



公共交通網における パルス タイムテーブル システム 成立条件に関する研究

- どういう条件なら、どこでもうまく乗り継げるか？ -

波床 正敏 (大阪産業大学)

&

中川 大 (京都大学大学院)



1. はじめに

▶ 幹線鉄道ハブシステム

- ▶ スイスで導入（1987年～）
- ▶ 必要箇所の改良・建設
- ▶ 乗り継ぎ改善
- ▶ 実質的な利便性が向上

- ▶ 日本で導入できるか？
- ▶ 本研究 ▶ どういう条件を満たせば成立するのか？
- ▶ 具体的に、どこをどうするのか？

2. パルスタイムテーブルシステムについて

パルスタイムテーブルシステム【ぱるすたいむてーぶるしすてむ】

英語名 Pulse Time Table System

解説

鉄道をパターンダイヤ（ある一定時間間隔で同じ形態のダイヤ）とし、これと結節する路面電車やバスもこれに合わせてパターンダイヤ接続することにより公共交通機関相互の乗継ぎによる待ち時間を短縮することで公共交通機関の利便性を向上するシステム。



★ スイスの都市間鉄道政策Rail2000



★ Rail 2000プロジェクト

目標：より頻繁に
より速く
乗換を少なく
より快適に

- ・旅行時間の短縮
- ・拠点での接続改善
- ・終日30分間隔の

長距離列車運行

74億F
(6,390億円)



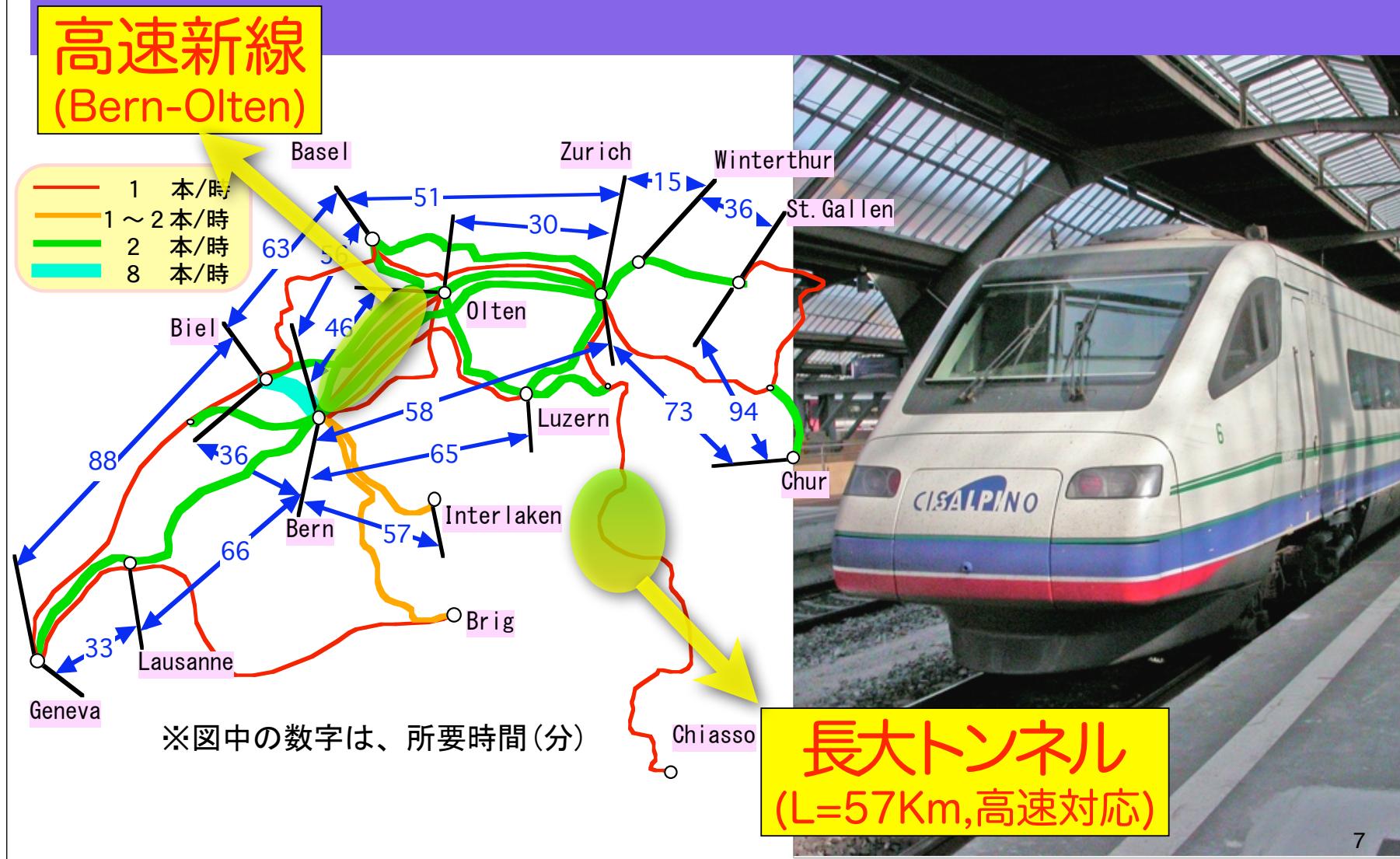
★ 乗継ぎ利便性向上策

表2 Bern 駅における正午前後の乗継ぎ状況 ('05)

