

# 産廃収集運搬業で一般化を図る AI自動配車システム

株式会社イーアイアイ 代表取締役 胡浩



産廃収集運搬業における配車業務の属人化、技術継承の難化、人材不足等の課題に対し、弊社は、産廃収集運搬業に特化したAI自動配車システムの開発を行ってきた。さらに、その普及拡大に向けて自動配車システムの一般化を図るために、業務基幹システムと自動配車システムを統合化した一気通貫のSaaSシステム「Waste Force™」を構築した。本稿では、自動配車システムの開発とその普及拡大について弊社の取り組みを紹介する。

## 1. はじめに

近年、情報通信技術の急速な発展、2050年にカーボンニュートラルの実現目標の表明、産業界におけるDX（デジタルトランスフォーメーション）の推進等を背景に、時代が急速に変化している。こうしたなかで、廃棄物処理業界では、事業運営の属人化、人材不足、技術継承の難化等、顕在化した課題を抱え続けている。今後、競争力を向上させ、安定的に事業を継続させるためには、こうした課題の解決と同時に、CO<sub>2</sub>削減、業務効率化、並びに生産性の向上が求められている。その解決策としてAI・IoTをはじめとした情報通信技術の活用による事業プロセスの高度化が期待され、廃棄物処理業におけるDX化が目ざされている。

そこで弊社は、産業廃棄物の収集運搬プロセスに着目し、その自動化・省力化に寄与するソリューションとしてAI自動配車システムの開発を行っている。この間、環境省「CO<sub>2</sub>削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」（平成31年度から令和3年度）に採択され、3年をかけてAI自動配車アルゴリズムと自動配車システムの開発を行ってきた。

現在は、普及拡大を推進する段階にあり、大規模な事業者のみならず、小規模な産廃収集運搬業者にも安価で使いやすいAI自動配車サービスの提供を目指し、廃棄物処理業界全体における業務効率と生産性の向上を図ることを目的とする。

## 2. 産廃配車業務の現状と課題

一般的に産業廃棄物の収集運搬車に関する配車業務は、受注情報、勤務情報等をもとに人が経験則に基づき配車ルートを作成する。この配車業務を実施するために、顧客からの受注対応、乗務員の出勤管理、月間拘束時間の整理など配車に必要なデータを揃える業務（準備業務）がある。人が適切な配車計画を作成するためには、抜群な地理感覚と走行時間や作業時間に対する正確な予測能力が求められる。複数の車種、回収パターン、取り扱いの相違点等、数多くの制約条件をクリアする必要がある。さらに、排出現場や事業所の数、車両台数の増加によって、顧客が指定する時間枠内になるべく走行時間が短い配車ルートの作成、その難易度が指数的に増加し、職人技が必要となる。これらの業務は、配車担当者が廃棄物処理基幹システム、ホワイトボード、

