

人物の行動計測技術の開発とサービス産業への応用(第2報)

－ マルチカメラを用いたカイゼン効果の可視化 －

渡辺 博己 山田 俊郎 田中 等幸 棚橋 英樹

Development of Measurement Technology for Human Behaviors and Application to Operations Analysis in Service Industry (2nd report)

- Visualization of Kaizen Effects using Multiple Cameras -

Hiroki WATANABE Toshio YAMADA Tomoyuki TANAKA Hideki TANAHASHI

あらまし 近年、経験と勘に頼るサービス産業に科学的・工学的手法を導入することにより、サービスの品質や提供プロセスにおけるサービスの生産性を高めるためのサービス・イノベーションに関する取り組みが活発に行われている。こうした取り組みに有効と考えられているのが、従来、製造業で培われてきた製造管理ノウハウの活用であるが、サービスの現場での活用事例が少ないのが現状である。そこで、本稿では、サービスの現場におけるカイゼンの持続性・継続性の向上に寄与するために、カメラ映像を用いてカイゼン効果を可視化するための観測システムを試作した。また、実際にカイゼンを実施し、カイゼン前後の映像を分析することで、その効果を視覚的に提示する方法を検討した。その結果、カイゼン効果が明瞭となり、本システムを用いた可視化方法の有益性が示された。

キーワード サービス, 科学的・工学的手法, マルチカメラ, 可視化, カイゼン

1. はじめに

1. 1 サービス・イノベーション

近年、経験と勘に頼りがちなサービスの現場に、科学的・工学的手法を導入し、サービス提供の効率化や付加価値の向上、提供するサービスに最適なバックヤードの構築に関する取り組みが活発に行われている^[1]。こうした取り組みは、欧米諸国に比べて出遅れているサービス産業の生産性向上を目的とするものであるが、サービス産業における生産性とは、付加価値の向上・新規ビジネスの創出と効率性の向上の2つの要素から構成され、次式のように定義されている^[2]。

$$\text{生産性} = \frac{\text{付加価値の向上・新規ビジネスの創出}}{\text{効率性の向上}}$$

そのため、サービス産業における生産性向上では、分母にあたる効率化を図り、これにより余裕が生まれた労働力や資金を分子に充てることが重要と考えられている。また、分母と分子を両立させることにより、サービス産業の飛躍的な生産性の向上を図る取り組みはサービス・イノベーション^[1,2]と呼ばれており、日本経済の成長を支える上で不可欠な取り組みとされている。

1. 2 サービス現場の効率化

これまで、製造業においては、トヨタ生産方式に代表されるように、現場を起点とした効率化・品質管理のための製造管理ノウハウが研究され、数多くの事例が展開されてきた。しかし、サービス業においては、製造管理手法の活用事例が少なく、今後、これらの手法を活用することで生産性が向上すると期待されている^[2]。

こうした製造管理手法の1つにカイゼンがある。カイゼンは、製造業における工場の作業者が中心となって、作業効率の向上や安全性の確保など、ボトムアップ式で行われることに特徴がある活動である。しかし、サービスの現場では、経験と勘による業務形態が慣習化しているだけでなく、サービス業は典型的な労働集約型産業である。そのため、カイゼンもトップダウン式で行われることが多く、持続性・継続性を維持するのが困難な状況にある。

そこで、本稿では、サービスの現場におけるカイゼンのモチベーションの向上を支援するために、カイゼン前後の人の動きを可視化するための観測システムを試作し、カイゼンにより得られた効果を視覚的に表現する方法に取り組んだので、その内容について報告する。

