

# 研 究 集 録

第 16 集

昭和 48 年度

大阪教育大学附属天王寺中学校  
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎





## は し が き

このたび、「研究集録」第16集を発刊することになりました。最近とくに、教育関係者のみならず一般の方々からも、教育について極めて多くの問題が提起され、論ぜられております。その様な状況で充分知りながら、私共は敢えてこの「集録」をお送りするのであります。若干の自負と、また大きな羞恥と共に。

「集録」は、当校教官が多忙の合間に平素取り組んでいる研究の過程または成果をまとめたものであります。「集録」のためにまとめることが、一つには研究者の取り組みを向上させ、また一つには公刊して皆様方のご批判を乞い、より大きな研究へと発展させることになるのではないか……この様な願いをこめて、この「集録」を送り出させていただくのであります。何とぞ、私共の願いを諒とされ、内容についてもいろいろとご叱正を賜わり、以て私共にお力をお貸し下さる様お願いする次第でございます。

昭和49年5月7日

大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校長  
大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎主任

齊 藤 洋



## 目 次

### 数 学 科

中学校における確率指導についての考察

—中学生の確率概念に対する認識に基づいて— ……………松 宮 哲 夫…… 1

ベクトルの指導について ……………網 脩 三…… 9

### 理 科

物理指導の一考察

—生徒の自主活動を中心とした実験の指導について— ……武 田 和 生……45

### 英 語 科

高一教科書にあらわれた Idiomatic Expressions の指導上の問題点 ……………奥 田 村 啓 一……22

日；英語の表現比較

—日本文学とその英訳から— ……………千 種 基 弘……33

英語教育研究の方向

—speaking 指導を中心にして— ……………今 倉 忠 大彦……59

# 目 次

第一章 緒論	1
第二章 概論	10
第三章 概論	20
第四章 概論	30
第五章 概論	40
第六章 概論	50
第七章 概論	60
第八章 概論	70
第九章 概論	80
第十章 概論	90
第十一章 概論	100
第十二章 概論	110
第十三章 概論	120
第十四章 概論	130
第十五章 概論	140
第十六章 概論	150
第十七章 概論	160
第十八章 概論	170
第十九章 概論	180
第二十章 概論	190
第二十一章 概論	200
第二十二章 概論	210
第二十三章 概論	220
第二十四章 概論	230
第二十五章 概論	240
第二十六章 概論	250
第二十七章 概論	260
第二十八章 概論	270
第二十九章 概論	280
第三十章 概論	290
第三十一章 概論	300
第三十二章 概論	310
第三十三章 概論	320
第三十四章 概論	330
第三十五章 概論	340
第三十六章 概論	350
第三十七章 概論	360
第三十八章 概論	370
第三十九章 概論	380
第四十章 概論	390
第四十一章 概論	400
第四十二章 概論	410
第四十三章 概論	420
第四十四章 概論	430
第四十五章 概論	440
第四十六章 概論	450
第四十七章 概論	460
第四十八章 概論	470
第四十九章 概論	480
第五十章 概論	490
第五十一章 概論	500
第五十二章 概論	510
第五十三章 概論	520
第五十四章 概論	530
第五十五章 概論	540
第五十六章 概論	550
第五十七章 概論	560
第五十八章 概論	570
第五十九章 概論	580
第六十章 概論	590
第六十一章 概論	600
第六十二章 概論	610
第六十三章 概論	620
第六十四章 概論	630
第六十五章 概論	640
第六十六章 概論	650
第六十七章 概論	660
第六十八章 概論	670
第六十九章 概論	680
第七十章 概論	690
第七十一章 概論	700
第七十二章 概論	710
第七十三章 概論	720
第七十四章 概論	730
第七十五章 概論	740
第七十六章 概論	750
第七十七章 概論	760
第七十八章 概論	770
第七十九章 概論	780
第八十章 概論	790
第八十一章 概論	800
第八十二章 概論	810
第八十三章 概論	820
第八十四章 概論	830
第八十五章 概論	840
第八十六章 概論	850
第八十七章 概論	860
第八十八章 概論	870
第八十九章 概論	880
第九十章 概論	890
第九十一章 概論	900
第九十二章 概論	910
第九十三章 概論	920
第九十四章 概論	930
第九十五章 概論	940
第九十六章 概論	950
第九十七章 概論	960
第九十八章 概論	970
第九十九章 概論	980
第一百章 概論	990

# 中学校における確率指導に ついての考察<sup>(1)</sup>

—中学生の確率概念に対する認識に基づいて—

松 宮 哲 夫

## 目 次

I 問題の所在……………	1	IV 結果とその考察……………	3
II 研究の目的……………	2	V 要 約……………	6
III 研究の方法……………	3	VI 今後の課題……………	6

## I 問題の所在

自然・社会現象や日常生活において生起するいろいろな偶然事象を数量的にとらえ、法則化して、未来に対する予測を行ない、企画したり行動したりすることのできる人間に育成していくことは必要であり大切なことである。数学教育における確率指導は、その育成の一翼を担っているといえる。

ところで、現在における確率指導は、往々にして、確率実験を通しての概念形成が疎かにされ、単に、順列や組合せの考えをもとにして確率を形式的に計算させる指導に終わっている傾向にある。そして、ある事象の確率が計算によって求められても、確率概念についての認識や理解の不十分である場合がしばしば見受けられるのである。

このような現状の背景には、現在の数学教育における教材過多による指導時数の不足という原因があげられるが、さらに、確率教材の歴史的事実にも原因が潜んでいると考えられる。そこで、その歴史について簡単に振り返ってみよう。

教材としての確率が、中等学校の数学科の教授要目に登場したのは、昭和17年のことであつた。<sup>(2)</sup> その第4学年の第1類の最初に、「箇數ノ処理 有限個ノモノヲ分類整理スル能力ヲ養フ 順列 組合セ 確率 二項定理」と書かれているのがそれである。このように、中等学校の数学教育において、確率教材が取り上げられるに至った時期は、数式教材、幾何教材に比較して随分遅かつたのである。その理由を探ってみると、第一には、確率論の学問としての研究の高まりが遅かつたこと（渡辺孫一郎による研究が実つたのは大正8年の頃である）、第二には、数学教育において、藤沢利喜太郎流の形式陶冶説が支配的であつて実質陶冶説の台頭が遅れたこと、数は確定性を表わすもので蓋然性を表わすことには抵抗があつたこと、つまり、数学はきっちりとしたものでなければならないという考えが支配的であつたこと、第三には、数学教育界において大正7年以来、確率を教材として取り上げようとする提案がしばしば行なわれたが、当時の社会的要請がそれほど強くなつたことなどがあげられる。それが漸く、戦時下の昭和17年の教授要目に取り上げられた

のは、実用化の声とともに、戦争の目的遂行のために確率そして統計・近似値の教材が必要であり重要であるということが、軍国主義社会において認められるようになったからではあるまいかと考えられる。

確率教材は、かようにして登場してきたのであるが、戦時下においては勤労動員等で殆んど実施されず、戦後は高等学校の数学解析編Ⅱで、さらにその後は数学Ⅲの最後で取り扱われ、加えて、大学入試に殆んど出題されず、また、数学科の担当者には好みがあって確率・統計を敬遠するものが多く、確率実験は面倒なものとして顧みられることなく場合の数と結びついた確率指導が主流をなしていたのが実状であったのではあるまいか。

確率教材は、昭和47年度より、中等教育の前期(中2)においても指導が開始されるようになったが、その実践の目がなお浅いとはいえ、不振の傾向にあるのは、以上のような歴史的事実が現在にまで尾をひいているからであろうと思われる。

そこで、我々は、その不振を打開するために、まず、生徒の確率概念に対する認識の傾向や特徴を知って実態をとらえることが必要であると考えた。そして、その上に立って指導の方途を見出していきたいと思う。

## Ⅱ 研究の目的

中学校で確率を指導する前に、中2の生徒の確率概念についての認識の傾向や特徴を探り、また、指導後の中3において、確率概念についての認識の変容度や定着度を調べ、その結果より今後の確率指導の方向について考察する。

## Ⅲ 研究の方法

### 1. 調査の観点

中学生の確率概念に対する認識を調べるのに、次の観点を設けた。

- |              |       |
|--------------|-------|
| (1) 確率%の意味   | 問題番号① |
| (2) 確率的判断    | ②     |
| (3) 独立と従属    | ③④    |
| (4) 相対度数の安定性 | ⑤     |
| (5) 統計的確率    | ⑥⑦    |
| (6) 条件つき確率   | ⑧     |

### 2. 調査の対象と時期

対象：大阪市立A中学校2年2学級70名、同B中学校2年2学級78名、計148名

大阪市立A中学校3年2学級72名、同B中学校3年2学級83名、計155名

上記の中2の生徒は、昭和46年度の小6のとき確からしさについて既習であるが、中学生になってから確率の指導は受けていない。中3の生徒は、昭和47年度の中2のとき確率の指導を受けている。

時期：昭和48年5月中旬～下旬、調査問題は全8問で、調査時間は20分である。

## Ⅳ 結果とその考察

### 1. 結果の分析

以下において、調査問題とその結果の反応率(%)を掲げる。



- ① 正しくできたさいころ（立方体）がある。このさいころを投げるとき、1の目が出る確からしきは $\frac{1}{4}$ である。この確からしき $\frac{1}{4}$ について、次の中から適当なものを1つ選んで答えよ。

- ア. さいころを6回投げると、1の目が、かならず1回出るということである。  
 イ. さいころを6回投げると、あるときは、1の目が1回も出ないことがあるし、また別のときは、1の目が4回も出ることがある。このように一定していないから、確からしきが $\frac{1}{4}$ というのは意味のないものである。  
 ウ. さいころを投げる回数をふやしていくと、初めのうちは、1の目が6回にかならず1回出るとは限らないが、回数が多くなると、1の目が6回に1回の割合で出るという意味である。

- エ. さいころを投げるとき、毎回、どの目が出るかを、あらかじめあてることはできない。つまり、1回1回は偶然に左右される。だから、1の目が出る確からしきが $\frac{1}{4}$ というのはおかしい。

	ア	イ	ウ	エ
中2	1	16	69	13
中3	7	10	79	4

- ② お年玉つき年賀はがきをもらった。1枚のはがき  $a$  は 222222番、他の1枚のはがき  $b$  は 354726番であった。どちらの方があたりやすいか。次の中から1つを選んで答えよ。

- ア.  $a$  があたりやすい。  
 イ.  $b$  があたりやすい。  
 ウ. 両方ともあたりやすさは同じである。  
 エ. すべて偶然だから何ともいえない。

	ア	イ	ウ	エ	無答
中2	7	19	30	43	1
中3	6	13	64	18	0

- ③ 正しいさいころ（立方体）がある。このさいころを、A、B、Cの3人が、この順に1回ずつ投げるものとする。Aが投げたら1の目が出、次に、Bが投げたら1の目が出たという。このあと、Cが投げるとき、出る目について、次の中から1つを選んで答えよ。

- ア. 1の目は、もう出ないだろう。  
 イ. 1の目は、他の目より出にくいだろう。  
 ウ. 1の目は、他の目よりも出やすいだろう。  
 エ. 1の目から6の目までのどの目が出ることも、同じくらいの確からしきをもっている。

	ア	イ	ウ	エ	無答
中2	0	17	9	73	1
中3	1	11	0	87	0

- ④ 10円硬貨2枚を同時に投げるとき、次の3つの場合が考えられる。

- a. 2枚とも表    b. 2枚とも裏    c. 1枚は表で1枚は裏

この3つのうち、もっとも出やすいものはどれ

か。次の中から1つを選んで答えよ。

- ア.  $a$  が出やすい。  
 イ.  $b$  が出やすい。  
 ウ.  $c$  が出やすい。  
 エ. どれも同じくらい出やすい。

	ア	イ	ウ	エ	無答
中2	0	4	49	46	1
中3	0	1	64	35	0

- ⑤ 1枚の10円硬貨を投げて、表が出たら1点、裏が出たら0点ときめておく。10回投げて合計点を出し、それを10でわり、1回あたりの平均得点を計算する。さらに、20回、

30回、……と、だんだん回数をふやして、同じように1回あたりの平均得点を出すとき、この平均得点は、どうなっていくだろうか。次の中から1つを選んで答えよ。

- ア. だんだん大きくなっていく。  
 イ. だんだん小さくなっていく。  
 ウ. 大きくなったり、小さくなったりしながらも、だんだん一定の値に近づいていく。  
 その値は□である。

- エ. 大きくなったり、小さくなったり、いろいろ不規則に変わる。  
 オ. つねに、一定の値を保っている。その値は□である。  
 カ. 上のどれでもない。( )

	ア	イ	②	エ	オ	カ	無答
中2	4	1	61	29	0	1	3
中3	6	4	78	8	4	0	0

- ⑥ ビールびんのふた(王冠)を投げるとき、表か裏のどちらかが出る。この王冠の表の出る確からしさを求めたい。このとき、次の中から1つを選んで答えよ。ただし、図(省略)のように商品名が上面になる場合を表とする。

ア. 王冠を投げると表か裏のどちらかが出るのだから、王冠の表の出る確からしさは $\frac{1}{2}$ と考えられる。

イ. 表と裏は、同じ程度に出るとは考えられないので、王冠の表の出る確からしさは調べられず求められない。

ウ. 表と裏は、同じ程度に出るとは考えられないが、数多くくり返し投げてみて、表が何回出るかを調べ、表の出た割合を計算すれば、王冠の表の出る確からしさは求められる。

	ア	イ	②
中2	26	13	59
中3	14	13	74

- ⑦ 右の表は、わが国の出生統計の一部である。わが国の男児は、どのくらいの割合で生まれてくると思うか。次の中から1つを選んで答えよ。

ア. 右の表は、6年間のものだけだから、もっと長い期間にわたって調べると変わるかも知れない。だから、この表からは判断できない。

イ. 生まれてくるのは、男、女のいずれかであるから、男児は、 $\frac{1}{2}$ の割合で生まれてくると考えられる。

ウ. 多くの人について調べてみて、男児出生率は、ほぼ0.51に近いのだから、男児の生まれる割合(確からしさ)は、0.51とみなしてよい。

年次(昭和)	出生総数 $n$	出生男児数 $r$	$r/n$
30	1,730,692	889,670	0.514
31	1,665,278	856,084	0.514
32	1,566,713	805,220	0.514
33	1,653,469	848,733	0.513
34	1,626,088	835,822	0.514
35	1,606,041	824,761	0.514

- ⑧ 3本のくじのはいっている10本のくじがある。このく

じを、A、Bの2人が、A、Bの順に引くものとする。まず、Aが引いたとき、あたりくじであった。そして、Aは、あたりくじであったことをBに知らせた。このとき、2番目に引くBのあたる確からしさと、Aのあたる確からしさとをくらべて、次の中から1つを選んで答えよ。

ア. A、Bのあたる確からしさは同じである。

イ. A、Bのあたる確からしさは変わってくる。

	ア	④	ウ	無答	A	B	A/B共
中2	7	80	9	4	49	34	30
中3	10	86	4	0	83	68	64

ウ、すべて偶然だから、何ともいえない。

次に、A、Bそれぞれのあたる確からしさを求めよ。 A  B

## 2. 結果の考察

### (1) 確率 $\frac{1}{2}$ の意味

①の正答率は、中2が69%、中3が79%である。確率 $\frac{1}{2}$ というのは意味がない、おかしいと思っているものが、中2でそれぞれ16%、13%であり、中3においてなおそれぞれ10%、4%もいることは考えさせられる。なお、中3でアと答えたものが7%になっていることは理解に苦しむところである。

### (2) 確率的判断

②の正答率は、中3では中2の30%よりも34%高くなっているとはいえ、70%に達しないことは注目すべきである。中2で、すべて偶然だから何ともいえないと答えたものが43%もいることは、偶然事象に対する捉え方の特徴としてあげられる。また、中2で、bがあたりやすいとしたものは19%で、これは、生活経験による心理的影響がでているといえよう。中3でも、なおそのように考えるものが2割近くいることは注意すべきである。これらのことは、頭でわかっていても心ではわかりにくいものなのであろう。

### (3) 独立と従属

③の正答率は、中2で73%、中3で87%であり、かなりよくできているといつてよいであろう。1の目が他の目より出にくいだろうと答えたものが、中2で17%、中3で11%もいることは、すぐろく遊びなどで1の目がつづけてなかなか出なかったという生活経験に支配されているように思われる。

④の正答率は、中3では中2の49%より15%高くなっているとはいえ、70%に達していない。そして、どれも同じくらい出やすいと考えているものが35%もいることは、定着のしにくい教材であるといえる。④では、3つの場合が考えられるとき、それぞれのことがらの確率は等しいと考えてしまいやすい傾向にあり、また、このことは、⑥、⑦で、確率を $\frac{1}{2}$ と考えてしまいやすことにも通じているだろう。

### (4) 相対度数の安定性

⑤の正答率は、中2で61%、中3で78%である。中2で、大きくなったり小さくなったりして不規則に変わると考えているものが29%もいる。これは、おそらく、小学校での実験の試行回数が少なかつたためではあるまいか。

### (5) 統計的確率

⑥の正答率は、中2で59%、中3で74%である。中2で表の出る確率が $\frac{1}{2}$ と答えているものが26%もいることは、同様に確からしくない場合の確率の求め方の指導とその実験とが必要であることを示しているといえよう。また、求められないと答えているものが、中3でなお13%もいることは注目すべきことである。

⑦の正答率は、中2で50%、中3で80%であり、指導の効果がでているといえよう。男児が $\frac{1}{2}$ の確率で生まれてくると考えているものが、中2で24%、中3で14%いることは、⑥のアの考え方と似ている。なお、中2でアとしたものが24%で多いのは、人数に着目せず期間に着目して判断したためであろうと考えられる。

### (6) 条件つき確率



⑧はひきつづき起こることがらの確率である。確率が変わると判断したものは、中2で80%、中3で86%で、かなり良好であるといってよい。しかし、実際に計算によって求めさせると、その正答率は、中2で30%、中3で64%しかない。これは、確率指導が形式的に流れているといえるのではあるまいか。

