東広島バイパス整備を対象とした旅行時間信頼性に対する分析

山本　航[1]・臼田　鉄也[2]・塚井　誠人[3]

[1]正会員　株式会社長大　計画事業部　計画 5 部（〒730-0017 広島県広島市中区鉄砲町 7-18）
E-mail: yamamoto-w@chodai.co.jp

[2]非会員　株式会社長大　計画事業部　計画 5 部（〒730-0017 広島県広島市中区鉄砲町 7-18）
E-mail: usuda-t@chodai.co.jp

[3]正会員　広島大学大学院先進理工系科学研究科（〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1）
E-mail: mtukai@hiroshima-u.ac.jp (Corresponding Author)

バイパス整備による代表的な効果は旅行時間短縮だが，地域交通ネットワークとしての容量拡大や自動車専用道路化による旅行時間信頼性の向上もみられる．後者の算出には旅行時間分布を作成する必要があるが，対象区間を全て走行するプローブカーデータが十分な時空間密度で得られることは稀なため，データ集計上の工夫が必要となる．本研究では，令和 5 年 3 月に開通した東広島 BP を走行する車両の ETC2.0 データを用いて，旅行時間の信頼性に関する分析を行う．具体的には，複数台車両の短区間の旅行時間を合理的に接合して区間旅行時間を算出するタイムスライス法を用いる．同手法から得られる旅行時間は，実際の車両走行履歴ではないため，算出する旅行時間の精度確保に留意した手法開発を行うとともに，同区間の代替路となる山陽自動車道区間の旅行時間を含めた旅行時間信頼性を検討する．

Key Words: *タイムスライス法, ETC2.0, 選択可能経路*

1. はじめに

道路整備の 3 便益は，旅行時間短縮，走行費用削減，および交通事故削減とされる．これらは，事業評価マニュアルに基づいて金銭換算されたのちに便益計上される．一方で旅行時間信頼性は，地域交通ネットワークの容量拡大や自動車専用道路化による交通円滑化効果として言及されることはあっても，それが便益として計上されることはない．旅行時間信頼性の便益計上には，たとえば時間価値のような換算原単位が必要になるが，これを合理的に扱う上では，実務的に解決すべき課題が複数ある．

バイパス事業の実施によって地域道路ネットワークの容量が拡大して旅行時間が短縮しても，経路サービス水準の信頼性指標である旅行時間の標準偏差は，小さくなるとは限らない．たとえば平均 60 分，標準偏差 10 分の区間にバイパスが追加され，平均 45 分，標準偏差 15 分となったとする．この区間の時間短縮便益は明らかだが，旅行時間の信頼性は向上したのだろうか？　この例が示すように，旅行時間の信頼性は旅行時間の期待値と独立ではなく，標準偏差の変化は自明とは言えないため，旅行時間そのものほど，簡単に議論できない．道路交通の旅行時間信頼性に関する研究は多数の事例がある[1)-3)]．若林ら[4)5)]は，各種旅行時間信頼性指標値の比較分析を行った．このうち，95 パーセンタイル旅行時間と平均旅行時間の差と，平均旅行時間の比で定義される Buffer Time Index（BTI）を複数の道路で比較した際，指標の構造上「平均旅行時間からの変動」が同じであれば，平均旅行時間が小さい道路の方が，BTI 値が大きく算出されるため，旅行時間信頼性が低くなるという問題点を指摘している．

旅行時間信頼性の算出には，データ処理に関する課題もある．ある区間の標準偏差を求めるには，当該区間の旅行時間分布を作成する必要があるが，対象区間を全て走行するプローブカーデータが十分な時空間密度で得られることは稀なため，データ集計上の工夫が必要となる．

本研究では，地域の道路 NW の交通容量が増加した事業として，令和 5 年 3 月に開通した東広島バイパスに着目して，同区間を走行する車両の ETC2.0 データを用いて旅行時間信頼性について，分析を行う．具体的には，複数台車両の短区間の旅行時間を合理的に接合して区間

