

ガス設備定期保安点検の巡回計画の効率化

東京ガス(株)	中井 洋平
東京ガス(株)	中山 香奈子
東京ガス(株)	水津 倫明
(株)NTTデータ数理システム	白川 達也
(株)NTTデータ数理システム	池田 悠
(株)NTTデータ数理システム	新田 利博

1. はじめに

本稿は東京ガス様と共同で開発した定保巡回計画策定システムにおける内容を技術サイド側からまとめたものである。システムの概要・用語等は東京ガス様の原稿を参照されたい。

2. 目的

以下の制約を満足した上で、目的をなるべく満たした巡回路、分割点、巡回起点の決定を行う。

制約:

1. 36ヶ月で一巡する
2. 旧巡回予定年月からの間隔月が13ヶ月～39ヶ月に(なるべく)おさまる

目的:

1. 総経路長を最小化する
2. 各月作業量を平準化する
3. 特別巡回発生量を最小化する

3. アルゴリズムの検討

本システム作成にあたって、東京ガス様ではあらかじめ基礎検討を行っていた。基礎検討手法の流れは以下の順である。

基礎検討手法:

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. 巡回路作成 | (総経路長最小化) |
| 2. 36分割 | (各月作業量平準化) |
| 3. 巡回開始地点決定 | (特別巡回発生量最小化) |

上記手法は目的を一通り考慮しているが、各目的が独立に考慮されている。そのため、先に考慮された目的が優先され、全体として良い解が出づらいう状態であった。

そこで、我々は、以下のように複数の目的を組み合わせながら巡回路の作成を行った。初めに「総経路長」「特別巡回発生量」を考慮した巡回路を作成し、次に「各月作業量平準化」「特別巡回発生量」を考慮しながら巡回路の分割を行う。

新手法:

1. 特別巡回発生量を考慮した巡回路作成 (総経路長, 特別巡回発生量 最小化)
2. 特別巡回発生量を考慮した 36分割 (各月作業量誤差, 特別巡回発生量 最小化)

巡回路作成フェーズでは一意化した Unit を用いて巡回路の分割, 特別巡回発生量の計算を行い, 巡回路分割フェーズでは一意化前の Unit を用いて精緻な特別巡回発生量の計算を行う。

4. 定保巡回計画策定システム

4-1 データ前処理

巡回地点は基本的に号を単位としているが、ガス使用開始時期のずれ等により同一号内に異なる巡回予定年月が存在する場合がある。以下、各々が異なるデータ単位を **Unit** と定義する。基礎検討では巡回を **Unit** 単位で行っていた。

Unit の性質を分析したところ、号に含まれる作業量が最も大きい **Unit** は、事業所に依らず、号内で平均 9 割ほどの作業量を占めることが判明した。これは、以前に号全体として巡回が行われた後、号内にてガス機器の増設が行われたためなどである。この性質を利用して号に含まれる **Unit** を一意化した。この結果、巡回地点は **Unit** の総数から号の総数へと、約半数になった。

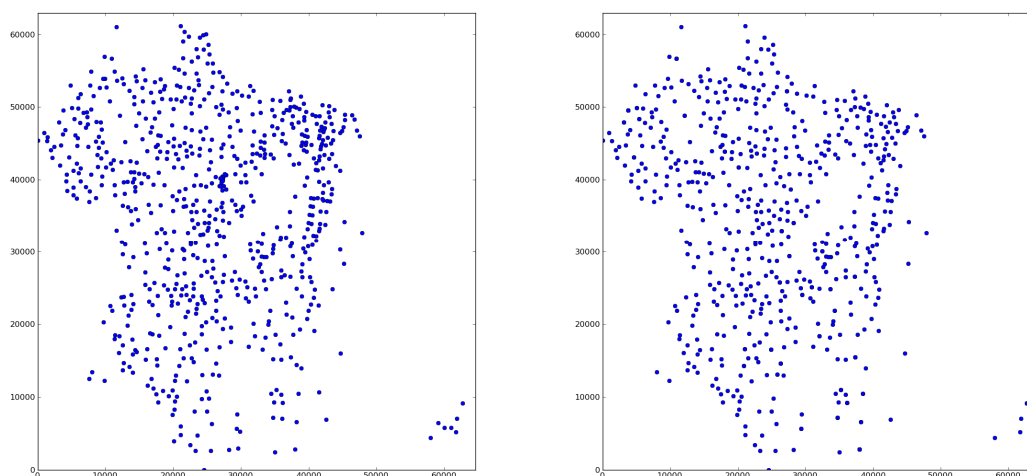


図 1. **Unit** 統合前(左)と後(右)の巡回地点

上の図は **Unit** 統合前後の様子をプロットしたものである。ただし **Unit** 統合前は「同じ巡回地点で巡回予定年月が異なる **Unit**」が存在するため、視覚的に巡回地点が半数にはなっていない。

