

初版：2012年8月24日

改訂：2018年7月14日

監修：津田伸生

# NT-Processor V1

## プログラムエディタ・エミュレータの操作

### (コンピュータシステム基礎教科書 操作編)

この資料では、汎用表計算ソフト MS-Excel で作成した NT-Processor V1 プログラムエディタ・エミュレータ（ファイル名：NTP-V1-emulator-2015fcs\_s.xls）の基本的な操作方法を解説する。説明は [Excel 2013](#) に準拠しているが、それ以前またはそれ以降のバージョンでも同等の機能があるのでそれを行うこと。

**注）プログラムエディタ・エミュレータの操作にはマウスを使用すること。**

### 目次

|   |     |    |
|---|-----|----|
| 1. Excel の基本知識                              | ・・・ | 2  |
| 2. ファイル（book）を初めて開いたときに行う<br>Excel のオプション設定 | ・・・ | 2  |
| 3. ファイル（book）のセーブ                           | ・・・ | 3  |
| 4. 2 回目以降の Excel 立ち上げ時に毎回行う操作               | ・・・ | 3  |
| 5. シート内容の説明                                 | ・・・ | 4  |
| 6. 画面の構成                                    | ・・・ | 6  |
| 7. 画面の操作                                    | ・・・ | 6  |
| 8. エミュレーションの実行                              | ・・・ | 7  |
| 9. 命令ワードセルへの文字入力                            | ・・・ | 9  |
| 10. 命令ワードのトランスレート（チェックと機能表示）                | ・・・ | 9  |
| 11. キーワードによる Op-code の検索入力                  | ・・・ | 10 |
| 12. Exercise シートでの問題穴埋めと正解判定                | ・・・ | 10 |
| 13. プログラムの新規開発および編集                         | ・・・ | 12 |
| 14. メインメモリ構成の変更方法                           | ・・・ | 13 |
| 15. Warning（警告項目）一覧                         | ・・・ | 14 |
| 16. Macintosh でのエミュレータの実行                   | ・・・ | 16 |

## 1. Excel の基本知識

- Excel ではファイルのことをブック(book), ブックの中で開くページをシート (sheet), シートの中で個々のデータを書き込む区切りをセル (cell) という。
- ファイル (book) のアイコンをダブルクリックすると Excel が立ち上がり, シートの一つが開く。シートの切り替えはウィンドウ下方の開きたいシートのタブをシングルクリックして行う。Excel 2013 以降では, 下部ツールバーの左端の黒三角マークを右クリックするとシートの一覧が表示されるので, その一つを選択して OK をクリックしてもシートが切り替わる。
- エディタ・エミュレータの演算機能は, マクロと呼ぶプログラムモジュールで定義してある。マクロは, Excel 用の Visual Basic (VBA : Visual Basic for Applications という) というプログラミング言語で記述されている。

### (緊急時の対処方法)

- エディタ・エミュレータ操作中にプログラム動作を強制終了するには, パソコンの Esc ボタンを押す。開いたコメントウィンドウのメニューで「終了」を押して閉じる。
- Esc ボタンで強制終了できないときは, 画面下部をマウス右クリックしてタスクマネージャーを起動し, EXCEL.EXE を指定して強制終了する。
- 何らかの誤操作でマクロのウィンドウが開いたときは, マクロのウィンドウ上部のメニューで「実行(R)」>>「リセット」を選択してから, 右上の×をクリックしてマクロのウィンドウを閉じる。

## 2. ファイル (book) を初めて開いたときに行う Excel のオプション設定

(以下は 1 度だけ行う操作で 2 回目以降は不要)

- 開いているいずれかのシート上部の Excel ツールバー (Excel 2013 以降ではリボンという) 左端の「ファイル」タブをクリックし, 開いたウィンドウの左メニュー最下部にある「オプション」をクリックし, 開いたウィンドウの左メニューから次の 5 つを行う。
  - (1) 「数式」メニュー: 「エラーチェック」の箇所で「バックグラウンドでエラーチェックを行う(B)」のチェックをはずし「OK」ボタンをクリックする。

注) この機能は, 書式が文字列に指定されたセルに数字のみが記入されているものを検出し, セルの右上に三角マークを表示するものである。命令ワードのセルが見にくくなるため停止する。(Excel 2000 では設定不要)

- (2) 「文章校正」メニュー: 「オートコレクトのオプション(A)」ボタンをクリックして開くウィンドウで, 「「オートコレクトオプション」ボタンを表示する」以外のチェックをすべてはずし, 「OK」ボタンをクリックする。

注) この機能は, アルファベット文字列の先頭を大文字に変えるものである。先頭が小文字のラベル入力に不都合なため停止する。

- (3) 「詳細設定」メニュー: 「編集設定」の箇所で「オートコンプリートを使用する(A)」のチェックをはずし, 「OK」ボタンをクリックする。

注) この機能は, セルへの文字列入力時に先頭の文字が同じ入力済みセルがある

場合にそれを例示するものである。ラベルやコメント入力時に不都合なため停止する。

- (4)「セキュリティセンター」メニュー：「セキュリティセンターの設定(T)」のボタンをクリックし、さらに開いたウィンドウの「マクロの設定」メニューで開くウィンドウにある4つのチェックボタンのうち「警告を表示してすべてのマクロを無効にする」が選ばれているかを確認する。選ばれていない場合はそれを選ぶ。その後 OK ボタンをクリックする。
  - (5)「全画面表示ボタン」の追加 (Excel 2013 以降で必要)：「クイックアクセスツールバー」メニューで開くウィンドウで、「コマンドの選択」から「リボンにないコマンド」を選択し、表示されるメニューの中（かなり下）から「全画面表示の切り替え」を指定し、「追加」ボタンをクリックする。右側の一覧に「全画面表示の切り替え」が表示されていることを確認し OK ボタンをクリックする。この操作により、各シートの上部ツールバー (Excel 2013 以降ではリボンという) の左側の「戻る」ボタンの右に四角形の「全画面表示の切り替え」ボタンが追加表示される。「全画面表示」へ切り替えるにはこのボタンをクリックし、リボンを表示するにはマウス右クリックで「全画面表示を閉じる(C)」を選ぶか、PC の「Esc」キーを押す。
- ・ 以上で Excel のオプションの設定は終わりで、「ファイル」タブをクリックし、開いたウィンドウの「上書き保存(S)」をクリックしてファイル(book)をセーブする。

