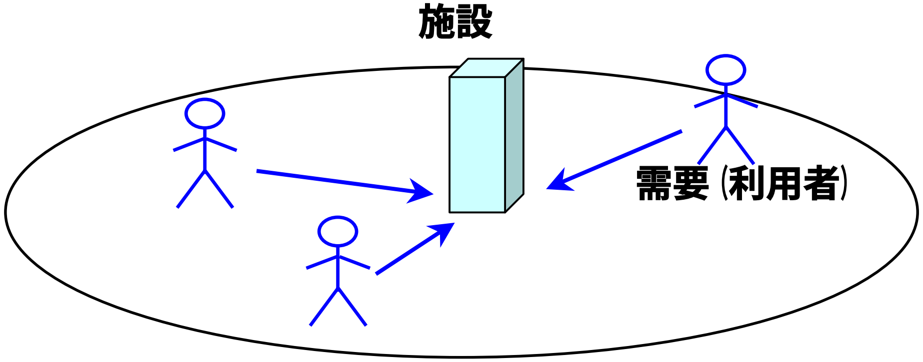
競合下における施設規模を考慮した配置モデルの提案

東京理科大学　工学部第一部　経営工学科
沼田研究室
４４０５０４３　篠田　康大

目次

1.1 はじめに(1)

施設配置問題とは



望ましい立地場所はどこか

図1：施設配置問題

本研究では出来るだけ多くの需要を獲得するような配置を求める問題を扱う.

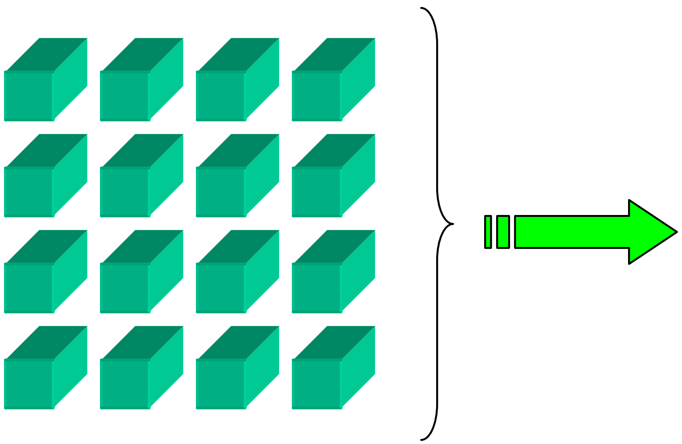
1.2　はじめに(2)

出来るだけ多くの需要を獲得するような配置を求める問題

⇩

ReVelle**による**Maximum Capture **モデルが代表的である**[2]．

1.3 Maximum Captureモデル



施設の配置数はN個

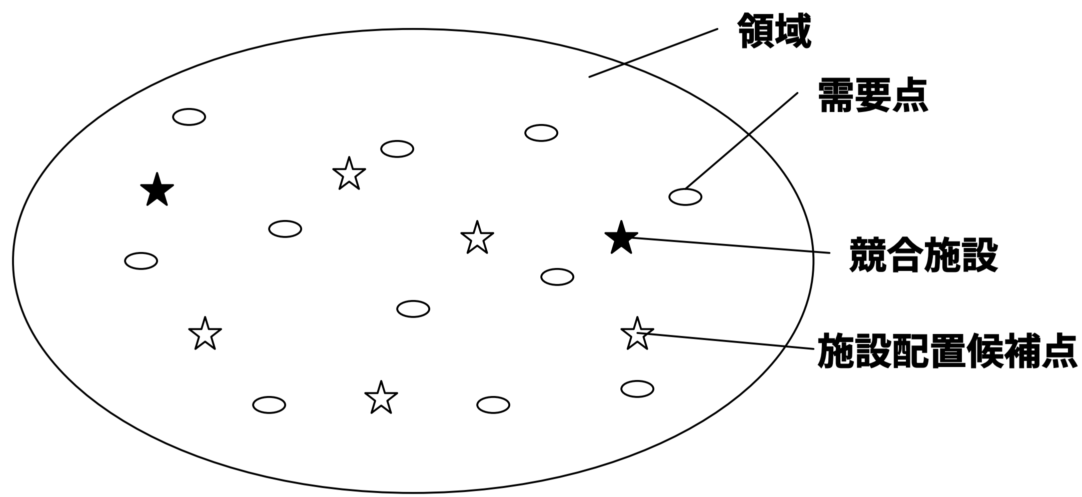


図2：Maximum Captureモデルの概図

どこに配置すればよいか.

