

成果報告書

一般財団法人 乃村文化財団 理事長 渡辺 勝 様

貴財団の助成金事業についてご報告します。

該当する助成の種類にチェック	✓	研究助成		教育普及活動助成
フリガナ	オオサカコウギョウダイガクロボティクスアンドデザインコウガクブクワンデザインガクケンチクケイカクケンキュウシツ			
研究室名 学会・博物館名	大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部空間デザイン学科建築計画研究室			
フリガナ	クツキ ヨシツナ			職名
代表者名	朽木 順 綱			准教授
フリガナ	クツキ ヨシツナ			職名
担当者名	朽木 順 綱			准教授
所在地	大阪市北区茶屋町 1 - 4 5			
対象となる研究および教育普及活動の概要	【テーマ】 多視点による共有が可能な客観型VR/ARディスプレイの設計と設営			
	【目的】 2021年10月に開催が予定されている建築家展において、仮想上の空間展示コンテンツを複数の閲覧者が共有しつつ、閲覧者の非接触型の操作に対してインタラクティブにตอบสนองしつつ、その展示内容が変化するようなシステムおよび展覧会展示コンテンツを開発、設営するとともに、広く社会的に共有、編集できる空間情報アーカイブの構築を試みる。			
	【実施体制】 実施の手順は概ね次の3つのステップからなる。①【基礎技術の整備】フォトグラメトリ技術等を利用した高精度な3次元画像情報の構築。②【情報工学的展開】3次元画像情報に基づく、空間情報の階層化・構造化処理。③【建築工学的展開】汎用性の高いベクターデータおよび空間情報データベース構築、展示企画のシステムデザイン。			
	【実施方法】 感染症対策のためタブレット等の接触型端末の使用が不可となり、非接触型のモーションセンサーによる操作と、横長大型のスクリーンによる没入感の実現を試みた。具体的には、建築家の図面資料アーカイブから構築した3Dモデルデータと、建物の現状写真を3次元化したフォトグラメトリとをユーザ操作により切り替えることで、建築家の構想と建築家の構想とその実現とを閲覧者がインタラクティブに往来し、建築家の設計構想を追体験できるようなシステムを提案した。			
【成果と社会的効果】 一般の観覧者にとって図面資料の意義が認識しやすい展示となったとともに、保存活用が求められる遺産的空間の価値を広く共有し、その特性を発信するための社会的契機となった。本展覧会はいくつかの新聞等の報道でも取り上げられ、失われたつある近代建築を再評価する今日の機運にもつながっている。また、非接触型センサーを用いた操作手法が注目され、コロナ禍における新たな展示手法として、建築空間以外への技術応用について新規の開発課題を博物館と共有している。				
共同研究者等の有無	なし・ <u>あり</u> (人数 5名) ※共同の研究者等の氏名(学年・現職等)記入 研究代表者: 朽木順綱 (ロボティクス&デザイン工学部空間デザイン学科・准教授) 研究協力者: 井門優菜, 夏目亜利紗 (ロボティクス&デザイン工学研究科博士前期課程) 外部協力者: 吉岡史樹 (株式会社パルペトゥーム代表) 北本悠伍 (Now Researching合同会社代表)			
助成金額	60万円	主な使途	展示用大型スクリーン製作, 設営費	
本研究に関する他の助成金受給の有無	なし・ <u>あり</u> ※助成先を記入 大阪工業大学研究プロジェクト助成金			

研究室名 学会・博物館名	大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部空間デザイン学科建築計画研究室
テーマ	多視点による共有が可能な客観型VR/ARディスプレイの設計と設営

【目的】

寸法や工期の制約が限られているなかで、建築空間については実物を展示することが困難である。例えばある建築家の業績を紹介するような展覧会などで、展覧会場から離れた敷地に建っていたり、すでに過去に解体されて現存しないような建築作品を展示する場合はさらに、その空間の特質を一般の来場者に分かりやすく提示することはために様々な工夫が求められる。こうした課題に対して、近年の情報・画像処理技術を応用したVR/ARを活用することが注目されているが、多くの場合は個人用ゴーグルなどの表示端末を着用して鑑賞する方法が採られ、来場者相互に展示内容を共有することができないことが多い。また、昨今の新型コロナウイルス感染症のように、接触型の端末を不特定多数の来場者が操作したり着用したりすることによる懸念も高まりつつある。そこで本研究では、仮想上の空間展示コンテンツを複数の閲覧者が共有しつつ、閲覧者の非接触型の操作に対してインタラクティブに応答しつつ、その展示内容が変化するようなシステムの開発、設営を行う。具体的には、本応募代表者が実行委員として企画に参画し、2021年10月に京都大学総合博物館で開催が予定されている「増田友也の建築世界——アーカイブズにみる思索の軌跡」展において、この建築家の遺作である「鳴門市文化会館」（図1）の仮想空間上での再現を試みる。



