

論文の内容の要旨

論文題目 IT を活用した輸送の効率化と路上待機車両の削減方法に関する研究

氏名 西宮 良一

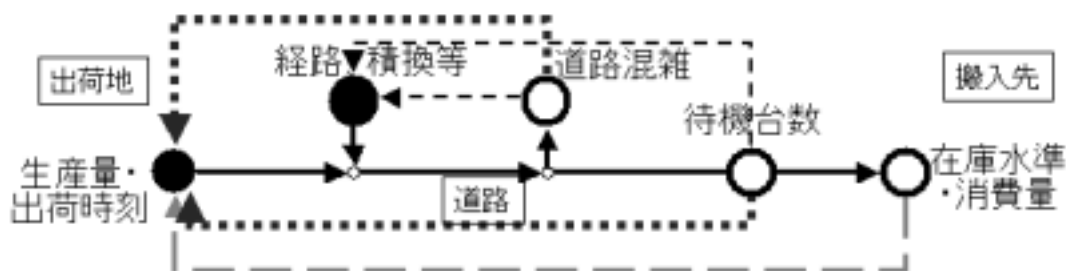
物流分野においては従来から需要発生に合わせて定時に搬入を行うという強い要請が存在していた。しかしながら、道路を利用して輸送を行う場合には、渋滞による輸送時間の変動や搬入先における荷さばき場等の混雑により輸送に要する時間が正確に予測できない。既存の従来のサプライチェーン・マネジメント（SCM）における輸配送計画においては、商用車（貨物車、タクシー、バス等の業務目的で運行する車両）による輸送時間の部分は固定値（パラメータ）として扱っており、輸送時間の変動を早めの発注・出荷によりカバーしてきた。このため、余裕を持って出発した商用車は搬入先周辺の路上で時間調整の待機をすることとなり、待機車両による交通流への悪影響、道路交通環境の悪化が発生している。

また、ITSの分野においてはトラック、タクシー等の車両の位置を管理して効率的な配車を支援する運行管理システムが既に実用化しているが、運行管理システムの管理対象としている情報の範囲は、輸送サービスの供給者側（例：モータープール、製造、出荷、道路走行中車両）が中心であり、主として配車・車両の運用効率の向上を意図したものである。このため、搬入先（需要地）の情報をリアルタイムに利用して、搬入先周辺での待機を削減するという考え方にまでは至っていない。

交通・運輸世界ではTDM（Traffic Demand Management：交通需要管理）という考え方があるが、TDMにおける需要とは「自動車交通の発生」または車両の台数を意味して、SCMの輸配送業務における輸送需要の対象である商品・製品の出荷とは異なる。そのため、

TDMにおいては主として出荷が決定したあと、いかに混雑を回避して輸送するか、少ない車両の台数で輸送するかという観点で対策がなされている。TDMにおいても、研究段階では高速道路の利用予約制など出発時期自体までに遡って変更を加えようという考え方はあるが、これをシステムとして実装する段階までには至っていない。

輸配送問題において従来はほとんど連携がなく実施されていたSCMの一要素である生産管理・出荷管理とTDMの一要素である運行管理を融合することにより、搬入先周辺の待機状況や道路混雑状況に応じて出荷時期を強力に制御できるようになる。具体的には、出荷管理システムと運行管理システムを統合化し、さらに運行管理システムで収集している情報を出荷管理システムで制御変数としている生産量・出荷時刻へフィードバックすれば良い(図-1)。さらに、輸送中の製品の量や到着時期についても運送会社の貨物(荷物)追跡システムを活用すれば正確に把握可能である。



手法	生産量・出荷時刻	経路、積替、待機	道路混雑・輸送時間	待機台数	在庫水準、消費量
SCM (生産管理・出荷管理)	制御変数	与件	与件	—	計測
TDM(運行管理)	与件	制御変数	計測	計測	—
SCM+TDM (生産管理・出荷管理+ 運行管理)	制御変数 (主)	制御変数 (副)	計測	計測	計測

図-1 SCMとTDMの融合

SCMを本当の意味で実現するためには、メーカー、小売店、輸送業者間の情報共有が必要である。このような生産側と販売側の情報共有の考え方を流通途中の輸送の部分にも適用して、出荷・出発をきめ細かく制御することにより、輸送段階における搬入車両の待機といった社会的にも無駄なコストの発生を抑制することが可能となる。

