数学専用小型コンピューター

－ 学力アップ　ひとつの方法 －

京都教育大学附属高校数学科　盛永清隆

0. 要旨

生徒が数学専用小型コンピューターを使うことによって、学力を向上させることができるか実験をした。その結果、使用したグループの平均点は使用しないグループの平均点より高かった。しかし統計学的な有意差を認めるまでには至らなかった。それを報告する。

1. 事実

アメリカのコンピューター会社；テキサスインスツルメント社製計算機“TI-92”を“数学専用小型コンピューター“と呼ぶことにする。右写真の生徒が持っているのがその計算機である。



写真：数学専用小型計算機を使う生徒

実験の概要を述べる。

(1) 実験期間

2003年4月～2004年1月(10ヶ月間)

(2) 実験内容

2003年4月、私は校内で数学専用小型コンピューターのモニター8名を募集した。4名の生徒がそれに応募してくれた。いずれも3年生理系男子生徒であった。そして偶然同じクラスの生徒たちであった。そこで、このクラスを仮想的に数学専用小型コンピューターを使用する4名のグループと、それ以外の36名のグループに分けて、学力の変化に有意差が出るか否かを調べることにした。2つのグループに対する学校内における数学教授環境は、数学専用小型コンピューターを使っているかいないかを除けば同一である。以下、この4名のグループを使用グループ、他の36名を未使用グループと名づける。

まず、私は使用グループ4名に、10ヶ月間数学専用小型コンピューターを使って教科書の問題と入試問題を解く方法を教えた。その日時と内容は以下の通りである。入試問題の選択は生徒の希望によった。

・2003年（以下同じ）6月6日（金）16：00～18：00

導関数の応用；数学Ⅲ教科書P.102～P.114

・6月13日（金）16：00～18：00

第2次導関数の応用；数学Ⅲ教科書P.115～P.124

・6月20日（金）16：00～18：00

速度と近似式；数学Ⅲ教科書P.125～P.134

・6月27日（金）16：00～18：00

不定積分；数学Ⅲ教科書P.136～P.147

・7月4日（金）16：00～18：00

定積分；数学Ⅲ教科書P.148～P.164

・7月11日（金）16：00～18：00

面積、体積；数学Ⅲ教科書P.166～P.175

・7月18日（金）16：00～18：00

曲線の長さ、速度と道のり；数学Ⅲ教科書P.176～P.184)

・9月5日（金）16：00～18：00

2002年　前期　大阪市立大　理系　問題1の探求

・9月19日（金）16：00～18：00

2002年　前期　大阪市立大　理系　問題2の探求

・10月3日（金）16：00～18：00

2002年　前期　大阪市立大　理系　問題3の探求

・10月10日（金）16：00～18：00

2002年　前期　大阪市立大　理系　問題4の探求

・10月17日（金）16：00～18：00

2002年　前期　大阪大　理系　問題1の探求

・10月24日（金）16：00～18：00

2002年　前期　大阪大　理系　問題2の探求

・11月21日（金）16：00～17：30

2002年　前期　大阪大　理系　問題3の探求

・11月28日（金）16：00～17：30

2002年　前期　大阪大　理系　問題4の探求

・12月5日（金）16：00～17：30

2002年　前期　大阪大　理系　問題5の探求

(3) 学力の変化を何で測定するか

本校生徒は、2003年5月27日に全国規模の模擬試験；全統模試を受けた。その8ヵ月後、2004年1月17日に大学入試センター試験を受けた。この2回の試験の差を記入したのが次の表である。

整理番号	20030527 全統模試 200点満点	20040118 センター試験 数学ⅠA+ⅡB 200点満点	2回の試験の差（増加量）	数学専用小型コンピューター
1	114	189	75	未使用
2	91	157	66	未使用
3	142	180	38	未使用
4	92	168	76	未使用
5	61	120	59	**使用**
6	165	164	-1	未使用
7	125	188	63	未使用
8	111	167	56	未使用
9	121	177	56	未使用
10	112	176	64	未使用
11	148	173	25	未使用
12	156	.	.	未使用
13	86	166	80	未使用
14	172	192	20	未使用
15	125	166	41	未使用
16	131	178	47	**使用**
17	78	.	.	未使用
18	100	153	53	**使用**
19	98	.	.	未使用
20	62	124	62	未使用

