

# 倉庫内物流改善における顧客協創フレームワーク

木村 淳一  
Kimura Junichi

竹上 栄三郎  
Takegami Eizaburo

渡邊 高志  
Watanabe Takashi

脇坂 義博  
Wakisaka Yoshihiro

小林 美保  
Kobayashi Miho

那須 弘明  
Nasu Hiroaki

岡田 昭久  
Okada Akihisa

顧客の倉庫内の物流を改善し、経営効率を向上させるために、物流倉庫内の作業を分析し、改善するための顧客協創フレームワークを開発した。このフレームワークは、(1) 倉庫状況の理解・課題抽出、(2) 分析・施策立案、(3) 効果検証の3つのステップから構成される。特に、(2) 分析・施策立案のステップにおいては、「ヒト」を中心とした

ワークショップと、「データ」を活用した分析の2つのアプローチにより、顧客との合意形成を取りながら現場と一体となって検討を進めることを特長としている。現場一体の検討により、施策の早期試行を実現し、変化の激しい市場に対応した、適切な倉庫運営をサポートする。本稿では、その適用事例を交えて紹介する。

## 1. はじめに

流通業界の競争激化やネット通販の急速な拡大に伴い、物流の重要性が高まっている。流通業界では収益性を向上させるため店舗内のストックを縮小し、また、ネット通販では商品購入から配達完了までの時間を短縮することなどにより、競争力を維持している。こうした取り組みにおいて、物流のサポート、特に物流倉庫作業の改善は重要な役割を担っている。具体的には、店舗や個人からのオーダーを受けてから、保管されている商品をピッキング（集品）し、発送するまでの作業時間の短縮や、複数の締め切り時間に対応した作業を確実に実施することが求められる。

こうした複雑な倉庫作業を、高度な専門知識とノウハウを持って包括的に代行する、いわゆる3PL（3rd Party Logistics）サービスが拡大している。

本稿では、日立製作所研究開発グループと、3PLサービスを提供する株式会社日立物流が協力し、顧客の倉庫運営の改善を目的とした倉庫内物流改善顧客協創フレームワークを紹介する（図1参照）。

## 2. 作業背景の把握と作業の課題抽出

倉庫内物流の作業背景を把握し、作業の課題を抽出するために実施したエスノグラフィ調査の方法と国内倉庫での実施事例を紹介する。

エスノグラフィ調査とは、文化人類学や社会学において

調査対象となる人々と長期間共に生活し、観察やインタビューを行うことによって、その集団（民族、社会）の文化や生活様式を明らかにする調査方法である。近年、業務改善や商品企画のための課題発見の技術として注目されており、日立においても2003年からこれを推進するエスノグラファーの育成と実践に取り組んでいる。

インタビューのみで作業内容を把握する場合、対象者が意識している顕在的な部分を中心とした情報収集になりがちである。これに対してエスノグラフィ調査では、関係者の実際の行動を幅広く観察するため、現場で発生する問題

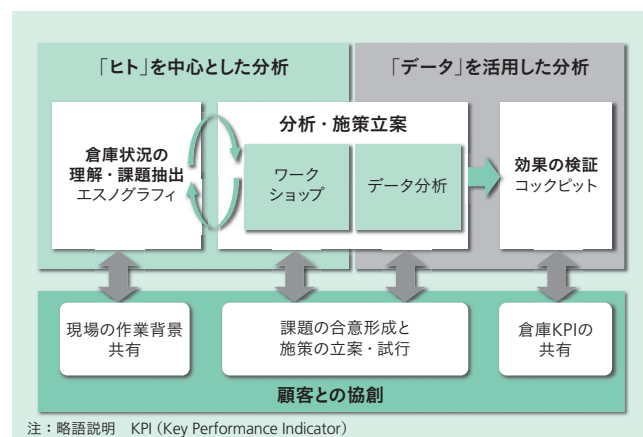


図1 | 倉庫内物流改善顧客協創フレームワークの概要

抽出した課題に対し、「ヒト」を中心とした分析と「データ」を活用した分析の2つのアプローチによって仮説検証を繰り返しながら、顧客との合意形成を図り、施策立案の実施、効果の検証へと進む。

現象全体のメカニズムを明らかにすることができる。

日立物流は、物流倉庫の現場作業効率向上をテーマにしたさまざまな活動を実施しており、その一環として作業員のエスノグラフィ調査を実施した。このときの様子と結果概要を図2に示す。

