

博士論文概要

論文題目

VR とストレス指標を用いた建築設計プロセスに関する研究
－ 高所を対象とした不安感低減のための設計手法の検討 －

Utilizing Virtual Reality and Stress Indicators in the Architectural Design Process
: Examination of the Architectural Design Method for High Anxiety Reduction

申請者

馬淵	大宇
Daiu	MABUCHI

建築学専攻 建築情報論研究

2014年7月

従来、建築計画学あるいは設計方法論の研究において、「ユーザーの視点を建築設計のプロセスに取り込むこと」には、さまざまなアプローチが試みられてきたが、大部分は健常で汎用的なユーザーを対象としたものであった。これに対し、ユーザーの身体性が大きく設計に関わる場合、例えば、高所恐怖の不安障害患者に対して高層ビルの窓際を全面ガラス張りにするようなミスマッチを、事前にチェックできるような設計プロセスは実現されていない。そこで本論文では、新しい情報技術である「VR（Virtual Reality）」と医療・心理分野で広く使われている「ストレス指標」を導入することで、建築の設計のプロセスに特定のユーザーの視点を取り入れ、設計者がユーザーの特性を常に科学的に評価しながら設計が進められるためのモデルを提示し、それを検証したものである。

本論文の目的は、「VRとストレス指標を用いた建築設計」の概念を定義し、その概念に基づく設計支援システムを構築することにより、システムの精度と利用の可能性を検証することである。これにより、まだ設計の段階から、その施設のユーザーがVRを用いて建築空間をあらかじめ体験することができるので、その体験中にユーザーにかかるストレスを測定する事ができ、その結果を即座に設計にフィードバックできるようになる。そのため本論文ではストレス指標（向性的・志向的身体情報）をリアルタイムに観測できるシステムを独自に構築し、その有効性を検証した。

本論文は、7つの章により構成される。以下に、それらの概要を示す。

第1章「はじめに」では、研究の目的と概要について整理し、建築設計プロセスにユーザーが参加する新しい手法の必要性と実現可能性について概説した。

第2章「建築計画学と設計方法論」では、建築計画学と設計方法論のこれまでの既往の研究経緯とそれらの経緯からみえてきた今後の課題を通して、「さまざまなユーザーの視点を建築設計のプロセスに新たに取り込むこと」の重要性を示した。特に、建築計画学の膨大な研究成果が、本来なら生活者の実態に基づいて建築を評価したものであるはずなのに、現状では必ずしも積極的に設計に取り込まれてはいないことを指摘した。また、設計方法論は、建築計画学的知見に基づいて設計プロセスにユーザーの視点を取り込むことを課題としていた。したがって、建築計画学の立場からの研究を基礎として得られた生活者の視点は、必ずしも有効に設計プロセスに取り込まれておらず、その具体的な方法を提示する事が本論文の主要な課題であるという本論文の背景が明らかになった。

第3章「VRとストレス指標を用いた建築設計」では、本論文に課せられた課題に対する具体的な解決手法と考え方についてまとめている。まず、VRとストレス指標が「ユーザーの視点を建築設計のプロセスに取り込むこと」を可能にする技術と指標であることを明らかにし、2章の背景と合わせて「VRとストレス指標を用いた建築設計」を定義した。VRについては、技術の発展と時代の要求に支えられ、今後は身近な技術として定着することが予測されているが、建築分野では、既に試験的な導入がされているものの、まだその有効性は確立されておらず、利用形態も限定的なものに留まっている。したがって、建築分野においては、VRを単にユーザーへのプレゼンテーションの道具として利用するのではなく、ユーザーの意向（情報）を設計に反映させて合意を形成する道具へと展開させることが重要である。一方、本論文では、ユーザーとしてこれまでほとんど触れられることの無かった不安障害患者を対象としている。そのため、その向性的・志向的身体情報による「ストレス指標」を新たに導入した。この指標は、不安障害患者の情報を建築設計に反映させるのに有効である。つまり、日本の代表的な疾患のひとつである不安障害は、ストレス指標によって、その状態を把握できることから、ユーザーのストレス指標を根拠に空間を評価し、不安障害の病状を抑えられる建築のデザインを設計者が提案することが可能となる。以上により、VRとストレス指標を用いることで、ユーザーの反応を見ながら設計案の試行錯誤を進める可能性とその意義が明らかになった。そこで、次の4つのプロセスを満たす設計を「VRとストレス指標を用いた建築設計」として定義した。1) VRを用いて設計段階の建築物をユーザーが体験できること、2) 建築計画学的基準をあらかじめ設定できること、3) VRを体験中のユーザー（不安障害患者等）のストレス指標（向性的・志向的身体情報）を位置づけられること、4) 位置づけたストレス指標を基にユーザーと設計者が共通の認識に立って設計案の合意が図れることである。

