

Study on Bus Operation as Substitute
for a Section of Railway Damaged
by a Earthquake in Metropolitan Area

首都直下地震時の 鉄道代行バスに関する研究

運輸政策研究所 研究員

室井 寿明

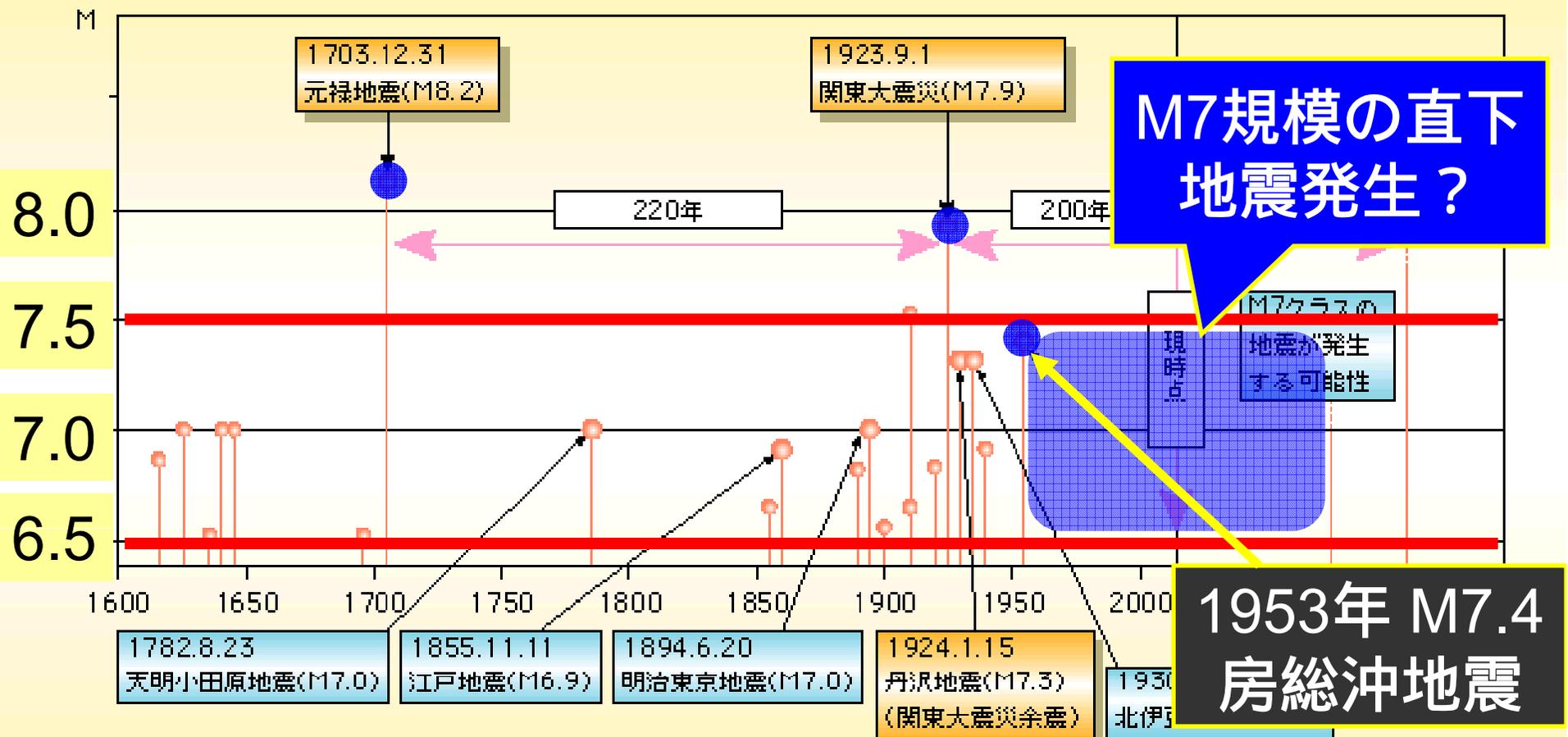
Toshiaki MUROI

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ケーススタディの検討
3. バス運行の工夫に向けた提案
4. 車両と運転士確保の課題
5. おわりに

研究の背景

- ◎ M7規模の直下地震の切迫性(2036年までで約70%)
 - 周期は長くて50~100年 50年以上起きていない



出典：総務省HPより報告者加筆

3

鉄道の震災対策

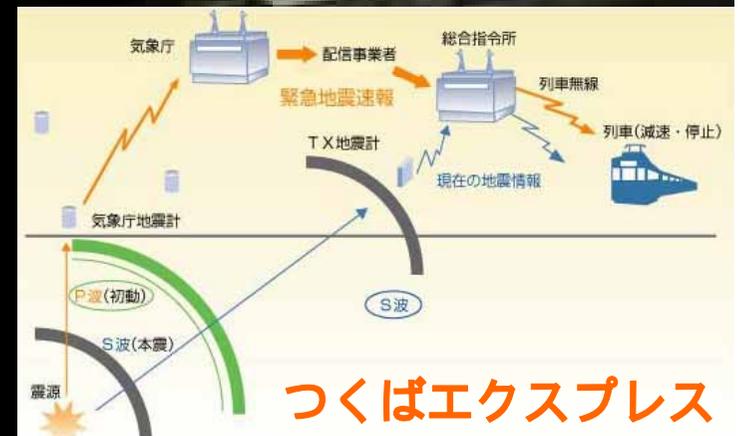
- ◎ 耐震補強工事実施
 - 倒壊，崩壊させない補強
- ◎ 早期地震検知システム導入
 - 列車衝突による被害軽減
- ◎ 異常時総合想定訓練実施

ハード対策・被害軽減策中心



鉄道途絶時の輸送計画は？

→ 現状では存在しない



鉄道交通は復旧が長期化 (阪神・淡路大震災の事例)

- 構造物崩壊の復旧に3ヶ月～半年
- 脱線車両の除去に1週間程度
- 損壊車両の新造等に数日～数ヶ月
- 車庫・変電所の復旧に数カ月

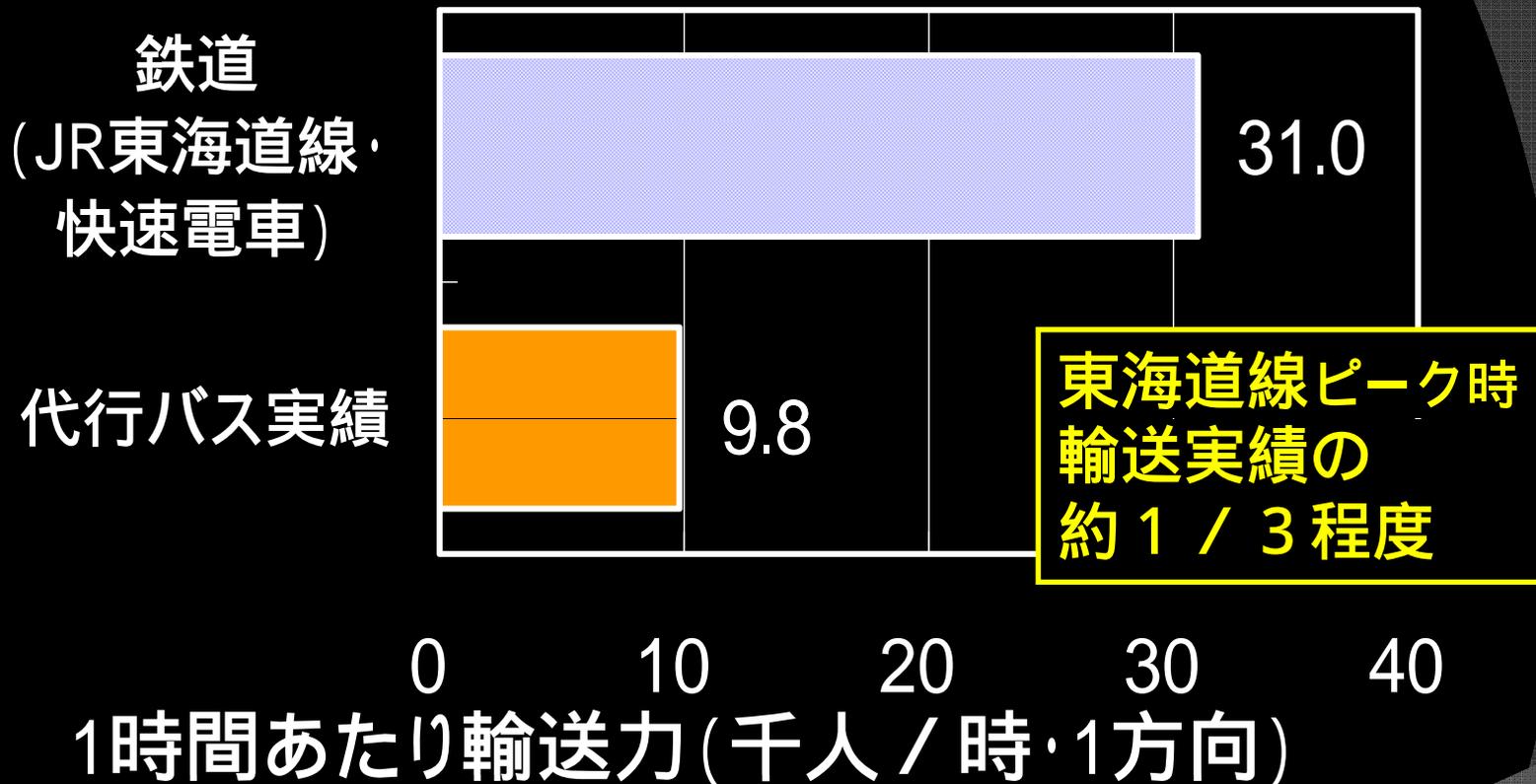
大震災による鉄道長期途絶の課題

経済・社会活動に甚大な影響

→ 鉄道復旧までの代替輸送が必要



阪神・淡路大震災時の代行バスの輸送実績は JR東海道線ピーク時の1/3程度



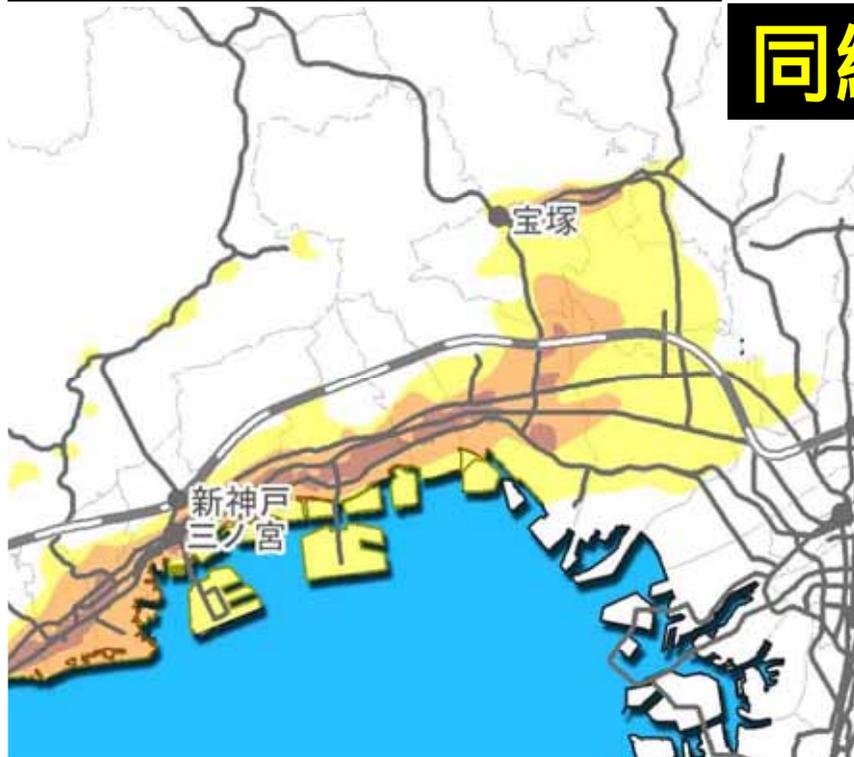
バスでもある程度の輸送を実現しており、
鉄道復旧までの緊急対応輸送手段として有効

