

Prometech Software, Inc.
Takeyuki Ogura

ゲームデザイナーのための 2Dフィジックス

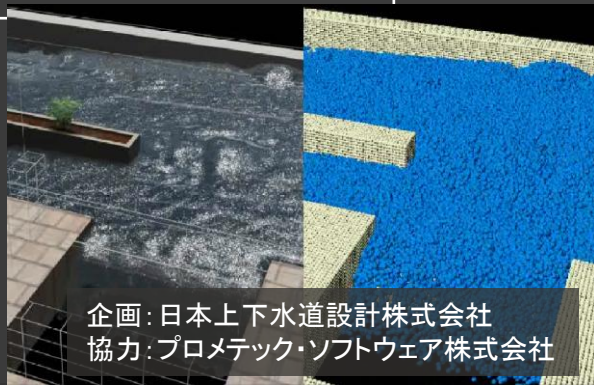
会社概要

- ◎ 東京大学を基点とする大学発ベンチャー
- ◎ 粒子法シミュレーションを基幹技術に、物理を利用したソリューションを提供
 - エンジニアリングから
 - エンターテインメントにかけて

基幹技術

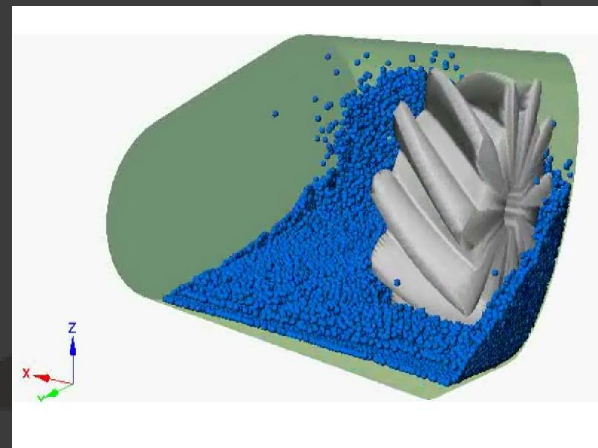
= 粒子法シミュレーション

エンジニアリング



排水路シミュレーション

ヘリカルギアによる
オイルかき上げ解析

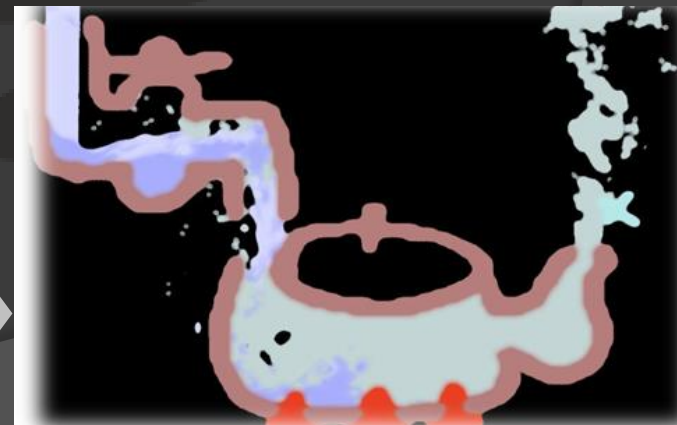


エンターテインメント



地下鉄に大量の水が
流れ込むシーン

2Dマルチフィジックス
シミュレーション



発表概要

- ◎ 粒子による2D物理シミュレーションエンジンOctaveEngine Casual（以下OECasual）をデモを交えて紹介。
- ◎ OECasualを利用してゲームを一味違ったものにする方法を様々なデモを交えて提案する。

発表のアウトライン

- ◎ はじめに
- ◎ OctaveEngine Casualの紹介
- ◎ アプローチ 1 : 「ゲームに物理を」
- ◎ アプローチ 2 : 「物理をゲームに」
- ◎ アプローチ 3 : 「デバイス + 物理」
- ◎ 補足
- ◎ まとめ

はじめに

一般的に物理シミュレーション
と言うと・・・

- ◎ ハイエンドな3Dゲーム専用
- ◎ 剛体シミュレーションが中心

→グラフィックスの向上が主な目的

はじめに

2D物理シミュレーション

- ◎ 2Dである
- ◎ 計算力を2Dに絞り、余った計算力で3Dではできないシミュレーションをやる
 - 剛体、流体、弾性体・・・様々な物性のシミュレーションが可能

→グラフィックの向上だけでなく、ゲームデザインの向上ができるのではないか

OctaveEngine Casualの紹介

OctaveEngine Casualの紹介



- ◎ 2Dの物理シミュレーションエンジン
 - 計算力を2Dに絞る
→ 3D物理シミュレーションエンジンよりも複雑な表現を実装
- ◎ 粒子を使う
 - 剛体、流体など様々な物性の表現
 - 異なる物性のインタラクション
 - 物性変換（流体→剛体）
 - 化学変化（燃える、蒸発）

デモ: OctaveEngine Casual



OECasualによる2D物理の

アプリケーションとして、

動くお絵かきソフト

「OE-CAKE!」 (おえかけ) を配布中

[デモ] OE-CAKE!