第4章「『VRとストレス指標を用いた建築設計』システムの構築」では、VRとストレス指標を用いた設計プロセスを可能にするシステムを構築した。これは、既存のVRの技術を設計プロセスに導入し設計段階の建築空間をユーザーが体験できるようなシステム、及び、その体験中にユーザーが受けるストレスを指標として客観的に観測できるような装置の構築である。具体的には、VRの装置にモーションキャプチャシステムと頭部装着ディスプレイを組み合わせた没入型VRシステムを独自に構築し、これを用いることでVR空間上に設計段階の建築空間を作り出すことができた。次に、ストレス指標を観測するために皮膚電位計を用いることにしたが、これによりVR空間を体験中のユーザーの皮膚電気活動（向性的身体情報）を的確に入手することができた。本システムは、VRの特徴的な3要点である1) 3次元の空間性、2) 実時間の相互作用性、3) 自己投

射性を達成しており、設計プロセスという経時的な作業において向性的身体情報を評価しながら常に設計にフィードバックできるシステムとなった。

第5章『VRとストレス指標を用いた建築設計』システムの精度に関する検証では、本システムを用いた場合のストレス指標の再現精度を検証した。つまり、ユーザーと設計者が共通の認識に立って設計案の合意が「適切に」図れるシステムとするためには、本システムで表現されたVR空間において、ストレス指標が実空間をどの程度忠実に再現できるのかを検証しておく必要がある。そこで本システムを使って実験を繰り返し、それを検証した結果、実空間と比較すると、VR空間では身体情報が過大に取得されることが明らかになった。つまり、本論文で対象とした高所ストレスの場合、VR空間上で取得した身体情報の値を小さく補正して実空間に適応させる必要がある。また、女性は男性に比べて、VR空間上でのEDA反応量（向性的身体情報）をより小さく補正して実空間に適応する必要がある。一方、アンケート点数（志向的身体情報）に関しては、VR空間上で取得したアンケート点数の値（高さ感、恐怖感など）を、性別に関係なく小さく補正して実空間に適応する必要がある。以上の補正を行うことによって十分に設計プロセスに適用が可能なシステムであることを検証した。

第6章「建築設計プロセスへのシステムの利用」では、本システムが建築計画学で用いられる基準を設定することができ、かつ、その基準を基にストレス指標を位置づけることで、設計案を評価できるものであることを具体的な空間を設定して実験し、その有効性を検証した。この結果、EDA反応比とアンケート点数のそれぞれについて基準値となる指標を設定することができた。これにより身体の安定感に関わる3つの設計案（横手すり、縦手すり、不安定な台）に対して、本システムを利用して空間体験を行った場合にそれぞれ異なる数値が得られ、客観的に設計案に対する評価を示すことができた。具体的には、EDA反応比の平均値が、横手すりと縦手すりを適応した空間体験時では1以下とストレスが小さくなり、不安定な台を適応した場合には1以上でストレスを助長する結果となった。つまり、アンケート点数の結果を含めて考察すると、横手すりと縦手すりは安心感や頼りがい、体勢を支持する機能によってストレスを低減させた一方で、不安定な台はそれとは反対の傾向になることが、検定による有意差をもって証明された。

第7章「おわりに」では、本論文の結果をまとめ、今後の課題と展望を示した。具体的には、各章の結論を要約し、本システムが「VRとストレス指標を用いた建築設計」の4つのプロセスを達成していることを確認した。また、本システムを実際の設計プロセスに適用する場合の課題を今後の展望とともにまとめた。

