

ウェアラブルセンサ「ビジネス顕微鏡」を用いた軽作業生産性向上施策の定量評価

佐藤 信夫^{†1} 矢野 和男^{†1}

^{†1} (株) 日立製作所

作業現場における生産性改善施策の検討が多く行われている。しかしながら、効果が定性的であり納得感が得にくいため、継続的に実施されない点が課題であった。本稿では、改善施策の1つである管理者見回りの効果をウェアラブルセンサを用いて定量化した。物流倉庫において、管理者と作業者にビジネス顕微鏡を装着してもらい、取り扱い品物数を生産性指標として、見回り施策前後における変化を計測したところ、生産性が10.0%向上することを確認した。さらに、その生産性の高い状態が60分間維持されることを確認した。これに基づき、1時間に1度管理者が見回る施策を実施したところ、作業全体の生産性が11.6%向上したことを確認した。

1. はじめに

近年、労働人口が減少し、作業現場では慢性的な人手不足[1]に陥っている。現場では、少ない作業員で運営していくことが求められ、より一層の生産性向上が求められている。労働人口減少の影響を受けやすい現場の1つとして軽作業現場がある。従来から軽作業現場では、人海戦術[2]によって、生産性を確保してきた。しかし、作業現場では、現場主導での改善活動が日々行われており、生産性向上を怠ってきたわけではない。このような改善活動はQC活動[3]と呼ばれ、現場における作業員自ら生産性向上や品質不良撲滅等、現場を改善する文化の醸成に役立っている。

現場主導の多くの改善施策の1つに管理者の見回り[4],[5]がある。管理者が作業現場を見回することで、作業員の意識向上を狙っている。この施策は昔から多くの現場にて実施されており、事前準備が不要で、手軽に実施できるのが特徴である。しかし、どのくらいの効果があるかは不明であるため、効果に関する納得感が得にくく、継続的に実施されないのが現状である。

見回り施策は、監視と捉えられる傾向にあるが、見守りの要素もあると考えられる。作業員は不明なことがあった場合、管理者に尋ねやすくなるため、すぐに戸惑いを解消し、作業を再開することができる。また、現場ならではの視野が養われるために、新しい改善の手かかりを発見しやすくなるため、生産性向上に向けた改善が生

まれやすい。

本研究の目的は、施策の納得感を高めるために、施策実施の効果をウェアラブルセンサを用いて定量化を行うことである。具体的には、軽作業現場における見回り施策実施による、作業生産性の影響を定量化することである。今回対象とした軽作業は物流倉庫の検品・梱包作業である。生産性指標は取り扱い品物数とした。分析に用いたデータは、管理者と作業員が通常通りに業務を行っている間のビジネス顕微鏡[6]のセンサデータである。現場で実施した2回の実験（仮説実験、検証実験）から、見回り前後における作業員の生産性変化を確認し、実証実験での生産性が10.0%向上することを確認した。さらに、見回り後の継続効果に関して調査も行った。その結果、生産性向上が60分間継続することを確認し、1時間に1度管理者が見回りすることで、作業全体の生産性が11.6%向上することを確認した。この結果を現場の方々に伝えたところ施策の有効性が認められ、今までは単発での実施であったところを通常の業務フローとして採用されるに至った。

本稿の構成として、第2章では軽作業での生産性向上分析の現状、第3章では軽作業現場での現状分析、第4章では管理者見回りによる軽作業生産性向上分析、第5章では管理者見回り施策の検証実験、第6章では考察および生産性向上の効果継続分析結果、第7章では本施策を導く過程での試行錯誤のナレッジをまとめたビッグデータを活用するコツについて報告する。

2. 軽作業における生産性向上

2.1 軽作業の定義

軽作業は体力をあまり必要としない比較的軽めの肉体力労働と定義される。軽作業の特徴は、「性別に関係なく可能な業務」、「比較的体力を使わないのでできる作業」、「複雑な工程を含まない単調な作業」である。これらは、多くの工場や倉庫内で行われている作業であり、商品管理、ピッキング、検品、梱包、仕分けなどが該当する。

2.2 軽作業の生産性に関する従来研究

軽作業の生産性向上を目的とした研究[7],[8],[9]はITシステムとの連携を強化する内容が多く、ピッキング順序の最適化[7],[8]、品物配置の最適化[9]などがある。従来、オーダ順に配置していたものを、業務ログ情報や商品格納情報を用いて最適化をすることで、作業の生産性向上を目指している。しかし、これらの報告では、現場作業での作業員に関する内容には踏み込んでおらず、作業自体の効率化は作業員のスキル依存になっている。また、作業員の見回りに関する研究として、作業全体ではなく、部分的な見回りの方が生産性を高めるとの報告[10]がある。

