

# 最適化モデルを活用したランドスケープデザインの条件整理に関する研究

## A Study on Organizing Conditions for Landscape Design using Optimization Model

○細井 大佑<sup>\*1</sup>, 中澤 公伯<sup>\*2</sup>, 小林 新<sup>\*3</sup>, 鳥潟 佑樹<sup>\*4</sup>  
Daisuke HOSOI<sup>\*1</sup>, Kiminori NAKAZAWA<sup>\*2</sup>, Shin KOBAYASHI<sup>\*3</sup> and Yuki TORIGATA<sup>\*4</sup>

\*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；都市公園；遺伝子アルゴリズム；最適化

Keywords: Landscape design; urban parks; genetic algorithms; planning; optimization.

### 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。しかし、遊具の老朽化やボール遊びの禁止などにより、公園利用者が減少し、管理者不足により手入れが行き届いていない公園が増え、景観の悪化により利用者が減少する、住民が利用しづらくなるなどの問題が起り、都市公園本来の機能を果たすことができない事例が見受けられる。

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維持管理までも視野に入れたBIMやCIM相当のワークフローの導入、および、それに準ずる設計・デザインの手法が必要不可欠である。

既往研究において、公園を設計・デザインし、管理する一連の流れにBIM・CIM相当のワークフローを導入することは非常に有効であることが確認された<sup>3)</sup>。また、ランドスケープエレメントの一つである成長する樹木を3Dモデリングし、BIMデータ化することで、図面作成や環境解析において役立つことができることも確認した<sup>4)</sup>。

本研究では、中高層集合住宅やオフィスビルの建て替えが進む都心住商混合地域における、小規模都市公園の日照

に着目し、日照シミュレーションを活用し、公園の分析と初期スタディモデルの生成を目的とした。

### 2. 研究方法

#### 2.1. 対象敷地

本研究における対象敷地は東京都に位置する千代田区立神田児童公園とし(図1)、仮想の都市公園を設置すると仮定した。

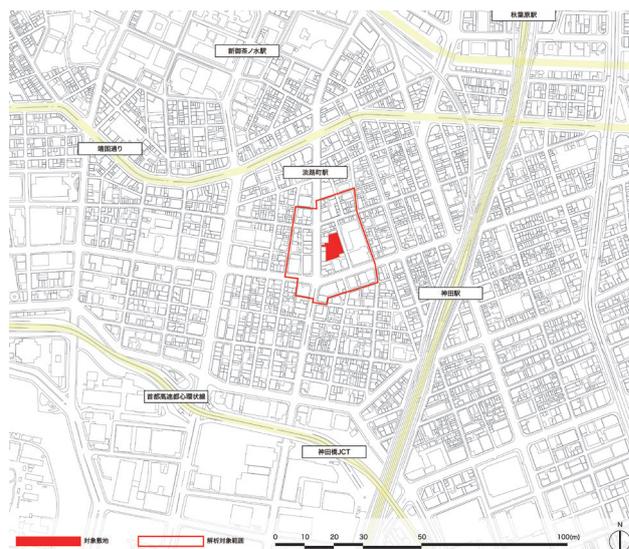


図1. 対象敷地

#### 2.2. 使用ソフト

本研究では、3次元CADであるRhincerosと、その

プラグインソフトである Grasshopper を使用した。また、日照シミュレーションソフトとして Grasshopper のプラグインソフトである Ladybug を使用した。

### 2.3. 使用データ

仮想都市公園内に配置するベンチや遊具といったランドスケープ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（2次元 DWG・DXF データ）を参考にモデリングを行った。

また、日照シミュレーションデータとして 2019 年度の東京都の気象データを使用した。

### 3. 対象敷地のモデリングと日射量解析

国土地理院から提供されている地図基盤情報に加え、Google Earth や現地調査で得た建物の高さ、階数を使用して、対象敷地と敷地周辺の再現モデリングを行った（図 2）。また再現モデルに対して、日照解析を実施した（図 3）。

### 4. 動線モデル

#### 4.1. 動線生成アルゴリズムと条件

Rhinoceros 及び Grasshopper を用いてアルゴリズムを組み合わせることでパラメトリックな動線モデルを生成。現状の動線モデル（第 0 世代）に対して、“日射量の最大化”と“距離の最小化”を目的関数とした、多目的最適化を実行した。なお終了条件として、値が収束するか、10 世代にわたり、値の変化がない場合とする。本研究では最適化アルゴリズムとして、遺伝的アルゴリズムを使用した。

#### 4.2. 動線モデルパターン

今回は、パターン A：現状の動線モデル、パターン B：パレート最適解モデル、パターン C：パレート最適解が得られた世代における動線距離最小化モデル、パターン D：

