

成田空港の更なる機能強化事業 実施設計段階における BIM/CIM 活用の取組み状況について

成田国際空港株式会社 整備部門 機能強化整備部 土木・舗装グループ
濱 聖哉 富士 昌彦
(パシフィックコンサルタンツ(株)・京葉測量(株)設計 JV 二又 尚人 小浦 拓人)

1. はじめに（成田空港の更なる機能強化の概要）

成田国際空港株式会社（以下：NAA）は、成田空港の年間発着容量を現状の 30 万回から 50 万回まで拡大することができる C 滑走路の新設、B 滑走路の延伸等といった「成田空港の更なる機能強化」について、2019 年 11 月 7 日に航空法に基づく空港等変更許可申請を国土交通大臣に行い、2020 年 1 月 31 日に許可をいただき事業を進めているところである。

新たに空港敷地となる範囲及び新たな滑走路等（C 滑走路の新設、B 滑走路の延伸、誘導路の新設、航空保安施設）の整備対象は以下のとおり。

- 1) B 滑走路延伸（滑走路長 2,500m⇒3,500m）
- 2) C 滑走路新設（滑走路長 3,500m）
- 3) 誘導路新設（7,471m）
- 4) 空港敷地拡張 1,099ha 拡張（現状 1,198ha⇒2,297ha）
- 5) 航空保安無線施設・航空灯火：一式
- 6) 完成予定期日 2029 年 3 月 31 日まで



出典：成田空港の明日を、一緒に (<https://www.narita-kinoukyouka.jp/>)

図 1：更なる機能強化概要図

現在、現地では埋蔵文化財調査、実施設計に必要な土質調査及び測量調査等を進めており、B 滑走路地区は準備工事として 2022 年 10 月より東関東自動車道の切回し工事に着手したところである。

2. 更なる機能強化実施設計概要及び BIM/CIM 導入の目的

(1) 実施設計概要

件名：更なる機能強化に係る実施設計他業務

受注者：パシフィックコンサルタンツ(株)・京葉測量(株)更なる機能強化に係る実施設計他業務
共同企業体

履行期間：2021年12月7日～2024年10月11日

主要設計項目：

【調査業務】3次元点群（地上レーザ）測量、土質調査

【設計業務】空港造成設計、排水設計、基本施設設計、進入灯橋梁設計、道路設計、各種構造物設計、航空灯火・無線施設設計 他

【BIM/CIM モデル作成】サーフェースモデル、地形モデル、構造物モデル、土工形状モデル、統合モデル作成（標準の詳細度は300とする。）

(2) 実施設計における BIM/CIM 導入の目的

更なる機能強化事業（以下：本事業）は規模が大きく、多種多様な関連事業やステークホルダーが関与することから、効率的・効果的に整備を進める必要があり、情報の集約、円滑な調整、不整合・手戻りが生じないような管理等を行いながら事業を進める必要がある。そのため、本事業においては、設計業務の効率化、関係者間の合意形成の円滑化等を目的として調査・設計段階から BIM/CIM を導入することとした。加えて、将来的には施工段階、維持管理段階へ活用できるように取り組んでいるところである。

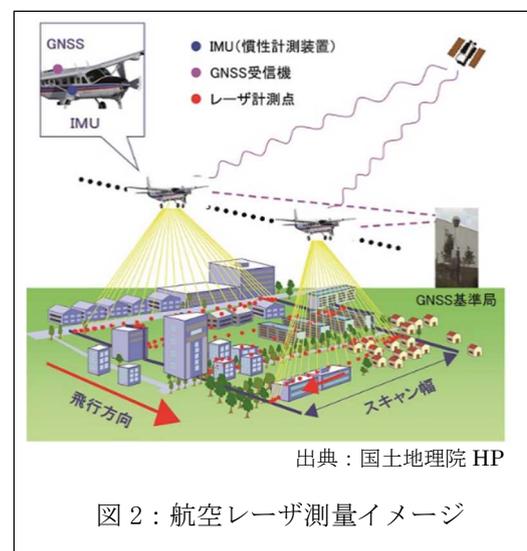
3. 更なる機能強化実施設計における BIM/CIM 取組状況

(1) 調査・測量（航空レーザ測量・地上レーザ測量）

① 航空レーザ測量

実施設計に先立つ本事業の計画段階では、検討に必要な基礎情報として拡張区域全体を包括する地形データ等が必要となった。本事業の対象範囲は広大であるため、まずは航空レーザ測量を実施し、対象となる範囲の地形データを取得し、施設計画等検討に使用した。

