

コンピュータの操作過程の解明(3)

—— 中学生のキー操作学習の履歴分析 ——

中野靖夫*・大村尚**

(平成3年10月28日受理)

要 旨

コンピュータ操作の初心者に対し、課題を印刷物で与え、キー入力していく過程をキーボード操作履歴記録プログラムを用いて記録し、操作履歴を分析した。その結果、アルファベット、記号、意味綴り(英文)および無意味綴り入力時における12の誤操作を抽出した。

アルファベットを2回入力してからの英文入力において、誤操作の発生率は約5%で、1人当たり20ストロークに1回の誤操作が行なわれた。発生した誤操作の種類や数は、各学年に顕著な差は無く同様な傾向がみられた。入力速度は学年の進行とともに速くなり、3年生が最も速く、1年生と3年生との間に有意な差が認められた。操作時間の総平均、すなわち、1人1ストローク当りの平均は2.5秒であった。個々のキー操作時間を測定したことにより、意味綴りおよび無意味綴りの入力時系列が明らかになった。

KEY WORDS

computer literacy コンピュータリテラシー key operation キー操作
learning process 学習過程 junior high school student 中学生

1. はじめに

情報化社会に対応するため、学校教育においてはコンピュータの設置が進められ、さらに平成元年度に告示された学習指導要領で情報教育に関する指針が示された。中学校においては、技術家庭科の領域の中に情報基礎が新しく加えられ、本格的な情報教育が実施されるようになってきた。このような状況のもとで、生徒がコンピュータに触れる機会は増していくと考えられるが、人間からコンピュータに働きかけるときのインタフェースは、ほとんどの場合キーボードが使用される。またワードプロセッシング、パソコン通信、プログラミングなどには、キー操作は不可欠な技能である。したがって、情報教育の導入部ではキー操作の学習は必修の内容といえよう。情報機器が普及していく教育環境における教育、あるいは「情報基礎」のような新しい領域の教育、訓練には目標、内容、達成目標や評価の指針が必要となる。現在、数多くの実践が行なわれているが、指導や評価の指針となるデータは、あまり公表されていない。

そこで、本研究においては、キー操作の達成目標を設定するための目安となるデータを得る

* 学校教育研究センター

** 船橋市総合教育センター

ため、中学生がキー操作を学習していく過程の履歴を収集、分析し、誤操作および操作時間の実態を明らかにすることを試みた。

2. 方 法

たたかれたキーの種類と操作時間を記録するプログラムをコンピュータに組み込み、被験者の履歴を収集する¹⁾²⁾。本研究における操作時間とは、直前のキー操作を起点とし、測定の対象になるキーがたたかれた時点までの時間であり、精度は25ms(ミリ秒)で測定する。この測定法は、被験者が特別の操作を必要としないので、被験者には測定を意識させないうえ、高速で自動的にデータを収集できるという特長がある。被験者は印刷された課題文をキーボードから入力するだけである。

1. 調査日時 平成3年2月1日 3, 4, 5時間目
2. 調査対象 千葉県内の中学生 1年生 31名 2年生 32名 3年生 38名

被験者のプロフィール

調査時期2年前(平成元年2月)にコンピュータ室が完成した。3年生、2年生は約2年間、1年生は約10ヵ月の経験がある。完成時、オリエンテーションによってコンピュータ室の利用に関する注意およびコンピュータの基本操作の指導が行なわれている。その際、キーボードの操作についてもふれた。その後は、各クラスとも週1回程度、各教科の学習で利用してきたが、ほとんどのソフトは、カーソルキー、リターンキー、ファンクションキー、テンキーなどの限られたキーで扱えるので、アルファベットの入力は一部の者をのぞいて体験していない。

3. 手順

- 1) 事前にキー操作に関する指導を行なう。
ノーマルモード、シフト操作
- 2) 以下の手順によりシステムを起動させる。
 - ①本体の電源スイッチをおす。
 - ②ディスクドライブの1側にシステムディスクをセットする。
 - ③ディスクドライブの2側にデータディスクをセットする。
 - ④リセットスイッチをおす。
 - ⑤日付を確認してくるので、リターンキーをたたく。
 - ⑥時刻を確認してくるので、リターンキーをたたく。
- 3) 印刷された課題文の入力をさせると同時に、キー操作履歴(たたかれたキーと操作時間)を収集する。

4. 課題

中学校においてコンピュータを利用して学習指導を行なう場合、教育用ソフトの中には、カーソルキー、テンキー、ファンクションキー等の特殊なキーのみで学習が進められるものもあるが、コマンド、プログラム、文章の入力にはキー操作を必要とする。入力する文字列は英文、

英単語，ローマ字などが考えられるが，いずれもアルファベットキーを操作する。

そこで，本研究においては，アルファベットキーの操作に視点を置くことにし，アルファベットおよび英字の意味綴り(英文)，無意味綴りからなる以下のような課題を作成した。この文字は測定に使用した実物(83%縮小)であるが，課題の配置は1～4の順になっている。

課題1

1 c n j u f g m . z q
2 i a ; s r v : w p x
3 y h o b t , l k d e

課題2

1 f Q n U I Y g ! b z
2 t ? H O j . d r K v
3 l M S A , E p W x C

課題3

- ① My name is Ken Suzuki.
- ② I am a student.
- ③ I like basketball games.
- ④ I live in Funabashi city.
- ⑤ I have breakfast at 7:25.
- ⑥ I go to school with Davis and Lucy.
- ⑦ On Thursday we study English.
- ⑧ We use a pencil and a notebook.

課題4

- ① Bo lyua hi Uaz Agtilm.
- ② E ag m yvwaimt.
- ③ E oaoh aslifhc5as ahiad.
- ④ E gni: bn Nsdtonsh7 fuke.
- ⑤ E kdyc rekstitsl el siba.
- ⑥ E sa vy ilancu ecbu Oeisa ide Awud.
- ⑦ Ht Anrmabin eu twiev Itsnsly.
- ⑧ Se ipo e iunado tnt k tknsok2r.