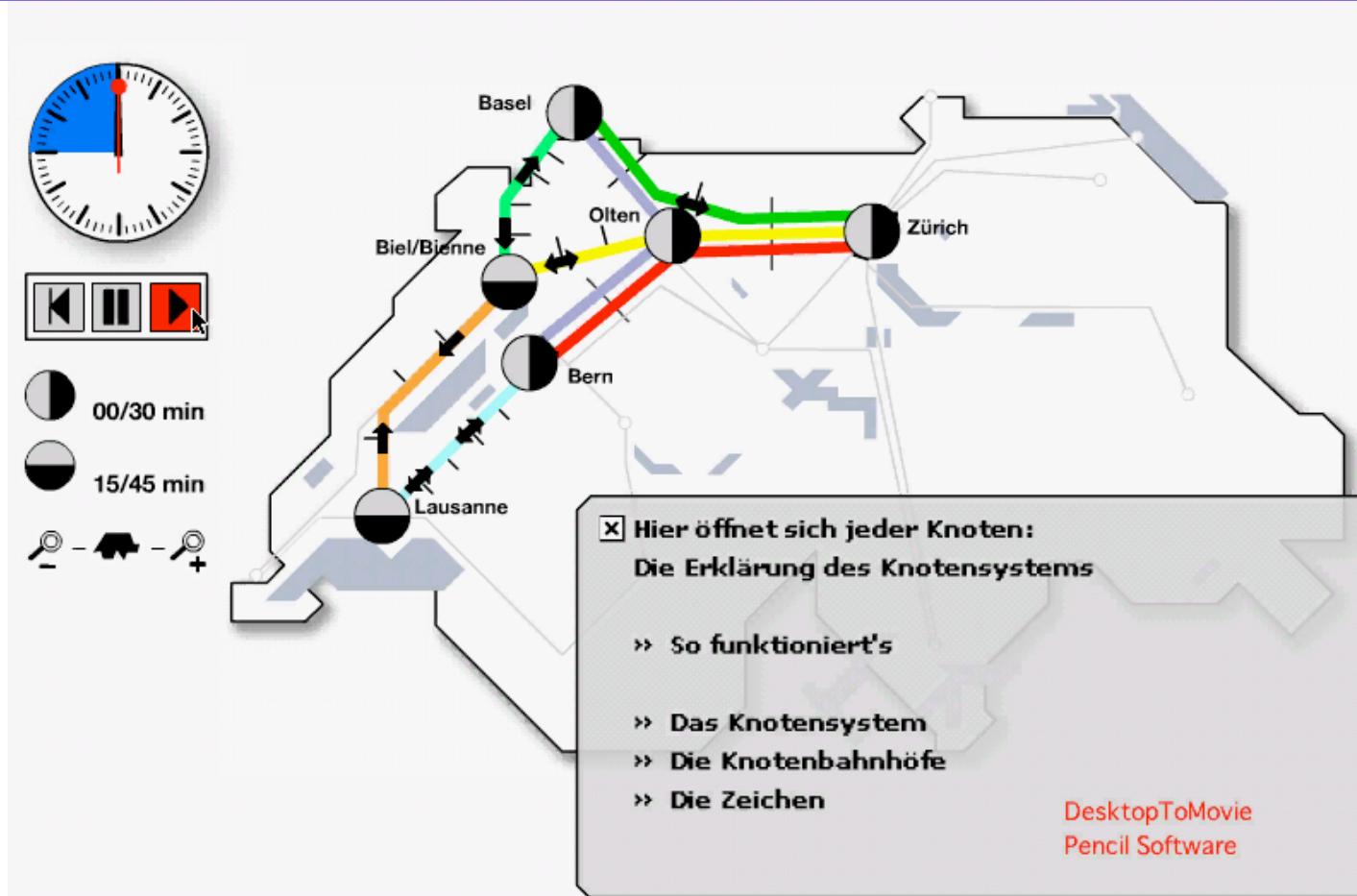
列車番号	始発方面	着	直通	発	行先方面
AM	Biel	11:48	//		
EC90	Brig	11:51	→	12:04	Basel
RE3220	Olten	11:53	//		
	Neuchatel	11:54	//		
IC923	Interlaken	11:54	→	12:02	Zurich
IC2523	Geneva/Lausanne	11:56	→	12:00	Luzern
IC969	Basel	11:56	→	12:06	Interlaken
IC820	Zurich	11:58	→	12:09	Brig
IC2520	Luzern	12:00	→	12:04	Lausanne/Geneva
	Biel	12:00	//		
			//	12:00	Biel
RE3223			//	12:06	Olten
			//	12:06	Neuchatel
			//	12:12	Biel



★ 高速運行可能な新線建設



★ Rail 2000プロジェクト



2. パルスタイムテーブルシステムについて

パルスタイムテーブルシステム【ぱるすたいむてーぶるしすてむ】

英語名 Pulse Time Table System

解説

鉄道をパターンダイヤ（ある一定時間間隔で同じ形態のダイヤ）とし、これと結節する路面電車やバスもこれに合わせてパターンダイヤ接続することにより公共交通機関相互の乗継ぎによる待ち時間を短縮することで公共交通機関の利便性を向上するシステム。



3. 公共交通の基本的表現について

$$t_P^{(Dep)} = n T_P + K_P$$

↓

発着時刻 周期[運行間隔] 位相[ズレ]

表 1 パターンダイヤの基本表現

	1便	2便	3便	4便	表現
A 発:毎時	10 分	25 分	40 分	55 分	$15 n + 10$
走行時間	20 分	20 分	20 分	20 分	---
B 着:毎時	30 分	45 分	00 分	15 分	$15 m + 0$

