

地区内物資集配送システムの費用便益分析

Cost Benefit Analysis of Regional Community Material Delivery and Pick-up System

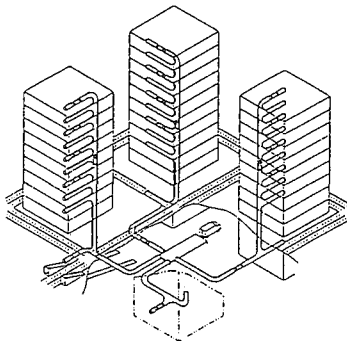
長瀬恵一郎*・高橋洋二**・篠恭彦***

Keiichiro Nagase, Yoji Takahashi and Yasuhiko Shino

1. 研究の背景と目的

商業・業務機能が集積した大都市都心部では物資集配のための貨物車や荷捌きのための路上駐停車が増大し、交通渋滞・事故の増加・環境の悪化等の問題が顕在化している。都心部における秩序ある交通環境、効率の良い物流を実現させるため、端末での荷捌きの集約・効率化が重要とされている。そのため従来から共同集配送等の施策が講じられてきたが、物資集配送の機械化による一層の効率化を求めようとする地区内物資集配送システムの開発が進められている。

新しいシステムの導入に際してはその導入による効果を把握しておく必要がある。本研究においては、地区内物資集配送システムの特徴である機械化の導入の効果を算定し、本システムの導入の必要性を検証することを目的とする。



図ー1 地区内物資集配送システムイメージ

キーワード 物資流動、共同集配送

* 正員、工修、建設省建築研究所都市施設研究室長
(つくば市立原1 TEL:0298-64-6692,FAX:64-2151)

**正員、工博、東京商船大学
(江東区越中島2-1-6 TEL,FAX:03-5245-7366)

*** (株)日本能率協会総合研究所
(港区芝公園3-1-22 TEL:03-3578-7504,FAX:3432-1837)

2. 地区内物資集配送システムの費用便益の枠組み

地区内物資集配送システムの導入による端末物流の合理化は、ソフト、ハードの両面による便益の向上の性格を有する。

システムのソフト面である運営面としては、端末集配送の共同化を行う従来型の共同集配システムの導入による効果であり、システムのハード面である機械化については、デポから各ビル各階まで荷物を機械で運ぶ自動集配システムによる効果である。以下、システムのソフト面をソフトシステム、システムのハード面をハードシステムと称する。

本システムがソフトシステムとしての共同集配システムの上に自動集配システムが追加されたシステムと考えれば、このシステムの費用便益分析の枠組みも2段階での整理が考えられる。

① 共同集配システムの費用便益分析の枠組み

共同集配システムの費用便益分析の枠組みを帰着便益連関表の形で整理したものが表ー1である。

システムに関わる主体としては、システムを整備し運営する事業者、システムを利用する運送事業者、運送事業者から荷物を委託する荷主・荷受者、道路沿線住民・企業、道路利用者の5主体が想定される。

また、項目としては、システム事業者関連では、デポ等の建設コスト、人件費を中心とする維持管理コスト、運送事業者から受け取る料金収入がある。運送事業者にとっては、集配送時間の短縮と非熟練労働力利用、走行費用の節約を含む集配送費用節約による便益及び荷主との直接の接触が無くなることによる対面営業の機会損失がある。荷主、荷受者では、集配送時刻の固定化によるサービス水準の若干の低下がある。沿線住民・企業にとっては貨物車の走行台数、走行距離が減少することによる騒音、排気ガス等の減少という社会的費用の軽減がおこる。また道

路利用者にとっては貨物車の走行台数の減少とともに駐車時間も減少し、道路通行において道路空間の利用において便益が発生する。この道路利用者には運送事業者そのものも含まれる。

表－１ 地区内物資集配送システムの帰着便益
連関表(1) (端末共同集配システム)

項 目	ソフトシステム					主体計
	システム事業者	運送事業者	荷主荷受者	沿線利用者	道路利用者	
・建設コスト(初期投資)	-a					-a
・維持コスト	-b					-b
・料金収入	+c					+c
・配送時間短縮便益		+d				+d
・走行費用節約便益		+e				+e
・対面営業(営業機会)		-f				-f
・サービス変化			-g			-g
・自動車の社会的費用軽減				+h		+h
・道路空間便益		+i1			+i2	i(+i1+i2)
合 計	-a-b+c	+d+e-f+i1	-g	+h	+i2	-a-b+c+d+e-f-g+h+i

② 自動集配システムの費用便益分析の枠組み

共同集配システムというソフトシステムに追加される自動集配システムについて、共同集配システムと同様に費用便益分析の枠組みを整理したものが表－２である。

システムの関わる主体がビル所有者に拡大され、

表－２ 地区内物資集配送システムの帰着便益連関表(2) (端末自動集配システムへの拡張)

