

# 情報化時代の建築設計のあり方に関する提言

Think before Type!

- I. 基礎知識・最新知識の学習を続ける
- II. 手と脳の修練を続ける
- III. 直感でおかしいと思ったら確かめる
- IV. 都合のよい編集をしない、デフォルトを信じない
- V. いつまでも変えられると思わない
- VI. 複数の眼で見て確認する
- VII. 新しい試みを育てる
- VIII. 効率化より高質化を目指す
- IX. さまざまな情報と設計経験を共有する
- X. 目的地のイメージを持つ

**情報化時代の  
建築設計**

2005年5月

社団法人 日本建築学会

## 総論

我々の周辺には多くのパラドックスがある。仕事の効率を上げるために日常の仕事を分析し共通的なものを標準化することが行われる。さらに、コンピュータの進歩に支えられ、作業はコンピュータに置き換えられていく。結果として、組織の中では同じ作業・仕事に関する悩みは始めに一度行えば良いことになり、作業の効率は高まって行く。年月が過ぎると、仕事の進め方について悩みを持たない人達が組織の中で大勢を占めるようになる。効率は悪いが、日々汗水かいて仕事をしていれば、その中で悩みもあり、考えることも多くなり、新しい発見が生まれる。経済性を重視し、効率を高めようとしているにもかかわらず、組織の質や勢いが日々低下してしまい、大きな発展が望めなくなる。本当の意味の効率を求めるなら、効率は上げない方が良いことになる。

一方、失敗は許されないことであり、誰が考えても同じ結果になることにすべての人が毎回かかわっていたら、大きな発展は難しく、競争に負けてしまう。経済原理、効率主義の中で、本質を見失わない優秀な人材を育て、組織に勢いを持たせておくことは難しい。

人類の築いてきた科学・技術は歴史の上で積み上がって行き、理解し習得しなければならないことは日々増えて行く。しかし、一人一人の人間はそれぞれゼロからの出発であり、普通の人の能力では、最新の技術の本質を理解し、正しく応用することは難しくなっていく。これは技術の進歩の宿命かもしれない。行き過ぎた標準化、行き過ぎたコンピュータ化の中に埋もれた人々が、このような仕事の中で育ち培われて行くのか、別の方法で自らを磨かなければならないのか、考えるときである。車社会で弱った脚を鍛えるためにスポーツジムに通い、動かない自転車を漕ぎに行くのと似ている。

建築設計の仕事の中にもルーチンワークが多い。例えば、施工法に関して標準仕様があり、これを守ることでその度に悩まずに仕事が進められる。構造計算、設備設計から建築設計に至るまで、ルーチンワークは整理されてコンピュータに置き換えられていく。

大学の研究の場面にも情報化の波は押し寄せている。ワープロを用いて執筆活動している作家がワープロそのものの仕組みを知る必要はないが、耐震工学の研究者が、振動解析ソフトに使われている振動方程式を知らないまま、研究が進められる時代になっている。3質点のせん

断系振動モデルの剛性マトリックスは  $\begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ & -k_3 & k_3 \end{bmatrix}$  が正しいが、  $\begin{bmatrix} k_1 & & \\ & k_2 & \\ & & k_3 \end{bmatrix}$  と

考えている例もみられる。

設計事務所では、明らかに施工不能な構造図面が CAD を用いて簡単に描かれている。例えば鋼構造骨組の柱梁接合部の詳細図で、筋違端部のガセットプレートが、梁端フランジのボルト接合に用いるスプライスプレートの上に溶接するように描かれてしまうなどである。

コンピュータは個々の作業を段階的に速い速度で間違いなく行うことは得意であるが、常にその作業は個別的であり、全体は把握されないままスピードだけが速くなっていく。建築設計にとって最も重要な全体の把握力・総合力を基本的にコンピュータは持っていない。要するに、解析は得意であるが、総合は苦手である。これをわきまえてコンピュータを利用すべきであるし、人間の側がしっかりしなければならない。ソフト開発さらにその利用にあたって、解析結果を総合的に集約する理論の展開と応用が必要であり、解析結果の集積、総合認識に基づく判断が行えるようにすべきである。このためには、可視化技術、バーチャルリアリティ、積分情報の出力などが役立つはずである。