さまざまな性質の固体

- ◎ 剛体
- ◎ 弾性体
- ◎ ちぎれる弾性体
- ◎ ばね

さまざまな性質の液体・気体

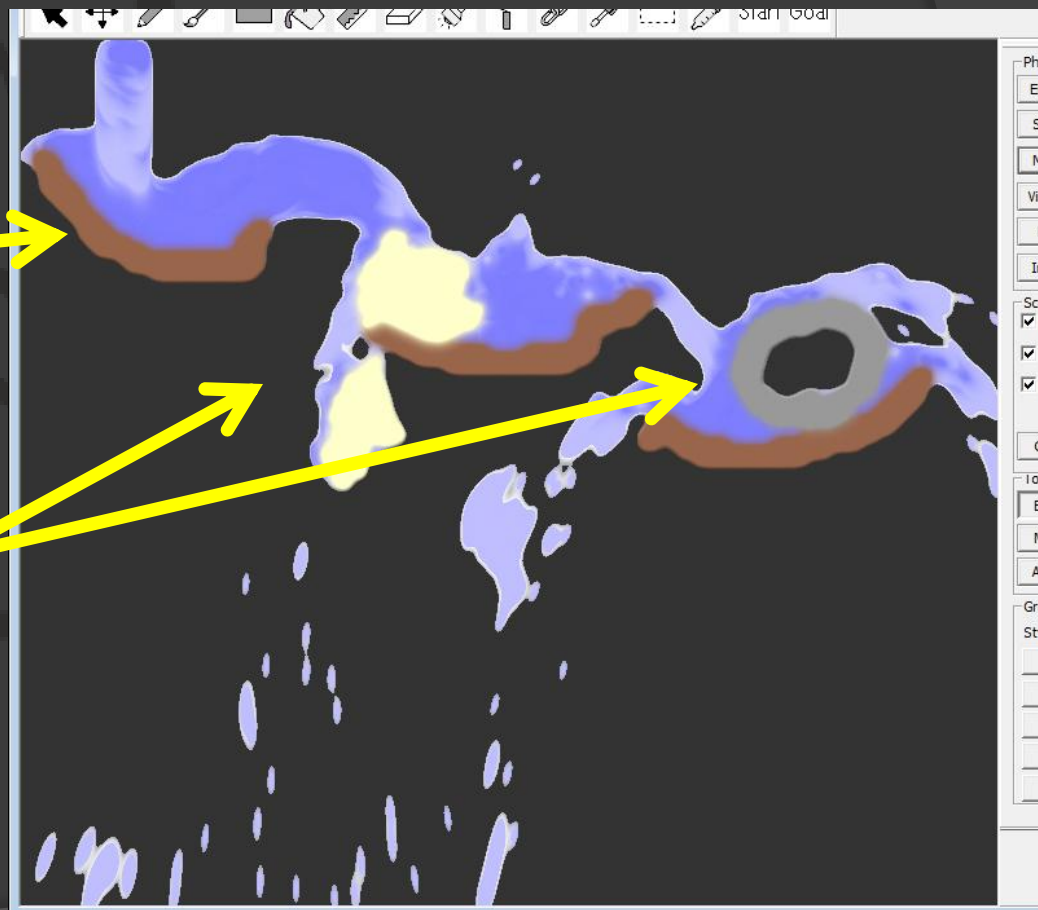
- ◎ 普通の水
- ◎ 表面張力の強い水
- ◎ 粘性の強い水
- ◎ 粉
- ◎ 粘り気のある物体
- ◎ 気体

