演習２：集合の知性を設計する

(05)　05/14

Ａ｜Unity環境の整備・簡単なルールの設計

(06) 05/21　(07)　05/28

Ｂ｜ボイドルール１・２・３の実装

(08)　06/04

Ｃ｜課題１：集合知の解析

(09)　06/11　(10)　06/18

Ｄ１｜ＳＩＲ（感染モデル）

(11)　06/25　(12)　07/02　(13)　07/09

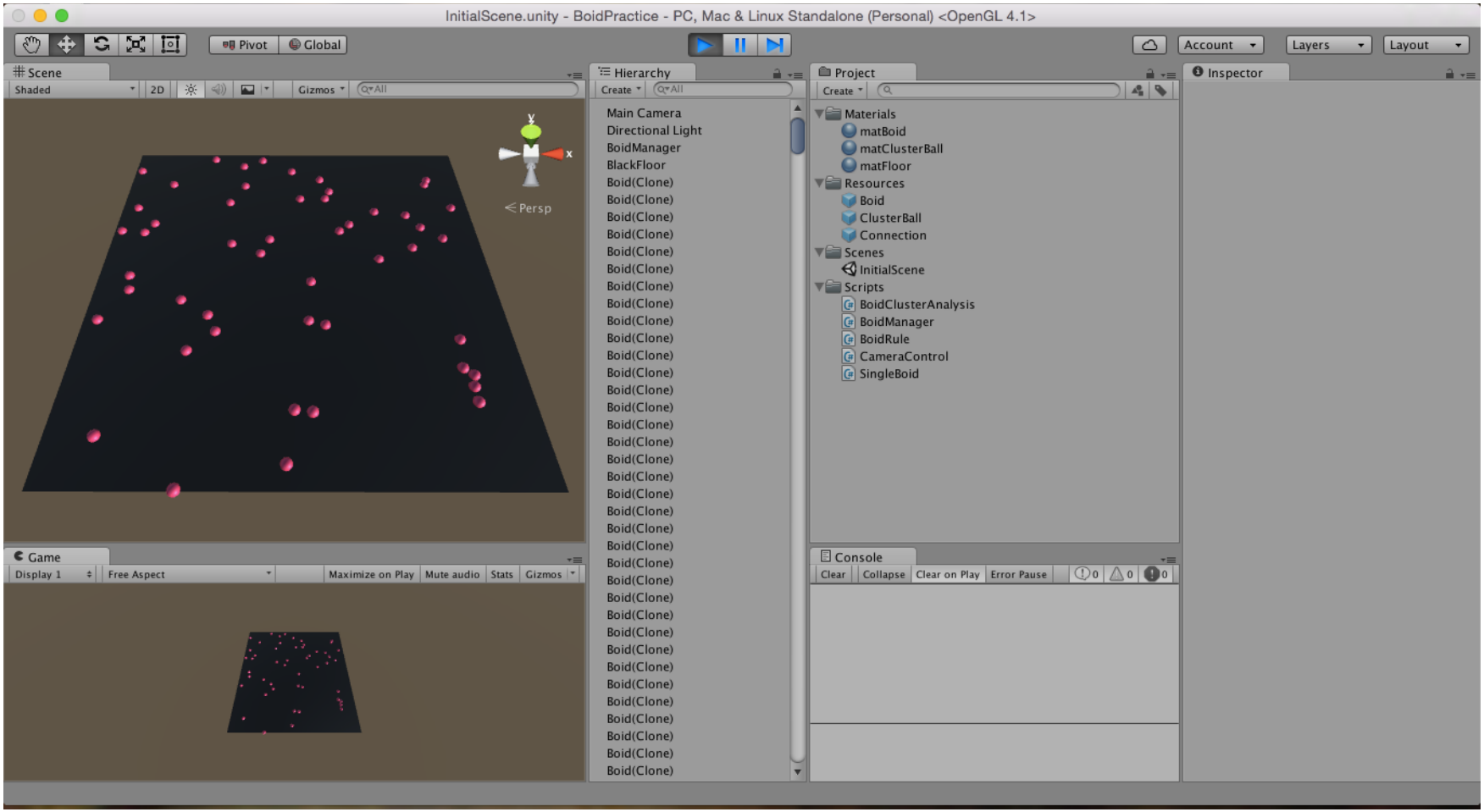
Ｄ２｜課題２：マイルール・感染ルール・視点操作

(14-15)　07/16

Ｄ３｜発表（One-Minute Movie）

演習２-Ａ

Unity環境の整備・簡単なルールの実装



プロジェクト全体の構造

