

街区空間の住宅建替え更新の 数理モデル化と デザインへの応用

—郊外の住宅地における緑地保全の手法—

慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科修士2年

池田靖史研究室所属

猪野梓

1. 背景



ハーバート・サイモン

- ・コンピュータ科学、心理学教授
- ・ノーベル経済学賞の受賞者

自然科学は、自然の物体と現象についての知識の体系である。
それでは、人工的な物体と現象に関する知識の体系である「人工」科学 ("artificial science") というものは、はたしてありえないだろうか。

ハーバート・A・サイモン『システムの科学（第3版）』

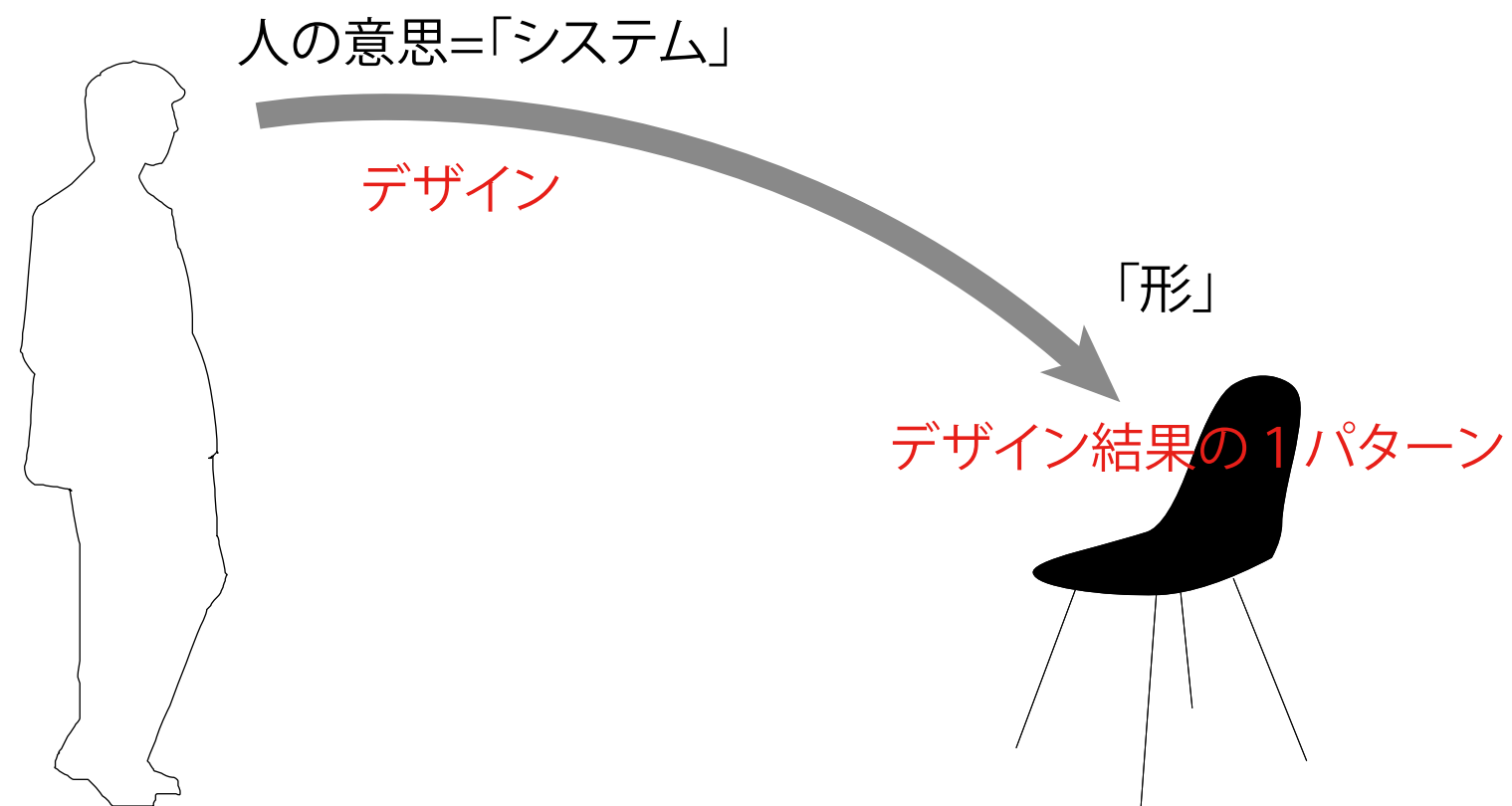
自然科学は、自然の物体と現象についての知識の体系である。
それでは、人工的な物体と現象に関する知識の体系である「人工」科学 ("artificial science") というものは、はたしてありえないだろうか。

ハーバート・A・サイモン『システムの科学（第3版）』

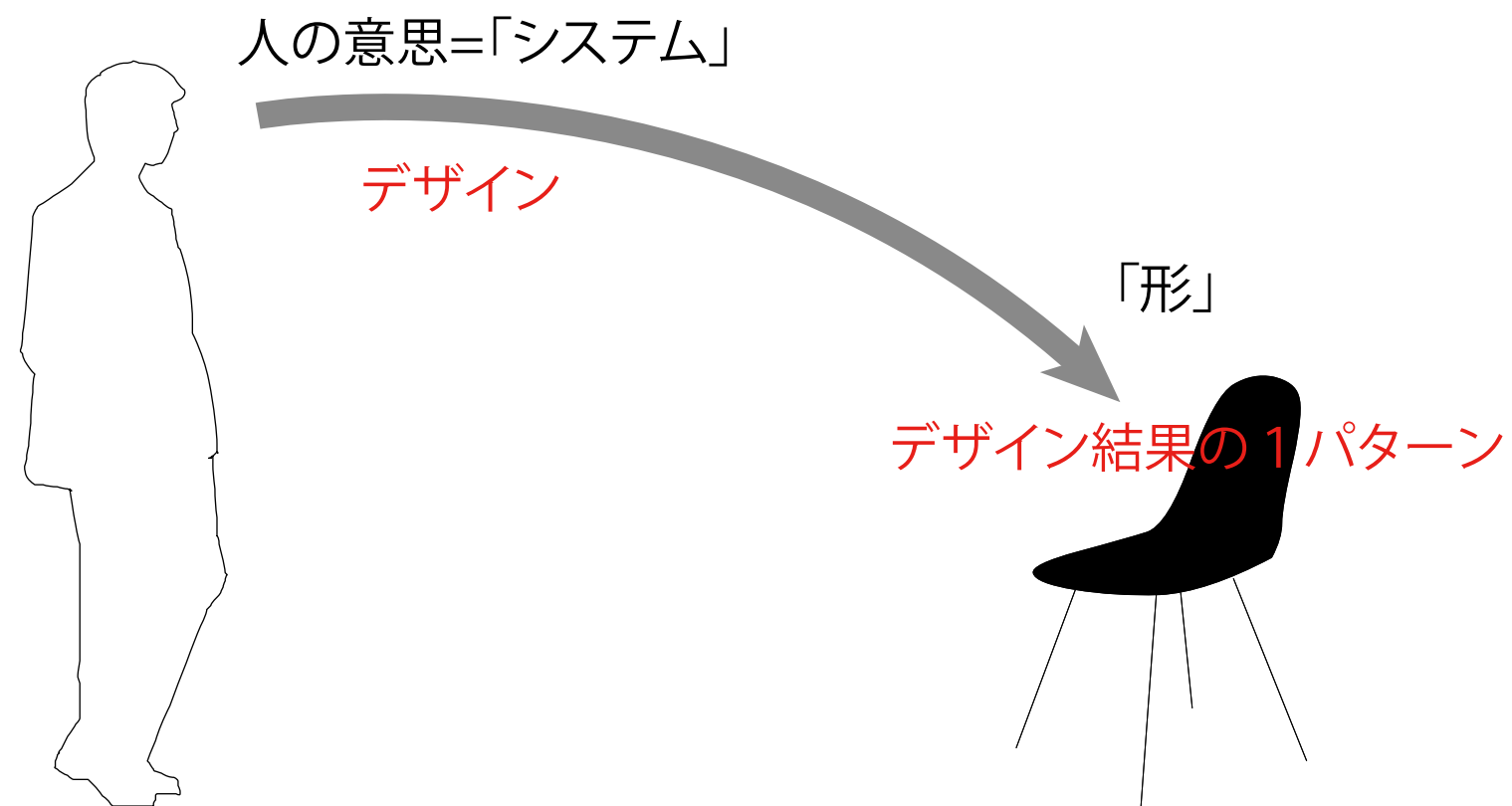
『人工物の科学』

人工物は、どのような過程でデザインされているのか。

人工物のデザインとは、システムを構築することである。

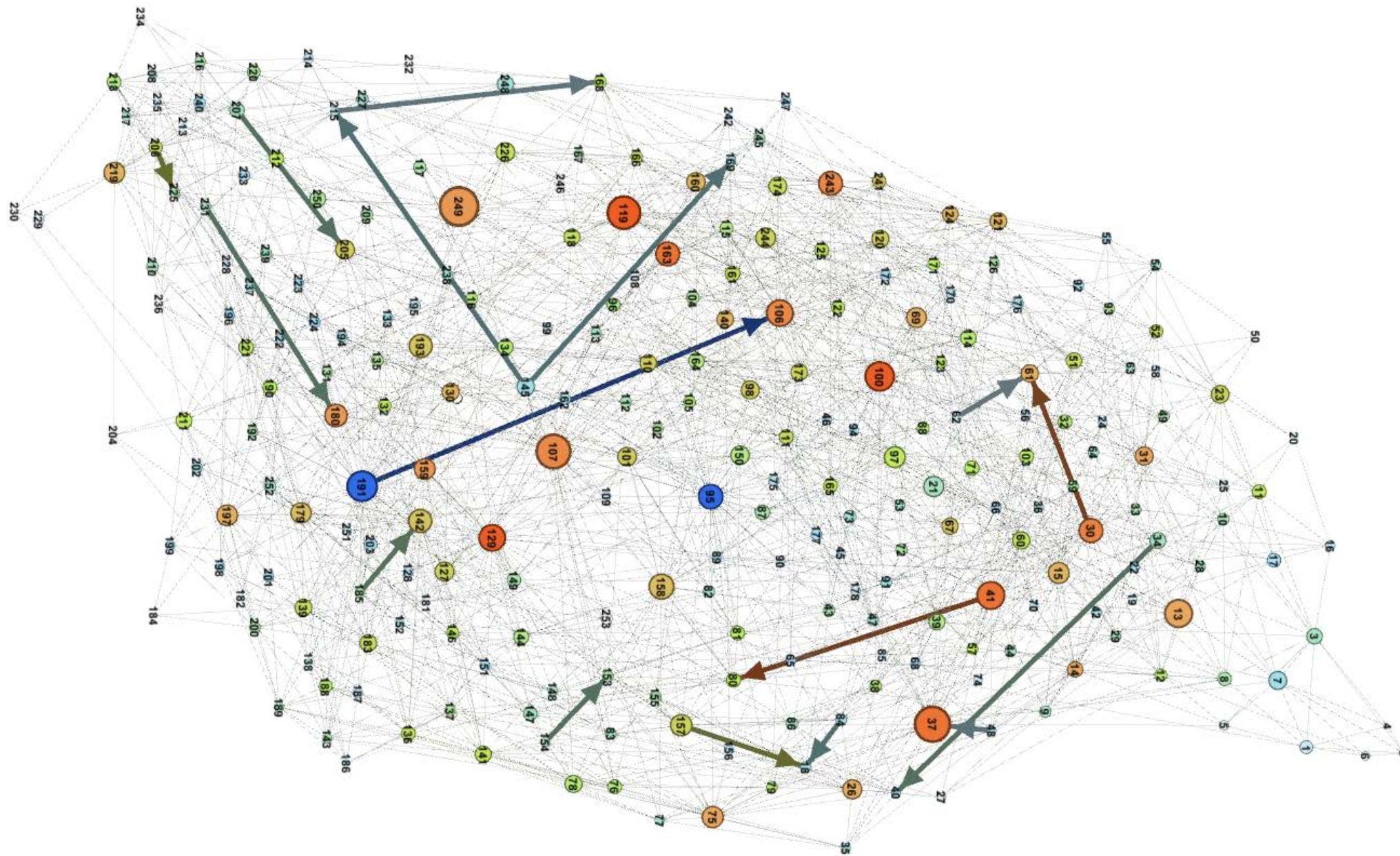


人工物のデザインとは、システムを構築することである。
シミュレーションが有効



都市設計における主要なパターンを 253 個に集約
その組み合わせにより都市を生成

システムとしての
都市空間

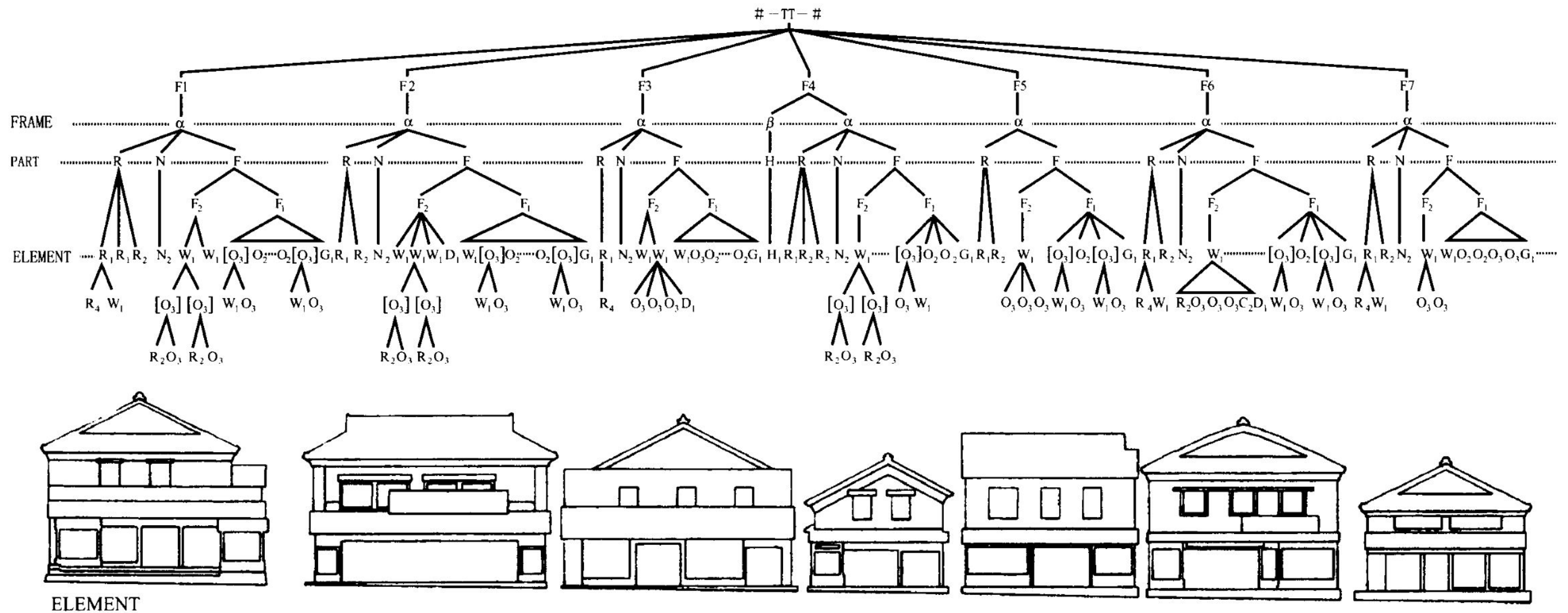


クリストファー・アレグザンダー (1977) 「パターン・ランゲージ」

既存の都市を数理モデル化



街並みを構成する
メカニズムを分析



門内輝行 (1997) 「街並みの景観に関する記号学的研究」

ルールを仮定



新たな都市空間を生成

Movie"Follow the church"

Kaisersrot"Follow the church"

数理モデルを用いた都市のシミュレーションにおいて、

①分析



②予測



③ルールの見直し

個別に行った事例は数多く存在するが、これらを繋げ、一貫して行っている事例はほとんど存在しない。



本研究の目的：

都市のデザインにおいて

- ・数理モデルを用い、分析、予測、ルールの見直しを繋げ、「システム」を構築すること。
- ・これらを繋げるために何を検討すべきか。

■世田谷区成城

- ・個々の意識⇒緑豊かな街の全体像を維持



脈々と受け継がれてきたシステム

■長崎ハウステンボス

- ・オランダの街並みをコピー＆ペースト



多様で複雑な景観
システムは存在せず

■中央区高層マンション群

- ・明確なマスタープラン



合理的に計画
システムは存在せず

緑豊かな高級住宅地

広い庭に囲まれた生活

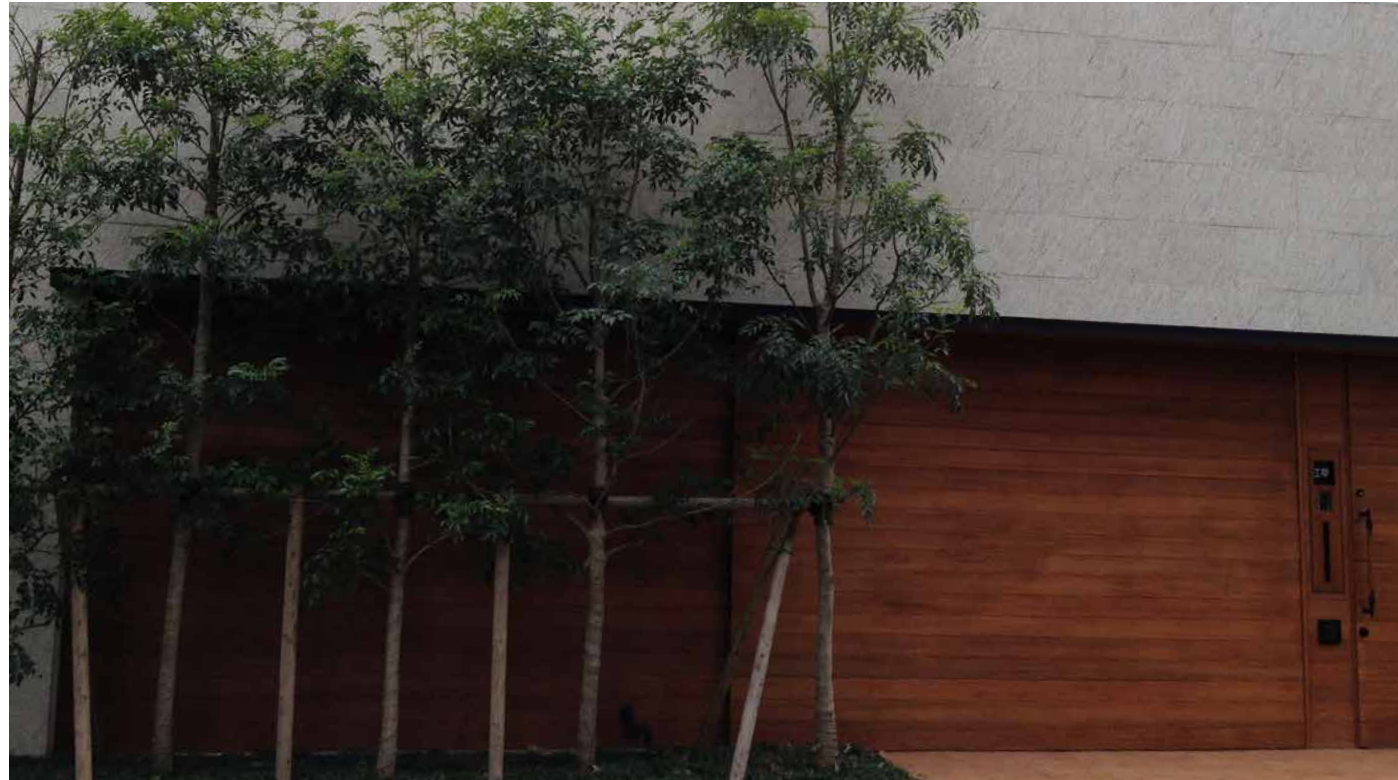


緑豊かな街並み



緑を保全する意識

住民の意識



街づくりの条例

『生垣等助成』

道路に接した部分に生垣や花壇を造る場合、建物の屋上や壁面を緑化する場合に、その費用の一部を助成するもの。

生垣・花壇造成・シンボルツリーの植栽
屋上・壁面緑化

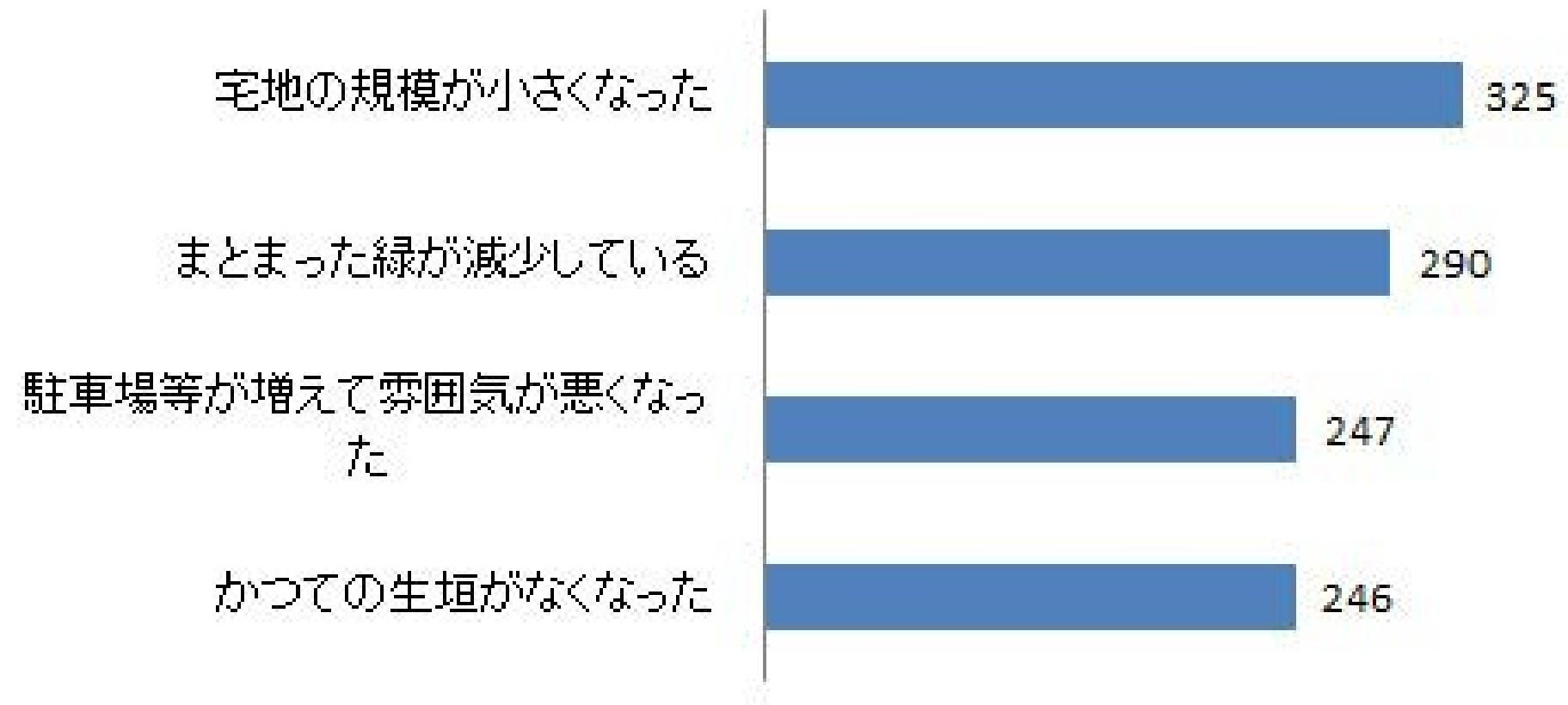
助成制度のご案内

～工事着手前に現地調査及び申請手続きが必要です～



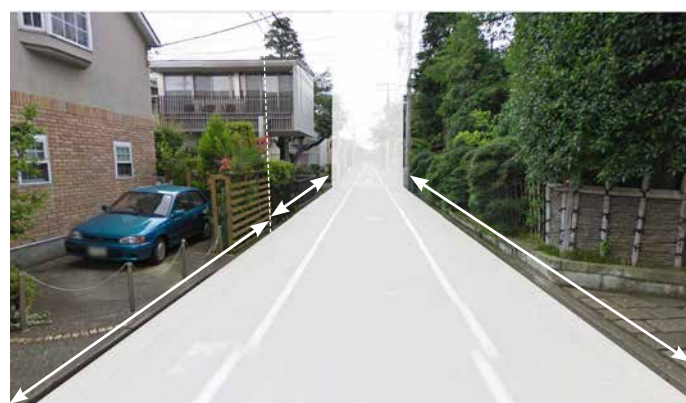
(イメージ図)

緑を保全する意識があるにも関わらず、減少する緑。



出典：世田谷区砦総合支所街づくり課 (1994)
「記帳な自然・歴史と文化が息づくまち成城のまちづくりを考える」1994年11月

緑を保全する意識があるにも関わらず、減少する緑。



2. 分析

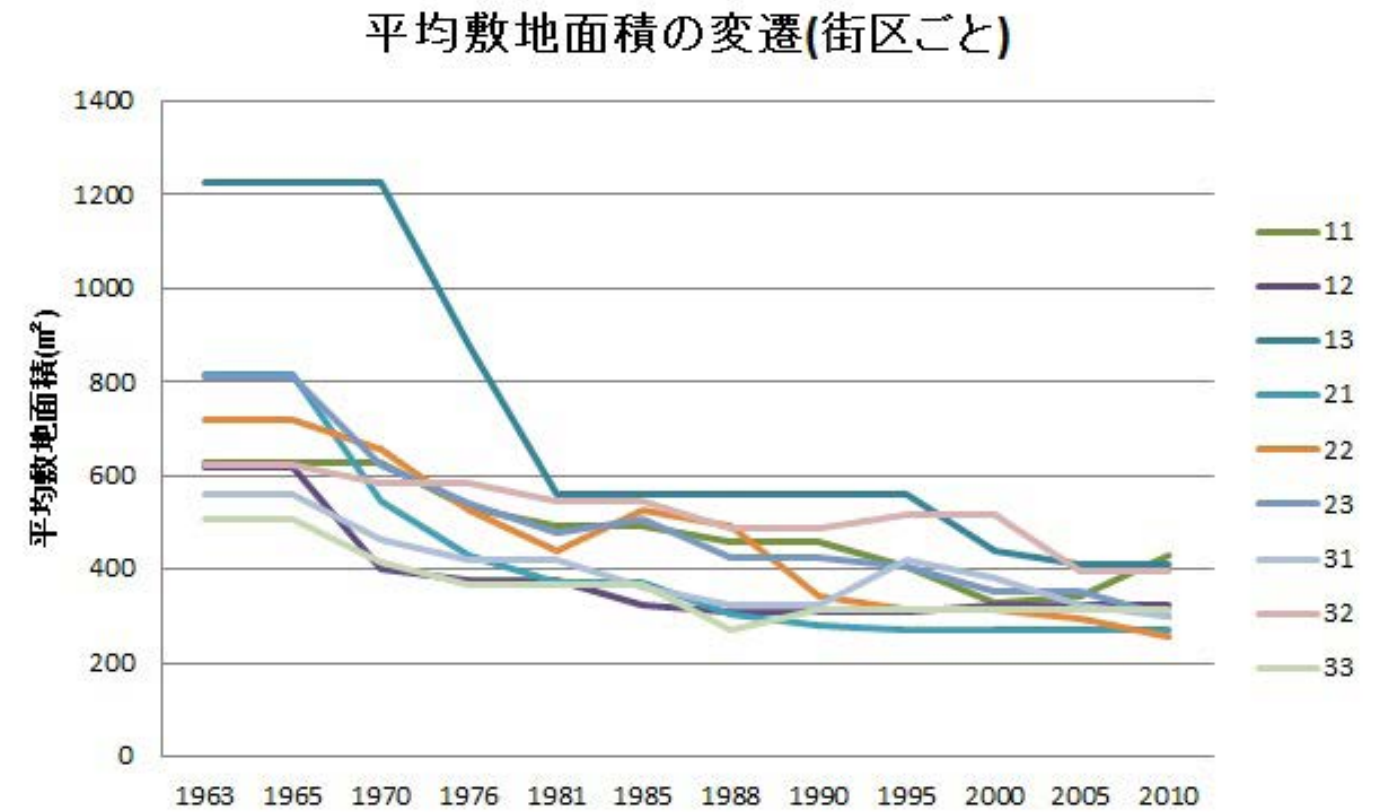
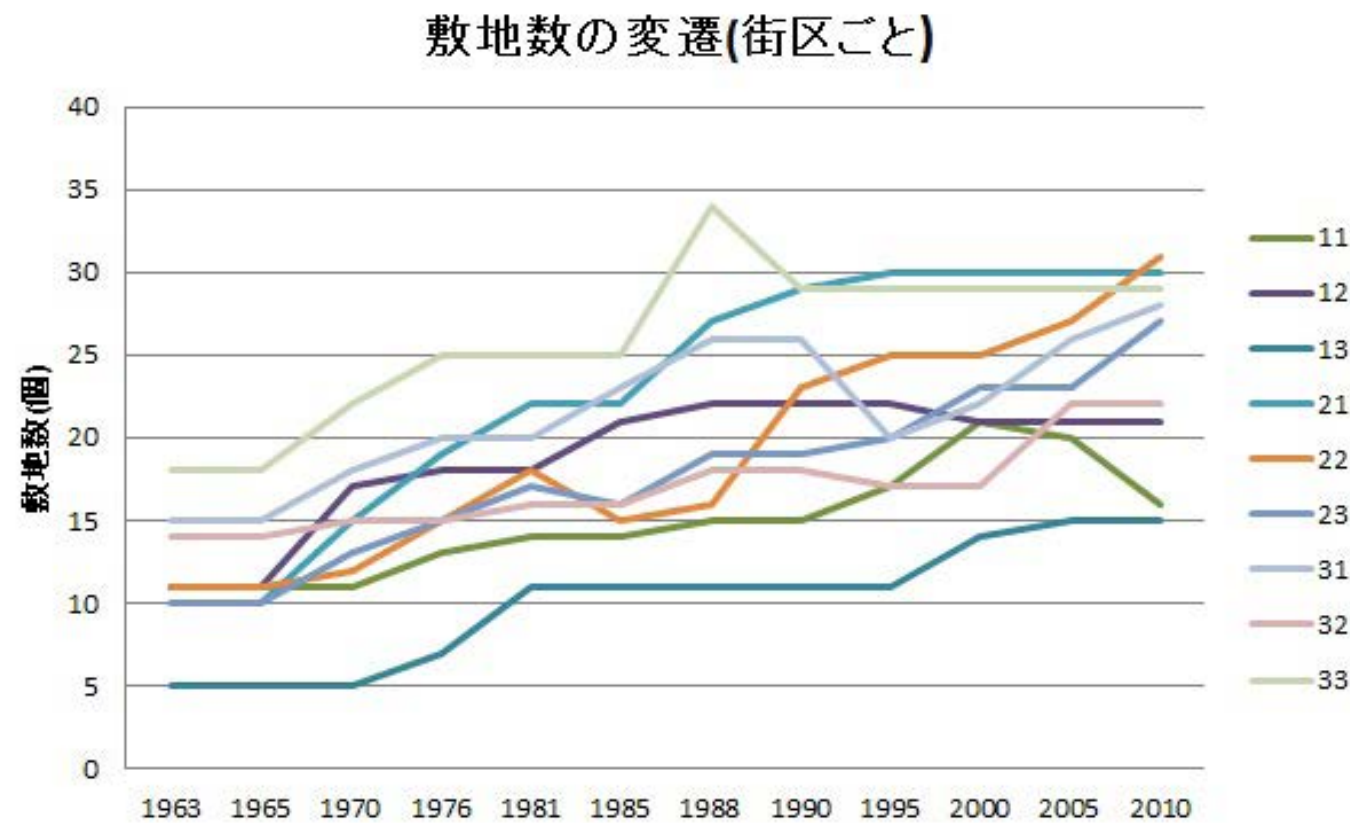
2-1. 調査の概要

