

公立図書館配置問題

東京理科大学工学部経営工学科（沼田研究室）

4496067 富盛 由子

0. はじめに
1. 研究内容
2. 前提
3. モデルの説明
4. 実験対象
5. 実験
6. おわりに

【参考文献】

0.はじめに(1)



交番



カラオケBOX



ポスト

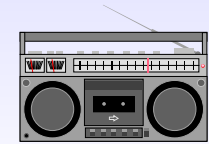


老人ホーム

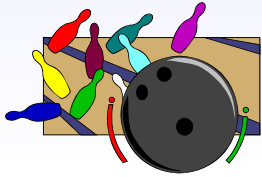


レストラン

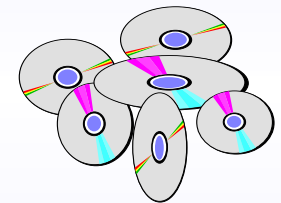
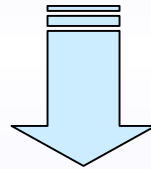
地域には様々な施設が存在するが、新たに施設を建設する場合、どこに建設すると良いだろう？



電気屋



ボーリング場

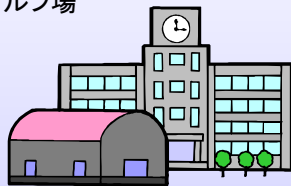


CDショップ

施設配置問題



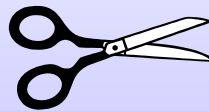
ゴルフ場



学校



スポーツクラブ

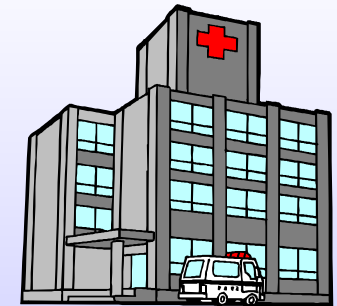


美容室

卒研発表



公衆電話



病院

0.はじめに(2)

施設配置問題

競合型施設配置問題

施設の利用者は魅力により
選ぶ施設を変えようと考え、
施設のマーケットシェアを大きく
するように、施設の配置を求める

例. スーパー等の営利施設

公共施設配置問題

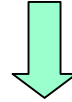
不便な利用者の不便さを
減らすように、施設の配置
を求める

例. 市役所等の公共施設

川崎市に図書館を新しく配置する
問題を考える

1. 研究概要と目的

公共施設配置問題の考えで、不便な利用者の不便さ(距離)を減らすように新規図書館を配置する



利用時には、魅力によって施設を選ぶという競合型施設配置問題の側面を持つだろう。

そこで利用者のシェアを予測するのに、競合型施設配置問題の既存モデルを用いる

以上の方針で地域に新しく図書館を建設する時

- 新規図書館の配置場所はどこが良いか
- その際の利用者のシェアのはどのくらいになるか

現実に適応できるのか検証

実際の施設の規模や魅力度を
計画する上で目安となる

2. 前提(1)

- 地域を平面と仮定する
- 地域を格子状に分割し、近似地域をつくる
- 利用者は格子点の中心に存在し
需要点 i ($i = 1, \dots, n$)で表す
- 需要点にはデータをもとにした需要量を
対応させる
- 同種の既存施設 j ($j = 1, \dots, k$)が存在する
- 距離は直線距離で考える



2. 前提(2)