4. 公共交通リンクの直列接続時の利便性

出発時の
時間的口ス

+

乗継ぎ時の
時間的口ス

PQ間の運行周期
QR間の運行周期
位相差

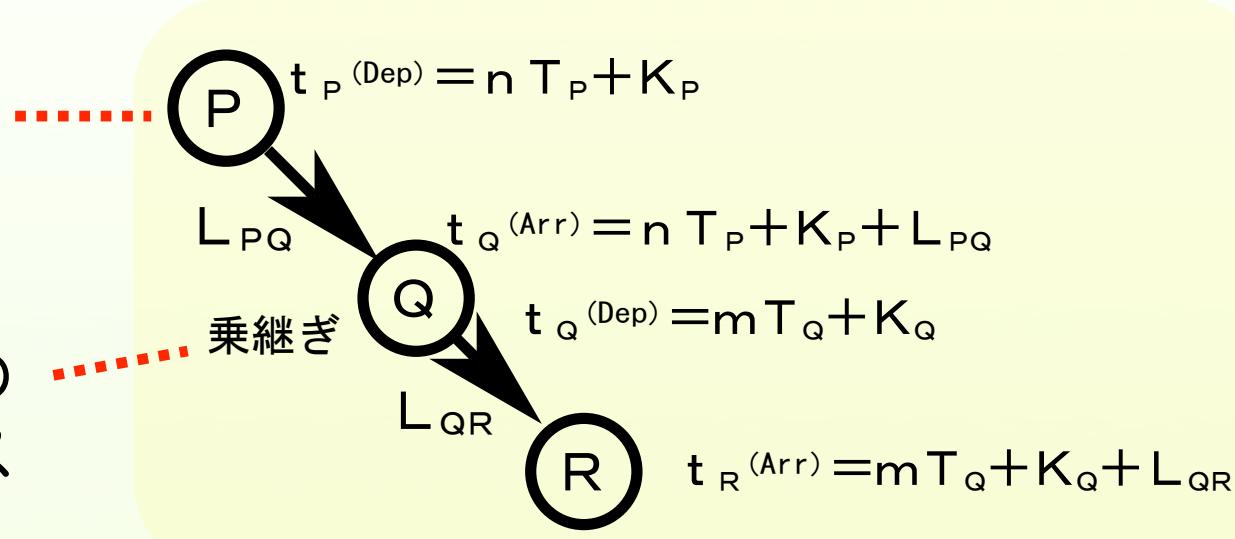
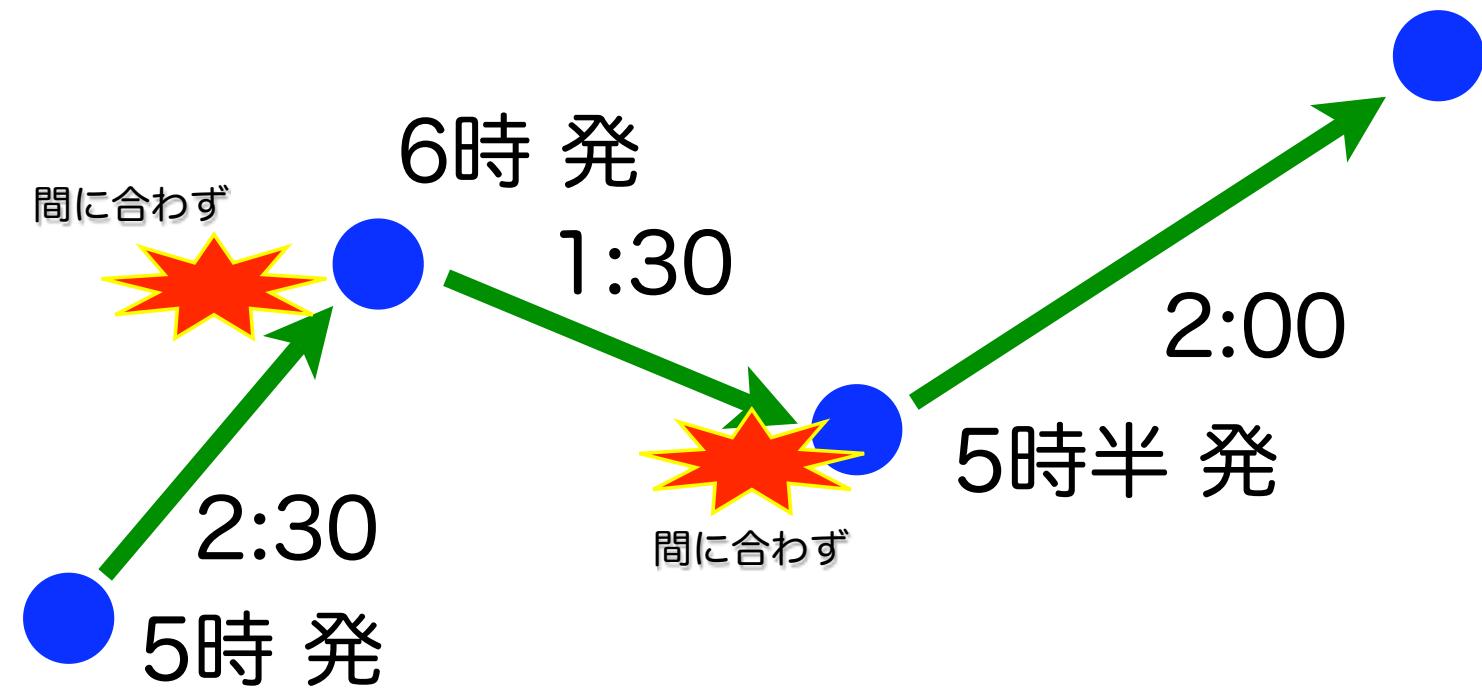


