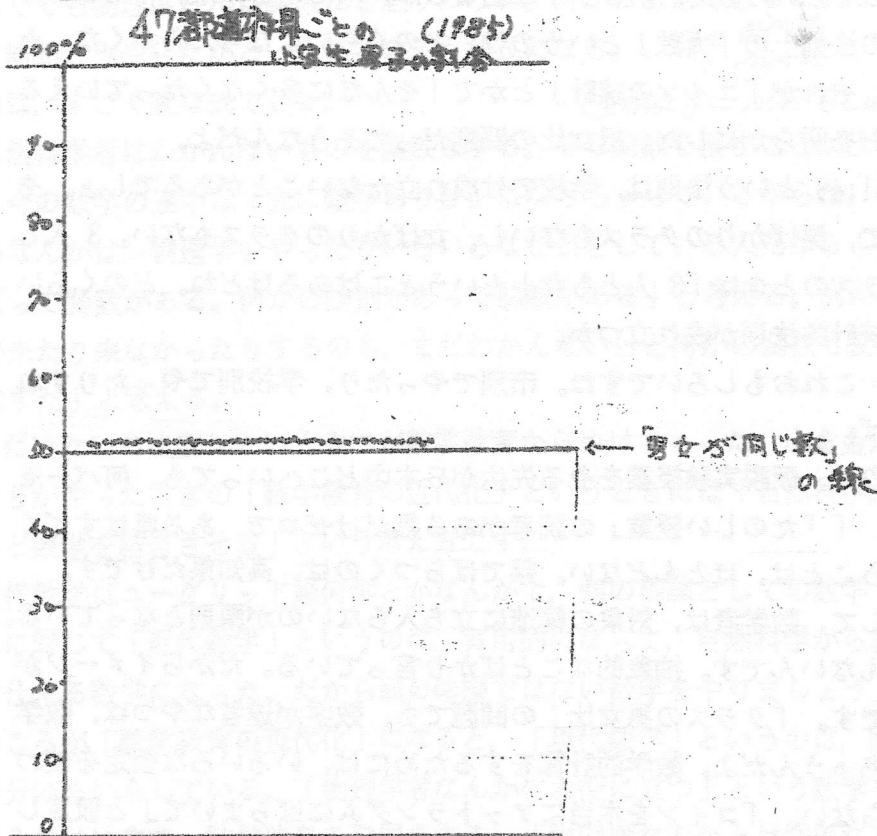


だいたいの法則 1988.10.22. 仮税会館編集会議にて  
(井藤伸比古論)

「47都道府県ごとの小学生の男女比のグラフ」を書きました。それを見てく  
ださい。どの都道府県もほとんど「男が51%」の線上にあります。



ボクは、この値を電卓で計算して出したんですが、最初 2ケタしか取らな  
かったので、51.51.51.51. . . . となって、びっくりしてしまいました。もう一  
ケタとっても、47 すべての都道府県の値が51.7%から51.7%の間に入ります。  
(男女比が「51.2対48.8」というのは、計算すると「女が100 に対して、男が  
105」ということになります。これは、今から 200年前にドイツのジョースマ  
ルヒが男女の出生比について言った数字と同じになります。)

＊

このグラフから、板倉さんの話が始まりました。

## 1. 「大数の法則」というものがある。

板倉・「大量現象というのは数が多くなるほど法則的になる」ということが数学的にいわれる。これを「大数の法則」というんだけど、それが成り立ちちゃう。そういう法則は「県によって違うかも知れませんが」という人が多いんだよ。県民の数ぐらいでは大数なんだ。

長岡・「そうか。それは市とか村の単位ではだめなんだ。」

板倉・「どのくらいの数で、バラツキが出るのか。市ではどうか。村ではどうか。「大数の法則」の「大数」というのは、どのくらいになったら多くなったといえるか。それが「コインの統計」とかで「そんなに多くなかったといえる」と言うことを明らかにした。男女比の問題だってそうなんだよ。」

男女比が51:49 という法則は、学校では成り立たないことがあるでしょ。そうかといって、男ばかりのクラスもないし、女ばかりのクラスもない。3人しかいないクラスのときは「3人とも女」というところはあるけど、どのくらいになれば、統計的法則が成り立つか。

