

# 公立小学校の統廃合計画に関する研究

## 一品川区の事例に即して一

阪中 剛史 (沼田一道助教授)

### 1. はじめに

近年、全国的に少子化が進んでおり、学齢人口が減少している。その結果、例えば東京都品川区では、区内の小学校が大幅に過剰な状態になってきている。それにより、事務員や調理員を含む学校教職員の仕事能率の低下や空き教室の増加などの問題点も浮上している。これに対して、有用度の低い小学校を統廃合（いくつかの小学校を廃校とし、そこに通学している児童を他の小学校へ振り替える）すれば、前述の問題を解決できるだけでなく、他の用途に転用して活用することや、財政事情によれば、跡地や建物を売却することも可能になる。統廃合にあたっては、全小学校の再配置も考慮すべきであるが、多数の小学校を移動するのはコスト等の面で非現実的なこと、廃校とすべき小学校の数は、そう多くないことを踏まえて、以下では、いくつかの小学校を選んで廃校とする「統廃合計画」に限定して考察する。

小学校は公共施設であるため、統廃合計画に際しては、全体の効率だけを考えれば良い訳ではなく、通学距離が最長の児童の通学距離をできるだけ小さくするという公平性も考慮しなくてはならない。そのため、廃校にすべき小学校を選ぶ問題は単純ではない。

本研究では品川区のいくつかの小学校を廃校する仮定し、廃校にすべき小学校をできるだけ客観的に決定できるような枠組みを提案する。問題を数理計画問題として定式化し、実例に即して解き、提案した方法の妥当性を検討する。

### 2. 現状

品川区の学齢人口は最近 10 年で約 2 割減少しており、児童数が 70 人弱まで減ってしまった小学校もある。このような減少傾向は今後も続いていくと予想される。さらに過去に小学生が多く住んでいたために小学校が 1 km 四方に 6 つも存在する地域があるなど、異常に密集している地域もある。

1 クラスの児童数を最高 36 人として、それぞれの小学校の普通教室数に 36 を掛けた値をそれぞれの小学校の最大収容能力（キャパシティ）とし、現状の児童数をキャパシティで割った値を充足率とする。

現在の品川区においては全児童数 10729 人に対して、全小学校のキャパシティの和が 15884 人であるので、品川区全体の充足率は 69% である。この値からも品川区においては、小学校の統廃合を検討する必要があると考えられる。

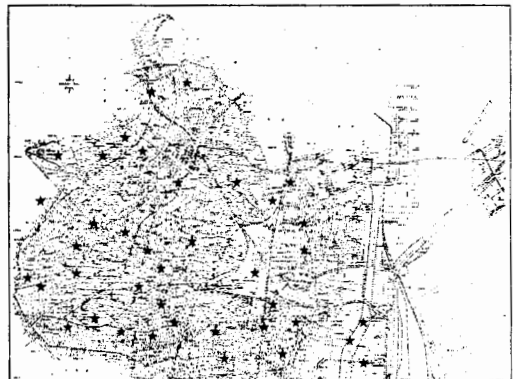


図1 品川区の地図と現存小学校の配置図

### 3. 廃校にする小学校の選定条件

廃校可能な小学校の条件として、児童全体の通学距離の総和をできるだけ小さく保ちながら、児童の最大通学距離をある上限以下（800mないし1000m）に抑えることを要請する。この2つの条件を置くことにより、小学校立地の効率性と公平性が追及される。また、これによって廃止後の受け入れ学校との相互関係も自然に考慮される。

### 4. 問題の考え方

前提として、品川区（地域）を平面であると仮定し、それを格子状に分割して近似した。距離は直線距離で考える。また、どの小学生も格子の中心に住んでいると仮定し、区内に住む小学生は全て品川区立の小学校に通い、区外から品川区内の小学校に通う生徒はいないものとする。

