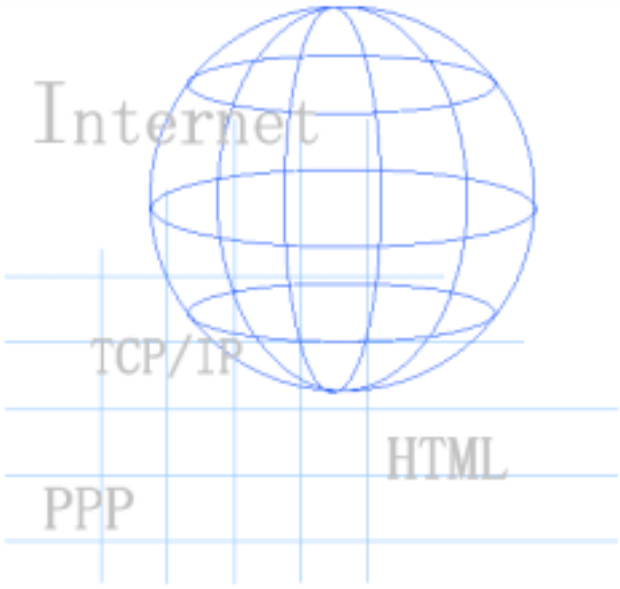
Functional Specification

S-7601A
TCP/IP Network Protocol LSI

セイコーインスツルメンツ株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬１　－８　〒261-8507
ネットワークコンポーネント・ビジネス
コンポーネント営業総括部半導体営業部
　　電話番号：**043-211-1195**
　　ファクシミリ：**043-211-8035**
　　E-mail : component@sii.co.jp

S7600A　サポートURL
　　http://www.sii.co.jp/compo/
　　E-mail : ichip.help@sii.co.jp



セイコーインスツルメンツ株式会社

TABLE OF CONTENTS

LIST OF FIGURES

LIST OF TABLES

1. イントロダクション

1.1. 概要

S-7601A**は、**TCP/IP**ネットワークスタックを集積した**LSI**で、シリアルインタフェースおよびバッファとして動作するスタティック**RAM**を内蔵し、より迅速かつ容易なネットワーク接続機能を提供します。**

このLSI**を搭載することにより、ソフトウェア開発費の大幅な低減、また、動作周波数が低いので低消費電力化が図れます。**

S-7601A**は、**iReady iAPI^{TM}**レジスタセットを介してのマイクロプロセッサーインタフェースやフィジカルレーヤートランスポートインタフェースへの接続をサポートします。**

iAPI**は、レジスタセットと動作定義から構成され、外部マイクロコントローラシステムの内部モジュールへのインタフェースを可能にします。**

S-7601A**は、**S-7600A**の機能およびパフォーマンスを拡張した製品です。**

1.2. S-7601Aの特徴

S-7601A**の特徴は次のとおりです。**

- **標準プロトコルをサポート：**

TCP/IP （Ver. 4.0）

PPP （STD-51-**準拠**）

UDP

1.3. S-7600Aからの拡張

- **機能拡張**
  - **自動**IP**割り付け機能**
  - CHAP**サポート機能**
- **パフォーマンス拡張**
  - Round Trip Timer（RTT）
  - **バッファサイズの拡大**
- Delayed ACK
- TCP**サーバモードのサポート**

1.4. 本書の構成

本書では、S-7600A**に対して**S-7601A**の拡張された機能、変更された機能について説明します。その他の機能については『**Functional Specification for S-7600A』**を参照して下さい。**

2. トップレベルのアーキテクチャ

2.1. 概要

この章では、S-7601A**システムをトップレベルから解説します。また、動作理論、参考文献を示します。**

2.1.1. 定義

- IP（Internet Protocol） **インターネットプロトコル**
- PPP（Point-to-Point Protocol） **ポイントツーポイントプロトコル**
- TCP（Transmission Control Protocol） **トランスミッションコントロールプロトコル**
- UDP（User Datagram Protocol） **ユーザデータグラムプロトコル**
- API（Application Programming Interface）**アプリケーションプログラミングインタフェース**

