

研究速報

# 利用者の視線に応じて情報を呈示する電子教材”視線辞書引きシステム「dictionary lookup system by gaze : DLUSG」”の開発

Development of a digital device responding to learner's gaze.

玉宮義之<sup>\*1</sup>

Yoshiyuki Tamamiya

Email: tamamiya@dokkyo.ac.jp

キーワード：電子教材、視線、個に応じた学習

Keywords: e-Learning, gaze, adaptive learning

本研究では、利用者の視線に応じて情報を呈示する電子教材”視線辞書引きシステム「dictionary lookup system by gaze : DLUSG」”を開発し、実験からシステムの評価を得た。DLUSG は、英文読解において学習者が辞書を引くことに対して感じる心理的負担を低減するために、視線計測器によって得られた学習者の視線情報に基づいて単語の意味を自動的に呈示するシステムである。大学生がシステムの評価実験に参加し、DLUSG の利用と評価を行った。その結果、学習者の英語能力によって評価に差が見られ、学習者ごとに単語の意味呈示時間などの変数を調整する必要が示された。

In the current study, we developed a digital device responding to learner's gaze, named “dictionary lookup system by gaze : DLUSG”. In order to decrease psychological stress English learners have when they look up an English dictionary, DLUSG automatically displays the meaning of a word based on learner's gaze measured by an eye tracker. University students participated in this experiment. Participants were asked to summarize English text with DLUSG and evaluate the system. The results showed that English skill of participants affected the evaluation.

---

\*1: 獨協大学 法学部

## 1. はじめに

ICT を利用した教育の推進が求められ、様々な電子教材の開発・研究が行われている。また、個に応じた学習・指導の充実も求められ、学習者の習熟度を把握し、必要な助言・補助を行うことの意義が指摘されている。このような状況にあって、両者を有機的に統合した研究は十分に行われていない。そこで本研究は、学習者の能力・状態に応じて必要な情報を呈示し、学習を補助する電子教材の開発を行った。

教育において、動機付けは極めて重要な要因の1つである。動機付けを低減させる要因として、学習に対する心理的負担（面倒に感じるなど）があり、語学学習においては辞書引きがその1つである<sup>(1)</sup>。近年、語学学習における未知語の意味理解の手段として、電子辞書やオンラインの翻訳サイトなどの利用が増加している<sup>(2,3)</sup>。紙の辞書と比較して、電子辞書は検索時間が短く、時間あたりの学習効率が高くなり、辞書を使用する心理的負担も低くなる<sup>(4)</sup>。このように、ICT を利用した教材の利点が広く認識される一方で、日本の生徒は、OECD 諸国の中でも学習のために ICT を活用することがそもそも面倒であると感じる割合が高くなっている<sup>(5)</sup>。そこで、ICT を用いつつ、辞書引きに対する心理的負担を低減するシステムを開発した。

学習者の視線は注意の対象・動機付け・理解度などを示唆する重要な潜在的手がかりである<sup>(6)</sup>。たとえば、文章の難易度が上昇するほど注視時間が長くなることや<sup>(7)</sup>、学習によって注視時間が変化すること<sup>(8)</sup>、課題遂行時の視線が専門家と非専門家で異なることが知られている<sup>(9)</sup>。また、注視時間とサッケードから学習者の習熟度を推定する取り組みも行われている<sup>(10)</sup>。これらのことから、学習者の視線をリアルタイムに把握し、必要な情報を即座に呈示するシステムは、学習を補助・促進する有効なツールであると考えられる。たとえば、Lee らは、学習者の視線に随伴して反応するエージェントが学習に効果的であることを指摘している<sup>(11)</sup>。前述のとおり、語学学習においては辞書を引くという行為が学習者の心理的負担を増加させ、学習に対する動機付けを低減させる可能性があるが、視線に反応するシステムは、理解困難な対象を注視するという人間の特徴に基づいたナチュラルインターフェースであり、辞書と ICT に対する拒否反応を低減するものと考えられる。そこで本研究は、視線に応じて英単語の意味を呈示する英語学習教材「視線辞書引きシステム「dictionary lookup system by gaze : DLUSG」」(以下 DLUSG)を開発し、大学生を対象に実験を行った。

