

蟹江町におけるライフライン供給網の分析

2009SE119 岸本涼

指導教員：腰塚武志

1 はじめに

1.1 研究の背景

現在、生活ガスの供給方法として、ガス管とガスボンベが用いられている。これらは人口密度・住宅密度が多い所ではガス管、逆に低い所ではガスボンベという様に使い分けがされている。現在、蟹江町ではガス管とガスボンベを併用してガスの供給を行っているが、明らかに住宅の数が少ない所にガス管が配管されていたり、逆に住宅が密集している地域にガスボンベを配達していたりといった無駄が多く見られる。そこでガス管とガスボンベをどのように使い分ければ、そういった無駄がなくなり、ガス会社側のガス供給に掛かるコストを最小にできるかを検討する。

1.2 研究の方針

本研究では、ガス管でガスを供給する場合のコストとガスボンベでガスを供給する場合のコストを比較し、1世帯あたりのガス管の長さが何m以下になればガス管を配管した方が、ガスボンベを配達するよりもコストが低くなるかという基準を作る。その基準を用いて、以下に述べる実際の地域で、ガス会社側のガス供給に掛かるコストを最小にするガス管の配管ルートを求める。

2 研究対象

2.1 研究対象地区の概要

本研究では、蟹江町の北東部に位置する「今地区」を対象地区とする。今地区は田畑や溜め池を埋め立てて作られた地区であり、分譲地として売りにだされるようになって、現在では一軒家 20 軒、複世帯住宅 9 軒、アパート・マンション 14 棟、合わせて 166 世帯が生活している。

2.2 研究対象地区のガス事情

今地区では、現在、全ての土地に家が建つと言う予想で、どの場所に家が建ってもガス管を用いてガスの供給ができるように既にほぼ全ての道に配管がされている。しかし図 1、図 2 から見てもわかるように、分譲開始から約 3 年たった現在でも、あまり家が建っておらず、使用されず無駄になっているガス管が多く、また、今後も世帯数が増えていくという保証はない。その為、ガス会社のガス供給に掛かるコストを抑えるには、一度に全てを配管するのではなく、徐々に家が増えていく中で、特定の年月おきに基準を満たすルートを選定し配管していくべきであると考えられる。

2.3 ガス会社の概要

今地区にガスの供給を行っているのは、松屋というガス会社である。松屋は昔から、ガスボンベを用いてガスの供



図 1 道路と家



図 2 ガス管とガスセンター

給を行っており、近年では、ガス管とガスボンベを併用した供給方法をとるようになった。よって今地区でも現在の様に全ての供給をガス管で行うのではなく、ガス管とガスボンベを併用することで、松屋のガス供給に掛かるコストを最小化してみたい。本研究では、この松屋のデータを用いて研究を進めていくことにする。

3 基準値の作成

3.1 ガス管の埋設に掛かるコスト

松屋の社員によると、ガス管を作るために掛かるコストは 20,000 円/m で、ガス管の寿命は 20 年と言われている。ガス管 L m で供給している世帯数を N 世帯とすると、1年で 1 世帯あたりに掛かるガス管の配管コスト C_k は

$$C_k = 20,000 \times L \div N \div 20 = 1,000L/N(\text{円}) \quad (1)$$

と表すことができる。

また、ガスセンターの建設費や一度配管したガス管の維持費・管理費についてはここでは考えないものとする。

3.2 ガスボンベの配達に掛かるコスト

ガスボンベを用いてガスを供給する場合、会社側に掛かるコストは 2 つある。

1 つ目は、配達員の人件費で年収 400 万円、配達員が 1,000 世帯に配達することが可能なので、1 世帯あたり 4,000 円掛かることになる。今地区は全ての敷地に家が建ったとしても 1,000 世帯には満たないため、1 人の配達員で配達することができる。

