

幹線鉄道整備の基本方針が ネットワーク形成に与える影響の比較分析



波床 正敏
(大阪産業大学)

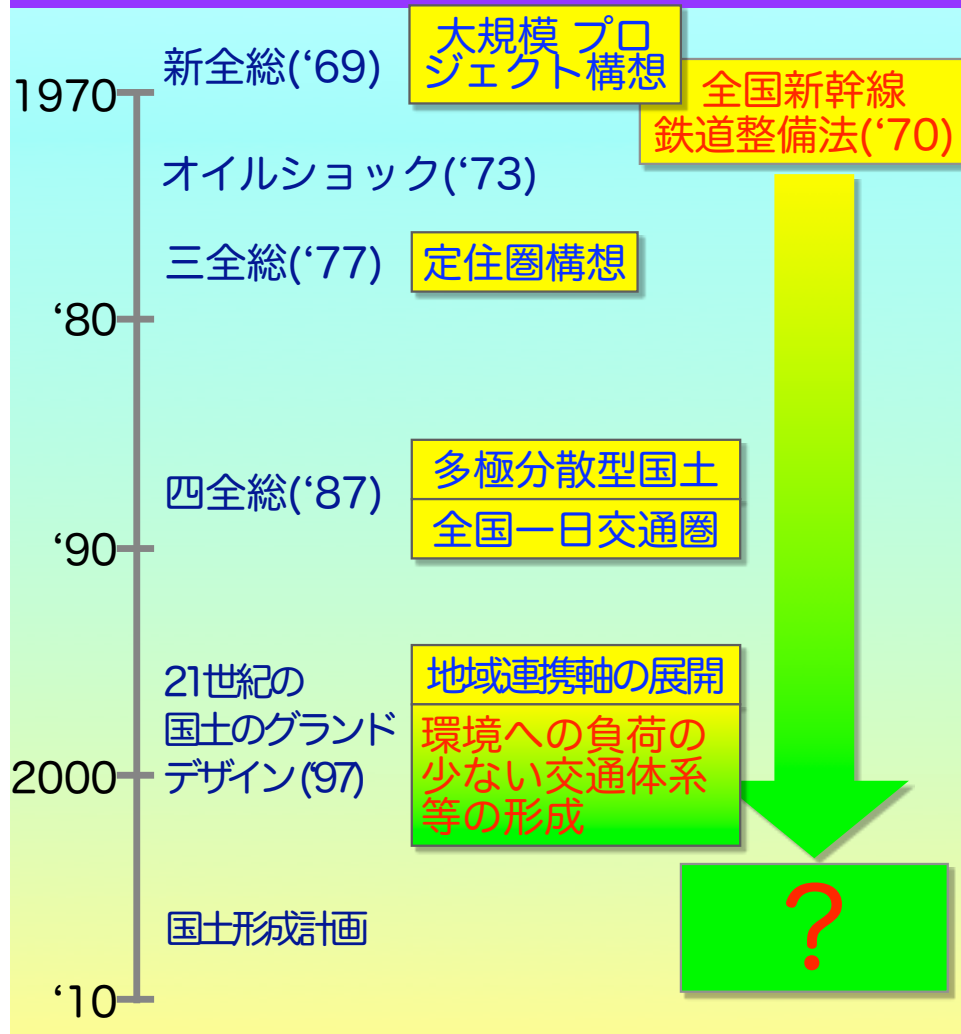
&

中川 大
(京都大学大学院)

