

# なぜ高校生は鉛筆を使わないのか

2618 佐々木月士 2518 柘植博登 2530 原暖空 2612 河口仁

本研究の目的は、文字の隙間を潰さず、トメ・ハネ・ハライを表現できる「高校生版鉛筆使用法」を提案することである。まず、鉛筆の削りたくなる太さを測定した。理数科2年次生が削りたくなる太さの平均値は0.65mmだった。次に、文字数と文字の太さの関係を調べた。文字の太さは文字数の増加に伴い単調増加した。続いて、文字数と10文字毎の芯の減りの関係を調べた。その関係は無理関数に近く正の相関があった。太さの変化は芯の先端の断面積を調べることで、また、芯の摩耗は芯の先端の直円錐の体積を調べることでモデル化できると考える。今後は、芯の先端角度や鉛筆と紙がなす角度を調べ、芯の摩耗の法則を明らかにすることで「高校生版鉛筆使用法」の提案を目指す。

キーワード 文字の太さ、芯の摩耗、画数、トメ・ハネ・ハライ

## 1. 目的

文字の隙間を潰さず、トメ・ハネ・ハライを表現できる「高校生版 快適な鉛筆使用法」を提案する。そのためにまず「鉛筆で書く」という現象の分析を行う。今回の分析をもとに、文字の種類や削り方による筆記特性を評価し、鉛筆使用方法の提案を目指す。

なお、本研究では、文字とその画数及びトメ・ハネ・ハライの数を図1のように表記する。



図1 文字とその画数・トメ・ハネ・ハライ

## 2. 仮説

I 削りたての鉛筆で書き始めた時、再び削りたくなる文字の太さは人に依らず0.5mmである。理由は一般的なシャープペンシルの芯の太さだから。

II 文字数 $n$ 、文字の太さ $t$ の関係は $t = an^3$ となる。理由は筆記に要する芯の量が直円錐の体積に依存するから。

III 文字数 $n$ 、芯の減り $L$ の関係は $L = L_0 - bn$ となる。理由は文字数が増えるほど芯の消費量が増えるから。

## 3. 器具・材料

- 鉛筆（トンボ社製，HB）
- 平仮名の手本
- 60cm 定規
- 虫眼鏡
- 白紙
- さしがね
- ノギス



図2 トンボ鉛筆

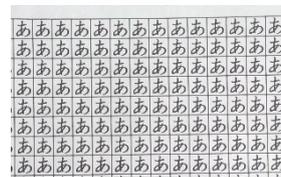


図3 平仮名の手本



図4 さしがね



図5 ノギス

## 4. 実験方法

### (1) 実験 1-1

「鉛筆を削りたくなる文字の太さ①」

#### ①目的

「削りたくなる太さ」の基準を設定するとともに、その基準から人の筆記のクセを把握する。

## ②実験方法

削りたての鉛筆を使い、班員4人が同じ手本通りの「あ」を削りたくなる太さになるまで書いた。

## ③結果

表1 班員の削りたくなる文字の太さと文字数

	班員1	班員2	班員3	班員4	平均	標準偏差
太さ[mm]	0.6	0.55	0.51	0.5	0.54	0.039
文字数[個]	71	37	93	120	80.3	30.4

