ジオメトリ把握能力に着目した 建築 CAD 教育カリキュラムとクラス編成手法に関する研究 METHODOLOGY FOR CAAD CURRICULUM AND CLASS FORMATION FOCUSING ON HOLD OF GEOMETRY

村上 心*¹, 川野紀江*²
Shin MURAKAMI and Norie KAWANO

This article attempts to clarify matters as below.

1. Systematic arrangement of contents for CAAD education
2. Correlation between measure of comprehension and attribution of students
3. Possibility of contribution of hold of geometry toward skill of CAAD operation
4. Methodology for CAAD curriculum and class formation considering individuality of students

Keywords: CAD, Education, Geometry, Curriculum, Class
CAD, 教育, ジオメトリ, カリキュラム, クラス

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

今日、企画・設計・施工を始めとする各建築生産フェーズにおける TOOL としての建築 CAD の有効性が認識され、建築実務において急速に CAD 化が進行していることは周知の事実である。同時に、大学等の高等教育機関における建築教育においても、CAD 教育の重要性が高まっている。しかしながら、我が国における CAD 教育の歴史は未だ浅く、建築 CAD 教育の現状を鑑みるに、担当教員が個別に試行錯誤している状態にある。背景には、担当能力がある教員に限られており他教員が教育内容の構築・実行をサポートできないという事実があり、結果として、設計等の他科目担当教員との連携が密であるとはいえないこと、教育を受ける学生の経験や資質等の個別性への配慮が必ずしも加えられていないこと、CAD で用意され

ている「限られた」コマンドの組み合わせによって空間という3次元の存在を「自由に」表現する為の技術的指導体系が確立されていないこと、等の教育上の課題が存在している。

我が国の大学における建築 CAD 教育に関する既往研究は、建築設計教育への寄与に主眼をおいたものと、CAD 演習授業におけるカリキュラムや運営方法、設備機器などの教育環境について論じたものに大別される。本研究が取り扱っている後者については、主として報告形式での情報交流²⁾が随時行われているものの、カリキュラム、シラバス、作品、使用機器、ソフトウェア等のデータを紹介するものが中心である。即ち、関連研究としては、赤木らによる座席配置等の物理的教育環境に着目した報告³⁾や、家田らによる習熟度別教育の必要性を示している報告⁴⁾があるが、本研究は、CAD 演習授業の新たな手法として、学生の個性の区分項目として習熟度

表1 アンケート調査の実施概要

開講時期	調査を実施した科目	1級建築士・ 受験資格必修	1級建築士受験資格 取得者数(当該学年)	アンケート実施時期	入学年度	受講者数	アンケート 回収数	アンケート内容
1年前期	コンピュータ演習Ⅰ (基礎)	5科目中2科目 選択必修	58	1997.9.	1997	108	45	項目に対する理解度
1年後期	コンピュータ演習Ⅱ (グラフィックス)		58	1998.2.	1997	105	45	同上
2年前期	コンピュータ演習Ⅳ (空間CAD基礎)		66	1999.8.	1998	72	62	同上
2年後期	コンピュータ演習Ⅴ (空間CAD応用)		58	—	1997	66	—	同上
3年前期	コンピュータ演習Ⅵ (図面表現)		58	1999.7.	1997	36	31	同上 及び 授業評価
1年後期	コンピュータ演習Ⅱ (グラフィックス)		82	1999.10.	1999	110	71	ジオメトリ操作に関するアンケート

※コンピュータ演習Ⅲ(パレルCAD)は調査対象から除いた

*1 梶山女学園大学生生活科学部生活環境学科
助教授・博士(工学)

*2 梶山女学園大学生生活科学部生活環境学科 助手

Assoc. Prof., Dept. of Human Environment, School of Life Studies, Sugiyama Jogakuen Univ., Dr. Eng.
Research Assoc., Dept. of Human Environment, School of Life Studies, Sugiyama Jogakuen Univ.