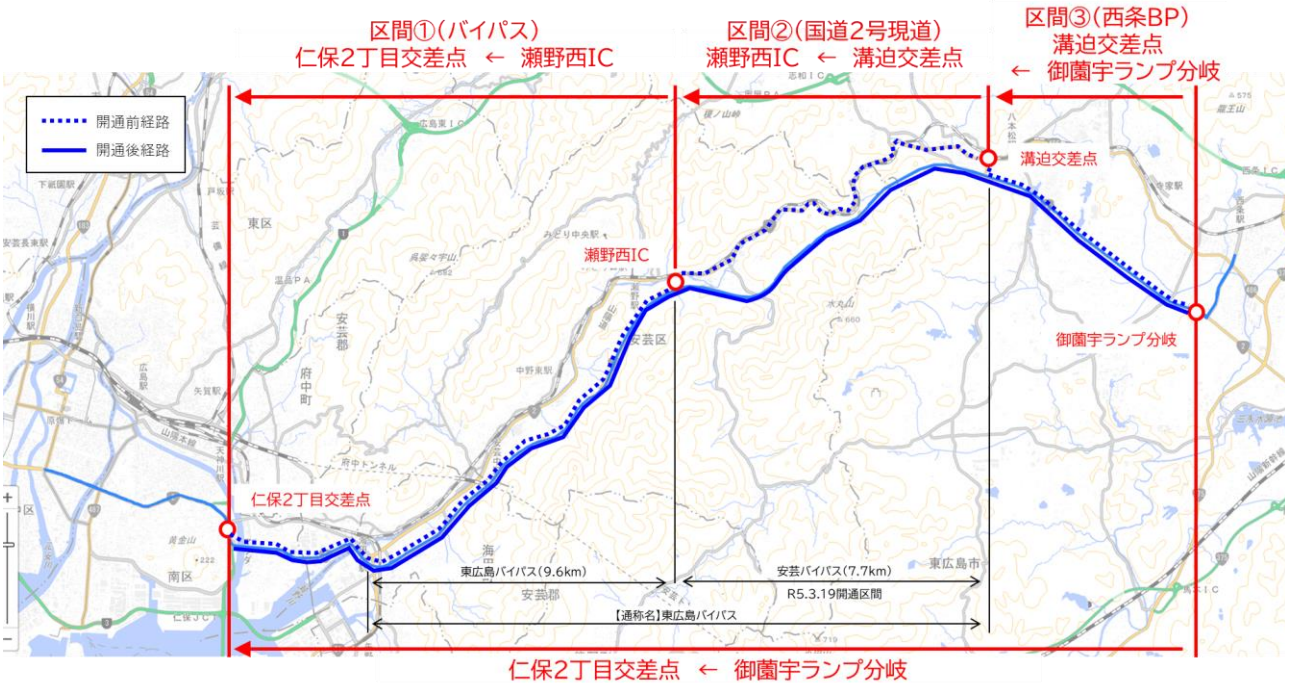


図-1　東広島 BP と分析対象区間

旅行時間を算出するタイムスライス法の適用を検討する．なお同手法から得られる旅行時間は実際の車両走行履歴ではないため，算出する旅行時間の精度に留意する．

2.　東広島バイパス開通前後の旅行時間比較

(1)　対象区間の選定

分析に先立って，令和 5 年 3 月に開通した安芸バイパス区間を含む東広島バイパス周辺道路の旅行時間を，ETC2.0 データを集計して算出する．当初東広島 BP は，山陽自動車道志和インターから広島インターを経て，国道 54 号を経由して国道 2 号の広島市中区広島市役所前交差点に至る経路の，代替路となることを想定していた．ところが予備分析より，山陽自動車道について，長期にわたって，ETC2.0 データが欠損していることが分かった．欠損理由をデータ管理者に問い合わせたところ，路側データ収集システムに不具合があり，予定していた山陽自動車道を含む経路の分析を見送ることとした．

そこで改めて検討した結果，東広島 BP を含む御薗宇ランプ分岐→仁保 2 丁目交差点の区間を対象とした．分析期間は，東広島 BP 開通時期に合わせて開通前を令和 4 年 4 月～6 月（平日），開通後を令和 5 年 4 月～6 月（平日）とした．なお本論文で用いる「東広島 BP」は，東広島 BP と安芸 BP の両区間の通称名である「東広島 BP」を指す．なおこの区間の代替経路は，八本松西 IC～一貫田～瀬野西 IC～海田ランプを経由する経路とした．

