ループを書く

ループ　⇒　for 文

```
for (i=0; i<10; i++) {
    x = x+i;
}
```

i が 1 から 10 までの間、x=x+i

フローチャート（流れ図）

for (i=0; i<10; i++) x=x+i;

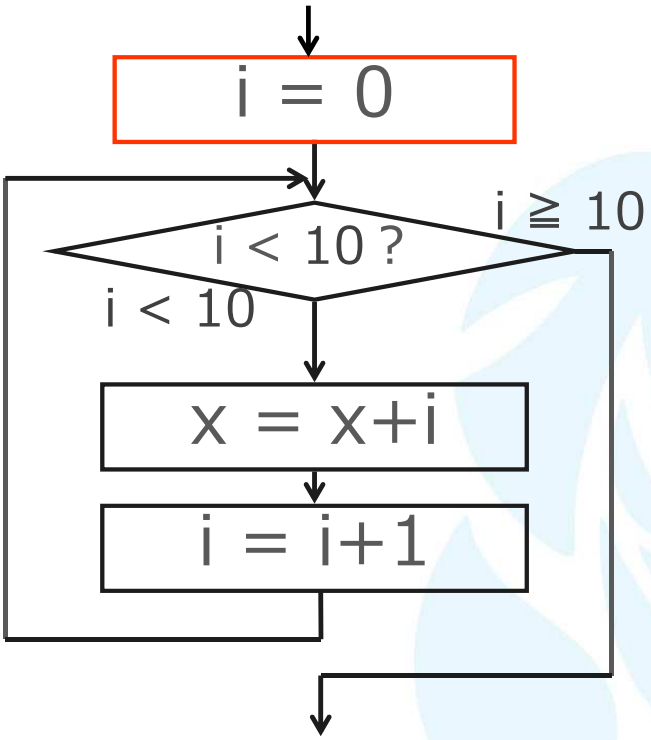
フローチャート（流れ図）

for (i=0; i<10; i++) x=x+i;

どこかで習いましたか？

フローチャート（流れ図）

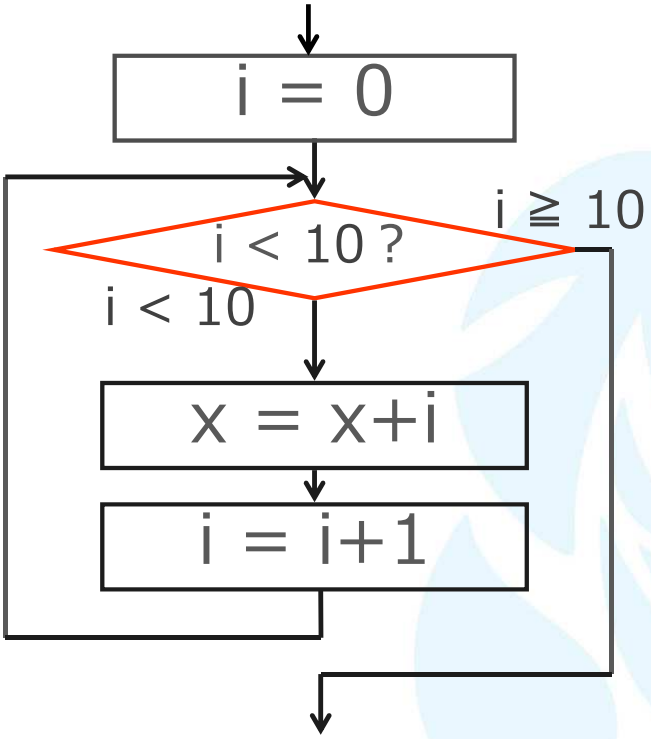
for (i=0; i<10; i++) x=x+i;



i を初期値 0 にする

フローチャート（流れ図）

for (i=0; i<10; i++) x=x+i;