- 削りたくなる太さの平均値は0.54mmだった。
- 文字数の平均値は80.3文字だった。

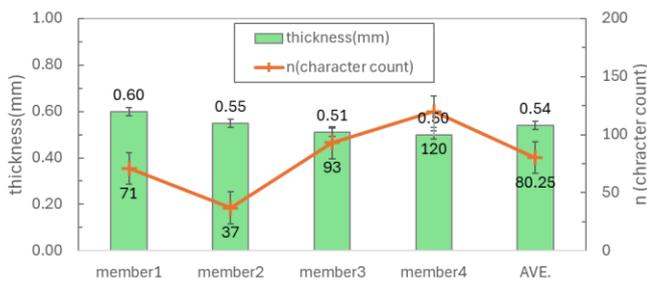


図6 削りたくなる太さ1

## ④考察

仮説通り 0.50mm に近い値になったことには驚いた。一般的に「削りたくなる文字の太さ」を定めたいと考えているため、標本数を増やしたい。

### (2) 実験 1-2

「鉛筆を削りたくなる文字の太さ②」

#### ①目的

実験 1-1 と同じ。

#### ②実験方法

削りたての鉛筆を使い、理数科2年生43人が「あ」を削りたくなる太さになるまで書いた。



図7 収集した「あ」を書いた紙

## ③結果

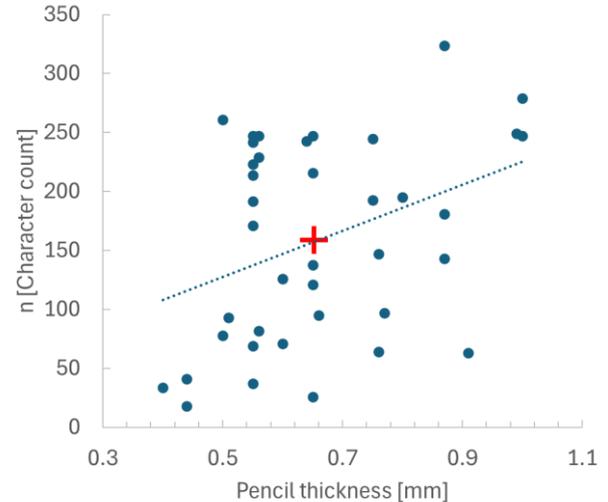


図8 削りたくなる太さ2

- 削りたくなる太さの平均値は0.65mmだった。
- その文字数の平均値は159文字だった。

## ④考察

平均値を基準に、人の筆記のクセは次のように4つの類型に分類できると考えられる。

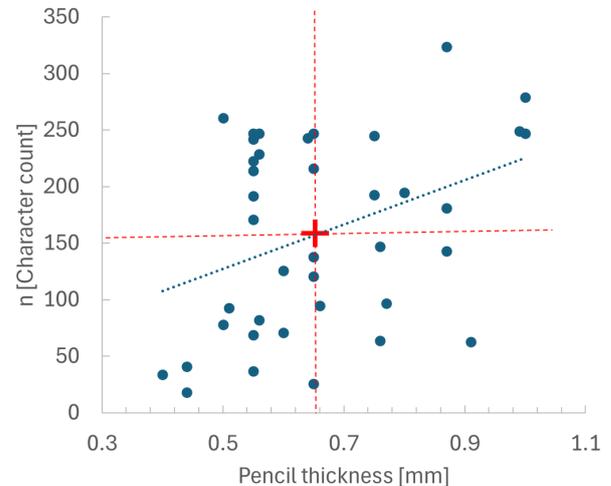


図9 削りたくなる太さ3

第1象限に属する人は、文字の太さが太くなくても文字を書き続けるため、文字が太くなくても気にしない人であると考えられる。

第2象限に属する人は、文字の太さが細いにも関わらず、159文字以上書くことができるため、細いままたくさん書くことができる人であると考えられる。

第3象限に属する人は、文字の太さが細くても少しの文字しか書かないため、すぐに鉛筆を交換する人であると考えられる。

第4象限に属する人は、文字の太さが太く、書く文字数が少ないため、すぐに文字が太くなる人であると考えられる。

また、文字が太くなる第1象限と第4象限は筆圧が大きいためにこの傾向を示すと考えられる。実際に各象限の筆跡を観察したところ、左の象限は筆跡が薄く、右の象限は筆跡が濃い傾向にあった。筆圧を調べる方法を確立する必要がある。

文字をたくさん書きたいにも関わらず細いまま文字を書きたいと考えている第4象限の人がたくさんの文字を書く方法を提案すれば研究の目的を達成できると考えた。

### (3) 実験2

#### 「文字数と文字の太さの関係」

##### ①目的

文字数の増加に伴う文字の太さの変化の関係を明らかにする。

##### ②実験方法

- ア 白紙の下に文字の手本を敷いた。
- イ 「あ行」の平仮名の手本を写した。
- ウ 10文字書く毎に、「11文字目の第一画の始点」の太さを測定した。
- エ ウを20回繰り返し、各文字200字書いた。