課題1はノーマルモードで入力できるアルファベット26文字および英文記述に必要な「.」「:」「;」「:」の4種類の記号を加え30種類を出現頻度1回でランダムに配列したもの。

表1 課題3および課題4の語構成

字	意味綴り		無意味綴り	
	ノーマル	シフト	ノーマル	シフト
1	a	I	m e k	E
2	am is go to at we	My On We	hi ag bn el sa vy ev	Se Ht Bo
3	and use	Ken	ide ipo tnt	Uaz
4	name like live 7: 25 have with city	Lucy	lyua oaoh gin: fuke kdyc siba ecbu	Awud
5	games study	Davis	ahiad twiev	Oeisa
6	school pencil	Suzuki	ilance iunado	Agitilm
7	student	English	yvwaimt	Itsnsly
8	notebook	Thursday	tknsok2r	Anrmabin
9	breakfast	Funabashi	rekstitsl	Nsdtonsh7
10	basketball		aslifhc5as	

課題2はノーマルモードおよびシフト操作を伴う文字記号を30種類、出現頻度1回、出現確率1/2でランダムに配列したもの。

課題3は中学校1年生が3学期に理解できる単語によって構成された文章（意味綴り）。

課題4は課題3に使用された文字をシャフルし、課題3の文章形式に再構成した文字列（無意味綴り）。

なお、課題3、4はノーマルモードおよびシフト操作を伴う1字綴りから10字綴りの単語あるいは文字列によって構成した。表1に語の構成を示す。

また、スペースおよび改行を含め課題1、2、3、4の総入力字数は500である。カナ入力の場合は操作キー数が48（濁点、半濁点、句点、読点、長音記号を含む）となりアルファベットの32（「.」「,」「;」「:」「!」「?」を含む）に比べ多く、ローマ字入力を行なうには50音表を記憶しておかなければならない。これらの要素を考慮すると英字および英文の入力は最もやさしい学習課題である。

3. 結果と考察

学習履歴には、すべての操作が記憶されている。たとえば、キー入力を決定するまでのキーのおしまちがいを修正したり、削除する過程がすべて記録されている。そこで、誤操作が行われた場合には、最初に入力されたキーに着目し、キー入力が正しく行われた場合には、操作時間（入力速度）に着目して分析した。

3.1 誤操作

課題を読み取り、記憶し、キー操作を行ない入力していく過程において、なんらかの原因によって誤操作が発生する。誤操作の原因を的確に解明することは困難であるが、発生した誤操作の内容は全て把握した。表2に、課題1および課題2において、ある学年の誤操作率が10%以上のキーの誤操作率と誤ってたたかれたキーを示す。

課題1および課題2のすべてのキー操作から、以下に示すようなことが明らかになった。

- 1) 課題2の大文字入力時にシフト操作を怠った誤操作が多発しており、大文字であるべきところが小文字で入力されている。この誤操作は課題の大文字の全ての文字に発生する。逆に小文字入力時に大文字を入力する誤操作も希にみられる。また、記号の入力時にも「!」に対して「1」、「?」に対して「/」をたたくなど、シフト操作を怠る誤りが発生している。
- 2) 課題1、2の「1」および課題1の「q」に対しては類似の文字記号が入力されている。「1」に対しては「I」「i」「l」などが入力されている。一方、「q」の誤操作はほとんど「p」を入力している。
- 3) ピリオド「.」に対しては「/」、「?」が多く出現している。これは、中黒「・」の表示されたキーがたたかれている。
- 4) 操作対象となるキーに近接した周辺のキーをたたいてしまうことがある。たとえば表2において「Q」に対して「A」、「I」に対して「k」を入力したようなケースがこれに該当する。

- 5) 課題の文字列をぬかしたり、途中から次の行の入力を行ってしまうことがある。表中の「\$」で示した部分である。
- 6) 表中には示されていないが「j」に対して「g」など発音の似たキーをたたいてしまう

表2 誤操作率の高いキー

	誤操作率(%)			誤操作の内容		
	1	2	3	1	2	3
!	58.06	62.50	57.89	1111111111 \$ /1111 111	1111111111 11111 11111	1111111111 111.1 111 ; 111
Q	64.52	18.75	36.84	qqqqqqqqqq gqqqq qqqqq	qqqqqqq	qqqqqqqqq/q qAqq
?	45.16	31.25	39.47	Q/////!\$/!\$////	/////>////	////////// //"/
1°	50.00	50.00	34.21	i\$11111111 i111\$ 11111111 11111	ii\$11111111 ii11 iiiiiiiiii i1111	ii11111111 1111 i11111111\$ K
q	29.03	31.25	44.74	prpppppppp	ppppppdppdp	pppppp\$PPP pdp\$p pp
W	32.26	34.38	21.05	wwwwwwwwwww	wwwwwwwwwww w	wwwwwwwww
;	25.81	31.25	13.16	7や.+.+ + ?	+>.,..+ : ++	.改行+, +
H	29.03	18.75	18.42	hhhhhh\$hh	hhhhhh	hhhhhh
K	19.35	21.88	23.68	\$ kxk\$k	k\$kkkkk	kkkkkkkkk\$
C	19.35	28.13	15.79	cccccc	cccccccc	cccccc
U	32.26	12.50	18.42	uuuuuuuuuu	uuuu	uuuuuuu
M	25.81	12.50	15.79	\$ mmmmmNm	\$ mmm	mm\$Nmm
·°	22.58	35.94	31.58	? ?/\$/+/? ?/+/ ?/?/?/?/?/?/?/?	/, \$>/, ·// >/?// /;/·>/?	//////////, ///// //; ? ; > / ? ,
I	29.03	6.25	7.89	iiiiTi	Ti	Tii
O	29.03	6.25	7.89	\$ ooooo\$oo	oo	ooo
S	19.35	9.38	10.53	\$ ssszs	s\$s	C\$ss
Y	22.58	0.00	7.89	yyyyy\$y		vyy
A	16.13	6.25	7.89	\$ aaaa	# \$	a\$a
b	24.19	4.69	5.26	dddddd	BBB	d

