第3章
路線計画

第3章 路線計画

3－1 路線計画の前提条件

駅の配置及び路線選定の前提条件として、以下の点を考慮した。

(1) ルートはApaseo el Grande（起点）とSan Francisco del Rincon(終点)を結ぶものとし、駅はこの間の主要都市へ配置する。

(2) 既存の国鉄への乗り入れは行なわない。

(3) 建設費はできるだけ低くおさえる。

なお、ルートとしてはいくつかの案が考えられるが、今回の調査においては次節に述べる駅位置を結ぶ場合に最良と考えられるルート一つだけを採用する。

3－2 駅配置計画

3－2－1 駅配置計画の基本方針

本プロジェクトの鉄道の目的が、都市間旅客の輸送及び通勤客の輸送であること等を勘案して、駅配置に際しては、3－1で述べた路線計画の前提条件に加えて以下の点を考慮した。

(1) 都市間鉄道としての性格を考慮して、既存の中核都市は「原則として1都市1駅」の駅配置とする。

(2) 州政府より示された住宅都市や工業団地等の通勤輸送サービスのため、これらの計画地への駅配置を考慮する。

(3) 大規模プロジェクト（例えば新空港建設計画）については駅配置に際して十分考慮する。

(4) 駅位置設定に際しては、市街地の中心地区（Centro urbano, Sub-centro urbano）、主要施設（バスターミナル、文化施設、高等教育施設、公設市場等）、幹線道路等を考慮するとともに、市街地内において特定の方向へ片寄った位置とならないよう配慮する。

3－2－2 駅配置計画

上述した駅配置に際しての前提条件、基本方針を踏まえて、駅配置計画を行った。以上により計画された駅は、Apaseo el Grande駅からSan Francisco del

Rincon駅まで14箇所となった。（表3－2－1）

なお、Cortazar市については、後述のVillagran駅の項に示す理由により、駅の計画は行わなかった。

また、単線区間については運転の都合上、6km～8kmの間隔で信号場を設置することとした。

以下は、各駅位置を設定するに際して考慮した要件である。

表3－2－1 計画駅

駅　　名	位　置（Municipio）
Apasco el Grande	Apasco el Grande
A	〃
Celaya	Celaya
Villagran	Villagran
B	Salamanca
Salamanca	〃
C	Irapuato
Irapuato	〃
Silao	Silao
D	〃
E	Leon
Leon	〃
F	〃
San Francisco del Rincon	San Francisco del Rincon

（注）　駅名のあるものは、既存の各市の中心市街地付近に設定した駅であり、駅名がアルファベットのものは、住宅開発地、工業団地、空港等のプロジェクトを考慮して設定したものである。

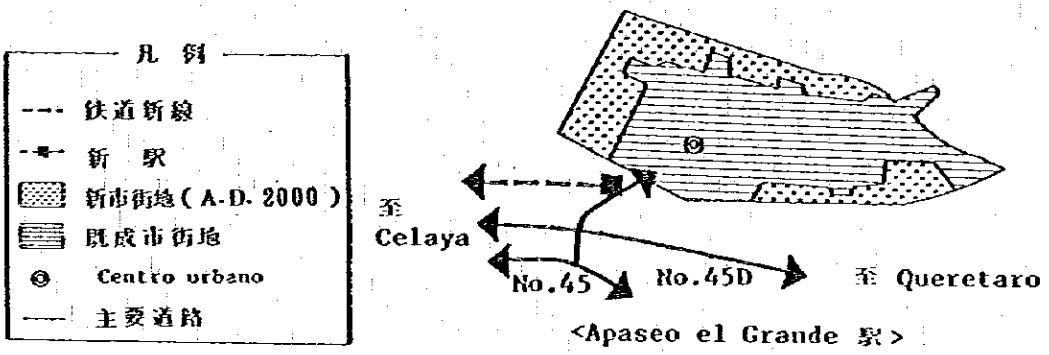
≪APASEO EL GRANDE駅≫

Apaseo el Grande駅については、次の点を考慮した。

a) 本プロジェクトによる鉄道新線の終端駅であるが、Apaseo el Grande市の東側に隣接して大都市のQueretaro市があるため、将来の延伸の可能性を残しておくこと。

b) 市街地規模が小さいので、市街地中心部付近への駅設置の必要性は相対的に小さいこと。

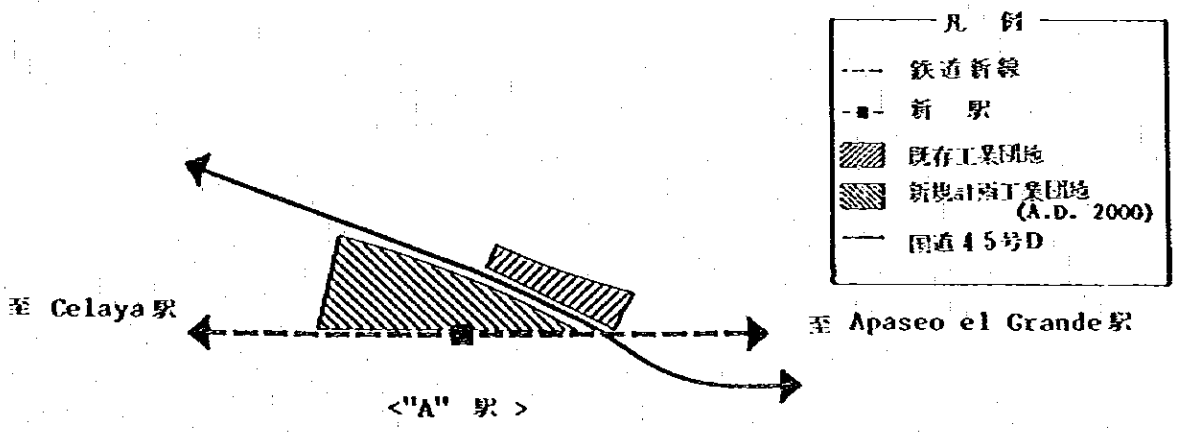
以上より、将来の市街地の西南部の幹線道路付近への駅設置を想定した。この位置は、Bajio工業回廊の主要幹線道路である国道45号にも近接している。



<Apaseo el Grande 駅>

≪ A 駅 ≫

A駅については、既存の工業団地と将来計画されている工業団地への通勤、業務等が主体になる駅として設置するものとし、駅勢圏の広がりを勘案して、工業団地のほぼ中心部に計画した。



<"A" 駅 >

≪CELAYA駅≫

Celaya駅については、路線選定での検討により、市街地中央部を東西に走る幹線道路の中央分離帯上を高架で通すことが可能となったため、他の都市と異なり、駅についても市街地中心部付近への計画が可能となった。

駅は、高等教育機関やスポーツ施設・公園等の地域レベルの施設の集中地区の一角に想定したが、想定するに際して考慮した点は以下の通りである。

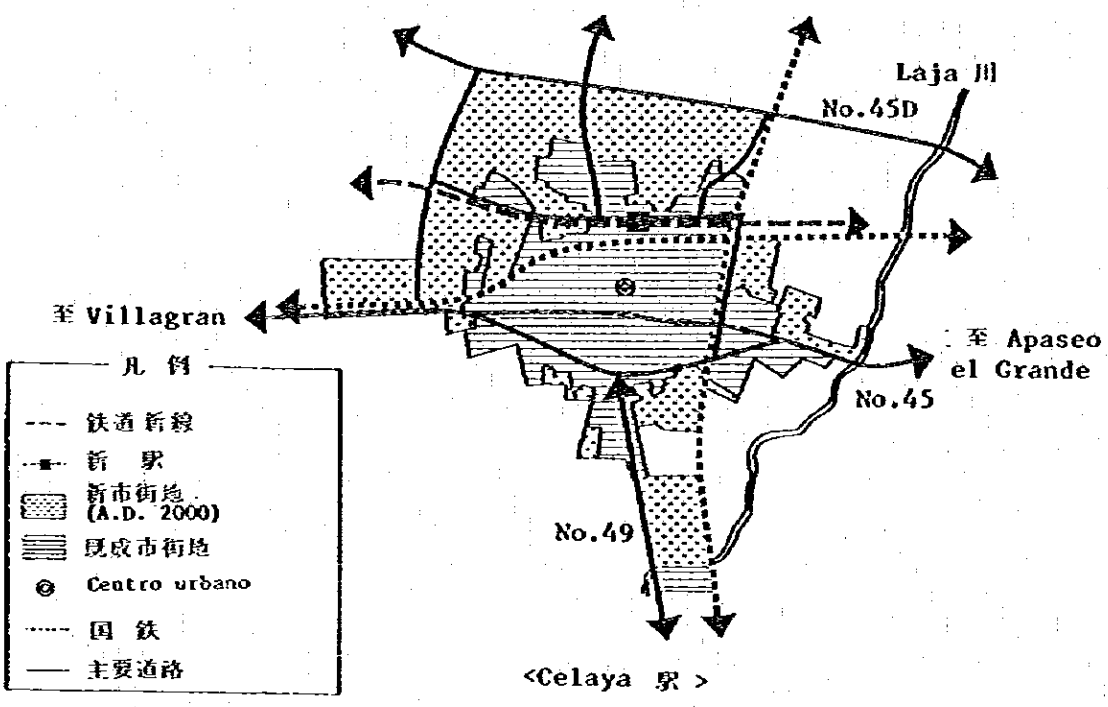
a）Centroに近いこと。（約1700m）

b）高等教育施設、スポーツ施設・公園等の地域施設立地地区であること。

c）市街地の地理上の中心部に近く、各方面よりのアクセス距離が短いこと。

d）市街地内幹線道路に近接していること。

e）国鉄Celaya駅と近接していること。（約400m）



≪VILLAGRAN駅≫

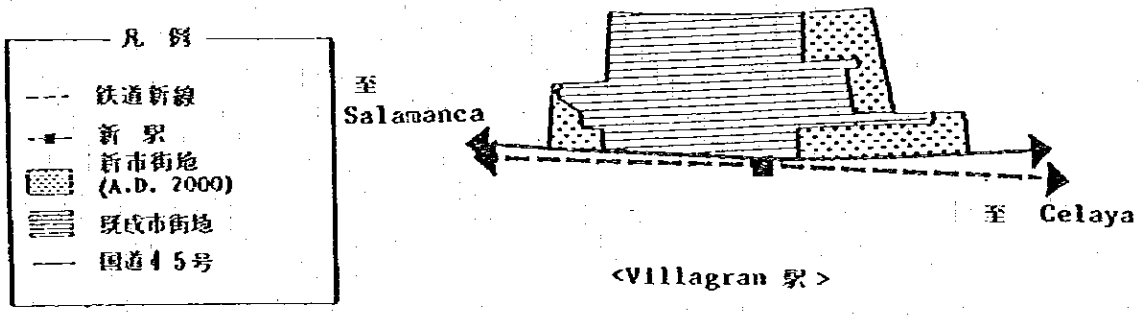
Villagran駅については、主としてVillagran市とVillagran市の南側のCortazar市が駅の利用圏域となるが、東のCelaya方面、西のSalamanca方面との連絡を勘案して、駅の位置としてはVillagran市街地付近に想定するものとした。[11]

検討の結果Villagran駅は、Villagran市街地の南側に接して想定したが、この位置を想定するに際しては以下の点を考慮した。

a) Villagran市の市街地規模は小さいため（殆んど徒歩圏域）鉄道駅を市街地内部にまで導入する必要性が小さいことを考慮して、市街地に接する位置に想定した。

b) Cortazar市との連絡を考慮に入れる必要性が非常に高いことを考慮して、市街地の南側に想定した。

c) 交通条件の良い位置という点を考慮して、Bajio工業回廊の主要幹線道路である国道45号に近接した位置に想定した。



<Villagran 駅>

（注） SALAMANCA市とCELAYA市の中心市街地をできるだけ短い距離で連絡することを考慮した結果、CORTAZAR市の中心市街地への駅の計画は行わないものとした。

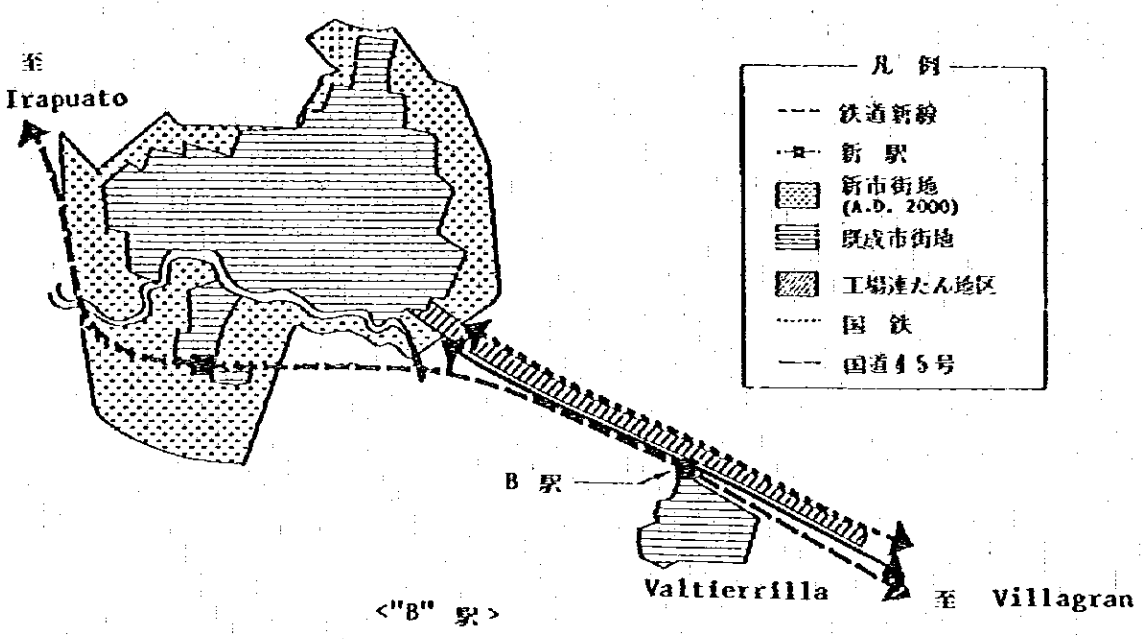
≪ B　駅 ≫

B駅については、主な利用対象地区として、Valtierrilla地区（人口約1万人：1983）と、国道45号および在来鉄道沿いに形成されている工業地区を考慮して想定した。

位置の想定については以下の点を考慮した。

a) Valtierrilla市街地に近接していること。

b) 国道45号に近接していること。



<"B" 駅>

≪SALAMANCA駅≫

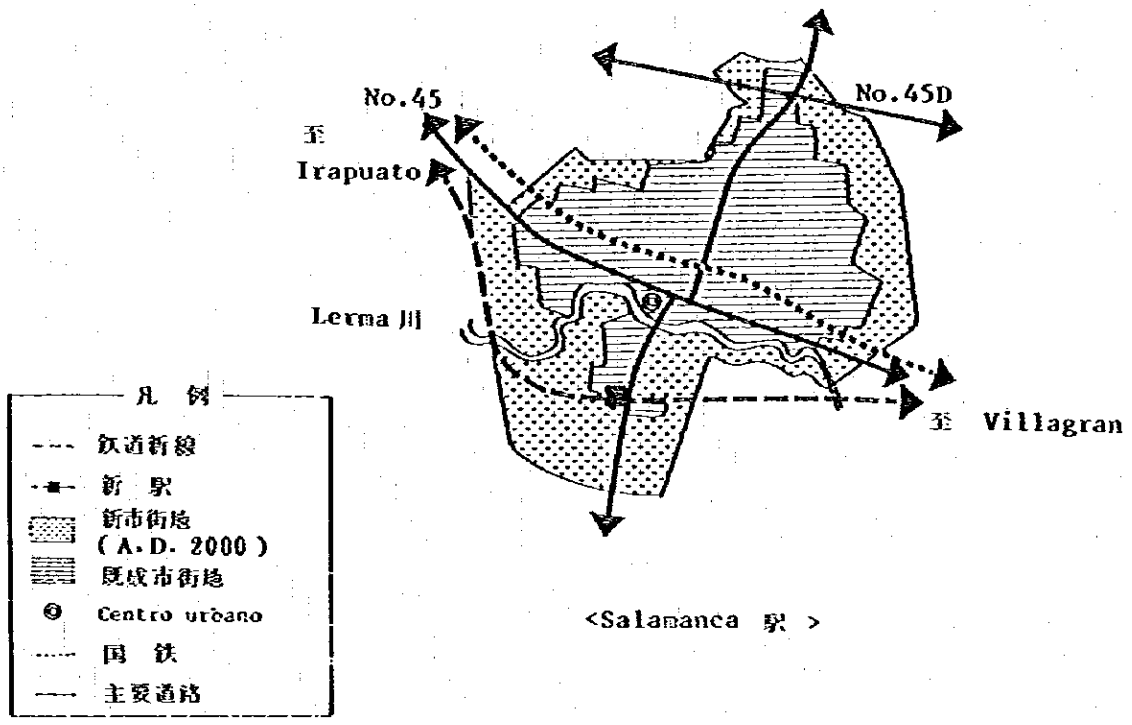
Salamanca駅については、Salamanca市の南側市街地の中心部に想定した。想定に際して勘案した事項は次のとおりである。

a) Lerma 川の北側の既成市街地は非常に密集しており、しかも、北側市街地の東側一帯は広大なペメックスの工場敷地であるため、鉄道の新線を計画することは困難であること。

b) 一方、南側の市街地は市街化が進行中ではあるが、現時点なら南側市街地内への鉄道駅(鉄道路線)の設置が可能であること。

c) 南側市街地の中心部がSubcentro urbanoとして計画されており、また都市間バスのターミナルもSubcentro urbanoに隣接して計画されているため、鉄道駅の設置によりSalamanca市街地における交通中心地区としての一体的整備が可能となること。

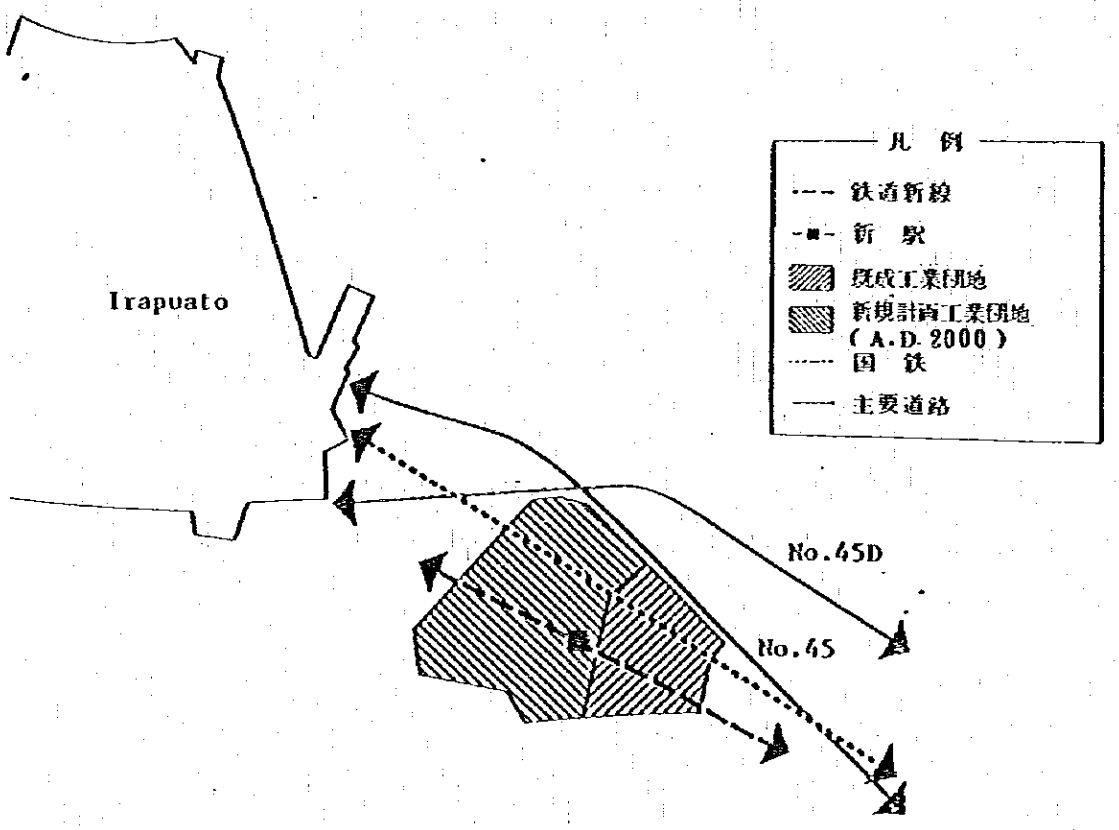
d) Salamanca市街地中央部を南北に縦貫する都市内幹線道路に近接しており、Centro urbano への接近性も比較的良いこと。(約2km)



<Salamanca 駅 >

≪ C　駅 ≫

C駅については、A駅と同じく既存の工業団地と将来計画されている工業団地への通勤・業務等が主体になる駅として設置するものとし、駅勢圏の広がりを勘案して工業団地のほぼ中心部に計画した。



<"C" 駅 >

≪ IRAPUATO駅≫

Irapuato市街地は南北に長い形状をしているため、東西方向に伸びる本プロジェクトの鉄道を計画する場合、市街地の外周を迂回することになれば、運転時分及び建設費が増大することとなる。

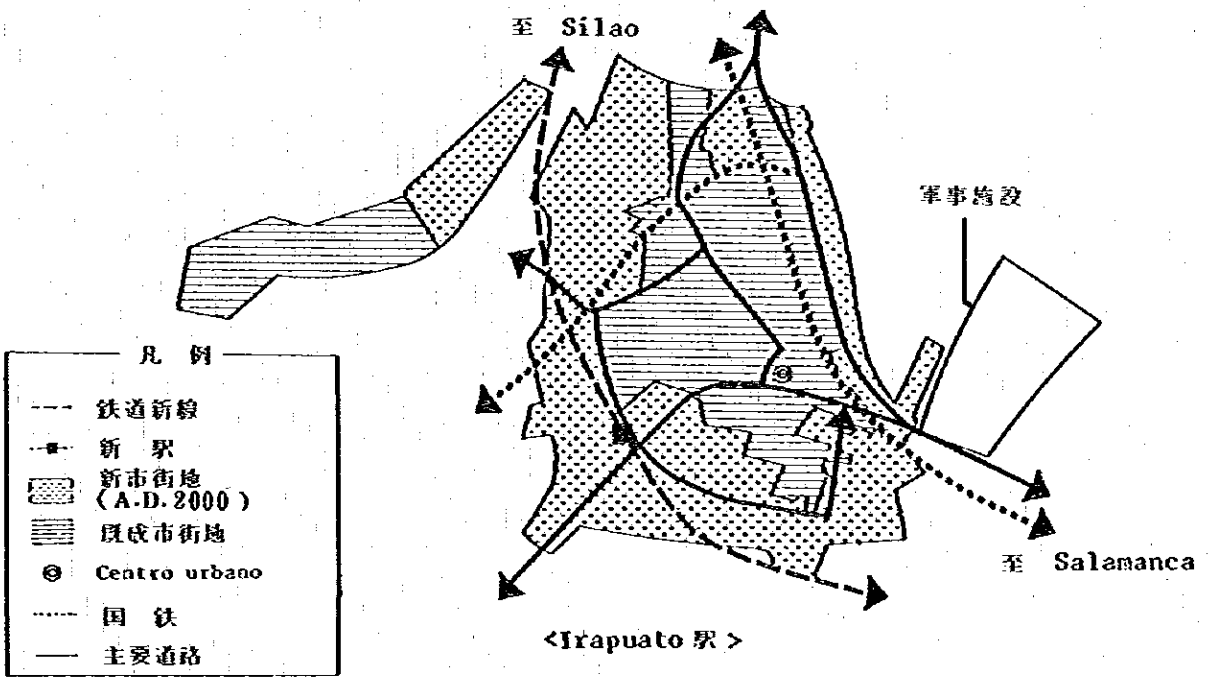
したがって、市街地を通過する必要が生じてくることになるが、この点及び以下にあげる各事項を勘案して想定したのが計画駅位置である。

a) 市街地の中央部から北側、東側にかけては、既存の市街地が存在し、Celaya市のように、道路上を高架で通れる可能性は小さい。

b) 市街地の東側に接して軍事施設があり、軍事施設を横断しての路線計画は困難である。

c) 市街地の南側および西側については、2000年に向けての市街化予定区域であり、鉄道を計画的に整備できる可能性が高い。

d) 南側市街地の想定した新駅周辺はSubcentro urbanoの計画や幹線道路（国道90号）があり、これらと新駅との一体的な整備が可能である。



≪SILAO駅≫

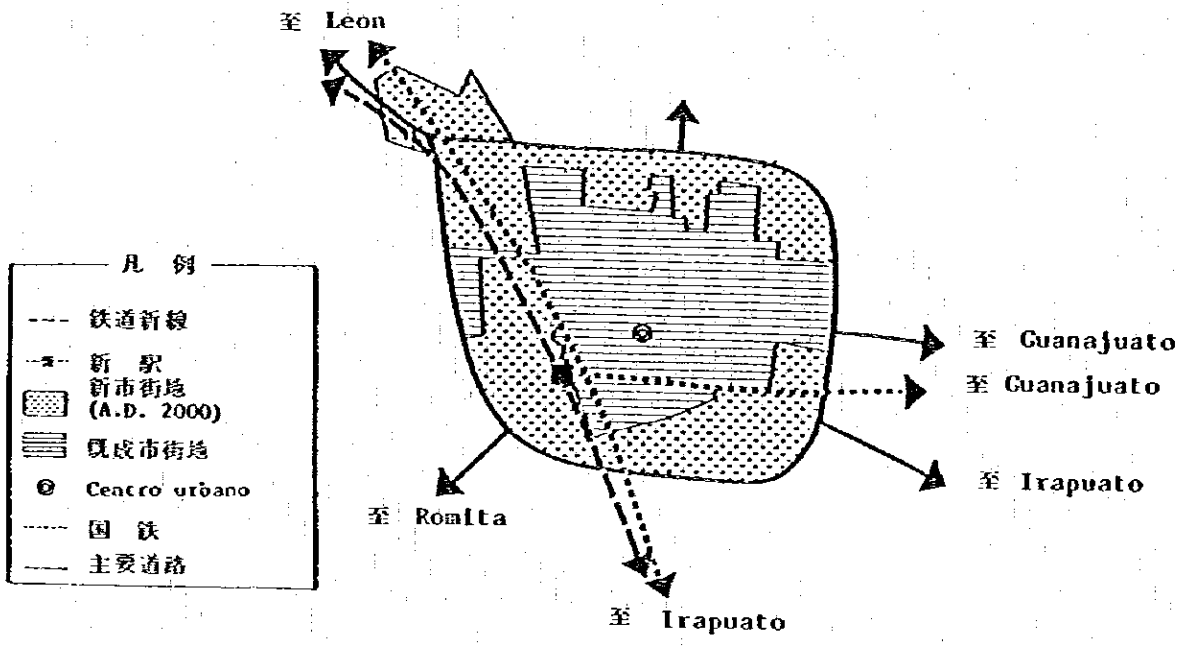
Silao駅については、将来の市街化の動向等を考慮して、既成市街化の南西部の新市街地との接点付近に想定した。想定に際して勘案した事項は以下のとおりである。