調査対象とした倉庫における入荷から出荷までの業務の流れは、次の5つである。

- (1) 入荷（工場から受け取った商品を倉庫バックヤードに保管）
- (2) 補充（倉庫バックヤードから商品をピッキングエリアに移動）
- (3) ピッキング（小売から注文された商品の集品）
- (4) 検品・梱包（集品した商品の検品と梱包）
- (5) 出荷（梱包した品物の発送）

調査初期においては、倉庫責任者と協議した結果、作業効率向上に関する課題があると想定された、(3) ピッキング、(4) 検品・梱包の2工程を調査対象としていた。しかし、調査を実施したところ、2工程とも相応に効率的で、作業効率の低下を招く根本原因が潜んでいるように見えなかった。

そこで、調査範囲をその前工程である(2) 補充に拡張して追加調査を実施した。この結果、作業効率を低下させる根本原因が補充工程にあることと、その発生条件と影響



業務	抽出した課題	調査範囲	因果
(1) 入荷	(対象外)		
(2) 補充	定期補充が間に合わない	追加	原因
(3) ピッキング	ピッキングする商品がない	当初	結果
(4) 検品・梱包	検品待ちのバケットの滞留		
(5) 出荷	(対象外)		

図2 | 倉庫のエスノグラフィ調査の様子と結果概要

ピッキング（注文に応じた集品）担当の業務を観察する様子を上、調査対象業務と主な課題、調査の範囲を下にそれぞれ示す。

範囲が明らかになった。倉庫責任者に報告したところ「日々の改善の取り組みだけでは気づきにくい、工程をまたがる問題の構造が分かった。改善のヒントが得られたので、直ちに検討したい」といった意見が聞かれた。現場の活動を広く観察することで、問題が発生するメカニズム（根本原因・個々の要因との関係性・影響範囲など）を抽出し、取り組むべき課題を特定した典型的な事例と言える。

### 3. ワークショップによる合意形成と施策立案

取り組むべき課題とその対応方針に関する合意形成を促すための人的な取り組みの例として、関係者が一堂に会して行うワークショップが挙げられる。この方法は個別の担当者に検討を割り振る方法と比較して、必要な知識と権限を持った人間を一度に集めるため質の高い議論が行える、主要メンバーが納得感を持ってその後の改善活動に取り組むことができるといった利点がある。

前述のエスノグラフィ調査を受けたワークショップでは、現場の課題を共有するコンテンツや、改善案を出す枠組みを綿密に企画し、倉庫責任者に加え、各工程の責任者らを出席者として開催した（図3参照）。進行は次の4つのステップとし、およそ半日をかけて実施した。

- (1) 現状認識と改善ポイントのプレゼンテーション
- (2) アイデア検討
- (3) 課題の定義・実現性検討
- (4) 改善効果と懸念事項の洗い出し

この結果、補充のタイミングや作業内容の見直し、作業分担の見直しといった改善方針を整理・合意し、その後の改善活動につながっている。

### 4. データ分析による合意形成と施策立案

課題とその施策の合意形成を行うもう1つのアプローチとして、客観データを用いた分析がある。具体的には、倉庫内のヒト・モノの動きを定量的に測定し、分析を行うことにより、顧客と取り組むべき課題とその対応方針に関す