注) 上記の(1)～(5)は開いている book のみならず、Excel プログラム共通の設定となる。  
必要時には設定を解除すること。

### 3. ファイル (book) のセーブ

- ・ オリジナルのエディタ・エミュレータのファイル(book)は、Excel 2000 で開発したもので、ファイルの拡張子は「.xls」になっている。このバージョンのファイル(book)は、Excel 2013 以降でもそのまま「互換モード」で動作する。このため内容を変更したファイル(book)を保存 (セーブ) するには、「上書き保存」する。別名で保存する場合は「名前を付けて保存」で、「ファイルの種類」を「Excel 97-2003 ブック(.xls)」を選択して保存する。保存する際は、プログラムのシートでは emuCLR ボタンをクリックし、画面の上端までのスクロールを行い、左上端のセルを選択しておく。
- (注：Excel 2013 以降で新規保存する場合は「マクロ有効ブック(.xlsm)」でもよい)。

### 4. 2 回目以降の Excel 立ち上げ時に毎回行う操作

- ・ 2 回目以降、Excel を立ち上げると「セキュリティの警告 マクロが無効にされました」と表示される場合は、そのつど「このコンテンツを有効にする(E)」にチェックを入れる (Excel のバージョンによってはこれに該当する操作を行う)。表示されない場合はそのまま使用できる。

- ・ 文字入力モードを「半角英数」にする。（日本語コメント記入時以外は常に「半角英数」にする。）

## 5. シート内容の説明

- ・ **READ ME** : この資料とほぼ同一内容の短縮版説明書。
- ・ **Instruction Table** : V1 用命令セットの 25 種類の機械命令の使い方を説明した命令一覧表に加えて、これらの機械命令を順次実行する **Test Program 0** を用意してある。このプログラムでは、データ移動命令、算術演算命令、論理演算命令、ビット列操作命令、強制分岐命令の動作を確認できる。
- ・ **10-16-2 Conv** : Excel の計算機能による 10 進数-16 進数-2 進数の相互変換ツール、10 進数による四則演算（加減乗除）が 16 進数でどのように実行されるかを示すツール、論理演算・シフトのツールがある。また、その下方には 16 進数 1 桁に対応する 10 進数、2 進数の対応表、さらに下方には本プロセッサで用いている 2 バイトワードで表現できる負数を含む数値の範囲を 10 進数、16 進数、2 進数で示した表がある。このシートで、16 進数のみを扱うプログラムでの入力値を 10 進数入力で作ることができる。
- ・ **Inst\_Exercise** : Instruction Table シートにある AA 形式（絶対番地形式）の Test Program 0 を、番地に替えてラベルを使用した RL 形式（再配置可能形式）に書き換えることを想定した命令ワード入力演習問題。（AA 形式と RL 形式については教科書（後編）「6.4.8 ラベル」を参照）
- ・ **Inst\_Functions** : 機械命令による代入処理、算術演算、論理演算などの目的別の使い方を説明したサンプルプログラムを用意してある。このシートのプログラムは後述する Local start (mode\_3) で動作する。
- ・ **Inst\_Functions (2)** : Inst\_Functions シートのサンプルプログラムに空白の命令ワードを設けた演習用シート。
- ・ **Inst\_Advance** : V1 用基本機械命令による多倍長演算や連続メモリアクセスなどへの拡張使用法を説明したサンプルプログラムを用意してある。プログラムは Local start (mode\_3) で動作する。
- ・ **Inst\_Advance (2)** : Inst\_Advance シートのサンプルプログラムに空白の命令ワードを設けた演習用シート。
- ・ **Prog\_Exercise1~4** : 機械命令プログラミングの例題と問題を用意してある。プログラムは Local start (mode\_3) で動作する。
- ・ **Prog\_Exercise1 (2) and 2 (2)** : Prog\_Exercise 1 and 2 の例題・問題により多くの空白命令ワードを設けた再演習用シート。
- ・ **Mul\_Prog (Multiplication Program)** : 筆算と同様なシフトと加算の組合せによる 16 進正整数の乗算処理で、サブルーチンコールと条件分岐の動作を確認できる RL 形式（再配置可能形式）のプログラム。プログラムでは、被乗数と乗数をプログラム内の数値ワードから読み出すようになっているが、これらの数値ワードを GR のワード上で書き換えて他の答えを得るようにできる。