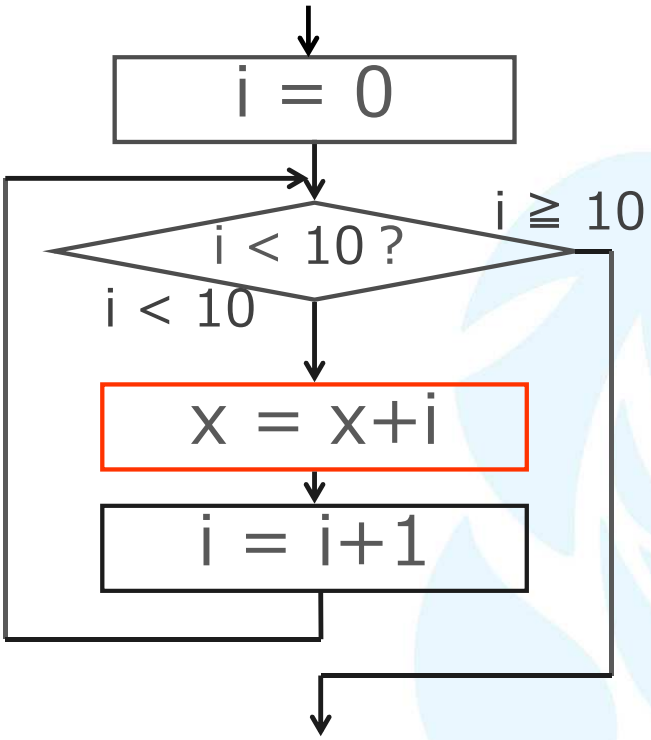


i を初期値 0 にする

i<10 の間 繰り返す
i≧10 なら脱出

フローチャート（流れ図）

for (i=0; i<10; i++) x=x+i;



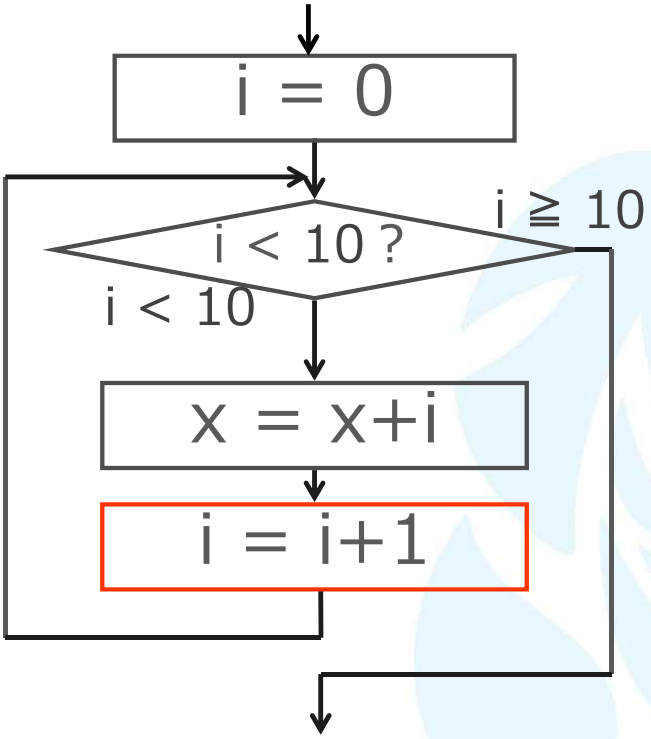
i を初期値 0 にする

i<10 の間 繰り返す
i≧10 なら脱出

x=x+i （ループ本体）

フローチャート（流れ図）

for (i=0; i<10; i++) x=x+i;