4-2 巡回路作成

特別巡回発生量を考慮した巡回路を、巡回セールスマン問題 (*Travelling Salesman Problem* :TSP) のヒューリスティクス解法である **Or-opt-n** 法により作成し、以下の目的関数を最小化する。特別巡回発生量の考慮割合は混合パラメータ α を用いて調節できるようになっている。

$$\text{目的関数} = (1-\alpha) * \text{巡回路の総経路長} + \alpha * \text{特別巡回発生量} \quad (\alpha \in [0, 1])$$

特別巡回発生量の計算のため、巡回路作成時においても巡回路の分割を行う必要が生じる。「号の作業量は一定」との仮定のもと、各月に巡回する号の数を均等にするように巡回路の分割を行って実験を行ったところ、特別巡回発生量に巡回路分割フェーズの結果と大きな乖離が発生するケースが存在することが判明した。実際には上記の仮定は成立せず、号の作業量に応じて、号の数を動的に分割することで、乖離は解消された。

4-3 巡回路分割

巡回路作成で作成した巡回路, 巡回起点に対して巡回路の分割を行う. 初期分割ののち, 近傍探索を行い, 以下のペナルティを最小化する. 巡回路分割においても, 巡回路作成時と同様に混合パラメータ β を用いて, 特別巡回発生量の割合を考慮する.

$$\text{ペナルティ} = (1 - \beta) * \text{各月作業量誤差総和} + \beta * \text{特別巡回発生量} \quad (\beta \in [0, 1])$$

次にこの操作を巡回路の起点となる号をずらしながら行い, 最もペナルティが少なくなる巡回起点, 分割箇所を見つける. 起点は β の値が大きいときは, 巡回路作成で作成された起点の近くとなる.

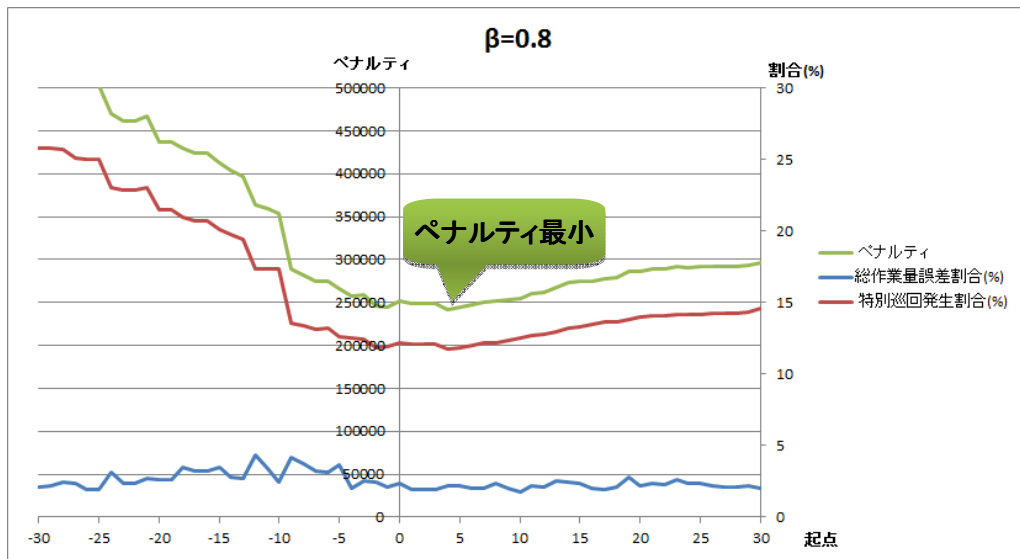


図 2. 起点をずらした場合の各値の変化

5 まとめ

本手法により, 従来の人手による計画策定と比較して計画策定速度, 巡回経路, 月別作業量, 特別巡回発生量と, いずれも大幅な効果が得られたのは東京ガス様の報告の通りである. また, 結果のあまりの良さに現場が驚いているとの連絡を受け, 大変ご満足いただけるツールとなった.

現在は更に柔軟な要望を取り入れ, 継続的な開発に取り組んでいる.