動詞の長さの分布に基づいた文章の分類と和語及び合成語の比率

金 明 哲[†]

文章(テキスト)の執筆者の推定問題などに対して、文章の内容や成立に関する歴史的
事実の考証とは別に、文章から著者の文体の計量的な特徴を抽出し、その統計分析に
よって問題解決を試みる研究が多くの人々の注目をあつめつつある。文章に関するど
のような要素に著者の特徴が現れるかについて、欧米文に関してはいくつかの研究の
例があるが、それは言語によって異なるとも考えられるため、欧米文に関する研究成
果が日本文の場合にもあてはまるかについて実証的な研究が必要である。また、各言
語はその言語における著者の特徴を表す独特な要素があることも考えられる。本論文
では、今まで明らかにされていない、日本文における動詞の長さの分布に著者の特徴
が現れることと、その結果が動詞中の漢語・和語、合成語・非合成語の使用率の影響
ではないことを著者3人の計21の文章を用いて明らかにした。計量分析の手法とし
ては、同一著者の文章における動詞の長さの分布間の距離の平均値と、異なる著者の
文章における動詞の長さの分布の距離の平均値との差、および距離マトリックスを用
いて主成分分析を行うという方法を用いて数量・視覚的文章の分類を試みた。

キーワード: 文章の分類, 動詞の長さの分布, 和語・漢語, 合成語・非合成語, 相関係数, 主成分分析

Classification of Sentences by Word-length Distribution of Verbs with Proportions of Japanese Words and those of Compound Words

JIN MING-ZHE

For the identification of a unknown author of a certain literature, it is significant to find the main elements of writing styles which characterize authors or distinguish them. It was previously known that the authors' writing styles are characterized in distributions of lengths of words are categorized by parts of speech. This paper presents a quantitative analysis of the classification of sentences by word-length distribution of verbs, and the relationships between writing styles in word-length distribution of verbs and the proportions of Japanese words and Chinese words or those of compound words and non-compound words in verbs. This analysis shows that word-length distribution of verbs characterizes writing styles even where there are no differences in the proportions of Japanese words and Chinese words or those of compound words and non-compound words.

KeyWords: *classification of sentences, verb-length distribution, Japanese words and Chinese words, compound words and non-compound words, correlation coefficient, principal component analysis*

[†] 国立国語研究所 特別研究員, National Language Institute, The JSPS Postdoctoral Fellowship

1 まえがき

文章 (文献) の執筆者の推定問題 (authorship problem), あるいは執筆順序の推定や執筆時期の推定などの問題 (Chronology) に対して, 文章の内容や成立に関する歴史的事実の考証とは別に, 文章から著者の文体の計量的な特徴を抽出し, その統計分析によって問題の解決を試みる研究が多くの人々に注目をあつめつつある.

統計分析の手法を用いた文章の著者の推定や執筆の時期の推定などの研究は今世紀の初頭から行なわれていたが, 本格的な研究が現れたのは今世紀の中ごろである. 研究の全体像を把握するため今世紀の主な研究を表 1 に示した.

表 1 著者の推定などの研究のリスト

分析の対象となった文章	用いた情報	用いた情報, 手法	研究者
Shakespeare, Bacon	単語の長さ	モード	Mendenhall, T.C.(1887)
The Imitation of Christ	文の長さ	平均値, 中央値など	Yule, G.U.(1939)
The Imitation of Christ	語彙量	K 特性値	Yule, G.U.(1944)
Shakespeare et al.	単語の音節数	Shannon エントロピー	Fucks, W.(1952)
Shakespeare et al.	音節数の接続関係	分散共分散の固有値, Shannon エントロピー	Fucks, W.(1954)
Shakespeare et al.	単語の長さの分布	平均値など	Williams, C.B.(1956)
プラトンの第七書簡	文の長さ	平均値, 中央値など	Wake, W.C(1957)
Work of Plato	文末の単語のタイプ	判別分析	Cox, D.R. et al. (1958)
Quintus Curtius Snodgrass letter	語の長さの分布	χ^2 の検定, t 検定	Brinegar, C.S.(1963)
新約聖書の中のパウロの書簡	語の使用頻度	χ^2 検定	Morton, A.Q.(1965)
源氏物語の宇治十帖	頁数, 和歌数など	U 検定, χ^2 検定	安本 美典 (1960)
Federalist paper	単語の使用頻度	線形判別分析, 確率比	Mosteller, F. et al. (1963)
由良物語	単語の使用頻度	線形判別分析, 確率比	葦沢 正 (1965)
Shakespeare and Bacon	単語の長さの分布	分布の比較	Williams, C.B.(1975)
Shakespeare	語彙量	ポアソン分布	Thisted, R. et al. (1976)
源氏物語	頁数, 和歌数等	因子分析	安本 美典 (1977)
Shakespeare	単語の出現頻度	ポアソン分布, 検定	Thisted, R. et al. (1987)
紅樓夢	虚詞の使用頻度	主成分, クラスターリング など	Li, X.P.(1987, 1989)
日蓮遺文	品詞の使用率など	t 検定, 主成分, クラスターリング	村上 征勝 他 (1992, 1994)