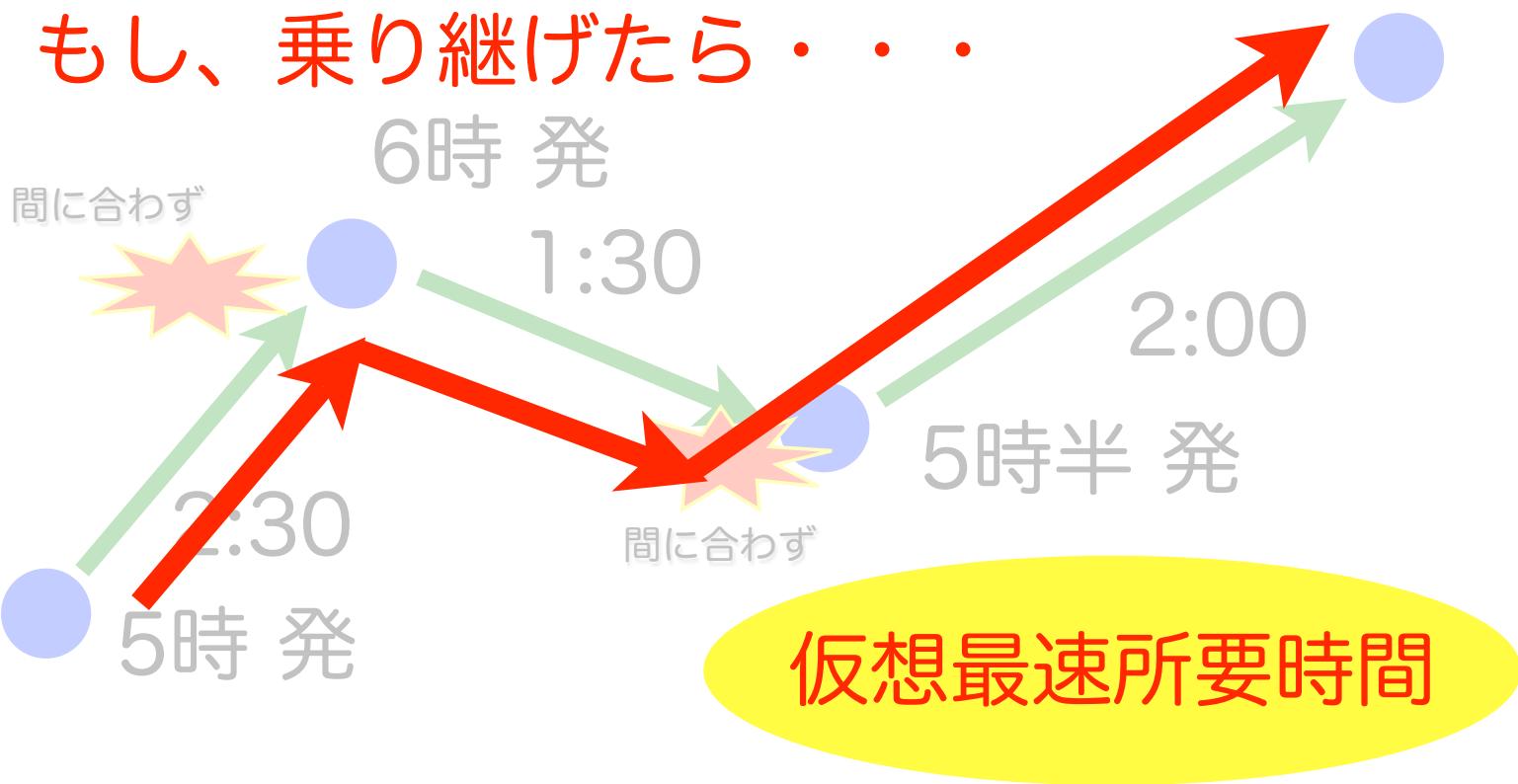
図 1 乗継ぎ（公共交通リンクの直列接続）

この 3 つの関数
ROLTIme で指標化

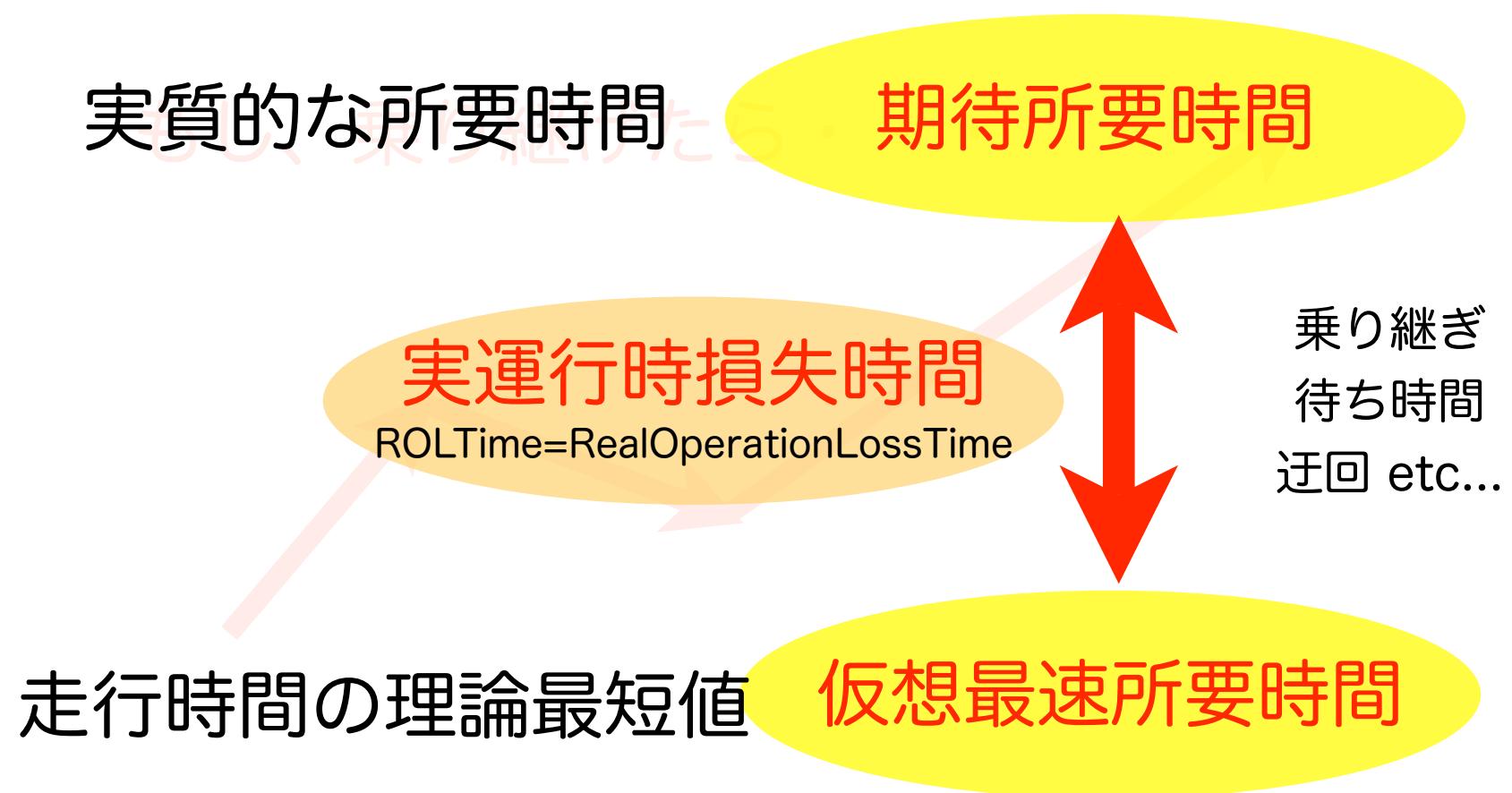
仮想最速所要時間 と 実運行時損失時間



仮想最速所要時間 と 実運行時損失時間



仮想最速所要時間 と 実運行時損失時間



4. 公共交通リンクの直列接続時の利便性

出発時の
時間的口ス

+

乗継ぎ時の
時間的口ス

PQ間の周期 T_P

QR間の周期 T_Q

位相差 $K (=K_P - K_Q)$

