

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18530333
 研究課題名（和文） Webを利用したTMSシステム構造に関する研究
 研究課題名（英文） A Study on TMS System for Using Web Environment

研究代表者
 若林 敬造 (WAKABAYASHI KEIZOU)
 日本大学・生産工学部・教授
 研究者番号：90201144

研究成果の概要：

今後の TMS システム構造では、突発的な輸送需要に対応する機能の充実が重要となる。そこで、本研究では Web 経由で発信される求貨求車システムの情報をうまく利用し、突発的な輸送需要を捉え、効率的な輸送を目指す帰り荷確保活動に注目し、これを促進する機能として帰り荷確保の意思決定基準の提案を試み、その効果を検証した。このような意思決定支援機能を TMS システム構造に含めることが今後の輸送効率向上に効果的と考えられる。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,100,000	0	1,100,000
2007年度	600,000	180,000	780,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	360,000	2,660,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経営学・商学

キーワード：TMS, トラック輸送, 求貨求車システム, 帰り荷確保, 意思決定基準, 積載効率, 限界利益, CO2 排出量

1. 研究開始当初の背景

ロジスティクス業界では、企業間競争が激化しており、各企業とも輸送コスト低減のために輸・配送効率の向上を実現しなければならない。また環境負荷低減が現在の大きな社会的要請であり、これに答えるためにも、輸・配送効率向上はロジスティクス業界全体が取り組むべき大きな課題でもある。

このような背景から、TMS は輸・配送効率向上を支援するシステムとなる必要があり、Web 関連の情報技術を利用した新機能を持つ TMS システム構造が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、Web を利用した TMS が輸・配送効率向上に貢献するために重要となる新機能を見出し、その効果を検証した上で、将来的な Web を利用した TMS のシステム構造構築のための指針を導く。

3. 研究の方法

(1) 現状調査

各種統計データから、トラック輸送およびその輸送効率の現状を調査した。また、現状使われている TMS の情報技術および業務機

能について調査した。

(2)新機能の検討

Webの利用を前提に、輸・配送効率の向上の面から将来のTMSが持つべき新たな機能として、帰り荷確保活動の支援機能について検討した。

(3)新機能の提案

帰り荷確保活動を支援する機能として帰り荷確保意思決定基準を提案した。

(4)新機能の効果検証

数値実験により、帰り荷確保意思決定基準の適用による輸送効率向上の効果を検証し、将来的なWebを利用したTMSのシステム構造構築のための指針を導いた。

4. 研究成果

(1)TMSおよび輸送効率の現状

現状のTMSを調査した結果、1995年以降のインターネットの急速な発展に伴い、TMSも情報ネットワーク技術を応用した車載端末、電子メール、GPSなどを積極的に利用したものが主流になっていることが明らかになった。特に大手トラック運送事業者が用いるような大規模TMSでは、これらの情報を利用して効率的な輸・配送計画を数理的手法により決定しようとする試みがみられる。ただし、これらの手法は安定的な輸送需要の発生を基礎に考えられている。

一方、各種輸送統計データを調査した結果、輸送効率の面からは、情報技術の積極的利用によりトラックの実車率向上は見られるものの、積載効率はなかなか向上しない現状が明らかになった。輸送コスト低減と環境負荷低減の両面を実現するためには、いかに積載効率を向上させていくかが現状における最も重要な課題の1つと考えられる。特に、我が国においては中小規模のトラック運送事業者が大部分を占めており、その経営面から、突発的な輸送需要に対する積載効率向上を実現する必要性が高くなっている。

(2)帰り荷確保と求貨求車システム

突発的な輸送需要を対象に中小規模の運送事業者が積載効率向上手段として従来から取り組んできた活動が帰り荷確保である。帰り荷確保は、発荷地 → 着荷地 → 発荷地のルートを1つの個別輸送活動ととらえ、着荷地 → 発荷地の帰路における空車走行を避け、発荷地向けの帰り荷を載せることで個別輸送の積載効率向上を目指す。

帰り荷確保を促進するためには、帰り荷の情報を広範囲に収集して詳細に管理し、運送事業者に提供できるようなシステムの運用が不可欠となる。このようなシステムの中で

近年特に注目されているのがWebを利用した求貨求車システムである。求貨求車システムは、荷主と運送事業者をWeb経由で結び、データベース上に登録された車両情報と荷物情報のマッチングをリアルタイムに支援する情報システムである。システム全体を管理するセンターサーバーではデータベースの更新・検索を行うWebアプリケーションが常時起動された状態になり、システム全体の性能はこのWebアプリケーションの優秀さ、特にデータベース処理性能に強く影響されることになる。