建築設計の仕事にあたり、空間の認識、外乱を受ける構造物の挙動、施工者のことを考えた

設計など、どの場面でも想像力が必要であり、コンピュータを使ってから結果を理解するのではなく、想像力を高め使う前に結果をイメージすることが重要である。プログラム作成者は、ソフト利用について想像力を働かせて極力可能性の広いソフトを開発しようとするが、すべての可能性を含んでいるとはいえない。ソフトの利用者はその可能性の中でしか答えがえられないことを考えなければならない。

もう一つ重要なことは、汗水流してコンピュータを活用し、新しい建築設計の可能性を追求している人たちがいることである。コンピュータ利用の問題点を挙げて留まるだけでなく、新しい可能性を追及している人たちにエールをおくる必要もある。

この特別調査は秋山宏会長が2003年夏に提示した3つの重要課題のうちの1つであり、建築設計に携わっている方々を対象に、情報化時代の建築設計のあり方に関し議論してきた。ここに10の提言を行なう。

情報化時代の建築設計のあり方に関する特別調査委員会  
委員長 和田 章

## 情報化時代の建築設計のあり方に関する提言

### 1. 基礎知識・最新知識の学習を続ける - 建築技術の深化と維持 -

- IT 修得の前に建築基礎教育の充実
- CPD (生涯学習) による IT 能力の維持

### 2. 手と脳の修練を続ける - 入出力データと感覚の連動 -

- 空間の感覚を育てる手描きの訓練
- 力学的な感覚を育てる模型制作
- 構造の基礎となる数学能力

### 3. 直感でおかしいと思ったら確かめる - 全体把握能力の発動 -

- 複数のソフト, パラメータによる確認
- 単純モデルによる結果の予想
- 詳細モデルの積分情報による判断

### 4. 都合のよい編集をしない, デフォルトを信じない - 工学の倫理・設計の正義 -

- 解析パラメータを操作しない
- 都合のいい結果が出るソフトを恣意的に使用しない

### 5. いつまでも変えられないと思わない - 思いは無限, 時間は有限 -

- 大事なことは早く決めよう
- 設計は決断, 決断には時間が必要

### 6. 複数の眼で見て確認する - 可視化と多重確認 -

- 入出力データのクロスチェック
- 可視化による問題の発見

### 7. 新しい試みを育てる - 未踏領域の開拓者への共感 -

- プログラムにより条件を解いて建築を生成する設計方法の開拓
- 構造最適化 (高適化)・新しい構造形式・より精細な解析の探求
- コンピュータ利用を前提とした新基規準の策定

### 8. 効率化より高質化を目指す - コンピュータ・リソースの用途 -

- ひとつ設計するとひとつ賢くなる方法で仕事をしよう
- 構造設計・解析の時間を短縮しない
- よりレベルの高い設計を目指そう

### 9. さまざまな情報と設計経験を共有する - 設計知識は共有財産 -

- 建物・街区・地形・地盤など公共性の高いデータはみんなの財産
- 設計ノウハウや成功・失敗事例なども共有財産
- インターネットをうまく利用した共有の枠組み構築

### 10. 目的地のイメージを持つ - 結果を予測した上での行動 -

- 目的と効果, そしてその影響を, こころにイメージする
- 白紙で臨むことが, 正しい判断に結びつくとは限らない
- 自動律に振り回されない

## 提言解説

### 1．基礎知識・最新知識の学習を続ける - 建築技術の深化と維持 -

ITは、建築を含めたあらゆる産業分野にいきわたっている。これらの先端技術は、設計者が十分な建築の基礎知識を持ち、しっかりとしたスキルを備えていてこそ、建築実務に活用していくことができる。ITは我々の能力を飛躍的に拡大してくれるものであるが、我々の欠点を補うものではないことを理解しなければならない。

