

GPSおよびGISを活用した、校区単位家庭ごみ量の推計システムについて

福岡市環境局廃棄物試験研究センター 大隈俊之

1 はじめに

福岡市では、一般廃棄物(ごみ)処理基本計画(循環のまち・ふくおか基本計画)を平成16年12月に策定し、循環型システム構築のため、ごみ減量・リサイクルの推進に取り組んでいる。この基本計画において、図1に示すとおり目標年である平成27年度において、ごみ要処理量を平成14年度よりも10%削減し、62万トン(家庭ごみ31万トン、事業系ごみ31万トン)とする目標を設定している。このため、これまでのごみ減量・リサイクルへの取り組みに加え、さらに新たな取り組みによる減量・リサイクルを推進していくことを掲げている。

このような背景の中、当センターでは、平成16年度からGPS(全地球測位システム)およびGIS(地理情報システム)を活用した校区単位の家庭ごみ収集量の推計システム(GIS福岡市廃棄物情報マップシステム)を構築し、各家庭から排

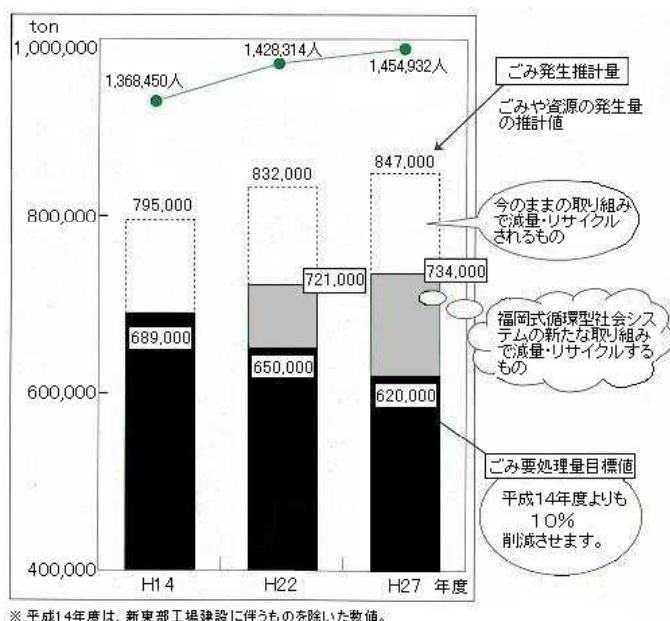


図1 ごみ発生推計量と要処理量目標値

出されるごみ量を小学校区毎に把握するとともに、これらの情報を公開し、市民によるごみ減量・リサイクル活動に対する自発的な取り組みを支援している。

2 福岡市の家庭ごみ収集の現状

1) ごみ要処理量の推移

福岡市の人口と家庭ごみ要処理量の推移を図2に示した。平成9年度までは、人口の伸び以上にごみ量が増えていたが、平成9年12月から実施した家庭ごみの3分別収集と指定袋制、粗大ごみの有料化、ステーション収集の廃止により、平成10年度に減少している。また、平成17年10月から実施した家庭ごみ収集の有料化により減少し、平成18年度は、家庭ごみ要処理量目標値(平成27年度)31万トンをおよそ1万トン下回る約30万トンとなっている。今後、人口の伸びが予測されるため、引き続きさらなる

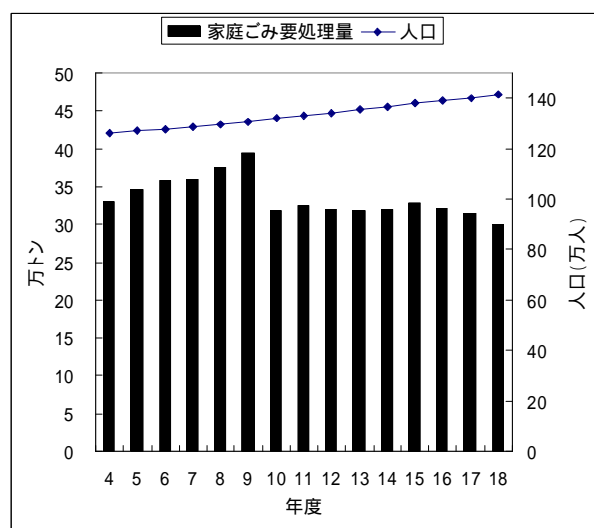


図2 市の人口と家庭ごみ要処理量の推移

ごみ減量・リサイクルに取り組まなければならない状況にある。

2) 家庭ごみの収集体制

福岡市における家庭ごみの収集体制は表1に示すとおりである。燃えるごみ、燃えないごみ、空きびん・ペットボトルについては、夜間に収集・運搬しており、ごみ収集車両は、単一もしくは複数の小学校区でごみを収集した後、図3に示す中間処理施設または中継施設に搬入している。通常、1台の収集車は1日に3～5回程度、清掃工場などと収集地域の間を往復しており、それぞれの車両の収集ルートは業者により経験的に最も効率的な編成となっている。

