

幹線鉄道ハブシステム構築政策の効果

- Rail 2000 プロジェクトで便利になったか -*

Effects of Building Policy of Trunk Railway Hub System

- Has Rail 2000 Project Made Trunk Railway More Convenient for Users ? -*

波床 正敏**・中川 大***

By Masatoshi HATOKO**, Dai NAKAGAWA***

1. はじめに

(1) Rail 2000 プロジェクト

欧州では移動の効率化とともに温暖化ガス排出削減に対応すべく鉄道重視の政策が実施されているが、その中でも特徴的な政策を実施しているのがスイスである。1987年以降、Rail 2000 という幹線鉄道ネットワークの改善計画が進められ、乗継ぎ拠点となる駅間を30分もしくは60分の倍数よりも若干短い時間で結べるように、高速新線の建設を含む路線改良や、曲線の通過速度を向上させた高性能車両導入、安全な高速走行を実現するための保安装置導入などが実施されている¹⁾。

これにより、列車は、例えば毎時0分と30分の少し前に乗継ぎ駅へ到着し、相互の乗換を可能とすることによって、全体の旅行時間の短縮を図ることが可能となる。

(2) 本研究の目的

本研究では、Rail 2000の実施により、1987年から2005年までの間に、スイス国内の主要都市間の所要時間がどの程度短縮されたか、その構造はどのようなものであったかなどを計測する。

都市間の所要時間の計測にあたっては、期待所要時間などの都市間交通の利便性計測に適した指標を用いた。

2. 分析で用いる指標と分析条件

(1) 主要都市間の利便性計測方法

Rail2000では、乗継ぎ拠点間の所要時間を短縮するだけでなく、運行本数も増大している。このような利便性の変化は、通常の所要時間指標では表現し得ないため、Rail2000のような政策はなかなか定量的な評価がされていない。都市間交通では、都市交通に比べて運行頻度が低く、利用便によって所要時間や経路あるいは乗継ぎ時の

接続の良否が異なることが多く、単純に利用交通機関の乗車時間を合計しても実際の利便性を表現し得ない。

このような所要時間、乗継ぎ、ダイヤ編成などを総合的に表現する指標として、いくつかの指標が提案されており、本研究ではこれら指標を用いて計測することとした。各指標の考え方を以下に示す。

(2) 滞在可能時間

「滞在可能時間」とは、ある都市を一定時刻(例えば午前6時)以後に出発し、一定時刻(例えば深夜12時)以前に到着する場合に目的地において滞在できる時間数のことで、朝夕の都市間交通の利便性を表すことができる。例えば図1のように、Genèveを午前6時以降に出発し、深夜12時までに到着する条件で鉄道によってLuzernを訪れる場合、最大10時間52分滞在することができる。この値が大きいほど、朝夕の都市間交通の利便性が高い。

(3) 期待所要時間と実最短所要時間

2地点間の所要時間は、図2の●点のように、便ごとに求まるが、出発時刻が他の時刻の場合は、次便までの待ち時間が加わり、図中の斜め線のようになる。よって、旅行開始時刻に対する目的地に最も早く着くための所要時間は、図のノコギリ状のグラフとなる。このグラフを均して所要時間相当の指標としたものが「期待所要時間」である。期待所要時間は、各便の所要時間が小さく、運行頻度が高いほど小さな値となり、また各便の所要時間や運行本数が同じ場合でも、団子運転のような実質的な利便性が低い場合には値が大きくなる。実際のダイヤに沿って算出することで、乗継ぎの良否も考慮できる。

