

廃食油回収ロボットの配置方式

福山峻一[†] 吉川憲昭[‡] 黒田幸明[‡] 中林 興太郎^{††} 水本 高[¶]
 大阪電気通信大学[‡] 株式会社サイバー創研[§] 鳥取発エコタウン 2020* 有限会社ステップ[‡]

1 はじめに

家庭から廃棄される廃食油を回収し有効活用するために、廃食油の回収拠点毎に、注油に向かう会員の認証と音声ガイダンスを与えることで安全かつスムーズに回収を行うための回収用のロボットを固定的に配置した、巡回回収を行うモデルを検討した。具体的には、鳥取県市部(1198 km²)を対象にして、年間の1人当たりの食用油平均消費量を4リットル/年、人口密度367人/km²、会員帯加入率を(1/2~1/4)、ロボット容量、回収量の変動、運用年経費、会員への還元割合、回収の頻度等を勘案した効率の良いロボットの面的配置基準を提案する。なお、本提案の内容は、総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE) 地域 ICT 振興型研究開発で採用された「廃食油回収用ユビキタスネットの研究開発」に基づくものである。

2 回収システムモデル

回収の対象地域は、鳥取県をモデルとして作成する。回収の拠点にロボットを固定的に設置し、廃食油を回収する。廃食油回収に協力する一般消費者をセンターサーバに会員登録して、会員(一般消費者)が随時、廃食油をロボットのところまで持参して廃食油をロボットに注入する。ロボットの廃食油の規定レベルが規定値を超える場合または一定期間毎に巡回回収を行う。ロボットは廃食油を注入した会員にポイントを加算する。サーバはポイントに応じ消費者に還元する。

3 ロボットがカバーする半径の試算

回収ロボットの配置を行うために、ロボットがカバーする半径を設定する。ロボットがカバーする半径は大きいほど1台のロボットで多くの会員からの回収を行えるので回収の効率は向上するが、あまり大きくしすぎると、回収地点

迄の距離が大きくなり、逆に回収の効率が低下する。

以下にロボットで回収した廃食油の実勢価格を収入として、回収にかかる総コストを支出として収支差を算出する。

収入は、(年間回収量)・(実勢価格)となり、支出は、(固定費)+(変動費)となる。ここで、年間回収量を q リットル、実勢価格を1リットル当たり a 、固定費を c 、変動費を $p \cdot q$ とすれば、収入は $q \cdot a$ 、支出は $c + p \cdot q$ となる。固定費としてロボットの減価償却費とする。ロボットを5年定率償却、変動費係数 p を0.5としてロボットの創設費をパラメータとした回収量と収支差の関連を図1に示す。図1からロボットの創設費が30万円、25万円、20万円、15万円に対して収支差額が0になる回収量の目安はそれぞれ3000、2500、2000、1500リットルとなる。

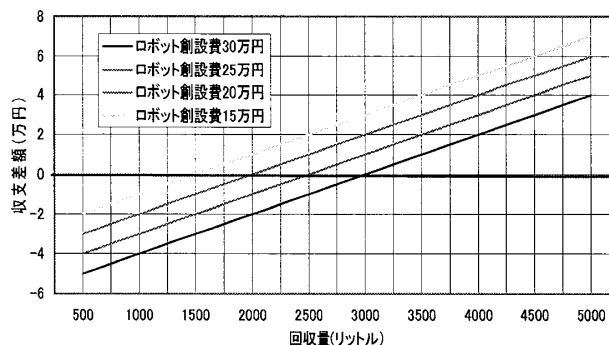


図1 廃食油回収量と収支差

4 ロボットで面的カバーする際のロボット半径の試算

ロボットを複数配置して鳥取市部全域をカバーする際の収支を試算する。会員加入率を f 、市部総面積を s 、人口密度を v 、1人あたり年間の廃食油回収量を u とすれば、ロボットが回収する廃食油総量は $s \cdot v \cdot u \cdot f$ となる。またロボット半径を r とすれば、1ロボットあたりの回収量は $s \cdot v \cdot u \cdot f / (s / (\pi r^2))$ となる。

ここで、 s を1198 km²、 v を368人/km²、ロボットの創設費を25万円、変動費係数 p を0.5とした際の加入率 f をパラメータにしたロボット半径と収支差の関係を図2に示す。収支差が

*Deployment Methods for Robots Collecting of Waste Edible Oil [†]Shunichi Fukuyama [‡]Noriaki Yoshikawa, Komei Kuroda ^{††}Kotaro Nakabayashi, [¶]Takashi Mizumoto, [‡]Osaka Electro-Communication University, [§]Cyber Creative Institute, *Tottirihatsu EcoTown 2020, [‡]STEP Ltd.