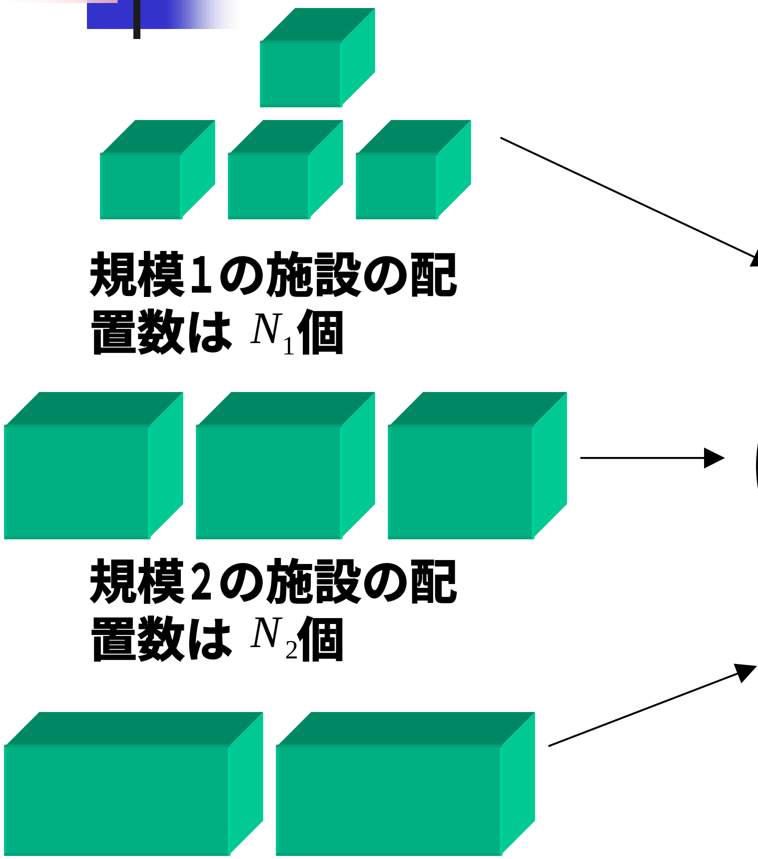
1.4 Maximum Captureモデルと規模

Maximum Captureモデルは同一規模の施設を想定

↓

施設の規模そのものを複数用意したモデルをSerraらが提案[3]

1.5 Serraらのモデル



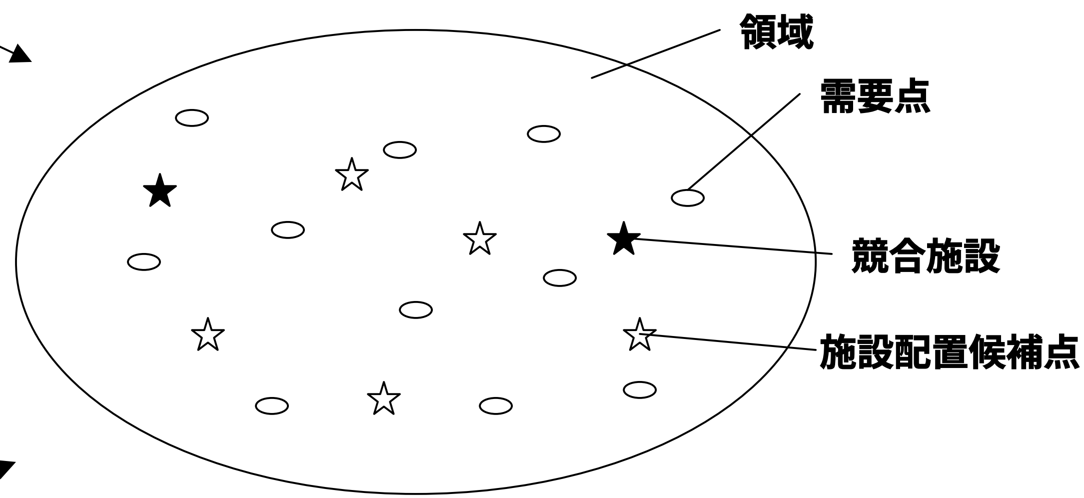


図3：Serraらのモデルの概図

各規模の施設をどこに配置するか

1.6 Serraらのモデルの改善点

Serraらのモデルでは各規模ごとに配置可能な施設数が決まっている.

↓

各規模の施設ごとに配置数を定めるのではなく, 総資金制約下でどこに, どの規模で施設を配置すればよいかを決めた方がより多くの需要を獲得できるのではないか.

