

## 英単語の適切な日本語の意味表示システム

鎌田 訓史\* 黒岩 丈介\* 小高 知宏\* 諏訪 いずみ\* 白井 治彦\*\*

### Display System of Appropriate Japanese Meaning of English Words

Norifumi KAMADA\*, Jousuke KUROIWA\*, Tomohiro ODAKA\*  
Izumi SUWA\* and Haruhiko SHIRAI\*\*

(Received January 29, 2019)

In this paper, we develop a support system for reading comprehension in English with AR(Augmented Reality) technology. The system presents appropriate Japanese meaning of the English words corresponding to user's English vocabulary. We construct English-Japanese dictionary database with the level information of English vocabulary. We implement a determination function of the appropriate Japanese meaning of the English words by comparing Japanese meaning in the dictionary database with corresponding one in the sentence given by the translator. We evaluate the success ratio of giving appropriate Japanese meaning for an English sentence with 167 words. The success ratio is 71.6%. In addition, we evaluate required time to read two kinds of English sentences, which include 8 words, among which 3 words are University student level, with use of our system or an electronic dictionary. Our system succeeds to decrease the required time by 49.8s on average. The facts reveal usefulness of our support system.

**Key words** :AR, Support System, Dictionary Database, Appropriate Japanese Meaning

#### 1. はじめに

近年、グローバル化の進行に伴い、英語に触れる機会が増加している。同時に、英語で記述された書類も増加傾向にある。このため、英文を読解する機会が増え、英文読解能力が必要となっていると考えられる。一般的に、英文読解を行う際、英和辞書やWEB上で利用できる翻訳サービスなどを利用する機会が多い。しかし、英和辞書は英単語を一つ一つ調べてから適切な日本語の意味を判断する必要があるため時間がかかる。また、英語を十分に習得していない人やこれから英語学習を始める人にとって、適切な日本語の意味を判断し読解することは困難である。正確に英文読解ができないことで、英語に対して苦手意識を持ってしまうという危険性がある。翻訳サービスを利用

する方法では、瞬時に英文の日本語訳を得ることができるが、英文を入力する必要があるため時間がかかる。また、英文を理解すること無く日本語訳を取得してしまうと、これから英語学習を始める人にとっては、英語を学ぶことができない。上記の問題を解決するために、利用者の英語の習得レベルに応じて、利用者の分からない英単語のみを最も適切な意味で表示すると良いと考えた。利用者の分からない英単語の適切な意味だけを表示させることで読解時間を短縮できると考える。

更に、より一層、英文読解効率が向上できるようにAR技術の導入も考えた。読解支援システムの先行研究では、ブラウザを利用して日本語学習者が日本語文を読解する時に、漢字の意味をフレームに出力するという研究がある<sup>[1]</sup>。このシステムを用いることで、辞書を引く手間を省き、読解が容易になるという利点がある。我々は、辞書の手間を省くことに加え、電子化文書ではない紙で記述された文章でも利用で

\* 大学院工学研究科 知能システム工学専攻

\*\* 工学部技術部

\* Human and Artificial Intelligence Systems Course,  
Graduate School of Engineering

\*\* Technical Division

きることから、AR 技術を取り入れた、AR 技術を利用した支援システムの研究は様々な分野で行われている。AR 技術を用いて文字や映像を現実空間に可視化する研究では、利用者がすぐに理解できるようにされている [2]。本研究では、AR 技術を利用して日本語の意味を対象の英単語の上に表示させる。AR 技術を利用することで、英単語の意味を瞬時に理解できることに加えて、英単語をシステムに入力する手間を省くことができるので、英文読解効率が向上できると考えられる。

以上より、本研究では、AR 技術を用いて適切な日本語の意味を対象英単語上に表示する英文読解支援システムを開発する。その際、英文中の英単語の適切な意味をどのようにして獲得するのが問題となる。本研究では、英文翻訳機から得られる単語の意味と、辞書内の単語の意味をマッチングすることで、この問題を解決することにした。本手法で得られる適切な意味の獲得率から、システムの実用性を評価する。以上より、本研究の目的は、(i) 実際の英文を対象として、英単語の適切な意味の獲得率、及び (ii) AR 化による英文読解の短縮時間を明らかにすることである。

