取り扱われる。そのため、割合や比の概念の正しい理解が求められる。ここでは、主として次の事項について記述する。

①割合と比

割合は小学校5年生の指導事項であるが、この概念をしっかりと理解していないと、その後の比の問題や分数の応用問題などが理解できない。基本的な問題を多く解くことにより、この概念が身に付くように教育指導する。

②濃度計算

濃度を計算する場合、溶質、溶媒、溶液の意味を正確にとらえ、これらの割合を変えた場合、濃度がどのように変化するかを理解させる。この場合、容量と重量の違いについても留意させる。

③溶液の混合

溶液を混合した場合、溶液の移動により溶質の重量は変わらないことに留意させる。また、溶液の一部を取り出した場合、溶質はその溶液の量に比例することに留意させる。

④濃度計算の応用

ここでは、濃度計算の応用として、調味料に含まれる塩分の計算及び栄養価計算の分野で使用される正味重量や廃棄率の計算を取り上げる。求めたい項目を算出する場合は、分数式を変形する等、演習を通して実践させる。

(3) 確率分布

管理栄養士国家試験においては、栄養素の不足・過剰のリスクを判断するために、いくつかの指標を含む確率分布曲線が使用されている。確率論的にものを判断するためには、確率の意義・定義、確率分布に関しては正確に理解する必要がある。この章では、これらの基礎的な考え方を育成する。

①順列と組合せ

確率の基礎となる対象物の選び方、並べ方、及び計算の仕方について学ばせる。

②確率

確率の定義を説明した後、いくつかの異なる事象を取り上げ、その確率の求め方を例を用いて説明し、理解させる。

③確率の分布

ある事象をくり返し行った場合、確率変数のとる値について、それぞれ異なる確率が発生する。これを確率分布表やグラフで表現する方法を実践させる。

また、このグラフを用いて確率論的に実際起こり得る事象について判断する方法を例を通して学ばせる。

(4) データの処理

実験や統計などで活用される事項を例題中心に述べる。特に、資料からその状況を調べることを中心とする。

①データの整理

ここでは、データの状況を調べるために、度数分布表と相対度数分布表の作成方法を述べる。

②データの代表値

分布の特徴をつかむための数値で、平均、モード（最頻値）、中央値などを示す。

③散布度

データ分布の特徴をつかむために分布の散らばり状況を考察する。分布の散らばり具合を表す数値を散布度という。ここでは、レンジ（範囲）、四分偏差、分散、標準偏差などを示す。

④データの相関

ここでは、2つの数量間にある関係をつかむための方法を考察する。ただし、相関関係と相関係数に限定する。

6 教材を用いた教育方法

(1) 教材の紹介

特徴ある部分を中心に、教材の一部を紹介する。

(図5～9)

これ等の図より判るように教材の主な特徴は以

下である。

①例題を中心として解答等を丁寧に記述し、理解を援助する。

②例題をもとに練習問題を作成し、数学能力向上の一助とする。

(2) 教育方法

①最初に例題で具体例を示し、計算する対象の概要を把握させる。

②説明は、必要な事項に絞り、平易に記述する。また、説明の中でも必要な具体例を示した。

③問題を多く掲げ、講義内の演習や課題の提出問題として利用する。

(3) 教育指導時間

①高校での数学に繋げる形で、1年次前期（15回）に指導する。

②将来的には「数学」と「家政数学」の科目に分け、1年次前期・後期で指導するようなカリキュラムに進展させたいと考えている。

③教材の内容として、「家政数学」に組み込むことができなかった「2次関数」「図形」などを「数学」に盛ることができる。また、専門分野に関連した事項「三角関数」「対数」「ベクトル」などを「家政数学」に盛ることができる。

7 おわりに

学生の実態を見ていると、数学は重要であると認識しているが、自ら積極的に取り組み、学力を上げようとする努力に欠ける面がある。これを克服させるためには、できるだけ数学に触れる時間を多くし、その必要性和解けたときのおもしろさを認識してもらうことが大切であると考えている。具体的には家政数学を導入し、数学が必要との意識を深めることが重要である。そのための一助として、次のような工夫を行っている。

