

39. 受発注情報システム導入による物流活動への効果に関する基礎的研究

Study on the Effects of Information Systems for placing and receiving order to the Logistics Activity

苦瀬博仁・森 慶彰*

Hirohito Kuse and Yoshiaki Mori

Information systems for placing and receiving order of commodities have been developed to improve the commercial business activities. However, it is difficult to quantify the influence of information systems to the logistics activities.

This study tries to clarify the direct and indirect effects of information systems to the logistics activities by using information systems placing and receiving. Direct effects improve the commercial business activities while indirect effects influence the logistics activities.

It was found out that among the direct effects of EOS (Electronic Ordering Systems) are decreased in the percentage of manpower and ratio of error to commercial business activity. On the other hand, its indirect effects is expressed by the reduction of lead time to the logistics activity.

Keywords: Information systems, Placing and Receiving Order, Physical Distribution, Logistics
情報システム、受発注、物流、ロジスティクス

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

近年のIT革命により、EDI (Electronic Data Interchange: 電子データ交換) やインターネットなどの情報システムの普及が、物流活動に大きな影響を与えている。そして物流活動に影響を与える情報システムには、物流情報システムと商取引情報システムが考えられる。

物流情報システムは、企業がコスト削減や円滑な物流活動をおこなうための、物流活動に直接関わる運行管理システムや在庫管理システムなどである。

この一方、電子商取引に代表される受発注情報システムは、受発注活動の活発化や効率化に寄与し、この結果として間接的にコスト削減や物流活動にも影響を与えていると考えられる。しかし、受発注情報システムが物流活動に与える影響は、間接的であるがゆえに分析例は少ない。

そこで本研究は、受発注情報システムが物流活動に与える効果を明らかにすることを目的とする。

1.2 研究の方法

本研究は、以下の手順でおこなう。

- 1) 研究の目的と方法を明らかにする(1章)。
- 2) 本研究の特徴を示す(2章)。
- 3) 情報システムを定義し、情報システムが物流活動に与える効果の概念を示す(3章)。
- 4) 企業の商取引情報システム導入による受注処理時間や作業要員数などの変化を明らかにし、受発注情報システムが受発注活動に与える直接効果を明らかにする(4章)。
- 5) 受発注情報システムの導入により受発注活動が変化し、さらにこの変化によって物流活動が変化するとき、

商品を注文してから商品が手元に届くまで(リードタイム)の様々な物流活動を対象に、リードタイム時間の短縮で示される受発注情報システム導入の間接効果を明らかにする(5章)。

2. 本研究の特徴

情報システムと物流活動の相互関係に関する研究には、荷主企業と運送業者に着目した実態調査から、情報システムによる物流活動への効果の研究がある。¹⁾

この研究では、情報システムの概念を明らかにし、情報システムを受発注情報システムと物流情報システムに分類し、両者の効果を分析して直接効果と間接効果の存在を指摘している。しかしながら、受発注情報システムが物流活動に与える効果の定量的な分析はされていない。

そこで本研究は、受発注情報システムを対象に、受発注情報システムの受発注活動への効果を直接効果として分析し、次に直接効果を受けた受発注活動が物流活動に与える効果を間接効果として分析する。これにより、受発注情報システムを分析している点に特徴がある。

3. 物流に影響を与える情報システムの考え方

3.1 情報システムの内容

物流に関する情報システムは、物流情報システムと商取引情報システムに大別できる。

物流情報システムには、求車求荷システムや配送計画システムなどがある。そしてこの物流情報システムが扱う情報は、運行情報や在庫情報を始めとする数量管理情

* 正会員 東京商船大学 商船学部 流通情報工学課程 (Tokyo Univ. of Mercantile Marine)

** 学生会員 東京商船大学大学院 商船学研究科 博士前期課程 (Tokyo Univ. of Mercantile Marine)

報・品質管理情報・作業管理情報などである。

商取引情報システムは、受発注情報システムと金融情報システムがある。このうち受発注情報システムには、EOS (Electronic Ordering System: 電子発注システム)、EDI・VAN (Value Added Network: 付加価値通信網) などがある。