図6では、4本の列車のうち列車4の所要時間が最小である。このような乗継ぎを含めた実際の所要時間のうち

*キーワード：鉄道計画，交通網計画，国土計画，Rail2000

** 正員，博士（工），大阪産業大学工学部都市創造工学科
（大阪府大東市中垣内3-1-1，Tel: 072-875-3001 (ex.3722),
E-mail: hatoko@ce.osaka-sandai.ac.jp

*** 正員，工博，京都大学大学院工学研究科
（京都市左京区吉田本町，Tel: 075-753-5138,
E-mail: nakagawa@utel.kuciv.kyoto-u.ac.jp）

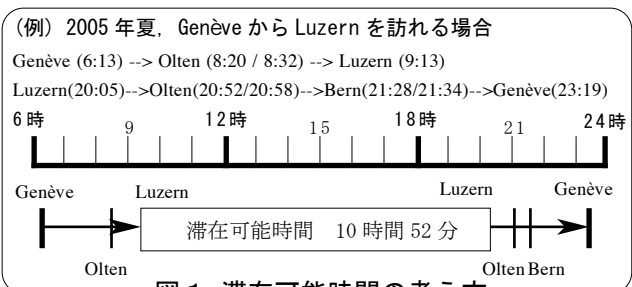


図1 滞在可能時間の考え方

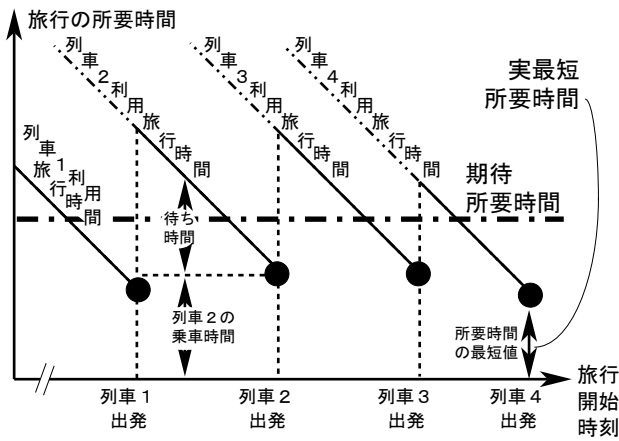


図2 期待所要時間と実最短所要時間の考え方

で、最短値を本研究では「実最短所要時間」と呼ぶこととする。実最短所要時間は、実在する最も乗継ぎの良い場合の所要時間であり、都市間交通の一日を通した利便性全体をあらわしているわけではない。

(4) 仮想最速所要時間と実運行時損失時間

実最短所要時間は実在する最も乗継ぎの良い場合の所要時間であるが、ダイヤ調整によって、さらに時間短縮できる可能性がある。そこで、各路線・各区間ごとの最速便をすべて乗継ぐことができたと仮定し、そのような場合の仮想的な所要時間を「仮想最速所要時間」と呼ぶこととする。仮想最速所要時間は必ずしも実在しないが、経路とする路線の潜在的な最高性能を示す指標である。

また、期待所要時間と仮想最速所要時間の差を「実運転時損失時間」と定義する。この指標は、次の各項目を合計したものであり、走行速度以外の鉄道網の状況を示す指標として採用する。この値が大きい場合、速度以外の要因により実際の利便性が大きく損なわれている。

- ① 先行列車や単線運転の対向列車、駅ホームの制約等により、列車の走行時間を延ばさざるを得なくなる損失（経路変更に伴う迂回等含む）
- ② 出発時利用路線の運行頻度の大小に伴う、列車の平均的な待ち時間に関する損失
- ③ 乗継ぎ時の接続待ちに伴う時間的損失

(5) 指標計算の条件

Rail2000実施に伴うスイスの都市間の利便性変化の計測条件を表1に示した。また、具体的な分析対象都市とそれらを結ぶ幹線鉄道網を図3に示した。この路線網を対象に、1987年と2005年とについて、分析対象都市の全ての組み合わせに対する各指標を計算した。

前章で示した各指標は、全列車の駅ごとの発着時刻をデータベース化する必要があるなど、計算には多大な労力を要する。本研究では、表1に示した市販の時刻表を用いて、スイス国内で運行されている全ての幹線列車のデータベースを構築して計算をおこなった²⁾。

表1 スイスの都市間鉄道利便性計測の条件

年次	・1987年 (Rail2000開始時) および2005年 (近年)
資料	・1987年: Thomas Cook Continental Timetable August 1987 ・2005年: トーマスクック・ヨーロッパ鉄道時刻表'05夏号
ネットワーク	・スイス国内全鉄道線と一部バス、および隣国の一部鉄道線 ・観光鉄道などで冬期運休となる路線を除く ・盲腸線や国外への連絡路線などを除く ・秋期平日に運行されている全列車を対象
計測条件	・期待所要時間を6~21時について計測 ・最低乗継ぎ時間を2分に設定 ・バスと鉄道は乗継ぎ時間最低5分に設定

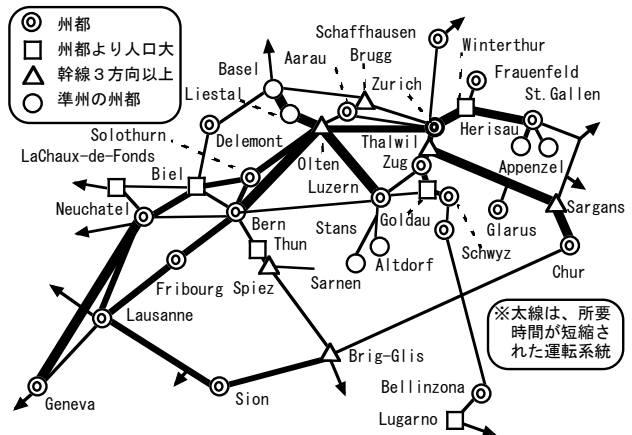


図3 分析対象とした都市および幹線鉄道網(2005)

