

高齢者保健福祉サービスの最適配置に関する研究 ～ 道路距離を考慮した最適化～

2005MM053 大原 良介 2005MM067 副島 雄一郎

指導教員：伏見 正則

1 はじめに

1.1 背景

現在我が国では、世界でも例を見ない急速な速さで高齢化が進んでおり、平成27年には、国民の4人に1人が65歳以上の高齢者になると言われている。65歳以上の人口は総務省・政策統括官・統計研究所における平成19年9月15日推計では約2744万人であった。この数値が日本の全人口に占める割合は21.5%となっており、いずれも過去最高を記録している。

このような高齢者の急速な増加に伴い、介護期間が長期化し家族のみでの介護が困難になった事を受けて、介護保険制度が創設されている。この制度を利用し、福祉施設の利用や在宅サービスの利用が容易になったが、今後ますます進展する高齢化により、介護を必要とする人が増えていく事が予想され、要介護者が入所する福祉施設があるべき場所に確保されている可能性は低いと考えられる。今後、介護保険制度の見直しや、高齢社会に向かう社会の在り方が見直される傾向にある。

1.2 研究方針

本研究では、名古屋市の千種区、守山区、名東区の各学区における高齢者福祉施設の配置問題を混合型整数計画問題として定式化する。

定式化を行うにあたって、はじめに目標年における利用者人数をExcelを使って予測し、目標年に新設すべき施設数、及び各サービス施設の定員数を算出する。得られた新設施設数、及び定員数のデータをもとに、各学区毎におく最適配置問題として新設施設数を求める。

又、上記の問題について、基準年を平成19年、目標年を平成26年として設定し、最寄の施設を利用する事が利用者の満足度を高めるとし、複数種類の高齢者保健福祉施設の最適配置に基づいて解決したい。本研究は、主に参考文献[1]、[2]に基づいて研究を進めている。

2 研究範囲

2.1 分析対象地域

本研究の対象地域である名古屋市千種区、守山区、名東区を町・丁目別に分け、計52学区を扱う。対象地域においては、学区間全て、及び同じ学区内のみで移動できるものと仮定する。

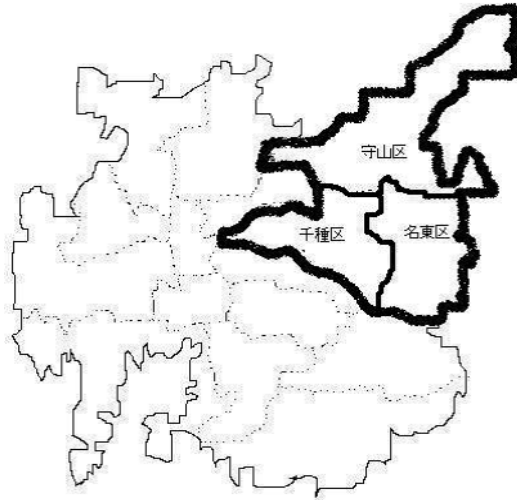


図 1: 名古屋市の分析対象地域

2.2 分析対象サービス

施設サービスについては、特別養護老人ホーム、老人保健施設の2種類を、在宅サービスについては、ホームヘルプサービス、デイサービス、ショートステイの3種類を考える。サービス利用者予測のグラフでは、主として長期にわたり療養を必要とする患者を入院させる為の介護療養型病床群も研究対象とする目的で使用したが、H23年までに全て廃止される方針になっており、本研究では対象サービスには入れない。

3 使用するデータについて

目標年における各サービス利用者数

u_{ijk}, v_{ilk}

参考文献[4]の名古屋市健康福祉統計資料集の「過去のサービス種別利用人数データ」の過去のデータを使い、Excelで予測する事により、目標年における各サービス利用者数を算出した。

新設する各種サービス施設の定員数

a_j, b_l

厚生労働省「H18年介護サービス施設・事業所調査結果の概要」から、「定員規模別にみた施設数、及び構成割合(H18年10月1日)」と、「介護サービスの種類別にみた利用人員階級別事業所数の構成割合(H18年10月1日)」の構成割合を参考に、平均値とモードの値を算出し、新設サービス施設の定員数を決定した。決定した新設サービス施設の定員数は以下ようになる。