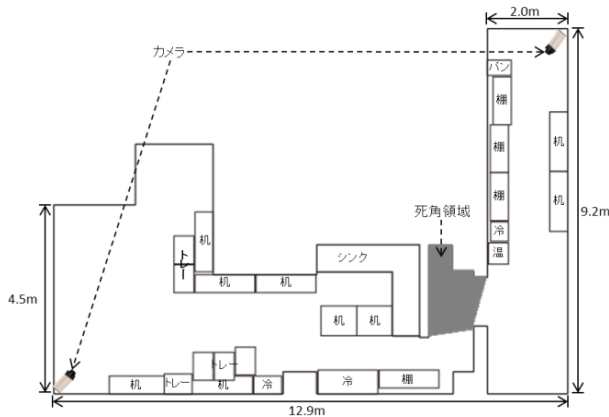


図1 対象領域とカメラ位置



図3 「カイゼン」後の配置

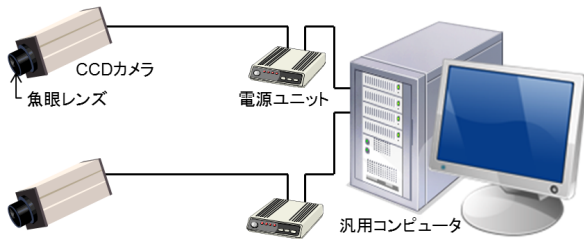


図2 システム構成

2. 観測システムの試作

本システムは、昨年度構築した行動計測システムの画像計測部^[3]をベースに試作した。しかしながら、図1に示すとおり、本稿においてカイゼンの対象とする観測領域（以下、対象領域）は、1台のカメラでは対象領域の全てを観測することが不可能であるため、2台以上のカメラを接続できるように試作した。なお、本稿では2台のカメラを配置することにより、死角となる領域（図1のグレーの部分）を極力少なくした。この死角領域では、作業がなく、移動のみに使用されている。

図2に試作したシステム構成を示す。レンズは、昨年度と同様に魚眼レンズ（水平画角110度、垂直画角81.57度）を使用した。また、カメラは、配線を簡単にするために、カメラからの映像（Video）信号とカメラへの電源（Power）供給を一本の同軸ケーブルに重畳して伝送するVP多重方式のカラーCCDカメラ（エルモ社製 NSV-D673）を使用した。2つのカメラ映像は、VP多重電源ユニット（エルモ社製 NVC-10P）からそれぞれ出力され、1枚のキャプチャカード（Ituner Network Corp製 Spectra8）をインターフェースとしてPCに入力した。それぞれの入力画像は640×480ピクセルの解像度で処理され、非圧縮AVIファイルとして個々に保存される。この時、AVIファイルの各フレームを書き込んだシステム時間もタイムテーブルとして記録される。

3. カイゼン効果の可視化

3. 1 カイゼン概要

カイゼンは、株式会社十八楼の協力により、朝食提供サービスにおけるバックヤード業務を対象に行った。また、カイゼンでは、朝食会場で料理を提供する料理人1名を被験者として、被験者のバックヤードにおける移動距離を短くすることを目的として、経営者及び被験者と共に改善案を検討した。これは、一度に多くを改善した場合、どこに効果が表れたのかを示すことが困難になると考えられるためである。その結果、被験者が会場の料理を補充する場合に、予備の材料を保管している1台の冷蔵庫を、被験者が頻繁に使用する作業機の近くに配置することで、移動距離を短縮することにした。図3にカイゼン後の配置を示す。なお、カイゼン前の配置は図1のとおりであり、図3における破線左側を領域A、破線右側から朝食会場までを領域Bとする。

朝食会場とBとを連結する入口を起点とした場合、カイゼン前後の冷蔵庫までの経路は図3中の(a)、(b)で表すことができるが、それぞれの距離は(a)が7.2mであるのに対して、(b)は4.1mである。仮に、1日当たり10回、冷蔵庫を使用する場合のカイゼン効果は、往復で考えると62m（3.1m×2×10）の削減となり、年間に置き換えると22km（62m×365）の移動距離の短縮が見込まれる。

3. 2 可視化方法

可視化の準備作業として、被験者の対象領域における平面座標と時間を求めた。平面座標は、A、Bそれぞれを撮影したAVIファイルから1フレームずつ画像を抽出し、歪曲を補正した上で、画像上の被験者の足元位置を手動で特定し、予め求めておいた各座標変換行列から同一座標系で算出した^[3]。時間は、タイムテーブルに記録したシステム時間をそのまま使用した。

可視化は、前述の座標と時間に基づいて、A、Bにおける滞在時間や歩行時間、歩行距離等を数値で表した表形式と、視覚的に認識しやすい図形式として、座標を連続的に直線で結んだ移動経路として表現する方法と、被験者が特定位置に留まっている状態を示した滞留分布として表現する方法により行った。

