

拡張現実 (AR) 技術による 景観シミュレーション

—東京農業大学世田谷キャンパス新研究棟を事例として—

國井洋一*・大輪穀史**

(平成 28 年 11 月 17 日受付 / 平成 29 年 1 月 27 日受理)

要約：本研究では、新研究棟の建築計画が進められている東京農業大学世田谷キャンパスのユリノキ広場を対象地とし、拡張現実 (Augmented Reality : AR) 技術を用い、スマートフォンのカメラ機能を用いてユリノキ広場に仮想の新研究棟の 3DCG モデルを表示させることで新研究棟竣工時の景観シミュレーションを行った。新研究棟には現状の 2 号館、7 号館、10 号館、11 号館、13 号館、18 号館に属する各学科の研究室や演習室等が移転する予定である。そのため、それら現状の建物の延床面積の総計を算出し、新研究棟の延床面積はその値を上回るように設定して 3DCG モデルの作成を行った。また、新研究棟の外観形状には様々なものが想定されるため、本研究では計 5 種類の 3DCG モデルを作成してシミュレーションを実施した。その結果、新研究棟が建てられた後の景観に対し現実に近い形でのシミュレーションが達成され、眺望の確認や圧迫感の度合い等を確認することが可能となった。

キーワード：拡張現実 (AR)、世田谷キャンパス、景観シミュレーション、3DCG

1. はじめに

東京農業大学世田谷キャンパスでは、キャンパスの再整備計画が進められている¹⁾。その一環として平成 23 (2011) 年に長年学生の学び舎となっていた旧 1 号館を閉鎖し、その機能をグラウンド南側に建てられた現 1 号館へと移した。その後、旧 1 号館は平成 25 (2013) 年に解体され、その跡地は地域環境科学部造園科学科により芝生地として整備され、現在はユリノキ広場と称して開放されている。なお、ユリノキ広場には、近い将来に世田谷キャンパスの研究機能を集約させた新研究棟が建設される予定であるが、建物の形状や大きさについては公表されていない。ただ、今後ユリノキ広場を中心とした世田谷キャンパスの景観が移り変わっていくことは確実であるため、そのシミュレーションを行うことは、キャンパスの将来計画の上でも重要であると考えられる。

一般的に、建物の新築や空間の設計などにおいては、3DCG や 3DCAD、イラスト等を用いて完成予想図を示し提案することが多い^{2,3)}。しかしながら、ユリノキ広場の景観シミュレーションを行うためには、新研究棟のみならず既存の建物や植栽も表現する必要がある。それらを実物に忠実かつ季節変化なども表現することは、多くの労力を要することとなる。

そこで本研究では拡張現実感 (Augmented Reality : 以下 AR) 技術を、新研究棟竣工後の景観検討へ応用することとした。AR 技術は、スマートフォンのカメラ等を通し、

現実世界のある対象物に新たな情報を付加させることにより現実を拡張させる技術である。具体的には、特定のマーカや対象物、景色等をカメラが読み取ることで現地に 3DCG モデルが表示されるものであり、これまでは主に観光やゲーム等の娯楽において利用されてきた⁴⁾。一方、AR 技術を用いた景観シミュレーションに関する学術研究としては、造園分野における AR の応用可能性を示したものの⁵⁾、過去の建造物を表現することによって景観を再現したものが⁶⁾、一定の敷地内において新築される建築物においても有用であると考えられる。本研究ではこの AR 技術を用いて、対象地であるユリノキ広場に仮想の新研究棟の 3DCG モデルを表示させることで、景観シミュレーションをより現実に近い形で実施することを目的とした。

2. 研究対象地について

本研究の対象地である東京農業大学世田谷キャンパスは、昭和末期までは東京農業大学唯一のキャンパスとして全学部全学科が設置されていたが、平成元 (1989) 年にオホツクキャンパスが開設されて以後、平成 8 (1998) 年の厚木キャンパス開設と続き厚木キャンパス開設と同時に農学部のみだった学部編成を 6 学部 19 学科に改組し、平成 12 (2002) 年には大学院も開学した。このように学科の改編や大学院開学を経てきたが、世田谷キャンパスにある建物の多くは昭和 30 年代から 40 年代に建設されたものであり、既に 50 年近くの築年数を経ているものもある。このような、老朽化した施設の更新や敷地の有効活用へ向

