

青山学院大学 社会情報学研究科 2019 年度 修士論文

単語ベクトルを用いた関連大学推薦システム

学籍番号 38118002

氏名 北堀 達也

指導教員 宮治 裕 教授

2020 年 1 月

論文要旨

高校生にとって大学進学という選択肢は、一般的なものとして受け入れられるようになった。その一方で、特定の大学に志願者が集中するという問題が生じている。この問題に対し、政府は大学への入学者数を厳格に制限する対策を施行し、大学の定員割れを減少させるなどの一定の効果をあげることができた。しかし、これは単に大学の志望先を、より下位の偏差値グループに移動させただけと考えることができ、大学選びの根源的な部分に影響するものではない。受験生が単に「自分が合格できる偏差値の大学学部である」ことや「自宅から近い」といった画一的な判断基準で大学を選択していることこそが問題といえる。それを解決する方法のひとつとして、受験生が大学選択の参考となる情報を提示したり、似た大学を比較・認知できるようなデータを示すことが重要であると考えた。

以上の背景から本研究では、受験生の大学選択の情報支援を目的とし、大学の多面的・特徴的な情報を示し、大学同士の比較ができる支援するシステムを考案し開発した。システムの根幹となる大学の特徴や比較のための仕組みは、大学に関わる単語ベクトルモデルを機械学習によってつくり、それをAPIによるサービスとして情報が引き出せるようにした。単語ベクトルを扱うことによって、大学名を元に類似度の比較したり、演算（単語の足し引き）による情報提示が可能になる。この単語ベクトルは、Wikipediaの各大学毎の情報、大学プレスセンターに掲載されている各大学に関する記事、パスナビに記載されている情報をクロールとスクレイピングによって収集し、学習して作成した。学習は、Word2VecとGloVeの手法にて作成・比較した。また、それぞれの手法での学習パラメータを変更して学習・比較した。さらに、でき上がった単語ベクトルモデルからの出力に対し、大学学部ごとの偏差値やキャンパス所在地の緯度経度

といった情報を補助的に用いて，大学間の関係性を示したり絞り込みができるインターフェースを作成した．

また，システムの根幹である単語ベクトルのモデルについて，生成したモデルの精度を比較する検証実験をおこなった．検証実験では，学習手法とパラメータを変化させながら，「青山学院大学と類似度が近い大学」「青山学院大学－キリスト教の演算結果（大学名）」「青山学院大学と明治学院大学で共通の近い意味を持つ単語」の３つのタスクの出力結果を目視で評価した．共通の評価基準で比較した結果，各々のタスクに対して適切に出力する学習手法とパラメータの組み合わせを得ることができた．

謝辞

本研究を進めるにあたって，親身にご指導していただいた指導教官の宮治教授に厚く御礼申し上げます．並びに，多くの助言，ご指摘いただいた研究室の先輩方と後輩の皆様に感謝の意を表します．

また学習に使用したデータとして大学プレスセンターの記事を利用させていただいた，株式会社大学通信の皆様，パスナビのデータを利用させていただいた旺文社の皆様に感謝の気持ちと御礼を申し上げます．最後に家庭内で体調面，精神面で支えて下さった父と母に心から感謝を述べ，謝辞にかえさせていただきます．

目次

論文要旨	i
謝辞	ii
第1章 はじめに	1
1.1 背景	1
1.2 研究目的	6
1.3 関連研究	6
1.4 論文構成	7
第2章 本研究で用いた技術	8
2.1 Word2Vec	8
2.1.1 Word2Vec の構造	8
2.1.2 単語ベクトルの次元数	8
2.1.3 反復回数	9
2.1.4 window サイズ	9
2.1.5 本研究での利用	9
2.2 GloVe	9
2.2.1 概要	9
2.2.2 パラメータ	10
2.3 TF-IDF	10
2.3.1 Term Frequency	10
2.3.2 Inverse Document Frequency	10
2.3.3 本研究での利用	11

第3章	関連大学推薦システム	12
3.1	ユースケース	12
3.2	システム構成	13
3.2.1	概要	13
3.2.2	モデル部	13
3.2.3	大学情報データベース部	14
3.3	提供されるAPI	15
3.3.1	ある大学の単語ベクトルと近い大学の取得	15
3.3.2	大学に単語を加算した大学を取得	15
3.3.3	大学から単語を減算した大学を取得	16
3.3.4	ある大学と他の大学間で共通の似た意味の単語を取得	16
3.3.5	大学の情報を取得	17
第4章	検証実験	18
4.1	実験目的	18
4.2	実験方法	19
4.2.1	単語ベクトルの次元数	19
4.2.2	反復回数	20
4.2.3	window サイズ	20
4.2.4	x-max	20
4.3	Word2Vec のモデル検証結果	20
4.3.1	WV_A	21
4.3.2	WV_B	22
4.3.3	WV_C	22
4.3.4	WV_D	23
4.3.5	WV_E	24
4.3.6	WV_F	25
4.3.7	WV_G	25
4.3.8	WV_H	26
4.4	Word2Vec モデルの考察	27

4.4.1	青山学院大学に近い大学	27
4.4.2	青山学院大学－キリスト教	27
4.4.3	青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	28
4.5	GloVe のモデル検証結果	29
4.5.1	GV_ A	29
4.5.2	GV_ B	30
4.5.3	GV_ C	31
4.5.4	GV_ D	31
4.5.5	GV_ E	32
4.5.6	GV_ F	33
4.5.7	GV_ G	34
4.5.8	GV_ H	34
4.6	GloVe モデルの考察	35
4.6.1	青山学院大学と近い大学	35
4.6.2	青山学院大学－キリスト教	35
4.6.3	青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	36
4.7	モデル評価のまとめ	36
第5章	おわりに	37
5.1	改善点	37
参考文献		39

第1章

はじめに

本論文では，大学に関する記事から文書毎のベクトルを生成することによって各大学毎の特色をデータ化し，潜在的な関係性を可視化する研究について記述する．

まず，本研究をおこなう背景となった事柄について述べる．次に，研究目的の詳細について述べ，最後に次章以降の本論文の構成について概略を述べる．

1.1 背景

近年，大学進学という選択肢は高校生にとって，一般的な選択肢として受け入れられるようになった．図 1.1 に文部科学省による過去10年間の大学・短大進学率と，大学(学部)進学率の推移の資料[1]を示す．直近3年間の推移は比較的横ばい傾向にあるが，高校卒業後の進路に関して50%近い学生が大学へ進学している．

さらに，2020年4月から高等教育の修学支援制度[2]が施行される．この新制度では，学生個人に対する要件と支援対象者の所得に関する要件を満たした場合に，授業料などを減免するか給付型の奨学金を支給する．その対象となる学校種は大学，短期大学，高等専門学校，専門学校である．少子化の発展のため大学進学者は減少すると予想される一方で，この制度の影響によって，大学への進学率そのものは増加すると考えられる．

