

◆ 報 文 ◆

一般化時間による交通結節点の乗り換え利便性の評価手法

諸田恵士* 塚田幸広** 河野辰男***

1. はじめに

自動車へ過度に依存している現在の交通に対して公共交通の利用促進を図るうえで、複数の交通機関の間で乗り換えが生じる交通結節点が果たす役割は非常に大きい。したがって、交通結節点における乗り継ぎの利便性は、マルチモーダル交通体系を実現させるためにも重要な要素である。

人の乗り継ぎ行動に着目した場合、交通結節点での移動は歩行で行われ、基本的要件としてより短時間に快適に行われることが望まれている。しかし、近年の交通結節点整備は施設の分散化や周辺施設との連絡や立体配置によって移動距離が増加する傾向にある。また、バリアフリーあるいは情報提供施設の配置等の整備内容の多様化が見られ、乗り換え利便性評価を行う際に単純な移動距離のみの評価では不十分な場合が見られる。

本稿では交通結節点として鉄道駅を取り上げ、上下移動等に伴う肉体的負担感に加えて、心理的負担感も移動時間換算した「一般化時間」による乗換え利便性の評価方法を提案するとともに、2駅での改善事例の評価結果を紹介する。

2. 一般化時間とは

乗り換え利便性に関する一般的な評価としては、階段やエスカレータによる上下移動などの様々な乗り換え行動に対して乗り換えコストとして時間評価値を与え一般化を行った研究がある¹⁾。また、飯田らは、鉄道駅の乗り換え行動において水平通路歩行に伴う移動負担感を基準とした等価時間係数を設定し、エレベータ、階段上り・下り、エスカレータ上り・下り等の移動手段間で比較するための基準化を行った²⁾。等価時間係数の設定にあたっては、心理的負担まで含んだ選好状況を把握するためにアンケート調査を実施した。この等価時間係数を実所要時間に乗じることにより移動時間が一般化され、これを「一般化時間」とし、移動経路ごとに乗り換え利便性の定量化を行った。本研究で評価に用いる指標は、この「一般化時間」

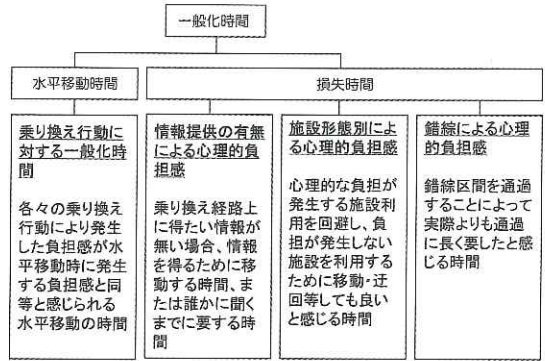


図-1 一般化時間の考え方

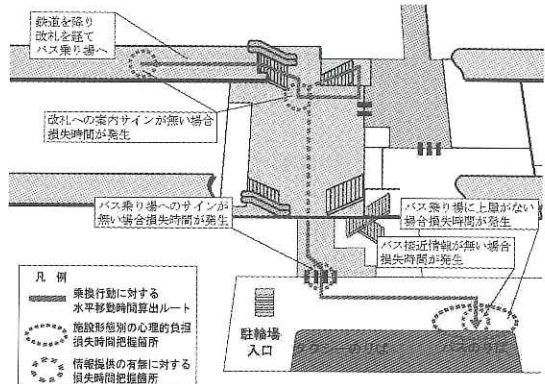


図-2 乗り換え経路内各行動要素の一般化時間の捉え方

の算定手法を参考に設定する。

本調査で提案する一般化時間は水平移動時間と損失時間から構成されるものとし、個々の乗り換え経路に対する一般化時間は次式のとおりに示される(図-1)。

$$G(\text{一般化時間}) = W \times T + I \quad (1)$$

水平移動時間 損失時間

ここで、 W は行動要素・属性別に一般化時間に換算するための係数(等価時間係数)、 T は行動要素・属性別の所要時間を示し、これらを掛け合わせたものを水平移動時間換算値とした。また、 I を情報提供の有無、利用施設の形態等による損失時間とした。

