



「良い」3D立体視ゲームを作るためのプログラミングとデザイン入門

福本正紀 大戸友博

株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

ソフトウェアソリューション開発部



本セッションの内容

- 3D立体視とは何か？なぜ今3D立体視ゲームなのか？
- 3D立体視の理論と、ハイクオリティの3D映像を作る方法
- 3D立体視映像のレンダリング方法
- ケーススタディ



- 3D立体視とは何か？
- なぜ今3D立体視ゲームなのか？

3D立体視とは？



- わずかに異なる視点からの画像を左右の目で見ると
- 2つの画像の間の差を視差(Parallax)と呼ぶ
- 脳が2つの画像を結合して、3D世界を再構築する



3D立体視は目新しいものではない...

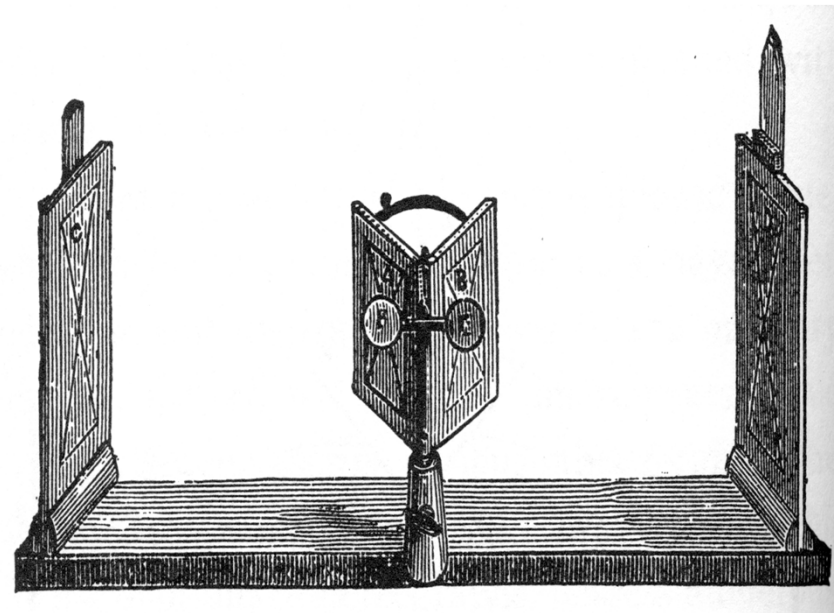


Le petit journal pour rire 1859

3D立体視は目新しいものではない...



1832年 世界初の3D立体視のための装置



Sir Charles Wheatstoneによる
反射式立体スコープ

3D立体視は目新しいものではない...



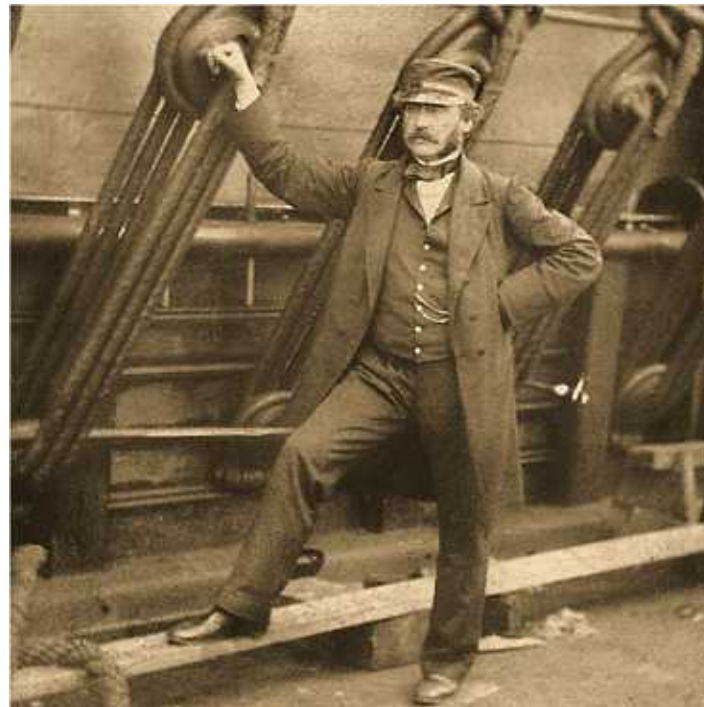
1832年 世界初の3D立体視のための装置

1844年 3Dフォトビューア

Brewsterの
立体スコープ
と立体カード



Col Ian Bickerstaff



Robert Howlett's 3D
image of "Great
Eastern" Captain
William Harrison, 1857

3D立体視は目新しいものではない...



1832年 世界初の3D立体視のための装置

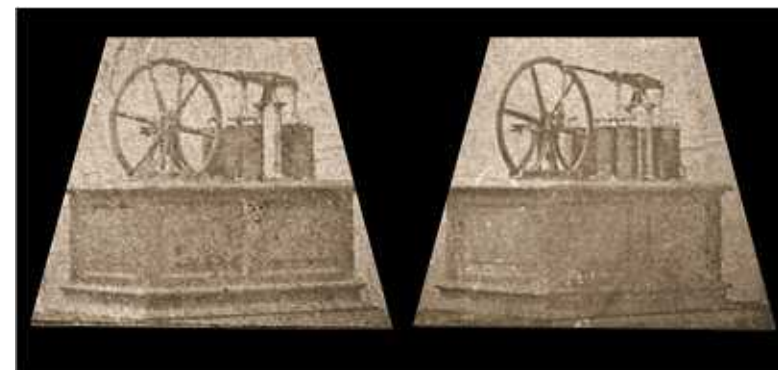
1844年 3Dフォトビューア

1852年 3Dムービー (交換可能なディスクで供給)

Jules Duboscq
によるバイス
コープディスク



Col Joseph Palteau, University of Ghent



交差法で見る

3D立体視は目新しいものではない...

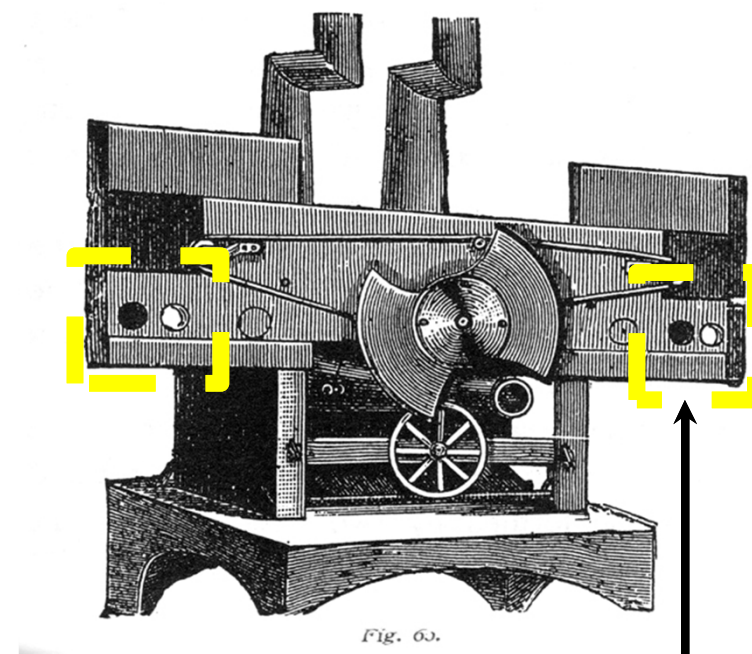


1832年 世界初の3D立体視のための装置

1844年 3Dフォトビューア

1852年 3Dムービー (交換可能なディスクで供給)

1858年 3Dシャッターめがね (機械式)



ここから見る

D Almeida Eclipse
のステレオスコープ

3D立体視は目新しいものではない...



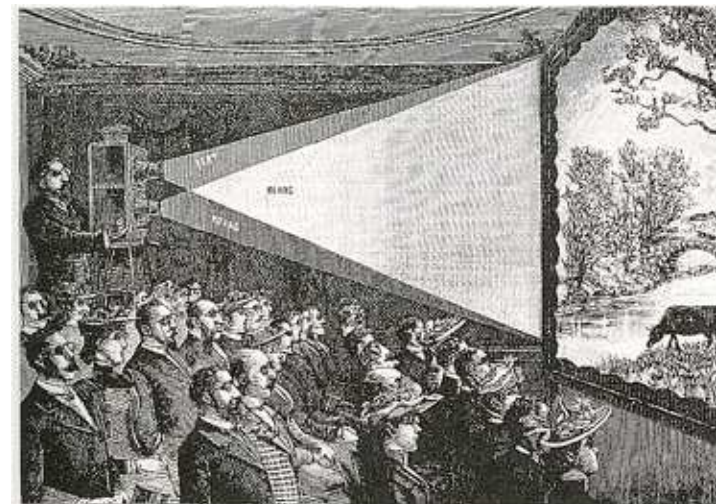
1832年 世界初の3D立体視のための装置

1844年 3Dフォトビューア

1852年 3Dムービー (交換可能なディスクで供給)

1858年 3Dシャッターめがね (機械式)

1893年 3D偏光めがね (円偏光)



John Andersonの「円偏光光用ステレオスコープ」



1930年代の偏光3Dめがね

3D立体視は目新しいものではない...



1832年 世界初の3D立体視のための装置

1844年 3Dフォトビューア

1852年 3Dムービー (交換可能なディスクで供給)

1858年 3Dシャッターめがね (機械式)

1893年 3D偏光めがね (円偏光)

1896年 電氣的同期によるシャッターめがね

Paul Mortierの電
氣的同期による
シャッターめがね



1930年代の3Dシャッターめがね

3D立体視は目新しいものではない...



- 1832年 世界初の3D立体視のための装置
- 1844年 3Dフォトビューア
- 1852年 3Dムービー (交換可能なディスクで供給)
- 1858年 3Dシャッターめがね (機械式)
- 1893年 3D偏光めがね (円偏光)
- 1896年 電氣的同期によるシャッターめがね
- 1903年 カラー3D写真



リュミエール兄弟の
オートクロームプロセス



Col Ian Bickerstaff

3D立体視は目新しいものではない...



