

# 建築学教育の授業

## 1. コア・カリキュラムを意識した建築学教育の到達目標

建築学教育の到達目標は、建築に関わる学術、技術、芸術など広範な領域から多岐に細分化された専門知識を包括するカリキュラム体系のもとに、住宅などの多様な建築的空間を構想して具体的な作品としてまとめ上げる企画力や創造力などを身に付けることが求められる。

欧米における建築教育の多くは、UIA（世界建築家連合）などの国際認証に基づく「アーキテクト（建築家）」の受験資格として5年間の建築教育と2年間の実務経験を原則としている。これに対して、日本の一部の建築系大学では、建築家資格の国際認証に対応させるべく、学部と大学院の教育内容を連携させた新たな取り組みなどの試みが注目されている。建築家の国際認証に対峙する形で、JABEE（日本技術者教育認定機構）による国内認証を目指す建築系大学が漸増している。JABEEの認証には、建物の構造安全や材料・施工などに関わるエンジニアリング系の専門科目や多様な建物を設計計画するデザイン系の専門科目群を包括するカリキュラムの体系化が求められる。その認定審査の実施要領（2006年版）によれば、JABEEが基準とする900時間以上の学習保証時間の内、建築学の包括基礎科目群として求められる最低要件は、 建築設計・計画：135時間（6コマ相当） 建築環境・設備：67.5時間（3コマ相当） 建築構造：67.5時間（3コマ相当） 建築生産：67.5時間（3コマ相当）

前記4分類以外の諸科目：135時間（6コマ相当）の5つの科目群に示すとおりである。なお、各科目群における具体的なカリキュラムの設定は、教育プログラムの目標に基づいて当該教育機関の判断に委ねられている。

## 2. 教育現場での課題

### （1）総合的・実践的な教育プログラムの構築

わが国の建築教育の多くは、工学系に属して座学を中心としたカリキュラムを履修することが少なくないが、芸術系分野に属することの多い欧米の建築教育では、スタジオ教育と呼ばれるように総合的・実践的な問題解決型の授業を中心として、それに必要な知識を補完する形で座学を履修するスタイルが多い。日本と欧米の建築教育は、広範な専門分野を学生自身が総合的に学ぶという基本姿勢は共通しているが、日本の建築教育は、やや講義中心の知識詰め込み型で、かつ個々の授業相互の連携が弱く孤立している。さらに、学年が進級するに従い専門に分化する枝分かれ型である。これは、総合的に建築を学ぶという本来の目標理念から離れた教育プログラムであって、「計画（意匠）」、「構造」、「設備」など特定分野の専門家や技術者を育てることに適した教育プログラムとなっている。

### （2）専門分野相互の連携やコラボレーションの教育

建築を総合的に思考するために専門分野の知識を相互につなぎ合わせる学習作業、建築実務で必要となる専門家同士の協働・コミュニケーションスキルの習得は、これまで学生個々の適応性に依存してきたことから、建築実務と建築教育の溝を広げている要因になっている。近年の建築実務の現場は、社会的ニーズの変容に伴いますます多様化・複雑化する傾向にあり、専門分野相互の連携やコラボレーションはより重要性を帯びてきている。このような背景の中で、UIA（国際建築家連合）が認めている建築家資格の取得に必要な建築教育プログラムの期間は最低5年間である。現在、4年間で卒業できる日本の建築教育を5年間に延長することが果たして妥当かどうかは、大学院版JABEEの動向なども踏まえて今後慎重に検討すべきである。

### 3. 教育改善のための授業設計・開発・運営の方向性

建築学における教育現場の状況は、俯瞰的にみると 講義中心の知識詰め込み型、授業相互の関連性が薄い授業孤立型、学部後半の3年生以降で徐々に専門分化する枝分かれ型、という概ね3つの特性がある。これから言えることは、これからの建築学教育には、専門分野間で相互に連携し、補い合い、新しい建築の価値を発見・創造できるような教育体系を再構築することが必要であることを警鐘している。そのような視点を背景に授業改善に向けた取り組みの方策として、産学連携方式の授業、同時連携による授業構成、PBL（プロブレム・ベースド・ラーニング）方式の演習授業、コラボレーション形式の演習授業の四点を提言する。これらの有効性や可能性は、既に様々な大学で試みられているが、その運用の難しさなどからその導入は容易でない。以下に、4つの提言について、建築学教育における事例などを含めてその内容を説明する。

#### （1）産学連携方式の授業

建築学教育では、実際の建物や街並みや、実務の現場を見学・体験する機会を多く設け、学生自身が実務体験をすることが重要である。入学後間もない段階での建築物、街並み、建設現場などの見学研修、学部後半の3年生以降にインターンシップなどを導入する取り組みは、これまでも多くの大学で実施されてきているが、産学連携の授業を学部段階の教育プログラムに導入している事例は少ない。その導入や制度化にあたっては、産業界との密接な連携のもとに今後さらに検討を進める必要がある。一方、外部講師などによる各種実務の紹介や様々な建築資料の提供などを導入することにより、学生自身が多様な建築職能や実務に対するモチベーションを高める効果なども期待できる。今後、産学連携方式を生かした授業の積極的な導入とともに、授業効果などについても検証していく必要がある。

#### （2）同時連携による授業構成

講義や演習科目は専門分野ごとに授業の進捗とともにレベルアップされるはずだが、同じ専門分野でも個々の授業が相互に関連付けられていることは意外に少ない。例えば、設計科目のような演習授業において、同時期に開講される授業内容を設計課題の内容と連携させて、必要な知識や技術などを補強的に与える仕組みが考えられる。これは欧米のスタジオ教育の仕組みと共通する点があり、国内でも一部の大学ですでに実践されているが、今後の授業改善の新たな方向性を示唆している。

#### （3）PBL方式の演習授業

建築学教育においては、現実的な課題の条件設定にもとづいて、総合的に解決策を見出すPBL（プロブレム・ベースド・ラーニング）の考え方が重要である。例として、建築設計系の演習科目はこれに近いが、敷地や利用者の条件設定が抽象的な場合や同じ用途でも時代のニーズに合わせた具体的な要求がない場合もある。課題により具体的なテーマを持たせ、その解決に必要な知識を挿入する仕組みが重要である。また、その課題に対する学生の提出作品が、造形デザインに偏った提案だけでなく、機能プログラミングや都市デザイン、景観・歴史への配慮、構造デザイン、環境負荷低減への提案など、様々な観点から学生の企画・創造性を引き出し、総合的に評価する仕組みが求められる。

#### （4）コラボレーション形式の演習授業

近年、建築家、構造家、造園家、建築計画学者、設備技術者などの協働により、新しい建築デザイン、環境デザイン、施設計画など、新たなモノづくりの潮流が生み出されつつある。また、施主との

対話や公共施設計画における市民参加の必要性も高まっている。今後ますます複雑に多様化する建築関連の職能分野において、様々なステークホルダーとの対話を通して専門知識の交換や融合を図るスキル（コラボレーションやマネジメント）の教育は不可欠である。大学の中には、まだ少数例ではあるが、意匠、構造、設備などの専門分野に分かれて学生同士のコラボレーションによる設計演習の教育を実践している事例もみられる。

以上、4つの授業改善の方策を示したが、これらは大きな枠組みであり、実際の導入にあたっては個々の教育組織の実情に合わせ、臨機応変に適用することを前提としている。いずれも建築に関わる職能をより包括的に捉えるための方法であり、個々の授業をより効果的につなぎ合わせるための機会を提供するものである。建築を学習する動機付けとしても効果的であると考えられる。そのカリキュラムの体系を構築する上で、学生の学習進度やモチベーションが低下する時期などを見定め、実施内容や導入時期などを慎重に検討することが求められる。

