

都市間物流の現況と将来

* 高橋 秀喜

** 石橋 善明

By Hideki Takahashi

Yoshiaki Ishibashi

わが国の物流は、増大する貨物量、多様化かつ高度化する物流ニーズの変化に対して、自動車輸送への依存度を高めながら推移してきた。しかし、今後もこの傾向が続くとすれば、道路への負担がますます過重となる。一方、質量ともの労働力不足を背景とした貨物輸送の効率化、省力化も重要な課題となってきた。

このような背景を踏まえ、社会生活、経済活動の変革、高度化に対応した新しい交通輸送形態として、高速道路空間の有効利用と環境改善を計り、省資源で安全性・高速性・定時性に優れた新しい物流システムについて検討したものである。

はじめに

わが国の物流は、増大する貨物量を自動車輸送の拡大、つまり道路インフラへの依存度を高めながら推移してきたといえる。しかし、今後もこの傾向が続くとすれば、道路、特に高速道路への負担が過重となり、その結果、自動車輸送の利点である随意性・信頼性・一貫性・随時制が損なわれるという状況となる事も予想される。また、最近の労働時間短縮の動き、労働力不足の問題は運転労働者の高齢化を促進し、貨物輸送に省力化を強く求めており、労働集約的で過酷な労働条件といわれているトラック輸送は大きな制約を受けざるを得ない状況にある。

このような背景のもと、平成元年度におけるわが

国の国内貨物総輸送トン数は、景気拡大を背景として対前年度比5.8%増の65億トンを超え、トンキロでも国内貨物輸送量の過半数を自動車が輸送するまでになった。これは、自動車輸送が、他の機関に比べて多様化、高度化する物流に対するニーズの変化に柔軟に対応し得たためである。しかしながらこのような状態が続けば、物流をネックとして、インフレや、景気の抑制を招きかねない状態にある。

従って、最近の社会情勢を反映したこのような問題意識にたって現在の物流状況を把握し、将来の物流需要増大に対応した物資運搬手段について検討して、高速道路の将来像のひとつの試案を作成した。

1. 新物流システム調査・検討の背景

(1) 物流需要・自動車輸送の増加

平成元年度におけるわが国の国内貨物輸送量は、国内主導の景気拡大を背景として、前年度より5.

* キーワード：都市間物流、新物流システム

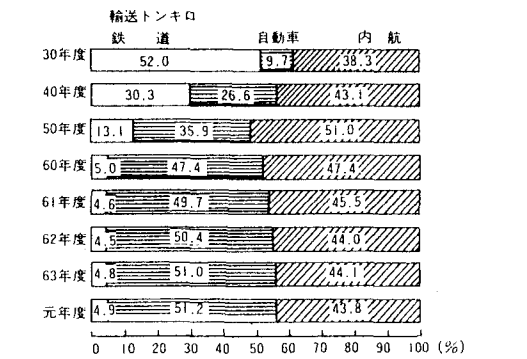
** 日本道路公団技術部交通技術課代理

*** 日本道路公団技術部交通技術課

(〒100 千代田区霞ヶ関3-3-2 新霞ヶ関ビル)

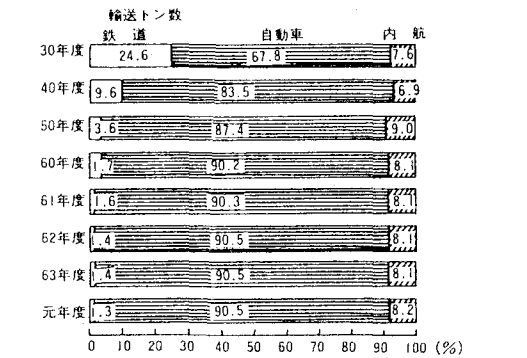
8%の増加となり、65億トンを超えた。総輸送トンキロも5,100億トンキロ（前年度比6.3%増）となり、大幅な増加であった。

また、国内貨物輸送機関別の輸送量は、自動車によるものが年々増加を続けており、平成元年度には輸送トンキロにおいて全体の50%を越え、輸送トン数においては、実に90%を越えた。（図-1.2）