##### ③結果

10文字毎にあ行の文字の太さを測定し、200文字目までその変化をグラフに表した。

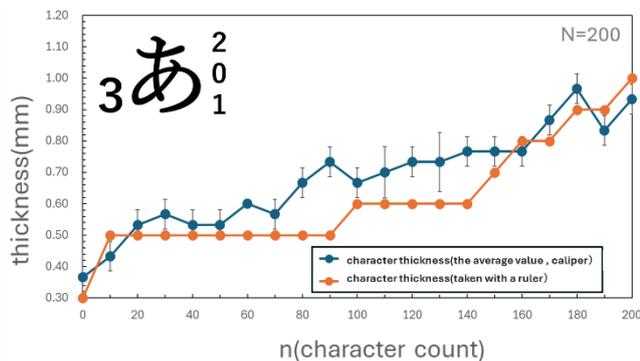


図10 筆記した「あ」の文字数と太さの関係

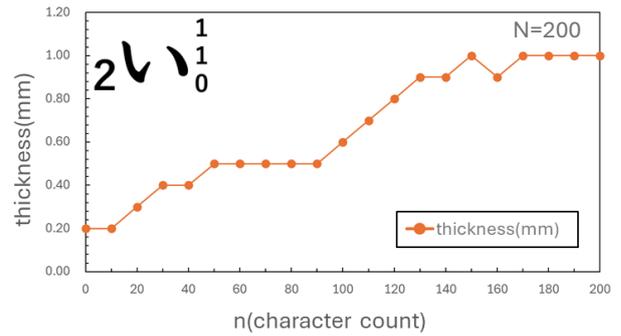


図11 筆記した「い」の文字数と太さの関係

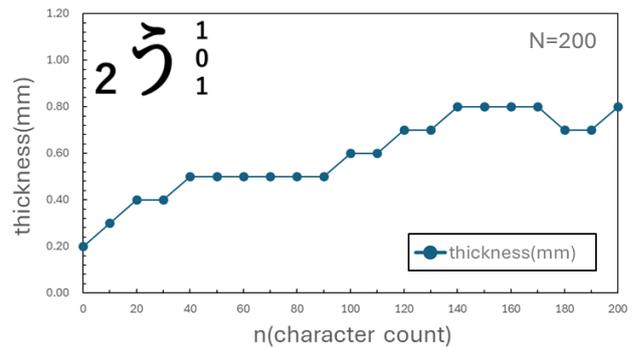


図12 筆記した「う」の文字数と太さの関係

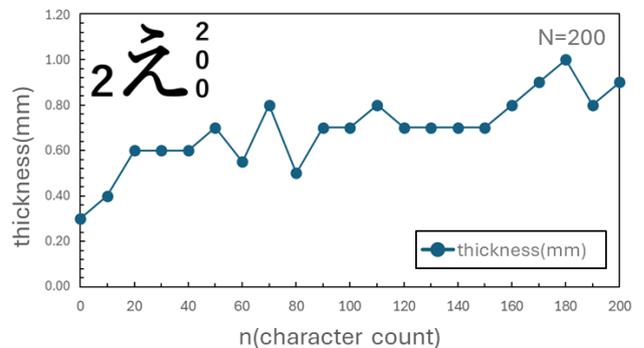


図13 筆記した「え」の文字数と太さの関係

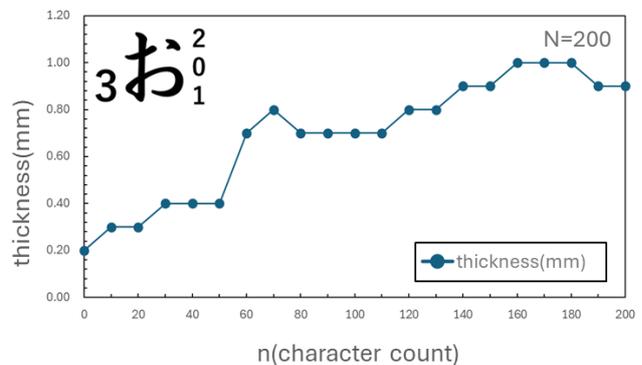


図14 筆記した「お」の文字数と太さの関係

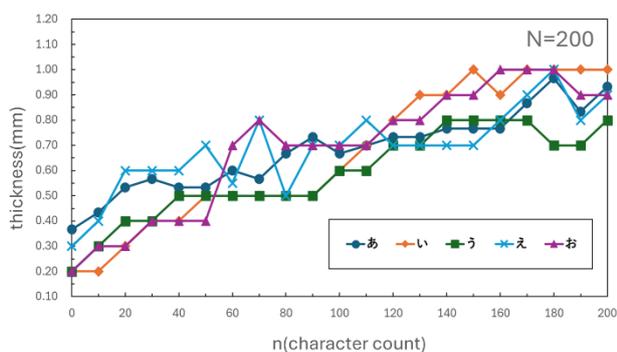


図 15 筆記した「あ行」の文字数と太さの関係

図 15 より、200 文字目は

い → (あ → え → お) → う

の順に太い。あ、え、お、は 200 文字目の太さに大きな違いは確認できなかった。

#### ④ 考察

文字によらず、文字数の増加に伴い太さが単調増加する。

画数が多い文字ほど最終的な文字数は太くなることは自明であると考えますが、唯一ハネを含む「い」が太くなりやすかったことから、トメやハライよりハネが芯を摩耗すると考えられる。しかし、あ行の文字でハネを含む文字は「い」のみである。多様な文字で検証する必要があると考えられる。

表 2 あ行の文字におけるハネの数順

	い	あ	お	う	え
画数	2	3	3	2	2