表1 カイゼン前後の観測結果

観測時間	滞在時間[秒]			歩行時間[秒]			歩行距離[m]			歩行速度[m/秒]			B→A 移動回数	冷蔵庫 移動回数	
	A	B	その他	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	平均			
7:00~7:30	前	34	775	991	12	110	122	18.2	130.2	148.4	1.5	1.2	1.2	2	0
	後	0	636	1,164	0	117	117	0.0	126.4	126.4	-	1.1	1.1	0	1
7:30~8:00	前	106	621	1,073	27	102	129	41.0	135.7	176.7	1.5	1.3	1.4	3	3
	後	0	208	1,592	0	69	69	0.0	82.5	82.5	-	1.2	1.2	0	3
8:00~8:30	前	155	644	1,001	60	143	203	96.5	179.6	276.1	1.6	1.3	1.4	9	1
	後	127	298	1,375	25	52	77	37.8	61.8	99.6	1.5	1.2	1.3	3	1
8:30~9:00	前	275	390	1,135	86	123	209	125.2	153.1	278.3	1.5	1.2	1.3	10	1
	後	205	537	1,058	79	127	206	121.8	150.6	272.4	1.5	1.2	1.3	9	4
合計	前	570	2,430	4,200	185	478	663	280.9	598.6	879.5	1.5	1.3	1.3	24	5
	後	332	1,679	5,189	104	365	469	159.6	421.3	580.9	1.5	1.2	1.2	12	9
	差	Δ238	Δ751	989	Δ81	Δ113	Δ194	Δ121.3	Δ177.3	Δ298.6	0.0	Δ0.1	Δ0.1	Δ12	4

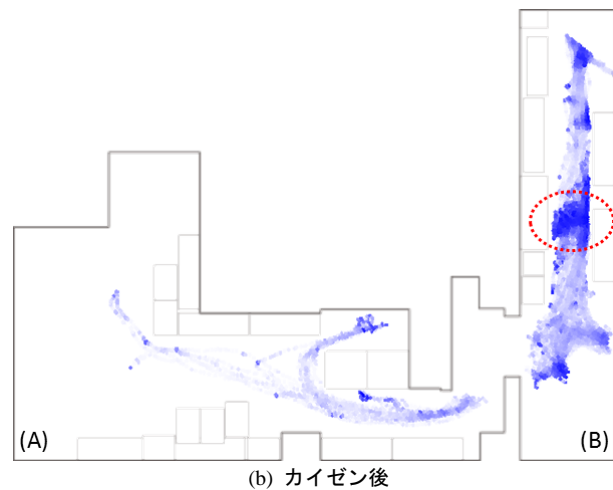
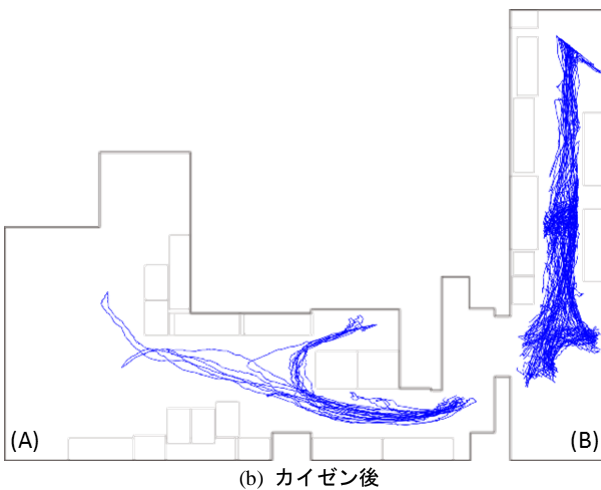
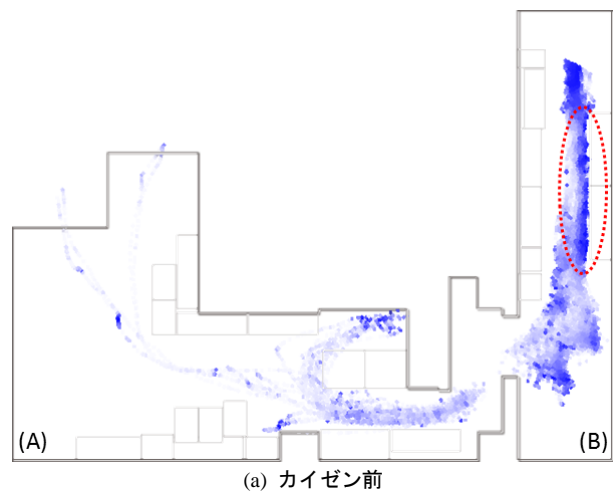
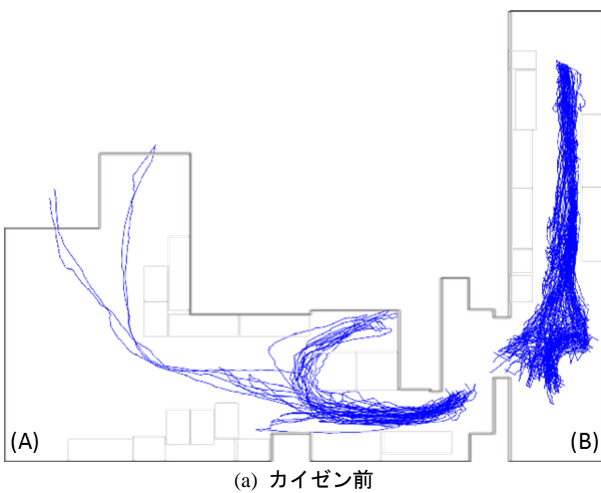


