

ICTの有効活用－分子の形の視覚化－

岐阜高等学校 永瀬 晶子

1 研究のねらい

生徒の「主体的・対話的で深い学び」の実現にむけ、生徒1人1台整備されたタブレット端末を活用した授業を展開する。分子の形の理解はその物質の特徴・性質の理解へとつながるが、生徒がそれぞれ分子模型を組み立てると多くの時間を有する。そのため、今回は分子シミュレーション「MolView」を用いて実践を行った。

2 実践内容

① MolView について

生徒が各自のタブレット端末で、分子の立体構造を作ることができるアプリケーションを使用した。インターネットに接続されたブラウザにて「MolView」と検索すると、ブラウザ上で誰でも利用できる。授業中に示したい構造を予め作成し、複数立ち上げておくことも可能である。さらにタブレット端末だけでなく、スマートフォンでも利用することができる。

MolViewでは左側に構造式を書くことができ、そこからボタン1つでその立体構造が右側に描写される。図1はMolViewによって描写された α -グルコースを示している。立体構造は回転させたり、拡大・縮小させたりできる。また、構造内の結合距離や結合角を測れる。使用方法の詳細は、ネット上に日本語での説明がいくつか上がっている。

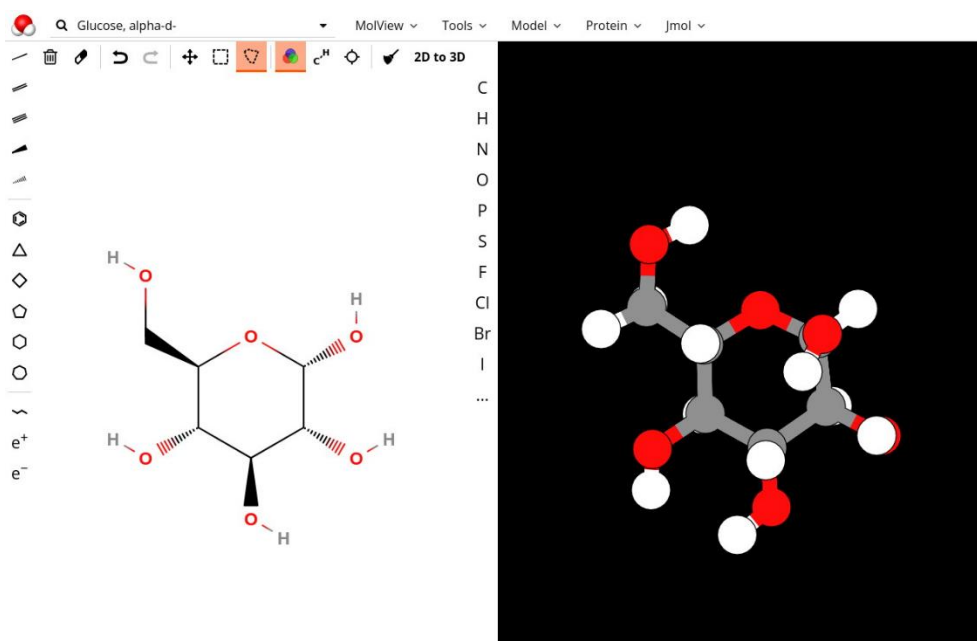


図1 MolViewを用いた α -グルコースの構造式と立体構造

② MolViewを用いた授業について

普段の化学の授業ではタブレット端末を用いておらず、準備や片付け、操作の指示には時間を要するため、今回の授業は1時間全てMolViewを使う計画を立てた。

高校2年次生理系クラスで11月頃、化学「有機化合物」の2時間目で実践した。生徒は1時間目に「異性体」のうちの「構造異性体」を理解した状態で今回の授業に臨んだ。2時間目は構造異性体の理解を深めるとともに「立体異性体」について理解すること(図2)、そして有機化合物を楽しく学ぶことを目標とした。また、結合の長さや結合角、安定な立体構造等の発展的内容も学習できる機会とした。