a) Silao市街地の発展方向は、各方向に伸びる計画となっているが、旧来より開発の遅れていた国鉄より南側一帯の市街化が今後大きく進展する計画になっていること。また、現段階においては、市街化の計画に本プロジェクトの鉄道計画を考慮できる可能性が大きいこと。

b) 新駅を想定した付近は、Subcentro urbanoの整備計画があり、新駅と一体化した計画が可能であること。

c) 国鉄Silao駅に近接していること。(約200m)

d) 既成市街地の北側に設定すると、迂回距離が長くなり、かつ国道45号や在来鉄道との立体交差箇所が増大し、コストが大幅にアップすること。



<Silao 駅>

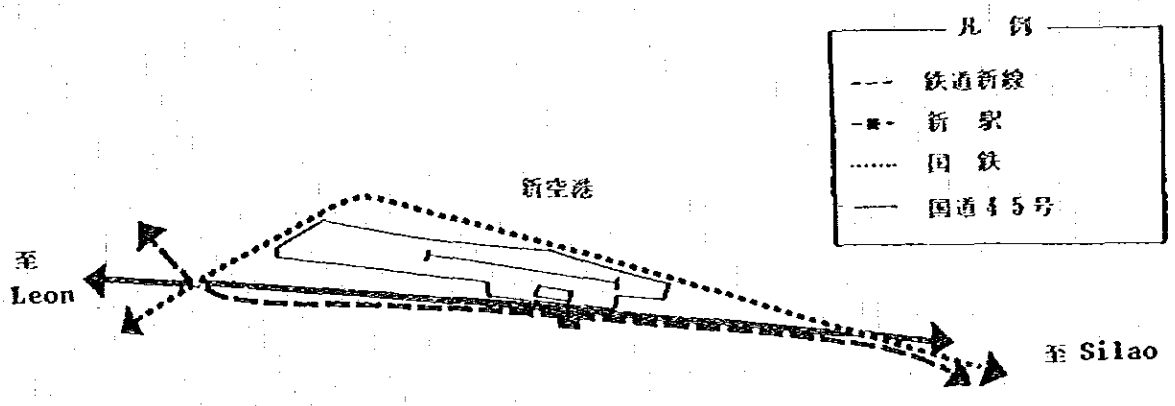
≪ D 駅 ≫

D駅は、連邦政府により新しく計画されているSilao市西部の「新空港」の駅として想定した。

駅位置については、以下の点を考慮して、空港の南側とした。

a) 空港ターミナルビルが空港敷地の南端に計画されていること。

b) 空港の南側には、国道45号が通過していること。



<"D" 駅 >

≪ E 駅 ≫

E駅については、州政府より示された新住宅都市の開発計画に基づいて設定した。

E駅は新住宅都市の中央部にタウンセンターの主要な施設の一つとして計画する。

≪ LEON駅および F 駅 ≫

Leon市中心市街地で鉄道新駅を考慮するに際しては、先にあげた前提条件、基本方針のほかに以下の事項を考慮した。

a) Leon市の場合、Silao市方面とのつながりが、San Francisco del Rincon市方面とのつながりより、相当大きいことが予想される。したがって、LeonからSilao方面への折り返し運転の可能性があること、Leonから終点方面よりもLeonからSilao方面の方が早期に暫定開業する可能性が高いことなどを考慮すれば、ターミナル駅の設置が必要となる。

b) Leon 市街地は、他都市と比較して、非常に大きいため（半径約5km程度）、駅利用者の利便性を考え可能な限り市街地中心部近辺に駅を設置する必要性が高い。

以上の点を考慮して検討した結果、市街地中心部付近の駅として Leon 駅、ターミナル機能をもたせた駅として F 駅を計画した。

これらの駅の設置根拠は以下のとおりである。

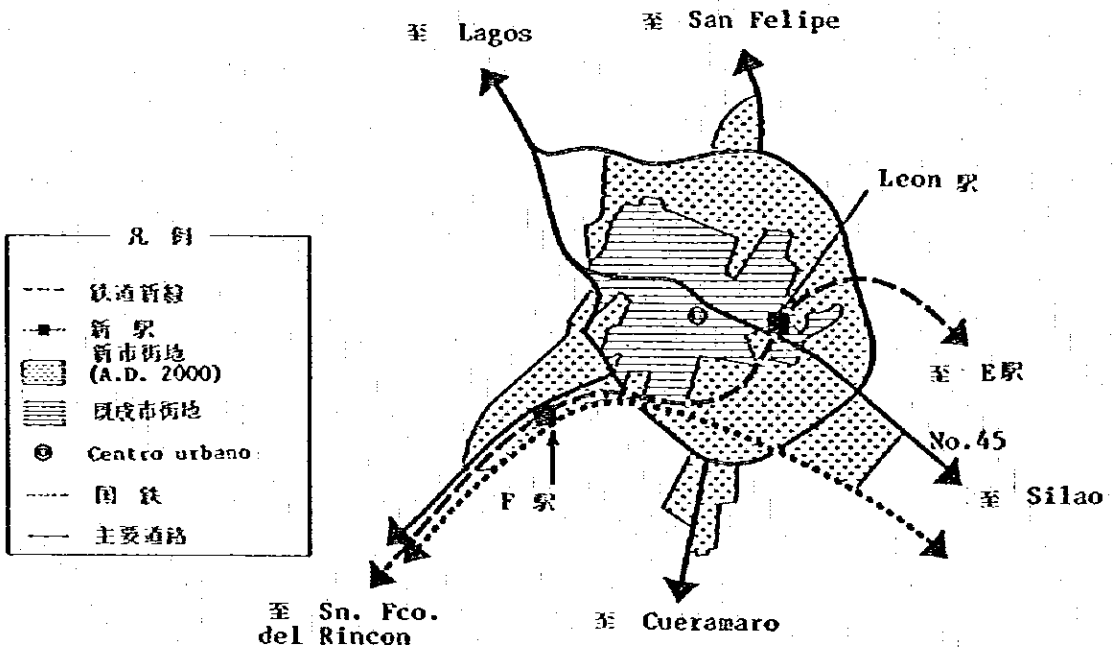
≪ LEON駅 ≫

a) Leon 市街地中心部に最も接近できる位置であり、しかも、市街地の中央部のバランスのよい位置であること。

b) 駅関連施設（駅前広場等）の用地規模の確保が可能であること。

c) 現在の都市間バスターミナル（Leon 市では現在のところこれ1つ）に非常に近接していること（約450m）。

d) 市街地内で最も重要な幹線道路（国道45号）に近接していること（約250m)。



〈Leon駅および F駅〉

＜ F　駅 ＞

ターミナル駅としてF駅を計画した理由は以下のとおりである。

a) Leon 駅は既成市街地内であり、しかも中心部に近接していること、および高架駅になっていることなどより、Leon 駅をターミナル機能をもたせた駅とすることによる建設費、用地費の上昇は極めて大きいため、別の位置に、用地費も相対的に低く、建設費も低くなる平面レベルのターミナル駅を計画するものとした。

b) 都市間鉄道ということよりの基本方針からみれば、1都市1駅ということになるが、Leon 市は将来160万人を擁する大都市に成長し、8000haの市街地になることを考慮して、Leon 駅を補完する機能をもつ駅として、市街地南西部の市街化進行地域（混合土地利用地区）に計画した。

一方、F駅を市街地南西部に設定した理由は、以下のとおりである。

c) Leon 駅を補完する機能を考慮して、Leon 駅が Leon 既成市街地および新市街地（北部、東部、南部）を主な駅勢圏として考えられるのに対して、南西部に延びる新市街地の拠点としてF駅の立地が期待されること。

d) ターミナル駅としての用地規模の確保が相対的に容易であること。

e) 市街地内の幹線道路に近接していること。

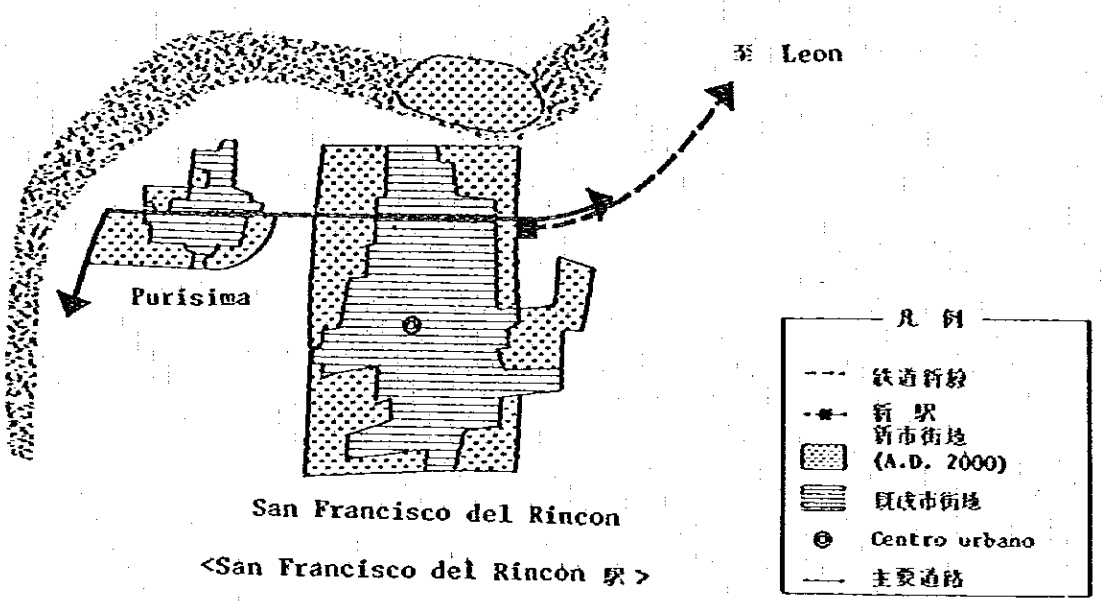
≪SAN FRANCISCO DEL RINCON駅≫

San Francisco del Rincon駅は、以下の理由により駅位置を想定した。

a) San Francisco del Rincon市街地とLeon市を連絡する都市間の幹線道路に接していること。

b) San Francisco del Rincon市街地とPurisima市街地を連絡する最も重要な道路に接していること。

c) San Francisco del Rincon市街地の中心部に近接していること。



<San Francisco del Rincon 駅>

3－3 路線選定

前項3－2－2で述べられた駅配置計画に基づいて設置された各駅間について、次項に示す基本方針に基づき路線選定を行なった。

また選定作業は、縮尺5万分の1の地図により行ない、必要に応じ現地踏査を行った。

3－3－1 路線選定の基本方針

路線選定に当っては、土地利用計画、土地利用状況、地形、道路、在来鉄道の状況等を十分把握し、3－1に述べた前提条件を基に以下に示す基本方針を定めた。

(1) 建設費を低くおさえるために

1) 路盤はできるだけ低盛土とする。

2) 主要道路や在来鉄道等他輸送機関との交差はできるだけ少なくし、止むを得ない場合は原則として立体交差とする。

なお、交通量が少ないと考えられる道路との交差は平面交差とする。

(2) 農地、市街地の分断は極力少なくする。また、優良農地内の通過はできるだけ避ける。

(3) それぞれの駅は、できるだけ短い距離で結ぶ。

(4) 円滑な都市機能を保持するため、市街地においては必要最少限の連続高架橋方式を考慮する。

3－3－2　路線選定

前項3－3－1で述べた基本方針及び7－2で述べる建設基準を基に選定したルートを図3－3－1に示す。

なお、詳細は別添の平面図並びに縦断図を参照のこと。

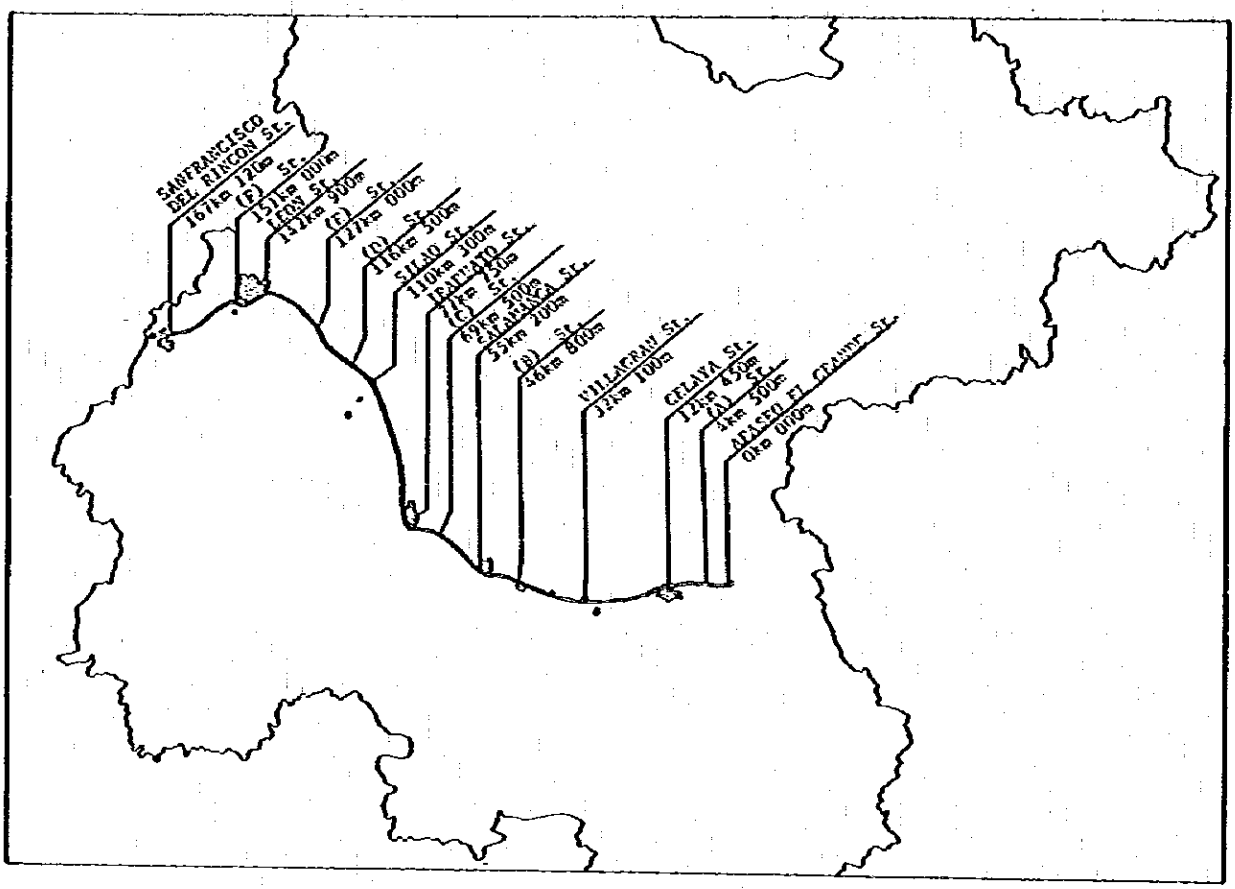


図3－3－1　鉄道ルート図

第4章
代　替　案

第4章 代 替 案

本調査においては、営業開始時期と建設区間についての組合せの中から代替案を設定する。

もちろん、代替案の選定にあたって考慮すべきこととしては、営業開始時期、建設区間以外にもルート、動力方式等が考えられるが、ルートについては、前章に述べたとおり1ルートだけを考え、動力方式については第6章の検討により有利とされる電化方式を採用する。

4－1 選定条件

代替案の選定に際して次の条件が考えられる。

(1) Silao～Leon 間の道路の輸送力は1995年に、また Irapuato～Silao 間は2000年にそれぞれ飽和状態になると予想される。このため、この時点までに鉄道の営業を開始する必要がある。

(2) SilaoとLeonの間に建設される新住宅都市は、2000年において、人口約16万人とする計画であるが、これへの入居促進を図るため、また Apaseoel Grande とCelayaの間及び Irapuatoの近くに設置される新工業団地への企業誘致の促進、さらには、この鉄道を軸に各都市の均衡ある発展を図ろうとしていることから、できるだけ早い時期に営業を開始することが望ましい。

このため、1984年から鉄道建設に着手することとする。

しかし、準備作業（組織の設立、測量、設計）、用地の購入、工事の実施等を含め最低5年を必要とし、更に試運転、営業開始の準備、職員の訓練等を考えると、最も早く営業開始出来る時期は、1990年である。

(3) 輸送需要の増加にあわせて、単線から複線へと段階的に工事を行ない営業を開始する。

(4) 輸送需要が極端に少ないと予想される区間については、本プロジェクトライフ中に建設を行なわないこともある。

4－2 代替案

代替案の条件から営業開始時期と建設区間について次のようにそれぞれ二つの案が考えられる。

1) 営業開始時期

1990年または1995年

2) 建 設 区 間

Apaseo el GrandeからSan Francisco del Rinconまでの全区間、または〔A〕から〔F〕までの区間。

代替案として、これらの組合せの中から考えられる次の三つのケースを選定する。以下、これらの三つのケースについて概説する。

ケース1. (1990年営業開始、全区間建設)

輸送需要及び資金調達等を考慮し、営業開始時期及び建設区間を3段階に分けて実施する。(表4－2－1)

すなわち、1990年から1994年までは、Silao～〔F〕間が複線運転であり、Salamanca～Silao間が単線運転である(ステージ1)。

1995年から1999年までは、Silao～〔F〕間は複線運転、残りの全区間は単線運転である(ステージ2)。

2000年以降は全区間が複線運転である(ステージ3)。

なお、Silao～〔F〕間を除く区間は、1999年まで単線で運転されるため、この単線区間には、線路容量を確保するために信号場を設置する。(これはケース2、ケース3の場合も同様である。)

ケース2. (1990年営業開始、〔A〕～〔F〕間建設)

Apaseo el Grandeから〔A〕までの区間、及び〔F〕からSan Francisco del Rinconまでの二つの区間は、輸送需要が極めて少ないので鉄道の建設を行なわない。

営業開始時期及び建設区間はケース1と同様に3段階に分けて実施する。(表4－2－1)

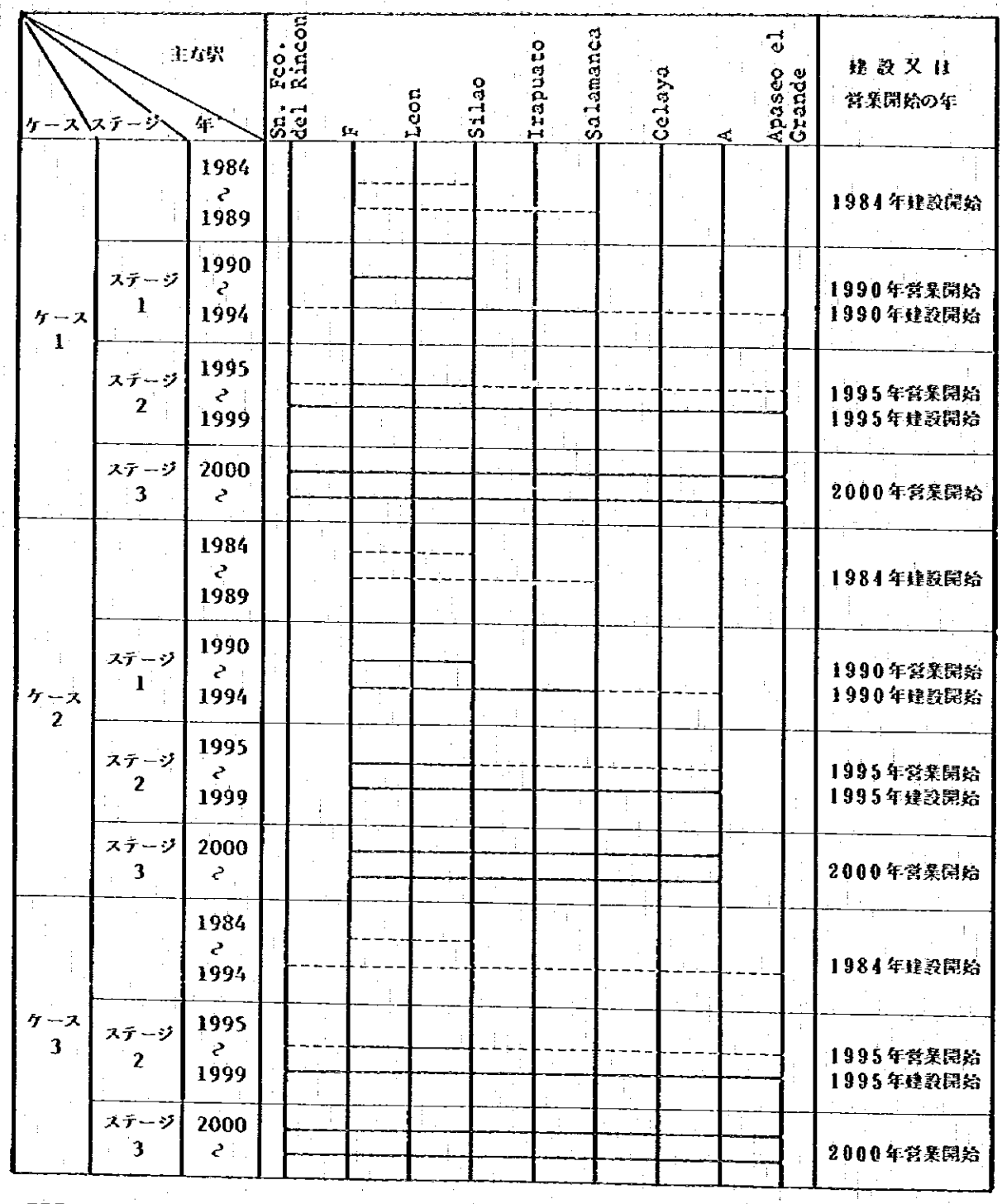
ケース3. (1995年営業開始、全区間建設)

1984年から全区間を同時に着工し、Silao～〔F〕間は複線で、これ以外の区間は単線で1995年に営業開始する。

そして、2000年に全区間を複線で営業開始する2段階施行とする(表4-2-1)。

なお、上記の三つのケースの他にも、1995年営業開始、〔A〕～〔F〕間建設のケースが考えられる。しかし、このケースはケース1，2，3の結果から推定可能であるので、このケースの検討は行なわない。

表 4－2－1 代替案



注： ステージ1 …… 部分開業。
ステージ2 …… 全線開業（一部複線）。
ステージ3 …… 全線複線で開業。

第5章
輸送需要予測

第5章 輸送需要予測

5－1 予測の概要

新設鉄道の旅客輸送需要予測は図5－1－1のフロー・チャートにしたがって行った。そのプロセスは概ねつぎのとおりである。

1) 現在及び過去における輸送需要の分析

2) 1) にもとずく予測モデルの作成

3) 将来の社会経済状況にもとずく総輸送需要の予測

4) 将来の交通ネットワークにもとずく鉄道旅客の予測

5) ピーク率による将来のピーク時鉄道旅客の予測

予測は第4章に示された代替案にしたがって、ケース1から3までの3ケースについて行った。

予測年次は1990年、1995年、2000年、2010年の4ケ年である。

輸送需要予測は Guanajuato 州内のバス旅客の現状を基礎に行った。予測に際してはバス以外の輸送需要についても考慮することが望ましいが、データが入手できないこと、都市間での旅客輸送の殆どがバスによって担われていること等から考慮外とした。

また、Guanajuato 州外からの旅客と Guanajuato 州を通過する旅客は予測の対象外とした。その理由はデータが入手不可能なこと、および、これらの旅客にとって新設鉄道の利用が不便だと考えられることからである。

5－2 輸送需要の現状分析

輸送需要の現状分析は図5－1－1のフロー・チャートの5－2で示される部分にあたり、1) 総輸送需要の年々の変化と経済活動のそれとの関連の分析、2) Guanajuato 州内のゾーン間の輸送需要の分析を含めて行った。そして、これらの分析を通して Guanajuato 州の輸送需要を説明するモデルを作成した。

5－2－1 総輸送需要の分析

将来の輸送需要を予測するためには、Guanajuato 州の輸送需要の総量がこれまでどのように成長してきたかを知る必要があるが、そのようなデータを入手することはできなかった。そのため、メキシコ国全体でのＡＴＰＰ(Auto Transporte

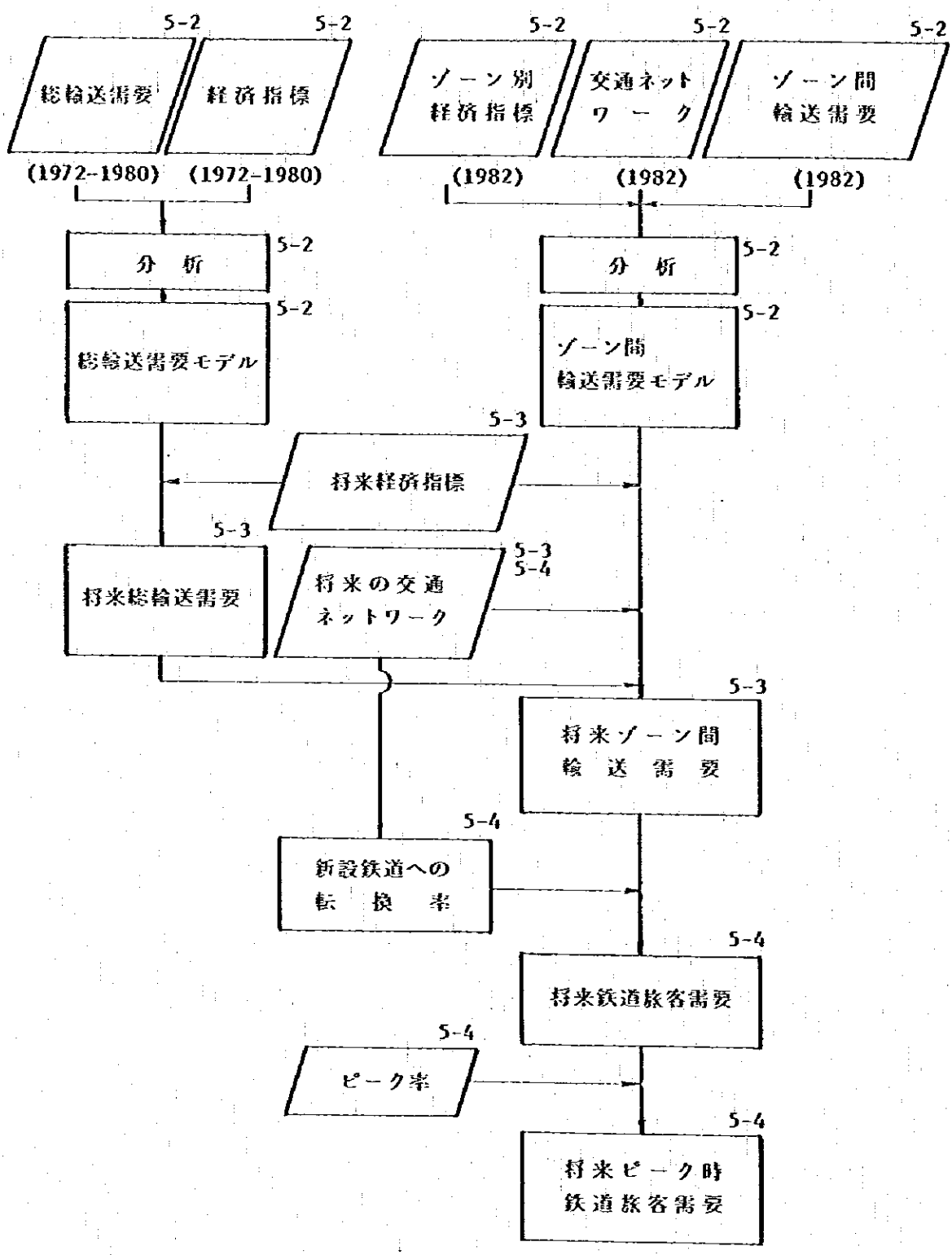


図5－1－1　輸送需要予測のフロー・チャート

Publico Federal）の輸送実績のデータを用いることとし、その推移を分析した。その際、輸送需要について、Guanajuato 州の需要の年々の伸びの構造が、メキシコ国全体でのＡＴＰＦのそれと等しいと仮定した。

