

低層集合住宅の発想支援システムを用いた配置計画・設計手法

正会員○加世田 朋子^{*1}, 同 小佐見 友子^{*2}, 準会員 藤井 誠^{*3},
正会員 本間 俊雄^{*4}, 同 友清 貴和^{*4}

5. 建築計画-3. 計画基礎 建築計画

低層集合住宅, 配置計画, 設計手法, 発想支援システム

1. はじめに

著者らは低層集合住宅配置計画に関する発想支援システムの開発を行ってきた¹⁾。開発システムは、多目的の指標に対して遺伝的アルゴリズム (genetic algorithms : GA) 系解法を基本演算とする模擬育種法 (simulated breeding : SB法²⁾) に、ユーザ(設計者)が直接遺伝子(住戸)へ介入できる人為操作を導入した点に特徴を持つ。これにより、ユーザの意向に合致した解(配置形態)がスムーズに探索できる可能性を示した。しかし、本システムのコンセプトが設計者のイメージに沿った存在可能な解(許容解: feasible solution)、中でも大域的最適解や局所最適解を含む比較的高い解、すなわち優良解(decent solutions)を複数提示することに主眼を置いたにも関わらず、従来のGAや免疫アルゴリズム等の演算部の採用では、多様性を維持した解が得られない問題点が生じた。ここに選択枝が広げられる優良解探索を可能としたISGA (GA with immune system)³⁾をシステムに導入し、情報エントロピーやユーザの感性からも多様性が認められる配置形態を確認してきた⁴⁾。また、システムの操作性や機能を提示し、低層集合住宅配置計画の評価と課題も明らかにしている⁵⁾。

本報告では、テスト段階から実務設計に適用できるように、開発システムを用いた配置計画・設計支援の考え方や手順を提案する。有効性の検証は、試設計を通して確認し、設計作業における本手順の位置づけを示す。

2. 発想支援システム概要

本システムの概要は、集合住宅のモデル化・評価指標・人為操作の考え方の順に説明する²⁾

1) **モデル化** : 集合住宅構成要素は住戸と共有空間に分け、モデル化する。住戸は単位セル(6m×6m×3m)を3つ組合せた5タイプH(Type-1,-2,-3,-4,-5)である。住戸位置は、回転成分T及びX-,Y-,Z-座標成分により与えられ、これらの位置情報を染色体として表記する(図1)。

2) **評価指標** : 配置形態の評価(目的関数)は、日照 f_1 、通風 f_2 、密集性 f_3 と制約条件である建蔽率 f_4 、平面形状 f_5 (各住戸の重複判定)、住戸アクセス f_6 (各住戸へのアクセス可能判定)の6項目である。

日照と通風は住環境を、密集性は住戸の密集度を設定・評価する。これらは最低受照時間などの目標に対して最大化の評価指標を探り、ユーザは GUI (graphic user interface) を介して目標数値を設定する。一方、建蔽率・平面形状・住戸アクセスの3項目は配置形態を成立させる上で不可欠な条件である。これらの制約条件を規定すると多くの解が致死遺伝子となるため、制約条件を評価指標に変更し、全てを線形結合和とする単一目的最適化問題として扱う。

3) **人為操作** : 得られた解に対し、必要に応じて人為操作(初期設定変更・人為交叉・遺伝子改良・クローニング・遺伝子長変更)を行う。

初期設定変更は解析途中で条件変更ができる機能、人為交叉はユーザが複数の解を強制的に交叉させ、親の性質を引き継いだ子を生成させられる機能である。遺伝子改良・クローニング・遺伝子長変更の3つは、直接的に遺伝子に手を加える操作である。遺伝子改良は、住戸単位

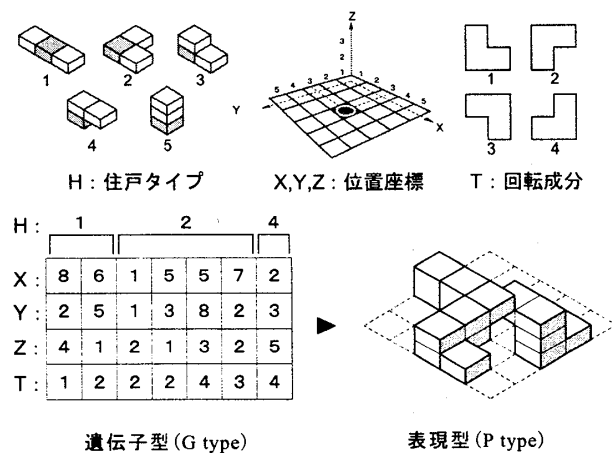


図1 モデル化と染色体表記

Block Planning and Design Method Using Idea Generation Support System for Low Rise Housing