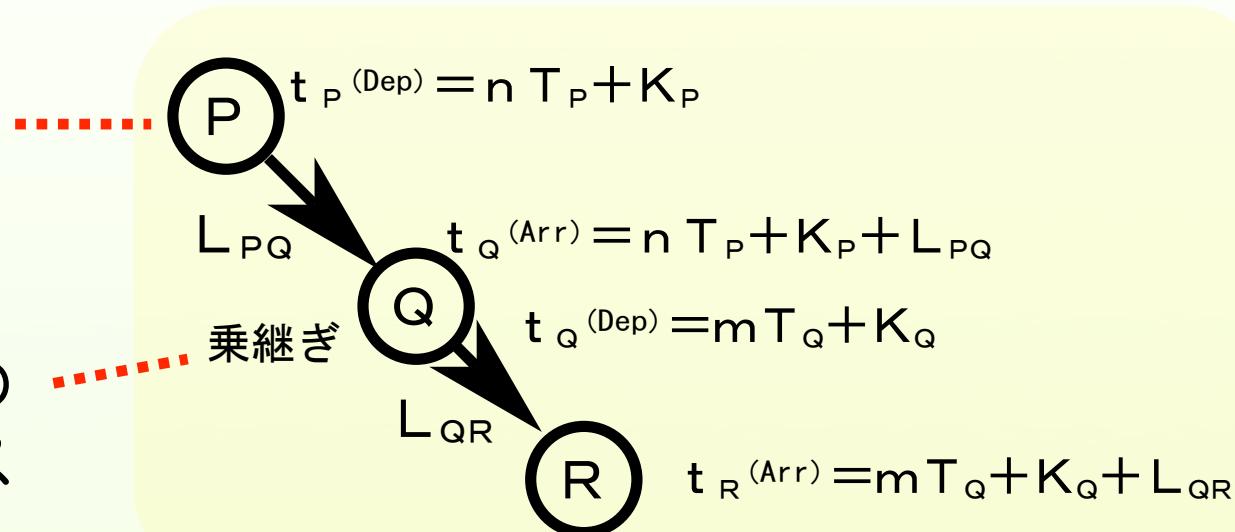
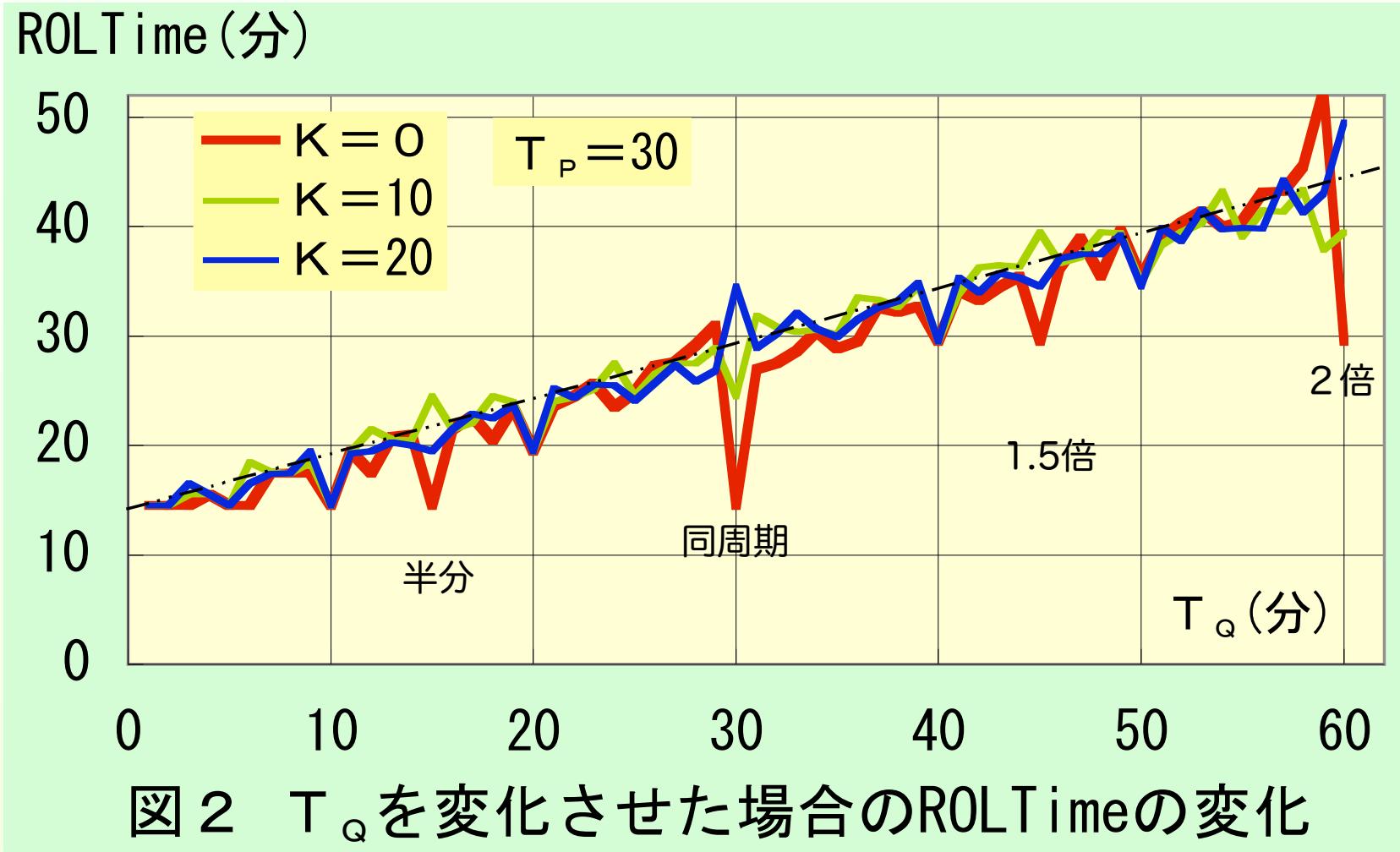


図 1 乗継ぎ（公共交通リンクの直列接続）

この3つの関数
ROLTImeで指標化

4. 公共交通リンクの直列接続時の利便性



4. 公共交通リンクの直列接続時の利便性

乗継ぎ待ち時間(分)

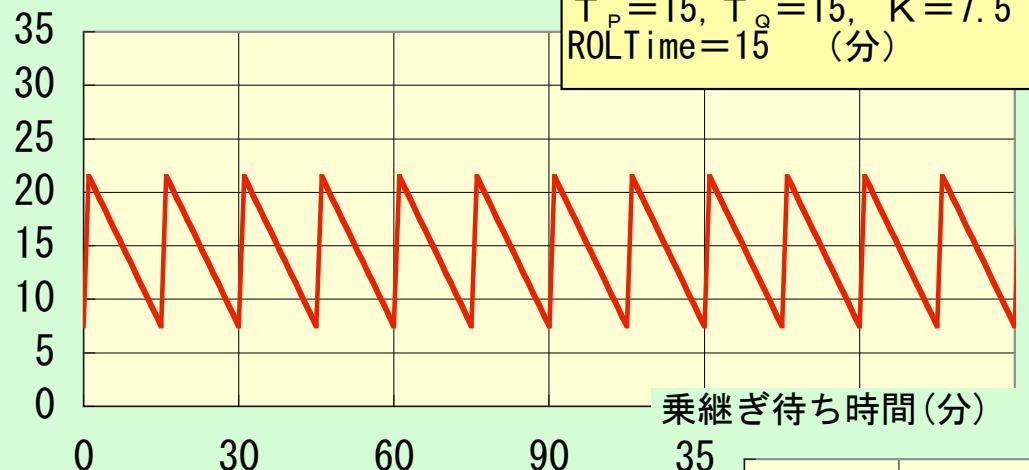


図3 $T_P = T_Q$ の場合の乗継ぎ待ち時間の変動

運行周期が異なる場合

乗継ぎ前後の運行周期が同じ

乗継ぎ待ち時間(分)