鉄道ネットワークの違い

阪神間

首都圏

同縮尺



並行路線が中心

放射状に広がる路線
+ 輸送力の高い環状鉄道

問題意識と研究の目的

問題意識

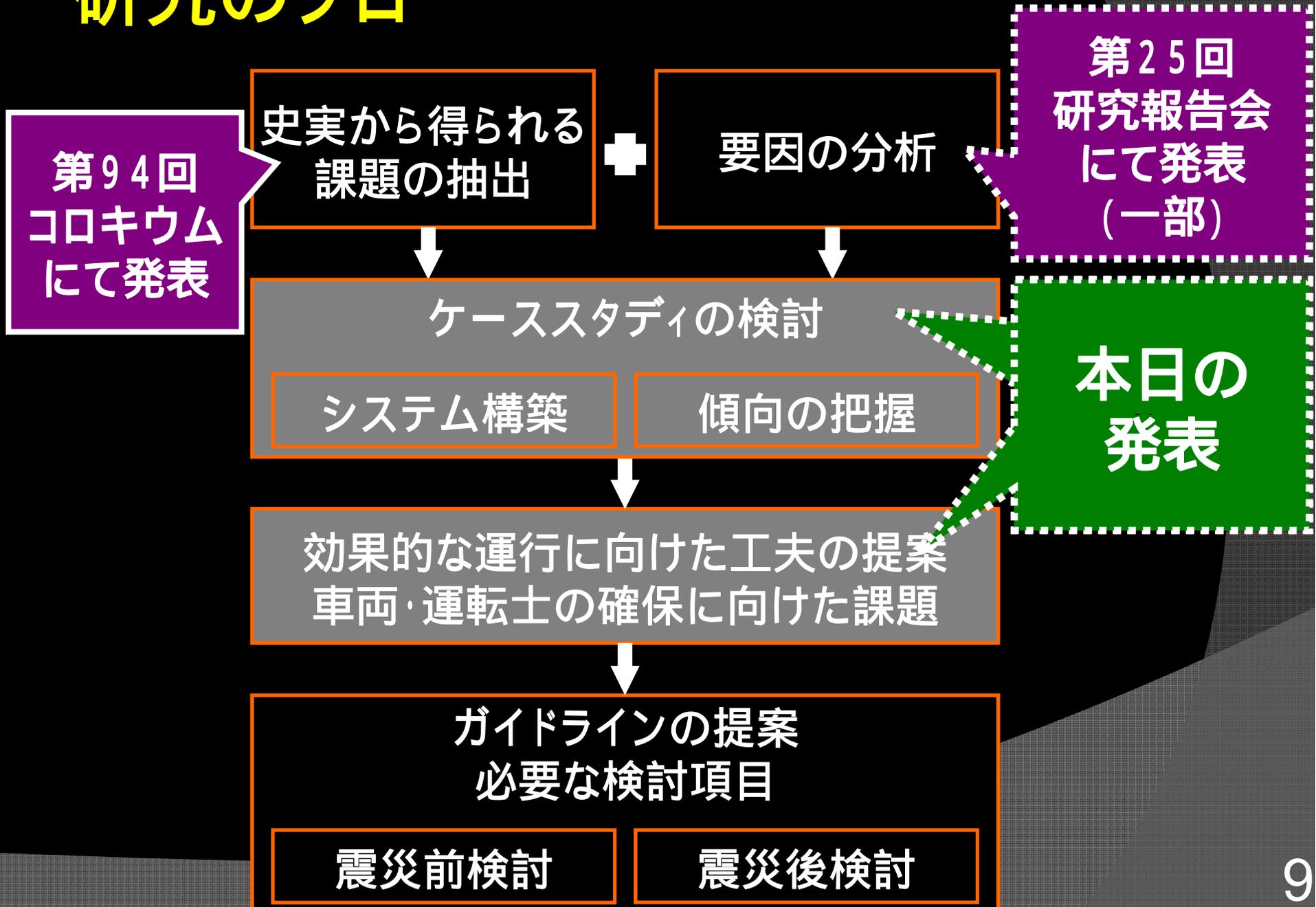
- ◎ 代行バス運行時の課題の把握が必要
 - 阪神・淡路大震災時の教訓から課題と工夫を整理
- ◎ バスは鉄道のサポート, 鉄道との連携が重要
 - 首都圏は鉄道ネットワークが複雑
 - どうバスを走らせるべきか直感的に分からない



研究の目的

効果的な代行バス運行のための提案

研究のフロー



本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ケーススタディの検討
3. バス運行の工夫に向けた提案
4. 車両と運転士確保の課題
5. おわりに

ケーススタディ分析の目的

問題意識

- ◎ 首都圏は鉄道ネットワークが複雑
 - バスの運行は鉄道に並行する形が良いのか



ケーススタディ分析の目的

- 震災時に路線設定を支援するシステムの構築
- 効果的なネットワークを探すシミュレーション分析
 - 効果的なバス運行のネットワークを探す
 - おおよその傾向を把握し、限界を見つける

想定する甚大被災地域の範囲



出典：中央防災会議の
東京湾北部地震を対象
(区県境・千葉県部は報告者作成)

■ 震度6強以上想定地域

仮定する条件

- ◎ 土工 / 高架区間で被災
- ◎ 折返設備がない区間は列車が運行できない

想定震源地

被災区間の想定(不通区間の設定)



代行バス運行路線の想定



第1段階として並行ルートを想定

計算結果



運行再開後の鉄道への集中

- ◎ 平常時と異なる旅客の流れが起こる可能性
 - 帰宅困難者問題
 - 駅での極端な集中の恐れ
(大野(当研究所)の研究)
- ◎ 地震発生の翌日以降も起こりうる問題
 - 対策のための支援システムは重要

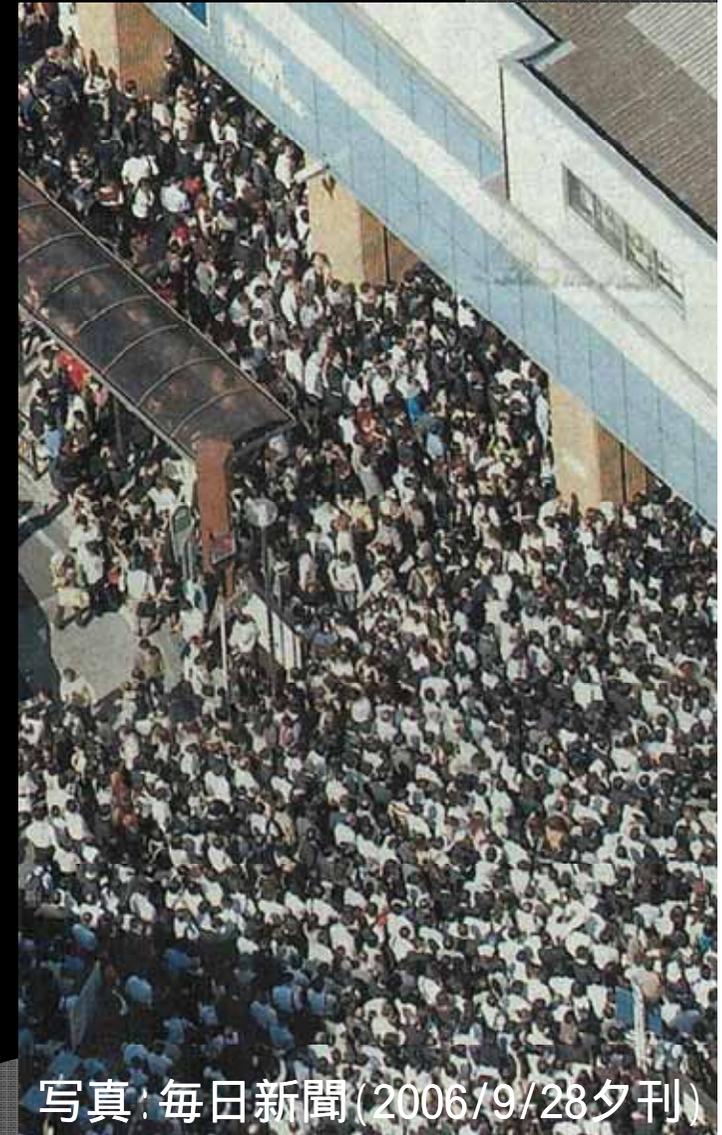


写真: 毎日新聞(2006/9/28夕刊)

在来線利用者の代替交通利用状況

- 阪神・淡路大震災時 -

出典：関西交通経済研究センター「震災等発生時の旅客交通に関する調査研究報告書」（1995）より報告者一部加筆修正

代表利用ルート	比率	利用交通手段
	16.6%	迂回鉄道利用
	36.7%	在来線 バス 在来線
	38.3%	バス（自転車等）+在来線
	4.8%	在来線+徒歩 での乗り継ぎ
	3.9%	船舶利用

迂回鉄道が十分でないとはバス利用が増加
 → **鉄道の迂回利用促進も重要**（本報告はバスの工夫）

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ケーススタディの検討
3. バス運行の工夫に向けた提案
4. 車両と運転士確保の課題
5. おわりに

効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮

『列車方式』の運用

編成化空間の確保

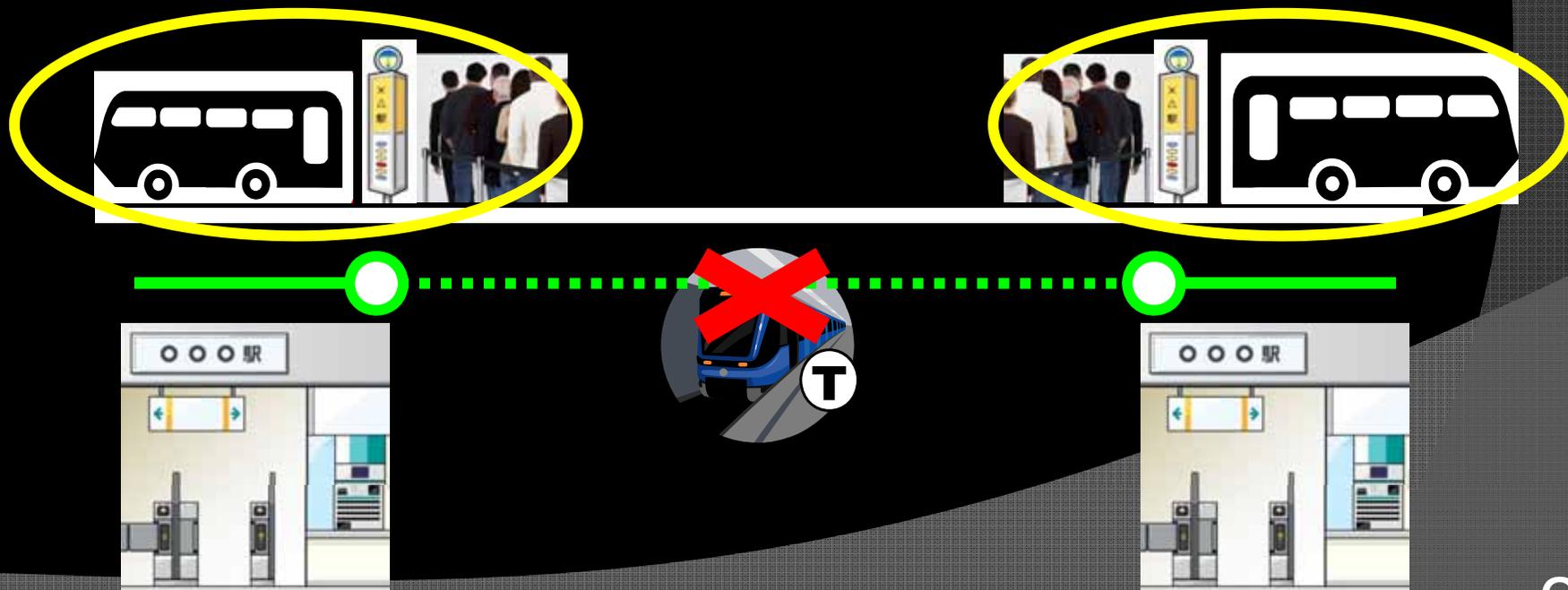
バス専用レーンの設置

道路(交差点)容量の考慮

幹線道路上の停留所設置

他社線接続の運行ルート

直行便の導入



乗降時間の短縮

横山, 中村, 岡村, 王(2010)
『接続バスの乗降方式による
輸送能力向上に関する研究』
横浜国立大学卒業論文

1人あたり**車内**運賃
取扱時の降車時間()
2.9秒(磁気カード)
2.3秒(定期券)
1.2秒(ICカード)
10.1秒(現金)