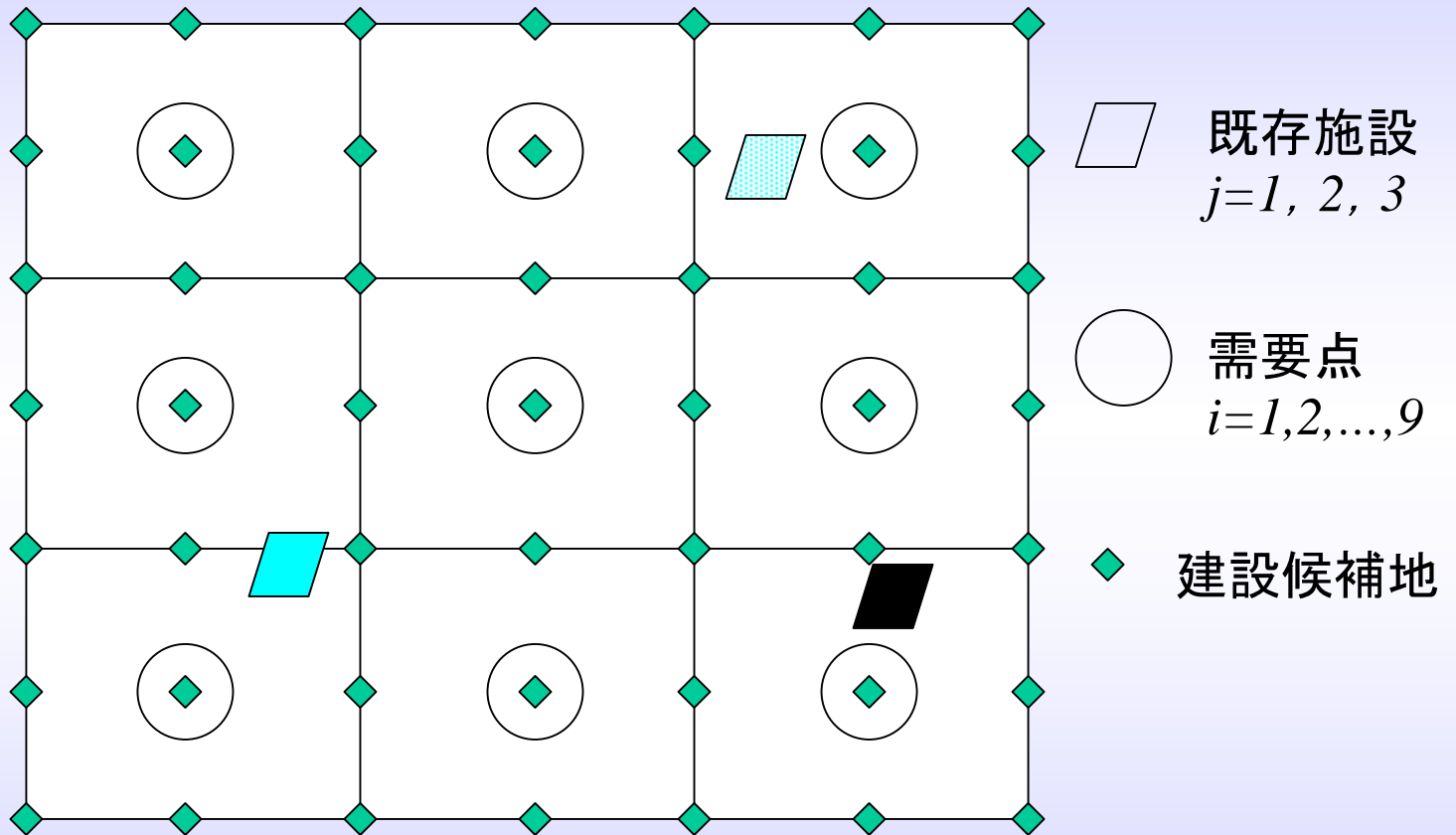
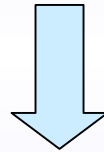


図. 前提

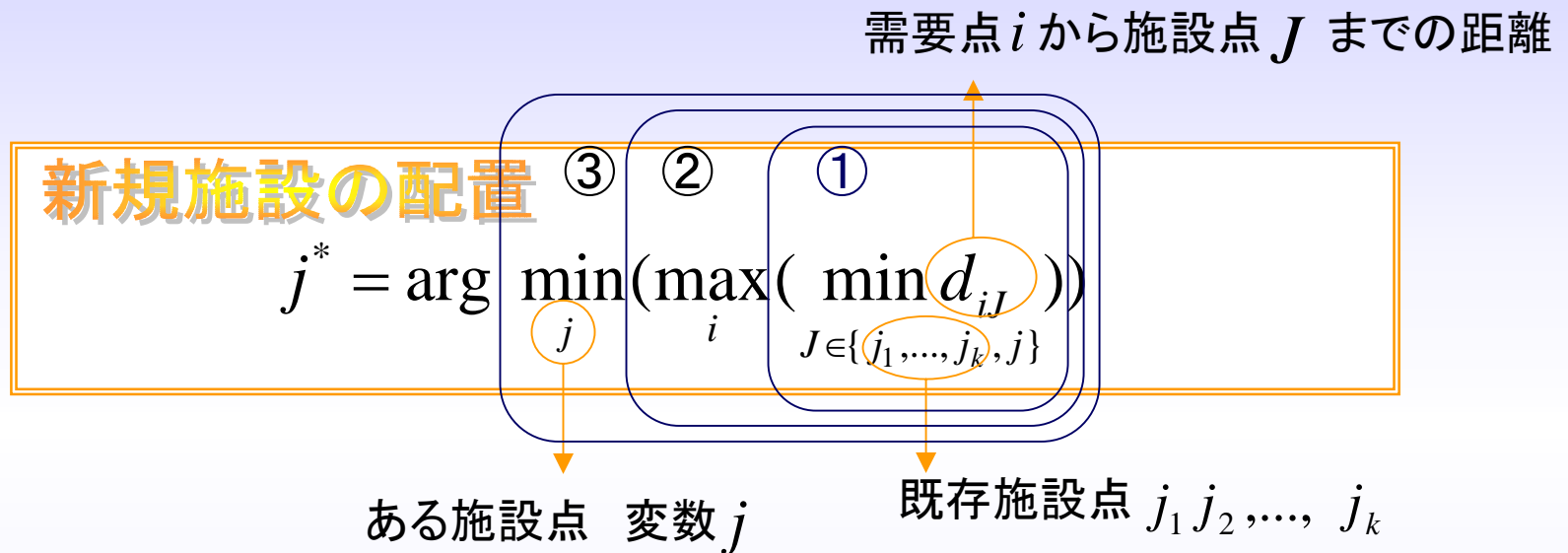
3-1. 新規施設配置(1)

