

シンガポール共和国 都市交通改善計画調査

報告書 (概要版)



昭和63年11月

協力事業団

開一

88-159

国土交通省都市計画局

11月
159
COPY

JICA LIBRARY



1071195[0]

19369

シンガポール共和国

都市交通改善計画調査

報告書
(概要版)

昭和63年11月

国際協力事業団

国際協力事業団

18369

序 文

日本政府は、シンガポール共和国政府の要請に基づき、都市交通改善計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、岩田鎮夫氏を団長とし、株式会社アルメック及び株式会社パシフィック・コンサルタンツ・インターナショナルの専門家から構成される調査団を1987年9月から1988年1月まで、1988年3月から7月まで、及び1988年8月の3回にわたり、シンガポールに派遣した。

調査団は、シンガポール共和国政府関係者との意見交換ならびに現地調査を行い、帰国後の解析検討作業を経て、このたび本報告書を取りまとめた。

本報告書が、プロジェクトの進展に寄与するとともに、日本、シンガポール共和国両国の友好親善の一層の促進に役立つことを願うものである。

おわりに、この調査の実施に際し、多大なるご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、深甚なる謝意を表するものである。

昭和63年11月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

伝 達 状

昭和63年11月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介 殿

今般、貴事業団より受託いたしました「シンガポール国都市交通改善計画調査」の最終報告書が完成の運びとなりましたので、ここに提出いたします。

日本・シンガポール共和国両政府の緊密な協力のもとで我々がこの調査を実施する機会を得ましたことは光栄とするところであります。

本調査の目的は、フィーダー交通改善を通じた都市交通改善の可能性を、特に“新交通システム”を手段として、検討することであり、調査は大きく2つのフェーズに分かれております。前半では、ニュータウンを中心としながらも全島を対象に新交通システム導入対象地区を選定し、それぞれの地域に適用すべき新交通システムの候補を特定いたしました。後半では、選定されたケーススタディ地区について計画案を作成し、そのフィージビリティを技術、経済、財政、環境の諸側面より検討いたしました。

当調査の遂行にあたりましては、貴事業団ならびに政府関係機関の各位より多大なる御指導と御協力を賜り、深く感謝申し上げます。また、調査期間中、公共事業局をはじめとするシンガポール共和国政府機関より多大な協力があつたことを御報告いたします。

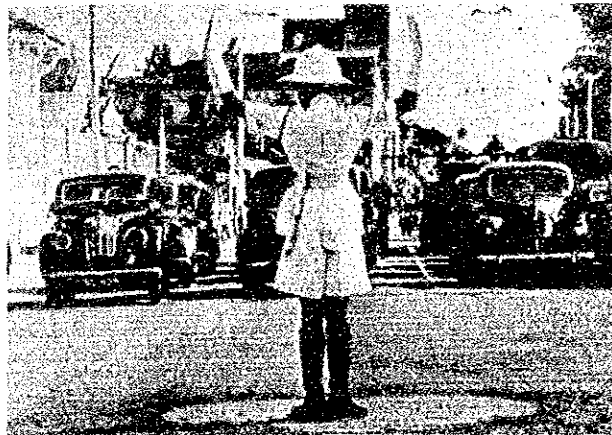
終りに、当調査が今後シンガポールの都市交通改善計画への一助となることを念頭しつつ、調査期間中に賜りました御高配にあらためて御礼申し上げます。

シンガポール国都市交通改善計画調査

調査団長 岩 田 鎮 夫

目 次

1. はじめに	1
2. 都市開発の概況	4
3. 都市交通システム	6
4. フィーダー交通サービス	8
5. フィーダー交通改善計画の方向と可能性	10
6. 利用できる新交通システム	12
7. Ang Mo Kioニュータウンのケーススタディ	16
8. Simpang ニュータウンのケーススタディ	30
9. その他地区のケーススタディ	36
A. Ang Mo Kio-Hougang-Marine Paradeルート	36
B. Orchard-Sentosaルート	38
C. Orchard-Marina Centre	40
10. Study Organization	42



List of Tables

		<u>Page</u>
1.	Changes in Land Use Between 1967 and 1982	4
2.	Modal Interchange of Inter-Town Trip of Ang Mo kio New Town (From Town to Outside Only)	8
3.	Assessment of Feeder Bus Operating Conditions by PWD Officials	9
4.	Outline of New Transit Systems Selected for Case Studies	12
5.	Modal Share of Motorized Trips for Ang Mo Kio New Town	17
6.	Sub-Modal Choice in Inter-Town Trips of Ang Mo Kio New Town	17
7.	Estimated Potential Feeder Traffic Demand for the Proposed New Transport System	19
8.	Summary of Operational Characteristics of the Proposed Ang Mo Kio System	21
9.	Summary of Physical Description of Vehicle	21
10.	Operational Characteristics of Selected Services	27
11.	Summary of Investment Costs for Proposed Ang Mo Kio System	28
12.	Estimated Operating Cost for Proposed Ang Mo Kio System	28
13.	Comparison of Estimated Cost for Single-Track and Double-Track Guideways. (Civil Works Only)	28
14.	Environmental Consequences due to New Transit System	29
15.	Estimated Investment Cost for Proposed Simpang New Town System	34
16.	Estimated Operating Cost for Proposed Simpang New Town System	34
17.	Comparison of Construction Costs between Grade-Separated and Depressed Carriageways	34
18.	Comparison of Road Space Required for Neighbourhood Unit "with" and "without" New Transit System	35
19.	Comparison of Construction Costs of Ang Mo Kio and Simpang New Transit System	35
20.	Outline of the Operation of the Proposed System for Orchard Corridor Route	41

List of Figures

	<u>Page</u>
1. The Location of Study Areas	3
2. Urban Growth Pattern	5
3. Land Use 1982	5
4. Population Distribution, 1980	5
5. Major Transport System	7
6. Bus Network	7
7. Distribution of Inter-Zonal Trips (Private and Public Modes) 1980	7
8. Conceptual Understanding of Potential Areas of Feeder Service Improvement	11
9. Transport Capabilities of Various Transit Modes	13
10. An Overview of Transit Mode Definition Classification, and Characteristics	13
11. Transport Systems Selected for Case Studies	14
12. Existing Land Use of Ang Mo Kio New Town	17
13. An Image of the Proposed Car for Ang Mo Kio System	21
14. Location of Alignments of the Proposed Ang Mo Kio New Transit System	22
15. Conceptual Cross Section of Typical Intermediate Station	25
16. Layout of Routes and Operation Indices	27
17. A Model of a New Town Integrated with a New Transit System	31
18. Basic Transport Structure and Neighbourhood Unit	31
19. Alternative Planning Concept for Neighbourhood Unit Integrated with New Transit System	31
20. Conceptual Development Plan for Simpong New Town	33
21. Conceptual Plans for Stations	33
22. Route Structure of the Proposed System	33
23. Ang Mo Kio-Hougang-Marina Parade Route	37
24. Locational of the Study Area and Proposed Route	39
25. Interface of the Proposed System with Intra-island System	39
26. Conceptual Cross Sections of the Proposed Carriageway	39
27. Orchard-Marina Centre Route	41
28. Profile of the Selected System	41

1. はじめに

- シンガポール国都市交通改善調査(Singapore Urban Transport Improvement Study - SUTIS) は1987年8月に下記の目的をもって開始され1988年11月に完了した。

- ー フェーズIでは、既存のあるいは現在開発が行われている大規模ニュータウンを対象として、新交通システム導入の可能性を公共交通とニュータウン環境の改善という視点より概略検討し、フェーズIIでのケーススタディ対象地区と対象システムを選定する。この時、高速道路とMRT(Mass Rapid Transit)を幹線交通体系として考慮する。同時にニュータウン以外の地域への導入可能性についても触れること。
- ー フェーズIIでは、選定されたケーススタディ地区について、新交通システム導入の可能性をより詳細に検討する。

- フェーズIでは下記の作業が行われた。

- ー インセプションレポートの提出と協議
- ー 補足交通調査の実施 (Ang Mo Kioニュータウン住民に対する世帯インタビュー調査、Ang Mo Kioバスインターチェンジでのバス交通調査、PWD: Public Works Department職員を対象としたアンケート調査をふくむ)
- ー フィーダー交通需要の分析
- ー HDB (Housing Development Board) ニュータウンに関する調査
- ー 既存の新交通システムの比較検討
- ー フィーダー交通改善概略計画案の作成
- ー ニュータウンの環境調査
- ー フェーズII調査の対象地区と対象システムの選定

- フェーズIの結果は1988年1月に中間報告書にまとめられ、ケーススタディ対象地区として、以下の地区を選定した。

- 1) Ang Mo Kioニュータウン: この地区は開発済の典型的なニュータウンであり詳細な検討を行なった。

2) Simpang ニュータウン：この地区は現在計画中であり、新交通システムを計画的に組みこんだニュータウン開発の可能性を検討するのに適していると考えられる。構想計画を作成し、その実現可能性を概略検討した。

3) その他の地区：以下の地区について概略計画を作成した。

- a) Ang Mo Kio / Hougang / Marine Paradeルート
- b) Orchard / Sentosa ルート
- c) Orchard Road / Marina Centreルート
- d) CBD エリア

上記地区に導入可能性のある幾つかの中量軌道システムを選定した。

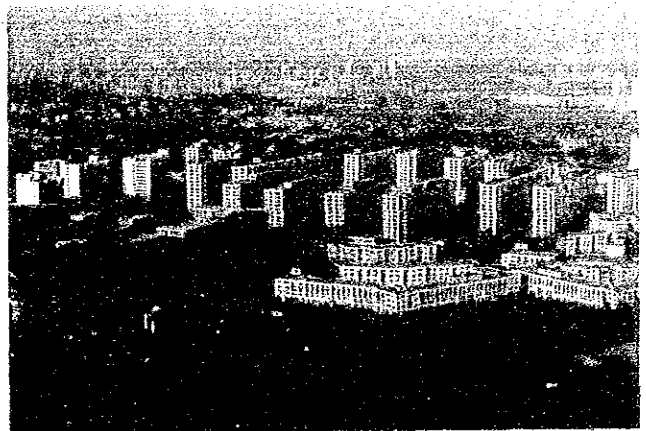
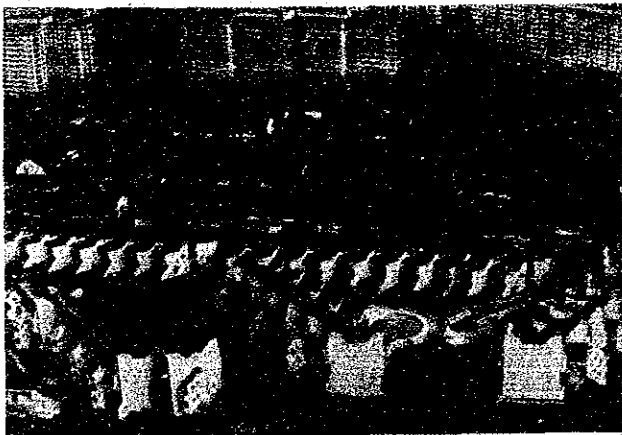
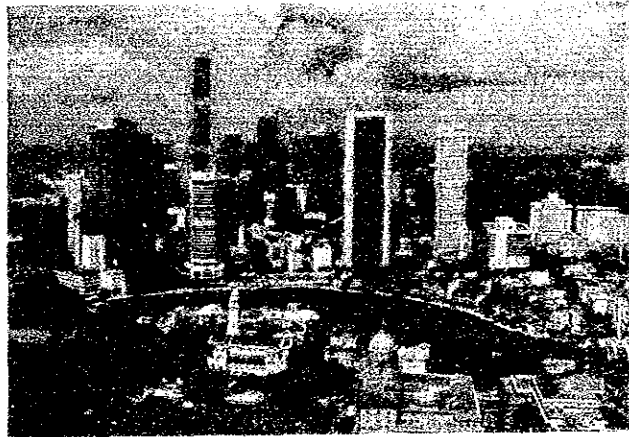
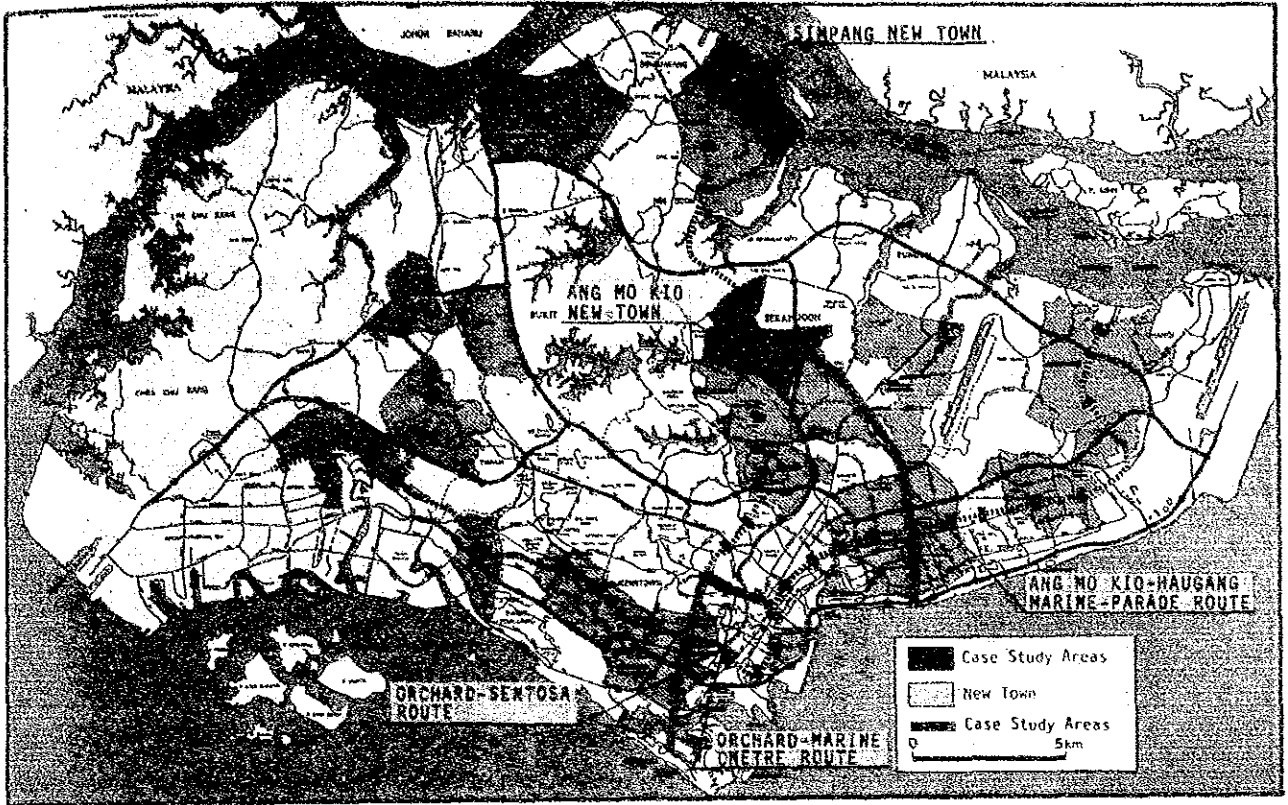
●フェーズII調査は以下の作業より成る。

- MRT 運営開始後の状況を知るためのAng Mo Kioニュータウン住民に対する世帯インタビュー調査、PWD 職員のアンケート調査、Ang Mo Kioバスインターチェンジでのバス交通調査、Orchard Road沿いの歩行者調査を含む補足的交通調査の実施
- 需要分析、路線計画、システム及び運行計画、施設計画、建設費用概算、事業評価と勧告を含むAng MoKio ニュータウンに対する詳細なケーススタディの実施
- Simpang ニュータウン、Ang Mo Kio / Marine Parade路線、Orchard / Sentosaルート、Orchard / Marina Centre ルートに対する概略のケーススタディの実施

この最終報告書は、以上の調査の結果、結論をまとめたものである。この他、下記の5つのテクニカルレポートを作成し、調査の主要な側面に関するより詳細な情報をとりまとめた。

- 1) 補足交通調査 (Supplemental Transport Surveys)
- 2) 既存のフィーダー交通システムとその需要 (Existing Feeder Transport System and Demand)
- 3) HDB ニュータウンに対する調査 (Study on HDB New Towns)
- 4) ニュータウンの環境に対する調査 (Environmental Surveys)
- 5) 適用可能な新交通システムの比較 (Comparison of Available New Transit Systems)

Figure 1. The Location of Study Areas



2. 都市開発の概況

- シンガポールは、都市計画が成功のうちに実施されてきた数少ない国の一つである。コンセプトプランが長期的観点から全体の都市構造と都市開発パターンを決定し、マスタープランがより短期的観点からゾーニング、密度、建ぺい率規制、種々の公共用地の確保により、土地利用を規制している。リングプランと呼ばれるコンセプトプランは中央部の水資源涵養地域のまわりにリング状に衛星都市を開発することを想定している。計画的に開発された中・高密度のニュータウン、CBD、工業地区は、戦略的に開発された高速道路網、MRTにより結ばれている。シンガポールにおける基本的な都市インフラストラクチャーは完成に近づいていると言ってもよい。
- シンガポール社会の社会・経済的特徴は急速に変化してきている。人口増加率は1970年の年 2.8%から1980年の1.3%へ更には1986年の1.1%へと減少してきた。世帯人数の減少と核家族化も進行している。1986年現在、全人口の85%はHDBのニュータウンに居住している。1人当たりGDPは1978年の10,150シンガポールドルから1987年の10,500シンガポールドルへ増加した。シンガポールと同レベルの収入水準の他国に比べ、乗用車所有率が低いことを例外として、耐久消費財の所有も世帯収入の上昇とともに増加してきた。経済の発展と生活水準の改善につれて、今後益々人々の乗用車所有、より多様化した都市サービスと活動、交通サービスの質の向上に対する欲求が強まると予想される。
- 現在20の HDBニュータウンがあり、その完成率は全体で68%となっている。約半分のニュータウンが完成しており、その他は様々な開発段階にある。これらのニュータウンは、リングプランで意図されている内陸部での活動拠点を形成するものと期待されている。