表 1: 新設サービス施設の定員数

サービス名	定員数
特別養護老人ホーム	55
介護老人保健施設	105
ホームヘルプ	41
デイサービス	50
ショートステイ	35

目標新設施設数

A_j, B_l

基準年のデータから目標年までの利用増加人数を予測し、それを新設施設の定員数で割る事により、目標年の新設施設数を決定した。決定した新設施設数は以下のようになる。

表 2: 新設施設数

サービス名	新設すべき施設数
特別養護老人ホーム	2
介護老人保健施設	5
ホームヘルプ	93
デイケア	70
ショートステイ	10

移動学区間距離

D_{ik}

学区間の移動距離については、実際の道路地図に基づいた移動距離を使用した。

(1)異なる学区間同士の移動

サービス利用者は、対象となる学区間全てを移動できるものと仮定する。参考文献[7]のMap Fan Webのルート検索を利用して、移動距離が最小になるような目的地までの最適なルートを求め、それを異なる各学区間同士の移動距離とした。

(2)同じ学区内の移動

期待値に関するCroftonの方法により、各学区と同じ面積の円を描き、この円の半径の $\frac{2}{3}$ を平均移動距離として求めた。

4 モデル

4.1 目的関数及び移動区間距離の説明

目的関数及び移動距離を次のように設定する。

- 目的関数：施設までの移動距離の最小化
- 移動学区間距離：各学区の重心間の道路距離を採用する

4.2 定式化

4.2.1 記号の定義

添字集合

$I = \{i \mid \text{対象地域の添字集合}\}$ (i 学区; 1:千種, 2:千石, 3:内山, 4:大和, 5:上野, 6:高見, 7:春岡, 8:田代, 9:東山, 10:見付, 11:星ヶ丘, 12:自由ヶ丘, 13:富士見台, 14:宮根, 15:千代田橋, 16:小幡, 17:大森, 18:苗代, 19:守山, 20:西城, 21:白沢, 22:小幡北, 23:大森北, 24:天子田, 25:甘軒家, 26:鳥羽見, 27:二城, 28:志段味西, 29:本地丘, 30:森孝東, 31:森孝西, 32:瀬古, 33:志段味東, 34:西山, 35:名東, 36:高針, 37:猪高, 38:藤ヶ丘, 39:香流, 40:猪子石, 41:梅森坂, 42:蓬来, 43:本郷, 44:貴船, 45:極楽, 46:上社, 47:豊が丘, 48:引山, 49:平和が丘, 50:前山, 51:北一社, 52:牧の原)

$J = \{j \mid \text{施設サービスの添字集合}\}$

(j 施設; 1:特別養護老人ホーム, 2:老人保健施設)

$L = \{l \mid \text{在宅サービスの添字集合}\}$

(l 在宅施設; 1:ホームヘルプ, 2:デイサービス, 3:ショートステイ)

変数

x_{ij} : i 学区の j 種施設数[個]

y_{il} : i 学区の l 種在宅種別施設数[個]

u_{ijk} : i 学区に設置の j 種施設を利用する k 学区在住の施設サービス利用者[人]

v_{ilk} : i 学区に設置の l 種在宅サービス施設を利用する k 学区在住の在宅サービス利用者[人]

定数

D_{ik} : i 学区と k 学区の間の距離[km]

A_j : 新設すべき j 種施設総数[個]

B_l : 新設すべき l 種在宅サービス施設総数[個]

S_{jk} : j 種施設を利用する k 学区在住の利用者総数[人]

Q_{lk} : l 種在宅サービス施設を利用する k 学区在住の利用者総数[人]

a_j : 新設する j 種施設の定員数[人]

b_l : 新設する l 種在宅サービス施設の定員数[人]

a_{ij}^0 : 基準年における i 区の j 種施設の総定員数[人]

b_{il}^0 : 基準年における i 区の l 種在宅サービス施設の総定員数[人]

M : 目標年における全ての要介護2~5の認定者数[人]

N : 目標年における全ての要介護4,5の認定者数[人]

P : 認知症対応型共同生活介護, 及び特定施設入居者生活介護の利用者[人]

4.2.2 目的関数

目的関数は、「施設サービス利用者及び在宅施設サービス利用者の施設までの総移動距離の最小化」である。施設サービスに関しては、利用者が居住地から施設の立地場所まで移動するのに対し、在宅サービスについては、移動距離が $\frac{1}{2}$ となる事を表す。

$$\min \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in I} D_{ik} u_{ijk} + \frac{1}{2} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in I} D_{ik} v_{ijk}$$

