# 参照とポインタ

Game Programming B #03

向井 智彦

# 先週のおさらい

- クラス，メンバ変数，メンバ関数
- アクセス指定子とカプセル化
- オーバーロードとオーバーライド
- 継承，基底クラスと派生クラス
- 仮想関数と純粋仮想関数
- 抽象クラスとその継承

Game Programming A のおさらい

# 値渡しと参照渡し

# 値渡しとは？

- 変数が持つデータの内容を，別の変数にコピーして渡す操作
  - コピー先で値が書き換えられても，コピー元には影響を及ばさない
  - 代入演算「=」の挙動
  - 関数の引数の挙動
  - 関数の戻り値の挙動

# 値渡しの動作確認 (1/2)

```
int main()
{
   int x = 10;
   int y = x;
   x = 5;
   printf(“%d, %d¥n”, x, y); // どんな出力結果？
}
```

# 値渡しの動作確認 (2/2)

```
void ZeroClear(int a)
{
  a = 0;
}
int main()
{
  int x = 10;
  ZeroClear(x);
  printf(“%d¥n”, x); // どんな出力結果？
}
```

# 参照とは？

- 同一データ/同一変数に別名を与える処理

```
int main()
{
  int x = 10;
  int &y = x;  // int型変数への参照
  x = 5;
  printf(“%d, %d¥n”, x, y);
  y = 8;
  printf(“%d, %d¥n”, x, y);
}
```

# 参照渡しとは？

- 参照を通じた関数への引数渡し

```
void ZeroClear(int &a)
{
  a = 0;
}
int main()
{
  int x = 10;
  ZeroClear(x);
  printf(“%d¥n”, x); // どんな出力結果？
}
```

# 戻り値の代替としての参照渡し

- 関数の出力を受け取るための参照引数

```
void Double(int &output1, int input)
{
  output = input * 2;
}
int main()
{
  int x = 10;
  int y = 0;
  Double(y, x);
  printf(“%d, %d¥n”, x, y);
}
```

# クラスの参照渡し

```
void Double(Vector3 &v)
{
  double x2 = 2.0 * v.GetX();
  double y2 = 2.0 * v.GetY();
  double z2 = 2.0 * v.GetZ();
  v.Set(x2, y2, z2);
}

Double(vec);
```

# クラスメンバ関数への参照渡し

```
class Vector3
{
public:
  void CopyTo(Vector3 &v) {
    v.Set(x, y, z);
  }
  ...
};

Vector3 a(1.0, 1.0, 1.0);
Vector3 b;
a.CopyTo(b);
```

# 参照の特徴

- 変数のように後から上書きできない

```
int main()
{
  int x = 10;
  int &y = x;  //yはxの別名
  int z = 0;
  x = 5;
  printf(“%d, %d¥n”, x, y);
  y = z;  //値の代入(≠参照先の変更)
  printf(“%d, %d¥n”, x, y);
}
```

# 参照を使うケース

- 参照渡し　引数として渡したデータの内容を関数側で書き換えるとき
  - 複数の戻り値→複数の参照渡し
- 巨大なクラスを関数の引数とするとき
  - 値渡しするとコピー/クローンの計算時間が増大
  - 参照渡しだと「別名」を作る処理のみ

Game Programming A のおさらい＆新しい内容

# ポインタ

# ポインタ

- 別名の付け方 その2

```
int main()
{
  int x = 10;
  int *y = &x;  //int型変数へのポインタ
  x = 5;
  printf(“%d, %d¥n”, x, *y);
  *y = 8;
  printf(“%d, %d¥n”, x, *y);
}
```

# ポインタを通じた参照渡し

- 参照を通じた関数への引数渡し

```
void ZeroClear(int *a)
{
  *a = 0;
}
int main()
{
  int x = 10;
  ZeroClear(&x);
  printf(“%d¥n”, x); // どんな出力？
}
```

