Chapter 1

キーボードのＡが押されたらプレイヤーの移動速度を倍にしてみよう。

まず､キーボードのＡが押されたということを記録できるようにする必要があります。Packman のプロジェクトでキーボードの入力を記録しているプログラムは下記の二のファイルです。

ソースファイル

.¥Packman¥tkEngine¥Input¥tkInput¥tkKeyInput.cpp

ヘッダーファイル

.¥Packman¥tkEngine¥Input¥tkInput¥tkKeyInput.h

ではヘッダーファイルを下記のように編集してください。太字になっている部分が変更点です。

```
/*!
 * @brief	キー入力。
 */

#ifndef _TKKEYINPUT_H_
#define _TKKEYINPUT_H_

namespace tkEngine{
	class CKeyInput{
		enum EnKey{
			enKeyUp,
			enKeyDown,
			enKeyRight,
			enKeyLeft,
			enKeyA,
			enKeyNum,
		};
	public:
		/*!
		 * @brief	コンストラクタ。
		 */
		CKeyInput();
		/*!
		 * @brief	デストラクタ。
		 */
		~CKeyInput();
		/*!
		 * @brief	キー情報の更新。
		 */
		void Update();
		/*!
		 * @brief	上キーが押されている。
		 */
		bool IsUpPress() const
		{
			return m_keyPressFlag[enKeyUp];
		}
		/*!
		 * @brief	右キーが押されている。
		 */
		bool IsRightPress() const
		{
			return m_keyPressFlag[enKeyRight];
		}
```

```
		/*!
		 * @brief	左キーが押されている。
		 */
		bool IsLeftPress() const
		{
			return m_keyPressFlag[enKeyLeft];
		}
		/*!
		 * @brief	下キーが押されている。
		 */
		bool IsDownPress() const
		{
			return m_keyPressFlag[enKeyDown];
		}
		/*!
		* @brief	キーボードのAが押された。
		*/
		bool IsAPress() const
		{
			return m_keyPressFlag[enKeyA];
		}
	private:
		bool	m_keyPressFlag[enKeyNum];
	};
}
#endif //_TKKEYINPUT_H_
```

続いてソースファイルを下記のように変更します。

```
/*!
 * @brief	キー入力
 */

#include "tkEngine/tkEnginePreCompile.h"
#include "tkEngine/Input/tkKeyInput.h"

namespace tkEngine{
	/*!
	 * @brief	コンストラクタ。
	 */
	CKeyInput::CKeyInput()
	{
		memset(m_keyPressFlag, 0, sizeof(m_keyPressFlag));
	}
	/*!
	 * @brief	デストラクタ。
	 */
	CKeyInput::~CKeyInput()
	{
	}
	/*!
	 * @brief	キー情報の更新。
	 */
	void CKeyInput::Update()
	{
		if (GetAsyncKeyState(VK_UP) & 0x8000) {
			m_keyPressFlag[enKeyUp] = true;
		}
		else {
			m_keyPressFlag[enKeyUp] = false;
		}
		if (GetAsyncKeyState(VK_DOWN) & 0x8000) {
			m_keyPressFlag[enKeyDown] = true;
		}
```

```
                    else {
                        m_keyPressFlag[enKeyDown] = false;
                    }
                    if (GetAsyncKeyState(VK_RIGHT) & 0x8000) {
                        m_keyPressFlag[enKeyRight] = true;
                    }
                    else {
                        m_keyPressFlag[enKeyRight] = false;
                    }
                    if (GetAsyncKeyState(VK_LEFT) & 0x8000) {
                        m_keyPressFlag[enKeyLeft] = true;
                    }
                    else {
                        m_keyPressFlag[enKeyLeft] = false;
                    }
                    if ((GetAsyncKeyState('A') & 0x8000)
                        | (GetAsyncKeyState('a') & 0x8000) ) {
                        m_keyPressFlag[enKeyA] = true;
                    }
                    else {
                        m_keyPressFlag[enKeyA] = false;
                    }
            }
}
```

これでキーボードの A が入力されると、m_keyPressFlag[enKeyA]に true という値が記録されるようになりました。

では本当にキーボードの A が入力されたら true が設定されるか確認してみましょう。

先ほどの書き換えた部分にコードを下記の黒字のコードを追加してみて下さい。

```
if ((GetAsyncKeyState('A') & 0x8000)
   | (GetAsyncKeyState('a') & 0x8000) ) {
   m_keyPressFlag[enKeyA] = true;
   MessageBox(NULL, "A ボタンが押されたよ！", "成功", MB_OK);
}else {
   m_keyPressFlag[enKeyA] = false;
}
```

