

## 論文の内容の要旨

論文題目 日本における環境配慮型建築の設計プロセスに関する研究

氏名 川島 範久

本論文では、環境配慮型建築の実現には、適切な設計プロセスが肝要であるという観点から、環境配慮型建築の設計プロセスに関する〈理論〉と〈実態〉を調査し、その比較を通して、今後、設計プロセス／社会システムがどう変わるべきかの考察を行った。

第1章では、本論文における「環境配慮型建築」の定義を示した後に、環境配慮型建築の理想的な設計プロセスのひとつを示す「コミッショニング」に関する指針・制度・規格のレビューを行った。ここで、設計プロセスの中で肝要となる目標設定、その際に参照される環境政策や規格、事前検証（解析）・事後検証、チーム編成といった要素を抽出した上で、各章で行う分析のフローを示した。

第2章では、全国と東京都の環境エネルギー政策を手法別に分類し、個別のレビューと各評価基準の比較を通して、それぞれの評価体系の特徴を明らかにした。

全国の政策は、「法律」「性能評価・認証制度」「ガイドライン」「経済的補助を行う事業・制度」に大別することができる。法律が最低限の室内環境および省エネルギーを規制し、性能評価・認証制度は法律でのエネルギー規制の不足を補完すると同時に、総合的な環境配慮項目についての指針を示している。また、ガイドラインは、学校や住宅、およびヒートアイランドといった規制しづらい側面を持つものに対し提示されている。経済的補助を行う事業・制度は総数が多く、先導的な環境コンセプトを提示しているものもみられる。

東京都の政策は、「計画時の制度」「ガイドライン」「規制緩和」「経済的補助を行う事業・制度」「運用時の届出制度」に大別することができる。計画時の制度には、建物の室内環境を規定する内容はみられず、建物の省エネルギー性能や地球・都市環境への配慮を段階的に評価するものが中心で、国に先立って適合義務を大規模建築に課すとともに、表示制度も用意している。ガイドラインや都市開発諸制度等と関連した規制緩和も独自に定められている。運用時の届出制度では、国に先立ち排出量取引を導入するなど、先進的な取り組みがみられるのが特徴である。

第3章では、パッシブデザインの観点から、温熱環境および換気、光・視環境の評価に関して、評価指標と評価基準の調査・分析を行った。

温熱環境および換気に関しては、室内温熱快適性の包括的な評価を行う指標が出そろい、近年では年間の快適時間率で評価する指標も登場している。屋外温熱快適性の評価は、室内の評価を屋外に拡張する試みがなされている。

評価基準に関しては、法規が最低限の性能を定めるとともに、海外の規格が室内温熱快適性評価を体系的に定め、海外の環境性能評価制度ではこれらの一部が引用されている。一方、日本の規格は機械換気と空調のみを扱い、日本の環境性能評価制度はPMV等の快適性指標による評価を導入していない。屋外温熱環境評価に関しては、近年提案されつつある評価指標を用いた法律・規格・制度はない。

光・視環境に関しては、近年昼光導入や、昼光下の不快グレア評価を行う指標が新たに提案されている。昼光導入に関しては、年間の昼光導入の評価を行うものが多く提案されており、徐々に評価内容も拡張されている。不快グレアは、室内照明のグレア評価を基礎として、昼光下での評価が行えるように定義が拡張されている。年間のグレア評価も行われている。

評価基準に関しては、昼光利用、人工照明両方に対して、日本の法規・規格・環境性能評価制度で基準が示されている。昼光利用に関しては、日本の法律は開口率、環境性能評価制度は Sky Factor による評価にとどまるのに対し、海外の環境性能評価制度では昼光利用の年間評価が取り入れられている。

以上のように、温熱環境、光・視環境の両方において、評価の拡張および年間評価指標の登場が確認された。また、光・視環境の年間評価指標は、米国の環境性能評価制度で既に取り入れられ始めている。

第4章では、パッシブデザインにおいて肝要となる気象解析に関する分析と、第2章および第3章で示した評価指標を含めた室内外の環境品質およびエネルギー消費量等の解析手法の調査を行い、その特徴をまとめた。

気象解析においては、日本の拡張アメダス気象データはepw形式で公開されていないため、現在世界で主流になりつつある優れたソフトウェアを利用する際のハードルとなっていることが問題として挙げられる。室内外の環境解析に関しては、解析手法ごとに代表的な解析事例を示した。屋外環境の解析も可能となってきており、PMVやSET\*、FeuやNB値といった体感評価値の解析や、Thermal AutonomyやDaylight Autonomyといったパッシブデザインの年間・期間評価も可能になってきていること等を示した。

第1章から第4章まで示したような〈理論〉がある上で、第5章と第6章では日本における環境配慮型建築の設計プロセスの〈実態〉について調査・分析を行った。

第5章では、日本の設計現場において、どのような評価指標が、どのような環境シミュレーションによって検証されているかを、日本の建築雑誌および環境配慮関連の賞・補助金事業の公開資料を対象とした文献調査によって明らかにした。

