

安全・安心な物流を指向するITS応用について

On implementing secure transportation systems using technologies related to ITS



増田悦夫：流通経済大学 流通情報学部 教授

略 歴

1977年電通大修士修了。同年日本電信電話公社（現在NTT）入社。2002年3月NTT退職。同年4月より現職。



小野秀昭：流通経済大学 物流科学研究所 教授

略 歴

1955年生まれ。79年九州大学理学部数学科卒業。同年日本通運入社後、運輸省派遣、日通総合研究所出向、三和総合研究所（U F J総合研究所、三菱U F Jリサーチ&コンサルティング）を経て、2008年4月から現職。



矢野裕児：流通経済大学 流通情報学部 教授

略 歴

1980年横浜国立大学工学部建築学科卒業。82年同大学院修了。89年日本大学博士後期課程修了。工学博士。日通総合研究所、富士総合研究所を経て、1996年4月から流通経済大学流通情報学部助教授。2002年4月から現職。

[要約] 効率的かつ高品質に物を届ける物流の実現が求められている。一方、安全かつ効率的な道路交通の実現を目的にITS（Intelligent Transport System、高度道路交通システム）の研究開発や実証実験が活発に進められている。効率的かつ安全性の高い物流の実現にITSの応用が有効と考えられる。

本稿では、安全・安心な物流へのITSの応用を取り上げ、応用の状況を調査するとともに今後に向けての考察を示す。

キーワード 物流、安全、ITS、GPS、ITSスポット、車載端末

生産されたものや使用済みのものなどを保管したり輸送したりする物流においては、業務の効率化などによるコスト削減に加えて輸送品質や信頼性の向上など安全な物流の実現も求められる。

1. まえがき

一方、安全かつ効率的な道路交通の実現を目的にITS (Intelligent Transport System、高度道路交通システム) の研究開発や実験が活発に進められている。ITSは安全な物流を実現するための有効な手段と考えられる。

本稿では、物流分野へのITSや関連技術の応用の状況を調査し現状を明らかにするとともに今後に向けての考察を行う。具体的には、物流へのITS等の応用の現状を調査し、どのような応用が行われ、どのような点が問題かを明確にする。その結果に基づき、今後求められる応用法など今後に向けての考察を行う。

なお、物流における輸送手段としては、陸運(鉄道、トラック)、海運(船舶)、空運(航空)が存在するが、本稿では、ITSと関連が深く、かつ物流の輸送手段として多く利用されている陸運のトラック輸送を対象に調査・検討を行うものとする。

2. 物流における安全性とITS

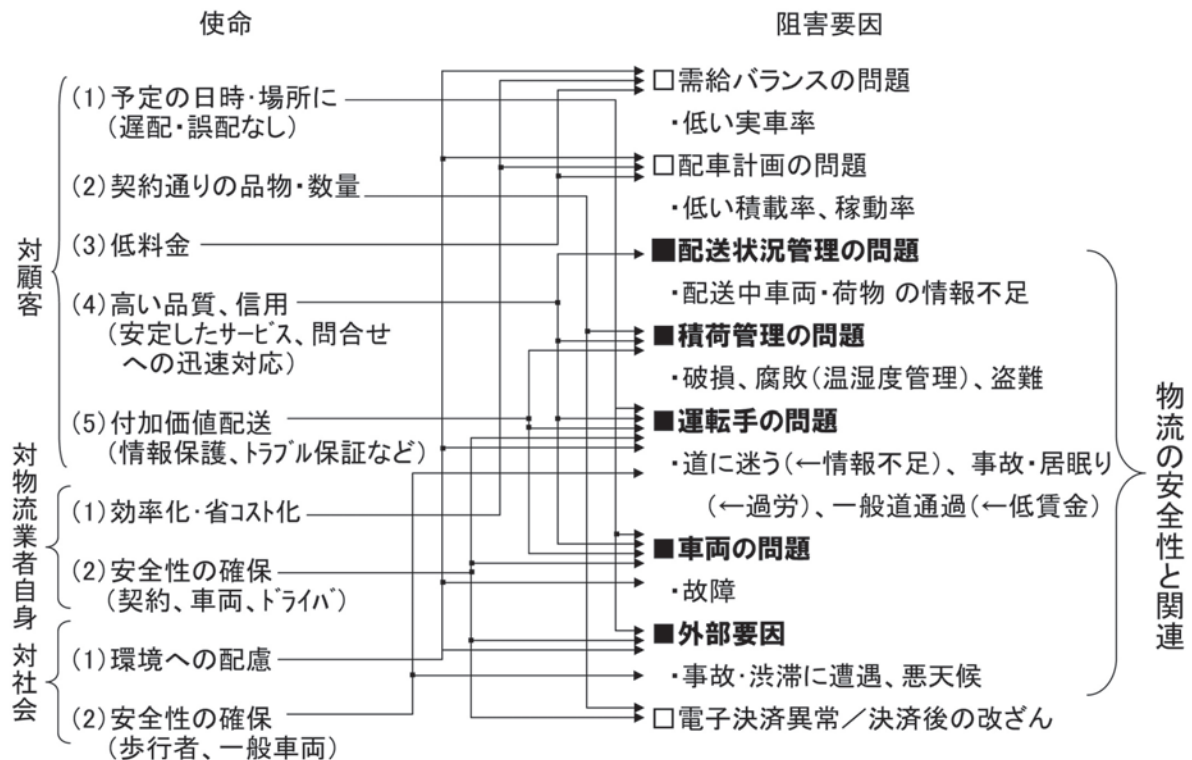
2.1 物流の使命とそれを妨げる要因

物流とは、ものの生産地から消費地までの範囲における、時間的、空間的移動を指す。その中間に、荷役、検品、倉庫業などのさまざまな過程を経る。物流が果たすべき使命(役割)としては、顧客に対し果たすべきもの、物流業者自身が果たすべきもの、社会に対し果たすべきものに分けて考えることができる。図1に、物流が果たすべき使命とそれを妨げる要因との関係を整理して示す^[1]。

2.2 安全な物流の必要性

図1の黒四角(■)で示す要因が、物流の安全性を妨げる要因と考えられる。即ち、積み荷の安全性、運転手の安全性、車両の安全性を妨げる要因である。配送状況管理の問題や外部要因はそれ以外の要因を起りやすく

図1 物流の果たすべき使命と阻害要因



する、あるいは助長する二次的要因と考えられる。■で示された要因を解消し安全な物流を実現することが求められる。

(1) 積み荷の安全性

物流で運ばれる荷物は、極力元の状態を維持することが必要であり、物流において「壊れない」「傷まない」「腐らない」「盗まれない」ようにすることが安全対策の基本である。

(2) 運転手の安全性

物流業務が正常に遂行されるためには車両の運転手が健全であることも大前提である。

それには業務に必要な情報（目的地や経路などの地理に関する情報）は的確に提示され、過労な状況は回避されなければならない。また、運転手自身もルールに乗っ取った業務（車両の操作、経路の走行など）を遂行しなければならない。