(1) 講義

毎時間、課題を宿題として与え、週内に提出さ

せることにより、自己学習を促進させる。また、中間試験を実施し、講義内容の理解度を上げるように指導している。

(2) 数学の学習会

家政学科学生にとって、4年次で取組む教員採用試験等の就職試験までの時間は長い。現在は1年次の講義終了後約3年間は、数学の空白期間となっている。

また、数列や論理・集合の分野は、指導されていないので、これを補う必要がある。

そのため、3年次後期から希望者を対象に「数学の学習会」を実施している。毎年、10名前後の学生が参加して、週1回学習を行っている。

(3) 「数検」の活用

本学は、日本数学検定協会が行う実用数学技能検定「数検」について、団体実施校の認定を受け、年2回の受検機会を与えている。4年次まで

継続した学習を行えるよう受検を通して激励している。

今後も、学生の能力に適合した適切な数学教材は何かを目指して研究を行い、講義内容の改善に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 「計算力が身につく確率・統計」佐野公朗著 学術図書出版社
- 2) 高橋信進「家政学部の数学教育に関する一考察」東北女子大学・東北女子短期大学紀要 第49号 PP. 60-67 2010
- 3) 新訂「確率統計」高遠節夫他著 大日本図書
- 4) 「統計解析」小寺平治著 講談社
- 5) 「日本人の食事摂取基準（2010年版）」厚生労働省
- 6) 高等学校数学科用「新編 数学 I」数研出版
- 7) 高等学校数学科用「新編 数学 A」数研出版

第3節 測定値の計算

(例 1-4)

(1) ある実験から、次の7個の測定値が得られた。これらの平均値として

①~③ のどれが適切な数値か。

NO	1	2	3	4	5	6	7
測定値	171	168	177	173	170	174	166

① 171.28571 ② 171.3 ③ 171

(2) 次の測定値を、有効数字3桁に丸めよ。

① 12.345 ② 0.08345 ③ 0.76652×10^2 ④ 1.275×10^{-2}

(3) 次の測定値の計算をせよ。

① $13.6 + 3.695$ ② 20.85×0.761 ③ $12.3 \div 7.2$

<解答>

(1) ③

(2) ① 12.3 ② 0.0834 ③ 0.767×10^2 ④ 1.28×10^{-2}

(3) ① 17.3 ② 15.9 ③ 1.7

<説明>

1 有効数字

(1) 定義

・ 数値の中で、位取りの0を除いた意味のある数字を「有効数字」という。

また、有効数字の桁数を「有効桁数」という。

・ 有効数字(有効桁数)は、次のように例示される。

12034(5) 10.30(4) 0.012(2) 0.0120(3) 12300(3 又は 5)

・ 測定値において、5.0 g と 5.00 g は、数値の持つ意味が異なる。(一般の四捨五入による)

5.0 g の場合、真の値は 4.95 g 以上 5.05 g 未満の間に存在すると考えられる。

5.00 g の場合、真の値は 4.995 g 以上 5.005 g 未満の間に存在すると考えられる。

(2) 指数表記(科学的表記法)

・ 有効数字は、指数表記することにより、有効桁数を明示することができる。

3200 \longrightarrow 3.2×10^3 (2)、 3.20×10^3 (3)、 3.200×10^3 (4)

・ 表記方法

任意の有理数は、次のように表現できる。

$$m \times R^e$$

m は有理数(仮数部)、e は整数(指数部)、R は基数であり、通常 $R = 10$ である。

$2.997\,924\,58 \times 10^8$ (真空中の光速)、 $6.626\,069\,57 \times 10^{-34}$ (プランク定数)