4.2.3 制約条件

需要条件

各学区のいずれの施設利用者も、いずれかの施設が利用可能である事を表す。

施設サービス

$$\sum_{i \in I} u_{ijk} = S_{jk} \quad \forall k \in I, \forall j \in J$$

在宅サービス

$$\sum_{i \in I} v_{ilk} = Q_{lk} \quad \forall l \in L, \forall k \in I$$

施設容量条件

各学区の各施設に対する需要が施設容量以下であることを表す。

施設サービス

$$\sum_{k \in I} u_{ijk} \leq a_j x_{ij} + a_{ij}^0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J$$

在宅サービス

$$\sum_{k \in I} v_{ilk} \leq b_l y_{il} + b_{il}^0 \quad \forall i \in I, \forall l \in L$$

施設種別新設施設数条件

基準年から目標年までの新設施設数には制約があるという条件を表す。

施設サービス

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = A_j \quad \forall j \in J$$

在宅サービス

$$\sum_{i \in I} y_{il} = B_l \quad \forall l \in L$$

新設施設利用者条件

目標年の特別養護老人ホーム、老人保健施設の利用者には、参考文献[3],[5]のデータを使用した。厚生労働省が定める国の参酌基準により、制約がある事を示す。ここでは、対象となる名古屋地域全体が国の参酌基準を満たすようにする。なお、対象とするサービスも本研究で対象とするサービスのみ絞ってある。

(1)目標年における特別養護老人ホーム、老人保健施設及び認知症対応型共同生活介護、特定施設入居者生活保護(介護専用型特定施設)の利用者が、要介護2~5の認定者数に対して37%以下にならなければいけない。

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in I} u_{ijk} + P \leq 0.37M$$

(2)目標年における特別養護老人ホーム、老人保健施設の利用者で要介護4,5の割合が、施設利用者全体に対して70%以上にならなければいけない。

$$0.7 \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in I} u_{ijk} \leq N$$

(1), (2)より、次の式が求められる。

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in I} u_{ijk} \leq \min\left(\frac{N}{0.7}, 0.37M - P\right)$$

非負条件

新設する各サービスの施設数、及びその施設の利用者数は負にはならない。

$$x_{ij}, y_{il}, u_{ijk}, v_{ilk} \geq 0$$

5 実行結果

Excelにデータを入力し、最適化ソフトWhat's Best!を用いてこの問題を解いた。しかし、新設施設利用者条件を入れると、全ての条件を満たす最適解を見つける事ができなかった。これは、目標年における施設サービス利用者があまりに多く、制約を満たす為の人数に収めきれなかった為だと考えられる。表3には、新設施設利用者条件を外したもとの、求めた最適解を示す。また、実行結果によって得られた基準年における施設数と目標年における最適配置施設数を用いて、整備状況を充実度として、表5、表6に示す。

表 3: 最適解:目標年までの新設設備数(個)

学区	特養	老保	ホーム	デイ	ショート
千種	1	0	1	0	2
千石	0	0	1	1	0
内山	1	0	0	1	0
大和	0	0	0	1	0
上野	0	1	3	3	0
高見	0	0	0	2	0
春岡	0	0	0	1	0
田代	0	1	0	2	0
東山	0	1	7	4	0
見付	0	0	2	3	1
星ヶ丘	0	0	2	1	4
自田ヶ丘	1	0	3	2	0
富士見台	0	0	6	1	0
宮根	0	0	1	1	0
千代田橋	0	0	4	2	0
小幡	0	0	0	1	0
大森	0	0	0	1	0
苗代	0	0	0	1	0
守山	0	0	0	1	0
西城	0	0	0	0	0
白沢	0	0	3	1	0
小幡北	0	0	4	1	0
大森北	0	0	4	2	1
天子田	0	0	0	0	2
甘軒家	0	0	0	0	0
鳥羽見	0	0	0	0	0

表 4: 最適解:目標年までの新設設備数[個]

学区	特養	老保	ホーム	デイ	ショート
二城	0	0	1	2	0
志段味西	0	0	9	5	0
本地丘	0	0	0	0	0
森孝東	0	0	0	1	0
森孝西	0	0	0	1	0
瀬古	0	0	0	1	0
志段味東	1	1	11	6	0
西山	0	0	0	1	0
名東	0	0	5	4	0
高針	0	0	0	1	0
猪高	0	0	0	1	0
藤が丘	0	0	0	1	0
香流	0	0	0	1	0
猪子石	0	0	0	1	0
梅森坂	0	0	2	1	0
蓬来	0	0	0	1	0
本郷	0	0	0	1	0
貴船	0	0	0	1	0
極楽	0	0	0	1	0
上社	0	0	0	2	0
豊が丘	0	0	1	1	0
引山	0	0	0	0	0
平和が丘	0	0	2	1	0
前山	0	0	1	0	0
北一社	0	0	0	1	0
牧の原	0	0	0	1	0