3 廃棄物情報マップシステム

1) システム構築の経緯

ごみ減量・リサイクルの取り組みは小学校区を基本単位とした組織を中心に進められており、家庭ごみの排出量に関する小学校区レベルでの的確でわかりやすい情報の提供が求められていた。

しかしながら、福岡市における家庭系の可燃ごみなどの各車両の収集ルートは、1日に400～500通りあり、収集日の状況によってもルートが異なることから、各車両の収集エリアを把握することは困難であり、既存の情報だけで校区単位のごみ排出量を算出することは不可能であった。そこでまず最初に、GPS（全地球測位システム）装置と計量センサーを搭載し、収集地点ごとのごみ重量データを取得することを考えた。しかし、計量センサーの搭載は、経済的・物理的に不可能であったため、GPSとGIS（地理情報システム）を活用したシステムを構築した。¹⁾

2) システムの概要

(1) システムの構成

廃棄物情報マップシステムは、ごみ収集車に取り付けているGPS装置、光電センサー、清掃工場などに設置しているGPS用パソコン（GPS用PC）および廃棄物試験研究センターに設置しているGIS用パソコン（GIS用PC）で構成されている。

GPS装置（本体およびアンテナ）、光電センサー

GPS装置と光電センサーの収集車への取付状況を図4に示した。GPS装置本体は、家庭系の可燃ごみ、不燃ごみ、空きびん・ペットボトルの収集車両約180台の運転席に設置し

表1 家庭ごみ収集体制（対象世帯数約64万世帯）

	排出方法	収集回数	収集方法	委託業者数	収集車台数
燃えるごみ	指定袋	週2回	戸別収集	14	140
燃えないごみ	同上	月1回	同上	3	27
空きびん・ペットボトル	同上	月1回	同上	3	20
粗大ごみ	電話申し込み	申込みの都度	同上	3	19

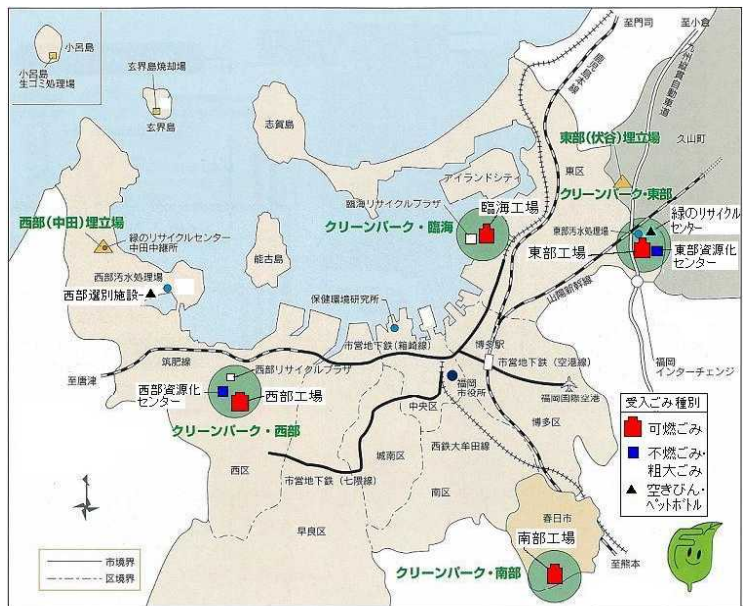


図3 ごみ処理関連施設配置図

ている。なお、GPS アンテナは収集車のルーフ部分に取付けている。GPS 装置は始業時に運転手が手動でスイッチを入れることにより、1 秒ごとの位置情報の取得を開始する。また、収集車の後部には 3 個の光電センサーを取付けており、ごみを投入すると光電センサーが反応し「収集中」と判断する。取得した位置情報と光電センサー情報は、GPS 装置本体付属メモリに格納される。



図4 GPS装置と光電センサー

GPS 用 PC

GPS 用 PC は収集車から送信されるデータを指定時刻に GIS 用 PC に転送する。また、計量システムから受付データを取得し、指定時刻に GIS 用 PC にデータを転送する。

GIS 用 PC

GIS 用 PC は、GPS 用 PC からの受信データの格納を行った後、位置情報と光電センサー情報と受付データの 3 種のデータのマッチングを行い、分析可能なデータとし、これらを基に軌跡表示を行い、校区ごとのごみ量の分析を行う。

