

都市とITとが出合うところ

福田 知弘 大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 准教授

建築・都市とIT（情報技術）とは一見遠く離れた別々の分野のように思えなくもない。しかし、情報社会の時代となり、建築・都市とITとは、計画、設計、施工、運用の各フェーズにおいて、互いの存在をますます無視できなくなっている。本連載では、都市とITとの両者が出合うところや課題について、魅力的な国内外の各地をぶらりと街歩きしながら考えてみよう。

第23回 亞洲大学 @ 台中 (1)

亞洲大学へ

昨年11月、台湾・台中にある亞洲大学を訪問した。台湾初のANDO建築・亞洲現代美術館を擁する大学。今回は、国際デザインワークショップ「The Evolution of Design Thinking」に出席するためである。このワークショップには、デジタルメディア (Digital Media Design)、ビジュアルコミュニケーション (Visual Communication Design)、プロダクト (Creative Product Design)、ファッション (Fashion Design)、インテリア (Interior Design) の各デザイン分野の専門家がイギリス、オーストリア、中国、日本から招かれた (図1)。小生はインテリア部門を担当した。

本稿では、インテリアデザイン部門の学生たちに講義した、最新のデジタル設計技術の内、「Integrating CFD, VR, AR and BIM for Design Feedback in a Design Process (設計プロセスにおける設計フィードバックのためのCFD・VR・AR・BIMの統合)」をご紹介したい。これは、アトリエ・ドン森啓祐氏 (建築設計)、フォーラムエイト今泉潤氏 (建築エンジニア) との共同研究であり、アトリエ・ドンが茨城県潮来市で進めている戸建住宅の実設計プロセスを支援するために、CFD (Computational Fluid Dynamics)、VR (Virtual Reality)、AR (Augmented Reality)、BIM (Building Information Modeling) を統合的に扱おうと試みたものである。昨年9月にウィーンで開催されたeCAADe2015国際会議で論文発表した [1]。

研究の背景と目的

近年、地球環境問題等への関心の高まり、生活水準の向上や高齢化の進行を背景に、住宅分野において室内の温熱環境の向上と省エネルギー化が期待されている。住宅単体のみならず近隣影響に対する配慮も求められる。これらの要求を高水準で満足させるためには、無駄のない設計プロセスの推進が必要であり、設計段階から実験や数値計算による予測と合意形成が不可欠となってきた。

一方、コンピュータソフトウェアとハードウェアの急速な進歩に伴い、設計・開発を取り巻く環境は近年大きく変わりつつある。各種のコンピュータシミュレーションの登場により、設計段階において、物理現象や完成予想図をスタディすることが可能となってきた。これまで、設計者の経験やプロダクトメーカーのカタログスペックに頼らざるを得なかった設計行為であっ

たが、CFD、VR、ARなどにより精度の高い支援が可能になってきた。また、シミュレーションの高速化は、ユーザとコンピュータとの双方向化を加速させてくれる。そのため、設計した結果をシミュレーションで単に確認するだけでなく、何らかの問題が発見された場合には設計案へのフィードバックをも実現可能にする。しかしながら、このようなコンセプトは、十分に検証されていない。

そこで本研究は、BIMを核として、CFD、VR、ARを統合させた設計ツールを構築した (図2)。そして、実証的な研究アプローチとして、実際の住宅設計プロジェクトの課題に対して、構築した設計ツールを適用した。結果、各ツールが実プロジェクトで果たす機能、シミュレーションを通じた設計案へのフィードバックの状況について考察した。

検証対象：潮来市

検証対象となる計画敷地は、茨城県潮来市の郊外にある。敷地面積が401.73㎡、建築面積が104.97㎡、総床面積が135.46㎡の2階建て住宅である。空間計画は、平面的に3重の入れ子状となっている「回廊のある家」。家族にとって生活の中心であるリビングを家の中心に吹き抜け空間として配置して、その周りに回廊状の廊下を配置して、さらにその外側に各居室や水回り、2階への階段、テラスなどを配置してある (図3)。

本研究に関する、設計上の主な課題は以下である。

- 1) リビングの大きな吹き抜け空間は、1階では回廊、ダイニング、キッチン、玄関とつながり、2階では回廊、子供部屋、階段とつながる、一体的な大きな空間である。リビングは、家族の滞在時間が長いこと、最適な温熱環境を実現すること。
- 2) 風呂には、生活者が風呂に入りつつ、外気に触れたり空を眺められるように屋外テラスが設計された。周辺の住宅からこの屋外テラスが見えないこと、すなわち、プライバシーの問題を確実にクリアする必要があること。
- 3) 計画敷地周辺は古い集落の中にあるため前面道路幅は狭い。そのため、駐車しやすい駐車場の配置について施主の意見も聞きながら検討すること。

紙面の都合上、本稿では、課題1)を中心に取り上げる。

結果：CFDシミュレーションによる設計へのフィードバック

課題1)の解決のため、CFDシミュレーションを実施した。CFDシミュレーションには、DesignBuilder Engineering Pro 4.1を使用した。夏季 (8月12日16時、外気温35℃)、冬季 (2月13日