なお、航空レーザ計測は、航空機に搭載したレーザスキャナと、慣性航法装置（IMU）、GNSS 受信機からなる航空レーザ計測装置を用いて、対象地域の地形を空中から直接的に計測する手法である。計測範囲 88 km² を 3 日間（3 フライト）で計測し、成果として地形図、基盤地図、オルソ画像等を取得した。（※地図情報レベル 1000 に相当）

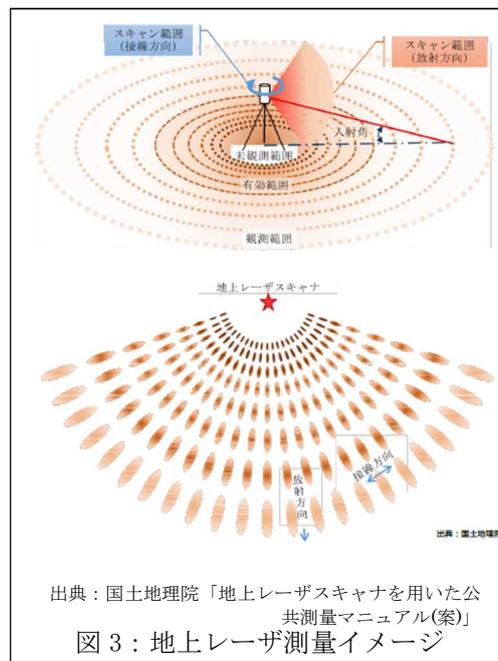


② 地上レーザ測量

本事業の基本設計・実施設計段階では、道路設計等においてより精度の高い測量データが必要となるため追加測量を実施した。しかし、用地状況等（私有地、森林密集地等）により、従来の測量方法（平板測量・路線測量等）では計測できない場所があったこと、対象範囲も広大であり、工期や費用も莫大となることより、地上レーザを用いた測量を採用することとなった。（時間短縮、人員削減、データの3D活用等）

地上レーザ測量は（Leica RTC360）を用いて計測し点群データを取得した。（※地図情報レベル250に相当）

従来測量（路線測量）と比べ、現地の作業日数は削減（ただしデータの処理時間は増）、面的に点群を取得していることから多少計画が変更となった場合でも再計測は不要、立入が難しい場所であっても、レーザが届く範囲についてはデータの取得が可能といったメリットがある。



出典：国土地理院「地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)」
図3：地上レーザ測量イメージ

③ 航空レーザと地上レーザの重ね合わせ

実施設計では、全域において詳細な成果が得られる地上レーザ測量結果を用いることが好ましいが、用地状況等により取得困難エリア（森林密集地（伐木不可）など）に対しては、航空レーザ測量成果を用いてデータを補完し進めることとしている。設計に用いる地形データの作成にあたっては、①地上レーザ測量による点群、②航空レーザ測量による点群、③航測による等高線データの順で優先度を決定の上、設計対象に対し1つの地形データを作成することとした。関連道路の設計用地形データを例に右図に示す。