4. 滞在可能時間の分析

前章のような条件でRail2000開始時の1987年と近年の2005年について、滞在可能時間の変化を計算し、図示したものが図4である。図4は朝6時から深夜12時までの1080分から滞在可能時間を差し引き、さらに半分にして片道あたりの所要時間に換算して図示したものである。

図4によると、1987年から2005年にかけて朝夕の交通状況が改善（滞在可能時間が長くなり、片道あたりの所要時間が減少）した区間が多く（全体の約72%の区間）、片道あたり所要時間が120分減（滞在可能時間が240分増）という区間もある。だが、概ね60分前後の増減の範囲内で大きくばらついているほか、朝夕の交通状況が悪化した区間も全体の約28%あり、この指標から見る限り、朝夕の交通状況が変化したことは確かだが、朝夕の交通状況については、改善されたとまでは言えない。

以上より、Rail 2000は朝夕のごく少数の列車の速度向上や乗継ぎ改善、始発列車や最終列車の時刻の見直しなどをねらった政策ではないことがわかる。

5. 実最短所要時間と期待所要時間の分析

(1) 期待所要時間の変化

図5は分析対象年次間の期待所要時間の変化を図示したものである。図5では、全般的に所要時間が短縮される傾向にある。その幅は1987年の期待所要時間が180分

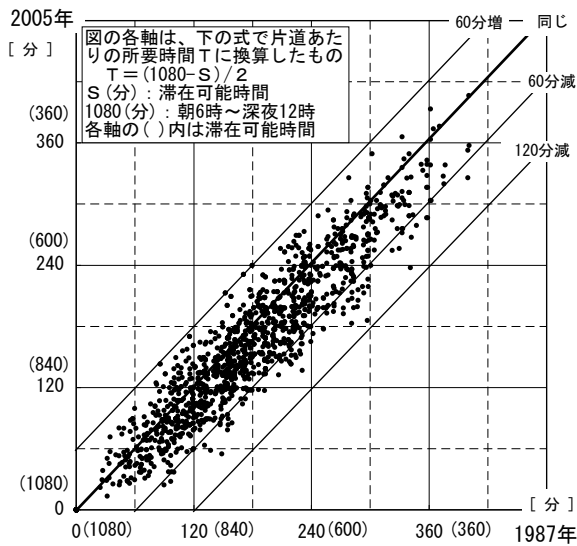


図4 滞在可能時間の変化(片道の所要時間に換算)

程度までの区間で30分程度以下、それよりも遠距離の区間で60分程度以下となっている。逆に、一部区間では期待所要時間の増加もみられる。

図6は区間別の期待所要時間の変化量を15分ずつに区切って分布を調べたものである。図5に対応する「6~21時出発で計測」については、0~15分および15~30分の短縮量となる区間が全体の約3分の2を占めている。30~45分および45~60分の短縮量となる区間も約20%程度あり、短縮量の最大値は106分であった。

いっぽう、期待所要時間が増加した区間数は全体の約13%あるが、該当する区間はZurichからスイス南部のLugarnoなどを經由してイタリア方面に向かうアルプス越えの山岳路線沿線にある都市が関係する区間などであった。例えばこの路線ではゴッタルト基部トンネル(延長57km)が建設中であり、同トンネルの開通にあわせた路線改良が行われ、今後、利便性が改善されると予想される。

Rail2000では、幹線鉄道路線にパターンダイヤが導入されているが、その傾向は特に昼間時に顕著である。昼間時について期待所要時間を計測すると、図6の「10~14時出発で計測」に示されるように、期待所要時間が増加した(減少量が負の)区間は非常に少なくなる。

(2) 実最短所要時間の変化

図7は分析対象年次間の実最短所要時間の変化を図示したものである。図7では、一部区間で120分以上の短縮があったものの、全般的に変化量は小さい。減少量の分布を図示した図8を見ると、全体の41%の区間で短縮量が15分未満である。また、実最短所要時間が増加した区間(短縮量が負)も全体の約28%ある。以上より、Rail 2000は特定の乗継ぎ便の組合わせ(乗継ぎパターン)の速度向上や乗継ぎ改善をねらった政策ではないことがわかる。