注 運輸省「自動車輸送統計年報」等により作成

図-1 国内貨物輸送トンキロ輸送機関別分担率の推移



注 運輸省「自動車輸送統計年報」等により作成

図-2 国内貨物輸送トン数別輸送機関分担率の推移

また中長距離輸送に大きなシェアを持っていた鉄道や内航海運にたいして、高速道路などに代表される道路が整備されるにしたがって、自動車輸送がこの部分にも進出し、輸送距離別にみた自動車シェア50%マイル値が昭和45年には250km程度であったが、昭和63年度には、500kmを近くにまで

至っている。

（2）輸送業界における労働力不足・高齢化

道路貨物運送業は、騒音・大気汚染・振動・交通渋滞など業務内容に対するイメージが悪く、労働時間が不安定で長時間であることなどにより、若年層を中心に新規雇用が難しくなっており、昭和63年度における6大都市の車両あたり運転者数は、路線で0.86、区域で0.98とトラックが余っている状態にある。

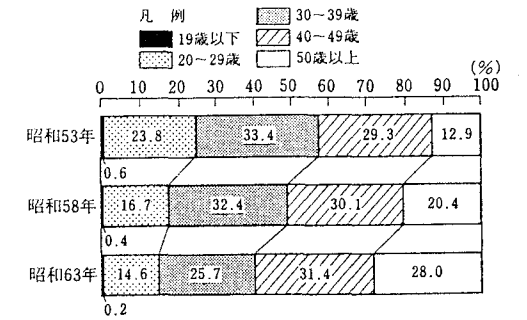
また、運転者が不足していることによって、運輸労働者の時間外労働時間が増加し、昭和63年度では、一月あたりの時間外勤務時間は、通常の約23%を占めるまでになっている。（表-1）

表-1 1ヶ月超過勤務・総労働時間の推移

年度	昭和59年度		昭和61年度		昭和63年度		59/63(増減)	
規模	超勤	総労働	超勤	総労働	超勤	総労働	超勤	総労働
1,000 人	46.1	216.1	48.0	220.6	52.6	229.8	6.5	13.7
300~999	50.2	241.4	51.8	236.8	52.6	243.9	2.4	2.5
100~299	42.2	230.3	42.1	231.0	52.9	240.2	10.7	9.9
30~99	42.7	232.5	43.2	230.0	47.0	236.2	4.3	3.7
平 均	46.2	219.8	48.6	223.0	52.4	231.6	6.2	11.8

資料：陸運統計要覧等により作成

このように、若年労働者の雇用が難しいため、年々貨物自動車運転手の高齢化が進んでおり、運点従事者の50才以上のしめる割合は、昭和63年は28%となり昭和53年の12.9%の2.2倍になっている。その結果として自動車による貨物輸送に対する大きな制約要因となっている。（図-3）



資料：陸運統計要覧等により作成

図-3 貨物自動車運転者の年齢構成の推移

また、運送総費用における人件費の割合は平成元年では約45%に達しており、今後の人件費の高騰に伴い、運送費用も上昇することも考えられる。

(3) 道路環境

昭和63年度の自動車排出ガス測定局の測定結果によれば、二酸化窒素濃度は、昭和60年までの減少傾向から転じ、増加傾向にある。自動車騒音についても、環境基準を4時間帯すべてに渡って達成できたのは、わずか14.5%であった。これは、軽油を燃料としているディーゼル車が、窒素酸化物の排出量の多さにもかかわらず、経済的であることから急増していることもひとつの原因である。

一方、高速道路の供用延長が伸びるにしたがって高速道路利用車台数も増加し、平成元年度では年間の自動車通行台数が約9,300万台にも至っている。このうち約3,800万台が大型貨物自動車であり、高速道路では、夜間大型車混入率が高いこともあって、環境問題のひとつとなっている。

これは、大型車のCO排出量が速度80km/hにおいて小型車の約1.7倍と大きいためであり同じく、NOx排出量は小型車の8.4倍、騒音は小型車の約8倍のエネルギーを持っているためである。

以上のように物流に対する厳しい状況から、現在の自動車輸送の一部を代替し、かつ、自動車輸送の持つ利便性(随意性・信頼性・一貫性・随時制)をできるだけ損なわない、限られた輸送空間の中で効率的な輸送が行えるような新しい物流システムの開発が必要となってきている。

2. 新物流システムの基本的考え方

(1) 新物流システムの基本的機能

新物流システムでは、幹線輸送部分を無人(運転手を乗務させない)運行とし、集配部分(システムターミナルまでのアクセス)のみを既存のトラック輸送とすることを考えており、今までの物流媒体とは競合せず、自動車輸送業者の輸送の一部分を代替する事を基本としている。