Main Camera

Directional Light

PipeWall　matWall

BlackFloor　matFloor

BoidManager

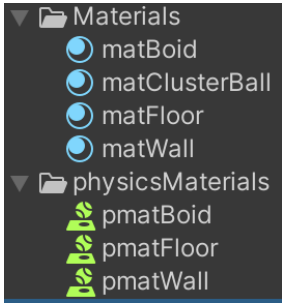
BoidManager
描画の実行クラス

BoidRuleManager
ボイドのルールの記述用のクラス

BoidClusterAnalysis
ボイドのクラスター解析用のクラス

matBoid　matWall

Boid　Connection　PipeWall



マテリアル

SingleBoid
ボイド単体の振る舞いを記述したクラス

スクリプト

プレハブ

ParentBoid

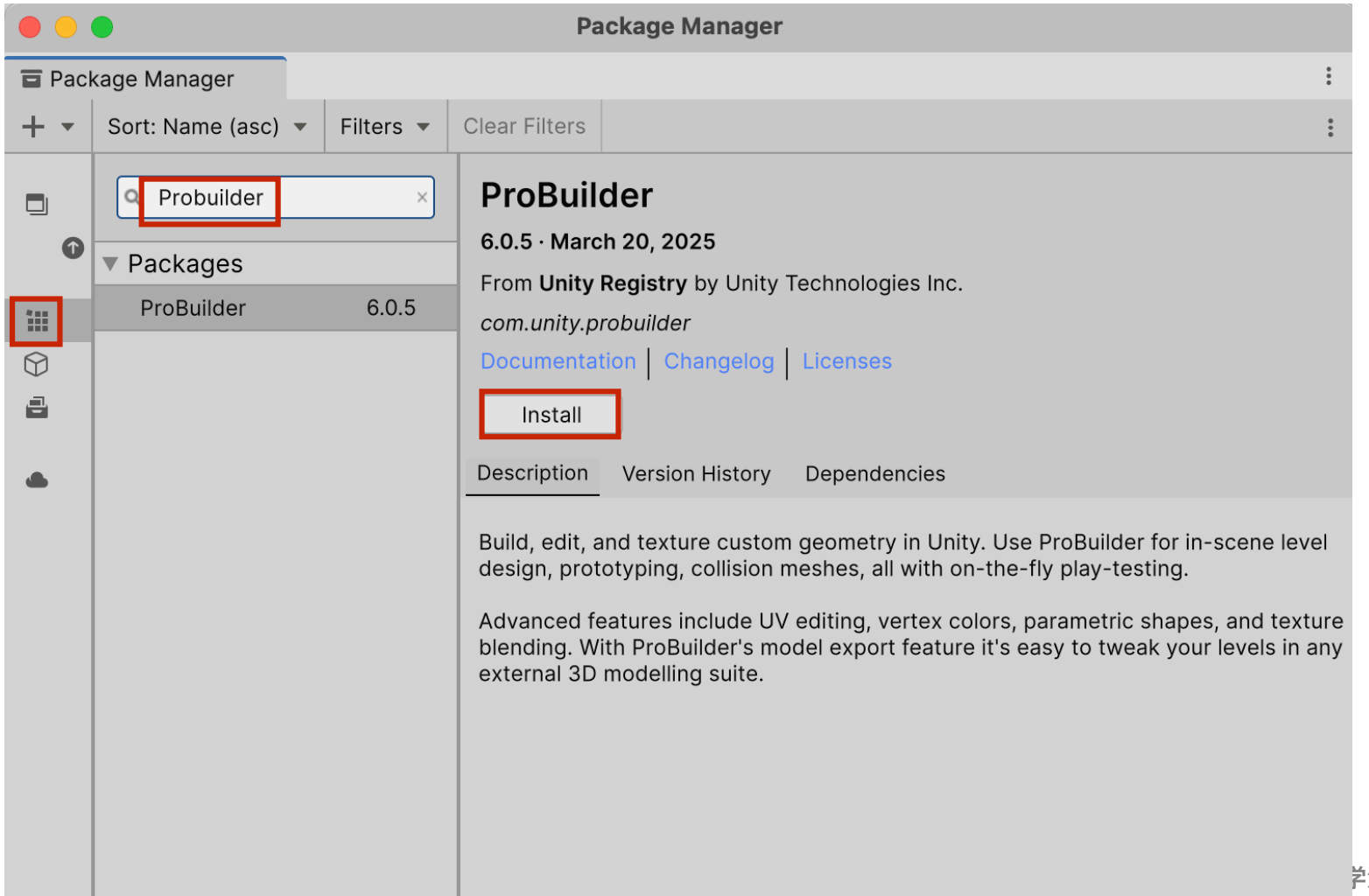
ParentConnection

ParentClusterBall

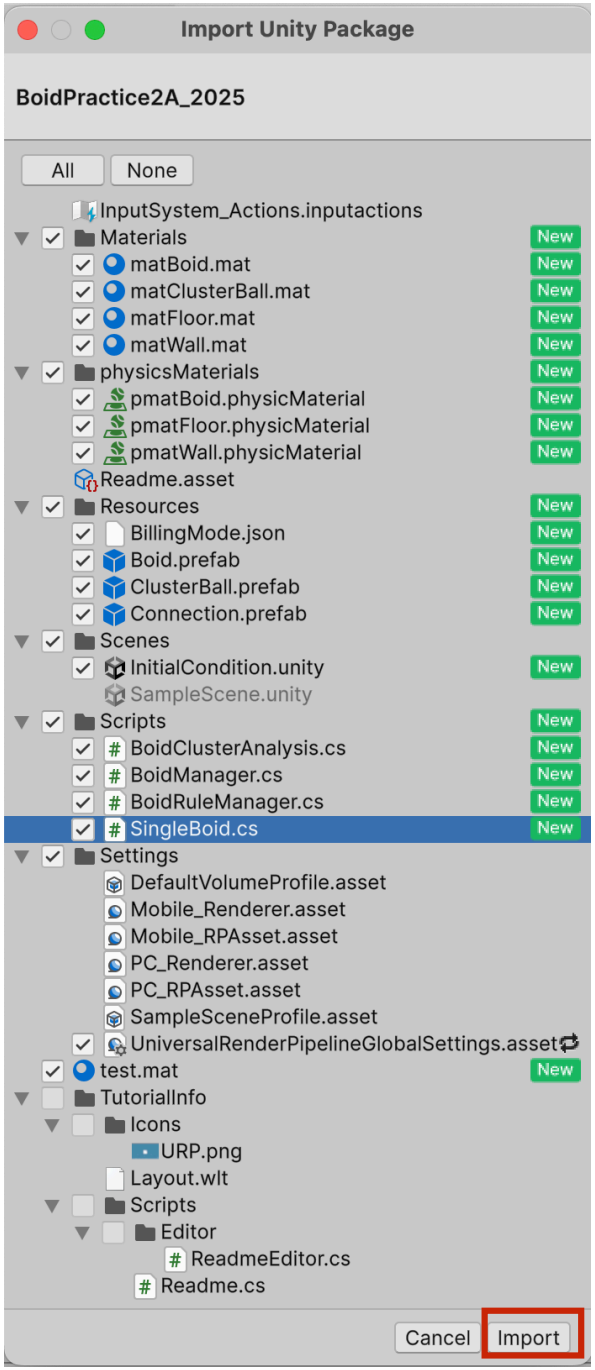
プレハブを収納するためのゲームオブジェクト

（準備１）ProBuilderのインストール

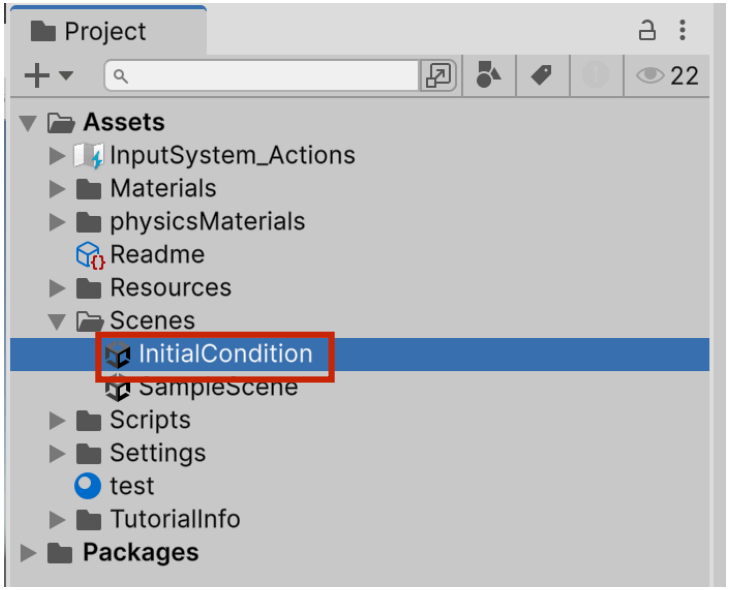
- Menuのウインドウ／Package Managerより、「Unity Registry」タブを選択し検索窓を通して、ProbuilderのInstallを行ってください。
- ProBuilderを使うことで簡単な幾何学的図形のモデリングを行うことができます。