文章の著者の推定や文章の分類などを行なう際、文章に関するどのような著者の特徴を表す情報(特徴情報)を用いるかが問題解決の鍵である。今までの文章の著者の推定や文体の研究では著者の特徴を表す情報としては、単語の長さ、単語の使用頻度、文の長さなどがよく用いられている。

日本文に関して、少し詳細に見ると、安本は直喩、声喩、色彩語、文の長さ、会話文、句読点、人格語などの項目を用いて100人の作家の100編の文章を体言型—用言型、修飾型—非修飾型、会話型—文章型に分類することを試み(安本1981, 1994)、また長編度(頁数)、和歌の使用度、直喩の使用度、声喩の使用度、心理描写の数、文の長さ、色彩語の使用度、名詞の使用度、用言の使用度、助詞の使用度、助動詞の使用度、品詞数の12項目の情報を用いて源氏物語の宇治十帖の著者の推定を試みた(安本1958)。韭沢は、「にて」、「へ」、「して」、「ど」、「ばかり」、「しも」、「のみ」、「ころ」、「なむ」、「じ」、「ざる」、「つ」、「む」、「あるは」、「されど」、「しかれども」、「いと」、「いかに」などの単語の使用率を用いて、「由良物語」の著者の判定(韭沢1965, 1973)を行い、村上らは品詞の接続関係、接尾語などを用いて日蓮遺文の真偽について計量分析を行なっている(村上1985, 1988, 1994)。このように、日本文に関して、文章の著者の推定を試みる研究はいくつかあるが、著者の推定などのための文章に関するどのような情報が有効となるかに関する基礎的な研究はほとんどない状況である。

文章に関するどのような要素に著者の特徴が現れるかに関して、外国での研究ではいくつかあるが、それは言語によって異なると考えられるため、外国語での研究成果が日本語の場合もあてはまるのか、もしあてはまらないとすれば日本語の文章ではどのような要素に著者の特徴が現れるかというようなことが文体研究の重要な課題である。

筆者は日本語の文章の著者の推定あるいは著者別に文章を分類する基礎的な研究として、文章の中のどのような要素が著者の文体の特徴になるかについて研究を進めている。コンピュータのハードウェアとソフトウェアの発展に伴い、コンピュータを利用することによって文章の中から膨大な情報が抽出できるようになった。しかし、今度はそのような膨大な情報の中からどの情報を用いるべきかという新しい問題が生じた。筆者らは文章の中に使用された読点について計量分析を行ない、読点の前の文字に関する情報で文章を著者別に分類する方法を提案し、この方法は文学作品だけではなく研究論文についても有効であることを実証した(金1993a, b, 1994c, d, e)。このような日本文に適応した著者の文体の特徴情報の抽出に関する研究は始まったばかりで決して十分とはいえない。

ところで、コンピュータで著者の文体の特徴を抽出するためには計算機処理可能な文章のデータベースが必要であるが、そのようなデータベースが入手できなかったため、作成することにした。データベース化したのは井上靖、三島由紀夫、中島敦の短篇小説である。分析に用いた情報の安定性の考察及び用いた短い文章とのバランスをとるため、比較的長い文章はいくつかに分割して用いた。例えば、井上の「恋と死と波と」は二つに、中島の「弟子」は三つに、「李陵」

は四つに分割して用いることにした. 表 2 に, 用いた文章と発表年などを示した.

表 2 分析に用いた文章のリスト

著者	文章名	記号	単語数	出版社	発表の年
井上靖	結婚記念日	I1	4749	角川文庫	1951
	石庭	I2	4796	同上	1950
	死と恋と波と (前半)	I3	4683	同上	1950
	死と恋と波と (後半)	I4	4386	同上	同上
	帽子	I5	3724	新潮文庫	1973
	魔法壺	I6	3624	同上	同上
	滝へ降りる道	I7	3727	同上	1952
	晩夏	I8	4269	同上	同上
三島由紀夫	遠乗会	M1	4984	新潮文庫	1951
	卵	M2	4004	同上	1955
	詩を書く少年	M3	4502	同上	1955
	海と夕焼	M4	3359	同上	1955
中島敦	山月記	L1	3226	新潮文庫	1942
	名人伝	L2	3202	同上	1942
	弟子 (前の 1/3)	L3	4078	同上	1943
	弟子 (中の 1/3)	L4	4092	同上	同上
	弟子 (後の 1/3)	L5	3727	同上	同上
	李陵 (前の 1/4)	L6	4563	同上	1944
	李陵 (中の 1/4)	L7	4561	同上	同上
	李陵 (中の 1/4)	L8	4638	同上	同上
	李陵 (後の 1/4)	L9	4458	同上	同上

この 3 人を選んだのは, OCR(光学読み取り装置) で文章を入力する場合に漢字の認識率が問題になるため, 現代文の中で漢字の使用率がわりに高い中島の文章を用いて OCR での入力テストを行なったのがきっかけであった. 中島と同時期の作家として井上, 三島を選んだ.

データベースは分析に用いる文章を OCR で入力し, 読み取りの誤りを訂正し, 品詞コードなどを入力して作成した. 表 3 に作成したデータベースの一部分を示した. 単語の認定は「広辞苑」に従った. ただし, 広辞苑にない複合動詞については複合された全体を 1 語とした.