- **Mul\_Exercise** は、加算の繰り返しのみで乗算を行うプログラムで、プログラムの主要部分が空白になっている。その部分に適切な命令を記入して実行し、**Multiplication Program** とステップ数と比較してみよ。
- **Div\_Prog (Division Program)** : 筆算と同様なシフトと減算の組合せによる 16 進正整数の除算処理で、サブルーチンコールと条件分岐の動作を確認できる RL 形式（再配置可能形式）のプログラム。
- **Div\_Exercise** は、減算の繰り返しのみで除算を行うプログラムで、プログラムの主要部分が空白になっている。その部分に適切な命令を記入して実行し、**Division Program** のステップ数と比較してみよ。
- **Dec-Hex (Decimal-Hexadecimal Conversion Program)** : 10 進正整数を入力すると 16 進数に変換し、再度 10 進数に変換する RL 形式（再配置可能形式）のプログラム。他のプログラムでも使用している 10 進-16 進変換サブルーチンと 16 進-10 進変換サブルーチンが主体。さらにこれらの中では乗算サブルーチンと除算サブルーチンを使用している。
- **Calc\_Prog** : 10 進整数入力で四則演算（負数を含む加算減算、正数の乗算除算）を行う電卓機能の RL 形式（再配置可能形式）のプログラム。このプログラムでは、入力 10 進数を 16 進数に変換して四則演算のひとつを行い、演算結果を 10 進数に変換して表示する。この変換処理では、乗算または除算を繰り返し実行するため、四則演算そのものより変換処理で多くの計算ステップが必要になることがわかる。
- **PrimeNum Prog** : 10 進正整数で上限値を入力するとその値より小さい素数を順次探索する RL 形式（再配置可能形式）のプログラム。上限値は最大 9999 まで入力できるが、素数探索は典型的な多項式時間問題であるため、上限値が大きくなると実行時間が急激に大きくなる。このエミュレータでは上限値は 1000 程度が処理時間上の限界となる。
- **Editor\_Emulator1p** : 通常のプログラム記述用の空白シート。7 節で述べる **mode\_0** と **mode\_1** で動作するプログラムを新規に開発する際はこのシートをコピーして用いる。（オリジナルは空白のまま保存しておく。）
- **Exercise\_Blank** : Inst Functions, Inst Functions, Prog Exercise1~4 で使用しているものと同一の空白シート。7 節で述べる **mode\_3** で動作する。例題や問題を新規に作る際はこのシートをコピーして用いる。（オリジナルは空白のまま保存しておく。）
- **ROM\_code\_Gene** : Editor\_Emulator 1p シートを使用して開発した機械命令プログラムを、ハードウェアプロセッサのメインメモリに書き込んで動作させるためのバイナリーコード（ロードモジュール）に変換するツール。コンピュータシステム基礎では使用しない。
- **Print\_Buffer** : エミュレータ用のシートのプログラムや入力済み演習問題をプリンタで印刷する際に用いる。エミュレータ用シートの右端にある「**Program Copy**」ボタンの下のセルを 1 にしてボタンを押すとこのシートに内容がコピーされる。A4 版縦用紙 3 枚、A4 版横用紙 6 枚でシート全体を印刷できる。
- **sheet3** : Excel の標準シート。表やグラフを作成するにはこのシートをコピーして用いる。（オリジナルは空白のまま保存しておく。）

## 6. 画面の構成

- ・ 付属プログラムや例題・演習問題を記載してあるシートの画面は、いずれもプロセッサのレジスタ類を配置した上部の「エミュレーションフィールド：Emulation Field」とメインメモリのワードを配置した下部の「エディタフィールド：Editor Field」からなる同一のスタイルになっている。このため、各シートを開いて、後述する方法で操作ボタンをクリックするだけでエミュレーション（プログラムの実行）を行える。
- ・ エミュレーションフィールド：左側には上から順に、次に読み出す（フェッチする）命令ワードの番地を示す **IA**、現在の命令サイクルで実行した命令ワードを示す **IR**、汎用レジスタ **GR** のワード#0～#F を配置してある。中央には上から順に、IR の命令ワードの **Mnemonic** などを表示するセル、その下は命令ワードのコメントの表示エリア、さらにその下にはコンディションコードレジスタ **CC**、エミュレーション操作ボタン **emuCLR**, **stpRUN**, **1stpBack** がある。その右には上から順に、実行済み命令数を示す **Step Count**、エミュレーション実行モード入力セル **Execution Mode**、赤文字“Emergency stop“ 以下は **warning**（警告）表示エリアになっている。右端の黄色のセルの列は、プログラムで使用する GR のワードへの割り付け（**GR Assignment**）などを書いておくコメント欄である。
- ・ エディタフィールド：左側の黄色のメインメモリのワード列に直接命令ワードを書き込むようになっている。メモリ容量は 256 ワードで、B 列に示す MM-00～MM-FF は番地（アドレス）である。初期設定状態では、**MM-00～MM-EF** は機械命令プログラムを書き込む **ROM 領域**（読み出し専用メモリ）、下部の **MM-F0～MM-FF** の 16 ワードは書き換え可能な **RAM 領域**（青のセル）になっている（注：14 章の方法で変更可）。黄色の命令ワード列のエリアは、左からラベル記入列（C 列）、命令ワードを 16 進 4 桁で記入する列（D～G 列）、ワードが数値データであることを示す **value\_sign** 記入列（H 列）である。その右の縦長のボタンは機械命令のワードをアセンブラ表記に変換するための **Translate\_bar** で、変換結果はその右の白色のエリアに表示される。さらに右の黄色の列は、命令ワードごとにコメントを記入しておくセルである。


## 7. 画面の操作

- ・ 全画面表示：Editor\_Emulator のシートの表示画面を広くしたときは、Excel 2013 以降では、基本的には 2 章(5)の方法で追加した「全画面表示切り替え」ボタンで行う。元に戻すにはマウス右クリックで「全画面表示を閉じる(C)」を選ぶか、PC の「Esc」キーを押す。

この操作は、Excel 2013 以降では上部の Excel ツールバー（リボン）右側の  アイコン（リボンの表示オプション）をクリックし、「リボンを自動的に非表示にする」と「タブの表示」を選択的に指定しても行える。ただし、この場合はリボンの幅は 2 段階で切り替わる。元にもどすには画面上部をクリックする。

Excel 2013 以前の旧バージョンでは、「表示」メニューをクリックし、出てくるサブメニューの「全画面表示」をクリックする。すると Excel ツールバーが表示されなくなり