(2) データ収集とごみ量分析までの流れ

本システムによるデータ収集および解析の流れを図5に示した。

ごみ収集車に搭載した GPS 装置を用いて測位を行い、ごみ収集開始から終了までの位置情報および光電センサー情報をメモリーカードに蓄積する。

清掃工場などでごみ計量をしている間に、メモリーカードに蓄積した位置情報と光電センサー情報を無線LANで工場の計量棟内の GPS 用 PC に送信する。

また、GPS 用 PC は、ごみ処理ネットワークシステムの計量データを取得する。

各工場の GPS 用 PC が廃棄物試験研究センターの GIS 用 PC にデータを送信する。

蓄積した収集車の位置情報などを基に GIS ソフトを使用してデジタル地図上に動態軌跡を表示する。

収集車の動態軌跡とその軌跡上で収集した重量（計量データ）を用いて、小学校区単位でのごみ収集量を計算・集計し、それらの結果を GIS ソフトを使ってデジタル地図

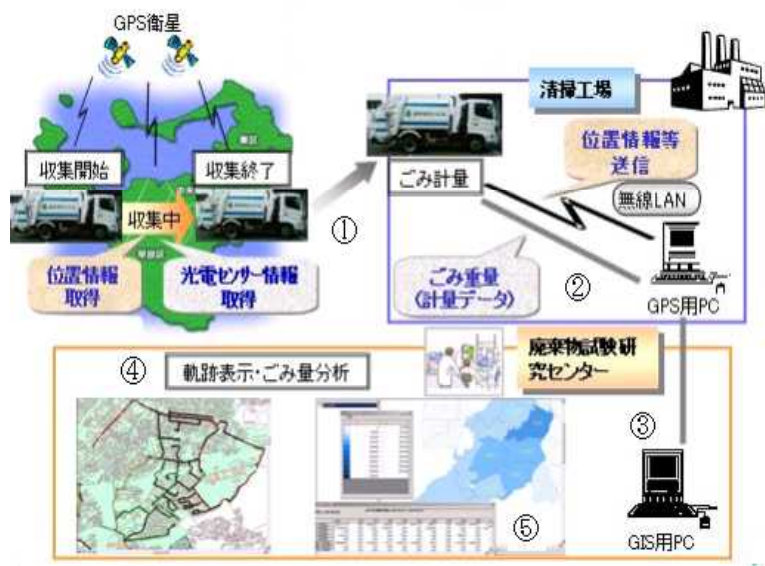


図5 データ収集からごみ量分析までの流れ

上にグラフィック表示する。

(3) ごみ量分析の詳細

小学校区単位でのごみ排出量の分析手順は、次に示すとおりである。

ごみ収集車の動態軌跡作成

まず最初に、ごみ収集車の動態軌跡を図6に示すとおり作成する。図中の「○」は走行中のポイントであり、「●」は収集中のポイントを表している。また、図7に示すとおり、それぞれのポイントは位置情報および光電センサー情報を保有している。位置情報としては、時刻、緯度・経度、車両の移動速度などの情報を保有しており、光電センサー情報としては、「走行中」か「収集中」かのいずれかの情報を保有している。