に加えて、カリキュラム・クラス編成の為にジオメトリの把握能力を考慮した場合の効果に着目した点に独自性がある。

調査対象とした相山女学園大学生生活環境学科は、卒業後2年の実務経験で1級建築士受験資格が取得可能な建築学科並みの建築教育を行っており、CAD教育の目的としては、CADをデザイン・プロセス上のエスキス・プレゼンテーションの道具として、鉛筆・模型といった既存の道具類を含めたツール群の選択肢の1つとして扱うための技術を習得することを到達目標点としている。

本研究は、①上記CAD教育目的を達成する為に設定した科目群の中で習得すべき項目を体系的に整理し、②習得すべき項目の理解度と学生の属性・成績との関係を考察し、③ジオメトリの把握能力がCAD操作の習熟に関係することを示した上で、④建築CAD授業における学生の個性に応じたクラス・カリキュラム編成のあり方を提示することを目的としている。

1.2 研究の方法

相山女学園大学生生活科学部生活環境学科（以下「学科」）における「コンピュータ演習」受講者に対して行ったアンケート調査、各受講者の設計科目への履修状況及び「コンピュータ演習」の履修成績

に基づく分析を行った（表1参照）。

2. 教育カリキュラムの概要

2.1 カリキュラム

学科における建築CAD教育は「コンピュータ演習Ⅰ・Ⅱ・Ⅳ・Ⅴ・Ⅵ」の5つの演習科目によって構成され、各科目は半期14～15コマ（1コマ90分）で行われており、このカリキュラムは1997年度から2001年度入学生まで適用されている。各項目の内容とアンケート実施時点で各授業で使用したソフトウェアは表2に示す通りである。また、受講者のうち約90%が自宅にパソコンを所有しており（1997年度入学生1年後期時点）、授業で使用するCADソフトを入学時に購入している。

コンピュータ演習Ⅰ（基礎）では、コンピュータがどのように発達してきたか、現在どのように利用されるようになっているかということを経験した後、実際にパソコンを利用して、その使い方、ワープロ、表計算の操作法を実習する。

コンピュータ演習Ⅱ（グラフィックス）では、平面図形と立体図形を取り上げ、形態・色彩・デザイン操作についての演習を行う。平面

表2 シラバス・調査当時の使用ソフト

開講時期	科目名	シラバス
1年前期	コンピュータ演習Ⅰ（基礎） 【授業内容】 OS基礎・ワープロ・表計算 使用OS Windows95 使用ソフト Word95 Excel95	授業の到達目標：コンピュータリテラシーの習得 1. コンピュータはどのように発達してきたか、今何ができるか 2. ソフト・OS・ウィンドウズについて 3. マウスの操作—電源・起動から終了まで 4. 入力—キーボードの操作 5. 編集—文書の修正・切り貼りの作業 6. 文書の形式・装飾—美しい文書にするために 7. 文書のやりとり—マクロの利用 8. 美しい文書を作成してみる 9. スプレッドシートの概念とEXCELの世界 10. データ入力／データ・ベースの作成 11. データの選択・操作 12. マクロ／プログラム 13. プレゼンテーション 14. グラフの作成
1年後期	コンピュータ演習Ⅱ（グラフィックス） 【授業内容】 CAD基礎コマンドの習得(2D・3D) 使用OS Windows95 使用ソフト MicroGDS Pro ver.5.0 Paint Shop Pro ver.4.2	授業の到達目標：3次元CADソフト、ペイントソフトの基本機能の習得 1. MicroGDS Pro の概要説明(1週) 2. MicroGDS Pro の基本操作(3週) 3. 点・線・面 4. 実体図形の表現(3週) 5. 探寸・平面図・立体化 6. 立体図形の加工(3週) 7. 相貫体・結合・穴あけ・貼り込み・色彩 8. 5. 立体・平面図形の応用—Paint Shop Pro を使って(4週) 9. テキスタイル・服飾・インテリア・建築物・色彩計画
2年前期	コンピュータ演習Ⅳ（空間CAD基礎） 【授業内容】 基礎図面作成(マシオン2D・3D) 使用OS Windows95 使用ソフト MicroGDS Pro ver.5.0 Paint Shop Pro ver.4.2	授業の到達目標：3次元空間のモデリングとレンダリング(コマンドの習得) 1. 基本操作の概念と理解、基本作図の練習 2. 3. 平面図の作成、躯体・建具の作図 4. 5. 6. 平面図の作成、詳細作図 7. 8. 9. モデリング概要説明、3Dモデル作成 10. 11. 12. レンダリング説明、色・光源などの設定 13. 14. プレゼンボードの作成 15.
2年後期	コンピュータ演習Ⅴ（空間CAD応用） 【授業内容】 作家作品の表現(外観・内観) 使用OS Windows95 使用ソフト MicroGDS Pro ver.5.0 Paint Shop Pro ver.4.2	授業の到達目標：3次元空間のモデリングとレンダリング(自由な構築) 1. ガイダンス・グループ分け 2. 平面図の作成1 3. 平面図の作成2 4. 平面図の作成3 5. 平面図の作成4 6. 3次元化1 7. 3次元化2 8. 3次元化+レンダリング1 9. 3次元化+レンダリング2 10. 提出・講評 11. 内観平面図作成1 12. 内観平面図作成2 13. 3次元化+レンダリング1 14. 3次元化+レンダリング2 15. レンダリング3+提出
3年前期	コンピュータ演習Ⅵ（図面表現） 【授業内容】 プレゼンテーションの応用(ポスター・自分の設計作品の表現) 使用OS Windows95 使用ソフト MicroGDS Pro ver.5.0 Paint Shop Pro ver.4.2	授業の到達目標：デザイン意図のプレゼンテーション 1. ガイダンス 2. プレゼンテーションのイメージ1 3. プレゼンテーションのイメージ2 4. プレゼンテーションソフトの習得1 5. プレゼンテーションソフトの習得2 6. ポスターの制作1 7. ポスターの制作2 8. ポスターの制作3 9. 図面制作1 10. 図面制作2 11. 図面制作3 12. 図面制作4 13. テクニックの習得1 14. テクニックの習得2 15. 制作発表会