シートが広く見えるようになる。元に戻すには、マウスを右クリックし、出てくる「全画面表示を閉じる(C)」を選択クリックする。

- ・ 「セルへの文字入力欄」のリボン内への表示：各シート内のセルへは直接文字を入力できるが、コメントなどの長文を入力するには、リボン内に「セルへの文字入力欄」（数式バーという）を表示し、そこへ書き込む方が容易である。リボン内に数式バーが表示されていない場合は、「表示」メニューで「数式バー」にチェックを入れる。うまく表示されない場合は、上部の Excel ツールバー（リボン）右側の  アイコン（リボンの表示オプション）をクリックし、「タブの表示」の設定を切り替える。
- ・ 画面の拡大：Editor\_Emulator のシートの表示画面の文字が小さくて見にくい場合は、Excel ツールバーの「表示」、「ズーム」で 115%程度を指定する。元に戻すには 100%を指定する。

Excel 2013 以降ではリボン表示状態で下部ツールバー右側に表示されるスライドバーでも拡大・縮小できる。

- ・ ウィンドウ枠の固定：Editor\_Emulator のシートは操作用のボタンを常に表示するため上半分のエミュレーションフィールドのウィンドウ枠を固定に設定してある。これを解除するには、Excel ツールバーの「表示」をクリックし、出てくるサブメニューの「ウィンドウ枠の固定」をクリックし、さらに出てくるサブメニューの「ウィンドウ枠固定の解除(E)」をクリックする。再度ウィンドウ枠を固定するには、シートを最上部までスクロールしておき、画面左端の行番号列から指定のセルをクリックして行全体を選択し、Excel ツールバーの「表示」から「ウィンドウ枠の固定」、「ウィンドウ枠の固定(F)」を行う。
- ・ 画面の上下スクロール：基本的にはマウスのダイヤルで行う。ウィンドウ枠の固定を設定してあるときは画面下部のエディタフィールドが上下にスクロールする。
- ・ ショートカットキー[Ctrl]+s：Editor\_Emulator のシートを開いた状態でこのキーを押すと、シート下方の RAMunit 付近の行まで画面がスクロールする。再度押すとシート上方に戻る。スクロール前に B 列の番地セル（アドレスセル）のひとつを選択しておくと、シート最上部の次にその画面へ戻る。番地セルにその命令が実行中であることを示す黄色マーカーが表示されている場合も同様。

## 8. エミュレーションの実行

- ・ Instruction Table シートにあるテストプログラムなど命令ワードに空白がないプログラムは以下に述べる実行モード指定とボタンをクリックするのみで動作する。
- ・ はじめに **emuCLR** ボタンをクリックして、IA (Instruction Address Register), IR (Instruction Register), CC (Condition Code), GR (General purpose Register), MM-Fx (RAM のワード) をクリア（初期化）する。
- ・ プログラムの基本的な実行モードには"Single step (mode\_0)" と"Continuous (mode\_1)" があり、**stpRUN** ボタンの右側の"Execution mode"のセルに 0 または 1 を書き込むことで切り替えることができる。クリア後はデフォルトで"Single step (mode\_0)"になる。

ショートカットキー[ctrl]+xでも切り替え可.

- **"Single step (mode\_0)"**: このモードで **stpRUN** ボタンを繰り返しクリックするとプログラムを先頭 (00 番地) から 1 命令ずつ実行する. エディタフィールドの命令にコメントが書いてあれば, 現在実行中の命令のコメントが **Operation** の下に表示される. また, 実行した命令数が **"Step Count"** に表示される. 1 ステップ前の状態に戻すには **1stpBack** ボタンをクリックする. 実行途中でエミュレーションを終了するには **emuCLR** ボタンをクリックする. プログラムの実行途中で次に述べる **"Continuous (mode\_1)"** に切り替えることもできる.
- **"Continuous (mode\_1)"**: クリア後 **"Execution mode"** のセルに半角の **1** を書き込むとこのモードになる. ショートカットキー[ctrl]+xでも切り替え可. **stpRUN** ボタンを 1 回クリックするとプログラムを先頭から最初の 11 命令 (Wait) まで連続実行し, そこで待機 (一時停止) する. さらに **stpRUN** ボタンをクリックすると次の 11 命令 (Wait) まで実行する. プログラムは最終的には 01 命令 (HLT) で終了停止する. プログラム途中の任意の命令ワードで一時停止させたい場合は, その命令ワードのすぐ左側の **value sign** のセルに **w** (半角小文字) を書いておくと, その命令ワードを実行した後に一時停止する. 11 命令 (Wait) や **w** で一時停止した状態で **"Execution mode"** のセルに半角の **0** を書き込んで **"Single step (mode\_0)"** に切り替えて, そこからステップ実行させることもできる. ショートカットキー[ctrl]+xでも切り替え可.
- **Slow\_continuous (mode\_2)**: **"Continuous (mode\_1)"** を **低速** で実行させたい場合は **"Execution mode"** のセルに半角の **2** を書き込んで **stpRUN** ボタンをクリックする. するとプログラムの先頭から 1 ステップずつ 1 秒間隔で実行し, **w** サインまたは 11 命令で待機停止する.
- エミュレーションを **強制終了** するには **PC** の **ESC** キーを押す. プログラムの実行停止後, 開いたウィンドウの **停止ボタン** をクリックしてウィンドウを閉じる.
- **Local\_start (mode\_3)**: **Inst\_Functions**, **Inst\_Advance**, **Prog\_Exercise1~4** の各シートでは, クリア後にデフォルトでプログラムの指定した番地からシングルステップで実行する **Local\_start (mode\_3)** になるように設定してある. これらのシートでは, クリア後またはクリア前にスタートさせたい B 列の **番地セル** のひとつを選択した後 **stpRUN** ボタンをクリックする. その後の動作は **"Single step (mode\_0)"** と同じである. このモードでは少なくとも 1 命令実行した後なら **"Continuous (mode\_1)"** または **Slow\_continuous (mode\_2)** へ切り替えられる. **mode\_1** へはショートカットキー[ctrl]+xでも切り替え可. モードを変更した後は, 再度スタート番地のセルを選択しておくと, 画面を[ctrl]+sでスクロールした際にその画面へ戻ることができる. なお **mode\_3** 専用のシートには, R 列 4 行のセルに **"ex\_mode 3"** と書いてある.
- **MM 番地セル・GR ワード番号セル**に表示されるカラーマーカー: **"Continuous (mode\_1)"** の一時停止時またはそれ以外のモードでは, 現在実行中の命令ワードの MM 番地セルに **黄色** のマーカー, 第 1 オペランドの GR ワード番号セルには **青** のマーカー, 第 2 オペランドの GR ワード番号セルまたは MM 番地セルには **灰色** のマーカーが表示される. また,