トメ	1	2	2	1	2
ハネ	1	0	0	0	0
ハライ	0	1	1	1	0

200 文字目に太い文字の順番と一致する箇所が多い。また、実験中芯の断面が楕円であることに気付いた。

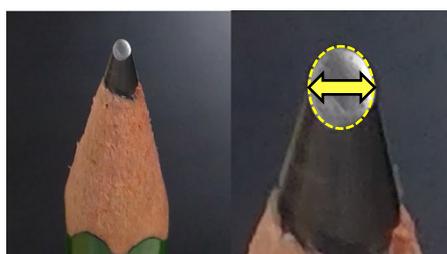


図 16 70 文字筆記した際の鉛筆の断面の様子

楕円は円錐曲線の一種であり、今後文字の太さの変化を定量化するために楕円方程式

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

が活用できると考えられる。

#### (4) 実験 3

「鉛筆の芯の摩耗の法則の解明」

##### ① 目的

筆記した文字数と 10 文字毎の芯の減りの関係を調べることで、鉛筆の芯の摩耗にはどのような法則があるか解明する。

##### ② 実験方法

- ア 白紙の下に文字の手本を敷いた。
- イ あ行の平仮名の手本を写した。
- ウ 10 文字書く毎に、鉛筆の長さを測定した。長さの減り = 芯の減りとみなす。
- エ ウを 20 回繰り返し、各文字 200 字書いた。

##### ③ 結果

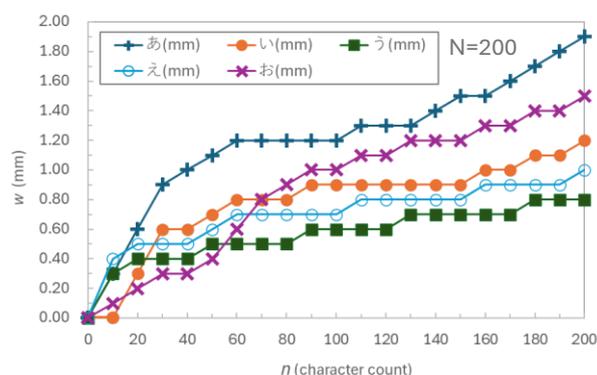


図 17 筆記した文字数と鉛筆の減りの関係

200 文字書いたとき、芯の減りが大きい文字は順に

あ → お → い → え → う

だった。

##### ④ 考察

仮説と異なり、芯の長さの変化は線形にはならなかった。対数関数に近いがグラフが対数関数 (1, 0) を通らないことから対数関数ではないと考えられる。よって、無理関数に近似できると考えている。

