遠方の自治体を対象としたPBL型授業における アバター利用の効果とその改善点

Effects and Problems on Avatar Introduced to PBL Type Class on Far Municipality

田中 泰司，高原 利幸，水谷 元紀，嘉藤 里菜
Yasushi TANAKA, Toshiyuki TAKAHARA, Motoki MIZUTANI, Rina KATOH

人口減少が進む地方自治体の問題について学習することを目的として，珠洲市をフィールドとしたPBL型の授業を実施した。各チームで実施されたPBL活動は都市計画やまちづくりに関わる内容であり，活動を進める中で都市計画や交通計画分野の専門知識を自然と学習することができた。遠隔地をフィールドとした場合には現地調査やヒアリングが難しくなるという問題が生じると予想されたので，その一部を解消すべく，アバターによる授業参加を試みた。その結果，アバターをうまく活用すれば実体をもった人間の参加と同等の教育機会を得られることが確認できた。
キーワード：地方自治体，アバター，ポスターセッション，PBL

Suzu city was dealt with in PBL class aiming to study on problems in the shrinking municipality. Activity of each team relates to urban planning and/or urban renovation in the class. They learned technical knowledge of urban planning and traffic planning by themselves. Because it was expected that field survey and hearing survey were difficult if distant area was selected as subject of PBL activities, avatar was tried to join the class to solve the problem partially. As a result, it was confirmed that avatar can supply educational opportunity similar to real human.
Keywords: Municipality, Avatar, Poster session, PBL

１．はじめに

金沢工業大学では，プロジェクトデザイン教育を推進しており，１年次おいては学科混成クラスによるPBL（Project Based Learning）を「プロジェクトデザインI」という科目において実施している。また，２年次科目である「プロジェクトデザインII」では，各学科の専門性を高めた内容でPBL活動を展開している。本稿では，2019年度に環境土木工学科が実施したPBL型授業の内容を紹介する。

１．１　環境土木と地方都市の問題

環境土木工学は「美しい国土」「安全にして安心できる生活」「豊かな社会」を実現するための工学[1)]である。この目的を達成するために，防災施設や道路などの社会インフラを作り，維持管理する仕事を担っている。環境土木工学科の卒業生の多くが，地方自治体の建設課や土木課に就職し，公共工事の計画・監理に携わる。それらの工事を請け負う施工会社や設計会社に勤める卒業生も多い。このように，環境土木工学は地方自治体と密接に関わる学問分野である。

近年，地方自治体では少子高齢化と大都市への人口流出によって，人口減少が進んでいるところが多い。それに伴って税収が減少し，役所の職員数を削減せざるを得なくなっている。一方で社会福祉費が増大し，公共施設が老朽化するなど，費用と手間のかかる問題が年々増えている。その結果，それぞれの職員が抱える職掌と業務量が増大している。従来の仕事のやり方では，早晩，役所機能が滞る恐れがあることから，従来の方法にとらわれずに，問題を解決する方法を考え出し，実行することが地方自治体にとって必要となる。また，そのための能力を大学在学中に養うことが，地方自治体への就職を目指す学生には求められるようになると予測される。