Table 1
Changes in Land Use
Between 1967 and 1982

Land Use	1967		1982		Increase/Decrease	
	Area in ha.	(%)	Area in ha.	(%)	Area in ha.	(%)
Residential	7,484	(13.8)	8,716	(15.3)	1,232	(16.5)
Commercial	710	(1.3)	803	(1.4)	92	(13.1)
Industrial & Warehouse	728	(1.3)	3,345	(5.9)	2,620	(360.0)
Educational/Institution	1,471	(2.7)	2,505	(4.4)	1,035	(70.4)
Transportation	2,656	(4.9)	7,457	(13.1)	4,801	(180.8)
Utilities	438	(0.8)	1,002	(1.8)	564	(128.8)
Sub-Total (Urban Use)	13,859	(25.5)	24,351	(42.7)	10,492	(75.7)
Agricultural	14,282	(26.3)	8,101	(14.2)	-6,181	(-43.3)
Reserved and Others	26,162	(48.2)	24,588	(43.1)	-1,574	(-6.0)
Total	54,303	(100.0)	57,040	(100.0)	2,737	(5.0)

Source: 1982 Land Building Use: Report of Survey Planning Department, Ministry of National Development

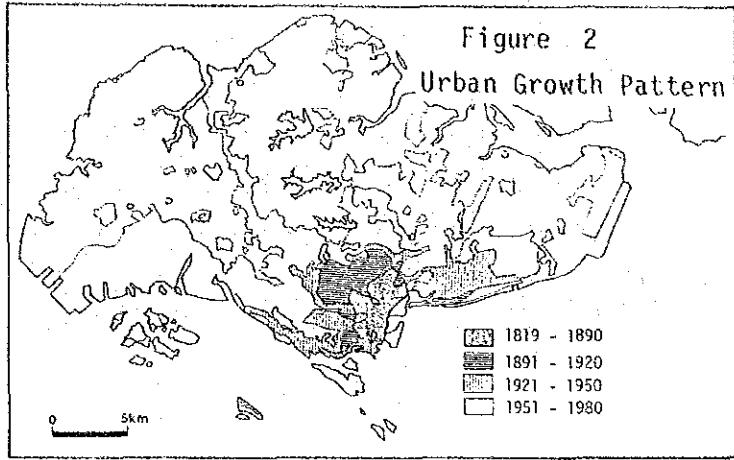
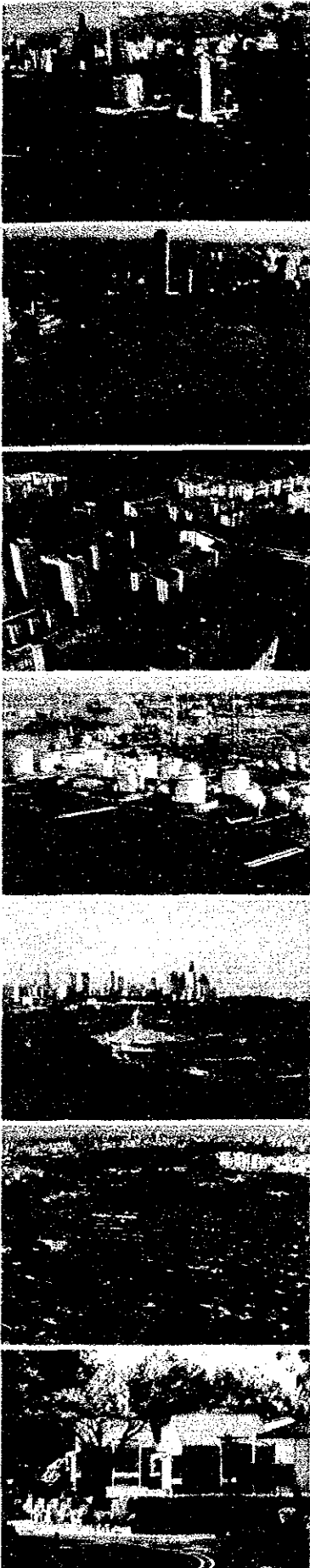


Figure 3. Land Use 1982

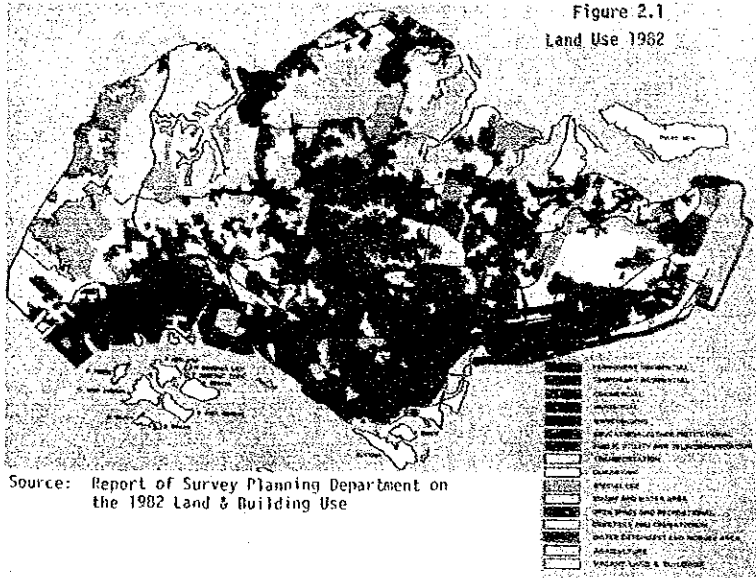
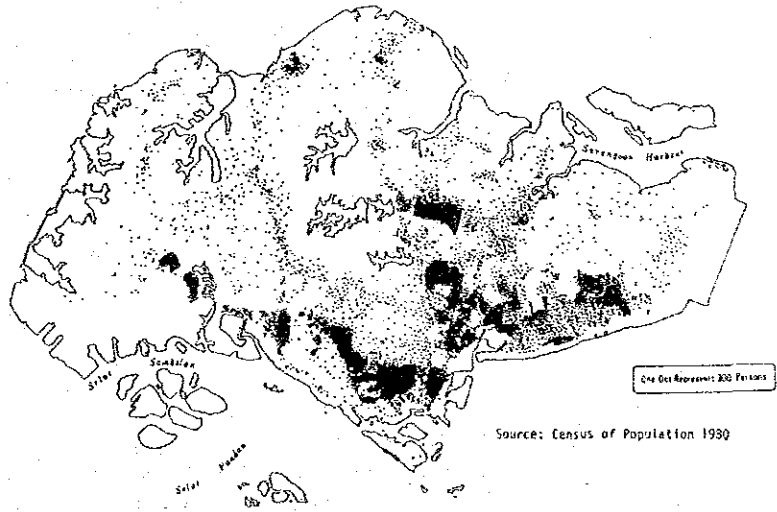


Figure 4. Population Distribution, 1980



3. 都市交通システム

- シンガポールの都市交通体系は、よく発達した道路と高密度に配置されたバス路線網により機能してきた。公共道路網は77kmの高速道路と460kmの幹線道路を含む総延長2,690kmよりなる。しかし、1987年12月より22kmの南北線、39kmの東西線、6kmの支線よりなる総延長67kmのMRTが部分運行を始め、1990年には全面開業する予定である。このシステムは、15の地下駅、27の地上駅の42駅を持ち、主なニュータウンさらにはOrchard Road、CBDを相互に結んでいる。MRTは高質のサービスをもつ魅力的な交通手段となっている。
- 都市交通需要は、1980年には約370万トリップ/日であり、1990年には420万トリップに増加するものと予測される。公共、私的交通手段の分担は1980年では、それぞれ53%と47%であり、現在の乗用車の所有と使用に対する抑制策が続くので、将来とも同レベルに留まるものと予想されている。交通需要の分布パターンは、CBDにそれほど集中していないことが特徴で、総交通需要のうちCBDを中心とする交通量は25%程度である。
- シンガポールは、交通渋滞、過度の環境汚染、高い事故率等のいわゆる都市交通問題がさほど顕著ではない数少ない大都市のひとつである。これは、主として下記のいくつかの手段と政策の効果的な実施によるものである。
 - a) よく整備された道路網の建設
 - b) よくコントロールされた土地利用と都市開発
 - c) 自家用車所有の抑制
 - d) CBDのエリアライセンシング策を含む包括的な交通管理の実施
 - e) よく発達したバス交通システム
 - f) 強力かつ効果的規制能力

以上に加え、MRTの建設と高速道路の拡張は、交通状況の一層の改善に貢献すると考えられる。

- 供給側において多様な政策がとられる一方で、需要も同時に急速に変化してきた。経済は急速に発展し、さらに発展すると予想される。世帯所得の上昇に伴い、人々の消費パターンも変化し、サービスと多様な活動に対する質の改善への要求も強まるであろう。明日のシンガポール社会において、益々大きな関心が持たれる基本的な諸点として下記があげられる。
 - a) 多様化したサービスと活動に対する需要の増加
 - b) 乗用車所有に対する需要の増加
 - c) より良い生活環境に対する需要の増加

こうした自国社会内部での要求に加え、ツーリズムあるいは他の経済活動の面で、国際社会からの要求にシンガポールは応えねばならない。諸外国の活動拠点の誘致に際し、魅力ある、かつ競争力のある立地条件を持ちつづけるためには、効率的で質の高い都市システムの一層の整備が重要である。

Figure 5. Major Transport System

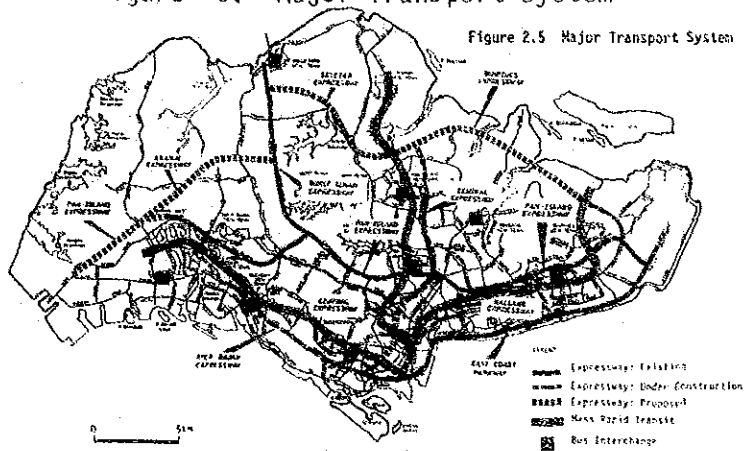


Figure 6. Bus Network

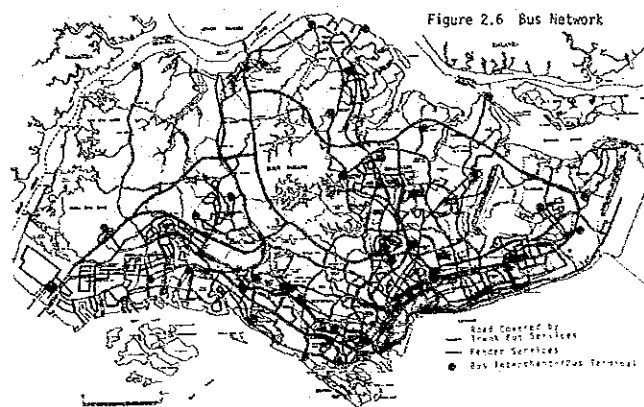


Figure 7

Distribution of Inter-Zonal Trips (Private and Public Modes) 1980



Zone No.	
6	Bkt. Merah
7	Queenstown
11	Jalan Besar
12	Toa Payoh
15	Geylang
17	Clementi
19	Jurong East
21	Jurong West
22	Jurong Industr.
23	Bishan
24	Ang Mo Kio
26	Sepangoon
27	Hougang
29	Bedok
31	Changi Airport
32	Tampines
33	Pasir Ris
36	Yishun
39	Woodlands
41	Choa Chukang
42	Bukit Panjang

4. フィーダー交通サービス

- 現在のフィーダー交通を本調査では以下のように定義している。

a) 代表交通手段に接続する下位交通手段によりなされるトリップ、b) 域内トリップ、c) 幹線交通システム外に分布するトリップ

フィーダー交通需要の特徴を知るため、以下の補足調査を行った。

- a) MRT開業前後のAng Mo Kio住民に対するインタビュー調査
- b) MRT開業前後のPWD職員に対するアンケート調査
- c) MRT開業前後のAng Mo Kioバスインターチェンジでのバス交通調査
- d) バス待ち時間調査
- e) Orchard Road歩行者調査

- シンガポールのフィーダー交通手段の中で最も重要なものは以下の通りである。

フィーダーバス：これは、シンガポールで最もポピュラーなフィーダー交通手段である。ニュータウンにいる PWD職員の40%以上が、一方あるいは両方向を利用している。

徒歩：これは最も量が多く、不可避のフィーダー交通である。前記の補足調査は予想に反し、人々が歩くことを余りいとわないことを示している。5分以下の歩行時間ではほとんど抵抗はなく、10分以上ではじめて不満が顕著になる。Ang Mo Kio住民の歩行のみによるトリップの平均時間は16分であった。

車 (キスアンドライド、パークアンドライド)：これは、ある人がバス停/インターチェンジまで車で送られ、公共交通に乗り換えていく際に行なわれる。キスアンドライドの方がパークアンドライドより一般的である。PWD職員中35%、また車所有世帯の85%がキスアンドライドを行なっている。この内21%が毎日、主として仕事の行き帰りにキスアンドライドを行なっている。一方、全体の4%、車所有世帯の11%のみがパークアンドライドを行なっているに過ぎない。

- フィーダーバスサービスは主な HDBニュータウン、Jurong工業団地等をカバーしている。ニュータウンや工業団地の内-内交通やバスインターチェンジでの幹線交通との連絡にサービスを提供している。1987年現在、84のフィーダーバス路線があり、その77%にあたる65路線は、HDBニュータウン内、残りの19路線はJurong工業団地をふくむ他の地域で運行されていた。Singapore Bus Service Ltd (SBS) と Trans-Island Bus Service Ltd. (TIBS)の2社があり、TIBSはWoodlandニュータウン、Yishunニュータウン等に7路線、SBSはその他の主なニュータウンに59路線を運行している。

フィーダーバスは、通常バスインターチェンジを起終点として幹線バスに連結するかたちで運行されており、次のような特徴をもっている。

- 短い路線長： 平均路線長は 6.9kmで86%の路線は10km以下である。
- 広いサービスエリア： 平均バス停間距離は 410mである。ニュータウン内の住宅地はバス停から 250~300mで殆どカバーされている。
- 頻度の高い運行回数： 平均的にはピーク時 5.1分、オフピーク時 7.8分の運行間隔であるが、ピーク時 3分のサービスが行われるニュータウンもある。
- 長い運行時間： 通常朝5時より深夜0時まで運行されており、これは幹線バスより30分早く、又30分遅い時間である。
- 安い運賃： 均一料金制をとっており、通常15セント/トリップである。

Table 2

Modal Interchange of Inter-Town Trip of Ang Mokia New Town (From Town to Outside Only)

Main Mode	Access Mode	Walk (Direct)	Car	Trunk Bus	Feeder Bus	Total
Motorcycle		100	-	-	-	100
Car		99	-	-	1	100
Car-pool		87	-	-	13	100
Taxi		100	-	-	-	100
MRT		54	2	3	41	100
Trunk Bus		51	-	7	42	100
Feeder Bus		83	-	-	17	100
Scheme B		100	-	-	-	100
School/Company Bus		93	-	-	2	100
Othres		100	-	-	-	100

Source: SUTIS 1988 HIS



Table 3

Assessment of Feeder Bus Operating Conditions by PWD Officials

Items		% of those who consider		
		bad or very bad	acceptable	good
Service Frequency	Peak Hrs	28.9	53.8	17.3
	Off - peak	40.5	55.7	3.8
Operating Hours	Peak Hrs	26.5	58.3	15.2
	Off - peak	35.9	55.8	8.3
Riding Condition of Bus	Drivers Attitude	13.3	74.1	12.6
	Seat Availability	21.9	64.4	13.7
	Riding Comfort	16.3	73.6	10.1
	Cleanliness	22.0	71.7	6.3
Discomfort in Bus	Air Pollution	31.6	65.8	2.6
	Noise	43.1	60.0	1.9
	Heat / Temperature	54.8	42.7	2.5
	Steps	17.8	77.1	5.1
Physical Condition of Bus	Door Width	16.5	76.6	7.0
	Safety at Steps/ Door	13.2	80.5	6.3

5. フィーダー交通改善計画の方向と可能性

●最近開業した MRTは質の高いサービスを提供し、MRT ルート沿いでは、乗用車に対して競争力のある公共交通システムとなっている。しかし、交通システム全体の改善は、door-to-door交通サービスの観点から捉えられる必要があることは明らかであり、既存の交通システムが一般に幹線とフィーダー交通に区分されているシンガポールでは、特にこの事はあてはまる。MRT が現在の交通所要時間を幹線沿いでは半分近くに短縮する一方、比較的多くの時間をさかねばならない。かつ、余り快適とは言えないフィーダー交通はそのままであり、全体の旅行時間に占める割合は高くなっていく。door-to-door交通サービスの向上に、フィーダー交通サービスの改善が益々重要な課題となってきた。

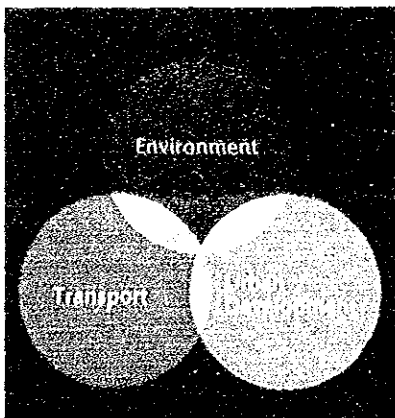
●乗用車に対し、競争力のある効率的な公共交通システムを整備することが理想的であるが、シンガポールはこの実現に近づくことのできる国の一つである。この目的を達成するのに有利な要因として下記の諸点があげられる：

- a) 戦略的に配置された MRTが、主なニュータウン、CBD と他の主な交通発生源を結び、高い質の幹線交通サービス体系が完成しつつある。
- b) 都市国家における比較的容易な計画と意思決定
- c) 都市開発をコントロールする効果的手段と能力を持っている。