#### （５）教育プログラムの再構築、教育環境作り

授業改善に向けた方策と併せて検討すべき内容として、「倫理教育」、「6年間一貫教育」、「ハイブリッド型の教育環境」の3点をあげる。倫理教育は、建物の耐震偽装など社会的な問題を反映して、職業倫理としての必要性がより強く認識されるようになっている。6年間一貫教育は、建築家資格の国際認証問題に端を発しているが、その内容に応じて大学院との連携が望ましいという見方もあり、学部と大学院を連携した教育プログラム構築することが想定される。ハイブリッド型の教育環境は、手書き図面や模型製作などを中心とした従来型のローテク技術と3次元CADなどのITを活用した各種デジタルツールによるハイテク技術を融合した教育環境で、建築実務における急速な情報技術の進展に対応させていくことは当然であるが、ハイブリッド型の建築教育は今後も続くことが予想される。建築学は、基本的にモノづくりの学問であり、「頭と体でバランスよく学ぶ」ことが大切である。ここで提言したいいくつかの授業改善の枠組みは、その考えにもとづいた方向性として取り上げた。しかしながら、その導入と実施の段階においては、掲げた教育目標に対する教員スタッフの共通理解と連携協力が不可欠である。

## 4. ITを活用した授業モデルの紹介

### Webサイトを活用した構造力学入門授業

#### 1. 授業のねらい

この構造力学入門の授業は、構造物の安全を確認する能力を培うことを目的とし、構造物を構成する部材や力と釣り合いの理論の理解、静定梁などの反力や断面力の計算法を習熟することを目指す。それを徹底するため、Webサイトの模型実験シミュレーションおよび反力計算演習のWeb教材を活用し、反力具現化実験の擬似体験による直感的理解の促進、学習への動機付けとトレーニングである。

#### 2. 授業のシナリオ

授業は、1年生を対象に必修科目、後期15回で授業規模20～30名である。授業科目は、対象とした静定力学を内容とする「建物部材」を取りあげる。15回の授業計画とその中の第5回目授業のシナリオは表1の通りである。

表1 授業計画とシナリオ

| 回数 | 学習項目                  | 第5回目の授業のシナリオ                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 建築の構造と部材・部材の力学と構造設計・力 | 1. 板 書：片持ち梁、外力の図示、釣り合い条件標記                                                                                                                                                                            |
| 2  | 力とモーメント・合成と分解・示力図と連力図 | 2. スクリーンWeb教材：模型実験装置の説明（省略可）                                                                                                                                                                          |
| 3  | 力の釣り合い・構造物と静定構造・支点と反力 | 3. Web教材：片持ち梁反力実験シミュレーション<br>板 書：実験の釣り合い反力の関係を書き留める<br>Web教材：同 図形実験シミュレーション→確認<br>Web教材：モーメント解説<br>Web教材：モーメントと面積の関係<br>Web教材：反力計算問題のスクリーン上での解答<br>板 書： 同問題解答の板書による確認<br>Web教材：問題演習の学習支持(3回連続正解になるまで) |
| 4  | 単純梁・支点反力              | 4. 板 書：2集中荷重、等分布荷重作用時の解法講述                                                                                                                                                                            |
| 5  | 片持ち梁・支点反力             | 5. Web教材：反力計算問題のスクリーン上での解答<br>板 書： 同 問題解答の板書による確認<br>Web教材：問題演習の学習支持(3回連続正解になるまで)                                                                                                                     |
| 6  | 色々な荷重と静定梁支点反力（1）      | なお、演習結果は問題と解答を記してレポート提出する。                                                                                                                                                                            |
| 7  | 色々な荷重と静定梁支点反力（2）      |                                                                                                                                                                                                       |
| 8  | 梁の応力・断面力（1）           |                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | 梁の応力・断面力（2）           |                                                                                                                                                                                                       |
| 10 | 応力図（1）                |                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | 応力図（2）                |                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | トラスの釣り合い              |                                                                                                                                                                                                       |
| 13 | 軸方向力の計算（1）            |                                                                                                                                                                                                       |
| 14 | 軸方向力の計算（2）            |                                                                                                                                                                                                       |
| 15 | 期末試験                  |                                                                                                                                                                                                       |

模型実験シミュレーションとは、座学で実験を行うことは無理であるが、予め模型実験を行い、その様子を写真で表示・再現する模擬実験であり、さらに解説と問題演習とをセットにした手軽に利用できるWeb教材である。現在作成済、または作成中のWebサイト（<http://y-nts.fuhrc.fukuyama-u.ac.jp/CaiRiki/Jroom/default.htm>）・シミュレーション教材を表2に示す。

表2 Webサイト上のシミュレーション教材

| 作成済シミュレーション等の教材 | 授業回数 | 作成中のシミュレーション教材 | 授業回数 |
|-----------------|------|----------------|------|
| 片持ち梁の反力計算       | 5    | 力と力のモーメントの釣り合い | 2    |
| 材端モーメント荷重と反力計算  | 6    | 3力の示力図         | 2    |
| 静定梁・反力計算演習      | 4～7  | 単純梁反力計算        | 4    |

授業回数は、教材を利用する授業の回数を示す。このWeb教材の利点は、授業で説明された内容をいつでもインターネットに接続されたパソコンで復習が可能で、課題の問題演習をシミュレーションで確かめながら自学自習できる点である。また、静定梁・反力計算演習の教材では、学習履歴や学習者の正答率ランキングが表示され、荷重形の難易に応じて9～1級の等級に分け、学習意欲を喚起している。

### 3. IT活用の詳細

#### (1) 実験装置

図1は材端または支点部分にモーメント荷重を載荷できる梁の実験装置である。モーメント荷重は学生にとって理解し難いものであるため、この支点部分のモーメント載荷装置で具体化を図った。

#### (2) 授業の実際【第5回目の授業】

まず、片持ち梁を板書で図示し、荷重、反力を書き加え、釣り合い条件から反力の計算式を立てて解くことを示していくのであるが、Webサーバを組み込んだノートパソコンとプロジェクターを用い、黒板前のスクリーンに片持ち梁のシミュレーション教材を表示して、具体的イメー

ジを示しながら、反力モーメントを具現化していく。グラフィック表示ではなく、実際の実験写真であるので、印象的であろう。

モーメントと力と距離の関係を解説ページで説明して、演習ページで問題を1問解き、課題として、3題連続して正解になるまで解くようにする。学生全員がノートパソコンを有するような場合には、無線LANを使えば、その場で演習を進めることも可能である。通常は、課題は宿題として、パソコン室などを利用して解答することにして、板書により、他の荷重が作用する問題に移る。

片持ち梁のシミュレーションは、図1の実験装置で図2のように梁を構成し（モーメント載荷バーの下側に束材をあてがって支点の回転を拘束し、固定端とする）、先端に荷重をかけ、固定端の反力モーメントを実験的に調べる。モーメント載荷バーの下側の束材を外すと、固定端はピン端になり、荷重によって回転して先端の荷重は下の台に着いてしまう。そこで、図3の下のようにモーメント載荷バーにおもりを掛け、位置をずらして、おもりと先端の荷重がバランスして釣り合うようにする（図の右側に種々のおもりのボタンがあり、おもりと位置を選ぶ、左側には補足説明を表示するボタンが配されている）。この時の支点に作用するモーメントが反力モーメントの正体である。このことをメニュー（図2）の「モーメント」（図4）、「面積説明」（図5）の解説表示により関係性として理解するように導くのがこの授業の目標である。昨今、基礎学力の低下している学生は関係性を把握するところまで進まず、ただ計算式の処理手順のみ覚える傾向だからである。