エクセル、紙、業務無線など、様々なツールを活用しながら、同時並行による作業を連日に行っているのが実態である(図1)。

配車担当者へのヒアリングでは、プロの配車マンを育てるためには、3年から5年

かかると言われている。配車業務の属人化が深刻化し、配車技術の継承、人材確保と育成が課題となっている。

図1 実際の配車業務の様子

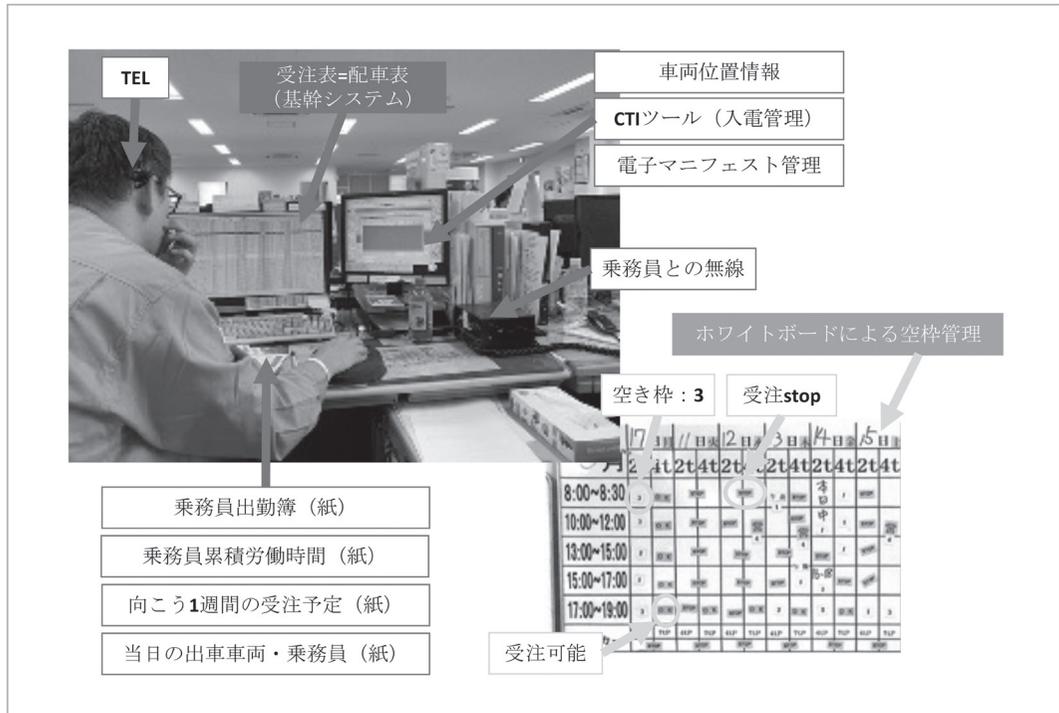
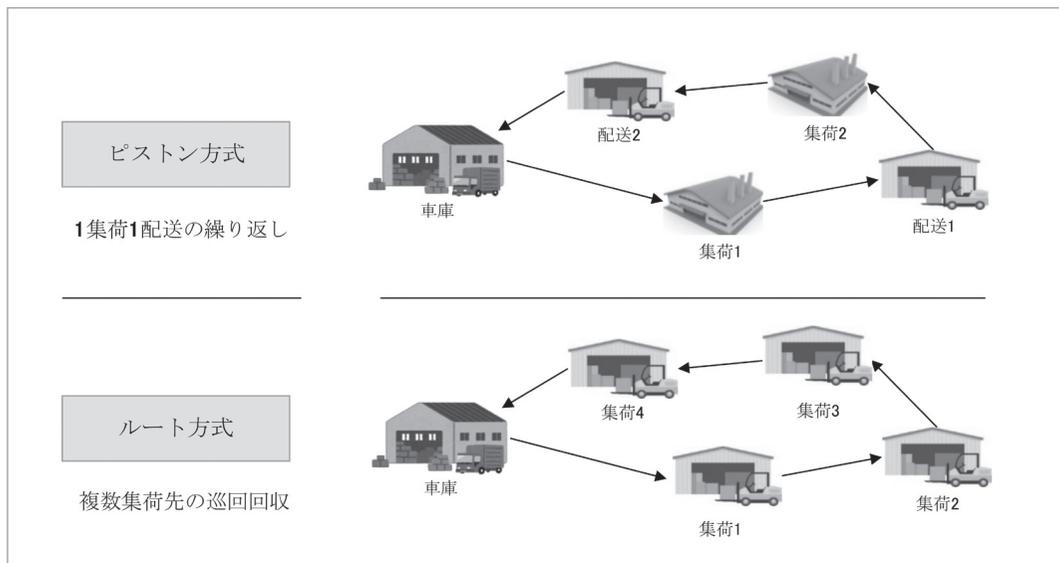


図2 対応する回収パターン



### 3. AI自動配車システムの概要

#### 3-1 自動配車アルゴリズムの開発

上記課題に対し、本事業では、廃棄物収集運搬業務の制約条件が多い特徴、および問題の複雑性を考慮したうえで、先進的なAIをベースに、複数の組み合わせ最適化アルゴリズムを融合することで、手動の配車結果を上回る最適ルートを短時間（5分以内）で自動的に算出でき、廃棄物の収集運搬業務に特化した独自のAI自動配車アルゴリズムを構築できた。対応可能な回収パターンは、ピストン回収とルート回収の2パターン（図2）となる。

開発したアルゴリズムは、翌日配車・当日配車、ならびにピストン回収・ルート回収にも対応できる。このアルゴリズムは、各社の配車ルールやオペレーションの違いをカスタマイズ可能で自由度の高いアルゴリズムである。また、過去の人による手動配車の実績データベース（DB）を保有しており、このDBを活用し、人による経験則（ヒューリスティック）をアルゴリズムに取り込んでいる点も本事業の特長の1つとなる。開発したアルゴリズムの特長を以下に整理し、その仕様を表1に示す。

