

はじめてのC言語プログラミング

マイコン・プログラミングの手法とCプログラムのしくみ

本章から「なぜプログラミング言語にC言語がよく使われるのか?」といった初心者の疑問に対する解説をはじめていきます。また、世界一有名な“Hello World!”を表示するC言語プログラムを題材にして、本章ではC言語の基本をゼロからじっくり解説します。

7-1 プログラミング言語の種類

マイコン(コンピュータ)はプログラムに従って動作します。プログラムを記述する言語は、プログラミング言語(programming language)と呼ばれています。プログラミング言語には、おそらく世界の人間が話す言葉の種類と同じくらい多くの種類がありますが、大きく分けると図7-1に示すように、機械語、アセンブリ言語、高級言語の3種類になります。

● 機械語(マシン語)

マイコンが直接解釈できるプログラミング言語が機械語です。機械語はマシン語(machine language)とも呼ばれます。R8C/Tinyマイコンを含む大半のコンピュータでは、電圧レベルとしてHighかLowかの2値の電気信号により、情報のやりとりを行っています。この電気信号にそれぞれ、‘1’および‘0’を対応させることで、情報を2進数で表現することができます。すなわち、機械語のプログラムは2進数で表現され、実行時には対応する電気信号として扱われます。

機械語の例を図7-2に示します。これは、“Hello World!”を表示するC言語のソース・プログラムをHEW4でビルドし、機械語のプログラムとして生成したものです。このように、機械語のプログラムは数字の羅列として表現され、マイコンにとって直接理解できるレベルで記述された言語ですが、人間にとっては理解しにくく、直接的に機械語でプログラミングすることはほとんどありません。

● アセンブリ言語

機械語を多少でも人間に理解しやすい言語に置き換えたものがアセンブリ言語(assembly language)

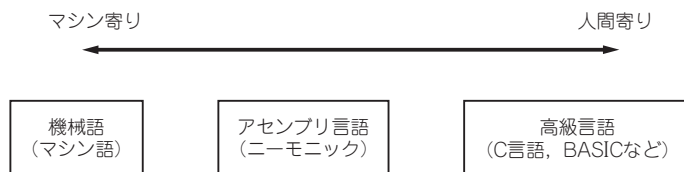


図7-1 プログラミング言語の種類

Address	Label	*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9
00E110	main	01111101	11100410	00000000	11100400	11111101	10111010	11100001	00000000	01111101
00E120		11011001	00101111	00110000	00000100	11011001	00011111	00110010	00000100	11011001
00E130		00001000	00000000	11011001	00101111	00110001	00000100	11011001	00001111	00001000
00E140		00001010	00000100	11011001	00001111	00000001	00000100	11011001	00001111	00000100
00E150		00000111	00000100	11101100	11100010	01101011	11001111	00001001	00000100	00000000
00E160		00011000	00000100	01101011	11001111	00100101	00000100	11101100	11100010	01101011
00E170		00110100	00000100	11011001	00001111	00110110	00000100	01101011	11001111	00001011
00E180		00000000	00000000	01101011	11001111	00011010	00000100	00000100	11100011	01101011
00E190		00110101	00000100	00000100	11100011	01101011	11001111	00000100	00000100	00000100
00E1A0		01101011	11001111	00111010	00000100	00000000	00000000	01111101	11100010	00000000
00E1B0		11011001	00000001	11111011	01100110	11100010	00000000	01111101	10110100	11110011
00E1C0		11101011	00001011	00000101	01110011	00001011	11111100	00001011	00001011	01111101
00E1D0		01100000	01101010	01110000	01110011	10110100	00000101	01101110	00000110	00101011
00E1E0		00000101	01110110	10000110	00100101	01101110	00011101	01101011	11000010	00000111
00E1F0		11100011	00000000	11010001	11110000	01101110	00000101	11011001	11110000	01111101
00E200		11111110	11001011	01111011	10011011	11111110	01111101	10011011	11111100	01110011
00E210		11100010	01001000	11100010	11111101	10100110	11100011	00000000	01111100	11101011
00E220		11110000	01111101	11110010	01110101	11000010	00001111	00000100	01110011	10110100
00E230		11100011	00000000	11010001	11110000	01101110	00000101	11011001	11110000	01111101
00E240		11111110	10001011	01110011	10110000	11111110	01111101	11100010	00000100	01110101