## 2. 英文読解支援システムとして望まれる機能

本研究では、利用者の英語の習得レベルに応じて適切な日本語の意味を英単語の上に AR 技術を用いて表示させるシステムを開発する。

英文読解支援システムで求められることを以下に示す。

- システム利用の手軽さ
- 英文読解効率を向上させる
- 英語教育的効果

システムの手軽さは、スマートフォンアプリケーションとして実現する。一般的に最も身近に利用されているスマートフォンで本システムを実装することにより、手軽に使うことができる。スマートフォンアプリケーションであれば、通常携帯しているため、英和辞書や電子辞書などといった他のものを持ち歩く必要なくなる。

英文読解効率の向上には以下の 2 つの方法が考えられる。1 つ目は、適切な日本語の意味だけを出力させる方法である。辞書などを用いて英単語の意味を調べる時、複数の意味が記されていてどれが最も適切か分からなくなってしまう場合がある。この時、適切な意味を判断するためには、英文全体での日本語の意味を考え判断する必要があり、多くの時間を要

する。このため、複数の意味を持つ英単語に対して、最も適切な意味を判断して表示できれば、英文読解効率を向上させることができる。

2 つ目は、AR 技術の利用である。AR 技術を用いることで、視線を英文に向けるだけでシステムが利用できるため、時間効率が向上できる。対象の英単語の意味を瞬時に理解することが可能になるため、時間効率の向上に繋がる。

更に、利用者が意味を知っている不要な英単語を表示することを防ぐために、利用者の英語の習得レベルに応じて日本語の意味を出力する。利用者が分からない英単語だけ意味を表示させることで、理解できる英単語に対しては自力で読解する必要がある。これにより、英単語の読解においてシステムにすべて依存しないため、英語を自分で日本語に翻訳する力は衰えない。また、英文を翻訳するのではなく、英単語の日本語の意味を英単語の上に表示させるので、英単語に触れる単語数は変わらない。

### 2.1 システム全体の構造

スマートフォンのカメラで英文が出力されるまでの流れを簡潔に説明する。図 1 にシステムの全体像を示し、以下に各機能の説明を与える。

- カメラ画像取得機能  
紙で記述された英文の書類に対して、スマートフォンのカメラを用いて撮影した画像を取得し画像解析機能へ渡す。
- 画像解析機能  
カメラ画像取得機能で得られた英文の画像から