# 戻り値の代替としてのポインタ参照渡し

- 関数の出力を受け取るための参照引数

```
void Double(int *output, int input)
{
  *output = input * 2;
}
int main()
{
  int x = 10;
  int y = 0;
  Double(&y, x);
  printf(“%d, %d¥n”, x, y);
}
```

# クラスのポインタ渡し

```
void Double(Vector3 *v)
{
  double x2 = 2.0 * v->GetX();
  double y2 = 2.0 * v->GetY();
  double z2 = 2.0 * v->GetZ();
  v->Set(x2, y2, z2);
}
```

v->~~~ の部分は (*v).~~~でもOK

# クラスメンバ関数へのポインタ渡し

```
class Vector3
{
public:
    void CopyTo(Vector3 *v) {
        v->Set(x, y, z);
    }
    ...
};

Vector3 a(1.0, 1.0, 1.0);
Vector3 b;
a.CopyTo(&b);
```

# ポインタ変数の特徴

- 通常の変数のように後から上書きできる

```
int main()
{
  int x = 10;
  int *y = &x;  //yはxの別名
  int z = 0;
  *y = 5;
  printf(“%d, %d¥n”, x, *y, z);
  y = &z;  //参照先の変更
  *y = 7;
  printf(“%d, %d¥n”, x, *y, z);
}
```

# 参照渡し vs ポインタ渡し

- 多くの場合，参照渡しで十分
- 少し凝ったこと(データ構造，アルゴリズム)を使う場合にはポインタが必須

```
void Double(Vector3 &v)
{
  double x2 = 2.0 * v.GetX();
  double y2 = 2.0 * v.GetY();
  double z2 = 2.0 * v.GetZ();
  v.Set(x2, y2, z2);
}
```

```
void Double(Vector3 *v)
{
  double x2 = 2.0 * v->GetX();
  double y2 = 2.0 * v->GetY();
  double z2 = 2.0 * v->GetZ();
  v->Set(x2, y2, z2);
}
```

# ポインタを使うケース

- ライブラリ/APIがポインタ使用を想定する場合
- 実行中に参照先を変更する必要がある場合
- プログラム実行中にクラスインスタンスを作る必要があるとき
  - プログラミング中に何個のインスタンスを用意すべきか（≒配列の長さが）わからない場合
  - new/new[] & delete/delete[]

# ポインタの正体

- オブジェクトのメモリ位置（アドレス）
  - int *p = &a; は，int型変数 a のメモリ位置
  - 配列 int a[]; の a は，先頭要素へのポインタ
- 参照渡し&ポインタ渡し
  - オブジェクトのメモリ位置情報を渡し，その位置が指す変数を直接読み書き
  - 一方，値渡しは変数の内容をコピー/クローン

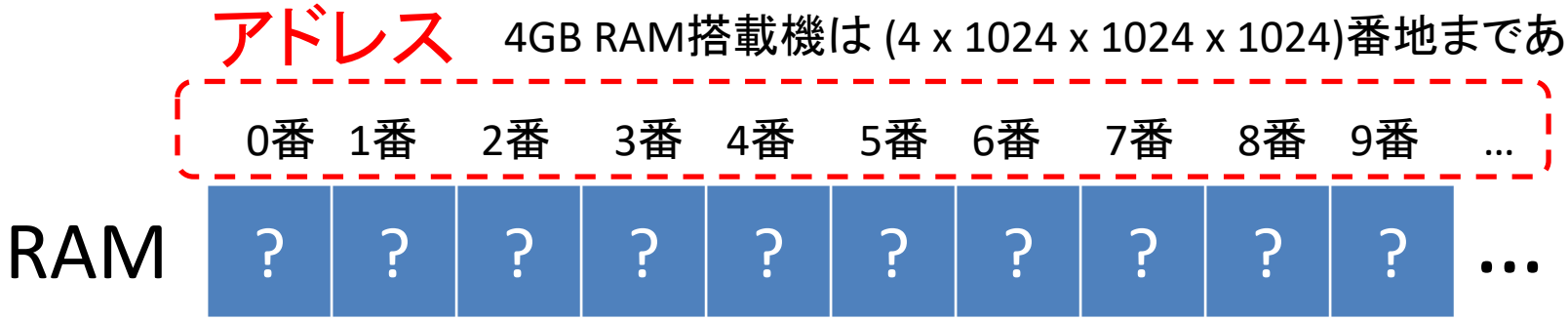
# ポインタの正体

```
int main()
{
  int value = 0;
  int *ptr = &value;
  int array[5] = {0, 1, 2, 3, 4};
  int *arrayptr = array;
  char str1[6] = “hello”;
  char *str2 = str1;
  printf(“%d, %d, %s¥n”, *ptr, arrayptr[3], str2);
}
```

