



# 都市環境・人口動態予測を考慮した学区設定モデルの構築 Development of a School District Allocation Model Considering Urban Environment and Population Dynamics Forecasts

渡邊 愛梨 / Airi Watanabe, 竹内 渉 / Wataru Takeuchi  
東京大学 生産技術研究所 / Institute of Industrial Science, The University of Tokyo



要旨：少子化と学校規模適正化の方針により、公立小中学校の統廃合が全国で進んでおり、児童生徒の通学距離や通学時間の増加が課題となっている。日本では通学距離を基準に学区設定が行われているが、気候や地形など地域特性は十分に考慮されていない。本研究では、歩行エネルギー消費量に基づく通学負担、安全性（事故・犯罪・熱中症リスク）、人口動態予測を用いて学区を設定する新たな手法を提案する。

**Abstract:** In Japan, school consolidations are accelerating due to declining birthrates and policies to optimize school size, leading to increased commuting distances and times for students. While commuting distance is used as a guideline for school district planning, regional factors such as climate and terrain are often overlooked. This study proposes a new method for school districting based on pedestrian energy expenditure, route safety (traffic accidents, crime, heatstroke risks), and population forecasts.

## 1. Background

- 少子化の進行と、学校規模適正化の方針により、公立小中学校の統廃合が全国的に加速している。それに伴い、通学の長距離・長時間化が問題になっている。
- 日本では、通学距離（目安は小学校4 km以内・中学校6 km以内）を指標として、学区設定や通学支援策が決定されている。しかし、地域により気候や地形が異なることから、実態に見合った通学条件の必要性が指摘されている。
- 学区設定は、距離・学校規模・コストに関する最適化問題として研究が行われているが、地形や気候は考慮されていない。

- The consolidation of public elementary and junior high schools is accelerating nationwide due to the declining birthrate and the policy of optimizing school size. As a result, long-distance and extended commutes to school have become a problem.
- In Japan, school district setting and school commuting support measures are determined based on the distance to school (the standard is within 4 km for elementary school and 6 km for junior high school). However, as climates and topographies differ from region to region, it has been pointed out that there is a need for school commuting conditions that match actual conditions.
- School district setting has been studied as an optimization problem related to distance, school size, and cost, but topography and climate are not considered.