2.3 ウェアラブルセンサによる行動計測

定量的に軽作業を評価するためにウェアラブルセンサを用いた。近年、業務にウェアラブルセンサを取り入れて生産性を高める研究[11],[12]が行われている。(株)日立製作所では2005年に名札型センサ端末を用いたビジネス顕微鏡[6]システムを開発した。これはセンサ技術を用いて企業内のコミュニケーションや活動状況を測定・解析するための計測システムである。

ユーザは名札型センサ端末(図1)を装着した状態で通常の業務を行う。センサ端末で取得されるセンサデータは加速度、赤外線、温度である。加速度センサではユーザの体の動きを3軸加速度で計測し、また、赤外線センサではユーザ同士が一定の距離内に近づくと、お互いの



図1 ビジネス顕微鏡の名札型センサ端末

のセンサ端末が通信して対面したことを検知する。さらに、これらのセンサ端末は100ミリ秒以内で時刻同期しているため複数センサデータの組合せによる分析が可能である。さらに、対面中の体の動き等も計測することができる。

これら取得した行動データを用いてコミュニケーションと知識創造の関係[13],[14]やコミュニケーションと生産性の関係[15]、心理学における人の没頭(フロー状態)と行動の関係[16]やハピネスと行動の関係[17],[18]などが明らかになっている。

2.4 本研究対象

本研究の目的は、施策の納得感を高めるために、軽作業現場における管理者の見回り施策実施による、作業員の生産性を定量化することである。管理者見回り施策は昔から多くの現場で行われているが、どのくらい生産性が向上するのかは明らかになっていないため、効果に関する納得感が得にくい。分析に用いたデータは管理者と作業員が通常通りに業務遂行している間のウェアラブルセンサによるセンサデータである。このデータを用いることで、人間の振舞いに着目し生産性との関連を調査する。

3. 軽作業現場での現状分析

3.1 対象現場の概要

今回の分析対象は物流倉庫内での軽作業とした。対象とした物流倉庫は、3PL(Third Party Logistics)という製造業の流通機能全般を一括して請け負っている。主な軽作業の内容は、工場から送られてきた商品を、小売店ごとに注文された品物・品数を取り揃えて通い箱に詰め合わせる作業(ピッキング作業)と、注文した内容の検品を行い小売店へ輸送するために通い箱から輸送用の段ボールへ詰め替える作業(検品・梱包作業)である。

次に今回対象とした組織構成を表1に示す。本組織は現場監督、管理者、作業員で構成されている。この中で現場監督は正社員であり、残りは契約社員とパートである。作業内容は比較的明確に定義されており、作業中の私語は厳禁であることから、作業員は黙々と作業を行っ

表1 物流倉庫の組織構成

職位	雇用形態	人数
現場監督	正社員	1
管理者	契約社員	3
作業員	パート	178

ている。現場監督や管理者は、トラブルがない限り、作業者に直接指示することはない。

物流倉庫内には多くの軽作業があるが、今回は検品・梱包作業における管理者と作業者の行動を対象とした。検品・梱包作業の具体的な手順を次に示す。最初に、品物・品数により適した段ボールを選択し組み立てる。次に、ピッキングされた通い箱内の品物・品数と注文リストとの整合性を確認（検品作業）する。検品作業終了後、作成した段ボールに品物を詰める（梱包作業）。

検品・梱包作業方法は、検品と箱詰めを交互に行う方法、もしくは、全検品終了後に全品物の箱詰めをする方法の2種類がある。どちらを採用するかは、作業者の裁量に任されている。最後に、段ボールの蓋を閉じて、輸送する小売店の宛名のシールを貼る。

検品・梱包の作業場所には、ピッキング作業が終わった通い箱と梱包用の段ボールが積まれており、管理者スペースから作業場全体を見渡すことは難しい。

3.2 対象現場の現状分析

対象現場でどのような活動が行われているかを知るために、現状を調査した。分析に用いた期間は2013年4月8日(月)から2013年4月25日(木)で、土日休日を除く14営業日である。対象現場の方々に対して、ビジネス顕微鏡の装着（管理者と作業者のみ）と、普段の作業方法どおりの業務遂行をお願いした。

対象作業現場における計測結果を表2に示す。表2はビジネス顕微鏡の赤外線センサから作成したものである。期間中の全作業時間は約1,760時間であり、管理者と作業者との対面時間を示す赤外線検知時間は3時間15分であった。作業者と管理者との対面は、全体の作業時間の0.2%であり、ほとんどないことが分かる。1日あたりの作業者と管理者との対面状況を示す赤外線検知時間は約14分間であった。

管理者ごとに作業者との赤外線検知時間を表3に示す。表1での管理者数は3名であったが、実際にビジネス顕微鏡のセンサデータが取得されていた管理者は2名であったため、表3では2名分のみを表示する。表3に

