

# VR を用いた立体構造物の学習を促す支援システムの提案

## －結晶格子の学習を対象として－

### Proposal of a learning support system for the 3D object using VR -For understanding of crystal structures-

布施 詠政<sup>\*1</sup>, 小山 慎哉<sup>\*2</sup>, 倉山 めぐみ<sup>\*2</sup>

Eisei FUSE<sup>\*1</sup>, Shinya OYAMA<sup>\*2</sup>, Megumi KURAYAMA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 函館工業高等専門学校 専攻科生産システム工学専攻

<sup>\*1</sup> Advanced Course of Production System Eng., National Institute of Technology, Hakodate College

<sup>\*2</sup> 函館工業高等専門学校 生産システム工学科

<sup>\*2</sup> Dept. of Production System Eng., National Institute of Technology, Hakodate College

Email: 18704@hakodate.kosen-ac.jp

あらまし：本稿では、初等・中等教育における空間図形や立体構造物を理解する上で必要不可欠な空間認知能力を補う VR 教材の開発とその教材の有用性についての検証について述べる。ここでの対象は、中等教育の単元である化学の結晶構造とし、教材を有効に使うための学習方法についての提案も行う。

キーワード：初等・中等教育，立体構造物，空間認知能力，VR 教材，化学

## 1. はじめに

初等・中等教育における問題点として、空間認知能力の低下があげられている。理由の一つとして、子ども達の遊びの変化が考えられる。かつては、子ども達が野外での体全体を使った遊びや室内での積み木やブロック遊び等の実際に物を触る立体の遊びで空間認知能力を築き上げてきたのに対し、現代の子ども達の遊びの主体がゲーム機等のボタンなどによるコマンドを入力するだけの平面の遊びに移ってきたことが要因と考えられている<sup>(1)</sup>。ここでの空間認知能力は、空間図形などの立体構造物を脳内で構築し、その物体に変形や切断などの操作を加えた結果についても理解することができる能力である。

数学や化学などの理系分野には、空間認知能力を必要とした空間図形や立体構造物が登場しており、その学習や指導についての研究が、これまで盛んに進められてきた。そのいくつかの先行研究を以下に示す。

藤原<sup>(2)</sup>は、ミクロやマクロの単元の学習は、観察や実験が困難であるという理由から、内容の理解が深まりにくいと述べており、モデル教材としての模型に工夫を施すというアプローチで内容の定着を促し、理解度の向上が伺える結果を示した<sup>(2)</sup>。

また、瀬戸崎ら<sup>(3)</sup>は、空間認知学習の導入に VR 教材を利用し講義を行った場合と、講義の後に VR 教材を利用した場合に分けた比較実験を行っている。対象は、小学生と高校生で、結果としてそのどちらについても事前テストを上回る点数を見せた。二つのグループで理解度の差はなかったが、学習の導入に VR 教材を使用したグループよりも学習のまとめとして VR 教材を使用したグループのほうが学習への興味を高く持っているという結果が得られている<sup>(3)</sup>。

そこで、本研究では、立体構造物の学習に不可欠

な空間認知能力を向上させることに目を向けるのではなく、空間認知能力を補う VR 教材の開発を行う。この VR 教材は、かつての子ども達の遊びを参考にし、VR 空間で三次元空間と同じように物に触れているかのようなシステムとする。また、学習そのものへの興味関心を強くするため、事前に講義を行い、理解の定着を促すものとして VR 教材を用いることとする。

## 2. 学習の対象となる単元

本研究では、高校化学の結晶構造の一つである「金属の結晶格子」の学習に着目する。

結晶格子とは、たくさんの原子が集まり構成されている結晶のうち、ある一つの原子に注目した時の結晶の繰り返し単位のことを指す。図 1 のように金属の結晶格子には三つの形があり、面心立方格子・体心立方格子・六方最密構造と呼ばれている。それぞれの形は原子が規則的に配置されており、その中で単位原子当たりの配位数や原子間の距離、充填率などを求めるのが問題として出題される。原子が規則的な配置を取ることから、イラストやその断面図の工夫から計算することで問題を解くことが可能となっている。

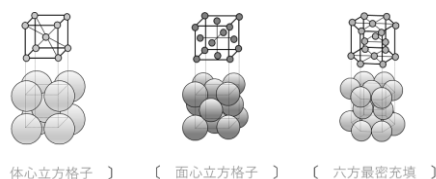


図 1. 結晶格子のイメージ<sup>(4)</sup>

## 3. VR 教材の開発と学習方法の提案

本研究で開発する VR 教材の概要と教材を利用した学習方法についての提案を行う。

### 3.1 システム概要

図2に示す通り、本VR教材は、HMD (Head Mount Display)を装着し、専用のコントローラを使用する。HMDには、Oculus Riftを使用し、コントローラはOculus Touchを使用している。ユーザはHMDを装着し、コントローラでの操作によって立体構造物の学習を行う。