* 東京農業大学地域環境科学部造園科学科

** 東京農業大学地域環境科学部造園科学科 (東京地下鉄株式会社)

けて、東京農業大学ではキャンパス整備の基本構想を策定し進められている。その一環として、平成 18 (2006) 年に桜丘アリーナ、平成 20 (2008) 年に常盤松学生会館、平成 23 (2011) 年に現 1 号館がそれぞれ竣工し、建物の建て替えが進められてきた⁷⁾。

図 1 は平成 28 (2016) 年 5 月現在のキャンパス平面図であるが、キャンパス内の南に本研究の対象地であるユリノキ広場がある。ユリノキ広場の大きさは南北約 48m、東西約 120m、面積約 5,760m²であり、この敷地に新研究棟が建てられる予定である。新研究棟には、現在学部や学科単位の建物で分かれている研究機能を集約する目的がある。図 2 は再整備構想のイメージ図であるが、この新研究棟の建設に伴い 2 号館、7 号館、10 号館、11 号館、13 号館、18 号館の機能が集約される見込みであることが窺える。

3. 新研究棟 3DCG モデルの作成

(1) 新研究棟の 3D モデリングにおける基本事項

本研究では新研究棟の 3D モデル作成において、3D モデリング用フリーウェアである Google SketchUp を用いた。新研究棟 3DCG モデルのデザインにあたっては、図 2

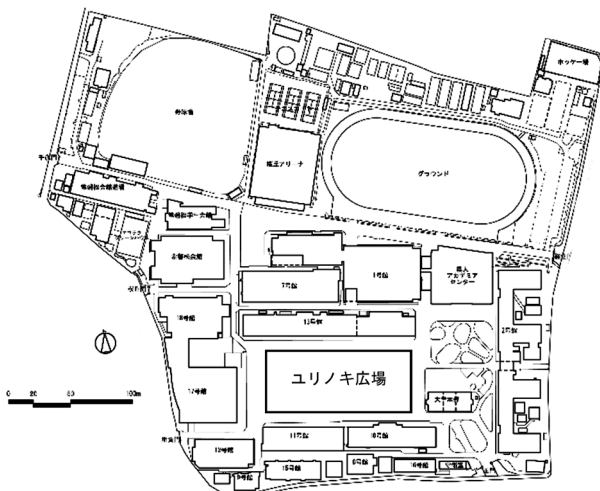


図 1 世田谷キャンパス平面図 (出典：施設部施設課)

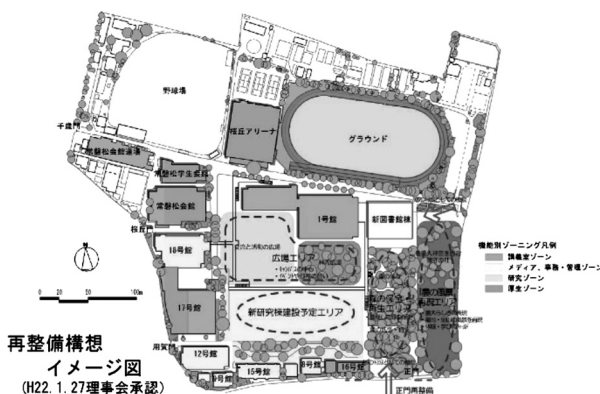


図 2 世田谷キャンパス再整備構想イメージ図 (出典：キャンパスの再整備計画について⁷⁾)

に示した世田谷キャンパスの再整備構想を念頭に行った。しかしながら、この構想においては建物の形やデザインの詳細は未定である。そこで、同図から新研究棟の周辺環境を読み取り、そこから推察される新研究棟を複数パターン作成することとした。まず、新研究棟の北側には広場エリアが設けられ、東側は森の保全・再生エリアとして農大の森が形成される予定である。その両エリアの間を通る形で、現在 1 号館と農大アカデミアセンターを繋いでいる通路が南へ延長され、新研究棟と接続されることとなる。すなわち、このペDESTリアンデッキによる接続は考慮すべき点であるといえる。

