Cognitive Studies, **17**(1), 110-128. (March 2010)

概念間の関係に関する単語の意味空間の性質
—コーパス，構築手法，文章単位による影響—

秋山 哲史・内海 彰

A semantic space model provides a framework of semantic representation. In this model, each word is represented by a high-dimensional vector and the degree of semantic similarity between any two words can be easily computed as the cosine of the angle formed by their vectors. Recently, a number of methods have been proposed for constructing semantic spaces, but little has been known about the properties of different semantic spaces, in particular what kinds of semantic relations can be represented by what kinds of semantic spaces. In this study, we constructed fourteen different semantic spaces using three corpora (i.e., Japanese newspaper articles, Japanese novels, and Japanese dictionary), two construction methods (i.e., term frequency (TF) and term cooccurrence (CO)) and three context-window sizes (i.e., article, paragraph, and sentence). We then examined the properties of these spaces by comparing the ability to represent three semantic relations (i.e., coordination/synonymy, superordination, and collocation) and their eight subrelations. As a result, we demonstrated that, regardless of construction method and window size, the coordination/synonymy relation was better represented by the dictionary-based semantic spaces, but the collocation relation was better represented by the newspaper- and TF-based spaces. We also found that the superordination relation was better represented by the TF-based spaces with paragraphs as a window size, and corpus difference between dictionary and newspaper did not affect the representational ability of superordination. In addition, we investigated the effects of dimensionality reduction by singular value decomposition. The overall result was that the performance in predicting word association was degraded, but the performance of typicality judgment for the coordination/synonymy relation was improved by dimentionality reduction.

Keywords: semantic space（意味空間）, semantic relation（意味的関係）, coordination/synonymy（類義）, superordination（上位下位）, collocation（近接）, corpus（コーパス）, latent semantic analysis（潜在意味分析）, term frequency（語の出現頻度）, word cooccurrence（語の共起）

1. はじめに

単語の持つ概念の表現手法のひとつに，意味空間モデル (semantic space model) がある．このモデルでは，多次元空間上に単語を配置し，任意の単語間の意味的距離を空間上の距離を用いて表現する．したがって，ある単語 A に対し，意味的に関連の強い単語が空間上で単語 A の近くに配置される．今日では，意味空間モデルはさまざまな認知過程の計算モデル（類似性判断 (Landauer & Dumais, 1997)，意味プライミング (Jones, Kintsch, & Mewhort, 2006)，テキスト理解 (Kintsch, 2001)，比喩理解

Properties of Semantic Spaces with Respect to the Types of Semantic Relations between Words: Influence of Corpus, Construction Method, and Context Size, by Satoshi Akiyama (Department of System Engineering, The University of Elector-Communications) and Akira Utsumi (Department of System Engineering, The University of Elector-Communications).

(Kintsch, 2000; Utsumi, 2006)）として利用され，その高い性能が実験的に示されている (Landauer, McNamara, Dennis, & Kintsch, 2007; Padó & Lapata, 2007; Widdows, 2004).

意味空間はコーパス中の単語の出現頻度や共起頻度などの分布統計情報を基に自動的に構築される．今日までに，LSA（潜在意味解析; Latent semantic analysis）(Landauer & Dumais, 1997; Landauer et al., 2007) や HAL (Hyperspace analogue to language) (Burgess & Lund, 1997) など，意味空間の構築手法には様々なものが提案されており，異なる手法で構築された意味空間の間には，当然ながら性質の差異が予想される．しかし，意味空間の性質の比較や，構築手法と性質の関係，特に，構築された意味空間が表現する意味的距離が概念間のどのような関係（類似関係，上位下位関係，近接関係）を反映しているかについてはほとんど研究されていない．このような状況において，Sahlgren (2006) は，ソシュールの意味関係の分類である統合的 (syntagmatic) 関係と選択的 (paradigmatic) 関係に注目して，統合的関係は LSA に代表される文章内での単語の出現頻度に基づく手法で，選択的関係は HAL に代表される単語どうしの共起頻度に基づく手法で表現できると主張している．しかし，単語間に存在するすべての意味的関係を分類するのにこの二分法が適切かどうかは必ずしも明らかでない上に，彼の研究ではこの主張を直接的に検証しているわけではない．Peirsman, Heylen, & Geeraerts (2008) も，行列の構築手法と処理単位 (context window) の大きさの違いによる意味空間の性質の比較を行っており，共起頻度に基づく手法で構築された意味空間において，処理単位が小さい場合には選択的関係を，大きい場合には統合的関係をよく再現すると主張しているが，この点についての定量的な比較は行われていない．また，比較に用いている処理単位は対象単語の前後 10 単語までであり，文や段落といった意味的なまとまりについては無視されている．また，Utsumi & Suzuki (2006) も同様の分類として語義的類似と連想的類似の二つの類似性を定義して，いくつかの意味空間の性質の比較を行っている．しかし，Sahlgren (2006) と同様に，単語間のすべての関係をこの二つの分類にまとめてしまうのは必ずしも適切ではないとともに，この分類そのものが比較評価のためのタスクである類義語や連想関係の判断に依存しており，客観的な比較評価になっていないなどの問題点がある．

そこで本研究では，意味空間の構築手法（文章内の単語の出現頻度に基づく手法，単語どうしの共起頻度に基づく手法）と処理単位の違い（記事，段落，文），コーパスの種類（新聞，辞書，小説）の組み合わせによって構築される異なる意味空間が，概念間のどのような意味関係を表現しているかを明らかにすることを目的とする．

2. 概念間の関係

本章では，概念間の関係の分類を行ったあとに，本研究の実験に用いる日本語単語の連想データ（刺激語と連想語の対）をこれらの関係に基づいて分類する方法や連想データの性質について述べる．

2.1 概念間の関係の分類

本研究では，概念間の関係の大分類として，表 1 に示す「類義関係」,「上位下位関係」,「近接関係」の 3 種類の関係を想定する．この分類は恣意的なものではなく，心理学的に実在性がある．語彙アクセスや発話障害などに関する多くの心理学研究を通じて，心内辞書 (mental lexicon) はこの 3 種類の関係 (coordination/synonymy, superordination, collocation) で構造化されていることが明らかになっている (Aitchison, 2003)．さらに，本研究ではこれらの下位分類として，阿部・桃内・金子・李 (1994) が連想関係（刺激語と連想語の関係）を分類した 8 種類の関係（表 1 の小分類）を採用する．

概念間の 3 種類の関係の定義や，大分類と小分類の関係を以下に示す．

類義関係 文字どおり，単語間の意味（語義）が類似している場合であり，シソーラスでは両方の単語が同じカテゴリーに含まれる場合に相当する．よって,「類義語」や「反意語」,「事例-事例」といった関係は共通の語義的概念を持った同じカテゴリーに属すると考えられるため，これらを類義関係として定義する．

上位下位関係 一方の単語がもう一方の単語の上位概念になる場合である．この関係は，類義関係と同じく語の定義に依存した関係であるが，同レベルの概念間の関係である類義関係とは連想のメカニズムが異なる可能性がある.「全体-部分」や「カテゴリ-事例」といった関係は概念

表 1 概念間の関係の種類と例

関係		
大分類	小分類	例
類義関係	類義語	宣伝≒広告
	反意語	戦争 ⇔ 平和
	事例-事例	赤 ⇔ 青 ⇔ 緑 ∈ 色
上位下位関係	全体-部分	手 ⊃ 指
	カテゴリ-事例	動物 ⊃ 犬
近接関係	熟語	満員-電車
	随伴	タバコ ⇒ 煙
	統語	友人-紹介

的上位下位をもつとして,「上位下位関係」として定義する．なお，人工知能や自然言語処理の分野では全体-部分関係 (part-of relation) とカテゴリ-事例関係 (is-a relation) を異なる関係として明確に区別するが，認知言語学 (Lakoff & Johnson, 1980) や心理言語学 (Aitchison, 2003) ではこれらを区別しない立場も一般的である．

近接関係 両方の単語が時間的，空間的に近い状況（文脈）に出現しやすいことによって関係が認識される場合であり，シソーラス上には表現されない．メタファー論などにおける近接性 (楠見, 2002) に相当し,「統語」,「随伴」,「熟語」などの関係が近接関係に含まれる．

2.2 アンケートによる連想データの分類

これらの概念関係に基づいて，人の連想データを分類すべく，アンケートを実施した．今回，人の連想データとして，連想基準表 (梅本, 1969) を用いた．連想基準表は，学生 1000 人を対象とした連想実験の結果をまとめたもので，被験者に刺激語を提示した際に連想された単語とその単語を連想した人数（連想頻度) が記されている．

被験者 学生 16 名

用いたデータ 連想基準表より選択した刺激語（名詞）60 単語と，各刺激語により連想された単語群（平均 22.95 単語)，計 1377 対．

分類手法 被験者に，刺激語と連想語のペア（連想語対）を表 1 における 8 種類の小分類とともに一対あたり 6 名に提示し，2 単語間に成り立つ関係としてふさわしいと思われるものを全て選択してもらった．なお，表 1 のどの関係にも属さないものや，それ以外の関係も持っていると考えられるものについては,「その他」の項目に分類してもらった．

その後，アンケートにより得られた結果を「類義関係」,「上位下位関係」,「近接関係」の 3 つにまとめ直した．具体的には，大分類に属する小分類をひとつでも選択している被験者の人数を大分類の回答者数とした．例えば，類義語，反意語，事例-事例のいずれかを選択した被験者の人数が大分類「類義関係」の回答数となる．