異なる物性の インタラクション

◎ マルチフィジックス

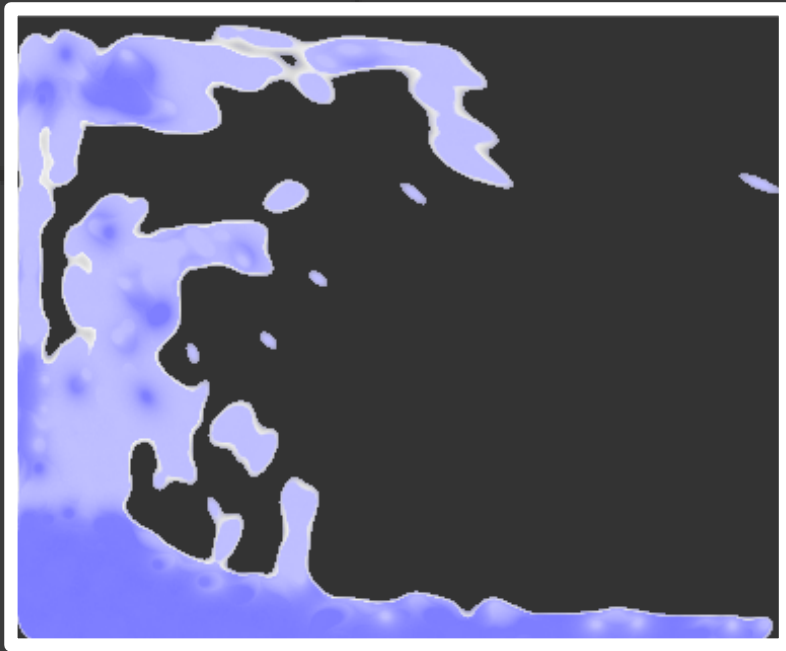
壁で水の流れを
変える

水に剛体などを流す



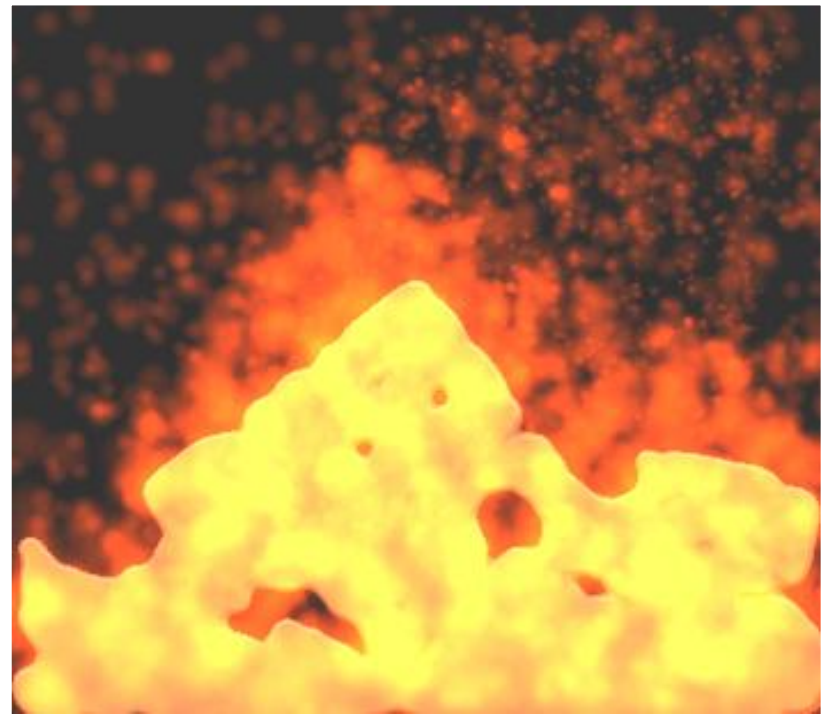
物性変換

- 物体の性質はいつでも自由に変更可能
例：水を弾性体に変換



化学反応

- 燃える \Rightarrow 燃えカスが崩れる
- 液体 \Leftrightarrow 気体



複雑な組み合わせの例

これらの仕組みを応用し、複雑な仕掛けを作る

- ◎ OE-CAKE!に付属しているデモ
- ◎ YouTubeに投稿された作品

何かできるのでは！？

アプローチ1: 「ゲームに物理を」

ゲームに物理を**加える**

2Dアクションゲームに
2D物理シミュレーション
エンジンを使ってみる

[デモ] ゴーストバスター

ライブラリの機能を使い、
特徴的な動きをする
敵キャラクターをつくる。

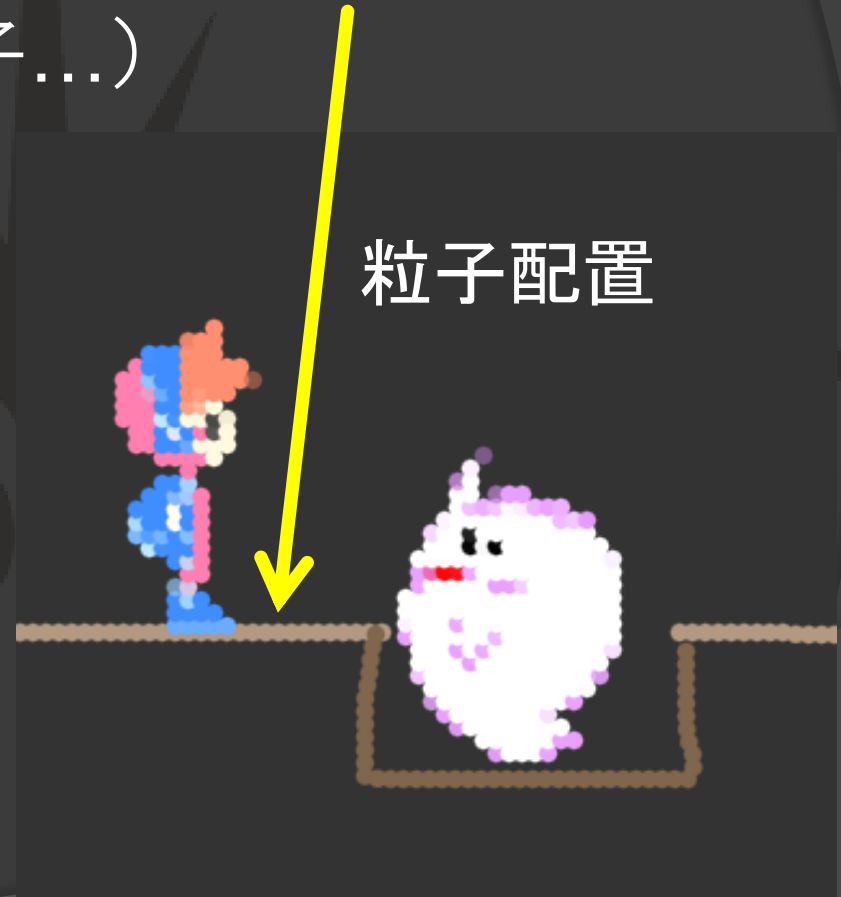
主人公が敵を攻撃すると、

- ◎ 切れる