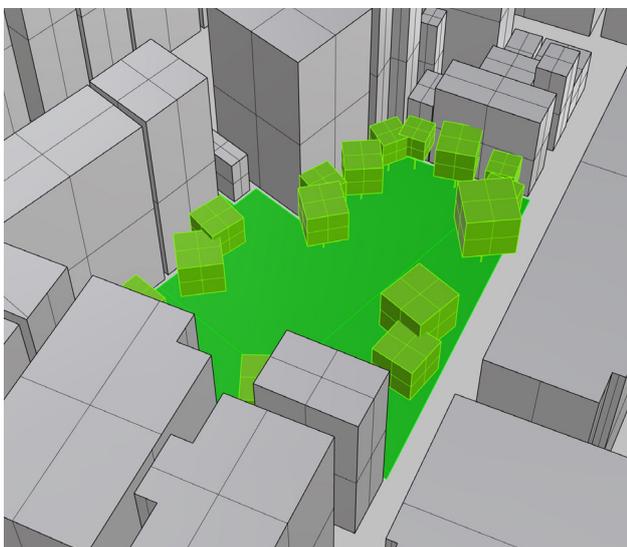


図 2. 対象敷地のモデリング

パレート最適解が得られた世代における日射量最大化モデル、の計 4 パターンのモデルを比較し、検証した。

なお、パターン B・パターン C・パターン D は、それぞれの遺伝子を第 0 世代まで遡り、データを検証した。

### 5. 結果

#### 5.1. パターン B

パターン B 形態における遺伝子の途中経過を図 4 に、得られたパターン B 形態を図 7 に示す。パターン C と比較すると距離が 1,335 [mm] 長いと、平均日射量は 77 [Kwh/m<sup>2</sup>] 多い。パターン A と比較すると日射量が 29 [Kwh/m<sup>2</sup>] 向上し、距離は 6,831 [mm] 短くなっていることが確認できる。また、遺伝子を遡ると、11 世代でパターン A の平均日射量を（図 10）、7 世代で動線距離を上回っており（図 11）、両方の条件を満たす形態変化を遺伝子がしていることから、最適化条件に複数の目的関数を設定し、パレート最適解を求めることは有効であると考えられる。

#### 5.2. パターン C

パターン C 形態における遺伝子の途中経過を図 5 に、得られたパターン C 形態を図 8 に示す。平均日射量は 169 [Kwh/m<sup>2</sup>] と最も低いと動線距離は 49,067 [mm] と最も低い（表 2）。遺伝子を遡ると、3 世代でパターン A の動線距離を下回っており（図 11）、距離を最小化しようとする動きが見られる。パターン A と比較すると、平均日射量は 48 [Kwh/m<sup>2</sup>] 少ないが、動線距離は 8,166 [mm] 短いため、今回の敷地条件に適応している形態と言える。

#### 5.3. パターン D

パターン D 形態における遺伝子の途中経過を図 6 に、得られたパターン D 形態を図 9 に示す。パターン A・パター

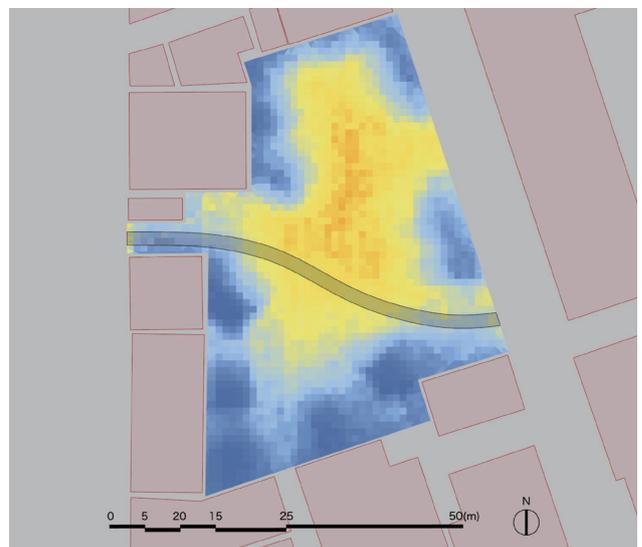


図 3. 対象敷地の日照シミュレーション

表1. 対象敷地の日照シミュレーション

解析モデル	積算日射量	平均値	最大値	最小値	動線の長さ
現状の都市公園	1,152,532 (Kwh/m <sup>2</sup> )	463 (Kwh/m <sup>2</sup> )	988 (Kwh/m <sup>2</sup> )	1 (Kwh/m <sup>2</sup> )	
動線 (パターン A)	216,288 (Kwh/m <sup>2</sup> )	217 (Kwh/m <sup>2</sup> )	893 (Kwh/m <sup>2</sup> )	1 (Kwh/m <sup>2</sup> )	57,242 (mm)