図3では、HMDで提示する映像を示している。図のようにVR空間に机のような台を作成し、その上に立体構造物を配置する。コントローラをセンサでトラッキングし、リンクした手のオブジェクトをユーザが操作することで、VR空間の立体構造物を現実世界のものを操作するように動かすことができる。

現実世界で立体構造物にできる操作はもちろんのこと、現実世界ではすることのできない物体の拡大や縮小をインタラクティブに行うことができる。また、複数配置した立体構造物同士を近づけることで結合、離すように力を加えることで分解を行うこともできる。

たとえば、本研究の対象である金属の結晶格子では、体心立方格子の単位原子当たりの原子配置から八分の一の原子を取り出し、それを八個結合することで一つの原子を作り出すなどの操作を行える。また、ある原子配列から単位原子当たりの結晶格子を取り出すことも可能となっている。

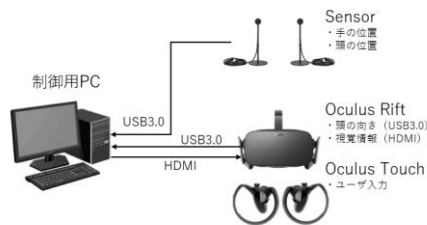


図2. ハードウェア構成図

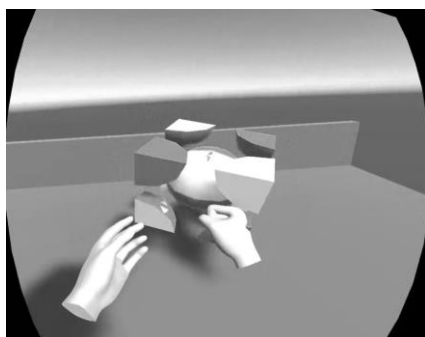


図3. VR教材の視覚イメージ

### 3.2 VR教材による学習

学習過程において、VR教材をどのように使用するかについては、瀬戸崎ら<sup>(3)</sup>が明らかにしたように、VR教材を使用した学習で最も意欲的に取り組んだという結果が得られた「講義のまとめ」としての使用を本研究でも採用した。また、本VR教材を使用するにあたり、その効果をさらに高めるために、教

材使用中に教員の指導を合わせて行うものとした。ユーザはHMDとコントローラによりVR教材を利用し、教員は、ユーザが見ている視点を別のモニターから共有し指導を行う。教員にはあらかじめ本VR教材の使用法を習得してもらったうえで指導をもらう。指導の内容の指定はないが講義の内容を補う形で、ユーザに操作の指示を出してもらう。

VR教材による視覚と手を動かすことで得られる空間的な理解に加え、教員による的確な指示と事象の説明を同時に行うことで知識の定着を促すことを狙いとしている。

### 4. 効果検証の準備

VR教材の有用性を検証するために高校化学の学習をすでに終えている高校二年生相当を対象として検証実験を行うこととする。

事前準備として、協力してもらう教員にはVR教材の説明と使用法を習得してもらう。講義の内容に関しては、心的な要因がないよう必要最低限のものとする。

検証の方法としては、VR教材を用いて講義のまとめを行った学生と行っていない学生にアンケートをとることとする。アンケートの設問項目は、興味や理解、態度の三項目についていくつかの設問を用意する。

### 5. まとめ

VR教材を用いることで空間認知をサポートし、イメージを補うことで本質的な理解ができると考えた。

本研究では、VR教材の開発とその使用方法について述べ、高校二年生相当を対象とした検証実験の準備として実験方法やアンケートの内容について考えた。

また、本研究の課題として、HMDを装着し学習する本VR教材では、クラス単位の指導の際には、別のユーザの視点をモニターにより共有するのみに留まる当店があり、検証実験とは別にあらゆるユースケースを想起し、VR教材の利用方法やシステム自体の考察も必要だと考える。

### 参考文献

- (1) 木原裕紀, 若杉祥太, 林徳治: “空間把握能力及び学習者の主体性向上を目的とした授業実践-教具「立体4目並べ」を使って~”, 日本教育情報学会 第30回年会 (2014)
- (2) 藤原克彦: “生徒の空間認識を高める学習指導方と教材開発-「地球と宇宙」の単元を通して-”, 神奈川県立総合教育センター長期研修員研究報告 4,37-40 (2006)
- (3) 瀬戸崎典夫, 森田裕介, 竹田仰: “多視点型太陽系VR教材の効果的な活用に関する検討”, 科学教育研究, Vol.33, No.4(2009)
- (4) 金属結合と金属結晶(<https://pigboat-don-guri131.ssl-loli.jp/315%20Metal%20binding%20and%20metal%20crystals.html>)