本研究の特徴は、以下に述べるとおりである。

- ①輸送した貨物の搬入先における次工程での処理の進捗状況、搬入先周辺での待機車両の状況を出荷地へフィードバックすることにより、待機車両数を最小限に抑える出発時刻制御を行うシステムを考案した(図-2)。

- ②荷主、運転手、荷受人の 3 者間の情報共有を実現することにより、過剰な量や早期の発注を防ぎ、これにより搬入先周辺での待機車両数を最小限に抑える出荷制御システムを考案した。
- ③これらのシステムの実現のために不可欠な輸送所要時間を、車両の運行実績から取得するシステムを考案した。
- ④①～③の考え方に基づく定時到着搬入システムを実際に開発し、ケーススタディーを通じてその有効性を検証した。
- ⑤開発したシステムが多様な輸送分野において応用可能である。

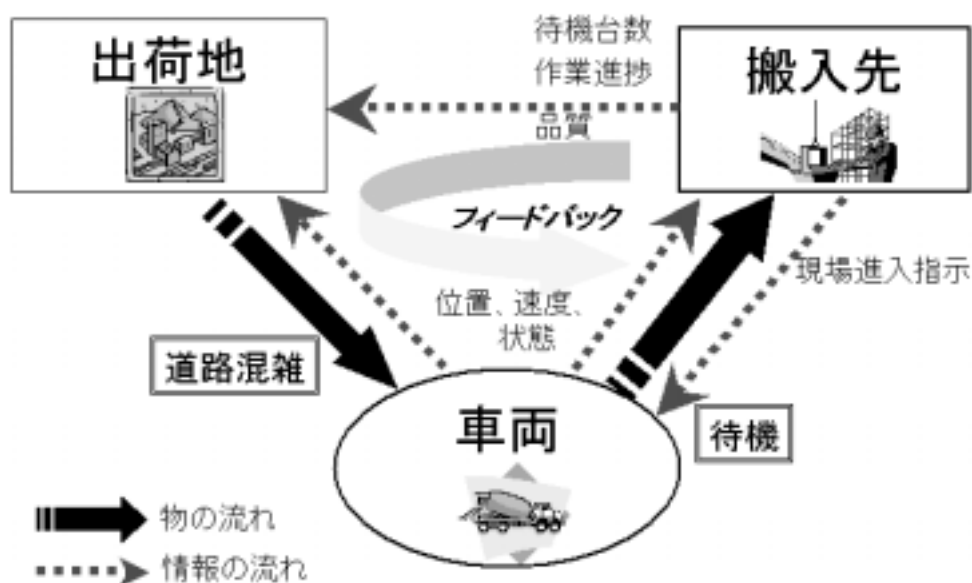


図-2 定時到着搬入システムの構成要素

本研究の手法は対象とする輸送が①到着タイムウインドウの狭さ、②輸送時間の変動、③配車需要・荷下ろし時間の変動、④単純な往復輸送、⑤荷下ろしの後につく待機車両の削減の5点を有するという点でこれまでの研究と比較して新規性を有する。

本研究では、ケーススタディーとして建設現場における生コンクリート輸送を例にとり、待機車両を削減する定時到着搬入システムの概念設計（図-3）を行い、その効果の検証用に実験用のプロトタイプシステムの開発を行った。

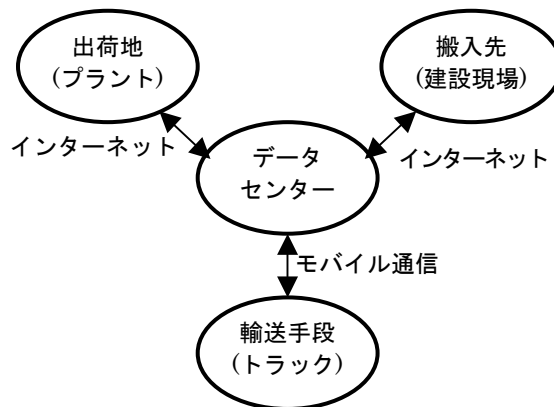


図-3 生コンクリート定時到着搬入システムの構成要素

ここでは、建設現場、生コンクリートプラント、ミキサー車の3者間の情報共有を実現（図-4）することにより、待機車車両を削減して、かつ生コンクリートの品質を安定化できるシステムを構築した。実験システムは、インターネット接続可能な携帯電話機、既存のインターネットによる車両位置情報サービス、Webカメラを利用したライブ映像伝送システムから構成され、低コストでシステムを構築できることを示した。2日間にわたって実際の工事現場でシステムの稼働実験を実施し、システムの動作確認や改良を必要とする点の確認を行った。さらに、車両の出発時期を最適化した場合の効果を実験結果をもとにシミュレーションで推計した。この結果、システム導入により延べ待機台数が18～26%減少することが判明した。