図6 ごみ収集車の動態軌跡の例



図7 ごみ収集車の動態軌跡と軌跡が保有する位置情報等の内容

「収集中」ポイントの抽出

次に、図8 に示すとおり、光電センサーが感知した収集中のポイント抽出し、各小学校区内のポイント数をカウントする。

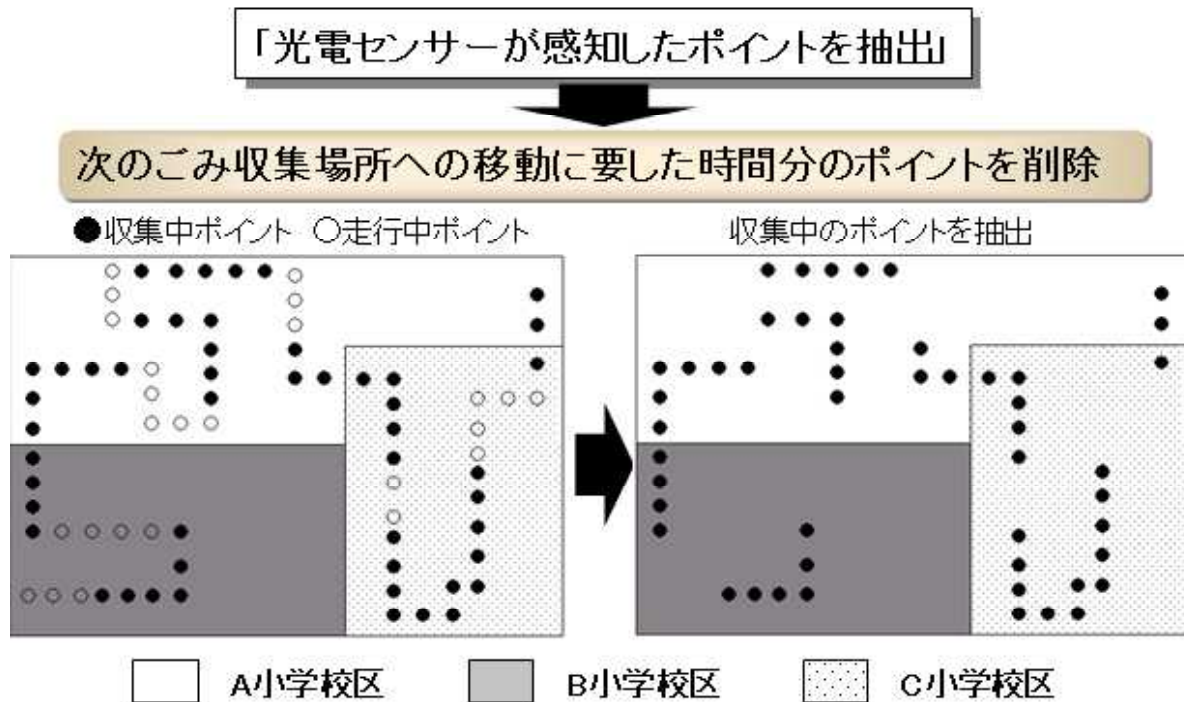
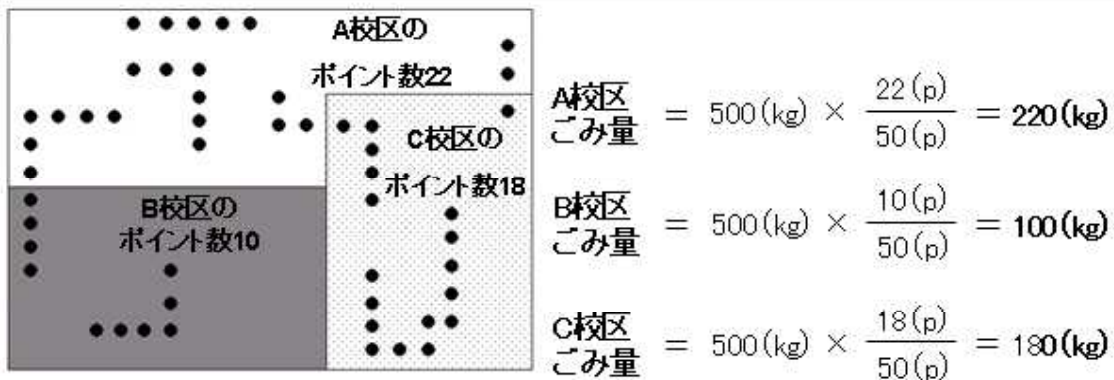


図8 「収集中」ポイントの抽出

小学校区単位ごみ量の計算方法

最後に、図9 に示すとおり、A 校区のポイント数と収集中の全ポイント数、および 1 台の収集車のごみ収集量を用い、次式により A 校区のごみ量を算出する。B 校区、C 校区についても、同様に計算する。

$$A \text{ 校区ごみ量} = \text{ごみ収集量 (計量データ)} \times \frac{A \text{ 校区のポイント数}}{\text{収集全体のポイント数}}$$



Z号車M回目 収集の全ポイント数 = 50 p
 ごみ収集量(計量データ) = 500 kg

図9 小学校区単位ごみ量の計算方法

4 収集情報の公開およびデータ解析

1) ホームページによる情報の公開

本システムにより得られた小学校区ごとのごみ量の情報については、平成 17 年 11 月から本市のホームページで公開し、市民に向け情報発信している。また、各区役所のごみ減量担当課に毎月のごみ量データを配信し、市民啓発用の資料作成時に活用している。図10にホームページのトップ画面および図11に可燃ごみ量表示画面の一例を示した。なお、本ホームページのアドレスは、<http://www.fch.chuo.fukuoka.jp/gomi/gps/HTML/top.htm>である。



図10 ホームページ画面

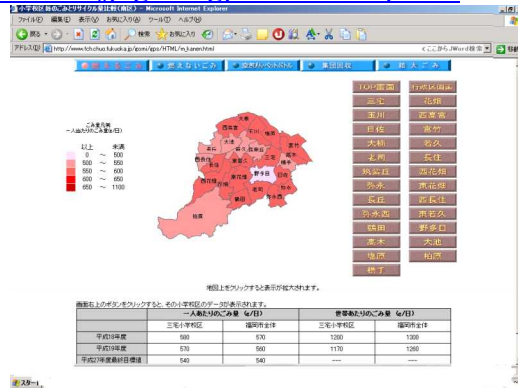


図11 可燃ごみ量表示画面例（南区）

2) データ解析

これまで、ごみ排出量の地域特性を把握するため、ごみ排出量マップを作成するとともに、ごみ排出量と社会指標などとの関係について検討^{2)~4)}してきた。また、有料化による減量効果検証⁵⁾も試みた。

(1) ごみ排出量（回収量）マップ

1人あたり可燃ごみ排出量

平成 17 年度と 18 年度の可燃ごみ排出量マップを図 12 に示す。可燃ごみ排出量は市の中心部および総合大学所在地とその周辺の校区で多く、郊外で少ない傾向にあった。平成 18 年度は 17 年度と比べ有料化の効果により全体的に減少傾向となっていた。