右図において、丸の中の数字は便宜上、学校に付けた番号（学校番号）であり、四角の中の数字は各格子内に住んでいる児童数を表している。

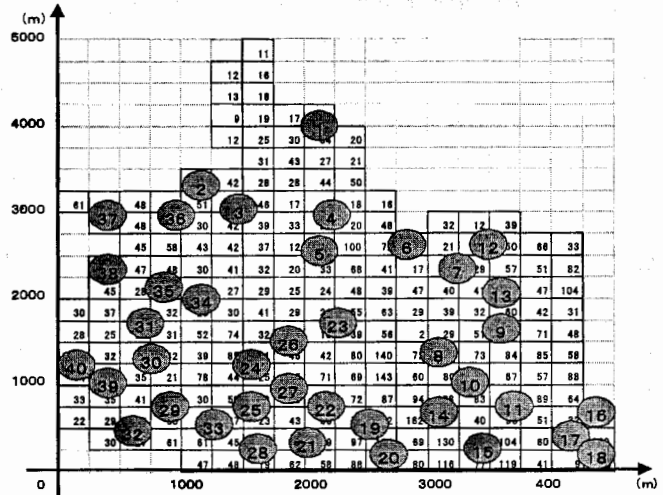


図2 格子分割した品川区地図と小学校の位置関係

### 5. 定式化

全ての児童が自宅から最も近い小学校に通うことは学校のキャパシティの問題から不可能である。そこで、与えられた条件の中で全児童の通学距離の和を最小にすることを考えていく。公平性の方は、上限を超える通学を許さない（上限を超えた距離は $\infty$ ）として扱う。また、可能な限り多くの小学校を廃校させることも併せて考える。各格子点の中心を児童の供給点、各小学校を需要点、総通学距離を移動（輸送）のコストとした Hitchcock 型輸送問題を通学距離の上限（ $L$ をパラメータとする）として解き、総通学距離と廃校数の非劣解を求める。この問題は右のように定式化される。ここで、 $x_{ij}$ は供給点  $i$  から需要点  $j$  に通う児童数、 $d_{ij}$ は供給点  $i$  から需要点  $j$  までの距離、 $c_{ij}$ は  $d_{ij}$ が  $L$ を超えた通学路の距離を $\infty$ としたときの供給点  $i$  から需要点  $j$  までの距離、 $y_i$ は小学校（需要点） $i$ を廃止する(0)か存続させる(1)かを表す決定関数を表す。また、 $a_i$ は供給点  $i$ の児童数、 $b_j$ は小学校  $j$ のキャパシティ、 $M$ は現行の小学校数、 $N$ は供給点の数である。品川区（現行）の場合、 $M=40$ 、 $N=230$ であり、 $a_i$ 、 $b_j$ は資料(2)、(3)をもとに作成した。

$$\begin{aligned}
 & \min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij} x_{ij} \\
 & \begin{cases} d_{ij} \geq L \rightarrow c_{ij} = \infty \\ d_{ij} < L \rightarrow c_{ij} = d_{ij} \end{cases} \\
 & \min \sum_{i=1}^N y_i \\
 & \text{s.t.} \sum_{j=1}^M x_{ij} = a_i \quad (i=1 \dots N) \\
 & \sum_{i=1}^N x_{ij} \leq b_j \quad (j=1 \dots M) \\
 & x_{ij} \geq 0, y_j \in \{0,1\} \\
 & (L \text{はパラメータ})
 \end{aligned}$$

## 6. 解法の概要

Hitchcock 型輸送問題の部分は、プライマルデュアル法で解く。プライマル・デュアル法は各辺に費用と共に容量が与えられている最小費用流問題の解法のひとつであるが、二部グラフである Hitchcock 型の輸送問題に対しても、仮の始点と終点を置くことで適用することができる。プライマル・デュアル法は何も流れていない状態から出発し、単位量を最小費用で流せる道を探しては、そこにできるだけ多くのものを流すことを繰り返し、流す量を大きくしていく解法である。

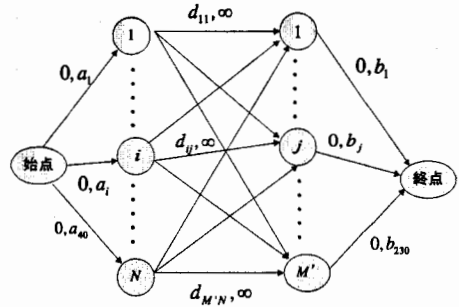


図3 プライマルデュアル法の適用  
( $M'$  は存続させる小学校数を表す)

## 7. 解法の手順

総通学距離と廃校数の非劣解（総通学距離の増加をできるだけ抑えつつ、できるだけ廃校数を多くする）を求める部分は次のようにして対話的に行った。まず、廃校可能な小学校（その小学校を廃校させても児童全員がパラメータ以下の距離の小学校に通うことができる小学校）の中から通学距離の増加が最も小さい所から廃校を決定していき、廃校可能な小学校がなくなるまで廃校の決定を繰り返していく。