早稲田大学 博士（建築学） 学位申請 研究業績書

氏名 馬淵 大宇 印

(2014年 12月4日 現在)

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
○論文	モーションキャプチャシステムとHMDを組み合わせた没入型VRシステムを用いた生理学的高所ストレスの推定精度の検証、日本建築学会技術報告集 第19巻 第43号、pp. 1073-1078、2013年10月、 <u>馬淵大宇</u> 、長澤夏子、渡辺仁史、新田かおる、元岡展久
○論文	高層における窓際デザインの身体安定感とストレスの関係 高所ストレスの建築計画学的研究 その2、日本建築学会計画系論文集 第77巻 第676号、pp. 1319-1324、2012年6月、 <u>馬淵大宇</u> 、長澤夏子、斎藤純平、渡辺仁史
論文	高層の窓際における視界の遮蔽率と高所ストレス 高所ストレスの建築計画学的研究 その1、日本建築学会計画系論文集 第76巻 第662号 pp. 741-746、2011年4月、長澤夏子、 <u>馬淵大宇</u> 、渡辺仁史
講演	住まいにおける気分障害患者の行為の構造『私のうつノート』を対象文献として、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 1141-1142、2014年7月、 <u>馬淵大宇</u> 、渡辺仁史
講演	気分障害患者の事例にみる住まいの構造 「私のうつノート」を対象文献として、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 1263-1264、2013年7月、 <u>馬淵大宇</u> 、渡辺仁史
講演 (受賞)	PET/CT 検査室における患者の不安感と環境デザインに関する研究、第32回日本核医学技術学会総会学術大会 一般演題（ポスター）、2012年10月、長澤夏子、 <u>馬淵大宇</u> 、村元萌、福元啓祐、窪田和雄、岡崎百子、諸岡都、南本亮吾
講演	高層における窓際デザインと窓際へ接近する際の不安感との関係、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 819-820、2012年7月、 <u>馬淵大宇</u> 、長澤夏子、渡辺仁史
講演	没入型VRシステムを用いた高所窓際デザインのEDA(皮膚電気活動)による評価 高所空間における人のストレスの研究(その1)、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 715-716 2011年7月、 <u>馬淵大宇</u> 、斎藤純平、長澤夏子、渡辺仁史
講演	没入型VRシステムを用いた高所空間の体験による潜在的不安感の変化 高所空間における人のストレスの研究(その2)、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 717-718、2011年7月、斎藤純平、 <u>馬淵大宇</u> 、長澤夏子、渡辺仁史
講演	高所の窓際デザインと高所ストレス 没入型Virtual Realityシステムを用いたEDA測定、日本建築学会関東支部研究報告集、pp. 277-280、2011年3月、 <u>馬淵大宇</u> 、斎藤純平、長澤夏子、渡辺仁史
講演	高所空間における「不安感」 没入型Virtual Realityシステムを用いたEDA測定(その1)、日本建築学会学術講演梗概集 D-1、pp. 85-86、2010年7月、 <u>馬淵大宇</u> 、斎藤純平、長澤夏子、渡辺仁史