- ◎ 溶ける
- ◎ 飛び散る
- ◎ ばらばらの破片になる

ラグドールの表現

ゲームの中での粒子の使い方

- キャラクタやステージの床、壁に粒子を配置
- 物質の性質をそれぞれ設定（壁粒子、剛体粒子、弾性体粒子...）



ゴーストバスター: ライブラリの役割

OCTAVE ENGINE

- ◎ 衝突判定 (キャラと弾丸)
- ◎ 攻撃された敵の物理挙動



ゴーストバスター： ゲーム側で追加したロジック

- ◎ 性質を変更する機能の呼び出し
（衝突判定に応じて）
- ◎ 生きているキャラクタの動き



[デモ] 忍者

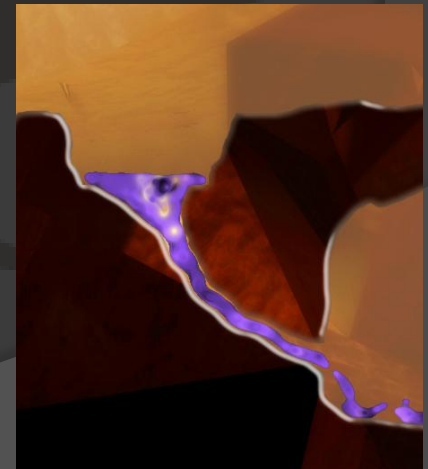
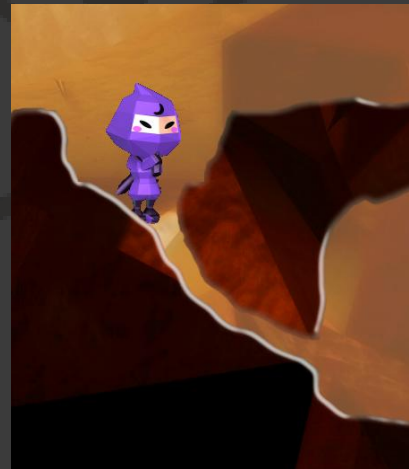
- ◎ 主人公が体の物質をさまざまに変えて、障害物を乗り越える。
 - 液体や気体に変身
 - 元の体に戻る（粒子を元の位置に戻す）
- ◎ 衝突判定の結果から、主人公の死亡判定を行う。

忍者:ライブラリの役割

- ◎ 衝突判定
(針に触れる⇒死亡)



- ◎ 物理挙動
(変身した液体など)