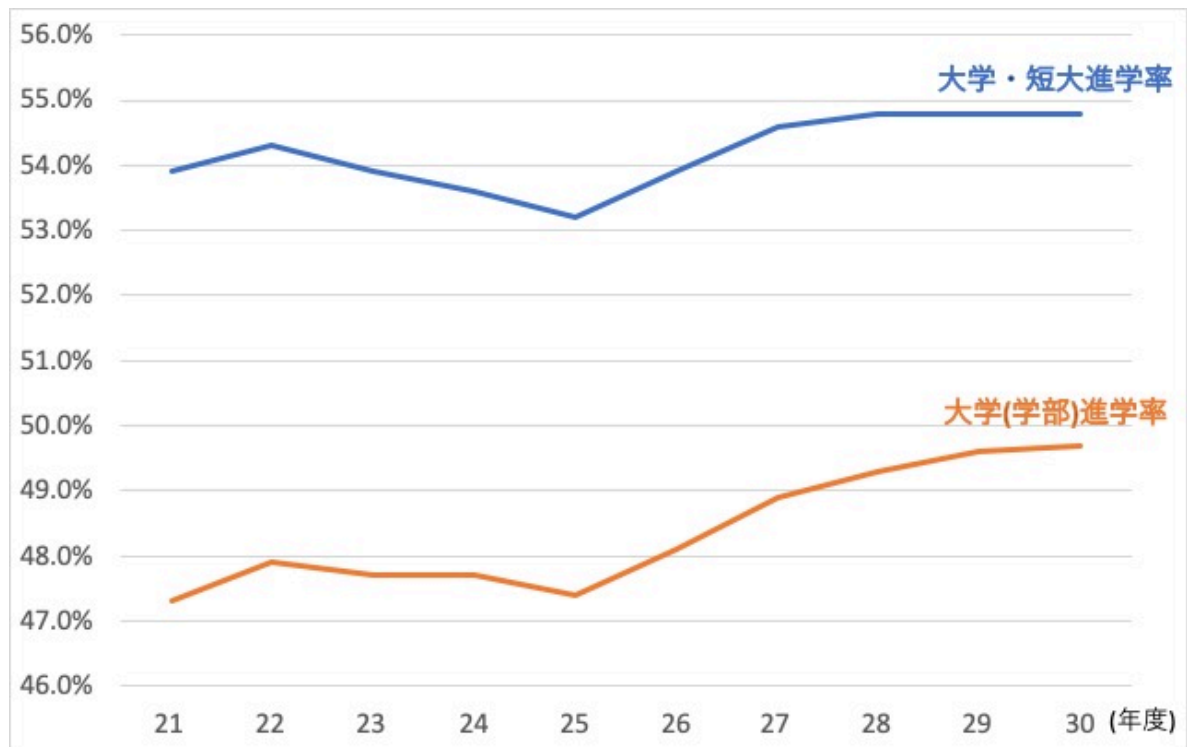


図 1.1: 過去 10 年間の大学進学率推移

一方大学の学校数に関して、日本では774校存在している[3]。その内訳としては、国立大学が82大学、公立大学が91大学、私立大学が592大学であり、私立大学が全体の約8割を占めている。さらに新設学部は国立、私立専門職大学合わせて61学部、新設学科は計118学科となっている。

図 1.2 に私立大学の志願者数の推移を日本私立大学振興・共済事業団の資料[4]からまとめた。

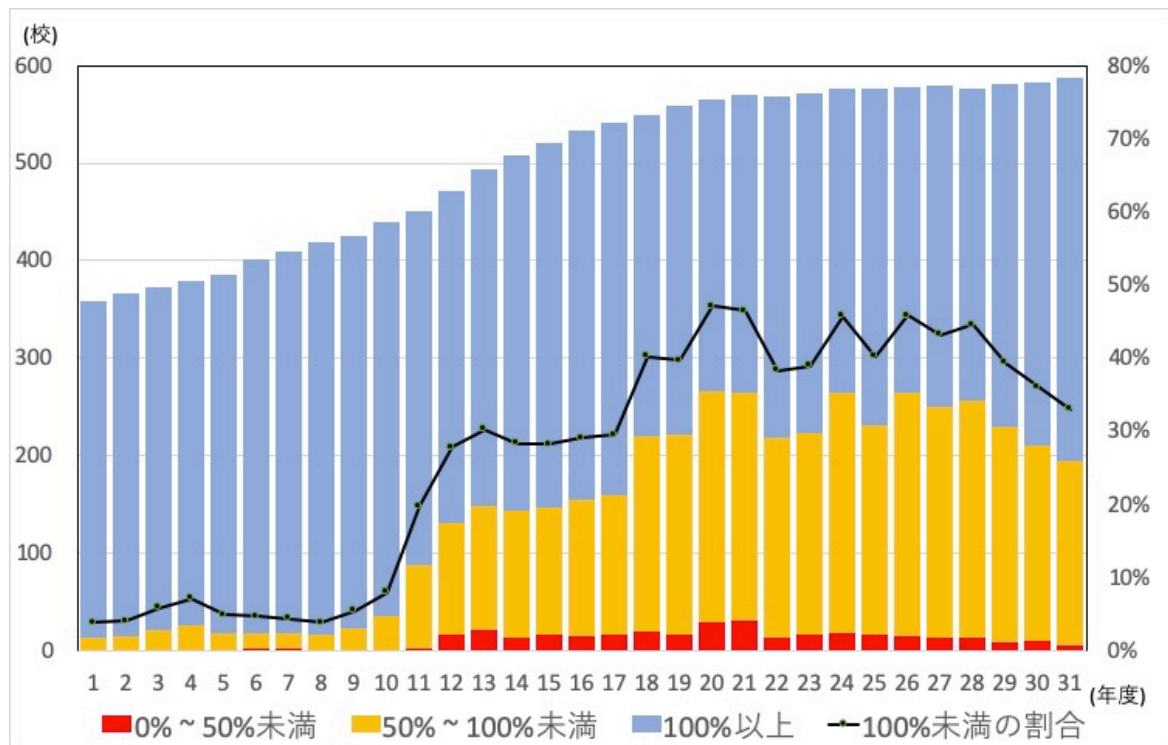


図 1.2: 平成元年～31 年の私立大学志願者数の推移

大学数は増加傾向にあったものの、ここ 10 年間はほぼ横ばいである。志願者数が募集人数を下回った大学の比率は近年減少傾向にある。これは 2018 年から大学に対して入学者の超過率を厳格に制限 [5] したためであると考えられる。超過率の厳格化によって入学者数が絞られる形になり、その分の学生が他の大学に流れた結果、定員割れの大学数が減少した。さらに平成 31 年からは入学定員充足率が 0.9 ～ 1.0 倍の場合に入学定員充足率に応じて補助金が増額される [6]。そのため今後、有名大学の入学者数は減少した後一定になると予想される。この政策を政府が主導して施行した理由を論座の記事 [7] から引用する。

「私立大学の入学定員管理の厳格化」(以下、定員厳格化)とは、大都市圏の大規模私立大学に学生が集中している状況を改善するため、文科省が 2016 年度から始めた政策である。

私立大学の予算には国から交付される助成金が含まれており、その額は大学にもよるが、平均して大学の年間収入額の 1 割前後にもなる。定員厳格化は、所定の枠を超えて入学させる大学に対してその助成金を交付しな

いという、いわば「金で大学を縛る」政策なのである。

また論座の記事には、このような定員厳格化の影響で、不本意入学による学生と大学のミスマッチが起こる可能性について論じている。

さらにこの状況を示したデータとして、所属大学の選択理由に関する私立大学学生生活白書 2018[8] のアンケート結果を図 1.3 に示す。「自宅からの通学が可能だったから」、「自分の力に合っていたから」、「他に合格した大学がなかったから」、「大都市にあるから」、などが理由として多く回答されていることがわかる。

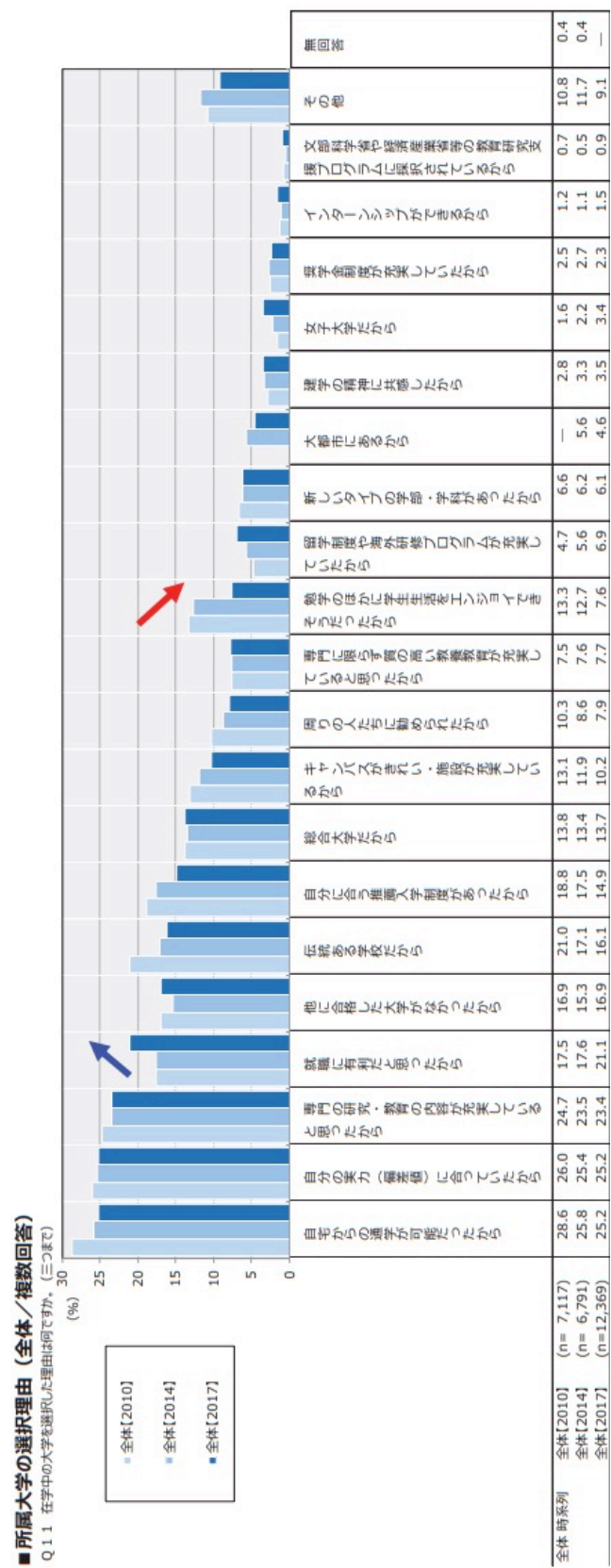


図 1.3: 所属大学選択理由 [8]

