

## DMT システムの大都市圏への適用性評価に関する調査研究

### A STUDY ON EVALUATION OF DUAL MODE TRACK SYSTEM FOR URBAN GOODS IN METROPOLITAN AREAS

浅野 光行\*・桐 越 信\*\*

By Mitsuyuki ASANO and Shin KIRIKOSHI

#### 1. はじめに

わが国の貨物輸送量は社会経済の発展に伴って急激に増大し、大都市圏を中心とする物流問題は各種物流施設整備の遅れと相まって早急な解決を要する課題となっている。増大する貨物輸送量は陸上輸送については、近年そのほとんどが自動車交通によってカバーされてきたが、今後さらに増大が予想される貨物輸送需要に対処するためには、今までと同じようなトラックのみによる輸送では、道路交通渋滞の激化による輸送効率の低下、大型トラックによる騒音、振動等の交通公害の発生、運転手不足と人件費の高騰等、深刻な事態になることは必至と考えられる。そこで、本研究では、特に大都市圏を中心とした物資輸送を対象に、各種の新物流システムの中から、多くの物流物資への適用性が高いと考えられるDMTシステム(Dual Mode Track System)を取り上げ、このシステムを大都市圏へ適用した場合の適用可能性について本研究で提案する評価方法を用いて検討を行う。

従来、都市モノレール等の新交通システムの適用可能性の評価では、適用にあたっての各種の条件を事業調査の性格から、現行制度等を前提に固定的に考えることが多かったといえる。たとえば、インフラストラクチャーの建設費に対する国や地方公共団体からの補助率を現行助成制度をもとに総事業費の44.9%までのみに限定しているのは、その一つの例である。DMTシステムのような構想段階にある新交通システムの適用可能性について検討する場合には、事業全体としての投資効率性はもとより、運営体の経営採算性、便益の地域的分布、さらには省エネルギー効果や環境への影響についても広く検

討する必要があるが、DMTシステムや都市モノレール等の新交通システムが一般道路などの交通施設と異なり、利用者からの料金徴収とインフラストラクチャーの建設に対する助成制度とを前提にしていること、またこれらの新交通システムの計画が必ずしも進展していない理由に運営体の経営採算性の問題が挙げられることなどを考えると、運営体の経営採算性について検討することが特に重要となる。その場合には、各種の条件を必ずしも固定して考えず、料金水準、走行速度、車両価格、補助率などについてどのような条件が整えば適用可能性があるのか、あるいは今後より詳細に検討すべき課題は何かなどについて明確にすることが重要である。

そこで、本研究では、インフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性と運営体の経営採算性とを特に取り上げて検討する。検討するにあたっては、インフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性と運営体の経営採算性とが補助率を介して互いにトレード・オフの関係にあることに着目して、これらを同時に評価する同時評価方法を提案し、この同時評価方法の有用性を示すとともに、DMTシステムの今後の課題についても明らかにする。

#### 2. DMTシステムの概要

##### (1) 基本概念<sup>1),2)</sup>

DMTシステムは、一般道路上とガイドウェイ上とを走行することが可能な車両(DMT車両)を用いて物資輸送を行う新物流システムである。一般道路上では、従来のトラックのもつきめ細かい集配サービスの特長がそのまま生かされ、ガイドウェイ上では車両はコンピューター・コントロールによる完全自動運転によって走行する。そのため、物資輸送の効率化と省力化が期待でき、しかも積替えをしないで戸口から戸口までの一貫した輸

\* 正会員 工博 建設省建築研究所都市施設研究室長

\*\* 正会員 工修 建設省都市局都市計画課都市交通調査室環境保全係長  
(元 建設省建築研究所都市施設研究室研究員)

送を行うことができる。

DMT システムのハードウェアは、ガイドウェイ (GW)、モードインターチェンジ (MI)、ターミナル (TE)、DMT 車両の 4 つの要素で構成されている。GW は MI 間を結ぶ専用の走行路で、車路のほかには給電設備、通信設備、制御設備などから構成され、DMT 車両をコンピューター・コントロールにより完全自動運転させる機能をもっている。MI は一般道路と GW の結節点で、一般道路から GW へ入る DMT 車両の運転モードを手動運転から自動運転へ切り換え、また反対に GW から一般道路へ出る DMT 車両の運転モードを自動運転から手動運転へ切り換える機能をもっている。MI は運転モードの切換えのほかには自動運転のための DMT 車両の点検、運転手の乗降などの機能ももっている。輸送ロットが小さく、かつ輸送距離が長い場合には、貨物を集約して輸送の方が効率的である。そのような場合に、必要に応じて貨物の集約や分散を行ったりする機能をもつのが TE である。DMT 車両は、従来のトラックと同様の寸法諸元をもっているが、GW 上での完全自動運転のための誘導分岐装置、制御機器などを搭載している。DMT 車両は、一般道路上では従来のトラックと同様にエンジン駆動による有人走行するが、GW 上ではコンピューター・コントロールによるモーター駆動によって完全自動運転が可能となる。DMT 車両の開発・製造には、従来のトラックをベースにモーター等の種々の付属機器を付加する方式がとられるので、あまり小さな車両は技術的に DMT 化に適さない。したがって、DMT 車両としては 2 トン積以上のトラックが想定される。

## (2) 利用形態と運営形態

### a) 利用形態

DMT システムのハードウェアの 4 つの基本要素である GW、MI、TE、DMT 車両を組み合わせた DMT システムの利用形態 (利用の仕方) についてはおおよそ次の 3 種類が考えられる。

① 荷主 (利用者) が自分で所有する DMT 車両を使って GW などを利用する形態

② 荷主が DMT 車両を所有する運送会社に運送を依頼し、依頼された運送会社が GW などを利用する形態

③ 荷主が DMT 車両と GW などを一括して運営する DMT システム運営体に運送を依頼し、その運営体が運送を行う形態

### b) 運営形態

DMT システムの運営形態については、利用形態との関連でおおよそ次の 2 種類が考えられる。

① GW、MI などを設置して荷主あるいは運送会社が所有する DMT 車両に GW、MI などを利用させる形

態

② GW、MI などと DMT 車両を一括して管理する DMT システム運営体が輸送事業を行う形態

道路法や軌道法などの現行法を前提として考えると、① の形態は道路事業に近く、② の形態は軌道事業に近い形態である。本研究においては、① の形態を基本とし、設置された GW、MI などを管理する DMT システム運営体と DMT 車両を所有する荷主や運送会社とが互いに契約を締結して、GW へ乗入れを行う形態を想定した。

## 3. 適用性評価の方法

### (1) 適用性評価の構成

前述したように、本研究での適用性の評価は、料金水準、走行速度、車両価格、補助率などについて、どのような条件が整えば DMT システムの適用可能性があるのか、あるいは今後より詳細に検討すべき課題は何かなどについて明らかにすることを目的としている。その場合、「新交通システムは定時性、低公害性、省力性、省空間性を確保できかつ経営採算的にも成り立つ」といった構想段階にある新交通システムの適用性評価にありがちな抽象的あるいは概念的なレベルでの評価を具体化するために、ここではケース・スタディと通して検討することにする。具体的には、料金水準、走行速度、車両価格、補助率などについてどのような条件が整えば適用可能性があるのか、あるいは今後より詳細に検討すべき課題は何かなどを明らかにするために、東京都市圏への DMT システムの適用を検討対象とし、一般貨物を輸送対象とする DMT システムについていくつかの計画代替案を作成し、各計画代替案ごとの適用可能性を検討することにより、適用の条件や課題を明らかにする。