成城学園と成城学園前駅に囲まれた住宅街：24 街区、550 敷地 (2010 年時点)

①空間更新の調査（1960 年～ 2010 年）②緑の変遷の調査（1997 年～ 2010 年）



2-2. 街区の空間更新の調査



<分析>

- ・ 相続時に起きる経済的傾向から、元あった巨大な敷地は分割されることが必須。

⇒敷地分割メカニズム

2－3. 緑の変遷の調査

敷地内緑化率の低下。

1979 年：79.1%



2004 年：75.1%



2007 年：71.4%



2010 年：72.4%



2-3. 緑の変遷の調査

緑を植えるのに十分な空地が減少。

1997



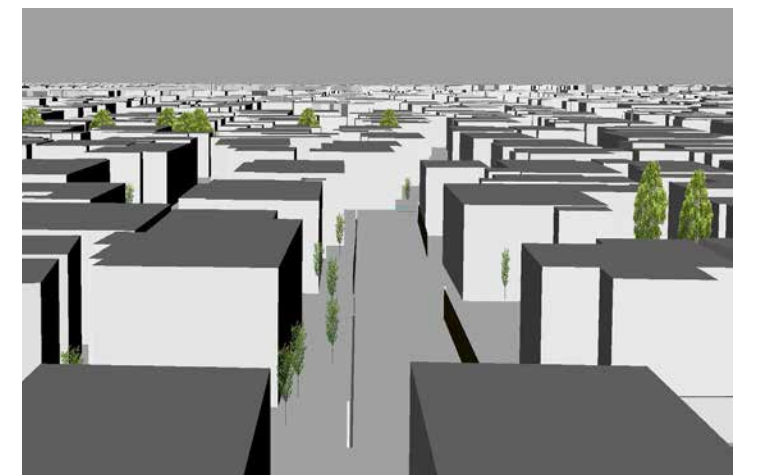
2004



2007



2010



樹木が伐採される。

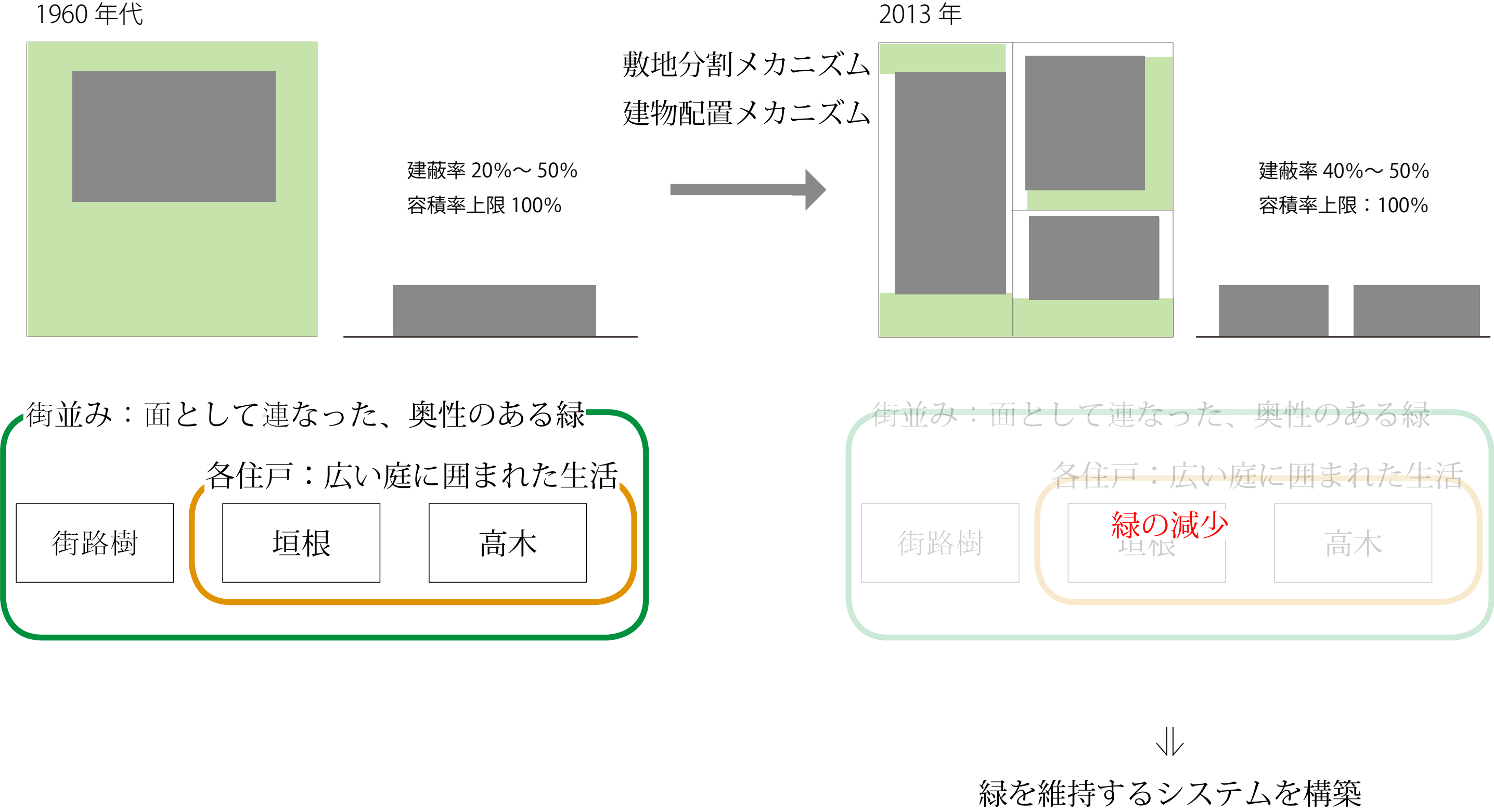
住宅が建て込み、高木の入る余地はない。

分譲により、もとあった樹木、垣根が伐採される。

住宅が建て込み、高木、垣根の入る余地はない。塀で囲われる。

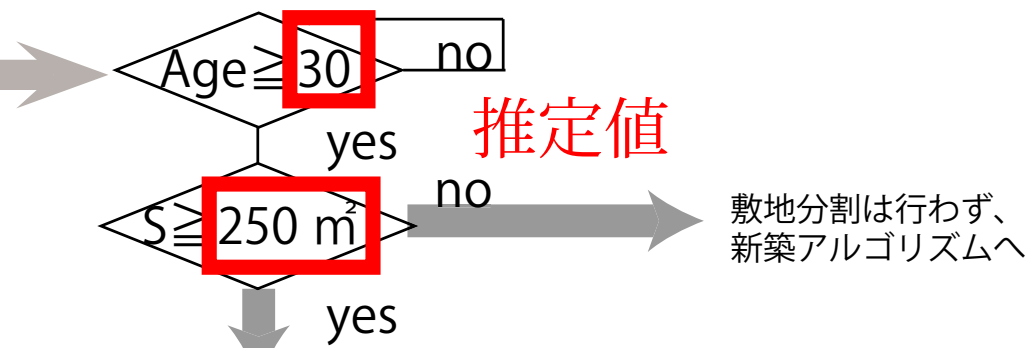
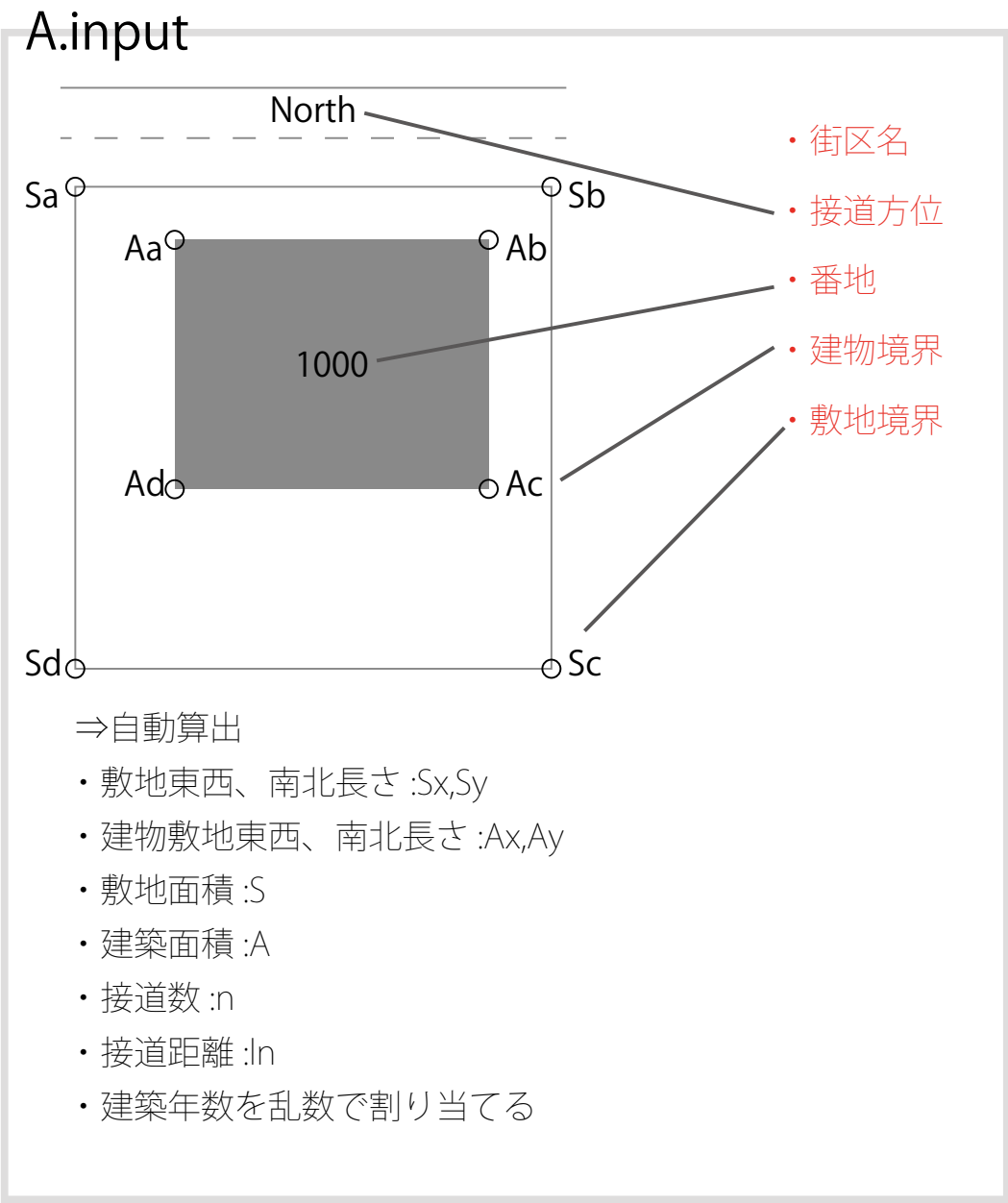
<分析>

- ・ 1 敷地 1 建物という原則から、住宅が建て込む。⇒空地が減る
 - ・ 建蔽率 50%、容積率 100% という規制⇒空地の質が制限される
- ⇒建物配置メカニズム

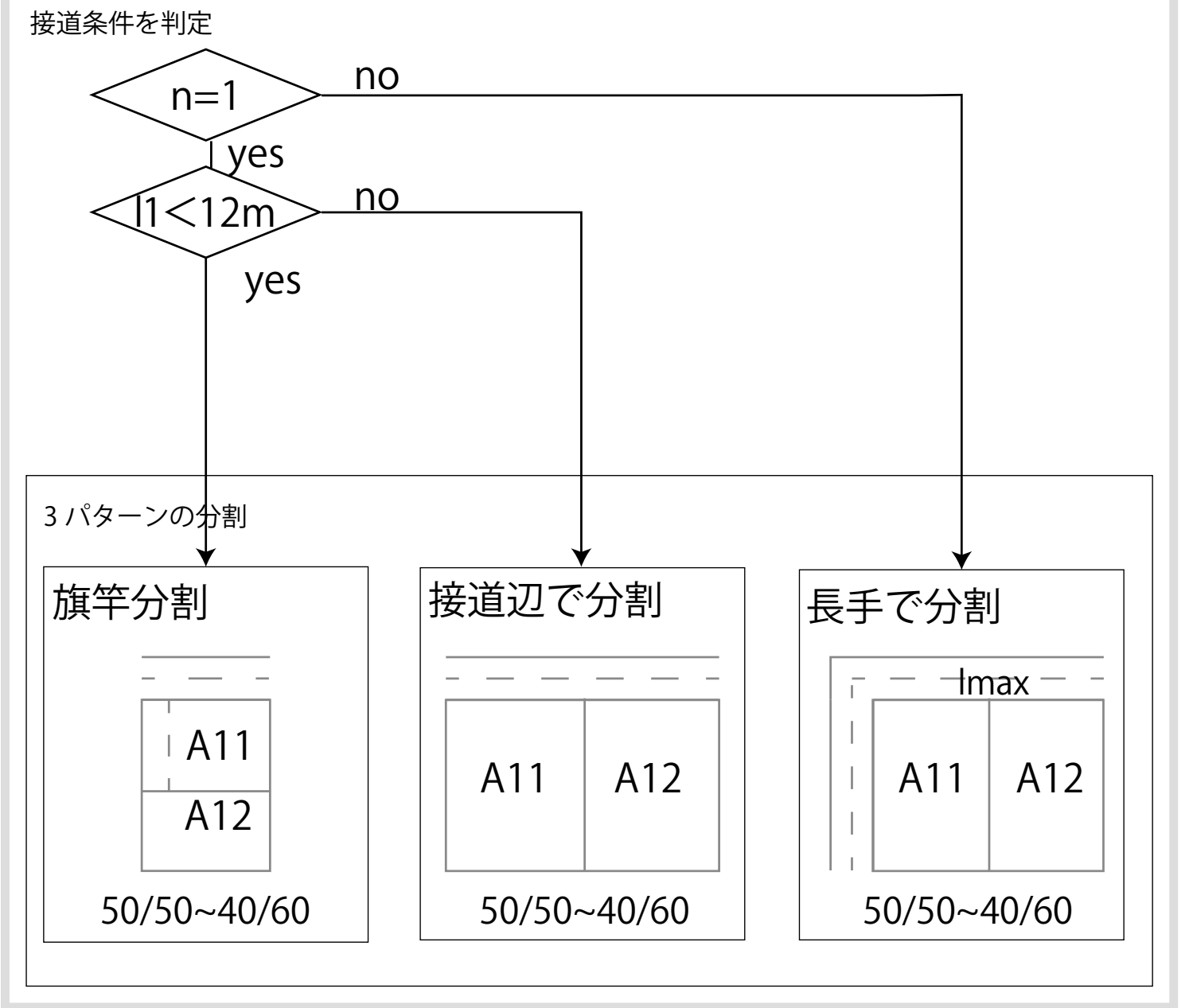


3. 現況再現 シミュレーター の作成

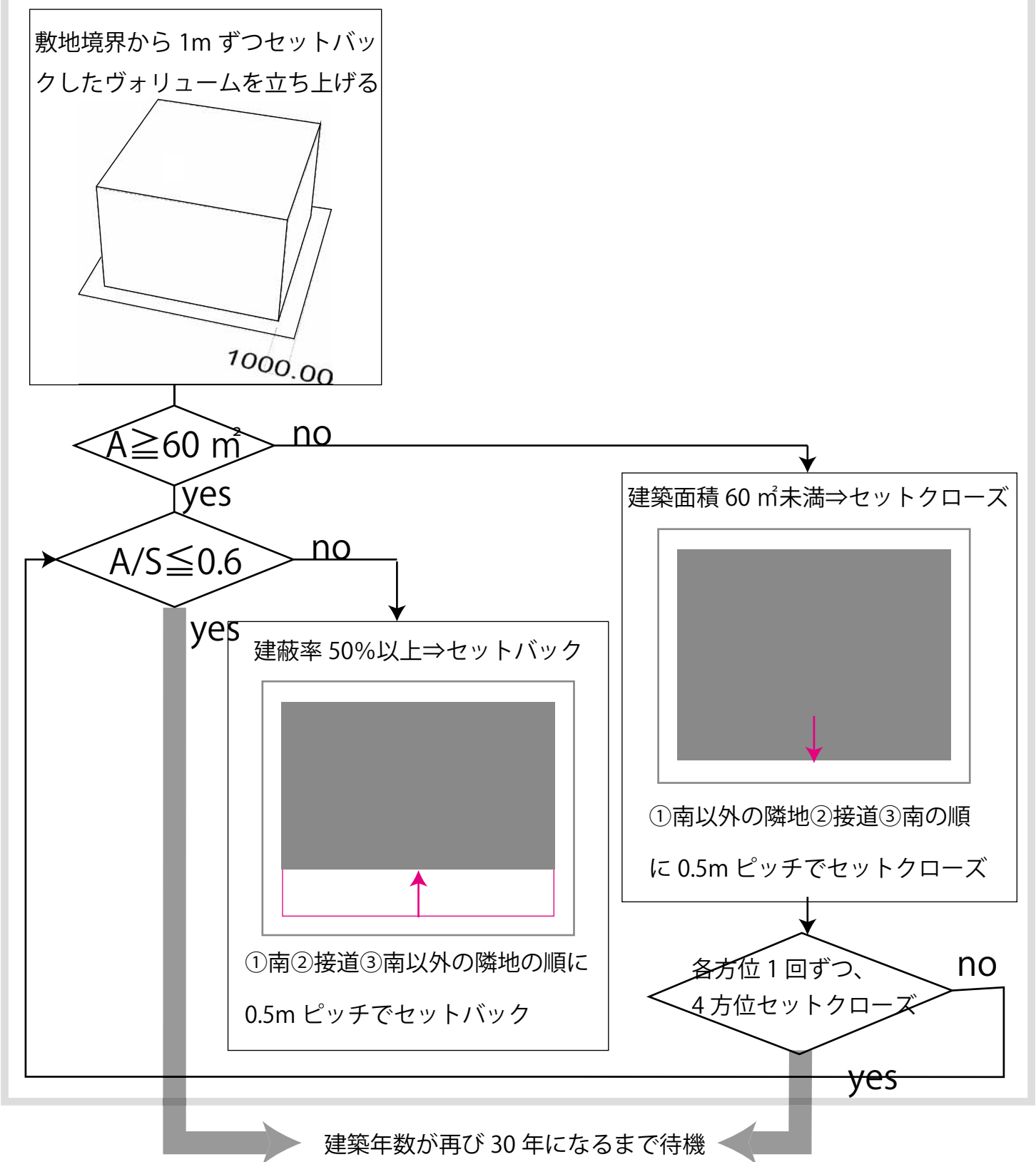
3-1. 敷地分割メカニズム



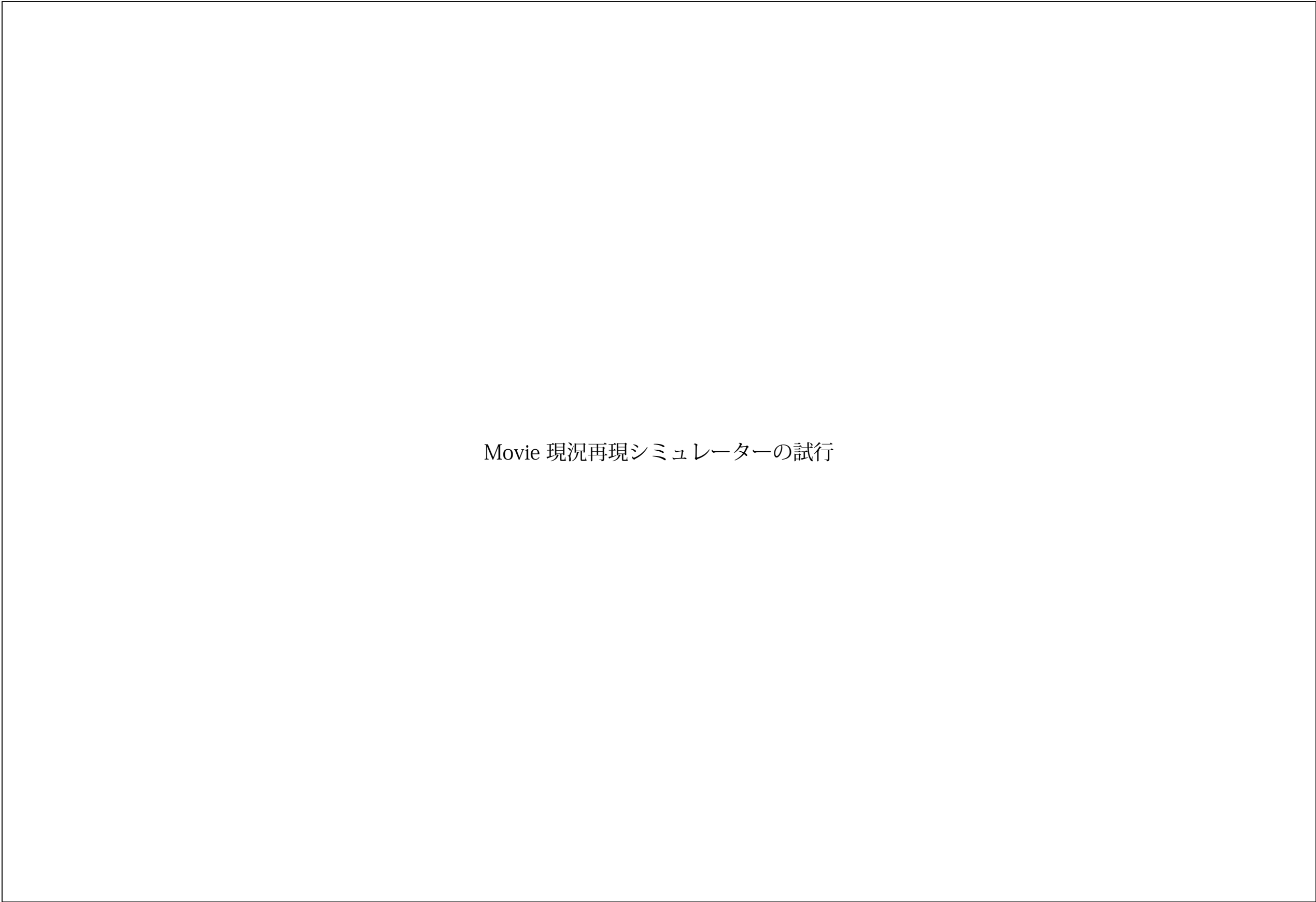
B.site division algorithm



C.new constructionalgorithm



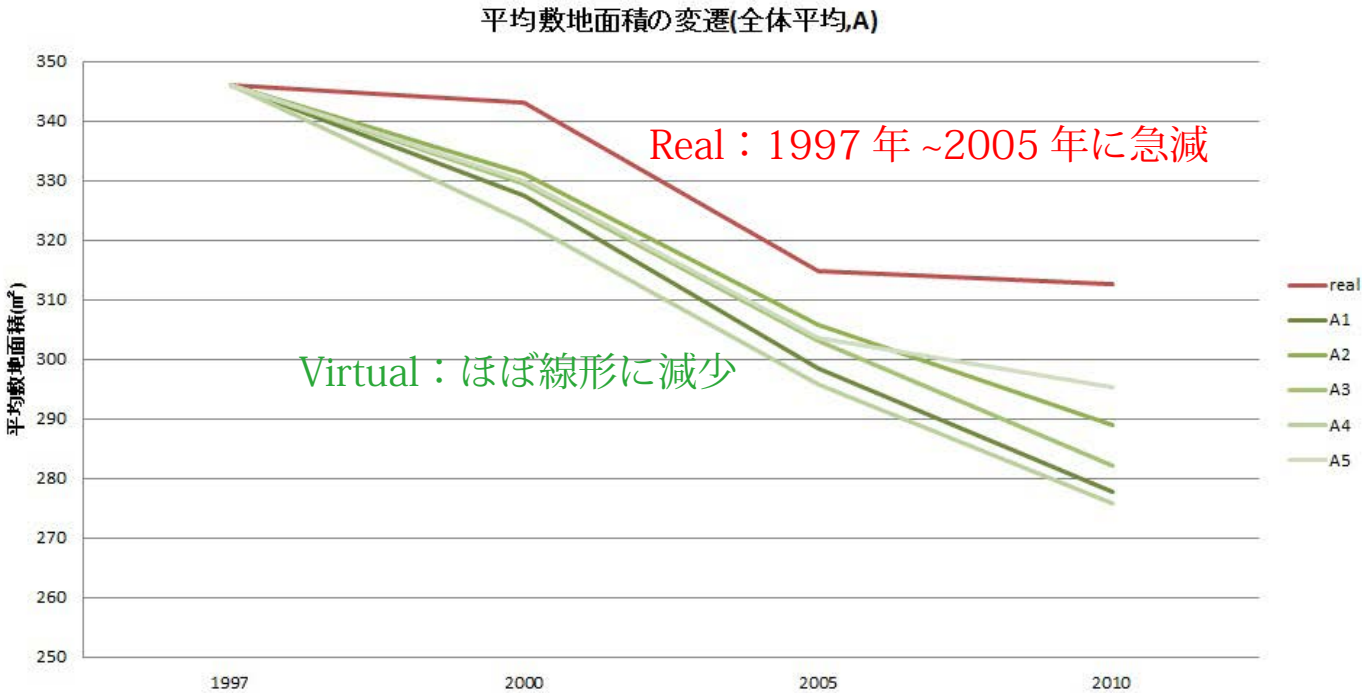
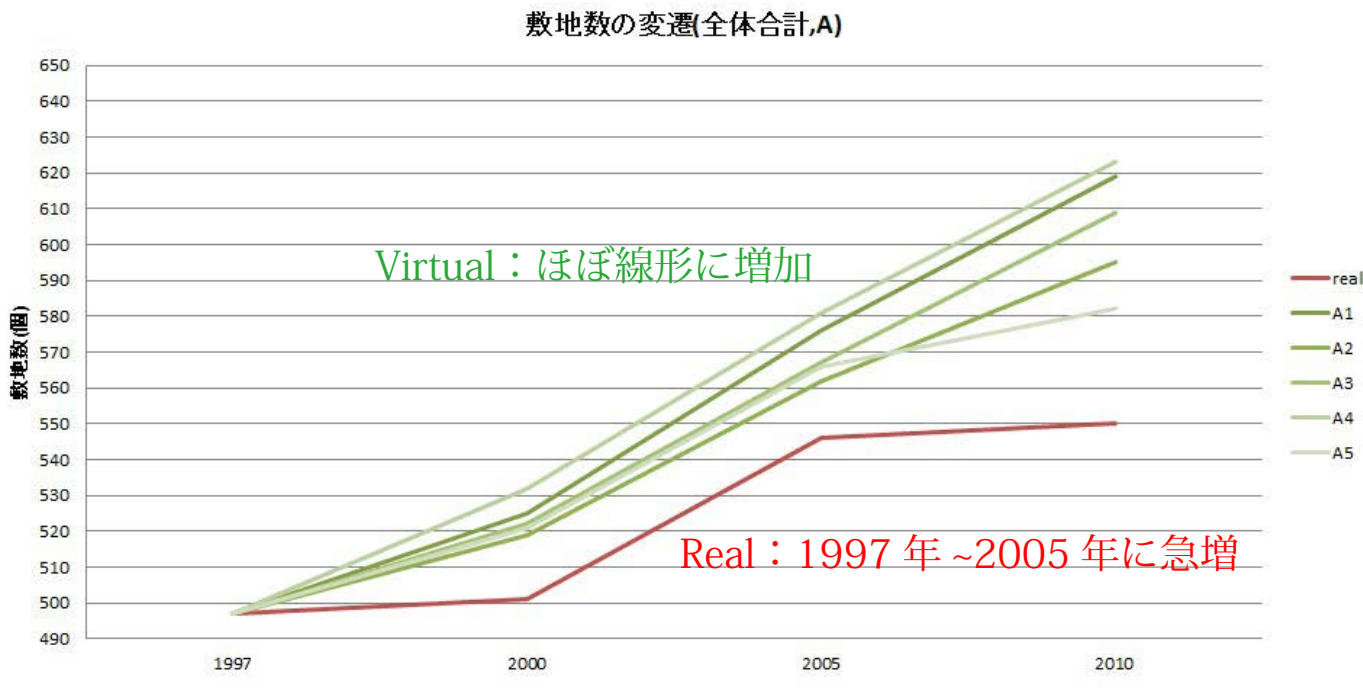
3－3．現況再現シミュレーターの試行