なおタイムスライス法では，全体を区分した区間走行車両の走行時間分布を算出するが，以下では比較のために，対象区間全体を走行した車両を抽出した．

(2)　区間全体の時間信頼性指標

図-1 に対象区間を示す．安芸バイパス開通前の区間①は，東広島 BP から瀬野西 IC（一貫田交差点）を経て現道 2 号を八本松西ランプまで走行する．東広島 BP 開通後は，東広島 BP と安芸 BP の全体，すなわち御薗宇ランプ分岐から仁保 2 丁目交差点の全区間を走行する．図-2 に開通前後の平均旅行時間を示す．

同図において，図各時間帯の上側（橙）は開通前を，下側（緑）は開通後の平均旅行時間を示している．開通前の朝 7 時台の平均旅行時間は 57.1 分に対して，開通後は 41.1 分となっており，16.0 分の改善がみられた．また，夕方 17 時台においても，開通前が 49.6 分，開通後が 31.9 分であり，17.7 分の改善がみられた．これらは，開通前の平均旅行時間の約 3 割に相当する．東広島 BP 開通により，1 日の中で旅行時間が大きい朝夕ピーク時間帯において，大幅な改善効果が確認できる．

図-3 に開通前の 5 パーセンタイル旅行時間及び 95 パーセンタイル旅行時間を示す．また，図-4 に開通後の 5 パーセンタイル旅行時間及び 95 パーセンタイル旅行時間を示す．開通前に着目すると，95 パーセンタイル旅行時間は 7 時台が最も大きく 78.8 分，次いで 17 時台の 76.7 分であった．また，17 時台における，平均旅行時間，95 パーセンタイル旅行時間の差は約 30 分であった．一