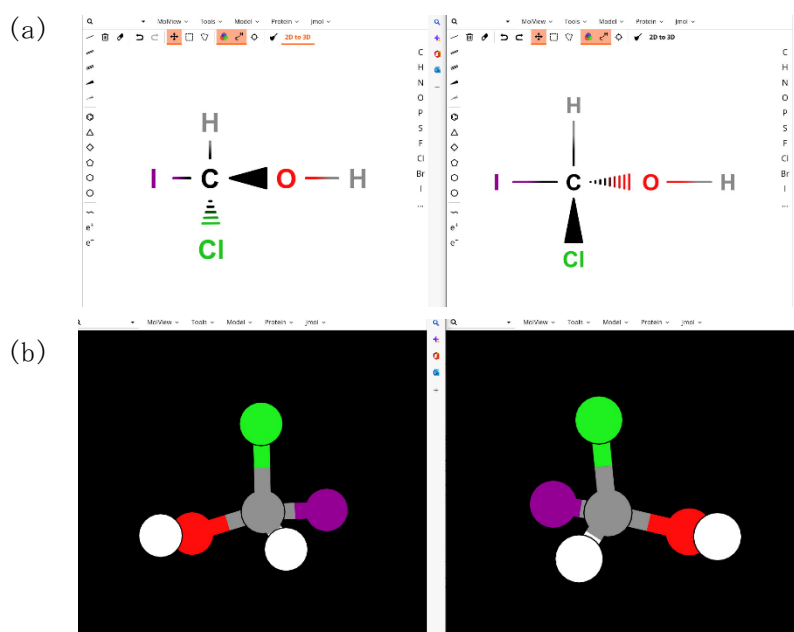


図2 立体異性体の例。グループ内で2種類作るよう指示を出した。(a) 2D , (b) 3D

3 実践中および実践後の生徒の変容

授業中は生徒を4人程度のグループに分け、お互いのタブレット端末の画面が見えるように机を移動させた。生徒はグループ内で、教員の指示から操作が遅れた生徒をフォローしたり、複数の作業を分担したりしていた。デジタル機器の操作が慣れている生徒が非常に多く、教員の指示を聞かずとも分子を端末上で書き表してお互いに見せ合う姿もあった。また、MolViewはブラウザ上で使うため、タブレット端末の反応が遅いといった現象は見られなかった。

授業後、生徒に感想を聞いた。その結果は表1に示す。多くの生徒から好意的な感想を得た。特に「立体的な構造が理解できた」という意見が最も多かった。中には難しいと感じる生徒もいた。

表1 授業後の生徒の感想

MolView を使う授業は楽しかったか	自由記述
はい	34 ・ 分かりやすかった (9) ・ 面白かった, 楽しかった (7)
ふつう	4 ・ 難しかった (2) ・ 飽きた
いいえ	1 ・ グループで話し合えた ・ 説明プリントがあると良い

4 研究のまとめ

各自がタブレット端末を利用して分子シミュレーションを行ったことで、生徒の興味関心を高める授業になったと考えられる。分子の形や立体構造は非常に重要な特徴であるが、立体構造は教科書の図では理解しにくいいため、普段は分子模型を利用する。しかし、生徒による分子模型の作成は細かい作業で時間がかかる。また、教員が作成した分子模型を回覧するだけでは生徒の興味関心を引くことは難しい。今回、MolViewを用いたことで、1回の授業に生徒自らが多くの分子を作成することができ、分子の構造的特徴を考えることができた。さらに、時間的な余裕も生まれ、発展的内容の学習により生徒の興味関心を引き出すことができた。

今回の授業を経て、後のアルケン・アルキンやベンゼン等の学習時には、教員用タブレット端末で開いたMolViewをプロジェクターで提示してそれらの立体構造を一緒に確認することに繋がった。また、先の学習内容である高分子化合物(糖類)に繋がる授業になったと考える。