## V 要 約

まず、中2の確率指導以前の段階での確率概念に対する認識の傾向と特徴について要約してみると、第一に、偶然事象に対する捉え方については、①イエ、②エ、⑧ウなどより、偶然だから何ともいえない、結果は運であってどうなるかわからないといった考え方が多分に見られる。第二に、確率的判断については、②イ、③イなどより、生活経験による心理的影響が残存しており、それに左右されるとみられるものがある。第三に、相対度数の安定性については、不規則に変わると捉えているものが多く、また、第四に、数学的確率によって求められない場合の確率は⑥、⑦のどちらも $\frac{1}{2}$ であると思こんでいるものが多数に見受けられることである。

次に、中2において確率の指導を受けた生徒の確率概念に対する認識の変容度については、確率的判断、統計的確率、条件つき確率の項目において顕著な向上が見られる。しかし、なお、確率的判断、独立と従属、条件つき確率の項目においては、正答率が70%に達しておらず、その定着の不十分であることが指摘できる。

そこで、以上のような中学生の確率概念に対する認識の特徴をふまえて、重点的に指導していくことが望まれる。とくに、偶然事象では1回1回の試行ではその結果を全く予想することができない場合が多いが、多数回試行を行なうとその間にある傾向が認められることが多く、このような経験的な大数の法則を、実験を通して体験的につかませ、これによって、生徒に強い印象を与え、偶然事象に対する捉え方を是正していくことが必要であり大切であるといえよう。その際、数学的確率によって求められるものの実験（例えば、チップやカードによる実験）、2枚の硬貨投げの実験（2枚が独立であること、4つの場合が同様に確からしいこと）、数学的確率によって求められないものの実験（例えば、王冠、ペン先、実際の現象）の3種類は少なくとも行ないたいものである。そして、単に、実験をするだけでなく、その実験によって何をつかませたいのか、その観点を明らかにしておくこと、そして、統計処理を工夫することが大切である。

## VI 今後の課題

本稿では、小学校6年で確からしさを学習した中学2年生と、中学2年で確率を学習した中学3年生を対象として、中学生の確率概念に対する認識の傾向と特徴を調べ、それに基づいて、確率指導の重点を探ってきたわけである。その後、中学2年生に対して確率指導を行ない、その認識がどのように変容するかについて調査する予定であったが、今回はそれを果すことができなかった。

現在の中学校における確率指導の問題点は数多くあるが、その中でも、確率指導が場合の数に密着しすぎている感があり、逆に、確率と統計との関連が薄いと思われる。また、



ある事象の確率を求めるだけで、事象全体に着眼することが少ないと思われる。従って、今後、期待値の指導についてその取り扱いを工夫する必要があるだろう。

また、現在の確率指導は、小6、中2、高1、高3にわたって2年おきに行なわれており、その指導方式は、各段階で指導内容と程度が異なるといった積み上げ方式ではなく、内容と程度に重複の多いらせん方式となっている。そのいずれがよいかについては、簡単にはいえないが、できるだけ積み上げ方式にしていく方向で検討していかなければならないと考えられる。その構想としては、小学校では、内容をいまより縮小させ一次元の根元事象を中心にしてその確率を求めるところまで、中学校では、二次元乃至三次元の根元事象を中心にして簡単な乗法定理の適用まで、高等学校では、法則化、公理化して取り扱い、また、高1にも確率分布をとり入れるようにしていきたいと考える。それにしても、新しい教材の開発と指導方法の改善が望まれる。

#### 付 記

本稿における確率の調査を対象校に依頼するにあたり、同僚の中田孟邦教諭にいろいろお世話になったこと、および、対象校の大阪市立A、B中学校の数学科の担当者にご協力いただいたことに対して、心から謝意を表する次第である。

#### (注)

- (1) 本稿は、大阪教育大学数学会主催・第49回・算数・数学科学習指導法研究講習会（昭和48年6月21日、大阪教育大学附属天王寺中学校）の中学校部会において報告した「確率の指導について」の発表内容に手を加えたものである。  
なお、筆者が確率指導について、本校の研究集録に報告したものに次のものがある。
  - ① 松宮哲夫「中学校における確率指導——その実践報告——」 本校研究集録第8集 昭和41年6月発行 pp.33~53
  - ② 松宮哲夫「中学校における確率・統計の指導についての実験的研究——とくに統計的仮説検定の指導について——」 本校研究集録第13集 昭和46年7月2日発行 pp.12~19
  - ③ 松宮哲夫「中学校における確率の指導についての実験的研究——とくに確率概念の認識について——」 本校研究集録第14集 昭和47年6月30日発行 pp.80~99

上の拙論③における確率の調査ならびに実験指導の対象は、本校の生徒であり、また、その中2は小6において確からしきの指導を受けてこなかったものである。これに対して、本稿では、大阪市立中学校の生徒を対象とし、また、その中2は小6において確からしきの指導を受けてきたものとなっている点に違いがある。

- (2) 確率が、中等学校の数学科の教授要目に登場した最初は、昭和17年のことではあるが、実は、それ以前において取り上げられようとしたことがあった。それは、大正13年発表予定の数学科教授要目においてである。

その草案の中学校第5学年の算術及代数の項に、

順列 組合	指数が正数ナル場合ノ二項定理ヲモ授ク
確率	初歩觀念ヲ与フ

と載っているのがそれである。

しかし、この大正13年発表予定の数学科教授要目は遂に世に出ることはなかった。  
このことについては、筆者の次の拙論を参考にされたい。

松宮哲夫「大正時代における中学校数学科教授要目改正中止の事情についての  
覚え書——とくに大正13年発表予定の改正要目の場合——」 大阪教育大学数  
学教室 『数学教育研究』 第2号 昭和48年3月20日発行 pp. 32~50

この中止の事情についてもご教示いただければ幸いである。

なお、確率が教材として中等学校の数学教育に登場するに至った歴史的過程につい  
ての拙論を他日草したいと考えている。

昭和49年5月3日記

## ベクトルの指導について

あみ 網      しゅう 脩      せう 三

### ◎はじめに

ベクトルが高校数学(数Ⅱ)に登場して約十年。教科書は幾種類もあるがいずれも大同小異であって、ある章の一節に突然現われてそれを過ごせばそれでおしまい、感激もなければ学ぶ喜びもない。本来ならば

- ① 平面幾何、立体幾何の横断
- ② 解析幾何(平面の式、直線の式……平行、直交、距離、各種表示法の関連)
- ③ 線型代数(一次変換→行列)
- ④ 物理現象の解明(微積分)
- ⑤ 抽象代数学(n次拡大体)

等の分野において、ベクトルを学んだことによりその分野での事柄が時にはより緊密になり時にはより明確になりまた時にはその地平が開く、一口に言って充実する体験を経ることがベクトルを学ぶ喜びであるはずであるが、実際にはそのすべてが存在せず教科書より「ベクトル」部分をとり去っても何の影響もない、そんな記述であり不満であった。

昭和48年度高校一年生より新指導要領が適用され、数学Ⅰ、ⅡB、数学一般等にベクトルが配属することになり教科書も全く新しくなった。新教科書(数学Ⅰ、12社、13冊)の検討と高校二年生(旧課程最後の諸君)に行った実際の教程を記す。

### ◎数学Ⅰの新教科書(12社、13冊)について

論点の1      二次元、内積なしで何をしようか……新指導要領の問題

上記①平面幾何と立体幾何の横断の場合そのハイライトは「デザルクの定理」であろうが、それに至らずとも四点の重心座標  $\frac{a+b+c+d}{4}$  で見ることにする。

四辺形ABCDの辺AB、CDの中点の座標は  $\frac{a+b}{2}$ 、 $\frac{c+d}{2}$ 。

四辺形ABCDの辺BC、ADの中点の座標は  $\frac{b+c}{2}$ 、 $\frac{a+d}{2}$ 。

四辺形ABCDの対角線AC、BDの中点は  $\frac{a+c}{2}$ 、 $\frac{b+d}{2}$ 。

上の三つの場合中点と中点を結ぶ線分の中点はいずれも一致する。つまり命題としては「辺AB、CDの中点を結ぶ線、辺BC、ADの中点を結ぶ線、対角線AC、BDの中点を結ぶ線は一点に会する」。以上は平面幾何であるが出発点を少し修正して「空間内の四点A、B、C、Dに対し」とし上の内容をとり上げるとたちまちにして「辺」と「対角線」との区別は氷解する。つぎに

点Aと△BCDの重心  $\frac{b+c+d}{3}$  との3対1の内分点。

点Bと△CDAの重心  $\frac{c+d+a}{3}$  との3対1の内分点。

点Cと△DABの重心  $\frac{d+a+b}{3}$  との3対1の内分点。

点Dと△ABCの重心  $\frac{a+b+c}{3}$  との3対1の内分点。

の考察により四辺形の重心は

むしろ四点の重心にまで脱皮する。この後半の考察を平面上で行ってみるとよい。

この解放感覚こそベクトルの味であり、この味こそが学ぶ喜びにつながる。

また④解析幾何においても直線の式  $x = x_0 + at$  は

$$\begin{cases} x = x_0 + at \\ y = y_0 + bt \end{cases} \rightarrow \frac{x-x_0}{a} = \frac{y-y_0}{b} \rightarrow \frac{x-x_0}{a} = \frac{y-y_0}{b} = \frac{z-z_0}{c} \text{ と空間を貫き,}$$

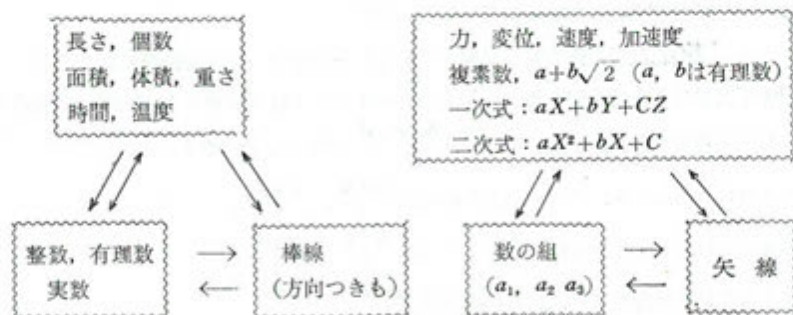
直線の式  $a \cdot (x-c) = 0$  は

$$\begin{aligned} ax+by+c=0 &\rightarrow \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}x + \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}y + \frac{c}{\sqrt{a^2+b^2}} = 0 \\ &\rightarrow lx+m'y+n'z+c'=0 \quad (\text{平面の式 標準形}) \end{aligned}$$

と翼をひろげる。⑤線型代数 ⑥微積分 は数Ⅱにゆずるとしても二次元、内積なしのベクトルはベクトルではなくベクトルのダイジェストにすぎない。このようにまで矮小化してまで数Ⅰにベクトルを課する必然性は何であろうか。数学Ⅰは数学Ⅱの準備の過程として存在しているのであろうか。

論点の2 未知の概念「ベクトル」をどのように構成しようか……著述者の問題  
ベクトルの導入として考えられる手法はつぎの二つに大別される。

甲、直接に数ベクトル（直観による早わかり——このとき矢線はモデルとして扱う）



乙 矢線ベクトルから数ベクトルへ（数学的思考の体験）

具体物＝物理量→抽象＝矢線→体系化→具体物への適用……

……可能ならば……抽象＝数ベクトル→体系化→より広い具体物への適用。

上記甲と乙とは長所短所があり著者の腕のみせどころであるが、数学Ⅰの13者はすべて



乙をとった。(数学一般では半数以上が甲をとっている)

ところでその13者の論述では矮小化されたベクトルであるから続々と登場する用語公式、定理はいずれも似たり寄ったりで大差はない。しかるに何だかわかり易いものともうでないものがあるのは不思議であった。

三角形の重心  $g = \frac{a+b+c}{3}$  は各者が扱っている。これは

- ① 具体物→矢線 (抽象化)
- ② 矢線→矢線ベクトル (体系化)
- ③ 矢線ベクトル→具体物 (適用) のいずれの段階に位置すべき話題だろう。

(例1) 三角形の三中線をそれぞれ2:1に内分する点を三頂点の位置ベクトルで表わし、三中線は一点で交ることを証明せよ。

(例2) 重心GはAからBCの中点Dに至る線分ADを2:1に内分する点である。

Aの位置ベクトルは  $a$ ,

Dの位置ベクトルは  $\frac{b+c}{2}$

だからGの位置ベクトルは  $\frac{1 \times a + 2 \times \frac{b+c}{2}}{1+2} = \frac{a+b+c}{3}$

これらはいずれも「ベクトルの応用」の項目のもとに記述されているので一応は③段階であろうが取扱の根本はずいぶん異なる。つまり(例1)では2:1の数値を提出している点で多少の不満は残るが、ともかくもユークリッド平面幾何学での定理「三角形の三中線は一点に会す(重心の存在)」を証明することをテーマにしている。つまりこの定理は、中学校において既に学習済みではあるがそのときの体系とは切りはなし今改めてベクトルの定理を使って証明してみようというのである。つまり古典幾何の体系とベクトルの体系とは構築する土俵は同じ(二次元)であっても体系は別であるとの意識が背後にある。しかるに(例2)においては古典幾何の定理を無意識的に使用しわずかに重心の位置ベクトルが  $\frac{a+b+c}{3}$  であることを確認しているのである。大胆に言うならば(例2)では①, ②, ③の段階の意識を持たずに著述されているのである。

このようにしてその著述に①, ②, ③の段階の意識がされているものをひろい出してみたところ13者中わずかに3者のみであった。つまり大部分のものはベクトルの一つ一つの事柄としては書いてあることに誤りはないのであるがトータルとしてベクトルとは何か、ベクトルの姿、がわかりにくいのである。

さてここで上記の観点とはまったく異なる観点から13者を眺めてみた。それはベクトルとして何ページの紙面が費されているかの話題である。このことはベクトル部門と図形・式の部門とが互に関連すれば判定に困ることにもなるのである。実際、各者は両部門を合せて一章としたり、別の章としても互に隣接させ図形・式を前に置いたり後に置いたりできるだけ関連を与えるべく苦心がみられるのであるが、悲しいことに二次元・内積なしであるため論点の1で記した如き発展はできない。そこで大まかではあるがベクトルのページ数をしらべたところつぎのようであった。

13, 16, 17, 18, 19, 20, 20, 20, 24, 24, 26, 28, 28。

このページ数一覧に何ほどの意味があるのでしょうか。もともと書物の価値はその論述にあるのであってその紙の量にあるのではない。つまり内容の問題質の問題であって物量の問題ではない。その意味からも各著の著述のわかりにくさのポイントを色々さぐってみて前記の観点（体系化と応用との段階の意識化）に至ったのであった。そしてその意識の明確なものとして三者が検出されたのであったが、今たまたまこの三者はページ数一覧ではどこに位置しているのだろうか。まことに驚いたことにその結果は、26, 28, 28 であった。この事実は何を物語るものであろう。私の見解はつぎの如し。

- (i) 未知の概念「ベクトル」の記述には「最小限必要なページ数」というものがある。
- (ii) 13者中10者がわかりにくいのは著述の問題ではなく、各著者の力量の問題ではなく、実に紙数の問題ページ数配分の問題であった。  
(これで内心ホッとした。著者の力量とするのはどうも困る。)
- (iii) 各者が280~290ページであることを考慮すると、「ベクトル」に充分な記述をなした者は数学Iの他の分野（関数や確率）等において「必要最少限のページ数」を確保できずに「わからない論述」に終わっているのではなかろうか。
- (iv) もしそうだとすれば、数学I全体の分量の問題であって、それは指導要領の問題である。（これに関しどのように検討されているのでしょうか）

◎高校二年生（旧課程最後の学年）に実際に行ったベクトルの教程骨格  
(昭48年度)

§0. ベクトルとは

学問の手法：日常体験から抽象化（理想化）と体系化と。

例<幾何学>

日常  $\xrightarrow[\text{理想化}]{\text{抽象化}}$  点, 直線, 平面  $\xrightarrow{\text{体系化}}$  無定義とする。公理系を満たすもの。

- ・点, 直線, 平面は抽象概念であり各自の胸に存在するのみ
- ・定義（位置があり大きさのないもの, 点が一様に横たわるもの等）はナンセンス。
- ・各自微妙に違い（一点を通る直線群は平面を覆うかどうか, 定直線外の一定点を通る平行線は唯一つかどうか等）

<代数学>

日常  $\xrightarrow[\text{理想化}]{\text{抽象化}}$  自然数  $\xrightarrow{\text{抽象化}}$  定数  $m$   $\xrightarrow{\text{体系化}}$  有理数  $\frac{n}{m}$  ..... 複素数

小学校では体系化ではなく抽象化

数も最終的には無定義であり単に公理系を満たすもの。

- ・自然数は各自の胸にあり見せられない。
- ・定義もナンセンス（四則, 大小と一体となったもの）

<ベクトル>とは

日常  $\xrightarrow[\text{理想化}]{\text{抽象化}}$  力, 速度, 変位  $\xrightarrow{\text{抽象化}}$  矢線ベクトル  $\xrightarrow{\text{抽象化}}$  数ベクトル

- ベクトルは抽象概念であり見せられない。
  - 定義（大きさと方向を持つもの）はナンセンス（加法，実数倍と一体となっている）
  - くり返し抽象の過程を手習うべし——どの象を抽くのだろう。
- 困難点——力，速度，変位がすでに抽象概念であり日常の現実ではない。

### § 1. ベクトルの相等

- 力るとき，



この二つは相等には見えぬ  
剛本に対しては明確に異なる。  
質点と重力とならば……

- 速度のとき， 二機の飛行機が編隊飛行をする 直線なら  
加速のことも
- 変位のとき， プールで8人の競泳 各人の変位が相等しいなら順位も

定義；二つの矢線ベクトル  $\vec{AB}$  と  $\vec{CD}$  とが等しいとは

四辺形  $ABDC$  が平行四辺形をなすかまたは四点  $A, B, C, D$  が同一直線上にあり

$\vec{AB} = \vec{CD}$  かつ向きも同じであるか である。

\*ベクトルの相等はつぎの三原則をみたま

(i)  $\vec{AB} = \vec{AB}$

(ii)  $\vec{AB} = \vec{A'B'}$  ならば  $\vec{A'B'} = \vec{AB}$

(iii)  $\vec{AB} = \vec{A'B'}$ ,  $\vec{A'B'} = \vec{A''B''}$  ならば  $\vec{AB} = \vec{A''B''}$

