

瀬戸市における資源ごみ回収ルート最適化

2004MM053 中原 郷史 2004MM063 小澤 朋美 2004MM080 武田 好史
指導教員 佐々木 美裕

1 はじめに

現在、地球規模でごみの排出量増加が問題となっている。大半のごみは焼却処分されるが、焼却された廃棄物の処分には様々な問題があるとされている。例えば焼却時に発生するダイオキシンや灰に含まれる汚染物質による土壤汚染、地下水汚染などがある。これらは人体に悪影響を及ぼすため、ごみ処分場建設の際に周辺住民の反対などから埋立地自体の確保が困難となっている。

近年、焼却についてもさまざまな規制が行われるようになってきている。例えば廃棄物の野焼きが禁止となった。ダイオキシンの排出量の約90%が身の回りのごみや産業廃棄物を焼却する際に発生すると推定されている。そこで、平成9年12月から、大気汚染防止法や廃棄物処理法によって、焼却施設の煙突などから排出されるダイオキシンの規制やごみ焼却施設の改善等の対策を進めてきた。

また、ごみの中には資源として再利用可能なものも含まれている。これらを有効に活用し、ごみの排出量を削減するために、各自治体では資源ごみの回収が活発になってきている。瀬戸市も例外ではない。しかし、未だに回収ルートは回収作業員の経験と勘により作られたものであり、最適化されているとは言えない。

実際に、日本の道路は狭い道が多く、複雑な広がり方をしているため、回収ルートを選ばないと時間やコストがかかる。また、回収時に収集車の移動距離が長くなれば、走行時に二酸化炭素などの排気ガスの排出量が増加し、環境への負担が大きくなる。そこで、回収時に収集車から排出される排気ガスの量を削減するために、総移動距離を最小化する目的で回収ルートを考える。

2 瀬戸市におけるごみ回収の現状

表 1: ごみ搬入実績 (平成14年度)

種別	ごみ搬入量 (単位: トン)
可燃ごみ	41,612
不燃ごみ	2,195
資源ごみ	8,506
粗大ごみ	756
合計	53,069

瀬戸市は364町丁目が連区と呼ばれる23地域に分けられており、連区毎に資源ごみの回収日が決められている。現在、瀬戸市では可燃ごみ、不燃ごみ、資源ごみ、粗大ごみに分けて回収を行っている(表1参照)。さらに資源ごみに関しては新聞、雑誌、ダンボールの紙類、缶、ビン、ペットボトル、古着、電池の分別が義務づけられている。

本研究では、資源ごみの中で最も多く回収されているにもかかわらず、定まった回収ルートがない紙類についての

表 2: 資源ごみ回収実績 (平成14年度) (単位: トン)

種別	集団回収	市町回収
新聞	1,367	2,163
雑誌類	530	1,755
段ボール	278	751
布	91	0
紙パック	20	0
アルミ缶	16	-
缶(全て)	-	273
びん	-	1,135
ペットボトル	-	127
プラスチック	-	0
合計	2,302	6,204

回収ルートを考えることにする。紙類は細かく分けると、新聞紙、雑誌、ダンボールの3種類に分別されているが、3種類を全て同時に回収していると仮定する。

紙類は瀬戸市役所からごみの回収を委託されているごみ回収委託業者A社・B社がそれぞれの担当地区のごみを回収し、ごみ処理業者C社にごみを搬送するという回収方法をとっている。それぞれのごみ回収委託業者は、ごみ収集車(2t車)を2台使用して回収作業を行っている。

2.1 対象地域

本研究では、南山大学瀬戸キャンパスがあるせいれい町を含む幡山連区を研究対象地域として選択した。幡山連区は他の連区に比べ範囲が広いので、連区内でさらに3分割されている。幡山連区の西側を菱野・本地地区、北側を新郷地区、東側を山口地区と呼ぶ。

また、幡山連区は、全ての地区を2社のごみ回収委託業者が分担して回収しており、ごみ回収委託業者A社が回収する範囲をA地区、ごみ回収委託業者B社が回収する範囲をB地区と呼ぶ(図1参照)。