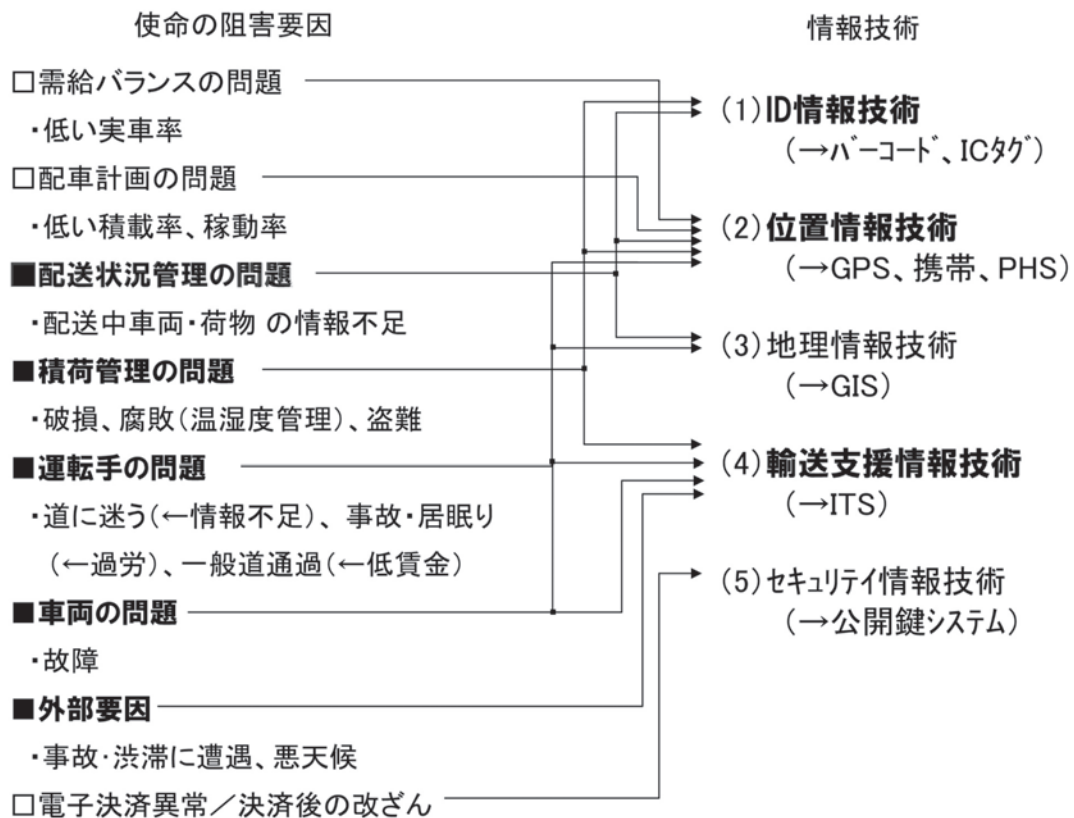
(3) 車両（トラック）の安全性

車両は多くの消耗部品からできており、部品の摩耗あるいは故障などが原因で思わぬ大事故を招く危険性を秘めている。車両としての本来の機能を発揮し物流業務が効果的に行われるためには、車両の日ごろの適切なメンテナンス、走行中の消耗状況の監視などが必須となる。

2.3 安全な物流とITS

物流の使命を果たす際に妨げとなる要因を図1に示したが、これらの阻害要因をできるだけ解消するために各種の情報技術の適用が考えられる。それを整理したものが図2である^[1]。図2に示すように、物流の安全性に関する積み荷の問題、運転手の問題、車両の問題、配送状況管理や外部要因の問題に対応するためには、「ID情報技術（バーコード、

図2 阻害要因に対応可能な情報通信技術



ICタグ)」、即ち、個々の積み荷をきちんと識別・管理するための技術、「位置情報技術 (GPS、携帯、PHS)」、即ち、積み荷や運転手や車両という位置を変えるものを遠隔で監視できるようにするための技術、「輸送支援情報技術 (ITS)」、などの活用が有効と考えられる。ID情報技術も位置情報技術もITSと深い関係があり、それらもまとめてITS技術と呼んでも特に問題ないと考えられる。

3. ITSの概要と物流への応用例

以下ではITSの概要を示し、物流分野へのいくつかの応用例を紹介し、期待される効果や今後の課題などについて示す。

3.1 ITSとは

ITS (Intelligent Transport System、高度道路交通システム) は、安全かつ効率的な道路交通の実現を狙いに、車上での情報利用、車間での情報共有により、ナビゲーションシステムの高度化・自動料金収受システムの導入・安全運転の支援・交通管理の最適化・道路管理の効率化・公共交通の支援・商用車の効率化・歩行者等の支援・緊急車両の運行支援などを行うものである。

(1) ITSの実現に関連する要素技術

①GPS (Global Positioning System、全地球測位システム)

地球の周回軌道を回るGPS衛星から発信される電波を利用して、受信者とGPS衛星の位置関係を測定し、現在地の緯度・経度を計算するシステムである。衛星からの電波の受信と連立方程式の解を計算する回路で実現でき携帯電話やカーナビなどに組み

込まれ利用されている。

②GIS (Geographic Information System、地理情報システム)

文字や数字、画像などを位置情報によって地図と結びつけて、コンピュータ上に再現し、位置や場所に関するさまざまな情報を統合したり、分析したり、分かりやすく地図表現したりするための情報システムである。位置情報の利用が必須のため、GPSと密接な関係にある。

③DSRC (Dedicated Short Range Communication、専用狭域通信)

自動車に対して双方向の無線通信を行う技術のひとつで、狭い範囲で路上と自動車との通信をする狭域通信もしくは専用狭域通信と呼ばれている。5.8GHz帯の電波を使用しており、数mから数百mまでの距離で通信でき、通信範囲内では4Mbpsというレートでの通信が可能である。この通信方式によって、路車間の一対一の確実な通信が可能となり、双方向無線通信による課金ができるようになった。

(2) ITSの応用分野

1996年に策定の「ITS推進に関する全体構想」^[2]によると、ITSの応用分野 (開発分野)には以下のようなものが挙げられている。カッコ内の○、△、×は、本テーマとの関連性を示し筆者が今回付したものである (○: 関連あり、△: 一部関連あり、×: 関連なし)。

- ①ナビゲーション高度化: VICS等によるナビの高度化等 (△~○)
- ②ETC: 料金所等のノンストップ化等 (△)
- ③安全運転の支援: AHS等による危険警告・

自動運転等 (○)

- ④交通管理の最適化：経路誘導、公共交通優先信号制御等 (△～○)
- ⑤道路管理の効率化：工事情報等の提供、特殊車両管理等 (△)
- ⑥公共交通の支援：公共交通の運行状況の提供等 (×～△)
- ⑦商用車の効率化：効率的な配車計画の支援等 (×～△)
- ⑧歩行者の支援：歩行者等に経路・施設案内の提供等 (×～△)
- ⑨緊急車両の運行支援：緊急時通報、緊急車両の経路誘導等 (×～△)

