cp-9. 再帰関数

（C プログラミング入門）

URL: https://www.kkaneko.jp/cc/adp/index.html

金子邦彦

内容

例題１．スタック

局所変数，大域変数

例題２．再帰関数による総和

目標

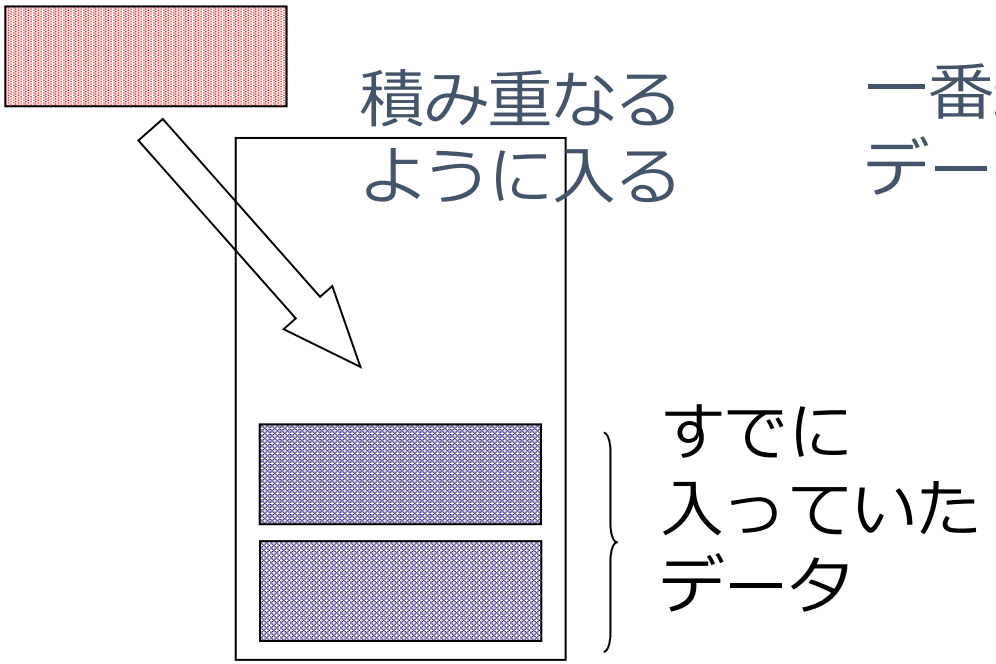
- 局所変数を使った関数を理解する
- 関数の再帰呼び出しを使って，簡単な漸化式の計算を行う

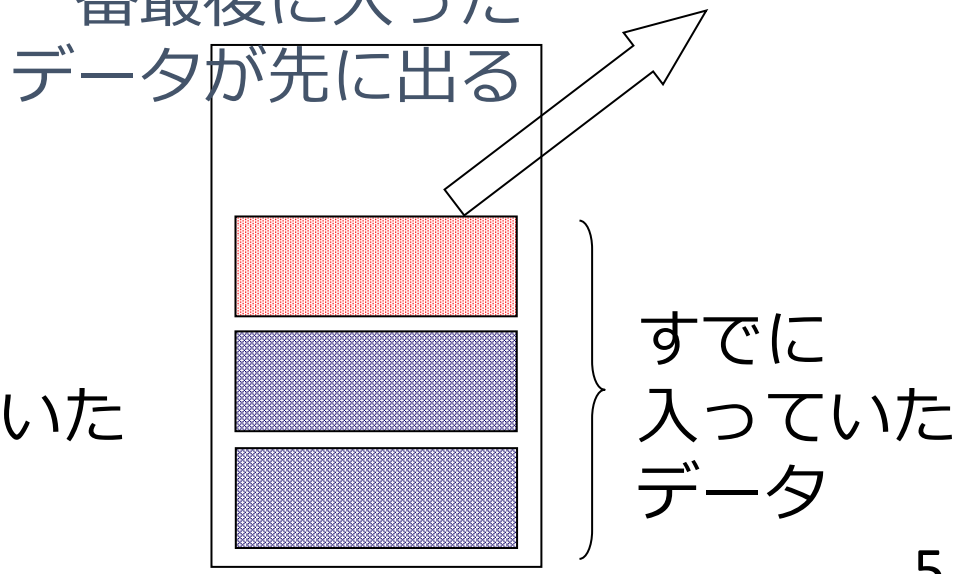
例題１．スタック

- スタックのプッシュ(push), ポップ(pop) を行う関数を作る
  - 次の２つの大域変数を使うこと
    1. 配列**stack**
    2. スタックポインタ**top**