KASEDA Tomoko, KOSAMI Tomoko, FUJII Makoto, HONMA Toshio and TOMOKIYO Takakazu

で移動・回転できる操作であり、ユーザの好ましい住戸配置へ改良・変更することが可能である。クローニングは個体の複製である。任意の固体と全く同じ染色体情報を持つ個体を多数生成することができる。遺伝子長変更は、計算途中で設定住戸数の変更を意味する。解の多様性を考慮した ISGA のアルゴリズムについては文献3)に従う。

3. 発想支援システム利用に関する考察

開発システムは、設計者の要求や法規を始めとする与条件を考慮した様々な配置形態の提示や、モデル化された任意の配置形態の評価が可能である。ただし、GA系解法による解探索は、設定条件が限定されているため配置形態を検討する上で必要な構造面や経済性あるいは細かい点が考慮されない。さらには、得られた解に対する形態イメージも把握する必要がある。したがって、システムの特性を考慮した配置形態決定手順を開発することで、設計支援の幅を広げることが可能になる。

4 設計支援手順

発想支援システムを利用した設計支援の手順を図2に示す。図に沿って説明する。

1 パラメータ設定・入力

与条件・コンセプトを最適化計算パラメータに変換する。設計者は設定により決まる配置形態の傾向を把握し、設定する必要がある。パラメータ入力後、システムの利用を開始する。

2 システムによる配置形態

指定世代までの計算後、生成された配置形態を画面上で評価し、必要に応じ人為操作を行う。ここで直接設計者の評価基準を最適化システムに取り入れたことになる。人為操作とシステムの計算を繰り返し、設計者の要求を満たした解へと育てる。繰り返しの終了は、解が収束し、設計者の判断に基づき決定する。

3 システムと模型製作対応による配置形態

決定した配置形態を模型で再現し、設計者のイメージとの差や与条件の評価を確認する。システムでは通路や階段、エレベータ等が考慮されていないため、模型作成が短時間で検討と修正を可能にするものを用いる。模型による配置形態改良時にシステム上でも評価を行う。場合によっては、システム計算に戻ることも可能である。

上述の内容により初めにシステムを利用した幅広い解

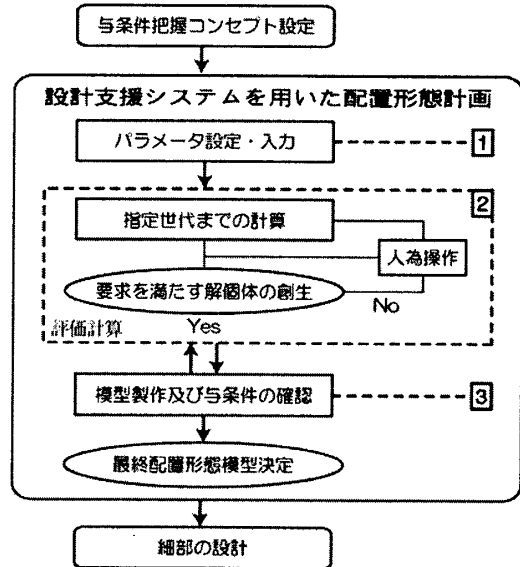


図2 設計作業の流れ

探索を行い、次に他の条件を考慮するための模型製作の利用手順を用いることで、システムの特性を活かすことができる。本手順により設計者の様々な要求を考慮する多様な配置形態の検討が可能である。

5. 試設計

設計手順を既存の集合住宅の建て替え計画に利用する。同敷地内で3つのコンセプトを設定し、それぞれシステムの使用法を変更し配置形態の生成を行う。設計にあたり配置形態に関する種々の法規や現状の環境を維持することを前提とする。