1.7 研究目的

施設配置コストの総資金制約下で，最も多くの需要を獲得できるように，各規模の施設の配置を求めるモデルの提案

2.1　本研究のモデルの設定

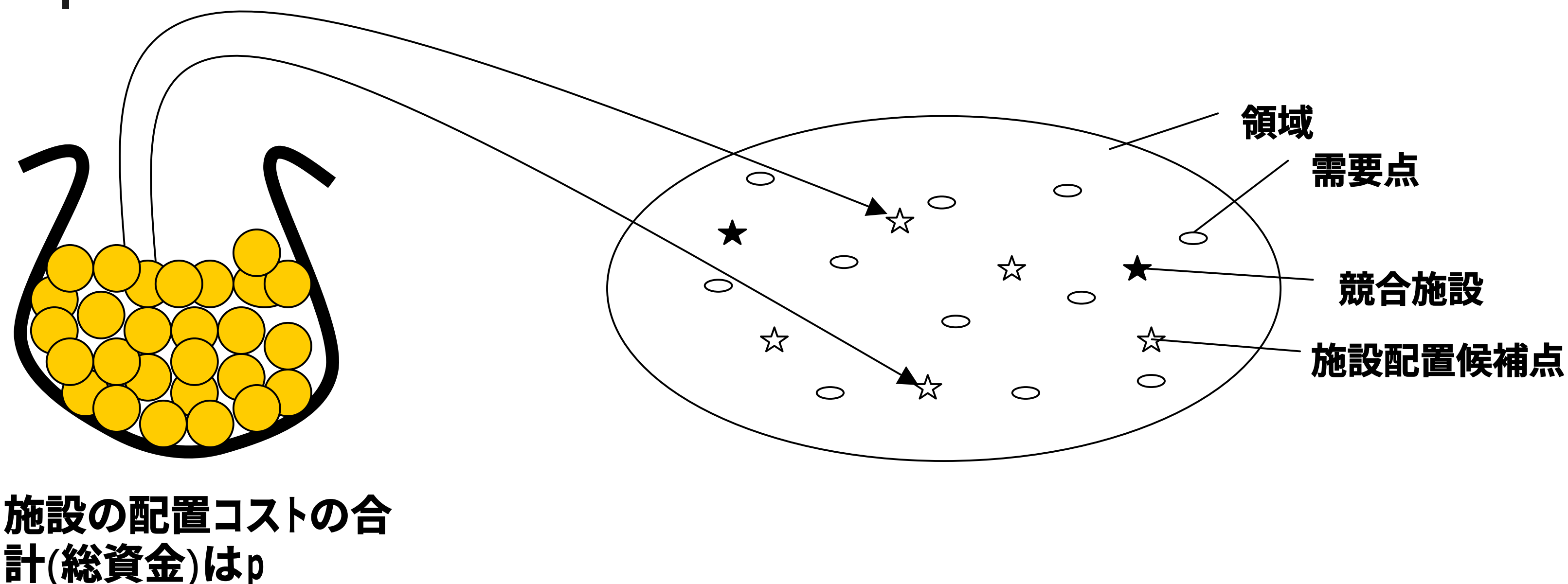


図4：本研究のモデルの概図

総資金を使ってどこに，どの規模で配置するか．

2.2 本研究の前提条件(1)

- 施設は規模, コスト, カバー半径の情報を持つ.

