

建築工学科の情報機器を活用した教育について

田名部 加 織*・宮 腰 直 幸**

A Study of Education which Utilizes the Note PC of Department Architecture and Building Engineering

Kaori TANABU* and Naoyuki MIYAKOSHI**

Abstract

In the department architecture and building engineering, the student who does not prove the stereo expression method increases. It is necessary to introduce CAD to the teaching design from the society request. The result that introduced and utilized the book-size personal computer into design drawing subject of the department architecture and building engineering is reported in order to solve these problems. The subject which utilized the book-size personal computer was examined so that the understanding of the student may heighten by adjusting renewal of the curriculum. Facilities were improved in order to utilize the book-size personal computer, by putting together. For the class, the student had the interest and independently wrestled. They seemed to come to consequentially feel the stereo.

Keywords: 3D-CAD, Note PC, modeling

1. 研究の背景および目的

工学部建築工学科における設計製図教育は、製図法および図面の意味の読み取り方などを理解するために、低学年から段階を経るようなカリキュラムが組まれることが多い。学生は演習として実際に図面を描きながら製図法や図面の意味の読み取り方などを徐々に理解する。学生は手描き、CAD (Computer Aided Desing: コンピュータによる設計支援) ソフトの使用の別によらず、設計製図課題の中で多くの課題に取り組むこととなる。よって設計製図教育は建築学科の根幹をなす重要な科目だといえる。

八戸工業大学工学部建築工学科 (以下: 本学科) でも 2004 年度までのカリキュラム (以下:

旧カリキュラム) では 1 年次前期から 3 年次前期まで設計製図科目が開講されている。本学科の学生のうち、およそ半数は普通科高校を卒業しており、大学入学後に初めて専門的な建築図面を描いている。このため、1 年次の設計製図教育では図を描くトレーニングに主眼が置かれ、図面のトレースを 1 年間行いながら図面の描き方、図面内容の理解、線や文字の練習など基本的な図面の知識を習得をする。こうして図面に対する知識を得た後、2 年次からは与えられた条件に適合した建物を考える授業が行われる。3 年次からはさらに大規模で複雑な設計を行う授業が行われ、設計製図に対する知識を得るような科目の構成が成されている。

しかし、最近の設計製図科目において、上級学年で正しい図を描けないことが多々見られるようになってきた¹⁾²⁾。特に階段部分や柱と梁の接合部分など高さ方向に関する誤りが散見される。こうした誤った図を描く学生にこれらの点

平成 17 年 12 月 16 日受理

* 大学院工学研究科建築工学専攻博士前期課程・1 年

** 建築工学専攻・講師

を指摘しても「どこが間違っているのか分からない」「正しい図の描き方が判らない」といった声が聞かれた。階段が描けない学生に直接階段を見せながら図面と対比させても、間違っている部分がどこなのか分からないといったこともあった。低学年での製図演習では断面図のトレースなどの図面作成も行っていることから、図面の描き方を知らないということは考え難く、立体に対する理解度が十分でないと考えられる。

こうしたことから筆者らは、学生は図面のトレースを行うだけでは正しく立体を把握し、それを図として描くことができないのではないかと考えた。本学科は2005年度からカリキュラム構成の変更を予定していたため、カリキュラムの構成変更に合わせて、立体把握を目的とした設計製図科目に3D-CADを取り入れ、学生の立体に対する理解度を深めるための教育を検討した。

本研究では本学科の設計製図教育における問題点の解消のため、設計製図科目に3D-CADを導入し、行った演習の様子と今後の設計製図教育でのCAD利用の展望を報告する。

2. 研究のねらい

2.1 本学科における設計教育の概要

本学科の旧カリキュラムにおける設計製図教育を表1に示す。1年次に開講される建築製図Iおよび建築製図IIは完成している図面をトレースすることで、図面の描き方、図面に必要な記載内容や線の強弱・種類の使い分けを覚えるとともに図面の意味や内容の読み取り方を学ぶ。建築図面は建物の構造の別によって表現が異なるため、コンクリート造と木造をそれぞれの科目で行う。2年次の建築設計Iおよび建築設計IIでは、1年次の演習の成果をふまえ、自ら建物を計画する演習となる。この演習ではおおよその建物の規模、敷地、建物の用途や収容人数などの条件が与えられ、条件に合う建物を計画し、図面として表現することが求められる。図面表現にも条件が与えられ、建物の平面図、断面図、立面図などを描く必要がある。