- ✓ 複雑で多様な制約条件を満たす解の算出が可能。
- ✓ 手動配車を上回る配車ルートの算出が可能。
- ✓ リアルタイムの自動配車が可能であり、

表1 自動配車アルゴリズムの概要

項目	仕様
回収方式	ピストン回収、ルート回収
業務種類	計画配車、当日配車（リアルタイム）
対応可能車種	コンテナ車、アームロール車、ダンプ車、パッカー車、ユニック車、大型車、保冷車、等
最大組み合わせ数	500 現場/100 台/車種 ※条件により拡大可能
計算時間	5分以内
システム方式	クラウド型

当日のイベント対応可能。

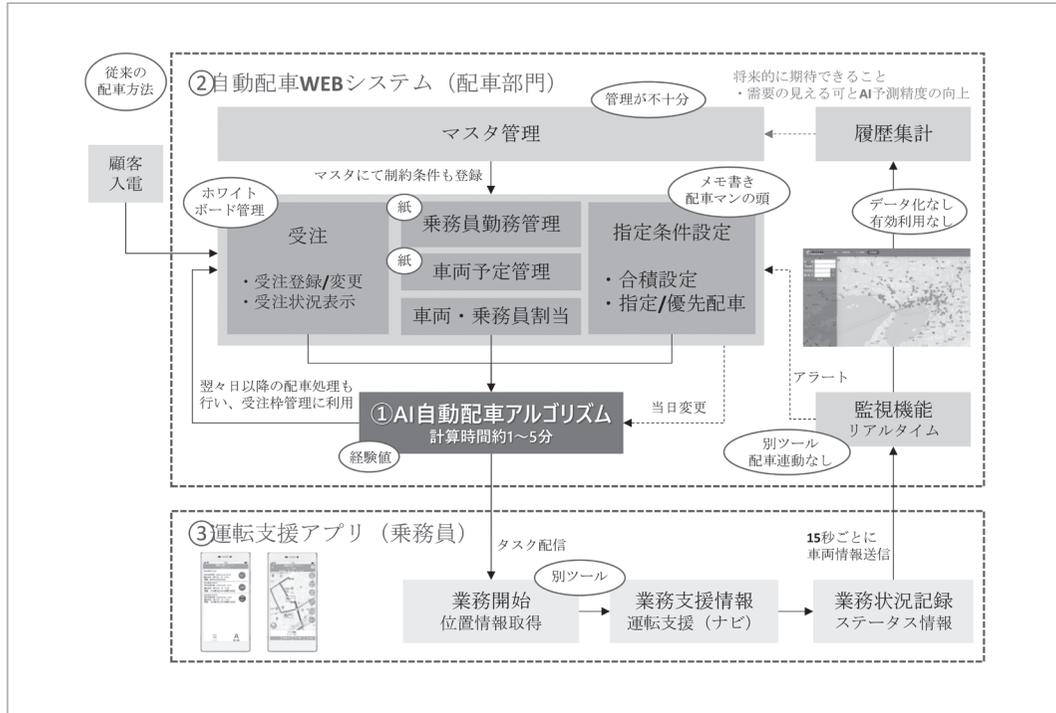
- ✓ 制約条件の追加・削除等のカスタマイズが可能。
- ✓ 求められる計算時間内に、その時点の最適解を出すことが可能。
- ✓ 並列計算に適合し、計算速度の性能向上を図りやすい。
- ✓ 処理プロセスが安定し、確実性が高い。

#### 3-2 自動配車システムの概要

配車業務は、顧客情報のマスタ登録、電話による受注業務等を行う基幹システム等とも連動した多岐にわたる複雑なシステムが必要となる。さらに、AI自動配車アルゴリズムを搭載した自動配車システムを実際の業務で運用するためには、既存の配車業務に加え、自動配車アルゴリズムの計算に必要なデータ収集と一元管理機能を備えた自動配車システムの構築が必要不可欠となる。以上を踏まえて、本事業で開発したシステムは、①AI自動配車アルゴリズム、②自動配車WEBシステム、および③乗務員運転支援アプリケーションによって構成される（図3）。これら3つのシステムが相互連携し、翌日以降の計画配車および当日配車の自動化を実現させることが可能となる。配車業務は、システム化を通じて、ホワイトボードや紙等を利用した従来のアナログな配車方法と比べ、年間CO<sub>2</sub>排出量の削減だけでなく、業務の効率化、ヒューマンエラーの防止、配車業務負担の軽減等、様々な効果に結び付く。

