

LAN 上での CAL プログラム

— パソコンアニメーションによる有機化学反応機構の学習 —

笹 村 泰 昭*・藤 本 茂 樹**

山 口 和 美***・Brian T. NEWBOLD ****

A CAL Program on Local Area Network

— Learning of Organic Chemical Reactions by Personal Computer Animation —

Yasuaki SASAMURA *, Shigeki FUJIMOTO **

Kazumi YAMAGUCHI *** and Brian T. NEWBOLD ****

要 旨

有機化学の反応を分子式のアニメーション表示で学習するプログラムの LAN 上で運用を試みた。有機化学学習の初期の段階で反応機構に興味を持てるかどうかはその後の学習に対する意欲を引き出す観点からも大切である。代表的な反応の詳しい様子がわかれば、新しい反応に対しても類推が可能になり有機化学の学習が楽しくなる。アニメーションによる学習プログラムは当初、一斉授業に用いるために作成したが、自学習用、そしてまた LAN 上の使用にも耐えるように、画面の下方に反応を説明する簡単な英文を付け加えた。学生の評判も良く反応機構の動的表示は反応の理解を深めるうえで役立っていると受けとめている。LAN 上での運用は放課後の使用も自由で、特に繰り返し学習することが出来ることは好都合であった。

Synopsis

We have prepared computer programs for the study of organic chemical reaction mechanisms and arranged them so as to use on LAN. In a first course in organic chemistry, most students have difficulty understanding reaction mechanisms. However, when they are familiar with reaction mechanisms they like the subject. Student input regarding our approach has been positive and we conclude that our method of presentation is suitable and effective for the study of organic reaction mechanisms.

1. はじめに

著者らは先に反応機構を分子式のアニメーション表示で学習するパソコンプログラムを作成した¹⁾²⁾。授業の際には、パソコンの信号をビデオ信号に変換、液晶のプロジェクターを使用しスクリーンに映し出して利用している³⁾⁴⁾⁵⁾。黒板とチョークを基本とする教室での集団学習の形態を崩さず40人の学生が一斉に見ることが出来た。一斉授業でのパソコン教材の使用は、一般のパソコン

用教材の大半が個別学習を思考しているのとは異なっている。教科書などでは書き表わし得ない動的で、カラフルな画面は学生の目を引き付け反応機構の理解に役立っている。このパソコンアニメーションによる有機化学反応機構の学習は、数は少ないが学生の授業時間外での利用の要望もあるため学習プログラムのフロッピーでの配布も行っている。これまでにメタンのハロゲン化など12の有機化学反応に加えて、新たに反応6例と電荷の書き方を追加し⁶⁾、さらにCAI室のネットワーク化の環境も整備されたのを機会に有機化学の反応機構学習プログラムをLAN (Local Area Network) 上でも利用出来るように工夫したので報告する。LAN 上の CAL プログラムとして

* 助教授 工業化学科

** 事務官 庶務課

*** 助教授 一般教科

**** 教授 モントントン大学 (カナダ)

ダルハウズィー大学（カナダ）の例が興味深い⁷⁾。学生の成績評価に実際に利用し、最高6%の評価点を課している。プログラムは全て自作で、ファイルサーバーによって学内の全てのコンピュータからアクセス可能で使用環境および管理を容易にしている*。本校においても山口らがCAI室で英単語の学習に適用し効果をあげている⁸⁾。教科目のいかにかわかわらず学生の授業中における理解度には大きく差がある。さらに興味深く学習しようとする学生、あるいは繰り返し学習する必要のある学生と千差万別である。本報のようなネットワークを利用した個別学習はスタンドアロン方式の個別学習とは違い、将来どの端末からでも手軽にアクセス可能な環境が整えば、コンピュータを利用した教育方法として大きな成果が期待できる。

2. LAN上での運用のための工夫⁹⁾

LAN上での運用のためのハードウェアとして、サーバーは、DEC・VAX 4000で中央で管理しやすい様になっている。端末はNEC・PC 9801 USである。LANを構築する上での相互間通信装置にパソコン差し込み用ボードはDEC・DE 510, OSはUNIXで、パソコンは単独で使えるスタンドアロン方式も保たれている。ソフトウェアは、サーバーであるVAXにはVMS, 端末にはNECのMS-DOSバージョン3.3 OD, VMSとMS-DOSという異なったオペレーティングシステムをつなぐためのソフトにPATHWORKS, そしてMS-DOS版N 88 BASICを使用した。