3年次の建築設計IIIでは2年次の建築設計Iおよび建築設計IIよりさらに大規模な建物の設計が行われる。また設計製図科目とは別に、3年次には選択科目としてCADの演習が開講さ

表1 建築工学科旧カリキュラム (設計製図科目)

科目名	開講時期	内容
建築製図 I	1 学年	鉄筋コンクリート造建築物の図面を写す実習を通じ、製図の描き方を理解する。
建築製図 II	1 学年	木造住宅の図面を写す実習を通じ、木造の描き方や各図面の関係を理解する。
建築設計 I	2 学年	鉄筋コンクリート造建築物を考える上で必要な事柄を理解し計画する。
建築設計 II	2 学年	木造建築物を考える上で必要な事柄を理解し、与えられた課題を木造で計画する。
建築設計 III	3 学年	デザイン、平面計画、構造計画、プレゼンテーション全般にわたる総合的な演習を行う。
CAD 表現演習	3 学年	コンピュータを利用して図面を描く演習を通じ、CAD 操作を理解する。
CAD デザイン演習	3 学年	短期及び長期課題を通じ、企画力、設計能力、デザイン能力の向上を目指す。
建築デザイン特別講義	4 学年	具体的な事例に即しながら演習を行い、建築デザインに関する専門的知識を修得する。

れ、希望する学生は受講することができる。

2.2 新カリキュラムでの設計製図教育の構成

こうしたカリキュラムの運用の中で、2年次の建築設計Iおよび建築設計IIでは立体の描けない学生が多く見られるようになってきた。このことから建築製図IおよびIIで行っている図面のトレースだけでは、十分な教育効果があがっていないと考えられ、新カリキュラム1年次の設計製図科目では、図面の描き方だけではなく、立体を描くなどの演習内容が検討された。また就職の際にCADの経験の有無を聞かれる機会が多くなってきたことから、すべての学生にCADを利用させることが必須と判断した。これらのことから、2005年度から実施されるカリキュラム(以下:新カリキュラム)においてCADを設計製図科目に導入することとした。

3. カリキュラム内容の検討

3.1 CAD導入のための準備

設計製図科目へのCAD導入にあたり、学生のコンピュータに対する習熟のレベルに関して懸念があったため、昨年度は旧カリキュラムにおける科目の中でCAD導入の可能性について検証を行った。本学科では、旧カリキュラムの

1年次にコンピュータの基礎的な知識を身につける科目として基礎情報科学を、3年次には本格的な図面をコンピュータで描く科目としてCAD表現演習を開講している。昨年度、これら2つの科目でCAD導入のための試行を行った。

(1) 基礎情報科学での試行

この授業はコンピュータの基礎的な使い方として、コンピュータの電源の入れ方、ファイルの操作や管理、ワープロや表計算といったソフトの使い方を学習する。この科目は工学基礎教育の一環として位置付けられており、担当する教員は建築の専門教員ではないため、あくまで基本的なソフトを扱う科目となっている。

授業ではパソコンラボを利用したため建築専用のCADは用意されていなかったが汎用型の2D-CADは利用可能であった。受講している学生は、同時期に開講されている設計製図関連科目で図面のトレースしか行っておらず、コンピュータの操作も慣れていないと言いが難い。このため、学生が建築製図Iで描いた図面をCADで再度描く課題を設定した。図2に学生の作成した例を示す。

この課題では多くの学生は授業時間内に図を完成させた。また図を完成させることができなかった学生もある程度の図を作成することは出来ており、まったくCADを使うことが出来ない学生はいなかった。