本システムでは、現状の物流のサービスレベルを維持する事が必要であるため、多様な物流ニーズ(

随意性、信頼性、安全性、定時性など)に対応できるものである事、また、将来の労働力問題・高齢化問題などに対して、運行・積卸に省人化・省力化が図られる事が必要となる。

したがって、新物流システムは以下の機能を備えたものとなる。

イ. 高速性・定時性の確保

高速道路と平行して物流専用空間をつくることによって、一般車と分離し、高速性・定時制を確保すると共に、既存物流システムとのアクセスの容易化をはかる。

最高速度を、高速道路利用トラックの平均速度(70km/h)よりもかなり早く設定し、ターミナルでの接続時間を考慮しても、現状より輸送時間が短くなるよう、高速性をはかる。

ロ. 無人輸送システム

労働力不足に対応するため、幹線部分は無人輸送を原則とし、労働力の効率化をはかる。

ハ. 無ダイヤによる輸送サービス(随時性の確保)

多様なディマンドに対応するため、無ダイヤ運行とし、随時性を確保することを原則とする。従って、基本的には単独走行を可能としたシステムとし、また、大量の物流輸送力を持つものとする。

ニ. ターミナルにおける既存物流とのアクセス

自動化等により、ターミナルでの労働力の低減及び、迅速化を行い、既存システムとの効率的なアクセスをはかる。

ホ. 制御システムの整備

幹線部分の貨物輸送の他、側線と幹線の分合流・異常時の対応等、新システムを運用するにあたっては様々な現象への対応が要求される。そのため、システムを円滑に運用するための全体的な制御システムの構築をはかる。

ヘ. 情報システムの提供

新物流システムにおいては、ターミナルにおいての既存物流システムとの効率的な接続と、ターミナル設備の有効利用をはかるため、ユーザーに種々の情報提供を行う。たとえば、荷物が今どこにあるか、いつ頃受け取りにすればよいのか、すぐ発送可能か、時間の予約ができるか、あるいは種々の料金支払いに関する処理等等々である。

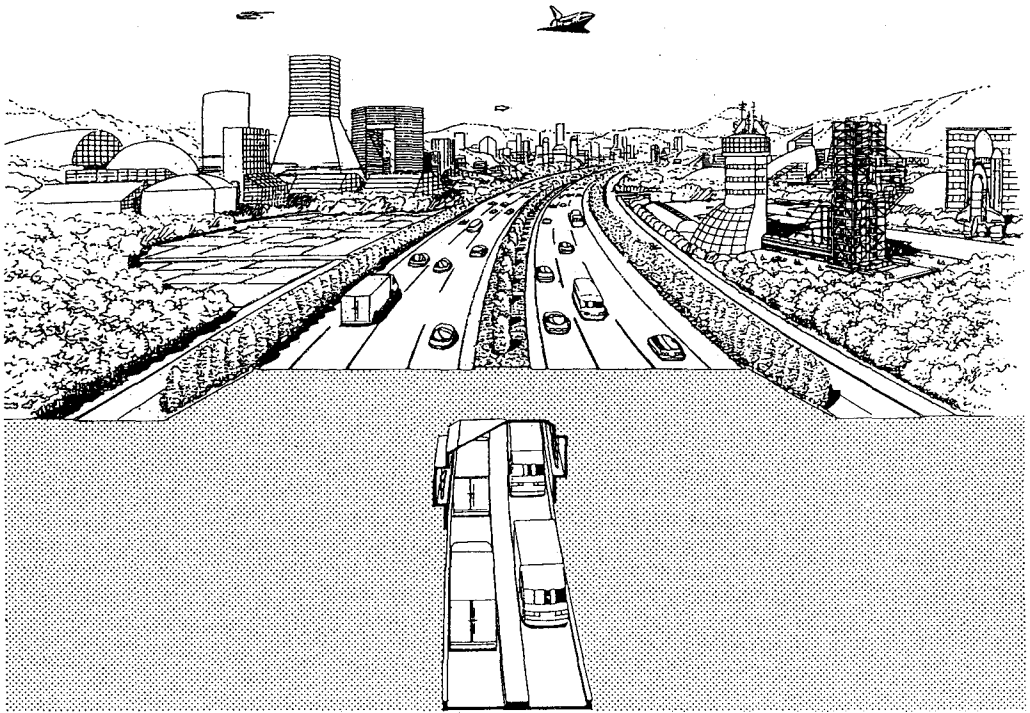


図-4 イメージバス

(2) 輸送システム的方式

以上のような基本的構想を前提とすることを考慮しつつ、実用化または開発段階の新輸送システムについて大別すると、①ベルトコンベアシステム、②カプセルチューブシステム③ガイドウェイシステムに分類される。また、③のガイドウェイシステムの中には、走行方式上のシングルモード方式とデュアルモード方式の2種がある。