図形については、図面の分割・色彩計画についてのスタディを行う。
立体図形については、相貫・結合・穴あけ・装飾・色彩計画などの
スタディを行う。(表3 課題ア, イ, ウ)

コンピュータ演習Ⅳ(空間CAD基礎)では、設計製図の表現上
のルール及びCADソフトの操作上のルール・特性を踏まえて、低
層集合住宅の入力・作図法基礎を学ぶ。入力対象となる集合住宅は
全員同一のものをを用いる。(表3 課題エ, オ, カ)

コンピュータ演習Ⅴ(空間CAD応用)では、入力対象を建築家
の作品4点より1つ選択し、各建築の有する空間としての特性の表
現を行うことを目的としている。(表3 課題キ, ク)

コンピュータ演習Ⅵ(図面表現)においては、プレゼンテーショ
ンイメージの構築とプレゼンテーションソフトの使い方の習得を目的
とした「学科ポスター」の制作、及び既習の設計製図科目での学生
各自の提出作品のCAD化を、コンセプトの強調・作品全体を特徴
づける空間表現等の指導により行う。(表3 課題ケ, コ)

2.2 習得すべき項目

授業で説明・解説している項目を、76項目抽出し各項目を「コン
ピュータ基礎」、「CAD概念」、「CADコマンド」に大きく分類した
後、「コンピュータ基礎」「CADコマンド」についてはさらに数種に
分類した(表5参照)。又、各項目がコンピュータ演習Ⅰ～Ⅵのどの
授業において初出説明されているかを表4に示した。

表3 各課題における成果の例

<p>ア 2D名前作成</p>	<p>イ 3D立体と光源</p>	<p>エ トレーニング マニュアル 2D</p>
<p>ウ 家具等の3D化</p>	<p>オ トレーニング マニュアル 3D</p>	<p>カ 自分の住みたい部屋 【宿題】 (家)</p>
<p>キ 作家作品外観パース (4作品から選択)</p>	<p>ク 作家作品内観パース (全員共通)</p>	<p>ケ 学科ポスター</p>
<p>コ 自分の設計作品の CAD化</p>