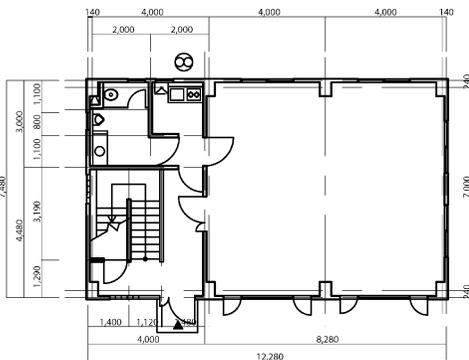


図1 2004年度CAD課題例

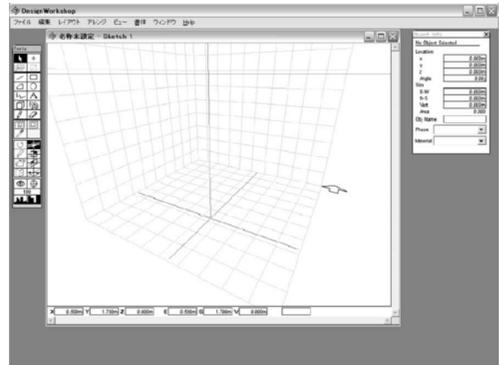


図2 DesingWorkshopの画面

(2) CAD 表現演習での試行

本学科では3年次より、構造の講義を中心としたエンジニアリング・構造コース、環境や歴史意匠などの講義を中心としたエンジニアリング・計画コースと設計計画を中心としたデザインコースの3コースを設定し、それぞれに推奨科目を設けている。この科目はデザインコースを対象として開講されている科目であり、コースを選択した約20人の学生が受講する。講義の中では2D-CADによる製図やプレゼンボードの作成方法などが行われ、図を作成し、表現する総合的な設計製図科目である。授業で立体を描く課題を設定し、DesignWorkshop Lite (以下: DesignWorkshop) という3D-CADを使って立体モデルを作成する課題を行った。一般的な3D-CADはパースを描くためのモデリングソフトとして利用される。このため非常に精密なモデリングを要求され、ソフトは多機能であり、操作は複雑なものが多い。これら一般的な3D-CADと異なり、DesignWorkshopは操作が簡単で直感的な作図が可能なソフトである(図3)。

受講しているのは3年次の学生であるため既に設計能力は十分についていると考えられた。このため図形を与えてトレースを行うのではなく、DesignWorkshopを使って設計を行う課題を設定した。内容は住宅空間を作成するもので、

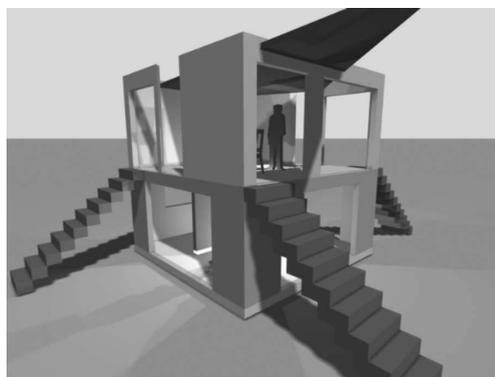


図3 CAD 表現演習学生作品

ほとんどの学生は3週間の課題作成期間で課題を完成させた。作成したモデルを以下に示す(図4)。課題の中でソフトの操作に苦心した学生はあまり見られなかった。

3.2 建築表現基礎の位置づけ

上記2科目の中で試行したCADの活用結果から、新カリキュラムの中に3D-CADを導入し運用することは可能であると判断した。本学科ではCADを設計道具の一つと位置付け、鉛筆やコンパスのように学生が自分の道具として使いこなすことが重要だと考えた。こうしたことから、低学年からCADを導入する必要があると考え、1年次の設計製図科目に建築表現基礎を新設した。建築表現基礎は導入転換科目として設定され、立体や空間を表現するための基礎的な方法を習得することが目的とされた。授業の内容は透視図の描き方を修得することで、立体の表現方法を学ぶ。次に3D-CADによって立体を扱う。その後、模型を作成することで図法と立体の関係を学ぶ構成になっている。

3.3 情報教育との役割分担

建築表現基礎は1年次前期に開講される科目であり、主として建築の表現を身に付けることを目的としているが、同時にCADを通して情報機器を扱うことも目的としている。旧カリキュラムの中では基礎情報科学が情報機器を利



用する科目として設定されていたが、1 授業の中で Microsoft Office や CAD の使い方などを行うには講義時間や教員の配置などに問題があった。新カリキュラムの中では独立して CAD を扱い、基礎情報科学との違いを明確にした。ただし E-mail やインターネットによる Web の閲覧などは双方の授業の中で行い、反復することで授業の効果を高めることが考慮されている。

