

プログラム言語 Ruby を用いた 3次元モデルの計画・設計への取り組み

岡 裕二¹・小野 栄子²

¹ 非会員 株式会社 キャスト・アール 3D ドローン事業部 (〒110-0005 東京都台東区上野三丁目 5-2)
E-mail: cast-ok@magma.jp

² 正会員 株式会社 日建設計シビル CM・防災部 (〒112-0004 東京都文京区後楽一丁目 4-27)
E-mail: ono.eiko@nikken.jp

昨今, 生活環境の変化の中で道路, 駅などの公共空間を車, 自転車, 歩行者の利用の仕方にも変化が出ています。大人, 子供, 電動車椅子を利用する人など, それぞれに動きの速度や視点の高さも異なり, また, 車, 乗用車やバスも種類により視点の高さ, 速度, 軌跡も異なります。

本論文は i-Constraction を視野に入れ, 計画段階から多種多様な方面の意見を取り入れて, 多くの人が満足するまちづくりを計画するために, 誰もがわかりやすく, イメージしやすい3次元モデル化を行い, 歩行者(大人, 子供, 車椅子), 車(乗用車, バス)に動きをつけて, それぞれの動いている視点から設計空間が機能的かつ安全・安心性, 快適性を有していることをプログラム言語 Ruby を使用してシミュレーションで行った事例です。

Key Words: i-Constraction, 3-D model, simulation, design technique

1. はじめに

昨今, 3次元レーザースキャナーや3次元モデルを製作するアプリケーションの発達により, 2次元の CAD 図面に代わって3次元モデルによる地上と地下の可視化やどこにどのような場面で3次元モデルを活用するかのアイデアが求められるようになってきた¹⁾。

公共のインフラ整備の計画・設計段階において, 発注者と設計者等による関係者協議によって進められ, インフラを利用する住民の意見も反映させることも重要になっている²⁾。しかし, すべての人々は設計知識を持っているわけではないため, 図面や写真の説明だけでは分かりづらい, 3次元モデルでも静止画像での説明が行われることが多いため, 共通理解までに時間がかかるなどの課題があった。

そこで, 著者らは3次元モデルに動きを加えることで, より現実に近いものを計画段階から可視化でき, 共通理解が得られやすく, 意見の活発化にもつながると考えた。それらから, 3次元モデルに時間軸を設定せず, プログラム言語 Ruby を使用し, それぞれの要素(歩行者や車など)に動きを与え, 人の目線からの視点で動きを見える化する手法を開発した。地上の道路における検証結果は, 今後の地下空間へ発展させていく初弾の試みである。

2. 3次元モデルの活用と空間認識

(1) 従来の3次元モデルの課題

従来の3次元モデルは, 色々な角度から構造物を静的に可視化し説明していたが, パースや図面と同じような平面的な扱いとなり, 実際には空間認識を理解できない状況にあった。それらのことから3次元モデルの空間認識を実感してもらうには, 3次元モデルに時間軸を導入して, 車や歩行者に動きを付けることが課題であった。

(2) これからの3次元モデルの活用

静的な3次元モデルの活用方法に動的要素を加えていくことが, これからの3次元モデルの活用と考え, 操作方法も使いやすい設定が必要と考えた。図-1のように車に走行するパスを設け, 運転手と歩行者それぞれにカメラ(視点)とターゲット(目標方向)を設定し, 車と歩行者に動的要素を与えた。操作方法是, パソコンのキー操作で行うことができ, 俯瞰的にみるビュー, 車の運転手から歩行者を見たビュー, 歩行者の大人側から車を見たビュー, 歩行者の子供側から車を見たビューを切り替えられるように設定した。それらのビューを一連の動きを動画形式に変換し, 「動きの見える化」を実施した。

3. Ruby を使用した 3 次元モデルの概要と手法

(1) 概要

今回シミュレーションに活用した 3 次元モデルは、図-2 のように幅員 6m の道路に 5% のスロープを設け、歩行者と車がすれ違うようにカメラとターゲットをそれぞれの要素に設定している。これらの設定により、相互に動きのあるものを視覚的に捉え、接近状況や圧迫感などの間隔的視点を VR（バーチャルリアリティ）空間で得られるようにした。

