

# BIM を活用したランドスケープ・インフォメーション・モデリング その2

## -時間軸を考慮したランドスケープエレメントの検討-

### A Study on Landscape Information Modeling using BIM part2

#### -An Examination of landscape elements considering time flows-

○細井 大佑\*1, 中澤 公伯\*1, 小林 新\*2, 鳥潟 祐樹\*2  
Daisuke Hosoi\*1, Kiminori Nakazawa\*2 Shin Kobayashi\*3 and Yuki Torigata\*4

\*1 日本大学院生産工学研究科建築工学専攻博士前期課程

Graduate Student, Department of Architecture, Graduate School of Industrial Technology, Nihon University

\*2 日本大学生産工学部創生デザイン学科 教授 博士 (工学)

Professor, Department of Conceptual Design, College of Industrial Technology, Nihon University, Ph.D.

\*3 株式会社東京ランドスケープ研究所 代表取締役 修士 (景観)

CEO, Tokyo Landscape Architects Inc., Mst. of Landscape Architecture.

\*4 テック大洋工業株式会社 取締役

Director, Teck-Taiyo Kogyo Co., Ltd.

キーワード：ランドスケープデザイン; BIM

Keywords: Landscape Design; BIM.

## 1. はじめに

遊具で遊ぶ, 鬼ごっこをする, 地域住民が集まってレクリエーションをするなど, 都市公園は最も身近なオープンスペースである. また, 生物の生息場所, 災害時の避難場所や救助の拠点, 美しい景観を形成するなど, 都市公園は現代都市に必要不可欠な存在である.

しかし, 遊具の老朽化や, ボール遊びの禁止などにより公園で遊ぶ子供たちが減少し. 管理者不足により手入れがされず放置された公園が増え, 景観の悪化を招くと共に都市公園本来の機能を果たす事ができない公園が数多く見受けられる.

都市公園の現状を把握し, その利用方法を再検討する必要性が謳われている<sup>1)</sup>. 国土交通省都市局公園緑地景観課が“都市公園をより柔軟に使いこなして, 都市の様々な課題解決のためにその多機能性を発揮すべき”との方針を打ち出している. これらは, 建築業界の課題<sup>2)</sup>に通ずるものであり, ランドスケープデザインにおいても BIM や CIM 相当のワークフローの導入が必要不可欠であると考えられる.

既往研究において, ランドスケープデザインに BIM・CIM 相当のワークフロー導入することは, 非常に有効である事が確認した<sup>3)</sup>. 本研究では, ランドスケープデザインにおいて重要なファクターである時間軸に着目しながら, ランドスケープエレメントのモデリングとその有効性を検証し, ランドスケープ・インフォメーション・モデリングの確立に資する事を目的としたものである.

## 2. 研究方法

### 2.1. 対象敷地

都市公園の事例として, 首都圏郊外に立地する日本大学生産工学部津田沼キャンパス内ポケットパーク, 約 2,750 m<sup>2</sup>を対象とする (Figure 1.).



Figure 1. Target

### 2.2. 使用データ

都市公園内に配置するベンチや遊具のエレメントの事例として, 著者らが実際に設計・施工した実施図面 (二次元 DXF データ) を参考に BIM 化を行った.

### 2.3. 使用ソフト

二次元モデラーとして AutoCAD2020, BIM・CIM 相当のワークフローとして Revit2020, 複雑なランドスケープエレ

メントのモデリングはRhino6及びGrasshopperを使用した。また、日射量解析にはRevitのプラグインソフトであるInsight2020を使用した。

### 2.4. ランドスケープエレメントの分類

ランドスケープを構成するエレメントとしては、以下のよう分類することができる<sup>3)</sup>(Table 1)。

Table 1. Landscape element

エレメントの分類	エレメントの種類
休憩系	椅子, ベンチ, シェルター, パーゴラ, 屋外用テーブル
衛生系	塵箱, 灰皿, 水飲み, 手洗い, 便所
売店系	スタンド, 屋台, 自動販売機, キオスク
情報系	案内サイン, 誘導サイン, 識別サイン, 規制サイン, 電話, 郵便ポスト, 電光記事版, 広告, 催物案内
照明系	ハイボール, 道路照明, クリスマスツリー
交通系	バスストップ, タクシーストップ, 駐輪場, 駐車場, ペDESTリアンデッキ, ガードレール, 歩道橋, アークード
催物系	花輪, 神輿, 獅子舞
遊戯系	ブランコ, 滑り台, 砂場, ジャンブルジム
管理系	電信柱, 消火栓, マンホール, 監視用カメラ
身体障害者系	車椅子, 義足, 杖, スロープ, てすり, 点字ブロック
修景系	植栽, 噴水, 川, 彫刻
建築系	橋
その他	ペープパターン

