

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月14日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22360251

研究課題名（和文） 多様化する設計主体と手法に対応する身体性豊かな遠隔地間協調設計メディアの開発

研究課題名（英文） Development of collaborative design media with rich physical senses, which correspond to more various participants and future design methods

## 研究代表者

山口 重之 (YAMAGUCHI SHIGEYUKI)

京都工芸繊維大学・新世代ワークプレイス研究センター・特任教授

研究者番号：00029266

## 研究成果の概要（和文）：

多様な人々が参加する建築設計コラボレーションにおいて、デジタル化により希薄化している身体的な設計感覚を伴う設計メディアを開発することを目的として研究を進めた。1) コラボレーション基礎研究、2) デザイン会議支援環境開発、3) コラボレーション支援環境開発、4) センシング技術の活用研究、5) フィジカルインタフェースの応用研究を通して、建築設計のPDCAサイクルの各段階において用いることのできるメディアの開発を行った。

## 研究成果の概要（英文）：

This study developed new design media with rich physical senses in architectural design collaboration in which various people participate. The results of this study proposed several useful media in each stage of an architectural PDAC cycle, through 1) fundamental researches of design collaboration, 2) developments of design meeting support systems, 3) developments of design collaboration support environments, 4) practical use researches of sensing technology, and 5) applied researches of a physical interface.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2011年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2012年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
年度			
総計	12,400,000	3,720,000	16,120,000

研究分野：建築計画

科研費の分科・細目：建築学・都市計画・建築計画

キーワード：(1) 遠隔地間協同設計 (2) コラボレーション (3) 設計メディア (4) 設計手法 (5) CAAD

## 1. 研究開始当初の背景

価値が多様化し、建築設計が取り扱う問題が高度化・複雑化する中、建築の専門家に限らない多様な人々（多くの場合地理的に分散

している）と協調して、様々な手法を駆使しながら、設計プロジェクトを達成する機会が増えてきている。そのような多様な主体が参

画する建築協調設計（同室型／遠隔型）において、『CAD や CG といったデジタル媒体では共有し難い身体的な設計感覚（例えば模型を用いたスタディ感や現場のリアリティ）を共有できないか』が、本研究の着想である。具体的な背景としては下記が挙げられる。

(1) 社会の成熟化に伴い、“対話としてのデザイン”の重要性が増している一方で、設計作業のデジタル化に伴い、多くの設計情報がコンピュータの中に閉じ込められ、同室の場合においてさえ、身体性豊かな対話の希薄化が進んでいる。

(2) 様々な側面で設計のデジタル化が進んでいるが、「会議の場」に目を移すと会議室へのプロジェクターの導入が進んだ程度で、情報化以前からの大きな発展は見られない。

(3) 感性工学の登場など、人間の感性に学術的興味注がれており、それらの動きと同期して情報工学分野では、実世界指向のインターフェイスが提案され身体感覚を伴った情報との対話が注目されている。しかし、建築に限らず実務での応用例は数少ない。

## 2. 研究の目的

本研究では①CAM 技術、②BIM 技術、③AR 技術、④センシング技術等を活用・連携化して、シームレスに情報世界と物理世界を行き来しながら、身体性豊かなコラボレーションを実現するための新たな建築設計メディアを開発することを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究で予定する開発システムは大きく、1. 模型指向のメディア開発、2. 実寸指向のメディア開発、3. それらを効果的に活用する支援環境の3種類に分けられる。これらを並行して開発を進めて成果を相互にフィードバックしながら高度化していく方法を取る。また、開発に先立って、既存メディアの活用方法や特質を整理するための基礎調査を行い、開発メディアの具体的な仕様を策定する。開発システムの有効性検証においては、アンケート調査と比較実験（行動観察、発話分析、視線記録）を実施する。加えて、定期的に設計現場での簡易ユーザビリティ評価と可能であれば適用実験を実施することで、実用可能性を探る。