6. 仮想最速所要時間と実運行時損失時間の分析

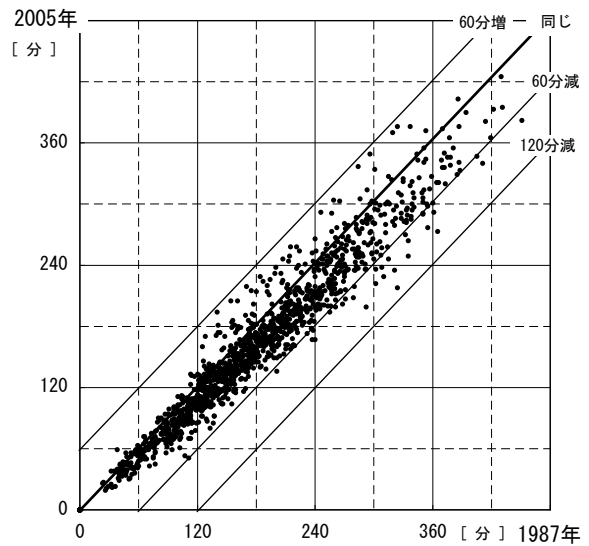


図5 期待所要時間の変化(6~21時出発)

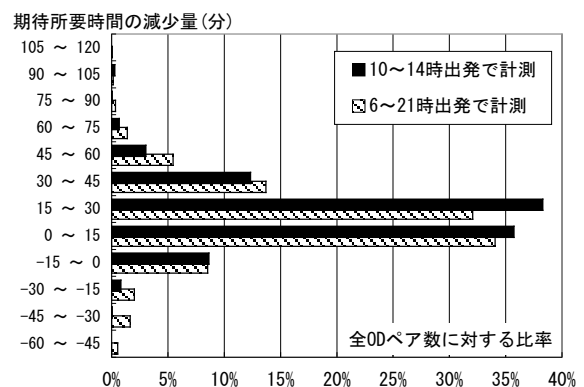


図6 期待所要時間の減少量の分布

(1) 仮想最速所要時間の変化

図9は分析対象年次間の仮想最速所要時間の変化を図示したものである。図9では、若干の時間短縮が行われている区間が多いが、逆に増加している区間もかなりある。図8には仮想最速所要時間についても減少量の分布を図示したが、全体の約57%の区間で短縮量が15分未満である。逆に増加した区間は15分程度までの区間がほとんど(全体の約23%)であり、基本的には仮想最速所要時間に大きな変化はないといえる。なお、増加した区間については、Basel-Olten間の高速新線開業に伴って、乗継ぎ経路が変化したことが影響しているものと考えられる。

以上より、Rail2000は、大幅な列車の速度向上による政策ではなく、基本的には比較的小規模な速度向上によって実現されたものであることがわかる。

(2) 実運行時損失時間の分析

図10は、横軸に1987年から2005年までの実運行時損失時間の減少量を、縦軸に仮想最速時間の減少量を取り、分析対象の全OD区間について示したものである。図中の右下がりの斜め線のうち、原点を通る線を境に、右上は期待所要時間が減少し、左下は増加した領域である。

図示された点のうち、過半数(56.4%)は仮想最速所要時

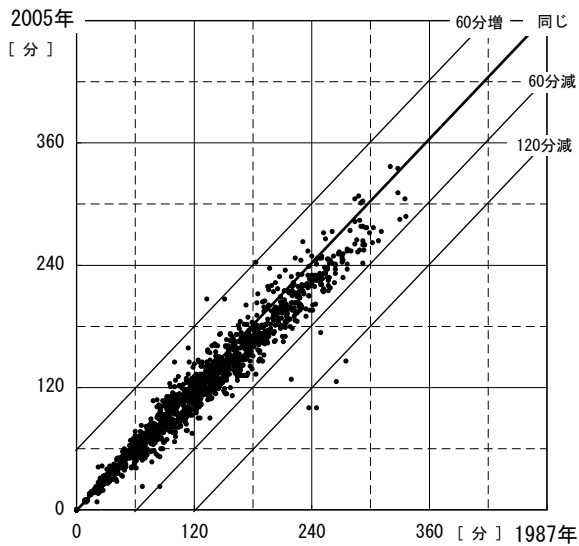


図7 実最短所要時間の変化(6~21時出発)