### § 2. ベクトルの加法（減法）

- 力るとき 合力（同時進行） 実験——力の平行四辺形
- 速度のとき 動く車の中での速度（同時進行） 実験——平行四辺形
- 変位のとき 南東へ10m, 東へ13m （ひき続いた進行）

以上が「和」と呼ぶにふさわしいこと—「積」のイメージの困難さと比較のこと

加法の定義1：（平行四辺形法） $\vec{AB} + \vec{CD}$  とは

任意の一点  $P$  を起点とし  $\vec{AB}$  に等しい  $\vec{PQ}$ ,  $\vec{CD}$  に等しい  $\vec{PR}$

$PQ, PR$  を二辺とする平行四辺形の第四頂点を  $S$

$$\vec{AB} + \vec{CD} = \vec{PS}$$

困難点—— $\vec{AB}, \vec{CD}$  が一直線上

加法の定義2：（三角形法）略

<こちらが便利>

定理1. 上の二つの加法は一致する

定理2. 上の加法は交換法則をみたす  $\mathbf{a} + \mathbf{b} = \mathbf{b} + \mathbf{a}$

定理3. 上の加法は結合法則をみたす  $\mathbf{a} + (\mathbf{b} + \mathbf{c}) = (\mathbf{a} + \mathbf{b}) + \mathbf{c}$

定義； $\vec{AA}$ （起点と終点とが一致する矢線）をベクトルとみなし零ベクトルという。

$\mathbf{o}$ ,  $\vec{0}$  と書く

（理由） $\vec{AB} + \vec{BA}$  の和が存在しないのは困る

定義:  $\vec{BA}$  を  $\vec{AB}$  の逆ベクトルといい  $-\vec{AB}$  と書く,  $\vec{AB} + (-\vec{AB}) = \vec{0}$

(理由) ベクトルの減法を簡明にするため

減法の定義:  $\vec{AB} - \vec{CD}$  とは  $\vec{AB} + (-\vec{CD})$  つまり  $\vec{AB} + \vec{DC}$  とする

\*負の数の定義では まず減法がありその後負数を作った。ベクトルも同様に行けるが今回は 先に負のベクトルを作った。この方法だと以下の定理において減法を一つ別枠に扱うわずらわしさを除ける。

練習問題

正方形 OABC において  $\vec{a} = \vec{OA}$  とする。(b, c も同様) つぎのものをつくれ。

$\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$ ,  $\vec{a} + \vec{b} - \vec{c}$ ,  $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$ ,  $\vec{a} - \vec{b} - \vec{c}$

注意,  $\vec{a} - \vec{b}$  の作図法を会得せよ。始点と同じとき  $\vec{b}$  の終点から  $\vec{a}$  の終点へ

### §3. ベクトルの実数倍

力のとき, 速度のとき, 変位のときと考えると,  $\vec{a} + \vec{a} + \vec{a} = 3\vec{a}$  は自然。

定義:  $m\vec{a}$  とは ( $m$  は実数)

(i)  $m > 0$  のとき,  $\vec{a}$  と同じ方向, 同じ向き, 大きさは  $m$  倍

(ii)  $m < 0$  のとき,  $\vec{a}$  と同じ方向, 反対向き, 大きさは  $|m|$  倍

(iii)  $m = 0$  のとき,  $0\vec{a} = \vec{0}$

定理4. 分配法則  $(m+n)\vec{a} = m\vec{a} + n\vec{a}$  成立

定理5. 分配法則  $m(\vec{a} + \vec{b}) = m\vec{a} + m\vec{b}$  成立

定理6. 結合法則  $m(n\vec{a}) = (m \cdot n)\vec{a}$

定理7.  $(-1)\vec{a} = -\vec{a}$  \*ほんとうは  $1\vec{a} = \vec{a}$

練習問題

$\vec{OA}$ ,  $\vec{OB}$  の起点Oを定点とする。つぎのベクトルの終点の存在範囲を図示せよ。

(1)  $k\vec{OA}$  (イ)  $2 \leq k \leq 3$  (ロ)  $0 < k < 1$  (ハ)  $k \leq -1$

(2)  $s\vec{OA} + t\vec{OB}$  (イ)  $s = 1 \text{ \& } t \geq 0$   
(ロ)  $0 \leq s \leq 1, \text{ \& } 0 \leq t \leq 1$   
(ハ)  $s + t = 1$   
(ニ)  $s + t = 1 \text{ \& } s \geq 0 \text{ \& } t \geq 0$

練習問題

$\triangle OAB$  において PはOAの三等分点, QはABの三等分点とする

つぎのものを  $s\vec{OA} + t\vec{OB}$  で表わせ

(イ)  $\vec{OA} + \vec{AB} + \vec{BO}$  (ロ)  $\vec{AP}$  (ハ)  $\vec{AQ}$

(ニ)  $\vec{OQ}$  (ホ)  $\vec{PQ}$

### §4. 等号の性質

定理8. (1)  $\vec{a} = \vec{b} \iff \vec{a} + \vec{c} = \vec{b} + \vec{c}$  \*三角形の合同

(2)  $\vec{a} = \vec{b} \implies k\vec{a} = k\vec{b}$

(3)  $k\vec{a} = k\vec{b}, k \neq 0 \implies \vec{a} = \vec{b}$



$$(4) k\mathbf{a}=\mathbf{0} \iff k=0 \text{ or } \mathbf{a}=\mathbf{0}$$

$$(5) \mathbf{a} \neq \mathbf{0} \text{ のとき } \alpha\mathbf{a}=\beta\mathbf{a} \implies \alpha=\beta$$

### § 5. ベクトルの次元について

一次元ベクトル空間；一直線上の矢線の全体に相等，加減法，実数倍を与えたもの。

；一定直線に平行な矢線の全体に……………。

； $\mathbf{R}^1$  で示す

二次元ベクトル空間；平面上の矢線の全体に相等，加減法，実数倍を与えたもの。

；一定平面に平行な矢線の全体に……………。

； $\mathbf{R}^2$  で示す

三次元ベクトル空間；空間内の矢線の全体に……………。

； $\mathbf{R}^3$  で示す。

定理 9.  $\mathbf{R}^1$  は実数全体と同一視可能（準同型対応可能）。つまりスカラー

\*  $\mathbf{R}^2$  は（ ）と同一視可能。

$\mathbf{R}^3$  は（ ）と同一視可能。 cf. § 9.

\* 矢線ベクトル  $\xrightarrow{\text{抽象化}}$  数ベクトル このとき多次元ベクトルが生れる。

### § 6. 幾何学への応用例

前節までの事柄によりベクトルの計算はかなり自由に行なえることになった。

幾何学の命題のうちあるものはベクトルの計算で簡明な証明が可能である。

（もちろん またあるものは解析幾何によって……………）

命題「対角線が互に他を二等分する四角形は平行四辺形なり」

(略証) (仮)  $\vec{AO}=\vec{OC}$

(仮)  $\vec{OB}=\vec{DO}$

辺々加えて  $\vec{AB}=\vec{DC}$

命題「平行四辺形の対角線は互に他を二等分する」

(略証 1) (仮)  $\vec{AB}=\vec{DC}$ , ———①

両辺に  $\vec{BD}$  を加えて  $\vec{AD}=\vec{BC}$  ———②

さて AC の中点を O とする  $\vec{BD}=\frac{1}{2}\vec{AC}-\vec{AB}=\frac{1}{2}(\vec{AB}+\vec{BC})-\vec{AB}$   
 $=\frac{1}{2}(\vec{BC}-\vec{AB})$

$$\vec{OD}=\vec{AD}-\frac{1}{2}\vec{AC}=\vec{AD}-\frac{1}{2}(\vec{AD}+\vec{DC})$$

$$=\frac{1}{2}(\vec{AD}-\vec{DC})$$

$$=\frac{1}{2}(\vec{BC}-\vec{AB})$$

$\therefore \vec{BO}=\vec{OD}$

よって 三点 B, O, D は同一直線上にあり O は BD の中点

(略証 2) (仮)  $\vec{AB}=\vec{DC}$

AC の中点を O として  $\vec{AB}=\vec{AO}+\vec{OB}$

$$\vec{DC} = \vec{DO} + \vec{OC}$$

$$\therefore \vec{AO} + \vec{OB} = \vec{DO} + \vec{OC}$$

$$\therefore \vec{AO} - \vec{OC} = \vec{DO} - \vec{OB}$$

$$\therefore \vec{0} = \vec{DO} - \vec{OB}$$

$$\therefore \vec{OB} = \vec{DO}$$

命題「 $\triangle OAB$ の辺 $OA$ ,  $OB$ の中心を $M$ ,  $N$ とすると  $MN \parallel AB$ 」

もっと本格的な応用は後に取扱う。

### § 7. 位置ベクトル

ベクトルの図形的応用を更に豊かにするための手法

集合 {矢線ベクトル} の始点をすべて定点 $O$ で示すことにすることにより (終点を見て) 集合 {矢線ベクトル} と集合 {点} との間に1対1 対応が成立する。つまり点をベクトルで表示し計算する。定点 $O$ は任意である。

例題 二点 $A$ ,  $B$ の位置ベクトルを $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ とする。 $AB$ を $t$ ;  $(1-t)$ に内分する点 $P$ の位置ベクトル $\mathbf{p}$ を求め、 $t$ ; 実数

$$\begin{aligned} \text{(解)} \quad \mathbf{p} &= \mathbf{a} + t(\mathbf{b} - \mathbf{a}) \\ &= (1-t)\mathbf{a} + t\mathbf{b} \end{aligned}$$

定理10. 相異なる三点 $A$ ,  $B$ ,  $C$ が同一直線上にあるための条件

- (1)  $\vec{AC} = k\vec{AB}$  ( $k \neq 0$ ,  $k \neq 1$ ) なる実数 $k$ が存在する
- (2)  $A$ ,  $B$ ,  $C$ の位置ベクトルを $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{c}$ として  
 $\mathbf{c} = s\mathbf{a} + t\mathbf{b}$  &  $s + t = 1$  ( $s \neq 0$ ,  $s \neq 1$ ) なる実数 $s$ ,  $t$ 存在
- (3)  $\alpha\mathbf{a} + \beta\mathbf{b} + \gamma\mathbf{c} = \mathbf{0}$  &  $\alpha + \beta + \gamma = 0$  なる実数 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 存在する  
 (trivial な場合は際く,  $\alpha\beta\gamma \neq 0$ )

練習問題

1.  $\triangle ABC$ の各辺の中点を $D$ ,  $E$ ,  $F$ とし任意の一点を $O$ とすれば  
 $\vec{OA} + \vec{OB} + \vec{OC} = \vec{OD} + \vec{OE} + \vec{OF}$  であることを証明せよ。
2. 三角形の三中線をそれぞれ2:1に内分する点を三頂点の位置ベクトルで表わし, 三中線は一点で交ることを証明せよ。
3. 二つのベクトル $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ が平行であるとは $\mathbf{a} = t\mathbf{b}$ なる実数 $t$ が存在することである。ただし  $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$ ,  $\mathbf{b} \neq \mathbf{0}$   
 今 $\mathbf{a}$ と $\mathbf{b}$ とが平行でないとき, 任意のベクトル $\mathbf{c}$ は  
 $\mathbf{c} = m\mathbf{a} + n\mathbf{b}$ , ( $m$ ,  $n$ は実数)と書けることを示せ。  
 ただし  $\mathbf{R}^2$ で考えよ,  $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$ ,  $\mathbf{b} \neq \mathbf{0}$
4. 前問を $\mathbf{R}^3$ でとらえよ。
5. デザルクの定理「 $\triangle ABC$ と $\triangle A'B'C'$ とにおいて, 対応する頂点を結ぶ直線 $AA'$ ,  $BB'$ ,  $CC'$ が一点の $O$ で交り, 対応辺がそれぞれ三点 $P$ ,  $Q$ ,  $R$ で交るならばこれら三点は同一直線上にある」を証明せよ。  $\mathbf{R}^2$ で,  $\mathbf{R}^3$ で。

四辺形の重心は四点の重心であるということ



- ニ.  $|\mathbf{a}|$  とは  
 ホ.  $\mathbf{a}$  が  $x$  軸,  $y$  軸となす角を  $\theta_1, \theta_2$  として  $a_1, a_2$  をとらえよ。  
 ヘ.  $\mathbf{e}_1 = (1, 0)$  ;  $x$  軸上の単位ベクトル。  
 $\mathbf{e}_2 = (0, 1)$  ;  $y$  軸上の単位ベクトル。とすると  
 $(a_1, a_2) = a_1\mathbf{e}_1 + a_2\mathbf{e}_2$  これを基本ベクトル表示という。
- (B) 三次元ベクトル  $\mathbf{R}^3$  において上のイロハニホヘを述べよ。  
 問. §5 の空白をうめよ。  
 問. ベクトルの成分表示と位置ベクトルの関連をのべよ。

### §10. 内積——ベクトル空間をさらに豊かにする概念

(A)  $\mathbf{R}^2$  において

ベクトルの定義は和と実数倍であって、積はイメージし難い。

しかし 力学では二種のベクトル 力  $\mathbf{f}$  と変位  $\overrightarrow{AB}$  に対し「仕事」の概念が有効。

$$\text{仕事} = |\mathbf{f}| \cdot \cos\theta \cdot |\overrightarrow{AB}| \quad \theta : \mathbf{f} \text{ と } \overrightarrow{AB} \text{ とのなす角。}$$

抽象化して

$\mathbf{a}$  と  $\mathbf{b}$  との内積  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$  とは (i)  $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$  &  $\mathbf{b} \neq \mathbf{0}$  のとき  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = |\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}| \cos\theta$

(ii)  $\mathbf{a} = \mathbf{0}$  or  $\mathbf{b} = \mathbf{0}$  のとき  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 0$

注意  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$  を  $(\mathbf{a}, \mathbf{b})$  と書くが  $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$  とは書かぬ

よって  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{a} = |\mathbf{a}|^2$

$\mathbf{a} \perp \mathbf{b}$  のとき  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 0$

$\mathbf{a} \parallel \mathbf{b}$  のとき  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \pm |\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}|$

- 定理11. (1) 交換法則  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{a}$   
 (2) 分配法則  $\mathbf{a} \cdot (\mathbf{b} + \mathbf{c}) = \mathbf{a} \cdot \mathbf{b} + \mathbf{a} \cdot \mathbf{c}$   
 (3) 結合法則  $(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) \cdot \mathbf{c} \neq \mathbf{a} \cdot (\mathbf{b} \cdot \mathbf{c})$  この式は何の式か  
 (4) 結合法則  $(m\mathbf{a}) \cdot \mathbf{b} = m(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) = \mathbf{a} \cdot (m\mathbf{b}) \quad m \in \mathbb{R}$   
 (5) シュワアルツ  $|\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}| \leq |\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}|$   
 等号は  $\mathbf{a} = \mathbf{0}$  or  $\mathbf{b} = \mathbf{0}$  or  $\mathbf{a} \parallel \mathbf{b}$

定理12. 成分表示での内積をみる

まず 基本ベクトル  $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2$  に対し  $\mathbf{e}_1 \cdot \mathbf{e}_1 = 1 \quad \mathbf{e}_1 \cdot \mathbf{e}_2 = 0$

$\mathbf{a} = (a_1, a_2) = a_1\mathbf{e}_1 + a_2\mathbf{e}_2$

$\mathbf{b} = (b_1, b_2) = b_1\mathbf{e}_1 + b_2\mathbf{e}_2$  に対し

$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = (a_1\mathbf{e}_1 + a_2\mathbf{e}_2) \cdot (b_1\mathbf{e}_1 + b_2\mathbf{e}_2)$

=

$= a_1b_1 + a_2b_2$

(B)  $\mathbf{R}^3$  において 同様に論ぜよ

練習問題

- $\mathbf{a} = (1, 1), \mathbf{b} = (1 - \sqrt{3}, 1 + \sqrt{3})$  のなす角を求めよ
- $\mathbf{a} = (3, -4)$  に垂直な単位ベクトルを求めよ



3. つぎの不等式を証明せよ (文字は実数)
- (1)  $(a_1^2+a_2^2)(b_1^2+b_2^2) \geq (a_1b_1+a_2b_2)^2$
- (2)  $(a_1^2+a_2^2+a_3^2)(b_1^2+b_2^2+b_3^2) \geq (a_1b_1+a_2b_2+a_3b_3)^2$
4. 三角形の三垂線は一点に会す (垂心の存在定理)
5. 三角形の三辺の垂直二等分線は一点に会す (外心の存在定理)
6. 四面体において二組の相対する二辺が垂直ならば残りの一組も垂直。
7.  $O(0, 0)$ ,  $A(a_1, a_2)$ ,  $B(b_1, b_2)$  のとき  $\triangle OAB$  の面積を求め  
 $A(3, 4)$ ,  $B(1, -2)$ ,  $C(-1, 1)$  ではどうか。
8. 二等辺三角形の頂角の二等分線は底辺を垂直に二等分する
9. 三角形の垂心、重心、外心の位置関係を述べよ
10.  $x^2+y^2+z^2=9$  のとき  $k=4x+5y-7z$  の最大値、最小値は?
11.  $\vec{AB}=(4, 6)$   $\vec{AC}=(1, k)$  がつくる三角形  $ABC$  の一つの角が直角である。 $k$  はいくらか。
12. (1) ねじれの位置にある二直線  $l_1, l_2$  上にそれぞれ三点  $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$  がこの順にある。 $\vec{A_1B_1}=\vec{A_2B_2}$ ,  $\vec{A_1C_1}=\vec{A_2C_2}$  のとき  $A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2$  の中点  $P, Q, R$  は一直線にある。
- (2) 上の条件はゆるめることができる。考察せよ (証明不要)

## §11. ベクトルの応用 (解析幾何)

準備1. 「縛る」ということ

例題1. 点  $A(1, -2)$  からの距離が5である点  $P(x, y)$  を求めよ

2. 二点  $A(2, 1)$ ,  $B(0, 5)$  から等距離にある点  $P(x, y)$  を求めよ
3. 中心  $(a, b)$ , 半径  $r$  の円の式を作れ
4.  $O(0, 0)$  と  $A(9, 0)$  からの距離の比が2:1である点  $D$  の軌跡を求めよ