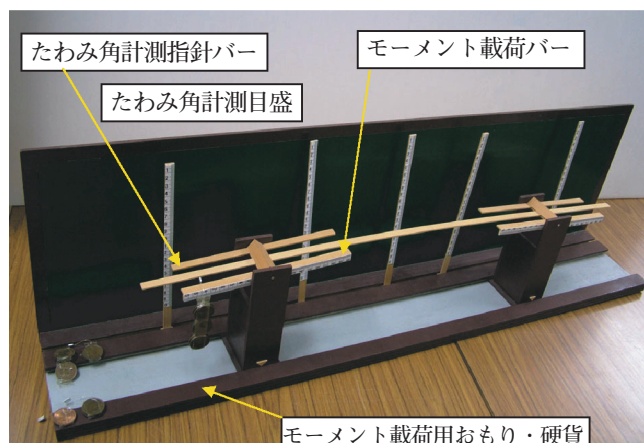


図1 梁模型モーメント載荷実験装置



図2 片持ち梁のシミュレーションメニュー

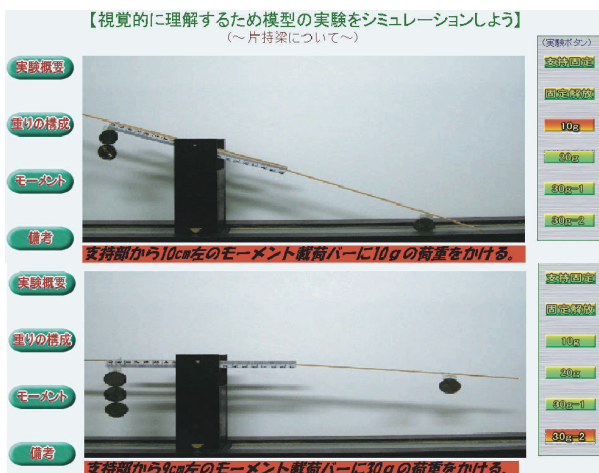


図3 片持ち梁の反力モーメントを具現化

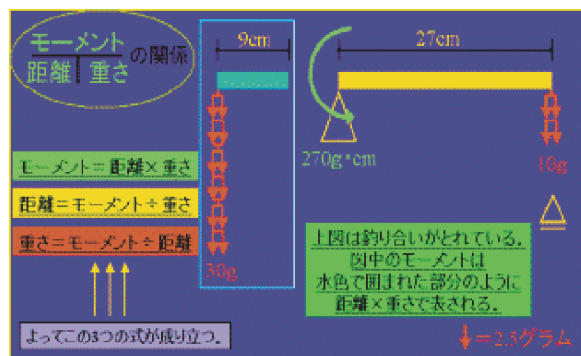


図4 モーメントと荷重と距離の解説

理解できたことを確認する問題演習のページを図6に示す。種々の荷重を受ける静定梁・反力計算演習の例はWebサイトを参照願いたい。

学生は、教材のメッセージに敏感に反応する。飽きさせないようにするには、メッセージに次のような工夫を凝らさねばならない。

メッセージの述部や修飾部を3通りの表現で構成し、乱数や解答の正誤によって表現を選択するように設定する。すると、例えば9通りの表現になり、単調さを避けられる。また、最近の学生は問題が難しいと全く手をつけない、適度な易しさが必要である。

#### 4. 授業効果

授業は、今年度後期から始まるもので、シミュレーション教材は授業ではまだ利用されてはいないが、昨年度の1年次生から3年次生までの若干名に対し、試用を行い、以下の結果や感想を得た。

\*力学は7割弱が嫌い、\*画面の操作法は力学ができるほどよく分かった、\*模型実験と図形実験では、図形実験のほうがよく分かった、\*面積説明よりモーメントの方がよく分かった、\*問題は解答者の7割弱は解けた、\*このページが役にたつと全員が答えた。このシステムの5段階評価では3と4が半々であった。

模型実験より図形実験のほうが分かりやすいと答えたのは、図形の方が結果や変形状態など明確に表現しているからだろうか、興味深い回答であった。力学嫌いが多かった割には、問題の解答率や評価が中以上であることなど、結果は十分に効果が期待できることを示すものである。面積説明など、改良すべき点も指摘された。なお、図形実験とは実験の各状態を実写ではなく、イメージ図形で表したものである。

#### 5. 問題点・課題

Web教材は、構造力学の基本事項をできるだけ具体性を持たせ、模型実験を通して解説していく教材をシミュレーションページとして作成・運用するものであり、種々の角度からの解説を付け加えることにより、問題解決の関係性を理解させようとするものであるが、実験を演出するには単純な構造に限られてしまう。単純なところで十分な理解が得られるようにすべきであろう。また、関係性を理解させるための解説の表現法も使用を重ねて工夫していかなければならない。

Web教材や配信サイトは、個々の教員のWebサイトではなく、共通の問題を抱え、お互いに協力し合える組織が管理をするのが望ましい。シミュレーションページに学習履歴を記録し、学習意欲を喚起していくにはCGIプログラムが必要になる。学習者のクラス分けが容易にできる一定の書

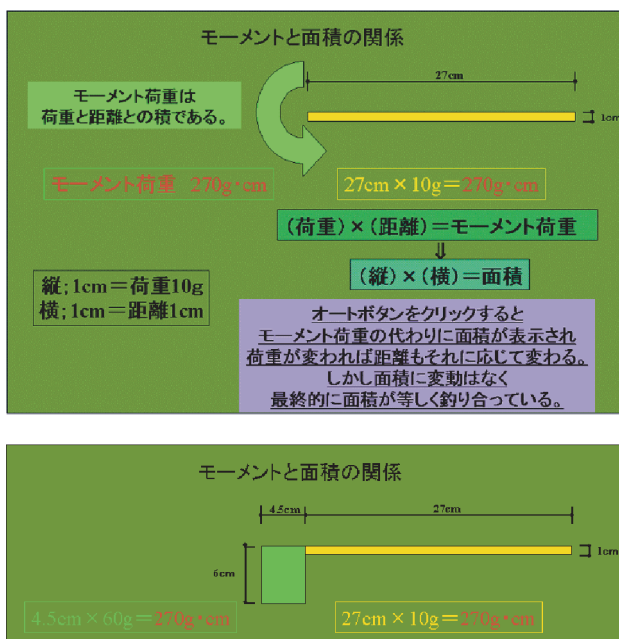


図5 モーメント：荷重と距離と面積の関係

図6 反力計算の問題演習ページ

式を定めて、そのようなプログラムが作成できるようにすることも、またその支援も必要である。環境が整えば、Web教材も利用から改良が生まれ、増殖して行くことになるであろう。しかし、一番の問題は学生諸君がこのWeb教材を自主的に利用するか、ということである。強制すれば学習するが、自主に任せると殆どしない、というのが現実である。この事例紹介では、課題として強制する形（提出しないと放棄扱いにする）を採っている。今までの経験では、「問題ができると楽しい」という意見があげられ、また、Web学習をすれば成績は上がる傾向も見られるので、簡単な問題からスタートし、徐々に学習が続けられる難易度の教材を増やしていくことが鍵であろう。