# コンピュータアーキテクチャとの関連

かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```

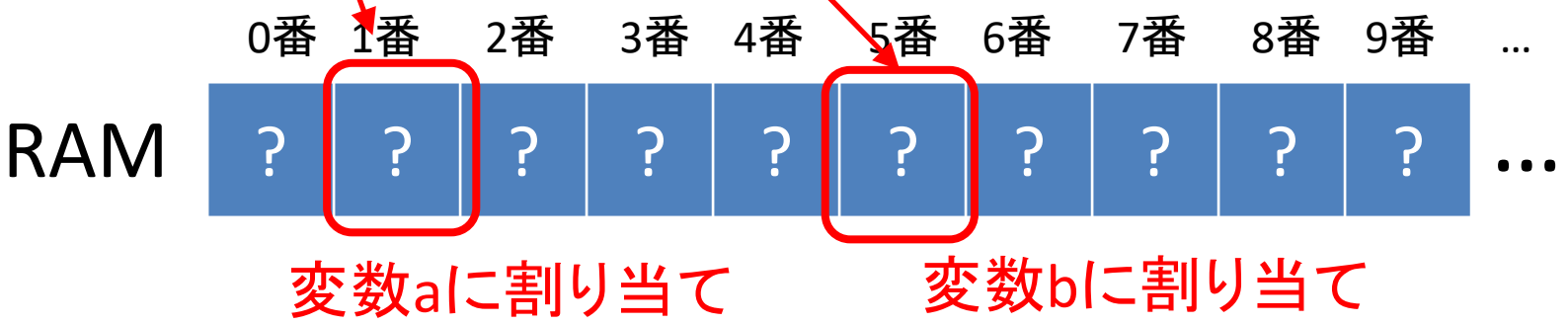



変数をどこかの番地に割り当て，その内容＝データ値を操作

# コンピュータアーキテクチャとの関連

かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

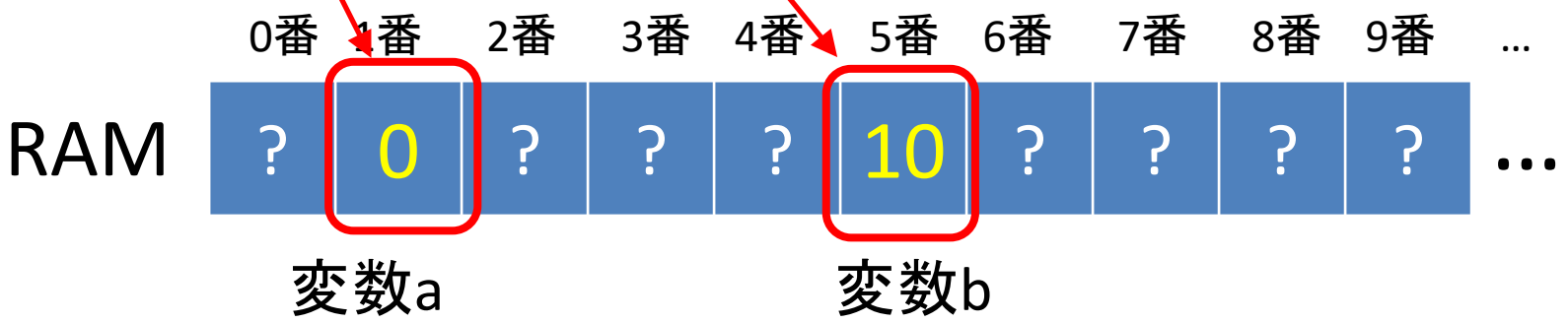
```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```