スタックのプッシュとポップ

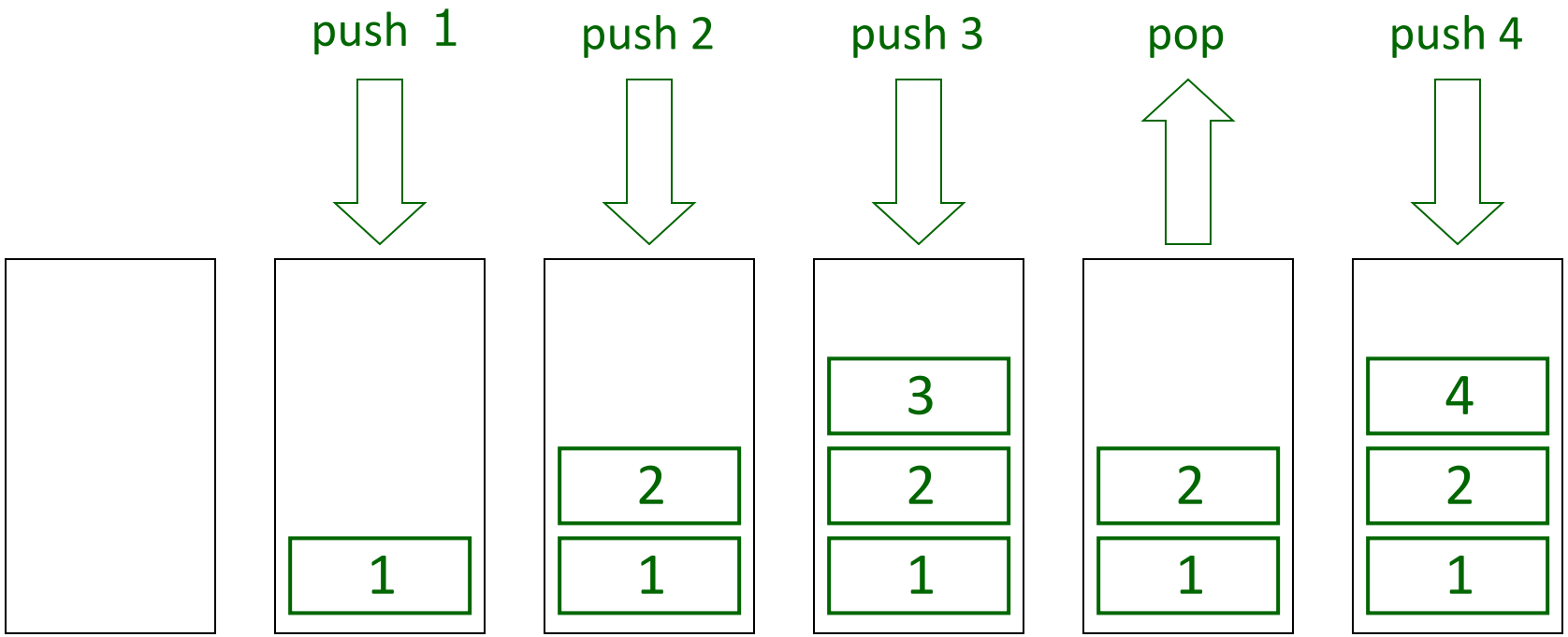
- プッシュ
  （入れる操作）
- ポップ
  （出す操作）





スタックとは

- 入れた順に積みあがっていく



```
#include <stdio.h>
int stack[100];
int top=0;
void push(int n)
{
  stack[top]=n;
  top++;
  return;
}
int pop()
{
  int n;
  top--;
  n = stack[top];
  return n;
}
```

push関数

pop関数

スタック

main 関数の例

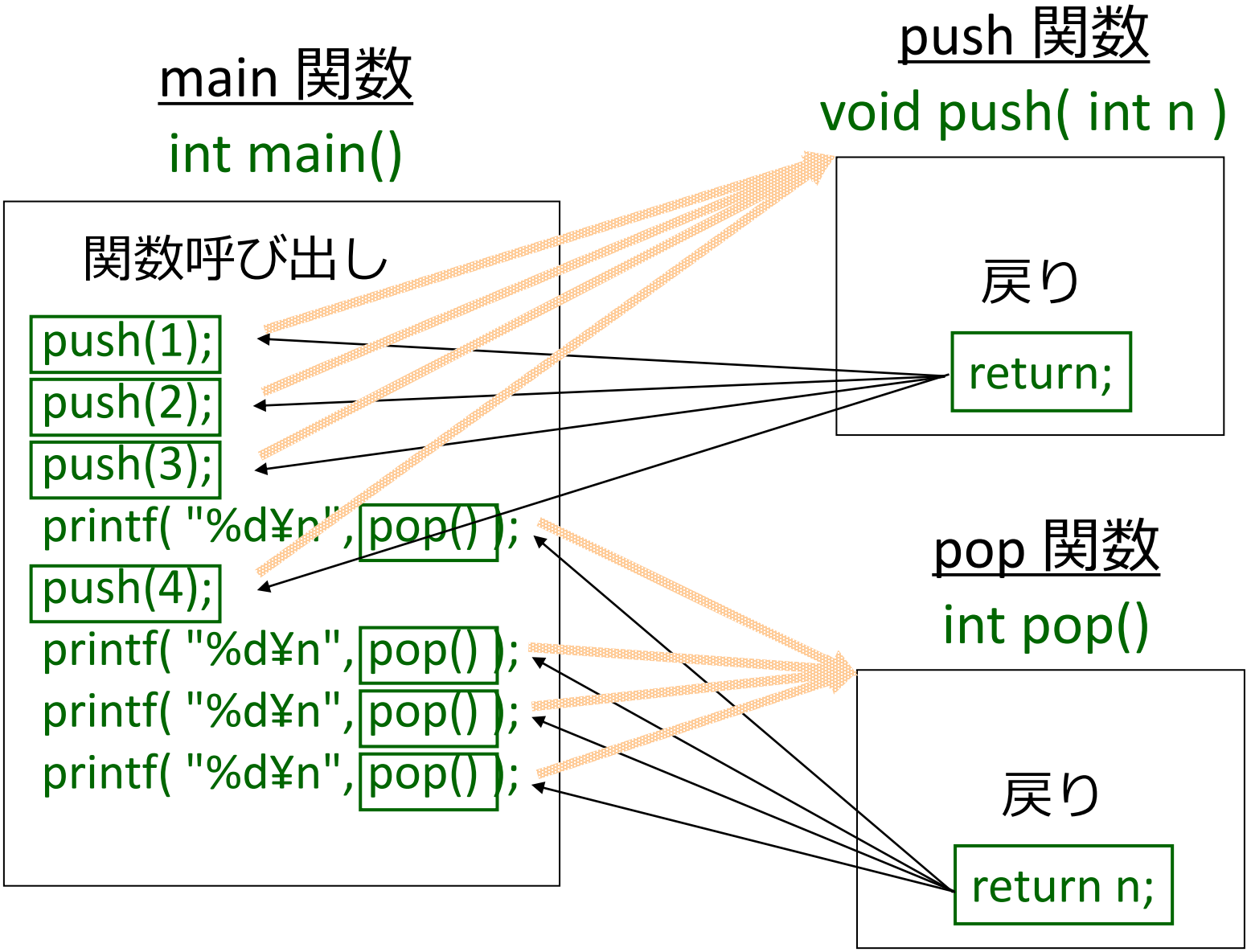
```
int main()
{
    push(1);
    push(2);
    push(3);
    printf( "%d¥n", pop() );
    push(4);
    printf( "%d¥n", pop() );
    printf( "%d¥n", pop() );
    printf( "%d¥n", pop() );
    return 0;
}
```