分析はＡＴＰＦの輸送需要がメキシコ国全体のＧＤＰ、人口によって説明されるという考えの下に行われ、つぎに示す結果を得た。

PATPF＝－６３５.１＋２.０３９GDP＋０.６６８６PT（重相関係数R＝０.９８）…… (1)

但し、ＰＡＴＰＦ……ＡＴＰＦの年間輸送人員（百万人）

ＧＤＰ……メキシコ国国内総生産（１０億ペソ、１９７０年価格）

ＰＴ……メキシコ国総人口（百万人）

分析に使用したデータは１９７２年から１９８０年までのものである（Appendix ５－１参照）。

５－２－２　ゾーン間の輸送需要分析

(1)　ゾーン間の輸送需要

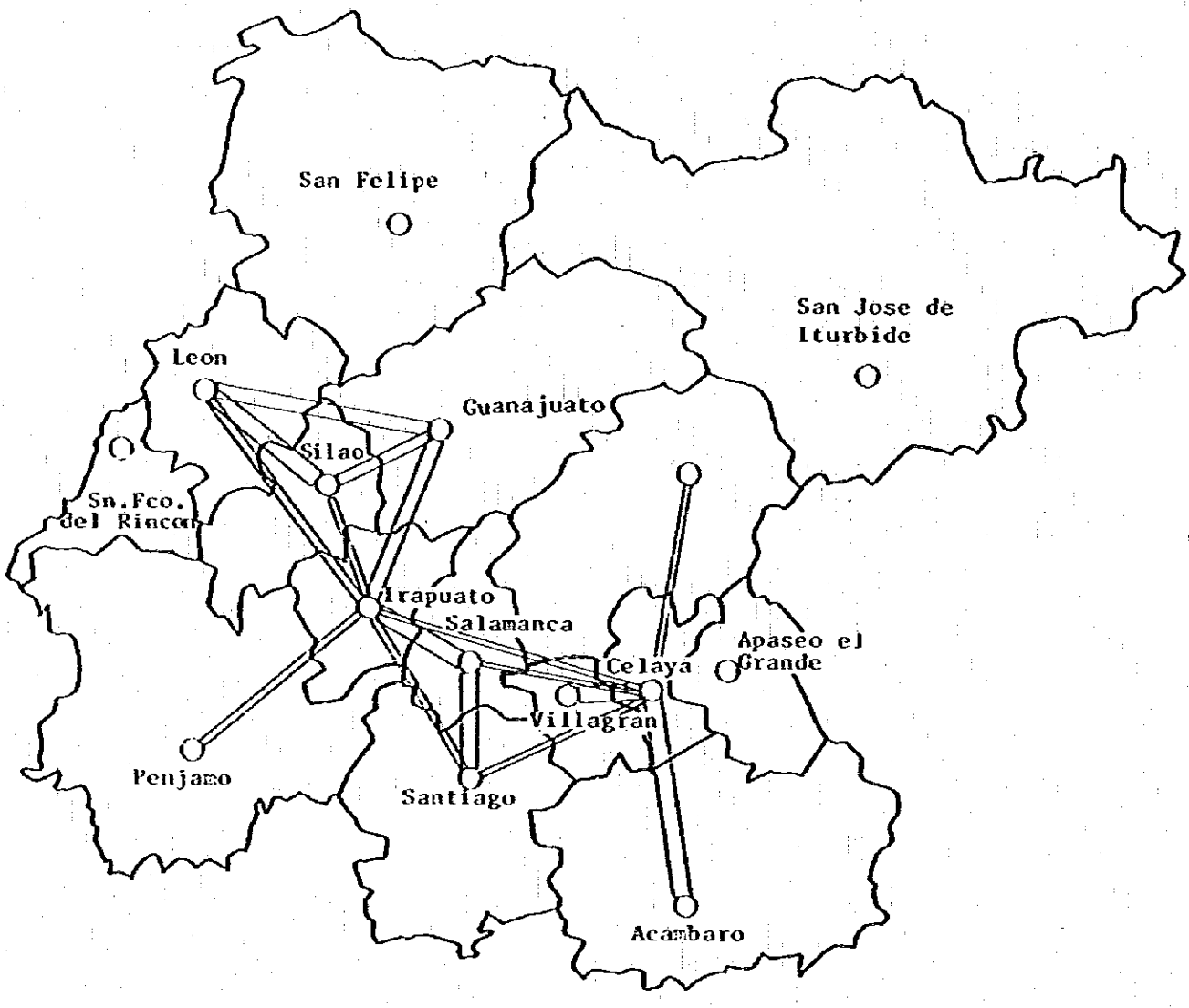
輸送需要を把えるためには、通過交通量を把えるだけでは不十分であり、各トリップの発地と着地を明らかにする必要がある。ただ、各々のトリップの発地、着地は千差万別であり、そのままのデータでは分析は困難となる。そこで、輸送需要を調査しようとする地域をいくつかのゾーンに分割し、発地と着地をゾーン単位にまとめて、輸送需要をそれらのゾーン間のものとして把える方法が通常はとられる。

本調査ではGuanajuato 州を１５のゾーンに分割した。使用したデータはGuanajuato 州政府より提出された１９８２年のバス旅客ＯＤ表であり、図５－２－１に分割されたゾーンとそれらの間のバス旅客の流れを１日千人以上のものについて示す（Appendix５－２参照）。

図５－２－１から Guanajuato 州における旅客の流れはBajio工業回廊に集中しており、Bajio工業回廊とその周辺地域、とくに州都である Guanajuato ゾーンとの交流が大きいことが明らかである。

１日の交通量のうち主要なものはつぎのとうりである。

Salamanca	－Irapuato	4,７２１人
Salamanca	－Santiago	4,６００人
Leon	－Silao	4,５６９人



5,000 人
2,000 〃
1,000 〃

注：1000人/日未満の需要は省略

図5－2－1　1982年の1日当りゾーン間輸送需要

Celaya	−Acambaro	4,447人
Guanajuato	−Leon	4,067人

なお、Guanajuato 州を15のゾーンに分割した場合の各ゾーンに含まれるMunicipioは表5−2−1に示す。

(2) Gravity Modelによる分析

輸送需要の発生は各ゾーンの経済活動水準によって決ると考えられている。また、ゾーン間の輸送需要は各ゾーン別に発生する需要とゾーン間の経済距離（ゾーン間所要時間や費用などで代表される旅行に対する抵抗）によって決ると考えられている。

このような考えかたをモデルとして数式に表したものの一つにGravity Modelがあり、次のように示される。

$$T_{ij} = \alpha (P_i \cdot P_j)^{\beta} d_{ij}^{-\gamma} \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

但し、T_{ij}　：iゾーンとjゾーンの間の輸送需要

P_i　：iゾーンの人口

d_{ij}　：iゾーンとjゾーンの間の経済距離

α, β, γ：パラメータ

(2)式はi、jゾーン間の輸送需要はi、jゾーンの人口の積に比例し、i、jゾーン間の経済距離に反比例することを示している。

本調査でも、ゾーン間の輸送需要の分析はこのモデルを適用して行った。

(2)式を適用するにあたって必要となるデータはつぎの三種である。

1) T_{ij}で表されるOD別の輸送需要

2) $P_i \cdot P_j$で表されるゾーン別の人口積

3) d_{ij}で表されるゾーン間の経済距離

このうち、1) については、1982年のバス旅客OD表を、2) についてはGuanajuato 州政府により提出された1982年のゾーン別人口を使用した（Appendix 5−3参照）。

3) のデータは州の道路地図、州内のバスサービスの状態を参考にして、つぎのような方法で算出した。

まず、ゾーン間の経済距離としてはバスの所要時間を採用した。その際、ゾーンの内部のどの地点を所要時間計算の基準とするかが問題となる。本調査では各ゾーンに含まれるMunicipioのうち1982年において最大の人口を持つものを中心Mun

表5－2－1　各ゾーンに含まれるMunicipio

No.	ゾーン名	ゾーン中心地	Municipios
1	Apaseo el Grande	Apaseo el Grande	Apaseo el Grande, Apaseo el Alto
2	Celaya	Celaya	Celaya
3	Villagran	Villagran	Villagran, Cortazar
4	Salamanca	Salamanca	Salamanca
5	Irapuato	Irapuato	Irapuato
6	Silao	Silao	Silao, Romita
7	Leon	Leon	Leon
8	Sn. Fco. del Rincon	Sn. Fco. del Rincon	Sn. Fco. del Rincon, Purisima de Butos
9	Acambaro	Acambaro	Acambaro, Coroneo, Jerecuaro, Tarimoro, Tarandacuao, Salvatierra, Santiago Maravatio
10	Valle de Santiago	Valle de Santiago	Valle de Santiago, Yuriria, Moroleon, Uriangato, Jaral del Progreso
11	Penjamo	Penjamo	Penjamo, Huanimaro, Abasolo, Cueramaro, Pueblonuevo, Ciudad Manuel Doblado
12	San Miguel de Allende	San Miguel de Allende	Allende, Comonfort, Santa Cruz de Juventino, Rasas
13	Guanajuato	Guanajuato	Guanajuato, Dolores Hidalgo
14	San Felipe	San Felipe	San Felipe, Ocampo
15	San Jose de Iturbide	San Jose de Iturbide	San Jose de Iturbide, Atarjea, Xichu, Victoria, San Luis de la Paz, Doctor Mora, Santa Catarina, Tierrablanca

icipioとした。

ただし、Villagran,Ganajuatoの各ゾーンについては前者は工業回廊に近いこと、後者は州の首都であることから上述の原則の例外とした。

そして、そのMunicipio の中心となる市の"CENTRO"を所要時間計算の基準となるゾーン中心地とした(表5－2－1参照)。

つぎに、バスの所要時間を計算するために、Guanajuato 州内のバスサービスの状態を参考に、三種類のバスサービスからなるネットワークを作成した(Appendix 5－4参照)。

三種類のバスサービスは；

1) 都市間バス

2) ローカルバス

3) 都市内バス

である。

例えば、iゾーンとjゾーン間の所要時間はつぎのようにしてもとめた。

旅客はiゾーンのゾーン中心地から都市内バスで都市間バスあるいはローカルバスのターミナルに行き、そこで都市間バスあるいはローカルバスに乗り換えてjゾーンのバス・ターミナルまで行く。さらに、jゾーンの都市内バスに乗り換えてjゾーンの中心地に到着する。所要時間はこのトリップに必要なすべての時間であり、乗継に必要な時間も含まれる。

なお、iゾーンjゾーンを結ぶルートはいくとおりも考えられるが、一番時間のかからないものを選んだ。

以上で必要な三種類のデータが揃い、(2)式で示したGravity Modelによる分析を行った。分析結果は(3)式に示す。これは分析のために変形されている。

$$\mathrm{Log}\ Tij = 8.79 + 2.059 \cdot (\mathrm{Log}\ Pi \cdot Pj) - 5.52 \cdot (\mathrm{Log}\ dij) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

(重相関係数R＝0.78)

5－3 将来輸送需要の予測

将来輸送需要の予測は図5－1－1のフロー・チャートの5－3の部分にあたる。5－2で作成したモデルと将来の交通ネットワーク、将来の社会経済状態のデータからGuanajuato 州内の総輸送需要を算出する。これは将来におけるバスの輸送需要であり、5－4の鉄道輸送需要計算の基礎となるものである。

5－3－1　総輸送需要の予測

ここでは Guanajuato 州内の輸送需要の総量が求められる。これは後に述べるゾーン間輸送需要総量コントロール・トータルとなるもので、5－2－1で述べた(1)式で表されるＡＴＰＦのモデルにより予測する。

ＡＴＰＦのモデルはメキシコ国全体の長距離バスの総輸送需要についてのものであるので、これを Guanajuato 州に適用するために前述のような仮定をおいた。そして、Guanajuato 州へのモデル適用は具体的には次のようにして行った。

モデルの説明変数はメキシコ国全体のＧＤＰと人口数であり、被説明変数はATPFの総輸送需要である。これらを、それぞれ、第1章で述べた Guanajuato 州の将来のＧＤＰの伸び率、人口の伸び率によって増加させ、将来のＡＴＰＦの総輸送量を予測した。このＡＴＰＦの予測値の伸び率を Guanajuato 州の現在の輸送需要に乗じて Guanajuato 州内の輸送需要の総量を予測した。

5－3－2　ゾーン間の輸送需要予測

ゾーン間輸送需要の予測は二つのステップを踏んで行った。第1ステップは15ゾーン間についての輸送需要の予測であり、第2ステップは新設される鉄道駅を考慮した、より細分化されたゾーン間の輸送需要予測である。ここでは前者を『大ゾーン間の予測』、後者を『小ゾーン間の予測』とよぶこととする。

(1)　大ゾーン間の輸送需要予測

大ゾーン間の輸送需要予測は5－2－2の(2)に示した(3)式に Guanajuato 州の将来におけるゾーン別の人口想定値とゾーン間所要時間を代入してゾーンＯＤごとに行った。

予測に使った将来のゾーン別人口は表5－3－1に示すとおりであり、将来のゾーン間所要時間は5－2－2(2)に示した現在のバスによる所要時間を使用した。

なお、ゾーン間輸送需要をゾーンＯＤごとに集計した Guanajuato 州の輸送需要の総量は5－3－1で予測したコントロール・トータルに一致するように調整した。

(2)　小ゾーン間の輸送需要予測

小ゾーン間の輸送需要予測は基本的には大ゾーン間輸送需要予測値を小ゾーンの人口構成比によって配分する方法をとった。ただし、一つの大ゾーンに存在する小ゾーン相互間の輸送需要は大ゾーン間と同じ考えで分析し、予測した。

表5－3－1　将来のゾーン別人口

（単位：人）

No.	ゾーン名	1990	1995	2000	2010
1	Apaseo el Grande	103,000	117,000	131,000	161,000
2	Celaya	320,000	393,000	474,000	677,000
3	Villagran	124,000	147,000	170,000	226,000
4	Salamanca	242,000	303,000	374,000	557,000
5	Irapuato	402,000	509,000	635,000	969,000
6	Silao	143,000	158,000	171,000	199,000
7	Leon	1,110,000	1,485,000	1,942,000	3,262,000
8	Sn. Fco. del Rincon	111,000	126,000	140,000	170,000
9	Acambaro	396,000	444,000	489,000	582,000
10	Valle de Santiago	328,000	341,000	356,000	382,000
11	Penjamo	298,000	339,000	378,000	461,000
12	San Miguel de Allende	218,000	253,000	289,000	369,000
13	Guanajuato	225,000	255,000	285,000	349,000
14	San Felipe	95,000	102,000	108,000	118,000
15	San Jose de Iturbide	231,000	268,000	305,000	389,000
合計		4,351,000	5,241,000	6,246,000	8,870,000

（資料：州政府）

小ゾーン間の輸送需要予測ではさらに第1章及び第2章で述べた新しい住宅団地、工業団地から発生する輸送需要についても考慮した。これらの需要は Guanajuato 州の現在の輸送需要とは異質なものであると考えられるため、これまで述べてきた予測方法によってではなく、別の方法によって予測した。

まず、Leon 市近郊の新住宅団地については、その居住者は2、3次産業に従事する通勤者が主体であると考えられ、近隣の諸都市との輸送需要はこれまでの Guanajuato 州の都市間の輸送需要の水準に比較してかなり高いと推測される。そこで、この新住宅団地に関連する需要については、日本における同種の住宅団地からの輸送需要発生を参考にして予測を行った。ただし、人口の年令別構成、一世帯当り人口等、メキシコ国と日本において明らかに異なる要素については考慮している。

つぎに、2カ所に建設が予定されている工業団地に関する輸送需要についてはつぎのように予測した。

想定された工業団地の就業者数から、発生すると考えられる通勤需要を推定し、それを工業団地ゾーンと近隣ゾーン間の輸送需要に加算した。その際、Guanajuato 州の通勤実態も考慮した。

(3) 予測結果

Guanajuato 州内の将来のバスの総輸送需要の予測結果は図5－3－1に示すように、月間の値で1990年3,707千人、1995年6,250千人、2000年10,792千人、2010年20,431千人となった。

また、2000年における Guanajuato 州内のゾーン間の輸送需要は図5－3－2に示すとおりである。2000年においても、Bajio 工業回廊を中心とするゾーン間、および Guanajuato ゾーンとの間の交流の大きいことが現われているといえよう。Guanajuato 州内の全てのゾーン間の輸送需要は Appendix 5－5 を参照されたい。

ここでゾーンOD別の1日の輸送需要のうち主要なものを示せば、つぎのようになる。

Irapuato	-(C)	39,900
Irapuato	-Salamanca	38,000
Leon	-(E)	35,700
Leon	-Irapuato	27,900

Leon	-Guanajuato	21,700
Leon	-Silao	19,000

なお、上に示した各予測値は新住宅団地、工業団地と母都市との間の新たに発生すると考えられる輸送需要を含んでいるので、1982年の実績値と単純に比較することはできない。

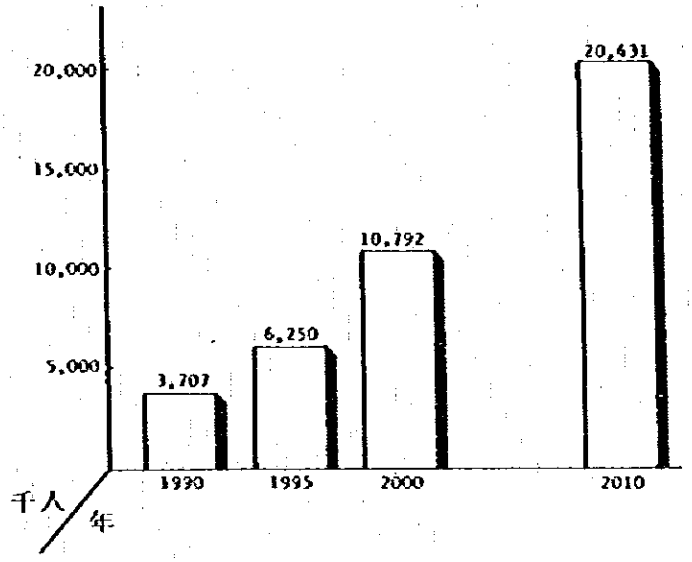
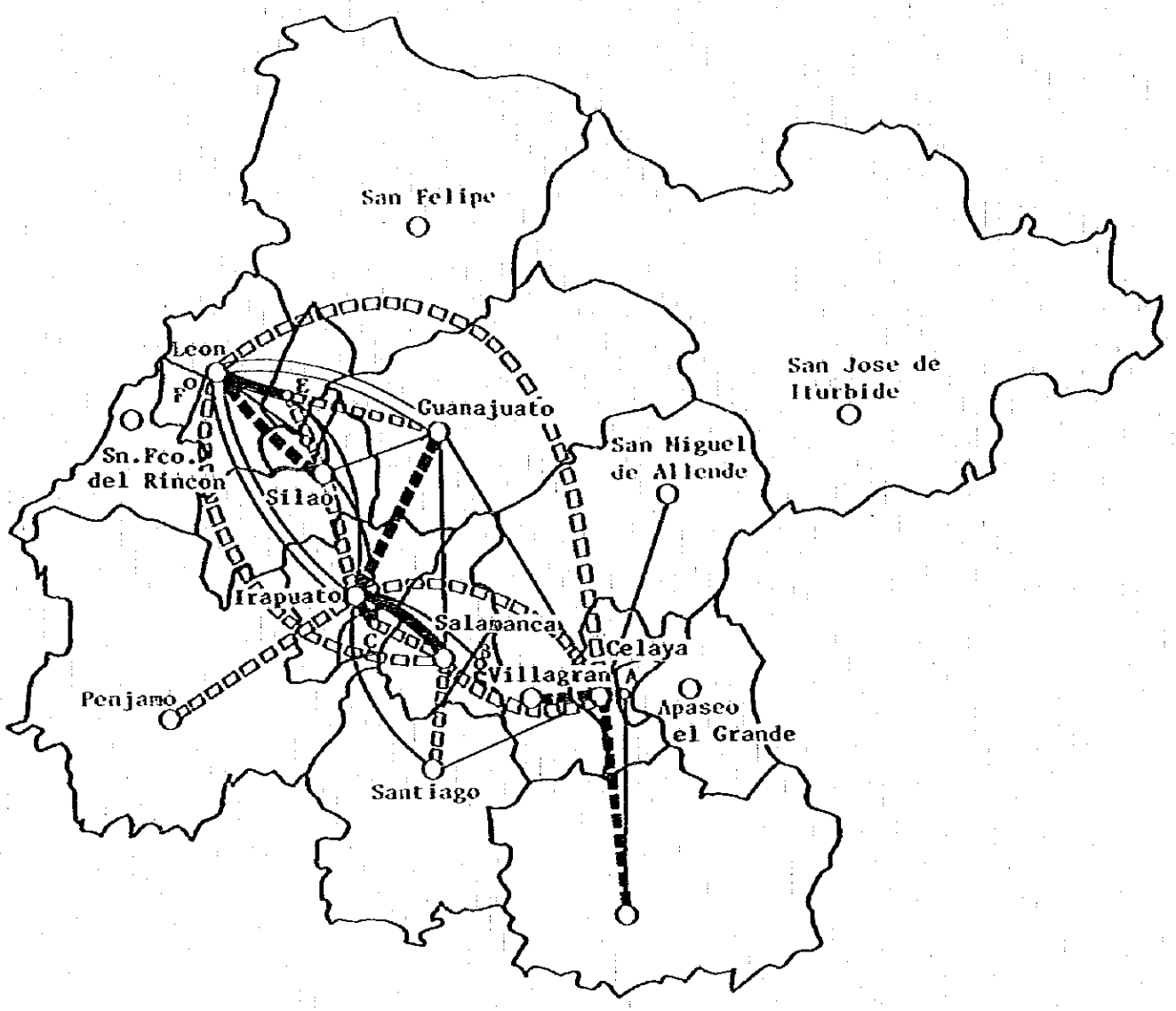


図5－3－1　Guanajuato 圏内の総輸送需要（月間）



■■■■	30,000	人以上
□□□	20,000−30,000	〃
■■■	10,000−20,000	〃
□□□	5,000−10,000	〃
——	1,000− 5,000	〃

図5－3－2　2000年におけるゾーン間輸送需要（1日）

5－4　鉄道旅客輸送需要の予測

鉄道旅客輸送需要の予測は図5－1－1のフロー・チャートの5－4の部分にあたる。5－3で予測された将来のバスのゾーン間輸送需要を鉄道とバスの輸送需要に分割する。それは転換率曲線と想定された将来の交通ネットワークにもとずく鉄道とバスのゾーン間の輸送サービスの条件を用いて行う。さらに、ピーク時鉄道輸送需要はピーク率を用いて求める。これらは以後の各章で参照されることになる。

5－4－1　転換率曲線の推定

予測されたバスの輸送需要のうち、どれだけが将来開業する鉄道に転換するかは鉄道の輸送サービスとバスのそれの相違によってきまると考えられている。

輸送サービスを表す一般的な指標としては所要時間、運賃、定時性、快適性などがある。本来ならばこれらの指標を総合的に表すものによって、鉄道とバスの輸送需要を求めることが望ましいが、本調査ではその指標として所要時間を選んだ。したがって、鉄道が開業した場合にバス旅客のうちどれだけが鉄道に転換するかは鉄道による所要時間とバスのそれによって決定されることになる。なお、これらの決定は自明のこととながら、総輸送需要についてではなくゾーンODごとに行う。

ゾーン間の所要時間のちがいによる転換率の決定に関する手法は従来から種々考えられてきているが、本調査では時間比転換率曲線法を採用した。これは、あるゾーン間の輸送需要が対抗交通機関相互の所要時間の比によって決ると考えるものである。本調査での対抗交通機関は鉄道とバスとなる。図5－4－1に本調査で使用した転換率曲線を示す。

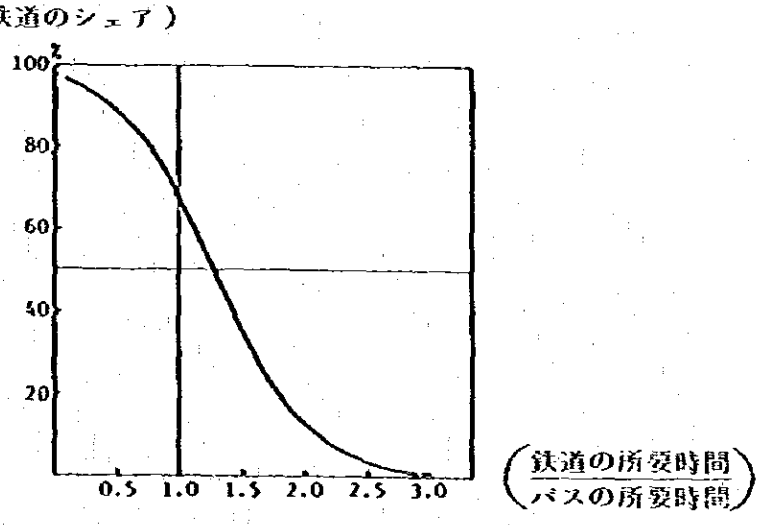


図5－4－1　新設鉄道への転換率曲線

上に示した転換率曲線の推定はメキシコ国における鉄道とバスの所要時間、鉄道のシェアによって行うことが望ましいが、同国には本プロジェクトに類似した鉄道が存在しないため、Guanajuato 州での現地調査の際のアンケート調査結果及び日本における転換率曲線等を参考にして推定作業を行った。

なを、推定された転換率曲線はつぎのような関数としても表される。

$$\left.\begin{aligned} S_{ij}^{R} &= \frac{e^{f(x)}}{1+e^{f(x)}} \\ f(x) &= 3.471-2.708\times R_{ij} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

但し、S_{ij}^{R}：i，jゾーン間の鉄道のシェア

R_{ij}　：i，jゾーン間の鉄道とバスの所要時間比（鉄道の所要時間／バスの所要時間）

5－4－2　所要時間算定の前提

転換率曲線によって鉄道の輸送需要を求めるためには、鉄道とバスのゾーン間所要時間を求める必要がある。これらは、将来の交通ネットワークによって決る。

まず、新設鉄道の営業区間はケースごとに年別に第4章に述べられている。また、駅間の所要時間は第6章で明らかにされている。

鉄道を利用した場合のゾーン間の所要時間の算出は基本的にはこれらを基に行われるが、鉄道サービスは駅間のサービスしか提供することができないので、アクセス交通手段としてバスを想定した。鉄道のためのアクセス・バスは鉄道利用者の利便をはかるために、各ゾーンの中心地と最寄りの鉄道駅の間を乗りつぎなしで結ぶものと想定した。したがって、iゾーンからjゾーンへ旅行する場合の鉄道の所要時間の計算はつぎのようにして行った。