そこで近年におけるデータベース処理性能の変化を把握するため、Windows系環境における最も一般的なWebアプリケーション実行環境であるASPおよびその進化形であるASP.NETのデータベース処理性能を比較した。具体的には、求貨求車システムの帰り荷確保時に使用される機能を単純化した試験的アプリケーションを作成してデータベースに対する処理時間を測定した。

その結果、データベース検索処理時間短縮による大きな性能改善とデータベース更新処理時間増加による軽微な性能悪化が確認された。運送事業者が求貨求車システムを利用する場合は、自らが受容できる条件の荷物情報を見つけるために検索を繰り返し実行し、検討を重ねた後、最終的な意思決定に基づき、最後に1回だけ受注のための更新処理を行うことになる。検索処理における時間的な改善値に比べ、更新処理における時間的な悪化値は軽微であることから、Webアプリケーション利用による業務時間そのものは改善されることになる。このことから、Webアプリケーションにおける近年のデータベース処理性能変化は、総じて帰り荷確保時における求貨求車システムの利用拡大を促進する効果を有することが明らかになった。

将来的に輸・配送効率をより一層向上させるようなTMSシステム構造には、求貨求車システムとの情報連携が求められることになる。

(3)帰り荷確保の意思決定基準

求貨求車システムの利用拡大により、帰り荷確保に関する情報の収集は容易になるが、運送事業者がそれらの情報をうまく活用するためには、運送事業者側に帰り荷確保を行うための明確な意思決定基準が必要になる。

そこで、帰り荷確保により運送事業者の限界利益、積載効率それぞれが向上する条件を明確化し、これらを意思決定基準として提案することを試みた。

まずそれぞれの向上条件を検討するため、トラックの最大積載量、走行距離、輸送重量に注目して、帰り荷確保活動を図1に示すような単純なモデルで表現した。

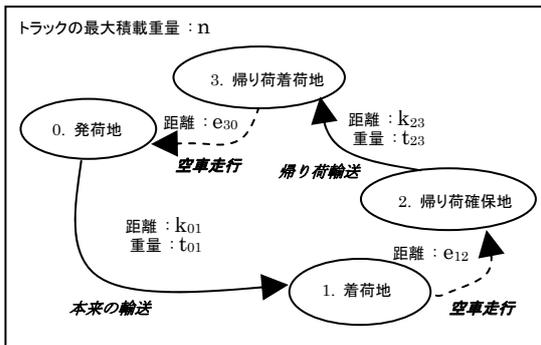


図1 帰り荷確保のモデル

図1より、トラックが帰り荷を確保せず、発荷地と着荷地を往復した場合に比べ、帰り荷確保により積載効率が向上するためには、次の式1が成立しなければならないことが明らかになった。

$$EDR < (2BWR - 1)BDR + 1 \text{ <式1>}$$

ここで、EDR は本来の輸送距離に対する空車走行距離合計の相対比、BDR は帰り荷輸送距離の相対比である。また、BWR は本来の積載重量に対する帰り荷輸送の積載重量の相対比である。

本研究では式1を積載効率基準と名付け、帰り荷確保の意思決定の際に従うべき1つ目の基準として提案した。

同様に図1より、トラックが帰り荷を確保せず、発荷地と着荷地を往復した場合に比べ、帰り荷確保により運送事業者の限界利益が向上するためには、次の式2が成立しなければならないことが明らかになった。

$$EDR < (\frac{S}{C} - 1)BDR + 1 \text{ <式2>}$$

ここで、S はトラックの実車距離当たりの売上高、C は走行距離当たりの変動費である。

本研究では式2を限界利益基準と名付け、帰り荷確保の意思決定の際に従うべき2つ目の基準として提案した。

将来的に輸・配送効率をより一層向上させるようなTMSシステム構造では、式1および式2の条件をチェックする機能を取り込み、運送事業者の帰り荷確保意思決定を支援することが重要となろう。

(4)意思決定基準の効果

2つの意思決定基準が、環境負荷低減と利益向上におよぼす効果を検証するため、モンテカルロ法による数値実験を行った。

①実験方法

数値実験の基礎データは自動車運送事業経営指標 2006年版に公表された、我が国の典型的な333運送事業者の2004年度におけ

る輸送活動の実績データに基づいている。その内容を表-1に示す。

表1 トラック運送事業者実績データ

走行距離合計 (1000 km)	3,460,071
実車距離合計 (1000 km)	2,840,575
1トラックの実働1日当たりの平均走行距離 (km)	154
運送事業収入合計 (1000 円)	1,675,280,537
変動費合計 (1000 円)	396,057,701

表1の1日当たりの平均走行距離154kmより、トラックの走行距離および積載重量を表2に示す範囲の1様乱数で発生させ数値実験で用いた。

表2 発生データ

項目	範囲
本来の輸送距離	1 km ~ 102 km
空車走行距離合計	0 km ~ 102 km
帰り荷輸送距離	1 km ~ 102 km
本来の積載重量	1 kg ~ 10 t
帰り荷積載重量	1 kg ~ 10 t