（準備２）授業用カスタムパッケージのダウンロード

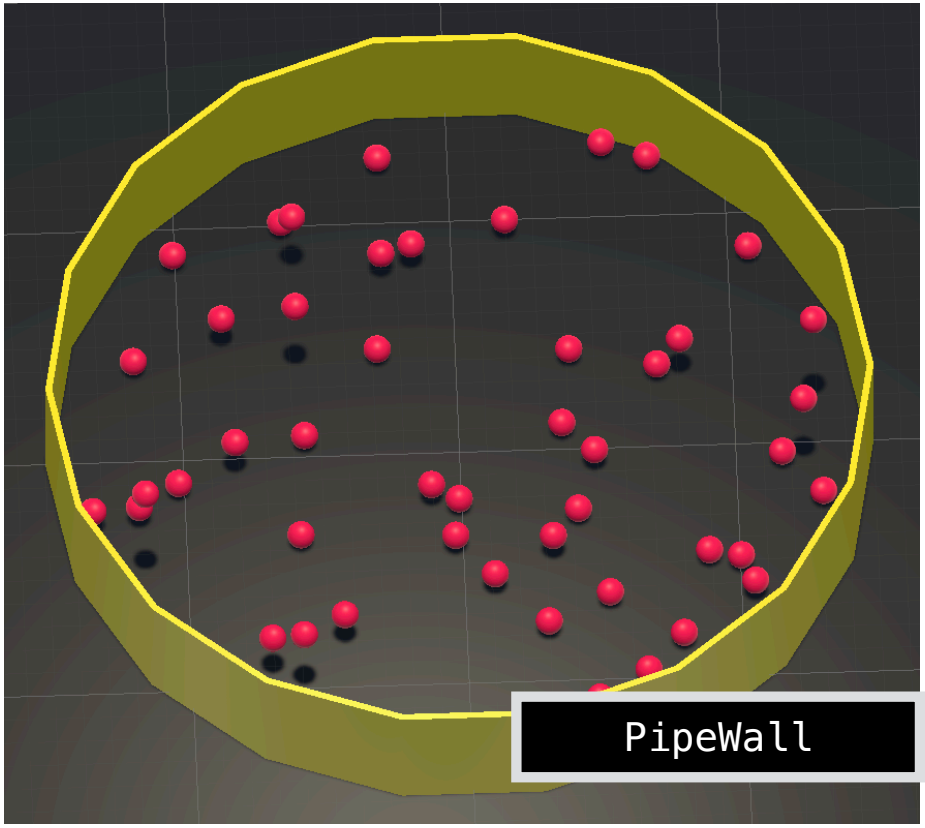


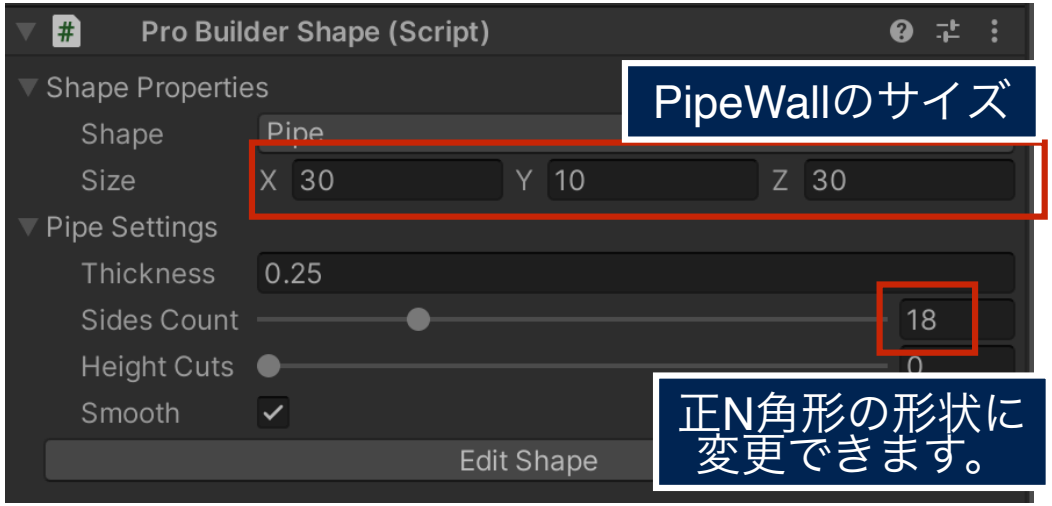
- 授業用のパッケージをインポートします。授業WEBよりパッケージファイルをダウンロード。
- UNITYのメニューから「Assets→Import Package→Custom Package」を選択し、ダウンロードしたパッケージを指定します。
- ProjectのScenesフォルダから「Initial Condition」をクリックしてから、授業にすすんでください。



舞台となる空間

- デフォルトでは, 半径15mの近似円（正18角形）、高さは5mの筒形の空間をボイドが動き回ります。壁の形状は、インスペクタの「Pro Builder Shape」で変更することが可能です。
- 「I」ボタンを押すと, すべてのボイドの位置と速度が初期化されます.





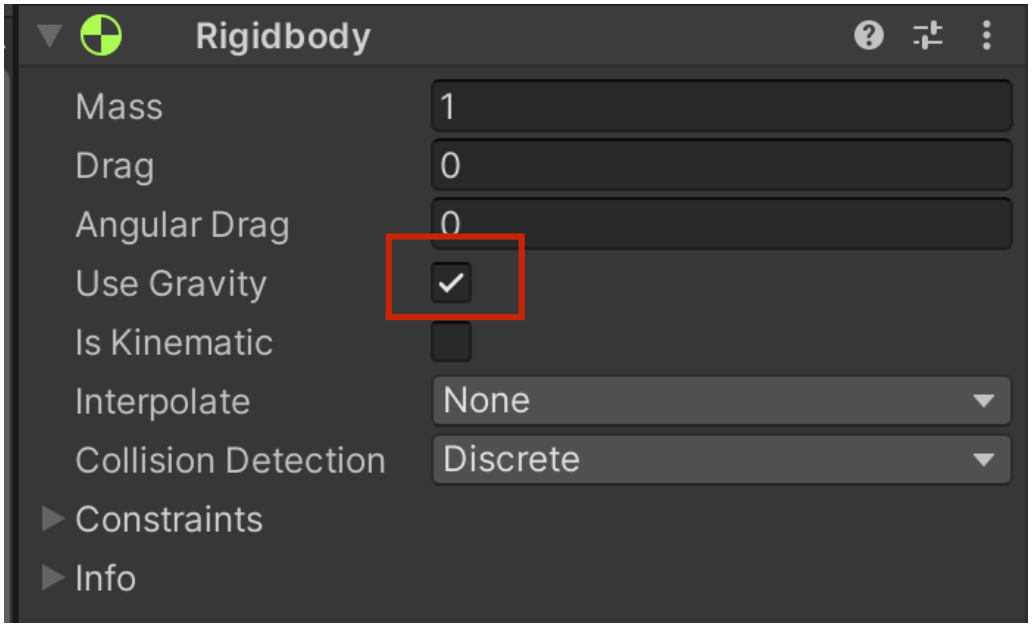
i ボイドの位置・速度の初期化

二次元モード・三次元モード

- デフォルトは2次元モードで、各ボイドに重力が作用します。
- 「３」を押すと、3次元モードとなり、重力がキャンセルされます。再び重力を作用させたい場合、「２」を押してください。
- 重力は、プレハブから生成されるボイドにアタッチされた剛体（rigidbody）に対するパラメータで操作しています。

2 二次元モード

3 三次元モード



BoidManager・BoidRuleManagerクラスのpublic変数

- BoidManager・BoidRuleManagerのいくつかのフィールドについては, インスペクタビューから設定可能な状態となっています. 初期状態では, すべてのルールは未設計のため, 各ボイドは相互作用をせずに, 初期速度を維持したまま空間内を（ビリヤードのように）ただただ動き回ります.