つぎに、2 号館、7 号館、10 号館、11 号館、13 号館、18 号館は新研究棟へ研究機能が移転されるため、各号館の総延床面積は新研究棟にて確保されるものと推測される。すなわち、新研究棟は各号館延床面積の合計値である約 50,000m²以上と設定することとした。

以上を考慮し、以下に示す 5 パターンの新研究棟を 3DCG モデルでデザインし検討することとした。ここでの検討は、施工後の景観を検討するため外観のみを対象とし、内装については考慮しない。また、世田谷キャンパスの用途地域分類は第一種高層住居専用地域であり、現実には建物の高さが 45m までに規制されるが、ここでは参考のためのシミュレーションとして規制外の高さの建物も作成した。なお、外装は 1 号館および農大アカデミアセンターとの調和がとれるよう、茶系色とした。

(2) 5 パターンの新研究棟の 3D モデリング

a) モデル 1 (直方体型)

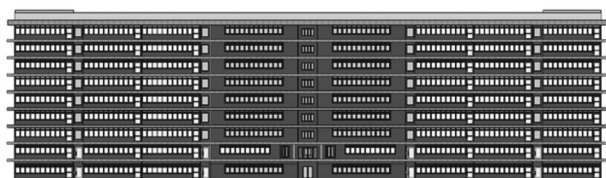
モデル 1 はユリノキ広場のほぼ全面に建物が建てられるモデルである。このモデルは 9 階建てとすることで全フロアの総延床面積が 51,840m²となり、延床面積を確保することができる。また、各フロアの高さについては、1 号館や農大アカデミアセンターと同等とし、1 階を 4m、2 階以上を 3.5m で設定し、全高を 32.0m とした。なお、2 階でペDESTリアンデッキと接続する仕様とした。図 3 に作成した 3DCG モデルを示した。

b) モデル 2 (ツインタワー型)

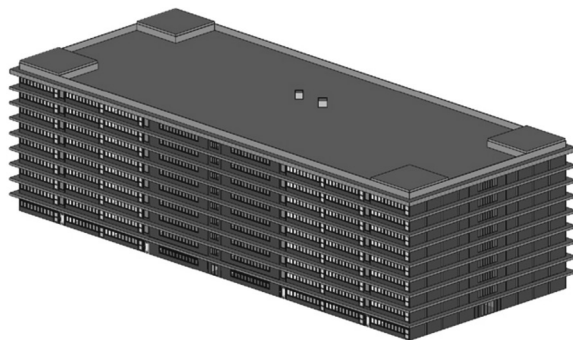
モデル 2 は建物を 2 棟並列させるモデルである。このモデルは 11 階建てとすることで全フロアの総延床面積が 51,840m²となる。なお、2 階でペDESTリアンデッキと接続することを考慮し、1 階は 2 棟共通のフロアとして、2 階以上の上層部を西棟、東棟の 2 棟で構成する形とした。各フロアの高さについてはモデル 1 と同様に設定し、全高を 2 棟共に 39.0m とした。図 4 に作成したモデル 2 の 3DCG モデルを示した。

c) モデル 3 (コの字型)

モデル 3 はモデル 1 を基本として、北側中央部を切欠いて上空からの外観をカタカナの「コ」の字型とするモデルである。このモデルは 10 階建てとすることで全フロアの総延床面積が 51,840m²となる。各フロアの高さや、ペDESTリアンデッキとの接続についてはモデル 1 と同様とし、結果として建物の全高は 35.5m となった。図 5 に作