水平移動時間については前述した飯田らの研

Evaluation Method for Traffic Terminal Based on Generalized Time

究²⁾を参考に移動手段別に等価時間係数を設定し、乗り換え行動に伴う肉体的負担並びに心理的負担を加味して移動時間の一般化を行う。また、損失時間については情報提供の有無、施設形態、錯綜区間の通過に伴う心理的負担の時間換算を行う。

乗り換え経路の一般化時間による評価対象は、基本的に鉄道のホームから別路線やバス、タクシー等の他の交通機関への乗り換えに関わる移動とし、経路案内やバス接近情報があるべきところがない場合や上屋がない待ち空間施設等による心理的負担を時間換算する(図-2)。

3. 等価時間係数および損失時間の設定

3.1 等価時間係数、損失時間の設定方法

移動形態別(水平移動、上下移動、立位、座位)での等価時間係数の設定、並びに情報提供や施設利用形態の違い、錯綜空間の通過に関わる損失時間は、利用者に対するアンケート調査で求めた。

3.1.1 移動手段別の等価時間係数の設定

等価時間係数の設定は図-3に示すように、基準の水平歩行による移動時間との比較から、対象とする移動手段(階段上り)での選好意識の限度時間の選択率が50%となる点(中央値)を等価とし、水平歩行時間との比を等価時間係数とした。

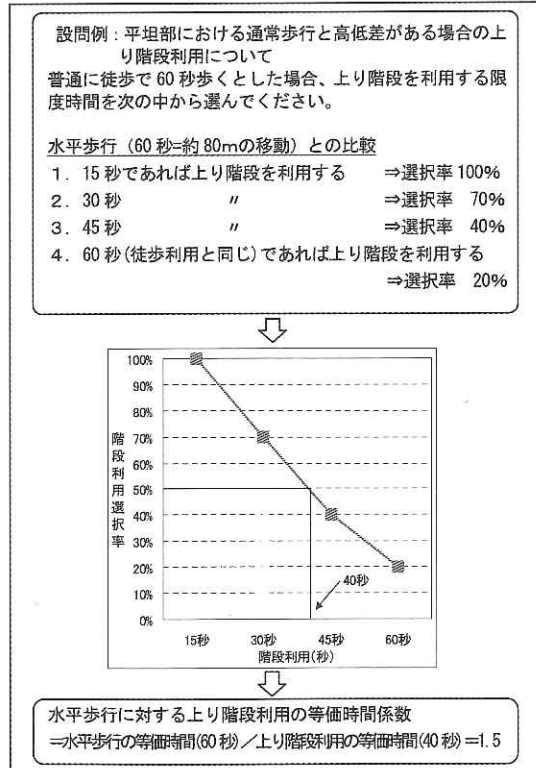


図-3 等価時間係数の設定方法

3.1.2 情報提供の有無、施設利用形態の違いによる心理的負担の時間換算

情報の有無による損失については、例えば経路案内情報がない場合に駅員等聞くまでの時間についてアンケート調査を行い、図-3と同様に選択率が50%となる点を情報がないことによる心理的負担(損失時間)とした。

また、施設形態の違いによるものとしては上屋がないタクシー・バス乗場で雨天時にどの程度離れた距離まで雨宿りに行くのかをアンケート調査を行い、同じく選択率の中央値となる点を取り、損失時間とした。

3.1.3 錯綜による心理的負担感の時間換算

錯綜に関する心理的負担の捉え方については、評価対象となる経路のうち、歩行者錯綜が見られる空間を対象に、歩行者密度を計測し、歩行者錯綜形態別(進行方向垂直型、進行方向対面型)に下式により損失時間の算定を行った³⁾。

$$I \text{ (錯綜区間の心理的負担(損失時間))} = l \times L \text{ (2)}$$

ここで l は錯綜区間を移動する際に感じる単位 m あたりの心理的負担値(秒/ m)、 L は評価対象となる歩行者錯綜空間の距離とする。

l の取得については錯綜区間を通過した人を対象に、その区間の通過に要したと感ずる時間に関してヒアリング調査を行い、下式より算出した。

$$l \text{ (移動に伴う単位} m \text{あたりの心理的負担)} = \frac{l_e - l_{re}}{L} \text{ (3)}$$

ここで l_e は評価対象とした歩行者錯綜空間の距離 L (m)を移動する際に被験者が感じたロス時間、 l_{re} は L (m)を移動する際に実際に発生しているロス時間とする。なお、歩行者錯綜による心理的負担を考慮する目安として、 0.6 人/ m^2 程度以上とする。