3. 有機化学反応プログラム

マロン酸エステル合成法を例に学生の視線が画面の何処に注がれているかを調査した**。調査の方法は、学生に予め画面の移り変わりを示すハードコピーを配布し授業中に書き込んでもらった。教師がスクリーンを指し示し説明を加えているが、その際学生の視線が何処にあるかは興味深い。

結果の一部を図-1に示した。

Picture 1～4はマロン酸ジエチルエステルにエトキシドイオンが攻撃し、水素をまさに引き抜こうとしている同一画面を表わす。Picture 2～4の×印は40人の学生のそれぞれが見ていた個所を示している。学生から回収したハードコピーから一人一人の視点の位置を手書きで一枚の用紙に

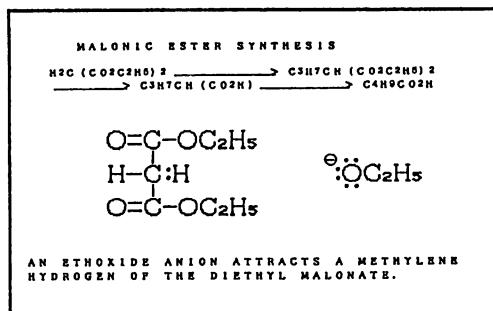
記入した。中央の分子式を白い大きな元素文字描くのを基本にして (Picture 1, 2), 引き抜かれる水素Hを赤く描いた場合 (Picture 3), 白のまま点滅させた場合 (Picture 4) を比較した。白い水素H (Picture 2) の時にはマロン酸エステルのメチレンを見ていた学生はたった二人であったが、色づけしたPicture 3では水素Hに集中して6人、点滅させたPicture 4ではエステル全体に8人と分散していることがわかる。またPicture 5, 6はプロピルマロン酸が脱炭酸する直前の様子を示している。この後脱離するであろう炭酸ガス部分を赤く色ぬりしたPicture 6には、視点が集中し色づけの効果が認められる。視点調査の結果から以下のことが言える。

- 1) 連続的に動く箇所には必ず視点が集中する
- 2) 途中で画面から消えた箇所にも視線が集まる
- 3) 色は視線を集中させる大事な要素であるが動的画面の方が学生の目を引き付ける効果が大きい

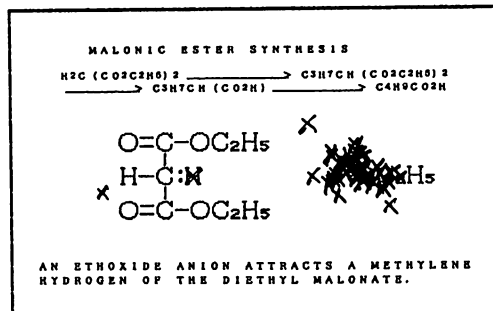
プログラム³⁾⁴⁾⁵⁾は“動的”な画面を連続的に見せることを基本に作成してきた。教師側で見てほしい個所をアニメーション表示としてきたことは、この視線調査の結果から作成の意図は間違っていないことが確認できた。また配色については、学生の目を飽きさせないで引き付けるために重要で、既成のプログラム³⁾⁴⁾⁵⁾も含め全ての反応プログラムについて出来るだけ同一になるように修正・加筆した⁶⁾。

4. 学習方法の手順と学習例

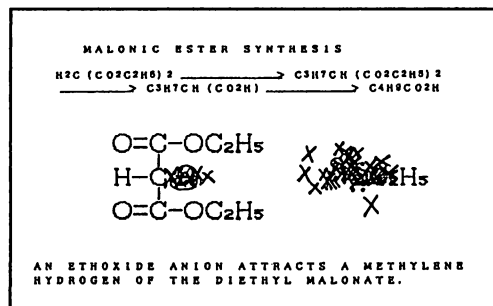
反応機構を示すアニメーション・プログラムはN₈₈BASICで書かれている。画面の上部に反応式、中央に拡大文字で反応のアニメーション、下部に反応を説明する簡単な英文を全角文字で描いてある。メニュー画面で反応を選びその後適時スペースキーを押す事によって反応が進む様子を学習出来る。電荷の書き方を示す基本的な学習プログラムの他、メニュー画面のような18の反応が含まれている。カニッツァロ反応を学習する際のDisplay画面の変化を例示したのが図-2である。ネットワークの起動画面 (Display 1) に引続き、有機化学学習のためのメニュー画面 (Display 2) が表示される。次いでキー操作でメニュー番号15を押すとカニッツァロ反応の学習プログラムに入る。濃アルカリの存在下で2モルのアルデヒドが、