1832年 世界初の3D立体視のための装置

1844年 3Dフォトビューア

1852年 3Dムービー (交換可能なディスクで供給)

1858年 3Dシャッターめがね (機械式)

1893年 3D偏光めがね (円偏光)

1896年 電氣的同期によるシャッターめがね

1903年 カラー3D写真

1928年 3D TVデモンストレーション

Radio News, November 1928

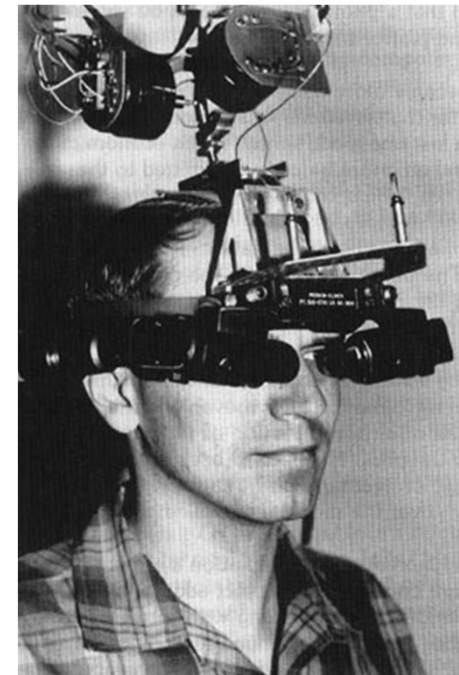


Bairdの3D TV

3D立体視は目新しいものではない...



- 1832年 世界初の3D立体視のための装置
- 1844年 3Dフォトビューア
- 1852年 3Dムービー (交換可能なディスクで供給)
- 1858年 3Dシャッターめがね (機械式)
- 1893年 3D偏光めがね (円偏光)
- 1896年 電氣的同期によるシャッターめがね
- 1903年 カラー3D写真
- 1928年 3D TVデモンストレーション
- 1965年 インタラクティブ3Dコンピュータグラフィックス



Ivan Sutherlandの
ヘッドマウンテッドディ
スプレイ

なぜ今ふたたび3D立体視か？



- 最新式の液晶TVが、手頃な値段で高画質3Dを実現
- HDMI標準が3Dを規定
- 3D立体視画像を生成できるほどパワフルな機器が登場



- 3D立体視ゲームが普及開始



なぜ3D立体視ゲーム？



- 没入感とリアリティの向上



なぜ3D立体視ゲーム？



- 識別能力の向上



なぜ3D立体視ゲーム？



- 識別能力の向上



なぜ3D立体視ゲーム？



- 奥行き認知の向上



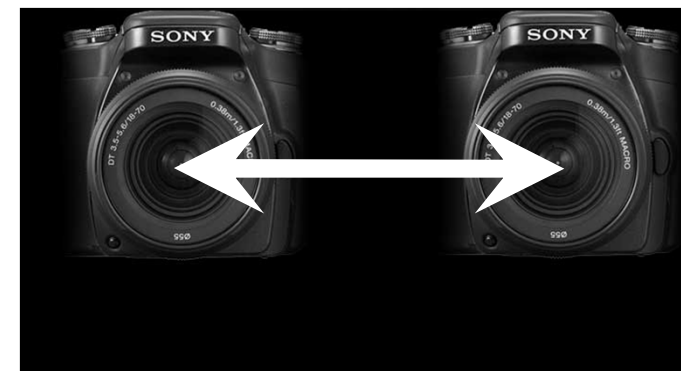


- 3D立体視の理論
- ハイクォリティの3D立体視映像を作る方法

3D立体視の動作原理



- 見る人の左右の目の位置の違いが視差(parallax)を生む
- 見る人に近いものほど、大きな視差を生む
- 遠くにあるものは、ほとんど視差がない
- 目のかわりにカメラを使用することで3D立体視の効果を撮ることができる
- カメラ間の距離を離すと、視差が増える



3D立体視の動作原理



立体視の動作原理 理想の立体視TV



立体視の動作原理

視差が背景と一致



立体視の動作原理 カメラを設置して表示



立体視を再現できるでしょうか？

立体視の動作原理 視差の不一致



横方向への補正をしてみると・・・

立体視の動作原理 補正つき表示



立体視の動作原理 – 必要なことは何か？



視差シフト(parallax shift) : 映像の奥行き方向のものものの配置を制御します

立体視の動作原理 確認

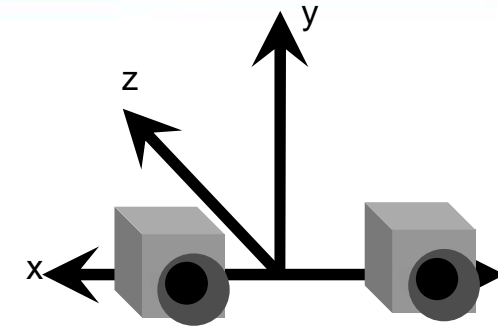


オルソ立体視

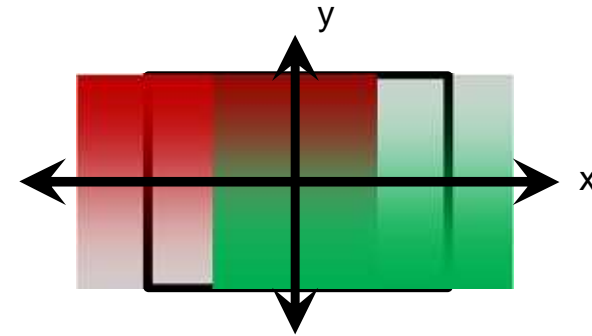
カメラ間距離と視差シフトの実装法



カメラ間距離: カメラ空間でのx軸への
平行移動



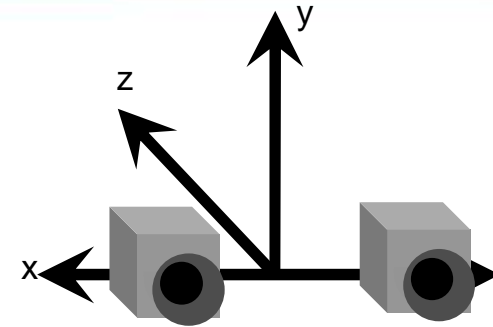
視差シフト: スクリーン空間でのx軸への
平行移動



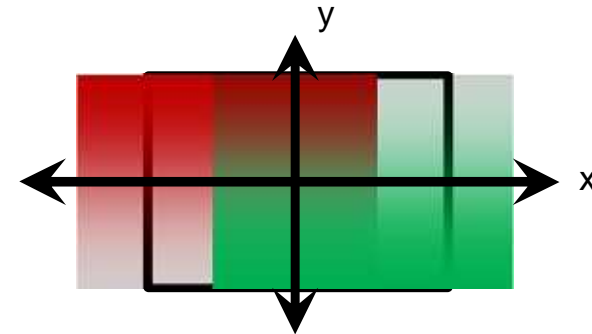
カメラ間距離と視差シフトの実装法



カメラ間距離: カメラ空間でのx軸への
平行移動



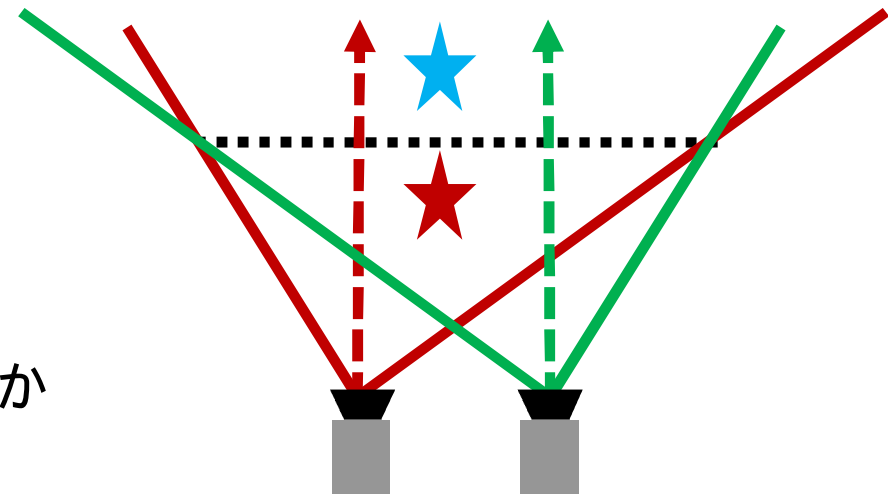
視差シフト: スクリーン空間でのx軸への
平行移動



非対称の視錐台

「スクリーン面」

オブジェクトが画面のどちら側にあるか
を決める



カメラ間距離と視差シフトの実装法

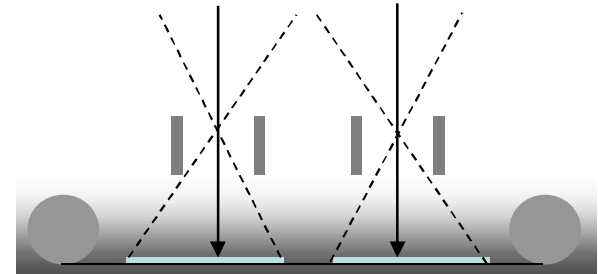


立体視カメラ:

- 視差シフトが本体に実装

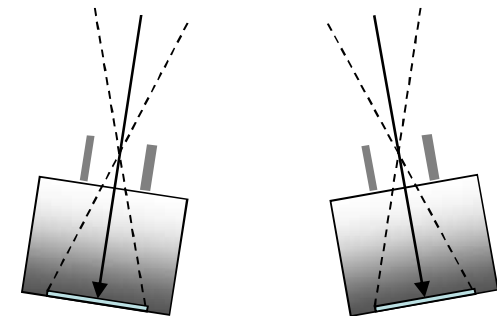


Stereo Realist 35mm camera 1947

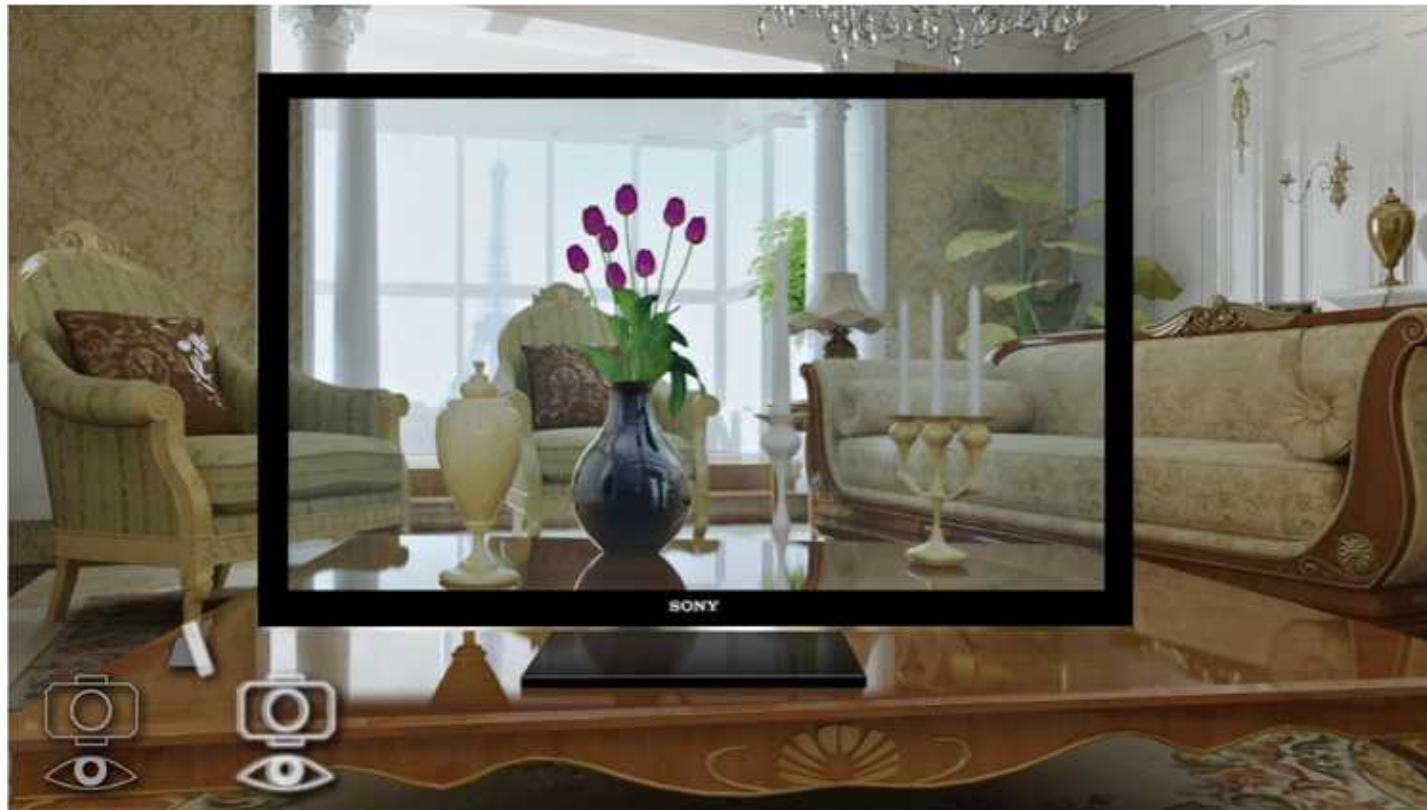


2つのカメラ:

- カメラを内向きに傾けることで視差シフトを実現



実写用のカメラ 内向きに傾けたときの問題点



キーストーン歪みが発生！
カメラを内向きに傾ける方法は使用しないでください

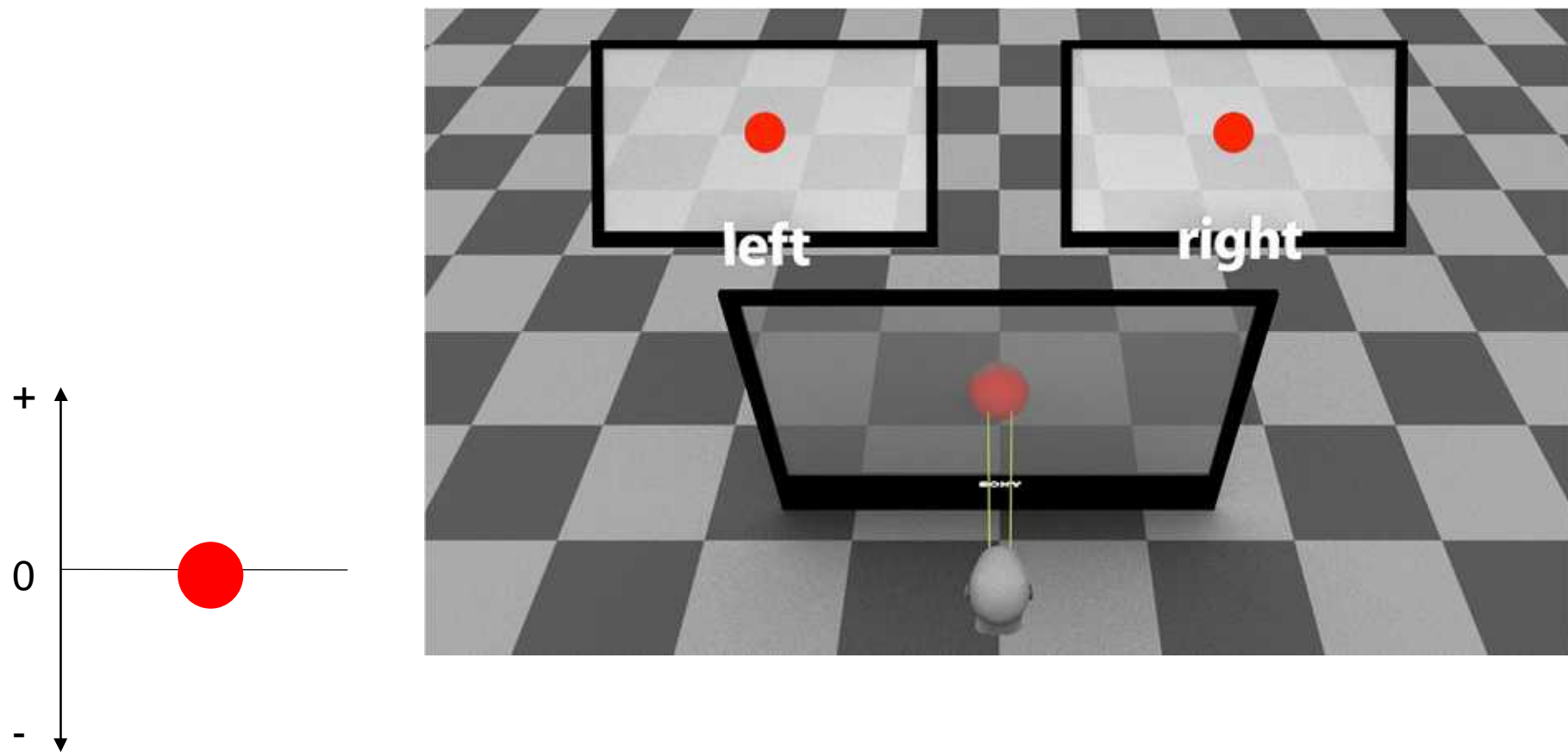
まとめ



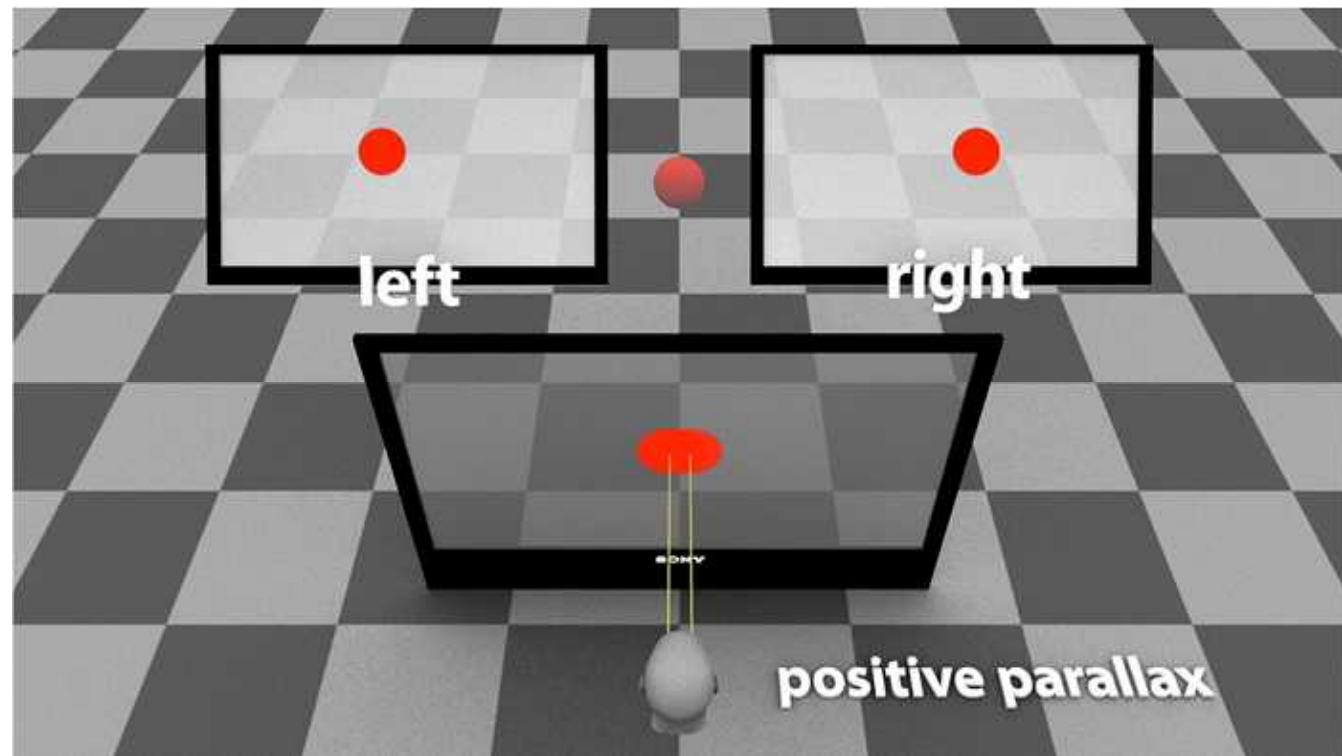
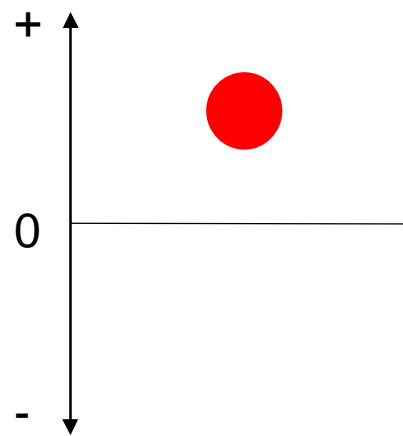
- カメラ間距離の調整
- 視差シフト量の調整
- 現実を再現することができた！