準備2. 「媒介変数表示」

例題1. 時刻  $t$  における  $x$  座標,  $y$  座標が下のように与えられている点  $P$  の移動経路をしらべよ

$$(1) \begin{cases} x=2t \\ y=\frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \quad (t \geq 0)$$

$$(2) \begin{cases} x=3t-1 \\ y=4t+2 \end{cases}$$

$$(3) \begin{cases} x=\cos t \\ y=\sin t \end{cases}$$

(A)  $R^2$  において つぎの図形の式を作れ

- ① 点  $a$  を通り  $m$  に平行する直線  $l$  ( $p|p$  は  $l$  上)
- (解)  $l$  上の点  $p$  の位置ベクトルを  $p$  とし ( $p|p=a+tm$ )
- $p=a+tm$  ( $t$  は実数)
- ② 点  $a$  を通り  $m$  に垂直な直線  $l$

(解)  $(p-a) \cdot m = 0$

③ 二点  $a, b$  を通る直線  $l$

(解)  $p = a + t(b-a) = (1-t)a + tb$  ( $t$  実)  
 $= sa + tb$  ( $s, t$  実,  $s+t=1$ )

④ 点  $a$  を中心とし 半径  $r$  の円

(解)  $|p-a|=r \rightarrow (p-a) \cdot (p-a) = r^2$

⑤ 二点  $a, b$  を直径の両端とする円

(解)  $\left| p - \frac{a+b}{2} \right| = \left| a - \frac{a+b}{2} \right|$  or  $(p-a) \cdot (p-b) = 0$

(B)  $R^3$  において同様のことを考えよ

そのまま成立するものはどれか. それらの特徴は何か

そのままでは正しくないものはどれか

(C) 上の (A), (B) を成分表示し せいとんすると

	$R^2$	$R^3$
① 直線	$\frac{x-a_1}{m_1} = \frac{y-a_2}{m_2}$	直線 $\frac{x-a_1}{m_1} = \frac{y-a_2}{m_2} = \frac{z-a_3}{m_3}$
② 直線	$m_1x + m_2y = m_1a_1 + m_2a_2$	平面 $m_1x + m_2y + m_3z = m_1a_1 + m_2a_2 + m_3a_3$
③ 直線	$\frac{x-a_1}{b_1-a_1} = \frac{y-a_2}{b_2-a_2}$	直線 $\frac{x-a_1}{b_1-a_1} = \frac{y-a_2}{b_2-a_2} = \frac{z-a_3}{b_3-a_3}$
④ 円	$(x-a_1)^2 + (y-a_2)^2 = r^2$	球 $(x-a_1)^2 + (y-a_2)^2 + (z-a_3)^2 = r^2$
⑤ 円	$\left(x - \frac{a_1+b_1}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{a_2+b_2}{2}\right)^2 = r^2$	球

練習問題 三点  $a, b, c$  を通る平面の式を作れ

## § 12. ヘッセの標準形

前§の①, ②において  $m$  の方向は重要ではあるが,  $m$  の大きさ, 向きは重要ではない  
 よって  $m$  に単位ベクトル  $e = \frac{1}{|m|}m$  を使っても混乱しない。

尚,  $m = (m_1, m_2, m_3)$  とすれば  $e = \left( \frac{m_1}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}, \frac{m_2}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}, \frac{m_3}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}} \right)$

特に②では

$$\frac{m_1}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}x + \frac{m_2}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}y + \frac{m_3}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}z = \frac{m_1}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}a_1 + \frac{m_2}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}a_2 + \frac{m_3}{\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}}a_3$$

これは 原式の両辺を  $\sqrt{m_1^2+m_2^2+m_3^2}$  で割ったものであり何の不思議もないが,  
 右辺の意味が明確になる。つまり もともと  $m \cdot a$  であったが  $e \cdot a$  としたので  
 これは 原点からの距離 (符号つき) を示す

もし  $e \cdot \alpha < 0$  ならば  $|e| \cdot |\alpha| \cdot \cos\theta < 0$  より角  $\theta$  が  $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$

ここで

$$\left( \frac{m_1}{\sqrt{m_1}}x + \frac{m_2}{\sqrt{m_2}}y + \frac{m_3}{\sqrt{m_3}}z \right) - \left( \frac{m_1}{\sqrt{m_1}}a_1 + \frac{m_2}{\sqrt{m_2}}a_2 + \frac{m_3}{\sqrt{m_3}}a_3 \right) = 0$$

を ヘッセの標準形という。

#### 練習問題

1. 直線  $4x + 3y = 10$ . 平面  $5x - 2y + z + 7 = 0$  を標準形にすることによりその表わす図形を心に画け
2. 二平面  $ax + by + cz - d = 0$ ,  $a'x + b'y + c'z - d' = 0$  の平行条件, 垂直条件をいえ。
3.  $a_1x + a_2y + a_3z - d = 0$  が  $(R^3)$ で平面の標準形であるための条件をいえ。
4. 平面  $(R^3)$ でなら直線  $a_1x + a_2y + a_3z - d = 0$  (これは標準形) と点  $Q(x_0, y_0, z_0)$  との距離  $D$  を求む
5. ある平面の法線が  $x, y, z$  軸となす角が  $\alpha, \beta, \gamma$  であるときこの平面の標準形をつくれ。

#### ◎あとかぎ

この部門は二年生に6月末から10月末頃まで週三時間で行った。数学ⅡBが6単位であることからすれば時間配分は過分であろう。(この期間に教育実習四週間があった)それでも時間を充分とったとは言いがたい。時間制限が意識されて常にあわただしい。そしてあわただしさの中で思うことは、学校教育法第一条(教育の目的=人格の完成)と学習指導要領(数学科の目標=処理する能力と態度の育成)との間隙である。これは間隙ではなくむしろ異質なものでなかろうか。

# 高一教科書にあらわれた Idiomatic Expressions の指導上の問題点

おく 啓 一 田 村 啓

## § はじめに

Idiomatic Expressions といっても教科書によってとらえ方の範囲が異なっている。それぞれの教科書では巻末に Index としてまとめているが、a bit とか had to のような単純なものから it is ~for~to do のような文の Pattern といってもよいようなものまで含んでいる教科書もある反面、別の教科書ではいわゆる熟語と呼ばれているものに限定されているものもあってさまざまである。しかしこゝに4点の教科書より収集したのから、高一程度でどういうものが多く出ているか、大体の傾向はつかめるものと思われる。これらを中心として指導上の留意点を考えてみたいと思う。

つぎの表の Idiomatic Expressions は下記の4点の現行高一リーダより収集し、2点以上の教科書にあらわれたものを採録したものである。

A BETTER GUIDE TO ENGLISH	(KAITAKUSHA)
The Laurel English Reader	(SHIMIZU SHOIN)
PRACTICAL ENGLISH READERS	(IKEDA SHOTEN)
THE NEW AGE READERS	(KENKYUSHA)

A	a piece of
at first	at least
as though (as if)	a kind (sort) of
as well as	after a while
as ~ as	agree with
after all	ahead of
at last	ask for
at the end of	apt to do
as ~ as one can (possible)	
a glass of	B
a lot of	be about to do
a great deal of	both A and B
at a gallop	by means of
a lot	be going to do



before dark  
belong to  
by air, boat ...  
be to do  
by the side of  
because of  
before long  
be gone

### C

come on  
come to do  
come to Noun  
come from  
come back  
come down  
carry on  
come out  
come along  
change ~ into  
call out  
call up

### D

different from  
don't have to do  
drop in  
do one's best  
drive away

### E

even if  
each other  
enough to do  
enable ~ to do

### F

far away  
famous for  
far from

first of all  
for a moment  
fond of  
for the first time  
for a while  
fall into  
full of  
for a long time  
find out  
fasten ~ to  
fall down

### G

get well  
get up  
get out of  
get down  
get into  
get to do  
get to Noun  
get through  
get ~ ready  
go off  
go on  
go out into  
go down  
go with  
go by  
go away  
go ahead  
go to sleep  
glad to do  
good at  
give up  
grow up

### H

have to do  
happen to do  
hear from

hundreds of  
high up  
have Noun

I

in order to do  
it is ~ for ~ to do  
it is ~ of ~ to do  
in time  
in fact  
in peace  
interested in  
I'm sure that ~  
I'm afraid that ~  
instead of  
in charge of  
in a ~ voice  
it happens that ~  
in front of  
it seems (to me) that ~  
in the first place  
in trouble  
in the middle of  
in the form of  
in a moment

J

jump up

K

keep on ~ ing

L

look after  
look up  
look like  
look at  
look around  
look for  
lots of

late for  
little by little  
listen to  
let me see

M

make a mistake  
make ~ of  
make the best use of  
make a flight  
manage to do  
most of  
more than  
more and more

N

no longer  
not always  
not ~ any more  
not so (as) ~ as  
not ~ at all  
not ~ yet  
neither ~ nor  
next to

O

one day  
ought to do  
of course  
on top of  
of Abstract Noun

P

pay for  
pay attention  
put down  
put on  
plenty of  
proud of  
pick up

pleased with	those who
	the same as
R	talk to
run for	take place
run into	take long
ready to do	take off
	take care of
S	think of
say to oneself	think about
speak of	turn to
sit down	
start off	U
seem ~	used to do
seem to do	up and down
so that	
so that ~ can	W
so that ~ may	wait for
so far	wait for ~ to do
sorry for	work for
some day	work out
soon after	write to
side by side	walk about
such ~ that	watch for
	would not do
T	what's the matter (with~) ?
too ~ to do	what becomes of~ ?
thank ~ for	what kind (sort) of~ ?

## § 指導上配慮すべき慣用句と問題点

### (A) 意味と用法の相違が問題となるもの

#### (1) at first と for the first time

- ・ An hour later, another ambulance brought the Old Gentleman to the same hospital. *At first* they thought it was also indigestion but later one of the nurses said: "That nice old gentleman over there — it is a case of starvation."
- ・ Today I met him *for the first time*.

しばしば *first* を含む慣用句, たとえば *at first*, *for the first time*, *first of all*, *in the first place* などの意味を混同する。とくに *at first* と *for the first time* の両者の間に多

い。この原因は熟語の訳語だけをあいまいに覚えているから、文中で正しく用いることができないものと考えられる。「私は東京で彼にはじめて会った。」を I met him in Tokyo at first. とし「はじめは少し落ち着かなかった。」を I felt a little nervous for the first time. のような間違いをする。適切な例文を与えて「はじめは」と「はじめて」の英語における使い方をしっかり定着させる必要がある。

(2) after all と at last

- It was discovered that the swan was not alone *after all*.
- Tom sat down while the old man told his story. "Where is his grave, Thomas?" said he *at last*.

この両者も混同されやすい慣用句である。とくに「彼はとうとう現われなかった」に相当する英文を He did not appear at last. とし、否定文中に at last を用いる誤用が多い。日本語の「とうとう」「ついに」には「最後に」「結局」の2つの意味をもっていることがこの慣用句を習得する大きな障害になっているように思われる。したがって at last は in the end; finally; after a long time の意味であり、一方 after all は in spite of everything; all things considered の意味であることをじゅうぶん理解させる必要がある。

(3) carry on と carry out

- This is a story of one man's efforts to *carry on* these traditions.
- A place where affairs of business *are carried on*

他動詞が副詞と結びついていろいろな意味を表わすので、生徒はとまどうようである。carry on と carry out の場合、on は expressing continuance of action であり、out は to or at an end; completely を意味する副詞であることを教えこめば、おのずから carry on は「続けて行く」carry out は「遂行する」の意味になることが理解できるのではないか。さらに turn on (off), take in (out), ……などのような動詞と副詞の結び具合によって生ずる意味のちがいの正確な理解に発展していくものと考えられる。

(4) find out と find

- There he *found* the matron in her room.
- She was glad when she *found* me at the station.
- Of course, Mr. X had only a single problem, but he used careful observation, a scientific method of *finding* a solution for his problem.
- "We'll get nothing here, if the priest *finds out* that we are not Catholics; so I'll tell him that I am a Catholic."
- If so, try to *find out* the reason why there is a ferryboat instead of a bridge.

find out と find はお互いに代りに用いてもよい場合もあるが、On my way to school I found a ten-dollar note on the street. のような文では find であって find out を用いるとおかしい。find out と find の混同がよくみうけられる。find は come up by chance; meet with で find out は learn, discover by test, experience, etc. であり、たとえば「失ったナイフを見つける」のような具体的な物の場合には find であり、無形の隠れた事柄の場合は find out である(英米語用法辞典)ぐらゐの説明にとどめておくべきであろうか。しかしこの二つは問題点の多い表現であるように思われる。



(5) come to (get to) + Root と become

- ・ It thus *came to* mean eating the first food of the day.
- ・ We have to *get to* know each other.

「私はまもなく彼女が好きになった。」を I soon became to like her. とする生徒が多い。became 「～になる」の日本語につられて Reader で come (get) to を学んでいても英文を作る段になると思いつかないのであろう。become は不定詞を補語にしないことを教えておく必要がある。

(6) hear from と hear of

- ・ I am looking forward to *hearing from* you soon.
- ・ About a month later, the bird was sent to another part of the country, for they heard of an old acquaintance who wanted a swan very much.

「一年以上も音沙汰がない」を I have not received a letter from him more than a year. と receive a letter を用いる生徒が多い。hear from のほうが、この和文には自然であることを教える。

また hear from と hear of の意味の相違についても、前置詞 from と of の意味をじゅうぶん理解させれば hear from は「当人から直接便りがある」ことを意味し、hear of は「人(物)についての消息を他人から聞くこと」が理解できる。

(7) get up

- ・ I put my book down and *got up* to switch on the light.
- ・ He *got up* very early in the morning and went to the lake to try to get a trout for breakfast.

I get up at six. のような例文しか知らないと get up は「起床する」の意味にしか用いないと思ってしまう。get up はある姿勢から立ち上がることを意味するのだと教えておけば I put my book down and got up to switch on the light. の got up の意味も自然と理解できるのではないか。

(8) don't have to と must not

- ・ So I *have to* marry her.
- ・ You know a child *has to* learn plenty of things before he is a useful person.
- ・ You *have only to* make them think it's something wonderful.

have to=must となるから have to の否定を must not と同じ意味であると考える傾向がある。you don't have to write it in pen. と you must not write it in pen. をはっきり区別して教えておく必要がある。また have only to も高一では頻度数が少ないせいかなかなか把握しがたいようである。

(9) during the night と for the night

- ・ But he knew that he would probably have to ride a horse sometime *during his visit*, so he decided to do his best.
- ・ They turn brownish *during autumn and winter* and then greenish-gray again in spring and summer.
- ・ The temperature in some parts probably rises to 20 degrees Centigrade

*during the daytime.*

- A town grew up, since people wanted to buy and sell, and have shelter *for the night* near the ford.

「夜の間に雨が降った」It rained *during the night*. の代りに *for* とする誤用がよくある。これは *for two hours* とか *for a long time* のような例に影響されたものと思われる。この原則の説明はなかなかやっかいだが、*I went there for the summer vacation.* のように *for* のつぎに具体的な期間を示す語が続く時は *for the summer vacation* は *to spend the summer vacation* の意味で、通例前もって計画された行動であり、「～のために」という目的を表わす気持ちが含まれている。*during* も具体的な期間を表わす語が続くが、目的を表わす気持ちがなくなり、その動作・行動はその期間全体、あるいはその期間内のある時点で起ってもよい(実例英文法)というような説明をしておけば生徒は理解がかなり容易になるのではないか。

⑩ take place

- Travers hoped that perhaps the hunt would not *take place*.
- He carefully checks every spot where trouble would *take place* till he finds what is wrong.

「その会合は5月3日に開催されます」を英訳する場合、*take place* という Idiom を知っていても *The meeting will be taken place on May 3.* と受動態にする誤りがみられる。これは和文の「開催される」とらわれた誤りであって、*take place* はまとめて一つの自動詞と考えて、受動態にできないことを認識させる必要がある。これに対して *hold* を用いれば、当然 *The meeting will be held on May 3.* のように受動態になることもしっかり教える必要がある。その他 *happen* も自動詞であるのに *It was happened the day before yesterday.* のように受動態にしてしまう。自動詞・他動詞の識別、受動態に出来ない表現などははっきりさせておく必要がある。

⑪ a piece of

- Often he would play *a piece of music* from memory after hearing it only once.
- First of all, if we blindfold bats with *pieces of wax* over their eyes, is there anything unusual about their flying.?

*a piece of chalk* とか *a piece of paper* はかなりよく記憶されているが、上のような文中の *a piece of music*, さらに *a piece of advice*, *a piece of furniture* のようにすべき時に、*a music*, *an advice*, *a furniture* とする誤りがよくある。*a piece of* は物質名詞を数える場合だけでなく、抽象名詞、集合名詞を数える場合にも用いられることを追加説明しておく必要がある。

⑫ enable ~ to do

- This will *enable* blind people *to* read.
- This organ *enables* him *to* build cities, blow up mountains, turn desert into farm land.

*enable ~ to do* を「～に……できるようにする」というような訳を与えておくと「彼は私に泳げるようにしてくれた」を *He enabled me to swim.* と生徒は英訳してしまう。

この表現では無生物が主語で目的語に人間がくるのが普通である。be able to と同じように考えて、人間を主語にする誤りが時々みられる。

⑬ used to do

- ・ Formerly, we *used to be* less careful about cleanliness.
- ・ Members of some churches *used to fast* on certain days.
- ・ He looked up to the place where the doctor *used to stand*.
- ・ At the corner of Broad and Wall Street you come to the Federal Hall National Memorial, which stands where the old colonial City Hall *used to be*.

過去表現であることをはっきりさせる必要がある。「毎朝散歩します」という現在の習慣について述べるのに I *used to take a walk every morning*. としてしまう生徒がいる。さらに「過去の規則的な習慣」とだけおぼえているから、There *used to be a church on the hill*. などがどういう意味かわからなくなってしまう。「現在と対照して過去の状態・事実を表わす」ことを指導しておく必要がある。また be *used to* との混同にも注意すべきである。

⑭ talk to と talk with

- ・ He was learning English by *talking to* English-speaking tourists.
- ・ In the early part of the first evening, he *talked alone with* Miss Paddock in a corner of the room, but later, when the women had gone to bed, the father and son came near him.