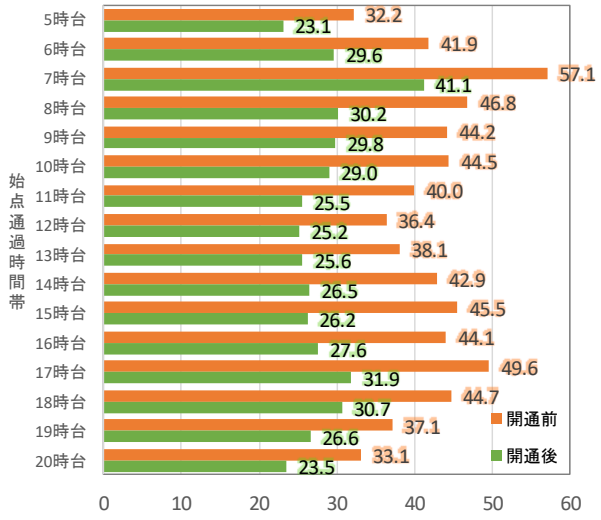


図-2 御薗宇ランプ分岐→仁保 2 丁目交差点の平均旅行時間（分）（左：開通前，右：開通後）

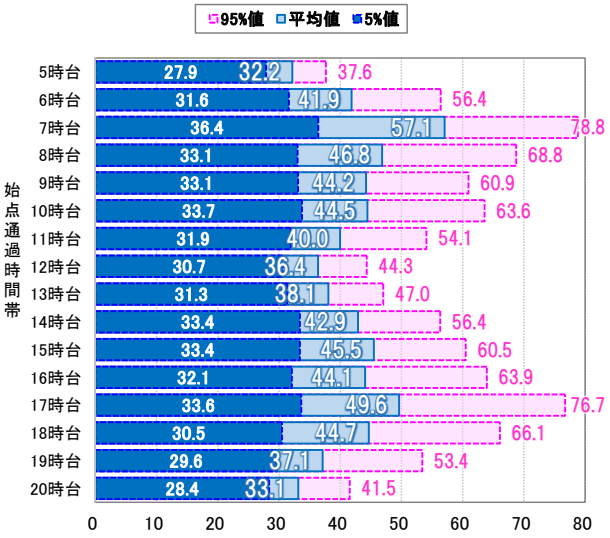


図-3 御薗宇ランプ分岐→仁保 2 丁目交差点の旅行時間の標準偏差（開通前）

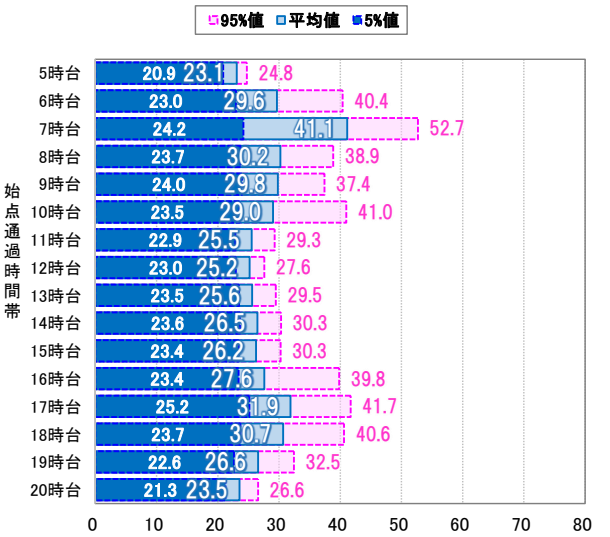


図-4 御薗宇ランプ分岐→仁保 2 丁目交差点の旅行時間の標準偏差（開通後）

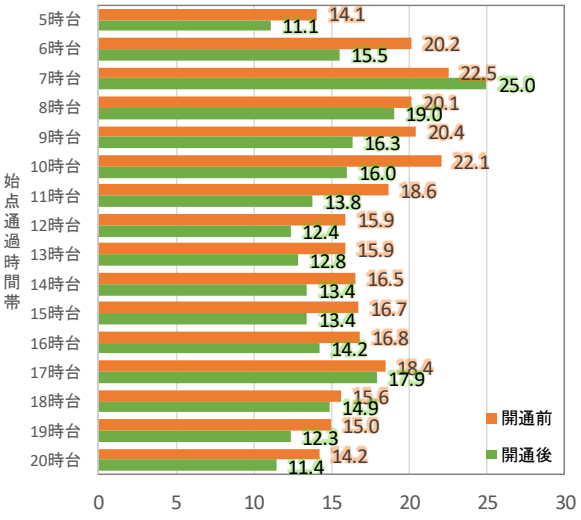


図-5 区間①（バイパス）瀬野西 IC→仁保 2 丁目交差点の平均旅行時間（分）（左：開通前，右：開通後）

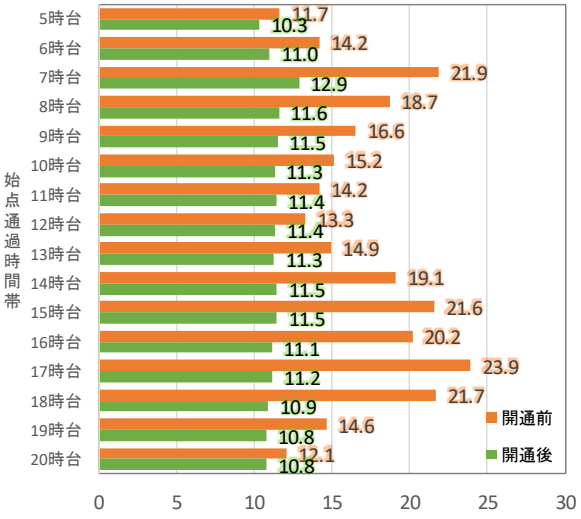


図-6 区間②（国道 2 号現道）溝迫交差点→瀬野西 IC の平均旅行時間（分）（左：開通前，右：開通後）

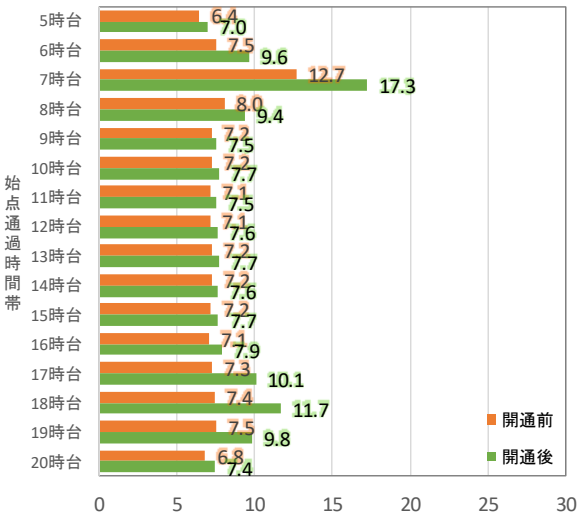


図-7 区間③（西条 BP）御薗宇ランプ分岐→溝迫交差点の平均旅行時間（分）（左：開通前，右：開通後）

方，開通後に着目すると，95 パーセンタイル旅行時間は 7 時台が最も大きく 52.7 分，次いで 17 時台の 41.7 分であった．また，17 時台における，平均旅行時間，95 パーセンタイル旅行時間の差は約 10 分であり，開通前の約 1/3 となった．開通前に比べて，開通後の旅行時間信頼性について，改善されたことが確認できる．