図1 鳴門市文化会館 模型写真(本研究者撮影)

【実施体制】

- ① [基礎技術の整備] フォトグラメトリ技術等を利用した精細な3次元画像情報の構築
 一般ユーザの機器環境であるスマートフォン、デジタルカメラのみを用いた写真情報をフォトグラメトリソフトに取り込み、一定の精度を維持した3次元画像情報の構築における最適化条件を導き出し、その上で3次元化の素材となる原本写真の加工や選別を自動化するプログラム、および、フォトグラメトリ用に最適化された写真を撮影するためのサポート機能を有したカメラアプリ等、画像処理の最適化手法を開発する。
- ② [情報工学的展開] 3次元画像情報に基づく、空間情報の階層化・構造化処理
 無階層なラスタデータとしての3次元画像情報を、編集可能なベクターデータへと変換するための基礎的な情報処理を施す。例えば画像情報を建物の主要構造部（壁、床、柱、階段など）とそれ以外の要素（出入口、窓、看板など）とに階層化することで、それぞれの画像要素に対して、建築工学的に解析可能な属性を付加する。
- ③ [建築工学的展開] 汎用性の高いベクターデータおよび空間情報データベース構築、展示企画のシステムデザイン

【実施方法】

本研究では、VRコンテンツの閲覧をゴーグル等の個人に限定することなく、閲覧者がどのような操作をし、どのような空間を体験しているのかを他の閲覧者と共有することで、多視点からの立体的な空間認識をリアルタイムかつインタラクティブに体験できるようなシステムの構築を試みる。具体的には、右のイメージ図で示すように展示対象となる建築空間を図面資料に基づく3Dモデルと現状建物のフォトグラメトリ映像として合成することで、建築家の構想（図面資料にもとづく3Dモデル）とその実現（現状建物のフォトグラメトリ映像）とを閲覧者がインタラクティブに往来し、建築家の設計構想を追体験できるようなシステムを提案する（図2）。3次元映像に図面情報と写真情報の2つのレイヤを重ね合わせ、没入感ある横長大型スクリーンに操作映像を投影することにより、操作者だけでなく他の閲覧者も視点を共有できるうえ、建築家（専門家）と閲覧者（一般者）との視点をシンクロさせるという共有性をも実現し、専門性や専門機器への依存性を脱し、多くの人気が安く建築設計や空間理解に参画できるようなシステムを実現することを目論む。

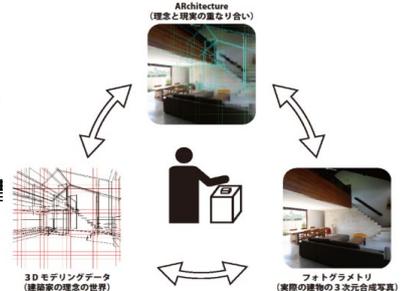


図2 展覧会展示システム概念

研究室名 学会・博物館名	大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部空間デザイン学科建築計画研究室
テーマ	多視点による共有が可能な客観型VR/ARディスプレイの設計と設営

【研究・教育普及活動の成果】

本研究の成果について、京都大学（図3）、鳴門市（図4）それぞれの展示会場にて下記の通り展示解説を行った。展示解説においては、対象建築物についての分析に合わせ、コンテンツ制作にかかる技術的要点や、建築空間をデジタル保存、展示することの意義等について言及した。