(3) ITS関連のサービス

ITS関連のサービスには、一般の利用者を対象としたカーナビゲーションシステム(カーナビ)、高速道路の自動料金収受システムであるETC (Electronic Toll Collection) が代表例である。さらに、国土交通省が次世代ITSサービスとして展開を進めているITSスポットサービス^[3] などがある。一方、物流のトラックや路線バスなど、道路交通に関

係する企業向けにも各種のサービスが開発され、提供されている。

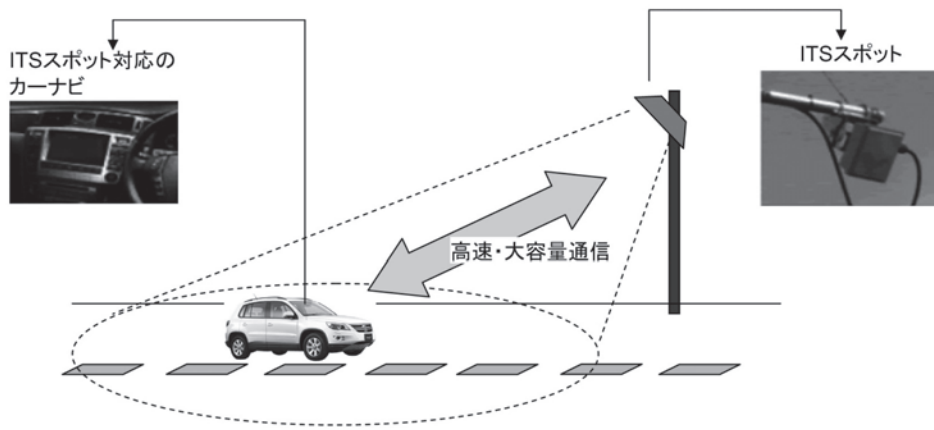
①カーナビ

自車の位置を画面上に表示することと、自車位置を基に目的地までの道案内をすることを基本とするサービスである。自車の位置はGPS (全地球測位システム) 機能など(注: GPS電波の届かないトンネル内ではジャイロ、加速度センサ、車速信号、あるいは無線LANなどの活用により位置などを推測) によって求められ、それがGIS (地理情報システム) によって地図上に表示される。

②ETC

カードを車載端末に装着してゲートを通過し、高速道路を降りるときにそのときの利用額が音声でアナウンスされる。入場時の通行券の発行、退場時の現金支払いの手間が不要となる。近年ではETC専用のコンパクトな「スマートIC (Interchange)」^[4] なるものが各地のサービスエリアやパーキングエリアなどに登場し、一般道と高速道路との道路交通の利便性が増している。

図3 ITSスポットサービスの基本構成



出典 国土交通省

③スマートウェイとITSスポットサービス

「スマートウェイ」とは、交通安全、渋滞対策、環境対策などを目的として、人と車と道路とを情報で結ぶ、ITS技術を活用した次世代の道路の呼称である。このスマートウェイを実現するものが「ITSスポットサービス」^[2]である。図3に示すように、道路に設置された「ITSスポット」と車両側の「ITSスポット対応カーナビ」との間で高速・大容量通信(5.8GHz帯のDSRC:スポット通信)が行われ、様々なサービスが実現される。

ITSスポットは、全国の高速道路本線上を中心として約1600箇所に、都市間高速道路については概ね10～15kmおきに、都市内高速道路については約4kmおきに、それぞれ設置される予定になっている。また、サービスエリアや道の駅などにも設置される。

④その他

上記一般向けのITS関連サービス以外に、道路を走る車両の運行や安全・安心などを目的とした企業向けのITS関連サービスが各種開発され利用されている。特に、物流の安全

に関連するサービスの動向について、次節で整理する。

3.2 物流分野における ITS 応用事例

物流に関するITS応用事例として、安全・安心、環境調和、効率向上などを目的とするシステムやサービスが登場している。代表的な事例として7つを挙げるができる。

(事例1) Loco もびサービス(沖電気)^[5] (図4)

これは道路交通情報とGPSを用いた車両位置情報サービス(ASPサービス)である。インターネットに接続された事務所等のパソコンにて車両の管理が可能である。車両位置・状態の通知や問合せ、車両走行ルート検索、車両走行軌跡情報提供、ポイント通過通知、道路交通情報の提供などが可能である。また、物流トラック・保冷車に応用した場合、運行状況や庫内の温度を監視することもできる。

(事例2) GPS 利用の輸送監視システム(日立ケーイーシステムズ)^[6] (図5)

