

阪神高速道路の実施する大規模な通行止め工事における リアルタイム経路比較情報の提供と今後の展望

阪神高速道路(株)技術部技術企画課	平山 翔太郎
阪神高速道路(株)管理本部大阪保全部保全管理課	牧野 統師
阪神高速道路(株)保全交通部交通技術課	兒玉 崇
阪神高速道路(株)建設事業本部建設企画部企画課	中元 佑一

要 旨

“1号環状線リニューアル工事 2021 北行”では、従来の高速道路を利用した広域う回ルートの所要時間情報の提供に加え、一般道路を経由するう回ルートの情報提供も実施した。従来手法では、一般道を経由するう回ルートのリアルタイムの所要時間情報を取得することは困難であったことから、今回、リンク毎に算出できるプローブデータを活用することで所要時間を把握できる仕組みを構築した。しかし、実際に運用した結果、所要時間を過少に評価してしまう事象が発生し、急遽情報提供を取りやめざるを得なかった。

“4号湾岸線(貝塚へりんくう JCT)リニューアル工事”においては、その事象に関して検証・対策を講じたうえで情報提供を実施したので、概要を報告する。

キーワード:所要時間情報, リニューアル工事, プローブデータ

はじめに

阪神高速道路のリニューアル工事では、1週間から10日程度、本線の一部区間を終日通行止めのうえ、工事を集中的に実施することで、施工の効率化やお客さま負担の最小化を図っている。その際、工事期間中、高速道路を通行止めとすることから、通行止め区間を回避するためのう回ルートを設定することが多い。う回ルートには、他社を含む高速道路を広域にう回するルート(以下、「広域う回ルート」という)と、一度、高速道路外に流出し、一般道経由で通行止め区間を回避した後、高速道路に再流入するう回ルート(以下、「乗継う回ルート」という)を設定することがほ

とんどである。

設定したう回ルートを有効に機能させるためには、特定のう回ルートに負荷を集中させるのではなく、う回ルート間で最適な交通分担とする必要がある。

このため、ドライバーに対して、リニューアル工事の特設サイト(以下、「特設サイト」という)やリーフレット等の媒体により、どのルートが渋滞する可能性があるのかを事前広報することに加え、渋滞状況に応じて時々刻々と変化する各う回ルートの所要時間を、“その場”で“リアルタイム”に提供することで、交通状況に応じた最適な経路選択をドライバーに促すことが重要である。

しかしながら、従来の所要時間情報を算出・提供する手法では、得られた所要時間情報をリアル

タイムに提供することができず、かつ一般道を経由する乗継う回ルートの所要時間情報をタイムラグなく把握することが困難であるという課題があった。

そのような中、2021年11月に実施した“1号環状線リニューアル工事 2021 北行”および2022年11月に実施した“4号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”において、乗継う回ルートの所要時間情報をリアルタイムに把握するために、リンク毎に算出できるプローブデータを活用し、所要時間情報をリアルタイムに提供できる仕組みを新たに構築した。これを用いて、上述の両リニューアル工事では、広域う回ルートに加え、乗継う回ルートの所要時間情報についても提供を行うこととした。

しかしながら、今般構築した仕組みを“1号環状線リニューアル工事 2021 北行”にて実際に運用した結果、所要時間を過少に評価・表示してしまう事象が発生したため、急遽情報提供を取りやめざるを得なかった。これを受け、“4号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”では、その事象に関して検証し、対策を講じたうえで情報提供を実施することとした。

本稿では、今回新たに構築した仕組みや“1号環状線リニューアル工事 2021 北行”における不具合事象について概説し、“4号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”において改善した結果について報告する。

1. “1号環状線リニューアル工事 2021 北行”における所要時間算出および提供

1-1 所要時間比較情報板の現地への設置

“1号環状線リニューアル工事 2021 北行”の実施のため、1号環状線北行の湊町出入口から梅田出入口を通行止めした。環状線の交通量は約25万台（2019年度平日平均）となっており、上述の区間を通行止めすることにより大阪都心部の交通に多大な影響を及ぼすことが想定された。