BoidManager

<int> vision_space

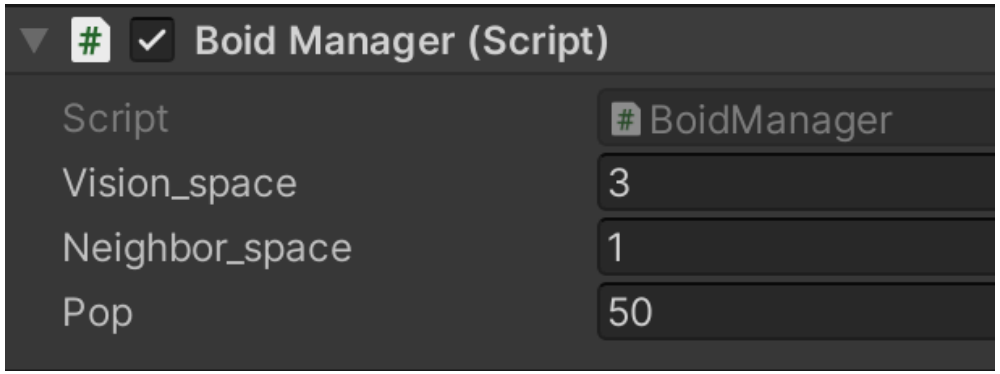
各々のボイドの視界距離

<int> neighbor_space

各々のボイドの接触限界距離

<int> pop

ボイドの総数（開始後は変更不可）



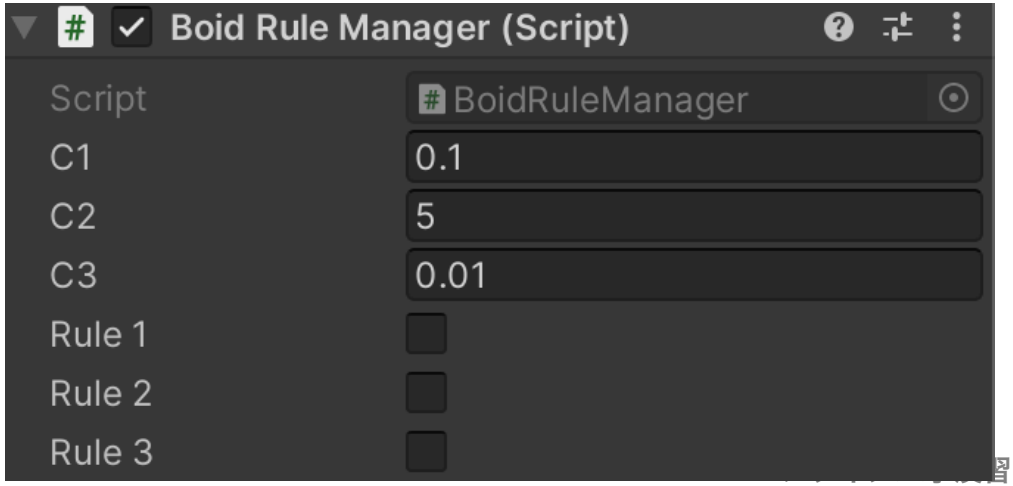
BoidRuleManager

<bool> rule1,rule2,rule3

ルール1・2・3の適用の有無

<float> c1,c2,c3

各ルールの影響度（係数）



BoidManagerにおけるSingleBoidオブジェクトの呼び出し

クラス変数

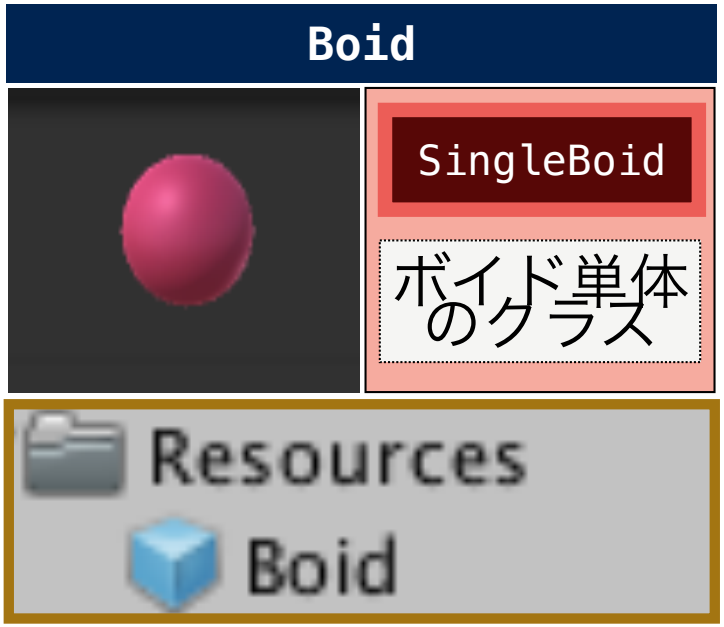
```
//ボイドの配列（インスペクタには非表示）
[HideInInspector]
public SingleBoid[] boid;
```

BoidManager.cs

Start()