表2 対象作業現場における計測結果

項目	値
全作業時間 (A)	1,759 時間 54 分 59 秒
管理者と作業者との対面時間を示す赤外線検知時間 (B)	3 時間 15 分 00 秒
率 (B / A)	0.18%
1日あたりの平均時間 (B / 14日間)	13 分 55 秒

示すように管理者が異なったとしても作業者との検知時間は1時間半程度であり、管理者間の差はほとんど見られなかった。

最後に、管理者と作業者との対面継続時間である赤外線検知継続時間の頻度分布を図2に示す。この頻度分布から継続時間の多くは20秒以下であることを確認した。60秒以上の継続的な検知は、5%未満であった。1回あたりの平均検知継続時間は18秒である。この図から読み取れることは、管理者と作業者とのコミュニケーションはほとんどないこと、作業者の付近を管理者が通過することが非常に多いことである。この件に関して現場監督にヒアリングしたところ、トラブルのあった作業台に駆けつけることと、定期的作業人数を確認するために見回っているとのことであった。

4. 管理者見回りによる軽作業生産性向上分析

4.1 分析概要

本章では、管理者見回りによる生産性変化の定量化方法について述べる。具体的には、管理者見回りが作業者の生産性にどのぐらい影響を与えているのかを示すために、作業者付近の通過前後の生産性変化を調べる。まず、仮説実験に用いる組織は第3章で述べた組織と同一であり、データも同じ計測期間のものを用いた。

4.2 生産性指標

本節では、今回用いた生産性指標について説明する。検品・梱包作業において向上すべき点は、注文した内容の検品（検品時間）と通い箱から輸送用の段ボールへの詰め替え作業（梱包時間）の時間と定義した。

表3 管理者別作業者との赤外線検知時間

管理者 No.	赤外線検知時間
管理者 1	1 時間 46 分 30 秒
管理者 2	1 時間 28 分 30 秒

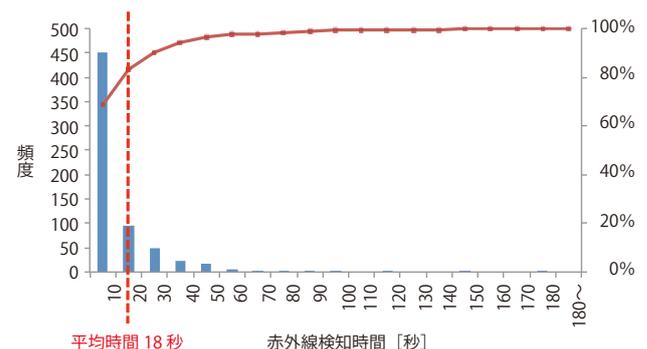


図2 赤外線検知継続時間の頻度分布

生産性指標は、1秒あたりの取り扱い品物数とし、作業員別に10分ごとに集計したものをを用いた。その生産性指標の計算式は、

$$\begin{aligned} & \text{1秒あたりの取り扱い品物数 [個/秒]} \\ & = \text{取り扱い品物数 [個]} \div \text{作業時間 [秒]} \end{aligned}$$

である。この生産性指標を求めるにあたって、検品作業の開始終了時間と、取り扱い品物・品数の情報は、物流倉庫の業務ログデータベースに格納されているデータを使用した。

表4と図3は処理結果をまとめたものである。表4は期間中の10分間あたりの作業実績であり、通い箱換算で1.83箱、かつ、品物数では58.44個である。図3は10分間あたりの生産性の頻度分布である。この図から、生産性が0.15の頻度が最も高くなっているが、0.8以上の比較的大きい値が含まれていることが分かる。この件に関して現場監督に質問したところ、多忙なときには、複数の作業員が分散して検品・梱包作業（分散検品・梱包作業）を行うからだと現場監督は述べた。分散検品・梱包作業は、注文した内容の検品作業と通い箱から輸送用の段ボールへの詰め替え梱包作業を別の作業員が行うことである。この分散検品・梱包作業は生産性の基準が異なるため、今回の分析対象から省く必要がある。分散検品・梱包作業の生産性の傾向として、複数人で作業を行っているため生産性が高い。よって、今回の分析対象とした作業実績は、生産性全体の90%が含まれる0～0.80 [個/秒] 未満のデータ（サンプル数換算で17,182個）である。上記を考慮した結果、生産性指標である1秒あたりの取り扱い品物数は0.211 [個/秒] となった。