2 単語の長さの分布に基づいた文章の分類

文章の中の著者の特徴情報を用いて, 文章の著者を推定するためには, 用いた情報に基づいて文章を分類する際, 文章が著者別に分類できることが望まれる.

どのような単語を好んで用いるのか, どのような長さの単語を好んで用いるのかは著者の文章の一つの特徴であると考ええる. 前者を用いる場合は, 著者の好みの単語が何であるかを見つけて出すのはかなり厄介なことである. 前者にくらべ後者はわりに簡単である.

欧米では, 著者の推定などの研究には単語の長さの情報がよく用いられている. しかし, 日本文の分析においては, 単語の長さに関する情報はあまり用いておらず, また, 単語の長さとは著者

表 3 データベースの例

(2) / 父 (M) は (J) (27) / 軍医 (M) で (Z) , (4) / 当時 (M) (5) / 聯隊 (M) の (J)
 (6) / ある (R) (6) / 地方 (M) の (J) (9) / 小都市 (M) を (J) (9) / 転々と (F)
 (10) / し (D) て (J) (27) / おり (D) , (11) / 子供 (M) を (J) (13) / 自分 (M) の (J)
 (14) / 手許 (M) に (J) (27) / 置く (D) と (J) , (16) / 何回 (M) も (J)
 (17) / 転校させ (D) なけれ (Z) ば (J) (23) / なら (D) なかつ (Z) た (Z) ので (J) ,
 (19) / そう (F) (20) / し (D) た (Z) (23) / こと (M) から (J) (23) / 私 (M) を (J)
 (23) / 郷里 (M) に (J) (24) / 置く (D) (25) / 気 (M) に (J) (26) / なつ (D) た (Z)
 (27) / もの (M) らしかつ (Z) た (Z) .

(3) / たとえ (F) (3) / 田舎 (M) の (J) (11) / 小学校 (M) でも (J) , (7) / まだ (F)
 (6) / 同じ (R) (7) / 小学校 (M) に (J) (14) / 落着い (D) て (J) (9) / 通わ (D) せ (Z)
 た (Z) (11) / 方 (M) が (J) (11) / 教育上 (M) (11) / いい (K) と (J) (13) / 考え (D)
 た (Z) の (J) で (Z) (14) / ある (D) .

記号 / は文節の境界線で, (数字) は (数字) の直後の文節に係る文節の番号で, (ローマ字) は品詞コードである.

の関係に関する基礎的な研究はない. その主な原因としては,

- (1) 日本文は「分ち書き」されていないため単語の認定が難しいこと,
- (2) 日本語の機械処理技術が遅れたこと

などがあげられる (村上 1989a, b). これらの問題は計算機科学の発展により次第に解決されてきている. 今日では, コンピュータは日本語を自由に処理できるようになってきているし, 近い将来かなり精度の良い日本文の単語分割システムも開発されると予測される (中野 1991).

筆者は実際に書かれた文字を単位とした単語の長さと言者との関係を明らかにするため, 単語の長さの分布に著者の特徴が現れるかどうかについて計量分析を行ってきた. 分析はすべての単語を用いた場合と単語を名詞, 動詞, 形容詞, 形容動詞, 助詞, 助動詞, 副詞に分けた場合の品詞別の単語の長さの分布について行なった. その結果, 日本語の単語の長さの分布を用いて著者別に文章を分類する際, 単語を品詞別に分けていない場合には, 著者の特徴が出にくい単語や文章の内容に依存性が高い単語などが含まれてしまうため, 分類はうまくいかないが, 単語を品詞別に分けることによって分類の精度をあげることが可能であり, 特に動詞の単語の長さの分布に著者の特徴が出やすいということが分かった (金 1994a, b).

本文では, 動詞の長さの分布に基づいた文章の分類及び動詞の単語の長さの分布に現れる著者の特徴と動詞の中の和語・漢語 (漢語と和語が合成された動詞を指す. 例えば, 勉強する. 叙述の便利のため漢語と呼ぶことにする.), 合成語・非合成語の比率との関係についての計量分析

について述べる．まず，動詞の長さの分布を用いた文章の分類について述べておく．

表 4に，表 2の 21 編の文章における実際に書かれた文字を単位とした 1 文字から 5 文字までの長さ別の動詞の使用頻度を示した．

表 4 長さ別の動詞の使用頻度

著者名	文章の記号	1	2	3	4	5
井上	I1	114	515	88	77	29
	I2	138	518	94	60	12
	I3	117	492	119	73	17
	I4	119	476	95	54	17
	I5	101	398	89	52	7
	I6	114	438	77	45	7
	I7	98	408	77	70	12
	I8	110	429	87	85	17
三島	M1	74	509	171	77	24
	M2	111	353	120	87	21
	M3	100	419	136	63	12
	M4	68	379	92	58	8
中島	N1	57	357	73	36	8
	N2	60	340	104	43	7
	N3	87	474	77	37	5
	N4	73	480	86	42	11
	N5	69	448	80	35	3
	N6	74	503	124	51	17
	N7	101	491	112	39	16
	N8	90	490	116	55	13
	N9	98	499	98	39	7

