

り事業の計画あるいはその実施プロセスを通じて地域住民はじめ関係者に向けた情報の公開・共有・説明ニーズが確実に高まってきている。一方、そこからもたらされる考え方や要求を事業そのもののヘフィードバックさせようという流れも広がりがつつある。また、効果的・効率的に事業を実現する上で、関係者が出来る限り正確に問題点や状況を把握し、相互に意識の整合を図ることは不可欠だ。そのような際にカギとなるのが、プロジェクトの内包する諸事情に応じた事業説明や合意形成、あるいは協議検討などの手法、先進技術の活用を含む高い説明性を実現するノウハウと言える。そこで、とくにこれらのアプローチで注目される先進的なプロジェクトに対してシリーズでフォーカス。多彩なアングルからそれらの具体的な取り組みに迫る。

本シリーズの第38弾となる11月号では、都心環状線の慢性的な渋滞緩和策として首都高速中央環状線（中央環状線）の全線開通が待たれる中、山手トンネルと首都高速3号渋谷線（3号渋谷線）を都心部の極めて限られたエリアの中で結ぼうという「大橋JCT」に焦点を当てる。同プロジェクトでは通常のJCTには見られない構造が採用されていることもあり、その建設過程ではDSを用いた実験と現場での実験を組み合わせた背景、プロジェクトの概要および課題、そうした過程におけるDS活用を含む一連の実験とその評価、今後の展開などについて、首都高速道路㈱の担当者に聞いた。

橋梁編集委員会・編集（ライティング・ソリューションズ）池野隆

宿線・品川線)と3号渋谷線を接続する「大橋JCT」 け、DS実験や現場実験を駆使して走行支援対策を検討

環状道路早期整備へのニーズ

中央環状新宿線・品川線の位置づけ

首都圏の発展に向け、都心から9方向に延びる幹線道路（放射道路）と、これらをほぼ同心円で繋ぐ3本の環状道路を整備しようという「3環状9放射」の道路ネットワーク構想が動き始めて40年以上を経過。この間、東名高速道路（東名高速）・中央自動車道（中央道）・東北自動車道（東北道）など放射方向の高速道路の整備が先行し、環状方向の高速道路の整備が遅れたことから、首都圏の通過車両も都心部へ流入する形となり、都心部を中心とする首都圏の慢性的な交通渋滞を発生させてきた。そのため、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）、東京外かく環状道路（外環道）



首都高速道路㈱ 東京建設局 調査・環境グループ
課長 田沢 誠也 氏

建設進む大橋JCT（外観） 大橋JCT全景（2009年7月時点）



画像は首都高速道路（株）提供

および今回取り上げた中央環状線から成る3環状の早期整備によるこうした課題の解決が求められた。

その際、外環道から外側を旧日本道路公団（現東日本高速道路㈱）が、その内側を首都高速道路㈱が、それぞれ担当することとされている。

首都圏に計画されているこれら3環状道路の中で最も内側に位置し、都心から半径約8kmにある東京都区部の主要拠点を結ぶのが「中央環状線」。これが完成することで、放射方向の高速道路網が連携。都心の通過交通は分散され、都心部の交通混雑が緩和。また、周辺の核都市間のアクセスが向上し、首都圏全体のバランスの良い発展や首都機能の強化が図られるものと期待

大橋JCTの位置づけ



首都高速道路(株) 資料を基に作成

されている。

中央環状線(総延長約47km)のうち、東側および北側の区間(合わせて約26km)は早期に完成している。

その西側区間(目黒区青葉台四丁目～板橋区熊野町)に当たる延長11.0kmが首都高速中央環状新宿線(中央環状新宿線)。これは、山手通り(環状第6号線)の地下30mを通るトンネル(山手トンネル)により、3号渋谷線・4号新宿線・5号池袋線の各首都高速を結ぶ。ちなみに、中央環状新宿線の約9.8kmはトンネル構造だ。そのうち、中央道と連絡する4号新宿線(西新宿JCT)～5号池袋線(熊野町JCT)の6.7km区間が07年12月に開通。中央環状線全体では、これまでに約33kmの区間が供用されている。引き続き、東名高速と連絡する3号渋谷線(大橋JCT)～4号新宿線(西新宿JCT)の4.3km区間において、10年3月の開通に向け建設が鋭意進行中。中央環状新宿線には5カ所の出入口が設けられ、とりわけ、渋谷・新宿・池袋の各副都心へのアクセスがいっそう便利になるとしている。