本来の意味を考えれば、講義内容や力を入れている研究分野、校風などを加味して、自分に合った大学を選ぶべきである。しかし実際には、安定思考や偏差値、立地といった尺度だけで大学を選択する傾向にある。

このような傾向においては、大学定員厳格化の効果は限定的と言わざるを得ない。定員が守られることが周知されることによって、合格の見込みのない生徒は単により偏差値の低い大学の受験にシフトしただけである。定員割れの対策にはなっているが、大学選びの本質からはずれている。

本質的な問題点は、大学を選ぶ際の基準が画一化している点である。そのため大都市の大学、有名大学等に志願者が集中する事態に陥っている。この問題を解決するためには、大学選択において、1つの尺度で大学を選択するのではなく、総合的な観点から関係性を持った大学を提示し、自分にあった大学を選ぶ必要がある。

1.2 研究目的

本研究の大きな目的は、大学を選ぶ際の基準となる情報を提示するシステムを構築することである。基準となる情報提示を実現するためには、各大学の特徴や大学同士の潜在的な関連性や共通性などの知識表現を蓄えることが必要である。また、それらの情報を引き出し、提示する可視化システムが必要となる。以上の目的を実現するため、具体的には大学に関する記事から単語ベクトルを学習し、偏差値やキャンパス所在地などの情報を補助的に利用して、大学間の関係性を可視化するための支援をするシステムを構築する。

1.3 関連研究

大学名を単語ベクトルで表現して、潜在的な関係性を可視化するという点で、関連した研究は存在しなかった。単語ベクトル同士で単語の比較をする点においては、明畠ら [9] の研究で、Word2Vec を用いた趣味嗜好の類似度計算をコサイン類似度を用いておこなっている。本研究においても、大学同士の単語ベクトルの類似度計算にはコサイン類似度を用いた。

1.4 論文構成

2章では本研究で使用した詳細な技術について説明する．3章では本研究で提案するシステムの説明と実際に構築したシステムの使用方法を解説する．4章ではシステムの有効性を検証した結果と考察についてまとめる．最後に5章でまとめと今後の課題について述べる．

第 2 章

本研究で用いた技術

本章では本研究で用いた詳細な技術について述べる。

2.1 Word2Vec

本節では Word2Vec の概要とパラメータについて説明する。Word2Vec[10] は、Tomas Mikolov ら [11] によって提案された、単語をベクトルに変換するためのニューラルネットワークの実装である。単語をベクトルで表現することで、単語同士の関連性を定量的に扱うことができる。またベクトルに変換することで、単語同士でベクトルの距離の足し引きができるようになるため、単語の演算が可能になる。

2.1.1 Word2Vec の構造

Word2Vec の構造は入力層、隠れ層、出力層からなる単純なニューラルネットワークとなっている。入力層と出力層は学習する単語の数だけ存在する。隠れ層はあらかじめ指定した次元数 \times 単語数 (入力層の数) のベクトルからなる。

入力層で受ける入力文章を 1-of-K 形式に変換したものとなり、出力結果が最適になるように隠れ層の単語ベクトルの重みを学習する。最終的に得られるモデルはこの隠れ層で学習した単語ベクトルになる。

2.1.2 単語ベクトルの次元数

word2vec で単語ベクトルを学習する際に指定する size オプションでは、隠れ層の単語ベクトルの次元数を指定する。このオプションで指定したサイズ * 全体

の単語数のサイズのベクトルに全ての単語を圧縮し、分散表現を得る。この次元数が大きすぎると効率的な分散表現を学習できないが、次元数が小さすぎると単語の特徴を十分にとらえきれなくなり、学習に時間を要する。

2.1.3 反復回数

反復回数が少ないと、最適な分散表現が得られる前に学習が終了してしまう。また、反復回数を増やすと学習に要する時間が増加する。検証実験では、最適な反復回数として、100 1000回を比較対象とする。

2.1.4 window サイズ

ある単語の単語ベクトルを学習する際に、文書に出現した学習対象の単語から指定した単語数まで離れた単語を対象として学習する。window オプションではこの単語数を指定する。

2.1.5 本研究での利用

本研究で構築するシステムでは、大学間の関連を分析するために Word2Vec を用いる。具体的には、大学プレスセンター [12] の記事から、あらかじめリストアップした大学に関する記事をスクレイピングにより取得し、それぞれの記事を学習データとして Word2Vec のモデルを学習した。

2.2 GloVe

本節では GloVe について解説する。

2.2.1 概要

GloVe は Jeffrey Pennington ら [13] によって提案された単語ベクトルを取得する実装である。Word2Vec よりも後に提案された手法であり、C 言語で実装されている。GloVe では、コーパス全体の単語間の共起の数を最小二乗法で学習するモデルとなっている。そのため、Word2Vec と比較して学習時間が短縮できる。また、小さなコーパスでも学習ができ、精度の高さも論文の実験から得られてい

る．Word2Vec では考慮できない，出現回数が極端に少ない単語に重要度が偏るといった問題も回避できる．これは GloVe では共起頻度が極端に高い単語と，低い単語を重視しないためである．

2.2.2 パラメータ

基本的なパラメータは Word2Vec と共通であるため割愛する．ここでは本研究で適用した x-max オプションの値について説明する．x-max オプションは GloVe の学習の際に指定するパラメータで，共起頻度の閾値を表す．(2.1) 式で示すように，重み関数 $f(x)$ は2つの単語 i, j の共起頻度が x-max オプションで指定した値未満の時に $(x/x_{max})^\alpha$ となり，それ以上の場合は 1 となる． α の値は論文から 0.75 とする．

$$f(x) = \begin{cases} (x/x_{max})^\alpha & \text{if } x < x_{max} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.1)$$

これにより，共起頻度が低い単語は重みが低くなり，共起頻度の閾値以上の単語は重みが 1 になる．

2.3 TF-IDF

本節では TF-IDF について説明する．Term Frequency と Inverse Document Frequency を掛け合わせたもので，文書中の単語の重要度の計算方法 [14] である．

2.3.1 Term Frequency

Term Frequency は文書内における単語の出現頻度を表す．文書内である単語が出現する頻度が高ければ，その単語は重要であると考えられる．単語 t の TF 値の計算方法は，文書 d 内の単語 t の出現回数を文書 d 内の全ての単語の出現回数の総和で割ることで求められる．

$$\text{tf}(t, d) = \frac{n_{t,d}}{\sum_{s \in d} n_{s,d}}$$

2.3.2 Inverse Document Frequency

Inverse Document Frequency は逆文書頻度と呼ばれるもので，ある文書内の単語の，全体の文書における出現頻度の対数になっている．IDF が低いほど，他の文

書で出現しないため、重要な単語であると考えられる。単語 t の IDF 値の計算方法は、全ての文書数を単語 t が出現する文書の数で割った自然対数に 1 を足すことで求められる。1 が足されているのは、全ての文書に出現する単語の IDF 値が 0 にならないためである。

$$\text{idf}(t) = \log \frac{N}{df(t)} + 1$$

2.3.3 本研究での利用

本研究で構築したシステムでは、大学間で共通している近い意味の単語を学習した単語ベクトルから取得する。その際に普遍的な単語や、TF-IDF 値から重要度が低いと判断できる単語を削除するために TF-IDF を用いた。

第3章

関連大学推薦システム

本研究では、生成した単語ベクトルのモデルを Web API 形式で利用できるように構築した。本章では本研究で構築したシステムのユースケースと概要、提供機能について説明する。

3.1 ユースケース

まず本システムは、ある大学と関連性を持った大学をユーザに推薦する機能を提供する。具体的には、システム開発者に向けて、Web API 形式で関連大学の推薦機能を提供するものである。

想定されるエンドユーザは大学受験を控えた高校生とする。本研究で構築したシステムが提供する機能を組み込んだ Web アプリケーションを利用することで、漠然と気になっている大学から関連する大学を検索することができる。類似度の高い大学を検索すると、あらかじめ学習した単語ベクトルから、コサイン類似度が最も近い大学が順番に表示される。表示された大学との共通の近い単語を検索すると、どのような単語を通して検索元の大学と近いのかを確認することができる。