バスの進入・出発時は
取扱ができない



1人あたり**車外**運賃
取扱時の乗車時間()
0.9秒(2扉同時乗車で
乗車人数増加)



京成バス, 幕張本郷駅

21

乗車時間短縮のための他の工夫

- ◎ 無札乗車の特例(乗車票の配布)
 - 運賃取扱が間に合わない場合,乗車を優先
 - 降車時の車外清算で対応
- ◎ 乗車場と降車場の分離
- ◎ 満員にならずとも発車時刻で出発
 - 運行間隔を保つ = 輸送力を落とさない
- ◎ 着席希望列と立席承知列の分離

阪神・淡路大震災時は, **最小3分間隔(20本/時)**
【首都圏(幕張本郷)では, **最小2分間隔(30本/時)**】

輸送力は約1,400人/時

効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮

『列車方式』の運用

編成化空間の確保

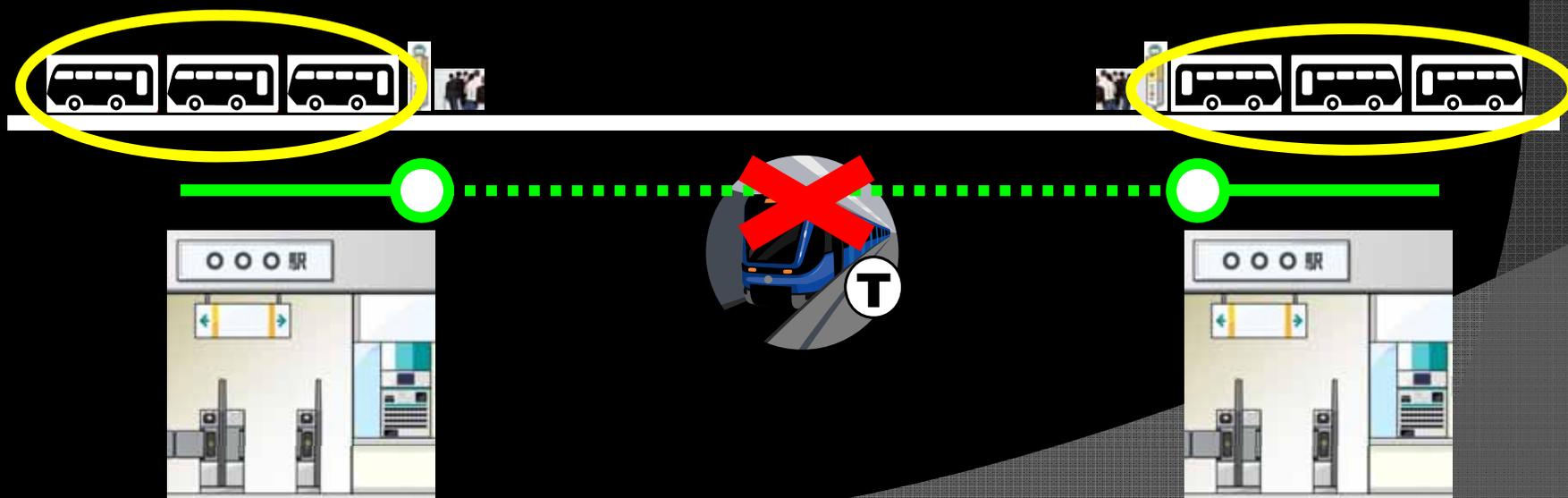
バス専用レーンの設置

道路(交差点)容量の考慮

幹線道路上の停留所設置

他社線接続の運行ルート

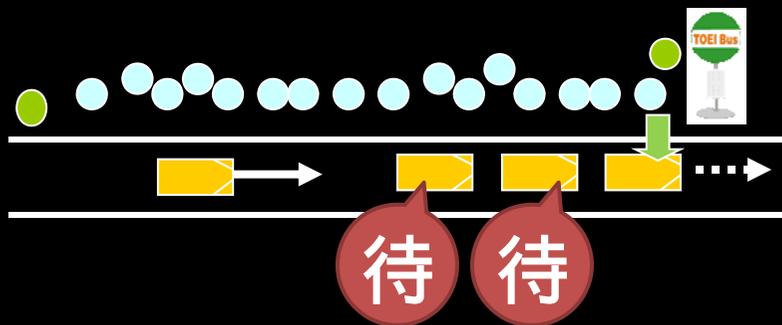
直行便の導入



列車方式による輸送力向上

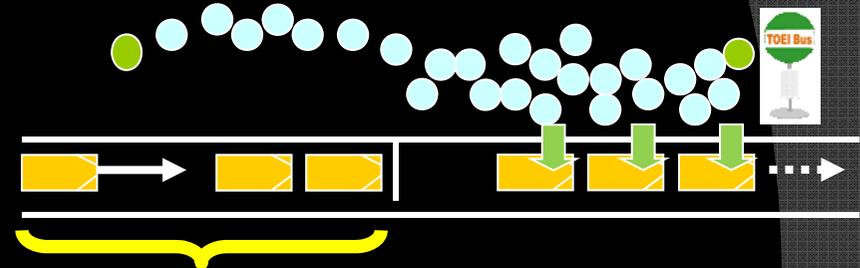
【通常の乗車方法】

後続のバスが到着しても、先頭が発車するまでは待機



【列車方式】

後続のバスが到着しても、先頭が発車するまでは待機



滞留所を設置し編成化させる

阪神・淡路大震災時は
1編成で7台同時発車
(7台×70人=490人)

これを20本/時の運行
9,800人/時



東急バス(株)大澤氏写真提供

24

効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮

『列車方式』の運用

編成化空間の確保

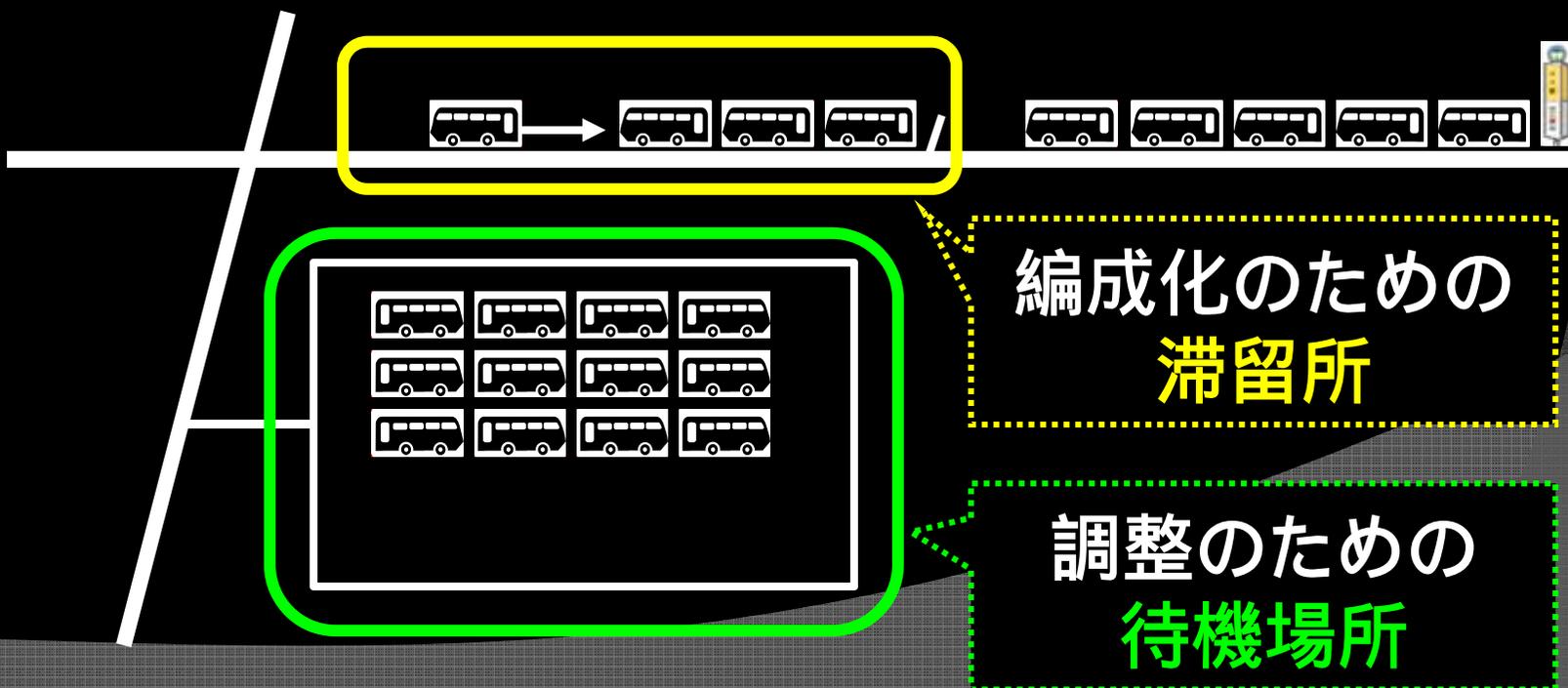
バス専用レーンの設置

道路(交差点)容量の考慮

幹線道路上の停留所設置

他社線接続の運行ルート

直行便の導入



空き地(復旧予定地など)利用



東急バス(株)大澤氏写真提供

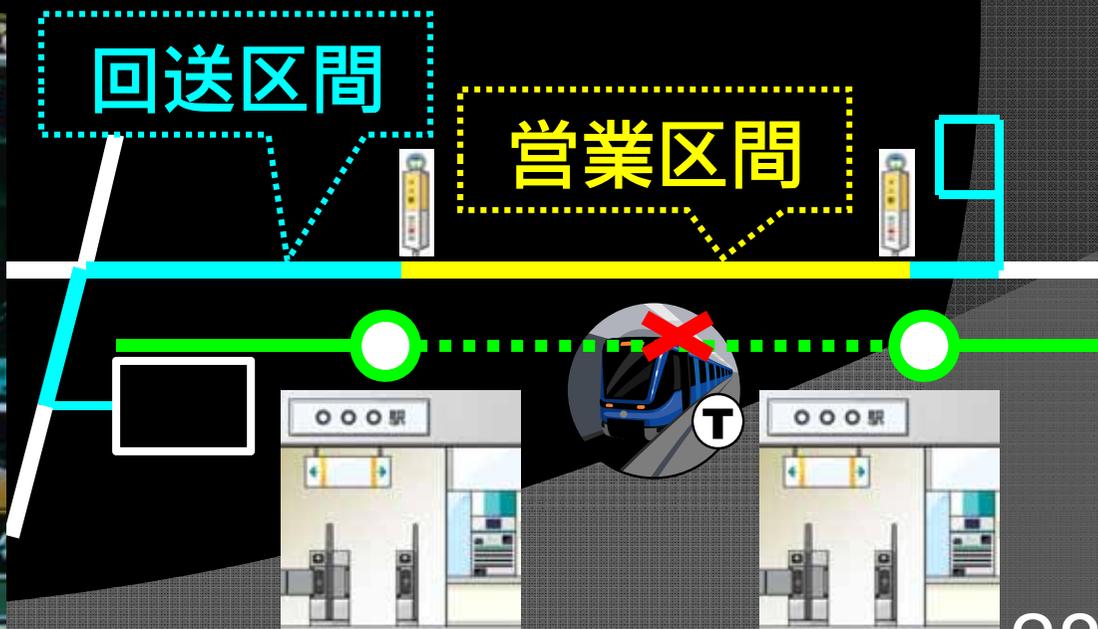
効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮
『列車方式』の運用
編成化空間の確保
バス専用レーンの設置