分岐命令では分岐先の MM 番地セルに茶色のマーカー（分岐しない場合は灰色のマーカー）が表示される。

（注意）ボタンを操作できないときは、9 で述べる「セルが入力モードで選択されていないか」、文字入力モードが「ひらがな」になっていないかをチェックする。「ひらがな」モードの場合は「半角英数」モードに変更する。

ボタンをクリックする前に空白セルをシングルクリックすることを推奨する。

## 9. 命令ワードセルへの文字入力

- Excel のシートでは常に必ず 1 つのセルが選択されている。通常、セルをシングルクリックすると単純な「選択モード」となり、ダブルクリックするとセル内に縦棒のカーソルが表示された「入力モード」となる。セルへの文字入力はどちらのモードでも可能であるが、Excel 2013 以前のバージョンでは「入力モード」ではエミュレータの操作ボタンが機能しない。その場合は、他の空白セルをシングルクリックして「選択モード」にしてから操作ボタンをクリックする。
- 命令ワードのセルへは「半角英数」モードで半角英数字を 1 文字入力する。入力後は **Enter** キーを押さずに他の空白セルをシングルクリックする（注：Enter キーを押してもセルをダブルクリックしても問題はない）。なお、16 進表記の数字 A～F は、小文字 a～f を入力して後述する **Translate\_bar**（ボタン）をクリックすると半角大文字に変換される。ラベル記入列のラベル 2 文字目の数字 A～F についても同様。
- 命令ワードのセルに入力した文字を修正するには、そのセルをシングルクリックで選択し **Back\_space** キーを押すと文字が消える。この状態ではセルは「入力モード」になっている。再度文字を入力してから他の空白セルをシングルクリックして「選択モード」にする。（注意）Space キーでの上書きは禁止。

## 10. 命令ワードのトランスレート（チェックと機能表示）

- 命令ワード入力用セル配列に命令ワードを書き込んでから、そのすぐ右側の縦長の **Translate\_bar**（ボタン）をクリックすると、その右側に Op-code の Mnemonic（処理内容のアセンブラ表記の概略記号）、Operand の GR ワード番号や MM の番地、Operation（具体的な処理内容）、分岐命令では分岐条件が表示される。**Translate\_bar** は随時クリックでき、これによって新規入力したワードや変更箇所の表示内容を更新できる。ただし、B 列の番地セル以外を選択した状態で **Translate\_bar** をクリックすると、シート全体のラベルと v サインを含むすべての命令ワードに対してチェックが行われ、不備があるとエディタフィールド下部（第 20, 21 行）に **Warning（警告）** が表示される（これをフルモードでのチェックという）。不備を修正し、再度 **Translate\_bar** をクリックすると他の不備がなければ **Warning** は消える。**Warning** を強制消去するには **emuCLR** ボタンをクリックする。不備箇所の修正は **Warning** の消去前または消去後のいずれでも可能。
- ラインモードでの **Translate**：1 行の命令ワードのみについて Mnemonic を表示させる場合は、その行の B 列の番地セル 1 個のみを選択（アクティブに）して **Translate\_bar**

をクリックする。この操作は Op-code のみを入力した状態でも実行できる。(注: ラインモードで **Translate\_bar** をクリックすると **Warning (警告)** セルの上 (第 19 行) に青字で「**Line Translate mode**」と表示される。この表示は、番地セルを選択せずに **Translate\_bar** をクリックする (フルモード) と消える。また, **emuCLR** ボタン, **emuRUN** ボタンをクリックしても消える。)

## 11. キーワードによる Op-code の検索入力

- ・ ラインモードで Op-code を入力するにあたり, Op-code が不明でその命令で実行する処理内容 (Operation) がわかっている場合は, v サインや w サインを入力する H 列のセルに半角英小文字でキーワードを入力し, その行の番地セルを 1 個のみを選択 (アクティブに) して **Translate\_bar** をクリックすると Op-code と Mnemonic の候補が表示される。候補を次々に表示させるには **Translate\_bar** のクリックを繰り返す。表示している候補を確定するには, 他の番地セルを選択 (アクティブに) して **Translate\_bar** をクリックする。この操作によってキーワードも消去される。

例: キーワードに **a**, **add**, **plus**, **'+** (+記号や-記号には前に ' をつける), **kasan**, **tashizan** などを入力すると Mnemonic に **A**, **AR**, Op-code に対応する **A**, **1A** が順次表示される。

- ・ あらかじめ Op-code がわかっている場合は, それをキーワードにすることもできる。例: キーワードに **1a** と入力すると, Instruction のセルに **1** と **A** が入力され, Mnemonic に **AR** が表示される。
- ・ 使用可能なすべての Op-code を表示させるにはキーワードに **all** を入力する。
- ・ 7 命令や 07 命令などの条件分岐命令で分岐条件 (Branch condition mask: m-code) を入力するには, これらの Op-code を入力した後, キーワードを **m** にしてトグル検索する。
- ・ 数値のワードはそのすぐ左側の value sign のセルに **v** (半角小文字) と書き込む。すると Mnemonic, Operand, Operation などの内容は表示されず, 数値ワードであることを識別できるようになる。