表4 キーワードの初出科目

ゴシック体: 初出科目・明朝体: 再説明科目

コンピュータ基礎			CAD概念		CADコマンド			
OS・PC本体	Windows 機能・操作	周辺機器			基本用語	作図	図形の編集	3次元図形
■コンピュータ演習Ⅰ(基礎)			■コンピュータ演習Ⅱ(グラフィックス)					
OS	ディレクトリー	プリンター	オブジェクト概念	コマンド	水平・垂直線 作成	図形の削除	平面図形の立ち上げ	マテリアルの 設定
Windows	アイコン	CD-ROM	プリミティブ概念	グリッド	長方形作成	図形の移動	閉じた/開いたプリミ ティブの立ち上げ後の 違い	レンダリング
CPU	ショートカット	キーボード	スナップ概念	テキストボックス	線のトレース	図形のコピー	引き回しを使った 3次元図形	
メモリ	ドラッキング	マウス	レイヤ概念	ダイアログボックス	円の作図	線分の削除・移動	重複している図形の 編集	
ハードウェア	ポインタ	テンキー	レイヤのステータス	変換ボックス	x/y軸の平行線 作成	経路の削除・移動		
ソフトウェア	ワイルドカード		オフセット概念	ソリッド	区分寸法作図	線分の伸縮		
	ツールバー			クランプ	レイヤ新規作成	2本の離れた線を つなげる		
	フォント			レンダリング	絶対座標による 作図	接した2つの図形 を1つに		
				マテリアル	相対座標による 作図	線種の変更		
				光源	文字の記入			
			■コンピュータ演習Ⅳ(空間CAD基礎)					
			オブジェクト概念	ライブラリ	ハッチング	配列コピー	3次元データの概要	光源の設定
			プリミティブ概念	ソリッド	フィレット	頂点の削除・移動	クランプ・分解・面に分 解	
			スナップ概念	クランプ	絶対座標による 作図	オブジェクトの分類 変更	閉じた/開いたプリミ ティブの立ち上げ後の 違い	
			レイヤ概念	レンダリング	相対座標による 作図	レイヤ間図形の移 動・コピー	引き回しを使った 3次元図形	
			レイヤのステータス	マテリアル			重複している図形の 編集	
			オフセット概念	イメージファイル				
				光源				
			■コンピュータ演習Ⅴ(空間CAD応用)					
				ファセット				環境の設定 マテリアルの 設定 光源の設定
■コンピュータ演習Ⅵ(図面表現)								テクスチャ マッピング
CPU	ディレクトリー	MO						
メモリ		プロッター						

3. 教育カリキュラムの評価

3.1 学生による授業・課題の評価

1 学年後期から 3 学年前期までに開講されたコンピュータ演習Ⅱ・Ⅳ・Ⅴ・Ⅵについて、すべての授業を受講した学生 31 名を対象に授業内容・課題の評価の抽出を行った(図 1 参照)。当該授業が直接 CAD に関する内容を含まない為、1 学年前期開講のコンピュータ演習Ⅰを除いている。

(1) 課題の難易度

「易しい」又は「やや易しい」と答えた割合が最も多い「ア」についても 2 割強に留まり、全体的に「難しい」「やや難しい」という回答が多い。但し、「エ」「オ」については、「どちらともいえない」が約半数を占めており、結果、「難しい」「やや難しい」回答が約 4 割と比較的少ない。

(2) 課題の楽しさ

高学年課題になるにつれて、「どちらともいえない」割合が減少している。又、「ケ」を例外として、学年が進行する程「楽しい」「やや楽しい」との回答が増加している。

(3) テキストのわかりやすさ

「カ」「コ」についてはテキストがない為対象外とした。その他課題については、「ア～オ」までは CAD のソフトに付属する操作教育用のテキストブックとソフトメーカーが一般講習用に作成しているプリントを配布し、「キ～ケ」については、課題用に担当教員が全体に共通する内容や注意点をまとめたプリントを配布し、教材にしている。「わかりやすい」「ややわかりやすい」と回答した割合は、「エ」「オ」の約 5 割とその他の課題の約 1 割に極端に分かれた。これは「エ」「オ」については、ソフトに付属する「トレーニングマニュアル」をテキストとしており、テキスト中の手順をそのまま辿ることが授業内容になっていることに起因すると考えられる。「エ」「オ」以外の課題については、学年が進行するにつれて、「どちらともいえない」割合が減少し、「わかりにくい」「ややわかりにくい」割合が増加している。これは、課題内容が複雑化、個別化することによって、学生毎に直面する問題が異なるため、共通事項を取り上げている教材では、学生にとって記述内容の具体性が乏しくなるように感じることに起因するものと考えられる。

