

高等学校化学教材・資料集の 電子ファイル化への取り組み

理科 檜田 豪利

化学の学習では種々の化学変化が扱われる。その化学変化について理解することが必要であるとともに、物質の性質を理解するうえで、化学変化の様子を知ることは重要である。また、学習の過程において化学変化の様子を振り返って考えることが必要であるが家庭での学習において化学変化を観察することは困難である。そこで、化学変化の様子を mpeg で記録し、CD 化することによって家庭にあるコンピュータを学習用の機器としても活用することを目指した。また、このように映像をデジタル化することによって一瞬の変化も停止させて観察することも可能になるなど理解を促進する効果が期待できる。

さらに、VRML を利用することによって分子モデルなどを3D-CGとして提供することも可能であり、分子の形や性質などへの理解も深まることが期待できる。

キーワード：HTML 化学 科学教育 家庭学習 学習環境 マルチメディア 理科

1. 電子化教材の可能性

コンピュータの普及とその性能の向上は、画像、映像データや三次元コンピュータ・グラフィックを容易に取り扱える環境をわれわれに提供している。また、学校や家庭においてコンピュータがごく普通の道具となりつつある。このような環境においては、今までとは異なった生徒用教材の提供が可能となるだけでなく、このような家庭環境をも学習環境として活用するような学習指導法がもとめられることとなる。さらに、教材を電子化することによってその情報が多くの人に共有されるとともに、質の高いコンテンツが育てられる環境が成立することにつながる。

このような状況を考え、日本学術振興会科学研究費補助金奨励研究(B)を受けて、平成9年、平成11年、平成12年に高等学校化学有機分野の教材についてWWWページおよび教材CDの作成を行った。

2. 製作の目的

生徒が実際の化学変化を観察できる機会は、授業における演示実験や生徒実験のときである。家庭においては化学変化を観察する機会はほとんどない状

態である。そこで、家庭での学習効果をより高めるために、家庭での学習において化学変化を観察する機会を作る教材を開発することにした。

このような教材の特徴として次のような条件を設定した。

- * 通常の学習の中で活用できること
- * 繰り返し観察することが容易であること
- * 学習項目との関連性が確認しやすいこと
- * 静止できること

3. 教材提供に適したメディア

さきの条件を満足するためにビデオ映像を利用することにした。ビデオ映像の提供の仕方としては、VTRテープに記録する方法と mpeg や Avi ファイルとして CD や DVD に記録する方法が考えられる。教材の配布や保管の点では、デジタル化した映像を記録した CD や DVD を提供する方法が VTR テープを用いるよりも簡便である。また、各家庭にあるコンピュータには少なくとも CD ドライブが付いていることから CD に記録し、配布することとした。

4. 教材の提示方式と使用したソフト

現在、コンピュータを購入すると、大抵 WWW ブラウザがインストールされている。このことから情報提供のベースとして HTML を使用することとした。また、教材の全体構造が見渡せるようにするとともに、羅列的にならないように構造化した。CD の容量の点から、映像は mpeg1形式で記録した。なお、使用するブラウザが制限されるが、分子の立体構造の提示には VRML による 3D-CG を用いた。また、HTML を基本とするものと VRML を基本とするものの 2 タイプを製作した。

使用したソフトを次に示す。

- HTML による www ページ作成
Microsoft Front Page 98 (Microsoft社)
- VRML による分子モデル作成
Molda および添付のデータ
- VRML による化学館作成
INTERNET SCENE ASSEMBLER
INTERNET SPACE BUILDER
(Parallel Graphics社)
- ビデオ映像取り込みおよび編集
MPEG エンコーダー (IO - DATA 社)
Ulead Video Studio (Ulead Systems社)
- 画像の編集