(3) 区間毎の時間信頼性指標

御薗宇ランプ分岐→仁保 2 丁目交差点の区間を 3 区間に分割し，区間毎の平均旅行時間及びパーセンタイル旅行時間を算出した．

図-5 に区間①（バイパス）瀬野西 IC→仁保 2 丁目交差点の開通前後の平均旅行時間を，図-6 に区間②（国道 2 号現道）溝迫交差点→瀬野西 IC の開通前後の平均旅行時間を，図-7 に区間③（西条 BP）御薗宇ランプ分岐→溝迫交差点の開通前後の平均旅行時間を，それぞれ示す．図-5 の区間①（バイパス）瀬野西 IC→仁保 2 丁目交差点に着目すると，開通後の方が日中を通じて数分程度改善はみられるものの大きな違いはみられなかった．区間①は，既にバイパス区間であるため，東広島 BP 開通前後における変化が少なかったと考えられる．

図-6 の区間②（国道 2 号現道）溝迫交差点→瀬野西 IC に着目すると，区間①に比べて各時間帯の平均旅行時間について改善がみられた．特に朝 7 時台や夕方 17 時台について，開通前後の平均旅行時間の差が顕著である．朝 7 時台の開通前が 21.9 分，開通後が 12.9 分であり，夕方 17 時台の開通前が 23.9 分，開通後が 11.2 分であり，それぞれ，10 分以上の平均旅行時間の短縮がみられた．区間②には，主要渋滞箇所である一貫田交差点が含まれている．東広島 BP が開通したことにより，在来 2 号と併せて経路全体の交通容量が増加し，一貫田交差点周辺の渋滞の改善につながったと考えられる．

最後に，図-7 の区間③（西条 BP）御薗宇ランプ分岐→溝迫交差点に着目すると，日中については開通前後で大きな違いはみられない一方，朝 7 時台や夕方 17 時台～19 時台にかけて，開通後の平均旅行時間に約 2～5 分の微増傾向がみられた．区間③は東広島 BP 開通区間の西行の上流区間である．このため東広島 BP 開通により，開通前よりも交通需要が増加して，平均旅行時間が若干増加したと考えられる．また，区間②の渋滞が区間③へ移転した可能性も考えられる．

図-8～図-13 は，区間毎の開通前後の 5 パーセンタイル旅行時間及び 95 パーセンタイル旅行時間を算出した結果であり，図-8～図-10 は開通前を，図-11～図-13 は開通後を，それぞれ示す．

図-8 と図-11 に示す区間①（バイパス）瀬野西 IC→仁保 2 丁目交差点の所要時時間の標準偏差に着目すると，開通前は，6 時台～10 時台及び 17 時台の 95 パーセンタ