さらにその南側区間(品川区八潮三丁目～目黒区青葉台四丁目)を形成するのが、延長9.4kmの首都高速中央環状品川線(中央環状品川線)。やはり、山手通り、次いで目黒川の地下を通るトンネルにより、高速湾岸線(大井JCT)～3号渋谷線(大橋JCT)を結ぶ(中央環状品川線もその約8.4kmがトンネル構造)。こちらは、13年度の開通が予定されている。

「(大橋JCTをはじめ)中央環状新宿線の残り4.3kmを確

実に来年3月に開通して東名高速とアクセスさせるというのが最大の命題」とした上で、続く中央環状品川線の事業を円滑に進めていくためにも、沿道の住民との調整、法的手続き、防災設計、交通安全対策設計などの面で下支えするのが自らの主要な役割になる。と田沢誠也氏は語る。「(中央環状線の)西側のほとんどがトンネル構造というケースは私たちがこれまで経験したことがなく、構造物の維持およびトラフィック・コントロールといった技術や運用の面で大きなポイントになると言えます」

品川線の整備により、延長約18kmの都市内長大トンネルを含む中央環状線全線が完成。たとえば、東名高速(用賀IC)～東北道(川口JCT)の所要時間では山手トンネル開通前の58分が開通後には40分と18分短縮するとの試算がなされている。また、首都高はもちろん、都心部全体の交通の流れが良くなることで、二酸化炭素(CO2)排出量の削減に繋がるなど環境面での効果も大きいという。

大橋JCTを取り巻くさまざまな制約

街づくりとの連携、新しい形への挑戦

「大橋JCTは(総延長)47kmの中で唯一、四方へ行けるフルJCT。いわば、4路線が交差するターミナル(ハブ)駅と言えます」。それが限られた用地条件により、閉鎖空間(トンネル)内を曲がりながら目的のルートに接続していくという今までにない構造になる。田沢誠也氏は当該プロジェクトの特殊性をこう解説する。

中央環状新宿線・品川線と、玉川通り(国道246号)上を高架で通る3号渋谷線を接続する「大橋JCT」。副都心・渋谷と近接し、周辺にはオフィスや住宅が密集する目黒区大橋一丁目にそのような機能を持つ構造物を建設するため、通常とは異なるさまざまなアプローチが図られている。

建設進む大橋JCT(外観)



奥に見えるのは大橋JCTループ部の外観、上の高架は首都高速3号渋谷線とJCTループ部への連絡路

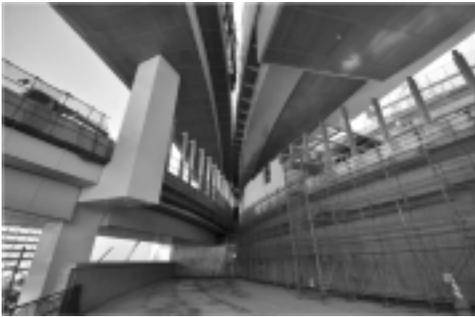
たとえば、今回のようなJCTの設置に当たっては予算や用地条件などに応じてクローバー型やタービン型、ダイヤモンド型といった各種ランプ形状が用いられるのが一般的。ところが、当該地区は古くから市街化

(いずれも2009年10月時点)



国道246号陸橋から大橋JCTループ部東側を望む

建設進む大橋JCT(現場内部)



連結した4支渡り線(2009年10月時点)



ループ内(2009年10月時点・換気フリューが付いてきている)
画像はすべて首都高速道路(株)提供



首都高速道路(株) 計画・環境部 計画調整グループ
課長代理 割田 博氏

営業所跡地など比較的密度の薄い箇所が存在したことから、その限られた用地を最大限有効活用すべく街づくりと一体化した新しい都市型JCTの建設が取り組まれることになった。

