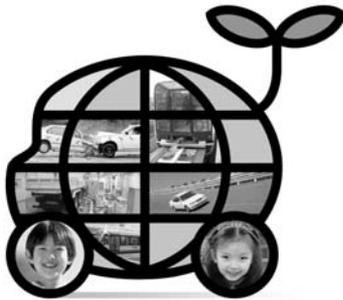


# 新しい都市交通システム 開発のあゆみ



交通安全環境研究所  
名誉研究員  
松本 陽

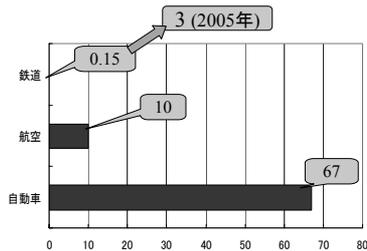


独立行政法人 交通安全環境研究所

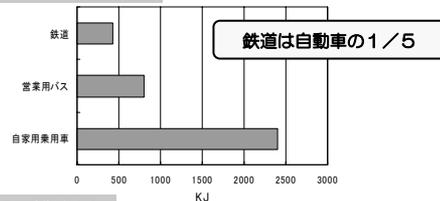
## 統計的に見れば・・・

事故死亡率（乗客・乗員）  
（ $10^{10}$ 人キロ当たりの事故死亡率）

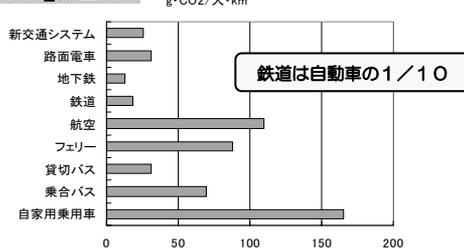
鉄道は自動車の1/400



## エネルギー消費率



## CO<sub>2</sub>排出量



独立行政法人 交通安全環境研究所

## 既存交通システムとその問題点

- 既存システム > 都市高速鉄道 + 地下鉄、路線バス
- (諸外国では) > 路面電車、トロリーバスも活躍
- 高速鉄道 > 大量輸送に適し、エネルギー・環境面で優。
- > 建設コスト大、建設に長期、経済的に成り立つのは限られた路線、路線の柔軟度小 (カーブ、勾配)
- 路線バス > コスト小、きめ細かいサービス
- > 道路混雑で速度・定時性低下、排ガス・騒音、要員
- 新しいシステムによる解決
- 例えば 1960年代 > モノレール、1970年代 > ゴムタイヤ式新交通、1980年代 > 鉄車輪式リニア、1990~2000~ > 磁気浮上式リニア、LRT



## 新しい交通システムの分類

- 輸送形態 > 車両型 / 連続輸送型
- 輸送モード >  
シングルモード型 (道路、軌道) / デュアルモード型
- 動力源・駆動方式 >  
地上動力型 (ロープ、ベルト、地上一次リニア)  
/ 車上動力型 (回転型モータ、内燃機関、車上一次リニア)
- 走行形態 (支持・案内) >  
車輪 / 磁気 / 空気 / その他 < 光学案内 >



表6-1 新交通システム (AGT: automated guideway transit) の分類と特徴 (1)