スタック

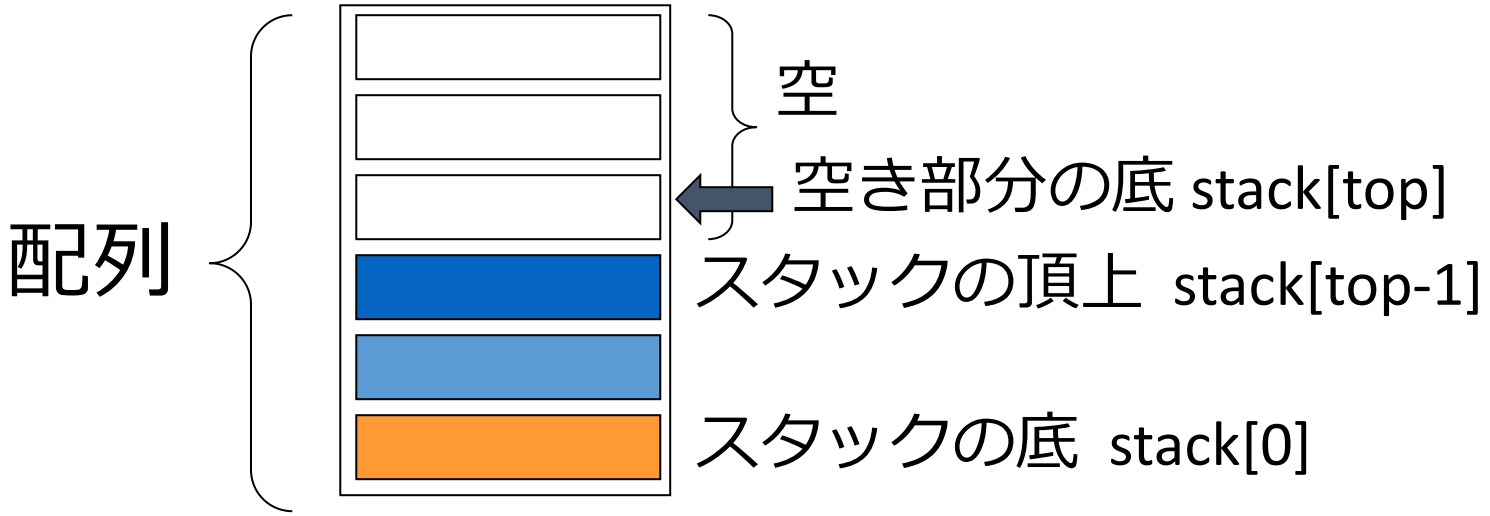
実行結果の例

```
3

4

2

1
```

関数呼び出しの流れ

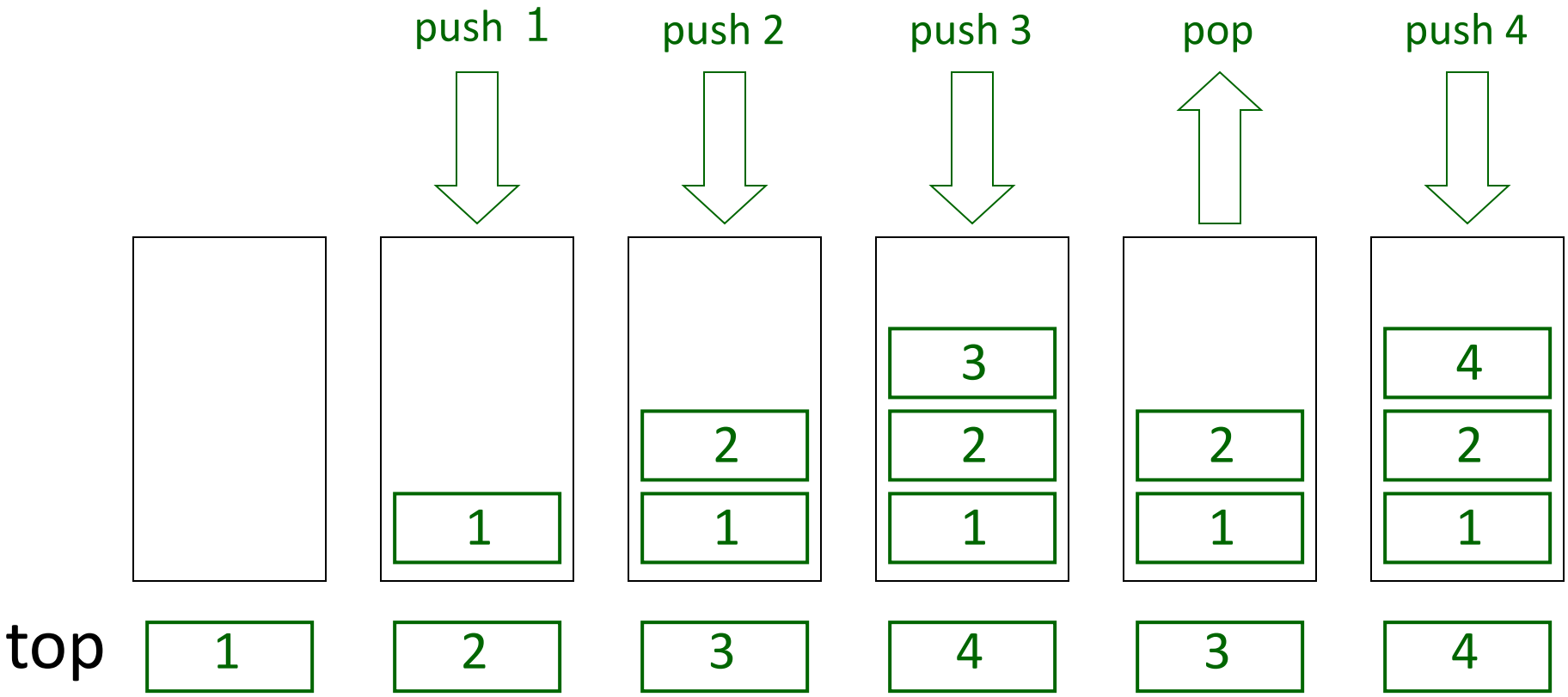

main 関数
int main()
関数呼び出し
push(1);
push(2);
push(3);
printf("%d¥n", pop());
push(4);
printf("%d¥n", pop());
printf("%d¥n", pop());
printf("%d¥n", pop());
push 関数
void push(int n)
戻り
return;
pop 関数
int pop()
戻り
return n;

配列によるスタックの実現



- **スタック**
  - 十分に多くのデータを格納できる配列**stack**を用意.
- スタックポインタ
  - 現在の「空き部分の底」を示す値（スタックポインタ）を格納させる変数**top**を用意.
  - スタックの底は **stack[0],**スタックの頂上は **stack[top-1]**

配列によるスタックの実現



- **push** 時： **push**の後に，**top**の値を１足す
- **pop** 時： **pop**の前に，**top**の値を１引く

局所変数

- 関数の仮引数と，関数本体内で宣言された変数のこと
  - 関数の内部でだけ有効
  - ほかの関数（**main**関数など）からは直接アクセスできない

- **ある**関数の局所変数と，呼び出した関数中の局所変数と，例え同じ名前であっても，別の実体である

大域変数

- 関数の外側で宣言された変数のこと

例） 配列**stack**とスタックポインタ**top**は，**push**関数と**pop**関数のいずれからも参照できる.

```
#include <stdio.h>
int stack[100];
int top=0;