しかし、上記の目的を効果的に達成するためには、交通面のみならず都市開発全体からのアプローチが不可欠である。質の高い交通開発に対する投資は、常にながりの財政支出を伴うため、ただ単に既存のシステムを新しいシステムと置きかえるだけでは正当化し難い。新しいシステムが、目標とされる都市/コミュニティ開発の一部に組み込まれ、戦略的部分となって初めて投資が正当化される。フィーダー交通改善の基本的な計画目標は次のように整理される。

生活環境の改善

- 短期： 自動車による騒音、大気汚染、等環境悪化要因の減少
- 長期： アメニティの向上



交通能力と効率の改善

- 短期： 公共交通セクター内の現在の状況の改善
- 長期： 乗用車に対して競争力のある公共交通体系の実現

より良い都市開発の奨励

- 短期： 需要が存在、あるいは予想される種々の土地利用への交通サービスの提供
- 長期： 目標とされるコミュニティ/都市開発の実現

- フィーダー交通の改善が必要と考えられる、種々の地域が抽出されたが、これは次のように区分しまとめられる。

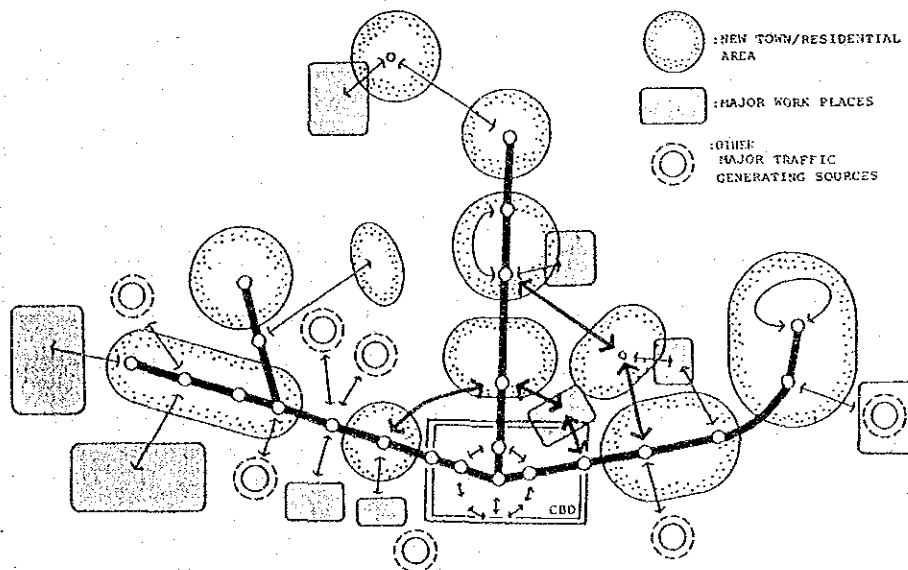
Area I : ニュータウン居住者のフィーダーサービス改善が求められる地域で、MRT 駅へのアクセス改善と住環境の改善を基本的な目的とする。これは殆どのニュータウンに共通した課題である。

Area II : 業務地、工業団地、学校、空港、港、レクリエーション地等の主要な交通発生源と幹線体系の連絡強化が求められる地域。トリップ全体での公共交通サービスの改善を図るためには、Area I における居住地のみならず、その相手地である上記各地域での同様の改善が必要である。Area I とArea II での一体的な整備がないと自家用車に対する競争力は、充分なものとなり得ない。

Area III : 都心、空港、大学、レクリエーション地等、あるまとまった需要を持ち、質の高い域内交通サービスが求められる地域。

Area IV : 幹線体系の拡充に際し、需要や地域条件からみて、中量のシステムによる方が、より効果的にこれを行える可能性のある地域。例えば、シンガポールにおける環状方向での交通体系の整備がこれにあたる。

Figure 8
Conceptual Understanding of Potential Areas of Feeder Service Improvement



6. 利用できる新交通システム

- 現在、世界各地で運行され、開発中の各種新交通システムについて、色々な角度より検討を加え（輸送能力、運行のフレキシビリティ、騒音・大気汚染等による環境に対する影響、景観、技術的成熟度、建設費、運営費等）、本調査の対象として、以下の3グループを選定し、更に検討を加えた。

Group I: このグループに属するシステムは、比較的技術面での成熟度が高く、特に日本、アメリカに適用事例も多い。平均的な車両は75-100人乗りで、ゴムタイヤで支持されている。完全自動化が可能で輸送力はおおむね5,000-10,000人/時間/方向である。適用事例の豊富さ、輸送力から判断して、シンガポールの殆どのニュータウンへの導入に適しており、最も現実性のあるシステムと言える。

Table 4

Outline of New Transit Systems Selected for Case Studies

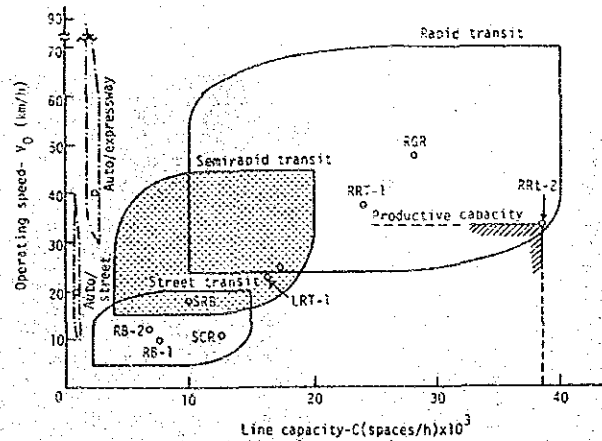
ITEM	GROUP I		GROUP II		GROUP III		
	Intermediate transit capacity Technologically matured Relatively extensive applications		Smaller transit capacity Limited application		Highly expected systems in the near future		
Definition					Magnetic Levitated	Personal Rapid Transit	
Representative System	Kobe Portliner	Miami Metronover	Dortmund H-Bahn	Sydney Mini-monorail	H-Bahn	Morgan Town PRT	
System Outline	Purpose	feeder to MRT intra-island loop	feeder to MRT CBD loop	feeder to S-Bahn shuttle in campus	feeder to MRT CBD loop	feeder to S-Bahn experimental line	feeder to MRT intra-area service
	Route length (km)	6.4	3.0	1.05	3.6	1.6	6.5
	Station Spacing (m)	943	375	1050	450	800	300
	Route Configuration	double track loop/shuttle	double track loop	single track shuttle	single track loop	double track shuttle	double track shuttle
	Guidance	side guide rail	central guide rail	guide wheel	guide wheel	Linear motor	Lateral guide wheel
	Car Support	rubber tyre	rubber tyre (air)	rubber tyre (solid)	rubber tyre	Magnetic levitated	rubber tyre
	Power Automation	3 ph. alt. 600V full	3 ph. alt. 380V full	3 ph. alt. 500V full	3 ph. alt. V full	Linear motor full	3 ph. alt. 525V full
Vehicle	Size: L x W x H (m)	8.4 x 2.4 x 3.2	11.9 x 2.9 x 3.6	8.2 x 2.1 x 2.4	32 x 2.1 x 2.3 (7 units/train)	11.8 x 2.3 x 2.3	4.7 x 2.0 x 2.7
	Weight (tons)	10.5	14.5	7.3	22/train	7.5	3.9
	Capacity/car	75	109	42	1701/	71	21
	Max speed (kph)	60	95	50	33		48
	Acc. (km/h/sec)	3.5	3.2	3.6	2.5	4.7 - 10.8	2.2
	Dec. (km/h/sec)	3.5	2.4	7.2	2.5	3.6	4.4
Propulsion	90 kw x 8/train (4M 2T Cars)	75 kw x 2/car	23 kw x 4/car	37 kw x 6/train	Linear motor	45 kw x DC	
Guideway	concrete partially steel	PC concrete steel box	steel	steel	steel	PC concrete	
Structure	Max Gradient (%)	50	100	45	up 44, down 60	120	100
	Min Curvature (m)	30	24	30	20	30	9.1
Current Status	In operation since 1985	In operation since 1986	Operated only within University. Extension planned	Commercial Operation has started 1 Jul. 1988	Commercial Operation has started 1 Jul. 1988	In operation since 1974	
Similar Systems	Osaka New Town Yukarigaoka VONA Saitama Ina Line Others	Atlanta A.P. Tampa A.P. Seattle A.P. Changl A.P.		Sentosa Monorail	HSST	CVS	

Source: Worked out by Study Team based on available information
1/ Comprising seven cars

Group II : このグループに属するシステムは、特にミニモノレールを指している。Group I のシステムに比べ一般に輸送力は小さいが、その分、構造物も軽量で美観面では優れている。同様に完全自動化も可能であり、輸送力はおおむね 2,000-5,000人/時間/方向である。適用事例はまだ少ないが、都心部、大学構内、レクリエーション地等に可能性が大きい。

Group III : このグループに属するシステムは近い将来、一層注目されると考えられるもので、磁気浮上・リニアモーター駆動システムや個別輸送システムがこれにふくまれる。前者は、騒音、乗り心地等環境面での一層の改善効果等が期待され、後者はよりパーソナルな交通ニーズを満たそうとするものである。

Figure 9
Transport Capabilities of Various Transit Modes



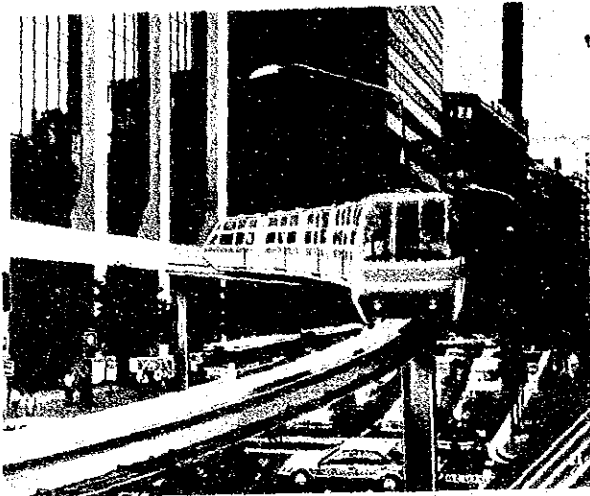
Note: RB: Regular bus, SCR: Street car, SRB: Semirapid bus
LRT: Light rail transit, RRT: Rubber fired rapid transit
RGR: Regional rail

Figure 10
An Overview of Transit Mode Definition Classification, and Characteristics

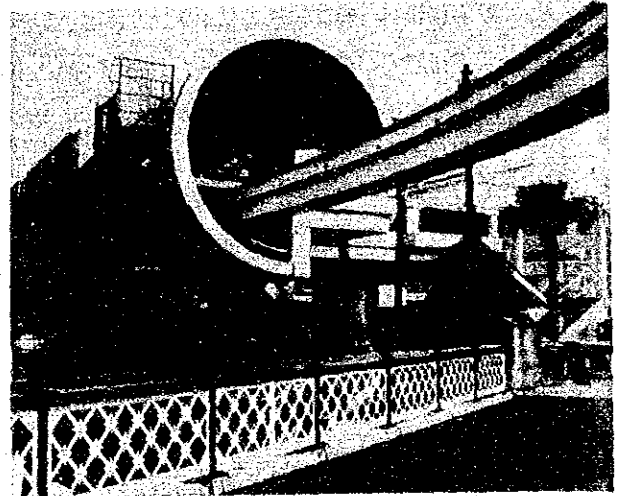
Determinant factors	Categories /types	Basic characteristics	Individual modes ^{1/}	Generic classes	
Separation from other traffic	C B A	Right-of-way categories	TRANSIT MODES (Paratransit modes) Shuttle bus Regular bus Express bus/street Trolleybus Streetcar Cable car Semirapid buses Light rail transit Light rail rapid transit Schwebabahn Rubber-tired monorails Rubber-tired rapid transit Rail rapid transit Regional rail Automated guided transit Ferryboat Helicopter Inclines Belt system	Street transit	
Support Guidance	Highway-driver-steered	Technology			Semirapid transit
Propulsion -motor/engine -Traction Control	Rubber-tired: guided, semiguided Rail Special				
Line length Type of operation Trips served	Short-haul City Regional	Local Accelerated Express		Type of service	Special transit

Source: Urban Public Transportation Systems and Technology Vukan, R. Vuchic, 1981

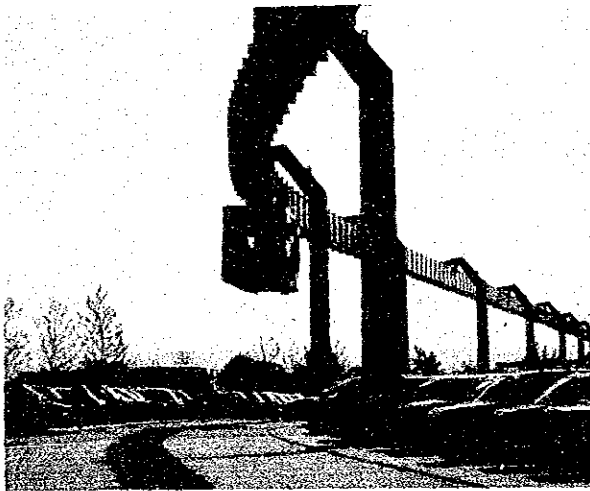
^{1/} A; fully controlled without grade crossing, B; longitudinally physically separated but with grade crossing; C; surface