21	103	150	47	未使用
22	119	154	35	未使用
23	150	195	45	未使用
24	96	170	74	未使用
25	16	137	121	未使用
26	124	128	4	未使用
27	93	167	74	未使用
28	158	181	23	未使用
29	133	144	11	未使用
30	153	160	7	未使用
31	100	151	51	未使用
32		198		未使用
33	83	.	.	未使用
34	81	138	57	未使用
35	109	147	38	未使用
36	157	167	10	未使用
37	92	144	52	**使用**
38	152	173	21	未使用
39	70	.	.	未使用
40	126	189	63	未使用

この表は該当クラスの実際の点数であるが、個人情報なので整理番号は変えてある。空欄はデータを得られなかったもの（欠測値という）で6名いる。

使用グループの差（増加量）の平均は**52.8点**、対して未使用グループの差（増加量）の平均は**46.7点**であった。したがって使用グループが未使用グループより**6.1点**高かった。

2. 意見

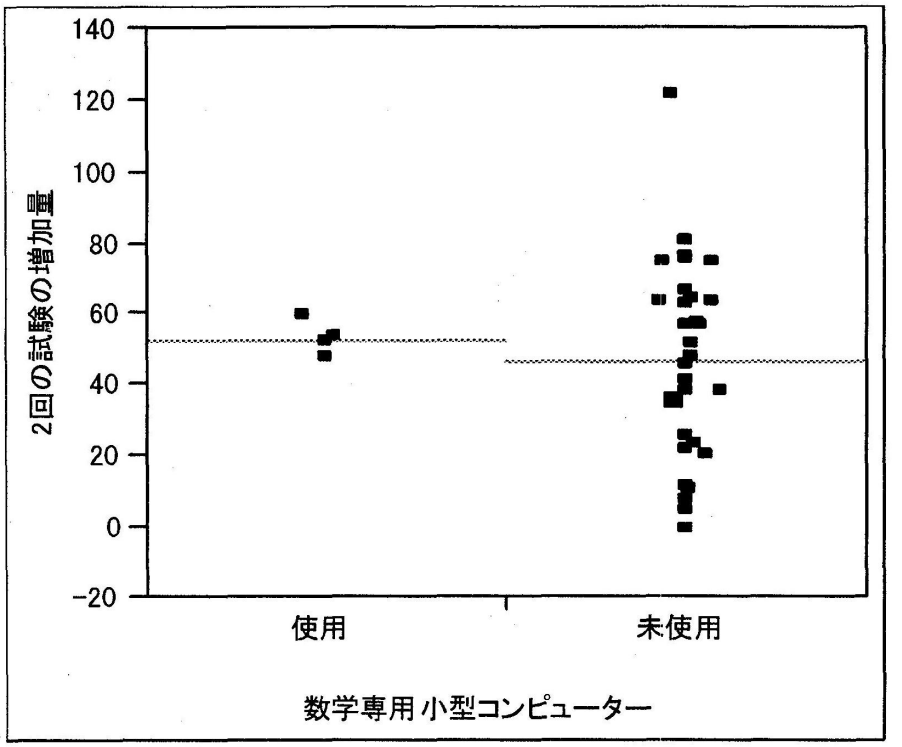
使用グループが未使用グループより6.1点高いことが分かった。この結果から、数学専用小型コンピューターは生徒の学力を向上させたと結論することができるだろうか。統計学的に2つの方法で考えてみる。そのために次のように帰無仮説を立てる。

帰無仮説：使用グループの平均と未使用グループの平均の差は0点である；すなわち使用グループの平均と未使用グループの平均には差が無い。・・・・＊

(1) グラフで考える

まず、2つのグループの欠測値を除く34人のデータを、次のようなグラフにした。グラフは[1]による。1つの点は1人のデータを表す。また2本の横線は使用グループの平均点と、未使用グループの平均点をあらわす。すでに述べたように、使用グループの横線は未使用グループの横線より6.1点分だけ上にある。

グラフ：数学専用小型コンピューター　による2回の試験の差（増加量）



次に、2つのグループのデータ数、平均、標準偏差、平均の標準誤差、信頼率95%の信頼区間の下限と上限を求めた。次の表がそれである。計算は[1]による。

表：平均と標準偏差、他

	数	**平均**	標準偏差	平均の標準誤差	下側95%	上側95%
使用	4	**52.75**	4.92	2.46	44.9	60.5
未使用	30	**46.73**	27.87	5.09	36.3	57.1