ふつう talk to は「話しかける」、talk with は「～と話す」というように生徒はおぼえているが、両者は殆んど同じ意味に用いられることがよくあるように思われる。She was *talking to (with) her neighbors*. 「彼女は近所の人たちと話をしていた」前置詞は to のほうが普通（新英和中辞典）であり、talk to も「～と話す」という場合にもよく用いられることを教える必要がある。talk with は通例、長い話をする場合に用い、talk to は数語をかわす短い話にも長い会話にも用いる。I *talked to her for an hour*. She was *talking with the neighbors*. (アンカー英和辞典)。

(B) 語法上の問題点のあるもの

(1) 時制 as if (as though)

- ・ Old Pete, began to feel *as though* he himself was now a part of tradition.
- ・ Now it looked *as if* the poor bird had become resigned to a lonely life.
- ・ Now we can travel as easily from one end of the earth to the other *as if* we were taking a train to the next town.

as if 節の時制はやっかいなものの一つであって、生徒には She *talks as if she knew the secret*. における talks が *talked* になっても、as if 節以下の動詞の時制がそのままであることがなかなか理解できないようである。仮定法の文は時制の一致の規則に影響を受けないということをはっきりさせねばならない。また as if 節を用いて「彼はまるで悪夢をみているような顔をしている」「彼はまるで悪夢をみたかのような顔をしている」を英



文にする場合 He looks as if he *was having* a had dream. He looks as if he had had a had dream. のような動詞の時制にとまどうだろうし、逆にこれらの英文も正しく訳せない。いずれの場合も仮定法であるということ、仮定法とはどういうものか、その法則はどうなっているかを把握しておれば理解は容易であると思われる。

(2) 語 順

1. enough to do

• The father was wise *enough to fly* at a moderate height.

• I'm sure it'll be good *enough to go* with your watch.

(Did he have enough money of his own for the flight?)

be kind enough to show me the way の enough が be enough kind to show me the way という語順になる生徒が少なからずいる。この場合は enough の品詞が very と同じだから、また名詞にかかる場合 I wish I had money enough to buy the car. でもよいが、I wish I had enough money to buy the car. のように名詞の前に位置することも可能であることから、この混乱が生じるのかも知れない。ともかくいくつかの短文をしっかりと暗誦させることによって、enough の位置を自然に把握させる。

2. it is ~ for ~ to do

• *It was* certainly important *for him to use* them very much.

不定詞の意味上の主語はその前にくることをはっきりさせておく必要がある。生徒の中には It was hard for me to memorize all of them. を It was hard to memorize all of them for me. というように書くものがある。I told him to work harder. の him を一番後にもってくる誤りはまずないから、これは for me の for に影響されて、後置しても自然なひびきになるからであろう。I did it for you. のような文に無意識的にならっているのかも知れない。It is kind of you to invite me to dinner. のような文では、これは Idiomatic な Pattern と考えられているのか、割合に注意を払うので、of you の位置を誤ることはまずないであろう。さらに it is ~ for ~ to do では例えば「私にはその問題を解くのはむずかしかった」を英訳する場合、日本語の「私にはむずかしかった」の表現にひかれて I was difficult to solve the problem. というふうに I was difficult とする生徒がいる。

3. give up など

• I had better *call* them *up* right now.

• Your sister has already asked me to *give up* my riding.

• I *gave* it *up*, but I was still feeling rather puzzled.

一年生の教科書には give up, carry on, drive away, find out, put down, take off, see off など「他動詞+副詞」の慣用句が多く出ている。この場合目的語の位置がやっかいである。He took off his shoes. He took them off. のように名詞の場合は副詞の後に、代名詞の場合には動詞と副詞の間にはさまれるのが一般的であるが、名詞の場合には Take your hat off and let me have a look. のような例もかなりみられる。さらに He went to see his friend off at the station. のように see+名詞+off となるのが普通である場合もあるので、生徒にとっては困るわけである。原則を教えると同時に個々の場合の説明が必要であろう。また生徒にとって困難点のもう一つは副詞か前置詞かの判断にまようこと



である。They hurried down it. (it=the hill) のように down が前置詞である場合と put it down のように down が副詞である場合、よほどの区別を強調しないとなかなか納得しないように思われる。

4. ought to

- I decided, however, that I *ought to* go out and have a look in the garden.

ought to の問題点の一つは否定である。ought to を否定にして not をどこにつけるのか、まよう生徒が多い。これは不定詞を打消しているのだという意識がないからであって、He ought not to be idle. では not は to be を打消しているのであって、不定詞の否定は not を to の前におくということをはっきり認識させればよい。had better の否定は had better not も not はつきにくる 原形不定詞を否定しているのだと説明すれば had not better とすることはないだろう。また同時に理くつ抜きでいくつかの例文を暗誦させることも必要かも知れない。

(3) 品詞

1. each other, one another

- We have to get to know *each other*.
- They ran into *each other* and the ball rolled away just as Till reached first place.
- The first three lines rhyme with one *another*.

両者は辞書では「お互い(に)」という訳語が与えられているから副詞句と誤解して「彼等はお互いに話しあっていた」を They were talking to each other の to をつけない生徒が多い。each other, one another は代名詞に相当する語句であることを徹底させるべきであろう。

2. because of

- It was not only *because of* its great size but because a strange thing had happened when he hooked it.

because of は前置詞句であるにもかかわらず、接続詞として用いる誤りが多い。たとえば I couldn't go out because of it rained heavily. とする。同じように in spite of ~ を although と同じ品詞のように用いたりする。I shall start in spite of it is bad weather. 一方 so ~ that の that は従位接続詞であるのに that 節中で主語をおとす生徒がいる。とくに主節の主語と従属節中の主語とが一致する場合にみられる。

- He was so happy that (he) could not master his feelings.

(4) その他

1. most of

- Well, *most of* you came here from different schools.
- *Most of* our London taxidrivers are very careful.
- Before Shaw's time *most of* the people who went to see a play never thought about it after they went home.
- But *most of* the doors had been closed hours ago.
- *None of* them received so much attention.

most of ~, some of ~, none of ~, many of ~ などの～の部分に名詞がくると必ず the かそれに相当する語句がくることを認識させておくべきである。most of students などとしている生徒が多い。most of の場合は「ある特定の人、物の大部分」の意味であるから most of the (それに相当する語句)+名詞となる。ただし少し意味が変わるが most +名詞もなり立つことも同時に教えておく。

2. look forward to

・ I'm *looking forward to* hearing from you soon.

生徒が学ぶ Idiom には be apt to, be about to, enable ~ to など殆んど to のつぎに動詞の原形がくるのが普通であるので look forward to do とする誤りがしばしばみられる。この句はつぎに名詞または名詞相当語句を伴うので、動詞がくる場合は動名詞形になることをとくに認識させておくべきである。

# 日・英語の表現比較

—日本文学とその英訳から—

千 種 基 弘

最近、川端康成・三島由起夫の作品を中心に多くの日本文学作品がEdward G. Seidensticker その他の英米人によって英訳されている。今回は次に示す六種の作品とその英訳から日常よく使われる日本語表現で英訳しにくいものをはじめ、和英辞典には載っていないような英語訳を五十音順に列挙する。英語の表現だけを見るときわめて平凡なものもあるが、原文と比較するとおもしろ味のあるものが多い。

- I. 川端康成 山の音 (旺文社文庫)  
The Sound of the Mountain (Charles E. Tuttle Co.)
- II. 川端康成 千羽鶴 (新潮文庫)  
Thousand Cranes (C. E. Tuttle Co.)
- III. 川端康成 雪国 (新潮文庫)  
Snow Country (C. E. Tuttle Co.)
- IV. 川端康成 伊豆の踊子 }  
V. 川端康成 ほとけの手紙 } (現代日本文学英訳選集<1> 原書房)
- VI. 三島由起夫 潮騒 (新潮文庫)  
The Sound of Waves (C. E. Tuttle Co.)

尚、I.～V.の訳者は Edward G. Seidensticker, VI.の訳者は Meredith Weatherby である。以下各文尾のローマ数字は上記の作品を示し、アラビア数字はそれぞれの頁数を表わす。

## 愛想をつかす

そんなにされましてもなおりませんので、さすがにあなたも愛想をおつかしなさいましたのでしょうか。(V-147)

And was it because the habit came back afterwards *the last of your affection for me died?* (146)

## 阿吽の呼吸

海底の魚を追う海鳥の漁法をまねて、鳥の羽毛をつけたしなりのよい竹竿を使って行われるこの漁は阿吽の呼吸を要した。(VI-33)

A flexible bamboo pole with feathers on the tip was used to imitate a sea-bird pursuing a fish under the water, and the operation called for *split-second timing.* (37)

### あきれ

「はい。お嬢さまがお見えになりますと、お師匠さんがおうちのなかを、方々案内してらしたようでございますよ」

「へええ、あきれたもんだ」(II-55)

### 頭が冴える

踊子が帰った後は、とても眠れそうになく頭が冴え冴えしているので、～(IV-31)

### 頭からきめる

それにしても彼は頭から相手を素人ときめているし、～(III-18)

### あてにしない

もうあんたの言うことなんか、あてにしないからいい。(III-85)

### 怪しまれぬために

そして、新治の家の在処を二三の人にきいたが、怪しまれぬために、いちいちその紙袋を見せた、という話をした。(VI-36)

### 改まる

「やはり、お茶室がよろしいでしょうね。お座敷にお通ししてありますけれど」と、ちか子は少し改まって言った。(II-52)

### 言いがかり

「そんなことはない。言いがかりだ。」(I-53)

### いい加減にしろ

「～。私の荷を持って行っちゃってこない？」

「いい加減にしろよ。」(III-132)

### 言い負かす

御亭主を議論で言い負かし、そのあとで御亭主の足袋のつぎやら夕食の仕度やらにも精を出した。(VI-41)

### 言いよどむ

“Yes, sir. And when the young lady came, Miss Kurimoto seems to have shown her through the house.”

“What will she do next!” (50)

I felt clear-headed and alive when they had gone. I would not be able to sleep, I knew. (30)

Shimamura, however, had labeled her an amateur ~ (19)

But I'll know better than to believe you next time. (94)

She went on to explain that she had had to ask two or three people the way to Shinji's house, but had always satisfied their curiosity by showing them the envelope she had found, with Shinji's name on it. (41)

“I suppose the cottage would be best.” Her manner became more businesslike. “I have her in the main house now.” (47)

“That's not true. An invention of yours.” (45)

“～. Why don't you take my load for me?”

“You're going a little too far.” (141)

She would argue her husband into a corner, and then, as if to make amends, put her whole soul into darning his socks or fixing his supper. (46)



- 「はあ。」  
英子は言いよどんだ。(I-77~8)
- 一人前の～  
わたくしはまだ少年ですが、いつか一人前の漁師になって、～ になれますように。(VI-22)
- 一挙に  
そのときまで島を出たことのない少年たちは、一挙にひろい外の世界を目で見て学んだ。(VI-49)
- いっしょにする  
「犬と人間といっしょにするやつがあるか。」(I-110)
- 言って聞かない  
そうすると文子が、お送りして行くって聞かないんです。(II-29)
- いつとなく  
茶の間で食事の時の家族四人の席が、いつとなく定まっている。(I-63)
- いやでも  
いやでも見える。(I-64)
- いら立つ  
見ている島村がいら立って来るほど幾度もその同じことを、二人は無心に繰り返していた。(III-9)
- 色気づく  
「あら、厭らしい。この子は色気づいたんだよ。あれあれ……。」と～(IV-21)
- 浮き立つ  
「太鼓がはいると御座敷が浮き立ちますね。」とおふくろも向うを見た。(IV-43)
- 嘘のように  
女の坂を曲ると、嘘のように風がなくなつた。(VI-24)
- “Yes.” Eiko *half swallowed the word.* (65)
- I am still young, but in time let me become a *fisherman among fishermen.* (25)
- This is the way the youths of Uta-jima, who had never before left the island, first saw the wide world outside with their own eyes, learning about it *in a single gulp.* (55)
- “You mean there is someone who *puts people and dogs in the same category?*” (93)
- Fumiko would see him home, and *no one would talk her out of it.* (26)
- The places of the four as they took their meals had *in the course of time* become fixed. (53)
- You have to look at it *whether you want to or not.* (54)
- The process was repeated over and over, automatically, so often that Shimamura watching them, almost *found himself growing impatient.* (8~9)
- “Dear me. The child’s *come to a dangerous age,*”~(20)
- “A party always *picks up speed* when the drum begins,” the woman said. (42)
- As he rounded Woman’s Slope the wind died as completely *as though it had*

打ちとける

～、駒子は初めから今日までその人が厭で、いつまでも打ちとけられないと言う。(Ⅲ-97)

うまそうに

いかにもうまそうに水を飲む女の子に、信吾は今年の春が来たのを感じたものだった。(Ⅰ-183)

おくて

「お嫁に来てから、なん年にもなって、まだ背のびるのは、いいね。」

「おくてで、足りないからですわ。」(Ⅰ-263)

お世話さま

「弟が今度こちらに勤めさせていただいておりますのですってね。お世話さまですわ。」(Ⅲ-5)

思い切ってる

それじゃあ、わたしも思い切って出かけることにしよう。(Ⅰ-121)

思う間もなく

駒子もいるなと思う間もなく駒子ばかりが見えた。(Ⅲ-148)

恩返しする

「私がご恩返しに、自由意志で決心したことですもの。」(Ⅰ-125)

勝手だ

「ゆき子さんと早く結婚なさるとよろしいわ」

「それは僕の勝手だ」(Ⅱ-72)

勝手に上りこむ

ちか子は、この家へ勝手に上りこんで、勝手なことをしている、そのあいさつはしなかった。(Ⅱ-51)

かまわない

「顔を赤くしたり、ばたばた追っかけて来

been a trick. (27)

She had never liked the man, Komako continued, and have never felt near him, ~ (106)

Watching her drink as if it were the world's most delicious water, Shingo thought to himself that this year too spring had come. (152)

"It's a good idea to keep growing for years after you're married." "I've been too small. A late bloomer." (220)

"I understood my brother has come to work here. Thank you for all you've done." (4)

In that case I'll pull myself together and go out with you. (101~2)

Komako will be among them — but almost before he had time to frame the thought he saw only Komako. (160)

"I'm doing it of my own free will, to pay back for all you've done." (104)

"You must hurry and marry Yukiko."  
"That's a question for me to decide."  
(64)

She made no apology for having come uninvited and taken over the house. (46)

"But I'd think you'd be even more

たりすれば、尚困るじゃないか。」  
「かまやしない。」(Ⅲ-47)

#### 軽い

菊子の嫁に来る前に、修一と軽い縁談があ  
って、交際もあった。(Ⅰ-249)

#### 考えておく

「まあ、考えとこう」(Ⅱ-95)

#### 還暦

還暦の去年、信吾は少し血を吐いた。(Ⅰ  
-10)

#### 貫禄をつける

その年でも貫禄をつけることを知ってい  
て、集まりには必ず遅れて来るのである。  
(Ⅵ-20)

#### 気が散る

あたりが騒々しいから、気が散るのね。  
(Ⅲ-108)

#### 気がない

「そう言えば、見かけないね。」と保子は  
気がなさそうに答えた。(Ⅰ-89)

#### 気がまぎれる

「おさびしいでしょうから、そろそろお茶  
の方を」  
「はあ、もう……」  
「気がまぎれますよ」(Ⅱ-114)

#### 聞き惚れる

村の人たちの中には、この奥さんの能弁に  
聞き惚れては、～(Ⅵ-41)

#### 気随に

自分で贅沢する分にはきりが無いけれど、  
気随に稼いでいて、それですむんですもの。

embarrassed, turning bright red and then  
chasing after me.”

“What difference does it make?” (51)

Before Shuichi married there had been  
some *not-very-serious* talk of arranging  
a marriage with her, and the two had  
kept company. (207)

“I'll give the question some thought.”  
(84)

The year before, *the year he had entered  
his second cycle of sixty years*, Shingo  
spat up blood— (6)

Young as he was, he already knew the  
secret of *giving himself importance*,  
and he always came late to their meet-  
ings. (22)

They live in such noise and confusion  
that *their feelings are broken to little  
bits*. (118)

“She hasn't been around, now that you  
mention it,” said Yasuko, *with no great  
show of interest*. (74)

“You must be lonely. Suppose you take  
up tea again.”

