

店舗内配送において情報システムを導入した場合の 発注から棚入れまでの時間の短縮効果の分析

Analysis on Reducing the Time from Ordering to Receiving through the Introduction of Information Systems in Store's Delivery

岩尾詠一郎(東京商船大学大学院) 苦瀬博仁(東京商船大学流通情報工学課程)
Eiichiro IWAO Hirohito KUSE

要旨：近年、店舗からの時間指定や納品回数指定など、荷主からの過度な要求により、物流活動が輻輳している。これらの要求を満たすためには、物流業者は発注から棚入れまでの時間の短縮をはかる必要がある。この場合、情報システム導入によって、発注から棚入れまでの時間が短縮できる可能性がある。

Abstract: Due to unreasonable demands of consumers such as time-designated and restricted frequency of deliveries, physical distribution activities in urban areas have become more complicated and congested as before. In order to meet this demand, it is important that the time of goods from ordering to receiving be reduced. By reducing the time, the travel time of commercial vehicles may be shortened which may result to the lessening of traffic and environmental problems. Thus, this paper aims to clarify the role of introducing information systems in reducing this time. It also seeks to understand the effects of introducing information systems in the various physical distribution activities.

1. はじめに

近年、店舗からの時間指定や納品回数指定など、荷主からの過度な要求により、物流活動が輻輳している。これらの要求を満たすためには、物流業者と荷主企業は、発注から棚入れまでの時間を短縮する必要がある。この場合、情報システムを導入することによって発注から棚入れまでの一連の活動の作業時間を短縮できる可能性がある。

また、発注から棚入れまでの時間が短縮できれば、物流車の走行時間削減や、店舗内での商品の滞留時間削減も可能となり、結果として、交通渋滞や環境問題等を解決することも可能となる。

2. 研究の目的と方法

2-1 研究の目的

情報システムに関する研究には、情報システム導入による、代替・相乗・補完効果に関

する研究や、EDIを用いた各々の情報システムの効果の研究があるが、情報システムが物流活動に与える影響を定量的に分析している研究や、発注から棚入れまでの時間に着目してその短縮効果や、情報システムを導入した時の代替効果を明らかにしている研究はない。

そこで本研究では、発注から棚入れまでの時間に着目し、その間の物流活動と情報システムを対応させて、情報システム導入による代替・相乗・補完効果のうち、物流活動の作業時間削減を活動時間の短縮とみなし、情報システムを導入したときの代替効果を明らかにすることを目的とする。

2-2 研究の方法

本研究は、以下の手順で進める。

①店舗での商品の発注から棚入れまでの物流活動を定義し、物流活動に対応させて情報システムを設定し、情報システムを構築するときに必要となる情報内容を明らかにする。

②情報システムが、物流活動に与える時間短縮の間接効果を明らかにするために、問題の明確化のための構造化手法の一つである、ISM分析を行う。

③情報システムとしてEDIを取り上げ、EDIを導入している企業に対し、EDI導入による物流活動時間短縮の直接効果のアンケート調査を行う。

④調査結果とISM分析の結果をもとに、発注から棚入れまでの物流活動をシミュレーションで再現し、情報システム導入による、発注から棚入れまでの時間短縮の直接効果と間接効果を明らかにする。

⑤情報システムが、物流活動に与える作業時間の短縮効果を分析する。

⑥情報システム導入による、代替効果を明らかにする。

3. 情報システムと物流活動の関連

3-1 物流活動の定義

本研究では、物流活動を、調査を行った企業の物流活動を参考に、店舗での発注から、店舗での保管までの11の活動(図1①~⑪)と定義する。そして、これら11の活動を、受発注活動(図1①)、流通センター(T.C)内作業(②~⑥)、輸送活動(⑦)、店舗内作業(⑧~⑪)の4つの活動に再分類する。

また、本研究では、情報システム導入が、物流活動に与える作業時間の短縮効果とともに、物流車の店舗での駐車時間削減効果を明らかにするために、発注から棚入れまでの時間を、受発注時間、流通センター内作業時間、輸送時間、店舗内作業時間の4つの時間の合計時間と定義する。(図1)

一方で、物流活動を行う際には、必要となる情報がある。例えば、受発注活動では、商品内容情報、数量情報、品質情報、商品販売情報があり、保管活動では、在庫位置情報、在庫情報がある。(表3)