表 5: 基準年と目標年の充実度比較(施設サービス)

サービス名 区	特養		老保	
	基準	目標	基準	目標
千種区	0.09	0.16	0.28	0.17
守山区	0.21	0.19	0.21	0.22
名東区	0.14	0.09	0.25	0.18

表 6: 基準年と目標年の充実度比較(在宅サービス)

サービス名 区	ホーム		デイ		ショート	
	基準	目標	基準	目標	基準	目標
千種区	0.36	0.27	0.54	0.46	0.37	0.47
守山区	0.29	0.34	0.49	0.72	0.36	0.72
名東区	0.41	0.37	0.50	0.73	0.25	0.18

6 考察

目標年までの新設施設整備数を見ると、守山区が対象地域の真ん中に位置しているにも関わらず、在宅サービスのホームヘルプサービスを除いては、主に千種区に新設整備数が配分されるという結果になっている。これは、基準年において、千種区の高齢者の人口密度が一番高いにも関わらず、施設サービスと在宅サービスを合わせてみても他の区より少なく、施設整備状況が一番進んでいない為だと考えられる。つまり、総移動距離を最少にするよりも、千種区の基準年における施設の整備量が多いので、このような結果になったと考えられる。

また、名東区は特別養護老人ホーム、老人保健施設、ショートステイの新設施設数が0という結果になった。各学区からの区別の平均距離を見ると、名東区の平均移動距離が対象地域の中で最も短いという結果になった。これは、名東区の施設はどの学区からも利用しやすく、名東区にはこれ以上施設整備をしなくても良いという観点からこのような結果になったと思われる。

次に、充実度を各サービス種別、区別に基準年と目標年を比較してみる。各サービス別に見ると、介護老人保健施設、ホームヘルプサービスを除く全ての対象サービスの充実度が高まっている事が分かる。また、区別の充実度の平均を見ると、千種区に関しては、1.63から1.52へと多少充実度が減少しているが、守山区に関しては大幅に充実度が増加し、対象地域全体でも充実度が0.052増加するという結果が得られた。

7 おわりに

本研究では、名古屋市の対象地域を各学区別に分け、介護サービス施設の最適配置問題として、目標年における最適な施設整備を目指し、研究を行ってきた。

新設施設を整備するにあたり、学区別に分けて細かく整備箇所を示したが、土地利用を考慮に入れた際、整備する学区に施設を建てるだけの土地があるかどうかに関しては調査を行っていない。したがって、本研究による実行結果を実用化する事は、極めて難しいと考えられる。

今後、現実問題として近づけるための課題として、正確なデータはの事、制約条件を更に厳密なものにする必要があると考えられる。

今後も高齢化が進む我が国では、要介護者数の減少は期待できない。介護サービスを受ける者が住み慣れた地域で安心して、質の高いサービスを受けられる社会を築いていかなければならない。そのような理想的な社会の実現の為、本研究の結果が少しでも役に立てれば幸いである。

8 謝辞

本研究を進めていく中で、多大な助言を頂く等熱心に指導して下さいました、南山大学数理情報学部数理科学科の伏見正則教授に深く感謝致します。また、御忙しい中、貴重なデータを提供して下さい等のご協力をして頂いた、名古屋市健康福祉局高齢福祉部介護保険課の職員の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 永野 茂, 大山 達雄:「高齢者保健福祉サービスの地域間格差最少と最適施設配置に関する数理計画モデル分析」, オペレーションズ・リサーチ, vol. 45(2000), no. 12, pp. 655-663
- [2] 橋本 尚子:「高齢者保健福祉サービス施設の最適配置」, 南山大学数理情報学部数理科学科卒業論文, 2004.
- [3] 名古屋市:「はつらつ長寿プランなごや2006」, 2006.
- [4] 名古屋市健康福祉統計資料集:
<http://www.city.nagoya.jp/shisei/toukei/keko/fukushi/>
- [5] N A G O Y A かいごネット: <http://www.kaigo-wel.city.nagoya.jp/view/kaigo/top>
- [6] 厚生労働省: http://www1.mhlw.go.jp/topics-kaigo99_4/kaigo5.html
- [7] MapFanWeb: <http://www.mapfan.com/routemap/routeset.cgi>