“But …”

“It will give you something to think  
about.” (101)

The villagers *listened spellbound* to the  
mistress's eloquence, ~ (46)

If I wanted to be extravagant, I could  
go on and on, but I work *as the mood*

(Ⅲ-98)

共犯である

文子の母の自殺を隠蔽したのも、二人だけの共犯であった。(Ⅱ-86)

気力

男は気力や。(Ⅵ-147)

ぐしゃぐしゃにつぶれる

頭から骨まで、すっかりぐしゃぐしゃにつぶれたんですって。(Ⅲ-100)

管を巻く

酔って管を巻いていると思ってらっしゃるわ？ (Ⅲ-132)

口がうるさい

村人たちの口がうるさいことを、新治はよく知っていた。(Ⅵ-29)

口こもる

「～ですから、かび臭いでしょう」と菊治は口こもって、「しかし、同じお知り合いになるのであれば、～」(Ⅱ-58)

苦勞する

「君が家を持ったら苦勞だね。」(Ⅲ-93)

好事魔多し

「好事魔多しですから、文子さんも、きまるまでは、お聞きにならないことになさって」といて(Ⅱ-115)

声をかける

若者はそとから声をかけた。奥さんは戸をあけた。(Ⅵ-10)

ことを大きくする

また、佐川家へ菊子を見舞いに行くのは、ことを大きくしそうでひかえていた。(Ⅰ-224)

先が見えている

今の修一の声を聞くと、東京の女とのあいだも、もう先が見えていると、信吾は思った。(Ⅰ-152)

*takes me. That's enough. (107)*

And they had *shared the crime* of hiding the suicide. (77)

The only thing that really counts in a man is *his get-up-and-go*. (175)

*Broken into pulp*, they say, skull and bones and all. (111)

You think I'm drunk and *talking nonsense?* (141)

Shinji knew well *how sharp the villagers' tongues could be*. (32)

"～. Smell the mildew?" He *half swallowed the next words*: "If we are to be friends, ～" (53)

"You'd *wear yourself out* if you had a house of your own." (102)

"It's the good things that attract *villains*. You must pretend you've heard nothing, Fumiko." (102)

He *announced himself by calling* from outside and the wife opened the door. (9)

And Shingo had avoided going to inquire after Kikuko, because to do so would only have been to *give the matter unnecessary emphasis*. (186)

Shingo thought, from the tone of the voice, that *the end was in sight* for Shuichi and the woman in Tokyo. (126)



### 酒がさめる

信吾は頬に手をやってみた。酒はさめていた。(I-272)

### 思案中である

お父さんがね、これを切るか切らないか、思案中なんだ。(I-239)

### じっとしていられない

それを思い出すと、私はじっとしていられなくなりましてね。(II-45)

### 殊勝である

「だってしゅしょうじゃないか。感心だよ。」となにかを打ち消した。(I-17)

### 仕様ことなく

千代子は仕様ことなしに、英文学史の勉強をはじめた。(VI-68)

### 白ける

～、顔を出したとたんに、皆は白けたような顔をして話を止めた。(VI-89)

### しらじらしい

今はお師匠さんもいっしょに埋ってるんですから、お師匠さんにはすまないと思うけど、今更参れやしない。そんなことしらじらしいわ。(III-109)

### 尋常でない

ばあさんの話だと、昨日東京へ出て行って、夕方もどってから、寝ついたというが、その様子が尋常じゃない。(I-199)

### 素直に

～と、思いの外素直に話した。(III-18)

### 隅におけない

無邪気そうに言っただけのところ、隅におけない。(I-19)

～7)

Shingo touched a hand to his cheek.  
*The effects of the sake had left him.*  
(227)

Father is *in process of deliberating whether* to cut them or not. (197)

I *could hardly sit still*, thinking about it. (41)

"But I thought they were *behaving rather well*," he said, protesting against he hardly knew what. (12)

*With nothing better to do*, Chiyoko had begun studying her history of English literature. (79)

～, the moment she appeared, everyone stopped talking, looking *as if they had just had a wet blanket thrown over them*. (104)

I feel guilty sometimes, now that the teacher's buried there too. But I can't very well start going now. *I'd only be pretending*." (118)

The old woman says she was in Tokyo yesterday and went to bed when she got back last night. She's *not her usual self*. (167)

～, she began talking of her past *in a surprisingly matter-of-fact way*. (18)

Her tact and skill *were not to be underestimated*. (15)

精を出す

帰港までの十一時間、新治はほとんど口を  
きかずに漁に精を出した。(VI-33)

During the eleven hours they were out  
in the boat Shinji *threw his whole soul*  
*into* the fishing and scarcely once opened  
his mouth. (37~8)

せがむ

ところがこういうものすべてが、母親まで  
が、旅の話をしろとせがんでいるのだ。  
(VI-82)

And yet all of them, including even his  
mother, *were at him* to tell them about  
his travels. (96)

世間はうるさい

気イつけや。世間はうるさいよって。(VI  
-89)

But do be careful—*people are always*  
*minding other people's business.* (104)

善意に解釈すれば

善意に解釈すれば、子どもを産むという絹  
子に、修一も苦しめられ、絹子から遠ざか  
って、菊子に詫言っているのかもしれない。  
(I-270)

*The more favorable interpretation was*  
*that* Shuichi, deeply troubled by Kinu  
and her resolution to have the baby,  
was pulling away from her, apologizing  
to Kikuko. (225)

先々代の

床の間には先々代の三重県知事の揮毫が掛  
けられ、～ (VI-146)

On the alcove wall there hung a calli-  
graphic scroll done by *the last-governor-*  
*but-one* of Mie Prefecture, ~ (173)

そのまま

そのまま逃げ出せばよいものを、父親に言  
いつけられるのがこわい安夫はしつこくた  
ずねる。(VI-80)

Yasuo would have liked to run away  
*without more ceremony*, but his fear  
that she would tell her father kept him  
wheedling. (93)

代変わりする

代わりしてはいないのか。(I-197)

Had *a new generation taken the place*  
*of the old?* (165)

だいじな

お父さん、お父さんのだいじな桜の芽を、  
里子がむしり取っちゃいました。(I-241)

Father, Satoko tore off your *much-prized*  
branches. (200)

たかをくくる

怪しい話だとたかをくくってゐるが、～  
(III-17)

An odd story, Shimamura said to  
himself, and *dismissed the matter.* (17)

蛇足

「いいよ。しかし海老にさざえは似たもの  
で、蛇足だったね。」(I-18)

"Don't bother. But all these shellfish—  
*my contribution doesn't add much.*" (14)

ただならぬもの

～、島村はただならぬものが感じられた。  
(III-115)

つい

「あなたにも菊子の気持ちはわからない。」  
信吾はつい菊子の名を言ってしまった。  
(I-280)

手筈である

母は家へかえり、弁当をもって来て、出帆  
前に新治に届ける手筈である。(VI-33)

出鼻を挫く

この一言で、一寸上ってゆくつもりだった  
新治は、出鼻を挫かれてしまった。(VI-  
44)

出る幕でない

解決は息子がすべきことだ。親の出る幕で  
はないだろう。(I-271)

どうしようもない

まったくどうしようもなさそうなのに、信  
吾はおどろいたくらいだ。(I-115)

どきまぎする

私はどきまぎしてしまったのだ。(IV-11)  
とほげる

とほげるな。(VI-78)

泣き落とす

母親はとうとう泣き落しの手に出ることを  
考え、便箋十枚にもあまる速達の手紙を書  
き、～(VI-142)

なつかしさが先に立つ

お腹立ちでしようと思えますけれど、私は  
お目にかかりますと、おなつかしさが先き  
に立って。(II-24)

生意気だというふう

座んではいけないと、私は言いましたの。  
絹子さんはなにを生意気なというふうで、  
あなたの知ったことじゃないし、～

There was *something far from ordinary*  
in all this, Shimamura told himself.

(125~6)

"And you do not know how Kikuko  
feels." *In spite of himself*, Shingo  
spoke the name. (234)

*It was agreed that* his mother would  
return home and bring him his lunch  
before the boats put out. (37)

Shinji had been just on the point of  
coming into the house for a minute,  
but these words seemed to *wrench his*  
*nose*. (50)

The solution in this case should have  
been up to the son. *It was not the*  
*father's place to interfere*. (227)

He was astonished at *the extent of his*  
*helplessness*. (96)

*I was taken quite off balance*. (10)

*Don't act so innocent*. (91)

The mother finally decided to *try tears*  
*as a means of persuasion* and sent a  
special-delivery letter of more than ten  
pages, ~ (168)

I may have annoyed you, but when I  
saw you it seemed that *the old days*  
*came before everything*. (22)

When I told her she must not have the  
child, she hit back at me *as if I were*  
*a child myself that needed a spanking*.

(I-268)

難波になる

そのうち雪になると、山から出歩くのが難波になるんでせう。(III-147)

なんのことなく

なんのことなく起き直った子犬も、瞬間きょとんと立っていたが、すぐ歩きだして、土の匂いを嗅いだ。(I-107)

二の句がつけない

信吾は二の句がつけなかった。(I-212)

はじまらない

つまらんことを今言い出しても、はじまらないさ。(I-73)

「そうですね。でもいまさら、おさない年になったところではじまらない。」と保子はつぶやいた。(I-113)

はっきりする

「先方へ話してあるんですか」

「はい。話しました」

はっきりなさいませ、とちか子は言う風だった。(II-53)

話の継穂がない

下の人達の寝息が聞えて来るやうだし話の継穂がないので、島村はそそくさと立ち上った。(III-135)

腹を見すかす

ちか子はたかをくくって、菊治の腹を見すかしたような言い方だった。(II-53)

平気な顔でいる

工合の悪いのは奥さんの方で、菊治さんは平気な顔でいらっしゃればいいわ。(II-15)

下手になる

シンガーで。機械はいいはずだから、私が

I knew nothing about it, she said, ~  
(223)

*It will be next to impossible for them to go out once the heavy snows begin.*  
(158)

The puppy got up *as if nothing had happened*, and, after standing there blockishly for a second or two, walked off sniffing at the earth. (91)

Shingo could *think of nothing more to say.* (176)

*There's no point in talking about that now.* (62)

"Maybe so," muttered Yasuko. "But *it doesn't do much good* to start being the same age this late in life." (95)

"You've talked it over with her then?"  
And *don't* you be *dodging the issue*, her manner seemed to say. (48)

He thought he could hear the breathing of the family below, and he had *run out of things to talk about.* He stood up to leave. (145)

Thus Chikako made light of her behavior. It was as if she had *read Kikuji's mind.* (48)

But Mrs. Ota is the one who should be uncomfortable. You can *pretend that nothing is wrong.* (12)

It's a Singer and ought to be a good



下手になったのかしら。(I-176)

#### 負け惜しみが強い

「知らないわ。負け惜しみの強い方ね。」  
(III-29)

#### 待ちきれずに

待ちきれずに、床から跳ね起きた若者は、  
ところどころ穴のあいた黒い丸首のセエタ  
ァを着、ズボンを穿いた。(VI-57)

#### 見かねる

菊子は見かねて、信吾の上着を片腕にかけ  
ると、胸に近づいてきた。(I-306)

#### 見てやる

「駅長さん、弟を見てやって、お願いします。」  
(III-6)

#### 身についたもの

「お勤めはきまったんですか」  
「いいえ。いざとなると、なんにも身につ  
いたものがありませんから……」(II-121)

#### むきになる

「なにをさう向きになるんだ。」(III-107)

#### 申し合わせたように

申し合わせたように、ばたばたと二人とも  
かたづいて、若い人はあっけないものでご  
ざいます。(II-136)

#### 蹙める

やれやれ、蹙めたのかね。(I-308)

#### 物好き

「行くの、あんたも？」  
「うん。」  
「物好きねえ。」(III-155)

#### 八百屋

「八百屋だから何をやり出すか分りゃしま

machine. I wonder if I've *lost my touch* (148)

"Don't talk to me about it. You're just *unwilling to admit you lost*, that's all."  
(31)

*Finding it unbearable to wait*, the boy leaped from bed and jerked on a pair of trousers and a black, crew neck sweater full of holes. (65)

*Unable to watch in silence*, Kikuko came up to him, the coat over her arm. (257)

"See that he behaves himself." (5)

"Have you found work?"

"No. When I'm being honest with myself, I have to admit that there's *nothing I'm qualified to do*." (107)

"But there's no need to *lose your temper*." (117)

Both of them running off and getting married, *as if they'd talked it over beforehand*— young people don't give much notice, do they? (121)

Well, *old age has finally caught up with me*. (259)

"You're going too?"

"Yes."

"*Always looking for excitement*." (165)

"He has as many wares as a dime

せん。」(IV-41)

#### 八つ当りする

八つ当りをして、初江を憎み、初江の悪口を言って～(VI-109)

#### 矢も楯もたまらない

ふっと相原を思い出すと、矢も楯もたまらないところがあるのかもしれないよ。(I-209)

#### 油断がならない

風呂敷なんて、変なものに目をつけて、油断がならないわ。(II-14)

#### 予感する

信吾は不吉な予感におそわれた。(I-265)

#### 狼狽する

安夫は狼狽した。(VI-78)

#### わかったようなわからぬような

新治より一つ若い龍二は、この話をわかったようなわからぬような顔つきできいていた。(VI-95)

#### わがままをする

「はい。もうよろしいんですの。わがままして、すみませんでした。」(I-224)

#### わけもなく

わけもなく涙がぼたぼた落ちた。(IV-61)

#### わざと～する

海女たちはわざと悲鳴をあげ、～(VI-118)

#### 笑いにまぎらす

「稲村さんには、はっきりおことわりして下さい」と菊治が言っても、

「はい、はい、はっきりとね」とちか子は笑いにまぎらわせて、～(II-127)

store. You can never guess what he'll do next." (40)

*Looking for a scapegoat*, she turned her spite against Hatsue and said such bad things about her ~ (129)

Maybe the thought of Aihara comes into her head and she *can't sit still a minute*. (174)

Kerchief. What odd things you notice. *A person can't be too careful*. (11)

Shingo *sensed the approach of unhappiness*. (221)

Yasuo *was in a panic of confusion*. (92)

Ryuji, a year younger than Shinji, was listening to this talk *as though he only half understood it*. (112)

"Oh, I'm fine again. I'm *pampering myself*." (186)

*For no very good reason* I found myself weeping. (60)

The woman all *screamed for the sake of screaming*, ~ (141)

"Tell her very clearly that I'll have to refuse."

"I see. I'm to tell her very clearly." Chikako *met the crisis with a laugh* (112)

(昭和49年4月)

# 物理指導の一考察

一生徒の自主活動を中心とした実験の指導について—

(中間発表)

賀 田 和 生

## 1. はじめに

物理の学習をする場合、生徒各自が問題意識を持っていることが大切であるのはいうまでもないが、50分の授業の中では、どうしても主導権は教師側になってしまう。生徒の素朴な意見をとりあげ尊重するかのように見えても、実は教師ベースにひきずりこんでしまっていることになる。生徒にしてみたら、教師のパターンで、あわただしく一方的に引きずられた形で終ることになる。勿論、教師側としては、歴史的、学問的系統性に則り、生徒の発達段階に応じて指導していくわけであり、授業の流れの中で科学の方法の1つのパターンを指導していくことが大切であることはいうまでもない。しかし、これだけでは不十分であり、ひとつの実験を十分に時間をかけて、いろいろと考えながらすることも大切である。生徒のレベルでは幼稚な範囲でまごまごするかもしれない。あるいは、遊びになるかもしれないが、グループによって討論し、実験をくりかえす中に、現象の理解、知識の定着、総合的理解が育まれていくのである。またグループ構成員相互の理解も深まっていくのである。もちろん、限られた時間で一定量を消化していかねばならないから、どの授業もそんな形で行うことができないのは当然であり、いくつかのテーマを選んでやるのがよいだろう。このように考えて、3年前から、力学分野で「運動量保存の法則」を検証する立場でとりあげ、3週間をかけてグループ別に実施させた。昨年までは、力学台車を用いてという条件をつけたが、本年度は、生徒がどんな方法を考えるだろうかということにも興味があって、全く生徒達の自由選択としてやらせてみた、但し、「直線運動に於ける」という条件をつけた。

## 2. 本実験に至るまでの指導の経過 (参考資料 I, 力学指導計画参照)

### (1) 前時の指導内容

#### ① 物体の運動についての別の見方 (力の時間的効果)

##### ア. 運動量と力積

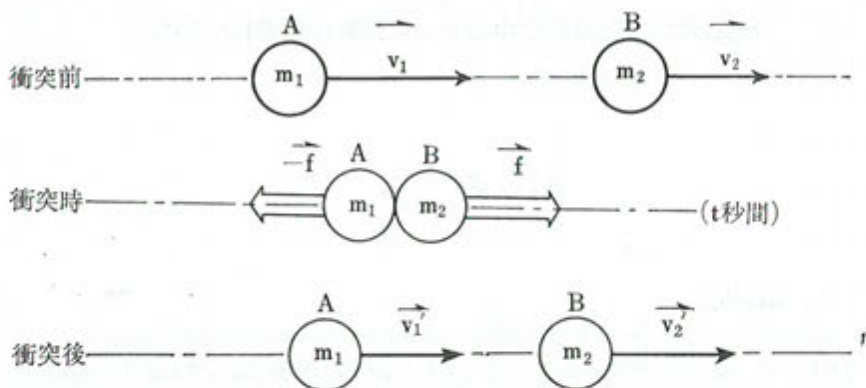
なめらかな水平面上で、初速  $v_0$  (m/s) で等速直線運動をしている物体に初速度の方向に  $t$  (Sec) 間、 $f$  (N) の力を加え続けたとき、物体に生ずる加速度  $a$  (m/s<sup>2</sup>)、 $t$  (sec) 後の速度  $v$  (m/s) は

$$f = ma \quad a = \frac{f}{m} \quad v = v_0 + at \quad v = v_0 + \frac{f}{m}t$$

$$\therefore mv - mv_0 = ft$$

“運動量の変化は、その間に物体に加えられた力積に等しい”

#### イ. 運動量の保存 (2物体の1次元衝突)



運動量と力積の関係

・物体Aについて

$$m_1 v_1' - m_1 v_1 = -ft$$

・物体Bについて

$$m_2 v_2' - m_2 v_2 = ft$$

運動量保存の法則

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

外力が作用しないとき、系の運動量は衝突の前後で一定に保たれる。

#### ③ 実験による検証

ニュートンの運動の法則が正しいならば、一次元衝突についての運動量保存の法則もまた正しいはずである。このことを実験によって確かめてみよう。

(ニュートンの運動の法則については、諸君がいままで取り扱って来た通り、うたがう余地はなさそうだ。したがって、実験方法の工夫、結果の検討考察ということになりそうだ。)

各班で、方法を考え、検討して、来週までに、いつでもよいから先生のところに持ってくる。参考資料は、物理研究室にあるから、自由に見てもよろしい。但し、帯出しないように。先生に提出して、方法が決まったら、授業時、放課後を利用して、実験を行うこと。三週間後の授業時に発表会を行う。尚、図書館にも若干の資料はあると思うから利用すること。

#### (2) 各班との面接の経過

以上のような授業の経過から、各班毎に提出された実験方法について、班毎の面接を通じて指導チェックを行った。話し合いは、次の点に留意した。

#### ① 実験器具が学校にあるかどうか。

実験器具が学校にあるものは、使用法の説明を行う。ないものについては、使用目的から他のものではだめかどうかの検討、また、将来も生徒の実験に役立つものであれば学校で購入、そうでないものについては、生徒自身で作製または、借入れ、購入する等の話し合いを行った。この中で、生徒自身が、自分のやろうとすることの再検討、再認識が行なわれたと思う。



② 実験方法の検討

提出された実験方法が、教師側にとってみれば幼稚であり、無駄であることがわかっていてもそういう事は決していわず、問題提起をしながら最終的には、生徒側の方法を認めた。これは、教師のチェックによって生徒の自由な発想をおさえることになると考えたからである。失敗されると困るものや、危険を伴うものについては注意しなければならないが、そうでなければ、やらせてみて、失敗して成長していくものだと思う。

(3) 生徒により提出された実験の方法 (昭和48年度実施)

A組 44名 (男子29名, 女子15名)