新物流システムは高速道路のトラック輸送を代替し、輸送の効率改善を図ろうとするものであることから、現在的高速道路における走行速度を上回り、かつ現在の自動車輸送の利便性をできるかぎり代替できる必要があることから、(1)のシステムの基本機能を兼備できるものでなければならない。

これらを考えると、最高速度をかなり高く設定できるガイドウェイシステム(リニア駆動方式、及びデュアルモード・トラック方式)が適用可能となる。なお、リニア駆動方式については、今回はコンテナ台車方式と、ビギーバック方式にて検討した。

(3) システム輸送速度及び適用範囲

新物流システムの適用範囲は、輸送業者受注部分のうち、幹線輸送の代替サービス部分とする。

現在の東名神の大型貨物車の平均旅行速度は約70km/h(渋滞時を除く)である。新システムでは平均旅行速度100km/h以上を満足することにより、トリップ長150km以上のものについて、ターミナルでのロス時間を考慮しても、現自動車輸送時間内での輸送を確保するものとした。これらを満足するための最高速度を以下に求めると、

リニア方式(荷役時間20分) ——— 130km/h

デュアルモード・トラック方式(荷役時間5分) — 110km/h

さらに、曲線部、勾配部での速度低下を考慮する必要がある、最高速度はリニアモード方式150km/h、デュアルモード・トラック方式130km/h程度に設定する。

現行の高速道路利用貨物の新物流システムへのシフトを考える時、上記により最高速度を130~150km/hとし、ターミナルでの接続時間を考慮す

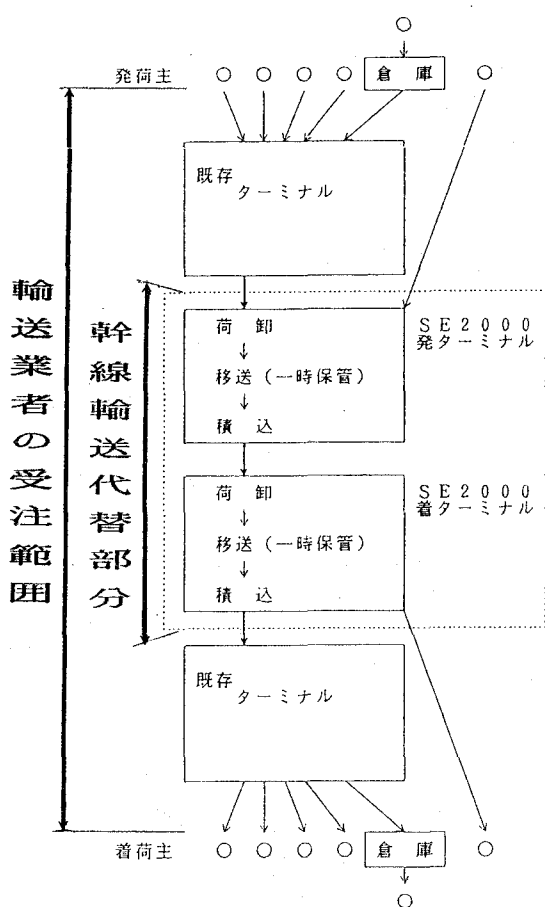


図-5 新物流システムサービスの範囲

ると、高速道路利用距離150km程度で現在のトラック輸送との時間がほぼ同じとなる。したがって、これより長距離では輸送時間短縮が可能となる（約500kmの輸送距離で約30%の短縮）。そこで、現在高速道路利用時間がおよそ2時間以上に相当する150km以上の利用距離帯にあるものをシフト可能貨物と考え、これに、交通量の伸び率を考慮してシステム輸送量とすることができる。

(4) システム運行ロット

例えば、1400台/時間・片方向の貨物を輸送しようすると、貨物1台当たりの平均時間間隔は2.6秒になる。

ここで、コンテナ台車方式およびピギーバック方

式は軌道方式による地上分岐（地上側に設置した分岐で進路制御を行う方式）を想定している。この方式では、分岐転換時間の制約などから、前述の必要輸送量をさばくためには、10t車換算で4台程度の連結輸送とする必要がある。