新交通システムの適用に限らず、交通施設の整備は、利用者、運営体、地域社会 (周辺住民)、一般社会、自治体、国などにさまざまな直接的あるいは間接的な影響を与える。したがって、構想段階にある DMT システムのような新交通システムの適用性評価にあたっては、利用者、運営体、地域社会 (周辺住民)、一般社会、自治体、国などを評価主体として、便益の分布、経営採算性、補助金の効率性、さらには省エネルギー効果や環境への影響など数多くの評価項目について検討する必要がある。しかし、ここでは利用者からの料金徴収とインフラストラクチャーの建設に対する助成制度とを前提とする新交通システムの適用において特に重要と考えられる運営体の経営採算性とインフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性を取り上げて、事業全体としての投資

効率性と合わせて検討する。本研究で、検討の対象とした適用性評価の構成を図-1に示す。

図-1において、費用便益分析(A)では事業全体としての投資効率性を示す費用便益比(A)を算出し、費用便益分析(B)ではインフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性を示す費用便益比(B)を算出する。また、経営収支分析では運営体についての長期経営シミュレーションにより、運営体の経営採算性について

検討を行い、内部留保などを算出する。これら3つの評価項目の算出過程や関係についてさらに詳しく示したものを図-2に示す。計画代替案ごとの需要予測の結果より、時間便益と走行便益とからなる単年の総便益を算出し、これをもとに20年間の累積総便益を求め、総事業費と比較して費用便益分析(A)を行う。次に、単年の総便益から利用者による料金支払分を除いたものを総純便益と定義し、これの20年間の累積値と総事業費の

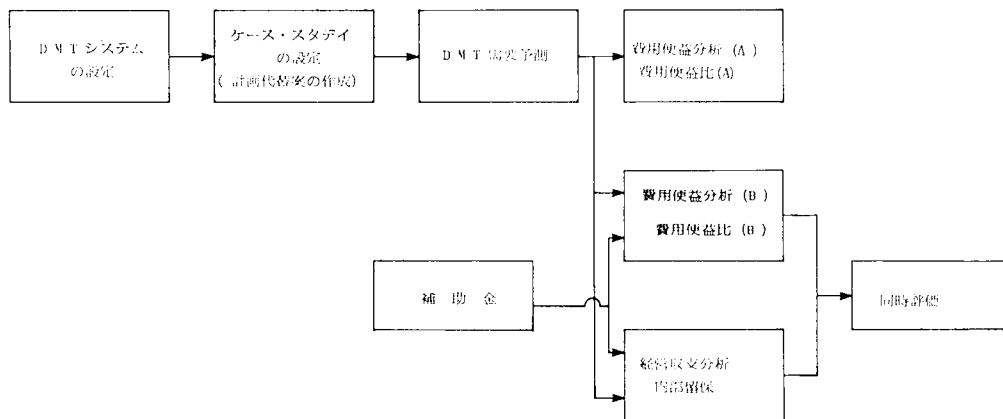


図-1 適用性評価の構成

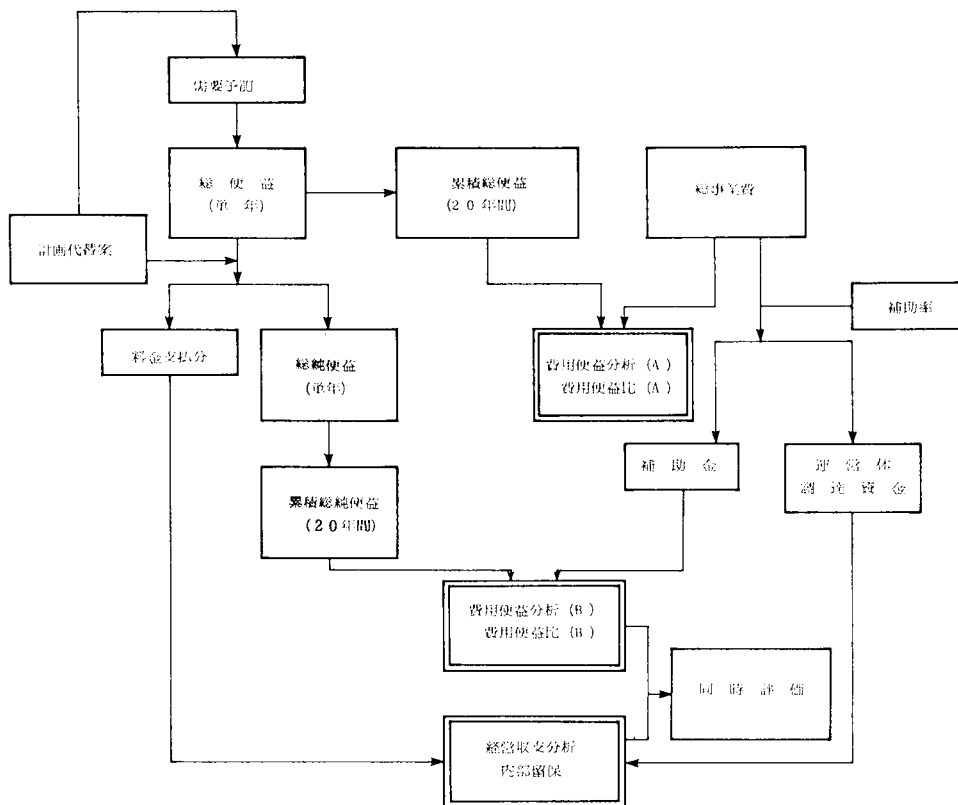


図-2 評価項目間の関係と算出過程

うちのインフラストラクチャーの建設費に対する補助金額とを比較して費用便益分析 (B) を行う。さらに、利用者からの料金支払分と運営体の調達資金とから長期経営シミュレーションを行う。したがって、費用便益分析 (B) より算出される費用便益比 (B) と長期経営シミュレーションより算出される運営体の内部留保とは、インフラストラクチャーの建設費に対する補助率を介して、互いにトレード・オフの関係にある。本研究では、この点に着目して、補助率を含めどのような条件が整えば DMT システムの適用可能性があるのかを費用便益比 (B) と運営体の内部留保との同時評価により明らかに

する。この同時評価によるアプローチは、従来の新交通システムの適用に対する評価では検討されることのなかった方法であるが、DMT システムのような利用者からの料金徴収とインフラストラクチャーの建設に対する助成制度とを前提とする構想段階にある新交通システムの適用性の評価方法としては有効な方法である。

