µNet3 ユーザーズガイド

第２２版　イー・フォース株式会社

はじめに

μNet3（マイクロ・ネット・キューブ）は弊社　リアルタイム. オペレーティング. システム **μC3（マイクロ・シー・キューブ）**向けに実装された TCP/IP プロトコルスタックです。

μNet3 は省メモリでわかりやすく、そして柔軟なインタフェースを実現すべく設計されています。

本書の位置づけ

本書は、μNet3/Compact および μNet3/Standard のマニュアルとしており、リアルタイム OS の使用方法などについては「μC3/Compact ユーザーズガイド」および「μC3/Standard ユーザーズガイド」を参照してください。

μC3 は、イー・フォース株式会社の登録商標です。
μNet3 は、イー・フォース株式会社の登録商標です。
本書で記載されている内容は、予告無く変更される場合があります。

改訂記録

第２版で訂正された項目

章	内容
2.1.24, 4.1.3	MTU ついて更新
2.1.26, 3.1.1	IP リアセンブリついて更新
2.1.21, 5.4	コールバック関数ついて更新
4.3	コンフィグレータで行うネットワーク初期化タスク、MTU、ネットワークバッファ数などの設定ついて更新

第３版で訂正された項目

章	内容
1.3, 4.2, 5.4	Standard 版の開発手順・コンフィグレーション・API を追加
2.2.1, 4.1.5, 4.1.6, 5.4	ソケットに対して任意のネットワークデバイスの関連付けが可能となる対応による更新
2.3, 4.1.3	Template ネットワークデバイス追加による更新

第４版で訂正された項目

章	内容
4.2	コンフィグレーション設定項目の追加に伴う更新

第５版で訂正された項目

章	内容
4.2	新コンフィグレータ対応
6.3	HTTP サーバー機能追加に伴う更新

第６版で訂正された項目

章	内容
2.3, 6.5, 6.6., 6.7	ネットワークアプリ追加による修正
3.2	ループバックインタフェース追加による修正
3.1.4	TCP Keep-Alive 機能追加による修正
3.1.2, 5.2	ACD 機能追加による修正
3.4, 6.8	String 系標準ライブラリの非使用化による修正

第７版で訂正された項目

章	内容
4.3.1	uNet3/Standard のコンフィグレーション項目の追加

第８版で訂正された項目

章	内容
5.4	cre_soc()のソケット最大数オーバー時のエラーコードを E_ID から E_NOMEM に変更

第９版で訂正された項目

章	内容
5.4, 7.3	エラーコード EV_ADDR についての記載を追加
6.3	HTTP サーバー制御情報構造体の誤りを修正

第１０版で訂正された項目

章	内容
6(削除)	μNet3 ネットワークアプリケーションガイドの作成に伴い記載を削除
2.3.2, 3.4, 4.3.6	μNet3 ver3, μNet3PRO のリリースに伴う修正
5.4, 6.3	エラーコード EV_ADDR についての記載を追加
	通信パラメータの説明に DEF_XXX_XXX を使用せずに CFG_XXX_XXX を使うように修正

第１１版で訂正された項目

章	内容
2.3.2	base64, md5 計算ライブラリがμNet3/Standard に同梱するような記載があったため修正
2.3.2	μNet3/Professional に POP3 クライアントに関する記述を追記

第１２版で訂正された項目

章	内容
4.3	μNet3 Standard のコンフィグレータ対応に伴うコンフィグレーション記述を修正

第１３版で訂正された項目

章	内容
5.4 (cfg_soc())	UDP ソケット単位の受信キューサイズ変更機能を追加

第１４版で訂正された項目

章	内容
全体	ソケット ID の型定義が"ID 型"や"UH 型"など、統一されていない問題があったため修正

第１５版で訂正された項目

章	内容
4.2.3	IP 設定画面の項目追加に伴う画像変更・説明追加
3.1.4	切断タイムアウト時間(CFG_TCP_CLS_TMO)の値を 64 から 75 に修正

第１６版で訂正された項目

章	内容
1.3	参照する章が間違っていたので修正
2.3.2	開発環境が CubeGEAR の場合のライブラリのファイル名を追記

第１７版で訂正された項目

章	内容
4.3.1	ネットワークバッファサイズの計算式に関する記述を追記

第１８版で訂正された項目

章	内容
4.2.3	TCP 設定画面の項目追加に伴う画像変更・説明追加
4.3.1	コンフィグレーションの項目追加に伴う説明追加
5.4, 6.4	soc_ext() API を追加

第１９版で訂正された項目

章	内容
5.4	TCP ソケットにおける snd_soc()の戻り値 E_CLS、rcv_soc()の戻り値 E_CLS および 0 の内容を修正

第２０版で訂正された項目

章	内容
5.4	abt_soc()API のエラーコードの誤りを修正。
5.4	TCP の接続先 IP アドレスやポート番号の取得に関する記述を ref_soc()に追記。。

第２１版で訂正された項目

章	内容
4.2.6, 4.4.6	登録可能コンテンツ数の記載を削除しました。
1.3, 2.1.23	誤字修正。
4.2.5	誤字修正 (⑨切断タイムアウトの説明)
２．３．２	パッケージのフォルダ構成に伴い、パスを変更

第２２版で訂正された項目

章	内容
3.1.4	TCP バッファサイズに関する表現を変更しました。 ・「2 の二乗の単位で指定」→「2 の累乗(1024, 2048, 4096 など)で指定」
4.2.5 4.4.5	ソケット画面のプロトコルに「ICMP」を追加しました。 （コンフィグレータの更新によるドキュメント更新です。）
4.3.1	定義「CFG_TCP_SND_WND」「CFG_TCP_RCV_WND」に関する説明の追加。
5.4	rcv_soc()の戻り値が uNet3 v3.21 より一部仕様変更した旨、説明の追加。

目次

第１章　μNet3 とは

１．１　　特長

μNet3 は、ワンチップマイコン向けに最適化されたコンパクトな TCP/IP プロトコルスタックです。また、導入を容易にするために、わかりやすい独自 API を採用しています。

１．２　　主な機能

- IPv4、ARP、ICMP、IGMPv2、UDP、TCP　プロトコルをサポート
- DHCP クライアント、DNS クライアント、FTP サーバー、HTTP サーバー機能が利用可能
- コンフィグレータによる TCP/IP の設定が可能(Compact 版)
- TCP 高速再送/高速復帰アルゴリズムサポート
- IP 再構築とフラグメンテーションサポート
- 複数のネットワーク・インタフェースをサポート

１．３　　開発手順

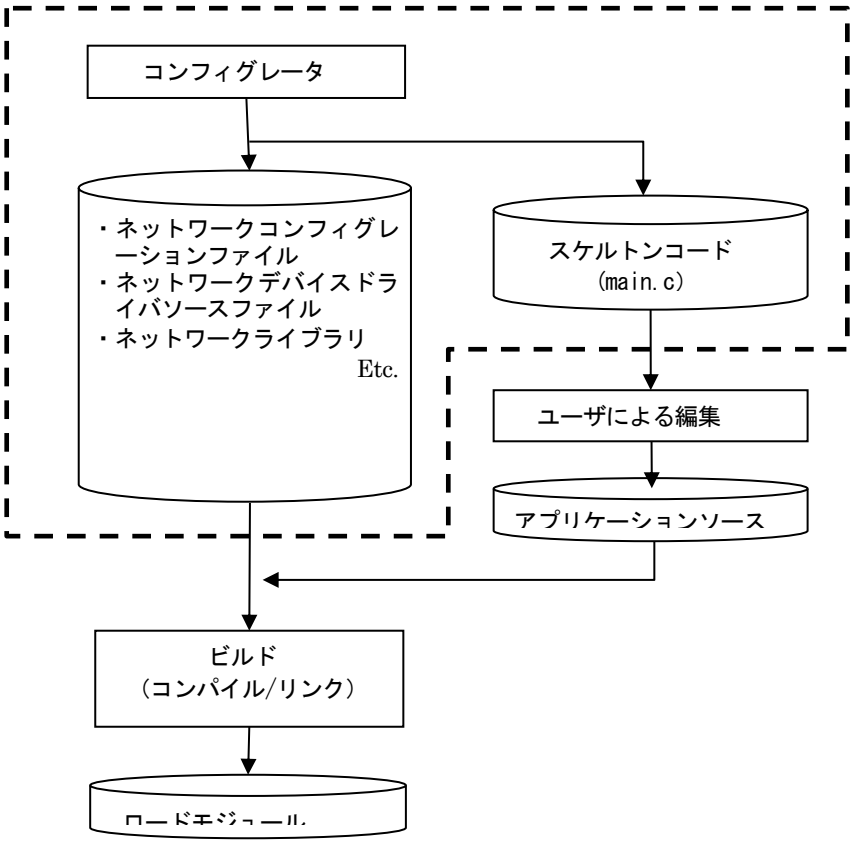
μNet3 を使用した開発手順を図に示します。

Compact 版を使用する場合、最初にコンフィグレータに TCP/IP に関する情報を入力します。コンフィグレータは入力された情報を元にコードを生成します。生成されたコードは、修正せずに使用するファイルとスケルトンコードがあります。このスケルトンコードは、必要なアプリケーションプログラムを記述する際の助けとなるよう作られています。

Standard 版を使用する場合は、ネットワークのコンフィグレーション(IP アドレス、ソケット定義)、デバイスドライバのコンフィグレーション(MAC アドレス、デバイス I/F 定義、ドライバ固有のフィーチャ)、μNet3 初期化ルーチン呼出しなどのコンフィグレーションを、テンプレートソースコード net_cfg.c に記述します。

アプリケーションプログラムを記述した後、ビルドしてロードモジュールを作成します。

※コンフィグレータでは同時にカーネルのコンフィグレーションも行われますが、本書ではそれに関しては説明しません。適宜「μC3/Compact ユーザーズガイド」を参照してください。



開発手順図

開発手順図中 [ ] で囲った部分は Compact 版コンフィグレータのソース生成機能によって自動的に作成されます。Standard 版によるコンフィグレーションは net_cfg.c ファイルに設計に沿った情報を入力して実装します。詳しくは**第４章　コンフィグレーション**を参照して下さい。

１．４　　サンプルを使ったチュートリアル

μNet3/Compact に同梱しているサンプルを使用してプログラム作成までを説明します。
μNet3/Standard には予め作成された同様のプログラムが同梱されています。

サンプルの説明

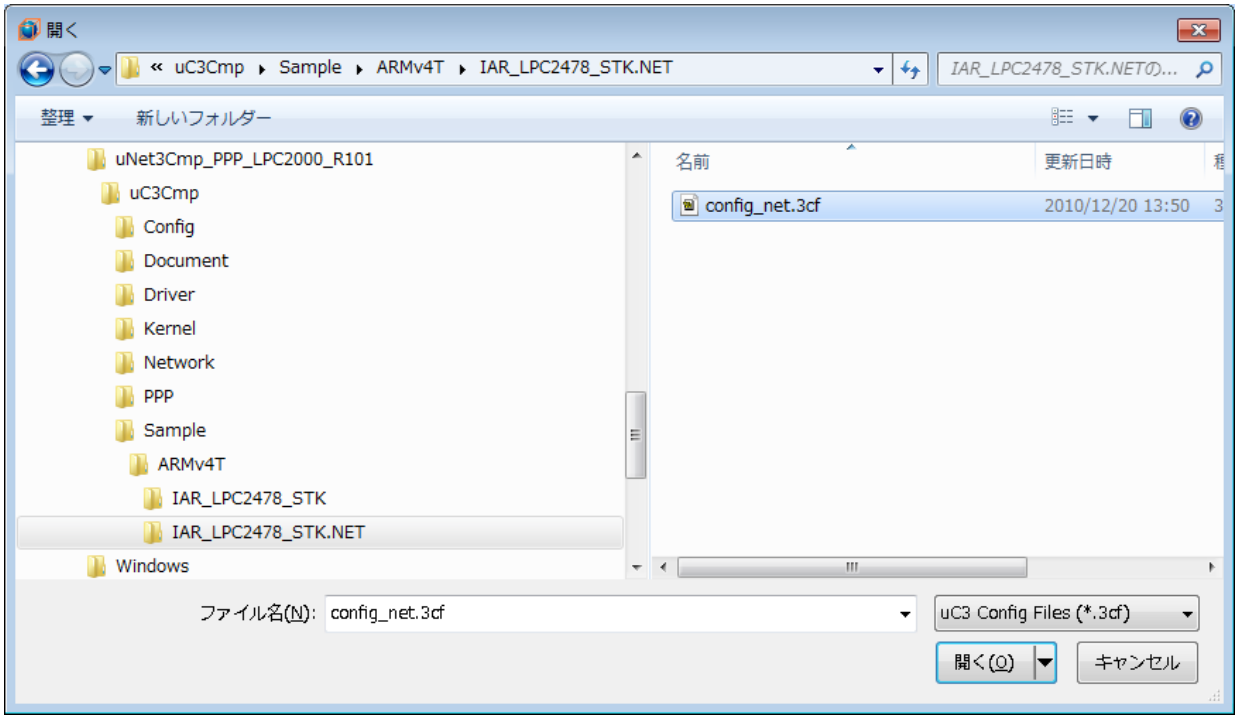
今回は Sample フォルダにある **Sample¥ARMv4T¥IAR_LPC2478_STK.NET（ご使用の環境に合わせて Sample¥XXX.NET フォルダを適宜読み替えて下さい）**を使用します。このサンプルを使って DHCP クライアント,HTTP サーバーを組み合わせたプログラムを作成します。

・DHCP クライアント
　DHCP サーバーから動的に IP アドレスを取得し自ホストに割り当てます。
・HTTP サーバー
　ウェブブラウザから LED の点滅間隔を 100msec 単位で変更させます。

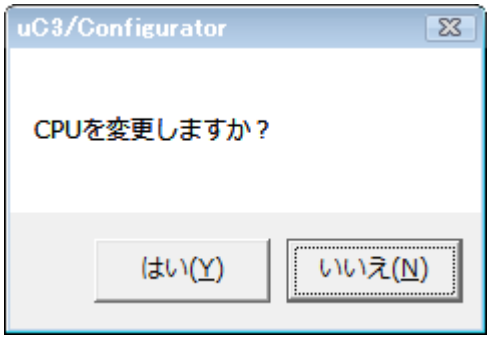
１．４．１　　コンフィグレーションファイルの読み込み

Config¥uC3conf.exe を起動して、コンフィグレーション済みファイル読み込みます。

「既存のプロジェクトを開く」を選択し「OK ボタン」をクリックしてください。



config_net.3cf ファイルを選択し、「開くボタン」をクリックしてください。



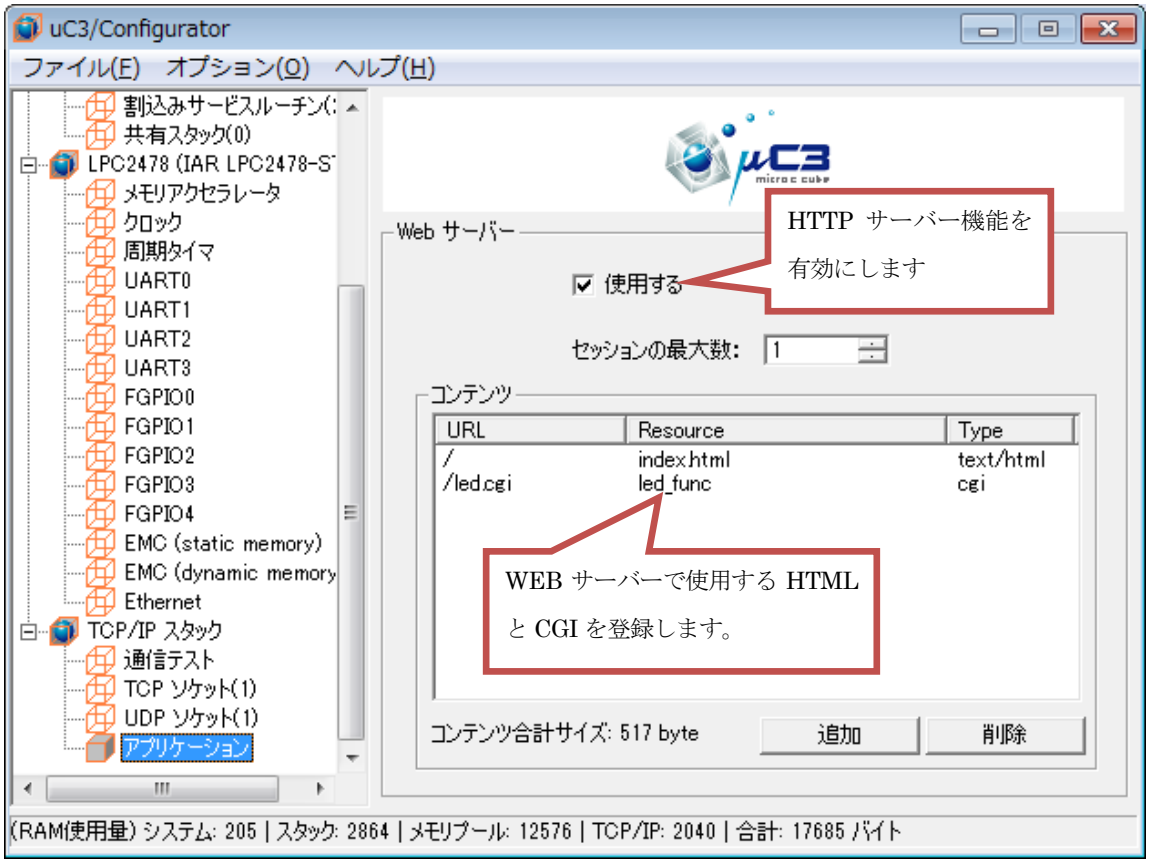
CPU 変更を確認する画面が表示されたら「いいえボタン」をクリックしてください。

１．４．２　　コンフィグレータを使った設定

μNet3/Compact のコンフィグレーションを行います。今回は既にコンフィグレーション済みですので設定の変更はしません。

左のツリーより「TCP/IP スタック」をマウスクリックで選択してください。この画面では主にターゲット側の IP アドレスの設定を行います。

今は、「IP アドレスを自動的に取得する」が選択されていることを確認してください。



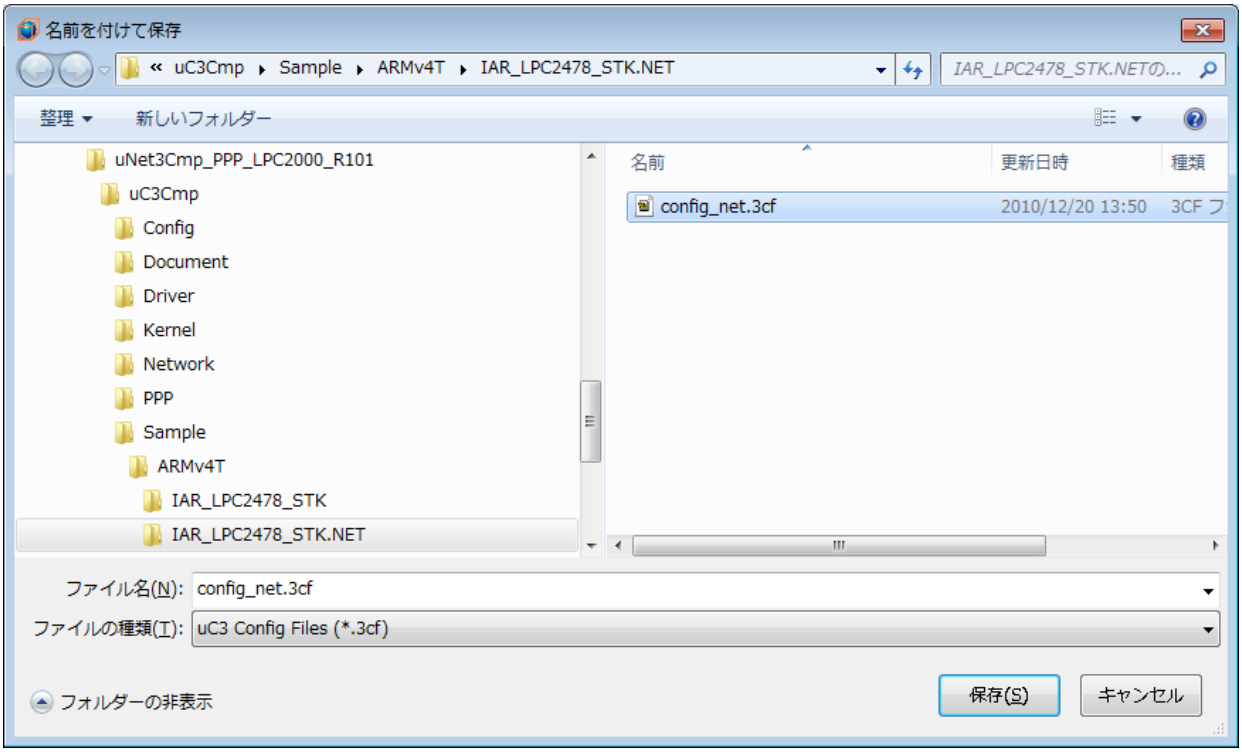
左のツリーより「アプリケーション」をマウスクリックで選択してください。この画面では主に WEB（HTTP）サーバーで使用する HTML や JPG などのファイル、CGI プログラムの関数名などを登録します。WEB サーバーには CGI の機能がサポートされており，LED の点滅はこの機能を使って行います．CGI の機能を使うとブラウザからの要求に合わせて指定した関数の呼び出しを行うことができます。ここでは URL を/led.cgi と指定して関数 led_func()が呼ばれるように指定します。

WEB サーバーを「使用する」が選択され、「コンテンツ」に HTML：index.html と CGI 関数：led_func が登録されていることを確認してください。

１．４．３　　コンフィグレータ設定の保存

今回は、μNet3/Compact のコンフィグレーション設定の変更は実施しないが、コンフィグレータで設定した内容の確認を実施するために**コンフィグレータ設定の保存**を行います。

「ファイル」メニューより「保存」を選択してください。



今回は、設定の変更を実施していないため、上書きの保存を実施する。上書きの注意メッセージで「はい」ボタンをクリックする。

保存の操作で、コンフィグレータの設定を保存することができます。また同時に、この操作で、プロジェクトファイル（config_net.3cf）と拡張子を「xml」に変えたファイル（ここでは、config_net.xml）が保存されます。

config_net.xml をブラウザで開くことにより、コンフィグレータで設定した情報をブラウザの画面上で確認することができます。ネットワークでの設定例は、下記となります。

＜ネットワークの設定値＞

CPU

型番
LPC1768

全般

ネットワーク使用	インタフェース	MTUサイズ	ネットワークバッファ数	ネットワークを初期化するタスク(ID)
する	Ethernet	1500	8	ID_MAIN_TSK

PPP

ユーザ名	パスワード	ダイヤル	COMデバイス	ボーレート	フロー制御	IPアドレス取得	ローカルIPアドレス	リモートIPアドレス	DNSアドレス取得	プライマリDNSアドレス	セカンダリDNSアドレス	認証プロトコル	VJ圧縮	リトライ回数	リトライ間隔(ms)

ホスト

DHCP	MACアドレス	IPアドレス	サブネットマスク	ゲートウェイ
有効	12-34-56-78-9A-BC			

ソケット

IDの定義名	ソケット種別	ポート番号	送信バッファサイズ	受信バッファサイズ	Connectタイムアウト	Closeタイムアウト	Sendタイムアウト	Receiveタイムアウト
ID_SOC_HTTP1	TCP	80	1024	1024	-1	-1	25000	25000
ID_SOC_DHCP	UDP	68					3000	3000

アプリケーション(WEBサーバー)

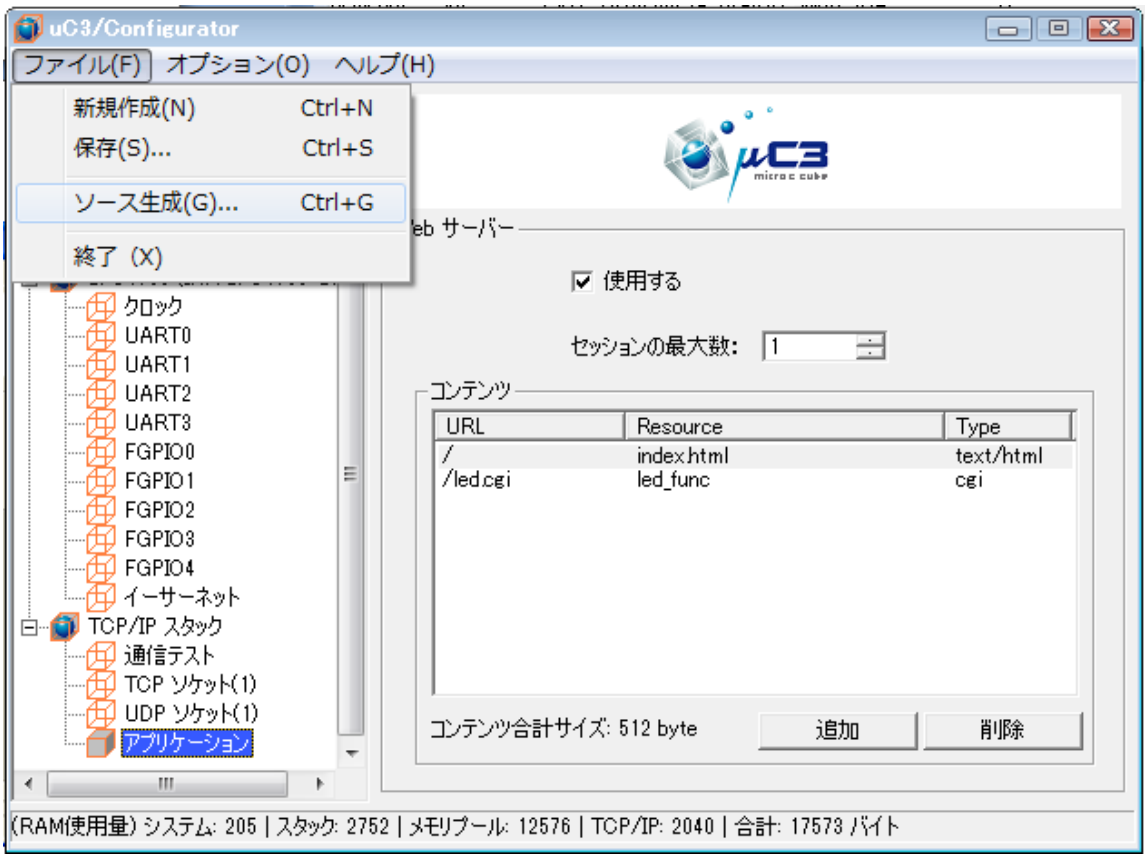
使用	セッション最大数
する	1

Content-Type	URL	Resource
text/html	/	.\index.html
cgi	/led.cgi	led_func

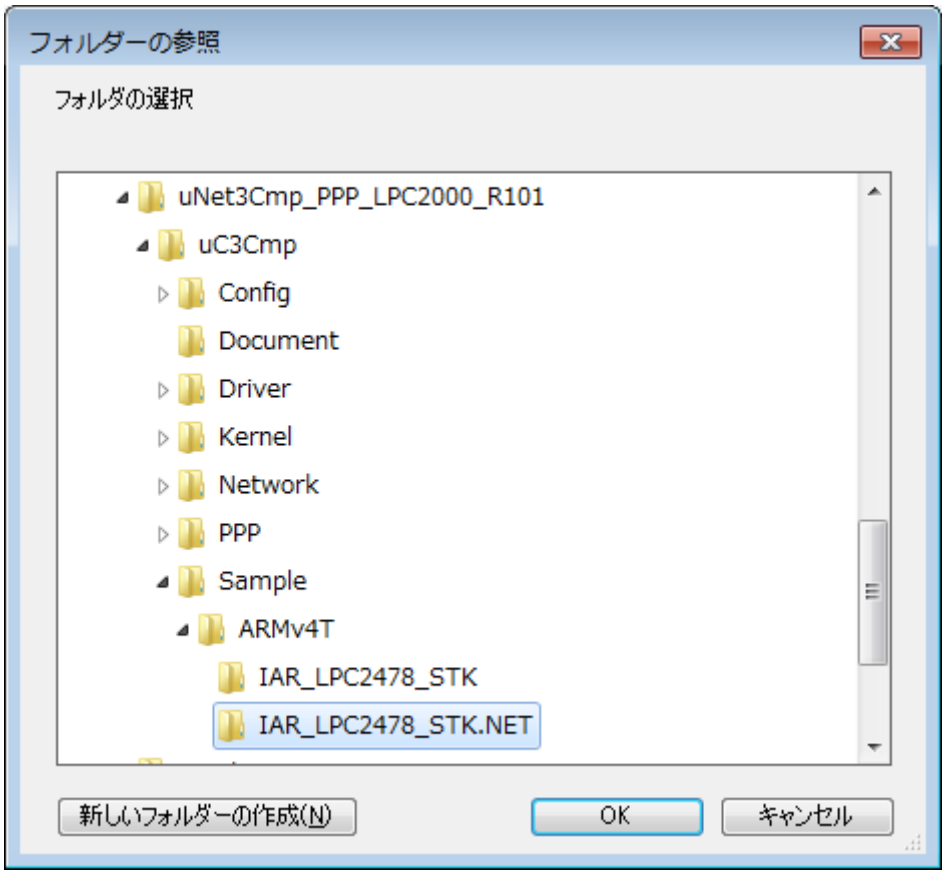
コンフィグレータで設定した内容図

１．４．４　　ソースコードの生成

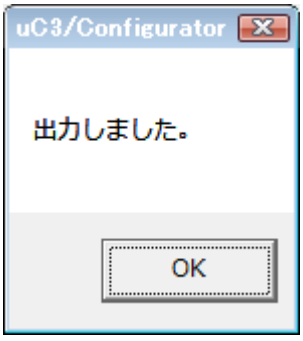
ソースコードの生成をします。



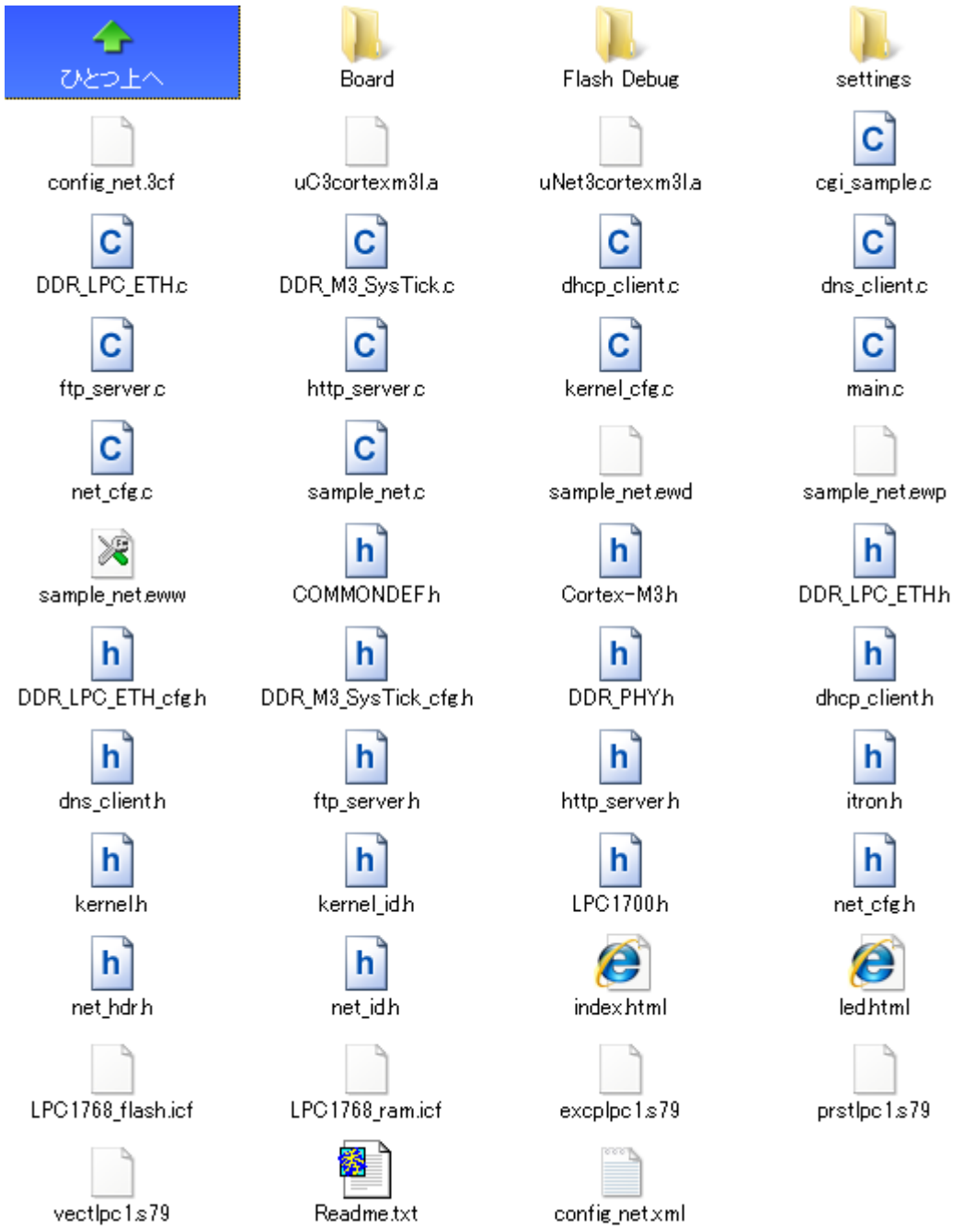
「ファイル」メニューより「ソース生成」を選択してください。



ソースの生成先に Sample¥ARMv4T¥IAR_LPC2478_STK.NET　を選択してください。



完了画面が表示されたら、「OK ボタン」をクリックしてください。これでソースコード生成が完了しました。生成されたソースは**生成されたファイル図**のように TCP/IP プロトコルスタックライブラリ、コンフィグレーションファイル等があります。



生成されたファイル図

１．４．４　　プログラムの作成

IAR Embedded Workbench を起動し sample_net.eww を読み込みます。 本来はコンフィグレータが生成したスケルトンコード main.c にプログラムを記述するのですが、今回は既にプログラム記述済みである sample_net.c を使用します。

CGI プログラムの作成

送られてくる設定値は CGI の機能を使いアプリケーションで受取ります。CGI とはブラウザからの要求に応じてプログラムを起動するための仕組みで，これによりブラウザ側から設定値を受取り，応答をブラウザに返す仕組みを実現できます。

ブラウザから送られてくる、LED 点滅インターバルタイムの設定値はサンプル・コード cgi_sample.c に記述された関数 CgiScriptLedSetting()が変数 LedTmo に設定します。そこで，led_func()に CgiScriptLedSetting()の呼び出し処理を記述し、MainTask に LED 点滅処理を記述します。（**ソースリスト**）

ソースリスト

```
/*********************************
  CGI Script
 *********************************/
extern void CgiScriptLedSetting(T_HTTP_SERVER *http);
extern TMO LedTmo;
void led_func(T_HTTP_SERVER *http)
{
    CgiScriptLedSetting(http);
}

/*********************************
        MainTask
 *********************************/
extern ER net_setup(void);
void MainTask(VP_INT exinf)
{
    /* ネットワーク初期化 */
    net_setup();

    for (;;) {
        /* TODO */
        Led1(LED_ON);
        Led2(LED_ON);
        dly_tsk(LedTmo);
        Led1(LED_OFF);
        Led2(LED_OFF);
        dly_tsk(LedTmo);
    }
}
```

CGI 関数

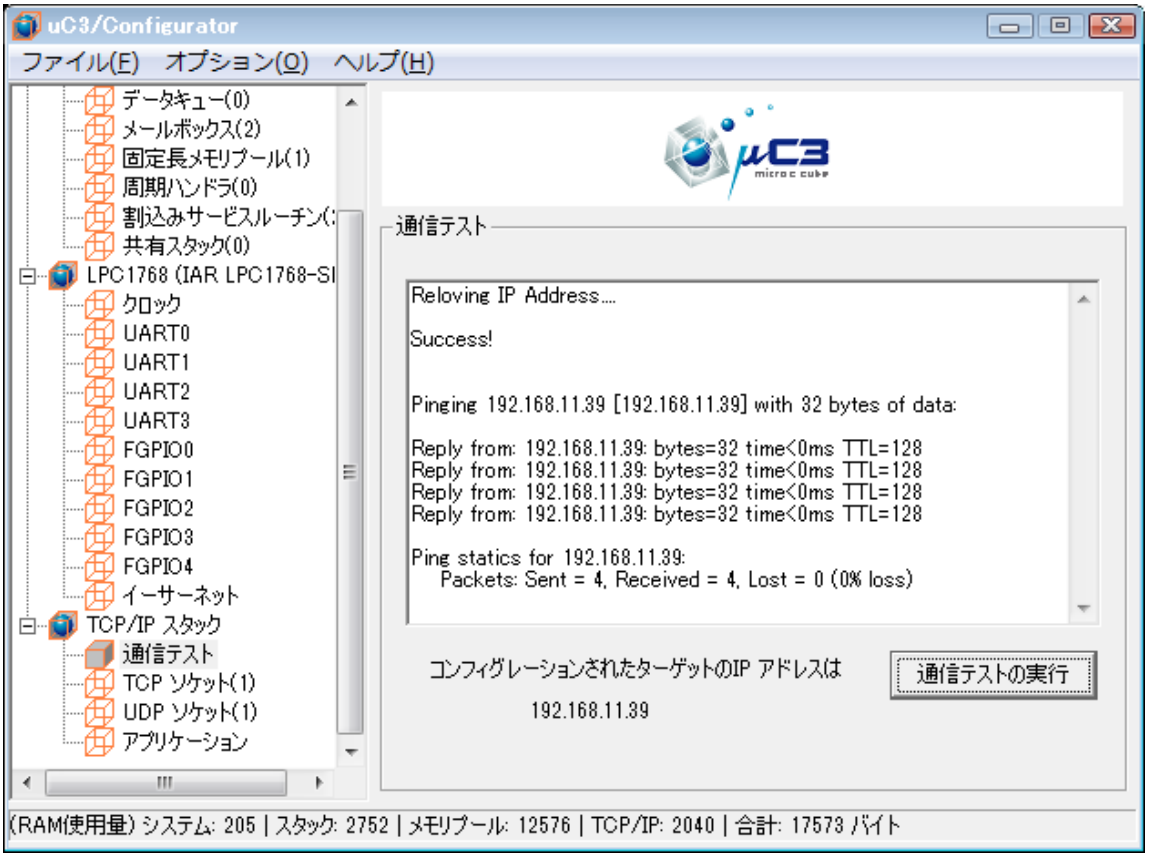
LED 点滅処理

１．４．５　　WEB サーバーの実行

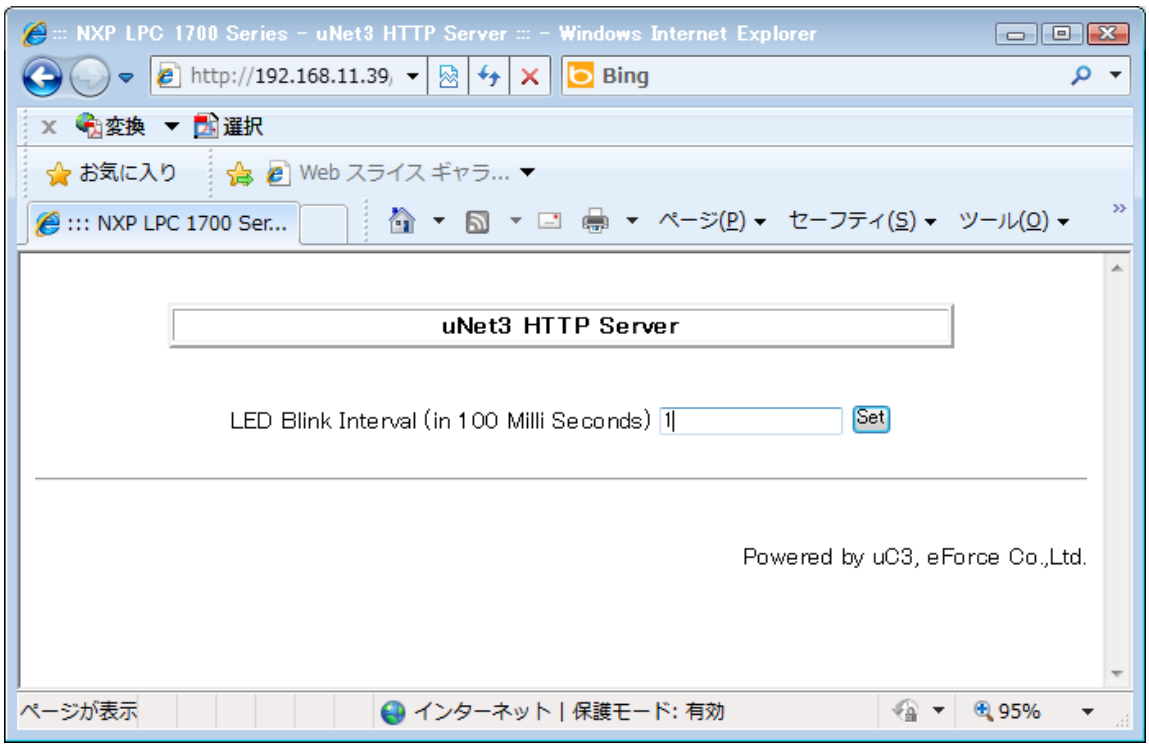
IAR Embedded Workbench で、ビルド対象の構成に「Flash　Debug」を選択し、ビルドしてロードモジュールを作成してください。

ロードモジュールを Flash メモリへ書き込み，プログラムが正しく実行されると、基板の LED が点滅します。まず、TCP/IP スタックが正しく動作しているか、コンフィグレータの通信テストの機能を使って確認します。「通信テスト」を選択し「通信テストの実行」ボタンを押すと，コンフィグレータで設定した内容を元にターゲットへ Ping を行います。通信が正常に行われると、**通信テスト図**のように“Reply from xxx.xxx.xxx.xxx.....”のような応答メッセージが表示されます。これによりターゲット側が正常に応答したことが確認できます。次にブラウザを起動します。ブラウザには設定した IP アドレスを直接入力すると、コンフィグレータで設定した HTML の画面が表示されます（**WEB ページ図**）。ここでインターバルを入力すると、指定したインターバルタイムで LED が点滅されるようになります。

※PC にウィルスセキュリティソフトがイントールされている場合、ターゲット側プログラムが正常に動作しているにも関わらず通信テストが失敗することがあります、その際はウィルスセキュリティソフトのファイルフォール設定を無効にしてから通信テストを行ってください。



通信テスト図



WEB ページ図

第２章　μNet3 の基本概念

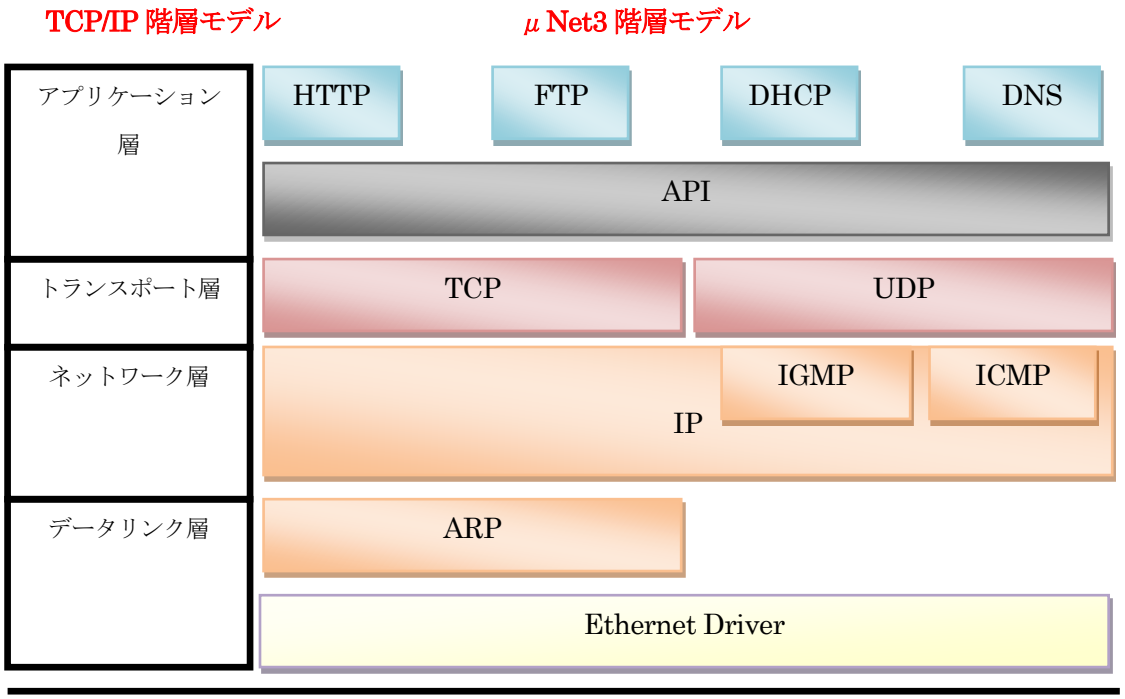
２．１　　用語の意味

２．１．１　　プロトコル

ネットワーク間でデータを伝達する手順、方法等を定めたものを「プロトコル」と呼びます。μNet3/Compact はこの「プロトコル」(=通信規則)を利用しています。これらの規則は“Request For Comments(通称：RFC)”と呼ばれるもので仕様が公開されています。