(4) 授業時間外作業量

ほぼ学年進行につれて「多い」「やや多い」割合が増加し、「少ない」「やや少ない」割合が減少している。そもそも「演習」科目は授業時間内に課題を完了させるのが前提であることからすると、時間外作業量が多く発生していることは問題である。実際、2 学年後期の「キ」以降は 9 割以上の学生が授業時間外作業量が多いと感じている。「ア～オ」は、基本的に授業時間内で作業が終了するように指導しており、終了しなかった者のみ時間外作業をすることになっている。「カ～ケ」については、CAD 入力作業は授業時間内に行うが、事前に入力に必要なデータの収集・整理、部品の作成・収集を行うことを義務づけている。又、「コ」では、基本的に CAD 入力作業は時間外で行うものとし、授業中にはプレゼンテーション方針・手法の指導及び操作上の質問への回答を行っている。

① 課題の難易度

② 課題の楽しさ

③ テキストのわかりやすさ

④ 授業時間外作業量

※ア～コは表3参照

図1 授業内容・課題の評価

4. 各時期における習得すべき項目の理解度

4.1 各時期における習得すべき項目の理解度の比較

習得すべき項目の各時期における理解度を「理解している」と回答した割合(理解率)で定量化し、表5に数値(%)で示した。ここでは、コンピュータ演習Ⅳのみが1998年度入学生によるもので、他の3科目により1997年入学生の理解度の変化を読み取ることができる。図表中太枠部分は、当該授業で取り上げ、解説する項目である。

「コンピュータ基礎」項目では、メモリーなどの学年進行とともに実際に用語の使用場面が増加する項目の理解度が、上がっていくことがわかる。「CAD概念」項目については、時期による変化はあまりみられない。「CADコマンド」では、3年前期の「作図」、「図形の編集」の7割以上の項目で理解率が80%を超えている。逆に、「3次元図形」では時期による変動があまりなく、理解率は50%程度の項目が多い。

4.2 コンピュータ演習成績と項目の理解度の関係について

1年コンピュータ演習Ⅱの成績と理解度に相関のある項目を表6に示した。コンピュータ演習Ⅱの成績は、課題の成果(完成度、モ

デリング、レンダリング)及び出席率によって決められている。即ち成績は、ツールとしてのコンピュータやCADの仕組みの理解ではなく、ツールを用いた結果としてのデザイン・プロセス及びデザイン能力を評価している。この両者の関係について以下考察する。

「CAD概念」、「CADコマンド」の中の「作図」や「図形の編集」といった主に2次元に関する項目では、成績による理解率の差異は10%以内と少なかった。「コンピュータ基礎」項目では、ツールバー、プリンタ、キーボード、マウスといった初期からなじみのある項目では成績に関係なくほぼ全員が理解しているものの、それ以外の項目では成績がC評価であると理解度が低くなっており、CADに取り組む前段階のコンピュータ一般の知識が十分でないといえる(表6参照)。「CADコマンド」の中の「3次元図形」の理解度は成績評価と相関があり、成績上位の場合は理解度が高い。また、C評価の場合は、「CADコマンド」の中の最終プレゼンテーションに必要なマテリアルの設定、光源の設定等の理解度も低く、課題作品の完成度が落ちることに繋がっている。

表5 各時期における習得すべき項目の理解度

開講時期	科目名	コンピュータ基礎																	CAD概念					
		OS・PC本体					Windows機能・操作										周辺機器					オフセット概念		
		OS	Windows	CPU	メモリー	ハードウェア	ソフトウェア	ディレクトリー	アイコン	ショートカット	ドラッキング	ポインタ	ウィンドカード	ツールバー	プリンター	プロッター	CD-ROM	MO	キーボード	マウス	テンキー			
1年前期	a 演習Ⅰ基礎	11	89	11	31	23	23	23	23	23	23	0	98	100	4	36	98	98	36					
1年後期	b 演習Ⅱグラフィクス	2	86	10	32		32					0	93	97	5	17	98	97	31					
2年前期	c 演習Ⅳ空間CAD基礎	23	84	23			7			25	0	97	85	11	13	82	84	32		38	48	31		
3年前期	d 演習Ⅵ図面表現	19	90	23	84	81		10	90	84		0	94	90	23	87		90	87		82	82	47	38