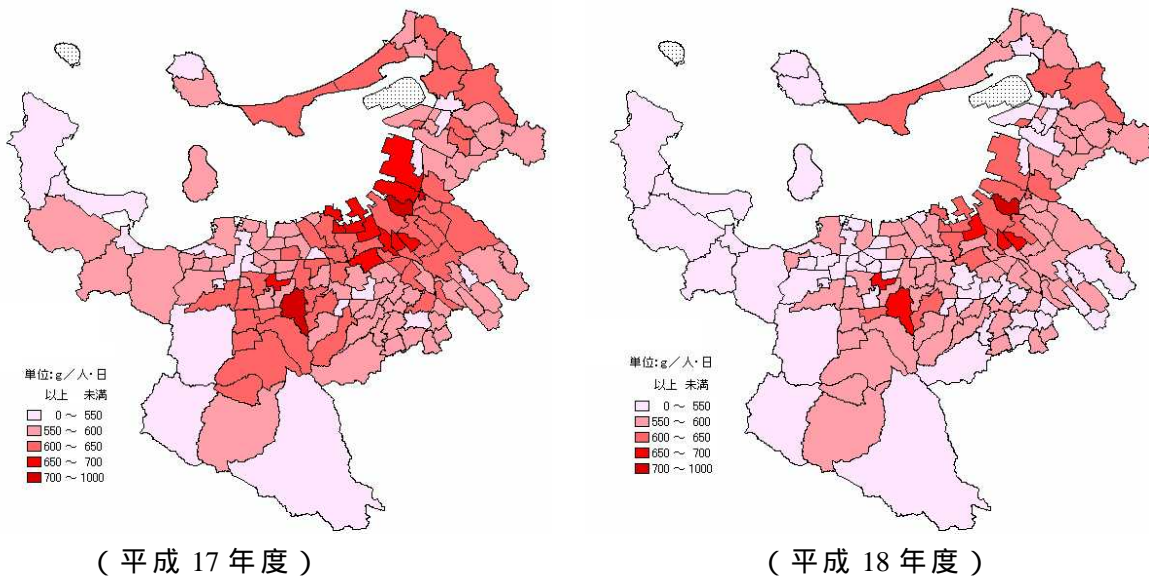


図12 家庭系可燃ごみ排出量マップ

(イ) 1人あたり不燃ごみ排出量

平成 17 年度と 18 年度の不燃ごみ排出量マップを図 13 に示す。不燃ごみ排出量は市中心部で少なく、郊外で多い傾向を示した。平成 18 年度は平成 17 年度と比べ、有料化の効果により全体的に減少傾向となっていた。

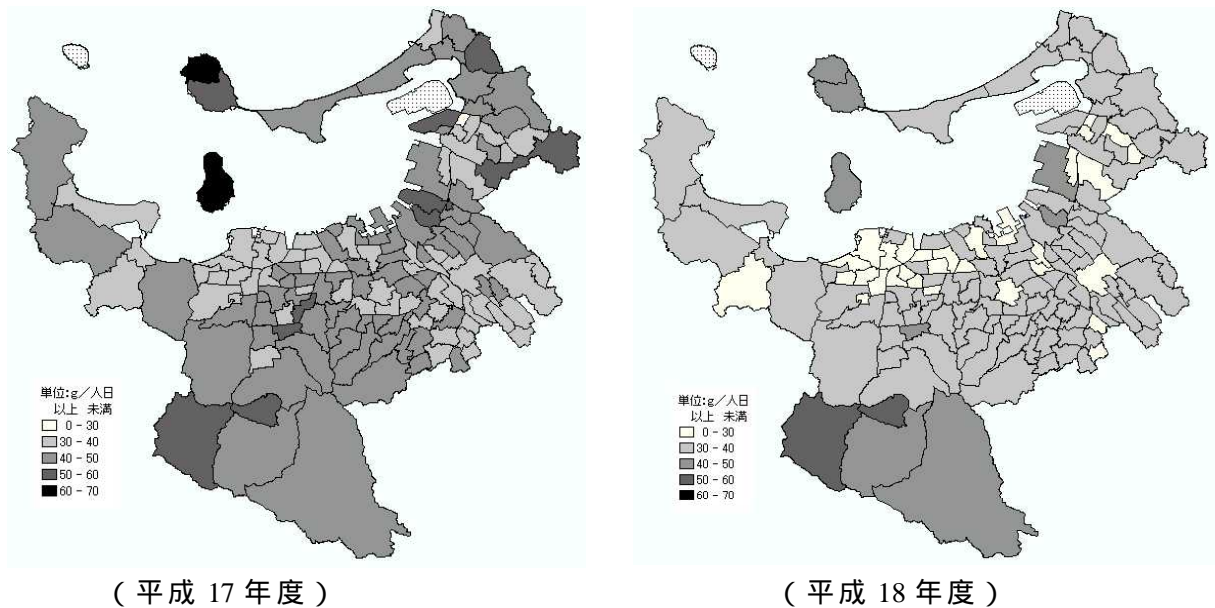


図13 家庭系不燃ごみ排出量マップ

(ウ) 1人あたり空きびん・ペットボトル回収量

平成 17 年度と 18 年度の空きびん・ペットボトルの回収量マップを図 14 に示す。回収量は市の中心部で多く、郊外で少ない傾向にあった。平成 18 年度は、平成 17 年度と比べ、市の中心部では回収量が多くなり、郊外では少なくなるという異なる傾向が見られた。