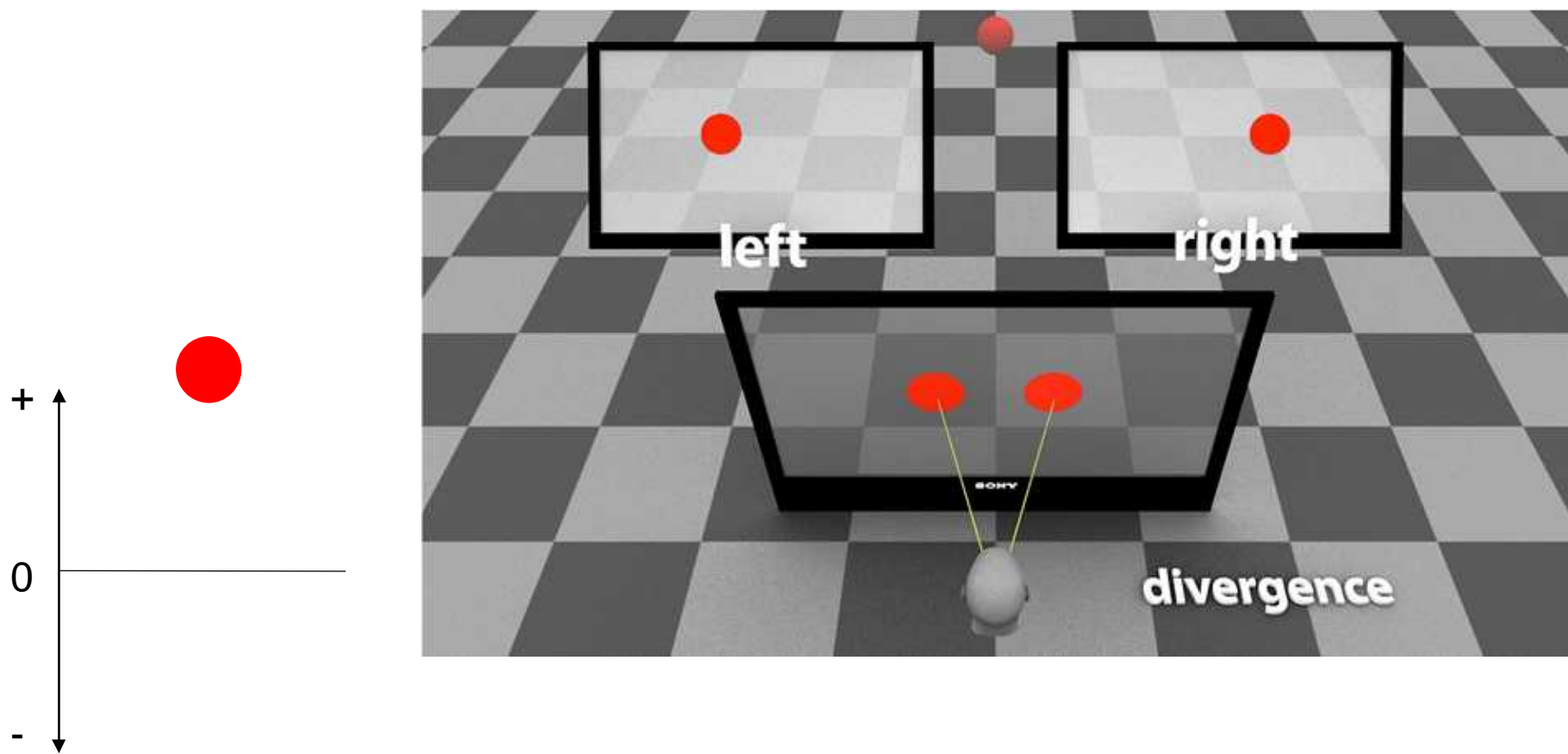
視差量 ゼロの視差量



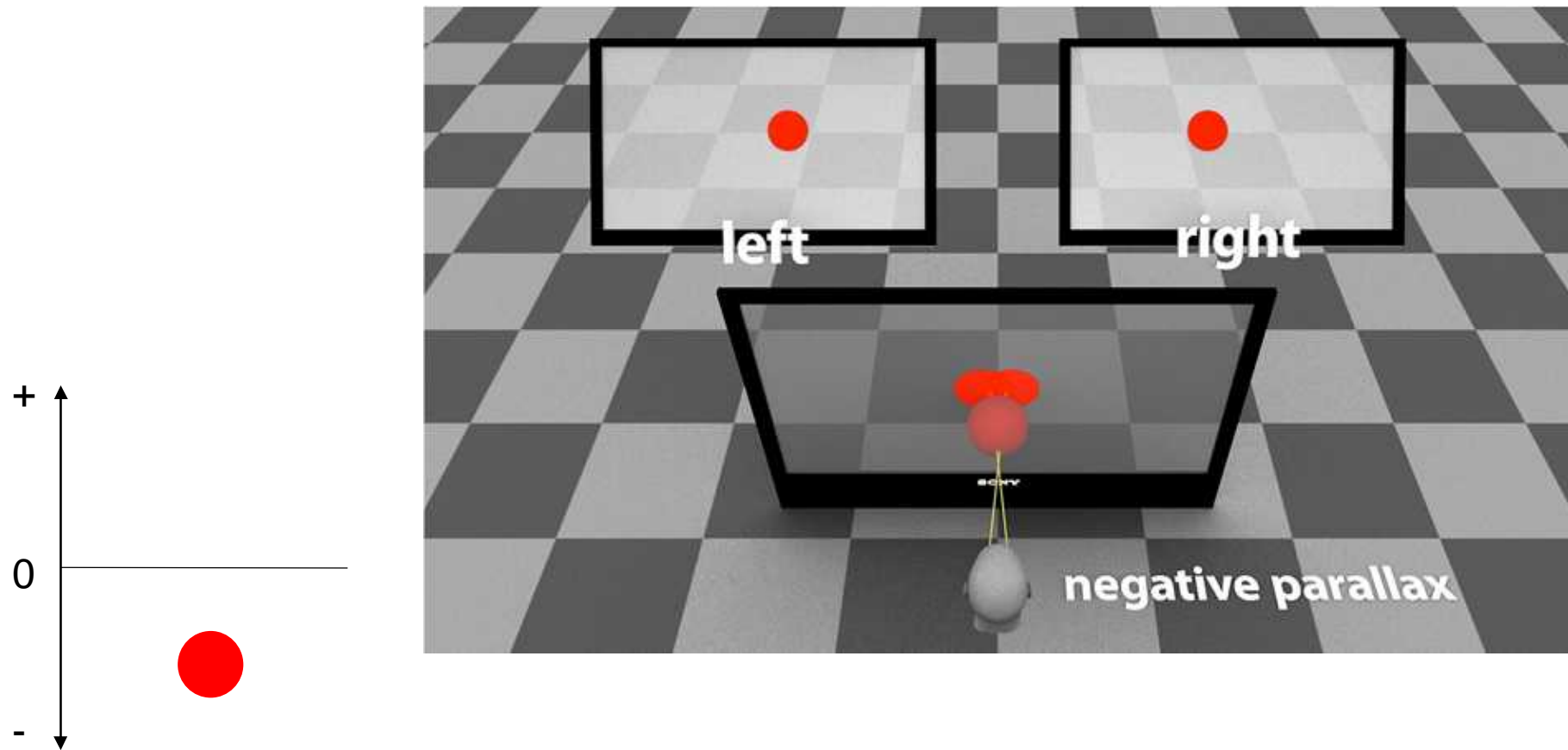
視差量 正の視差量



視差量 - 開散(divergence)