芯の減りは画数とハネに依存する傾向があるといえる。(表3)

表3 あ行の文字における画数とハネの数順

	あ	お	い	え	う
画数	3	3	2	2	2
トメ	2	2	1	2	1
ハネ	0	0	1	0	0
ハライ	1	1	0	0	1

実験3同様明確な根拠はないため、他の平仮名や漢字で検証する必要があると考えられる。

さらに、鉛筆の芯先は直円錐であることから、この体積変化より芯の摩耗を法則化できると考えている。図中の角度 $\alpha$ や $\beta$ を制御した筆記データから、芯の摩耗量を定量化したい。(図18)

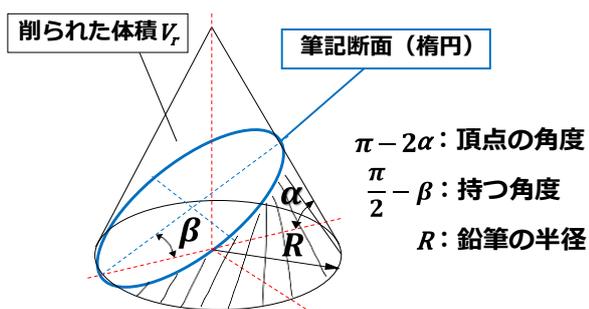


図18 鉛筆先端の摩耗モデル

## 5. 結論

仮説Ⅰについて

文字を筆記するときの特徴は4つの類型に分けられる。削りたての鉛筆で書き始めた時、再び削りたくなる時の太さは0.65mmである。

仮説Ⅱについて

文字数と文字の太さの関係は正の相関が見られ、「画数」「ハネ」に依存していると思われる。楕円方程式を活用した定量化を試みる。

仮説Ⅲについて

文字数 $n$ 、芯の長さ $L$ とした時、グラフは

$$L - L_0 = \sqrt{an}$$

に近くなる。これについて、直円錐の体積変化を用いた法則化を試みる。

## 6. 展望

### ①芯の先端角度、机面と鉛筆の角度

書くクセに応じて、細い文字を沢山書くことのできる削り角度、持ち角度を明らかにする。

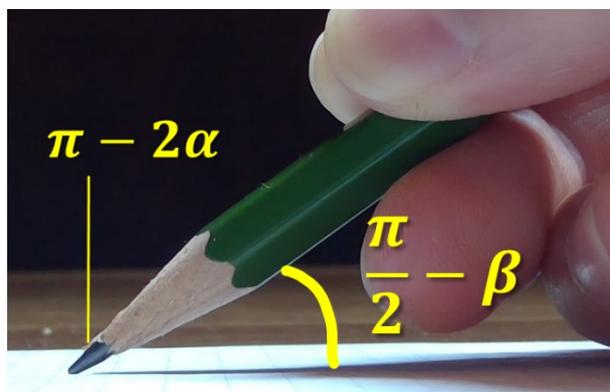


図19 持ち角度と削り角度

### ②トメ・ハネ・ハライ

多様な文字を筆記し、これら三要素の芯の摩耗への影響を明らかにする。

### ③芯の摩耗の法則化

筆記断面積から、文字数と文字の太さの関係を明らかにする。また、直円錐の体積の変化から、文字数と芯の減りの関係を明らかにする。

## 7. 謝辞

指導助言を頂いた物理科の先生方、実験に協力してくれた理数科2年生の皆さん、考察に協力してくれた土屋怜大君に感謝申し上げます。

## 8. 参考文献

なし