新規施設の配置により、一番近くの施設までの距離が最も遠い需要点におけるその距離が、できるだけ近くなるような場所へ新規施設を配置する。



距離の比較により新規施設の最適配置を求める。

3-1. 新規施設配置(2)



- ① 需要点 i から一番近く
にある施設までの距離
- ② ①が最大となる需要点 i
におけるその距離
- ③ ②を最小とする
施設の配置場所 j

3-1. 新規施設配置(3)

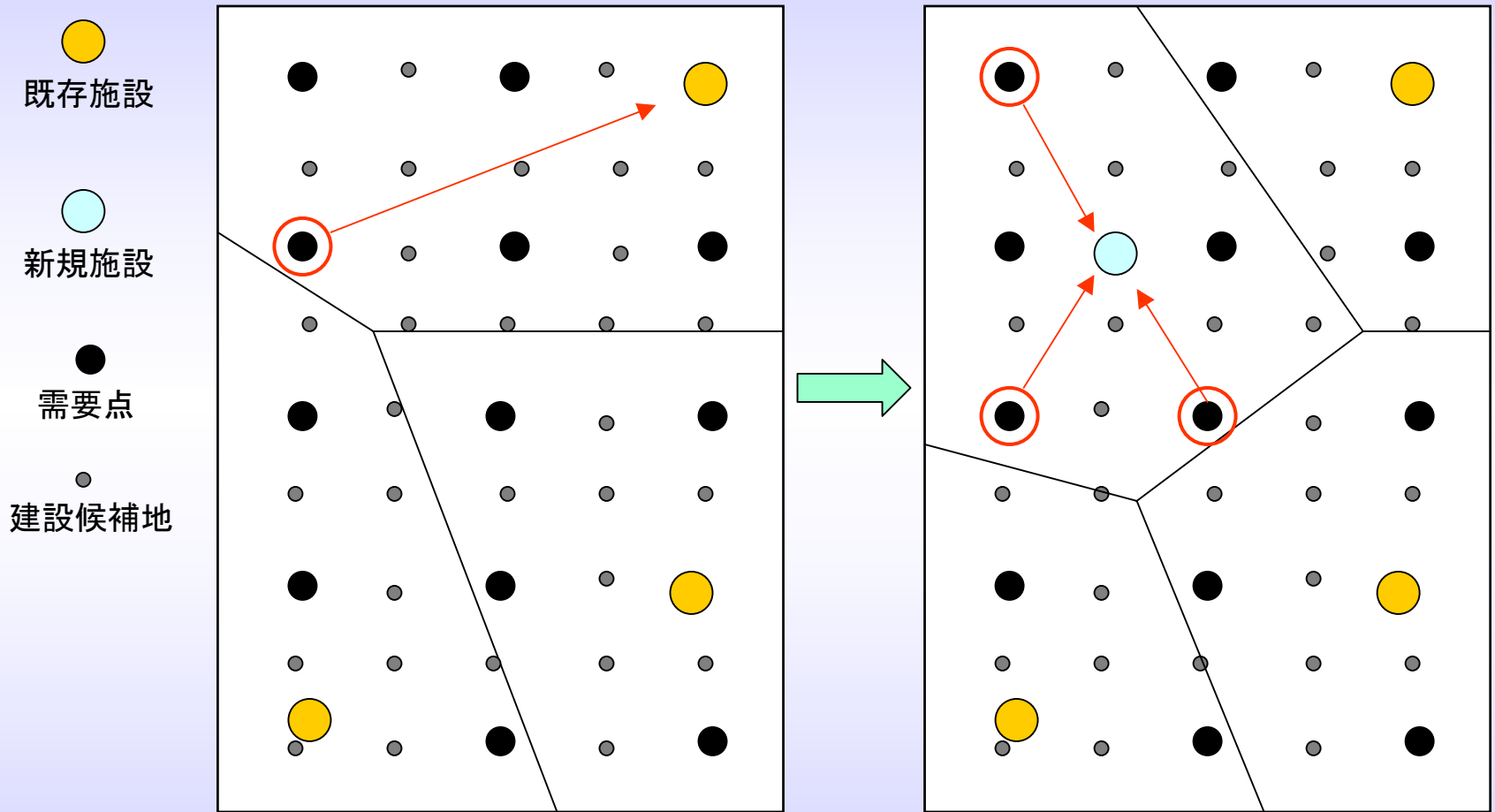
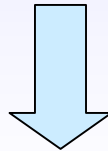


図. 新規施設の配置方法

3-2. 決定論的効用モデル(1)

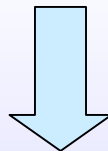
利用者はどの施設を選ぶかという意思決定過程において、**満足感**の高い施設を選ぶものとする。

(⇒ある需要点における利用者は全て同じ施設を選ぶ)



満足感は、施設の属性(施設までの距離、価格、規模等)とそれぞれの**重みづけ**の値を用いた**効用関数**で表される。

ウエイト



効用関数の値をもとに、施設のシェアを求める。

3-2. 決定論的効用モデル(2)