## 可視化ソフトを活用した建築構造力学授業

### 1. 授業のねらい

この建築構造学の授業は、建築の安全性、機能性、芸術性、経済性、社会性などを総合的に理解した上で、建物に作用する力の流れと変形状態を的確に捉えて評価し、その時代の最新の技術を踏まえて、安全性の根拠を示す技術を修得することを目標としている。自然災害などに対する建物の安全性を確保し、快適な空間を創造していく上で、学生の理解を深め、必要な学力を養成するための中核をなす授業である。

### 2. 授業のシナリオ

ここで、取り上げる授業は、空間構造解析・同演習で、3年生を対象に、後期15回、4単位、1コマ90分で週2コマ連続授業、授業規模90名である。授業では、汎用構造解析ソフトを使用して、建築の部材及び空間構造の変形及び力の流れを可視化して、建物の安全性に対する学生の理解をダイナミックに改善する効果が期待できる。なお、本授業に対する理解を深めるために、基本構造の変形を視覚化した授業（建築構造力学・同演習）において、簡易ソフト（図1）を使用しており、上記の汎用構造解析ソフトを習得する準備段階として、有効に機能している。

空間構造解析・同演習授業の構成は、下記の通りである。

- 1回 ガイダンス、汎用構造解析の基本操作と構造設計
- 2回 基本演習、軸剛性のモデル化と解析法
- 3回 基本演習、曲げ剛性のモデル化と解析法
- 4回 基本演習、梁部材の自由振動解析と座屈解析
- 5回 課題1、各自の身長と体重に基づく座屈解析
- 6回 平面構造の演習、トラス構造の力と変形
- 7回 平面構造の演習、ラーメン構造の力と変形
- 8回 立体骨組構造の演習、立体構造の力と変形
- 9回 板構造の基本演習、壁・床などの板構造の力と変形

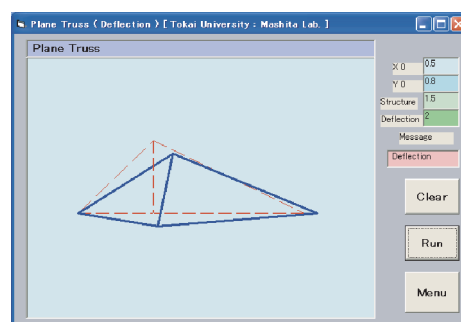


図1 トラス構造の変形

- 10回 板構造の応用演習、線材と面材の組み合わせ構造の解析、立体構造の自由振動解析と座屈解析
- 11回 課題2、立体構造の力と変形の解析、学生証番号に応じた建物と部材寸法を設定した構造問
- 12回 曲板構造の演習1、直線を移動させて構成されるHPシェル曲面を用いた構造のモデル化と解析
- 13回 曲面構造の演習2、規定の点を通るスプライン曲線作成、回転曲面を形成したモデル化と解析
- 14回 課題3、自由課題、各自が身近の椅子、テーブル、建築物などを設定して自由に解析を実施
- 15回 まとめ、課題3の中から、回答例の紹介及び講評

ITの活用により、構造の素材と材料に適応した構造形式を理解し、3次元空間の中で、建築の基本構造における力の流れと変形状態を視覚的に捉えることが可能となり、実際の構造物を意識した構造力学への理解が深まる。構造の形状と材料及び力学が一体となった状態で、構造の変形や力の流れが視覚化されることにより、力学に基づいた建物の挙動を容易に把握することが可能となる。そのためには、単純な構造計算ソフトの利用から始めて、複雑な構造解析に適応できる汎用構造解析ソフトを活用することが望ましい。現在から未来に向けたコンピュータ万能の時代に、コンピュータに振り回されず、ツールとして活用できる能力を養うための教育として位置づけることができる。

### 3. IT活用の詳細

上記「2. 授業のシナリオ」の空間構造解析・同演習の授業（全15回）の中で、10回目の講義内容を以下に示す。自重による変形を確認した後で、地震時等の建物の挙動を把握する上で重要な自由振動解析を行い、固有モードを確認して、建物の揺れ易い変形状態を確認する。構造力学の基本的な荷重及び支持方法と対応した力の流れを、視覚的に確認しながら、構造設計への理解を促す。

1時限目：プレ処理に基づき、CADから解析モデルの作成を行う。

- \* 建物の概要と基本構造の概説
- \* 点と線による平面の構成描画
- \* 構成材料の定義
- \* 部材断面の定義
- \* コピー機能を用いた、立体描画（図2）
- \* 自動分割による節点と要素の作成
- \* 支持拘束情報の設定
- \* 荷重条件の設定、

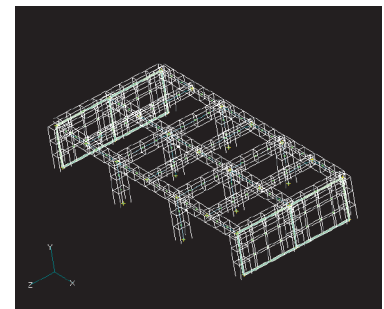


図2 立体描画

2時限目：各種の計算を実行し、ポスト処理を行う。

- \* 汎用構造解析ソフトを用いて、固定荷重を対象とした静解析の実行
- \* 汎用構造解析ソフトを用いて、固定荷重を対象とした自由振動解析の実行
- \* 汎用構造解析ソフトを用いて、固定荷重を対象とした座屈解析の実行
- \* 静解析後の各種の力と変形の可視化（図3）と最大値、最小値の確認
- \* 自由振動解析後の基本固有振動数、固有周期の確認と振動モードの可視化（図4-5）
- \* 座屈解析後の座屈荷重の確認と座屈モードの可視化、
- \* 建築構造物の解析結果を考慮した構造特性の認識

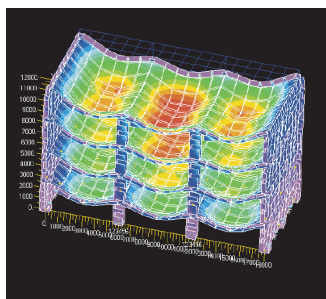


図3 立体構造の変形

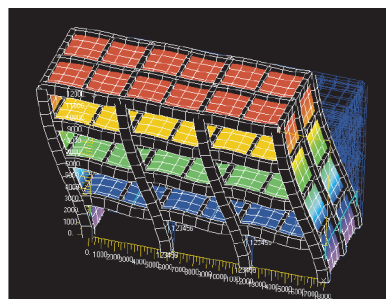


図4 振動モード①

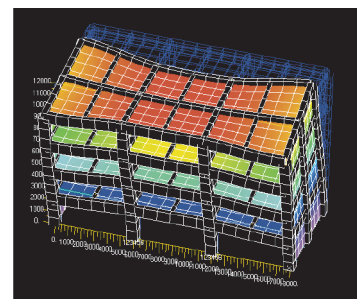


図5 振動モード②

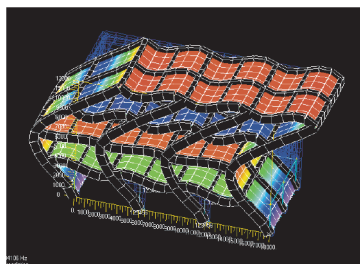


図6 振動モード③

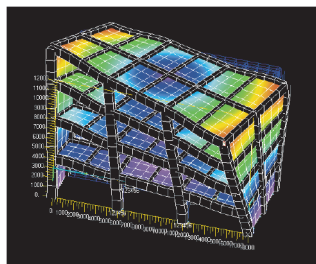


図7 振動モード④

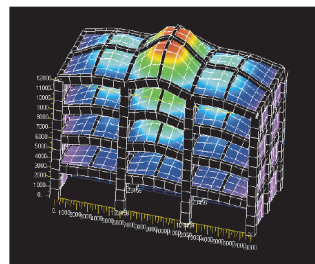


図8 振動モード⑤

なお、上記「2. 授業のシナリオ」の図1で記述した、本授業に対する理解を深めるための、基本構造の変形を視覚化した授業（建築構造力学・同演習）における簡易ソフトは、私立大学情報教育協会の大学等電子著作物権利処理事業（<http://www.juce.jp/crdb/>）に登録されている。