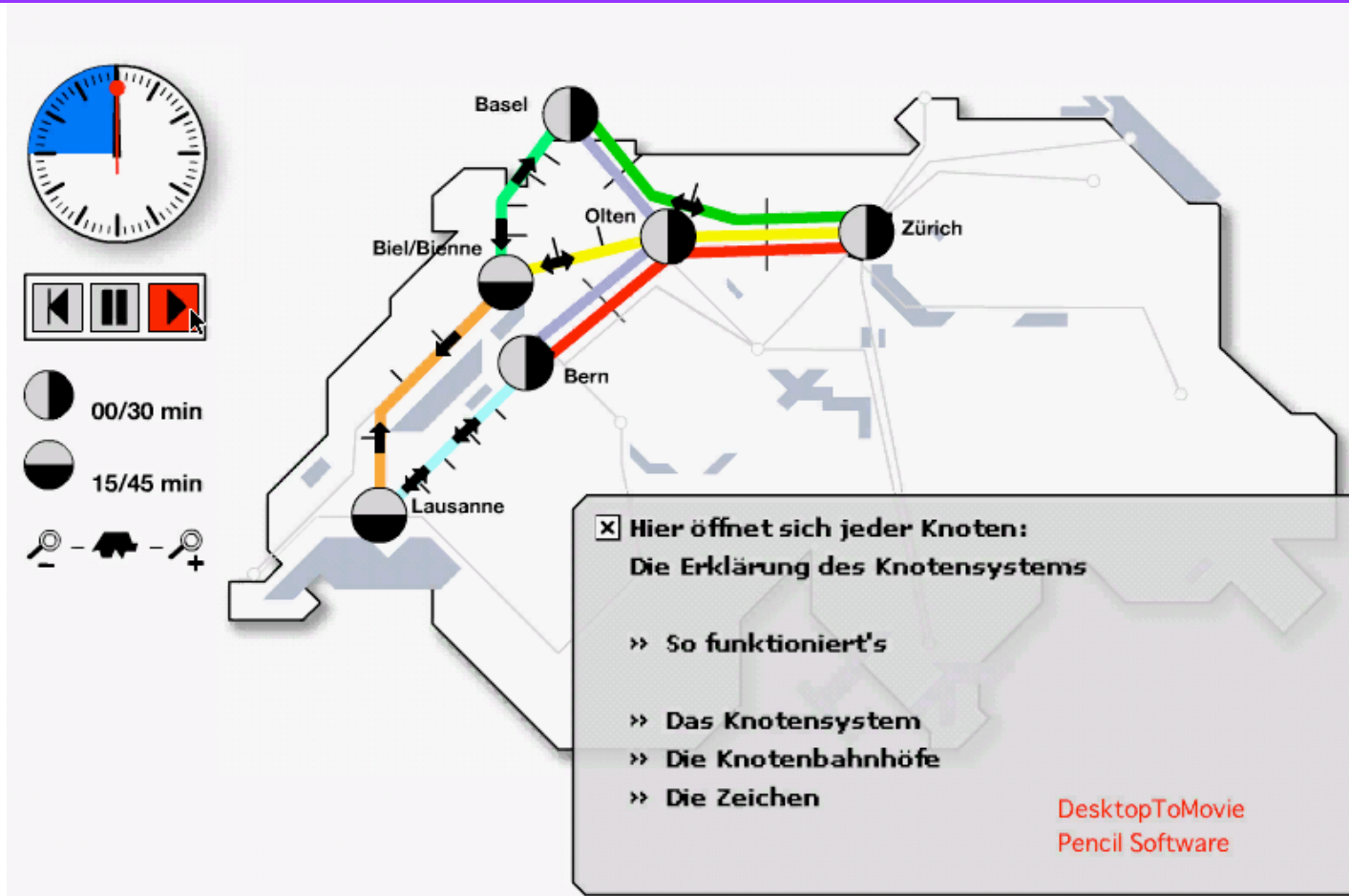
1. はじめに



● 国土計画における幹線鉄道計画の位置づけ



★ Rail 2000プロジェクト



★あらゆる路線に 乗換え可能

表2 Bern 駅における正午前後の乗継ぎ状況('05)

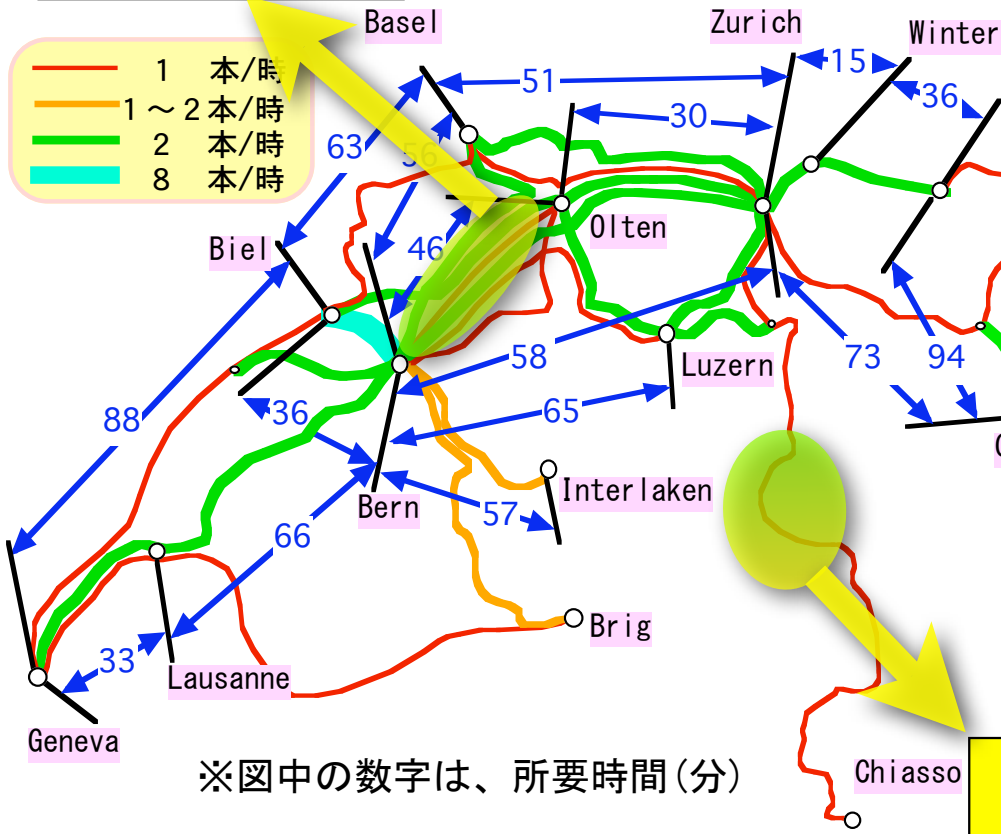
列車番号	始発方面	着	直通	発	行先方面
AM	Biel	11:48	//		
EC90	Brig	11:51	→	12:04	Basel
RE3220	Olten	11:53	//		
	Neuchatel	11:54	//		
IC923	Interlaken	11:54	→	12:02	Zurich
IC2523	Geneva/Lausanne	11:56	→	12:00	Luzern
IC969	Basel	11:56	→	12:06	Interlaken
IC820	Zurich	11:58	→	12:09	Brig
IC2520	Luzern	12:00	→	12:04	Lausanne/Geneva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

PM

Fernverkehr			
Abfahrt			
15:58	IC	Olten	Burgdorf
16:00	IC	Bern	Thun
16:01	IC	Oerlikon	Flughafen ↕
16:02	IC	Basel	
16:04	IC	Thalwil	Zug
16:04	IC	Aarau	Biel
16:06	IC	Baden Brugg	Aarau Olten
16:07	IC	Flughafen ↕	Winterthur
16:09	IC	Arth-Goldau	Bellinzona
16:10	IC	Flughafen ↕	Winterthur
16:12	IC	Ziegelbrücke	Sargans
16:14	IC	Döblich	Schaffhausen
16:18	TGV	Bern	Paris
16:30	IC	Olten	Solothurn
16:32	IC	Bern	Lausanne
16:34	IC	Lenzburg	Aarau

★ 乗換え可能になるように、路線改良

高速新線
(Bern-Olten)



長大トンネル
(L=57Km, 高速対応)

2. パルスタイムテーブルシステムについて



■どこでも便利に乗り継ぐための幾何的条件

- 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。
- 交通結節点が1つだけで閉ループが無い場合は、交通結節点への集合時刻さえ決めればよい。
- ネットワーク上の閉ループに沿って一周した際のリンク走行時間の総和は、運行周期の整数倍とする。
- 複数の交通結節点が存在する場合、これらの間のリンク走行時間は、運行周期の半分の整数倍とする。

実際のネットワーク

理論的には、そうなんだけれども. . .