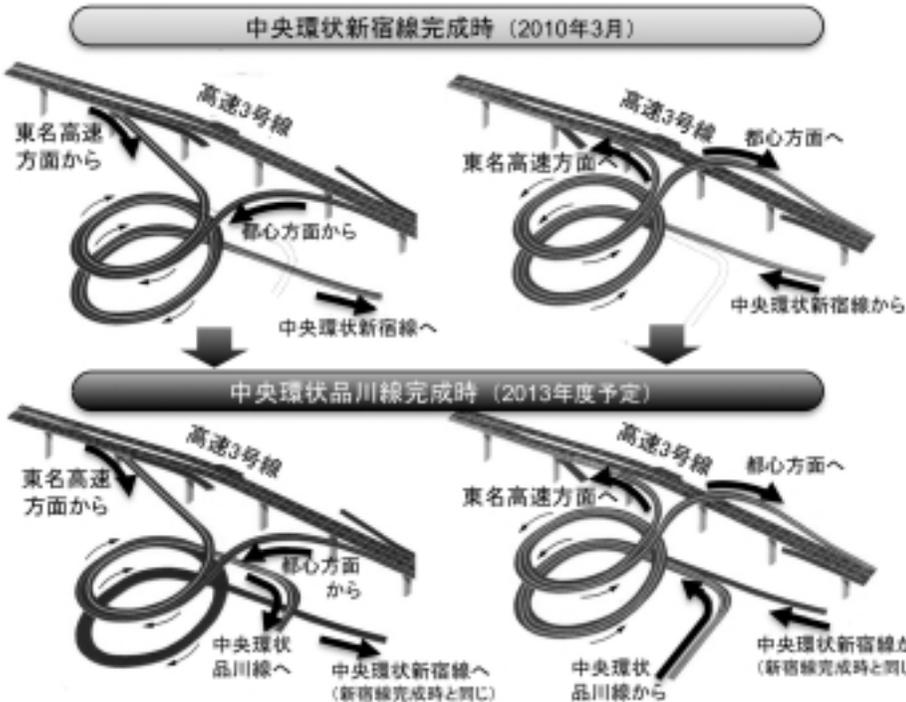
まず、90年に中央環状新宿線が都市計画決定。その後、建設敷地(JCTの敷地面積は25,000㎡)内の住民はもちろん、周辺地域に及ぼす多様な影響などの検討を進める中で、同プロジェクトを契機に周辺地域の将来をも視野に入れた街づくりについて考慮することが求められた。そこで、地域住民・目黒区・東京都・首都高速道路(株)の4者が協働し、「まち・みち・再開発一体型プロジェクト」として事業は動き出している。

が進んでおり、幹線道路沿いには中高層の建築物が、目黒川沿いにはマンション・住宅や工場が、それぞれ集積するエリアを成していた。つまり、用地取得が極めて困難であることは明らかだった。一方、そのような地区にも東急バスの

具体的には、都による大橋地区再開発事業と同社による

大橋JCTにおけるアクセスの流れ

首都高速道路(株) 資料を基に作成



道路事業を一体的に進めるため、「道路事業協働型再開発事業」という新手法を導入。「O-Path(オーパス)目黒大橋」と名付けられた開発エリアに対し、大橋JCTの構造物(ループ部および換気所施設)とビジネスや居住のための各機能(プリズムタワーや再開発ビルなど)をバランスよく配置する全体像が描かれてきた。

とくに、スペース上の制約から、大橋JCTは4層のループ構造とし、地下約36mを走る山手トンネル(当初は中央環状

新宿線のみ、その後、13年度内開通予定の中央環状品川線も接続)と地上約35mの高架を通る3号渋谷線という、高低差が最大約70mある間を四枝交差で処理し、2回転のループ形状で接続することとした。

また、大気や騒音など周辺環境への影響低減、あるいは圧迫感の軽減を狙いに、地上のループ部(高架構造)は覆蓋構造とし、その屋上を緑化するほか、随所に省エネや環境、景観への配慮が盛り込まれている。その結果、一周約400mと国立競技場のグラウンドとほぼ同サイズの巨大なバウムクーヘンのような外観が形成されることになった。

大橋JCTの延長は約1.2km、車線数は2車線。最急縦断勾配7%、横断勾配5~10%。設計速度は時速40km。最もきついカーブの曲線半径は約50mで、路面には時速40km程度で走行するとタイヤが適度に接地して運転しやすくなるようバンクが設けられている。

求められた交通安全・走行支援策

DS実験への着目とその具体化

「このようなコンパクトなJCTで、しかも、周囲をすべて囲まれた中を2周するといった構造は私たち自身経験したことがないのはもちろん、調べたところ、世界的にも同じような例は見当たりませんでした」。今回のケースではいろいろな制約条件が重なり、結果的にこのような形でしかJCTをデザインし得なかったとは言え、速度の制御が難しいであろうことは想定された、と田沢誠也氏は振り返る。