2.1.2. 参考文献

- 『Hardware Specification for S-7601A』

2.2. 機能ブロック図

S-7601Aの機能ブロック図を図 2-1に示します。ネットワークスタックおよびそれと関連した機能のブロックがあります。またS-7601Aには、ホストのMPUのためのインタフェース、および様々なデータターミナル装置のための物理レイヤインタフェースがあります。

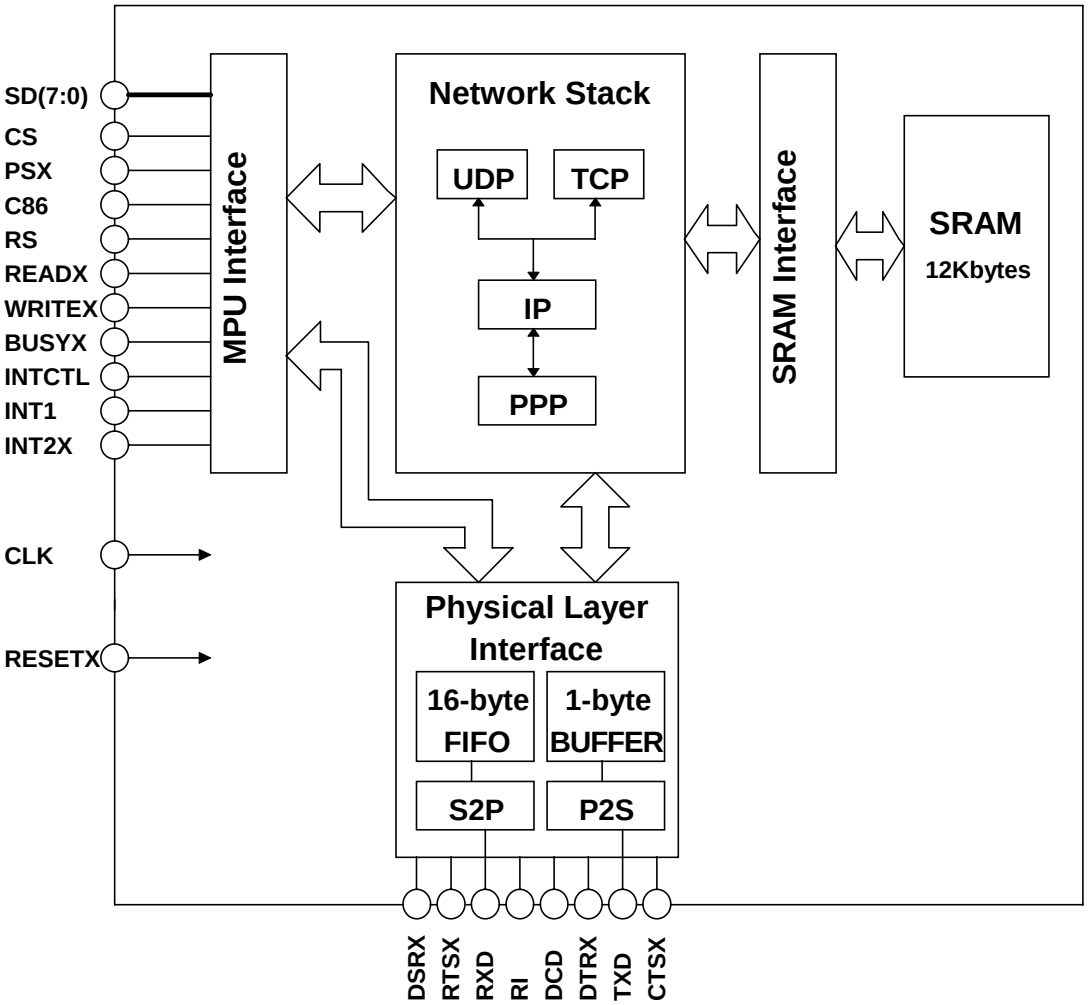


図 2-1　ブロック図

トランスポートレイヤとネットワークレイヤは次のものを含んでいます。

- アプリケーションレイヤとトランスポートレイヤの間の接続を提供する2つの汎用ソケット。
- コネクション型で高信頼性のTCPモジュールと、コネクションレスでベストエフォート型のUDPモジュール。
- コネクションレス型データグラム配信を提供するIPモジュール。
- ポイントツーポイント接続リンクを提供するPPPモジュール。