このため、“1号環状線リニューアル工事 2021

北行”では、都心への通過交通の流入抑制を目的として、環状線を通過しない広域う回ルートの所要時間と、環状線を通過する乗継う回ルートの所要時間を比較表示する情報板（以下、所要時間比較情報板）を東大阪、三宝、海老江、三宅の各JCTに設置した。設置状況を図-1に示す。

さらに、渋滞の緩和を目的として、通行止め端末出口および特定の乗継う回ルートへの交通集中を回避させるため、所要時間比較情報板を南港、南開の各JCTへも追加設置した。



図-1 所要時間比較情報板の設置状況

1-2 所要時間算出のために構築した仕組み

これまで阪神高速道路では、トラフィックカウンターのデータや、お客さま（ドライバー）の携帯電話の Bluetooth 機能を活用する仕組み、ETC等のデータを活用する仕組みを用いて所要時間情報提供を行ってきた。しかしながら、これら従来手法では、一般道を経由する乗継う回ルートの場合、走行情報の取得にタイムラグが生じてしまうことや、データを作成するにあたり一定以上の利用台数が必要となること、所要時間の取得から情報提供までの間に手動による操作が必要となり人員体制の確保や提供までに時間を要してしまうこと等の課題があった。

そこで今般、図-2に示すとおり、新たにリンク毎に算出できる Honda フローティングカーデータ（以下、「プローブデータ※」という）を活用することで、所要時間の取得に関する課題を解決したうえで、さらには所要時間の取得から提供までを全てリアルタイムに自動でできる仕組みを構



※Honda Total Care 会員規約、インターナビ・プレミアムクラブサービス利用規約およびHondaプライバシーポリシーに基づき、個人情報を含まないデータを収集・活用している。

図-2 所要時間比較情報板提供の仕組み

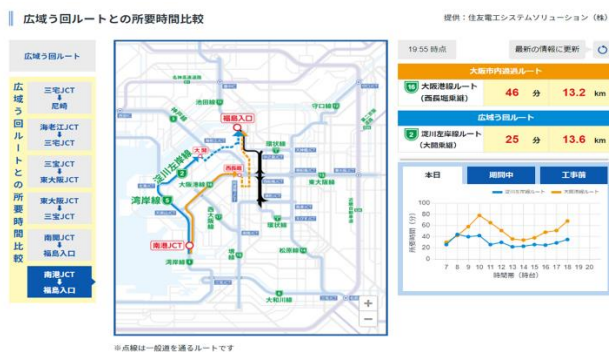


図-3 特設サイトでの提供状況イメージ

築りした。

なお、取得した所要時間については、現地での提供だけでなく、図-3 に示すとおり、特設サイトにおいてもリアルタイムの所要時間と過去実績の提供を行った。また、所要時間の提供期間については、通行止め期間である 11 月 16 日から 11 月 26 日とし、各日とも提供時間帯を 7 時から 20 時、表示する所要時間は 5 分単位とした。

1-3 所要時間の算出方法

(1) 使用するプローブデータ

所要時間の算出にあたり、本田技研工業(株)の車両に搭載されたカーナビから収集される GPS 情報を含むプローブデータを活用した。このプローブデータは、秘匿処理が施されたデータであり、対象車両数が 2021 年 7 月現在で約 370 万台と多く、有料道路と一般道の識別も可能なデータとなっている。プローブデータを解析することにより道路リンク単位の所要時間を算出することも可能である。

(2) 所要時間の算出

はじめに、DRM (デジタル道路地図) リンクを基準に作成した道路ネットワークデータと、プローブデータを重ねることで、“リンク毎の旅行時間”を抽出する。なお、DRM リンクは概ね交差点間で区切られているため、各リンクの距離は数 m~数 km とばらつきを有している。