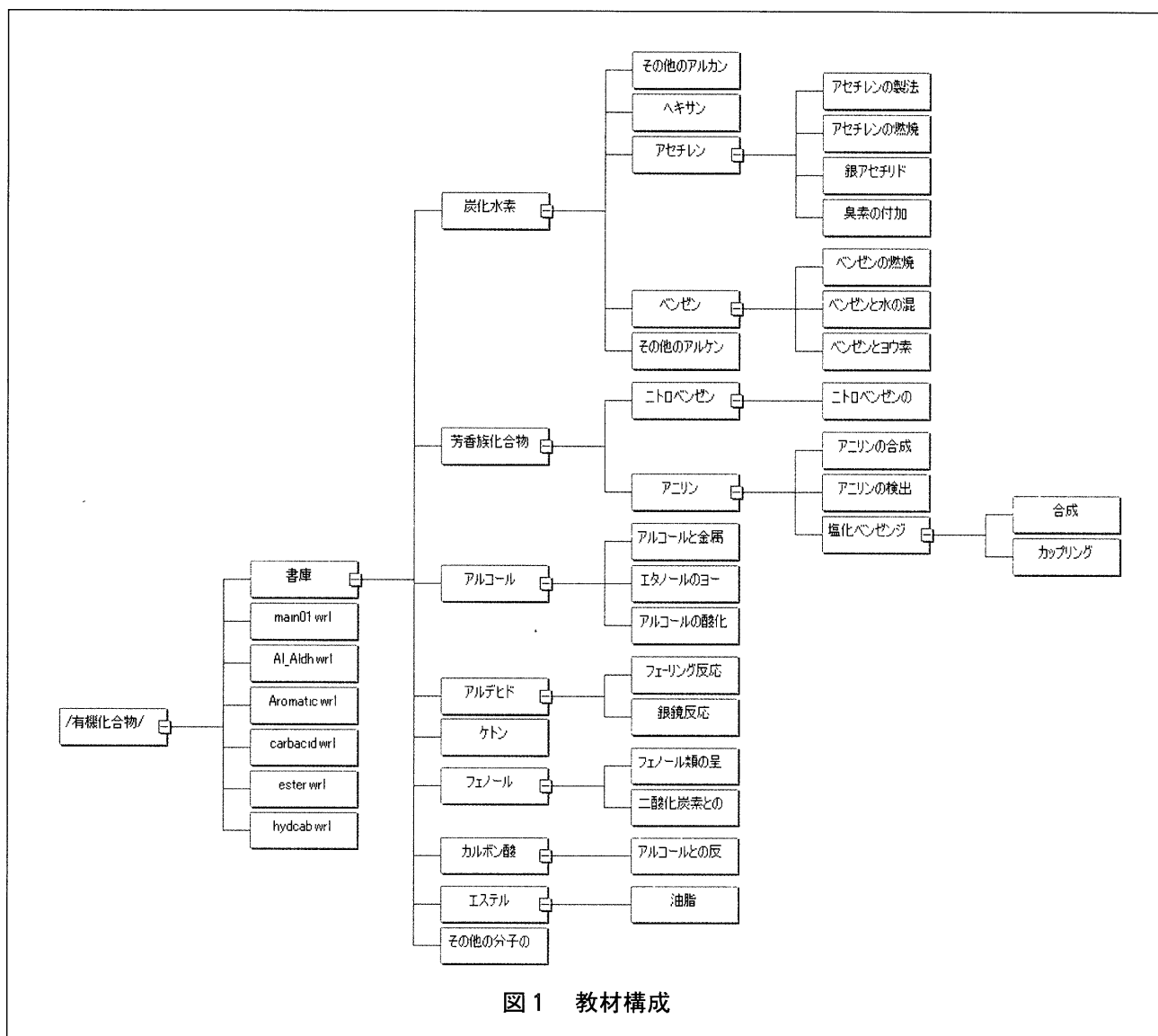


図 1 教材構成

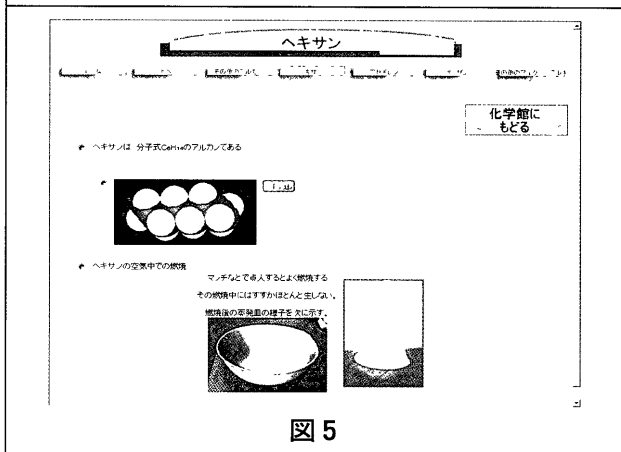
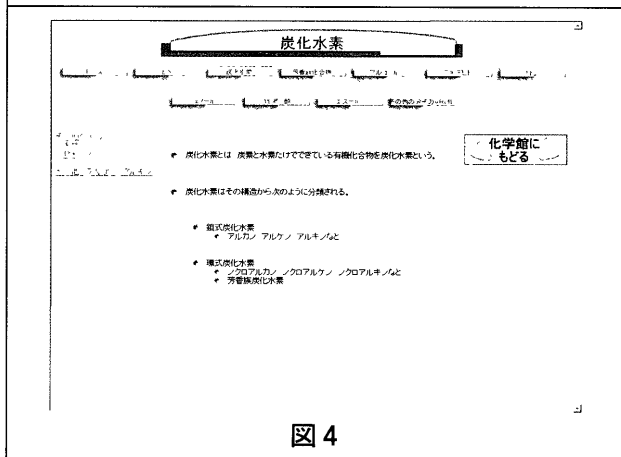
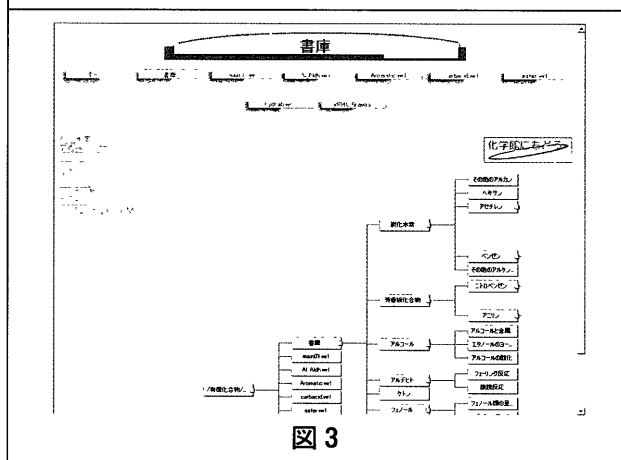
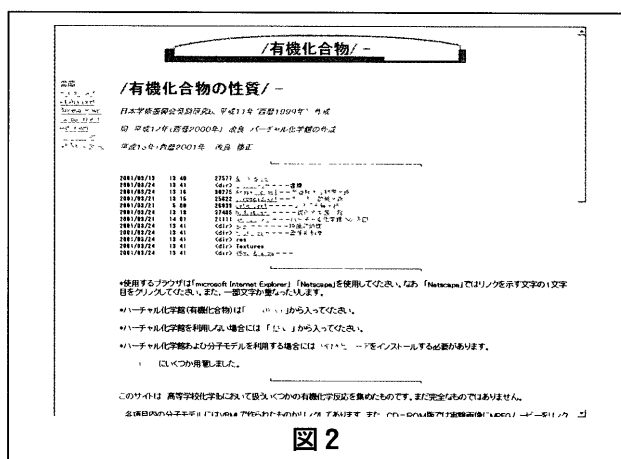
5. 教材構成

高等学校における有機化合物の理解は、官能基の性質を理解することである。そこで、官能基別に階層化することにした。HTMLを基本とするものについてその構造を次に示す(図1)。なお、この構造図はMicrosoft Front Page 98によって生成したものである。図中の「.wrl」のついた6つの要素はVRMLによるバーチャル化学館の構成要素である。「main01.wrl」が入り口であり、そこから他のルームにリンクしている。また、各VRMLによるルームからは対応するHTMLによるページにリンクした。なお、HTMLによって提示された情報を「ページ」、VRMLによって提示された情報を「ルーム」と表記した。