2.3 分類結果

得られた分類の概要を表 2 に示す．連想頻度の高い連想語対は連想頻度の低い連想語対に比べ，刺激語と連想語の間の関係も判断しやすい可能性がある．関係の判断に対する連想頻度の影響が強い場合，意味空間の比較実験において，得られた結果が連想の強さに因るものなのか，関係の種類に因るものであるかの区別が難しくなってしまう．そこで，各連想語対におけるアンケートの回答数と連想頻度との相関を調べたところ，表 2 の最右列に示すように，どの関係においても，ごく弱い正の相関（0.1 前後）がみられるのみだった．これにより，連想頻度は連想語対に成立する関係の判断に対し大きな影響は与えないことがわかった．

3. 意味空間の構築

意味空間を構築し，単語間の関係の強さを判別する手法の概略は以下の通りである．

(1) コーパスにおける単語の分布統計情報に基づいて，単語の特徴を表す重みを要素とする特徴ベクトルを作成し，特徴ベクトルを並べ意味空間を構築する．

(2) 単語の持つ概念間の関係の強さ（意味的距離の近さ）を，それぞれの単語に対応する特徴ベクトルのどうしのコサイン類似度（成す角の余弦）を用いて数値化する．

3.1 コーパス

辞書，小説，新聞の 3 種類のコーパスを用いる．各コーパスの詳細を以下に示す．

新聞 毎日新聞 CD-ROM より，94 年,95 年,98 年,99 年の記事から極端に短い記事（形態素数が 20 に満たないもの）および極端に長い記

表 2 連想データの分類結果の概要

関係の種類	一人以上が回答			過半数が回答			連想頻度と回答数の相関
	刺激語	連想語	連想頻度	刺激語	連想語	連想頻度	
類義関係	59	10.1	23.3	50	3.1	32.8	0.102
上位下位関係	60	14.2	19.9	26	2.5	36.8	0.125
近接関係	60	21.5	19.4	54	7.1	23.4	0.085
その他	60	13.4	12.6	44	3.5	7.8	−0.113

事（形態素数が 1,000 を越えるもの）を省いた 390,547 記事，2,456,725 段落，4,703,088 文.

辞書 学研国語大辞典 CD-ROM に収録されている 89,007 語義文（段落），320,222 文.

小説 新潮文庫の 100 冊より小説本編 234,412 段落，589,497 文.

3.2 意味空間の構築手法

特徴行列 $\boldsymbol{M}$ は，各単語 $t_i(1 \leq i \leq n)$ の特徴ベクトル $\boldsymbol{w_i}$ を並べたものである.

$$\boldsymbol{M} = (\boldsymbol{w_1}, \boldsymbol{w_2}, \cdots, \boldsymbol{w_i}, \cdots, \boldsymbol{w_n})^T \qquad (1)$$

特徴ベクトル $\boldsymbol{w_i}$ は，単語 t_i における特徴 $j(1 \leq j \leq m)$ の特徴量 w_{ij} を要素とする.

$$\boldsymbol{w_i} = (w_{i1}, w_{i2}, \cdots, w_{ij}, \cdots, w_{im}) \qquad (2)$$

本研究では，意味空間の構築手法として一般的に用いられている，出現頻度および共起頻度を特徴量として用いる.

出現頻度方式 (TF) w_{ij} は，単語 t_i の文章単位 d_j における出現頻度とする.

共起頻度方式 (CO) w_{ij} は，単語 t_i と単語 t_j がともに出現する文章単位の数とする.

また，意味空間を構築する際のコーパスの文章単位として，記事，段落，文の単位を用いる．これらの文章単位は対象とするコーパス次第で変化するため，以下のように対応付ける.

記事 新聞のみの文章単位であり，毎日新聞コーパスの記事タグによって区切られる.

段落 新聞や小説では先頭が空白文字である一連の文集合を段落とする．辞書では見出語と全ての語義文の集合を段落とする.

文 段落を句点などの文末記号により分割した単位.

3.3 次元圧縮

LSA などでは，単語の出現頻度に基づいて作られた行列 M に対して特異値分解 (SVD : Singular value decomposition) を用いた次元圧縮を行っており，一般的に 300 次元に圧縮することで人間の概念知識をよく再現できるといわれている (Landauer & Dumais, 1997)．非圧縮空間では同一の文書に出現する単語どうしの類似度が高くなるが，特異値分解を用いて次元圧縮を行うことで，類似した文書に出現する単語どうしの類似度も高くなり，これにより潜在的な意味関係も捉えることができるといわれている．しかし，特異値分解による次元圧縮が概念間の意味関係に対しどのような影響を与えるのかについては検証されていない．そこで，概念間の意味関係の表現能力に次元圧縮がどのような影響を与えるのかについても 7 節にて実験的に検証する.

4. 意味空間の評価基準

一般に，意味空間の性能は，人の認知的な振る舞いとの一致度（振る舞いの再現性能）を用いて評価される．人の振る舞いとの一致度が高い意味空間ほど，人の概念知識を正確にモデル化しているといえる．本研究では，2.2 節で分類した連想データを用い，人の連想の再現性能により，意味空間の性能の評価を行う．評価は各関係ごとに以下の 2 つの観点から行う.

連想語の再現性能 刺激語に対して，表 1 に示した各関係 *type* を持つ連想語の再現性能

関係の典型性の再現性能 刺激語と連想語の間に，表 1 に示した各関係 *type* が成り立つ度合の再現性能

4.1 異なる意味空間における連想関係の比較

意味空間上では，任意の単語間の関係の強さをそれぞれの単語に対応するベクトルの成す角の余弦やユークリッド距離などを用いて数値化することが

できる．しかし，異なる手法により構築された意味空間どうしでは空間上での単語の分布範囲が一致しないため，これらの尺度を共通の基準として用いることはできない．本研究では，連想語の刺激語に対する意味空間中での関係の強さを次のようにして表す．まず，刺激語に対し意味空間上の全ての単語とのコサイン類似度を求め，この値の高い順にソートする．このときの連想語の順位を用いて，刺激語に対する連想語の関係の強さを表す．この順位が高い語ほど，刺激語との関係が強いことになる．なお，順位付けを行う際は，比較する全ての意味空間に共通して出現する単語のみを対象とする（なお，複数の単語のコサイン類似度が同じときには，それらの順位は平均順位とする）．

4.2 連想語の再現性能

意味空間上で，刺激語の付近により多くの連想語が配置されているほど，その意味空間は人の振る舞いをよく再現していると考えられる．この基準の具体的な表現方法としては，ある刺激語 S に対する連想語を正解として，意味空間中での刺激語 S とのコサイン類似度の順位が n 位までの単語を連想語として出力した際の再現率 R_n や適合率 P_n および，これらの調和平均である F_n が考えられる．

$$R_n = \frac{\text{上位 } n \text{ 位以内の正解の連想語数}}{\text{正解連想語の総数}} \quad (3)$$

$$P_n = \frac{\text{上位 } n \text{ 位以内の正解連想語数}}{n} \quad (4)$$

$$F_n = \frac{2P_nR_n}{P_n + R_n} \quad (5)$$

また，上位 n 位以内の正解連想語数が等しい場合であっても，連想語がより上位に分布する場合と n 位付近に分布する場合では，前者の方がより良く連想語を再現しているといえる．そこで，本研究では，F_n の値を総単語数 N の 10%まで 100 位刻みで算出し，それらを平均した値 F_{ave} を用いる．

$$F_{ave} = \frac{F_{100} + F_{200} + \cdots + F_{m\times 100}}{m} \quad (6)$$

ここで $m = \lfloor N/1000 \rfloor$ である．この値が高いほど，刺激語に対して，人が連想しやすい単語の類似度が高くなっているといえる．刺激語 S に対する連想語を関係 $type$ が成り立つもののみに限定することにより，関係 $type$ に属する連想語の再現性能を評価する．

4.3 関係の典型性の再現性能

意味空間上で，刺激語に対し，関係 $type$ をもつ単語として，より典型的な単語が刺激語の付近に配置されているならば，その意味空間は関係 $type$ に関する人の概念知識をより適切に表現していると考えられる．そこで，以下の式を用い，関係 $type$ に関する典型性の再現性能 T_{type} を求め，評価を行う．

$$T_{type} = -Cor(Rk(w_i), N_{type}(w_i)) \quad (7)$$

ここで $Cor(A, B)$ は A と B の相関係数を，$Rk(w_i)$ は刺激語 w_i に対する各連想語の，意味空間上における w_i との類似度の順位を，$N_{type}(w_i)$ は 2.2 節のアンケートにおいて，刺激語 w_i とその各連想語の間に関係 $type$ が成り立つと回答した人数を表す．ただし，回答数が 0 である連想語は，関係 $type$ が成り立たないことを意味するので，相関の計算には含めない．なお，(7) 式において，相関係数の符号を反転させているのは，$Cor(Rk(w_i), N_{type}(w_i))$ は小さいほど望ましい結果となるが，評価値が高いほど望ましい結果を示すように統一するためである．値 T_{type} が 0 より有意に高ければ，刺激語に対し関係 $type$ を持つ単語として典型的な単語が上位に位置していることを示しており，値がより高いほど，刺激語に対し，関係 $type$ をもつ単語として典型的な単語の類似度が高くなっているといえる．

5. 比較評価

5.1 比較方法

2.2 節で分類した連想データを用い，3 章で示したそれぞれのコーパス，手法で構築した意味空間の性質について比較を行った．なお，特徴行列の次元圧縮については 7 章にて改めて言及する．

連想データ 2.2 節で分類された連想語対，1377 対．

評価基準 4.2 節〜4.3 節で定義した，F_{ave}, T_{type} を用いた．また，T_{type} の計算では各関係に対し，一人以上の回答者が成立すると判断した連想語対を用いた．

対象とした意味空間 辞書，小説及び新聞をそれぞれ，記事，段落，文の単位に分割し，出現頻度 (TF)，共起頻度 (CO) を用いて構築した全 14

種類の意味空間を用いた．全ての意味空間に共通する単語の数は，44,474 単語となった．各意味空間の概要を表 3 に示す．なお，表中の空間密度とは，意味空間を表す行列 M における 0 でない要素の割合である．