- ❖ 路線により運行頻度が異なる
- ❖ 乗継ぎのための停車時間確保が難しいことがある
- ❖ 乗継ぎを意図する必要がない場合がある
- ❖ 隣接する交通結節点間が非常に短い場合がある
- ❖ 費用制約が存在する

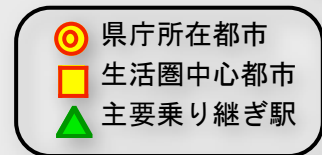
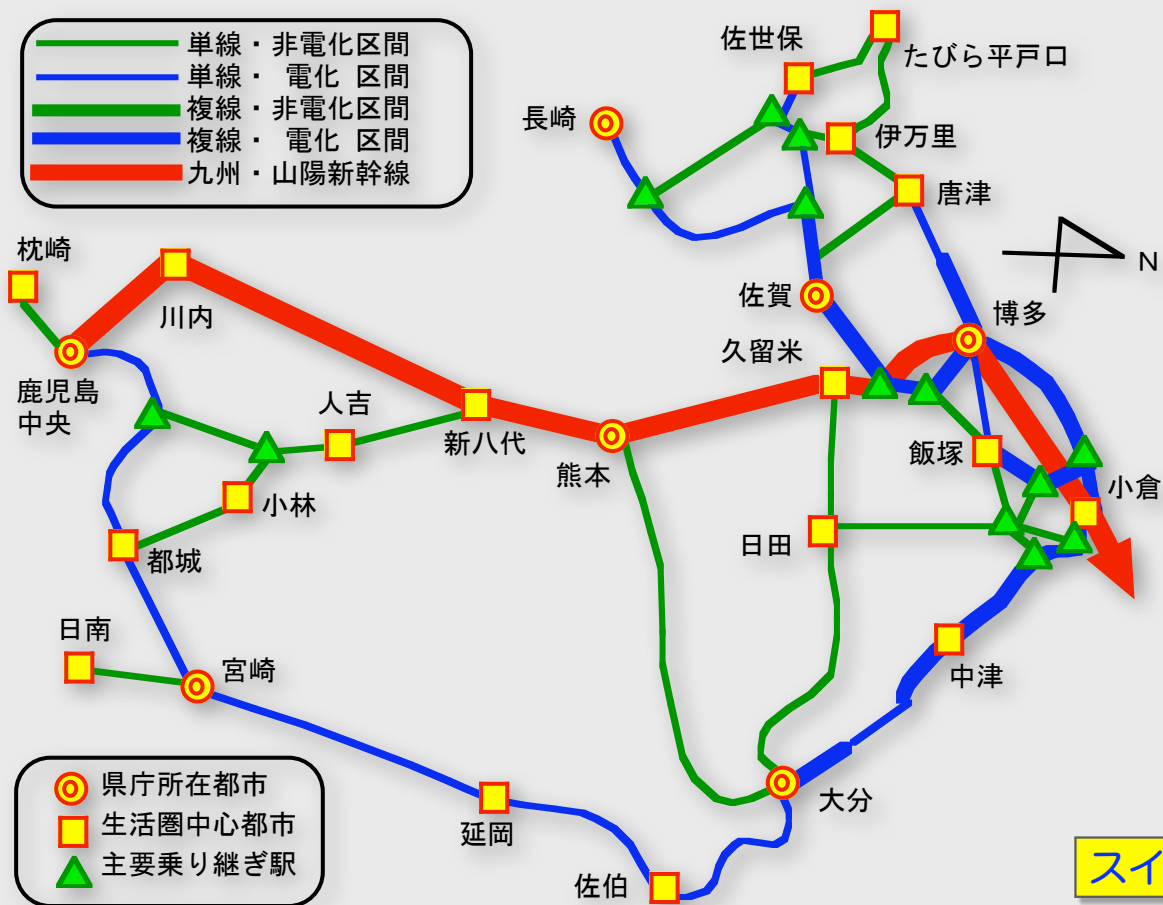
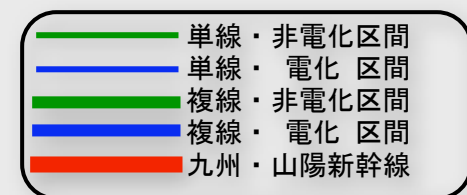


理想的なネットワークを構築するのは難しい

3. 分析対象と分析方法



分析対象都市(駅名) 鉄道ネットワーク



乗り継ぎ

新幹線相互：5分

在来線相互：5分

新幹線と
在来線：7分

スイスと同程度の面積

キロあたり路線改良単価設定

(参考：運輸経済研究センター「在来線の高速化に関する調査研究報告書」)



	億円 /Km	平均速度 (Km/h)	備考
複線化	3.00	—	160Km/h 運転の場合必須
電化	2.00	—	160Km/h 運転の場合必須
130Km/h 単線	0.52	90	元路線表定速度 90Km/h 未満区間
130Km/h 複線	0.80	100	元路線表定速度 90Km/h 未満区間
160Km/h 運転	7.10	112	元路線表定速度 90Km/h 以上の場合
160Km/h 新線	40.00	128	スーパー特急相当[改良長 20Km 以上]
260Km/h 新線	70.00	208	フル規格整備新幹線相当[20Km 以上]
300Km/h 運転	1.60	240	九州新幹線で、区間長 20Km 以上
320Km/h 運転	2.40	256	〃
350Km/h 運転	3.60	280	〃
320Km/h 運転	0.80	256	山陽新幹線で、区間長 20Km 以上
350Km/h 運転	2.00	280	〃

(例) 日豊線(大分-佐伯)の改良選択肢

番	分	億円	状態	改良長 (km)	備考
1	54	0	単線電化	0	基本
2	50	12.6	//	24.2	130Km/h 単線
3	45	28.3	//	54.4	//
4	40	229.3	複線電化	60.3	130Km/h 複線
5	35	2091.9	複線電化	52.3	160Km/h 新線
6	30	3090.6	複線電化	44.2	260Km/h 新線
7	25	3734.4	//	53.3	//
8	20	4378.3	//	62.5	//
9	19	4543.0	//	64.9	//