3-2 情報システムの直接効果と間接効果

本研究では、情報システムの導入を、情報伝達手段の変更と考える。

そして、情報内容についても、先述した11の物流活動ごとに分けて考える。

次に、情報システムの導入効果は、物流活動の時間短縮効果で計測できると仮定する。

この導入効果は、直接効果と間接効果からなる。

直接効果は、情報システムを導入した場合、当該物流活動の活動時間が短縮することと定義する。また、間接効果を、情報システムを導入した場合、別の物流活動の活動時間が短縮されることと定義する。(表1)

例えば、受発注情報システムを導入した場合、受発注時間が短縮される場合を直接効果とし、受発注情報システムを導入することで、ピッキング時間の短縮や、仕分け時間の短縮ができる場合を間接効果とする。

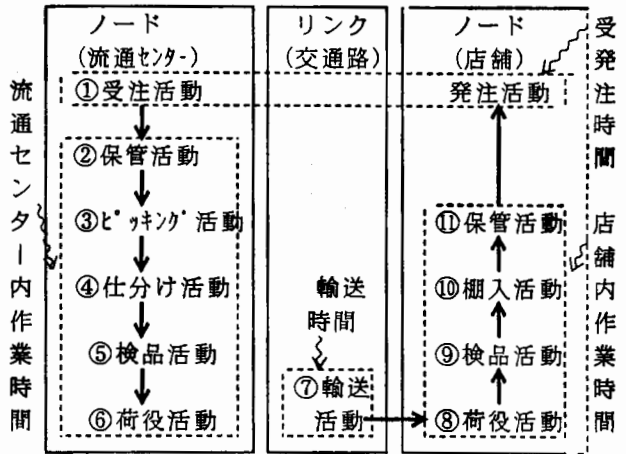


図1 物流活動の概念図

表1 情報システムの直接効果と間接効果

直接効果	情報システムを導入した場合、当該物流活動の時間が短縮されること。 (例：受発注情報システム導入により受発注活動が効率化される。)
間接効果	情報システムを導入した場合、別の物流活動の時間が短縮されること。 (例：受発注情報システム導入によりピッキング活動や保管活動が効率化される。)

表2 情報システムに必要な情報

情報システム	情報内容
①受発注情報システム	決済情報、支払い情報 請求情報、商品内容情報 数量情報、品質情報 商品販売情報
②保管情報システム	在庫位置情報、在庫情報
③ピッキング情報システム	商品内容情報、数量情報
④仕分け情報システム	届け先情報、数量情報
⑤検品情報システム	商品内容情報、数量情報
⑥荷役情報システム	商品内容情報、数量情報 品質情報、棚入れ情報
⑦輸送情報システム	貨物位置情報、品質情報 地図情報、貨物内容情報 自動車情報、道路情報
⑧荷役情報システム	商品内容情報、数量情報 品質情報、棚入れ情報
⑨検品情報システム	商品内容情報、数量情報
⑩棚入れ情報システム	棚入れ先情報
⑪保管情報システム	在庫位置情報、在庫情報

表3 物流活動を行うときに必要な情報

物流活動	情報内容
①受発注活動	数量情報、請求情報 商品販売情報
②保管活動	在庫情報、数量情報
③ピッキング活動	数量情報、商品内容情報
④仕分け活動	数量情報、届け先情報
⑤検品活動	商品内容情報、数量情報 届け先情報
⑥荷役活動	商品内容情報、品質情報 届け先情報
⑦輸送活動	貨物位置情報、品質情報 地図情報、貨物内容情報 自動車情報、道路情報
⑧荷役活動	商品内容情報、品質情報 届け先情報
⑨検品活動	商品内容情報、数量情報 届け先情報
⑩棚入れ活動	棚入れ先情報、数量情報 商品販売情報、品質情報
⑪保管活動	在庫情報、商品内容情報

4. 情報システムと物流活動の定性的関係の分析

4-1 ISM分析の目的と方法

本研究では、情報システムと情報システムに必要な情報と物流活動を行うときに必要となる情報の比較により、情報システム導入による、物流活動時間短縮の間接効果を定性的に示すことを目的として、ISM分析を行う。

ISM分析の手順は、以下の通りである。

- ①情報システムの情報内容を調べる。(受発注情報システム：決済情報、支払い情報、請求情報、商品内容情報、数量情報、品質情報、商品販売情報)