(2) 手法

3 次元モデルは Trimble 社製の SketchUp というソフトを用い、ユーザーインターフェースである Ruby というプログラム言語を使用して、パスを想定し、その上を車や歩行者が時間毎に動くように設定した。また、運転者や歩行者の視点と俯瞰的視点をキー操作で移動の動作が出来るように設定した。

4. 3 次元モデルを活用した動的検証

(1) 条件設定

図-1 にモデルの動きを 3 つの段階に分けて設定した。

- ・モーションⅠ：バスも人も勾配の手前にある状態
- ・モーションⅡ：バスも人も勾配に差し掛かった状態
- ・モーションⅢ：車と人がすれ違う状態

目線の高さの違いを 3 つの視点に分けて設定した。

- ・視点 1：車の運転手
- ・視点 2：歩行者大人
- ・視点 3：歩行者子供

接近や圧迫状況を再現するために 3 つのケースを設定した。

- ・ケース 1：対面の勾配を挟んで相手が見え出す距離の対面距離を 10m とした。
- ・ケース 2：対面交通が近づいた時の対面距離を 5m とした。
- ・ケース 3：すれ違う瞬間の対面距離を 1m とした。

(2) 条件設定による動的検証

4.(1) の条件設定から視点 1～3 でどのように見えるか、感じるかを検証した。

視点 1 の図-3.1 と図-3.2 では、人に接近し、道路の勾配手前まで来ると運転者の視点が上向きになり、人の下部が見えにくい状況がわかった。図-3.3 では、車近傍に来ると子供は見えなくなり、子供の確認が難しい状態となる。

視点 1 の検証から運転手の走行性も劣るだけではなく、

人を避ける動作が発生してスムーズな走行が出来ないことなどの状況が可視化できた。

視点 2 の図-4.1 と図-4.2 では、勾配の手前から車の接近を確認し、車が近づくにつれて、車の中心より下方に視点が変わっていく。図-4.3 では、車とすれ違う時には車が近づいてくる感覚から強い圧迫感が感じられる。視点 2 の検証から歩行者が車を大きく避ける動作をしたり、驚いて声を上げるなどスムーズな歩行が出来ない状況などの状況が可視化できた。