旅客はiゾーンの中心地から鉄道アクセス・バスを利用して鉄道駅に到着し、鉄道を利用して目的の駅に行き、さらに鉄道アクセス・バスによってjゾーンの中心に到着する。所要時間は上の旅行に必要なすべての時間として計算した。その際、鉄道と鉄道アクセス・バスの乗りつぎに必要な時間も加算した。

バスのゾーン間所要時間は5－2－2(2)で計算されたものを使用した。

5－4－3　予測結果

鉄道の旅客輸送需要に転換率曲線を用いて求められる鉄道のシェアをステージごとのゾーン間総輸送需要に乗じて計算した。

このようにして計算されたケース1の年別の鉄道の輸送需要を図5－4－2に示す。また、表5－4－1はケース別、年別の1日の駅間通過人員を示し、表5－4－2は1日の駅別乗降人員を示している。OD別の輸送需要予測値はAppendix 5－6～9を参照されたい。

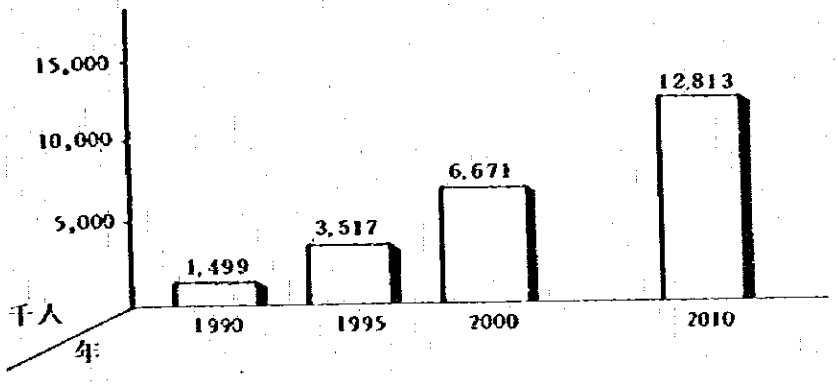


図5－4－2　鉄道旅客需要予測値（ケース1）

表5－4－1　鉄道の駅間通過人員予測値（1日）

（単位：100人）

ケース	ケース1						ケース2						ケース3					
年	1990	1995		2000		2010	1990	1995		2000		2010	1990	1995		2000		2010
ステージ / 駅名	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3
Apaseo el Grande																		
[A]	—	—	7	10	11	19	—	—	—	—	—	—	—	—	7	10	11	19
Celaya	—	—	108	180	181	225	—	—	107	179	180	223	—	—	108	180	181	225
Villagran	—	—	217	341	356	779	—	—	217	341	356	779	—	—	217	341	356	779
[B]	—	—	132	216	230	559	—	—	132	216	230	558	—	—	132	216	230	559
Salamanca	—	—	145	236	251	611	—	—	145	236	251	611	—	—	145	236	251	611
[C]	154	277	299	532	568	1,359	154	277	299	532	568	1,359	—	—	299	532	568	1,359
Irapuato	194	354	375	711	745	1,528	194	354	375	711	745	1,527	—	—	375	711	745	1,528
Silao	150	270	280	492	530	1,479	150	270	280	492	530	1,479	—	—	280	492	530	1,479
[D]	232	418	421	741	759	1,956	232	418	421	741	759	1,956	—	—	421	741	759	1,956
[E]	235	424	427	753	770	1,978	235	424	427	753	770	1,978	—	—	427	753	770	1,978
Leon	265	498	501	936	952	2,119	265	498	501	936	952	2,119	—	—	501	936	952	2,119
[F]	9	15	16	27	28	70	9	15	15	27	27	68	—	—	16	27	28	70
Sn. Fco. del Rincon	—	—	3	4	5	8	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4	5	8

表5－4－2　鉄道の駅別乗降人員予測値（1日）

（単位：100人）

ケース	ケース1						ケース2						ケース3					
年	1990	1995		2000		2010	1990	1995		2000		2010	1990	1995		2000		2010
ステージ / 駅名	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3
Apaseo el Grande	－	－	7	10	11	19	－	－	－	－	－	－	－	－	7	10	11	19
[A]	－	－	103	172	173	209	－	－	107	179	180	223	－	－	103	172	173	209
Celaya	－	－	262	420	434	805	－	－	262	419	432	803	－	－	262	420	434	805
Villagran	－	－	92	137	138	246	－	－	92	137	138	246	－	－	92	137	138	246
[B]	－	－	17	28	28	71	－	－	17	28	28	71	－	－	17	28	28	71
Salamanca	154	277	261	459	485	1,106	154	277	261	459	485	1,106	－	－	261	459	485	1,106
[C]	77	152	153	358	361	400	77	152	153	358	361	400	－	－	153	358	361	400
Irapuato	233	427	438	828	874	1,964	233	427	438	828	874	1,964	－	－	438	828	874	1,964
Silao	187	304	315	495	509	920	187	304	315	495	509	920	－	－	315	495	509	920
[D]	11	16	16	23	23	40	11	16	16	23	23	40	－	－	16	23	23	40
[E]	65	168	168	439	440	597	65	168	168	439	440	597	－	－	168	439	440	597
Leon	262	493	496	926	943	2,094	262	493	496	926	942	2,093	－	－	496	926	943	2,094
[F]	9	15	13	23	24	62	9	15	15	27	27	68	－	－	13	23	24	62
San. Fco. del Rincon	－	－	3	4	5	8	－	－	－	－	－	－	－	－	3	4	5	8

5－4－4　ピーク時輸送需要の予測

ピーク時の輸送需要は後に述べられる列車運転ダイヤ、駅舎の設計、駅前広場計画などに必要となる。本調査では、ピーク時輸送需要算定の基礎となる時間帯別の輸送需要の変動を表わすデータとしてMexico Cityの地下鉄のものを用いた（Appendix 5－10参照）。

本調査の鉄道とMexico Cityの地下鉄は性格が異なり、したがって時間帯別の輸送割合は必ずしも一致するとは考えられないが、メキシコ国の労働慣行等を考慮すれば、他国のものを用いるよりもベターであると考えられる。

ピーク時の輸送需要は全日の鉄道の輸送需要にピーク時の需要集中率を乗じることによって計算される。ただ、ピーク率の適用にあたっては方向性を考慮する必要がある。つまり、朝の通勤時間帯では通勤者が居住地からオフィスや工場、学校等に向かうために、通勤地への方向の流れのピークの方が反対方向の流れよりも大きくなるのが普通である。また、夕方の帰宅時間帯については逆のことが言える。

本調査ではゾーンODごとに、その人口の大きい方を通勤地としてピーク率を適用した。ただし、新住宅団地および工業団地についてはこの原則の例外とし、相手ゾーンの人口の多少にかかわらず、前者については常に居住地、後者については常に通勤地と仮定した。

予測結果を表5－4－3（ケース1、3）、表5－4－4（ケース2）に示す。なお、ピーク率は18～19時、オフピークの率は12－13時の地下鉄の値を使用した。

表５－４－３　ピーク，オフ・ピーク時駅間通過人員（ケース１，ケース３）

（単位：人／時）

駅名	1990				1995								2000								2010			
	ステージ１				ステージ１				ステージ２				ステージ２				ステージ３				ステージ３			
	ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク	
	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2
Apaseo el Grande																								
(A)	－	－	－	－	－	－	－	－	40	20	20	20	60	30	30	30	60	30	30	30	100	60	50	50
Celaya	－	－	－	－	－	－	－	－	390	540	260	260	640	900	430	440	650	910	440	440	880	1,050	540	550
Villagran	－	－	－	－	－	－	－	－	860	1,000	530	530	1,370	1,560	830	830	1,440	1,610	860	870	3,280	3,400	1,890	1,890
(B)	－	－	－	－	－	－	－	－	430	510	320	320	1,020	830	530	520	1,090	880	560	560	2,670	2,120	1,360	1,350
Salamanca	－	－	－	－	－	－	－	－	490	550	350	350	1,130	900	580	570	1,200	950	610	610	2,970	2,270	1,490	1,470
(C)	860	470	380	370	1,540	840	680	660	1,660	900	740	710	2,940	1,620	1,310	1,270	3,140	1,720	1,400	1,350	7,520	4,120	3,350	3,240
Irapuato	930	730	470	470	1,670	1,360	860	850	1,790	1,420	920	900	3,250	2,840	1,730	1,720	3,440	2,950	1,820	1,800	7,790	5,300	3,750	3,660
Silao	730	530	370	360	1,370	940	660	650	1,430	980	690	670	2,500	1,720	1,210	1,180	2,690	1,850	1,300	1,270	7,740	4,930	3,630	3,540
(D)	1,240	740	570	550	2,200	1,380	1,030	1,000	2,220	1,390	1,040	1,010	3,800	2,550	1,820	1,780	3,890	2,610	1,860	1,820	10,320	6,430	4,810	4,680
(E)	1,270	750	580	560	2,250	1,390	1,040	1,020	2,260	1,400	1,050	1,020	3,870	2,580	1,850	1,800	3,960	2,640	1,890	1,850	10,450	6,490	4,860	4,730
Leon	1,490	790	650	630	2,790	1,470	1,230	1,190	2,810	1,480	1,240	1,190	5,250	2,770	2,310	2,230	5,340	2,820	2,350	2,270	11,870	6,290	5,230	5,050
(F)	30	50	20	20	50	80	40	40	50	90	40	40	90	150	70	70	90	150	70	70	210	380	170	170
Sn. Fco. del Rincon	－	－	－	－	－	－	－	－	10	10	10	10	20	20	10	10	20	20	10	10	30	40	20	20

注：ケース３は１９９５年ステージ２以降の数字

表5－4－4　ピーク，オフ・ピーク時駅間通過人員（ケース2）

（単位：人/時）

駅名	1990				1995								2000								2010			
	ステージ1				ステージ1				ステージ2				ステージ2				ステージ3				ステージ3			
	ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク		ピーク		オフピーク	
	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2	VIA1	VIA2
Apaseo el Grande																								
	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
[A]	－	－	－	－	－	－	－	－	380	530	260	260	630	900	430	440	640	900	430	440	870	1,040	540	540
Celaya	－	－	－	－	－	－	－	－	860	1,000	520	530	1,370	1,560	830	830	1,440	1,610	860	870	3,270	3,400	1,890	1,890
Villagran	－	－	－	－	－	－	－	－	630	510	320	320	1,020	830	530	520	1,090	880	560	560	2,660	2,220	1,360	1,350
[B]	－	－	－	－	－	－	－	－	690	550	350	350	1,130	900	580	570	1,200	950	610	600	2,970	2,270	1,490	1,470
Salamanca	860	470	380	370	1,540	840	680	660	1,660	900	740	710	2,940	1,620	1,310	1,270	3,140	1,720	1,400	1,350	7,520	4,120	3,350	3,240
[C]	930	730	470	470	1,670	1,360	860	850	1,790	1,420	920	900	3,250	2,840	1,730	1,720	3,440	2,950	1,820	1,800	7,780	5,300	3,750	3,660
Irapuato	750	530	370	360	1,370	940	660	650	1,430	980	690	670	2,500	1,720	1,210	1,180	2,690	1,850	1,300	1,270	7,740	4,930	3,630	3,540
Silao	1,240	740	570	550	2,200	1,380	1,030	1,000	2,220	1,390	1,040	1,010	3,800	2,550	1,820	1,780	3,890	2,610	1,860	1,820	10,320	6,430	4,820	4,680
[D]	1,270	750	580	560	2,250	1,390	1,040	1,020	2,260	1,400	1,050	1,020	3,870	2,580	1,850	1,800	3,960	2,640	1,890	1,850	10,450	6,490	4,860	4,730
[E]	1,490	790	650	630	2,790	1,470	1,230	1,190	2,810	1,480	1,240	1,190	5,250	2,770	2,310	2,230	5,340	2,820	2,350	2,270	11,860	6,290	5,230	5,050
Leon	30	50	20	20	50	80	40	40	50	80	40	40	80	150	60	70	90	150	70	70	220	380	160	170
[F]	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
Sn. Fco. del Rincon																								

第6章
運転・車両計画

第6章 運転・車両計画

6－1 運転計画

6－1－1 最高速度

最高速度は、バスに対する到達時分の優位性を確保するため、130Km/hとした。

6－1－2 動力方式の選定

動力方式には、電化（電気運転）と非電化（ディーゼル運転）があるが、その選択は、一般的には以下の事項を比較検討のうえ決定される。

(1) 運転性能（加・減速性能、到達時分）

(2) 電化のための初期投資額及び資本負担費と動力費、修繕費などのランニング・コストの比較。

本プロジェクトの場合は、既に広汎なネットワークを持っているバス輸送に対抗するため、運転性能的には、130km/h運転が可能な車両を選定したため、到達時分では後述するように、両者の差はほとんどないが、動力費では、図6－1－1に示すように、資本負担費を含めても電化の方が安価なことがわかる。

更に、非電化の場合は、ターミナル（折返し駅）での機関車の付け替え作業が伴い、車両数・乗務員数が増となること、また、年次別の輸送量の増加が大きく、開業時には3両編成、その後6両編成となり、更に将来には9両編成も予測されることから、運転性能を変えずに容易に編成増強が可能な電車方式とすることとした。

6－1－3 運転線図と基準運転時分

運転線図は、列車の基準運転時分の査定、列車の運転時隔の決定など運転計画を作成する際の基礎となるものである。

具体的な運転線図の求め方は、

(1) 車両の性能、線路条件（勾配・曲線制限）等を基礎として、理論的に列車の進行とともに速度がどのように変化するかを表わす速度－距離曲線を作図する。

(2) これをベースに、停車場間毎に列車の進行にあわせ、時間がどのように経過するかを表わす距離－時間曲線を作図し、停車場間の所要時分を求める。

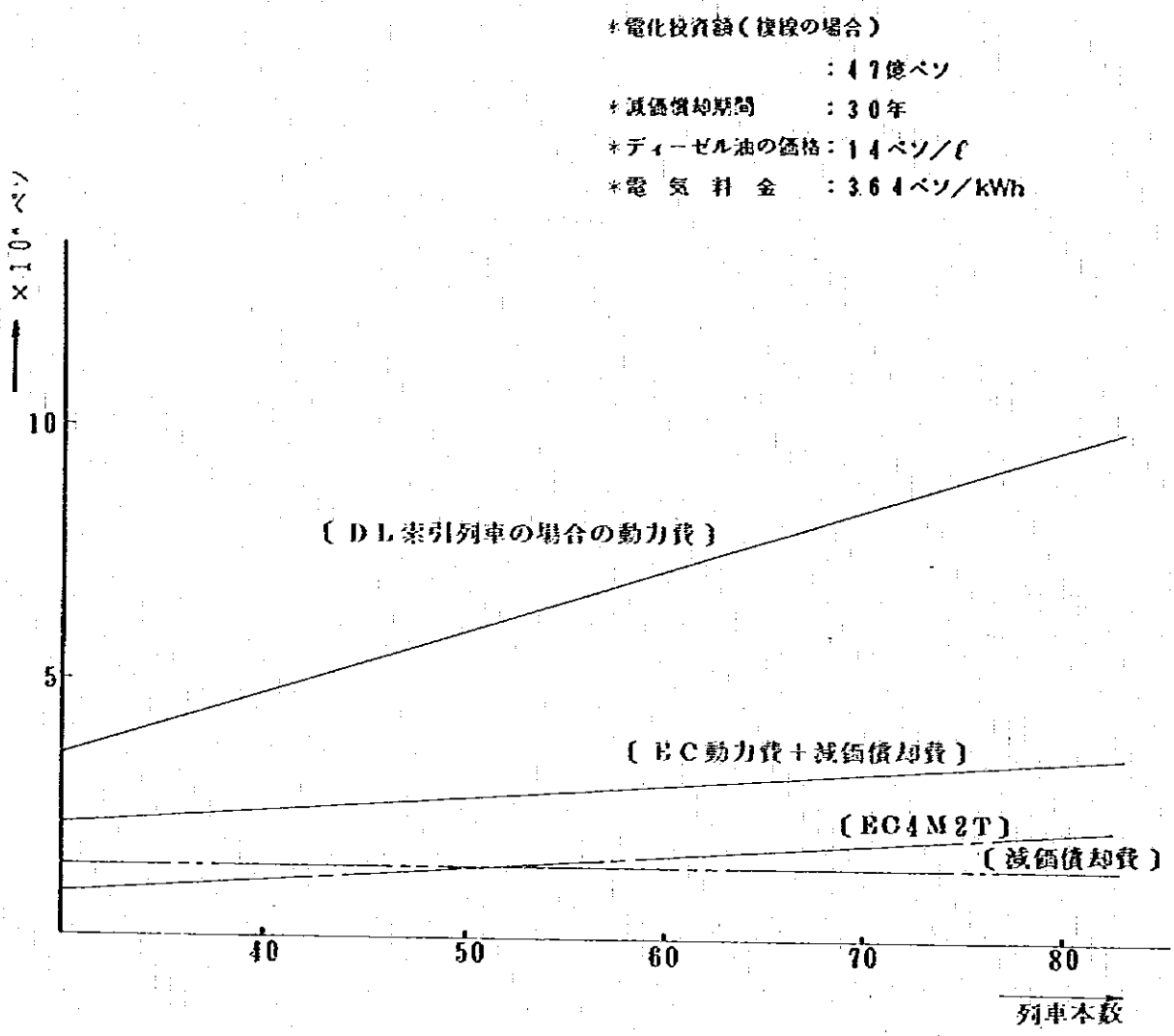


図6－1－1　動力費の比較（年間）

(3)　この消費時分を原則として15秒単位で端数処理したものが基準運転時分である。

運転線図作成のフローチャートを図6－1－2に示す。

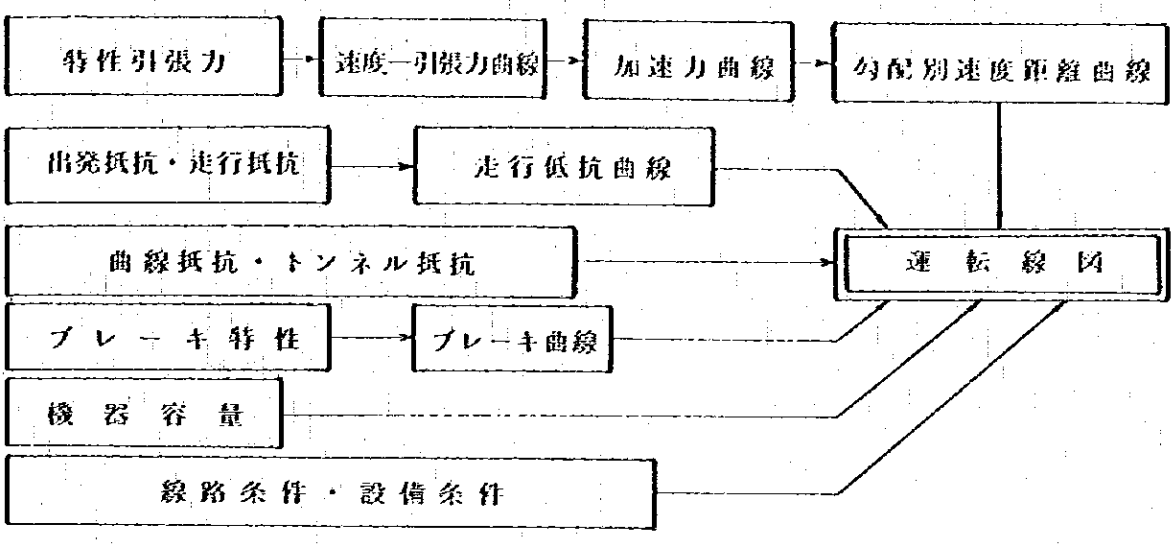


図6－1－2　運転線図作成のフローチャート

今回の計画に使用した主な数値を次に示す。

(1)　車両関係

電車編成：4M2T（編成両数が3，6，9両の場合もほぼ同様の性能が得られる。

重　　量：265t（定員乗車の場合）

平均加速電流：440A

加　速　度：速度56km／hまで　1.56km／h／sec

減　速　度：駅停止時　2.50km／h／sec

(2)　速度制限

曲線区間：線路形状から最少曲線半径がR≧1000m であるため曲線制限はない。

分　岐　器：12番　55km／h（分岐側）

(3)　計画最高速度　130km／h

上記の条件により作図した運転線図をもとに算出した基準運転時分を表6－1－1に示す。

（運転線図Appendix　6－1参照）。

表6－1－1　基準運転時分表（全線複線時）

北　　行	区　　間		南　　行
EC4M2T	駅　名	駅間距離	EC4M2T
	Apaseo		
3'45"	[A]	4.50 km	3'45"
5'15"	Celaya	7.95	5'15"
11'00"	Villagran	19.65	11'00"
8'30"	[B]	14.70	8'30"
5'30"	Salamanca	8.40	5'30"
8'15"	[C]	14.30	8'15"
5'15"	Irapuato	8.25	5'15"
17'00"	Silao	32.55	17'00"
4'30"	[D]	6.20	4'30"
6'30"	[E]	10.50	6'15"
9'30"	Leon	15.90	9'00"
5'15"	[F]	8.10	5'15"
9'00"	Rincon	16.12	9'15"
99'15"	合　計	167.12	98'45"

6－1－4　運転時分

(1)　停車時分

旅客の乗降のみに要する時間は、概ね30秒で充分と考えられるが、単線の場合の交換駅及び一部の大駅については60秒停車とした。

なお、全線複線時における、Irapuato, Leon　の両駅については実績をみたうえで30秒に短縮することも可能であろう。

(2)　到達時分

前述の基準運転時分に概ね3%の余裕時分を加えたものが運転時分である。

運転時分に停車時分を加えたものが到達時分であり、距離を到達時分で割れば表定速度が得られる。

動力別、単・複線別に運転時分、停車時分、到達時分及び表定速度を算出した。（Appendix　6－2 ～ 6－3参照）。

6－1－5　列車種別

Bajio 工業回廊沿いの新線計画鉄道は、基本的には都市間輸送タイプと考えられるが、(E) 駅～Leon 駅間、Salamanca 駅～Irapuato駅間では、通勤輸送も考慮しなければならない。

また、全線の延長キロが、１６７Kmであり、到達時分も単線と複線とでは若干の差があるが、約2時間程度であることから、将来の「快速」又は、「特急」運転の可能性はあるもののプロジェクト・ライフ間においては各駅停車列車のみとする。

6－2　輸送計画

6－2－1　輸送計画の考え方

輸送計画は、需要予測により得られる各年度毎の輸送量にもとづき必要な輸送力を設定する。

その際、考慮するべき一般的な事項は次の通りである。

(1)　輸送量には波動が伴うため、季節別、曜日別、時間帯別の輸送量の変化に出来るだけ対応可能な輸送計画とする。

特に時間帯別には、朝夕のラッシュ時とデータイムの輸送量に応じた輸送計画とする。

(2)　輸送量の少い時間帯は、輸送力を少くするのが基本であるが、利用者の利便性を勘案し輸送計画を策定する。

(3)　輸送計画の変更は、車両数、要員数等の変更を伴うため、通例、短かくても準備期間が2年程度必要なため、将来の輸送力の推移を見透した、ある程度の余裕を持ったものとする。

6－2－2　輸送量と輸送力

需要予測にもとづく年度別の輸送量に対応した輸送力はケース別に図6－2－1の通りである。

この場合、輸送力を算定する際に必要となる混雑率は、ラッシュ時は定員の200%、データイムは定員の１００%を標準とし、定員は1編成3両の場合は３５０人、1編成6両の場合は７２０人とした。

また、この場合の区間別の混雑度を、表6－2－1に示す。

6－2－3　列車ダイヤ

上述の輸送計画にもとづく列車ダイヤの例をAppendix6－6、6－7に示す。

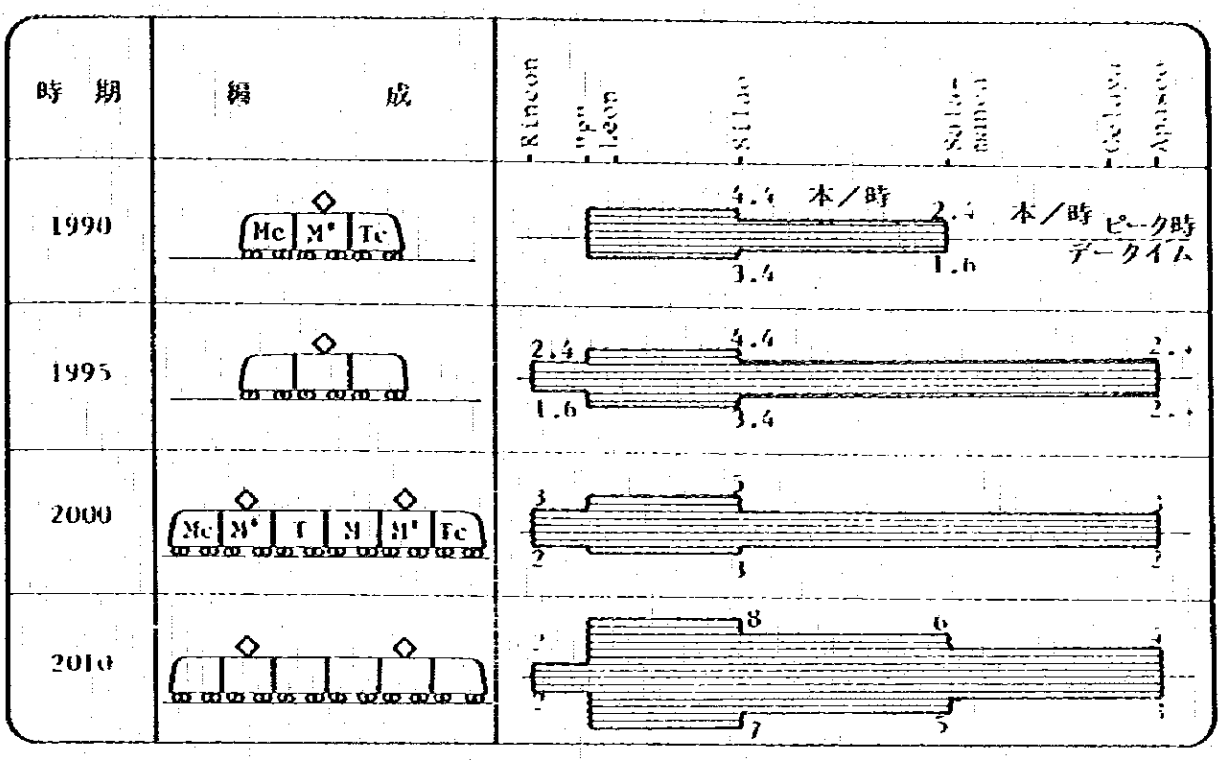


図６－２－１　年次別の輸送計画（ケース１）

（注）　1. ケース２の場合は、運転区間が〔Ａ〕駅～〔Ｆ〕駅間となる。

2. ケース３の場合は、１９９５年に開業し、輸送計画はケース１と同様である。

3. Ｍｃ：制御電動車

Ｍ　：中間電動車

Ｍ′：中間電動車（パンタグラフ付）

Ｔ　：中間付随車

Ｔｃ：制御付随車

4. 列車本数は、１時間あたりの片道を示す。

表6－2－1　区間別の混雑率（ケース1）

	1990						1995											
	ステージ1						ステージ1						ステージ2					
	ピーク			オフピーク			ピーク			オフピーク			ピーク			オフピーク		
	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率
Apaseo																		
[A]													40	2.4×3c (840)	% 5	20	2.4×3c (840)	% 2
Celaya													540	"	64	260	"	31
Villagran													1,000	"	119	530	"	63
[B]													630	"	74	320	"	38
Salamanca													690	"	82	350	"	42
[C]	860	2.4×3c (840)	% 102	380	1.6×3c (560)	% 68	1,540	2.4×3c (840)	% 183	690	2.4×3c (840)	% 81	1,660	"	197	740	"	88
Irapuato	930	"	110	470	"	84	1,670	"	199	860	"	103	1,790	"	213	920	"	109
Silao	750	"	90	370	"	66	1,370	"	163	660	"	79	1,430	"	170	690	"	82
[D]	1,240	4.4×3c (1,540)	80	570	3.4×3c (1,190)	48	2,200	4.4×3c (1,540)	143	1,030	3.4×3c (1,190)	86	2,220	4.4×3c (1,540)	144	1,040	3.4×3c (1,190)	87
[E]	1,270	"	82	580	"	48	2,250	"	146	1,040	"	88	2,260	"	147	1,050	"	88
Leon	1,490	"	96	630	"	53	2,790	"	181	1,230	"	103	2,810	"	182	1,240	"	104
[F]	30	"	2	20	"	2	50	"	3	40	"	3	90	"	6	40	"	3
Rincon													10	"	1	10	"	1