項 目	ハードシステム（自動集配システム）の導入						ハード システム 合 計	全 体 システム 合 計
	主体、項目の拡張			強化される便益				
	システム事業者	ビル所有者	行 政	運送事業者	沿線利用者	道路利用者		
・建設コスト（初期投資）	-A						-A	-a-A
・維持コスト	-B						-B	-b-B
・料金収入	+C						+C	+c+C
・配送時間短縮便益	+D						+D	+d+D
・走行費用節約便益	+E						+E	+e+E
・対面営業（営業機会）								-f
・サービス変化								-g
・自動車の社会的費用軽減					+H		+H	+h+H
・道路空間便益				+I1		+I2	+I（+I1+I2）	+i+I
・空間提供		-J					-J	-J
・空間節約		+K					+K	+K
・セキュリティ費用軽減		+L					+L	+L
・補助金	+M		-M				0	0
合 計	-A-B+C+D +E+M	-J+K+L	-M	+I1	+H	+I2	-A-B+C+D +E+H+I-J+K+L	-a-A-b-B+c+D+d+e+E -f-g+h+H+i+I-J+K+L

③ 費用便益の検討対象

最近の端末共同集配としては福岡の天神地区のような地域的広がりを持ったものの他、1つの複合施

これに関する項目が追加される。すなわちビル内の管路空間の提供とシステム導入による個別ビルでの荷捌き空間の節約である。また、部外者の立ち入りが減少することによるセキュリティ費用の軽減がある。

さらに、ハードシステムが導入されることによりソフトシステムだけの場合より便益等が強化される項目がある。

システム事業者関連ではハードシステム(地下管路及びデポ施設)の建設費、ハードシステムの維持費、及び料金収入である。また、システム事業者が運送事業者から荷物を受け取ってから配送する時間やコストが減少する。

沿線住民・企業にとっては地区内の貨物車走行がより減少するため、環境負荷の軽減がさらに図られる。また運送事業者を含む道路利用者にとっても道路空間の利用便益が強化される。

最後に本システムが実際に機能するためには行政によるサポートの必要性が考えられるので主体に行政を追加し、システム事業者との関係を補助金として設定する。

設内だけで共同集配を行う事例が多く出てきている。そのようなビル内共同集配システムに対してハードによる自動集配システムを導入した場合の効果の検

討を視野に入れて検討するためハードシステムを追加した場合の費用便益検討を行う。すなわち、本検討では、ハードシステムを導入した場合の費用対効果を検討する意味からソフトシステムのみを導入した場合に比べ、ハードシステムを追加した場合についての費用便益について検討する。

3. 端末自動集配システムの費用便益項目の計測

現実の開発予定地の状況にハードシステムを適用したケーススタディにより費用便益計算を行う。

対象とした地区は某駅周辺の再開発地区（区画整理による開発を予定）であり、建物群の大きさ、高さ、階ごとの用途を類似開発事例等より想定してシミュレーションを行った。

a) 対象地区の状況

敷地面積：3.15ha

延床面積：18.90ha

容積率：600%

(1) ハードシステムを導入した場合の建設・維持コスト

a) 建設コスト

ここで算定する費用は地区内のデポと地区内、建物内の管路の2つとなる。（用地費は含まない）

- ・デポ建設費（含む機械施設）：2,767 百万円
- ・搬送路（管路）建設費：4,537 百万円
- ・建設費計：7,304 百万円

b) 運営・維持コスト

運営・維持コストとしてはデポの運営、荷物処理、機械施設の維持補修等の作業が必要となる。

- ・維持・運営費：93 百万円/年

ただし、(3)-a)- ②で述べるように自動集配システムを使用せず、共同集配システムの場合、人力で集配を行うこととなるため莫大なコストを要する（概算 110.7 百万円/年）。そこで、自動集配システムを導入した場合に追加費用は発生しないこととする。

(2) 料金収入

運送事業者から徴収される料金収入を、共同集配システム分と自動集配システム分とに分割する必要があるが、共同集配システム分のコスト計算が困難であり、分割割合が確定できず、ここでは自動集配システム分の料金収入はゼロとして算定する。

(3) ハードシステムを導入した場合の便益

a) 配送時間短縮便益

デポから各ビル各階までの手作業による集配送時間が不要となり、この分が便益となる。

① 貨物車走行時間の短縮

- ・搬入個数：6,814 個 搬出個数：3,562 個

※平成 5 年東京都市圏荷捌き実態調査より荷下ろし、荷積み比率を搬入個数に適用

- ・2t 車 1 台当たり積載カーゴ数：8 台
- ・カーゴ 1 台当たり平均積載個数：22.5 個
- ・2t 車 1 台当たり積載個数：180 個

※摩天楼スタッフ実測値

- ・2t 車延べ台数：58 台（10,376 個÷180）
- ・平均移動距離：1.0 km（図上計測）
- ・日走行距離：58.0 km（58 台回×1.0 km）
- ・走行速度：15 km/h（平成 6 年道路交通