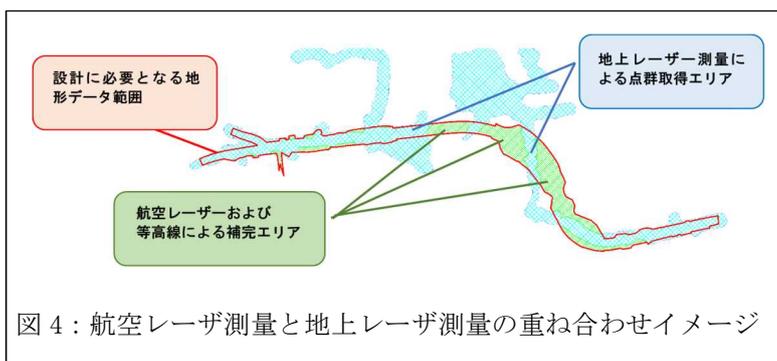


図4：航空レーザ測量と地上レーザ測量の重ね合わせイメージ

(2) 3次元モデルの作成

① 地形モデル（詳細度：300）

レーザ測量で得た点群データを用いてサーフェースを作成し、事業対象範囲の3次元広域地形モデルを作成した。地形の視覚化により、現況地形の把握・確認が可能となり、施設計画・設計への理解促進へつながった。また、現場に行き確認せずとも机上で現況地形が確認、支障物件（地形や障害物など）の確認が可能になるなど、作業員の時間の短縮、作業の効率化にも寄与した。（空港の場合、事業区域が広く、現地確認を行う場合移動に時間がかかる）

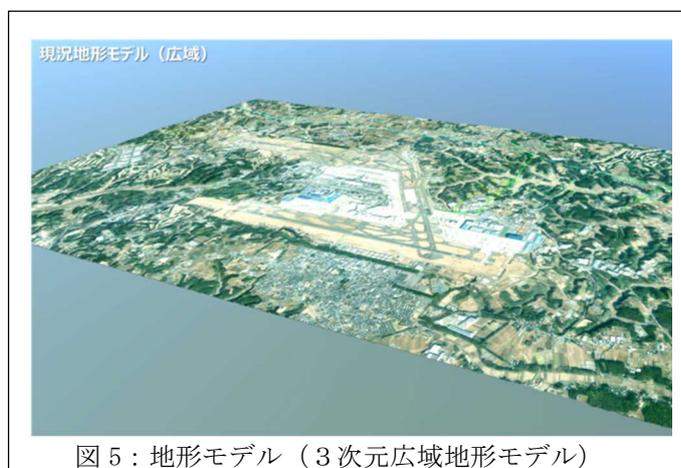


図5：地形モデル（3次元広域地形モデル）

② 土工形状モデル（詳細度：300）

本事業の造成に関連する設計データを用いて土工形状モデルを作成した（道路、空港造成など）。今までは、2次元データ（平面図・縦横断図）より地形の切盛形状を想定する他なかったが、3次元化することにより視覚的に明確に形状を把握することが可能となった。受発注者間においてイメージの共有、理解促進に効果的であった。また、3次元化することで土量の概算なども容易に算出可能となっている。



図 6：土工形状モデル

③ 構造物モデル（詳細度：300）

本事業に関連する構造物の設計データより構造物モデルを作成した（BOX、橋梁など）。

これについても、2次元データでは把握しづらかった構造物の形状について、3次元化することでより明確にイメージを共有できる。主要構造物の3次元化は、橋梁等構造等（トラス構造等）の複雑な物のモデル化にはある程度の時間を要するが、ボックスカルバート等の断面と線形からモデル化可能な物（単純な構造の3次元モデル）については短期間でモデルを作成することが可能であるため、活用場面に応じて、効率的に3次元化を行うことが今後の課題である。

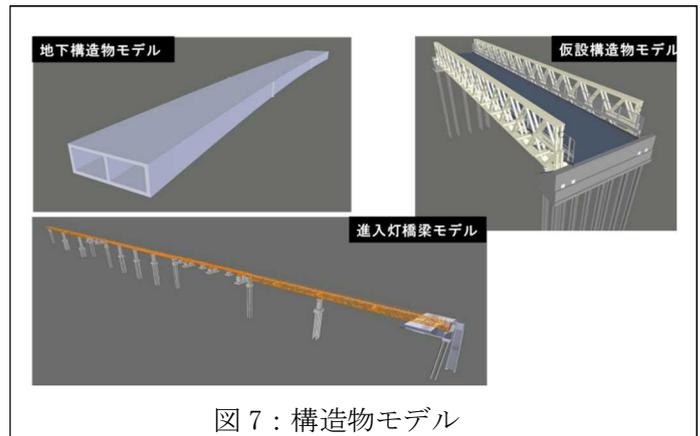


図 7：構造物モデル

(3) 3次元統合モデル

作成した各々の事業範囲内の3次元モデル（広域地形モデル、土工形状モデル、構造物モデル）を用い、3次元統合モデルを作成した。3次元統合モデルの作成については AutoCAD 及び Civil3D などにより個別の3次元モデルを作成した後、Infravorks 上へ統合することで構築している。