バスを大量に運行し、
輸送力を大幅に増加させる



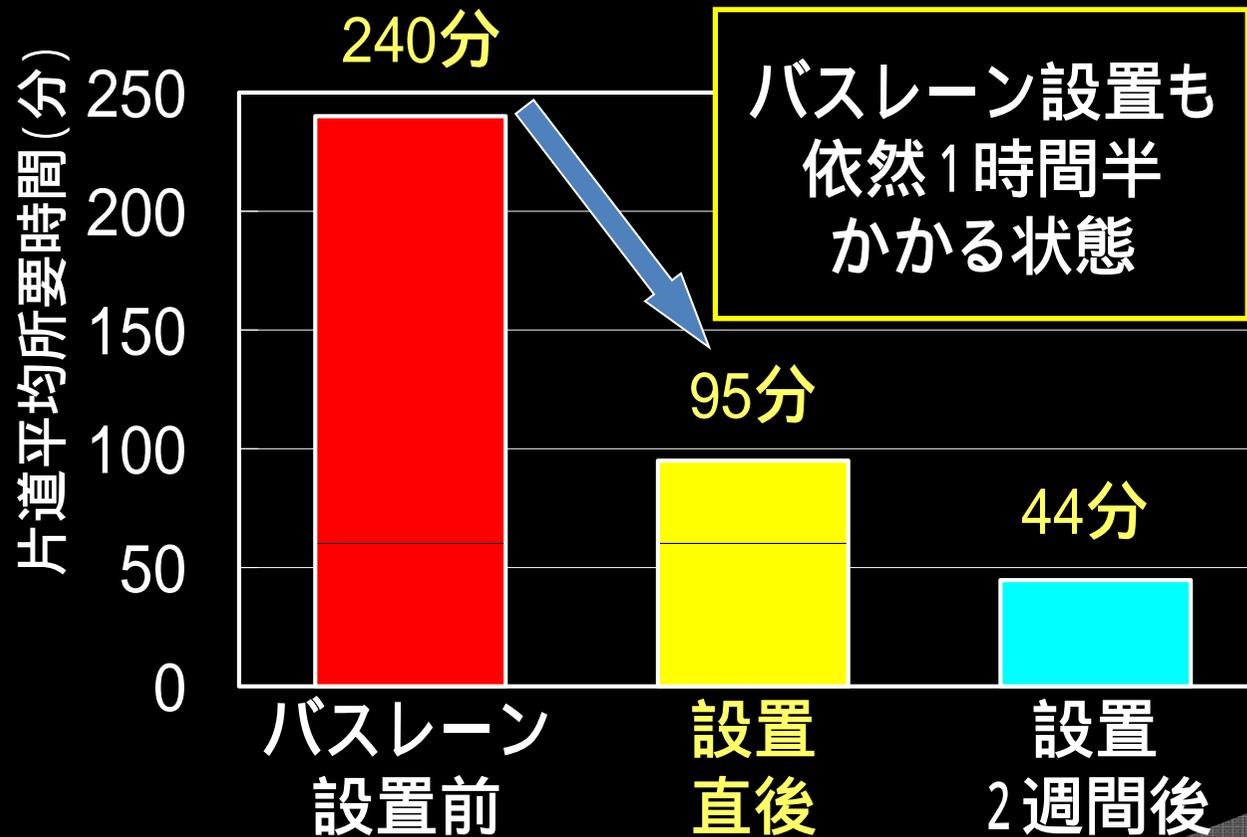
渋滞を回避し、計画通りの
輸送力を発揮することが重要



バスレーン設置に関する課題

規制区域内でも多数の緊急車両で渋滞，バスレーンは必須

阪神・淡路大震災時の代行バス片道平均所要時間



何故バスレーンが機能しなかったのか？

近畿運輸局資料より報告者グラフ作成

回送経路で渋滞が発生



- ◎ **回送経路**はバスレーン未設置
- ➡ バスレーンまで渋滞が到達
- ➡ 所要時間増大, バス増車
- ➡ ますます渋滞悪化



- ◎ 警察・公安の判断で**駅前**に**直接進入**しての折返が許可
(1週間以上を要した)