１．２　環境土木分野における地域を対象としたPBL

地方自治体の実状を鑑みれば，PBLで学習するような，問題発見能力・問題解決能力を醸成する授業は，社会から求められる人材の育成に欠かせないといえる。PBLは，学習者の主体的な活動と学びが学習の質と成果のレベルを支配していることから，学習者の学習意欲を促すようなテーマ設定が重要である。その点で，PBLで取り扱うテーマは，現在進行形であり，リアリティのあるものの方がよいと考えられる。地域を対象としたPBLはその典型事例である。金沢工業大学においてもすでに金沢市や野々市市と連携して，地域の問題の発見と解決活動を全学的に実施している[2)]。環境土木分野においても地域を対象としたPBL教育は近年，実施事例が増えている。たとえば，呉工業高等専門学校では，環境都市工学科の5年生を対象とした「エンジニアリングデザイン」において，地元で実際に実施されている道路計画を題材としたPBL型の実習を行っている[3)]。自然環境や沿道状況を踏まえて全長5km程度の高速道路のルート選定を行い，道路の概略設計を行うという実務に近い内容となっている。また，長岡工業高等専門学校では専攻科1年生を対象とした「エンジニアデザイン演習」において，地域の企業や教育機関等が抱える問題をテーマとしたPBL型のアクティブラーニングを実施している[4)]。たとえば，平成27年度はコンクリート構造物の施工管理技術をテーマに設定するなど，地域の企業からテーマ提供や発表会への参加などの協力を得ながら授業を運営している点にこの授業の大きな特徴がある。両者ともに，実際に現場で生じている“生きた”問題を題材として取り上げることによって受講者の意欲を高めていること，問題解決には環境土木の専門知識が必要となることから自ずと専門的な学習が促されていることが共通している。

１．３　フィールドの設定

上述の事例のように，地域をフィールドとしたPBL教育は，環境土木分野の学びを深めるために有効であるものの，一方では制約もある。たとえば，取り扱うテーマや問題は対象とする地域の実状に縛られることは，大きな制約のひとつである。また，対象とする地域は授業を実施する教育機関の周辺自治体におのずと限定されることになる。各種の調査活動のしやすさを考えると，至近の自治体の方が都合が良いからである。

地域を対象とした環境土木分野のPBL科目を立ち上げるにあたり，まず，対象地域の検討を行った。上述のとおり，授業運営上は至近にある自治体が良い。金沢工業大学の場合，授業を行うキャンパスが立地する金沢市，野々市市が該当自治体となる。図1は，2019年の人口[5)]を2004年の人口で割った値を石川県内の全自治体について示したものである。人口が増加した場合に1より大きくなり，人口が減少した場合に1より小さくなる。ここ15年間において，金沢市および野々市市を含む加賀地方では人口が横ばいか増加している。これらの自治体をフィールドに設定した場合には，人口増加段階における都市の問題が活動の対象となる可能性が高い。一方，羽咋市から右側の能登地方では総じて15年間で人口が2〜3割減少している。前述のとおり，今回の授業の狙いは，近い将来に日本全国の自治体で起こると予想される，人口減少に伴う様々な問題について考えることにあるので，すでに人口減少問題が顕在化している自治体を選定するのが良いと考えた。この結果を踏まえ，本授業のフィールドは能登地方の自治体に絞り込むことにした。最終的には珠洲市をフィールドに選定し，珠洲市役所から授業へ協

力を得ることとなった。

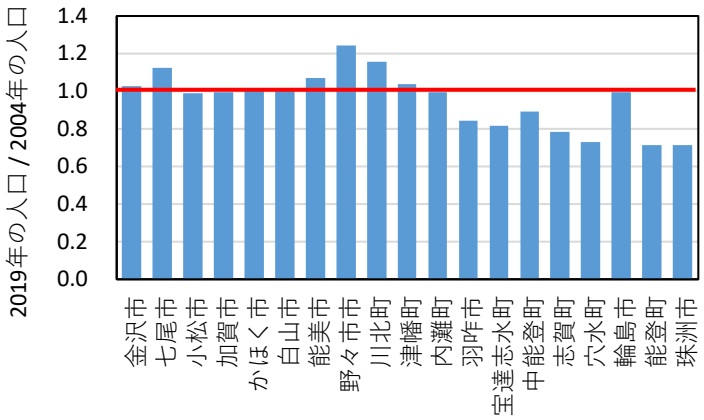


図１　石川県内の自治体の 2004 年～2019 年の期間における人口増減比 [5)]