5.2 結 果

概念間の関係の大分類の F_{ave}，T_{type} の値を表 4 に示す．表中の T_{type} の値に付されているアスタリスクはその値が 0 より有意に大きいことを示し，太字は各大分類，評価基準において最も高い性能を示した意味空間を示す．(なお，小分類の評価結果は付録 C に示す.）また，表 5 に結果の例を示す．表 5 は刺激語「足」における連想語とそれらの大分類の回答数，意味空間における類似度の順位である．例えば表 5 から，刺激語「足」に対する連想語「靴」は，意味空間「辞書・TF・段落」では「足」との類似度が 2 番目に高く,「足」と「靴」が近接関係であると回答した人数が 5 人と一番多いことがわかる． 得られた F_{ave}，T_{type} の値に対する大分類ごとの三元配置分散分析の結果を表 6〜8 に示す．これらの表では，主効果もしくは交互作用が有意の場合を ◯，有意でない場合を × で示している．さらに有意であった場合には，下位検定の結果をそのセルの 2 行目以降に示している．例えば表 6 では，類義関係においてコーパスの主効果が有意であり，その下位検定（多重比較）の結果，辞書が小説や新聞よりも有意に高い値であることがわかる．また，類義関係において，例えば，コーパスと構築手法の交互作用が有意であることが読み取れる．さらに，これらの単純主効果の多重比較の結果，CO の場合には辞書が他のコーパスよりも有意に高く，TF の場合には小説が他のコーパスよりも有意に低いことが示されている．(なお，表 6〜8 において有意な主効果や交互作用の統計量の値は付録 B に示す.）

6. 考 察

本章ではまず大分類の結果について各要因ごとに考察を行った後，概念間の各関係を表現する上で最適な意味空間の構築手法について議論していく．また，小分類については 6.6 節にて改めて分析する．

6.1 コーパスの違いによる影響

概念間の各関係の表現性能に対するコーパスの影響について，表 6〜8 の結果を以下にまとめる．

類義関係 F_{ave} では，辞書が他のコーパスに比べて有意に高い性能を示した．ただし，構築手法が TF，または文章単位が文の場合には，辞書と新聞の間に有意差がみられなかった．$T_{\text{類義}}$ では，辞書 > 新聞 > 小説の順に有意に高い性能を示した．ただし，文章単位が文の場合には新聞と小説の間に有意な差はみられなかった．

上位下位関係 F_{ave} では構築手法が CO の場合に辞書が他のコーパスよりも有意に高い性能を，TF の場合に新聞が小説よりも有意に高い性能を示した．一方，$T_{\text{上位下位}}$ ではコーパス間に差はみられなかった．

近接関係 F_{ave} では，新聞が辞書に比べて有意に高い性能を示した．ただし，構築手法が CO の場合にはこの差はみられず，構築手法が CO かつ文章単位が段落の場合には，新聞が他のコーパスよりも有意に低い性能を示した．また構築手法が TF のときには，新聞が小説よりも有意に高い性能を示した．$T_{\text{近接}}$ では新聞と小説が辞書に比べて高い性能を示した．

類義関係は語の定義に強く依存した関係である．辞書は語の定義を簡潔に記述したコーパスであるため，類義関係を表現する上で適切なコーパスであったと考えられる．

上位下位関係も類義関係と同じく語義に依存した関係であるため，辞書・CO において連想関係をよく捉えられたと考えられる．しかし，6.2 節に後述するが，上位下位関係の典型性は概念どうしの文章単位内での共起頻度から捉えることが可能であり，この頻度の情報はむしろ自然文の集合である新聞や小説の方が，より多く持っていると考えられる．このような理由から，結果として典型性についてはコーパス間に性能差が見られなかったと考えられる．

近接関係ではいずれの評価基準においても新聞が辞書に比べて高い性能を示していた．特に F_{ave} においては TF を用いた場合に新聞が小説に比べても高い性能を示している．TF 手法は文章単位を特徴次元にとるため，同じ文章単位に共起する単語どうしは類似度が高くなる．一方，近接関係は時間的，空間的に近い状況（文脈）における概念どうしの共起頻度により認識される．各文章単位を時間的，空間的に近い状況と捉えれば，両者のメカニズムとほぼ合致しているといえる．このため，F_{ave} が向上

表 3 比較評価に用いた意味空間

コーパス	構築手法	文章単位	単語数	特徴数	空間密度
辞書	CO	段落	120,516	120,516	0.00068
辞書	CO	文	120,516	120,516	0.00024
辞書	TF	段落	120,516	89,007	0.00009
辞書	TF	文	120,516	320,222	0.00003
小説	CO	段落	72,940	72,940	0.01094
小説	CO	文	72,301	72,301	0.00413
小説	TF	段落	72,940	234,412	0.00022
小説	TF	文	72,301	589,497	0.00010
新聞	CO	記事	203,050	203,050	0.01166
新聞	CO	段落	203,050	203,050	0.00471
新聞	CO	文	203,050	203,050	0.00265
新聞	TF	記事	203,050	390,547	0.00038
新聞	TF	段落	203,050	2,456,725	0.00008
新聞	TF	文	203,050	4,703,088	0.00004

表 4 大分類における意味空間の表現性能

コーパス	構築手法	文章単位	類義関係		上位下位関係		近接関係	
			$F_{ave}(\times 10^{-3})$	$T_{類義}$	$F_{ave}(\times 10^{-3})$	$T_{上位下位}$	$F_{ave}(\times 10^{-3})$	$T_{近接}$
辞書	CO	段落	3.90	.175***	3.58	.128***	7.65	.022
辞書	CO	文	2.16	.184***	1.94	.107**	4.49	.073*
辞書	TF	段落	**3.92**	**.222***	3.97	**.187***	7.57	−.007
辞書	TF	文	2.83	.158***	2.99	.106**	7.02	.050
小説	CO	段落	2.30	−.058	2.60	.039	7.99	.068
小説	CO	文	1.53	.083*	1.42	.133***	4.46	.129***
小説	TF	段落	2.46	−.032	3.37	.115***	7.99	.111**
小説	TF	文	2.30	−.011	2.89	.100**	7.98	.096**
新聞	CO	記事	2.34	.046	3.09	.064	7.58	.084*
新聞	CO	段落	2.28	.114***	2.19	.057	6.44	.107**
新聞	CO	文	1.56	.148***	0.97	.093*	4.23	**.139***
新聞	TF	記事	3.29	.060	4.08	.123***	9.80	.089*
新聞	TF	段落	3.29	.062	**4.28**	.129***	**10.19**	.103**
新聞	TF	文	3.21	.043	3.94	.133***	10.07	.125**

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

したと考えられる．なお，辞書において TF 手法で値が向上しなかったことについては以下の理由が考えられる．辞書の各語義文は定義のみを簡潔に記しており，近接性を獲得するために必要な情報を持ち合わせていないため，新聞に比べて近接関係の表現性能が低下したと考えられる．$T_{近接}$ における結果も同様の理由によると考えられる．

6.2 構築手法の違いによる影響

概念間の各関係の表現性能に対する構築手法の影響について，表 6〜8 の結果を以下にまとめる．

類義関係 F_{ave} では TF の方が高い性能を示した．ただし，コーパスが辞書の場合には構築手法間に差はみられなかった．$T_{類義}$ では文章単位が文の場合のみで CO の方が高い性能を示した．

上位下位関係 F_{ave} では TF の方が高い性能を示した．一方，$T_{上位下位}$ では文章単位が段落の場合のみ TF が高い性能を示した．

近接関係 F_{ave} では TF の方が有意に高い性能を示した．ただし，コーパスと文章単位の組合せが辞書・段落または小説・段落の場合は，有意差がみられなかった．$T_{近接}$ では構築手法間に

表 5 刺激語「足」対する連想語と意味空間における順位

新聞・TF・段落					辞書・TF・段落				
刺激語「足」		回答数			刺激語「足」		回答数		
連想語	類似度の順位	類義関係	上位下位関係	近接関係	連想語	類似度の順位	類義関係	上位下位関係	近接関係
靴	2.0	1	2	5	手	90.0	6	0	3
靴下	20.0	1	2	5	爪	258.0	3	5	3
手	43.0	6	0	3	毛	360.0	2	4	2
水虫	89.0	1	3	4	水虫	541.5	1	3	4
毛	303.0	2	4	2	散歩	632.5	1	0	3
散歩	451.0	1	0	3	靴下	1,109.5	1	2	5
下駄	995.0	1	2	5	大根	1,354.5	2	1	4
女	1,670.0	1	4	4	靴	2,443.0	1	2	5
爪	2,345.0	3	5	3	女	3,365.0	1	4	4
スマート	2,479.0	1	1	5	スマート	23,920.5	1	1	5
大根	5,093.0	2	1	4	遠足	23,920.5	1	0	1
遠足	32,024.5	1	0	1	下駄	23,920.5	1	2	5
F_{ave} $(\times 10^{-3})$		1.97	1.89	7.32	F_{ave} $(\times 10^{-3})$		1.98	2.59	2.51
T_{type}		.162	.271	.626	T_{type}		.348	.483	−.035

性能差は見られなかった.