A を押したらダイアログボックスがでましたか？

では、確認ができたらメッセージボックスを表示するコードは削除してください。

では、正しくキーボードから入力を受け取ることができることが確認できたのでプレイヤーの移動速度を倍にしてみましょう。プレイヤーの移動処理は下記のファイルに記述されています。

ソースファイル

Packman¥Packman¥game¥Player¥ CPlayer.cpp

CPlayer.cpp を下記のように書き換えてみて下さい。

```
/*!
 *@brief        プレイヤー
 */

#include "stdafx.h"
#include "Packman/game/Player/CPlayer.h"
```

```
#include "Packman/game/CGameManager.h"

/*!
 *@brief	Update が初めて呼ばれる直前に一度だけ呼ばれる処理。
 */
void CPlayer::Start()
{
}
/*!
*@brief Update 関数が実行される前に呼ばれる更新関数。
*/
void CPlayer::PreUpdate()
{
	Move();
}
/*!
 *@brief	更新処理。60fps なら 16 ミリ秒に一度。30fps なら 32 ミリ秒に一度呼ばる。
 */
void CPlayer::Update()
{
	m_sphere.SetPosition(m_position);
	m_sphere.UpdateWorldMatrix();
	CGameManager& gm = CGameManager::GetInstance();
	CMatrix mMVP = gm.GetGameCamera().GetViewProjectionMatrix();
	const CMatrix& mWorld = m_sphere.GetWorldMatrix();
	m_wvpMatrix.Mul(mWorld, mMVP);
	m_idMapModel.SetWVPMatrix(m_wvpMatrix);
	IDMap().Entry(&m_idMapModel);
	m_shadowModel.SetWorldMatrix(mWorld);
	ShadowMap().Entry(&m_shadowModel);
}
/*!
*@brief 移動処理。
*/
void CPlayer::Move()
{
	float moveSpeed = 0.02f;  //移動速度。
	if (KeyInput().IsAPress()) {
		//キーボードの A 押されていたら速度を倍にする。
		moveSpeed *= 2.0f;
	}
	if (KeyInput().IsUpPress()) {
		m_position.z += moveSpeed;
	}
	if (KeyInput().IsDownPress()) {
		m_position.z -= moveSpeed;
	}
	if (KeyInput().IsRightPress()) {
		m_position.x += moveSpeed;
	}
	if (KeyInput().IsLeftPress()) {
		m_position.x -= moveSpeed;
	}
}
/*!
 *@brief	描画処理。60fps なら 16 ミリ秒に一度。30fps なら 32 ミリ秒に一度呼ばれる。
 */
void CPlayer::Render(tkEngine::CRenderContext& renderContext)
{
	CGameManager& gm = CGameManager::GetInstance();
	m_sphere.RenderLightWVP(
		renderContext,
		m_wvpMatrix,
		gm.GetFoodLight(),
		false,
		true
	);
}
/*!
 *@brief	構築。
```

```
 *必ず先にCreateShapeを一度コールしておく必要がある。
 */
void CPlayer::Build( const CVector3& pos )
{
        m_sphere.Create(0.08f, 10, 0xffff0000, true );
        m_idMapModel.Create(m_sphere.GetPrimitive());
        m_shadowModel.Create(m_sphere.GetPrimitive());
        m_position = pos;
}
```

Chapter 2

ジャンプできるようにしてみよう。

Chapter1 のプログラムを改造して、キーボードの A が入力されたらプレイヤーがジャンプするようにしてみましょう。今回編集するプログラムは下記のファイルになります。