## 4. 研究成果

### (1) デザインコラボレーション支援

①常時接続型の3面のディスプレイを用いたワイドTV会議環境を構築して、BIMツールを用いながらの教育実験を通してその効果と課題を抽出した(図1)。その中では現状のBIMツールを遠隔地間コラボレーションで用いる場合の問題点を教育的な側面も含めて明らかにした。



図1 3面TV会議環境での常時接続型コラボレーション実験

②上記①の結果から、常時接続型のデザインコラボレーションにおけるアウェアネスの不足が課題として挙げられた。これをうけて、参加者のネクストラップ型カメラにより収集したアウェアネス情報を集約して効果的に視覚化・発信・共有するシステム(図2)を開発し、ケーススタディを用いてその効果と改善点を明らかにした。



図2 アウェアネス収集カメラと共有インターフェイス

③複数のコミュニケーション媒体を併用しながら行うコラボレーションにおいて、スリットカメラと画像センシング技術を利用してアウェアネス情報の共有を支援するシステムを開発した(図3)。評価実験を通して、コミュニケーションの手段とタイミングを最適化する効果を確認した。



図3 スリットカメラと画像センシングによるアウェアネス支援

(2) センシング技術を用いた空間活用分析

①ワークプレイスを事例として、活動量計を用いて人の移動及び対話行動をモニタリングする研究を行った。大、中、小の規模及び場所選択性の大・小の計5パタンの執務室（実験環境の都合により計6パターンに至らず）において、歩行量と対話量との関係を多面的に分析した。結果、歩行回数と対話回数との弱い相関を確認し、活動量計を用いたコミュニケーションモニタリングの可能性を示した。これにより、設計の企画段階、運用段階、改善段階において簡易に有用なデータを取得することが可能となる。

②赤外線センサーを用いて空間内の人間の位置情報をリアルタイムに取得する装置を開発した（図4）。上記①と同様、ワークプレイスでの行動モニタリング実験を実施し、課題と可能性を明らかにした。

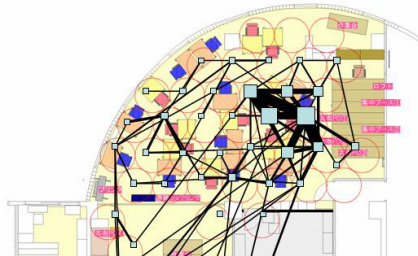


図4 赤外線センサーを用いた位置情報収集システム

(3) デザイン会議支援

①6面の頭上ディスプレイを用いた会議環境

を構築して手元のメモを共有することの効果を探る実験を行った。会議実験において発話記録のテキストマイニングにより、集団創造性への寄与を確認した。

②デザイン会議において、共有資料のみでなく、その作成に関わる作業ファイルも含めて効果的に参照・共有するためのファイル共有システム”それもちょっと見せて”を開発し、実験をとおしてその効果を示した。

③建築設計に限らず、デザインや企画等の創造的な会議のメディアとして広く用いられる付箋に着目して、付箋を用いた会議の記録、整理、レビューを支援するツール **Husen Studio** を開発した（図5）。具体的には、模造紙上の付箋を画像センシングにより抽出し、データベース化するとともに、編集機能を用いて、再整理を行いながらダイジェスト映像を対話的に生成するものである。評価実験を通して、振り返りやアイデアのアーカイブに有効であることを確認した。

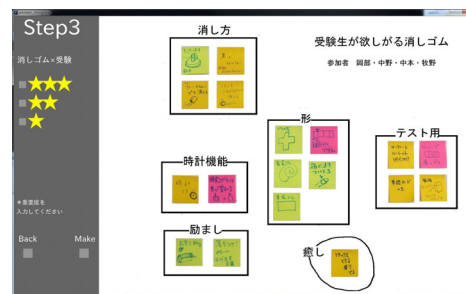


図5 付箋の議論を整理・映像化するツールHusen Studio

④集団によるアイデア生成を支援するために、6面のフルハイビジョンモニターを連結したテーブルトップディスプレイと画像によるランダム刺激を与えるツールからなるシステム「YATAI」を開発した（図6）。ユーザビリティ評価を通して、効果と課題を確認した。