3.2 等価時間係数、損失時間の設定結果

前項のとおり調査を実施し、属性別の各移動手段の等価時間係数および損失時間を求めた一例を表-1に示した。等価時間係数は水平移動時間を基準としているため、水平移動は 1.0 である。被験者数については無作為抽出による許容誤差 10% に基づき、標本数 96 を目標に調査を実施した。

なお、利用者属性は通勤目的、高齢者自由目的、非高齢者自由目的、業務目的の4分類とした。

表-1 属性別移動形態別等価時間係数

移動形態	属性			
	出動目的	高齢者 自由目的	非高齢者 自由目的	非高齢者 業務目的
①移動形態別の等価時間係数				
水平移動	1.0	1.0	1.0	1.0
階段上り	1.6	1.6	1.8	1.3
階段下り	1.5	1.1	1.2	1.4
エスカレータ上り(乗ったまま)	1.1	1.0	1.3	1.0
エスカレータ上り(歩いて利用)	1.7	1.4	1.9	1.3
エスカレータ下り(乗ったまま)	0.9	0.6	0.8	0.9
エスカレータ下り(歩いて利用)	1.3	0.8	1.1	1.3
シェルター付き歩道の水平移動	0.4	0.4	0.4	0.4
②情報提供の有無に関する損失時間				
移動に関する情報 取得時の損失時間	—	9秒	26秒	17秒
接近情報取得の為の 損失時間(移動距離)	26秒	27秒	26秒	25秒
③施設形態により発生する損失時間				
上屋が無い待ち空間の 心理的負担	7秒	12秒	15秒	8秒
P&R 駐車場等の立体利用 に関わる心理的負担	34秒	25秒	31秒	27秒
C&R 駐車場等の立体利用 に関わる心理的負担	14秒	—	16秒	17秒
K&R スペースが不足する ことによる心理的負担	39秒	39秒	41秒	41秒
④錯綜区間に伴う単位mあたりの損失時間				
進行方向垂直型の錯綜空間 通過に伴う心理的負担	0.4秒/m	0.4秒/m	0.4秒/m	0.8秒/m
進行方向対面型の錯綜空間 通過に伴う心理的負担	0.6秒/m	0.6秒/m	0.6秒/m	1.0秒/m

4. 一般化時間による交通結節点の評価事例

4.1 JR浜松町駅構内における路線間の乗り換え

4.1.1 結節点の概要

交通結節点の改善事例として浜松町駅のJRと東京モノレールとの乗換行動を取り上げる。浜松町駅は、東京都港区に位置しており、東京モノレールは羽田空港と結んでいるため、飛行機利用者にとっては、重要な乗換拠点として機能している。2003年にJRと東京モノレールの連絡通路が開設されて乗り換え利便性が改善され、利用しやすい結節点となった。

同駅における連絡通路の整備前はJR改札からモノレール改札への移動には階段やエスカレータを使い、上下移動をしなければならず、かつ乗り換える利用者と駅の外へ向かう利用者等と同じ経路を進まなければならず、階段部等で錯綜が生じていたが、整備後は水平移動のみで乗換可能となり、錯綜も解消された。