②次に、物流活動に必要な情報内容を調べる。(保管活動：在庫情報、在庫位置情報)

③①情報内容と、②の情報内容が一致したものを1、そうでないものを0とする。(表3)

例えば、受発注活動に必要な数量情報は、受発注活動だけでなく、他のピッキング活動、仕分け活動、検品活動、荷役活動、検品活動にも必要な情報である。

④このマトリックス表をもとに、構造化モデルを構築する。(注1)(図2)

表3 情報システムと物流活動の直接効果と間接効果

情報システム	受発注	センター内作業					輸送	店舗内作業			
	受発注	保管	ピッキング	仕分け	検品	荷役	輸送	荷役	検品	棚入れ	保管
①受発注情報システム	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
②在庫情報システム	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
③ピッキング情報システム	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
④仕分け情報システム	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
⑤検品情報システム	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
⑥荷役情報システム	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
⑦輸送情報システム	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
⑧荷役情報システム	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
⑨検品情報システム	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
⑩棚入れ情報システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
⑪在庫情報システム	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1

4-2 ISM分析の結果

ISM分析の結果、情報システム導入による、時間短縮の間接効果の構造モデルを構築することができた。

例えば、受発注情報システムを導入すると、直接効果として、受発注活動の時間短縮効果だけでなく、間接効果として、ピッキング活動と仕分け活動へ、時間短縮の間接効果の影響が考えられる。次に、ピッキング活動は在庫活動へ、また、仕分け活動は、検品活動及び荷役活動へ、時間短縮の間接効果の影響が考えられる。このことは、受発注情報システムに含まれる商品管理情報が、ピッキング活動や仕分け活動に利用されることによる。さらにピッキング活動が、商品内容情報を介して在庫活動に影響を与えているため、間接効果が波及していくためと考えられる。(図2)

一方で、情報システム導入により、店舗での物流車の駐車時間が削減できる場合がある。例えば、検品作業に情報システムを導入することで、店舗内での検品作業時間が削減し、物流車の駐車時間が削減できる。

本研究では、情報システム導入が、他の物流活動に与える影響を定量的に示すことを目的としているため、情報システム導入による、駐車時間の削減効果は検討しない。

5. 情報システム導入効果の調査

5-1 調査の目的

本研究では、情報交換手段としてEDI (Electronic Data Interchange: 電子データ交換) を取り上げ、EDIを導入している企業7社の流通センターと店舗を対象に、EDI導入前と導入後の物流活動の時間の変化を明らかにするためにアンケート調査を行った。

これにより、調査を行った企業の情報システムの導入実態を明らかにするとともに、EDI導入前後の、各作業時間の変化、物流車の積載率の変化、荷捌き場の面積の変化、駐車ロット数の変化などが明らかとなった。

特に各作業時間の変化は、情報システム導入による物流活動の時間短縮効果の分析に用いることができる。

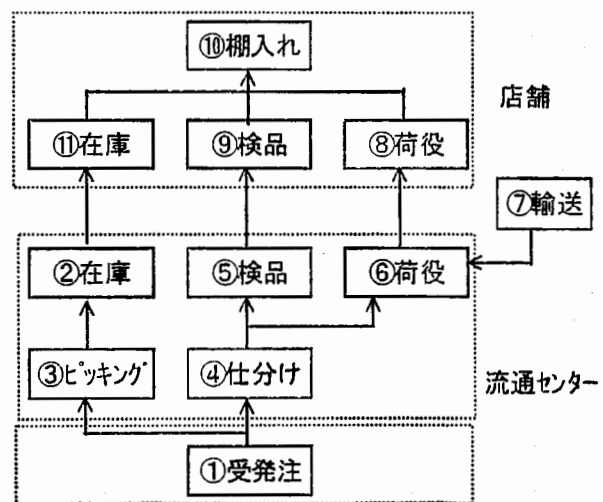
5-2 調査の項目

調査は、企業の流通センターと店舗の2つを対象に、EDI導入前後それぞれに対し、流通センターの作業と輸送活動、および輸送活動と店舗作業の時間変化について行った。

流通センターに対する調査項目は、①年商、②導入している情報システム、③EDI導入前後の情報交換手段、④流通センターの稼働時間、⑤荷物の取り扱い方法とその比率、⑥受発注時間、⑦ピッキング時間、⑧流通加工時間、⑨包装時間、⑩仕分け時間、⑪検品時間、⑫荷役時間、⑬在庫数、⑭作業員数、の14項目である。