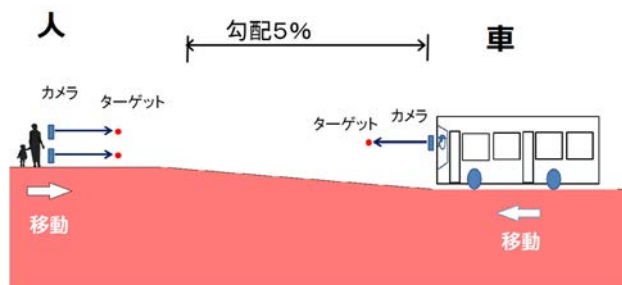


図-1 モーションⅠ

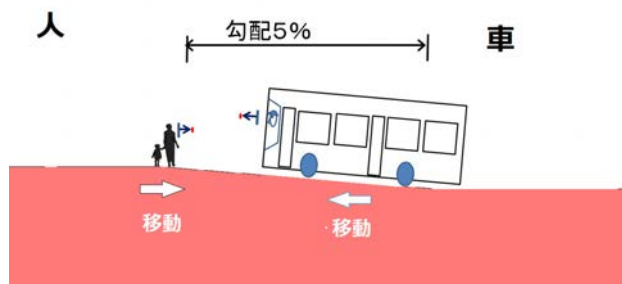


図-1 モーションⅡ

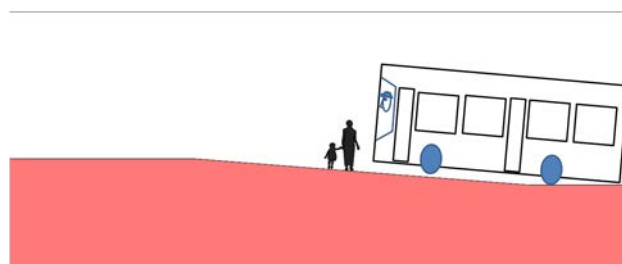


図-1 モーションⅢ

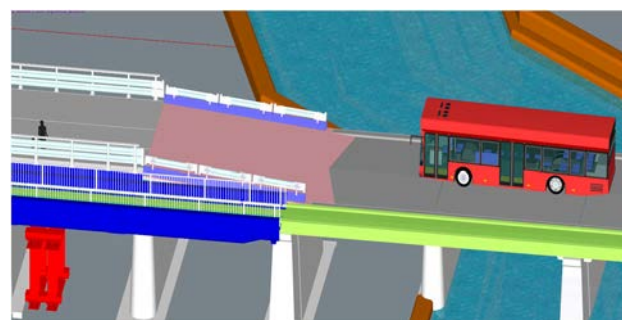


図-2 シミュレーションに活用した 3 次元モデル

視点3の図-5.1と図-5.2では、視点2と比較すると下から見上げるような形になり、車体の大きさやすれ違う速度により非常に強い圧迫感が感じられることがわかった。図-5.3では車とすれ違う時に車にぶつかってしまうイメージもあり、圧迫感よりも恐怖感という心理的な面も出てくる。視点3の検証から視点1や2よりも視点3での検討が重要であることがシミュレーションでわかった。

4.(2)の結果から著者らは動的要素を設計に取り入れるには発注者と設計者が協議する必要があると考える。

図-6に示す計画・設計サイクルを取り入れて協議する。

- ① 計画・設計（再設計）を行う
- ② 関係者や利用者に提示を行う
- ③ 意見の抽出（アンケート等）・分析を行う
- ④ ①～③の結果から改善案の構築をする

特に①計画・設計（再設計）は3次元モデルで動的要素を加えることにより「より見える化」が可能となり、計画・設計サイクルを少しでも早期に実現することが可能となる。その為には住民説明会や利用者が参加する協議会等を開催し、積極的に意見を聞き入れる場を設ける必要がある。