いま，文章 i の長さ j の単語の使用頻度を x_{ij} と表すと， I 編の文章における長さ J までの単語の使用頻度と使用率のマトリックスはそれぞれ

$$X_{I \times J} = [x_{ij}]$$

$$P_{I \times J} = [p_{ij}]$$

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{v=1}^J x_{iv}}, \quad \sum_{j=1}^J p_{ij} = 1$$

で表示できる．

本文では， $P_{I \times J}$ の一行を一つの分布とみなし，分布の間の距離を用いて分析を行なった．叙述の便利のため，分布の間の距離を文章の間の距離と呼ぶことにする．

さて，文章 i の単語の長さの分布と文章 l の単語の長さの分布の間の距離 d_{il} を次のように定義する．

$$d_{il} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J (p_{ij} \log \frac{2p_{ij}}{p_{ij} + p_{lj}} + p_{lj} \log \frac{2p_{lj}}{p_{ij} + p_{lj}})$$

ただし

$$\begin{aligned} p_{ij} = 0 & \quad \text{なら} \quad p_{ij} \log \frac{2p_{ij}}{p_{ij} + p_{lj}} = 0 \\ p_{lj} = 0 & \quad \text{なら} \quad p_{lj} \log \frac{2p_{lj}}{p_{ij} + p_{lj}} = 0 \end{aligned}$$

とする.

また上式で求められた分布の間の距離のマトリクスを

$$D_{I \times I} = \begin{bmatrix} 0 & d_{ji} \\ d_{ij} & 0 \end{bmatrix}$$

で表記する.

著者別に文章を分類する観点からは, 同一の著者 (今後は群内と呼ぶ) の任意の二つの分布の間の距離が, 異なる著者間 (今後は群間と呼ぶ) の任意の二つの分布の間の距離より小さいことが望まれる. しかし, 本研究ではこのような望ましい結果は得られなかった. 分類を行なう際, 文章が著者別に分類されたとしても, グループの間の距離が十分大きくない場合は, 同一の著者の文章の間の距離が, 異なる著者の文章の間の距離より大きい可能性も十分あり得る. そこで, 群内の距離の平均値と群間の距離の平均値を用いて分析を進めることにする. 群内の距離の平均値が群間の距離の平均値より小さいと, 用いた分布には著者の特徴があり, 群内の距離が群間の距離より小さければ小さいほど著者の特徴が明確である (分類がよい) と考えられる.

著者 k の k_n 編の文章における任意の二つの分布の間の距離の平均 (今後は群内の距離と呼ぶ) を

$$\overline{d(k)} = \frac{2 \sum_{k_i=k_1}^{k_n-1} \sum_{k_j=k_i+1}^{k_n} d_{k_i k_j}}{(k_n - 1) k_n} \times 100$$

著者 k と著者 h の, それぞれの k_n, h_m 編の文章における任意の二つの分布の間の距離の平均 (今後は群間の距離と呼ぶ) を

$$\overline{d(k, h)} = \frac{\sum_{k_i=k_1}^{k_n} \sum_{h_j=h_1}^{h_m} d_{k_i h_j}}{k_n h_m} \times 100$$

で求めた.

表 5 に 3 人の 21 編の文章について, 動詞の長さの分布を用いた場合の群内, 群間の距離を示した. 3 人の群内の距離はいずれの群間の距離より小さいため, 動詞の長さの分布には著者の特徴があると判断する.

井上, 中島の群内の距離が三島の群内の距離に比べてかなり小さいが, これは長い文章をいくつか分割して用いた影響ではないかと考えられる. このことを明かにするため, 長い文章を

表 5 動詞における距離

著者名	群内	群 井上	三島	間 中島	最小の群間
井上	0.2317		0.7101	0.5612	0.5612
三島	0.5342	0.7101		0.8513	0.7101
中島	0.2630	0.5612	0.8513		0.5612

分割しなかった場合の各著者の群内の距離の平均値を求めてみた。井上、中島の群内の距離の平均値はそれぞれ 0.2394, 0.2389 で、長い文章を分割して用いた場合と比べて大きな差が見られない。したがって、井上、中島の群内の距離が三島の群内の距離よりかなり小さいのは長い文章を分割して用いた影響ではないと判断する。三島の群内の距離が大きい原因としては

- (1) 三島の文章における動詞の使用法の分散が大きい。
- (2) 分析に用いた単語の長さの分布が十分安定していない。

などが考えられる。

長い文章をいくつかに分割した場合、必ずしも同一の小説の文章の間の距離が、同一の著者の異なる小説の間の距離より小さいという結果は得られなかった。この結果については、以下のような原因が考えられる。

- (1) 動詞の単語の長さの分布は文章の内容に関して、依存性が低い。
- (2) 文章における動詞の単語の長さの分布が十分安定していない。

残念ながらこの原因については用いたデータベースでは実証することが困難であるため、今後の研究課題にせざるを得ない。

動詞の単語の長さの分布を用いた場合の分類の結果を視覚化してみる。分類を視覚化するクラスタ分析の方法は、いくつかの方法があるが、ここでは主成分分析を用いた。分類を行なう際の主成分分析としては、二つの方法が考えられる。一つは、分類に用いるデータ

$$X_{I \times J} = [x_{ij}]$$

$$P_{I \times J} = \begin{bmatrix} p_{ij} \end{bmatrix}$$

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^J x_{ij}}, \quad \sum_{j=1}^J p_{ij} = 1$$