ただし °印は出現頻度2回、\$は入力が無かったことを表す。

ことが希にある。

課題1および課題2によって、個々のキー操作における起こりうるすべての誤操作は出現したと考える。さらに、課題3および課題4の意味綴り、無意味綴りの入力において、「basketball」に対して「baseball」、「live」に対して「like」のように似たスペルの語を入力した誤操作が加わった。以上の事例に該当しない誤操作を含め、課題1から課題4までの誤操作を内容によってカテゴリ化したものを表3に示す。

表4にカテゴリ別、学年別の誤操作発生件数を示す。学年間の比較を容易にするために、1年生の人数31に補正したもので、小数点以下は四捨五入した。

カテゴリ別に見た誤操作数は各学年に顕著な差異は無く、ほぼ同様の傾向を示した。発生数の多い誤操作はシフトキー操作にかかわるもの、類似文字の入力、空白の脱落、文字あるいは語の脱落であった。

文字入力時のシフト操作に起因する誤操作率は高く、課題2のすべての大文字入力に対して、ある学年の誤操作率が10%を超えた。また、小文字入力時に大文字を入力することもある。前者は、シフトキーを押さなかった、あるいは押したままにできなかったために発生し、後者はシ

表3 誤操作とその定義

カテゴリ	記号	内 容
シフトミス	CS	大文字を入力すべきところを小文字で入力した
	SC	小文字を入力すべきところを大文字で入力した
	SE	記号を入力する時、シフトキーの操作を怠った
類似キー	A	形の似た文字キーをたたいた (n→u, h b↔d p↔q v→y q→p, d k→x l→T)
	KE	形の似たキートップの記号キーをたたいた (.,→/, 7,, !→?, :)
	O	発音の似たキーをたたいた (i→e e→a, i to→tu note→noto)
	W	似た語を入力した (basketball→baseball live→like)
隣接キー	T	対象となるキーに接しているキーをたたいた
脱落	SP	課題文の空白を抜かした
	SW	課題文の文字, 語を抜かした
	SS	課題文を一部分あるいは全文抜かした
その他	Z	解釈不能の誤り

() 内は事例, →は, そのキーに対する誤操作例, ↔は相互に誤操作が行われることを表す。

表4 31人当りのカテゴリ別誤操作発生件数

学 年 課 力	1				2				3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CS	0	94	64	39	0	48	42	41	0	53	60	29
SC	0	4	23	24	2	12	19	18	0	3	7	19
SE	3	26	1	1	8	29	4	1	3	29	3	2
A	34	34	42	82	26	22	32	42	20	21	31	52
KE	17	9	7	3	17	13	15	3	16	12	11	11
O	5	1	11	8	1	2	6	9	2	0	7	7
W	0	0	9	0	0	0	4	0	0	0	4	0
T	2	3	16	20	2	1	9	13	2	2	11	24
SP	0	0	129	92	0	0	100	49	0	0	105	57
SW	22	20	46	16	2	17	58	20	14	20	92	25
SS	0	2	4	1	0	0	8	6	0	0	6	3
Z	6	2	15	10	1	0	11	12	2	2	14	21
合 計	89	195	367	296	59	144	308	214	59	142	351	250

フトキーを押したままにした, あるいはCAPSキーのロックをはずさなかったために発生する。したがって, 誤ってシフトキーを押してしまうこともあるが, 後者の誤操作は前者の操作に付随して発生する。

シフト操作にかかわる平均誤操作率_(s) (CS, SC, SEの合計) を(1)式のように定義すれば

$$\text{平均誤操作率}_{(s)} = \{ \text{誤操作数} / (\text{操作機会} \times \text{人数}) \} \times 100\% \dots\dots(1)$$

各学年の課題別の平均誤操作率_(s)は図1のようになる。学習の進行に伴い減少傾向にあるも

のの高い率で推移する。

この中には大文字、小文字を区別するという題意を理解していないものも含まれていると考えられるが、野口らの知見³⁾⁴⁾にもみられるように、初心者の児童・生徒にとってはシフト操作は過ちを犯しやすい操作である。

類似キーをたたく誤りは課題の読み取り時と操作時に発生する。文字入力においては「1」と「q」に誤操作が多く見られる。

「1」に関しては「1」あるいは「I」

と読み取れるので、課題の読み取る際のミスと考えられるが、意味綴りの中にも発生することから、キートップの表示の「I」、「1」に惑わされて操作時に誤ったとも考えられる。

「q」に関しては、英語の学力が向上しているはずの3年生においても45%も間違えており、中学生程度でも「q」と「p」の識別はむずかしいことと言える。キーの位置は2段目の両端にあり、キートップの表示も異なることから明らかに読み取りの誤りである。このような誤りは「b」と「d」など表3の中に示すような事例が数件発生している。これは、単なる読み違いによるものか、鏡文字であるかは認知の面で興味ある事例であるが、本研究においては、そこまでの解明には至っていない。「n」と「m」、「T」と「Y」は類似キーをたいた、隣接キーをたいたと解釈の分かれるところであるが、課題1、2において他のキーでは隣接キーのたいた事例は極めて少なく、分類上Aに含めた。類似キーをたいた場合の平均誤操作率を(2)式のように定義する。

$$\text{平均誤操作率}_{(A)} = \{ \text{誤操作数} / (\text{操作機会} \times \text{人数}) \} \times 100\% \dots (2)$$

図2に各学年の課題別の平均誤操作率_(A)を示す。平均誤操作率_(A)は課題3の意味綴りが最小値を示した。これは、意味綴りの中の単語は既に記憶されていたり、また、意味綴りの文字列の読み取りには妥当な判断が加わり、それを逸脱して文字入力を行うことは少ないためと考えられる。