次に、上記にて抽出した“リンク毎の旅行時間”を 30 分単位で平均化したものを 5 分単位で出力する。なお、GPS 精度に一定の限界があるというデータの性質上、右折、左折、直進等を区別することなく、各リンクでプローブデータ全てを平均化する。

さらに、平均化した DRM リンク単位の平均旅行時間を同時刻和で積み上げることで広域う回ルートおよび乗継う回ルートの所要時間を算出した。

(3) 所要時間の提供および不具合事象の発生

2021 年 11 月 16 日 7 時より、現地の所要時間比較情報板および特設サイトで所要時間情報の提供を開始したが、11 月 18 日午前中に提供した所要時間情報において、南港 JCT を走行したお客さまに対し、乗継う回ルートである淀川左岸線ルート (南港 JCT⇒福島入口) の所要時間を「25 分」と算出し、比較ルートである大阪港線ルート「35 分」よりも早く到着できると情報提供していた。

しかし実態としては、淀川左岸線ルートは、大開出口から福島入口までの一般道区間の所要時間だけでも 1 時間以上を要するような状況であり、提供した所要時間と実際の所要時間に大きな乖離が生じていたことが判明した。そのような事象を受けて、対応策を検討したが、的確な対応の見通しが即座には立たないこと、適切な所要時間を提供できないという事情から、やむを得ず情報提供を急遽中断することとした。

2. 区間所要時間精度改善への取り組み

本仕組みについては、既に仕組みとしては有効であることを確認できていたものの、一度このような乖離事象が発生した以上、今後のリニューアル

ル工事に適用するためには、発生した事象の原因究明とその改善策を施したうえで適用する必要があった。

2-1 乖離事象発生の要因・検証

乖離事象について検証したところ、淀川左岸線ルートの大開出口から福島入口までの一般道区間における当時の状況は、図-4の通りであった。

具体的には、11号池田線福島入口に交通が集中し、入口信号では捌ききれない車両が特定の車線（左折レーン）に滞留し渋滞列を形成していた一方で、直進車線、右折車線には渋滞が発生していないという状況であった。

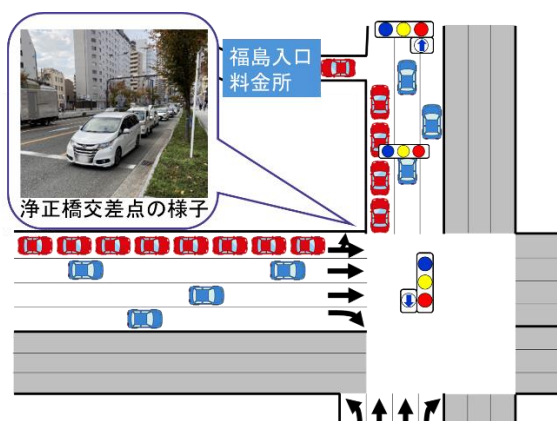


図-4 当時の福島入口における状況

所要時間を提供する必要があったルートは、渋滞列の形成された左折レーンを通るルートであったことから、左折レーンの所要時間を正確に評価できず、そのことが乖離事象の要因であると考えられた。

1-3(2)でも述べたとおり、本仕組みはプローブデータから目的地までの各 DRM リンクの旅行時間を積み上げたうえで、う回路の所要時間を算出する仕組みである。つまり、“同時刻和の積み上げの基となる個車が DRM リンクを走り切らないと旅行時間が生成できない”うえに、“車線別の走行状況の偏りが平均化により均されてしまう”，“車線別の走行状況を把握・推測する仕組みがない”といった性質があった。

このため、淀川左岸線ルートの大開出口から福島入口までの一般道区間の所要時間は、渋滞して

いなかった直進車、右折車の旅行時間をベースに評価した結果、渋滞している左折レーンの所要時間との乖離が大きくなってしまったものと推察された。

2-2 改善に向けて

前節でも述べたとおり、旅行時間を算出する一部の DRM リンクにおいて、比較的円滑に通行している車線と、う回交通の集中により停滞している車線が混在している場合には、区間所要時間の精度が安定しないことが判明したため、これを改善することとした。