適合度（目的関数）について

❖ 適合度（目的関数）：

❖ Σ 期待所要時間 \times 幹線旅客純流動量

→ 最小化

❖ 期待所要時間(EVTT)：

❖ 出発時刻を1分刻みで変更

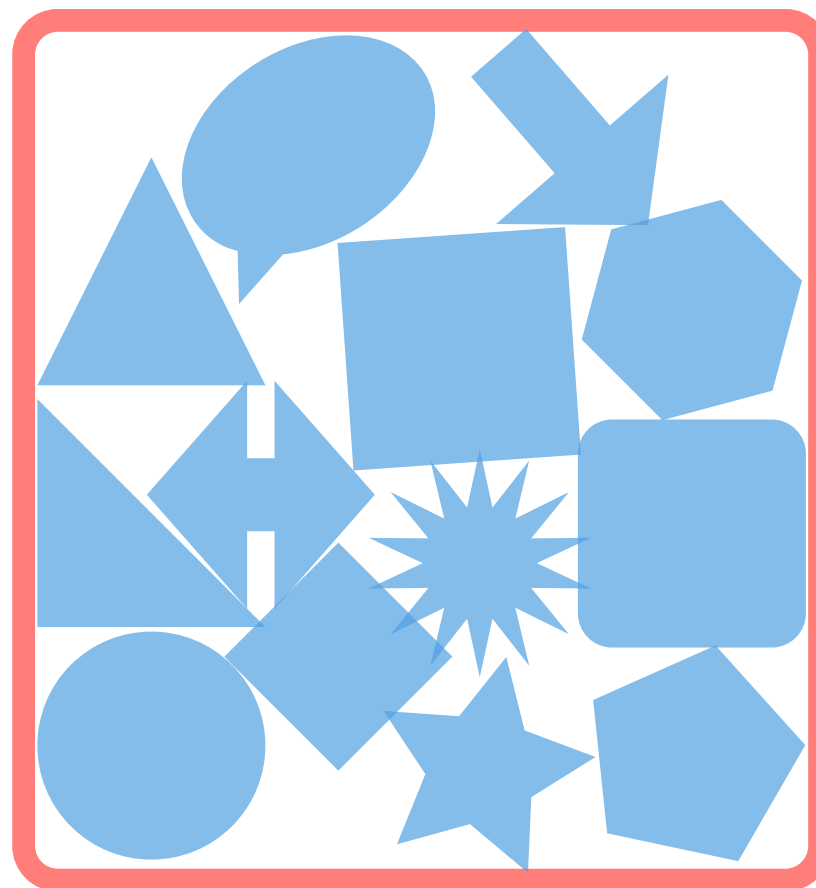
❖ その都度、運行ダイヤを考慮して最短経路探索

❖ 結果の平均値（期待値）を所要時間指標とする

→ 乗継ぎ利便性や速度などを総合的に反映

最適組合せを求める 🖱️ 遺伝的アルゴリズム

- 総費用の制約
- 改良・建設選択枝の組合せ
- 列車ダイヤを5分刻みで調整
- 総所要時間(EVTT)の最小化
 - ナップサック問題



その他の条件

- 費用制約：
 - 0 ～ 2,500億円 (500億円きざみ)
 - 2,500 ～ 2兆5,000億円 (2,500億円きざみ)
- 運行頻度：
 - 少なくとも毎時1本運転

2つの基本原則を比較

- 新幹線の建設と速度向上のみ
 ☞ (現行の整備方法)

VS

- あらゆる整備手法を採用
 ☞ (Rail 2000的整備方法)