Movie 現況再現シミュレーターの試行

3-4. 再現率の検証 (試行5回)

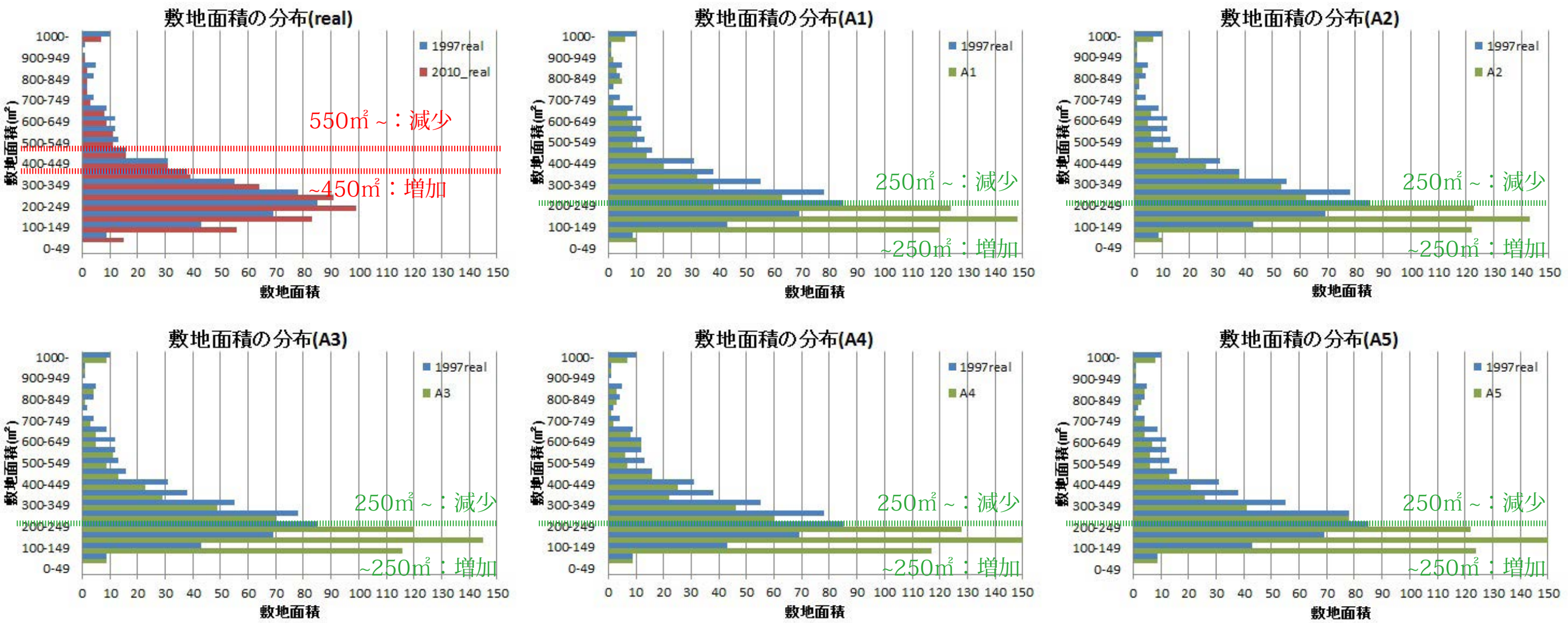
変遷の傾向 (1997 年～ 2010 年)



3－4．再現率の検証（試行5回）

敷地面積の分布の変化について（1997 年と 2010 年の比較）

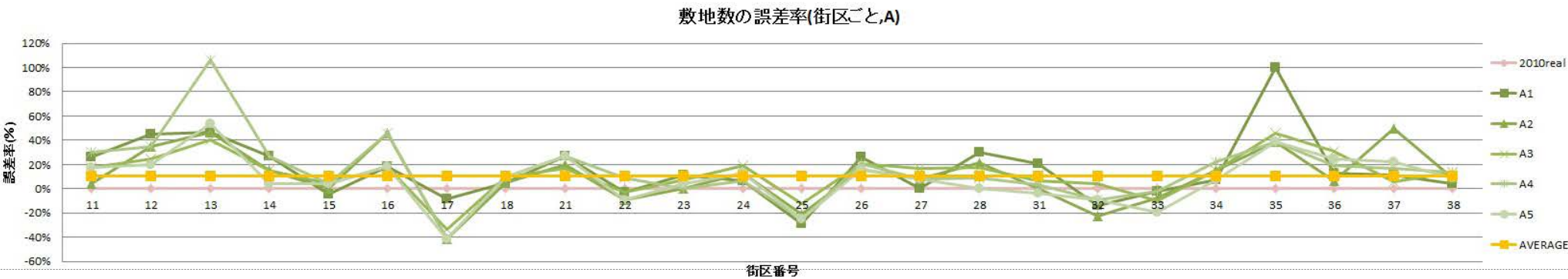
1997Real
2010 Real
2010 Virtual



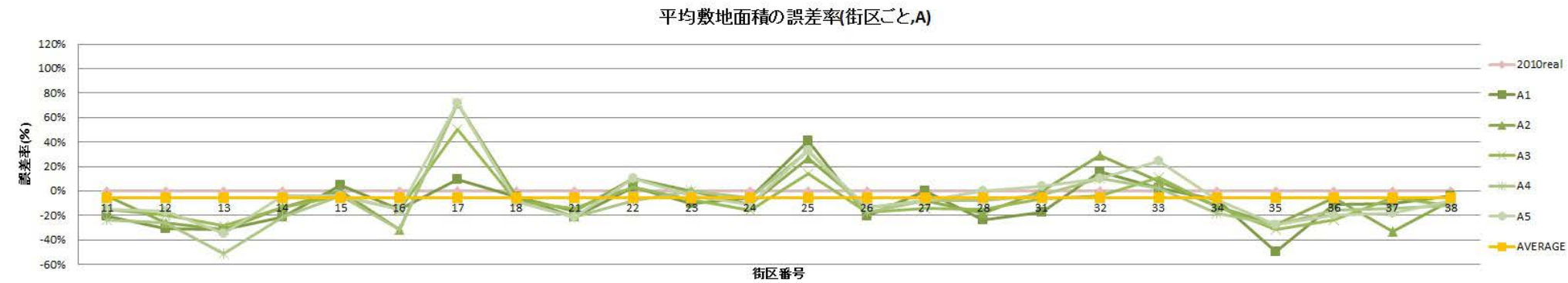
3－4．再現率の検証（試行5回）

・誤差率について

敷地数：+10%



平均敷地面積：-6%



⇒分割しすぎている。

3-5. パラメータの補正

A.input

敷地情報を入力



B.site division algorithm

建築年 30 年以上 かつ敷地面積 250 m²以上の敷地を分割する

- 建築年数 age [年] ($0 < \text{age} \leq 100$)
- 敷地面積 S[m²] ($50 \leq S$)

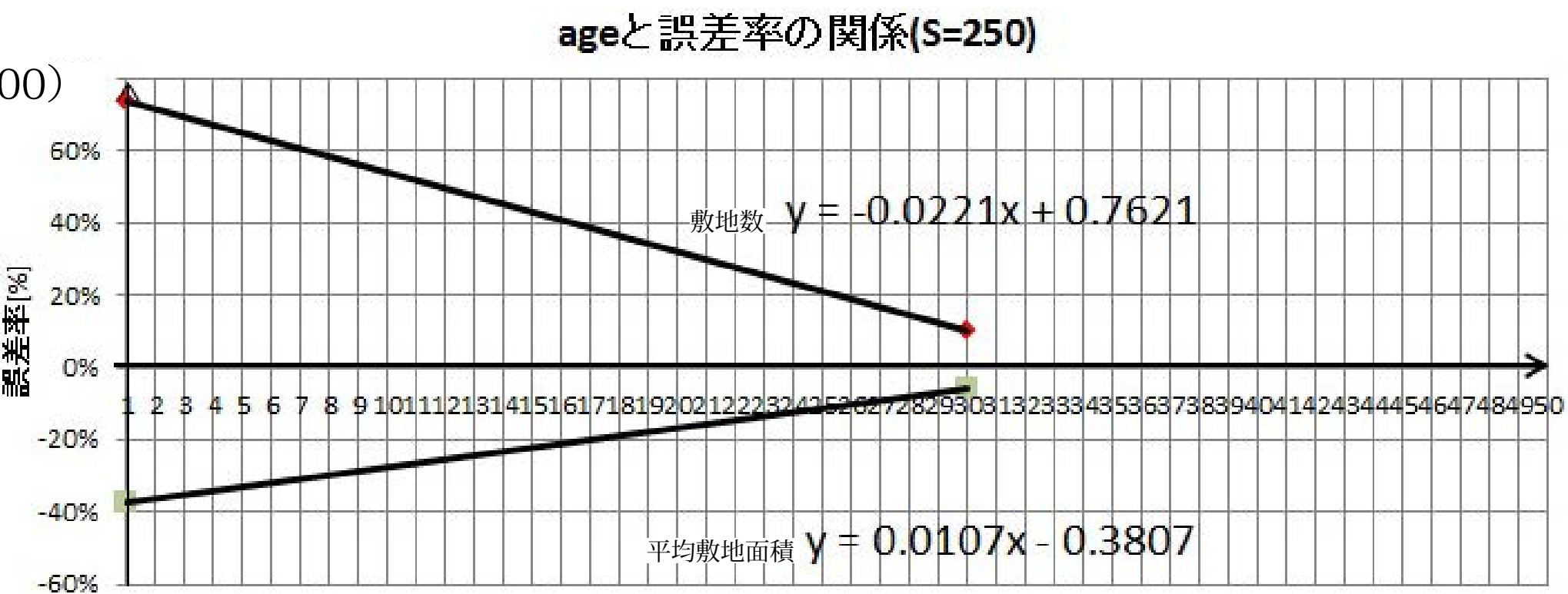
- ① 極端な値に設定して試行 (5 回ずつ)
- ② それぞれのパラメータと平均誤差率の関係をグラフにする⇒誤差率 0% となる値を推測
- ③ ②の値を用いて再度試行

C.new construction algorithm

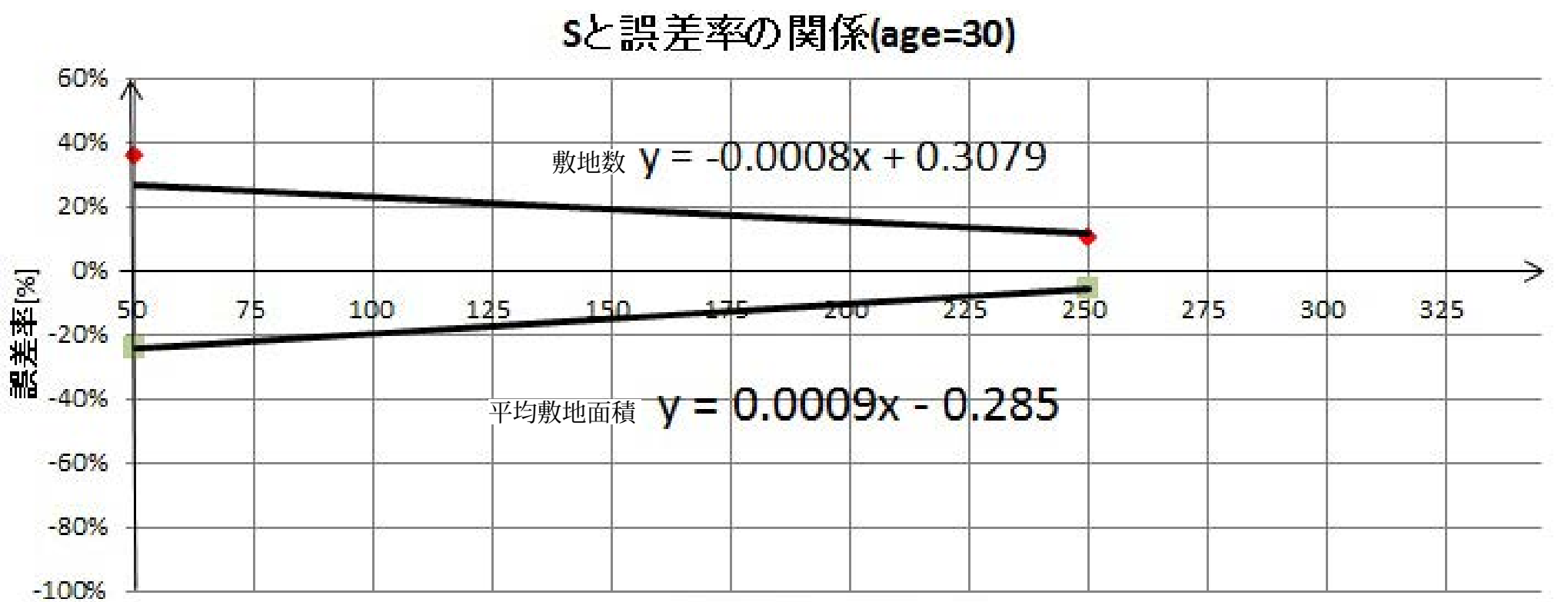
敷地境界から 1 m セットバックを基準に、建蔽率が 50% 前後になるよう新築の住宅を建てる



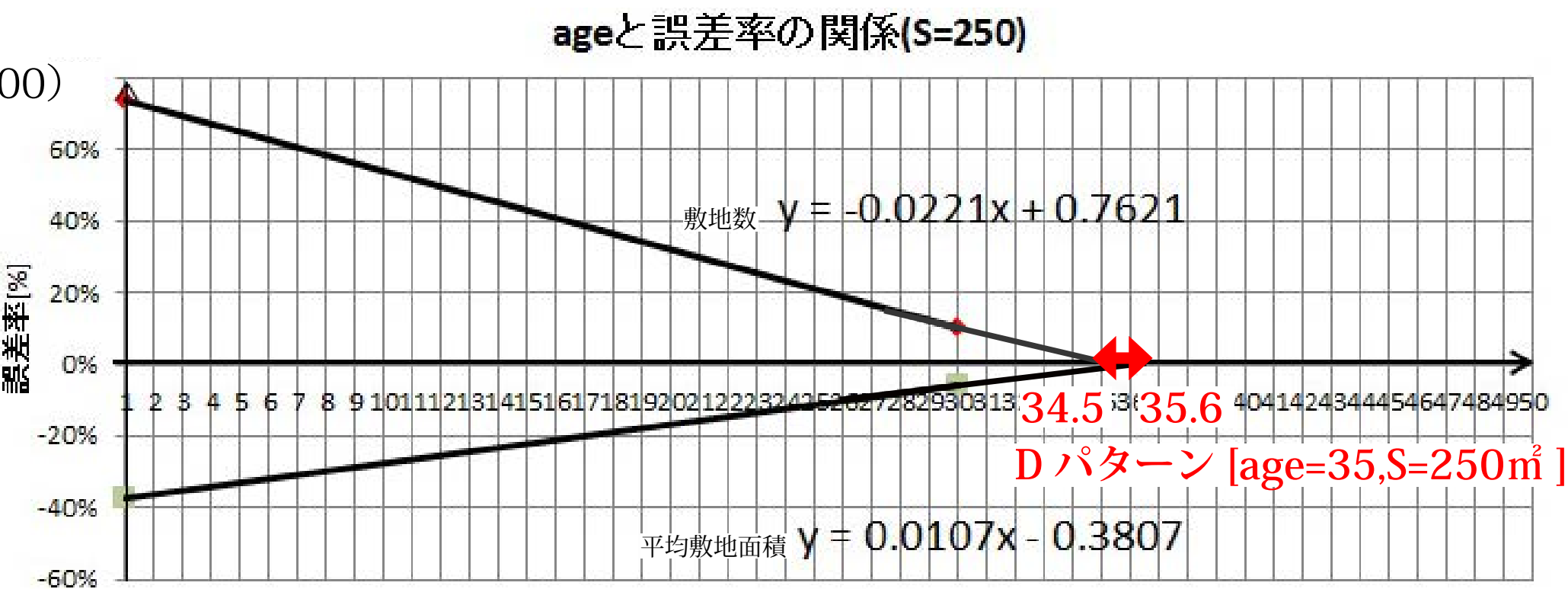
B パターン [age=1,S=250㎡]
建築年数 age [年] (0 < age ≤ 100)



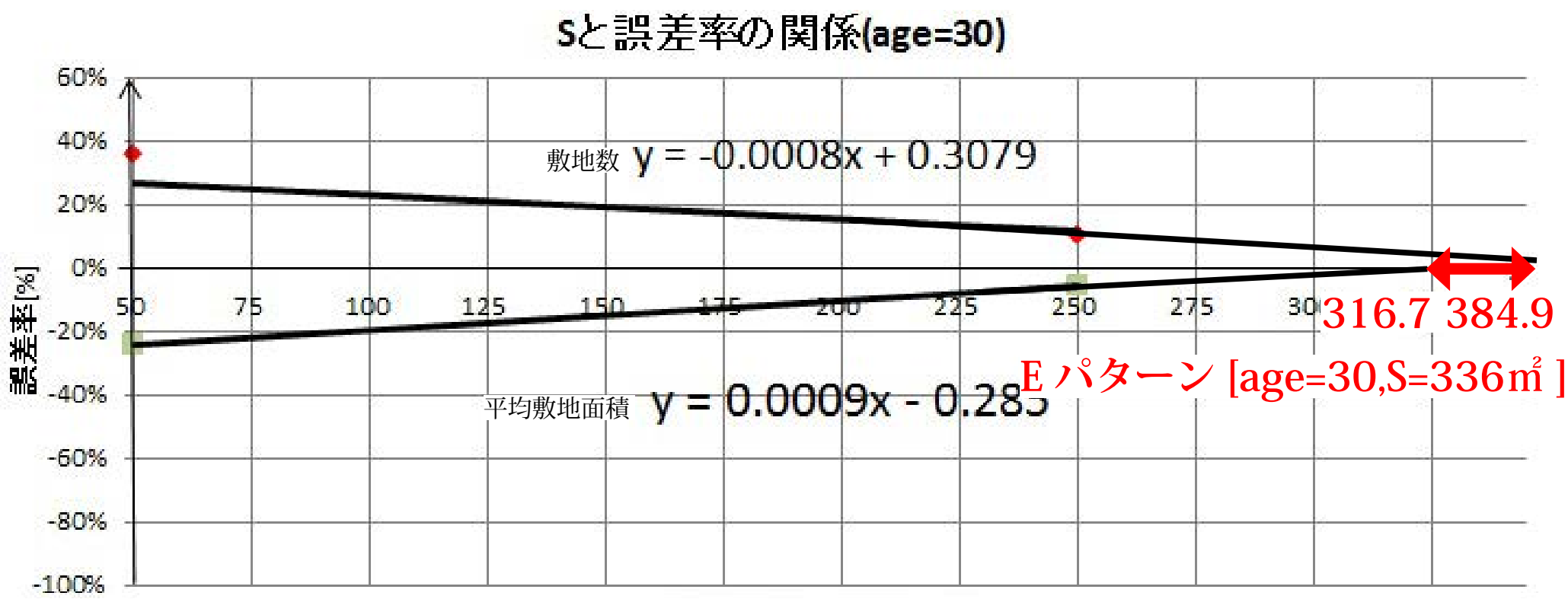
C パターン [age=30,S=50㎡]
敷地面積 S[㎡] (50 ≤ S)



B パターン [age=1,S=250㎡]
建築年数 age [年] (0 < age ≤ 100)

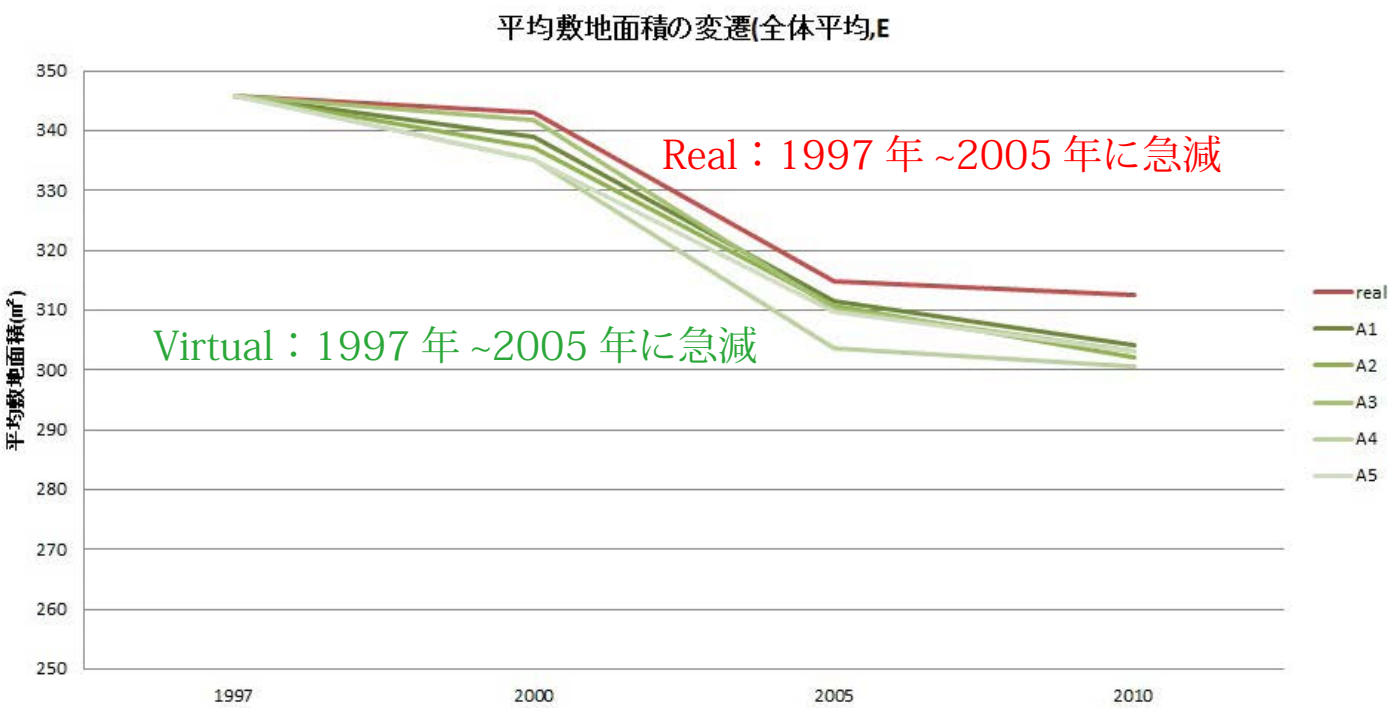
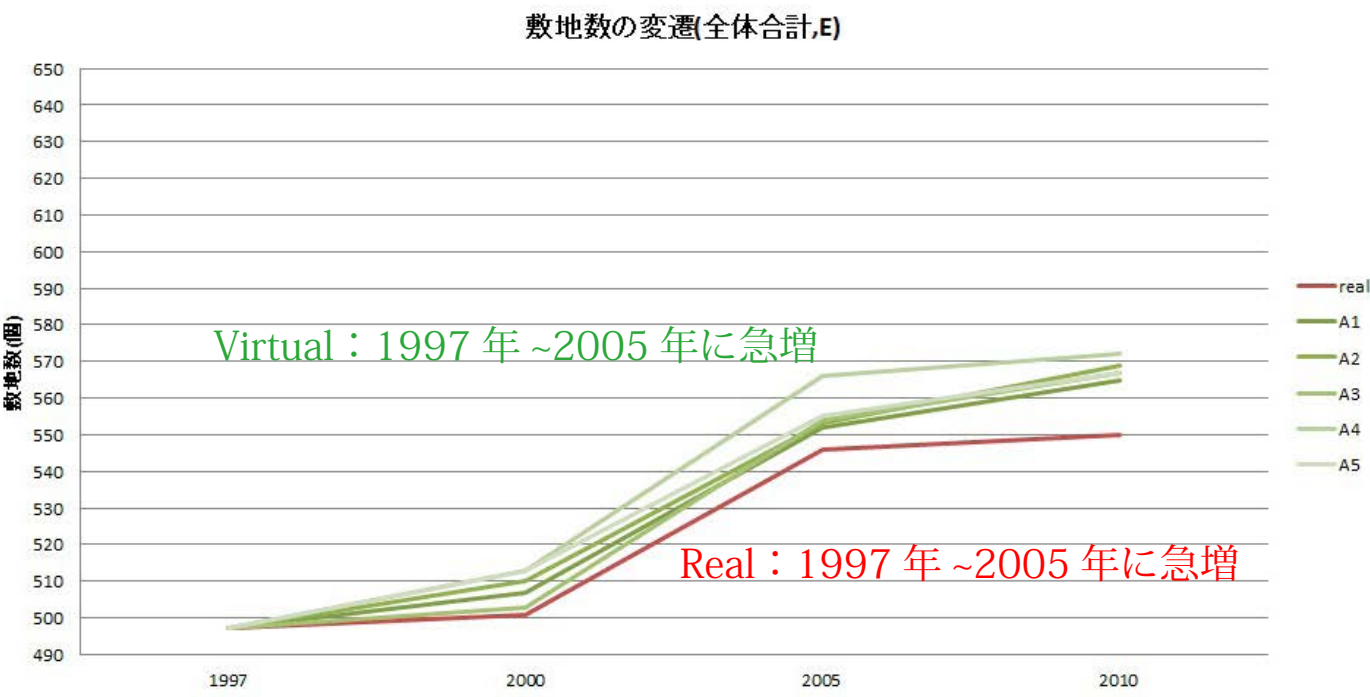


C パターン [age=30,S=50㎡]
敷地面積 S[㎡] (50 ≤ S)