班 名	方 法	
1	運動している力学台車に砂袋を落とす	(タイマー)
2	静止している貨車に運動している貨車をあてて1体になって運動するようにする。 エアトラックを用いる。	(ストロボ)
3	静止している貨車に運動している貨車をあてて連結し運動させる。	(レール, 貨車, ストロボ)
4	2台の力学台車の反発による。	(タイマー)
5	エアトラックを用いて, 2物体を衝突させる。	(ストロボ)
6	運動している力学台車に砂袋を落とす。	(タイマー)
7	2球の直衝突	
8	静止している力学台車に運動している力学台車をあてて, 両台車が1体になって運動するようにする。	(タイマー)
9	運動している力学台車に粘土を落とす。	(タイマー)
10	静止している力学台車に運動している力学台車をあてて, 両台車が1体になって運動するようにする。	
11	運動している力学台車に砂袋を落とす。	(タイマー)

B組 44名 (男子29名, 女子15名)

班 名	方 法	
1	エアトラックを用いて, 2物体を衝突させる	(ストロボ)
2	運動している力学台車に砂袋を落とす。	(タイマー)
3	静止している力学台車に運動している力学台車をあてて1体となって運動するようにする。	(タイマー)
4	運動している力学台車に砂袋を落とす	(タイマー)
5	同方向に走る2台の力学台車の衝突	(ストロボ)
6	運動している力学台車に砂袋を落とす	(タイマー)
7	2球の衝突	(ストロボ)
8	運動している力学台車に砂袋を落とす	(タイマー)
9	2台の力学台車の反発	
10	2台の力学台車の反発	

- 11 運動している力学台車に砂袋を落とす (タイマー)

C組 44名 (男子29名、女子15名)

班名	方 法	
1	ドライアイスパックを用いる	(ストロボ)
2	斜面をころがった球の衝突	(ストロボ)
3	振り子のおもりと球の衝突	(ストロボ)
4	ドライアイスパックの衝突	(ストロボ)
5	カーテンレールを用いた2球の衝突	
6	エアトラック上での振り子と物体の衝突	(ストロボ)
7	静止している力学台車に運動している力学台車をあてて1体になって運動するようにする。	(タイマー)
8	静止している力学台車に運動している力学台車をあてて1体となって運動するようにする。	(タイマー)
9	運動している力学台車に砂袋を落とす。	
10	静止している力学台車に、運動している力学台車に衝突させる。	(タイマー)
11	2台の力学台車の反発	

- (註) 1. (ストロボ) は、ストロボ写真を写して分析するということであり、  
(タイマー) は、テープに打点をたたかして、打点分析をするということである。  
2. 文中「貨車を用いて」は、鉄道模型の貨車、レールを用いることである。

### 3. 実験の実施とその指導

前にも述べたように、今年度は、特に実験方法に制限を加えなかったためもあり、生徒が提出した実験方法には、「ストロボを用いて」というのが非常に多かった。授業中や、教科書で見るストロボに興味を持ち一度使って写真をとってみたいと思ったのであろう。研究室にストロボは1台しか無く、その使用調整が大変だとは思ったが、一度経験してみるのも良いだろう、この機会を逸すると二度と使用しない生徒達もでてくるだろう、教科書等にでていくきれいなストロボ写真がそう簡単には写せない、大変な苦労がある…ということを知ることの良いだろう……等と考えた。事実このストロボ写真には大変な目があった。週一回の授業であるから(註)3週間では、授業時間は3時間しかない、そこへ11組のストロボ使用が集まったので、使用割当が大変で、3週間連日放課後フル回転であった。授業時間中、放課後、実験中の生徒と接しあれこれと質問したりして問題提起の形で指導し、決して解答や結論をあたえることのないように心がけた。そして第四週、第五週の授業時間を利用して班毎の発表を行い、生徒同志の質疑応答を通して、共通の問題点を説明指導した、その結果再実験をしたりして、二学期末までに班毎にレポートを提出させた。

(註) 本校では、物理Iは、高1で1単位、高2で2単位の計3単位で行っており、この

実験は高1で行った。

4. 生徒の実験結果 (実験レポートより)

提出レポート中より、異った方法の具体例数種を示す。

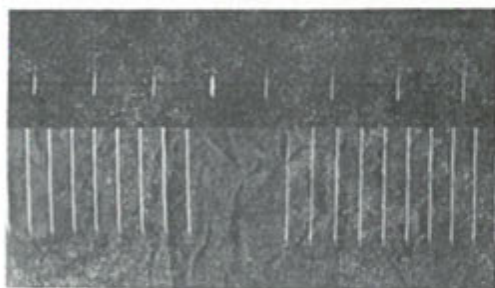
例1. A組5班(男子5名)

〔実験方法〕エアトラックとストロボ写真を用いて物体の衝突を行なうことにした。エアトラックを用いることにした理由は、

1. 確実に直線運動ができる
  2. 空気によって摩擦が著しく減少され、外力の作用をかなり少なくできる。
- と考えたからである。

ストロボ写真を撮る場合、1枚のネガに衝突前後、双方の運動を同時に写すために少し工夫を施した。プラスチック板に20cm位の細い棒を立て、その半分は衝突前にだけネガに写し、衝突後はもう半分の方が写るようにするのである。そうすると衝突前後の運動が重ならず、ひとめでわかるような写真ができるのである。今回の実験では、衝突前の運動のとき、棒の上半分を布で隠し、衝突した瞬間、下半分を隠して上半分を撮影するというものである。

〔結果〕撮影結果の部分を上写真に示す。上部の細長い部分が衝突後、下部が衝突前である。このような写真を分析して、下表のような結果を得た。この表のうち  $m_1$  はエアトラックに向かって左側の物体の質量で、 $v$  は衝突前のその速度、 $v'$  は衝突後の速度を表わし、 $m_2$  は右側の物体で質量で、 $u$  は衝突前、 $u'$  は衝突後の速度を表わしている。



	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
$m_1$ (g)	45.6	45.5	45.5	45.5
$m_2$ (g)	46.5	46.6	46.6	46.6
$v$ (cm/s)	31.3	34.0	27.5	34.8
$v'$ (cm/s)	5.9	9.7	11.7	10.2
$u$ (cm/s)	15.6	26.0	25.8	25.2
$u'$ (cm/s)	18.0	16.2	11.7	16.8
$m_1 (v+v')$ (gcm/s)	1690	1990	1790	2050
$m_2 (u+u')$ (gcm/s)	1570	1960	1750	1960
相対誤差 (%)	7.5	1.6	2.3	4.5

### 〔考察〕

実験結果は、5%程の誤差を含んでいる。運動量保存の法則が成り立つためには、「外力が、その運動をしている系に働かないならば」という条件がある。つまりこの誤差のた原因は外力の影響のためということができる。まず衝突前の運動量より、衝突後の運動量がへった場合を考えてみると、

- (1) 当班では、まさつをへらすためにエアトラックを用いたのであるが、それでも完全には、まさつを0にすることはできない。
- (2) ストロボ写真により衝突の瞬間に示標のボールがたわんでいるのが見られた。これより、衝突したときに重心が移動してトラックのボールの立っている角が下のパイプと接触したとも想像できる。

運動量の増加が認められる場合は

- (1) 空気の噴出は正確に重力の方向に平行でなかった。そのため衝突後運動量が増加するような方向に働いたのではないか。
- (2) エアトラックが水平でなかったために重力の分力が速度増加の方向に働いたのではないか。

などが考えられる、その他

- (1) ボールを滑走体の中央につけていないので、重心がかたよっている。
- (2) 写真で、カメラの正面の像は正確にスケールとあるが、視野の両端に行くに従って誤差が大きくなる上に1mを10cmにちぢめ、最小目盛1mmの各自異なった定規で個人的目測上の判断を含んだ測定を行なった。
- (3) 2つのトラックが衝突する面はお互いにナットの面だけである。この部分は工夫してできるかぎり平面的に衝突するようにしたのであうが、このトラックの構造上、これ以上衝突面を大きくすると全体のバランスがくずれるし、また衝突の瞬間2つの滑走体が1直線上からずれたりする。

等があった。これらのうちいくつかは不可避であると思われるが、ボールのとりつけ位置、エアトラックの水平調節等ちゃんと考えて対処すべきである問題もあった。いろいろと工夫し実験をしたのであるが、後で考えてみると、まだまだ実験技術が未熟であるといえる。

### 〔反省と感想〕

- ・ だいたい実験とは、先生が与えてくれてやるのに慣れていたので、今度のように自ら考えてやるというにはかなりてこずった。
- ・ 非常に残念に思うのは時間が少なかったことだ。
- ・ 実験前には、まさつが少ないから誤差は殆んどないと思っていたのにいざ実験してみると問題点ばかりでてきた。物理の実験のむずかしさを痛切に感じた。それと同時に授業には全然ないどこか違うおもしろ味がある。自分達で考えねば進まないところにその原因があるのではないだろうか。このような形式の実験をもう一度やって見たい。
- ・ 準備不十分のため実験時間がいたずらに長びき、後続のストロボ使用班に迷惑をかけてしまった。それに焼つけの際、印画紙の使い方がへたで、ムダな部分まで焼きつけて必要な部分が小さいというようになってしまった。
- ・ 実験が無事に終わってほっとしている。又工夫しながら、失敗しながら自分たちでやった



ことにある程度満足している。

- ・もともと成り立つ法則を実験するのだから発見性はないが、実験装置の工夫等がおもしろかった。
- ・もう少し時間をかけて正確にやり考察をもっとはっきりさせるべきだと思った。

<参考>この種の実験では、衝突の前後における物体の位置を一枚の写真に撮影するのにかなり苦勞し、考えている。一台の車には△印のボールを、他には○印のボールをたて、長さを変えたのもあった。いずれもがはじめからそのようにしたのではなく、やってみて失敗に気づき考えている。写真も30枚程撮影したなかで、使用できるのが5～6枚が普通である。露出時間、ストロボライトのあて方等、はじめてであるから、当然といえるであろう。

## 例2. A組3班(男子4名)

〔実験方法〕模型レールを用いて静止している貨車に運動している貨車を衝突させて、ストロボ写真を撮影し分析した。

レールと貨車を用いた理由

まさつが少なそうに見えたからである。しかし、実際には摩擦が大きかった。しかし、まさつの影響をなくすためにレールを傾けたので結果的にはレールを用いてよかったと思う。

ストロボを用いた理由…ほくたちの好奇心からです。

まさつの影響を少なくするために、貨車を端から端まで走らせて、ほぼ等速運動が行なわれるようにレールの傾きをきめました。

〔結果〕

	速度 (cm/s)	質量 (g)	運動量 (gcm/s)	相対誤差 (%)
1	58.6	54.8	$3.21 \times 10^3$	2.55
	28.6	109	$3.13 \times 10^3$	
2	88.6	105	$9.28 \times 10^3$	4.84
	42.3	209	$8.84 \times 10^3$	
3	54.7	205	$1.12 \times 10^4$	1.79
	35.5	309	$1.10 \times 10^4$	
4	70.9	255	$1.81 \times 10^4$	1.66
	45.0	359	$1.78 \times 10^4$	
5	43.4	256	$1.11 \times 10^4$	2.37
	30.3	359	$1.07 \times 10^4$	



〔考察〕誤差の要因について考えると次のようなものが掲げられる。

1. レールと貨車の間に摩擦力がはたらいたため、まさつ力を打ち消すために工夫してレールに勾配をつけたがやはり完全に摩擦力を打ち消すことはできなかった。
2. 貨車の連結の瞬間に上下方向にも力が働いているようだ。
3. おもりを固定していなかったので、連結して速度が変化したときは、おもりが動き、貨車の重心が一定に保たれなかった。
4. 貨車にのせたおもりの質量、また衝突直前、直後の貨車の速度と相対誤差の間に関係があるのではないかと考え、グラフを使って検証してみたがそのような関係は見られなかった。

〔反省・感想〕

・測定の方法としてストロボ写真を使うのはぼくたちにとって今度が初めての試みだった。それだけに写真の解析にもいろいろのことに実験全体に興味があったし、何となく時代の先端を行っているようにも感じられた。実際に写真から測定するときの複雑さを知ってストロボ写真の利点と共に今度それを利用するときに工夫しなければならない点を学ぶことができた。

<参考>模型の貨車とレールを用いた班はすべて、力学台車よりも摩擦力が小さいと考えていたようである。考察のところで皆が、実際には、摩擦力が大きく、しかも軽くて不安定であることをあげている。子供の頃電気機関車が早く走るのを経験していて、そういう先入観にとらわれていたためであろうか。

摩擦力を打ち消すためにレールを傾けるという考えは、他にはなかった素晴らしいアイデアであると思う。

### 例3. C組9班(女子4名)

〔実験方法〕

走っている力学台車におもりを落とし、タイマーでテープに打点をたたかせ、テープを分



析して、おもりを落す直前、直後の速度を求め、運動量を比較する。

〔実験上の注意〕

予備実験をしてみて、次の事に注意しなければならないことがわかった。

1. レンガだと衝突の際のショックが大きく台車も傾いたりするので砂袋にする。

2. 手で落して見たが、砂袋の質量が大きくなると、誤差がかなり大きくなり、おとすときに砂袋が水平方向の運動量を持っていると思われるので、ハサミで切って落すことにする。

3. 台車と砂袋の距離はなるべく小さくする。

〔結果Ⅰ〕

テープの5打点を単位時間としてはかる、台車の質量は1000 (g) である。

〔考察Ⅰ〕

誤差が大きすぎる。いろいろ検討した結果、直前の速さ、直後の速さに問題があることに気づいた。5打点毎の分析からグラフを書いてみると、どの場合もおよそ右図のような関係があることに気づいた。つまり、落下直前まで減速、直後から時間がたつとやはり減速している。即ち外力が作用しているのである。したがって、直前、直後の速度は、できるだけ短い時間の範囲の平均にしなければならない。少ない打点で多くのデータを得る——だぶって測る方法をとることにした。

〔結果Ⅱ〕

テープの5打点を単位時間とした。

台車の質量は1000 (g) である。

〔考察Ⅱ〕

前のテープをなくしてしまったので、比較できないけれども、打点の処理のしかたでこんなにも違った結果になるとは、当然のことながら驚いた。「外力が作用しないとき」という条件を忘れていたのはうかつだった。

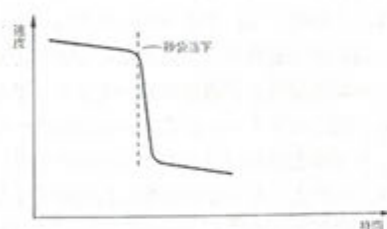
〔反省・感想〕

・この実験について後で各班の発表があったが、これは大変参考になったと思う。1つ1つの実験例について各班それぞれが独自の工夫をこらし、又実験結果のテープの解析などいろいろと多方面から考察されている。聞いていると自分達の班が見落した点や、まだまだ考えが浅い所などがよくわかり色々反省させられる。

・いろいろ考えて工夫を加えるということが大事であるということも考えられた。

<参考>この実験を選んだ班が11あり、しかも女子の班が多かった。どの班も共通してレンガを便って失敗し、砂袋や粘土(美術より借用して)を用いた。いちばん大きいのは、データの処理の方法の問題であった。だぶらせて測る方法は基本実験操作で指導しているのであるが、なかなか自分のものとしてはとらえていないようである。わずかのヒント

砂袋の質量	$m_1v_1$	$(m_1+m_2)v_2$	誤差
500	3200	2250	27%
1000	2700	2540	5.9%
1500	3400	2175	36%
2000	3000	2100	30%



砂袋の質量	$m_1v_1$	$(m_1+m_2)v_2$	誤差
300	7160	7320	2%
500	5190	4980	4%
1000	5900	6210	10%
1500	5190	6360	3%
2000	7100	7940	12%

で気付く班もあったが、かなり立ち入らないと困る班もあった。今後このような実験をする場合女子の指導で考えねばならない点がありそうである。

例4. D組11班(女子3名)

〔実験方法〕

2台の力学台車の反発による方法。

台車2台をくっつけておき木槌で止め金をはずし、バネの力で反発させる、一方の壁は距離を測ってあわせておき、他の壁の方を両方の台車が同時に左右の壁に到着するように実験をくりかえしながら動かしてその同時に到着する距離を求める。

この実験で一番苦労したのは、同時到着をどのようにして知るかということである。あれこれ考えて両方の壁にやわらかい銅製のスイッチをとりつけ、豆電球を2つ並べて同時到着をしらべることにした。そして次のような手順で実験を行なった。

1. 台車にばねを押しちぢめて入れ、とめ金のはずれるとバネがとび出すようにする。
2. 中央線から、左に80cmの所に壁をレンガで造り、例のスイッチをとりつける。右側の壁は最初から距離を測っておくと豆球の判断の時に先入感はいるので、いっさい距離は測らず適当においてスイッチをとりつける。
3. 両方のスイッチからひいた銅線につないだ豆電球をまん中に並べて置く。その時にちゃんと豆球がつくかどうか確かめる。
4. 机の上のレンガを移動した時のくずなどをよくぞうきんでふいておく。
5. 台車を中央にくっつけて並べ、木づちでとめ金をたたいて反発をおこす。
6. 全員で豆球のどちらが先につくか判定する、明らかに差があった時以外全員が一致しても三回はくり返して実験する。
7. 最終的に同時だと判定した時の右側の壁と、中央までの距離を測る。
8. 台車を左右入れかえて同じ実験をする。
9. 台車の重量をかえて同じ事を試みる。

〔結果〕

台車A 1.01kg 長さ 28.6cm 台車B 1.07kg 長さ 28.7cm

①台車だけの場合 ②両台車にレンガ1コずつのせる。(A3.56kg B3.57kg)

左 A 80cm 左 A 80cm 左 B 84cm

右 B 78cm ④左 A 80cm ⑤右 B 76cm

③Aには何もせず、Bに2.50kgのレンガをのせる(A1.01kg B3.57kg)

左 A 80cm 左 B 47.5cm

④右 B 48cm ⑥右 A 80cm

同じ時間に進んだ距離で速さが比軽できる、また、はじめの運動量は0であるから、A、Bの運動量の絶対値を比べてみればよい、A、Bの質量を  $M_A$ 、 $M_B$ 、速度を  $V_A$ 、 $V_B$  とする。