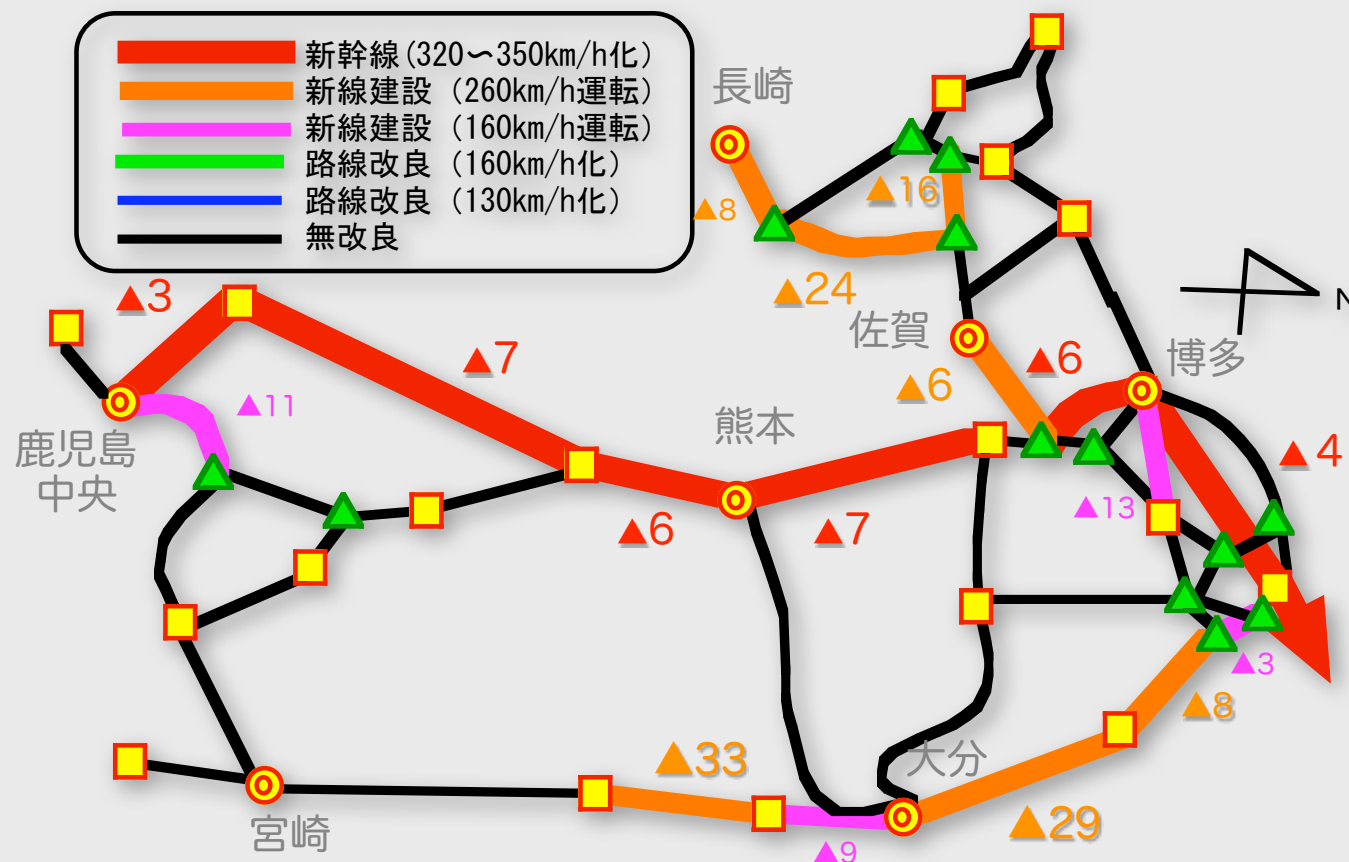
6. 形成される 幹線鉄道ネットワークの傾向について



現行の整備方法

2兆5,000億円

GAによる 計算結果



整備費用：
24,743億円

時間短縮：
10,360億円
@ 69.4円/分

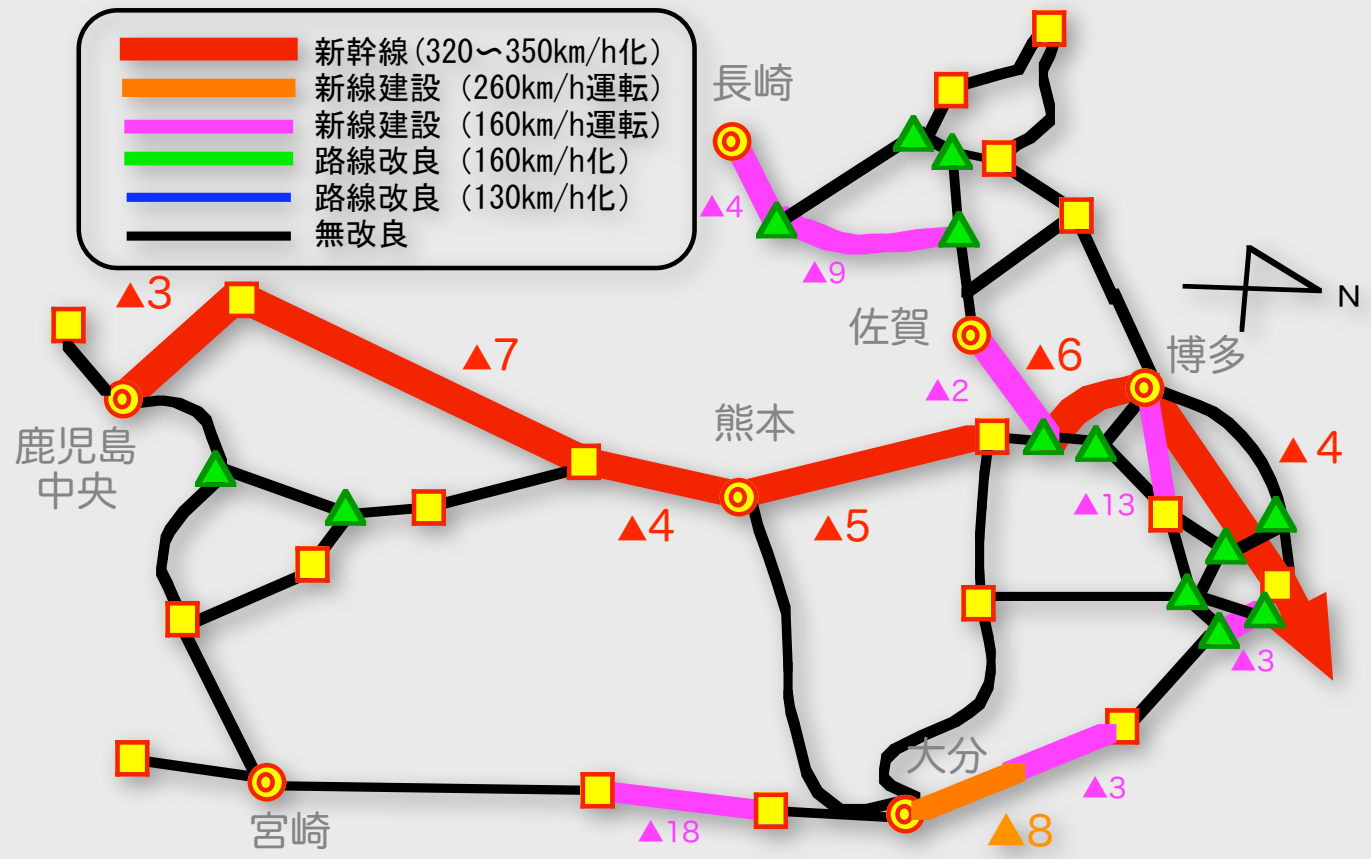
差引便益：
▲14,383億円

現行の整備方法

1兆円

GAによる 計算結果

- 新幹線 (320~350km/h化)
- 新線建設 (260km/h運転)
- 新線建設 (160km/h運転)
- 路線改良 (160km/h化)
- 路線改良 (130km/h化)
- 無改良



