

言語モデルの統合的利用による 英語対話練習教材作成(支援)手法の 開発

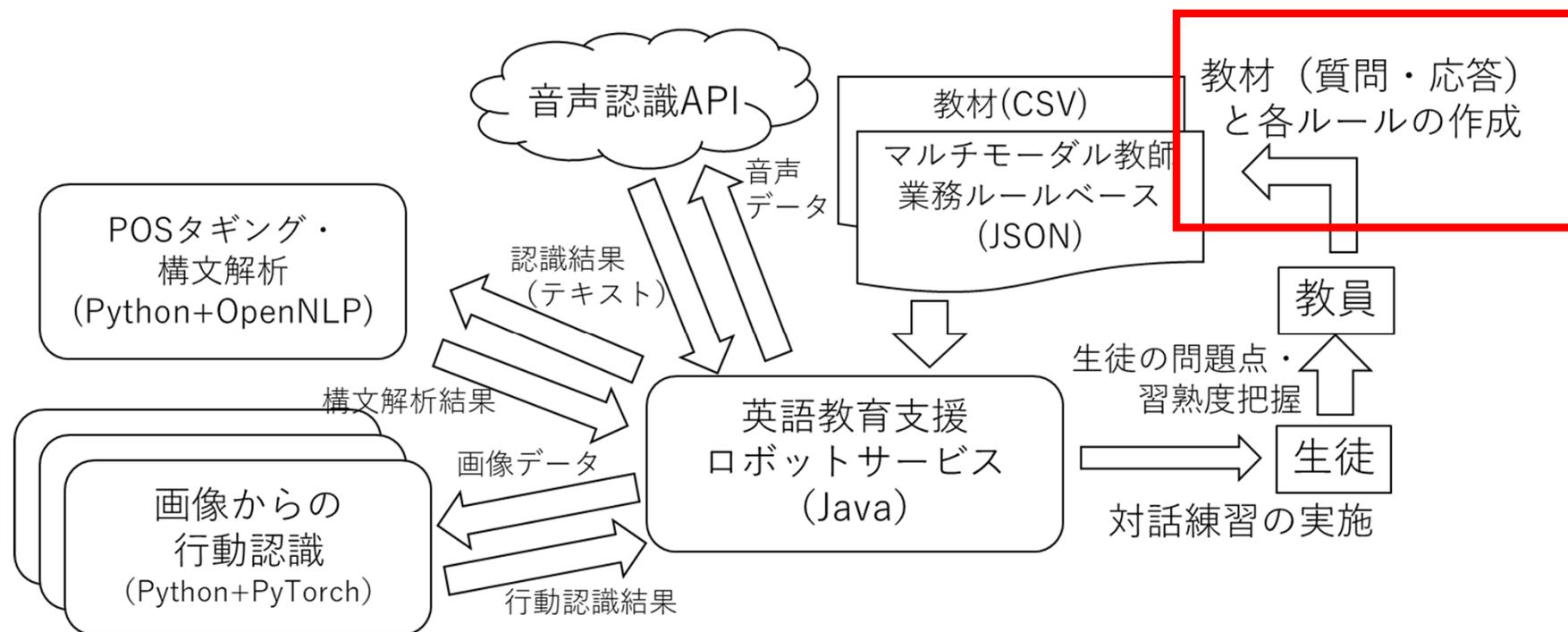
阿部秀尚*, 戸田皆吏, 水谷優斗
文教大学情報学部情報システム学科
*hidenao@bunkyo.ac.jp

研究背景

- クラウドサービスによる大規模言語資源や言語モデル利用環境の発展
 - テキスト生成の性能が人による一般的なテキスト作成と同程度に向上
 - 規模の異なる言語モデル(LLM, SLM)の適用に関する工夫
- 教師の業務知識を利用した授業支援システム(ロボットサービス+状況把握)の開発
 - 業務知識に基づくロボットサービスの開発による個別の行動ルール適用知識(メタ知識)の明確化
 - →英語授業支援を目的としたマルチモーダルルールベースに基づくロボットサービスおよび授業支援システムの開発