4.3 分析結果

本節では、仮説実験における管理者との赤外線検知前

表4 検品・梱包作業の生産性

項目	個数
10分間における平均通い箱数	1.83
10分間における平均取り扱い品物数	58.44

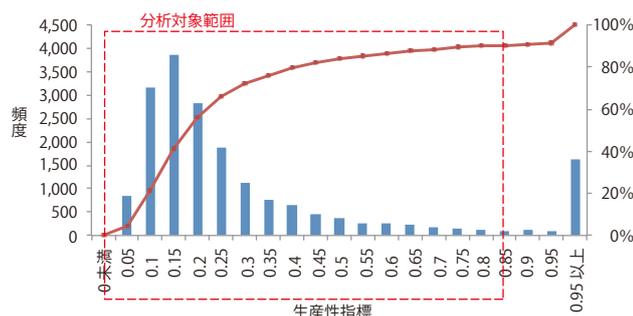


図3 生産性指標の頻度分布

後での生産性変化を求める。分析結果を図4に示す。図4は全管理者と管理者ごとの生産性の変化を示した図である。10分前の生産性指標の差は管理者との赤外線検知時の10分間と検知前10分間の生産性の相対的な差分であり、10分後の生産性指標の差は管理者との赤外線検知時の10分間と検知後10分間の生産性の相対的な差分である。

この図から10分前の生産性指標の差と10分後の生産性指標の差を比較すると両管理者ともに10分後の生産性が向上していることを確認した。

検知前の10分間より赤外線検知時の10分間のほうが生産性が高い理由は、作業員の付近を管理者が通過したためと考えられる。また、赤外線検知時の10分間より検知後の10分間の方が生産性が高い理由は、通過後も管理者が付近にいるため生産性の向上が維持されていると考えられる。さらに、赤外線検知時の10分間では、その区間内のいずれかの地点で管理者の赤外線を検知しているため、検知前の生産性が含まれているとも考えられる。

全管理者の差は、0.041 [個/秒] である。この時期の平均生産性は0.211 [個/秒] であるため、生産性が19.4%向上していることを確認した。

5. 検証実験

5.1 検証概要

2回目の実験である検証実験では、意図的に作業エリアの見回り施策を行い、仮説実験と同じ結果が得られるかを検証する。管理者は一定時間ごとに検品・梱包作業エリアを見回したため、ビジネス顕微鏡を用いた計測はせず、見回った前後での作業員の生産性の変化を調査した。検証実験をする際に、管理者の方々へ、以下の内容をお願いした。

- A) 1時間に1回、検品梱包作業エリアの作業台を見回る。

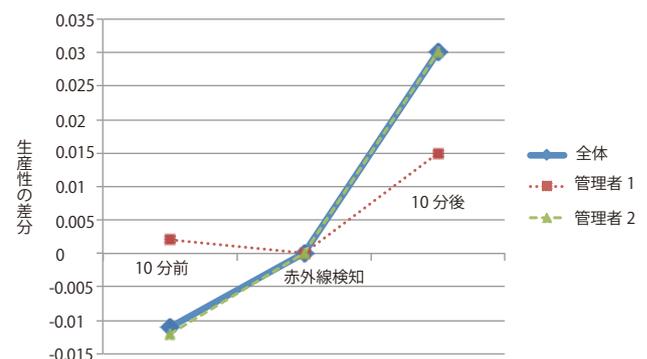


図4 赤外線検知時とその前後の生産性との差分

10時から17時までとする

- B) 作業員を観察し作業状況を把握する。ただし、管理者から声かけ（助言）をする必要はない
- C) 1回の見回りにつき、10分間（毎時00分～10分）とする
- D) 見回りルートはどの管理者でも共通のルートとするために「作業台見回りルートシート」に従って移動する
- E) 見回りが終わったら、管理者名と実施時刻を「確認シート」に記入する
- F) 通常業務として見回りが行われている場合には、施策効果を明らかにするために、それとは別に本見回りを行う
- G) 業務に支障が生じた場合には、ただちに見回り施策を取りやめ、その対応を行う
- H) 作業員にはこのような検証実験を行っていることを言わない

本分析に用いた期間は2014年5月19日（月）から2014年5月30日（金）で、土日休日を除く10営業日である。

5.2 検証結果

4.3節と同じ方法にて検証を行った。図5は、仮説実験時と検証実験時の生産性の変化を示した図である。この図から、10分前の生産性指標の差と10分後の生産性指標の差を比較すると、10分後の生産性が向上していることを確認した。検証実験の差は、0.024 [個/秒] である。この検証実験時期の平均生産性は0.241 [個/秒] であるため、生産性が10.0%向上していることを確認した。