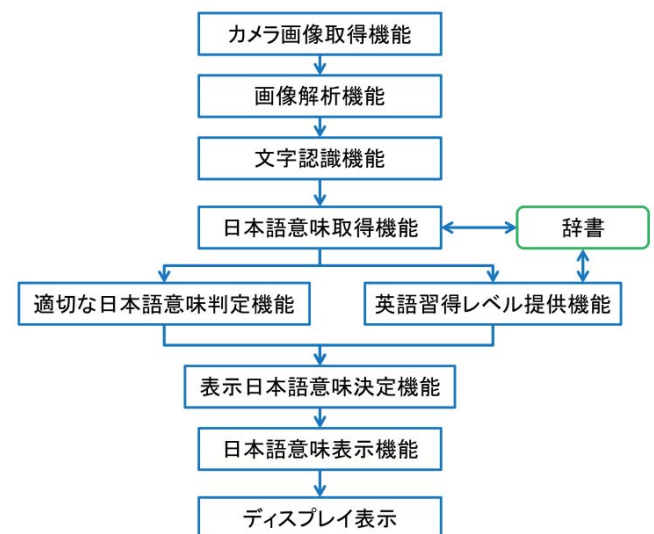


図 1 システムの全体像

文字領域を確保する。この文字領域を文字認識機能へ渡す。

- 文字認識機能  
画像解析機能で解析された文字領域から文字認識を行う。文字認識した英文を TEXT ファイルとして出力し、日本語意味取得機能へ渡す。
- 日本語意味取得機能  
英文の TEXT ファイル中の英単語に対して、英和辞書データを用いることにより日本語の意味を獲得する。この情報を適切な日本語の意味判定機能と英語習得レベル提供機能へ渡す。
- 英語習得レベル提供機能  
英文の TEXT ファイル中の英単語に対して、英和辞書データを用いることにより英語習得レベルの情報を与える。この情報を表示日本語意味決定機能へ渡す。
- 適切な日本語の意味判定機能  
英文の TEXT ファイル中の英単語に対して、複数の意味を持つ英単語から最も適切な意味を判定する。この情報を表示日本語意味決定へ渡す。
- 表示日本語意味決定機能  
適切な日本語の意味判定機能と英語習得レベル提供機能から受け取った情報を元に、利用者の英語習得レベルと比較して意味表示させる必要がある英単語を判定する。この情報を日本語意味表示機能へ渡す。
- 日本語意味表示機能  
日本語意味表示機能から受け取った情報から、対象の英単語に AR 技術を用いて日本語の意味をスマートフォンのディスプレイ上に表示させる。

### 3. システムの実装

本章では、前章で記述したシステムの設計を踏まえた実装方法について説明する。本システムで現在実装した機能のみ実装方法をそれぞれ示す。本機能のすべての実装において開発言語として Ruby を利用した。

#### 3.1 文字認識機能の実装

文字認識機能は無料で利用できる「Free Online OCR」を使用した<sup>[3]</sup>。このサービスでは、PDF ファイルの画像から文字を認識して TEXT ファイルとして文字が出力される。カメラ画像取得機能で取得した英文の画像は JPG ファイルであるため、これを PDF

表 1 変換則マッチング方法の例

変化形	変換方法	基本形
works	s を削除	work
sleeping	ing を削除	sleep
walked	ed を削除	walk
smaller	er を削除	small
fastest	est を削除	fast

ファイルに変換する。その後、このサービスを利用することで、英文の TEXT ファイルが得られる。

#### 3.2 日本語意味取得機能の実装

本機能では、英文中の英単語の日本語の意味を取得する。このため、英単語とその英単語の意味が登録された英和辞書の電子データの作成を行う。

作成するに当たって、インターネット上で公開され、無料で利用できる英和辞書データを用いた<sup>[4]</sup>。英文中の英単語の日本語の意味を獲得する際、英文中の英単語と英和辞書データ中の英単語をマッチングすることで実現した。しかし、英文中の英単語は、基本形から変形している可能性があるため、そのままではマッチングすることができない。動詞については、過去形、過去分詞形、現在進行形、3人称単数形である。名詞については、複数形である。これらの英単語については、規則的に変化するものは、変換則をルールとして作成し、英単語の形を変化させマッチング可能とした。不規則変化する単語は、すべて英和辞書データに追加登録した。表 1 に基本形への修正例を示す。

#### 3.3 英語習得レベル提供機能の実装

英語習得レベル提供機能では、英文中の英単語に英語習得レベルを提供する。この機能を実現するために、英和辞書データの各英単語に英語習得レベル情報を追記した。表 2 には英語習得レベルのマーキングする数字を示す。そのレベルは表 2 に示すように、7段階とした。英和辞書データにレベルを追記する際には、各学年ごとに分類されている英単語データを用いた<sup>[5]</sup>。この英単語データと英和辞書データ内の英単語とマッチングをとり、英和辞書データ内の各英単語にレベル情報を自動的に追加した。このようにして、英語習得レベル情報が登録されている英和辞書データを作成し、利用者の英語習得レベルと比較することで、英語習得レベルに応じて表示する英単語の選択を可能とした。