２．１．２　　プロトコルスタック

ネットワーク上である機能を実現するために必要なプロトコルを選び、階層状に積み上げたソフトウェア群を「プロトコルスタック」と呼びます。μNet3 では次のような階層となっています。



TCP/IP モデルとμNet3 の階層モデル図

２．１．３　　IP(Internet Protocol) アドレス

ネットワーク上で各ノードを特定するための論理的な番号を「IP アドレス」と呼びます。「IP アドレス」は 32 ビットのアドレス空間を持ち、192.168.1.32 のように表記します。

ブロードキャストアドレス

ブロードキャストとは一つのネットワークに属する全てのノードに対して、同時に同じデータを送る動作(=同報通信)のことを指します。そのブロードキャストのために特殊に割り当てられているアドレスのことを「ブロードキャストアドレス」と呼びます。通常、「ブロードキャストアドレス」にはすべてのビットが“1”の IP アドレス“255.255.255.255”を使用します。

マルチキャストアドレス

ブロードキャストが全てのノードにデータを送信するのに対し、特定のグループに対してのみ、データを送信する専用のアドレスのことを「マルチキャストアドレス」と呼びます。

２．１．４　MAC(Media Access Control) アドレス

論理アドレスである「IP アドレス」に対し、LAN カードなどのネットワーク機器を識別するために設定されているハードウェア固有の物理アドレスを「MAC アドレス」と呼びます。「MAC アドレス」は 48 ビットのアドレス空間を持ち、12-34-56-78-9A-BC　や 12:34:56:78:9A:BC　のように表記します。

２．１．５　ポート番号

ネットワーク通信で通信相手のプログラムを特定する番号のことを「ポート番号」と呼びます。TCP/IP で通信を行なうノードはネットワーク内での住所にあたる IP アドレスを持っていますが、複数のノードと同時に通信するために、補助アドレスとして 0 から 65535 のポート番号を用います。

２．１．６　ビックエンディアンとリトルエンディアン

複数バイトで構成されている数値データを、メモリに格納するときの方式のことを「エンディアン」と呼び、最上位バイトから順に格納する方式のことを「ビッグエンディアン」と呼びます。最下位バイトから順に格納する方式のことを「リトルエンディアン」と呼びます。

TCP/IP ではヘッダー情報は「ビッグエンディアン」で送信することが定められています。

２．１．７　パケット

データの送受信の単位を「パケット」と呼びます。パケットには二つの情報が含まれており、ひとつは実際のデータが格納された部分（データ領域）と、もうひとつは、そのデータの宛先や送信元情報、エラーチェック情報といった管理用の情報が格納される部分（ヘッダー領域）です。

２．１．８　ホストとノード

ネットワークで通信するコンピュータのことを「ホスト」と呼びます。サーバー、クライアント、ハブ、ルーター、アクセスポイント等、ネットワーク節点のことを「ノード」と呼びます。

２．１．９　Address Resolution Protocol（ARP）

論理アドレス（TCP/IP の場合は IP アドレス）から物理アドレス（MAC アドレス）を導き出すためのプロトコルを「ARP」と呼びます。

２．１．１０　Internet　Protocol（IP）

ノード間またはノードとゲートウェイ間の通信を実現するプロトコルを「IP(IP プロトコル)」と呼びます。「IP（IP プロトコル)」は上位層の基礎となる重要なプロトコルです。「IP」の役割は IP アドレスを元に、ルーターなどを経由して宛先にデータを届けることですが、確実に届けるという保証はなく、データ信頼性の確保は上位層の役割となっています。

前述の「IP アドレス」はこの「IP プロトコル」のヘッダーに置かれます。

２．１．１１　Internet Control Message Protocol（ICMP）

「IP」ネットワーク通信で発生したエラーを通知したり、ネットワークの状態を確認する為の機能を提供するプロトコルを「ICMP」と呼びます。よく知られているものに Ping と言われるエコー要求、エコー応答メッセージがあります。

２．１．１２　Internet Group Management Protocol（IGMP）

IP マルチキャストを実現する為のプロトコルを「IGMP」と呼びます。同一のデータを複数のホストに効率よく配送することができます。

２．１．１３　User Datagram Protocol（UDP）

コネクションレス型のデータグラム通信サービスを提供するプロトコルを「UDP」と呼びます。「IP」はアプリケーションとのインタフェースを持っていません。「UDP」はその機能をアプリケーションから使えるようにしたプロトコルです。故に、パケットが相手に届いたことを知らせる手段がないことや、パケットの届く順番が入れ替る可能性があり、データの信頼性は保証されません。

２．１．１４　Transmission Control Protocol（TCP）

コネクション型のストリーム通信サービスを提供するプロトコルを「TCP」と呼びます。「TCP」は IP プロトコルの上位層として、順序制御と誤り訂正や再送・フロー制御といった信頼性のある通信を提供します。

２．１．１５　Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）

ネットワークに接続する際に、IP アドレスなど必要な情報を自動的に割り当てるプロトコルを「DHCP」と呼びます。「DHCP」を使うためには DHCP サーバーを用意し、サーバー側で、あらかじめ DHCP クライアント用に IP アドレスをいくつか用意しておく必要があります（アドレスプール)。

２．１．１６　Hyper Text Transfer Protocol（HTTP）

ホームページやウェブサイトの HTML ファイルなどのコンテンツの転送を行うためのプロトコルを「HTTP」と呼びます。「HTTP」は HTML ファイルだけの転送のみならず、WEB ブラウザで表示できる、JPEG、GIF、PNG、ZIP などのバイナリデータの転送も可能です。

２．１．１７　File Transfer Protocol（FTP）

ホスト間でファイル転送を行うためのプロトコルを「FTP」と呼びます。

２．１．１８　Domain Name System（DNS）

IP アドレスをホスト（ドメイン）名に、ホスト名を IP アドレスに変換する名前解決メカニズムのことを「DNS」と呼びます。「DNS」を利用すると IP アドレスをもとにホスト名を求めたり、ホスト名から IP アドレスを求めたりすることが可能になります。

２．１．１９　ソケット

アプリケーションが TCP/IP 通信するための通信窓口のことを「ソケット」と呼びます。「ソケット」は IP アドレスとポート番号等で構成されています。アプリケーションは「ソケット」を指定して回線を開くだけで、通信手順の詳細を気にすることなくデータの送受信を行なうことができます。通信側で使用しているプロトコルによりソケットの種類が存在します。TCP ソケットは TCP プロトコルを使用してデータ通信を実施し、UDP ソケットは UDP プロトコルを使用してデータ通信を実施します。μNet3 では操作対象となる「ソケット」を識別するのに ID 番号を使用します。アプリケーションでは ID 番号を用いてソケット API を呼び出します。

２．１．２０　ブロッキングとノンブロッキング

何らかの関数を呼び出したとき、そのアクションが完了するまで戻らないことを「ブロッキングモード」と呼び、完了を待たずに即座に戻ることを「ノンブロキングモード」と呼びます。

例えばμNe3 のソケット API において、「ブロッキング モード」で、rcv_soc 関数を呼び出したタスクはそのアクションが完了する（データが受信できる）まで待ち状態に置かれることになります。「ノンブロッキングモード」では rcv_soc 関数の呼出しは、エラーコード E_WBLK とともに即座に戻り、そのアクションの完了(EV_RCV_SOC)はコールバック関数に通知されます。

μNet3 のソケットのデフォルト動作は「ブロッキングモード」となっており、「ノンブロッキングモード」に変更するには cfg_soc 関数を使用してコールバック関数の登録とコールバックイベントフラグを設定します。

２．１．２１　コールバック関数

プロトコルスタックの状態を非同期にアプリケーションに通知する為の関数を「コールバック関数」と呼びます。

２．１．２２　タスクコンテキスト

μNet3 の全ての API・関数は、タスクコンテキストから呼び出さなければならない。

ネットワークコールバック関数から slp_tsk 等のタスクを待ち状態にするシステムコールを呼び出さないでください。また、ネットワークコールバック関数からμNet3 の全ての API・関数を呼び出さないでください。

２．１．２３　リソース

プログラムで使用する資源のことを「リソース」と呼びます。タスク、セマフォといった「カーネルオブジェクト」、メモリなどが該当します。

※　タスク、セマフォ等の「カーネルオブジェクト」に関しての詳細は「μC3 ユーザーズガイド」を参照ください。

２．１．２４　MTU

MTU(Maximum Transfer Unit)は、通信ネットワークにおいて、1 回の転送で送信できるデータの最大値を示す値である。そして、MTU は、データリンク層のフレームの最大データサイズを示す。なお、MTU で指定のできる最小の値は 68 バイトとなります。

最大データサイズの指定は、データリンク層で使用するプロトコルに依存し、Ethernet インタフェースでは一般的に 1500 バイトが使用されています。

２．１．２５　MSS

MSS (Maximum Segment Size)は TCP パケットの最大データサイズを示す。そのため、MSS の値は、次式で計算することができます。

MSS = MTU – (IP ヘッダーサイズ+ TCP ヘッダーサイズ（通常は 40 バイト))

Ethernet インタフェースでは一般的に MSS の値は、1460 バイトとなります。

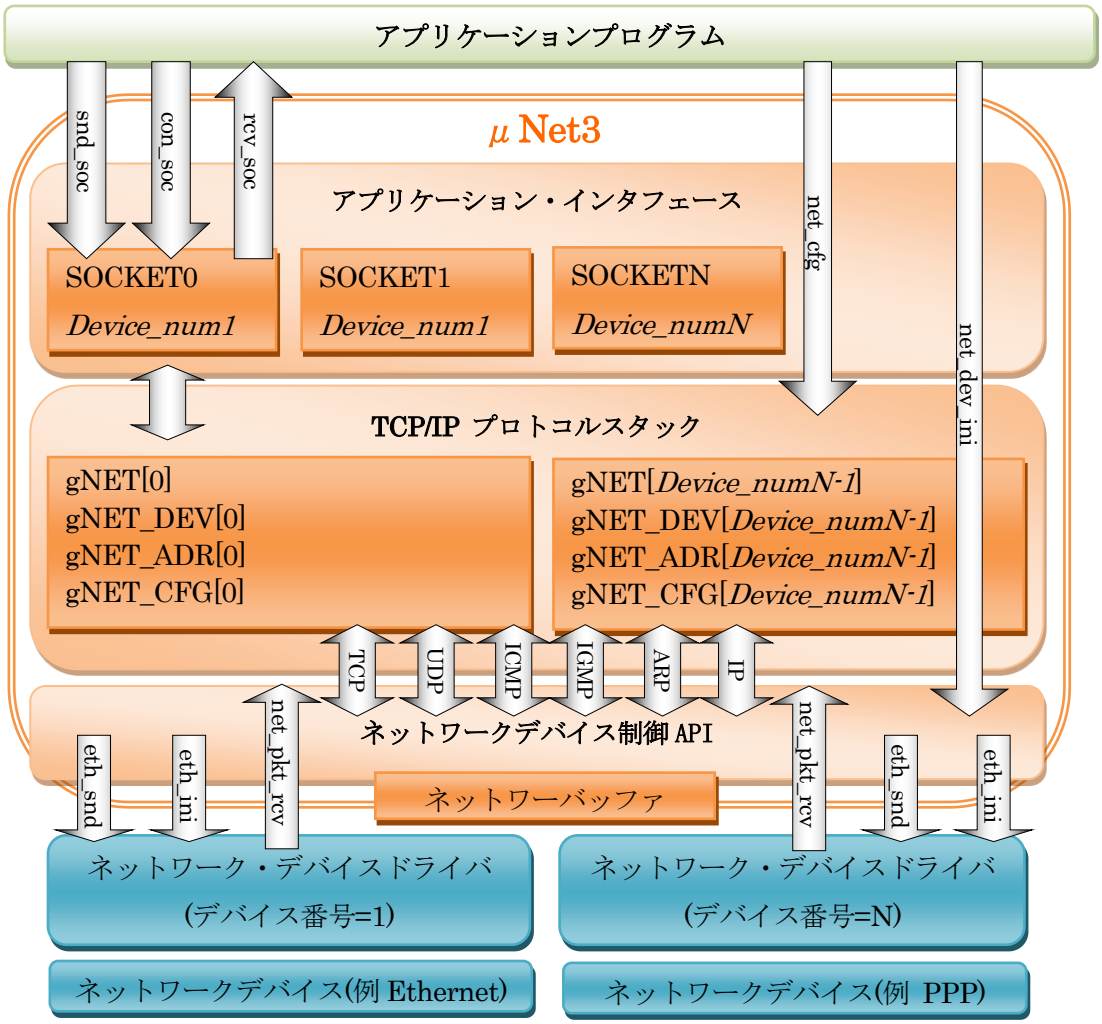
２．１．２６　IP リアセンブリ・フラグメント

IP パケットの最大サイズは 64K バイトとなります。しかし、通信インタフェースの MTU はこれよりも小さい値となっているため、IP モジュールが、IP パケットをいくつかに分割して送信する必要があります。この処理を「IP フラグメンテーション」と呼び、分割された IP パケットのことを「IP フラグメント」と呼びます。

そして、受信側の IP モジュールでは、分割された「IP フラグメント」を連結する必要があり、この処理を「IP リアセンブリ」と呼びます。

２．２　　ネットワークシステムのアーキテクチャ

２．２．１　　ネットワークシステム構成図



ネットワークシステムの構成図

- **アプリケーションプログラム**
  ネットワーク通信するためのユーザアプリケーションプログラムです。DHCP、FTP、Telnet、HTTP などのアプリケーションプロトコルも含まれます。

- **アプリケーション・インタフェース**
  リモートホストとの接続の確立、データの送信・受信等といった様々なネットワークサービスを利用するためのインタフェース(API)を提供します。
  通常アプリケーションではソケット ID やデバイス番号を指定してアプリケーション・インターフェースを使用します。

- **TCP/IP プロトコルスタック**
  このプログラムは TCP、UDP、ICMP、IGMP、IP、ARP といったネットワークプロトコルを処理します。

- **ネットワークデバイス制御 API**
  ネットワークシステムには様々はネットワークデバイスが存在している可能性があり、デバイス毎にデバイスドライバが必要になります。ネットワークデバイス制御 API は、これらのデバイスの違いを吸収し、統一的にアクセスするためのインタフェースを提供します。アプリケーションプログラムからデバイス番号を使用して各デバイスにアクセスします。

- **ネットワーク・デバイスドライバ**
  ネットワークデバイスを制御するプログラムです。この実装の中身はデバイスごとに異なります。
  ※μNet3 では標準で Ethernet と PPP のデバイスドライバを提供しています。

- **ネットワークデバイス**
  実際のネットワークデータの送信、受信を行うハードウェアです。Ethernet、PPP(RS-232) 、WLAN などがこれに該当します。

- **その他**
  μNet3 は下記**μC3** のカーネルオブジェクトを使用しています。

オブジェクト	オブジェクト ID	用途
タスク	ID_NET_MAIN_TSK	μNet3 起動タスク
タスク	ID_TCP_TIM_TSK	μNet3 時間管理タスク
タスク	ID_ETH_SND_TSK	Ether ドライバ送信タスク
タスク	ID_ETH_RCV_TSK	Ether ドライバ受信タスク
タスク	ID_ETH_CTL_TSK	Ether ドライバ制御タスク
セマフォ	ID_TCP_SEM	μNet3 リソース制御セマフォ
イベントフラグ	ID_ETH_RCV_FLG	Ether ドライバイベントフラグ
イベントフラグ	ID_ETH_SND_FLG	Ether ドライバイベントフラグ
メールボックス	ID_ETH_SND_MBX	Ether ドライバメールボックス
メールボックス	ID_ETH_RCV_MBX	Ether ドライバメールボックス
固定長メモリプール	ID_TCP_MPF	ネットワークバッファ領域

２．３　　ディレクトリとファイル構成

２．３．１　　μNet3 ver.1.xx/μNet3 ver.2.xx のファイル構成

μNet3 に含まれるファイルは次の通りです。

ヘッダーファイル

/Network/Inc

net_cfg.h	TCP/IP プロトコルスタックのデフォルトコンフィグレーションマクロ
net_hdr.h	TCP/IP プロトコルスタックを使用するための必要な情報が定義 **※このヘッダーファイルはアプリケーションのソースファイルに必ず含めてください**

ソースファイル

/Network/Src

net_ini.c	初期化モジュール
net_buf.c	ネットワークバッファ管理 API
net_arp.c	ARP プロトコル　モジュール
net_ip4.c	IPv4 プロトコル　モジュール
net_icmp.c	ICMP プロトコル　モジュール
net_igmp.c	IGMPv2 プロトコル　モジュール
net_ipr.c	IP 再構築　モジュール
net_udp.c	UDP プロトコル　モジュール
net_tcp.c	TCP プロトコル　モジュール
net_tim.c	プロトコルスタック　タイマーモジュール
net_soc.c	ソケット API
net_dev.c	デバイスドライバインタフェース

ライブラリファイル

このフォルダには TCP/IP プロトコルスタックを各種プロセッサモードでビルド済みライブラリとビルド用のプロジェクトファイルが格納されています。

/Network/lib/<**CPU**>

uNet3**xxxx*b***.a

uNet3**xxxx*l***.a

CPU は CPU のアーキテクチャ名に依存します。

xxxx は CPU のプロセッサモードまたはプロセッサ名に依存します。

‘***b***’はビッグエンディアン、‘***l***’はリトルエンディアンを表します。

アプリケーションプロトコルソースファイル

/Network/NetApp

dhcp_client.h	DHCP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
dhcp_client.c	DHCP クライアント ソースコード
ftp_server.h	FTP サーバー　マクロ、プロトタイプ、定義等
ftp_server.c	FTP サーバー ソースコード
http_server.h	HTTP サーバー　マクロ、プロトタイプ、定義等
http_server.c	HTTP サーバー ソースコード
dns_client.h	DNS クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
dns_client.c	DNS クライアント ソースコード
ping_client.h	ICMP エコー要求 マクロ、プロトタイプ、定義など
ping_client.c	ICMP エコー要求(ping) ソースコード
sntp_client.h	SNTP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
sntp_client.c	SNTP クライアント ソースコード
net_strlib.h	μNet3 提供 String 系ライブラリ関数定義
net_strlib.c	μNet3 提供 String 系ライブラリ関数ソースコード

/Network/NetApp/ext

dhcp_client.h	DHCP クライアントロ、プロトタイプ、定義等
dhcp_client.c	拡張版 DHCP クライアント ソースコード

サンプルソースファイル

/Network/sample

DDR_TEMPLATE_NET.c	μNet3 ネットワーク・デバイスドライバテンプレートコード
DDR_LOOPBACK_NET.c	ループバック用デバイスドライバ

２．３．２　　μNet3 ver.3.xx/μNet3 PRO のファイル構成

μNet3 に含まれるファイルは次の通りです。

ヘッダーファイル

/Network/TCPIP/inc

net_sup.h	TCP/IP プロトコルスタックのデフォルトコンフィグレーションマクロ
net_def.h	TCP/IP プロトコルスタックの定義（内部制御用）
net_sts.h	ネットワーク情報管理の定義（内部制御用）
net_sts_id.h	ネットワーク情報管理 ID の定義
net_hdr.h	TCP/IP プロトコルスタックを使用するための必要な情報が定義 **※このヘッダーファイルはアプリケーションのソースファイルに必ず含めてください**

ソースファイル

/Network/TCPIP/src

net_ini.c	初期化モジュール
net_buf.c	ネットワークバッファ管理 API
net_arp.c	ARP プロトコル　モジュール
net_ip4.c	IPv4 プロトコル　モジュール
net_icmp.c	ICMP プロトコル　モジュール
net_igmp.c	IGMPv2 プロトコル　モジュール
net_ipr.c	IP 再構築　モジュール
net_udp.c	UDP プロトコル　モジュール
net_tcp.c	TCP プロトコル　モジュール
net_tim.c	プロトコルスタック　タイマーモジュール
net_soc.c	ソケット API
net_dev.c	デバイスドライバインタフェース
net_sts.c	ネットワーク情報管理モジュール

ライブラリファイル

このフォルダには TCP/IP プロトコルスタックを各種プロセッサモードでビルド済みライブラリとビルド用のプロジェクトファイルが格納されています。

/Network/TCPIP/lib/<**CPU**>

uNet3**xxxx*b***.a ※1
uNet3**xxxx*l***.a ※1
uNet3BSDxxxx*b.a
uNet3BSDxxxx*b.a

/SNMP/lib/<**CPU**>

SNMPxxxx*b.a
SNMPxxxx*l.a

CPU は CPU のアーキテクチャ名に依存します。
xxxx は CPU のプロセッサモードまたはプロセッサ名に依存します。
‘***b***’はビッグエンディアン、‘***l***’はリトルエンディアンを表します。
uNet3BSDxxxx ライブラリはμNet3 PRO 版にのみ収録されます。
SNMPxxxxl ライブラリはμNet3 PRO 版にのみ収録されます。

※1 開発環境が CubeGEAR の場合のファイル名
libuNet3xxxxb.a (ビッグエンディアン)
libuNet3xxxxl.a (リトルエンディアン)

アプリケーションプロトコルソースファイル

太字斜体で示すファイルはμNet3 PRO 版にのみ収録されます。

/Network/NetApp

dhcp_client.h	DHCP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
dhcp_client.c	DHCP クライアント ソースコード
ftp_server.h	FTP サーバー マクロ、プロトタイプ、定義等
ftp_server.c	FTP サーバー ソースコード
http_server.h	HTTP サーバー マクロ、プロトタイプ、定義等
http_server.c	HTTP サーバー ソースコード
dns_client.h	DNS クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
dns_client.c	DNS クライアント ソースコード
ping_client.h	ICMP エコー要求 マクロ、プロトタイプ、定義など
ping_client.c	ICMP エコー要求(ping) ソースコード
sntp_client.h	SNTP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
sntp_client.c	SNTP クライアント ソースコード

net_strlib.h	μNet3 提供 String 系ライブラリ関数定義
net_strlib.c	μNet3 提供 String 系ライブラリ関数ソースコード
base64calc.c	BASE64 計算ライブラリソースコード
base64calc.h	BASE64 計算ライブラリソースコード定義など
md5calc.c	MD5 計算ライブラリソースコード
md5calc.h	MD5 計算ライブラリソースコード定義など
dhcp_server.c	DHCP サーバー ソースコード
dhcp_server.h	DHCP サーバー マクロ、プロトタイプ、定義等
ftp_client.c	FTP クライアント ソースコード
ftp_client.h	FTP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
http_client.c	HTTP クライアント ソースコード
http_client.h	HTTP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
smtp_client.c	SMTP クライアント ソースコード
smtp_client.h	SMTP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
sntp_server.c	SNTP サーバー ソースコード
sntp_server.h	SNTP サーバー マクロ、プロトタイプ、定義等
telnet_server.c	TELNET サーバー ソースコード
telnet_server.h	TELNET サーバー マクロ、プロトタイプ、定義等
tftp_client.c	TFTP クライアント ソースコード
tftp_client.h	TFTP クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等
tftp_server.c	TFTP サーバー ソースコード
tftp_server.h	TFTP サーバー マクロ、プロトタイプ、定義等
pop3_client.c	POP3 クライアント ソースコード
pop3_client.h	POP3 クライアント マクロ、プロトタイプ、定義等

/Network/NetApp/ext

dhcp_client.h	DHCP クライアントロ、プロトタイプ、定義等
dhcp_client.c	拡張版 DHCP クライアント ソースコード

/Network/NetApp/cfg

ftp_server_cfg.c	FTP サーバーコンフィグレーション
ftp_server_cfg.h	FTP サーバーコンフィグレーション
ftp_client_cfg.h	FTP クライアントコンフィグレーション
http_client_cfg.h	HTTP クライアントコンフィグレーション
smtp_client_cfg.h	SMTP クライアントコンフィグレーション
sntp_server_cfg.h	SNTP サーバーコンフィグレーション
telnet_server_cfg.h	TELNET サーバーコンフィグレーション
tftp_client_cfg.h	TFTP クライアントコンフィグレーション
tftp_server_cfg.h	TFTP サーバーコンフィグレーション
pop3_client_cfg.h	POP3 クライアントコンフィグレーション

/Network/bsd	μNet3 BSD ユーザーズガイド参照
/SNMP	μNet3 SNMP ユーザーズガイド参照

サンプルソースファイル

/Network/sample

DDR_TEMPLATE_NET.c	μNet3 ネットワーク・デバイスドライバテンプレートコード
DDR_LOOPBACK_NET.c	ループバック用デバイスドライバ

第３章　μNet3 の機能概要

３．１　　プロトコルスタック

３．１．１　　IP モジュール

IP モジュールでは送られてくるパケットの宛先 IP アドレスが、自ホストの IP アドレスと一致するときだけパケットを受信し処理します。それ以外のパケットは処理しません。

IP オプション

μNet3 は IP オプションの内 IGMP ルーター警告オプションのみサポートしています。サポートしていない IP オプションは無視されます。

TTL（Time to Live）

μNet3 でTTLのデフォルト値はCFG_IP4_TTL(64)に設定されています。この値はnet_cfg()を使って変更することができます。net_cfg()を使って TTL 値を変更した場合、すべてのソケットの TTL 値が変更されます。個々のソケットの TTL 値を変更したい場合は cfg_soc()を使用してください。

TOS（Type Of Service）

μNet3 で TOS は CFG_IP4_TOS（0）に設定されています。

ブロードキャスト

ブロードキャストの受信可否は net_cfg()を使って変更することができます。初期値は受信可に設定されています。ブロードキャストの送信は常に可能です。ブロードキャストの設定はすべてのソケットに対して有効で、ソケット単位でのブロードキャストの受信可否設定はできません。

ブロードキャストの送受信には UDP ソケットを使用してください。

マルチキャスト

マルチキャスト受信を許可するには net_cfg()を使って、参加するマルチキャストグループアドレスを登録します。マルチキャストグループアドレスは CFG_NET_MGR_MAX（8）まで登録することができます。マルチキャストの送信は常に可能です。マルチキャストの設定はすべてのソケットに対して有効で、ソケット単位でのマルチキャストの受信可否設定はできません。

マルチキャスト送信用 TTL は CFG_IP4_MCAST_TTL(１)に設定されています。この値も net_cfg()を使って変更することができます。

マルチキャストのループバックはサポートしていません。

マルチキャストの送受信には UDP ソケットを使用してください。

MTU

μNet3 では MTU のデフォルト値として CFG_PATH_MTU (1500 バイト) を設定しています。この値は、コンフィグレータで設定することができます。

IP リアセンブリ・フラグメント

uNet3 では、IP パケットとして、最大サイズはデフォルトとして、1500 バイトとなっています(この値は、ネットワークバッファの値と関連しています)。IP パケットの最大サイズを大きくするためには、ネットワークバッファを大きくする必要があります。例えば、2048byte の UDP データを送受信する場合は、ネットワークバッファの値を、「コントロールヘッダサイズ(100 bytes)＋IP ヘッダーサイズ (20bytes)＋UDP ヘッダーサイズ (8bytes)＋2048」の計算値よりも大きくする必要があります。

デフォルトの IP リアセンブリ・プロセス・タイムアウト値は、CFG_IP4_IPR_TMO(10 秒)となっています。もし、リアセンブリ・プロセスがこのタイムアウト内に完了しない場合、リアセンブリ処理は取り消され、ICMP エラーメッセージ(タイプ 11：時間超過によるパケット廃棄)がリモートホストに送られます。

デフォルトの IP リアセンブリ・プロセス回数は CFG_NET_IPR_MAX(2)として設定しています。CFG_NET_IPR_MAX の値は、ホストが同時に IP リアセンブリ処理を実施することができる値を示しています。

IGMP

μNet3 では（ルーターからの)「クエリ（グループ問い合わせ)」対する「レポート（応答)」メッセージの送信までのタイムアウトは CFG_IGMP_REP_TMO （10 秒）に設定されています。

μNet3 は IGMPv2 をサポートしていますが、IGMPv1 互換機能もサポートしています。

IGMPv1 の「クエリ」を受け取った場合、IGMPv1 モードに切り替えて処理を行います。その後、一定時間、IGMPv1 メッセージが無ければ IGMPv2 モードに戻ります。この IGMPv 1 から IGMPv 2 に戻るまでのタイムアウトは CFG_IGMP_V1_TMO （400 秒）に設定されています。

ICMP

μNet3 は「エコー応答」、「エコー要求」、「時間超過」メッセージをサポートしています。

３．１．２　　ARP モジュール

（1）アドレス解決

μNet3 ではホストの IP アドレスと物理アドレス（MAC アドレス）の対応付けを管理しています。この対応付けの管理表（変換表）を ARP キャッシュと呼びます。ARP キャッシュサイズは CFG_NET_ARP_MAX（8）に設定されています。

IP パケットをネットワークに送信する際、ARP キャッシュを参照し該当する IP アドレスが存在した場合は、そこに記録されている物理アドレスを宛先としてパケットを送信します。IP アドレスが存在しない場合は、IP パケットは一旦キューに保存し、ARP 要求パケットをブロードキャスト送信します。リモートホストから ARP 応答パケットを受信したら、新たに ARP キャッシュに受信した物理アドレスを記録します。その後、キューから IP パケットを取り出し、新たに取得した物理アドレス宛てにパケットを送信します。

また、ARP エントリ情報は最長 ARP_CLR_TMO（20 分間）キャッシュに保持されます。

（2）IP アドレス競合検出

RFC5227 に従って、同一リンク内の他のホストと IP アドレスが重複していないかをチェックします。このチェックは LAN インタフェースの起動時や、リンクアップ状態に移行した際にアプリケーションの指示により実行します。またインタフェースに IP アドレスが設定されたのち、他のホストが同じ IP アドレスを使用していた場合には、競合を検出してアプリケーションに通知します。

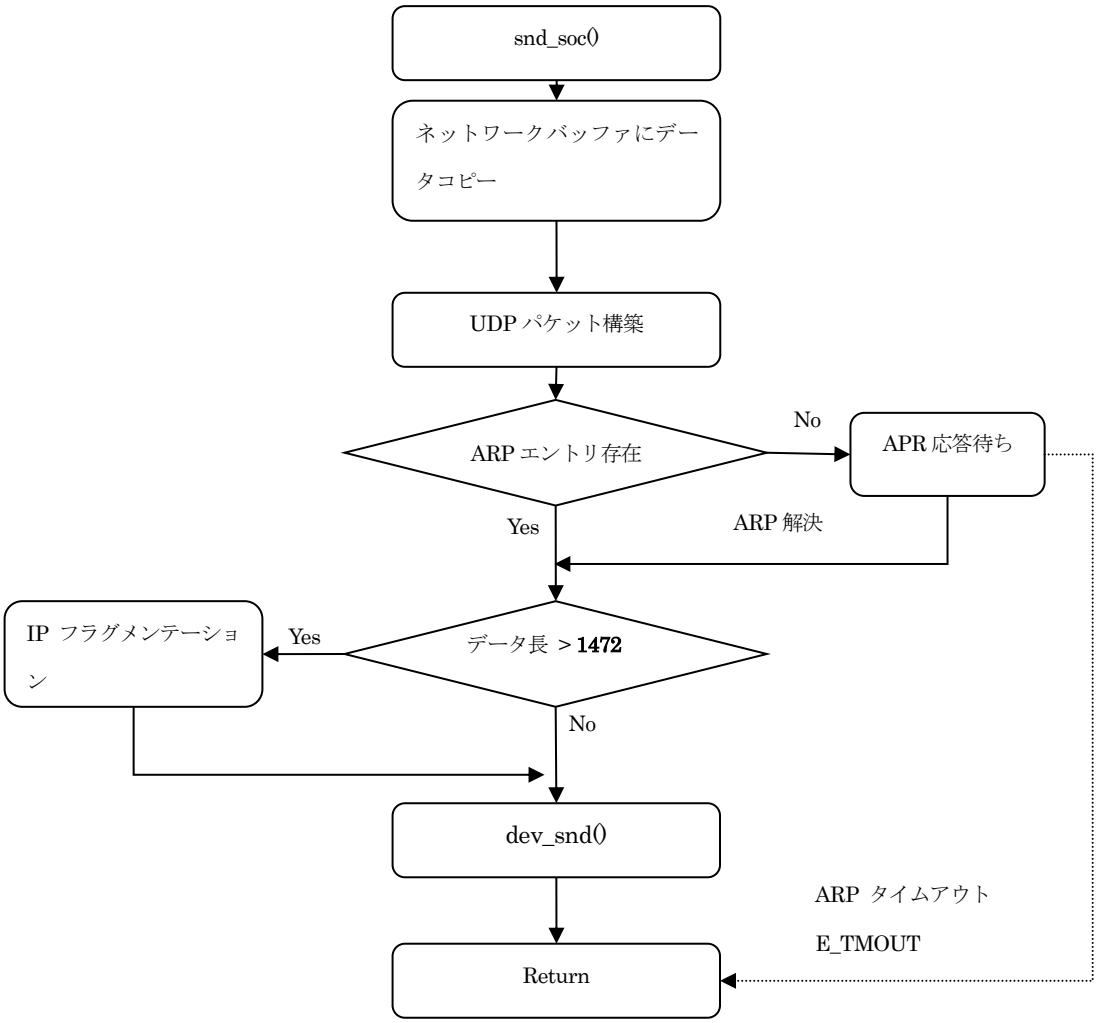
IP アドレスの競合検出には ARP メッセージを使用します。これから使用する IP アドレスが、既に使用されていないかを探知する ARP メッセージを「ARP Probe」と言います。ARP Probe メッセージに対して他のホストが ARP 応答しなかった(競合する IP アドレスが無い)場合には、「ARP Announce」と言うメッセージを送信して IP アドレスを使用することを通知します。

３．１．３　　UDP モジュール

UDP はリモートホストと接続する事なしにデータの送受信を行います。

（1）データの送信

データの送信前には必ず con_soc を使って、送信先(IP アドレス、ポート番号)とソケットの関連付けを行います。その後、snd_soc()を使ってデータを送信します。snd_soc（）の処理フローは下図のようになります。



UDP ソケット　snd_soc の処理フロー

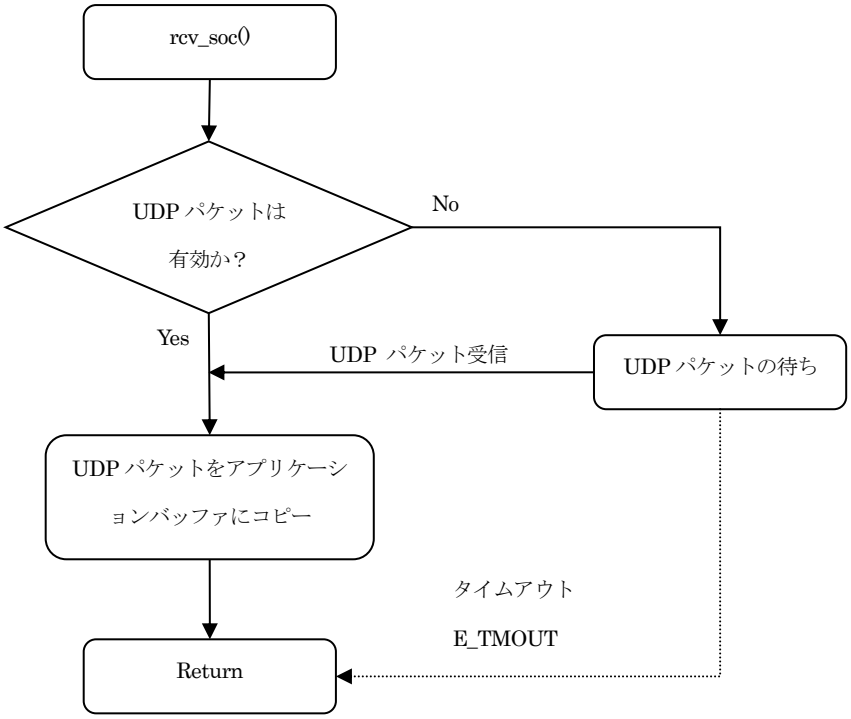
① アプリケーションデータはネットワークバッファーにコピーされ、リモートホストの IP アドレス、ポート番号など UDP ヘッダーを付加し UDP パケットを構築します。

② ARP プロトコルでリモートホストの MAC アドレスが解決出来ないときは、E_TMOUT エラーを返します。

③ デフォルトでは、送信データの最大サイズが 1472 バイト (CFG_PATH_MTU (1500 バイト) – IP ヘッダーサイズ – UDP ヘッダーサイズ)に設定されています。これ以上のサイズを送信する場合は、ネットワークバッファサイズの設定が必要です。詳細は、IP リアセンブリ・フラグメントの項目を参照してください。

（2）データの受信

データの受信は rcv_soc()を使います。rcv_soc（）の処理フローは下図のようになります。



UDP ソケット rcv_soc の処理フロー

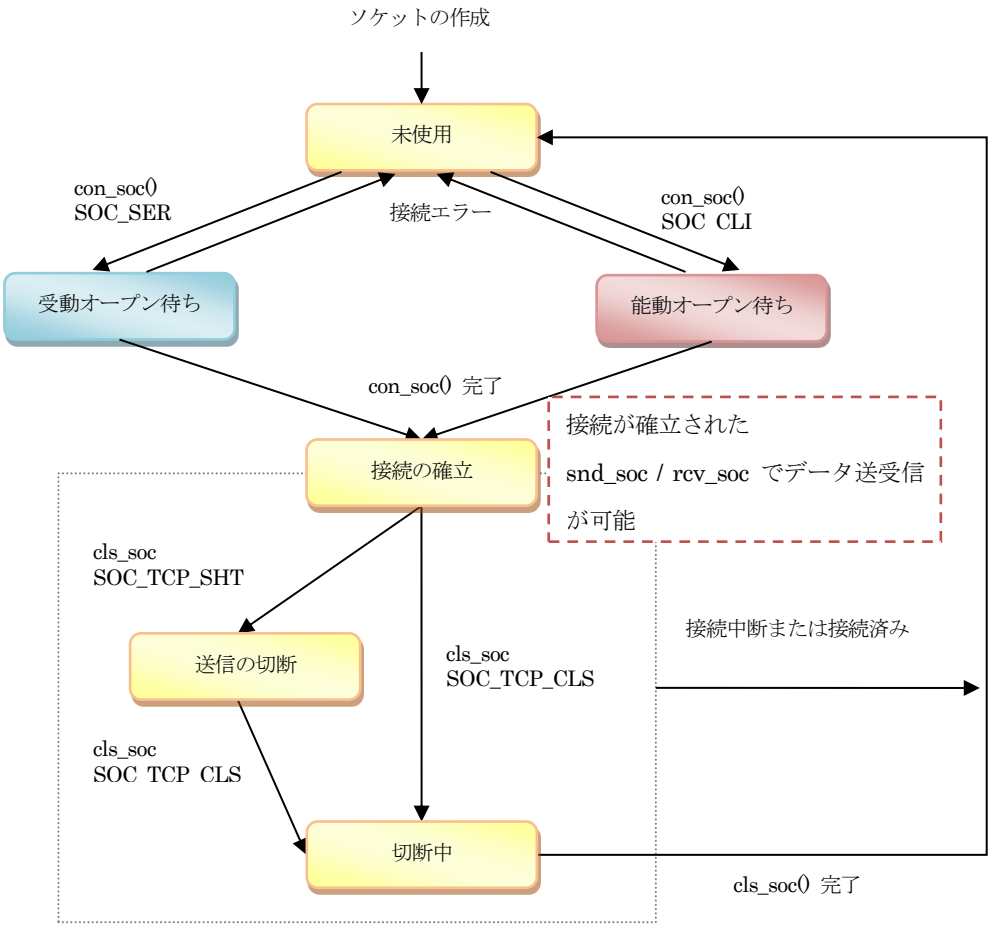
① UDP パケットが未受信なら、UPD パケットの受信待ちになります。この時、ソケットの受信タイムアウトを過ぎたら E_TMOUT を返します。

② 受信したパケットサイズが要求されたデータサイズよりも小さければ、アプリケーションのバッファにコピーします。受信したパケットサイズが要求されたデータサイズよりも大きいときは、要求サイズ分だけアプリケーションのバッファにコピーします。残ったデータは捨てられます。

③ デフォルトでは、受信データの最大サイズが 1472 バイト（CFG_PATH_MTU（1500 バイト）– IP ヘッダーサイズ – UDP ヘッダーサイズ)に設定されています。これ以上のサイズを受信する場合は、ネットワークバッファサイズの設定が必要です。詳細は、IP リアセンブリ・フラグメントの項目を参照してください。

３．１．４　　TCP モジュール

TCP は UDP と異なり、コネクション型ですので送信相手と通信路を確保しデータの送受信を行います。TCP のシーケンスは下図のようになります。



TCP のシーケンス

（1）接続の確立

TCP 接続には能動接続と、受動接続の二つのモードがあります。能動接続はリモートホストに自ら接続要求します。対して受動接続はリモートホストからの接続を待ちうけます。

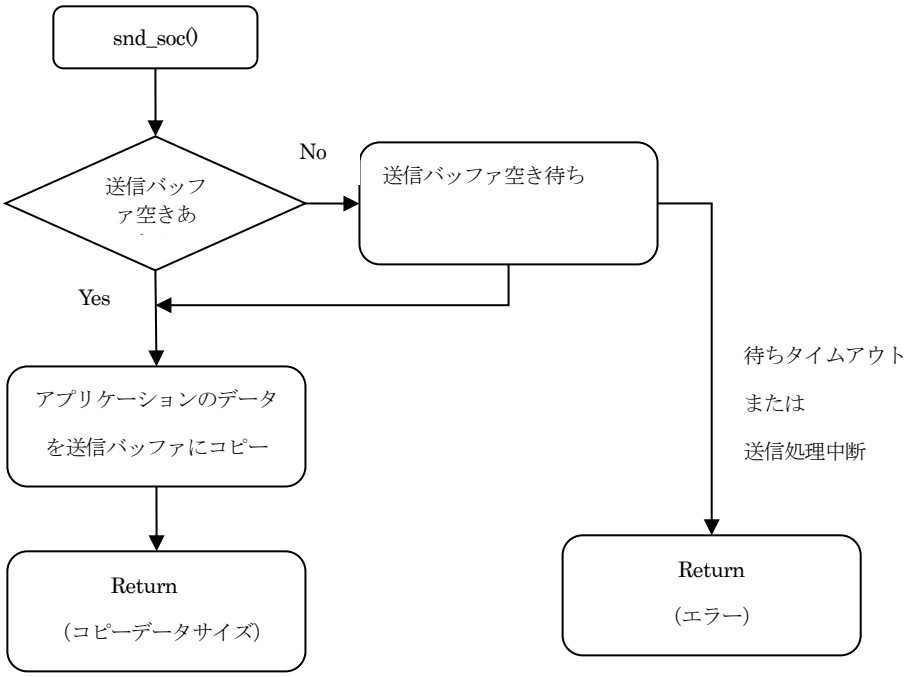
接続には con_soc()を使用し、SOC_CLI で能動接続、SOC_SER で受動接続を指定します。

（2）接続の終了

接続を切断するには　cls_soc()を使用します。完全に接続を切断するには SOC_TCP_CLS を送信のみ切断するには SOC_TCP_SHT を指定します。