長岡・「これおもしろいですね。市別でやったり、学校別でやったりすれば、

ふしぎなのは、仮説実験授業をやる先生が日本中どこへいっても、何パーセントかいる。「『たのしい授業』の読者がある県だけゼロで、ある県はすごく多い」ということは、ほとんどない。県でばらつくのは、高知県だけです。」

統計に関して、数学者は、対象の構造に立ち入らないのが原則となっている。だからつまらないんです。抽象的なことばかり言っている。だからイメージがわからないんです。「クラスの男女比」の問題でも、数学が達者なやつは、数学的計算をしちゃうんだよ。数学的計算をするためには、いろいろな仮定を使わなければならない。「コインを本当にアットランダムにばらまいて」と仮定して計算する。だけど、その仮定がどの程度成立するかは、数学者は全然保証しないんだよ。現実には成り立っているかはね。そうじゃなくて、大数の法則とは経験的なものなんだ。」

小倉さんの本に「統計的研究法」というものがあるけど、数学なしの「統計的研究法」をすればいい。数学をいっさい使わない。わり算さえも使わないとかね。これは迫力あるよ。小倉さんには作れない。やっぱり、彼は数学ぬきなものも重んじるけど、やっぱり数学が入っちゃう。「統計的研究法」も経験でやればいい。「こうなりました」と。

竹内・「そういう本はないんですか。」

やっぱり弟子の数学者どもはだめなんだよ。数学でメシを食っているもんだ

から。小倉さん自身は、興味をもって追求しているから、数学をはみ出ること  
はできるけど、弟子どもは、数学に違反することはできない。数教協でさえ、  
そうなんだ。

## 2. 数量感覚をつけること

私は、前から統計的問題で「何が異常か」という問題が気になっている。「  
今年の気象は異常であるか、否か」たいがい「異常である」と騒ぎたい人が  
たくさんいるんだよ。

100年に1回あるのは異常であるのか？—100年に1回ぐらいあれば<かなり  
異常>とか、1万件に1件しかなかったら<すごく異常>とか、こういう座  
標でみると、だいたい今年の気象なんか<すごく異常>ではない。<かなり異  
常>ぐらい。ところが異常をさげびたい人はいっぱいいるから、みんな異常に  
しちゃう。それで「たいへんだ。たいへんだ」と騒ぐ。

だから、クラスの男女差がどのくらいなら異常なのか。「クラスが7人しか  
いない時に、5人が女で2人が男」というのは、異常じゃないんだよ。それはふ  
つうにあること。ところが、40人いて、女の子が15人以下なら<かなり異常>、  
しかし<すごく異常>ではないね。

村上・・・高校だから別ですか？

小、中での異常の定義をちゃんとやると、こんどは高校では人為が入るでし  
ょ。人為が入った時の異常が問題になる。そういうふうにかくさんの数を扱っ  
ていると、ちょっとした数字を見ただけで、すぐ「これは<すごく異常だ>」とか  
「これは<かなり異常だ>」とか「いや、ごくあたり前のことだ」とかわかるん  
です。つまり、数量感覚がつくわけです。

商売では「これは<すごくもうかる>」とか「これは<だめだ>」とかいうのがさ  
っと判断できると、金もうけできる。これでも、大量でもうかるのと少量で  
もうかるのとは違います。投資の量に対して10倍もうかるというデータが出て、  
それに目をつける。あるいは、うんと大量の商売で、投資に対して3倍もうか  
る。どちらをとるか。統計的なものをたくさん見ていればわかる。

## 3. 社会が小さいほど変動が大きい。

少量の場合だったら、異常なことがたくさん起こってもおかしくはない。5  
人しかいない時に全部が男だって、異常ではない。吉村さんのうちなんか、七  
郎さんなんだから、男が7人で、女が1人。これは異常といえるか。