以上のように，F_{ave} では，いずれの関係においても TF を用いた場合により高い性能を示す傾向がみられた．このことから，TF 手法は単語間の関係によらず，連想関係を良く捉える手法といえる．

類義関係の典型性は各単語の振る舞い，特に構文的な関係を持つ（係受け関係にある）単語の種類や頻度に依存すると考えられる．CO 手法は文章単位中に共起する単語を特徴次元とするため，文章単位に文を用いた場合，対象とする単語と構文的な係わりを持つ（係受け関係にある）単語の出現頻度が特徴量となる．このため，構築手法に CO，文章単位に文を用いた組合せにおいて，類義関係の典型性をよりよく捉えることができたと考えられる．また，辞書以外のコーパスでは構築手法に TF を用いた場合，$T_{\text{類義}} = 0$ に対し有意差が得られていないことから，コーパスに小説または新聞を用い，構築手法に TF を用いた意味空間は類義関係の典型性を再現できないといえる．

上位下位関係の結果については以下のように考えられる．例えば,「車」を話題とする文章を書くとき，車の「部分」である「ハンドル」や「タイヤ」，あるいは「事例」となる「ワゴン」や「スポーツカー」などの単語を一切用いずに記述するのはかなり困難なことだと思われる．つまり，特定の上位概念を話題として内包する文章には（たとえ短い文章であっても），ほぼ確実にその下位概念となる単語が出現すると考えられる．TF 手法は，コーパスとなる各文章単位を特徴次元とするため，同じ文章単位内で共起しやすい単語ほど類似度が高くなる性質がある．特定の上位（下位）概念とより共起しやすい下位（上位）概念ほど，その上位（下位）概念に対し典型的な下位（上位）概念と考えられるため，TF 手法により，連想関係だけでなく，典型性についてもよく捉えることができたと考えられる．

6.3 文章単位の違いによる影響

概念間の各関係の表現性能に対する文章単位の影響について，表 6〜8 の結果を以下にまとめる．

類義関係 F_{ave} では段落の方が文よりも有意に高い性能を示した．$T_{\text{類義}}$ ではコーパスが小説または構築手法が CO の場合に，文が段落よりも有意に高い性能を示した．

上位下位関係 F_{ave} では段落の方が文よりも有意に高い性能を示した．$T_{\text{上位下位}}$ ではコーパスが小説または構築手法が CO の場合には文，コーパスが辞書または構築手法が TF の場合には段落が有意に高い性能を示した．

近接関係 F_{ave} では CO を用いた場合のみに，段落の方が有意に高い性能を示した．ただし，構築手法が TF のときには，コーパスが辞書の場合をのぞき，段落と文の間で有意差がなかった．

表 6 大分類における分散分析の結果（F_{ave}）

要因		類義関係	上位下位関係	近接関係
主効果	コーパス	○***	×	○*
		辞書 > 小説***		
		辞書 > 新聞**		新聞 > 辞書**
	構築手法	○(TF>CO)***	○(TF>CO)***	○(TF>CO)***
	文章単位	○(段落 > 文)***	○(段落 > 文)***	○(段落 > 文)***
交互作用	コーパス 構築手法	○***	○***	○***
		CO:***	CO:***	TF:***
		辞書 > 小説***	辞書 > 小説***	新聞 > 辞書***
		辞書 > 新聞***	辞書 > 新聞*	新聞 > 小説***
		TF:***	TF:*	辞書:TF>CO**
		辞書 > 小説***	新聞 > 小説**	小説:TF>CO***
		新聞 > 小説***	辞書:TF>CO*	新聞:TF>CO***
		小説:TF>CO**	小説:TF>CO**	
		新聞:TF>CO***	新聞:TF>CO***	
	コーパス 文章単位	○***	×	○**
		段落:***		文:***
		辞書 > 小説***		新聞 > 辞書***
		辞書 > 新聞***		新聞 > 小説*
		文:*		辞書:段落 > 文***
		辞書 > 小説*		小説:段落 > 文***
		辞書:段落 > 文***		新聞:段落 > 文***
		小説:段落 > 文***		
		新聞:段落 > 文***		
	構築手法 文章単位	○***	○***	○***
		段落:TF>CO**	段落:TF>CO**	段落:TF>CO***
		文:TF>CO***	文:TF>CO***	文:TF>CO***
		CO:段落 > 文***	CO:段落 > 文***	CO:段落 > 文***
		TF:段落 > 文***	TF:段落 > 文**	
	コーパス 構築手法 文章単位	×	×	○** （この交互作用の内容は表 7 に示す.）

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001, ○ 主効果または交互作用が有意であることを示す.
× 主効果または交互作用が有意でないことを示す.

$T_{近接}$ では文の方が有意に高い性能を示した.

F_{ave} では，いずれの関係においても段落を用いた場合により高い性能を示していたことから，文章単位に段落を用いることで，連想関係をよく捉えられると考えられる．$T_{類義}$ および $T_{上位下位}$ ではともに構築手法が CO の場合に文の方が性能が高いことを示した．類義関係における結果が得られた理由は 6.2 節で述べた通りである．また，上位下位関係の典型性についても同様の結果が得られたのは，上位下位関係もまた類義関係と同様に語の定義に依存しているためと考えられる.

次に，段落よりさらに広い文章単位である記事の場合についても表現性能への影響を調べるため，新聞コーパスを対象に，構築手法 2 水準（CO, TF の 2 水準），文章単位 3 水準（記事，段落，文の 3 水準）の 2 要因で分散分析を行った．その結果を以下にまとめる.

類義関係 F_{ave} では文章単位の主効果が有意であり ($F(2,98)=9.127, p<.001$)，多重比較の結果，記事と段落がいずれも文よりも有意に高い値となった (記事>文：$t(98)=3.819, p<.001$；段落>文：$t(98)=3.568, p<.001$)．また，2

表 7 近接関係（F_{ave}）の 3 要因の交互作用

単純交互作用			単純・単純主効果		
コーパス 構築手法	コーパス 文章単位	構築手法 文章単位	コーパス	構築手法	文章単位
段落:***	CO:***	辞書:***	CO· 段落:***	辞書 · 文:TF>CO***	辞書 ·CO:段落 > 文***
文:***		小説:***	小説 > 新聞**	小説 · 文:TF>CO***	辞書 ·TF:段落 > 文*
		新聞:***	辞書 > 新聞**	新聞 · 段落:TF>CO***	小説 ·CO:段落 > 文***
			TF· 段落:***	新聞 · 文:TF>CO***	新聞 ·CO:段落 > 文***
			新聞 > 辞書***		
			新聞 > 小説***		
			TF· 文:***		
			新聞 > 辞書***		
			新聞 > 小説***		

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

表 8 大分類における分散分析の結果（T_{type}）

要因		類義関係	上位下位関係	近接関係
主効果	コーパス	○***	×	○*
		辞書 > 小説*** 辞書 > 新聞***		小説 > 辞書*
		新聞 > 小説**		新聞 > 辞書**
	構築手法	×	×	×
	文章単位	×	×	○(文 > 段落)*
交互作用	コーパス 構築手法	×	×	×
	コーパス 文章単位	○***	○**	×
		段落:***	段落:*	
		辞書 > 小説*** 辞書 > 新聞***	辞書 > 小説*	
		新聞 > 小説***	辞書:段落 > 文**	
		文:***	小説:文 > 段落*	
		辞書 > 小説*** 辞書 > 新聞*		
		小説:文 > 段落***		
	構築手法 文章単位	○***	○**	×
		文:CO>TF***	段落:TF>CO**	
		CO:文 > 段落***	CO:文 > 段落*	
			TF:段落 > 文*	
	コーパス 構築手法 文章単位	×	×	×

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001, ○ 主効果または交互作用が有意であることを示す.
× 主効果または交互作用が有意でないことを示す.

要因間の交互作用が有意となった ($F(2, 98) = 12.106$, $p < .001$) が，構築手法ごとのすべての単純主効果が，元の主効果と同じ結果であった．$T_{類義}$ では，文章単位の主効果が有意であり ($F(2, 114) = 4.359$, $p < .05$)，多重比較の結果，段落と文が記事よりも有意に高い値となった (段落 > 記事：$t(114) = 2.281$, $p < .05$；文 > 記事：$t(114) = 2.764$, $p < .01$)．また，2 要因間の交互作用が有意であり ($F(2, 114) = 9.926$, $p < .001$)，単純主効果を調べたところ，構築手法が CO の場合に段落と文が記事に比べて有意に高い値を示した (段落 > 記事：$t(228) = 3.343$,

$p<.001$；文＞記事：$t(228)=4.997$, $p<.001$).

上位下位関係 F_{ave} では文章単位の主効果が有意であり ($F(2,60)=14.790$, $p<.001$)，多重比較の結果，記事と段落がいずれも文よりも有意に高い値となった (記事＞文:$t(60)=5.310$, $p<.001$; 段落＞文:$t(60)=3.673$, $p<.001$)．また，2 要因間の交互作用が有意であり ($F(2,60)=15.931$, $p<.001$)，単純主効果を調べたところ，構築手法が CO の場合に，記事，段落，文の順で有意に高い値を示した．(記事＞段落：$t(120)=3.254$, $p<.005$；記事＞文：$t(120)=7.680$, $p<.001$；段落＞文：$t(120)=4.426$, $p<.001$)．$T_{\text{上位下位}}$ では，文章単位の主効果，2 要因間の交互作用のいずれも有意でなかった．

近接関係 F_{ave} では文章単位の主効果が有意であり ($F(2,116)=24.967$, $p<.001$)，多重比較の結果，記事と段落がいずれも文よりも有意に高い値となった (記事＞文：$t(116)=6.781$, $p<.001$；段落＞文：$t(116)=5.111$, $p<.001$)．また，2 要因間の交互作用が有意であり ($F(2,116)=49.583$, $p<.001$)，単純主効果を調べたところ，構築手法が CO の場合に，記事，段落，文の順で有意に高い値を示した．(記事＞段落：$t(232)=3.929$, $p<.001$；記事＞文：$t(232)=11.500$, $p<.001$；段落＞文：$t(232)=7.572$, $p<.001$)．$T_{\text{近接}}$ では，文章単位の主効果が有意であり ($F(2,118)=3.446$, $p<.05$)，多重比較の結果，文が記事に比べて有意に高い値となった (文＞記事：$t(118)=2.612$, $p<.05$)．2 要因間の交互作用は有意ではなかった．

