３次元樹木モデルの整備に関する基礎的研究

Research on the development of three-dimensional tree models

（研究期間　令和５年度～令和６年度）

社会資本マネジメント研究センター	室　　長	松本　浩
Research Center for	Head	MATSUMOTO Hiroshi
Infrastructure Management	研　究　官	金　甫炫
緑化生態研究室	Researcher	KIM Bohyun
Landscape and Ecology Division		

This research conducted case studies in Japan and overseas with the aim of understanding the current state of modeling and utilization of three-dimensional tree models, and sorting out the possibilities for their use and challenges in development.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では平成 28 年を「生産性革命元年」と位置づけ、生産性の向上に取り組んでおり、特に、ICT 活用の一環として、BIM/CIM を進めており、2023 年には、小規模工事を除く全ての直轄土木工事・業務に BIM/CIM を原則適用とした。BIM/CIM の推進においては、情報や規格の標準化等の課題があり、国土交通省では、BIM/CIM 活用ガイドライン（案）等の資料を作成している。国総研では、DX データセンターの構築をはじめ、測量手法やモデル作成手法等に関する研究等を進めている。BIM/CIM において、公園緑地の計画や設計、施工、維持管理を行うためには、標準的に使用できる３次元樹木モデルの整備が求められる。

本研究は、３次元樹木モデルの整備及び活用現況等を把握し、その活用可能性と整備における課題を整理することを目的としている。令和５年度は、国内外の事例を対象に３次元樹木モデルを活用した計画や研究等の文献を整理した上で、造園分野等、関連する民間企業にアンケート調査を行った。

［研究内容］

1.　３次元樹木モデルを活用した計画や研究等の整理

造園分野への BIM/CIM 導入に必要な３次元樹木モデルについて、国内外の文献（**表-1**）を収集し、３次元樹木モデルの活用状況やモデル作成に参考となる情報を整理した。

2.　民間企業の活用状況に関するアンケート調査

公園緑地の計画や設計、公園施設等に関係する事業者を対象としてアンケート調査を行い、BIM/CIM の活用状況や造園分野への BIM/CIM 導入に関する具体的な課題やニーズを把握した。

表-1　収集事例の情報

収集事例		件数
ア	モデルの詳細度（LOD）に関する情報を含む	２件
イ	詳細さに関連する情報を含む	４件
ウ	実際のプロジェクトに適用している	23 件
エ	実際のプロジェクトに適用していない	13 件

［研究成果］

1.　３次元樹木モデルを活用した計画や研究等の整理

３次元樹木モデルの活用やモデル作成に関する国内外の文献を収集した結果、樹木モデルの詳細度に関する情報は２事例のみであった。樹木モデルは、枝の伸び方、葉っぱの面積等を反映した詳細なモデルや簡単な樹形モデル等があり、属性情報は、樹高、幹周り、座標、産地、指定した樹形等があった（**表-2**）。

表-2　収集事例の情報（一部抜粋）

事例	1	文献タイトル	BIM for Landscape: A Norwegian Standardization Project
連番	A３	出典	Knut Hallgeir Wik, Marius Sekse, Bjørn Amund Enebo, Jostein Thorvaldsen. Journal of Digital Landscape Architecture, 3-2018, p.241-248.
概要	ノルウェーにおける BIM 活用推進のためのプロジェクトについて説明している。オブジェクト階層、詳細度、各詳細度における属性情報などに関する記載がある。		
主な内容	３次元樹木モデルの構築（属性情報の入力による樹木モデルの構築）		

a. モデルの詳細度（BIM 設計への活用）

プロジェクト段階とそれに対応するモデルの詳細度の定義について表８のとおり示している。

表８　プロジェクトの段階と LOD の定義（文献中 p.245 表２、資料４では p.５）

プロジェクト段階	LOD	成果品
０．プログラミング	LOD：000 プログラミング	フィージビリティスタディ（プロジェクト計画の検討又は評価）
１．スケッチプロポーザル	LOD：100 概念図	概略設計
２．プロジェクトの初期	LOD：200 大まかな形	設計開発
３．プロジェクトの後期	LOD：300 正確な形	実施設計
４．建設	LOD：400 製作	建設時のモデル
５．維持管理	LOD：500 竣工時	竣工時のモデル