図6 高解像度テーブルトップディスプレイの開発

- (4) フィジカルインタフェースに関する研究  
 ①開発途中であった装置平面上の任意の位置を指で押すことで遠隔地の同じ位置がとび出る機能を持つ「Connected Board」(図7)を用いて、評価実験を行いその効果と改善点を明らかにした。

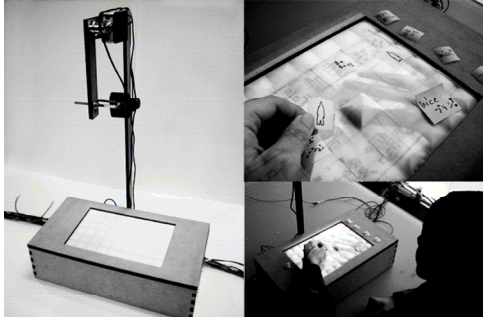


図7 遠隔地間の指差し共有システムConnected Board

- ②MEMS 技術と VR 技術を活用して、建築図面上を仮想的に歩き回ることができるシステムを開発し、設計初学者の図面把握と身体感覚を伴うスケール感の育成を支援できることを示した。加速度センサーにより、ユーザの実際の移動を把握して、装着したヘッドマウントディスプレイ上の図面をユーザの動きに合わせて更新して平面図の上を歩き回る感覚が得られることが特徴である。評価実験を通して、図面の理解とスケール感の体感(学習)に有効であることを確認した(図8)。

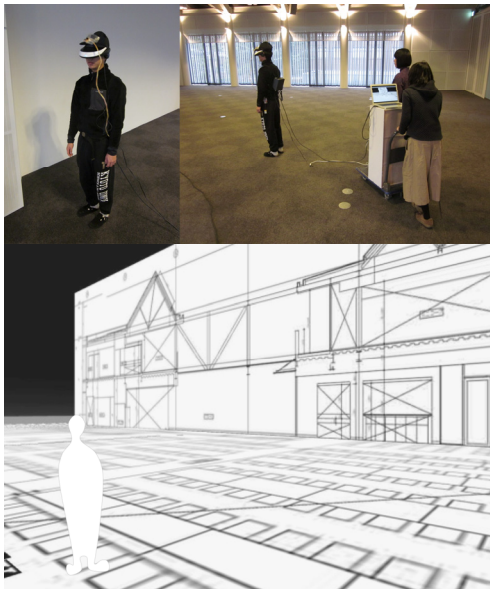


図8 図面歩き回りVRシステム:図面ウォーカー

- ③身体性豊かなメディアを模索するために、触覚による記憶に関する実験を行った。飲料

用ペットボトルキャップのサイズに着目して、触知により想起されるサイズの量的ギャップを確認した。触覚通信を実装する際に役立つ知見である。

- (5) 空間の新たな記述・分析方法

- ①映像を用いた行動観察から得たデータを平面図上に視覚表現する手法とシステムを開発した(図9)。オフィスをケーススタディとして、新たな行動の記述により、多角的に空間と人間との関わりを分析できることを明らかにした。

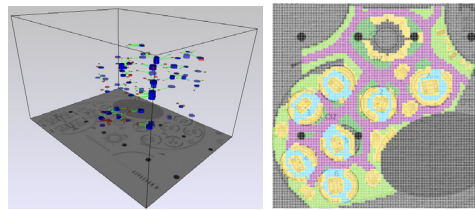


図9 空間活用(行動)の多角的分析ツール

- ②多様化し単機能では定義し難い空間の領域を緻密に分析するために、大量のカラーベリング図面(分析の視点ごとに色分けした図面)を画像解析技術を用いてプロファイリングし、図面情報から傾向や特徴を読み解くためのツールを開発した(図10)。ケーススタディとして214事例のワークスペースにおける無目的領域のトレンド分析を行いその有用性を確認した。