3-6. パラメータ補正後の試行

E パターン [age=30,S=336㎡]
・ 変遷の傾向



敷地分割を規定する条件：

- ・ 税制や景気といった経済状況
- ・ 人口動態
- ① 建築年数
- ② 敷地面積

}

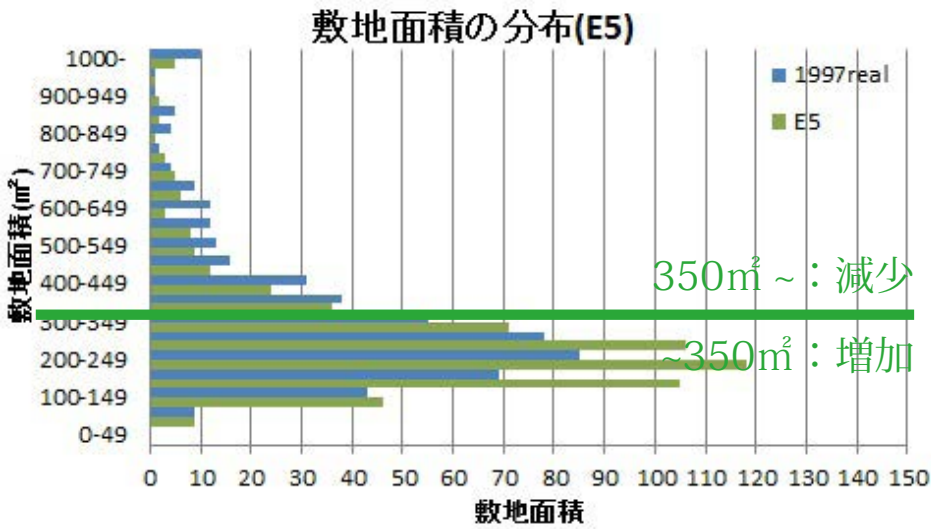
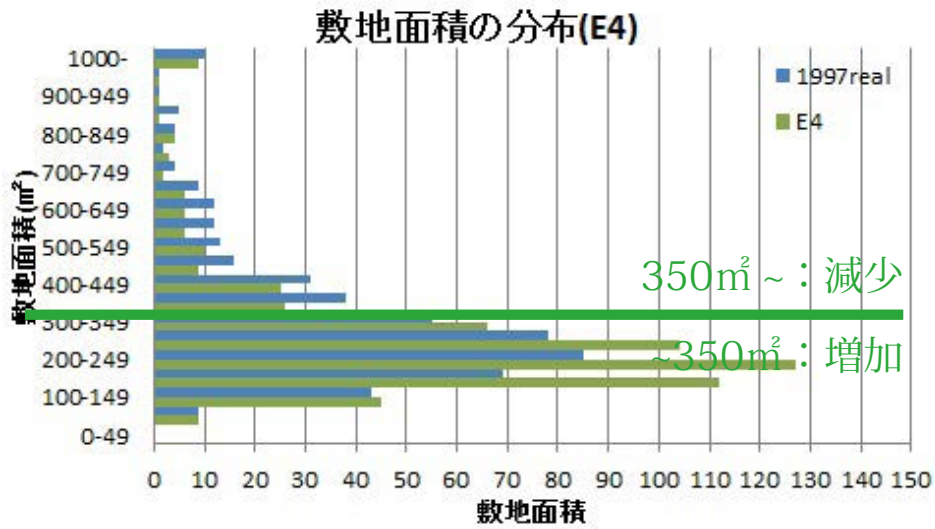
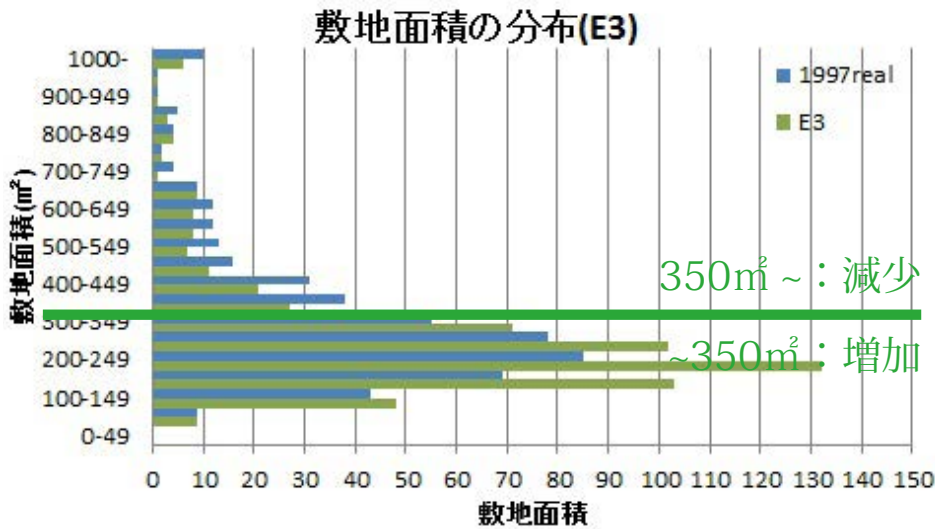
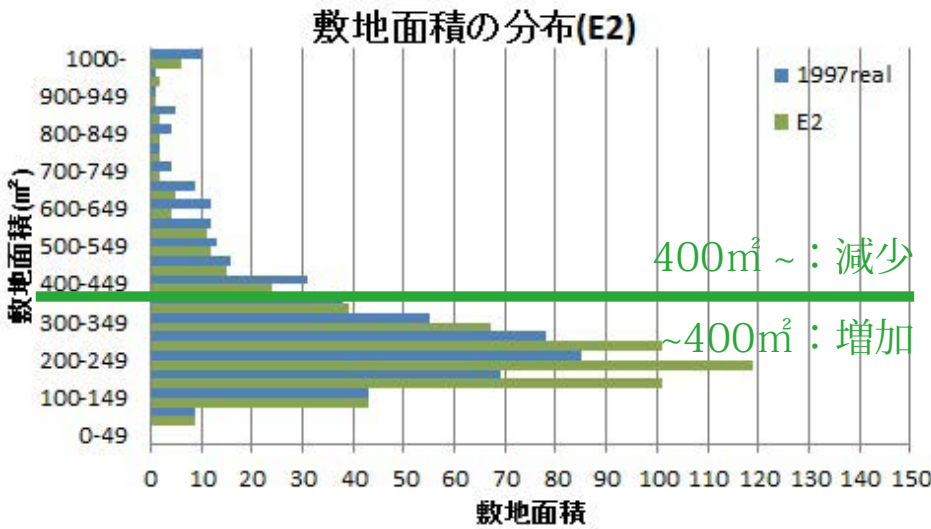
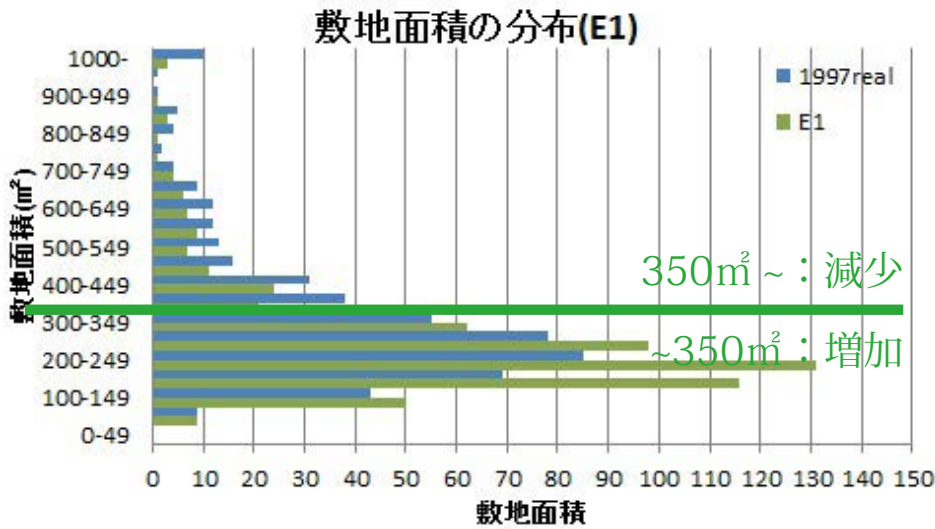
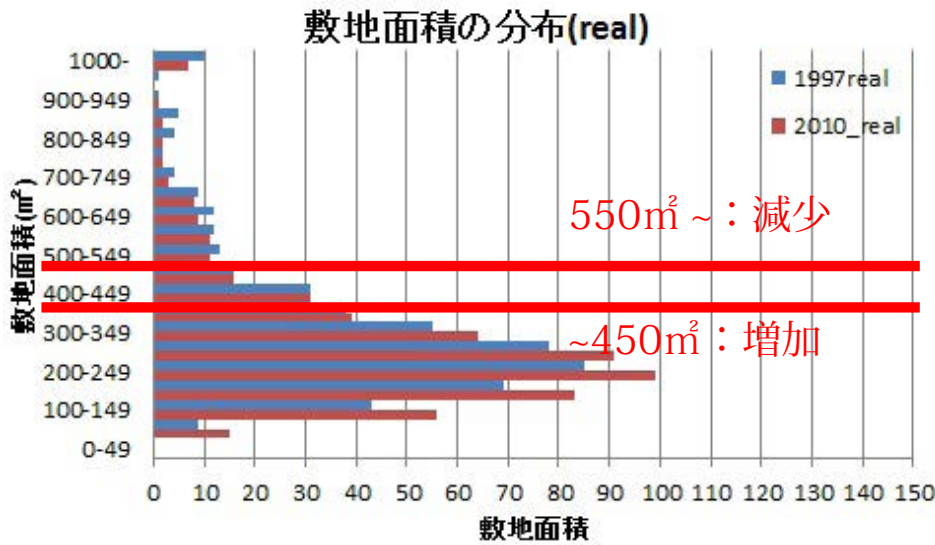
十分な類似性を得ることができた。

3-6. パラメータ補正後の試行

E パターン [age=30,S=336㎡]

・敷地面積の分布の変化について（1997 年と 2010 年の比較）

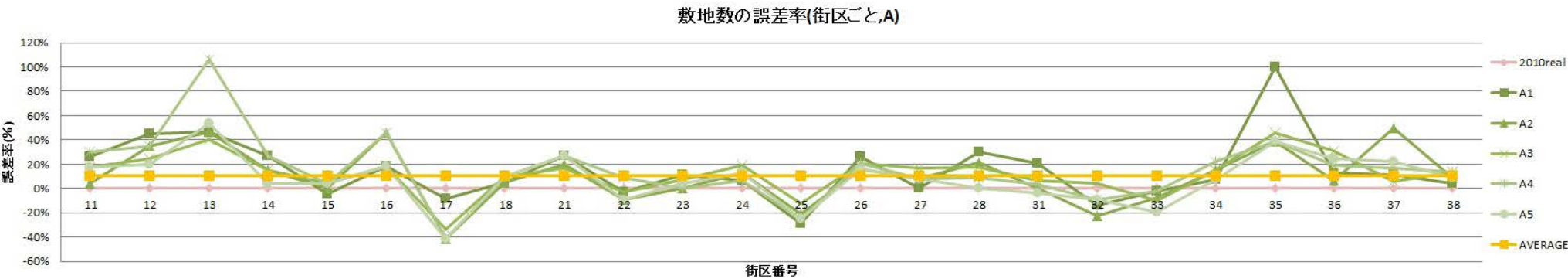
1997Real
2010 Real
2010 Virtual



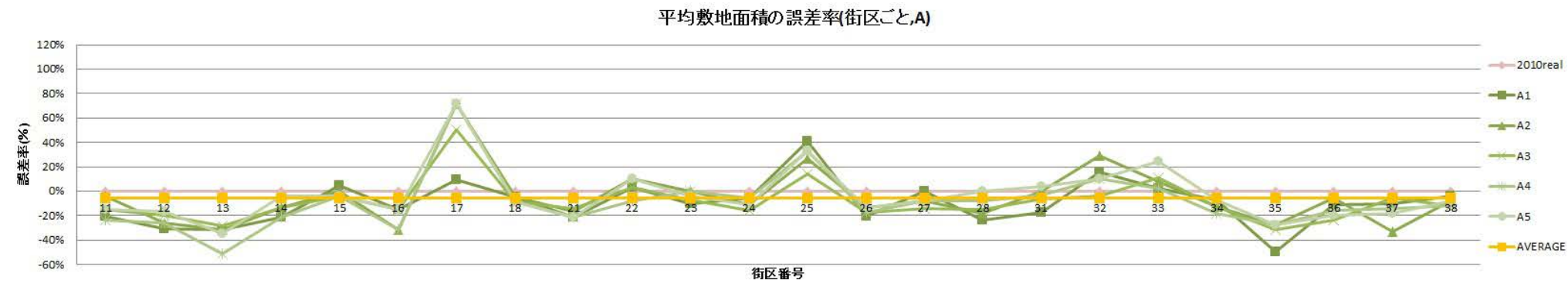
3-6. パラメータ補正後の試行

誤差率について

敷地数：+10%⇒ + 4 %



平均敷地面積：-6%⇒ -1 %



⇒ 5 回の調整を通じて誤差率を低減

<成果>
空間更新が再現可能となった。

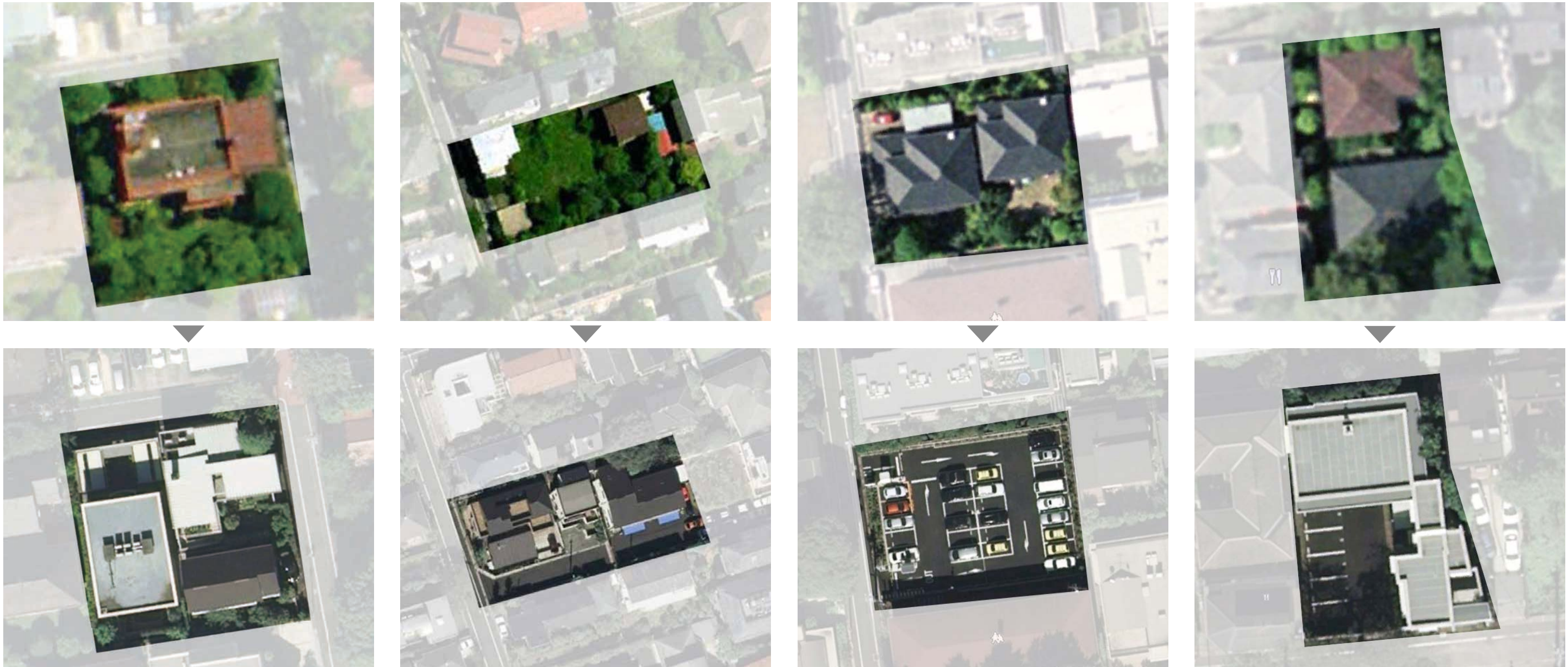
<課題>
空間更新による緑の変化は計測不可能。

⇒評価指標を設定



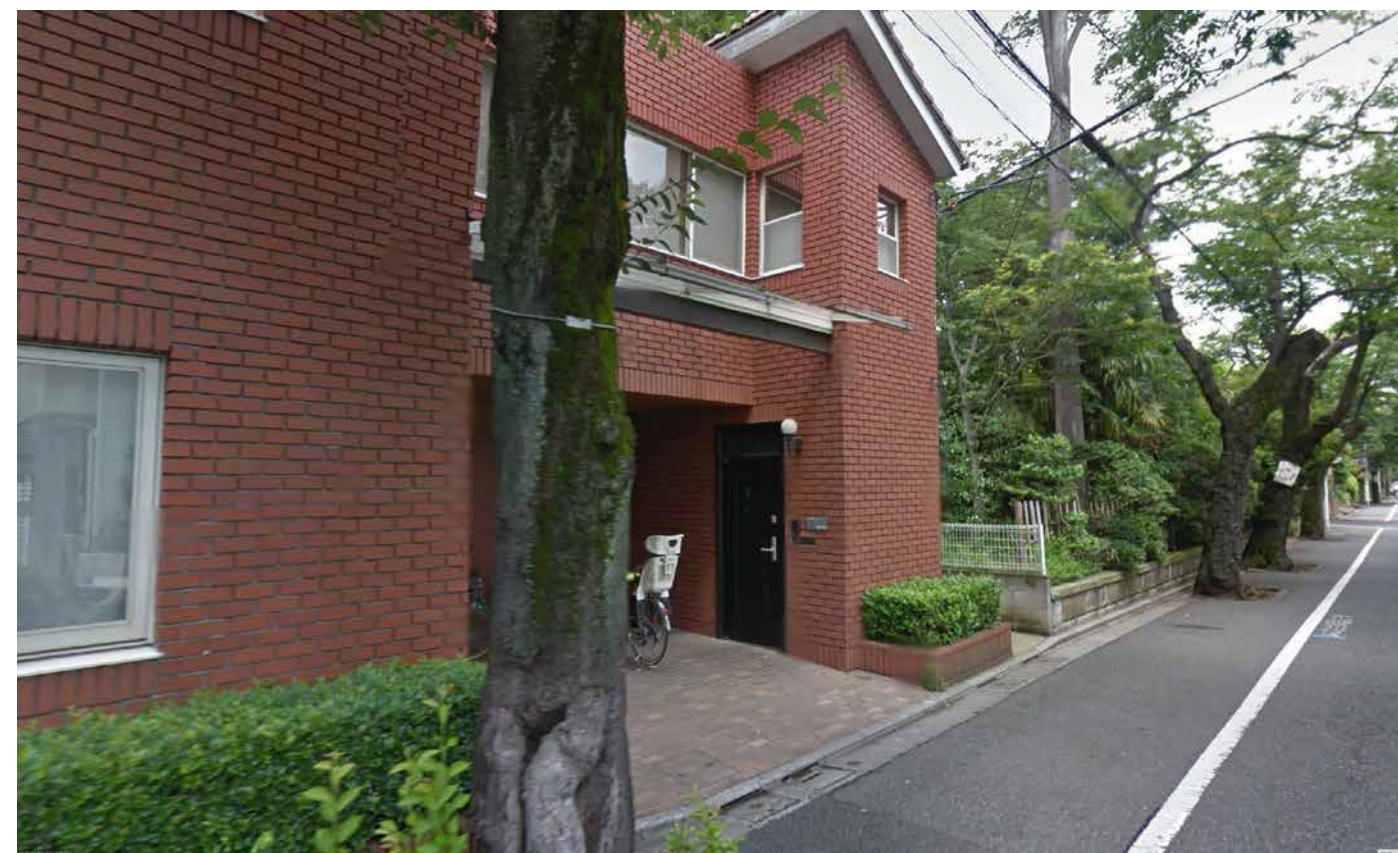
4. 評価指標の設定

敷地内緑化率：敷地面積に対する緑地面積の割合。（一般的には、屋上緑化は含まないが、本研究では含むこととした。）



敷地内の緑量を評価

緑視率：



実際に街を歩いた際の緑の印象を評価

敷地内緑化率



緑視率

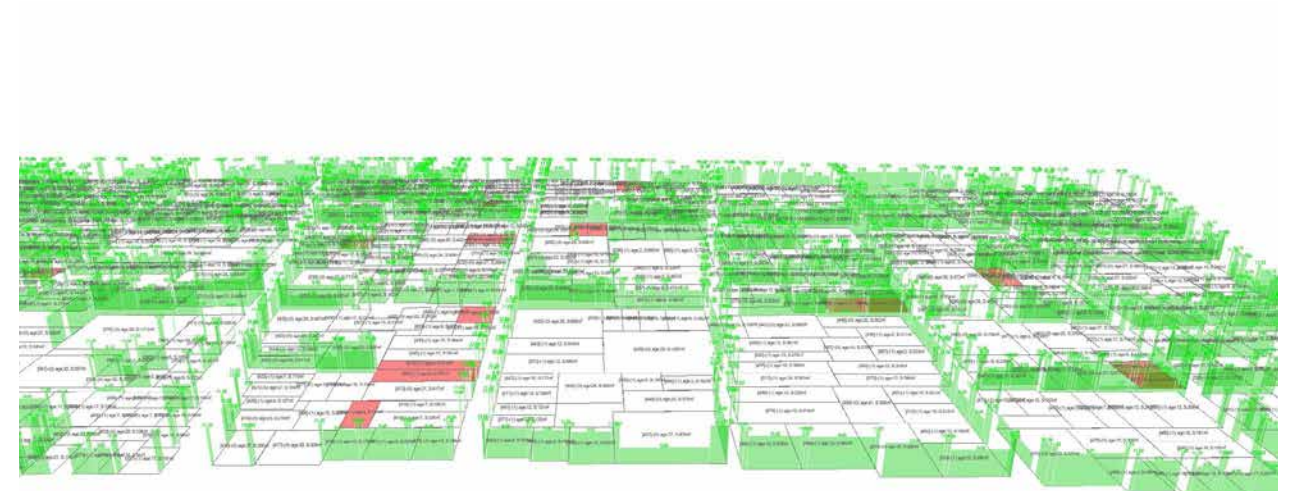


数値モデルで推計

街区緑化指数 BPG (Block Plane Greenery)



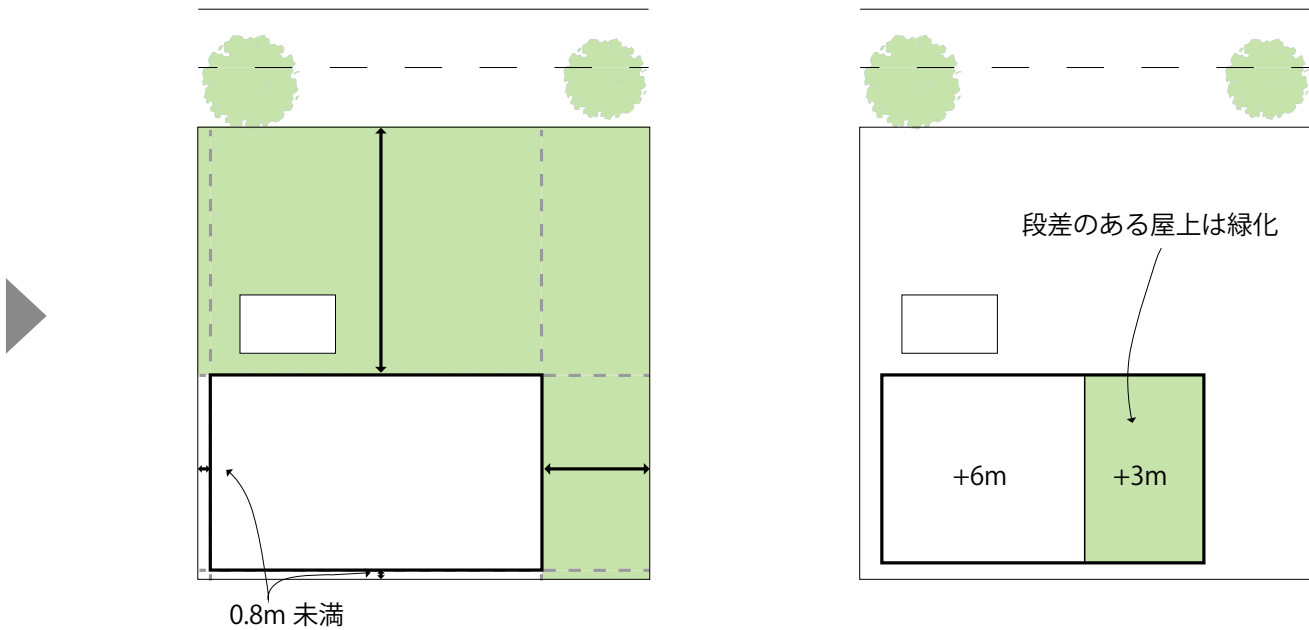
街並み緑化指数 SEG (Street Elevation Greenery)



敷地内緑化率



BPG メカニズム



■緑面ポテンシャル A'

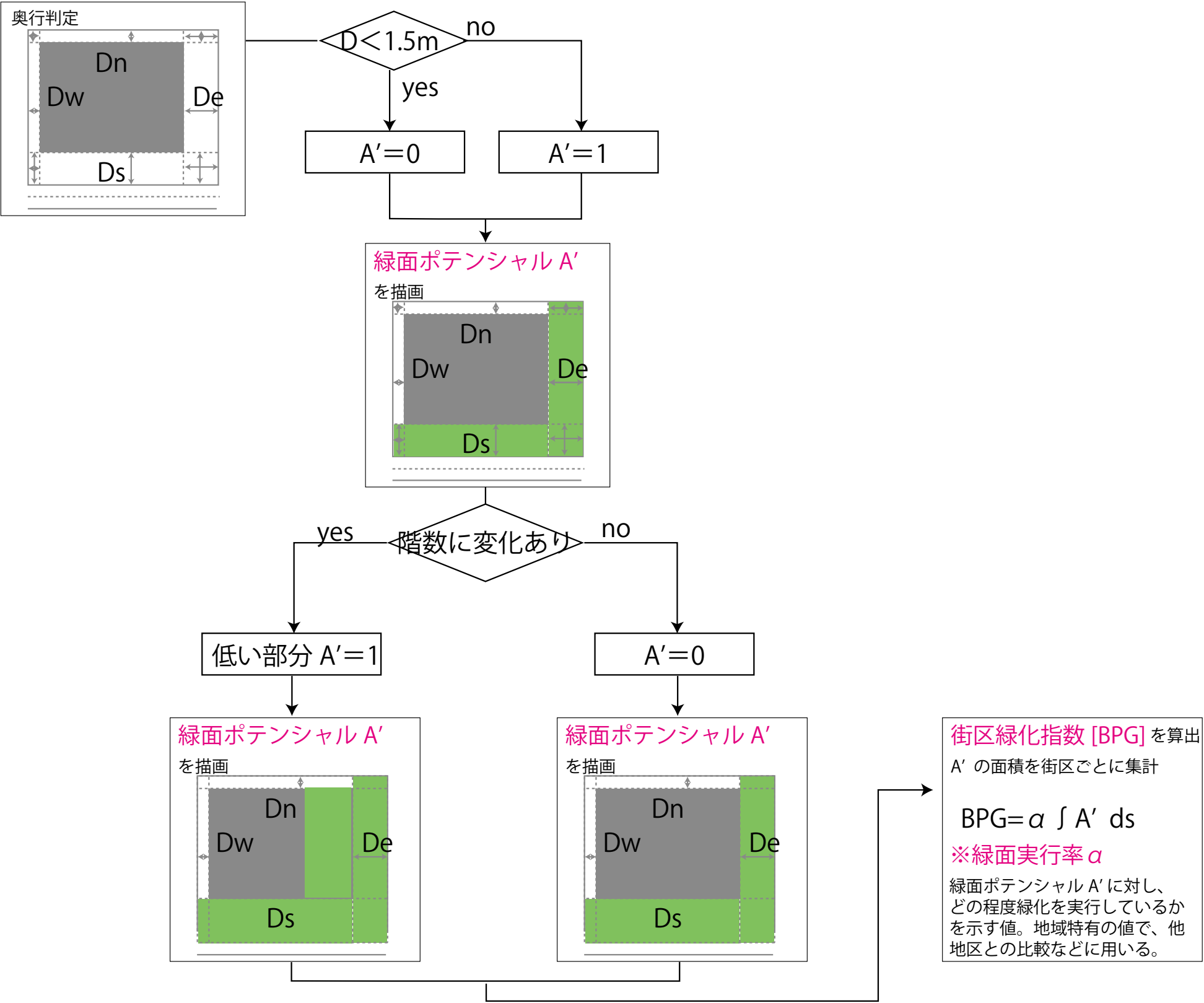
- ①敷地境界から建物までの奥行が 1.5m 以上の部分
 - ②屋上庭園になりうる部分
- に存在。仮想平面として描画。