	2000												2010					
	ステージ 2						ステージ 3						ステージ 3					
	ピーク			オフピーク			ピーク			オフピーク			ピーク			オフピーク		
	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率	輸送量	輸送力	混雑率
Apaseo	60	2.4 × 6c (1,728)	% 3	30	2.4 × 6c (1,728)	% 2	60	3 × 6c (2,160)	% 3	30	2 × 6c (1,440)	% 2	100	4 × 6c (2,880)	% 4	50	3 × 6c (2,160)	% 2
[A]	900	"	52	430	"	25	910	"	42	440	"	31	1,050	"	36	550	"	25
Celaya	1,560	"	90	830	"	48	1,610	"	75	870	"	60	3,400	"	118	1,890	"	88
Villagran	1,020	"	59	530	"	30	1,090	"	50	560	"	39	2,670	"	93	1,360	"	63
[B]	1,130	"	65	580	"	34	1,200	"	56	610	"	43	2,970	"	103	1,490	"	69
Salamanca	2,940	"	170	1,310	"	76	3,140	"	145	1,400	"	97	7,520	6 × 6c (4,320)	174	3,350	5 × 6c (3,600)	93
[C]	3,250	"	189	1,730	"	100	3,440	"	159	1,820	"	126	7,790	"	180	3,750	"	104
Irapuato	2,500	"	145	1,210	"	70	2,690	"	125	1,300	"	90	7,740	"	179	3,630	"	101
Silao	3,800	4.4 × 6c (3,168)	120	1,820	3.4 × 6c (2,448)	74	3,890	5 × 6c (3,600)	108	1,860	3 × 6c (2,160)	86	10,320	8 × 6c (5,760)	179	4,810	7 × 6c (5,040)	95
[D]	3,870	"	123	1,850	"	75	3,960	"	110	1,890	"	87	10,450	"	181	4,860	"	96
[E]	5,250	"	167	2,310	"	94	5,340	"	148	2,350	"	109	11,870	"	206	5,230	"	104
Leon	150	"	5	70	"	3	150	"	42	70	"	3	380	"	7	170	"	3
[F]	20	2.4 × 6c (1,728)	1	10	1.6 × 6c (1,152)	1	20	3 × 6c (2,160)	1	10	2 × 6c (1,440)	1	40	"	1	20	2 × 6c (1,440)	1
Rincon																		

6－3　車両計画

6－3－1　所要車両数

所要車両数は、前節の列車ダイヤに具体的に運用をつけた車両運用図表を作成して使用車両数を決定する。

また、予備車は定期検査及び臨時修繕のための予備等を考慮して決定する。

年次別の所要車両数を表6－3－1に示す。

（車両運用図表Appendix 6－6参照）

表6－3－1　年次別所要両数

		ケース1			ケース2			ケース3		
		使用	予備	計	使用	予備	計	使用	予備	計
1990	ステージ1	$3^c \times 10 = 30^c$	$3^c \times 3 = 9^c$	$3^c \times 13 = 39^c$	$3^c \times 10 = 30^c$	$3^c \times 3 = 9^c$	$3^c \times 13 = 39^c$	－	－	－
1995	ステージ1	3×10 = 30	3 × 3 = 9	3 × 13 = 39	3 × 10 = 30	3 × 3 = 9	3 × 13 = 39	－	－	－
	ステージ2	3×16 = 48	3 × 4 = 12	3 × 20 = 60	3 × 15 = 45	3 × 4 = 12	3 × 19 = 57	3×16 = 48	3 × 4 = 12	3×20 = 60
2000	ステージ2	6×16 = 96	6 × 4 = 24	6 × 20=120	6 × 15 = 90	6 × 4 = 24	6 × 19=114	6×16 = 96	6 × 4 = 24	6×20=120
	ステージ3	6×16 = 96	6 × 4 = 24	6 × 20=120	6 × 15 = 90	6 × 4 = 24	6 × 19=114	6×16 = 96	6 × 4 = 24	6×20=120
2010	ステージ3	6×23 = 138	6 × 4 = 24	6 × 27=162	6 × 20=120	6 × 4 = 24	6 × 24=144	6×23=138	6 × 4 = 24	6×27=162

6－3－2　車両編成

6－2－2で述べた様に、開業時は3両編成、その後には6両編成が必要となるため、車両編成は以下によることを推奨する。

・3両編成　　：Mc　M'　Tc

・6両編成　　：Mc　M'　T　M　M'　Tc

6－3－3　車両の主要諸元

(1)　車両限界

軌間が1435mmであり、車両限界は日本国鉄の新幹線規格とすることも可能であるが、輸送量の推移及び車両投資額等を考慮し日本国鉄の在来線規格を準用した。

（車両限界Appendix 6－8参照）

(2)　車両の主要諸元

車両の主要諸元を、Appendix　6－9に示す。

6－3－4　車両の保守

(1)　検査体系

車両は走行に伴って摩耗、劣化及び腐蝕などが発生し、性能、機能が次第に低下する。

このため、一定の期間又は距離を走行した後に車両の各部の状態を検査、修繕し性能、機能の維持をはかることが必要である。

検査、修繕の種類と内容及び周期は、日本国鉄における長年の経験をもとに、表6－3－2のように設定した。

表6－3－2　検査の種類・周期・内容及び検査施行箇所

検査の種類・内容			検査の周期		検査施行箇所
種類		内容	期間	走行距離	
定期	全般検査	車両の各部を解体のうえ、細部について全般にわたって行う検査	4年以内	800,000km以内	工場
	重要部検査	主電動機、台車、走り装置、集電装置、補助回転機、ＡＴＳ装置などの主要機器を取り外し、又は、解体のうえ細部について行う検査	2年以内	400,000km以内	工場
	1年検査（台車検査）	主電動機、台車、走り装置、ブレーキ装置を解体のうえ細部について行う検査	1年以内	200,000km以内	基地
	2ヶ月検査	集電装置、特別高圧回路、回転機、戸閉装置、ブレーキ装置、台車、走り装置、ＡＴＳ装置などの状態、作用、機能について在姿状態で行う検査	2ヶ月以内	30,000km以内	基地
日常検査		電車の使用状況に応じ、摩耗部品の取替、補充および集電装置、戸閉装置、室内装置、台車、走り装置などの状態及び作用について外部から行う検査	48時間以内	—	基地
臨時検査		機器が故障した場合及び必要に応じて臨時に行う検査	随時	—	基地 工場

(2) 検査業務量

検査発生両数を求めるには検査周期が基礎となる。

車両の使用状態により、走行キロに制約される場合（キロタイプ）と、経過日数に制約される場合（日数タイプ）とがあるが、本計画の場合は、車両の使用効率を高め所要車両数を抑制したため、検査周期はいずれの場合もキロタイプとなる。

検査発生業務量及び検修設備規模は次式により求められる。

ア. 車両基地（1年検査・2ヶ月検査等）

$$A = \frac{NK}{S} \times \beta \times r \times D$$

A：検修線の規模（両数）

N：配置両数　（1年検査の場合は電動車のみ）

K：配置日車キロ（1日あたりの走行キロ）

S：検査回帰キロ

D：検査所要日数

β：上級検査との重複係数

r：実働及び波動率

注1　稼働日数は、休日及び機材の定期検査日等を除いたものであり、一般的には265日を用いる。

注2.　波動率は、輸送波動及び検修波動により異なるが通常20%（1.20）を用いる。

イ. 車両工場（全般及び重要部検査）

$$W = \frac{365 \times N \times K}{S} \times \beta \qquad M = \frac{W \times D}{r}$$

W：年間検査両数

N：配置両数

K：配置日車キロ（1日あたりの走行キロ）

S：検査回帰キロ

β：上級検査との重複係数

M：1日あたりの検査両数

D：在場日数（重要部検査20日、全般検査25日）

r：稼働日（265日とする）

年次別に車両基地及び車両工場における検査発生量数等を算出した。

（Appendix　6－10，6－11参照）

第7章
鉄道施設計画

第7章 鉄道施設計画

7－1 地形及び地質

7－1－1 地　形

計画路線地域は、中部高原地帯に属する標高約１７１０ｍから１８２０ｍの間に分布する平坦な高原地帯である。

その周囲にはLeon 北東部の酸性噴出岩で構成される標高約２９００ｍの急峻な山岳地帯があり、更に、SilaoからCelaya 間の北部には礫岩、砂岩及び酸性噴出岩等で構成される標高約２１００ｍの丘陵地帯がある。

また、SalamancaからCelaya 間の南側には、緩勾配の酸性噴出岩の丘陵地帯、そして、SalamancaからSan Flancisco del Rincon 間の南側には、礫岩、砂岩等の丘陵地帯が島状に分布している。

河川は、Celaya東部からSalamanca 東部に伸びている川幅約８０ｍのLaja 川、Salamanca付近の川幅約８０ｍのLerma川、Irapuato付近の川幅約３２ｍのGuanajuato川、Silao付近の川幅約３０ｍのSilao川、そして、San Flancisco del Rincon付近の川幅約１５ｍのSantiago川が主要河川である。

その他多くの用水路があり、幅約１５ｍの大きなものもある。乾期においては、一部の河川及び井戸水利用による水路を除いて殆どの河川及び水路には水がない。

なお、現地調査によると、Laja 川は、１９７８年にはん濫した記録がある。

7－1－2 地　質

計画路線付近は、一部を除いて、殆どが砂層及び粘土層の互層から成る沖積層上にある。この層の厚さは、２０ｍから３０ｍであり、N値は地表から３ｍまでは、10から２０、それ以下は２０以上の固結度の高い砂質粘性土層となっている。

一般的には、構造物の基礎地盤として、N値２０以上の粘性土、N値３０以上の砂層であれば地耐力が期待できるので、今回の構造物では、上記のN値２０以上の粘性土を基礎地盤とした直接基礎が考えられる。

なお、Salamanca地区での地震発生は、"Regionalizacion Sismica de Mexico para fines de Ingenieria"によれば、ほとんど０である。

7－2 建設基準

7－2－1 一般基準

鉄道線路施設の一般基準は、表7－2－1のとおりとする。

表7－2－1 一般基準

項　　目	内　容
軌　　間	1,435 mm
軌道中心間隔	4,000 mm
最小曲線半径	1,000 m
最大縦断勾配	1.5 %

7－2－2 建築限界

当鉄道計画、在来鉄道及び道路の建築限界は、図7－2－1～7－2－4に示す。

(1) 鉄道建築限界

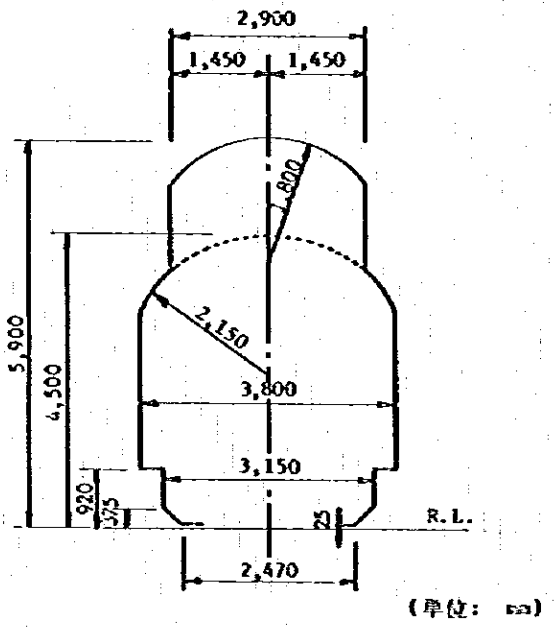


図7－2－1 鉄道建築限界

(2) 在来鉄道建築限界

メキシコ国鉄の建築限界は次のとおりである。

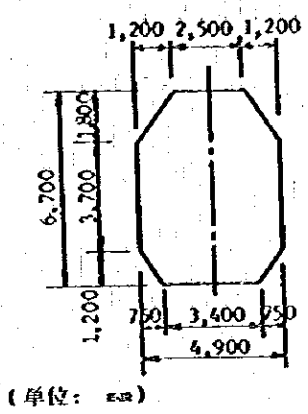


図7－2－2　単線

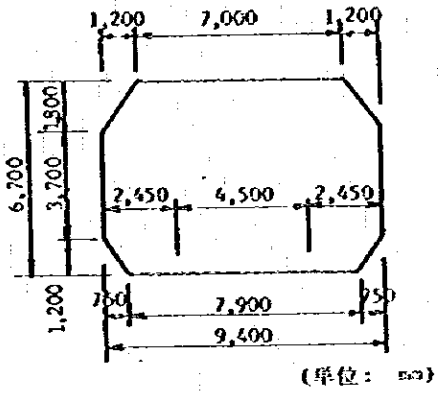


図7－2－3　複線

(3) 道路の最小建築限界

ＳＡＨＯＰによる道路の最小建築限界は次のとおりである。

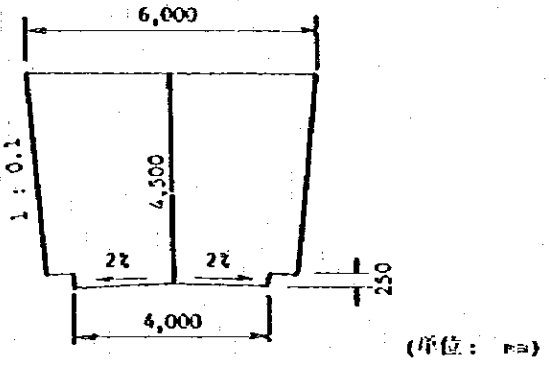


図7－2－4　道路の最小建築限界

7－2－3　設計活荷重

設計活荷重は図7－2－5の連行荷重とする。軸重(P)は14トンとする。

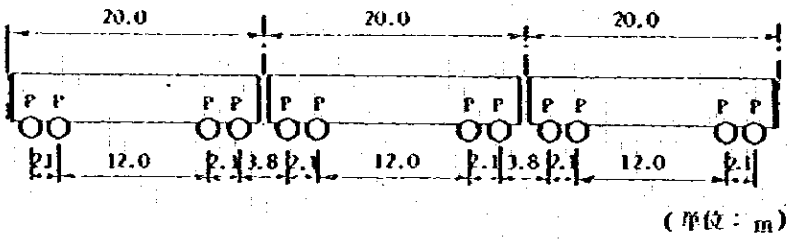


図7－2－5　設計活荷重

7－3　構造計画

7－3－1　軌道構造及び施工基面幅

(1)　軌道構造

軌道構造は、表7－3－1のとおりとする。

表7－3－1　軌道構造

項　目	内　　容
レール	50kg／m相当
枕　木	プレストレストコンクリート　44本／25m
バラスト	厚さ　250㎜

(2)　施工基面幅

施工基面幅は、図7－3－1，7－3－2のとおりとする。

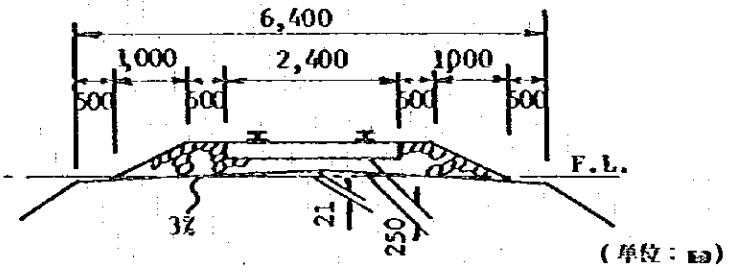


図7－3－1　単　線

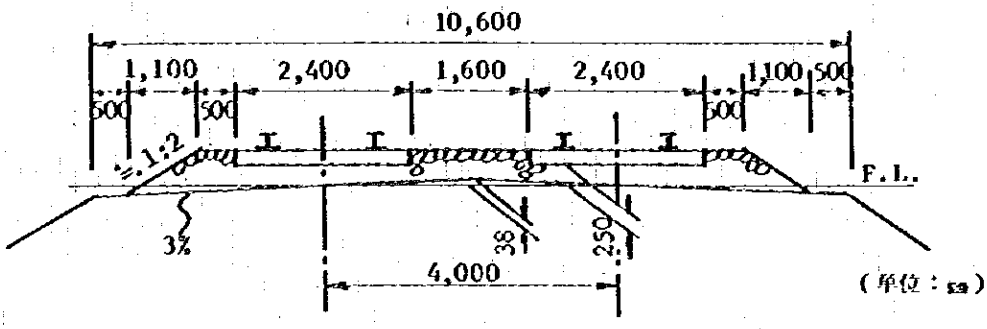


図7－3－2　複　線

7－3－2　土　　工

(1)　盛　　土

盛土は、原則として、高さ1m程度の低盛土とする。のり勾配は、高さ12mまでを1：1.5とし、また12mを超える部分は1：1.8とする。

犬走りは、盛土高さ6m以上の場合に設け、上部から3mの位置を最初に以下6m毎に幅1.5mを設ける。

以上を標準の盛土形状とする。

(2)　切　　取

切取の、のり面勾配は、1：1を標準とし、岩の場合は1：0.5とする。犬走りは盛土の場合と同様とする。

7－3－3　構造物

(1)　河川橋りょう

河川を対象とする橋りょうは、経済性及び保守性等の観点から、スパン20m程度の鉄筋コンクリート単続けたとする。

(2)　立体交差部の橋りょう

主要道路及び在来鉄道との交差は、立体交差とし、経済性、保守性の観点から、スパン20m程度の鉄筋コンクリート単続けたとする。現況の道路及び鉄道の幅員は確保できる構造とする。

(3)　市街地部の高架橋

高架構造は、駅部において駅舎も包含できる鉄筋コンクリート・ラーメンの高架

橋とし、駅部以外は、スパン２０ｍ程度の鉄筋コンクリート単純けたを連続させた高架橋とする。

(4) カルバート

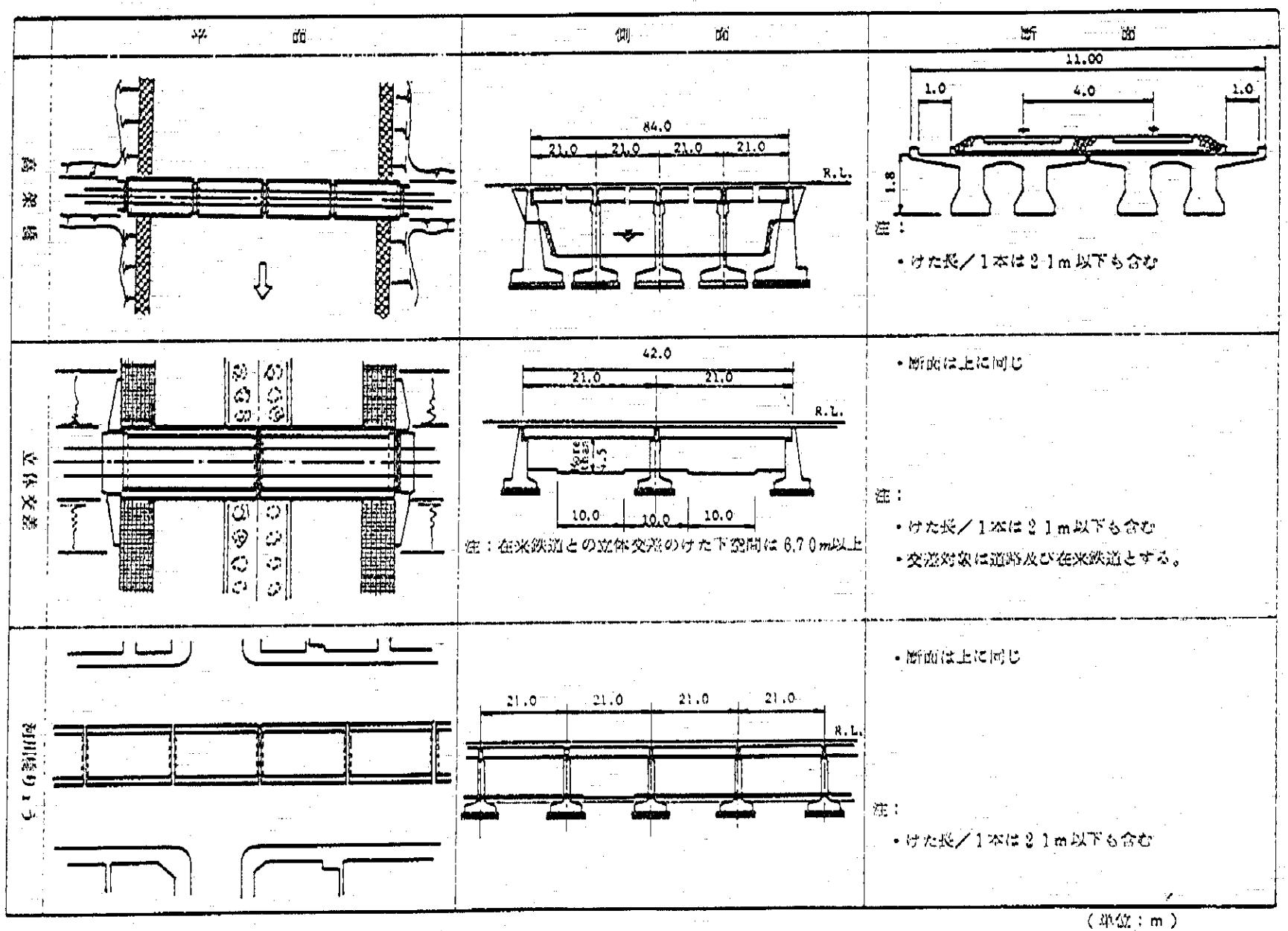
盛土によって分断される農業用水路にはカルバートを設ける。

主要な用水路にはボックスカルバートを用い、また小さな用水路には既製品のパイプカルバートを使用する。

構造物の内訳は、表７－３－２と図７－３－３に示す。

表７－３－２　構造物数量表

種　別	数　量		記　事
	箇　所	延　長 (km)	
盛　土		153.5	
切　取		4.1	
橋りょう	11	0.4	鉄筋コンクリート
高架橋	5	9.0	鉄筋コンクリート
ボックスカルバート	34		鉄筋コンクリート
パイプカルバート	512		鉄筋コンクリート



（単位：m）

図7－3－3　橋梁物計画一覧表(1)

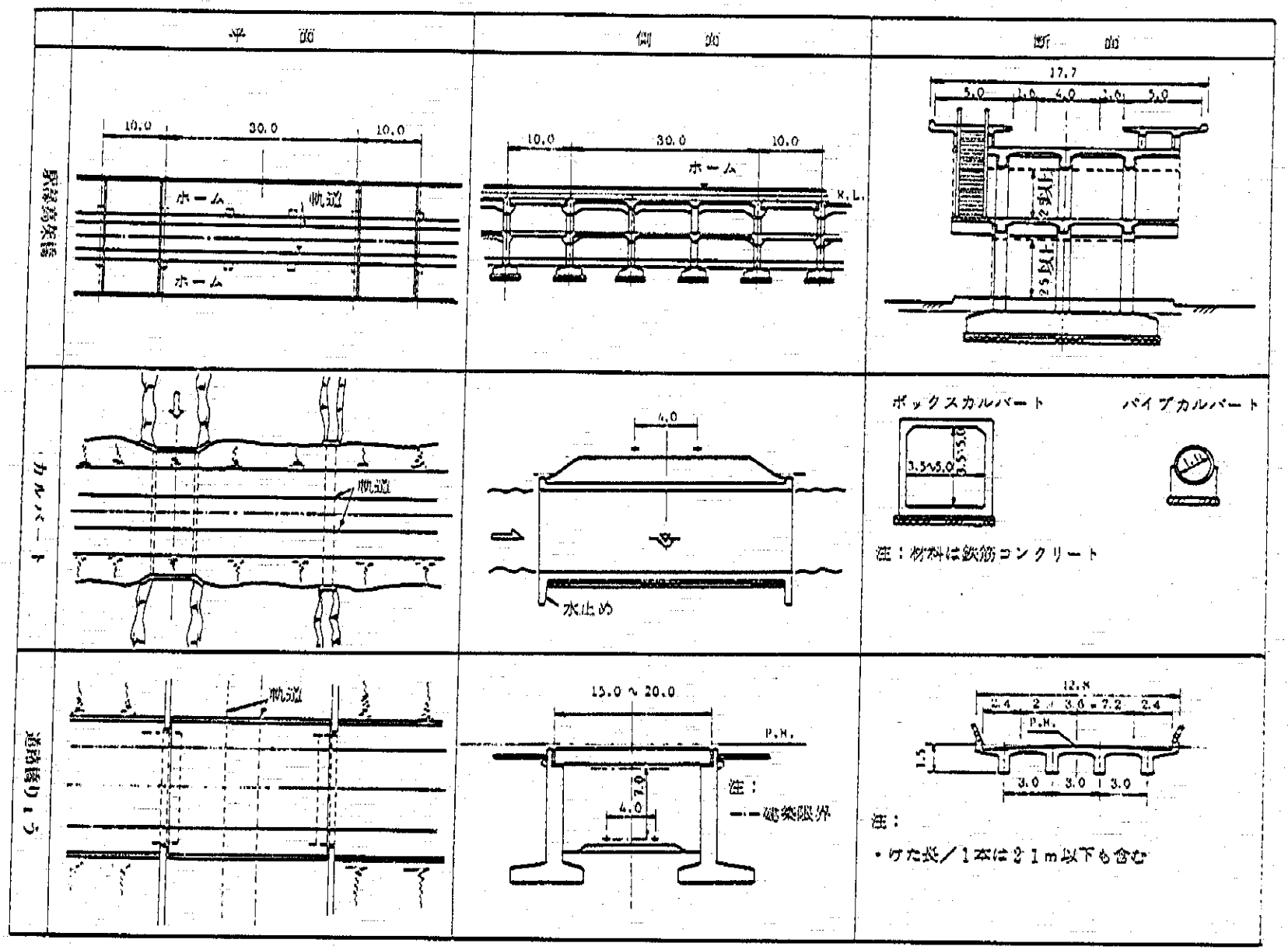


図7－3－3　構造物計画一覧表(2)　（単位：m）

7－4　停車場設備計画

7－4－1　配線計画

各駅の配線は以下のとおりである。

(1)　ケース1及びケース2のステージ1（図7－4－1）とケース1、ケース2及びケース3のステージ2（図7－4－2）は、それぞれが複線となった場合（図7－4－3）に容易な配線とする。