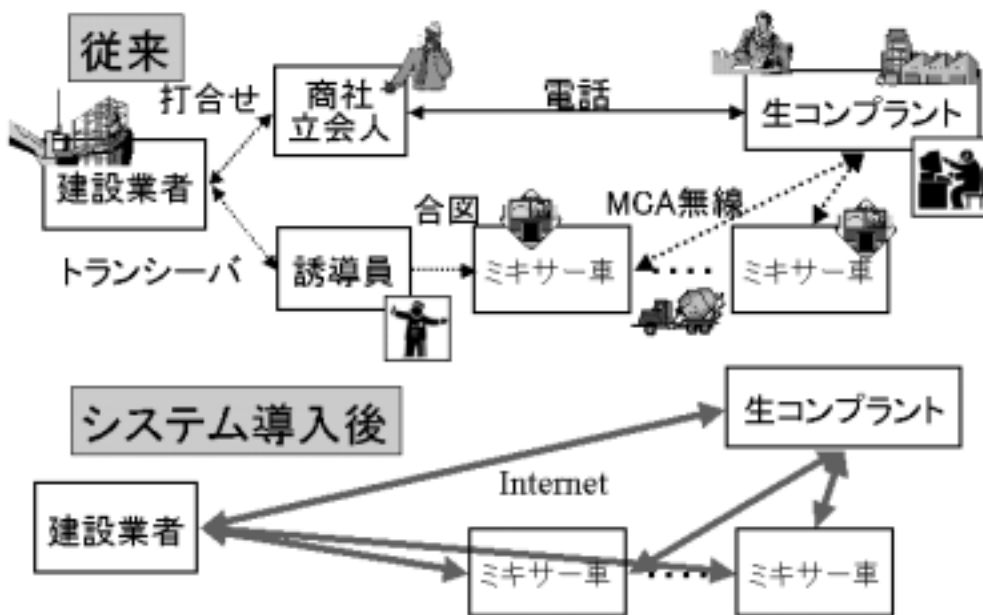


図-4 システム導入による情報共有の実現

本研究で開発したシステムの導入効果項目は、費用削減、時間節約、空間節約、環境・エネルギー節約に分類され、また、その効果の一次帰属先を荷主、荷受人、道路、住民に分類できる。

また、導入効果の計測方法についても検討を行い、生コンクリート搬入の場合の効果を推計した。推計の結果、システムの導入より1日あたり6万円のコスト節約効果、13万円の交通渋滞解消効果があり、コスト削減のみでもシステム導入費用の約8倍の効果が発生することを示した。

次に、生コンクリートを対象にして開発した定時到着搬入システムが、他の輸送分野での広く応用可能なことを示し、建設現場の場内搬送システムの連携、卸売市場における搬入待機車両削減、貨物ターミナルにおける待機車両削減、駅前タクシー乗り場での待機タクシー削減の4例を対象に、定時到着搬入制御の考え方が適用可能であることを示した。

本研究で開発したシステムを実際に普及するためには、費用・資金面の課題、人的問題・利用技術面での課題、社会・業界の課題があることを示した。このうち、企業の中から見ると、企業間の情報の共有については、インターネット上でASPとWebサービスの活用により異システム間の情報の交換が容易に可能となり解決できること、また収集した車両の運行情報を道路交通情報提供事業と共有し有効活用すべきことを述べた。さらに、システム導入による出荷締め切り時間の繰り下げを通じて導入企業の競争力の強化にもつながるなど、コスト削減以外の効果も期待できることを示した。しかしながら社会的には、交通影響・環境影響の費用の内部化のために、規制の強化や費用負担を求めること、導入のインセンティブを与えることも必要である。

以上の成果によりITを活用した輸送の効率化と待機車両の削減システムが十分な導入効果を有し、社会的にも必要であることを示した。