5.1 対象敷地

対象敷地は、鹿児島県鹿児島市紫原の2丁目、4丁目である。敷地面積は36200 m²、用途地域は、第二種高層住居専用地域(道路側一部近隣商業地域)である。既存建物は、昭和58年～62年に建設された5階建(一部4階)の公営住宅である。

住戸配置は、並行配置を採用し、典型的な郊外型の集合住宅である(図3)。敷地の間には桜並木の大通りが走る。

モデル化に当たり、敷地内でより細かい要求を設定するため、敷地を公道に沿って5つ(A, B₁, B₂, C, D)の敷地に分割する。敷地の区分けはコンセプトにより変える。

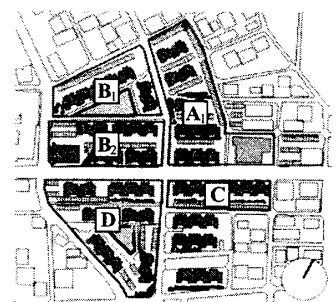


図3 既存公営住宅配置図

表1 敷地条件

建蔽率	60%
容積率	200%
高さ制限	15m

表2 設定パラメータ

区分	設計要求パラメータ				住戸タイプ(総数470)					
	日照	通風	密集性	積層数	TypeA	TypeB	TypeC	TypeD	TypeE	計
A	6時間	小風量	高い	5層	35	35	15	15	10	110
B1	8時間	大風量	低い	5層	15	25	20	20	0	80
B2	6時間	中風量	要求無し	5層	10	30	20	20	0	80
C	6時間	中風量	高い	5層	0	0	20	20	10	50
D	8時間	大風量	低い	5層	30	30	40	40	10	150

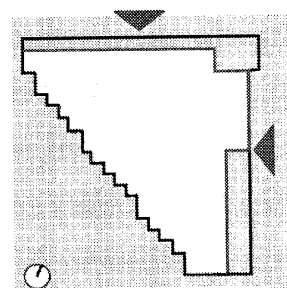


図4 建築可能領域とアクセス可能ラインの設定(敷地D)

敷地条件は表1のように設定する。

5.2 設計条件設定

設定した設計条件を以下にまとめる。3コンセプトのうち1例を詳細に説明し、他は略説する。

コンセプト1

- ・現在の市営住宅と同住戸数を想定する。
- ・駐車場は敷地ごとにまとめて配置する。
- ・商店・福祉施設等を計画する。
- ・メゾネットタイプを積極的に取り入れる。
- ・住戸は時に単位セルに分割し、別住戸として扱う。
- ・敷地別コンセプトを設定する。

例として敷地Dのコンセプトを示す。

- ・北東部に福祉施設を含む集会場を計画する。
- ・敷地周辺環境との調和を考慮し、ボリュームの圧迫に配慮する。
- ・大規模なオープンスペースを形成する。
- ・住戸数が多いため、大規模な駐車場を確保する。

5.3 計算パラメータの設定

設計条件に従い、パラメータを表2のように設定する。オープンスペース形成を目指す際は日照や風量の要求を高く、ボリュームの圧迫に配慮する際は密集性を低く設定する。全住戸をメゾネットとする敷地も設定した。敷地D, 1F部の敷地領域設定を図4に示す。領域内に建築可能領域・敷地アクセス可能ラインを設定する。黒線は敷地境界線、白抜き部分が建築可能な領域、赤線は敷地アクセス可能ラインである。住戸以外の施設やオープンスペース・駐車場のための空地を確保でき、日影制限・道路斜線制限を満たし、全敷地を大通りに対してアクセス可能な設定とする。