研究目的

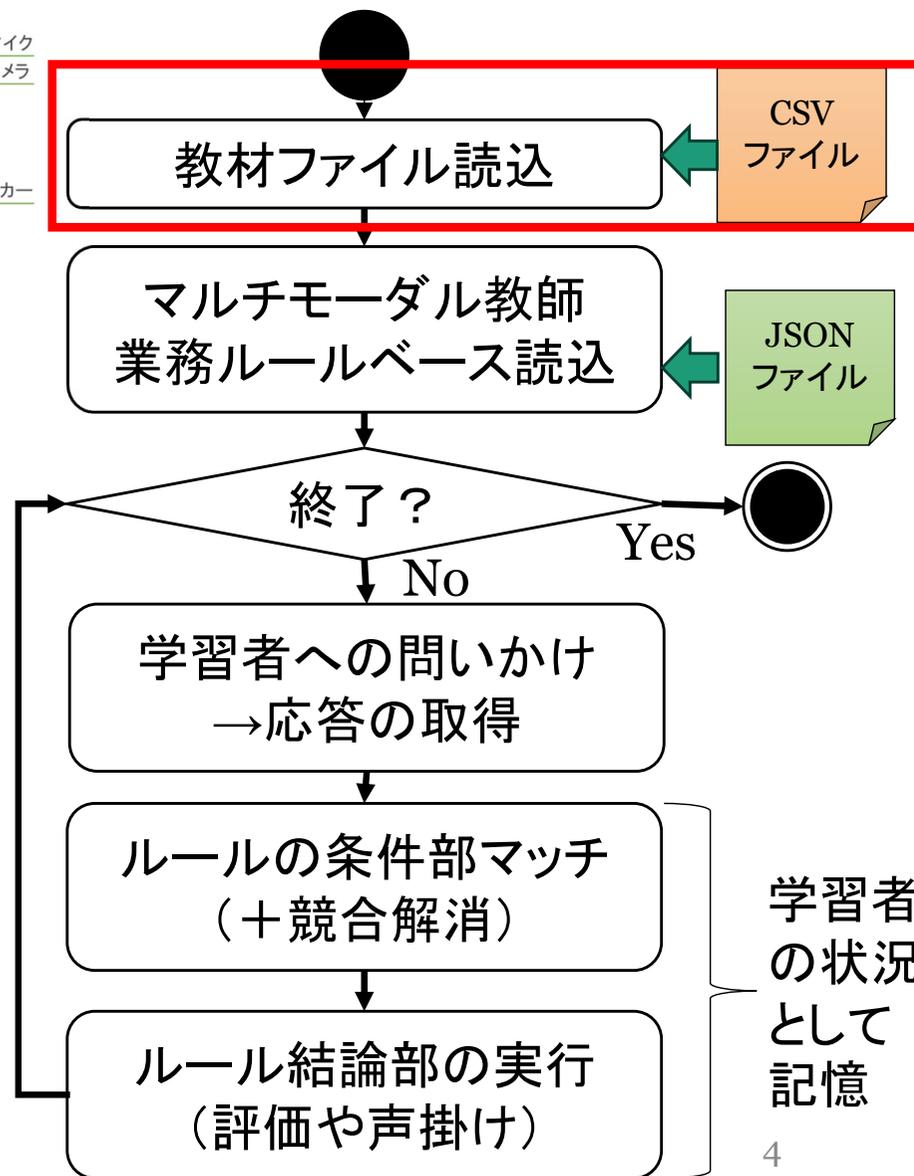
- 大規模言語モデルを利用した対話練習用教材の作成
 - 大規模言語モデルへのプロンプトによる対話練習用英文(質問・応答文)の作成の確認
 - 「中学生の学習範囲内」を担保するため、言語モデルによる語句の適切な言い換えの実現