その上、急勾配や急カーブが連続する閉鎖空間を走行するドライバーの空間認知能力低下やストレス増大への懸

DSによる事前実験の様子



画像は首都高速道路(株)提供

念があった。したがって、運用前にそれらリスクを軽減(交通安全支援)するとともに、交通量が多い中でも安全・確実に各ドライバーが目的地に応じたルートを取れるよう誘導(走行支援)する対策が必要と考えられた。

そうした流れを受けて08年3月、開通まで2年を切る中で、交通安全対策等の向上を目指して、首都高社内にそのためのWGおよび委員会を組織。社内で作成した案をたたき台とし、外部有識者を含めた検討および交通警察との協議を経て、8月にはカラー舗装をはじめ色を使った諸施策が絞られてきた。

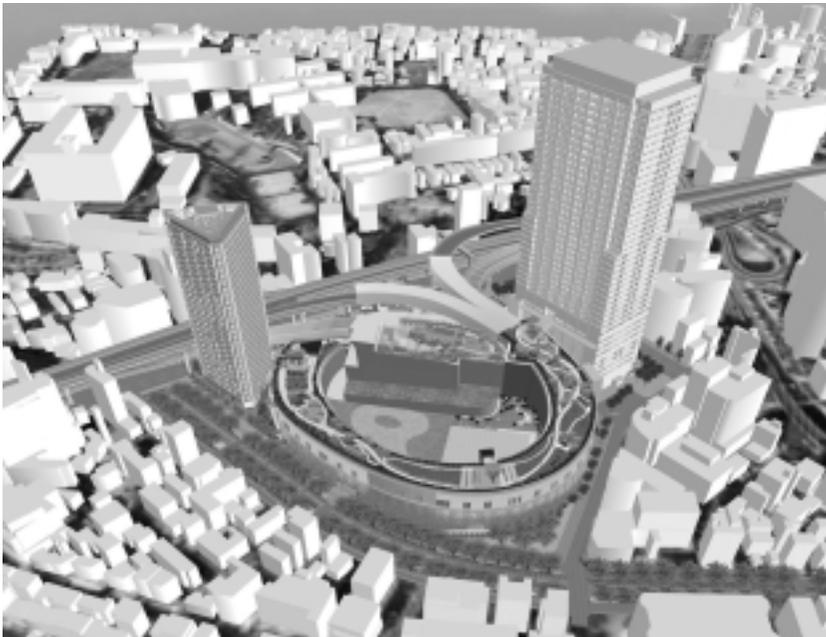
ただ首都高では、それまで色分けによる方向誘導は運用実績がなく、色そのものや色の組み合わせ、形状、設置場所などをどうすべきか、といった知見を持たなかった。そこで

まず、CG(コンピュータ・グラフィックス)でトンネル内空間を再現する際、路面・壁・天井にそれぞれの対策を反映させることにした。

次いで、そのCGデータをDSに利用、第三者のドライバーを対象とする実験へと繋がった。同社ではもともとDSを使った安全対策の検討には実績もあった。ただ、DSには高額なコストが掛かる上、データ作成に時間を要するなど、ハンドリングの悪さがネックとなり得た。加えて、10年3月の開通に間に合わせるためには09年1月までに交通安全対策等の数量をまとめ、工事の契約を済ます必要があった。

「8月下旬にCGが出来た時点で、5ヵ月以内にこれらの

CGによる完成後の大橋JCTイメージ 大橋の屋上公園が出来た場合(2012年頃)



画像は首都高速道路(株)提供

ことを行うには時間を掛けて研究している余裕はなく、すべてを並行して進める必要がありました」。したがって、ハンドリングが良く低コストのツールを急ぎ探し、UC-win/Roadドライブ・シミュレータ(㈱フォーラムエイト)の採用が決定した。

それからフォーラムエイト担当者にデータを渡し、現場を見てもらってからDS用データ作成に着手。1ヵ月半ほどで運用後のJCTをVR(バーチャルリアリティ)・CGでモデル化したシステムが完成。さらに1ヵ月間の調整を経て、12月の第1週には被験者を集め、1週間かけてDSによる最初の検証実験を実施した。

その際、タイトな工程のため、いわゆる直列的な手順ではなく、路面のカラー舗装の色やシェープをどうするか、壁や天井を含めどこにどういうものを設置するか、という検討と並行してCGにもフィードバックしながら進めている。「手直しが多くなるため、普通はCG作成に困難を伴うのですが、問題なく業務が進行しました」。このハンドリングの良さが従来のDSに付きまとう課題の一つをクリアすることにも繋がった、と田沢誠也氏は言う。