ソースファイル

Packman¥Packman¥game¥Player¥ CPlayer.cpp

ヘッダーファイル

Packman¥Packman¥game¥Player¥ CPlayer.h

CPlayer.h を下記のように編集してください。

```
/*!
 * @brief プレイヤー
 */
#ifndef _CPLAYER_H_
#define _CPLAYER_H_

#include "tkEngine/shape/tkSphereShape.h"

class CPlayer : public tkEngine::IGameObject{
public:
   CPlayer() :
            m_position(CVector3::Zero)
   {
   }
   ~CPlayer(){}
   /*!
    *@brief            Update が初めて呼ばれる直前に一度だけ呼ばれる処理。
    */
   void Start() override final;
   /*!
   *@brief Update 関数が実行される前に呼ばれる更新関数。
   */
   void PreUpdate() override final;
   /*!
    *@brief            更新処理。60fps なら 16 ミリ秒に一度。30fps なら 32 ミリ秒に一度呼ばれる。
    */
   void Update() override final;
   /*!
    *@brief            描画処理。60fps なら 16 ミリ秒に一度。30fps なら 32 ミリ秒に一度呼ばれる。
    */
   void Render(tkEngine::CRenderContext& renderContext) override final;
   /*!
    *@brief            構築。
    *必ず先に CreateShape を一度コールしておく必要がある。
    */
   void Build( const CVector3& pos );
   /*!
```

```
    *@brief 移動処理。
    */
    void Move();
    /*!
    *@brief 座標を取得。
    */
    const CVector3& GetPosition() const
    {
        return m_position;
    }
private:
    tkEngine::CSphereShape    m_sphere;
    CMatrix                   m_wvpMatrix;      //<ワールドビュープロジェクション行列。
    tkEngine::CIDMapModel     m_idMapModel;
    CVector3                  m_position;
    tkEngine::CShadowModel    m_shadowModel;    //!<シャドウマップへの書き込み用のモデル。
    CVector3                  m_moveSpeed;      //!<移動速度。
};

#endif
```

プレイヤーに m_moveSpeed という移動速度を覚えるためのメンバ変数が追加されました。

では、続いて tkPlayer.cpp の Move 関数を下記のように編集してください。

```
void CPlayer::Move()
{
    //XZ平面での移動速度。
    m_moveSpeed.x = 0.02f;
    m_moveSpeed.z = 0.02f;
    if (KeyInput().IsAPress()) {
        //キーボードのAが押されていたら速度を倍にする。
        m_moveSpeed.x *= 2.0f;
        m_moveSpeed.z *= 2.0f;
        m_moveSpeed.y = 0.1f;
    }
    //Y方向への移動速度。
    if (KeyInput().IsUpPress()) {
        m_position.z += m_moveSpeed.z;
    }
    if (KeyInput().IsDownPress()) {
        m_position.z -= m_moveSpeed.z;
    }
    if (KeyInput().IsRightPress()) {
        m_position.x += m_moveSpeed.x;
    }
    if (KeyInput().IsLeftPress()) {
        m_position.x -= m_moveSpeed.x;
    }
    m_position.y += m_moveSpeed.y;
    //重力とかは考えない。
    m_moveSpeed.y -= 0.01f;
}
```

これでプレイヤーは A を押すとジャンプするようになりました。ただし地面と衝突判定などは行っていないため、このプレイヤーは A を押さないと奈落の底に落下していきます。次の Chapter ではプレイヤーが落下しないようにプログラムを変更してみます。

Tips

ゲーム制作において、プレイヤーの挙動はそれっぽく見えれば OK なのでまじめに物理計算を行う必要があるわけではありません。ですが先ほどのジャンプ処理を重力を考慮してプログラムを書いてみましたので、せっかくですのでご紹介します。変更点は

CPlayer の Move 関数のみです。

```
void CPlayer::Move()
{
	//Moveが呼ばれる感覚は16ミリ秒で固定で考える。
	static const float deltaTime = 1.0f / 60.0f;
	//速度の単位をm/sに変更する。
	m_moveSpeed.x = 1.f;			//XZ平面での移動速度。
	m_moveSpeed.z = 1.f;
	if (KeyInput().IsAPress()) {
		//ジャンプ。
		//初速度を2m/sで与える。
		m_moveSpeed.y = 2.0f;
	}
	CVector3 add(0.0f, 0.0f, 0.0f);
	add = m_moveSpeed;
	add.Scale(deltaTime);
	if (KeyInput().IsUpPress()) {
		m_position.z += add.z;
	}
	if (KeyInput().IsDownPress()) {
		m_position.z -= add.z;
	}
	if (KeyInput().IsRightPress()) {
		m_position.x += add.x;
	}
	if (KeyInput().IsLeftPress()) {
		m_position.x -= add.x;
	}
	m_position.y += add.y;
	//速度に重力加速度の影響を与える。
	//重力加速度 9.8m/s^2
	static const CVector3 gravity(0.0f, -9.8f, 0.0f);
	CVector3 addVelocity = gravity;
	addVelocity.Scale(deltaTime);
	m_moveSpeed.y += addVelocity.y;
}
```