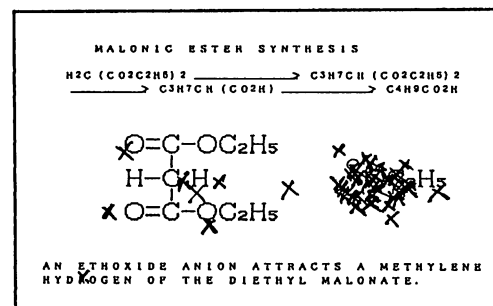
Picture 1



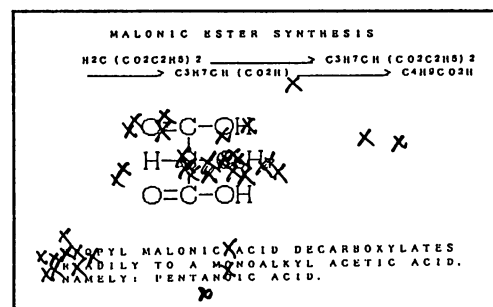
Picture 2



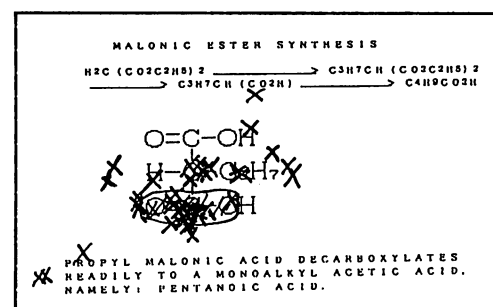
Picture 3



Picture 4



Picture 5



Picture 6

図-1 学生の視点の調査結果

```

ENS loader Version V4.1.10
ICI Copyright 1989-1991 by Digital Equipment Corporation.
PATHWORKS for DOS LAT V4.1.17x (PC-9800)

Requested module G:\VDECHMETV\LAT.EXE loaded successfully.

-----
日時と時刻を指定します...
The current date is 10/31/94
The current time is 12:08:38.00

既のコマンドを入力して、ワークステーションの初期設定を終了してください。
LOGIN ユーザー名 ユーザー名 [パスワード or *]
ネットワークをオン・ロードするには既のコマンドを入力してください。
A:\VDECHMETV\STOPNET.BAT

A:\>USE H: Y:\VAX410\VFUUK1
A:\>H:
H:\>MENU
  
```

Display 1

```

~~~~~ MAIN MENU ~~~~~
1 CHARGE          11 ETHANOIC ACID
2 METHANE         12 AMINES
3 PROPENE         13 AMINO ACIDS
4 PROPYNE         14 MALONIC ESTER
5 ACETANILIDE     15 CANNIZZARO
6 SN1, SN2 REACTIONS 16 LITHIUM ALUMINUM
7 ORGANIC HALIDES 17 CLAISEN
8 ETHANOL         18 GRIGNARD
9 ALDOL           19 BECKMANN
10 PROPANONE      20 E N D

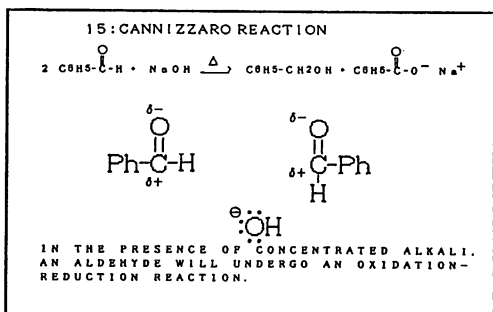
HIT ANY NUMBER 1-15
  
```

Display 2

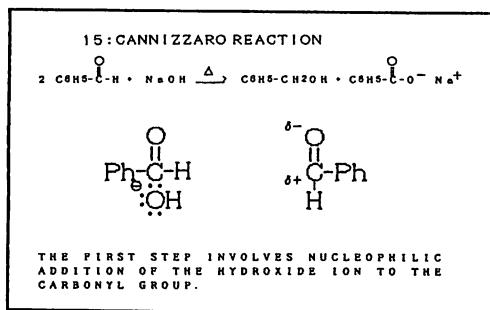
```