効用関数

(⇒魅力)

$$U_{iJ} = \sum_{p=1}^m w_p Q_{Jp} - d_{iJ}$$

施設Jの第p属性値

第p属性のウエイト

新規施設のシェア

$$M(j^*) = \sum_{i \in \{i | U_{ij} < U_{ij^*}\}} B_i$$

需要点 i における需要量

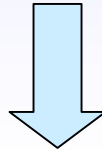
需要点 i における既存施設点 j ($j=1, 2, \dots, k$) にある施設の効用

需要点 i における新規施設点 j^* にある施設の効用

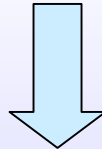
3-3. 引力型モデル(1)

利用者は需要点において、ある**確率**によって施設を選ぶ(確率は施設の魅力に比例、需要点と施設の距離の累乗に反比例)

確率 \Leftrightarrow 施設の吸引力(利用者を引き寄せる力)



確率は、施設の属性とそれぞれの重みつけの値を用いて、施設の吸引力を比例配分する**効用関数**で表される。



効用関数の値を用いて、施設のシェアを求める。

3-3. 引力型モデル(2)

新規施設 j^* の需要点 i に対する引力
新規施設 j^* の魅力

確率

$$F_{ij^*} = \frac{\frac{E_{j^*}}{d_{ij^*}^\lambda}}{\frac{E_{j^*}}{d_{ij^*}^\lambda} + \sum_{j=1}^k \frac{E_j}{d_{ij}^\lambda}}$$

ただし

$$E_{j^*} = \sum_{p=1}^m w_p Q_{j^*p}$$

距離の重視度

新規施設のシェア

$$T(j^*) = \sum_{i=1}^n B_i F_{ij^*}$$

需要点 i における需要量

4-1. 対象施設(1)

公立図書館

川崎市内の既存図書館

市立図書館

麻生図書館
多摩図書館
宮前図書館
高津図書館
中原図書館
幸図書館
川崎図書館

市立図書館分館

橘分館
田島分館
大師分館

4-1. 対象施設(2)

図書館の属性	実際のデータ	一対比較	ウエイト
蔵書冊数 (冊)	図書館が持つ本の冊数		0.68
自習室の席数 (席)	図書館の自習室や 閲覧室の座席の数		0.37
延床面積 (m^2)	図書館の建物の 延べ床面積		0.20
最寄り駅指数 (人/m)	最寄り駅の利用客(人/日)を 最寄り駅への距離 (m)で割った値		0.69

4-1. 対象施設(3)

最寄り駅の利用客／最寄り駅への距離

	蔵書冊数 (冊)	自習室の席数 (席)	延べ床面積 (m ²)	最寄り駅への距離 (m)	駅の利用客 (人)
麻生図書館	205,633	74	1,346	100	9.2
多摩図書館	201,157	107	1,725	100	14.0
宮前図書館	224,754	152	1,448	400	4.0
高津図書館	237,666	194	2,196	250	2.4
橘分館	76,209	6	495	1,600	5.0
中原図書館	264,962	151	2,425	150	15.5
幸図書館	161,537	109	873	700	2.5
川崎図書館	146,923	28	1,179	50	16.2
田島分館	48,315	12	400	1,000	2.0
大師分館	63,079	10	530	200	1.6

最大を10

	蔵書冊数	自習室の席数	延べ床面積	最寄り駅指数
麻生図書館	7.76	3.81	5.55	2.84
多摩図書館	7.59	5.52	7.11	4.32
宮前図書館	8.48	7.84	5.97	0.31
高津図書館	8.97	10.00	9.06	0.30
橘分館	2.88	0.31	2.04	0.10
中原図書館	10.00	7.78	10.00	3.18
幸図書館	6.10	5.62	3.45	0.11
川崎図書館	5.55	1.44	4.86	10.00
田島分館	1.82	0.62	0.16	0.06
大師分館	2.38	0.52	2.18	0.25