このシステムは、車両・人などの移動体の位置情報を管理し、運行状態の監視、移動体内の監視情報(温度等)の送信指示を行う。

図4 Locoもびサービスのイメージ

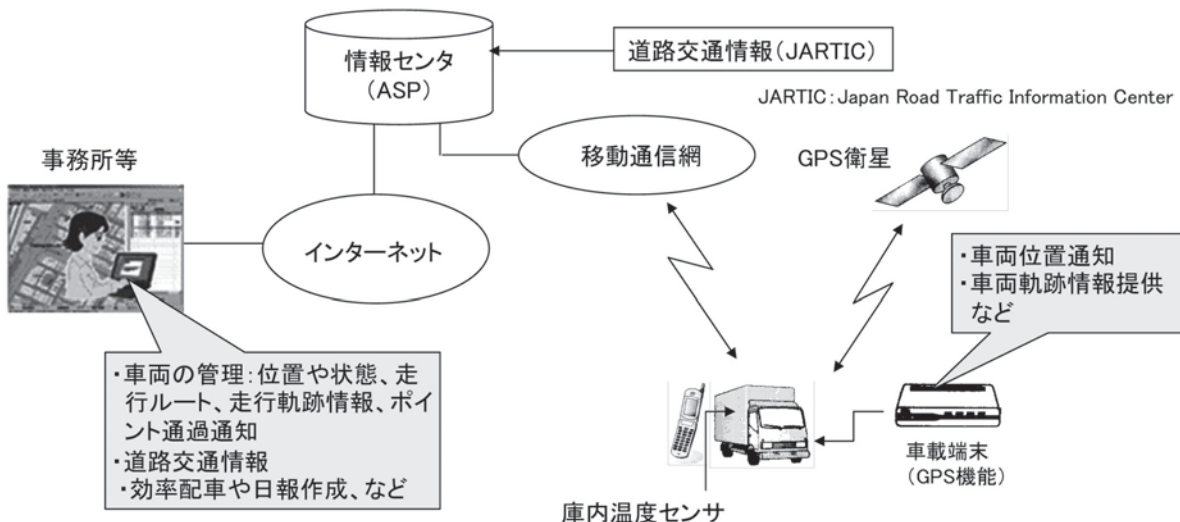


図5 輸送監視システムの構成

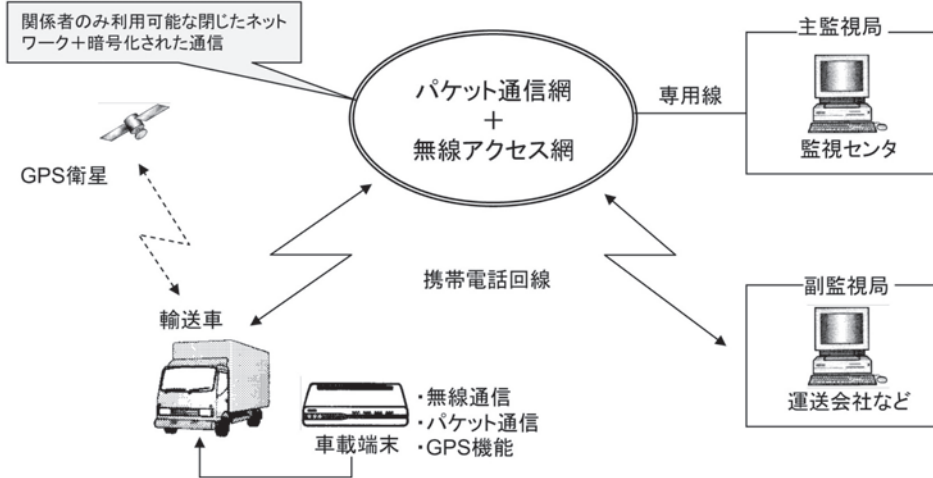
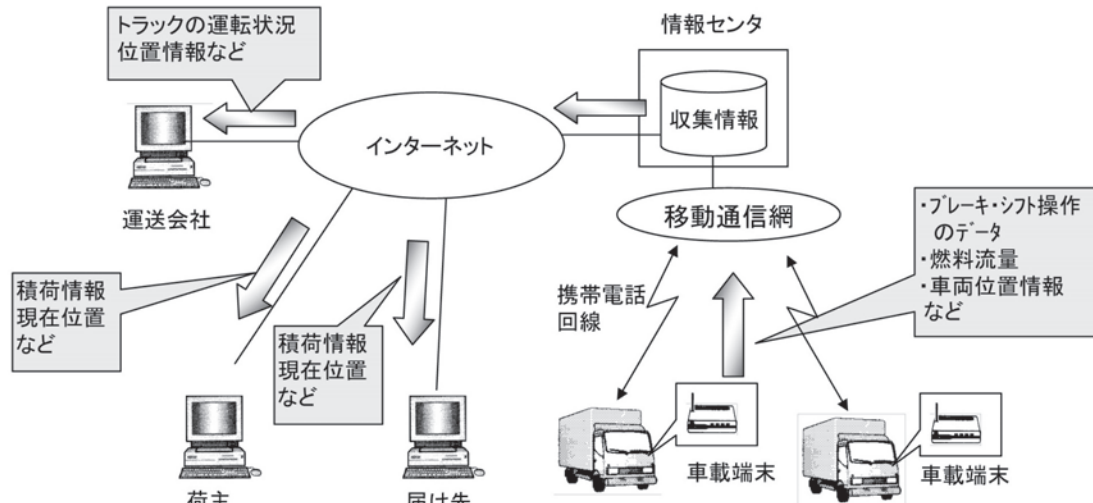


図6 リアルタイム車両運行状況監視システムの例



GISと組み合わせ、より視覚化した形で情報を表示することも可能である。また、ネットワーク上の機密情報は暗号化されているため情報漏えいの心配がない。宅配用の輸送車両や廃棄物・危険物・貴金属・現金などの輸送車両の安全管理などに適している。

(事例3) リアルタイム車両運行状況監視システム「みまもりくん」(いすゞ) ^[7] (図6)

これはドライバーの事故防止や燃費の節約を狙いとしたリアルタイム運行情報システムである。携帯電話回線により、車載端末よりブレーキ、ギヤシフトの操作データや燃料の流

量などの運転操作情報が情報センタへリアルタイムに転送される。センタではこれらの情報が解析・診断され、その結果がわかりやすい図表や点数で利用者にインターネット経由で提供される。定期的にデータを分析し部品の劣化度合いを推定し実際に故障が起こる前に予防整備の必要性が指摘されたり、運行データを基に燃費効率を高める運転法が助言されたりする。

(事例4) 安全・エコナビゲーションシステム「See-T Navi (シーティーナビ)」(ヤマト運輸、NEC) ^[8] (図7)

図7 See-T Naviのイメージ

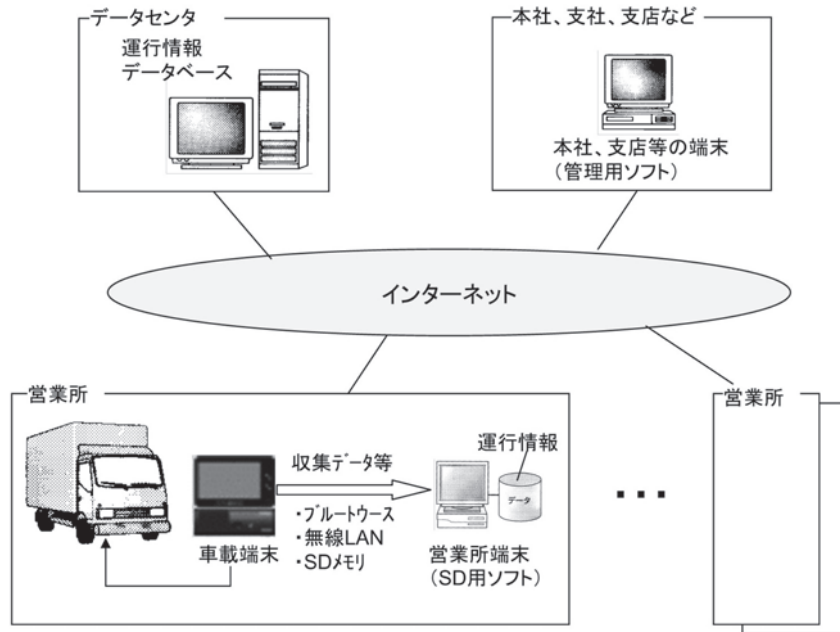
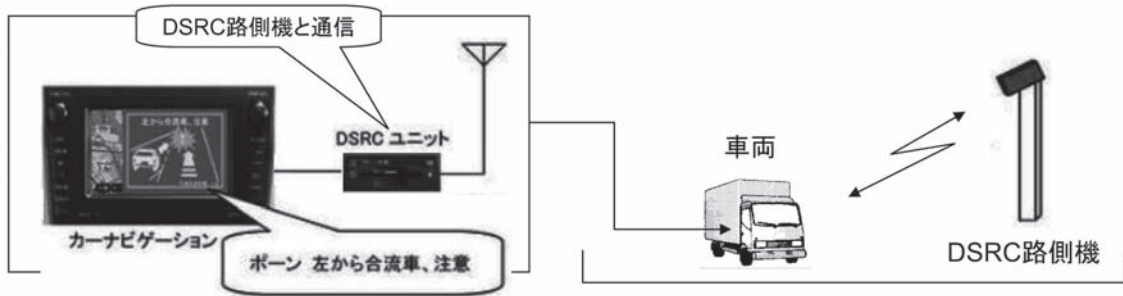


