

ゲームエンジンを活用した河川整備事業の 合意形成の円滑化の検討

かわのともき さいとうひろし さとうたかひろ
川野倫輝¹・齊藤啓²・佐藤隆洋³

- ¹日本工営（株）中央研究所 CIM推進センター（〒102-8539 東京都千代田区麹町5-4）
²日本工営（株）福岡支店 流域水管理部（〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵1-2-12）
³日本工営（株）事業戦略本部 デジタル技術推進部（〒102-8539 東京都千代田区麹町5-4）

公共事業の実施にあたっては、地域の住民の理解を得ながら事業を進めることが重要である。合意形成の過程で、関係者間で整備後の姿を共有するために、完成イメージをパースやフォトモンタージュとして作成するが、視点場が限定される、数的に少ない等の課題があった。

上記の課題を解決可能なツールとして、3次元かつ高品質なイメージをリアルタイムで作成することができるゲームエンジンツールが使われつつある。筆者らは河川整備事業の合意形成の円滑化を目的に、かわまちづくり事業の完成イメージの作成に対してゲームエンジンを活用し、作成したコンテンツを住民説明会において活用した。このツールはデジタルツイン上での様々な利用が期待され、今後の発展が期待される。

Key Words : 多自然川づくり, ゲームエンジン, VR, BIM/CIM, 合意形成

1. はじめに

河川整備事業において、地域住民から事業内容への理解や意見を得るために、河川管理者は住民説明会やワークショップを実施する。地域住民との合意形成の場では、事業の関係者間で共通した整備後の姿（完成イメージ）を想像できるかが合意形成の良否に係る重要な要素となる。完成イメージの共有に向けて、現状では、パースやフォトモンタージュとして完成イメージを静的平面イメージ化することが一般的である。しかし、静的平面イメージでは、完成イメージが設定された数箇所の視点場からのものに限定され、細部の完成イメージは少ない情報から類推する必要が発生する。このような状況では、専門知識の大小等によって想像する完成イメージに齟齬が生まれ、円滑な合意形成が阻害されることが予想される。

この課題に対して、ゲームエンジンの活用が有効である。ゲームエンジンとは、ゲームソフトの開発に必要な各種機能を有するソフトウェアパッケージである。リアルタイムで光の反射や陰影の計算を行い、即座に高品質な映像を作成できることが特徴である。3次元データの取扱いも標準としており、これまでのパースやフォトモンタージュのような静的平面イメージではなく、完成イメージを動的空間イ

メージとして作成できる。ゲームエンジンで作成する動的空間イメージでは、視点場を自由に選択できるため、先述の静的平面イメージの課題を解決できる。また、3次元測量やBIM/CIMのデータとの連携が可能で、今後デジタルツイン等の仮想空間でより優れた技術となりうる。

以上を踏まえ、河川整備事業の完成イメージ作成においてゲームエンジンの活用を検討した。合意形成の円滑化の観点でゲームエンジンの有効性を検討するとともに、ゲームエンジンと3次元測量、BIM/CIMとの連携により、事業全体で3次元データが一気通貫して活用されるワークフローの構築を目指すものである。

2. ゲームエンジンを用いたかわづくりワークフローの検討

(1) これまでのかわづくり手法の課題

従来から用いられているパースやフォトモンタージュ等の静的平面イメージの課題として、視点場が自由に選択できないこと、視点場に数的に限りがあることにより完成イメージの共有に限界があることを前章で述べた。

他にも、データの連続性確保の観点でも課題がある。図-1にこれまでのかわづくりワークフローを

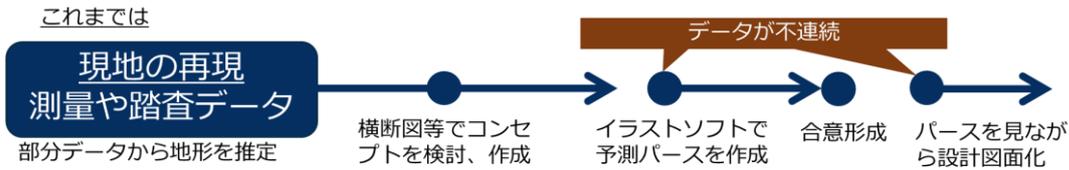


図-1 これまでのかわづくりのワークフロー

出典：3D・VRを用いた効果的な川づくりに関する検討業務報告書より一部抜粋（九州技術事務所）



図-2 ゲームエンジンを用いたかわづくりのワークフロー

出典：3D・VRを用いた効果的な川づくりに関する検討業務報告書より一部抜粋（九州技術事務所）

示す。測定の段階ではLP (Laser Profiler) やALB (Airborne LiDAR Bathymetry) といった手法による3次元測量が普及し、設計の段階ではBIM/CIMによる3次元設計が原則化しつつある。一方で、計画検討段階では、パースやフォトモンタージュ等の静的平面イメージが用いられており、3次元データの分断が引き起こされている。データの分断による問題としては、次の2点がある。