(2) 適用性評価の方法

ここでは、前節の適用性評価の構成における各評価項目に対応して必要となる DMT 需要予測モデル、費用便益分析モデル、経営収支分析モデルについて説明する。

a) DMT 需要予測モデル<sup>3),4)</sup>

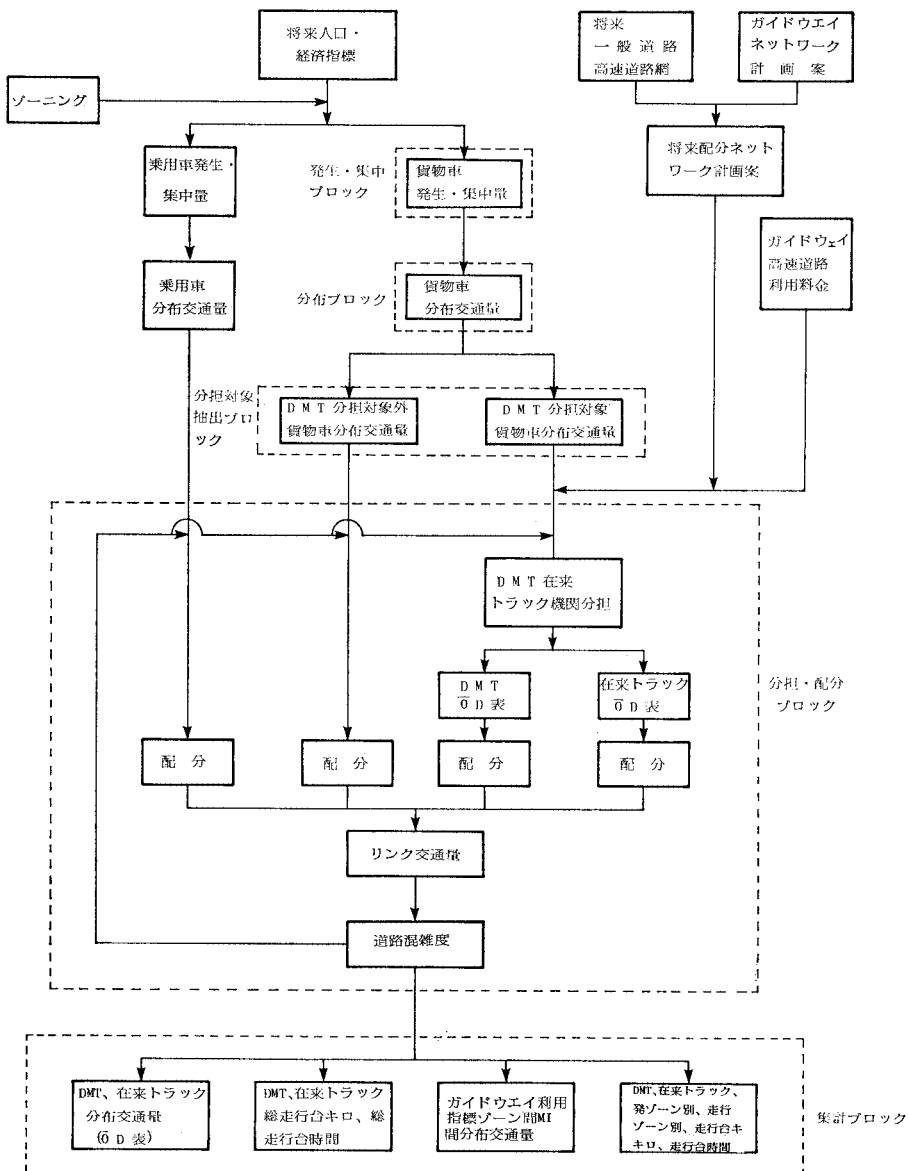


図-3 DMT 需要予測モデルの全体構成

1) 全体構成

本研究で開発した DMT 需要予測モデルは、機関分担の予測と経路配分の予測を連動させながら行うもので、その全体構成を 図-3 に示す。

本モデルは次の 5 つの主要なブロックより構成されている。

- ① 貨物車発生量・集中量予測ブロック
- ② 貨物車分布交通量予測ブロック
- ③ DMT 分担対象貨物車抽出ブロック
- ④ 機関分担・経路配分予測連動ブロック
- ⑤ 集計ブロック

貨物車発生量・集中量予測ブロック、貨物車分布交通量予測ブロックはそれぞれ貨物車の発生交通量と集中交通量、分布交通量を予測するブロックである。ここでは、既存の予測手法を用いることとする。DMT 分担対象貨物車抽出ブロックは、貨物車分布交通量から設定した基準により DMT の分担対象となる分布交通量を抽出して、機関分担・経路配分予測連動ブロックへインプットする OD 表を作成するブロックである。機関分担・経路配分予測連動ブロックは、道路混雑度をフィードバックさせながら機関分担予測と経路配分予測を一体的に行うブロックで、DMT 分担対象貨物車の分布交通量から機関分担予測によって DMT の分布交通量と在来トラック (CT; Conventional Track) の分布交通量を求め、これに乗用車の分布交通量と DMT 分担対象外貨物車の分布交通量を合わせて、これらの分布交通量を DMT の GW、高速道路および一般道路よりなる道路ネットワークに配分する。DMT 分担対象貨物車の DMT と CT への機関分担は道路の混雑状況によって影響を受けるので、ここでは、道路混雑度をフィードバックさせながら機関分担を行うようにしている。具体的には、経路配分予測を  $N$  回に分け、各経路配分予測の後にリンク交通量を算出し、道路混雑度を介してリンク速度へ影響を与え、DMT と CT との機関分担関係を変化させる方式をとっている。最後の集計ブロックは、機関分担・経路配分予測連動ブロックまでの需要予測結果をもとに、適用性評価のために必要となる各種の指標を算出するブロックである。

2) 機関分担モデル

機関分担モデルは、DMT 需要予測モデルの中で、最も重要なサブモデルで、ここでは CT の不効用  $U_{CT}$  と DMT の不効用  $U_{DMT}$  との差をもとにした式 (1) で表わされる集計型のプロビットモデルを構築している。

$$p = \int_{-\infty}^{U^*} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{U^2}{2\sigma^2}\right) du \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $p$  : DMT の分担率  
 $U^*$ : 不効用差 (=  $U_{CT} - U_{DMT}$ )

CT の不効用  $U_{CT}$  と DMT の不効用  $U_{DMT}$  はそれぞれ式 (2), (3) によって求める。式 (2) における  $U_{CT}$  (走行費用, 料金) は、

$$U_{CT} = U_{CT} \text{ (所要時間)} + U_{CT} \text{ (走行費用, 料金) / 時間価値} \dots\dots\dots (2)$$

$$U_{DMT} = U_{DMT} \text{ (所要時間)} + U_{DMT} \text{ (走行費用, 料金) / 時間価値} \dots\dots\dots (3)$$

CT の燃料費コスト、車両コストおよび高速道路の走行料金より算定し、式 (3) の  $U_{DMT}$  (走行費用, 料金) は DMT の燃料費コスト、車両コスト、GW の走行料金および MI の通過料金より算定する。車両コストを不効用の算定の中に取り入れるにあたっては、CT, DMT ともにはじめに減価償却費、金利、車両維持費、保険料、税金および一般管理費をもとに 1 年当たりのコストを算定し、のちにこれを台分当たりのコストに変換して不効用の算定の中に取り入れている。

CT と DMT の機関分担を考える場合、図-4 に示す  $U_{CT}$ ,  $U_{DMT}$ ,  $U'_{DMT}$  の 3 種類の不効用値が計算される。

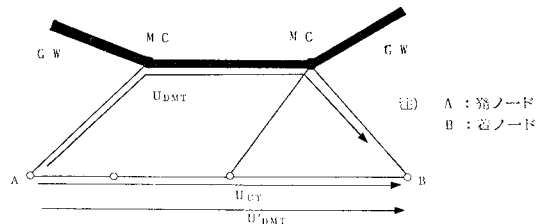


図-4  $U_{CT}$ ,  $U'_{DMT}$ ,  $U_{DMT}$

$U_{CT}$  は GW を含まないネットワークでの CT の最小不効用値であり、 $U_{DMT}$  は GW を通過するという条件のもとでの DMT の最小不効用値である。また、 $U'_{DMT}$  は GW を通過しないという条件のもとでの DMT の最小不効用値である。これらの 3 種類の不効用値の大小の組合せについては、常に式 (4) が成立しているので、式 (5), (6), (7)

$$U_{CT} \leq U'_{DMT} \dots\dots\dots (4)$$

の 3 つのケースのみが検討の対象となる。

$$U_{CT} < U_{DMT} < U'_{DMT} \dots\dots\dots (5)$$

$$U_{CT} < U'_{DMT} < U_{DMT} \dots\dots\dots (6)$$

$$U_{DMT} < U_{CT} < U'_{DMT} \dots\dots\dots (7)$$

式 (5), (6), (7) の 3 つのケースのうち、式 (5), (7) の 2 つのケースについては、

$$U_{DMT} < U'_{DMT} \dots\dots\dots (8)$$

が成立するので、式 (1) のモデルによって CT と DMT の機関分担予測を行うが、式 (6) の場合には、DMT が GW を走行せず高速道路や一般道路を走行した方が有

