第Ⅲ部門

環境地盤工学から生まれた構造循環工学 DX
―中空泥だんごによる粘土構造の体験学習から、生成 AI を用いた情報構造理解と多言語展開へ―

大阪大学　正会員　水野克己　　大阪大学　正会員　乾　徹
長崎大学　正会員　大嶺　聖　　国立環境研究所　正会員　遠藤和人
京都大学　正会員　勝見　武　　(一社) 環境地盤工学研究所　正会員　嘉門雅史

1. はじめに

近年、生成 AI の発展により、多言語で教材を作成すること自体は容易になりつつある。しかし、多くの教材は「文章を翻訳する」ことを目的としており、「構造を理解させる教材設計」という視点は十分に検討されていない。

著者らは、環境地盤工学における中空泥だんごの教材性と、生成 AI を組み合わせることで、新たな教育モデル「構造循環工学 DX」を研究した [1)]。本研究の出発点は、泥だんご製作中に学習者が粘土粒子の粘りを手で感じ、泥だんごの構造を体感・観察する経験が、単なる工作活動ではなく、「構造を理解する能力」の育成につながるのではないかという着想である。さらに、この「構造を理解する能力」は、文字情報や論文などの文章構造を読み解く能力へと発展できる可能性がある。本研究では、この考え方を、生成 AI を活用した絵本教材として設計し、日本語・英語・中国語・スペイン語の 4 言語へ展開することで、「構造を中心に設計した教材」の可能性を示した。本研究では、環境地盤工学において長年扱われてきた中空泥だんごを教材として用い、「手で感じた構造」が、「文字情報の構造理解」へつながるという新しい教育仮説を提示する。

2. 中空泥だんごの教育的意義

一般的な教材は、完成品が均一であることが望ましい。一方、中空泥だんごには、全く同じ作品は存在しない。学習者ごとに構造が異なる。製作過程そのものが学習記録になる。という特徴がある。つまり、完成品ではなく、学習過程そのものが教材になる。ここに中空泥だんご最大の教育的価値がある。

3. 粘土粒子から文章構造へ

本研究では、次の教育仮説を提案する。「粘土粒子」の粘りを手で感じ、泥だんごの構造を体感・観察できれば、「文字情報」の理論を読み解き、文章（論文）の構造も理解できる。これは、物理的構造→視覚的構造→情報構造→知識構造。という学習循環を示している。

4. 構造循環工学 DX

本研究では、この学習循環を、「構造循環工学 DX」と定義する。その中核となる教材が「中空泥だんご」、「無課金 AI」、「AI 破城」である。生成 AI は単なる回答生成装置ではなく、「観察・比較・記録・改善」を繰り返す知識循環のパートナーとして位置付ける。

5. 多言語絵本への展開

本研究では、同一の絵を用い、文字のみを、日本語、英語、中国語、スペイン語へ置き換えた教材を制作した。ここで重要なのは、翻訳ではなく、構造を共有することである。絵は共通であり、言語だけが異なる。これにより、「構造」が理解の中心となる教材設計を試みた。

6. 本研究の新規性

本研究の特徴は、生成 AI を使ったことではない。また、多言語翻訳でもない。新規性は、『環境地盤工学で扱う中空泥だんごの構造理解を、生成 AI による知識構造の理解へ接続した』ことにある。さらに、構造を共通化した教材を多言語展開することで、言語よりも構造を重視する教材設計を提案した点にある。

Katsumi MIZUNO, Toru INUI, Maumi JIGE, Kiyoshi OMINE, Kazuto.ENDO, Takeshi KATSUMI Masashi KAMON,
bentonite-mizuno@daiko-group.com

7. おわりに

本研究では、環境地盤工学で培われた中空泥だんごの教材性を基盤として、生成 AI と組み合わせた「構造循環工学 DX」を提案した。そして、**図-1** と**図-2** に示す「粘土粒子」の粘りを手で感じる体験から、文章や論文の構造理解へと学びを接続する教育モデルを示した。

さらに、**図-3** に示す日本語・英語・中国語・スペイン語の 4 言語による絵本を制作することで、構造を中心に設計した教材という新たな教育アプローチの可能性を提示した。本稿は、その第一歩として、本研究の基本的な考え方(銘文)を共有することを目的とする。

【泥だんごは水惑星地球を学ぶ　最小の教材。　泥だんごは工作ではない。
一人ひとり違う泥だんごが、一人ひとり違う学びの記録になる。】

この一文は、本研究の理念を象徴する言葉として、論文や絵本、講演を通じて共通して用いることができる。環境地盤工学の「粒子・粘り・構造」という物理現象を出発点として、文章や論文の構造理解へ橋渡しする教育モデルを提案し、その考え方を 4 言語の絵本という具体的な教材で示した。



図－1　粘土材料の観察・体験・比較を通じた構造循環型探究学習
—4 種類の粘土教材と ISE-4 による知識循環の実践例—



図－2　粘土の接着構造と情報の論理構造との対応関係
—材料をつなぐ「粘り」と情報をつなぐ「理論」による構造形成—



図－3　泥だんごの構造観察から論文構造の理解へ展開する多言語学習モデル
—日本語・英語・中国語・スペイン語による構造循環型 AI リテラシー教育—

参考資料

1）https://www.youtube.com/watch?v=EbrYTAIvVZg　泥の科学、AI、そして知識の循環(11:39)