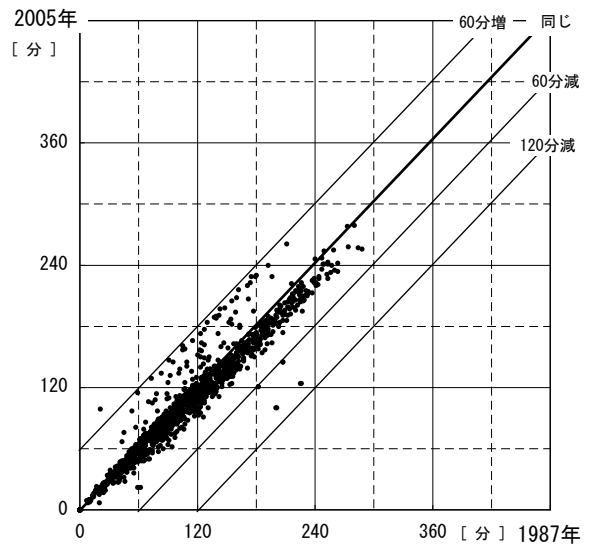


図9 仮想最速所要時間の変化

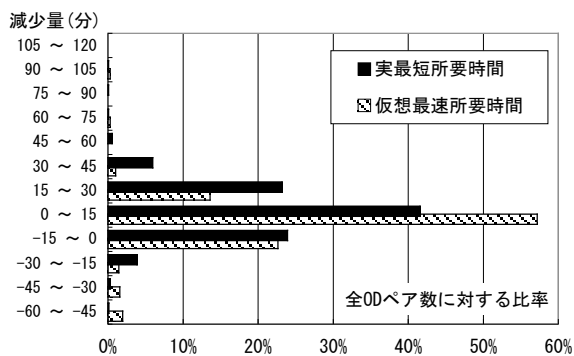


図8 実最短所要時間と仮想最速所要時間の減少量の分布

間の減少(速度向上)と実運行時損失時間の減少(乗継ぎ改善)が同時に行われて期待所要時間が減少した区間である。逆に仮想最速所要時間の増加(速度低下)と実運行時損失時間の増加(乗継ぎ悪化)が同時に生じた区間(右下の領域)は少なく、全体の3.7%に過ぎない。

仮想最速所要時間が減少(速度向上)するいっぽうで実運行時損失時間が増加(乗継ぎ悪化)した区間(左上の領域)は全体の15.9%であったが、このうちの半数程度の区間で期待所要時間が増加している。逆に仮想最速所要時間が増加(速度低下)したものの実運行時損失時間が減少(乗継ぎ改善)した区間(右下の領域)は全体の24.0%であったが、このうちの約9割の区間において期待所要時間が減少している。

7. 分析結果のまとめ

Rail2000は、一日を通しての都市間交通の利便性を表現する期待所要時間の改善に明確な影響を与え、特に昼間時の規則的な運行ダイヤが実現されている時間帯における改善が顕著であった。

朝夕の利便性を表現した滞在可能時間や少数の特定の乗継ぎパターンの利便性を表現した実最短所要時間につ

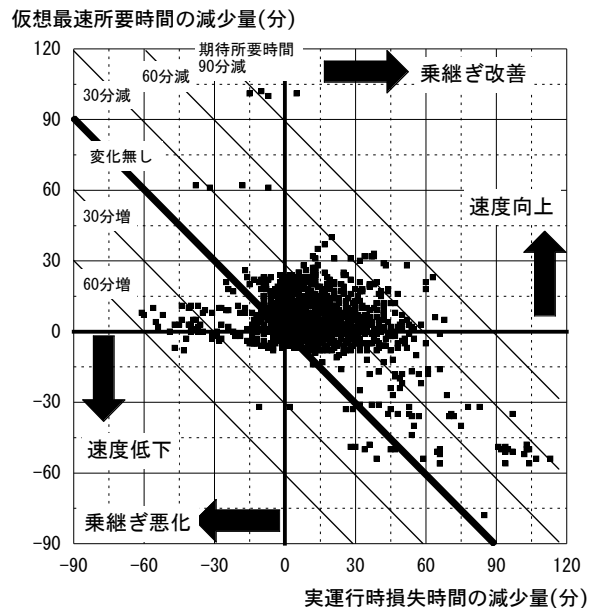


図10 期待所要時間の変化量('87→'05)の構成

いては、改善の傾向はあるものの明確ではなかった。

期待所要時間の改善を詳しく分析すると、仮想最速所要時間と実運行時損失時間の改善が同時に行われている区間が多かった。どちらか一方が改善された区間については、実運行時損失時間の改善だけが行われた区間については、大部分が期待所要時間が改善されたものの、仮想最速所要時間の改善だけが行われた区間では、期待所要時間が改善されたのは半数程度である。

【参考文献】

- 1) SBB:Rail 2000 - A Public Transport Network for the Third Millennium, <http://mct.sbb.ch/mct/en/bahn2000-summary.pdf>
- 2) 波床正敏・中川大:「公共交通利用における都市間の所要時間指標算出システム」土木情報システム論文集 Vol. 7, pp. 169-176, 1998