一方、記号の入力時にも類似キーをたたく誤りが発生する。「.」に対し「/」をたたく事例が55.7%を占めた。これはキートップのピリオドと中黒の識別を誤ったためである。「.」と「.」は隣接しておりキータッチを誤ったとも考えられるが、前述のように課題1および課題2において、他のキーでは隣接キーのたいた事例は極めて少なく、シフト操作を行なって「?」を入力していることから、キーの選択を誤ったケースとした方が妥当であろう。「;」と「:」は酷似しているにもかかわらず「:」が入力事例は少なく、シフト操作を行ない「+」が入力されたり「;」の意味がわからないためか「.」や「,」が入力されている。記号キーは、種類が少なく課題が進むにつれ学習効果が現れ、1、2年生は課題4において、

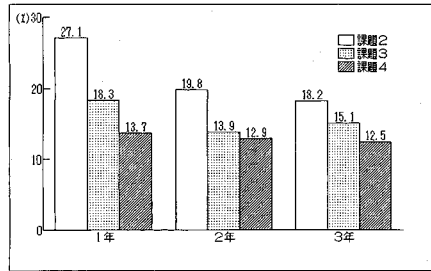


図1 シフト操作にかかわる平均誤操作率

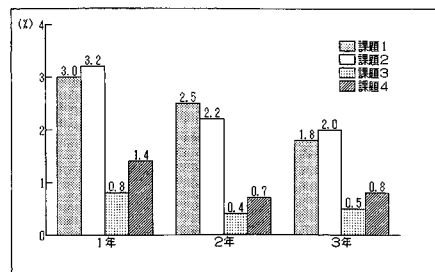


図2 類似キーをたいた場合の平均誤操作率

わずか3例に止まった。

キータッチミスは、平均誤操作率で表すと、1年生0.26%、2年生0.16%、3年生0.22%であり、極めて少ない。これは、キー操作を学習するという条件設定のもとで測定したので慎重かつ忠実に操作を行っていたためである。

課題文の空白を抜かす、すなわちスペースキーをたたかない事例が件数としては最も多い。この中には、課題を正しく理解していない者もいる。しかし、手書きでは、空白部分で筆記具を移動させるだけであるが、キーボードによる入力では空白部分にスペースキーをたたくという文字入力と同じ動作を起さなければならず、このような習慣に馴染んでいないことも原因の一つと考えられる。

文字あるいは語の脱落は、単語中の文字を抜かした場合と単語を抜かした場合を合計した数値であるが、前者は、その時点でほとんど修正が行なわれている。発生数は把握できるものの分析および発生の原因の特定が困難な誤操作である。

さて、課題1および課題2において2回ずつアルファベットのキー操作を行ってから課題3の英文を入力しているが、この時点における学年別平均誤操作率は、1年生5.53%、2年生4.64%、3年生5.29%となる。換言すれば、1人当りおよそ20ストロークに1回の誤操作を行なったことになる。意味綴りと無意味綴りを比較すると各学年において誤操作総数は無意味綴りの方が少ない。これは、無意味綴りの課題を後半に配置したため練習効果が現れたと見てよいであろう。意味綴りと無意味綴りの入力の難易性の検討は次回の実験に委ねる。

3.2 操作時間

キー操作の早さは、1分間に何ストロークたたけるか（打鍵できるか）という入力速度、あるいは1ストロークに要する操作時間で定義することができる。本研究においては、個々のキー操作に視点を置き1ストローク毎の操作時間を測定しているので後者で分析を進めた。

1) 課題1および課題2の平均操作時間

表5に課題1および課題2における平均操作時間を示す。平均操作時間は(3)式のように定義する。すなわち、1人1ストローク当りの操作時間である。以下この定義に従う。

表5 課題1および課題2の平均操作時間

学 年	1		2		3	
	平均(秒)	SD	平均(秒)	SD	平均(秒)	SD
課題1	6.35	2.05	5.64	1.48	4.85	1.50
課題2	5.54	1.66	5.03	1.17	4.55	1.27

$$\text{平均操作時間} = \frac{\text{正しく行われたキー操作の操作時間の合計}}{\text{ストローク数} \times \text{人数}} \dots\dots(3)$$

課題1および課題2のいずれも平均操作時間は高学年になるにつれて減少し、入力速度は早くなる傾向が現れた。分散分析の結果を表6、表7に示す。

課題1および課題2のいずれも学年の要因は有意であった ($F(2,98) = 6.62, p < .01, F(2,98) =$

表6 課題1の分散分析

	SS	df	MS	F
学年	38.79	2	19.40	6.62**
誤差	287.18	98	2.93	
全体	325.97	100		** : p<.01

表7 課題2の分散分析

	SS	df	MS	F
学年	16.58	2	8.29	4.26*
誤差	190.67	98	1.95	
全体	207.25	100		* : p<.05

4.26, p<.05).LSD 法による多重比較によると、いずれの課題も1年生と3年生との間に有意差があった(MSe=2.93, 5%水準, MSe=1.95, 5%水準)。しかし、1年生と2年生および2年生と3年生との間に有意な差は無かった。キー操作の学習は始めてであることを考慮すれば、英字入力の潜在的な技能は学年の進行とともに高まっているといえる。キーをたたく運動能力に学年間に大きな差を生じるとは考えにくく課題文およびキートップを読み取る際の文字識別の能力の差が現れたと考えられる。

2) 各キーの平均操作時間

課題1および課題2について各キーの平均操作時間を比較したところ、同一キーの平均操作時間は、課題1に比べ課題2の方が必ずしも短くなっているとは限らない。一方、シフト操作を伴っても操作時間が短くなるキーが存在する。印刷物による課題提示では課題を読み取る際に何文字かをまとめて読み取る者がいるため、読み取る時間が加算され見掛け上の操作時間が長くなる。したがって、操作時間は課題の文字配置に左右されることになる。多人数のデータを統計的に処理することにより、ある程度キャンセルできるが、厳密に言えば印刷物による課題提示法では個々のキー操作時間の測定はできない。しかし、本研究は学習過程を分析するという立場でデータ収集を行なっており各キーの平均操作時間を明らかにしておく。