デュアルモード・トラック方式は分岐転換時間などにあまり左右されない車上分岐（車両側に設置した案内装置で進路制御を行う方式）を使用でき、運転時隔を短くすることは可能であるが、現状技術で前述の必要輸送量を確保するためには、連結輸送して車頭間隔をひろげざるを得ず、デュアルモード・トラック方式のメリットを十分に活かせない。このため、追突防止警報装置等、車上での車間制御を取り入れた保安システムの技術開発を前提として、1台毎で輸送できることとした。

また、輸送ロットは、システム本来の趣旨からすれば、あらゆるロットに対応する物流システムが望ましいが、極端に大きいものや、小さいものは、輸送効率が低下する。よって既存の輸送機関の輸送状況を踏まえて設定することとした。

現在の物流輸送ロットの状況を以下に示す。

- 道路交通センサスにおける普通貨物車種の1台あたりの平均積載トン数は、6～7トンである
- 大型トラックといわれるものはほぼ10トン車が主体である。

以上の状況から、5～10トン規模でロットを設定することとした。

このようにすると、約10tを運ぶためには表-2のように、コンテナでは19t、デュアルモードでは20t、ピギーバックでは35tを運ばなければならない。従って、輸送効率からすると、デュアルモード・トラック方式、又はコンテナ台車方式が有望と考えられる。

表-2 システム荷重条件

	コンテナ台車方式	ピギーバック方式	デュアルモード・トラック方式
貨物重量	10.5	10.5	10.5
コンテナ等重量	0.5(コンテナ)	9.5(トラック)	9.5(トラック)
台車重量	8.0	15.0	—
一車両の重量	19.0	35.0	20.0

(5) トラック運送業界の意向

現在、労働力不足の現状を踏まえてモーダルシフト（トラック輸送の鉄道輸送、船舶輸送への転換）を推進しようとしている段階でもあり、（トラック運送業界にとって）省力輸送への取り組みは緊急な課題となっている。したがって、この物流システムに対しては重大な関心を持っており、システムの構築に際しては、トラック運送業界の意見が充分反映されるものとしたい。

また、荷主はトラック運送に対して、多様化、高速化、効率化等を求めてきており、このようなニーズに対応し、輸送サービスレベルを向上させるシステム、すなわちトラック運送業者が利用しやすいシステムを構築することが必要である。特に利用料金のレベルとサービスとの関係には充分留意したものである必要がある。

(6) 新物流システムのネットワークイメージ

1) ネットワークの構成要素

新システムの構成要素は、基本的に現行の高速道路、あるいは、今後整備されるであろう高規格幹線道路と一体的整備を行うことによって、道路空間の有効利用、既存物流システムとの接点を効果的に確保すること等を念頭に置いたものとなる。

ネットワークは以下に示す4つの要素からなる。

Ⅰ. 幹線輸送部。

都市間を結ぶ本線道路に沿って設置する新物流

システムの複線軌道部。

Ⅱ. ループ部

巨大都市圏、及び大都市圏に設ける新物流システムの単線軌道部。

Ⅲ. ターミナル

幹線部では本線道路のインターチェンジ部、ループ部では周辺の幹線道路との接続部付近に設ける貨物の取り扱い施設で、貨物の積み降ろし、滞留機能（短時間保管）を有する。

Ⅳ. ジャンクション部ターミナル

自動車専用道路などに接続する部分に設けるターミナルで、長距離トリップの貨物に対応できるもの。この場合、貨物の積み降ろし、滞留機能に加え、貨物及びトラックの貯留機能を有する。

Ⅴ. 乗り換え機能

都市内新物流システムとの接点部に設けるターミナルで、都市内のコンテナを都市間新物流システムに転換する機能を合わせもつ。

2) ターミナル配置及び規模

ターミナルの規模は、つぎの4項目に留意して、3種類とした。

Ⅰ. 幹線部ターミナルは、現ICごとの交通量を集約、あるいは配分して大・中・小規模ターミナルを配置する。（都市部においては、ターミナル周辺の交通の集中を避けるため、できるだけ中小規模のターミナルに分散を図る）