アドレス表示

図7-2 機械語(マシン語)の例(2進数で表示している)
「Hello World!」を表示するCソース・プログラムのmain関数に相当する部分

Address	Label	Assembly
00E110	main	PUSH.W #E000H
00E114		JSR.A _printf 0E1BAH
00E118		ADD.B #2H, SP
00E11A		RTS
00E11B		UND
00E11C	_init	MOV.W #0H, 042EH
00E120		MOV.W #2H, 0430H
00E124		MOV.W #1H, 0432H
00E128		MOV.W #0H, 041FH
00E12C		MOV.W #0010H, 0421H
00E132		MOV.W #2H, 0423H
00E136		MOV.W #0H, 0410H
00E13A		MOV.W #2H, 0412H
00E13E		MOV.W #1H, 0414H

アドレス表示

機械語(16進表示)

アセンブリ言語

図7-3 アセンブリ言語の例
「Hello World!」を表示するCソース・プログラムのmain関数に相当する部分

になります。すなわち、マイコンが実行する機械語のプログラムが数字の羅列として表現されますが、これを、人間が理解できるように簡略化した英単語(ニーモニック; mnemonic)や記号の組み合わせに置き換えた言語です。

したがって、アセンブリ言語と機械語は、基本的には1対1で対応しており、冗長さのない高速でコンパクトなプログラムを記述することができます。この特徴をいかして、レジスタを直接操作する場合やタイミングなどの処理時間を正確にする必要がある場合には、アセンブリ言語によるプログラミングが使われます。

しかし、アセンブリ言語は機械語と同様に、マイコンの種類によってそれぞれ異なった表記をするので移植性は低く、プログラムを他のマイコンへ移すことは容易ではありません。

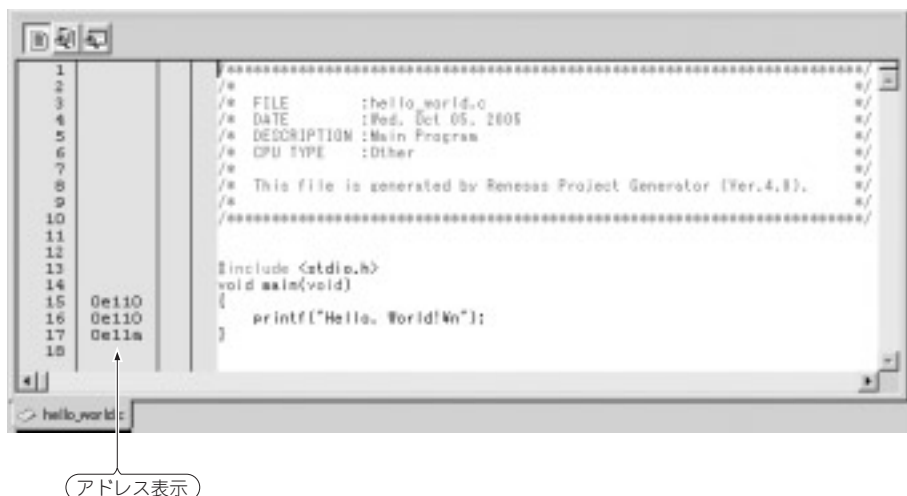


図7-4 高級言語(C言語)の例
「Hello World!」を表示するC言語のソース・プログラム

アセンブリ言語の例を図7-3に示します。これは、“Hello World!”を表示するC言語のソース・プログラムをHEW4により逆アセンブリ表示したものです。

● 高級言語

高級言語は、人間の言語により近い形式でプログラミングしたいという要求から誕生しました。高級言語には、C言語、BASIC、Pascalなど数多くの言語があります。高級言語を使ったプログラムでは、条件判定や繰り返し、分岐など、プログラムの基本構造が、人間の思考形態に沿った形式で記述できます。また、キーワードや構文も英語に近い形式で記述できます。