5.4 システムによる配置形態の決定

各種パラメータの設定後、指定世代まで自動計算させる。図5に敷地D, 1F部の80代目解個体例を示す。図中の灰色部が住戸であり、黒が住戸の重なりを示す。重な

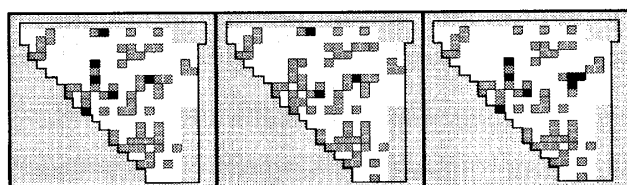


図5 80代目 敷地D 初期解析解例 1F部

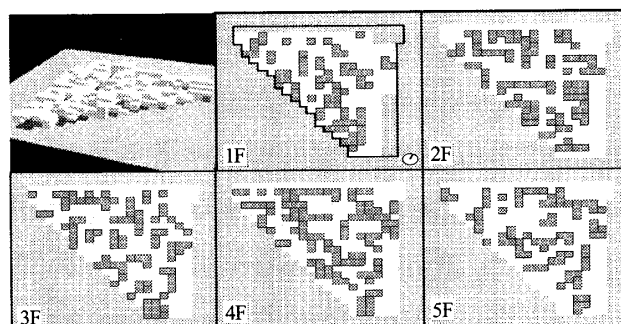


図6 80代目遺伝子改良後解の個体CGと配置形態(敷地D)

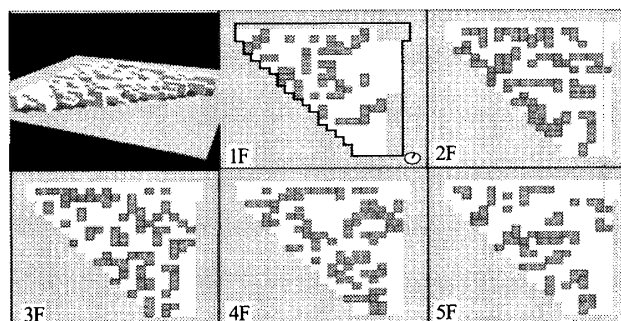


図7 120代目設計者選択解個体CGと配置形態(敷地D)

る住戸は成立しないため、遺伝子改良を実行しこれを解消する。改良の際は、住戸までの動線計画やコンセプトに基づく変更を行う(図6)。120代目にて適応度の収束が見られ(図7)、好みの解の生成後、システムによる配置形態生成を一端終了する。

5.5 模型の制作

システムの提示した配置形態を模型で再現し、考慮されていなかった通路、階段、エレベータ等を設置する。ここでは住戸を明確に区別するため、住戸タイプ毎に色を変えている。模型は加工・修正が容易なものを考える。模型上の修正時に、住戸以外の施設も取り入れる。配置

形態の変更の際は模型の改良とシステム内の改良を並行作業し、日照や風量などの評価も行う。場合によっては、修正後の配置形態を基準にシステム計算を実行させる。最終配置形態模型は図8の通りである。他エリアで制作した最終配置形態の模型は図9に示す。

同様に他計2つのコンセプトで配置計画を行い、それぞれ配置形態を決定した。例として、敷地Dの配置形態を示す。積層数を4とし、各種パラメータ・敷地領域設定等を変えている。結果は、設定条件と共に、図10にシステムで得られた図と模型を示す。

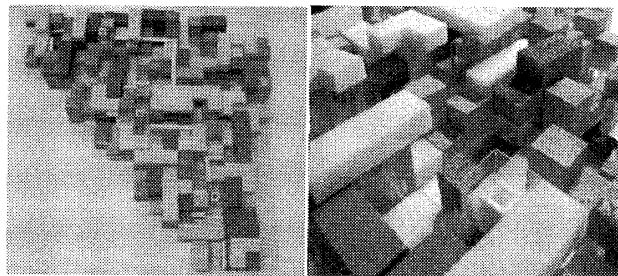


図8 敷地D 模型の制作(最終形態)

6. 評価

提案した手順により行った試設計の評価は、以下のよういまとめることができる。

1. システムの持つ可能性を損なうことなく設計者の要求を満足し、複数の配置形態の創生が可能となった。
2. 模型製作により、実際の設計に重要な要素が考慮できるようになった。
3. 模型利用により、システムでは再現できないアイデアが導入でき、様々な配置形態を短時間で検討可能とした。

以上、システムの特性を考慮した本手順により、設計者の要求を満足する多様な配置形態の検討が可能であることが明らかになった。また様々な与条件を考慮する実設計において、有用な設計手順であることが確認できた。ただし、CGやPUI(Perceptual User Interface)の展開により、ヴァーチャル空間を利用することで、模型製作が必要なくなるかと考えている。

7 おわりに

本報告では、低層集合住宅の発想支援システムを実設計で活用する上で考慮すべきことをまとめ、それらを取り込んだ設計手順を示した。システムの有効な活用法の提案は、設計作業における位置づけも明らかになった。