また検索結果の大学から気になる学部を選択すると、偏差値の近い大学の候補が表示される。この時、キャンパスの立地も考慮して検索結果をフィルタリングすることもできる。

さらに、大学名をベクトルで表現しているため、気になっている大学に対して何かしらの単語を足し算したり、引き算したりすることが可能である。

3.2 システム構成

本節では、本研究で構築したシステムの構成について説明する。

3.2.1 概要

本研究では、単語ベクトルと大学に関する情報を用いた大学名の検索機能を Web API 形式で利用する形で実装した。大学に関する情報は、学部ごとの偏差値とキャンパス名、大学ごとのキャンパスの緯度経度を用いる。Web API 形式で実装した理由は、フロントエンド、バックエンド問わずに利用できるためである。また特定のプログラミング言語にとらわれずに利用できることで、様々な利用方法が見出せる。例えば API を用いて Web サイトを構築したり、モデルから出力された結果を効率的に可視化することで、一目で関係性を認識できるようにすることなどが挙げられる。

各部は単語ベクトルのモデルを提供するモデル部、学部・偏差値データとキャンパス所在地を提供する大学情報データベース部から構築されている。

3.2.2 モデル部

モデル部は Word2Vec と GloVe を用いて学習した単語ベクトルの機能を提供する。本研究で単語ベクトルのモデルを学習する際に用いたデータは、大学に関するプレスセンターの記事とパスナビ[15]の情報、Wikipedia の記事の3点からなる。それぞれの記事から本文を取得し、形態素解析をおこない名詞だけを抽出した。抽出した名詞を Word2Vec と GloVe を用いて学習し、それぞれの手法でモデルを生成した。

大学名と、それに関連する単語をベクトルで表現することで、大学から特定の特徴を加算・減算することができる。また、ベクトル間のコサイン類似度を計算することで、ある大学の単語ベクトルと近いベクトルで表現された大学を取得できる。

本システムで実装した主な機能は、大学名から近い大学を取得する機能、大学に要素を加算する機能、大学から要素を減算する機能、ある大学と他の大学間で共通の近い意味を持った単語の検索機能である。各機能の詳細に関しては

次節で説明する．

また本研究では，検索対象の大学を関東近郊の特定の大学に制限した．制限した理由は，単語ベクトルを学習するのに十分なデータを用意することが困難であったためである．そのため，本研究では比較的データが入手できる21校に絞ってシステムを構築した．対象の大学は表 3.1 に示す．本研究で生成した単語ベクトルの学習に利用したデータは主に3種類挙げられる．1つは対象の大学それぞれの Wikipedia の記事，2つ目はパスナビの各大学のページから沿革，LIFE&STUDY，大学院・研究室，3つ目は大学プレスセンターから各大学名で検索した結果の記事である．

表 3.1: 対象の大学

青山学院大学	中央大学	立教大学	法政大学	明治大学
早稲田大学	慶應義塾大学	上智大学	国際基督教大学	
日本大学	東洋大学	駒澤大学	専修大学	
成蹊大学	成城大学	明治学院大学	学習院大学	
獨協大学	國學院大学	武蔵大学	東京理科大学	

3.2.3 大学情報データベース部

大学情報データベース部は本システムで対象を絞った21校の大学に関するデータを格納している．データのフォーマットはJSON形式で提供される．データの内容は，大学毎にキャンパスの情報があり，キャンパス情報の中に学部と対応した偏差値とキャンパスの所在地の情報が存在する．

学部と対応した偏差値のデータは，パスナビから取得した偏差値を利用した．偏差値が区間で提供されていた場合は，下限値と上限値の平均を採用した．

所在地はパスナビから取得したキャンパスの住所を元に，キャンパス所在地の緯度と経度を利用した．緯度と経度を採用した理由として，キャンパス間の距離を2次元で比較するためである．

これらのデータを元に，偏差値の近い大学や，立地の近い大学を学部毎に比較することができる．

3.3 提供される API

本節では提供する API の利用方法について述べる。

3.3.1 ある大学の単語ベクトルと近い大学の取得

ある大学の単語ベクトルと比較した時に、コサイン類似度が高い大学を取得する。リクエストボディには univName で検索元の大学名を指定する。レスポンスは大学名とコサイン類似度のを含む 2 次元配列で返す。

POST getSimilarUnivs

表 3.2: getSimilarUnivs のリクエストボディ

プロパティ	タイプ	説明
univName	String	検索元の大学名

表 3.3: getSimilarUnivs のレスポンス

プロパティ	タイプ	説明
data	Array	大学名とコサイン類似度を含む 2 次元配列

3.3.2 大学に単語を加算した大学を取得

ある大学に単語を加算することで別の大学を取得する。例えば、明治大学という大学に対して、キリスト教という単語を加算することで、青山学院、立教大学のような明治大学に近くキリスト教の要素を含んだ大学を取得する。

POST addElementsToUniv

表 3.4: addElementsToUniv のリクエストボディ

プロパティ	タイプ	説明
univName	String	検索元の大学名
adds	Array	加算する単語の配列

表 3.5: addElementsToUniv のレスポンス

プロパティ	タイプ	説明
data	Array	大学名とコサイン類似度を含む 2 次元配列

3.3.3 大学から単語を減算した大学を取得

ある大学から単語を減算することで別の大学を取得する。例えば、青山学院大学に対して、キリスト教という単語を減算することで、明治大学、法政大学、中央大学のような青山学院大学からキリスト教の要素を除いた大学を取得する。

POST substractElementsFromUniv

表 3.6: substractElementsFromUniv のリクエストボディ

プロパティ	タイプ	説明
univName	String	検索元の大学名
adds	Array	減算する単語の配列

表 3.7: substractElementsFromUniv のレスポンス

プロパティ	タイプ	説明
data	Array	大学名とコサイン類似度を含む 2 次元配列

3.3.4 ある大学と他の大学間で共通の似た意味の単語を取得

青山学院大学と明治学院大学が近いと考えられる場合、それぞれの大学に近いベクトルを持つ単語が存在すると考えられる。そのような大学間で共通の似た意味の単語を取得する。

POST getCommonTerms

表 3.8: getCommonTerms のリクエストボディ

プロパティ	タイプ	説明
univNameFrom	String	一方の大学名
univNameTo	String	もう一方の大学名

表 3.9: getCommonTerms のレスポンス

プロパティ	タイプ	説明
data	Array	単語とそれぞれの大学名とのコサイン類似度の合計を含む 2 次元配列

3.3.5 大学の情報を取得

本研究で対象となる大学の内, ある大学の学部, 偏差値, キャンパス所在地の情報を取得する.

POST getUnivInfo

表 3.10: getUnivInfo のリクエストボディ

プロパティ	タイプ	説明
univNameFrom	String	大学名

表 3.11: getUnivInfo のレスポンス

プロパティ	タイプ	説明
faculty	Object	key にキャンパス名, value に学部名と偏差値を含むオブジェクト
location	Object	key にキャンパス名, value に緯度経度の配列

第4章

検証実験

本研究の核となる部分はモデル部であり，その精度がシステムそのものの完成度を左右する．したがって，本研究ではモデルの学習時のパラメータと精度の検証実験をおこなった．本章では，この検証実験の目的，方法，結果および考察について述べる．

4.1 実験目的

Word2Vec と GloVe で単語ベクトルのモデルを生成する場合，いくつかのパラメータを考慮する必要がある．本実験では実際にシステムにモデルを組み込んで，機能を提供する際に最もパフォーマンスの高いモデルを適用するため，いくつかのタスクに分けてモデルを評価する．適用したパラメータの詳細は次節で説明する．

検証のためにモデルを用いて出力する内容は，青山学院大学に近い大学名，青山学院大学－キリスト教に該当する大学名，青山学院大学と明治学院大学それぞれで共通する意味が近い単語の3項目とした．ここで特に2項目の「青山学院大学－キリスト教」におけるマイナスはベクトルの演算を意味し，青山学院大学を構成する要素からキリスト教を構成する要素を引くことを意味する．また3項目の「青山学院大学と明治学院大学それぞれで共通する意味が近い単語」とは，青山学院大学に近い大学として明治学院大学が得られた場合，青山学院大学と明治学院大学で共通して近い単語を探す．得られた単語からのそれぞれの大学間の距離が近ければ，それぞれの大学が近い要因としての単語を得ることができる．青山学院大学の比較対象に明治学院大学を選んだ理由は，同じミッ

ション系の大学で神学部の統合を通じた日本神学校の創立などの歴史的な関係性を持っているためである。

4.2 実験方法

モデルを評価する際に、それぞれの出力に対して評価軸を定めた。

青山学院大学に近い大学に関する評価項目は、教育内容、学部構成、ミッション系の大学であること、を総合的に評価する。

次に、青山学院大学－キリスト教の評価項目は、非ミッション系の大学であること、教育内容、学部構成を総合的に評価する。この場合、大学の要素からはキリスト教が消えていることが期待されるため、非ミッション系の大学であることをもっとも重要な評価項目とする。