6. 教材例

教材提示の画面例を図2から図9に示す。はじめに、全体のファイル構成および注意事項を示す(図2)。この画面では、HTMLによる教材提示とVRMLによる3D-CGによる教材提示を選択できる。図3から図7まではHTMLによる教材提示の画面例である。なお、図6はVRMLを用いた分子モデルの提示画面である。図8と図9はVRMLによる教材提示の画面例である。

まず、HTMLによるものについて説明する。図3はタイトル一覧のページであり、全体の階層構造を示す。以前のものはここに諸注意を表示し、ページ上部の項目もしくはページ左の項目をクリックし、例えば「炭化水素」のページへと進んでいた。下位の項目は左に表示されているので、ここを選択してページを表示していくようにしていた。しかし、この方法では見たい項目を選び出すには全体の構造を事前に知っていなければならず、「初めて使用する



には目的地がどこかわからない」, また, 「表示しているところが全体の中でどの位置にあるかわかりにくい」という批判を生徒から受けた。そこで, 全体構成を示す図を付け, クリックブルマップにすることでこのような点を補うことにした。なお, 作成に使用した Microsoft Front Page 98には全体の構成を表示する機能があるので, この機能によって表示された図をキャプチャして使用した。図4は「炭化水素」の項目のページである。ここでは炭化水素の要点のみを表示し, 個々の物質の反応性などについては下位のページに記述し, 簡素化を心がけた。図5は「炭化水素」の下位のページである「ヘキサン」のページを示す。このページ内には, ヘキサン分子のモデルをVRMLで表示する(図6)ためのボタンを用意した。その下にヘキサンの燃焼実験についての説明と写真を掲示した。燃焼の写真には映像ファイル(mpeg1)をリンクし, 写真をクリックすることで再生するようにした(図7)。ページで映像を表示することもできるが, ページの表示全体が重くなってしまうため, 操作性の面で難がある。そのため, クリックすることによってのみ, 表示されるようにした。

VRMLによるものは6つのルームで構成されている。この中の1つが「HTMLによるもの」で提供した構成図に当たるものである(図8)。このルームでは, 他のルームへのリンクをパネルでおこなっている。ルームは化合物の種類別に用意した。さらに, 各パネルの横に代表的な化合物の3D-CGを用意した。この分子モデルは自動的に回転していて, 分子の立体構造が分かるようにしてある。ルームの例として, 「芳香族化合物」のものを示す(図9)。ルームは博物館の展示室をイメージし, モデルの展示とパネルの掲示からなっている。分子モデルは空間に浮かべてある。このルーム内はVRMLブラウザによって歩き回ることができる。また, 分子モデルをクリックするとモデルが回転する。パネルをク