2 つ目は、ガスボンベのガスや機材に掛かるコストで 20 円/m³ とされている。石油情報センター [1] によると、愛知県の 1 世帯あたりの月平均プロパンガス使用量は 11.6m³ であるため、1 年では 139.2 ≒ 140m³ となり、これに単価 20 円/m³ を掛けて 2,800 円となる。よって 1 年で 1 世帯あたりに掛かるガスボンベの配達コスト C_b は、人件費と上記の費用を合わせて、

$$C_b = 4,000 + 2,800 = 6,800(\text{円}) \quad (2)$$

と表すことができる。

3.3 基準値

ここで1年で1世帯あたりに掛かるガス管での供給費用(1)とガスボンベでの供給費用(2)を等しいとすると、

$$L/N=6,800 \div 1,000=6.8(\text{m})$$

が得られ、この値がガス管かガスボンベかを分ける基準となることがわかった。よって、1世帯あたりのガス管の長さが6.8m以下になる範囲内では、ガス管を用いて供給し、範囲外の家にはガスボンベを用いて供給する。という供給方法を用いると、ガス会社のガス供給に掛かるコストを最小にすることができる。

4 ガス管の最適配置

4.1 配管に関わるルール

1. ガス管は道路に沿って配管されるものとする。
2. 全てのガス管はガスセンターと繋がっている。
3. 分譲開始から1年目、2年目、3年目(現在)の家の分布から、基準を満たす配管網を求め、配管する。
4. 一度配管された区間から、ガス管を無くすことはできない。

4.2 手作業で求めたモデル

1年目(図3)では、20軒98世帯が建設され、供給網の全長は369m、供給される世帯は世帯56となり全世帯の62.22%となった。

2年目(図4)では、15軒38世帯が建設され、全体では35軒136世帯となった。供給網の全長は854m、供給される世帯は128世帯となり全世帯数の94.11%となった。

3年目(図5)では、8軒30世帯が建設され、全体では43軒166世帯となった。供給網の全長は1,093m、供給される世帯は161世帯となり全世帯数の96.98%となった。



図3 1年目

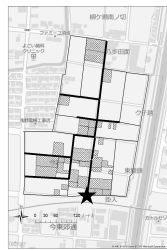


図4 2年目

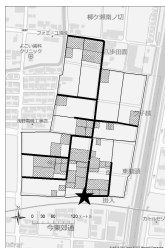


図5 3年目(現在)



図6 実際の配管図

また、今回求めた3年目の配管図(図5)と現在実際に

配管されている配管図(図6)を比較すると、月あたりのガス会社の供給に掛かるコストは、今回求めた配管図では93,909円。現実の配管図では183,250円となり、約半分のコストとなった。

4.3 定式化

4.2の作業で求めた結果を数式のモデルから求める。

記号の定義

E :区間集合

s :始点(ガスセンター)

$x_{i,j}$:区間 i,j に配管されるか否かを表すバイナリ変数

$l_{i,j}$:区間 i,j の長さ

$w_{i,j}$:区間 i,j 上にある世帯数

目的関数

$$\max \sum_{(i,j) \in E} x_{i,j} w_{i,j} \quad (3)$$

制約条件

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1 & (x_{i,j} \text{に配管される場合}) \\ 0 & (x_{i,j} \text{に配管されない場合}) \end{cases} \quad (4)$$

$$\sum_{(i,j) \in E} x_{i,j} l_{i,j} \leq 6.8 \sum_{(i,j) \in E} x_{i,j} w_{i,j} \quad (5)$$

$$0 \leq x_{i,j}, \forall i, j \in E \quad (6)$$

$$\sum_j x_{s,j} \geq 1 \quad (7)$$

$$\sum_i x_{i,j} + \sum_j x_{i,j} - x_{i,j} \geq 0 \quad (8)$$

5 おわりに

本研究では、1世帯あたりのガス管の長さの制約となる基準を求め、その基準を元に数式を作成し、最適なガス管の配置を求めようと試みた。しかし、全てのガス管はガスセンターと繋がっている。という制約条件(6)がうまくいかず、数式から解を求めることはできなかった。原因として制約条件(6)は、ある区間に配管するためには、その区間に隣接する区間に配管されていなければならない。という制約を与えているが、同時に二つの隣り合う区間に配管される場合は、互いの区間が制約条件を満たしあい、他のガス管と繋がっていない自由な場所に出現できてしまうため、正確な解を求めることができないと考えられる。

また今回作成した基準は、ガスセンター建設に掛かるコストや、何回かに分けて配管する際の手間賃などを考慮していないので、もう少しコストに調べ、厳密な基準を作ることでもっと正確な結果が得られるはずである。

参考文献

- [1] 石油情報センター : <http://oil-info.ieej.or.jp/>