表8に課題1、表9に課題2における各キーの平均操作時間を学年別に示すが、文字毎の比較を容易にするためにアルファベット順に配置した。

表8 各キーの平均操作時間(課題1)

学年	1	2	3		1	2	3
a	3.00(2.27)	3.20(3.48)	1.76(1.20)	p	5.37(3.40)	5.57(4.36)	3.63(2.27)
b	7.25(5.51)	5.49(2.94)	6.19(6.79)	q	8.22(6.67)	9.56(6.98)	4.42(4.95)
c	8.18(5.49)	8.15(6.00)	7.87(5.51)	r	4.62(3.66)	6.04(4.87)	2.18(1.45)
d	3.50(2.02)	3.57(1.87)	2.94(1.77)	s	5.08(2.07)	5.22(1.85)	4.65(1.85)
e	3.50(2.68)	2.91(2.08)	2.39(2.12)	t	4.87(4.83)	4.31(4.62)	3.09(3.72)
f	8.27(7.96)	7.34(5.89)	9.75(13.01)	u	4.85(2.49)	5.27(3.86)	3.63(2.73)
g	3.91(3.63)	4.11(2.96)	3.04(3.21)	v	5.71(3.81)	5.71(4.23)	3.92(3.70)
h	3.96(3.10)	4.13(3.39)	3.72(7.28)	w	6.68(4.16)	6.96(3.99)	5.44(3.01)
i	5.86(3.31)	5.28(2.83)	4.26(1.70)	x	4.63(4.64)	4.11(4.22)	3.43(3.23)
j	6.44(6.71)	5.61(3.95)	4.25(4.72)	y	6.57(3.48)	6.21(4.21)	6.02(2.70)
k	5.29(4.13)	6.03(3.59)	4.07(3.73)	z	10.10(10.66)	9.05(7.67)	6.28(4.37)
l	7.08(4.10)	7.06(3.16)	6.98(4.12)	,	3.72(1.76)	4.03(1.52)	3.61(2.00)
m	4.28(3.29)	3.30(1.86)	3.01(2.06)	:	4.19(2.32)	4.69(2.71)	4.12(3.26)
n	6.48(8.00)	5.91(3.77)	3.10(2.31)	;	7.66(5.62)	5.41(4.91)	3.96(2.61)
o	2.95(1.50)	3.52(1.88)	2.22(1.56)	.	9.36(13.01)	6.11(4.52)	5.62(5.98)

単位は秒, ()内の数値はSD

表9 各キーの平均操作時間(課題2)

学年	1	2	3		1	2	3
A	1.57(2.04)	1.21(1.01)	0.94(0.82)	P	7.38(7.33)	7.00(4.83)	4.54(3.83)
b	10.13(11.86)	7.99(3.75)	7.76(4.36)	Q	4.25(2.09)	6.87(5.70)	5.39(3.40)
C	3.54(1.54)	3.31(1.57)	3.10(1.58)	r	3.87(2.19)	3.70(2.27)	3.04(2.20)
d	5.31(2.55)	5.83(2.86)	5.87(3.81)	S	3.45(2.86)	3.22(2.09)	3.12(5.42)
E	4.46(2.59)	4.79(2.35)	4.62(3.42)	t	5.05(1.82)	5.22(2.91)	4.60(3.86)
f	9.46(8.13)	8.34(6.68)	8.49(7.20)	U	4.82(4.14)	6.17(5.85)	4.65(3.61)
g	5.83(5.70)	4.24(2.14)	4.53(4.44)	v	4.67(3.80)	3.98(2.35)	3.25(2.17)
H	8.20(6.11)	6.48(2.78)	6.60(3.47)	W	5.66(3.41)	5.32(2.08)	5.33(2.66)
I	5.25(3.01)	5.38(3.92)	4.55(4.34)	x	3.72(1.90)	3.95(3.20)	3.26(1.65)
j	5.13(3.46)	5.02(3.67)	4.46(3.02)	Y	7.67(7.23)	5.27(4.09)	4.14(3.70)
K	5.35(3.32)	5.45(2.54)	4.48(2.15)	z	4.21(8.55)	2.62(2.38)	2.95(2.43)
l	12.21(11.11)	7.38(3.10)	7.66(4.76)	,	3.83(1.75)	3.46(1.23)	3.30(1.85)
M	3.92(1.91)	4.28(2.97)	3.57(2.75)	!	11.14(8.25)	11.65(8.90)	18.94(14.97)
n	7.70(7.26)	5.57(2.83)	3.69(3.63)	?	7.25(5.87)	6.15(2.71)	7.11(11.65)
O	3.50(1.77)	3.69(2.21)	2.02(1.55)	.	4.69(3.36)	4.18(3.60)	4.65(3.38)

単位は秒, ()内の数値はSD

3) 課題3および課題4の平均操作時間

表10に課題3および課題4の平均操作時間を示す。

課題3および課題4のいずれも平均操作時間は高学年になるにつれて減少し、入力速度は早くなる傾向が現れた。分散分析の結果を表11、表12に示す。

表10 課題3および課題4の平均操作時間

学 年	1		2		3	
	平均(秒)	SD	平均(秒)	SD	平均(秒)	SD
課題3	2.79	0.64	2.61	0.55	2.16	0.48
課題4	2.69	0.54	2.64	0.53	2.22	0.38

表11 課題3の分散分析

	SS	df	MS	F
学年	7.44	2	3.72	11.70**
誤差	31.16	98	0.32	
全体	38.60	100		** : p<.01

表12 課題4の分散分析

	SS	df	MS	F
学年	4.81	2	2.40	10.00**
誤差	23.57	98	0.24	
全体	28.38	100		** : p<.01

課題3および課題4のいずれも学年の要因は有意であった($F(2,98)=11.70, p<.01, F(2,98)=10.00, p<.01$), LSD法による多重比較によると、いずれの課題も1年生と3年生および2年生と3年生との間に有意な差があった($MSe=.32, 5\%$ 水準, $MSe=.24, 5\%$ 水準)。また課題3および課題4は、出現文字、シフト操作機会は同数であり、無意味綴りは読み取り時の負荷がかかり操作時間が長くなると予測されたがこの測定においては、有意な差は現れなかった。