これにより、数学専用小型コンピューターを使用する母集団の信頼率95%の信頼区間は[44.9,60.5]、使用しない母集団の信頼率95%の信頼区間は[36.3,57.1]となる。区間[44.9,57.1]が2つの信頼区間の共通部分である。つまり2つの信頼区間には重なる部分がある。したがって、有意率5%で帰無仮説は棄却されない。いいかえると、危険率5%で使用グループと未使用グループに差が無いという仮説は棄却されない。

(2)t検定で考える

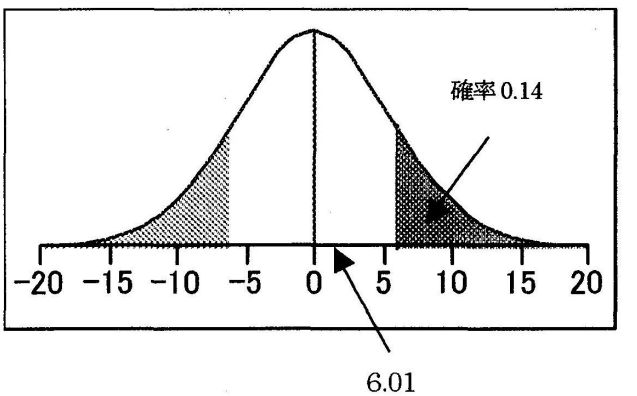
2つのグループの平均値に有意差があるか否かを調べる方法として、**t検定**がある。先の帰無仮説*をt検定で調べる。そのために2つのグループの差、差の標準誤差、信頼率95%での差の母集団での信頼率95%区間、t値（差÷標準誤差）、自由度、p値(Prob>|t|)、p値(Prob>t)　を求めると次の表のようになる。計算は[1]による。

表：2つのグループの差、差の標準誤差、他

差	6.01	t値	1.06
差の標準誤差	5.65	自由度	28.8
差の上側信頼限界	17.58	p値(Prob>|t|)	0.28
差の下側信頼限界	-5.55	p値(Prob>t)	0.14
信頼率	0.95		

またt分布のグラフと、得られた差6.01の位置を図示すると次のようになる。グラフは[1]による。

グラフ：t分布と差6.01の位置



表より、p値(Prob>|t|)＝0.28である。この値は帰無仮説が真のときに、まったくの偶然だけで、より絶対値の大きいt値が得られる確率を表す。これが有意水準である。通常p値(Prob>|t|)が0.05より小さいときに帰無仮説は棄却され有意であるとみなされる。

今回はp値は0.28と大きく帰無仮説は棄却されない。いいかえると2つのグループの差が有意であると結論することはできない。

(3)2つのグループには違いがないのか

以上、1つのグラフと1つの統計的検定を調べた。いずれの方法によっても仮説*は棄却されなかった。ということは2つのグループの平均の差は0であり、平均は同じなのであろうか。実はそんなことはない。平均に差があることを証明できなかっただけである。あるいは平均に差があることの証拠が十分にそろっていないだけである。より多くのデータを収集すれば、小さいかもしれないが有意な差が出ることがある。（このロジックは[2]P.163による）

(4) 今後の課題

したがって、今後データの数を多くして再度実験してみたい。幸い本校はスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されたため、最近3年間に数学専用小型コンピューターを、40台×3学年分＝120台そろえることができた。（それ以前は12台のみであった。）たとえば40人の使用クラスと40人の未使用クラスを比べることもできる条件ができている。トライしてみたい。

4. 使用ソフト、参考文献、参考資料

[1]2004,*JMP IN*: SAS Institute Japan

[2] John Sall 他, 2004 ,*JMP を用いた統計およびデータ分析入門* : SAS Institute Inc

[3] 新村秀一, 2004,*JMP 活用統計学とっておき勉強法*: 講談社ブルーバックス

[4] 1998,*TI-92 ガイドブック*: テキサスインスツルメント

[5]盛永清隆,1999, **"視覚化がもたらす深い理解"** , *T.I.M.E.* Vol.14, 4-5: Naoco

[6]盛永清隆,2001, "グラフ電卓は高校生の日常数学学習に役立ったか" ,*京都教育大学附属高校実践研究集会レポート*

京都教育大学　機関リポジトリ　クエリの森



この文献は、国立情報学研究所において電子化されたものを、本学でテキスト加工したものです。