急速な技術革新や社会情勢の変化に対応し、設計者は一定レベルの技量を維持するだけでなく、新しい知識や技術を積極的に取り入れ、建築技術を深化させていくことが求められる。大学・専門学校での学習や建築士資格の取得時に得た知識のみでは、その後に提案される新しい設計手法を理解し、高度な設計技術や解析ツールを誤りなく運用していくことは困難である。継続的・定期的な学習を助けるため、生涯学習制度の活用が望まれる。持続的な学習を続けることで、意匠設計、構造解析、環境計画の各過程や結果を吟味する基礎能力を備えた技術者として進歩しつづけ、安全で信頼性の高い建築を実現できる。

また大学・専門学校などの教育機関は技能の基礎となる建築教育を重視するとともに日々変化するITに対応できるリテラシー教育を行うことや学部学生・大学院生から社会人まで幅広いニーズに対応した生涯学習の教育方法、カリキュラムについて再検討すべきである。

### 2．手と脳の修練を続ける - 入出力データと感覚の連動 -

建築設計教育の基本的な課題として、スケール感覚の養成が上げられる。スケール感覚を養成するためには、立体を手で描く訓練が有用である。手で描くことにより、実際に立ち上がっていく建築の部位を目で確認でき、CADでは得にくい空間の感性を磨くことが可能となる。

構造のデザインにおいては、力学的な感覚を取得するために、模型製作が有用な教育手段の一つとなる。構造模型により、空間と構造の関係が明確となり、また模型の製作過程において実際にモノを触ることにより、構造の挙動や力学的な特性を容易に感知することができる。また、構造設計者は、基礎的な数学的能力を身につける訓練が欠かせない。構造解析プログラムの使用法を教える前に、まず理論式や簡略化されたモデルを使用した手計算による概算を教えることが重要である。

建築設計教育の基本として、最初に上記のような手による修練を積み、その後にIT(情報技術)を活用した、新たな試みをしていくことが望まれる。

### 3．直感でおかしいと思ったら確かめる - 全体把握能力の発動 -

コンピュータは単なる道具であるから、正しく使用しなければ、誤った結果が得られてしまう。例えば、構造設計の分野では、解析結果の間違いに気がつくための直感は、次のような能力によって身につけることができる。

1. コンピュータに頼らない単純モデルによって出力結果を予想する。
2. 利用している手法やアルゴリズムの理論的背景と適用範囲を熟知する。
3. 解析結果を積分情報や工学的判断に基づいて読み取る。

これらの能力は、数学的・力学的基礎知識の裏づけと、経験によって獲得できる。直感によって疑問点を見出すことができれば、入力パラメータに対する結果の感性や、複数

のソフトの利用によってチェックできる。

建築設計の分野では、総合図による図面の重ね合わせや3次元モデルによる検討などのように、従来の図面による検討から、電子的モデルによるシミュレーションへと検討技術は進歩しているが、典型的・明確な間違いや設計ミスが発見は容易にはなっていない。したがって、それらを有効に利用するためには、従来の方法と併用して全体把握能力を発動するのが望ましい。

疑問点を放置することの倫理的問題や、早期改善による経済的損失の削減などについて、社内で教育することも重要である。また、単純ミスを防ぐため、技術者数の極端な削減を避け、社内での技術の伝承を心がける。

さらに、ミスを起こしやすい箇所の調査、ベンチマークプログラムや解析例の整備、チェックマニュアルの提供などが必要である。データ互換性や、入力パラメータの曖昧さなど、間違いの原因を特定できれば、ソフトウェア開発者に改良を促すことも重要であろう。

#### **4 . 都合のよい編集をしない、デフォルトを信じない - 工学の倫理・設計の正義 -**

構造設計における動的弾塑性解析などでは、結果は入力パラメータに敏感に依存し、使用するプログラムごとに結果が異なることもある。したがって、構造計算書には、複数のパラメータとプログラムでの解析結果や試行錯誤の過程を明記し、結果の信頼性を保証するようなデータを示すべきである。設計者の倫理教育を徹底し、パラメータの操作による解析結果の編集は、重大な社会的損失に繋がることを技術者に認識させなければならない。また、ソフトウェアのマニュアルを熟読し、パラメータをデフォルト値ではなく適切な値に設定する手間を惜しんではならない。設計案を構造解析プログラムの適用範囲に限定するのは本末転倒である。