整備費用：
9,965億円

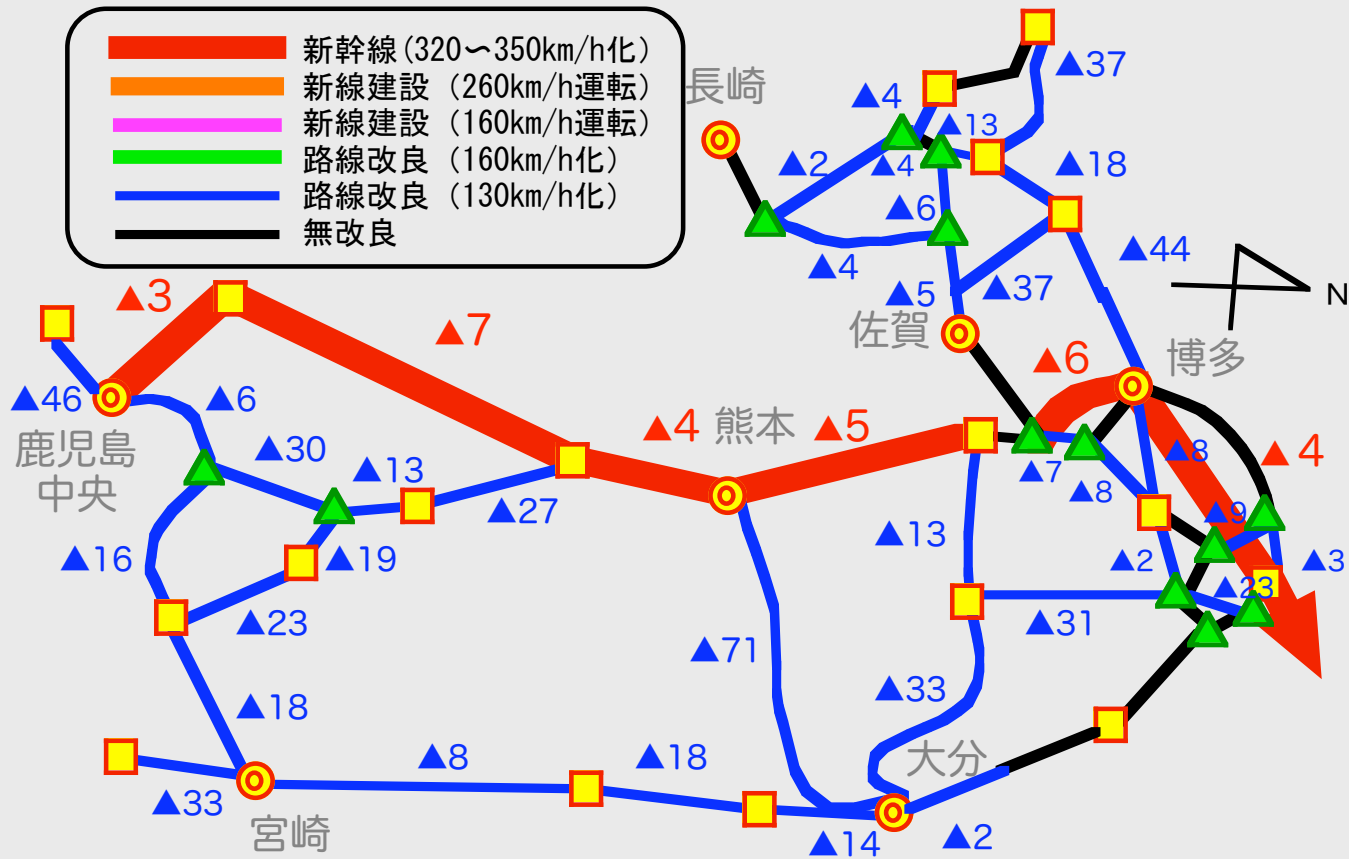
時間短縮：
6,224億円
@ 69.4円/分

差引便益：
▲3,741億円

Rail2000的整備方法 2,000億円

GAによる
計算結果

- 新幹線 (320~350km/h化)
- 新線建設 (260km/h運転)
- 新線建設 (160km/h運転)
- 路線改良 (160km/h化)
- 路線改良 (130km/h化)
- 無改良