LOD	モデル表現（図） モデル表現の特徴	施設オブジェクトの属性情報	植栽オブジェクトの属性情報	樹木オブジェクトの属性情報
000	—	・樹木名　・状態	—	—
100	 ・プレゼンテーションに活用するイメージ図 ・概念的なスケッチ	・樹木名 ・座標（CAD 上） ・垂直データ ・局所的方向 ・座標（実際） ・境界線 ・状態	・樹木コード	・樹種 ・原生地 ・最大高さ
200	 ・幹と樹冠を含む大きさ ・大まかな面 ・挿入位置	・樹木名 ・座標（CAD 上） ・垂直データ ・局所的方向 ・座標（実際） ・境界線 ・価格 ・状態	・一般名 ・下位カテゴリー ・樹木コード	・樹種 ・植樹間隔 ・植栽システム ・原生地 ・最高高さ
300	 ・幹と樹冠を含む大きさ ・正確な面 ・挿入位置	・樹木名 ・座標（CAD 上） ・垂直データ ・局所的方向 ・座標（実際） ・境界線 ・地域 ・価格 ・状態	・学名 ・一般名 ・下位カテゴリー ・原生地 ・来歴 ・樹木コード ・根の保護と状態 ・指定した樹形 ・UK 耐寒性	・樹種 ・樹高 ・枝張り ・幹回り ・幹の高さ ・根の保護と状態 ・指定した樹形

※Knut Hallgeir Wik.etc.(2018)BIM for Landscape: A Norwegian Standardization Project, Journal of Digital Landscape Architecture, 3-2018, p.241-248

2. 民間企業の活用状況に関するアンケート調査

アンケート調査を実施した 13 企業・団体の調査結果の概要を**表-3、4** に整理した。

BIM 等を利用している回答は 6 件あり、調査対象の約半数が利用しており、業務効率化、施設プロモーションへの活用等が利用の背景として多くあげられた。

BIM 等の利用目的は、意匠の総合的な検討、干渉チェック、関係者とのイメージ共有等、設計の効率化に関する内容が多かったが、数量計算や設計から維持管理段階における BIM データ活用も 1 件あった。

地形モデルの作成は、測量データやオープンデータを使っており、管理施設、休憩施設等のモデルは、自社やメーカが作成したものを使用していた。植栽モデルは、レンダリングソフトで配置する方法やモデリングソフトで作成する方法等が確認できた。

使用ソフトは、Autodesk Revit やレンダリングソフトの利用が多く、公園・造成は Civil 3D や Autodesk Infraworks で作業し、建築は Revit で作業する等、設計によって分けて使用する事例もあった。

専門エンジニアについては、BIM 関連教育を受講した社員が多い事例もあったが、専属とするエンジニアがいないまま BIM を活用している事例もあった。

活用効果は、合意形成や効率化に関する内容が多かったが、パースも同時に完成、見え方の検討や調整等、樹木モデルの活用がより期待できる場面もあった。

今後の課題は、建設プロセス全体での BIM の一体的な活用や最適なソフト選定や活用方法検討、人材の育成等があり、協力会社との BIM 活用連携、製品データやモデルの公開や一覧できるプラットフォーム等のニーズに対応することが求められている。

表-3 アンケート調査結果(1/2)

A. BIM 等の利用状況	B-1. 利用の背景（複数回答）
・利用している（6件） ・利用していない（6件） ・企業による（1件）	・業務効率化（4件） ・施設プロモーションへの活用等、付加価値の創出（3件） ・労働環境の改善（2件） ・社会の要請（1件）

B-2. 利用方法

■目的・用途
- ・意匠の総合的な検討（3件）
- ・干渉チェック（3件）
- ・関係者とのイメージ共有、合意形成（3件）
- ・図面、イメージパース作成（2件）
- ・土工を対象としたモデル作成及び概算（1件）
- ・動線や配置計画の検討（1件）
- ・3DCG 動画による空間評価（1件）
- ・景観検討（1件）
- ・数量計算、積算（1件）
- ・どのような成果が得られるかを検討（1件）
- ・施設プロモーションへの活用（1件）
- ・設計から維持管理段階における BIM データ活用（1件）