本研究では、受発注情報システムを取り上げる。

3. 2 情報システムが物流活動に与える効果

(1) 直接効果と間接効果

直接効果とは、受発注情報システムの導入により、受発注活動そのものが効率化される効果である。一方間接効果とは、受発注情報システムの導入により受発注活動以外の活動(本研究では物流活動)に与える効果である。

受発注情報システムの目的は、受発注活動の効率化であるが、受発注活動の効率化により物流活動も効率化されれば間接効果を持つことになる。(図1)

(2) 代替・相乗・補完効果

情報システムが物流活動に与える効果には、代替・相乗・補完効果がある。代替効果は、情報システムの導入により、物流活動(輸送・保管・包装・流通加工・荷役など)が効率化され、輸送距離の短縮や物流車の台数削減や人員の削減ができるような効果である。また相乗効果とは、情報システムの導入により物流活動が増加することである。そして補完効果は、情報システムが導入されても物流活動は変化しないものの、正確かつ迅速に物流活動がおこなわれることである。²⁾

本研究では、受発注情報システムによる受発注活動への直接効果と物流活動への間接効果を分析することを目的としている。そしてこの二つの効果を、作業効率化と作業時間短縮として捉えているため、結果として受発注情報システムの代替効果に着目していることになる。

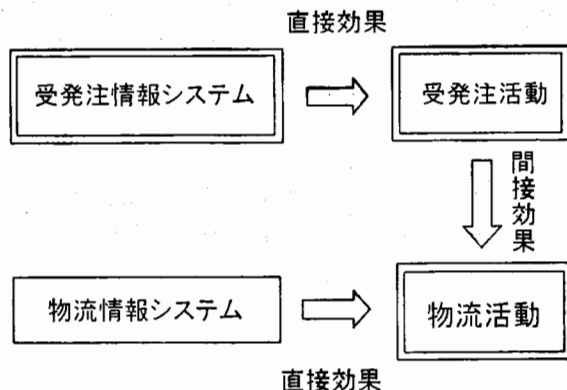


図1 受発注情報システムの直接効果と間接効果

4. 受発注情報システム導入による受発注活動の変化

4. 1 受発注情報システムの直接効果の考え方

商取引情報システムは、受発注情報システムと金融情報システムがある。特に受発注情報システムにより、受発注活動の効率化が進んでいる。

受発注情報システムによる受発注活動の効率化については、大きく分けて二つの分析を行う。一つは、受発注情報システムとして利用されている受注処理手段の調査であり、もう一つは受発注情報システムの導入による受発注活動の効率化の分析である。

4. 2 受発注情報システムの直接効果の分析方法

(1) 受発注情報システム

受発注情報システムの受注処理手段の調査では、①電話、②FAX、③EOS、④VAN・EDI、⑤その他の手段に区分し、それぞれの過去10年の2時点での利用率の変化を調査する。

近年の受発注情報システムの普及により、各企業が採用している受注処理手段は大きく変化していると考えられる。そして受注処理手段の利用率の変化が、受発注活動に影響を与え、結果として受発注活動の効率化を促進する直接効果を持っていると考えられる。

(2) 受発注活動

受発注情報システムが受発注活動に与える直接効果の調査項目は、①時間あたり受注処理数の変化、②作業要員数の変化、③作業誤り率の変化、④作業の費用の変化、⑤作業場の面積の変化とする。

すなわち、受注処理数と作業要員数は、作業時間と作業人員の効率化を示すものである。作業誤り率は、機械化・自動化による効果として典型的なものである。作業費用は、コスト削減効果として重要である。

なお作業場の面積の増減は、情報システムの直接効果とは考えにくいだが、受発注情報システムの導入が施設計画に与える影響という意味であえて追加した。(図2)

(3) ヒアリング調査の概要

受発注情報システムが受発注活動に与える直接効果を明らかにするために、企業にヒアリング調査を行った。

本来はアンケート調査による多数のサンプルで分析すべきである。そこで、本調査に先立ち「ばら売り」が多く受発注情報システムの導入効果が高いと思われる石鹸・化粧品・日用品卸業界の100社に対してアンケート調査を行った。しかし、回収率が極めて低く十分なデータを収集できなかった。この理由は、2時点での受注処理手段の変化と受発注活動の変化などの詳細な回答を求めたため、この間の変化を記録できていない企業が多かったことによると考えられる。