発生データにより、200件の輸送件数を持つサンプルを3つ作成し、それぞれ表3に示す3つのケースに対応させて、数値実験を行った。

表3 輸送ケース

ケース1	常に帰り荷を確保せず、本来の輸送のみを行い、同じルートを空車走行して帰る。
ケース2	限界利益基準に合致する時のみ帰り荷を確保した輸送を行う。
ケース3	積載効率基準に合致する時のみ帰り荷を確保した輸送を行う。

輸送に使用するトラックは、最大積載重量2tのもの、4tのもの、10tのものの中から、運送事業者が最も効率的なトラックを選択できるものと仮定した。

それぞれのケースでは、トラック走行時の環境負荷として、200件の輸送トンキロ当たりCO2排出量を、運送事業者にもたらされる利益として、200件の限界利益を計算した。

CO2排出量の計算は日本ロジスティクスシステム協会公表のガイドラインに示された燃費法に従い、それぞれのトラックの燃費を表4のように仮定した。CO2排出係数については2.62 Kg-CO2/リットルを利用した。

表4 トラックの燃費 (軽油)

最大積載量	燃費
2t	8.0 km/リットル
4t	5.5 km/リットル
10t	3.5 km/リットル

限界利益の計算では、表 1 から平均的に求まる $S=589.77$ 円/km、 $C=114.465$ 円/km を用いた。

②環境負荷低減効果

それぞれの輸送ケースにおける輸送トンキロ当たり CO2 排出量平均値の 95%信頼区間は図 2 に示すようになった。

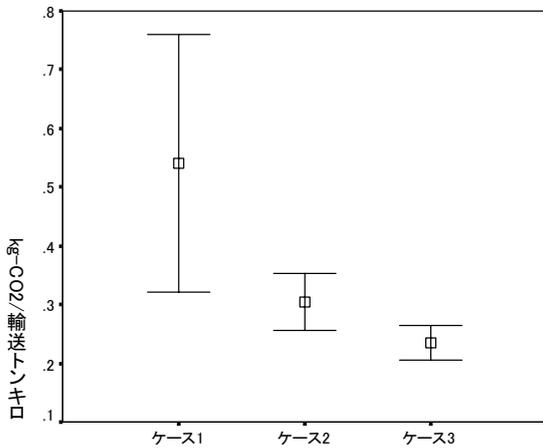


図 2 輸送トンキロ当たり CO2 排出量

Games-Howell 法による多重比較結果からは、帰り荷確保をまったく行わない輸送（ケース 1）との比較において、積載効率基準に従って帰り荷確保を行う輸送（ケース 3）のみに有意差が認められ、CO2 排出量を減少させていることが明らかになった。

③利益向上効果

それぞれの輸送ケースにおける限界利益平均値の 95%信頼区間は図 3 に示すようになった。

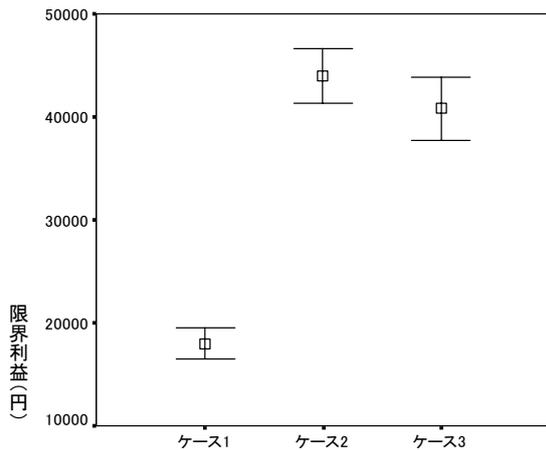


図 3 限界利益

Games-Howell 法による多重比較結果からは、2つの基準に従って帰り荷確保を行った輸送（ケース 2 とケース 3）は、いずれも帰り荷確保をまったく行わない輸送（ケース 1）

との比較において、有意差が認められ、限界利益を増加させていることが明らかになった。

しかし、積載効率基準と限界利益基準の間には、限界利益に有意差は認められなかった。もしも 2つの基準による帰り荷確保が限界利益の向上に関して同じような効果しか持たないのであれば、CO2 排出量の削減効果を持つ積載効率基準の方が、運送事業者が帰り荷確保を行う場合に従う基準としては、より望ましいものであろう。