#### 4. 授業効果

汎用構造解析ソフトの操作方法を習得することにより、以下の2点の効果が期待される。

他の汎用構造解析ソフトを使用した場合でも、円滑に応用でき、短期間で修得が可能となる。

汎用構造解析ソフトの操作方法の習得が最終目標ではなく、操作方法の習得後が、建築構造の出発点であることを認識させることにより、修得した汎用構造解析ソフトを活用して、各自の創作意欲と構造の力の流れと変形状態を予測する感覚を養い、建物の安全設計への関心を高める有力な手段となり得る。

汎用構造解析システムあるいは、より単純な構造計算のコンピュータの利用などに基づく建築構造解析のITを用いた授業及び演習は、学生の基礎学力の相違、大学の環境の特殊性などにより影響を受ける可能性があり、一概に、教育の量的効果の規模を特定することは困難な面があることは否めない。学生の基礎学力、授業への学生の熱意などに問題を抱える状況は、教育現場でしばしば耳にするが、上記のITを用いた授業及び演習は、学生が自ら「興味を抱き」、「問題を発見し」、「自己解決能力を養う」中で、建築における実用的な技術を修得し、問題を解決する手段として、新たに基礎学力を磨く意欲を持ち、基礎学力の上に立つ応用力を養うための機会を与え続けて、学生の総合能力を高める効果が、大いに期待できる。

#### 5. 問題点・課題

コンピュータで演習を行う際、教育補助学生（TA）の効果は大きく、学生の履修人数に応じて適切に充実させることは重要である。汎用ソフトは一般的にまだ高価であるが、フリーソフトや廉価版の教育用構造解析ソフトに関するデータベースの構築とその適用範囲の提示が必要と思われる。

現在は、力の流れと変形状態の確認が、コンピュータにより可能な時代となってきたが、コンピュータに振り回されずに、道具として駆使できる能力、コンピュータの結果に対する適切な判断力が要求されている。コンピュータ解析の基本技術に触れ、その特徴を理解し、構造の本質を見抜く能力を培うことが、極めて重要となってきた。個々の学生が、コンピュータ解析の結果と対峙し、物理的現象、理論計算、身の回りの体験などを通して、結果の意味を考え、建築構造物の力の流れを把握するために、「納得いくまで」追及することが、能力を高める源となる。

## 1. 授業のねらい

この居住環境デザイン演習の授業は、Web上の仮想デザインオフィスを活用して、実社会における設計環境・プロセスを仮想的に体験し、その上で、設計現場で求められるコミュニケーション・プレゼンテーション・設計スキルおよび問題発見・解決能力の育成を目的としている。

## 2. 授業のシナリオ

授業は、3年生を対象に前期の選択科目で授業規模は15名程度、専任教員1名、Web型非常勤講師1名、外部アドバイザー2名、TA2名で実施している。

授業全体の流れは、まず設計演習の内容を4段階に分割し、各段階に応じた課題や対応を行うことで、学生の参加姿勢のばらつきを解消をめざした。以下に、各学習段階のテーマ、課題内容、期間を示す。なお、第1段階から第4段階までの授業は、全てWeb design officeのオンラインチャットを用いて行われ、対面による講義は基本的に最終の提出・プレゼンテーションにおける発表・講評の段階になる(表1)。

表1 本授業の流れ

| 授業進行 | テーマ                                                  | 課題                                                                                          | 期間  |
|------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第1段階 | 施主チャットで得られた与条件からキーワード発想、アドバイザーによるデジタルエスキス(Web上のエスキス) | 期間を限定した施主とのミーティングが行われ、限られた時間の中から施主の要望をいかに聞き出すかが課題。<br>問題抽出(テキストと紙媒体へのイメージスケッチ)。             | 2週間 |
| 第2段階 | キーワードからコンセプトを設定する                                    | 第1段階で挙げられたキーワードなどを元にテーマ、コンセプトを設定し、グラフィックな提案としてまとめる。<br>問題解決。                                | 1週間 |
| 第3段階 | コンセプトから抽象的な形・イメージに変換する                               | 受講生が自分の構想を実際に抽象的な形やイメージとして提案する。<br>総合ミーティング(Web上の通常授業)において、受講生のイメージを中心に教員、アドバイザーのエスキスが行われる。 | 2週間 |
| 第4段階 | イメージを具体的な建築設計図面にする                                   | イメージ図やコンセプト図ではなく、3次元、平面、断面図等の具体的な図面を提案する段階。<br>総合ミーティングにおいても図面での提案                          | 3週間 |
|      | 提出&プレゼンテーション                                         | 発表5分、講評10分。<br>メモなしで発表。                                                                     |     |

## 3. IT活用の詳細

頭に浮かんだ「イメージ」を表現する手段は鉛筆による紙媒体への描きこみ(アナログスケッチ)が最良である。在来に対面型授業、IT活用の授業にかかわらず、まず紙媒体にイメージを描くことを教育するのが基本である。ITの活用は、紙媒体に描かれたものをもとに、コンピュータ(2、3次元CAD)によるデジタルデータ作成、シミュレーションにおいて有効であり、アナログとデジタルとの長短所を見極め、融合をはかる必要がある。

「Web Learning office」は、IT・ネットワークを通じて外部資産（教材、卒業生、外部者等）を活用することで、時間と場所に拘束されずに遠隔地の講師（Web型非常勤講師2002年度より公式採用）からの指導も可能となり、建築設計教育で最も重要なエスキス指導（最先端の知識や意見を学生に提供する）およびコーチ（専任教員，Web型非常勤講師，外部アドバイザー，TA）と学生，学生同士のコミュニケーションの充実をはかるために開発された「Web Based Trainingシステム」による実時間授業チャットである（図1）。