**即時対応可能な体制づくり
事前協議が必要**

写真：鈴木文彦，鉄道ジャーナルNo.516，2009年10月号，p.77

効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮

『列車方式』の運用

編成化空間の確保

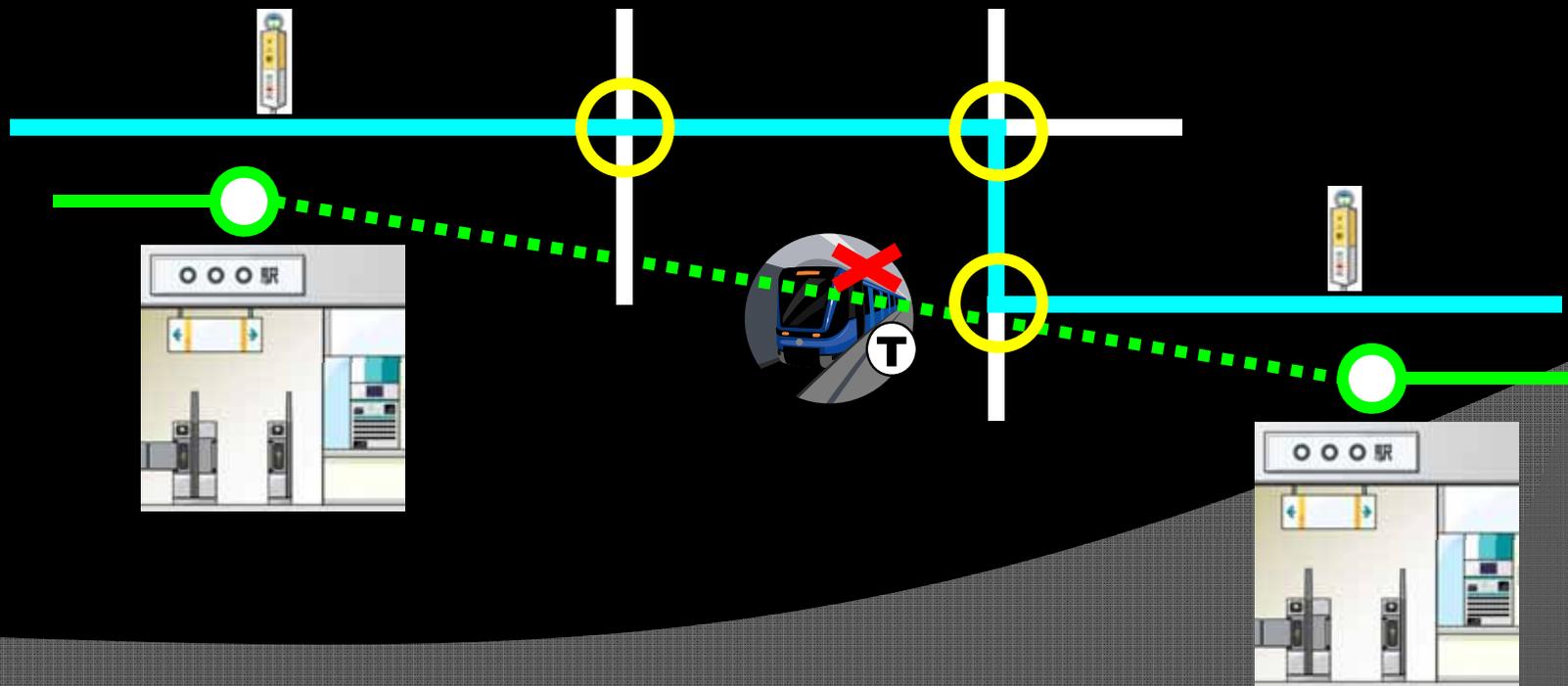
バス専用レーンの設置

道路(交差点)容量の考慮

幹線道路上の停留所設置

他社線接続の運行ルート

直行便の導入

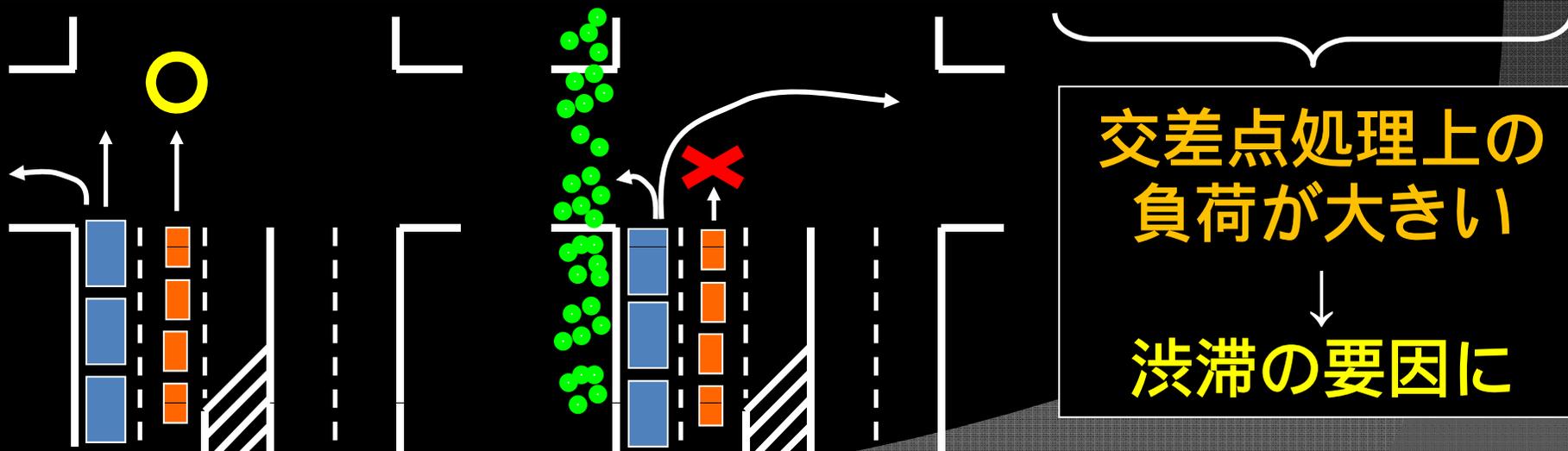


列車方式時の交差点運用の必要性

□ 大量のバスが交差点処理に与える影響

■ 2分間隔で1編成あたり8台運行する場合

条件	直進	左折		右折専用
		歩行者少	歩行者多	
通過に必要な青時間	25秒	28秒	49秒	28秒
追加青時間は必要か	不要			必要



極力右左折しないルートや優先通行策の検討

効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮

『列車方式』の運用

編成化空間の確保

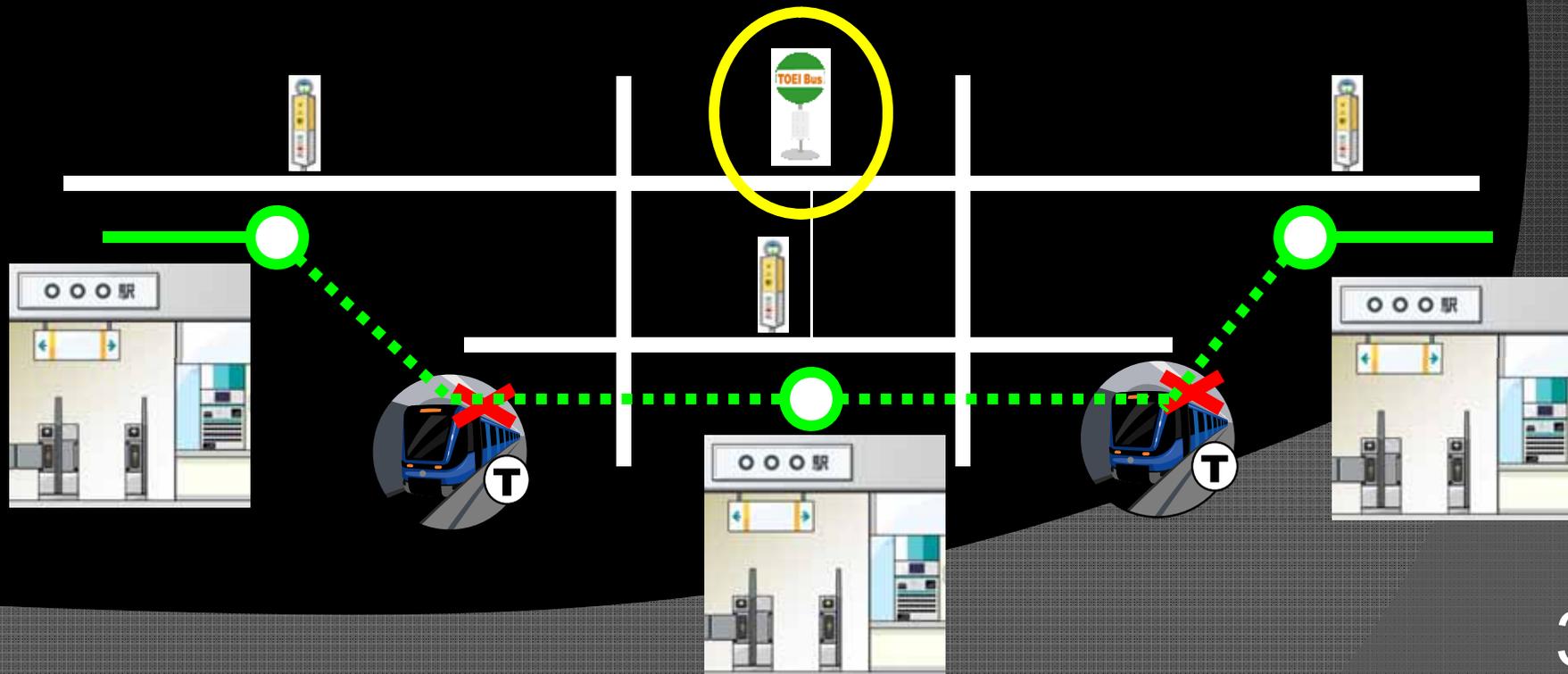
バス専用レーンの設置

道路(交差点)容量の考慮

幹線道路上の停留所設置

他社線接続の運行ルート

直行便の導入



幹線道路上の停留所設置による効果

- ◎ 各駅前に停留所設置(青色):
 - 右左折増加, 渋滞の原因になりやすい
- ◎ 幹線道路上に停留所設置(赤色):
 - 所要時間短縮 少ないバスで輸送力確保
 - 列車が来ない駅前に必ずしもバスを寄せる必要性は高くない



出典：(財)国土地理協会「東京都内乗合バス・ルートあんない」および「千葉県内乗合バス・ルートあんない」より報告者加筆

効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮

『列車方式』の運用

編成化空間の確保

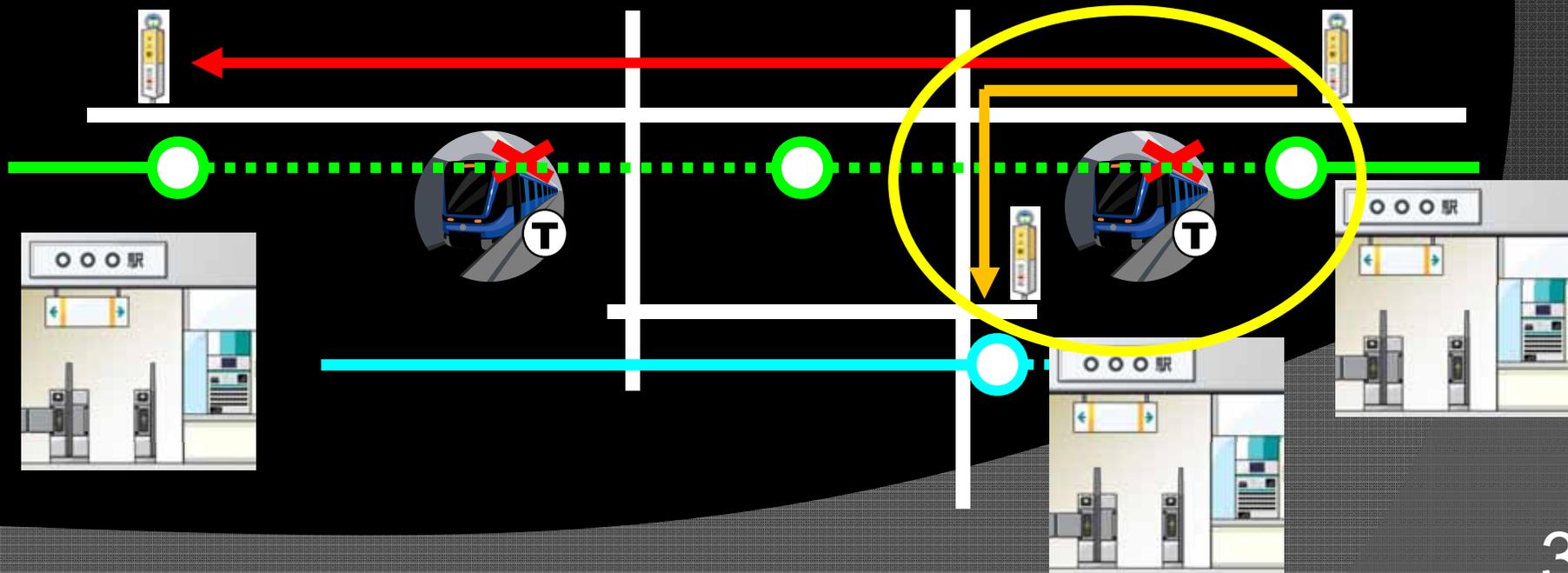
バス専用レーンの設置

道路(交差点)容量の考慮

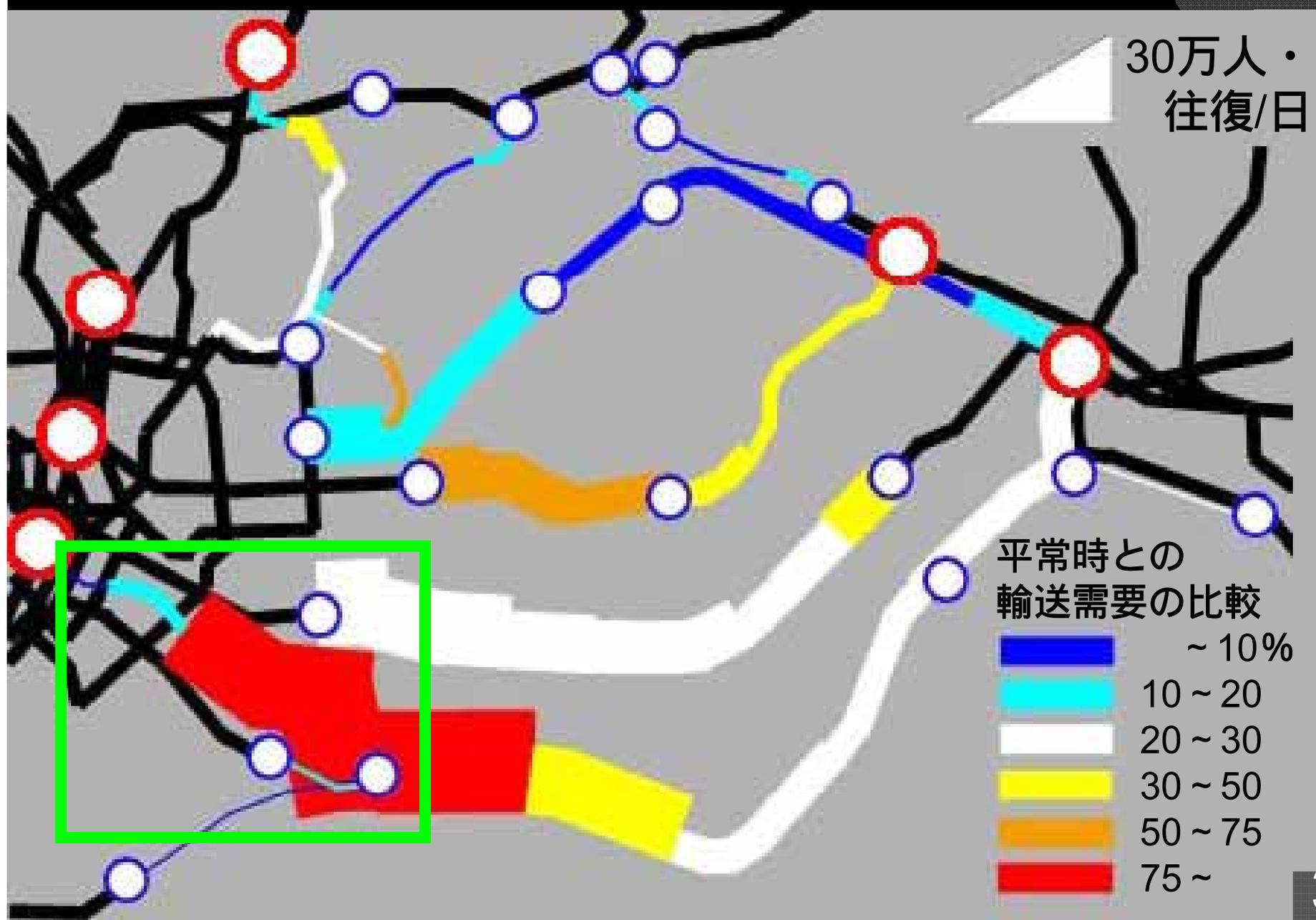
幹線道路上の停留所設置

他社線接続の運行ルート

直行便の導入



計算結果(標準ケース)