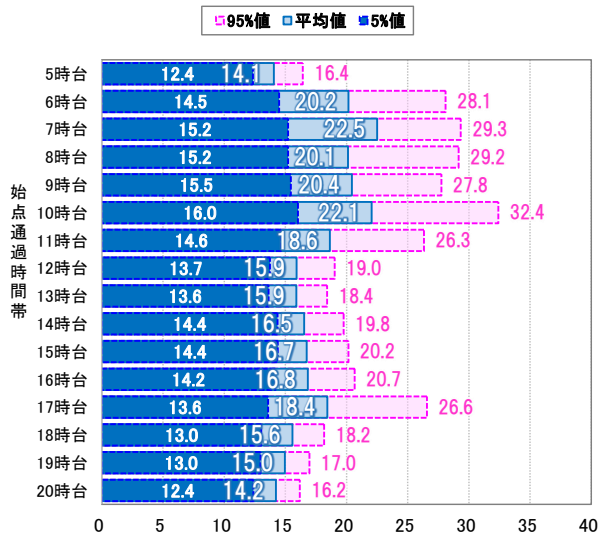


図-8 区間①（バイパス）瀬野西 IC→仁保 2 丁目交差点の旅行時間の標準偏差（開通前）

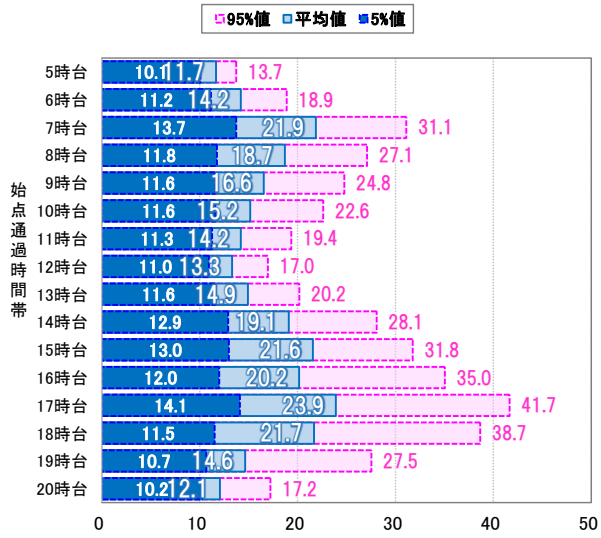


図-9 区間②（国道 2 号現道）溝迫交差点→瀬野西 IC の旅行時間の標準偏差（開通前）

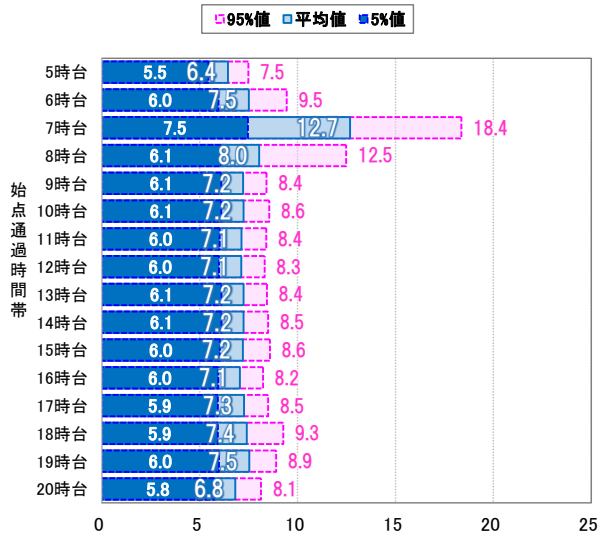


図-10 区間③（西条 BP）御薗宇ランプ分岐→溝迫交差点の旅行時間の標準偏差（開通前）

イル旅行時間が他時間帯に比べて大きい．開通後も同様に，6 時台～10 時台及び 17 時台の 95 パーセンタイル旅行時間が他時間帯に比べて大きい傾向である．ただし，開通前に比べて開通後の朝 7 時台の 95 パーセンタイル旅行時間は 29.3 分から 35.3 分に増加しており，東広島 BP 開通後の方が約 6 分大きくなっている．また，朝 7 時台の平均旅行時間と 95 パーセンタイル旅行時間の差に着目すると，開通前は 6.8 分（＝29.3 分－22.5 分）に対して，開通後は 10.3 分（＝35.3 分－25.0 分）となっており，約 3 分標準偏差が大きくなっている．東広島 BP 開通により，同区間を走行する朝ピークの交通需要が増加した結果，標準偏差が大きくなったと考えられる．

図-9 と図-12 に示す区間②（国道 2 号現道）溝迫交差点→瀬野西 IC の所要時時間の標準偏差に着目すると，開通後の 95 パーセンタイル旅行時間は最大で 16.8 分，最小で 12.2 分であった．旅行時間の最大と最小の差が約 4 分に収まっており，安定した区間走行時間となっていることが確認できる．特に，夕方 16 時台～18 時台については，開通前の 95 パーセンタイル旅行時間は約 35 分以上であった一方，開通後の 95 パーセンタイル旅行時間は約 13 分，平均旅行時間は約 11 分であった．主要渋滞箇所である一貫田交差点の影響等により，交通混雑がひどい時に約 35 分以上要した区間が，安定的に 10 分程度で走行できる状態になっており，大きな改善効果がみられた．

図-10 と図-13 に示す区間③（西条 BP）御薗宇ランプ分岐→溝迫交差点の所要時時間の標準偏差に着目すると，日中は開通前後で大きな違いはみられない一方で，朝 6 時台～8 時台や夕方 17 時台～19 時台にかけては，開通後の 95 パーセンタイル旅行時間が約 5 分増加する傾向がみられた．区間③は，東広島 BP 開通区間に対して，西行では上流区間に当たる．つまり東広島 BP 開通によって開通前よりも同区間の交通需要が増加した結果，95 パーセンタイル旅行時間がやや増加した可能性がある．この傾向は，同区間の西行の総交通量に関する交通容量のボトルネック地点を考慮すると，従来は区間②で発生したいた渋滞が，区間③に空間的に転移したとも考えられる．