6. 考察

6.1 作業員生産性変化

第4章と第5章では、管理者の見回り前後での作業員

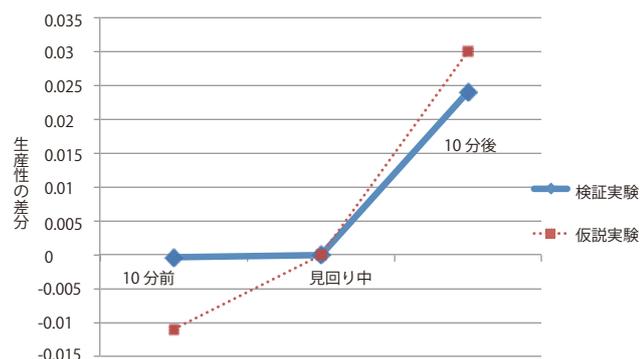


図5 管理者見回り時とその前後の生産性との差分

生産性の変化を求めた。2回の実験ともに見回り前後での生産性向上を確認した。これらの結果から、管理者が見回ると生産性向上の変化が現れたため、作業員に対して何らかの影響を与えていることがいえる。

実際に現場へ施策を提案する際には、生産性向上の継続時間も考慮することが重要であると筆者らは考えた。なぜならば、施策実施者は、効果継続時間が長いほど、施策実施回数を減らすことができるため、施策を受け入れやすくなるからである。しかし、一般的には、見回りを行っている瞬間は生産性が向上するが、管理者の目が届かないところに移動した場合、生産性が低下すると想定できる。

6.2 効果継続時間分析

本節では、見回り施策を実施した際の生産性向上の継続性について調査した。結果として、生産性向上が60分間継続することを確認し、1時間に1度管理者が見回りすることで、作業全体の生産性が11.6%向上することを確認した。

図6と表5は、第4章で用いた仮説実験用のデータを用いて、管理者との赤外線検知後の生産性向上の継続推移を示したものである。図6は全管理者と管理者ごとの生産性変化推移を示した図である。これは管理者との赤外線検知時の10分間と検知後10分間ごとの生産性の相対的な差分を示している。この図から、2人の管理者ともに、60分間生産性の向上が継続していることが確認できる。

生産性向上の継続が維持されている理由は、作業が遅いと次の見回りで指摘される可能性があるため、高いモ

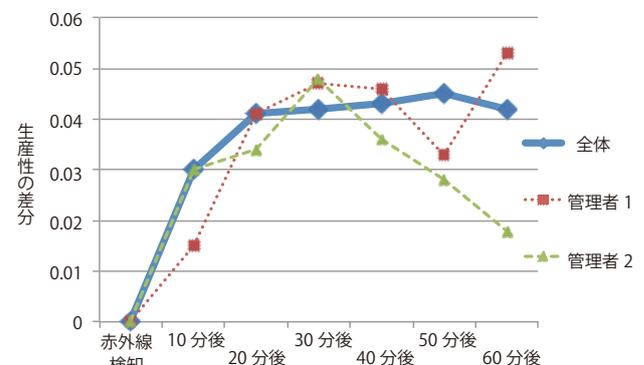


図6 赤外線検知後の生産性差分推移

表5 赤外線検知後の生産性差分推移

		10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後
全体	生産性の差分 [個/秒]	0.030	0.041	0.042	0.043	0.045	0.042
	サンプル数	228	201	182	173	152	129

チバージョンが維持できていると考えられる。

表5は、全管理者の生産性の差の時系列推移である。赤外線検知後60分後までにおける生産性指標（1秒あたりの取り扱い品物数）の向上分は0.04 [個/秒] である（計算式は $(0.03 \times 228 + 0.041 \times 201 + 0.042 \times 182 + 0.043 \times 173 + 0.045 \times 152 + 0.042 \times 129) \div (228 + 201 + 182 + 173 + 152 + 129)$ である）。さらに、管理者との対面検知後60分後までの1秒間における向上する取り扱い品物数は、生産性指標（1秒間あたりの取り扱い品物数）を基準（0.211 [個/秒]）とすると、19.0%に相当する。

次に、図7と表6は、第5章で用いた検証実験用のデータを用いて、管理者の見回り後での生産性向上の継続推移を示したものである。図7は仮説実験と検証実験の生産性変化推移を示した図である。これは管理者の見回り時の10分間と見回り後10分間ごとの生産性の相対的な差分を示している。この図から、検証実験時には、60分間生産性の向上が継続していることを確認した。なお、検証実験の30分後に生産性が低下しているが、このことについて現場監督にヒアリングしたものの、明確な回答は得られなかった。

表6は、検証実験における生産性の差の時系列推移である。見回り後60分後までの生産性指標（1秒あたりの取り扱い品物数）の向上分は0.028 [個/秒] である（計算式は $(0.024 \times 551 + 0.032 \times 497 + 0.020 \times 399 + 0.034 \times 392 + 0.035 \times 274) \div (551 + 497 + 399 + 392 + 274)$ である）。さらに、管理者の見回り後60分後までの1秒間あたりに向上する取り扱い品物数は、生産性指標（1秒間あたりの取り扱い品物数）を基準（0.241