int push(int n)
{
  stack[top]=n;
  top++;
  return n;
}
int pop()
{
   int n;
   top--;
   n = stack[top];
   return n;
}
```

これが大域変数
push関数と
pop関数で
共有される

局所変数と大域変数

	局所変数	大域変数
宣言の場所	関数の仮引数 または関数内	関数の外側
有効範囲	関数の内部だけで有効	複数の関数で共有される

スタックの使用例

- 正整数を読み込んだら，**push**する．
- 負整数を読み込んだら，**pop**して，取り出された値を表示する．
- 0が読み込まれるまで上の操作を繰り返す．

```
#include <stdio.h>
#pragma warning(disable:4996)
int main()
{
  int item;
  top= -1;
  do {
    printf("Enter a number ");
    scanf("%d",&item);
    if (item>0) {
       printf("pushed: %d¥n",item);
       push(item);
    } else if (item<0) {
       printf("popped: %d¥n",pop());
    }
  } while (item!=0);
  return 0;
}
```

課題１．スタック操作の例外処理

スタック操作のプログラムにおいて，
push 関数と pop 関数を書き換えて，
次に挙げた，２つの例外事象の対処を考慮しなさい.

１．スタックが空のときにポップ（**pop**）しない.

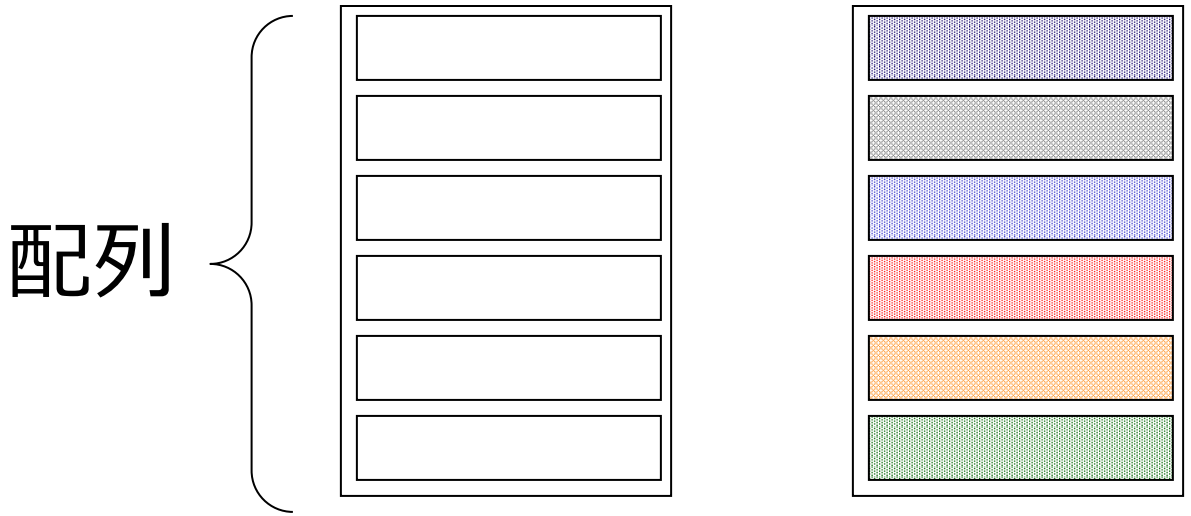
スタックが空のときに pop 関数が呼び出されると，「Stack empty」のエラーメッセージを表示すること

２．スタックが満杯のときにプッシュ（**push**）しない.

