

電気学会 交通・電気鉄道技術委員会(TER)講演会

都市交通システムの東南アジア大都市への
展開を想定した技術とビジネス戦略
-タイを例として-

講演 柿崎一郎 「タイの鉄道を語る ―その過去・現状・未来―」

パネリスト

古関隆章・柿崎一郎・岡秀敏・ドゥアンガモン カモルヤブトラ・渡邊朝紀

2016 年 7 月 11 日

主催 電気学会 交通・電気鉄道技術委員会

協力 東京大学工学系研究科電気工学専攻 古関研究室

日時 7 月 11 日(月)15 時 15 分から 17 時 40 分頃まで
場所 東京大学 本郷キャンパス工学部 2 号館 4 階 246 号講義室

講演会 スケジュール

15:15 開会挨拶

15:20-16:50 「タイの鉄道を語る」 柿崎一郎 横浜市立大学教授

16:50-17:00 休憩

17:00-17:40 フロアを交えたディスカッション

「都市交通システムの東南アジア大都市への展開を想定した技術とビジネス戦略」

古関隆章 東京大学教授

柿崎一郎 横浜市立大学教授

岡 秀敏 丸紅トランスポートエンジニアリング(株)

ドゥアンガモン カモルヤブトラ テュフ ブード

渡邊朝紀 交通安全環境研究所

交流会 講演会終了後 18:45 まで (有料 1000 円程度)

柿崎一郎教授 略歴

東京外国語大学大学院 地域文化研究科 博士後期課程修了 (1999 年)

1999 年 横浜市立大学国際文化学部 専任講師

2003 年 同上 助教授

2005 年 同上 国際総合科学部 准教授

2015 年 同上 教授

著作

母なるメコン、その豊かさを蝕む開発(1999)

タイ経済と鉄道—1885 - 1935 年(2000)

物語タイの歴史—微笑みの国の真実 (中公新書 1913)(2007)

鉄道と道路の政治経済学—タイの交通政策と商品流通 1935~1975(2009)

王国の鉄路—タイ鉄道の歴史 (学術選書) (2010)

東南アジアを学ぼう 「メコン圏」入門 (ちくまプリマー新書)(2011)

都市交通のポリティクス: バンコク 1886~2012 年(2014)

タイの鉄道を語る

—その過去・現状・将来—

横浜市立大学国際総合科学部

柿崎 一郎

はじめに

- タイの鉄道(1893年～)
総延長4,037km(うち複線・三線区間358km)
メートル軌、全線非電化
- バンコクの都市鉄道(1999年～)
総延長85km(全線複線)
標準軌、全線電化

鉄道の歴史①

- 鉄道建設までの道のり
英仏による鉄道建設
要求(1880年代)
ホー征伐(1885)
パンチャード調査(1888)



鉄道の歴史②

- 民営鉄道の出現
パークナム鉄道(1893)
プラバート軌道(1903)
ターチーン鉄道(1905)
メークローン鉄道(1907)
以後は官営鉄道に一本化



鉄道の歴史③

- 官営鉄道網の構築
 コーラート線(1897-1900)
 北線(1901-1922)
 東線(1908-1926)
 南線(1903-1921)
 東北線(1922-1941)

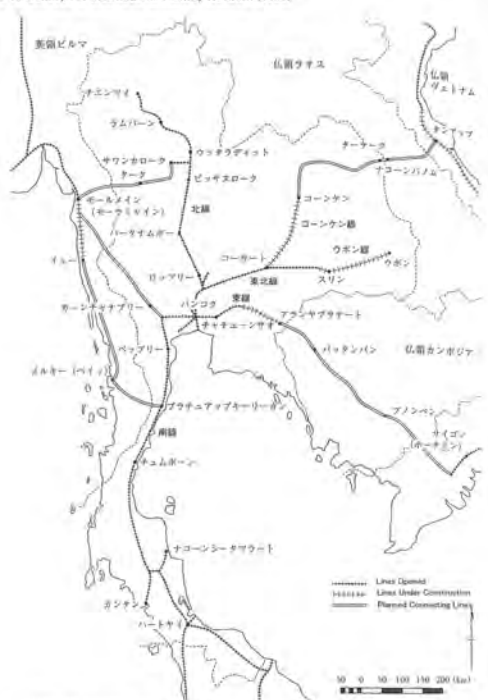


鉄道の歴史④

- 鉄道の全盛期(1920s)
 鉄道網の統一
 (ラーマ6世橋、改軌)
 国際鉄道網の模索



Figure 13 Concept of International Railway Network (1925)