■モデルの作成方法

【地形モデル】
- ・プロジェクト内で測量したデータをもとに作成（1件）
- ・対象地周辺はオープンデータの都市モデルを活用（1件）

【管理施設、休憩施設、什器等のモデル】
- ・自社で作成（4件）
- ・メーカが公開している BIM モデルを活用（2件）
- ・他プロジェクトで使用した類似施設は、再度使用（1件）

【植栽モデル】
- ・レンダリングソフトでアセット配置（3件）
- ・モデリングソフトを活用して作成（2件）
- ・Enscape 内のアセットを使用（1件）
- ・Autodesk View の時はモデリングソフトで配置（1件）

B-3. 使用ソフト、専門エンジニア

■使用ソフト
- ・Autodesk Revit（4件）
- ・レンダリングソフト Lumion、Twinmotion（3件）
- ・その他
  - ArchiCAD で作成
  - Revit、Civil 3D で作成
  - 公園・造成は Civil 3D、Infraworks、建築は Revit で作成
  - ガードレール等の構造物を SketchUp で作成
  - レンダリングソフト（Unreal Engine）を利用
  - ビジュアライゼーションソフト（Enscape）を利用

■専門エンジニア
- ・社員約 200 名が BIM/CIM レッスンを受講済（1件）
- ・設計職の 7 割程度が基本操作を習得済（1件）
- ・造園・建築設計者、CIM 推進センター社員等（1件）
- ・造園設計者、建築設計者、CAD オペレーター（1件）
- ・専属とするエンジニアは存在しない（1件）

［成果の活用］

今年度は、3 次元樹木モデルの整備及び活用現況等を把握するために、3 次元樹木モデルを活用した計画や研究等の収集・整理した上で、関連する民間企業にアンケート調査を行った。

調査結果を基に今後、3 次元樹木モデル作成に必要なデータや情報、活用方法について再検討を行うと共に、モデルを作成した事例を対象に 3 次元樹木モデルの作成プロセスについて引き続き調査を行う。

表-4 アンケート調査結果(2/2)

B-4. 活用効果
- ・合意形成の円滑化（2件）
- ・モデル作成によりパースも同時に完成する（2件）
- ・持ち帰り作業の軽減（2件）
- ・図面作成、修正変更に要する時間の短縮（1件）
- ・複雑の造形物の検討（1件）
- ・見え方の検討や調整（1件）
- ・Dynamo を活用した設計自動化（1件）
- ・早い段階での重ね合わせによるチェックが可能（1件）
- ・業務効率向上（1件）
- ・長期にわたる施設データの紐づけ、記録（1件）
- ・プレゼン能力向上、情報共有強化（1件）
- ・（VR 活用により）危険な箇所を事前に発見できた（1件）

B-5. 今後の課題やニーズ

■今後の課題
- ・建設プロセス全体での BIM の一体的な活用（2件）
- ・生産性向上の最適なソフト選定や活用方法検討（2件）
- ・BIM 活用人材の育成（2件）
- ・2 次元設計を挟まず 3 次元設計を行うこと（1件）
- ・データベースとの連携や図面体裁の簡素化（1件）
- ・メーカ各社による製品価格の公開（1件）
- ・メーカ製品のモデル作成に関する基準の設定等（1件）
- ・相応のスペックの機器が必要（1件）
- ・データの取り扱いに技術が必要（1件）
- ・BIM を扱う技術者そのものの知識・技術（1件）

■今後のニーズ
- ・協力会社との BIM 活用連携（3件）
- ・製品データやモデルの公開や一覧できるプラットフォーム（3件）
- ・既存図面や地中のインフラ設備の 3D モデル化（1件）
- ・公園緑地に関するデータの一元管理（1件）
- ・植栽アセットの充実（1件）
- ・ソフトウェア導入・維持費用を抑える、補助の拡充（1件）
- ・製品オブジェクト活用による概算算出等の効率化（1件）
- ・3D 空間内での事前検証やシミュレーション（1件）
- ・BIM/CIM モデルと公園台帳の連携（1件）
- ・植物管理のシミュレーション（1件）