3 データの作成

3.1 道路ネットワークの作成

本研究では、詳細な回収ルートを求めるため、道路ネットワークを作成する。これを用いることにより回収ルートは収集所間の直線距離ではなく、実道路距離による移動距離となり、現実的なごみ回収ルートを求めることができる。道路ネットワークを作成するにあたって国土地理院[2]が配布している瀬戸市の数値地図25000(空間データ基盤)の道路データを使用する。道路データは以下の属性を持っている。

- 名称
- 種別 (一般道, 高速道路, 石段, 庭園路)



図 1: 幡山連区の分割

- 状態 (建設中, 供用中)
- 国道番号
- 高速道または一般道
- 有料または無料
- 幅員

また, 道路データには節点と区間点の2種類のノードが存在する (図 2 参照). 節点は交差点や曲がり角などを表すノード, 区間点は道の形状を補完するためのノードである.

道路データから必要な情報のみを抽出する. その際に抽出したデータは以下のとおりである.

- ノード番号
- 経度 (世界測地系, 10進法秒単位)
- 緯度 (世界測地系, 10進法秒単位)
- 接続しているノードの数 (枝数)
- * 接続先のノード番号
- * 接続先との道路間の幅員
 - A: 1.5m未満の道路
 - B: 1.5m以上3.0m未満の道路
 - C: 3.0m以上5.5m未満の道路
 - D: 5.5m以上13.0m未満の道路
 - E: 13.0m以上の道路
 - F: 真幅道路
- ノードタイプ
 - S: 節点
 - K: 区間点

ただし, *はノードごとに接続する枝数だけ存在する. 瀬戸市内における道路ネットワークに含まれる節点と区間点の合計は25341点である.

3.2 道路ネットワークの2車線化

3.1 の道路ネットワークでは反対車線側の収集所のごみまで回収できることになる. しかし, 車線をまたいで回収

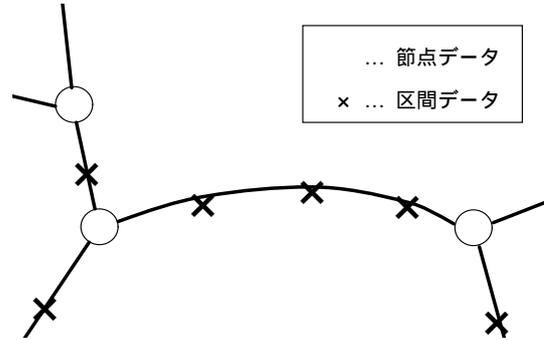


図 2: 道路ネットワーク図

は非常に危険であるうえ, 中央分離帯があるために回収が不可能な場合もある.

そこで幅員が5.5m以上の道路を, 反対車線側にある収集所のごみを回収できないような広い道路と仮定し, 前項で作成した道路ネットワークを以下の方法で2車線化した. 2車線後の道路ネットワークに含まれる節点と区間点の合計は29201点である.

3.2.1 2車線化の手順

記号の定義 道路ネットワークを2車線化するにあたり記号を定義する.

R : 節点・区間点の集合

手順 ある節点 $i (i \in R)$ とその接続先の節点 $j (j \in R)$ の間の幅員が $D \cdot E \cdot F (5.5m以上)$ である場合, 以下の手順で道路ネットワークを2車線化する.

Step1 節点 i, j 間の区間点 $k_1, \dots, k_n (k_1, \dots, k_n \in R)$ に対し, 元の座標に $\pm \frac{1}{100}$ 秒の修正値を加えた新しい区間点 l_1, \dots, l_n を作成する ($l_1, \dots, l_n \subset R$). 修正値の加え方は節点 i を基準とし, その接続先の節点 j の位置関係により4パターンに分けた (図 3 参照). これは, 収集所と道路ネットワークを接続し直した際に, 収集所が反対車線側の節点・区間点に接続しないようにするためである.

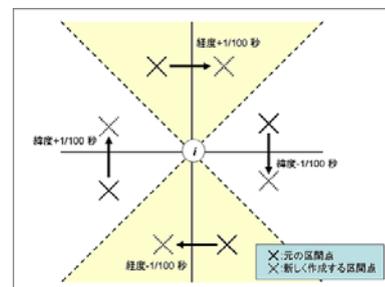


図 3: 修正値の加え方

Step2 左側通行となるように枝の接続関係を修正する.