課題文別、単語別の平均操作時間を算出したところ、意味綴り無意味綴りのいずれの場合も課題文①が最長時間であった。課題の先頭位置においては主に問題分析のため時間を要し、その結果として平均操作時間が長くなる。単語に関しては、意味綴り無意味綴りのいずれの場合も1字、2字および3字単語の平均操作時間が短かった(ただし、文頭の単語を除く)。

3.3 入力時系列

図3に課題3、図4に課題4の課題文別平均操作時間の時系列を示す。横軸に課題文の文字、縦軸にそれぞれの文字の平均操作時間をプロットしたものである。全学年を同一スケール上に重ねたところ、ほぼ同様の傾向となり、さらに各課題文特有の時系列パターンが現れた。グラフはアップダウンを繰り返しているが、分析を進める上で、被験者全体の平均操作時間が、あるキーの前後の2倍になっている箇所をピークと呼ぶことにする。ただし、前後の平均操作時間の一方が、課題3および課題4の総平均操作時間(いずれも2.5秒)を極端に下回る場合を除く。

1) 意味綴りの入力時系列

課題文①は、文頭、単語の先頭位置およびピリオドにピークが現れている。*name*の「n」は、直前のスペースキーの操作に時間を要しているため、立上りの傾斜は緩やかである。*Ken*の「K」に大きなピークが現れるが、*Suzuki*の「S」にピークはなく、後半の「k」にピークが現れている。

課題文②は、文頭、単語の先頭位置にピークが現れる。前置詞「a」とピリオドにピークはなく、全体が平坦である。

課題文③は、文頭、単語の先頭位置にピークが現れる。*like*は「k」、*basketball*は「b」にピークが現れている。*games*の「g」は、直前のスペースキーの操作に時間を要しているため、立上りの傾斜は緩やかである。

課題文④は、文頭、単語の先頭位置にピークが現れる。*Funabashi*は「Fu」、「b」、「sh」にもピークが現れている。*city*の「c」は、直前のスペースキーの操作に時間を要しているため、立上りの傾斜は緩やかである。

課題文⑤は、文頭、単語の先頭位置およびピリオドにピークが現れている。*breakfast*は「f」にもピークが現れている。直前のスペースキーがピークになっているため、*at*の「a」は、ピークにはなっていない。

課題文⑥は、文頭、単語の先頭位置およびピリオドにピークが現れている。*go*の「g」、*to*の「t」、*and*の「a」にはピークは現れていない。

課題文⑦は、文頭、単語の先頭位置およびピリオドにピークが現れている。*English*は「l」にもピークが現れている。

課題文⑧は、文頭、単語の先頭位置にピークが現れている。*pencil*は「c」、*notebook*は「b」にもピークが現れている。

課題全体に共通する事実を総合すると、まず、文頭、単語の先頭位置および文末のピリオドにピークが現れている。ピークは、課題文の分析、読み取り、操作の確認、休止などに起因する。文頭においては、これらの要因が重畳し、明らかなピークが出現する。特に、課題文①のように新しい課題の先頭位置では大きなピークが現れる。また、単語の先端にピークが現れるのは、文を読み取って操作に移るのではなく、単語ごとに読み取り操作を行なっているものと