表2 英語習得レベルをマーキングする数字

英語習得レベル	マーキングする数字
中学1年生	1
中学2年生	2
中学3年生	3
高学1年生	4
高学2年生	5
高学3年生	6
大学1年生以上	7

### 3.4 適切な日本語の意味判定機能の実装

適切な日本語の意味判定機能では、多義語の英単語から最も適切な意味を判定する。本機能では、利用者の分からない英単語が含まれる英文の1文を翻訳機を用いて翻訳する。翻訳文の生成には、translate-shellを利用した。この翻訳文をMeCabを用いて分かち書きにし、単語要素毎に分類する。次に英文1文に含まれるすべての英単語の日本語の意味を英和辞書データから獲得する。分かち書きされた翻訳文の単語要素と英和辞書データの日本語の意味をマッチングする。マッチングした場合、この意味が最も適切であると判定する。しかし、分かち書きさせた単語要素には日本語の意味として表示させる必要がないものがある。例としては「は」や「を」などの助動詞である。これらの意味は表示させる必要がないので考慮しない。また、活用された日本語の単語要素は基本形のルールにより、修正してからマッチングさせる必要がある。MeCabには分かち書きさせた単語要素とその品詞、活用されている場合はその基本形が出力される。これらのことを考慮して、分かち書きに加えて、日本語の意味を表示させる単語要素と基本形をTEXTファイルに出力して、英和辞書データの日本語の意味とマッチングした(図2参照)。

### 3.5 表示日本語意味決定機能の実装

表示日本語意味決定機能では、利用者の分からない英単語を判定して、意味表示する英単語を決める。利用者に自身の英語習得レベルを決めてもらい、表2で示した数字を入力してもらう。英文中の英単語は

パーソナルコンピュータ (名詞-一般)  
 日常 (名詞-一般)  
 生活 (名詞-サ変接続)  
 欠く (動詞-自立) (元の形: 欠か)

図2 単語要素の出力例

すべて英語習得レベル提供機能によって英語習得レベルの数字が割り振られている。利用者の英語習得レベルと英文中の英単語の英語習得レベルを比較させる。比較させた結果、利用者の英語習得レベルの数字よりも大きい数字を有する英単語を意味表示させる対象とする。

### 3.6 日本語意味表示機能の実装

日本語意味表示機能では、対象の英単語に対して日本語の意味をAR技術を用いて表示する。本システムでは、マーカー型ビジョンベースARを利用する。マーカー型ビジョンベースARにはマーカーとなる画像を用意する必要がある。マーカーには、予めカメラで取得した英単語の画像を用いる。システムがマーカーを認識したら、このマーカーの英単語の上に日本語の意味を出力させる。マーカーの設定と認識にはVuforiaを使用する。Vuforiaとは、ARライブラリである。Vuforiaを用いることで、AndroidでARアプリケーションの開発が可能となる。また、日本語の意味表示の画像処理にはUnityを利用する。

## 4. 英文読解支援システムの評価実験

### 4.1 適切な日本語の意味の評価実験

適切な日本語の意味判定機能によって、英単語の適切な日本語の意味の獲得率を算出する。適切な日本語の意味の獲得率から適切な日本語の意味判定機能の有用性を調査する。適切な日本語の意味が獲得できない英単語に対しては、その英単語をリストに記録して、原因を追求する。これらの英単語の原因を改善して、適切な日本語の意味の獲得率を向上させる。

本評価実験は、英文データの167単語数に対して判定を行う<sup>[6]</sup>。適切な日本語意味判定機能によって英単語とその英単語の最も適切な日本語の意味を表示させる。適切な意味を判定できなかった場合は空白で表示する。本評価実験では、日本語の意味を必要としない英単語を考慮しないとする。日本語の意味を必要としない英単語は以下に示す。