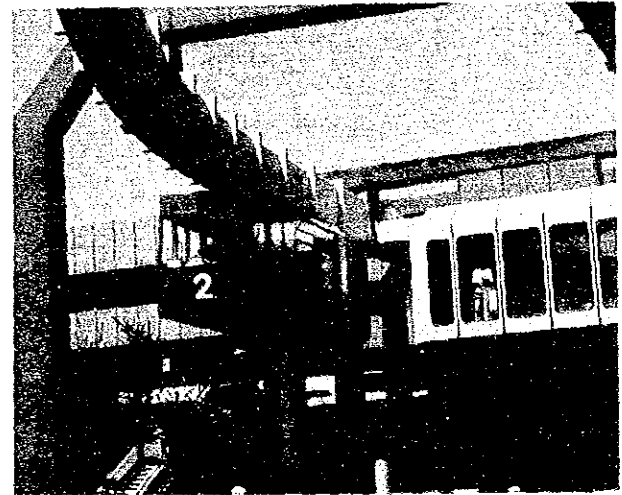
Sydney Mini-monorail



Sydney Mini-monorail Station



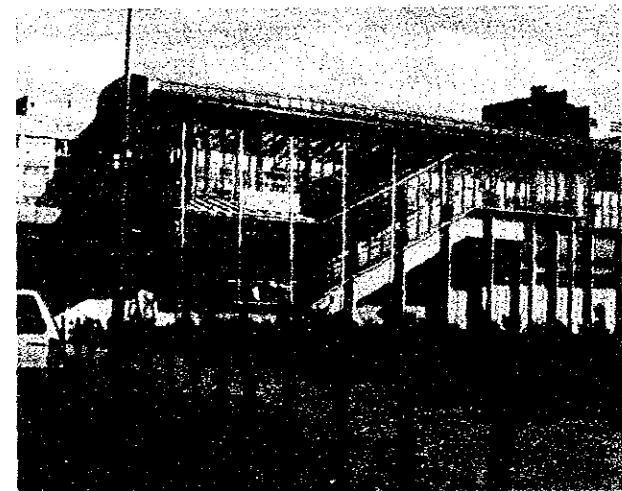
H-Bahn



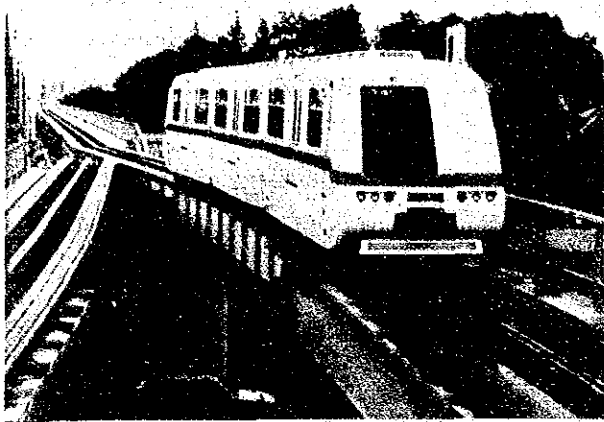
H-Bahn Station



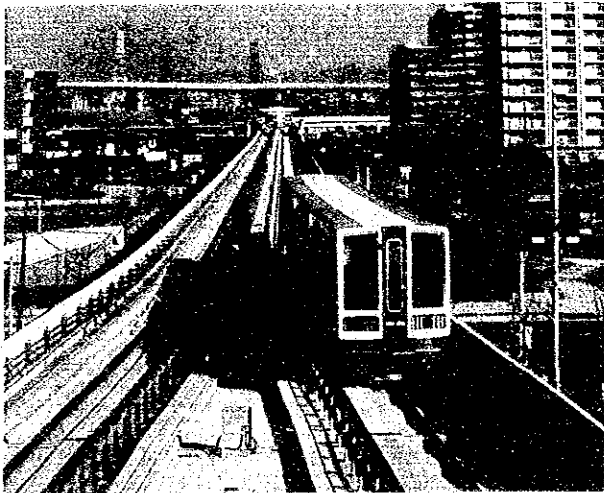
M-Bahn



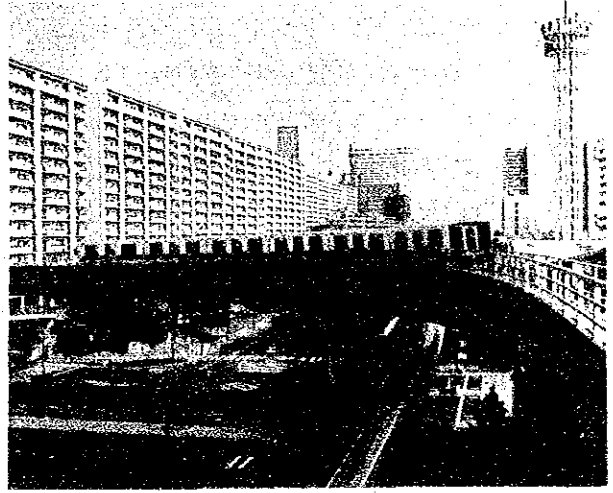
M-Bahn Station



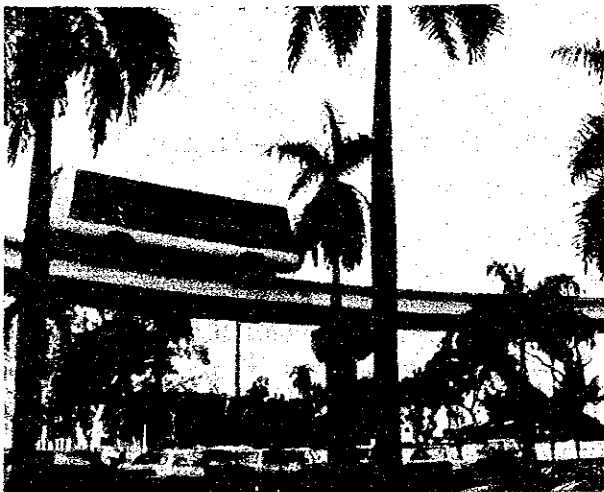
Yukarigaoka VONA



Osaka Nanko New Tram



KOBE Port Liner



Miami Metro Mover



Platform Door

Figure 11

Transport Systems Selected for Case Studies

7. Ang Mo Kioニュータウンでのケーススタディ

- Ang Mo Kioニュータウンは 740haの土地に約20万人の居住者を有するニュータウンで、CBD の北方約12から15kmに位置し、東西方向に4km、南北方向に3kmに拡がっている。全面積のうち37%が居住用、工業用と幹線道路にそれぞれ17%と16%があてられている。3.3万人の雇用を提供している。
- Ang Mo Kioニュータウンの交通は、道路と MRTでサービスされている。MRT の運行開始で、幹線交通路沿いの所要時間が大幅に短縮され、バスで55から65分かかる所が MRTでは19分になったが、MRT が全線開通していないこともあり、未だバスが幹線交通の主要交通手段となっている。ニュータウン内の交通ではフィーダーバスが主な手段である。フィーダーバスサービスでは、55台のバスが午前5時30分から午前1時まで3分から8分間隔で運行されている。1日12万8千人の乗客が利用し、そのうち9万人が現金払い客である。ニュータウンはこのバスネットワークにより高密度にカバーされている。
- Ang Mo Kioニュータウンの全交通需要は 405,500トリップ/日（徒歩除く）であり、そのうち67%の 272,300 トリップが居住者により、33%の 133,200トリップが非居住者により行なわれている。全体で79%の 319,600が公共交通手段によるトリップであり、21%の85,900トリップが私的交通手段による。ニュータウン内移動では徒歩によるトリップが最も大きく、フィーダーバス、学校/会社の送迎バスと自家用車がこれに続く。徒歩を除く平均的交通需要は、それぞれ全域内交通需要の44.3%、23.5%、13.6%を占めている。一方、幹線バス、MRT、車がニュータウン間移動の主要交通手段で、それぞれ全ニュータウン間交通需要の43.5%、19.7%、14.0%を占めている。
- フィーダー交通の特徴を HISの結果に基づく下位交通手段選択を分析することによって行った。ニュータウン外との交通に MRT利用者の54.1%が駅との間を歩き、41.1%がフィーダーバスを使い、2.6%が幹線バス、1.8%が車を利用していった。平均すると、フィーダー交通手段を利用している者で、MRT および幹線バスを使っている者の割合はそれぞれ45.9%、49.1%となった。公共交通手段を利用している乗客のうち43.9%がフィーダー交通手段を用いている一方、私的交通手段利用者の 0.9%しかフィーダー交通手段に頼っていない。一方、ニュータウン内交通では、当然のことながらフィーダー交通手段を殆ど必要としない。
- 幹線バス利用者の平均旅行時間は、フィーダー交通利用者で56.4分、フィーダー交通を使わない者で、43.3分となっている。これは、幹線バス利用者はフィーダー交通に対し、平均13分を費やしていることを意味する。幹線バスの直接利用者が徒歩により長い時間を費やすことを考えると、フィーダー交通システムに必要な実際の時間はおよそ16から17分と推定される。一方、ニュータウン内移動のdoor-to-door 所要時間は、全交通手段平均で20.5分となっている。全部徒歩で移動するものは16.5分、他の交通手段を利用するものは20から30分である。

Figure 12

Existing Land Use of Ang Mo Kio New Town

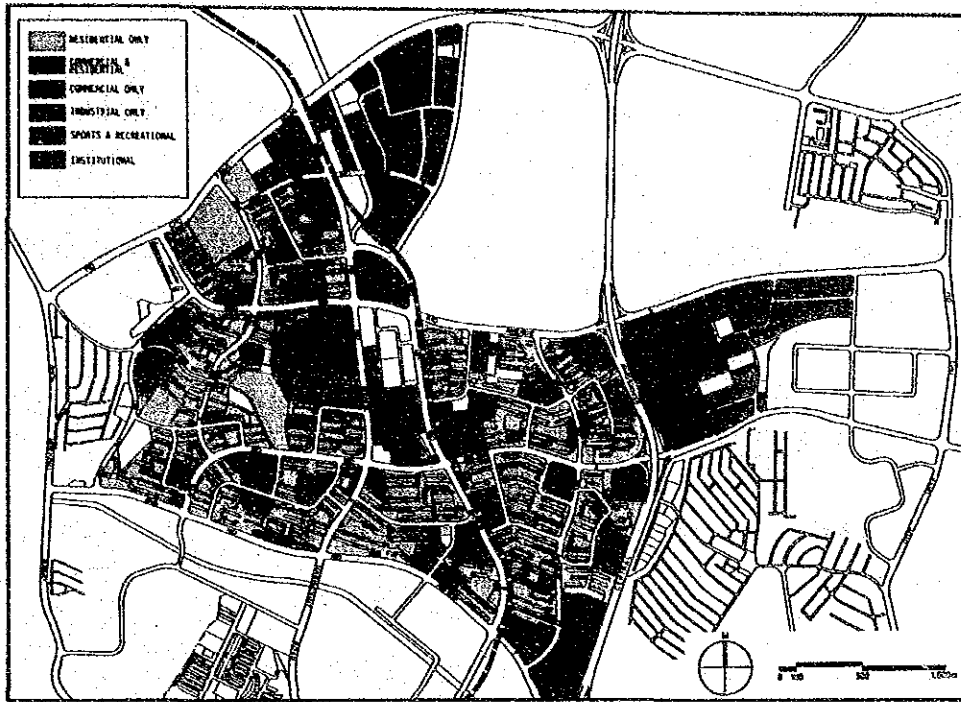


Table 5

Modal Share of Motorized Trips for Ang Mo Kio New Town

Representative Mode		Intra-town		Inter-town		Total	
		No. of Trips	%	No. of Trips	%	No. of Trips	%
Public Mode	MRT	1,400	1.6	62,500	19.7	63,900	15.8
	Trunk Bus	9,500	10.8	138,300	43.5	147,800	36.4
	Feeder Bus	38,900	44.3	9,200	2.9	48,100	11.9
	Scheme B	-	-	200	0.1	200	0.0
	School/Company Bus	20,700	23.5	28,500	8.9	49,200	12.1
	Others	1,200	1.4	9,200	2.9	10,400	2.6
	Sub-Total	71,700	81.6	247,900	78.0	319,600	78.8
Private Mode	Car	12,000	13.6	44,500	14.0	56,500	13.9
	Car-pool	-	-	1,700	0.5	1,700	0.4
	Taxi	1,200	1.4	4,000	1.3	5,200	1.3
	Motorcycle	3,000	3.4	19,500	6.2	22,500	5.6
	Sub-Total	16,200	18.4	69,700	22.0	85,900	21.2
TOTAL		87,900	100.0	317,600	100.0	405,500	100.0
Walk only		110,100	-	6,200	-	116,300	-

Source: 1988 SUTIS HIS.

1/ Including trips by non-residents.

Table 6

Sub-Modal Choice in Inter-Town Trips of Ang Mo Kio New Town

Trunk Mode	Feeder Mode (To/From)	No. of Trips/Day				% of Trips Using Feeder
		Residents	Non-Residents	Total	%	
MRT	Walk	21,600	12,200	33,800	54.1	45.9
	Trunk Bus	1,000	600	1,600	2.6	
	Feeder Bus	16,400	9,300	25,700	41.1	
	Car	700	400	1,100	1.8	
	Car-pool	200	100	300	0.5	
Sub-Total		39,900	22,600	62,500	100.0	
Trunk Bus	Walk	45,100	25,300	60,400	50.9	49.1
	Trunk Bus	5,800	3,200	9,000	6.5	
	Feeder Bus	37,600	21,000	58,600	42.4	
	Car-pool	200	100	300	0.2	
Sub-Total		88,700	49,600	138,300	100.0	

Source: 1988 SUTIS HIS

- MRT の開通が、Ang Mo Kio住民の交通パターンに及ぼした影響は顕著であることが、ホームインタビュー調査から次のように判った。

- 旅行時間： 94.2%の住民が平均17分短縮されたと答えた。一方 5.8%が平均13分増えたと答えており、短縮時間は平均15.3分である。
- 支払い運賃： 91.4%の住民が平均27セント増加したと答え、一方 8.6%が平均91セント減少したと答えた。平均増額は17セントとなる。
- 歩行距離： 63.5%の住民は平均11分、歩行距離が増大したと答え、36.5%が平均8分減少したと答えた。平均の歩行距離の増大は4分となる。
- 正確性と信頼性： 95%の住民が交通の正確性、信頼性何れも増大したと答え、内半数は顕著に増大したと答えた。

- 提案された新交通システムに対するフィーダー交通需要は、居住者、非居住者とも次のような交通をふくむものと考えられる。

- a) 現在のニュータウン間公共交通の末端部分
- b) 現在のニュータウン内公共交通
- c) 現在の私的交通手段から転換する交通
- d) 現在の徒歩交通から転換する交通
- e) 一般化交通費用（時間費用、距離費用、快適性の緩和）の減少により誘発された交通
- f) 提案されたシステムの建設により可能となった都市開発により発生した開発交通

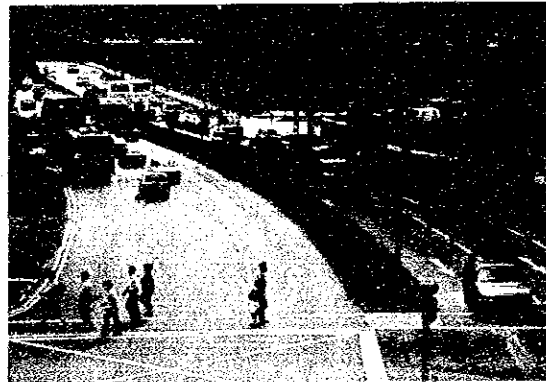
フィーダー交通需要を現在のフィーダー交通の交通手段別分担をもとに推定した。推定に際し、以下の点を考慮した。

- 提案されたシステムのサービスレベル全体は、現存のフィーダーバスよりも高い。但しそのカバーする範囲はフィーダーバスの方が若干広い。
- 私的交通手段、徒歩トリップからの転換が期待できる。
- 誘発交通、開発交通は考慮に入れない。

- 以上の結果、低めにみても1日 122,700人の利用者が考えられ、これは現在のフィーダーバスの利用者138,350人/日より若干少ない。高めの推定では1日224,200人が期待できる。域外交通の割合は前者に対し65%、後者に対し71%と推定される。

Table 7
 Estimated Potential Feeder Traffic Demand for
 the Proposed New Transport System

Mode		Intra-Town Trips			Inter-Town Traffic		
		Residents	Non Residents	Total	Residents	Non Residents	Total
Total Actual Demand	Public	56,200	15,500	71,700	158,600	89,300	247,900
	Private	10,300	5,900	16,200	47,200	22,500	69,700
	Total Motorized	66,500	21,400	87,900	205,800	111,800	317,600
	Walk	110,100	-	110,100	6,200	-	6,200
Actual % of Feeder Bus User	Public	60.1	62.3	60.6	37.9	38.1	38.0
	Private	0	0	0	0.8	0.9	0.9
	Walk	0	0	0	0	0	0
Estimated Share of NTS (%)	Public: High/Low	70/50	70/50	-	50/35	50/35	-
	Private: High/Low	20/0	10/0	-	30/0	30/0	-
	Walk: High/Low	20/0	20/0	-	0	-	-
Estimated Demand for NTS	Public: High	39,300	10,900	50,200	79,300	44,700	124,000
	Low	28,100	7,800	35,900	55,500	31,300	86,800
	Private: High	2,100	600	2,700	14,200	6,800	21,000
	Low	0	0	0	0	0	0
	Walk: High	22,000	4,300	26,300	0	0	0
Low	0	0	0	0	0	0	
Total: High	63,400	15,800	79,200	93,500	51,500	145,000	
Low	28,100	7,800	35,900	55,500	31,300	86,800	
TOTAL:		HIGH: 224,200			LOW: 122,700		
		(Existing Feeder Bus Traffic: 138,350)					



● Ang Mo Kioニュータウンに対し、適用可能な交通システムは、前述したように、Group IかGroup IIに属するシステムに事実上限定される。両者の違いは輸送力、運行実績、構造物タイプの違いにあり、Ang Mo Kioニュータウンについては、下記の理由により、Group Iのシステムが好ましいと考えられる。

- Ang Mo Kioニュータウンの需要は相当大きいので、Group Iのシステムの方がより経済的であること。
- Group Iの方が運行実績も豊富で、技術的な信頼性も高いこと。

こうして選定されたシステムも、その具体的な仕様は、必ずしも固定したものでなく、ある一定範囲で変更が可能であり、適用ケースの特殊性を十分に反映したシステムのデザインを考慮する必要がある。一例として本調査では車両のサイズと構造物断面との関係を経済的側面より検討し、定員75人乗り程度の車両を選定した。又、短い運転間隔に耐え、快適性を保つために、それぞれ全自動運転、エアコンの整備が可能となるように計画をした。

● ネットワーク構成、路線位置、駅の配置等を考慮して、代替案を準備した。さらに以下の要因も検討されている。

- a) 交通需要の量的・質的内容
- b) 必要とされる交通サービスレベル（表定速度、快適性、アクセシビリティ等）
- c) 土地利用
- d) 導入空間
- e) 環境
- f) 地形、地質
- g) 既存の構造物、施設への影響

● 選定された計画は、29駅と420mの平均駅間を持つ21.6kmの単線環状ルート of の組み合わせからなるものである。この計画は、Yio Chu Kang駅近くの工業用地を除くニュータウン全域のほとんどをカバーする。また、このシステムは東方向へ延伸可能であり、より広域の公共交通副幹線の形成に利用することができる。

● 路線については、地形測量をふくむ、より詳細な調査を行った。路線はできる限り公共空地に設けるようにし、軌道も道路中央ではなく、歩道上に設置し、利用者の便を図ると同時に、景観面の配慮を施した。方向別に軌道を片側に寄せることで、視界の占有量が小さくなり、路側の木に隠しやすくなる。