## 2. 方法

### 2.1 参加者

埼玉県下の大学生 2 名（男女各 1 名）が実験に参加した。謝礼として図書カード 500 円分が渡された。

### 2.2 実験装置

視線計測器として Tobii 社の EyeX を使用した。EyeX は非装着型の視線計測器で、ディスプレイ下部に設置することで利用者の視線を記録する。

刺激呈示用コンピュータとして、Panasonic 社の Let's note CF-B10 を使用した。

### 2.3 DLUSG

Unity 社の Unity5.0 を使用して作成した。呈示される英文として、日本英語検定協会が公開している英検の過去問から 1 級（大学上級程度）と 4 級（中学中級程度）の長文(それぞれ 85 words、93 words)を使用した。システムは EyeX を通して参加者の視線を常にモニターし、特定の単語を 1.5 秒以上注視した場合、その単語の意味を 2 秒間呈示した。興味領域(ROI)は単語全体を覆うように設定された。単語の意味は、対象となる単語の真上に黄色の網掛けを背景として呈示された(図 1)。対象となる単語は、基本的にプログレッシブ英和辞典における大学入試程度以上に分類されるものであったが、4 級の長文は平易な単語が多いため、1 級の単語数を考慮し、「Doughnut」など一部の固有名詞についても対象とした。その結果、意味が呈示される単語数は、1 級で 21 個、4 級で 10 個であった。実験開始からの経過時間、参加者の視点(画面上の座標 x, y)、注視対象単語、各単語の注視時間が記録された。

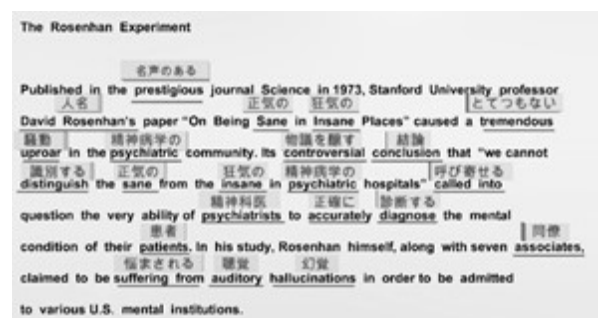


図 1 DLUSG の画面

\*図では対象となる全ての単語の意味が呈示されているが、実際には特定の単語が注視された場合のみ、その意味が呈示される。

### 2.4 英語テスト・質問紙

参加者の英語能力を測定するために、日本英語検定協会が公開している英検の過去問から 3 級(中学卒業程度)の長文とリスニングを除く 15 問を使用した。

プログラムの使用感(「単語の意味を呈示するタイミングが適切だ」「単語の意味が呈示されている時間が短い」「見ている単語と異なる単語の意味が呈示される」「この教材を使うことが楽しい」「他の教材や辞書を使うよりも勉強しやすい」「文字が小さい」「目が疲れる」、それぞれ 1「全くあてはまらない」から 5「かなりあてはまる」の 5 件法)と英語に対する態度(「英語を読むことが好きだ」「英語の文章を読むときに辞書を引く」「辞書を引くことが面倒くさい」「紙よりもデジタル辞書(オンラインや電子辞書)を引く」、それぞれ 1「全くあてはまらない」から 5「かなりあてはまる」の 5 件法)に関する質問紙を作成した。

### 2.5 手続き

参加者は実験に関する説明を受けた後、実験参加同

意書に署名した。システムの説明を受けた後、EyeX のキャリブレーションを行った。練習課題を行い、注視することで単語の意味が呈示されることを確認し、課題を行った(図 2)。課題は画面に呈示される英文の要約を 100 文字程度で作成することであった。課題の制限時間はなく、参加者からの申告によって課題終了となった。4 級・1 級の順番で英文要約を 2 題終えた後、英語テストと質問紙に回答した。



図 2 実験の様子

ディスプレイの下部に取り付けられている黒いデバイスが EyeX

### 3. 結果

#### 3.1 英語テスト

参加者の英検 3 級試験結果は、それぞれ 9 点・14 点であった(15 点満点)。そこで、前者を低得点参加者 (以下、低得点者)、後者を高得点参加者 (以下、高得点者) と分類し、以後の分析を行った。

#### 3.2 英文要約

低得点者は 1 級で 20 文字程度・4 級で 40 文字程度記述したが、英文の序盤を訳しただけであった。高得点者はそれぞれ 100 文字程度記述し、4 級の英文を的確に要約していた。一方で、1 級の英文は中盤までを訳しただけであった。

#### 3.3 DLUSD

注視することで意味が呈示された単語の数を参加者と課題文ごとに分類した(表 1)。低得点者は、英文の難易度に関わらず、同程度に対象語を注視していた。高得点者は、難易度の高い 1 級ではほとんどの対象語を注視する一方、難易度の低い 4 級では対象語をあまり注視していなかった。