を用いて主成分分析を行なう方法で、もう一つは、上記のデータから個体間の距離（あるいは類似度）を求め、距離（あるいは類似度）のデータを用いて主成分分析を行なう方法である。本研究では後者を用いた。主成分分析は、求められた距離のマトリックス

$$D_{I \times I} = \begin{bmatrix} 0 & d_{ji} \\ d_{ij} & 0 \end{bmatrix}$$

を以下のように標準化し,

$$\hat{d}_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sum_{v=1}^I d_{iv}},$$

$$\hat{D}_{I \times I} = [\hat{d}_{ij}],$$

$\hat{D}_{I \times I}$ の分散共分散の行列を用いて行なった.

動詞の単語の長さの分布を用いて求められた $\hat{D}_{I \times I}$ の分散共分散行列の主成分分析では, 第 1 主成分, 第 2 主成分, 第 3 主成分の寄与率はそれぞれ 57.04%, 34.04%, 3.94%で, 第 2 主成分までの累積寄与率は 91.08%であった. 図 1 に第 2 主成分までの主成分得点のプロットをに示した. 横軸は第 1 主成分で, 縦軸は第 2 主成分である. 主成分分析の結果から動詞の単語の長さの分布を用いた場合, 著者別に文章が分類できるといえよう. 見やすくするため, 文章を著者別に滑らかな曲線 (境界線) で囲んだ. もちろん, このような境界線はどの文章がどの著者のものであるかの情報を用いて引いている. このような方法を用いて著者不明の文章の著者の判別などを行なう場合は, まずトレーニングデータを用いて境界線を引き, 著者不明の文章がどのグループに属するかの判別 (判定) を行なうべきである.

3 動詞における和語・漢語, 合成語・非合成語の比率

前節では, 動詞の単語の長さの分布を用いた場合の文章の分類について述べた. 動詞の長さの分布に著者の特徴が現れる現象の原因の一つとしては和語・漢語, 合成語・非合成語の比率が考えられる. もし, 動詞の長さの分布に著者の特徴が現れるという結果が, 和語・漢語, 合成語・非合成語の比率の影響によるものであるとすると, 和語・漢語, 合成語・非合成語の比率に差がない著者に対しては動詞の長さの分布は著者の特徴情報になれない. したがって, 動詞の単語の長さの分布に著者の特徴が現れるという現象と和語・漢語, 合成語・非合成語の比率との関係について明かにする必要がある.

3.1 和語・漢語の比率

本節では動詞は, 和語と漢語 (和語と漢語より合成された動詞) より構成されたと見なし, 動詞の単語の長さの分布に現れる著者の特徴と和語・漢語の比率との関係について計量分析を行なう. 和語の比率は漢語の比率より高いため, 和語の比率について分析を行なうことにする. 表 6 に 3 人の作家の 21 編の文章における動詞の中の和語の比率 (動詞の中の和語の数/動詞の総単語数) を示した. 長さ 1, 4, 5 の動詞では, 和語の比率はほぼ同じで, 1 である. 長さ 2, 3 の動詞には漢語が多少含まれている. 和語の比率に著者の特徴が現れるかどうかを調べてみる. 好都合なことに動詞の中の和語の比率に著者の特徴がありそうなのは長さ 2, 3 の動詞だけであるため, 動詞の長さ 2, 3 における和語の比率を図 2 にプロットした. 横軸は長さ 2 の和語の比率で,

図 1 動詞の長さの分布に基づいた $\hat{D}_{21 \times 21}$ の主成分得点のプロット

縦軸は長さ 3 の和語の比率である。図 2 でわかるように中島は単独に一つのグループを作っているが、井上と三島は著者別にグループを作っていない。つまり、動詞の中の和語の比率には著者の特著が現れているが、文章を著者別に分類できるほどではない。

漢語を含んだ場合の長さの分布と漢語を除いた場合の長さの分布との関係を調べるため、漢語を含んだ場合 (AV で表記する) と漢語を除いた場合 (JV で表記する) との動詞の使用頻度について相関係数を求めてみた。相関係数が最も小さいのは 0.9843 で、 $COR(AV, JV)$ の対角要素の平均は 0.9940 である。 $COR(AV, JV)$ から漢語を含んだ場合と漢語を除いた場合の動詞の長さの分布は強い相関を持っていることが分かる。