１．４　珠洲市の概要

珠洲市は能登半島の先端に位置している（図２参照）。人口は 1950 年にピークとなり（38157 人）[7,8)]，2019 年時点の人口は約 14,300 人とピーク時の 4 割以下まで減少している。国の推計によれば，2040 年には現在の約半分の 7500 人に，2060 年には 4100 人にまで減少すると予想されている（図３参照）。主な産業は農林水産業である。特産品として珠洲焼や珪藻土製品，塩，能登牛などがある。主な観光地として，見附島や禄剛埼灯台などがあり，市全体で年間約 106 万人の観光客が訪れる（平成 30 年度）[6)]。

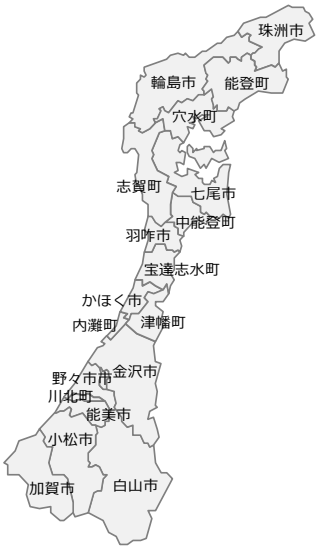
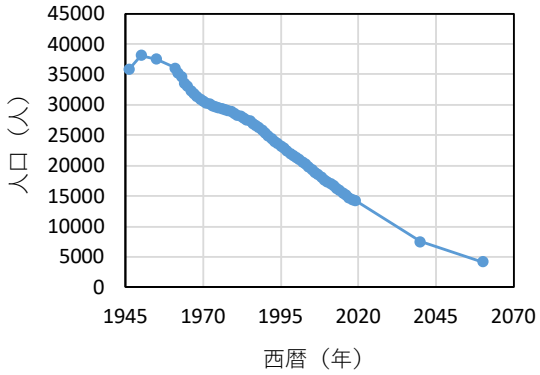


図２　石川県の自治体の位置



＊2040 年，2060 年は推計値
＊1960 年以前は国勢調査による

図３　珠洲市の人口推移

２．授業運営

２．１　授業運営上の課題と対応方法

珠洲市は人口減少社会の問題を考える対象として適当な自治体ではあるが，授業が実施される野々市

市からは約 150km 離れている。公共交通機関を利用して受講学生が現地に赴き，調査することが難しい。その結果，情報の収集手段がインターネット検索や新聞などのメディアに限られ，珠洲市民の声を直接聞くことができないという問題が発生すると予想された。収集する情報の質の確保は，本授業の活動全体を左右する重要な課題である。そこで，メディアだけからでは得られない情報が取得できる機会を提供するために，2019 年度の授業では，珠洲市役所の職員に授業に複数回参加してもらうこととした。

人口減少により発生する新たな問題は，そのほとんどがどの自治体も解決できていない難しい問題であり，学生がゼロから解決策を立案することは難しいと予想された。そこで，解決策を考える上でのヒントを提供することを企図して，民間活用によって社会インフラの維持管理の問題を解決した先進事例を外部講師から紹介する機会を設けることとした。

２．２　授業進行

授業は全 15 回であり，各回の授業時間は 100 分である。通常は 3 クラスに分かれて授業を行った。各クラスの受講者は約 30 名であり，5〜6 チームに分かれてチーム活動を行った。第 5 回，9 回，15 回は合同授業とした。第 1 回目にガイダンスを行ったあと，第 2〜4 回目で珠洲市の調査を行い，各チームで取り組むテーマを決定した。第 5 回にはポスターセッションを行い，活動テーマについての発表を行った。この際，珠洲市役所の職員に参加してもらい，コメントを得る機会を設けた。第 6〜8 回で活動テーマに関する情報収集を進め，問題の構造分析を行い，課題設定を行った。第 9 回は 3 クラス合同授業として，外部講師による特別講義を行った。第 10〜14 回で課題を解決するためのアイデアを創出した。創出したアイデアを具体化するとともに，そのアイデアの実現性についても検討した。第 15 回は 3 クラス合同でポスターセッションによる成果発表を行った。第 5 回と同様に，成果発表においても珠洲市役所の職員に参加してもらった。その際，珠洲市と野々市市の移動の負担を軽減するために，アバターを用いたことが本授業の大きな特徴のひとつでもある。合同授業以外の授業の詳細な進行や内容は各クラス担任の裁量に委ねることとした。