忍者：ゲーム側のロジック

- ◎ 元に戻る計算...体を構成する粒子に、元の位置に戻すための力を加える
 - 物理計算と組み合わせたり、戻る途中の障害物に引っかかるような挙動になる。



[デモ] ドラキユラ

撃たれたドラキユラは
コウモリの群れになって散る

コウモリの群れ（煙の物理挙動）



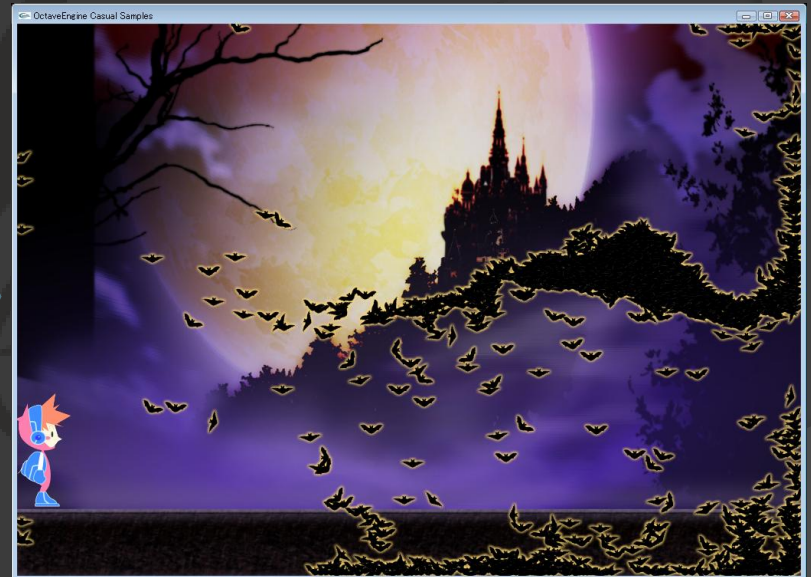
ドラキユラ



集まる（物理+ α の力）

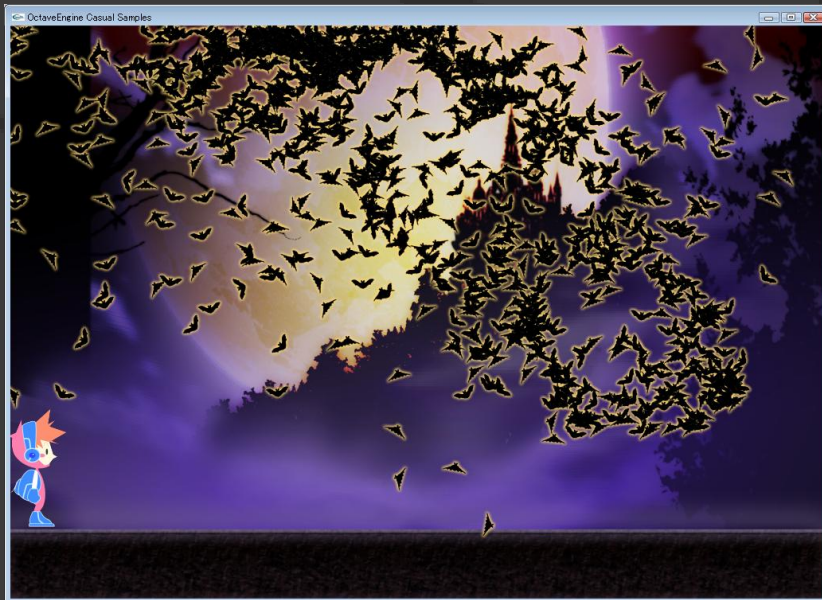
ドラキュラ: ライブラリの役割

- 撃たれた直後のコウモリの挙動
＝煙の物理挙動で表現



ドラキュラ: ゲーム側で追加したロジック

- コウモリの群れから
元のドラキュラにモーフィング



コウモリからドラキュラへ

➡ 粒子の運動を直接操作

デモ：モーフィングする煙

1. はじめに水で絵を描く
2. そのあとに煙で適当な絵を描く
3. 煙が最初の絵の形に変形する

モーフィングのしくみ

- ◎ 物理計算に加えて、ユーザ側コードで設定した力を粒子に与える
 - 作りたい形に向かうような力の分布を作成

意図した動作をさせつつも、物理的な質感を維持できる。

アプローチ1:まとめ

ゲームキャラクターの挙動や
ステージのギミックに
物理計算を取り入れた



キャラクターの表現力が増えそうだ

- 変身
- 剛体のラグドールと違ったリアクション

ステージのギミックに使えるそうだ

アプローチ2: 「物理をゲームに」

物理をゲームにする

2D物理シミュレーション

エンジンそのものに楽しさを追
求してみる

[デモ] CoRoll (コロル)

Facial Flock



- ◎ 表情のあるキャラクター
- ◎ マウスで描くと生まれて
- ◎ くっついて一つに合体したり
- ◎ 障害物でちぎれて二つに分かれたり



[デモ] CoRoll (コロル)