合意形成の迅速化や完成イメージの共有が図れることから、可視化の効果は高いと考えられる。

作成した効果としては、現況地形における相対的な位置関係が把握しやすく、各設計構造物の干渉・不正合確認等（3次元統合モデル内で各構造物と制限表面の確認など）が可能となる。

また、全てを現地確認するわけではなく、この3次元統合モデルを用い、机上で確認・検討できるといった効果にも期待できる（時間短縮）。

また、昨年12月に公表した「成田空港の更なる機能強化滑走路整備計画の概要

について」パンフレット内容の理解促進に向け作成した説明動画に3次元モデルの一部を使用している（広告・広報）。

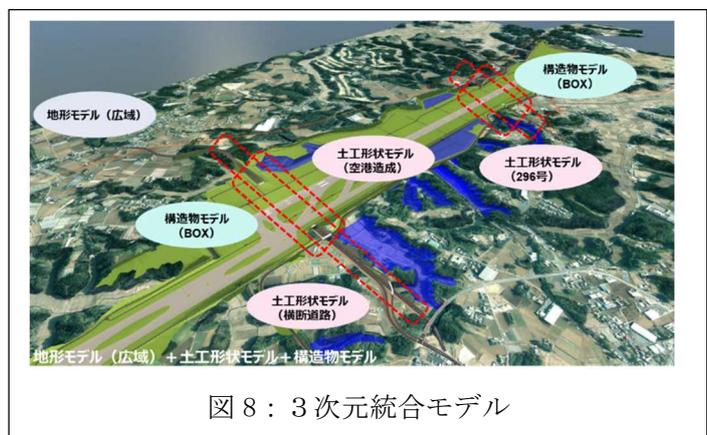


図 8：3次元統合モデル

4. 課題及び今後の展望

現状は、設計対象物を3次元モデル化し統合するところまで実施した状況である。今後、事業の進捗に応じて、統合モデルを更新（育てる）し、生産プロセスの効率化を念頭に、その事業フェーズに応じた利用を考えなければならない。現状の課題及び今後の展望は以下のとおりである。

(1) 現状の課題

① プラットフォームの構築

現在は本設計内での限られた3次元モデルとなっているが、将来的には既往の調査・設計成果、施工情報等の各種データ等が紐づけされたプラットフォームを構築し、設計・施工・維持管理で共通のモデルを使用していくことが望ましい。そのため、NAAが管理し、複数の設計会社、施工会社等が利用できる環境の整備が必要となる。一方、プラットフォームの構築にあたってはNAA社内の情報セキュリティ等を満たしたものが必要となる。

② 3次元モデル作成に係る手間

現在進行中の設計内容を3次元統合モデルへ反映するにあたっては、並行して実施されている空港造成・道路設計等を追いかける形となってしまう、タイムラグが生じてしまうという課題がある。

そのタイムラグを可能な限り縮小するために設計確認に用いるモデルについては簡略化するなど対応が必要となる。

(2) 今後の展望

① 3次元地質・土質モデルの作成

本事業では約150箇所以上のボーリング調査を実施または予定しており、調査結果が徐々に整いつつある。そこで、それら地質・土質調査結果や、それらを基に作成した地層の境界面等のCADデータを3次元化し、統合モデルに調査情報として追加を行う。既存の構造物だけではなく、地質・土質調査結果等の3次元モデルや地下埋設物など各種設計成果を3次元統合モデルで一元化することで、作業の効率化、高品質化に寄与させることを目的とする。