Figure 13

An Image of the Proposed Car for Ang Mo Kio System

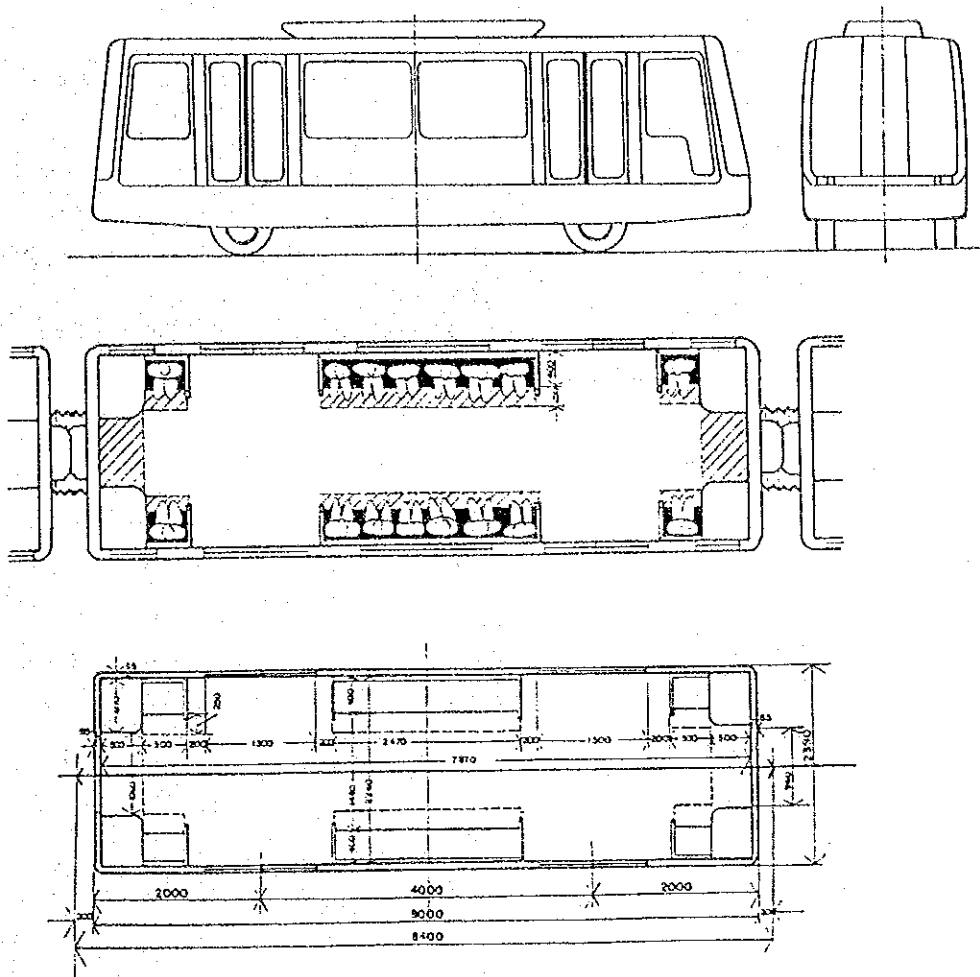


Table 8

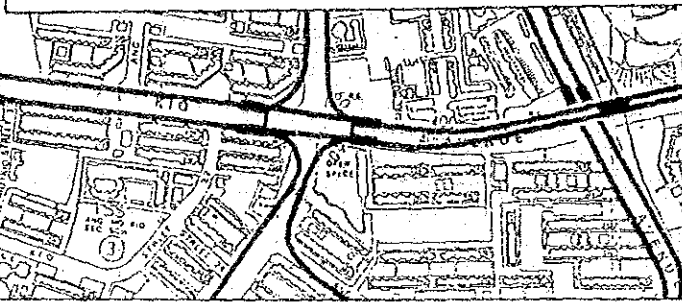
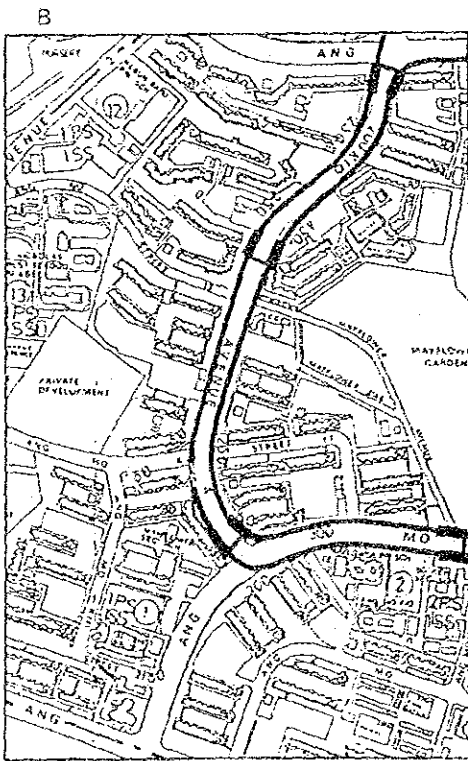
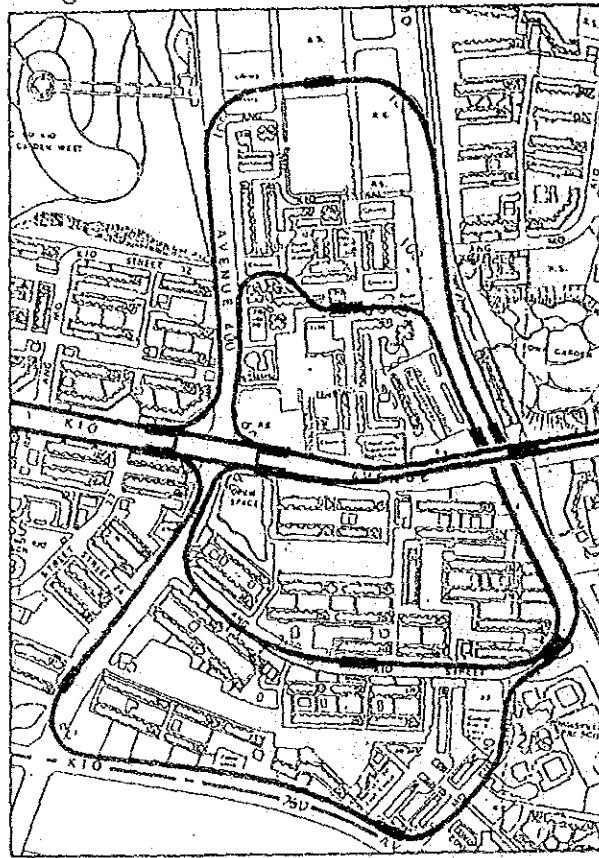
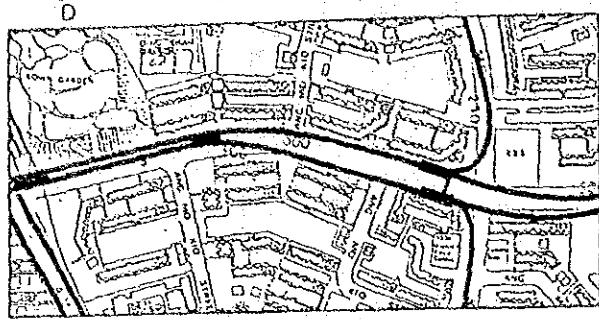
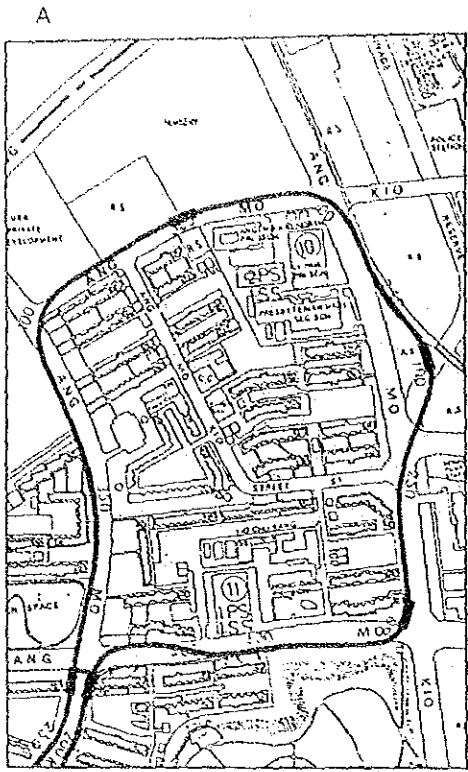
Summary of Operational Characteristics of the Proposed

Particular		Description
A. System Performance (2 to 4-car train)		
1. Transport Capacity (4-car-train)	1) Max. Theoretical Sgl. Direction Cap.	18,000
	2) Max. Practical Sgl. Direction Cap.	12,000
2. Headway	3) Min. Theoretical Headway	60 sec.
	4) Min. Practical Headway	90 sec.
3. Speed	5) Max. System Civil Speed	55 Km/h
	6) Average System Speed	Approx. 20km/h
4. Operation	7) Operating Modes	Scheduled
	8) Hours of Scheduled Operation per Day	18 - 20 hours up to 4-car trains
	9) Travelling Unit	
5. Vehicle Performance (guideway assumed clean and dry)	1) Max. Speed	65 kph
	2) Max. Gradeability	6%
	3) Service Acceleratio	1.0 m/s ²
	4) Service Deceleratio	1.0 m/s ²
	5) Max. Jerk	1.0 m/s ³
	6) Emergency Deceleratio	1.25 m/s ²
	7) Stopping Precision in Station	500mm
	8) One or Bi-directional	One directional
C. Stations		
1) Type	On-line	
2) Type of Boarding	Level	
3) Minimum Vehicle Station Dwell Time		20 sec.

Table 9

Summary of Physical Description of Vehicle

Particular	Description	
A. Vehicle		
1. Suspension Type	Air tire (safety wheel) 4-wheel independent suspension; air bags as secondary suspension.	
2. Lateral Guidance	Solid rubber tired guide wheels, two per steering beam, two independent steering beams per car.	
3. Comfort	Enclosed vehicle, ventilated cooled	
4. Security	Two-way communication to central control	
5. Car Dimension	1) Overall Length	8,400 mm
	2) Overall Width	2,400 mm
	3) Overall Height	3,200 mm
6. Weight	1) Empty Weight	10,000 kg.
	2) Gross Weight	18,000 kg. (fully loaded)
7. Passenger Area	1) Total Pax Area	17.8 m ²
	2) Floor Area for Seated Pax	5.3 m ²
	3) Floor Area for Standing Pax	12.5 m ²
	4) Vehicle Design Capacity	16 seated; 50 standing at 4/m ²
	5) Vehicle Crash Capacity	16 seated; 100 standing at 8/m ²
8. Doors	1) Doorway Width	1,300mm
	2) Doorway Height	1,850mm
	3) No. of Doors per Vehicle	2 left side; 2 right side
B. Propulsion		
1. Two computer-wound dc motors, chassis mounted		
2. Motor Rating	100 kW at 1,100 rpm (1 h) 300 Vdc at 330 A	
3. Type Power	440 (600) VAC, 3-phase through steering beam-mounted collector shoes	
4. Power Collection	When traffic demand is heavy	



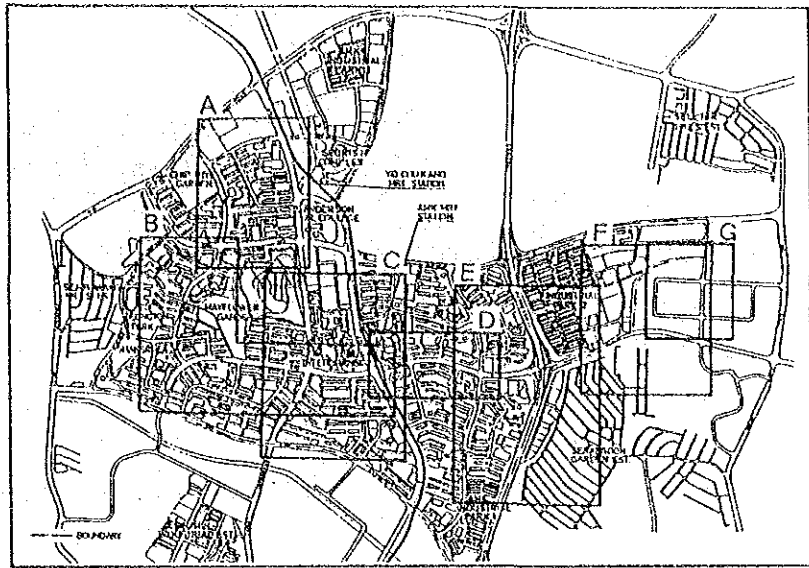
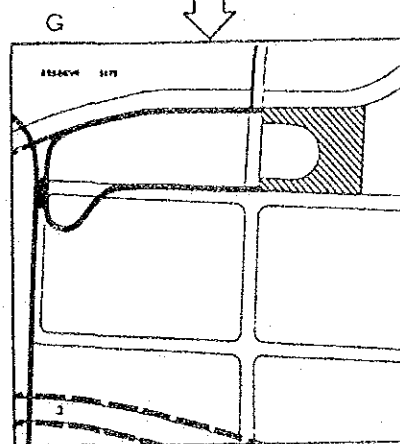
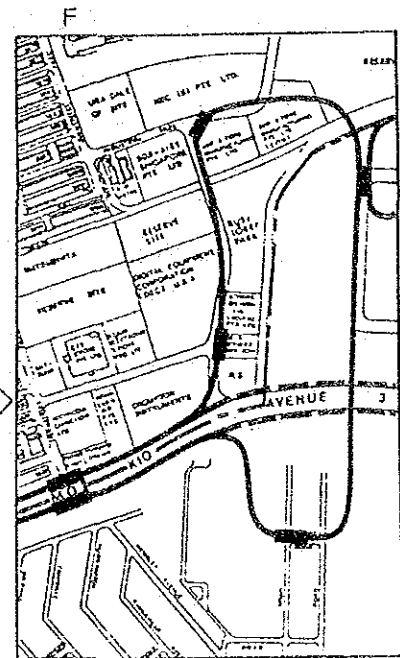
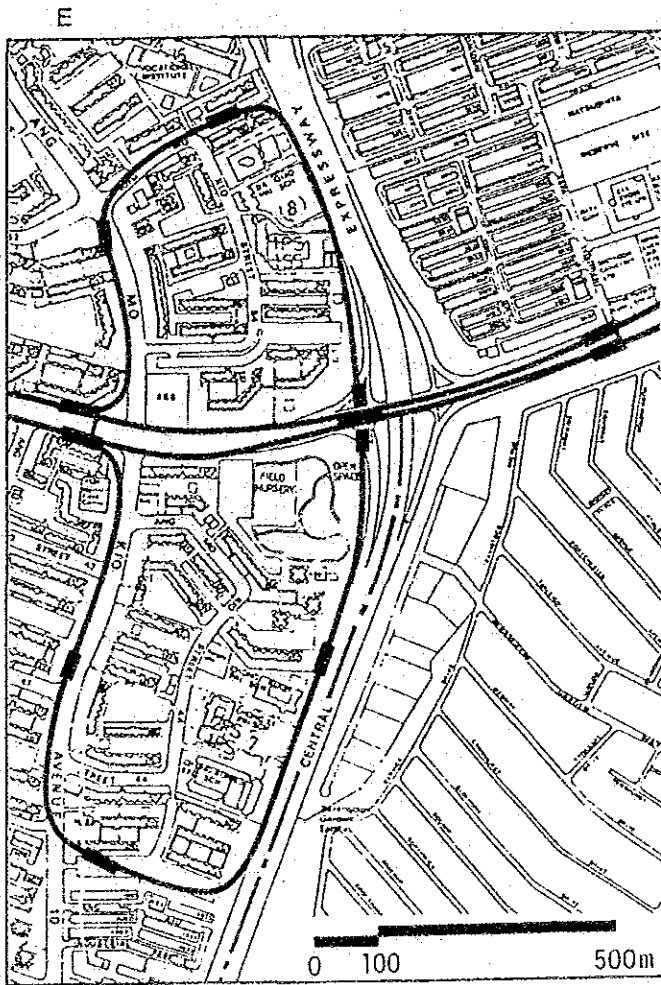


Figure 14
 Location of the Alignments of the Proposed
 Ang Mo Kio New Transit System



- 関連諸施設（軌道構造物、駅・ターミナル、デポ・ワークショップ等）についても下記を考慮して、検討を行った。
 - a) 車両サイズと構造物サイズの最適の組み合わせを決定するため、車両荷重の構造物への影響評価
 - b) 提案システムに適用するための設計基準の検討（荷重条件、最少曲線半径、最大勾配、路線選定の規定等）。
 - c) コンクリート構造と鉄骨構造のコスト比較
 - d) 構造物の美的側面
 - e) 環境への配慮
 - f) 特に駅に関する利用者の便宜

- 駅は乗客の便宜を最大化するように計画した。基本的方針はコスト削減のためできる限り駅施設を簡略化すると同時に、財源の許す限り、リフトやスロープなど障害者のためのアクセス施設を作るというものである。Ang Mo Kio中央駅については地下と地上の代替案を準備した。現在、幹線バスとの間の乗り換えが MRTのものより多いが、MRT が延伸され、フィーダーサービスが他の地域でも改善されれば MRT のシェアが増加すると思われる。従って、利用者の利便性と建設コストを考慮し、乗客がプラットフォームからプラットフォームへ直接乗り降りできるよう MRTのすぐ真上へ駅を建設するよう計画した。

- デポとワークショップが必要であるが、このシステムのサイズでは、それらを別々にするより同じ場所に建設の方が経済的であると考えられる。必要なスペースは地上に全て建設する場合で約 2.4ha、2階建にする場合で約 1.7haである。建設場所はニュータウン東部の工業団地内が適当と考えられる。

Conceptual Plan and View of Typical Intermediate Station

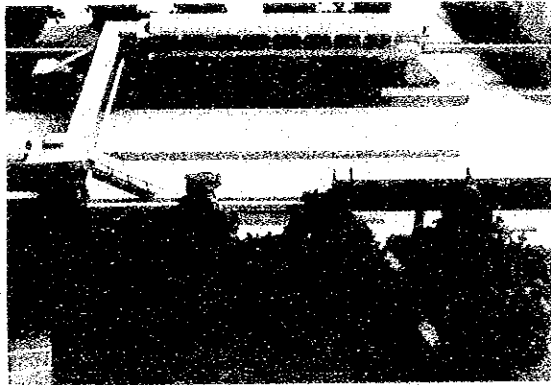
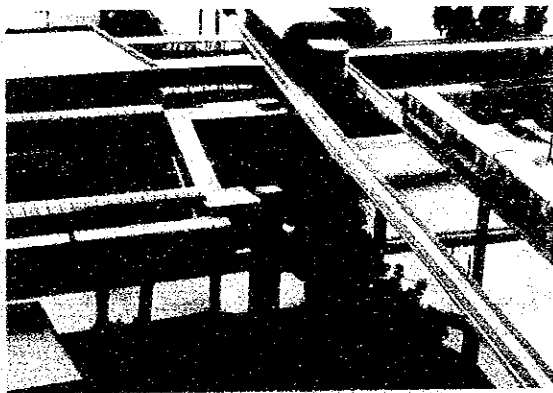
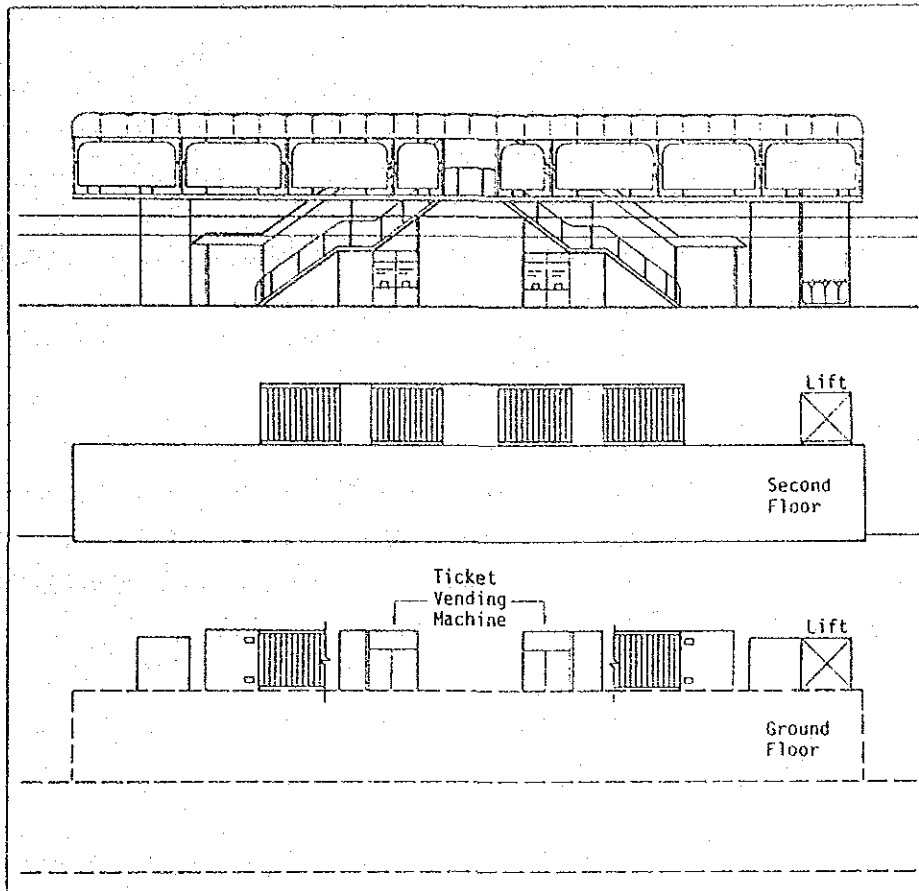
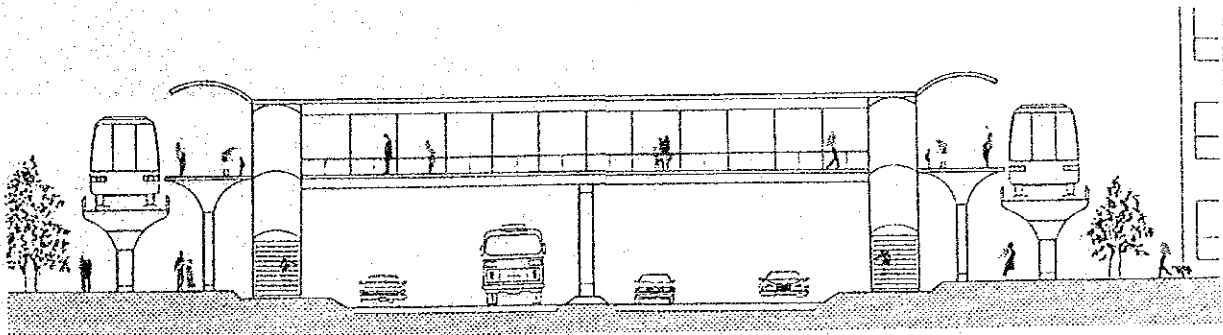