（3）データの送信

snd_soc()を使ってデータを送信します。snd_soc（）の処理フローは下図のようになります。



TCP ソケット　snd_soc の処理フロー

① アプリケーションのデータを TCP 送信バッファにコピーします。コピーが成功したら TCP プロトコルがデータを送信します。リモートホストがデータを受信したら TCP 送信バッファにあるデータはクリアされます。

TCP 送信バッファ

送信バッファサイズは TCP ソケット作成時に指定する必要があります。バッファサイズは 4 バイトから 32 キロバイトの範囲で、2 の累乗(1024, 2048, 4096 など)で指定します。

（4）データの受信

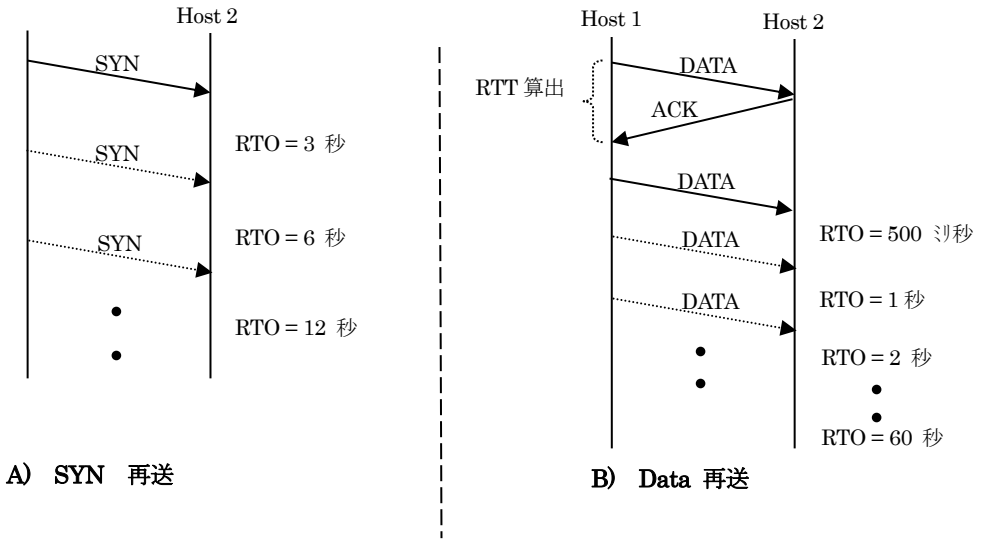
rcv_soc()を使ってデータを送信します。受信した TCP パケットは、まず TCP 受信バッファに登録されます。rcv_soc()が呼ばれたら TCP 受信バッファからアプリケーションのバッファにコピーされます。

TCP 受信バッファ（ウィンドウバッファ）

受信バッファサイズは TCP ソケット作成時に指定する必要があります。バッファサイズは 4 バイトから 32 キロバイトの範囲で、2 の累乗(1024, 2048, 4096 など)で指定します。

（5）再送タイムアウト

再送タイマのシーケンスは下図のようになります。



再送タイマ例

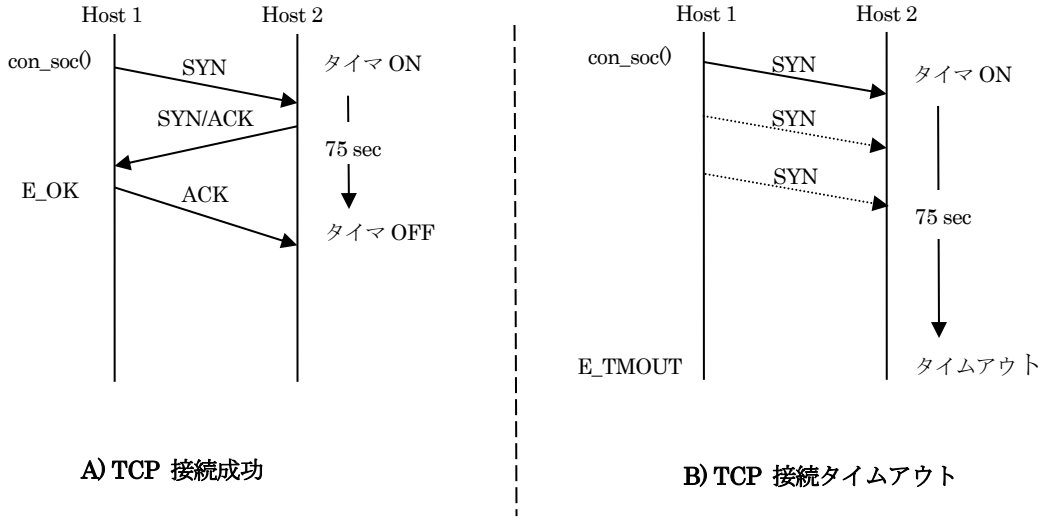
TCP では何らかの原因で一定時間の間 ACK パケットの応答が無い場合、応答が無かったセグメントを再送します。この再送するまでの待ち時間のことを「RTO」（Retransmission Time Out　再送タイムアウト）と呼びます。RTO の初期値は「RTT」（Round Trip Time）と呼ばれる「パケットが相手まで往復する時間」の「４倍＋α」となっています。RTO の値は再送を行うたびに２倍に増やされていきます。

上図 A の SYN 再送時、RTT 値は設定されていないので、CFG_TCP_RTO_INI（3 秒）を使用します。上図 B のデータ再送では前回の送信成功を元に計算された RTT 値、500 ミリ秒を使用しています。

RTO の範囲は CFG_TCP_RTO_MIN (500 ミリ秒)から CFG_TCP_RTO_MAX (60 秒)に設定されています。

（6）接続タイムアウト

接続タイマシーケンスは下図のようになります。



接続タイムアウト例

con_soc()呼出し時に、このタイマは起動し 3 ウェイハンドシェイクがタイムアウトまでに完了すれば、E_OK を返します（**A**）。タイムアウトしたら E_TMOUT を返します（**B**）。

接続処理（3 ウェイハンドシェイク）のタイムアウト値は CFG_TCP_CON_TMO（75 秒）に設定されています。

※TCP ソケットは作成時、接続用ブロキングタイムアウトを指定することができます。この値がタイムアウトした場合、接続処理は直ちに中断され con_soc()は E_TMOUT を返します。

（7）送信タイムアウト

送信タイムアウトは CFG_TCP_SND_TMO (64 秒)に設定されています。データ通信中、CFG_TCP_SND_TMO を経っても相手から応答がない場合は接続を切断します。

（8）切断タイムアウト

切断処理のタイムアウトは CFG_TCP_CLS_TMO (75 秒)に設定されています。cls_soc()が CFG_TCP_CLS_TMO までに完了しなければ、接続は強制切断され cls_soc()は E_TMOUT を返します。

※TCP ソケットは作成時、切断用ブロキングタイムアウトを指定することができます。この値がタイムアウトした場合、切断処理は直ちに中断され cls_soc()は E_TMOUT を返します。

（9）遅延 ACK タイムアウト

遅延 ACK タイムアウトは CFG_TCP_ACK_TMO (200 ミリ秒)に設定されています。

（１０）TCP 輻輳制御

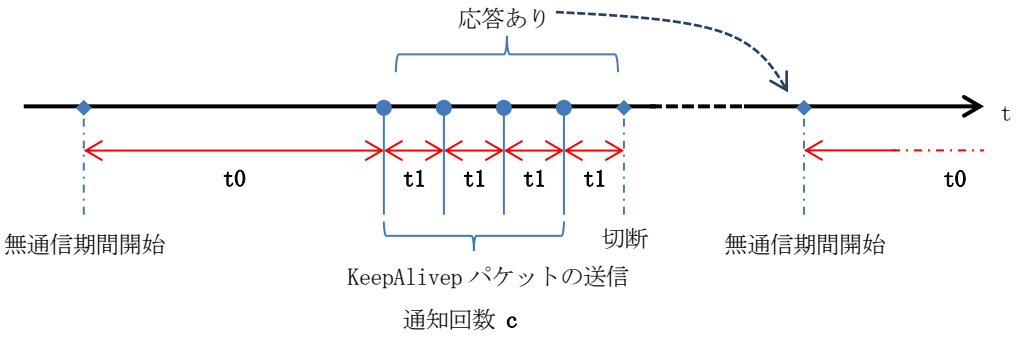
μNet3 は高速再送/高速復帰をサポートしています。重複 ACK 数は CFG_TCP_DUP_CNT (4)に設定されています。

（１１）Maximum　Segment Size（MSS）

MSS は CFG_TCP_MSS　（1460 バイト）に設定されています。

（１２）Keep Alive 機能

μNet3 は KeepAlive 機能をサポートしています。



t_0=KeepAlive 起動時間、　t_1=KeepAlive 通知間隔、　c=KeepAlive 通知回数

KeepAlive パケット動作

KeepAlive 機能が有効な場合(**c** > 0)、無通信状態で t_0 時間を経過すると KeepAlive パケットを接続先ホストに送信します。その後接続先から応答を得るか、**c** 回の再送を繰り返すまで t_1 時間間隔で KeepAlive パケットの送信を続けます。

KeepAlive パケットを **c** 回再送して応答が無い場合、接続先ホストとの TCP コネクションを切断します。接続先ホストから応答が有った場合、TCP コネクションの接続を維持します。(上図右の無通信期間開始に遷移)

KeepAlive 機能が無効な場合(**c** ＝0)、TCP コネクションは自動的に切断することはありません。

３．２　　ネットワーク・デバイスドライバ

μNet3 では各種ネットワークデバイスに対応できるようデバイスドライバの共通インタフェースを提供しています。このインタフェースに従い作成されたデバイスドライバはμNet3 で使用することが可能となります。

具体的に、プロトコルスタックは**T_NET_DEV 構造体**を通じてデバイスドライバにアクセスしますので、予め**T_NET_DEV 構造体**にデバイス名、デバイス番号、デバイスドライバの関数といった情報を登録しておきます。プロトコルスタックはデバイス番号により **T_NET_DEV** に登録されたデバイスを特定しアクセスします。

ネットワーク・デバイスドライバの詳細に関しては、「uNet3Ethernet ドライバインタフェース」ガイドを参照して下さい。

３．２．１　　デバイス構造体

```
typedef struct t_net_dev {
        UB      name[8];    /* デバイス名 */
        UH      num;        /* デバイス番号 */
        UH      type;       /* デバイスタイプ */
        UH      sts;        /*予約 */
        UH      flg;        /* 予約 */
        FP      ini;        /* dev_ini 関数へのポインタ*/
        FP      cls;        /* dev_cls 関数へのポインタ*/
        FP      ctl;        /* dev_ctl 関数へのポインタ*/
        FP      ref;        /* dev_ref 関数へのポインタ*/
        FP      out;        /* dev_snd 関数へのポインタ*/
        FP      cbk;        /* dev_cbk 関数へのポインタ*/
        UW      *tag;       /* 予約 */
        union   cfg;        /* MAC アドレス */
        UH      hhdrsz;     /* デバイスヘッダーサイズ */
        UH      hhdrofs;    /* ネットワークバッファ書き込み位置 */
        VP      opt;        /* ドライバ拡張領域（μNet3/ver3 以降)*/
} T_NET_DEV;
```

（1）デバイス番号

デバイスを特定するためにユニークな番号をセットします。プロトコルスタックはこの番号を使ってデバイスにアクセスします。**デバイス番号は必ず１から連番でつける必要があります。**

（2）デバイス名

デバイスを特定するために名前をセットします。デバイス名の長さは 8 バイト以内です。

例）eth0、eth1 など。

（3）デバイスタイプ

ネットワークデバイスのタイプをセットします。以下のようなものがあります。

デバイスタイプ	意味
NET_DEV_TYPE_ETH	Ethernet デバイス
NET_DEV_TYPE_PPP	PPP デバイス

（4）デバイスドライバ関数

デバイスドライバは以下に示す関数をサポートする必要があります。これらの関数はプロトコルスタックから適宜呼び出されます。

プロトタイプ	説明	必須
ER dev_ini(UH dev_num)	デバイスの初期化	必須
ER dev_cls(UH dev_num)	デバイスの解放	必須ではない
ER dev_snd(UH dev_num, T_NET_BUF *pkt)	パケットをネットワークに送信	必須
ER dev_ctl(UH dev_num, UH opt, VP val)	デバイスの制御	必須ではない
ER dev_ref(UH dev_num, UH opt, VP val)	デバイス状態取得	必須ではない
void dev_cbk(UH dev_num, UH opt, VP val)	デバイスからのイベント通知（コールバック関数）	必須ではない

（5）MAC アドレス

ハードウェアを特定するためのユニークな値をセットします。

```
union {
        struct {
            UB    mac[6];   /* MAC アドレス */
        }eth;
} cfg;
```

３．２．２　インタフェース

dev_ini	デバイスの初期化

【書式】

ER ercd = dev_ini(UH dev_num);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	デバイス番号が不正
E_OBJ	既に初期済み
E_PAR	T_NET_DEV に不正な値が設定された
<0	その他エラー（実装依存）

【解説】

デバイスの初期化を行います。この関数はプロトコルスタックからデバイスを初期化するために呼ばれます。この関数が呼ばれる前に T_NET_DEV にデバイス情報が登録されている必要があります。

dev_cls　　デバイスの解放

【書式】

ER ercd = dev_cls(UH dev_num);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	デバイス番号が不正
E_OBJ	既に解放済み

【解説】

デバイスを解放します。

dev_ctl　　デバイスの制御

【書式】

ER ercd = dev_ctl(UH dev_num, UH opt, VP val);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号
UH	opt	制御コード
VP	val	設定する値

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	デバイス番号が不正
E_PAR	不正なパラメータ
E_OBJ	既に解放済み

【解説】

この関数の動作は実装依存になります。

dev_ref　　デバイスの状態取得

【書式】

ER ercd = dev_ref(UH dev_num, UH opt, VP val);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号
UH	opt	状態コード
VP	val	取得する値

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	デバイス番号が不正
E_PAR	不正なパラメータ
E_OBJ	既に解放済み

【解説】

この関数の動作は実装依存になります。

dev_snd　　パケットの送信

【書式】

ER ercd = dev_snd(UH dev_num, T_NET_BUF *pkt);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号
T_NET_BUF	*pkt	ネットワークバッファへのポインタ

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_WBLK	パケットはキューへ登録された（エラーではない）
E_ID	デバイス番号が不正
E_PAR	不正なパラメータ
E_TMOUT	パケットの送信がタイムアウト
E_OBJ	既にデバイス状態が不正

【解説】

この関数はパケットを Ethernet に送信します。

実装例

```
ER dev_snd(UH dev_num, T_NET_BUF *pkt)
{
  /* Ethernet フレーム(IP/TCP/UDP)をコピー */
  memcpy(txframe,  pkt->hdr,  pkt->hdr_len);
  /* ネットワークへ送信 */
  xmit_frame(txframe);
  return E_OK;
}
```

上の例では、プロトコルスタックの処理がデバイスドライバによってブロキングされてしまいます。次の例ではキューを使いブロッキングしない例を示します。

ノンブロキング例

```
ER dev_snd(UH dev_num, T_NET_BUF *pkt)
{
   queue_tx(pkt);        /* パケットをキューに登録 */
   return E_WBLK;   /* ノンブロッキング */
}

void queue_tx_task(void)
{
   dequeue_tx(pkt); /* キューからパケット取り出し */
   /* Ethernet フレーム(IP/TCP/UDP)をコピー */
   memcpy(txframe,   pkt->hdr,   pkt->hdr_len);
   xmit_frame(txframe);   /* ネットワークへ送信 */
   if (transmission timeout) {
      pkt->ercd = E_TMOUT;     /* タイムアウトセット */
   }
   net_buf_ret(pkt);
}
```

dev_snd では送信処理は行わず、パケットはキューに登録して E_WBLK を返します。実際のパケット送信処理は別タスクで行い、ネットワークバッファの解放もそこで行うようにします。

dev_cbk　　デバイスのイベント通知

【書式】

void dev_cbk(UH dev_num, UH opt, VP val);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号
UH	opt	イベントコード
UH	val	イベント値

【戻り値】

なし

【エラーコード】

なし

【解説】

デバイスドライバからアプリケーションにイベントを通知するための関数です。この関数は実装依存です。

３．２．３　パケットのルーティング

デバイスドライバから上位プロトコルスタックへパケットを転送するには、次の API を使用します。

※この API はアプリケーションからは使用できません。

net_pkt_rcv	プロトコルスタックへパケット転送

【書式】

void net_pkt_rcv(T_NET_BUF *pkt);

【パラメータ】

T_NET_BUF	*pkt	ネットワークバッファへのポインタ

【戻り値】

なし

【エラーコード】

なし

【解説】

この関数は上位プロトコルへのパケットを転送します。次の例ではデバイスドライバから上位プロトコルスタックへパケットを転送する例を示します。

例

```
/* ネットワークバッファの確保 */
T_NET_BUF *pkt;
net_buf_get(&pkt, len, TMO);

/* 受信した Ethernet ヘッダーをネットワークバッファへセット */
pkt->hdr = pkt->buf + 2;
pkt->hdr_len = ETH_HDR_SZ;
memcpy(pkt->hdr, rx_frame, pkt->hdr_len);

/* 受信した IP ペイロードをネットワークバッファへセット */
pkt->dat= pkt->hdr + pkt->hdr_len;
pkt->dat_len = rx_frame_len – pkt->hdr_len;
memcpy(pkt->dat, rx_frame + pkt->hdr_len, pkt->dat_len);

/* デバイス情報のセット*/
```

```
pkt->dev = dev;

/* プロトコルスタックへネットワークバッファの送信 */
net_pkt_rcv(pkt);
```

ネットワークバッファの解放は net_pkt_rcv()内で行われます。net_pkt_rcv()はタスクコンテキストから呼ばれなければなりません。

３．２．４　ループバックインタフェース

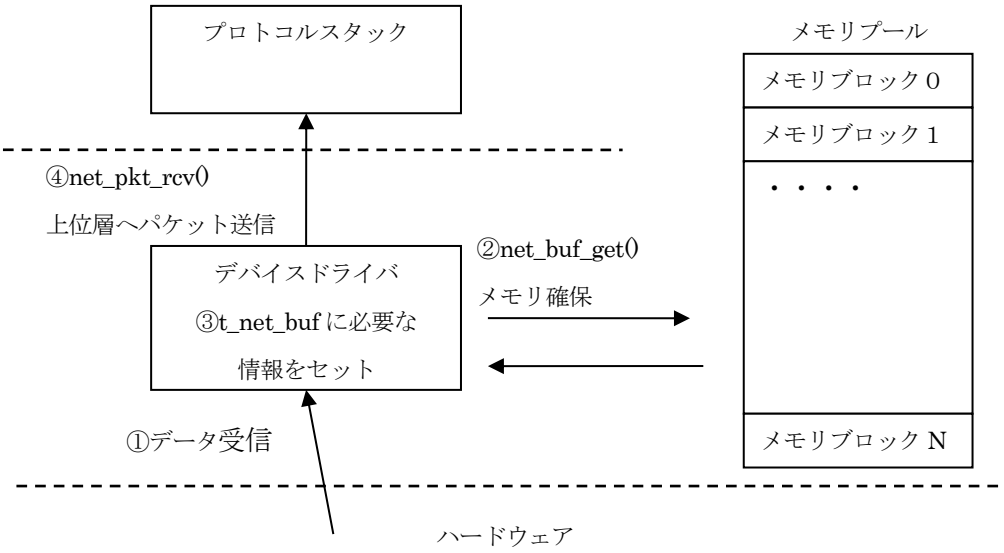
μNet3 ではパケットをネットワーク・デバイスドライバで折り返すループバックインタフェースを提供します。DDR_LOOPBACK_NET.c を使用することで、そのインタフェースから送信するパケットはμNet3 に通知されます。

一般の(127.0.0.1 で表される) ループバックインタフェースとは異なり、μNet3 では静的な IP アドレスと MAC アドレスを設定します。μNet3/Compact でループバックインタフェースを使用するには、コンフィグレータのインタフェースの登録時にデバイスタイプに「Loopback」を選択します。

ループバックインタフェースからパケットを受信するには、そのパケットの宛先が割り当てた IP アドレスでなければなりません。またループバックインタフェースを使用する場合でも ARP を使ったアドレス解決が行われます。

３．３　　メモリ管理

プロトコルスタックではメモリ管理にネットワークバッファを使用しています。ネットワークバッファを使うことにより動的にメモリの空きブロックを確保することが可能になります。下図にメモリ確保の例を示します。まず始めにハードウェアからデータを受信したデバイスドライバはネットワークバッファ API を使用して、メモリを確保(net_buf_get)します。次に確保したメモリに必要情報をセットし、上位層のプロトコルスタックへパケットを送信(net_pkt_rcv)します。



メモリ確保例の図

３．３．１　ネットワークバッファ

μNet3/Compact ではブロックサイズが 1472byte の固定長メモリプールを最大 8 つ使用しています。ネットワークバッファはこのメモリプールからメモリを確保したり、解放したりする仕組みを提供します。

ネットワークバッファの構造（T_NET_BUF）

```
typedef struct t_net_buf {
        UW          *next;      /* 予約 */
        ID          mpfid;      /* メモリプール ID */
        T_NET       *net;       /* ネットワークインタフェース */
        T_NET_DEV   *dev;       /* ネットワークデバイス */
        T_NET_SOC   *soc;       /* ソケット */
        ER          ercd;       /* エラーコード */
        UH          flg;        /* プロトコルスタック制御用フラグ */
        UH          seq;        /* フラグメントシーケンス */
        UH          dat_len;    /* パケットのデータサイズ */
        UH          hdr_len;    /* パケットのヘッダーサイズ */
        UB          *dat;       /* パケット(buf)内のデータ位置を指す */
        UB          *hdr;       /* パケット(buf)内のヘッダー位置を指す */
        UB          buf[];      /* 実際のパケット */
} T_NET_BUF ;
```

各プロトコル間、プロトコルとデバイスドライバ間のパケットの送受信には、**T_NET_BUF** を使用します。

TCP/IP で実際のパケットデータは‘**buf**’に格納されており、‘***dat**’、‘***hdr**’、‘**hdr_len**’‘**dat_len**’は それにアクセスするために使用します。

３．３．２　　ネットワークバッファ API

※このネットワークバッファ API はアプリケーションから使用することはできません。

net_buf_get　　ネットワークバッファの確保

【書式】

ER ercd = net_buf_get(T_NET_BUF **buf, UH len, TMO tmo);

【パラメータ】

T_NET_BUF	**buf	メモリ確保するバッファのアドレス
UH	len	確保するバイト数
UH	tmo	タイムアウト指定

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_PAR	不正なパラメータ値が設定された
E_NOMEM	メモリ確保できない
E_TMOUT	タイムアウト

【解説】

メモリプールよりメモリを確保します。確保したメモリのアドレスは buf に返します。

net_buf_ret　　ネットワークバッファの解放

【書式】

void net_buf_ret(T_NET_BUF *buf) ;

【パラメータ】

T_NET_BUF	*buf	メモリ解放するバッファのアドレス

【戻り値】

なし

【エラーコード】

なし

【解説】

メモリプールにメモリを返却します。ネットワークバッファとソケットが関連づけられている場合は、ソケットにメモリ解放イベントを通知します。

３．４　　メモリ I/O 処理

μNet3 は動作するデバイスやコンパイル環境に依存しないように、プロトコル処理で発生する連続したメモリへの書き込みや、比較処理はユーザ側で定義します。たとえば DMA 機能を備えたデバイスの場合、標準ライブラリ関数である memcpy()は使用せず、DMA 転送でメモリコピーを実行することができます。

(※本機能はμNet3 のバージョン 2.0 以降に限ります。)

３．４．１　　メモリ I/O API (uNet3 ver.2.xx)

net_memset	メモリの値設定

【書式】

VP net_memset(VP d, int c, UINT n);

【パラメータ】

VP	d	設定するメモリの先頭アドレス
int	c	設定する値
UINT	n	設定バイト数

【戻り値】

VP	d	設定するメモリの先頭アドレス

【解説】

メモリの設定が正常に終了した場合は、引数で指定されるメモリの先頭アドレスを返却して下さい。

net_memcpy　　メモリのコピー

【書式】

VP net_memcpy(VP d, VP s, UINT n);

【パラメータ】

VP	d	コピー先アドレス
VP	s	コピー元アドレス
UINT	n	コピーバイト数

【戻り値】

VP	d	コピー先アドレス

【解説】

メモリのコピーが正常に終了した場合は、引数で指定されるコピー先アドレスを返却して下さい。

net_memcmp　　メモリの比較

【書式】

int net_memcmp(VP d, VP s, UINT n);

【パラメータ】

VP	d	比較メモリアドレス 1
VP	s	比較メモリアドレス 2
UINT	n	比較バイト数

【戻り値】

int		比較結果

【解説】

両メモリから指定されたバイト数分、同じ値の場合は 0 を返却して下さい。そうでない場合は、非 0 を返却して下さい。

３．４．２　メモリ I/O API (uNet3 ver.3.xx)

net_memset	メモリの値設定

【書式】

void* net_memset(void* d, int c, SIZE n);

【パラメータ】

void*	d	設定するメモリの先頭アドレス
int	c	設定する値
SIZE	n	設定バイト数

【戻り値】

void*	d	設定するメモリの先頭アドレス

【解説】

メモリの設定が正常に終了した場合は、引数で指定されるメモリの先頭アドレスを返却して下さい。

net_memcpy　　メモリのコピー

【書式】

void* net_memcpy(void* d, const void* s, SIZE n);

【パラメータ】

void*	d	コピー先アドレス
const void*	s	コピー元アドレス
SIZE	n	コピーバイト数

【戻り値】

void*	d	コピー先アドレス

【解説】

メモリのコピーが正常に終了した場合は、引数で指定されるコピー先アドレスを返却して下さい。

net_memcmp　　メモリの比較

【書式】

int net_memcmp(const void* d, const void* s, SIZE n);

【パラメータ】

const void*	d	比較メモリアドレス 1
const void*	s	比較メモリアドレス 2
SIZE	n	比較バイト数

【戻り値】

int		比較結果

【解説】

両メモリから指定されたバイト数分、同じ値の場合は 0 を返却して下さい。そうでない場合は、非 0 を返却して下さい。

第４章　コンフィグレーション

４．１　　μNet3/Compact(μNet3 ver.1.xx)のコンフィグレーション

μNet3/Compact を使用する場合、システム設計で決定される各オブジェクトのパラメータとなるコンフィグレーション情報をコンフィグレータに入力し、必要なソースファイルとアプリケーションプログラムのテンプレートになるスケルトンコードを生成することが可能です。

本章では TCP/IP プロトコルスタックのコンフィグレーションについて説明しています。カーネル、デバイスに関するコンフィグレーションについては「μC3/Compact ユーザーズガイド」を参照して下さい。

４．１．１　　コンフィグレータの起動

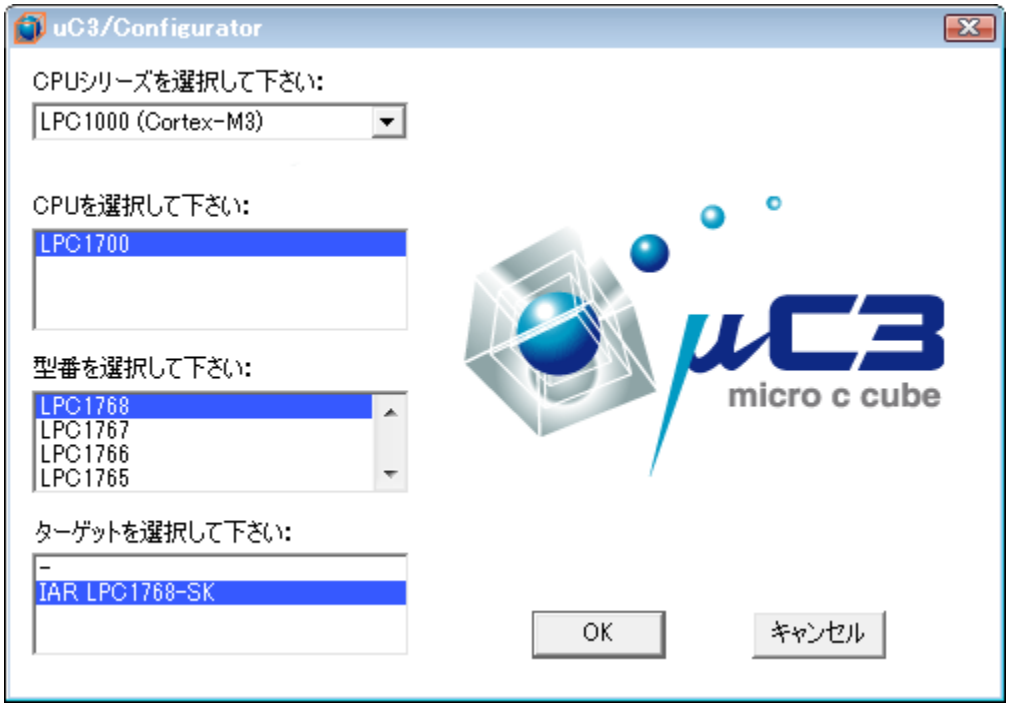
「uC3conf.exe」をダブルクリックし、起動してください。

A．新規でプロジェクトを生成する場合

「新規プロジェクトの生成」を選択後に「OK」をクリックし、「CPU 選択」へ進みます。

CPU 選択

リストよりＣＰＵのシリーズと型番を選択後に「OK」をクリックし、「メイン画面」へ進みます。

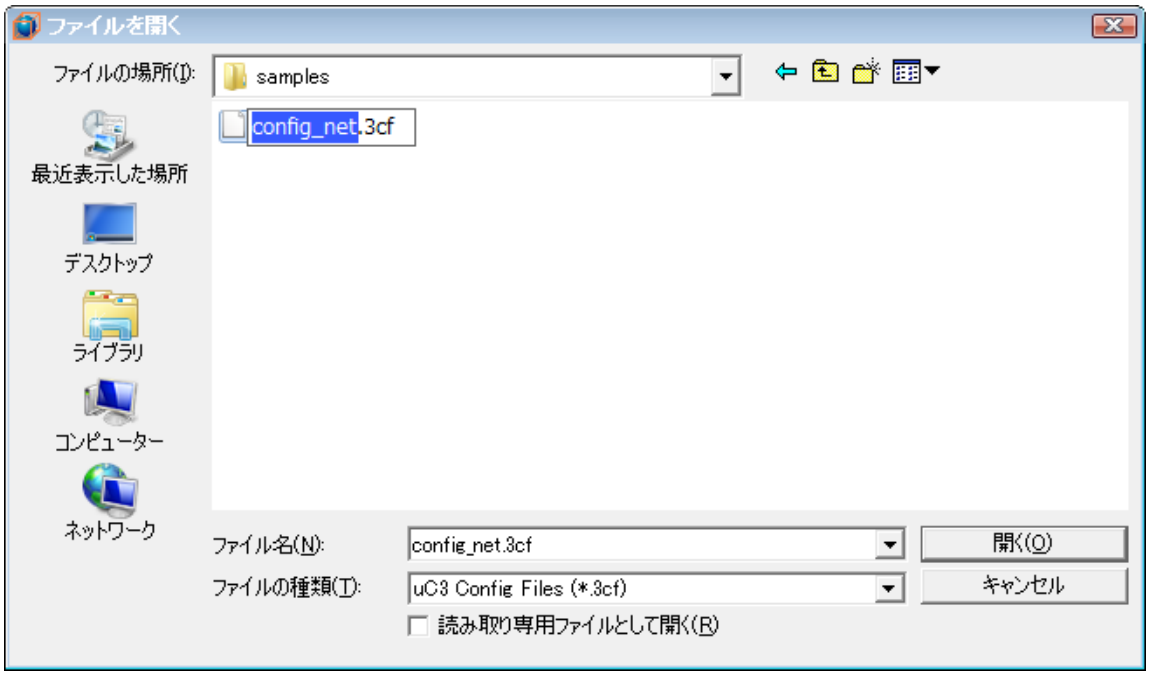


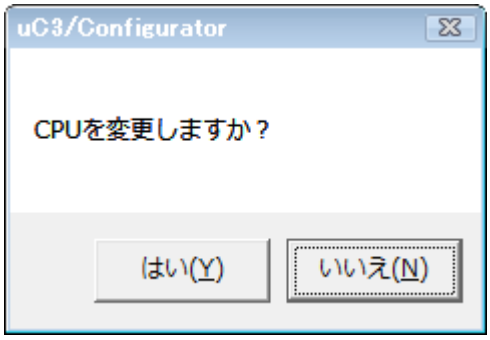
B．既存のプロジェクトを開く場合

「既存のプロジェクトを開く」を選択後に「OK」をクリックし、「ファイルを開く」へ進みます。

ファイルを開く

保存されていたプロジェクトファイル（拡張子.3cf）を選択後に「開く」をクリックし、「メイン画面」へ進みます。





CPU 変更を選択する画面が表示されたら「いいえ」をクリックしてください。

C．メイン画面

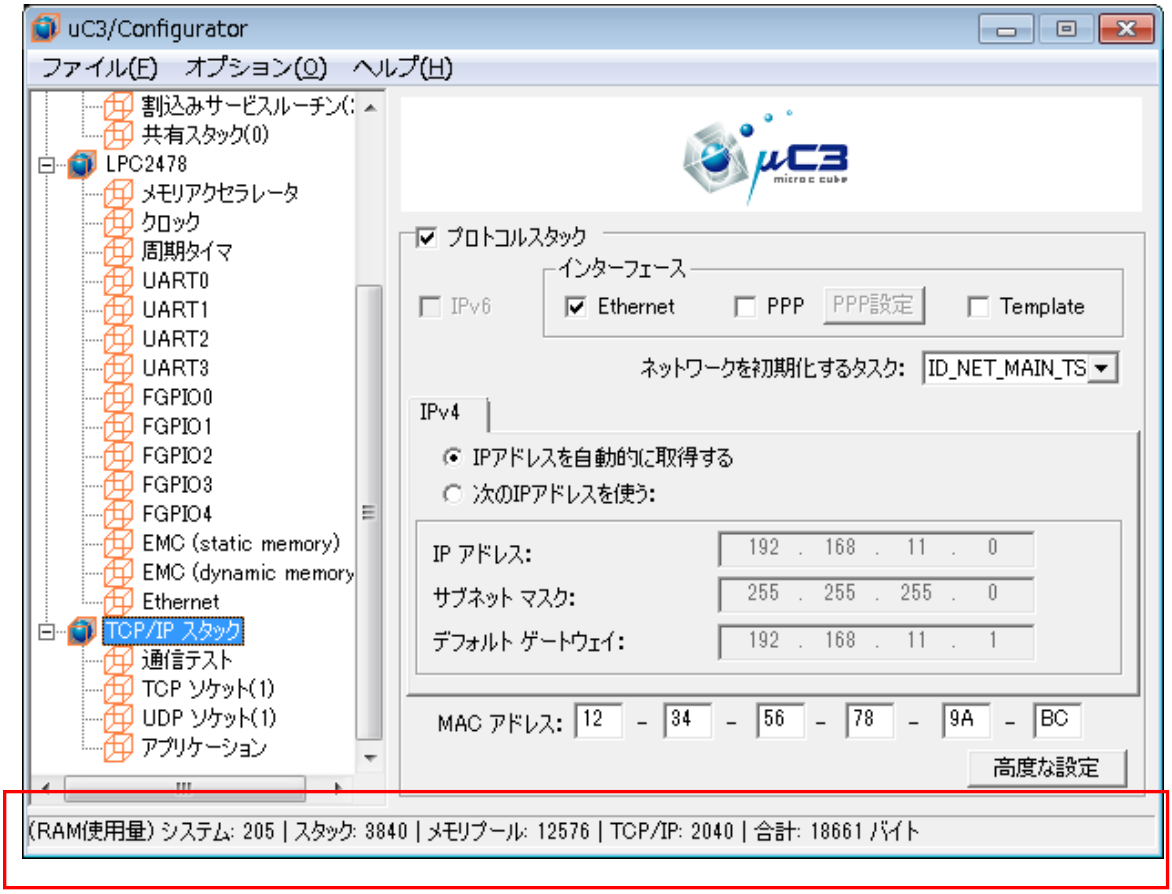
起動後はプロジェクトの参照と編集が可能なメイン画面になります。ツリー表示のオブジェクト名をクリックすることで各オブジェクトのコンフィグレーション画面に切り替えることができます。

ここには、TCP/IP プロトコルスタックやカーネル、プロセッサ依存部などのコンフィグレーションがあります。

４．１．２　　TCP/IP プロトコルスタックの設定

TCP/IP プロトコルスタックには、TCP/IP プロトコルスタックの全体コンフィグレーションと TCP ソケット、UDP ソケット、アプリケーションのコンフィグレーションがあります。TCP ソケット、UDP ソケットのコンフィグレーション画面では、１つのソケットが１つのタブに対応しています。

下端のステータスバーには、システムで RAM メモリの使用量が常に表示されます。以下はコンフィグレーション画面の例です。

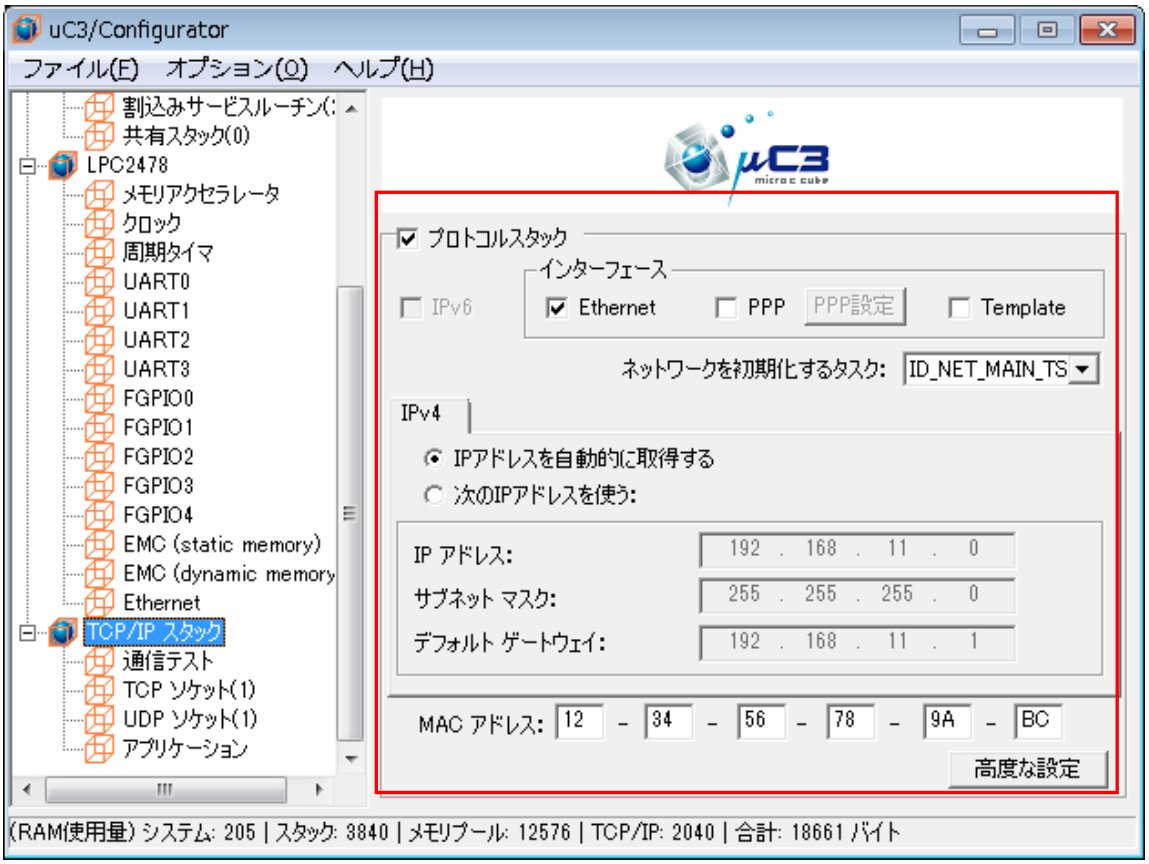


RAM 使用量

項目	内容
システム	カーネル自体が使用するメモリ、オブジェクトの管理領域、データキューのバッファ
スタック	システムスタック、タスク個別のスタック、共有スタック
メモリプール	固定長メモリプールのメモリプール領域
TCP/IP	TCP/IP プロトコルスタックで使用するソケット等の使用量

４．１．３　　全般のコンフィグレーション

ツリー表示の TCP/IP スタックをクリックすると、TCP/IP プロトコルスタック全般のコンフィグレーション画面が表示されます。



プロトコルスタック

プロトコルスタックの使用有無をチェックボックスで指定してください。チェックを ON にするとプロコルスタックが有効になります。OFF にすると無効になります。

※OFF にすると、今まで設定した内容がクリアされますのでご注意ください。

インタフェース

使用するインタフェースを選択します。Ethernet インタフェースを使用する場合は、Ethernet をチェックします。

また独自のネットワークデバイスを実装する場合は、Template をチェックすることでμNet3 とのインタフェースが実装された空のネットワーク・デバイスドライバが使用できます。

ここで選択されたインタフェースはソケットを生成する際に選択可能になります。

ネットワークを初期化するタスク

ネットワークを初期化するタスクを選択します。ここは、指定を外すことが可能になっています。指定を外した場合、ネットワーク初期化の処理「net_setup()」を、追記することが必要

となります。ネットワークを初期化するタスクのスタックサイズは 300 バイト以上に設定してください。

ホスト設定-IP アドレス

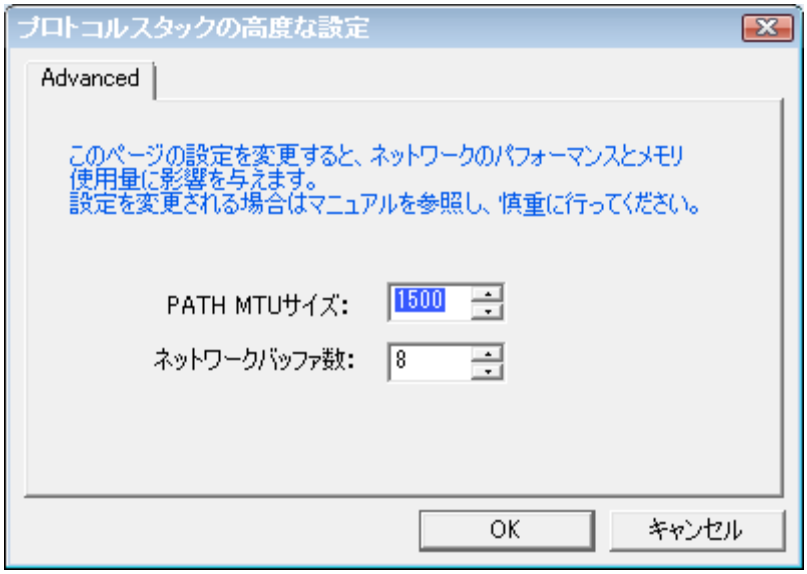
ホストの IP アドレスを指定してください。“IP アドレスを自動的に取得する”を選択すると、DHCP を用いて自動的に IP アドレスを設定します。この時、DHCP 用の UDP ソケットが自動的に追加されます。“次の IP アドレスを使う”を選択した場合は固定 IP アドレスを指定してください。設定値は Ethernet インタフェースに対して有効となります。

ホスト設定-MAC アドレス

ホストの MAC アドレスを指定してください。入力は各オクテット単位で行います。設定値は Ethernet インタフェースに対して有効となります。

「高度な設定」ボタン

「PATH MTU サイズ」及び「ネットワークバッファ数」を指定する画面が表示されます。



PATH MTU サイズ

PATH MTU を指定してください。本書の「第２章　μNet3/Compact の基本概念」及び「第３章 μNet3/Compact の機能概要」を参照して、設定を行ってください。

【補足】

PATH MTU サイズの設定が、固定長メモリプール”ID_TCP_MPF”の「メモリブロックサイズ」に自動的に反映されます。

メモリブロックサイズは、下記により計算されています。

メモリブロックサイズ ＝PATH_MTU＋ 管理情報サイズ

ネットワークバッファ数

ネットワークバッファ数を指定してください。この数値は、TCP/IP プロトコルスタックが使用するネットワークバッファのメモリブロック数を指定します。本書の「第３章　μNet3/Compact の機能概要」の「３．３　ネットワークバッファ」を参照して、設定を行ってください。