そこで、情報システム導入に熱心な企業を対象を絞り、

医薬品を扱っている卸売業のD社に協力を求め、詳細なデータを収集した。

調査内容は、1987年と1997年の2時点において、1)受注処理手段(①電話、②FAX、③EOS、④VAN・EDI、⑤その他の手段)の利用率の変化と、受発注活動の変化(①時間あたり受注処理数の変化、②作業要員数の変化、③作業誤り率の変化、④作業の費用の変化、⑤作業場の面積の変化)とした。

なお調査にあたっては、受発注情報システムの導入効果のみを抽出するために、以下の点に留意した。まず受発注情報システムと受発注活動や物流活動の間に存在すると考えられる因果関係の可能性を説明し、因果関係が認められるケースを対象に調査するように依頼した。次に2時点間で受注処理件数が変化していないことやその他の経営効率化がなかったと仮定して回答を求めた。さらに作業費用については、物価変動を考えていないが、この間に大きな物価変動はなかったと考えられる。

(4) ヒアリング調査結果

D社へのヒアリング調査結果のうち、受注処理手段の変化では、1987年時点ですでにEOS(電子発注システム)が導入されており、全受注処理数の約60%を占めていた。10年後の1997年でも同様にEOSが高い比率で利用されており(81%)、EDIの利用率はそれほど変化がなかった(8%と9%)。(表1)

受発注活動の変化としては、時間あたりの受注処理数の増加(110件/時から150件/時)と、作業要員数の減少(6人から3人)と、作業誤り率の減少(0.2%から0.05%)が顕著である。

作業費用は、10年間の物価変動もあるので単純には比較できないが、コスト低減を示している(11.5万円から8.3万円)。作業場の面積の減少は、受発注情報システムの導入による施設の効率的な利用を示唆している。

4. 3 受発注情報システムの直接効果の分析

(1) 分析の考え方

受発注情報システムが受発注活動に与える直接効果を明らかにするため、以下のような仮定を設けて分析を進めることにする。

- ① 受注処理手段の利用率は、1987年と1997年の間でEOSの利用率の増加(60%から81%)と、その他の手段の減少(25%から5%)以外は、大きな差がない。
- ② このため、1987年と1997年の間に起きた受発注活動の変化(作業場面積の減少を除く)は、EOSの利用率の変化に依存するものとする。
- ③ その他の手段とは主に文書による受発注と考えられるので、文書からEOSへの受発注情報システムの変化を、受発注情報システムの導入効果と考える。

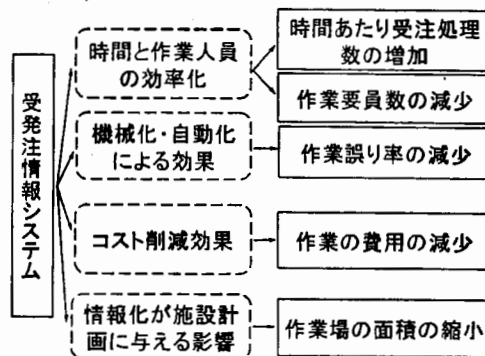


図2 受発注情報システムの直接効果の種類

表1 卸売業D社の受注処理に関する調査結果

		1987年	1997年
受注処理手段の利用比率	電話	5%	2%
	FAX	2%	3%
	EOS	60%	81%
	VAN,EDI	8%	9%
	その他の手段	25%	5%
受発注活動	時間あたり受注処理数(件/時)	110	150
	作業要員数(人/日)	6	3
	作業誤り率(%)	0.2	0.05
	作業の費用(円/日)	115000	83000
	作業場の面積(m ²)	35	25

(2) 分析の方法

分析にあたっては、上記の設定方法からEOSの利用率の変化が受発注活動を変化させたと仮定できると考えられる。

そこで、EOSの利用率に対する受発注活動の変化を、式1のzとして表すこととする。すなわち、EOSの利用率が1.0%変化したときの、受発注活動の変化を直接効果として算出した。