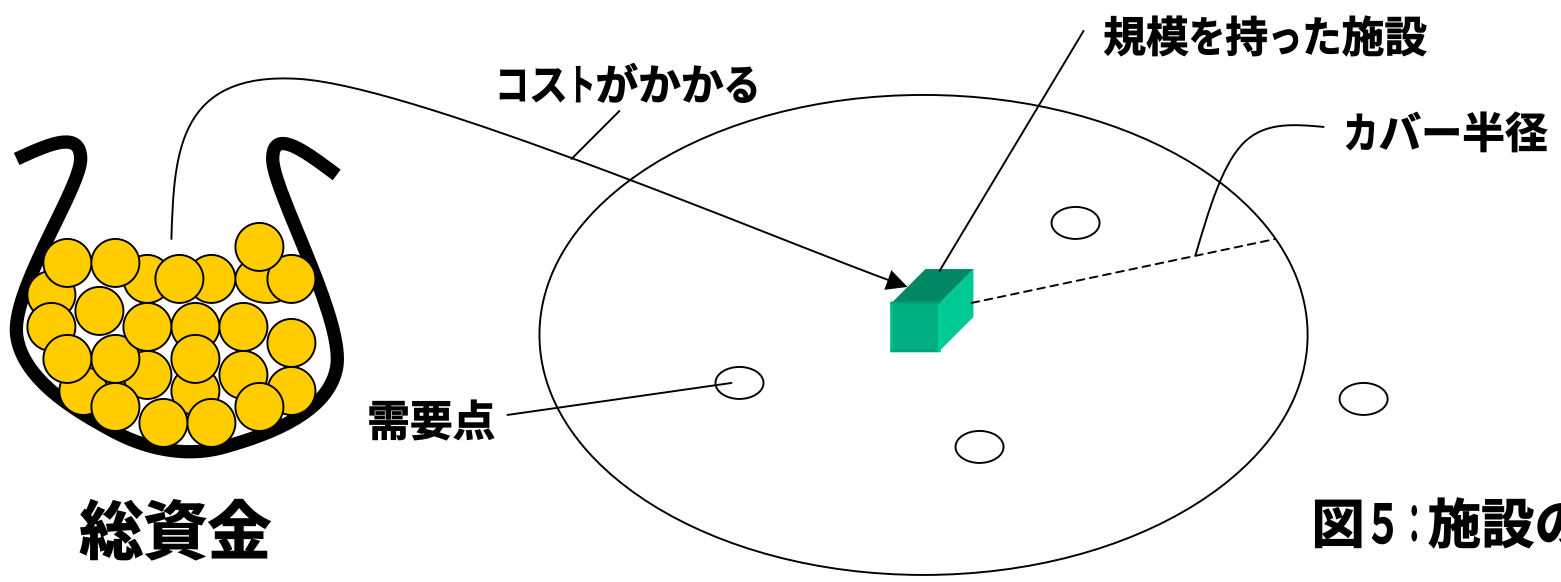


図5：施設の情報

カバーされるとは施設情報のカバー半径以内の距離に需要点があるときのことを言う.

2.3　本研究の前提条件(2)

- 各需要点はその点をカバーしている施設の中で最寄りの施設を利用する．(その最寄りの施設は需要を獲得している．)
- つまり，競合施設の需要を奪うためにはその需要点をカバーしている最寄りの競合施設よりも近い場所にその需要点をカバーできる新規施設を配置すればよい
- 需要点から新規施設と競合施設が共にその需要点をカバーしていて，かつ，等距離にある場合はその需要を施設規模に関係なく1/2ずつ分け合う．

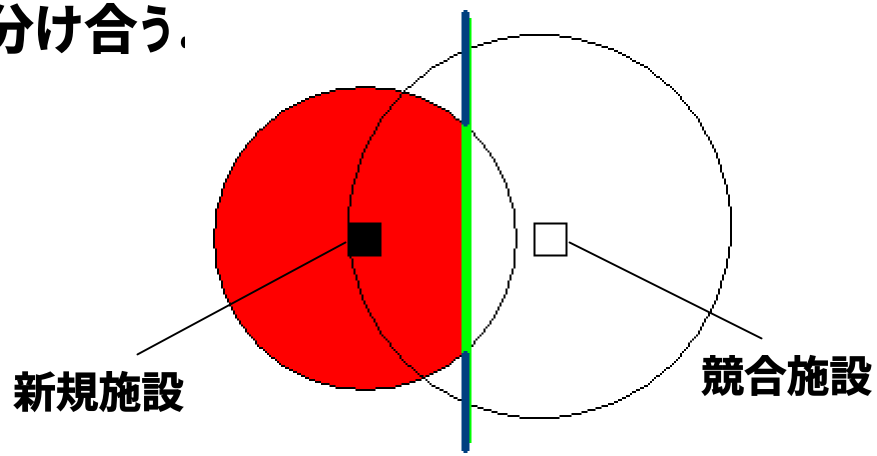


図6：需要の獲得規則(1)

2.4 本研究の前提条件(3)

- 施設がカバーできる範囲は施設規模による.
- 競合施設が配置されている場所も施設配置候補点の一部とする.
- 競合施設の配置，その施設規模はあらかじめ，決められている.
- 新規施設配置にかかる総資金は予め定められている.
- 需要点の持つ情報は需要量のみである.

2.5 記号の定義(1)

$$x_{jk} = \begin{cases} 1:\text{候補点}j\text{に規模}k\text{の施設が配置される} \\ 0:\text{されない} \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1:\text{需要点}i\text{の需要量を新規施設が単独で獲得している} \\ 0:\text{していない} \end{cases}$$

$$z_i = \begin{cases} 1:\text{需要点}i\text{が新規施設と競合施設とで共同で獲得されている} \\ 0:\text{されていない} \end{cases}$$