$i \leftrightarrow k_1 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow k_n \leftrightarrow j$ という接続から,

$\left\{ \begin{array}{l} i \rightarrow k_1 \rightarrow \dots \rightarrow k_n \rightarrow j \\ i \leftarrow l_1 \leftarrow \dots \leftarrow l_n \leftarrow j \end{array} \right\}$ となるように接続を変更する。

これにより左側通行となるように道路ネットワークを2車線化することができる。

3.3 収集所データの作成

瀬戸市オフィシャルサイト [3] の暮らしの便利地図より幡山連区の資源ごみ収集所の位置を確認し、ゼンリン電子地図帳Z[zi:] Professional5 (以降 ゼンリン電子地図帳と省略する) を用いて収集所を地図上にプロットして、経度・緯度を抽出する。その際に以下のデータをファイルに出力した。

- 収集所番号
- 経度 (分)
- 経度 (秒)
- 緯度 (分)
- 緯度 (秒)

菱野・本地地区の収集所は77ヶ所 (菱野・本地A地区: 53ヶ所, 菱野・本地B地区: 24ヶ所), 新郷地区の収集所は48ヶ所 (新郷A地区: 25ヶ所, 新郷B地区: 23ヶ所), 山口地区の収集所は43ヶ所 (山口A地区: 22ヶ所, 山口B地区: 21ヶ所) である。

また、ゼンリン電子地図帳は日本測地系を採用していたため、3.2 で作成した道路データと合わせて使用する際には、収集所の座標値を世界測地系に変換する必要がある。

世界測地系の座標を持つデータをいくつかゼンリン電子地図帳でプロットし、地図上に表示された位置と、本来表示される場所との経度・緯度の誤差を求めたうえで、日本測地系の座標に以下の修正を加えて世界測地系の座標に変換する。

経度 (日本測地系) - 10.7 (秒) → 経度 (世界測地系)
緯度 (日本測地系) + 11.5 (秒) → 緯度 (世界測地系)

3.4 収集所間の道路距離

3.2 で作成した道路ネットワークと収集所を接続する。収集所は最寄の節点・区間点に接続するものとする。収集所データと道路ネットワークから、ダイクストラ法を用いて各収集所間における、全点对の道路ネットワーク上の最短経路と移動距離を求めた。

3.5 ごみ量データ

各収集所で集められるごみ量の実データを入手できなかったため、自治体調査報告書 [4] から「資源ごみの回収実績」、豊川市の政策指標の資料 [5] から「1日1人当たりの資源のごみ回収量」、瀬戸市オフィシャルサイト [3] から「瀬戸市の人口構成」に関するデータを入手し、そのデータをもとに、各地区の町丁目ごとの収集所数や人口、世帯数、世帯人口、1世帯あたり1日での紙ごみの量を求めた。

そして、そのデータをもとに、収集所1ヶ所当たりのごみ量を求めた。瀬戸市の紙類の回収は月2回となっているので、1回の回収で15日分のごみを回収すると仮定する。また、いくつかの町では、収集所が1箇所も存在しない町があるので、その町は隣接する町にごみを出しに行くことと仮定する。

4 アルゴリズムについて

最近傍法・最遠挿入法・最近挿入法・セービング法の4つのアルゴリズムを用いる [1]。その際、収集車には積載可能量があるので容量制約を考慮した。各収集所のごみの量は毎回一定ではないため、今回はごみ収集車の積載可能量である2tの75%である1.5tを積載可能量とする。

また、容量制約を考慮したアルゴリズムによって求められるルートは全て、ごみ処理業者が起点・終点となるルートであり、これを「巡回路」と呼ぶ。巡回路から回収ルートを構成する手順は5章で示す。