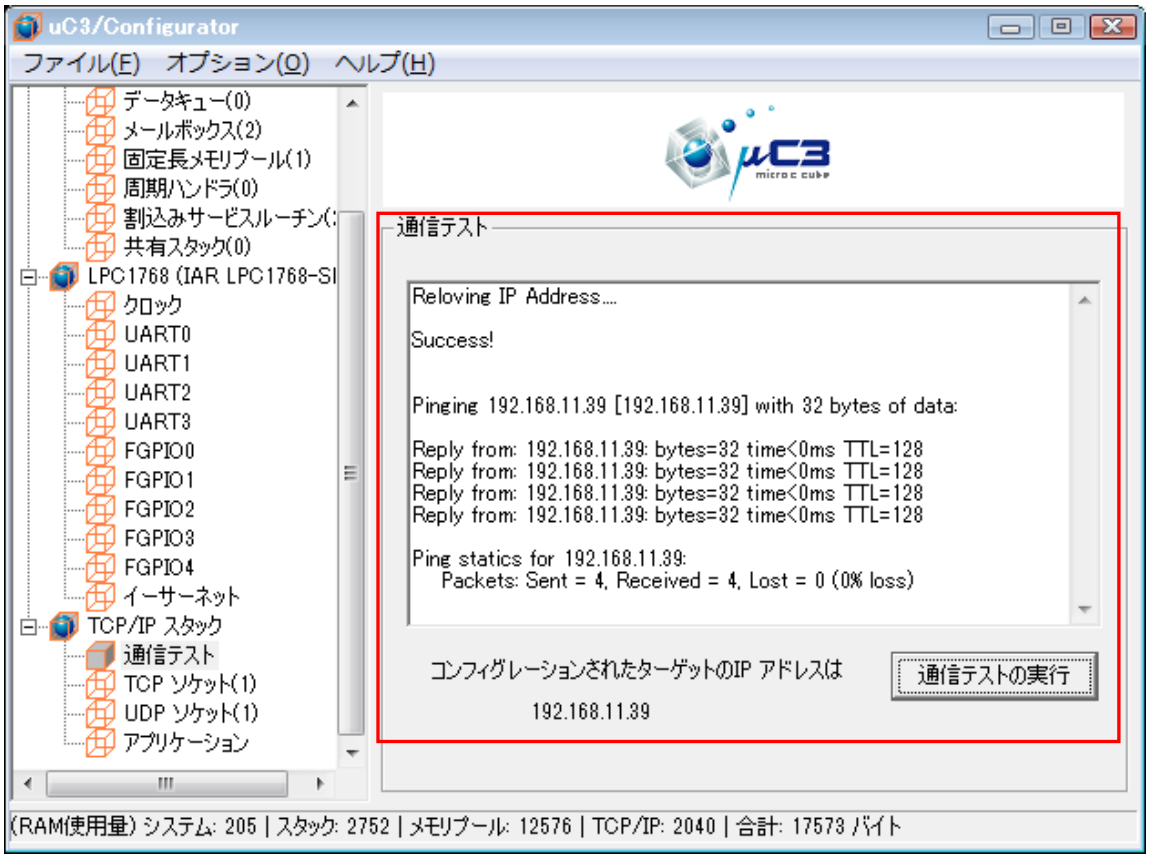
【補足】

ネットワークバッファ数の設定が、固定長メモリプール”ID_TCP_MPF”の「メモリブロック数」に自動的に反映されます。

４．１．４　　通信テスト

ツリー表示の通信テストをクリックすると、通信テスト画面が表示されます。

ここではコンフィグレーションは行わず、ターゲットに対して通信テストを行います。



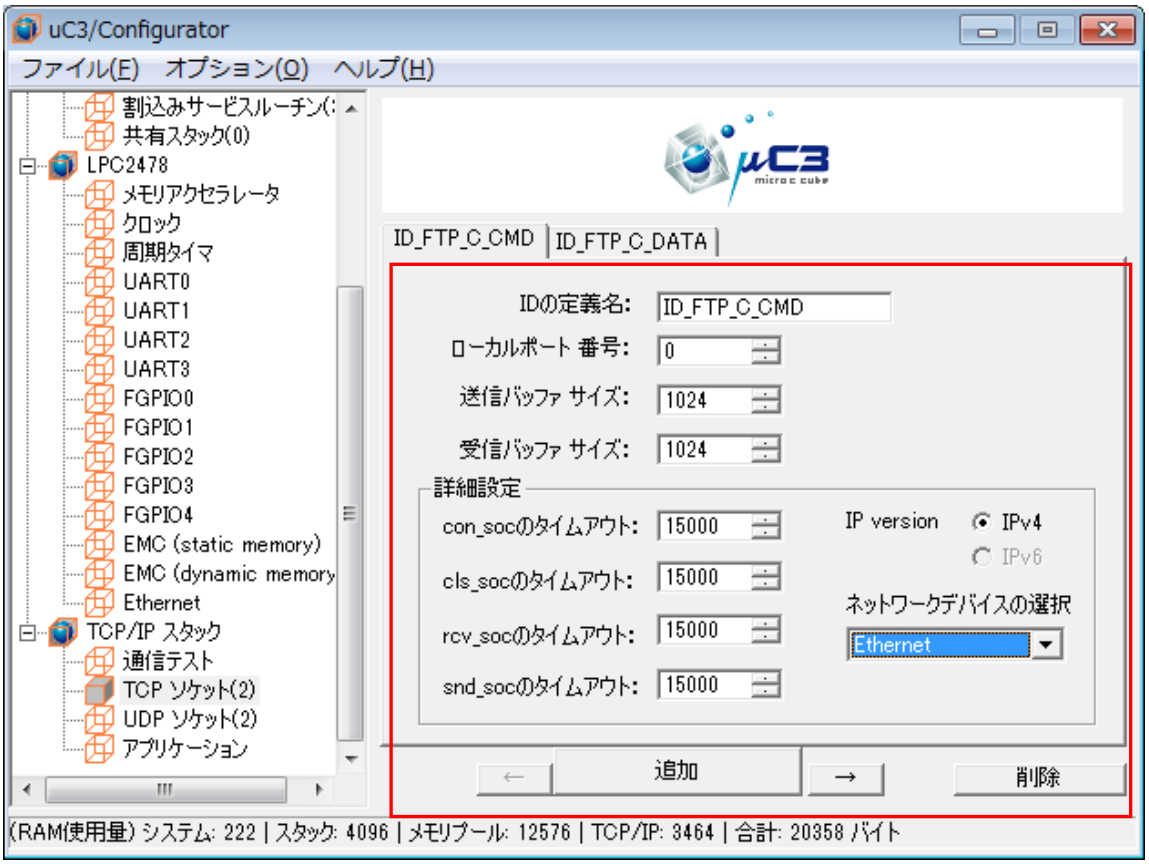
「通信テストの実行」ボタン

４．３で指定したホスト IP アドレスに対して PING を用いて通信テストを行います。通信テストを行うにはターゲットにプログラムが実装されている必要があります。通信テスト結果は画面に表示されます。

※PC にウィルスセキュリティソフトがイントールされている場合、ターゲット側プログラムが正常に動作しているにも関わらず失敗することがあります、その際はウィルスセキュリティソフトのファイルフォール設定を無効にしてから通信テストを行ってください。

４．１．５　　TCP ソケットのコンフィグレーション

ツリー表示の TCP ソケットをクリックすると、TCP ソケットのコンフィグレーション画面が表示されます。



ID の定義名

ソケットの ID 番号を表す任意の定義名を指定してください。この定義名は net_id.h 内でマクロ定義されます。

ローカルポート番号

ソケットのポート番号を指定してください。

送信バッファサイズ

ソケットの送信バッファサイズを指定してください。

受信バッファサイズ

ソケットの受信バッファサイズを指定してください。

con_soc のタイムアウト

con_soc　API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定する

と con_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

cls_soc のタイムアウト

cls_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると cls_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

rcv_soc のタイムアウト

rcv_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると rcv_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

snd_soc のタイムアウト

snd_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると snd_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

ネットワークデバイスの選択

インタフェースでチェックしたネットワークデバイスを選択します。ソケットは必ず一つのネットワークデバイスに関連付ける必要があります。もし何も選択されていない場合はソケット生成時にネットワークデバイスを特定しません。この場合の動作は５．４　ソケット API を参照して下さい。

「追加」ボタン

新しいソケットとそれに対応するタブを追加します。

「削除」ボタン

現在選択されているタブのソケットを削除します。

「←」ボタン

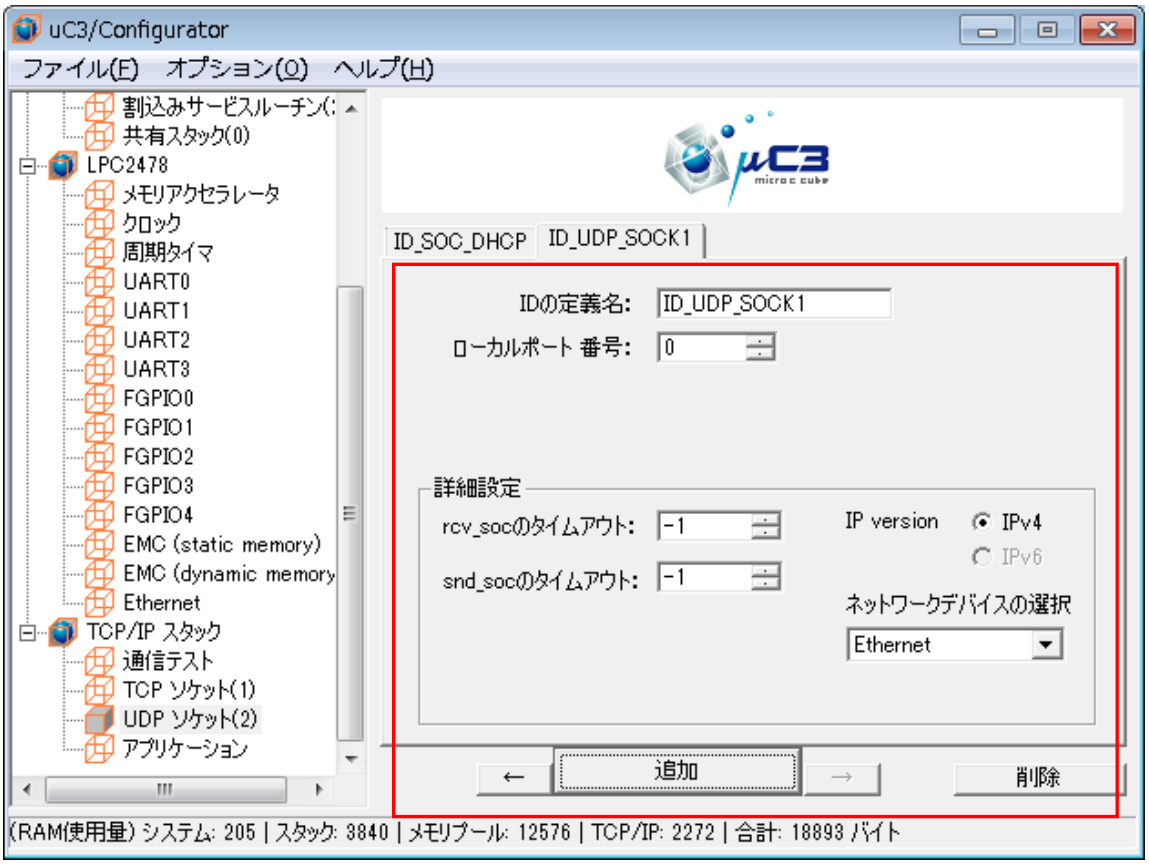
現在選択されているタブを左へ移動します。

「→」ボタン

現在選択されているタブを右へ移動します。

４．１．６　　UDP ソケットのコンフィグレーション

ツリー表示の UDP ソケットをクリックすると、UDP ソケットのコンフィグレーション画面が表示されます。



ID の定義名

ソケットの ID 番号を表す任意の定義名を指定してください。この定義名は net_id.h 内でマクロ定義されます。

ローカルポート番号

ソケットのポート番号を指定してください。

rcv_soc のタイムアウト

rcv_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると rcv_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

snd_soc のタイムアウト

snd_soc　API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると snd_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

ネットワークデバイスの選択

インタフェースでチェックしたネットワークデバイスを選択します。ソケットは必ず一つのネットワークデバイスに関連付ける必要があります。もし何も選択されていない場合はソケット生成時にネットワークデバイスを特定しません。この場合の動作は５．４　ソケット API を参照して下さい。

「追加」ボタン

新しいソケットとそれに対応するタブを追加します。

「削除」ボタン

現在選択されているタブのソケットを削除します。

「←」ボタン

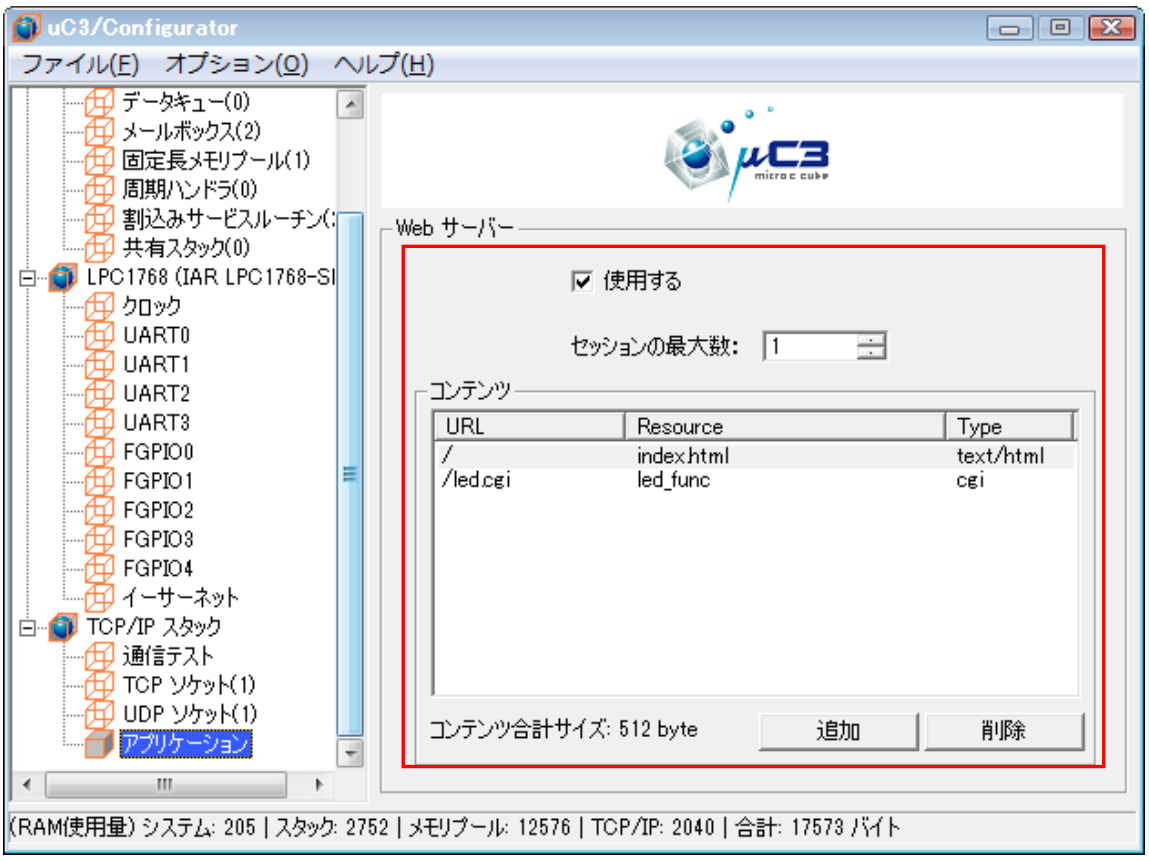
現在選択されているタブを左へ移動します。

「→」ボタン

現在選択されているタブを右へ移動します。

４．１．７　　アプリケーションのコンフィグレーション

ツリー表示のアプリケーションをクリックすると、アプリケーションのコンフィグレーション画面が表示されます。このコンフィグレーションを行うことにより簡単に WEB サーバーアプリケーションを作成することができます。



WEB サーバーの使用有無

WEB サーバーの使用有無を指定してください。チェックを ON にすると WEB サーバーが有効になります。OFF にすると無効になります。WEB サーバーを有効にすると HTTP 用 TCP ソケットが自動的に追加されます。

セッションの最大数

WEB サーバーへの接続するセッションの上限を指定してください。指定できる最大値は 2 です。

コンテンツ一覧

現在登録されているコンテンツが表示されています。登録できるコンテンツ数は最大 50 個です。コンテンツ一覧上で変更したいコンテンツをマウス左ダブルクリックすると、コンテンツを変更することができます。

コンテンツ合計サイズ

現在登録されているコンテンツの合計サイズが表示されます。このサイズが ROM サイズ上限を超えないようにしてください。

「追加」ボタン

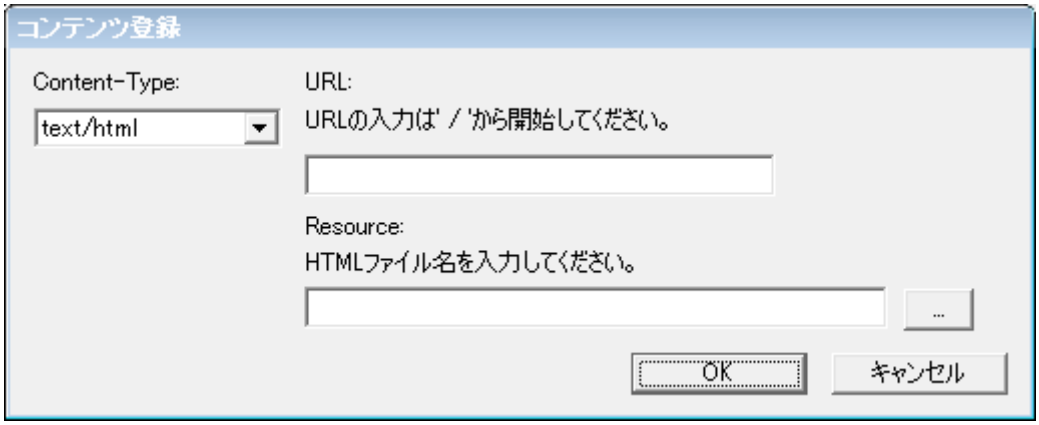
新しいコンテンツを追加します。

「削除」ボタン

現在選択されているコンテンツを削除します。

コンテンツの追加、変更

「追加」ボタンをクリックするか、一覧に登録されているコンテンツをダブルクリックすると次の登録画面が表示されます。



Content-Type

登録するコンテンツタイプ（インターネットメディアタイプ）を指定してください。コンテンツタイプは次の中から選択します。

text/html

image/gif

image/jpeg

cgi

URL

コンテンツの URL を指定してください。URL の入力は‘　/　’から開始してください。入力可能文字数は 12 文字までです。

入力例)

text/html の場合　/index.html

cgi の場合 /function.cgi　（CGI のスクリプト名）

Resource

コンテンツのリソースを指定してください。

- コンテンツタイプが cgi 以外の場合：指定した Content-Type に従い実際のファイルを指定してください。もしくは「…」ボタンをクリックすると“ファイル選択画面”が表示されますので、そこでファイルを指定することもできます。
- コンテンツタイプが cgi の場合 : CGI スクリプトを実行する関数名を指定してください。指定した関数名は main.c に出力されます。関数名に次の文字を含めることはできません。
  禁則文字： " `{}*@;+:*,.#$%&'¥"!?~^=|/¥<>()"

OK ボタン

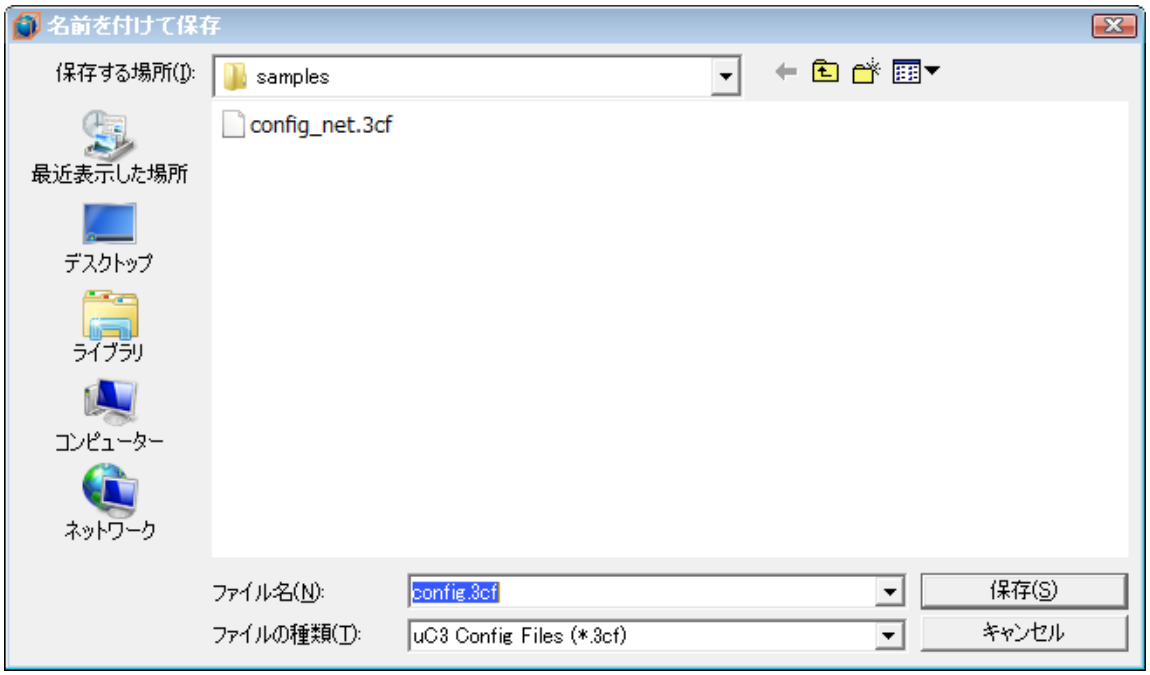
コンテンツを登録します。

キャンセルボタン

コンテンツ登録をせずに画面を閉じます。

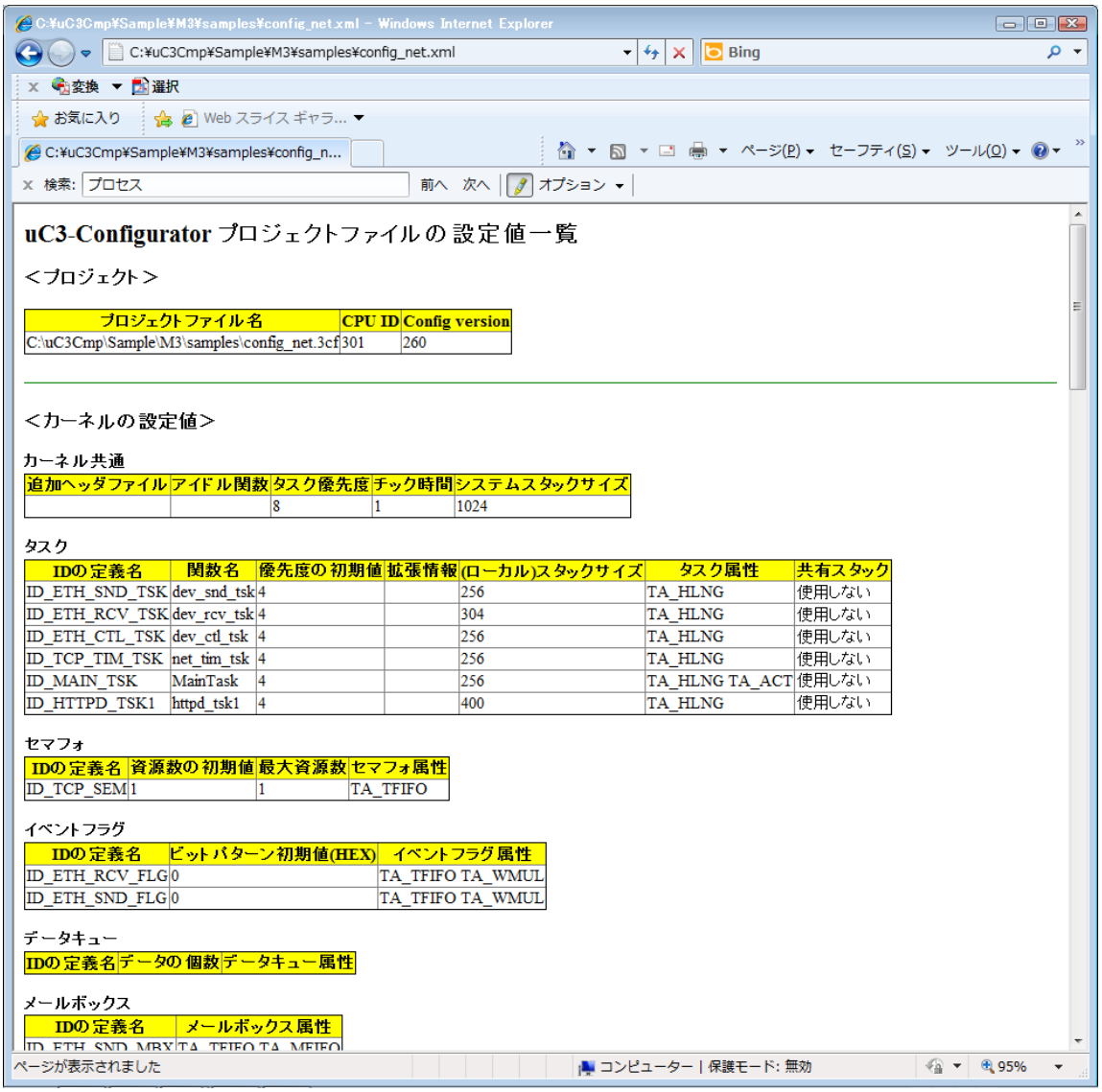
４．１．８　　プロジェクトファイルの保存

「ファイル」→「保存…(S)」により、「名前を付けて保存画面」を開き、プロジェクトファイルの保存先フォルダを指定し、「OK」をクリックします。



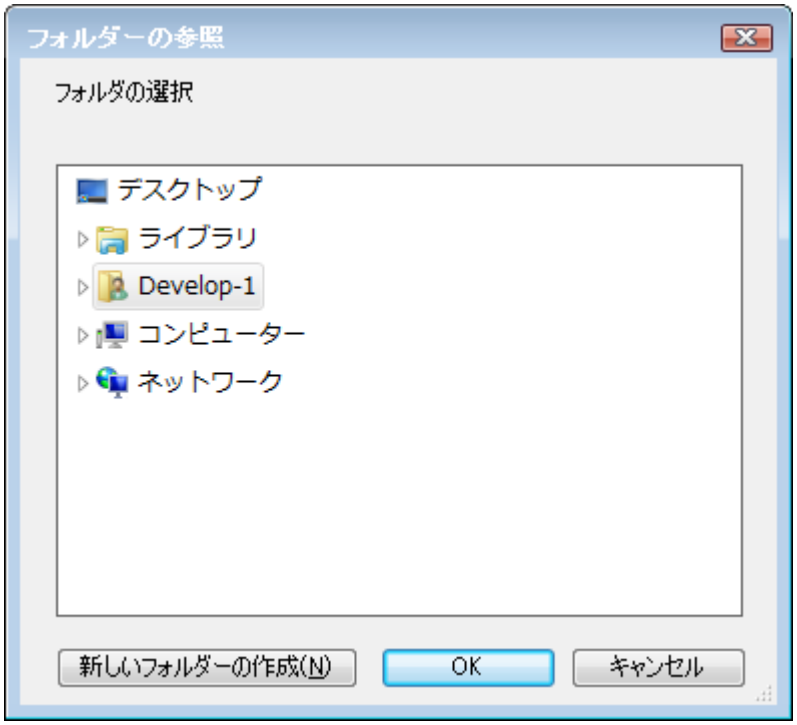
保存されるファイルは、プロジェクトファイル（デフォルト config..3cf）と拡張子を「xml」に変えたファイルが保存されます。

このファイルをブラウザで開くことにより、コンフィグレーション情報を確認することができます。



４．１．９　　ソース生成

「ファイル」→「ソース生成...(G)」により、「フォルダの参照画面」を開き、生成するファイルを展開する任意のフォルダを指定し、「OK」をクリックします。



スケルトンコード main.c が既に存在していた場合には、編集済みのアプリケーションファイルを上書きで誤って消去しないよう、確認のメッセージが表示されます。

【推奨】

スケルトンコードの上書きによる消去を防ぐため、スケルトンコードを直接編集せず、テンプレートとして用いてアプリケーションプログラムを作成することを推奨します。

A．生成されるファイル

ファイル	内容
net_cfg.c	プロトコルスタックのコンフィグレーションコード ソケット定義、IP アドレス定義、MAC アドレス定義等
net_id.h	ソケット ID 定義ヘッダーファイル
net_hdr.h	プロトコルスタックのヘッダーファイル
main.c	main()、初期設定関数、タスクやハンドラなどのスケルトンコード
プロトコルスタックライブラリ	プロトコルスタックの API 群をまとめたライブラリ
アプリケーションプロトコルソースファイル	HTTP、DHCP、DNS、FTP プロトコルの API 群をまとめたコード

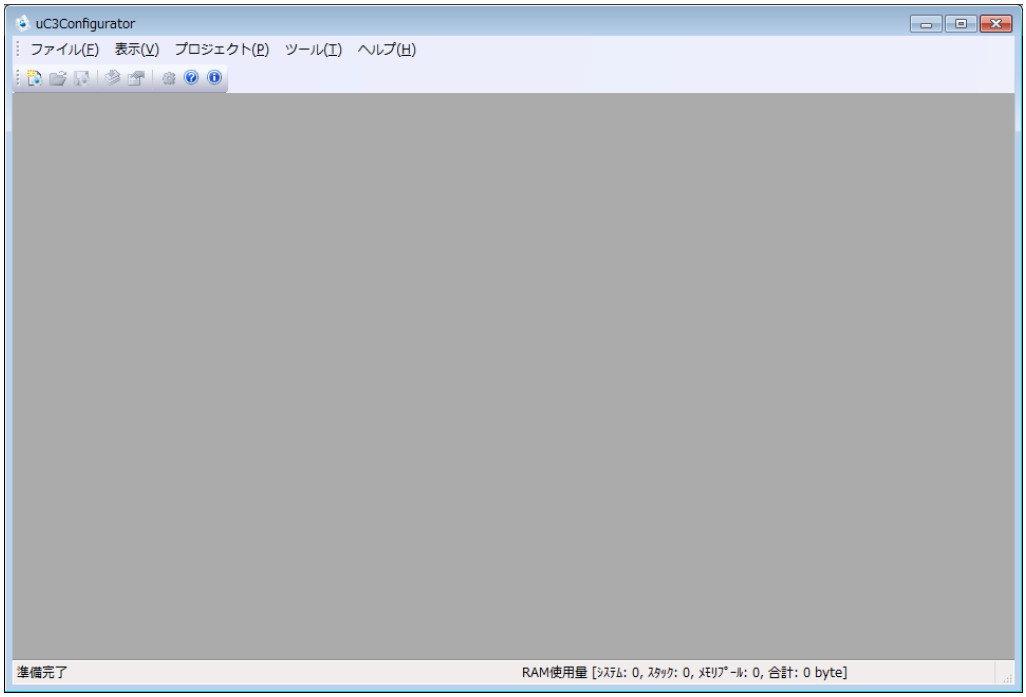
※上記以外にもカーネル、プロセッサに関連するファイルは生成されますが、本書ではそれに関しては説明しません。適宜「μC3/Compact ユーザーズガイド」を参照してください。

これらの生成されるファイルは、コンフィグレーションやプロセッサ、さらにはデバイスによっても異なります。

４．２　　μNet3/Compact(μNet3 ver.2, ver.3)のコンフィグレーション

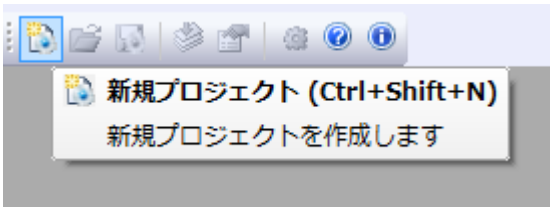
４．２．１　　コンフィグレータの起動

Configurator.exe」をダブルクリックし、起動してください。



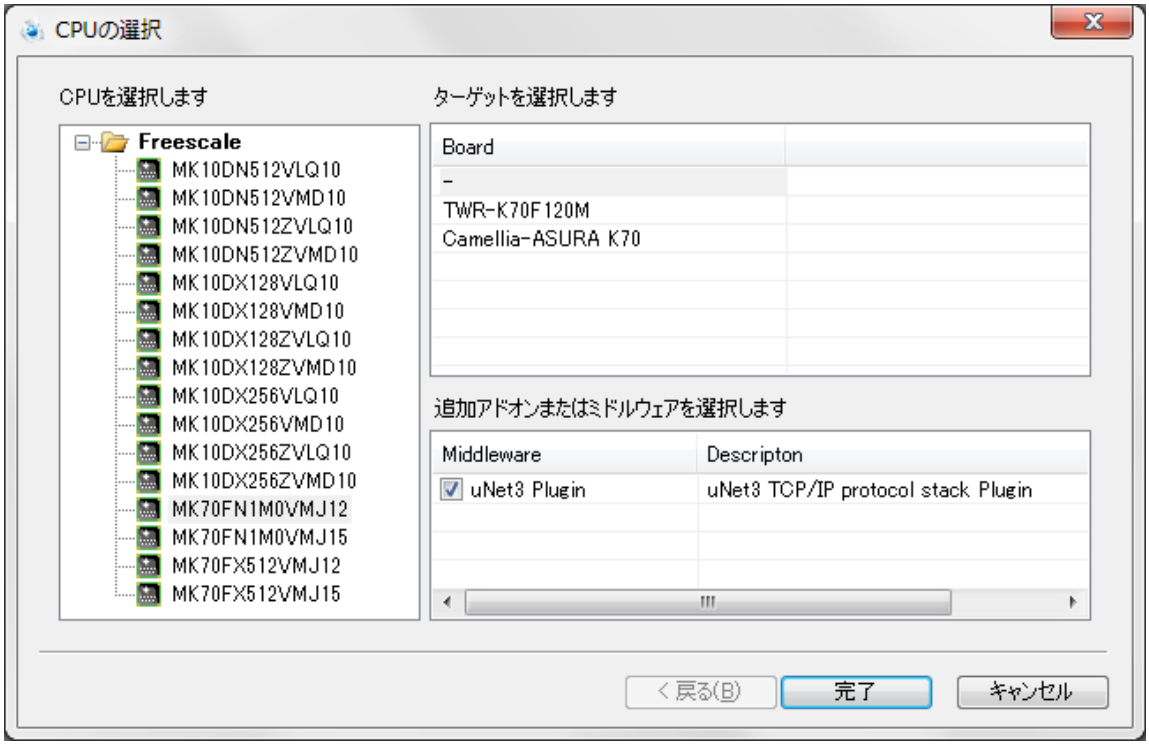
A．新規でプロジェクトを生成する場合

ツールバーの「新規プロジェクト」をクリックし、「CPU の選択」へ進みます。



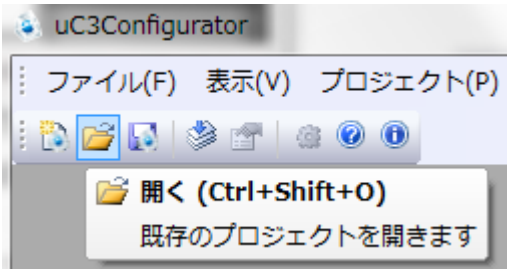
CPU 選択

リストよりベンダー、CPU 型番、ターゲットを選択し、追加するミドルウェアでは「uNet3」にチェックします。「完了」をクリックし「メイン画面」へ進みます。



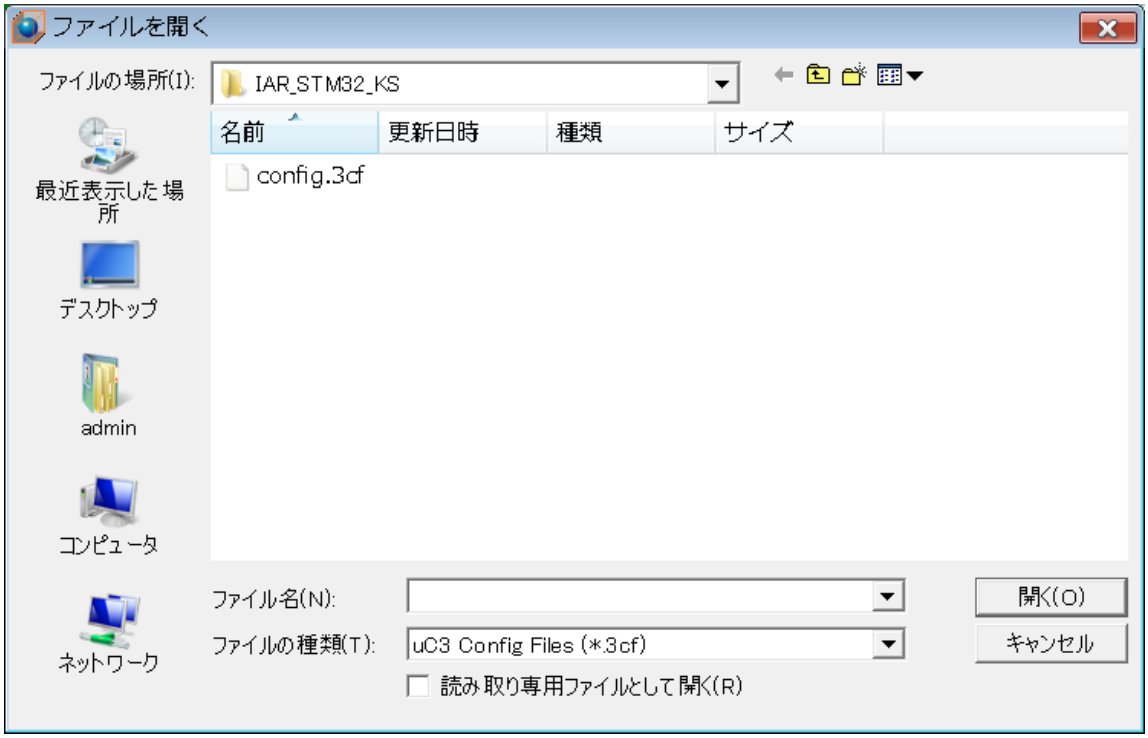
B．既存のプロジェクトを開く場合

ツールバーの「開く」をクリックし、「ファイルを開く」へ進みます。



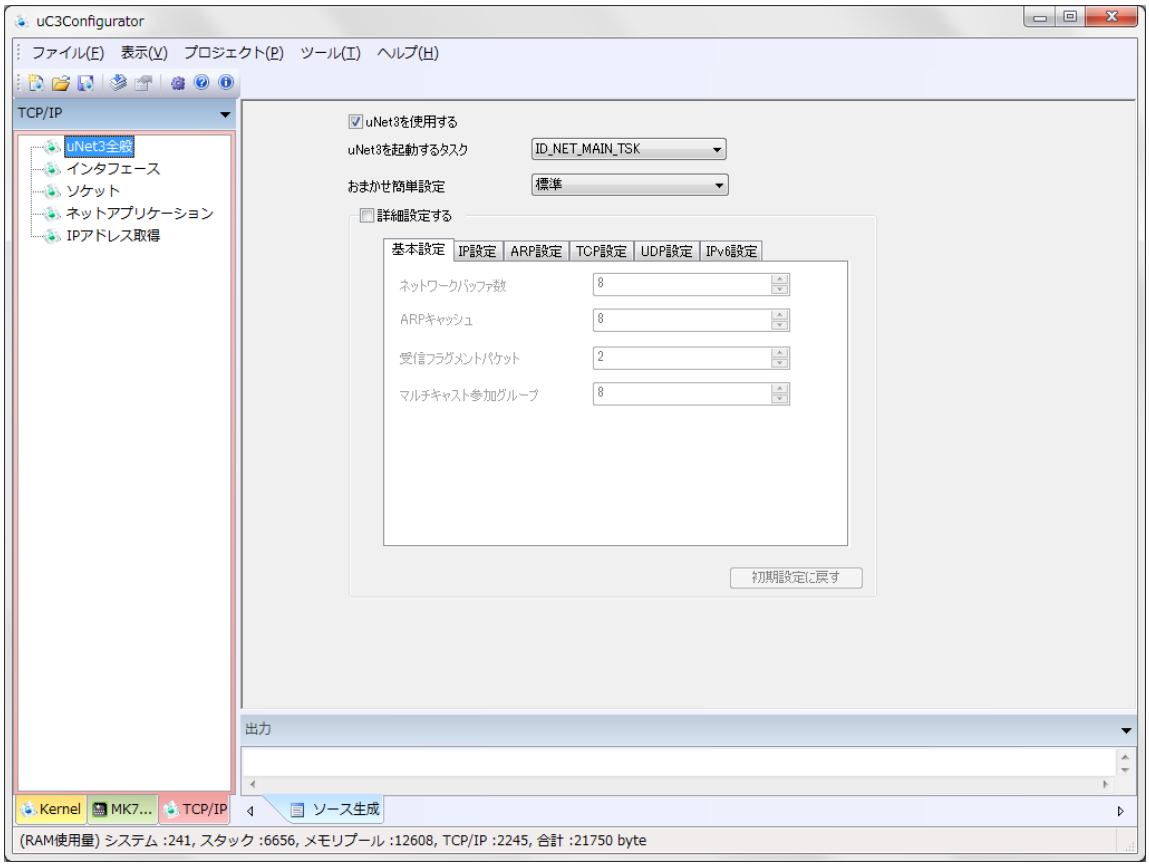
ファイルを開く

保存されていたプロジェクトファイル（拡張子.3cf）を選択後に「開く」をクリックし、「メイン画面」へ進みます。



C．メイン画面

起動後はプロジェクトの参照と編集が可能なメイン画面になります。左側のメニュー画面から TCP/IP タブを選択します。



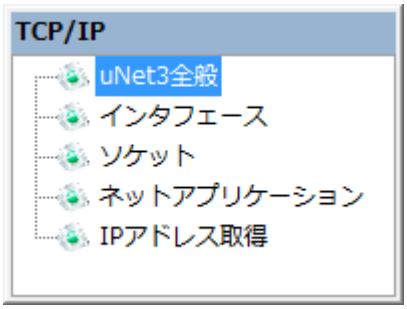
４．２．２　　TCP/IP プロトコルスタックの設定

TCP/IP プロトコルスタックには「uNet3 全般」、「インタフェース」、「ソケット」、「ネットアプリケーション」のコンフィグレーションが可能です。

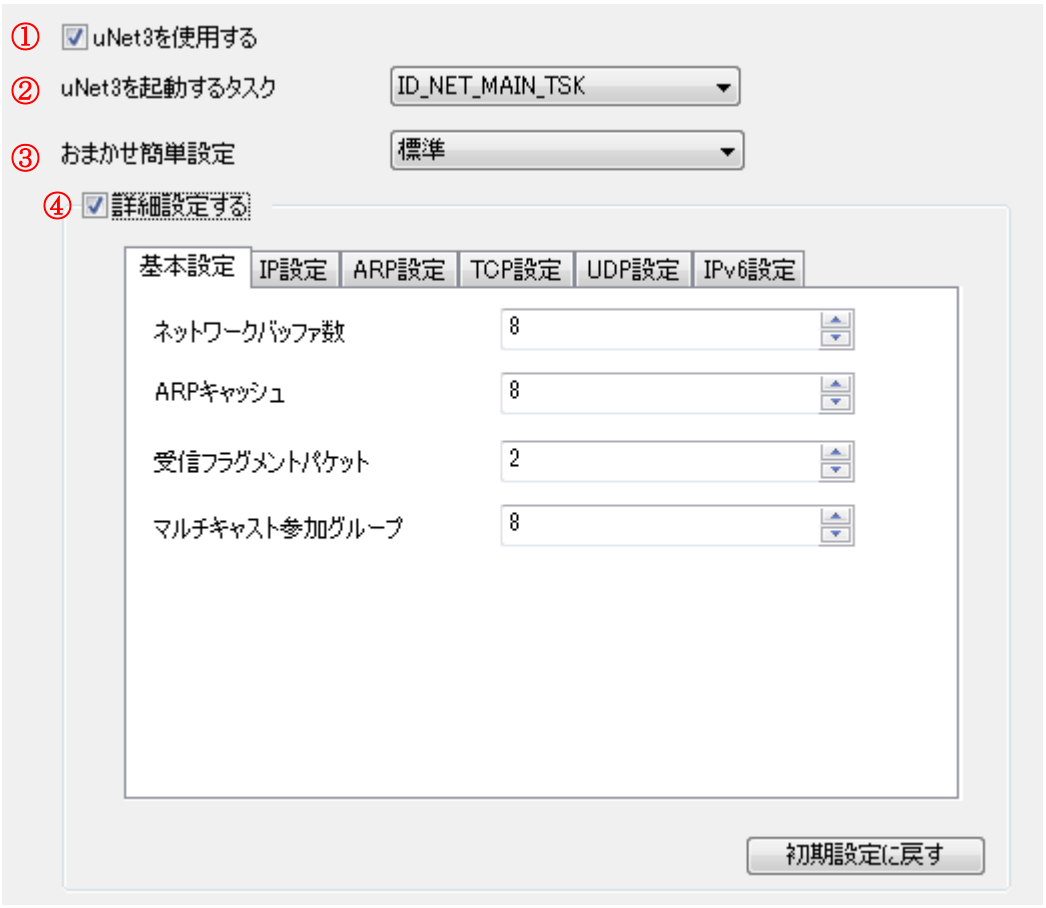
４．２．３　　μNet3 全般の設定

メニュー画面のμNet3 全般をクリックすると、TCP/IP プロトコルスタック全般のコンフィグレーション画面が表示されます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