この場合、2時点間の調査であるが、数式ではEOSの利用率に対する変化を算出しているため、2時点間の年数は考慮しなくても良い。

$$z_k = (x_{ki} - x_{kj}) / (y_i - y_j) \quad \text{〔式1〕}$$

ここで、 z_k : 受発注活動kに対する直接効果 (利用率の変化1.0%に対する効果)

k : 受注処理件数、作業要員数など

x_{ki} : i年の受発注活動kの値(1997年)

x_{kj} : j年の受発注活動kの値(1987年)

y_i : i年のEOSの利用率(1997年)

y_j : j年のEOSの利用率(1987年)

(3) 受発注活動の変化の試算

EOSの導入による受発注活動の変化を直接効果としたとき、ヒアリング結果から各受発注活動への影響は表2となった。

すなわち、全受注処理件数のうち1.0%の受発注処理

手段が文書からEOSになったことで、①時間あたり受注処理数の増加は、1.90件/時となった。また②作業要員数は、0.14人/日だけ減員できることを示している。すなわち、EOSがこの二つに対して直接効果を持っていることを示している。

次に、③作業誤り率は、受注する際に文書による誤記や電話による聞き間違いが生じる比率である。この比率は、EOS利用が1.0%増加することで、0.007%ずつ改善されることを示している。そしてこれは、作業の正確性を増すことから補完効果と考えることもできるし、正確になったゆえに作業要員数を減らすことができれば代替効果と考えることもできる。

④作業の費用の変化は、物価変動を考慮していない数値であるが、EOS利用が1.0%増加することで、1524円のコスト削減になっている。

なお、⑤作業場の面積の変化は、情報システムと無関係と考えられるが、作業面積は減少している。

以上の分析は、いわゆる弾力性を算出したものであるが、ヒアリング調査において、「受発注情報システムが効果を与えた項目」として数値を得て、分析結果の妥当性もヒアリング担当者により得られた。よってこの数値が直接効果を示すものと考えられ、EOSの利用率の上昇が、受発注活動の効率化となることが明らかになった。

5. 受発注情報システム導入による物流活動の変化

5.1 受発注情報システムの間接効果の考え方

本研究では、受発注情報システムにより、受発注活動への直接効果を経て物流活動に与える効果を、間接効果としている。このとき、物流活動は以下のように考えることができる。

すなわち実際の物流活動は、1)小売店から卸売業者の流通センターに商品が発注され、これにしたがって2)流通センター内作業と3)配送と4)店舗内作業が行われる。このうちの2)~4)が物流活動となる。そして、1)の受発注活動が受発注情報システムによって効率化されたとき、2)~4)の物流活動が受ける影響を間接効果とすることができる。(図3)

5.2 受発注情報システムの間接効果の分析方法

(1) 受発注情報システム

受発注情報システムの受注処理手段は、先述したように、①電話、②FAX、③EOS、④VAN・EDI、⑤その他の手段があるが、③EOSと④VAN・EDIは、同様の効果を持つと考えられる。また、①電話と②FAXによる受注処理手段は、旧来からの受発注情報システムと考えられる。よって新たな受発注情報システムを③EOSと④VAN・EDIと考えることにする。

表2 EOSの導入による受発注活動への直接効果

k	1997年	1987年	式1	z
時間あたり受注処理数(件/時)	150	110	(150-110) / (81-60)	1.90
作業要員数(人/日)	3	6	(3-6) / (81-60)	-0.14
作業誤り率(%)	0.05	0.2	(0.05-0.2) / (81-60)	-0.007
作業の費用(円/日)	83000	115000	(83000-115000) / (81-60)	-1524
作業場の面積(m ²)	25	35	(25-35) / (81-60)	-0.48