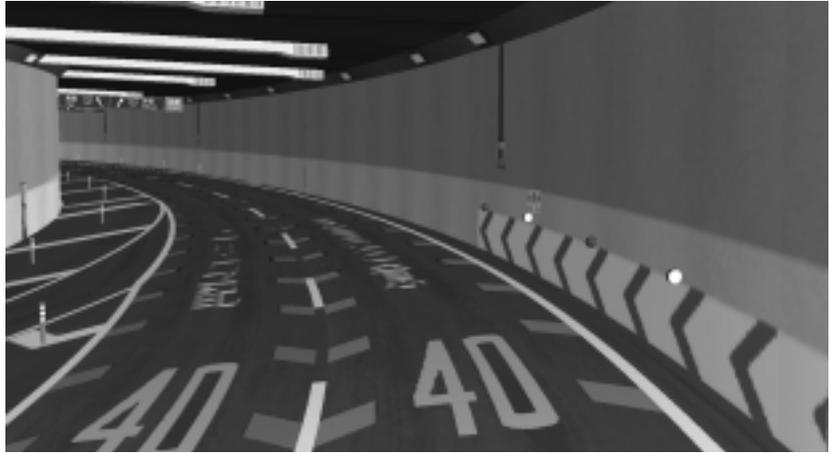
DS実験と現場実験を連携 より有効な対策を模索

DS実験用に作成されたデータは、3号渋谷線を東名高速方向から分岐して大橋JCTに入り、都心方向からの交通と合流。その後、下り勾配を2周し、山手トンネルに開くポイントまでの間を、逆のコースと合わせて2ルート。これを基にDSの機能を駆使して、分岐案内・速度抑制・追突防止について検証している。

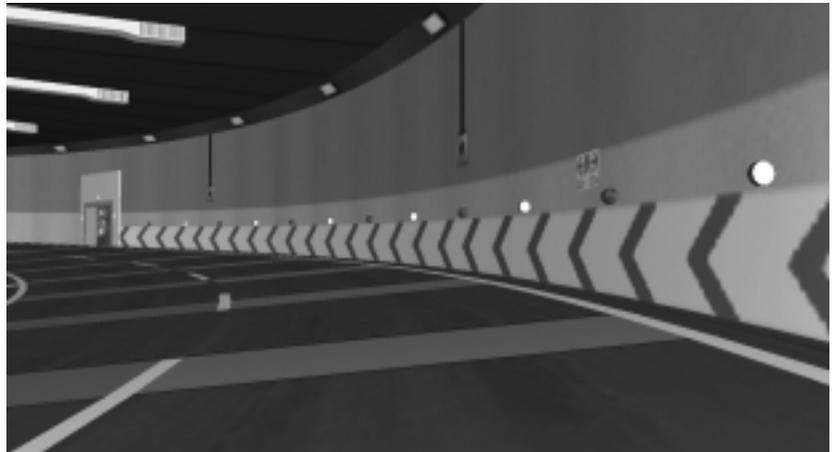
最初のDS実験を通じて浮かび上がったのは、まず赤・青の色による路面の方向表示をすべての被験者が狙い通りに

理解して早めに対応、ループ部を2周する間に車線変更する人はいなかったということ。これに対し、通常の黒舗装のままのケースも試したところ、車線指定看板が出てきてからすべての人が車線変更を行っており、路面標示の有効性が窺われた。