表 1 呈示単語数  
(対象単語数は 1 級が 21 個、4 級が 10 個)

	低得点者	高得点者
1 級	6	19
4 級	6	4

#### 3.4 質問紙

プログラムの使用感、英語に対する態度の回答結果を参加者ごとに分類した(表 2、表 3)。単語の意味の呈示時間、注視対象のズレに関して個人差が見られた。

それ以外の項目については概ね類似した回答傾向であった。

表 2 プログラムの使用感  
(1「全くあてはまらない」から  
4「かなりあてはまる」の 5 件法)

	低得点者	高得点者
呈示タイミングが適切	2	3
呈示時間が短い	1	4
注視対象と呈示のズレ	1	4
教材の楽しさ	3	5
他の教材よりも勉強しやすい	3	5
字が小さい	2	1
目が疲れる	4	4

表 3 英語に対する態度  
(1「全くあてはまらない」から  
5「かなりあてはまる」の 5 件法)

	低得点者	高得点者
英語がすき	2	2
英文読書時に辞書を引く	3	4
辞書を引くことが面倒	4	4
紙よりもデジタルを嗜好	5	5

### 4. 考察

本研究の目的は、視線に応じて英単語の意味を呈示する英語学習教材 DLUSD を開発し、大学生を対象に実験を行うことであった。

DLUSD は、実験中に問題を発生することなく、順調に稼働した。EyeX のキャリブレーションに 30 秒ほどかかり、課題中はあまり体を動かせないという制約はあるものの、それ以外に通常のパソコン使用と大きな差はないようであった。

DLUSD の利用に関して、参加者ごとに差がみられた。高得点者は、難易度の高い文章では対象となる単語の大半に対して DLUSD を利用していた。一方で、難易度の低い文章ではあまり DLUSD を利用していなかった。これは、文章に関係なく闇雲に DLUSD を利用していたわけではなく、必要に応じて単語の意味を参照していたものと考えられる。低得点者は全く異なる利用傾向を示している。低得点者は、難易度の高い文章要約を比較的短時間で終了したが、最初の一文程度しか訳していないことから要約することを早々にあきらめてしまったと考えられる。単語の意味を参照した数は少なく、低得点者にとって難易度の高い英文の要約作成に DLUSD は有効だと認識されなかった可能性がある。語学は語彙だけでなく、文法に関する知識も必要である。DLUSD は単語の意味を呈示するシステムであり、文法や構文についての補助機能は有していない。低得点者

は単語の意味だけでなく、英文の構文を理解できず、そのため DLUSG を利用しても要約が作成できないと判断したのかもしれない。また、自己制御能力の低い学生は自立学習型プログラムからは効果を得にくいことが知られており<sup>(12)</sup>、本研究においても自己制御能力が DLUSG の利用に影響した可能性が考えられる。

DLUSG に関する質問紙から、システムの詳細な評価が得られた。まず、単語の意味を呈示するタイミングがどちらかというと不適切だという指摘がされた。読書時の平均注視時間は 225-250 ミリ秒と言われ<sup>(6)</sup>、文章の難易度が上昇するほど注視時間が長くなることの、さらに EyeX の機器的制約（注視対象のズレ）から、単語の意味呈示に必要な注視時間を若干長め（1.5 秒）にした。このことが参加者にとって不適切だと感じられたのかもしれない。適切だと感じる単語の意味呈示タイミングは個人差が想定されるため、学習開始前に基準値を調整する試行を導入した方が違和感を低減するかもしれない。

高得点者において、単語の意味が呈示されている時間が短いという評価があった。本システムでは一律に 2 秒間呈示とされているが、理解が容易な単語は短く、困難な単語は長くするなど、単語によって呈示時間を変化させる必要があるかもしれない。

高得点者は注視した単語と意味が呈示される単語にズレが生じたと報告している。一方で低得点者はズレを感じなかったと報告しており、EyeX との相性が大きいと考えられる。

DLUSG は、意味がわからない単語を注視するだけでその意味を呈示することで、学習者が辞書引きに対して感じる心理的負担を軽減することを目指して開発された。学習時にある程度の労力をかけた方が効果的であるという説もある<sup>(13)</sup>。これは、学習対象について深い処理をすることで、記憶のネットワークがより強化されるためと考えられている。それでは辞書引きの労力を低減する DLUSG は学習効果が低いのだろうか。本研究では学習効果について比較していないため、この問いに直接答えることはできない。DLUSG は学習する意欲を低減させる障害を取り除くことを主たる目的として開発されているが、DLUSG の学習効果についてより詳細に検討ことも重要であり、縦断的研究を行うことが望まれる。また、学習者の語学力によって、辞書の使用頻度・目的が異なることが知られている<sup>(14)</sup>。そのため、システムを利用者の語学力にあわせて調整することによって、より効果的な学習教材になると考えられる。