変更を加えたプログラムを下記のパスに上げました。Debug モードで実行すると処理が遅いのでもっさりした挙動になるので、Release モードで確認するといいでしょう。

(影も壁に落ちるように改良してます・・・)

¥¥mmnas01¥student¥GC2016¥02_授業¥ゲーム PG Ⅰ¥Lesson02¥Packman_JumpGravity

Chapter 3

地面に立てるようにしてみよう。

Chapter2 でパックマンがジャンプできるようになりましたが、A ボタンを押さないとパックマンは地面を突き抜けて自由落下していたはずです。ではこれを地面に立てるように改造してみましょう。地面の位置は Y 座標で 0 の位置にあるので、パックマンの Y 座標が 0 より小さくなれば落下を行わないようにすれば地面に立てるはずです。ではプログラムを見ていきましょう。

今回編集するソースは下記のファイルになります。

ソースファイル

Packman¥Packman¥game¥Player¥ CPlayer.cpp

Packmap¥Packman¥game¥CCamera.cpp

```
/*!
*@brief  移動処理。
*/
void CPlayer::Move()
{
	//XZ 平面での移動速度。
	m_moveSpeed.x = 0.02f;
	m_moveSpeed.z = 0.02f;
	if (KeyInput().IsAPress()) {
		//キーボードの A が押されていたら速度を倍にする。
		m_moveSpeed.x *= 2.0f;
		m_moveSpeed.z *= 2.0f;
		m_moveSpeed.y = 0.1f;
	}
	//Y 方向への移動速度。
	if (KeyInput().IsUpPress()) {
		m_position.z += m_moveSpeed.z;
	}
	if (KeyInput().IsDownPress()) {
		m_position.z -= m_moveSpeed.z;
	}
	if (KeyInput().IsRightPress()) {
		m_position.x += m_moveSpeed.x;
	}
	if (KeyInput().IsLeftPress()) {
		m_position.x -= m_moveSpeed.x;
	}
	m_position.y += m_moveSpeed.y;
	//重力とかは考えない。
	m_moveSpeed.y -= 0.01f;
	if (m_position.y < 0.0f) {
		//座標が 0 以下になったので座標を補正。
		m_position.y = 0.0f;
	}
}
```

