

# 視線・セマンティクスアウェアな 教材オーサリングシステムと視線計測システムの開発

## Authoring System for Gaze-Semantics Aware Learning Materials

奥津 暁夫<sup>\*1</sup>, 林 佑樹<sup>\*2</sup>, 瀬田 和久<sup>\*2</sup>

Akio OKUTSU<sup>\*1</sup>, Yuki HAYASHI<sup>\*2</sup>, Kazuhisa SETA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>大阪府立大学 現代システム科学域

<sup>\*1</sup>College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

<sup>\*2</sup>大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

<sup>\*2</sup>Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

Email: okutsu@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

**あらまし**：学習者の理解過程や知識状態を学習支援システムが捉えることができれば、様々な学習分析・支援への応用が期待できる。そこで本研究では、思考状態の一端を表す「視線」に注目し、教材画面上の視線から学習者の知識理解のプロセスや知識状態を推測することに向けた、学習過程を記録するシステムの開発を目的とする。本稿では、学習者の視線を計測し、そこから学習者が理解しようとした知識構造と学習過程を記録できる教材と、その教材を開発するためのオーサリングシステムを提案する。

**キーワード**：学習，知識理解のプロセス，知識状態，視線，知識の意味構造

### 1. はじめに

学習者の知識理解のプロセスや知識状態を学習支援システムが捉えることができれば、効果的なフィードバックの提示や、学習の過程と成績の関係性の調査、理解状況の推定とこれに基づく問題の出題など、様々な学習分析・支援への応用が期待できる。しかし、こうした学習者の内部でなされる学びの過程は、外界から直接捉えることができない。

一方で、視線の動きは思考状態の一端を表すとともに、視線計測は人の高次認知処理を妨げることなく測定可能であることから、他の分析手法との組み合わせが容易であることから、優れた測定手法として様々な認知処理分析に用いられてきた<sup>(1)</sup>。

そこで本研究では、学習者の「教材に対する視線の動き」に基づき、学習者の「知識理解のプロセスや知識状態を推測する」ことを目的とした視線・セマンティクスアウェアな教材オーサリングシステムを提案する。

### 2. アプローチ

アイトラッカを用いることで、教材画面上の学習者の視線情報を計測できる。この注視点に対応する教材位置に、どのような知識が対応しているかを予め設定しておくことにより、「教材画面上の視線情報」から「注目知識情報」を捉えられる視線・セマンティクスアウェアな教材<sup>(2)</sup>を作成できる。このような教材を用いることにより、学習者の知識理解のプロセスの観察や、知識状態の推測が実現できる可能性がある。

教材に対する学習者の視線から、知識理解のプロセスや知識状態を捉え、これに基づくフィードバックを実現するためには、次の三つのシステムが必要であると考えられる。

(1) **視線・セマンティクスアウェアな教材**：計算機が、学習者の視線から理解のプロセスを捉えるためには、「教材画面のどの位置にどのような知識が表現されているか」という教材を設定できる仕組みが求められる。こうした教材を多様な学習文脈で利用するために、教材作成者が教材画面と知識の意味構造を対応づける操作を行うことにより、視線・セマンティクスアウェアな教材を作成できるオーサリングシステムの開発が必要である（要件1）。

(2) **学習時の視線計測システムの開発**：(1)の教材を用いて学ぶ学習者の視線を計測し、注目した知識の意味構造を付与した「学習ログ」として記録できるセマンティクスアウェアな視線計測システムの開発が必要である（要件2）。

(3) **学習記録から学習者の思考・知識状態を推測し、支援するシステム**：(2)で記録された「学習ログ」に基づき、学習者の知識理解のプロセスや知識状態を推測し、理解が不十分だと考えられる知識の提示や、構造的な理解を促す適切なフィードバック（例. 教材画面上の視線誘導など）を与える学習支援システムを開発する必要がある（要件3）。

### 3. 提案システム

本研究では、2章で挙げた要件1および要件2を実現するための、視線・セマンティクスアウェアな教材オーサリングシステム(3.1節)、および視線計測システム(3.2節)を開発した。以下に、各システムを説明する。