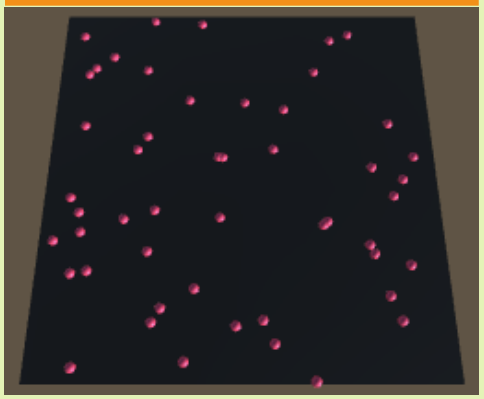
```
/* ボイドオブジェクト（SingleBoidクラス｜スクリプト） */

boid = new SingleBoid[bsum];
GameObject bpar = GameObject.Find("ParentBoid"); //親のゲームオブジェクトを探索

for (int i = 0; i < bsum; i++) {
    //GameObject bobj = Instantiate ((GameObject)Resources.Load ("Boid"));
    GameObject bobj = Instantiate((GameObject)Resources.Load("Boid"),bpar.transform);

    boid[i] = bobj.GetComponent<SingleBoid> ();
}
```

- ボイド単体の基本的な振る舞いは, Boidプレハブのコンポーネントである SingleBoid.cs の中で記述されています.
- BoidManagerは, **start**関数のなかで, まずBoidプレハブのクローンを作成 (**Instantiate**関数) したのちに, Boidのコンポーネントとして, SingleBoid オブジェクトを取り出し, 配列を構成します.



BoidManager・BoidRuleManger・SingleBoidクラスの関係

BoidManager

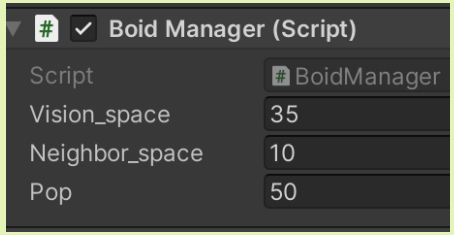


ボイドの描画

ボイド全体の管理

各ルールの適用

解析の実行



BoidManagerクラスは, ボイドの集団をフィールドとして管理します。

BoidRuleManagerは, 各種のボイド間の相互作用（ルール）の適用の有無（bool rule1, rule2, rule3）、そしてルールの具体的な内容（void ApplyRuleX）を管理します.

個々のボイドの位置・速度の更新は, SingleBoidクラスで管理されています.

Single Boid

ボイド単体の振る舞い

SingleBoid.cs

BoidRule Manager

ルールの適用の有無

<bool> rule1

<bool> rule2

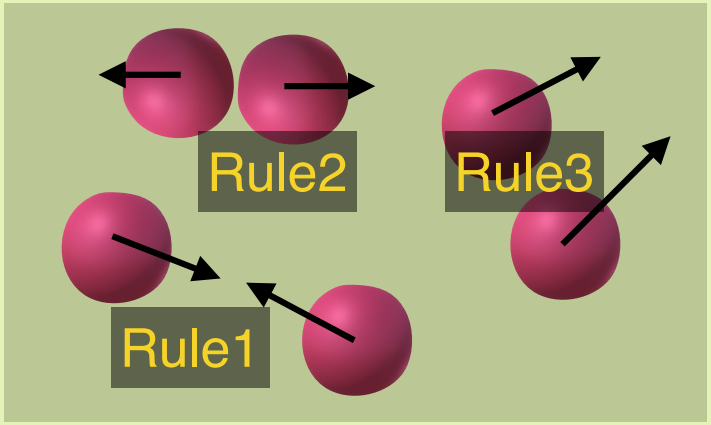
<bool> rule3

void ApplyRule1()

void ApplyRule2()

void ApplyRule3()

具体的なルールの記述（演習の対象）



SingleBoidオブジェクトの振る舞い

宣言部

```
/* パブリックなフィールド（別クラスから参照可能） */
public Vector3 pos, vel; //位置・速度

/* プライベートなフィールド */
private Rigidbody rb;                                  //剛体オブジェクト
private float xmax,xmin,ymax,ymin,zmax,zmin; //空間の境界
private float speedmax;                                //速さの最大値
```

SingleBoid

SingleBoid.cs

Start()

```
void Start ()
{
    speedmax = BoidManager.speedmax;
    rb = this.GetComponent<Rigidbody> ();

    this.setBorder ();              //飛翔空間の決定
    this.setRandomPosition ();  //初期位置の決定
    this.setRandomVelocity ();  //初期速度の決定

}
```

Update()

```
void Update ()
{
    //位置と速度の更新
    pos = this.transform.position;
    vel = this.rb.velocity;

    Rebound ();                 //境界判定
    LimitVelocity ();           //速度制限
    ConstrainHeight ();         //高さの制限（2Dモード）

}
```

2023バージョンは、少し異なります。

毎フレームの処理（設計者は意識する必要のない処理です．）

高さのみ！！

Rebound()

LimitVelocity()

ConstrainHeight()

現バージョンでは未使用！！

境界を越えたら速度を反転

速さが最大値を越えたら，抑制する

2Dモードの場合，Y座標を強制的に0とする

xzの初期値は±15, yは0から200

speedmaxの初期値は10

SingleBoidオブジェクトの主なパブリック変数・関数

SingleBoid

<Vector3> pos, vel

ボイドの位置と速度

```
void Update ()
{
    //位置と速度の更新
    pos = this.transform.position;
    vel = this.rb.velocity;

    Rebound ();              //境界判定
    LimitVelocity ();        //速度制限
    ConstrainHeight ();      //高さの制
```

Update()

void SetVelocity(Vector3 *vel*)

ボイドの速度を具体的に設定する

void SetRandomPosition()

位置をランダムに設定

void SetRandomVelocity()