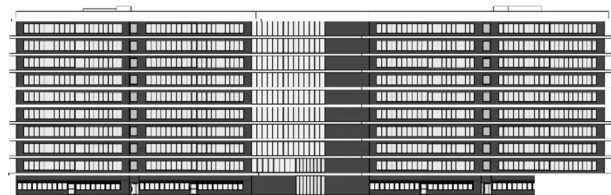


(a) 立面モデル



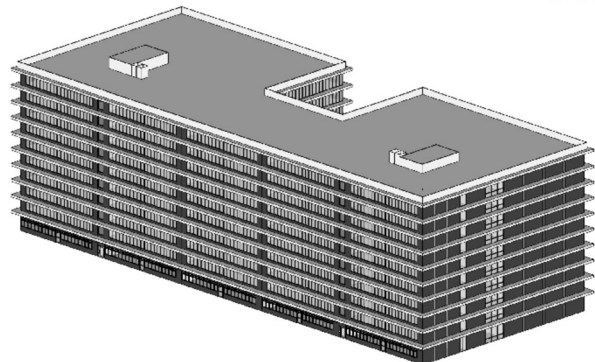
(b) 等角モデル

図 3 3DCG モデル (モデル 1)



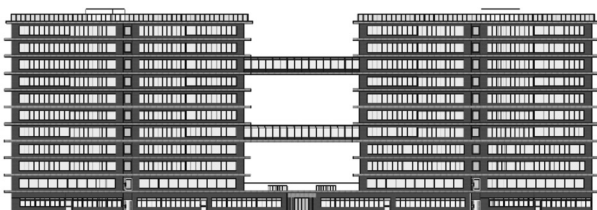
(a) 立面モデル

1:500



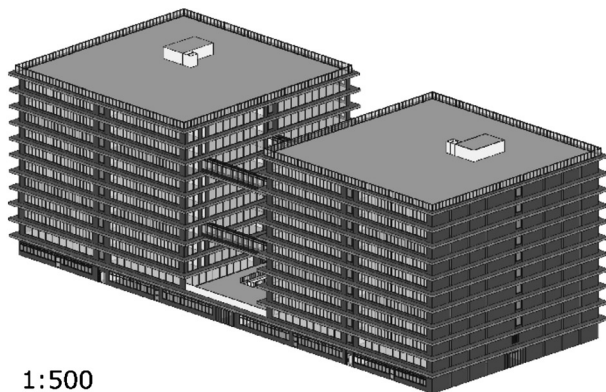
(b) 等角モデル

図 5 3DCG モデル (モデル 3)



(a) 立面モデル

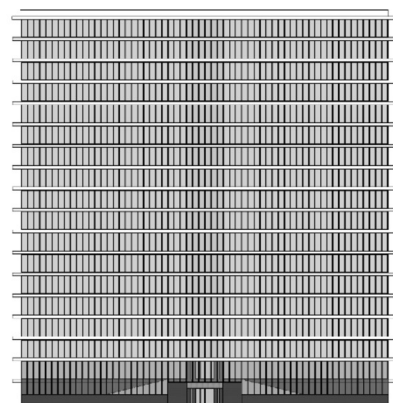
1:500



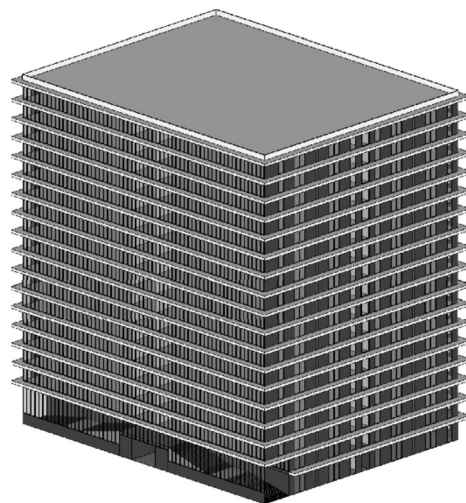
(b) 等角モデル

1:500

図 4 3DCG モデル (モデル 2)



(a) 立面モデル



(b) 等角モデル

図 6 3DCG モデル (モデル 4)

成した 3DCG モデルを示した。

d) モデル 4 (高層ビル型)

モデル 4 はユリノキ広場の西側の敷地のみを使用し、1フロアあたりの延床面積が少ない分を高層化によってカバーしたモデルである。すなわち 1フロアあたりの延床面積はモデル 1 のおよそ半分となるため、階数を 18 階建てとすることで総延床面積 51,840 m^2 を確保し、結果として建物の全高は 67.0m となった。図 6 に作成した 3DCG