最後に、青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語の評価項目は、直接的な関係性を示す単語とした。これは、両校がミッション系であることから、キリスト教に関する単語などがあげられる。また、歴史的な背景から日本神学校(現 東京神学大学)の創設に両校の神学部が統合したことから、神学部に関する単語も考慮する。さらに専門部の統合から商業学部という単語と、1970年から1987年まで行われた体育会の総合定期戦に関連する単語も挙げられる。

表 4.1: 各出力結果の評価軸

青山学院大学に近い大学	青山学院大学－キリスト教	青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語
教育内容 ミッション系 学部構成	教育内容 非ミッション系 学部構成	直接的な関係性を示す単語

4.2.1 単語ベクトルの次元数

Word2Vec と GloVe で指定するパラメータの1つであるベクトルの次元数は、小さすぎると単語の特徴を効率的に学習できず、大きすぎると適切な分散表現が学習できない。一般的に、50 ～ 300 次元を指定する。本研究で使用したデータセットは比較的サイズが小さいため、単語ベクトルの次元数は50次元と100次元で比較した。

4.2.2 反復回数

Word2Vec と GloVe の学習の反復回数を指定する．この数字の大きさに比例して学習に要する時間も大きくなる．また，反復回数が少なすぎると十分に単語の特徴を学習できないため，検証実験では 10 および 100 のパラメータで比較する．

4.2.3 window サイズ

window サイズは 10 と 1000 で比較した．一般的には window サイズは，10 ～ 20 で学習するが，記事の中に出現する大学名の単語ベクトルを学習する際，対象となる単語は記事全体に出現すると考えられるため window サイズに 1000 を適用して比較する．

4.2.4 x-max

GloVe の学習を行う際に，共起頻度の閾値を指定する必要がある．Jeffrey Pennington らの実験では，100,000,000 ～ 600,000,000 個のトークンが含まれたコーパスを用いて，x-max オプションに 100 を指定した．一方本論文で学習したデータは約 2,400,000 個のトークンが含まれたデータを用いたため，x-max オプションに指定する値は 10 とした．

4.3 Word2Vec のモデル検証結果

Word2Vec のモデル検証結果を示す．今回検証したモデル名と，対応するパラメータの一覧を表 4.2 に示す．

表 4.2: Word2Vec パラメータの詳細

モデル名	単語ベクトルの次元数	反復回数	window サイズ
WV_ A	50	10	10
WV_ B	100	10	10
WV_ C	50	100	10
WV_ D	100	100	10
WV_ E	50	10	1000
WV_ F	100	10	1000
WV_ G	50	100	1000
WV_ H	100	100	1000

4.3.1 WV_ A

単語ベクトルの次元数が 50 次元 , 反復回数と window サイズがそれぞれ 10 で生成したモデルの結果を表 4.3 に示す .

青山学院大学に近い大学として得られた大学のうち , ミッション系の大学は聖心女子大学や明治学院大学 , 清泉女子大学 , 白百合女子大学が挙げられる . また , 学部構成が近いのは明治学院大学や帝京大学が挙げられる . 青山学院大学 - キリスト教の結果からは , 東京から始まる大学名が頻出するため , 学習不足であると考えられる . 青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語の出力結果に関しては , 明確にお互いの大学に共通する単語が出現していない .

表 4.3: WV_ A の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
聖心女子大学	0.740	目白大学	0.620	女学院	1.094
明治学院大学	0.722	帝京大学	0.583	英和	0.968
昭和女子大学	0.704	芝浦工業大学	0.552	芸術	0.742
帝京大学	0.703	女子美術大学	0.546	ライン	0.634
清泉女子大学	0.691	東京薬科大学	0.545	山手	0.579
実践女子大学	0.649	東京家政大学	0.544	校友	0.439
白百合女子大学	0.649	東京情報大学	0.542		
津田塾大学	0.638	東京電機大学	0.529		
東京女子体育大学	0.637	東京理科大学	0.525		
女子美術大学	0.636	多摩美術大学	0.524		

4.3.2 WV_B

単語ベクトルの次元数が100次元，反復回数とwindowサイズがそれぞれ10で生成したモデルの結果を表4.4に示す．

青山学院大学に近い大学として，ミッション系の大学で偏差値も比較的近いと考えられる上智大学が得られた．東京外国語大学は国際系の学部などが，青山学院大学と比較的近い存在であると考えた．他には総合大学としては駒澤大学，東京大学，筑波大学，早稲田大学，中央大学等が挙げられる．

また青山学院大学－キリスト教の結果から関西学院大学はミッション系の大学に該当する．それ以外の大学であれば，獨協大学は青山学院大学と比較して総合大学として考えるならば学部数が少ない．また東京理科大学は学部構成の観点から単科大学であり，駒澤大学は教育内容の観点から仏教であるため，関係性は薄いと考える．さらに，青山学院大学と明治学院大学で共通の近い意味の単語から，キリスト教，神学，定期，合同などのミッション系の大学や歴史的背景を連想させるような単語が得られた．

表 4.4: WV_B の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
上智大学	0.372	成蹊大学	0.317	定期	0.531
東京外国語大学	0.308	駒澤大学	0.293	神学	0.450
駒澤大学	0.308	獨協大学	0.262	芸術	0.415
東京大学	0.295	東京理科大学	0.253	監督	0.370
筑波大学	0.294	中央大学	0.252	キリスト	0.364
早稲田大学	0.289	名古屋大学	0.221	イギリス	0.363
中央大学	0.276	筑波大学	0.204	キリスト教	0.323
オックスフォード大学	0.271	明治大学	0.190	合同	0.304
東京農業大学	0.256	大阪大学	0.167	前期	0.291
成蹊大学	0.256	関西学院大学	0.167	チャペル	0.272

4.3.3 WV_C

単語ベクトルの次元数が50次元，反復回数が100，windowサイズを10で生成したモデルの結果を表4.5に示す．

青山学院大学に近い大学で，上位の4校がミッション系の大学となった．また全体的に女子大が多い出力となった．

青山学院大学－キリスト教に関しては，最も近い大学に東京薬科大学が得られた．また，東京電機大学や工学院大学，東京情報大学などの単科大学も同時に得られた．学部構成を考えると近いとは言い難い結果となる．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語では，神学という単語が出現した．しかし，それぞれの大学との類似度の合計は他の単語に対して高くないため，学習不足であると考えられる．

表 4.5: WV_C の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
清泉女子大学	0.677	東京薬科大学	0.557	女学院	0.981
聖心女子大学	0.674	帝京大学	0.539	英和	0.893
上智大学	0.633	中央大学	0.525	芸術	0.819
明治学院大学	0.616	目白大学	0.516	ライン	0.625
帝京大学	0.599	東京情報大学	0.498	学位	0.538
大東文化大学	0.585	女子美術大学	0.472	山手	0.538
立教大学	0.580	桜美林大学	0.469	校友	0.515
実践女子大学	0.578	東京電機大学	0.460	神学	0.463
桜美林大学	0.563	成蹊大学	0.458		
昭和女子大学	0.561	工学院大学	0.450		

4.3.4 WV_D

単語ベクトルの次元数が100次元，反復回数が100，windowサイズを10で生成したモデルの結果を表4.6に示す．

青山学院大学に近い大学として，上智大学や中央大，関西学院大学，早稲田大学，学習院大学などが得られた．これらの大学はミッション系や，総合大学であると言った共通点がある．しかし，仏教系の大学である駒澤大学や，単科大学である東京農業大学が高い類似度で出現した．

青山学院大学－キリスト教の結果から，関西学院大学がミッション系の大学として出力されてしまった．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語はキリストや礼拝，教会などミッション系の大学を連想させるような単語が得られた．また，定期，神学といった歴史的背景を連想させる単語も得られた．

表 4.6: WV_D の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
上智大学	0.393	駒澤大学	0.337	キリスト	0.493
駒澤大学	0.364	中央大学	0.314	定期	0.491
東京外国語大学	0.304	獨協大学	0.261	キリスト教	0.441
中央大学	0.300	関西学院大学	0.244	神学	0.433
東京農業大学	0.288	東洋大学	0.224	礼拝	0.424
関西学院大学	0.283	成蹊大学	0.208	宗教	0.416
早稲田大学	0.254	名古屋大学	0.178	芸術	0.390
筑波大学	0.253	明治大学	0.177	教会	0.358
獨協大学	0.253	筑波大学	0.166	基本	0.340
学習院大学	0.249	法政大学	0.165	チャペル	0.311