一方、統計解析や多変量解析のソフトウェアは、都市計画や建築計画の分野において、煩雑な仕事を効率化し、数的手法の利用を促進した。しかし、処理方法の詳細を理解しないまま結果を読み取ることは、使用者の都合の良い解釈を助長し、数値データを盲信することにもなりかねない。また、統計処理やアンケート調査の処理方法を恣意的に変更して、望ましい結果が得られるように操作するようなことがあってはならない。

これら工学倫理を徹底させるためには多大な時間とコストが必要であるが、建築設計の信頼性を高めるためにはコストがかかることを社会的に認知させなければならない。

#### **5 . いつまでも変えられと思わない - 思いは無限、時間は有限 -**

建築設計は大小様々な決断を積み重ねていく作業である。一つ一つの決断が互いに影響し合い、その決断が及ぼす影響をきちんと考慮するためには時間が必要である。プロジェクトのスタート時には無限の可能性があるが、プロジェクトが進行するにつれて検討の時間がどんどん少なくなる。検討の時間があるうちに、きちんと検討して大事なことを決めておくべきである。

影響を充分考慮する時間を取ることが出来ない状況での変更は、建築の安全性や信頼性を損なうことになりかねない。コンピュータを使っているからといって、検討に必要な時間が極端に少なくなるものではない。コンピュータにより計算時間は短縮されるが、計算に至るまでの過程や計算結果の評価には人間が考えたり手を動かしたりする時間が必要である。

短工期・低コストという経済的な要請やさまざま社会的な要請により、作業が増えているのに使える時間が従来よりも少なくなっている。スケジュール全体に余裕が無い状態で

の安易な変更は、結果的に建築の質を下げることにつながる。決めるべき時に、決めるべきことを決めておくようにしなければならない。

## 6 . 複数の眼で見て確認する - 可視化と多重確認 -

コンピュータも間違ふ。コンピュータを使ったことがある人なら、思い当たることがあるだろう。間違いの原因はプログラムの間違いから単純なデータ入力ミス、利用者の能力不足までさまざまであり、間違いを少なくする努力は当然必要である。それと共に間違いを見つけ出す仕組みが不可欠である。

一つは、入力データや出力結果を可視化することである。可視化により問題の発見が容易になる。もう一つは、複数の人間による確認や別のプログラムによる検証である。数値データのグラフ化、複数の人間や組織によるクロスチェックや別の方法による確認はコンピュータを使うか使わないかにかかわらず、従来から行われてきたことである。

しかし、実態はどうだろう。コンピュータを過信していないだろうか。コンピュータを使うことで一部のプロセスがブラックボックス化している。さらに効率を上げるために、複数のプロセスがコンピュータにより統合され、ブラックボックスが担う範囲が大きくなっている。単純なミスは少なくなるが、プロセス間に介在していた人間による評価の機会が無くなり、間違いが増幅されてしまうことを忘れてはならない。人間にもコンピュータにも間違いはあるとの前提に立ち、複数の目による確認が確実に行われるようなルールや組織の整備が必要である。

## 7 . 新しい試みを育てる - 未踏領域の開拓者への共感 -

技術には、世界の質を今より良くするという使命がある。世界の質の向上のためには、省力化技術へ向かう方向とは別に、これまで解けなかった課題を解くことのできる高位技術に至る道が必要だ。

そのひとつの可能性として、いままでにない新しい設計方法を開拓することが挙げられる。

必要な条件を解いて設計を生成する進化設計 / インダクション・デザインや構造最適化（高適化）等は、その代表例である。またコンピュータ利用を前提にすると、現行の基標準や法規の別なあり方も考えられるだろう。

しかし、新しい試みは直に効果をもたらすとは限らない。予期しない結果を波及させることもある。革新には基礎研究や実験が必要だ。

そうした試みに対して問題を指摘することは必要だが、同時にそこに可能性を見出し、積極的に育てる姿勢もかかせない。リスクを考慮しない新規性は無謀だが、かといって現在に留まっていれば安全という保障もまた、ないのである。