① μNet3 を使用する

μNet3 の使用有無をチェックボックスで指定してください。チェックを ON にするとμNet3 が有効になります。OFF にすると無効になります。

※OFF にすると、今まで設定した内容がクリアされますのでご注意ください。

② μNet3 を起動するタスク

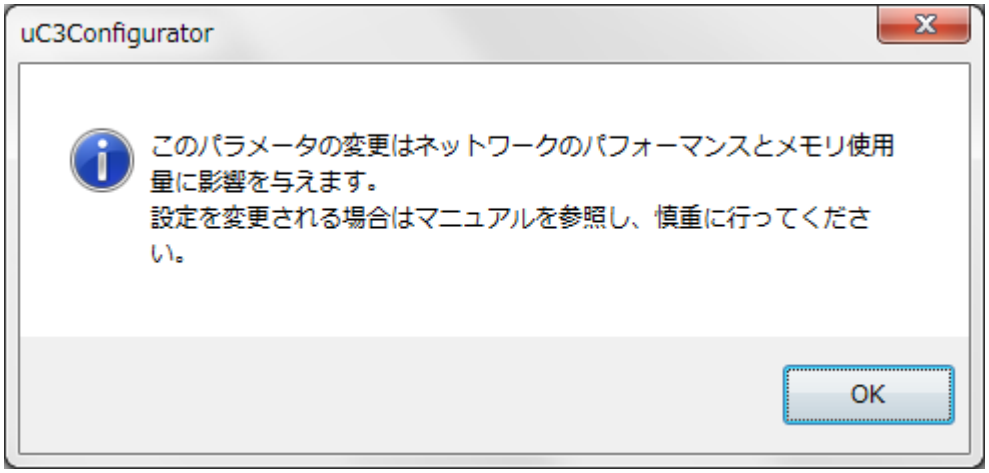
μNet3 を起動するタスクを選択します。ここは、指定を外すことが可能になっています。指定を外した場合、ネットワーク初期化の処理「net_setup()」を、追記することが必要となります。ネットワークを初期化するタスクのスタックサイズは 300 バイト以上に設定してください。

③ おまかせ簡単設定

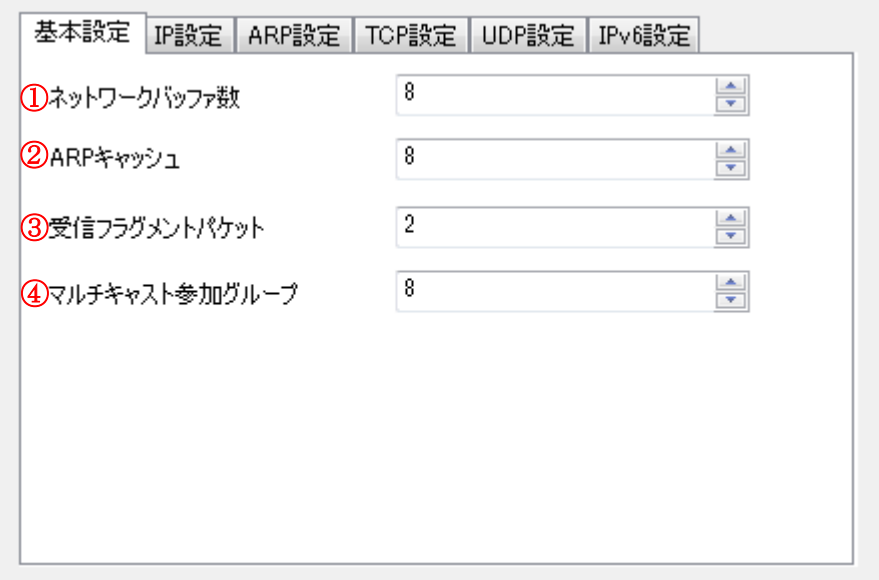
各種テーブルサイズなどシステム要件に合わせて一括して設定することができます。「標準設定」を選択した場合テーブルサイズはデフォルトの値になります。「省メモリ設定」を選択した場合μNet3 が動作する必要最小限のサイズになります。

④ 詳細設定する

μNet3 が提供する各種プロトコルの詳細な設定を行うことができます。



【基本設定】



① ネットワークバッファ数

ネットワークバッファ数を指定してください。この数値は、TCP/IP プロトコルスタックが使用するネットワークバッファのメモリブロック数を指定します。本書の「第３章　μNet3/Compact の機能概要」の「３．３　ネットワークバッファ」を参照して、設定を行ってください。

② ARP キャッシュ

ARP キャッシュの数を指定して下さい。

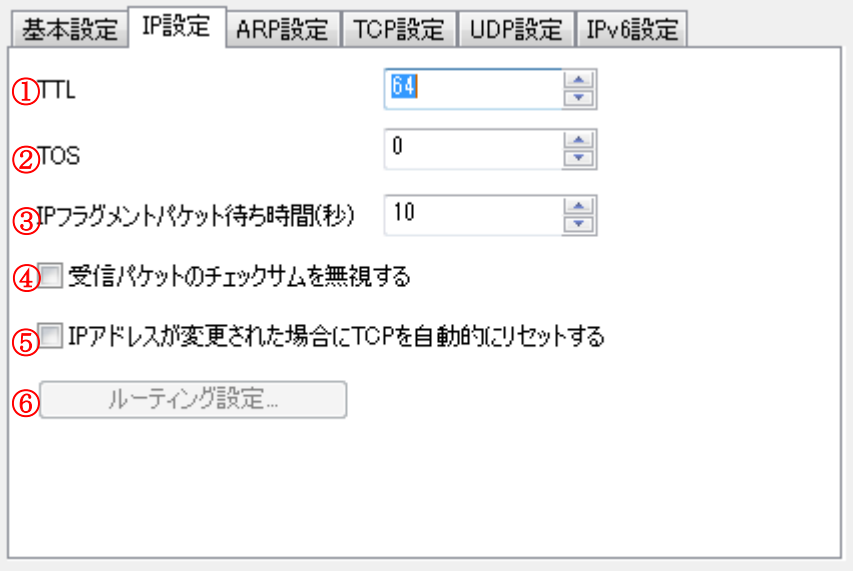
③ 受信フラグメントパケット

同時に待つことができる異なる ID のフラグメントパケット数を設定して下さい。

④ マルチキャスト参加グループ

参加するマルチキャストグループの最大数を設定して下さい。

【IP 設定】



① TTL

送信する IP ヘッダーの TTL 値を設定します。ソケット単位で設定する場合は cfg_soc()を使用して下さい。

② TOS

送信する IP ヘッダーの TOS 値を設定します。ソケット単位で設定する場合は cfg_soc()を使用して下さい。

③ IP フラグメントパケット待ち時間

IP リアセンブル処理において残りの IP フラグメントパケットを待つ時間を設定して下さい。

④ 受信パケットのチェックサムを無視する

受信した IP パケットのチェックサム値を検証しません。

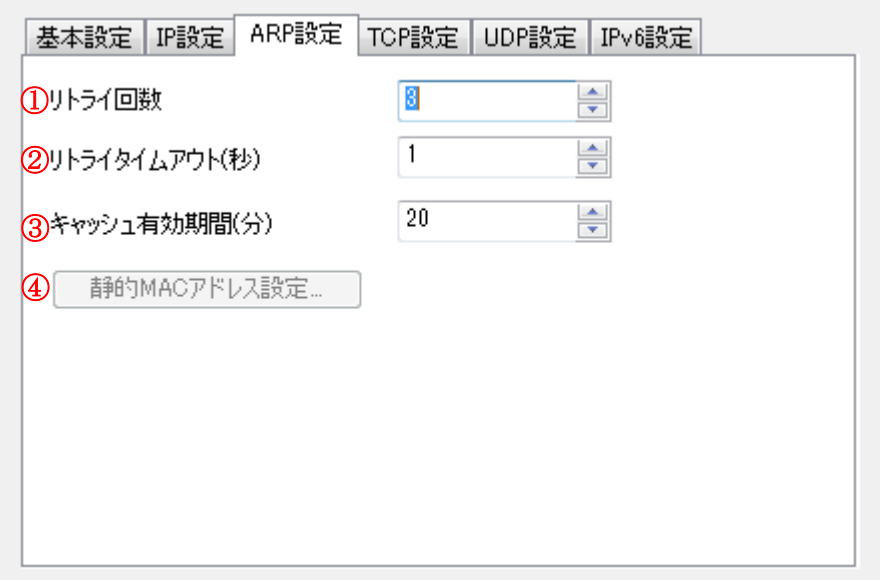
⑤ IP アドレスが変更された場合に TCP を自動的にリセットする

接続状態の TCP ソケットが存在した場合、IP アドレス変更時にリセット処理を行います。

⑥ ルーティング設定

ルーティング設定機能は使えません。

【ARP 設定】



① リトライ回数

ARP 応答を得るまでにリトライする ARP の送信回数を設定して下さい。

② リトライタイムアウト

ARP 応答を得るまでにリトライする ARP の送信間隔を設定して下さい。

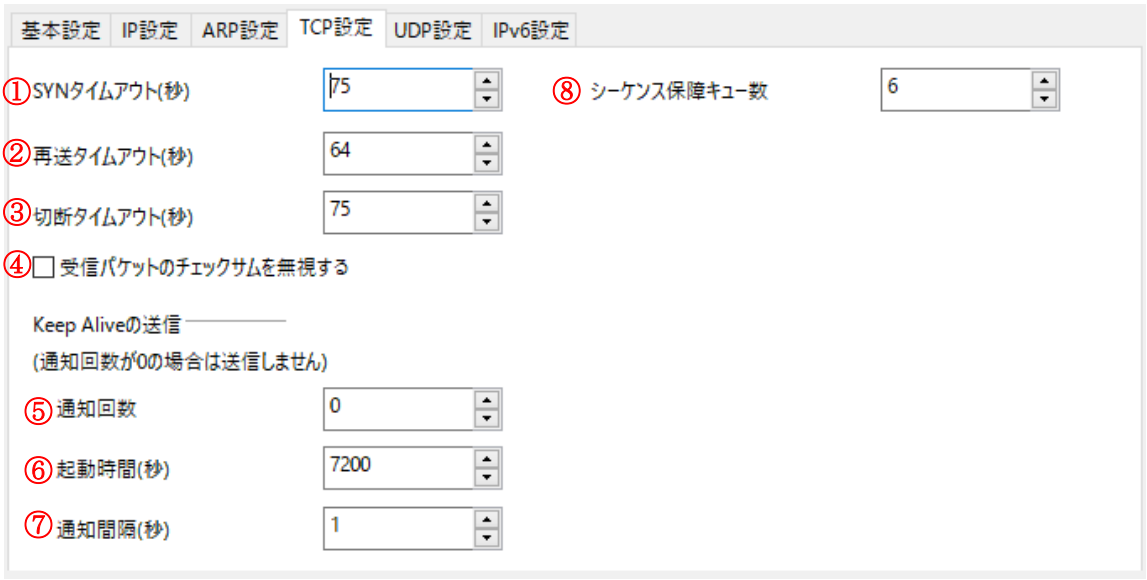
③ キャッシュ有効期間

ARP キャッシュに保持する時間を設定して下さい。

④ 静的 MAC アドレス設定

静的 MAC アドレス設定機能は使えません。

【TCP 設定】



① SYN タイムアウト

TCP アクティブオープン時の接続プロセス時間を設定します。

② 再送タイムアウト

TCP データ送信時の再送終了時間を設定します。

③ 切断タイムアウト

TCP クローズ時の切断プロセス時間を設定します。

④ 受信パケットのチェックサムを無視する

受信した TCP パケットのチェックサム値を検証しません。

⑤ Keep Alive 通知回数

切断するまでに送信する Keep Alive の送信回数を設定して下さい。(0 の場合 Keep Alive は起動しません。)

⑥ Keep Alive 起動時間

無通信期間の開始後、最初の Keep Alive パケットを送信するまでの時間を設定して下さい。

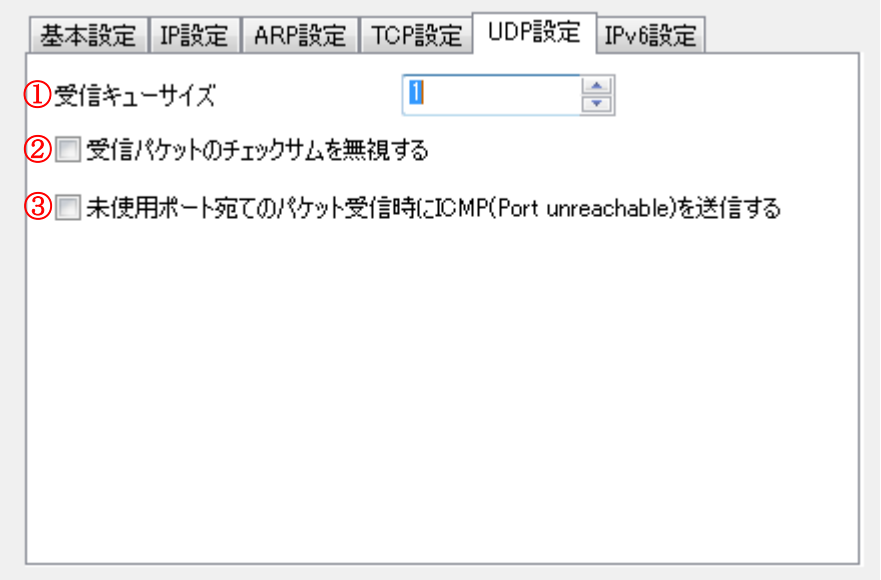
⑦ Keep Alive 通知間隔

Keep Alive パケットの送信間隔時間を設定して下さい。

⑧ シーケンス保障キュー数　　※本機能は uNet ver3.20 以降でサポートします。

期待したシーケンス番号以外の TCP パケットを受信した場合、正しいシーケンスのパケットを受信して並び替えるまでに保持するキュー(パケット)の数を設定します。

【UDP 設定】



① 受信キューサイズ

rcv_soc()するまでソケット内にキューイングできる受信パケットの数を設定して下さい。

② 受信パケットのチェックサムを無視する

受信した UDP パケットのチェックサム値を検証しません。

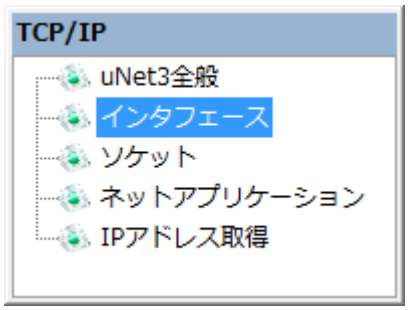
③ 未使用ポート宛てのパケット受信時に ICMP(Port unreachable)を送信する

未使用ポート宛てのパケットを受信した場合、パケット送信元のアドレスに ICMP(Port unreachable)を送信します。

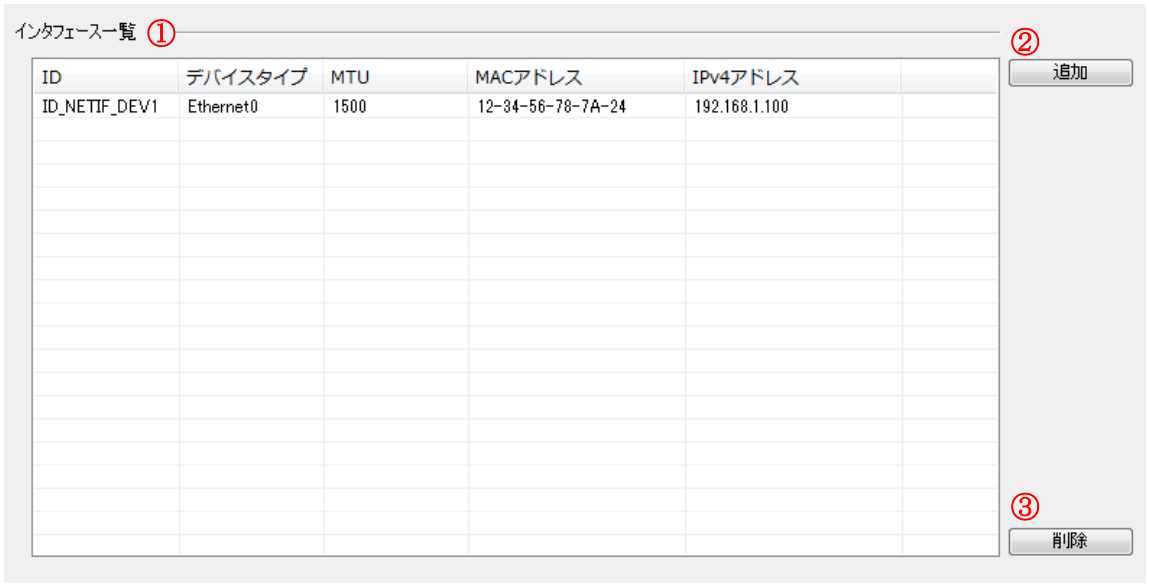
４．２．４　　インタフェースの設定

メニュー画面のインタフェースをクリックすると、Ethernet や PPP など各デバイスインタフェースの設定画面が表示されます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



①　インタフェース一覧

現在設定されているインタフェースの一覧が表示されます。リスト内インタフェースをダブルクリックすることで編集画面を表示します。

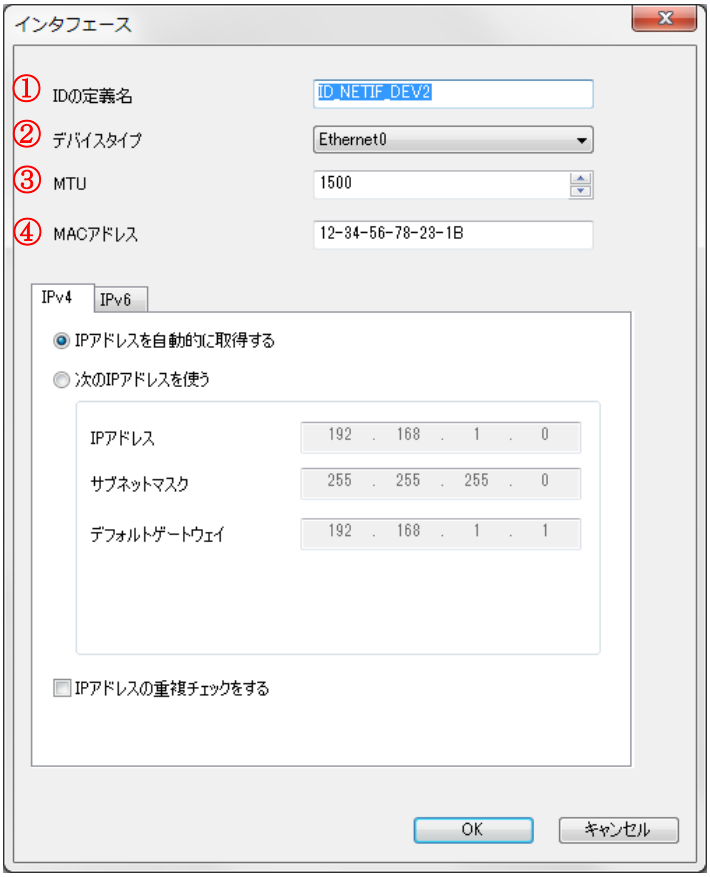
②　追加

新規に追加するインタフェースの編集画面を表示します。

③ 削除

選択されたインタフェースの設定を削除します。

【インタフェース】



① ID の定義名

インタフェースの ID 番号を表す任意の定義名を指定してください。この定義名は net_id.h 内でマクロ定義されます。

② デバイスタイプ

デバイスタイプ(リンクタイプ)をチップでサポートしているものから選択します。Template を選択するとμNet3 とのインタフェースが実装された空のネットワーク・デバイスドライバが使用できます。また Loopback を選択するとドライバレベルで送信パケットを折り返し受信するネットワーク・デバイスドライバが使用できます。

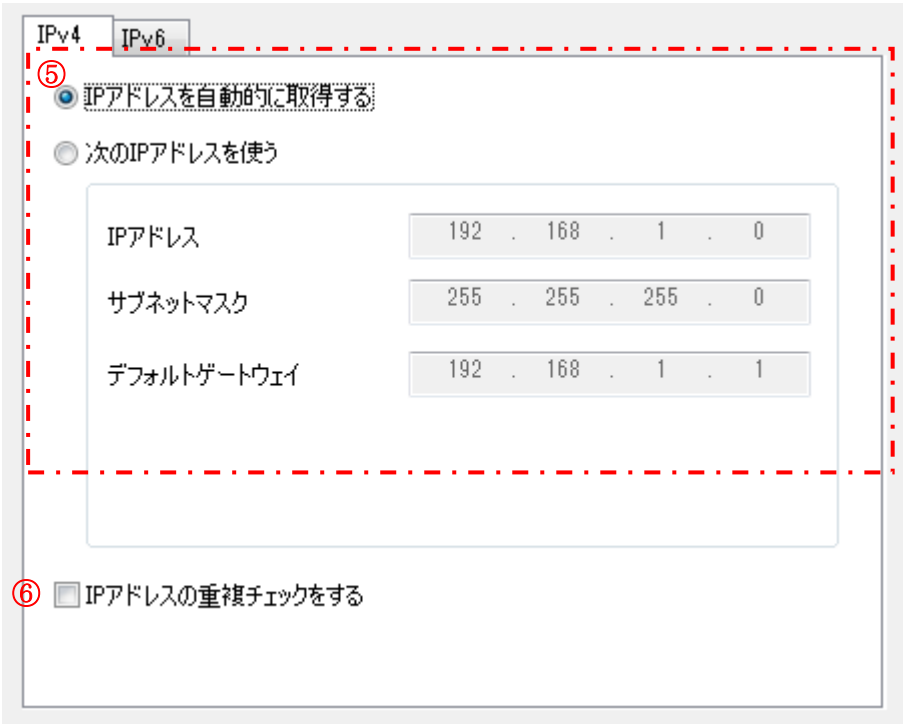
③ MTU

PATH MTU を指定してください。本書の「第２章　μNet3/Compact の基本概念」及び「第３章 μNet3/Compact の機能概要」を参照して、設定を行ってください。

④ MAC アドレス

ホストの MAC アドレスを指定してください。入力は各オクテット単位で行います。設定値は Ethernet インタフェースに対して有効となります。

【インタフェース IPv4】



⑤ IP アドレス

ホストの IP アドレスを指定してください。“IP アドレスを自動的に取得する”を選択すると、DHCP を用いて自動的に IP アドレスを設定します。この時、DHCP 用の UDP ソケットが自動的に追加されます。“次の IP アドレスを使う”を選択した場合は固定 IP アドレスを指定してください。設定値は Ethernet インタフェースに対して有効となります。

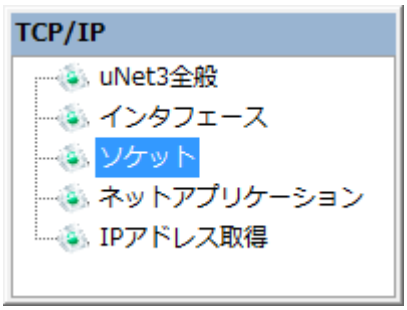
⑥ IP アドレスの重複チェックをする

μNet3 起動時にホストに設定された IP アドレスが同じネットワーク上に存在しないかを ARP を送信することで検出します。また起動後に他の端末が同じ IP アドレスを使用して ARP を送信した場合これを検知し、コールバック関数を通してホストに通知します。

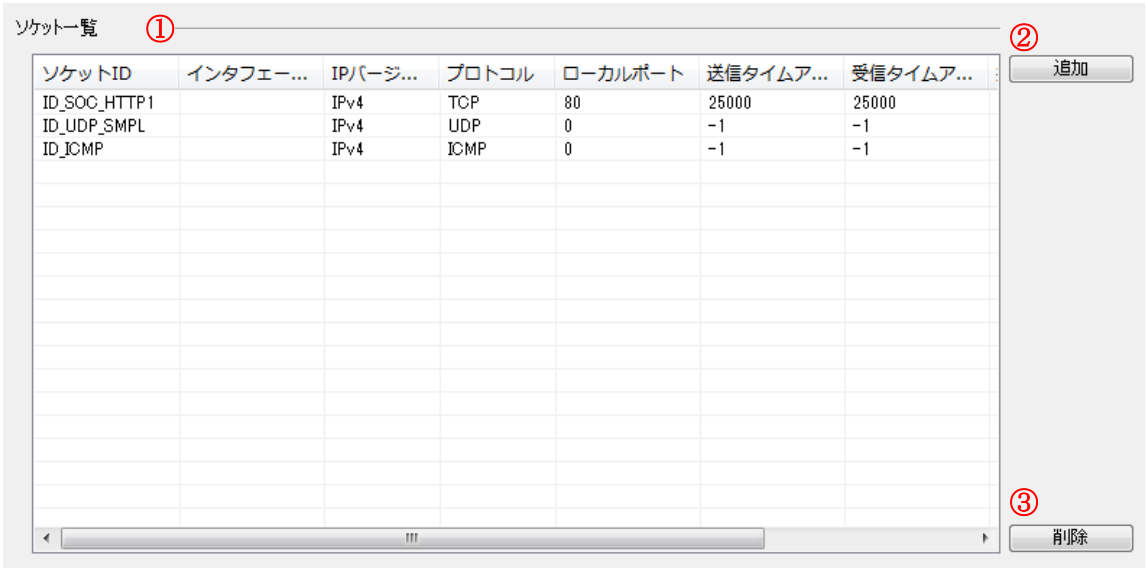
４．２．５　　ソケットの設定

メニュー画面のソケットをクリックすると、TCP と UDP のソケット設定画面が表示されます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



①　ソケット一覧

現在設定されているソケットの一覧が表示されます。リスト内ソケットをダブルクリックすることで編集画面を表示します。

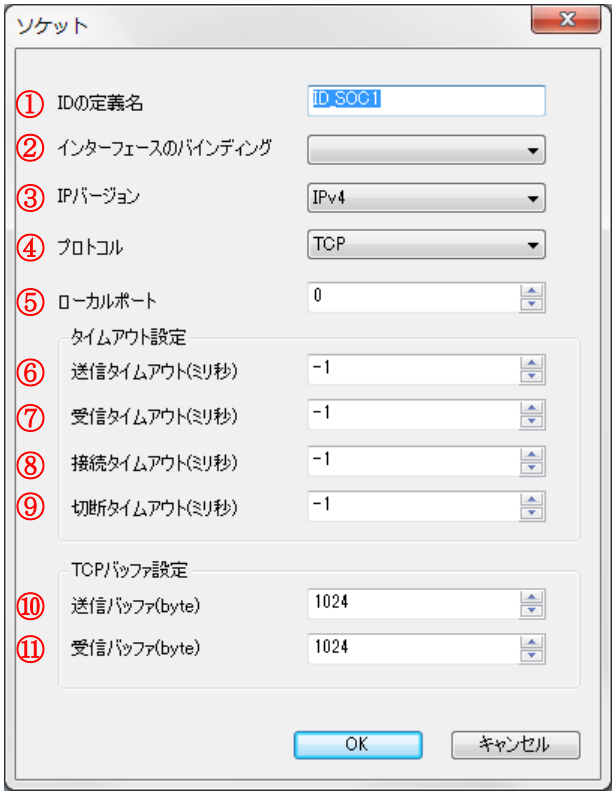
②　追加

新規に追加するソケットの編集画面を表示します。

③ 削除

選択されたソケットの設定を削除します。

【ソケット】



① ID の定義名

ソケットの ID 番号を表す任意の定義名を指定してください。この定義名は net_id.h 内でマクロ定義されます。

② インタフェースのバインディング

インタフェース設定で追加したものを選択します。ソケットは必ず一つのインタフェースに関連付ける必要があります。もし何も選択されていない場合はソケット生成時にネットワークデバイスを特定しません。この場合の動作は５．４　　ソケット API を参照して下さい。

③ IP バージョン

IPv4 もしくは IPv6 を選択します。（IPv6 はμNet3-IPv6 パッケージしか選択できません）

③　プロトコル

TCP、UDP、ICMP を選択します。

※コンフィグレータの更新(2019/12)により ICMP を追加しました。

⑤ ローカルポート

ソケットのポート番号を指定してください。

⑥ 送信タイムアウト

snd_soc　API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると snd_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

⑦ 受信タイムアウト

rcv_soc　API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると snd_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

⑧ 接続タイムアウト

con_soc　API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると con_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定は TCP ソケットのブロッキングモード時のみ有効です。

⑨ 切断タイムアウト

cls_soc　API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると cls_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定は TCP ソケットのブロッキングモード時のみ有効です。

⑩ 送信バッファ

ソケットの送信バッファサイズを指定してください。この設定は TCP ソケットのみ有効です。

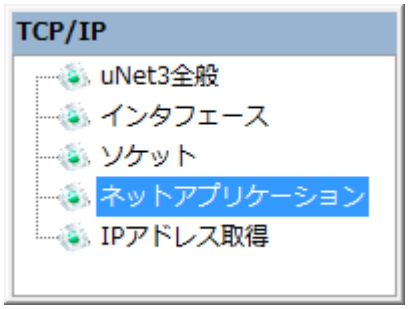
⑪ 受信バッファ

ソケットの受信バッファサイズを指定してください。この設定は TCP ソケットのみ有効です。

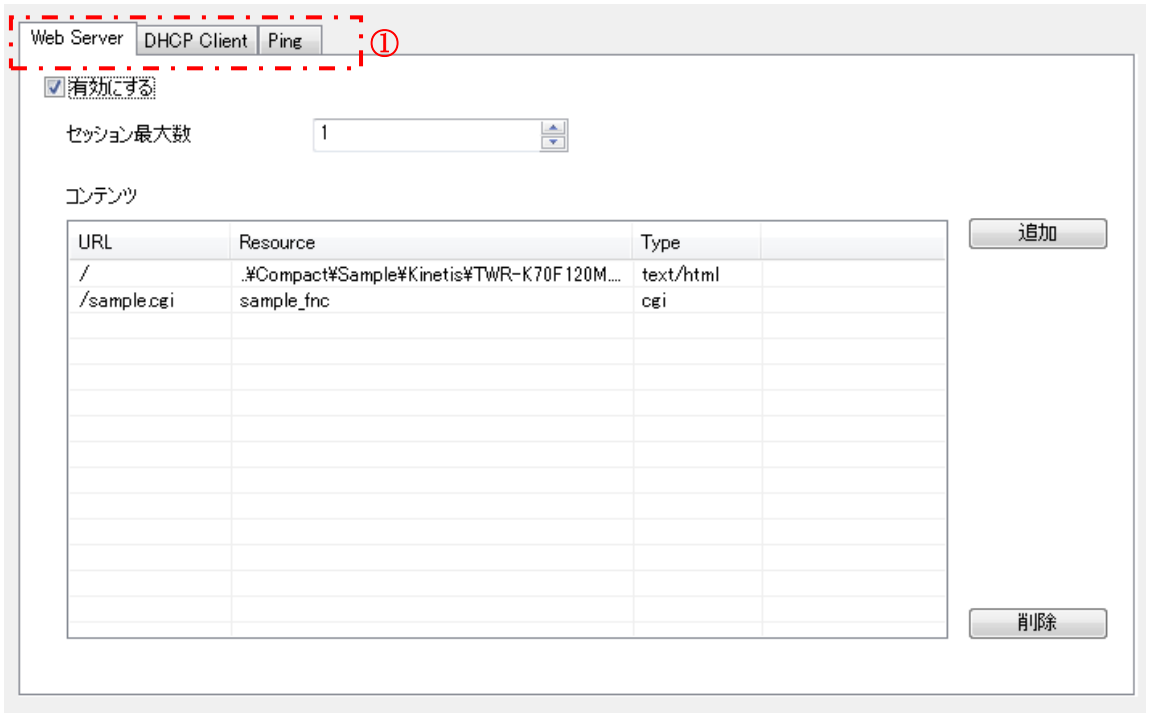
４．２．６　　ネットアプリケーションの設定

メニュー画面のネットアプリケーションをクリックすると、μNet3 が提供するネットワークアプリケーションの設定ができます。

メニュー画面



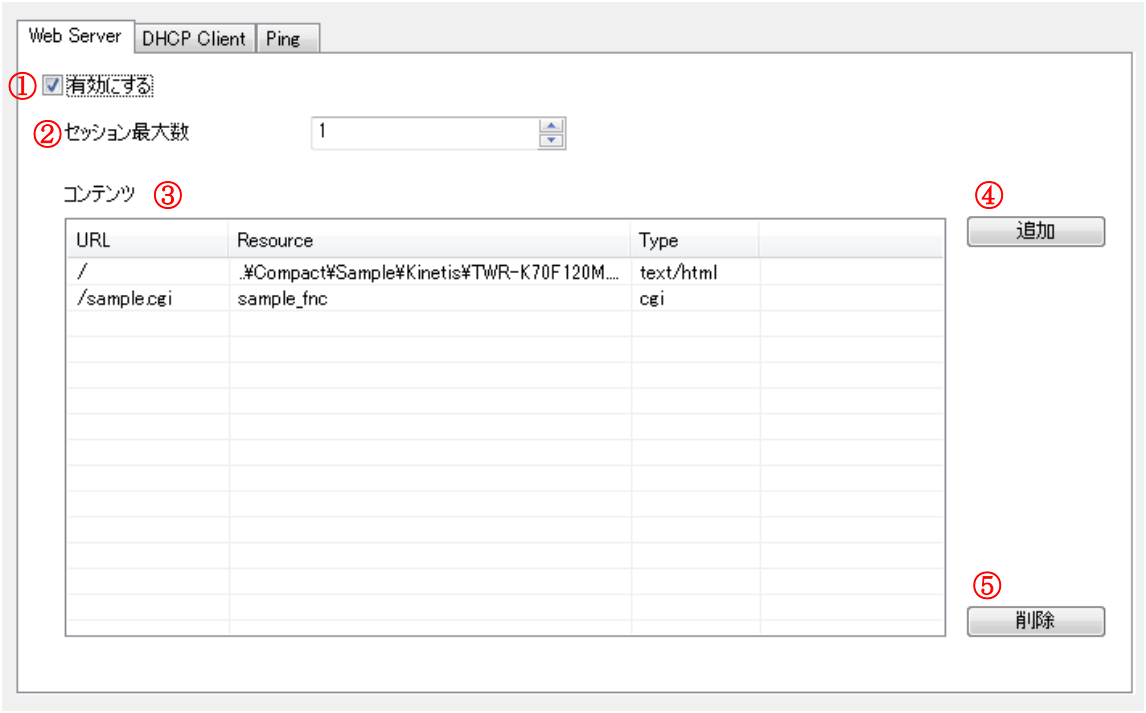
コンフィグレーション画面



① アプリケーションタブ

各アプリケーションのコンフィグレーションを行います。

【Web Server】



① 有効にする

WEB サーバーの使用有無を指定してください。チェックを ON にすると WEB サーバーが有効になります。OFF にすると無効になります。WEB サーバーを有効にすると HTTP 用 TCP ソケットが自動的に追加されます。

② セッション最大数

WEB サーバーへの接続するセッションの上限を指定してください。指定できる最大値は 50 です。

③ コンテンツ一覧

現在登録されているコンテンツが表示されています。コンテンツ一覧上で変更したいコンテンツをマウス左ダブルクリックすると、コンテンツを変更することができます。

④ 追加

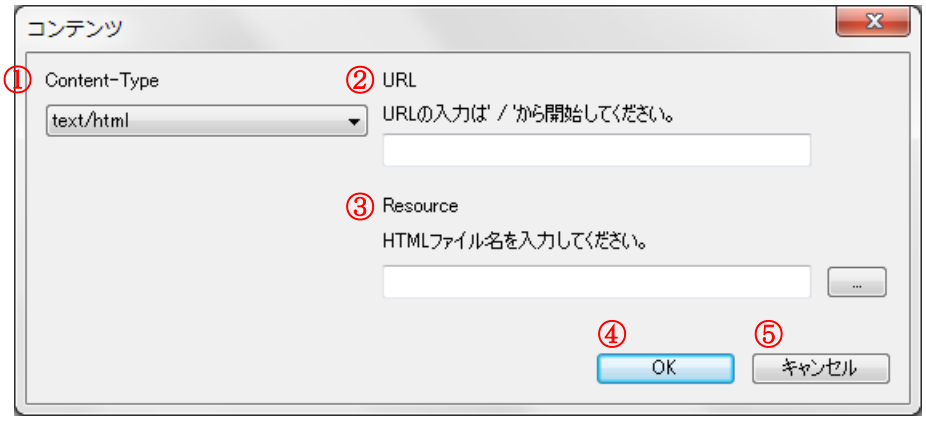
新しいコンテンツを追加します。

⑤ 削除

現在選択されているコンテンツを削除します。

コンテンツの追加、変更

「追加」ボタンをクリックするか、一覧に登録されているコンテンツをダブルクリックすると次の登録画面が表示されます。



① Content-Type

登録するコンテンツタイプ（インターネットメディアタイプ）を指定してください。コンテンツタイプは次の中から選択します。

text/html

image/gif

image/jpeg

cgi

② URL

コンテンツの URL を指定してください。URL の入力は'/'から開始してください。

入力例)

text/html の場合 /index.html

cgi の場合 /function.cgi （CGI のスクリプト名）

③ Resource

コンテンツのリソースを指定してください。

・コンテンツタイプが cgi 以外の場合：指定した Content-Type に従い実際のファイルを指定してください。もしくは「…」ボタンをクリックすると“ファイル選択画面”が表示されますので、そこでファイルを指定することもできます。

・コンテンツタイプが cgi の場合：CGI スクリプトを実行する関数名を指定してください。指定した関数名は main.c に出力されます。関数名に次の文字を含めることはできません。

禁則文字： " ` { } * @ ; + : * , . # $ % & ' ¥ " ! ? ~ ^ = | / ¥ < > ( ) "

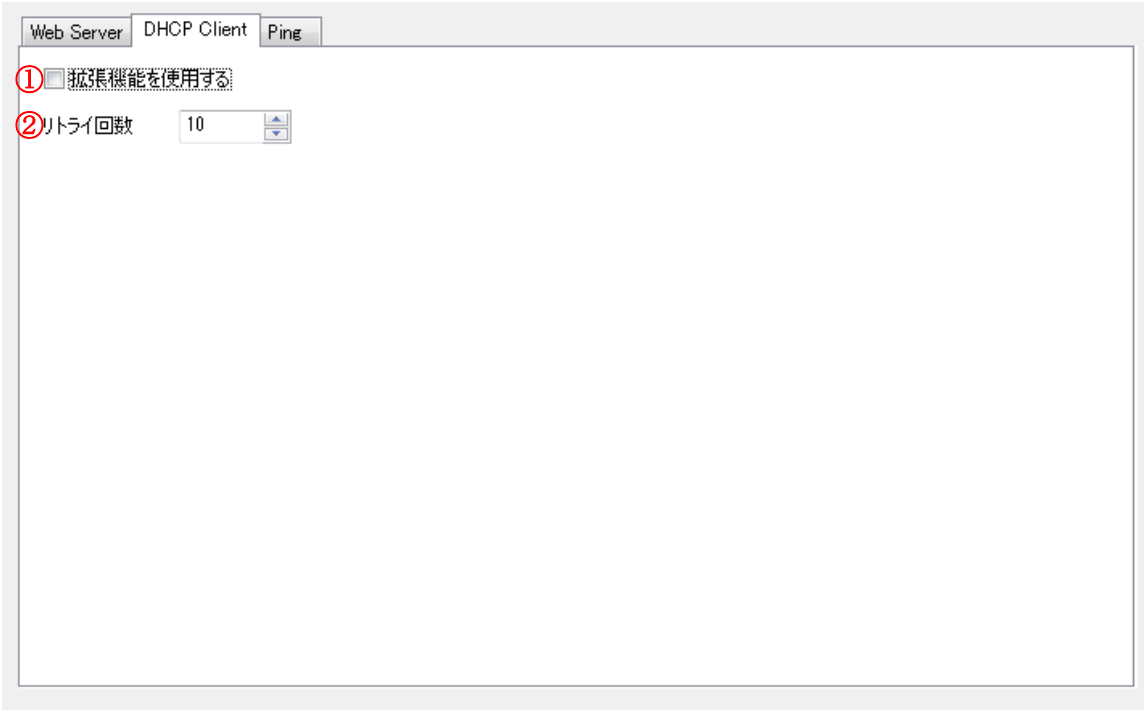
④ OK

コンテンツを登録します。

⑤ キャンセル

コンテンツ登録をせずに画面を閉じます。

【DHCP Client】



① 拡張機能を使用する

拡張版の DHCP クライアントを使用します。拡張機能についてはネットワークアプリケーション「DHCP クライアント拡張版」を参照して下さい。

② リトライ回数

DHCP クライアントがタイムアウトした場合のリトライ回数を設定します。

【Ping】

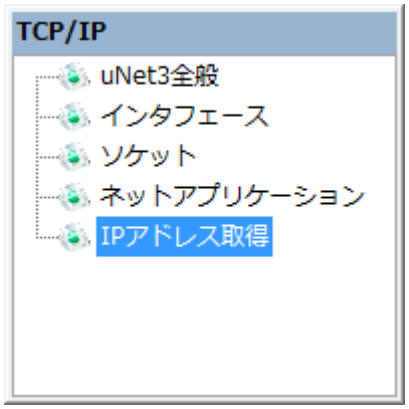
① ICMP Echo 要求を使用する

Ping 用の ICMP ソケットを生成します。

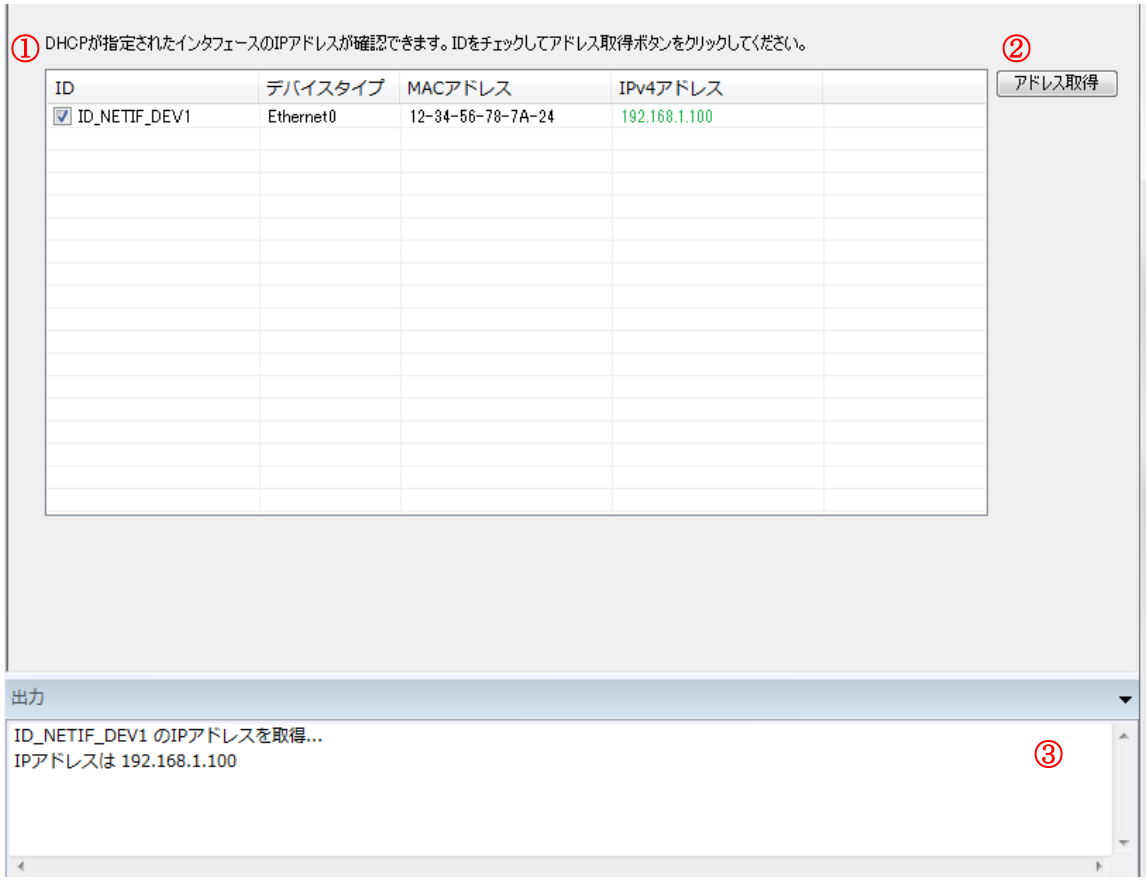
４．２．７　　IP アドレス取得の実施

メニュー画面の IP アドレス取得をクリックすると、DHCP クライアント有効状態のターゲットの IP アドレス取得が実施できます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