謝辞

対象敷地に関する法的情報や配置計画に対するコメントを設計事務所、(株)アーキ・プランよりいただきました。ここに深謝いたします。

参考文献

- 1) 徳田光弘, 本間俊雄, 松永安光, 有吉弘輔, 西村一成, 平野公平, 小佐見友子: 遺伝子操作を考慮した擬似育種法による低層集合住宅発想支援の可能性, 日本建築

*1 鹿児島大学 理工学研究科 建築学専攻 大学院生
 *2 藤本壮介建築設計事務所
 *3 鹿児島大学 工学部 建築学科 学生
 *4 同 教授・工博

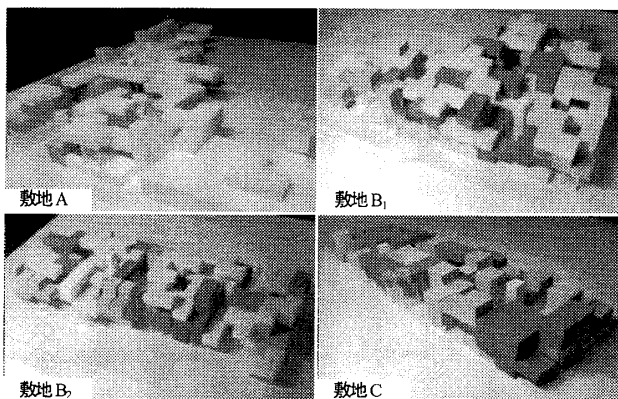


図9 各敷地の模型(最終形態)

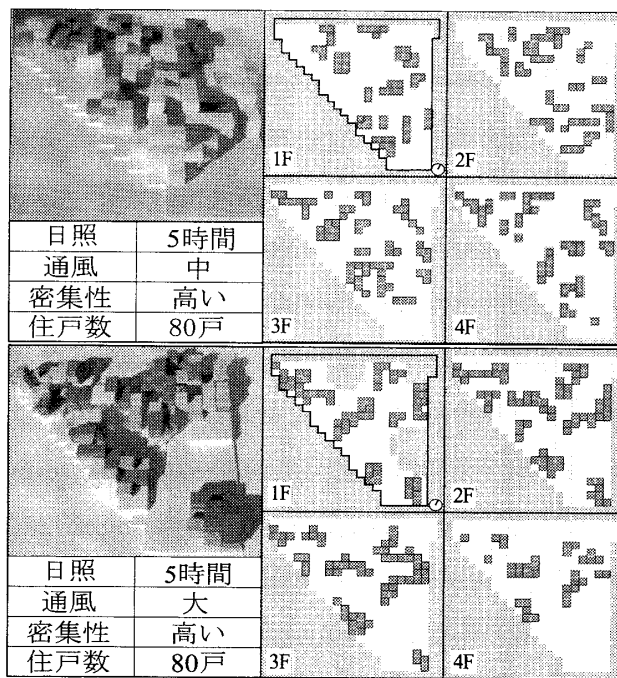


図10 別コンセプトパラメータ・模型と配置形態

学会計画系論文集, 611, 83-91, 2007

- 2) 日本建築学会編: 空間構造におけるコンピュータ利用の新しい試み, 日本建築学会・丸善, 2005
- 3) 本間俊雄, 野瑞憲太: 解の多様性を考慮した遺伝的アルゴリズムによる構造形態の創生, 日本建築学会構造系論文集, 614, 35-43, 2007
- 4) 加世田朋子, 小佐見友子, 本間俊雄: 多様性を考慮した割りこみ解(優良解)を活用した低層集合住宅設計における配置形態の創生, 第28回ファジィ・ワークショップ論文集, 11-16, 2007
- 5) 藤井誠, 小佐見友子, 本間俊雄, 友清貴和: 模擬育種法による低層集合住宅の配置形態決定と試設計例 —多様性を考慮した遺伝的アルゴリズムによる優良解の利用—, 第24回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 480-485, 2008

M2, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University
 Sou Fujimoto Architects
 B4, Faculty of Engineering Kagoshima University
 Prof., Faculty of Engineering Kagoshima University, Dr. Eng.