スタックが満杯のときに push 関数が呼びだされると，「Stack full」のエラーメッセージを表示すること

課題１のヒント

空のとき　　満杯のとき



スタックポインタの値は　「０」

スタックポインタの値は，「配列のサイズ」

- スタックポインタは，現在の「空き部分の底」の位置を示す値→「スタック内のデータ数」に等しい

例題２．再帰関数による総和

- 整数Ｎから，１からＮまで総和を求める再帰関数を作る
  例）５ → 15

$$\sum_{i=1}^{n} i = \begin{cases} 1 & \text{if } n = 1 \\ n + \sum_{i=1}^{n-1} i & \text{otherwise} \end{cases}$$

- 再帰関数とは，関数 **f** の本体に**f** の呼出しを含むような関数のこと

再帰関数とは

- 自分自身を呼び出すような関数のこと

- 必ず終了条件が成立するように気をつけること

```
#include <stdio.h>
#pragma warning(disable:4996)
int sum(int n)
{
  if (n < 1) {
    return 0;
  }
  if (n  ==  1) {
    return 1;
  }
  else {
    return n+sum(n-1);
  }
}
int main()
{
  int n;
  int s;
  printf("Enter a number: ");
  scanf("%d",&n);
  s = sum(n);
  printf("sum(%d)=%d¥n",n ,s);
  return 0;
}
```