マルチモーダル教師業務ルールベースによる英語教育支援(対話練習)ロボットサービス

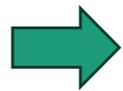
動作環境

- 対話ロボット: VStone社製Sota
 - プログラミング言語: Java
 - マイクやカメラの性能はSotaによる
- 音声認識: IBM Cloud Speech-to-Text
 - 音声認識精度や機能はSTTサービスの品質による
- 自然言語処理: Apache OpenNLP
- 画像認識: 独自に作成したCNN
 - プログラミング言語: Python(PyTorch)



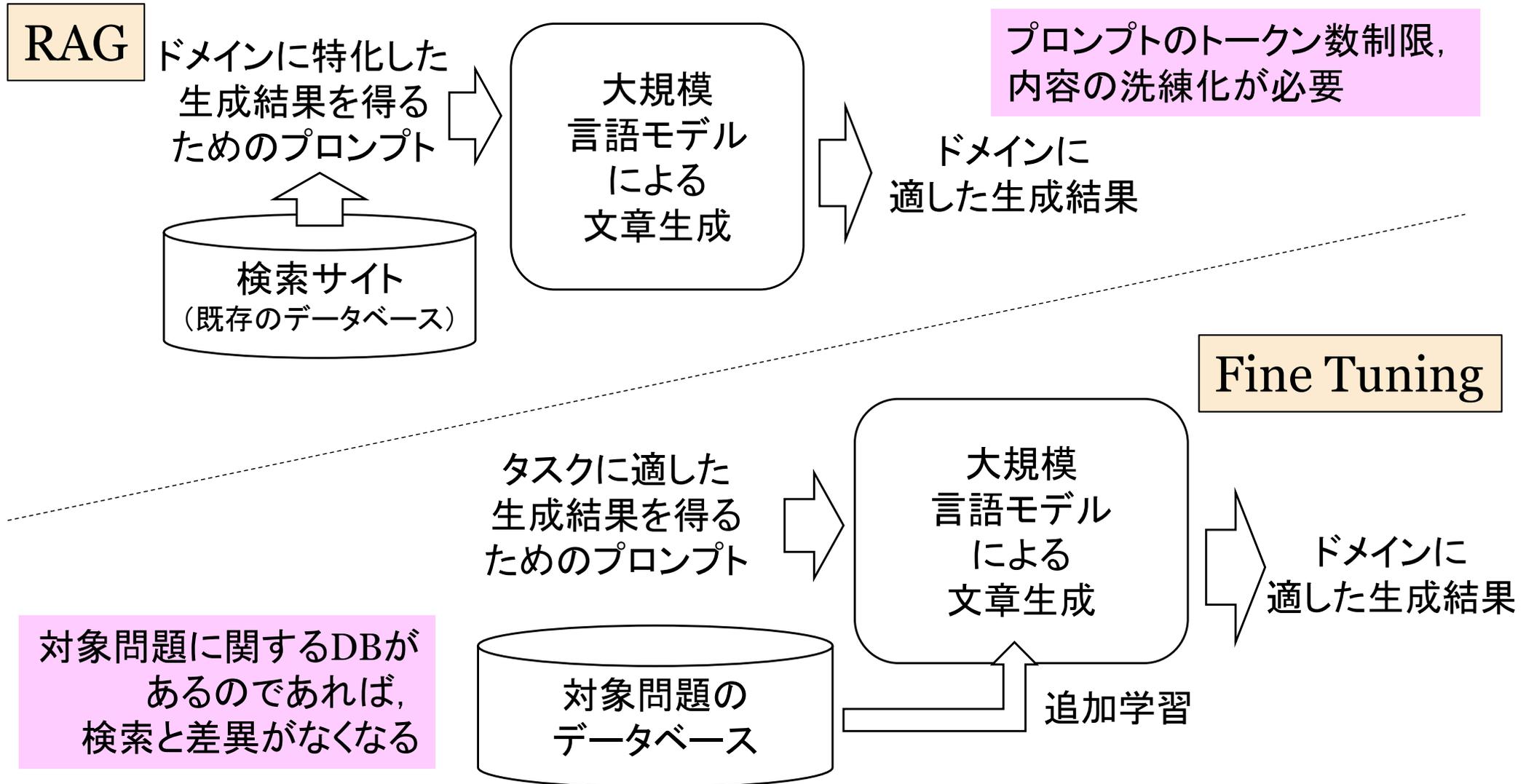
関連研究

- ロボットとの質問応答形式による学習効果の評価 [村本2023]
 - リピーティング学習 (例: Audio-Lingual Method) よりも質問応答形式による学習で中期的な定着度が向上
- 大規模言語モデルにより生成される文章のドメイン特化手法
 - RAG: Retrieval Augmented Generation
 - Fine Tuning