- 助詞・助動詞・代名詞

- カタカナ語の訳

英単語をそのままカタカナ表記で訳されてしまう場合

- 訳が存在しない英単語

英熟語や過去分詞形で用いられる「have」などの英単語である。

表 3 日本語の意味表示を必要としない英単語の分類

	単語数
助詞・助動詞・代名詞	76
カタカナ語の訳	16
熟語	8

表 4 適切な日本語の意味判定不可能な英単語の分類

	単語数
別の英単語の意味を出力	4
似た意味を持つが辞書に存在しない英単語	11
否定の意味を持つ単語	1
専門用語	3

英文データの総英単語数から日本語の意味を必要としない英単語を抜いて適切な日本語の意味判定機能の評価実験を行う。

適切な日本語の意味判定機能では、英文データを1文毎に取り出して実行する必要がある。英文データの1文から英単語の意味表示をさせて記録する。出力された英単語が適切な日本語の意味であるかを確認し、適切であると判断した英単語の単語数を記録する。日本語の意味が出力されなかった英単語や、日本語の意味が多数出力されてしまうなど、上手く表示することができなかった英単語も記録し、その原因を考察する。上記の手順を繰り返す。英文データのすべての英単語に対して記録を行う。その後、適切であると判断した英単語の単語数から適切な意味の獲得率を算出する。英文データの167単語数に対して日本語の意味を必要としない英単語は100単語数であった。この英単語の単語数の分類を表3に示す。表3に分類される英単語は考慮せずに、残りの67単語数の英単語で適切な日本語の意味の獲得率を算出する。

適切な日本語の意味が判定可能な英単語数は48単語数であった。よって適切な意味の獲得率は約71.6%であった。また、適切な日本語の意味判定不可能な英単語は19単語であった。この英単語が出力されなかった原因を4種類に分類した。これを単語数と共に表4に示す。

適切な日本語の意味判定不可能な英単語の原因を以下に示す。

- 別の英単語の意味を出力

同一英文上に同じ日本語の意味が複数存在する場合に最も適切な意味が判定できなくなる。例としては、「intelligent」という英単語に対して「知能」と「知識」の2つの意味が出力されてしまった。これは「intelligent」を含む英文に「knowledge」

という英単語が存在していたからである。この英文の翻訳文を獲得し、単語要素に分割した時に「知能」と「知識」という単語要素を獲得した。英文中の英単語の日本語の意味を英和辞書データから獲得し、この単語要素と比較させたところ、「knowledge」には「知識」の単語要素のみが存在するが、「intelligent」に「知能」と「知識」の2つの単語要素が存在してしまった。実際は、「knowledge」には「知識」、「intelligent」に「知能」というように適切な日本語の意味を判定させるべきである。この例のように、1つの英単語の日本語の意味に対して、複数の単語要素とマッチングしてしまう時に、別の英単語の意味が出力される。

- 似た意味を持つが辞書に存在しない英単語

翻訳文から得られる単語要素と英和辞書データの日本語の意味の差異から最も適切な意味が出力できなくなる。適切な日本語の意味判定不可能な英単語の中で、これに分類される英単語が最も多かった。「status」という英単語を例として挙げる。「status」を含む英文から翻訳文を取得して単語要素に分けたところ「現状」が最も適切であると想定した。しかし、英和辞書データによる「status」の日本語の意味は「状態」や「事態」などであった。これにより英和辞書データの日本語の意味とマッチングしないため出力されなかった。このように、翻訳文の単語要素と英和辞書データの日本語の意味が殆ど同じような意味であっても、微妙なニュアンスの違いから最も適切な意味を判定することができなくなる。

- 否定の意味を持つ英単語

否定の意味を持つ英単語では、適切な意味の表示ができない場合がある。「indispensable」を例にして考える。この英単語は「欠かせない」という意味を持つ。「欠かせない」を含む翻訳文をMeCabによって分かち書きすると、「欠か」、「せ」、「ない」という単語要素に分割されてしまう。「欠か」は基本形に変換されて「欠く」という単語要素に変換される。「indispensable」の日本語の意味と「欠く」という単語要素を比較させてもマッチングすることができない。このように否定の意味を有する英単語ではMeCabの分かち書きによって、単語要素とマッチングせず、適切な意味表示ができなくなる。