■展示解説①：資料解説「淡路から鳴門へ」（京都大学総合博物館開催ウェビナー）

日時：2021年11月6日（土）14時00分～16時00分

発表者：市川秀和（福井工業大学）「増田友也の生涯」

水上 優（兵庫県立大学）「瀬戸内の庁舎」

門間 光（京都大学）「地域計画と風景」

杉山真魚（岐阜大学）「鳴門の教育施設群」

朽木順綱（大阪工業大学）「鳴門市文化会館」

※登壇順

ナビゲーター：田路貴浩（京都大学／本展実行委員長）

■展示解説②：ギャラリートーク（旧北灘小学校（鳴門巡回展会場））

日時：2022年5月15日（日）13時～16時30分

発表者：田路貴浩（京都大学大学院）「増田友也と瀬戸内の風景」

齋藤歩（京都大学総合博物館）「京都大学研究資源アーカイブで実施した建築図面等の資料整理」

杉山真魚（岐阜大学）「鳴門の教育施設群」

朽木順綱（大阪工業大学）「鳴門市文化会館のこれまでとこれから」

※登壇順



図3(左) 京都大学総合博物館での展覧会ポスター



図5 展示コンテンツ(京都大学総合博物館)
※図面資料から制作した3Dモデル(左、緑色の線画)が、観覧者の操作(非接触センサーを用いたコントロール操作)

本研究において制作した展示コンテンツについては、今後多くのインタラクティブ型映像展示の需要が見込まれる博物館企画において、注目すべき成果であったことを当該展覧会の企画者（京都大学総合博物館）により評価された。さらには、コロナ感染症予防策として、従来のタブレットやコントローラーを用いた映像展示ではなく、非接触型センサーを用いた操作手法が注目され、ポスト・コロナ時代における新たな展示手法として、建築空間以外への技術応用について新規の開発課題を博物館と共有している。また、同展覧会の注目の高さから、巡回展を実施することが決定し、今回制作したコンテンツの対象建物が所在する徳島県鳴門市での展示が実施された（「増田友也の建築世界——鳴門への旅」（会場：旧鳴門市北灘小学校（増田友也設計）、会期：2022年5月6日(金) - 5月15日(日)、図4）。現在、同展で別の展示コンテンツを制作した企業との新たな映像コンテンツの制作協力依頼を受けているほか、3次元点群データを用いた新たな建築空間展示手法の開発などへの技術応用を検討中である。3次元点群データの計測と、そのデータを用いた映像を展示する。点群データ計測技術企業との協力のもと、建物内外を断層写真のように自在に切断、復元できるような操作システムを開発し、建設当初の建物の復元や、外部環境と内部空間との相互作用（日照のシミュレーション等）について、視覚的な理解を容易にするコンテンツを計画している（仁和寺霊宝館周秋季名宝展、「国宝を護る仁和寺霊宝館：仁和寺名宝と片岡安の遺産」、2022年9月17日（土）～12月4日（日）、会場：真言宗御室派 総本山仁和寺、主催：学校法人常翔学園、総本山仁和寺、次頁に詳説）。

研究室名 学会・博物館名	大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部空間デザイン学科建築計画研究室
テーマ	多視点による共有が可能な客観型VR/ARディスプレイの設計と設営

【今後の成果の活用と活動の展開について】

本研究の成果のを、映画産業を例にして位置づけるとすれば、「プリビズ」と呼ばれる手法との共通性を挙げることができる。これは、3DCGが多く用いられるようになった現在、絵コンテよりも直感的なカメラをつかってイメージを製作共有する手法のことで、完成されたコンテンツを精細に作り込む前の、制作者間でのイメージ共有や、手早く修正や補足を行うための試作手法といえるが、このような制作手法が、今後さまざまな共創プラットフォームの基本的な製作スタイルになってくる可能性も想定される。本研究では、こうした可能性を空間デザイン学へと展開しようとするものであり、国が推進する先述のPLATEAU（3次元都市空間情報データベース）のように空間情報のオープンデータ化による共創プラットフォームの構築に寄与するものといえる（図6）。

将来的には、Google MapやGoogle Earthが一般ユーザーの個人用端末で手軽に地理情報を閲覧できるように、これをVR/ARへと展開できる3D情報データベースに発展させるとともに、Wikipediaのようなアドホックなユーザ参加性や共有・編集機能を付加することで、実空間における公共空間にも比類しうる、開かれたVR/AR空間の構築を旨論む。