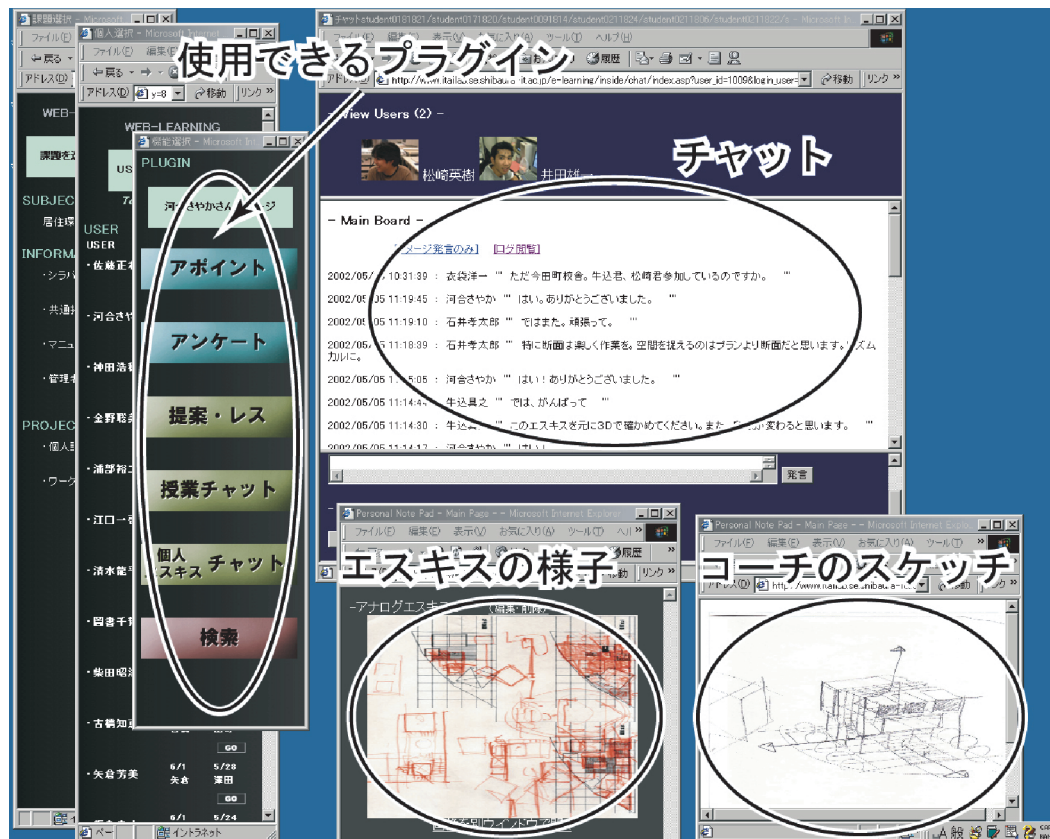


図1 Web Design Office

なお、「Web Design Office」の実施にあたり、実際の環境に近い擬似環境を追求するため、次のような準備をした。

### (1) 施主の設定

リアリティを持たせるため、彼ら自身の家族構成のアンケートを行い、それをもとに施主の家族構成及び特徴的な事項を教員側で設定した。学生は、各自異なる設計与条件（表2）を受け取り、「施主ミーティング」（施主＝院生とスタッフ＝学生間のチャット）からニーズと課題、問題点の抽出、および情報整理、テーマ設定等の作業に入る。さらに、リアリティを持たせるため、大学院生2人が夫婦の役割を演じ、1人の学生を担当する。その結果、2人の施主がそれぞれの要望と発言をすることで、ニーズの整理とプライオリティを見出す作業（情報整理力・対話力）をも要求した（図2）。

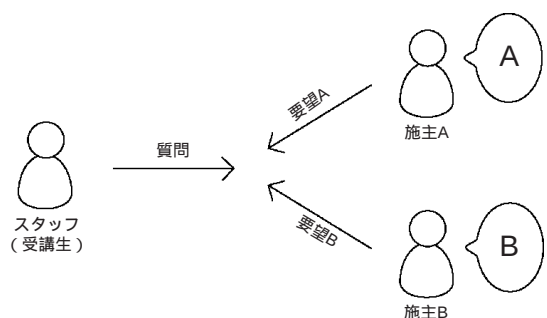


図2 施主ミーティング 概念図

表2 設計と条件（一部抜粋）

| 敷地番号              | 施主要望リスト                                                                                                                                  |                                                                                                               |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | 1                                                                                                                                        | 2                                                                                                             |
| 受講生               | 小松                                                                                                                                       | 金澤                                                                                                            |
| 施主名               | 伊東                                                                                                                                       | 村野                                                                                                            |
| 施主<br>(チャット表示顔写真) | 夫：一男（鳩）<br>妻：雅子（鷹）                                                                                                                       | 夫：藤吾（ひまわり）<br>妻：逸子（バンジー）                                                                                      |
| 施主担当院生            | A君・B君                                                                                                                                    | C君・D君                                                                                                         |
| 家族構成              | 夫(55歳)某県庁に勤める公務員。<br>孫のお迎えが日課。趣味：旅行<br>妻(50歳)某進学教室の先生<br>家事・子守が日課。<br>多趣味(俳句の会、英会話、合唱団)<br>娘(24歳)シングルマザー 派遣社員<br>家事が日課。楽しみは子育て。<br>孫(4歳) | 父(58歳)タクシードライバー<br>母(57歳)専業主婦 趣味：料理<br>夫(30歳)公務員（小学校教員）<br>趣味：アウトドア<br>妻(30歳)公務員（小学校教員）<br>趣味：アウトドア<br>息子(1歳) |
| 所要室等              | 祖父母の寝室、母子の寝室、<br>将来の子供部屋、家族の集まる部屋                                                                                                        | 二世帯のライフスタイルが異なるため、<br>それぞれの家族の部屋をもちたい。ト<br>イレ、お風呂、リビング、洗面所、台<br>所はなるべく別々のほうがよい                                |
| 要望等               | 中庭は進学教室の青空教室や孫の遊び<br>場として利用することを希望。                                                                                                      | アウトドア（バーベキュー等）が出来る<br>スペースがほしい。二世帯同居住宅                                                                        |

## (2) Clip機能

施主とのディスカッションにおけるチャットのログは、時間の経過と共に膨大な量となつて残る。効率よく作業を行うために、やりとりされた情報の分類・整理が必要になってくる。情報の共有・整理を積極的に行うために「Clip機能」（大事な発言、参考となる発言をClipする。その結果は「Clipページ」に表示され、キーワードの抽出、整理を行うことで、後に内容を再確認でき客観的に参照することができる）を開発し、「施主ミーティング」に利用した。

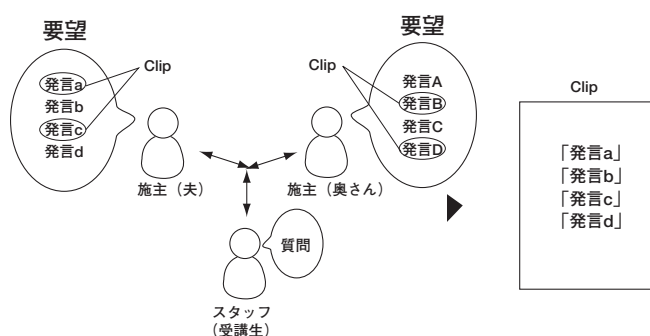


図 3

## 4. 授業効果

課題終了後、Web上のアンケート作成・回収ページでのアンケート結果と考察を紹介する。

### 「clip機能」の効果

施主が2人いることでヒヤリングや対話の状況が複雑化しても、さほど複雑さを感じていない。これは「clip機能」によって、施主の与条件を後に整理し直すことができたからだと考えられる。

### 教員側の連携

所長（教員+外部アドバイザー計3名）間の連携が「取れている/取れていない」の意見が分かれた点については特に注目すべきである。特に、初期のコンセプトから図面化する段階において、この差は顕著である。学生が提示する図面・スケッチから様々な可能性を見出すべく教員側はそれぞれの視点から意見を述べ、Web上にスケッチを提示する。その結果、学生の提示する一つの

表現から多くの読解が生まれる。「一つの答え」を欲するあまり混乱をきたすと考えられる。表現が極めて平面的で図象レベルでのやりとりになったため、教員側の読み取り方の違いが表出し、学生との間に差が生じたといえる。