sum関数

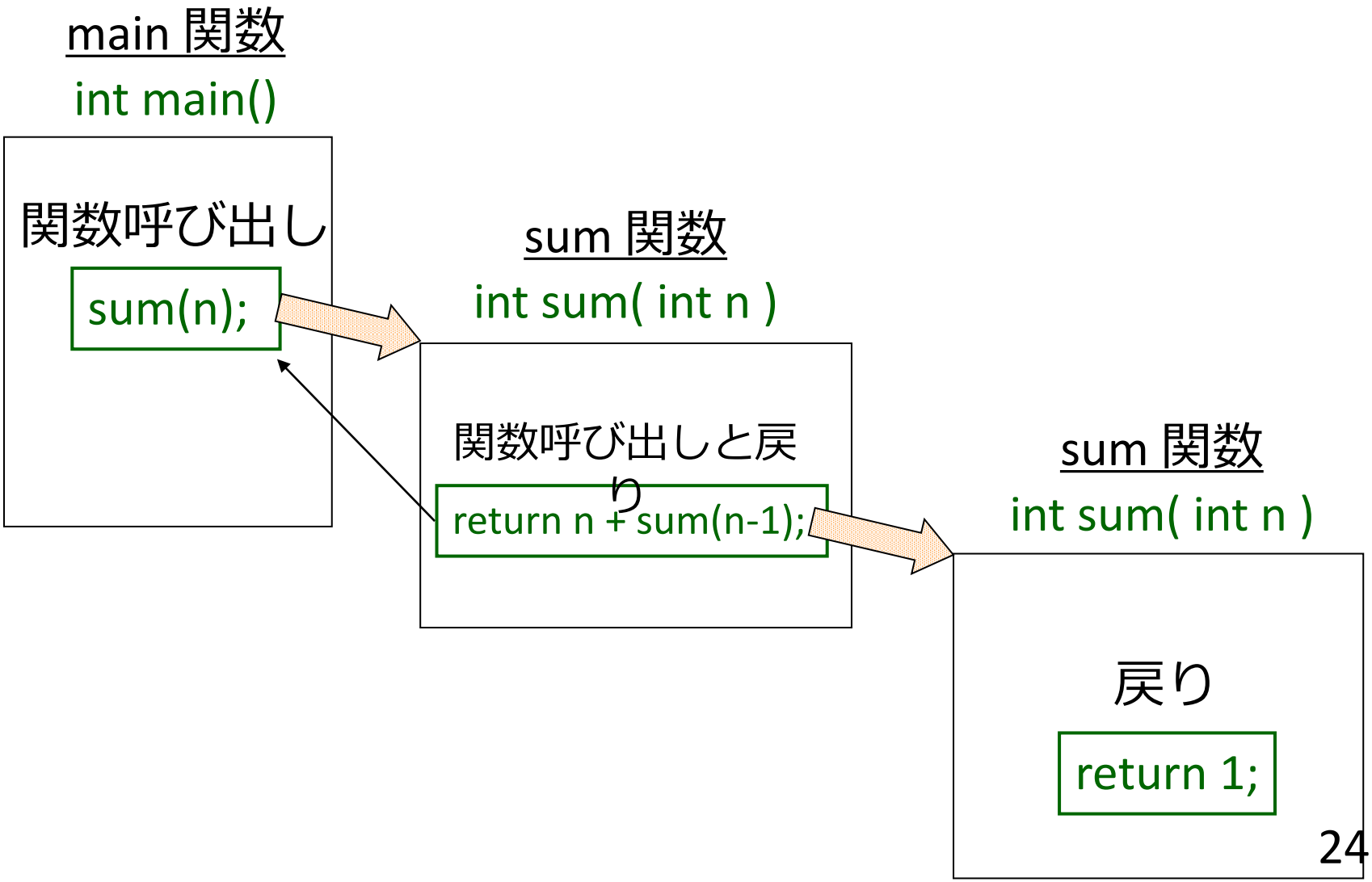
main関数

再帰関数による総和

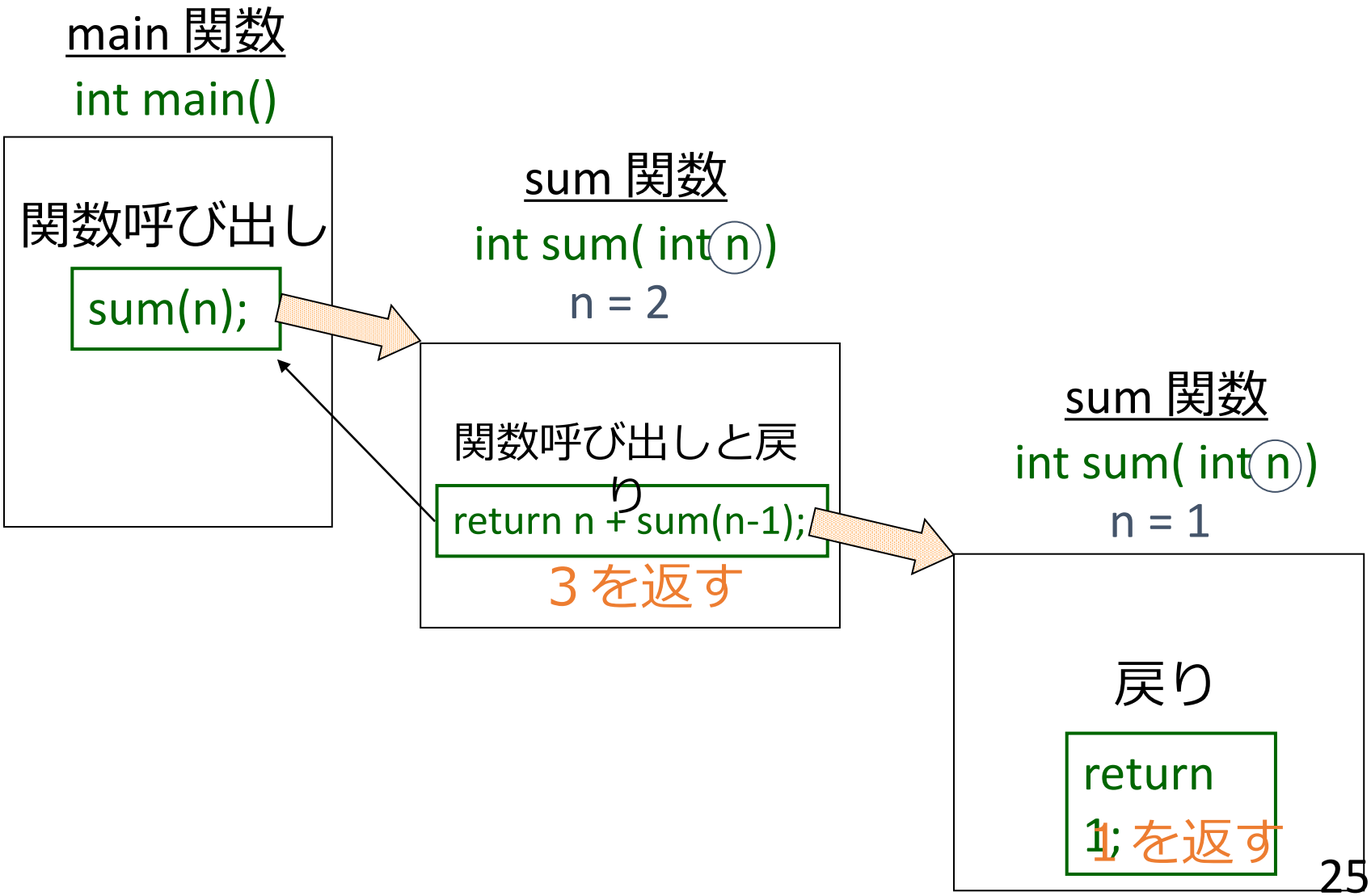
実行結果の例

```
Enter a number: 2

sum(2)=3
```