## 12. Exercise シートでの問題穴埋めと正解判定

- ・ Inst\_Exercise シートなど, Exercise の文字列が書かれたシートには, 命令ワードのセルが灰色で空白の穴埋め問題がある。また, 空白セルがある行の H 列には ? を付けてある。先行する例題等を参考にして, 以下の手順で解答する。
  - 1) シートを開いたら **emuCLR** ボタンをクリックする。
  - 2) プログラムの上から順に, 先行する例題等を参考にして空白セルに適切なコード (半角英数字) を入力する。
  - 3) 1 行分 (1 ワード分) のコードを入力したら, その行の番地セルを選択して **Translate\_bar** をクリックし (ラインモード), 命令ワードのアセンブラ表記を表示する。その際, H 列の ? は無視される。
  - 4) Op-code や m-code が不明な場合は, H 列の ? を適切なキーワード (半角英小

文字) に書き換えて、ラインモードでキーワード検索する。

- 5) プログラム全体の穴埋めを完了したら、番地セル以外のセルを選択して Translate\_bar をクリックし (フルモード)、プログラム全体のチェックを行う。
- 6) プログラムを先頭から実行し、演算結果が期待どおりかどうかを確認する。ほとんどの問題には終了停止命令のコメントに「答え」があるので、それと照合する。
- 7) 演算結果と「答え」が一致した場合は正しく穴埋めをしたことになるため、H 列の ? を Back space キーで除去しておく。

- ・ **穴埋めした命令ワードが正解かどうかは、ラインモードでキーワードを q にして検索することで判定できる。** 判定結果は、warning (警告) 表示セルに下記のコメントで表示される。キーワード q とコメントは、通常のキーワード検索の場合と同様に、他の番地セルを選択して Translate\_bar をクリックすることで消去できる。コメントのみは emuCLR ボタンをクリックしても消える。なお、この正解判定では穴埋め内容は変化せず、誤りのセルが赤茶色で表示される。ただし、正解のコードは表示されない。
- ・ **同様な正解判定は、ショートカットキー[ctrl]+q でも行える。** この場合は次の 3 モードが可能。
  - ・ 番地セルを選択して[ctrl]+q : キーワード q と同じラインモードでの正解判定。
  - ・ コメント列の「問題番号または例題番号が書かれたセル」を選択して[ctrl]+q : その問題のエリアの正解判定が行われる (エリアモード)。
  - ・ それ以外のセルを選択して[ctrl]+q : シート全体の正解判定が行われる (フルモード)。

#### 正解判定で表示されるコメント一覧

|   |
|---|
| "OK, right answer." : 正解 (クリック音は鳴らない)   |
| "OK, right answer (1st). Another Op-code usable!" : 正解の Op-code (命令コード) が 2 つある場合で 1 番目の正解 (クリック音は鳴らない)                             |
| "OK, right answer (2nd). Another Op-code usable!" : 正解の Op-code が 2 つある場合で 2 番目の正解 (クリック音は鳴らない)                                     |
| "Another Op-code generally used! Revise it for better answer." : 正解の Op-code が 2 つある場合で 2 番目の正解であるが、通常は 1 番目の正解を使うため修正せよ。(クリック音が鳴る) |
| "Use RR-type Op-code! Revise it!" : 誤って RM-type の Op-code を使用している。RR-type に修正せよ。(クリック音が鳴る)  |
| "Use RM-type Op-code! Revise it!" : 誤って RR-type の Op-code を使用している。RM-type の Op-code に修正せよ。(クリック音が鳴る)                                |
| "Wrong Op-code detected ! Revise it!" : 誤った Op-code を使用している。修正せよ。(クリック音が鳴る)   |
| "Wrong Op-1 (or Op-2) detected ! Revise it!" : 誤った第 1 オペランド (または第 2 オペランド) を指定している。修正せよ。(クリック音が鳴る)                                  |

|  |
|--|
| "Wrong instruction detected ! Revise it!" : 複数の誤りがある不正解. 修正せよ (クリック音が鳴る)                       |
| "Undefined Instruction detected ! Revise it!" : 定義されていない命令 (Op-code) を使用している. 修正せよ. (クリック音が鳴る) |
| "Answer is incomplete! Fill all blank cells!" : 穴埋めが未完成 (クリック音が鳴る)                             |

注 : 7 命令では m-code について同様なコメントが表示される.

エリアモードとフルモードでは誤り箇所の行番号が表示される.

### 13. プログラムの新規開発および編集

- 新しくプログラムを開発するには, まずブランクの Editor Emulator1P シートまたはブランクの Exercise Blank シートのタブを右クリックし, 「移動またはコピー(M)」を選んで, 出てくるウィンドウの「コピーを作成する」にチェックを入れて「OK」ボタンを押してコピーする. コピーしたシートのタブをダブルクリックして名称を変更しておく. (Excel 2013 以降では, シートのタブを選んで[ctrl]キーを押しながらマウスでタブを横に移動させてもシートのコピーを作成できる.)
- Editor Emulator1p シートでは, プログラムの先頭は 00 番地とし, 必ず 00 命令 (Nop) を置く. 00 命令のオペランド部はドントケアであるが全体を 0000 とする. (注 : Local start (mode\_3)以外の実行モード mode\_0, mode\_1, mode\_2 ではプログラムは常に 00 番地からスタートする.)
- プログラムの終了は, 01 命令 (HLT) で行う. 01 命令のオペランド部はドントケアであるが全体を 0100 とする.
- プログラム中に空白の命令ワードを設けることは問題なく, 00 命令 (Nop) として扱われる.
- 各命令ワードのコメントは, 同じ行の右端から 2 番目の黄色のセルに書き込んでおく. また, GR の各ワードをプログラムで何の目的で使うかのコメント (GR Assignment) をエミュレーションフィールドの黄色のセルに書き込んでおく.
- 他のプログラムのシートからプログラムの一部またはすべてを流用するには, 流用元の黄色のプログラム書き込み領域内のラベルと v 記号付きプログラムと該当部分のコメントのセルを選択してコピーし, 流用先のシートの当該領域に「形式を選択して貼り付け」「値」でペーストする. (Excel 2013 以降では「貼り付けのオプション」で表示されるアイコンのうち左端から 2 番目の「123」が表示されたものをクリックする). その際, 貼り付け領域の左上のセルのみを選んでおくとその他のセル全体がペーストされる.  
(注意) 単純な「貼り付け」はセルの書式を壊すため使用禁止.
- 誤ってペーストした場合は, 上部の Excel ツールバーの「ファイル」タブ右上の「戻り矢印」(undo)をクリックする.
- 同一シート内でプログラムの一部をコピーし「形式を選択して貼り付け」「値」でペーストする場合は, コピーした領域が動きのある太枠で囲まれた状態になる. この状態で操