以上のランドスケープエレメントの多くは、BIM上の属性を持った要素として構成することが可能であるが、BIM内のパッケージライブラリーには存在せず、その都度モデリングする必要が生じる。ペープパターン、川の流についてはランドスケープ特有の構成要素であり、そのモデリングには工夫を要する。

### 2.5. 時間軸の考え方

この内植栽は建築設計でも多分に登場する構成要素であるが、ランドスケープデザインにおいては成長や季節の変化に配慮する時間軸の概念が加わる。ここで、時間軸の考え方として、Ⅰ:1年、5年、10年等の年レベルの変化単位、Ⅱ:月や季節といったレベルの変化単位、Ⅲ:1日の中での変化単位、三つのレベルの時間変化を考えることと

した。

### 3. 仮想都市公園のモデリング

Revit2020のプロジェクトモードで、対象敷地の再現を実施し、仮想都市公園を作成した(Figure 2)。

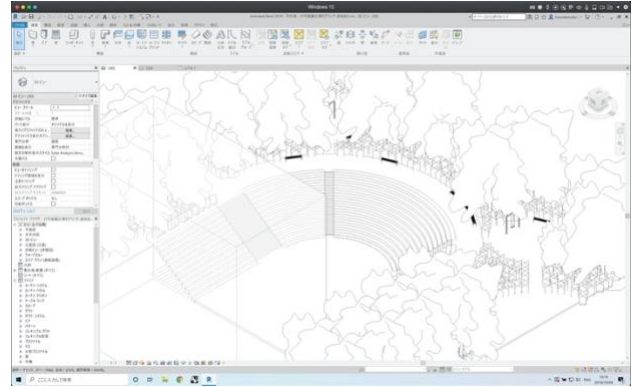


Figure 2. Virtual city park

### 4. 樹木

#### 4.1. 樹木の形態変化

Revitのパッケージライブラリー内には低木・高木が点景として用意されており、3DCGパースや図面、日射量解析等に活用する事が可能である。

しかし、前述の通り樹木は時間に対応して常に変化する生物である為、ランドスケープデザインにおいてそのまま活用するには不十分である。従って環境解析などを行う際は、それらの変化に対応して検証を行う必要がある。

本稿では時間の変化に対応する為には樹木を作成するアルゴリズムを組み、樹木の形態を変化させる事で時間による変化に対応する。

#### 4.2. フラクタルの概念による樹木のモデリング

フラクタル図形は、基本となる図形を縮小した図形を複数個作成し、それを回転や平行移動でつなぎ合わせ、この操作を任意の回数繰り返す事で得られる図形である<sup>6)</sup>。

今回はフラクタルの概念を用いて樹木の幹と枝のモデリングを行った(Figure 3)。葉は枝にランダム生成し、長方形のサーフェスで代用した。

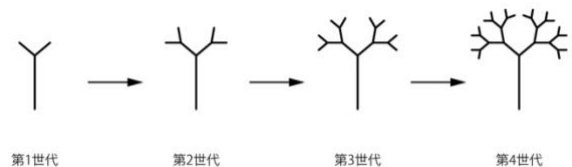


Figure 3. The process of tree growth

#### 4.3. 成長による変化に対応した樹木

フラクタルの概念で樹木を生成するアルゴリズムを組み、その過程の中で任意の回数操作する事で、樹木の成長への変化に対応する。フラクタルの操作を1回行った樹木を第1世代、2回操作を行った樹木を第2世代とし、今回