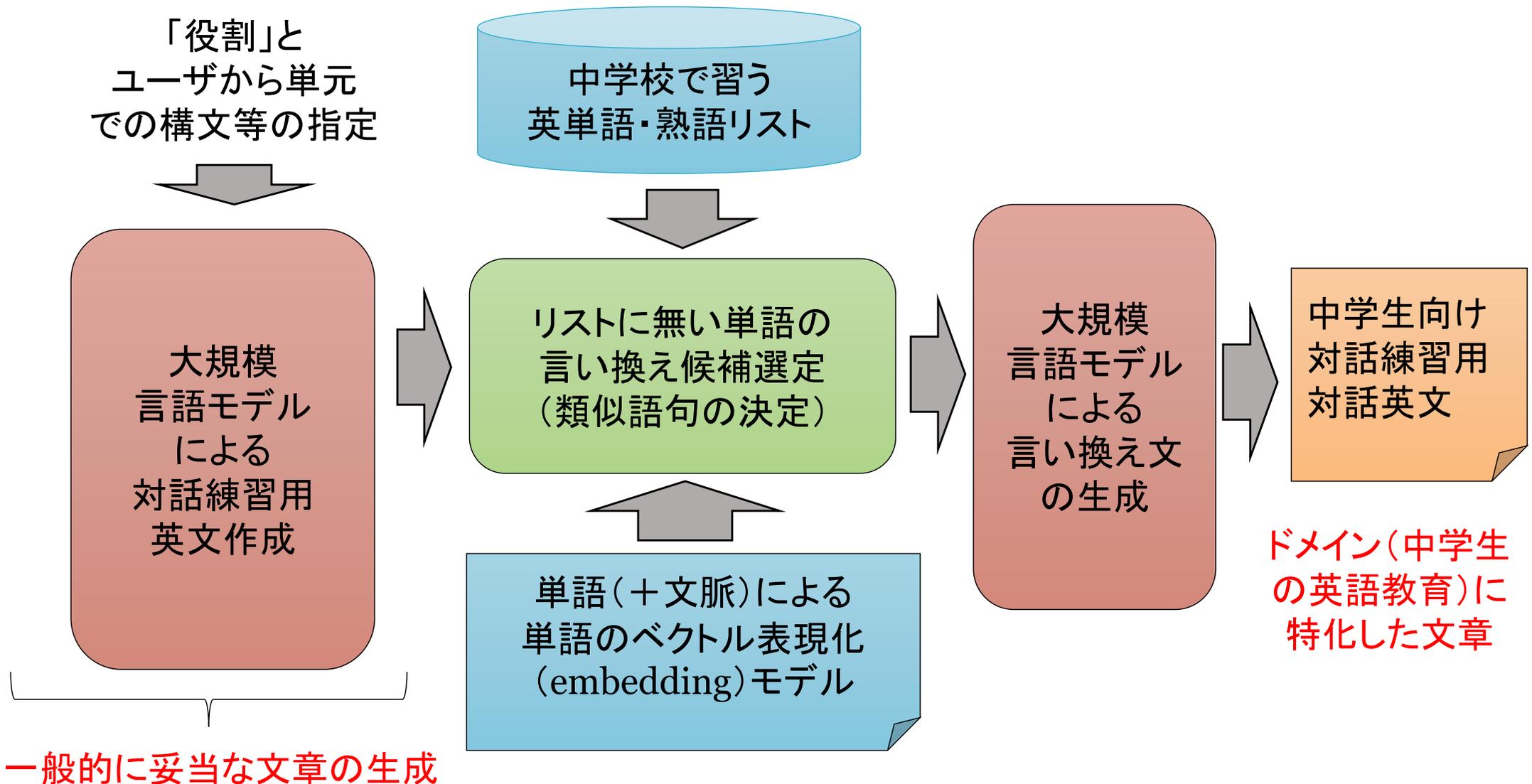


「中学生の学習範囲の単語・単元」のように膨大なテキスト量による前提を大規模言語モデルへのプロンプトに含めることは現状では困難

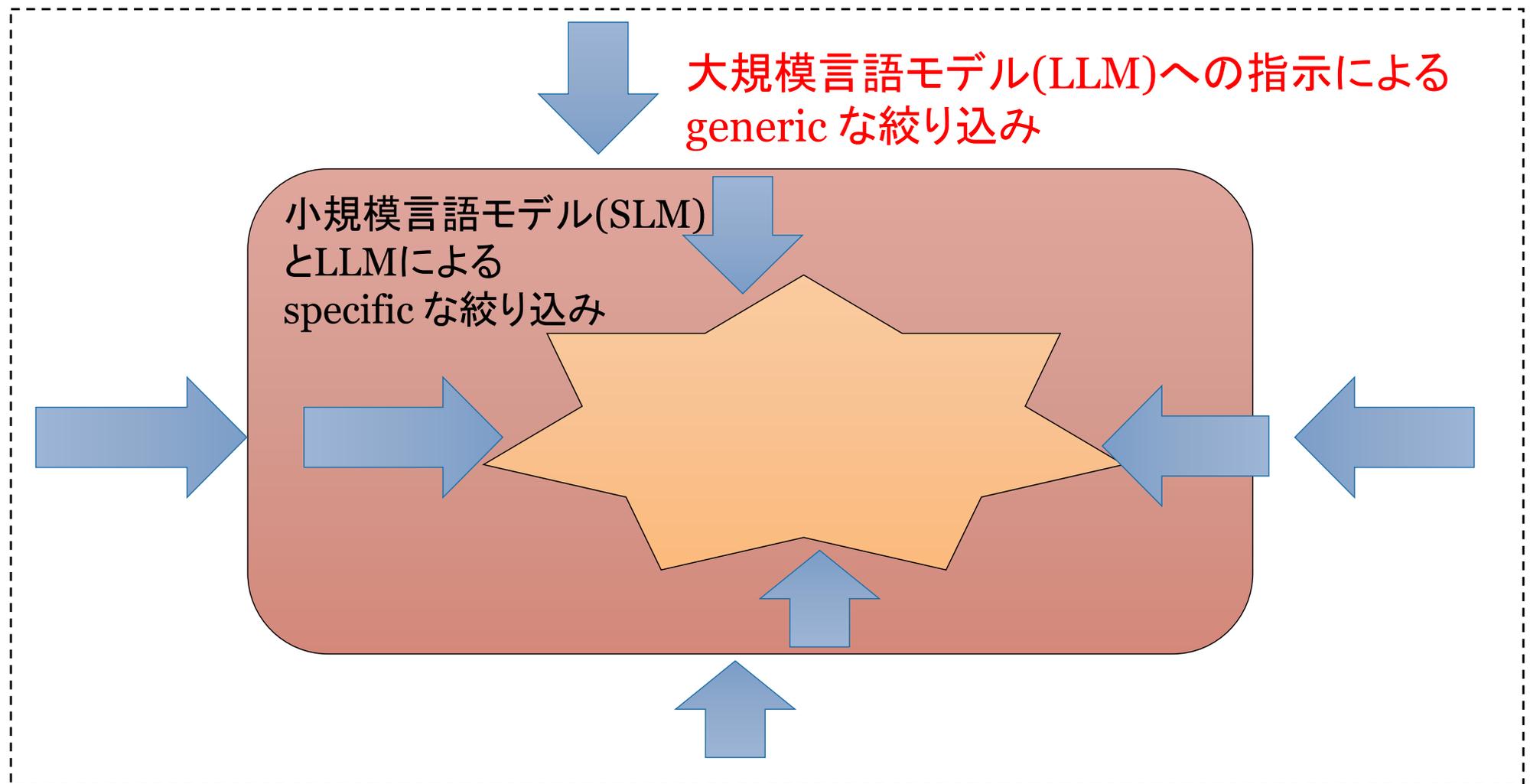
大規模言語モデルで生成される文章の ドメイン(対象問題)特化手法の課題



提案手法： 言語モデルの統合的利用による英語対話練習教材 作成支援手法



中学校英語に特化した 対話文作成タスクの概観



日本の中学校で習う英単語・熟語

- 学習指導要領内では単元を指定
→検定済み教科書に反映→単語リスト化
- 青森県版中学校英単語集 VERSION V

品詞	単語数
名詞	1,254
代名詞	60
動詞	343
助動詞	19
形容詞	361
副詞	148
前置詞	42
接続詞	42
冠詞	3
間投詞	14

- 独自に作成した熟語リスト:399個

中学校英語教材のための対話練習文 作成実験

- 大規模言語モデルと(小規模な)言語モデルの統合的利用
 - 大規模言語モデル: 対話文生成, 校正した文の生成
 - 小規模言語モデル: 校正が必要な単語の言い換え対象語句の選定