新芽を摘んでしまうことは簡単だ。しかし、新芽が伸びなければ次の枝葉も出ないし、そこに美しい花が咲くこともない。

## 8 . 効率化より高質化を目指す - コンピュータ・リソースの用途 -

振る舞いがよく分かっていない人工物を設計し製造することには困難がつきものである。寸法が大きく、形状が複雑になるにつれてその困難さは飛躍的に増大する。しかしながら、建築設計の難しさは、サイズの巨大さや形状の複雑さにはとどまらない。原則として一品生産であるにもかかわらず数は膨大であり、かつ、人間生活・社会生活に直結している。建築が持つこのような性格から、建築設計には質と量の両面での合理性が求められる。

る。

ITはこの双方に対して非常に有効な解決手段を提供してくれる。たとえば、込み入った形状の表現、複雑な手順の構造計算、さまざまなシミュレーションなどはコンピュータがもっとも得意とするところである。これにより設計者の手間を大いに省くことが可能となる。しかしながら、設計を行うのはコンピュータではなく人間であること、また、できあがった建物は生活の安全性・快適性を保障しかつ生活の質を高めるものとなることを忘れてはならない。そのためには、ITの利用は、単に設計者の手間を省いてくれるだけではなく、質の高い設計へと導いてくれるようなものでなくてはならない。これだけITが身近になった今、単なる効率化ではなく高質化、すなわち、ITをうまく利用してより質の高い設計を目指そうではないか。

## 9. さまざまな情報と設計経験を共有する - 設計知識は共有財産 -

建築設計に関わるさまざまな情報や設計経験を収集し、これを共有すべきである。建築設計におけるITの利用が始まってからすでにかなりの時間が経過している。この間にコンピュータに入力されたデジタルデータは膨大な量に上るものと思われる。しかしながら、蓄積されたデータの利用はごく限られた範囲にとどまっており、広くこれを社会で共有する仕組みはまだできあがっていない。

たとえば、建物を建てる際に、周辺の建物や地形に関する情報がすでに共有できる状態になっていれば、計画中の建物をその中におくことにより具体的なイメージを抱くことができるとともに、環境との調和を図ることができる。また、敷地の地盤調査結果は、当該敷地のみならず広く周辺地域の地中環境の断片を示すものでもある。こういった情報を、その地域に生活する住民全体で共有することにより、データの有効性がいっそう発揮されると言える。

さらに、このようなデータベースには、地盤や建物のデータのみならず、設計プロセスなどの知識も加えるべきである。これにより、設計者の意識向上を図ることができ、また、設計を志そうとする入門者の教育にも役立つ。

## 10. 目的地のイメージを持つ - 結果を予測した上での行動 -

コンピュータの出す答えは、与えた条件の結果である。だから与える条件次第で、正反対の答えも出てくる。何の目的でどの方向に向かおうとしているのか、それはいいことなのかどうか、そのイメージを持っていないと、出てきた答えに振り回されることにもなる。

心を白紙の状態にして状況を把握することは必要だが、虚心坦懐に計算値を見れば正しい結論に至るというわけではない。なぜなら、コンピュータの回答はけして無垢ではなく、プログラムの作成と入力値の選択の両方の時点で、すでにバイアスがかかっているからだ。

何のために何を行うのかという目的を把握せずに、技術の自動的な展開に設計をゆだねることは、結局、初期に仕組まれた、あるいは途中で拾い上げたバイアスに、方向を任せることになる。

さらに、CADやCGによる設計は、見た目の華やかな画像をいくらでも生み出す。何を狙っているのか、そのイメージなくしては、これもまた情報の海の中でおぼれ、しかもそのことに気づかない可能性も出てくる。選択肢の多様性に惑わされることなく、向かう先を想像すること。

そのためには、まだ存在しないものをイメージできるという、コンピュータにはできない、ひとだけが持つその能力を、育みさらに練磨する努力が望まれる。



## 情報化時代の建築設計のあり方に関する特別調査委員会

委員長 和田 章（東京工業大学）

委員 猪里孝司（大成建設）

大崎 純（京都大学）

川角典弘（和歌山大学）

河村 廣（神戸大学）

中井正一（千葉大学）

松永直美（レモン画翠）

渡辺 誠（渡辺 誠 / アーキテクト オフィス）