Figure 15

Conceptual Cross Section of Typical Intermediate Station



●需要を最適に満たすように、下記の諸点を考慮して運行計画をたてた。

- a) 1日15万から20万人の利用客に対応する。
- b) 乗客の便宜のため、より短い間隔での運行が可能であること。
- c) 需要の変化によってフレキシブルな運行が可能であること。

その結果、必要な車両数は全体で68両となった。運行パターンは4両編成でピーク時に3分間隔、オフピーク時で5～6分かあるいは3両編成でピーク時2分間隔の何れも可能である。

●主なサブシステムの概要は下記の通りである。

コントロールシステム： 提案されているシステムは全自動運転を前提としている。全自動運転のコストはコントロールシステム、車両何れについてもかなり高くつき、必ずしも常に正当化されるものではない。今後の技術面での改良、Ang Mo Kioのシステムのように比較的複雑な路線構造のもとで高いサービスの運行を行うことを考えると、全自動運転が望ましいと思われる。

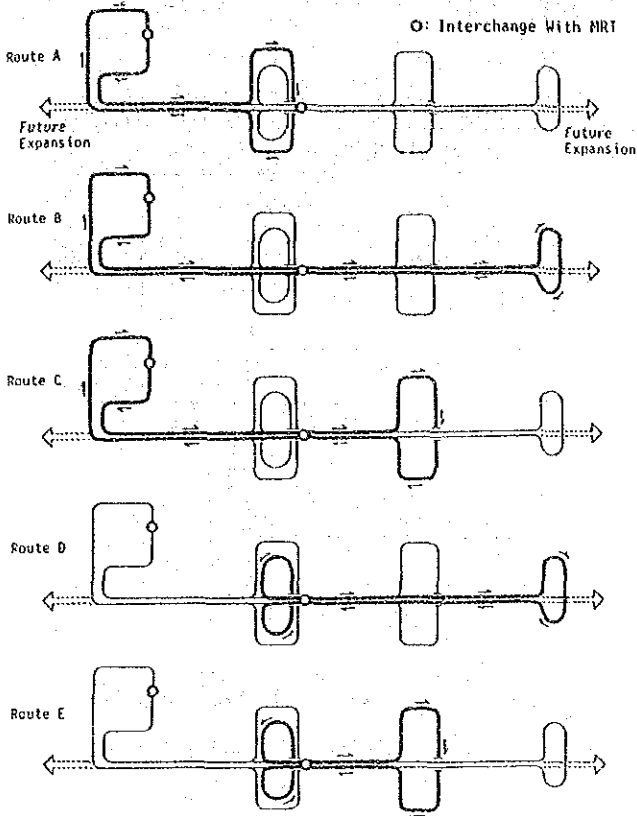
電力供給システム： ここでは現在一般市場で利用されている工業標準の400V、3相、50Hzの使用を提案しており、これによってコスト低減が図れる。

運賃収受システム： 運賃収受も自動化することで計画されている。MRTとの共通運賃が利用者にとって望ましい。設備の簡略化という点からは、均一料金がよい。

緊急・安全対策： 安全の確保は利用者にとっても運行者にとっても大きな関心事項であり、全自動運転の交通システムについては一層重要である。日本のあるシステムでは自動運転の初期に乗客の心理的抵抗を軽減するという観点から添乗員を配置したが、その後、乗客が慣れるにつれてこれをなくし、現在は無人運転が行われている。

組織： システムの運行には適切な組織と人材が必要である。Ang Mo Kioのシステムでは76人の常勤スタッフと若干の臨時雇いが必要となる。

Figure 16
Layout of Routes and Operation Indices

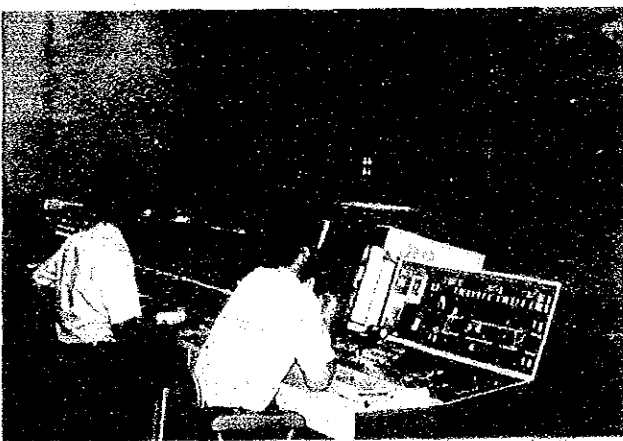


Operation Index by Route

Route	Length (Km)	No. of Stops	Turn Around Time (min)	Scheduled Speed (Kph)
A	9.5	21	27	21.1
B	12.8	28	36	21.5
C	11.7	27	33	21.3
D	8.7	20	26	20.0
E	7.6	18	25	19.1

Table 10
Operational Characteristics of Selected Services

Item	Service			Total Operation
	A	B	E	
Service kms	9.5 km	12.8 km	7.6 km	21.6 km of single track
No. of Sta.	20	28	18	29
Ave. Station Spacing (m)	475	456	422	420
Max. Speed (kph)	60	65	60	60 - 65
Scheduled Speed (kph)	21.1	21.5	19.1	19 - 22
Turn-around Time (min)	27	36	24	-
Headway (min)	6	6	6	3
No. of Train	4	7	4	A total of 15 trains
No. of Cars/Train	4	4	4	4
No. of Cars Required	16	28	16	A total of 68 including 8 spare cars or 4 trains
Frequencies/day	121	122	121	A total of 243 at the most crowded section
Train kms/day	1,149.5	1,556.7	923.2	A total of 3,629.5
Car kms/day	4,598.0	6,226.9	3,692.9	A total of 14,517.8



- Ang Mo Kioのシステムの総建設費は3.5億シンガポールドルであり、これは単線km当り1,640万シンガポールドルに相当する。全体のコストの内、軌道構造物と駅で44%、車両が20%を占める。運営費は年間760万シンガポールドルで、1日当りでは20,720シンガポールドルである。

Table 11
Summary of Investment Costs
for Proposed Ang Mo Kio System

Item	Amount: S\$ 000	%
1. Civil Work	131,310	37.0
2. Station/Building	23,210	6.6
3. Depot	26,800	7.6
4. Vehicles	70,720	20.0
5. Power Supply	48,490	13.7
6. Control/Signalling /Telecommunications	53,610	15.1
Total	354,140	100.0
Cost/km (Single track length) : 16,400		

Table 12
Estimated Operating Cost for Proposed
Ang Mo Kio System

Item	Amount: S\$ 000	%
1) Vehicle Maintenance	1,523	20.1
2) Maintenance of Equip- ment and Facilities	2,592	34.3
3) Electric Consumption	1,431	18.9
4) Manpower	1,330	17.6
5) Overhead	688	9.1
Total: per year	7,564	100.0
per day (\$)	20,723	-

Table 13. Comparison of Estimated Cost
for Single-Track and Double-Track Guideways.
(Civil Works Only)

Guideway	Estimated (\$1000/km)
Double-Track (A)	12,957
A Single-Track	6,977
Two Single-Tracks (B)	13,954
Ratio: (A)/(B)	1.08

- 軌道構造物のタイプを定めるに際し、これを複線で一体的に建設するか、単線で分けて建設する場合について建設費の比較を行った。前者の方が単線km当りの建設費にすると約8%安い、美観、利用者のアクセシビリティを考慮して、後者を採用した。
- 経済、財政、環境の側面より評価を加えたが、最も重要なのは財政的側面である。プロジェクトの実現による経済的インパクトは、交通、環境、都市開発等、広範囲に及ぶ。しかし、計量可能な便益は限られており、その内最も重要なのは、旅行時間の短縮である。利用者が5分間旅行時間を縮められるとして、平均推定時間価値を3.1シンガポールドル(1988年時点)とすると年間の便益額は約1,700万シンガポールドル(1988年ベース)にもなり、EIRRは8.5%、割引率2%の時のB/C比は2.5となる。
- 財政分析の結果は下記に要約される。
 - a) 政府の補助なしにはプロジェクトは財政的に成立しない。
 - b) もし政府が構造物と駅建設費を負担すれば、プロジェクトは30セントの運賃で2.7%、40セントの運賃で7%のFIRRを示す。
 - c) もし政府が車両費用以外のすべての投資費用を負担すれば、プロジェクトは30セントの運賃レベルで14.5%のFIRRを示す。

- 騒音、大気汚染については著しい改善効果が期待できる。ニュータウンにおける現在の環境状況は、基準の範囲内にあるが、提案されたシステムはさらに状況を改善するであろう。景観への影響は、構造物と施設のデザイン次第である。軽快な単線軌道構造物は、ニュータウン景観に新しい魅力と変化を付け加えるとも考えられる。道路交通量の減少は、交通安全の向上だけでなく、道路空間を歩行者や交通以外の目的に利用できる可能性の増大につながる。何れにしても全体的なニュータウンのアメニティはかなり向上することが期待される。

Table 14

Environmental Consequences due to New Transit System

Impact and Possible Consequences		NTS User	Road User	Community			
Impact on Traffic	Reduction in Bus Traffic	Reduction in Noise and Air Pollution	○	○	○		
		Removal/Replacement of Bus Facility	—	Saved space can be used for other purposes			
		Improvement of Road Traffic Safety	△	○	○		
Construction on NTS Facilities	Station	Improvement of Transport Amenity	○	—	—		
			Changes in Pedestrian Traffic flow	Modification to Pedestrian Facilities	*	*	*
				Impact on Landuse	○	—	○
Construction on NTS Facilities	Structures	Visual Effects	*	*	*		
		Blocking of Sunlight and Foliage	—	—	—		

- : Positive impact
- △ : Positive limited impact
- : Insignificant impact
- * : Impact could be positive or negative

8. Simpangニュータウンのケーススタディ

- 計画中の Simpangニュータウンは、シンガポール島北部に位置し、約3万戸、12万人を収容する。主な特徴は次のとおりである。
 - a) 東南、北西方向に4km、東北、南西方向に2kmにわたり、2つの島を含む700haの土地である。2つの島はそれぞれ50ha、90haの大きさである。
 - b) 地形は平坦で、東北と東南の端はジョホール水道に面している。
 - c) この地区は、計画面積919ha、6万戸、22万8千人（1986年3月現在約70%完成）のYishunニュータウンに隣接している。
 - d) SimpangニュータウンとCBDは約20km離れている。1990年にMRTはYishunまで延伸される。高速道路との接続は計画されていない。
- ニュータウンは近隣地区の計画概念に基づいている。近隣住区は、本調査で提案するところの新交通システムに基本的によく適合する。即ち1近隣地区は約700m×700mの広さを持ち、これに対して1つの駅を設けると徒歩距離300~350mで全ての施設がカバーされることを意味している。従って現在の近隣住区計画概念を新交通システムを前提としたものに修正すると、新交通システムの利用範囲も更に拡大し、車と歩行者の分離もより明確にでき、車の住宅地への侵入をよりよくコントロールすることができ、結果として高いアメニティと利便性を備えたコミュニティ形成が可能となる。
- 交通計画の観点から、ニュータウンレベルで必要とされる新交通システムの基本的機能は以下のとおりである。
 - ニュータウン内の異なった土地利用間、特に住宅地と他の目的地との間の交通が効率的に行われうること。
 - ニュータウンとCBDとの間の交通が効率的に行われること。このためにYishunニュータウン内のMRT駅での効率のよい乗り換え施設が必要となる。SimpangニュータウンのシステムはYishunニュータウンのシステムと切り離して考えるべきである。一緒にすることでSimpangニュータウンとMRT駅上の連絡に時間がかかるようになることと、Yishunニュータウンは独自のシステムを持つのに十分な規模をもっていると判断されるためである。
- 代替案を作成したが、その特徴は下記の通りである。
 - a) 従来のニュータウンの計画概念にもとづいても、新交通システムによってカバーされる範囲は広く、ひとつの駅で約5,000世帯を徒歩圏内にふくめられる。
 - b) コミュニティ施設、他の交通発生源を駅の近くに位置させることで、アクセシビリティはさらに改善される。

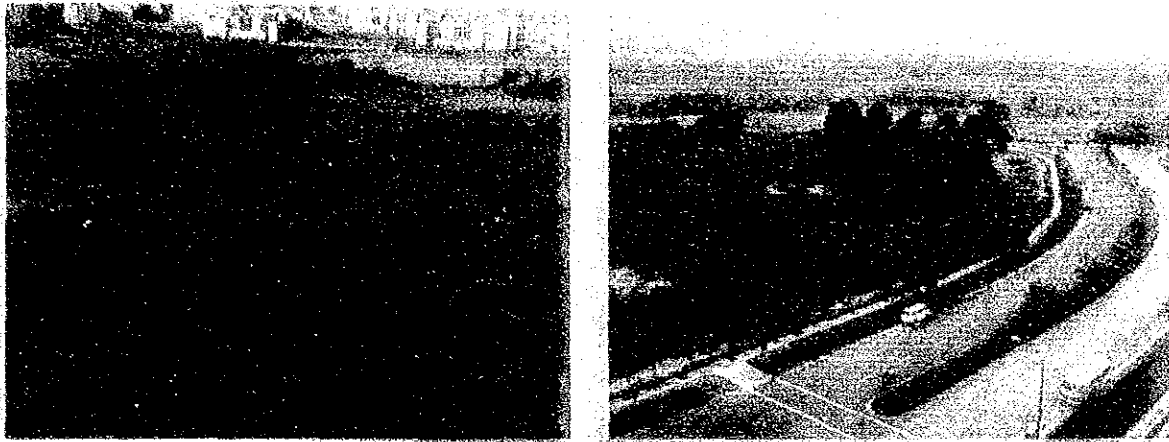


Figure 17. A Model of a New Town Integrated with a New Transit System

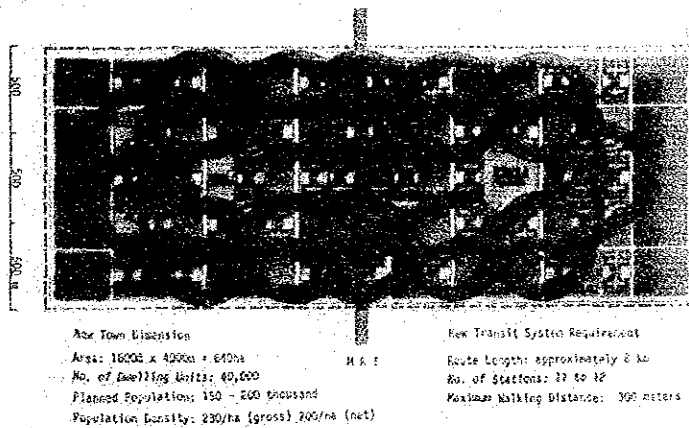


Figure 18. Basic Transport Structure and Neighbourhood Unit

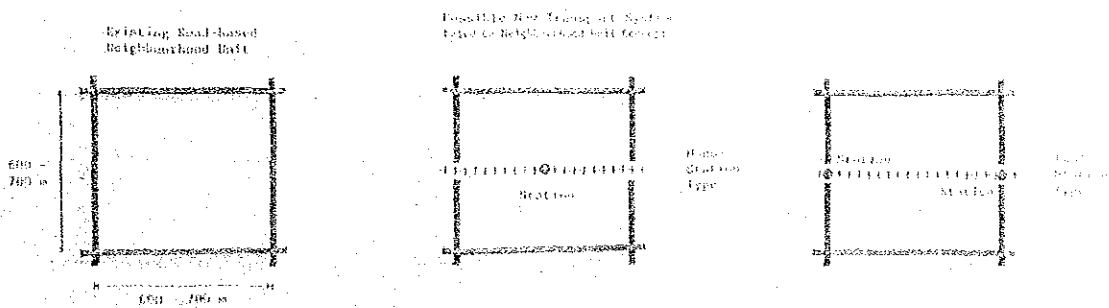
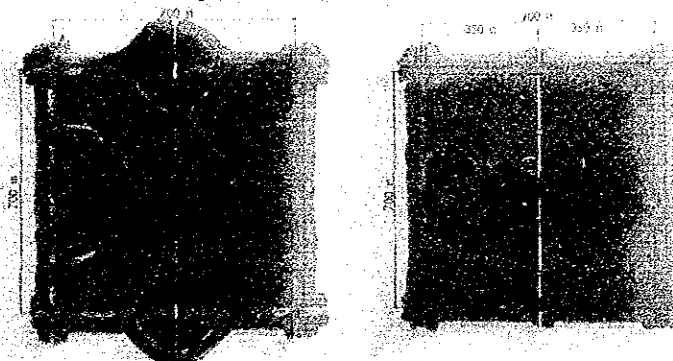