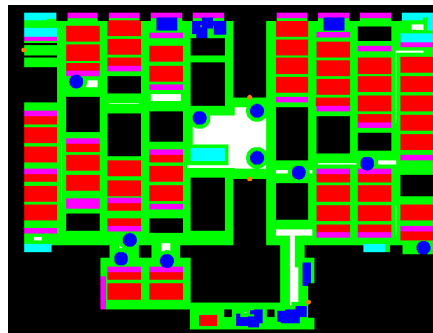


図10 カラーベリング図面のメッシュプロファイリングツール

- (6) コラボレーションの基礎研究

- ①デザイン着想段階における創造性への教示(口頭により伝えること)の影響を調べる研究を行った。創造的会議において、量を求める教示、質を求める教示、教示なしの3パタンの会議実験を行い、成果物を「面白さ」、「新しさ」、「実用性」の3つの視点から創造性を評価した結果、量を求める教示(生産性教示)が創造性に寄与すること

を確認した。

- ②ブレインストーミングにおける発話の制限が創造性に与える影響を見る研究を行った。主に電子会議システムの分野の一部で、発話の制限が創造性に良影響があるとの知見が得られているが、本研究での24組の実験を通しては、発話の制限の創造性、生産性への良影響は見られなかった。
- ③複数のグループで同時にデザインワークショップを行う際にテーブルの距離及び配置がグループ間のインタラクションに及ぼす影響をみる実験を実施した。概してグループ間の距離を近づけることで相互作用が増し、グループ作業の満足度が向上することが分かった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計32件)

- ① 立岩宏章, 五十嵐貴子, 松本裕司, 仲隆介, 山口重之: オフィスにおけるアウェアネス支援によるコミュニケーションのタイミングと内容の最適化, 日本建築学会 第35回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 109-114, 2012, (査読有)
- ② 松本直人, 渡辺修司, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: コワーキングに着目したワークプレイスに関する研究—修正版グラウンテッド・セオリー・アプローチとテキストマイニングを用いた分析—, 日本建築学会 第35回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 115-120, 2012, (査読有)
- ③ 兼田沙知, 岡部太郎, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: “働きたい” と “特別感” に基づいたオフィス空間の評価に関する研究—評価グリッド法と視点検出実験を用いて—, 日本建築学会 第35回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 103-108, 2012, (査読有)
- ④ 宮里勉: 触知によるサイズ想起と「記憶触」: ペットボトルキャップの直径を例として, 映像情報メディア学会誌, Vol. 65, No. 6, pp. 811-815, 2011, (査読有)
- ⑤ 松本裕司, 榎真梨子, 廣居遥, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: オフィスにおける執務スペースの領域および空間構成に関する研究 その1 カラーラベリング図面を用いた領域解析ツールの開発と基本傾向分析, 日本建築学会 2012年度大会学術講演梗概集 E-1 分冊, pp. 319-320, 2012, (査読無)
- ⑥ 関慧起, 松本裕司, 仲隆介, 城戸崎和佐, 山口重之: 付箋を用いた会議内容振り返り支援システム: HUSEN STUDIO の開発, 日本建築学会 2012年度大会学術講演梗概集 E-1 分冊, pp. 685-686, 2012, (査読無)
- ⑦ 河合由美子, 関慧起, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: MEMSを用いた建築設計学習者のためのVR図面体感ツール 図面ウォーカーの開発, 日本建築学会 2012年度大会学術講演梗概集 E-1 分冊, pp. 693-694, 2012, (査読無)
- ⑧ 中野健太, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: グループ間インタラクションにレイアウトが与える影響, 日本建築学会 2012年度大会学術講演梗概集 E-1 分冊, pp. 717-718, 2012, (査読無)
- ⑨ 五十嵐貴子, 加藤円香, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: ワークプレイスにおける役立たないコミュニケーションの役割に関する研究—コミュニケーションで得た「感情」とその状況との関係についての考察, 日本建築学会 第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 55-60, 2011, (査読有)
- ⑩ 榎真梨子, 本多宏明, 羽鳥徹, 田丸恵理子, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介: オフィスにおけるアクティビティと空間構成の関係に着目した多角的分析手法に関する研究, 日本建築学会 第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 61-66, 2011, (査読有)
- ⑪ 谷口美虎人, 坂下義明, 能西豊茂, 中村佳之, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介: ワークプレイスにおける空間デザインが組織的戦略の浸透に及ぼす影響に関する研究—赤外線センサーを用いた行動モニタリングの活用—, 日本建築学会 第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 49-54, 2011, (査読有)
- ⑫ 西川忠宏, 立岩宏章, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: 遠隔地間グループワークを支援するための常時接続型プロジェクトルームに関する研究 (その5) アウェアネス支援システム: VCC の開発, 日本建築学会 2011年度大会学術講