i を初期値 0 にする

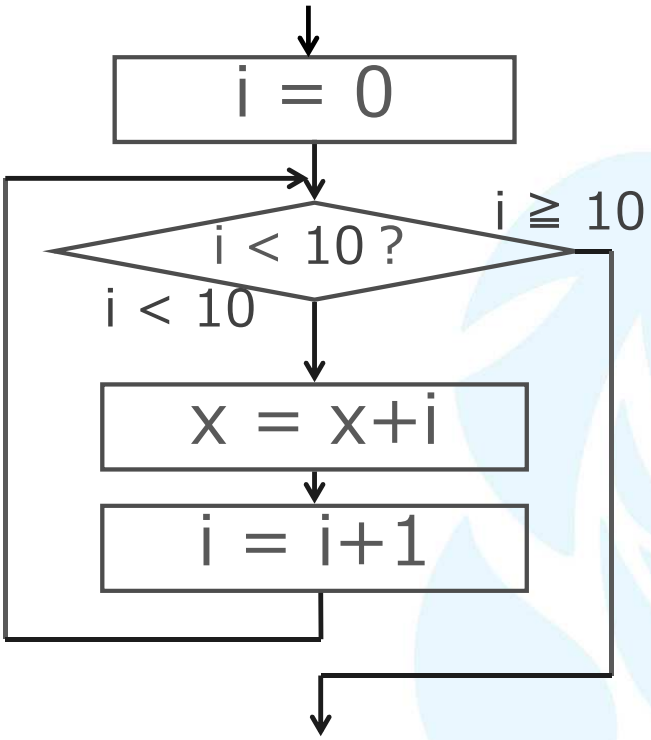
i<10 の間 繰り返す
i≧10 なら脱出

x=x+i （ループ本体）

i=i+1 (i++) をして
先頭へ戻る

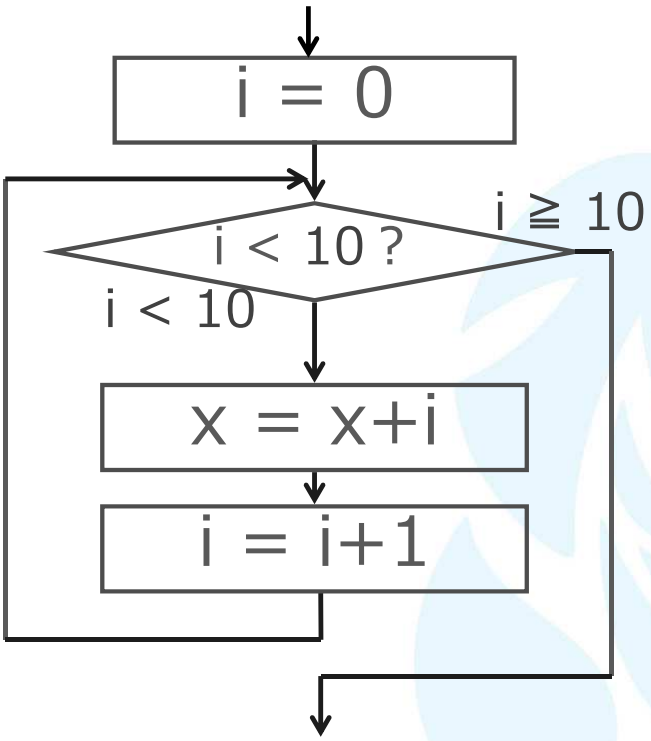
機械命令に変換すると

全体に１列だけなので、そのまま変換できる



機械命令に変換すると

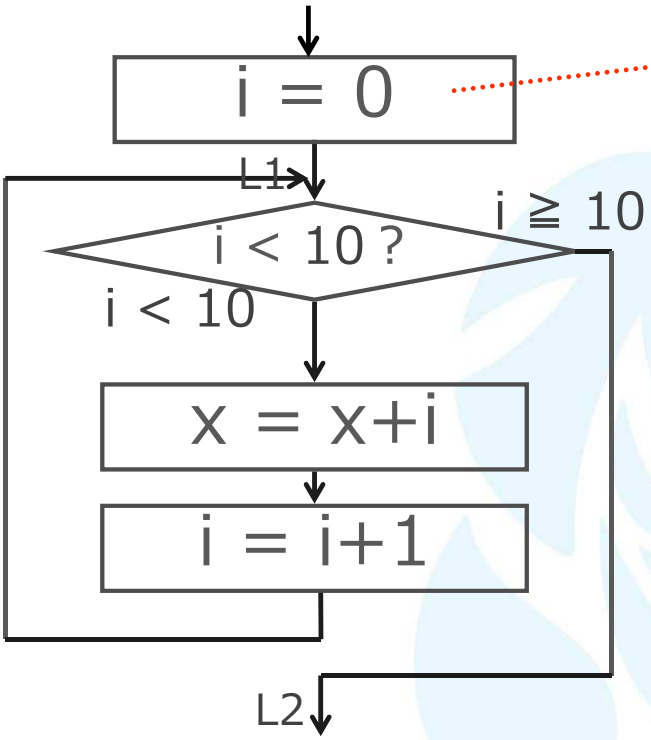
全体に１列だけなので、そのまま変換できる



変数 i は
メモリに置かず