はフラクタルの操作において、最も樹木の形態に第5世代を成長が終わった樹木とし、第1世代から第5世代の計5パターンの樹木のモデリングを行った (Figure 4.)。

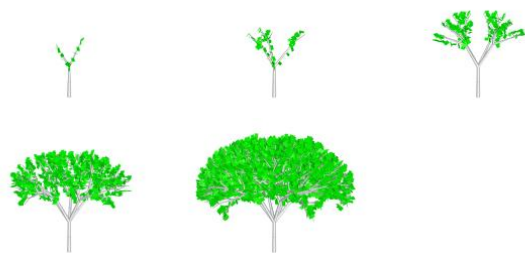


Figure 4. Growth process of trees

#### 4.4. 季節の変化に対応した樹木

Grasshopper で葉を生成するアルゴリズムとランダムに葉を取り除くアルゴリズムを作成。作成した樹木の葉の量を調整する事で、季節への変化に対応する。今回は、夏を想定した葉を取り除いていない状態の樹木、冬を想定した葉を全て取り除いた状態の樹木、またそれらの中間の樹木形態として 25%・50%・75%葉を取り除いた樹木の計5パターンを作成 (Figure 5.)。実際に樹木として活用する事ができるのか検証を行った。なお、取り除く葉の割合は今後植物学の知見から、任意の数で調整する事が可能である。

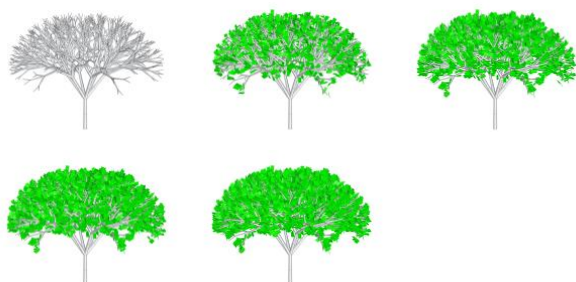


Figure 5. Trees according to seasonal change

#### 4.5. BIM との連携

前述したアルゴリズムをRevit2020上で稼働させる事で、リアルタイムで比較や検証、環境解析に活用させる。またモデリングした樹木はマテリアルや管理情報を付加して、Revit上に植栽として挿入する事ができる。これらはランドスケープエレメントのみならず、建築設計においても活用する事ができる。

### 5. 環境解析

#### 5.1. 日射量解析

作成した10パターンの樹木を仮想都市公園に配置して、日射量解析を行い、葉の量と世代による日射量の違いを検証した。日射量解析を行う期間は1年間、春夏秋冬、1時間毎(夏至)の計6パターン実施。樹木による日射量の影響を正確に測定する為に、建物の壁面や屋上は省き、樹木

が実際に植えてある付近の領域 (1,708 m<sup>2</sup>) を解析対象範囲とする。また、樹木の有無による日射量の違いを検証する為に、樹木なしの日射量解析も行った。対象敷地内に植えた樹木の本数は12本である。

#### 5.2. 年レベルの時間変化：世代と日射量

成長を考慮した1~5世代の樹木に対して、5.2と同様に積算日射量を算出した (Table 3.)。世代が増加するほど、葉の量も増えており、日射量もその量に応じて、減少している事が分かる。特に4世代と5世代の日射量の差が顕著に現れており、樹木が成長する事で多くの日光を防ぎ、その範囲も広がる事を確認する事ができた (Figure 7.)。

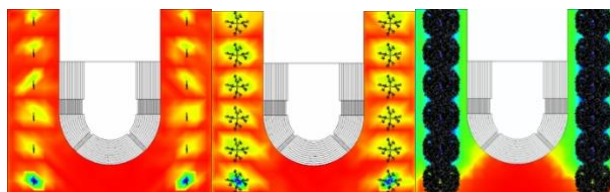


Figure 7. Solar radiation according to growth

#### 5.3. 季節レベルの時間変化：葉の量と日射量

葉を減らしていない状態の樹木、葉の量を25%・50%・75%減らした樹木、葉を全て取り除いた樹木の計5種類に対して、1年間と春夏秋冬の積算日射量を算出した (Table 2.)。樹木の有無により積算日射量に大きな差を検出。また葉の量に比例して直射日光を多く防ぎ、季節に応じた影の変化を確認する事ができた (Figure 6.)。