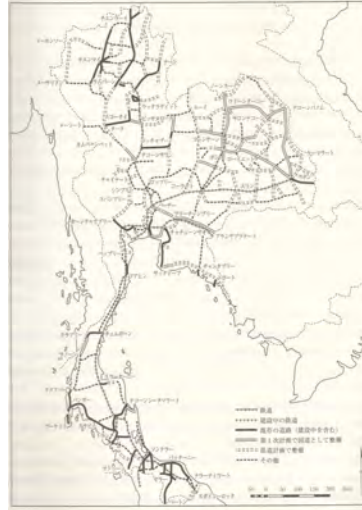
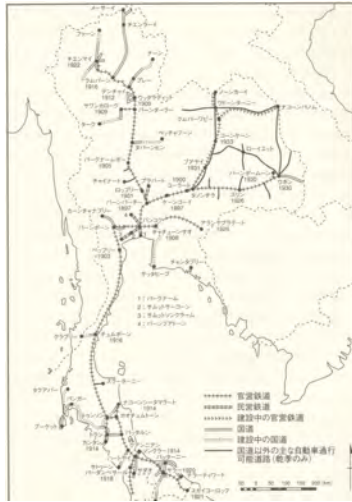
Sources: Kakizaki [2000] p. 125

鉄道の歴史⑤

- 道路との関係

立憲革命までは並行道路作らず

全国道路整備計画の策定(1935)