図8 DSRCユニットの位置づけ



DSRC: Dedicated Short Range Communication

ヤマト運輸が次世代社内情報システムとの融合などさらなる拡張性を視野に、日本電気(株)をパートナーに独自の車載システム「See-T Navi (シーティーナビ)」を開発し、セールスドライバーの運転操作が見える化することで、やさしい運転を浸透させ、危険運転の防止とCO₂削減に努めることを目的としたシステムである。登録されたイベント情報や運行データはヤマトグループのヤマトシステム開発(株)のデータセンターにて管理される。車載システムは全集配車両(26000台)に搭載される予定になっている。

(事例5) 安全運転支援システム「DSRCユニット」(トヨタ自動車)^[9] (図8)

DSRCユニットは、カーナビゲーションとの連動により、従来のETCサービスに加え、道路(に設置されたDSRC通信機)と車両との間で情報を交換し、広域な道路交通情報および以下のような安全運転支援情報を、画像や音声などでドライバーへ提供できるようにする装置である。

- 「前方障害物情報提供」: 高速道路で見通しの悪いカーブの先にある渋滞や停車などを知らせる。

図9 カーセキュリティサービス

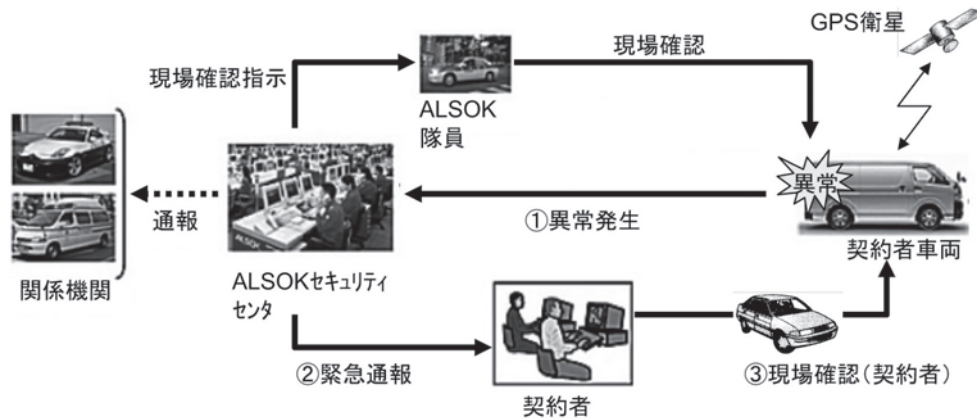
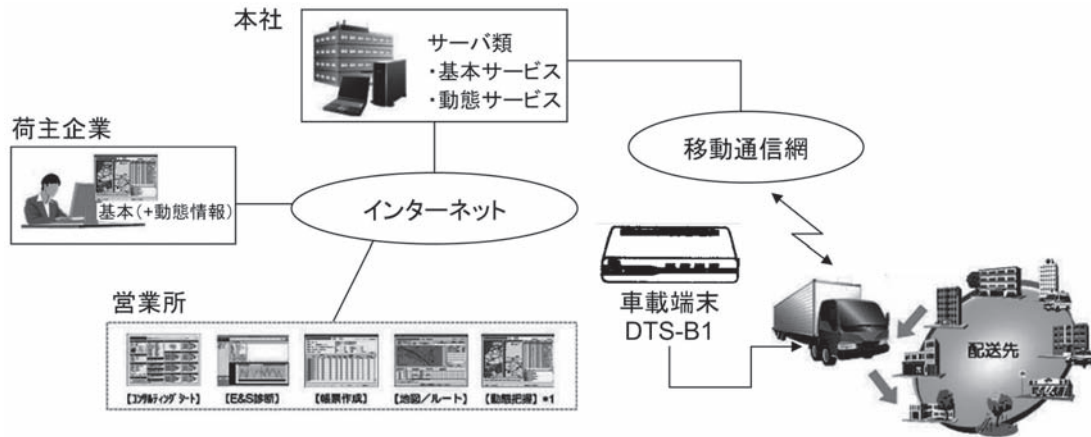


図10 DTS-B1を利用する運行支援ソリューション



－「合流支援情報提供」：本線走行車へ合流車の存在を知らせて車両接触事故の防止につなげる。

これらの情報を利用することにより運転手はリスクを回避し安全な運転を継続することが可能となる。

(事例6)カーセキュリティサービス「GUARD ONE (ガードワン)」(総合警備保障(株)ALSOK) [10] (図9)

これは、車両の盗難、車上荒らしなどの異常事態発生時に、契約者への通報や位置情報の提供などを行い、被害の拡大防止や盗難車両の早期発見をサポートするシステム（サービス）である。

(事例7) 車載端末 DTS-B1 を利用する運行

支援ソリューション (富士通) [11] (図10)

本運行支援ソリューションは、運行状況の把握による乗務員への適切な安全運転指導・燃費向上・環境貢献等を支援する。ソリューション実現の基本となる車載端末モバイルトレーサDTS-B1は、車両のエンジン回転数などを基に速度や経路などの運行情報を取得し、無線通信を通じてリアルタイムで本社、事業所に送信する。無線ネットワークを用いた運用に対応する事で、事業所側からリアルタイムで運行情報の収集や車両の位置把握を実現できるため、効率的な運行支援を行う事が可能となる。

3.3 事例に関する考察

前節で取り上げた7つの応用事例を物流の

安全性に注目して表1に整理した。これらの応用事例について、サービス実現手段、物流の安全性との関連などについて考察する。

(1) サービスの実現について

①ほとんどのサービスがGPS、GIS、情報ネットワーク（インターネット、携帯電話網など）を利用している（事例1、2、3、4、6、7）。

表1に挙げる事例では、ほとんどが実現のためにGPSやGIS、情報ネットワーク技術を利用している。それは、サービスが車両という位置を変えるものを対象としており、それを離れたところでリアルタイムに管理する必要があるためである。即ち、位置情報の算出にGPSが利用され、地図上に表示するためにGISが利用される。また、遠隔で車両などの位置を把握するためにインターネットなどのネットワーク技術が必要となっている。

②ドライバの運転状況や車両の動作状況を監視する事例（事例1、2、3、4、7）には

車載端末が搭載され利用される。

車載端末は車両に取り付けられ、センサなどとも連携させて、オイルや排気ガス、エンジンの状況、アクセル、ブレーキ、ハンドルなどの操作状況などを監視し、収集した情報を通信機能を利用して送信するような機能を持っている。車両の動態管理やドライバの運転状況、環境への影響などを管理する上で必要不可欠な機器となっている。

③事例5や6は他の事例と実現の考え方が異なる。

事例5は道路上に設置されたスポットと車両とが無線で高速に多くの情報をやり取りすることでGPS方式とは異なる手段で（即ち、交信中のスポットの位置を位置情報として利用して）道路交通を高度化しようとするものである。いわゆるDSRCの一応用である。これからの進展が期待される。