#### プロセスの理解

大半の学生が、昨年度の居住環境デザイン演習を参考にしたのは「提出された作品」と回答しており、提出された作品のプロセスを参照していない。そのため、「抽象的なイメージ」から「図面化」まで発展することなく、イメージ段階で留まってしまい、エスキスを受けるタイミングを逃していると言える。

#### 柔軟に対応できるプログラム

「Web Design Office」の記述記録性を利用し、自らの提案を客観的に読み解く力を持つ受講生にとっては、教員側の意見は複数案検証のヒントに映り、自ら客観的に分析し「主題」を見出す契機としている。所長の指導が徐々に高度化し多面化しても理解できるのは、この「Web Design Office」を活用しての客観的な自己分析力にあると考える。今後の課題として、個人のスキルの違い（経験の違い）を柔軟に受け止められるような、複数の進行プログラムを整理し、教員側が共有する必要がある。

## 5. 問題点・課題

擬似環境を提供することによって、デザイン力のみならずコミュニケーション力、対話能力、表現能力の開発には「Web Design Office」は有効であるが、「建築設計」の初心者にも柔軟に対応できるプログラム運営も必要である。教員は、学生のスキルを確認の上、彼らの理解や興味の方角を積極的に感知し、「建築設計」の枠にとらわれない対話・交流に心掛け、学生の可能性を拡張する建築設計教育プログラムを開発する努力をしなければならない。

以上の新たな試みは、対面型授業では、施主の設定は院生の素性が知れてしまい、情報が漏れるので難しい。IT利用だからこそ可能な教育であるといえる。

## 3次元オブジェクトCADの特性を活かした建築設計授業

### 1. 授業のねらい

この建築設計の授業は、3次元オブジェクトCADを建築設計教育に活用することにより、これまで図面を描くことを中心とした2次元的思考から学生を解放して、人間が「ものづくり」に対して元来備えている3次元（立体的）的思考に基づく創造力を育成することを目標としている。

### 2. 授業のシナリオ

授業は、2年生を対象とした授業規模15名程度の2単位の必修科目であり、半期15回を通して8つの課題で構成されている。これらの課題は、いずれも学生自身が3次元オブジェクトCADを活用しながら、建築設計における創造力を段階的に習得できるように学習ステップが組まれている。それらは、最終的に作品としてまとめて発表する。以下に、1～15回までの授業における、8つの課題の学習ステップ（表1）と3次元オブジェクトCADの段階的シナリオの概要（表2）について一覧に示した。ここでは、第1課題についての詳細を掲載したが、課題2～8の詳細については、紙頁の関係で付録CD-ROMに収録しているので、そちらを参照されたい。

## (1) 授業の構成

表1

| 授業回数 | 課 題   | 建築設計における学習ステップ                         | 3次元オブジェクトCAD利用におけるステップ                                                     |
|------|-------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1回   | 第1課題  | 傑作とされる建築に学び、素直に考え、<br>つくり、表現する。        | 3次元オブジェクトCADの使用に慣れる。                                                       |
| 2回   | 第2課題  |                                        |                                                                            |
| 3回   | 第3課題  | 設計の基本事項を学び、イメージを空間・<br>形態にする。          | 3次元オブジェクトCADの特性を理解し、<br>オブジェクト操作を通じて3次元でもの<br>ごとを考える。                      |
| 4回   |       |                                        |                                                                            |
| 5回   | 第4課題  | 諸条件を整理し、シミュレーションを繰<br>り返ししながら密度高く設計する。 | 3次元オブジェクトCADに習熟し、様々<br>なシミュレーションを行う。                                       |
| 6回   | 第5課題  |                                        |                                                                            |
| 7回   | 第6課題  |                                        |                                                                            |
| 8回   |       |                                        |                                                                            |
| 9回   | 第7課題  |                                        |                                                                            |
| 10回  |       |                                        |                                                                            |
| 11回  | 第8課題  | コラボレーションによって、各々の能力<br>を活かした設計を行う。      | 3次元オブジェクトCADをコラボレーシ<br>ョンツールとして利用し、発想からプレ<br>ゼンテーションまで各々の能力を生かし<br>た設計を行う。 |
| 12回  |       |                                        |                                                                            |
| 13回  |       |                                        |                                                                            |
| 14回  |       |                                        |                                                                            |
| 15回  | 作品発表会 |                                        |                                                                            |

## (2) 第1課題のシナリオ

表2

| 第1課題    | 「模倣から創造へ」——傑作に学ぶ——1週間課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1週間課題 |  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|
| 建築家の言葉  | …建築を設計する際の発想は様々であるが、それを具体的な形あるいは空間にするときには、必ず何らかの「構成」がなされる。いろいろな構成手法を知れば知るほど、設計はより一段と面白くなる。また、新たな構成を試みるためには、これまでになされた構成についての知識をもっていなければならない。                                                                                                                                                                                                                                                     |       |  |
| 課 題     | <p>以下の中から自分が好きな建築家の作品を分析し、抽象としてのテーマやキーワードをどのような設計方法、構成手法によって具象化したかを学ぶ。選出作品、分析方法については特に規定しないが、作業過程で必ず3次元オブジェクトCADを用いること。文字の使用はできるだけ避け、グラフィックに表現すること。</p> <p>◇建築作品</p> <p>①リート・フェルト（1924）『シュレーダー邸』、②ル・コルビュジエ（1931）『サヴォア邸』、③フランク・ロイド・ライト（1936）『落水荘』、④ルイス・カーン（1960）『フィッシャー邸』、⑤磯崎新（1964）『中山邸』、⑥リチャード・マイヤー（1965）『スミス邸』、⑦藤井博巳（1975）『等々力邸』、⑧安藤忠雄（1976）『住吉の長屋』、⑨團紀彦（1994）『八丈島のアトリエ』、⑩五十嵐淳（2003）『風の輪』</p> |       |  |
| 目的と学習内容 | <p>ステージ1：傑作とされる建築に学び、真剣に考え、つくり、表現する設計方法論を学ぶ<br/>図面表記、レイアウト、設計方法論</p> <p>ステージA：3次元オブジェクトCADの使用に慣れる<br/>基本的な作図方法、レイアウト、データ変換、出力、WLSや機器の利用と把握</p>                                                                                                                                                                                                                                                  |       |  |
| キーワード   | <p>構成要素、幾何学、点、線、面、統合、分割、加算、比例、対称、ボリューム<br/>ヒエラルキー、色彩</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |  |
| 設計条件    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |  |
| 提出物     | <p>分析内容をA2用紙1枚にレイアウトし、印刷する。同じものをPDF化し、にアップロードする。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |  |

## 3. IT活用の詳細

与えられた課題をまとめるプロセスにおいて、学生自らが踏むべき思考過程や設計手順の教育プログラムの概要を示す。様々な学習段階における3次元オブジェクトCADを活用した状況を学生の作品（抜粋）を通して解説する。

### (1) 周辺環境、敷地を読む（調査・分析）

調査、分析で得た情報を含め周辺環境をモデリングすることで、大まかな周辺環境（敷地形状の在り方、建物と敷地形状、風景、高さ関係等）を視覚的に把握することができ有効である（図1）

### (2) 仕組みを押さえる（参考作品の分析・考察）

参考となる建築作品をモデリングすることで、「システム」（作品と作者の統合知識＝設計方法論）を立体的に捉え分析、考察することが可能となる。

### (3) 条件整理・構想（基本計画）

上記の資料などから、おおまかな基本計画をたてる。

### (4) 空間構成とシミュレーション（基本計画）

ボリューム、スペーススタディのモデリングを通して、全体のスケールを確認することができる。かつ、一画面上に平面、立面、透視図という3種のウィンドウを同時に表示し、作業を確認しながら設計を進めることができ、模型では検討しづらい内部空間、内部空間と外部空間・風景との関係を緻密にシミュレーションができる（図2）