 - 手順
 1. 大規模言語モデルによる対話文生成
 2. 中学校英語の単語・熟語集による逸脱語句の検出
 3. 小規模言語モデル(fasttext_SkipGram+SWEM-max[1]/modernBERT[2])を用いた置き換え対象語句の選出
 4. 大規模言語モデルによる校正後の対話文の生成
- 本稿の追加部分

[1] Dinghan Shen, et. al.: Baseline Needs More Love: On Simple Word-Embedding-Based Models and Associated Pooling Mechanisms. In Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1), pp. 440–450, (2018)

[2] Benjamin Warner, et. al.: Smarter, Better, Faster, Longer: A Modern Bidirectional Encoder for Fast, Memory Efficient, and Long Context Finetuning and Inference, <https://arxiv.org/abs/2412.13663> (2024)

言い換え対象の語句の置換

- 前提: 英単語集に無い英単語は用いることができない
 - 「知らない単語」の利用は学習者の意欲低下につながる
 - (上級校への進学のための)入試ではアウト
- 適切な単語への置換手法
 - 置換対象に最も類似した英単語・熟語を見つける
→小規模言語モデルにより語句のベクトル分散表現を用いて、最も類似した語句を選定

単語ベクトル a, b 間の類似度: $\cos(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{\|\mathbf{a}\| \|\mathbf{b}\|}$
(コサイン類似度)

小規模言語モデル： fastTextによるSkipGramモデル

- 利用言語資源

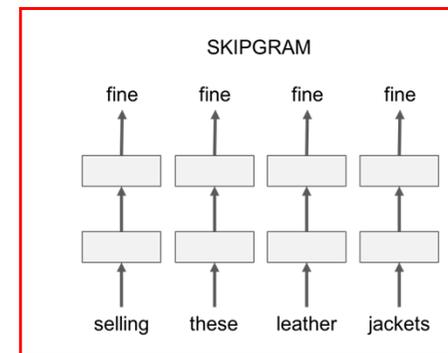
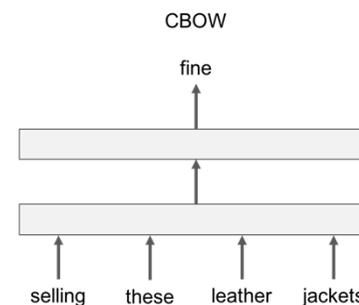
- 英語版Wikipedia2023年12月20日版ダンプ
→全ページ記事(約1億6000万文;約18GB)