一方、事例6は、人為的な犯罪（破壊、盗

表1 安全な物流を支援するITS関連サービス事例（1/2）

No	ITS関連サービス名	内容	備考
1	Locoもびサービス	道路交通情報とGPSを用いた車両位置情報サービス(ASPサービス)。利用者はインターネット接続パソコンと車載端末(PND: Portable Navigation Device)があれば、すぐにサービスを利用できる。物流に利用した場合、保冷車の庫内温度やドア開閉状態、車両位置や車両状況がリアルタイムに把握できる。盗難対策にも有効。(http://www.okicom.jp/ITS/navi/lcomobi/truck.html)	「Locoもび powered by PND」を2009年7月に提供開始
2	GPS利用の輸送監視システム	GPS機能(車載端末上)やセンサ機能を利用し車両位置や車両状態を監視する。宅配用車両、廃棄物・危険物・貴重品・現金などの輸送車両の監視、車両内の荷物の状況の監視に利用可能。システム内でやり取りされる情報は暗号化されている。(http://www.hke.jp/products/yusousys/)	
3	リアルタイム車両運行状況監視システム「みまもりくん」	安全・安心・効率化・ECOの観点から運行管理と動態管理を総合的に支援する。安全に関してリアルタイム警報機能、事故多発地点警報、インターネットドラレコ(非常事態通知)機能など。安心に関しては、車両メンテナンス時期通知、盗難通知、事故・故障時の簡単連絡機能など。(http://www.isuzu.co.jp/cv/cost/mimamori)	新型「みまもりくんオンラインサービス」を2007年5月に提供開始
4	安全・エコナビゲーションシステム「See-T Navii」	セールスドライバーの支援システム。運転内容や運行エリアについてGPSと連携して各種の警告を行う。また、ドライブレコーダーとデジタルタコグラフを一体化した機器により1日の運行内容を記録、業務終了後に、燃費や安全運転といった詳細な運行内容を確認できる(見える化)。(http://www.yamato-hd.co.jp/news/h21/h21_79_01news.html)	車載システムは2010年3月よりヤマトの集配車に順次搭載されつつある。
5	安全運転支援システム「DSRCユニット」	スマートウェイ推進の取り組みと連動。従来のETCサービスに加え、道路と自車との間で情報を交換、広域な道路交通情報および安全運転を支援する情報(「前方障害物情報提供」,「合流支援情報提供」)を、画像や音声などでドライバーへ提供する。(http://www2.toyota.co.jp/news/09/09/nt09_0905.html)	2009年9月に開発。トヨタの車種に搭載される。
6	カーセキュリティサービス「Guard One」	車両の盗難、車上荒らしなどの異常事態発生時に、ALSOKがお客様への通報や位置情報の提供などを行い、被害の拡大防止や盗難車両の早期発見をサポートする。(http://www.alsok.co.jp/company/news/news_release_details.htm?abc_news.news_detail[id]=1102)	2009年12月に提供開始
7	車載端末DTS-B1を利用する運行支援ソリューション	車載端末DTS-B1は、車両のエンジン回転数などを基に速度や経路などの運行情報を取得し、無線通信を通じてリアルタイムで本社、事業所に送信する。車両の運行管理、動態管理が可能。(http://pr.fujitsu.com/jp/news/2009/11/5.html, http://segroup.fujitsu.com/its/services/logistics/solution/)	DTS-B1を2009年11月に販売開始

表1 安全な物流を支援するITS関連サービス事例 (2/2)

No	ITS関連サービス名	開発企業	利用技術や機器	物流の安全性との関連				備考
				積み荷	運転手	車両	その他(企業管理者、社会)	
1	Locooびサービス	沖電気	・GPS、・GIS、・車載端末、・センサ、・インターネット	○(温度など)		○(盗難対応)	○(洗滌対応、車両動態管理など)	[Locooび powered by PND]を2009年7月に提供開始
2	GPS利用の輸送監視システム	日立ケイアイシステムズ	・GPS、・GIS、・車載端末、・センサ、・インターネット、・暗号技術、・移動体ネットワーク	○(温度など)		○(車両の盗難対応)	○(車両動態管理など)	
3	リアルタイム車両運行状況監視システム「みまもりくん」	いすゞ	・GPS、・GIS、・車載端末、・センサ、・インターネット	△(今後、温度センサなどによる状況監視の計画あり)	○(事故多発地点案内/リアルタイムな警報・運転指塔、事故迅速対応機能)	○(オイル、タイヤなどのメンテナンス時期の案内、故障迅速対応機能、車両の盗難対応)	○(車両動態管理、盗難、非常事態通知、エコドライブ支援など)	新型「みまもりくんオンラインサービス」を2007年5月に提供開始
4	安全・エコナビゲーションシステム「See-T Navi」	ヤマト運輸、NEC	・GPS、・GIS、・車載機、・センサ、・インターネット	△(冷凍・冷蔵庫のきの細かな温度管理も今後可能に)	○(急発進・加速の警告、安全集配ルートマップ、危険エリアの登録)		○(車両動態管理、エコドライブ支援、渋滞対応)	車載システムは2010年3月よりヤマトの集配車に順次搭載されつつある。
5	安全運転支援システム「DSRCユニット」	トヨタ自動車	・DSRC、・DSRC機器、・カーナビ		○(広域道路交通情報、安全運転支援情報の提供)			2009年9月に開発、トヨタの車種に搭載される。
6	カーセキュリティサービス「Guard One」	総合警備保障	・GPS、・GIS、・センサ、・3G携帯電話網	○(ドア開放監視：食糧品や個人情報盗難対応)		○(車両の盗難や破壊、バッテリーの電圧低下監視)	○(車両動態管理、車両に関する異常の監視)	2009年12月に提供開始
7	車載端末DTS-B1を利用する運行支援ソリューション	富士通	・GPS、・GIS、・車載端末(DTS-B1)、・センサ、・インターネット		○(安全運転支援)		○(車両動態管理、エコドライブ支援)	DTS-B1を2009年11月に販売開始

注)○印:安全性と関係あり、△内はその内容。

難) 対応のサービスで、特殊なセンサ、緊急通報手段などがサービス実現に欠かせないと考えられる。

(2) 物流の安全性との関連について

① 積み荷の安全性との関連

温度センサを取り付けて荷物の周囲の温度をリアルタイムに監視するサービス(事例1、2、3、4)や車両内の荷物の盗難を監視するサービス(事例6)などが開発されている。ITSはもともと車両のスムーズな運行の支援や安全・安心な運行の支援が意図されているため、用いる車両や操作する運転手を対象とするサービスに重点が置かれている。積み荷の安全性については、車両や運転手を対象とするサービスをベースとして、それに追加する形で組み込むべきものと考えられる。