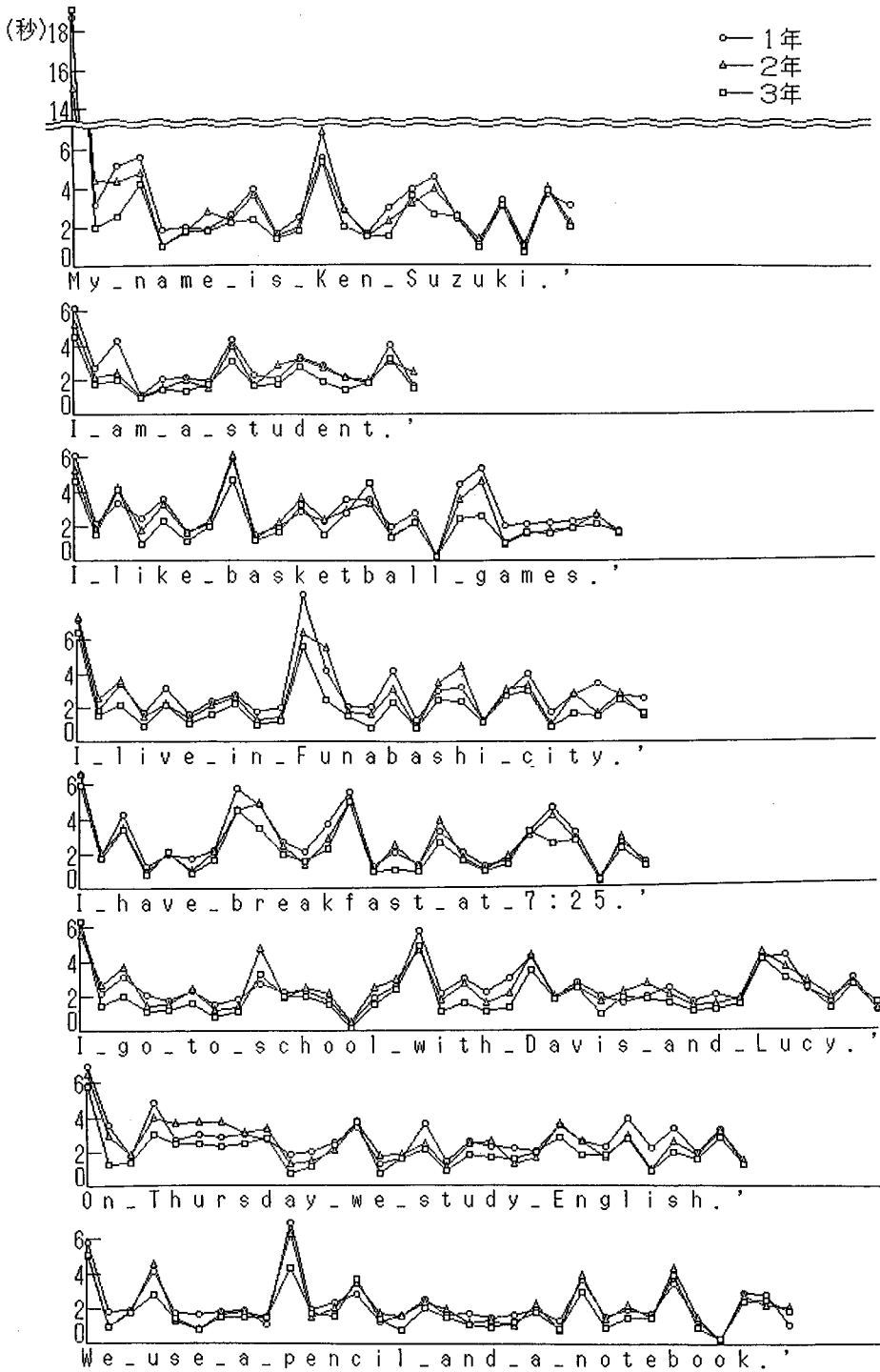


図3 課題文別平均操作時間の時系列 (意味綴り)

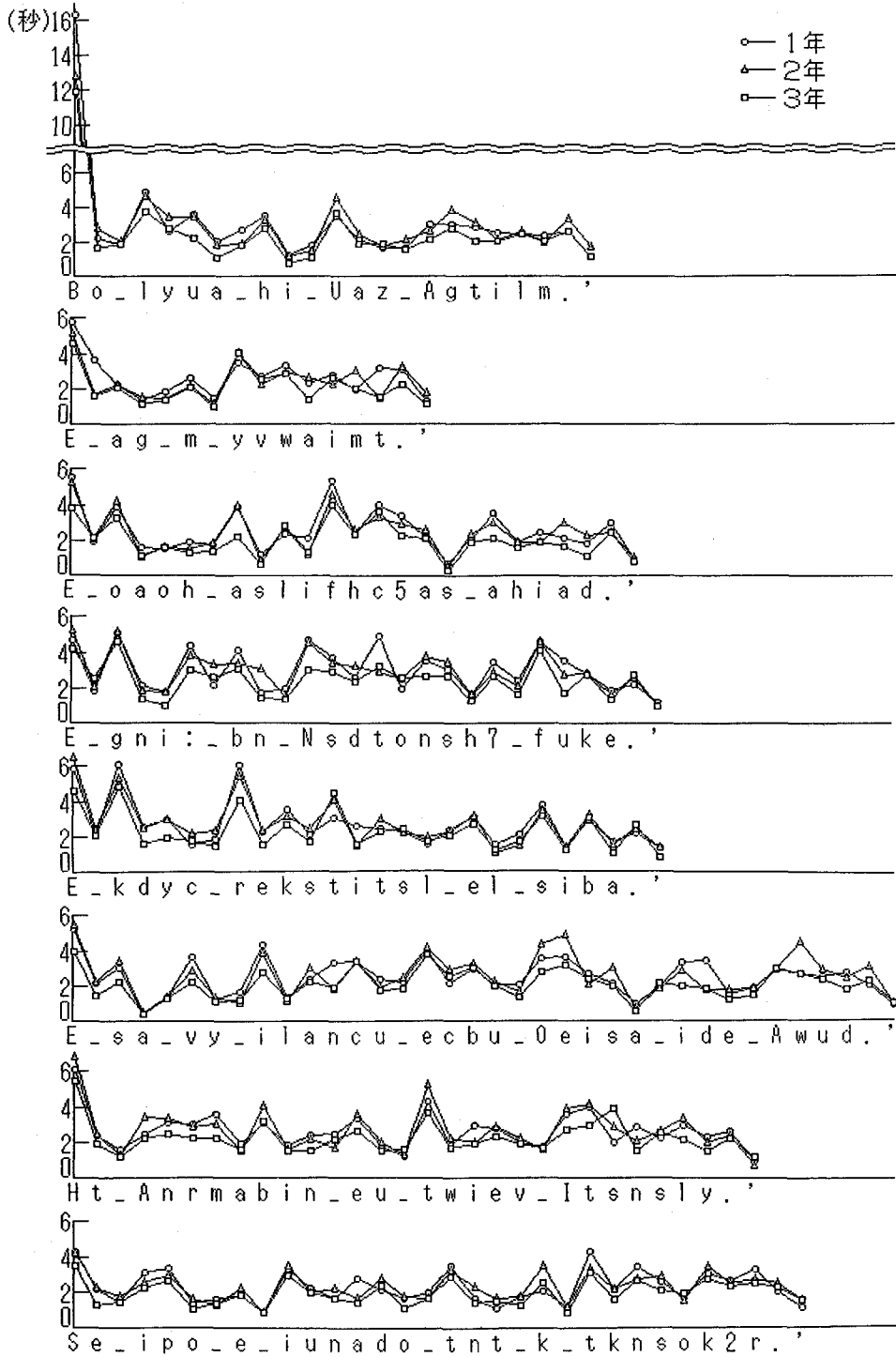


図4 課題文別平均操作時間の時系列(無意味綴り)

考えられる。途中でピークが現れている単語もあるが、入力の確認と中途読み込みが行われていると考えられる。途中のピークは単語を分割する位置（音節）に出現しており、読み取り易いスパンは音節単位と言える。単語間のスペースは、単語入力終了時に直ちにたたかれるのではなく、確認や次の単語の読み取り等に時間を費やした上で操作されるので、次の単語の先頭位置にピークが現れないことがある。ピリオドにピークが現れるのは、ピリオドが極度にたたきにくいキーというわけではない。文末の単語を入力したのち、間を置いてピリオドがたたかれたためである。つまり、ピリオドは末尾単語の一部ではなく、独立した記号として確認していると考えられる。