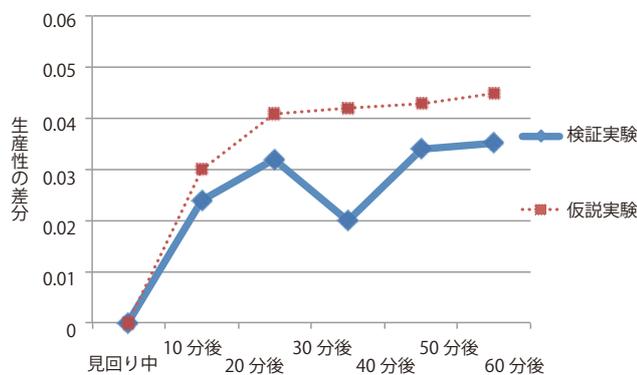


図7 管理者見回り後の生産性差分推移

表6 管理者見回り後の生産性差分推移

		10分後	20分後	30分後	40分後	50分後
全体	生産性の差分 [個/秒]	0.024	0.032	0.020	0.034	0.035
	サンプル数	551	497	399	392	274

[個/秒]）とすると、11.6%に相当する。

表6では各時刻における生産性差分の平均値を示したが、図8では、イベントごとの生産性差分の頻度分布を示したものである。

縦軸は頻度、横軸は生産性差分である。横軸の中心点

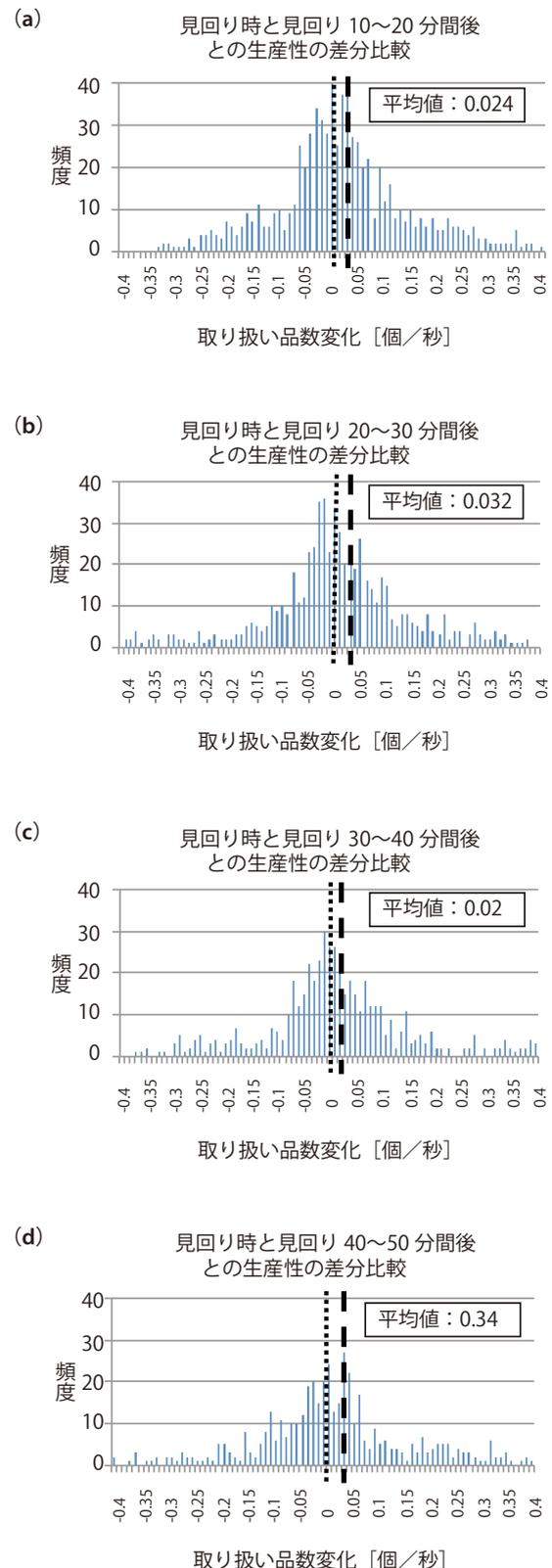


図8 赤外線検知後の生産性差分頻度分布

である0地点では生産性の変化がなく、左右に進むに従って生産性差分が大きくなることを意味している。それぞれのグラフは正規分布に似た形状をしている。よってこのことから、見回りによって向上した作業もあれば逆に低下した作業もあることが分かる。さらに、時間が経過するに従って、この形状が崩れていくことを確認した。各グラフともに、平均値は中心点から少し右側である。よって、1つ1つのイベントによって必ずしも向上するとは限らないが、全体からみると生産性が向上していることを確認した。

6.3 施策の採用

分析結果を管理者に説明し、1時間に1回の頻度で見回りすることを提案した。これを踏まえ、管理者会議において、作業数が多く高い効果が見込める繁忙日や繁忙時間帯において1時間に1回の見回りを業務フローに組み込むことが決定された。