### ● 専門用語

専門用語の英単語は英和辞書データに登録されていないため、適切な意味を判定できない。これは英和辞書データの評価実験と同様で、一般的に使用されることが少ないため、英和辞書データに存在しない。このため、単語要素と比較することができないので適切な意味の判定ができない。

#### 4.2 表示結果による実用性の評価実験

本評価実験では、日本語意味表示機能の AR 技術によって英文読解に要する時間の向上率を算出する。電子辞書と本システムを実装したアプリケーションの2つを被験者に利用してもらうことで英文読解に要する時間を計測する。予め2つの英文を用意し、どちらか一方を電子辞書で読解し、もう一方はアプリケーションを利用する。被験者8名にそれぞれの英文読解方法で英文を読んでもらい、口頭でその英文の日本語訳を言ってもらい、英文を読み始めてから正解の日本語訳を言い切るまでの時間を測定する。測定結果を元に電子辞書を利用した場合と、アプリケーションを利用した場合を比較して考察する。用意した2つの英文は、英単語数8単語でその内3単語は英語習得レベルが7、その他の英単語は英語習得レベルが1で統一した。用意した2つの英文を英文1と英文2とする。それぞれの英文を図3に示す。被験者4名には、英文1を電子辞書で、英文2をアプリケーションで読解させた。残りの被験者4名には、英文2を電子辞書で、英文1をアプリケーションで読解させた。この結果を表5に示す。

表5から、すべての被験者の読解時間の差は平均して約49.8秒読解速度を短縮することができた。被験者8名の内、7名に対して本システムを用いることにより読解速度を向上させることができた。しかし、userEでは読解速度が下がってしまった。これは、ARの画像認識において、日本語の意味がうまく表示されず、意味表示に時間がかかってしまったためである。

- ① That ceramist is tolerant . He is also geologist .
- ② Ewes are herbivore . They are white and hairy .

図3 英文1と英文2

表5 英文読解に要する時間の結果

	電子辞書	システム	読解時間差
userA	2分14秒	40秒	1分34秒
userB	1分44秒	19秒	1分25秒
userC	1分53秒	28秒	1分25秒
userD	45秒	26秒	19秒
userE	58秒	1分32秒	-34秒
userF	43秒	10秒	33秒
userG	1分42秒	59秒	43秒
userH	1分31秒	18秒	1分13秒

### 5. 考察

#### 5.1 適切な日本語の意味の評価実験の考察

適切な日本語の意味判定機能の評価実験の結果から考察をする。適切な日本語の意味の獲得率は71.6%であった。71.6%の獲得率では適切な意味を表示できない場合が存在してしまうため、実用性は高いことが分かる。このため、適切な意味判定が不可能な英単語を確認して改善する必要がある。適切な日本語の意味判定不可能な英単語の問題を解決する方法を以下に示す。

#### ● 別の英単語の意味を出力

英文を翻訳させて翻訳文を獲得する時に、英文中の英単語がどの日本語の意味に対応しているか分かるようにする必要がある。例えば、「intelligent」という英単語が存在する英文を考える。この英文を翻訳させた時に、英和辞書データを介さずに「intelligent」が翻訳文では「知能」という意味に対応していると確認する。ここで英和辞書データの「intelligent」の日本語の意味と比較して「知能」が存在することが確認できれば最も適切な意味と判定することができる。本実験では、翻訳時に英文の翻訳文しか得ることができないため、MeCabを用いて分かち書きさせて英文中の英単語のすべての日本語の意味を英和辞書データから入手して比較する必要がある。改善方法として、翻訳時に英文中のそれぞれの英単語が翻訳文のどの日本語の意味であるかが分かる翻訳機を利用する必要があると考える。

#### ● 似た意味を持つが辞書に存在しない英単語

これは、翻訳文の単語要素と英和辞書データの日本語の意味が殆ど同じような意味であっても、微妙なニュアンスの違いから生じる。この改善方法としては2つ挙げられる。1つ目は、適切な日本語の意味判定機能で利用した翻訳機が使用している辞書と英和辞書データを一致させる