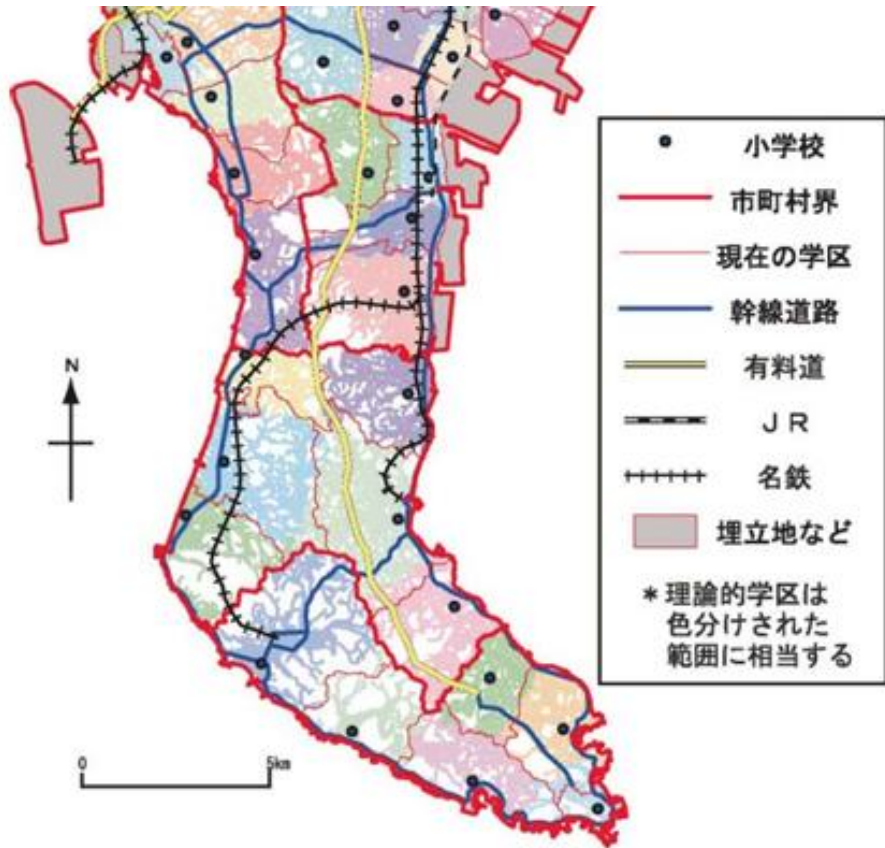


図 1. 公立小中学校数と児童生徒数の推移

Fig1. Number of Public Elementary and Secondary Schools and Students

図 2. 学区設定の研究例（ポロノイ分割法）

Fig2. Example of a study on school district setting (Voronoi partitioning method)

## 研究目的

地域の都市環境を踏まえた 通学負担の把握、安全性、人口動態等を考慮した学区設定手法の開発

Development of a School District Allocation Method Considering Commuting Burden, Safety, and Demographic Dynamics in Relation to the Environment of the Region

## 2. Research Area

岩手県花巻市 （Hanamaki City, Iwate Prefecture）

### 地域選定の理由

- 起伏が多い地形
- 冬季は積雪が多い
- 近年、学校統廃合が多い

### Reasons for Regional Selection:

- The terrain is highly undulating.
- There is significant snowfall during winter.
- School consolidations and closures happened in recent years.