鉄道の歴史⑥

- 第2次世界大戦中の鉄道

日本軍の軍事輸送

泰緬鉄道、クラ地峡

鉄道の建設

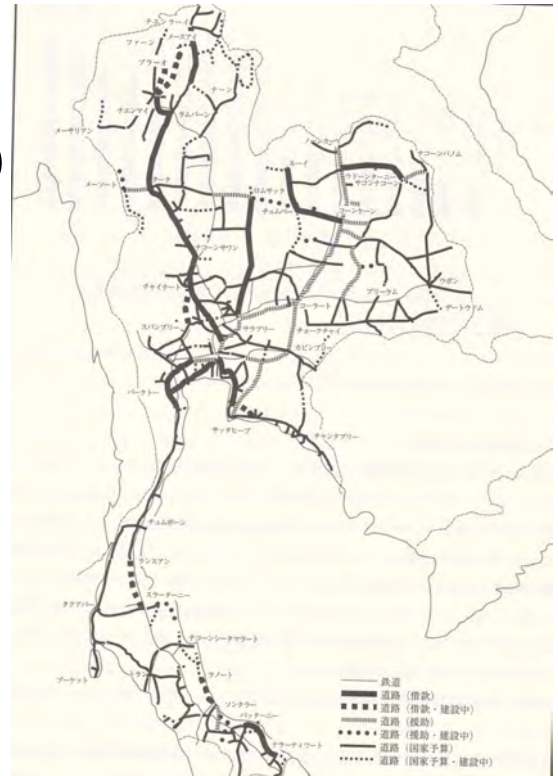


図1 大東亜縦貫鉄道構想



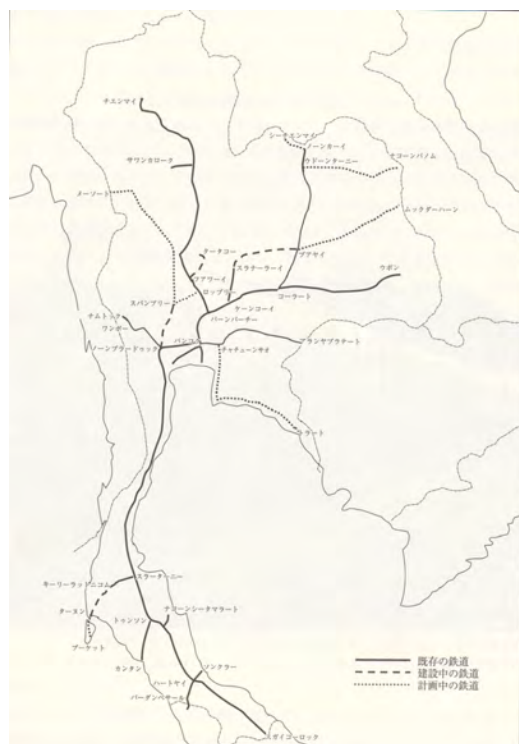
鉄道の歴史⑦

- 道路との競合の激化
高規格道路の整備(1958)
開発の象徴としての道路



鉄道の歴史⑧

- 鉄道への逆風
一部路線の廃止
新線建設の中止



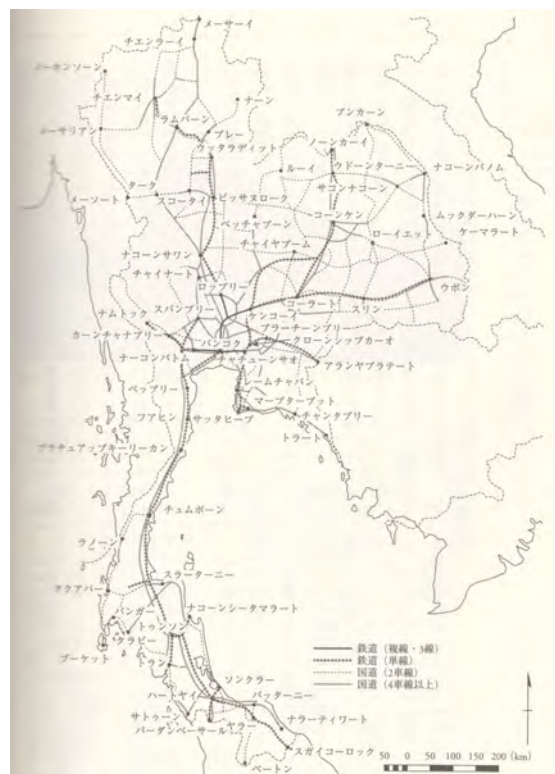
鉄道の歴史⑨

- 近代化とその限界
ディーゼル化の推進
急行・快速列車の増発
物資別貨物輸送の推進



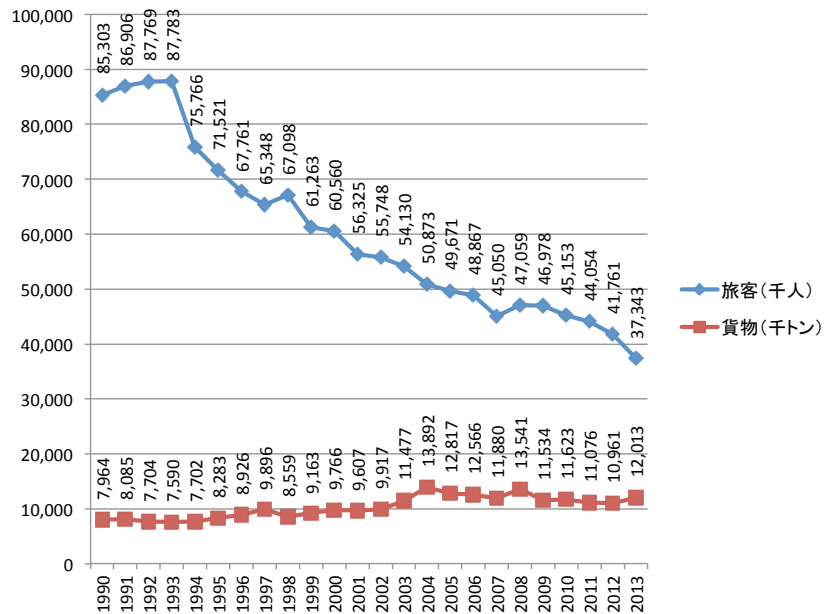
鉄道の現状①

- 鉄道の斜陽化
道路整備のさらなる進展
格安航空の台頭



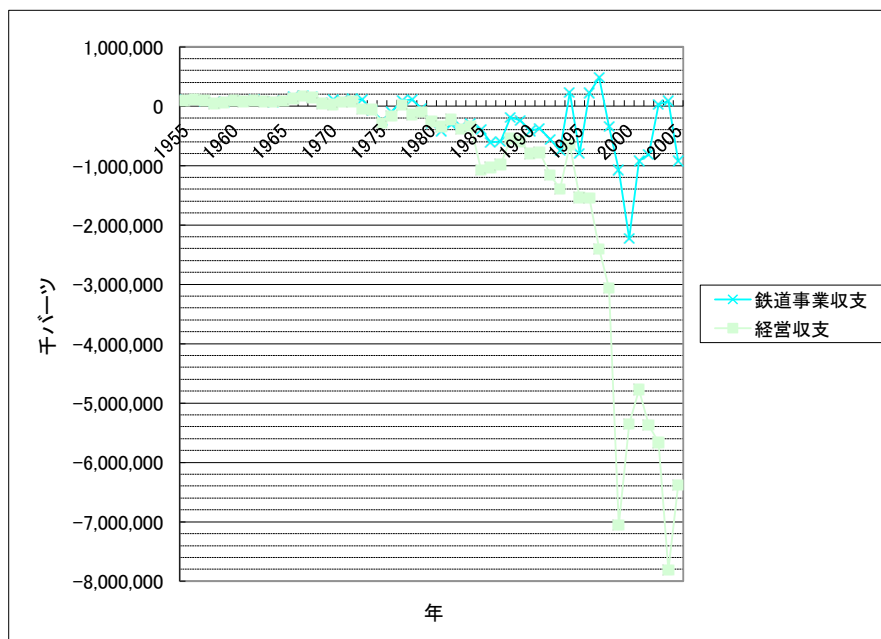
鉄道の現状②

- 減少する輸送量



鉄道の現状③