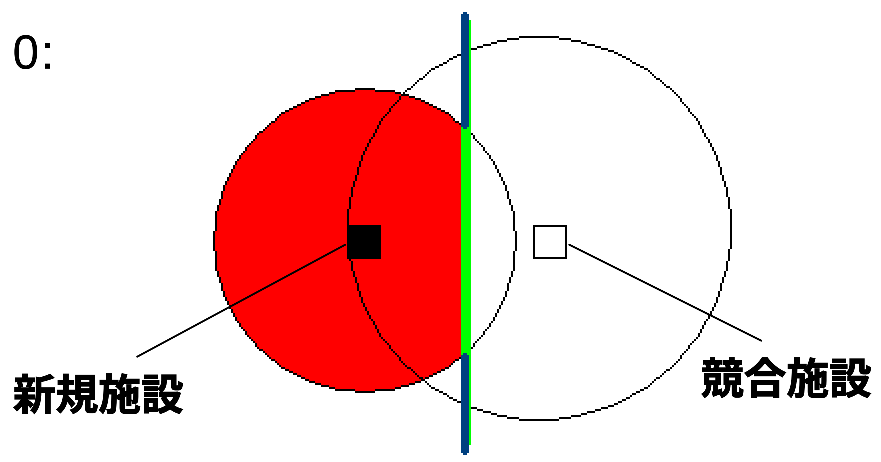


図6：需要の獲得規則(1)

2.6 記号の定義(2)

$i \in I$:需要点

$j \in J$:施設配置候補点

$k \in K$:規模の添え字

c_k :規模kに対する施設配置コスト

r_k :規模kに対するカバー半径

w_i :需要点iの需要量

p :総資金

2.7 記号の定義(3)

$$a_{ijk} = \begin{cases} 1: \text{候補点}j\text{にある規模}k\text{の施設が需要点}i\text{をカバーできて，かつ需要点}i\text{に最も近い競合施設と需要点}i\text{との距離未満にある} \\ 0: \text{そうでない} \end{cases}$$

$$b_{ijk} = \begin{cases} 1: \text{候補点}j\text{にある規模}k\text{の施設が需要点}i\text{をカバーできて，かつ需要点}i\text{に最も近い競合施設と需要点}i\text{との距離と等しい位置にある} \\ 0: \text{そうでない} \end{cases}$$

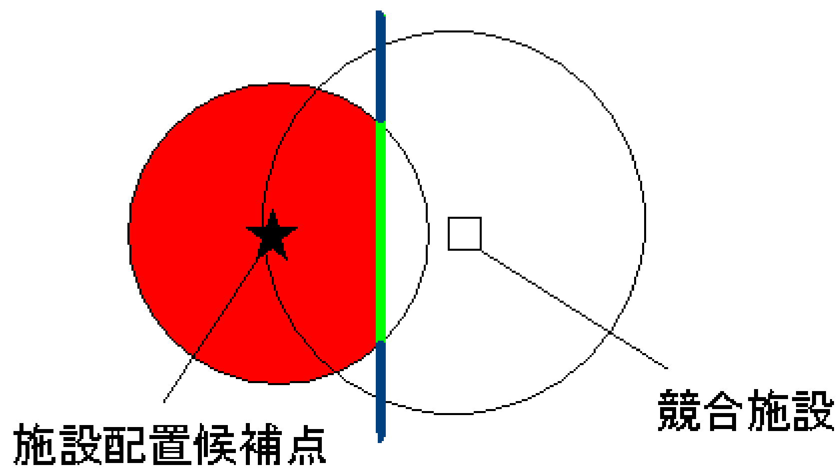


図7：需要の獲得規則(2)

2.8 定式化

$$\max \quad \sum_{i \in I} w_i y_i + \sum_{i \in I} \frac{1}{2} w_i z_i \tag{1}$$

Sub.to.

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_k x_{jk} \le p \tag{2}$$

$$y_i \le \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} a_{ijk} x_{jk} \qquad \forall i \in I \tag{3}$$

$$z_i \le \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} b_{ijk} x_{jk} \qquad \forall i \in I \tag{4}$$

$$y_i + z_i \le 1 \qquad \forall i \in I \tag{5}$$

$$\sum_{k \in K} x_{jk} \le 1 \qquad \forall j \in J \tag{6}$$

$$x_{jk}, y_i, z_i \in \{0,1\} \qquad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K \tag{7}$$