加えて、将来的に本システムを運用し関連するデータが蓄積されることで、運転手一人ひとりの運転特性、顧客特性、事業所特性を定量的に捉えることが可能となり、より実態に近い予測が可能になるだけでなく、定量化されることでさらなる

図3 AI自動配車システムの構成と従来方法の比較



配車効率の向上に向けた経営判断の指標として有効活用することが期待できる。また、CO<sub>2</sub>排出量の計測など、今後求められるであろうデータの計測への拡張も期待できる。

### 3-3 導入事例

導入事例として実際にA社で導入するアルゴリズムの概要を表2に示す。アルゴリズムはユーザーのオペレーション実態と合わせて初期設定またはカスタマイズが可能である。導入効果に関しては、6月14日の自動配車結果とベテラン配車マンによる手動配車の結果比較を表3に示す。当日の受注件数は93件、車両稼働台数は24台であった。

車両の走行時間の短縮、遅延などの削減とともに、配車業務そのものの圧倒的な効率化が図られることで、業務への常時拘束から解放され、より精度の高い事業管理・顧客サービスの提供に結び付くことになる。

表2 導入するアルゴリズムの概要

対象項目	内容
方式	ピストン回収
車種	2tダンプ車
台数	約25台
容器	品目別専用カートあり
作業	積込、設置、引上、入替、合積、宵積
休憩	社内ルール適用
制約	車両別走行エリア制約あり
公平	乗務員作業時間均一化考慮

## 4. 自動配車の一般化と普及拡大

### 4-1 AI自動配車機能付きクラウド型廃棄物業務基幹システム「Waste Force™」

#### 1) 普及拡大に向けた課題

自動配車機能の利用とは、受注情報、顧

客情報、契約情報、車両情報等、配車業務に関連する情報（自動配車のINPUTデータ）をもとに、AIが自動配車を行い、自動配車の結果（自動配車のOUTPUTデータ）を出力するものである。このINPUTデータの取得には、既存の業務システムとの連携が必要不可欠となる。しか

しながら、各社の業務システムやオペレーションの実情が異なるため、このデータ連携の部分は各社個別に対応する必要があり、この分の手間とコストがかかることが、普及拡大に向けた最大の阻害要因となると考えられる。

## 2) SaaSソリューション「Waste Force™」

上記課題を解決するために、これまでは個別に対応していたデータ連携の部分、すなわち、業務基幹システムに相当する機能を自動配車システムと一体化し、一般化を目指した開発を行ってきた。その結果、①廃棄物処理の業務基幹システムと、②自動配車システムを統合化した一気通貫のSaaS(Software as a Service)システム(名付けて「Waste Force™」)を構築した。つまり、Waste Force™を利用することにより、これまでのデータ連携のカスタマイズ開発が不要になり、これまで業務基幹システムを導入していない産廃収集運搬業者においても、安価かつ短期間で、自動配車機能を導入できるようになる。

今回の一般化開発にあたっては、数多くの産廃処理業者へのヒアリングを通して、各社における業務の実態、オペレーションの相違点、既存ITシステムの導入状況、および自動配車機能に対するニーズ等の調査を行った。そのうえで、AI自動配車システムの一般化の考え方を整理し、システムの初期設定の段階で、各社の相違点にな

表3 自動配車と手動配車の結果比較

比較項目	Human 手動配車	AI 自動配車	AI 導入効果
走行時間合計(h)	153.96	150.81	3.15時間短縮
公平性指数 ※1	1.55	1.18	公平性向上
遅延時間合計(h)	9.36	0	遅延時間削減
遅延受注数(件)	8	0	遅延件数削減
残業時間合計(h)	3.41	0	残業時間削減
配車業務時間(min)	180	5	業務時間 97%削減

※1 公平性指数は小さいほうが良い。

るべく対応できるよう自由度の高いシステム設計を行っている。

なお、本事業は産廃収集運搬における自動配車の普及拡大を目的としており、産廃業界内では、小規模な収集運搬業者の数が圧倒的に多い。このため、本事業では小規模事業者にも手軽に安価で利用しやすいSaaSシステムの構築を目指した。ユーザーにおけるSaaSのメリットを以下に示す。