モデルを示した。

e) モデル 5 (中庭型)

モデル 5 は上空からの外観をカタカナの「ロ」の字型とし、中央部に中庭を設ける。なお、平成 25 (2013) 年に解体された旧 1 号館はこれと同様の形であり、モデル 5 は旧 1 号館を踏襲したモデルでもある。このモデルの 1 フloorあたりの延床面積、各フロアの高さ、階数および全高はモデル 2 と同様である。図 7 に作成した 3DCG モデルを示した。

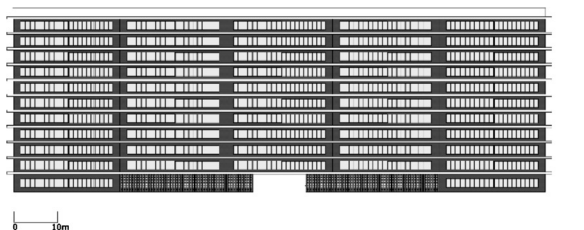
4. AR による 3DCG モデルの表示

以上のとおり作成した新研究棟の 3D モデルを OBJ 形式にて出力し、AR によってユリノキ広場へ表示させることとした。AR は、2 次元マーカの使用の有無によってマーク型 AR とマークレス型 AR に大別される⁸⁾。新研究棟のような大規模な建築物を AR 表示させる場合、スマートフォンの画面上に建築物全体を表示させるためには遠方から対象地を写し込む必要がある。そのため、マーク型の場合はマーカの認識が難しくなる可能性が高いことから、本研究ではマークレス型を採用することとした。

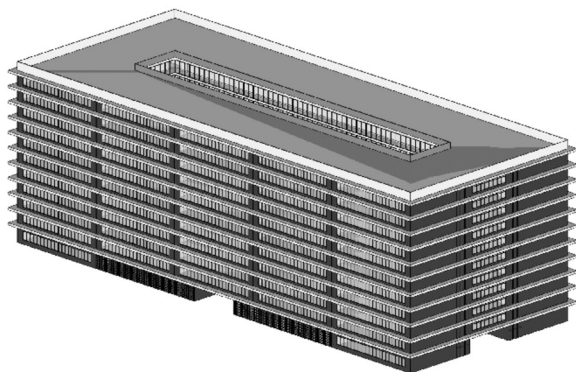
本研究におけるマークレス型 AR 環境の構築には、フリーウェアである Metaio Tool Box および Metaio Creator を用いた。また、Metaio Creator で作成した AR プロジェクトをスマートフォンで表示させるためのツールとして、スマートフォン用の AR ブラウザである Junaio を用いた。ユリノキ広場に 3DCG モデルを AR で表示するまでの手順を図 8 に示した。以下、各手順の詳細について述べる。

(1) 3 次元特徴点の抽出

マークレス型にて対象物を AR 表示させるためには、対



(a) 立面モデル



(b) 等角モデル

図 7 3DCG モデル (モデル 5)

象空間から 3 次元の特徴点群を検出する処理が必要になる。すなわち、AR 表示させる対象物の背景となる空間から、特徴点を画像処理によって多数検出し、検出された特徴点群をスマートフォンで認識することによって対象物が AR 表示される仕組みとなる。本研究ではその処理を Metaio Tool Box を用いて行った⁹⁾。Metaio Tool Box を用いてユリノキ広場をスマートフォンの画面上に映し出すことにより、映された範囲において建物の角や樹木の枝先といった特徴的な点を検出し、検出した各点の相互の距離を求めることで各点に相対的な 3 次元座標が付与されることとなる。

(2) 3 次元特徴点と 3DCG モデルとの照合

上記で取得した特徴点のデータを、AR プロジェクトを作成する PC 用ソフトである Metaio Creator へ取り込む。特徴点はマーカとしての役割を持つため、図 9 に示したようにこの特徴点と AR で表示させる 3DCG モデルとを対応させる。さらに、3DCG モデルを AR 表示させる際の位置や角度の調整を行った。