- 実行設定

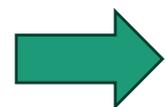
- Python + fasttextライブラリ
- fastTextにおけるSkipGramを利用

- 得られたモデル

- 利用言語資源に対するSkipGramモデル(約14GB)
→単語ごとの300次元のベクトル分散表現を獲得



I am selling these fine leather jackets



熟語のベクトル化はSWEM-max($v_{ij} = \max(w_{ij})$)を用いる

大規模言語モデルによる英語対話練習用対話文の作成(実行例)

- OpenAI APIから gpt-4oモデルを指定
 - 実装: HTML/JavaScriptによるインタフェース→PHPから curlモジュールを通じてアクセスした画面

大規模言語モデル(今回はChatGPT)の役割:
あなたは日本の中学校における英語教育の専門家として、中学生が習うuserから指定された例や構文を用いた対話文(質問と応答)を5往復分作成する役割があります。

タスク内容を表すプロンプト(systemとしての入力)

以前の出力:
{"role": "user", "content": "There is や There areで回答できる質問とその応答を英文で作成

ユーザの入力:
TakeとBobが町の地図を見ながら会話している場面を想定し、There is や There areで回答できる質問とその応答を英文で作成してください。
併せて、日本語による翻訳を付けてください

送信

単元での
学習内容

今回はこのプロンプトがあると単文化されて都合の良い対話文となる(ちょっとした発見?)

中学校英単語集以外の単語の語句 言い換え比較実験結果(1)

・ 大規模言語モデルによる対話文の生成

- ・ システムプロンプト(役割の指示):「あなたは日本の中学校英語教育の専門家として、中学生が習うuserから指定された例文や構文を用いた単純な質問応答の対話文を5往復ずつ作成する役割を与られています。対話文の部分のみを日本語訳付きで回答してください。」
- ・ ユーザプロンプト(5つの疑問詞+回答1~2)
 - ・ ふたりの人物が街の案内看板を見ながら、一方がWhereを用いた質問をし、もう一方がThere isやThere areを用いた回答をしている対話文を作成してください。ただし、Is thereやAre thereの疑問文は使わないでください。
 - ・ ふたりの人物が街の案内看板を見ながら、一方がWhatを用いた質問をし、もう一方がThis isやThat isを用いた回答をしている対話文を作成してください。ただし、Is thisやIs thatの疑問文は使わないでください。
 - ・ ふたりの人物が街の案内看板を見ながら、一方がWhenを用いた質問をし、もう一方がIt isやIt was, That is, That wasを用いた回答をしている対話文を作成してください。ただし、Is itやWas it, Is that, Was thatの疑問文は使わないでください。
 - ・ ふたりの人物が街の案内看板を見ながら、一方がWhenを用いた質問をし、もう一方がIt will beやThat will beを用いた回答をしている対話文を作成してください。ただし、Will this beやWill that beの疑問文は使わないでください。
 - ・ ふたりの人物が街の案内看板を見ながら、一方がWhyを用いた質問をし、もう一方がThis is becauseやThat is becauseを用いた回答をしている対話文を作成してください。ただし、Is thisやIs thatの疑問文は使わないでください。
 - ・ ふたりの人物が街の案内看板を見ながら、一方がWhoを用いた質問をし、もう一方が人名を主語として、一般動詞を述語とする回答をしている対話文を作成してください。ただし、Was heやWas sheの疑問文は使わないでください。