2-3 改善方法

円滑に通行している車線とう回交通の集中により停滞している車線が混在している DRM リンクを特定するため、高速走行車両と低速走行車両の両方が混雑している DRM リンクを特定することとした。

従前の手法では、1-3(2)でも述べたとおり、数 m～数 km の DRM リンク長単位で旅行時間算出を行っていたが、DRM リンク毎での交通特性をより詳細に可視化するため、50 m 単位で算出する方式に変更した。このような仕様変更を行ったことで、50 m 単位で、速度分布、分散等をリアルタイムに検出・可視化したデータを確認することができるようになった。さらに、そのデータの個車毎における旅行速度について、高速走行グループと低速走行グループに分けることで、リンク内で順調に流れていると思われる車線と、停滞していると思われる車線が混在しているかを把握できるようになった。

この仕組みを乖離事象があった“1号環状線リニューアル工事 2021 北行”の大開出口から福島入口までの一般道区間に適用した結果、図-5のとおり、これまで把握できていなかった福島入口付近交差点（浄正橋交差点）を先頭とする渋滞状況を可視化することに成功した。

上記に加え、今回の乖離事象の原因となったような、車線毎で大きな速度差が生じる恐れのある

区間をあらかじめ“重点観察区間”として抽出・観察することで、重点観察区間を先頭とする特定車線における渋滞末尾をリアルタイムに推測できるようになり、低速車線の区間所要時間を抽出することで、所要時間を補正するモデルを構築することに成功した。

2-4 区間所要時間の補正

所要時間の補正にあたっては、重点観察区間を概ね 1 km 単位で交差点を起点・終点として分割した。さらに、図-6 のとおり“⇄”で示す分割した各区間を“渋滞補正区間”と定義し、この渋滞補正区間単位で渋滞状況を推測し、その渋滞度合いに応じて所要時間を補正することとした。

3. “4号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”における所要時間算出と提供

3-1 所要時間比較情報板の現地への設置

4号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）の通行止めにより、乗継う回ルートへの交通集中が予想されたことから、“1号環状線リニューアル工事 2021北行”と同様に、乗継う回ルートと広域う回ルートの所要時間を比較できる所要時間比較情報板を設置した。4号湾岸線は、関西国際空港への主要なアクセスルートでもあり、お客さまも定時性の確保を重要視していること、各方面から空港に向かう際に複数の分岐ポイントが存在することから、本リニューアル工事では図-7 のとおり、堺、三宝、東大阪、泉佐野の各 JCT と関西空港に設置することとした。

所要時間の提供期間については、通行止め期間の 2022 年 11 月 15 日から 11 月 24 日とし、各日も現地での提供時間帯を 6 時から 21 時、表示する所要時間は 5 分単位とした。