4. 施設・設備の整備概要

4.1 ノート PC の利用

前章で示したように、CAD を設計製図科目の中で運用することには問題がないと考えた。本学科の新カリキュラムの狙いの一つとして PC を道具として活用できる人材育成があり、コンピュータを生かしてゆくためには各授業の中でコンピュータを使用することが求められた。こうしたことから学生が大学、自宅を問わず必要なときにソフトウェアが使える環境が重要であると考え、学生へのノート PC の導入が検討された。ただし、今年度は試行期間として希望する学生に対してノート PC を利用した講義を行い、ノート PC 必携化は次年度の学生より行うこととなった。ノート PC の導入に関して、本学科ではノート PC 必携化 WG（以下：PCWG）を組織し、以下の作業を行った。

- ・大学推薦ノート PC の機種選定
- ・講義用教室の整備
- ・初期の情報教育に必要と考えられる授業内容の検討

PCWG は推奨するノート PC の性能について検討した。CAD はコンピュータの能力を相当要求するソフトウェアである。本学科で推奨するノート PC の利用は、学生が 4 年生になるまでストレス無く利用できることが必要とされ、スピードやメモリの点で高性能なものが必要と考えられた。特に CAD を利用する上で、画面の解像度は高いものが必要と考えられ、

表2 大学推奨ノート PC のスペック

CPU	Intel Celeron M 340 (1.50 GHz)
メモリ	768 MB (256 MB+512 MB)
ハードディスク	40 GB
ディスプレイ	15 型 FL バックライト付 TFT カラーLCD(SXGA+, 1,400×1,050 ドット表示)
VRAM	最大 64 MB
PC カードスロット	TYPE I/II×2 または TYPE III×1
光学ドライブ	DVD×8, CD×24, CD-R× 24, CD-RW×10
マウス	USB マウス
ワイヤレス LAN	IEEE802.11 b/g 準拠 (Wi-Fi 準拠)
OS	WindowsXP HomeEdition
ソフトウェア	Word2003, Excel2003, PowerPoint2003, Access2003
サイズ, 重量	333×285×33.2~37.5 mm, 3.3 kg

1,400×1,050 ピクセルという解像度の機種が選定された。選定した PC のスペックを表 2 に示す。

PCWG ではこれらのスペックのほかに、ノート PC 本体の重量が重要であると考えた。しかし、上記のスペックを満たす PC は機種が限られ、重量を検討することは不可能であった。

4.2 講義用教室の整備

上記の学生のノート PC を活用することおよび次年度以降の PC 必携化を考慮して本学科では講義室を整備した。具体的には各座席に PC 利用のための電源コンセントを設置し、ネットワーク接続のための無線 LAN のアクセスポイントを整備した。また図面や CG の印刷を行うこと考え、この講義室のみで利用可能なカラープリンターを設置した（図 5）。



図5 建築表現基礎ホームページ

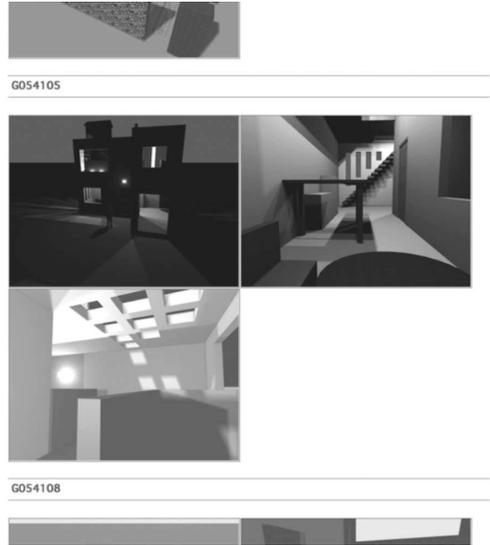


図6 優秀作品のホームページ掲載例

5. 授業内容と課題設定

5.1 建築表現基礎の授業内容と達成目標

建築表現基礎では透視図を描く手順や透視図の意味合いを理解し、さらにそれらを3D-CADのモデルとして作成することで、立体形状の把握能力を高めることを企図している。授業は演習形式で行われ、透視図に関しては教科書を、3D-CADの操作に関しては操作手順を記載したWebを参考にしながら作業を行う。透視図の課題は紙面に作図し提出するが、3D-CADモデルに関してはE-mailに添付して提出することとした。また、今年度ノートPCを購入した学生については整備を行った教室を利用し、それ以外の学生については全学の共通設備を利用したの2部授業という形で演習を行った。ノートPCを利用した授業への参加者は35名、全学の共通設備を利用した学生は75名だった。