村上・・男ばかりの兄弟ってかなりいるでしょ。

「男が生まれるか女が生まれるか」という確率は、「でたらめにコインをなげて表か裏か」という確率と同じであるかと思うか。

北村・・両親の体質によって違うんじゃないですか。

ありうるでしょ。それが検定できるんです。無作為の偶然性なのか、両親の体質とか何かがいっているかは、統計的に研究できるわけです。

たとえば、結婚問題が起こった時なんかは、男女の数が同じじゃないとこまるでしょ。先生なんかは考えないかも知れないけど、親の方は考える。「うちの子は結婚できそうもない」とかね。日本中そうだったら、すごくたいへんでしょう。しかし日本中ではないからね。

「それでは村ではどうか。「この村はむかしから女が多いんです」とか「男が多いんです」ということがありうるか。統計的偶然性以外にありうるか。

ききんの問題なんかもそうなんだね。社会が小さくなればなるほど、ききんの影響も大きいんです。その年がたまたまききんでも（つまり統計的に起きうるききんでも）、ちょうじりが合わなくなっちゃう。片方が凶作だったり、片方が豊作だったりするわけだから、社会が大きくなればなるほど良くなるわけだよ。日本が明治維新になってからききんが起こらなくなったのは、「冷害が江戸時代に多かったからだ」と説明する人が多いですよ。あれはうそだと思おう。一つは肥料のことで良くなったことと、もう一つは社会がでかくなったこと。ちょっとしたときに外国から輸入できるわけです。明治2年に大量に食料を輸入したでしょ。だから、明治以後はききんが少なくなった。

#### 4. 法則性は偶然性を媒介として現れる。

それで問題なのは、平均に合わせて生活水準を立ててはいけませんよ。「物を捨てる」ということに関する理論をかなり気にしなければいけない。だいたい収量は2割ぐらい変動するとしたらどうするか。2割変動するとして、いちばん下に合わせて、それで食えなくちゃいけないんだよ。それじゃ、豊作で余ったらどうすればいいんだ。むだ使いの習慣がないとたいへんなんです。いちばん豊作の時に、むだ使いしないでギリギリでやったら、ちょっと凶作になったらみんな飢死しちゃう。むだ使いってむずかしいんですよ。たくさん米が取れたときには、ごはんをお釜から出すときにいいかげんに出すとか、残った部分を捨てちゃったりね。それがけっこう大事なんだよ。ボクなんかは、そういうことをすごくきらいだから困るんだけど。

てきとうに捨てるということが大事なんだ。つまりバラツキの社会というものをいつも考えなければならない。

村上・・授業でも、そういうことがありますよね。ふだん適当にむだな時間があると、ワーッと教科書をやる時はできるとかね。(笑)

「なんかもそうでしょ。むだな空間があると、すごく楽だね。いざというときにサーッと何かできる。」

村上・・そういう意味のむだの効用ってあるよね。

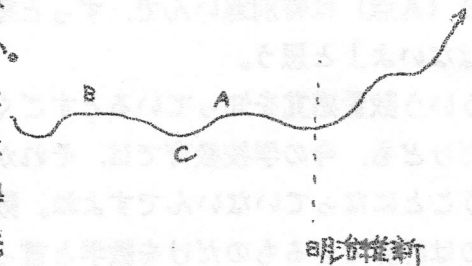
むだがどのくらいあればいいのか。むだがありすぎると、本当のむだになるし、どのくらいあればいいのか。そういうのは「あそび」でしょ。これがむずかしいんだよ。理屈を立てるのがむずかしいからね。

社会現象というのは必ずゆれるんです。

変動しながらふえたり減ったりする。例えば、江戸時代の人口の変動は実際には右のようなんです。これを、どこから上がったとみるか。

A から上がったとみるか、B から上がったとみるか。読もうとすると「A からずれた」という言い方をする。「幕末から明治維新は準備されたんだ。経済的変動は明治維新より先だ」というんです。「変革は明治維新だ」と言いたくない人は必ずやるんですよ。そうや

ってやれば、「B から変動した」ともいえるし、「C から変動した」ともいえる。自分の好きな所へもっていける。それで「幕末における改革」とかという言い方をする。



「そんな細かいことは何もわからないんだよ」というのがボクの立場で、これはだいたいこのへんなんだ。それ以上のことを言うとうそになる。あんまり深読みしたらだめなんだよ。だから、大ざっぱに書いていく。変動はこのへん。ここに開国があり、明治維新がある。そういうのは、センスの問題なんだよ。これを、数学的に説明することは非常にむずかしい。経済学者は、みんな深読みしてまちがえるわけです。