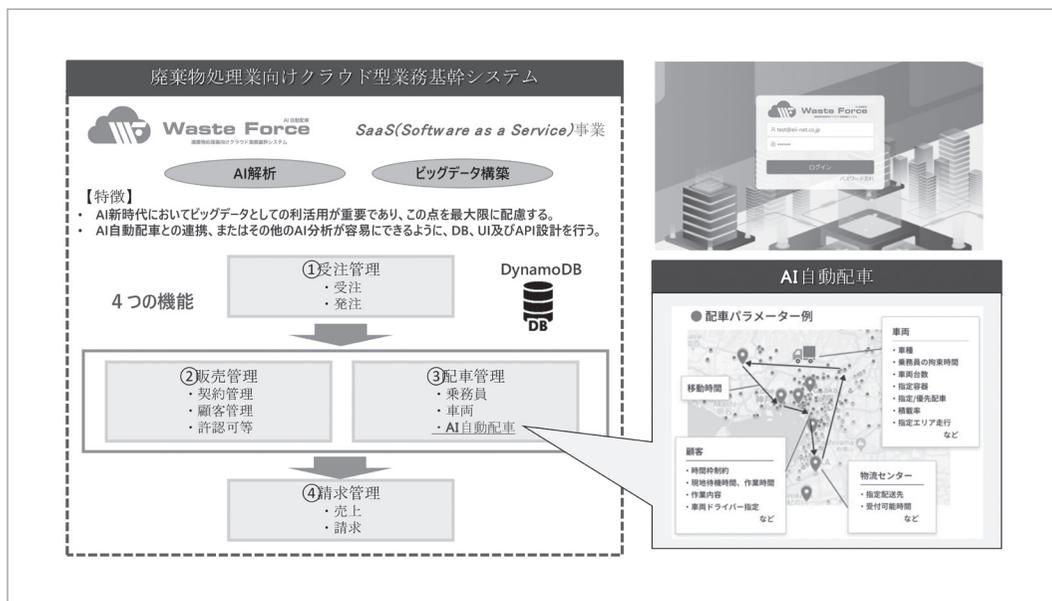
- ✓ インストール不要で、簡単に導入可能
- ✓ システムのアップグレードやメンテナンスが不要(ベンダー側負担)
- ✓ 時間や場所を問わず利用可能
- ✓ 利用者が多いため価格が安い

Waste Force™の概要を図4に示す。Waste Force™については、今年12月頃のリリースに向けて現在、最終調整段階に入っており、間もなく公開予定となっている。

## 4-2 自動配車システムのカスタマイズ開発

各社の状況により、Waste Force™を利用できない、あるいは、Waste Force™では対応できない機能が求められる場合には、個別のカスタマイズ開発で対応する必要がある。その際には、配車業務のオペレーションの現状調査、アルゴリズムの簡易開発、費用対効果の検証といった

図4 Waste Force™の概要



PoC (Proof of Concept) プロセスを経て、追加機能の開発に着手する方法が良いと考えられる。

## 5. おわりに

産廃収集運搬業における配車業務は複雑であり、とくに一定規模以上の業者では、業務管理や運営の習慣等が融合される場合もある。一般化された自動配車システムが業務効率化に有効だとしても、完全に受け入れるまでには一定の期間が必要であると考えられる。

そこで、自動配車システムの導入をはじめ、廃棄物処理業におけるDX化を推進するためには、「経営トップの意思」によるイニシアチブが最も重要となる。DXは、会社の経営戦略と相通ずるものがあり、部署間による内部連携が必要となるため、会社の総意としての活動が最も重要となる。また、DXの執行体制を明確化させることが必要である。

現時点では、廃棄物処理業におけるDX化はほとんど進んでいないといえる。多くの企業は、中期経営計画などでは、DXの必要性を強調しているが、具体的な戦略の

策定や執行が進められていない。VUCAな(簡単にいうと予測不可能な)時代において、産業界におけるCN、GX、CE、DXへの対応が求められる中において、廃棄物・資源循環分野においても、変革の方向性を捉えた展開が求められる。これが、競争力の向上ではなく、不確実性が高い新時代における生き残る戦略の1つであると考えられる。

また、DX化は企業規模の大小に関わらず、小規模事業者においても十分な取組みは可能である。むしろ、会社の大型化は、各基幹システムの統合に時間、コスト、技術を擁する課題があり、DX化による一元管理や、業務効率化などが進みにくい状況も見られる。

弊社では、自動配車システムの開発とその一般化を通して、産廃収集運搬業における普及拡大を図り、業界全体のDX化の推進に取り組んでいく。

謝辞

本事業の一部は、環境省「CO<sub>2</sub>削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」(平成31年度から令和3年度)によるものである。