4.3.5 WV_E

単語ベクトルの次元数が 50 次元，反復回数が 10，window サイズを 1000 で生成したモデルの結果を表 4.7 に示す．

青山学院大学に近い大学として得られた東洋大学や立命館大学，中央大学や法政大学などは学部構成から意味の近さが説明できる．また，青山学院大学－キリスト教はミッション系の大学が出現せずに法政大学や明治大学，立命館大学，東洋大学が出力された．これらは学部構成が似ているうえ，データでは考慮されていない偏差値も近い結果となっている．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語から，神学やミッション系の大学に関する単語が出現しなくなった．ここから得られる単語では両校の関係性を証明できない．

表 4.7: WV_E の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
東洋大学	0.690	法政大学	0.558	芸術	0.787
日本女子大学	0.651	明治大学	0.527	音楽	0.741
聖心女子大学	0.636	立命館大学	0.490	イギリス	0.732
立命館大学	0.623	東洋大学	0.482	女学院	0.714
昭和女子大学	0.623	昭和女子大学	0.465	バス	0.711
中央大学	0.607	千葉工業大学	0.463	コミュニティ	0.643
法政大学	0.601	横浜市立大学	0.459	相談	0.601
立教大学	0.595	中央大学	0.455		
明治大学	0.584	金沢工業大学	0.455		
東京電機大学	0.569	神奈川大学	0.433		

4.3.6 WV_F

単語ベクトルの次元数が100次元，反復回数が10，windowサイズを1000で生成したモデルの結果を表4.8に示す．

青山学院大学に近い大学で，北里大学が得られたが，生命科学に力を入れているため，大学全体としては類似度が高いとは考えられない．しかし青山学院大学にも理工学部生命科学コースが存在するため，その様なデータが反映されている可能性もある．

青山学院大学－キリスト教では，青山学院大学に近い大学の結果からキリスト教に関する大学が消えた様な結果となった．また，キリスト教という単語が消えた分，駒澤大学や立命館大学などがより類似度の高い結果となっている．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語から，商業という単語が新しく得られた．これは1944年に専門部を閉鎖し，明治学院に合同した際の高等商業学部から関連性があると考えられる．

表 4.8: WV_F の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
明治大学	0.729	明治大学	0.426	心理	0.857
北里大学	0.713	法政大学	0.423	併設	0.850
法政大学	0.707	北里大学	0.385	統合	0.843
明治学院大学	0.660	九州大学	0.362	商業	0.817
上智大学	0.654	立命館大学	0.341	前期	0.794
立教大学	0.650	名古屋大学	0.337	キリスト教	0.791
中央大学	0.600	駒澤大学	0.331	イギリス	0.720
早稲田大学	0.567	大阪大学	0.321	教会	0.679
日本女子大学	0.562	早稲田大学	0.317	神学	0.612
専修大学	0.536	中央大学	0.317	キリスト	0.606

4.3.7 WV_G

単語ベクトルの次元数が50次元，反復回数が100，windowサイズを1000で生成したモデルの結果を表4.9に示す．

青山学院大学に近い大学の結果からは，このモデルでは国立大学が多く出力された．出力された大学は主に総合大学で，明治学院大学や上智大学などのミッション系大学も得られた．

また青山学院大学－キリスト教では，ミッション系の大学である同志社大学が得られたため，モデルの有効性は低いと考えられる．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語からは，ミッション系の単語などが得られた．

表 4.9: WV_G の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
九州大学	0.708	九州大学	0.556	イギリス	1.070
東北大学	0.520	名古屋大学	0.424	前期	1.005
明治学院大学	0.503	東北大学	0.392	キリスト教	0.902
上智大学	0.451	東京大学	0.315	基本	0.883
名古屋大学	0.448	大阪大学	0.299	芸術	0.834
東京大学	0.440	同志社大学	0.289	神学	0.824
明治大学	0.420	立命館大学	0.256	併設	0.818
立教大学	0.410	中央大学	0.246	キリスト	0.808
東京農業大学	0.410	明治大学	0.232	教会	0.774
オックスフォード大学	0.410	日本女子大学	0.231	山手	0.688

4.3.8 WV_H

単語ベクトルの次元数が100次元，反復回数が100，windowサイズを1000で生成したモデルの結果を表4.10に示す．

青山学院大学に近い大学として，北里大学や東京外国語大学など以外は総合大学が得られた．また，その中でも同じミッション系の大学として，明治学院大学や立教大学，同志社大学，上智大学も得られた．

一方で，青山学院大学－キリスト教でミッション系の大学の同志社大学や，オックスフォード大学などの大学が得られた．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語では，ミッション系の大学に関する単語や神学という単語とともに，新しく統合という単語が得られた．この単語は神学部や専門部の統合という歴史的な背景から得られたと考えられる．

表 4.10: WV_H の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
明治大学	0.494	明治大学	0.263	キリスト教	0.840
明治学院大学	0.457	北里大学	0.255	イギリス	0.764
立教大学	0.435	東京外国語大学	0.230	キリスト	0.703
同志社大学	0.429	同志社大学	0.225	教会	0.671
北里大学	0.428	学習院大学	0.219	前期	0.661
東京外国語大学	0.424	オックスフォード大学	0.197	神学	0.655
関西学院大学	0.377	東北大学	0.189	統合	0.613
上智大学	0.344	名古屋大学	0.185	併設	0.608
中央大学	0.337	九州大学	0.175	山手	0.606
法政大学	0.334	関西学院大学	0.156	チャペル	0.605

4.4 Word2Vec モデルの考察

3つの出力結果それぞれの観点からモデルの精度を考察する。

4.4.1 青山学院大学に近い大学

最も妥当性が高いと考えられるモデルは、WV_H (表 4.10) である。このモデルは単語ベクトルの次元数が100次元、反復回数が100、windowサイズが1000で生成されたモデルである。このモデルの青山学院大学に近い大学の出力結果は、明治大学、立教大学、中央大学が含まれている。また、東京外国語大学は国際系の学部が青山学院大学に近いと考えた。

次に妥当性が高いと考えられるモデルは、WV_F (表 4.8) である。このモデルは単語ベクトルの次元数が100次元、反復回数が10、windowサイズが1000で生成されたモデルである。このモデルの青山学院大学に近い大学の出力結果には、明治大学、法政大学、立教大学、中央大学が含まれており、同じ偏差値帯からMARCHと分類されている大学が全て得られた。

これらの結果から、青山学院大学に近い大学の出力に関しては、windowサイズは1000で反復回数は10で十分であると考えられる。

4.4.2 青山学院大学 - キリスト教

このタスクにおいて最も妥当性が高いと考えられるモデルは、WV_F (表 4.8) である。このモデルは単語ベクトルの次元数が100次元、反復回数が10、window

サイズが1000で生成されたモデルである。キリスト教の減算が機能しているため、青山学院大学に近い単語だけでは確認できなかった仏教系の大学である、駒澤大学や立命館大学が確認できた。

次に妥当性が高いと考えられるモデルはWV_E (表 4.7) である。このモデルは単語ベクトルの次元数が50次元、反復回数が10、windowサイズが1000で生成されたモデルである。出力結果には、明治大学、法政大学、中央大学が含まれており、MARCHと分類されている大学からミッション系の青山学院大学と立教大学が除かれた結果となった。

これらの結果から、このタスクにおいては2つのモデルの差は小さいが、windowサイズは1000が妥当で、反復回数は10で十分であると考えられる。

4.4.3 青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語

このタスクにおいて最も妥当性が高いと考えられるモデルは、WV_D (表 4.6) である。このモデルは単語ベクトルの次元数が100次元、反復回数が100、windowサイズが10で生成されたモデルである。出力結果は、キリスト、キリスト教、礼拝、宗教、教会、チャペルといったミッション系の大学を連想する単語と、定期という過去に18年間開催された定期戦を連想させる単語と、神学という歴史的背景を連想させる単語が出力された。

次に妥当性が高いと考えられるモデルはWV_F (表 4.8) である。このモデルは単語ベクトルの次元数が100次元、反復回数が10、windowサイズが1000で生成されたモデルである。このモデルの出力からは、キリスト教、キリスト、教会というミッション系を連想させる単語と、神学、商業、統合といった歴史的背景を連想させるような単語が出現した。

また、WV_B (表 4.4) と WV_H (表 4.10) も WV_F (表 4.8) と同様に、全体に占める関連性のある単語の出現頻度で同じ結果であった。これらの結果から、このタスクにおいて重要な点は、単語ベクトルの次元数を大きくする点であると考えられる。