# コンピュータアーキテクチャとの関連

かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

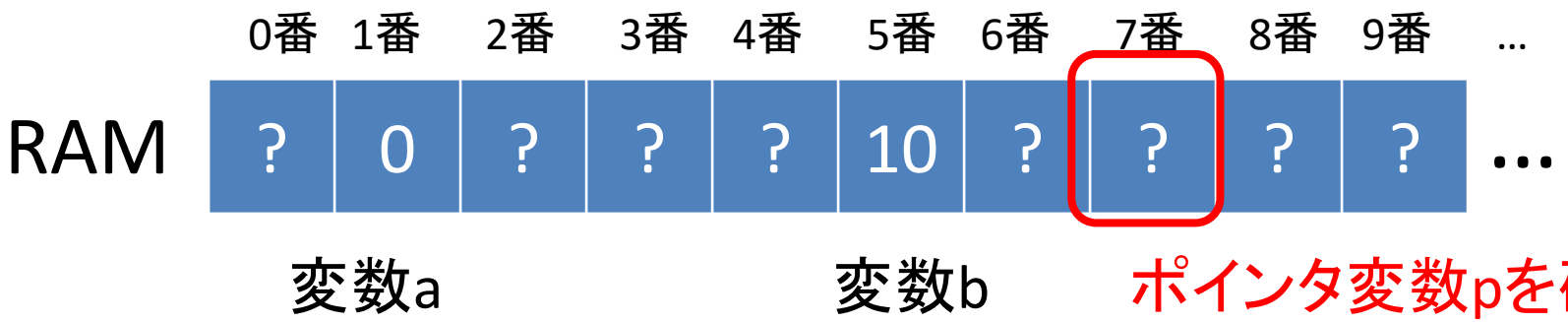
```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```



# コンピュータアーキテクチャとの関連

かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```



# コンピュータアーキテクチャとの関連

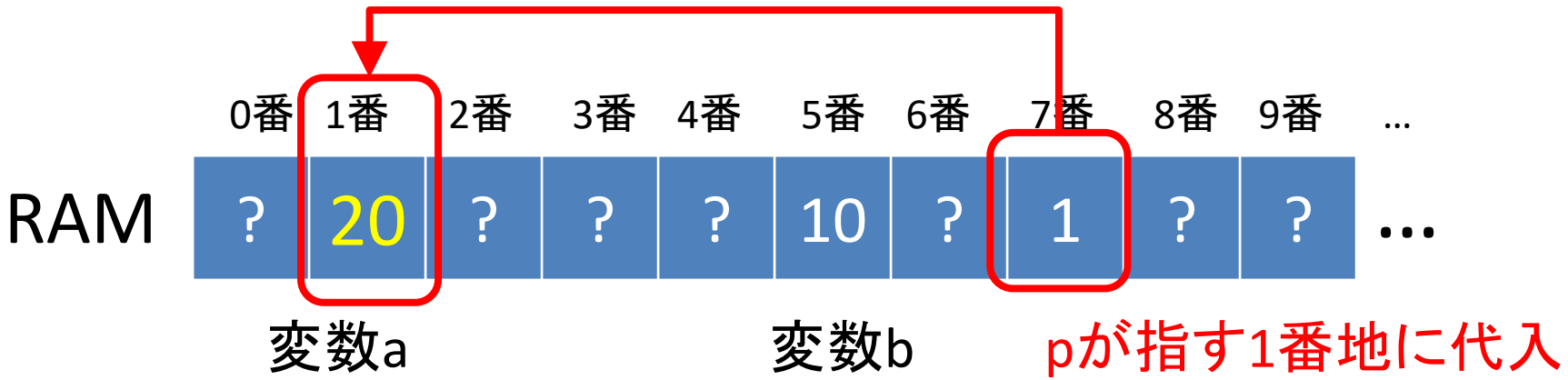
かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```

