

# AimRacing2023 開発成果報告

## — リアルな走行体験の実現 —

日本電子専門学校

ゲーム制作研究科 河合 奏

### 1. 開発理念

ゲーム制作研究科で歴代受け継いできたレーシングゲーム **AimRacing** を開発するにあたって、今年には物理学（力学）を軸にリアルな走行体験の実現を目指した。昨年から **SIMVR 6DOF**<sup>註</sup>が導入されたことにより、視覚情報から得る体験に加えて車から体への（シートからプレイヤーへの）力の働きから得る体験の再現が可能となった。しかし、リアルな体験を与える信憑性のある動きを開発しなければ、現実の動きとの差異から違和感を生んでしまう。そこで、信憑性のある動きを、私たちが実際に普段から体感している物理をベースに開発した。

今回の物理ベースでの開発は、リアルな走行を体験しやすい以下の2つのことに注力して開発するようにした。

(1) 細かなコーナリングの再現

(2) **SIMVR 6DOF** の制御

また、開発に先立ち、TGS (Tokyo Game Show) 出展を目標に開発が始まったため、試遊者が不快にならない **SIMVR 6DOF** の挙動開発が前提条件としてあった。

### 2. 物理ベース開発

#### 2.1. 細かなコーナリング再現

最初に、リアルな体験を追求するにあたって、カーレースには欠かせないコーナリングに注力して開発を行った。コーナリング時には、直進時よりも視界に入る情報量と車が体に対して働く力が特に多く、印象に残りやすい。そのため、“コーナリングの再現” = “リアルな体験” に結びつくと考えた。

しかし、ひとえにコーナリングといってもコーナリングに関わっている力は多数あり、車種・タイヤの種類によって大きく変わる。そのため、タイヤな

どの特性を無視して、共通に発生する力の

1) コーナリングフォース

2) 摩擦抵抗

3) 荷重分配

の3点に絞り開発を行った、

コーナリングの力の作用は、コーナリングフォースによってハンドルの角度に合わせて滑らかに曲がり、摩擦抵抗によってコーナリングフォースが進行方向以外に向いてしまうことを防ぐ。これが基本的なコーナリングの仕組みであり、実装することで現実により近いコーナリングが再現可能になった。これに合わせて車体荷重の分配を行うことで、各タイヤが生み出す力に差異が発生するようになる。曲がるときに重心は、遠心力によって外側に寄り外円側の荷重が増えることで曲がりやすくなる。

また、摩擦抵抗に摩擦円の考え方を取り入れることで、タイヤの横滑りをおこさせるようにした。そうすることで、進行方向と車体の向きにずれがおきて細かな動きでコーナリングできるようになる。

コーナリングに関わるハンドルからも得られる情報があり、その中から操作のしやすさにつながるタイヤのグリップ力を再現した。タイヤが発生させる摩擦抵抗の値をハンドルの重さと同期させることで、地面をハンドルから感じられるようにした。

これらを実装することによって、現実により近い細かな動きに近づけることができ、視覚情報と触覚情報とを併せもったリアリティさを追求できた。

#### 2.2. **SIMVR 6DOF** の制御

**SIMVR 6DOF** を使った制御では、実際に車内に乗っている時のシートの動きを意識して作成した。

実際の車の揺れはサスペンションを通して伝わってきている。そのため、サスペンションの動きをもとにシート動きを実現した。

サスペンションの動きは路面の凹凸に合わせて動くため、ゲーム内の車体に直接サスペンションの計算だけを実装して、値だけを受け取り再現することとした。そうすることで、体に直接路面の状態を伝えることが可能となった。また、サスペンションに前述した荷重を組み合わせることで、シート動きで遠心力を再現することもできた。これは、多くの人が現実体験したことのある刺激であり、没入感を引き出すことにつながった。

さらに、進行方向と車体の向きのずれをシートでも再現できるように、回転軸 Yaw を紐づけた。これにより、体の向きが車体の向きと同じ向きになるため、曲がっている実感を引き出せるようになった。

SIMVR 6DOF に組み込んだこれらの要素は、プレイヤーの意識がゲーム画面に向いている中、直接的にプレイヤーの体に体感させることができるため臨場感を与えられる。

### 3. ゲーム性に向けて

ここまで述べてきた物理ベースでの開発を行っただけでは、ただの乗りやすい車のシミュレーターになってしまった。そこで、それに手を入れて遊びがあるゲームにする必要がある。そのためには、実際の車の挙動公式で使う現実の定数値の代わりに、実行中に変化する値に置き換えることで実現できる、例えば、コーナリングのしやすさや横滑りのしやすさに、数値を与えるだけでブレーキを踏まないとか曲がれないといったゲーム性を生み出すことができた。このことから、ただ現実に近いことを実装しても、ゲームとしての楽しさを生み出せるわけではないことがわかる。

要素パーツごとの物理ベース開発により、最終的に、**AimRacing** は当初目的としていた“路面をしっかりグリップして走れるリアルな挙動”となり、曲がるときにスピードを下げ曲がらないとスリップや曲がり切れないなどといったゲーム性を実装できた。

また、SIMVR 6DOF については、カーブするとき遠心力で傾き、推進方向へ向いてくれるようにな

ったが、サスペンションの動きが大きさになってしまい、試遊者を疲れさせてしまう現状は残ったままである。

### 4. 所感・これからの展望

今回の結果を受けて、SIMVR 6DOF の開発は引き続き進めていく予定である。特に、今回はサスペンションによる傾き情報を縦横に回転させたが、SIMVR 6DOF の 6 軸を 1 軸ずつ動かす挙動に変えることにより、小さな段差を乗り越えるような細かい表現を実現できるように開発する。

次に、車の動きについて、現状の路面を感じる動きを維持しながらのスリップの仕方では、不自然な力がかかっているように見えるため、より詳しくスリップ周りの事象について知見を深め、改良を進めていきたい。また、ハンドルの重さ周りの仕組みを簡易的に作りすぎているため、ハンドルの揺れから路面の凹凸情報が伝ってくるような重さや揺れの実現を目指す。

#### 註 SIMVR 6DOF

WIZAPPLY 株式会社 製品

6 軸機 : SIMVR 6DOF

Pitch. Roll. Yaw の回転軸. Surge. Sway. Heave の移動軸 6 つを持つ高性能モーションプラットフォーム

〈参考文献等〉

シミュレーターのための自動車物理

<https://onl.tw/R4dvkN4>

摩擦円を物理する

<http://www.carphys.net/tire/frictcircle.html>

コーナリング時の遠心力による横滑り

<http://www.enjoy.ne.jp/~k->

[ichikawa/car centrifugal.html](http://www.enjoy.ne.jp/~k-ichikawa/car_centrifugal.html)

車重と荷重とグリップの関係

<http://www.carphys.net/tire/tireweightp.html>

タイヤは滑らせた方がグリップする

<http://www.carphys.net/tire/tireslip.html>