輸送形態	モード	動力源	走行形態 (支持方式・案内方式)	駆動方式	システム名	開発国	実用化の現状および特徴
連続型		地上動力	定速式	ベルト, パレット	動く歩道	各国	普及。従来から広く用いられているが, 乗降時の速度から巡回速度が制限されるので, 短距離にしか用いられないのが欠点。
			可変速式	ベルト, パレット	スピードウォークなど	日本など	実験システム。これまでも種々のシステムが考案され, 試用されているが, 広く実用化された例はない。保守性, コストなどが課題。
車両型	単独型	車上動力	車輪支持・案内なし (ゴムタイヤ)	内燃機関	基幹バス	日本	実用 (名古屋)
					デマンドバス	各国	実用
				内燃機関/モータ	ハイブリッドバス	各国	実用
				回転型モータ (IPT, 燃料電池など)	電動デマンド・マイクロバス 燃料電池バス	日本 各国	実用化実験 (本庄早稲田地区) 試用
				回転型モータ (架空集電)	トロリーバス	各国	実用。欧米では都市交通の主力として広く用いられている。地下鉄方式としたシアトルのような例もある。
			ゴムタイヤ車輪支持・側壁案内型	回転型モータ	デュアルモードバス		実験 (土木研究所) 中止
					O-バーン	ドイツ	普及 (エッセン, アドレド)
				内燃機関	ガイドウェイバス	日本	試用 (福岡博会場内) 実用 (名古屋近郊一志段味線・ゆとりーとライン)
				回転型モータ (地中集電)	ストリーム	イタリア	試用 (トリエステ)。トロリーバスのトロリーを道路に埋設した形。集電子に付いた磁石で電車線を吸い上げる。
				回転型モータ	GLT	ベルギー	試用 (ロシュフォール)
	デュアルモード (軌道+道路)	車上動力	ゴムタイヤ車輪支持・鉄レール案内型	回転型モータ	タイヤトラム (tire tram, TVR)	フランス	試用 (パリ), 計画 (ナンシー-2001, 11 km, カーン-2002, 15.5 km, クレルモンフェラン-2002, 14.5 km) 1本レールに両フランジ付きの1個の鉄案内車輪。架空集電
					タイヤトラム (TRANSLOHR)	フランス 日本	試用 (パリ)。1本レールに2個対の鉄案内車輪。架空集電, 堺市に実験線 (2005年~)
					内燃機関 または 回転型モータとのハイブリッド	トヨタ IMTS (intelligent multi-mode transit system)	日本
		ゴムタイヤ車輪支持・非接触案内型 (磁気ネイル式)	回転型モータとのハイブリッド	バイモダル・ハイブリッド交通システム	日本	IMTSの発展型 (試作; (独)交通安全環境研究所, トヨタなどのグループ)。機械連結併用, 列車型運行可, 双方向運転, 同軸制御	
				タイヤトラム (Phileas)	フランス		
				内燃機関 (回転型モータ)	タイヤトラム (CIVIS)	フランス	試用 (パリのルーアン-2000, 26 km, クレルモンフェラン-2000, 5 km, いずれも有人運転)
	単独型	地上動力	車輪支持・車輪案内型 (ゴムタイヤ)	ロープ	POMA 2000	フランス	実用 (ラオンフランス-1989, 1.5 km, 35 km/h)
					SK	フランス	試用 (パリ-1986, 330 m, 20 km/h, 横浜博-1989, 650 m, 15 km/h, バンクーバー, 上海)
					斜行エレベータ	各国	実用 (例えば四方津, 急こう配用)
					磁性ベルト	CTM	日本
空気支持・車輪案内型			ロープ またはリニアモータ (LIM)	オーティス シャトルシステム	アメリカ 日本	実用 (タンバ, 南アフリカ共和国のサンシティ, オーストリアのセルハウス, 成田空港-1992, 300 m, 20 km/h)。地上一次リニアモータのタイプもあり (実験線)。	
			リニアモータ (LSM)	M-バーン	ドイツ	実用 (ベルリン線-営業後廃止), 実験線 (ブラウンシュバイク) 中止	
車輪支持・案内型 (懸垂式)			ロープ	スカイレール	日本	実用 (広島市東部・瀬野)。ロープ駆動式の懸垂型モノレール。索道に似ているが, 曲線通過と耐風性が特徴。	
車輪/レール型			リニアモータ (LIM)	Wedway	アメリカ	実用 (ディズニーワールド, ヒューストン空港-1981, 1.1 km, 24 km/h)	
ジェットコースタ型			重力 (リニアモータまたは巻上機併用)		日本	机上検討, 委員会	
索道型			ロープ	都市型索道	日本	計画中, 要素実験	

注: モードの欄の軌道とは, 専用ガイドウェイの意味で, 必ずしもレールの敷設してある線路のみを指すものではない。

表6-2 新交通システム (AGT: automated guideway transit) の分類と特徴 (2)