Facial Flock



CoRoll: 転げる

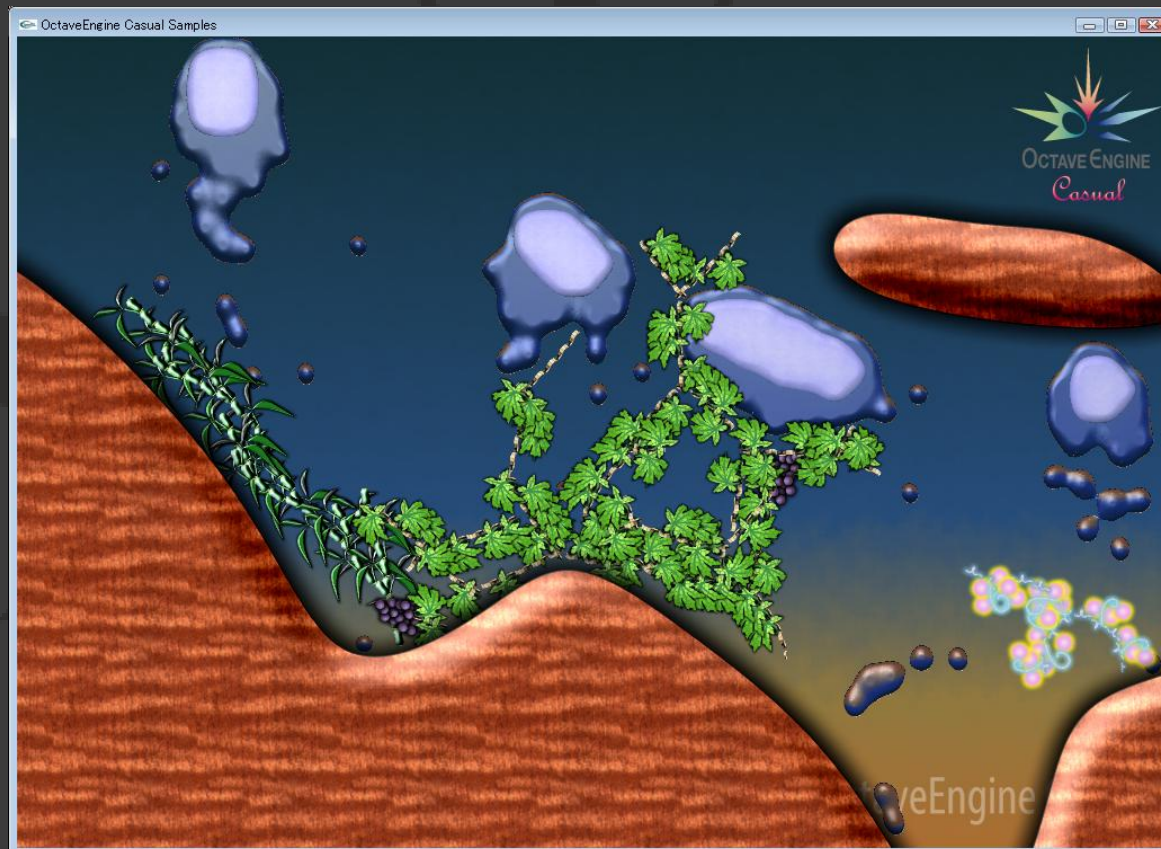


[デモ] Plant(植物)

- ◎ テクスチャを張った粒子で「植物」を表現
- ◎ 植物は力を受けると揺れ動き、大きな力で折れる
- ◎ 雨にぬれると植物が成長

Plant : ライブラリの役割

- ◎ 衝突判定（水と植物、壁と植物...）
- ◎ 物理挙動（植物＝折れる弾性体）

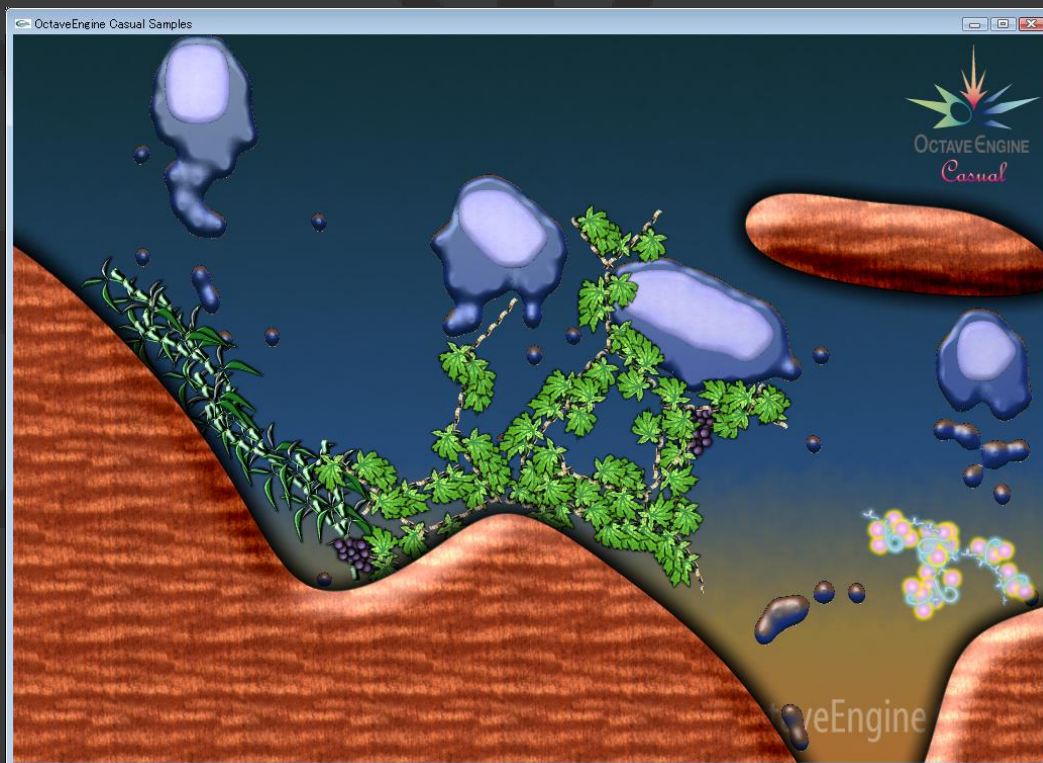


Plant:

