

3Dプリンタ用分子モデルの製作と、触って見る分子モデル教育の実践

○吉村 忠与志¹、吉村 三智頼²

¹福井工業高等専門学校名誉教授

²敦賀気比高等学校(〒914-8558 敦賀市沓見町 164-1)

【緒言】

見えないもの、特に分子の視覚化は教育現場で進められている。電子書籍のデジタル教科書が販売されるようになり、iPad等の電子機器でなぞるだけで3D分子モデルが見ることができる。マウスや指でぐるぐると回転させ、分子の構造をパソコン画面内で視覚的に学習できるようになった。しかし、これはあくまでバーチャルな体験であり、3D分子モデルを触って見るという実体験はできない。3D分子モデルであれば、素手で触って分子構造を確認・納得できる学習をさせたいものである。

そこで、近年10万円台で購入できる安価な3Dプリンタがあるので、RepRap仕様3Dプリンタを購入し、それによる3D分子モデルの作成・創作を試みた。いろいろな分子構造の座標データが公開されているものの、そのデータをそのまま使って分子モデルを作成できるCADがほとんどなく、3Dプリンタが安価になっても分子モデルを作成できるCADの報告が少ない中で、OpenSCADを利用した分子モデルの設計と作成について報告した。

筆者は高等学校理科(物理・化学・生物)を担当する教諭であるが、安価になった3Dプリンタの活用を教育現場で発揮できないかを試行模索する中で、3Dプリンタを利用して分子モデルを作成し教材とした。化学基礎の授業「分子構造としくみ」に活用し、生徒に分子をモデリングさせ、それをデジタルデータ化して3Dプリンタで3D分子モデルを作成し、“3D分子を作って触って見る”化学教育を推進する授業を実践したので報告する。

世界的にもOpenSCADによる3Dプリンタ用分子モデルの作成の報告はなく、新規的な発想での教育方法の改善でもあり、筆者らが開発した方法で3D分子を作成し、触って見る分子構造の学習方法に一矢を投じることを教育目標とする。

【教育実践】

高校「化学基礎」を受講修了した敦賀気比高校・特別進学コース1年2クラス51名に対して、3Dプリンタを教室に持ち込み、分子モデリングソフトWinmostarで水分子とダイオキシン2,3,7,8-TCDDと1,4,6,9-TCDDを設計し、3D分子モデルを作成し、触って体験する授業を実践した(図1)。それぞれの分子の化学的性質についても講義した。



図1 3Dプリンタを持ち込んだ授業風景

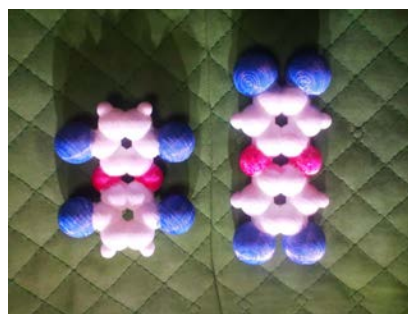


図2 ダイオキシンの異性体(右が有害な2,3,7,8-TCDD、左がほぼ無害な1,4,6,9-TCDD)

水は水素原子2個と酸素原子1個からなる分子であるが、原子間の結合は共有結合であり極性を持った分子となる。水素-酸素-水素の結合角度が 104.45° となることが3D分子モデルではよく理解できた。ゆえに、極性を持つことも立体視から理解できたと考える。

ダイオキシンは有害な環境物質として注目されているが、ダイオキシン類には多くの異性体が存在し、有害な2,3,7,8-TCDDと、ほぼ無害な1,4,6,9-TCDDは分子式では同じであるのに対して、分子構造が異なるだけである。分子構造の異なる2つのダイオキシンを設計し、3Dプリンタで作成したもの(図2)を触って見ることによってダイオキシンの有害性も分子構造からくることが理解できたと考える。

受講した生徒は教科「化学基礎」で分子の構造と共有結合のしくみについてすでに学習済みである。しかし、教科書という冊子体の中での分子モデル学習であり、実感のないものであった。そこに、触って見る体験という分子モデルの学習を実践したことで分子構造を学ぶ上で極めて効果的な復習であった。アンケート報告の中でも記述しているが、生徒からも教育的に効果のある復習ができたと評してくれた。

【アンケート結果】

今回の講義を受講して、「下記のアンケート項目に関して該当する項目に(はい・いいえ)で回答しなさい。」とした。授業アンケートの項目はつぎのような7設問とした。

(設問1)3Dプリンタを初めて見ましたか (設問2)3Dプリンタは日本人が発明したものと知っていましたか

(設問 3) この講義でプリンタのしくみを理解しましたか (設問 4) 3D プリンタがあれば何か作りたいですか (設問 5) 3D プリンタで作った分子モデルを触って、分子構造が理解できましたか (設問 6) この講義を通して、水やダイオキシンの化学的性質を理解できましたか (設問 7) この講義を通して、あなたが感じたことを具体的に記述しなさい

