

## 1. 委託調査名

3D 自動積付シミュレーションシステムと RFID の活用による物流省エネルギー対策導入調査事業

## 2. 調査実施者

株式会社 日通総合研究所

## 3. 共同提案者

南海プライウッド 株式会社、株式会社 サトー、株式会社 サヌキットジャパン、香川県産業技術センター、日本通運 株式会社

## 4. 調査内容

### 4-1. 本事業の目的

本事業では、車両積付効率(積載効率、作業効率)の向上、自動認識による製品情報管理(検品等)の徹底を目指し、物流効率化ならびに環境負荷の低減を図るために実施するものである。

具体的には荷主である南海プライウッドで倉庫から配送する際にトラックの積載率を高める「3D 自動積付シミュレーションシステム」と自動的な情報収集の基礎技術として RFID(RFID: Radio Frequency Identification)を活用することでムダのない積み込み方を割り出し、実際に積載することで CO2 排出量が既存の方式と比べどれだけ削減するか実測することを目的とする。

### 4-2. 本事業の概要 (独自性)

まず製品に無線 IC タグを建材などの製品につけておき、製品出荷時の専用ゲートを通過する際に製品情報を無線でパソコンに送信し、パソコンではこの情報から「3D 自動積付シミュレーションシステム」により効率のよい積載方法を算出し、指示図を作成した。

作業員は指示図を見ながら積載することで特別な熟練を必要とすることなく効率的な作業を実施した。

熟練作業も意思決定・判断に係わる時間を短縮することが可能になった。

さらに、ノウハウの蓄積・作業の標準化を促進することになるので、物流関係では不足がちな労働人口問題の解消にも貢献した。

図-1に実証実験のイメージを示す。

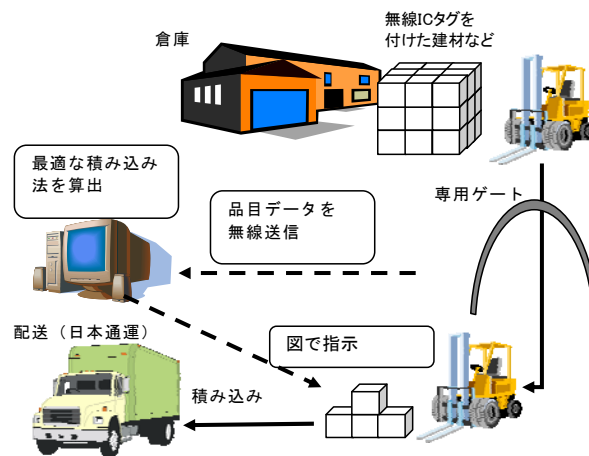


図-1 実証実験のイメージ



## 5. パートナーシップについて

### 5-1. 本事業において、荷主及び輸送事業者等とパートナーシップ(連携・協働)を組む上でのエピソード

「サヌキットジャパン」は航空用「3D 自動積付シミュレーション」を開発し、活用方法を検討していた。

本プログラムの有効性を検証しうる複雑な形状の荷物を扱う荷主として「南海プライウッド」を四国経済産業局経由で紹介された。

そして、物流の高度化を検討していた「南海プライウッド」は、四国経済産業局を通じて本事業の荷主としての参加を表明し、また同時に、配送を担当していた日本通運も参加することとなった。グリーン物流パートナーシップ支援事業に応募するにあたり、学識者である香川大学宍戸教授を委員長に委員会を形成、オブザーバーとして四国経済産業局を迎え、事務局を日通総研が担うことで理論と実務の両面でバランスのとれた組織を形成できた事は本事業の強みになったと言える。

### 5-2. 本事業における各パートナー(荷主・輸送事業者・消費者等)の役割

- 株式会社 日通総合研究所:委員会運営事務局、実証実験立案、データ集計、報告書とりまとめ
- 南海プライウッド 株式会社:実証実験環境の提供及び整備
- 日本通運 株式会社:物流輸送事業
- 株式会社 サヌキットジャパン、香川県産業技術センター:3D 自動積付シミュレーションの開発・カスタマイズ、製品マスターデータの整備、データ収集
- 株式会社 サトー:RFID 関連担当、タグ等のハードウェア準備、RFID データ収集