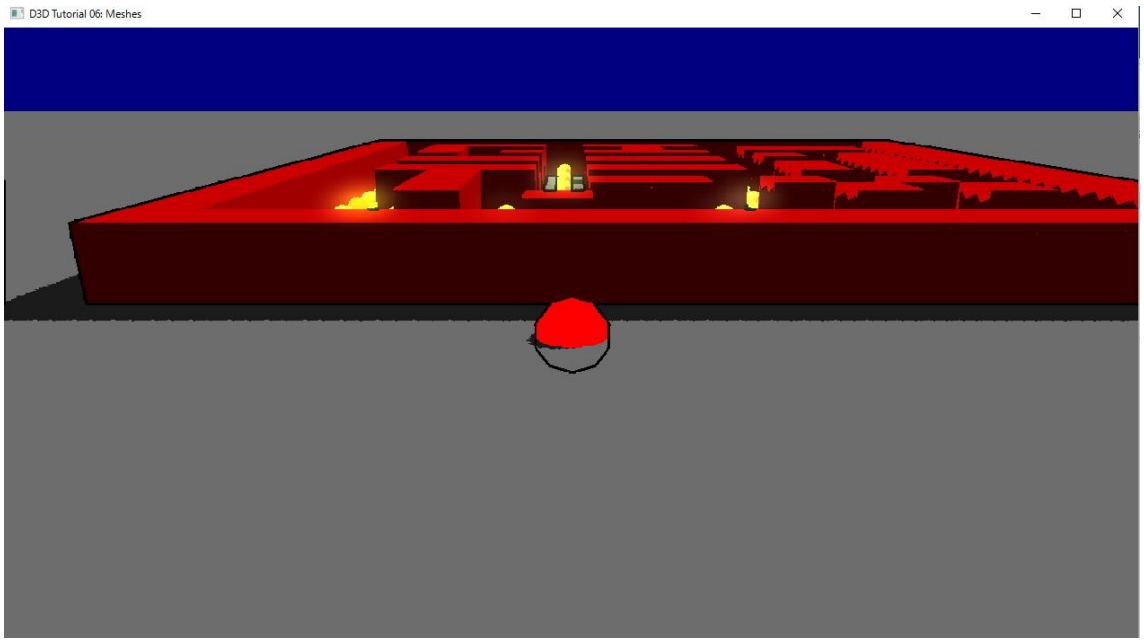
黒字の部分が今回変更した部分になります。

さて、この変更でパックマンは地面をすり抜けて落下しなくなりましたが、実はまだ問題が残っています。カメラのプログラムを下記のように書き換えてみてください。

CCamera.cpp

```
void CGameCamera::Start()
{
	CVector3 cameraTarget;
	m_playerDist.Set(0.0f, 0.5f, -1.5f);
	cameraTarget = m_playerDist;
	cameraTarget.z = 0.0f;
	m_camera.SetPosition(m_playerDist);
	m_camera.SetTarget(CVector3::Zero);
	m_camera.SetUp(CVector3::Up);
	m_camera.SetFar(100000.0f);
	m_camera.SetNear(0.1f);
	m_camera.SetViewAngle(CMath::DegToRad(45.0f));
	m_camera.Update();
}
```

カメラが下記の図のようにプレイヤーの後方に移動したはずです。



実はパックマンの座標は球体の中心を指しています。そのため Y 座標 0 で判定を行うとパックマンが地面にめり込んでしまいます。つまり判定する Y 座標をパックマンの半径分押し上げてやればめり込まなくなるはずです。ではめり込まないようにプログラムを改良し

てみましょう。パックマンの半径は 0.08 とします。

CPlayer.cpp

```
/*!
*@brief  移動処理。
*/
void CPlayer::Move()
{
	//XZ 平面での移動速度。
	m_moveSpeed.x = 0.02f;
	m_moveSpeed.z = 0.02f;
	if (KeyInput().IsAPress()) {
		//キーボードの A が押されていたら速度を倍にする。
		m_moveSpeed.x *= 2.0f;
		m_moveSpeed.z *= 2.0f;
		m_moveSpeed.y = 0.1f;
	}
	//Y 方向への移動速度。
	if (KeyInput().IsUpPress()) {
		m_position.z += m_moveSpeed.z;
	}
	if (KeyInput().IsDownPress()) {
		m_position.z -= m_moveSpeed.z;
	}
	if (KeyInput().IsRightPress()) {
		m_position.x += m_moveSpeed.x;
	}
	if (KeyInput().IsLeftPress()) {
		m_position.x -= m_moveSpeed.x;
	}
	m_position.y += m_moveSpeed.y;
	//重力とかは考えない。
	m_moveSpeed.y -= 0.01f;
	if (m_position.y < 0.08f) {
		//座標が半径以下になったので座標を補正。
		m_position.y = 0.08f;
	}
}
```

いかがでしょうか？パックマンが地面にめり込まなくなったはずです。

Chapter 4

食べ物を食べられるようにしてみよう。

このチャプターではパックマンと食べ物の距離が一定値以下になったら、食べ物を食べたと判定して、食べ物を削除する処理を実装してみましょう。

4.1 ゲームループ

まず、少し話がズレますが、どんなゲームのプログラムでもゲームが起動している間はループし続けるゲームループと言われるものがあります。このループは 60fps のゲームなら 16 ミリ秒に一度、30fps のゲームなら 33 ミリ秒に一度の周期でループしています。そしてどのゲームでも必ず、このループの中にゲームの状態の更新処理や描画処理が記述されています。

```
int main()
{
    //これがゲームループ。
    while(true){
        //ゲームの状態を更新する。
        //キャラの座標とか、ＨＰとか色々と。
        Update();
        //画面に絵を描く。
        Render();
        //画面のリフレッシュレートに同期させる。
        WaitVSync();
    }
}
```

非常に簡素なプログラムですが、どのゲームでも同様のコードが必ずあります。
皆さんが今まで見てきた、パックマンのプログラムであれば、CFood::Update や CPlayer::Update が状態の更新処理。CFood::Render や CPlayer::Render が描画処理ということになります。