■緑面実行率 α

ポテンシャルに対し、実際どれだけの緑面が存在しているかを示す値。

■街区緑化指数 $BPG = \alpha \int A'ds$

4-1. BPG メカニズム

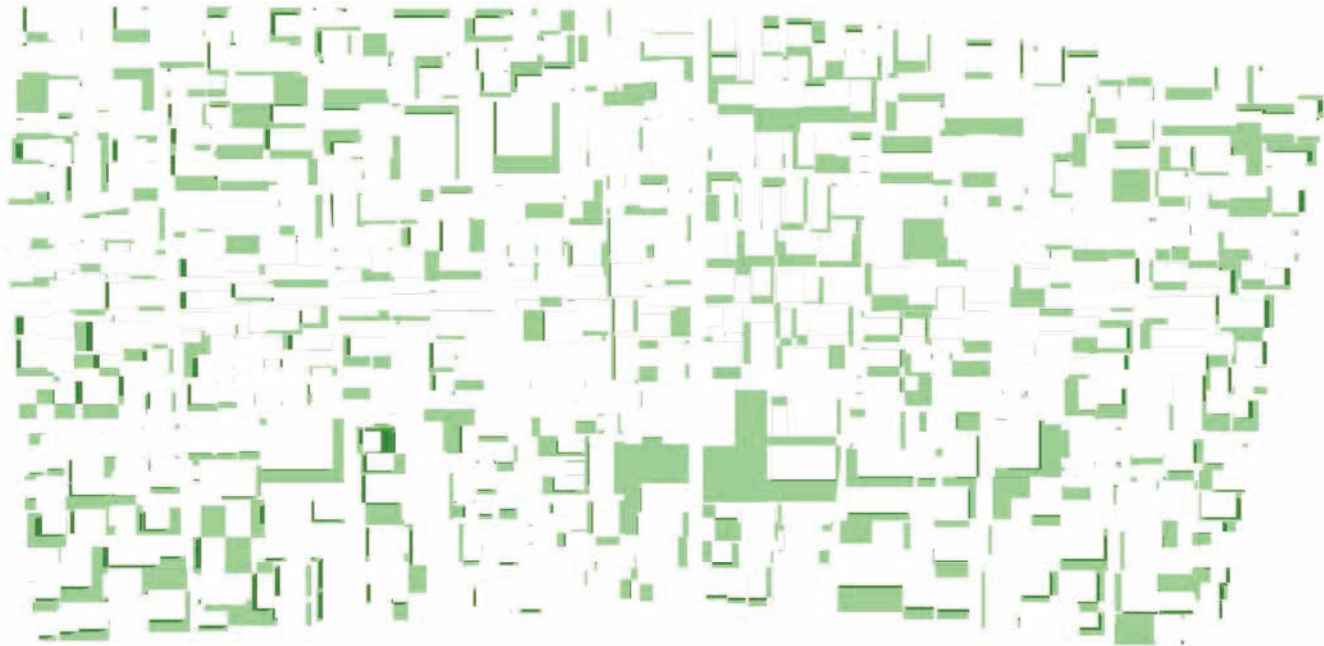


4-2. BPG メカニズムの試行



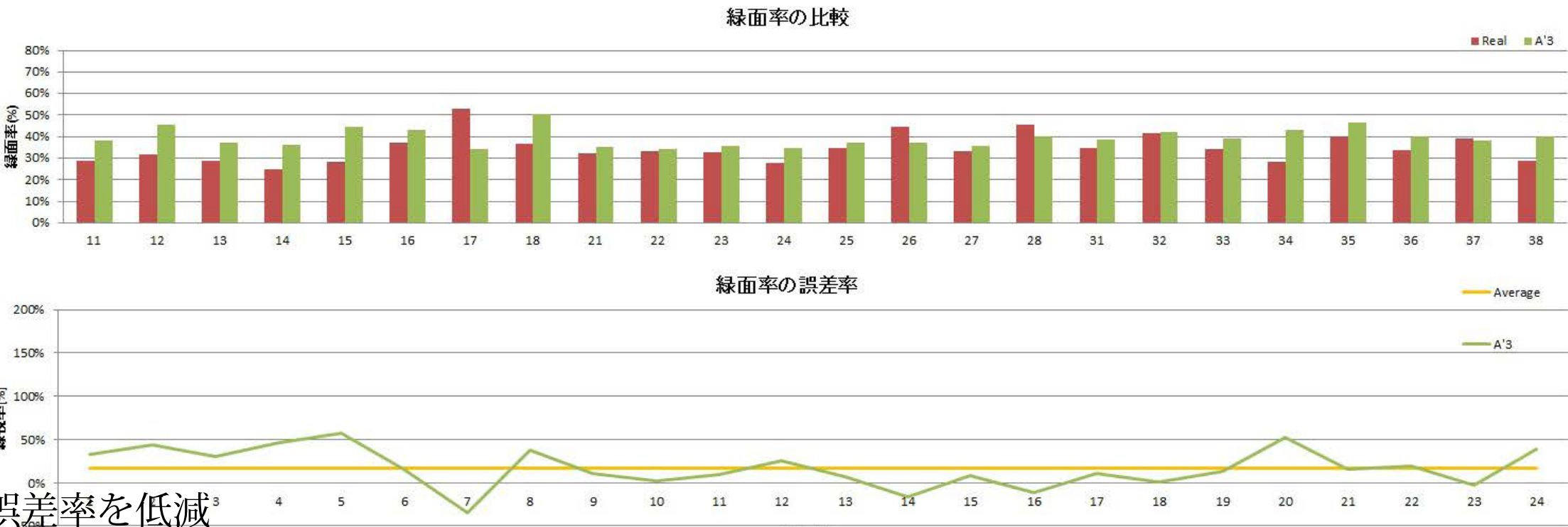
4-3. パラメータ補正後の試行

①奥行条件の調整：建物の北側は A' を保持しにくく ②緑面実行率 $\alpha = 61\%$



方位による重みづけあり

・誤差率について



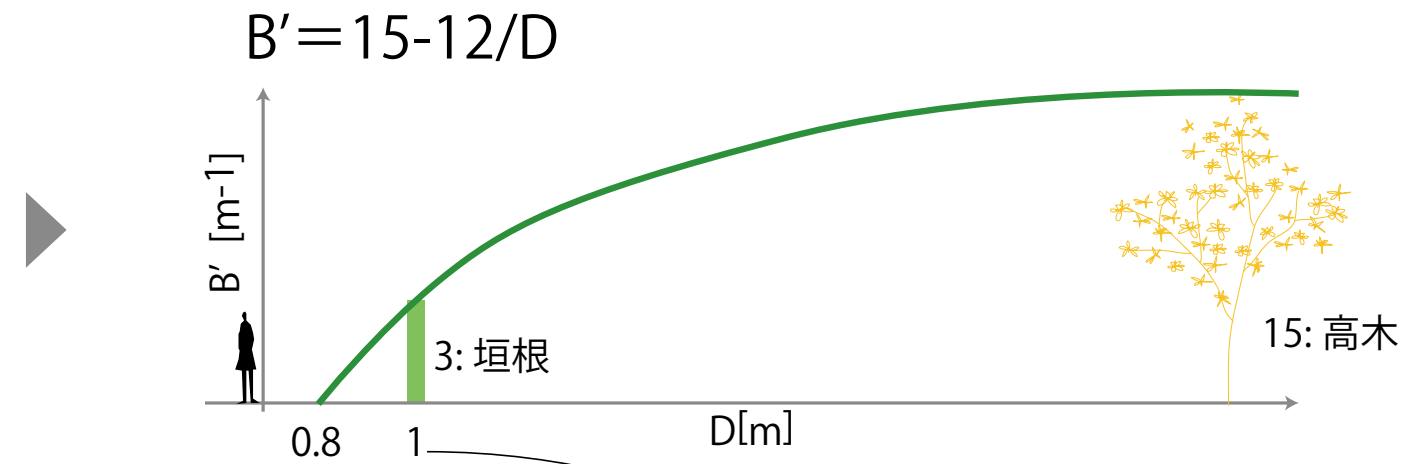
+70%⇒ +14%

⇒ 2 回の調整を通じて誤差率を低減

緑視率



SEG メカニズム



■緑視ポテンシャル $B'=15-12/D$

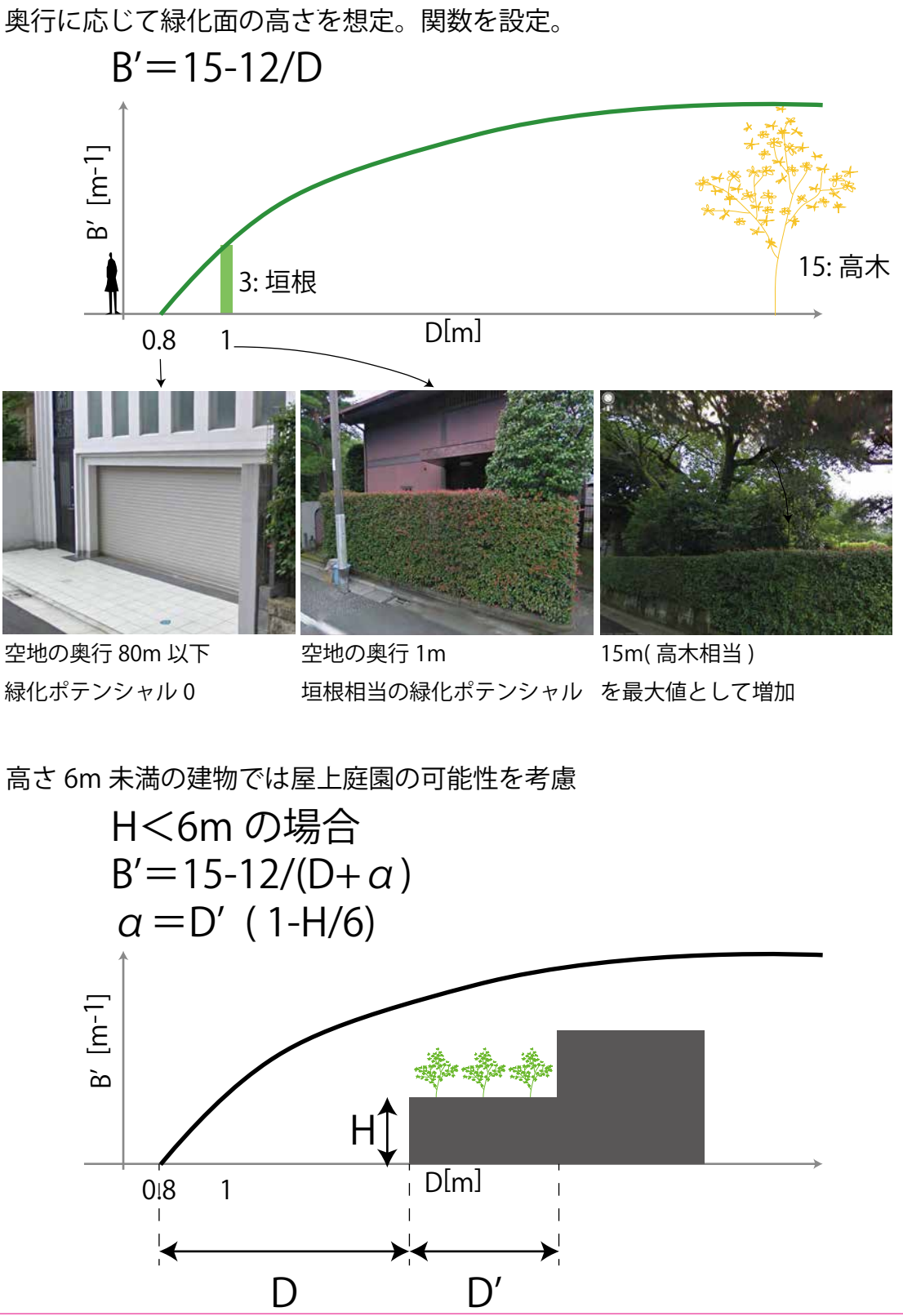
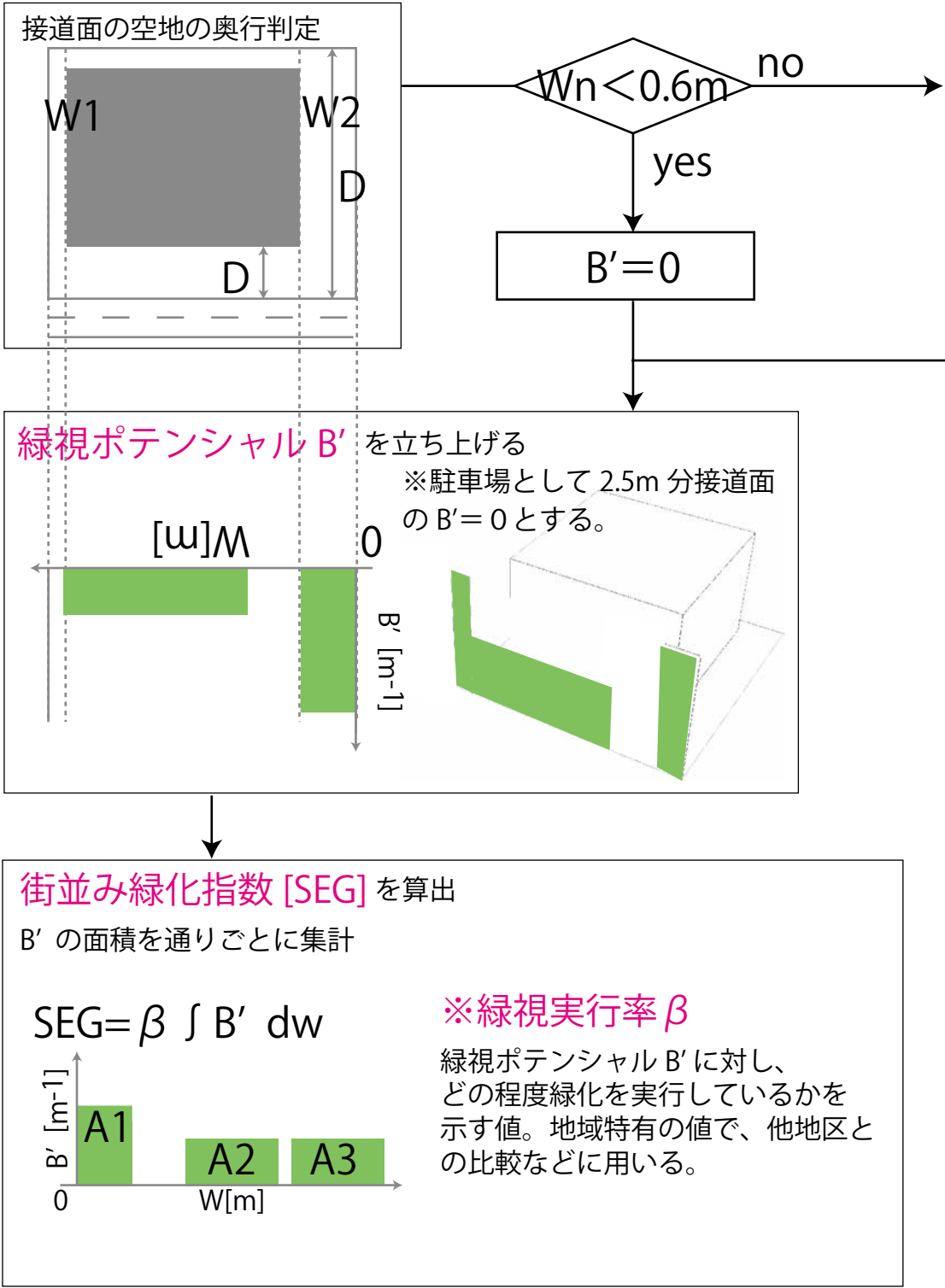
- ①接道面の空地の奥行きが1mに達すると垣根が立ち上がり、
 - ②奥行きが深くなるほど敷地内部に高木が発生
- 緑視率に貢献する様子を再現。仮想平面として立ち上げる。

■緑視実行率 β

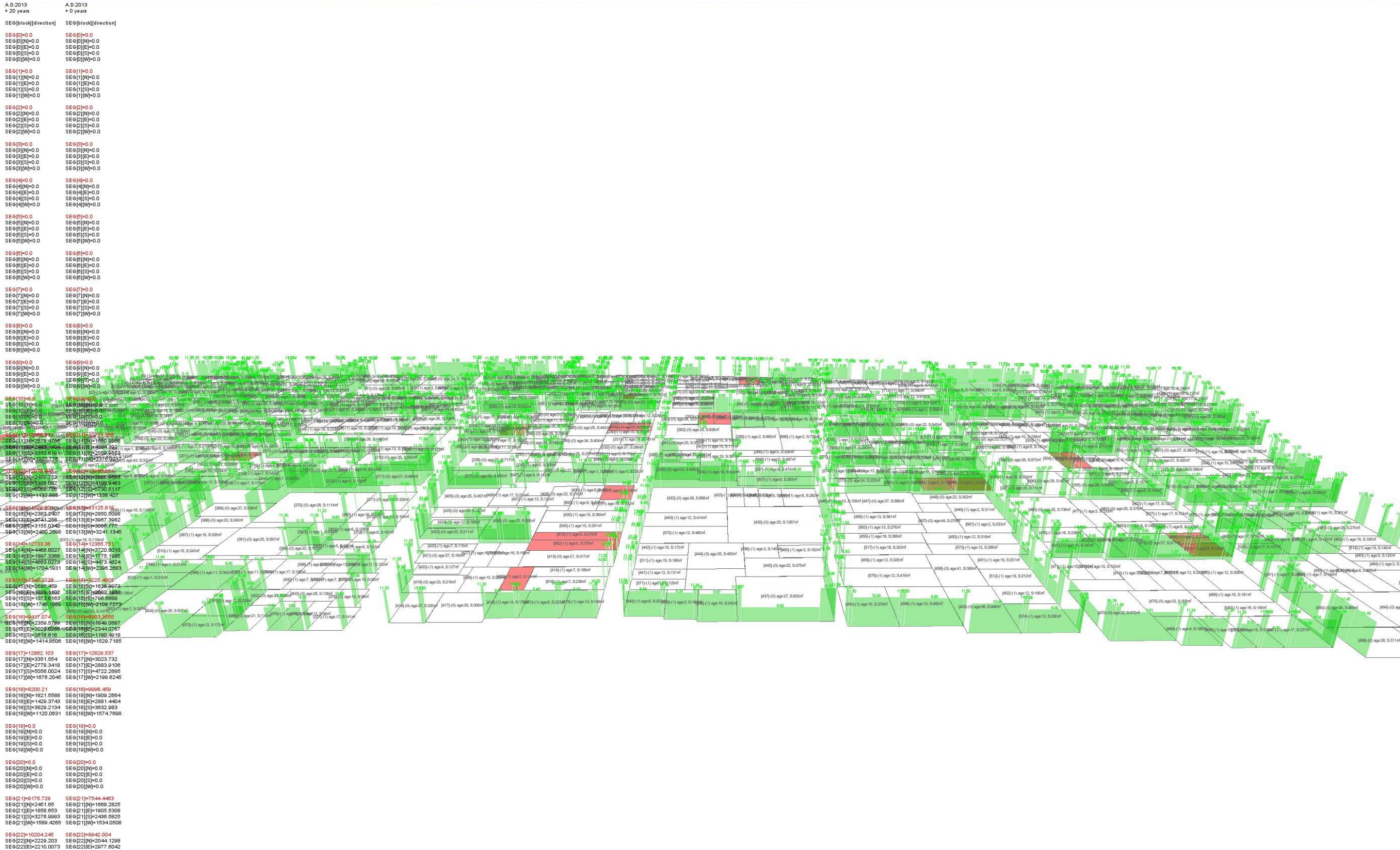
ポテンシャルに対し、実際どれだけの緑面が存在しているかを示す値。

■街並み緑化指数 $SEG = \beta \int B' dw$

4-4. SEG メカニズム



4-5. SEG メカニズムの試行



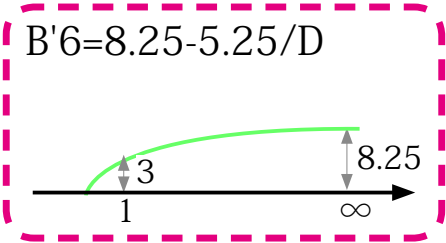
4-6. パラメータ補正後の試行

① $B'=8.25-5.25/D$ ② 緑視実行率 $\beta = 71\%$

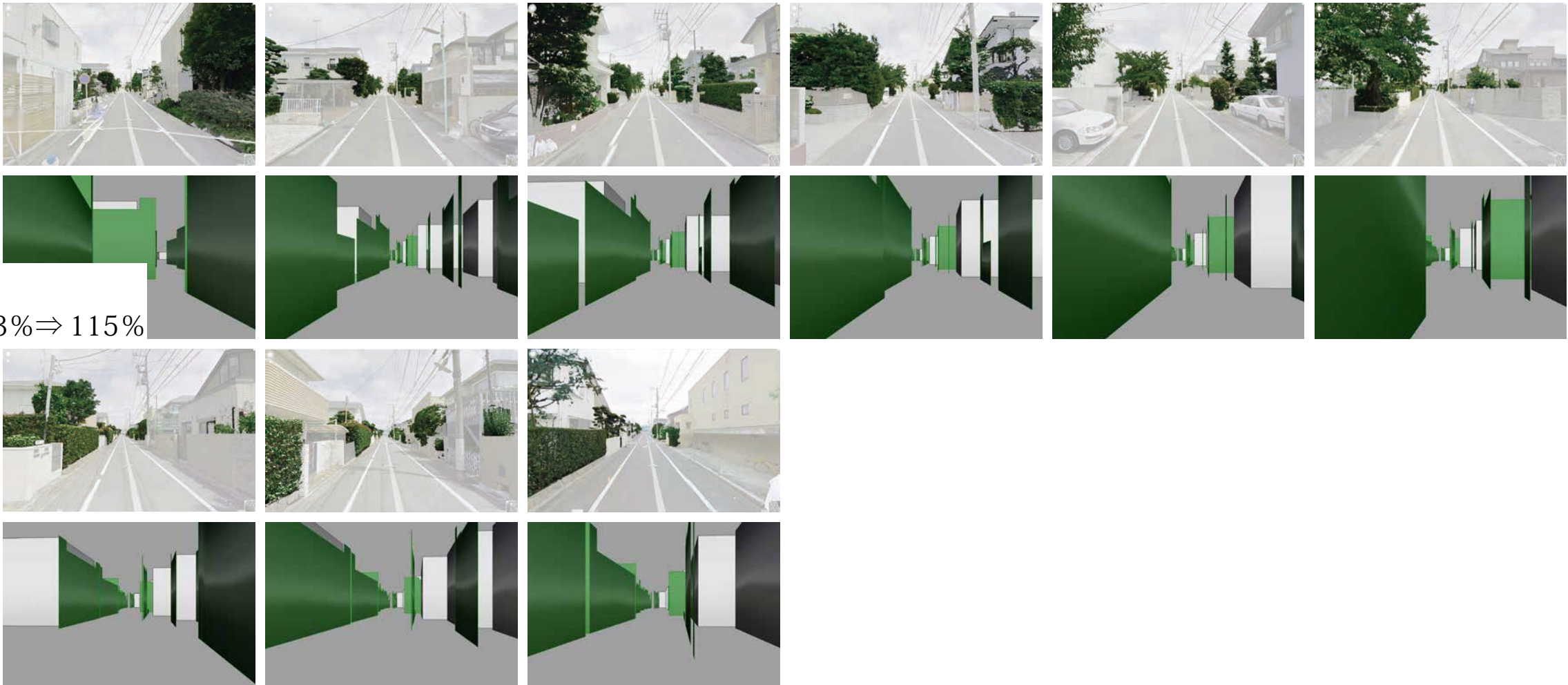
22-23 街路

緑視率平均 19%
誤差率平均 0%

緑視率平均 41%
誤差率平均 +145%+ $\Rightarrow$ +123% $\Rightarrow$ 115%



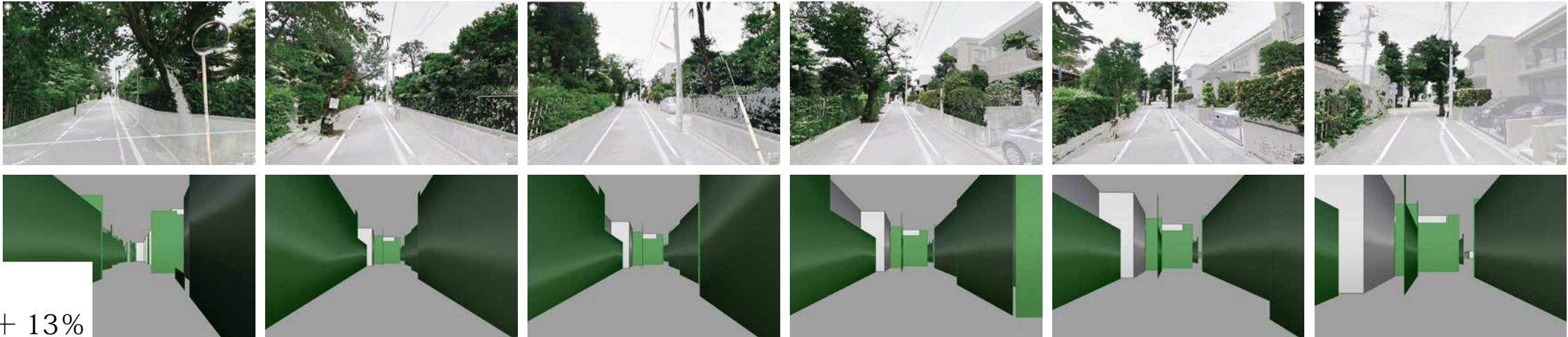
$\beta = 71\%$



16-26 街路

緑視率平均 46%
誤差率平均 0%

緑視率平均 52%
誤差率平均 +45% $\Rightarrow$ +18% $\Rightarrow$ +13%

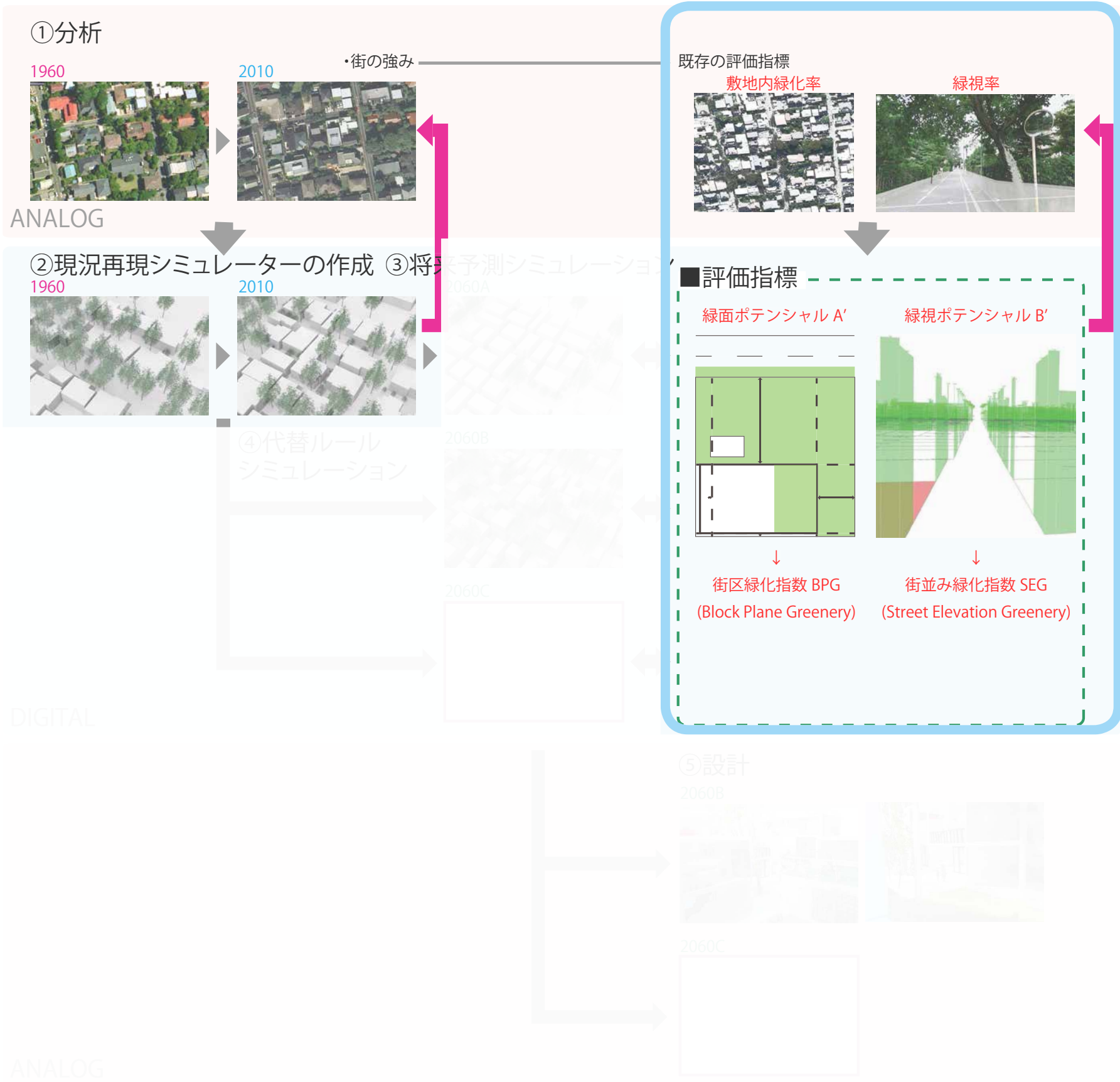


<成果>

空間更新による緑の変化が評価可能となった。

- 緑面率⇒街区緑化指数 BPG
$$= \alpha \int A'ds$$
$$= 0.61 * \int A'ds$$
- 緑視率⇒街並み緑化指数 SEG
$$= \beta \int B'dw$$
$$= 0.71 * \int (8.25 - 5.25/D)dw$$