視差量 負の視差量



負の視差量 画面から飛び出す表現



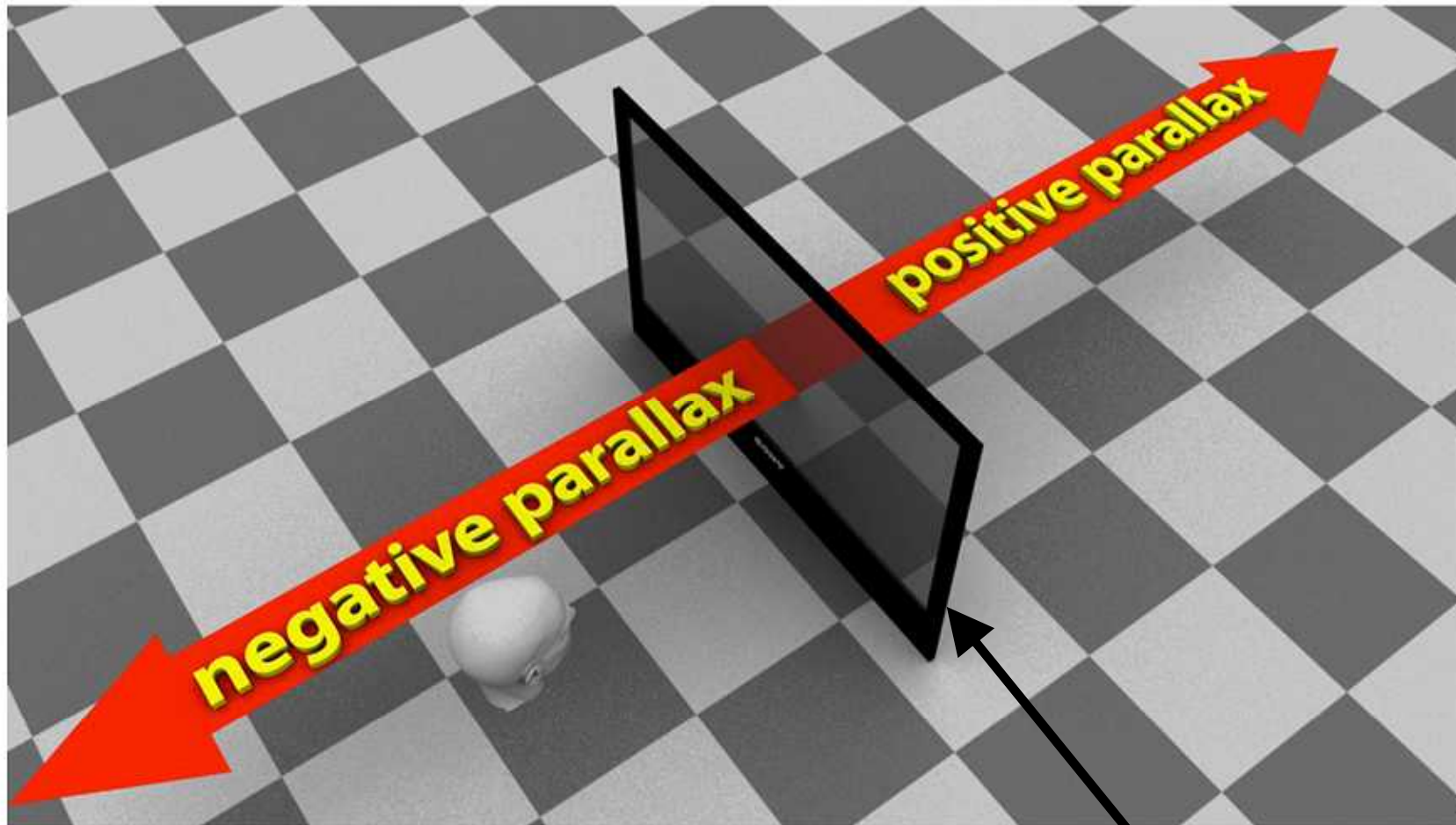


「ウィンドウ違反」



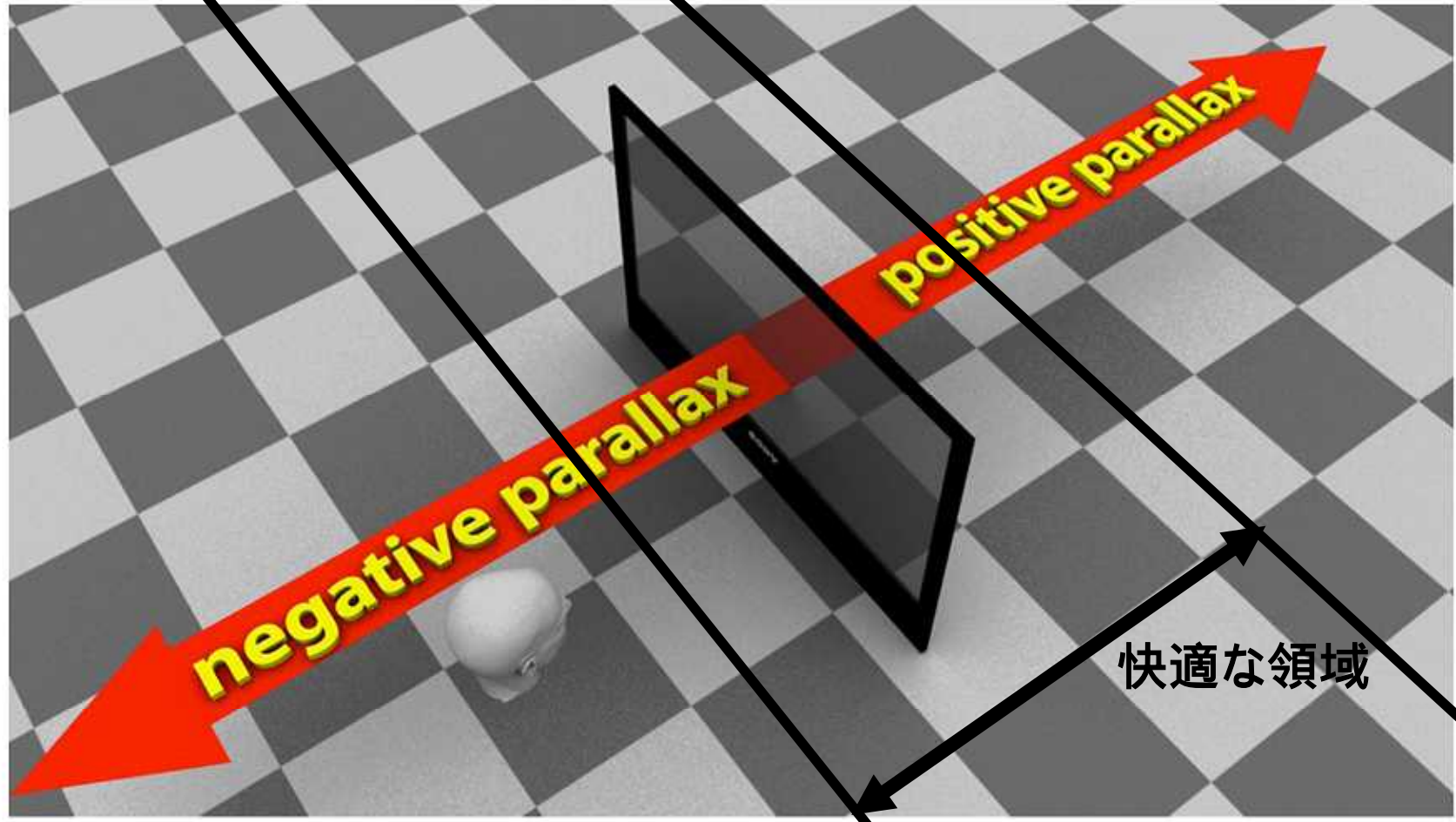


視差量の制限 認識の難しさ



焦点は常にTVの面

視差量の制限 – 正と負の視差



快適な領域

視差量の制限:方法1



ゲーム世界の中で深さを調整

視差量の制限:方法1



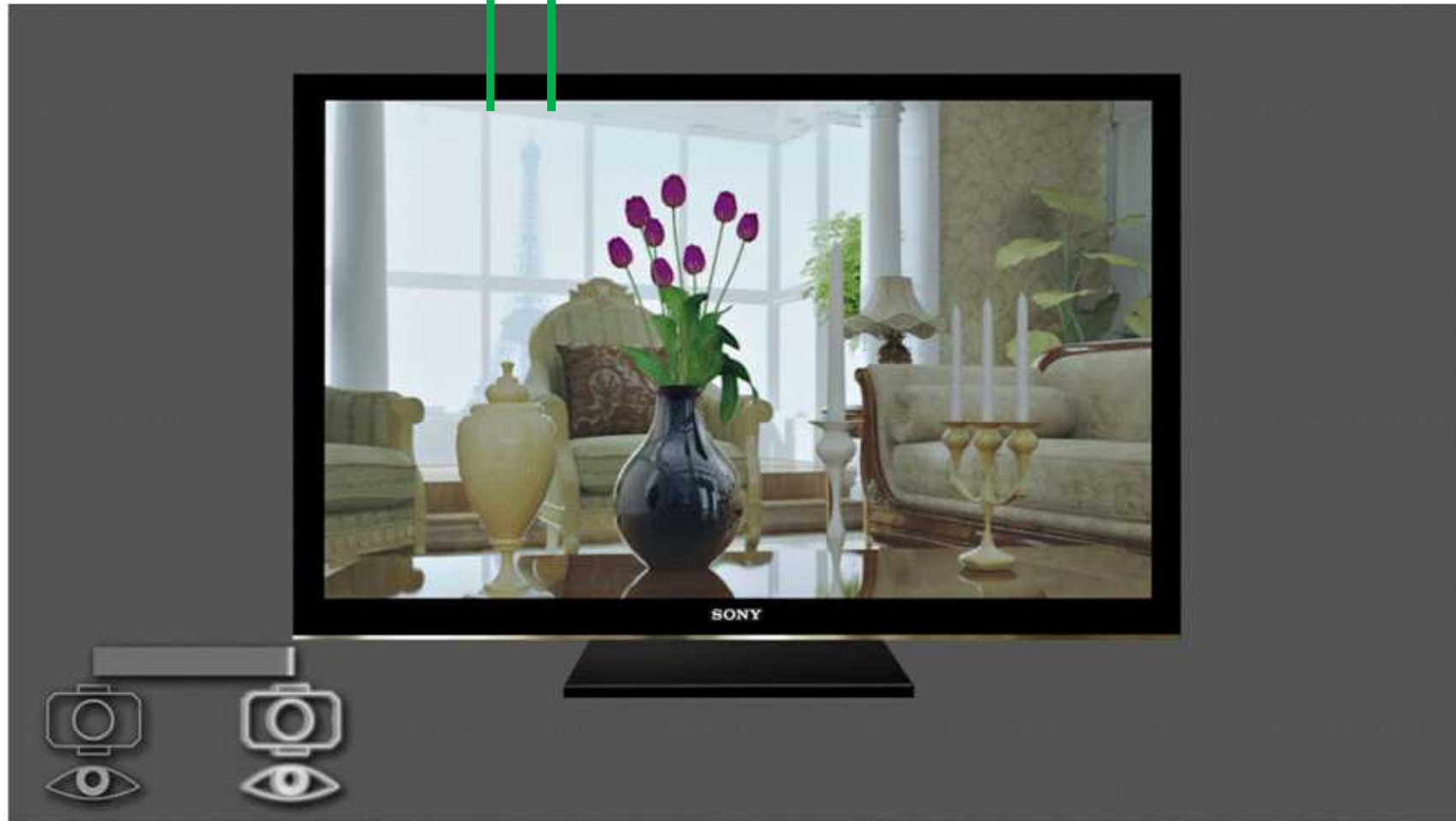
ゲーム世界の中で深さを調整

視差量の制限:方法1



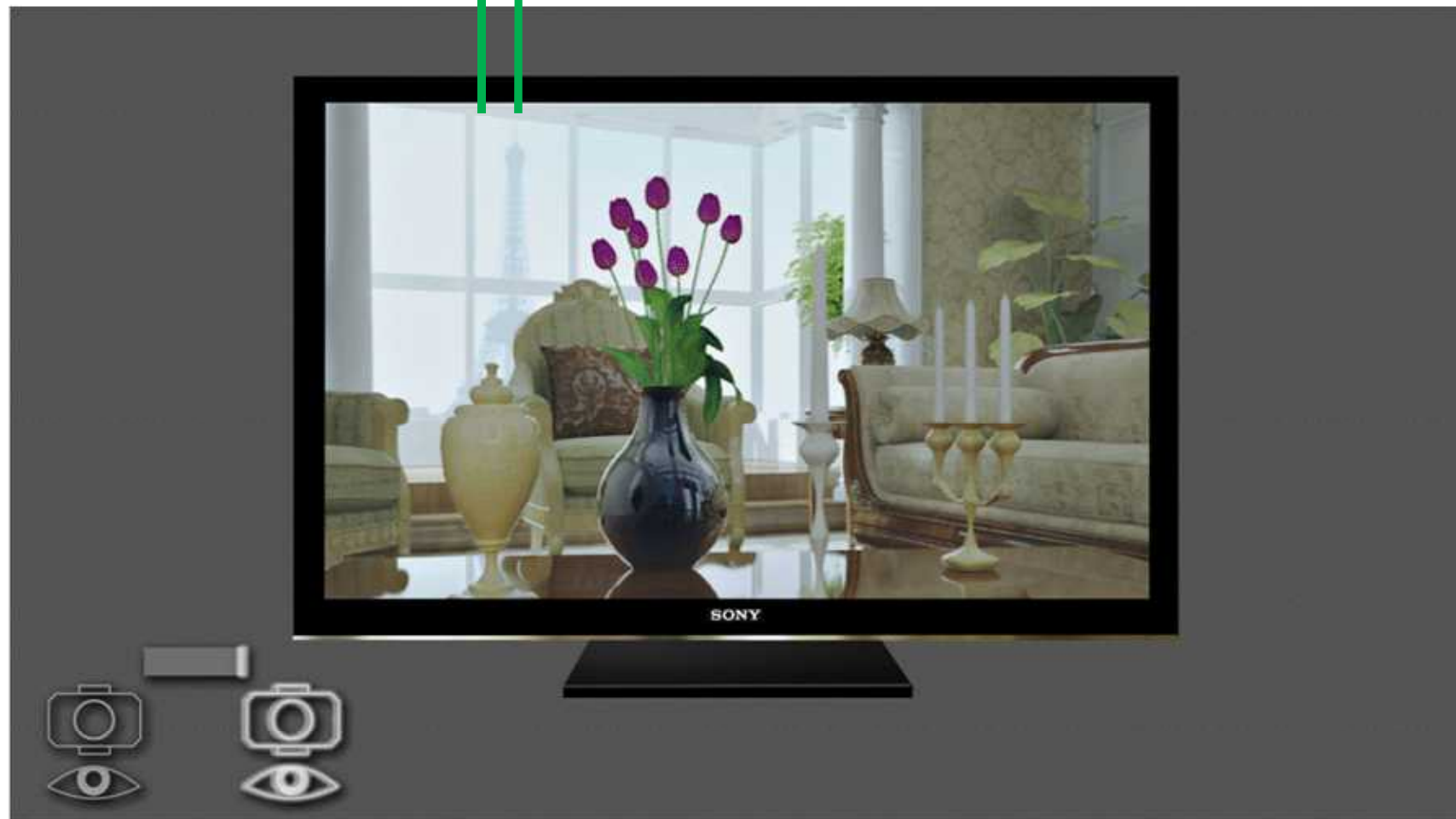
ゲームデザインに大きな影響を与える

視差量の制限:方法2



視差シフト量を減らす

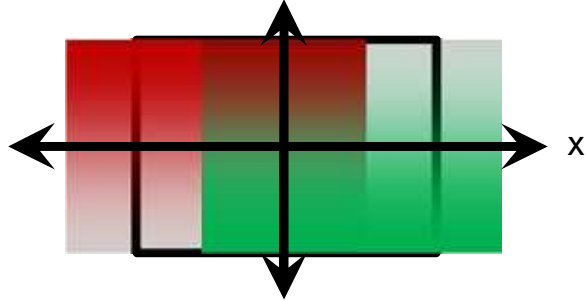
視差量の制限:方法2



視差シフト量を減らす

しかし、いくつかの物が画面から飛び出してしまう・・・

視差シフトを減らすと