3-2 所要時間算出の仕組み

“4号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”においても、広域う回ルートが最長で

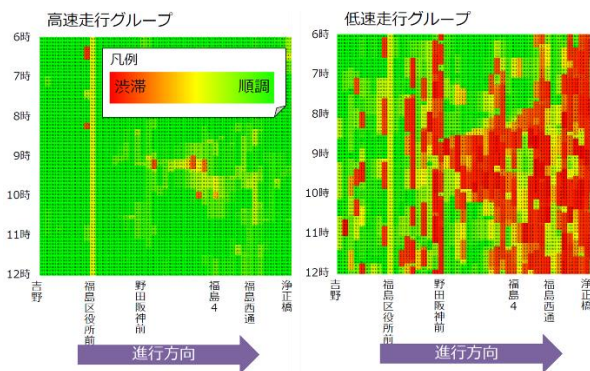


図-5 精度改善後の浄正橋交差点付近の渋滞状況

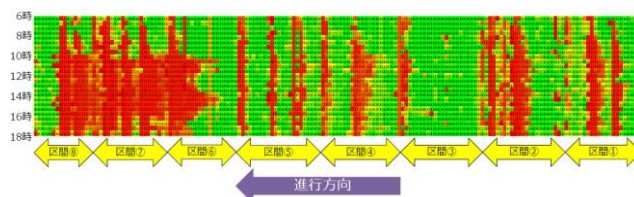


図-6 渋滞補正区間イメージ



図-7 設置箇所および比較ルート

（堺・三宝・東大阪・泉佐野の各 JCT に設置）

約 60 km にも及ぶ長距離のう回ルートとなることや、西日本高速道路(株)管轄の高速道路も通過することから、トラフィックカウンターデータや ETC データ等に基づく仕組みではなく、走行台数が少なくても、同時刻和で所要時間を算出することのできる 2-3 で改善した仕組みを適用することとした。

また、事前調査の結果、車線毎の速度差が生じ

る恐れのある重点観察区間として次の(1)～(3)の3箇所を設定したうえで、観察することとした。

(1) 岸和田港交差点～空連道臨海南交差点

通行止めの北側端部である貝塚 IC の一つ北側の岸和田南 IC は、貝塚 IC の渋滞を避けた車両の利用も多くなると予想されたため、岸和田南 IC 北側の岸和田港交差点を起点とする一般道の渋滞状況を、低速走行グループにて観察することで、一般道の所要時間を補正することとした。

(2) 臨海南4号交差点～空連道臨海南交差点

空連道臨海南交差点南側の臨海南4号交差点から一般道の渋滞状況を低速走行グループにて観察することで、大阪臨海線上り方面の所要時間を補正することとした。

(3) 関西空港自動車道：上之郷 IC～泉佐野 IC

阪和道経由の車両が、泉佐野 IC 出口利用車両と空港方面に直進する車両に二分されると予想され、さらに、泉佐野 IC から一般道に向かう車両の渋滞末尾が本線上まで延伸する時間帯もあると考えられた。そのため、この付近の本線上の所要時間については、低速走行グループではなく高速走行グループの状況も観察して補正することとした。

3-3 所要時間情報の提供結果・評価

(1) 所要時間提供

後述するように、事故等の発生があったものの、全ルートにおいて工事期間中、不具合が発生することなく提供することができた。実際、期間中は提供した所要時間に関する苦情は一件もなかった。

(2) 実車走行確認との比較

提供した所要時間の妥当性を確認する目的で、図-8 に示すような提供した表示時間と実走時間を比較する実車走行確認を8回、延べ10時間実施した。その結果、最長経路（東大阪 JCT⇒関西空港）では、広域う回ルートで4%程度の誤差となり、また乗継う回ルートにおいても16%程度の誤差であったことから、期間中提供していた所要時間の精度について概ね問題ないことを確認することができた。

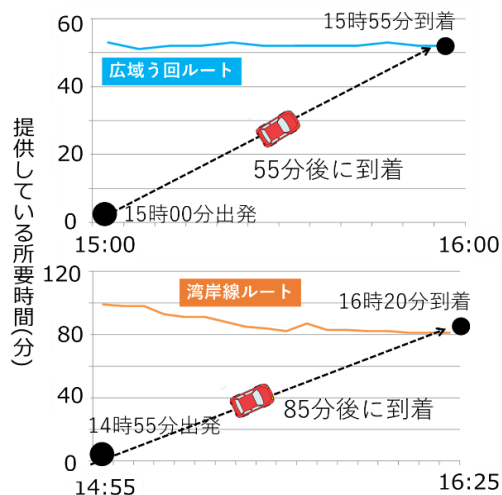


図-8 実車走行結果との比較

(3) 特定車線における渋滞の把握

工事初日（2022年11月15日）に重点観察区間の一つである“空連道臨海南交差点”において、図-9 に示すような、車線別の走行状況に差異が発生した。改善前の仕組みでは、図-10 に示すように、車線の走行状況に関係なく DRM リンク毎の平均値による把握しかできなかつたため、本件のような特定車線の渋滞を把握することはできなかった。