4. おわりに

本研究では，バイパス整備による代表的な効果として，旅行時間短縮とともに，地域交通ネットワークとしての容量拡大や自動車専用道路化による向上が期待される旅行時間信頼性に着目して，令和 5 年 3 月に開通した東広島 BP についての旅行時間信頼性に対する分析を行った．

具体的には，御薗宇ランプ分岐→仁保 2 丁目交差点の

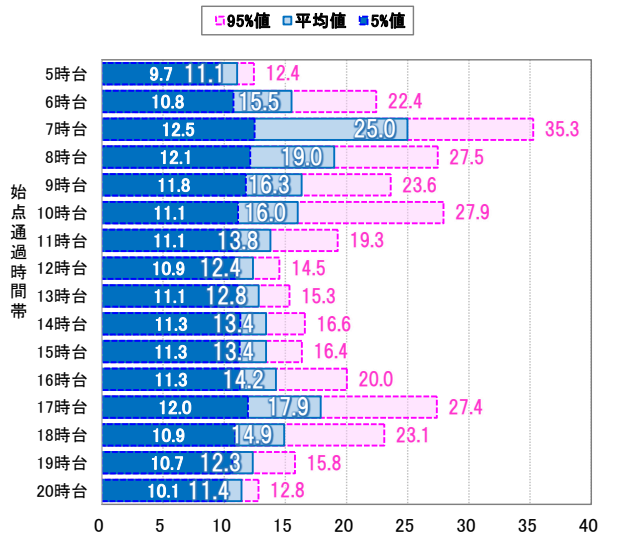


図-11 区間①（バイパス）瀬野西 IC→仁保 2 丁目交差点の旅行時間の標準偏差（開通後）

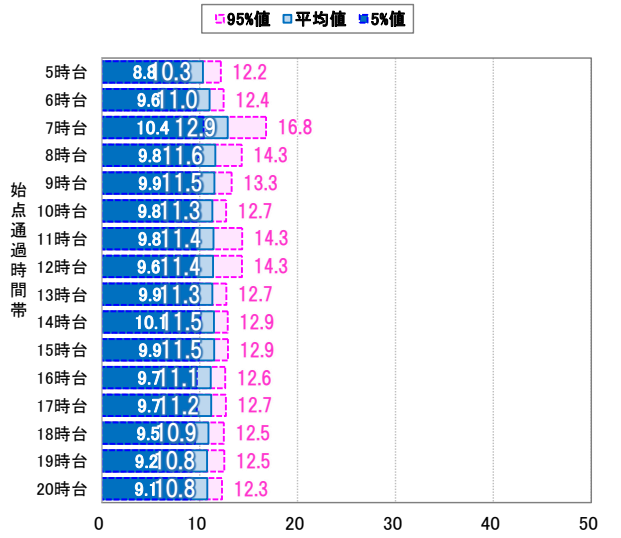


図-12 区間②（国道 2 号現道）溝迫交差点→瀬野西 IC の旅行時間の標準偏差（開通後）

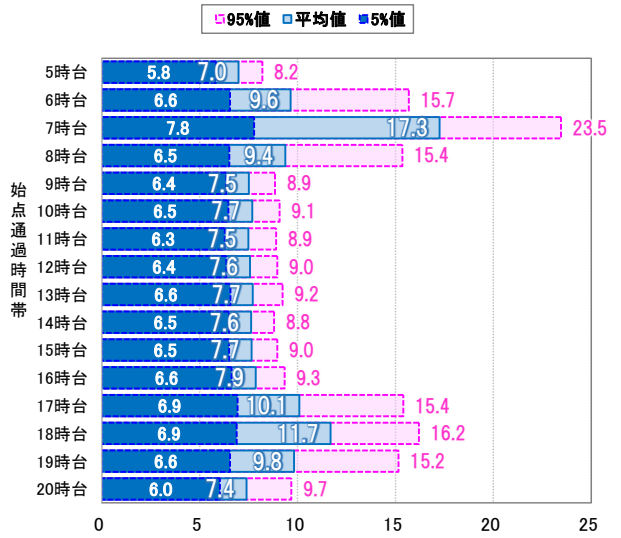


図-13 区間③（西条 BP）御薗宇ランプ分岐→溝迫交差点の旅行時間の標準偏差（開通後）

区間の開通前後の平均旅行時間，パーセンタイル旅行時間について，区間全体及び区間を分割して詳細に確認した．区間全体では，東広島 BP 開通により，平均旅行時間が改善し，朝夕ピーク時において約 15 分の短縮がみられた．パーセンタイル旅行時間について，夕方ピーク時において，開通前の平均旅行時間と 95 パーセンタイル旅行時間の差が約 30 分であったのに対して，開通後は約 10 分となった．東広島 BP 開通により，区間全体の旅行時間の短縮に加えて，平均旅行時間と 95 パーセンタイル旅行時間の差が縮まっており，旅行時間信頼性が改善されたことを確認した．また，区間を分割して詳細に確認した結果，開通前は，主要渋滞箇所の一貫田交差点の影響で平均旅行時間が約 20 分，交通混雑がひどい時には 35 分以上要した区間②（国道 2 号現道）溝迫交差点→瀬野西 IC において，開通後の平均旅行時間の 1 時間ごとの集計値は，1 日を通じて安定的に約 10 分となる改善がみられた．一方，区間③（西条 BP）御薗宇ランプ分岐→溝迫交差点においては，開通後の朝夕ピーク時間帯において，平均旅行時間と 95 パーセンタイル旅行時間が微増する傾向だった．

東広島 BP の開通によって，区間全体の平均旅行時間や旅行時間信頼性が向上した一方，区間毎に詳細に分割して旅行時間信頼性を観察すると，それぞれ傾向が異なっていた．その中でも特に区間②と区間③について，東広島 BP の開通によって，渋滞地点が空間的に転移した可能性が見られた．ただし，渋滞の規模は開通前に比べて縮小していた．