３．授業の状況

３．１　ガイダンスおよび授業導入部

第 1 回目の授業において，受講学生に対して珠洲市に関するアンケートを行った。回答結果を図 4 に示す。回答数は 28 である。珠洲市が石川県内にあるかどうかの問いに対する正答率は約 80%であったが，石川県の白地図から珠洲市の場所を選択させる問いに対しては正答率が約 30%であった。石川県外出身者の大半が珠洲市の場所を知らないといえる。また，これまでに珠洲市にいったことのある受講生の割合は 14 %であり，行ってみたい・もう一度行ってみたいと回答した割合は 34 %に留まった。このように，見ず知らずの地域をフィールドに設定した場合，授業導入時の受講者の関心や興味が低くなる恐れがあることがわかった。この問題は活動を進める中で徐々に解消されるものの，授業の序盤の活動を活発にするためには，対象地域への関心や興味をひくための工夫が必要である。

多くの受講学生が珠洲市という地方自治体になじみがない状態からスタートしたので，授業の序盤では，珠洲市の歴史や風土の調査を行い，珠洲市を知るところから活動を始めた。また，マスタープランを読んでまとめる作業を課題に課すことで，珠洲市がどのような都市計画を進めているのかを理解するとともに，都市計画の仕組みを学習した。

受講学生は珠洲市に関する調査をほぼインターネット検索により行っていた。図書館や地方新聞，学内の珠洲市出身者など，他の調査手法が有効に活用されなかったことは課題のひとつである。

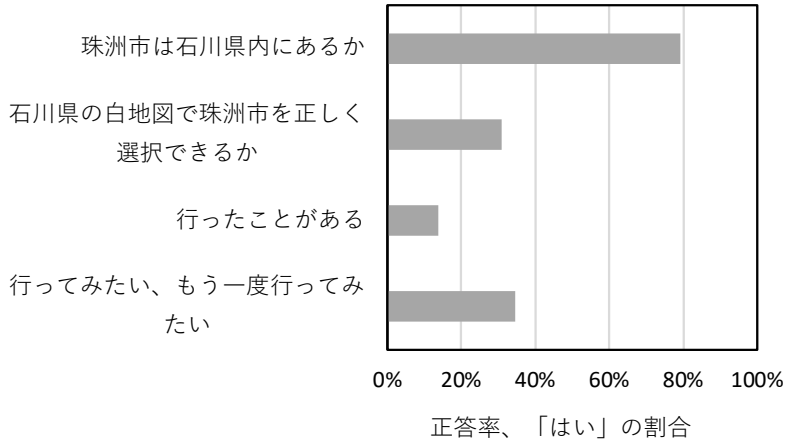


図４　授業開始時に行った珠洲市に関するアンケート結果（回答数 28）

３．２　中間発表

第 5 回に，各チームで設定した活動テーマについて，ポスターセッション形式で発表を行った。その際に珠洲市役所の職員 2 名が来校し，ポスターセッションに参加した。

このポスターセッションでは，アバターでの参加を試行的に実施した。アバターには様々な種類があるが，本授業では遠隔から移動操作と会話ができる ANA アバター[9]を用いた。図 5 にアバターによるポスターセッションへの参加状況を示す。ANA アバターは操作者の顔が映るモニターが，電動 RC カーに搭載された形状をしている。このアバターをポスターセッション会場に隣接した部屋から操作して，ポスターセッションに参加した。その際に発生したトラブルや課題を整理し，第 15 週のポスターセッションに向けて対策を講じた。その詳細は 4 章で述べる。