4.1 記号の定義

以下のように記号を定義する。

h	: 巡回路の起点・終点となる点, ごみ処理業者C社
I	: 収集所の集合
N	: 巡回路の添え字集合 ($N = \{1, 2, \dots, n\}$)
T_n	: 巡回路 ($n \in N$)
d_{ij}	: 収集所 i から収集所 j までの距離 ($i \in I, j \in I$)
G_i	: 収集所 i に出されるごみの量 ($i \in I$)
W_n	: 巡回路 T_n で回収されたごみの総量 ($n \in N$)
D_n	: 巡回路 T_n の総移動距離 ($n \in N$)
W	: ごみ収集車の積載可能量 (1.5t)
S_{ij}	: 収集所 i, j 間のセービング値 ($i \in I, j \in I$) $S_{ij} = d_{hi} + d_{hj} - d_{ij}$ (セービング法で使用)

4.2 容量制約の考慮

各アルゴリズムにおいて、新しく収集所をルートに追加する際、容量制約を満たさない場合は h に戻るのではなく、次の候補となる収集所を探索することで、1つの巡回路でできるだけ多くの収集所を回るようにする。各アルゴリズムの手順は以下のとおりである。

4.3 最近傍法

Step1 $v = h, n = 1, W_n = 0, D_n = 0, \bar{I} = I$ とする。

Step2 $j = \arg \min_{i \in \bar{I}} \{d_{vi} | W_n + G_i \leq W\}$ を満たす収集所 j がある場合、 $v = j, W_n = W_n + G_j, D_n = D_n + d_{vj}, \bar{I} = \bar{I} \setminus j$ とし、 $\bar{I} = \phi$ なら Step3 へ。そうでないなら Step2 を繰り返す。

$j = \phi$ なら、 $j = h, D_n = D_n + d_{vh}, n = n + 1, v = h, W_n = 0, D_n = 0$ とし、Step2 を繰り返す。

Step3 $v = h$ とし終了。

4.4 最遠挿入法

Step1 h を起点とし, $n = 1, W_n = 0, D_n = 0$ のルート T_n を作る.

Step2 T_n 上の収集所 $j(j \in I)$ とどの巡回路にも含まれていない収集所 $k(k \in I)$ の組み合わせの中で $W_n + G_k \leq W$ を満たし, d_{kj} が最大となる対を求める.

Step3 Step2の条件を満たす収集所がなく, 全ての収集所のごみを回収していない場合は $n = n + 1, W_n = 0, D_n = 0$ としStep2へ. そうでない場合はStep4へ.

Step4 d_{kl} が最小となる T_n 上の収集所 $l(l \in I)$ を求める.

Step5 (i, l) を T_n に含まれ, 収集所 l につながっている2本の枝のうち短い方とし, それを2本の枝 (i, k) と (k, l) に置き換えて, $W_n = W_n + G_k, D_n = D_n - d_{il} + d_{kl} + d_{ik}$ とする. 全ての収集所のごみを回収したら終了.

4.5 最近挿入法

Step1 h を起点とし, $n = 1, W_n = 0, D_n = 0$ のルート T_n を作る.

Step2 T_n 上の収集所 $j(j \in I)$ とどの巡回路にも含まれていない収集所 $k(k \in I)$ の組み合わせの中で $W_n + G_k \leq W$ を満たし, d_{kj} が最小となる対を求める.

Step3 Step2の条件を満たす収集所がなく, 全ての収集所のごみを回収していない場合は $n = n + 1, W_n = 0, D_n = 0$ としStep2へ. そうでない場合はStep4へ.

Step4 (i, j) を T_n に含まれ, 収集所 j につながっている2本の枝の短い方とし, それを2本の枝 (i, k) と (k, j) に置き換えて, $W_n = W_n + G_k, D_n = D_n - d_{ij} + d_{jk} + d_{ik}$ とする. 全ての収集所のごみを回収したら終了.

4.6 セーピング法

Step1 h から全ての収集所までの往復経路となる巡回路 $\{T_1, \dots, T_n(n \in N)\}$ があるという解から始める. このとき $W_n = G_i, D_n = 2d_{hi}(i \in I, i \in T_n, n \in N)$ とする.

Step2 全ての収集所間 $(i, j)(i, j \in I)$ についてセーピング値 S_{ij} を計算し, 大きい順に並べる.