図4 カイゼン前後の移動経路

図5 カイゼン前後の滞留分布

3. 3 可視化結果と考察

カイゼン前後の観測結果について、数値データを表1、移動経路を図4、滞留分布を図5に示す。

まず、直接的な効果であるが、表1に示す冷蔵庫移動回数がカイゼン後は9回であったため、距離に換算して55.8m (3.1m×2×9) の移動のムダを削減することができた。そのため、Bを経由してAに移動した回数も12回削減



することができ、これは図4のAにおける軌跡の数が減少していることから容易に判別することができる。また、Aにおける滞在時間、歩行時間、歩行距離も減少した結果、朝食会場で顧客と接する時間が増加し、付加価値の向上に貢献していることが予想できる。

次に、二次的効果であるが、カイゼンで移動した冷蔵庫は、Aに配置されていた時は上部に物が積載され、棚

の代替として使われていた。しかし、冷蔵庫をBに移動したことにより、Aには代わりに棚を配置したため、Bに配置した冷蔵庫の上部は、棚として使用されるのではなく、作業台として使用されるようになった。そのため、カイゼン前は図5(a)の円（点線）内のような縦に長く分布する滞留状態が発生していたが、カイゼン後は図5(b)の円（点線）内の横に短く分布する滞留状態が発生するようになった。これらの分布により、Bにおける歩行時間、歩行距離が減少したと考えられ、図5はカイゼンの二次的効果を裏付ける可視化手段として有効であることが分かる。

4. まとめ

サービスの現場におけるカイゼンへのモチベーションの向上を図るために、カイゼン前後の作業者の動きを観測することにより、作業者の位置情報を視覚的に表現する可視化手法について検討した。作業者の観測においては、作業者が複数の領域を行き来するため、マルチカメラシステムを試作し、広範囲における観測を可能にした。また、カイゼン効果の可視化においては、移動経路、滞留分布として表現することで、数値データだけでは表れない情報の視覚的な表現が可能となった。

これらの結果を、協力者である株式会社十八楼に提示したところ、カイゼン効果に理解を得られただけでなく、移動経路や滞留分布から残存する課題を発見し、次のカ

イゼンへの意欲が見られた。そのため、本稿で提示した移動経路や滞留分布は、カイゼンの持続性・継続性の向上に有効な可視化手段となり得ると考えられる。

今後は、様々な観測手法について研究を進めながら、カイゼンに留まらず、人やモノの動きを効果的に可視化できる手法について検討を進める予定である。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、試作した観測システムの実証及びカイゼン効果の検証のために御協力を頂きました株式会社十八楼の伊藤豊邦専務をはじめ、従業員の皆様に深く感謝いたします。また、カイゼンの御指導・御鞭撻を頂きました株式会社JPECの山田直志代表取締役様に深く感謝いたします。

文 献

- [1] 内藤耕，サービス工学入門，東京大学出版会，2009.
- [2] サービス産業生産性協議会，サービス・イノベーション（サービス産業生産性協議会平成20年度活動報告書），生産性出版，2009.
- [3] 渡辺博己，山田俊郎，浅井博次，棚橋英樹，“人物の行動計測技術の開発とサービス産業への応用”，岐阜県情報技術研究所研究報告第11号，pp.1-8，2010.