# コンピュータアーキテクチャとの関連

かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

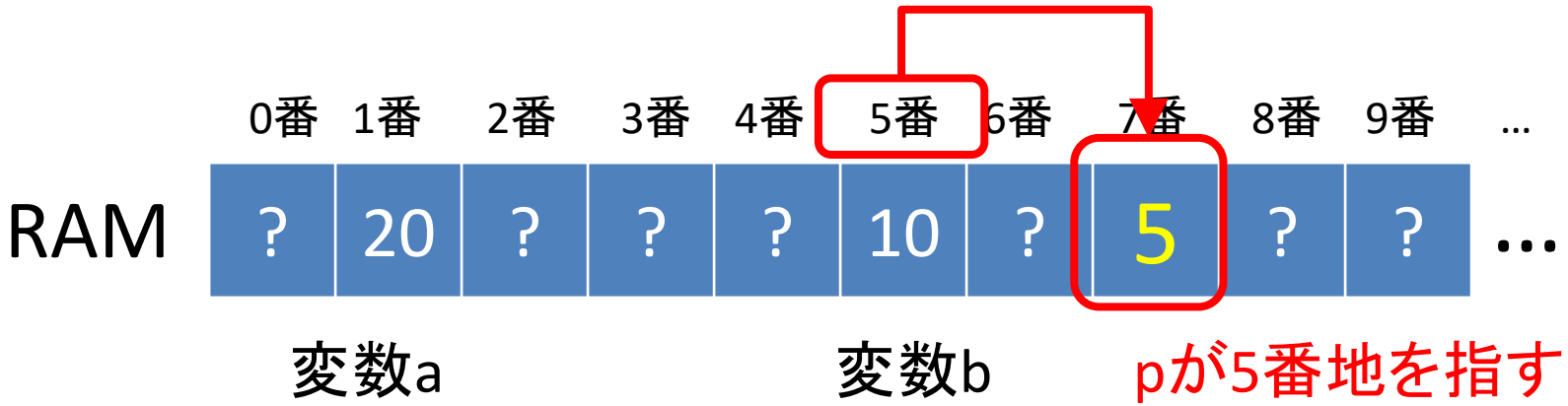
```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```



# コンピュータアーキテクチャとの関連

かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

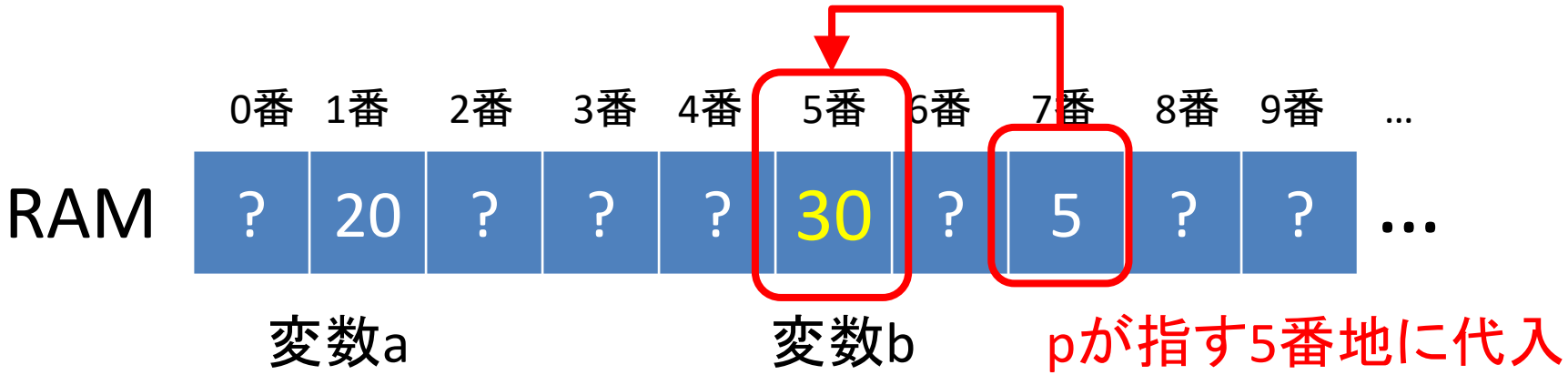
```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```