このゆれはどうして起こるのか。この変動は非常に偶然的なものです。ちょっとした天候の悪さとかで波ができる。それではここ波はどっちの波なのか。天候によるものなのか、社会構造の変化によるのか。

そういうのは、偶然性が入っているから、なかなか一つのことではいかないのである。ボクなんかは、非常にはっきりしているから「細かいことは読まない。どうしても細かいことを読むんだったら、そうとう用心して読まなくちゃいかん」と言う。そういう用心ができないですよ。

法則性は偶然性を媒介として現れるんです。

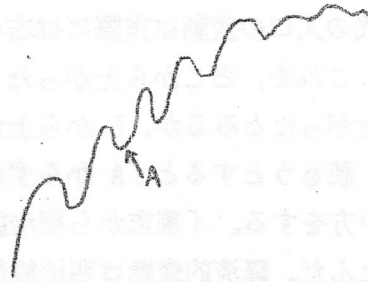
## 5. <気象の法則>

前からやろうとして、まだやれないことのひとつなんですが、<気象の法則>の授業書を作ろうと思っています。途中まではできているんです。

「今は秋なのに、今日は昨日より暖かになった。だから明日はもっと暖かくなるだろう。このまま夏にもどるのではないか」ということはないでしょ。必ず寒くなっていくわけです。秋になれば、夏みたいにはなりっこない。あるいは、春になれば冬にもどりっこない。そういう法則性を知っている。

実際に気温はこうやって上がってこうやって下がる。それで、全体の法則を知っているから「今日(A点)は特別寒いんで、ずっと寒いわけではないよ」と思う。

そういう数量感覚を知っているとすごく役立つんだけど、今の学校教育では、それが数学ということになっていないんですよね。数学というのは計算できるものだけを数学と言っているんだよ。ボクらは、量が出てくれば数学だからね。「量が出てくるのを数学と扱う」というのは、戦争中はそうなんです。その頃は、数学の教科書で力学を教えたんだから。今の数学は、量が出てても演算が入らなきゃ、数学ではない。



## 6. 仮説実験授業は、教育を大数の法則で扱った。

井藤・「仮説実験授業というのは教育における革命的な理論である」

と思うんだけど、その革命的なことのひとつとして「教育に法則性を持ちこんだ」ということがあるんじゃないですか。

仮説実験授業は、教育を大数の法則で扱った。だけど「教育に法則性がある」というと「そんなのびったりいくわけじゃないか」という批判が出る。そんなの当たり前じゃないか。はじめから、びったりいくなんて考えていなんだから。「この問題を出すのたいがいできないよ」とか「たいがいできるよ」とかいうのが法則なんです。それを「33%できる」とか「50%できる」とか言わない。「だいたい半分ぐらいできる」と言う。そのくらいのだいたいで言えば当たっちゃう。法則というのはそういうもんなんです。だいたいと言っているものなんです。特にクラスの数が40人とか30人とか20人という場合だったら、その「だいたい」は「かなりだいたい」だからね。その「だいたいの法則」に

決まっているんだけども。「だいたいの法則」に気がつかない人がいるわけだよ。

そういう法則感がわからない人は「びったりいくわけじゃないか。クラスによって違う」という。でも「この問題はクラスの過半数ができる問題なのか」「クラスの大部分ができない問題なのか」がわかっている、その配列を考えれば、その後の討論のしかた、感激のしかたが違ってくるんだから。