(5) 将来的な TMS システム構造構築への指針

将来的な TMS システム構造には、大部分を占める中小規模の運送事業者を対象にした、突発的な輸送需要に対応する輸送効率向上機能が必要となる。

このためには、Web 経由で帰り荷確保活動を支援する求貨求車システムとの情報連携機能をシステム構造に取り込むことが検討されるべきであろう。現在、Web アプリケーション間でのデータ受け渡しの主流となる XML 形式によるデータ入出力機能の実装はシステムの容易になりつつある。

また、運送事業者の帰り荷確保意思決定を支援するために、意思決定基準をチェックする機能をシステム構造に取り込むことも検討されるべきであろう。特に積載効率基準チェック機能の実装は、運送事業者の利益向上と環境負荷低減の両方を実現できることから極めて重要となる。積載効率基準をチェックするための〈式 1〉は、使用するトラックの種類に関わらず、走行距離と積載重量のみから計算できるため、その実装は容易なものと考えられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 7 件）

- ① 藤田祐, 加賀屋誠一, 若林敬造, 唐澤豊 : 「公共トラックターミナルにおける廃棄パレット共同リサイクルシステムの効果」, 日本ロジスティクスシステム学会誌, Vol.8, No.1, pp.31-40, 2008, 査読あり
- ② 若林敬造, 藤田祐, 渡邊昭廣, 清水昇 : 「受信電子メール自動振分け機能とその活用」, 日本情報ディレクトリ学会誌, Vol.6, pp.53-60, 2008, 査読あり
- ③ 藤田祐, 若林敬造, 唐澤豊, 渡邊昭廣 : 「トラック輸送の帰り荷確保における積載効率と限界利益の向上」, 日本ロジスティクスシステム学会誌, Vol.7, No.2, pp.41-50, 2007, 査読あり
- ④ Fujita, Y., Wakabayashi, K., Karasawa, Y., Watanabe, A. and Osawa, K. :

「Decision Making about Getting Backhaul Load and Improvement of Load Efficiency for Truckload Carriers」, International Journal of Logistics and SCM Systems, Vol.2, No.1, pp.12-21, 2007, 査読あり

- ⑤藤田祐, 若林敬造:「携帯電話の普及が自動車貨物輸送の実車率に与える影響」, 日本物流学会誌, No.14, pp.229-236, 2006, 査読あり
- ⑥藤田祐, 若林敬造, 唐澤豊, 渡邊昭廣, 清水昇:「ASP と ASP.NET におけるデータベース処理時間とオブジェクト指向設計」, 日本ロジスティクスシステム学会誌, Vol.6, No.2, pp.69-78, 2006, 査読あり
- ⑦豊谷純, 若林敬造, 唐澤豊, 渡邊昭廣, 藤田祐:「XML データベースと DOM・SAX による処理特性」, 日本ロジスティクスシステム学会誌, Vol.6, No.2, pp.63-68, 2006, 査読あり

[学会発表] (計 7 件)

- ①Wakabayashi Keizou: 「Criteria of Getting Backhaul Loads for Truckload Carriers」, Proceedings of the 13th International Symposium on Logistics, 2008 年 7 月 7 日, Bangkok, Thailand
- ②藤田祐:「トラック輸送における帰り荷確保と CO2 排出量削減」, 日本ロジスティクスシステム学会第 11 回全国大会予稿集, 2008 年 6 月 22 日, 千葉
- ③藤田祐:「受信電子メールのディレクトリ管理と迷惑メール」, 第 11 回日本情報ディレクトリ学会全国大会研究報告予稿集, 2007 年 9 月 2 日, 東京
- ④Wakabayashi, Keozou: 「Decision Making about Getting Backhaul Load and Improvement of Load Efficiency for Truckload Carriers」, Proceedings of the 3rd International Congress on Logistics and SCM Systems, 2007 年 8 月 29 日, 横浜
- ⑤若林敬造:「トラック輸送の帰り荷確保における積載効率と限界利益の向上」, 日本ロジスティクスシステム学会第 10 回全国大会予稿集, 2007 年 8 月 29 日, 横浜
- ⑥藤田祐:「受信電子メールのディレクトリ管理について」, 第 10 回日本情報ディレクトリ学会全国大会研究報告予稿集, 2006 年 9 月 2 日, 東京
- ⑦藤田祐:「トラック走行時の帰り荷確保と輸送効率向上の条件」, 日本ロジスティクスシステム学会第 9 回全国大会予稿集, 2006 年 8 月 27 日, 広島

6. 研究組織

(1) 研究代表者

若林 敬造 (WAKABAYASHI KEIZOU)
日本大学・生産工学部・教授
研究者番号: 90201144

(2) 研究分担者
藤田 祐 (FUJITA YU)
産業能率大学・経営学部・教授
研究者番号: 10238587

(3) 連携研究者
豊川 和治 (TOYOKAWA KAZUHARU)
日本大学・国際関係学部・教授
研究者番号: 10318339