輸送形態	モード	動力源	走行形態 (支持方式・案内方式)	駆動方式	システム名	開発国	実用化の現状および特徴	
車輪型	シングルモード軌道型	車上動力	車輪案内・車輪支持型 (ゴムタイヤ)	回転型モータ	海外型 ・ウェスティングハウス (WH) APM  ・VAL  ・AIRTRANS ・ボーイング PRT (Personal Rapid Transit)  日本型 ・NTS (ニュートラム) 系  ・KCV 系  ・VONA 系 (中央案内) ・KRT ・その他 韓国型	アメリカ	普及 (WH・APM と VAL が代表, すべて無人運転) ・マイアミ (1986, 3 km), 空港内 (タンパ, シアトルのタコマ, アトランタ, オーランド, ロンドンのガトウィック, ラスベガス)	
						フランス	・リール (1983~, 25.4 km), ジャクソンビル (1989), バリのオルリー (1991, 7.2 km), ツールズ (1993, 10 km), シカゴのオヘア, 台北, レンヌ (2002, 9.4 km)	
						アメリカ アメリカ	・グラス空港 (1974, 単線長 20.8 km) ・モルガンタウン (1975, 単線長 14 km)	
						日本	普及 (標準化, A: 自動運転, N: 無人運転) ・大阪南港ニュートラム (1981, 6.6 km, A), 埼玉新交通 (1983, 12.7 m), 西武山口線 (1985, 2.8 km), 横浜新交通 (1989, 10.6 km, N), 広島新交通 (1994, 18.4 km), 関西空港 (1994, 1.1 km, N), 東京臨海 (1995, 11.9 km, N)	
						日本	・神戸新交通 (ポートアイランド, 1981, 6.4 km, N, 六甲アイランド, 1990, 4.5 km, N)	
						日本	・ユウカリが丘 (1982, 4.1 km, ワンマン) ・桃花台 (1991, 7.4 km, ワンマン) ・試用 (沖縄博覧会) ・建設 (日暮里・舎人線) ・実験線 (鉄道技術研究院), 釜山 (2010 予定)	
			韓国	・実験線 (鉄道技術研究院), 釜山 (2010 予定)				
				磁性ベルト (モータ駆動)	BTM	日本	試用 (1995), 実用 (大月桂台, 2001). 急こう配可能。	
				車輪案内・空気支持型	リニアモータ (linear motor, LIM)	オーティス リニアシャトル	アメリカ, 日本	試用 [アメリカ, デューク大-537 m (一部単線), 4 列車 (自動運転 33 km/h)] 実験 (芝山)
				磁気案内・磁気支持型	リニアモータ (LIM)	HSST [high speed surface transport (リニモ, Linimo)]	日本	試用 (筑波博, バンクーバー博-2003, 埼玉博-2004, 横浜博-2005). 実験線 (名古屋-1991, 1.5 km, 110 km/h) で 100 L 型, 100 S 型を試験 建設 (名古屋・東部丘陵線リニモ, 8.9 km, 2005 開業, 100 L 型が原型)
						パーミングム PM	イギリス	実用 (パーミングム空港-1984, 620 m シャトル, 54 km/h), 現在は廃止。
				モノレール型	懸垂型 (ゴムタイヤ)	回転型モータ	懸垂式モノレール (mono-rail) H-バーン	日本 ドイツ
		こ (跨) 座型 (ゴムタイヤ)	回転型モータ	こ座式モノレール ミニモノレール	日本 スイス 日本	普及 (北九州-1985, 8.8 km, 大阪-1990, 23.8 km, 多摩-1998, 16.0 km, 那覇-2003, 12.9 km) (中国, 重慶-2005, 13.7 km) 普及 (シドニー-1988, 3.6 km, ゴールドコースト) システム設計 (こ座式小型モノレール)		
		鉄車輪・鉄レール型 (支持・案内兼用)	回転型モータ	ライトレールシステム (light rail transit system) (LRT, 新路面電車)	欧米各国	欧米を中心に普及。 ハード面では, 超低床式車両の開発・導入が特徴的。防振軌道, 架線レスシステム (ポルドーで運行中) など新システムの開発も進む。 ソフト面では, 街作りと一体になった新線建設, 高速鉄道との相互直通 (カールスルーエタイプやトラムトランと呼ばれる) などが今後も進む見込み。 日本でも超低床式車両の導入 (熊本, 広島, 岡山の万葉線), LRT 新規開業 (富山ライトレール-2006, 宇都宮市, 堺市等で検討中), 国産型低床車両の開発導入 (鹿児島, 土佐, 伊予, 長崎, 広島)。		
			リニアモータ (LIM)	リニアメトロ ALRT (UTDC タイプ)	日本 カナダ	普及 (大阪長堀鶴見緑地線-1990, 5.2 km, 現在 15.0 km, 東京大江戸線-1991, 3.8 km, 現在 40.7 km, 神戸海岸線 7.9 km, 福岡七隈線-2005, 12 km). 建設または計画中 (横浜④号線, 大阪③号線, 仙台・東西線). 法規上は普通鉄道。 普及 (トロントのスカボロー線-1985, 6.6 km, ATO, バンクーバーのスカイトレイン-1986, 25.4 km, デトロイト-1987, 4.7 km, クアラルンプール-1998, 29 km, ニューヨーク JFK 空港-2003, 13 km, いずれも無人自動)		