F_{ave} では，いずれの関係においても構築手法が CO の場合に記事，段落が文よりも高い性能を示し，また，上位下位関係，および近接関係では記事が段落よりも高い性能を示したことから，構築手法に CO を用いる場合には，より広い文章単位を用いることで連想関係をよく捉えられるといえる．なお，TF においてはいずれの関係においても文章単位間に有意差は得られなかった．$T_{\text{類義}}$ では構築手法が CO の場合に記事が段落，文に比べ低い性能を示したことから，あまり広い範囲の共起単語を特徴量とすることは，類義関係の典型性を表現する上ではノイズとなってしまうといえる．

6.4 各大分類における最適な意味空間

本節では，各関係をもっとも良く表現する意味空間の構築手法の組合せについて考察する．

6.4.1 類義関係

F_{ave} では辞書・TF・段落の組合せが最も高い性能を示したが（表 4 参照），辞書においては構築手法間に有意差は得られなかった．このことから，類義関係に属する連想語の再現では，コーパスに辞書を，文章単位に段落を用いた意味空間が最も良いと考えられる．ただし，TF 手法は CO 手法よりも空間密度が低くなる．空間密度の低い意味空間では，一部の（あるいは数多くの）単語間において，類似度が 0 となっている可能性が高い．いずれの手法においても同程度の性能を示せるのであれば，より空間密度の高い CO 手法を用いた方が妥当といえよう．

$T_{\text{類義}}$ では，辞書・TF・段落が最も高い値を示したが（表 4 参照），コーパスに辞書を用いた場合には，構築手法，文章単位ともに有意差がみられなかったことから，類義関係の典型性の再現にはコーパスに辞書を用いた意味空間が最も良いと考えられる．

6.4.2 上位下位関係

F_{ave} では，新聞・TF・段落の組合せが最も高い性能を示したが，TF においては新聞と辞書の間に有意な差はみられなかった（表 6 参照）ことから，上位下位関係に属する連想語の再現では，コーパスには辞書または新聞を，構築手法として TF を，文章単位には段落を用いた意味空間が最も適切であるといえる．

$T_{\text{上位下位}}$ では，構築手法が TF の場合には段落 ($T_{\text{上位下位}}=.144$) が文 ($T_{\text{上位下位}}=.113$) より有意に高く，文章単位が段落のときには TF ($T_{\text{上位下位}}=.144$) が CO ($T_{\text{上位下位}}=.075$) よりも有意に高い性能を示したが，文においては構築手法間で差がみられなかった (TF:$T_{\text{上位下位}}=.113$，CO:$T_{\text{上位下位}}=.111$)．このことから，構築手法に TF，文章単位に段落を用いた意味空間が他の組合せを用いた意味空間よりも上位下位関係の典型性の再現性能が高いことを示している．さらに，文章単位が段落の場合に，辞書が小説より高い性能を示したが，辞書と新聞の間に有意な差はみられなかった．これらのことから，上位下位関係の典型性の再現にはコーパスに

表 9 各大分類における最適な意味空間

	F_{ave}	T_{type}
類義関係	辞書・段落	辞書
上位下位関係	(辞書または新聞)・TF・段落	(辞書または新聞)・TF・段落
近接関係	新聞・TF	(新聞または小説)・文

辞書または新聞，構築手法に TF，文章単位に段落を用いた意味空間が最も適しているといえる．

6.4.3 近接関係

F_{ave} では，新聞・TF・段落の組合せが最も高い性能を示したが，新聞・TF の組合せにおいては文章単位間に有意差が見られなかった（表 7 参照）ことから，近接関係に属する連想語の再現には新聞・TF の組合せが最も適切であるといえる．なお，前述のとおり TF においては文章単位間に差がないことから，空間密度を考慮するなら，より密度の高い段落（あるいは記事）文章単位を用いることが妥当といえよう．

$T_{近接}$ では，新聞・CO・文で最も高い性能を示したが，新聞と小説の間に有意な差はみられず，また構築手法間においても差がなかったことから，近接関係の典型性の再現には，辞書以外をコーパスとして用い，文章単位として文を用いた意味空間が，最も適切であるといえる．なお，空間密度を考慮するなら，CO を用いた方がより妥当といえよう．

6.4.4 まとめ

以上をまとめると，各関係における最適な意味空間は表 9 のようになる．類義関係では辞書，上位下位関係ではコーパスに辞書または新聞，構築手法に TF，文章単位に段落を，近接関係では辞書以外，特に新聞を用いることが適切であり，また，連想語の再現については構築手法に TF，文章単位に段落を用いることで高い性能が得られるといえる．

6.5 先行研究との比較

6.5.1 Sahlgren (2006) との比較

Sahlgren (2006) は，選択的関係は共起頻度に基づく手法によって，統合的関係は出現頻度に基づく手法によってそれぞれの関係を表現できると主張している．選択的関係を類義関係，統合的関係を近接関係として捉えることができるので，彼の主張は類義関係は CO 手法，近接関係は TF 手法を用いることで再現できると解釈できる．

6.2 節で示したとおり，F_{ave} ではいずれの関係においても TF の方が高い性能を示しており，この結果は近接関係においては彼の主張と一致するが，類義関係については一致しない．また，$T_{類義}$ において，文章単位が文の場合にのみ CO 手法が TF 手法よりも高い性能を示しており，この結果は彼の主張と矛盾しないが，$T_{近接}$ においては手法間に有意な差は得られなかったことから，彼の主張を指示する結果は得られなかった．

6.5.2 Peirsman et al. (2008) との比較

Peirsman et al. (2008) は，共起頻度に基づく手法で構築された意味空間において，特徴行列を構築する際の処理単位のサイズが小さい場合には選択的関係，大きい場合には統合的関係をよく再現する傾向があると主張している．なお，ここでいう処理単位は本研究における文章単位に相当するので，彼らの主張は，構築手法に CO を用いた場合，類義関係は文章単位に文を用い，近接関係は段落（あるいは記事）を用いることで再現できると解釈できる．

Peirsman らは共起頻度に基づく手法で構築された意味空間を対象としているので，以降の議論は構築手法に CO を用いた場合に限定して行う．6.3 節で示したとおり，F_{ave} ではいずれの関係においても段落の方が高い性能を示していた．また，新聞のみを対象として分析を行った結果では，類義関係では記事と段落が文より有意に高い性能を示し，近接関係では記事，段落，文の順で有意に高い性能を示した（6.3 節参照）．この結果は近接関係においては彼らの主張と一致するが，類義関係では一致しない．

また，$T_{類義}$ では文の方が高い性能を示しており，この結果は彼らの主張と一致した． しかし，$T_{近接}$ でにおいても文の方が高い性能を示しており，この結果は彼らの主張とは一致しなかったことから，彼らの主張を指示する結果は得られなかった．

6.6 意味的関係の小分類ごとの分散分析の結果

本節では，概念間の関係の各小分類の分散分析の結果を，大分類の結果と比較する．それぞれの大分類とそれに含まれる小分類の分散分析の結果の差異

表 10 概念間の関係における大分類と小分類の分散分析結果の違い

概念間の関係			主効果			交互作用			
大分類	小分類	評価基準	コーパス	構築手法	文章単位	コーパス 構築手法	コーパス 文章単位	構築手法 文章単位	コーパス 構築手法 文章単位
類義関係	類義語	F_{ave}	△	○	○	△	△	○	○
		$T_{類義語}$	○	○	○	×	△	△	○
	反意語	F_{ave}	×	○	○	△	△	△	○
		$T_{反意語}$	△	○	×	○	×	×	○
	事例-事例	F_{ave}	×	○	○	△	△	△	○
		$T_{事-事}$	△	×	○	○	△	○	○
上位下位関係	全体-部分	F_{ave}	○	○	○	△	○	○	○
		$T_{全-部}$	○	○	○	○	○	×	○
	カテゴリ-事例	F_{ave}	○	○	○	△	○	△	○
		$T_{カ-事}$	○	○	○	○	△	×	○
近接関係	熟語	F_{ave}	×	○	×	×	×	△	×
		$T_{熟語}$	×	○	○	○	○	×	×
	随伴	F_{ave}	×	○	○	△	×	△	△
		$T_{随伴}$	○	○	×	○	○	×	△
	統語	F_{ave}	×	○	○	△	×	○	△
		$T_{統語}$	×	○	×	○	○	○	○

○:大分類と小分類の有意差の有無が一致，△:大分類と小分類の有意差の有無は一致するが下位検定の内容が不一致，×:大分類と小分類の有意差の有無が不一致

を表 10 に示す．表中の記号はそれぞれ，○ は主効果あるいは交互作用における有意差の有無が大分類と一致し，有意な場合には下位検定の内容も一致した場合を，△ は有意差の有無は一致するが，下位検定の内容が一致しない場合を，× は有意差の有無が一致しない場合を示している．例えば $T_{類義語}$ の場合，分散分析の結果に関して，小分類である類義語とその大分類である類義関係の間で，3 要因すべての主効果と 3 要因間の交互作用の有意の有無が一致していることを示している．(そして，表 8 より類義関係に関してコーパスの主効果は有意であるので，類義語についても同様にコーパスの主効果が有意であり，その下位検定の結果も一致することがわかる．その他の主効果および交互作用については，表 8 より有意でないので，類義語についても有意でないことがわかる.）また，コーパス・構築手法間の交互作用の有無が類義関係と類義語で一致しない（表 8 より類義関係では有意であることから，類義語ではこの交互作用が有意ではないことがわかる）ことや，コーパス・文章単位間や構築手法・文章単位間の交互作用は，いずれも有意であるがその下位検定の内容が一致していないことも示している．