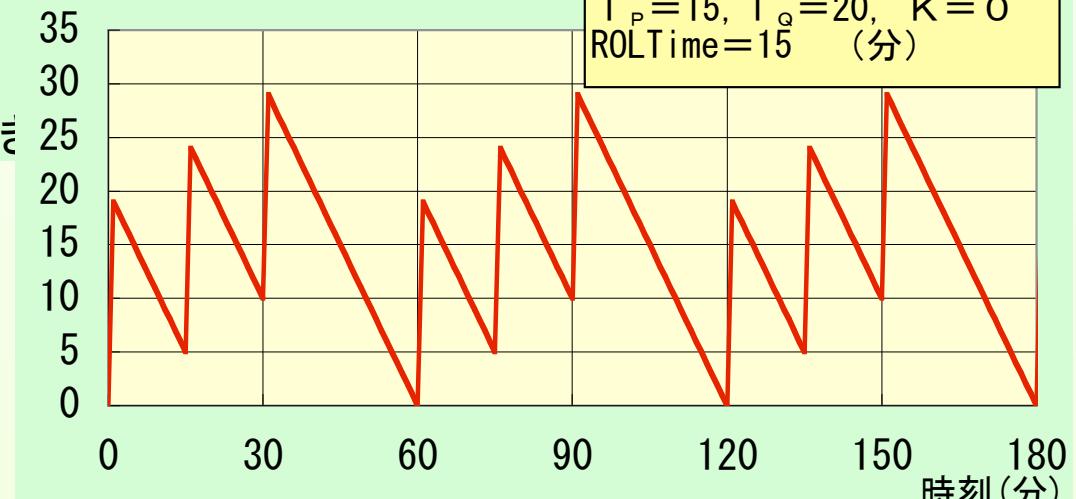


図4 $T_P \neq T_Q$ の場合の乗継ぎ待ち時間の変動

5. 一般的なネットワークにおける実現の条件



スイスでの実現方法

- ▶ 抱点駅間を一定時間（30分や60分の倍数）内で結ぶ
- ▶ 毎時同じパターンの運行を行う

5. 一般的なネットワークにおける実現の条件

- ⌚閉ループを形成しないネットワークの場合
 - ▶周期だけあわせる（集合時刻を決める）

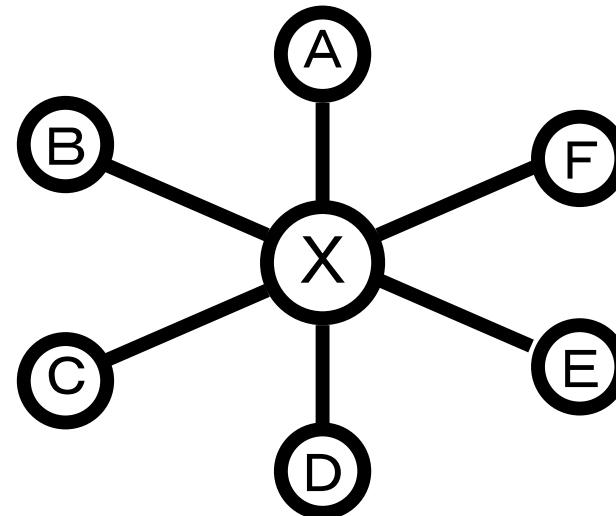


図 5 閉ループを持たないネットワーク

5. 一般的なネットワークにおける実現の条件

⌚閉ループのあるネットワークの場合

▶ 1周しても乗継げるようにする

▶ つまり、1周の時間は周期の整数倍

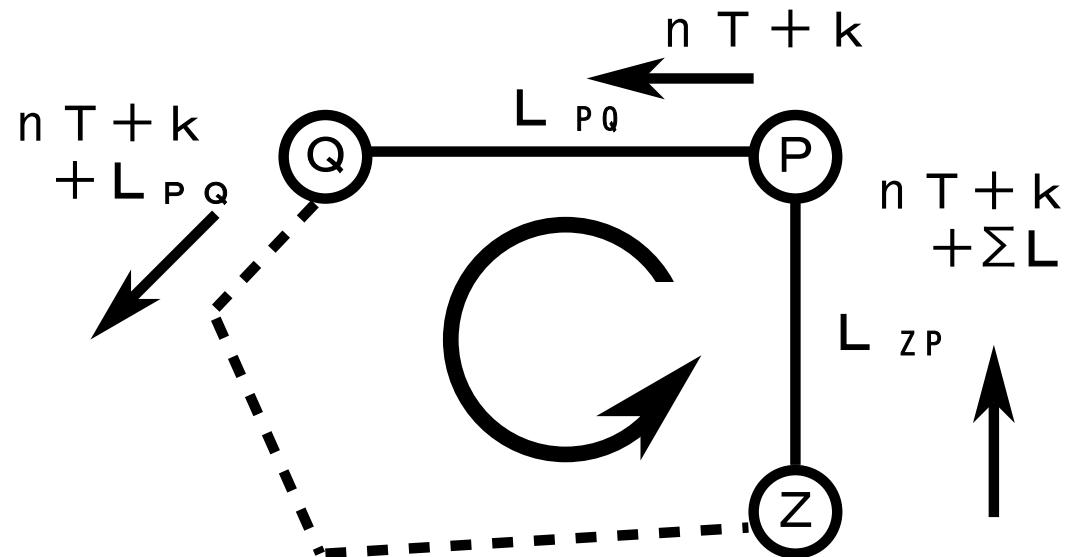


図6 閉ループを持つネットワーク

5. 一般的なネットワークにおける実現の条件

●複数の交通結節点を持つネットワーク

▶ 各交通結節点(X,Y) : 集合時刻 t_x, t_y

▶ XY間の所要時間と集合時刻の関係

$$\triangleright t_y = t_x + L_{xy}$$

$$\triangleright t_x = t_y + L_{yx}$$

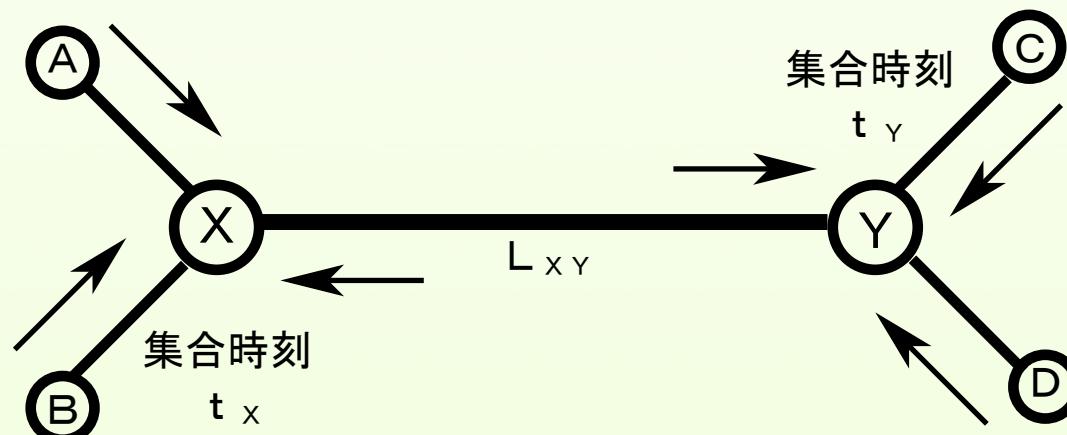


図 7 交通結節点間のリンク長の条件

5. 一般的なネットワークにおける実現の条件



- ▶ 往復しても乗継げるようにする
 - ▶ $t_Y = t_X + L_{XY}$
 - ▶ つまり、往復の時間は周期の整数倍
 - ▶ $t_X = t_Y + L_{YX}$