注: モードの欄の軌道とは, 専用ガイドウェイの意味で, 必ずしもレールの敷設してある線路のみを指すものではない。

# 新しい都市交通システムの実用化

ここ30年間に導入された各種のシステム



リニア地下鉄  
(大阪、東京、神戸、福岡...)



新交通システム  
(大阪、神戸、桃花台、東京...)



ライトレール  
(熊本、広島、岡山、高岡...)



ガイドウェイバス  
(福岡、名古屋...)



リニモ=磁気浮上・リニア  
(名古屋、...)



IMTS=無人運転バス  
(波路、名古屋...)



独立行政法人 交通安全環境研究所

## 新交通システムの実用化と展開

### ゴムタイヤ式

沖縄海洋博(50) > 神戸(56) > 大阪南港(56) > ユーカリが丘(57) > 埼玉(58)  
> 西武・山口(60) > 横浜・金沢(H1) > 桃花台(H3) > 関空(H6) > ゆりかもめ  
(H7) > 名古屋GB(H13) > 舎人

スカイレール BTM OTISシャトル IMTS ズィットコ-スタ-型



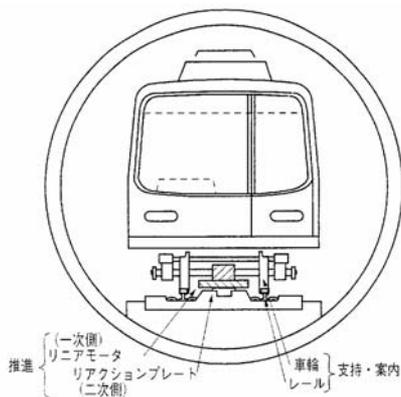
独立行政法人 交通安全環境研究所

# リニアモータ地下鉄の研究開発 (昭和60年～運輸省)

地下鉄協会と共同で実用化研究 ▶ 大阪、東京での実用化を推進



大阪南港実験線  
(技術評価と改良)



独立行政法人 交通安全環境研究所

# リニアメトロの実用化と展開

大阪・長堀鶴見緑地線('90)

東京・大江戸線 ('91)

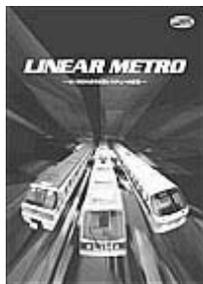
神戸・海岸線 ('01)

福岡・七隈線 ('05)

大阪・今里筋線 ('06)

横浜・グリーンライン ('08)

仙台市東西線



波状摩耗対策、曲直両用  
新円弧踏面などでフォ  
ローアップ



独立行政法人 交通安全環境研究所

# 愛知万博で実用化した新しい交通システム



- \* 無人自動運転
- \* 技術は自動車のITS  
/ 安全確保は鉄道の原理
- \* 無線、ソフトウェアによる安全確保



- \* 磁気浮上 > 非接触な車体支持とガイド
- \* リニアモータ > 非粘着駆動・制動

・ 常電導磁気浮上(HSST) = リニモ

・ 無人運転バス(IMTS)

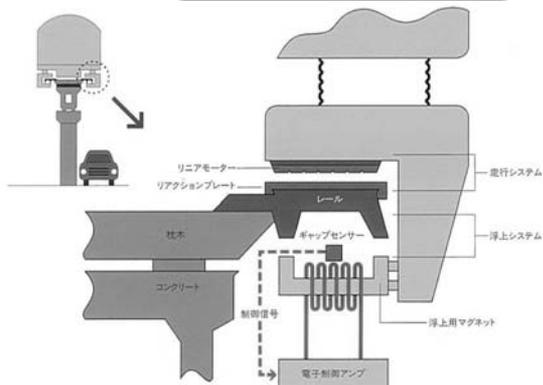
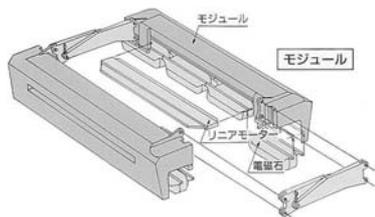
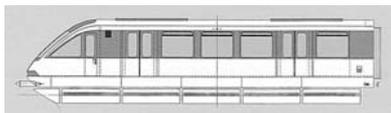