・ 正規化 指数表記の場合、 $1 \leq m < 10$ となる m を用いた表現を「正規化」と呼ぶ。

2 丸めのルール

・ 「数を丸める」とは、「数を四捨五入する」ことである。

15.0372 を、有効桁数4に丸めると、15.04 となる。

15.0372 を、小数第二位で四捨五入すると、15.0 となる。

① 丸められる数の最初の桁の数が4以下ならば「切り捨てる」。

12.364 (有効数字4桁に丸める) \longrightarrow 12.36

② 丸められる数の最初の桁の数が6以上 又は 5に0でない数字が続くときは「切り上げる」。

12.36501 (有効数字4桁に丸める) \longrightarrow 12.37

第3節 濃度計算の応用

[4] 栄養計算

(例 2-5)

調味料を次のように使用した場合、塩分の重量はいくらになりますか。
 (1) こい口しょうゆを t3 (18g) 使用した場合、塩分量はいくらか。
 (2) 赤色辛みそを T2 (36g) 使用した場合、塩分量はいくらか。

<解答> (1) $18 \times \frac{14.5}{100} = 2.61$ 答 2.6g

(2) $36 \times \frac{13.0}{100} = 4.68$ 答 4.7g

<説明> 1 重量への換算

栄養計算はすべて重量(g)で計算するので、調味料など容量(mL)で計っているものは、重量に換算する必要がある。

	水	しょうゆ	みそ	精製塩	砂糖	油
小さじ1(5mL)	5g	6g	6g	6g	3g	4g
大さじ1(15mL)	15g	18g	18g	18g	9g	12g

小さじを「t」、大さじを「T」、カップを「C」で表すこともある。

2 塩分の計算

調味料に含まれる塩分は異なるので、次の式で塩分の重量を求める必要がある。

$$\text{塩分} = \text{調味料重量} \times \frac{\text{調味料の塩分}}{100}$$

調味料の塩分；	塩	100 %	赤色辛みそ	13.0 %
	こい口しょうゆ	14.5 %	うす口しょうゆ	16.0 %

[問3-1] うす口しょうゆを T3 と1/2 使用した場合、塩分量はいくらになるか。

[問3-2] 精製塩 T 1/3 とこい口しょうゆ T1 と1/2 を使用した場合、塩分量はいくらになるか。

[問3-3] 菊花豆腐の清汁を作った。調味料として、塩 t1、こい口しょうゆ t1 と1/2 を入れ、全体で 900g の煮出し汁ができました。塩分濃度は何 % になりますか。

[問3-4] 筑前煮を作った。調味料として、こい口しょうゆ t2、うす口しょうゆ T2、塩 t2/3 を入れ、野菜・肉などとの合計は 850g でした。塩分濃度は何 % になりますか。

[問3-5] 米C1(=200ml)は 160g である。

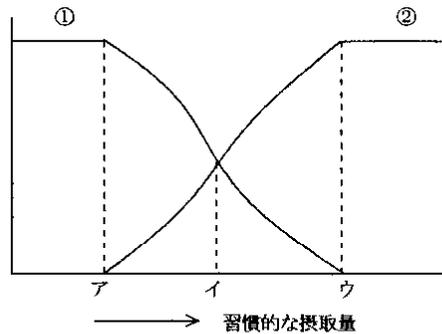
(1) 炊飯に必要な水は容量の1.2倍であるとする、米C2を炊くのに必要な水は何mlか。

(2) 炊き上がりが米の2.3倍とすると、飯重量は何gか。

第3節 確率の分布

(例3-3)

- 2枚の硬貨を投げるとき、「表」が出る枚数 X と、それぞれの確率 $P(X)$ を表に表しなさい。また、それを棒グラフで表しなさい。
- 次の図は、エネルギーを対象とした「食事摂取基準」の模式図である。次の問いに答えよ。
 - 不足の確率を示す曲線
 - 過剰の確率を示す曲線