- 累積赤字の拡大



都市鉄道の歴史①

- 市内軌道(1888-1968)
アジア発の電車導入(1893)
総延長約50kmの路線網構築



都市鉄道の歴史②

- 近郊鉄道の都市鉄道化の模索(1912-1945)
パークナム、メークローン鉄道の電化
民営鉄道の買収により頓挫
メークローン線のみ現存



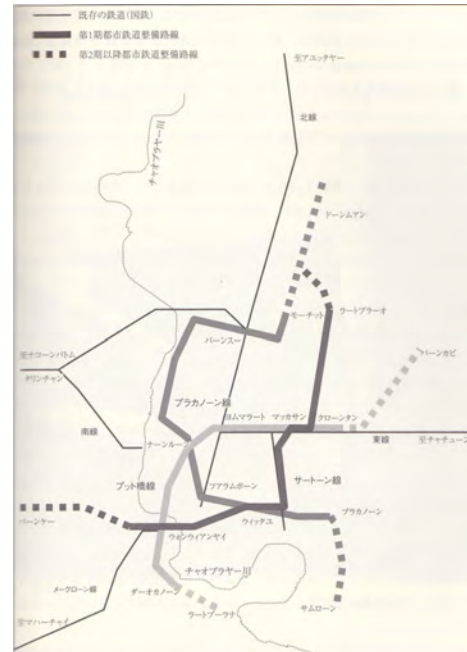
都市鉄道の歴史③

- 都市鉄道計画の浮上(1970s~1980s)

バンコク市内の都市鉄道

3線建設計画

民活による整備を計画



都市鉄道の歴史④

- 3つの計画の出現

BTS(1999開通)

ホープウェル(1997中止)

MRTA(地下鉄)(2004開通)



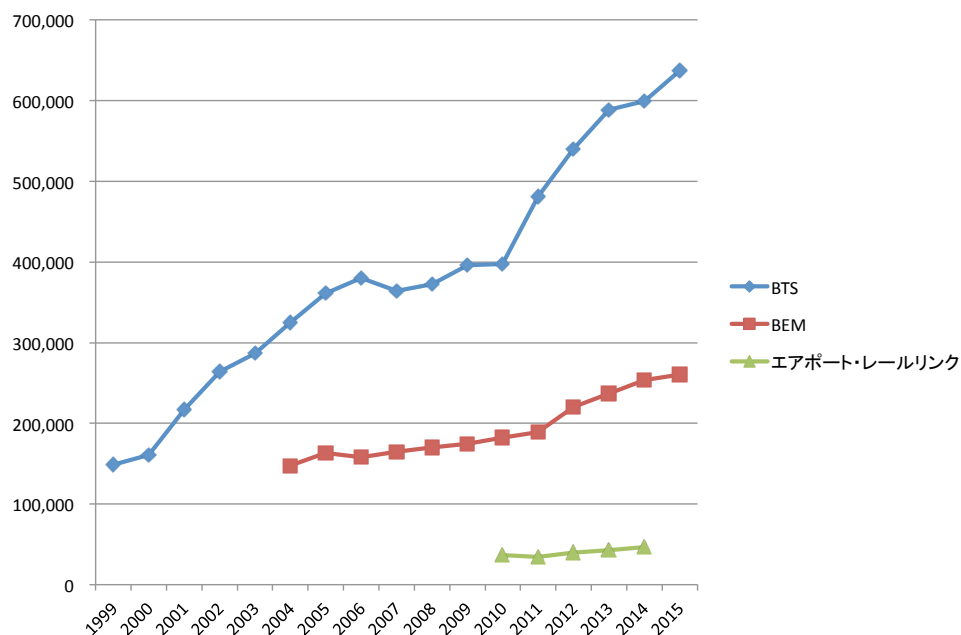
都市鉄道の歴史⑤

- タクシン政権の売夢政策
都市鉄道計画の肥大化
計画の二転三転
実際の着工はエアポート・レールリンク(2010)
とBTS延伸線のみ(2009、2011、2013)