## 6. 調査結果

検討例1では、複数台の10t車の積載可能スペースに4t車の貨物を振り分けるケース、検討例2は同方向け10t車の積載可能スペースに同じく10t車1台分の荷物を振り分けるケース、検討例3は本システム活用によるフォークリフトの稼働時間の短縮を志向したケースであり、それらの組み合わせによるCO2排出削減量の算定をおこなった。

| CASE   | 検討例1   | 検討例2  | 検討例3                                 |
|--------|--|---|--------------------------------------|
| 削減対象   | 4t車削減  | 10t車削減  | フォークリフト稼働時間削減                        |
| 内容     | 10t車の空きスペースに同エリア向けの4t車の荷物を振り分ける。<br>1日当たり関東/中京向け4t車1~2台と関西向け4t車1台の削減 | 関西を通過(経由)する10t車の空きスペースに関西向けの10t車の荷物を振り分ける。<br>1日当たり関西向け10t車1台削減 | 1車あたりの積込時間を26分削減<br>1日あたり10t車12台分で削減 |
| CO2削減量 | 134.02t・CO2/年  | 39.11t・CO2/年  | 7.13t・CO2/年                          |

※ただし、検討例1と検討例2の同時実施にはさらに詳細な検討が必要である。

**CO2 削減量合計=180.26[t-CO2/年]**

### 【提案時のCO2排出削減量】

工場から全国各地へ配送距離を300kmとし、積載率を80%~90%に向上させ、走行台数を削減させた場合の試算。

年間CO2排出削減量:424[t-CO2/年]

提案時の削減量は424[t-CO2/年]であったが、実際の検討結果では180.26[t-CO2/年]となった。

この差違は、以下の仮定・条件等の違いによるものである。

**前提条件**：物流センターからの車両全てに対し、同様の割合で削減効果が図ることが出来ると仮定していた。提案時に確保できていたデータは、全体の総数量のみで、出荷先別データ、配送条件、製品マスタ等は準備できていなかった。

**実際の検討**：物量や時間からみて、方面別に車両台数が削減できないケースが多々あり(量に限らず1台はかならず運行しないといけない)、時間的な制約(同時間に異なる出荷先など)からまとめて配送することができない等。

これらの要因により、削減可能性がある車両／ルートのみに適用したために、効果に違いが生じた。

したがって、出荷数量ならびに出荷台数がより多い拠点については、更なる改善効果が見込めると考える。

## 7. 課題

今回の実験で、3D 自動積付シミュレーションにより、トラック積付作業の業務の効率化が可能であることを確認した。

現在、シミュレーション条件を整備することで、熟練したフォークリフト作業者とほぼ同等の容積で製品の積付をすることができる。

### 課題①：シミュレーション精度

現状では、製品マスタ寸法と積上げ時の単体寸法に差異が発生する、梱包形状サイズの未整備など、シミュレーション結果を人間が補正する必要があり、実作業と補正なしの場合のシミュレーション結果に差異が発生する。

→ 対策：製品の積上げマスタの作成、梱包形状の標準化/パターン化による梱包寸法マスタの整備

### 課題②：配車時の活用

現段階では、シミュレーション時に補正が必要なため、複数の車種のシミュレーションを同時に行うことは困難である。

→ 対策：製品マスタ、車種マスタの整備、精度向上。出荷データへの迅速な製品マスタ情報(特に寸法、重量)の取り込み

### 課題③：商慣行に関して

現状では、出荷先への指定時間、セット化しての配送要請等で積載効率が必然的に低くなってしまっているケースが発生している。

→ 対策：顧客の要請によるものがほとんどのため、容易には改善できない。顧客に対し、納入時間変更やセット梱包をしない等の変更を要請し、配送費用へ還元する等の対策も必要である。

### 課題④：構内作業

シミュレーションを行っても、フォークリフトによるトータルピッキング、ユニット作成の工程は変わらず、フォークリフトによるCO2削減効果は小さい。

→ 対策：シミュレーション結果を倉庫内のピッキング時から利用し、ピッキング完了した時点で積込ユニットができあがる形態として、フォークリフトの稼働時間を削減する。

本システムを現場で運用する上でのポイントは、

- 4tの貨物を同エリア向けの10t車複数台に振り分ける
- 関西向け10tの貨物を、関西を経由する他の10t車複数台に振り分ける
- フォークリフト稼働時間を短縮する

上記3点が重要なポイントである。それによりCO2削減効果が期待される。

特に多くの車両を配車する場合には全車の空きスペースの合算で1台分の空きスペースが確保できる等を目標として検討を進めるべきである。

現状では、積込みを行って見ないとどの程度の空きスペースが発生するか確認できない状況である。そのため、積み残しを起こさないようにスペースに比較的余裕を持って配車を行うこととなっている。