同駅におけるJRとモノレールの乗換えに伴う一般化時間を算出した結果を図-4に示す。取得した乗り換え行動別の一般化時間の内訳について

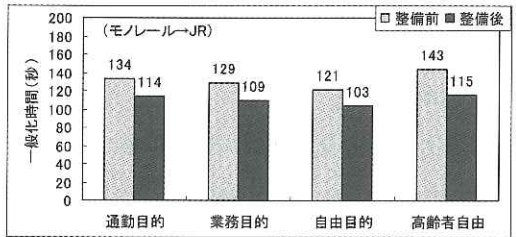
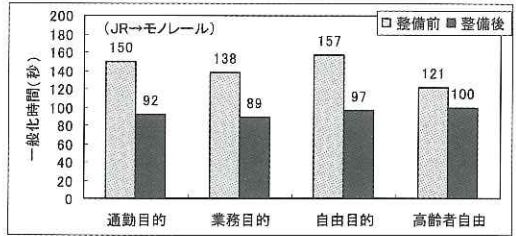


図-4 浜松町駅の整備前後による一般化時間の比較

は図-5に示す。

4.1.2 浜松町駅の整備効果の把握

①整備前後の評価値比較

浜松町駅における主な乗り換え経路であるJR→モノレール、モノレール→JR間の整備前後について移動距離から所要時間を推定し、評価値の比較を行った。その結果、いずれの経路とも一般化時間は整備前よりも小さくなっており、乗り換え環境の改善効果が現れていることがわかる。

なお、一般化時間の低減量としては、モノレール→JRよりもJR→モノレールの乗り換えの方が大きくなっている。これは整備された連絡通路が一方通行であるため、実移動時間短縮量の違いが大きく影響しているものと考えられる。

②整備により低減された損失額

浜松町駅における通勤定期利用者の乗り換え利用者数をもとに、乗り換え行動により発生している損失額を時間価値から算出し、整備効果を確認する。

なお、浜松町駅における通勤目的(定期利用者)の乗り換え者の状況は平成7年大都市交通センサデータによると対象となるJR-モノレール間において28,425人/日・往復(14,213人/日・片道)となっている。

ここで損失額の算出式は以下のとおりである。

$$\text{乗り換え損失の低減額} = (N \times T_{\text{整備前}} \times a) - (N \times T_{\text{整備後}} \times a) \quad (4)$$