積み荷の安全性に対するサービスについては、今後、以下のような項目について取り組みの強化が求められると考えられる。

- ・ 重大な事故につながる過積載の検出や警告

- ・ 輸送時の振動・衝撃の監視や過大振動・衝撃発生時の関連情報の収集
- ・ 輸送荷物への危険物の混入や偽物との入れ替えの検出・通知

など

② 運転手の安全性との関連

運転手の安全性、即ち、安全運転の支援は、ITSの基本的な目的のひとつであり、関連するサービスは現時点でカーナビを始めとして大いに進展していると考えられる。

物流トラックの運転手向けのサービスである事例3(みまもりくん)や事例4(See-T Navi)では、車載端末から得られる情報の分析結果や事故多発地点の案内や安全集配マップなどが運転手に提供され有益と思われる。今後は、車載端末がさらに高度化していくものと予想される。

また、路車間の通信(DSRC)を応用した新しいサービスである事例5(DSRCユニット)は、より多くの情報を運転手に提供でき

だけでなく運転手側からの情報も受け取ることができるため有益であり、役に立つ多くの情報が通信されるようになると一層の進展が期待される。

③車両の安全性との関連

車両の安全性としては故障や盗難の未然回避、故障や盗難などの非常事態発生時の迅速な対応、などを可能とするサービスということになるが、故障の未然回避については、事例3（みまもりくん）のメンテナンス時期の案内など対応はされている。

しかしながら、故障は起こり得るものであり、その際のリカバリ（代替車の派遣、積み替え、輸送継続など）を容易にするための仕組み作りも重要である。この仕組みについて、ITSの技術がどこまで貢献できるかを明確にする必要がある。

なお、車両の盗難や破壊など人為的な問題への対応については、GPS機能を利用する事例1、2、3はどこまで有効かは不明である。事例6は、専門業者が行うものであり期待は持てる。

(3) 考察のまとめ

以上、現状の応用事例について、サービスの実現手段、物流の安全性との関連の2つの観点から考察した。要約すると以下ようになる。

①サービスの実現には、GPS、GIS、ネットワーク、車載端末の利用が一般的であるが、DSRC技術を利用したもの、セキュリティ専門業者の特殊技術によるもの、なども無視できない。

②物流の安全性についての対応状況として

は、運転手の安全性については進展しているもの、積み荷の安全性については更に検討の余地があると考えられる。なお、車両の安全性については、故障時のリカバリ体制、盗難・破壊など人為的トラブルへの対応などが今後必要と考えられるが、ITSでどこまで対応可能かについては検討の余地がある。

4. 今後に向けての考察

ITS応用事例とその考察に基づき、安全な物流へのITS応用としてどんな点が課題であるか、その課題に対する対応策としてどんなことが必要か、対応策の一案などについて示す。

4.1 安全な物流へのITS応用の課題

3.3節におけるITS応用事例の考察より、積み荷の安全性をどのように保証するかが課題と考えられる。即ち、積み荷の安全性に対するサービスについては、今後、以下のような項目について取り組みの強化が求められると考えられる。

①重大な事故につながる過積載の検出や警告（課題1）

②輸送時の振動・衝撃の監視や過大振動・衝撃発生時の関連情報の収集（課題2）

③輸送荷物への危険物の混入や偽物との入れ替えの検出・通知（課題3）

など。

課題1については、高速道路の入り口で、自動で軸重を測定している場合もあるし、検問で対応している場合もある。この課題の解決には、高速道路の入り口など、チェック箇所を決め、そこで対応するのが一般的かつ有

効と考えられる。

本研究では、連続的な監視が必要となるような課題、即ち、課題2や課題3について検討する。

4.2 積み荷の安全性を考慮したITS応用

(1) ITS 応用の考え方

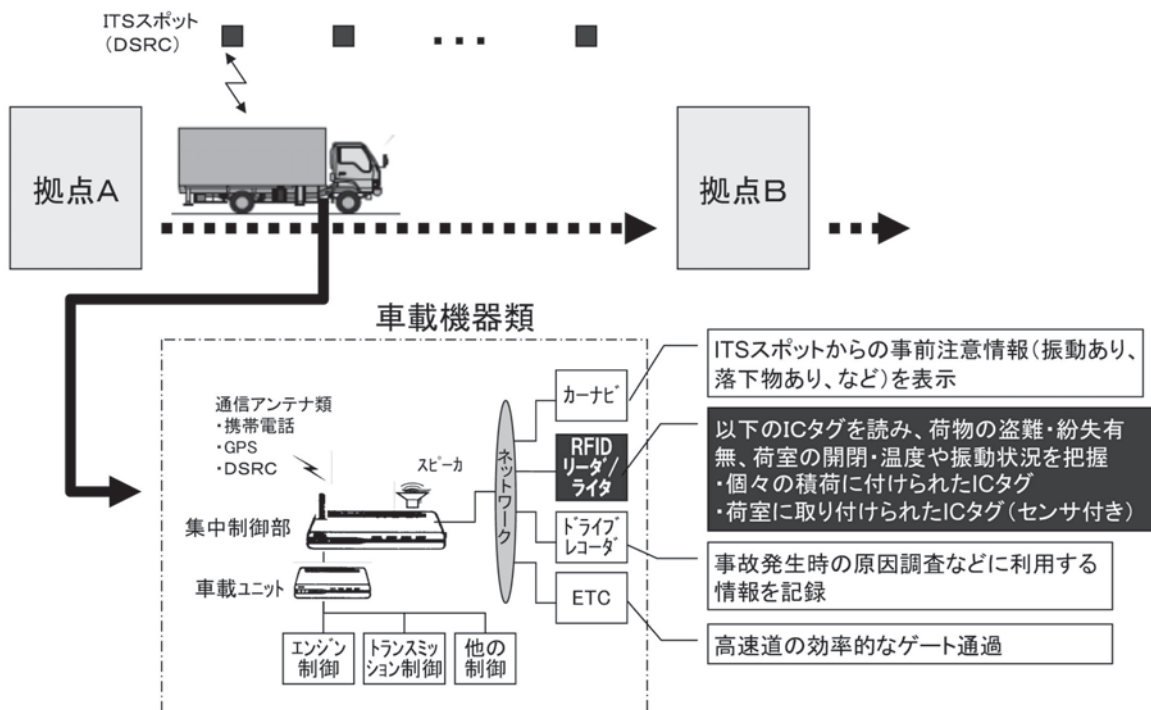
4.1節の課題2や課題3に対応するには、積み荷の安全性の観点からのトレーサビリティの実現が有効と考えられる。トレーサビリティについては、食の安全の観点から、食品の色々な分野（野菜、果物、肉、水産物、畜産物、冷凍加工食品、日配品、など）において検討や実証実験が積極的に行われてきた^[12]。食品以外の荷物についても、その安全性保証の観点からトレーサビリティシステムの構築が有効と考えられる。

安全性を保証するには、物流によって運ばれる個々の荷物について、どこで（位置）、いつ（時刻）、どのような状態であったか（中

身は本物か、周囲はどんな状況か）、などが、きちんとトレース・監視されている必要がある。偽物と入れ替わったり、扉が開いて、周囲の環境（温度、湿度、振動・衝撃、圧力）が規定されている値を超えてしまった場合は即座に警告が発せられるようになっている必要がある。