整備費用：
1,988億円

時間短縮：
6,250億円
@ 69.4円/分

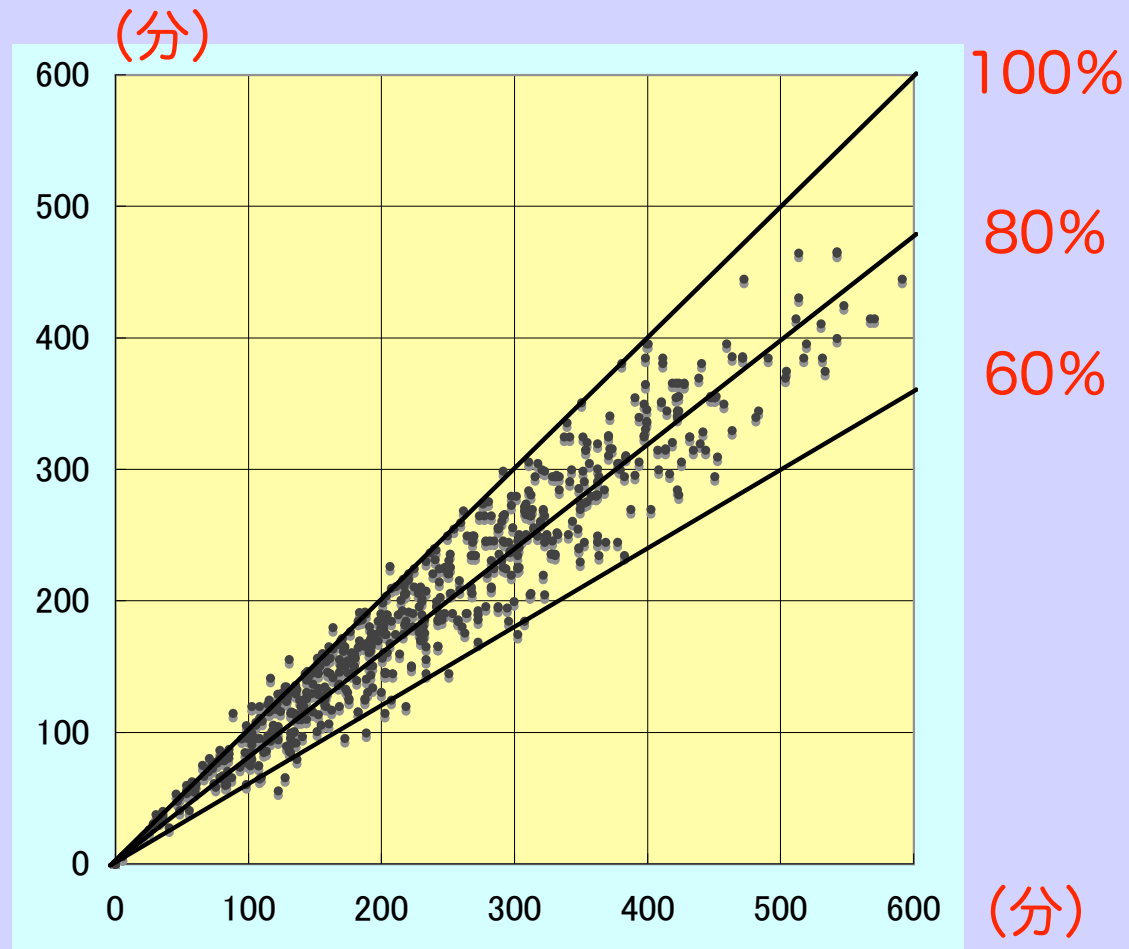
差引便益：
+ 4,262億円

5. 都市間の期待所要時間の比較



EVTT (都市間ODの期待所要時間)の比較 2,000億円

Rail 2000的
整備方法

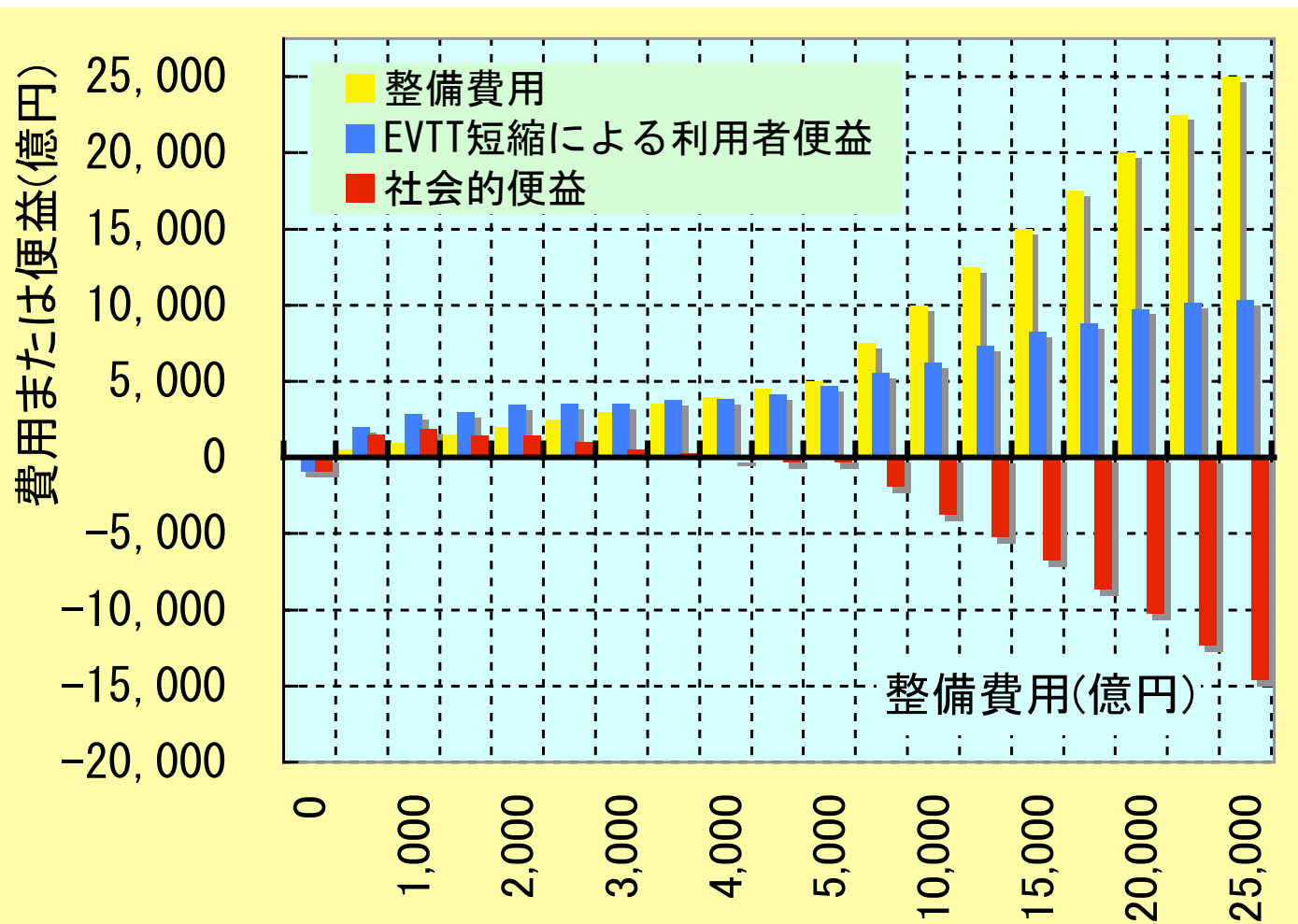


現行の整備方法

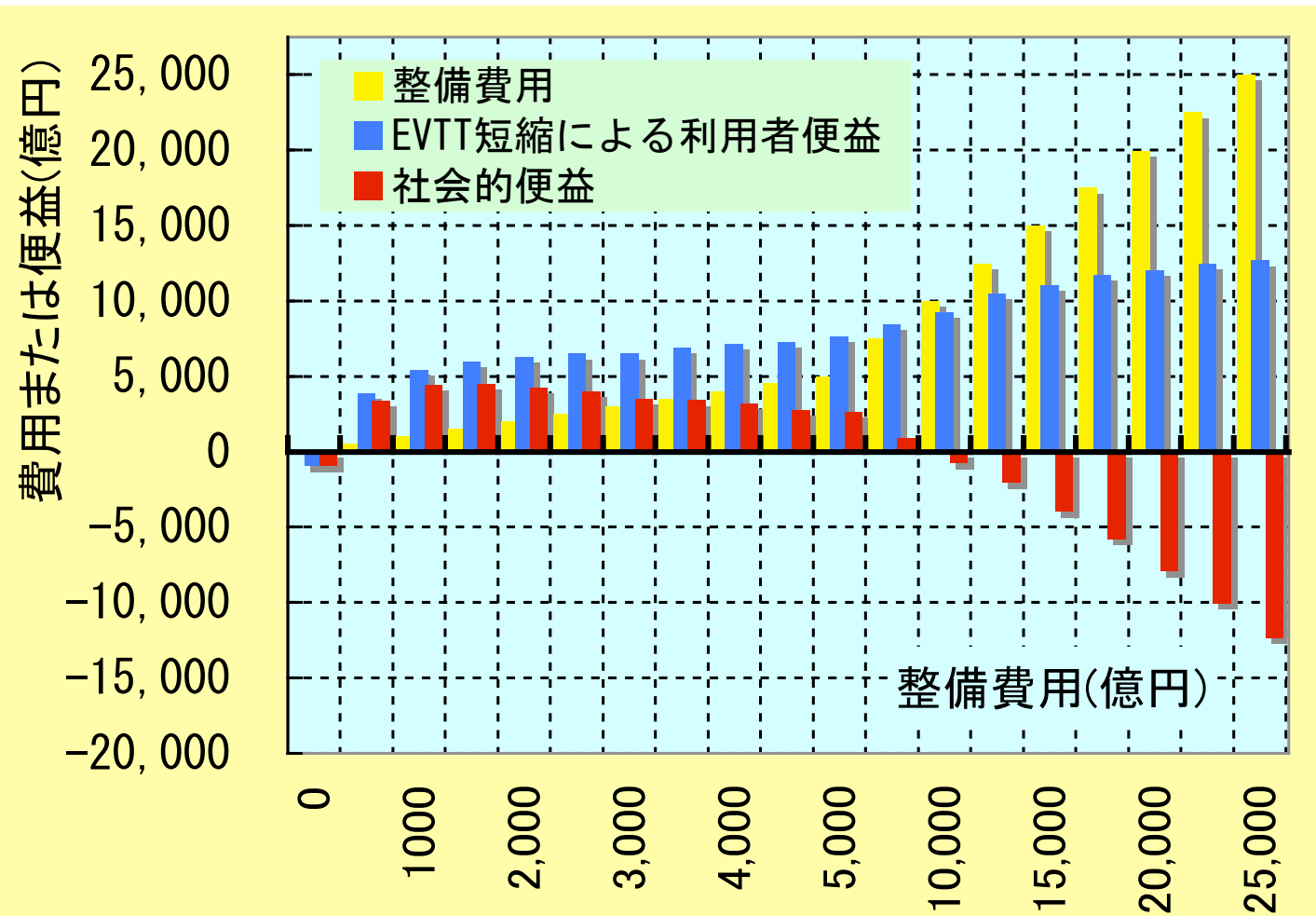
4. 整備費用ごとの所要時間短縮による便益

Fernverkehr						Linie	Abf.
Abfahrt					Gleis	Bemerkungen	
10.11	CIS	Italia			10		S6 10
10.04	IR	Thalwil	Zug	Luzern	3		S24 10
10.04	ICN	Aarau Biel	Neuchâtel	Genève	12		S3 10
10.06	IR	Baden Brugg	Aarau Olten	Bern	17		S9 10
10.07	IC	Flughafen	Winterthur	Romanshorn	10		S10 10
10.09	IR	Arth-Goldau	Bellinzona	Locarno	5		S5 10
10.10	ICN	Flughafen	Winterthur	St.Gallen	11		S14 10
10.12	IR	Ziegelbrücke	Sargans	Chur	8		S2 10
10.14	IR	Bülach	Schaffhausen		7		S15 10