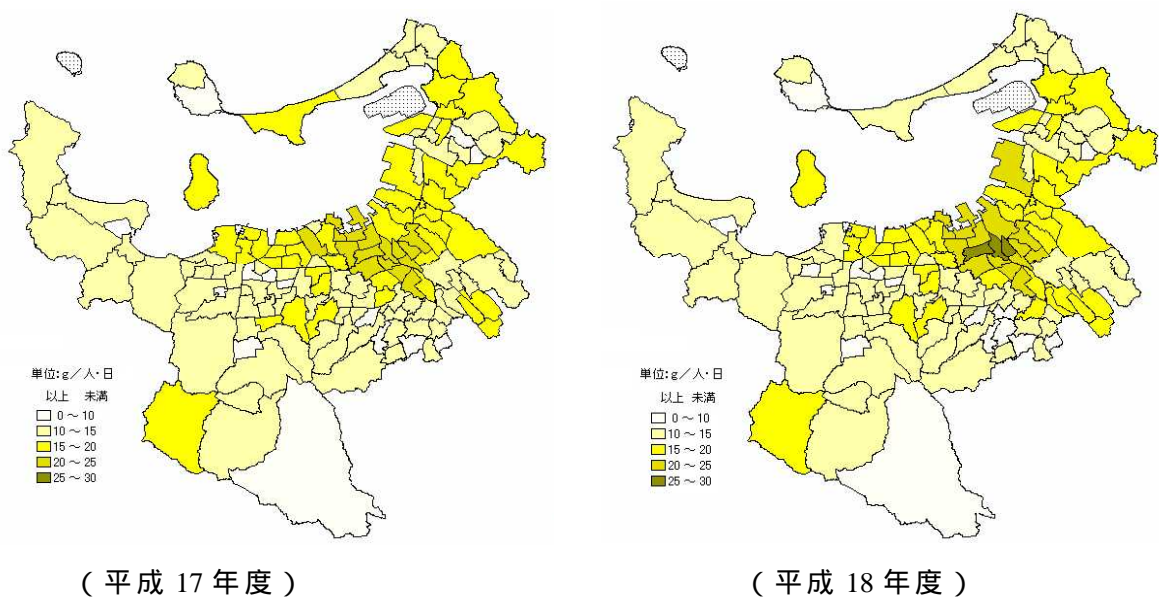


図14 家庭系空きびん・ペットボトル回収量マップ

(2) ごみ排出量と社会指標などとの関係

1人あたりごみ排出量と社会指標などとの関係について検討した結果の一部を以下に示す。

可燃ごみ排出量と平均世帯人員の関係

1人あたり可燃ごみ排出量と校区の平均世帯人員との関係を図15に示した。1人あたり可燃ごみ排出量は平均世帯人員が多くなるほど少なくなる傾向($r=-0.63$)にあった。

これは世帯人員が多くなるほど無駄が少なくなりごみが少なくなるためではないかと思われた。

可燃ごみ排出量と単独世帯割合の関係

1人あたり可燃ごみ排出量と単独世帯割合の関係を図16に示した。1人あたり可燃ごみ排出量は校区の単独世帯数の校区の世帯数に占める割合が高くなると多くなる傾向($r=0.62$)にあった。図15の平均世帯人員との関係と矛盾しない結果であった。

可燃ごみ排出量と20歳前半人口割合の関係

1人あたり可燃ごみ排出量と、20歳から24歳までの人口の校区人口に占める割合との関係を図17に示した。

1人あたり可燃ごみ排出量は、20歳前半人口割合が高いほど、多くなる傾向($r=0.62$)にあった。

可燃ごみ排出量と民間借家世帯の関係

1人あたり可燃ごみ排出量と民間の借家世帯の校区世帯数に占める割合との関係について図18に示した。

民間借家世帯割合が高くなるほど1人あたり可燃ごみ排出量は多くなる傾向($r=0.54$)にあった。

可燃ごみ排出量と地域集団回収量との関係

1人あたり可燃ごみ排出量と1人あたり地域集団回収量との関係について図19に示した。1人あたり地域集団回収量が多くなるほど1人あたり可燃ごみ排出量は少なくなる傾向($r=-0.36$)にあった。