Ⅱ. 巨大都市圏、及び大都市圏のループは、1つのターミナルで対応することは困難で、複数のター

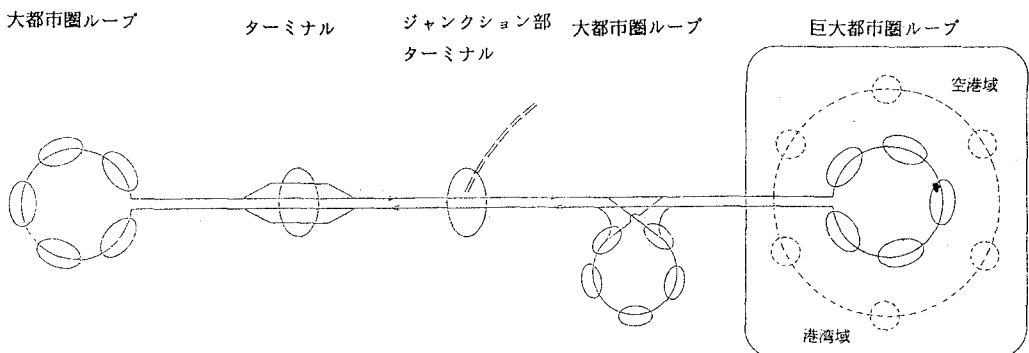


図-6 ネットワークイメージ

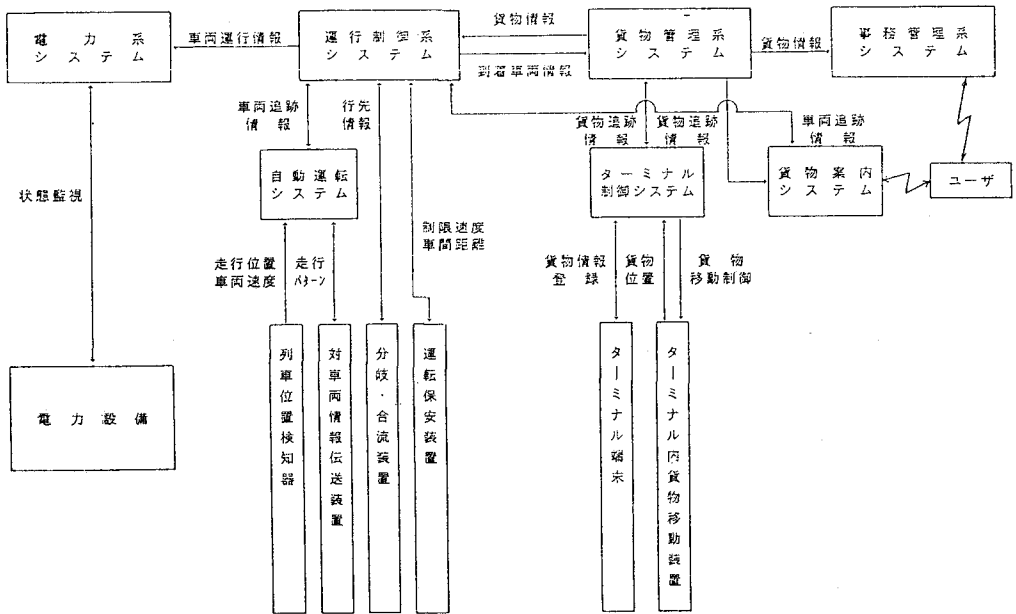


図-7 総合管理システム

ミナルを必要とする。OD調査に基づき、さらに周辺の道路網及び空港・港湾施設を考慮して配置する。

- ハ. 大規模ターミナルの規模は、ループ部以外の出入交通量の多いICを考慮して、5,000台/日とする。さらに、中規模・小規模ターミナルは各々、大規模ターミナルの50%及び30%とする。また、ターミナルの規模は、上り線・下り線の合計の取扱能力で表す。
- ニ. ターミナルの設置箇所等については、完成時イメージを次図に示しているが、物流需要等に応じた段階整備を考慮する。