4.2 ２点間の距離の計算

今回のお題の食べ物を削除する処理はゲームの状態を更新する処理になります。ですので、どこかの Update 関数にそのコードを記述すればいいことになります。

その手のコードをどこに記述するのかは、プログラマがやりやすいように決めていいのですが、今回は CFood::Update 関数の中にそのコードを記述していくことにします。

では話を戻して、まずプレイヤーと食べ物の距離を計算することができないと削除を行うことはできません。プレイヤーと食べ物の距離は下記の計算で求まります。

プレイヤーの座標を P、食べ物の座標を E としたとき、この２点間の距離 L は下記のようになります。

$$V = P - E$$

$$L = \sqrt{V.x^2 + V.y^2 + V.z^2}$$

どこかで見たことがある計算式ではないでしょうか？これは中学校で習う三平方の定理を使用した計算式になります。
数式がでてきたので嫌になる子もいるかもしれませんが、安心してください。今回の実習で使うプログラムには、簡単に距離を求めることができる関数を用意しています。

```
//プレイヤーの座標を取得。
CVector3 p = Player().GetPosition();
Cvector3 e = m_position;
CVector3 v;

v.x = p.x – e.x;
v.y = p.y – e.y;
v.z = p.z – e.z;
//これで L に長さが入る。
//関数の中で 3 平方の定理の計算をしている。
float L = v.Length();
```

いかがでしょうか？思っていたより簡単なコードではないでしょうか。あなたが記述した数式は引き算だけです。ゲーム会社ではベクトル計算の多くは関数として簡単に使用できるように用意されています。
慣れてくるまでは難しく感じるかもしれませんが、使い始めるとそこまで難しくありません。

4.3 実際に消してみよう

距離の計算の仕方も分かったので、実際に食べ物を消してみましょう。私の作ったエンジンでは食べ物を消すためには下記のような少々特殊なコードを記述する必要があります。

```
CGameObjectManager::Instance().DeleteGameObj
ect(this);
```

では、食べ物を削除するコードを記述します。

```
CVector3 p = Player().GetPosition();
CVector3 e = m_position;
CVector3 v;
v.x = p.x - e.x;
v.y = p.y - e.y;
v.z = p.z - e.z;
float L = v.Length();
if (L < 0.08f) {
   CGameObjectManager::Instance().DeleteGameO
bject(this);
}
```

このコードを CFood::Update 関数に追加すると食べ物を削除することができます。

Chapter 5

パックマンと壁の当たり判定

ゲームをプレイしていて、キャラクターが壁を簡単にすり抜けてしまうゲームは基本的にゲームとしては欠陥品になってしまいます。そのため、世に出回っているゲームのほとんどは何かしらの当たり判定を実装しています。このチャプターでは 2D ゲームの頃から使われていた、簡単な当たり判定を実装してパックマンが壁にめり込まないようにしてみましょう。

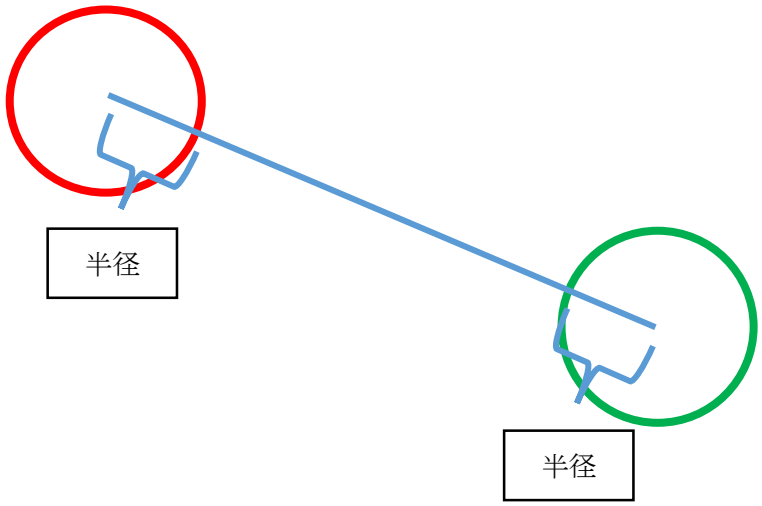
5.1 色々な当たり判定

パックマンの当たり判定の説明を行う前に、3D ゲームで使われている、比較的簡単な当たり判定をいくつか紹介します。(簡単ではないかもしれませんが)