3.1 数値実験概要

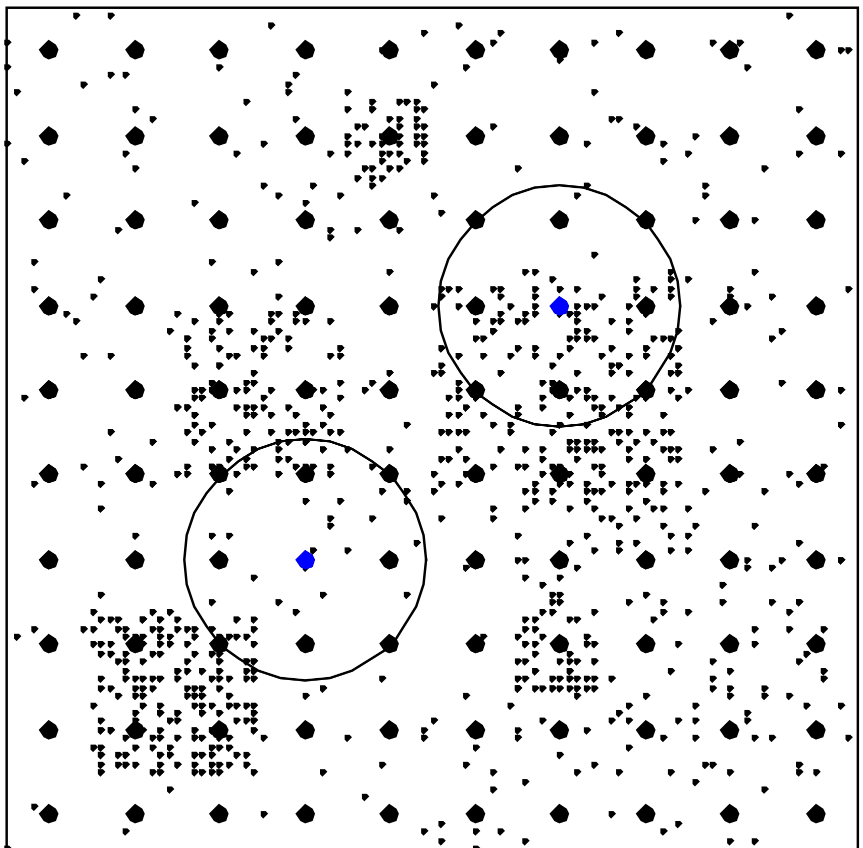


図8：数値実験の概図

$i \in I$ ：*I*=1000個

$j \in J$ ：*J*=100個

$k \in K$ ：*K*=3個

・総資金=10,11,12

・競合施設は2つで規模はk=3

・需要量は中心ほど大きくなっており，10段階で分けている．

表1：コストとカバー半径

k	1	2	3
Ck	1.5	2	3
Rk	7.071	10	14.142

数理計画ソルバーNUOPT ver.10で求解

3.2　実験結果(1)

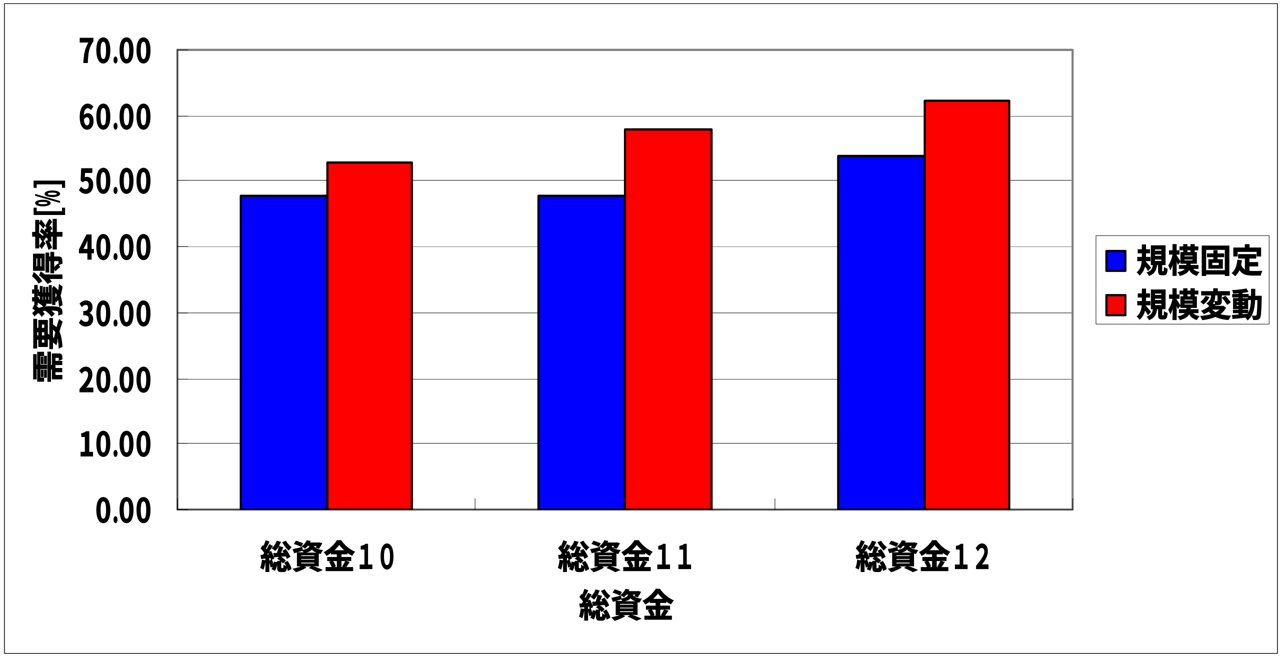


図9：総資金と需要獲得率

表2：最大需要獲得率の総資金

	総資金
規模変動	52
規模固定	72

3.3 実験結果(2)