7. ビッグデータを活用するコツ

本稿で扱った事例のように、効果の定量化は現場の方々の納得感を高めることができるため、業務改善に貢献する可能性を有する。ビッグデータによる業務改善は近年の世界的なトレンドであり、対象が機械や無機物である場合にはデータから得た知見に基づき制御ルールを変更することで最適化が可能である。しかし多くの業務は人間が関与しているものであり、完全に自動化された業務はまれである。本稿のように人間を含んだ業務における改善を狙いとする場合には、データを得て数学的に正しい統計解析ができたとしても、現場の方々がその結果に納得し、業務に反映されなければまったく無駄になってしまうものである。筆者らは過去8年間で15以上の組織において行動データを収集し、業務改善のための施策を提案してきたが、それが実際にうまく活用されない事例を多く経験してきた。

実行されない理由としては、

理由 (i) 提案施策が望ましいことには同意するが忙しいので今はできない、

理由 (ii) 分析の手順の正しさには納得したが、本当に効果が得られるのか納得できない、

理由 (iii) 設備投資ができない、施策が組織風土と合致しないために心理的抵抗がある、

などがある。

このことから、データから得た知見を現場で活用して

もらうために経験的に得たノウハウは【目的】、【データ】、【施策】に関する次の3点である。

原則1 【目的】 顧客組織が向上すべきアウトカム(業績またはそれに準じるもの)を明確にし、事前に合意する

原則2 【データ】 アウトカムに関連する可能性のあるデータを、ヒト・モノ・カネにわたり広く収集する

原則3 【施策】 施策案は複数提案し、顧客の責任者とともに実行可能な施策を具体化していく

理由 (i) は、施策で見込める効果がいかに理想的であろうとも、直近で優先順位が高いものでないから生じるのである。よって、原則1のように企業にとって共通かつ直近の目的である業績を分析の目的変数として定義することが望ましい。また、行動とその結果得られる業績との間にタイムラグが生じる種類の業務の場合には、生産数または廃棄数などの業績と直結すると合意でき、行動から結果が得られるまでのタイムラグが少ない指標を目的変数として定義することが適切である。また分析結果が出た後に、顧客から組織を評価する指標としての目的変数に疑問を呈されては、分析は一からやり直しになってしまう。そのためにも、分析に着手する前に目的変数の定義について顧客と十分に議論して合意しておくことが重要である。

次に理由 (ii) については、ビッグデータの魅力は人間には気付きにくく、間接的に業績に影響している要因を見つけ出せる可能性があることである。しかし一方でこれは分析結果の納得性が低いということになりがちである。人間は納得していないことに対して行動を起こすことは難しい。よって原則2のように、互いに関連している可能性が少しでもあるデータを顧客情報、業務情報、設備情報、財務情報から幅広く集め、網羅的に関係性を分析した中から候補を絞り込み、目的変数を向上できるストーリーを補強することが有効である。

理由 (iii) は、分析者は当然論理的に最も効果見込みの高い施策を提案するが、施策の実行が可能かどうかの判断は外部の人には難しい。よって、分析者はデータ分析から改善案の候補を複数挙げ、最終的に何を実行するかは顧客側の責任者に任せることが適切である。施策案においては誰が何をどれくらいの頻度で行うべきか(本稿の事例の場合は、管理者が見回りを1時間に1度行う)、それによる生産性の向上見込みはいくらかを、シンプルかつ具体的に示して伝えることが必要である。

このように、原則1～3を踏襲することで、施策の納得感を現場の方々を持たせ、実行されやすくなる。そのためにも、現場の業務知識を持つ顧客と、統計の知識を持つ分析者とが連携することが業務改善成功の鍵となる。

8. おわりに

本研究は、施策の納得感を高めるために、軽作業現場における見回り施策実施による、作業生産性への影響の定量化を目的とした。今回対象とした軽作業は物流倉庫の検品・梱包作業である。生産性指標は取り扱い品物数とした。見回り施策前後における作業者の生産性変化を確認し、実証実験での生産性が10.0%向上することを確認した。

さらに、見回り後の継続効果に関して調査も行った。その結果、生産性向上が60分間継続することを確認し、1時間に1度管理者が見回りすることで、作業全体の生産性が11.6%向上することを確認した。この結果を現場の方々には伝えたところ施策の有効性が認められ、今までは単発での実施であったところを通常の業務フローとして採用されるに至った。

謝辞 本研究を進めるにあたり、被験者となっていた物流倉庫の方々には感謝いたします。また、ビジネス顕微鏡システムを提供していただいた(株)日立ハイテクノロジーソリューションズプロジェクトチーム、および、研究アドバイスをいただいた(株)日立製作所中央研究所物流チーム、ビジネス顕微鏡チームの方々には感謝いたします。