Step3 セーピング値 S_{ij} が最大のペア i, j を調べ, i, j がともに h に隣接していて, $i \in T_k, j \in T_l(k \in N, l \in N, k \neq l)$ かつ $W_k + W_l \leq W(i \in T_k, j \in T_l, k \in N, l \in N)$ を満たしていればStep4へ.

条件を満たしていなければ S_{ij} を取り除き, 次にセーピング値が小さいペアについて同様の操作を行う.

Step4 i, j をつなぎ, 2つの巡回路をつないでできた新しい巡回路を $T_m(m \in N)$ としたとき, $W_m = W_k + W_l, D_m = D_k + D_l + d_{ij} - d_{hi} - d_{hj}(i \in T_k, j \in T_l, k \in N, l \in N, m \in N)$ とする. その後 $n = n - 1$ とし, 全ての巡回路を新しく $\{T_1, \dots, T_n(n \in N)\}$ とし, S_{ij} を取り除く.

同時に, $(i \in T_n, j \in T_n, n \in N)$ となるセーピング値 S_{ij} と, $S_{ij}(i: h$ に隣接していない収集所, $j \in T_n, n \in N)$ を取り除く. セーピング値を全て見終わったら終了. そうでなければStep3へ.

5 回収ルートの構成

回収ルートとは, ごみ回収委託業者が自社を出発し, 全ての作業を終え, 自社に戻ってくるルートと定義する. ここで本章では, 4章で求めた巡回路から回収ルートを構成する手順を示す.

5.1 記号の定義

s : 回収ルートの起点・終点(ごみ回収委託業者)
菱野・本地A地区, 新郷A地区, 山口A地区は
ごみ回収委託業者A社

菱野・本地B地区, 新郷B地区, 山口B地区は
ごみ回収委託業者B社

U_1 : 収集車1が委託業者 s から出発し, 回収作業を行い,
ごみ処理業者 h に初めて行くルート

U_2 : 収集車2が委託業者 s から出発し, 回収作業を行い,
ごみ処理業者 h に初めて行くルート

D_{U_1} : ルート U_1 の移動距離

D_{U_2} : ルート U_2 の移動距離

5.2 ごみ回収委託業者を出発点とした回収ルートの構成

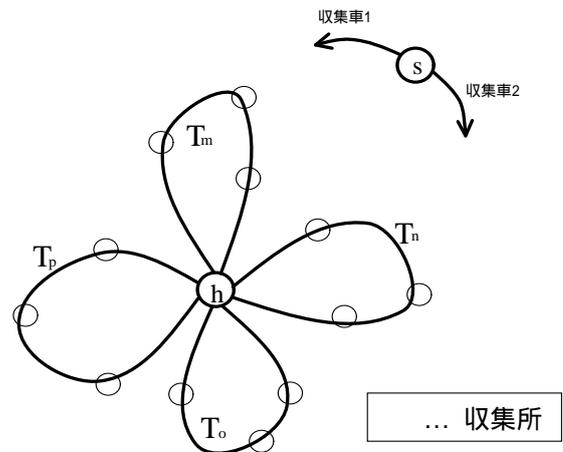


図 4: 4章から得られた巡回路の例

回収ルートを構成するにあたり, ごみ収集車2台について, ごみ回収委託業者 s から出発し, 回収作業を行い, ごみ処理業者 h にごみを搬送するルートを作成する(図 4, 5 参照). 手順は以下のとおりである.

Step1 h に隣接している収集所 $i, j(i, j \in I)$ について d_{si} が最小, d_{sj} が次に小さくなる収集所 $i, j(i \in T_m, j \in T_n, n \in N, m \in N, n \neq m)$ を選択する.

Step2 h に接続していた i, j を s に接続しなおし, U_1, U_2 とする.

Step3 2本の巡回路が回収ルート U_1, U_2 に変更されたので, $n = n - 2$ とし, 残った巡回路を新しく T_1, \dots, T_n とする.