独立行政法人 交通安全環境研究所

## 「リニモ」 = 「HSST」の特徴

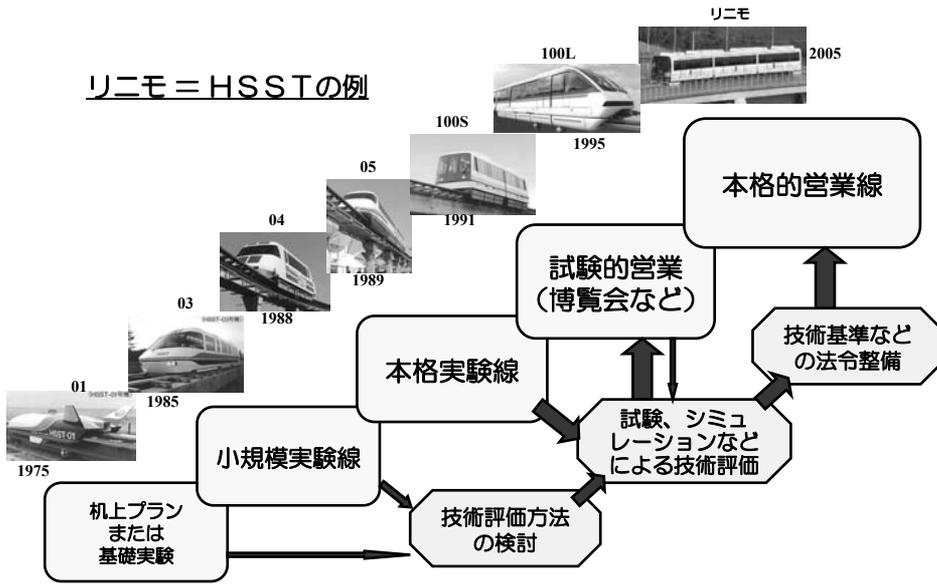
- \* 磁気浮上 > 非接触な車体支持とガイド
- \* リニアモータ > 非粘着駆動・制動

- \* 静粛で振動が少ない  
(車内、沿線)
- \* 急勾配、急カーブ可能
- \* 摩耗なくメンテナンスフリー
- \* 分布荷重で構造物簡素



独立行政法人 交通安全環境研究所

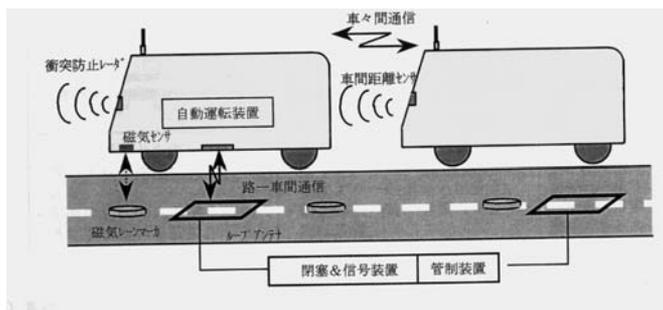
# 新しい交通システムの実用化へのプロセス例



独立行政法人 交通安全環境研究所

## IMTS (無人運転バス)

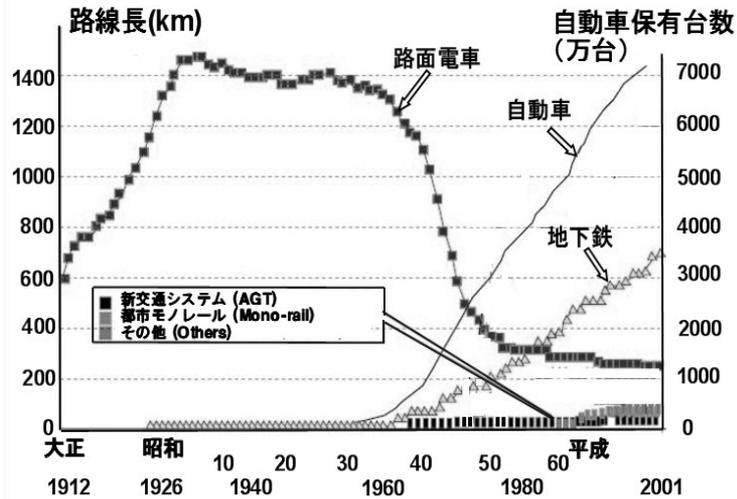
磁気ネイルによる操舵・分岐制御  
 隊列走行 > 車々間通信 + 車間センサー  
 隊列間衝突防止 > 路車間通信  
 技術は自動車の ITS <> 保安は鉄道の閉そく