参考文献

- 1) 日本社会の直面する変化や課題と今後の生活保障のあり方, 平成24年版厚生労働白書—社会保障を考える—, pp.135-217, 厚生労働省(2012).
- 2) 小売りからメーカーに顧客層拡大: 特集: 3PL白書2014, 月刊ロジスティクス・ビジネス (LOGI-BIZ) 2014年9月号, pp.20-23, (株)ライノス・パブリケーションズ(2014).
- 3) QCサークル本部(編): QCサークルの基本—QCサークル綱領—第3版, 日本科学技術連盟(1996).
- 4) 全従業員の意識を向上しムダを徹底排除 生産性向上を目指す, 工場管理2012年5月号, pp.37-39, 日刊工業新聞社(2012).
- 5) 「めりはり」のある働き方に向けた動機付け・意識改革, ワーク・ライフ・バランスのための仕事の進め方の効率化に関する調査報告書, 内閣府(2010).
- 6) 早川 幹, 大久保教夫, 脇坂義博: ビジネス顕微鏡: 実用的人間行動計測システムの開発 (ヒューマンコンピュータインタラクション), 信学論 (D), J96-D(10), pp.2359-2370(2013).

- 7) 岩崎幸安, 鈴木育男, 山本雅人, 古川正志: 大規模物流センターの混雑を考慮したピッキング作業の最適化, 2012年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.415-416, 精密工学会(2010).
- 8) 金谷勇二, 鈴木 務: 物流センターのピッキング作業におけるコンテナ投入順序の最適化, 第51回全国大会講演論文集, pp.343-344, 情報処理学会(1995).
- 9) 坂本延寛, 鈴木育男, 山本雅人, 古川正志: 物流センター内の商品配置最適化方法の提案, 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp.679-680, 精密工学会(1995).
- 10) Bernstein, E. S.: The Transparency Paradox a Role for Privacy in Organizational Learning and Operational Control, Administrative Science Quarterly, Vol.57, No.2, pp.181-216(2012).
- 11) Wilson, J. H.: Wearables in the Workplace, Harvard Business Review, Vol.91, No 9, pp.23-25(2013).
- 12) Wilson, J. H.: Wearable Gadgets Transform How Companies Do Business, Wall Street Journal (Oct. 20, 2013), <http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702303796404579099203059125112>
- 13) Tsuji S., Sato, N., Yano, K., et al.: Visualization of Knowledge-Creation Process Using Face-to-Face Communication Data, Proceedings of Sixth International Conference on Networked Sensing Systems (INSS2009, Pittsburgh, USA), pp.200-203(2009).
- 14) Sato N., Tsuji, S., Yano, K., et al.: Knowledge-Creating Behavior Index for Improving Knowledge Workers' Productivity, Proceedings of Sixth International Conference on Networked Sensing Systems (INSS2009, Pittsburgh, USA), pp.204-207(2009).
- 15) Wu, L., Waber, B., Aral, S., et al.: Mining Face-to-Face Interaction Networks Using Sociometric Badges: Predicting Productivity in an IT Configuration Task, In Proceedings of International Conference on Information Systems, Paris, France(2008).
- 16) Ara K., Sato, N., Tsuji, S., et al.: Predicting Flow State in Daily Work through Continuous Sensing of Motion Rhythm, Proceedings of Sixth International Conference on Networked Sensing Systems (INSS2009, Pittsburgh, USA), pp.145-150(2009).
- 17) Yano, K., Lyubomirsky, S. and Chancellor, J.: Sensing Happiness, Spectrum, IEEE, Vol.49, No.12, pp.32-37(2012).
- 18) 矢野和男: データの見えざる手, 草思社(2014).

佐藤 信夫 (正会員) nobuo.sato.jn@hitachi.com
(株)日立製作所研究開発グループテクノロジーイノベーション統括本部。2002年会津大学大学院コンピュータ理工学研究科博士後期課程単位取得退学。同年、(株)日立製作所に入社。現在、信号処理、機械学習、および、人間行動分析の研究に従事。IEEE、電子情報通信学会、各会員。博士(コンピュータ理工学)。

矢野 和男 (非会員) kazuo.yano.bb@hitachi.com
(株)日立製作所研究開発グループ。1984年早稲田大学物理修士卒業。(株)日立製作所入社。1993年単一電子メモリの室温動作に世界で初めて成功。2004年から先行してウェアラブル技術とビッグデータ収集・活用で世界を牽引。博士(工学)。IEEE Fellow。日立返仁会総務理事。東京工業大学大学院連携教授。文科省情報科学技術委員。2007年 Erice Prize, 2012年 Social Informatics 国際学会最優秀論文など国際的な賞を多数受賞。

採録決定: 2015年4月1日

編集担当: 赤津雅晴 ((株)日立製作所)