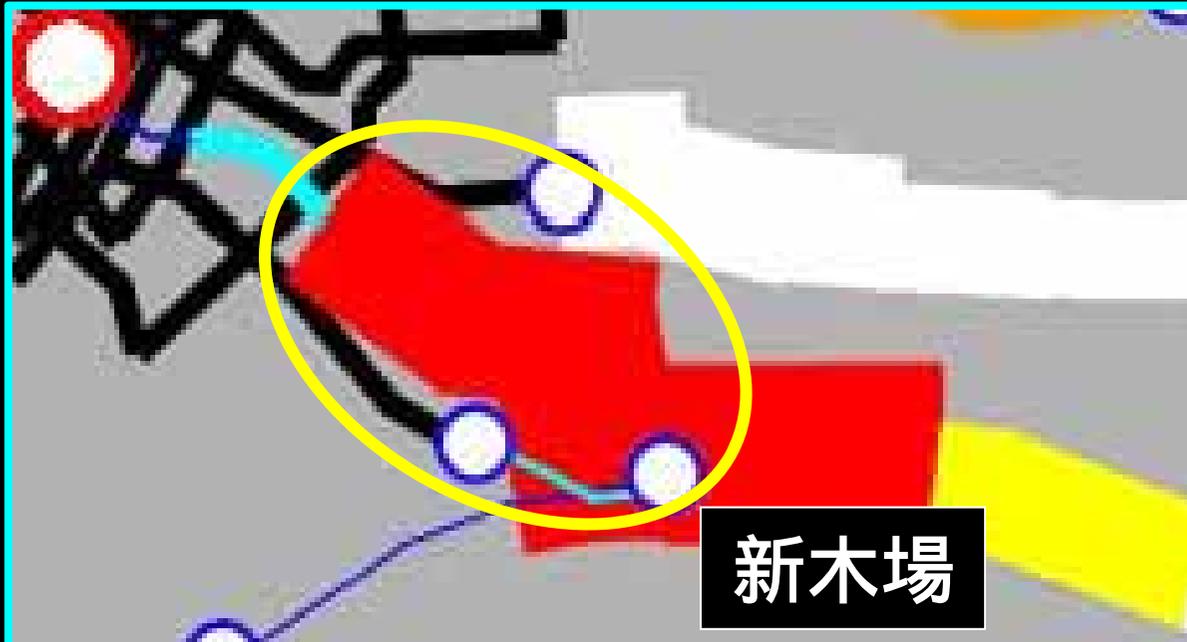


他鉄道線の最寄駅につなぐルート



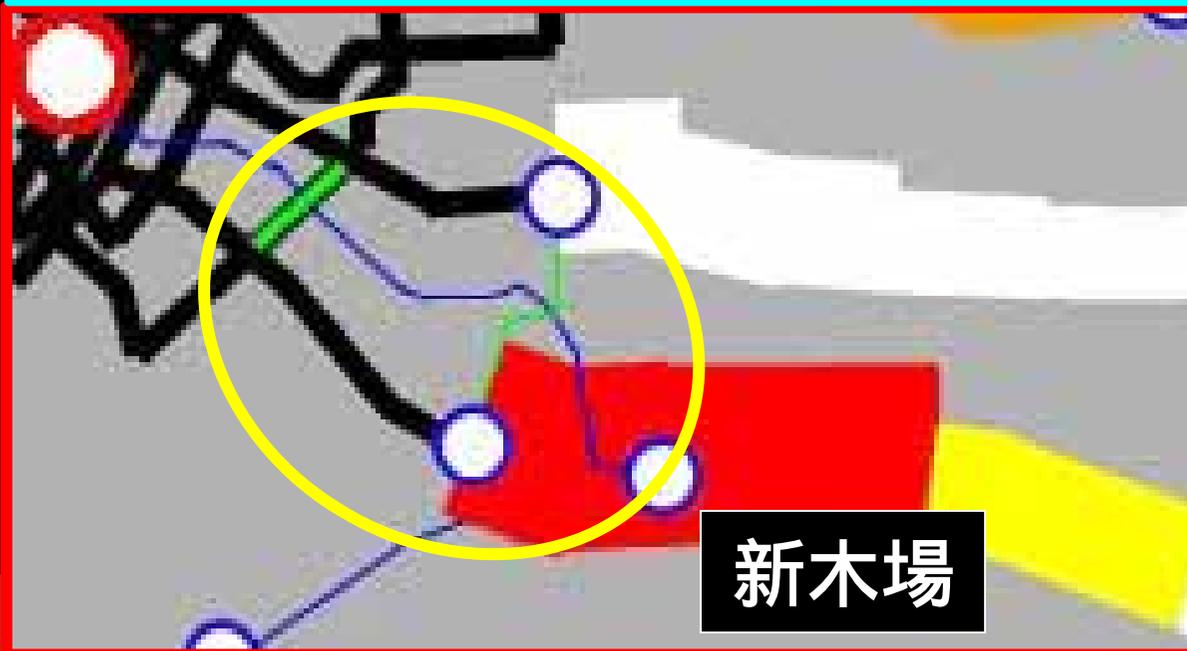
自社線を結ぶと長距離
→ 他社線に結ぶと短縮できる場合

計算結果(他線連絡ケース)



基本ケース

- ・ 必要バス台数
185台
- ・ 新木場～八丁堀
56分



他線連絡ケース

- ・ 必要バス台数
78台
- ・ 新木場～八丁堀
30分

効果的なバス運行のための項目

乗車時間短縮

『列車方式』の運用

編成化空間の確保

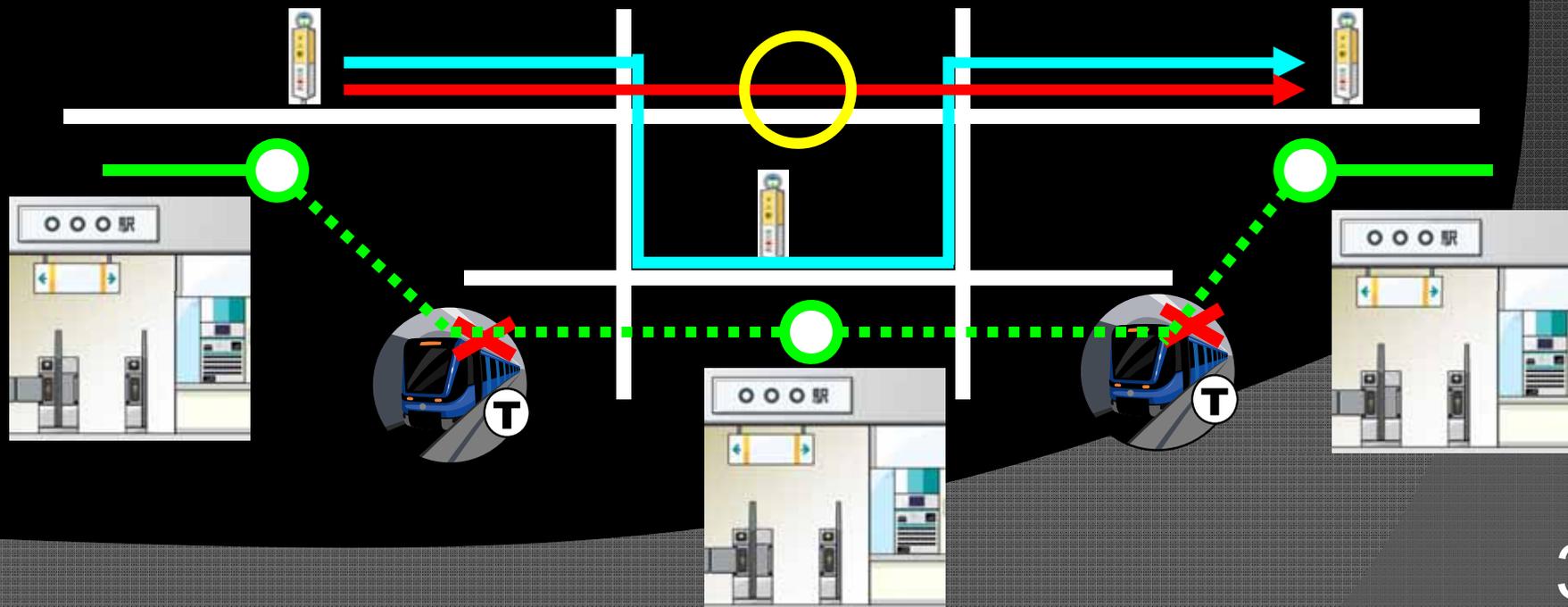
バス専用レーンの設置

道路(交差点)容量の考慮

幹線道路上の停留所設置

他社線接続の運行ルート

直行便の導入



直行便と各停便の2系統・2路線化

JR, 阪急, 阪神の代行バス利用者数の推移(万人/日)



直行便は各停便より所要時間が短く
限られたバスで多頻度, 利用者も増加傾向

近畿運輸局資料より報告者グラフ作成

40

効果的なバスの運用のための工夫

◎ 輸送力を増加させる方策

● 乗車時間短縮, 列車方式の運用

- 車外での運賃取扱, 無札乗車の特例
- 出発時刻優先 (満員にならずとも定時出発)
- 複数台同時出発 滞留所・待機場所の確保

◎ 所要時間短縮, 遅延防止の方策

- バス専用レーンの設置 (回送経路も含めて)
- 道路交差点容量の考慮
- 幹線道路上の停留所設置

効果的なバスの運用のための工夫

◎ 限られたバス台数で輸送力を発揮する工夫

- 運行再開した他社鉄道線への接続
- 経路距離最短だけでなく、バスレーン設置可能な路線を活用した所要時間最短
- 各停便と直行便の2系統化

◎ 事業者単独では困難、横断的な事前協議が必要

- 走行許可、バス専用レーン、交差点優先策：警察
- 幹線道路上のバス停空間の確保：自治体など
- 人員確保、詳細計画立案：事業者
- 上記調整の主体、運行ルートの許可：運輸局

本日の報告内容

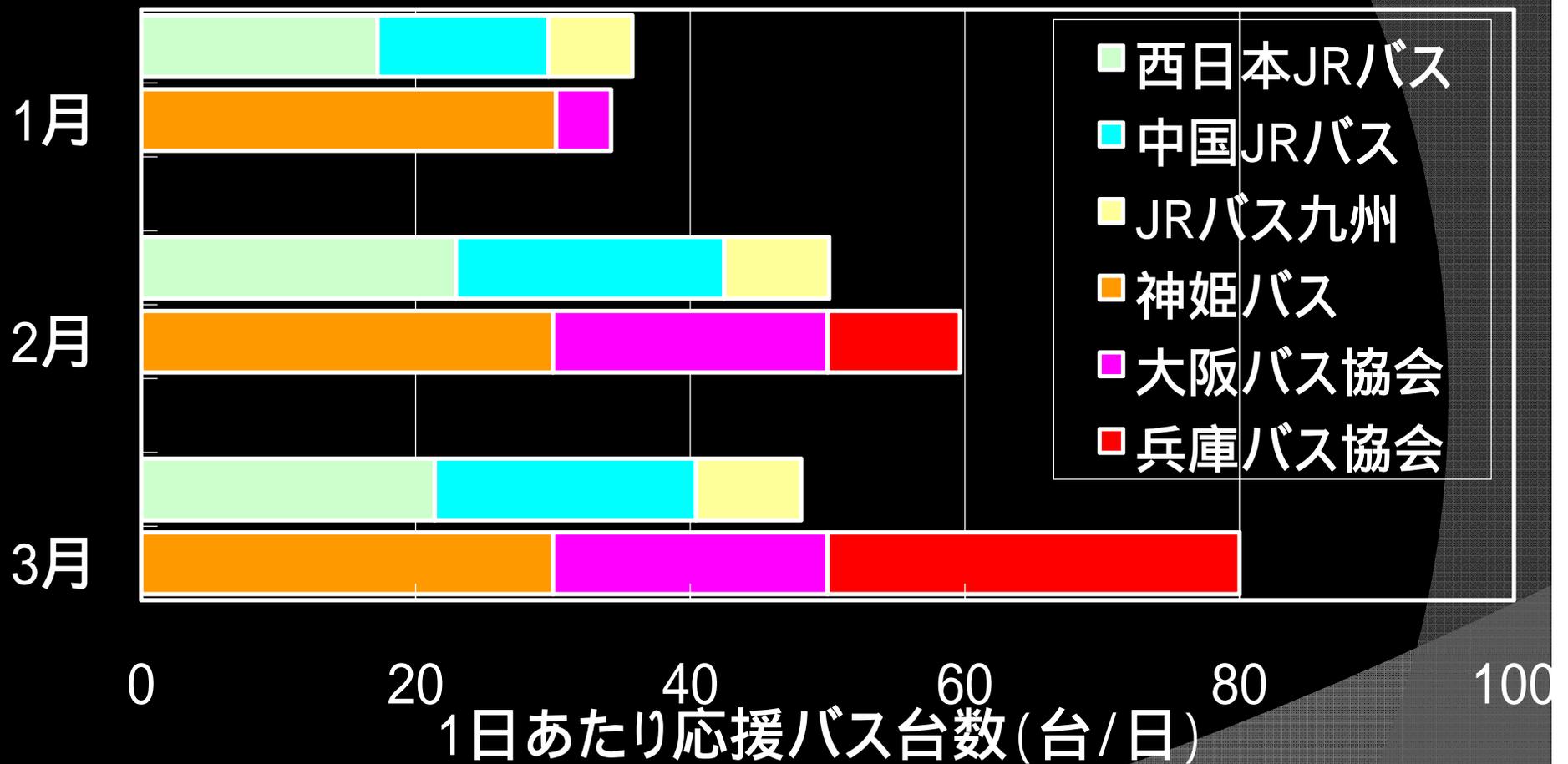
1. 研究の背景と目的
2. ケーススタディの検討
3. バス運行の工夫に向けた提案
4. **車両と運転士確保の課題**
5. おわりに

必要なバス台数の算出

路線	運行区間	所要時間	バス台数
東武伊勢崎線	北千住～浅草	59分	75台
東武亀戸線	曳舟～亀戸	29分	17台
京成押上線	押上～青砥	55分	42台
京成本線	高砂～市川真間	51分	26台
JR総武線	錦糸町～西船橋	101分	334台
都営新宿線	大島～本八幡	101分	327台
メトロ東西線	東陽町～妙典	107分	535台
JR京葉線	八丁堀～南船橋	189分	1,125台
	二俣新町～西船橋	12分	37台
メトロ有楽町線	辰巳～新木場	8分	106台
りんかい線	東京テレポート～新木場	35分	5台
合計			2,629台