利となるので、DMTの分担とはせずすべてCTが受け持つものとする。これらの関係を図-5に示す。図-5に示す機関分担予測の基本的考え方をもとに行う機関分担・経路配分予測連動ブロックの手順を図-6に示す。

b) 費用便益分析モデル

3.(1)の適用性評価の構成のところで明らかにしたように、費用便益分析では、事業全体としての投資効率性をみる費用便益分析(A)とインフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性をみる費用便益分析(B)の2つの分析を行う。それぞれの分析で算出される費用便益比(A)、費用便益比(B)の計算式を式(9)、(10)に示す。

$$\text{費用便益比 (A)} = \left\{ \sum_{n=1}^T \frac{B_n}{(1+r)^{n-1}} \right\} / \text{TC} \dots\dots(9)$$

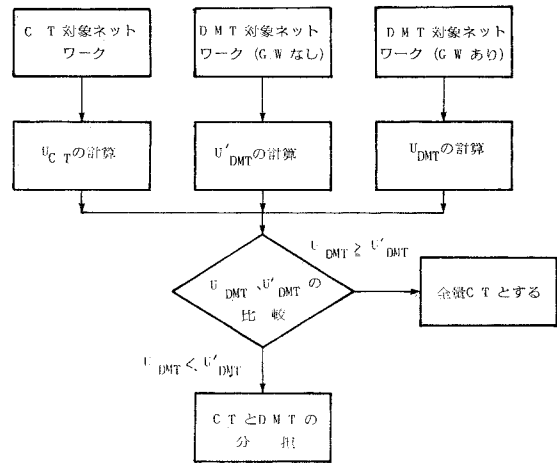
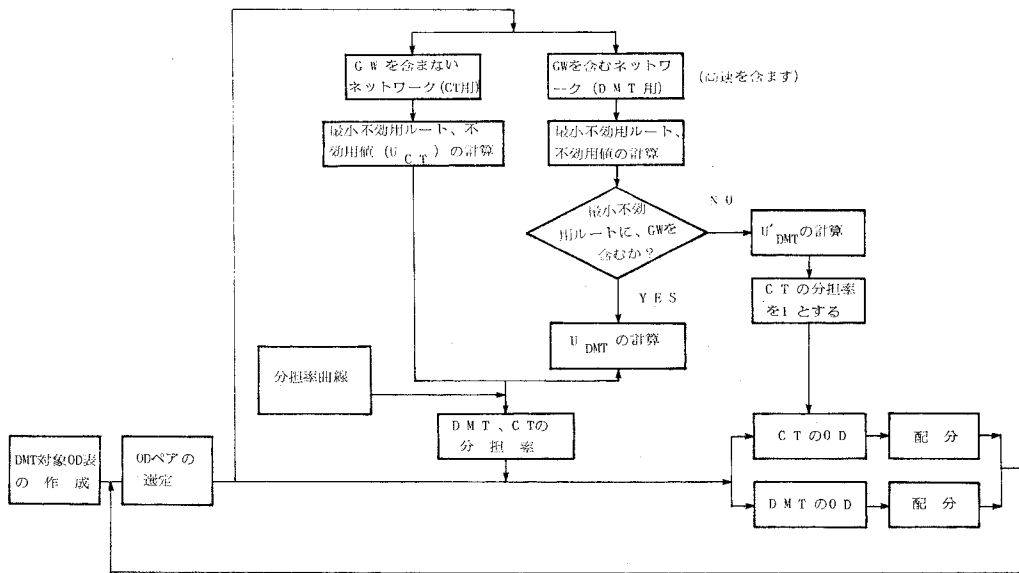


図-5 機関分担予測の基本的考え方



- (b) C T : 在来トラック
- $U_{C T}$  : C Tの不効用値
- $U_{D M T}$  : G Wを通る最小不効用ルートでのD M Tの最小不効用値
- $U'_{D M T}$  : G Wを通らない最小不効用ルートでのD M Tの最小不効用値

図-6 機関分担・経路配分予測連動ブロック

$$\text{費用便益比 (B)} = \left\{ \sum_{n=1}^T \frac{NB_n}{(1+r)^{n-1}} \right\} / \text{SC} \dots\dots(10)$$

式(9)において、 $B_n$ はn年次の時間便益と走行便益よりなる総便益で、TCは総事業費である。総便益 $B_n$ のうち、時間便益はDMTシステムがない場合の総走行台時間からDMTシステムがある場合の総走行台時間を引いて得られる総走行台時間の減少分に時間価値を乗ずることによって求めるが、走行便益の算定は以下のようにして行う。

$$\text{走行便益} = \text{BC} - \text{BD} \dots\dots(11)$$

式(11)において、BC、BDはそれぞれDMTシステムがない場合とある場合の総走行経費で式(12)、(13)によって求める。

$$\begin{aligned} \text{BC} = & \text{CTの総走行台キロ} \times \text{CTの燃料費コスト} \\ & + \text{CTの総走行台時間} \times \text{CTの車両コスト} \\ & \dots\dots(12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BD} = & \text{CTの総走行台キロ} \times \text{CTの燃料費コスト} \\ & + \text{CTの総走行台時間} \times \text{CTの車両コスト} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \text{DMT のアクセス総走行台キロ} \\
 &\quad \times \text{DMT のアクセス燃料費コスト} \\
 &+ \text{DMT の総走行台時間} \\
 &\quad \times \text{DMT の車両コスト} \dots\dots\dots(13)
 \end{aligned}$$

また、式 (10) で  $NB_n$  は  $n$  年次の総便益から  $n$  年次の利用者料金支払い総額を引いて得られる  $n$  年次の総純便益であり、 $SC$  はインフラストラクチャーの建設に対する国などからの補助金総額である。さらに  $r, T$  はそれぞれ社会的割引率、便益計測期間である。

c) 経営収支分析モデル

経営収支分析モデルは、DMT システムの建設計画、資金計画、運営計画および需要予測の結果をうけて、DMT システムの事業採算性を損益計算と資金収支計算の両面より検討するモデルである。損益計算とは、1 会計

期間の企業の営業成績を計算するもので、1 会計期間における企業の収益と費用とを計算して純損益を損益計算書に表示する。一方、資金収支計算とは、1 会計期間における企業の現金の流れを計算するもので、1 会計期間における企業の現金の収入と支払いとを算定して現金増減あるいは期末現金を資金収支表に表示する。従来の都市モノレール等に関する経営収支分析モデルでは、損益と資金収支とが同時に計算されているため、損益計算上の流れと現金収支計算上の流れとが混在していたが、本研究では、これらを明確に区別しつつ、ダイナミックに連動させることを考慮した。したがって、的確な経営収支情報を出力でき、資金繰り計算に必要な情報も同時に得ることができる。本研究で提案する経営収支分析モデルの全体構成を図-7 に示す。