独立行政法人 交通安全環境研究所

# 路面電車

>モータリゼーションの進展で急減（昭和40年代）



独立行政法人 交通安全環境研究所

## ライトレール（LRT）の特徴

### ※自家用自動車、バスに比して

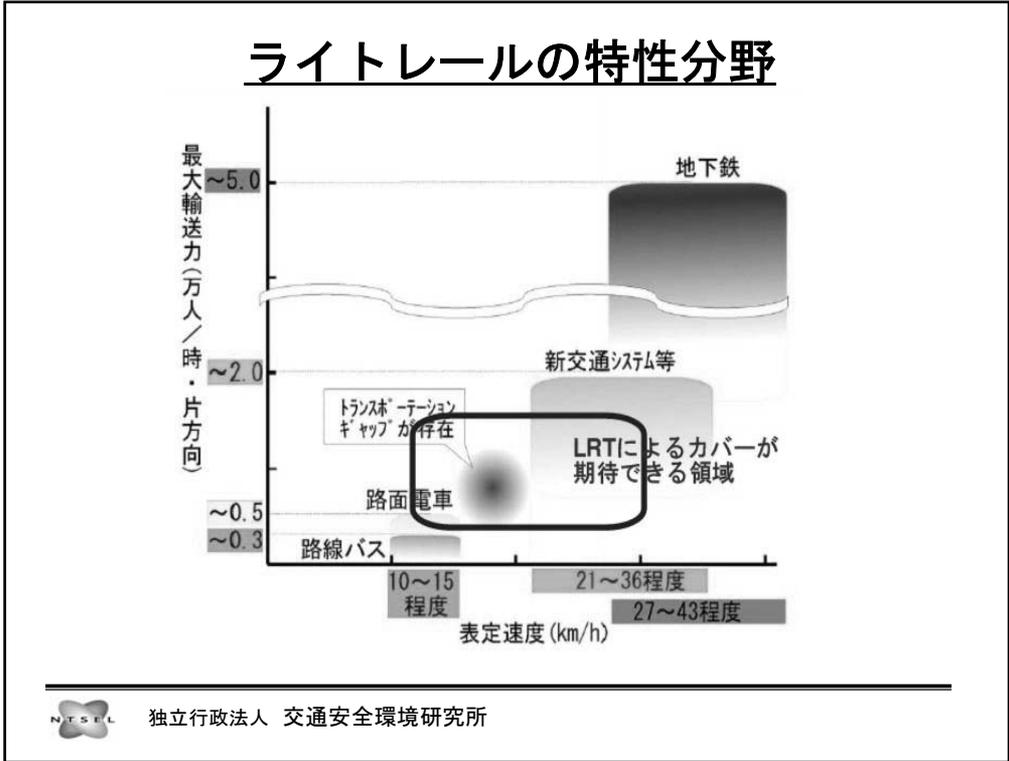
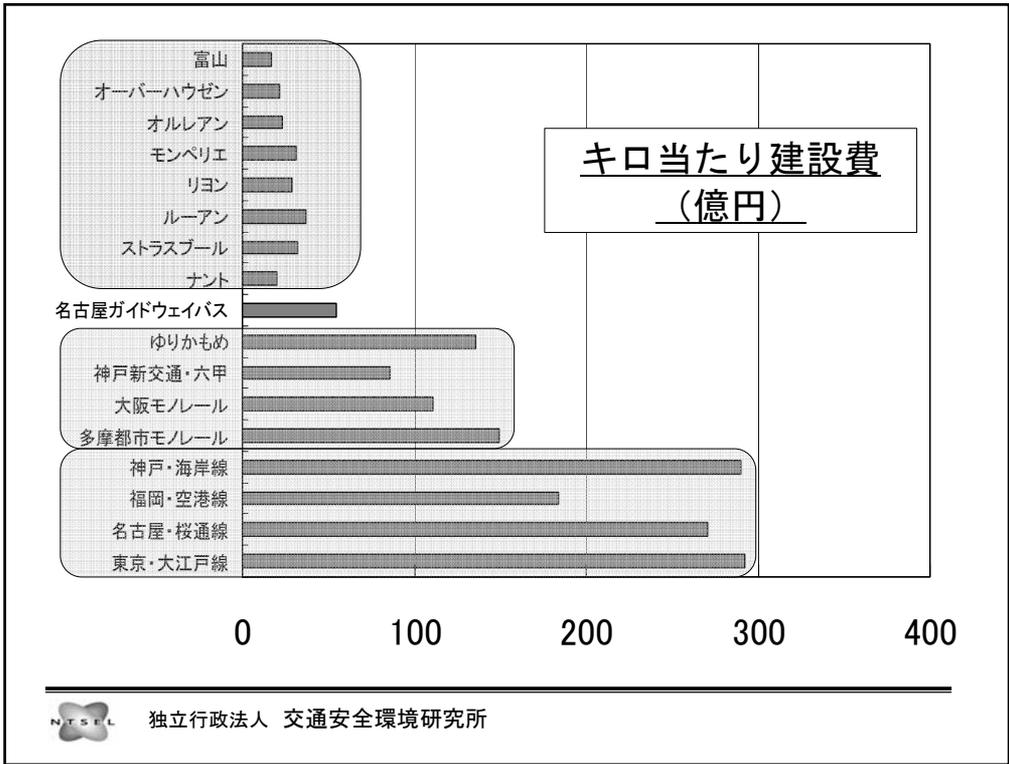
- ◎ 排気ガスがない、地球温暖化物質の排出が少ないなど環境性に優れる。
- ◎ 旅客一人当たりの専有面積が小さい。
- 専用軌道のため定時性がある。
- △ 振動、騒音が少ないなど乗り心地に優れる。