表 10 をみたところ，類義関係および上位下位関係においては，一部下位検定の結果に違いがみられるものの，有意差の有無については大分類と小分類の間でほぼ一致していたことから，類義関係および上位下位関係の小分類の結果は大分類と概ね一致するといえる．また，随伴および統語においては一部下位検定の結果には違いがみられるものの，有意差の有無については大分類と小分類の間でほぼ一致していたことから，これらの関係と近接関係の結果は概ね一致するといえる．しかし，熟語については有意差の有無についても多くの点で近接関係との不一致がみられたことから，熟語の結果については近接関係と一致しないといえる．

また，各意味空間ごとの大分類と小分類との評価値の相関を計算したところ，表 11 に示すように，反意語と熟語において，F_{ave}，T_{type} ともに大分類との相関が 0.9 未満となり，これらの関係は大分類と異なる傾向にあるといえる．反意語および熟語における大分類との検定結果の違いは以下の通りである．

- 反意語と類義関係の違い

コーパス 反意語では，F_{ave} においては類義関係でみられた主効果はみられず，$T_{反意語}$ においても辞書と小説の間でのみ有意差がみられるだけ

表 11 大分類と小分類の評価値の相関

大分類	小分類	F_{ave}	T_{type}
類義関係	類義語	0.957	0.979
	反意語	0.865	0.855
	事例-事例	0.915	0.937
上位下位関係	全体-部分	0.964	0.935
	カテゴリ-事例	0.978	0.956
近接関係	熟語	0.825	−0.014
	随伴	0.977	0.853
	統語	0.947	0.814

であった．またどちらの指標においても，各構築手法および文章単位においてもコーパス間に有意差はみられなかった．

構築手法 F_{ave} においては類義関係と反意語の結果に違いはみられず，$T_{\text{反意語}}$ においては文章単位が文の場合に $T_{\text{類義}}$ でみられていた有意差がみられなかった．

文章単位 反意語では，F_{ave} において文および TF において類義関係でみられていた有意差がみられなかった．$T_{\text{反意語}}$ では文が段落よりも有意に高い性能を示す主効果がみられた ($F(1,21) = 5.845$; $p < .005$).

いずれの指標においても類義関係においてみられたコーパス間の有意差のほとんどが反意語ではみられなくなっていることから，反意語の表現性能はコーパスの違いにあまり影響を受けないという点で類義関係と大きく異なっているといえる．

- 熟語と近接関係の違い

コーパス F_{ave}，$T_{\text{熟語}}$ のいずれにおいても，近接関係においてみられていたコーパス間の有意差は主効果，交互作用ともに熟語ではみられなかった．また，$T_{\text{熟語}}$ において，構築手法が CO，文章単位が段落の場合に新聞が小説に比べて有意に高い性能を示し ($t(344) = 2.504$, $p < .05$)，構築手法が TF，文章単位が文の場合に辞書が小説に比べて有意に高い性能を示した ($t(344) = 2.562$, $p < .05$).

構築手法 F_{ave} では，文章単位が段落の場合に近接関係においてみられた有意差が熟語ではみられず，単純・単純主効果に付いても熟語ではみられなかった．また，$T_{\text{熟語}}$ において，コーパスが小説，文章単位が段落の場合に TF が有意に高い性能を示した ($F(1,258) = 5.844$, $p < .05$).

文章単位 F_{ave} では，近接関係でみられていた主効果が熟語ではみられず，単純・単純主効果に付いても熟語ではみられなかった．また，$T_{\text{熟語}}$ において，構築手法が CO の場合に文が有意に高い性能を示し ($F(1,86) = 23.369$, $p < .001$)，コーパスが辞書かつ構築手法が CO，コーパスが辞書かつ構築手法が TF，コーパスが小説かつ構築手法が CO の場合においてそれぞれ文が段落に比べて有意に高い性能を示した (辞書・CO;$F(1,258) = 12.983$; $p < .001$，辞書・TF;$F(1,258) = 5.923$; $p < .05$，小説・CO;$F(1,258) = 18.278$; $p < .001$).

F_{ave} においてコーパスおよび文章単位において有意差がみられず，構築手法において TF が有意に高い性能を示したことから，熟語に属する連想語は構築手法に TF を用いた意味空間によって再現できるといえる．また，$T_{\text{熟語}}$ においてはコーパスおよび構築手法において有意な主効果がみられず，文章単位間において構築手法に CO を用いた場合に文が有意に高い性能を示したことから，熟語の典型性は構築手法に CO を用い，文章単位に文を用いた意味空間によって再現できるといえる．

6.7 概念ベースとの比較

笠原・松澤・石川 (1997) はコーパスとして辞書のように，見出語と語義文という構造をもった辞書などを想定した意味空間である概念ベースを提案している．概念ベースは，辞書などの辞書に特化した手法であり，見出語に対し，その語義文，語義文から孫引された単語の語義文および見出語から逆引きされた単語の語義文から特徴を得ることを意図した手法である（手法の詳細は付録 A に示す）．この概念ベースについても同様に，その性質に対する評価を行った．作成した意味空間の単語数は 121,484 単語，次元数は 1045 次元となり，空間密度は 0.01581 となった．評価結果を表 12 に示す．比較評価に用いた 14 種類の意味空間と比較したところ，類義関係においては，F_{ave}，$T_{\text{類義}}$ ともに，最も評価値の高かった辞書・TF・段落の値を大きく上回る結果となった．上位下位関係においては，F_{ave} では 5 番目に低い値を示し，$T_{\text{上位下位}}$ においては最も評価値の高かった辞書・TF・段落に次いで高い値を示した．近接関係においては，F_{ave} では 4 番目に低い値となり，$T_{\text{近接}}$ では最も低い値を示した．また，

表 12 概念ベースの評価結果

概念間の関係	$F_{ave}(\times 10^{-3})$	T_{type}
類義関係	4.01	0.291^{**}
上位下位関係	2.72	0.157^{**}
近接関係	4.73	-0.016

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

$T_{近接}$ においては $T_{近接} = 0$ に対し有意差が得られていないため，近接関係の典型性の再現性能はないといえる．

これらのことから，概念ベースは類義関係の表現性能が非常に高く，また上位下位関係の典型性を良く表現するが，近接関係の表現性能は非常に低い意味空間であるといえる．

7. 次元圧縮の効果

3.3 節でも述べたとおり，特徴行列に対して特異値分解を用いて次元圧縮を行うことで，潜在的な意味関係を捉えることができるといわれている．本節では概念間の意味関係の表現能力に特異値分解による次元圧縮がどのような影響を与えるのかを実験的に検証する[1)]．

7.1 比較評価

5 章で用いた意味空間に対し特異値分解による次元圧縮を行い，各意味空間の性能がどのように変化するかを調査した．なお，圧縮後の次元数については，Landauer & Dumais (1997) で最適といわれている 300 次元に固定した．

概念間の関係ごとの各意味空間の F_{ave}，T_{type} の値をそれぞれ表 13，表 14 に示す．なお，表中の括弧内の値は非圧縮時との差（圧縮時の評価値 − 非圧縮時の評価値）を示す．また，表 14 の T_{type} に付いているアスタリスクは，その値が 0 より有意に高いことを示しており，太文字で示したセルは非圧縮空間において有意でなかったが，次元圧縮によって有意な値となった意味空間を示す．

7.2 連想語の再現性能

表 13 より，全体として F_{ave} が低下する傾向がみられた．各関係ごとに非圧縮空間と圧縮空間の間で F_{ave} の平均値の差の検定を行ったところ，全ての関係において次元圧縮時の方が有意に低い値であることがわかった (類義関係：$t(13) = 3.430$, $p < .001$；上位下位関係：$t(13) = 2.213$, $p < .05$；近接関係：$t(13) = 3.589$, $p < .001$)．このことから，特異値分解による意味空間の次元圧縮は連想語の再現においては有効ではないといえる．

7.3 関係の典型性の再現性能

T_{type} に関しても，F_{ave} と同様に T_{type} の平均値の差の検定を行ったところ，類義関係において次元圧縮された意味空間の方が有意に高い値であった ($t(13) = 4.358$, $p < .001$)．特に，非圧縮時に T_{type} が有意でなかった意味空間（小説，新聞・TF など）においても有意な T_{type} 値が得られている．これらのことから，特異値分解による意味空間の次元圧縮は類義関係の典型性の再現性能を大きく向上させることがわかる．なお，上位下位関係および近接関係では非圧縮空間と圧縮空間の間に有意差は得られなかった．

8. おわりに

人の連想を概念間の関係ごとに分類し，様々な手法により構築された意味空間上での連想の再現性能を比較することで，概念間の関係に関する意味空間の性質に対するコーパス，構築手法および文章単位による影響について明らかにすることができた．

類義関係 語の定義を簡潔に記述した，辞書をコーパスに用いた意味空間が，この概念関係を良く表現することが明らかとなった．

上位下位関係 コーパスに辞書または新聞を用い，コーパス中の単語の出現頻度 (TF) を用い，文章単位に段落を用いた意味空間が，この概念関係を良く表現することが明らかとなった．

近接関係 連想語の再現においては，新聞をコーパスに用い，出現頻度手法 (TF) を用いた意味空間が，この概念関係を最も良く表現することが明らかとなった．

そのほか，連想語の再現は単語の出現頻度を用いることが適切であることがわかった．また，本研究において以上の得られた結果を先行研究 (Sahlgren, 2006; Peirsman et al., 2008) の主張と比較したところ，どちらの主張を指示する結果も得られなかった．

1) 一般に多次元空間モデルに対する次元圧縮は，空間内での類似度の計算などにかかる計算コストを減少させる目的でも行われる．しかし，5 章で用いた意味空間はいずれも空間密度が非常に低いため類似度の計算コストは非常に少ない．このため，本研究では次元圧縮による計算コストの変化については検証していない．

表 13 次元圧縮による F_{ave} の変化

($\times 10^{-3}$)