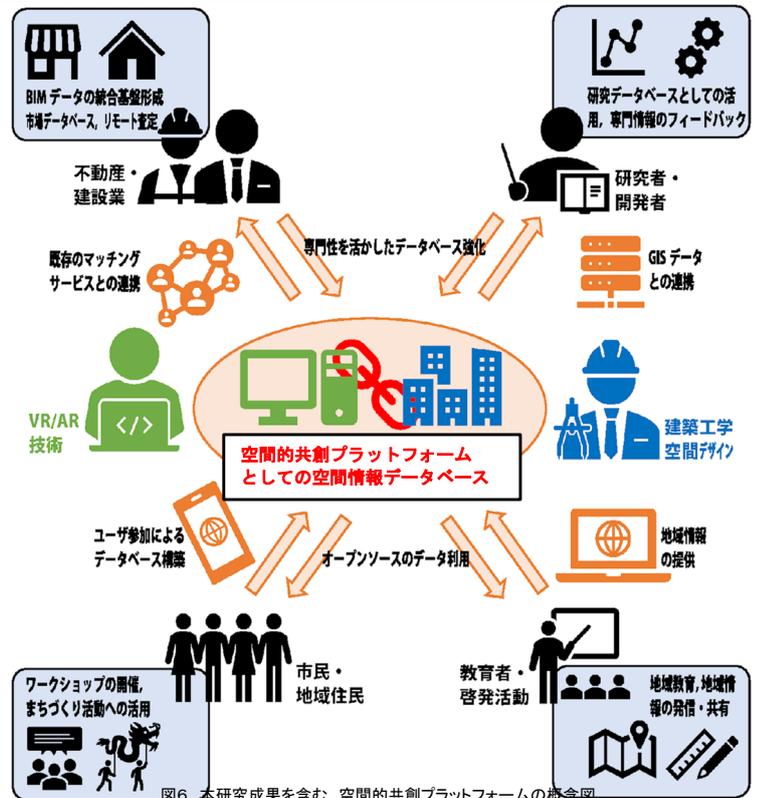


図6 本研究成果を含む、空間的共創プラットフォームの概念図

現在のVR/ARコンテンツの大部分は、ゲームや商業映像のように一般消費者向けの営利的目的のために制作されるものであり、本研究を通して制作したシステムやサービスのように、博物館などの事業者、あるいは教育機関、行政機関との協同によるものは、制作コストやユーザーの認知度、関心に限界があると言わざるを得ないのが現状である。しかし先述したように、こうしたコンテンツを社会的な共有リソースとし、地域性や時代を越えて自由に閲覧可能とすることで、これまで一定以上の専門的知識や技能がなければ読み取ることが難しかった建築、都市空間の記述形式について、より幅広い人々が直観的に把握、理解することが可能となり、現在のエンターテインメント的利用に限らず、公共施設や新たな都市・地域計画に関する協議や討論、協同のための場が、現在以上に開かれる可能性がある。また、営利を目的とする開発には収益性などの前提が障壁となるが、本研究のように展覧会などの教育・普及事業と連携することで、収益性とは別の目的のもと、ある程度長期的に継続可能な学術的研究として開発を推進する可能性が期待できることを確認することができた。

このため、本研究で実現した成果を広く発信し、その意義についての広い認知を心がけるとともに、今回のプロジェクトを通して得られた協力者や関係技術者とのネットワークを堅実に維持、進化させ、本研究の応用的事業や実社会への成果還元につながるような企画や活動を今後も積極的に進めていく必要がある。

なお、本研究の成果を継続的に発展させている事例として、現在本研究者らが新規に取り組んでいる展示コンテンツを示す（図7、展覧会概要は前頁末に記載）。これは歴史遺産建築を現地で点群データとして計測、記録したものを、その空間構成が把握しやすいように切断モデルとして再構成、編集し、これを本研究と同様に観覧者の操作により自由視点から閲覧できるように計画しているもので、今後は歴史的建造物などのデジタル保存だけでなく、その修繕や復元、改変などについての検討のための共創プラットフォームとなりうる可能性を示唆する表現手法といえよう。



図7 点群データを用いた展示コンテンツ事例（観覧者の操作により、視点位置や断面位置を自由に移動し、専門的知識や技能によらない空間構成の直観的把握を可能にする）