都市鉄道の現状①

- 増加する利用者



都市鉄道の現状②

- 新規着工区間の増加
紫線(2008-2016)
淡赤線(2009-2012)
青線(2011-)
濃緑線(南)(2012-)
濃赤線(2013-)
濃緑線(北)(2015-)



鉄道の将来①

- 複線化の推進
90km(1990)→358km
さらに887kmの複線化計画(2020まで)



鉄道の将来②

- 車両の増備
20年ぶりの新車導入
輸送サービスの改善？



鉄道の将来③

- 高速鉄道計画の浮上
バンコク～ラヨン間
(1990s)
バンコク～コーラート間
(2000s)
鉄道輸送システム開発計画
(2009)
2兆バーツ計画(2013)



鉄道の将来④

- 高速鉄道・中速鉄道計画の進展
- バンコク～ノンカーイ、ケンコーイ～マープタープット間(890km)

中国の高速(中速)鉄道方式を想定

2015年12月起工式

2016年9月一部区間

着工予定



鉄道の将来⑤

- バンコク～チェンマイ間(673km)
日本の新幹線方式を想定
バンコク～ピッサヌローク間384kmを先行予定
- バンコク～ラヨーン、フアヒン間
民活による整備計画

鉄道の将来⑥

- 東南アジア縦貫鉄道網の構築
標準軌ネットワークと
メートル軌ネットワーク



都市鉄道の将来①

- ネットワークの充実化
2020年までに約200km
(開通済:85km、建設中:123km)
今後着工予定(98km)
黄線(モノレール)(30km)
桃線(モノレール)(36km)
橙線(20km)
ARL延伸線(22km)



都市鉄道の将来②

- バスとの連携

都市鉄道を主、バスを従とする公共交通体系
の確立の必要性

適切な運賃水準の設定



おわりに

- タイの鉄道・都市鉄道の今後

鉄道がどこまで復権するか？

バンコクの交通事情がどこまで改善するか？

→自動車依存型社会から鉄道依存型社会へ
の脱却が実現するか？



A Comparison of Thai and Japanese Electric Railway System

Warayut Kampeerawat
Koseki Laboratory

1



Contents

- Railway System in Thailand
- Railway System in Japan
- Comparison of Thai & Japanese Railway System
- Railway R&D in Thailand

2



Contents

- **Railway System in Thailand**
- Railway System in Japan
- Comparison of Thai & Japanese Railway System
- Railway R&D in Thailand



Overview of Railway system in Thailand



Major Events:

- 1893 Thailand's first railway opened
- 1999 Thailand's first electric railway opened (Bangkok Mass Transit System : BTS)
- 2004 Thailand's first subway opened (Metropolitan Rapid transit : MRT)
- 2010 Thailand's first AC railway opened (Airport Rail Link : ARL)

Total System length : 4,517.52 km

- **Electrified :** 86.52 km (2%)

Track gauge :

- Meter gauge (1 m) 4,431 km
- **Standard gauge (1.435 m) 86.52 km (Electrified)**



Electric railway in Thailand



Bangkok Mass Transit System (BTS)

Metropolitan Rapid Transit (MRT)

Airport Rail Link (ARL)

Began operation	1999	2004	2010
Type	Urban rail	Urban rail	Commuter rail
Construction	Elevated	Underground	Elevated
Electrification	750 V-DC/Third rail	750 V-DC/Third rail	25 kV-AC/Overhead
Length (km)	36.92	21	28.6
No. of line	2	1	1
Daily ridership*	599,250	253,255	52,900