① インタフェース一覧

インタフェース一覧です。チェック有のものが IP アドレス取得対象となります。

② アドレス取得

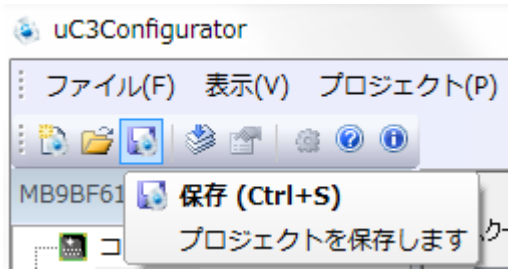
対象インタフェースの IP アドレスを取得します。

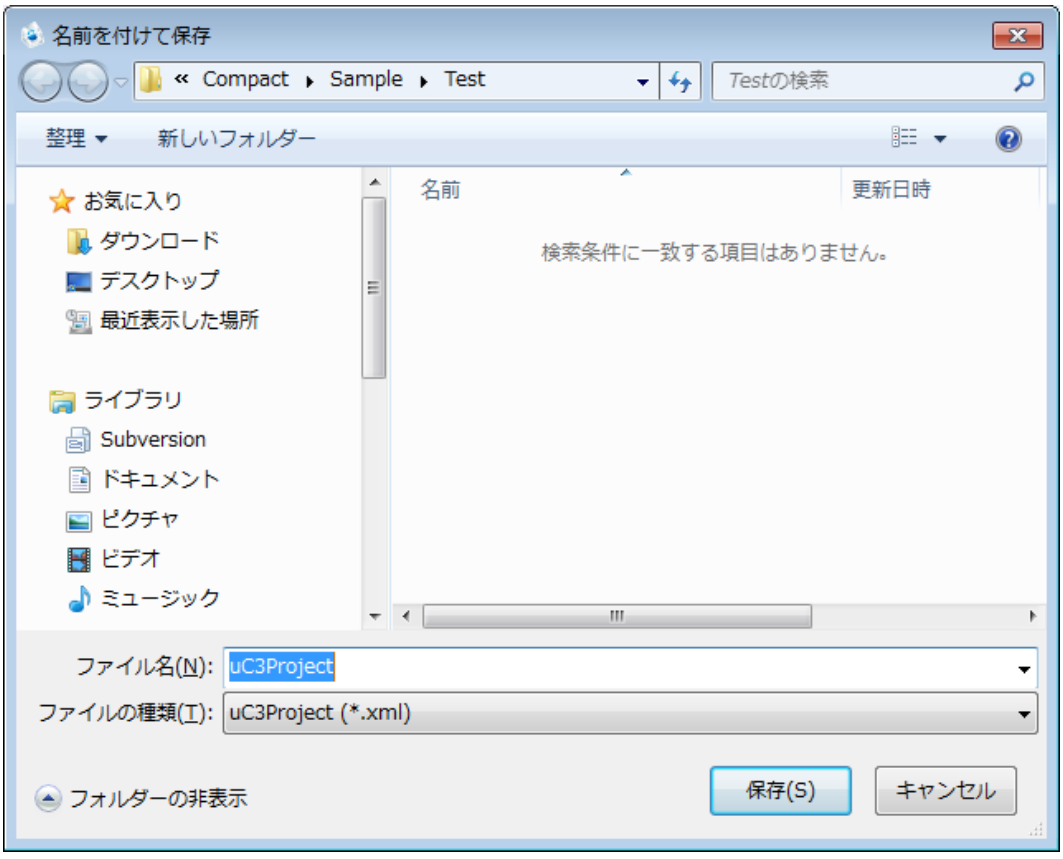
③ 出力画面

対象インタフェースの IP アドレス取得結果を表示します。

４．２．８　　プロジェクトファイルの保存

ツールバーの「保存」をクリックし、「名前を付けて保存画面」を開き、プロジェクトファイルの保存先フォルダを指定し、「OK」をクリックします。





保存されるファイルは、プロジェクトファイル（デフォルト config..3cf）と拡張子を「xml」に変えたファイルが保存されます。

このファイルをブラウザで開くことにより、コンフィグレーション情報を確認することができます。

uC3/Configurator プロジェクトファイルの設定値一覧

[使用プラグイン]

ファイル名
D:\20120523_NewConfig\uC3\Configurator\Compact\Kernel\ARM\CortexM3\uC3CmpCortexM3.plugin
D:\20120523_NewConfig\uC3\Configurator\Compact\CPU\Fujitsu\MB9BXXX\uC3CmpCpuMB9Bxxxx.plugin

---

[カーネルの設定値]

カーネル全般

カーネル割込みレベル	タスク優先度	チック時間	初期化関数	アイドル関数	追加ヘッダファイル	タイムイベントハンドラスタックサイズ(CSTACK)	システムハンドラスタックサイズ(HSTACK)
0	8	1				1024	1024

タスク

IDの定義名	関数名	優先度の初期値	拡張情報	(ローカル)スタックサイズ	タスク属性	共有スタック
ID_TASK1	Task1	1		256	TA_HLNG | TA_ACT	
ID_TASK2	Task2	1		256	TA_HLNG | TA_ACT	

セマフォ

IDの定義名	資源数の初期値	最大資源数	セマフォ属性

イベントフラグ

IDの定義名	ビットパターン初期値(HEX)	イベントフラグ属性

データキュー

IDの定義名	データの個数	データキュー属性

メールボックス

IDの定義名	メールボックス属性

固定長メモリプール

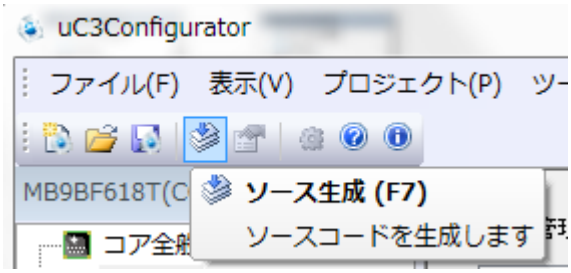
IDの定義名	メモリブロック数	メモリブロックのサイズ	固定長メモリプール属性

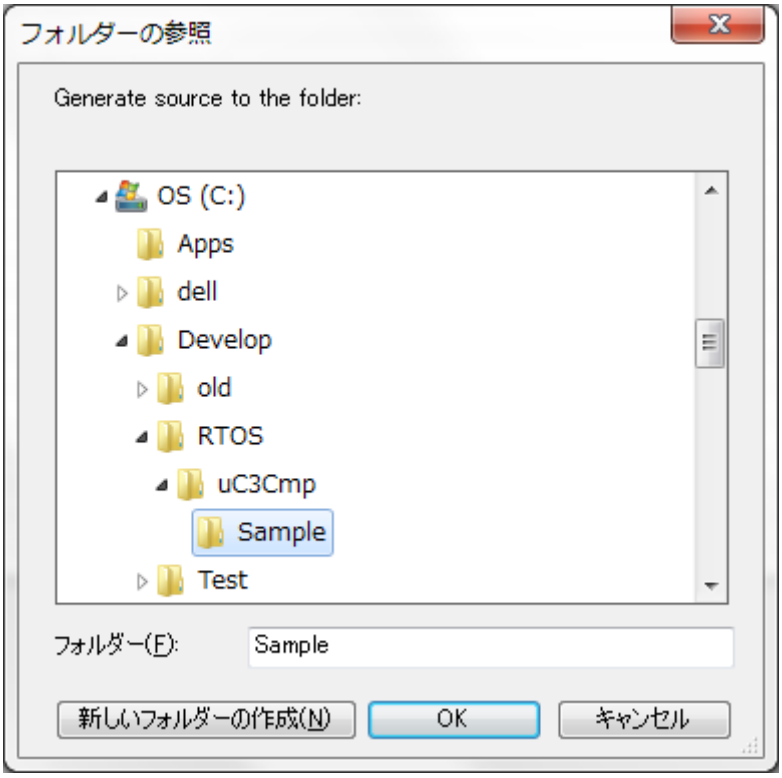
周期ハンドラ

IDの定義名	関数名	拡張情報	起動周期	起動位相	周期ハンドラ属性

４．２．９　　ソース生成

ツールバーの「ソース生成」をクリックし、「フォルダの参照画面」を開き、生成するファイルを展開する任意のフォルダを指定し、「OK」をクリックします。





スケルトンコード main.c が既に存在していた場合には、編集済みのアプリケーションファイルを上書きで誤って消去しないよう、確認のメッセージが表示されます。

【推奨】

スケルトンコードの上書きによる消去を防ぐため、スケルトンコードを直接編集せず、テンプレートとして用いてアプリケーションプログラムを作成することを推奨します。

Ａ．生成されるファイル

ファイル	内容
net_cfg.c	プロトコルスタックのコンフィグレーションコード ソケット定義、IP アドレス定義、MAC アドレス定義等
net_id.h	ソケット ID 定義ヘッダーファイル
net_hdr.h	プロトコルスタックのヘッダーファイル
main.c	main()、初期設定関数、タスクやハンドラなどのスケルトンコード
プロトコルスタックライブラリ	プロトコルスタックの API 群をまとめたライブラリ
アプリケーションプロトコルソースファイル	HTTP、DHCP、DNS、FTP プロトコルの API 群をまとめたコード

※上記以外にもカーネル、プロセッサに関連するファイルは生成されますが、本書ではそれに関しては説明しません。適宜「μC3/Compact ユーザーズガイド」を参照してください。

これらの生成されるファイルは、コンフィグレーションやプロセッサ、さらにはデバイスによっても異なります。

４．３　　μNet3/Standard のコンフィグレーション

μNet3/Standard を使用する場合、IP アドレス、送信バッファサイズといったパラメータを net_cfg.c に定義することにより(※)、μNet3 のコンフィグレーションを行います。Sample フォルダにある net_cfg.c をテンプレートとし、システム設計に従い各パラメータを変更してください。

（※）μNet3/ver3 ではコンフィグレーション値を net_cfg.h に定義します。

４．３．１　　コンフィグレーション一覧

以下にコンフィグレーション可能なパラメータの一覧を示します。

コンフィグレーション定義	デフォルト	コンフィグレーション内容
CFG_NET_DEV_MAX	1	データリンクデバイス数
CFG_NET_SOC_MAX	10	使用ソケットの上限数
CFG_NET_TCP_MAX	5	使用 TCP ソケットの上限数（※1）、(※3)
CFG_NET_ARP_MAX	8	ARP エントリ数
CFG_NET_MGR_MAX	8	マルチキャストエントリ数
CFG_NET_IPR_MAX	2	IP 再構築キュー数
CFG_NET_BUF_SZ	1576	ネットワークバッファサイズ（※2）
CFG_NET_BUF_CNT	8	ネットワークバッファ数
CFG_NET_BUF_OFFSET	2	ネットワークバッファデータ書き込み位置（※2）
CFG_PATH_MTU	1500	MTU サイズ（※2）、(※4)
CFG_ARP_RET_CNT	3	ARP リトライ回数（※4）
CFG_ARP_RET_TMO	1(sec)	ARP リトライタイムアウト（※4）
CFG_ARP_CLR_TMO	20(minu)	ARP キャッシュクリアタイムアウト（※4）
CFG_IP4_TTL	64	IP ヘッダーTTL 値（※4）
CFG_IP4_TOS	0	IP ヘッダーTOS 値（※4）
CFG_IP4_IPR_TMO	10(sec)	IP リアセンブルパケット待ち時間（※4）
CFG_IP4_MCAST_TTL	1	IP ヘッダーTTL(マルチキャストパケット)（※4）
CFG_IGMP_V1_TMO	400(sec)	IGMPV1 タイムアウト（※4）
CFG_IGMP_REP_TMO	10(sec)	IGMP レポートタイムアウト（※4）
CFG_TCP_MSS	1460	MSS （※4）
CFG_TCP_RTO_INI	3(sec)	TCP リトライタイムアウト初期値（※4）
CFG_TCP_RTO_MIN	500(msec)	TCP リトライタイムアウト最小値（※4）
CFG_TCP_RTO_MAX	60(sec)	TCP リトライタイムアウト最大値（※4）
CFG_TCP_RTO_MAX	60(sec)	TCP リトライタイムアウト最大値（※4）
CFG_TCP_SND_WND	1024	送信バッファサイズ（※3）、(※4)、(※6)
コンフィグレーション定義	デフォルト	コンフィグレーション内容
CFG_TCP_RCV_WND	1024	受信バッファサイズ(Window サイズ)（※4）、(※6)
CFG_TCP_DUP_CNT	4	リトライ開始重複 ACK 数（※4）
CFG_TCP_CON_TMO	75(sec)	SYN タイムアウト（※4）
CFG_TCP_SND_TMO	64(sec)	送信タイムアウト（※4）
CFG_TCP_CLS_TMO	75(sec)	FIN タイムアウト（※4）
CFG_TCP_CLW_TMO	20(sec)	Close Wait タイムアウト（※4）
CFG_TCP_ACK_TMO	200(msec)	ACK タイムアウト（※4）
CFG_TCP_KPA_CNT	0	切断するまでの KeepAlive 通知回数
CFG_TCP_KPA_INT	1(sec)	KeepAlive を開始後の通知間隔
CFG_TCP_KPA_TMO	7200(sec)	KeepAlive を開始するまでの無通信時間

CFG_PKT_RCV_QUE	1	受信パケットキューイング数 (※4)
CFG_TCP_RCV_OSQ_MAX	6	受信シーケンス保障キューイング数 (※5)
CFG_PKT_CTL_FLG	0	受信パケットチェックサム検証無効フラグ
CFG_ARP_PRB_WAI	1000(msec)	net_acd()実行時の ARP Probe 送信待ち時間
CFG_ARP_PRB_NUM	3(times)	net_acd()実行時の ARP Probe 送信回数
CFG_ARP_PRB_MIN	1000(msec)	次の ARP Probe 送信までの最小待ち時間
CFG_ARP_PRB_MAX	2000(msec)	次の ARP Probe 送信までの最大待ち時間
CFG_ARP_ANC_WAI	2000(msec)	ARP Probe を送信してからの検出待ち時間
CFG_ARP_ANC_NUM	2(times)	ARP Announce の送信回数
CFG_ARP_ANC_INT	2000(ms)	次の ARP Announce 送信までの待ち時間

※1 CFG_NET_SOC_MAX 以下である必要があります。また CFG_NET_SOC_MAX との差分が非 TCP ソケットの上限数になります。

※2 ネットワークバッファのサイズは、ネットワークバッファ管理構造体サイズ(44Byte)に、MTU、データリンクヘッダサイズ(Ethernet の場合は 14Byte)、ネットワークバッファデータ書き込み位置（デフォルト 2Byte）を合わせたサイズより大きい必要があります。

※3 TCP の送信バッファは使用するデバイスに関わらず、共通でグローバル変数 UB gTCP_SND_BUF[ ] を使用します。gTCP_SND_BUF[ ] は CFG_TCP_SND_WND × CFG_NET_TCP_MAX でこのサイズを決定します。もし TCP 送信バッファサイズの異なるデバイスを複数使用する場合は、その最大値に合わせて gTCP_SND_BUF[ ]を設定する必要がありあます。

※4 使用するデバイス単位に設定することが可能です。デバイス番号-1 をインデックスとして gNET_CFG[ ]に設定します。

※5 本定義は uNet3 ver3.20 以降でサポートされます。

※6 バッファサイズは 4 バイトから 32 キロバイトの範囲で、2 の累乗(1024, 2048, 4096 など)で指定します。

４．３．２　　IP アドレス

IP アドレスを設定します。ネットワークデバイス毎に IP アドレスが必要になりますので、IP アドレスは CFG_NET_DEV_MAX 分登録してください。

IP アドレス:192.168.1.10、ゲートウェイ：192.168.1.1、サブネットマスク:255.255.255.0 の設定例は下記の通りとなります。

```
T_NET_ADR gNET_ADR[] = {
  {  /*   for Device 1   */
     0x0,              /*  必ず 0 を指定  */
     0x0,              /*  必ず 0 を指定  */
     0xC0A8000A, /* IP アドレス 192.168.1.10 を設定     */
     0xC0A80001,  /*  ゲートウェイ 192.168.1.1       */
     0xFFFFFF00, /*  サブネットマスク 255.255.255.0 */
  }
};
```

４．３．３　　デバイスドライバ

デバイスドライバを設定します。デバイスドライバは CFG_NET_DEV_MAX 分登録してください。

```
T_NET_DEV gNET_DEV[]   =   {
  {..}
}
```

詳細は**３．２　ネットワーク・デバイスドライバ**を参照してください。

４．３．４　　プロトコルスタック情報テーブル

次のようにプロトコルスタック広域変数を設定します。

```
const VP net_inftbl[] = {
   0,                          /*  必ず 0 を指定  */
   (VP)gNET_SOC,          /*  ソケットを使用しない場合は NULL を指定  */
   (VP)gNET_TCP,          /*  ソケットを使用しない場合は NULL を指定  */
   (VP)gNET_IPR,           /* IP 再構築機能を使用しない場合は NULL を指定  */
   (VP)gNET_MGR,          /* IGMP を使用しない場合は NULL を指定  */
   (VP)gTCP_SND_BUF,   /* TCP ソケットを使用しない場合は NULL を指定  */
};
```

４．３．５　　μC3 リソース

μNet3 では次のカーネルオブジェクトを使用します。

c_net_tsk	タスク	TCP/IP のタイマイベントに使用
c_net_sem	セマフォ	TCP 排他制御に使用
c_net_mpf	メモリプール	ネットワークバッファーに使用

４．３．６　　ネットワーク情報管理リソース（μNet3 ver.3 以降）

μNet3 ではネットワークの情報を管理するためにデバイスやソケットの数に応じた情報管理領域を以下のように広域変数で用意する必要があります。（μNet3 ver.3 以降）

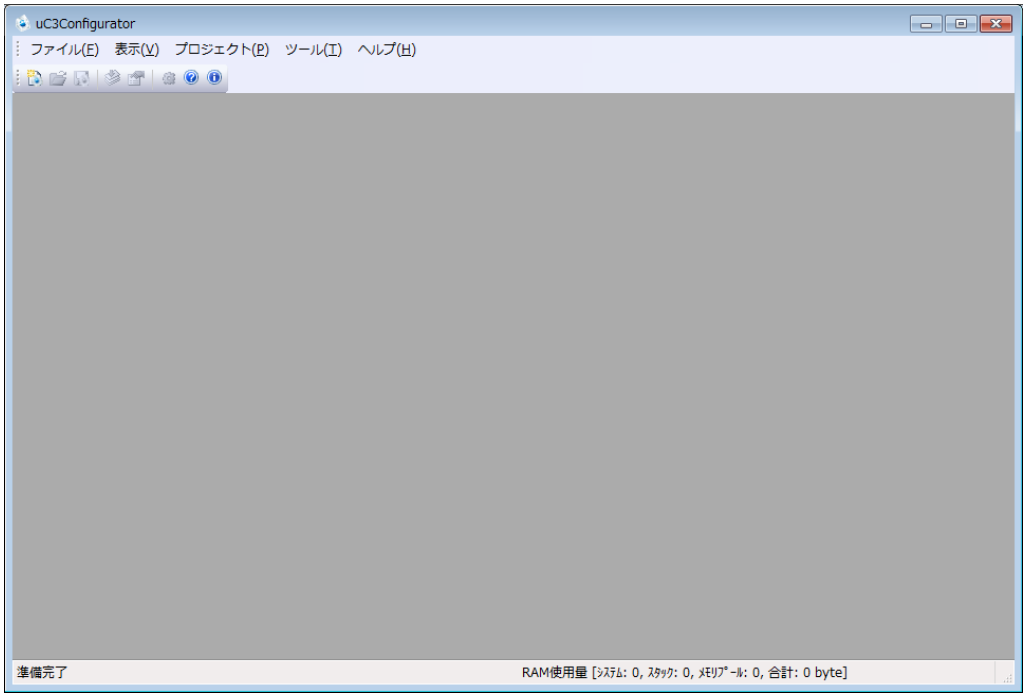
T_NET_STS_DEV	net_cfg_sts_dev[CFG_NET_DEV_MAX]	デバイス情報
T_NET_STS_IFS	net_cfg_sts_ifs[CFG_NET_DEV_MAX]	TCP/IP 情報
T_NET_STS_IFS	net_cfg_sts_ifs_tmp[CFG_NET_DEV_MAX]	TCP/IP 情報(テンポラリ)
T_NET_STS_ARP	net_cfg_sts_arp[CFG_NET_ARP_MAX]	ARP 情報
T_NET_STS_SOC	net_cfg_sts_soc[CFG_NET_SOC_MAX]	ソケット情報
VP	net_cfg_sts_ptr[4 + CFG_NET_DEV_MAX]	ステータスポインタ
VP	net_cfg_sts_ptr_tmp[4 + CFG_NET_DEV_MAX]	ステータスポインタ

T_NET_STS_CFG	T_NET_STS_CFG gNET_STS_CFG = {
	net_cfg_sts_dev,
	net_cfg_sts_ifs,
	net_cfg_sts_ifs_tmp,
	net_cfg_sts_arp,
	net_cfg_sts_soc,
	net_cfg_sts_ptr,
	net_cfg_sts_ptr_tmp,
	0
	};
		ネットワーク情報管理テーブル

４．４　　μNet3/Standard のコンフィグレーション（コンフィグレータ版）

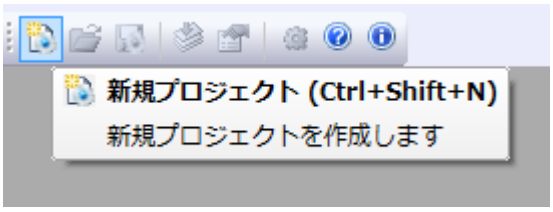
４．４．１　　コンフィグレータの起動

Configurator.exe をダブルクリックし、起動してください。



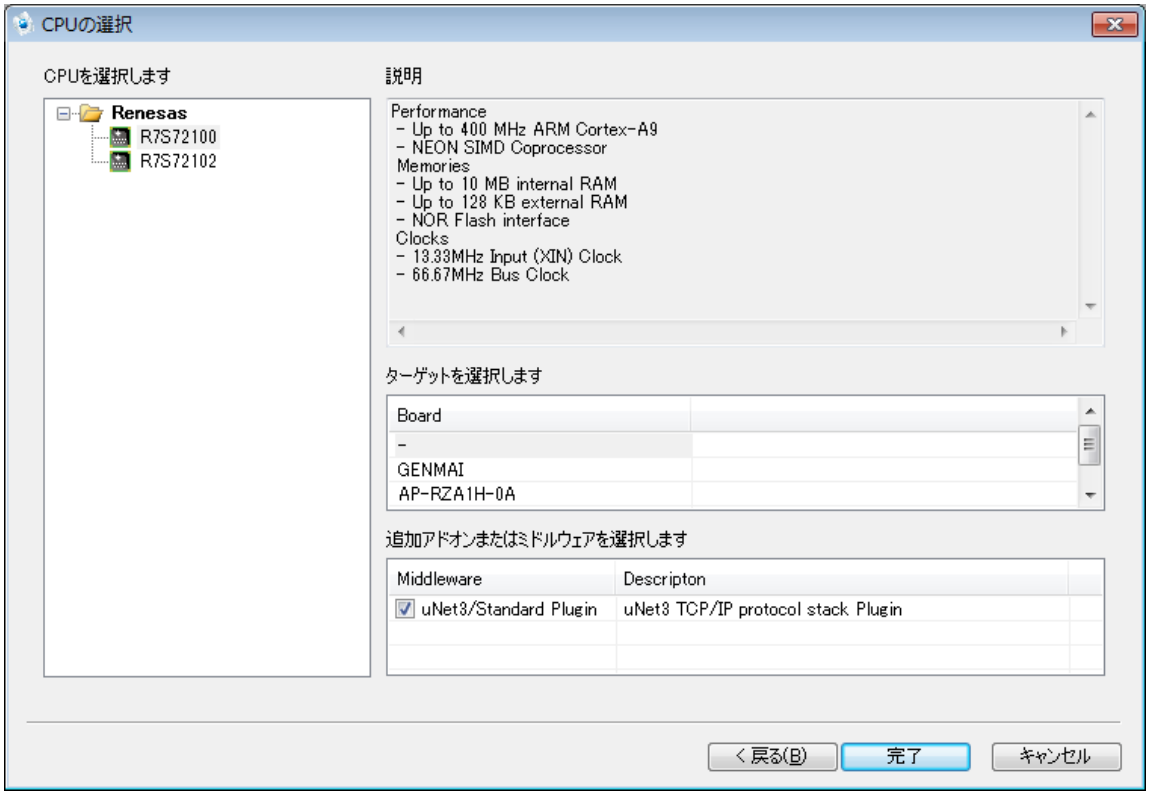
A．新規でプロジェクトを生成する場合

ツールバーの「新規プロジェクト」をクリックし、「CPU の選択」へ進みます。



CPU 選択

リストよりベンダー、CPU 型番、ターゲットを選択し、追加するミドルウェアでは「uNet3」にチェックします。「完了」をクリックし「メイン画面」へ進みます。

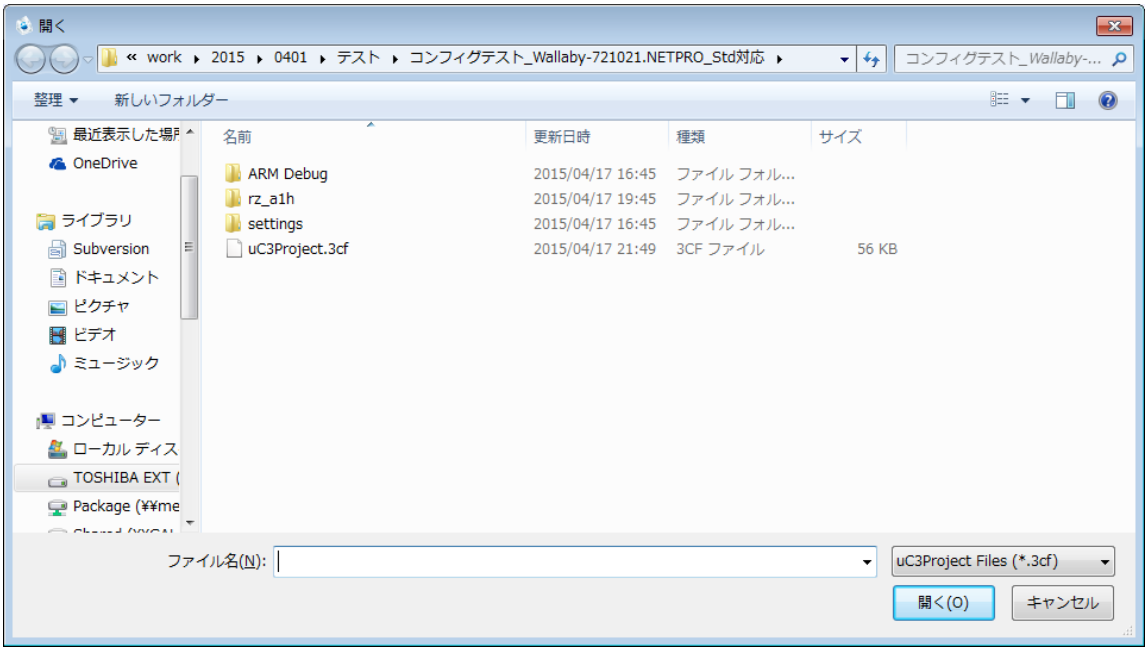


B．既存のプロジェクトを開く場合

「開く」を選択後に「OK」をクリックし、ファイル選択ダイアログへ進みます。

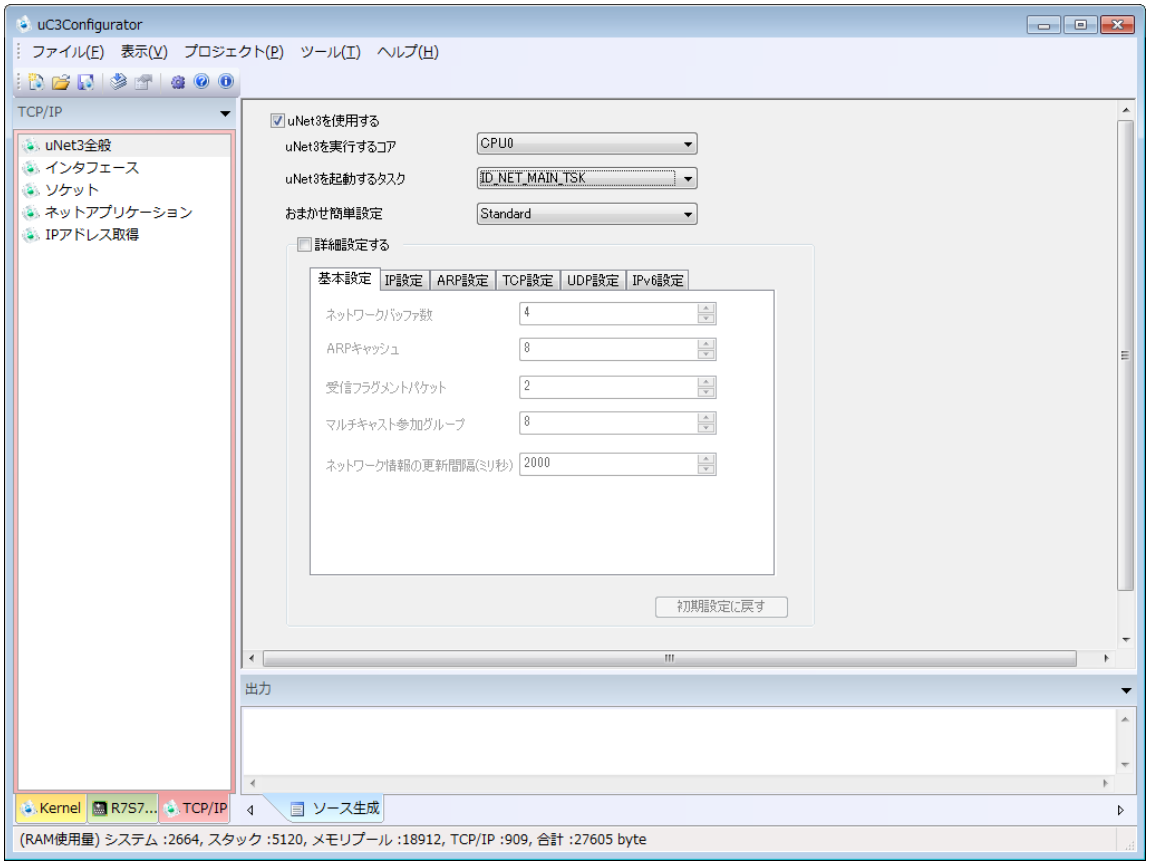
ファイルを開く

保存されていたプロジェクトファイル（拡張子.3cf）を選択後に「開く」をクリックし、「メイン画面」へ進みます。



C．メイン画面

起動後はプロジェクトの参照と編集が可能なメイン画面になります。左側のメニュー画面から TCP/IP タブを選択します。



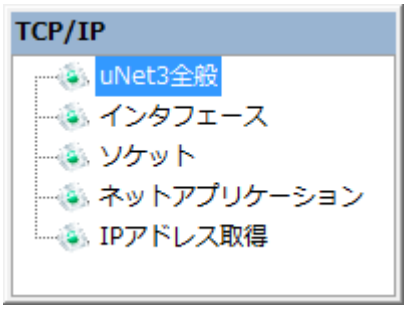
４．４．２　　TCP/IP プロトコルスタックの設定

TCP/IP プロトコルスタックには「uNet3 全般」、「インタフェース」、「ソケット」、「ネットアプリケーション」のコンフィグレーションが可能です。

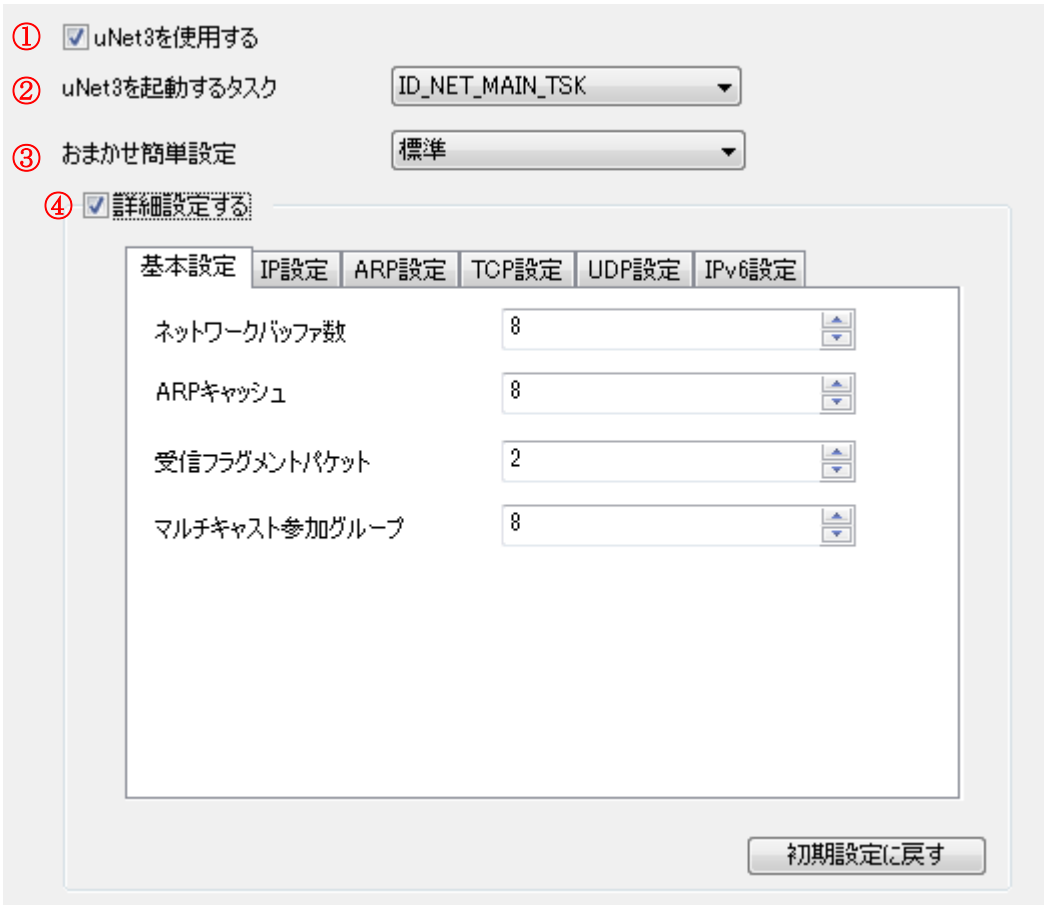
４．４．３　　μNet3 全般の設定

メニュー画面のμNet3 全般をクリックすると、TCP/IP プロトコルスタック全般のコンフィグレーション画面が表示されます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



① μNet3 を使用する

μNet3 の使用有無をチェックボックスで指定してください。チェックを ON にするとμNet3 が有効になります。OFF にすると無効になります。

※OFF にすると、今まで設定した内容がクリアされますのでご注意ください。

② μNet3 を起動するタスク

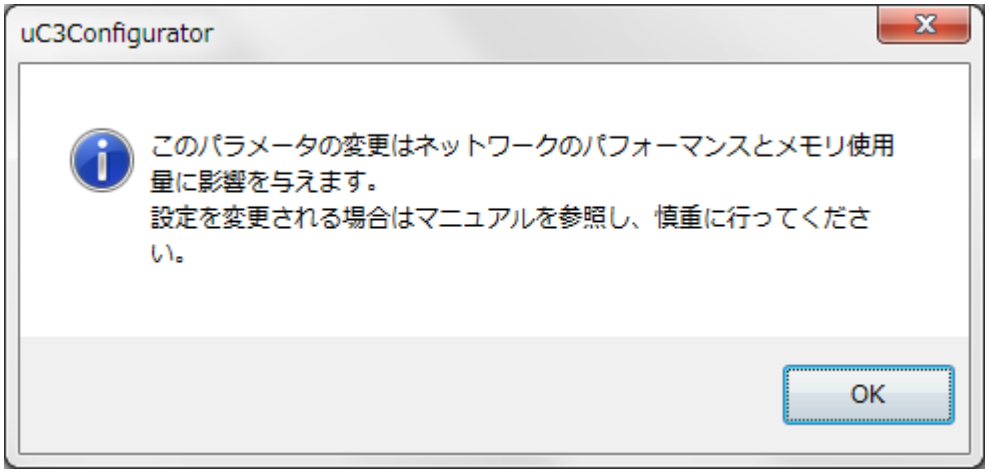
μNet3 を起動するタスクを選択します。ここは、指定を外すことが可能になっています。指定を外した場合、ネットワーク初期化の処理「net_setup()」を、追記することが必要となります。ネットワークを初期化するタスクのスタックサイズは 300 バイト以上に設定してください。

③ おまかせ簡単設定

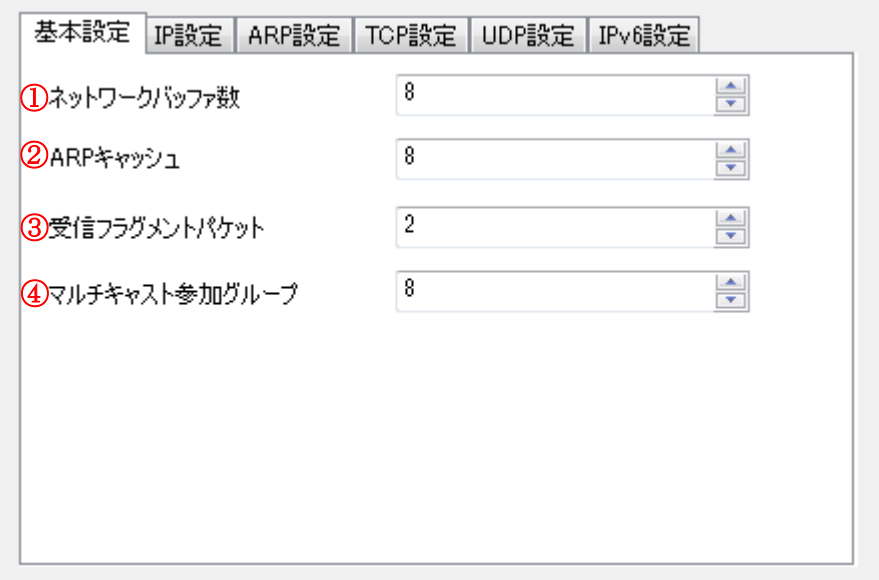
各種テーブルサイズなどシステム要件に合わせて一括して設定することができます。「標準設定」を選択した場合テーブルサイズはデフォルトの値になります。「省メモリ設定」を選択した場合μNet3 が動作する必要最小限のサイズになります。

④ 詳細設定する

μNet3 が提供する各種プロトコルの詳細な設定を行うことができます。



【基本設定】



① ネットワークバッファ数

ネットワークバッファ数を指定してください。この数値は、TCP/IP プロトコルスタックが使用するネットワークバッファのメモリブロック数を指定します。本書の「第３章　μNet3/Compact の機能概要」の「３．３　ネットワークバッファ」を参照して、設定を行ってください。