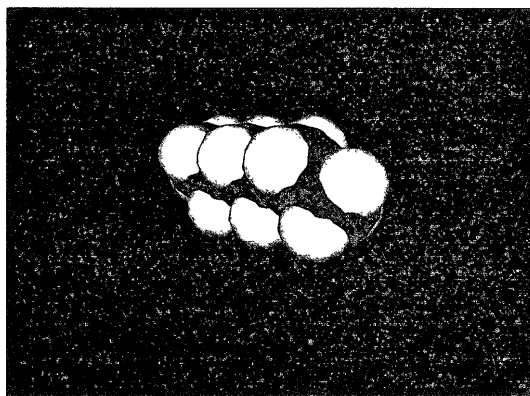


図 6

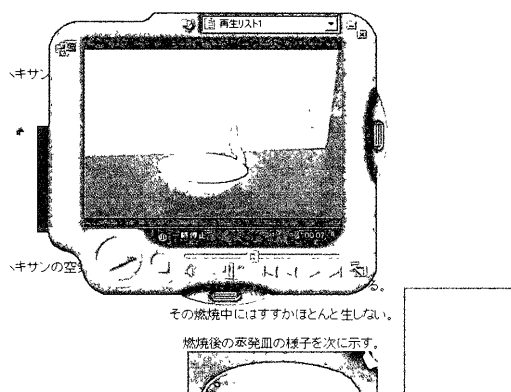


図 7

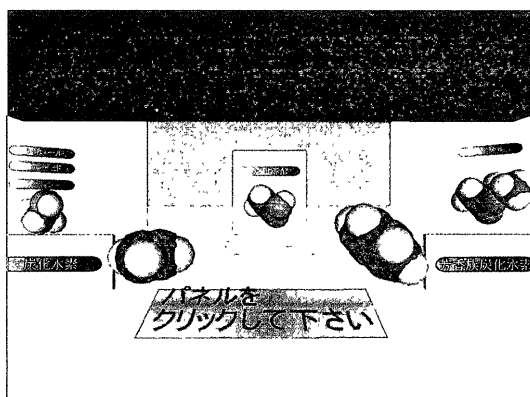


図 8

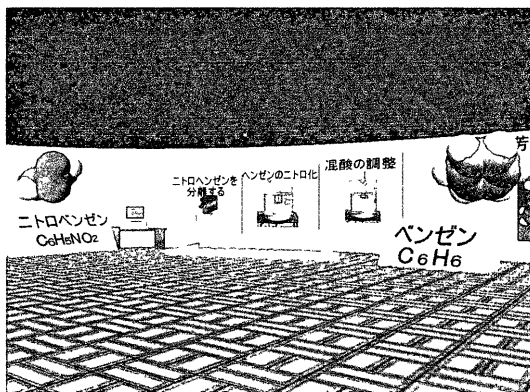


図 9

リックすると、パネルに掲示された写真に関連する映像が再生されるようにした。また、ルーム内のコンピュータをクリックすると、関連するHTMLによるページにリンクさせた。コンピュータで情報を検索するイメージである。そこで、リンクさせてあるページにはそれぞれのルームに戻れるようにルームへのリンクを設定した。図3から図5にある「化学館にもどる」がそれである。

映像を mpeg1 で提供する利点には容量が小さくできることと映像を静止させ、大きな反応速度の化学変化についてその変化の様子を観察しやすくすることがある。例として、PETボトルに入れたアセチレンの爆鳴気を燃焼させたときの映像からキャプチャした図を示す（図10から図12）。

6. 今後の課題

作成したCDは生徒に配布し、使用した感想等を聞き取りした。その結果を踏まえ、今後の改善点について述べる。

映像撮影の際にはさまざまな音が記録されてしまう。また、溶液を攪拌するときには、ガラスがこすられる音やガラスが当たる音が記録される。これらの音は不要と考え、削除した。しかし、音があることで実験の雰囲気が伝わる。実際の実験においても生徒は目で見、耳で聞き、匂いや反応熱を感じている。このように五感を通して化学変化を実感している。したがって、教材として映像を提供するとき、音は消してはいけないといえる。図10から図12のアセチレンの爆鳴気の映像では音は残した。その方が急激な燃焼という様子がよく伝わると考えたからであるが、同様に、ガラスがあたる音、溶液が沸騰する音なども大切な情報である。これらの情報を十分に取っ出した映像を提供しなければならない。