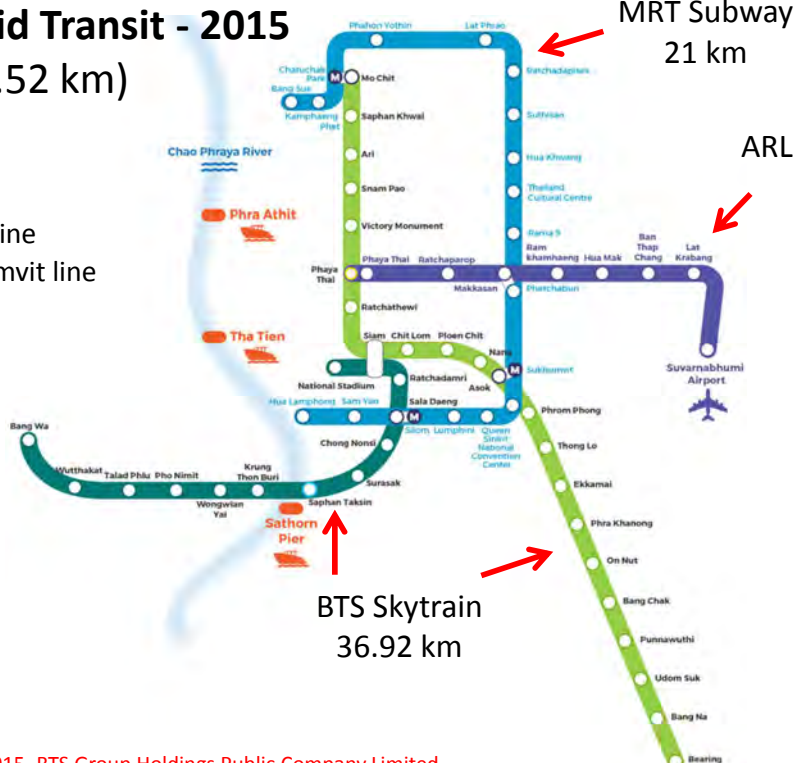
* Annual report 2014/2015, BTS Group Holdings Public Company Limited



Current electric railway in Thailand

Current Rapid Transit - 2015
(86.52 km)

- BTS Silom line
- BTS Sukhumvit line
- MRT
- ARL

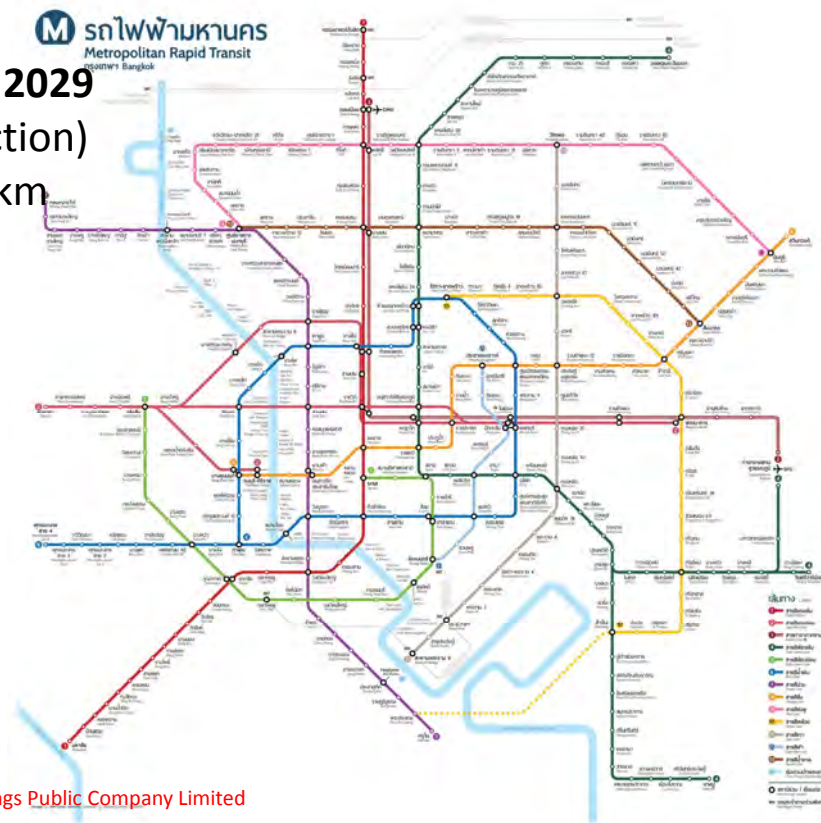


Annual report 2014/2015, BTS Group Holdings Public Company Limited

Future Metro Transit System in Thailand



Metro Rapid Transit in 2029
(Plan & Under Construction)
Total length = 471.3 km



Annual report 2014/2015, BTS Group Holdings Public Company Limited

Contents



- Railway System in Thailand
- **Railway System in Japan**
- Comparison of Thai & Japanese Railway System
- Railway R&D in Thailand



Overview of Railway System in Japan

Major Events:

- 1872 Japan's first railway opened
- 1895 Japan's first electric tram opened
- 1927 Japan's first subway opened
- 1964 Tokaido Shinkansen opened

Track Gauge* (2015):

- 1067 mm: 22,207 km (15,430 km)
- 1435 mm: 4,800 km
- 1372 mm: 124 km
- 762 mm: 48 km
- 1435-1067 mm: 132 km

