基礎コンピュータ工学
第５章 機械語プログラミング
（パート４：分岐命令）

https://github.com/tctsigemura/TecTextBook

本スライドの入手：

プログラムの流れ

- プログラムは番地順に実行される（逐次実行）.
- 実行が進んでいく流れを「プログラムの流れ」と呼ぶ.
- 「プログラムの流れ」は PC によって管理されている.
- 通常，PC は増加していく.
- 「プログラムの流れ」を別のアドレスに変えることも必要.
  - 条件によって処理内容を変更したい場合.
  - 同じ処理内容を繰り返したい場合.
- 「プログラムの流れ」を変える命令を**ジャンプ命令**と呼ぶ.
  「プログラムの流れ」を飛ばす ＝ PC にアドレスをロードする

ジャンプ命令（７種類）

無条件ジャンプ命令： プログラムの流れを指定のアドレスに飛ばす.

条件ジャンプ命令： 条件が成立したときだけジャンプする.

無条件ジャンプ命令（*JMP* 命令）の役割イメージ

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	10 08		LD G0,08H
02	30 09		ADD G0,09H
04	20 0A		ST G0,0AH
06	A0 0B		JMP 0BH
08	12		データ
09	34		データ
0A	00		データ
0B	30 09		ADD G0,09H
0D	...		...

JMP（Jump）命令（ニーモニックと命令フォーマット）

無条件ジャンプ命令： *JMP*（*Jump*）命令

ニーモニック： JMP EA　　（PC ← EA）

命令フォーマット： 2バイトの長さを持つ.

第1バイト		第2バイト
OP	GR XR	
1010_2	00_2 *XR*	*aaaa aaaa*

例：メモリの 10_{16} 番地へ飛ぶ（ジャンプする）.

ニーモニック： JMP 10H　　動作：PC に 10_{16} をロードする.

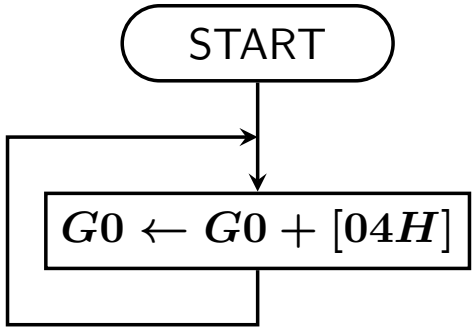
命令フォーマット： 10H を反映する.

第1バイト		第2バイト
OP	GR XR	
1010_2	00_2 00_2	0001 0000_2

JMP（Jump）命令（フローチャートとプログラム例）

JMP 命令のフローチャート： ←，→，↑，↓ など

フローチャートの例： ADD 命令を永遠に繰り返す．（無限ループ）



プログラムの例： 0 番地の ADD 命令を永遠に繰り返す．（無限ループ）

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	30 04		ADD G0,04H
02	A0 00		JMP 00H

演習（1）： 上のプログラムを 4 番地に 1 を格納した状態で実行する．
STOP ボタンでプログラムを停止し G0 の値を確認する．

ラベル

ニーモニックだけでプログラムを完結させるために使用する.

- JMP 命令のプログラム例では,
  ジャンプ先のアドレスをニーモニックに中に数値で書いた.
- 機械語の番地が決まらないとニーモニックが完成しない.
  一方で，ニーモニックを書かないと機械語が完成しない.
- ニーモニックだけでプログラムを完結させる必要がある.
  → 場所（アドレス）に名前（ラベル）を付ける.

前のプログラムをラベルを使って書き直したもの.

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	30 04	*LOOP*	ADD G0,04H
02	A0 00		JMP *LOOP*

LOOP ＝「輪」　...　意味を持った名前を付けるとより良い.

DC（Define Constant）命令

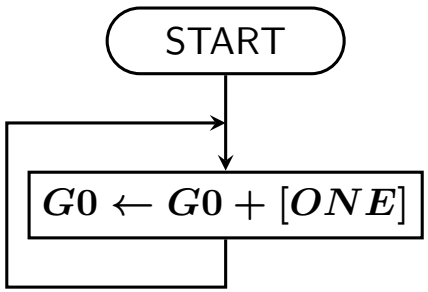
まだ，データ部分がニーモニックで表現できていない．

- データもニーモニックで表現できる必要がある．
- DC 命令はデータを記述するための疑似命令（≠ 機械語命令）
- ニーモニック：DC データの値
- 前のプログラムを *DC* 命令を使って書き直したもの．

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	30 04	LOOP	ADD G0,*ONE*
02	A0 00		JMP LOOP
04	01	*ONE*	*DC* *1*

データの番地（04H）もラベル（ONE）で参照できる．

- フローチャートの例



DS（Define Storage）命令

結果を格納する領域を作るための疑似命令.

ニーモニック： DS 領域の大きさ（バイト数）

プログラムの例： X 番地と Y 番地のデータの和を Z 番地に求める.
（7 番地と 8 番地のデータの和を 9 番地に求めると同じ）

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	10 07		LD GO,*X*
02	30 08		ADD GO,*Y*
04	20 09		ST GO,*Z*
06	FF		HALT
07	12	*X*	*DC 12H*
08	34	*Y*	*DC 34H*
09	00	*Z*	*DS 1*

DC 命令と DS 命令の使い分け

入力となるデータを色々変化させたい場合.

プログラムの例： X 番地のデータに 1 を加えたものを Z 番地に求める.

番地	機械語	ラベル	ニーモニック	
00	10 08		LD	G0,X
02	30 07		ADD	G0,*ONE*
04	20 09		ST	G0,Z
06	FF		HALT	
07	01	*ONE*	*DC*	*1*
08	00	*X*	*DS*	*1*
09	00	Z	DS	1

DC と DS の区別： 値が変化しないものを DC で準備する.
入力になるものは，典型的な値を DC で準備する.
入力になるものは，後で決めるので DS で場所を確保する.
出力は，DS で場所を確保する.

まとめ

学んだこと

- 無条件ジャンプ命令（JMP 命令）
- ラベル
- データを表現する命令（DC 命令）
- データ領域を予約する命令（DS 命令）

演習（２）（以下の目的で演習を行う）

1. PC の役割を再確認する.
2. PC と JMP 命令の関係を調べる.
3. 計算結果とフラグの関係を調べる. ※
4. ステップモード実行の練習をする.
5. ブレークモード実行の練習をする.

※次回はフラグの値を条件にするジャンプ命令を学ぶ.