レジスタ上にだけ
持つことにする

機械命令に変換すると

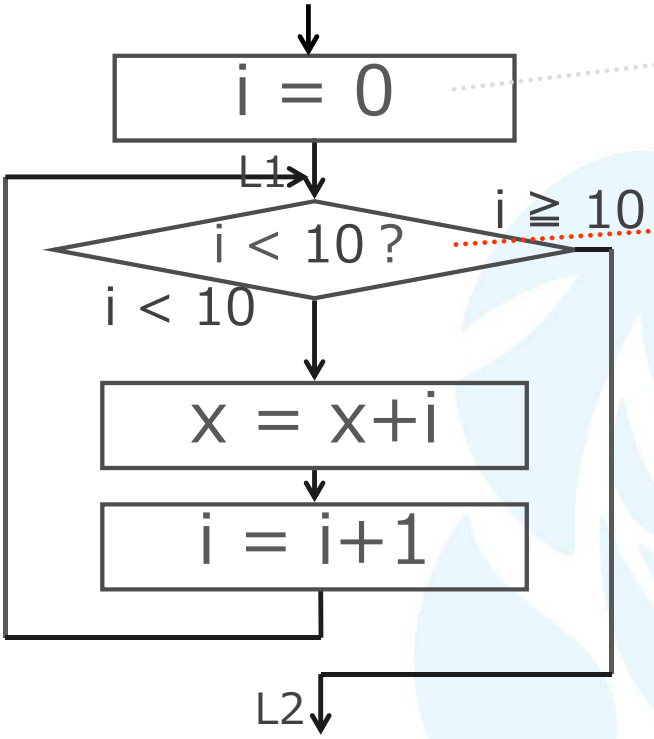
ZEROはメモリ上の定数 0



i ← 0　(LD GR5, ZERO)

機械命令に変換すると

TENはメモリ上の定数 10

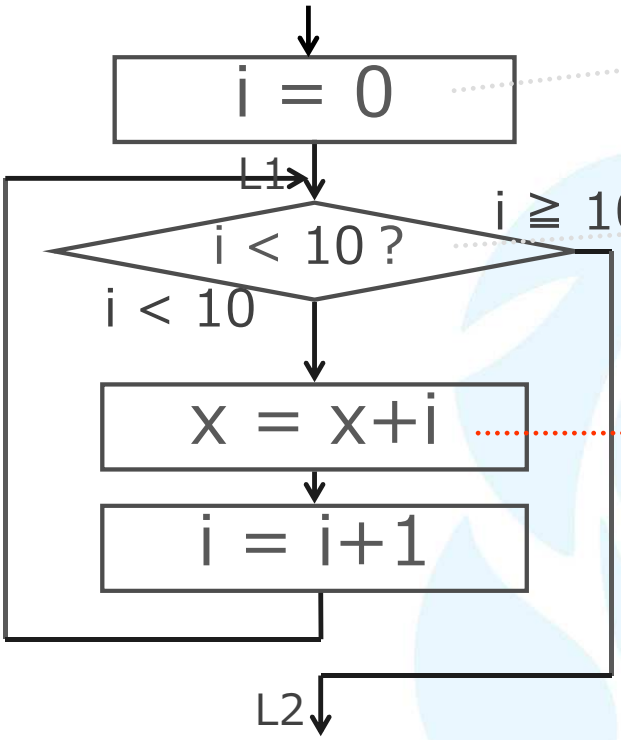


i ← 0　(LD GR5, ZERO)

比較命令　(CPA GR5, TEN)

条件分岐命令
(JPL L2 と JZE L2)

機械命令に変換すると



i ← 0　(LD GR5, ZERO)