方法である。前章で挙げた「status」という英単語では、翻訳機の訳では「現状」、英和辞書データでは「状態」や「事態」という意味であった。英和辞書データを翻訳機で利用した辞書と同じ内容にすることで、共に「現状」という意味で一致するため適切な意味を取得することができる。このためには、翻訳機で利用した辞書を獲得する必要がある。2つ目は、類義語を取得して英和辞書データの日本語の意味と比較させる方法である。「現状」という単語の類義語を取得して、その類義語のすべての単語と英和辞書データの日本語の意味を比較させて、適切な意味を判定させる。これにより、英和辞書データの日本語の意味に翻訳文の似た意味が存在しても適切な意味として出力する可能性があると考えられる。

- 否定の意味を持つ英単語

これは、MeCab の分かち書きによって分類された単語要素が複数合わさることで適切な意味となる場合に生じる。この場合、英文中に「not」などの否定の意味が存在するか確認する必要がある。これらの英単語が存在しない場合、否定の単語要素とその前の単語要素を組み合わせて1つの単語要素を確立してマッチングさせる必要がある。この方法で改善できると考えられるが、翻訳文に否定の意味が含まれる度に確認する必要があるため、システムが適切な意味を判定するのに時間を浪費してしまう恐れがある。そこで、別の英単語の意味を出力の改善方法と同様に、翻訳時に英文中のそれぞれの英単語が翻訳文のどの日本語の意味であるかが分かる翻訳機を利用する方法が最適であると考えられる。これにより、MeCab の分かち書きによる単語要素と日本語の意味との不一致を防ぐことができると考えられる。

- 専門用語

専門用語に分類される英単語は、その英単語の意味を調べて英和辞書データに登録する。

## 5.2 表示結果による実用性の評価実験

表示結果による実用性の評価実験の結果から考察をする。本機能を用いることで、英文読解速度を約49.8秒向上させることができた。このため、本機能を用いることで英文読解速度が向上することができた。しかし、日本語の意味がすぐに表示させることができない場合があった。これは、スマートフォンを英文

にかざす時に近づけ過ぎてしまったり、暗い場所で使用してしまったためであると考えられる。この問題を解決するためには、スマートフォンを前後に動かしたり、極力明るい場所で使用するなどの注意を利用者に提示する必要がある。このため、本システムを利用する前に、スマートフォンの画面でこのような注意書きを示すことで解決できると考える。また、本評価実験において、英語習得レベルが7の英単語でも被験者が意味を理解している場合があった。このため、英語習得レベルを学年だけではなく、TOEIC のスコアなどで分けて、より細かく設定することを検討する。

## 6. まとめと今後の課題

評価実験を通して、英文読解速度の向上を確認することができたが、適切な意味の獲得率は高い数値が得られなかった。適切な意味の獲得率は、考察で記述した解決方法を実装して向上させることを考える。本実験での日本語表示機能では、予め用意した英単語だけを出力したため、実際の英文には対応していない。このため、すべての機能を一連の流れで利用できるようにシステムを実装して、実際の英文でもリアルタイムで利用できるような検討していきたい。

### 参考文献

- [1] 寺朱美, 北村達也, 落水浩一郎: WWW ブラウザを利用した日本語読解支援システム, 日本科学教育学会 年会論文集 20, (1996)
- [2] 安達拓也, 小島有貴, 濱川礼: OCR 技術を活用した電子回路図から AR を利用した三次元水路図への自動変換システムの構築, 情報処理学会インタラクション 2018, pp. 942-947, (2018)
- [3] くじらはんど, 無料英和辞書データダウンロード, <https://kujirahand.com/web-tools/EJDictFreeDL.php>
- [4] SmartSoft, Free Online OCR, <http://www.free-online-ocr.com/>
- [5] 活きた英語の情報発信! 英語漬け.com, <http://www.eigo-duke.com/tango/tangoindex.html>
- [6] Michael Negnevitsky: Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems (2nd Edition), Addison-Wesley, pp.11-14, (2005)