表3：需要獲得率と施設配置数(総資金は10)

	需要獲得率[%]			配置施設数		
	新規施設	競合施設(配置前)	競合施設(配置後)	k=1	k=2	k=3
規模変動	52.92	22.20	17.71	0	2	2
規模固定	47.81	22.20	18.96		5	

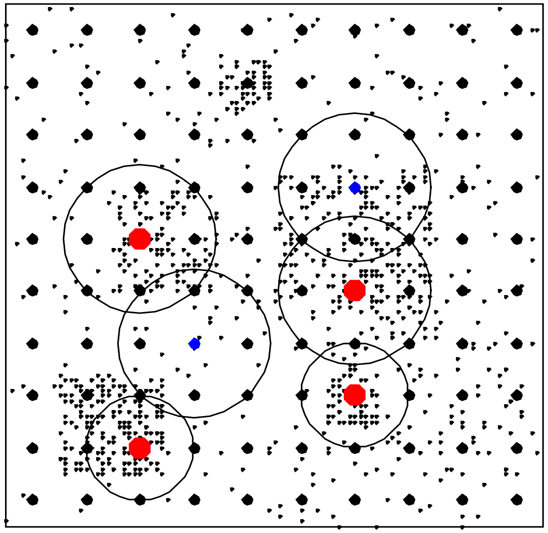


図10：規模変動で総資金１０

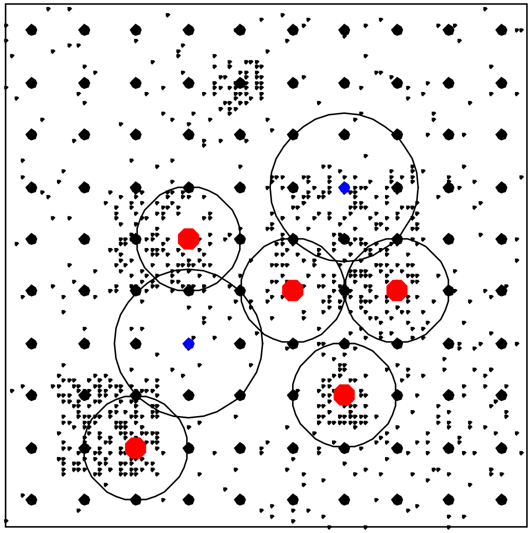


図11：規模固定で総資金１０

3.4 実験結果(3)

表4：需要獲得率と施設配置数(総資金は11)						
	需要獲得率[%]			配置施設数		
	新規施設	競合施設(配置前)	競合施設(配置後)	k=1	k=2	k=3
規模変動	57.82	22.20	16.31	0	1	3
規模固定	47.81	22.20	18.96		5	

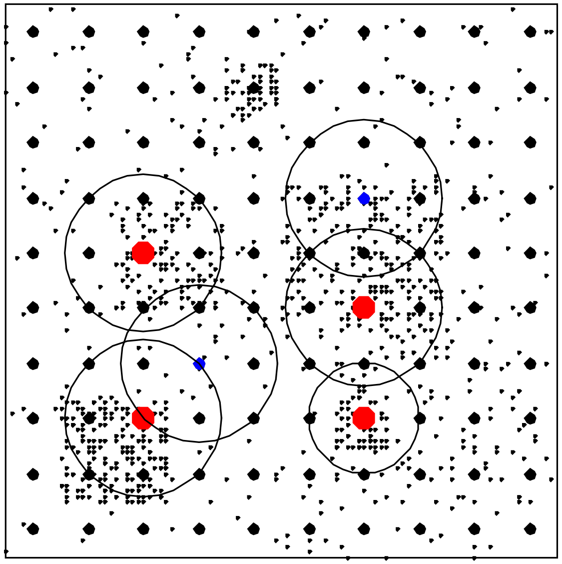


図12：規模変動で総資金11

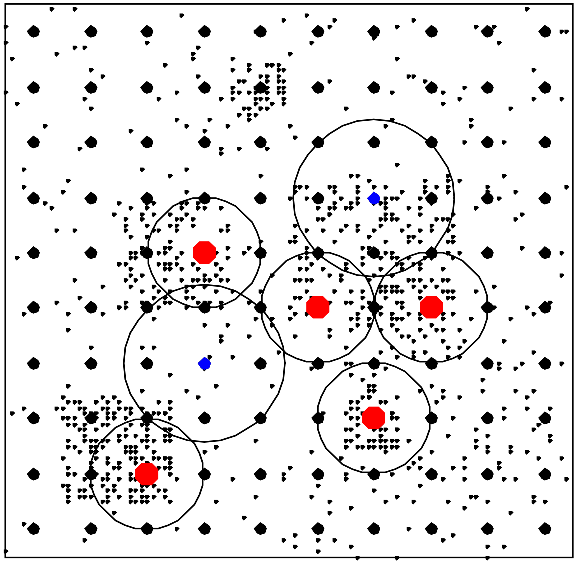


図13：規模固定で総資金11

3.5 実験結果(4)