5.2 3D-CADの課題の狙い

3D-CADに関して演習の中で2つの課題を設定した。第一課題はWebに掲載された操作手順に基づき、授業の中で説明を受けながら住宅モデルを作成するもので、住宅モデル作成後、色や模様、人などオブジェクトの配置を自由に

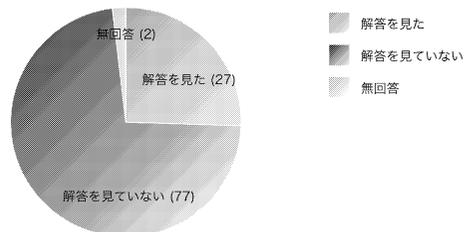


図7 解答の閲覧

行う。第二課題は住宅の平面プランから住宅モデルを作成するもので、モデルの作成手順などの説明はない。この課題を通して3D-CAD操作手順の確認と建物の内、外部を検討する能力を養い、今後の設計製図科目に役立てることを目的としている。

5.3 授業でのインターネットの利用

課題の狙いを効果的に実現し、授業時間以外の自習で有効に活用されることを考え、学科Web内に建築表現基礎のWebを作成した(図6)。このWebには科目のシラバスや透視図課題の回答を掲載したほか、3D-CADの作業手順を載せ、授業時間以外でもインターネットに接

続できる環境であれば、いつでも閲覧可能とした。また E-mail を使った質問を受け付け、データを直接やり取りしながらの指導も行った。授業終了後には、学生が提出した CAD 課題のうち優秀作の画像を掲示した (図 7)。

6. 学習の成果と授業に関するアンケート結果

6.1 学習の成果

3D-CAD で提出した 2 つの課題に関しては、以下の評価項目で評価を行った。

1. 正確さ
2. 課題条件の網羅
3. 採光の確認
4. 色やテクスチャーの設定
5. モデルの追加

これらの評価基準は 3D-CAD を扱う上で重要な点であり、3., 4., 5. に関しては 3D-CAD を使うことによるのみ、検討した効果が確認できるものである。

評価基準ごとの平均点を表 3 に示す。正確さにおいては、第一課題、第二課題とも高い平均点であった。条件の網羅では、第二課題の平均点が第一課題に比べ低くなっている。また、採光の確認、色やテクスチャーの設定、モデルの追加に関しては、第二課題の平均点が第一課題に比べ高くなっており、特に色・模様を検討については、第二課題の平均点が第一課題のおよそ 2 倍になっている。

これらの結果から、課題を繰り返すことで学

生が 3D-CAD の操作を習得し、採光、色やテクスチャー、モデルの追加など様々なことを行うだけの余裕と多面的な視点が構成されたものと考えられる。しかし、1 年次ということもあり課題に対する注意深さは不足しており、その結果、条件の網羅という点では得点が低下したものと思われる。

6.2 授業に関するアンケート結果

建築表現基礎を受講した学生に対し自己評価アンケートを実施した。アンケートは、最終講義日に実施し、106 の回答を得た。アンケート項目は

1. Web に掲載されている透視図課題の解答の閲覧
 2. 授業で行った課題の難易度
 3. 授業で用いた 3D-CAD の理解
 4. 今後の 3D-CAD の活用
- の 4 点である。

(1) 透視図解答の閲覧

ホームページに掲載した透視図の解答の閲覧に関して質問をすると、図 8 に示すように解答を閲覧した学生は全体の 1/4 であり、あまり活用されていないという結果になった。

(2) 課題の難易度

授業で行った課題の難しさを質問したところ、図 9 に示すように 8 割の学生が「簡単」もしくは「普通」と回答し、初めて 3D-CAD を使ったにも関わらず、苦手な意識はないようだった。

表 3 課題の平均点(採点基準項目別)

	正確さ (3)	授業内容の網羅 (4)	採光の確認 (1)	色・テクスチャーの設定 (1)	モデルの追加 (1)
採点の基準 (カッコ内は満点)	モデルにズレがなく、正確な位置にモデリングできているか?	授業で指示された内容を行っているか?	採光を検討して開口部を明けているか?	色やテクスチャーを検討して、独自のものに変更しているか?	必要と考えられるオブジェクトを追加しているか?
第一課題	2.68	3.65	0.17	0.37	0.26
第二課題	2.71	2.97	0.30	0.84	0.33