ゲーム側で追加したロジック




- ◎ 成長パターンのアルゴリズムに応じ、粒子をつなげる
- ◎ 粒子にテクスチャを貼る



アプローチ2:まとめ

物理計算で動く物体を
キャラクターにした



「表情」や「絵」を貼るだけで感情移入できそうだ

「分離」や「合体」などの物理的イベントでもゲーム性につながりそうだ

アプローチ3: 「デバイス+物理」

- 直観的デバイスと物理シミュレーションを結合
- 物理シミュレーションからサウンドを生成

直観的デバイスの普及

- ◎ タッチパネルディスプレイ
- ◎ タブレット
 - PC
- ◎ 加速度センサー
 - Wii
 - iPhone

[デモ] アクアフォレスト

AQUA FOREST by OctaveEngine
Casual

ハドソン社との共同開発した
iPhone / iPod Touch用アプリ

- ◎ 加速度センサーで重力の向きを検出
 - ◎ タッチパネルディスプレイで描いた物が動く
- ➡ より直観的なゲーム体験

[デモ]物理でサウンド生成

- ◎ 物理現象を把握して音を生成する
 - 水をかきまぜる⇒音が鳴る
- ◎ 発展途上
 - 粒子の状態だけで物理現象を把握するといふことは困難

アプローチ3:まとめ

デバイスを使ってみた

直感的デバイスとの相性はよさそう

物理シミュレーション→サウンド生成
は奥が深そう

補足

補足： 他の物理エンジンとの連携

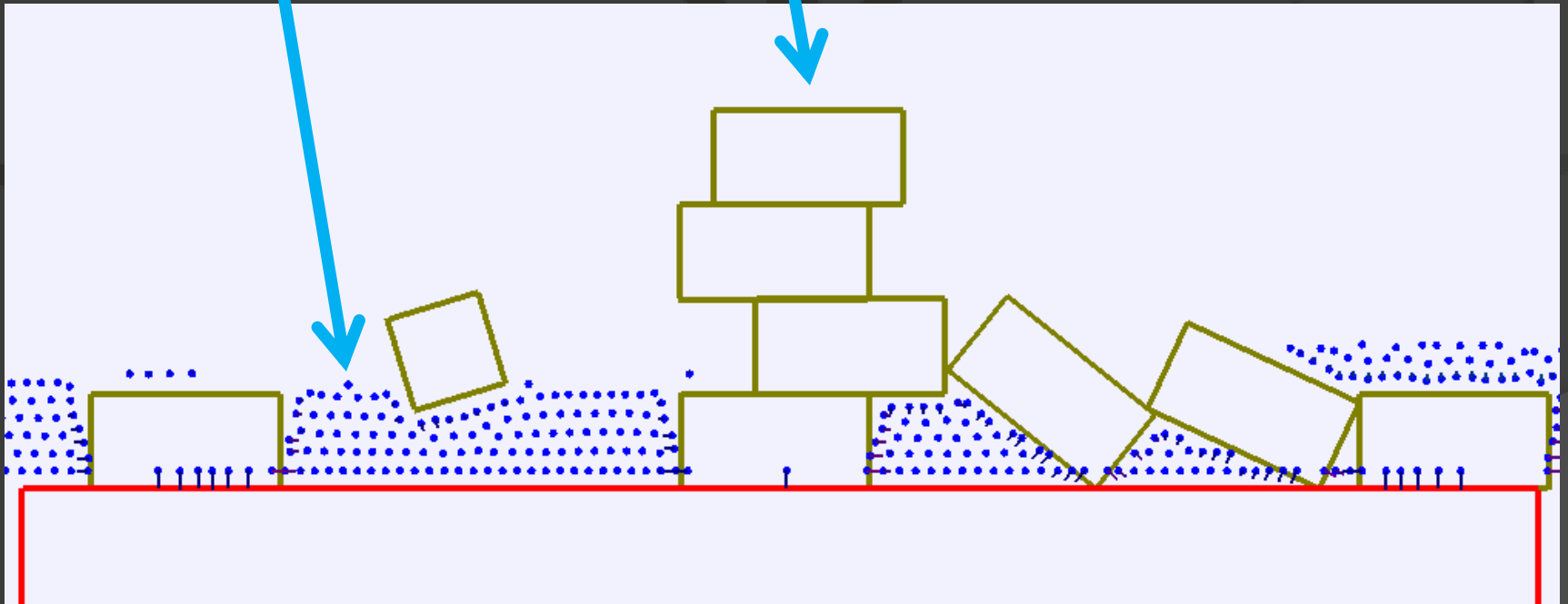
一般的なポリゴンベースの
物理エンジンとの連携

- ◎ 専用の衝突判定と相互作用を