System length* (2015) :

Total 27,311 km

Electrified 20,534 km (75%)

Electrification**: 50/60 Hz

- DC 1500 V, 750 V and 600 V
- AC 25 kV and 20 kV



Operator**:

- 6 Japan Railway Groups (JR)
- The nationwide JR freight company
- 16 major private railway companies

*<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook>

**https://en.wikipedia.org/wiki/Rail_transport_in_Japan

9



Contents

- Railway System in Thailand
- Railway System in Japan
- **Comparison of Thai & Japanese Railway System**
- Railway R&D in Thailand



Comparison of Thai & Japanese Railway System

General Information (2015)^[1,2]

	Thailand	Japan
Area (km ²)	513,120	390,688
Population (million)	68	127
Rail Passenger-km (million passenger-km)	7,566 (2012)	260,000 (2014)
Daily ridership (million)	N/A	7,289 (2014)
Mode share* (%) (Passenger transport)	N/A	72
Electrified Route (%)	2	75

* Based on the number of journeys by main mode of transport

[1] <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook>

[2] <https://en.wikipedia.org>

11



Comparison of Electric Railway Systems

Technical Information

	Thailand	Japan
Electrification System		
- Frequency (Hz)	50	50 (northern) 60 (southern)
- Voltage level	DC : 750 V AC : 25 kV	DC : 600 V, 750 V, 1500 V AC : 20 kV, 25 kV
Gauge	Standard (1435)	Standard (1435) Narrow (1067, 1372, 732)

*https://en.wikipedia.org/wiki/Rail_transport_in_Japan

12



Comparison of Metro Transit System

General Information (2014)^[1,2]

	Bangkok	Tokyo*	Osaka City
Population (million)	5.7	9.3	2.7
Density (person/km ²)	3,600	14,900	12,000
Route (km)	58	304	130
Mode share** (%)	6	48	N/A
Daily ridership (million)	0.85	9.69	2.46

* Considering only 23-ward area. Subway Operator => Tokyo Metro & Toei Subway

** Based on the number of journeys by main mode of transport

[1] <https://en.wikipedia.org>

[2] <https://th.wikipedia.org>

13



Comparison of Metro Transit System

Operating Conditions ^[1,2]

	Bangkok	Tokyo (Subway)	Osaka (Subway)
Electrification	750 VDC	1500 VDC 600 VDC	750 VDC 1500 VDC
Gauge (mm)	1435	1435,1067,1372	1435
Maximum Speed (km/h)	80	80	70
Scheduled Speed (km/h)	35	27-37	30-35
Min. Headway	2'50"	1'50"	2'
Max. Headway	10'	10'	7'

[1] Subway in Japan, (2002), Japanese Subway Association

[2] <https://ja.wikipedia.org>, <https://en.wikipedia.org>

14



Comparison of Metro Transit System

Technical Information (Rolling Stock/Traction System)

	Bangkok ^[1]	Tokyo ^[2]	Osaka ^[3]
Manufacturer	Siemens (Germany) Changchun (China)	Japanese Manufacturer	Japanese Manufacturer
Motor Type	IM	IM, LIM, PMSM	IM, LIM
Control System	GTO-VVVF IGBT-VVVF	IGBT-VVVF GTO-VVVF Si-IGBT-VVVF SiC-SBD Hybrid-VVVF	IGBT-VVVF GTO-VVVF

IM: Induction Motor, LIM: Linear Induction Motor, PMSM: Permanent Magnet Synchronous Motor

VVVF: Variable Voltage Variable Frequency

GTO: Gate-Turn-Off Thyristor, IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor

Si-IGBT: Silicon-IGBT, SiC-SBD: Silicon Carbide-Schottky barrier diode

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Rail_transport_in_Thailand

[2] <https://ja.wikipedia.org/wiki/東京地下鉄>, [3] <https://ja.wikipedia.org/wiki/大阪市営地下鉄>

15



Comparison of Metro Transit System

Technical Information (Brake System, Safety System)

	Bangkok	Tokyo	Osaka
Brake System	Regenerative /rheostatic brake combined with pneumatic brake	ATC interlocking electric command brake combined with regenerative brake	Regenerative Brake combined with Electric command pneumatic brake
Safety System	ATC/ATP/ATO [CBTC (CITYFLO 450 - Bombardier), C-ATC (LZB 700M Siemens)]	ATC/PTC (ATO) [New CS-ATC, C-ATS D-ATC]	ATC/CTC (ATO) [WS-ATC, CTC CS-ATC, CTC/ATO CS-ATC, CTC/TASC]