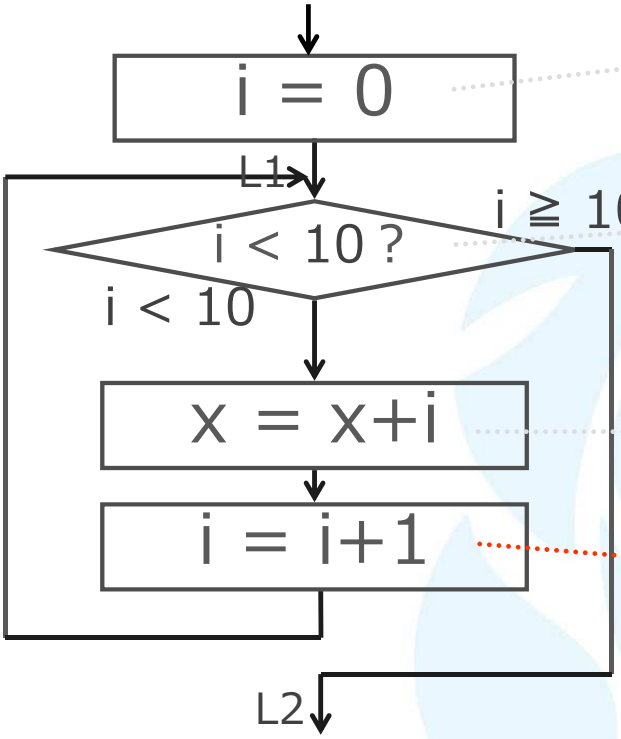
比較命令　(CPA GR5, TEN)

条件分岐命令
(JPL L2 と JZE L2)

X ← X+i
(LD GR3, X)
(ADDA GR3, GR5)
(ST GR3, X)

機械命令に変換すると

ONEはメモリ上の定数 1



i ← 0　(LD GR5, ZERO)

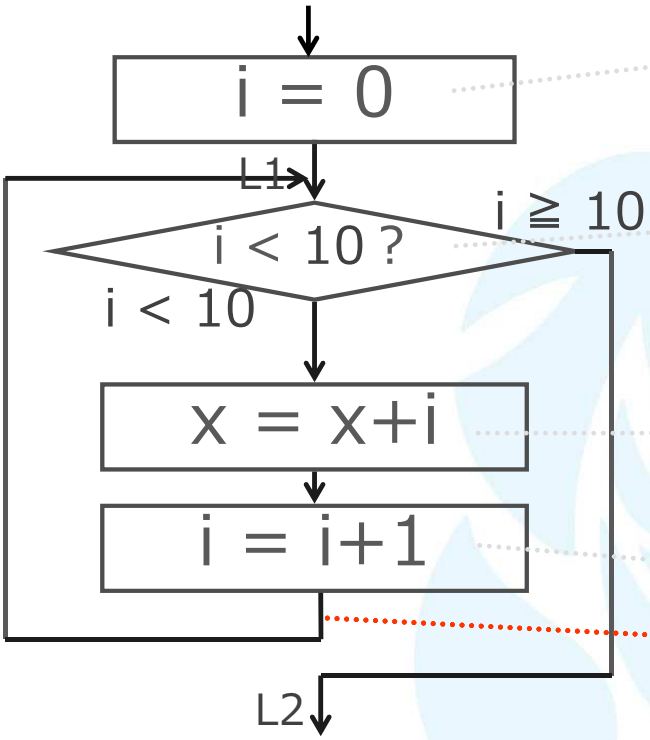
比較命令　(CPA GR5, TEN)

条件分岐命令
(JPL L2 と JZE L2)

X ← X+i
(LD GR3, X)
(ADDA GR3, GR5)
(ST GR3, X)

i ← i+1
(ADDA GR5, ONE)

機械命令に変換すると



i ← 0 (LD GR5, ZERO)

比較命令 (CPA GR5, TEN)

条件分岐命令 (JPL L2 と JZE L2)

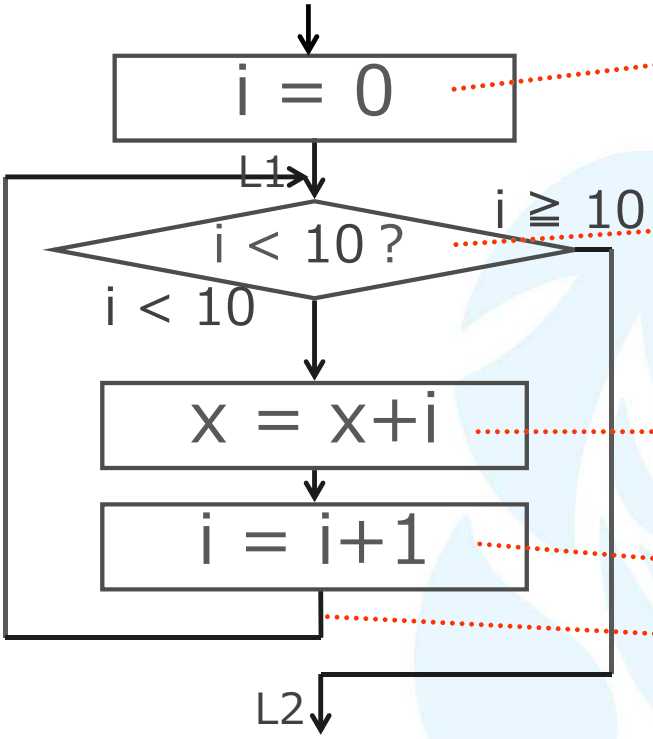
X ← X+i (LD GR3, X) (ADDA GR3, GR5) (ST GR3, X)