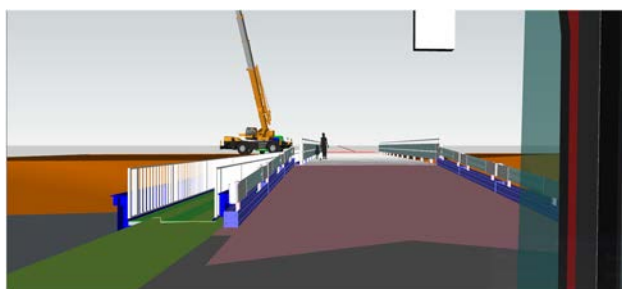


図-3.1 視点1：モーションⅠ+ケース1

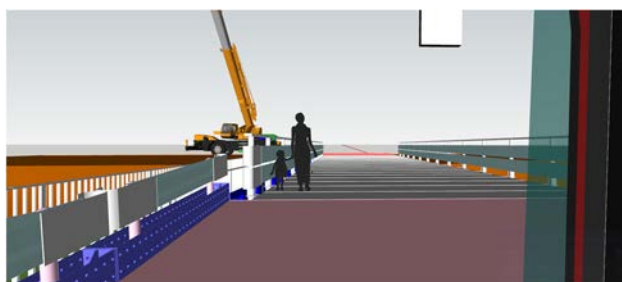


図-3.2 視点1：モーションⅡ+ケース2

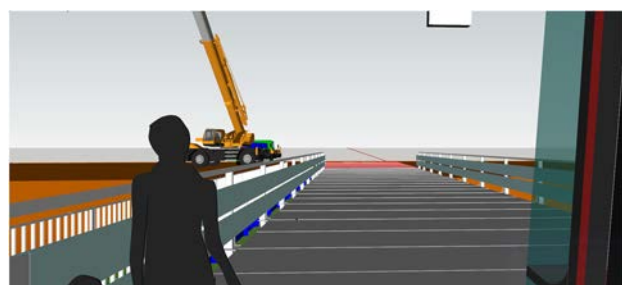


図-3.3 視点1：モーションⅢ+ケース3



図-4.1 視点2：モーションⅠ+ケース1



図-4.2 視点2：モーションⅡ+ケース2



図-4.3 視点2：モーションⅢ+ケース3

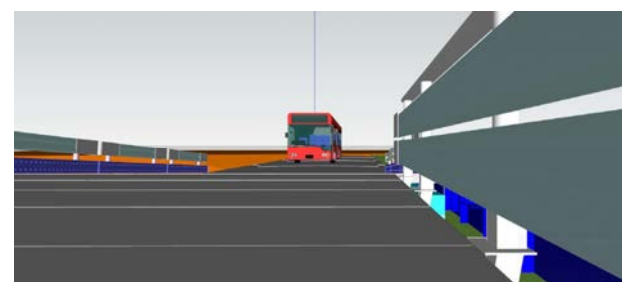


図-5.1 視点3：モーションⅠ+ケース1



図-5.2 視点3：モーションⅡ+ケース2

5. 意見の抽出・分析による再設計の検証

前項から表1の課題である安全性、快適性、機能性と①～③の解決策から車道と歩道を分離するという案を用いて再設計を検証した。（図-7参照）

- ①車道の幅員を広くする
- ②歩行者と車の間に防護柵を設ける
- ③視界を妨げないようにする

(1) 歩行者から車への視点

歩行者にはカメラとターゲットを設置し、歩行者の動きと同時にカメラとターゲットも動くようにした。また、車も歩行者に対して対向するように動きを持たせた。分離した歩道を歩く歩行者から車を見た様子を図-8.1～3に示す。

安全性：歩道には高欄を設置し、車が衝突してきても歩行者への危害を軽減することで安全性は確保される。

快適性：歩行者への車の衝突の可能性は低く、また車による圧迫感も軽減されるので快適に歩行出来る。

機能性：歩行者が車の通行を気にせず、一直線で歩行出来るので機能的である。

(2) 車から歩行者への視点

車にカメラとターゲットを設置し、車の動きと同時にカメラとターゲットも動くようにした。車から分離した歩道を歩く歩行者を見た様子を図-9.1～3に示す。

安全性：歩道に高欄を設置し、車が衝突しても歩行者への危害を軽減することにより安全性は確保される。

快適性：歩行者へ車の衝突する可能性は低いことから、運転手も安心して運転できる。

機能性：車道に歩行者の進入が少ないため、車を滑らかに運転することが出来る。

以上の再検証から、車道と歩道の分離後は安全性、快適性、機能性が大幅に改善する事を可視化するという「利用者参加型の設計サイクル」を通して、様々な人々が参加できる設計手法が示せたと考える。

6. おわりに

3次元モデルの活用事例は今後多くなると思うが、発注者や設計者だけではなく、今回の検証によりインフラを利用する多様な人々が計画・設計段階から参加することで、より良い空間づくりの可能性が広がると考える。

3次元モデルを製作にかかる時間と労力をプログラムによる自動化および3次元モデルのデータベース化が必要になり、利用者の要求がコスト面や実現性において過大になるケースも想定されるという課題についても更なる手法の開発が必要になると思われる。

今後の展望としては、今回の3次元モデルに動きを与え、動的要素を可視化し、車や人の視点をよりリアルに近づけることが可能となった。さらに VR 化(バーチャル・リアリティ)することでリアルに近い空間での確認が可能となれば、具体的な意見も出しやすくなる。また地下空間においてもサイン、避難誘導灯など地上と併せた避難検証も行う手法の一つとして確立していけると考える。



図-5.3 視点3：モーションⅢ+ケース3

表-1 課題と解決策案のまとめ

		子供	大人	車
課題	安全性	子供はまっすぐに歩けないので車と接触する非常に危険。	子供連れだと歩行の幅が広くなり危険	歩行者が近いので接触する危険性が高いし反対車線に寄ってガードレールと接触危険性がある。
	快適性	車が接近すると見上げる形になり、押しつぶされそうな恐怖感を覚える。	常に車と子供が気になり、安心して歩行出来ない。	歩行者が気になり、危険感などのストレスを与える。
	機能性	車の危険を感じてスムーズな歩行が出来なくなる。	車の危険を感じてスムーズな歩行が出来なくなる。	車がスムーズな走行が出来ない。
解決策案		①車道の幅員を広くする。 ②歩行者と車に防護柵を設ける。 ③車道と歩行者を分離する		