位置をランダムに設定

SingleBoid.cs

```
public void setVelocity(Vector3 v){
    this.rb.velocity = v;
    this.vel = this.rb.velocity;
}
```

```
public void setRandomPosition(){
    float rx = xmin + (xmax - xmin) * Random.value;
    float ry = ymin + (ymax - ymin) * Random.value;
    float rz = zmin + (zmax - zmin) * Random.value;

    this.transform.position = new Vector3 (rx, ry, rz);
    this.pos = this.transform.position;
}
```

形状に合わせて若干の修正あります。

```
public void setRandomVelocity(){

    float vx = -speedmax + 2f * speedmax * Random.value;
    float vy = -speedmax + 2f * speedmax * Random.value;
    float vz = -speedmax + 2f * speedmax * Random.value;

    rb.velocity = new Vector3 (vx, 0, vz);
    this.vel = this.rb.velocity;
}
```

Y方向の速度は 0 としています。

SingleBoidクラスのオブジェクトの位置と速度は, *boid*.pos, *boid*.velによって取得できます. また, 新たに速度を設定し直す場合は, *boid*.SetVelocity（*vel*）の関数を使います（*boid* は, SingleBoidクラスのインスタンスとします）.

BoidRuleManagerにおけるパブリックメソッド

BoidRuleManager.cs

void SetBoid(BoidManager m)

現在のボイドの状態（総数・位置・方向・視界距離・接触距離）を、自クラスの同名の変数にコピーする. ルール計算の前に実行する.

```
public void SetBoid(BoidManager m)
{
    boid = m.boid;
    pop = m.pop;

    if (is_vision_space_global)
    {
        for (int i = 0; i < pop; i++)
        {
            boid[i].SetVisionSpace(m.vision_space);
        }
    }

    if (is_neighbor_space_global)
    {
        for (int i = 0; i < pop; i++)
        {
            boid[i].SetNeighborSpace(m.neighbor_space);
        }
    }

}
```

void ApplyRules()

ルールを全て実行する. パブリックなbool変数（rule1・rule2・rule3）の符号によって, 特定のルールのみを実行することが可能. ルールの内容は, ApplyRuleX()の中に記述する.

```
public void ApplyRules()
{

    if (rule1)
    {
        ApplyRule1();
    }

    if (rule2)
    {
        ApplyRule2();
    }

    if (rule3)
    {
        ApplyRule3();
    }

}
```

void ApplyRule1()

void ApplyRule2()

void ApplyRule3()

```
/* ルール１の実行内容*/
1 reference
private void ApplyRule1()
{

}
/* ルール2の実行内容 */
1 reference
private void ApplyRule2()
{

}

/* ルール3の実行内容 */
1 reference
private void ApplyRule3()
{

}
```

BoidManagerとBoidRuleManagerの関係

BoidManager.cs

Start()

```
/* ボイドルールマネージャの生成 */
rule = this.GetComponent<BoidRuleManager> ();
```

Update()

```
//ボイドルールマネージャによるルールの適用
rule.SetBoid(this);
rule.ApplyRules();
```

自分自身のボイド変数を, BoidRuleMangerオブジェクトにコピーした後に, ルールを実行させる.

```
/* 全てのボイドの位置・速度を初期化（I） */
if (Input.GetKeyDown (KeyCode.I)) {
    InitBoidPosition ();
    InitBoidVelocity();
}
```

<I>キーが押されたときに,「InitBoidPosition」と「InitBoidVelocity」を実行する.

BoidRuleManager.cs

BoidRuleManager

void **SetBoid**(BoidManager *m*)

void **ApplyRules**()

InitBoidPosition()

```
/* 全てのボイドの位置をランダムに初期化*/
1 reference
private void InitBoidPosition()
{
    for (int i = 0; i < pop; i++)
    {
        boid[i].SetRandomPosition();
    }
}
```

InitBoidVelocity()

```
/* 全てのボイドの速度をランダムに初期化*/
1 reference
private void InitBoidVelocity()
{
    for (int i = 0; i < pop; i++)
    {
        boid[i].SetRandomVelocity();
    }
}
```

ボイドの位置・速度の初期化. SingleBoidクラスのメソッドを呼び出しています.）

例題

SingleBoid

`<Vector3> pos, vel`

ボイドの位置と速度

`void setVelocity(Vector3 vel)`

Voidの速度を更新する.

```
if (Input.GetKeyDown(KeyCode.R)) {
    ReverseVelocity();
}
```

Rキー が押されたら, ReverseVelocityを実行する.

Update()

BoidManager.cs

「R」ボタンで, 全てのボイドの速度が反転（Reverse）するように, BoidMangerクラスのクラスメソッド ReverseVelocityに記述しましょう.

```
void ReverseVelocity()
{
    for(int i = 0; i <  pop ; i++)
    {
        Vector3 ivel = boid[i].vel;
        Vector3 v = new Vector3(-ivel.x, -ivel.y, -ivel.z);

        boid[i].SetVelocity(v);
    }
}
```

全てのボイド（**boid[0], boid[1], …boid[bsum-1]**）に対して

ボイド **i** の速度を取得し, **ivel** とし, 新しい速度ベクトル **v** を, **ivel** の全ての速度成分を反転させたものとして定義する.

ボイド **i** の速度を更新する.