15: CANNIZZARO REACTION
  
```

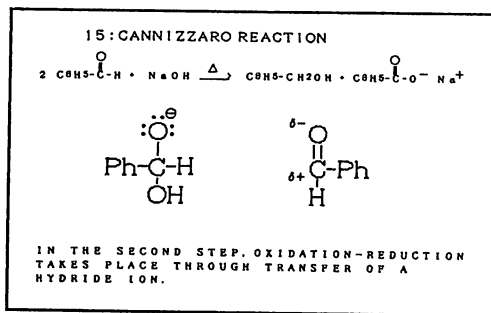
Display 3



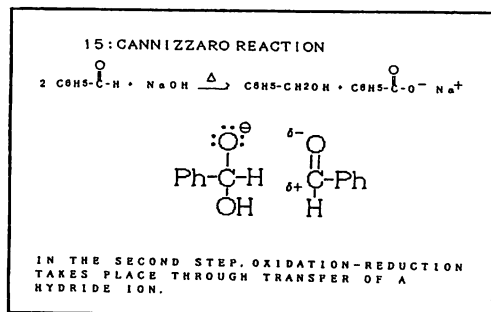
Display 4



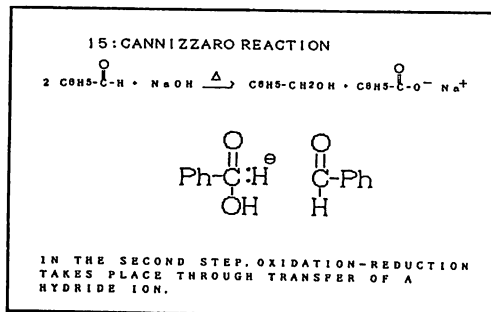
Display 5



Display 6

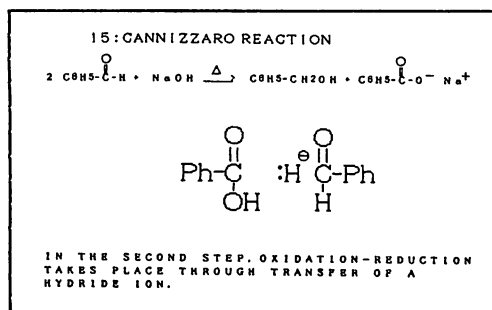


Display 7

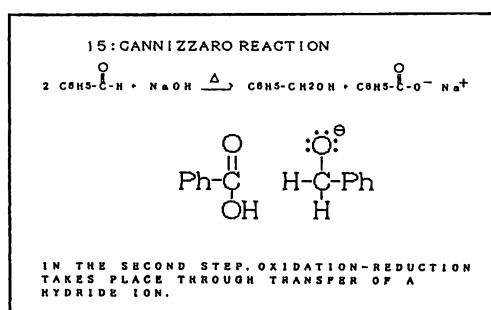


Display 8

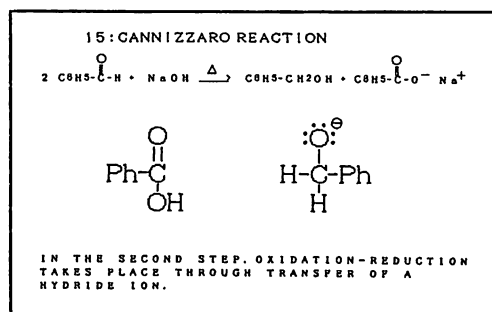
図-2 LANによるカニッツァロ反応の学習



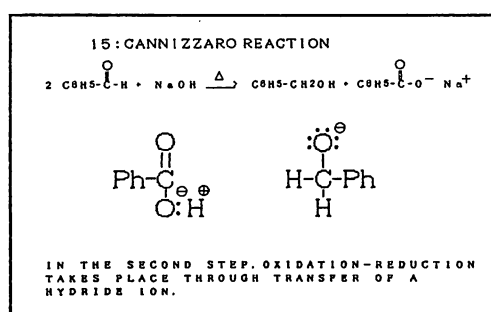
Display 9



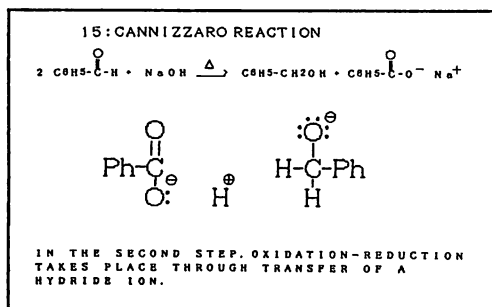
Display 10



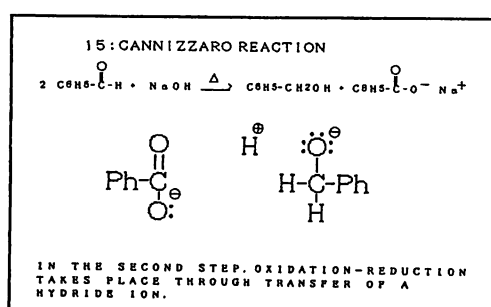
Display 11



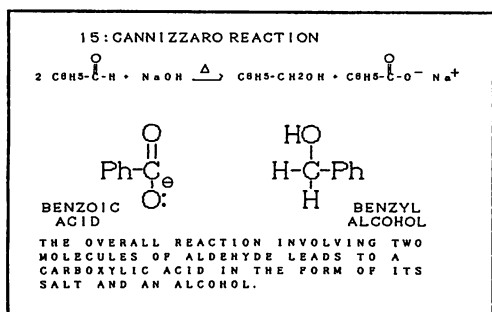
Display 12



Display 13



Display 14



Display 15