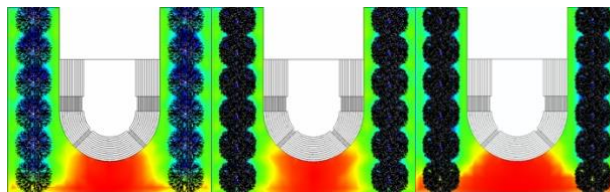


Figure 6. Solar radiation according to seasonal change

#### 5.4. 日内変動レベルの時間変化：日射量の日内変動

葉の量が100%である樹木と、樹木なしの敷地に対する日射量を夏至の日出から日没までの1時間毎に対する積算日射量を算出した (Figure 9.)。樹木の有無で大きく差があり、気温が高くなる昼過ぎにおいて、より多くの日光を防いでいることを確認。夏場における樹木の必要性を再認識する事ができた (Figure 8.)。

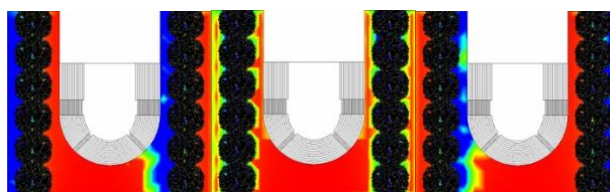


Figure 8. Solar radiation according to daily variation

## 6. まとめ

本稿では時間に応じて変化する樹木に焦点をおき、樹木形態の変化を考慮して一からモデリングを行い、BIM上で実際に活用する事ができるのか検証を行った。樹木を作成するアルゴリズムを組む事で、季節の変化・成長による変

化に対応し、幹の太さや、全長、葉の量を調整し、様々な樹木タイプに対応する事が可能となる。作成した樹木をBIM上に反映させる事で、図面や環境解析などに活用する事が可能となり、環境が重視されるランドスケープデザインにおいて役立つ事が期待できる。

Table 2. Solar radiation according to growth

樹木の種類	葉の枚数	1年間	春(3/1~5/31)	夏(6/1~8/31)	秋(9/1~11/30)	冬(12/1~2/28)
第1世代	12	1,189 (kwh/m <sup>2</sup> )	364 (kwh/m <sup>2</sup> )	398 (kwh/m <sup>2</sup> )	249 (kwh/m <sup>2</sup> )	178 (kwh/m <sup>2</sup> )
第2世代	54	1,178 (kwh/m <sup>2</sup> )	361 (kwh/m <sup>2</sup> )	395 (kwh/m <sup>2</sup> )	246 (kwh/m <sup>2</sup> )	176 (kwh/m <sup>2</sup> )
第3世代	216	1,149 (kwh/m <sup>2</sup> )	352 (kwh/m <sup>2</sup> )	386 (kwh/m <sup>2</sup> )	240 (kwh/m <sup>2</sup> )	171 (kwh/m <sup>2</sup> )
第4世代	1,200	1,037 (kwh/m <sup>2</sup> )	319 (kwh/m <sup>2</sup> )	348 (kwh/m <sup>2</sup> )	216 (kwh/m <sup>2</sup> )	154 (kwh/m <sup>2</sup> )
第5世代	7,380	691 (kwh/m <sup>2</sup> )	208 (kwh/m <sup>2</sup> )	219 (kwh/m <sup>2</sup> )	151 (kwh/m <sup>2</sup> )	112 (kwh/m <sup>2</sup> )
樹木なし	0	1,196 (kwh/m <sup>2</sup> )	366 (kwh/m <sup>2</sup> )	400 (kwh/m <sup>2</sup> )	250 (kwh/m <sup>2</sup> )	179 (kwh/m <sup>2</sup> )