(3) スマートフォンによる AR 表示

以上のデータを AR プロジェクトとして所定のクラウドサーバへアップロードし、スマートフォンによる AR プロジェクトの読み込みを可能とした。なお、AR プロジェクトはアップロード時に発行される QR コードをスマートフォンにて読み取ることで、読み込みが可能となる。これにより AR プロジェクトを読み込んだ状態でユリノキ広場を写し込むことにより、図 10 のように新研究棟の 3DCG モデルがスマートフォンの画面上に表示されることとなる。

5. AR 表示による景観シミュレーション

以上の設定を行った後、ユリノキ広場の全景を見渡すことのできる世田谷キャンパス 18 号館 9 階から新研究棟の

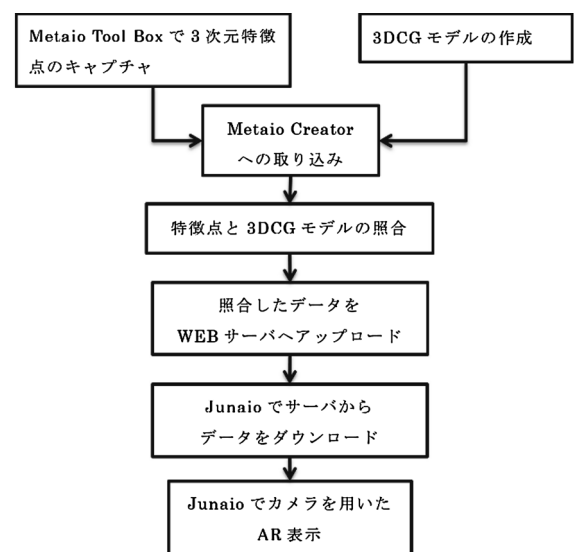


図 8 AR 表示のフロー

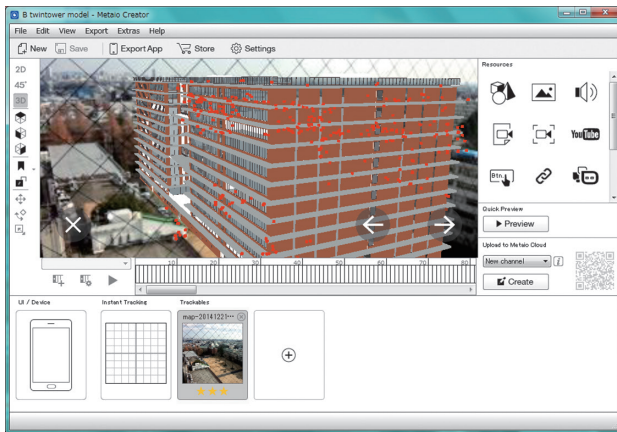


図 9 特徴点と 3DCG モデルの対応付け

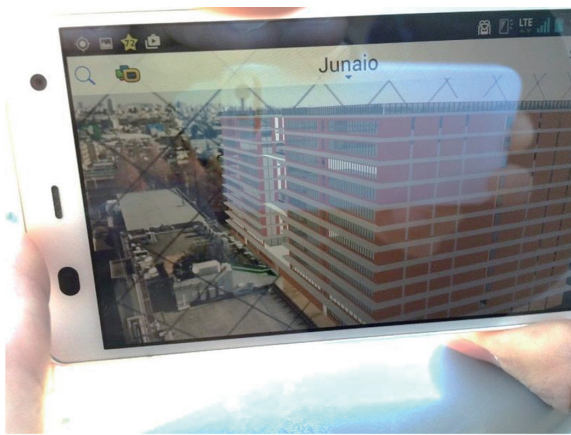
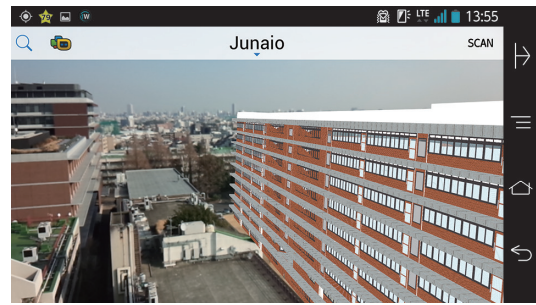