このことから、地域集団回収が可燃ごみ量の減少に寄与していることを確認することができた。

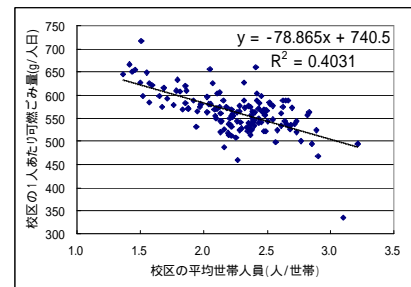


図15 可燃ごみ排出量と平均世帯人員との関係

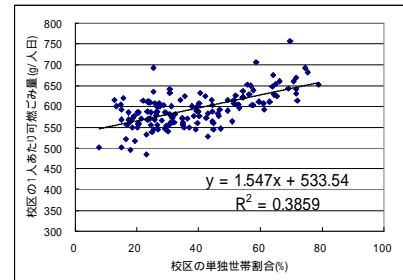


図16 可燃ごみ排出量と単独世帯割合の関係

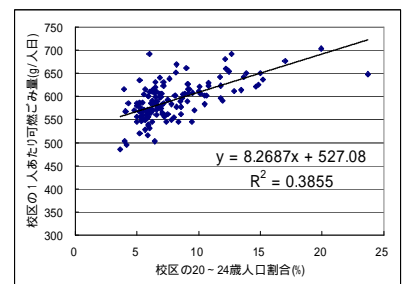


図17 可燃ごみ排出量と20歳前半人口割合の関係

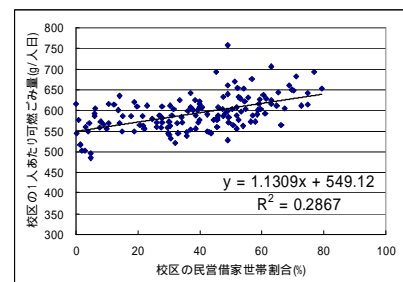


図18 可燃ごみ排出量と民間・借家世帯割合との関係

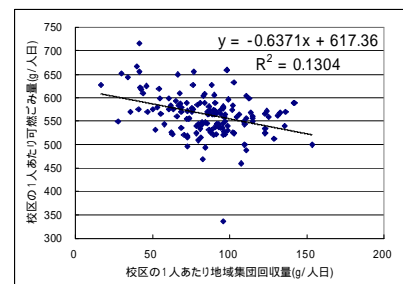


図19 可燃ごみ排出量と地域集団回収量との関係

可燃ごみ排出量と小学生割合の関係

1人あたり可燃ごみ排出量と校区の小学生数の校区人口に対する割合との関係について図20に示した。

小学生割合が高くなるほど、1人あたり可燃ごみ排出量は少なくなる傾向($r=-0.52$)にあった。小学生を有する世帯は地域集団回収への協力度が高いこと、あるいは世帯人員数が多く無駄が少ないこと、などの理由により、このような傾向が現れているのではないかと考える。

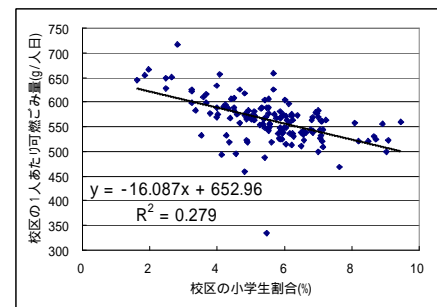


図20 可燃ごみ排出量と小学生割合との関係

不燃ごみ排出量と人口密度の関係

1人あたり不燃ごみ排出量と校区の人口密度との関係について図21に示した。人口密度が高くなるほど1人あたり不燃ごみ排出量は少なくなる傾向($r=-0.51$)にあった。これは人口密度が高いところほど住居面積が狭くなり住居由来の不燃物が少なくなるためではないかと考える。

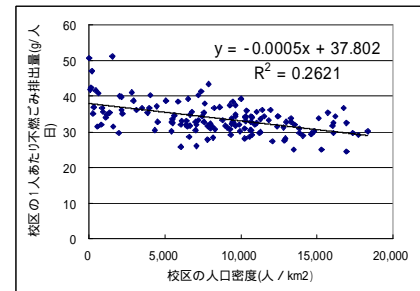


図21 不燃ごみ排出量と人口密度の関係

空きびん・ペットボトル回収量と平均世帯人員との関係

1人あたり空きびん・ペットボトル排出量と平均世帯人員との関係を図22に示した。空きびん・ペットボトル回収量は可燃ごみの場合と同様に世帯人員数が増えると少なくなる傾向($r=-0.73$)にあった。市中心部の校区では、単身者が多く、これらのエリアでは空きびん・ペットボトル回収量が多くなる傾向が見られた。

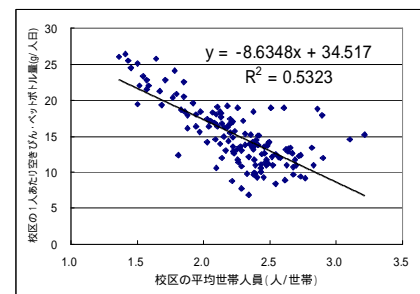


図22 空きびん・ペットボトル回収量と平均世帯人員との関係

3) 有料化による減量効果

福岡市は平成17年10月から、家庭から排出される可燃ごみ、不燃ごみおよび空きびん・ペットボトルの収集を有料化した。この有料化による可燃ごみ減量効果について、本システムにより得られたデータを使用して解析を行った。