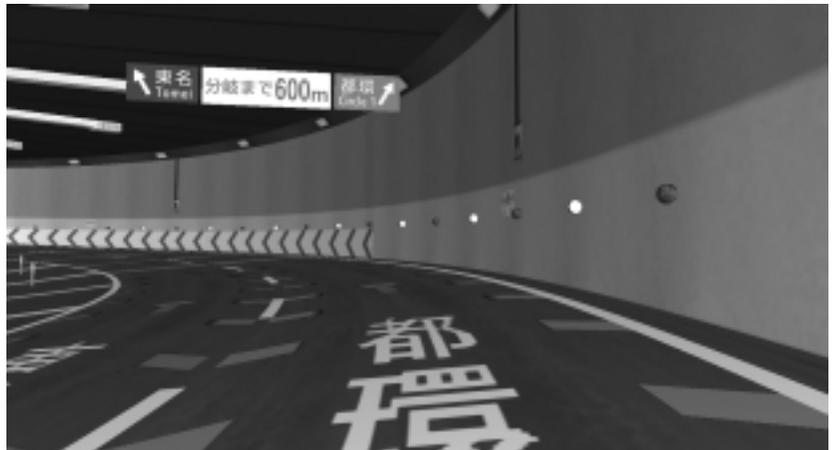
DS実験に当たりVRで作成された大橋JCT内部のイメージ



緩いカーブ箇所



カーブのきつい箇所



カウントダウン看板と色分けをした方向別の看板

画像はすべて首都高速道路(株)提供

現場における事前実験の様子

画像はすべて首都高速道路(株)提供



ゼブラ内の黒部分も滑り止め舗装を行った場合(最終形)



ゼブラ内の黒部分を滑り止め舗装していない場合

一方、勾配を感じるような階段状のデザインを施した壁面表示については、8割の人がそれに気付かず、2割の人は気付いたものの意味が分からないと回答。ドライバーは運転に集中していると、壁面を見る余裕がなく、表示は路面と天井のみで良いことが分かった。

この結果を受けて12月中に、壁面表示はやめ、色分けによる路面標示や天井看板の設置を行うこととし、さらにそれらの数量などを決定。09年1月には予定通り工事契約にこぎつけた。

ただ、それでもまだ、最終的なディテールを決めるまでには至っていなかった。

つまり、トンネル内に照明がつくことで実際の色がどう違って見えるかなどは、今回のDS実験のみでは限界もあった。そこで同年1月、現場の路面に黒い紙を敷き、実際の施工機械を使って区画線を溶着。本照明も前倒して100mの区間に設置。仮の看板などを使い、委員会や交通警察をはじめ関係者立会の下、それらの色見やスケール感、カーブの緩急など意味に応じたゼブラや狭さくドットの形状の差異について確認した。

これにより、一口に赤や青と言っても多様な色彩あるいは組み合わせがあり、DSで見た場合と現場で照明を当てた場合との感じ方の違い、色覚バリアフリーへの対応などを

考慮する必要があるとの新たな知見が得られた。

その後、この現場実験の結果をVR・CGに反映。4月にはそのデータを基に、再度DSで検証した。次いで7月にはまた現場に戻り、100mの区間に舗装を打って、そこに使う塗料のマンセル値を検討。9月に交通警察の立会の下でマンセル値を決定している。

10年3月に予定される供用開始の時点では、大橋JCTは三方向のアクセスになる。しかし、13年度中に予定される中央環状品川線が開通し、それが四方向のフルJCTになると、合流や分岐の際にいつそう注意すべきポイントが増してくる。したがって、13年度のフルJCT化を睨み、今年内にもそのためのさまざまな対策についてDS実験を開始していくとしている。

ポイントは現場の理解とDS対応

重要な現場・DS間のフィードバック

「実験はDSと現場をセットで行う必要があります。それも出来るだけ開通前ギリギリのタイミングというのがポイントです」

田沢誠也氏は一連の取り組みを通じ、今回のような交通安全や走行支援の対策を検討するに当たっては出来るだけ実際の運用時に近い環境を再現した上で実施することが望ましいと語る。その背景には、常に最新技術を調

べながら最適なものを適用していきたいとの狙いがある。ただ、それにはもちろん、工事工程に非常に負荷が掛かる建設現場の理解が欠かせない。加えて、DS側でもこのようなタイトなスケジュールに対応できることが前提になるとの見方を示す。

また、大橋JCT開通後、10年4月から半年ほどかけて事後評価を行う計画だ。これは、実際のドライバーの視点で各種の対策について評価してもらい、必要な修正は現場に施そうというもの。併せて、修正はDSにも反映。その成果は中央環状品川線に対する検討に向けてさらに活かしていく考えという。

一方、かつて自身がDSの開発に携わった経験もあるという割田博氏は、今回、VR・CGを単にいろいろなアングルから見るといった目的のみでなくDSに活用し、DS実験と現場実験を繰り返す中で、現場へフィードバックするために、さらにCGを作成・活用する — という取り組みに注目する。

「DSに限らず、すべからくシミュレータというのは万能ではないと私は考えます。再現されるのは、あくまでもバーチャルな世界であり、実際の現場(使用する場)の声を繰り返しフィードバックさせることで、信頼度や使い勝手が高まると思います。今回のような使い方を考慮し、ツールとしてのシミュレータがさらに機能向上することを期待しています」