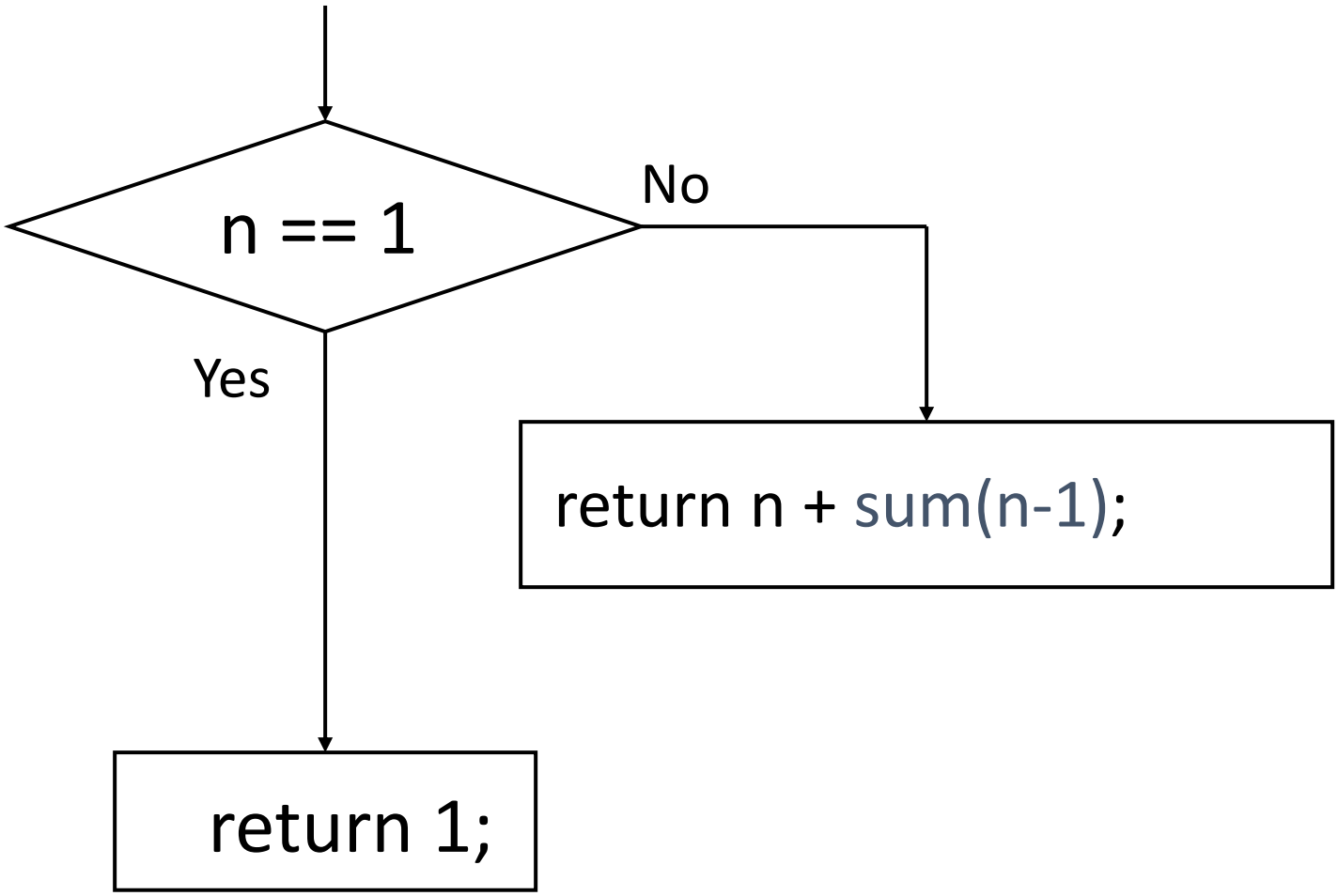
関数呼び出しの流れ（main 関数で n = 2 のとき）



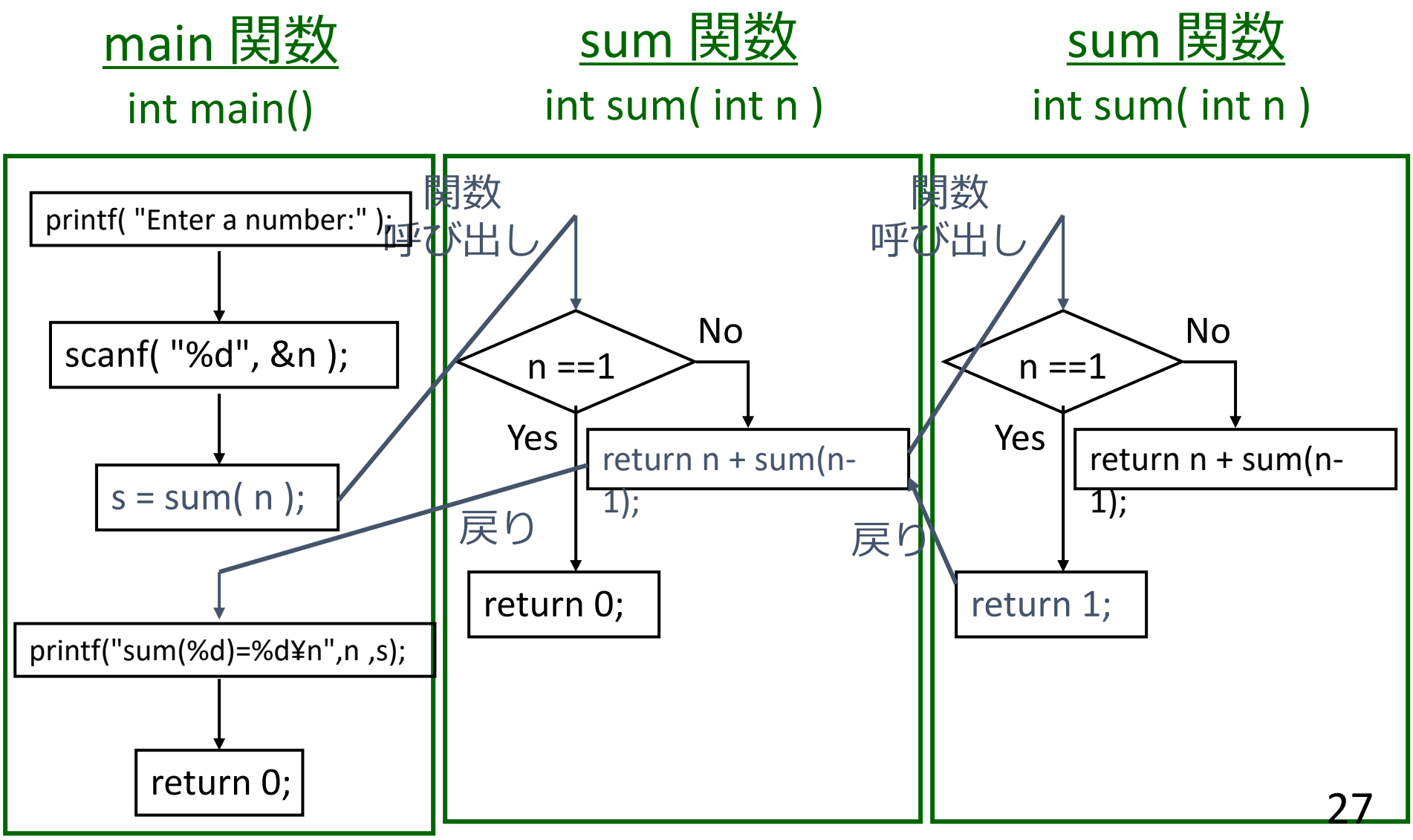
n の値の変化
（main 関数で n = 2 のとき）



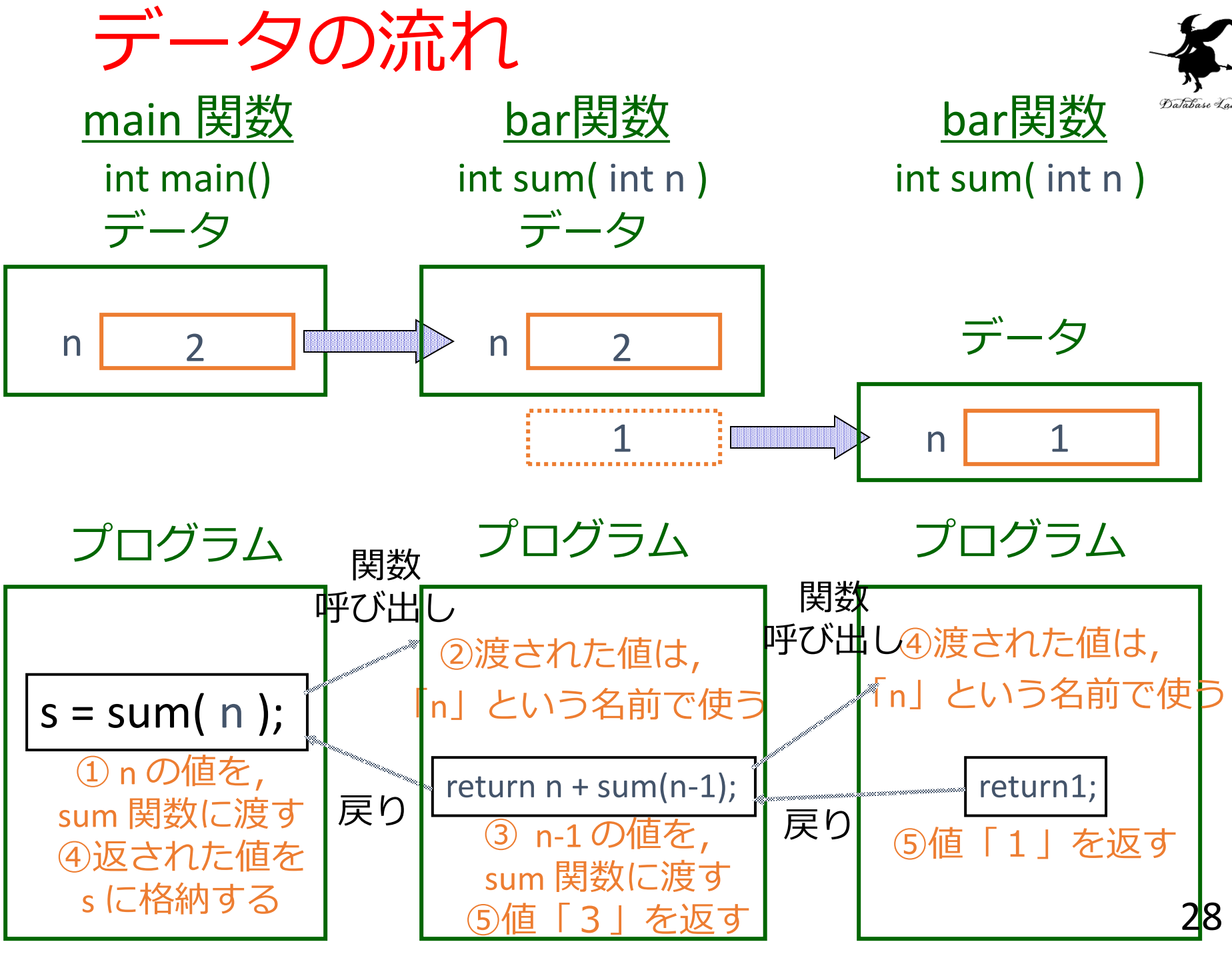
再帰関数による総和



プログラム実行順
（main関数で n=2 のとき）



データの流れ


main 関数
int main()
データ
n
2
bar関数
int sum(int n)
データ
n
2
1
bar関数
int sum(int n)
データ
n
1
プログラム
s = sum(n);
① n の値を，
sum 関数に渡す
④返された値を
s に格納する
関数
呼び出し
②渡された値は，
「n」という名前で使う
プログラム
return n + sum(n-1);
③ n-1 の値を，
sum 関数に渡す
⑤値「３」を返す
戻り
関数
呼び出し
④渡された値は，
「n」という名前で使う
プログラム
return1;
⑤値「１」を返す
戻り

呼び手

```
return n+sum(n-1);
```

引数を仮引数にセットする

関数本体

```
int sum(int n)
{
  if (n < 1) {
    return 0;
  }
  if (n==1) {
    return 1;
  }
  else {
    return n+sum(n-1);
  }
}
```

戻り値の受け取り