(2)　単線区間の駅部及び信号場には、列車の同時進入時における安全を確保するための安全側線を設ける。

(3)　信号場は複線時に廃止する。

(4)　複線時の中間駅は待避線のないスルータイプの配線とする。ただし、保守作業及び、非常時を考慮して渡り線を設ける。

図7－4－1　配線略図（ケース1，ケース2のステージ1）

図7－4－2　配線略図（ケース1，ケース3のステージ2）

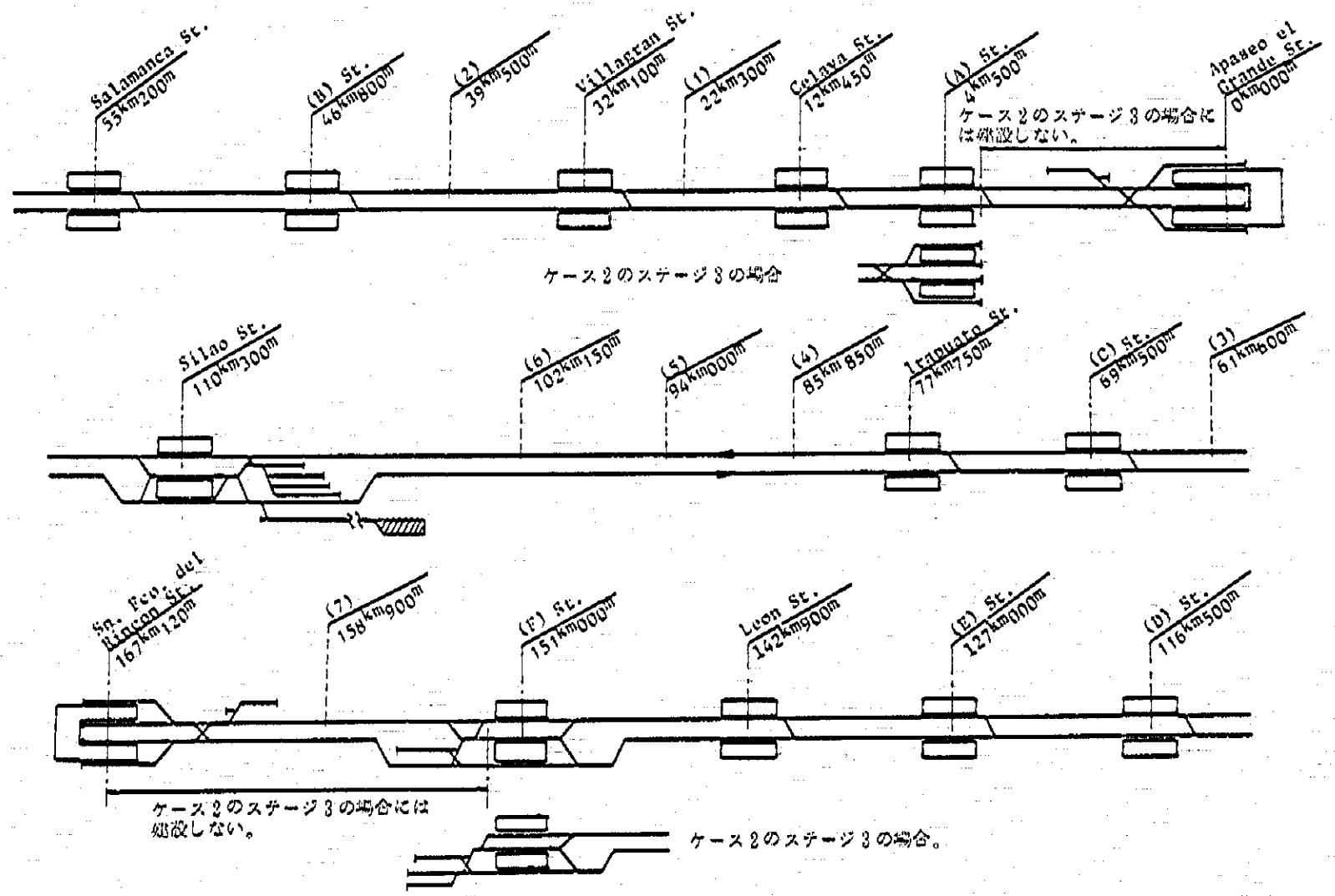


図7－4－3　配線略図（ケース1，ケース3のステージ3）

7－4－2. 旅客設備

(1) 駅　本　屋

駅本屋の設備は、旅客の流動をスムーズに処理するために一般的に次の四つの施設に大別される。

流動施設……コンコース、改集札口等

旅客施設……待合室、便所、手荷物一時預り所、売店、電話室等

接客施設……出札室、案内所等

駅務施設……駅務室、付属諸室等

上記の諸施設の基本的な配置を図7－4－4に示す。

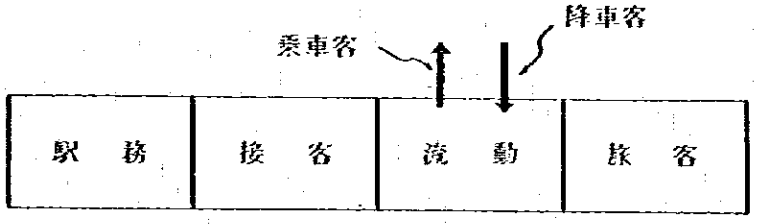


図7－4－4　駅施設の基本配置

駅本屋の規模は、旅客の性格により二つに分けて設定した。

a）通勤客を主とする駅

b）一般客を主とする駅

a）タイプの駅本屋は、流動の効率が高いので、b）タイプと比較して小規模ととなる。

a）タイプの駅本屋は、A，B，C，D，E及びF駅とした。駅本屋規模は、日本国有鉄道の算定式を用い算出した。（表7－4－1）

表7－4－1　駅本屋規模

駅本屋規模	駅　　名
3,400 m^2	Celaya, Salamanca, Irapuato, Silao, Leon
1,000 m^2	Villagran, C
500 m^2	Apaseo el Grande, A, B, D, E, F, Sn. Fco. del Rincon

Celaya Salamanca 及び Leon 駅については、高架橋下の有効利用を考慮して、駅本屋及び高架橋を一体構造とする。

(2) 乗 降 場

乗降場の高さは、レール面から920mm、乗降場前面と軌道中心の離れは1600mm、乗降場延長は6両編成で余裕長を考慮して140mとする。

両終端駅は、運転側の機能性等、また中間駅は将来の需要増に伴う拡張を考慮して全駅相対式ホームとする。

乗降場の幅員はピーク時乗降客人員より算出した。（表7－4－2）

表7－4－2　乗降場

乗降場幅員	駅　　名
3.0 m	Apaseo el Grande, A, Villagran, B, D, F, Sn. Fco. del Rincon
4.0 m	C, Silao, E
5.0 m	Celaya, Salamanca, Irapuato, Leon

(3) ホーム上屋

ホーム上屋は、旅客サービス及び気象条件等を考慮し、次のとおりとした。（表7－4－3）

表7－4－3　ホーム上屋

駅　　名	上屋範囲
Celaya, Salamanca, Leon	列車編成長
C, Irapuato, Silao, D, E, F	$\frac{列車編成長}{2}$
Apaseo el Grande, A, Villagran, B, Sn. Fco. del Rincon	2 車両分

(4)　こ　線　橋

終端駅及び高架駅を除いた中間駅には旅客の安全性からこ線橋を設ける。

こ線橋の位置は、乗降客の動線を交差させることのない所に設定し、かつ、混雑を避けるために改札口より適当な距離を確保する。（図7－4－5）

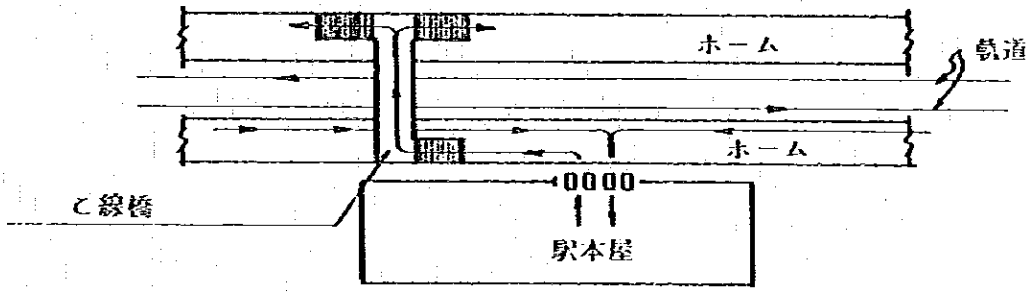


図7－4－5　こ線橋

（駅本屋規模は、Appendix 7－1を参照）

7－5　駅前広場計画

7－5－1　駅前広場の規模

駅前広場は鉄道と他の交通手段の結節点であり、地域特性、交通状況に応じて、鉄道、自動車、人等を有機的に接続し、効率的な交通処理を図ることを目的として整備される。

本調査の鉄道開発計画においても、鉄道関連施設として重要な位置付けにあるため、各駅について、先の需要予測をもとに想定した乗降客（表7－5－1参照）に基づいた標準規模の算定を行った。

算定にあたっては、日本国有鉄道において、駅前広場計画に際して使用している駅前広場面積算定式をもとにした。結果を表7－5－2に示す。

表7－5－1　各駅の日乗降客数

（単位：人）

駅　　名	乗　降　客 (A.D. 2000)
Apaseo el Grande	1,100
A	17,300
Celaya	43,400
Villagran	13,800
B	2,800
Salamanca	48,500
C	36,100
Irapuato	87,400
Silao	50,900
D	2,300
E	44,000
Leon	94,300
F	2,400
Sn. Fco. del Rincon	500

表7－5－2　各駅の駅前広場の規模（A.D.2000）

（単位：㎡）

駅　　名	駅前広場規模
Apaseo el Grande	900～1,000
A	1,500～2,200
Celaya	9,800～12,300
Villagran	4,100～5,100
B	900～1,000
Salamanca	10,400～13,000
C	3,200～4,600
Irapuato	13,900～17,400
Silao	10,600～13,300
D	900～1,000
E	3,900～5,600
Leon	14,500～18,100
F	900～1,000
Sn. Fco. del Rincon	900～1,000

（注1）駅前広場面積算定式（駅前広場研究委員会）

A：駅前広場面積　x：全日乗降客

汽車駅（一般旅客駅）　$8.99\sqrt{x}+0.217x \leqq A \leqq 11.22\sqrt{x}+0.271x$（但 $x \leqq 30,000$）

$47.16\sqrt{x} \leqq A \leqq 58.90\sqrt{x}$（但 $x > 30,000$）

電車駅（通勤駅）　$0.0878x \leqq A \leqq 0.128$（但 $x \leqq 13,000$）

（注2）算定式の各駅への適用に際しては、A駅，B駅，C駅，D駅，E駅，F駅については通勤駅、その他については一般旅客駅と設定して算定した。また、算定の結果の数字が小さいため、駅前広場としての機能確保が難しい駅については、最低限の駅前広場の標準規模として約900～1000㎡の規模を設定した。

7－5－2　駅前広場内バス乗降場必要量

標準的な駅前広場は、バス乗降場，タクシー乗降場，車道，歩道，修景スペース等により構成される。

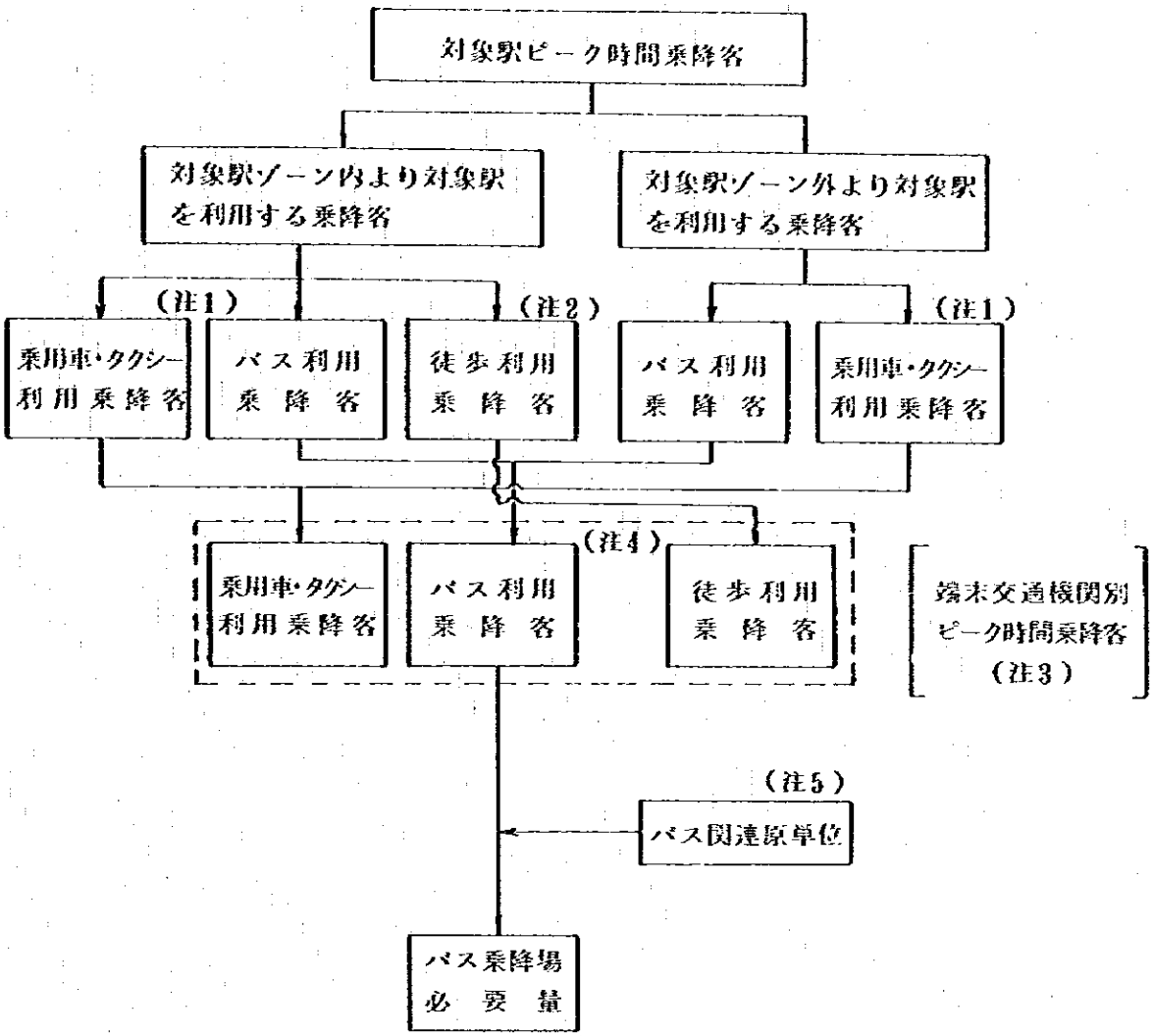
駅前広場の計画は、これらの想定必要整備量と、個々の駅前広場の立地条件を踏まえて行われることになる。本調査はフィージビリティ調査であり、駅前広場の平面プランまでの検討は行わないが、駅前広場を構成する主要な施設であるバスの乗降場の必要量については、次頁のフロー（図7－5－1）をもとに算定し、今後の駅前広場整備計画への指針とした。

算定結果を表7－5－4に示す。また算定の基礎となるピーク時間乗降客数を、表7－5－3に示す。

表7－5－3　各駅のピーク時間乗降客数

（単位：人）

駅　　名	乗　降　客 (A.D. 2000)
Apaseo el Grande	90
A	1,480
Celaya	3,710
Villagran	1,180
B	240
Salamanca	4,160
C	3,090
Irapuato	7,490
Silao	4,360
D	200
E	3,770
Leon	8,070
F	200
Sn. Fco. del Rincon	40



(注1) 徒歩以外の乗降客の5%と設定。

(注2) 対象駅ゾーン内での鉄道利用者の分布は、原則として人口の分布と等しいものとした。
対象駅を中心として半径900m内の鉄道利用客のうちの100%，900m～1500m内の50%が徒歩と設定。

(注3) 自転車，オートバイの端末利用については、非常に小さいものとして考慮していない。

(注4) バスは原則として駅前広場内へ乗り入れるものとした。

(注5) 40人／台。乗車専用バース：12台／時・バース。降車専用バース：30台／時・バース。

図7－5－1 バス乗降場必要量算定フローチャート

表7－5－4　バス乗降場必要量（鉄道端末輸送分）

駅　　名	乗車バース	降車バース
Apaseo el Grande	1※	
A	1	1
Celaya	3	2
Villagran	2	1
B	1※	
Salamanca	4	2
C	2	1
Irapuato	7	3
Silao	4	2
D	1※	
E	2	1
Leon	8	3
F	1※	
Sn. Fco. del Rincon	1※	

（注1）　※印は乗降兼用バース。

（注2）　上記数字は鉄道乗降客のみを対象として算定したものである。実際の整備計画においては、これらの数字に、鉄道乗降客以外のバス乗降場利用客や、特殊な日（市場や祭）における乗降客の増大等を踏まえた必要量を加えて計画することになろう。

7－6　車両基地計画

7－6－1　基本的な考え方

車両基地の配置は車両及び乗務員の運用の操配に大きな影響を及ぼすため、その配置に当っては下記に示す基本的な考え方を基にする。

(1)　輸送形態の変動に対処し易いこと。

(2)　輸送段差の大きい所、すなわち、ターミナル周辺又は折返し箇所に設置する。

(3)　回送ロスを少なくするため、駅に近い所とする。

(4)　工事費が安いこと。

(5)　車両基地には検査及び修繕工場等を完備する。

7－6－2　車両基地設備

車両基地の位置は輸送段差の大きい所となっているSilao　駅付近とし、少ない用地で諸設備が合理的、有機的に配置できるその南側とする。

基地の配線は、諸作業が円滑かつ能率的に行なえる配置とする。（図7－6－1）

なお、車両基地の主要設備は表7－6－1に示す。

表7－6－1　Silao車両基地主要設備

設備内容	線　名	線数	記　事
車両留置収容設備	収　容　線	8	車両の増備に応じて段階施工とする。
検　修　設　備	交番検査線	1	その他車両留置線、洗じょう線
	仕業，交番検査線	1	
	仕業検査線	1	
工　場　設　備	入出場検査線	1	
	車体上げ下し線	2	車体修繕工場
	台車修繕工場，機械修繕工場，電気部品修繕工場		

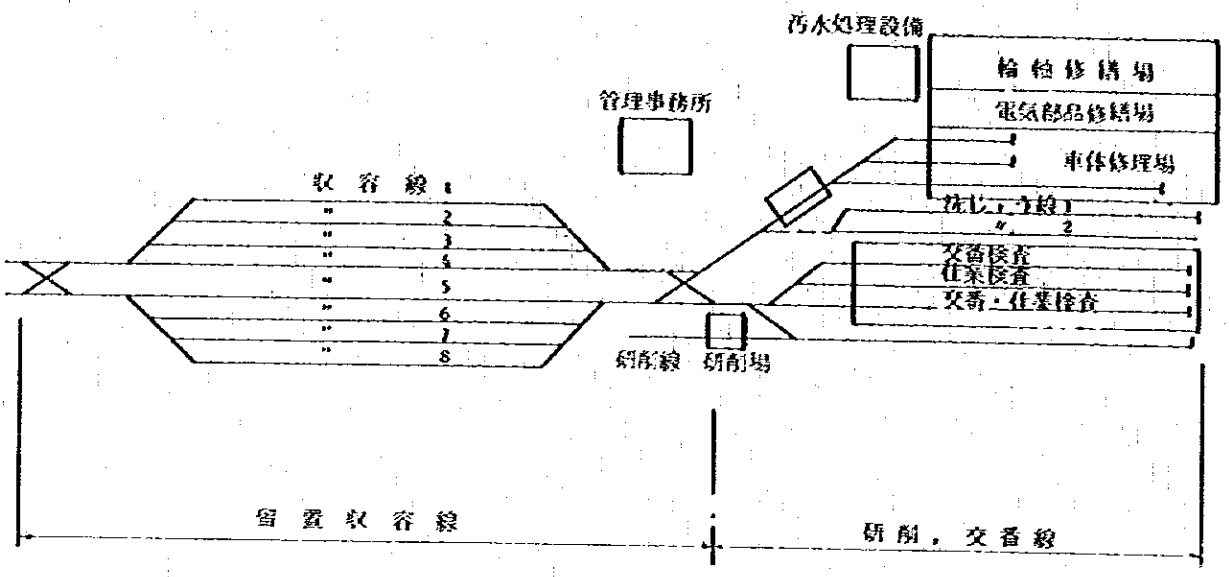


図7－6－1　Silao車両基地

（各ケースにおける最終ステージ）

7－7 電気設備

7－7－1 電力設備

(1) 電化方式

1) 本計画において、直流電化方式と比較して経済的であり、また交流電化方式において最も経済的である単相交流60Hz ATき電方式とする。

2) き電々圧は国際標準電圧である25kVとする。

(2) 送電系統

新線鉄道沿線の電力庁（CFE：Comision Federal de Electricidad)送電線系統の概要を図7－7－1に示す。

送電線電圧は115kV,230kV及び400kVの3種類である。送電線のうち、115kVは鉄道ルート全線に、230kVは起点とLeon間そして400kVは起点とSalamanca間において並行して走っており、電源妥当である。