・ 大規模言語モデルによる言い換え文の生成

- ・ システムプロンプト(役割の指示):「あなたは日本の中学校英語教育の専門家として、中学生が習うuserから指定された英文の校正を行ってください。指示された単語による適切な置き換えを行った英文のみ回答してください。」
- ・ ユーザプロンプト:「[言い換え対象文]の[言い換え対象単語]を[言い換え候補の語句]に置き換えた同じ意味になる英文を作成してください。時制の不一致や品詞が一致しない場合、単語の重複が生じる場合は、より適切な単語を選択あるいは追加してください。」

生成された対話文（一部）

システムプロンプト:「あなたは日本の中学校英語教育の専門家として、中学生が習うuserから指定された例文や構文を用いた単純な質問応答の対話文を5往復分ずつ作成する役割を与えられています。対話文の部分のみを日本語訳付きで回答してください。

ユーザプロンプト:ふたりの人物が街の案内看板を見ながら、一方がWhereを用いた質問をし、もう一方がThere isやThere areを用いた回答をしている対話文を作成してください。ただし、Is thereやAre thereの疑問文は使わないでください。

A: Where is the nearest library?

B: There is a library on Main Street.

A: Where can we find a good restaurant?

B: There are several good restaurants downtown.

A: Where is the bus stop from here?

B: There is a bus stop around the corner.

A: Where can we see a park nearby?

B: There is a park next to the shopping center.

A: Where is the cinema around here?

B: There is a cinema just across the street.

中学校英単語集以外の単語の語句言い換え比較実験結果(2)

5つの疑問詞を用いた6パターンの対話文:300文, 2133単語

小規模言語モデル	fasttext_SkipGram +SWEM-max	modernBERT
言い換え対象単語数*	73 (3.42%)	82 (3.84%)
言い換え後に 生成された文数	73 (100%)	67 (81.71%)

A		A	B	C
1	There are several good restaurants downtown.	1	downtown	unfair
2	Where is the cinema around here?	2	nearby	grandson
3	There is a cinema just across the street.	3	cinema	homeland
4	When was the city's founding anniversary celebrated last year?	4	cinema	homeland
5	When was the city's founding anniversary celebrated last year?	5	streetlight	sunset
6	When is the next bus to the shopping mall?	6	founding	farming
7	This is because many people like to exercise early.	7	anniversary	holiday
8	That is because it commemorates a famous historical figure.	8	mall	tall
9	That is because it commemorates a famous historical figure.	9	nearby	grandson
10	Who updates the travel website?	10	exercise	plate
11	Emily updates the travel website.	11	commemorate	seventeenth

*横出の設定による差異あり

考察

- 小規模言語モデルでは単語の意味に近い語句の選定が有効
 - fasttextによるSkipGramとSWEM-maxによる類似語句ではほぼ意味が変わらない言い換え文が生成可能
 - 一部, 対話でのQ&Aとして整合性がとれなくなる言い換えあり
 - modernBERTでは言い換えすぎな語句などがあつた (cinema→movie/drama→homeland?)
 - 他にも mallをtallとするなど“字面が近い”ものも選定される (Tokenizeの影響?)
- 熟語 (イディオム) への言い換えが困難
 - 熟語の候補がSkipGram+SWEM-maxでは0個, modernBERTでも1個
 - 構文解析などより深い自然言語処理の適用
- 固有名詞 (例: penicillin) の置き換えへの対応
 - 通常, テストの問題文などでは注釈で補う
 - 対話文生成では教師による判断必要

「校閲」レベルの対話文ペア単位での言い換えまでは未達

おわりに

- 大規模言語モデルと小規模言語モデルの統合的利用による
中学校英語での対話練習用教材(対話文)の作成支援
 - 大規模言語モデルによる生成→小規模言語モデルによる言い換え
対象語句の選定→大規模言語モデルによる言い換え文の作成
 - 単語の周辺情報を使った言語モデル(SkipGram)による言い換え
対象のほうが今回の実験では優れる結果
- 今後の課題
 - 修正後の対話文の専門家による質的な評価
 - 英語教育支援システムへの統合
 - 教師業務支援入カインタフェースとの連携
 - ロボットサービスとの連携