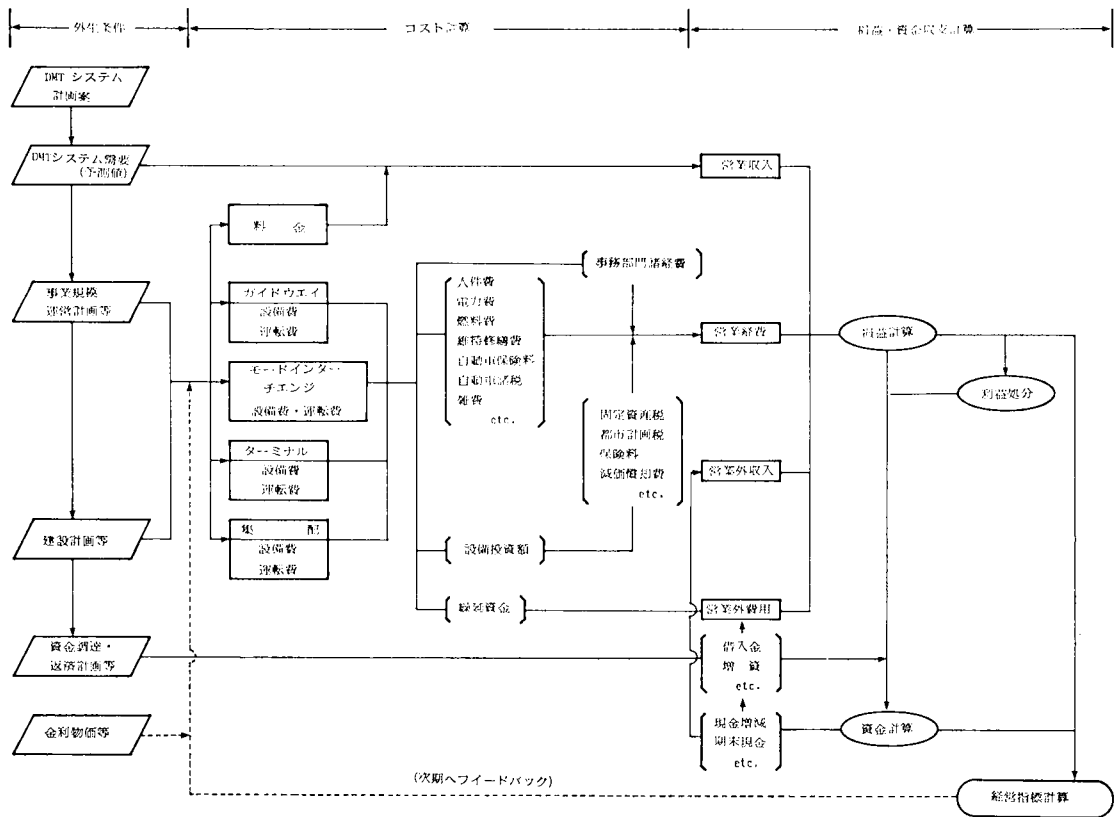


図-7 経営収支分析モデルの全体構成

4. ケース・スタディの設定

a) 対象地域と対象トリップ

DMT システムの大都市圏への適用可能性について検討するためのケース・スタディの対象地域および対象トリップを次のように設定する。

1) 対象地域

東京都、神奈川県、埼玉県および千葉県の一都三県を対象地域とする。

2) 対象トリップ

東京都市圏交通計画委員会の予測による昭和 65 年の将来貨物車交通量を基礎にした以下の条件に適合する約 270 万貨物車トリップを対象トリップとする (表-1)。

表-1 対象トリップ

(1000トリップ/日)

年次	1都3県内内 貨物車トリップ数 <sup>(A)</sup>	対象貨物車トリップ数 <sup>(B)</sup>	(B)/(A)	摘要
昭和47年	4277	1469	0.34	東京都圏物資流動調査結果より
昭和65年	7861	2696	0.34	同上推定値をもとに作成

- ① 軽貨物車でない貨物車によるトリップ
- ② 最大積載量が2トン以上である貨物車トリップ
- ③ 積載品目が石油製品、廃棄物でない貨物車トリップ
- ④ 2つのトリップエンドがともに対象地域である1都3県内にある貨物車トリップ

## b) ルートの設定

対象地域である1都3県内にDMTシステムを適用する場合のGWルートを決る。おのこのルートの概要を図示し、その設定のねらいを以下に示す

## 1) 臨海ルート(図-8)

貨物車交通が最も多い地域および区間に適用することにより、湾岸部で交通緩和を図り、貨物車の物流施設や卸売業集積地域へのアクセスを容易にすることをねらいとする。GW延長は28.0kmで、平均MI間距離は2.8kmである。

## 2) 南北ルート(図-9)

湾岸部から内陸部に帯状に集積した物流関連施設を結び、発生量の多い湾岸部から内陸部への物資を迅速に輸送することをねらいとする。GW延長は39.3kmで、

平均MI間距離は3.3kmである。

## 3) 内環ルート(図-10)

湾岸部での交通緩和を図り、都心部へ集中する貨物車交通の分散路として、湾岸部から卸売地区や大規模小売店

舗集積地区への物資を迅速に輸送することをねらいとする。GW延長は57.7kmで、平均MI間距離は3.0kmである。

## 4) 環7ルート(図-11)

近郊部、郊外部より発生する物資を都心部を通さずに大井、葛西、板橋等の大規模物流拠点や都市内各地へ輸送することをねらいとする。GW延長は74.3kmで、平均MI間距離は4.4kmである。

## c) 計画代替案の作成

2.(2)の利用形態と運営形態のところ述べてのように、DMTシステムの利用形態と運営形態については、いくつかの形態が考えられるが、ここでは、DMTシステムの利用者は原則として自らDMT車両(自家用、営業用の別は問わない)を所有し、MIを出入口としてGWを走行する形態を想定することにする。その際、GW上では、完全自動運転が可能となるが、運転手は乗ったままとする。また、設置されたGW、MIなどを管理するDMTシステム運営体としては、地方公共団体、一部事務組合、公団、事業団、地方公営企業、特殊会社、株式会社などが考えられるが、ここでは、インフラストラクチャーに対する現行の助成制度になじみやす



図-8 臨海ルート



図-9 南北ルート





図-10 内環ルート

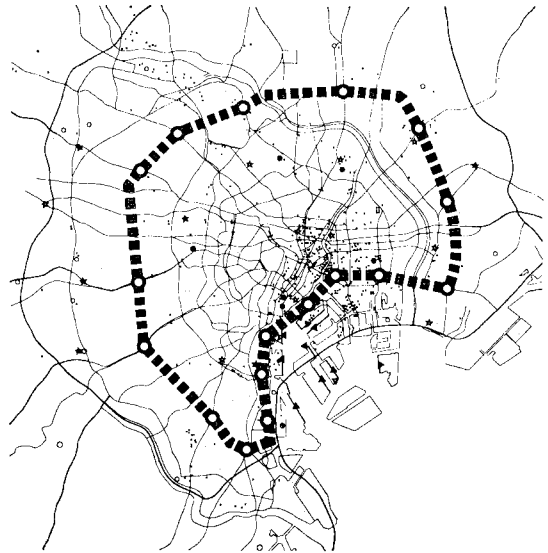


図-11 環7ルート

く、設立が比較的容易な地方公営企業を想定することにする。

前節で設定した臨海ルート、南北ルート、内環ルート、環7ルートの4つのルートをもとに、DMT車両の車両価格(対CT)、GW走行速度、GW走行料金、および都心部における貨物車の走行規制などをパラメーターとして作成した11通りの計画代替案を表-2に示す。各計画代替案の作成のねらいを以下に示す。

1) DMT車両価格(対CT)

DMT車両価格については、CTの2倍のケースを基準とするが、DMT車両価格がDMTシステム利用需要へ与える影響とDMTシステム運営体の経営採算性に与える影響とを把握するため、臨海ルートを中心に1倍、2.5倍、3倍のケースも設定している。