Nは乗り換え経路別・属性別の利用者数(人/日)、Tは一般化時間(秒/人)、aは時間価値原単位(円/秒)を示す。乗り換え利用者数は上記

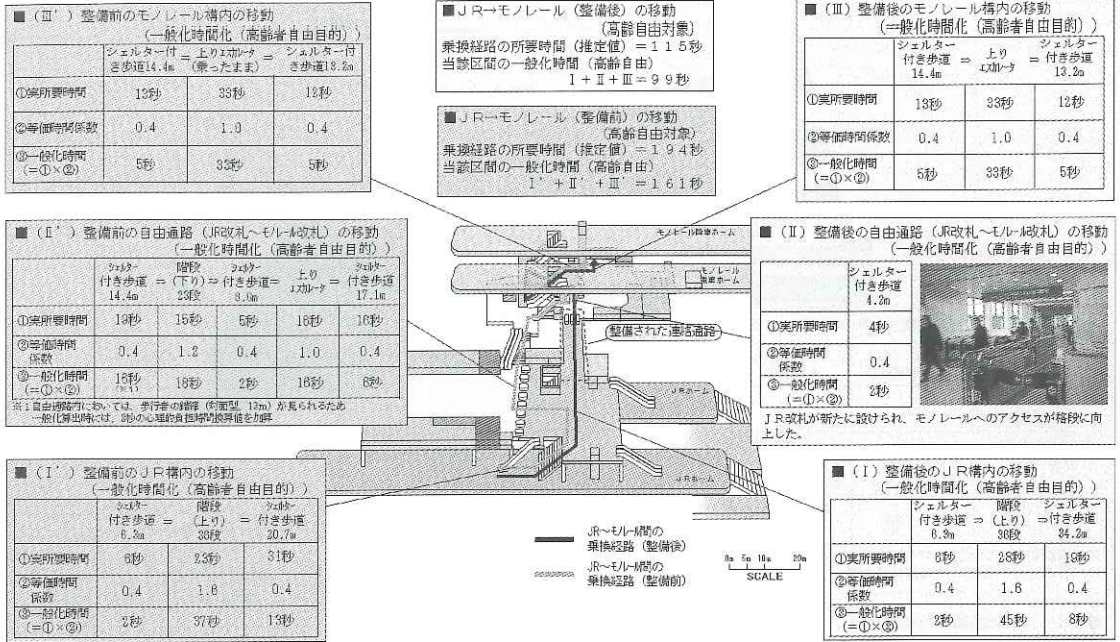


図-5 JR浜松町駅における乗り換えに伴う一般化時間

のとおり大都市交通センサスデータより設定し、時間価値原単位は0.81円/秒・人(48円/分・人)とした⁴⁾。

浜松町駅における通勤目的を対象とした乗換行動により発生する損失額は、整備前後で図-6のとおりであり、これらの差分が整備により解消された損失額となる。その結果、JRとモノレール間の乗換においては、整備された現在から見ると、全通勤利用者で1日当たり90万円程多く損失額が発生していたことになり、今回の整備により大幅な損失額の改善が図られたことになる。

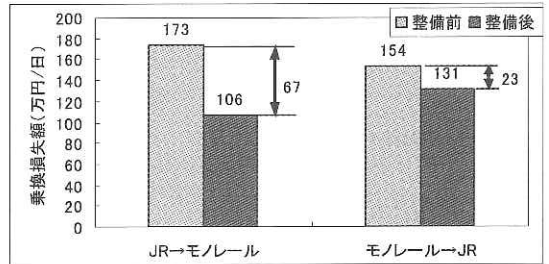
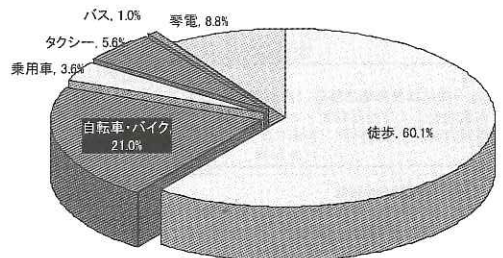


図-6 浜松町駅整備に伴う乗り換え損失額の低減(通勤目的)

4.2 高松駅の駅前広場施設への乗り換えに関する一般化時間

4.2.1 結節点の概要

高松駅は1日あたりの乗降客数は2.7万人(平成13年度)であり、背後には国の出先機関等の官公庁施設、民間企業の支店等が多く立地し、通勤で利用する人が多い。また、周辺には住居も多いため、端末交通としては図-7に示すとおり徒歩が6割を占める。次いで自転車・バイク利用が多く、2割を占め、駅前広場に設けられている施設の中では、駐輪場の利用率が最も高い。現在の駅舎及び駅前広場は2001年5月から使用されており、ホームから駅前広場の各施設への移動は水平移動のみで乗り換えが可能となっている。