輸送活動の調査項目は、①物流車数、②情報交換手段、③導入している情報システム、④物流車の積載率、⑤配送時間、⑥配送距離、⑦配送経路の7項目である。

店舗の調査項目は、①年商、②導入している情報システム、③EDI導入前後の情報交換手段、④荷役時間、⑤横持ち搬送時間、⑥縦持ち搬送時間、⑦検品時間、⑧棚入れ時間、⑨在庫数、⑩作業員数、の10項目である。



注：→は、情報システムを導入による物流活動時間の短縮の間接効果を示している。

図2 情報システムと物流活動の関係のモデル図

5-3 調査結果

アンケート調査の結果、情報システム導入前後に、作業手順に変化が見られなかったことから、情報システム導入前後の作業時間削減効果の比較を行う。

そこで、本研究では、アンケート調査結果から、各情報システムを導入した場合の、直接効果として、作業時間の減少率や在庫数の削減率を算出した。(表5)

例えば、受発注活動では、受発注情報システム導入により、受発注時間が0となる。よって、情報システム導入の直接効果は、受発注時間が0となるため、減少率100%となる。

センター内作業では、各情報システム導入の直接効果は、ピッキング活動では、ピッキング情報システムとして、デジタルピッキングを導入することにより、ピッキング時間が40%削減される。また、保管活動では、在庫情報システムとして、POS(Point Of Sales:販売時点管理)を導入することにより、在庫数が32.0%削減される。

輸送では、輸送情報システム導入により、直接効果として、物流車の積載率の上昇にとともに、約33%の物流車が削減される。

店舗内作業では、各情報システム導入の直接効果は、荷役活動では、荷役情報システム導入により、荷役時間が約27.0%減少する。

6. シミュレーション分析

6-1 シミュレーション分析の目的と方法

シミュレーション分析の目的は、実態調査で得られたデータから、情報システム導入が物流活動に与える直接効果を再現するとともに、ISM分析により明らかとなった情報システムと物流活動の間接効果の因果関係と、実態調査のデータから間接効果の影響をシミュレーターで再現することにある。(図3)

この時、シミュレーションで用いるデータは、実態調査で得られた情報システム導入前後の作業時間の減少率と、在庫の削減率が最

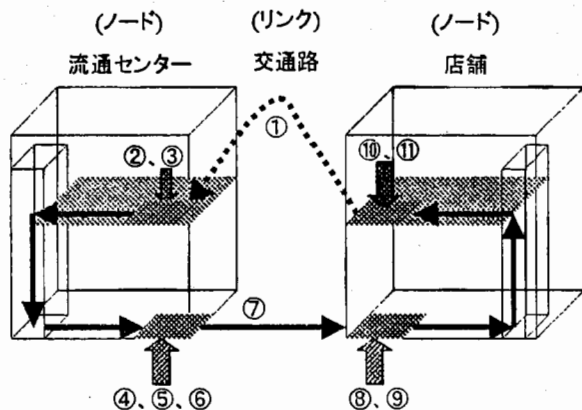
も大きい企業のデータを用いる。これは、削減効果の大きい企業は、情報システムの導入効果が高いと判断したことによる。

また、各物流段階のアクティビティー水準は、調査結果をもとに、受発注では、EOS、ピッキング、荷役、棚入れでは、デジタルピッキング、在庫では、POS、仕分けでは、自動仕分けシステム、検品では、自動検品システム、輸送では、ITSである。

そして、シミュレーションの適用に当たっては、仮想の流通センター(延べ床面積10000m²)と店舗(延べ床面積6000m²)を想定し、受発注では、商品の発注量を、流通センターでは、建物内の搬送距離や保管スペース、荷捌き場面積を、輸送では、輸送速度、輸送距離を流通センターのアンケート調査結果をもとに設定し、店舗では、建物内の搬送距離と保管スペース、荷捌き場面積を、店舗のアンケート調査結果をもとに設定した。

このシミュレーションにより、ある物流活動に、情報システムが導入された場合の、リードタイム短縮効果を、直接効果と間接効果それぞれについて定量的に示すことができる。

なお、シミュレーションは、11の情報システムをそれぞれ導入した場合の11ケースと、情報システムを導入しない場合について、合計12ケース行う。(表6)