以上のことから、初心者が英文を入力する際には、課題文を分析し入力を開始する。しかし、一気に入力するのではなく単語ごとに確認あるいは読み込みを行い、長い単語は途中の音節で切りながら入力して行き、末尾単語の入力終了後、一呼吸置いてピリオドをたたくという方法で入力しているといえよう。

2) 無意味綴りの入力時系列

課題文①は、文頭、単語の先頭位置およびピリオドにピークが現れている。*Agtilm* は、「A」にピークが現れず、直前のスペースキーの操作に含め、ほぼフラットである。

課題文②は、文頭 *yowaimt* の「y」およびピリオドにピークが現れているが、全体にフラットな傾向である。

課題文③は、文頭、単語の先頭位置およびピリオドにピークが現れている。*ahiad* の「a」は、直前のスペースキーの操作に時間を要しているため、ピークは小さい。*aslifhc5as* には「l」, 「f」にピークが現れている。

課題文④⑤は、文頭、単語の先頭位置およびピリオドにピークが現れているが、先頭位置以外にも数箇所ピークが現れている。この結果、全体は上下動を繰り返す様相を呈している。

課題文⑥は、文頭、単語の先頭位置にピークが現れているが、*ide* の「i」および *Awud* の「A」はピークにはなっていない。また、他にピークは無いものの全体は上下動を繰り返す様相を呈している。

課題文⑦は、文頭、単語の先頭位置にピークが現れている。*Anrabin* および *Itsnsly* ハイレベルで推移している。

課題文⑧は、文頭、一部の単語の先頭位置にピークが現れているが、全体は1～2文字の周期でゆるやかな上下動で推移している。

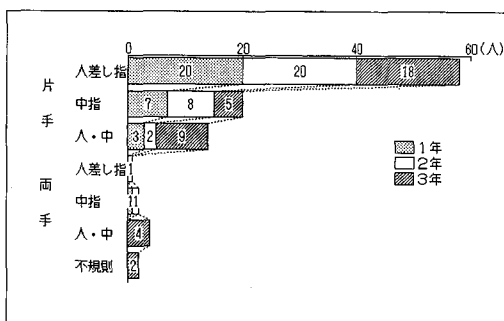


図5 キー操作法

これらの事実を総合すると、文頭および単語の先頭位置にピークが現れるが全ての単語先頭位置に現れるとは限らない。定性的に見ると時系列パターンは、ハイレベルあるいはゆるやかな上下動で推移する。これは意味綴りとは大いに異なる点である。また、ピリオドにピークが現れなくなる傾向にある。

以上のことから、無意味綴りの入力は、文頭で課題文を分析してから開始する。単語の先頭位置で読み取るものの、適当な音

節が見当たらないので、数文字単位で読み込みとキー入力を繰り返していくような方法で行われていると考えられる。

3.4 操作技能

机間巡視により生徒のキー操作法を調査した。その結果を図5に示す。

全体の91%が片手、そのうち63%が人差指のみで打鍵しており、いわゆるブラインドタッチは見出だせなかった。情報環境は社会、学校、家庭と整備されつつあるが、児童生徒がキーボードを使用する機会はまだ少ないのではなかろうか。

4. おわりに

情報をコンピュータに入力する機会は今後ますます増える傾向にあり、キーボードの操作能力育成はおろそかにできない。それゆえ、情報教育の内容を検討したり生徒の操作能力の実体を解明することは当面の課題であろう。本研究は、印刷物で与えられた課題をキーボードから入力するという条件設定のもとで、誤操作、操作時間を測定した。操作過程をすべて自動的に記録できるプログラムを使用することにより、誤操作とそれに対する生徒の対応を明らかにすることが出来た。操作時間は、操作数と時間を測定し平均時間を求める方法ではなく、個々のキー操作時間を測定した。その結果、文章入力の時系列も明らかになった。しかし、印刷物による課題提示は、学習中に前の課題に遡って訂正が行われることがあり、個々のキーの操作時間の測定という面で測定精度が劣る。次回はディスプレイに課題を提示し、入力が終了すれば一旦消去し、次の課題を提示する方式によって精度を向上させる予定である。

最後になりましたが、この測定の機会を与えていただいた先生方、調査を援助していただいた先生方に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 前田恵三, 中野靖夫: キー入力を記録するための一方法, 電子情報通信学会技術研究報告, ET88-7, pp13-16, 1988
- (2) 中野靖夫: ワードプロセッサの操作過程の分析, 日本教育工学会第5会大会講演論文集, pp89-90, 1989
- (3) 野口輝雄: 児童の文書入力行動の分析, 日本教育工学会第5会大会講演論文集, pp83-84, 1989
- (4) 野口輝雄, 中野靖夫: 小学生の文章入力時の誤操作, 日本教育工学雑誌, Vol. 14, No. 4, pp181-187, 1991
- (5) 大村尚, 中野靖夫: 中学生のキー操作学習の履歴分析, 教育工学関連学協会第3回全国大会講演論文集, pp343-344, 1991

An experimental analysis on computer operation (3)

— Analysis of process of key operation study in junior high school —

Yasuo NAKANO* and Takashi OHMURA**

ABSTRACT

The problem was given with the print. The operation process was recorded with the computer program. As a result of the analysis, mis-operation of 12 was extracted when alphabetic and English were input. In the English input after the alphabet had been practiced twice, the generation rate of mis-operation was 5%, that is, mis-operated at the rate of 20 strokes per head. The tendency of mis-operations was similar in each grade. The input speed of the third grade pupil were the shortest. Between the first grade pupil and the third grade pupil, there was a significant difference. The total average of the operation time is 2.5 seconds. Because individual key operation time had been measured, the time series was clarified when the sentence was input.

* Center for Educational Research and Development

** Funabashi Municipal Education Center