早稲田大学 博士（建築学） 学位申請 研究業績書

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
講演	高所空間における「馴化」 没入型 Virtual Reality システムを用いた EDA 測定(その 2)、日本建築学会学術講演梗概集 D-1, pp. 87-88、2010 年 7 月、齋藤純平, <u>馬淵大宇</u> , 長澤夏子, 渡辺仁史
講演	日本科学未来館企画展「お化け屋敷で科学する！ 恐怖の研究」の関連講演「怖がり屋さんで科学する！ 恐怖の計測」、日本科学未来館、2009 年 6 月、長澤夏子, <u>馬淵大宇</u> , 松島一剛, 齋藤純平
著書 (共著)	スマートライフ 渡辺仁史研究室が考える未来の暮らし、(株)パレード、2011 年 9 月、渡辺仁史研究室 (<u>馬淵大宇</u> 含む)
その他 (研究助成)	気分障害患者の回復事例にみる住まいの構造、第 52 回 (2013 年度) 竹中育英会建築研究助成 助成額 50 万円、2013 年 7 月、 <u>馬淵大宇</u>
その他 (講演)	男女共同参画社会の推進を図る新しいオフィス空間に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 501-502、2014 年 7 月、瀧口希望, 渡辺仁史, <u>馬淵大宇</u>
その他 (講演)	災害時応急仮設住宅における被災者の空間改造欲求と心理的回復、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 563-564、2014 年 7 月、小野山賀恵, <u>馬淵大宇</u> , 小林恵吾, 渡辺仁史
その他 (講演)	球空間における人間行動領域について、日本建築学会学術講演梗概集 E-1、pp. 681-682、2014 年 7 月、陳紹華, <u>馬淵大宇</u> , 高橋良爾, 渡辺仁史
その他 (講演)	シロアリの空間構築モデルを用いた商業施設立地ポテンシャルに関する研究、日本建築学会学術講演梗概集 F-1、pp. 825-826、2014 年 7 月、佐藤洋平, <u>馬淵大宇</u> , 高橋良爾, 渡辺仁史
その他 (講演)	駅における乗降客の属性調査手法の評価 新橋駅乗降客の行動特性、日本建築学会学術講演梗概集 E-1, pp. 591-592、2013 年 7 月、伊永拓郎, <u>馬淵大宇</u> , 渡辺仁史
その他 (講演)	車椅子使用者の外出時の負担に関する研究、日本建築学会関東支部研究報告集, pp. 289-292、2012 年 3 月、水落裕樹, 長澤夏子, <u>馬淵大宇</u> , 渡辺仁史
その他 (講演)	周囲の建築空間や環境が避難意思決定に及ぼす影響に関する研究 2011 年東日本大震災における避難行動、日本建築学会関東支部研究報告集, pp. 273-276、2012 年 3 月、齋藤純平, <u>馬淵大宇</u> , 長澤夏子, 渡辺仁史
その他 (講演)	夜道における不安を誘発する要因と恐怖感にする時系列的解析、日本建築学会学術講演梗概集 E-1, pp. 737-738、2011 年 7 月、余語悠里佳, 長澤夏子, <u>馬淵大宇</u> , 渡辺仁史

早稲田大学 博士（建築学） 学位申請 研究業績書

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
その他 (講演)	都市歩行時の空間認知における感覚時間に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集 E-1, pp. 719-720、2011年7月、石井宏樹, <u>馬淵大宇</u> , 長澤夏子, 渡辺仁史
その他 (講演)	車椅子利用者の外出意欲向上要素に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集 E-1, pp. 705-706、2011年7月、水落裕樹, 長澤夏子, <u>馬淵大宇</u> , 渡辺仁史
その他 (講演)	「様式の上にあれ」の記述にみる 建築家・村野藤吾の「様式」についての考察、日本建築学会学術講演梗概集 F-2, pp. 669-670、2009年7月、 <u>馬淵大宇</u> , 河内浩志
その他 (講演)	建築家・村野藤吾の「記述」に関する研究 様式と道德観念、石川工業高等専門学校紀要, pp. 83-87、2007年3月、 <u>馬淵大宇</u> , 河内浩志
その他 (講演)	建築家・村野藤吾の初期の「記述」に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集 F-2, pp. 497-498、2006年7月、 <u>馬淵大宇</u> , 河内浩志
その他 (報告書)	からだもこころも元気になるまち明和町、早稲田大学・明和町共同研究報告書、2009年11月、群馬県邑楽郡明和町・早稲田大学渡辺仁史研究室 (<u>馬淵大宇</u> 含む)
その他 (取材協力)	NHK 企画「ギャクテン教室!」、NHK、2013年8月、長澤夏子, <u>馬淵大宇</u>
その他 (取材協力)	NHK 企画「極める! サンドウィッチマンの遊園地学」第3回「お化け屋敷 恐怖の科学」、NHK、2012年3月、長澤夏子, <u>馬淵大宇</u>
その他 (取材協力)	日本テレビ企画「人類が諦めかけた夢」、日本テレビ、2010年1月、長澤夏子, <u>馬淵大宇</u> , 斎藤純平