それではどうして教育が大数の法則で扱えるのか。ア、イ、ウという選択肢があったときに、アを選ぶ人間がいるんな所へ行ってもあまりかわらない。それはなぜであるか。

一つの考えは「(ア)を選ぶ人間の数がもともと何%いて、(イ)が何%いて、(ウ)が何%いる」こう考えるのがふつうなんだけど、ボクはそう考えない。「一人の人間に(ア)を選ぶ側面と(イ)を選ぶ側面と(ウ)を選ぶ側面がある」つまり「人間というものは浮動票である」とね。大部分がそうだ。その時の気分で(ア)になったり(イ)になったり(ウ)になったりする。その気分と言ったって、「晴れているから(ア)になったり、曇っているから(ウ)になったりする」のではなくて、非常に統計的なものである。だから、どのクラスも同じなんだ。だれだって少しは「1円玉が電気を通すんじゃないか」と考える。「電気を通さない」とも考える。「通すんじゃないか」と思っている時間が1割、「通さない」と思っている時間が9割。そして、ある人間は「通さない」と思っている時に反応し、またある人間は「通す」と思っている時に反応する。そういうモデルの方がいい。そういう意味で、日本人は均一なんだよ。

井藤・・・これは「だいたいの法則」という名前なんですか？

法則というのはだいたいなんだよ。法則は基本なんだけど、現象形態がだいたいなんだね。「夏が暖かくて冬が寒い」ということは法則なんだよ。しかし「夏に近い日の方が冬に近い日より暑い」とはかぎらないでしょ。それが積み重なって「夏が暑い」となる。

## 7. 「だいたいの法則」はどうやって身につけるのか。

村上・・・さっき板倉先生は「これはセンスの問題である。計算できない。なんとなくでいく」とおっしゃったんですが、じゃあ、これをどうやって教わればいいのか。全然わかんないじゃないですか。センスだと言われると。

商売屋でも、もうけるのがうまいやつは数字を見て、すっと判断する。

村上・・・でも、何か目のつけどころはあるわけでしょ？

商売のうまいのは、ある場合には、お客さんが大量に買ってくれるからまけちゃうとかいろんなことをするでしょ。

村上・・・カンといっても、何か目をつける所があるわけでしょ。それはどうやったら身につくんですか？

それはやっぱりいろんな場合について、仮説を立てて実験する。仮説といっても、あいまいもことした仮説だね。実験もみんなあいまいもことしていた実験。しかし、それも仮説であり実験なんだ。「だいたいそうだ」というのがいつも当たってれば、だいたいの法則が成り立つ。だいたいの法則があるということを思っている人は、法則的認識ができるんだよ。

村上・・・そういう人は数学的センスがあると

それはいわゆる「数学」ではないんだけどね。学校教育でやる数学ではない。

井藤・・・「グラフというのはイメージ検証授業である」という感じがするんです。「地球にはエベレストとか富士山があり表面はでこぼこしている」と思っても、宇宙から見れば「まんまるだ」というイメージになる。それと同じような感じがするんですが。

イメージの数学があるんだな。イメージの法則があるんだよ。それは、計算にかかんないから数学で扱わないんだよ。ボクは「どうしてオレの考えているようなことを数学で扱わないのか」と思ったら、今の数学というのは、計算というのは広まって論理計算とか入ったけど、なおかつ計算なんだ。式で表したのが関数だから。

## 8. 数学教育は「現代化」ではなく「近代化」

渡辺・・・だけど、さっきの気温の問題のようなバラツキに関しては、統計数学というものがあって、それで扱うではないですか？

それは「式がある」という仮定のもとなんだ。変化のしかたが決まっていなければいかん。

例えば、関数について遠山さんと安野さんの本がある。そこにはこう書いてある。「機械があって、10円入れると、ネコが出てきたりする」 だけど、中に人間が入っていて「今日はくたびれたからやめた」というのはいけない。つまり、関数関係がはっきりしている。つねに一定じゃなきゃいけない。ボクはそれも法則だと言うんだけどね。それは人間の法則なんだからさ。

そういう時に、非常にはっきりと因果関係が決まらないと、今の数学に入れないんですよ。



ボクの数学は違うんです。

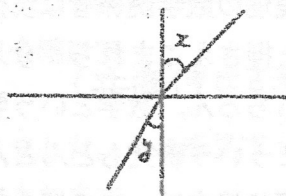
自然科学なんかでは、はじめは法則がわからないんです。わからないけども、数の関係が出てくる。そういうわからない所から法則を出すわけです。