図3 | 取り組むべき課題とその対応方針検討のためのワークショップ

エスノグラフィ調査の結果を業務フローで示す、改善に関わる知識と権限を持った関係者が一堂に会するといった工夫で合意形成を図る。

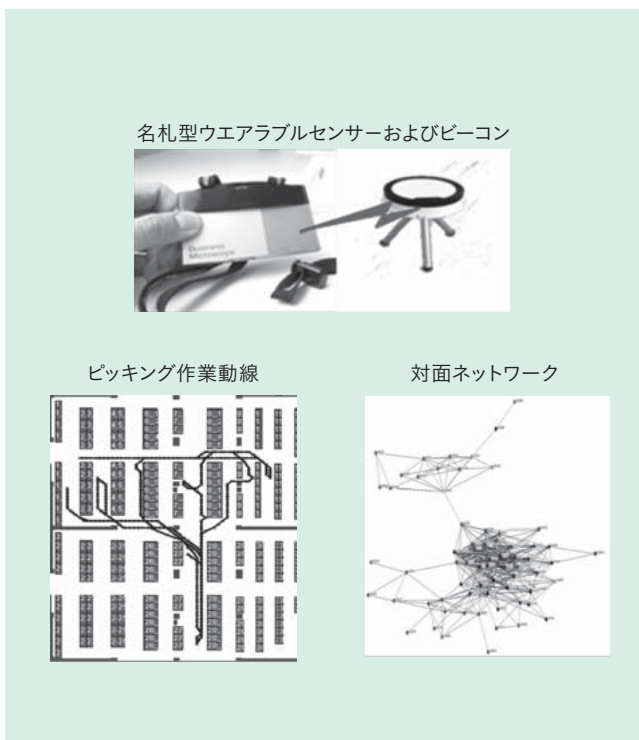


図4 | ビジネス顕微鏡とその応用例

赤外線センサーを備える名札型ウェアラブルセンサーにより、倉庫内での位置の検出や、監督者-作業員あるいは作業員間の対面状況を取得し、分析を行う。

る合意形成を行う。

倉庫内作業においては、作業の大部分を担う「作業員の行動」を把握することが分析の鍵となる。作業員の行動を把握する手法の一つに、ビジネス顕微鏡がある。これは、作業員が着用した名札型ウェアラブルセンサーが、作業員どうしおよび周辺環境に設置したビーコンを検出するシステムである<sup>1)</sup>。各ビーコンは固有のIDを発信しているため、作業員の時刻ごとの位置情報を記録することができる(図4参照)。

ビジネス顕微鏡のデータと、倉庫作業データ、すなわちWMS (Warehouse Management System) のログデータを用いて分析した概要と、分析結果を受けて実施した施策例を表1に示す。こうした種々の施策を実施することにより、ピッキングをはじめとする倉庫作業の効率改善が確認さ

表1 | データ分析による倉庫作業効率改善手法の例

ビジネス顕微鏡およびWMS (Warehouse Management System) のログデータを用いて実施した分析の概要と、分析結果に基づく施策例を示す。

目的	分析ツール	分析と施策例
最短巡回順序指示	レイアウト分析	ビジネス顕微鏡データなどにより分析した作業員の巡回順路と最適な順路を比較する。 施策例：手元端末を用いて最適な巡回順路を指示する。
オーダー割付最適化	作業生産性分析	ビジネス顕微鏡データから抽出した移動速度、ピッキング処理時間などを用いて、1人の作業員が同時に作業する複数オーダーの推定作業時間と、WMSデータから得られる実際の作業時間を比較する。 施策例：オーダーの発行組み合わせ順序を最適化する。
商品配置最適化	作業指示分析	WMSデータの商品出荷頻度・履歴、補充回数ログから、最適な商品配置を作成する。 施策例：現状配置からの変更推奨案を生成する。
作業員配置最適化	動線分析	倉庫内の全作業員の時系列の位置および移動方向・速度を算出する。 施策例：倉庫レイアウトの非効率な部分を変更する。作業員の配置を最適化する。
監督効果強化	対面情報分析	作業員が監督者と対面コミュニケーションを行った後の生産性の変化を算出する。 施策例：効率的な現場巡回を行う。

れた。

## 5. 倉庫の見える化による施策の効果検証

前章までのアプローチによって実行した施策を着実かつ持続的に業務改善につなげるため、倉庫責任者が改善の効果や業務状況を的確に理解することを支援するコックピットを用いる。コックピットは、作業ログから組織全体の経営まで、物流業に関する多種多様なデータを集約し、ユーザーの役割に応じたKPI (Key Performance Indicator) で見える化を実現する。

コックピットの導入例として、現場管理者向けの進捗管理機能と倉庫責任者向けの日々収支管理機能を紹介する(図5参照)。

進捗管理機能(同図上参照)は、当日発送分の出荷指示に関してWMSからリアルタイムに取得したデータに基づき、発送時刻別などの切り口でピッキング、検品・梱包などの作業進捗状況を可視化する。現場管理者は、この画面を見ながら作業員の配置変更や作業順序の入れ替え、当日逐次追加される作業量の予測などを行い、効率的に倉庫運営を行っている。また、過去の類似日との時間推移の比較や、作業ごと、あるいは作業員ごとの生産性の評価、設備の稼働状況など、倉庫内作業に関する情報から、施策の効果を確認している。

日々収支管理機能(同図下参照)は、WMSや勤怠システムから日々の物量や、作業実績データを取得して、売上と原価などを算出し、別途設定した日々の経営目標数値に対する達成(○)／未達成(×)を判定し、改善施策の効果を経営的な視点から確認する。さらには物量・人員の計画実績差、部門間の作業員融通実績とその適否、残業状況、詳細工程ごとの生産性などを分析し、収支悪化の原因が特定できる。