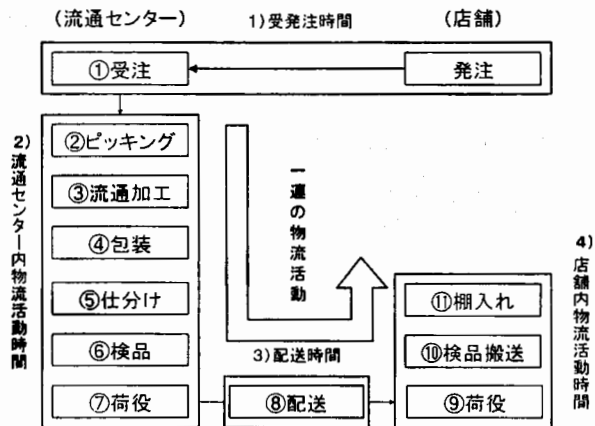


図3 流通センターから店舗までの物流活動

(2) 物流活動

物流活動は、先に示した3つに分類される活動である。そしてこれらは、細分類できる。すなわち図3に示すように、2)流通センター内の物流活動(②ピッキングから⑦荷役までの6つ)、3)配送(⑧配送活動)、4)店舗内の物流活動(⑨荷役から⑪梱入れの3つ)の活動とする。

(3) ヒアリング調査の概要

ヒアリング調査では、対象品目に家電製品を選んだ。この理由として、日用品などは共同配送や商業便が利用されるため自家配送が少なく、物流活動への影響を抽出しにくい。一方で家電製品は、家電メーカーまたは物流子会社による配送が行われており、配送する製品に関わる物流活動への効果を抽出できると考えたからである。

このため、流通センター内と配送に関する物流活動は、家電メーカーの物流子会社(T社)を選び、店舗内の物流活動については、スーパー・マーケット(M社)の店舗の家電部門を選び、EOSの導入前後の物流活動の変化について回答を求めた。

調査内容は、EOSの導入前後において、1)受発注活

動における①受発注時間の変化、2)流通センター内の物流活動時間と作業速度(②ピッキング時間、③流通加工時間、④包装時間、⑤仕分け時間、⑥検品時間、⑦荷役時間)の変化と、3)配送活動における⑧積載率の変化、4)店舗における作業時間(⑨荷役時間、⑩検品搬送時間、⑪梱入れ時間)の変化である。

(4) ヒアリング調査結果

ヒアリング調査により、調査項目のそれぞれについて、EOSの導入前後の変化が明らかになった。(表3)

流通センター内の物流活動では、ピッキング時間は、約40%短縮した。配送活動では、積載率が向上すると予想したが、実際には積載率の向上は見られなかった。

店舗内の物流活動では、荷役時間と検品搬送時間の短縮が見られ、特に梱入れ時間が大幅に(約57%)短縮した。これは受発注情報システムの導入により、搬送先(売場や保管場所など)が明確になったためと考えられる。

5. 3 受発注情報システムの間接効果の分析

(1) 分析の目的

受発注情報システムの導入による受発注活動の効率化を直接効果としたとき、発注から店舗への納品までの時間(リードタイム)の中での、物流活動の変化は間接効果と考えられる。

そこで、先の家電製品の調査結果を利用して、リードタイムの短縮可能性を分析する。

(2) 分析の考え方

受発注情報システムの導入により短縮する物流活動の活動時間は、表3に示した②~⑪の活動時間である。さらに流通センター内や店舗内では、横持ち搬送や縦持ち搬送が行われる。

今回調査したデータは、すべて商品1個あたりの物流活動時間である。しかし実際には商品1個を配送することはなく、ある程度の商品を積載して配送することになる。このため、実際のリードタイムも、商品1個あたりの物流活動時間では算出できない。そこで、商品1個あたりの物流活動時間をもとに、商品個数によってリードタイムの変化を算出する。

(3) 分析の方法

分析方法は、以下のとおりである。

- ① 受発注情報システムの導入前後の商品1個あたりの物流活動時間の変化は、調査結果を利用する。
- ② 調査結果が得られなかった物流活動時間は0と仮定する。今回の調査対象はテレビなどの家電製品なので、流通加工や包装はないことが多い。
- ③ 検品搬送時間などは、調査対象のメーカーの流通センターとスーパー・マーケットの店舗の実際の数値を用いる。