プラスになるロボットエリア半径は加入率 1/2, 1/3, 1/4 に対してそれぞれ, 1.5km, 1.75km, 2km 以上となり, この場合の回収人口は 1400 人 (廃食油回収量 2800 リットル) 程度となる. 回収費用はロボット半径には関係せず加入率 1/2, 1/3, 1/4 の場合, それぞれ 881 万円, 587 万円, 440 万円となる.

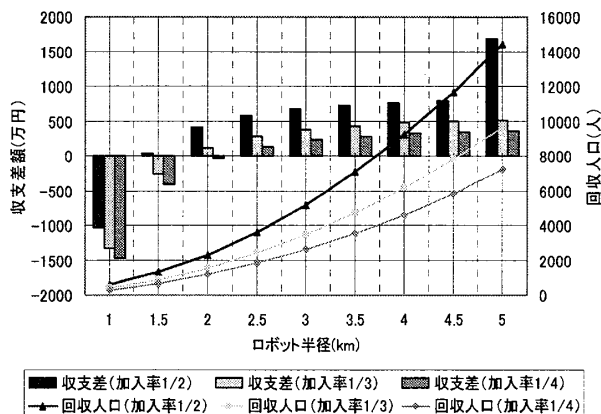


図2 ロボット半径と収支差

回収費用の内訳は, 回収直接費とポイント還元費から構成され, 直接回収費は通信費, 電力費, サーバの減価償却費, 回収労務費となる. たとえば, 加入率 1/4 の場合, 電力費を 1.5 万円/年, サーバ費用を 30 万円, サーバの接続費を 4 万円/月, ロボット通信費を 0.1 万円/月, 回収労務費を 150 万円とすれば, ポイント還元割合として概略 20%程度が可能となる.

5 ロボットの回収の周期

鳥取市と米子市のロボット半径を, それぞれの地域の人口密度 (262 人/ km², 1128 人/ km²) に概略反比例させて 2.5km, 1.5km とした場合の回収の周期を算出する. なお, 鳥取市, 米子市, 倉吉市の面積 766 km², 132km² をカバーするためのロボット数はそれぞれ 39, 19 となる.

回収はロボットの容量が規定値以上になった場合行うこととし, 規定値は, 回収量が時期によりばらつきがあることを考慮してロボット容量の 1/1.5 となった場合に実行することとして加入率 1/4 とした場合の算出したロボットの容積と回収周期の関係を図 3 に, 鳥取市でのロボットの配置例を図 4 に示す.

ロボットの容積を 100 リットルとした場合, 鳥取市, 米子市での回収の周期は, それぞれ 9.5 日, 6.1 日となる. 米子市で回収周期を長くするには, ロボットの半径を小さくするか, ロボットの容積を大きくすることが考えられる. た

えば, 回収の周期はロボットの半径を 1km とすれば 13 日, ロボットの容量を 150 リットルとすれば, 8 日となる.

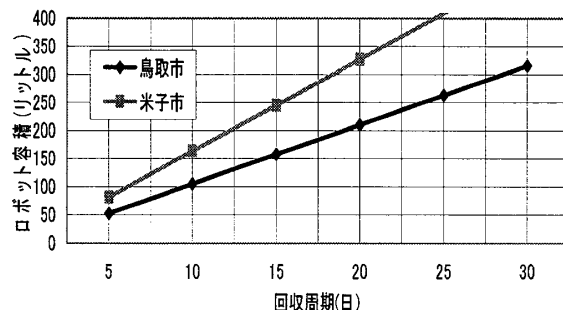


図3 ロボットの容積と回収周期の関係

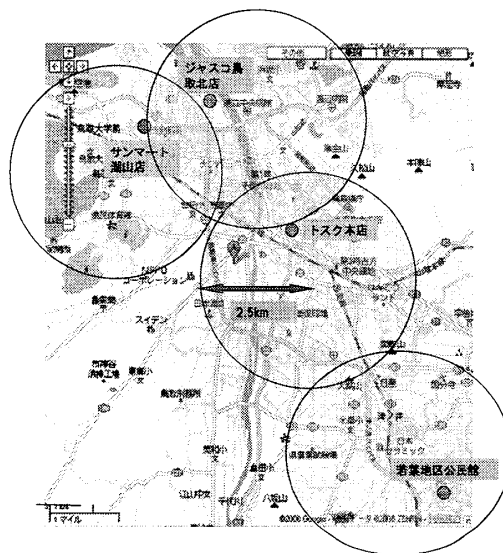


図4 ロボットの配置例

1 ロボットあたりの回収時間を 20 分 (ロボットの間の移動時間を概略 10 分, 回収作業を 10 分) とした場合, 1 日 (8 時間相当) の回収ロボット数は概略 24 台となる.

6 まとめ

以上の検討結果に関しての実証実験を鳥取市で実施して, 加入率, 回収量の月変動量, 地域変動量, 1 人 (世帯) あたりの平均回年間収量, 回収作業時間等のデータを取得して, 事業性の評価を行う.