資料)高松都市圏新都市OD調査

図-7 高松駅の端末交通手段の状況

への乗り換え経路について図示したものが図-8、図-9である。また、図中に改札から自転車駐輪場と改札から乗用車乗降場の移動に関する一般化時間について示した。

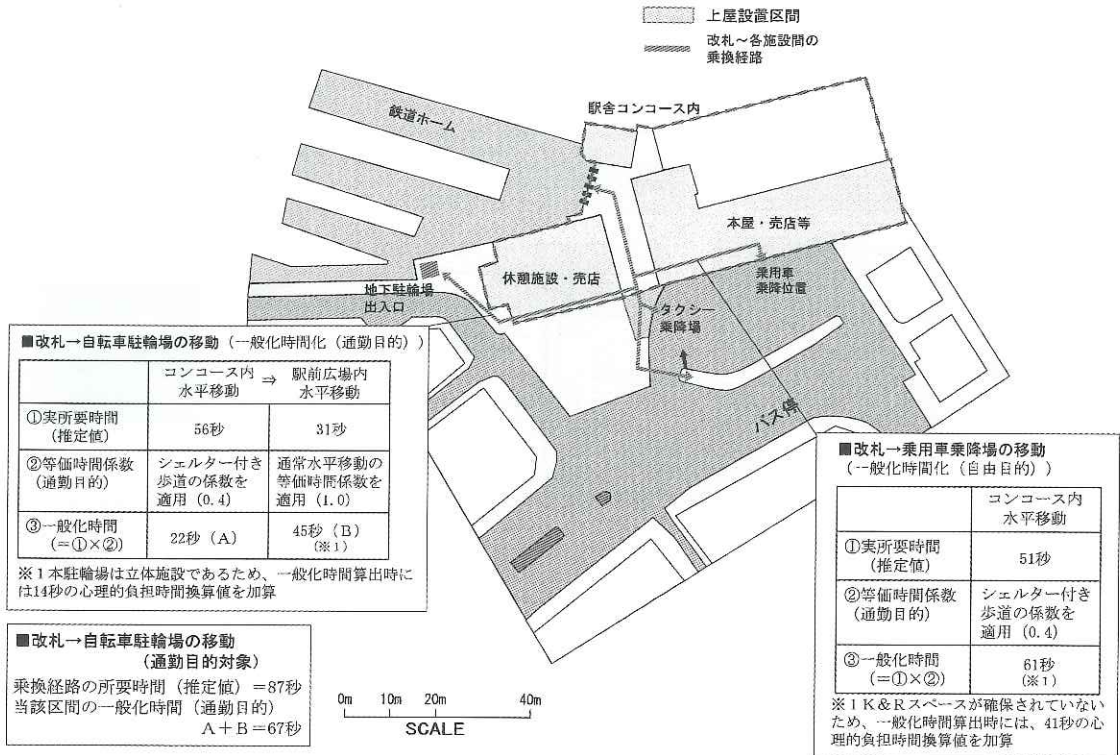


図-8 整備前の高松駅の状況

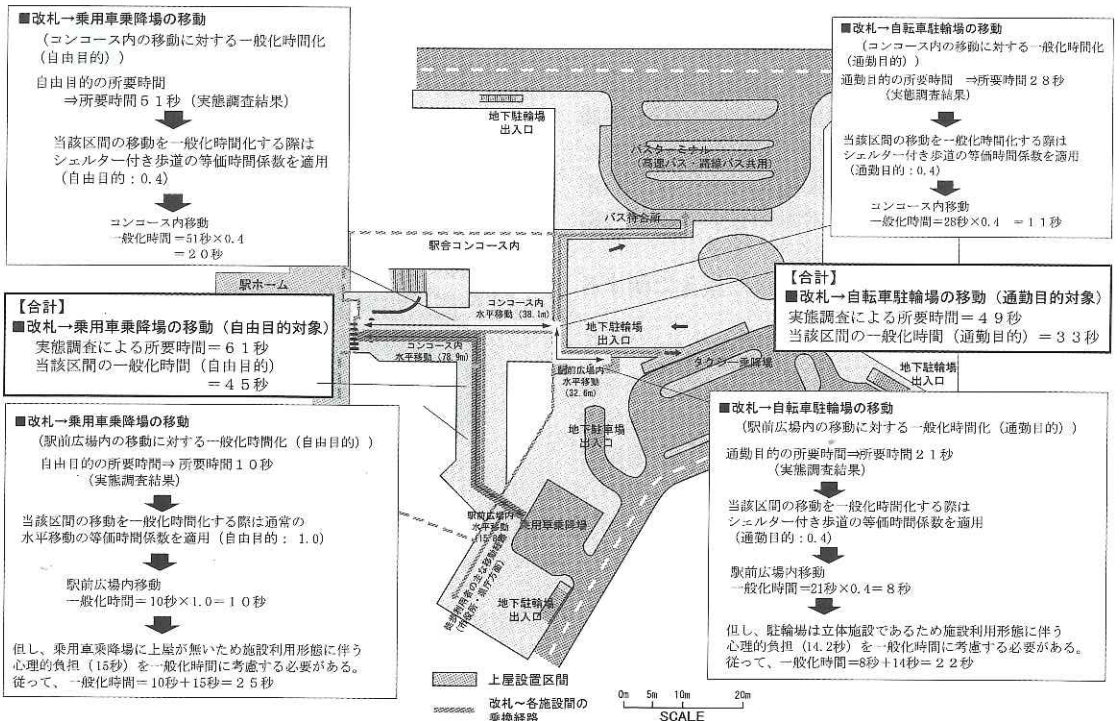


図-9 整備後的高松駅の状況

4.2.2 高松駅の整備効果の把握

図-10はバス、タクシー、自転車、乗用車各々の一般化時間を4つの属性で平均した値から高松駅の整備前後における各乗り換え経路の評価値を比較すると、バスについては乗り換え環境の変化は見られなかったが、端末交通手段として利用者の多い自転車駐輪場への乗り換え経路における一般化時間が大きく短縮されている。整備後に地下駐輪場入り口が駅前広場の中央に設置されたためである。また、乗用車利用については、未整備時には乗降用専用スペースがなかったため負担感として大きく現れていた評価値に対し、整備後は専用スペースが設けられたため、評価値は大幅に改善されている。一方、タクシー乗降場については、整備前には改札に最も近い位置に設けられており、かつ動線上に上屋もあるなど、乗り換え環境が良好であったため、整備後の方が一般化時間が大きくなっている。

これらの駅前広場施設全体を視野に入れた場合に一般化時間を用いると、整備前にはタクシーの乗り換え利便性が偏重されていた施設配置が、整備後はどの交通手段とも公平にバランスよくるように施設配置がなされた駅前広場となったと評価できる。

5. まとめ

本稿では交通結節点の乗り換え機能に関する評価手法の紹介と駅整備における評価の事例について報告した。評価手法については一般化時間を採用し、利用者アンケートに基づき等価時間係数を設定した。また、整備事例として浜松町駅、高松駅を取り上げ、一般化時間による乗り換え利便性の評価手法を適用した結果、乗り換え行動に伴う肉体的負担だけでなく心理的負担も時間換算し整備前後での比較を行い、整備効果を明確にすることができた。