(3) 変電設備

電源及びき電系統の概要を図7－7－2に示す。

1) 変電設備は、変電所、き電区分所及びATポストである。

2) 変電設備の構成は、以下を考慮し設定した。

a) 輸送計画と列車負荷

b) 電力庁の送電系統の短絡容量、不平衡率及び電圧変動率

c) 電源系及びき電系の電圧降下

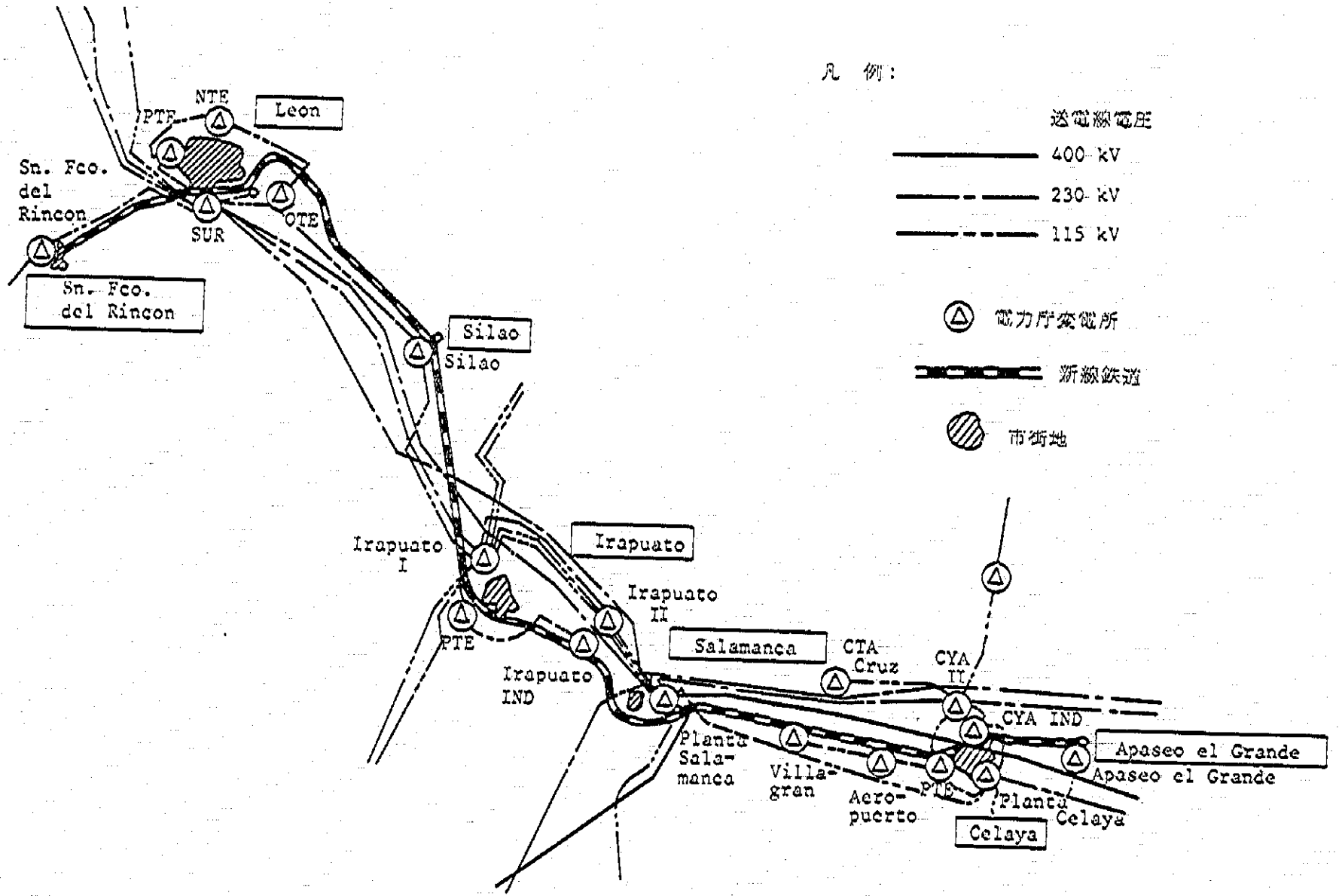


図７－７－１　新線鉄道沿線の送電線網

c）電源系及びき電系の電圧降下

3）変電所の受電々圧は115kVとする。

4）変電所の変圧器容量は、本線き電用のSS_1＝10MVA，SS_2＝15MVA及び車両基地用SS_3＝3MVAとする。

5）き電用変圧器は、V結線方式とする。

6）変電所及びき電区分所は、延長き電可能な設備とする。

7）き電区分所は、平常時二つの変電所からのき電を区分する。

しかし、一方の変電所がき電できない場合は、その変電所及びき電区分所を延長構成とし、全き電系にき電する。

なお、この場合は、列車の運行に一定の制限が必要である。

8）変電設備は無人設備とし、Leonの制御所で監視及び制御を行う。

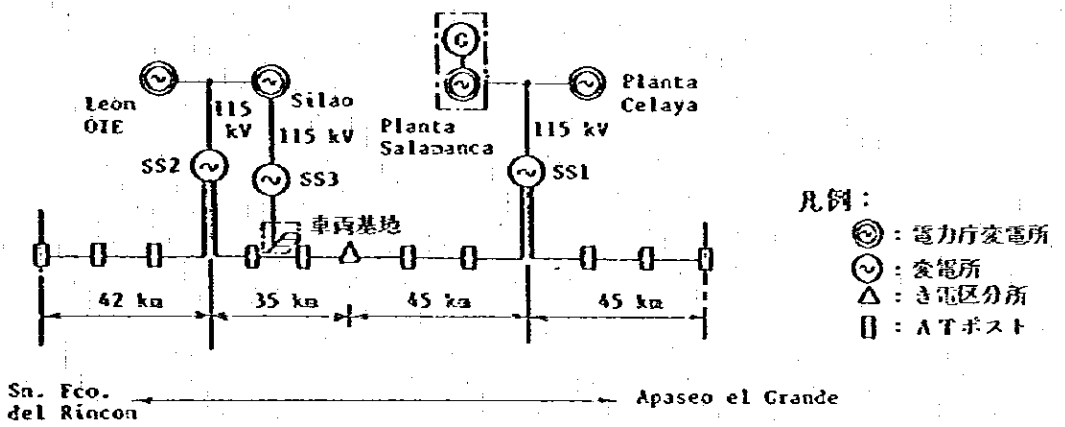


図7－7－2　電源及びき電系統

(4) 電車線設備

電車線路の標準装柱図を図7－7－3に示す。

1）架線方式は計画最高速度130km／hを考慮して、ヘビーシンプルカテナリー方式とする。

なお、ちょう架線は亜鉛メッキ鋼より線135㎟、トロリ線はみぞ付硬銅線110㎟とする。

2）電化柱は、コンクリート柱を使用する。

3) 電車線路を温度変化に追従させるため、自動張力調整装置を設備する。

4) 架空地線を設け、き電線路及び信号用高圧配電線路を雷から保護する。

(5) 電灯電力設備

1) 駅舎等の照明あるいは動力に使用する電源は、電力庁の配電線より受電する。

2) 信号用高圧配電線路を設備する。

a) 配電設備を変電所及びき電区分所に設ける。

b) き電区分所においては、電力庁の配電線13.8kVより受電する。

c) 配電線電圧は単相13.8kVとする。

d) 単線部は1回線、複線部は2回線とする。

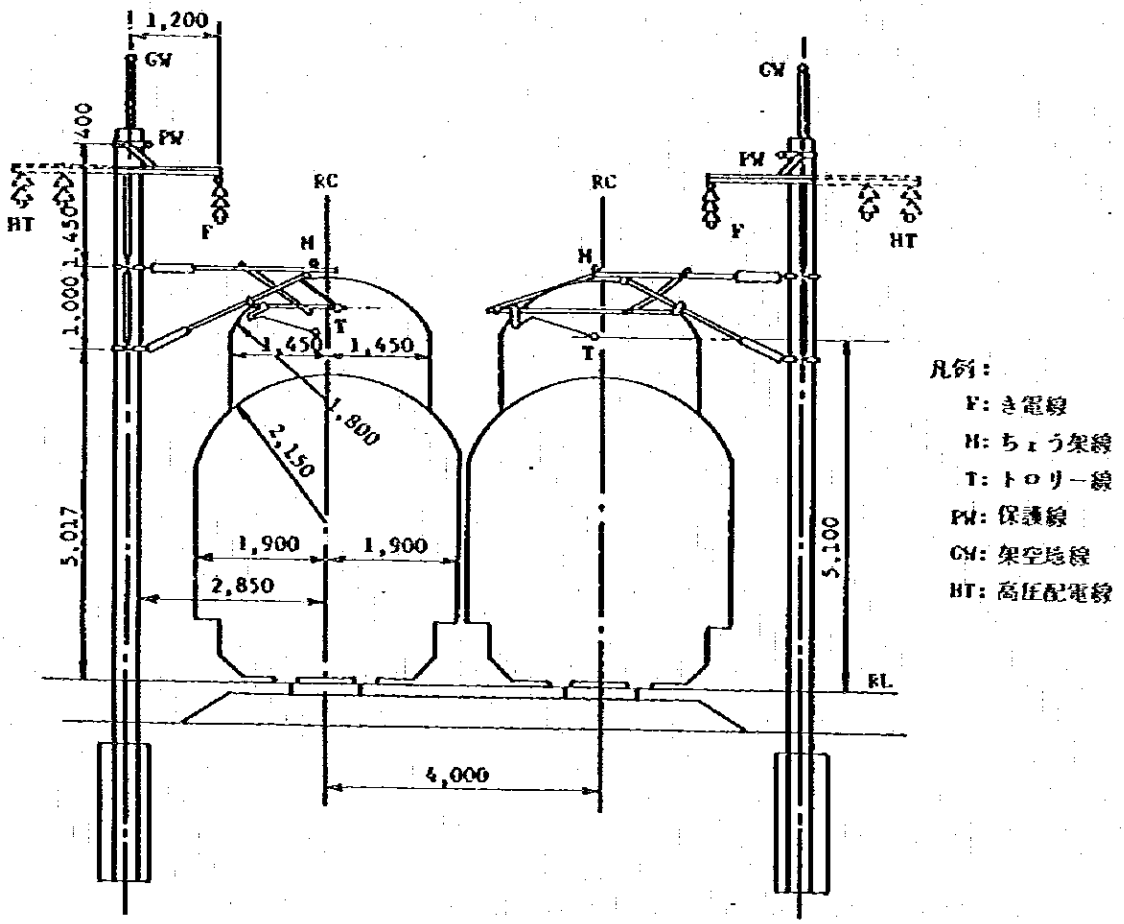


図7－7－3 駅間の標準装柱

(6) そ の 他

図7－7－1に示す様に本鉄道と送電線が交叉あるいは接近する箇所が多い。本鉄道施設に支障する送電線は、ルート変更あるいは、かさ上げ等を要するため十分な調査と工事期間を考慮する必要がある。

7－7－2 信号設備

信号システムの構成は、図7－7－4に示す。

(1) 閉そく装置

1) 列車の安全確保と運転時分短縮のために、複線区間は自動閉そく方式を設ける。

2) 将来複線とする単線区間は連さ閉そく方式を設ける。

(2) 信号装置

1) 出発信号機、場内信号機及び閉そく信号機は、色灯式を設ける。

2) 構内の入換信号機は、灯列式を設ける。

3) 必要により進路方向を指示することができる進路表示機を設ける。

(3) 連動装置

列車の安全運転を確保し、構内運転作業の安全と作業の能率化のために電連連動装置を設ける。

(4) 転てつ装置

列車進路の迅速な転換とそのチェックができ、関連する信号機との電気鎖錠により、保安が確保できる電気転てつ機を設ける。

(5) 軌道回路

1) 駅構内は、高電力直流軌道回路を設ける。

2) 駅中間は、80Hz 交流コード軌道回路を設ける。

(6) 自動列車停止装置（ＡＴＳ）

乗務員が停止信号を誤認あるいは無視した時、自動的にブレーキが作動し、列車を停止させるために、各信号機にＡＴＳを設ける。

(7) 列車集中制御装置（ＣＴＣ）

1) ＣＴＣ装置を全線に設備し、運転指令業務、閉そく取扱業務及び列車進路構成業務等を中央制御により一元化する。

2) 中央装置をLeon の指令所に、駅装置を各駅に設ける。

(8) 踏切保安装置

1) 一般の踏切に、列車の運行によって自動的に制御される踏切警報機を設ける。また、交通量の多い踏切には、踏切しゃ断機を付加して設ける。

2) 自動車が踏切上で故障したときのために、列車の乗務員に対する警報装置を設ける。

(9) 電 線 路

機器の集中と誘導を考慮して、多芯のコルゲートケーブルを設ける。

（全線の信号システムの構成図はAppendix 7－3を参照）

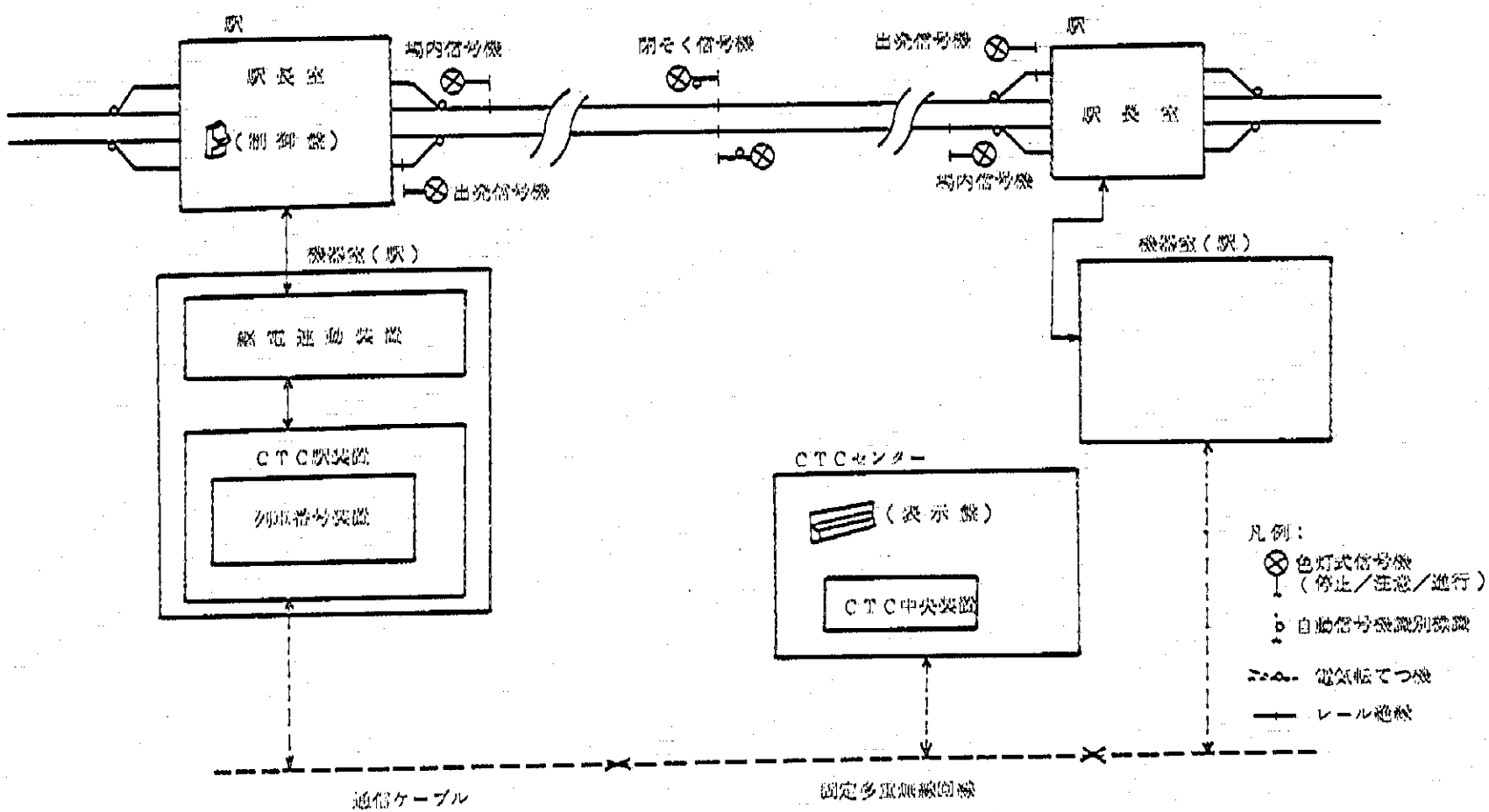


図７－７－４　信号システムの構成

7－7－3　通信設備

通信システムの構成は、図7－7－5に示す。

(1)　通信システム

1)　伝送路として地下埋設ケーブルと無線設備を設け、ＣＴＣ回線は二重系とする。

2)　列車の運行に必要な情報を交換するために、各種指令回線を設ける。

3)　運転、施設、電力及び信号と通信設備の保守用として、各種専用回線を設ける。

4)　各駅に旅客案内用の高声電話機を、そして主要駅に構内作業連絡用としてトークバックを設ける。

5)　管理事務所はLeon とし、管理事務所とSilaoの工場及び車両基地に自動電話交換機を設ける。

6)　沿線路の弱電設備に対する誘導支障の軽減を計画する。

(2)　電話設備

1)　運転、施設、電力及び信号と通信の各指令回線を指令所と各駅、保守区及び変電所間に設ける。

2)　運転、施設、電力及び信号と通信の各専用回線を各駅間及び指令所と保守区間に設ける。

(3)　模写電信設備

指令所に中央装置を主要駅に受信機を設ける。

(4)　無線設備

全区間にＵＨＦ無線端局を設け、電話回線、ＣＴＣ回線、変電所制御回線及び模写電信回線を通信ケーブルとあわせて構成する。

(5)　通信ケーブル

交流電化区間であるため、アルミニューム被覆しゃへいケーブルを全区間に設け、無線系とあわせて各種通信回線を構成する。

（全線の通信システム構成図はAppendix　7－4参照）

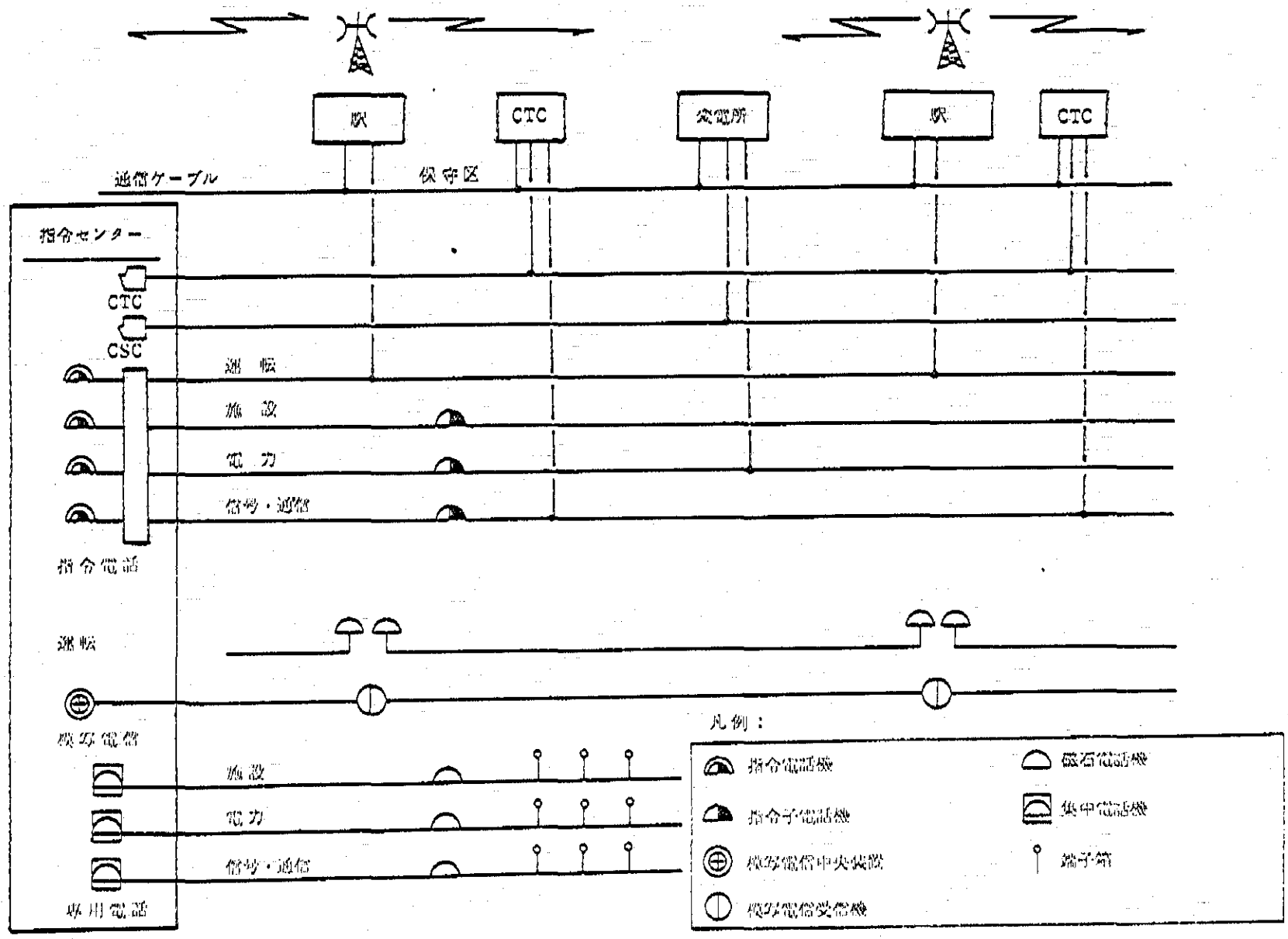


図7－7－5　通信システムの構成

第8章
工事工程と投資規模

第8章 工事行程と投資規模

8－1 工事行程

各ケース毎の工事行程を、表8－1－1、8－1－2、8－1－3に示す。

8－2 投資規模

8－2－1 工事費算定の前提条件

1) 工事費は、1983年4月現在で算出し物価騰貴は考慮しない。

2) 資機材は、極力メキシコ国内調達によることとするが、車両、レール（分岐器等は除く）は全面輸入とし、また電気機器類の70%、検修機械類（車両工場）の40%は輸入によることとした。

3) 工事費は、外貨、内貨に分けて算出した。

4) 外貨換算レートは、1USドル＝111.95ペソ（管理レート）とする。

8－2－2 投資規模

各ケース毎の投資規模は、表8－2－1、8－2－2、8－2－3に示す。

表8－1－1　ケース1工事行程

種別＼年	ステージ1						ステージ2					ステージ3				
	'84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
測量設計																
用地																
土木																
駅施設																
車両基地、工場																
軌道																
電気																
記事	Salamanca－Silao－[F]						Apaseo el Grande－Salamanca [F]－Sn. Fco. del Rincon					Apaseo el Grande－Silao [F]－Sn. Fco. del Rincon				

表8－1－2　ケース2工事行程

年 / 種別	ステージ1						ステージ2					ステージ3				
	'84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
測量設計																
用地																
土木																
駅施設																
車両基地、工場																
軌道																
電気																
記事	Salamanca - Silao - [F]						[A] - Salamanca					[A] - Silao				

表8－1－3　ケース3工事行程

種別＼年	ステージ2											ステージ3				
	'84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
測量設計																
用地																
土木																
駅施設																
車両基地、工場																
軌道																
電気																
記事	Apaseo el Grande – Silao – [F] – Sn. Fco. del Rincon											Apaseo el Grande – Silao [F] – Sn. Fco. del Rincon				

表8－2－1　投資規模（ケース1）

（単位：百万ペソ）

種別＼投資	ステージ1 1984－1989	ステージ2 1990－1994	ステージ3 1995－1999	合計 外貨	合計 内貨	合計 計	記事
1. 土木・軌道工事							
路盤	1,860	1,119	702	0	3,681	3,681	
橋りょう	2,094	1,486	1,765	0	5,345	5,345	高架橋を含む。
軌道	3,532	1,924	3,143	1,909	6,690	8,599	
小計	7,486	4,529	5,610	1,909	15,716	17,625	
2. 電化工事							
変電設備	836	535	506	870	1,007	1,877	
電車線設備	998	520	927	1,197	1,248	2,445	
電力設備	827	343	481	0	1,651	1,651	
小計	2,661	1,398	1,914	2,067	3,906	5,973	
3. 信号通信工事							
信号設備	856	316	499	1,078	593	1,671	
通信設備	1,000	889	0	1,307	582	1,889	
小計	1,856	1,205	499	2,385	1,175	3,560	
4. 停車場設備	602	220	0	0	822	822	ホーム、と線橋、ホーム上屋、管理事務所を含む。
5. 車両基地及び工場	2,449	909	0	1,048	2,310	3,358	用地、軌道、建物、電気等を含む。
6. 用地、家屋補償	893	362	88	0	1,343	1,343	
7. 車両	4,878	2,628	6,310	10,447	3,369	13,816	
計	20,825	11,251	14,421	17,856	28,641	46,497	

表8－2－2　投資規模（ケース2）

（単位：百万ペソ）

種別＼投資	ステージ1 1984－1989	ステージ2 1990－1994	ステージ3 1995－1999	合計 外貨	合計 内貨	合計 計	記事
1. 土木・軌道工事							
路盤	1,860	779	584	0	3,223	3,223	
橋りょう	2,094	1,467	1,743	0	5,304	5,304	高架橋を含む。
軌道	3,532	1,427	2,637	1,689	5,907	7,596	
小計	7,486	3,673	4,964	1,689	14,434	16,123	
2. 電化工事							
変電設備	836	514	485	852	983	1,835	
電車線設備	998	367	764	1,046	1,083	2,129	
電力設備	827	242	399	0	1,468	1,468	
小計	2,661	1,123	1,648	1,898	3,534	5,432	
3. 信号通信工事							
信号設備	698	491	199	890	498	1,388	
通信設備	1,147	651	0	1,246	552	1,798	
小計	1,845	1,142	199	2,136	1,050	3,186	
4. 停車場設備	591	181	0	0	772	772	ホーム、こ線橋、ホーム上屋、管理事務所を含む。
5. 車両基地及び工場	2,449	909	0	1,048	2,310	3,358	用地、軌道、建物、電気等を含む。
6. 用地、家屋補償	893	264	62	0	1,219	1,219	
7. 車両	4,878	2,252	5,995	9,925	3,200	13,125	
計	20,803	9,544	12,868	16,696	26,519	43,215	

表8－2－3　投資規模（ケース3）

（単位：百万ペソ）

種別＼投資	ステージ2 1984－1994	ステージ3 1995－1999	合計 外貨	合計 内貨	合計 計	記事
1. 土木・軌道工事						
路盤	2,979	702	0	3,681	3,681	
橋りょう	3,580	1,765	0	5,345	5,345	高架橋を含む。
軌道	5,456	3,143	1,909	6,690	8,599	
小計	12,015	5,610	1,909	15,716	17,625	
2. 電化工事						
変電設備	1,371	506	870	1,007	1,877	
電車線設備	1,518	927	1,197	1,248	2,445	
電力設備	1,170	481	0	1,651	1,651	
小計	4,059	1,914	2,067	3,906	5,973	
3. 信号通信工事						
信号設備	1,172	499	1,078	593	1,671	
通信設備	1,889	0	1,307	582	1,889	
小計	3,061	499	2,385	1,175	3,560	
4. 停車場設備	822	0	0	822	822	ホーム、こ線橋、ホーム上屋、管理事務所を含む。
5. 車両基地及び工場	3,358	0	1,048	2,310	3,358	用地、軌道、建物、電気等を含む。
6. 用地、家屋補償	1,255	88	0	1,343	1,343	
7. 車両	7,506	6,310	10,447	3,369	13,816	
計	32,076	14,421	17,856	28,641	46,497	

第9章
経 済 分 析

第9章 経済分析

9－1 経済分析の手法

9－1－1 With／Without分析

当分析は当該プロジェクトが実施された場合（With Project）と実施されなかった場合（Without Project）についての比較分析である。即ちWithout Project の際の費用はプロジェクト実施により節約されたものとしてプロジェクトの費用から差引かれる。同様に便益もWithとWithoutの差額が計上される。当然のことながらWithの便益はWithoutの便益よりも大きくなければプロジェクト実施の意味はうすい。

Without Projectでは将来の交通需要を引き続き道路が賄うこととなり、その費用としては通常将来の増加交通量に対応するための道路拡張・維持費用、道路車両の投入・維持費用が計上される。

しかし道路については本件プロジェクトの地域において既にApasco el Grande-Irapuato間往復6車線（現在4車線）、Irapuato－Leon間往復4車線（現在2車線）の計画があり、今後1995年ないし2000年位までは増加交通量に対応出来ると考えられる。従って本分析においては1995年以降特にバスのために必要となる道路、バスターミナルを想定し、その費用をWithoutの費用として計上した。具体的にはSilao－Leon間は1995年、Irapuato－Silao間は2000年に交通が飽和状態になることを想定し、その時までにそれぞれの地域に必要な設備が建設されるものとした。なお道路車両（バス）の投入台数は需要予測で求めたバス人キロ（乗車数×乗車キロ）を平均乗車人員（25人）で除し（バス車両キロ）更にそれを年間平均走行距離（70,000km）で除することにより求めた。

9－1－2 With Projectの代替案

With Projectの代替案は第4章（代替案）で述べた3案である。本レポートではこれら3案について比較検討を行う。なおルートは一案にしぼり動力は電化とすることについては既に述べた。

9－1－3 評価指標

各代替案についてそれぞれWith／Withoutの差額として投資差額、維持・運営費差、便益額を年度毎に計算し、これをネットフローとする。

このネットフローについてEIRR（経済内部収益率）[(1)]を計算し、これを評価の指標とする。

（注）

$$0 = \sum_{i=1}^{30} \text{Net Flow } i / (1 + \text{EIRR})^{i-1}$$

この指標は次のような評価項目の経済価格を共通の尺度として統合化した総合指標である。

(1) 投資額、運営費、維持費

(2) 土地収用、補償費

(3) 鉄道利用者の便益（時間節減）

9－1－4 前　　提

(1) 為替レート

237.15円＝1米ドル＝148.65ペソ（1983年4月29日現在の相場）

メキシコの為替相場は管理レート、自由レートの二本建となっており、輸入資材には前者が適用されるが、経済分析においては通貨の実勢レートを使用するのが通例であるので、本分析においては全て自由レートを採用する。

(2) 耐用年数と再投資

鉄道関係資産の維持率、耐用年数についてはメキシコ国内で入手不能のため主に日本国鉄で用いられている数値を用いた。具体的には表9－1－1の通り。

表9－1－1　資産の維持率と耐用年数一覧

項目	資産内容	維持率	耐用年数	資産種類
土木工事	路盤	0.0004	57	償却資産
	高架構造物	0.0027	50	〃
	プラットホーム	0.0041	32	〃
	乙線橋	0.0051	32	〃
	駅舎（RC）	0.0067	45	〃
	建物（RC）	0.0057	45	〃
	軌道	0.15	25	取替資産
信号通信	踏切保安装置	0.0292	30	償却資産
	信号機器	0.0210	20	〃
	通信機器	0.0312	20	〃
	信号線路	0.035	35	取替資産
	通信線路	0.12	35	〃
	軌道回路	0.035	19	〃
電化設備	変電機器	0.0008	30	償却資産
	変電所建物	0.0057	45	〃
	電車線路（架線）	0.03	45	取替資産
	配電線路（電灯・電力）	0.15	30	〃
車両	車両工場機械設備	0.05	30	償却資産
	電車	0.035	20	〃
	車両基地機械設備	0.05	30	〃

（注）償却資産とは、毎年減価償却を行っていて耐用年数経過後再投資を行なう資産。
取替資産とは、毎年一定率を取替える事によって継続的に、資産を更新してゆくもの。

(3)　インフレーション

次の理由により分析より除外した。

1)　30年間の予測には無理があり、予測をまちがえば経済評価を著しく歪めるおそれがあること。

2)　インフレーションは投資、費用便益に作用しあうこと。

(4) 新線鉄道が運ぶべき交通量（転換交通量）

本分析においては前記需要予測の作業に基づき転換交通量は大衆交通機関たるバスからのみ転換してくるものと考えた。

(5) 価格等の基準日

原則として調査時点たる1983年4月の数値を用いた。

9－2 経済コスト

9－2－1 資本コスト（工事費）

積算された工事費（財務価格）に次の様な調整を加え、経済コストを推計した。

(1) 税金調整

1) 外貨部分

輸入関税、付加価値税（IVA：15%）を除外。但しこれら税金は外貨部分に係るものの、実体は内貨である。

2) 内貨部分（資機材費）

IVAを除外。なお工事費には請負業者の一定の利益が繰り込まれている筈であり、これに対しては法人所得税が課されるのでこれも除外すべきであるが、請負業者の利益は推定困難であるため本分析においては法人所得税は考慮しないこととした。