### ※地下鉄、新交通システムなどに比して

- ◎ 建設費が安く、工事期間も短い。
- ◎ 地表面を走り、かつ低床車両を用いれば、アクセスが極めて容易。
- 比較的小単位の輸送需要にも対応できる。
- △ 街のランドマークになる。車窓から街が眺められる。



独立行政法人 交通安全環境研究所



# 欧州での先進的ライトレール (LRT)



架線  
レス  
(ホ・ル・デー)



市街地  
活性化  
(UK)



芝生  
軌道  
(Paris)



長編成  
(Buda)



独立行政法人 交通安全環境研究所

# ライトレール(LRT)・日本への導入



熊本  
(’97)



岡山  
(’02)



鹿児島  
(純国産’02)



高岡  
(万葉線)  
(’04)

(’99)

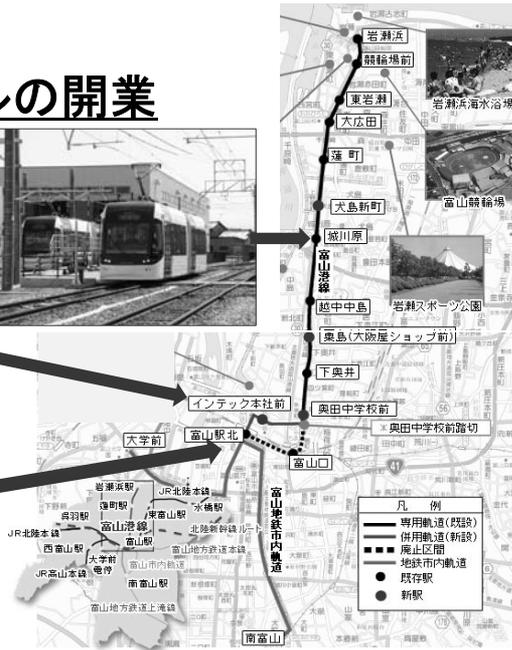
広島

(純国産’05)



独立行政法人 交通安全環境研究所

# 本格的LRT > 富山ライトレールの開業 (2007. 4. 29)



独立行政法人 交通安全環境研究所

## 新しい都市交通システムの導入 に対する問い？

Q1. 新しいシステムの開発・実用化で何が一番大切か？

Q2. 最も推奨できるシステムは何か？

- ・ オールラウンドをねらってはいけない！
- ・ 適材適所のシステムを！
- ・ 温故知新も忘れずに！



独立行政法人 交通安全環境研究所