2) GW走行速度

GW走行速度については、38 km/hを基準とするが、専用走行路での走行速度がDMTシステムの利用需要へ与える影響と機器開発の将来的目標について検討を行う

表-2 作成した計画代替案

ケース	ルート	車両価格(対CT)	GW走行速度	GW走行料金 <sup>*)</sup>	貨物車規制
I	臨海	2倍	38 km/h	60円/km	—
II	〃	2倍	38 km/h	40円/km	—
III	〃	1倍	38 km/h	60円/km	—
IV	〃	2.5倍	38 km/h	60円/km	—
V	〃	3倍	38 km/h	60円/km	—
VI	〃	2倍	58 km/h	60円/km	—
VII	南北	2倍	38 km/h	60円/km	—
VIII	内環	2倍	38 km/h	60円/km	—
IX	〃	2.5倍	38 km/h	60円/km	—
X	環7	2倍	58 km/h	60円/km	—
XI	〃	2倍	58 km/h	60円/km	環6内 2分/km のペナルティ <sup>**)</sup>

<sup>\*)</sup> MI利用料金 130円/回を別途徴収 <sup>\*\*)</sup> 58.8円/kmに相当

ため、臨海ルートに 58 km/h のケースも設定している。なお、環7ルートは GW 延長が他のルートに比較して著しく長いので、このルートでは 38 km/h ではなく 58 km/h を基準としている。

### 3) GW 走行料金

GW 走行料金については、60 円/km を基準とするが、専用走行路での走行料金が DMT システムの利用需要と DMT システム運営体の採算性とに与える影響を把握するため、臨海ルートに 40 円/km のケースも設定している。

### 4) 都心部の貨物車走行規制

都心部における貨物車の走行規制が DMT 利用需要へ与える影響を検討するため、環7ルートでは環6内において貨物車の走行規制を行ったケースも合わせて設定している。

ここで、ケース I ~ ケース XI までの計画代替案のうち、DMT 車両価格 2 倍、GW 走行料金 60 円/km、GW 走行速度 38 km/h (環7ルートのみ 58 km/h) のケース I、ケース VII、ケース VIII、ケース X をそれぞれ臨海ルート、南北ルート、内環ルート、環7ルートの「代表的なケース」とよぶことにする。

## 5. DMT システムの需要予測と適用性評価

### (1) DMT 需要予測の結果

DMT 需要予測モデルによる計画代替案ごとの需要予

測の結果を表-3に示す。臨海ルート(ケース I ~ ケース VI)では、DMT 車両価格、GW 走行速度、GW 走行料金のそれぞれの変化に対する需要の変化を検討できるが、DMT 車両価格を低く設定すると総トリップ数が著しく増加することがわかる。また、GW 走行速度を上昇させたり、GW 走行料金を安くしても若干の増加がみられる。臨海ルートの各ケースにおける平均トリップ長、平均 GW 利用長がそれぞれ 18.9~24.6 km、9.4~11.8 km であるので、このルートにおける DMT システム利用の平均的パターンは、出発地→約 5 km の一般道路走行→約 10 km の GW 走行→約 5 km の一般道路走行→目的地といったパターンと考えられる。ここで、DMT 分担率とは、配分の対象とした全貨物車および DMT 利用の対象とした DMT 分担対象貨物車に対する分担率であり、全貨物車に対する分担率は 0.11~0.86% で、分担対象貨物車に対する分担率は 0.32~2.51% となっている。南北ルート(ケース VII)と DMT 車両価格、GW 走行速度、GW 走行料金の条件が同じである臨海ルート(ケース I)とを比較すると、南北ルートの方が、総トリップ数も多く、GW 利用率も高いことがわかる。

内環ルートにおいて、DMT 車両価格を 2 倍(ケース VIII)から 2.5 倍(ケース IX)にすると、総トリップ数が約 4 割近く減少する。したがって、このルートにおいても、需要の DMT 車両価格弾力性が高いことがわかる。環7ルートにおいて、都心部での貨物車走行規制を実施すると(ケース XI)、総トリップ数は増加するが、平均 GW 利用長、平均アクセスがともに短くなるので短距離

表-3 DMT 需要予測の結果

項目	ケース											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
設定条件	ル ー ト	臨海	臨海	臨海	臨海	臨海	臨海	南北	内環	内環	環7	環7
	車両価格(対CT)	2倍	2倍	1倍	2.5倍	3倍	2倍	2倍	2倍	2.5倍	2倍	2倍
	GW走行速度	38 km/h	38 km/h	38 km/h	38 km/h	38 km/h	58 km/h	38 km/h	38 km/h	38 km/h	58 km/h	58 km/h
	GW走行料金 (円/km)	60円	40円	60円	60円	60円	60円	60円	60円	60円	60円	60円
	貨物車規制	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	あり
予測結果	総トリップ数	24 000	28 000	68 000	14 000	9 000	31 000	32 000	61 000	39 000	73 000	85 000
	総走行台キロ (台キロ)	533 000	655 000	1 669 000	293 000	165 000	705 000	775 000	1 161 000	718 000	2 050 000	2 317 000
	総走行時間(台時間)	36 000	45 000	130 000	18 000	10 000	45 000	51 000	72 000	141 000	122 000	138 000
	DMT 平均 トリップ長(km)	22.2	23.1	24.6	20.4	18.9	23.0	23.9	19.1	18.5	28.1	27.3
	DMT ガイドウェイ 利用率(%)	50.0	50.2	38.2	56.4	62.4	50.0	59.0	59.0	64.5	58.0	57.5
	DMT 対 DMT 分担 分担率(%)	0.89	1.1	2.51	0.53	0.32	1.14	1.2	2.3	1.6	2.7	3.3

の DMT 利用トリップが増加することがわかる。なお、需要予測の結果得られた MI 間の区間交通量の一例（臨海ルート・ケース I）を図-12 に示す。

(2) 評価項目別の評価結果

a) 費用便益分析の結果

費用便益分析モデル式 (9), (10) による計画代替案ごとの分析結果を表-4 に示す。ここでは、式 (9), (10) における社会的割引率  $r$ , 便益計測期間  $T$  をそれぞれ 0.06, 20 年として計算している。表-4 の費用便益比 (B) における 44.9% 方式とは、現行の新交通システムに対する補助と同様にインフラストラクチャーの建設費に対して総事業費の 44.9% を限度額として補助する方式で、インフラ 100% 方式とは、GW や MI などを道路の一部と考え、特に限度額を設けずインフラストラク

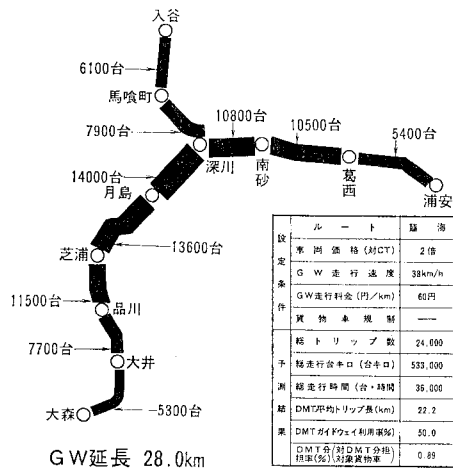


図-12 MI 間区間交通量 (臨海ルート)

表-4 費用便益分析の結果

ケース	需要予測の条件				便 益 計 算 億円/年	外 部 条 件			費用便益比 (A)	費用便益比 (B)		備 考
	ル ー ト	車両価格 (DMT)	料 金 (GW) 円/台 km	GW 走行速度 km/h		事 業 費 億円	料金収入 億円	利 用 者 便 益 億円		総事業費の 補 助	インフラ 補 助	
I	臨海ルート	CTの2倍	60	38	131.3 (1130-700)	57.2	74.1	1.41	1.78	1.29		
II	〃	2倍	40	38	146.3 (1130-700)	50.6	95.7	1.57	2.30	1.66		
III	〃	1倍	60	38	313.3 (1130-700)	140.6	172.7	3.37	4.14	3.00		
IV	〃	2.5倍	60	38	85.2 (1130-700)	35.4	49.8	0.92	1.20	0.87		
V	〃	3倍	60	38	55.1 (1130-700)	22.0	33.1	0.59	0.79	0.57		
VI	〃	2倍	60	58	183.5 (1130-700)	75.3	108.2	1.97	2.60	1.88		
VII	南北ルート	2倍	60	38	213.4 (1570-975)	95.1	118.3	1.65	2.04	1.47		
VIII	内環ルート	2倍	60	38	496.2 (2304-1432)	148.1	348.1	2.62	4.10	2.95		
IX	〃	2.5倍	60	38	378.1 (2304-1432)	99.5	278.6	2.00	3.27	2.37		
X	環7ルート	2倍	60	58	590.6 (2914-1812)	241.6	349.0	2.46	3.20	2.30		
XI	〃	2倍	60	58	774.5 (2914-1812)	272.7	501.8	3.23	4.70	3.40	貨物車規制あり	