図-9 工事初日の空連道臨海南交差点の道路状況

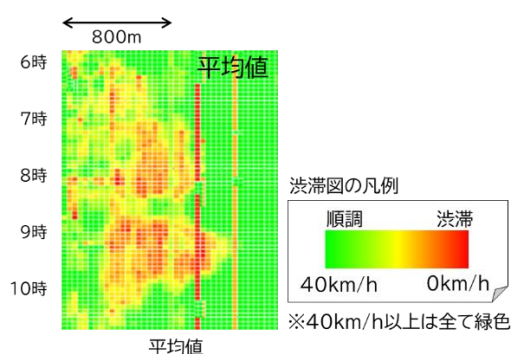


図-10 改善前の監視用画面

一方で、改善後の仕組みでは、図-11 に示すように、右折待ちと推察される車列とスムーズに通過した車両とを判別できるようになり、実際の交通状況に応じた DRM リンクの旅行時間を補正する手法を確立したことを確認できた。なお、実際には補正可能な状況ではあったが、“渋滞延伸と解消が短時間で繰り返されている”、“1 回の信号サイクルで、右折レーン（約 100 m）内の車両が必ず捌けている”、“区間全体として見た場合、補正を行うような状況ではない（大きな差異にはならない）”との判断から補正は実施しなかった。

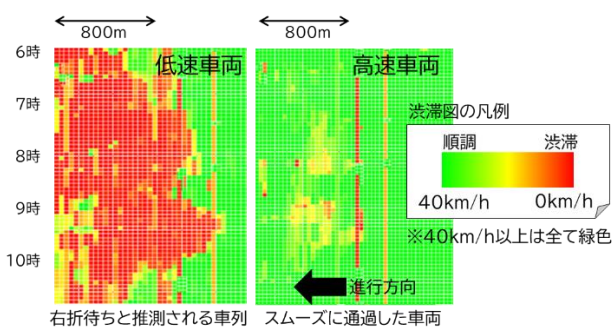


図-11 改善後の監視画面

3-4 事故による通行止め事象の発生

“4 号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”の期間中、2 回の通行止めを検知した。なお、事故は、監視画面の交通状況に急激な変化等がみられたことから検知できた。

(1) 2022 年 11 月 15 日 09:05～09:25 乗継う回路の一般道での横転事故

事故の通行止め区間自体が約 200 m と短く、通行止め区間のう回路も約 700 m と短かったことから、補正は実施しなかった。

(2) 2022 年 11 月 24 日 08:30～12:00 広域う回路上の阪和道で多重事故

2 経路（関西空港 ⇒ 環状線方面、泉佐野 JCT ⇒ 堺浜）の広域う回路における所要時間が急激に増加していることを検知（9 時ごろ）したため、阪和道上り方面の情報提供を停止した。当日の状況を、泉佐野 JCT⇒堺浜を代表して図-12 に示す。

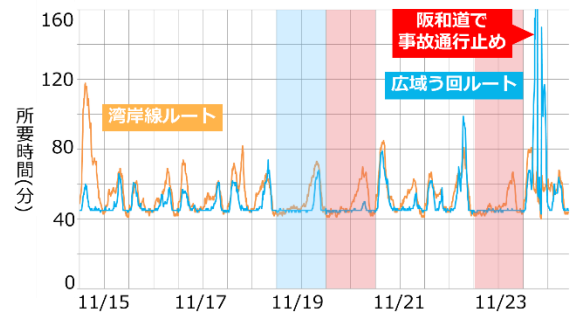


図-12 所要時間の変化
（泉佐野 JCT⇒ 堺浜）

4. 課題・今後の展望

今回構築した仕組みは、“1 号環状線リニューアル工事 2021 北行”で浮かび上がった課題に対して改善策を講じることで、“4 号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”において問題なく運用できた。また、2023 年 5 月から 6 月に実施した“3 号神戸線リニューアル工事（京橋～摩耶）”でも、提供した所要時間に大きな乖離は発生しておらず、本仕組みの有効性を確認することができた。一方で、新たな事業への適用を見据えた時、本仕組みの課題も浮き彫りになったので、以下に今後の展望とあわせて記述する。