10.30	ICN	Olten	Biel	Lausanne			S7 10
10.32	IC	Bern		Fribourg	13	LAUTSPRECHER- DÜRRCHSAGEN BEACHTEN	S12 10
10.34	IR	Lenzburg	Aarau	Basel			Information
10.35	IR	Thalwil	Zug	Luzern			STRECK
10.36	IR	Baden Brugg	Basel				LAUSAN
10.37	ICN	Flughafen	Winterthur	Konstanz			

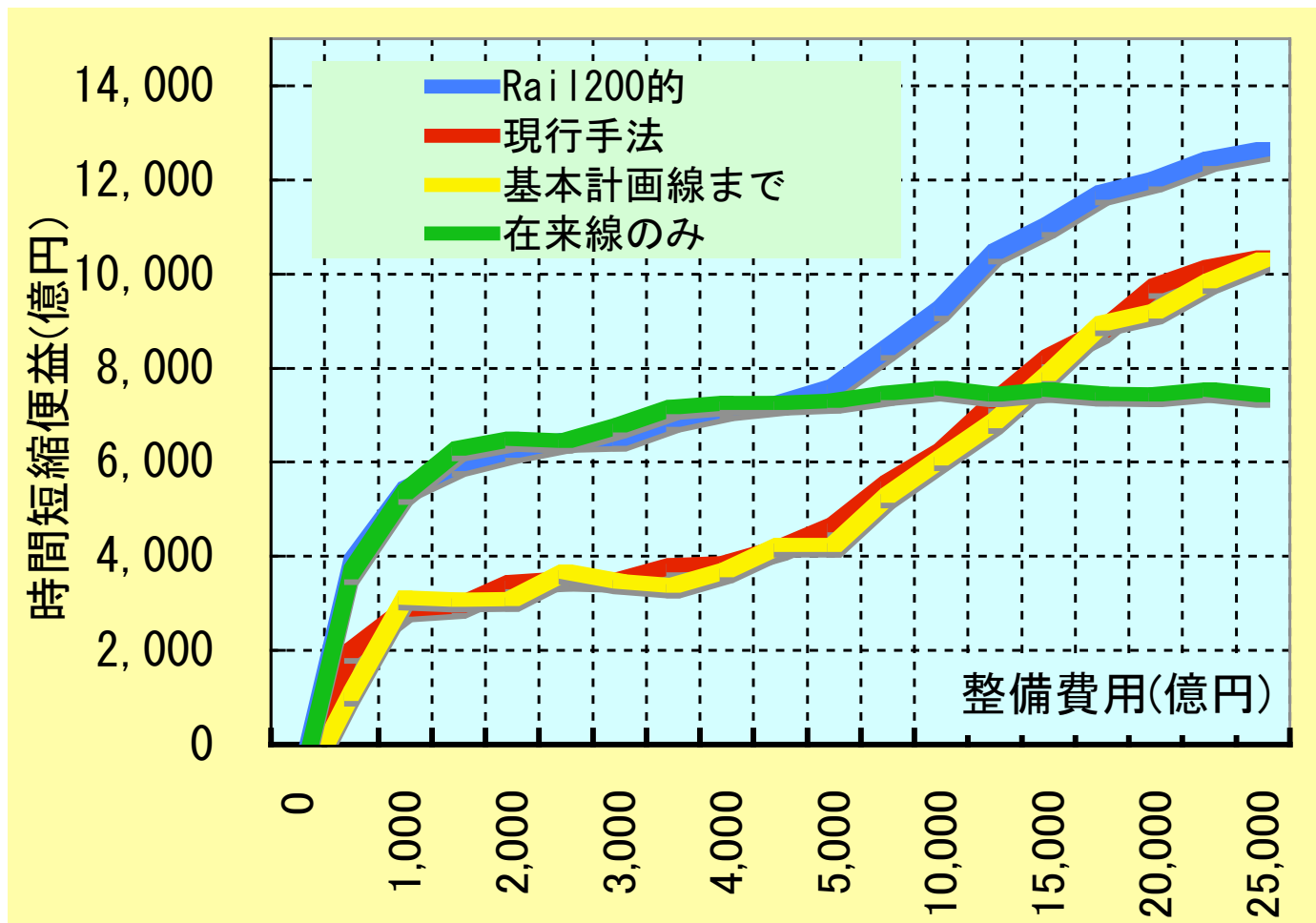
計算結果： 現行の整備方法



計算結果： Rail 2000の整備方法



計算結果：整備手法別 (時間短縮便益)



7. まとめと今後の課題



まとめ

- ◎ ● あらゆる整備手法を採用 + 乗継改善
(Rail 2000的手法)
- ● 在来線改良 + 乗継改善
- △ ● 現行の整備方法 (新幹線建設+速度向上)
+ 乗継改善
- △ ● 基本計画線までに限定 (建設+速度向上)
+ 乗継改善

課題

- 工事単価

- ・ 参考資料に比べて新幹線の単価が下落傾向
- ・ 在来線・新幹線の改良費用のさらなる情報収集

- GAによる最適化

- ・ 等時隔運転でない場合 & 多様な運転形態
- ・ 所要時間最小化の原則（本研究）
 - ・ → 乗継ぎ時間最小化の原則

- 全国的な分析

- ・ 計算に時間がかかりすぎ（最重要課題!）

幹線鉄道整備の基本方針が ネットワーク形成に与える影響の比較分析



波床 正敏
(大阪産業大学)

&

中川 大
(京都大学大学院)