なお、有料化前の収集量については、平成16年10月から平成17年9月までのデータを使用し、有料化後の収集量については、平成17年10月から平成18年9月までのデータを使用した。

調査対象とした142校区の減量率の平均値は10.0%、最小値は1.4%、最大値は34%、最頻値区間は10%以上11%未満の区間で28校区であった。減量率の度数分布を図23に示す。

また、1人あたり可燃ごみ量は、有料化前の142校区の平均値は、624g/人日であり、最頻値区間は590g/人日以上610g/人日未満の区間であったが、有料化後は平均値が558g/人日、最頻値区間は550g/人日以上560g/人日未満となり、平均で66g/人日の減量となった。1人あたり可燃ごみ量の度数分布の変化を図24に示す。

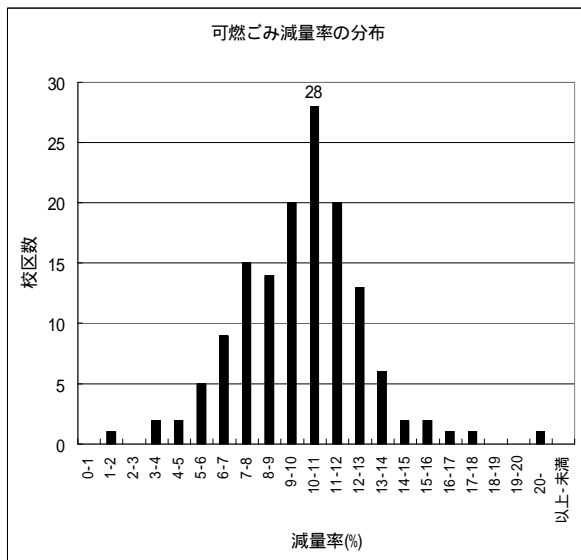


図23 可燃ごみ減量率の分布

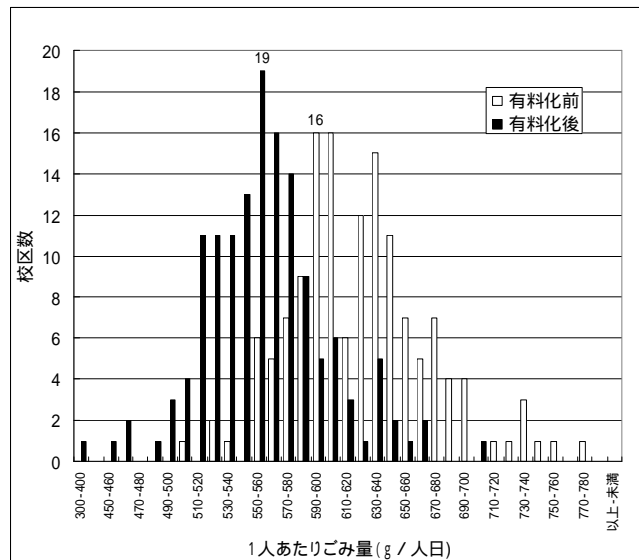


図24 可燃ごみ量の有料化前後の度数分布図

5 まとめ

今後は、戸建て住宅や共同住宅などの住居形態の違いによる排出特性の違いや、商業地域・住居地域などの用途地域の違いによる排出特性の違いなどについても、調査・解析し、地域特性を明らかにしていきたいと考えている。

また、紙リサイクルボックスや校区紙リサイクルステーションの適正配置の検討など、現在実施中の施策の効果検証や今後導入される新たな施策の効果検証を行っていくとともに、市民にとってわかりやすい的確な情報の発信に努め、市民による自発的なごみ減量・リサイクル活動の支援をしていきたいと考える。

< 参考文献 >

- 1) 大跡恵美、山崎哲司：全地球測位システム (GPS) 及び地理情報システム (GIS) を活用した家庭ごみ収集情報解析システムについて、第25回全国都市清掃研究・事例発表会論文集、25-27、2004
- 2) 大隈俊之、前田茂行、吉武和人：全地球測位システム (GPS) 及び地理情報システム (GIS) を活用した家庭ごみ収集量推計調査について、第28回全国都市清掃研究・事例発表会論文集、58-60、2007
- 3) 大隈俊之、前田茂行、吉武和人：全地球測位システム (GPS) 及び地理情報システム (GIS) を活用した、校区ごと家庭ごみ収集量推計調査 (2006)、福岡市保健環境研究所報、32、105-109、2007
- 4) 大隈俊之、前田茂行、吉武和人、全地球測位システム (GPS) 及び地理情報システム (GIS) を活用した、校区単位家庭ごみ量調査 (ごみ排出特性解析)、第29回全国都市清掃研究・事例発表会論文集、2008
- 5) 前田茂行、大隈俊之、吉武和人：福岡市における家庭ごみ有料化によるごみ減量効果、福岡市保健環境研究所報、32、110-112、2007