(8) 総合管理システム

新物流システム全体の運行・管理サービスを行うため、総合管理システムが必要である。このシステムは、次の4つのサブシステムより構成される。

1. 運行制御系システム

車両追跡及び車両の進路制御を行う。

ロ. 電力系システム

電力供給設備の管理を行う。

ハ. 貨物管理系システム

貨物のターミナル内移動の制御及び全線にわたる所在管理を行う。また、貨物情報（貨物の発着ターミナル、荷主名等の情報）の管理を行う。

ニ. 事務管理系システム

本事業において発生する営業情報を総合的に管理する。

このようなシステムにより、ユーザーに利用しやすいよう、情報の提供、運行の管理を行っていくものとする。

3. 新物流システム導入効果

新物流システム導入による効果の検討については詳細な需要動向等の調査・分析、新システムの機能・能力等の詳細な検討、あるいは、これらに基づく利用コスト等の設定とその便益の比較分析など総合的な事項のなかで述べられるものであるが、ここでは、大まかな検討として、高速道路の大型車交通が

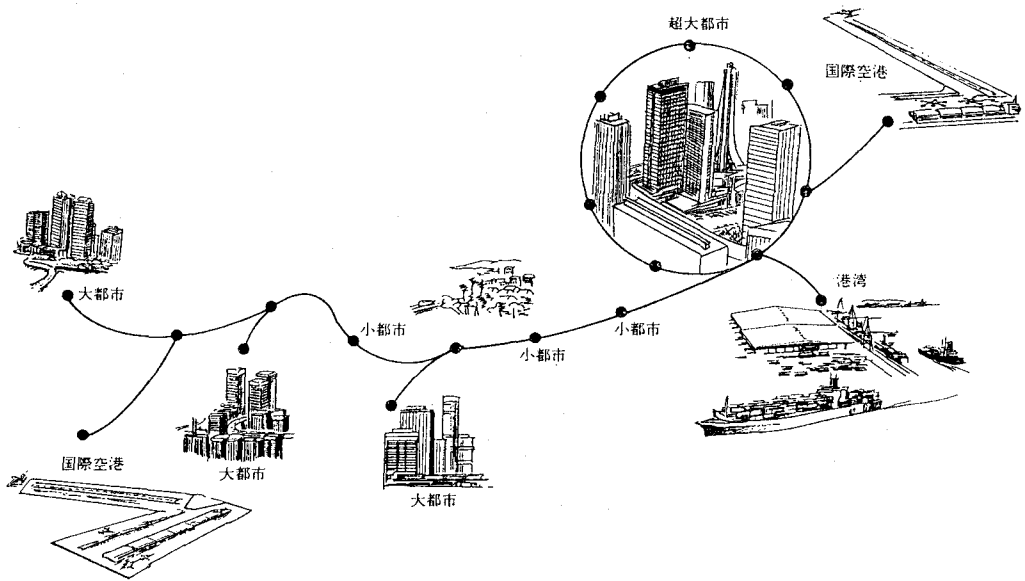


図-8 ネットワーク構想

新システムに転換することにより発生する道路機能の効果の推定を行った。

(1) 運転労働力の節減効果

輸送に関わる労働力不足は、今後とも深刻な問題と考えられる。新システムは、幹線輸送の無人化によってこれらの問題を抜本的に改善することが可能である。本システムの導入によって、1日当たり最大40千人程度（東京～大阪間の例）の運転労働力の節減が可能であると考えられる。

(2) 道路交通容量の増大効果

道路の可能交通容量は、大型車混入率によって大きく左右される。大型車混入率が高い道路（60%～90%）では、新物流システムの導入によって、混入率が5割減少したと仮定した場合、可能交通容量が20%～50%程度増大するものと考えられる。

(3) 道路環境対策軽減効果

1) 走行騒音値の低減効果

大型車交通が新物流システムに約5割転換するとすれば、約3dB(A)の騒音低減効果が期待できる。

これで、システム導入前における環境対策費の約30%を軽減することが可能と推定される。

2) 排出ガスの軽減

大型車交通が新物流システムに約5割転換するとすれば、排出ガス（ Nox ）量では、50%～60%が減少するものと推定される。

4. まとめ

新物流システムは、SE-2000（Super Express 2000年の意味）計画の一つの柱として、検討を「SE-2000新高速道路システム検討委員会」（委員長 井口東京大学教授）で進めてきたものであり、現在の、物流の実態、輸送業界の労働力受給関係、道路交通環境の悪化、など物流を取り巻く状況を考慮し、新物流システムの備えるべき要件を満たしたシステムイメージを試案として作成したものである。今後とも、高速道路の物流の将来像について調査検討を進め、21世紀の望ましい高速道路像について研究すると共に、本システムについての実用化に向けて、技術的課題・事業性の検討等具体的問題について研究を進めていきたい。