② ARP キャッシュ

ARP キャッシュの数を指定して下さい。

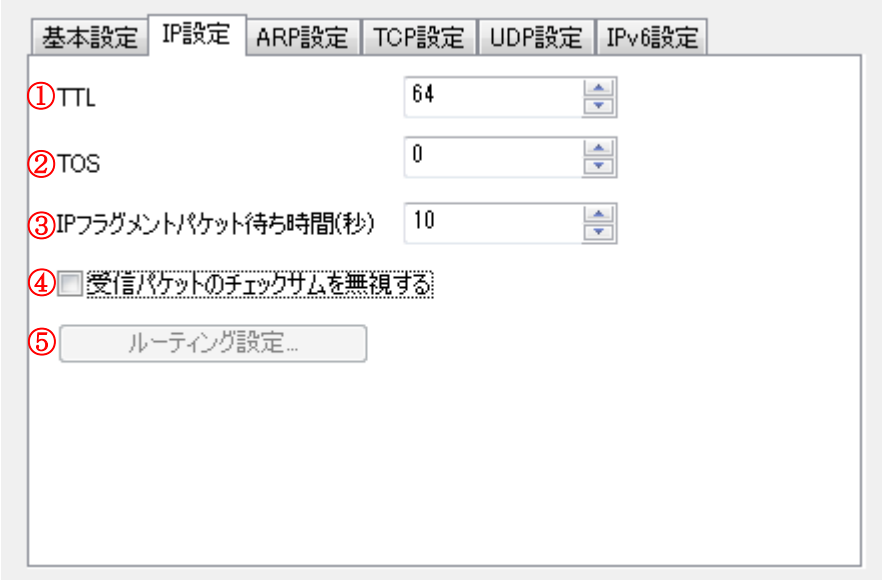
③ 受信フラグメントパケット

同時に待つことができる異なる ID のフラグメントパケット数を設定して下さい。

④ マルチキャスト参加グループ

参加するマルチキャストグループの最大数を設定して下さい。

【IP 設定】



① TTL

送信する IP ヘッダーの TTL 値を設定します。ソケット単位で設定する場合は cfg_soc()を使用して下さい。

② TOS

送信する IP ヘッダーの TOS 値を設定します。ソケット単位で設定する場合は cfg_soc()を使用して下さい。

③ IP フラグメントパケット待ち時間

IP リアセンブル処理において残りの IP フラグメントパケットを待つ時間を設定して下さい。

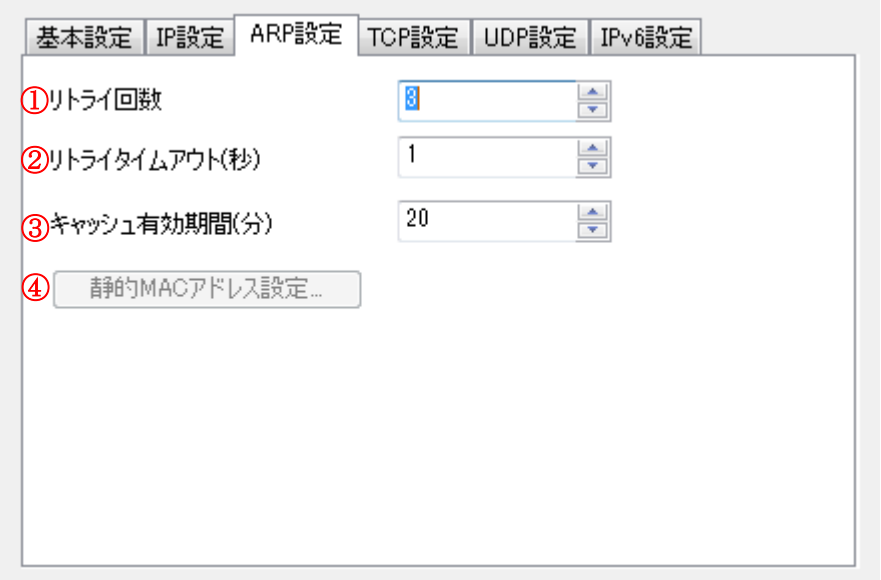
④ 受信パケットのチェックサムを無視する

受信した IP パケットのチェックサム値を検証しません。

⑤ ルーティング設定

ルーティング設定機能は使えません。

【ARP 設定】



① リトライ回数

ARP 応答を得るまでにリトライする ARP の送信回数を設定して下さい。

② リトライタイムアウト

ARP 応答を得るまでにリトライする ARP の送信間隔を設定して下さい。

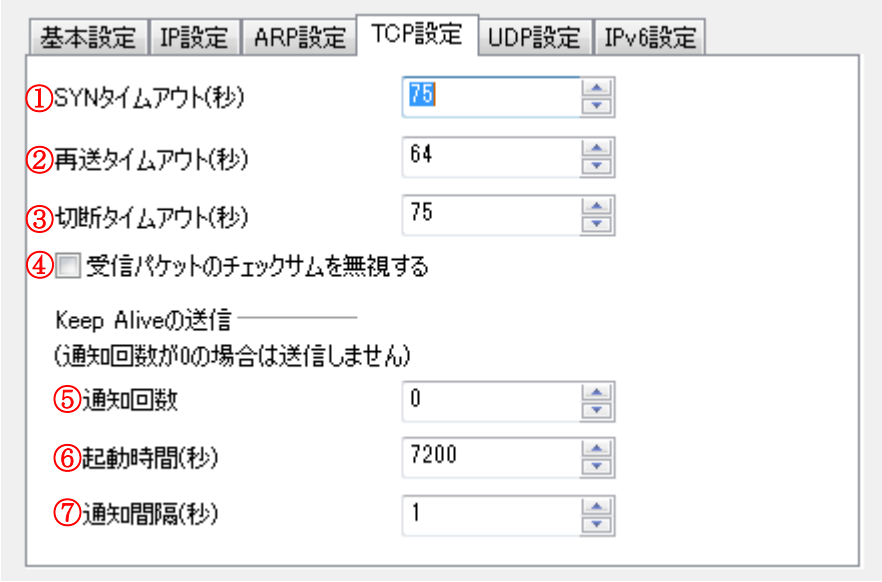
③ キャッシュ有効期間

ARP キャッシュに保持する時間を設定して下さい。

④ 静的 MAC アドレス設定

静的 MAC アドレス設定機能は使えません。

【TCP 設定】



① SYN タイムアウト

TCP アクティブオープン時の接続プロセス時間を設定します。

② 再送タイムアウト

TCP データ送信時の再送終了時間を設定します。

③ 切断タイムアウト

TCP クローズ時の切断プロセス時間を設定します。

④ 受信パケットのチェックサムを無視する

受信した TCP パケットのチェックサム値を検証しません。

⑤ Keep Alive 通知回数

切断するまでに送信する Keep Alive の送信回数を設定して下さい。(0 の場合 Keep Alive は起動しません。)

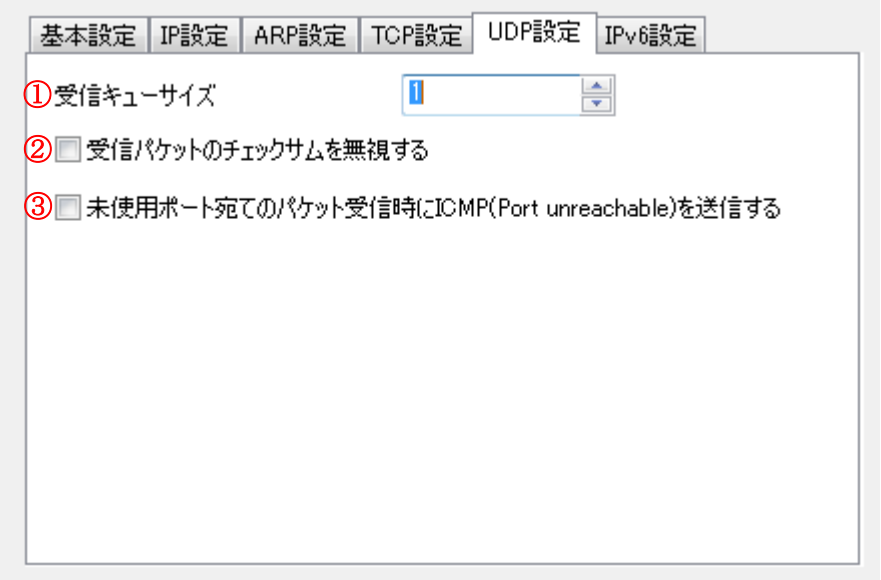
⑥ Keep Alive 起動時間

無通信期間の開始後、最初の Keep Alive パケットを送信するまでの時間を設定して下さい。

⑦ Keep Alive 通知間隔

Keep Alive パケットの送信間隔時間を設定して下さい。

【UDP 設定】



① 受信キューサイズ

rcv_soc()するまでソケット内にキューイングできる受信パケットの数を設定して下さい。

② 受信パケットのチェックサムを無視する

受信した UDP パケットのチェックサム値を検証しません。

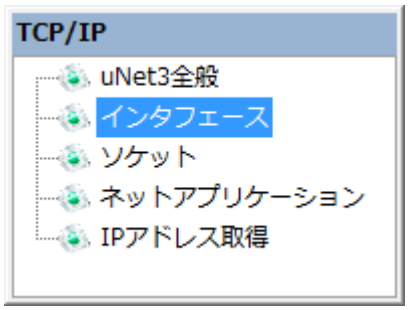
③ 未使用ポート宛てのパケット受信時に ICMP(Port unreachable)を送信する

未使用ポート宛てのパケットを受信した場合、パケット送信元のアドレスに ICMP(Port unreachable)を送信します。

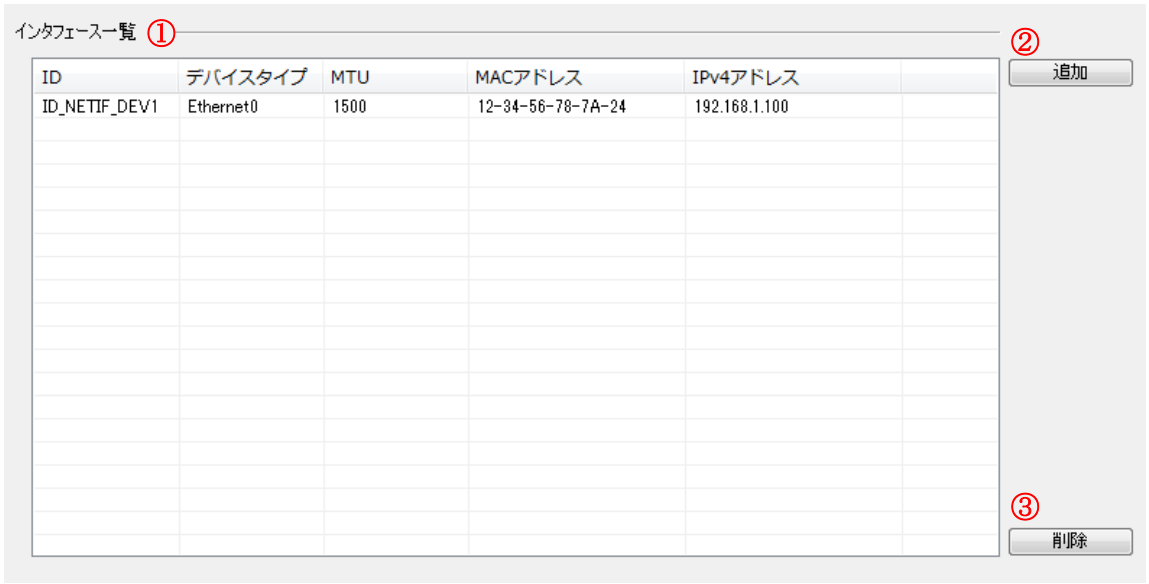
４．４．４　　インタフェースの設定

メニュー画面のインタフェースをクリックすると、Ethernet や PPP など各デバイスインタフェースの設定画面が表示されます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



① インタフェース一覧

現在設定されているインタフェースの一覧が表示されます。リスト内インタフェースをダブルクリックすることで編集画面を表示します。

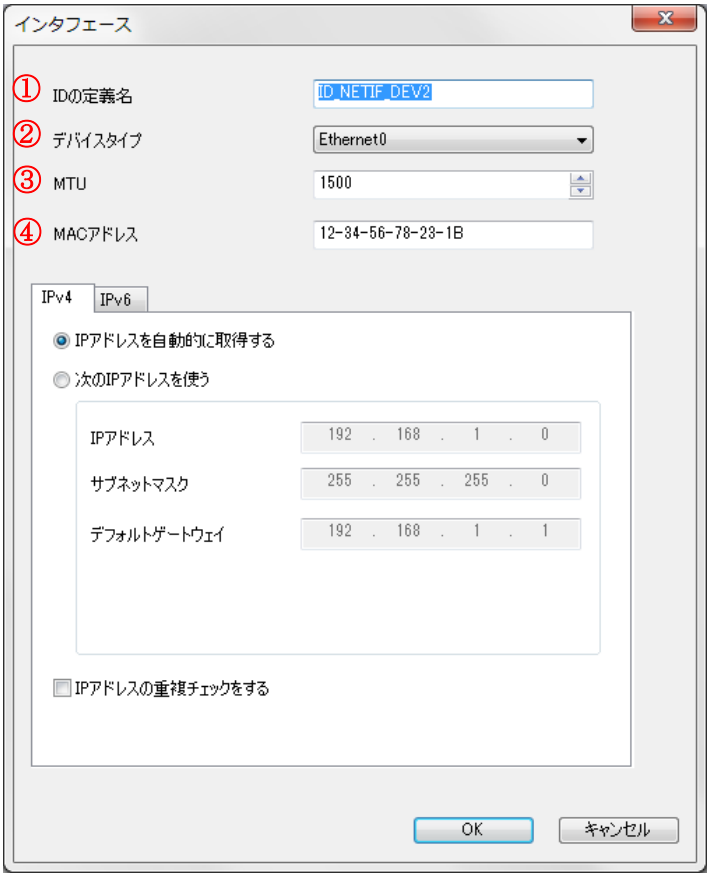
② 追加

新規に追加するインタフェースの編集画面を表示します。

③ 削除

選択されたインタフェースの設定を削除します。

【インタフェース】



① ID の定義名

インタフェースの ID 番号を表す任意の定義名を指定してください。この定義名は net_id.h 内でマクロ定義されます。

② デバイスタイプ

デバイスタイプ(リンクタイプ)をチップでサポートしているものから選択します。Template を選択するとμNet3 とのインタフェースが実装された空のネットワーク・デバイスドライバが使用できます。また Loopback を選択するとドライバレベルで送信パケットを折り返し受信するネットワーク・デバイスドライバが使用できます。

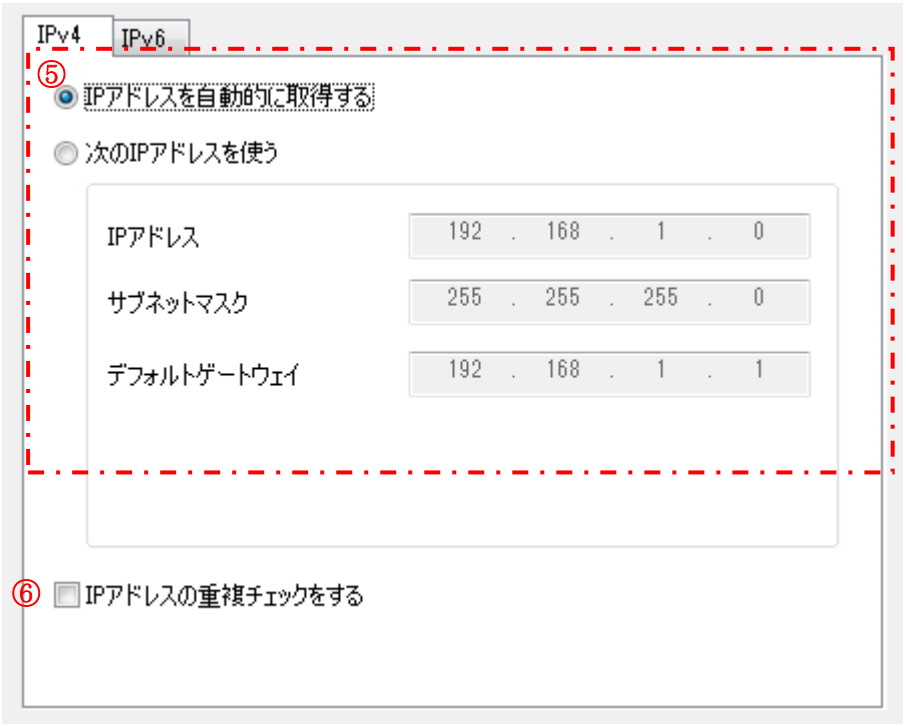
③ MTU

PATH MTU を指定してください。本書の「第２章　μNet3 の基本概念」及び「第３章　μNet3 の機能概要」を参照して、設定を行ってください。

④ MAC アドレス

ホストの MAC アドレスを指定してください。入力は各オクテット単位で行います。設定値は Ethernet インタフェースに対して有効となります。

【インタフェース IPv4】



⑤ IP アドレス

ホストの IP アドレスを指定してください。“IP アドレスを自動的に取得する”を選択すると、DHCP を用いて自動的に IP アドレスを設定します。この時、DHCP 用の UDP ソケットが自動的に追加されます。“次の IP アドレスを使う”を選択した場合は固定 IP アドレスを指定してください。設定値は Ethernet インタフェースに対して有効となります。

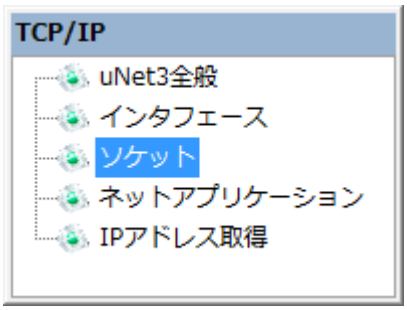
⑥ IP アドレスの重複チェックをする

μNet3 起動時にホストに設定された IP アドレスが同じネットワーク上に存在しないかを ARP を送信することで検出します。また起動後に他の端末が同じ IP アドレスを使用して ARP を送信した場合これを検知し、コールバック関数を通してホストに通知します。

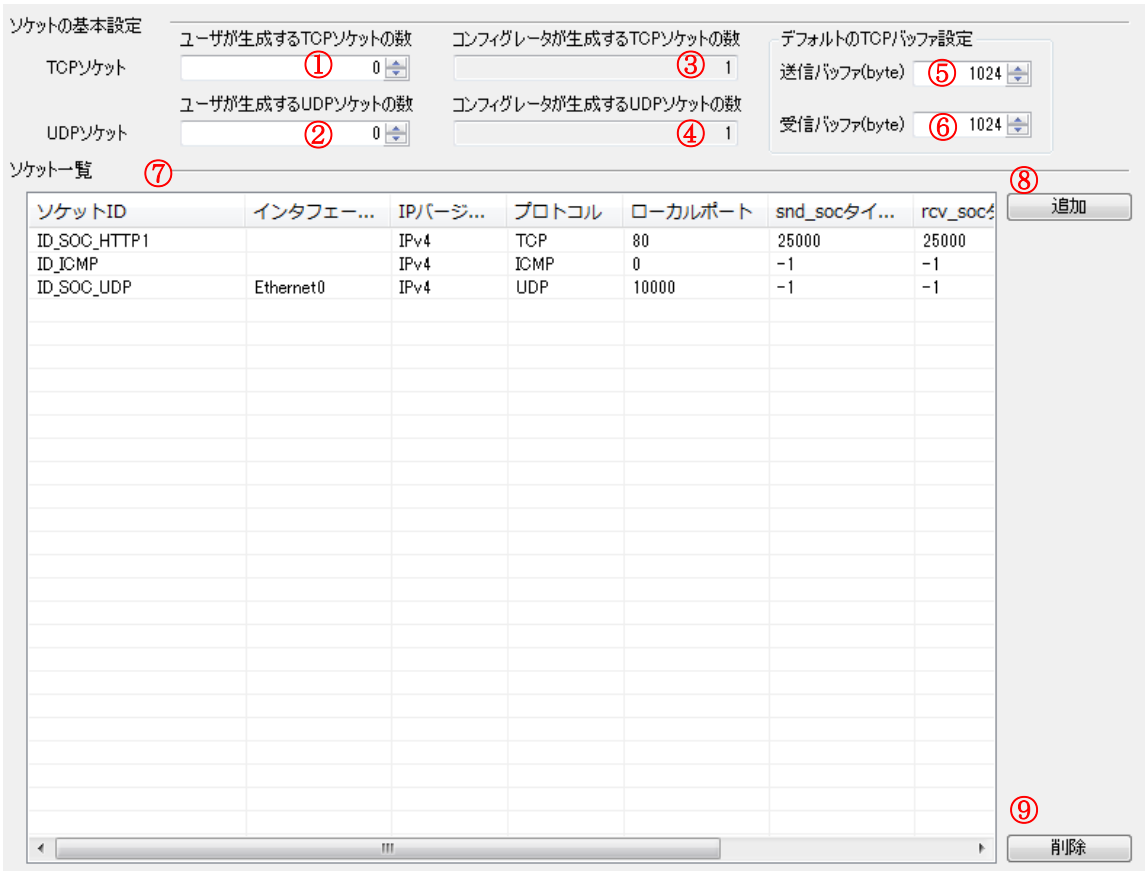
４．４．５　　ソケットの設定

メニュー画面のソケットをクリックすると、TCP と UDP のソケット設定画面が表示されます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



①　ユーザが生成する TCP ソケットの数

ユーザが cre_soc 関数で動的生成する TCP ソケットの最大数を設定します。

② ユーザが生成する UDP ソケットの数

ユーザが cre_soc 関数で動的生成する UDP ソケットの最大数を設定します。

③ コンフィグレータが生成する TCP ソケットの数

コンフィグレータが生成する TCP ソケットの数が設定されます。
この設定は後述するネットアプリケーションの設定などに応じて変動します。

④ コンフィグレータが生成する UDP ソケットの数

コンフィグレータが生成する UDP ソケットの数が設定されます。
この設定は後述するネットアプリケーションの設定などに応じて変動します。

⑤ デフォルトの TCP 送信バッファの設定

ユーザが cre_soc 関数で生成した TCP ソケットの送信バッファを設定します。

⑥ デフォルトの TCP 受信バッファの設定

ユーザが cre_soc 関数で生成した TCP ソケットの受信バッファ（Window Size）を設定します。

⑦ ソケット一覧

現在設定されているソケットの一覧が表示されます。リスト内ソケットをダブルクリックすることで編集画面を表示します。

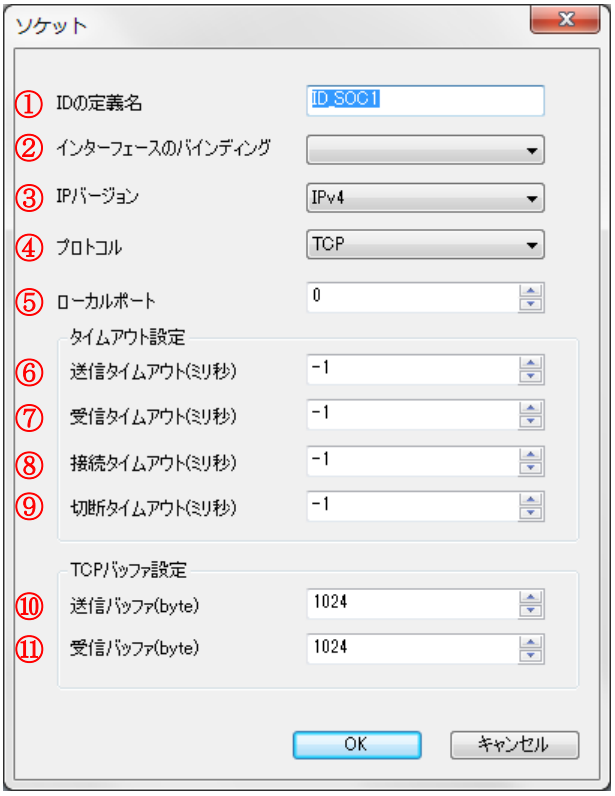
⑧ 追加

新規に追加するソケットの編集画面を表示します。
この機能で登録されたソケットはコンフィグレータで出力されるソース内で
cre_soc 関数を呼び出し、ソケット生成が行われます。

⑨ 削除

選択されたソケットの設定を削除します。

【ソケット】



① ID の定義名

ソケットの ID 番号を表す任意の定義名を指定してください。この定義名は net_id.h 内でマクロ定義されます。

② インタフェースのバインディング

インタフェース設定で追加したものを選択します。ソケットは必ず一つのインタフェースに関連付ける必要があります。もし何も選択されていない場合はソケット生成時にネットワークデバイスを特定しません。この場合の動作は**５．４　　ソケット API** を参照して下さい。

③ IP バージョン

IPv4 もしくは IPv6 を選択します。（IPv6 はμNet3-IPv6 パッケージしか選択できません）

④　プロトコル

TCP、UDP、ICMP を選択します。

※コンフィグレータの更新(2019/12)により ICMP を追加しました。

⑤ ローカルポート

ソケットのポート番号を指定してください。

⑥ 送信タイムアウト

snd_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると snd_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

⑦ 受信タイムアウト

rcv_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると snd_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定はブロッキングモード時のみ有効です。

⑧ 接続タイムアウト

con_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると con_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定は TCP ソケットのブロッキングモード時のみ有効です。

⑨ 切断タイムアウト

cls_soc API のタイムアウト時間をミリ秒（ms）単位で指定してください。－1 を指定すると con_soc が正常終了かエラーになるまで返りません。この設定は TCP ソケットのブロッキングモード時のみ有効です。

⑩ 送信バッファ

ソケットの送信バッファサイズを指定してください。この設定は TCP ソケットのみ有効です。

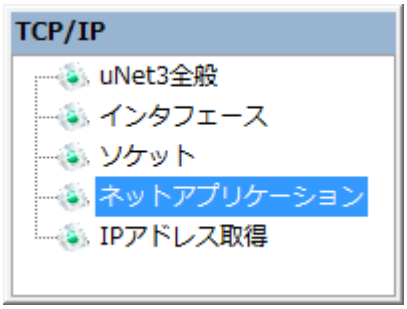
⑪ 受信バッファ

ソケットの受信バッファサイズを指定してください。この設定は TCP ソケットのみ有効です。

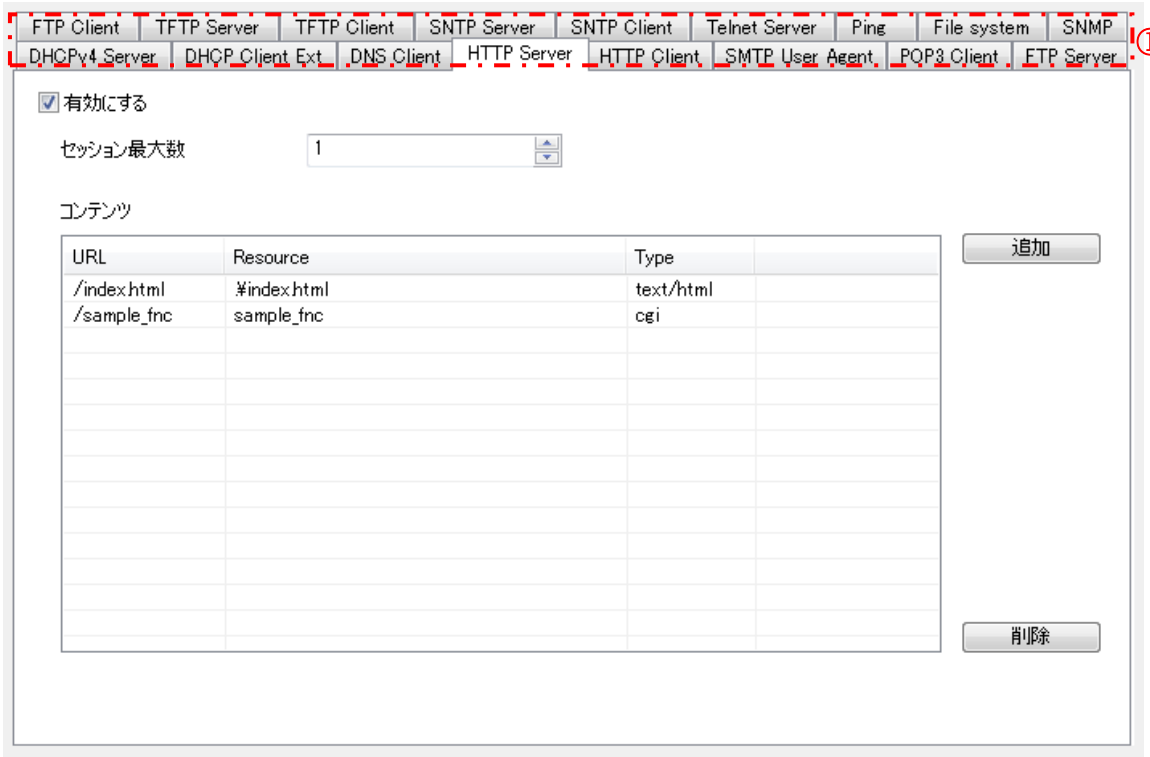
４．４．６　　ネットアプリケーションの設定

メニュー画面のネットアプリケーションをクリックすると、μNet3 が提供するネットワークアプリケーションの設定ができます。

メニュー画面



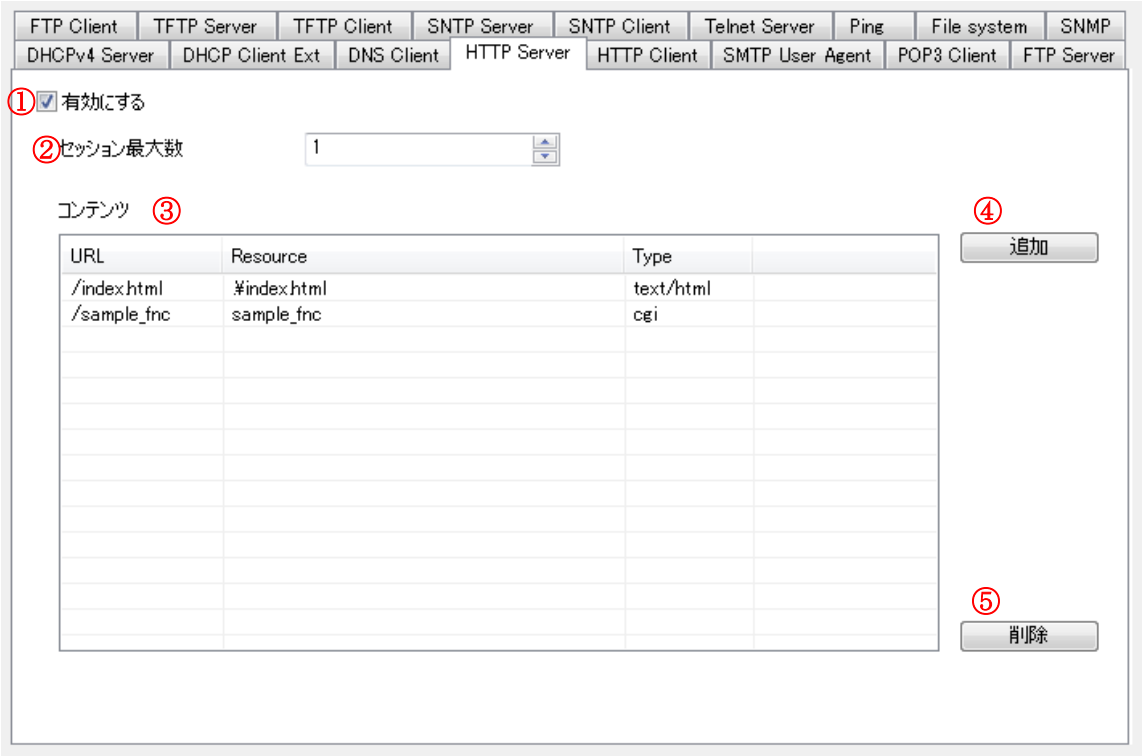
コンフィグレーション画面



① アプリケーションタブ

各アプリケーションのコンフィグレーションを行います。

【HTTP Server】



①　有効にする

HTTP サーバーの使用有無を指定してください。チェックを ON にすると HTTP サーバーが有効になります。OFF にすると無効になります。HTTP サーバーを有効にすると HTTP 用 TCP ソケットが自動的に追加されます。

②　セッション最大数

HTTP サーバーへの接続するセッションの上限を指定してください。指定できる最大値は 50 です。

③ コンテンツ一覧

現在登録されているコンテンツが表示されています。コンテンツ一覧上で変更したいコンテンツをマウス左ダブルクリックすると、コンテンツを変更することができます。

④ 追加

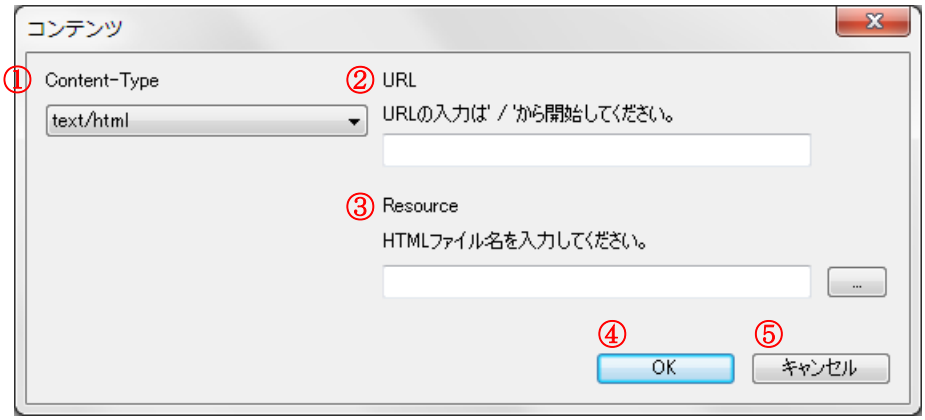
新しいコンテンツを追加します。

⑤ 削除

現在選択されているコンテンツを削除します。

コンテンツの追加、変更

「追加」ボタンをクリックするか、一覧に登録されているコンテンツをダブルクリックすると次の登録画面が表示されます。



① Content-Type

登録するコンテンツタイプ（インターネットメディアタイプ）を指定してください。コンテンツタイプは次の中から選択します。

text/html
text/xml
text/css
image/gif
image/jpeg
image/png
cgi
application/java-archive
application/javascript

② URL

コンテンツの URL を指定してください。URL の入力は‘/’から開始してください。

入力例)
text/html の場合　/index.html
cgi の場合　/function.cgi　（CGI のスクリプト名）

③ Resource

コンテンツのリソースを指定してください。

・コンテンツタイプが cgi 以外の場合：指定した Content-Type に従い実際のファイルを指定してください。もしくは「…」ボタンをクリックすると“ファイル選択画面”が表示されますので、そこでファイルを指定することもできます。
・コンテンツタイプが cgi の場合：CGI スクリプトを実行する関数名を指定してください。

指定した関数名は main.c に出力されます。関数名に次の文字を含めることはできません。
禁則文字： "`{}*@;+:*,.#$%&'¥"!?~^=|/¥<>()"

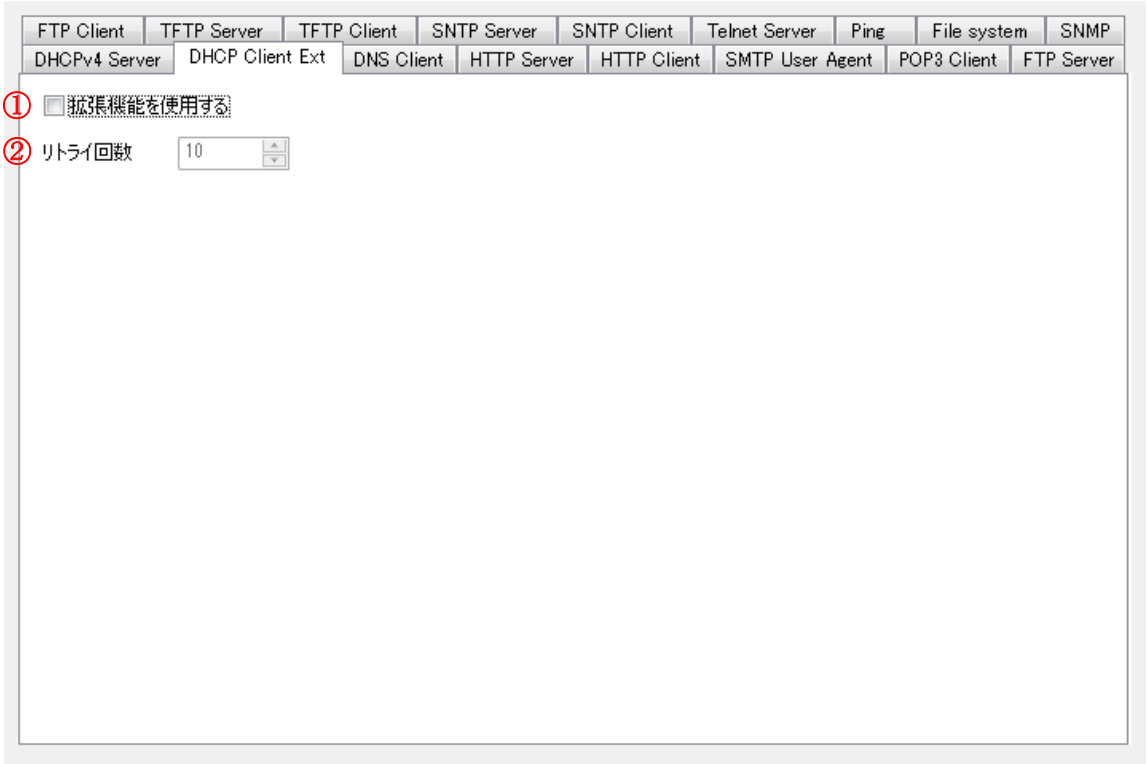
④ OK

コンテンツを登録します。

⑤ キャンセル

コンテンツ登録をせずに画面を閉じます。

【DHCP Client Ext】



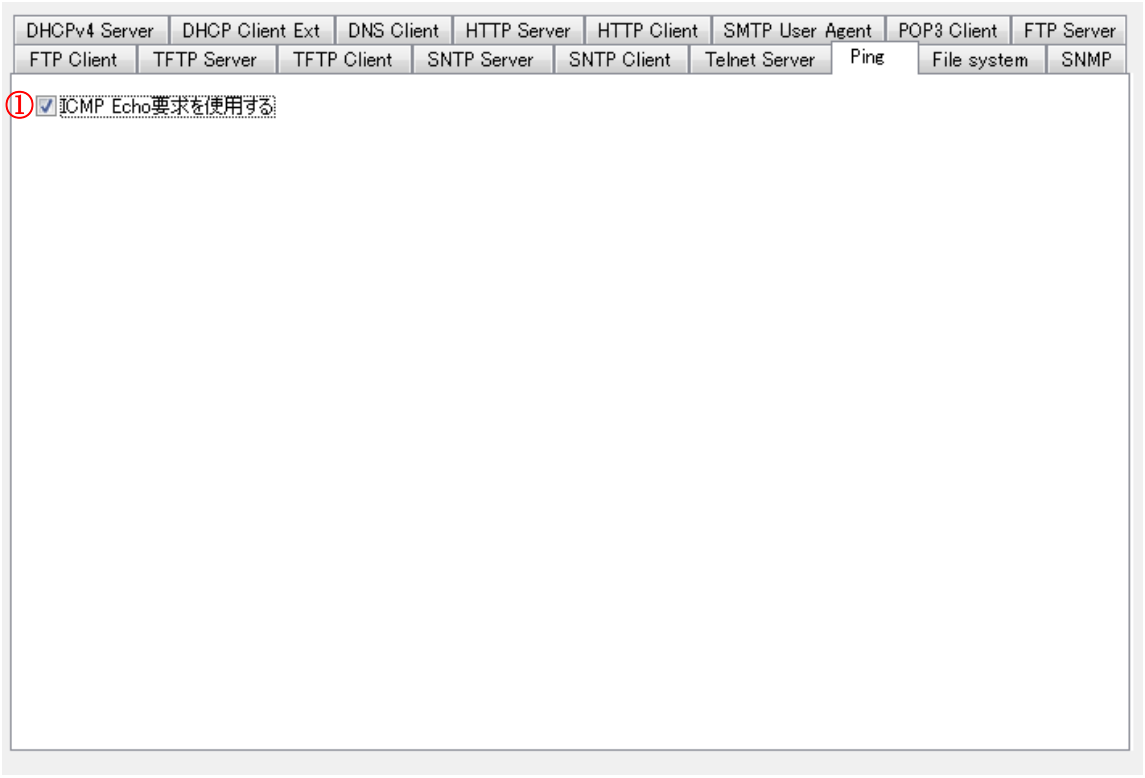
①　拡張機能を使用する

拡張版の DHCP クライアントを使用します。拡張機能については、「μNet3　ネットワークアプリケーションガイド（uNet3_NetAppGuide.docx)」を参照して下さい。

② リトライ回数

DHCP クライアントがタイムアウトした場合のリトライ回数を設定します。

【Ping】



① ICMP Echo 要求を使用する

Ping 用の ICMP ソケットを生成します。

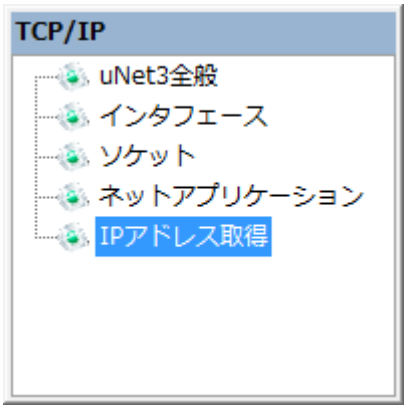
【その他】

その他のネットワークアプリケーションの詳細については、
「μNet3　ネットワークアプリケーションガイド（uNet3_NetAppGuide.docx）」を
参照して下さい。

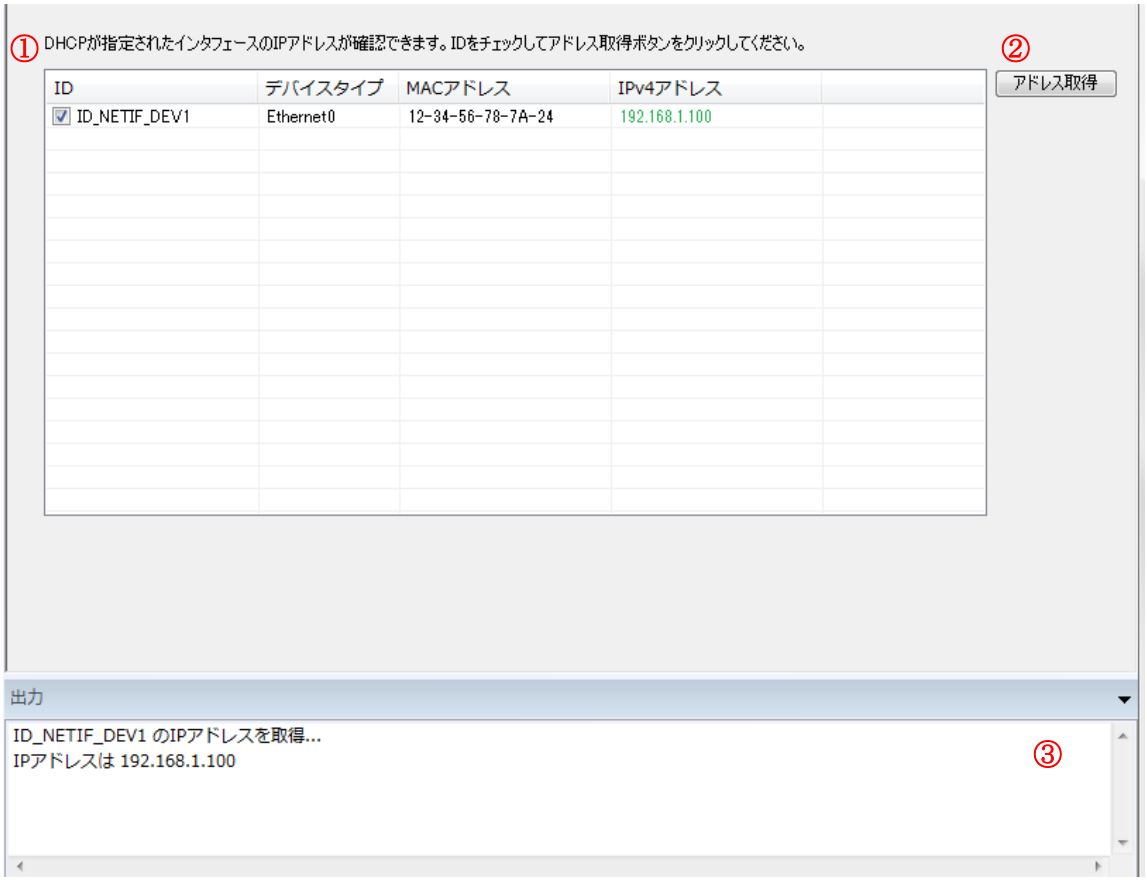
４．４．７　　IP アドレス取得の実施

メニュー画面の IP アドレス取得をクリックすると、DHCP クライアント有効状態のターゲットの IP アドレス取得が実施できます。

メニュー画面



コンフィグレーション画面



① インタフェース一覧

インタフェース一覧です。チェック有のものが IP アドレス取得対象となります。

② アドレス取得

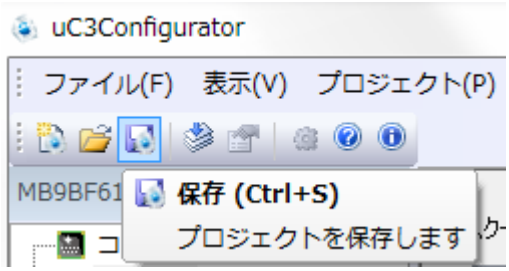
対象インタフェースの IP アドレスを取得します。

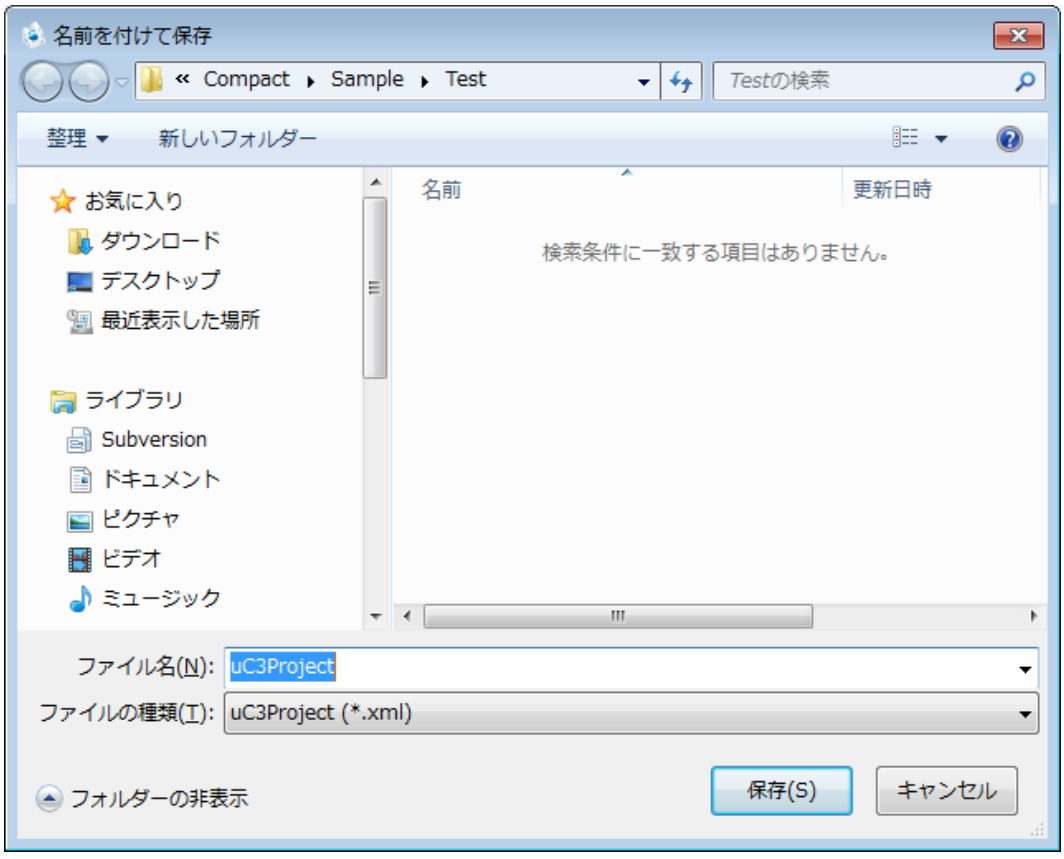
③ 出力画面

対象インタフェースの IP アドレス取得結果を表示します。

４．４．８　　プロジェクトファイルの保存

ツールバーの「保存」をクリックし、「名前を付けて保存画面」を開き、プロジェクトファイルの保存先フォルダを指定し、「OK」をクリックします。





保存されるファイルは、プロジェクトファイル（デフォルト uC3Project.3cf）と拡張子を「xml」に変えたファイルが保存されます。

このファイルをブラウザで開くことにより、コンフィグレーション情報を確認することができます。

uC3/Configurator プロジェクトファイルの設定値一覧

[使用プラグイン]