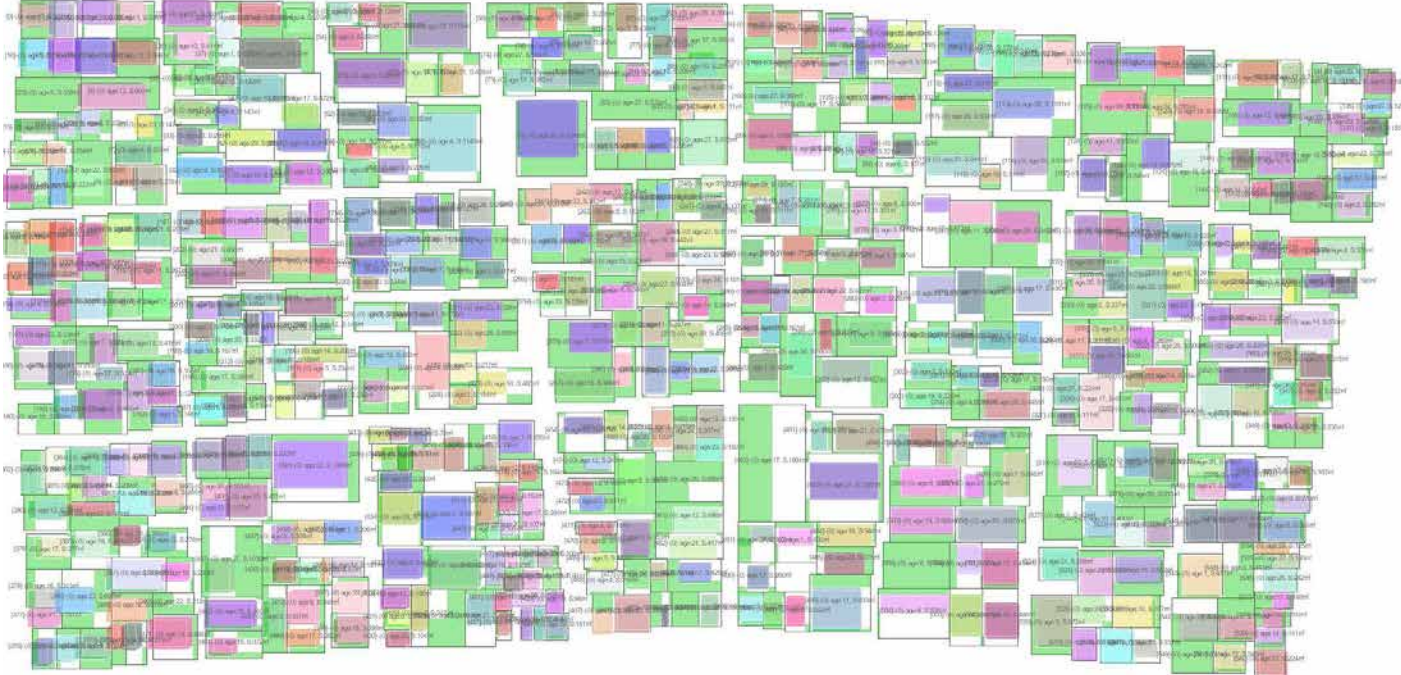
⇒将来像の予測を行う。



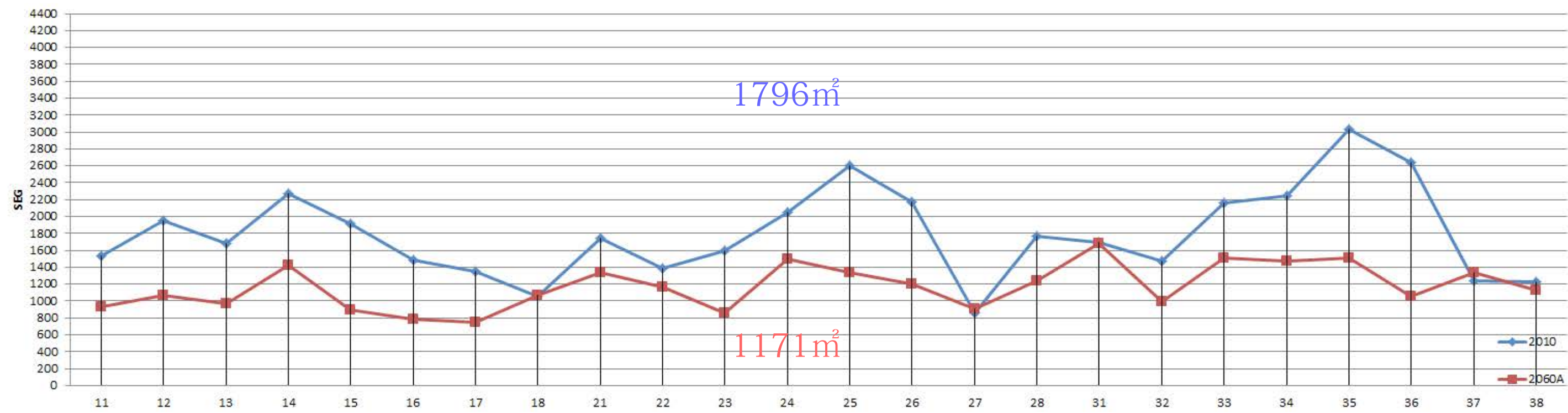
5. 将来予測 シミュレーション

5－1．街区緑化指数による将来像の評価

2010



2060A

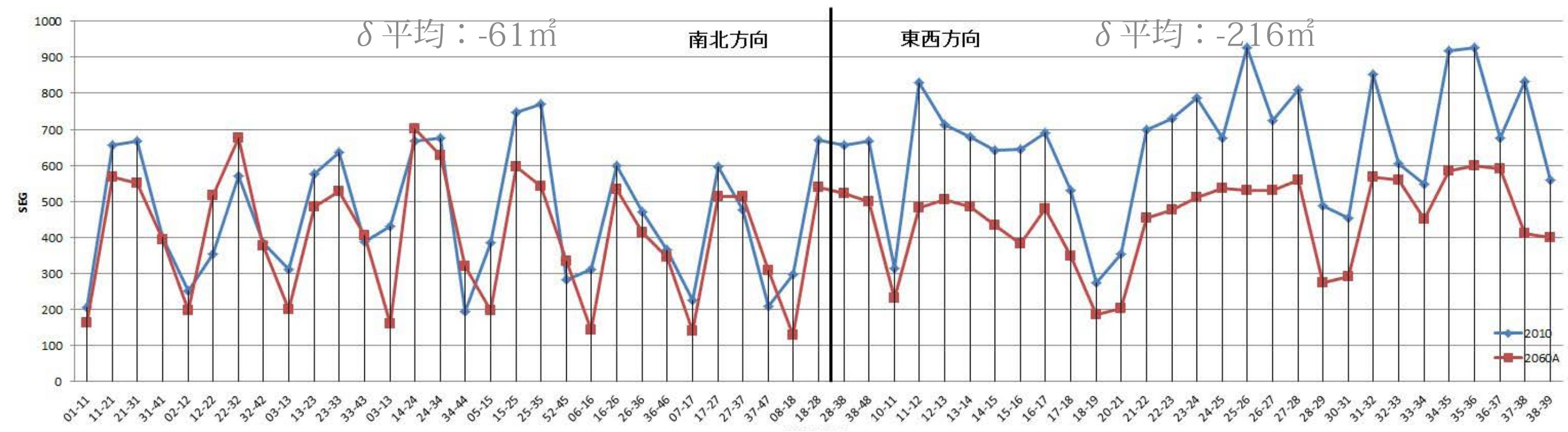


5-2. 街並み緑化指数による将来像の評価

2010



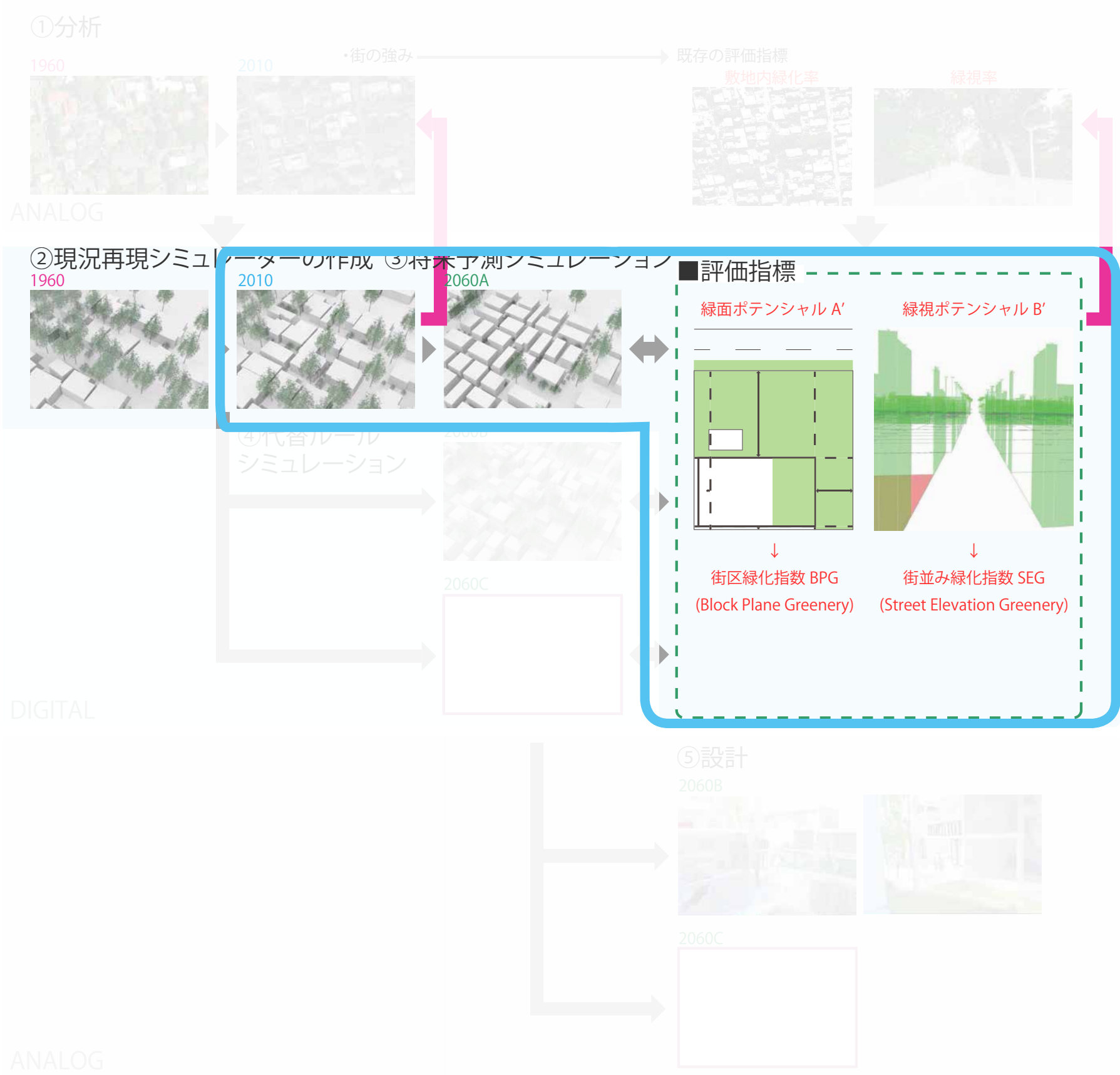
2060A



<成果>

現況のメカニズムが続いた場合の将来像が望ましいものでないことが予測できた。

⇒代替案を検討する



6. 代替ルール シミュレーション ン

何らかのルールを与えることで、将来像を改善させることはできないか。

- ①セットバック制限（幅員 4 m未満の道路への接道面はその中心線から 2 m以上セットバック）
- ②建蔽率（40 ～ 50%）
- ③容積率（80 ～ 100%）
- ④高さ制限（2 層）
- ⑤?????

同じ敷地に複数の住宅を設計している事例



成城・バス停前の家 (1982)

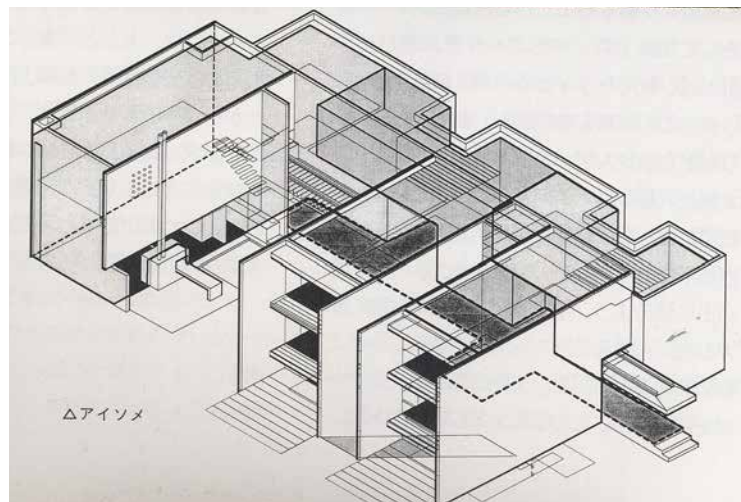


成城・交差点の家 (1983)



成城・BETWEEN (1988)

早川邦彦



Seijo-6(2000)



横河健

隣戸や街路の緑と連携することで緑地をつくり出している事例



江戸：会所地



IKDS

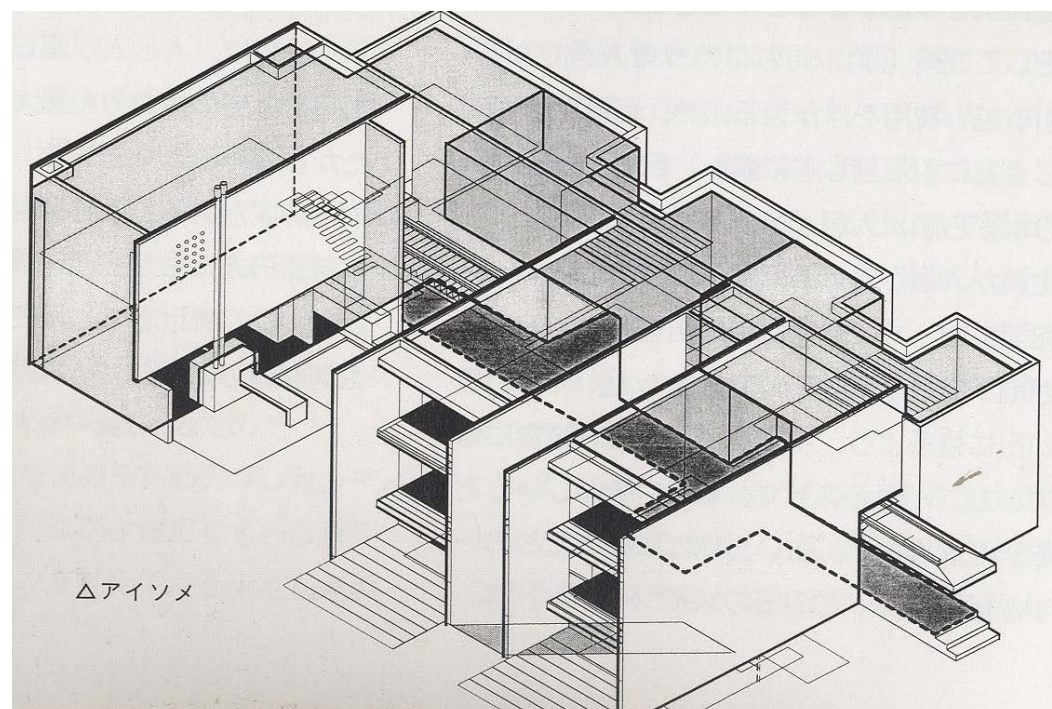


ケヤキハウス (2003)

Team Net

建物の相互関係に着眼

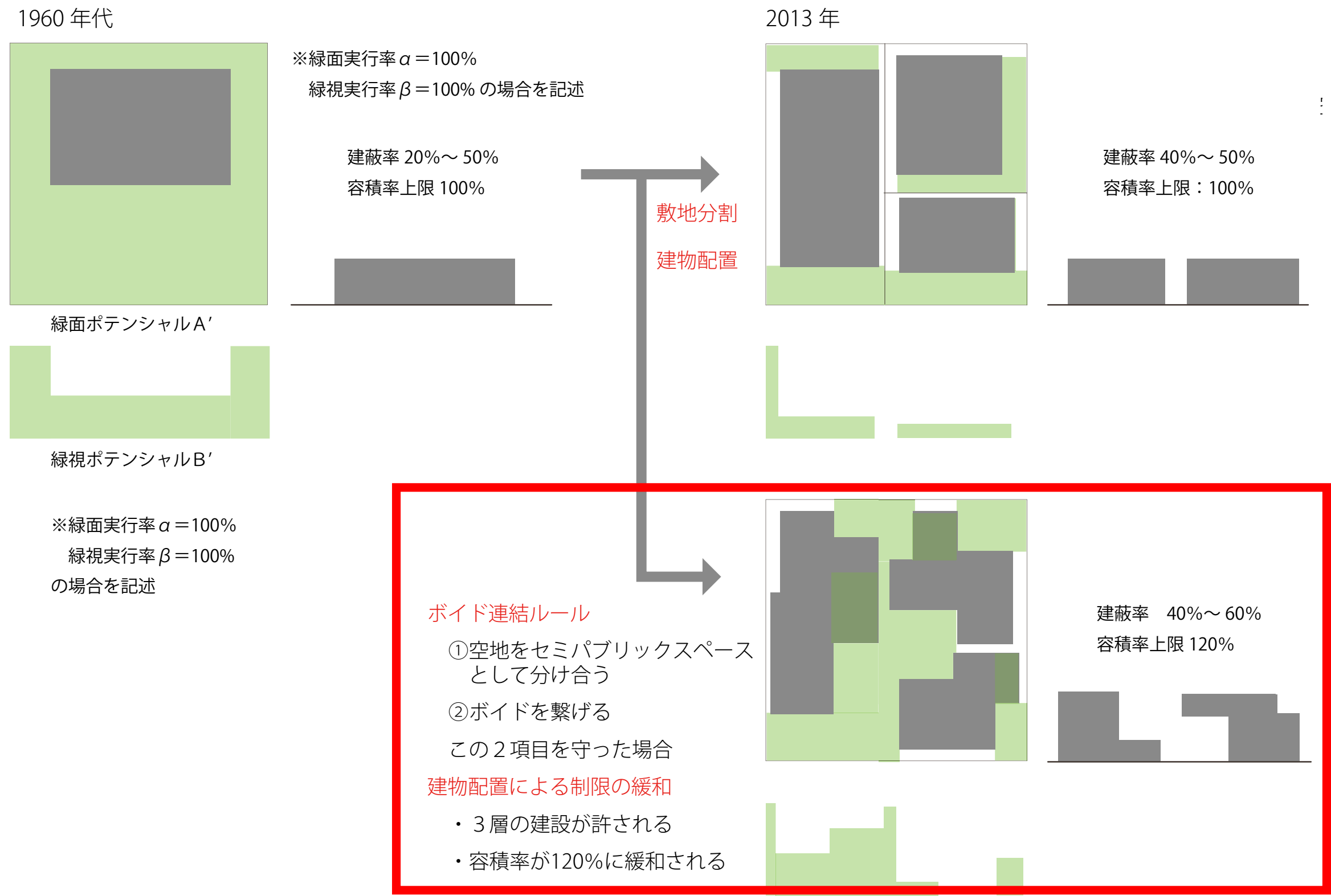
同じ敷地に複数の住宅を設計している事例



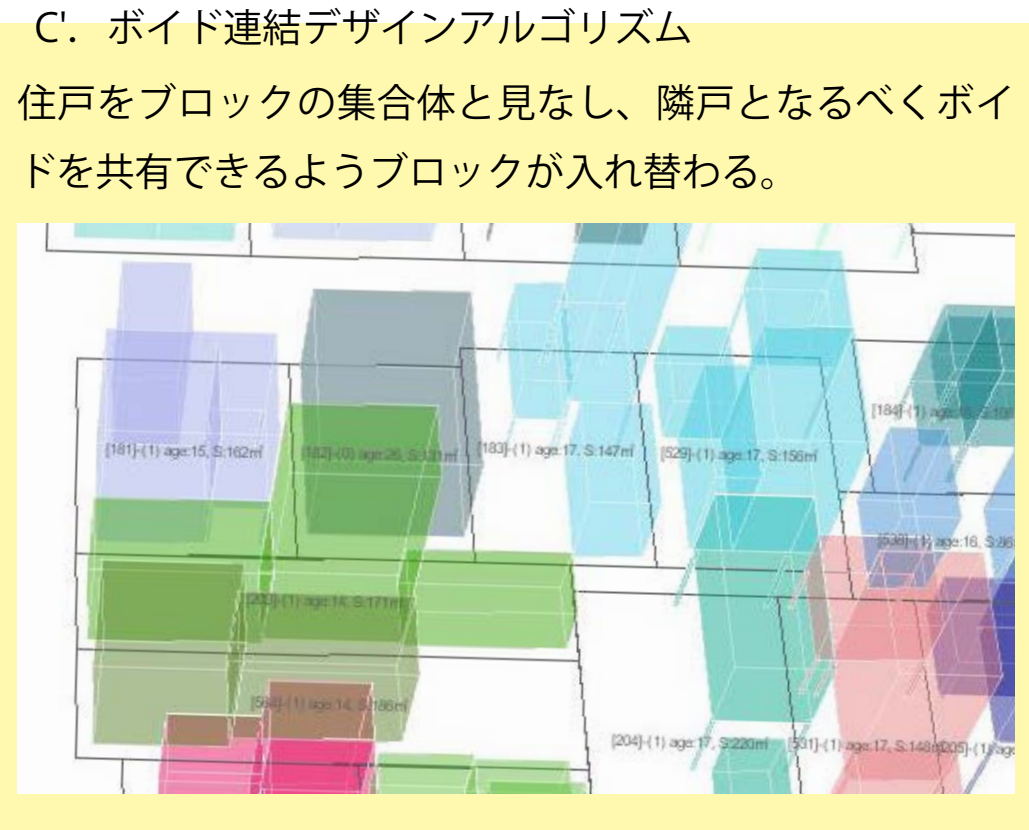
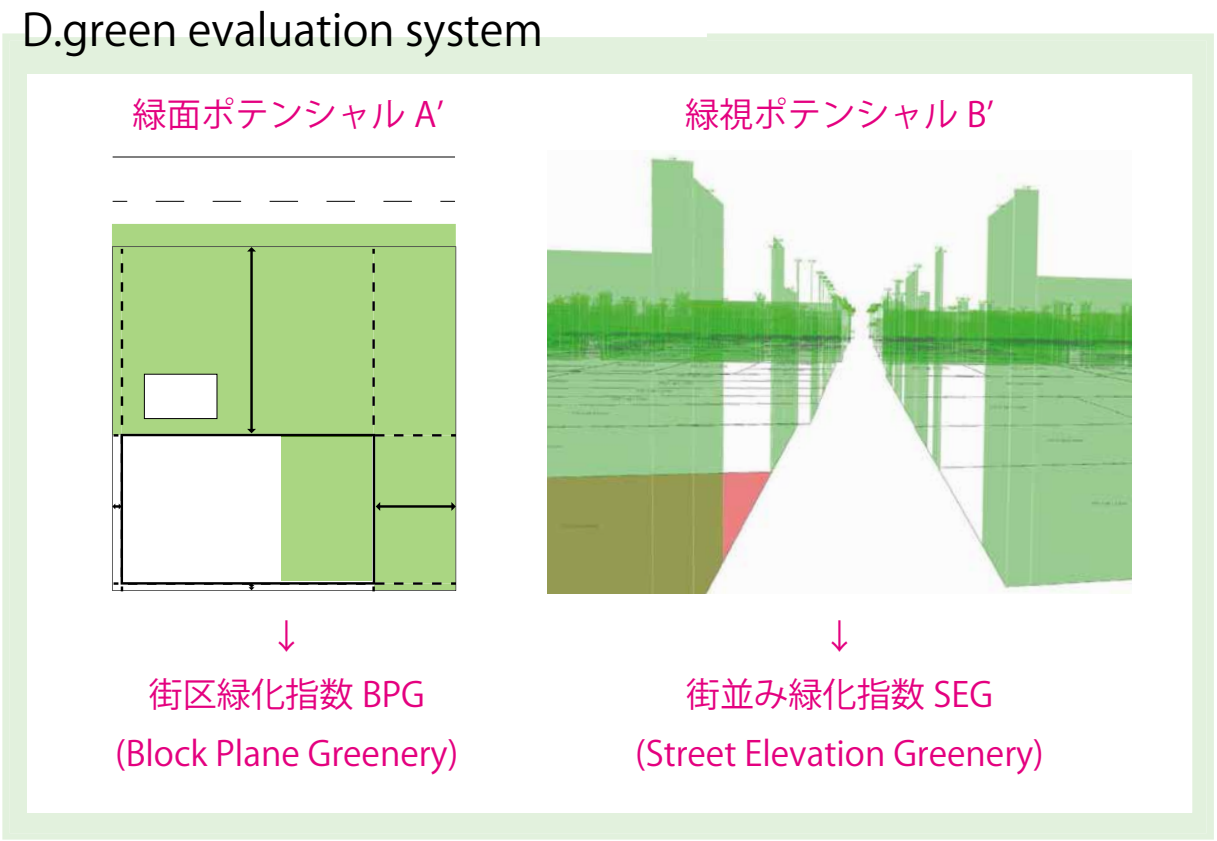
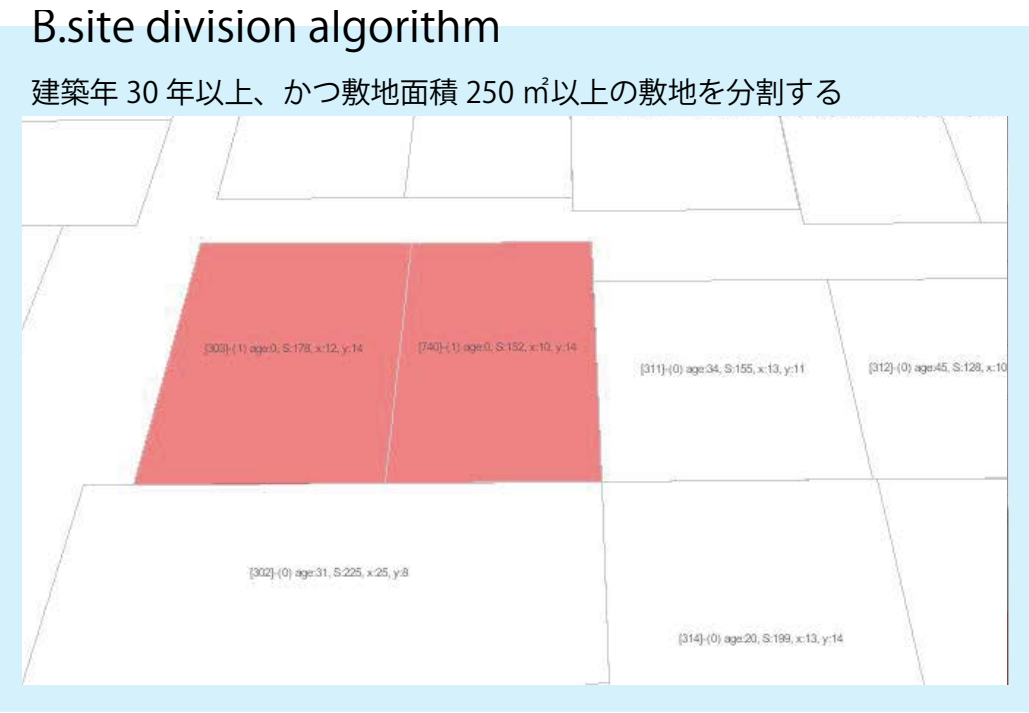
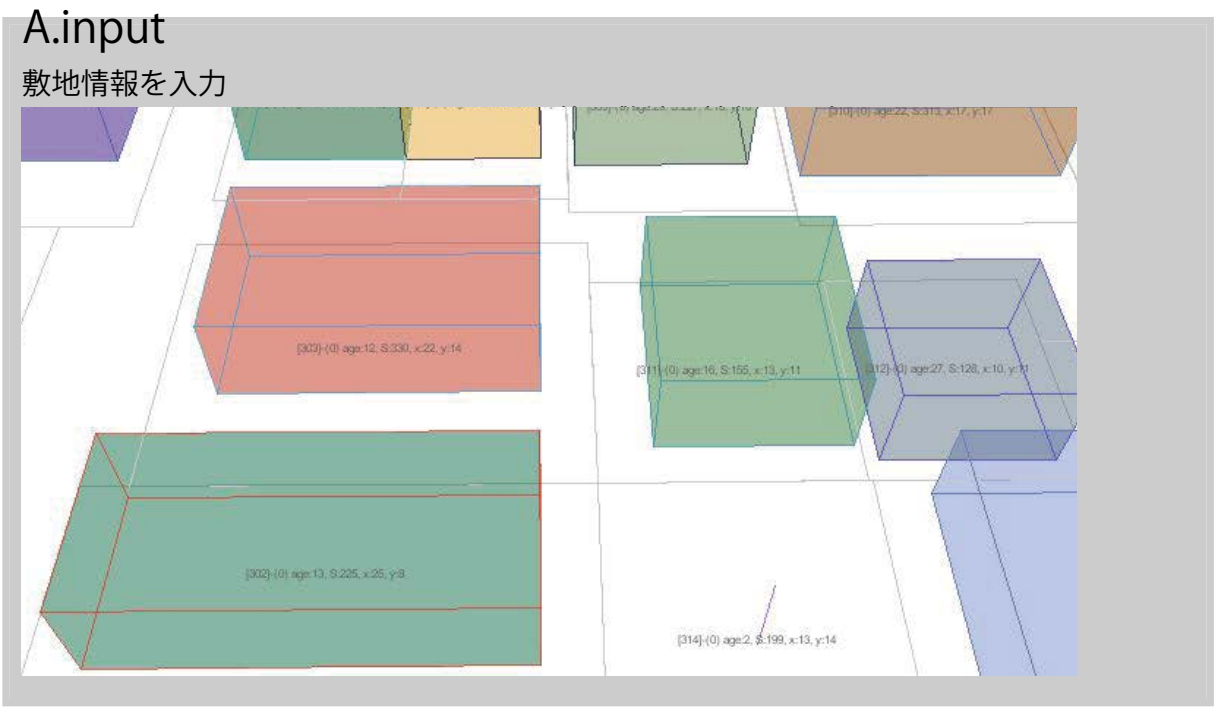
隣戸や街路の緑と連携することで緑地をつくり出している事例