作ボタンをクリックするとエミュレータのプログラムの速度が極端に低下する。太枠を除去するには、空白セルをダブルクリックして入力モードにした後、他の空白セルをシングルクリックして選択モードにする。

- MS-Word などのワープロで作成したプログラムの命令ワードをコピーした Editor Emulator1p シートの命令ワード用セル配列に書き込むには、まずワープロで作成したプログラムの命令ワードを 1 列の表に変換する。すなわち、命令ワードは連結した 4 桁の 16 進表記で一つの表のセルに入れておく。ラベルや v サインはその命令ワードにスペースを挟んで付けておく。このような命令ワードの表の列をコピーし、Editor Emulator1p シートの右端の **Connected Instruction Input Field** のセルにペーストする。その後、**Decompose & Copy** ボタンをクリックすると、連結した 4 桁の命令ワードが対応する行の左側の命令ワード用セル配列に桁ごとに分解されてコピーされる。ただし、RAM 領域のラベルは手入力が必要。コメントの列は別途貼り付ける。この機能は、空白でない Connected Instruction Input Field のセルに対して行われる。このため **10-16-2 Conv** シートで作成した 16 進データを入力する場合にも応用できる。
- プログラムの行削除や行挿入は次のショートカットキーで行う。
  - [Ctrl]+i** : Editor\_Emulator1p シートでは、機械命令を入力する黄色領域のセルを選択(アクティブに)して[Ctrl]+i を押すと、選択したセルの行以下が繰り下がり空白行が挿入される。
  - [Ctrl]+d** : 同様に Editor\_Emulator1p シートでは、機械命令を入力する黄色領域のセルを選択(アクティブに)して[Ctrl]+d を押すと、それらの行が消去され以下の命令およびコメントの行が繰り上がる。10 行以上を選択して一括消去する場合は warning 表示後に再度[Ctrl]+d を押す 2 段アクションが必要となる。
  - [Ctrl]+u** : [Ctrl]+d で消去した行を元に戻す(un\_delete する)には、セル選択(アクティブ)を変更せずに[Ctrl]+u を押す。元に戻せるのは直前の 10 行までの[Ctrl]+d 操作に限られる。
- O 列 23-24 行のセルに \* があるシートでは[Ctrl]+i, [Ctrl]+d, [Ctrl]+u は使用できない。使用する場合は \* を消去する。

**(注意) Excel ツールバーによるセル、行、列の削除と挿入はどのシートのどの領域でも禁止。エディタ・エミュレータプログラムのセル参照が壊れる。**

## 14. メインメモリ構成の変更方法

- NT-Processor V1 は入門版プロセッサであるため、メインメモリの容量は 256 ワードとになっている。Editor Emulator1p シートの初期設定状態では、MM-00~MM-EF は機械命令プログラムを書き込む ROM 領域(読み出し専用メモリ)、下部の MM-F0~MM-FF の 16 ワードは書き換え可能な RAM 領域(青のセル)になっている。**ROM 領域の下部 MM-C0~MM-EF の 48 ワードは、シートごとに 16 ワード単位 (unit 単位) で RAM 領域に変更できる。**これを行うには、シートの R 列 2 行のセルの「Main Memory Configuration: 1-page, 1-RAMunit/page」の太字の数字を 1~4 の範囲で書き換える。ま



た, RAM 領域に変更した命令ワードのセルを手作業で青に変更する. ROM 領域が RAM 領域に変更されたかどうかは, 命令ワードのセルに機械命令を書き込んでから Translate\_bar をクリックしても Mnemonic が表示されないことから確認できる.

## 15. Warning (警告項目) 一覧

Warning が表示されるとクリック音が鳴る. 不要な場合はミュートにする.

Warning を消去するには emuCLR ボタンをクリックする.

### キーワードなしで Translate\_bar ボタンを押したときに出てくる Warning

|   |
|---|
| "Duplicated label detected !" : C 列に二重定義のラベルがある   |
| "Illegal Capital label-chr detected !" : ラベルに使用できない半角大文字がある   |
| "Illegal JIS-chr label detected !" : ラベルに使用できない全角文字がある  |
| "Illegal JIS-chr label-num detected !" : ラベルの 2 文字目の番号に使用できない全角文字がある  |
| "Illegal input detected !" : 命令ワードに使用できない文字がある  |
| "Illegal label detected !" : ラベルを 2 文字以外で定義している   |
| "Illegal label-chr detected !" : ラベルに使用できない文字がある  |
| "Illegal m-code detected !" : 7 命令または 0 7 命令のワードの条件マスクに使用できない文字がある  |
| "Illegal sign detected !" : H 列に v, w, ? 以外の使用できない文字がある   |
| "Incomplete value-word detected !" : 数値データワードに空白セルがある   |
| "Select a cell out of address cells and click translate_bar again !" : 何らかのエラーを検出したが無関係の番地セルを選択してラインモードで Translate_bar をクリックしている. 番地セル以外を選択して再度 Translate_bar をクリックせよ |
| "Unassigned label detected !" : 命令ワードに C 列で定義されていないラベルがある   |
| "Undefined instruction detected !" : 命令ワードに定義されていない Op-code がある   |
| "Unused label detected !" : C 列に使用していないラベルがある   |
| "Cannot translate here !" : 対象外の領域でラインモードで Translate_bar をクリックして命令ワードのチェックをしようとしている   |