i ← i+1 (ADDA GR5, ONE)

先頭へ戻る (JUMP L1)

機械命令に変換すると

全部合わせると



i ← 0 (LD GR5, ZERO)

比較命令 (CPA GR5, TEN)

条件分岐命令 (JPL L2 と JZE L2)

X ← X+i (LD GR3, X) (ADDA GR3, GR5) (ST GR3, X)

i ← i+1 (ADDA GR5, ONE)

先頭へ戻る (JUMP L1)

機械命令に変換すると

全部合わせると

i ← 0　(LD GR5, ZERO)

比較命令　(CPA GR5, TEN)

条件分岐命令
(JPL L2 と JZE L2)

X ← X+i
(LD GR3, X)
(ADDA GR3, GR5)
(ST GR3, X)

i ← i+1　(ADDA GR5, ONE)

先頭へ戻る　(JUMP L1)

```
    LD   GR5, ZERO
L1  CPA  GR5, TEN
    JPL  L2
    JZE  L2
    LD   GR3, X
    ADDA GR3, GR5
    ST   GR3, X
    ADDA GR5, ONE
    JUMP L1
L2  次の処理
```


for ループと機械命令の関係がわかりましたか？

○

次へ

×

では、演習問題で試してみましょう

演習問題

1 から 100 までの和を求めよ

```
S = 0;
for (i=1; i≦100; i++)   S=S+i;
```

東邦大学

演習問題

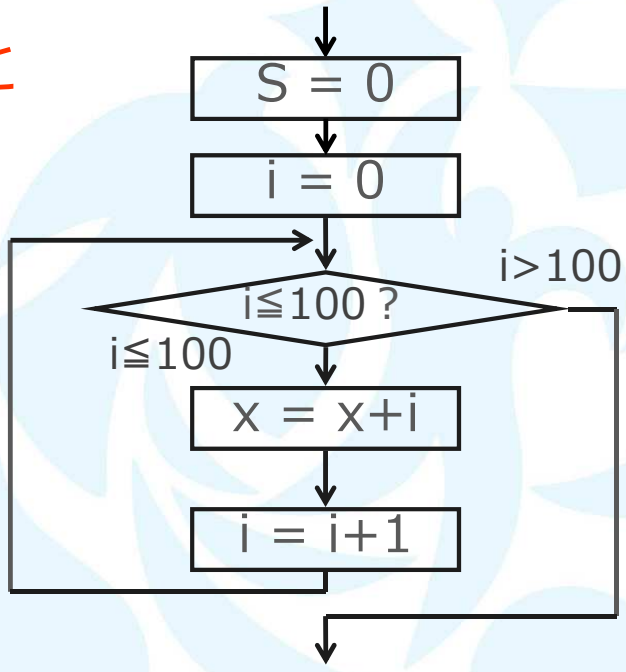
```
S = 0;
for (i=1; i≦100; i++)   S=S+i;
```