図５　アバターによるポスターセッションへの参加の様子（第５週）

３．３　特別講義

第 9 回の特別講義では，軽井沢にある白糸ハイランドウェイの運営について同社顧問の中川均氏が講演した。予算が減少する中で維持管理案件が増大している社会インフラ分野では，新たな対応策として民間活用[10]が注目されている。白糸ハイランドウェイは数少ない日本国内における道路管理の民間活用

事例のひとつ[11]である。公共セクターの予算削減効果だけでなく，民間の努力による観光地の整備効果などを学習した。受講者にとっては社会インフラの最新の潮流を学び，かつ，従来の枠組みを超えた実現性の高いアイデアを創出するヒントとなりえる内容である。講義のあとに，各チームに分かれて，講義の感想や自分たちが取り組んでいる問題との関係についてディスカッションを行った。

３．４　課題解決活動

表１に各チームの活動テーマの一覧を示す。これらを整理すると，空き家，公共交通機関，買い物難民，観光，耕作放棄地，避難所，人口の６つに分類された。いずれのテーマも，珠洲市をはじめ全国の地方自治体で深刻化している問題であり，解決の難しい問題でもある。また，程度の差こそあれ，いずれも都市計画やまちづくりに関わるテーマである。活動を進める中で，マスタープランやコンパクトシティ，シェアライド，費用便益分析といった都市計画および交通計画分野の専門知識について各チームの活動の中で自然と学習が行われた。地方自治体の問題解決活動を PBL 型の授業で取り組むことは都市計画やまちづくりの学びを深める有効な方法のひとつである。

問題解決のためのアイデアの創出に際しては，ブレーンストーミング法[12]を基本としたが，チェックリスト法[13]など別のアイデア創出方法を試したり，SDGs カードゲーム[14]を行って，イノベーティブなアイデアを生み出す訓練を行ったクラスもあった。創出したアイデアの実現性については，社会インフラの計画過程で用いられる費用便益分析[15]を用いて確認を行ったクラスもあった。

難しいテーマを設定している上に，珠洲市役所の職員に対して成果報告を行わなければならないというプレッシャーがかかるため，実現性のあるアイデアの創出に迫られ，課題解決活動は停滞する傾向にあった。制約とプレッシャーのかかる状況の中でも，柔軟で多様なアイデアを創出できるように授業運営で工夫する余地はあるであろう。

表１　各チームの活動テーマの一覧

No.	活動テーマ	分類
1	スマートシティ推進のための空き家を利用した移住促進案	空き家
2	空き家問題	空き家
3	津波浸水地域に集中する老人福祉施設を廃校跡地を利用した安全地域へ移し，避難所としても利用できないか？	空き家
4	公共交通機関が少ないので後期高齢者の免許返納が進まない	公共交通機関
5	バス無料化の検討（公共交通問題）	公共交通機関
6	緊急輸送に時間がかかる地域がある	公共交通機関
7	珠洲市の交通問題解決における自動運転の利用法	公共交通機関
8	買い物難民	買い物難民
9	観光 PR のための「おくのーと」の利用促進法とその効果	買い物難民
10	観光政策を行っているが，観光客数が伸びない	観光
11	特産品の PR 不足	観光
12	市外の若者に興味を持ってもらえない	観光
13	観光地の PR 不足	観光
14	耕作放棄地の増加による獣害	耕作放棄地
15	耕作放棄地の問題	耕作放棄地
16	飯田町における避難所の適切性と代替避難所及び経路の提案	避難所
17	転出超過による人口減少	人口減少

３．５　成果発表

第 15 週に成果発表としてポスターセッションを行った。アバターの操作者 2 名が珠洲市役所を訪問し，金沢工業大学内にあるアバター2 台を操作した。表 2 の活動テーマと関わりの深い部署の担当者 4 名がアバターを介してポスターセッションに参加し，受講者と遠隔で会話を行った。ポスターセッションの状況を図 6 に示す。ポスターセッション終了後，アバターに関するアンケートを実施したところ，アバターと会話した受講学生は，画面越しであっても相当に緊張していたことがわかった。