センサス某地区近傍ピーク時走行速度）

- ・貨物車走行時間：232 分（58.0 km÷15 km/h）

② 建物内搬送時間の短縮

- ・縦持ち作業効率：1.1 カーゴ/人・h

※摩天楼スタッフ(注 1)実測値

- ・縦持ち作業時間：27,669 分
（10,376 個÷22.5 個/h）

③ 配送時間短縮便益

- ・総短縮時間：27,901 分（地区内走行時間短縮＋建物内搬送時間短縮＝232 分＋27,669 分）

- ・1 分当たり給与：43.7 円

- ・平成 10 年推計：46.81 円

※平成 7 年運輸通信業常用労働者

- ・1 日当たり給与：1,305,956 円/日
（27,901 分×46.81 円）

- ・配送時間短縮便益：391.8 百万円
（1,305,956 円/日×300 日）

b) 走行費用節約便益

- ・走行費用原単位：688.7 円/台・km
（普通貨物車時速 15 km）

- ・節約距離：39,944.6 円
（688.7 円/台・km×58.0 km）

- ・走行費用節約便益：12.0 百万円
（39,944.6 円×300 日）

c) ビル所有者

① 空間提供

各ビル各階への建物内管路分及び各階のターミナルスペースとして 8 m²程度を想定する。

某地区のケーススタディでは想定ビルの階数、機能を考慮して、全棟合計で 40 階分についてターミナルスペース及び垂直管路を設定することとする。

- ・空間提供面積：320 m² (8 m²×40 階)

② 空間節約

端末の共同集配が行われても、個別ビルにおいては荷捌き空間が必要となる。その面積を算定するとともに、この面積が自動集配により必要なくなるものとして、空間節約を算定する。荷捌き用の空間面積は標準駐車場条例の基準に基づいて求めた。

各ビルの想定用途、想定面積に基づきビルごとに荷捌き駐車施設のバース数を算定した。

- ・荷捌き駐車施設数：53 バース
- ・総面積：1,224.3 m² (53 バース×3.0m×7.7m)

③ 空間関連のまとめ

今回のケーススタディにおけるビル群の賃貸料を m²当たり 7,500 円/月と想定する

- ・空間提供：2.88 百万円
(320.0 m²×7,500 円/月×12)
- ・空間節約：110.19 百万円
(1,224.3 m²×7,500 円/月×12)

④ セキュリティ費用の低減

部外者のビル内立ち入りが減少することによるセキュリティ費用の低減効果であるが、貨幣価値への換算は現状では困難である。そこで今回は費用便益への参入は見送る。

(d) 自動車の社会的費用軽減及び道路空間便益

ソフトシステムとしての共同集配システムの実施により、自動車の社会的費用軽減及び道路空間便益のほとんどが現出すると考えられる。自動集配システムの導入により追加的に現れる便益は、共同集配システムの専用集配用車両移動の減少、地区内デポを利用する自家用貨物車の地区内通行量の減少程度であり絶対値は小さいと考えられる。そこで、今回検討では追加の便益としてこれは見込まない。

(4) 費用便益の算定

自動集配システムを導入した場合、供用初年度の

費用便益は以下のとおりである。

費用：7,304 百万円

便益：511 百万円

これを 30 年間、割引率 4%の条件で費用便益計算を行うと、以下の通りとなる。

純現在価値 (NPV)：3,520 百万円

費用便益比 (CBR) = 1.482

(時間短縮, 走行費用節約のみで 1.218)

内部収益率 (IRR) = 7.68%

(5) まとめ

以上の結果からケーススタディによる数値ではあるが、端末共同集配システムに自動集配システムを追加することは便益を増加させることが明らかとなった。

4. 今後の課題

今回検討では共同集配の実施を前提としてこれに自動集配システムを追加した場合の費用便益を算定し、その費用対効果に増分が生ずることを検証した。今後はその前提である共同集配システムの費用対効果を検討し、全体のシステムとして費用対効果を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 昭和 60 年度東京都市圏総合交通体系調査報告書；東京都市圏総合交通体系協議会(1985)その他各都市圏報告書
- 2) 家田仁他：マクロ集配輸送計画モデルの構築とその「地区型共同集配輸送」評価への適用；土木計画学研究・論文集 No.10, pp.247-254, 1992
- 3) 長瀬恵一郎他：端末物流と地区交通計画；土木計画学研究・講演集 Vol.19(1) pp.630-632, 1996
- 4) 森杉壽芳, 宮城俊彦：都市交通プロジェクトの評価－例題と演習－；コロナ社, 1996

注 1) 摩天楼スタッフ：新宿西口高層ビル街を主な対象エリアとするビル内集配事業

今回の前提条件とほぼ同一の条件下でシステムの採算をシミュレートした結果、荷物 1 個当たりの料金を 140 円程度（自動集配分だけでなく共同集配分を含めて）とすると採算可能となっている。ただしこれには本検討と同様に用地費が含まれておらず、相対的に建設コストが低く見積もられている。