また区間③の周辺では，既に 4 車線化事業が新規事業化されており，この渋滞への対策は進んでいると言える．旅行時間短縮効果の大きい区間②（国道 2 号現道）の溝迫交差点→瀬野西 IC では，東広島市内の西条盆地の西端に位置する溝迫交差点付近の国道 2 号現道沿線に，比較的多くの地域住民が居住している．道路 NW 多重化による時間信頼性向上効果は，BP 通過交通への効果だけでなく，国道 2 号現道沿線の地域住民への効果も大きいと考えられる．

今後の課題は，2 点あげられる．1 点目はタイムスライス法による旅行時間の精緻化である．今回は，開通前の旅行時間について，起点から終点まで連続走行した車両がほぼ皆無であったため，区間を 3 分割して，各区間の起点から終点まで連続走行した車両の旅行時間を算出した．タイムスライス法による旅行時間の精緻化については，発表日までの課題としたい．2 点目は高速道路 NW を含めた旅行時間信頼性の分析である．今回使用した ETC2.0 データの高速道路について，一部欠損がみられたため分析を見送った．しかし，たとえば，IC 入口までの旅行時間信頼性を確認することで，代替分析が可能であり，今後の課題としたい．

謝辞：本研究は国土交通省中国地方整備局に ETC2.0 データを提供して頂いた．記して感謝致します．

REFERENCES

1) 中山晶一朗：道路の時間信頼性に関する研究レビュー， 土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol. 67，No. 1，pp. 95‐114，2011.
2) 内田賢悦：移動時間信頼性便益評価の課題と展望，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol. 69，No. 5，I_15-I_29，2013.
3) 福田大輔，水口正教，瀬尾亨，日下部貴彦，朝倉康夫：広域・長期観測プローブ情報を用いたエリアレベルでの旅行時間信頼性評価， 土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol. 73，No. 5，I_1105-I_1118，2017.
4) 若林拓史：各種旅行時間信頼性指標の比較と課題，土木計画学研究・講演集，No. 39, CD-ROM (No.118), 2008.
5) 若林拓史，松本幸正，鈴木温，鈴木忠英：都市間高速道路の旅行時間の変動と管理者・利用者からみた旅行時間信頼性指標との関係，土木計画学研究・講演集，Vol. 39，No. 310，2009.

(Received x x, 20xx)
(Accepted x x, 20xx)