**Step1:** Hitchcock 型の輸送問題と解いて、現行での児童の総移動距離と各小学校に通っている児童数を求める。

**Step2:** 通学している児童数の少ない 10 校を廃校候補として、それらの小学校を廃校させたときの児童の総移動距離の基準値（廃校が決まった小学校を廃校したあとの総移動距離）に対する増加量を求め、増加量が最も少なかった小学校を廃校する。

**Step3:** Step2 の際に学校のキャパシティがなくなり、学校に通えない児童が出た廃校案は、条件を満たした学校のキャパシティが全児童数を下回ったということなので廃校不可能案とする。

**Step4:** Step2 で決定した廃校後の総移動距離を新たな基準値として設定し、10 校の廃校案が全て廃校不可能案ならば終了、そうでなければ Step2 に戻る。

なお、プログラムは C 言語を用いて作成した。

## 8. 結果

最大通学距離を 1000m としたときは学校番号 35, 29, 24, 2, 38, 39, 16, 7, 19 の 9 校, 最大通学距離が 800m のときは学校番号 35, 29, 12, 38 の 4 校の廃校が効果的であるという結果になった。また、この場合の通学距離総和の増加は、1000m のときが 482128m, 800m のときが 80514m という値になった。廃校にすべき小学校の位置を図 4, 図 5 に示す。

表1 1000m の結果

廃校の番号	総距離(m)
35	3322731
29	3339202
24	3360813
2	3400728
38	3457916
39	3529454
16	3628168
7	3682890
19	3804859

表2 800m の結果

廃校の番号	総距離(m)
35	3321539
29	3338010
12	3362642
38	3412053

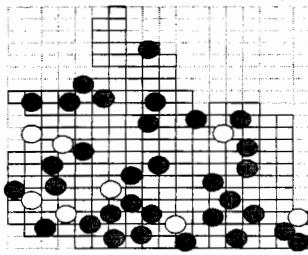


図4 1000mのときの図

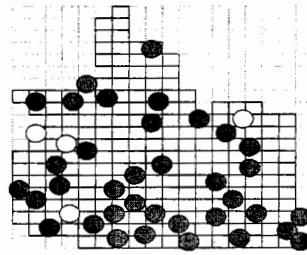


図5 800mのときの図

(白丸は廃校すべき学校を示している)

## 9. 考察

廃校前は充足率が70%未満だった小学校が15校、特に50%未満だった小学校が9校あり、充足率が最も低い値は32%だったが、廃校後は最大通学距離が1000mのときは70%未満が2校、50%未満が1校、最低充足率が46%であり、最大通学距離が800mのときは9校、50%未満が4校、最低充足率が41%と全体の効率化が非常に向上した。平均充足率も廃校前の69%から、それぞれ86%と76%になり、小学校の統廃合に有用性があると考えられる。また、平均通学距離も廃校前の約280mからそれぞれ、約290m、約310mと小さい上昇に留まり、児童の安全面などに大きな影響は出ないと考えられる。最大通学距離は統廃校前の755mから、800mのときが798m、1000mのときが995mになった。また、人口の比較的少ない品川区の左側に廃校すべき学校が固まる傾向が見られた。

## 10. おわりに

本研究では、公立小学校を廃校させるとしたらどこを対象とすべきかという問題を、合理的に解決する枠組みを提案し、事例に即して問題を解き、妥当性を検討した。小学生が学校を選ぶ要因としては通学距離が大きなウェートを占めているので、提案した枠組みは、有効なものだと思う。また、この方法を他の地域に適用することも可能である。本研究では、問題を扱う上で地域は平面上にあると仮定し、通学距離を直線距離で与えた。実際の提案を行うような場合には、道のりのデータをできるだけ正確に求める必要がある。また、現実には通学路の途中に急な坂や、歩道橋等があることを考慮し、距離データに反映させる必要もあろう。今後の課題は、学校そのものの価値(校舎の新旧など)や踏切りの有無等を点数化して、通学距離と共に考慮できるようなモデルを考えることである。また、今回採用したパラメータ  $L$  が1000m、800mであるのに対し、格子点間隔が250mであり、やや大雑把だったので、格子点間隔を小さくすることで精密化を図ることである。

## 11. 参考文献

- (1) 伊理 正夫, 古林 隆: 「ネットワーク理論」, 日科技連, 1976.
- (2) 国勢調査結果報告書: 「品川区の人口」, 2002.
- (3) 品川区の人口統計: 「品川区の小学校」, 2002.
- (4) 住岡 智: 「図書館配置問題に対するDEAアプローチ」, 平成13年度東京理科大学工学部経営工学科卒業論文, 2000.