今後は、MolViewと、他の分子シミュレーションとを比較、検討し、MolViewでは表示できなかったシクロヘキサンのフネ型を描写させたい。

5 実践した授業の単元計画と学習指導案

① 単元の指導と評価の計画

時	主な学習活動など	重点	記録	評価規準・評価方法
1	有機化合物の特徴	思		評価規準：思考・判断・表現（図（構造式）） ・構造異性体を列挙できる。
2	分子の形・立体構造	態		評価規準：主体的に学習に取り組む態度（振り返り） ・タブレットを利用し、分子の形や立体構造を理解しようとしている。
3	有機化合物の構造式の決定	知	○	評価規準：知識・技能（記述） ・構造決定の手順を理解し、元素分析の計算をすることができる。

② 学習指導案

教科・科目	理科・化学		指導者	永瀬 晶子	
指導クラス	2年次理系				
クラス観	<ul style="list-style-type: none"> 理解しようとする努力が見られるクラスである。分からないことの共有に躊躇いがあるが、時間を作ると教え合い、問題解決への意欲が見られる。 発展的な内容の話に目を輝かせて聞く生徒も多い。 				
教科書	改訂 化学（東京書籍）	使用教材	四訂版サイエンスビュー化学総合資料（実教出版） 改訂ニューグローバル化学＋化学基礎（東京書籍）		
単元名	第5編 有機化合物 1章 有機化合物の特徴と構造				
本時の主題	・タブレットを用いて分子の構造を理解する。				
本時の目標	<ul style="list-style-type: none"> 分子の形や異性体について理解を深める。 分子の安定的な立体構造について考える。 				
評価の観点	・タブレットを利用し、分子の形や構造の特徴を調べようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】				
本 時 の 展 開					
過程	学習内容	教師の働きかけ	学習活動 (生徒の活動)	評価の観点 (具体的評価規 準)	評価方法や 指導上の留意点
準備	授業準備	班を指示し、タブレット PC を開かせる。	机を移動し、タブレットを机上に準備する。		
導入 5分	MolView の紹介	MolView の画面を開き、分子を立体的に捉えられることを伝える。	ブラウザ上でMolViewを検索して開く。		・グループ内で作業の差が出るので教え合うように指示する。
展開 50分	①ブタン	操作方法を説明しながらブタンの構造式を描く。	MolView 上でブタン分子を作る。		・立体構造を把握する方法（回転、モデル変更等）を説明する。

	②メチルプロパン	ブタンの構造異性体を描き、比較するように指示する。	MolView上でメチルプロパン分子を作り、ブタンと比較する。	・構造異性体について理解しているか。【知識・技能】	→発問・観察
	③水、アンモニア、メタン	班で分担して作成し、結合角を比較するように指示する。	分子を描き、電子対同士の反発について考える。		・発展的内容：VSEPR法。電子対同士の反発の大きさの比較について。
	④メタンの置換反応物	メタン中のHを1つずつ他の原子団に変化させていき、班内で作ったものを比較させる。	立体異性体の関係、不斉炭素原子について確認する。	・MolViewを使って立体異性体を理解しようとしているか。【主体的に学習に取り組む態度】	→観察 ・「紙面手前側に向かう結合」と「紙面奥側へ向かう結合」を利用させる。
	⑤シクロヘキサン	イス型・フネ型を説明する。	イス型が安定であることを理解する。		・フネ型は分子模型で見せる。 ・発展的内容：イス型・フネ型。アキシヤル位・エカトリアル位。
	⑥グルコース	検索機能を用いてグルコースの構造を確認させる。 α -グルコースの不斉炭素原子を数えさせる。	α 型と β 型と比較して、安定な分子を考える。 グループで協力して不斉炭素原子を数える。	・立体的な障害、安定性を理解し、班内で議論しているか。【主体的に学習に取り組む態度】	→観察 ・平衡の関係にあり、 α 型と β 型の存在比は約1：2であることを教える。 ・環状構造を有する分子の不斉炭素原子の数を教える。
まとめ5分	本時の振り返り	分子の形・構造の重要性を説明する。	自身の取り組みを振り返る。	・分子の形や構造の重要性を理解しようとしたか。【主体的に学習に取り組む態度】	→振り返り