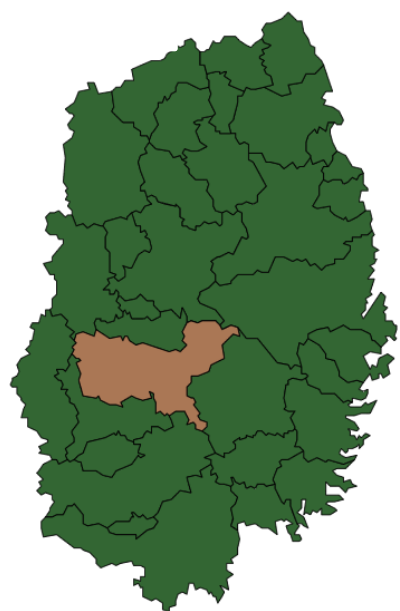


図3. 花巻市の位置

Fig3. position of Hanamaki city

## 3. Methodology

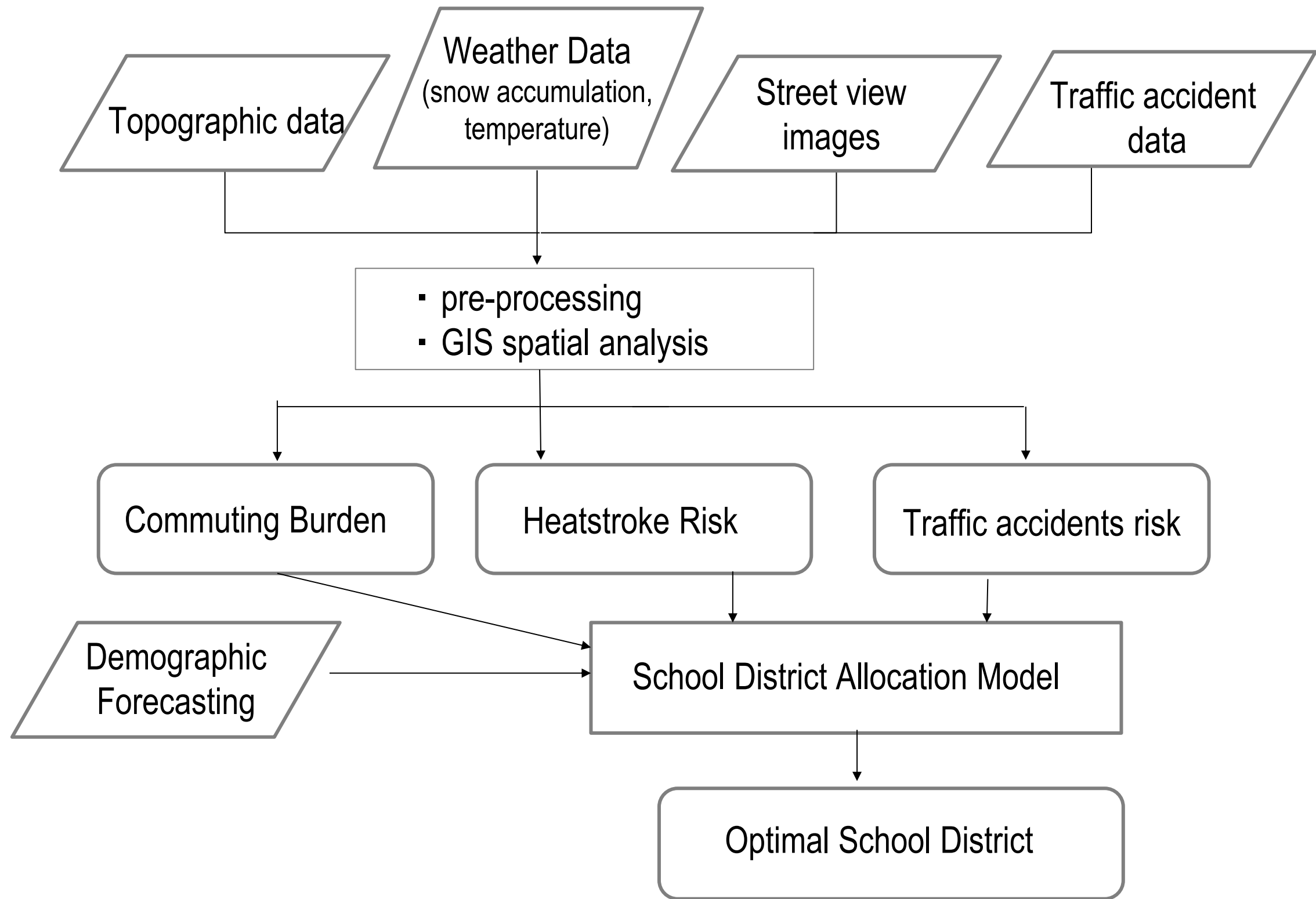


図4. 研究のフローチャート

Fig4. Flowchart of the study

### ① 通学路環境の評価

- 通学負担(メッシュごとの歩行エネルギー消費量)の評価
- 通学路の安全性(事故・犯罪・熱中症リスク)評価

### ② 消費エネルギーの積分により求めた通学負担と安全性、人口動態予測をもとに、学区を設定

### ③ 現状の学区と提案する学区との比較

## 4. Results and discussion

### ➤ 若葉小学校区内の、1kmごとの平均勾配・路面状態を考慮し計算した場合の通学負担

Commute Burden within the Wakaba Elementary School District, Considering the Average Gradient per Kilometer and road condition.

### エネルギー消費量(通学負担)の計算式（WEEモデルの式）

$$W = 1.5m + 2.0 (m + l)(l/m)^2 + \eta(m + l)[1.5 v^2 + 0.35 vG]$$

を用いて、学区内の通学負担を計算した結果、エネルギー消費量が最大となるのは「花巻市石鳥谷町」。道路距離だと3.5 kmだが、エネルギー消費量を計算すると、平地換算で約4.5 kmとなり、通学距離の目安(4 km以内)を上回ることが確認された

Using the WEE model formula to assess commute burden within the school district, It was found that Ishidoriya Town has the highest energy consumption. Although the road distance is 3.5 km, the estimated energy consumption corresponds to about 4.5 km in flat-terrain equivalence, confirmed to exceed the standard commuting distance (within 4 km).

表1. 勾配考慮の有無による通学負担の差

	勾配を無視	勾配・積雪を考慮	
通学距離(道路距離) [km]	3.5	3.5	Commute Distance (Road Distance)
エネルギー消費量	10.22	13.26	Energy Consumption
平地換算距離 [km]	3.5	4.54	Equivalent Distance on Flat Terrain
平地換算歩行時間 [min]	42	63	Average Adjusted Walking Time

## References

文部科学省, 学校の適正規模・適正配置及びより良い教育環境の実現に向けた部局横断的な検討体制による学校施設に係る計画策定事例に関する調査報告書  
奥本有樹 既製のGISソフトとデータを用いた学区の設定方法, 季刊地理学, 62 (2010), pp. 1-11  
K. B. Pandolf, B. Givoni, and R. F. Goldman, Predicting energy expenditure with loads while standing or walking very slowly, Journal of applied physiology, 43(1977), pp577-581