注：図中の①～⑪は物流活動を示す。

図3 シミュレーションのモデル図

表5 EDI導入前後による物流活動時間と在庫数、物流車数の減少率

		情報システム 導入前	情報システム 導入後
受発注	受発注時間	0.41分/個	0分/個
	在庫数量	6000個	4000個
センター内 作業時間	ピッキング時間	2.5分/個	1.5分/個
	仕分け時間	0.95分/個	0.70分/個
	検品時間	1.05分/個	0.70分/個
	荷役時間	0.95分/個	0.70分/個
輸送	物流車数	180台	120台
店舗内 作業時間	荷役時間	0.95分/個	0.70分/個
	検品時間	1.05分/個	0.70分/個
	棚入れ時間	17.4分/個	7.5分/個
	在庫数	500個	400個

表6 シミュレーションにおいて仮定したデータ

受発注	発注量	3000個/日		
流通センター内作業	保管スペース	1000m ²	横持ち搬送距離	15m
	横持ち搬送速度	1.8km/h	縦持ち搬送距離	6m
	縦持ち搬送速度	18km/h	荷捌き場面積	100m ²
輸送	配送速度	18km/h	配送距離	200Km
店舗内作業	荷捌き場面積	100m ²	横持ち搬送距離	15m
	横持ち搬送速度	1.8km/h	縦持ち搬送距離	6m
	縦持ち搬送速度	18km/h	保管スペース	100m ²

表7 情報システム導入による直接効果と間接効果

情報システム	受発注		センター内作業				輸送		店舗内作業			
	受発注時間	在庫数	ピッキング時間	仕分け時間	検品時間	荷役時間	物流車数	荷役時間	検品時間	棚入れ時間	在庫数	
① 受発注システム	● 0.41	○ 6000 4000	○ 2.5 1.5	○ 0.95 0.7	○ 1.05 0.7	○ 0.95 0.7		○ 0.95 0.7	○ 1.05 0.7	○ 17.4 7.5	○ 500 400	
② 在庫システム		● 6000 4000								○ 17.4 7.5	○ 500 400	
③ ピッキングシステム		○ 6000 4000	● 2.5 1.5							○ 17.4 7.5		
④ 仕分けシステム				● 0.95 0.7	○ 1.05 0.7	○ 0.95 0.7		○ 0.95 0.7	○ 1.05 0.7	○ 17.4 7.5		
⑤ 検品システム					● 1.05 0.7	○ 0.95 0.7		○ 0.95 0.7	○ 1.05 0.7	○ 17.4 7.5		
⑥ 荷役システム						● 0.95 0.7		○ 0.95 0.7		○ 17.4 7.5		
⑦ 輸送システム						○ 0.95 0.7	● 180 120	○ 0.95 0.7		○ 17.4 7.5		
⑧ 荷役システム								● 0.95 0.7		○ 17.4 7.5		
⑨ 検品システム									● 1.05 0.7	○ 17.4 7.5		
⑩ 棚入れシステム										● 17.4 7.5		
⑪ 在庫システム										○ 17.4 7.5	● 500 400	

注：●は直接効果を、○は間接効果を示す。また、下段の数字の左側は情報システム導入前の処理時間及び処理数を、右側は情報システム導入後の処理時間及び処理数を示す。各数字の単位は、在庫数は(個)、物流車数は(台/日)を示し、それ以外の指標は(分/個)を示している。

6-2 シミュレーション分析結果

(1) 発注から棚入れまでの時間の短縮効果
シミュレーション分析の結果、発注から棚入れまでの時間短縮効果と、各活動時間の短縮効果のある情報システムが明らかとなる。
各情報システム導入時の発注から棚入れまでの時間の短縮効果のうち、最も短縮効果があるのが、受発注情報システム(削減率48.6%)

であり、次に在庫情報システム(同40.8%)と、仕分け情報システム(同41.0%)である。(表8)
(2) 各活動時間短縮に効果のある情報システム

①受発注活動時間短縮には、受発注情報システムが有効であり、現状と比較して、0%に短縮できる。一方で、他の情報システムでは、在庫情報システムの42.9%が最大である。