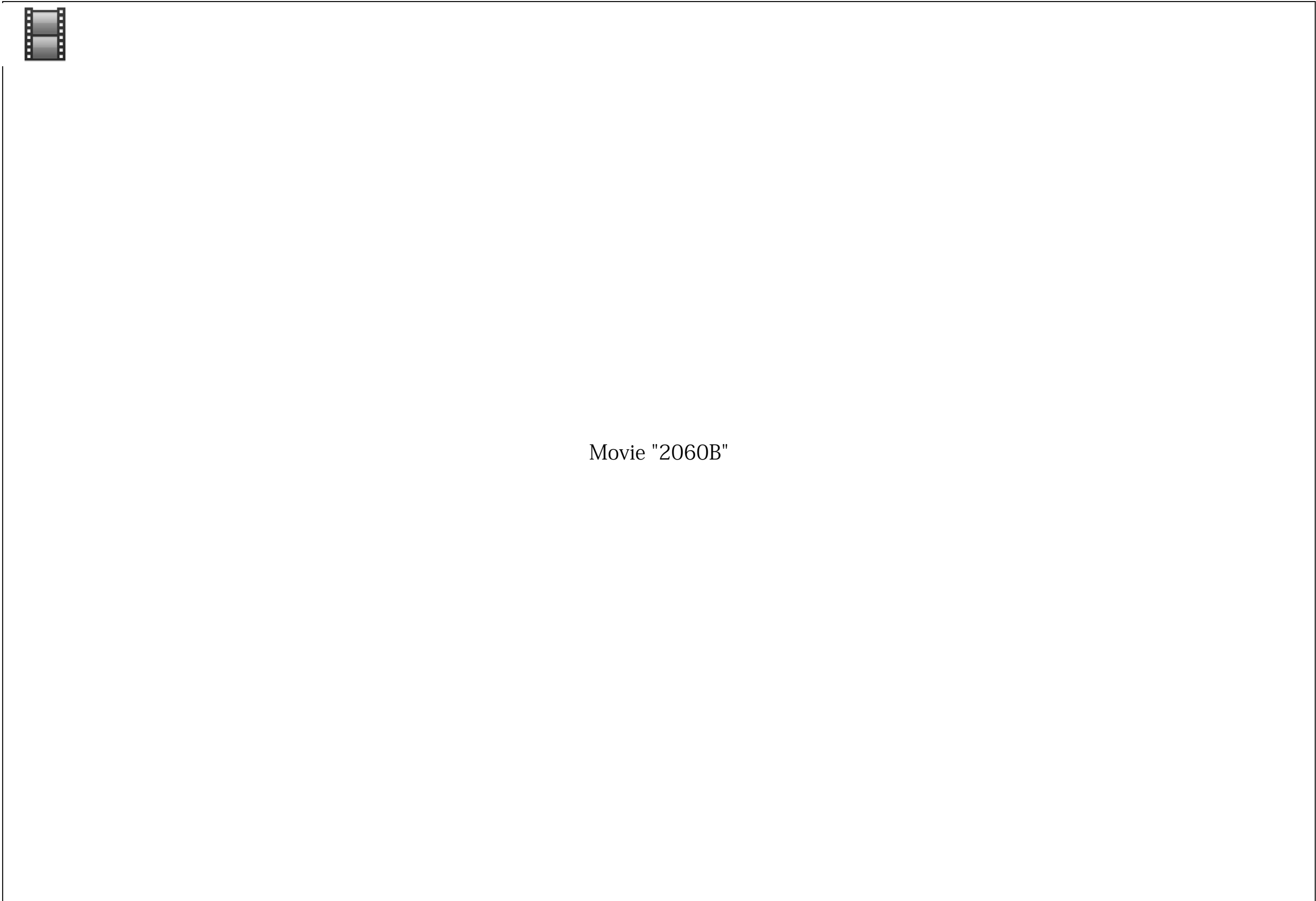
6-1. ボイド連結メカニズム



6-1. ボイド連結メカニズム

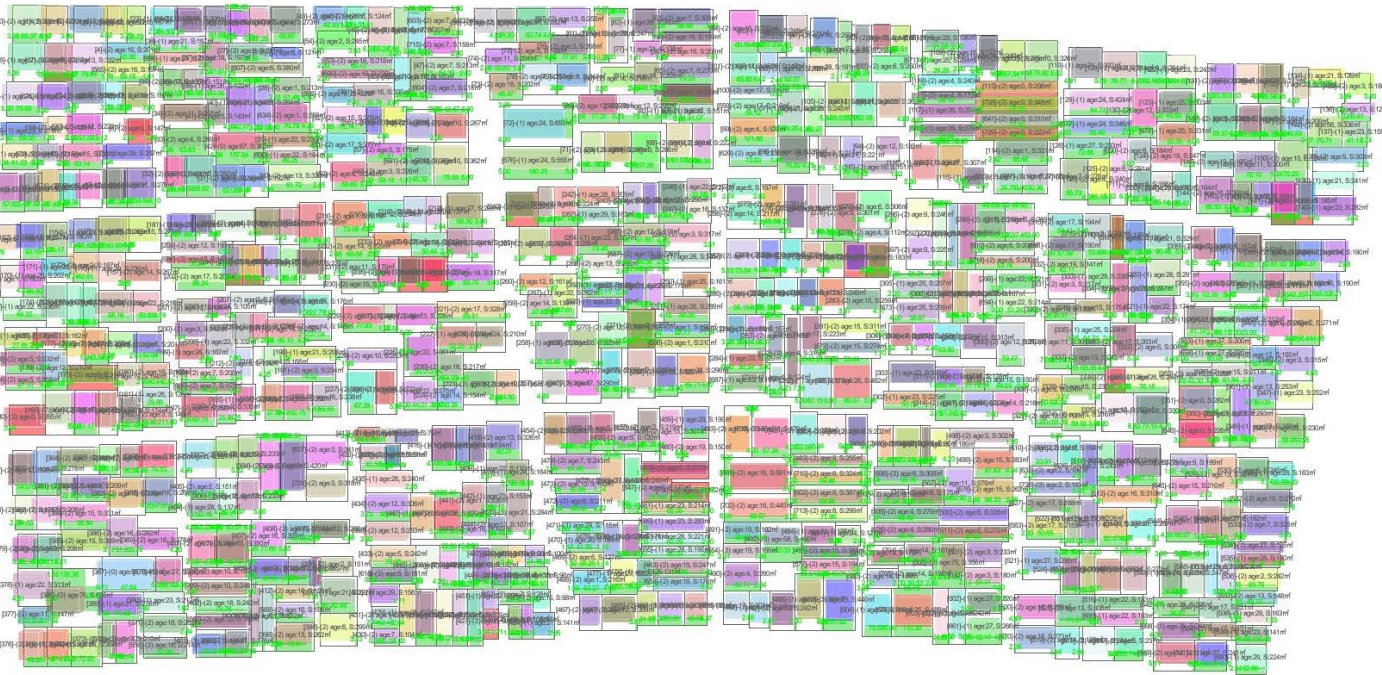


6－2. ボイド連結シミュレーターの試行

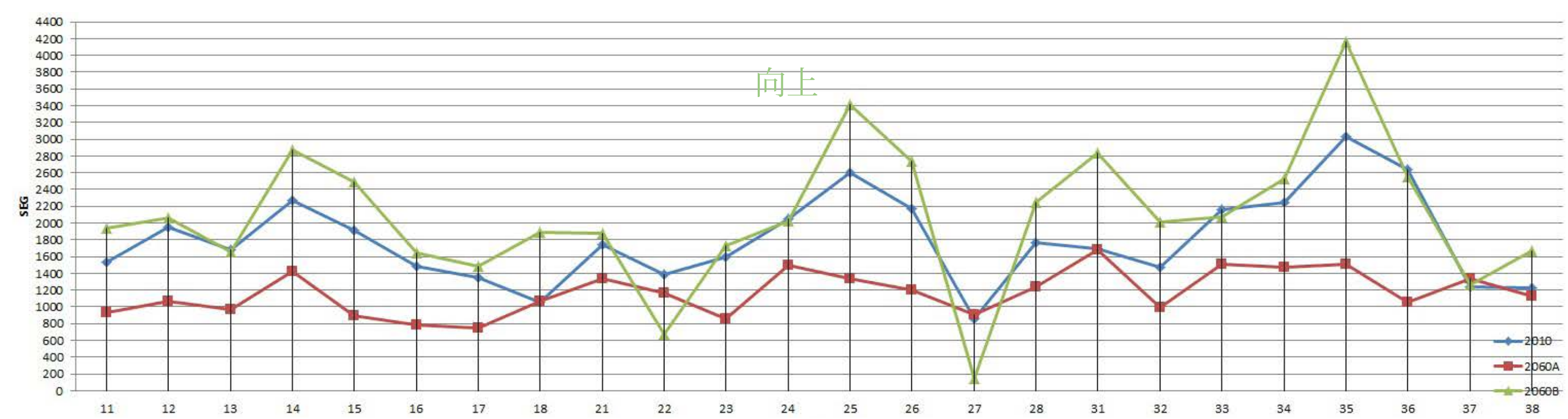


6－3．街区緑化指数による将来像の評価

2060A



2060B

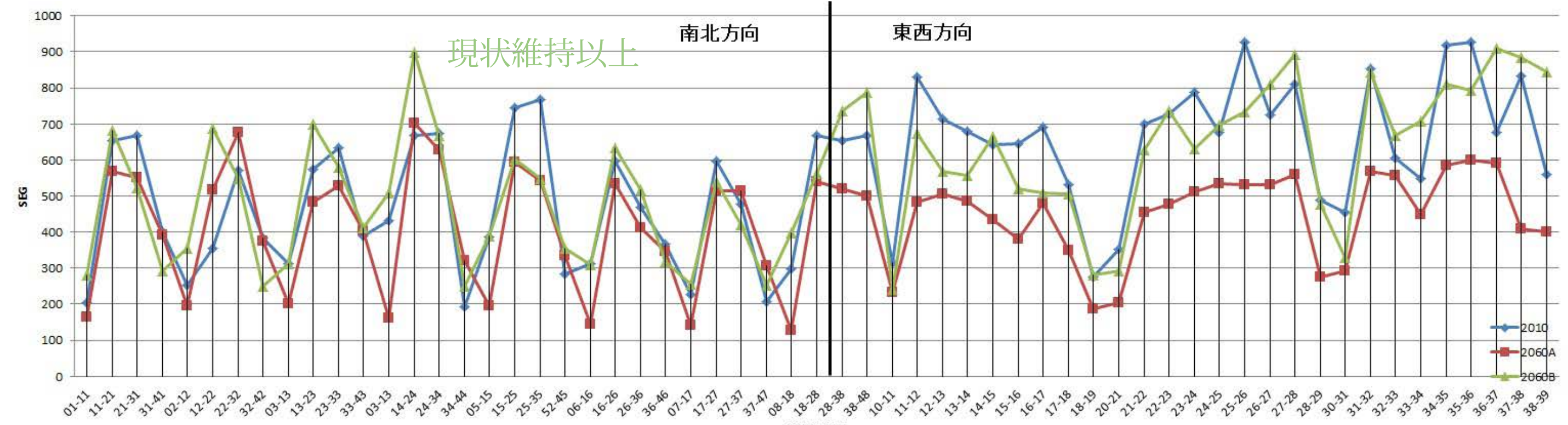


6－4．街並み緑化指数による将来像の評価

2060A



2060B



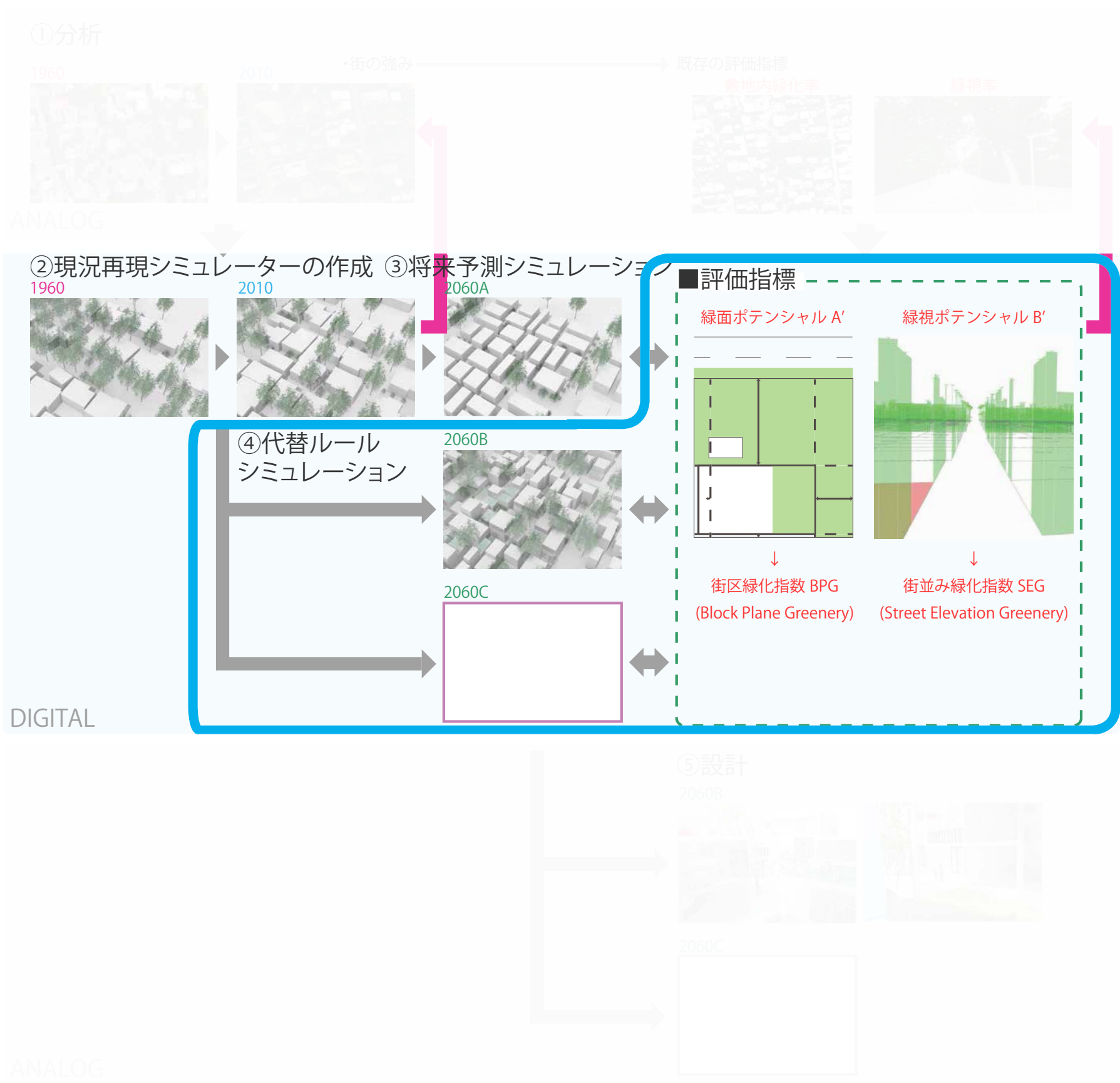
<成果>

ボイド連結ルールの導入で、
数理モデル上の将来像を向上
させることができた。

<課題>

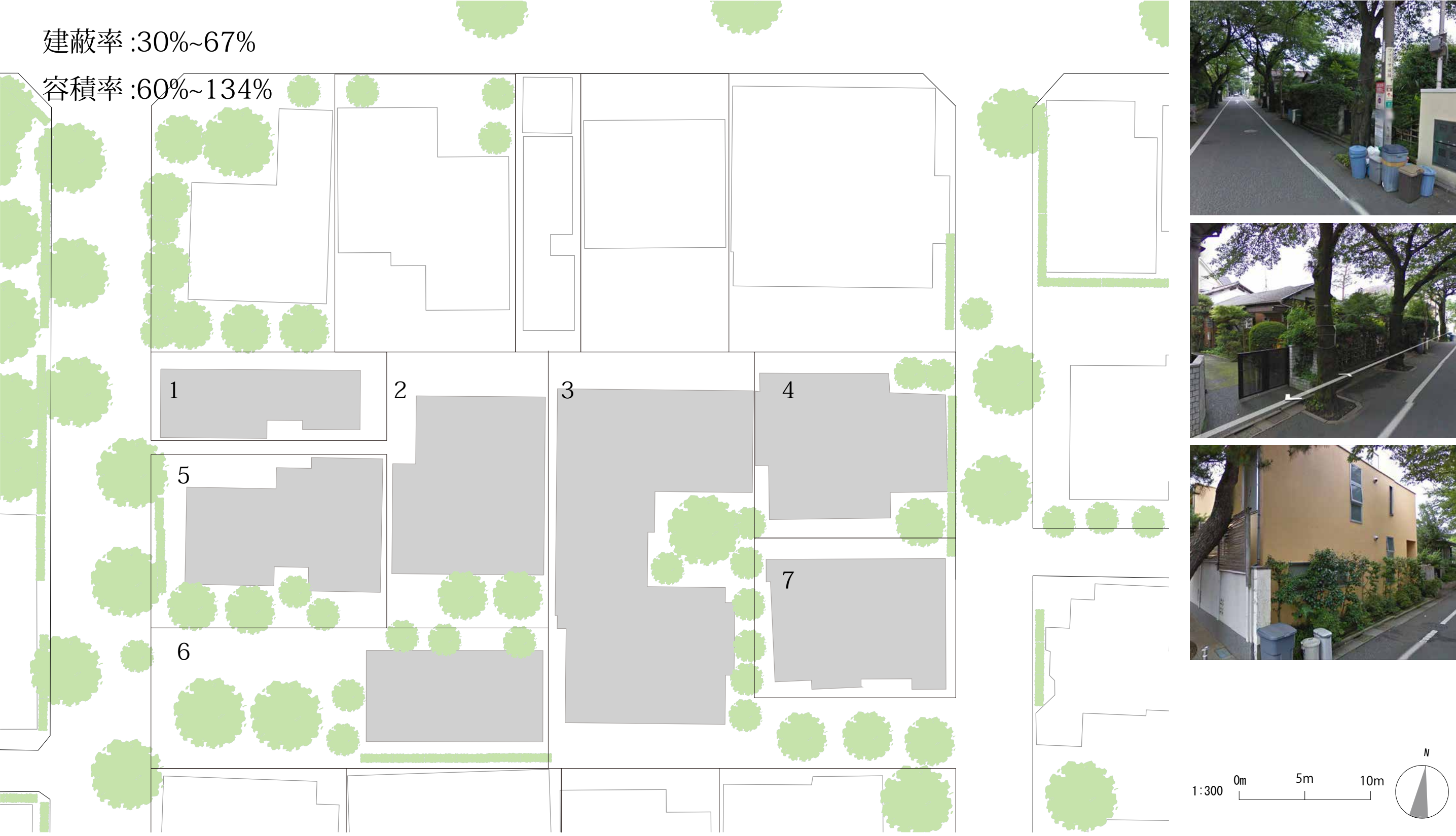
実際に住居として居心地の良い空間を創出可能なのか？

⇒ルールを守りつつ実際に住宅群を設計

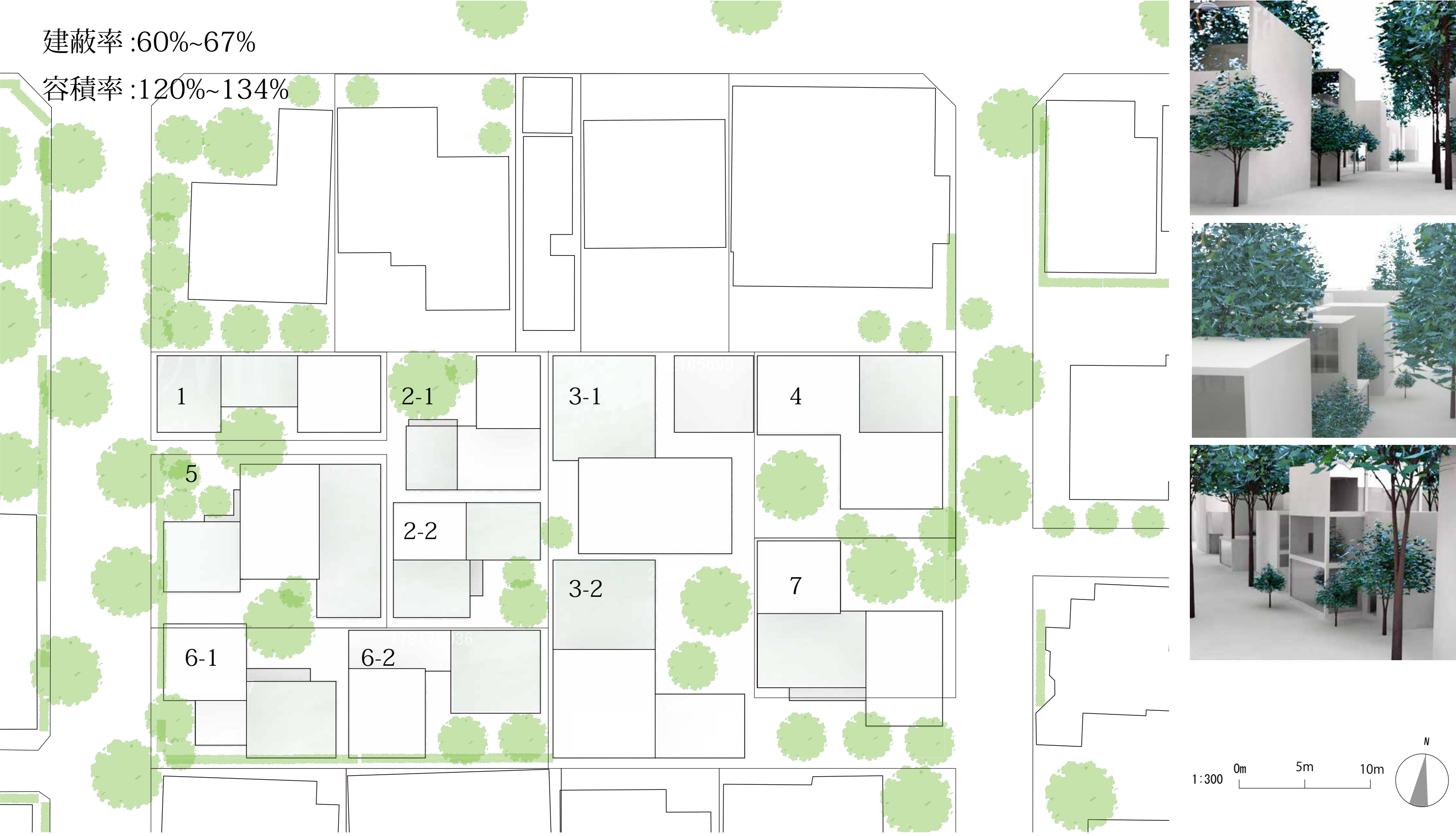


7. ルールの検証

7-1. 設計対象敷地



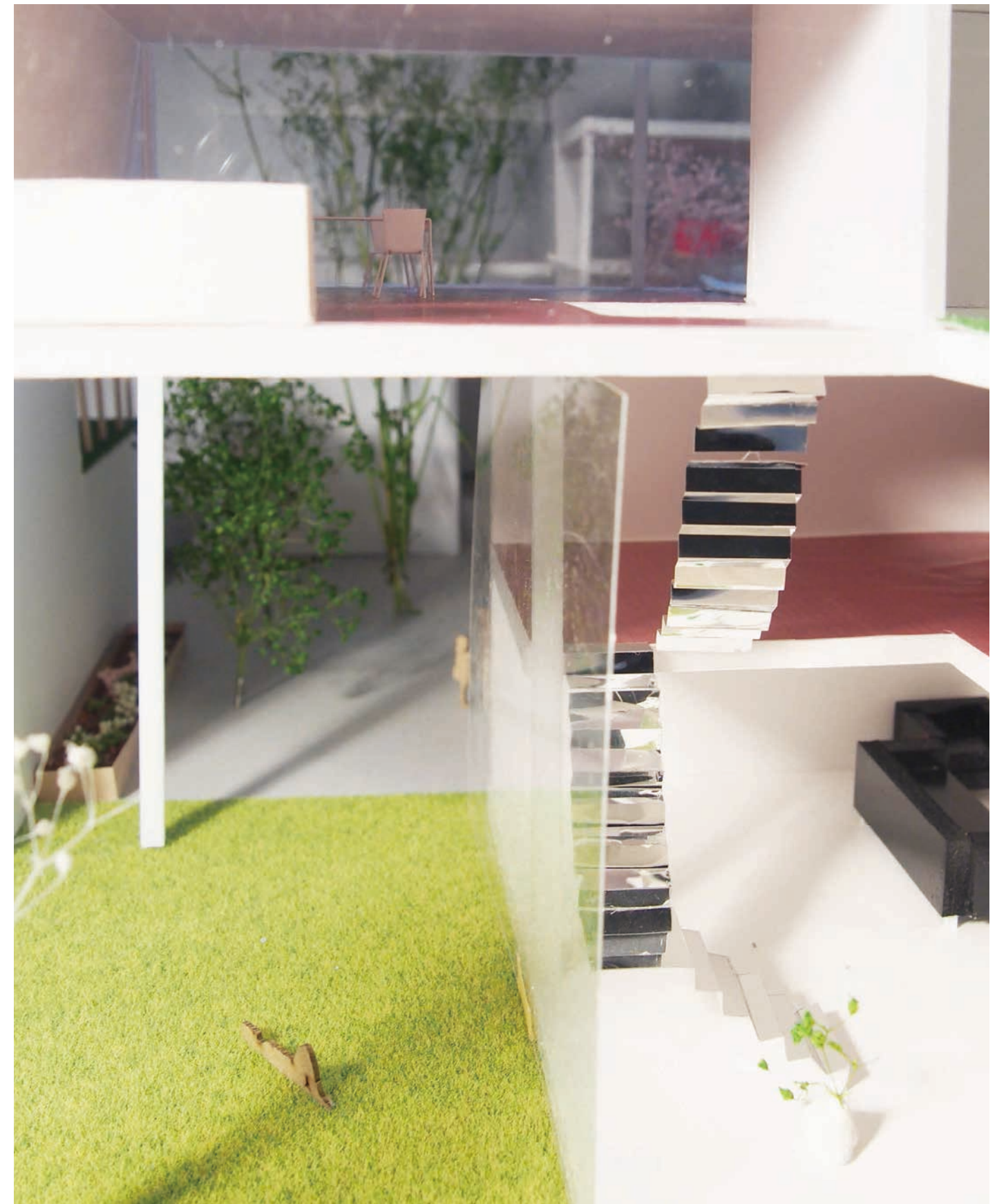
7-2. 敷地計画図



隣戸間で協力することで、庭が広がる

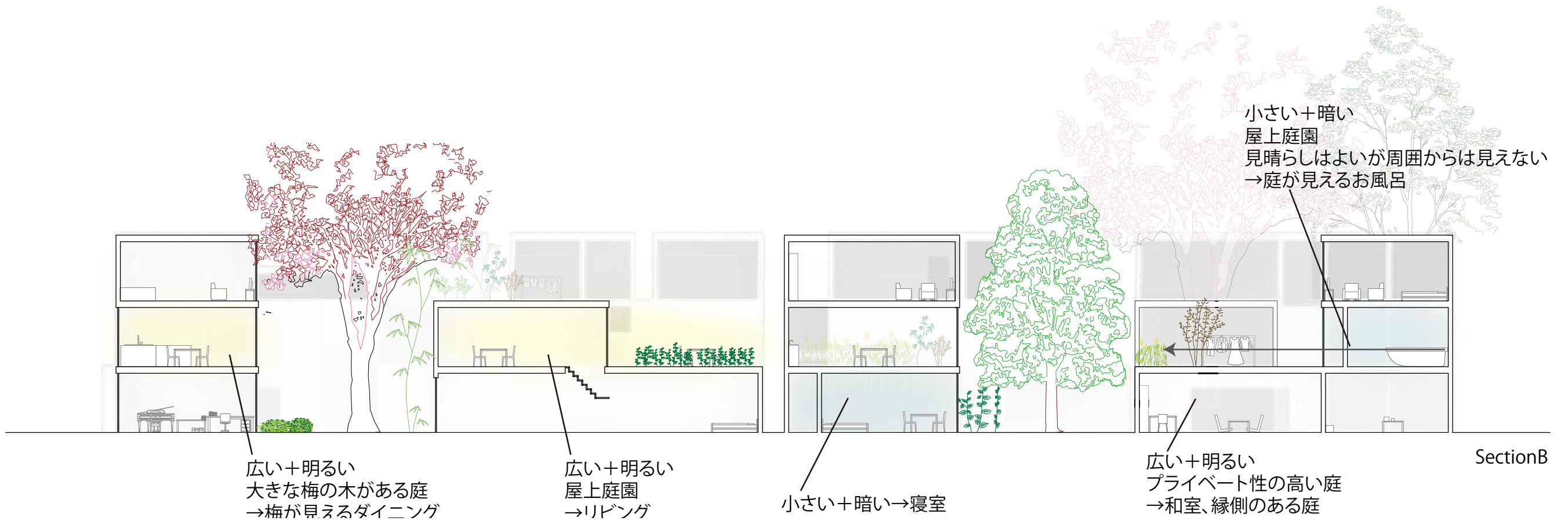
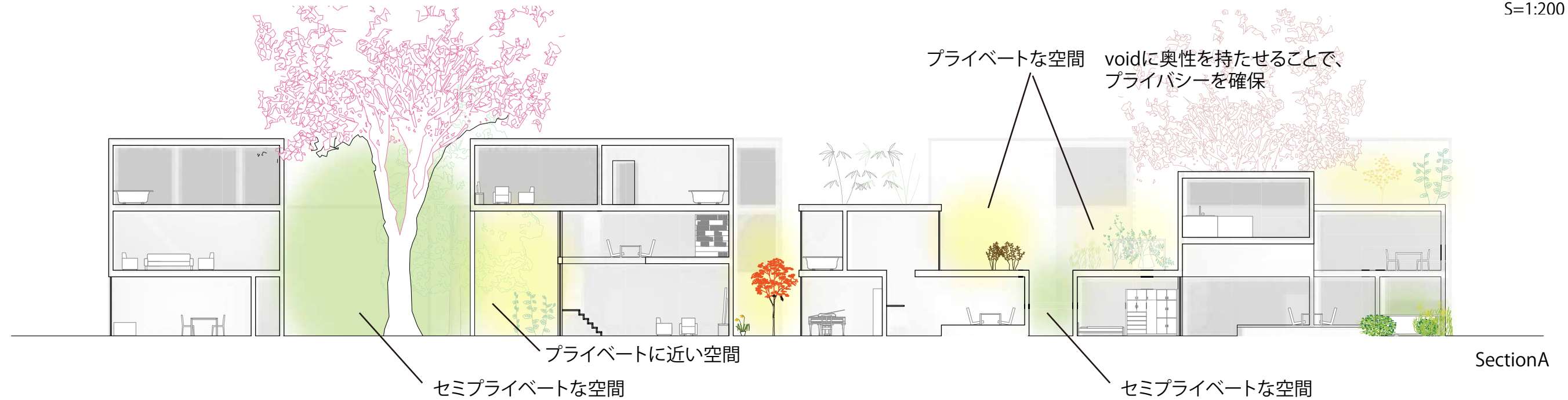
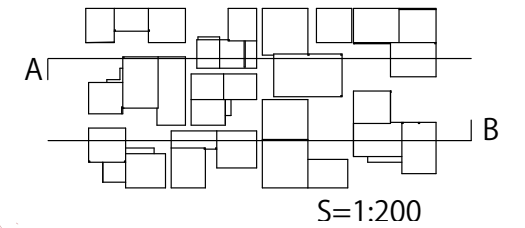