たとえば、光が水に入ったときの屈折の問題があります。この角度の関係を測ってグラフに書くでしょ。この式がわからない。

どうするか。  $y = ax + b$  の式に当てはめる。

これでかなりうまくいくんですよ。しかし、ぴったりとはいかない。わからない。だけど、これ、わか

らなくても物理屋さん関数だと思うわけね。何かの法則があるはずだと。これは結局どうやったかという右のような式になる。



これは、すごく変な式でしょ。

$$y = \sin^{-1}(a \sin x)$$

自然科学者はわかんないものを関数とする。その関数を探すことが仕事なんだ。今の数学の連中は「先に数学ありき」になっちゃっているからね。小倉金之助なんかは、物理学をやったりいろいろなことをしている人だから「社会現象だって関数がある。何かの法則があって関数がある」と考える。例えば「恐慌が来たり来なかったりするの、まだわかんないけど何かの関数で表現できるはずだ」と考える。

<くだいたいの法則>というやつが数学教育からぬけちゃった。小倉金之助さんたちがやったときの「数学教育の近代化」というときには「自然科学、社会科学と数学を結合させる」という考え方です。

古代数学はユークリッド幾何学とかなんかで、頭の訓練としての数学でやる。それに対して「近代数学」というのは、実用的になって、自然科学から経済学まで仕える数学になった。だから頭の体操ではない数学をやみましょう。

ところが「数学教育の現代化」になると、「現代数学」というのは、数学者は半分いららしている。「物理学者なんかにお役に立つ」という数学をやっているのはいやで、数学独自の発展をする。「物理学なんかとは関係なく数学を研究する」という分野が発展して、けっこうそれがうまくいった。集合論とかね。「それをやれ」というのが「数学教育の現代化」なんです。森毅さんなんかは「現代化」の方向です。「役立つかどうかなんかつべこべ言うな。正しければいい」そうすると楽しさが出るんです。「役立つことよりも楽しさを」と。数学をやっている連中は楽しくやっているんだから。

だから、数学教育では「近代化」と「現代化」とは反対の方向なんです。集合論なんかは「役に立たないように見えたってあとで役立つんだから、そういう所も大事なんだよ」ということは間違いないんだけど、そういう分野は非常に少ない。

数学教育になると、楽しさももちろん大切なんだけど、それと同時に役立つことの楽しさみたいなこともすごく大事なんです。だけど、数学者は現代数学の連中がすごくいっぱいいるから、「数学が役立つなんて言わせない」となる。だから、現場の数学関係者は現代数学をあんまり知らなくて、役立つような数学をやると押さえこまれちゃうんだよ。「おまえは全然数学をわかっちゃいない」と。もちろん、数学という学問では、自然科学から離れた数学もあってもいいし、そういう研究もどんどんやればいい。

数学教育の連中は、いちばん学者と教育現場がはなれちゃった。

## 9. 科学教育の現代化

「科学教育の現代化」の場合には、また違うんだよ。ボクの「科学教育の現代化」の場合には、同時に「科学教育の古代化」なんだ。原子論にもどる。古代にもどっちゃう。

村上・・・「古代化」なのかな？「ルネッサンス」じゃないですか。

古代原子論がルネッサンスに復活したでしょ。だけど、その原子論は主流派を形成するんだけど、決定的に勝たないわけね。それが、19世紀に経験主義ができて、かなりおいこまれる。20世紀に完全に勝利する。だから、原子論を教えることが現代化なんですよ。

ボクが原子論を主張するのは「現代物理学で勝利したから、原子論を教えましょう」というのではなく、古代から脈々と続いている原子論の伝統を教えることだからね。

近代化というときには、経験主義なんです。近代化の総決算が19世紀だからね。「原子なんか存在するかどうかわからない。そんなあやしげなもので科学教育を教えるのはならぬ」と言う。そうでもない。

現代はどうかというと、自然科学の場合には、数学以外はみんな原子論が入っている。物理は原子物理学だし、化学は原子論、生物は分子生物学でしょ。

\*

年を取った人の強みは、だいたい法則つまり経験の効—がきいているんだね。若い人は、経験に比重をかけるよりは、数少ないけども新しい少数のデータだけで勝負することが勝ち目なんだよ。

( 終わり )

ガリ本『新しい社会科学の創造』  
(1989.4.28 西尾隆雄の会)