ATC: Automatic Train Control, ATP-Automatic Train Protection, ATO: Automatic Train Operation

ATS: Automatic Train Stop, TASC: Train Automatic Stop Control

CS-ATC: Cab Signal-ATC, WS-ATC: Wayside-ATC, D-ATC: Digital-ATC, C-ATC: Continuous-ATC

CBTC: Communication-Based Train Control

PTC: Programed Traffic Control, CTC: Centralized Traffic Control

[1] [Subway in Japan, \(2002\), Japanese Subway Association](#), [2] <https://ja.wikipedia.org>

16



Contents

- Railway System in Thailand
- Railway System in Japan
- Comparison of Thai & Japanese Railway System
- **Railway R&D in Thailand**

17



Railway R&D Framework in Thailand

Projects	Existing (2015)	Plan
High Speed Train (250-300 km/h)	0 km	1400 km (2022)
Mass Rapid Transit (Bangkok)	58 km	471.3 km (2029)



Thailand Railway Technology Development Institute (TRTI)
(established by 2019)

International support



- Railway Technical Research Institute (RTRI)
- Korean Railroad Research Institute (KRRI)



support

- Railway Research Institutes belonged to university
- Railway Research laboratories of university

18



Railway R&D Supports in Thailand

- Institutes on behalf of Thai government
 - Thailand Advanced Institute Science and Technology (THAIST)
 - National Science Technology and Innovation Policy Office (STI)
 - Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR)
 - National Science and Technology Development Agency (NSTDA)
- Universities & Research laboratories



19



Railway R&D Trends in Japan & Thailand

	Research Theme	Research Goal
RTRI [1] (Japan)	- High-efficiency Energy Utilization - Safety & Reliability - Railway Simulators - Innovation of Maintenance - Sustainability & Development	- Improvement of convenient - Improve of safety - Cost reduction - Harmony with environment
TRTI [2] (Thailand)	- Policy & Planning Development - Technical Solution for security & better service - Capacity building toward sustainability	- Supporting expansion of new system - Improving operation of existing system - Solving traffic problem

[1] Railway Technical Research Institute (RTRI) annual report 2013-2014

[2] Thailand Railway Technology Development Institute (TRTI) , www.thairailtech.or.th

20



Cooperation with Japanese Companies



Manufacturer : Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.,
Hitachi, Ltd.,
Sumitomo Corporation

Project: Mass Transit System in Bangkok (Red Line)

Project covers:

- Design, construction and installation of railway
- Electric and Mechanical system
(except for civil and building works)

System: Commuter train (EMU & DMU)

Line length: 80.8 km (Dark red line - EMU)
58.5 km (Light red line - DMU)

Track gauge: 1000 mm (metre gauge)

Operating speed: 160 km/h (Dark red line)
80 km/h (Light red line)

Status: Under construction



<http://www.sumitomocorp.co.jp/english/news/detail/id=29269>
https://en.wikipedia.org/wiki/SRT_Red_Lines

21



Cooperation with Japanese Companies



Manufacturer : Marubeni Corporation
Toshiba Corporation
East Japan Railway Company

Project: MRT Purple Line

Project covers:

- Rolling Stock, Signaling & Communications System
- Power Supply System,
- Control rooms with consoles, SCADA
- Depot Workshop Equipment, etc.

System: Rapid transit/Elevated on viaduct

Line length: 22 km

Track gauge: 1,435 mm (standard gauge)

Electrification: 750 Vdc/Third rail

Max. operating speed: 80 km/h

Status: Construction finished (2016)



<http://www.mtvj.co.th/index.htm>
https://en.wikipedia.org/wiki/MRT_Purple_Line

22



Conclusions

- Main Difference between Thai & Japanese Railway System

	Thailand	Japan
Proportion of electric railway	Very low	Very high
Gauge	Standard	Standard, Narrow
Electrification	750 Vdc, 25 kVac	Various
Rolling Stock Tech.	German, Chinese	Japanese Tech.
Motor	IM	Various (LIM)
Control system	GTO,IGBT	Various (New tech.)
Safety system	CBCT, ATO	Various

23



Conclusions

- Many railway projects (high speed, metro, etc.) are under planning & construction
- Railway R&D in Thailand is in the starting phase
- Main R&D trends in Thailand is policy & planning for supporting the expansion of system.
- Establishment of TRTI need technical support from international institutes.
- There are many new projects in cooperation with RTRI, and other Japanese companies.

24