44

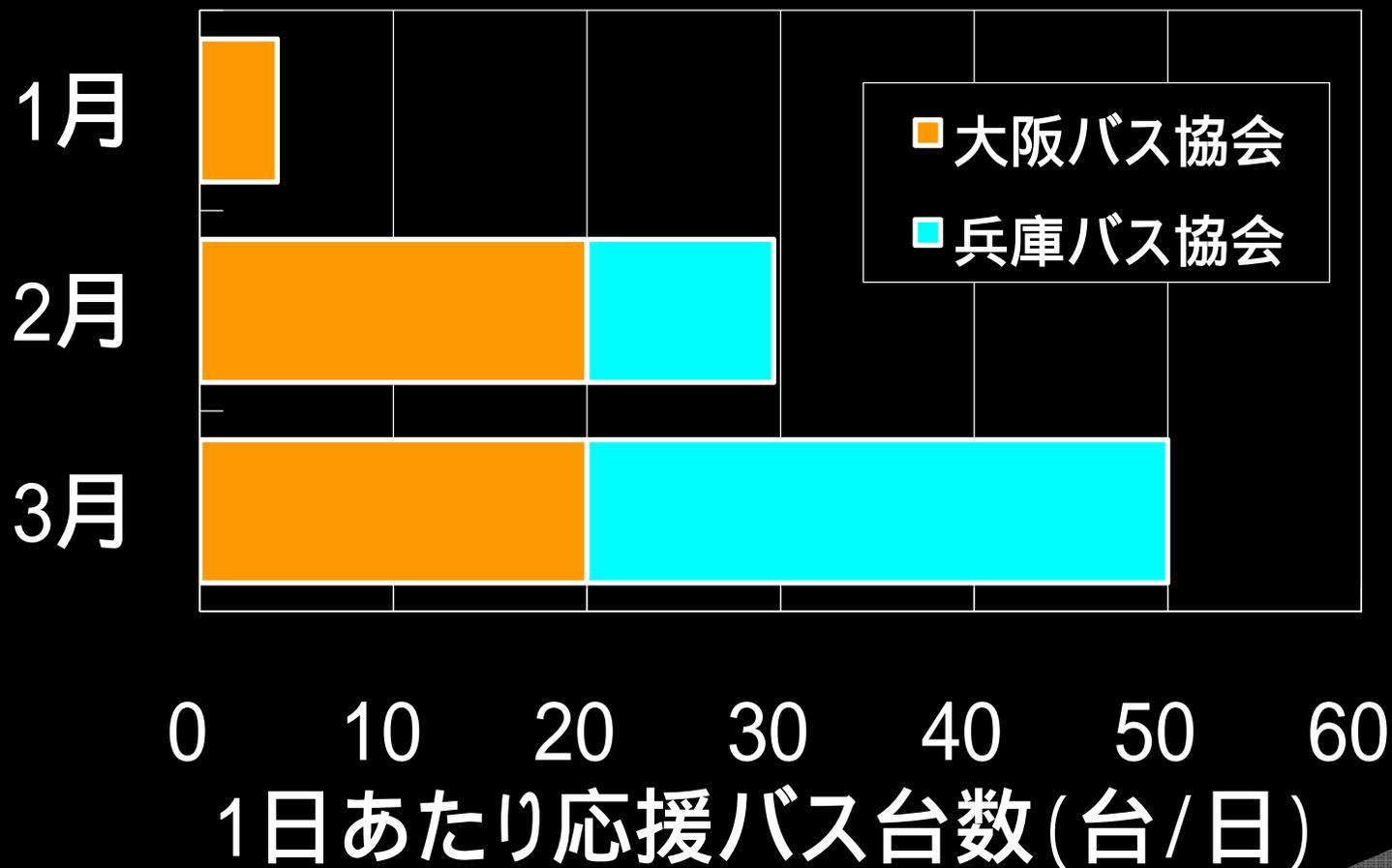
鉄道事業者のグループ会社だけでは不足 JRの系列会社とバス協会からの応援



バス不足はバス協会を通じて応援を受けた

国土交通省近畿運輸局資料より報告者グラフ作成

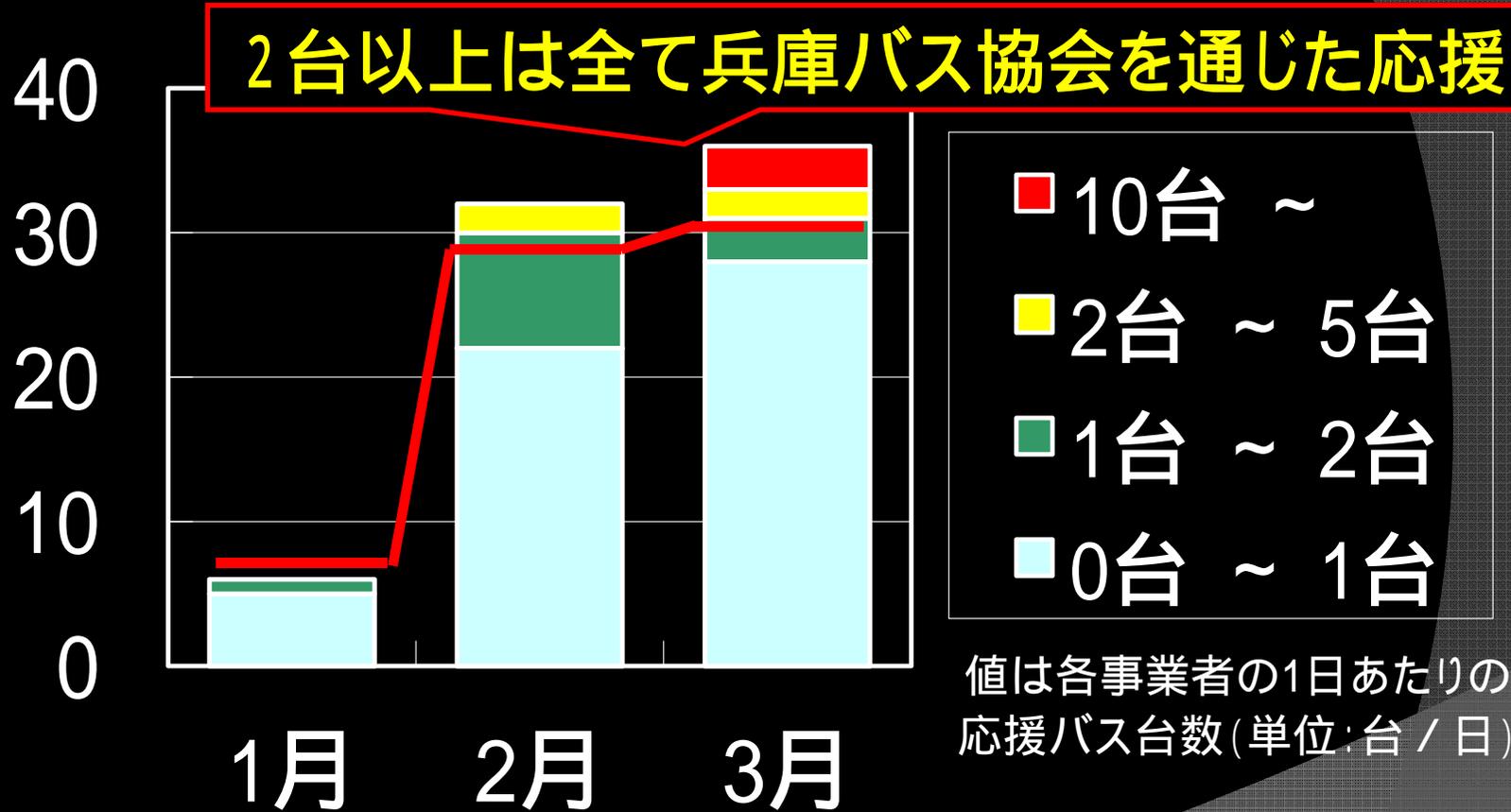
大阪・兵庫バス協会別に受けた応援バス台数



復興までは遠方のバス事業者からの支援が中心

大阪・兵庫バス協会を通じて受けた応援の相違 応援事業者数と1事業者あたりバス台数

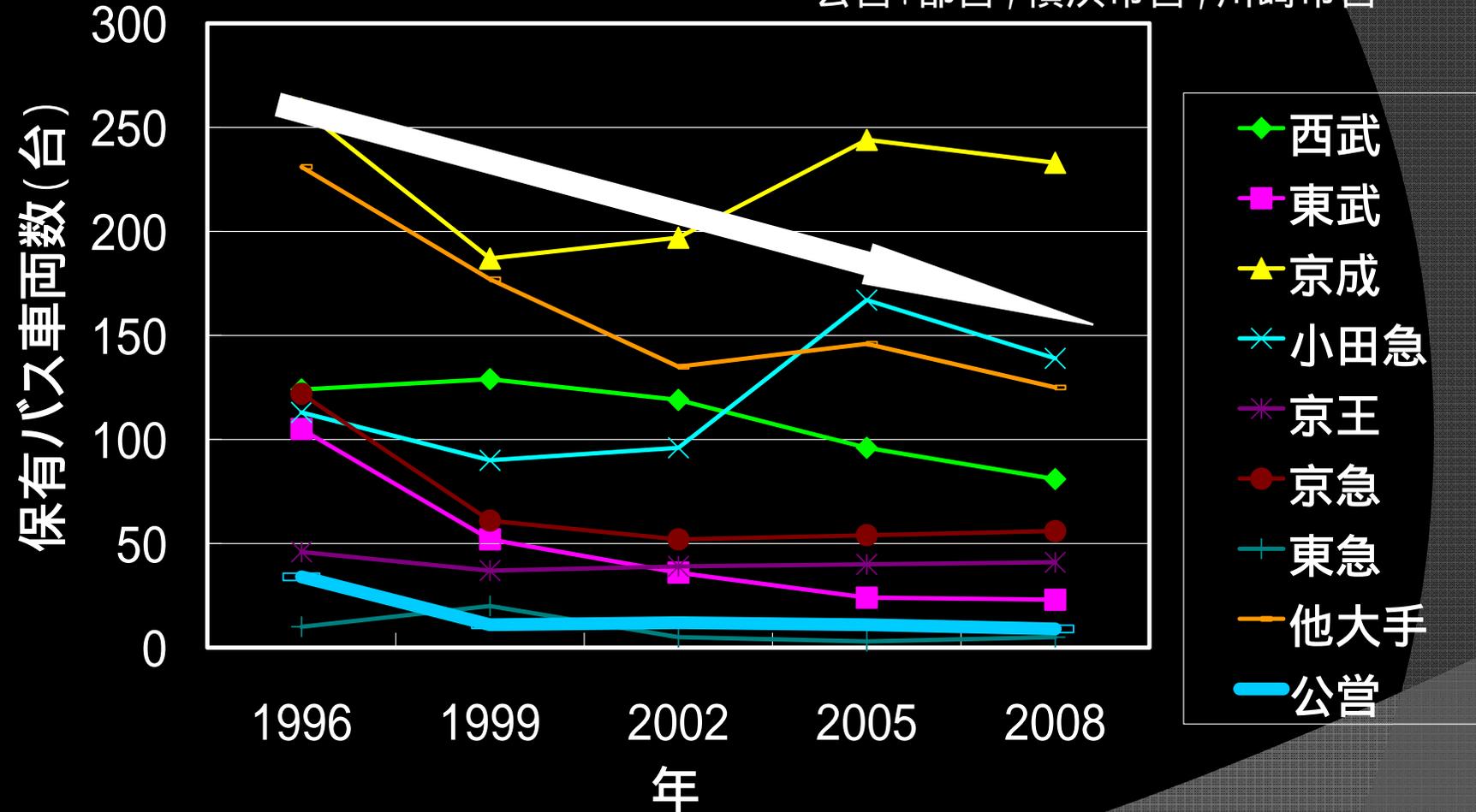
応援バス事業者数



遠方からは1事業者が出せるバス台数に限り

首都圏におけるバス台数 (貸切・私鉄系列別)