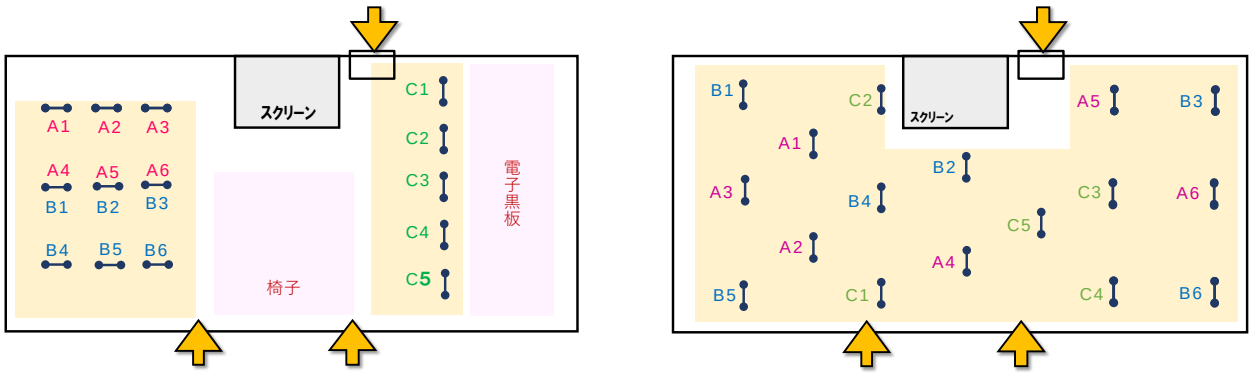
図６　アバターによるポスターセッションへの参加の様子（第 15 週）

４．アバター導入時の注意点

今回の授業が国内で初めてアバターをポスターセッションに導入した事例であると考えられるので，今後の参考のために，練習時や実施時に生じたトラブルとその対応方法について以下に記述しておく。

４．１　第 15 回授業時までに明らかになった課題と解決方法

今回使用したアバターは魚眼カメラを搭載したものであり，通常の平面ディスプレイを見ながら操作する仕組みとなっている。平面画像では距離感がつかめないため，ポスターや相手との適切な距離を保つことが難しい。そこで，ポスターから約 1m 離れた床面にアバター用の目印を付けておいた。



(a) 中間発表時（第 5 回）のポスター配置　　**(b) 成果発表時（第 15 回）のポスター配置**

図７　ポスターセッションにおけるポスターの配置図

アバターに搭載されているマイクは全方向性マイクであるので，相手の声が周囲よりも小さいと聞き

取ることができなくなる。図 7 (a)は中間発表時のポスターの配置図である。この配置ではポスターどうしが近接しているので，隣のポスターの会話が混入し，意思疎通が難しくなるケースが多かった。そこで最終回の成果発表では(b)に示すように会場を広く使い，ポスター間の距離を保つようにレイアウトを変更した。これによって会話の混入の問題は解決することができた。