3) 内貨部分（人件費）

本件プロジェクトの工事従事者の平均月給与を約18,000ペソと推定、これに係る個人所得税2%及びIVAを除外。個人所得税のうち1%はいわゆる1%税である。

(2) 再投資及び追加投資

With／Without の投資額算定のベースを合わせるために投資された全ての資産は表9－1－1の耐用年数が経過した翌年に同額の再投資を実施する前提とした。又、駅舎、駅前広場、ホーム、車両、車両基地、電気設備は2000年の旅客需要をもとに設計されているので、2000年以降旅客需要の増加に応じ増設されるものとした。

(3) 残存価額

設定された30年のプロジェクトライフは分析上の期間であって、鉄道施設はそれ以降も運営され続けるので、プロジェクト最終年に投下資本の未償却残高を残存価値として全額計上する。

(4) 土地の経済価格

実際の収用価格（財務価格）に代え課税の基準となる評価額を使用した。評価額は土地の生産性を考慮して定められている筈であり国民経済的価値を反映しているものと考えられる。

以上の方法により推計した資本コストの経済価格をまとめると表9－2－1の通りとなる。

表9－2－1　資本コスト経済価格総括表　　（単位：百万ペソ）

	With／Without	With Project			Without Project		
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース1	ケース2	ケース3
期間別工事費	ステージ1 (1984~1989)	19,240	19,228	2,974	0	0	0
	ステージ2 (1990~1994)	11,200	9,658	26,691	4,327	4,327	1,782
	ステージ3 (1995~1999)	14,207	12,744	14,982	5,161	4,667	7,706
	追加投資 (2000~2013)	13,176	11,916	6,902	13,569	13,566	11,367
工事種類別工事費	電　　化	6,333	5,817	6,333	0	0	0
	信号・通信	5,024	4,771	3,829	0	0	0
	土　　木	17,548	16,127	17,548	3,478	3,040	3,478
	用地，家屋補償	885	813	885	623	570	623
	車　　両	22,950	20,922	18,542	0	0	0
	バ　　ス	3,687	3,700	3,016	18,956	18,950	16,754
	車両工場機械設備	1,396	1,396	1,396	0	0	0
総投資額		57,823	53,546	51,549	23,057	22,560	20,855

（注）各項目の再投資額を含み、残存価値は除く。

9－2－2　維持・運営費

With／Without の維持・運営費差を計上した。この場合Without の経費として枝バスの維持・運営費のみを考え、乗用車については計上していない。

(1) 維持費差

鉄道資産の維持費、取替費は日本国鉄が使用している推計方法を用いた（資産別維持率は表9－1－1参照）。計算方法は次の通り。

① 償却資産維持費

＝維持率×償却資産の当初価格

② 取替資産維持費

＝（1.17×0.95／耐用年数）×維持率×取替資産合計

③ 取替資産取替費

＝（1.17×0.95／耐用年数）×取替資産合計

バスの維持費はメキシコ側から提供された資料に依った。それによるとバス1台の年間維持費（経済価格）は約1,114千ペソ（耐用年数20年）である。（市場価格から経済価格への調整はバス本体についての両価格の割合を適用）道路維持費については日本の例から算出された維持率（0.008）を用いた。

(2) 運営費差

鉄道、バスともに人件費、動力費を計上した。それぞれの詳細は表9－2－2の通りである。

表9－2－2 鉄道、バス運営費比較

	鉄道			バス		
	職種	人数	平均年収（ペソ）	職種	人数	平均年収（ペソ）
人件費	Aクラス	(注1)	861,000	運転手	(注2)	770,000
	Bッ		578,000	車掌		368,000
	Cッ		368,000	その他職員		476,000
動力費	1車両キロメートル当り電力消費量		2.03 kWh	1車両キロ当りディーゼル消費量		0.25 ℓ
	1 kwh当り電力費の経済価格		1.28ペソ	ディーゼル1ℓ当りの経済価格		(注3) 5.6ペソ
	1車両キロ当り電力費のの経済価格		2.60ペソ	1車両キロ当りディーゼルの経済価格		1.4ペソ

（注1） 鉄道関係人員数についてはAppendix参照
（注2） バス1台につき運転手1.8人車掌1.8人その他職員1.0人必要として計算
（注3） 価格の6割を税金と推定の上除外

9－3 便　益

With ProjectとWithout Projectを比較して当プロジェクト利害関係者が享受できる便益を数量化する。具体的には旅客の時間節約と輸送経費の減少を計上する。本件プロジェクトの便益としてはこの他快適性と便利性の増加、都市開発効果等が考えられるが、これらは数量化困難である為計上しなかった。

9－3－1 時間節減便益

道路利用者の一部が新たな鉄道を利用することにより、より早く目的地へ到達することが可能となり時間節減便益を享受することとなる。鉄道利用者の時間節減便益は下記の式で求められる。

（Without年間総人時間－With年間総人時間）×鉄道乗客時間価値

なおWithout及びWithの人時間は前記の交通需要予測に基き表9－3－1の通り予測される。人時間は鉄道ないしバスの乗客数に乗車時間をかけたものであるが、この場合のWithの人時間には鉄道駅までの道路交通（バス）、乗り換えの時間も含む。

表9－3－1 人時間比較　　（単位：百万時間／年）

ケース／年	Without Project	With Project		
		ケース1	ケース2	ケース3
1990	56.5	56.6	56.6	
1995	94.9	91.6	91.7	91.6
2000	160.0	148.0	148.1	148.0
2010	331.5	309.0	309.1	309.0

時間価値については本件鉄道の利用者の大部分が商工業関係者であると想定、これらの人々の平均収入（最低賃金の約2.5倍と推定）をベースに110ペソ（所得税調整後）と設定した。又時間価値はグアナファト州の一人当りGDPの伸びに比例して増大するものと想定した。一人当りGDPの伸び率予想値はグアナファト州提供のGDPと人口の予想値に基き算出した。

9－3－2 経費節減便益

前記9－2－2における維持、運営費差はWithoutのコストがWithのコストを上

回るときにはマイナスのコストとなり、即ち便益として促えることが出来る。

9－4 評　　価

評価指標の内容については9－1－3で既に述べた。今まで述べた分析手法により計算された本プロジェクトのEIRRは表9－4－1の通りである。

表9－4－1　EIRR比較　　(%)

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
EIRR	10.0	10.5	11.5

上記表の通り本プロジェクトのEIRRは最も低いケース1でも国際的水準と考えられる10%に達しておりまず妥当と考えられる。各ケースのEIRRはケース1からケース3へと順次高くなるが、これは表9－2－1で見た通り資本コストが順次低くなっていることに負うところが大きい。但し資本コストの差はケース2は工事区間を短縮するため初期投資額も当然減少するがケース3は工事区間、工事種類ともにケース1と同一であり初期投資額は変らない。ケース1とケース3の総工事費の差は建設完了時期の違いから来る追加投資額の差によるものである。建設完了時期の違いはケース3のEIRRを高める他の要素をも含んでいる。即ちケース3は他のケースに比べ投資が後年度に繰り延べられるため経済計算上の割引がそれだけ大きくなり割引後の総投資額が圧縮される結果となっている。又営業開始年度の繰り下げによる維持運営費の減少も無視出来ない。ケース2の場合は先にも述べた通り一部区間の建設を見合わせるため工事費は減少している。しかし当該区間はケース1でも後年度に建設されるスケジュールとなっており割引率が大きいことから、ケース2における割引後の投資額圧縮にそれほど貢献していない。維持運営費についても同様である。このためケース2のEIRRはケース1に比べ余り上昇していない。なお時間節約便益については表9－3－1の通りケース1とケース2の間に殆ど差がなく経済計算の結果に大きな差異をもたらさない。

以上より3案を純粋に経済計算的観点から比較すればケース3が最も優れているがこれは主に投資時期のずれによるものであり一面当然である。ケース1でも充分実行可能な水準にあるのでケースの選択は他の要素も考慮した上で決定すべきと考える。

9－5 感度分析

経済分析では通常投資額と需要量について悲観値の感度分析を行う。本レポートではケース1とケース3についてこれを行った。ケース2は9－4評価で見た通りケース1と大きな差異はない。感度分析の結果は表9－5－1の通り。

表9－5－1 感度分析 （EIRR;%）

分析種別＼ケース	ケース1	ケース3
1 ベースケース	10.0	11.5
2 コストオーバーラン10%	9.2	10.6
3 需要10%減	8.9	10.3
4 2＋3	8.1	9.4

上記表の通り最も悲観的な見方をした場合ケース1のEIRRは8.1%まで下落するが、ケース3は9.4%にとどまりかなり安全であることが分る。しかし感度分析はあくまで可能性の問題でありケース1のEIRRが8.1%になったからと言ってこのケースは実行不能であるということにはならない。むしろ本プロジェクトの場合都市開発等の数量化出来ない便益もあるので実質的には依然実施に堪える水準を保っているものと考えられる。

（参考）経済計算に使用したその他のデータ

・バス（DINA531）の価格　3,500,000ペソ

（市場価格4,316,000ペソからIVA及び登録料3,700ペソを除外。更に輸入部分を4割とみてそれに係る輸入税20%を除外した。）

・バス維持費　1,114,000ペソ

（市場価格1,393,000ペソに上記バス本体の経済価格／市場価格の比率0.8を乗じて得た。）

第10章
財 務 分 析

第10章 財務分析

10－1 目的と前提

10－1－1 財務分析実施の目的

財務分析の目的はプロジェクトの運営方針により変りうるが、一般的にはプロジェクトの収益性を評価することを目的とし、逆に言えば収入のないプロジェクトにおいてはこの分析作業を行わないのが普通である。

本件プロジェクトの場合、州政府当局が如何なる形態、方針で運営するかは今のところ明らかでないが、運賃については、バスとの対抗上政策的に低く押える方針と見受けられ、商業採算ベースによる運営ないし営業収支均衡は必ずしもプロジェクト実施の絶対要件ではないと考えられる。

本件プロジェクトはむしろ人口の再配分を目的とするという側面をもっておりこのことより営業収支がマイナスの場合にも州政府補助金の支給により営業を継続することが検討されるものと考える。

以上より本分析の主要な目的はいわゆる財務的内部収益率（ＦＩＲＲ）の算出に加え下記諸点を調査検討することにある。

(1) プロジェクトの収支計画から州政府補助金の要否の検討

(2) プロジェクト実施に必要な資金調達に伴う債務負担およびキャッシュフロープロジェクション上の債務返済余力の検討

10－1－2 財務分析の前提

経済分析においては投資額、操業維持費計算は税抜きベースの価格を使用したが、財務分析においてはこれらの税金部分を繰り戻し、全て市場価格にて計算を行う。輸入資材に係る為替レートは管理レートを用いる。

プロジェクトライフ、価格の基準日は経済分析と同様である。

10－2　キャッシュフロー表の構成項目

10－2－1　収支関連項目

(1) 営業収入

運賃収入を計上する。運賃収入は第5章の交通需要予測の作業で得られた毎年の旅客交通量（人キロ）に運賃料率を乗じて求めた。本調査の運賃料率としては州政府の方針に従い現行のバス運賃に対抗出来るレベルを前提とするが、本分析においてはバス運賃と同レベルの運賃を基本とし、感度分析としてそれよりも上下各10％変動せしめた2ケースについても検討を行った。なお基本運賃は1km当り1.60ペソと設定したが、実際の計算に当っては1VA15％を除外した1.40ペソを使用した。

(2) 営業支出

営業支出は車両、施設の維持費、人件費及び動力費を含む操業経費と減価償却費の合計とした。なお、減価償却費計算に当っては経済分析で使用した耐用年数をベースとした。

(3) 営業利益及び純利益

営業収入から営業支出を差し引いたものが営業利益となる。更に営業利益から施設、不動産税等諸税を差し引いたものが純利益となるが本調査ではこの種税金は免除されるものと仮定した。従って営業利益と純利益はイコールとなる。

10－2－2　投資及び資金調達計画

(1) 投資計画

全て経済分析に使用した投資計画に従った。価格は全て税金部分を含んだ市場価格である。工事種類別、外貨内貨別、期間別投資額は表10－2－1～3の通り。

(2) 資金調達計画

資金調達の方法如何は財務分析の結果（ネットキャッシュフロー）に大きく影響するが、本調査では下記の通り想定した。

(i) 外貨部分

海外からの公的借款による。

金　　利：年率１０％

期　　間：２０年（含、据置５年）

返済方法：１５年均等半年賦

(ii) 内貨部分

州政府ないし連邦政府予算による。この場合、金利支払及び元本返済は不要とする。

表１０－２－１　投資コストの財務価格（ケース１）（単位：百万ペソ）

		ステージ1 (1984～1989)	ステージ2 (1990～1994)	ステージ3 (1995～1999)	追加工事 (2000～2013)	合　計
電　　化	外貨	1,176	464	752	0	2,392
	内貨	2,155	950	1,161	0	4,266
信号・通信	外貨	1,429	844	334	841	3,448
	内貨	701	423	166	360	1,650
土　　木	外貨	838	431	691	18	1,978
	内貨	8,024	4,351	4,919	422	17,716
用地・家屋補償	外貨	0	0	0	0	0
	内貨	933	362	88	140	1,523
車　　両	外貨	3,689	1,987	4,771	6,837	17,284
	内貨	1,189	641	1,539	2,205	5,574
車両工場機械設備	外貨	207	243	0	0	450
	内貨	484	555	0	0	1,039
合　　計	外貨	7,339	3,969	6,548	7,696	25,552
	内貨	13,486	7,282	7,873	3,127	31,768
総合計		20,825	11,251	14,421	10,823	57,320

（注）各項目の再投資額を含み、残存価値は除く。

表10－2－2　投資コストの財務価格（ケース2）（単位：百万ペソ）

		ステージ1 (1984～1989)	ステージ2 (1990～1994)	ステージ3 (1995～1999)	追加工事 (2000～2013)	合計
電化	外貨	1,176	381	666	0	2,223
	内貨	2,156	757	982	0	3,895
信号・通信	外貨	1,435	815	108	904	3,262
	内貨	683	389	91	378	1,541
土木	外貨	838	322	580	18	1,758
	内貨	8,013	3,566	4,384	397	16,360
用地・家屋補償	外貨	0	0	0	0	0
	内貨	933	264	62	138	1,397
車両	外貨	3,689	1,703	4,533	5,832	15,757
	内貨	1,189	549	1,462	1,880	5,080
車両工場機械設備	外貨	207	243	0	0	450
	内貨	484	555	0	0	1,039
合計	外貨	7,345	3,464	5,887	6,754	23,450
	内貨	13,458	6,080	6,981	2,793	29,312
総合計		20,803	9,544	12,868	9,547	52,762

（注）各項目の再投資額を含み、残存価値は除く。

表10－2－3　投資コストの財務価格（ケース3）（単位：百万ペソ）

		ステージ2 (1984～1994)	ステージ3 (1995～1999)	追加工事 (2000～2013)	合　計
電　　化	外貨	1,640	752	0	2,392
	内貨	3,105	1,161	0	4,266
信号・通信	外貨	2,273	334	0	2,607
	内貨	1,124	166	0	1,290
土　　木	外貨	1,269	691	18	1,978
	内貨	12,375	4,919	422	17,716
用地・家屋補償	外貨	0	0	0	0
	内貨	1,295	88	140	1,523
車　　両	外貨	5,676	4,771	3,517	13,964
	内貨	1,830	1,539	1,135	4,504
車両工場機械設備	外貨	450	0	0	450
	内貨	1,039	0	0	1,039
合　　計	外貨	11,308	6,548	3,535	21,391
	内貨	20,768	7,873	1,697	30,338
総合計		32,076	14,421	5,232	51,729

（注）各項目の再投資額を含み、残存価値は除く。

10－3　財務分析の手法

10－3－1　ＦＩＲＲ算出方法（キャッシュフローに基く採算性の分析）

財務分析は損益状況と資金繰り状況の予測を主眼とするが、ＦＩＲＲの算出方法はプロジェクトの純現在価値をゼロにするような割引率を求める点経済分析と原理は同じであり、次の式で求められる。

$$0=\sum_{i=1}^{30}\text{Cash Flow } i\,/\,(1+\text{FIRR})^{i-1}$$

この場合のキャッシュフローは営業利益（営業収入－営業支出）に現金の流出を伴わない減価償却を繰り戻した上、投資額を差引いたものであるが、金利は支払前である。従ってＦＩＲＲはプロジェクトに係る借入金に対する金利支払能力ないし出資金に対する配当金支払能力をみる指標となりうる。但し本分析においてはプロジェクト最終年のキャッシュフローに投資額の残存価値を加算してＦＩＲＲを算出する。

なおキャッシュフローの算式から明らかな通り、キャッシュフローないしＦＩＲＲは前記10－2－2(2)"資金調達計画"で述べた借入金の返済方法ないし金利如何により影響を受けない。借入金の返済方法ないし金利により影響を受けるのは次項以下で述べるネットキャッシュフローである。

財務分析においてはインフレによる影響の度合も考察する（但しインフレ率の予想は困難であるので標準的な５％ないし１０％を予測値として採用する。）。

10－3－2　ネットキャッシュフロープロジェクション

ネットキャッシュフローはキャッシュフローに調達資金を加え、債務返済額を差引くことにより求められる。この場合の債務返済額とは借入元本の返済額と支払金利の合計である。なお調達資金は前項(1)で述べた投資額と同一であるのでネットキャッシュフローは又次の式でも求められる。

ネットキャッシュフロー＝営業利益＋減価償却－債務返済

10－4　キャッシュフロー及びネットキャッシュフロー計算結果

キャッシュフロー及びネットキャッシュフローをケース毎に示すと表10－4－1～3の通りである。

表10－4－1　キャッシュフロー主要項目（ケース1）　（単位：百万ペソ）

	1984~1989	1990~1994	1995~1999	2000~2013	合　計
営業収入	0 (0)	5,897 (5,897)	13,721 (19,618)	98,664 (118,282)	118,282
営業利益	△1,346 (△1,346)	△1,321 (△2,667)	486 (△2,181)	46,907 (44,726)	44,726
減価償却	453 (453)	2,530 (2,983)	4,782 (7,765)	17,173 (24,938)	24,938
投資額	20,825 (20,825)	11,251 (32,076)	14,421 (46,497)	10,823 (57,320)	57,320
キャッシュフロー	△21,718 (△21,718)	△10,042 (△31,760)	△9,153 (△40,913)	53,257 (12,344)	12,344
債務返済	10 (10)	4,873 (4,883)	8,488 (13,371)	34,801 (48,172)	48,172
ネットキャッシュフロー	△903 (△903)	△3,664 (△4,567)	△3,220 (△7,787)	29,279 (21,492)	21,492

（注）括弧内は累積額

表10－4－2　キャッシュフロー主要項目（ケース2）　（単位：百万ペソ）

	1984~1989	1990~1994	1995~1999	2000~2013	合　計
営業収入	0 (0)	5,897 (5,897)	13,691 (19,588)	98,513 (118,101)	118,101
営業利益	△1,348 (△1,348)	△1,269 (△2,617)	1,337 (△1,280)	50,758 (49,478)	49,478
減価償却	455 (455)	2,509 (2,964)	4,599 (7,563)	15,849 (23,412)	23,412
設備投資	20,803 (20,803)	9,544 (30,347)	12,868 (43,215)	9,547 (52,762)	52,762
キャッシュフロー	△21,696 (△21,696)	△8,304 (△30,000)	△6,932 (△36,932)	57,060 (20,128)	20,128
債務返済	10 (10)	4,877 (4,887)	8,173 (13,060)	31,334 (44,394)	44,394
ネットキャッシュフロー	△903 (△903)	△3,637 (△4,540)	△2,237 (△6,777)	35,273 (28,496)	28,496

（注）括弧内は累積額

表10－4－3　キャッシュフロー主要項目（ケース3）（単位：百万ペソ）

	1984~1994	1995~1999	2000~2013	合　計
営業収入	0 (0)	13,721 (13,721)	98,664 (112,385)	112,385
営業利益	△2,112 (△2,112)	486 (△1,626)	46,906 (45,280)	45,280
減価償却	714 (714)	4,783 (5,497)	17,171 (22,668)	22,668
投資額	32,076 (32,076)	14,421 (46,497)	5,232 (51,729)	51,729
キャッシュフロー	△33,474 (△33,474)	△9,152 (△42,626)	58,845 (16,219)	16,219
債務返済	16 (16)	7,930 (7,946)	38,693 (46,639)	46,639
ネットキャッシュフロー	△1,414 (△1,414)	△2,661 (△4,075)	25,384 (21,309)	21,309

（注）括弧内は累積額

10－5 評　　価

10－5－1 収 益 性（FIRR）

本プロジェクトのFIRRは表10－5－1の通りである。

表10－5－1　FIRR　　(%)

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
FIRR	3.4	4.1	3.8

上記表の通り本プロジェクトのFIRRは国際的な機会費用からみるとやや低い水準にとどまっていると言わざるを得ない。但し本プロジェクトの如き公共プロジェクトにおいては運賃を政策的に低く抑える必要があることから高いFIRRは期待出来ずやむを得ないとも言える。

しかしインフレと同時同率の運賃値上げが可能としてケース1及びケース2についてFIRRの計算を行うと表10－5－2の通りとなり、これらは国際的な機会費用に近いかそれを超えていると考えられる。

表10－5－2　インフレを加味した場合のFIRR　(%)

	ケース1	ケース2
インフレ　5%	8.3	9.1
インフレ10%	13.5	14.3

三案のなかでケース2のFIRRが最も高いが、これはケース2がいわば不採算部門を切り捨てているため営業利益が最大となっていることが主因である。ケース2の営業収入はケース1と大差ないが経費と減価償却費が節減されているため営業利益を最大にしている。ケース3は営業開始が遅れるため営業収入は最も少ないが経費と減価償却費も少ないのでケース1より営業利益は高い。

なお一般的にFIRRは借入金に対する支払金利を上回っていなければならない。

10－5－2 ネットキャッシュフロー分析

前記表10－4－1～3の示す通りネットキャッシュフローは三案とも1999年の段階まではマイナスが継続するが、プロジェクトの最終段階では徐々に黒字に転

じ過去のマイナスを補塡して余剰資金を累積するに至る。過去のマイナスを補塡して余剰資金を生ずることの出来る年度はそれぞれ表10－5－3の通りである。

表10－5－3　余剰資金発生年
（ネットキャッシュフロー）

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
年	2010	2008	2010

最終年における余剰資金の累積額はケース2が最も多く、ケース3が最も少ない。ケース1はケース3とほゞ同水準である。ケース2のネットキャッシュフローが最も多い主な理由は営業利益が最大である上に借入金の返済、金利の支払が最少であることによる。

10－5－3　補助金等の必要性

営業段階ないしネットキャッシュフロー段階で赤字を生じた部分は補助金ないし追加借入を要するがその額は表10－5－4～6の通りである。なお数字のゼロは黒字を示す。

上記のうちネットキャッシュフロー段階での赤字を例えば年利10％、期間10年（据置3年を含む）で借入を行うとしたら、プロジェクト最終年における借入残高は表10－5－7の通り計算される。この場合ネットキャッシュフローに余剰が生ずる年はその余剰資金は借入金返済に充当するものとする。

表10－5－7　不足資金に係る借入残高
（10億ペソ）

	ケース1	ケース2	ケース3
プロジェクト最終年における不足資金に係る借入残高	24.7	7.8	0.0

これらの借入残高はプロジェクト期間経過後の旅客需要がプロジェクト最終年と同一に推移したとしてもケース1で5年以内、ケース2で2年以内に完済可能な金額である。なおケース3は丁度最終年に完済することとなる。

表１０－５－４　補助金ないし追加借入の必要額（ケース１）

（単位：百万ペソ）

年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003以降
営業利益段階	1,346	492	354	193	6	276	84	60	116	0	0	0	0	0	0
ネットキャッシュフロー段階	903	879	741	621	543	880	1,114	750	770	355	231	949	837	393	0

表１０－５－５　補助金ないし追加借入の必要額（ケース２）

（単位：百万ペソ）

年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003以降
営業利益段階	1,348	494	356	195	8	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ネットキャッシュフロー段階	903	882	743	623	546	843	956	593	572	155	0	613	489	44	0

表１０－５－６　補助金ないし追加借入の必要額（ケース３）

（単位：百万ペソ）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006以降
営業利益段階	2,112	84	60	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ネットキャッシュフロー段階	1,414	735	467	586	334	539	1,258	1,146	707	270	20	35	0

10－5－4 結　　論

本分析においては内貨部分の資金を全額州ないし連邦政府の予算によるものとし、かつ金利支払及び元本返済を不要と仮定したためベースケースでも一応最終的には採算が合う形にはなっているがそれでも資金繰りはプロジェクトの最終段階までタイトに推移することが予想される。従って本プロジェクトを成功させるためには出来るだけ自己資本部分を多くすると同時に借入金についても金利を極力低く押えることが要請される。

10－6 感度分析

10－2－1 (1) 営業収入のところで述べた運賃の感度分析をケース1とケース2について行ったがその結果は、表10－6－1の通りである。但しここではインフレを考慮していない。又運賃の増減により旅客需要は影響を受けないものとした。

表10－6－1 運賃感度分析
（FIRR、%）

	ケース1	ケース2
ベースケース	3.4	4.1
運賃10%減	2.4	3.1
運賃10%増	4.4	5.0

第11章
結論と提言

第11章 結論と提言

この鉄道建設プロジェクトを国民経済的な立場でみた場合，第9章で述べた通り，本プロジェクトのＥＩＲＲは最も低いケース1でも国際的水準と考えられる10％に達している。このＥＩＲＲは便益として利用者の時間節減と交通機関の経費節減をとらえたものであり，数量化が困難なため計上しなかった都市開発効果，省資源，優良農地の保護などの便益を考慮すると，このプロジェクトは推進可能なものと考えられる。

一方，このプロジェクトを企業経営の面からみると，ＦＩＲＲはやゝ低い水準にあり，これは建設及び運営に必要な資金をきわめて有利な条件で借入れなければ経営が成り立たないことを示している。したがって，このプロジェクトが実施可能であるかどうかは，必要な建設及び運営資金をいかにして低い金利で調達できるかにかかっているといえ，少なくとも建設資金については自己資金，政府出資といった無利息の資金をできるだけ多く集める必要がある。

ケース1～3のいずれを採用するかについては，ＥＩＲＲ，ＦＩＲＲからみると，3つのケースで決定的な差はないといえる。この鉄道を軸に都市開発計画，住宅開発計画，工場配置計画を進めて行こうという点からは，出来るだけ早く鉄道が開業していることが望ましい。したがってケース1またはケース2が選択されることとなり，分散化計画の推進という点からは，鉄道をより広く利用できるケース1がよいと考えられる。しかし，財務面からみると，建設費も安く，プロジェクトライフ最終年における借入残高も少ないケース2がケース1よりも有利である。前にも述べたように，このプロジェクトをフィージブルとする資金調達の条件はきびしく，したがって財務面を重視することとし，ケース2を推奨する。