- 演梗概集 E-1 分冊, pp. 635-636, 2011,  
(査読無)
- ⑬ 竹下智之, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: ブレーンストーミングにおける発話の制限が創造性に与える影響, 日本建築学会 2011 年度大会学術講演梗概集 E-1 分冊, pp. 591-592, 2011, (査読無)
- ⑭ MATSUMOTO Y., OKADA K., KIDOSAKI N., NAKA R., YAMAGUCHI S.: MEMO EXTERNALIZER; Support Environment for Bridging from Personal Idea to Group Discussion in Design Meeting, Proc. of the 16th Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA2011), pp. 677-686, 2011, (査読有)
- ⑮ ENOKI M., HANADA Y., MATSUMOTO Y., KIDOSAKI N., NAKA R., YAMAGUCHI S.: THE TERRITORY OF PERSONAL WORKSPACE-Development of PWAS (personal workspace analysis system)-, Proc. of the 16th Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA2011), pp. 483-492, 2011, (査読有)
- ⑯ 中野恵実, 畑中弘平, 立岩宏章, 大西康伸, 松本裕司, 仲隆介: 設計プロセスから見る BuildLiveTokyo2010 参加の教育的評価と問題点, 2010 年度日本建築学会九州支部研究報告, 第 50 号, pp. 145-148, 2011, (査読無)
- ⑰ 坂下義明, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介, 山口重之: グループによるデザインの着想段階における創造性に教示が与える影響 -創造性目標と生産性目標の比較実験-, 日本建築学会 第 33 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 12-18, 2010, (査読有)
- ⑱ 本多宏明, 坂巻裕一, 八塚裕太郎, 堀切和典, 田丸恵理子, 松本裕司, 仲隆介: 活動量計を用いたオフィスにおけるワークの歩行行動の把握と対話行動モニタリングの可能性, 日本建築学会 第 33 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 67-72, 2010, (査読有)
- ⑲ 岩井聖作, 宮里勉, 三村充: それもちよっと見せて: ファイルの自動共有, ヒューマンインタフェース学会論文誌 12-2, pp. 163-166, 2010 (査読有)
- ⑳ 河田耕之介, 松本裕司, 城戸崎和佐, 仲隆介: 遠隔地間グループワークを支援す

るための常時接続型プロジェクトルームに関する研究 (その 4) 指差し感を拡張する Connected Board プロトタイプの開発, 日本建築学会 2010 年度大会学術講演梗概集 E-1 分冊, pp. 935-936, 2010, (査読無)

[学会発表] (計 1 件)

- ① 宮里勉: 触知によるサイズ検知と「記憶触」, 2011 年電子情報通信学会 総合大会, 東京都市大学, 2011 年 3 月 17 日

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山口 重之 (YAMAGUCHI SHIGEYUKI)  
京都工芸繊維大学・新世代ワークプレイス  
研究センター・特任教授  
研究者番号: 00029266

### (2) 研究分担者

仲 隆介 (NAKA RYUSUKE)  
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授  
研究者番号: 10198020

城戸崎 和佐 (KIDOSAKI NAGISA)  
京都工芸繊維大学・新世代ワークプレイス  
研究センター・プロジェクト特別研究員  
研究者番号: 30533111

宮里 勉 (MIYASATO TSUTOMU)  
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授  
研究者番号: 40346119

松本 裕司 (MATSUMOTO YUJI)  
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・助教  
研究者番号: 60379071

三村 充 (MIMURA MITSURU)  
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・助教  
研究者番号: 70379072