# コンピュータアーキテクチャとの関連

かなり簡単化して説明するため厳密には嘘が多い…

```
int a, b;
a = 0; b = 10;
int *p;
p = &a;
*p = 20;
p = &b;
*p = 30;
```



# 特殊なポインタ : nullptr

- ヌルポインタ
- どの番地も指していない

```
int *a = nullptr;
int b = 0;
*a = 0; // エラー
a = &b;
if (a != nullptr) { //nullチェック
  std::cout << *a;
}
```

# 特殊なポインタ : this

- クラスインスタンス自身を指すポインタ
  - クラス内部でのみ利用可能

```
class Vector2
{
  Vector2(double ix, double iy) {
    this->x = a;   this->y = iy;
  }
  Vector2& operator =(const Vector2 &src) {
     this->x = src.x; this->y = src.y;
     return *this;
  }
};
```

# 講義しなかったこと

- スマートポインタ
  - std::unique_ptr, std::shared_ptr, std::weak_ptr
- 型とデータ長
  - char型:1Byte, int型:4Byte, int*型8Byte

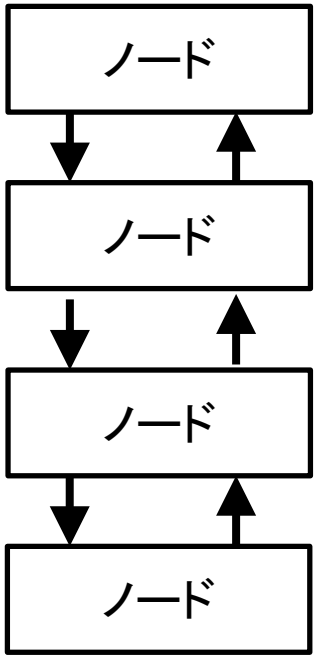
基礎的なデータ構造

# ポインタの応用

# ポインタを活用したデータ構造

## リスト

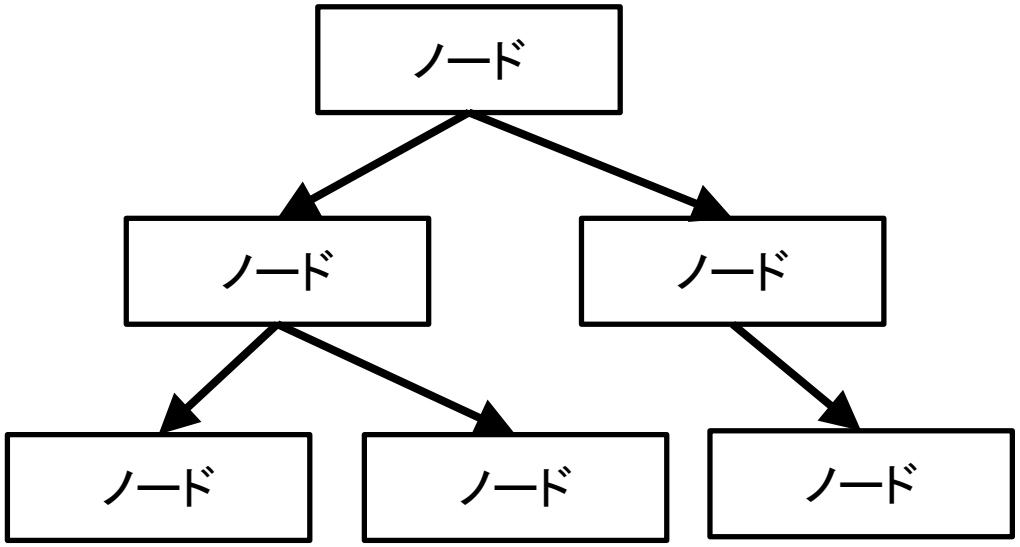
