

2C-3

幾何学習支援ツールの設計指針

日高一義, 中山恭與, 赤石雅典, 佐貫俊幸, 宇土正浩
日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

1. はじめに

日本アイ・ビー・エム/東京基礎研究所/教育システムでは, “数学学習環境支援システム LETSMath(参考文献[1], [2])” に続き, パーソナル・コンピュータを利用した幾何学習支援ツール “LETSMath/GeoBlock” を研究・開発している。

“LETSMath” は主に関数とグラフを中心とした中学校・高等学校における数学学習用の道具という位置づけで研究・開発を行った。今回の“LETSMath/GeoBlock” は, “LETSMath” と同じ設計意図, すなわち「先生, 生徒が数学の教授, 学習活動の中で積極的に使用できる, コンテント・フリー型の学習支援システム」という考え方を持つが, 対象を幾何の領域としたものであり, 中学校の平面幾何, 及び新学習指導要領における高等学校の数学 A などでの実際の使用を考えている。

GeoBlock は, 先生に対しては, 各先生自らのアイデアをもとに, 幾何の授業用・演習用の教材を, 短時間で簡単に作成し, また授業中に動きのある幾何図形を効果的に提示する機能を提供する事を目的としている。

また, 生徒に対しては, 自分自身で図形を「描き」, 「変形し」, 「測定・観察する」過程において, 例えばパズルを解いたり, 積み木を積み上げたりする時のような, 積極的, 具体的, そして創造的な思考を通して, 幾何学的な意味, 定理, 公理を発見し, 確認し, 納得するための道具としての機能を提

供する事を目指している。

本稿では, 上述のようなコンピューターによる学習支援道具を, 幾何の分野に於て実現する際の, 設計指針を述べるとともに, 特徴的な機能についてふれる。

2. 設計指針

幾何の学習においては, 公理を基とした論証能力の育成を目的とする側面や, 図形そのものに対する直感力, 洞察力を養うことを目的とする側面など様々な学習目的があげられ, どの側面を重要視するかは, 各国の教育機構, 教育現場の各教師によって, 様々な議論のなされているところである。(参考文献 [3])

しかしながら, 幾何の科目としての特性は, やはり「図形を取り扱うこと」であることを考えると, 幾何学習を支援する道具としてのコンピューターの利用を考える時に, 幾何学習の過程で取り扱われる図形そのものを操作するためのシステムはその利用価値が高いと考えられる。したがって, 我々は, パーソナル・コンピュータの高解像度グラフィックスや情報再現能力を最大限に利用し, 幾何図形そのものを操作することを通して学習, 教授活動を支援するシステムを考案した。

幾何の学習で取り扱われる図形は, 平行, 垂直, 45度などの直線や線分間の角度の条件, 「線分 AB と長さが同じ」, 「線分 AB の3倍の長さ」というよ

うな長さの条件，さらに「辺CDを2:1に分ける点」というような比率の条件，さらには「直線Lと円Oの交点」のように交点であるという条件などを複雑に組み込んだ図形であり，これらの幾何学的束縛条件を反映しながら作図，変形，観察，測定をすることが，学習，教授活動の基本となる。

そこで，我々は「幾何学的束縛条件のもとでの，インタラクティブ図形エディタの実現」を幾何学習支援ツール“LETSMath/GeoBlock”の設計指針とした。

3. 幾何学的束縛条件の取扱い

前述の設計指針のもとに，我々のシステムには幾何学的束縛条件のもとで，図形を作図，変形する能力が要請されるが，これを実現するために，

- 1) 幾何学的束縛条件を保持するための幾何学モデル
- 2) インタラクティブ・グラフィックス・エディタとしての作図機能とユーザー・インターフェイス

について基本設計を行うとともに，パーソナル・コンピュータ上での試作を行った。

1) としては，「制御点モデル」を設計した。制御点モデルでは，すべての図形はその図形を決定づける「制御点」で構成されている。制御点は幾何学的束縛条件の情報を保持し，このシステムにおける「幾何」はこの「制御点」の特性とその生成される順番によって決定される。この制御点は図形どうしをリンクさせる上でも重要な役割をする。

2) としては，角度設定の為に「電子分度器」をはじめ，マウスなどのポインティング・デバイスを用いたユーザー・フレンドリーな作図環境を実現した。

4. おわりに

本システムは，パーソナル・コンピュータ（IBM PS/55）上に試作されて

いる。図1は本システムの画面コピーである。四角形ABCDの各辺の中点を結んでできる四角形KLMNは，常に平行四辺形となることが実験できる。

現行のシステムには，作図，変形機能の他に，各図形要素（線分，角度及びそれらの比率）の値をリアル・タイムで表示する機能，変化する図形の軌跡を残す機能など幾何学的事象を測定，観察する機能も実現されている。

今後は，システムの各機能を充実させるとともに，実際の教育現場での使用経験を積み，評価検討を重ねていく予定である。

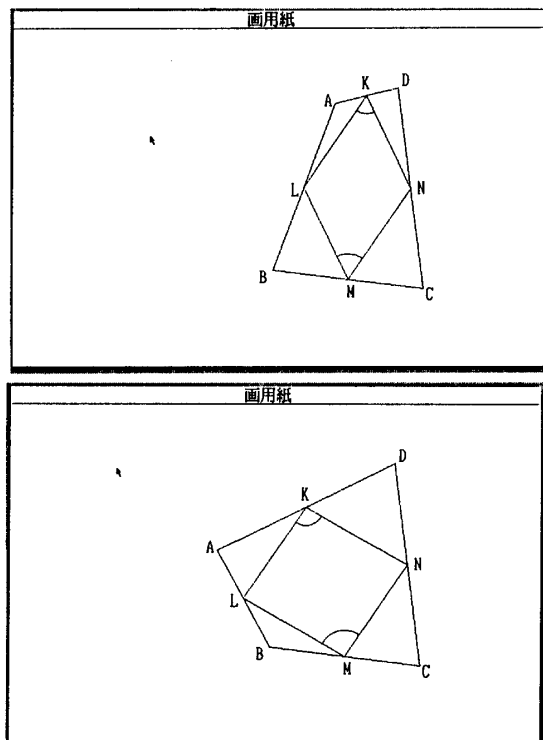


図 1

- [1] 赤石，他，「数学学習環境・支援システムの試作」，情報処理学会第37回全国大会論文集，1988
- [2] 佐貫，他，「数学学習環境支援システム LETSMath の設計と実現」，「教育におけるコンピュータ利用の新しい方法」シンポジウム，情報処理学会，1989
- [3] 井上，佐々木訳，「幾何教育への新しいアプローチ」，教育出版，1980