近年になるほどシミュレーション画像の掲載数は増加してきており、主に大規模設計事務所により設計される大規模な物件において多く行われる傾向がみられた。また、流体解析と光解析が多くの割合を占め、物理量の瞬間評価がほとんどであり、第3章および第4章で示したような、室内外環境品質の体感評価値による評価や年間・期間評価はほとんど見られなかった。環境シミュレーションの対象技術としては、空間・外形計画、外皮計画、外構計画といった建築的手法に対し多く行われていた。機械設備が対象となる際は、とくに特殊な方式の設備導入を検討するためや、効率的な配置検討をするために環境シミュレーションが多く用いられていた。また、建築的手法を対象とした解析は、日影、光、流体、屋外温熱環境解析に集中していた一方、設備的手法を対象とした解析は、流体および光解析に加え、熱負荷、電力・エネルギー、ライフサイクルCO<sub>2</sub>解析も行われていた。

第6章では、省CO<sub>2</sub>先導事業に採択された事例を対象とした設計プロセスに関するインタビュー調査を行い、目標設定および性能検証が実際の設計の現場でどのように行われているのかを明らかにした。

これらの事例においては、目標設定、文書化（環境施策対応含む）、事前・事後の性能検証といったコミッシングに関連する業務が多く行われていたが、性能数値目標のうち室内環境品質に関する目標が設定された事例が少なく、企画フェーズからのエネルギー消費量の目標設定が行われた事例が少なく、導入技術決定後にエネルギー消費量の目標がたてられた事例もみられた。また、事前検証（解析）については、熱負荷・エネルギー解析と机上計算が多く行われていたのに対し、室内環境品質と関連の深い光解析や流体解析等の実施数が少なかった。以上のように、初期からの目標設定、および事前検証（解析）について改善が必要な点が確認された。

性能検証に関連する業務は、設計者自身により行なわれることもあれば、コンサルタントとの協働により行われることもあったが、第三者的な性能検証責任者が存在した事例は見られなかった。また、これらの業務は省CO<sub>2</sub>先導事業の応募のために行われたものも一定数みられた。

第7章では、第1章から第4章までで示した〈理論〉と、第5章と第6章で示した〈実態〉の比較を通して、環境配慮型建築の設計プロセスに関する考察を行った。以下に要点をまとめる。

#### 【環境政策】

- 環境配慮型建築の普及という観点からは基準値の厳格化は有効な手段のひとつである
- 性能評価・認証制度の取得が経済的・社会的メリットに繋がるようにすることで、より高い環境性能の建物を実現するインセンティブを高めることが重要である
- 建物外に対する負荷低減だけでなく、室内環境品質の確保も含めた様々な知見を統合した、建築物全般向けのガイドラインが取りまとめられていくことが望まれる
- 補助金をはじめとする経済的補助は、技術導入のみならず、専門家との協働や環境シミュレーションを用いた定量的な検証といった高度な設計プロセスを促進する側面がある

- 東京都における都市開発諸制度と関連した規制緩和等は、環境配慮を促す強力なインセンティブとなりうる

#### 【性能評価】

- 省エネ基準に則った評価だけではなく、実態に基づいたエネルギー消費量を参照値として用いられることも多い状況を踏まえ、エネルギー規制の在り方について引き続き議論をする必要がある
- 住宅・非住宅ともに外皮性能の基準は国際的に低水準であり、厳格化の検討の必要である
- 物理量よりも体感評価値、瞬間評価よりも年間・期間評価の方がより適切な判断ができるため、設計者はそのような評価方法を積極的に導入していくべきであり、制度や規格への反映も望まれる
- 上記のような評価を可能とする解析ソフトウェアやデータベース（気象および都市スケールの3Dデータ等）の整備とともに、解析手法のガイドライン等の整備も必要である

#### 【設計プロセス】

- 初期からのエネルギー消費量および室内環境品質に関する性能数値目標の設定が十分に行われるようにするためには、具体的にどこまで取り組む価値があるのかを示す基準および評価指標を、より環境政策に反映していく必要がある
- 事前検証（解析）として、光解析や流体解析等の室内環境品質の解析がより普及するためには、時間やお金、難易度、モデリングの手間といったハードルを解消する必要がある
- コミッシュニング業務の専門性と重要性、第三者的性能責任者およびコミッシュニング業務を補助するコンサルタントを含むチーム編成の重要性が認識され、さらにはコミッシュニングにインセンティブを付与する制度が整備されることが望まれる

以上のように、環境配慮型建築の実現と普及を推し進めていくためには、ハードな技術開発のみならず、インセンティブとしての環境政策の整備、環境性能を評価するための指標・基準の整備、それを検証するための環境シミュレーションをはじめとする解析手法の整備、これらを適切に行うことが可能なチーム編成、以上のことを適切なタイミングで進めていくための設計プロセスのガイドラインの整備といったソフト面での開発が一層求められ、その重要性の認識を社会の中で広めていく必要がある。