高級言語の例を図7-4に示します。これは、“Hello World!”を表示するC言語のソース・プログラムです。

7-2 なぜC言語がよく使われるのか

コンピュータのプログラミング開発には、C言語が一番よく使われています。数あるプログラミング言語のなかで、なぜC言語がよく使われているのでしょうか。

● C言語の誕生

C言語は、1972年に米国ベル研究所のBrian Kernighan(ブライアン・カーニハン)とDennis Ritchie(デニス・リッチー)によって開発されたプログラミング言語です。もともとUNIXオペレーティング・システムを記述するための言語処理系で、特定のハードウェアに依存することなく、かつ効率よくアセンブリ言語への置き換えを可能にすることを目的として開発されてきました。

このような生い立ちから、C言語は高級言語としての一面をもつ一方で、機械に密着したアセンブリ言語を意識したプログラム・コードを記述できる(アセンブリ言語と1行1行対応させることができる)という自由度の高い汎用言語としての特徴をもっています。このため、UNIXをはじめ、MS-DOS、Windows、OS/2、Macintoshなど、ほとんどのコンピュータ・システム上で代表的なプログラム開発言語の一つと

して活用されてきました。

現在では、炊飯器のマイコンのプログラムの記述から、スーパーコンピュータでの科学技術計算のプログラムまで、C言語はメジャーなプログラミング言語として幅広く普及しています。

● C言語の変遷

C言語は、UNIXオペレーティング・システムとともに広まってきましたが、1970年代に現れてから現在に至るまで、いくつかの変遷を遂げてきました。C言語がいわば世界標準言語の一つとして認められたのは、いわゆる「標準化」が大きく影響しています。

1989年に、アメリカ国内の工業製品の規格を策定する団体であるANSI(American National Standards Institute：米国規格協会)がC言語を「ANSI C」として、アメリカ国内の標準に制定しました。

ついで、ISO(International Organization for Standardization：国際標準化機構)が、1990年に「ISO C」(正確には、初版はISO/IEC 9899：1990で、最新版はISO/IEC 9899：1999)を制定し、このときから世界標準言語となったわけです。

日本国内でも1993年にJIS X 3010-1993として日本工業規格に制定されています。

● C言語を使うメリット

基本的に、C言語のキーワードや構文は、英語の略語に近い表記になっています。また、関数名や変数名なども英数字で記述できます。このため、プログラムの論理を考えるうえで、わかりやすい言語体系となっています。

▶ 構造化プログラミングに適している

構造化された構文を使うことで、プログラムをブロック単位で記述できます。これにより、可読性に優れたプログラムを構成できます。また、モジュール単位でプログラミングすることで、複数の開発者による大規模なプログラム開発が容易になります。

▶ 移植性が高い

C言語は特別に拡張された機能を使わないかぎり、プログラムの記述方法はほとんど同じです。C言語を使えば、異なったCPUへの移植も容易にできます。

▶ 学習/習得するための情報源が多い

C言語はメジャーなプログラミング言語として幅広く普及してきたことから、書籍やインターネットなど、C言語に関する情報があふれています。初心者でも独学でC言語プログラミングを学習/習得できる環境があります。

● C言語プログラミングをはじめるまえに

▶ Hello, world！…その由来

プログラミング言語に関する多くの入門書では、最初に作ってみるサンプル・プログラムとして、“Hello, world！”または類似の文言を画面に表示することからはじまります。“Hello, world！”以外の文言でも良いはずなのですが、この文言を用いるのが伝統のようになっています。

これは、C言語のバイブル(俗にK&Rと呼ばれる)Brian Kernighan(ブライアン・カーニハン)とDennis Ritchie(デニス・リッチー)の著書『プログラミング言語C』(原題：The C Programming Language)で最初に紹介されているプログラムに由来していると言われています〔歴史的には、カーニハンの前著A Tutorial Introduction to the Language B(1973年)が初出とされている〕。

プログラミング言語を学ぶには、実際にプログラムを書いて動かしてみるのが一番であるというのは世間の共通認識です。そして、どうせ動かすなら結果が見えるほうが良いのは言うまでもありません。とい