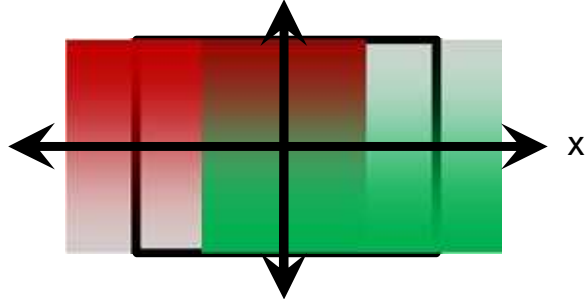
すべてのものが

- 視聴者に近くなる
- 奥行き方向のサイズが小さくなる

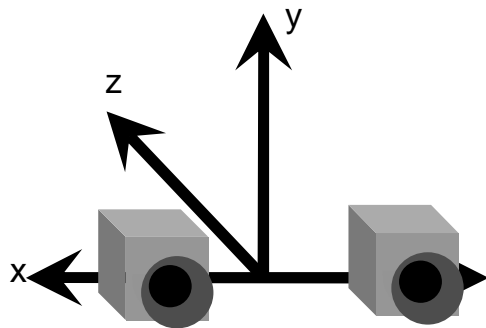
補足：視差シフトとカメラ間距離 と 見え方の関係



視差シフトを減らすと



カメラ間距離を減らすと



すべてのものが

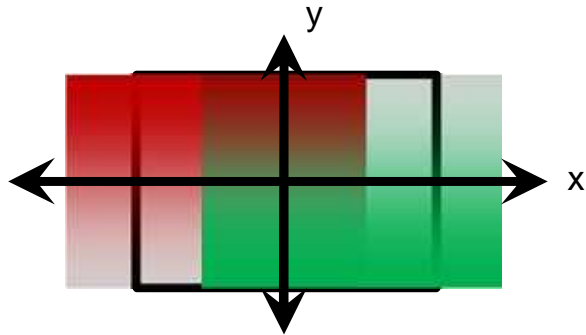
- 視聴者に近くなる
- 奥行き方向のサイズが小さくなる

前景にあるものが奥に動く

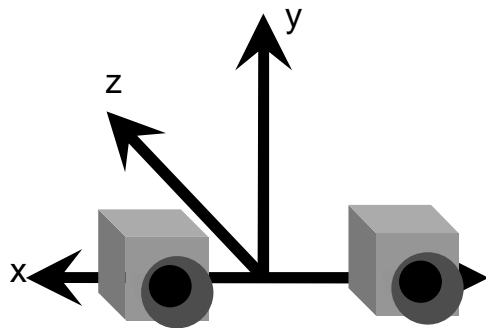
前景にあるものは大きくなる

背景になるものは、変わらない

補足：視差シフトとカメラ間距離 と 見え方の関係



視差シフト量を背景にあわせて調整する



カメラ間距離を前景にあわせて調整する

視差量の制限:方法2



前景が正しく、画面の向こう側に配置されるようになった

視差量の制限:方法2



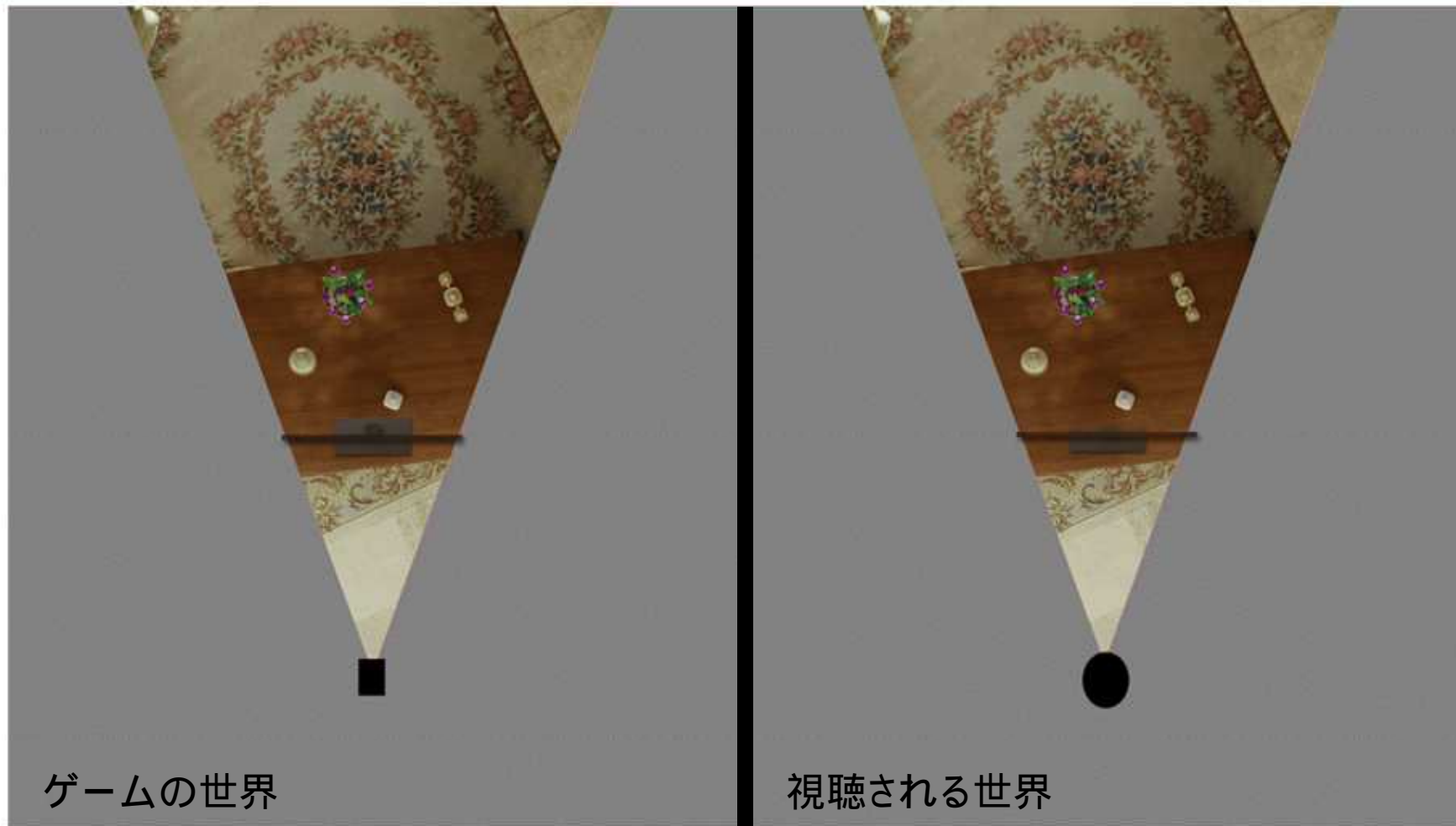