### キーワード検索で Translate\_bar ボタンを押したときに出てくる Warning

|  |
|--|
| "Instruction will change ! If not OK, delete keyword !" : 問題セル以外の定義済み命令ワードに対してキーワード検索をすると命令ワードが変更される. 実行しない場合はキーワードを消去せよ (emuCLR ボタンをクリックするか, 他の番地セルを選択して Translate_bar をクリックする) |
| "Specify op_code 7 or 07 first ! Or use 'mi' , 'mo' or 'me' for else !" : Op-code に 7 または 07 を設定せずに条件マスク m を検索している. あるいは, 'm'に関連する Op-code を検索                                   |

|  |
|--|
| するにはキーワードに'mi' 'mo'または'me'を使うこと  |
| “'v' is used as value-sign ! Use 'va' as keyword for retrieval !” : 'v'は数値データのサインンとして使われている．キーワード検索には'va'を使え |
| “'w' is used as wait-flag ! Use 'wa' as keyword for retrieval !” : 'w'は一時停止フラグとして使われている．キーワード検索には'wa'を使え     |

### stpRUN ボタンを押したときに出てくる Warning

|   |
|---|
| “Click emuCLR button before RUN !” : シートを切り替えた場合は、まず emuCLR ボタンを押してからプログラムを実行せよ   |
| “Check the program and click emuCLR button before RUN !” : Warning 表示状態でプログラムを実行しようとしている．プログラムをチェックし、emuCLR ボタンを押してから実行せよ |
| “Error: Illegal y2 addressing by D detected !” : ストア命令 (D 命令) で書き換えできない ROM 領域の番地をアクセスしている                                |
| “Error: Illegal addressing detected !” : HLT 命令がないためメインメモリ外部をアクセスしている   |
| “Error: Illegal GR number detected !” : 命令ワードの GR#に使用できない文字がある．Translate_bar ボタンを押してチェックせよ                                |
| “Error: Illegal operand detected !” : 命令ワードのラベルに使用できないまたは未対応の文字がある．Translate_bar ボタンを押してチェックせよ                            |
| “Error: Incomplete instruction detected !” : 命令ワードに空白セルがある  |
| “Error: Null r1 (or r2 or y2) operand detected !” : 空白のオペランドのワードを演算の入力にしている   |
| “Error: Illegal chr in r1 (or r2 or y2) operand detected !” : オペランドのワードに使用できない文字がある                                       |
| “Error: Null branch (or return) address detected !” : 空白の GR ワードを分岐先のアドレスに指定している  |
| “Error: Unchecked instruction detected !” : Mnemonic チェックしていない命令ワードがある．Translate_bar ボタンを押してチェックせよ                        |
| “Error: Undefined instruction detected !” : 未定義の Op-code がある  |
| “Error: Value_line accessing detected !” : 数値データワードを命令ワードとして読み込もうとしている  |
| “Illegal ex_mode detected !” : 命令実行モードに対象外の数字を入力している  |

### Local\_start mode (mode\_3) で stpRUN ボタンを押したときに出てくる Warning

|  |
|--|
| “Cannot start program here !” : 対象外の領域で Local start mode (mode_3)でプログラ |
|--|

|   |
|---|
| ムを実行しようとしている  |
| “Click emuCLR button to restart !” : 再度指定した番地からプログラム実行するには emuCLR ボタンを押す  |
| “Click emuCLR button to start !” : スタートする番地セルの選択を変更したため、 emuCLR ボタンを押してからプログラムを実行すること   |
| “Continuous Mode is usable after one or more steps run in mode 3 !” : Local start mode (mode_3)のシートではプログラムを mode_3 で1ステップ以上実行した後で連続モード (mode_1)に変更できる |
| “Select a start address cell first !” : Local start mode (mode_3)で先頭番地のセルを選択していない   |

### 行挿入ショートカットキー [ctrl]+i を押したときに出てくる Warning

|   |
|---|
| “Cannot insert line here !” : 対象外の領域で行挿入をしようとしている                                   |
| “Select cells in program area !” : 行挿入箇所を指定するにはプログラム領域のセルを選択せよ                      |
| “Unable insert_line ! Because end_line is not vacant !” : プログラム領域の末尾に空きがないため行挿入できない |

### 行削除ショートカットキー [ctrl]+d を押したときに出てくる Warning

|   |
|---|
| “Cannot delete this line !” : 対象外の領域で行削除をしようとしている                                 |
| “Many lines selected ! If delete OK, [ctrl]+d again.”多数の行を一括削除するには再度 [ctrl]+d を押す |
| “Select cells in program area !” 行削除箇所を指定するにはプログラム領域のセルを選択せよ                      |

### 行削除取り消しショートカットキー [ctrl]+u を押したときに出てくる Warning

|  |
|--|
| “Buffering expired ! Unable recovery !” : [ctrl]+d の後で他の操作をしたため、または多数行を選択して行削除したためリカバリできない |
| “Selected area changed ! Unable recovery !” : [ctrl]+d の後でセル選択を変更をしたためリカバリできない             |

## 16. Macintosh でのエミュレータの実行

NTP-v1-emulator は、先に述べたように、マクロとよぶ VBA プログラムでエミュレーション機能を実現している。Excel for mac ではマクロはバージョン 2011 以降でしかサポートされていないのでこれをインストールして使用する。

「以上」



---

操作編著者： 津田 伸生 教授

### 教材の取り扱いについて

NT-Processor V1 シリーズの論理ファイル，エディタ・エミュレータプログラム，および関連解説資料の著作権は津田伸生にあります．

これらの教材を，金沢工業大学情報工学学科の授業科目「コンピュータシステム基礎」，大学院情報工学専攻の授業科目「組み込みシステム統合特論」以外の目的で使用する，第3者への譲渡することは固くお断りいたします，なお，学内において研究目的で使用する場合は津田の承諾が必要です．