今後は本評価手法について、事例を含めてわか

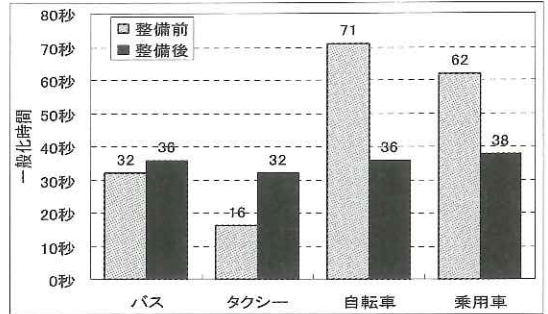


図-10 高松駅における改札から各駅前広場施設への乗り換え一般化時間

りやすく解説したマニュアルを作成し、駅前広場整備等の計画・立案で活用されるよう普及活動を行う方針である。

参考文献

- 1) 佐藤寛之、青山吉隆、中川 大、松中亮治、白柳博章：都市公共交通ターミナルにおける乗換抵抗の要因分析と低減効果による便益計測に関する研究、土木計画学研究・論文集 Vol.19, No.4, pp.803-812, 2002. 10.
- 2) 飯田克弘、新田保次、森 康男、照井一史：鉄道駅における乗換行動の負担度とアクセシビリティに関する研究、土木計画学研究・講演集 No.19 (2), pp.705~708, 1996. 11.
- 3) 高柳英明、佐野友紀、渡辺仁史：A202 歩行者領域モデルを用いた群集流動効率の可視化、可視化情報全国講演会(札幌2000) 論文集 Vol.20, Suppl. No.2, pp.57-60, 2000.
- 4) 国土交通省道路局、都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル、2003. 8.
- 5) 加藤浩徳、芝海 潤、林 淳、石田東夫：都市鉄道における乗継利便性向上施策の評価手法に関する研究、運輸政策研究 Vol.3, No.2, pp.9-20, 2000.
- 6) (社)日本交通計画協会編：駅前広場計画指針、技報堂出版, 2000. 2

諸田恵士*



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室研究員
Keiji MOROTA

塚田幸広**



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室室長
Yukihiro TSUKADA

河野辰男***



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室主任研究官
Tatsuo KONO