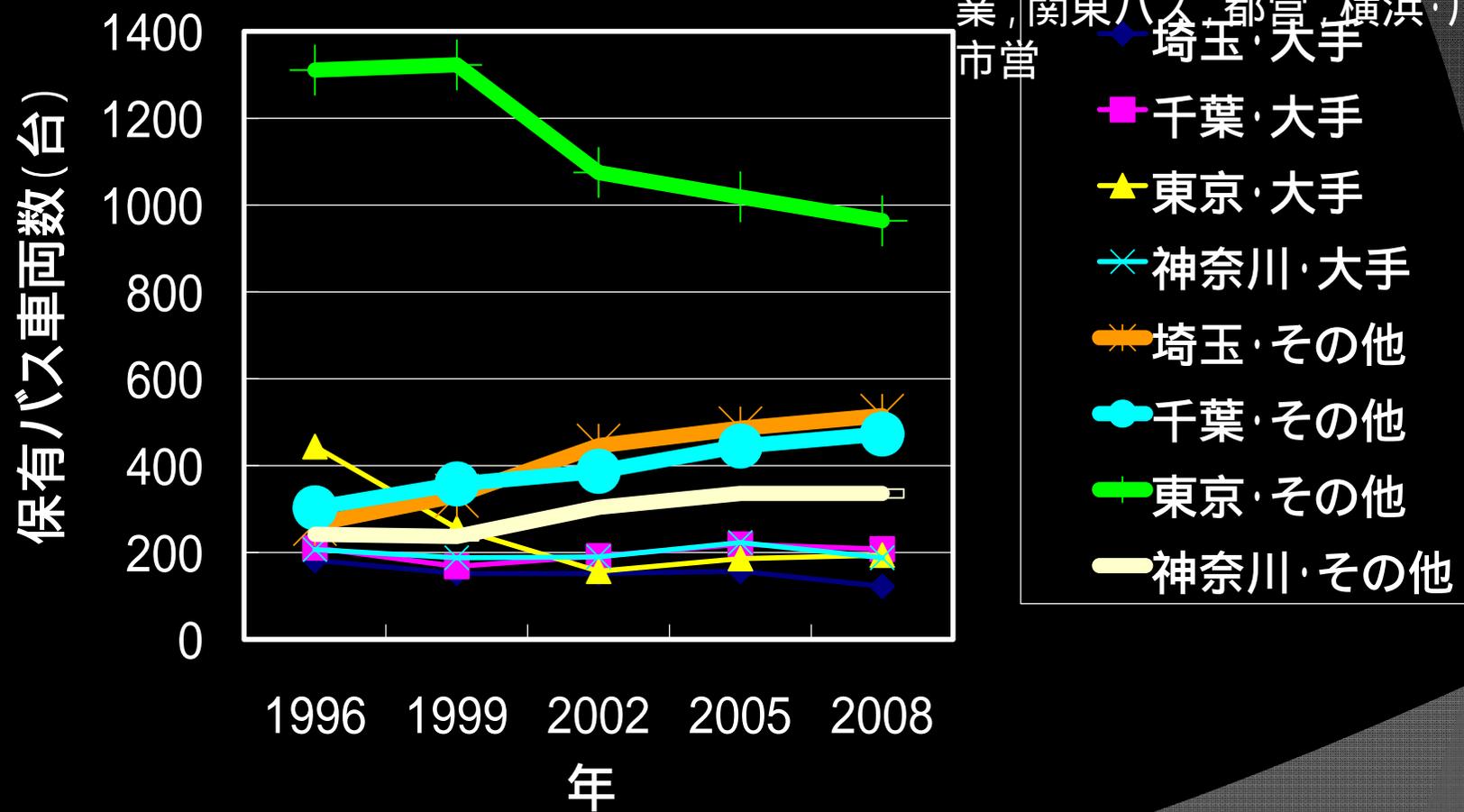
他大手: JR, 相鉄, 国際興業, 関東バス
公営: 都営, 横浜市営, 川崎市営



- 貸切バス車両が1996年と比較して減少している
- 私鉄系列会社だけでは参集しづらくなっている

首都圏におけるバス台数 (貸切・都県別)

大手:
小田急, 京王, 京急, 京成, 東急,
東武, 相鉄, 西武, JR, 国際興業, 関東バス, 都営, 横浜, 川崎市営



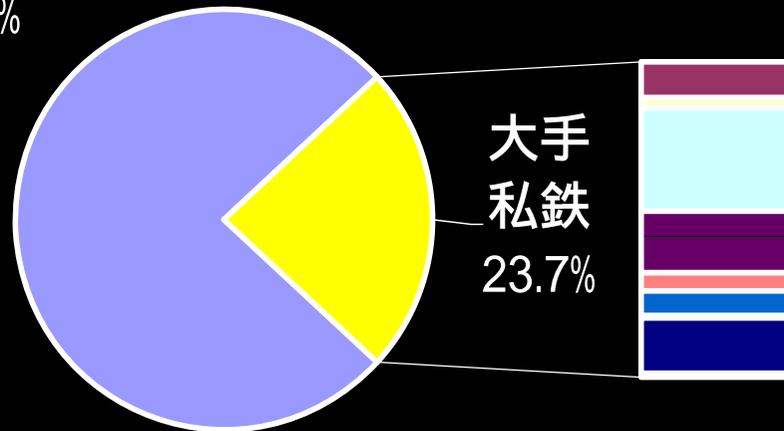
□ 周辺の県との協力がより必要になっている

首都圏におけるバス台数 (貸切・私鉄系列別)

他大手: JR, 相鉄, 国際興業
公営: 都営, 横浜市営, 川崎市営

1都3県での貸切バス車両: 3,000台
(値は2008年3月時点, 大型車両のみ計上,
対象は日本バス協会に登録している事業者)

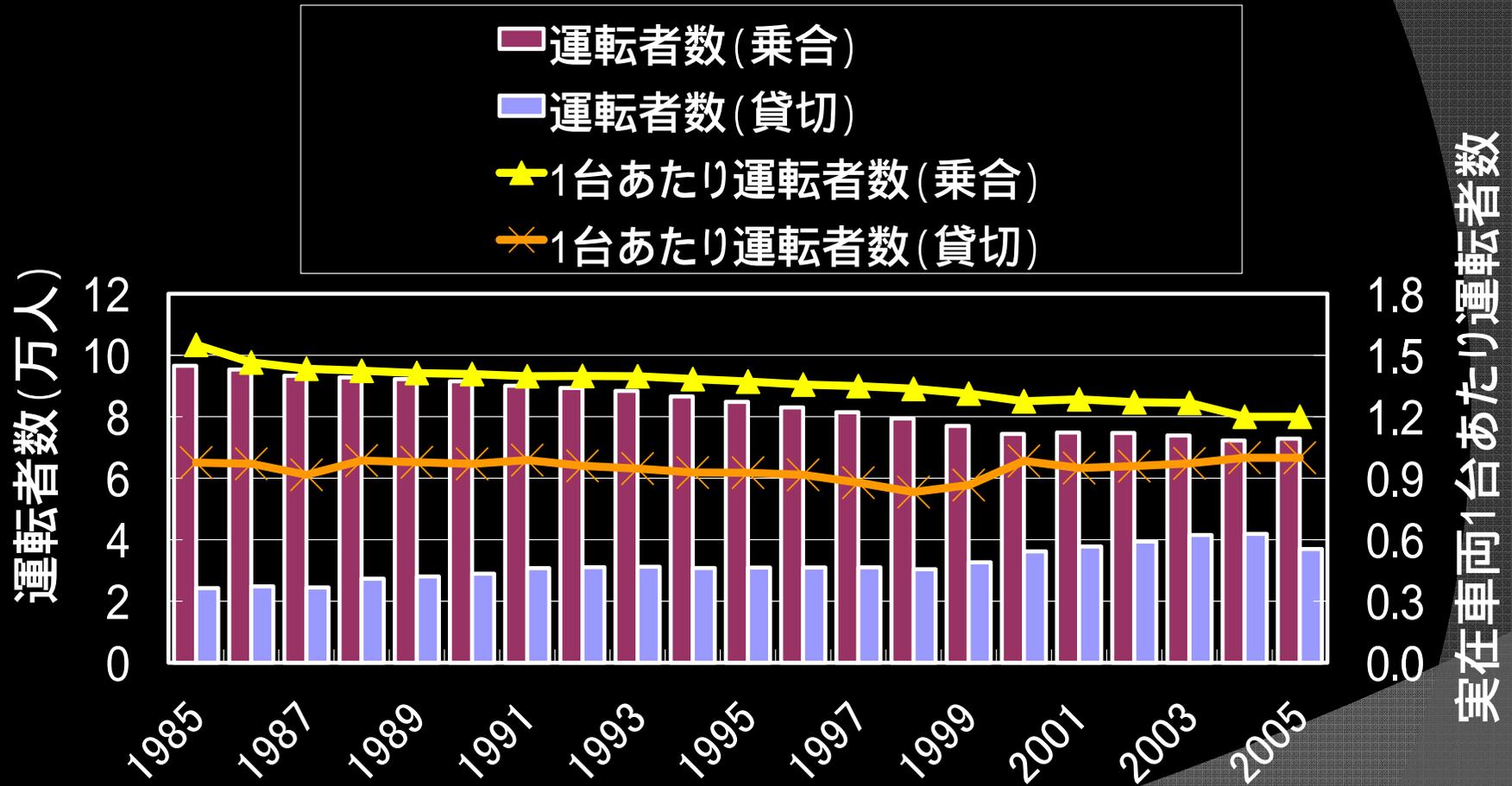
その他
76.3%



- 大半の車両は私鉄系列に属さない
- 鉄道事業者がバスを参集させるのが容易でない状況

バス運転士数の推移 (全国)

国土交通省：陸運統計要覧(H18)
国土交通省自動車交通局旅客課
統計情報より発表者作成



- 乗合は実数・1台あたり運転士数ともに減少傾向
- 貸切は運転士数は増加，1台あたり運転士数は横ばい

年代別自動車運転士数の推移(全国)

年齢(歳)	1970年	1975年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2009年
15～19	34	16	17	17	21	13	6	3	
20～24	275	163	120	126	149	153	81	41	
25～29	358	342	222	163	175	218	191	102	
30～34	337	353	350	226	170	198	217	182	
35～39	285	321	338	331	221	182	195	205	
40～44	164	272	305	316	322	228	178	186	
45～49	75	157	251	281	304	325	227	171	
50～54	42	70	143	226	264	296	317	223	
55～59	25	35	57	113	197	248	276	307	
60～64	11	19	22	31	63	110	139	204	
65～69	3	6	9	11	16	38	57	84	
70～74	0	0	2	4	5	9	13	23	
75～	0	0	0	1	1	1	2	3	
合計	1,606	1,753	1,838	1,845	1,908	2,020	1,897	1,733	

単位:千人

- 運転士数のピークは阪神淡路大震災時の1995年
- 当時と比較して、60歳以上の比率はより増加

車両と運転士確保に向けた提案

- ◎ 事業者単独で車両と運転士の確保は限界
 - 震災時のために維持することは現実的でない
 - 全体的に保有車両は減少傾向(貸切を中心)、運転士も高齢化・減少傾向(乗合を中心)
- ◎ 被災地外の協力は必要不可欠
 - 通常営業しながらの応援, 1事業者が出せる台数や運転士には限界
 - 多くの事業者から応援を求める必要性

事業者だけでは解決が難しい問題
運輸局などが持続的に広域な
協力体制を構築することが重要

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ケーススタディの検討
3. バス運行の工夫に向けた提案
4. 車両と運転士確保の課題
5. おわりに

本報告のまとめ

- ◎ 首都直下地震時のケーススタディとして一例を挙げ、迂回鉄道や代行バスの利用傾向を示した
 - 地震発生後にバスの運行方法や路線決定を支援するシステムを構築することが重要
- ◎ 効果的な代行バス運行のための工夫を提案
 - 運用面の工夫：乗車時間短縮，列車方式，幹線道路上の停留所，交差点優先策，他社線への接続など
 - 車両と運転士の確保：周辺県からの支援体制が必要
- ◎ 鉄道事業者，バス事業者，道路行政，自治体，警察，運輸行政などが同時に関わる
 - 主体間の事前協議，運輸局のリーダーシップが重要

今後の課題

- ◎ 今回の内容を踏まえ、ガイドラインの提案を行う
 - 効果的な代行バス運行のための施策のパッケージ化
 - 事前と事後で行うべき対策事項ごとに整理
 - 関係者間の事前協議と、各主体が事前準備すべき項目をまとめ
- ◎ 現状のデータを把握
 - バス台数、運転士、免許保有者の状況
 - 公共施設と幹線道路、駅的位置関係の把握
- ◎ ケーススタディ上の課題
 - 京葉間以外での地域の分析

ご清聴ありがとうございました