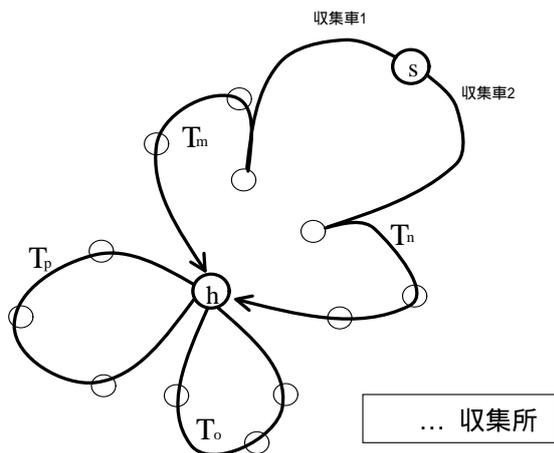


図 5: 出発点を変更した回収ルート为例

5.3 容量制約を考慮したアルゴリズムから得られた巡回路

5.2 から以下の3種類のルートが得られた.

- U_1 : 委託業者 s から出発し, ごみ処理業者 h に初めて行く, 収集車1の初めのルート
- U_2 : 委託業者 s から出発し, ごみ処理業者 h に初めて行く, 収集車2の初めのルート
- T_1, \dots, T_n : ごみ処理業者 h から出発し, ごみ処理業者 h に戻ってくる巡回路

5.4 巡回路の回収ルートへの配分

各地区において, 残りの巡回路 T_1, \dots, T_n を収集車1が回収するルート U_1 と, 収集車2が回収するルート U_2 に振り分ける.

5.4.1 定式化

変数の定義 以下の変数を新たに定義する.

$$X_n = \begin{cases} 1 \cdots \text{巡回路 } T_n \text{ をごみ収集車1が回収する} \\ 0 \cdots \text{巡回路 } T_n \text{ をごみ収集車2が回収する} \end{cases} \quad (n \in N)$$

目的関数 目的関数として以下の式を用いる.

$$\min \{ \{D_{U_1} + \sum_{n \in N} D_n X_n\} - \{D_{U_2} + \sum_{n \in N} D_n (1 - X_n)\} \}$$

この目的関数は T_1, \dots, T_n を U_1 と U_2 に振り分けた際に, 収集車1と収集車2の総移動距離の差を最小化するように設定した. これにより, 2台の収集車の総移動距離に大きな偏りをなくすることができる.

制約条件 制約条件は以下のとおりである.

$$X_n \in 0, 1 \quad (n \in N)$$

表 3: 菱野・本地A地区

アルゴリズム	収集車	回収ルート	走行距離の差(m)
最近傍法	1	T_1, T_2, T_7, T_8	83.09
	2	T_3, T_4, T_5, T_6	
最遠挿入法	1	T_3, T_6, T_7, T_8	697.55
	2	T_1, T_2, T_4, T_5	
最近挿入法	1	T_2, T_4, T_5, T_6	95.84
	2	T_1, T_3, T_7, T_8	
セーピング法	1	T_2, T_3, T_4, T_5, T_7	362.28
	2	T_1, T_6, T_8, T_9	

表 4: 菱野・本地B地区

アルゴリズム	収集車	回収ルート	走行距離の差(m)
最近傍法	1	T_1, T_3, T_4	125.87
	2	T_2, T_5	
最遠挿入法	1	T_4, T_5, T_6	161.11
	2	T_1, T_2, T_3	
最近挿入法	1	T_1, T_2, T_6	224.1
	2	T_3, T_4, T_5	
セーピング法	1	T_2, T_3, T_4	142.31
	2	T_1, T_5, T_6	

この制約条件は変数 $X_n (n \in N)$ が0-1変数であることを表している.

5.4.2 実行結果

5.4に従って実行した結果を, 表3, 4, 5, 6, 7, 8 に示す.

5.5 帰社ルートの追加

各収集車は割り当てられたルートで回収作業を行った後に, ごみ回収委託業者 s に戻る必要がある. そこで, 最後に収集車1と収集車2について, ごみ処理業者 h からごみ回収委託業者 s へのルートを追加して回収ルートを完成させる. 各地域の容量制約を考慮した各アルゴリズムから得られた回収ルートの総移動距離を表 9 に示す.