コーパス	構築手法	文章単位	類義関係 SVD(差)	上位下位関係 SVD(差)	近接関係 SVD(差)
辞書	CO	段落	2.87(−1.04)	2.61(−0.96)	5.93(−1.72)
辞書	CO	文	2.08(−0.08)	2.22(+0.28)	5.28(+0.79)
辞書	TF	段落	2.56(−1.37)	2.75(−1.22)	5.60(−1.97)
辞書	TF	文	1.90(−0.92)	2.16(−0.83)	5.19(−1.83)
小説	CO	段落	2.38(+0.08)	2.40(−0.20)	6.74(−1.24)
小説	CO	文	1.95(+0.42)	1.87(+0.45)	5.67(+1.21)
小説	TF	段落	1.67(−0.80)	1.96(−1.41)	5.17(−2.82)
小説	TF	文	1.72(−5.86)	1.69(−1.20)	5.19(−2.79)
新聞	CO	記事	2.18(−0.15)	2.75(−0.34)	5.70(−1.88)
新聞	CO	段落	2.05(−0.22)	2.95(+0.76)	5.37(−1.07)
新聞	CO	文	1.88(+0.33)	2.34(+1.37)	4.95(+0.72)
新聞	TF	記事	1.99(−1.30)	2.56(−1.52)	5.09(−4.71)
新聞	TF	段落	2.03(−1.26)	2.64(−1.64)	5.23(−4.95)
新聞	TF	文	1.87(−1.34)	2.28(−1.66)	4.95(−5.12)

表 14 次元圧縮による T_{type} の変化

コーパス	構築手法	文章単位	類義関係 SVD(差)	上位下位関係 SVD(差)	近接関係 SVD(差)
辞書	CO	段落	.260*** (+.084)	.149*** (+.021)	**.085*** (+.063)
辞書	CO	文	.192*** (+.008)	.092** (−.015)	.065 (−.008)
辞書	TF	段落	.255*** (+.033)	.159*** (−.029)	**.083**** (+.091)
辞書	TF	文	.189*** (+.031)	.101*** (−.005)	**.081*** (+.031)
小説	CO	段落	**.191***(+.249)	**.129***(+.090)	.067 (−.001)
小説	CO	文	.164*** (+.082)	.112** (−.022)	.122** (−.007)
小説	TF	段落	**.160***(+.192)	.143*** (+.027)	.112** (+.001)
小説	TF	文	**.158***(+.169)	.128*** (+.028)	.105** (+.008)
新聞	CO	記事	**.158***(+.112)	**.124**** (+.060)	.025 (−.059)
新聞	CO	段落	.133*** (+.019)	**.097**** (+.041)	.066 (−.041)
新聞	CO	文	.127*** (−.021)	.084* (−.009)	.083* (−.056)
新聞	TF	記事	**.157***(+.097)	.121*** (−.002)	.066* (−.022)
新聞	TF	段落	**.143***(+.080)	.110*** (−.019)	.066 (−.037)
新聞	TF	文	**.132***(+.088)	.102** (−.031)	.079* (−.045)

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

さらに，特異値分解による次元圧縮の効果についても調査を行った．結果として，次元圧縮は連想語の再現性能は低下させるが，類義関係の典型性の再現性能を向上させることがわかった．なお，本論文においては次元圧縮後の次元数を 300 次元に固定したが，各関係ごとに最適とされる次元数は異なる可能性がある．この点についても今後検討していく必要があると思われる．

さらに，今後の課題として，本論文の手法とは異なる意味空間の生成手法である確率的次元圧縮法 (PLSI (Hofmann, 1999a, 1999b)，LDA(Blei, Ng, & Jordan, 2003)) やトピックモデル (Griffiths, Steyvers, & Tenenbaum, 2007) などとの性能比較も行っていきたい．

謝 辞

本研究の一部は，文部科学省科学研究費補助金（No.20500234）によって助成を受けている．

文 献

阿部 純一・桃内 佳雄・金子 康朗・李 光五 (編) (1994). 『人間の言語情報処理』. 東京: サイエンス社.

Aitchison, J. (2003). *Words in the Mind: An Introduction to the Mental Lexicon, 3rd Edition.* Oxford, Basil Blackwell.

Blei, D., Ng, A., & Jordan, M. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, **3**, 993–1022.

Burgess, C. & Lund, K. (1997). Modelling parsing constraints with high-dimensional context space. *Language and Cognitive Processes*, **12**, 177–210.

Griffiths, T., Steyvers, M., & Tenenbaum, J. (2007). Topics in semantic representation. *Psychological Review*, **114**, 211–244.

Hofmann, T. (1999a). Probablistic latent semantic analysis. *Proceedings of the 15th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence(UAI' 99.*

Hofmann, T. (1999b). Probablistic latent semantic indexing. *Proceedings of the 22nd International Conference on Research and Development in Information Retrieval(SIGIR' 99.*

Jones, M. N., Kintsch, W., & Mewhort, D. J. (2006). High-dimensional semantic space accounts of priming. *Journal of Memory and Language*, **55**, 534–552.

笠原 要・松澤 和光・石川 勉 (1997). 国語辞典を利用した日常語の類似性判別. 『情報処理学会論文誌』, **38** (7), 1272–1283.

Kintsch, W. (2000). Metaphor comprehension: A computational theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, **7**, 257–266.

Kintsch, W. (2001). Predication. *Cognitive Science*, **25**, 173–202.

楠見 孝 (2002). 類似性と近接性：人間の認知の特徴について. 『人工知能学会誌』, **17**, 2–7.

Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by.* The University of Chicago Press.

Landauer, T. K. & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of the acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, **104**, 211–240.

Landauer, T., McNamara, D., Dennis, S., & Kintsch, W. (2007). *Handbook of Latent Semantic Analysis.* Lawrence Erlbaum Associates.

Padó, S. & Lapata, M. (2007). Dependency-based construction of semantic space models. *Computational Linguistics*, **33**, 161–199.

Peirsman, Y., Heylen, K., & Geeraerts, D. (2008). Size matters: tight and loose context definitions in English word space models. *Proceedings of the ESSLLI Workshop on Distributional Lexical Semantics*, 34–41.

Sahlgren, M. (2006). *The Word-Space Model: Using Distributional Analysis to Represent Syntagmatic and Paradigmatic Relations between Words in High-dimensional Vector Spaces.* Ph. D. thesis, Stockholm University.

梅本 堯夫 (編) (1969). 『連想基準表－大学生 1000 人の自由連想による－』. 東京大学出版会.

Utsumi, A. (2006). Computational exploration of metaphor comprehension processes. *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2006)*, 2281–2286.

Utsumi, A. & Suzuki, D. (2006). Word vectors and two kinds of similarity. *Proc. of the COLING/ACL 2006 Main Conference Poster Sessions.*

Widdows, D. (2004). *Geometry and meanig.* CSLI publications.

(Received 1 Oct. 2009)
(Accepted 7 Jan. 2010)



秋山 哲史

1980 年生. 2007 年電気通信大学大学院工学博士前期課程修了. 現在, 同大学院博士後期課程に在籍. 意味空間モデルの研究に従事.



内海 彰 (正会員)

1965 年生. 1993 年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了. 博士 (工学). 東京工業大学大学院総合理工学研究科システム科学専攻助手, 同研究科知能システム科学専攻専任講師, 電気通信大学電気通信学部システム工学科助教授を経て, 2007 年 4 月より同学科准教授. 言語やその周辺を対象とした認知科学や言語情報処理の研究に従事. 最近の個人的な関心は認知修辞学と意味空間モデル. 人工知能学会, 情報処理学会, 言語処理学会, 日本語用論学会, Cognitive Science Society 等各会員.

付 録

A. 概念ベースの構築手法

概念ベースは (笠原他, 1997) で提案されている，辞書に特化した意味空間の構築手法であり，見出語に対する語義文と，語義文から孫引された単語の語義文（再帰的参照）および見出語から逆引きされた単語の語義文（逆引き参照) から各単語の特徴要素を得ることを意図した手法である．

まず，w'_{ij} を単語 t_i の語義文における単語 t_j の出現頻度とする行列 $\boldsymbol{M'}$ を構成する．

次に，

$$\boldsymbol{M} = \alpha\boldsymbol{M'} + \beta\sqrt{\boldsymbol{M'^2}} + \gamma\boldsymbol{M'^T} \qquad (8)$$

となる行列 $\boldsymbol{M}$ を構成する．ここで，$\sqrt{\boldsymbol{A}}$ は行列 $\boldsymbol{A}$ の要素毎に平方根をとるものとする．$\boldsymbol{M'^2}$ および $\boldsymbol{M'^T}$ はそれぞれ再帰的参照と逆引き参照に相当する．これは，単語 t_j の語義文に出現する単語の頻度と，単語 t_i を含む語義文に出現する単語の頻度を合わせたものに相当する．なお，本研究では 8 式における各係数 α, β, γ の値は笠原他 (1997) の論文を参考に，$\alpha = 1, \beta = 0.2, \gamma = 02$ とした．

行列 $\boldsymbol{M}$ の各要素に対し，以下で定義される重要性尺度 I_j を乗じる．

$$I_j = \begin{cases} -\log\frac{N_j}{n} & (N_j \neq 0) \\ 0 & (N_j = 0) \end{cases} \qquad (9)$$

ここで N_j は $w_{ij} \neq 0$ となる単語ベクトル $\boldsymbol{w_i}$ の数である．この操作は，非常に多くの語義文に出現するような一般的な単語の影響を抑える目的がある．

さらに，行列 $\boldsymbol{M}$ に対し，シソーラスを用いた次元圧縮を施す．行列 $\boldsymbol{M}$ の各特徴次元には単語が割り当てられており，これらの単語がシソーラス上で同じ上位概念を持つとき，これらをひとつの上位概念にまとめる．圧縮後の各要素は下位概念に相当する要素の単純和とする．