### (5) 表現—図面・3次元モデル作成

3次元オブジェクトCADの大きな特徴である3次元モデル作成により、各図面（平面、断面、立面、その他）作成、CG制作等が同時作成となり、改めて各図面作成、クレイモデル（模型）作成といった時間をとる必要がない。同時に、同CAD内にVR、アニメーションも付加することができる（図3）

## 4. 授業効果

授業終了後に行ったアンケートと授業Web上にあるログ（受講プロセス）から、受講生の多くが3次元モデリング上での空間・形態のシミュレーションを繰り返し、その有効性を自覚していることが明らかになった。

3次元オブジェクトCADに初めて取り組んだ2年生についての授業事例であるが、従来の設計方法で行った3年生の場合に比べて、その有効性が認められた。一方、提出作品における2次元製図を描くという意識の低さが見られ、今後は、2次元製図と3次元設計とのバランスをいかにとっていくか

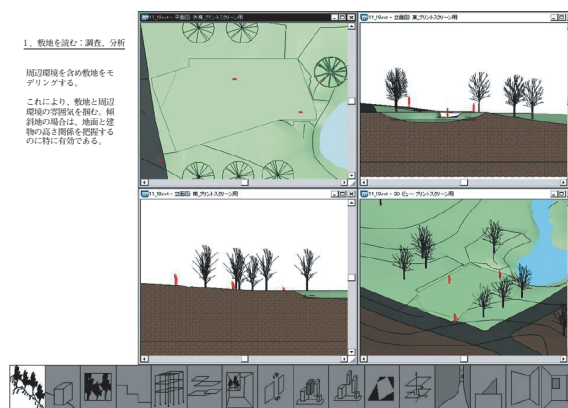


図1 敷地を読む

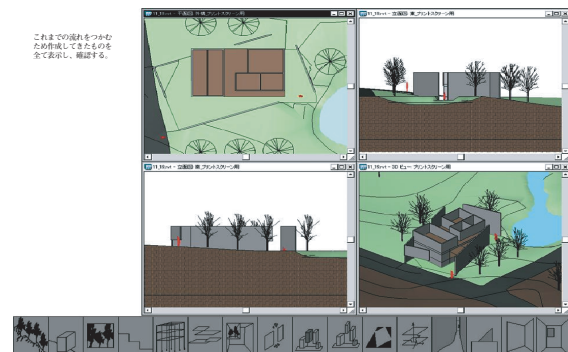


図2 条件整理・構想・空間構成・シミュレーション

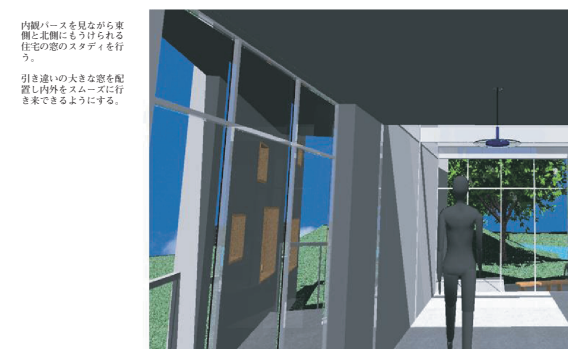


図3 表現—3次元シミュレーション

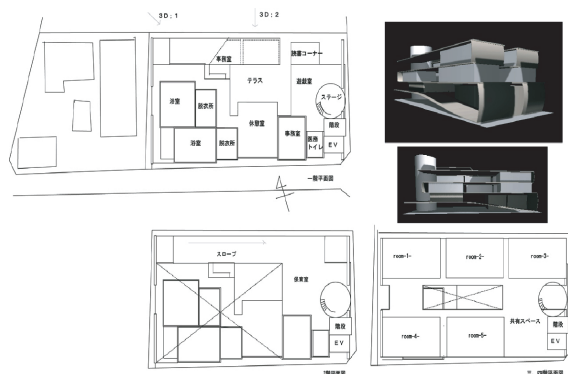


図4 途中経過：ボリューム及び配置スタディ

が課題となる。図4は、ある学生の途中経過と完成図面の事例である。図4では、ポリウムス  
ディ、配置計画、外観などの検討を行い、なお、完成作品の一例は巻末のCD-ROMに収録している。

## 5 . 問題点・課題

3次元オブジェクトCADは、建設系企業や建築設計事務所などの実務設計においてすでに利用され  
ているが、教育機関の授業に活用されている事例はほとんどないのが現状である。建築設計教育にお  
ける3次元オブジェクトCADの活用は、モデリング機能の拡張と、それに伴う各部材情報の扱い、オ  
ブジェクト思考により生まれる膨大な情報を他分野の構造、設備、施工等などにいかに活かせるかが  
今後の課題である。3次元オブジェクトCADを活用することは、現状の建築教育における計画・設計、  
構造、設備、施工系などの縦割り教育ではなく、系を越えたコラボレーションによる建築教育を目指  
すものとなる。それは、建築設計教育を単一科目として捉えるものではなく、設計教育がものづくり  
を主流とした3次元の思考を展開することで、今後の授業構成やカリキュラムが大幅に変更されるこ  
を示唆している。

## 5 . IT活用に伴う課題

### (1) カリキュラムの充実

従来、建築学教育におけるカリキュラム体系は、大きく構造・材料系と計画・環境系に分けられる  
ことが一般的であったが、急速なIT化や少子化などを背景として、JABEEでも指摘するように社会  
のニーズに対応した特色ある専門プログラム（選択コースなど）の構築が必要となる。さらに、建築  
教育の国際水準に適合させるためには、大学院教育との連携プログラムをカリキュラムに組み入れる  
ことなども到達目標として考えられる。いずれにしても、理工系と芸術系の素養を内包する建築学の  
教育分野は、今後ますます多様な特色あるカリキュラムの展開が予期される。

### (2) 建築設計教育のIT活用の遅れ

建築学教育におけるIT活用の進展は、特に建築設計の教育現場において変容が著しい。この建築  
設計の科目は、適性や資質が問われるコアとなる演習科目であるが、建築の実務設計や建設現場では、  
より高度化された建築CADが日常的に汎用している現状に対して、建築設計の教育現場におけるIT活  
用の遅れが危惧される。

### (3) ハイブリッド型の設計教育

建築設計の授業は、与えられた演習課題について学生自らが当該資料の調査やエスキスなどを教員  
の個人指導を受けながら進捗させて、期間的に建築図面や模型作品などに成果をまとめることになる。  
建築CADなどのIT活用が進展する中で、次世代の学生にとって情報処理の高度な技術の習得は今  
後とも必須であるが、必ずしもそれが建築設計に対する学生の企画力や創造力などの技量に連携する  
ものではない。今後とも建築設計の授業では、手書きによる図面などが要求されて、いわばハイテク  
とローテクによるハイブリッド型の設計教育が継続して展開されることであろう。

かつてサイバーキャンパスを旗印に、製図板を撤去して建築CADによる設計教育を導入した大学  
などのその後の実態を見ると、相変わらず手書きを中心とした図面による提出を学生に求める課題も  
少なくない。建築設計を担当する教員の指導方針の違いや、建築CADのハード・ソフトの新規購入  
や更新に掛る費用負担の問題などが、今後の課題として指摘される。