プログラミングする必要あり

[デモ] オープンソースの2D物理エンジン
「Box2D」との連携

[デモ] 「Box2D」との連携

- ◎ 四角：Box2Dによる剛体
- ◎ 粒子：液体粒子

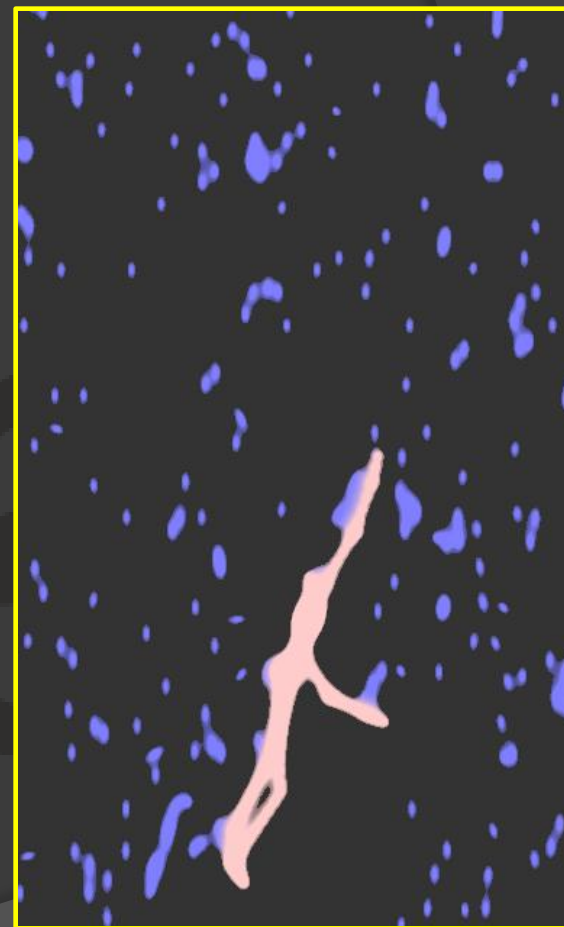
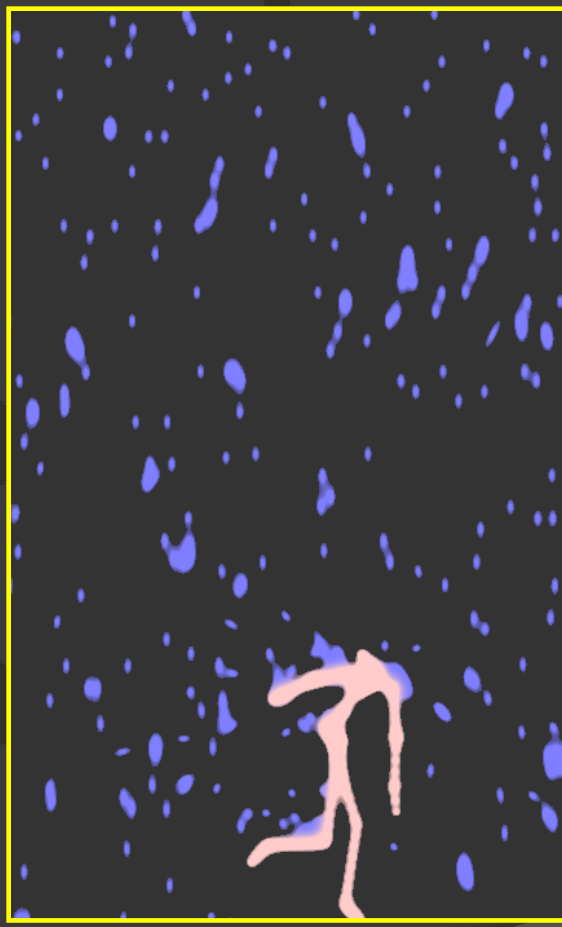
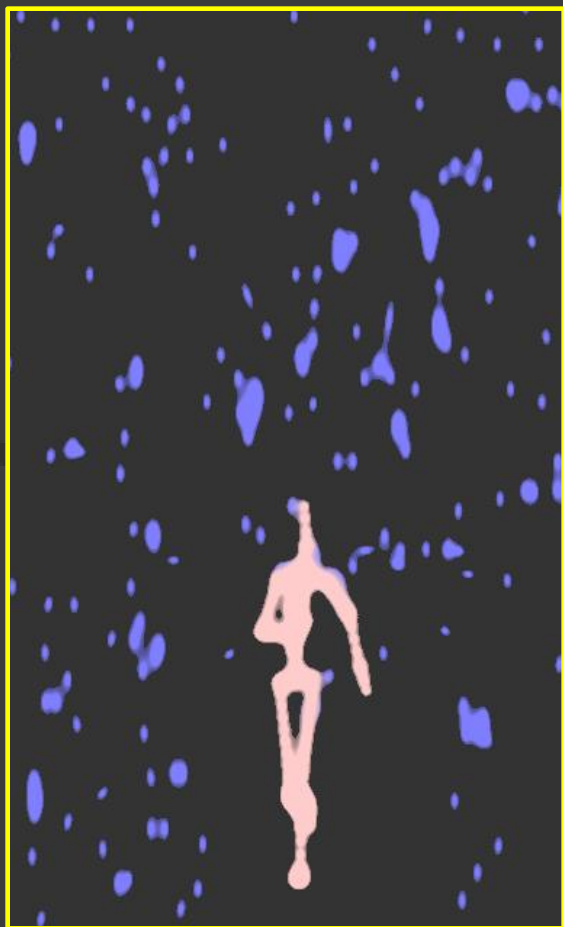


補足：3Dモーシヨンとの連携

- ◎ 3Dモデリングによるキャラクターのモーシヨンに合わせ、相互作用のための粒子を動かす。
- ◎ 衝突判定と、衝突による物体の運動はライブラリが計算する。

[デモ] キャラクターと水の相互作用

[デモ] キャラクターと水の相互作用



まとめ

ゲームと物理をつなぐ もう1つの意味

- ◎ 弊社iPhoneアプリケーション
「アクアフォレスト」販売
 - アメリカ、日本、ユーロ圏全域、英国、カナダ、オーストラリア・・・（3週間）
 - ◎ 物理のルールは地球上ほぼ同じ
 - 物理のルールをゲームのベースルールにすると
 - わかりやすい
 - ゲームのスキル関係なし
 - 国や文化を超える
- 幅広く受け入れられる

まとめ

粒子による
2D物理シミュレーションによって、

ゲームに新しい表現ができそうだ

物理そのもので遊べそうだ

直観的なデバイスと相性がよさそうだ

幅広く受け入れられそうだ

ありがとうございました

- ◎ プロメテック・ソフトウェア株式会社
<http://www.prometech.co.jp/>