②センター内作業のうち保管活動時間削減には、在庫情報システムが有効である。ピッキング、仕分け、検品、荷役活動時間短縮には、受発注情報システム導入が有効である。

③輸送時間短縮には、輸送情報システムが有効であり、約 47.0%短縮できる。

④店舗内作業のうち、保管活動時間削減には、在庫情報システム(53.0%)が有効である。荷役、検品、棚入れ活動の時間短縮には、効果の大きなものは少ない。(表 7)

6-3 情報システムの導入が物流活動に与える影響分析

シミュレーション分析の結果(表 8)情報システム導入により、11 の物流活動のうち 1 つでも時間削減率が 50%以上となる情報システムは、受発注情報システム(①)、流通センター内の、在庫情報システム(②)、仕分け情報システム(④)、検品情報システム(⑤)、及び店舗内の、在庫情報システム(⑪)の 5 つがある。すなわち、50%以上の削減比率の作業が、センター内作業に集中していることがわかる。よって、情報システム導入が、店舗内作業や、輸送活動ではなく、センター内作業の時間短

縮に最も効果があることが明らかとなった。

特に貨物管理や運行管理を行う輸送情報システムを導入しても、実際の走行距離や走行時間が大幅に短縮する可能性は少ないので、時間減少の貢献は少ないと考えられる。

6-4 情報システムの導入が物流活動に与える直接効果と間接効果の分析

本研究では、物流活動時間の削減率が 50%以上の、情報システムのうち、時間短縮効果の大きかった、受発注情報システムと仕分け情報システムを取り上げ、情報システム導入による物流活動時間短縮の直接効果と間接効果を明らかにしていく。

受発注情報システムは、受発注情報システムを導入による、直接効果である受発注時間の短縮効果が最も大きく、次に間接効果であるピッキング作業時間、検品作業時間の短縮効果が大きいことが明らかとなった。(図 4)

仕分け情報システムは、仕分け情報システム導入により、直接効果である仕分け作業時間の短縮よりも、間接効果であるピッキング作業時間や検品作業時間の短縮効果が大きくなることが明らかとなった。(図 5)

表 8 情報システムを導入した場合のリードタイムと各物流活動時間の短縮効果

	受発注	センター内作業					輸送	店舗内作業				リードタイム
	受発注活動	保管活動	ピッキング活動	仕分け活動	検品活動	荷役活動	輸送活動	荷役活動	検品活動	棚入れ活動	保管活動	
現状	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
① 受発注システム	0.00	0.91	0.34	0.51	0.47	0.56	0.83	0.74	0.67	0.67	0.79	0.52
② 在庫システム	0.57	0.40	0.54	0.56	0.56	0.85	0.69	1.10	0.91	0.56	0.54	0.59
③ ピッキングシステム	0.57	0.89	0.53	0.66	0.66	0.76	0.83	1.00	1.00	0.66	0.76	0.67
④ 仕分けシステム	0.88	0.91	0.43	0.51	0.47	0.56	0.83	0.74	1.00	0.66	0.79	0.59
⑤ 検品システム	0.88	0.91	0.43	0.70	0.47	0.76	0.83	1.00	1.00	0.66	0.79	0.64
⑥ 荷役システム	0.66	0.89	0.66	0.66	0.66	0.56	0.83	0.74	1.00	0.66	0.76	0.69
⑦ 輸送システム	0.66	0.69	0.66	0.67	0.66	0.83	0.53	1.10	0.91	0.66	0.53	0.67
⑧ 荷役システム	0.66	0.89	0.66	0.66	0.66	0.76	0.83	0.74	1.00	0.66	0.76	0.70
⑨ 検品システム	0.66	0.89	0.66	0.66	0.66	0.76	0.83	1.00	0.67	0.67	0.76	0.70
⑩ 棚入れシステム	0.66	0.89	0.66	0.66	0.66	0.76	0.83	1.00	1.00	0.66	0.76	0.70
⑪ 在庫システム	0.56	0.61	0.56	0.56	0.56	0.74	0.69	1.10	0.91	0.56	0.47	0.59

注：各情報システム(①～⑪)の数字は、現状を 1.00 とした場合の、情報システム導入後の物流活動時間の削減効果を示す。なお、黒枠で囲った部分は削減効果が 0.5 以下のものである。

7. おわりに

本研究では、情報システムを導入することによって、どの物流活動時間が短縮されるのかを、定性的、定量的の2つの視点から明らかにすることを目的として、ISM 分析とシミュレーション分析を行った。