B. 表 6〜8 の統計量

表 6:類義関係: コーパス $F(2,98) = 12.593$; **構築手法** TF>CO: $F(1,49) = 30.781$ **文章単位** 段落 > 文: $F(1,49) = 57.187$ **コーパス × 構築手法** $F(2,98) = 13.759$; CO: $F(2,196) = 15.050$; TF: $F(2,196) = 10.586$; 小説:TF>CO: $F(1,147) = 7.106$; 新聞:TF>CO: $F(1,147) = 57.902$ **コーパス × 文章単位** $F(2,98) = 25.776$; 段落: $F(2,196) = 24.803$; 文: $F(2,196) = 3.664$; 辞書:段落 > 文: $F(1,147) = 108.562$; 小説:段落 > 文: $F(1,147) = 11.440$; 新聞:段落 > 文: $F(1,147) = 8.667$ **構築手法 × 文章単位** $F(1,49) = 34.591$; 段落:TF>CO: $F(1,98) = 8.205$; 文:TF>CO: $F(1,98) = 54.482$; CO:段落 > 文: $F(1,98) = 89.117$; TF:段落 > 文: $F(1,98) = 15.253$

表 6:上位下位関係: 構築手法 TF>CO: $F(1,30) = 24.808$ **文章単位** 段落 > 文: $F(1,30) = 38.828$ **コーパス × 構築手法** $F(2,60) = 15.692$; CO: $F(2,120) = 6.747$; TF: $F(2,120) = 4.643$; 辞書:TF>CO: $F(1,90) = 4.228$; 小説:TF>CO: $F(1,90) = 10.083$; 新聞:TF>CO: $F(1,90) = 51.655$ **構築手法 × 文章単位** $F(1,30) = 20.433$; 段落:TF>CO: $F(1,60) = 12.737$; 文:TF>CO: $F(1,60) = 36.236$; CO:段落 > 文: $F(1,60) = 58.062$; TF:段落 > 文: $F(1,60) = 11.601$

表 6:近接関係: コーパス $F(2,116) = 3.838$; 新聞 > 辞書: $t(116) = 2.754$ **構築手法** TF>CO: $F(1,58) = 76.657$ **文章単位** 段落 > 文: $F(1,58) = 99.668$ **コーパス × 構築手法** $F(2,116) = 48.616$; TF: $F(2,232) = 23.759$; 辞書:TF>CO: $F(1,174) = 10.858$; 小説:TF>CO: $F(1,174) = 22.387$; 新聞:TF>CO: $F(1,174) = 165.899$ **コーパス × 文章単位** $F(2,116) = 5.038$; 文: $F(2,232) = 6.339$; 辞書:段落 > 文: $F(1,174) = 77.386$; 小説:段落 > 文: $F(1,174) = 70.258$; 新聞:段落 > 文: $F(1,174) = 30.256$ **構築手法 × 文章単位** $F(1,58) = 100.763$; 段落:TF>CO: $F(1,116) = 14.099$; 文:TF>CO: $F(1,116) = 147.647$; CO:段落 > 文: $F(1,116) = 199.096$ **コーパス × 構築手法 × 文章単位** $F(2,116) = 6.047$

表 7 の統計量: コーパス × 構築手法段落: $F(2,232) = 48.948$; 文: $F(2,232) = 29.562$ **コーパス × 文章単位** CO: $F(2,232) = 9.289$ **構築手法 × 文章単位**辞書: $F(1,174) = 51.704$; 小説: $F(1,174) = 93.898$; 新聞: $F(1,174) = 33.293$ **コーパス** CO・段落: $F(2,464) = 6.339$; TF･段落: $F(2,464) = 18.890$; TF･文: $F(2,464) = 23.346$; **構築手法**辞書・文:TF>CO: $F(1,348) = 37.353$; 小説・文:TF>CO: $F(1,348) = 72.212$; 新聞・段落:TF>CO: $F(1,348) = 81.932$; 新聞・文 :TF>CO: $F(1,348) = 198.986$ **文章単位**辞書・CO:段落 > 文: $F(1,348) = 129.013$; 辞書・TF:段落 > 文: $F(1,348) = 3.948$; 小説・CO:段落 > 文: $F(1,348) = 160.591$; 新聞・CO:段落 > 文: $F(1,348) = 62.921$

表 8:類義関係: コーパス $F(2,114) = 23.695$; 辞書 > 小説: $t(114) = 6.884$; 辞書 > 新聞: $t(114) = 3.380$; 新聞 > 小説: $t(114) = 3.504$ **コーパス × 文章単位** $F(2,114) = 9.184$; 段落: $F(2,228) = 32.223$; 文: $F(2,228) = 9.922$; 小説:文 > 段落: $F(1,171) = 17.500$ **構築手法 × 文章単位** $F(1,114) = 19.732$; 文:CO>TF: $F(1,114) = 12.543$; CO:文 > 段落: $F(1,114) = 15.855$

表 8:上位下位関係: コーパス × 文章単位 $F(2,106) = 6.292$; 段落: $F(2,212) = 3.539$; 辞書:段落 > 文: $F(1,159) = 7.211$; 小説:文 > 段落: $F(1,159) = 4.302$ **構築手法 × 文章単位** $F(1,53) = 11.019$; 段落:TF>CO: $F(1,106) = 8.248$; CO:文 > 段落: $F(1,106) = 5.959$; TF:段落 > 文: $F(1,106) = 4.286$

表 8:近接関係: コーパス $F(2,114) = 4.304$; 小説 > 辞書: $t(114) = 2.388$; 新聞 > 辞書: $t(114) = 2.670$ **文章単位** 文 > 段落: $F(1,57) = 6.750$

C. 小分類における意味空間の表現性能

小分類における各意味空間の F_{ave} の値を表 C.1 に，T_{type} の値を表 C.2 にそれぞれ示す．なお，表 C.2 の T_{type} の値に付されているアスタリスクはその値が 0 より有意に大きいことを示す．

C.1 小分類における連想語の再現性能 （F_{ave}）

($\times 10^{-3}$)

コーパス	構築手法	文章単位	類義語	反意語	事例-事例	全体-部分	カテゴリ-事例	熟語	随伴	統語
辞書	CO	段落	3.03	2.23	1.90	2.69	2.70	2.83	3.89	2.75
辞書	CO	文	1.72	1.22	1.33	1.21	1.46	2.15	2.37	1.51
辞書	TF	段落	3.14	2.09	1.80	2.63	2.82	3.02	3.51	3.00
辞書	TF	文	2.21	1.67	1.45	1.64	2.21	3.20	3.05	2.99
小説	CO	段落	1.46	1.68	1.37	2.00	1.99	2.27	4.24	3.01
小説	CO	文	0.83	1.28	1.08	0.89	1.15	1.84	2.26	1.54
小説	TF	段落	1.47	1.94	1.36	2.07	2.44	2.69	3.96	2.94
小説	TF	文	1.24	1.89	1.62	1.81	2.23	3.00	3.70	3.06
新聞	CO	記事	1.56	1.54	1.29	1.71	2.62	2.28	3.99	2.36
新聞	CO	段落	1.56	1.37	1.38	1.41	1.74	2.47	3.37	2.00
新聞	CO	文	0.98	1.08	0.81	0.47	0.74	2.15	2.23	1.11
新聞	TF	記事	2.17	2.24	1.76	2.54	2.80	3.11	4.94	3.34
新聞	TF	段落	2.17	2.23	1.81	2.76	2.84	3.46	5.09	3.49
新聞	TF	文	2.05	2.26	1.81	2.43	2.65	3.68	4.83	3.49

C.2 小分類における関係の典型性の再現性能（T_{type}）

コーパス	構築手法	文章単位	類義語	反意語	事例-事例	全体-部分	カテゴリ-事例	熟語	随伴	統語
辞書	CO	段落	$.149^{***}$	$.124^{***}$	$.197^{***}$	$.120^{***}$	$.137^{**}$	.014	.045	.027
辞書	CO	文	$.128^{***}$	$.139^{**}$	$.195^{***}$	$.087^{*}$	$.115^{*}$	$.109^{**}$	$.071^{*}$	.066
辞書	TF	段落	$.202^{***}$	$.149^{**}$	$.220^{***}$	$.180^{***}$	$.186^{***}$	.058	.008	.028
辞書	TF	文	$.111^{**}$	$.140^{**}$	$.117^{**}$	$.104^{*}$	$.117^{*}$	$.121^{**}$	−.005	$.088^{*}$
小説	CO	段落	−.076	−.022	.015	.033	.027	−.056	$.069^{*}$	$.101^{**}$
小説	CO	文	.028	.087	$.147^{***}$	$.122^{**}$	$.116^{**}$	.056	$.139^{***}$	$.131^{***}$
小説	TF	段落	−.043	.008	−.008	$.086^{**}$	$.110^{**}$	.025	$.075^{*}$	$.097^{**}$
小説	TF	文	−.048	.081	.052	$.127^{***}$	$.093^{*}$	.015	$.081^{*}$	$.115^{***}$
新聞	CO	記事	.027	−.013	$.104^{*}$	.071	.072	.006	$.094^{**}$	$.115^{***}$
新聞	CO	段落	$.101^{**}$	.055	$.161^{***}$	.061	.026	.048	$.108^{**}$	$.100^{**}$
新聞	CO	文	$.102^{**}$	$.116^{*}$	$.198^{***}$	.084	.067	$.080^{*}$	$.136^{***}$	$.092^{*}$
新聞	TF	記事	.001	.033	.076	$.116^{**}$	$.126^{**}$	.027	$.117^{**}$	$.116^{**}$
新聞	TF	段落	.027	.023	.090	$.119^{**}$	$.130^{**}$	.003	$.136^{***}$	$.130^{***}$
新聞	TF	文	−.011	.046	$.087^{*}$	$.114^{**}$	$.123^{**}$	.041	$.118^{***}$	$.143^{***}$

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001