Figure 19. Alternative Planning Concept for Neighbourhood Unit Integrated with New Transit System



c) 最も費用のかかる部分は構造物である。Simpang ニュータウンの場合には、大部分を地上に建設することができ、建設費を大幅に減らすことができる。

新交通システムとニュータウンの一体的な計画的開発は需要面と供給面（建設コスト）の両方に大きなメリットを生む。

●Simpang ニュータウンの交通需要は、Ang Mo Kioニュータウンの生成原単位、交通パターンをもとに推定した。全交通需要は、1日当り約30万7千人であり、地理的位置と全国の交通ネットワークを考慮すると、良好なフィーダー交通システムが提供されれば、MRT への依存度は非常に大きくなると考えられる。最大歩行距離が350mから400m、あるいは平均歩行距離が約 200mの容易さで新交通システムの駅にアクセスできる様、Simpang ニュータウンを設計することは可能であり、これによって全地区が頻度の高い、快適な高速サービスで完全にカバーされる事となる。公共交通利用客のほとんどすべてを引き付け、さらに私的交通手段からのかなりの転換交通を期待することも充分考えられる。対象システムについては1日当り15万から20万人、あるいはそれ以上の需要が予想される。

●Simpang ニュータウンのシステムの計画案は以下の特徴を持つ。

- a) ニュータウン内の路線は基本的に平面交差である。しかし、システムが道路、歩行者道と交わる所では、地上あるいは地下の立体交差とする。
- b) 一体的開発により比較的長い駅間隔とすることができ、これによって表定速度を26-28km/時とすることができる。
- c) ニュータウン内のループ状の路線は、他の近隣住区にある様々な施設、住戸へのアクセスを強化し、住民のコミュニティの結束、連帯感を強める。
- d) 駅はAng Mo Kioニュータウンと同様の概念で計画する。必要に応じてスロープ、リフトを配置し、駅へのアクセスと利用を容易にする。

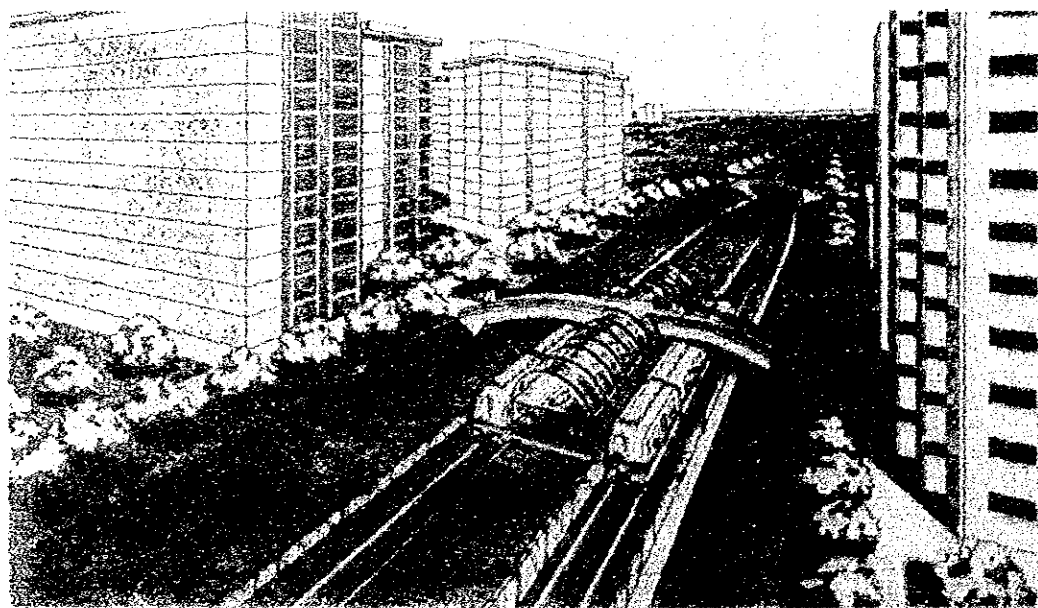


Figure 20. Conceptual Development Plan for Simpang New Town

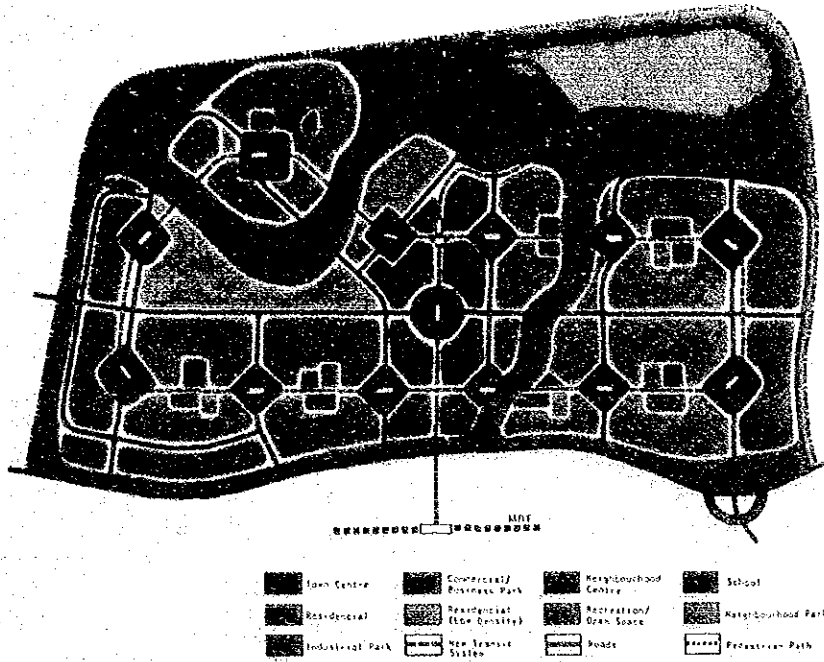


Figure 21. Conceptual Plans for Stations

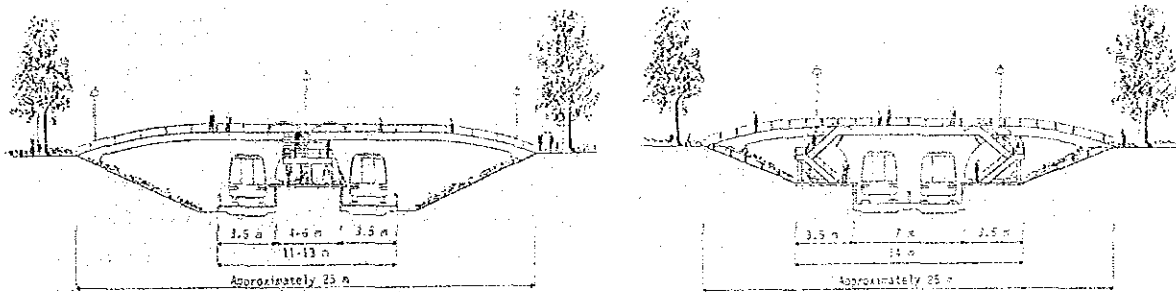
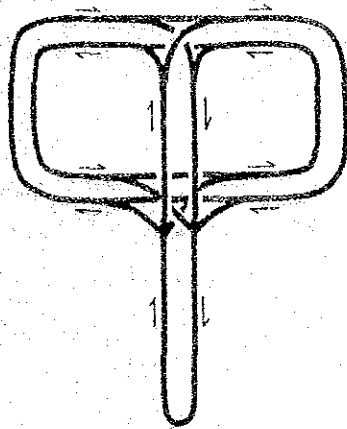


Figure 22
Route Structure of
the Proposed System
Route Structure



	Description	
	INNER CIRCLE anti-clockwise movement	OUTER CIRCLE clockwise movement
Service 1 -Length : 20.6 km -Turnaround Time : 26 min 5 sec -Scheduled Speed : 27.6		
Service 2 -Length : 11.2 km -Turnaround Time : 23 min 20 sec -Scheduled Speed: 28.9		
Service 3 -Length : 7.4 km -Turnaround Time : 16 min 55 sec -Scheduled Speed : 26.1		
Service 4 -Length : 7.977.5 km -Turnaround Time : 14 min 55 sec / 11 min 10 sec -Scheduled Speed : 25.7/29.7		

- 建設費の概算はAng Mo Kioニュータウンのシステムのそれにもとづいて行った。但し、軌道構造物については、高架の場合と半地下の場合についての建設費の比較検討を行った。建設費は約 3.1億シンガポールドルであり、これは単線キロ当たり 1,200万シンガポールドルに相当する。Simpang ニュータウンとYishunニュータウンの MRT駅までの高架区間をふくんでも、Ang Mo Kioニュータウンシステムの建設費と較べると相当安あがりである。運営費は、年間約 870万シンガポールドルあるいは、1日当たり約18,800シンガポールドルと推定される。

Table 15

Estimated Investment Cost for Proposed Simpang New Town System

Cost Item	Amount (\$000)	%
1) Civil work		
a) Viaduct/Bridge ^{1/}	39,220	12.8
b) At grade Carriageway	44,660	14.6
Sub-total	83,880	27.4
2) Station/ Terminal and Building	19,370	6.3
3) Depot	27,850	9.1
4) Vehicles	71,760	23.5
5) Power Supply System	53,420	17.5
6) Control/Signalling/ Telecom Systems	49,590	16.2
Total	305,870	100.0
Cost/Km (Single track length)	12,230	

1/ including approach portion between Yishun MRT Station and New Town of S\$19.95 million.

Table 16

Estimated Operating Cost for Proposed Simpang New Town System

Cost Item	Amount (\$000)	%
1) Vehicle Maintenance	2,212	25.4
2) Maintenance of Equipment and Facilities	2,418	27.8
3) Electric Consumption	2,085	24.0
4) Manpower	1,199	13.8
5) Overhead: 10% of the above	771	9.1
Total: per year	8,705	100.0
per day (\$)	23,849	

Table 17

Comparison of Construction Cost Between Grade-Separated and Depressed Carriageways

\$000	
Grade-Separated	Depressed
S\$12,280/km	S\$6,810/km

- このプロジェクトの経済性は、建設費の削減と一体的開発方式によるアクセシビリティの上昇により、非常に高くなった。新交通システムの導入により、全道路面積の15から25%のスペースを減少させることができる。道路建設の節約額は約2千8百万シンガポールドルと推定される。

- 財政面の可能性については、もし政府が構造物と駅の費用を負担すれば、1トリップ当たりの運賃を30セントと仮定すると、1日当たり20万人の利用客のもとで3.4%のFIRRを生む。もし運賃を40セントにすると土地以外の政府の補助無しにプロジェクトは4.3%のFIRRを生む。もしプロジェクトが車両費用のみ負担するとすれば、30セントの料金で15.6%のFIRRとなる。これは、インフラストラクチャーの費用をニュータウン開発費用に含ませることができればシステムの運行は利用者負担で十分な利益をもって行えることを示唆している。

Table 18. Comparison of Road Space Required for Neighbourhood Unit "with" and "without" New Transit System

Plan Based on:	Road Type	Road Width (m)	Road Length (m)	Area		Total Area of Neighbourhood Community: 49 ha
				(sqm)	% to the Whole Area	
Existing HDB Concept	Ave-1: Primary Access	31.8	1,400	22,260 ^{1/}	4.5	
	Ave-2: Secondary Access	26.2	2,100	36,680 ^{1/}	7.5	
	Street: Local Access	18.0	2,100	37,800	7.7	
	Total	-	5,600	96,740	19.7	
NTS Based Concept, Alternative 1: (Mono Station)	Ave-1: Primary Access	31.8	1,400	22,260 ^{1/}	4.5	
	Ave-2: Secondary Access	26.2	1,400	18,340 ^{1/}	3.8	
	Street: Local Access	18.0	1,700	30,600	6.3	
	Sub Total	-	4,500	71,200	14.6	
	New Transit System	7+7 ^{3/}	700	9,800	2.0	
	Total (Road + NTS)	-	-	81,000	16.6	
	Saving	Road only	-	-	25,540	26.4 ^{2/}
	Road + NTS	-	-	15,740	16.3 ^{2/}	
NTS Based Concept, Alternative 2: (Dual Station)	Ave-1: Primary Access	31.8	1,400	22,260 ^{1/}	4.5	
	Ave-2: Secondary Access	26.2	1,400	18,340 ^{1/}	3.8	
	Street: Local Access	18.0	1,800	32,400	6.6	
	Sub Total	-	4,600	73,340	14.9	
	New Transit System	7+7 ^{3/}	700	9,800	2.0	
	Total (Road + NTS)	-	-	83,100	16.9	
	Saving	Road only	-	-	23,400	24.2 ^{2/}
	Road + NTS	-	-	13,640	14.1 ^{2/}	

Note: 1/ only half of the road space is included.

2/ % is against the road space of existing HDB concept plan.

3/ only 7 meter is required for carriage way, while additional 7 meter is included for maintenance.

Table 19. Comparison of Construction Costs of Ang Mo Kio and Simpang New Transit System

Item	Unit	Unit Price :S\$	Quantity	Amount S\$000
A. Grade-Separated Carriageway:				
Viaduct and Bridge				
1) P. C. Girder	M3	1,080	5,730	6,188
2) Steel Girder	T	8,160	200	1,632
3) Pier R. C. (A)	M3	600	1,890	1,134
4) Pier R. C. (B)	M3	600	220	132
5) Driving Pile ϕ 600	M	170	2,400	408
6) Earthwork ^{1/}	M3	980	670	657
7) Others	L.S			1,013
8) Contingency	L.S			1,116
Sub-total				12,280
B. Depressed Carriageway				
1) Earthwork	M3	18	28,050	505
2) Driving Pile ϕ 600	M	170	20,000	3,400
3) Drainage	M	131	2,000	262
4) Slope Surface	M2	40	6,480	259
5) Slab Concrete	M3	500	2,400	1,200
6) Others	L.S			562
7) Contingency	L.S			619
Sub-total				6,807

^{1/}Trench Sheet

9. その他地区のケーススタディ

A. Ang Mo Kio - Hougang - Marine Parade ルート

- この対象地区は、主な3つのコミュニティ、Ang Mo KioニュータウンとHougang ニュータウンとKatongより構成されている。1981年現在23万の人口と6万6千の雇用（Ang MO Kioニュータウンを除く）を有し、急速に成長を続けている。この路線は、この地域において最初の主要な環状交通サービスを提供し、12.6kmの高架で中央幹線と東方幹線を直接に結ぶ。

予想される乗客は主に次の3タイプである。対象地区内交通、MRTと幹線バスとの間のフィーダー交通、路線沿いの地域間交通である。予想乗客数は、それぞれ27,500人、53,500人、31,600人である。全潜在乗客数は12,600人であり、対象地区交通需要のほぼ28%にあたる。断面交通量は1日当たり約50,000人と予測され、Ang Mo KioとUpper Serangoon Road間とKatong地区のMRT付近で高密度の断面交通が発生する。

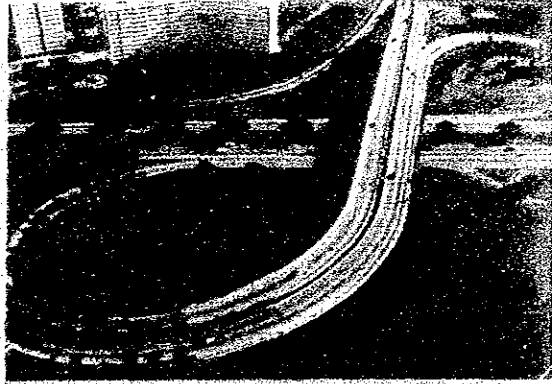
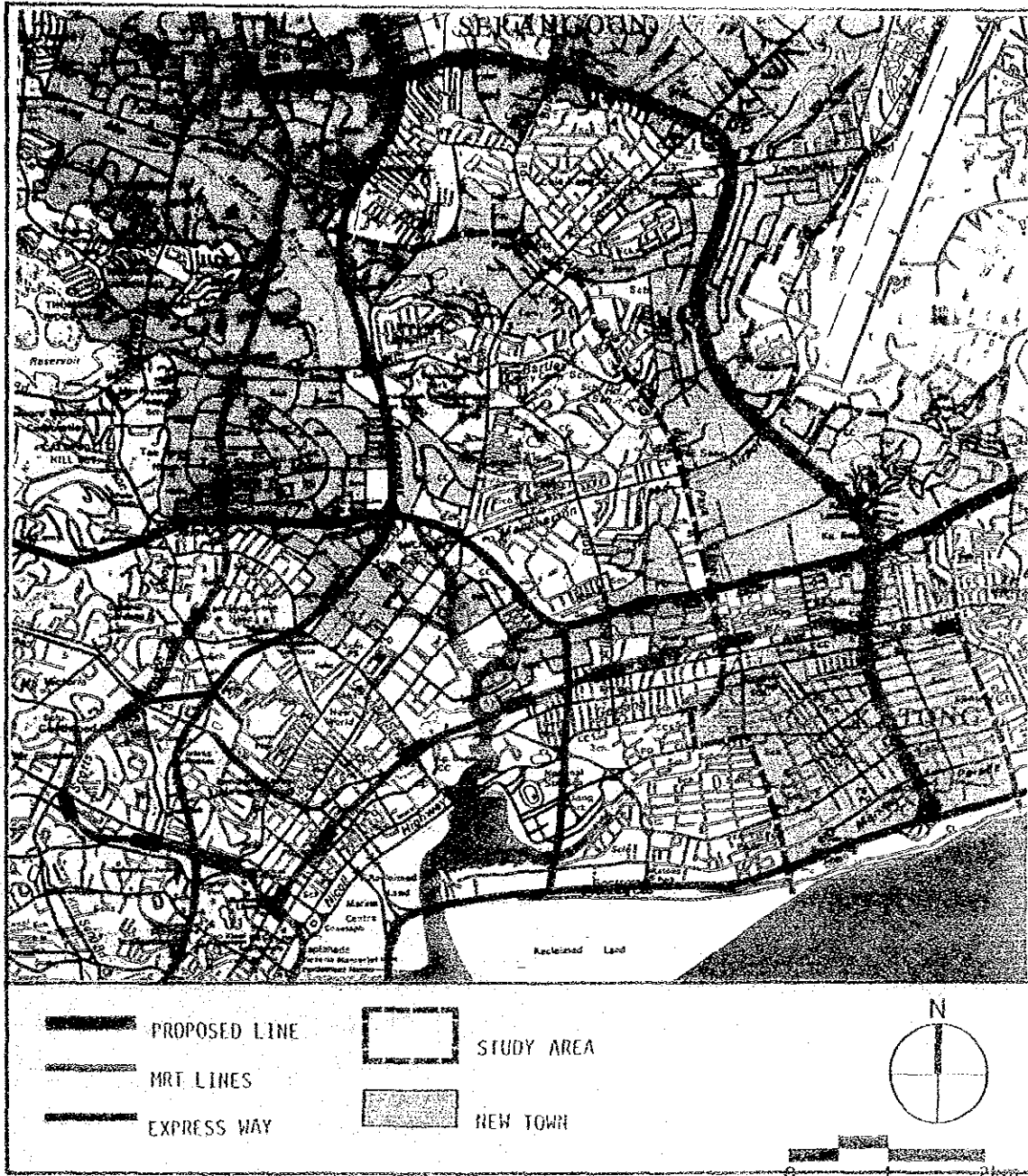
- Ang Mo Kioのシステムとの統合が可能になるよう、同じシステムを採用した。従って、統合されたシステムはフィーダー交通としてのみならず、幹線システムを強化、補強する不可欠の二次的交通幹線として機能する。Ang Mo Kioシステムが完成しているので、この路線への投資効率はより大きくなる。平均駅間700mの18駅を設置し、ピーク時3分間隔、オフピーク時5、6分間隔の2両編成による運行を行う。表定速度は29kmで平均所要時間は片道25分である。プロジェクトの建設費用は、3.4億シンガポールドル、あるいは単線キロ当たり1,330万シンガポールドルと推定される。運行費は年間660万シンガポールドルまたは1日当たり18,000シンガポールドルである。