福田 知弘 (ふくだ ともひろ)

1971年兵庫県加古川市生まれ。大阪大学大学院准教授。環境設計情報学が専門。大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻博士後期課程修了、博士(工学)。大阪府河川整備審議会委員、大阪市建築物環境配慮推進委員会委員、CAADRIA (Computer Aided Architectural Design Research In Asia) 学会前会長、日本建築学会代議員ほか公職多数兼務。NPO 法人もうひとつの旅クラブ理事、大阪旅めがねエリアクルー。「光都・こうべ」照明デザイン設計競技最優秀賞受賞。主な著書に「VRプレゼンテーションと新しい街づくり」「はじめての環境デザイン学」など。ふくだぶろーくは、<http://fukudablog.hatenablog.com/>

16時、外気温7℃) それぞれにおいて、壁・窓等の表面温度、エアコンの吹き出し口を設定して、室内の気流及び温度の定常状態の解析を行った。エアコン風量は、強と弱の2種類とした。

可視化された解析結果を眺めると、冬季において、エアコンの暖気が吹き抜け空間で上昇し、その気流が階段を伝って冷たい下降気流となり、リビングに流れ込んでいることが明らかになった。そのため、1階の階段と回廊の間にスライドドアを設けて、再度解析を実施した。その結果、階段の下降気流が抑制され、温熱環境が改善されている様子が確認された(図4)。このスライドドアは、ドアを開放した場合には壁と一体となるよう設計されており、暖房使用時のみ階段室を塞ぐドアとして利用できる。このようにして、CFDシミュレーション結果を基に、設計案へのフィードバックが行われた。

結果：CFDとVRの統合

課題2)の解決のため、UC-win/Road ver.10 & VR-Cloud ver.6を使用してVRシミュレーションを実施したが、課題1)に関しても、上に述べたCFDシミュレーションの結果をVR空間上に配置することを試みた。つまり、リアルな住宅3Dモデル上に、吹き抜け空間の温熱環境を風向(矢印)や温度(色情報)を可視化してみた(図5)。この手法は、例えば施主のような建築設計や温熱環境の専門家でない方々にとって、空気の流れをより直感的に把握することが可能になりそうである。

一方、今回用いたCFDシミュレーションソフトウェアから、矢印や色情報をベクタ形式として出力することができず、代替手法として、矢印や色情報をラスター形式として画像出力してVR空間上にテクスチャマッピングにより対応した。この課題を解決するため、現在改良中である。

おわりに

設計検討を終えた住宅は施工を経て、昨年7月に竣工した(図6)。温熱環境は完成後のクレームが多いと聞いたことがある。「不満がないレベルでできあがって当然」「寒けりゃ我慢」などで済ませるのではなく、施主と設計者が設計段階でもっともっとコミュニケーションしていくべきであろう。

参考文献

- [1] Fukuda, T.; Mori, K. and Imaizumi, J.: Integration of CFD, VR, AR and BIM for Design Feedback in a Design Process - An Experimental Study, Proceedings of the 33rd eCAADe Conference (1), 665-672, 2015.



図1 国際デザインワークショップ集合写真

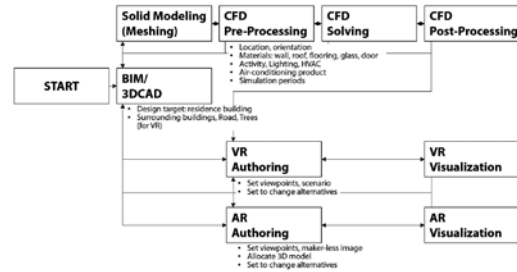


図2 CFD・VR・AR・BIMの統合モデル



図3 回廊のある家 平面図(設計:アトリエ・ドン)

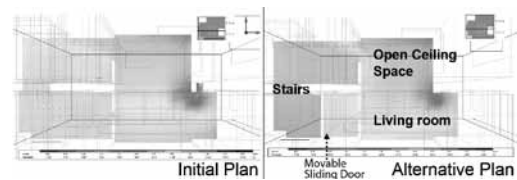


図4 CFD結果:初期案(左)、改善案(右)

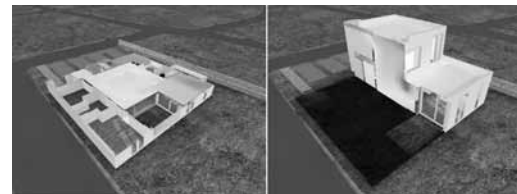


図5 CFDとVRの統合

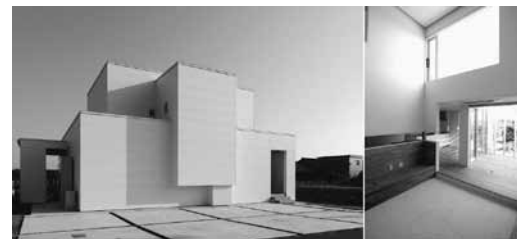


図6 完成した住宅