本シミュレーションシステムにより、事前に積載可能スペースを把握することで、貨物の振り分けの判断を支援し、車両台数の見直しに繋がることが考えられる。

## 8. 展望

本システムでは、積付効率だけでなく、倉庫内作業に積付情報(積付け方)を提示することで、ピッキング時に既に積付ユニットを完成させる検討を進めている。

荷主企業では、構内作業システムと本システムを連携することで、ピッキング/積込時間低減、荷役回数の低減につながり、作業時間が減ることで物流拠点として CO2 削減に大きく寄与できると考えられている。数年後のシステム更新に備え、少しずつではあるが導入検討を進めている。

また、建材のように、段ボール等の箱もの以外の輸配送を行う場合、いかに積付効率を上がるかといった点も大きな課題であり、本システムの活用は多くの現場で望まれることである。また他の輸送モード(海上コンテナや JR コンテナ等)についても同様である。

さらに、そのような荷物は積付に熟練が必要なケースも多々あり、今後のノウハウを持つ労働力不足対策や、社内の作業教育等で活用できるといった広がりの可能性も示唆されるものである。

図-3に3D 自動積付シミュレーションシステム・RFID システムの展開イメージを示す。

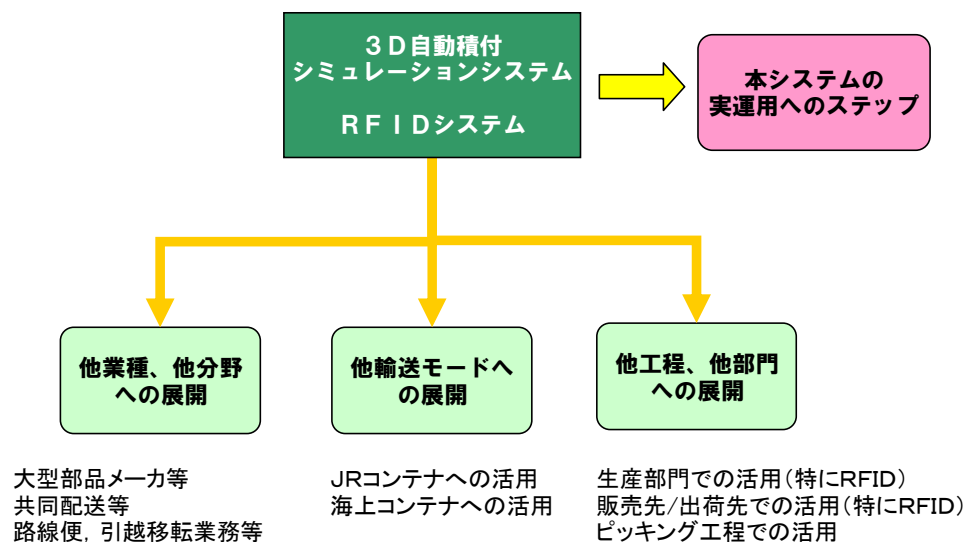


図-3 3D 自動積付シミュレーションシステム・RFID システムの展開イメージ

今後は、四国グリーン物流パートナーシップ推進会議において、本事業の成果を発表しながら幅広くパートナーを募集していく予定であり、グリーン物流&エコフェスタ展等のイベントがあれば積極的にPR活動を実施していく予定である。

## 9. 社会的な阻害要因

特になし。

## 10. 自己評価

### 10-1. 評価手法についての自己評価

手法に関しては、実際の配送データを用いて、同じ現場でシミュレーション結果を再現できたため、比較的よい手法であったと考えている。強いて言えば、今回の実験は積載するところまでが実験範囲であったが、実際に走行することで、積付方法の違いによる走行時燃費の違いや出荷先の荷下ろし場所でのフォークリフトの稼働、入出荷時の車両の滞留時間の削減(アイドリング時間削減等)による効果の検証まで広げていけるとよりよい内容であると考ええる。

### 10-2. 結果 (CO2 排出量) についての自己評価

当初の CO2 排出削減量の目的は達成できなかった。

これは事前の配送データ、マスタ精度ならびに配送条件(時間指定、エリア別の条件等)が未整備であったためである。ただし、本センターに限定すると、事前に各データや条件が揃っていても、目標が低く設定されるのみで、全体の効果としては変わらないと考えている。

さらなる CO2 削減のためには、規模の大きな拠点出荷先が集中している拠点などにおいて適用することで、より大きな効果が期待できると考える。

### 10-3. パートナーシップについての自己評価

各パートナーは機能的に動作したと確信している。

調整役としての四国経済産業局、学識者としての香川大学宍戸教授を委員長とする委員会における貴重なコメントが本プロジェクトにとって好材料になったと言える。

また、公募のタイミング的にパートナーシップを結ぶには難しかったが RFID 関連でハードウェアメーカーの参画も可能性を秘めていた。

次のステップとしては、倉庫内作業会社や着荷主(出荷先)などもパートナーとして考えることができる。