- このプロジェクトは経済的にフィージブルである。乗客1人当たり5分間の時間節約だけで、5%のEIRRを生む。このプロジェクトはまた都市開発に対しても影響を及ぼす。MRTのサービスがない地域に質の高い交通システムが導入されることにより、サブセンターの開発が促進されるものと考えられる。

財政面では、政府が部分的にインフラストラクチャー費を負担、補助すれば運賃収入のみで運営が可能となる。即ち、軌道構造物と駅の建設費を政府が負担すれば利用客数1日10万人に対し運賃50セントの時に5%のFIRR、運賃70セントの時に10%のFIRRが計上される。

Figure 23

Ang Mo Kio-Hougang-Marina Parade Route



B. Orchard - Sentosaルート

- 対象地区は、異なった土地利用により構成されている。Orchard とSentosa は主要な観光地であり、他にニュータウン、工業地、商業地等がふくまれる。1981年現在の居住人口は約15万人である。現在、2つの関連プロジェクトが進行している。ひとつはCausewayの建設であり、これらによって Sentosa島と本島が道路で結ばれる。ふたつめは、Sentosa 島内の各種開発であり、1990年代の初めにこれらが完成すると入込客は1987年の2百万人から一挙に4百万人以上に増加するものと期待されている。

この地区の全交通需要は43万5千トリップ/日であり、対象システムに対する潜在需要は1日約10万トリップと推定される。約9万人の非観光関連交通は週日に顕著で、Sentosa島関連交通は日曜/祭日に顕著で現在島内で開発中の計画が完了すると約4万人にものぼる。

- このルートへの導入対象候補システムとしては、ミニモノレールとAng Mo Kioニュータウンの中量軌道システムが考えられる。導入システムは、現在の Sentosa島のモノレールとは切り離して別系統で計画されるべきである。これは本島側にはより高い性能が要求されることと、Sentosa島への入込客のコントロールを容易に行うためである。計画路線は、5.6 kmの高架複線で駅数は10、平均駅間距離は620mである。ピーク時3分、オフピーク時5～6分の運行間隔で、平均運行速度は27km/時、所要時間は片道約12.5分である。建設費は約1.6億シンガポールドルであり、単線キロ当たりでは1,420万シンガポールドルである。運営費は年間360万シンガポールドルあるいは、1日当たり9,800シンガポールドルと推定される。
- プロジェクトの経済性は旅行時間の短縮による便益だけを考慮しても充分にある。財政面からみても、政府が軌道構造物と駅の建設費を負担し、1日10万人の利用客に対し50セントの運賃が課せられれば、15.5%のFIRRが期待できる。このプロジェクトのユニークな点は、OrchardとSentosaという2大観光拠点を直接的に結ぶところにあり、これによって、観光開発が相乗的に促進される可能性があることである。従って、対象システムの建設にあたっては、影響圏内の都市/観光開発が一体的に行われることが望ましい。

Figure 24. Locational of the Study Area and Proposed Route

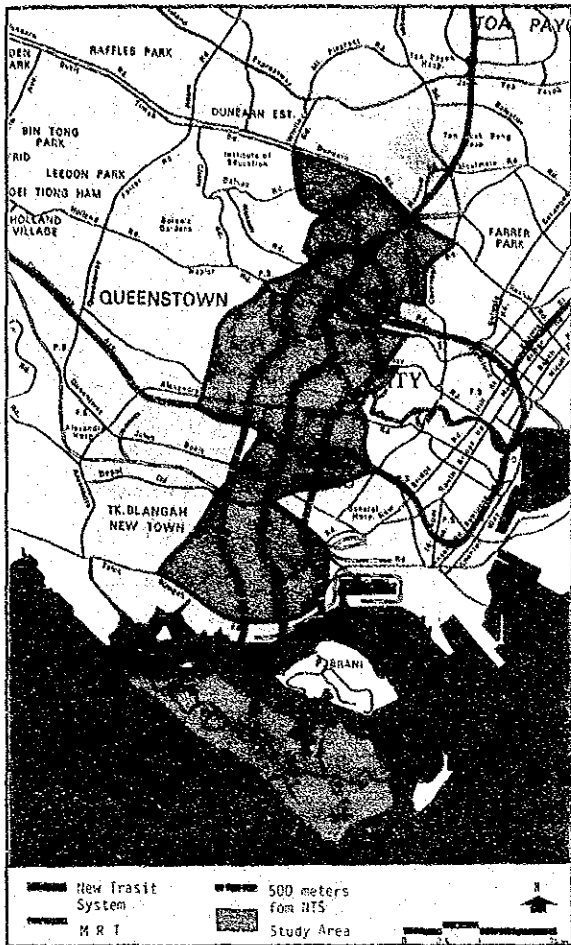


Figure 25 Interface of the Proposed System with Intra-island System

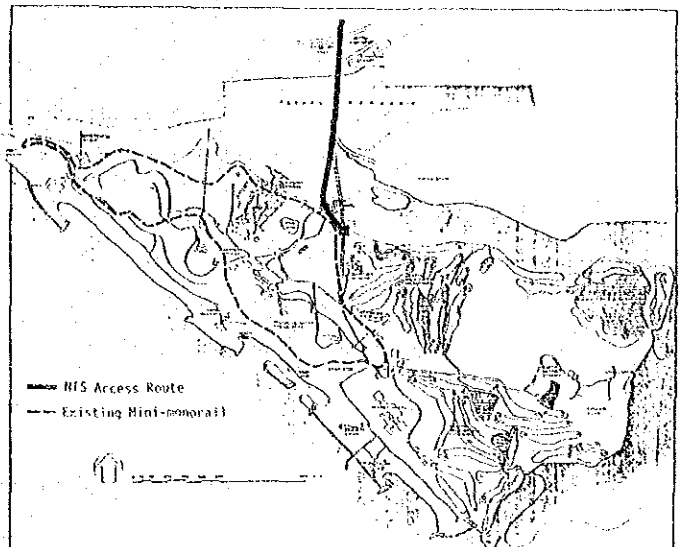
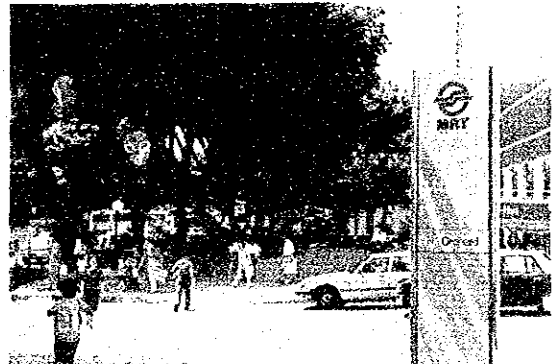
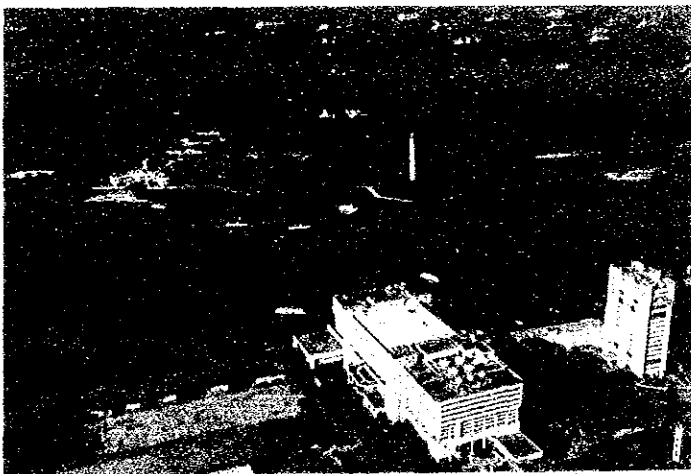
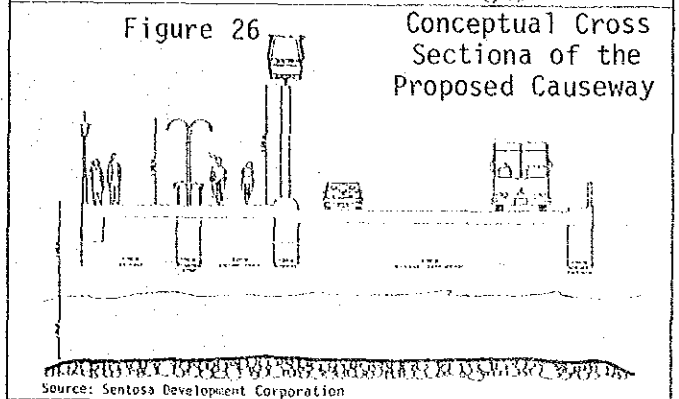


Figure 26 Conceptual Cross Section of the Proposed Causeway



C. Orchard - Marina Centreルート

- 対象地区は、Orchard、Bras Basah、Marina Centre をふくみ、人口18,000人、雇用者数64,000人で（何れも1981年）ある。1990年には人口は13,000人に減少し、一方雇用は101,000人に増加すると予想されている。この地区の全交通需要は約42万トリップ/日である。対象システムに対する潜在需要は、既存の域内交通、MRT および幹線バスとの間のフィーダー交通、歩行者からの転換よりなる。既存の交通手段が高密度に対象地区をカバーし、良好なサービスを提供しているため、潜在交通需要は量的にはあまり多くないと思われる。しかし、この地区の交通市場は他の地区と非常に異なり、観光客と買物客の割合が高いので、対象システムが提供するサービスのレベルと質によってはかなり転換が期待できる。
- 対象システムの導入は、その地区における交通（アクセシビリティ）と都市開発両者の再活性化を狙ったものである。既存の域内交通システムは、徒歩を含め、高いレベルのサービスを必ずしも提供しておらず、一方、これ以上の商業開発は既存の交通システムの容量により制限されている。このプロジェクトは、新交通システムの導入によりこの地区内の活動を改善し、新たな立地を促進することを意図している。路線計画では、利用者のニーズ、フレキシブルな運行、美的側面、都市開発に考慮を払い懸垂式のミニモノレールを選定した。
- 路線は2つのループからなる。すなわち、Orchard地区の長さ5.1kmの路線と、Marina Centre とBras Basah地区をカバーする3.7kmの路線である。主要な建物へのより直接的なアクセスが可能となるように、駅は建物に近づけるか、あるいは一体となるように配置されている。平均駅間 250mで34の駅を設置した。より小型の乗客容量（45人）の車両が1日中頻繁なサービスを行うように計画している。

建設費は、合計約2.4億シンガポールドルであり、単線キロ当たりのそれは2,670万シンガポールドルと高くなるが、これは鉄骨構造の採用と高密度に開発された地域での構造物と駅建設の難しさのためである。運営費は年290万シンガポールドル、1日当たり7,900シンガポールドルとなる。

- このプロジェクトの経済性は単に交通の側面のみならず都市開発を含めて検討する必要があるが、交通面だけの便益もかなり大きいと考えられる。
財政的側面については、他のケース同様、どの程度まで政府の負担が期待できるかによる。例えば、政府が軌道構造物、対象地区の企業が駅、利用者がそれ以外の費用を負担するとすれば、1日5万人の利用客から1シンガポールドルの運賃を徴収すれば15%のFIRRを得ることができる。

Table 20. Outline of the Operation of the Proposed System for Orchard Corridor Route

Item	Loop A	Loop B
1) Route of Length	5.1 km	3.7 km
2) No. Stations	21	13
3) Ave. Section Spacing	245	280 meters
4) No. of Trains	11 + 2 (spare)	7 + 2 (spare)
5) No. of Cars/Trains	1	1
6) No. of Cars Required	13	9
7) Capacity of a Car	45 passengers	45 passengers
8) Headway : peak	1.5 - 2	1.5 - 2
: off-peak	3 - 5	3 - 5
9) Scheduled Speed	14.7	15.6
10) Turn Around Time	21 minutes	14 minutes
11) Frequencies	370/day	370/day
12) Train-kms	2,000/day	1,360/day
13) Car-kms	2,000/day	1,360/day

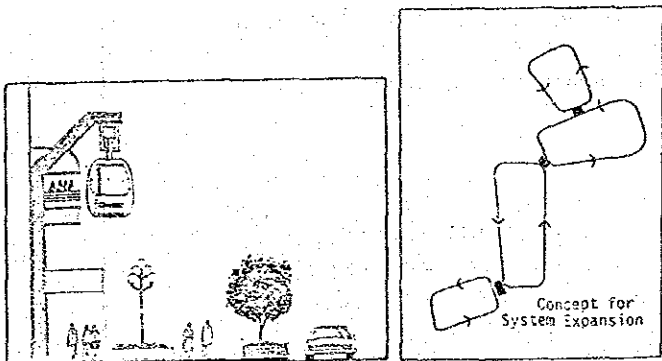
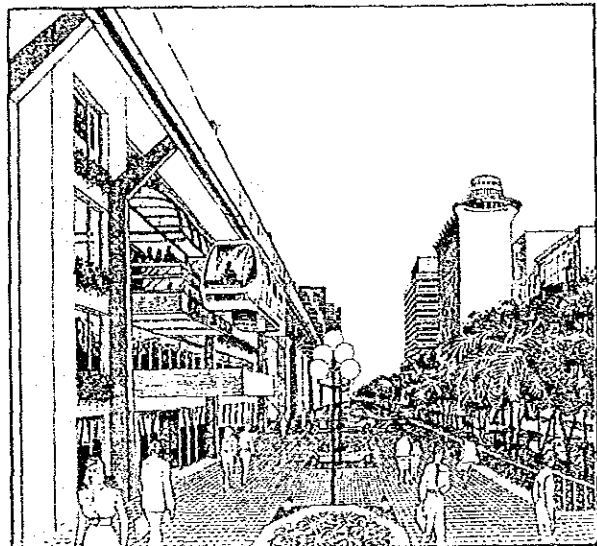
Figure 27

Orchard-Marina Centre Route



Figure 28

Profile of the Selected System



10. STUDY ORGANIZATION

Member of JICA Advisory Committee

Chairman:	Dr. Hideo Nakamura	Professor - Tokyo University
Member:	Mr. Chikashi Saitoh	Ministry of Construction
	Mr. Ryuji Masuno	Ministry of Transportation
	Mr. Eiji Toyoda	Ministry of Transportation
	Mr. Morikuni Akiguchi	Ministry of Construction

Member of Steering Committee of Singapore Government

Chairman:	Mr. Chua Koon Hoe	3 Deputy Director - General, PWD
	Ms. Lim Soo Hoon	Deputy Director (Land Transport), Min. of Communications and Information
	Mr. Ho Cheok Sun	Director (Infrastructure), Min. of National Develop- ment
	Mr. Wong Eng Seng	Director of Roads, PWD
	Mr. Joseph Yee	Director of Building Control, PWD
	Mr. G. Menon	Head, Roads Transportation Branch (RTN), PWD
	Mr. Lam Chuen Fong	Head, Roads Planning & Design Branch (RP & D), PWD

JICA Study Team

Mr. Shizuo Iwata	Team Leader/Transport Planning
Mr. Yoshikazu Umeki	Transport Demand Forecasting
Mr. Naoshi Okamura	Systems Analysis
Mr. Katsuhide Nagayama	Urban/Land Use Planning
Mr. Yasuhiko Kurosawa	Public Transport Planning
Mr. Kazuyuki Ohtsuka	Transport System Design
Mr. Masanao Koyama	Operation Planning
Mr. Shiu Ichikawa	Transport Facility Planning
Mr. Masashi Hattori	Environmental Assessment
Mr. Tadashi Ishikawa	Transport Facility Planning/ Engineering
Mr. Takashi Shoyama	Economic/Financial Analysis

PWD Counterpart Team

Mr. Lam Chuen Fong	Head (RP & D)
Mr. Chin Kian Keong	Executive Engineer (RCN)
Mr. Chang Sieu Chian	Executive Engineer (RTN)
Mr. Looi Teik Soon	Engineer (RP & D)
Mr. Leo Chin Jian	Engineer (RP & D)
Mr. Tan Weng Seng	Senior Technical Officer (RP & D)

JIKI