図 10 スマートフォンによる AR 表示

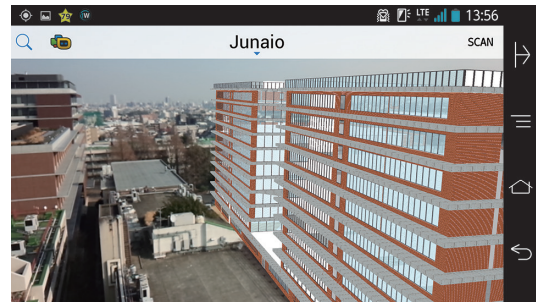
各 3DCG モデルを AR 表示させて景観シミュレーションを行った。AR 表示したスマートフォン画面のスクリーンショットを図 11 に示した。以下、考察について述べる。

本研究で作成した 5 種類の 3D モデルのうち、モデル 4 を除いた 4 種類は幅、奥行きおよび高さがほぼ同等である。そのため、AR 表示させた画面上における景観には大きな差異が見られず、新研究棟は大きな存在感を示すこととなる。ところで、世田谷キャンパスの将来構想においては、1 号館と新研究棟との間に新しく広場が設けられる予定である⁷⁾。また、新研究棟はその広場の南側において、上記のような存在感を示すこととなる。すなわち、広場の南側に位置する新研究棟が高層化することにより広場への日照が悪くなることが想定され、さらにキャンパス内の既存の建物も高層建築物が増えているため、建物間でビル風が発生することも考えられる。ただ、モデル 2 に関してはツインタワーであるため、一部の季節や時間帯に限っては日照がある程度確保されるものと推測される。

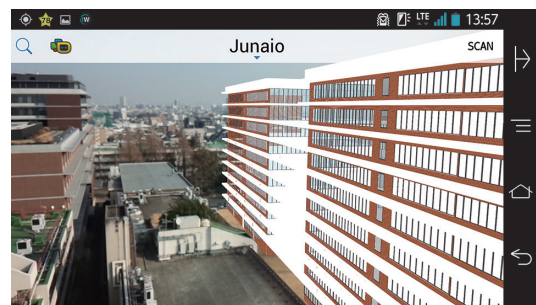
一方、モデル 4 に関しては、高さが他のモデルの約 2 倍である。この場合、世田谷キャンパスで最も高い建築物となる。低層住宅が多い世田谷キャンパス近辺においては、世田谷キャンパス内のみならず、学外からもランドマークとして望む姿が想像される。しかしながら、学内外からの