授業終了後、上記のアンケート設問に対する回答を受講生全員から得た。結果は図 3 のようであった。

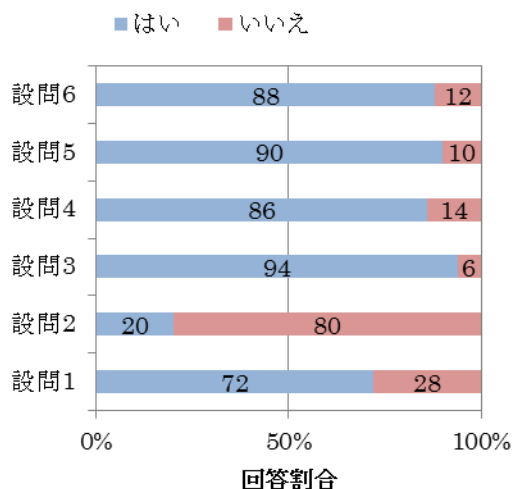


図 3 アンケート設問に対する回答(はい・いいえ)の割合

つぎに、生徒がこの授業を通して感じ記述したこと(設問 7)を整理する。生徒らのコメントを○印で区分する。

まず、分子モデルと化学に関しては、分子結合のしくみについてよくわかりました○分子モデルを触ることができて、良かったなと思いました○少しずつ層になっていくのを見ておもしろかったです。化学の復習もすごく分かりやすく勉強になりました○授業だけでは理解できないものやイメージしにくい分子などですが、この講義を通してとても理解することができました○将来、先生たちが立体的なものを 3D プリンタで作り、授業に使っていけば生徒も分かってくれると思う○分子モデルによって分子がどのような形で結合されているのかが分かった○教科書を読むだけでは分かりにくいところも 3D プリンタを使って見たり触ったりできると分かりやすいなと思った○この講演を聴いて化学が意外と身近なところにあるんだと分かり、もっとたくさん勉強したいなと思いました。

3D プリンタに関しては、将来、家庭に 1 台 3D プリンタがある時代がくると思うと、すごいと思いました○3D モデルもとても間近でみることができ良かったです。モデルがすごく細かく感動しました○細かな曲線が刻まれていてとてもプリンタで作ったとは思えないほどの出来映えでした○3D プリンタはテレビなどで何度か見たことがあるけれど実物は初めて見ました○3D プリンタは以前から知っていたが、原理を理解できた○3D プリンタはいろいろなメディアで少し知っていたが、今回の講義でより深く知ることができました○3D プリンタを使っの講演はとても珍しく、使い方、しくみなど、いろいろ教えていただいた○3D プリンタは中 2 のときの夏季宿泊研修で見たことがあり、そのときのものは砂っぽいものでも良かったけれど、今日のは丈夫でした。技術の進歩ってすごいと思いました○吉村さんが自分で組み立てたものだ聞いてとても驚いた○3D のものがプリンタで本当に作れるなんて驚いた○実物にも触ることができたのでよかったです。将来、3D プリンタを買ってみたいです○いつかは自分も 3D プリンタを使用してみたいと思った○休み時間になり、教壇の 3D プリンタに歩み寄ってみると、複雑でリアルな模型があり、驚きました○最後に、ものづくりには倫理観が必要。包丁でも車でも便利な陰には危険があり、3D プリンタでもこれらをわきまえていくことが必要。という生徒のコメント等があった。感想・意見等を記述した内容を見ると、可視することができない分子を、分子モデリングソフトで設計し、それを 3D プリンタで出力することで立体物を触って体験する分子モデル教育ができたと考える。化学基礎を学ぶ上で、3D プリンタで 3D 分子モデルを作り触って見る体験学習は板書だけにとどまらず大変教育的効果があったことが分かった。さらに、3D プリンタ技術への期待感が大きかった。

【今後の課題】

3D プリンタを用いて分子モデルを作って触って体験する講義を実践し、その教育成果を報告した。今回は、個々の生徒が自ら分子をモデリングしようとする機会まで発展させることができなかったが、3D プリンタを使って設計した分子モデルを作成しようとする生徒に対しては個々に対処し教育効果を上げる予定である。課外活動を通した生徒自身による 3D プリンタでのものづくりについては事後報告とする。

高校教育では、ものづくり教育を実践する工業系高校に 3D プリンタが導入され、教育を含めた教育実習が行われ始めているのが現状である。教育現場で 3D プリンタが常時活用され、カリキュラム化されるのは当分先のことである。この黎明期の教育現場において 3D プリンタの普及活動をするのは極めて重要である。

【参考文献】

吉村三智頼、吉村忠与志、*J. Technology and Education*, Vol.22, No.1, pp.1-6 (2015).