また、使用したコンピュータの性能上の制限のため、今回の映像にはテロップを入れなかった。その結果、何の映像か理解している場合には映像の意味

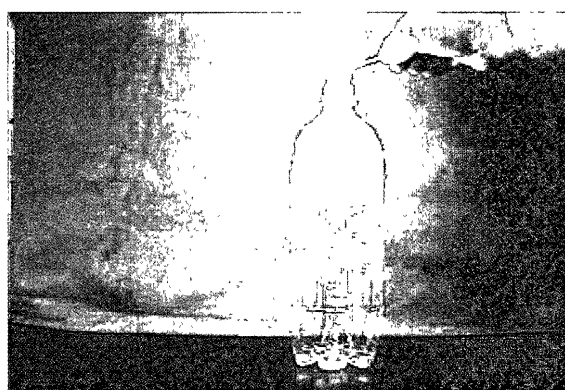


図10

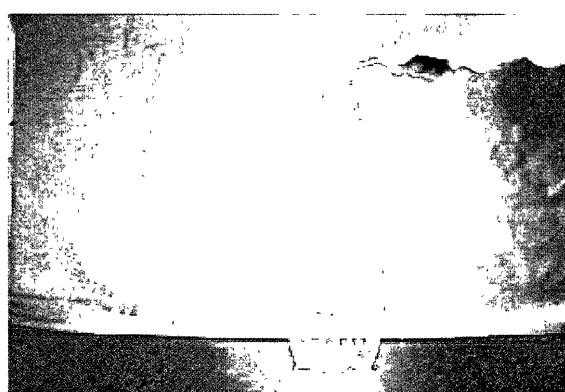


図11

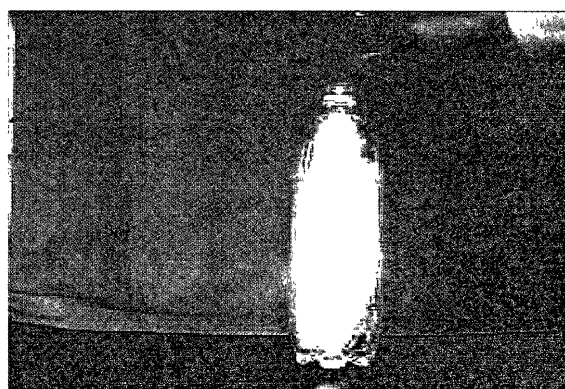


図12

がわかるが、初めて目にする映像についてはわかりにくい結果になった。特に、薬品を加える場合など、テロップを入れることで理解を補助する効果が期待できる。例えば、アセチレンの爆鳴気の映像では火のついたマッチを近づけるところから映像を始めたが、図10のように燃焼の瞬間からの映像ではマッチで点火したのかどうかがわからなくなるが、「点火する」のテロップがあれば、火のついたマッチを近

づけるところの映像を省略しても映像の意味が理解できるようになる。

VRMLによる3D-CGは全般に良い評価を得られた。しかし、全員の生徒にとってVRMLブラウザを使うのは初めてであった。まだまだ、VRMLは身近なものになってはいない。そのため、操作法がわかりにくかったという意見や、視点がとんでもないところに行ってしまったために困惑したという意見が多く寄せられた。ただ、作成用のソフトを必要とするが、VRMLは3D-CGやバーチャル空間の作成を容易にしてくれる。しかし、仮想ではあるが新しい空間を作り出すため、HTMLを用いたページ作成に比べて立体の設計のセンスや色彩感覚が要求される。HTMLによる教材作成にはホームページ作成用素材集が利用できるが、同様にVRMLによる仮想空間を作成するための素材集、特に化学向けのものがあれば、VRMLは教材作成のための有効な手段である。ただ、シミュレーションゲームに練習モードがあるようにCosmo Playerに付属しているようなVRMLブラウザ操作練習用の素材を付けておく必要がある。

7. 謝辞

今回の教材電子化に当たり、VRMLに関しては北陸先端科学技術大学院大学の国藤先生はじめ研究室の皆様からアドバイスをいただいた。ソニーマーケティング(株)の武田氏からは資料の提供を受けた。また、本校の生徒諸君からは使用した感想をはじめ、改善点に関する意見をいただいた。特に、本校50回生の安藤君、51回生の三岩君にはリンク等に関する確認作業など協力をいただいた。感謝いたします。

8. 参考資料

SONY Community Place カタログ
Nikkei Computer Graphics 6-1999
Nikkei Computer Graphics 5-2000

CSSJ Software World

<http://cssj.chem.sci.hiroshima-u.ac.jp/ftp/index.html>

Molda Home Page 吉田 弘

<http://molda.chem.sci.hiroshima-u.ac.jp/>
分子モデルの作成法

<http://www.chem-station.com/yukitopics/3dmethod2.htm>

分子の電子図鑑の研究開発

獅々堀彊, 納谷貴之, 井戸有紀子, 小林良二

<http://cssjweb.chem.eng.himeji-tech.ac.jp/jcs/v2n4/a3/textj.html>

ネットワークソフトウェアの化学教育における有効利用に関する考察 立花 宏

http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v2n1/tachibana/1998_old3.html