	①	②	④	⑤	③	④	⑥
$M_A/M_B$	0.944		1.00	0.997		3.53	0.28
$V_B/V_A$	0.975		1.05	0.950		1.68	0.60

〔考察〕



この実験結果からすると運動量保存の法則は成りたっていると考えられる。  
誤差の原因としては、① まさつ力 ② 表面の傾斜 ③ 測定誤差 等が考えられる。

〔反省と感想〕

- ・実験を行っている時間より、方法等について考えている時間や装置をつくらせている時間のほうがずっと長かったということである。とにかくスイッチをつくりあげるまでが一苦勞であった。
- ・予備実験で衝突によって壁がずれないようにするためにはレンガをいくつつめばよいかということがわかっていたつもりであったので、実験中壁の移動は考えにいていなかったが実験の途中でずれていることに気づいてあわてて修正した。
- ・自然現象を1つ1つ物理的に解明していくことのむつかしさが少しずつだがわかったように思う。
- ・私たちのやった方法は一番単純であったがこういう単純な実験の方が原理もよくわかるし誤差も少なくすむのではないだろうか。その点では満足している。

<参考> この実験では、壁への同時衝突をどのようにして正確に判るかであろう。いくつかの班が豆電球を用いる方法を行っていたので、皆よく考えるなあ、偶然の一致かと思って聞いてみると出所は1つ上記の班であって、伝播の速さ、まねの上手さには一寸がっかりした。他の班では、テープの打点を利用したり、ストロボを利用したりして速度を求めているのがあった。

例 5. B組 7班 (男子4名)

〔実験方法〕

静止している力学台車に運動している力学台車を当てて、一体になって運動させる方法  
準備物：力学台車2台、両面接着テープ、交流記録タイマー。

〔結果〕

データ	衝突直前		衝突直後	
	速度 (cm/s)	運動量 (gcm/s)	速度 (cm/s)	運動量 (gcm/s)
1	49.1	$4.76 \times 10^4$	23.7	$4.76 \times 10^4$
2	97.5	$9.65 \times 10^4$	48.0	$9.65 \times 10^4$
3	86.2	$8.53 \times 10^4$	42.6	$8.56 \times 10^4$
4	83.2	$8.24 \times 10^4$	40.4	$8.12 \times 10^4$

〔考察〕

相対誤差を求めると ① 0% ② 0% ③ 0.34% ④ 1.4%

この程度の誤差は、台車と床のまさつ力等から考えて当然であると考えられる。

打点の処理は、1打点毎にずらして、できるだけ衝突直前、直後の短い区間を選ぶことにした。この結果から運動量保存の法則は成り立つことが確認された。

〔反省・感想〕

- ・今回のように企画性・創造性・独創性の生かされる系統だった実験は初めてなので、非

常に興味深かった。

- ・実験をはじめるときは何の実験をしようかとまよったが、自分たちから選んだ実験なのでとてもやりやすかった。
- ・我班独自の実験をしたかったが、困難な点があって何んとなく平均的な実験になったのはものたりない。

<参考> 本校の力学台車には、吸着盤がついていないので、連結するとき、両面テープをつかったり、磁石をつかたり、発泡スチロールと釘を使ったり色々の工夫をしていた。

- ・またデータ分析のとき、衝突の際打点がみだれることについてかなり考え、討論していたが、間違わず正しい結論に落ち着いていたようである。

(註) <参考>は、筆者が生徒と話しあいながら、実験のようすを観察しながら感じた点を述べたものである。

まだまだ、おもしろい考えの実験もあるが、頁数の関係もありこの辺でとどめておく。

## 5. 生徒の感想

例として取りあげられなかった班については、以下に感想のみ掲げる。

- ・実験データの解析に一週間もかかったのは、少ししんどかったが、1ヶ月近く、和気霽々で行えたことは何よりであった。
- ・いままでの実験のうち一番よかったと思っている。その要因として、一つにはあらかじめ指示された方法ではなくして独自の方法で行ない、独自の考察ができたことが挙げられる。そこにはワクのない自由があり、高校生であることが一層深く自覚された。これからもこのような機会が度々あってほしい。又、班という形で行なったのもたいへんよかったと思う。助け合いながらやるのも格別なもので、しばし人というものを考えさせられるからである。
- ・実験が無事に終ってほっとしている。いろいろ工夫しながら、失敗しながら自分達でやったことにある程度満足している
- ・ばく然としか頭にはいっていなかった「運動量保存の法則」が理論だって考えられた。
- ・運動量保存の法則の公式はわかっているけれども具体的にどうなのかわからなかったが、各班の発表や実験で確かめられて何んとなく確かなものになった。
- ・自分達で実験を考案し、他のグループと違ったものができてよかったと思う。
- ・こんな授業はたいへん楽しく、よく考えられて非常に有効であると思う。
- ・最初の目的は、運動量保存の法則の検証と理解であったが、実験をし考察をしていくにつれて他の方面、例えば誤差の原因を追求したりすることなどに広がっていったので、大変興味深く実験できたと思う。
- ・グループ独自の実験ができるということで、ふだんと違った新鮮さがあったと思う。
- ・簡単な実験程むつかしいことがわかった。
- ・こんな実験はおもしろいと思う。最初は、自分たちで考えなければならぬからいやだと思っていたが、先生もアドバイスして下さったし、いろいろ理論をこねまわしているうちに法則がわかったように思う。もっと冒険を試みたくなった。

- ・卒直にいてこういう授業は苦しいです、自分達で実験の方法を考えるとこ思いつかずに何日もがすぎでして、又考察のときもわからないことばかりでくるし、自分が考えていることが正しいのか誤っているのかははっきりしないときは、圧迫感におそわれます。でも、その考察を友人といいいあってお互いにつきあわせているうちに、ばつと何かいままで気付かなかった新しいことに気が付いてうれしくなったりします。
- ・他の実験と違って、方法が自由であるし、まとめ方も自由であるのでとてもおもしろかった。レポートをつくるときも班の友人と図書室にデータをはりあげて考えこんだりして、実験結果はめちやめちやだけれどその原因を指摘しあったりしたので、いろいろと気付くところが多かった。せつかく時間が充分に与えられたんだから、もっといろいろ工夫して実験し独自のレポートを完成してやろうと意気込んでいたのに何もできなくて、ありきたりのレポートになったことが残念である。
- ・今度のように自分たちで進めていくという実験は、非常におもしろかった。授業とも違った自分達の手で運動量保存の法則を確かめるんだという考えが強く働いたためであらうか。このような実験をこれからもどんどんやってほしい。

## 6. 結果についての反省と考察

3週間にわたって、授業時間は、3時間であったが、あき時間、早朝、放課後と、生徒と共に考え、実験をして来た私自身にとっても、しんどかったという感じはある。しかし、生徒の発表を聞き、真剣な眼差しで、口角泡を飛ばして意見をたかかわせている姿を見、また、こうして彼等の感想を読むとき、やはり当初考えていた効果は充分にでてきている、一方的お仕着せの形ではなくて、生徒自身が得た知識をきちんと定着させていっているという事を感じ、ほっとしている。しかし、こういう活動になじめない生徒がいることも確かであり、その子らをどうやって指導していくかということも一つの課題であろう。また一方では、4クラスであり、他の理科の先生方も協力してくださるからやれるという事も事実である。今後は、物理全体の中で、あるいは、中、高6ヶ年の理解教育の中で位置づけという面からも更に検討を重ねていきたい。

物理Iの中では、もう一つ、このような方法による実験を計画している。さらに全くの自由課題による生徒のグループ研究も考えている。来年度はこれらの事について発表したいと考えている。

## 参考資料I 物理I(力学)指導計画

### I. 物体の運動

#### (1) 時間と位置の測り方

##### ①時間と時間の単位

- ・時間の単位と時計
- ・短い時間の刻み方

##### ②長さ

- ・空間の感覚と長さの単位
- ・測定値とその処理

### ③物体の位置の表わし方

#### (2) 1直線上の運動

##### ①速度

- ・速さと速度
- ・等速直線運動

##### ②平均の速度

- ・平均の速度と瞬間の速度

##### ③加速度運動

- ・加速度とその単位
  - ・平均の加速度
  - ④等加速度運動
  - (3) 平面内の運動
    - ①変位
      - ・ベクトルとスカラー
    - ②速度
      - ・速度の合成と分解
      - ・相対速度
    - ③曲線運動の加速度
      - ・等速円運動の加速度
      - ・振り子の運動と加速度
  - (4) いろいろの運動
    - ①自由落下運動
    - ②放物運動
      - ・水平に投げた物体の運動
      - ・斜めに投げた物体の運動
    - ③単振動
      - ・等速円運動の直径への写影
      - ・振幅・周期・加速度
2. 力と運動
- (1) 力
    - ①1点に働く力のつりあい
    - ②作用と反作用
  - (2) 慣性の法則
  - (3) 運動の法則
    - ①力と加速度
    - ②重力質量と慣性質量
    - ③ニュートンの運動の法則
    - ④力の単位
      - ・MKS単位とcgs単位
      - ・ディメンション
    - ⑤運動の方程式
  - (4) 運動のいろいろ
    - ①自由落下
    - ②投げ上げ投げおろし
    - ③放物運動
      - ・最高点

- ・水平到達距離
  - ・運動の対称性
  - ④ばね振り子
  - ⑤単振り子
  - (5) 運動量
    - ①運動量
    - ②運動量保存の法則
  - (6) 力と運動まとめ
    - ①運動物体間での作用・反作用
    - ②運動の妨げになる力
3. エネルギー
- (1) 仕事
    - ①仕事
      - ・仕事
      - ・仕事の単位
      - ・仕事率
    - ②仕事の原理
  - (2) 運動エネルギーと位置エネルギー
    - ①運動エネルギー
    - ②位置エネルギー
      - ・位置エネルギー
      - ・重力による位置エネルギー
      - ・弾性体の位置エネルギー
    - ③位置エネルギーと相対位置
  - (3) 位置のエネルギーと力
    - ①重力と位置エネルギー
    - ②ばねの力と位置エネルギー
    - ③分子間力と位置エネルギー
    - ④位置エネルギーの考えられない力
  - (4) 力学的エネルギー保存の法則
    - ①力学的エネルギー保存の法則
    - ②放物運動
    - ③ばね振り子
    - ④分子の衝突
  - (5) 運動の2大別
    - ①くりかえす運動とくりかえさない運動
    - ②衝突と反発係数



# わたしたちの英語教育研究の方向

— Speaking 指導を中心に —

い 倉 大・樋 口 忠 彦

私達英語科は、秋の研究発表に、speaking 指導をテーマとして研究発表を行なう。speaking 指導は、今までのテーマと続くものである。ここで、私達はこれからの研究の方向を改めて検討するとともに、今までの通って来た道をふり返ってみたいと思っている。あたりまえのことばかりであるが一応確認しておきたい。

## 1. われわれの研究のよりどころ

- (1) 研究は、あくまでも教育の一環である。(研究のための研究であってはならない。)
- (2) 研究は、できるだけ科学的方法で行なわれるべきである。
- (3) 研究は、現場に密着したものでなければならない。
- (4) 研究は、周辺学問・関連学問と連関したものでなければならない。
- (5) 研究は、系統的・継続的な発展を旨としたものでなければならない。
- (6) 研究は、独創性を持ったものでなければならない。
- (7) 研究は、目的論・教材論・教授論の各方面からなされねばならない。

## 2. われわれの研究の対象

研究の対象は、「言語」であることは当然である。しかし、「言語」の定義は、多種多様である。われわれは、「言語とは、自分の意志を相手に伝え、相手の意志を自分が理解する手段である」という立場をとる。しかし、単にそれだけでなく「言語には言語体系を成立させている思考体系あるいは、文化背景があり、言語とその背景にあるものとは切り離すことができない」ということを無視してはならない。われわれの研究の対象となる English とは、特定の国の言葉ではなく、Basic English (基本英語) とでも呼ばれるべきものであって、米語 (Americanism) でも英国語 (British English) でもない。また、われわれの研究の対象となる英語 (English) は「話し言葉」である。むろん書かれた「話し言葉」も、「話し言葉」の一種とみなす。

## 3. speaking 指導へのアプローチ

- (3 a) “speaking” と言うこと：“speaking” とは、学習者 (生徒) が、自分の考えを英語を使って述べることを言う。したがって、repetition や、reading aloud は、speaking とは認めない。

(3 b) “speaking” 指導の問題点：“speaking” の指導には多くの研究しなければならない問題点がある。それらは次のようなものである。

・評価のむずかしさ

いくつかの要因が speaking 指導の評価を困難にしている。つまり学習者が話した英語と内容の関係、つまり、英語として文法的に正しくとも、内容が誤っていたり虚偽を含んでいたり、展開に不合理なところがあれば、当然指摘し、改めるように指導しなければならない。ところが、この内容をチェックすることは、生徒の「思考」そのものをチェックすることであり、思考という抽象的なものを対象とすることは、大へんな困難をもたらす。また、各人各様の「考え」を表明するのであるから、多人数を指導しなければならないわれわれの現状では、労力的に、一定の時間内で個々の生徒を指導してやるのは、不可能に近い。つまり、われわれは「評価」ということで一つの大きな研究をしなければならない課題があるということである。

・一斉指導のむずかしさ

上記の「評価のむずかしさ」で述べたことと重複するが、個々の学習者の、個々の考えを述べるのであるから、一斉指導は、特に、むずかしくなる。教育機器を使ったりしてある程度能率をあげることではできても、本質的な解決とはなり得ない。

・英語の文法体系とコミュニケーションの手段としての英語の問題。

たとえば、非文法的な文であっても、ある程度内容を伝えることができる。

She have two book. であっても、この英語を話した者の言わんとしたことは、十分汲み取ることができる。非完全文であっても、意味を伝えるというだけなら十分である。“Fine?” “Yes.” という文などがこれにあたる。

・内容そのものの問題

文法的にも正しく、内容も正しくとも、教育上指導しなければならない場合もある。例をあげると、「私の楽しみ」という essay のなかで万引をすることの楽しさと、これから万引を大いにやりたいと述べる学習者があるとすれば、われわれは教育的見地からその考えを改めるように指導してやらねばならない。

・状況設定と、動機 (motivation) の問題

「言語」を発するには、話者が発したい、発しなければならないという状況と動機が必要であるが、日常の学習のなかでは、ある程度しか、この状況や動機を作ることができない、教授者が、ある特定のテーマについて発話をさそうとしても学習者が、それについて語りたくなかったり無関心であったら真実味のない発話になったり偽の発話となる。

・英語の修得の度合による表現力のばらつき

学習者の思考力に比して英語の表現能力がいちじるしく低い場合、たとえば中学一年生の場合・日本語での思考力・表現力に比して、英語の表現能力が極端に低くて、speaking 指導と呼べるような指導はほとんどできない。

・教授者の主観による問題

教授者の主観の入り込む余地が大きいため学習者がとまどうようなことがで

来る場合も予想される。学習者と教授者の考えに対立するところがあれば文法的なことは別として、学習者は納得のいくような指導を受け難いと感じる。

・話し方の問題

人に理解してもらえような speaking でなければならない、speaking の態度方法、なども問題にならなくてはならない。

#### 4. speaking 指導の背景

(3b) で書いたようなことは、決して独立してあるのではなく、speaking ができるようになるためには、学習者は reading, writing, むしろ hearing. そうして物事に対して自分の意見を持ったり、他人の意見に対して判断する能力を持ったり、もっといえば、教授者も学習者も良識ある人間として考え行動しなければならないことになる。これは正論ではあるがいたずらに言葉の上でこのようなことを述べていてもわれわれの研究には、たいした益にならない。けれども無視は出来ないことである。

#### 5. "speaking" 指導研究の課題

(3b) で問題として述べたことが、即ちわたしたちの研究課題となる。どれをとりあげても、困難なことばかりであるが1で述べたよりどころにより、できるだけ客観的なデータを得るように努力しながら、(3b) のうちの1つないし2つの問題と取り組んで行かなければならない。今まで万人を納得させるだけの論文も研究もでない分野であるだけに、困難さと共に、おおげさに言うとも未知のものに対決する楽しさと好奇心を感じる。研究して行く上には、仮説を立てその正しさを証明するといういき方もあれば、まずデータを集めてそのデータにより次の進むべき方向を見きわめながら進む行き方もある "speaking 指導の研究" に関する限り、どうも後者の行き方を進まなければならないようである。もっとも、最近の言語学の成果のおかげで、人間の言語能力や、思考などにまでかなりの程度の解明がなされているのでそれを利用することによって、今までよりもより多くの成果が得られるであろう。

#### 6. われわれの英語教育研究のための追記

1のなかで、科学的方法で研究しなければならないということを書いたが、これは、検証可能で、普遍性のある方法ということであるのは自明なことであるが、そのために、わたしたちは、データの処理などに、改良したり取り入れなければならない技術は学ばなければならない。フローチャートによる思考の整理とか、作業計画表を作ったり、計算機で処理できる様に分類したり、ファイリングの技術を応用するなど、わたしたちの工夫でより能率よく研究がはかどる方法を考えねばならない。また、学習者の音声、映像の記録などのために、いわゆる教育機器の利用も当然考慮されねばならない。わたしたちの附属では、6ヶ年間の生徒の成長を追って研究できることは、幸いなことである。6ヶ年間を見通しての研究も生徒指導のために重要な課題である。現実的な問題として、入学試験ということも学校教育の内の英語教育としては避けることのできない問題でもある。問題を speaking にもどして考えると、speaking の背景にある言語体系や文

化のパターンなどの日本語と英語の比較など、われわれ現場の立場から必要であろう。最後に、英語教育も教育の一分野であるということは、どんな指導法や教材や目的論よりも、まず教師と生徒という人間と人間の集団がありその人間関係が何にも優先しているということを私達は一番考えなければならない。

## 7. おわりに

あえて本稿では方法論や実践記録に触れなかったが、それは次稿なり秋の研究会において発表できるよう目下取り組み中である。また多くの参考図書や論文についても、言及しなかった。今わたしたちの研究のためにどんな方向で進んで行ったらよいか、そのことに集中して整理してみた。はじめに書いたように、まったくあたりまえなことばかり出て来たが、そのことこそもっとも留意して考えて行かねばならないことである。

以 上



## 研究集録 第16集

昭和49年6月28日印刷

(非売品)

昭和49年6月30日発行

編集発行者 大阪市天王寺区南河堀町43  
大阪教育大学附属天王寺中学校  
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎  
代表者 齐 藤 洋  
印刷所 富士屋印刷株式会社