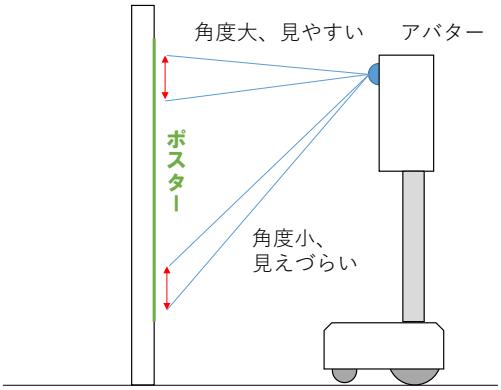


図８　アバターから見た文字の大きさの違い

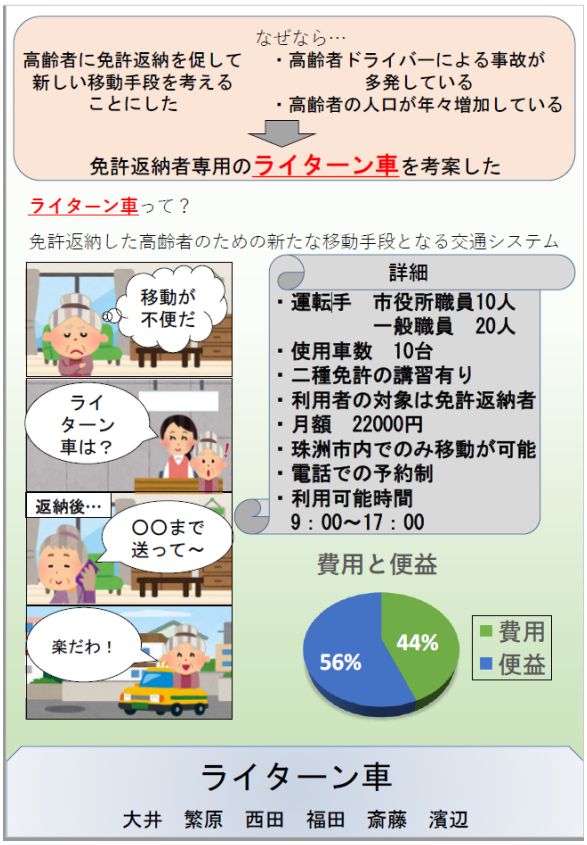


図９　成果発表ポスターの例

アバターのカメラは地面から約 130cm の高さに固定されているため，ポスターの部位によって同じ大きさの文字でも見え方が異なるという現象が起こる。図８にそのメカニズムを示す。今回は高さ 180cm に衝立にポスターを貼り付けたためにポスターの上部は見えやすいが，下部は見えづらくなった。その対策として，下部で使用する文字はサイズを大きくするように指示した。また，ポスターのタイトルを最下部に配置することを推奨した。さらに，第 5 週の中間発表のポスターを添削し，第 15 週の成果発表時に参考にするように指示した。その結果，図９に示すようにアバターだけでなく人間にとっても見やすいポスターを作成したチームが多かった。なお，この事例では高齢者の免許返納が進まない現状を問題として取り上げ，解決策に至るまでに自動車の社会的費用や公共交通システムについての学習が行われた。

上記と同様の理由で，ポスターの部位によって明るさが異なり，下部が暗く見えづらいという問題が生じることがわかった。今回はポスター下部を照らすための LED 照明をアバターに取り付けて対応した。

４．２　第 15 回で生じたトラブルと対処方法

第 15 回のポスターセッションに向けて，事前に珠洲市役所から金沢工業大学のアバターが操作できることを確認した。本番の授業では珠洲市役所の同じ部屋から 2 台のパソコンでアバターを操作したが，

隣のパソコンの音声と混線し，スムーズな会話ができなかったので，2 台同時に会話はできなかった。別室で操作するか，ヘッドフォンを使用するなどの対応が必要である。また，音声が途切れる現象が発生した。最低限の会話は成立していたが今後の改善に向け，原因究明と対処方法を検討する必要がある。

５．IOT を活用した授業の可能性

５．１　アバターの授業参加による効果

今回の授業で使用した ANA アバターは，3 次元の形をもっていて動き回り，会話をするので，姿かたちこそ違うが人間に近い存在が感じられる。そのためポスターセッションについては，実体で参加した場合と同程度の経験ができることが今回の授業で確認できた。アバターで会話する市役所職員も頻繁に交代することが可能であるので，学生は適切な担当者から適切なコメントを受けることができた。このような教育的な機会は，実体参加では設けることが難しいので，アバターが順調に稼働すれば実体参加以上の教育効果が得られる可能性がある。

第 1 章で紹介したように，地域を対象とした PBL 型の授業は環境土木分野においても広がりを見せている。しかし，対象とする地域は周辺に限られ，遠隔地を対象とした授業の実施は難しいという制約があった。今回の授業を通じて，アバターをはじめとする IOT 機器の導入によって，この制約が解消できる可能性が示された。