表 5: 新郷A地区

アルゴリズム	収集車	回収ルート	走行距離の差(m)
最近傍法	1	T_1, T_3	78.22
	2	T_2, T_4	
最遠挿入法	1	T_1, T_4	94.91
	2	T_2, T_3	
最近挿入法	1	T_1, T_2	289.56
	2	T_3, T_4	
セーピング法	1	T_2, T_4	362.83
	2	T_1, T_3	

表 6: 新郷B地区

アルゴリズム	収集車	回収ルート	走行距離の差(m)
最近傍法	1	T_1, T_2, T_4	7863.20
	2	T_3, T_5	
最遠挿入法	1	T_1, T_5, T_6	192.19
	2	T_2, T_3, T_4	
最近挿入法	1	T_1, T_2, T_4	7991.00
	2	T_3, T_5	
セーピング法	1	T_2, T_4	7260.60
	2	T_1, T_3, T_5	

表 7: 山口A地区

アルゴリズム	収集車	回収ルート	走行距離の差(m)
最近傍法	1	T_1, T_4, T_5	37.28
	2	T_2, T_3, T_6	
最遠挿入法	1	T_4, T_5, T_6	62.23
	2	T_1, T_2, T_3	
最近挿入法	1	T_1, T_3, T_4	236.76
	2	T_2, T_5, T_6	
セーピング法	1	T_1, T_4, T_5	65.47
	2	T_2, T_3, T_6	

表 8: 山口B地区

アルゴリズム	収集車	回収ルート	走行距離の差(m)
最近傍法	1	T_2, T_3	289.00
	2	T_1, T_4	
最遠挿入法	1	T_2, T_4	351.41
	2	T_1, T_3	
最近挿入法	1	T_2, T_3	163.80
	2	T_1, T_4	
セーピング法	1	T_1, T_4	2723.2
	2	T_2, T_3	

表 9: 収集車別総移動距離(単位: km)

地区	収集車	最近傍法	最遠挿入法	最近挿入法	セーピング法	
菱野・本地	A	1	82.91	96.13	84.99	83.59
		2	82.99	95.43	84.89	83.95
	B	1	72.55	78.36	74.82	70.95
		2	59.95	78.50	74.59	71.10
新郷	A	1	44.51	45.99	44.92	44.15
		2	44.59	46.08	44.63	44.51
	B	1	54.52	58.75	56.17	45.57
		2	46.65	58.94	48.17	52.83
山口	A	1	65.81	67.81	65.94	65.00
		2	65.85	67.75	66.18	65.07
	B	1	61.91	64.82	62.90	59.83
		2	61.62	64.47	63.06	62.56

6 おわりに

多くの地区でセーピング法の結果が最適となった。しかし、一部の地区では最近傍法の結果が最適となった。このように1つのアルゴリズムだけでなく、複数のアルゴリズムを用いて回収ルートを求めることによって、よりよい結果を求めることができる。

このように回収ルートの総移動距離を短くすることで、収集車から排出される排気ガスの量も少なくなる。全国の自治体においても、回収時に本研究のような方法を用いて収集車の移動距離を短くする取り組みが活発になれば、排気ガスの排出量も大きく削減することができ、地球温暖化の防止に貢献できるのではないだろうか。

本研究では、道路ネットワークを用いて結果を出しているが、一方通行を考慮していないため、正確な実行結果が出たとはいえない。また、各収集所の詳細なごみの量も出ていない。この点について考えることができれば、さらに現実的な結果が得られるのではないかと考えられる。

参考文献

- [1] 山本芳嗣, 久保幹雄: 巡回セールスマン問題への招待, 朝倉書店 (1997).
- [2] 国土地理院ホームページ
<http://www.gsi.go.jp/>
- [3] 瀬戸市オフィシャルサイト
<http://www.city.seto.aichi.jp/>
- [4] 自治体調査報告書
<http://www2.pwmi.or.jp/pls/flame80.htm>
- [5] 豊川市の政策指標の資料
<http://www.city.toyokawa.lg.jp/ufile/town/669.pdf>