4-1 所要時間の自動補正

3-3 で述べたとおり、今回の運用を通して渋滞末尾を監視できる仕組みが構築でき、急激な所要時間の変化に対しても検知可能となり、その原因を推測できるようになった。ただし、所要時間の補正判断や、実際に補正が必要となった場合には、現地で交通状況を確認のうえ、手動での作業となってしまっており、今後はその自動化が望まれる。

4-2 渋滞末尾監視区間の拡大

2-3 で述べた新たな仕組みについては、“4 号湾岸線（貝塚～りんくう JCT）リニューアル工事”において試行的に重点観察区間のみを監視対象とした結果、その有効性を確認できた。一方で、う回路の交通状況は時間毎、日毎に変化する。

重点観察区間以外で、大きな交通の変化が引き起こされた場合についても、所要時間に大きな影響を及ぼすことから、今後は、所要時間提供対象となる全ての区間を監視できるように拡大し、更なる所要時間情報の精度向上を図る必要がある。

4-3 規制情報との自動連携

3-4 で述べたとおり、2 回の通行止め事象を検知することができた。それらの事象は、想定外の区間において所要時間が極端に増加する事象であり、提供所要時間の精度確保が難しくなってしまうために、緊急対応として通行止め解除後まで所要時間の提供を停止することもあった。

しかしながら、このような事象を事前に想定で

きていなかったため、実際に停止できるまでに 1 時間以上を要した。今後はルート毎の停止・再開を即座にできるように改善する必要がある。その際には、公益財団法人日本道路交通情報センターの規制情報との連携も検討し、事象の検知から緊急対応までを自動化することを目指す。

謝辞：本稿を執筆するにあたり、住友電気システムソリューション(株)の石井様、喜井様、坂田様にご助言を頂いた。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 菅沼英喜, 横山秀紀, 船越允維: リアルタイム旅行時間表示サービスを活用した日光の渋滞対策実証実験, 第 19 回 ITS シンポジウム 2021, ITS Japan, 2021.

REAL-TIME ROUTE COMPARISON INFORMATION PROVISION DURING LARGE-SCALE CONSTRUCTION WITH ROAD CLOSURE AND FUTURE APPROACH

Shotaro HIRAYAMA, Osashi MAKINO, Takashi KODAMA and Yuichi NAKAMOTO

During the Loop Route (R1) northbound lane renewal project in 2021, detours via ordinary roads were included in the travel time information service, in addition to wide-area detours using expressways as conventionally provided. It was difficult with conventional methods to obtain in real time the travel time information for detours on ordinary roads, and a new system was established to determine travel times from the probe data that can be calculated for each link. However, the new method was found to underestimate the travel times, and provision of the information had to be suspended immediately after the start of the service. The information generation process was improved, and the information service was successfully resumed during the Wangan Route (R4) (Kaizuka to Rinku JCT) renewal project.

平山 翔太郎



阪神高速道路株式会社
技術部 技術企画課

Shotaro HIRAYAMA

牧野 統師



阪神高速道路株式会社
管理本部 大阪保全部
保全管理課

Osashi MAKINO

兒玉 崇



阪神高速道路株式会社
保全交通部 交通技術課

Takashi KODAMA

中元 佑一



阪神高速道路株式会社
建設事業本部 建設企画部
企画課

Yuichi NAKAMOTO