<

% -20 -40 -60 -80 -100

成績	項目	CADコマンド																											
		基本用語								作図										図形の編集									
		グリッド	テキストボックス	ダイアログボックス	フロッピー	変換ボックス	クランプ	レンダリング	マテリアル	イメージファイル	光源	ライブラリ	水平・垂直線	長方形	円弧	円	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧	円弧
a																													
b																													
c																													
d																													

表6 項目理解度と成績との関係

	成績順 (A>B>C) の項目														A<B		B>A<C																	
	Windows	ショートカット	ドラッグ・キング	テンキー	ダイアログボックス	イメージファイル	相対座標による作図	文字の記入	配列コピー	成順した2つの図形を1つに合成	平面図形の立ち上げ	閉じた/開いたプリミティブの立ち上げ後の違い	引き回しを使った3次元図形作図	重複している図形の編集	CPU	線のトレース	レンダリング	ハードウェア	ソフトウェア	ディレクトリ	アイコン	ポインタ	MO	コマンド	ソリッド	区分解法作図	オブジェクトの分類変更	レイアウトの移動・コピー	3次元モデルの概要	クランプ分解・面に分解	マテリアルの設定	光源の設定	環境の設定	
total(A-C 41名)	86	86	86	35	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	10	86	86	86	86	86	86	86	17	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
A評価(10名)	100	100	100	30	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	20	86	86	86	86	86	86	86	17	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
B評価(15名)	91	93	86	36	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	54	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	
C評価(16名)	30	36	14	30	31	32	32	32	32	32	32	32	32	32	14	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	

コンピュータ基礎

CADコマンド

96 -20 -40 -60 -80 -100

コンピュータ基礎
CADコマンド

% -20 -40 -60 -80 -100

図2 コンピュータ演習科目と設計実習科目の履修の関係(1997年度入学生)

4.3 コンピュータ演習科目履修者の設計実習科目履修状況

図2(左)より、コンピュータ演習科目では学年進行と共に履修者が最初の108名から徐々に減少するが、履修者に占める設計科目履修者の割合は増加していくことがわかる。特にコンピュータ演習VIの履修者は、1名を除いてすべての設計実習科目を履修している。また、同様に図2(右)より、1年前・後期では設計実習履修者は全員、該当時期開講のコンピュータ演習も履修していることがわかる。しかし3年前期になると、設計科目履修者の中で同時期のコンピュータ演習VIを履修しているのは60%程度に減少し、CADは不得手と考えられる未履修の約40%は、設計図面の表現手段は手書きのみが可能となっている。

5. ジオメトリの把握度に着目したカリキュラム設定

5.1 用語の定義

本論文では「ジオメトリ」を「平面及び立体幾何学」と定義している。さらに、「ジオメトリ把握能力」を「限られた基本的図形の變形あるいは組み合わせを用いて任意の図形を構築する能力」とし、CADにおいては「ソフトウェアに用意された描画可能な図形及びコマンドを用いて、自らがイメージする図形を表現する能力」とする。

5.2 ジオメトリの操作に関するアンケート調査の方法

このアンケートは、CAD操作経験のない新入生に対して、コンピュータ演習IIのガイダンス直後に行った。ジオメトリ作成コマンド(3D)の種類の説明(表7)のみを行う「解説なし」グループ(学籍番号前半の履修者:回答47名)と、コマンド説明の後、1つの立体を作成するのにこれらコマンドを使って何種類かの作成方法が考えられることを、実際のCAD操作で例示した「解説あり」グループ(学籍番号後半の履修者:回答24名)の2グループに分けた。

上記条件での説明後、各グループとも同時間内で図3の図形について、前出のコマンドを用いて考えられるだけの作成方法を記述させ、その2図形について正答数の合計を集計した。

5.3 受講生の類型

CAD操作において、ジオメトリの把握度と組み合わせの応用力が重要であることは、「解説あり」グループの正答数平均が2.7であるのに対し、「解説なし」グループの正答数平均が2.1であるという結果に端的に示されている。この2つのグループの正答数についてt検定を行った結果、ここでは $t=2.17$ (5%有意水準値1.68)となり、「解