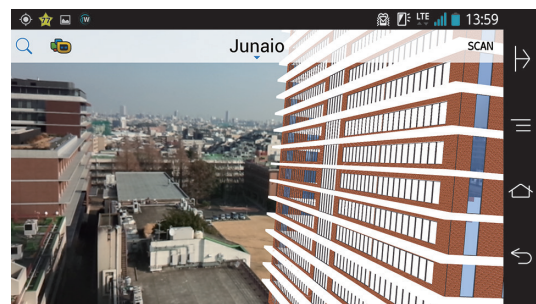
(a) モデル 1



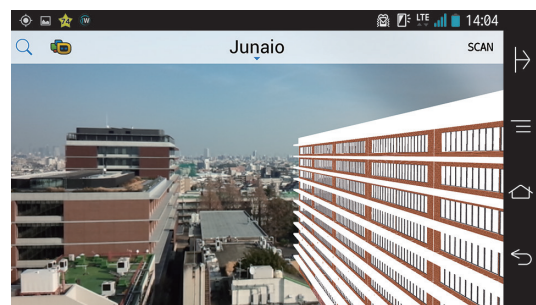
(b) モデル 2



(c) モデル 3



(d) モデル 4



(e) モデル 5

図 11 各 3DCG モデルの AR 表示

景観が大きく変化するという点では賛否が分かれる可能性が高いことが懸念される。

6. おわりに

本研究では近い将来、世田谷キャンパスに建設される予定である新研究棟が完成した際の景観シミュレーションをAR技術の援用により行った。新研究棟の外観デザインについては平成28（2016）年5月時点において公表されていないため、新研究棟の3DCGモデルは発表されている断片的な情報と既存の建物を参考に作成した。その結果、近年世田谷キャンパス内に建築された1号館や農大アカデミアセンター等の新規の建物の例からみても、建物の高層化は避けられないものと推測される。また、ARを用いて景観シミュレーションを行ったことにより、新研究棟建築後の外観の状況を現実に近い形で示すことができたと言える。さらに、ARによる新研究棟の表示は明るさが確保できる日中であれば、季節を問わず実施可能であるため、経時変化に対する景観シミュレーションも可能であると予測される。

現在、新研究棟については各学科の研究室の面積や配置等が詳細に検討されており、利用する内部の学生や教員の使い心地に重点が置かれている。しかしながら、本研究による景観シミュレーションからもわかる通り、外観は学外にも影響するため、内装と同等以上に慎重な検討が必要であると考えられる。本研究の成果がその検討における一助となり、学内外の全ての関係者にとって有用な新研究棟が建設されることを期待する。

謝辞：本研究を実施するにあたり、世田谷キャンパス施設部施設課からはキャンパス平面図をはじめとする資料提供のご協力をいただきました。心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 東京農業大学・東京農業大学短期大学部 2015～2018 年中期計画 策定 〈<http://www.nodai.ac.jp/plan/index.html>〉（最終アクセス 2016 年 5 月 24 日）
- 2) 小室晴陽（2003）：旭川市春光台団地建替計画策定のための 3DCG による広域景観シミュレーション，日本建築学会北海道支部研究報告集 76：439-440.
- 3) 川角典弘，松本太一（2007）：3DCG による街路空間シミュレーションに関する研究（その 1）：VR によるサイン計画検討システムの開発，日本建築学会学術講演梗概集，E-1，建築計画 I，各種建物・地域施設，設計方法，構法計画，人間工学，計画基礎，1031-1032.
- 4) 坂本真人，関谷裕樹（2015）：AR 技術による観光業への可能性に関する考察，宮崎大学工学部紀要 44：255-258
- 5) 吉川皓唯，國井洋一（2012）：造園分野への拡張現実感（AR）の利用と展開性について，東京農業大学農学集報 57（3）：185-195.
- 6) 元池 遼，中林拓馬，會田健太郎，野口傑史，平沢岳人（2014）：景観シミュレーションにおける仮想現実感・拡張現実感の表現特性に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 2014（情報システム技術），45-46.
- 7) 東京農業大学施設部施設課（2011）：キャンパスの再整備計画について，東京農業大学，1-5.
- 8) 河合紀彦，佐藤智和，横矢直和（2015）：AR マーカ除去のための実時間背景画像変形，情報処理学会研究報告，2015-CVIM-195（5），1-6.
- 9) Metaio 〈<http://www.metaio.com/>〉（最終アクセス 2016 年 5 月 24 日）

Landscape Simulation by Using Augmented Reality Techniques

—Example of New Building in Setagaya Campus of TUA—

By

Yoichi KUNI* and Toshifumi OWA**

(Received November 17, 2016/Accepted January 27, 2017)

Summary : There is a plan to construct a new building at Yurinoki square in the Setagaya campus of TUA. Some landscape simulations of completion of the construction were attempted by using augmented reality (AR) techniques with smartphone. The new building will assemble all faculties of Setagaya campus distributed in buildings numbered as No.2, 7, 10, 11, 13 and 18. Therefore, total floor area of these buildings were accumulated, and 3DCG modelings of the new building were predictively designed under the constraint that the floor area of new building will be wider than the present condition. Moreover, in order to envision some exterior of the new building, the landscape simulations were performed by using 5 different 3DCG models designed by this study. As a result, the realizable landscape simulations for construction of the new building were realized, and confirmation of views and impressions became effectively possible by the present method.

Key words : augmented reality, Setagaya campus, landscape simulation, 3DCG

* Department of Landscape Architecture Science, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

** Department of Landscape Architecture Science, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture (Tokyo Metro Co., Ltd.)