データ（ノード）の直線状の数珠繋ぎ




## ツリー

枝分かれして接続するデータ

今回は2つに枝分かれ（二分木）

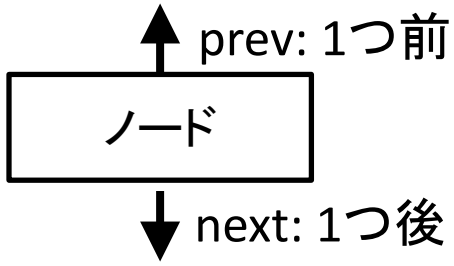



ポインタ：ノードの接続

# ポインタを活用したデータ構造

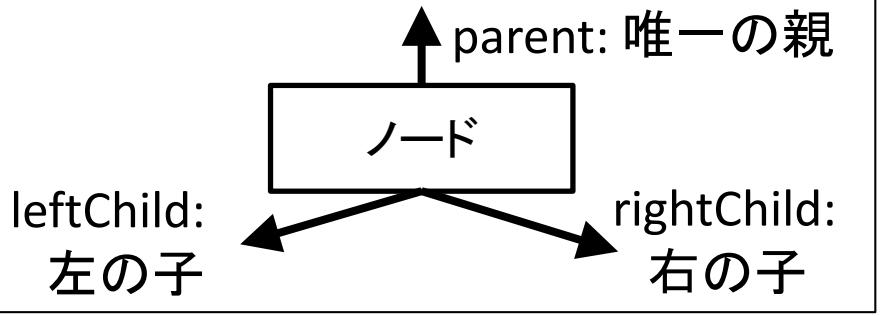
## リスト

```
class ListNode
{
private:
  ListNode *prev;
  ListNode *next;
};
```



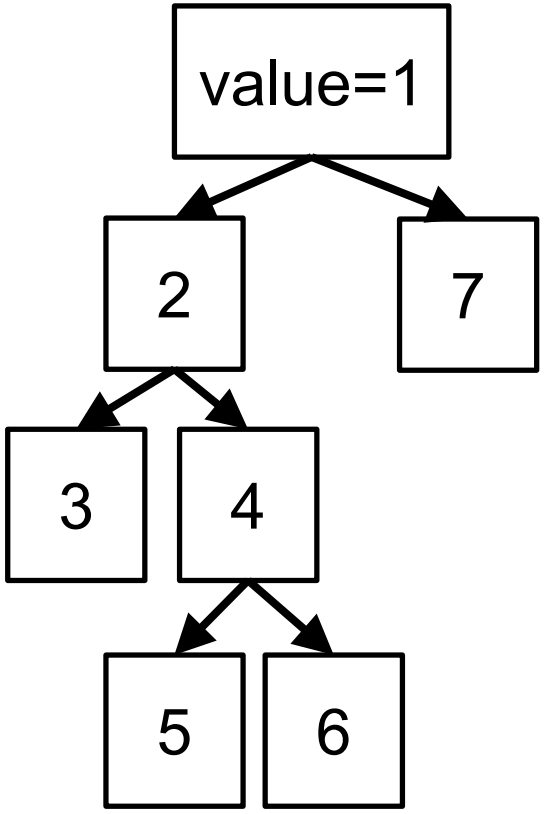

## ツリー

```
class BinaryTreeNode
{
private:
  BinaryTreeNode *parent;
  BinaryTreeNode *leftChild;
  BinaryTreeNode *rightChild;
};
```



# List&Tree 演習

- 二分木ノード BinaryTreeNode クラスの宣言と実装
  - ListNode.h, ListNode.cpp, main.cppを参考に
- 実装した二分木ノードを用いて右図の二分木を構築したうえで,「1, 2, 3, 4, 5, 6, 7」の順に数字を出力するように二分木を操作
  - 出力には BinaryTreeNode::Print()



# Further Readings

- 「データ構造」と「アルゴリズム」を冠する本
  - 効率の良いプログラムを開発する上で必須知識
- ポインタについて
  - 理解が追いつかなかった場合は，”相性の良い” webサイトや書籍で独習