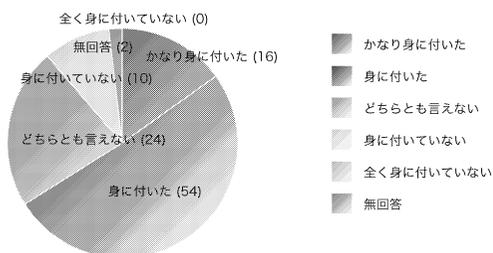


図8 課題の難易度

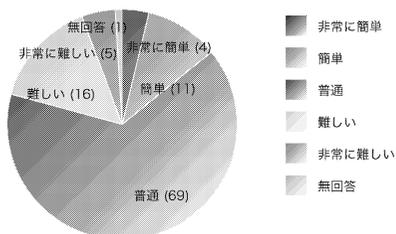


図9 授業の理解度

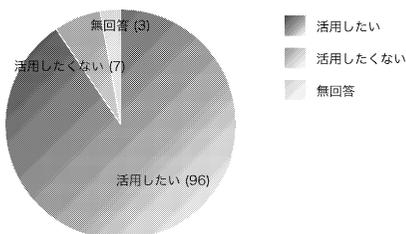


図10 今後の3D-CADの活用

(3) 授業の理解度

CAD操作が身に付いたかを質問したところ、図10に示すように7割の学生が「身に付いた」と回答した。

(4) 今後の3D-CADの活用

今後の3D-CADの活用を質問したところ、図11に示すように「活用したい」が全体の9割を占めた。

6.3 結果のまとめ

課題の採点結果から、学生は3D-CADを操作してモデルを作成することで、立体を作っているということを意識していることが分かる。第

一課題に比べ、第二課題では採光、色やテクスチャーなど内部空間を検討していることが得点からもうかがえ、建物を立体として把握していると考えられる。

一方、授業に関するアンケートによって学生の授業に対する取り組みを確認した。

情報機器の利用を確認するために、透視図の解答の閲覧を質問したが、ホームページへの掲載が遅れたためホームページを授業の中で確認することが出来なかった。こうしたことから、学生への周知が徹底しなかったことが、ホームページの活用がされなかった原因だと思われる。

また、3D-CADに関する興味や理解に関する質問として課題の難易度や授業の理解度を質問した。

3D-CADの課題の難易度は8割が「簡単」もしくは「普通」と答えたことから、学生にとって取り組みやすいものであったと考えられる。3D-CADは複雑なものとは一般には考えられているが、学生は問題なくソフトウェアを使いこなし、課題を作り上げていると考えられる。

同様のことが、授業の理解度の結果からも伺える。8割の学生が3D-CADの扱いを修得したと考えており、3D-CADを難しいとは感じていないと考えられる。

今後3D-CADを活用したいかという設問に対しては、「活用したい」と回答した学生が半数以上に上ったことから、学生が興味を持って3D-CADに接し、活用していたことが伺え、学生の興味を引き出すことについては成功したと考えられる。

7. まとめ

本学科では、2005年度からのカリキュラムの中でCADを導入し、運用を行った。建築設計業界においてはCADは特別なソフトではなく、一般的なソフトとして扱われている。大学における設計製図教育の中にCADを取り込むこと

は社会の流れから見ても当然であるが、未だ CAD の操作を教えることに終始していることが多い。本学科の試みはこうした CAD の授業を設計製図教育の観点から見直し、CAD を道具として活用することを検討した。学生の作品やアンケートから授業の目標としたところはある程度満たされたと思われるが、この成果を以降の設計製図教育の中でさらに伸ばしてゆくためのカリキュラム作りや Web の整備などが、今後必要であると考ええる。

参考文献

- 1) 田名部加織, 宮腰直幸: 学生の立体把握能力に関する調査について 日本建築学会東北支部研究報告会計画系, 第 68 号 pp. 287-290 (2005.6)
- 2) 田名部加織, 宮腰直幸: 三面図を用いた学生の立体把握能力に関する調査—八戸工業大学建築工学科を事例として— 日本建築学会学術講演梗概集 E-1 建築計画 I, pp. 635-636 (2005.9)