4.5 GloVe のモデル検証結果

本節では GloVe のモデル検証結果をまとめた．GloVe で生成したモデル名と，対応するパラメータの一覧を表 4.11 に示す．

表 4.11: GloVe パラメータの詳細

モデル名	単語ベクトルの次元数	反復回数	window サイズ
GV_ A	50	10	10
GV_ B	100	10	10
GV_ C	50	100	10
GV_ D	100	100	10
GV_ E	50	10	1000
GV_ F	100	10	1000
GV_ G	50	100	1000
GV_ H	100	100	1000

4.5.1 GV_ A

単語ベクトルの次元数が 50 次元，反復回数が 10，window サイズを 10 で生成したモデルの結果を表 4.12 に示す．

このモデルからは，青山学院大学に近い大学として中央大学や立教大学，上智大学，明治大学，法政大学などの大学が得られた．これらの大学は総合大学である点や，ミッション系大学である点などの類似点がある．さらに，学習したデータでは考慮されなかった偏差値の近さも表現されている．

また，青山学院大学－キリスト教では，上位 10 校からはミッション系の大学が出現しなかった．しかし東京工業大学や大阪体育大学などは関連性が低いと考えられる．国際連合大学は大学ではないが，大学院は存在し青山学院大学と立地は非常に近いため出現したと考えられる．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語に関しては，学習不足であった．

表 4.12: GV_ A の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
中央大学	0.764	中央大学	0.559	学位	0.922
立教大学	0.747	東京工芸大学	0.557		
上智大学	0.710	立教大学	0.537		
駒澤大学	0.710	法政大学	0.506		
明治大学	0.683	国際連合大学	0.499		
学習院大学	0.672	関西大学	0.482		
法政大学	0.671	明治大学	0.482		
実践女子大学	0.623	大阪芸術大学	0.472		
東京理科大学	0.616	大阪体育大学	0.471		
成蹊大学	0.609	金沢医科大学	0.461		

4.5.2 GV_ B

単語ベクトルの次元数が100次元, 反復回数が10, windowサイズを10で生成したモデルの結果を表4.13に示す.

青山学院大学に近い大学として, Word2Vecの方では見られなかった愛知淑徳大学や大阪体育大学, 芝浦工業大学などが得られた. これらの大学が学部構成が大きく異なる上, ミッション系の大学ではないためモデルの精度としては妥当性が低いと言える.

青山学院大学 - キリスト教の結果から, 中央大学を除いて関連性の低い大学が出現した.

このモデルでは学習不足により青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語が得られなかった.

表 4.13: GV_ B の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
中央大学	0.639	東京工芸大学	0.520		
立教大学	0.588	中央大学	0.471		
学習院大学	0.562	大阪体育大学	0.460		
大東文化大学	0.551	大東文化大学	0.449		
明治大学	0.545	大阪芸術大学	0.435		
上智大学	0.537	神戸市外国語大学	0.415		
愛知淑徳大学	0.532	金沢医科大学	0.412		
大阪体育大学	0.530	京都女子大学	0.408		
芝浦工業大学	0.513	名城大学	0.407		
駒澤大学	0.496	会津大学	0.396		

4.5.3 GV_C

単語ベクトルの次元数が50次元，反復回数が100，windowサイズを10で生成したモデルの結果を表4.14に示す．

青山学院大学に近い大学として得られた大学は，学部構成などの観点から妥当性の高い結果となっていると考えられる．しかし青山学院大学－キリスト教から，上智大学と立教大学が得られた．これらの大学はミッション系であるため，モデルの妥当性は低いと考えられる．また，このモデルでは学習不足により青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語が得られなかった．

表 4.14: GV_C の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
立教大学	0.691	中央大学	0.476		
中央大学	0.667	明治大学	0.466		
上智大学	0.632	成蹊大学	0.437		
明治大学	0.616	法政大学	0.426		
駒澤大学	0.612	武蔵大学	0.407		
法政大学	0.601	上智大学	0.404		
学習院大学	0.563	駒澤大学	0.391		
早稲田大学	0.497	立教大学	0.366		
成蹊大学	0.479	福岡大学	0.354		
東京理科大学	0.476	成城大学	0.347		

4.5.4 GV_D

単語ベクトルの次元数が100次元，反復回数が100，windowサイズを10で生成したモデルの結果を表4.15に示す．

青山学院大学に近い大学として得られた大学は学部構成の観点から近いものであると考えられる．しかし芝浦工業大学は単科大学であるため，学部構成の観点から遠いと言える．

青山学院大学－キリスト教の結果から，淑徳大学が新しく得られた．キリスト教の要素を除いた結果，仏教系の大学が出現した様に見えるが，学部構成的に類似しているとは言い難い．

また，このモデルでは学習不足により青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語が得られなかった．

表 4.15: GV_D の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
中央大学	0.642	中央大学	0.550		
明治大学	0.549	法政大学	0.412		
立教大学	0.542	明治大学	0.377		
学習院大学	0.539	関西大学	0.375		
大東文化大学	0.520	淑徳大学	0.370		
上智大学	0.520	武蔵大学	0.359		
成城大学	0.509	東洋大学	0.355		
駒澤大学	0.486	東京理科大学	0.349		
法政大学	0.474	駒澤大学	0.348		
芝浦工業大学	0.455	東京工科大学	0.348		

4.5.5 GV_E

単語ベクトルの次元数が 50 次元，反復回数が 10，window サイズを 1000 で生成したモデルの結果を表 4.16 に示す．

青山学院大学に近い大学からは，女子美術大学がもっとも類似度が高い大学として得られた．学習したデータにキャンパスの所在地は考慮されていないが，相模原という単語に影響を受けた可能性がある．

青山学院大学－キリスト教の結果からは相模女子大学が得られた．こちらも左の結果と同様に相模原という単語に影響を受けた可能性がある．また，このモデルの結果からは単科大学が出力される傾向が強かった．そのため，モデルの精度としては低いと考えられる．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語は，ミッション系の大学を連想する単語が出現したものの，類似度の合計値が高い単語は関連性が不明確なものであった．

表 4.16: GV_E の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
女子美術大学	0.647	相模女子大学	0.442	芸術	1.024
立教大学	0.631	神奈川工科大学	0.396	コミュニティ	0.930
聖心女子大学	0.622	芝浦工業大学	0.391	音楽	0.925
東京工業大学	0.615	北海道教育大学	0.389	学位	0.874
津田塾大学	0.613	女子美術大学	0.373	礼拝	0.854
上智大学	0.611	東京農業大学	0.372	心理	0.854
関西学院大学	0.610	国際連合大学	0.362	合同	0.825
明治学院大学	0.605	目白大学	0.362		
帝京大学	0.602	創価大学	0.359		
東京農業大学	0.599	帝京大学	0.351		

4.5.6 GV_F

単語ベクトルの次元数が100次元，反復回数が10，windowサイズを1000で生成したモデルの結果を表4.17に示す．

青山学院大学に近い大学からは，関西学院大学や聖心女子大学，明治学院大学などのミッション系の大学が得られた．聖心女子大学や東京工業大学，女子美術大学等は単科大学なので，学部構成の観点から類似度は高くないはずである．

青山学院大学－キリスト教の結果からは，このモデルでも単科大学の大学が上位に表示された．

また，青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語からは，関係性のある単語が取得できなかった．

表 4.17: GV_F の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
関西学院大学	0.541	神奈川工科大学	0.344	女学院	0.753
聖心女子大学	0.525	相模女子大学	0.334	英和	0.742
早稲田大学	0.514	北海道教育大学	0.333	芸術	0.731
明治学院大学	0.513	目白大学	0.315	前期	0.705
実践女子大学	0.503	国際連合大学	0.315	音楽	0.676
東京工業大学	0.495	関西学院大学	0.299	コミュニティ	0.674
女子美術大学	0.492	関東学院大学	0.293	貢献	0.631
津田塾大学	0.489	会津大学	0.285		
帝京大学	0.485	大妻女子大学	0.283		
東京大学	0.474	聖心女子大学	0.279		

4.5.7 GV_G

単語ベクトルの次元数が50次元，反復回数が100，windowサイズを1000で生成したモデルの結果を表4.18に示す．

このモデルでも青山学院大学に近い大学として関西学院大学が得られた．しかし女子美術大学や国際大学，愛知淑徳大学などは関連性が見出せなかった．

青山学院大学－キリスト教の結果からは，単科大学の出現が多かった．

また，青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語からは，関係性のある単語が取得できなかった．

表 4.18: GV_G の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
関西学院大学	0.505	神奈川工科大学	0.410	女学院	0.630
女子美術大学	0.497	東京農業大学	0.380	芸術	0.612
聖心女子大学	0.47	明治大学	0.377	英和	0.572
立教大学	0.459	相模女子大学	0.372	学位	0.485
国際大学	0.456	東京情報大学	0.369		
相模女子大学	0.445	帝京大学	0.355		
同志社大学	0.445	神奈川大学	0.350		
津田塾大学	0.425	帝京平成大学	0.347		
愛知淑徳大学	0.421	東京農工大学	0.333		
東京情報大学	0.411	福島県立医科大学	0.328		