- 推定エネルギー必要量は、ア、イ、ウのうちどれか。
 - 体重が増え、健康に障害が起こる可能性が高い確率のエネルギー摂取量はア、イ、ウのうちどれか。

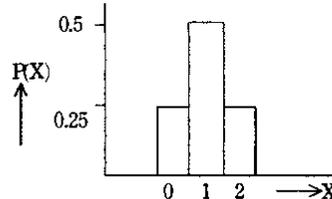
<解答>

- 「表」が出る枚数を X 、その確率を $P(X)$ とする。

(1) 確率分布表

X	0	1	2	計
$P(X)$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$	1

(2) グラフ



- 推定エネルギー必要量とは、エネルギー出納が0（エネルギー摂取量とエネルギー消費量がつりあった状態）となる確率をもっとも高くなる点と推定されるエネルギー摂取量の平均値である。

答はイ

- 過剰リスクが最高になる確率を示す点以上にエネルギーを摂取すると健康に障害を起こす。

答はウ

<解説>

1 確率の分布

- 2つのサイコロを振るとき、出る目の和を X で表す。 X は、2, 3, 4, ..., 12 の11通りの値をとり、その確率 $P(X)$ は $\frac{1}{36}, \frac{2}{36}, \dots$ である。このとき、 X を確率変数といい、 X と $P(X)$ を表にしたものを「確率分布表」という。 確率 $P(X)$ の合計は、1になる。

4章 データの分析

1. データの整理

(1) データの整理と度数分布表

ここでは、資料から表やグラフを利用してその状況を調べます。

それには、以下の方法を取ります。

- ①資料の数値を大きさによっていくつかの**区間（階級）**に分ける。
- ②各階級に含まれる数値の**個数（度数）**を調べる。
- ③個数を**表（度数分布表）**や**グラフ（柱状グラフ、棒グラフ、折れ線グラフ）**で表す。
- ④③で得られた表やグラフから状況を判断する。

ここで、各階級で中心値 = $1/2$ (上限値 + 下限値) を**階級値**といい、区間の幅を階級の**幅**という。

例 4-1

資料から度数分布表を作り、ヒストグラムと折れ線グラフを描きなさい。
ただし、階級の幅は、2点とする。

表 4.1. Cクラス 20 人の試験結果 (10 点満点)

点数	10	3	9	4	2	5	4	3	5	6
	8	3	6	3	7	4	6	4	1	8

<解答>資料から各階級で人数を調査し、度数分布表を作る。

①度数分布表

表 4.2. Cクラスの度数分布表

階級 (点数)	0~2	3~4	5~6	7~8	9~10	計
階級値	1	3.5	5.5	7.5	9.5	
度数 (人数)	2	8	5	3	2	20

②ヒストグラム

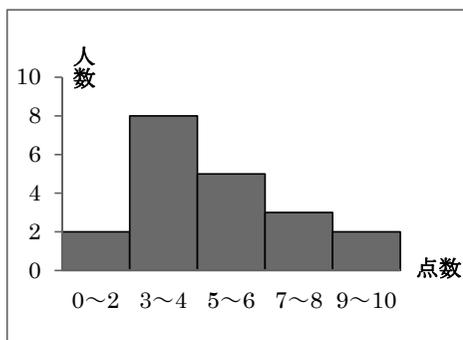


図 4.1. ヒストグラム

③折れ線グラフ

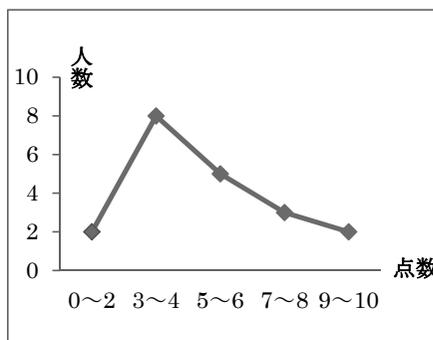


図 4.2. 折れ線グラフ



Excel 活用 2 : L・Cクラスの比較

① LクラスとCクラスの相対度数表の作成

階級	階級値	C度数	C相対度数	L度数	L相対度数
0~2	1	2	0.1	4	0.100
3~4	3.5	8	0.4	7	0.175
5~6	5.5	5	0.25	9	0.225
7~8	7.5	3	0.15	15	0.375
9~10	9.5	2	0.1	5	0.125
合計		20	1.00	40	1.000

② 棒グラフと折れ線グラフの描写