流れ図を描くと

演習問題

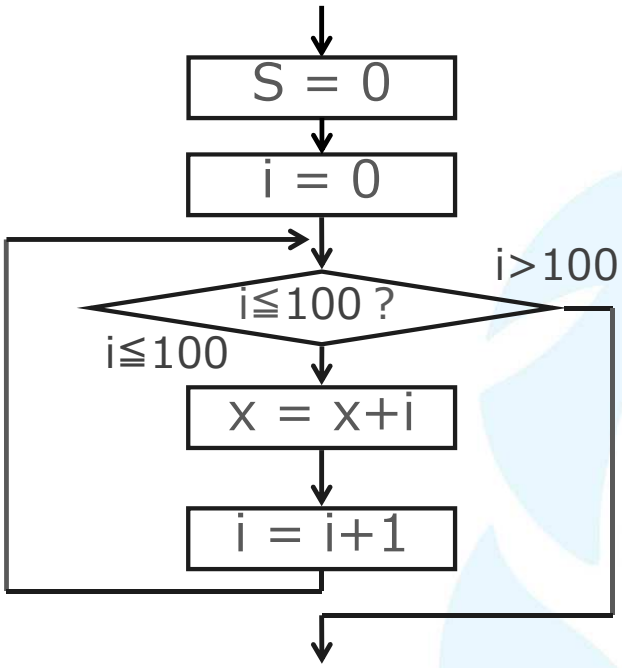
```
S = 0;
for (i=1; i≦100; i++)   S=S+i;
```

流れ図を描くと



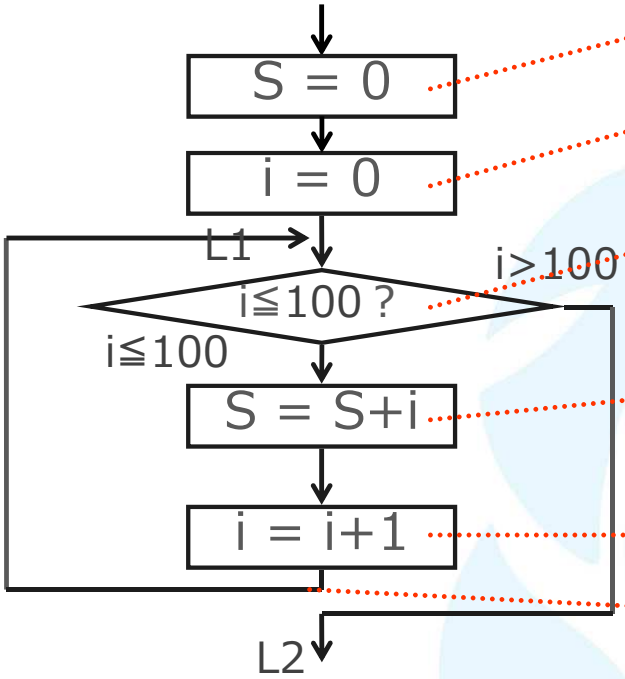
演習問題

あとは自分で出来ますね



演習問題

プログラム例




```
    LD    GR3, ZERO
    ST    GR3, S
    LD    GR5, ZERO (GR5←0)
L1  CPA   GR5, HYAKU (i-100)
    JPL   L2              (正→L2)
    LD    GR3, S
    ADDA  GR3, GR5  (S=S+i)
    ST    GR3, S
    ADDA  GR5, ONE
    JUMP  L1
L2  次の命令
```

i をGR5に置くことにする

実はもう少し工夫が出来る

```
    LD    GR3, ZERO
    ST    GR3, S
    LD    GR5, ZERO (GR5←0)
L1  CPA   GR5, HYAKU (i-100)
    JPL   L2            (正→L2)
    LD    GR3, S
    ADDA  GR3, GR5  (S=S+i)
    ST    GR3, S
    ADDA  GR5, ONE
    JUMP  L1
L2  次の命令
```

```
    LD    GR3, ZERO
    ~~ST    GR5, S~~    STはサボる
    LD    GR5, ZERO (GR5←0)
L1  CPA   GR5, HYAKU (i-100)
    JPL   L2            (正→L2)
    ~~LD    GR3, S~~    LDはサボる
    ADDA  GR3, GR5  (S=S+i)
    ~~ST    GR3, S~~    STはサボる
    ADDA  GR5, ONE
    JUMP  L1
L2  ST    GR3, S    脱出後 STする
    次の命令
```

i をGR5に置くことにする
Sを(ループ中は) GR3に置くことにする（変数Sに戻さない）

課題で追加した話は

ループの基本的な形は同じ

終了条件を念入りに検討する必要あり
　　特に＝の時についてチェック

変数を毎回メモリに書き込まず、レジスタに置くことで、短縮可能
　　（コンパイラではこれを最適化と呼ぶ）
↓
これは後から慣れればよい

ループ（for 文）の 機械命令へ変換の仕方がわかりましたか？

次へ