表5：需要獲得率と施設配置数(総資金は12)

	需要獲得率[%]			配置施設数		
	新規施設	競合施設(配置前)	競合施設(配置後)	k=1	k=2	k=3
規模変動	62.16	22.20	16.31	2	0	3
規模固定	53.83	22.20	18.96		6	

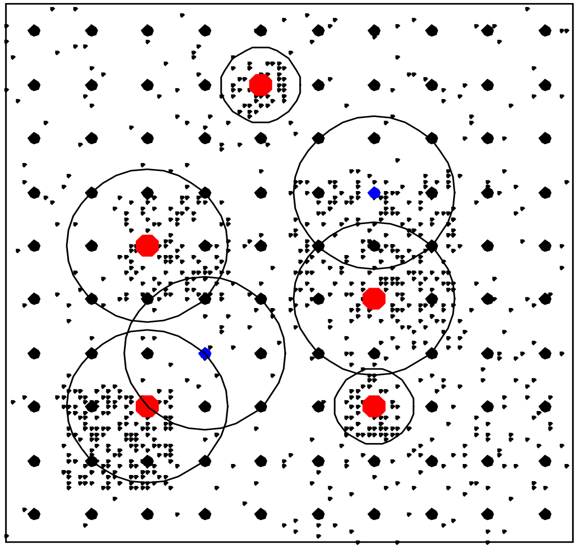


図14：規模変動で総資金１２

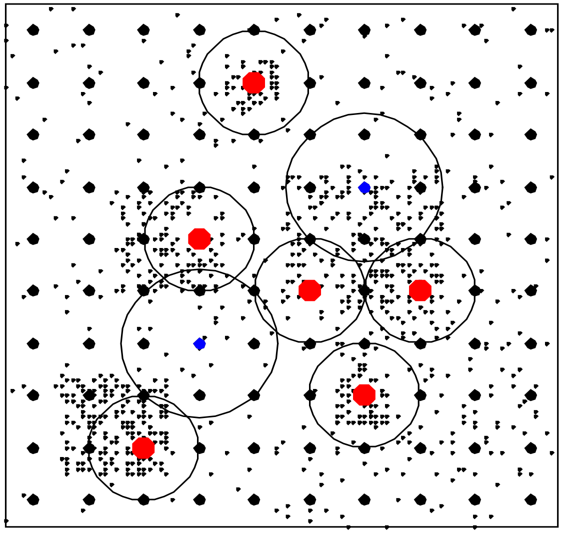


図15：規模固定で総資金１２

3.6 考察

- k=1とk=3ではコストが2倍なのに対して，カバー面積は4倍である．それでもなお，総資金が１２の場合にk=1の施設が配置されているということは，その需要に応じた規模の施設が配置されている言える．
- 総資金１０の規模変動と総資金１２の規模固定の需要獲得率がほぼ同じ事から，規模変動は規模固定より約2割のコスト削減が可能．
- 表2の最大需要獲得の総資金を見ても約3割のコスト削減が可能となっている．
- 競合施設の需要獲得率を見ると，規模変動の方が競合施設の需要を多く奪えていて，需要も多く獲得できている事から，より効果的な施設配置ができていると考えられる．
- 規模固定の場合だと，固定された規模のコストしか使用できないため総資金によっては無駄が生じてしまう．

4.1 まとめ

従来のMaximum Capture モデルに対して総資金制約下のもと施設配置を考えるモデルを扱った.

数値実験により，資金制約下で規模を変数とすることにより，より多くの需要を獲得できる配置モデルができたと考える.

今後の課題としては，距離が等しい場合に需要を規模の大きさやカバー半径の値によって分けることが挙げられる.

4.2 参考文献

[1] Drezner.Z (2001):facility Location:A Survey of Applications and Methods,Springer

[2]ReVelle,C (1986)"The Maximum Capture Or Sphere of Influence Problem: Hotelling Revisited on a Network," *Journal of Regional Science, 26, 343-357.*

[3]Serra,D.,,V.Marianov and C.ReVelle(1992) "The Hierarchical Maximun Capture Problem," *European Journal of Operational Research, 623.*

[4]浅野哲夫・小保方幸次(2002):LEDAではじめるC/C++プログラミングー入門からコンピュータ・ジオメトリまでー:サイエンス社