4.5.8 GV_H

単語ベクトルの次元数が100次元，反復回数が100，windowサイズを1000で生成したモデルの結果を表4.19に示す．

このモデルでは，青山学院大学にもっとも近い大学として，関西学院大学が得られた．また青山学院女子短期大学やオックスフォード大学など，他のモデルではあまり見られなかった大学が得られた．

青山学院大学－キリスト教の結果からは，もっとも近い大学として関西学院大学が得られたが，ミッション系の大学であるため，モデルの精度は妥当ではないと考えられる．

青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語からは，ミッション系の大学を連想する単語と，統合という歴史的な背景を連想する単語が得られた．

表 4.19: GV_H の検証結果

青山学院大学に近い大学		青山学院大学 - キリスト教		青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語	
大学名	類似度	大学名	類似度	単語	類似度の合計
関西学院大学	0.353	関西学院大学	0.315	聖書	0.471
東京外国語大学	0.322	東京農業大学	0.272	定期	0.458
東京農業大学	0.271	神戸大学	0.214	統合	0.455
静岡大学	0.270	東京理科大学	0.213	女学院	0.451
青山学院女子短期大学	0.257	横浜市立大学	0.213	英和	0.426
オックスフォード大学	0.242	静岡大学	0.180	チャペル	0.369
神戸大学	0.235	昭和女子大学	0.179	前期	0.365
東京工業大学	0.229	北海道大学	0.179	キリスト	0.359
九州大学	0.229	明治大学	0.175	キリスト教	0.357
筑波大学	0.221	九州大学	0.175	申し出	0.351

4.6 GloVe モデルの考察

GloVe で生成したモデルで出力した 3 つの結果それぞれの観点からモデルの精度を考察する。

4.6.1 青山学院大学と近い大学

このタスクにおいて最も妥当性が高いと考えられるモデルは、GV_C (表 4.14) である。出力結果から、立教大学、中央大学、明治大学、法政大学が取得できた。東京理科大学は単科大学で関連性が低いと考えられるが、それ以外では総合大学、ミッション系などの関連性がわかる。

GV_A (表 4.12) と GV_B (表 4.13)、GV_D (表 4.15) も出力結果に大きな差はなかった。これらの結果から、モデルの window サイズは 10 が妥当であることが分かる。おそらく window サイズを 1000 に設定すると、学習が収束する前に終わってしまうため、適切な関係性を学習しきれなかったと考えられる。

4.6.2 青山学院大学 - キリスト教

このタスクにおいて最も妥当性が高いと考えられるモデルは、GV_D (表 4.15) である。最も大きな理由はミッション系の大学が含まれていない点である。

このほかでは GV_C (表 4.14) が挙げられるが、上智大学と立教大学が出力されている点でキリスト教の減算がうまく機能していないと考えられる。これは単語ベクトルのサイズの違いが影響していると考えられるが、これらの結果が

ら，単語ベクトルのサイズは100次元が妥当であり，windowサイズは10で十分であると言える．

4.6.3 青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語

GloVeで生成したモデルでは，windowサイズが小さい場合，このタスクの結果が得られなかった．最も妥当性の高いと考えられるモデルはGV_H (表 4.19) である．出力から，聖書，チャペル，キリスト，キリスト教などのミッション系の大学を連想させる単語と，統合や定期などの歴史的背景を連想させる単語が得られた．他のモデルでは十分な出力を得られなかったため，このモデルが今回の検証実験で最も妥当性が高いと言える．

4.7 モデル評価のまとめ

Word2Vecで生成したモデルに関しては，総合的に評価して，WV_F (表 4.8) が精度が高いと言えた．

またGloVeで生成したモデルに関しては，適切なモデルがタスクによって異なった．青山学院大学に近い大学を出力するタスクと，青山学院大学－キリスト教のタスクでは，GV_D (表 4.15) が総合的に評価して妥当性が高かった．青山学院大学と明治学院大学で共通の近い単語を出力するタスクでは，よりwindowサイズが大きなGV_H (表 4.19) の精度が高く，windowサイズを小さくすると結果が得られなかった．

Word2Vecで生成したモデルと，GloVeで生成したモデルを比較すると，全てのタスクに対して安定した出力が期待できるモデルは，Word2Vecで生成したモデルであった．しかし青山学院大学に近い大学を出力するタスクと，青山学院大学－キリスト教のタスクではGloVeで生成したモデルの出力の方が，偏差値，ミッション系，立地の観点から妥当性の高い結果となった．

第5章

おわりに

本研究では、大学に関する Wikipedia の記事と大学プレスセンターの記事をデータセットとして、単語ベクトルを学習しモデルを生成した。また、パスナビの大学のページから取得した学部ごとのキャンパスや偏差値の情報と、キャンパス所在地の緯度経度といった情報を補助的に用いて、大学間の関係性を可視化するための支援をするシステムを考案した。

検証実験から、特定のタスクに対して精度の高いモデルを評価して、タスクに応じたモデルを利用することで出力結果の妥当性を向上させた。

データセットの都合上、対象の大学は関東近郊の21校に絞ったが、Web API 形式で実装することで様々な環境で単語ベクトルのモデルを利用できるシステムを構築できた。

5.1 改善点

改善点としては、データ収集の偏りと暗黙知的な情報が未収集だったことが挙げられる。

まずデータセットに偏りがあることについて述べる。今回使用したデータは、Wikipedia、パスナビ、大学プレスセンターの記事をマージしたものであるが、大学プレスセンターの記事がデータセットにおけるほとんどの割合を占めている。そこで大学プレスセンターの記事に偏りがあると、モデルの精度に影響が出る。さらに記事の数も大学によって差があるため、安定したデータセットを収集する必要がある。しかし日本全国の全ての大学を考慮に入れる場合、有名大学と新設大学では利用できるデータの量に大きな差がある。

暗黙知的なデータに関しては、例えば大学によっておしゃれな印象であったり、お金持ちが多い大学などといった情報は収集するのが難しい。このような情報はTwitterや5ちゃんねるなどから取得できる可能性があるが、ノイズが非常に多いことが予想される。それゆえ、様々な媒体から横断的に大量のデータを収集する必要がある。

参考文献

- [1] 文部科学省. 平成 30 年度画稿基本調査(確定値)の好評について. https://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2018/12/25/1407449_1.pdf.
- [2] 文部科学省. 高等教育の修学支援新制度. https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/hutankeigen/index.htm.
- [3] 旺文社. 日本の大学数は 774 大学私立大学が約 8 割! 「2019 年度日本の大学データ」より. <http://eic.obunsha.co.jp/resource/viewpoint-pdf/201907.pdf>.
- [4] 日本私立学校振興・共済事業団. 平成 31(2019) 年度私立大学・短期大学等入学志願動向. <https://www.shigaku.go.jp/files/shigandoukouH31.pdf>.
- [5] 文部科学省. 平成 28 年度以降の定員管理に係る私立大学等経常補助金の取り扱いについて(通知). https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/shinkou/07021403/002/002/_icsFiles/afieldfile/2015/07/13/1360007_2.pdf.
- [6] 文部科学省. 平成 31 年度以降の定員管理に関わる私立大学等経常補助金の取り扱いについて(通知). https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/shinkou/07021403/002/002/_icsFiles/afieldfile/2018/09/19/1409177.pdf.
- [7] 篠原秀雄. 次第定員厳格化がひきおこした大学受験の大混乱. <https://webbronza.asahi.com/science/articles/2019112600002.html?page=2>.
- [8] 北篠英勝. 私立大学学生生活白書 2018. Technical report, 一般社団法人日本私立大学連盟, 2018.
- [9] 明畠利樹, 中西健太郎, 岩本拓也. Datingservice のデータを用いた word2vec による趣味・嗜好の類似度計算, 2017.
- [10] 西尾泰和. word2vec による自然言語処理. 株式会社オライリー・ジャパン, 2014.
- [11] Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean. Efficient estimation of word

- representations in vector space. Technical report, Google Inc. Mountain View, CA, 9 2013.
- [12] 大学プレスセンター. <https://www.u-presscenter.jp/>.
- [13] Jeffrey Pennington, Richard Socher, and Christopher D.Manning. Glove: Global vectors for word representation. Technical report, Computer Science Department, Stanford University, Stanford, CA 94305, 2014.
- [14] 天野真家, 石崎俊, 宇津呂武仁, 成田真澄, 福本淳一. 自然言語処理システム. 自然言語処理, p. 138. 2007.
- [15] 大学受験パスナビ. <https://passnavi.evidus.com/>.