4-2. 対象地域

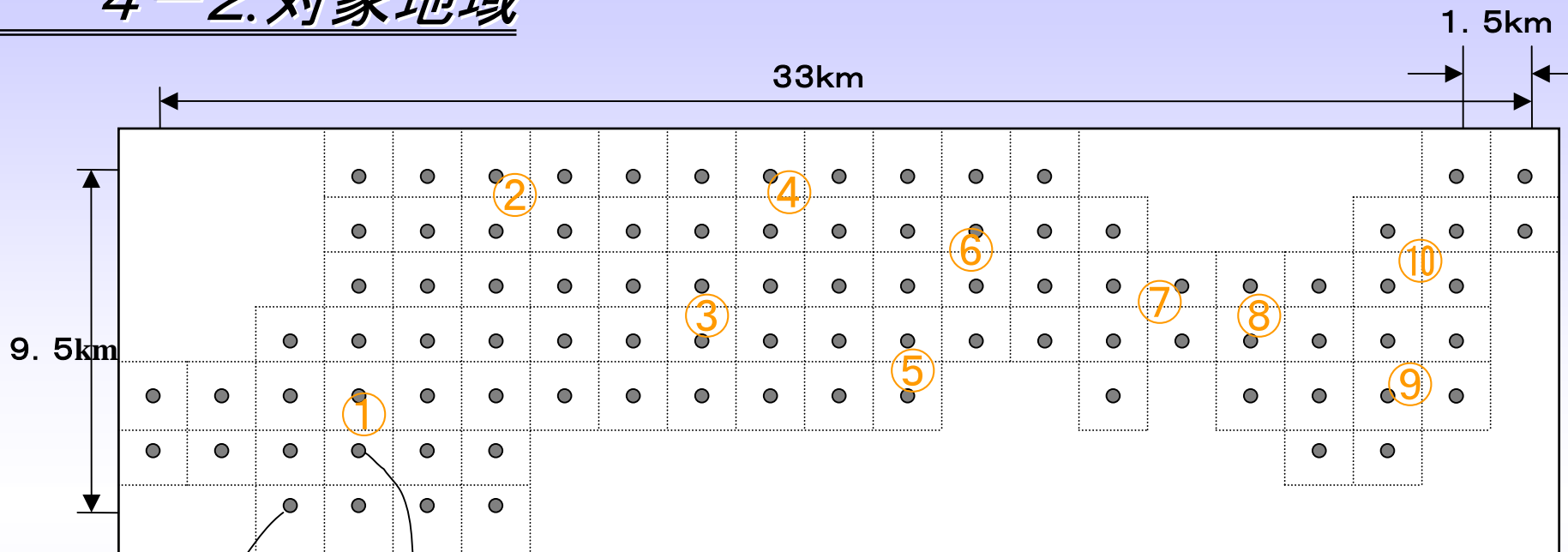


図. 神奈川県川崎市

● : 需要点
○ : 既存図書館

8965人

6474人

需要量を
人口で与える

- | | |
|---------|---------|
| ① 麻生図書館 | ⑥ 中原図書館 |
| ② 多摩図書館 | ⑦ 幸図書館 |
| ③ 宮前図書館 | ⑧ 川崎図書館 |
| ④ 高津図書館 | ⑨ 田島分館 |
| ⑤ 橘分館 | ⑩ 大師分館 |

5-1. 実験内容(1)

〈実験1〉 新規図書館の配置場所を求める.

〈実験2〉 決定論的効用モデル・引力型モデルで求めたシェアと実際データにより求めた既存図書館のシェアを比較し、どちらのモデルがシェアを正確に予測できるのかを見る.

登録者のうち年度中に
貸出を行った人数

〈実験3〉 実験2において適していたモデルで、新規図書館のシェアを予測する.

※プログラム言語Delphi3.1

5-1. 実験内容(2)

新規図書館の属性値

3パターン

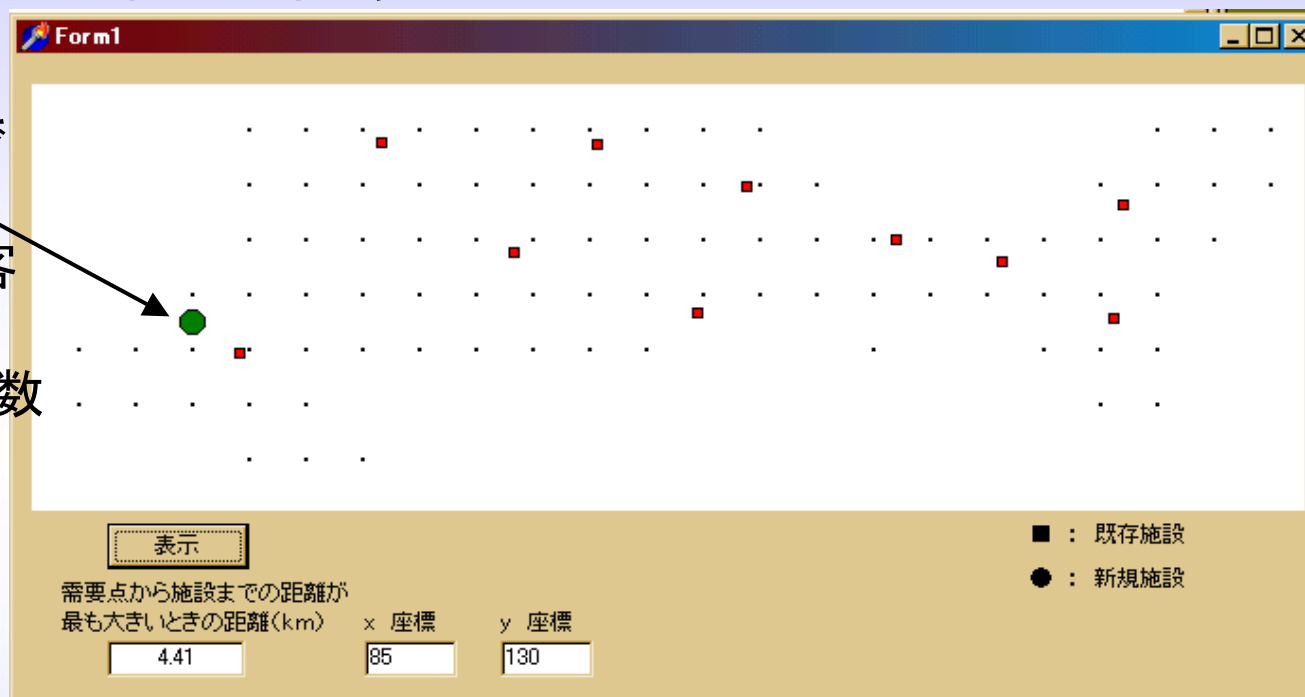
	分館を含む 全図書館平均	図書館平均	分館平均
蔵書冊数	6.15	7.78	2.36
延べ床面積	4.35	6.57	1.46
席数	5.04	6.00	0.46
最寄駅指数	—実験1の配置場所により決定—		