５．２　さらなる IOT の活用

受講者にとって見知らぬ地域をフィールドとすると，授業の序盤の活動が停滞する可能性が高くなる。フィールドとする地域を知るためには実際に現地に赴き，調査を行うことが有効ではあるが，遠隔地であるほど，実施が難しくなる。この距離の壁を解消する方法として，VR（Virtual Reality）や TV 会議などを使って，遠隔で視察や聞き取り調査を行うことが考えられる。

６．まとめ

人口減少が進む地方自治体の問題について学習することを目的として，珠洲市をフィールドとした PBL 型の授業を実施した。各チームで実施された PBL 活動は都市計画やまちづくりに関わる内容であり，活動を進める中で都市計画や交通計画分野の専門知識を自然と学習することができた。遠隔地をフィールドとした場合には現地調査やヒアリングが難しくなるという問題が生じると予想されたので，その一部を解消すべく，アバターによる授業参加を試みた。その結果，アバターをうまく活用すれば実体をもった人間の参加と同等の教育機会を得られることが確認できた。今回の授業では，授業序盤に対象地域に対する受講者の関心を高める必要があることが課題として挙げられた。また，現地調査やヒアリングの問題についてもアバターのみではすべてを解決することはできなかった。これらの課題に対しても，今後，IOT を活用して解決をはかる必要がある。本授業の改善が進めば，珠洲市のみならず国内外の様々な地域へ展開できる授業フォーマットが構築できると期待される。

参考文献

1）土木学会・土木技術者の倫理規定・(1999)
2）村尾俊幸，星野貴俊，山田圭二郎，松本重男，磯崎俊明・プロジェクトデザイン科目における地域連携テーマ実施の効果・KIT Progress・26・pp.285-294・(2018)
3）神田佑亮・教育現場での技術伝承―「エンジニアリングデザイン教育」を通じて―・土木学会誌・Vol.102・No.12・pp.32-33・(2017)
4）井山徹郎，外山茂 PB 浩，床井良徳，土田泰子，桐生拓，池田富士雄，赤澤真一，村上祐貴・地域の課題を解決するエンジニアリングデザイン教育・長岡工業高等専門学校研究紀要・Vol.51・pp.63-

69・(2015)
5）石川県・住民基本台帳人口のデータ・https://www.pref.ishikawa.lg.jp/sichousien/tihou_jukijinkou.html・2019 年 8 月 16 日確認
6）珠洲市・平成 31 年版統計すず・(2019)
7）珠洲市・第 2 次珠洲市都市計画マスタープラン・(2017)
8）総務省統計局・昭和 22 年臨時国勢調査・(2014)
9）ANA アバターHP・https://ana-avatar.com/・2019 年 8 月 18 日確認
１０）金友啓太・インフラマネジメント―ファイナンスやリスク管理からみるこれからのあり方―・土木学会誌・Vol.104・No.5・(2019)
１１）白糸ハイランドウェイ・株式会社ガイアート HP・https://www.gaeart.com/shiraito/・2019 年 8 月 18 日確認
１２）高橋潔，堀上明・創造性の現状と課題・Business Insight・81・pp.4-9・(2013)
１３）長谷川礼，西本一志・思考者の盲点を発見し活用する発散的思考技法・情報処理学会研究報告・Vol.2015-GN-94・No.8・pp.1-7・(2015)
１４）The SDGs card game “X”HP・Rebirth project・https://www.rebirth-project.jp/the-sdgs -action-cardgame-x/・2019 年 8 月 18 日確認
１５）国土交通省道路局都市局・費用便益分析マニュアル・(2018)

［受付日　令和元年（2019 年）8 月 19 日，採択日　令和元年（2019 年）11 月 11 日］



田中 泰司
准教授・博士（工学）
工学部
環境土木工学科



高原 利幸
准教授・博士（工学）
基礎教育部
基礎実技教育課程
プロジェクト教育センター



水谷 元紀
教授
基礎教育部
修学基礎教育課程



嘉藤 里菜
環境・建築学部
環境土木工学科