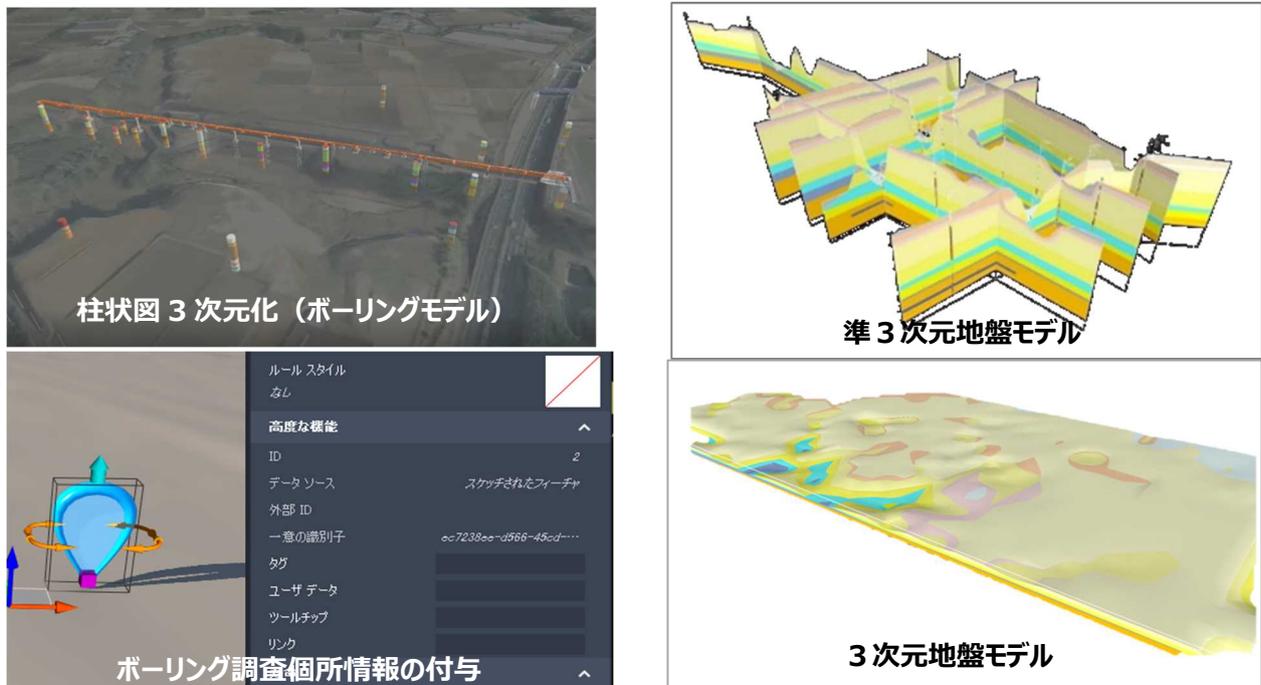


図9：3次元地質・土質モデル

② AR（拡張現実）・MR（複合現実）

空港拡張事業を進めるにあたっては、関係者へ向けて丁寧な説明を行い、合意形成をしっかりと図りながら進める必要がある。今まで、2次元データ（平面・縦横断図、パース）等を用いながら事業概要を説明することが主であったが、知識に明るくないとなかなかイメージの共有が難しいところがあり、従来から関係者に向けた“より分かりやすい事業説明”は課題であった。上記で示したBIM/CIM（3次元モデル）を活用してイメージを共有することは、事業概要説明等における1つの効果的な方法であると考えられる。また、机上や説明会場だけでなく、空港拡張地（現地）において景観や空港事業のスケールといったイメージを共有するといったことも事業を説明する中で重要だと考える。そこで、今後BIM/CIMモデルだけではなく、それらを活用して現地でAR（拡張現実）技術やMR（複合現実）技術を用いて、その場にいる人全員が同じ体験・イメージを共有・空港事業の理解を促進し、同様の認識で共有できるように取り組んでいきたい。

※AR（Augmented Reality：拡張現実）とは、現実世界にデジタルな情報を追加して表示させることができる技術。MR（Mixed Reality：複合現実）とは、VR（仮想現実）の世界にあるものを、CGなどの技術で現実の世界に映し出す技術のこと。



図 10：MR（複合現実）技術の一例