表 6 動詞の中の和語の比率

	1	2	3	4	5
I1	1	0.9825	0.9667	1.0000	0.9600
I2	1	0.9750	1.0000	1.0000	1.0000
I3	1	0.9939	0.9919	1.0000	1.0000
I4	1	0.9937	0.9677	1.0000	1.0000
I5	1	0.9824	0.9778	1.0000	1.0000
I6	1	0.9932	0.9740	1.0000	1.0000
I7	1	0.9902	0.9750	0.9851	1.0000
I8	1	0.9860	0.9886	1.0000	1.0000
M1	1	0.9666	0.9765	1.0000	1.0000
M2	1	0.9914	0.9748	1.0000	1.0000
M3	1	0.9691	0.9209	1.0000	1.0000
M4	1	0.9841	0.9892	1.0000	1.0000
N1	1	0.9469	0.8472	1.0000	1.0000
N2	1	0.9676	0.9429	1.0000	1.0000
N3	1	0.9346	0.8816	0.9730	1.0000
N4	1	0.9439	0.8721	1.0000	1.0000
N5	1	0.9509	0.9620	1.0000	1.0000
N6	1	0.9382	0.9302	1.0000	1.0000
N7	1	0.9532	0.8654	1.0000	1.0000
N8	1	0.9470	0.9130	1.0000	1.0000
N9	1	0.9579	0.9200	1.0000	1.0000

$$COR(AV, JV) = \begin{bmatrix} 1 & & & & r_{ij} \\ & 0.9864 & & & \\ & & 0.9843 & & \\ & & & 0.9998 & \\ r_{ji} & & & & 0.9995 \end{bmatrix}$$

漢語を含んだ動詞の長さの分布を用いた場合の分類と漢語を除いた動詞の長さの分布を用いた場合の分類の結果を比較してみる。

第2章と同様な方法で、漢語を除いた動詞の長さの分布の間の距離を用いて求めた $\hat{D}_{21 \times 21}$ について主成分分析を行なった。第1, 2主成分得点の寄与率はそれぞれ59.24%, 30.96%で、第2主成分までの累積寄与率は90.20%である。図3に第2主成分までの主成分得点のプロットを示した。主成分得点のプロットから漢語を含んだ動詞の長さの分布を用いた場合と漢語を除いた動詞の長さの分布を用いた場合とは大きな差がないことがわかる(図1を参照)。以上の分析結果から、動詞の長さの分布に現れる著者の特徴は漢語・和語の使用率の影響ではないことが分かった。

図 2 長さ 2, 3 の動詞の中の和語の比率のプロット

3.2 合成語・非合成語の比率

本節では動詞は合成語と非合成語により構成されていると見なし、合成語・非合成語の比率が動詞の長さの分布に現れる著者の特徴に与える影響について分析を行なう。非合成語の比率は合成語の比率より高いため、表 7 に、動詞の中の非合成語の比率 (動詞の中の非合成語の数 / 動詞の単語総数) を示した。表 7 から分かるように、長さ 1, 2 の動詞には合成語がない。また長さ 5 における非合成語の比率は安定していないことが目立つ。これは各文章における長さ 5 の動詞が少なかったためであると考え (情報が不安定する)。表 7 のデータを見る限り、著者の特徴が現れそうなのは長さ 3 と長さ 4 の非合成語の比率である。非合成語の比率に著者の特徴が現れるかどうかを知るため、長さ 3 と長さ 4 の非合成語の比率を図 4 にプロットした。横軸は長さ 3 の非合成語の比率で、縦軸は長さ 4 の非合成語の比率である。図 4 では 21 作品が著者別にグループを作っていないことから、非合成語の比率には著者の特徴が見られないと判断する。

図 3 和語の動詞の長さの分布に基づいた $\hat{D}_{21 \times 21}$ の主成分得点のプロット

表 7 動詞の中の非合成語の比率

	1	2	3	4	5
I1	1	1.000	0.7889	0.8571	0.9200
I2	1	1.000	0.6264	0.8167	0.5455
I3	1	1.000	0.8211	0.7286	0.8333
I4	1	1.000	0.8602	0.8909	0.8667
I5	1	1.000	0.6444	0.8235	0.6000
I6	1	1.000	0.7922	0.9111	1.0000
I7	1	1.000	0.8875	0.7761	0.8333
I8	1	1.000	0.7273	0.8765	1.0000
M1	1	1.000	0.7765	0.8571	0.9524
M2	1	1.000	0.7227	0.9080	1.0000
M3	1	1.000	0.8201	0.7759	0.9167
M4	1	1.000	0.8387	0.9655	1.0000
N1	1	1.000	0.8056	0.8333	1.0000
N2	1	1.000	0.9143	0.8810	1.0000
N3	1	1.000	0.8684	0.6757	0.6000
N4	1	1.000	0.7442	0.6667	0.8182
N5	1	1.000	0.6709	0.8000	1.0000
N6	1	0.998	0.7287	0.7708	0.6429
N7	1	1.000	0.7404	0.7568	0.1875
N8	1	1.000	0.8348	0.7255	0.9231
N9	1	1.000	0.7400	0.7368	0.8333

合成語を含んだ動詞の単語の長さの分布 (AVで表記する) と, 合成語を除いた動詞の単語の長さの分布 ($\overline{CV}$ で表記する) との相関係数を求めてみた. 相関係数の中で最も小さいのは長さが5の場合で, 0.8794 である. 相関係数の対角要素の平均は 0.9568 で, 高い相関を持っていると言えよう.

$$COR(AV, \overline{CV}) = \begin{bmatrix} 1 & & & & r_{ij} \\ & 0.9999 & & & \\ & & 0.9346 & & \\ & & & 0.9699 & \\ r_{ji} & & & & 0.8794 \end{bmatrix}$$