Table 3. Solar radiation according to seasonal change

樹木の種類	葉の枚数	1年間	春(3/1~5/31)	夏(6/1~8/31)	秋(9/1~11/30)	冬(12/1~2/28)
葉の量0%	0	951 (kwh/m <sup>2</sup> )	292 (kwh/m <sup>2</sup> )	320 (kwh/m <sup>2</sup> )	198 (kwh/m <sup>2</sup> )	144 (kwh/m <sup>2</sup> )
葉の量25%	1,845	815 (kwh/m <sup>2</sup> )	248 (kwh/m <sup>2</sup> )	270 (kwh/m <sup>2</sup> )	172 (kwh/m <sup>2</sup> )	124 (kwh/m <sup>2</sup> )
葉の量50%	3,690	763 (kwh/m <sup>2</sup> )	232 (kwh/m <sup>2</sup> )	252 (kwh/m <sup>2</sup> )	162 (kwh/m <sup>2</sup> )	118 (kwh/m <sup>2</sup> )
葉の量75%	5,535	738 (kwh/m <sup>2</sup> )	224 (kwh/m <sup>2</sup> )	242 (kwh/m <sup>2</sup> )	157 (kwh/m <sup>2</sup> )	115 (kwh/m <sup>2</sup> )
葉の量100%	7,380	691 (kwh/m <sup>2</sup> )	208 (kwh/m <sup>2</sup> )	219 (kwh/m <sup>2</sup> )	151 (kwh/m <sup>2</sup> )	112 (kwh/m <sup>2</sup> )
樹木なし	0	1,196 (kwh/m <sup>2</sup> )	366 (kwh/m <sup>2</sup> )	400 (kwh/m <sup>2</sup> )	250 (kwh/m <sup>2</sup> )	179 (kwh/m <sup>2</sup> )

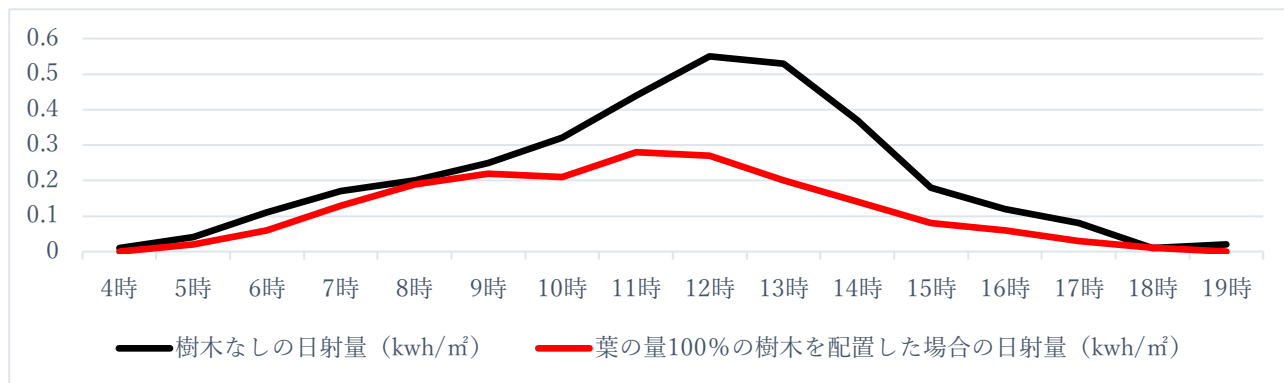


Figure 9. Solar radiation according to daily variation

### [参考文献]

- 1) 国土交通省都市局公園緑地・景観課：新たなステージに向けた緑とオープンスペース政策の展開について，国土交通省，<http://www.mlit.go.jp/common/001152250.pdf>, accessed 20190930
- 2) 国土交通省：建築 BIM 推進会議（仮称）の設置について，<http://www.mlit.go.jp/common/001286932.pdf>, accessed 20190930
- 3) 細井大佑・中澤公伯・小林新・鳥潟祐樹：BIM を活用したランドスケープ・インフォメーション・モデリング，第 42 回情報システム利用技術シンポジウム論文集，

pp.188-191, 2019

- 4) ガレット・エクボ：トータル・ランドスケープ・エレメント，グラフィック社，223p, 1988
- 5) 国土交通省公園みどり課：今後のオープンスペースに係る政策課題，国土交通省，<https://www.mlit.go.jp/crd/park/shisaku/seisaku/index.html>, accessed 20190930
- 6) 日本建築学会：アルゴリズムック・デザイン，日本建築学会，182p, 2009