表7 ジオメトリ作成コマンド

(作図例)	回転体	立ち上げ	引き出し
コマンド番号	A	B	C
重複部分を閉る	併合(合体させる)	頂点移動	3D回転(向きを変える)
D	E	F	G

図3 作成する図形

図4 正答数と成績の関係

図5 幾何学嗜好と正答数の関係

説あり」グループの正答数は「解説なし」グループの正答数より統計的に多いことが示されている。

更に、コンピュータ演習の成績と正答数の関係をみると(図4参照)、正答数の多い学生は CAD 科目の受講を継続し、成績は概ね良好であることがわかる。

「幾何学が好きか嫌いか」という属性と正答数の関係をみると(図5)、「解説なし」グループにおいては、「幾何学が好き」な程、正答数が上昇している。「解説あり」グループでは、「好きか嫌いか」による正答数の差に傾向は読み取れない。以上より、CAD 操作習得において、ジオメトリの把握度が貢献しており、特に幾何学が不得手であると認識している学生に対しては、ジオメトリ操作の解説を行うことによって CAD 操作の習熟度が向上する可能性が高いことがわかる。

5.4 類型別カリキュラムの設定

第3・4章及び5.2, 5.3 節によって得られた知見から、学生の属性による類型別クラス編成・カリキュラム設定を提案する。類型別クラス編成を行う利点は、学生の特性に対応した教育方法を選択できる点である。必要に応じて教育対象集団が不得手とする内容や項目を補完することにより、学生が効率的に CAD の仕組み及び使い方を学ぶことができる。また、赤木らの報告⁹⁾で指摘されている学生間の相談行為も、類型別クラス編成を行うことにより相談内容の共通性を持つことから、各学生にとってより有益な内容となり得る。

類型のための属性としては、(A)PCの基本操作の習熟度、(B)ジオメトリの好悪、の2点が挙げられる。「コンピュータ基礎」「CAD 概念」及び「CAD コマンド」の内、「2次元的操作」を授業内容とする段階においては、(A)に従ったクラス編成が望ましく、「3次元的操作」については、(B)による編成が効果的であると考えられる。カリキュラムの編成では、上記区分によるクラス別授業を円滑に行う為に、2次元図面表現と3次元表現を扱う授業を別個とすることが望ましい。又、3次元表現を扱う授業において、特に、幾何学が嫌いとするクラスに対しては、ジオメトリの扱い方に関する指導を授業内容に取り入れることが有効であろう。

6. おわりに

本研究では、建築 CAD 教育において習得すべき項目の体系的整理を行った上で学生の成績と項目の関係を考察し、3次元関連コマンドの理解度が成績に大きく関係していることを明らかにした。更に、幾何学の好悪が3次元図形の作成能力に関係していること、及び、幾何学が嫌いな学生に対しては、ジオメトリの組み合わせによる説明が CAD を用いた3次元図形作成能力向上の為の教育効果を挙げ得ることを示した。更に、以上を踏まえたカリキュラム・クラス編成の方向性を提示した。

テキスト・教材のあり方、設計教育との連携等、今後検討すべき課題は残っているものの、演習授業として歴史の浅い CAD 教育に対する教育効果向上の為の方法の可能性を提示したものと考えている。

注

1)衣袋洋一他、「CAAD 設計教育の展開」日本建築学会・情報システム技術委員会、第22回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集

衣袋洋一他、「WWW におけるコラボレーションシステムの提案と評価」日本建築学会・情報システム技術委員会、第24回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集

両角光男他、「設計教育における遠隔授業の情報交換技術とその考察」日本建築学会・情報システム技術委員会、第25回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集

佐久間隆宏・家田諭他、「CAD の初心者と熟練者のデザインプロセスに関する考察」、日本建築学会大会梗概集 E-1 分冊、1995.8 など

2)日本建築学会・情報システム技術委員会・CAAD 教育小委員会、「建築 CAD 教育の現状 1995」・「情報技術と CAAD 教育の現場展」 など

3)赤木徹也・安原治機他、「相談行為に基づく受講者間の関係性と相談グループの特性」日本建築学会・情報システム技術委員会、第25回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集 など

4)家田諭、「建築 CAD の習得効率に関する一考察」、日本建築学会大会梗概集 E-1 分冊、pp491-492、1998.9 など

(2003年3月10日原稿受理、2003年10月7日採用決定)