ゲームの世界



視聴される世界

視差は許容範囲
ただし、世界がゆがんでしまう

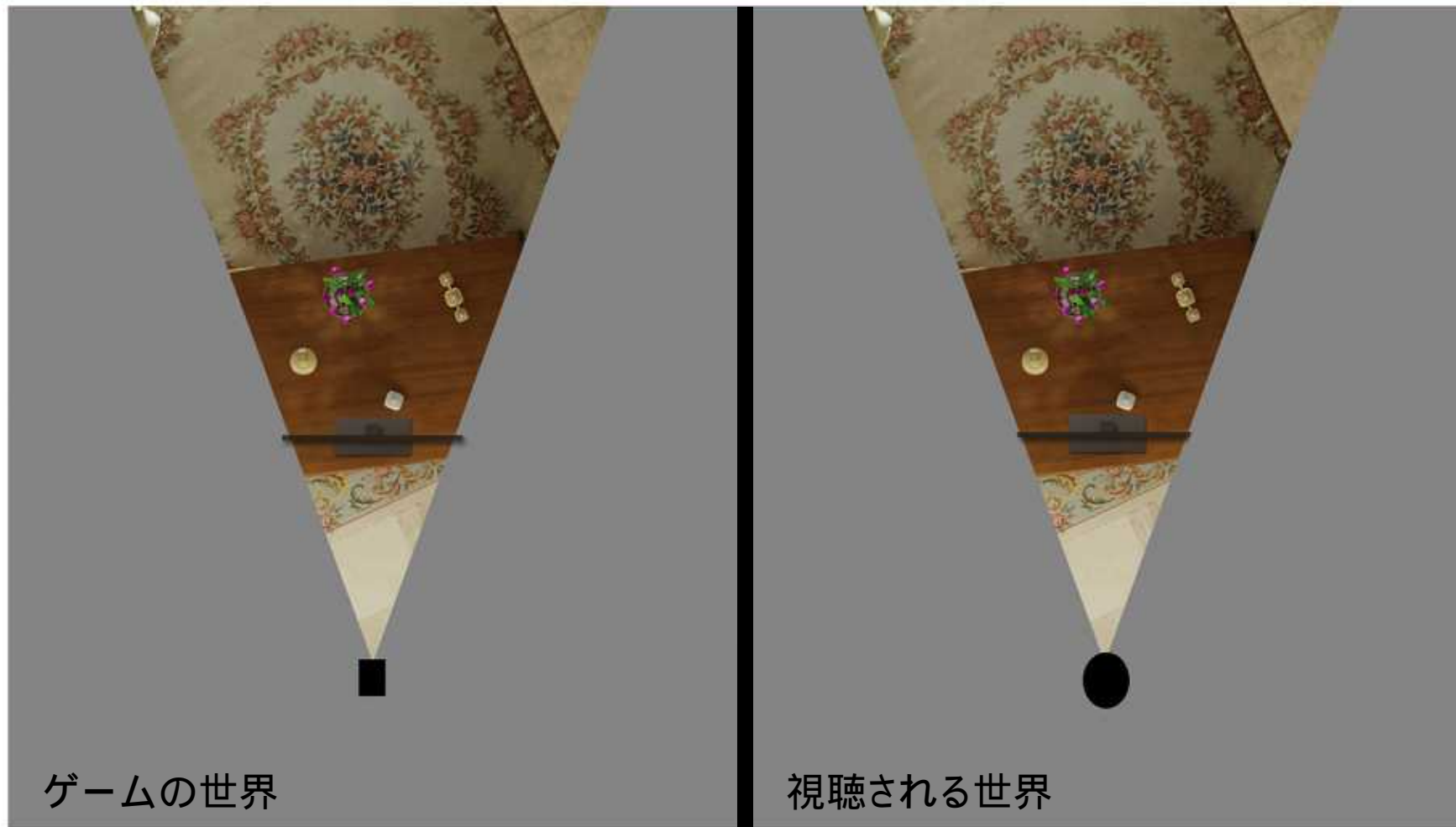
視聴位置を変更したら？



ゲームの世界

視聴される世界

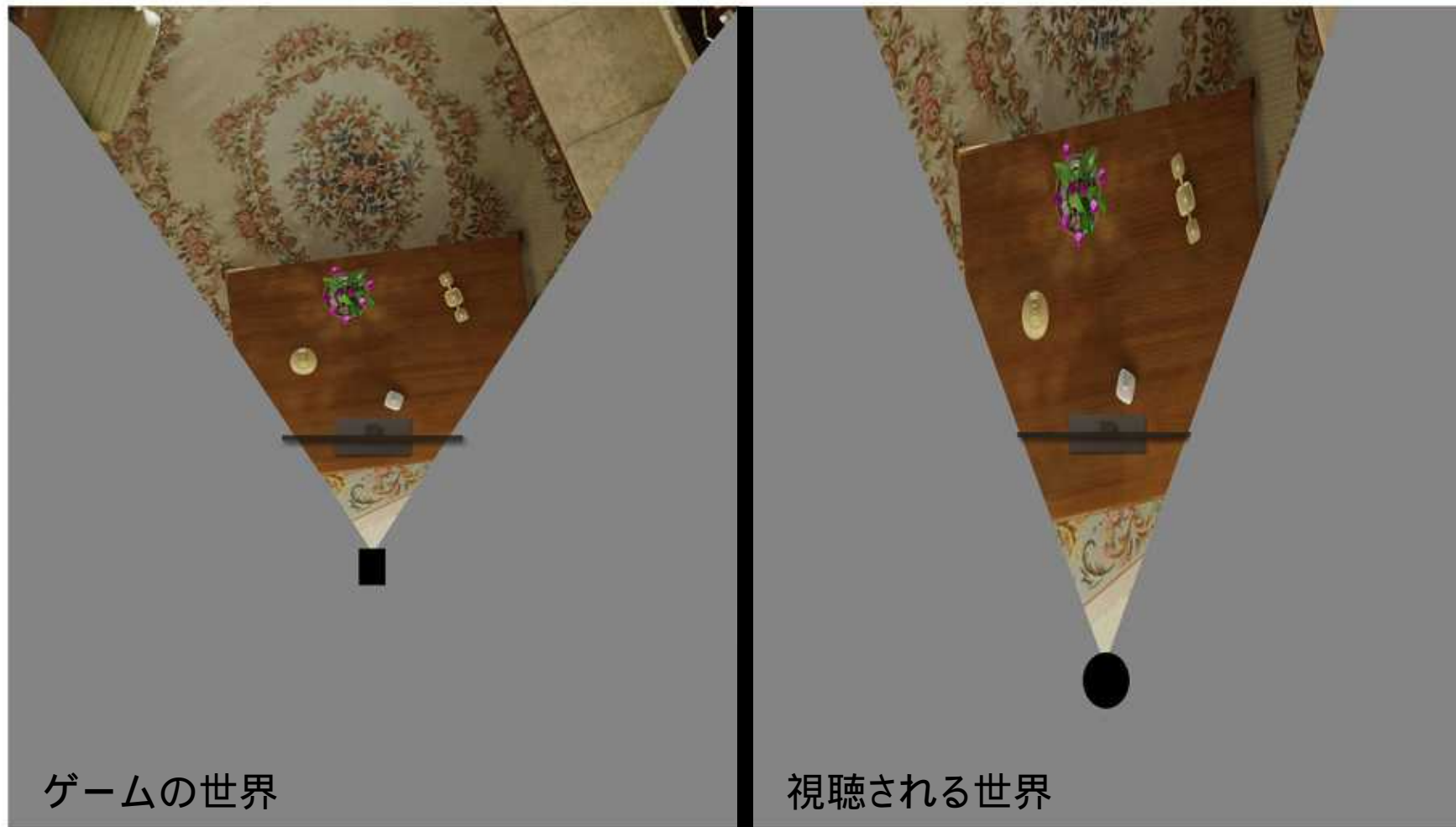
カメラの画角を変更してみると



ゲームの世界

視聴される世界

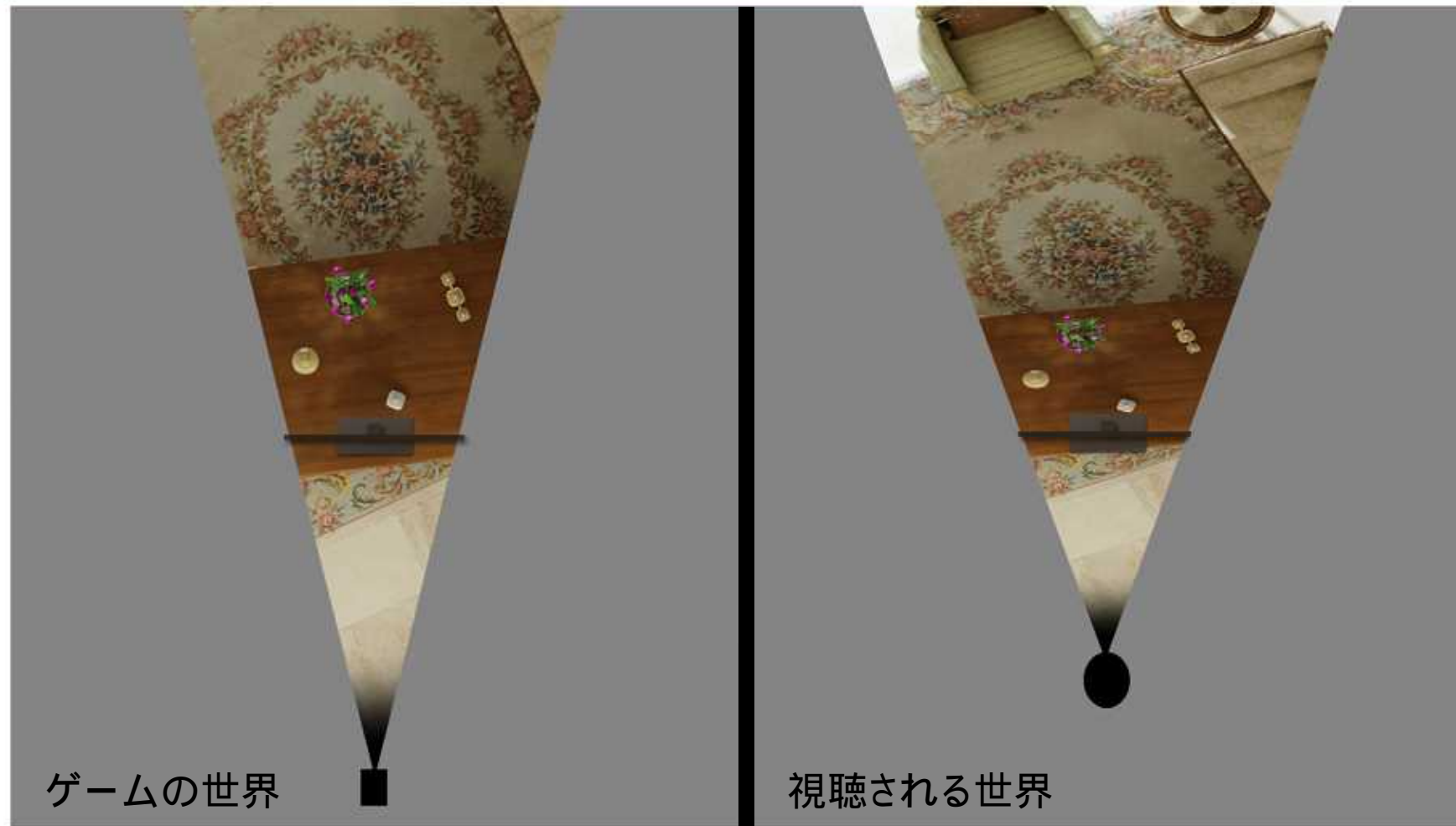
カメラの画角を変更してみると 広角レンズ



ゲームの世界

視聴される世界

カメラの画角を変更してみると ズームレンズ



ゲームの世界

視聴される世界

方法2と画角の変更: 適用前



方法2と画角の変更: 適用後



正の視差量は、視聴するテレビによって制限される
ゲーム世界の中で深さの制限をする(ゲームデザインに影響)
または
3D設定を変更する(歪みが発生する)
けれども3D設定を調整することで歪みを制御できる
この調整こそが3D立体視表現の肝！