- ・ 段階間で3次元データを2次元データに、2次元データを3次元に変換する手間が生じる。例えば、計画段階のパース等を見ながらCADで設計図面を作成することがこれにあたる。
- ・ 前段階の検討思想が後段階に引き継がれにくい。例えば、計画段階で環境分野の技術者が環境面を重視した検討内容が十分に引き継がれず、設計段階で治水のみを重視したものにされてしまうことが懸念される。

(2) ゲームエンジンを活用したかわづくりワークフロー

前記の課題に対して、以下の3点を達成するために、3次元データを一通貫して活用するワークフローを構築した。

- ・ ゲームエンジンの活用による、3次元で高品質な完成イメージ表現による合意形成の円滑化
- ・ 「実現したい河川空間のコンセプト」をデジタルデータとして後段階へ継承し、事業における河川空間づくりの思想の連続性を確保
- ・ デジタルデータの連続的活用による作業効率の向上

構築したワークフローを図-2に示す。

これまでパースやフォトモンタージュ等が用いられていた計画段階にゲームエンジンを活用している。ゲームエンジンは、Epic Games社のUnreal Engine¹⁾

を使用した。Unreal Engineを選定したのは、映像品質が他のゲームエンジンと比較して優れており、建築・製造業向けテンプレートが配布されているためである。ゲームエンジンを用いることで完成イメージを3次元空間として作成し、様々な視点から完成イメージを確認することが可能になる。また、ゲームエンジンは高速で描画処理を行うため、修正等がリアルタイムで反映される。修正に要する時間が大きく縮減されるため、これまでイメージ作成に要していた時間の一部を検討の試行回数を増やすことに使うこともできる。その他、ゲームエンジンはVR (Virtual Reality) 化することも容易なため、実際の空間が完成する前に、人間の目線で空間の使い勝手や危険箇所の確認をすること、遠隔地と完成イメージを共有すること (メタバース) が可能である。

データ連携の観点では、測量段階のLPやALBなどの河道の3次元測量データを活用し、ゲームエンジン中で現況地形を再現する。ゲームエンジンでは、マウス操作等によって簡単に切土や盛土といった現況地形データの編集が可能である。例えばワンドなどこの機能を用いて作成、検討し、合意形成を実施する。合意形成後、編集した地形データを書き出して、設計段階のBIM/CIMへとつなげる。前段階のデータを後段階へと受け渡すことが可能になることで作業の効率化が図れ、前段階の検討思想をより正確に後段階へと引き継ぐこともできる。

3. かわまちづくりでのワークフローの試行

(1) 対象のかわまちづくり事業

筆者らは「山国川下流地区かわまちづくり²⁾」を対象に、検討したワークフローの適用を図った。本事業は、国土交通省九州地方整備局管内の山国川下

流域が対象であり、具体には、福岡県吉富町、福岡県上毛町、大分県中津市が関係自治体となる。各自治体が1箇所ずつ水辺拠点として高水敷の整備を計画しており、本事例では、このうち福岡県吉富町の水辺拠点（広津地区）を対象とする。

筆者らが事業に関与したのは、かわまちづくりの整備計画について既に検討が進み、地域住民を対象に進捗報告会を開催し計画内容を協議する段階であった。したがって、本事例では、3次元測量データから仮想空間に現況の河川空間を再現し、既に検討された計画内容を反映させた。進捗報告会ではこの計画内容を用い、合意形成の場におけるゲームエンジンの活用効果を確認した。

(2) 空間の作成

Unreal Engineを用いて、上記整備計画の完成イメージを作成した。作成結果を図-3に示す。

まず、河川空間の中に現況地形を構築するためにLPデータを用いた。このLPデータを変換して取り込むことで、ゲームエンジン中に測量結果に基づく現況地形を作成する。現況地形の再現後は、植生や管理用通路、地形を編集する。具体には、整備計画にあるサイクリングロードの作成、地形編集による河岸の緩傾斜掘削、親水水路の掘削等を行っている。そのほか、周辺の橋梁や樋管は現地で取得した点群データを取り込むことで再現した。ゲームエンジンには点群データの読み込みが可能であり、点群データの活用で3DCADによるモデリングの手間を省き周辺構造物の再現が可能である。



図-3 ゲームエンジンで作成したかわまちづくりの完成イメージ³⁾

(3) 合意形成に向けた活用

進捗報告会では、従来の形式で整備内容の説明を行った後に、以下の3通りの方法で説明を行った。

- ・ VR動画
- ・ 質疑応答における活用
- ・ VR体験

VR動画とは、作成した河川空間を5分程度の短編動画として切り出したものである。紙面ベースの資料で計画内容を説明した後に、動画を放映して計画内容をビジュアル的に説明した。

質疑応答における活用としては、自治体職員の説明や地域住民の質問に合わせてゲームエンジンを操作し、説明・質問箇所をスクリーンに表示した(図-4)。職員や住民がスクリーン上の該当箇所を指し示しながら議論を行うことができ、イメージ共有による質疑応答の円滑化を図った。