5-2. 実験と考察(1)

〈実験1〉

新規図書館の配置場所

- ・最寄駅まで
1100m
 - ・駅の利用客
2.5万人/日
- ⇒最寄駅指数
0.07

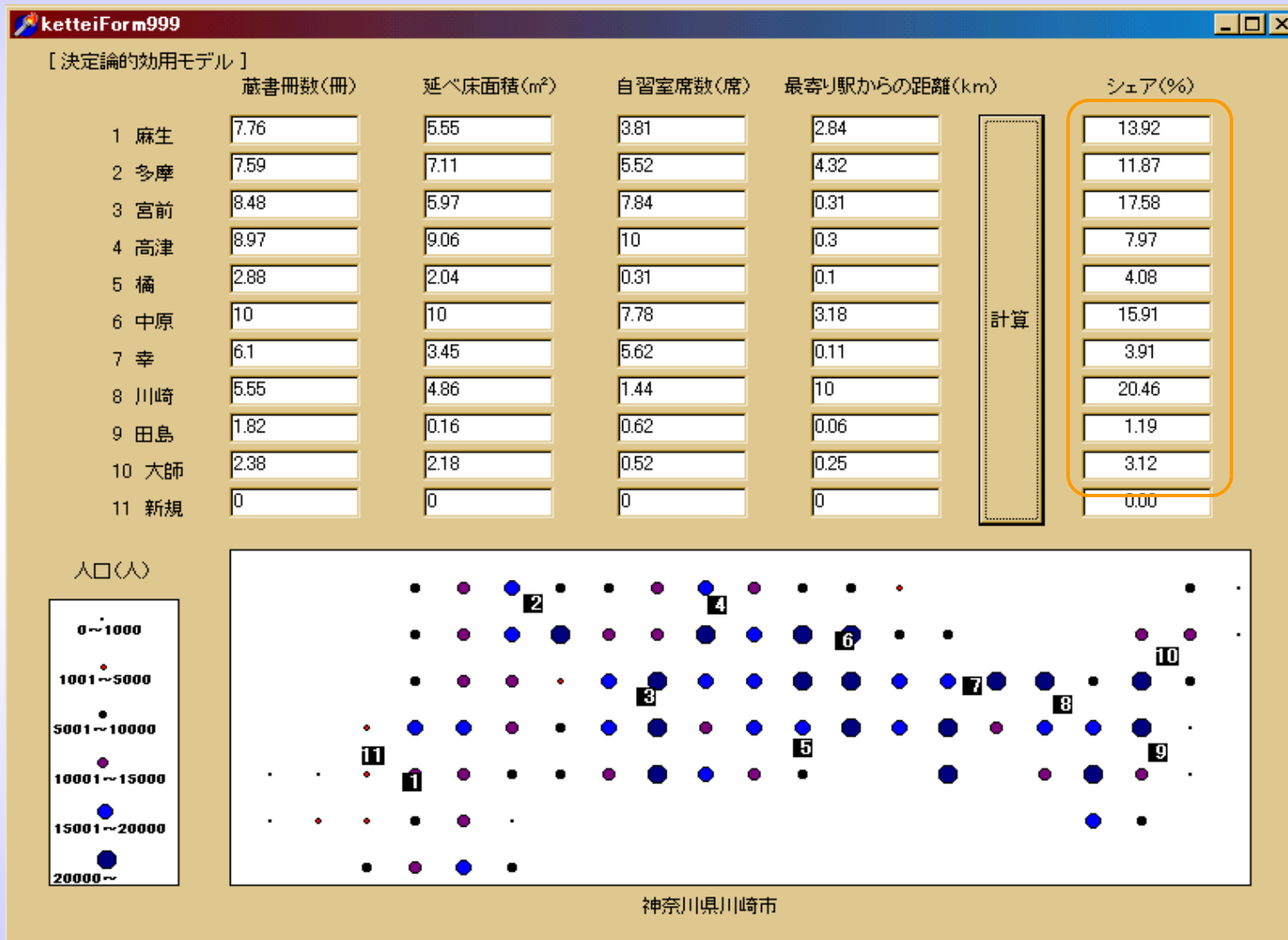


〈考察〉

- 最もシェアが大きい麻生図書館の近くの配置なので、シェアが分散されて良い。
- 既存の麻生図書館に少し近すぎる。

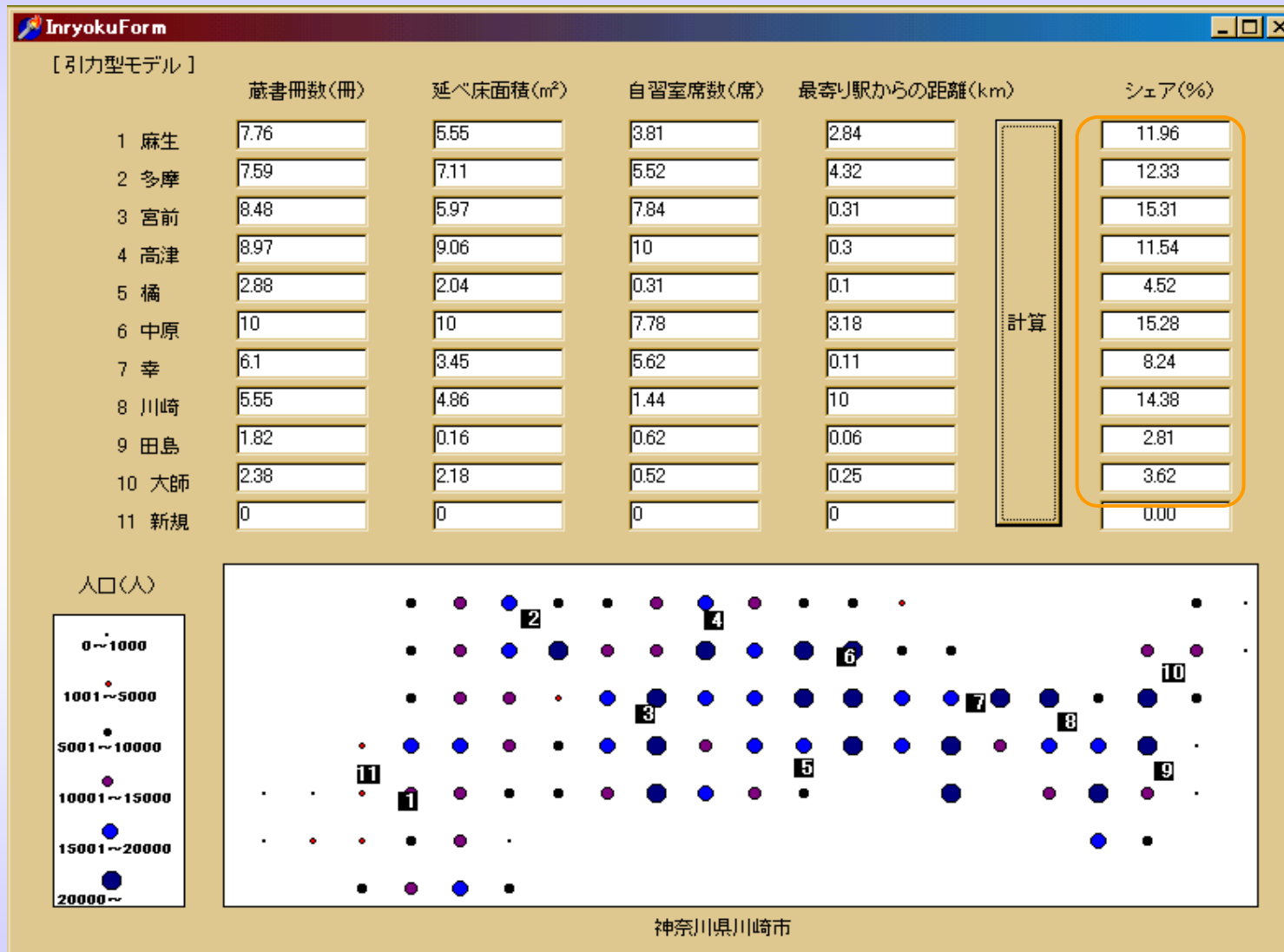
5-2. 実験と考察(2)

〈実験2〉



5-2. 実験と考察(3)

〈実験2〉



5-2. 実験と考察(4)

〈実験2〉

既存モデルで求めたシェアと実際のシェアとの比較

	決定論的効用モデル	引力型モデル	実際のシェア
麻生図書館	13.92	11.96	17.06
多摩図書館	11.87	12.33	13.71
宮前図書館	17.58	15.31	16.30
高津図書館	7.97	11.54	9.11
橘分館	4.08	4.52	3.36
中原図書館	15.91	15.28	13.44
幸図書館	3.91	8.24	8.12
川崎図書館	20.46	14.38	14.12
田島分館	1.19	2.81	2.74
大師分館	3.12	3.62	2.04
平均誤差	2.38	1.49	2.04