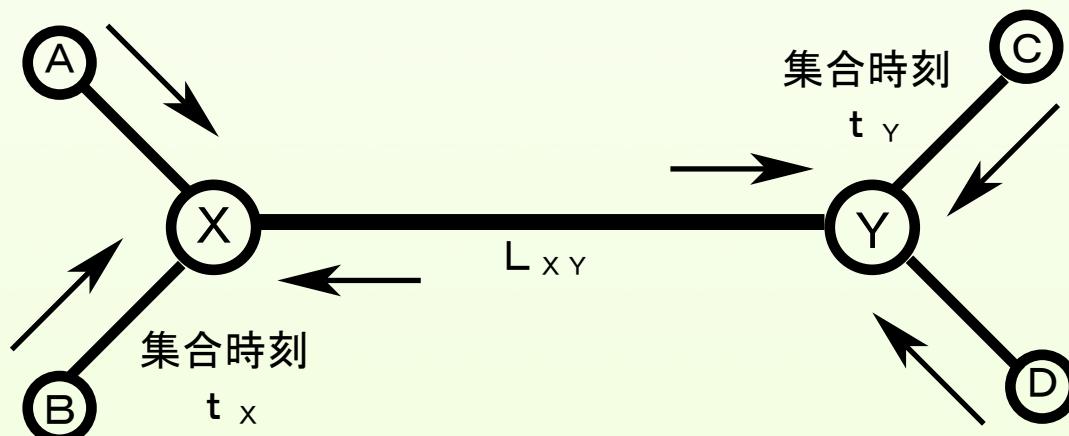


図 7 交通結節点間のリンク長の条件

6. ケーススタディ

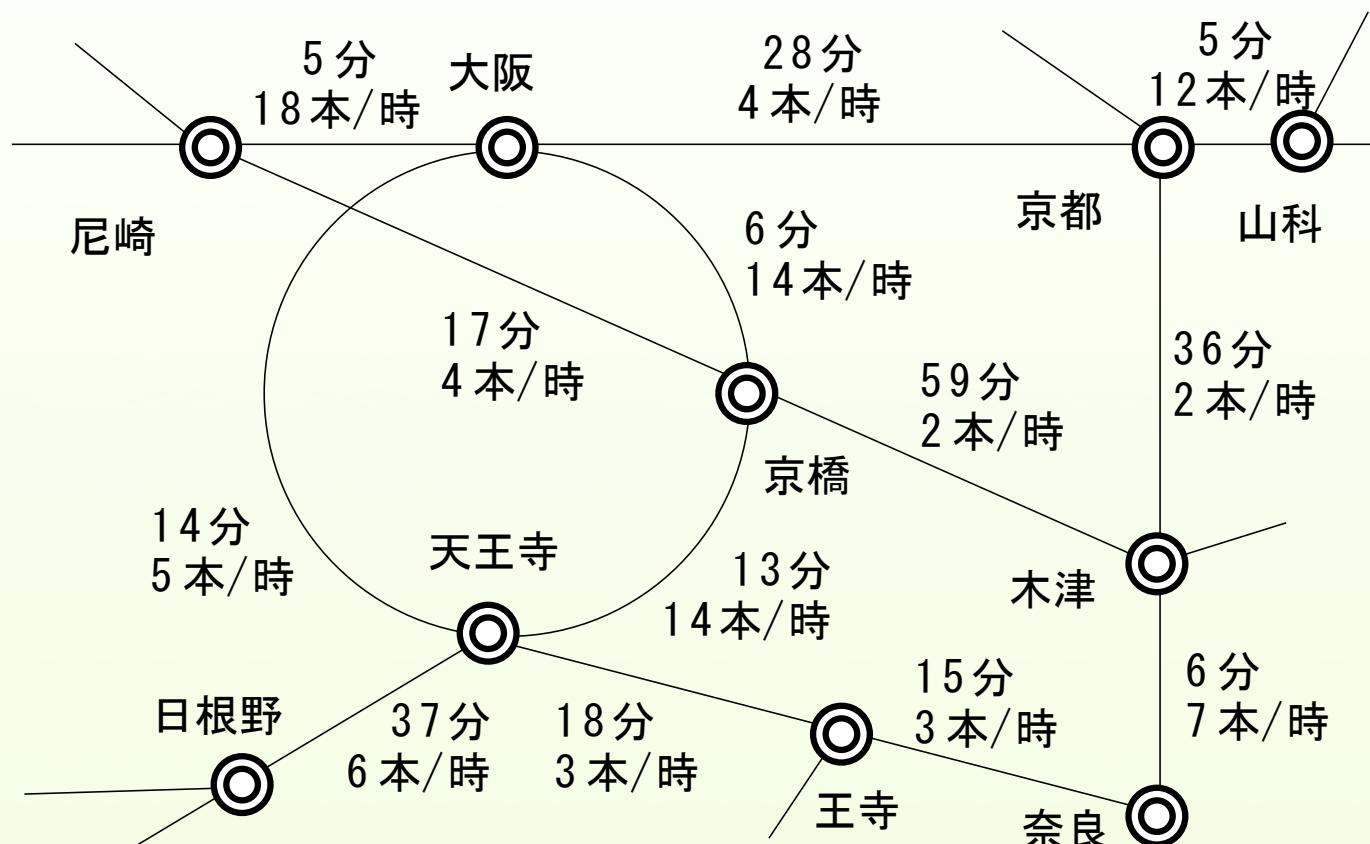


図 8 大阪近郊 JR 快速電車ネットワーク

6. ケーススタディ

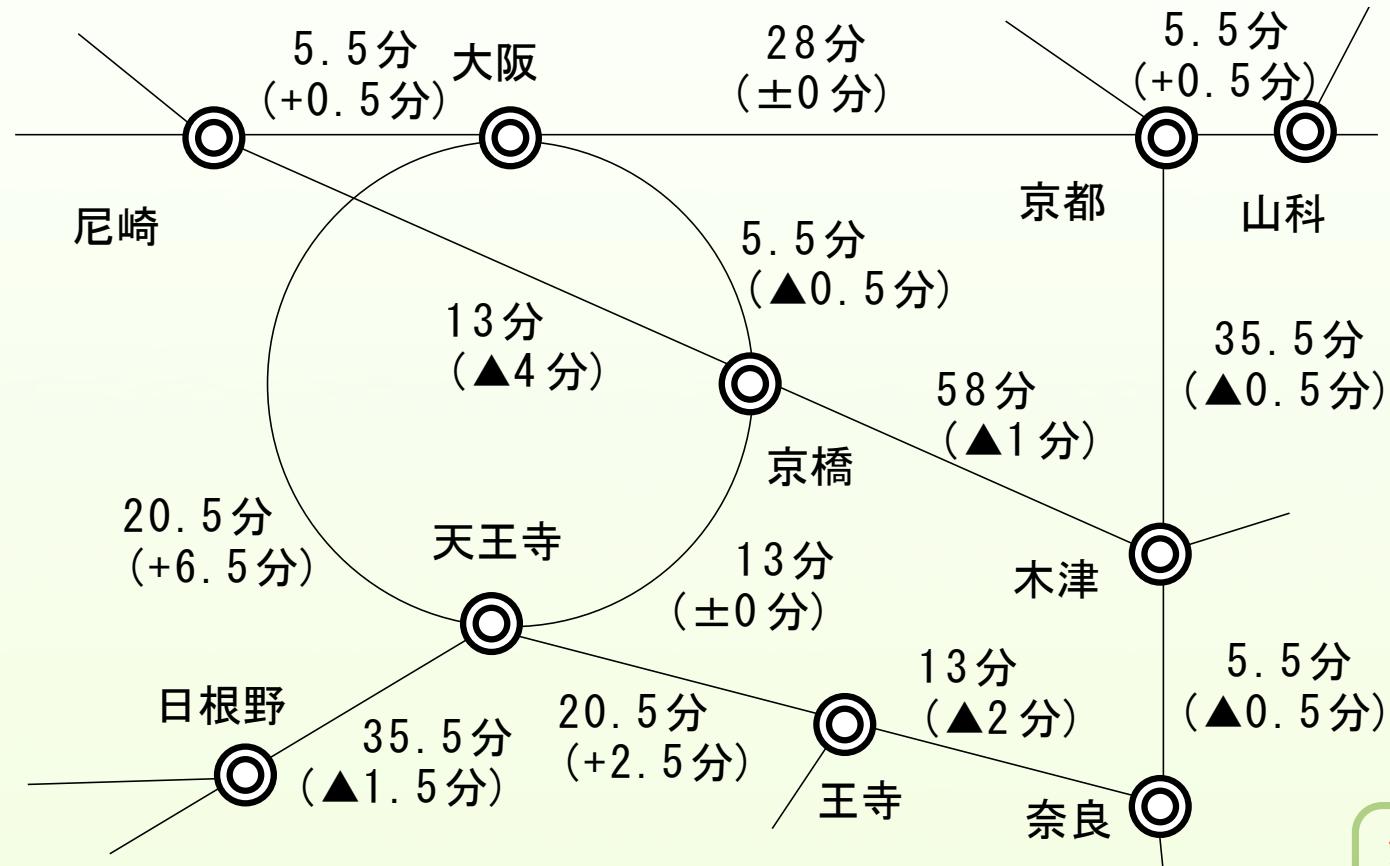
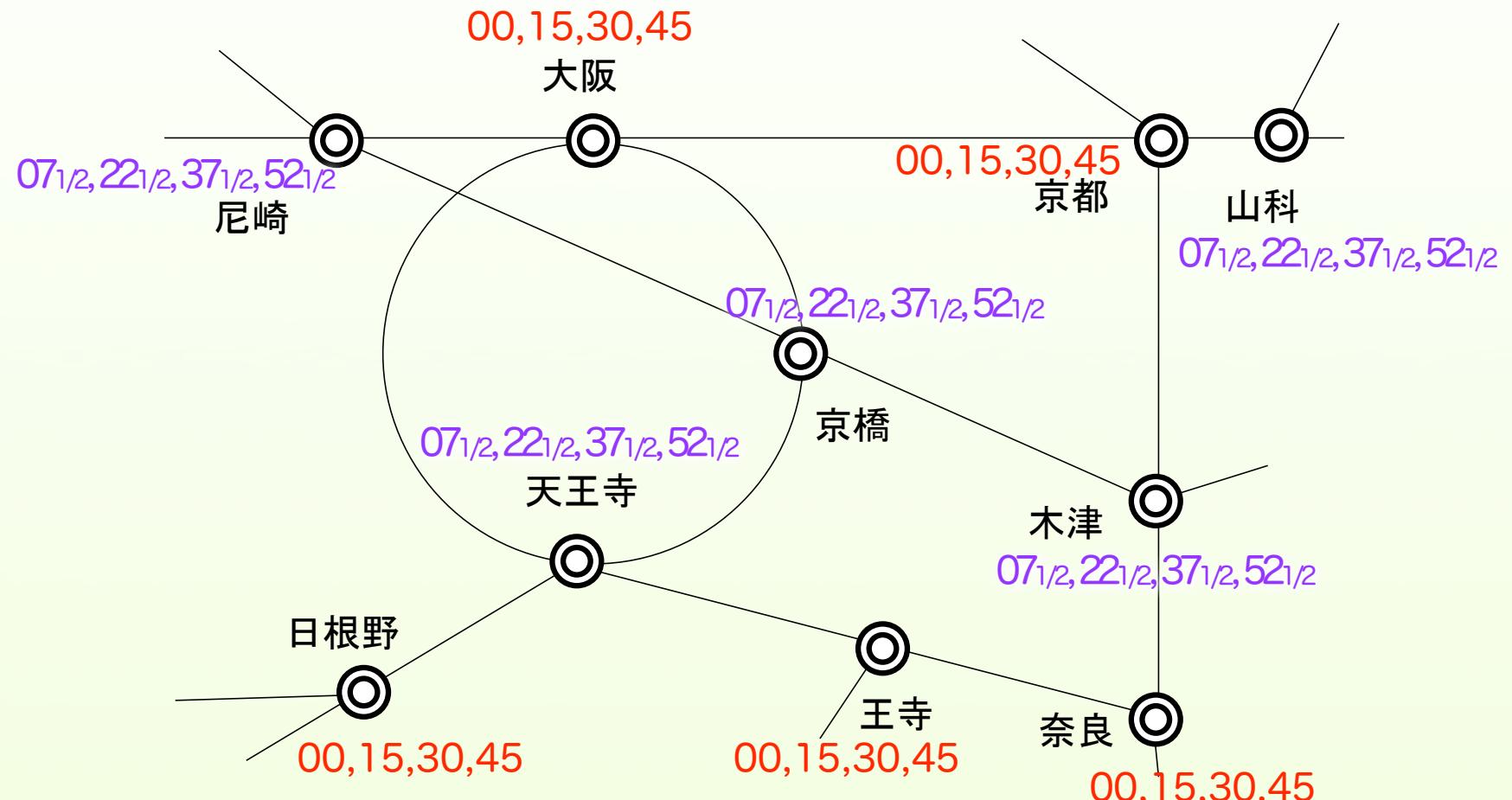


図9 大阪近郊パルスタイムテーブルシステム

全路線
毎時4本

6. ケーススタディ



各結節点の出発時刻（集合時刻）

パルス タイムテーブル システム

- ❖ 乗継ぎ元と乗継ぎ先の運行間隔をそろえること
- ❖ 不必要に乗継ぎ先の出発時刻を遅らさないこと
- ❖ ネットワーク上の閉ループについて、一周した際のリンク走行時間の総和は、運行周期の整数倍でなければならない
- ❖ 交通結節点間のリンク走行時間は、運行周期の半分の整数倍でなければならぬ
- ❖ 残課題：周期揺らぎ、一部乗継不要、運行本数異なる

今後の課題

整備財源の制約



対象路線 & 整備内容



効果的な組み合わせは？



公共交通網における パルス タイムテーブル システム 成立条件に関する研究

- どういう条件なら、どこでもうまく乗り継げるか？ -

波床 正敏 (大阪産業大学)

&

中川 大 (京都大学大学院)