立体的に繋がった void によってプライバシーを確保



7-3. 断面図

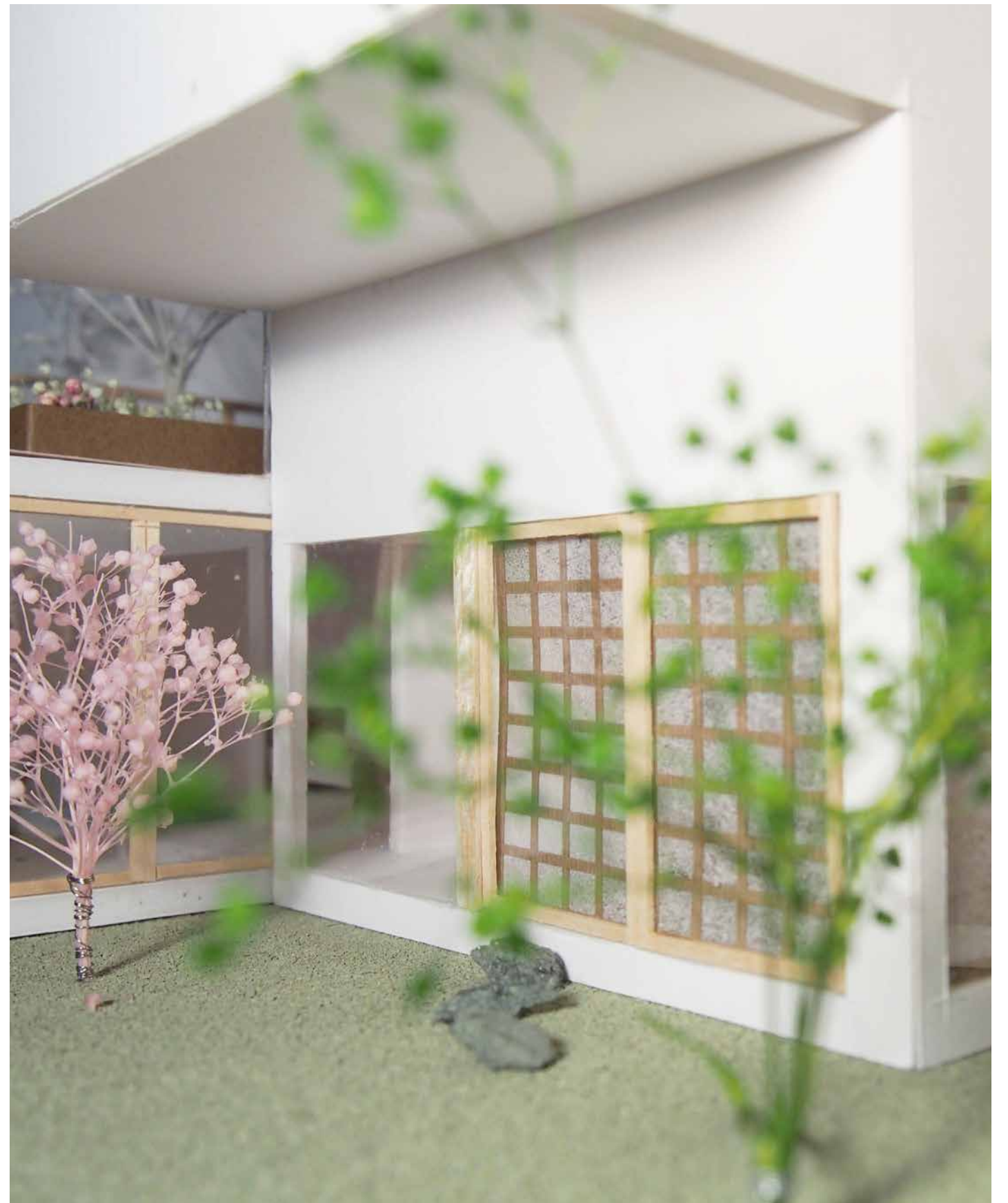
大小、明暗のある多様な空間



繋がったボイドにより緑が連続⇒奥性のある緑の繋がり



ルールを共有することで全体の良さが保障される⇒個々の住宅を自由に設計可能



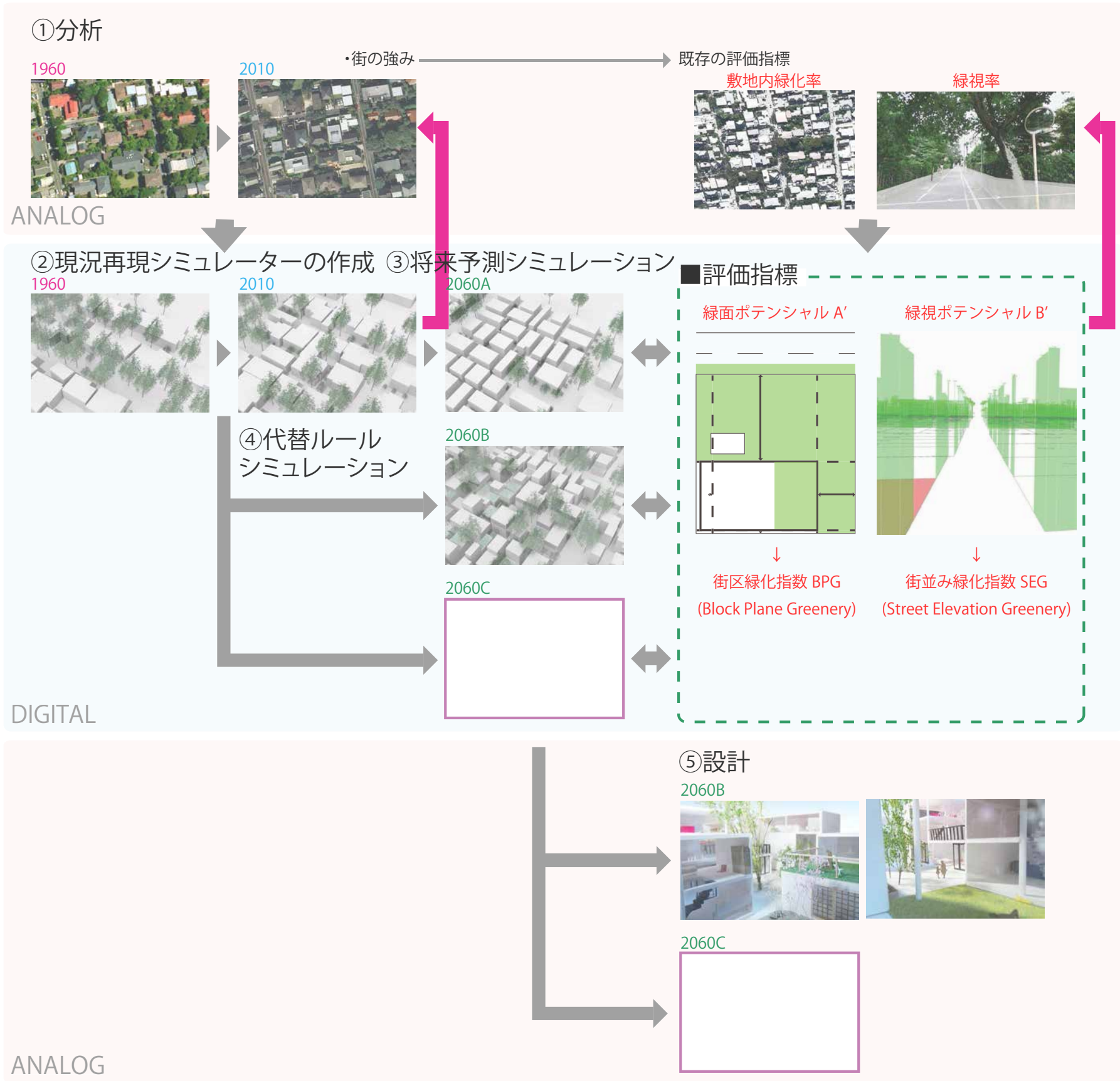
<成果>

ボイド連結ルールを守りつつ、
良い空間が創出可能である
という自由度を感じた。

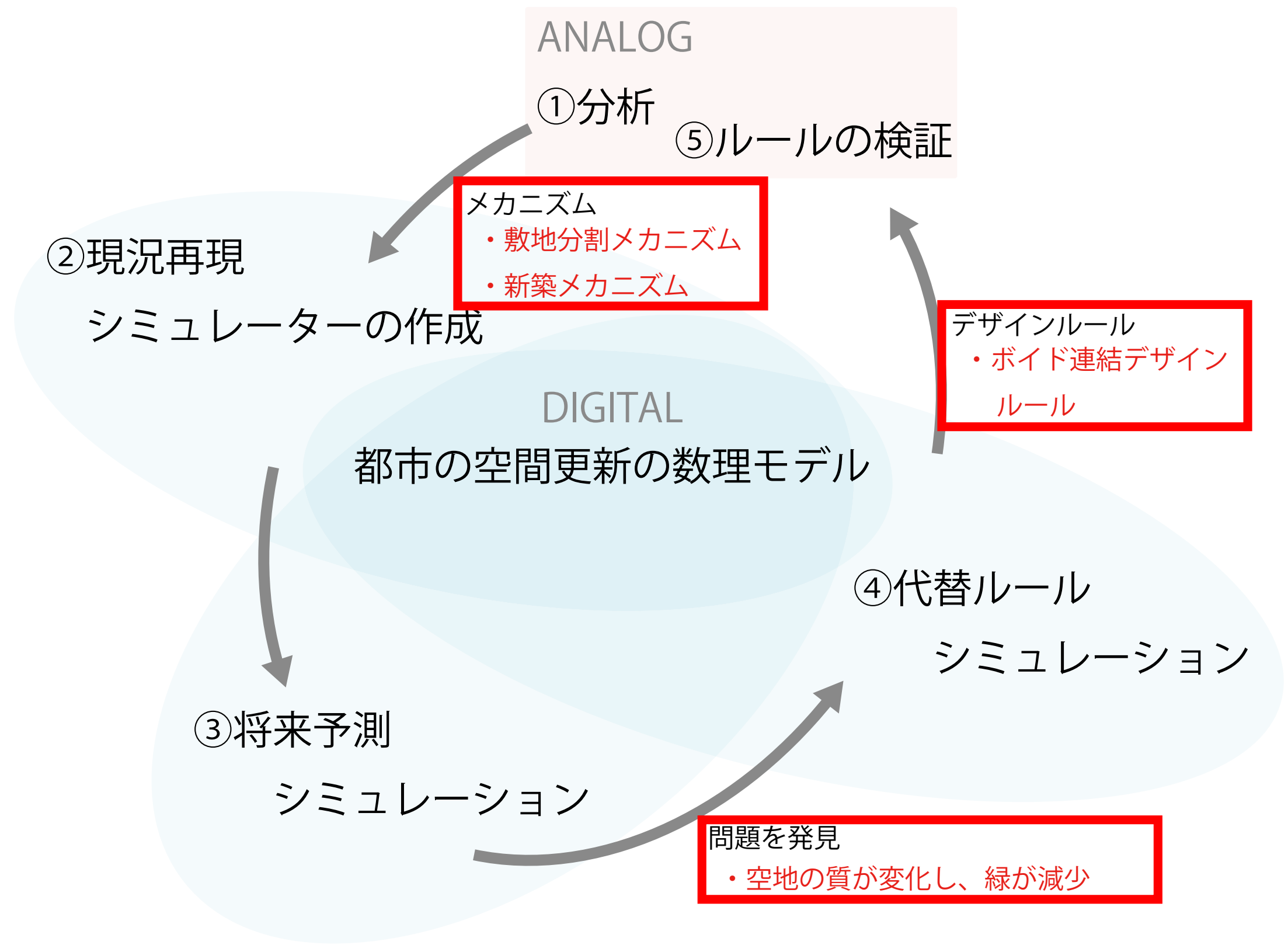


8. まとめ

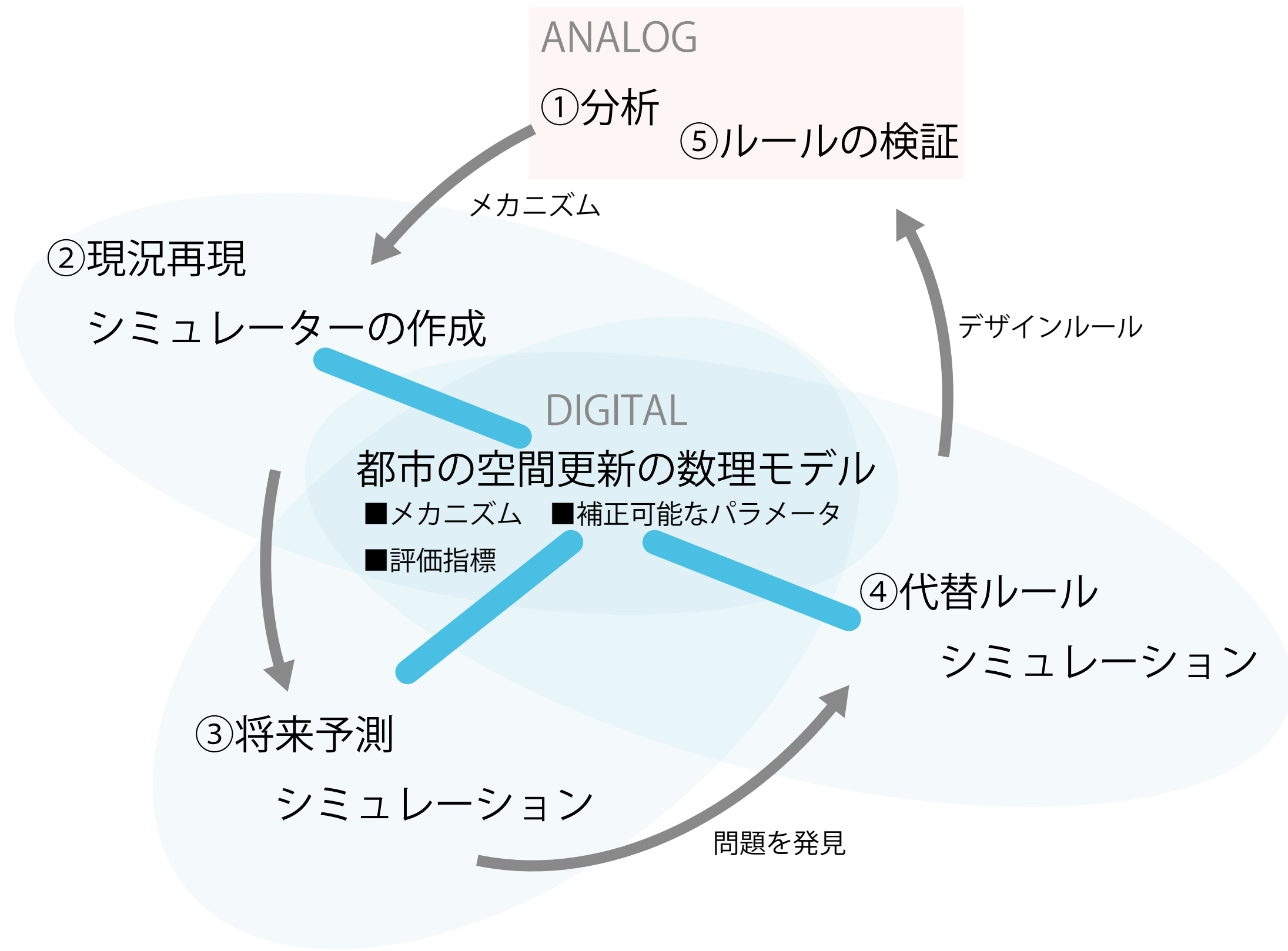
数理モデルを用い、分析、予測、ルールの発見を繋げ、「システム」を構築することができた。



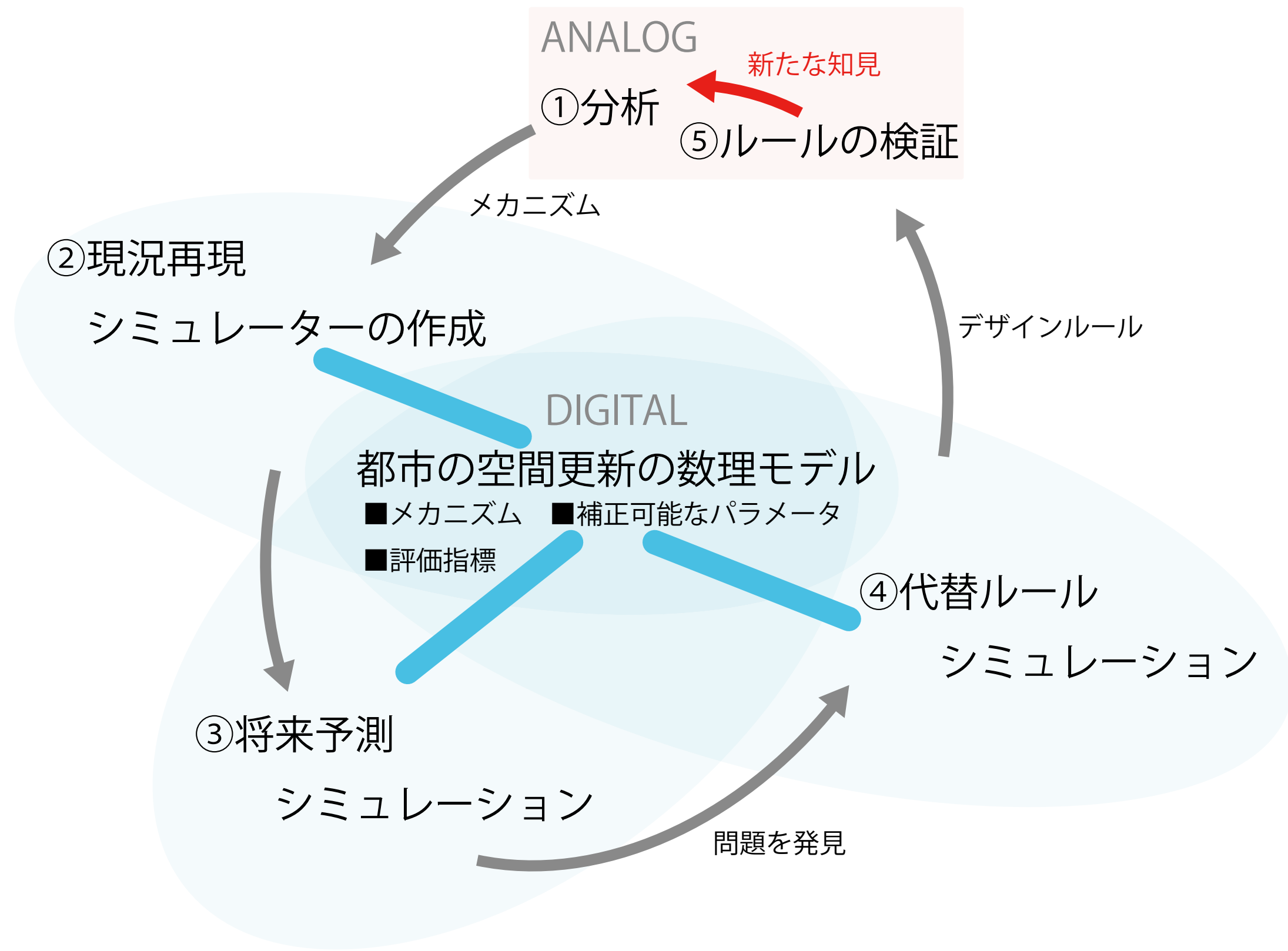
分析、予測、ルールを発見を繋げるために必要な手順。



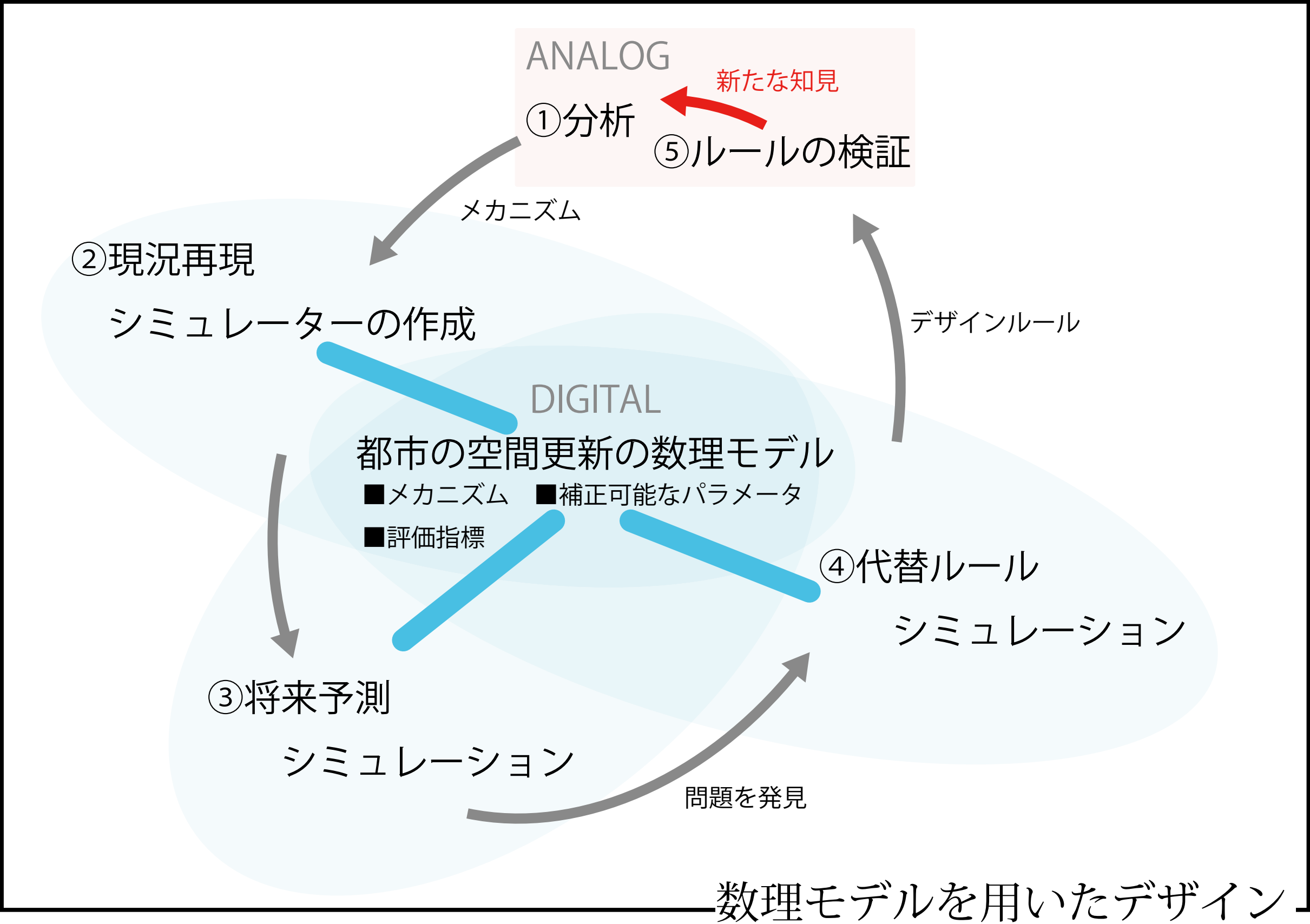
このシステムは、数理モデルを軸に構成されている。



ルールの発見から新たな知見を得、再び分析に戻るというサイクルが発生。



分析、予測、ルールの発見を繋げたシステムによってこそ「数理モデルを用いたデザイン」が可能となる。



数理モデルを用いた都市デザインにより、

- 複雑な都市の挙動を再現できる
- 発見したルールによる効果を測定、比較可能となる
- 将来像を見据えた、都市の長期的な体質改善が可能となる