この結果、物流活動を効率化するためには、単に直接効果だけを考慮するのではなく、間接効果も含めて情報システムの導入を検討することが重要であることが明らかとなった。

また、都市内の輸配送において、物流車の駐車待ち時間の削減や、駐車時間の削減のための改善方法の1つとして、輸送情報システムの導入だけではなく、受発注情報システムなどを導入すれば、結果として店舗での作業時間が短縮でき、駐車時間も短縮可能なことが明らかとなった。

今後の課題として、店舗と流通センター間の物流活動だけでなく、工場から店舗までの3拠点の物流活動を対象とした分析と、受発注、流通センター内作業、配送、店舗内作業の4つに分類した分析も必要となってくる。

本研究を進めるにあたり、調査に御協力いただいた各企業の皆様に感謝いたします。

参考文献：

- 1) 呉、苦瀬、中川：情報システムによる物流の代替・相乗・補完効果の分析、日本都市計画学会論文、pp153～158、1992年
- 2) 吉川和広：土木計画演習、森北出版株式会社、PP.14～22、1985年
- 3) 運輸省自動車交通局：運輸省 ITS 導入推進検討委員会報告書、平成11年3月
- 4) (財)流通システム開発センター：流通 EDI の概要、流通コードセンター、平成5年10月
- 5) CRC 総合研究所、「WITNESS・Release 6.0・ユーザーマニュアル」、1992年
- 6) 苦瀬博仁：付加価値創造のロジスティクス、税務経理協会、1999年

注1：

- 1) 単位行列(I)を用いて
 $M = D + I$
 とし、このベキ乗を求め、可達行列(M)を求める。
- 2) 各要素 S_i に対して可達集合： $R(S_i)$ と先行集合： $A(S_i)$ を求める。

- 3) この可達集合と先行集合を用いて、
 $R(S_i) \cap A(S_i) = R(S_i)$
 となるものを、逐次求める。
- 4) これらを配置し、隣接する要素を結線する。
 これにより、物流活動とそれらを構成する情報との間接効果の構造をモデルが示される。

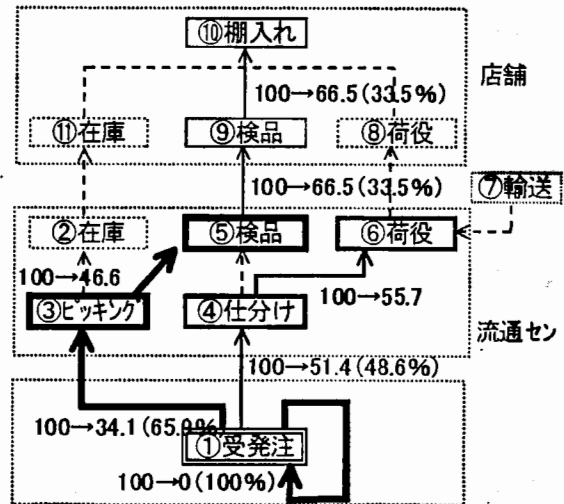


図4 受発注情報システムを導入した場合の直接効果と間接効果

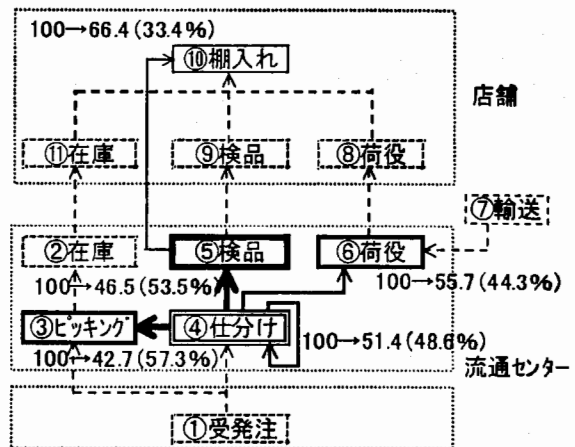


図5 仕分け情報システムを導入した場合の直接効果と間接効果

- 注：→ は、時間短縮効果 40%以下のものを示す。
 → は、時間短縮効果 40%～50%のものを示す。
 ---> は、時間短縮効果 50%～80%のものを示す。
 また、図中の数字は、情報システム導入前の作業時間を100とし、導入後の作業時間を示したものである。
 なお、()内は、作業時間の削減率を示す。