合成語を含んだ場合と合成語を除いた場合との動詞の単語の長さの分布を用いた分類の結果を比較してみた. 第2章で用いた方法と同じく, 非合成語における動詞の長さの分布の間の距離を用いて求めた $\hat{D}_{21 \times 21}$ について主成分分析を行なった. 第1, 2主成分得点の寄与率はそれぞれ 61.77%, 30.74%で, 第2主成分までの累積寄与率は 92.51%である. 図5に主成分得点のプロットを示した. 主成分得点のプロットから合成語を含んだ場合と合成語を除いた場合では大きな差がないことがわかる (図1を参照). 長さ5における合成語を含んだ場合と合成語を除いた場合の相関係数が 0.8794 であるにも関わらず分類のプロットにはあまり差が見られなかったのは, 長さ5の動詞の使用頻度は少なく, 分類に対する寄与も小さいためであると考え (金 1994a).

図 4 長さ 3, 4 の動詞の中の非合成語の比率のプロット

以上の分析結果から、動詞の長さの分布に現れる著者の特徴は合成語・非合成語の比率の影響ではないことがわかった。

4 むすび

本研究では、3 人の作家の 21 編の文章における動詞の長さの分布に基づいた文章の分類及び動詞の単語の長さの分布に現れる著者の文体の特徴と和語・漢語、合成語・非合成語の比率との関係について計量分析を行なった。その結果、動詞の長さの分布は、和語・漢語、合成語・非合成語の比率に著者毎の差が見られない場合でも、著者の文体の特徴になる可能性があることを明らかにした。

動詞の長さの分布を用いて分類を行なう場合の有効性の考察を行なうため、従来よく用いられている文の長さの分布、品詞の使用率、漢字・仮名の使用率、筆者が提案した読点の前の文字

図 5 非合成語の動詞の長さの分布に基づいた $\hat{D}_{21 \times 21}$ の主成分得点のプロット

の分布を用いた場合と比較も行なった。その結果、最も分類がよいのは読点の前の文字の分布を用いた場合であり、その次が動詞の長さの分布で、従来よく用いられている文の長さの分布、品詞の使用率、漢字・仮名の使用率より著者の特徴が明確に現れることが分かった(金 1994a, b, c, d, e)。

動詞の単語の長さの分布だけを用いて文章を分類する場合、分類の結果が十分に満足できるとはいえない。しかし、著者不明の文章の著者の推定(判別)などを行なう場合は、無相関である複数の文体の特徴情報を組み合わせて用いて分析を行わなければならないため、このような文体の特徴情報に関する研究は重要であると考えられる。

単語の長さを計る単位を実際に書かれた文字を単位とした場合、単語の長さは表記文字の種類の影響を受けることも考えられる。しかし、本計研究に用いた動詞には平仮名やローマ字によるものはない。表記文字の種類が単語の長さに与える影響について考察を行なうため、漢字・仮

名の使用率を調べてみた。その結果、漢字・仮名の使用率には著者の特徴が明確に現れなかった(金 1994a)。単語の長さを計る単位として音節、ローマ字を用いることも考えられるが、今後の課題にする。

単語の長さの分布に関する情報を抽出するためには、品詞情報が付加されているデータベースが必要である。このようなデータベースが入手できなかったことと、大量の作品のデータベースを作成する経費がないため本研究では3人の21編文章だけを用いた分析に留まった。今後より多くの作家の作品や異なるジャンルについて実証的な研究が必要であろう。また、文章の量と動詞の長さの分布の安定性との関係に関しても興味深い課題である。

謝辞

本研究に用いたデータベースは文部省統計数理研究所及び総合研究大学院大学の村上征勝教授の研究費で作成しました、本研究をご支援及び御指導下さった村上 征勝教授、言語学及び文体学の観点からご指導及びご助言下さった神戸学院大学の樺島 忠夫教授、論文の仕上げにご協力下さった統計数理研究所の吉野諒三助教授、有益なコメントを下された査読者に深く感謝します。本論文の最終の修正は学術振興会の特別研究員(The JSPS Postdoctoral Fellowship)として国立国語研究所に在る期間中に行ないました。特別研究員として採用して下さいました学術振興会、ご支援下さった国語研究所の江川 清、中野 洋両部長、米田 正人室長に心より感謝します。

参考文献

- Brinegar, C.S. (1963). "Mark Twain and the Quintus Curtius Snodgrass Letter." *J. Amer. Stat. Ass.*, **58**, 85-96.
- Cox, D.R. and Brandwood, L. (1958). "On a Discriminatory Problem Connected with the Words of Plato." *J. R. Statist. Soc. B*, **21**, 195-200.
- Efron, B. and Thisted, R. (1976). "Estimating the Number of Unseen Species: How Many Words did Shakespeare Know?." *Biometrika*, **63**, 435-447.
- Fucks, W. (1952). "On mathematical Analysis of Style." *Biometrika*, **39**, 122-129.
- Fucks, W. (1954). "On Nahordnung and Fernordnung in Samples of Literary Texts." *Biometrika*, **41**, 116-132.
- Herdan, G. (1958). "The Relation Between the Dictionary Distribution and the Occurrence Distribution of Word Length and Its Importance for the Study of Quantitative Linguistics." *Biometrika*, **45**, 222-228.
- 伊藤瑞彦・村上正勝(1992). 三大密法稟承の計量文献学的新研究. 大崎学報.
- 金明哲, 村上征勝 (Jin, M. and Murakami, M., 1993a). "Authors' Characteristic Writing Styles as Seen Through Their Use of Commas." *Behaviormetrika*, **20**, 63-76.
- 金明哲, 樺島忠夫, 村上征勝 (1993b). "読点と書き手の個性." 計量国語学, **18** (8), 382-391.