ファイル名
D:\20120523_NewConfig\uC3\Configurator\Compact\Kernel\ARM\CortexM3\uC3CmpCortexM3.plugin
D:\20120523_NewConfig\uC3\Configurator\Compact\CPU\Fujitsu\MB9BXXX\uC3CmpCpuMB9Bxxxx.plugin

---

[カーネルの設定値]

カーネル全般

カーネル割込みレベル	タスク優先度	チック時間	初期化関数	アイドル関数	追加ヘッダファイル	タイムイベントハンドラスタックサイズ(CSTACK)	システムハンドラスタックサイズ(HSTACK)
0	8	1				1024	1024

タスク

IDの定義名	関数名	優先度の初期値	拡張情報	(ローカル)スタックサイズ	タスク属性	共有スタック
ID_TASK1	Task1	1		256	TA_HLNG | TA_ACT	
ID_TASK2	Task2	1		256	TA_HLNG | TA_ACT	

セマフォ

IDの定義名	資源数の初期値	最大資源数	セマフォ属性

イベントフラグ

IDの定義名	ビットパターン初期値(HEX)	イベントフラグ属性

データキュー

IDの定義名	データの個数	データキュー属性

メールボックス

IDの定義名	メールボックス属性

固定長メモリプール

IDの定義名	メモリブロック数	メモリブロックのサイズ	固定長メモリプール属性

周期ハンドラ

IDの定義名	関数名	拡張情報	起動周期	起動位相	周期ハンドラ属性

第５章　アプリケーションプログラミングインタフェースの説明

５．１　　プロトコルスタックの初期化

TCP/IP プロトコルスタックを使用するにはプロトコルスタックの初期化とネットワークデバイスの初期化が必要になります。基本的には次のように初期化します。

初期化コード例）

```
/* プロトコルスタックの初期化 */
        ercd    =    net_ini();
        if (ercd != E_OK) {
           return ercd;
        }
/* ネットワークデバイス(デバイス番号 N)の初期化 */
        ercd    =    net_dev_ini(N);
        If (ercd != E_OK) {
           return ercd;
        }
```

初期化コードは net_cfg.c の net_setup 関数で実施しています。

５．２　　ネットワーク・インタフェース API

net_ini	TCP/IP プロトコルスタックの初期化

【書式】

ER ercd = net_ini(void);

【パラメータ】

なし

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

＜0	初期化失敗

【解説】

プロトコルスタックで使用するリソースを初期化します。プロトコルスタックで使用するカーネルオブジェクト（タスク、メモリプール、セマフォ）も同時に生成初期化されます。また、プロトコルスタックで使用する広域変数には初期値がセットされます。

プロトコルスタックを使用する場合にはどの API よりも先に、この API を発行する必要があります。

net_cfg　　ネットワーク・インタフェースのパラメータ設定

【書式】

ER ercd = net_cfg(UH num, UH opt, VP val);

【パラメータ】

UH	num	デバイス番号
UH	opt	パラメータコード
VP	val	設定する値

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_NOSPT	不正なパラメータコード
E_ID	デバイス番号正しくない
E_NOMEM	マルチキャストテーブルがいっぱい

【解説】

IP アドレスやサブネットマスク、ブロードキャストアドレス、マルチキャスト、その他基本的な設定を行います。

設定例

```
net_cfg(1, NET_BCAST_RCV, (VP)1);  /* ブロードキャストの受信を有効 */
```

パラメータコード	データタイプ	意味
NET_IP4_CFG	T_NET_ADR	IP アドレス、サブネットマスク、ゲートウェイを設定します。val には T_NET_ADR のポインタを渡してください。
NET_IP4_TTL	UB	TTL（Time to Live）を設定します。 デフォルトは 64 が設定されています。
NET_BCAST_RCV	UB	ブロードキャストの受信の可否を設定します。“1”を設定した場合は受信可能となり、“0”を設定した場合は不可となります。
NET_MCAST_JOIN	UW	参加するマルチキャストグループの IP アドレスを登録します。
NET_MCAST_DROP	UW	脱退するマルチキャストグループの IP アドレスを設定します。
NET_MCAST_TTL	UB	マルチキャスト送信で使用する TTL を設定します。
NET_ACD_CBK	コールバック関数ポインタ	運用中に IP アドレス競合を検出したことをコールバック通知する関数を設定します。 この設定により競合検出の通知機能が有効になります。

net_ref　　ネットワーク・インタフェースのパラメータ参照

【書式】

ER ercd = net_ref(UH num, UH opt, VP val);

【パラメータ】

UH	num	デバイス番号
UH	opt	パラメータコード
VP	val	取得する値のバッファへのポインタ

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_NOSPT	不正なパラメータコード
E_ID	デバイス番号正しくない

【解説】

IP アドレスやサブネットマスク、ブロードキャストアドレス、そのほかの基本的な設定の確認を行います。

設定例

```
UB bcast;
net_ref(1, NET_BCAST_RCV, (VP)&bcast);  /* ブロードキャストの受信状態 */
```

パラメータコード	データタイプ	意味
NET_IP4_CFG	T_NET_ADR	IP アドレス、サブネットマスク、ゲートウェイを取得します。val には T_NET_ADR のポインタを渡してください。
NET_IP4_TTL	UB	TTL（Time to Live）を取得します。
NET_BCAST_RCV	UB	ブロードキャストの受信の状態を取得します。
NET_MCAST_TTL	UB	マルチキャスト送信 TTL を取得します。

net_acd　　IP アドレスの競合探知

【書式】

ER ercd = net_acd(UH dev_num, T_NET_ACD *acd);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号
T_NET_ACD	*acd	アドレス競合情報

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	デバイス番号不正
E_PAR	パラメータ不正
E_OBJ	重複呼び出し、ホスト IP 未設定時の呼び出し
E_TMOUT	ARP 送信タイムアウト
E_SYS	IP アドレス競合検出
E_OK	IP アドレス競合非検出

【解説】

dev_num で指定されるデバイスの、IP アドレスの競合検出を行います。

IP アドレスの競合を検出した場合、引数の競合情報には相手側の MAC アドレスが格納されます。

この API とは別に非同期で IP アドレスの競合を検出したい場合は、net_cfg()API でコールバック関数を登録する必要があります。

※本関数は最大で約 10 秒、競合アドレスの検出を試みるため専用タスクで呼び出すことをお勧めします。

acd_cbk　　IP アドレス競合検出時のコールバック関数

【書式】

ER acd_cbk(T_NET_ACD* acd);

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【パラメータ】

T_NET_ACD	*acd	アドレス競合情報

【解説】

この関数は運用中に IP アドレスの競合を検出した場合に呼び出されます。引数の競合情報には、競合したホストの MAC アドレスが格納されます。

IP アドレスの競合に対して、自身のホストでその IP アドレスを使用し続ける場合は E_OK を返却して下さい。それ以外の場合は E_SYS を返却して下さい。

コールバック関数は ARP パケットを受信したタスク(Ethernet ドライバの受信タスク)上で呼ばれます。そのためコールバック関数は即座に終了して下さい。また IP アドレス探知中(net_acd()実行中)はコールバック関数が呼ばれることはありません。

使用例

```
#define    ID_DEVNUM_ETHER   1    /* デバイス番号 */
/* アドレス競合検出時のコールバック関数 */
ER acd_detect(T_NET_ACD * acd)
{
    return E_OK;
}

/* ネットワーク初期化関数 */
ER net_setup(void)
{
    ER ercd;
    T_NET_ACD acd;

    ercd = net_ini();
    if (ercd != E_OK) {
        return ercd;
    }
    ercd = net_dev_ini(ID_DEVNUM_ETHER);
    if (ercd != E_OK) {
        return ercd;
    }

    /* IP アドレス競合探知 */
    ercd = net_acd(ID_DEVNUM_ETHER, &acd);
    if (ercd == E_OK) {
        /* IP アドレスの競合無し */
        /* IP アドレス競合検出時のコールバック関数設定 */
        net_cfg(ID_DEVNUM_ETHER, NET_ACD_CBK, (VP)acd_detect);
    }
    else if (ercd == E_SYS) {
        /* MAC アドレスが acd.mac のホストと IP が競合 */
    } else {
        /* IP アドレスの競合探知に失敗 */
    }
    return ercd;
}
```

５．３　　ネットワークデバイス制御 API

ネットワークデバイス制御 API はアプリケーションからデバイスドライバに統一的にアクセスするためのインタフェースを提供します。各デバイスには、本 API に‘デバイス番号’を指定してアクセスします。デバイス番号とは、デバイスを識別するための固有の番号です。

net_dev_ini　　ネットワークデバイスの初期化

【書式】

ER ercd = net_dev_ini(UH dev_num);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

< 0	初期化失敗

【解説】

dev_num を使って特定のデバイスを初期化します。net_dev_ini は、実際にはデバイスドライバの dev_ini を使ってデバイスを初期化します。

正常終了すると、そのネットワークデバイスを通じてパケットの処理が可能となります。

net_dev_cls　　ネットワークデバイスの解放

【書式】

ER ercd = net_dev_cls(UH dev_num);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

< 0	解放失敗

【解説】

dev_num を使って特定のデバイスを解放します。net_dev_cls は、実際にはデバイスドライバの dev_cls を使ってデバイスを解放します。

net_dev_ctl　　ネットワークデバイスの制御

【書式】

ER ercd = net_dev_ctl(UH dev_num, UH opt, VP val);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号
UH	opt	制御コード
VP	val	設定する値

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

< 0	失敗

【解説】

dev_num を使って特定のデバイスを制御します。net_dev_ctl はデバイスドライバの dev_ctl を呼び出しているだけですので、実際の動作はデバイスドライバの実装に依存します。

net_dev_sts　　ネットワークデバイスの状態取得

【書式】

ER ercd = net_dev_sts(UH dev_num, UH opt, VP val);

【パラメータ】

UH	dev_num	デバイス番号
UH	opt	状態コード
VP	val	取得する値

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

< 0	失敗

【解説】

dev_num を使って特定のデバイスの状態を取得します。net_dev_sts はデバイスドライバの dev_ref を呼び出しているだけですので、具体的な動作はデバイスドライバの実装に依存します。

５．４　　ソケット API

アプリケーションは、ソケット API を使用してリモートホストとの TCP/UDP データのやり取りを行います。

ソケットは生成もしくは接続時に**デバイス番号**を使って、接続するネットワークデバイスを指定する必要があります。デバイス番号に 0 を指定した場合は「デバイスを特定しない」という意味を持ち、送信と受信でソケット／ネットワークデバイス間のインタフェース選択動作が異なります。またソケット生成時に 0 以外のデバイス番号を指定した場合には、接続時にデバイス番号を指定する必要はありません。

例として N 個のネットワークデバイス(N は 2 以上)で構成されたシステム上で、ソケット API を使用した場合、以下の表の通りデバイスを使用します。

	生成時のデバイス番号(※1)	接続時のデバイス番号(※2)	使用するデバイス
ソケット送信動作 snd_soc()や TCP クライアントの con_soc()(SYN 送信)	0	0	デバイス番号 1(先頭)
	0	N	デバイス番号 N
	N	ANY	デバイス番号 N
ソケット受信動作 rcv_soc()や TCP サーバーの con_soc()(SYN 受信)	0	0	通知したデバイス(※3)
	0	N	デバイス番号 N
	N	ANY	デバイス番号 N

※1　μNet3/Compact の場合は、コンフィグレータでソケットを追加する時にネットワークデバイスを指定します。Standard の場合は、con_soc() API の引数 host->num で指定します。

※2　con_soc() API の引数 host->num で指定します。UDP ソケットで受信する場合は con_soc() API を呼び出す必要はありません。

※3　ソケット生成時も接続時にもデバイス番号を指定していないソケットは、ポート番号とプロトコルが一致すればどのデバイスからでもパケットを受信することが可能です。この場合ソケットはパケットを通知したデバイスを以降の動作で使用します。

cre_soc　　ソケットの生成

【書式】

ER ercd = cre_soc(UB proto, T_NODE *host);

【パラメータ】

UH	proto	プロトコル種別
T_NODE	*host	ローカルホスト情報

【戻り値】

ER	ercd	生成されたソケットの ID (>0) またはエラーコード

【エラーコード】

E_NOMEM	ソケットを作ることができない(ソケット最大数を超えている)
E_PAR	‘host’が不正
E_NOSPT	’proto’が不正

【T_NODE】

使用するローカルポート番号とデバイスインタフェースを指定します。

UH	port	ポート番号	ローカルホストのポート番号。1 から 65535 の値または PORT_ANY を指定する。PORT_ANY が指定された場合、ポート番号はプロトコルスタックで決定する。
UH	ver	IP バージョン	0 を指定（IP_VER4 を使う）
UB	num	デバイス番号	使用したいデバイスのデバイス番号を指定
UW	ipa	IP アドレス	0 を指定（ローカル IP アドレスを使う）

【proto】

生成するソケットのプロトコル種別

IP_PROTO_TCP	TCP ソケット
IP_PROTO_UDP	UDP ソケット

【解説】

この API は指定したプロトコルのソケットを作ります。

TCP ソケット生成例
T_NODE　host;
host.num = 1;
host.port = 7;
host.ver = IP_VER4;
host.ipa = INADDR_ANY;
cre_soc(IP_PROTO_TCP, &host);

※ソケットの生成関数は Standard 版でのみ提供される機能です。Compact 版をご使用の場合はコンフィグレータでソケットを定義する必要があります。

del_soc　　ソケット削除

【書式】

ER ercd = del_soc(SID sid);

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)
E_OBJ	ソケットの状態が不正

【解説】

この API は指定した ID のソケットを削除します。TCP ソケットを削除する時、事前に cls_soc()を呼び出してソケットを閉じてください。

※ソケットの削除関数は Standard 版でのみ提供される機能です。Compact 版をご使用の場合はソケットを動的に削除することはできません。

con_soc　　ソケットの接続

【書式】

ER ercd = con_soc(SID sid, T_NODE *host, UB con_flg) ;

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
T_NODE	*host	リモートホスト情報
UB	con_flg	接続モード

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)
E_PAR	host または con_flg が不正
E_OBJ	ソケットの状態が不正（既に接続済みのソケットに対してこの API を呼んだ時など）
E_TMOUT	接続処理がタイムアウトした
E_WBLK	ノンブロッキングモードで処理
E_CLS	リモートホストから接続拒否
E_RLWAI	接続処理が中止された
E_QOVR	既に con_soc()実行中

【T_NODE】

リモートホストと使用するデバイスインタフェースを指定します。

UH	port	ポート番号	リモートホストのポート番号（1 から 65535）
UH	ver	IP バージョン	0 を指定
UB	num	デバイス番号	使用したいデバイスのデバイス番号
UW	ipa	IP アドレス	リモートホストの IP アドレス

【con_flg】

接続を待ち受ける(サーバー)、能動的（クライアント）に接続するかを指定します。

UDP ソケットの場合は常に 0 を指定してください。

SOC_CLI	リモートホストに接続する（能動接続）
SOC_SER	接続を待ち受ける（受動接続）

【解説】

このAPIは使用するプロトコルによって振る舞いが異なります。

TCPの時は、リモートホストとの接続の確立を行い、UDPの時は、データ送信先とソケットとの関連付けを行います。

TCPサーバーソケットの接続例

```
T_NODE    remote = {0};                    /* 0でクリア */
con_soc(SID, &remote, SOC_SER);
```

TCPクライアントソケットの接続例

```
T_NODE    remote;
remote.port = 100;                         /* リモートホストのポート番号 */
remote.ver = IP_VER4;
remote.num = 1;                            /* 使用するデバイス番号を指定 */
remote.ipa = ip_aton("192.168.11.1"); /*    リモートホストのIPアドレス */
con_soc(SID, &remote, SOC_CLI);
```

cls_soc　　ソケットの切断

【書式】

ER ercd = cls_soc(SID sid, UB cls_flg);

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
UB	cls_flg	切断モード

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)
E_PAR	‘cls_flg が不正
E_OBJ	ソケットの状態が不正（未接続状態でこの API を呼んだ時など）
E_TMOUT	切断処理がタイムアウトした
E_WBLK	ノンブロッキングモードで処理
E_CLS	リモートホストから接続の強制終了
E_RLWAI	切断処理が中止された
E_QOVR	既に cls_soc()実行中

【cls_flg】

このパラメータは TCP ソケットのみに有効です。

SOC_TCP_CLS	ソケットを切断する。（接続を終了する）
SOC_TCP_SHT	送信処理のみを無効にする。受信は可能。 （SOC_TCP_SHT を使用して、送信処理をのみを停止した後、完全に接続を終了したい場合、SOC_TCP_CLS を使用して完全に接続を終了する必要があります）

【解説】

この API は使用するプロトコルによって振る舞いが異なります。

TCP の時は、リモートホストとの接続を切断し、UDP の時は、ソケットに関連付けられたデータの送受信先の情報をクリアします。（この後、UDP データの送信を行うことはできません。）

cfg_soc　　ソケットのパラメータ設定

【書式】

ER ercd = cfg_soc(SID sid, UB code, VP val) ;

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
UB	code	パラメータコード
VP	val	設定する値

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)
E_NOSPT	不正なパラメータコード
E_PAR	不正なパラメータ値
E_OBJ	ソケットの状態が不正

【解説】

次に示すパラメータの設定が可能です。設定する値は VP 型へキャストして渡してください。

設定例

```
UB ttl = 32;
cfg_soc(SID, SOC_IP_TTL, (VP)ttl);
```

パラメータコード	データタイプ	意味
SOC_TMO_CON	TMO	con_soc の呼出しタイムアウト
SOC_TMO_CLS	TMO	cls_soc の呼出しタイムアウト
SOC_TMO_SND	TMO	snd_soc の呼出しタイムアウト
SOC_TMO_RCV	TMO	rcv_soc 呼出しタイムアウト
SOC_IP_TTL	UB	IP ヘッダーの TTL（Time to Live）を設定
SOC_IP_TOS	UB	IP ヘッダーの TOS（Type of Server）を設定
SOC_CBK_HND	関数へのポインタ	コールバック関数の登録
SOC_CBK_FLG	UH	コールバックイベントフラグのビットパターンを設定(設定する値は、以下を参照)
SOC_PRT_LOCAL	UH	ローカルポート番号の変更
SOC_UDP_RQSZ	UB	UDP ソケットの受信キューサイズの変更(*)

(*) UDP ソケットの受信キューサイズは通常 1 です。この値を変更した場合、すでに受信中のパケットを失うことがあります。受信キューサイズに 0 を設定するとパケットを受信しません。

コールバックイベントフラグビット	意味
EV_SOC_CON	con_soc()をノンブロッキングモードに設定（TCP ソケットのみ）
EV_SOC_CLS	cls_soc()をノンブロッキングモードに設定（TCP ソケットのみ）
EV_SOC_SND	snd_soc()をノンブロッキングモードに設定
EV_SOC_RCV	rcv_soc()をノンブロッキングモードに設定

コールバックイベントフラグビットについては、複数ビットの設定が可能です。複数設定する場合 OR で設定してください。以下に設定例を示します。

例) ercd = cfg_soc(ソケット ID, SOC_CBK_FLG, (VP)(EV_SOC_CON|EV_SOC_SND|EV_SOC_RCV|EV_SOC_CLS));

ノンブロッキングに設定したソケットイベントはそのイベントのソケットタイムアウトが無効になります。

コールバックイベントフラグビットを有効にするときは、SOC_CBK_HND でコールバック関数の登録が必要となります。コールバック関数はについては、以下を参照してください。

soc_cbt　　コールバック関数

【書式】

UW soc_cbt(SID sid, UH event, ER ercd);

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
UH	event	コールバックイベントフラグビット
ER	ercd	エラーコード

このコールバック関数は、TCP/IP スタックから呼び出されます。なお、ノンブロッキングモードのソケット API を実行した場合、API 処理が待ち状態になる必要がある時、待ち状態とはならずに、E_WBLK の値が返ります。このとき、TCP/IP スタックからは、コールバック関数で処理が終わったことを通知します。

コールバックイベントフラグビット(event)	エラーコード(ercd)	意味
EV_SOC_CON	E_OK	con_soc()処理が正常終了
	< 0	con_soc()処理がエラーで終了。この時のエラー内容については con_soc()のエラーコードを参照してください。
EV_SOC_CLS	E_OK	cls_soc()処理が正常終了
	< 0	cls_soc()処理がエラーで終了。この時のエラー内容ついては cls_soc()のエラーコードを参照してください。
EV_SOC_SND	> 0	UDP ソケット： snd_soc()処理が正常終了 TCP ソケット： TCP 送信バッファに空きがある場合、空きのサイズを'ercd'値で表す。再び snd_soc()を呼び出して、送信データを TCP 送信バッファにコピーすることが出来る。
	<= 0	snd_soc()処理がエラーで終了。この時のエラー内容については snd_soc()のエラーコードを参照してください。
EV_SOC_RCV	> 0	UDP ソケット： UDP ソケットには受信データが存在する。受信データのサイズを'ercd'値で表す。再び rcv_soc()を呼び出してデータを受信することが出来る。 TCP ソケット： TCP ソケットには受信データが存在する。受信データのサイズを'ercd'値で表す。再び rcv_soc()読んでデータを受信することが出来る。
	<= 0	rcv_soc()処理がエラーで終了。この時のエラー内容については rcv_soc()のエラーコードを参照してください。

※コールバック関数からμNet3 の全ての API・関数を呼び出すことはできません。(コールバック関数は割り込みハンドラと同じように考えて使用してください)

ref_soc　　ソケットのパラメータ参照

【書式】

ER ercd = ref_soc(SID sid, UB code, VP val)；

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
UB	code	パラメータコード
VP	val	取得する値のバッファへのポインタ

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)
E_NOSPT	不正なパラメータコード
E_PAR	不正なパラメータ値（val が NULL の場合）
E_OBJ	ソケットの状態が不正（ソケットを参照することができない）

【解説】

次に示すパラメータの参照が可能です。取得する値は VP 型へキャストして渡してください。

リモートホスト情報取得例

```
T_NODE remote;
ref_soc(SID, SOC_IP_REMOTE, (VP)&remote);
```

パラメータコード	データタイプ	意味
SOC_TMO_CON	TMO	con_soc の呼出しタイムアウト
SOC_TMO_CLS	TMO	cls_soc の呼出しタイムアウト
SOC_TMO_SND	TMO	snd_soc の呼出しタイムアウト
SOC_TMO_RCV	TMO	rcv_soc 呼出しタイムアウト
SOC_IP_LOCAL	T_NODE	ローカルホストの IP アドレスとポート番号を取得
SOC_IP_REMOTE	T_NODE	リモートホストの IP アドレスとポート番号を取得
SOC_IP_TTL	UB	TTL（Time to Live）を取得
SOC_IP_TOS	UB	TOS(Type Of Service)を取得
SOC_RCV_PKT_INF	T_RCV_PKT_INF	UDP ソケットが受信した最新のパケット情報を取得。TCP ソケットの場合は接続成立時の接続先情報を取得。
SOC_PRT_LOCAL	UH	ローカルポート番号の参照

マルチキャストアドレスとユニキャストアドレスを持つソケットで、直前のパケットを受信した IP アドレスを知るには次のように参照して下さい。

受信 IP アドレス取得例

```
T_RCV_PKT_INF rcv_pkt_inf;
ref_soc(SID, SOC_RCV_PKT_INF, (VP)&rcv_pkt_inf);
if (rcv_pkt_inf.dst_ipa == MULTICASTADDRESS) {
    /* マルチキャストアドレスで受信 */
}
```

TCP ソケットの場合は src_ipa と src_port のメンバ変数に接続先情報が設定され、dst_ipa と dst_port のメンバ変数に自ノードの IP アドレスおよびポート番号の情報が設定されます。
これはサーバ接続、クライアント接続に関係なくリモートホストの情報として TCP の接続が確立した時点のものが反映されます。

abt_soc　　ソケット処理の中止

【書式】

ER ercd = abt_soc(SID sid, UB code);

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
UB	code	制御コード

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)

【解説】

この API は、con_soc、cls_soc、snd_soc、rcv_soc の待ち状態をキャンセルすることができます。 キャンセルされた API は、E_RLWAI を返します。

制御コード	意味
SOC_ABT_CON	con_soc()処理の中止
SOC_ABT_CLS	cls_soc()処理の中止
SOC_ABT_SND	snd_soc()処理の中止
SOC_ABT_RCV	rcv_soc()処理の中止
SOC_ABT_ALL	すべてのソケットの処理の中止

snd_soc　　データの送信

【書式】

ER ercd = snd_soc(SID sid, VP data, UH len);

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
VP	data	送信データのポインタ
UH	len	送信データサイズ

【戻り値】

ER	ercd	実際に送信されたデータサイズ(>0)またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)
E_PAR	不正な送信データか、送信データサイズが指定されていない
E_OBJ	ソケットの状態が不正
E_TMOUT	送信処理がタイムアウト
E_WBLK	ノンブロッキンモードで処理
E_CLS	TCP ソケットが切断された
E_RLWAI	送信処理が中止された
E_NOMEM	メモリ不足
E_QOVR	既に snd_soc()実行中
EV_ADDR	送信先デフォルト G/W が不明

【解説】

この API はリモートホストにデータを送信します。処理が成功した時は、実際に送信されたデータサイズを返します。それ以外の時はエラーコードを返します。

TCP ソケットの場合、この API はデータをプロトコルスタック内部にコピーし、そのコピーしたサイズを返します。(返されるデータサイズは引数で指定された len 以下です)。詳細は、「３．１．４　TCP モジュール」を参照してください。

UDP ソケットの場合、データはネットワークに送信されその送信サイズを返します。詳細は、「３．１．３　UDP モジュール」を参照してください。

rcv_soc	データの受信

【書式】

ER ercd = rcv_soc(SID sid, VP data, UH len);

【パラメータ】

SID	sid	ソケットを識別する ID
VP	data	受信データへのポインタ
UH	len	受信データサイズ

【戻り値】

ER	ercd	実際に受信したデータサイズ(>0)またはエラーコード

【エラーコード】

E_ID	不正 ID 番号
E_NOEXS	ソケットが存在しない(ソケットが作られていない)
E_PAR	不正な受信データか、受信データサイズが指定されていない
E_OBJ	ソケットの状態が不正
E_TMOUT	受信処理がタイムアウト
E_WBLK	ノンブロッキンモードで処理
E_CLS	TCP ソケットが切断された
E_RLWAI	受信処理が中止された
E_QOVR	既に rcv_soc()実行中
0	TCP ソケットのデータ終端まで受信した

【解説】

この API はリモートホストから送信されたデータを受信します。

TCP の場合、受信可能な最大サイズはコンフィグレータで指定した“受信バッファサイズ”です。詳細は、「３．１．４　TCP モジュール」を参照してください。

UDP の場合、受信可能な最大サイズは 1472 bytes（デフォルト MTU – IP ヘッダーサイズ – UDP ヘッダーサイズ)になります。詳細は、「３．１．３　UDP モジュール」を参照してください。

※本 API はバージョンアップ(uNet3 v3.21)で一部戻り値が変わりました。
uNet3 更新履歴(uNet3.txt)からの関連部を以下に抜粋しています。

2017/07/21　　ver 3.21

・TCP ソケット切断時の受信処理(rcv_soc())において受信データの扱いと、API の返却動作について次の 1.から 3.を変更しました。

1.シャットダウンによる TCP ソケット切断後に受信したデータを破棄するケースがあったためこれを修正しました。受信データを破棄していたのは、次のように切断するケースです。

① μNet3 がデータ送信後にシャットダウン(SOC_TCP_SHT)。(FIN 送信)
② 対向から①の FIN に対する ACK を送信
③ 対向からデータを送信。
④ 対向から切断実行 (FIN 送信)
⑤ μNet3 から④の FIN に対する ACK を送信。

μNet3 は①で FIN-WAIT1、②で FIN-WAIT2 と遷移し、④の FIN 受信を契機に CLOSED 状態になります。このときもしアプリが rcv_soc()を未実施で受信待ち状態でなければ、μNet3 は④の FIN 受信によりデータを破棄するため、③の送信データを受信することができません。本修正では従来の動作に対して、④以降でもアプリがクローズを実行(SOC_TCP_CLS)するまで TCP ソケットは受信データを保持し続けます。

2.ブロッキング、ノンブロッキングを問わず、TCP ソケットの rcv_soc()を実行中に、同一ソケットをクローズした場合(SOC_TCP_CLS)、従来の動作では対向からの FIN の受信を契機に rcv_soc()は 0(E_OK)を返却していました。本修正ではこれをクローズ実行を契機に rcv_soc()が E_CLS を返却するようにしました。

3.TCP ソケットで FIN を受信した後に rcv_soc()を実行した場合、もしソケット内にデータがなければ E_CLS を返却していましたが、これを 0(E_OK)を返却するように変更しました。これは rcv_soc()実行中の FIN 受信での動作(0(E_OK)を返却)と合わせるための修正です。

以上 2.および 3.の修正により、従来の rcv_soc()の戻り値が E_CLS から 0 にもしくは 0 から E_CLS になる場合があります。この動作について、TCP ソケット切断ケースと rcv_soc()の戻り値を①から⑦に列挙します。

① FIN 受信後に rcv_soc()を実行(ソケット内データなし) : 0(E_OK)
② FIN 受信後に rcv_soc()を実行(ソケット内データあり) : 受信データ長
③ rcv_soc()を実行中に FIN 受信　　: 0(E_OK)
④ rcv_soc()を実行中に cls_soc()(クローズ)実行　　: E_CLS
⑤ rcv_soc()を実行中に cls_soc()(シャットダウン)実行 : -(no return)
⑥ RST 発生後に rcv_soc()を実行　　: E_OBJ
⑦ rcv_soc()を実行中に RST 発生　　: E_CLS

(2.による修正は④に(0→E_CLS)、3.による修正は①に(E_CLS→0)それぞれ該当します)

soc_ext　　ソケット処理の一斉停止

【書式】

ER ercd = soc_ext(UH dev_num);

【パラメータ】

UH	dev_num	対象のデバイス ID

【戻り値】

ER	ercd	正常終了（E_OK）またはエラーコード

【エラーコード】

E_PAR	無効なデバイス ID

【解説】

API 実行中や通信中のソケットに対してその動作を停止しソケットを初期状態に戻します。

引数 dev_num には停止対象となるネットワークデバイスを指定しますが、DEV_ANY を指定した場合は、すべてのソケットが対象となります。

本 API を実行すると実行中のソケット API は E_RLWAI を返却します。

TCP ソケットの場合、セッション中ならそのセッションはリセットされます。また TCP、UDP に限らずソケットが保持している送受信パケットは即座に解放されます。

本 API 終了後ソケットは初期状態(ソケット生成後の状態)に戻りますがコールバック、ノンブロッキング、タイムアウトなどのアプリケーションが設定している各種ソケットオプションは保たれます。

５．５　その他 API

htons	16 ビット値をネットワークバイトオーダーへ変換

【書式】

UH htons(UH val);

【パラメータ】

UH	val	ホストバイトオーダーの 16 ビット値

【戻り値】

UH	ネットワークバイトオーダーの 16 ビット値

htonl	32 ビット値をネットワークバイトオーダーへ変換

【書式】

UW htonl(UW val);

【パラメータ】

UW	val	ホストバイトオーダーの 32 ビット値

【戻り値】

UW	ネットワークバイトオーダーの 32 ビット値

ntohs　16 ビット値をホストバイトオーダーへ変換

【書式】

UH ntohs(UH val);

【パラメータ】

UH	val	ネットワークバイトオーダーの 16 ビット値

【戻り値】

UH	ホストバイトオーダーの 16 ビット値

ntohl　32 ビット値をホストバイトオーダーへ変換

【書式】

UW ntohl(UW val);

【パラメータ】

UW	val	ネットワークバイトオーダーの 32 ビット値

【戻り値】

UW	ホストバイトオーダーの 32 ビット値

ip_aton　ドット表記の IPv4 アドレス文字列を 32 ビット値に変換

【書式】

UW ip_aton(const char *str);

【パラメータ】

char *	str	ドット表記の IPv4 アドレス文字列へのポインタ

【戻り値】

UW	> 0	正常終了（変換後 32 ビット値）

【エラーコード】

0	不正な IP アドレスが指定された

ip_ntoa　32 ビット値の IPv4 アドレスをドット表記の IPv4 アドレス文字列に変換

【書式】

void ip_ntoa(const char *str, UW ipaddr);

【パラメータ】

char *	str	変換後、IP アドレス文字列を受け取るポインタ
UW	ipaddr	IP アドレスの 32 ビット値

【戻り値】

なし

【解説】

正常終了した時は、str に文字列がセットされる。エラーの時、str は NULL となる。

ip_byte2n　　IPv4 アドレスの配列を 32 ビット値に変換

【書式】

UW ip_byte2n(char *ip_array);

【パラメータ】

char *	ip_array	IP アドレスのバイト値配列へのポインタ

【戻り値】

UW	> 0	正常終了（変換後 32 ビット値）

【エラーコード】

0	不正な IP アドレスが指定された

ip_n2byte　　IPv4 アドレスの 32 ビット値を配列に変換

【書式】

void ip_n2byte(char *ip_arry, UW ip);

【パラメータ】

char *	ip_arry	IP アドレスのバイト値配列へのポインタ
UW	ip	IP アドレスの 32 ビット値

【戻り値】

なし

【解説】

正常終了した時は、ip_array に値がセットされる。エラーの時、ip_array は NULL となる。

第６章　付録

６．１　　パケット形式

(1) T_NODE

通信端点の情報

```
typedef struct t_node {
        UH      port;   /* ソケットのポート番号 */
        UB      ver;    /* IP バージョン*/
                        /* 必ず IP_VER4 指定 */
        UB      num;    /* デバイス番号*/
        UW      ipa;    /* IP アドレス */
} T_NODE;
```

(2) T_NET_ADR

ネットワークアドレスの情報

```
typedef struct t_net_adr {
        UB      ver;    /* IP バージョン*/
                        /* 必ず IP_VER4 指定 */
        UB      mode;   /* 予約 */
        UW      ipaddr; /* IP アドレス */
        UW      gateway;/* ゲートウェイ　*/
        UW      mask;   /* サブネットマスク */
} T_NET_ADR;
```

(3) T_NET_DEV

ネットワークデバイスの情報

```
typedef struct t_net_dev {
        UB      name[8];/* デバイス名 */
        UH      num;    /* デバイス番号 */
        UH      type;   /* デバイスタイプ */
        UH      sts;    /*予約 */
        UH      flg;    /* 予約 */
        FP      ini;    /* dev_ini 関数へのポインタ*/
        FP      cls;    /* dev_cls 関数へのポインタ*/
        FP      ctl;    /* dev_ctl 関数へのポインタ*/
        FP      ref;    /* dev_ref 関数へのポインタ*/
```

```
        FP          out;        /* dev_snd 関数へのポインタ*/
        FP          cbk;        /* dev_cbk 関数へのポインタ*/
        UW          *tag;       /* 予約 */
        union {                 /* MAC アドレス */
          struct {
                UB  mac[6];
          }eth;
        } cfg;
        UH          hhdrsz;     /* デバイスヘッダ―サイズ */
        UH          hhdrofs;    /* ネットワークバッファ書き込み位置*/
        VP          opt;        /* ドライバ拡張領域（μNet3/ver3 以降)*/
    } T_NET_DEV;
```

(4) T_NET_BUF

ネットワークバッファーの情報

```
    typedef struct t_net_buf {
        UW          *next;      /* 予約 */
        ID          mpfid;      /* メモリプール ID */
        T_NET       *net;       /* ネットワークインタフェース */
        T_NET_DEV   *dev;       /* ネットワークデバイス */
        T_NET_SOC   *soc;       /* ソケット */
        ER          ercd;       /* エラーコード */
        UH          flg;        /* ブロードキャスト・マルチキャストフラグ
                                */
        UH          seq;        /* フラグメントシーケンス */
        UH          dat_len;    /* パケットのデータサイズ */
        UH          hdr_len;    /* パケットのヘッダーサイズ */
        UB          *dat;       /* パケット(buf)内のデータ位置を指す */
        UB          *hdr;       /* パケット(buf)内のヘッダー位置を指す */
        UB          buf[];      /* 実際のパケット */
    } T_NET_BUF ;
```

(5) T_RCV_PKT_INF

受信パケット情報

```
    typedef struct t_rcv_pkt_inf{
        UW    src_ipa;          /* パケットの送信元 IP アドレス*/
        UW    dst_ipa;          /* パケットの送信先 IP アドレス*/
        UH    src_port;         /* パケットの送信元ポート番号*/
```

```
    UH      dst_port;       /* パケットの送信先ポート番号*/
    UB      ttl;            /* パケットの IP ヘッダーTTL*/
    UB      tos;            /* パケットの IP ヘッダーTOS*/
    UB      ver;            /* パケットの IP ヘッダーバージョン*/
    UB      num;            /* パケットの受信デバイス番号/
} T_RCV_PKT_INF;
```

６．２　定数とマクロ

(1) IP アドレス

ADDR_ANY	0 の IP アドレス
IP_VER4	IP バージョン４

(2) ポート番号

PORT_ANY	0 のポート番号

(3) IP プロトコル

IP_PROTO_TCP	TCP プロトコル
IP_PROTO_UDP	UDP プロトコル
IP_PROTO_ICMP	ICMP プロトコル

(4) ネットワーク・インタフェース制御

NET_IP4_CFG	IP アドレス、サブネットマスク等の設定と確認
NET_IP4_TTL	TTL の設定と確認
NET_BCAST_RCV	ブロードキャストの受信の設定と確認
NET_MCAST_JOIN	マルチキャストグループへの参加
NET_MCAST_DROP	マルチキャストグループからの脱退
NET_MCAST_TTL	マルチキャスト送信で使用する TTL の設定

(5) ソケットのパラメータ

SOC_IP_TTL	ソケットの TTL の設定と確認
SOC_IP_TOS	ソケットの TOS の設定と確認
SOC_TMO_SND	snd_soc のブロッキングタイムアウトの設定と確認
SOC_TMO_RCV	rcv_soc のブロッキングタイムアウトの設定と確認
SOC_TMO_CON	con_soc のブロッキングタイムアウトの設定と確認
SOC_TMO_CLS	cls_soc のブロッキングタイムアウトの設定と確認
SOC_IP_LOCAL	ローカルホストの IP アドレスとポート番号を取得
SOC_IP_REMOTE	リモートホストの IP アドレスとポート番号を取得
SOC_CBK_HND	コールバック関数の登録
SOC_CBK_FLG	コールバックイベントの指定
SOC_RCV_PKT_INF	受信パケット情報を取得

(6) ソケットの接続モード

SOC_CLI	リモートホストに接続する（能動接続）
SOC_SER	接続を待ち受ける（受動接続）

(7) ソケットの終了モード

SOC_TCP_CLS	ソケットを切断する。（接続を終了する）
SOC_TCP_SHT	送信処理のみを無効にする。受信は可能。

(8) ソケットの中止モード

SOC_ABT_CON	con_soc()の中止
SOC_ABT_CLS	cls_soc()の中止
SOC_ABT_SND	snd_soc()の中止
SOC_ABT_RCV	rcv_soc()の中止
SOC_ABT_ALL	すべてのソケットの処理の中止

(9) コールバックイベント

EV_SOC_CON	con_soc()をノンブロッキングモードにする。
EV_SOC_CLS	cls_soc()をノンブロッキングモードにする。
EV_SOC_SND	snd_soc()をノンブロッキングモードにする。
EV_SOC_RCV	rcv_soc()をノンブロッキングモードにする。

６．３　エラーコード一覧

E_NOSPT	-9	未サポート機能
E_PAR	-17	パラメータエラー
E_ID	-18	不正 ID 番号
E_NOMEM	-33	メモリ不足
E_OBJ	-41	オブジェクト状態エラー
E_NOEXS	-42	オブジェクト未生成
E_QOVR	-43	キューイングオーバフロー
E_RLWAI	-49	待ち状態の強制解除
E_TMOUT	-50	ポーリング失敗またはタイムアウト
E_CLS	-52	待ちオブジェクトの状態変化
E_WBLK	-57	ノンブロッキング受付
E_BOVR	-58	バッファオーバフロー
EV_ADDR	-98	デフォルト G/W 未設定

６．４　API 一覧

API 名	
A）ネットワーク・インタフェース	
net_ini	TCP/IP プロトコルスタックの初期化
net_cfg	ネットワーク・インタフェースのパラメータ設定
net_ref	ネットワーク・インタフェースのパラメータ参照
net_acd	IP アドレス重複検出
B）ネットワークデバイス制御	
net_dev_ini	ネットワークデバイスの初期化
net_dev_cls	ネットワークデバイスの解放
net_dev_ctl	ネットワークデバイスの制御
net_dev_sts	ネットワークデバイスの状態取得
C）ソケット	
cre_soc	ソケットの生成(Standard 版のみ)
del_soc	ソケットの削除(Standard 版のみ)
con_soc	ソケットの接続
cls_soc	ソケットの切断
snd_soc	データの送信
rcv_soc	データの受信
cfg_soc	ソケットのパラメータ設定
ref_soc	ソケットのパラメータ参照
abt_soc	ソケット処理の中止
soc_ext	ソケット処理の一斉停止
D）その他	
ip_aton	ドット表記の IPv4 アドレス文字列を 32 ビット値に変換
ip_ntoa	32 ビット値の IPv4 アドレスをドット表記の IPv4 アドレス文字列に変換
ip_byte2n	IPv4 アドレスの配列を 32 ビット値に変換
ip_n2byte	IPv4 アドレスの 32 ビット値を配列に変換
htons	16 ビット値をネットワークバイトオーダーへ変換
ntohs	16 ビット値をホストバイトオーダーへ変換
htonl	32 ビット値をネットワークバイトオーダーへ変換
ntohl	32 ビット値をホストバイトオーダーへ変換

索引

μNet3 ユーザーズガイド

2009 年 06 月　　初版
2019 年 06 月 25 日　第２１版
2020 年 04 月 08 日　第２２版

イー・フォース株式会社　http://www.eforce.co.jp/
〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町 5-4 ゲンベエビル
TEL 03-5614-6918　FAX 03-5614-6919
お問い合わせ info@eforce.co.jp