(注) 事業費の ( ) 内はインフラ部分の整備費用

チャーの建設費のすべてを補助する方式である。表-2 で設定した計画代替案では、どのルートでもインフラストラクチャーの建設費は総事業費の約 60% になっているので、この場合インフラ 100% 方式とは、総事業費の約 60% を補助することを意味する。

各ルートの代表的なケース (臨海ルート・ケース I, 南北ルート・ケース VII, 内環ルート・ケース VIII, 環7ルート・ケース X) における事業全体としての投資効率性を費用便益比 (A) でみると、内環ルート (ケース VIII) が 2.62 と最も高く、次いで環7ルート (ケース X) の 2.46, 南北ルート (ケース VII) の 1.65, 臨海ルート (ケース I) の 1.41 と続き、内環ルートが事業全体としての投資効率性が最も高いことがわかる。臨海ルートを例に、DMT 車両価格の変化が費用便益比 (A) に与える影響をみると、DMT 車両価格が 1 倍 (ケース III) では

3.37, 2 倍 (ケース I) で 1.41 であるが、2.5 倍 (ケース IV) で 0.92, 3 倍 (ケース V) で 0.59 となり、2.5 倍以上では投資効率性が著しく悪くなることがわかる。また、環7ルートにおいて都心部の貨物車走行規制を行うと、利用トリップ数が増加するため、費用便益比 (A) も 3.23 と高くなるが、規制に伴う種々のコストを算定していないので、一概に投資効率性が上がるとはいえない。

費用便益比 (B) は、インフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性について検討するためのものであるが、各計画代替案ごとに総事業費の 44.9% を補助する場合とインフラストラクチャーの建設費の全額を補助する場合の 2 つの場合について算定を行っている。総事業費に占めるインフラストラクチャーの建設費の割合からみて当然のことであるが、どのケースにおいても

表-5 経営収支分析の結果

ケース 項目	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
設 定	ル ー ト																					
	臨海		臨海		臨海		臨海		臨海		臨海		南北		内環		内環		環7		環7	
車 両 価 格 (対CT)	2倍		2倍		1倍		2.5倍		3倍		2倍		2倍		2倍		2.5倍		2倍		2倍	
条 件	GW 走 行 速 度																					
	38 km/h		38 km/h		38 km/h		38 km/h		38 km/h		58 km/h		38 km/h		38 km/h		38 km/h		58 km/h		58 km/h	
	GW 走 行 料 金 (円/km)																					
	60円		40円		60円		60円		60円		60円		60円		60円		60円		60円		60円	
	貨物車規制																					
	—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		あり	
予 測	単年度黒字年																					
	6年	/	/	/	14年	1年	/	/	/	/	14年	5年	14年	6年	14年	4年	/	/	1年	1年	14年	1年
	累積黒字年																					
	13年	/	/	/	14年	1年	/	/	/	/	3年	10年	5年	14年	5年	12年	/	/	3年	5年	2年	5年
結 果	20年 経 営 密 着 の 状 況 下 の 当 期 純 利 益 (億円)																					
	26	-10	-32	-69	357	337	-84	-122	-160	-197	99	78	112	78	195	150	-22	-97	488	434	613	560
	20年 経 営 密 着 の 状 況 下 の 当 期 未 処 分 利 益 (億円)																					
	169	-351	-362	-894	3762	3355	-922	-1455	-1658	-2191	955	546	1019	396	1817	937	-449	-1550	4867	3789	6228	5150
	連 設 期 間																					
	3年		3年		3年		3年		3年		3年		4年		6年		6年		8年		8年	

{ a: インフラ 100% 補助 ※ 当期末処分利益は内部留保と同じである  
b: 総事業費の 44.9% 補助 /: 収支均等せず

44.9% 方式がインフラ 100% 方式よりも高くなっている。各ルートの代表的なケースについて比較すると、44.9% 方式でもインフラ 100% 方式でも費用便益比(A)の場合と同じように、内環ルート(ケース VIII)、環7ルート(ケース X)、南北ルート(ケース VII)、臨海ルート(ケース I)の順となる。

### b) 経営収支分析の結果

経営収支分析モデルによる計画代替案ごとの分析結果を表-5に示す。表-5の各ケースにおけるa, bはインフラストラクチャーの建設に対する補助がそれぞれインフラストラクチャーの建設費100%、総事業費の44.9%であることを示している。臨海ルートにおいて、DMT車両価格2倍、GW走行速度38 km/h、GW走行料金60円/kmのケースIでは、補助率をインフラ100%方式(ケースIのa)とすると、6年目に単年度収支が黒字となり13年で累積赤字が解消する。しかし、補助率を下げた総事業費の44.9%(ケースIのb)とすると、単年度収支はいつも赤字で累積赤字が解消しない。DMT車両価格を2.5倍、3倍とすると、DMT利用トリップ数が著しく減少するため、国などからの補助をインフラストラクチャーの建設費の100%(ケースIVのa、ケースVのa)としても単年度収支は黒字とならない。このルートでGW走行料金を60円/kmから40円/kmへ引き下げるとDMT利用トリップ数は幾分増加するが料金収入が著しく減少するので、インフラストラクチャーの建設費の100%を補助(ケースIIのa)しても単年度収支は黒字とならない。GW走行速度を38 km/h

から58 km/hへ引き上げると採算が好転し、総事業費の44.9%補助(ケースVIのb)でも5年目で単年度収支が黒字となり、10年で累積赤字が解消する。

南北ルートおよび内環ルートでDMT車両価格2倍、GW走行速度38 km/h、GW走行料金60円/kmの場合(ケースVII、ケースVIII)は、臨海ルートにおける同一の条件の場合(ケースI)よりも採算性がよく、補助率が総事業費の44.9%でも、南北ルートで14年(ケースVIIのb)、内環ルートで12年(ケースVIIIのb)で累積赤字が解消する。

以上、経営収支分析の結果をまとめると、GW走行料金60円/km、GW走行速度38 km/hの場合、DMT車両価格をCTの2倍程度までに抑えて、インフラストラクチャーの建設に対して補助するならば、DMTシステムは経営的に成り立つことがわかる。ただし、ルートによっては臨海ルートのように補助率を現行の補助率よりも引き上げる必要がある。

### (3) 費用便益比(B)と内部留保による同時評価

3.(1)の適用性評価の全体構成のところでも明らかにしたように、運営体の内部留保とインフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性をみる費用便益比(B)とは、補助率を介して互いにトレード・オフの関係にある。したがって、ここではこの点に着目して運営体の内部留保と費用便益比(B)とを同時に評価することにより、補助率を含めどのような条件を整えばDMTシステムの適用可能性があるのかについて臨海ルートを

例に検討を行う。

### a) 補助率と DMT 車両価格

臨海ルートにおいて、GW 走行速度、GW 走行料金をそれぞれ 38 km/h、60 円/km に固定した場合（ケース I、ケース III、ケース IV、ケース V）の補助率と DMT 車両価格の変化に対する運営体の内部留保と費用便益比（B）の変化を同時に表現したものを 図-13 に示す。 図-13 によると DMT 車両価格が低下すると利用トリッ