表2. 各パターンの日照シミュレーション結果

解析モデル	積算日射量	平均値	最大値	最小値	動線の長さ	遺伝子世代
パターン A	216,288 (Kwh/m <sup>2</sup> )	217 (Kwh/m <sup>2</sup> )	893 (Kwh/m <sup>2</sup> )	1 (Kwh/m <sup>2</sup> )	57,242 (mm)	0
パターン B	348,261 (Kwh/m <sup>2</sup> )	246 (Kwh/m <sup>2</sup> )	966 (Kwh/m <sup>2</sup> )	1 (Kwh/m <sup>2</sup> )	50,411 (mm)	282
パターン C	217,189 (Kwh/m <sup>2</sup> )	169 (Kwh/m <sup>2</sup> )	931 (Kwh/m <sup>2</sup> )	1 (Kwh/m <sup>2</sup> )	49,076 (mm)	282
パターン D	419,493 (Kwh/m <sup>2</sup> )	255 (Kwh/m <sup>2</sup> )	943 (Kwh/m <sup>2</sup> )	1 (Kwh/m <sup>2</sup> )	75,578 (mm)	282



図4. パターン B 途中経過 (50 世代)



図7. パターン B (282 世代)



図5. パターン C 途中経過 (50 世代)



図8. パターン C (282 世代)



図6. パターン D 途中経過 (50 世代)



図9. パターン D (282 世代)

ンB・パターンCと比較すると、動線距離は75,578 [mm]と長いが、平均日射量は向上している(表2)。また、図11よりパターンDの遺伝子を遡ると、第2世代において、動線距離がパターンAを超えている。世代が進む毎に、遺伝子が淘汰され、値が収束に向かっているが、この遺伝子は現実的な形態とは違う遺伝子であることがわかる。

## 6. まとめ

本研究では、動線モデルにおける日射量と距離の関係に注目して、多目的最適化を実行した。

結果として、動線モデルが日射量を求めて、日射量の多いエリアに向かって形態を変化させる様子が読み取れる。パターンAとパターンB・C・Dを比較して、平均日射量を増加させることができたが、動線モデル最適化において、目的関数が”日射量を最大化させる”のみだと、動線モデルの距離が際限無く長くなってしまふ。理想の形態に近付ける為には、距離の最小化などの目的関数を新たに付与し、遺伝子を制御する必要がある。

また、今回は設計やデザインにおけるスタディを想定した為、モデルを簡素化した。モデルを複雑にかつ目的関数を増やすと、値が収束するまでに多くの時間がかかることが想定できる。目的や条件に応じて、検証データを簡素化する・作り込むといった対応が必要である。今後の展望として、最適化アルゴリズムの改善と、今回は日射量と動線距離のみを目的関数に設定したが、それ以外の条件や目的関数の設定による形態の違いの検証などが挙げられる。

### [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>, accessed20190930
- 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>, accessed20190930
- 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) 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-時間軸を考慮したランドスケープエレメントの検討、第43回情報システム利用技術シンポジウム論文集, pp.156-159, 2020

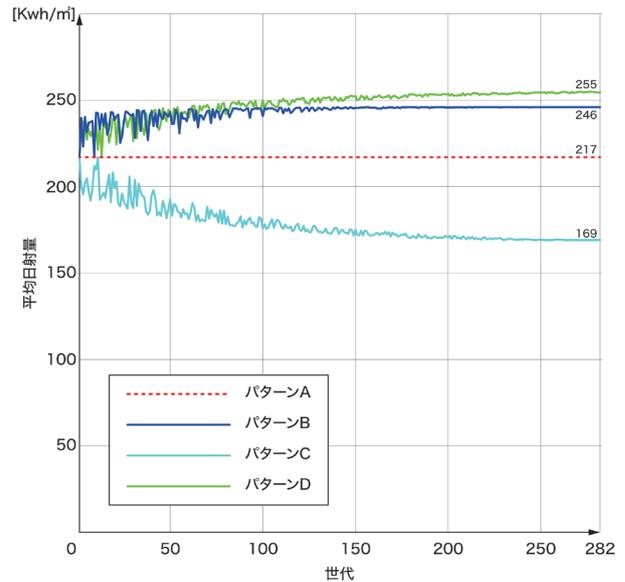


図10. 世代における日射平均値の推移

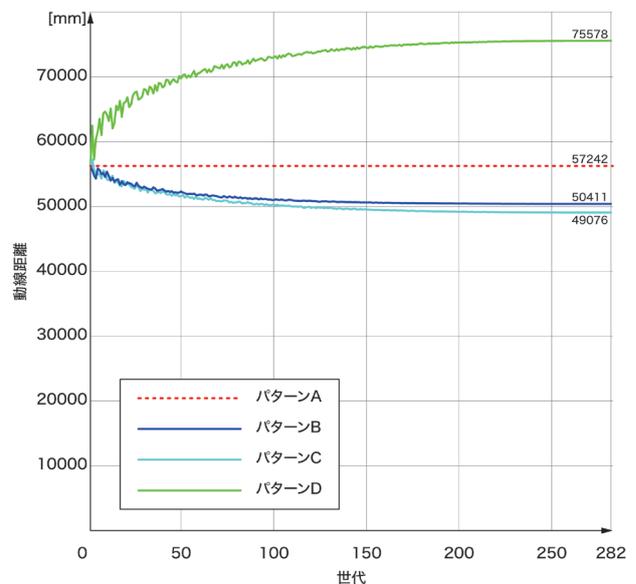


図11. 世代における動線距離の推移