表3 EOS導入前後のリードタイムの変化

物流活動	EOS導入前		EOS導入後		
	活動時間 (分/個)	累積	活動時間 (分/個)	累積	
流通センター	① 受発注	0.41	0.41	0	0
	② ピッキング	2.5	2.91	1.5	1.5
		横持ち搬送	0.5	3.41	0.5
	縦持ち搬送	0.02	3.43	0.02	2.02
	③ 流通加工	0	3.43	0	2.02
	④ 包装	0	3.43	0	2.02
		仕分け	0	3.43	0
	⑤ 横持ち搬送	0.83	4.26	0.83	2.85
		検品	1.05	5.31	0.7
	⑦ 荷役	0.95	6.26	0.7	2.99
	小計	6.26	—	2.99	—
配送	⑧ 積載率	0	—	0	—
	小計	0	—	0	—
店舗	⑨ 荷役	0.95	7.21	0.7	3.69
		検品	1.05	8.26	0.7
	⑩ 横持ち搬送	0.83	9.09	0.83	5.22
		縦持ち搬送	0.02	9.11	0.02
	横持ち搬送	0.5	9.61	0.5	5.74
	⑪ 梱入れ	17.4	27.01	7.5	13.24
	小計	20.75	—	10.25	—
合計時間	27.01	27.01	13.24	27.01	

(4) 分析の仮定とリードタイムの算出式

物流車への商品の積み込み個数とリードタイムの関係は、次のように考える。(図4)

物流活動時間の積み上げについては、ヒアリング調査をもとにテレビや冷蔵庫を想定して設定した。この一方店舗内では、ドライバーが一人で作業を行うために、商品1個づつ荷役や搬送をおこなうものと仮定した。

当然のことながら、この物流活動時間の積み上げ方法の仮定は、商品の大きさや重量などによって異なる。

- ① 商品の積み込み個数が増えたとしても、リードタイムは商品数に乗じて時間が増加するのではない。このとき流通センター内ではピッキングや搬送などの物流活動は、同時並行でおこなうことができる。なぜならば流通センターには複数の人手があり、機械化もされていると考えられるからである。

よって、最初にピッキングされた1番目の商品がコンベアなどで搬送している間に、2番目の商品のピッキングをおこなうことができる。

- ② 物流車に複数の商品を積み込む場合には、最終の積み込み商品の到着を待って、配送することになる。このように考えると、商品個数の増加による流通センター内の物流活動時間の増加は、同時並行作業が可能なことから流通センター内で最長の物流活動時間に大きく依存することになる。調査結果からはピッキング時間が最長であった。
- ③ 配送時間は、道路の走行時間であるから、受発注情報システムの導入の有無に無関係と考えられる。
- ④ 店舗内での物流活動(荷役・検品搬送・梱入れ)は、ヒアリング調査からドライバーが1人でおこな