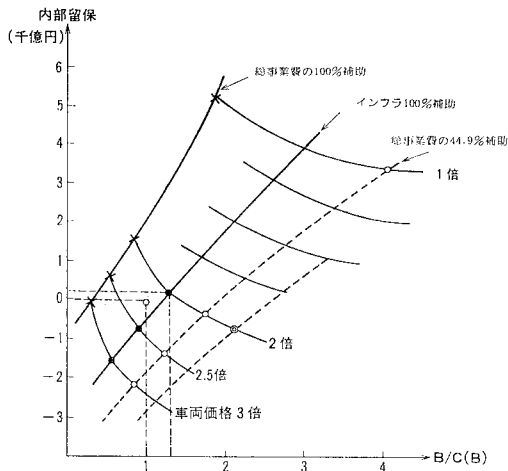


図-13 補助率と DMT 車両価格

プ数が増加するので、内部留保は増大し、費用便益比（B）も高くなることからわかる。DMT 車両価格が2倍で、インフラストラクチャーの建設費に対する補助が総事業費の 44.9% の場合には、費用便益比（B）は 1.0 を越えるが、内部留保はマイナスとなる。DMT 車両価格が 2.5 倍の場合には、インフラストラクチャーの建設費の 100% を補助しても、内部留保はマイナスとなり、費用便益比（B）も 1.0 以下となる。

内部留保がプラスで、費用便益比（B）が 1.0 以上であることを DMT システム適用の一つの条件とするならば、DMT 車両価格が約 2.2 倍で、補助率が総事業費の約 70% であることが必要となる。このように、内部留保と費用便益比（B）の両方をみることにより、GW 走行速度と GW 走行料金をある水準に固定した場合のインフラストラクチャーの建設費に対する補助率と DMT 車両価格の適用条件について同時に検討することができる。

### b) 補助率と GW 走行速度

DMT 車両価格、GW 走行料金をそれぞれ 2 倍、60 円/km に固定した場合（ケース I、ケース VI）の補助率と GW 走行速度の変化に対する運営体の内部留保と費用便益比（B）の変化を同時に表現したものを 図-14 に示す。 図-14 によると、GW 走行速度が 38 km/h で、運

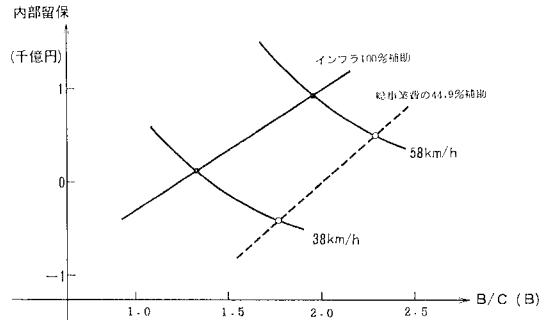


図-14 補助率と GW 走行速度

営体への補助が総事業費の 44.9% の場合には内部留保はマイナスとなるが、インフラストラクチャーの建設費の 100% を補助するとプラスに転じ、費用便益比（B）も低下はするが 1.0 を越えている。総事業費の 44.9% 補助の場合、GW 走行速度が約 45 km 以上であることが内部留保をプラスにする条件となるが、インフラストラクチャーの建設費の 100% を補助する場合には、GW 走行速度が 38 km/h 以下でも内部留保はプラスであることがわかる。

## 6. ま と め

本研究では、大都市圏を中心とした物資輸送を対象に、各種の新物流システムの中から、多くの物流物資への適用性が高いと考えられる DMT システムを取り上げ、このシステムを大都市圏へ適用した場合の適用可能性について、本研究で提案した評価方法を用いて検討し、DMT システム適用にあたっての今後の課題についても明らかにした。DMT システムのような構想段階にある新交通システムの適用性について評価する場合には、適用にあたっての各種の条件を必ずしも固定して考えず、料金水準、走行速度、車両価格、補助率などについてどのような条件が整えば適用可能性があるのか、あるいは今後より詳細に検討すべき課題は何かなどについて明らかにすることが重要である。

そこで、本研究では、利用者からの料金徴収とインフラストラクチャーの建設に対する助成制度とを前提とする新交通システムの適用性評価において、常に重要となる運営体の経営採算性の問題について補助金の効率性も含めて、東京都市圏への DMT システムの適用をケース・スタディとして検討を行った。検討にあたっては、抽象的あるいは概念的になりがちな評価を具体化するために、いくつかの計画代替案を作成して、計画代替案ごとの適用可能性をみることによって進めた。

運営体の経営採算性とインフラストラクチャーの建設費に対する補助金の効率性とを同時に検討する同時評価

方法によって、臨海ルートについて、次のことがわかった。

(1) DMT 車両の価格が DMT システムの適用性に与える影響は大きく、CT の約 2.2 倍以上になると、運営体の経営採算性も確保し、かつ補助金の効率性を示す費用便益比 (B) も 1.0 以上にすることは困難である。車両価格が 2 倍ならば、現行の助成制度では運営体の経営採算性を確保することはできないが、インフラストラクチャー建設費の 100% を補助すると、運営体の経営採算性も確保でき、補助金の効率性を示す費用便益比 (B) も 1.0 を越える。したがって、車両価格が 2 倍の場合には現行の助成制度を改善するならば、DMT システムの適用可能性があることがわかる。

(2) GW での走行速度が 38 km/h の場合には、現行の助成制度で運営体の経営採算性を確保することは困難であるが、インフラストラクチャー建設費の 100% を補助すると経営採算性も確保でき、費用便益比 (B) も 1.0 を越えるので、現行の助成制度を改善するなら DMT システムの適用可能性がある。

以上のように、制度面では助成制度の改善、技術開発の面では、車両価格の低下、GW 走行速度の上昇などが行われれば DMT システムの適用可能性は高まるといえる。ただし、本研究でのケース・スタディにおける計算結果は、社会的割引率、便益計測期間、物価等の上昇率などについてどのような値を採用するかによって変動することが考えられる。また、投資規模が大きく変われば

利用者の行動にも変化があり、ここでの結果が変動することが考えられるが、これらの点については今後の課題としてさらに検討を進めていく必要がある。

なお、本研究で提案した同時評価方法は、インフラストラクチャーの建設に対する助成制度と利用者からの料金徴収とを前提とする他の新交通システムの適用性を検討するうえでも有用な方法と考えられる。

本研究は、建設省総合技術開発プロジェクト「新物流システムの開発」(昭和 51 年度～昭和 55 年度)の一環として著者らが担当した DMT システムの大都市圏への適用性評価に関する部分を中心にとりまとめたものである。研究を進めるにあたって、ご指導、ご助言をいただいた新物流システム技術開発委員会(八十島義之助委員長)はじめ関係各位に深くお礼を申し上げる次第である。

#### 参 考 文 献

- 1) 浅野光行・松谷春敏・桐越 信：新物流システムの開発——デュアルモードトラックシステムの大都市圏における適用性——，第 14 回日本道路会議一般論文集，pp. 697～698，昭和 56 年。
- 2) 神崎絃郎・浜田秀夫：新物流システムの開発——機器の開発——，第 14 回日本道路会議一般論文集，pp. 699～700，昭和 56 年。
- 3) 建設省建築研究所：新物流システムの最適需要配分と総合評価に関する調査研究報告書，pp. 11～16，昭和 56 年。
- 4) 浅野光行・桐越 信：DMT システムの大都市圏への適用性評価，土木技術資料，第 24 巻，第 6 号，pp. 29～35，昭和 57 年。

(1982.3.31・受付)