BoidManager.cs

例題１

いずれかのボイドからの距離が「1m」以下となると, 停止するルール9を加えてください。

Vector3

```
float *Distance(Vector3 p1, Vector3 p2)
```

p1とp2の距離を返すVector3のクラスメソッド

```
<Vector3> *zero
```

ゼロベクトル (0f, 0f, 0f)

例題１（ヒント）

```
void ApplyRule9(){
    for (int i = 0; i <  pop ; i++) {
        Vector3 ipos = boid [i].pos;
        for (int j = i + 1; j <  pop ; j++) {
            Vector3 jpos = boid [j].pos;
            if ([redacted]) {
                boid [i]. SetVelocity [redacted];
                boid [j]. SetVelocity [redacted];
            }
        }
    }
}
```

i 番目のボイドの位置

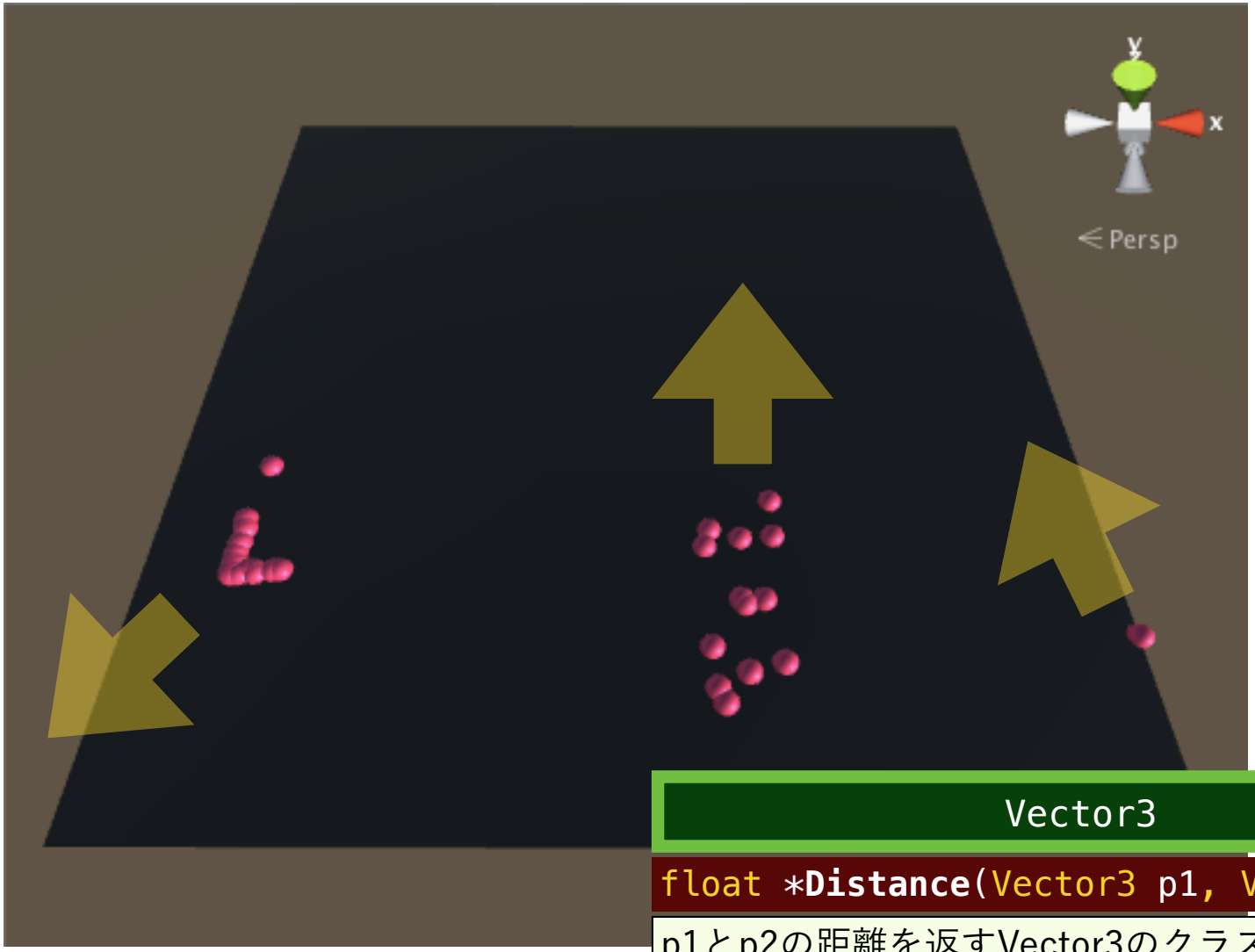
j 番目のボイドの位置

ipos と jpos の距離が1以下であれば, それぞれの速度をゼロとする.

BoidRuleManager.cs

例題２

いずれかのボイドからの距離が「2m」以下となると, 速さの大きい方の速度に合わせるルール8を追加してください.



Vector3

```
float *Distance(Vector3 p1, Vector3 p2)
```

p1とp2の距離を返すVector3のクラスメソッド

```
<float> *magnitude
```

ベクトルの大きさ・長さ（|(x,y,z)|）

例題２（ヒント）

```
void ApplyRule8(){
    for (int i = 0; i < pop ; i++) {
        Vector3 ipos = boid [i].pos;
        Vector3 ivel = boid [i].vel;

        for (int j = i + 1; j < pop ; j++) {
            Vector3 jpos = boid [j].pos;
            Vector3 jvel = boid [j].vel;

            [redacted]

        }
    }
}
```

i 番目のボイドの位置・速度

j 番目のボイドの位置・速度

BoidRuleManager.cs