5.1.1 球と球の当たり判定

ゲームで最も良く使われる当たり判定かもしれません。非常に高速に動作して、実装も容易なためいろいろなゲームで使われています。

実は、この当たり判定は皆さんすでに実装を行っています。なんのことか分かるでしょうか？皆さんに Chapter4 で、パックマンと食べ物の距離を調べてある一定距離以下なら食べ物を食べるというプログラムを組んでもらったと思います。実はあれが球と球の当たり判定になります。



球 A と球 B の中心座標を減算すると、球 A と球 B を結ぶベクトルが見つかります。そして、このベクトルの長さは 3 平方の定理を使用すれば求まります。
そして、このベクトルの長さが球 A の半径と球 B の半径を足した大きさよりも小さければ衝突していると判定できます。Chapter4 で行ったことと全く同じです。

5.1.2 AABB と AABB の当たり判定

AABB というのは軸平行のバウンディングボックスと言われるものです。オブジェクトを内容する箱形状の当たり判定だと思ってください。AABB は一般的に下記のような構造体で表現されます。

```
struct Aabb{
    Vector3   vMax;    //箱の最大値。
    Vector3   vMin;    //箱の最小値。
};
```

そして、箱 A(aabbA)と箱 B(aabbB)の衝突判定は下記のような条件文で実装できます。

```
if(( aabbA.vMin.x <= aabbB.vMax.x )
  && ( aabbA.vMax.x >= aabbB.vMin.x )
  && ( aabbA.vMin.y <= aabbB.vMax.y )
  && ( aabbA.vMax.y >= aabbB.vMin.y )
  && ( aabbA.vMin.z <= aabbB.vMax.z )
  && ( aabbA.vMax.z >= aabbB.vMin.z )
){
    //衝突している。
}
```

5.1.3 配列を使用した当たり判定

ここまで見てきた当たり判定は、みなさんが個人制作で 3D ゲームの作成を行いだすと、恐らく一番お世話になる当たり判定になると思います。しかし、まだ少し難しいのではないかと思います。そこで今回は配列を使用した、古典的な、しかしゲームによっては今でも使える当たり判定を実装してもらいます。

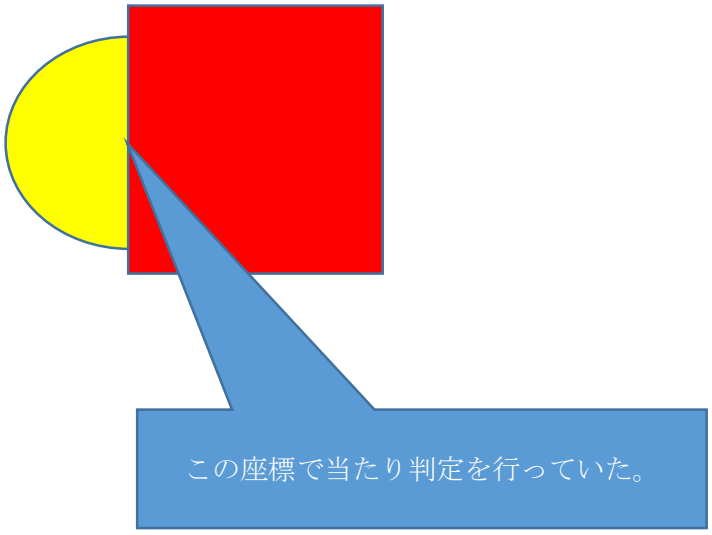
パックマンのマップは CMapBuilder の sMap 配列を使用して、構築されています。この SMap 配列の値が 1 ならば壁なので移動しないという処理を記述してやれば、パックマンは壁にめり込まなくなるはずです。ではこのトリックをお教えしましょう。
パックマンの床と壁のサイズは GRID_SIZE になります。
この GRID_SIZE でパックマンの座標を除算してやると、パックマンがマップ上のどの場所にいるのかを判定することができます。

```
int x = (int)(m_position.x / GRID_SIZE);:
int z = (int)(m_position.z / -GRID_SIZE);
if(sMap[z][x] == 1){
   //壁だよ！！！
}
```