こうしたコックピットの情報を顧客と共有することにより、より高度な物流戦略が協創されることが期待される。

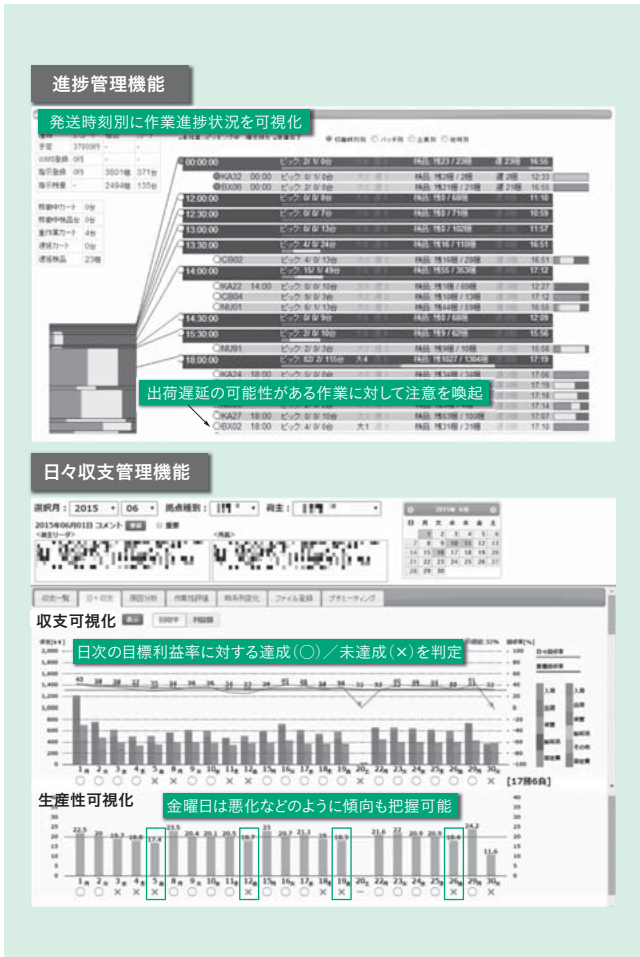


図5 | コックピットシステムの機能

進捗管理機能は出荷作業の進捗状況を見える化し、出荷遅延を回避する。日々収支管理機能は日々収支や生産性を見える化し、施策の効果検証、経営判断を支援する。

## 6. おわりに

ここでは、倉庫作業の理解・課題抽出、顧客と合意形成を取りながらの分析・施策立案、効果検証の3つのステップから構成される倉庫内物流改善における顧客協創フレームワークを紹介した。

倉庫の運営は今後ますます複雑化・高度化してくると考えられる。紹介したフレームワークを用いて、作業員を含む外部環境の変化をさまざまな角度から捉えて分析することにより、常に適切な倉庫運営を実現することができる。

## 参考文献

- 1) Y. Wakisaka, et al.: Beam-Scan Sensor Node: Reliable Sensing of Human Interactions in Organization, INSS (2009.6)

## 執筆者紹介



木村 淳一

日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センター 顧客協創プロジェクト 所属  
現在、物流業務の効率化および新ソリューションの研究に従事  
工学博士  
電子情報通信学会会員、映像情報メディア学会会員



竹上 栄三郎

日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センター サービスデザイン研究部 所属  
現在、エスノグラフィ調査などによる製品・サービスの人間中心設計活動に従事  
ヒューマンインタフェース学会会員、日本人間工学会会員、日本教育工学会会員



渡邊 高志

日立製作所 研究開発グループ システムイノベーションセンター 知能情報研究部 所属  
現在、物流業務の効率化に関する研究に従事  
電子情報通信学会会員、IEEE会員



坂坂 義博

日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センター 顧客協創プロジェクト 所属  
現在、物流業務の効率化に関する研究に従事  
電子情報通信学会会員



小林 美保

日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センター 顧客協創プロジェクト 所属  
現在、物流コックピットにおいて、可視化・UI (User Interface) 技術を活用したデータ理解と分析支援の研究に従事  
可視化情報学会会員



那須 弘明

日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センター 顧客協創プロジェクト 所属  
現在、KPIモデリング、原因分析技術によって物流コックピットを現場導入し、収益改善に貢献する研究に従事  
情報処理学会会員、電気学会会員



岡田 昭久

株式会社日立物流 ロジスティクスソリューション開発本部 スマートロジスティクス推進部 所属  
現在、物流業務の効率化を図る新技術の開発と事業所への展開に従事