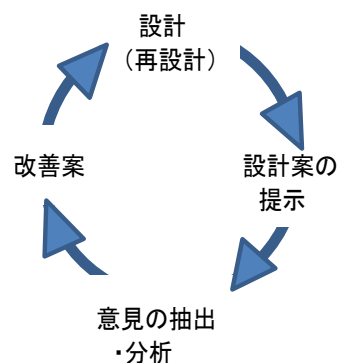


図-6 利用者参加型の設計サイクル

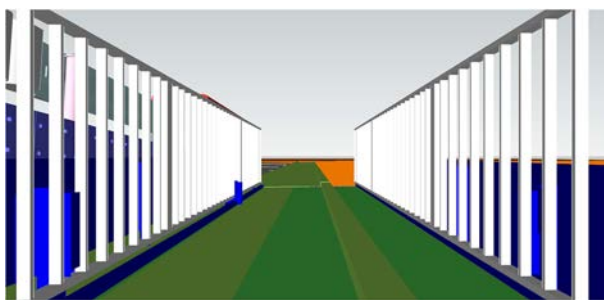


図-7 車道と歩道を分離した3次元モデル

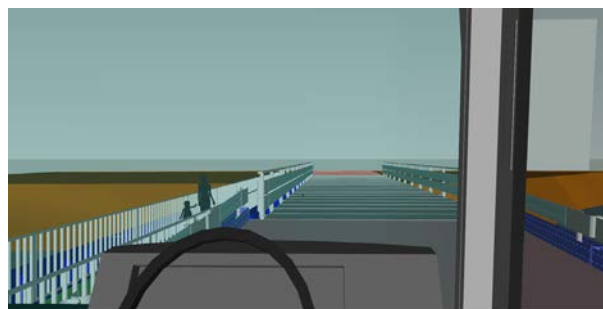


図-9.1 運転席からの視点-1

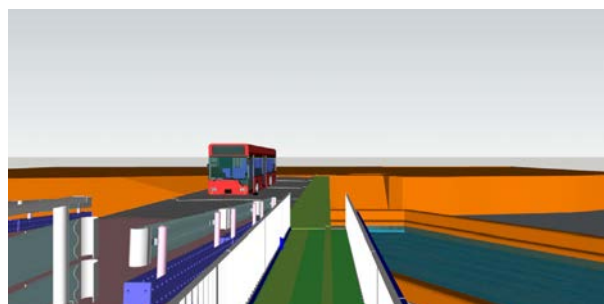


図-8.1 歩行者からの視点-1



図-9.2 運転席からの視点-2



図-8.2 歩行者からの視点-2



図-9.3 運転席からの視点-3

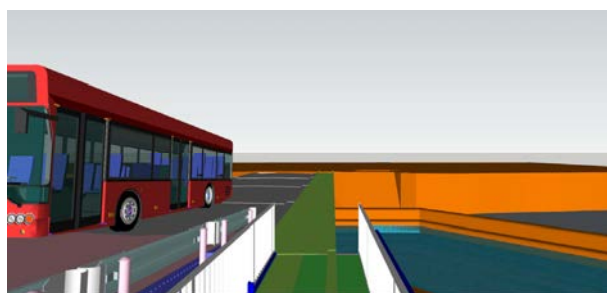


図-8.3 歩行者からの視点-3

参考文献

- 1) 国土交通省：CIM導入ガイドライン（案）第5編 橋梁編，pp.23-25，令和2年3月。
- 2) 国土交通省：第11版 都市計画運用指針，pp.4-13，令和2年9月。

USING THE PROGRAMMING LANGUAGE RUBY EFFORTS FOR PLANNING AND DESIGNING 3D MODELS

Yuuji OKA and Eiko ONO

Recently, the usage of cars, bicycles, and pedestrians in public spaces such as roads and train stations has changed due to changes in the living environment. Adults, children, and people who use electric wheelchairs have different speeds of movement and heights of viewpoints, and the heights, speeds, and loci of viewpoints also differ depending on the type of car, passenger car, or bus. With i-Construction in mind, we will take in opinions from various fields from the planning stage, create a 3D model that is easy for everyone

to understand and imagine, and walk in order to plan a town development that will satisfy many people. This is an example of using the programming language Ruby to simulate how the design space becomes functional, safe, secure, and comfortable from the perspective of each person and car moving.