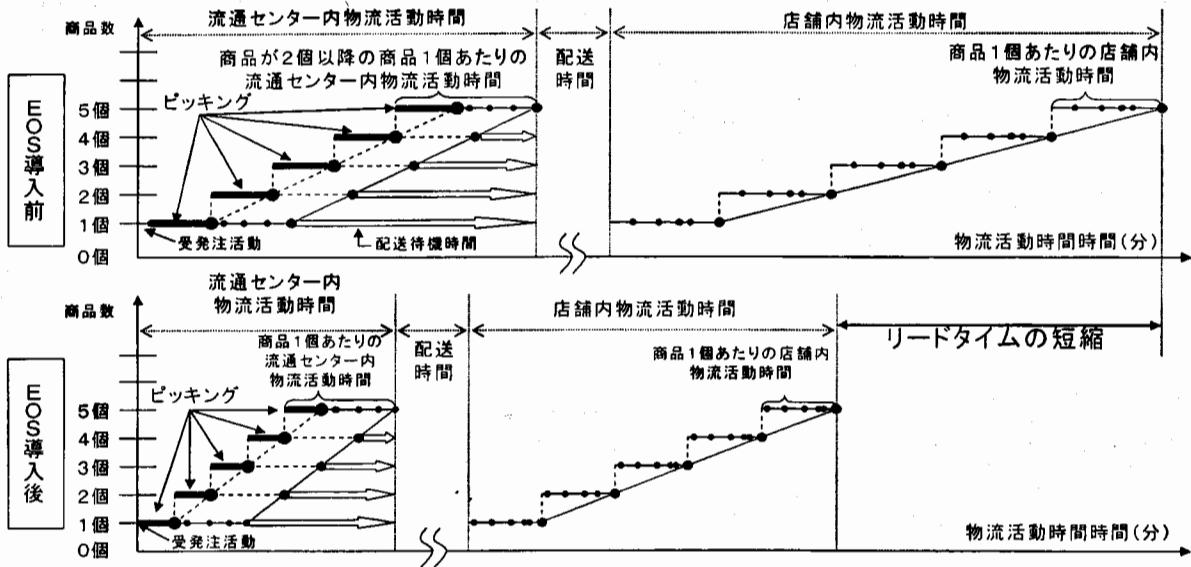


図4 複数商品の配送時の受発注情報システム導入によるリードタイムの短縮時間（間接効果）

うことが明らかとなっている。このため、店舗内の物流活動時間は商品個数に比例すると仮定できる。

以上のことから、リードタイムと商品数の関係は、以下の式となる。

$$r t = \{(n-1) P_i + t_i\} + T_i + n(H_i + C_i + S_i) \quad \text{〔式2〕}$$

- rt : リードタイム(分)
- n : 商品数(個)
- P_i : 流通センター内の商品1個のピッキング時間(分)
- t_i : 商品1個の流通センター内物流活動時間(分)
- T_i : 配送時間(分)
- H_i : 店舗内の商品1個の荷役時間(分)
- C_i : 店舗内の商品1個の検品搬送時間(分)
- S_i : 店舗内の商品1個の梱入れ時間(分)

(5) リードタイムの短縮時間の試算

受発注情報システムの導入によっても配送時間は変化しない。また配送時間は配送先によって異なる事が多い。よってリードタイムの短縮時間は、配送時間(T_i)以外の物流活動時間(式3)をもとに算出する。

$$t = \{(n-1) p_i + t_i\} + n(H_i + C_i + S_i) \quad \text{〔式3〕}$$

t : リードタイムから配送時間を除く時間(分)

分析対象の家電商品は2トン車で最大8個を積むことができるが、平均的な積載個数は5個であり、容積積載率は62.5%である。しかし試算では、大型の物流車の利用も考えて、商品個数10個まで算出する。(表4)

分析の結果、積載する商品数が増加すると物流活動時間の短縮による間接効果も大きくなるが、同時に流通センター内や店舗内の物流活動時間が増加してリードタイムは長くなる。

このことは、従来から指摘されていたリードタイムの短縮の要請による他頻度配送の増加と、積載率の低下現象の一端を示しているものと考えられる。

表4 受発注情報システムの導入によるリードタイムから配送時間を除いた時間の変化

商品個数(n個)	EOS導入前 t=[2.5(n-1)+6.26] +20.75n	EOS導入後 t=[1.5(n-1)+2.99] +10.25n	短縮時間(分)
1	27.01	13.24	13.77
2	50.26	24.99	25.27
3	73.51	36.74	36.77
4	96.76	48.49	48.27
5	120.01	60.24	59.77
6	143.26	71.99	71.27
7	166.51	83.74	82.77
8	189.76	95.49	94.27
9	213.01	107.24	105.77
10	236.26	118.99	117.27

6. おわりに

本研究は、受発注情報システムによる物流活動への代替効果を直接効果と間接効果に分け、実態調査より定量化する方法を提案した。これにより受発注活動への直接効果を、受注活動時間短縮と作業要員減少と作業誤り率などで示すことができた。また物流活動への間接効果を、リードタイムの短縮時間で示すことができた。これにより、従来不明だった受発注情報システムの物流活動に与える代替効果を、定量的に把握する方法を提案できた。今後は、情報システムの相乗効果を明らかにしたい。

参考文献

- 1) 呉・苦瀬・中川(1992):「情報システムによる物流の代替・相乗・補完効果の分析」、都市計画論文集、第27号、pp355-360、日本都市計画学会
- 2) 苦瀬(1999):「付加価値創造のロジスティクス」、pp77-88、税務経理協会