VR体験では、閉会後に希望者向けにVRゴーグルを使用した整備後の河川空間体験を実施した(図-5)。

(4) ゲームエンジン活用の結果と考察

進捗報告会で自治体職員や地域住民から得た意見を表-1に示す。

ゲームエンジンで作成した完成イメージは、概ね肯定的に受け取られていた。具体には、「ドッグランに日陰ができていて、夏場でも使いやすそうな印象が伝わった」との意見があった。自治体が意図して日陰の発生箇所にドッグランを配置していたが、ゲームエンジンの光の計算によってこの思想が目



図-4 質疑応答の実施風景



図-5 VR体験の実施風景

表-1 進捗報告会で自治体職員や地域住民から得た意見

項目	意見
整備内容に関する意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ (ゲームエンジンの光の計算によって) 橋梁桁下に整備予定のドッグランに日陰ができていて、夏場でも使いやすいような印象が伝わった ・ 天端の上に立って高水敷を俯瞰することで、各施設の空間的な位置関係がよくわかった ・ 実際に空間を歩いてみることで、キャンプ場からトイレに向かう動線や階段の配置を工夫する必要性を感じた ・ 樹木の位置を変えることで、空間をより広く使えるようなことがイメージできた
3DモデルやVRに対する意見と感想	<ul style="list-style-type: none"> ・ 完成イメージや施設の規模感が容易に把握できた ・ まるで完成後の世界にいるかのようなリアルさがあった ・ VRでは、手すりの高さや側溝の危険性について気づくことが出来た
本技術の有効性に関する意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ パースは初期段階で構想を膨らませることに使えて、VR技術は人目線の空間を確認することに有効 ・ 作る前に空間を体験できるため、危険箇所が容易に把握でき、効果的・効率的な対策の検討が出来そう ・ 説明会のその場で整備案を変更して議論する場面においては、ゲームエンジンは最適な技術と思われる

見える形となり住民へと伝わっていた。これはゲームエンジン特有の機能が合意形成に活かした具体例の1つである。また、シンボルツリーの配置位置に関する意見があったが、ゲームエンジン中ですぐに樹木の配置位置を変更し、変更イメージを提示できた。これもリアルタイム性というゲームエンジンの特徴が活かした例である。議論の中で変更案が活発に出るような場では、ゲームエンジンの利点が大きく活きたと考えられる。

VRに関しては、体験を希望した方は多くはなかったが、鳥瞰的なパースでは得られない気付きを得られるという点で大きな反響があった。具体には、実物の完成前に、段差等の危険箇所を人の目線で確認できるため安全対策の検討に役立つとの意見があった。また、VR中を歩くことで、動線の長さや階段の必要性等についても意見が得られた。鳥瞰パース、VR動画、VR

体験のそれぞれに利点があり、報告会のなかで適切に使い分けることが重要である。

4. おわりに

本稿では、多自然川づくり事業を対象に、計画段階にゲームエンジンを組み込んだワークフローを検討した。検討したワークフローを導入することで、ゲームエンジンの描画機能を用いた高品質で3次元的な完成イメージを作成できるだけでなく、デジタルデータが一通貫で活用されることで、計画から設計、施工の段階を跨ぐ中でも思想の連続性を確保することが出来る。

また、上記のワークフローを実際のかわまちづくりの合意形成に適用した。航空LPデータを材料とし、ゲームエンジン中で整備後の空間を作成して、合意形成の場で説明資料として活用した。ゲームエンジン特有の光の計算やリアルタイム性、VRとの連携が評価される結果となり、ゲームエンジンを合意形成に用いる有効性を確認した。

今回のワークフローで作成した空間はデジタルツインの基盤データとなりうる。今後の展開として、現実空間で得た各種センサー情報や、水理解析といったシミュレーション結果を重畳させることで、政策立案や意思決定を行う上で活用可能なシステムへと応用すること等が期待される。

謝辞：本論文は「3D・VRを用いた効率的な川づくりに関する検討業務（国土交通省九州地方整備局九州技術事務所）」、「令和3年度防災情報の共有に関する検討外業務（国土交通省九州地方整備局企画部インフラDX推進室）」の検討内容を取りまとめたものです。九州技術事務所およびインフラDX推進室の方々には、本検討に関してご指導いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) EPICGAMES:UNREALENGINE
<https://www.unrealengine.com/ja/>（最終閲覧日:2022年7月8日）
- 2) 福岡県築上郡吉富町:記者発表資料 山国川下流地区の「かわまちづくり」計画が新規登録されました, 2020年03月13日
<https://www.town.yoshitomi.lg.jp/gyosei/chosei/v995/y209/mirai/a839/c789/>（最終閲覧日:2022年7月8日）
- 3) 九州地方整備局:記者発表資料 DXを用いた川づくりの推進～全国初!ゲームエンジン・VRを用いた新たな合意形成～, 2021年12月15日
http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/n-kisyahappyou/r3/21121502.pdf（最終閲覧日:2022年7月8日）