荷物をトレースし、顧客の荷物の状態をリアルタイムに管理するシステムについては、文献^[13]に見られるような貨物追跡システム（佐川急便）が運用されている。即ち、集配ドライバが業務の各ポイントでハンディターミナル（PDT）を用いて荷物のバーコードをスキャンし、その時の業務内容をインターネットなどに接続されたデータベースに蓄積するものである。そして、必要に応じてインターネットに接続された端末からデータベース上の情報を参照できるようにするものである。しかしながら、これは業務の変化ポイン

図11 積み荷の安全を考慮したITS応用の一案



トの情報保持しているだけで、輸送途中の状況については監視できておらず不明である。

より精度の高い、安全確保を重視した積み荷の管理のためには、以下のような点を特徴とするシステムの導入が望まれる。

- ①輸送途中の個々の荷物の状況もリアルタイムに監視する。
- ②そのために、RFIDタグ（ICタグ）の付けられた荷物を対象とし、車載端末などにタグリーダーを取り付け、途中の状況を自動的に収集できるようにする。
- ③また、ITSスポットを活用し、荷物の状況に影響を与えるような事態（先方に、激しい揺れの起こる場所がある、落下物などの障害物がある、その他）はできるだけ事前に察知できるようにする。

このようにすることにより課題2や課題3に対応できるものと考えられる。

(2) 積み荷の安全も考慮したITS応用の一案

積み荷の安全も考慮したITS応用の一案（イメージ）を図11に示す。これまでの運転手の安全運転支援、車両の安全支援に加えて、荷物の安全も考慮した形でのITS応用のイメージである。

カーナビ、RFIDリーダー/ライター、ドライブレコーダ、ETCなどが車内の同一ネットワークに收容され、集中制御部の各種アンテナを経由して外部との間で無線でのやりとりが行われる。カーナビは、通常の機能（自車の場所、目的地までのルート案内など）に加えて、ITSスポットからのDSRC（狭域通信）によ

り受信した危険予知情報（前方に振動場所あり、落下物あり、スリップの恐れ、など）の表示などを行う。RFIDリーダー/ライターは、本稿で新たに提案するもので、2種のICタグ、即ち、①個々の荷物に取り付けられたICタグ、と②荷物室に取り付けられた（温度や衝撃などを検知するセンサ付きの）ICタグ、を読み個々の荷物の盗難や紛失の発生有無、荷物室の開閉状況、温度や振動状況をリアルタイムに監視する。車載ユニットは車両の動作状況を把握するためにエンジンの稼働状況、トランスミッションの稼働状況、その他の状況などをリアルタイムに監視する。

本システムの実際の運用に際しては、取り決めるべき事柄が色々ある。どのような物流サービス（即ち、運用する地理的範囲、対象とする荷物、顧客など）を対象とするのか、収集すべき情報を何にするか、取り付けるICタグの種類は何にするか、搭載費用はどの程度か、などである。これらについては、今後の明確化が必要である。

(3) ITS 応用案の有効性

図11のシステムが実現できた場合には、以下のような効果があると考えられる。

【効果1】総合的な安全性の確保

物流における積み荷、運転手、車両のすべてについての安全性が確保できる。顧客から預かった荷物が高級なものであればあるほど提案システム導入の重要性が高まるものと考えられる。

【効果2】荷物の盗難・紛失の原因究明が容易

RFIDにより荷物室の個々の積み荷の状況を管理するため、積み荷の盗難や紛失の原因

を究明しやすくなる。荷物室の荷物の個数や荷物の識別はRFIDを用いることにより、容易に把握できるため、定期的にそれらの情報をチェックすることにより、盗難や紛失の発生箇所などを突き止めることは容易と考えられる。

【効果3】荷物の安全を阻害する要因を事前に回避できる可能性

ITSスポットからの道路走行注意情報（道路の凹凸、落下物、スリップあり、など）がタイムリに得られると、注意深い運転が事前に促され、積み荷への影響を未然に防止することができる。発生してしまった場合の原因追究が従来のトレーサビリティシステムの役割であるが、ITSスポットの情報を活用すると発生させずに済む効果も期待できる。

提案システムが実用化されるためには、ITSスポットの設置などのインフラの整備、提案システムの具体的な内容の詰め（前述した、どのような物流サービスを対象とするか、収集すべき情報を何にするか、取り付けるICタグの種類を何にするか、など）、個々の荷物にICタグを取り付ける場合の費用対効果の見積もり、などが必要となる。

5. むすび

以上、本稿では、今後の物流においては、関連する荷物、ドライバ、輸送手段（車両など）の安全性の確保が重要性を増すと考えられること、その一方で安全かつ効率的な道路交通の実現を目的にITS（Intelligent Transport System、高度道路交通システム）の研究開発や実験が活発に進められていること、を考

慮し、安全な物流へのITS応用について調査・検討を行った。その結果、安全な物流として、積み荷、運転手、車両の安全性が考えられるが、現状の応用事例の調査から、運転手や車両の安全性についてのITS応用がかなり進んでいるものの積み荷の安全性については更なる高度化が求められる余地があること、そのための一案などを提案した。

参考文献・サイト

- [1] 増田悦夫：物流と情報通信技術の関わり、日本物流学会誌、第12号、2004年
- [2] ITS推進に関する全体構想（国土交通省）、<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/5Ministries/index.html>
- [3] ITSスポットサービス（国土交通省）、http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/spot_dsrc/index.html
- [4] スマートIC（国土交通省）、http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/smart_ic/index.html
- [5] Locoもびサービス（沖電気）、<http://www.oki.com/jp/ITS/navi/locomobi/truck.html>
- [6] GPS利用の輸送監視システム（日立ケーイーシステムズ）、<http://www.hke.jp/products/yusousys/>
- [7] リアルタイム車輛運行状況監視システム「みまもりくん」（いすゞ）、<http://www.isuzu.co.jp/cv/cost/mimamori/>
- [8] 安全・エコナビゲーションシステム「See-T Navi（シーティナーナビ）」（ヤマト運輸、NEC）、http://www.yamato-hd.co.jp/news/h21/h21_79_01news.html
- [9] 安全運転支援システム「DSRCユニット」（トヨタ自動車）、http://www2.toyota.co.jp/jp/news/09/09/nt09_0905.html
- [10] カーセキュリティサービス「GUARD ONE（ガードワン）」（総合警備保障(株)ALSOK）、[http://www.alsok.co.jp/company/news/news_release_details.htm?alpc_news.news_detail\[id\]=1102](http://www.alsok.co.jp/company/news/news_release_details.htm?alpc_news.news_detail[id]=1102)
- [11] 車載端末DTS-B1を利用する運行支援ソリューション（富士通）、<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2009/11/5.html>
- [12] ユビキタス食の安全・安心システム開発事業（農林水産省）、http://www.maff.go.jp/trace/trace_seika17/index.html、<http://www.maff.go.jp/trace/h18saitaku.pdf>
- [13] 刈屋大輔：佐川急便－情報システム 顧客の問い合わせに軒先で回答 通信機能が充実した新端末を導入、LOGI-BIZ、2004年10月