```

M1>A1
A1>USE M1/DISCONNECT
A1>STOPNET
-----
PATHWORKS for DOS V4.1 Network Unloading Procedure
現在のネットワークへの接続状態を確認します
Profile saved to A1:VDECHT\reload.ini
ネットワークとの接続を断ちます
Drive 0: disconnected from FVAX4(10VPM4)198
ネットワークをアン・ロードします
MEKMAN V4.1.8 Digital Memory Information Utility
Copyright (C) 1988-1991 by Digital Equipment Corporation
Approximately 17680 bytes of memory will be released
実行しますか? [No]: Y
-----
ネットワークのアン・ロードに成功しました
-----
A1>VDECHT>

```

Display 16

図-2 LAN によるカニッツァロ反応の学習
(続き)

1 モルは酸化されてカルボン酸アニオンとなり、もう1 モルは還元されて第一アルコールとなる反応を示している。学生は簡単なキー操作で学習を進めることが出来る。学習後はネットワークから抜けるキー操作 (Display 16) で終了する。ネットワーク上で運用するための手順は、N 88 BASIC で作成された学習ソフトを MS-DOS 版 N 88 BASIC へ DOS の FILECONV コマンドで移行、VAX の仮想ファイル使用領域が作成されているので、サーバーと端末を結ぶ PATHWORKS を起動し、仮想ファイル領域に移行したソフトのインストールを行うことになる。今までに CAI 室での使用には耐えることを確かめた。

5. ま と め

有機化学反応の反応機構を、パソコン教材で繰り返し勉強できる環境として LAN 上の運用を試みた。ハード面では CAI 室で使えることを確かめた。有機化学を専門としている学生には不備な点もあるが、この教材を見ながら電子一個一個を丁寧に紙に書きながら学習し理解を深めることが出来ることを期待する。更に効果的な運用を目指すためには、学生の評価を考慮した使用方法が必要である。

* 笹村の文部省在外研究中に視察の機会を与えられた。関係各位に感謝する。

* * 視点調査の方法については放送教育開発センター伊藤秀子助教授の助言を頂いた。

なおアニメーションの基本プログラムの作成は本校工業化学の木舟貴博 (24期生)、三條泰生 (26期生)、佐々木優 (27期生) の卒業研究として行なわれた。

参 考 文 献

- 1) 山口和美・横田和明, JAPC, 7, 72 (1985)
- 2) 山口和美・横田和明, JAPC, 7, 87 (1985)
- 3) 笹村泰昭・山口和美・中津正志・Brian T. NEWBOLD, JAPC, 12, 33 (1990)
- 4) 笹村泰昭・山口和美・Brian T. NEWBOLD, 苫小牧高専紀要, 第28号, 87 (1993)
- 5) Yasuaki SASAMURA, Kazumi YAMAGUCHI, Kiyoshi FUJII and B. T. NEWBOLD, Chemistry and Software, 15, 157 (1993)
- 6) Yasuaki SASAMURA, Kazumi YAMAGUCHI and Brian T. NEWBOLD, Chemical Software, 投稿中
- 7) D. J. Silvert, T. P. Forrest and C. H. Warren, 76th Canadian Society for Chemistry Conference and Exhibition, CE-B2 No. 96 (1993) (Sherbrooke)
- 8) 山口和美・尾田智彦・笹村泰昭, 工業教育協会平成6年度 工学・工業教育に関する研究講演会 第6セッション (札幌)
- 9) 長谷川博一・藤本茂樹, 苫小牧高専紀要, 第29号, 51 (1993)

(平成6年11月7日受理)