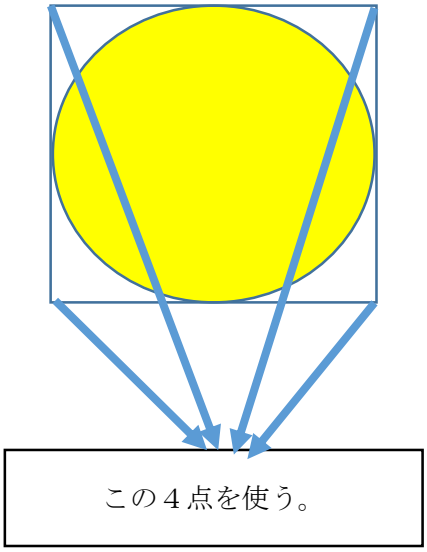
いかがでしょうか。非常に簡単なプログラムで壁の判定が行えました。では、ここまでの説明を参考にしてパックマンが壁をすり抜けないようにしてください。
今回はパックマンが壁に半分めり込むと思いますが、それは考慮しなくて構いません。

5.2 壁にめり込まないようにしてみよう。

前節で行った当たり判定ですと、パックマンの体が半分めり込んでしまっていました。これはパックマンの中心座標を使って、壁との当たり判定を行っていたことが原因になります。



では、バウンディングボックスを使ってもう少しだけマシにしてみましょう。中心座標で判定を行っているのがめり込みの原因ですので、めり込まないようにパックマンを内包するバウンディングボックスの４隅の座標を使って当たり判定を行ってみようと思います。



プログラムで記述すると下記のようになります。

```
//プレイヤーを内包する四角形の４隅の当たり判定を行う。
bool isHitWall = false;
float radius = 0.075f;
//左上
int x = (int)((pos.x - radius) / GRID_SIZE);
int z = (int)((pos.z - radius) / -GRID_SIZE);
if (sMap[z][x] == 1) {
          //壁
          isHitWall = true;
}
//右上
x = (int)((pos.x + radius) / GRID_SIZE);
z = (int)((pos.z - radius) / -GRID_SIZE);
if (sMap[z][x] == 1) {
          //壁
          isHitWall = true;
}
//左下
x = (int)((pos.x - radius) / GRID_SIZE);
z = (int)((pos.z + radius) / -GRID_SIZE);
if (sMap[z][x] == 1) {
          //壁
          isHitWall = true;
}
//右下
x = (int)((pos.x + radius) / GRID_SIZE);
z = (int)((pos.z + radius) / -GRID_SIZE);
if (sMap[z][x] == 1) {
          //壁
          isHitWall = true;
}
```

Chapter 6

経路探索

ゲーム AI を語る上で外せない要素の一つに経路探索と言われるものがあります。数年前まで、ゲーム AI の技術といえば経路探索というくらいホットな話題でした。フォトリアルな FPS ゲームで敵兵が壁をすり抜けてきたら興ざめすると思います。チャプター 6 ではその経路探索について見ていきます。

6.1 アルゴリズム

経路探索のアルゴリズムで代表的なものといえば下記の二つがあげられます。

・ダイクストラ法

・A*アルゴリズム

A*アルゴリズムはダイクストラ法の改良版となっており、多くのゲームにおいては A*アルゴリズムの方が高速なアルゴリズムになります。ただし、ダイクストラ法の方が高速な場合もあって、ゴール地点が決まっている場合はダイクストラ法の方が高速になります。FPS などのような広大なマップでダイクストラ法を採用すると計算量が膨大になり、パフォーマンスが大きく低下するため、まずありえません。今回の課題ではダイクストラ法を使用していますが、ダイクストラ法と A*アルゴリズムとで実装難易度に差はありませんので、是非自分たちでチャレンジしてみて下さい。

6.2 データ構造

経路探索を行うためには、通れる道を表すデータが必要になります。現在のゲームで主流となって使用されているデータはナビゲーションメッシュと言われるものです。その他ナビメッシュをつくるまでもないようなゲームになりますと、ウェイポイントと言われるものを使っているものもあります。

ナビゲーションメッシュ、ウェイポイントどちらを採用しても基本的なデータ構造に大きな違いはありません。両者とも隣接するノードとのリンクをもったネットワークのようなデータ構造になっています。

プログラムでは下記のような構造体が使われます。

```
struct SNode{
   SNode*     linkNode[3]; //隣接ノード
   CVector3   position;    //ノードの座標。
};
```

実習課題

Lesson10 のプログラムは敵が最初から最後までプレイヤーを追いかけてくるだけの挙動になっています。この敵の挙動をもう少しマシにして面白いゲームにしてください。仕様は自由です。あなたの好きなように面白いゲームを作ってみてください。