計測機器の使用上、実際の注視点と EyeX が認識している点にズレがあり、このズレを考慮したプログラム設定を行った。そのため、一画面に呈示可能な文字数は 100 文字前後となり、一度に多くの情報を呈示することは困難であった。また本研究では刺激呈示装置としてノートパソコンを使用したため、ディスプレイが 15.6 型とやや小さくなり、このことも制約要因の 1 つとなってしまった。EyeX 自体は 27 インチまで対応可能であり、大きなディスプレイを使用することで、注視点のズレにも配慮しつつ、より多くの情報が呈示可

能となり、システムを効率化することができるだろう。

## 5. おわりに

本研究では、視線に応じて英単語の意味を呈示する英語学習教材「視線辞書引きシステム「dictionary lookup system by gaze : DLUSG」を開発した。そして、大学生を対象に実証実験を行い、DLUSG の評価を行った。その結果、DLUSG について一定の評価を得ることができた一方で、学習者ごとに調整を行うべき項目も示唆され、今後の改良点が明らかとなった。

## 謝辞

本研究の一部は、情報科学研究所研究助成によるものである。

## 参考文献

- (1) 津村修志. "英語学習意欲喪失の要因と英語の好き・嫌いとの関係." 大阪商業大学論集, 5, 5, pp. 27-42. (2010)
- (2) 副田恵理子, 平塚真理. "初級学習者による漢字語の意味理解のための外部リソース使用実態調査: 電子辞書の使用法に焦点をあてて", 北海道大学留学生センター紀要= Journal of International Student Center, Hokkaido University, 13, pp.58-77. (2009)
- (3) 安井健一郎. "大学生の英和辞典利用: 初級レベルの英語学習者について", 尚美学園大学総合政策研究紀要, 16, pp. 109-123. (2009)
- (4) 稲見和典, 中山実, 西方敦博, 清水康敬. "CD-ROM 辞書による英単語学習の効果", 日本教育工学雑誌, 21, 2, pp.107-117. (1997)
- (5) 曹圭福, "初等中等教育における ICT の活用 : 4. 海外における ICT 活用教育 -韓国と日本の比較を中心として-", 情報処理, 56, 4, pp.331-336. (2015)
- (6) Rayner, K. "Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search", The quarterly journal of experimental psychology, 62, 8, pp.1457-1506. (2009)
- (7) Rayner, K. "Eye movements in reading and information processing: 20 years of research.", Psychological bulletin, 124, 3 372-422. (1998)
- (8) 玉宮義之, 開一夫. "電子教材における課題の選択効果 -読書時の眼球運動を指標として-", 日本心理学会第 78 回大会, pp.1113. (2014)
- (9) 玉宮義之, 林安紀子, 田代幸代, 開一夫. "教育経験と教室における注意 -実際の教育場面における視線計測を通じて-", 日本認知科学会第 31 回大会, pp.218-220. (2014)
- (10) 吉村和代, 黄瀬浩一. "読書時の眼球運動を利用した英語習熟度推定法 (クラウドネットワークロボット).", 電子情報通信学会技術研究報告= IEICE technical report: 信学技報, 114(455), pp. 63-68. (2015)
- (11) Lee, H., Kanakogi, Y., Hiraki, K. "Building a responsive teacher: how temporal contingency of gaze interaction influences word learning with virtual tutors." Royal Society Open Science 2, 1, pp.140361. (2015)
- (12) Kegel, C. A., van der Kooy-Hofland, V. A., Bus, A. G. "Improving early phoneme skills with a computer program: Differential effects of regulatory skills". Learning and Individual Differences, 19, 4, pp. 549-554. (2009)
- (13) Smeets, D. J., Bus, A. G. "Interactive electronic storybooks for kindergartners to promote vocabulary growth.", Journal of experimental child psychology, 112, 1, pp. 36-55.

(2012)

(14) 山西博之. “問題解決方略としての高校生の辞書使用行動: 自由英作文課題におけるプロトコル分析” , Language Education & Technology, 42, pp.93-110. (2005)

(2015 年 9 月 29 日受付)

(2015 年 12 月 2 日採録)