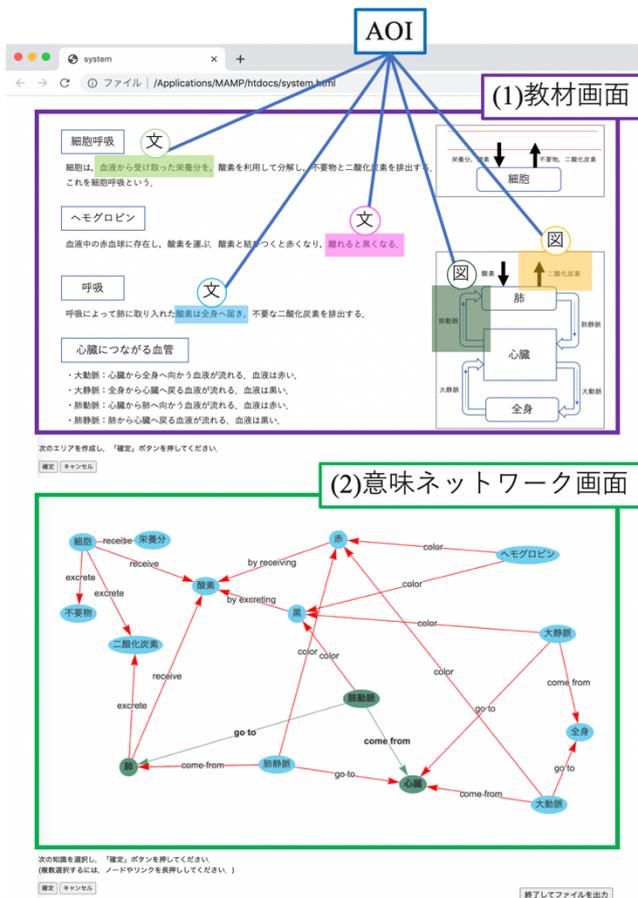


図1 教材オーサリングシステム

### 3.1 視線・セマンティクスアウェアな教材オーサリングシステム

図1に開発した教材オーサリングシステムを示す。本システムはJavaScriptおよびHTMLを用いて実装され、教材画面(図1(1))と意味ネットワーク画面(図1(2))から構成される。

教材作成者は、教材画面上に学習者の視線を捉える領域(AOI: Area of Interest)を作成し、そのエリアに表現されている知識を意味ネットワーク上で選択する。そして、当該エリアの知識の表現形式(文または図)を入力することで、教材画面上のエリアと意味ネットワーク上の知識を対応づけることができる。

システムは、AOI情報(各AOIのID、教材画面上の位置、サイズ、対応する知識、知識の表現形式)をxml形式で出力できる。

### 3.2 セマンティクスアウェアな視線計測システム

図2に開発した視線計測システムを示す。本システムは、C#フォームアプリケーションとして実装されており、ディスプレイ設置型のイトラッカを用いて学習者の視線を計測できるようになっている。

教材画面の画像ファイル、意味ネットワークのxmlファイル、および3.1節の教材オーサリングシステムが出力するxmlファイルを入力とし、教材画面を表示する(図2(1))。教材画面上では、入力されたAOI

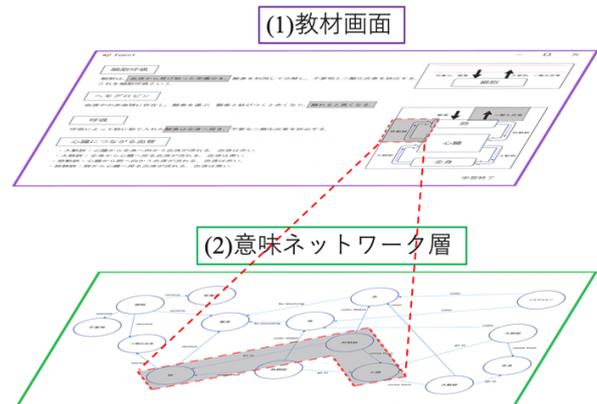


図2 視線計測システム

情報に基づきAOIが設定される。各AOIエリアは、学習の妨げとならないよう画面上で不可視に設定されている。

学習者はこの画面を用いて学習を進める。システムは学習者の視線行為を捉え、各AOIへの視線の出入りにより、対応する意味ネットワーク上の知識を検出できるようになっている(図2(2))。こうしてシステムが計測した情報は、学習記録(AOIのID、視線の出入り、記録時刻、対応する知識、教材画面上の知識の表現形式)としてcsv形式で出力される。

このような仕組みを学習支援システムが備えることで例えば、「心臓と肺を繋ぐ血管の特性について、文字情報と図的信息とを対照して理解しようとしていた」といった学習活動の観察や、「そうした学習活動が活性化された(されていない)個々の学習者の課題成績の分析」などが実現できる可能性がある。

## 4. まとめと今後の課題

本稿では、「教材に対する視線行為」に基づき、学習者の「知識理解のプロセスや知識状態を推測する」ことに向けた、視線・セマンティクスアウェアな教材オーサリングシステム、および視線計測システムを提案した。

今後の課題として、視線計測システムの学習ログを分析することによる学習支援システム<sup>(3)</sup>への応用や、学習者の知識理解のプロセスや知識状態を推測し、それに基づくフィードバックを与える知的学習支援システム(要件3)を実現していきたい。

### 参考文献

- (1) 大野健彦: “視線から何がわかるか—視線測定に基づく高次認知処理の解明”, 認知科学, Vol.9, No.4, pp.565-579 (2002)
- (2) Daiki Muroya, Kazuhisa Seta, and Yuki Hayashi: “Semantically Enhanced Historical Cartoons Promoting Historical Interpretation”, Information and Technology in Education and Learning (2021, Accepted)
- (3) 油谷知岐, 瀬田和久, 林佑樹, 池田満: “プレゼン設計課題を通じた行間読み取り活動診断システムの開発”, 電子情報通信学会和文論文D, Vol.J102-D, No.4, pp.359-363 (2019)