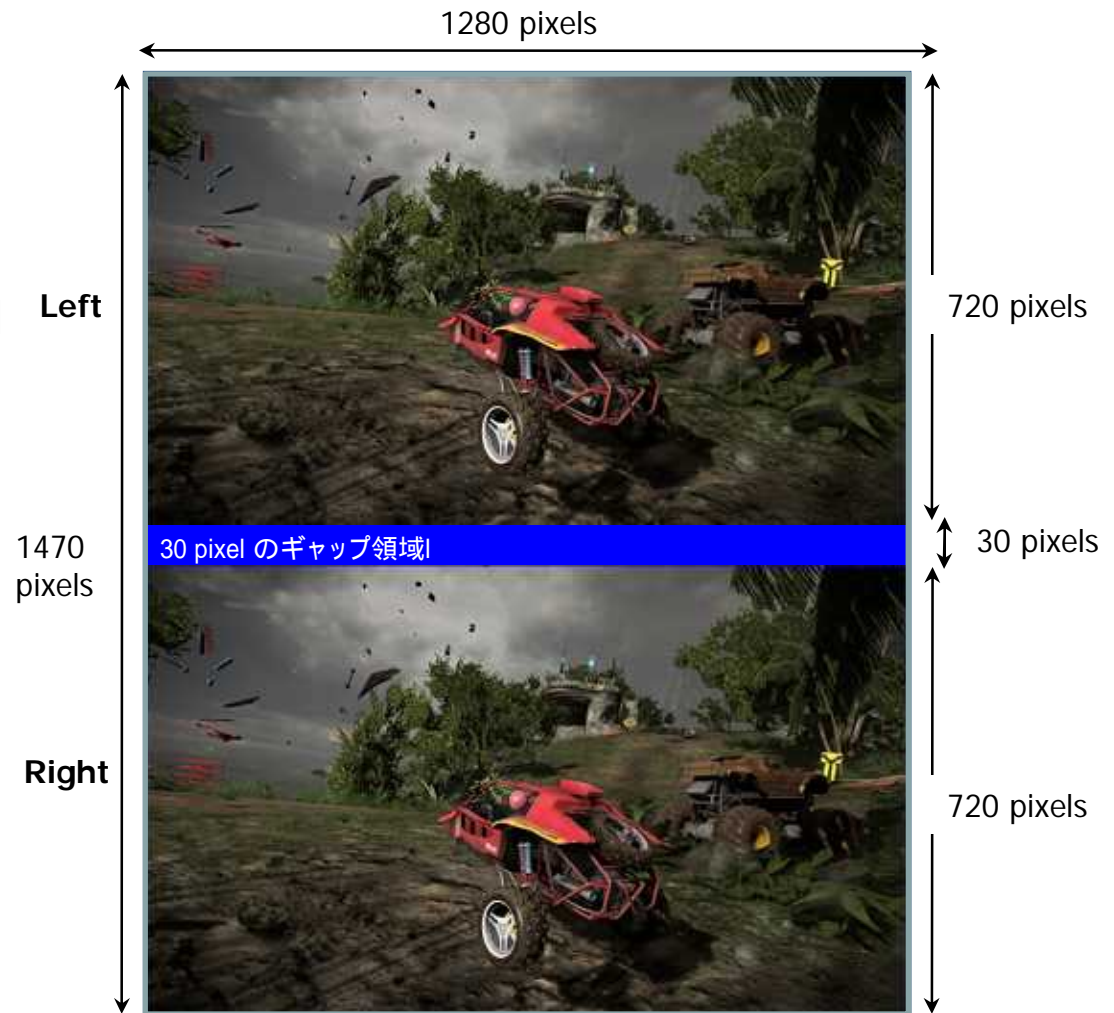
3D立体視映像のレンダリング方法

3D立体視ゲームのレンダリング方法



Step 1 2つの同じ絵をレンダリング

- ゲームロジックや物理エンジンは1回だけ更新
- 差異がないことを確認
- システム固有のフォーマットを使用
 - 1280x1470ピクセル
 - 最大59.94Hzのフレームレート
 - ハードウェアスケーラで低解像度バッファもサポート

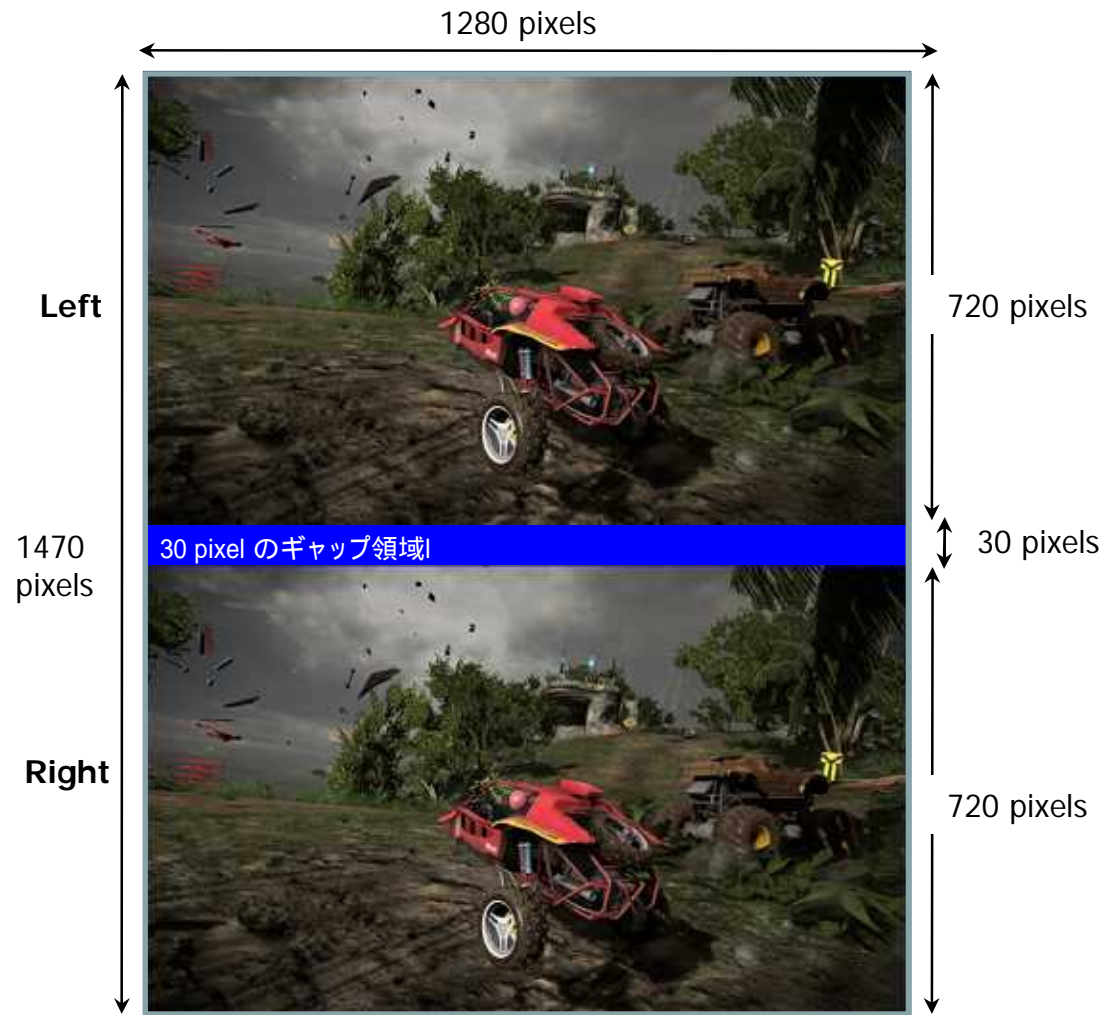


3D立体視ゲームのレンダリング方法



Step 2: カメラを立体視カメラに変更

- 射影行列を3D立体視用行列に変更
- パラメータ
 - 画角
 - 視差シフト量
 - カメラ間距離



Step 3: 立体視パラメータの調整

右目用 / 左目用フレームを交互に表示

- 初期値として
 - 視差シフト量は画面の3%を目安に
 - カメラ間距離はスクリーン平面が一番近いオブジェクトのちょっと前になるように
- スクリーン平面の位置を保ったまま調整
- 画角やカメラの位置を変更することも考慮する



3D立体視映像のチェック項目



- 左右の映像が正しく見えるように描画されている
- すべてのオブジェクトが両方に描画されている
- 同じ時間を描画している
- 視差の量がちょうどいい
- 深さ情報に矛盾がない
- ウィンドウ違反していない
- クロストークがきつくない

ケーススタディ

- **wipEout HD**
- **MotorStorm 2**
- **STAR STRIKE HD**

WipEout HD



WipEout HD

- パフォーマンス
 - 最大解像度:
1080P
 - 最大リフレッシュレート:
60Hz



WipEout HD

- 3Dユーザインターフェース



WipEout HD

- ・ ミサイルマーカー



MotorStorm 2



MotorStorm 2

- パフォーマンス
 - 最大解像度:
720P
 - 最大リフレッシュレート:
30Hz



MotorStorm 2

- 半透明ユーザーインターフェース

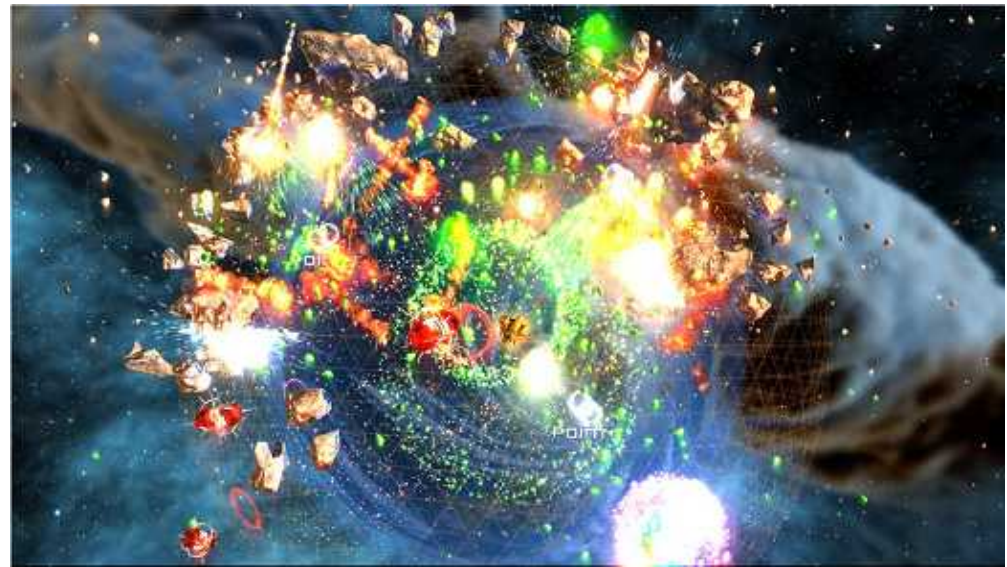


STAR STRIKE HD



STAR STRIKE HD

- パフォーマンス
 - 最大解像度:
1080P
 - 最大リフレッシュレート:
60Hz



STAR STRIKE HD

- 負の視差を活用



研究中の技術

- 深度バッファから視差を生成する方法

深度バッファから視差を生成

- 片方の映像をレンダリングして、深度バッファの情報を使ってもうひとつの映像を生成する



深度バッファから視差を生成

- 隠れているところは、推定する
- 半透明や反射(映り込み)などの効果は苦手



Acknowledgements



- "Le petit journal pour rire": French magazine published in 1869
- F Drouin, "The Stereoscope and Stereoscopic Photography" published in 1894
- © Ian Bickerstaff
- Reynaud, Tambrun & Timby "Paris in 3D; from Stereoscope to Virtual Reality 1850-2000" published in 2000
- F Drouin, "The Stereoscope and Stereoscopic Photography" published in 1894
- Radio News November 1928
- © Ivan Sutherland

3D立体視ゲーム体験デモ



Thank you



Q&A