- 金明哲 (1994a). “単語の長さの分布による文章の分類と分類の良さの評価.” Research memorandum, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo of Japan.
- 金明哲 (1994b). “日本語の単語の長さの分布の情報と文章のパターン分類.” 第 48 回全国大会講演論文集 (1), 情報処理学会.
- 金明哲 (1994c). “読点の打ち方と文章の分類.” Research memorandum, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo of Japan.
- 金明哲 (1994d). “自然言語におけるパターンに関する計量的研究.” 博士学位論文, 総合研究大学院大学.
- 金明哲 (1994e). “読点の打ち方と文章の分類.” 計量国語学, **19** (7).
- Li, X.P. (1987). “A New Theory of the Completion of Dreams in the Red Chamber.” Fudan 学報 (社会科学版), **5**, 3–16.
- Li, X.P. (李賢平 1989). “Multivariate Approach in Authorship Investigation.” In *The Third Japan-China Symposium on Statistics*, pp. 74–76.
- Lindman, H.R. (1992). *Analysis of Variance in Experimental Design*. Springer-Verlay.
- Morton, A.Q. (1965). “The Aauthorship of Greek Prose.” *J. R. Statist. Soc. A*, **128**(2), 169–233.
- Mosteller, F. and Wallace, D.L. (1964). “Inference in an Authorship Problem.” *J. Amer. Stat. Ass.*, **58**, 275–309.
- 村上征勝 (1984). “著者推定の問題に関する統計解析.” 大型計算機センターニュース **15** (2), 47–58, 北海道大学.
- 村上征勝 (1988). “文献の計量分析.” 統計数理, **11**, 23–30.
- 村上征勝 (1989a). “著者は誰か? —計量文献学への招待— 4.” 数学セミナ, **2**, 73–77.
- 村上征勝 (1989b). “著者は誰か? —計量文献学への招待— 5.” 数学セミナ, **3**, 60–63.
- 村上征勝 (1994). “計量的文体研究の威力と成果.” 言語, **23** (2), 30–37.
- 中野洋 (1991). “パソコンによる語の認定処理.” 国立国語研究所研究報告集, **12**, 83–130.
- 葦沢正 (1965). “由良物語の著者の統計的判別.” 計量国語学, **33**.
- 葦沢正 (1973). “ある統計的判別の試み.” 数理科学, **117**.
- 佐々木和枝 (1976). “文の長さの分布形.” 計量国語学, **78**.
- Thisted, R. and Efron, B. (1987). “Did Shakespeare Write a Newly-Discovered Poem?.” *Biometrika*, **74**, 445–455.
- Wake, W.C. (1957). “Sentence-Length Distribution of Greek Authors.” *J. R. Statist. Soc. A*, **20**, 331–346.
- Williams, C.B. (1940). “A Note on the Statistical Analysis of Sentence-Length as a Criterion of Literary style.” *Biometrika*, **31**, 356–361.

- Williams, C.B. (1956). "Studies in the History of Probability and Statistics." *Biometrika*, **43**, 238–256.
- Williams, C.B. (1975). "Mendenhall's Studies of Word-length Distribution in the Works of Shakespeare and Bacon." *Biometrika*, **62**, 207–211.
- 安本美典 (1958). "著者の推定—源氏物語, 宇治十帖の著者について—." 心理学評論, **2** (1).
- 安本美典 (1981). 因子分析法. 培風館.
- 安本美典 (1994). "文体を決める三つの因子." 言語, **23** (2), 22–29.
- Yule, G.U. (1939). "On Sentence-Length as a Statistical Characteristic of Style in Prose: With Application to two Cases of Disputed Authorship." *Biometrika*, **30**, 363–390.
- Yule, G.U. (1944). *The Statistical Study of Literary Vocabulary*. Cambridge University press.

略歴

金 明哲: 1978 年中国吉林師範大学 (現東北師範大学) 数学系卒業. 同年中国長春郵電学院 (大学) に就職. 1988 年 4 月来日, 宇都宮大学工学研究科, 神戸大学工学部の外国人研究員を経て, 1991 年 10 月に総合研究大学院大学数物科学統計科学専攻の博士後期課程に入学, 1994 年 9 月博士後期課程終了. 博士 (学術). 現在学術振興会の特別研究員 (The JSPS Postdoctoral Fellowship) として国立国語研究所で研究. 統計分析, パターン認識・分類, 自然言語に関する研究に従事.

(1994 年 7 月 5 日 受付)

(1994 年 8 月 26 日 再受付)

(1994 年 11 月 7 日 採録)