誤差が少ない

〈考察〉

- 平均して誤差の少ない引力型モデルがシェアを予測するのに適している
- 新規図書館に最も関連する麻生図書館のシェア予測値については、決定論的効用モデルの方がよい値がでた。

5-2. 実験と考察(5)

〈実験3〉

新規図書館の
属性の違いによる
シェア予測値

分館を含めた
全図書館平均

図書館平均

分館平均

InryokuForm

[引力型モデル]

	蔵書冊数(冊)	延べ床面積(m ²)	自習室席数(席)	最寄り駅からの距離(km)	シェア(%)
1 麻生	7.76	5.55	3.81	2.84	9.83
2 多摩	7.59	7.11	5.52	4.32	11.56
3 宮前	8.48	5.97	7.84	0.31	14.78
4 高津	8.97	9.06	10	0.3	11.27
5 橋	2.88	2.04	0.31	0.1	4.45
6 中原	10	10	7.78	3.18	15.07
7 幸	6.1	3.45	5.62	0.11	8.17
8 川崎	5.55	4.86	1.44	10	14.27
9 田島	1.82	0.16	0.62	0.06	2.80
10 大師	2.38	2.18	0.52	0.25	3.60
11 新規	6.15	4.35	5.04	0.07	4.19

計算

InryokuForm

[引力型モデル]

	蔵書冊数(冊)	延べ床面積(m ²)	自習室席数(席)	最寄り駅からの距離(km)	シェア(%)
1 麻生	7.76	5.55	3.81	2.84	9.39
2 多摩	7.59	7.11	5.52	4.32	11.37
3 宮前	8.48	5.97	7.84	0.31	14.65
4 高津	8.97	9.06	10	0.3	11.20
5 橋	2.88	2.04	0.31	0.1	4.43
6 中原	10	10	7.78	3.18	15.01
7 幸	6.1	3.45	5.62	0.11	8.15
8 川崎	5.55	4.86	1.44	10	14.24
9 田島	1.82	0.16	0.62	0.06	2.79
10 大師	2.38	2.18	0.52	0.25	3.60
11 新規	7.78	6.57	6	0.07	5.16

計算

InryokuForm

[引力型モデル]

	蔵書冊数(冊)	延べ床面積(m ²)	自習室席数(席)	最寄り駅からの距離(km)	シェア(%)
1 麻生	7.76	5.55	3.81	2.84	11.06
2 多摩	7.59	7.11	5.52	4.32	12.04
3 宮前	8.48	5.97	7.84	0.31	15.11
4 高津	8.97	9.06	10	0.3	11.44
5 橋	2.88	2.04	0.31	0.1	4.50
6 中原	10	10	7.78	3.18	15.20
7 幸	6.1	3.45	5.62	0.11	8.22
8 川崎	5.55	4.86	1.44	10	14.34
9 田島	1.82	0.16	0.62	0.06	2.81
10 大師	2.38	2.18	0.52	0.25	3.62
11 新規	2.36	1.46	0.46	0.07	1.68

計算

5-2. 実験と考察(6)

〈実験3〉

引力型モデルで求めた新規施設のシェア

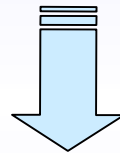
		全図書館平均	図書館平均	分館平均
属性	蔵書冊数	6.15	7.78	2.36
	延べ床面積	4.35	6.57	1.46
	席の数	5.04	6.00	0.46
麻生図書館		9.83	9.39	11.06
多摩図書館		11.56	11.37	12.04
宮前図書館		14.78	14.65	15.11
高津図書館		11.27	11.20	11.44
橘分館		4.45	4.43	4.50
中原図書館		15.07	15.10	15.20
幸図書館		8.17	8.15	8.22
川崎図書館		14.27	14.24	14.34
田島分館		2.80	2.79	2.81
大師分館		3.60	3.60	3.62
新規図書館		4.19	5.16	1.68

〈考察〉

- 図書館をつくるより、分館をつくる方が望ましいと思われる。

6. おわりに

- 新規図書館の配置場所は、不便な利用者の多い地域への配置となりわりと良い配置といえる。
- 麻生図書館のシェアが実際のシェアと離れた値なので、予測した新規図書館のシェアは信頼性にかける。
- 分館を作るほうが望ましいという結果は妥当と言える。



実際に利用するにはシェアを求めるモデルの改良が必要。

- ・施設の魅力を定める属性項目を変える、多くする
- ・格子を細かくして需要点の数を多くする
- ・需要量を総人口でなく、年齢層をしぼった人口にする

等

基本的な枠組みの有効性は確認

参考文献

- [1] Drezner,Z.(Ed) : “Facility Location” p255～300 (1995)
- [2] 国勢調査結果報告書 : “川崎市の人口” (1998)
- [3] 川崎市教育委員会 : “川崎市図書館活動報告書”(1998)
- [4] 大久保 賢 : “最大移動距離を考慮した競合型施設配置問題”
(東京理科大学工学部経営工学科卒業論文 (1999))
- [5] 岡部篤行・鈴木敦夫 : “最適配置の数理”(1992)

以上