3. TCP/UDPモジュール

3.1. 概要

TCPはインターネット通信で使用されるトランスポートレイヤのプロトコルです。TCPはアプリケーションレイヤとネットワークレイヤの間に位置します。TCPは受信したセグメントのエラーチェック、肯定、再送信を行う、信頼のおけるコネクション型のプロトコルです。UDPはコネクションレス（再送をサポートしない）型のプロトコルなので確実ではありませんが高速です。TCP/UDPモジュールは次の3つの主用目的に役立ちます。

1. **データのカプセル化：** TCP/UDPレイヤでは、アプリケーションデータの前にTCP/UDPヘッダが付けられて、アプリケーションデータがカプセル化されます。
2. **エラーチェック：** TCPとUDPでは受信したデータの妥当性検査にチェックサムが使用されます。また、送信時にTCPセグメント/UDPデータグラム全体のチェックサムを付加します。。
3. **ハンドシェイク/フロー制御：** TCPによって信頼のおけるハンドシェイクが行われ、シーケンス番号とウィンドウサイズ通知を使用してデータフロー制御されます。UDPはコネクションレス型のプロトコルで、データフロー制御はサポートされません。

S-7601Aに実装されているTCPには、次の諸機能が含まれています。

- ワンパスのTCPインタープリテーション。
- TCPチェックサム。
- ソケットスライスアーキテクチャ。
- TCPクライアント／サーバーモードのサポート。
- 入力最大セグメントサイズオプションのサポート。
- 発信元ポートの自動的インクリメント。

S-7601Aに実装されているUDPには、次の諸機能が含まれています。

- ワンパスのUDPインタープリテーション。
- UDPチェックサム。
- ソケットスライスアーキテクチャ。
- UDPクライアント／サーバーモードのサポート。
- 発信元ポートの自動的インクリメント。

TCP/UDPでは、図 3-1に示すように複数のソケットインタフェースが可能です。

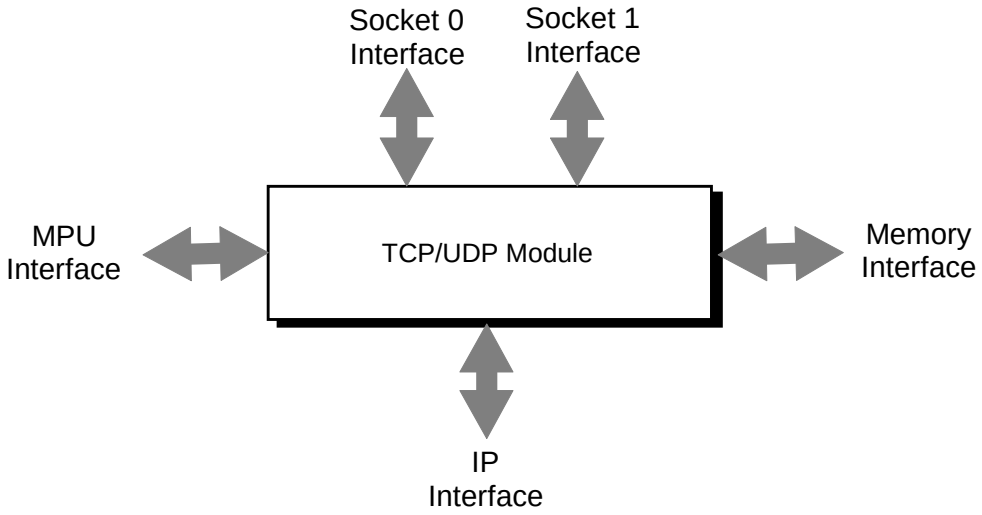


図 3-1 TCP/UDPモジュールのブロック図

3.1.1. 定義

- IP（Internet Protocol） **インターネットプロトコル**
- ICMP（Internet Control Message Protocol） **インターネットコントロールメッセージプロトコル**
- TCP（Transmission Control Protocol） **トランスミッションコントロールプロトコル**
- UDP（User Datagram Protocol） **ユーザデータグラムプロトコル**

3.1.2. 参考文献

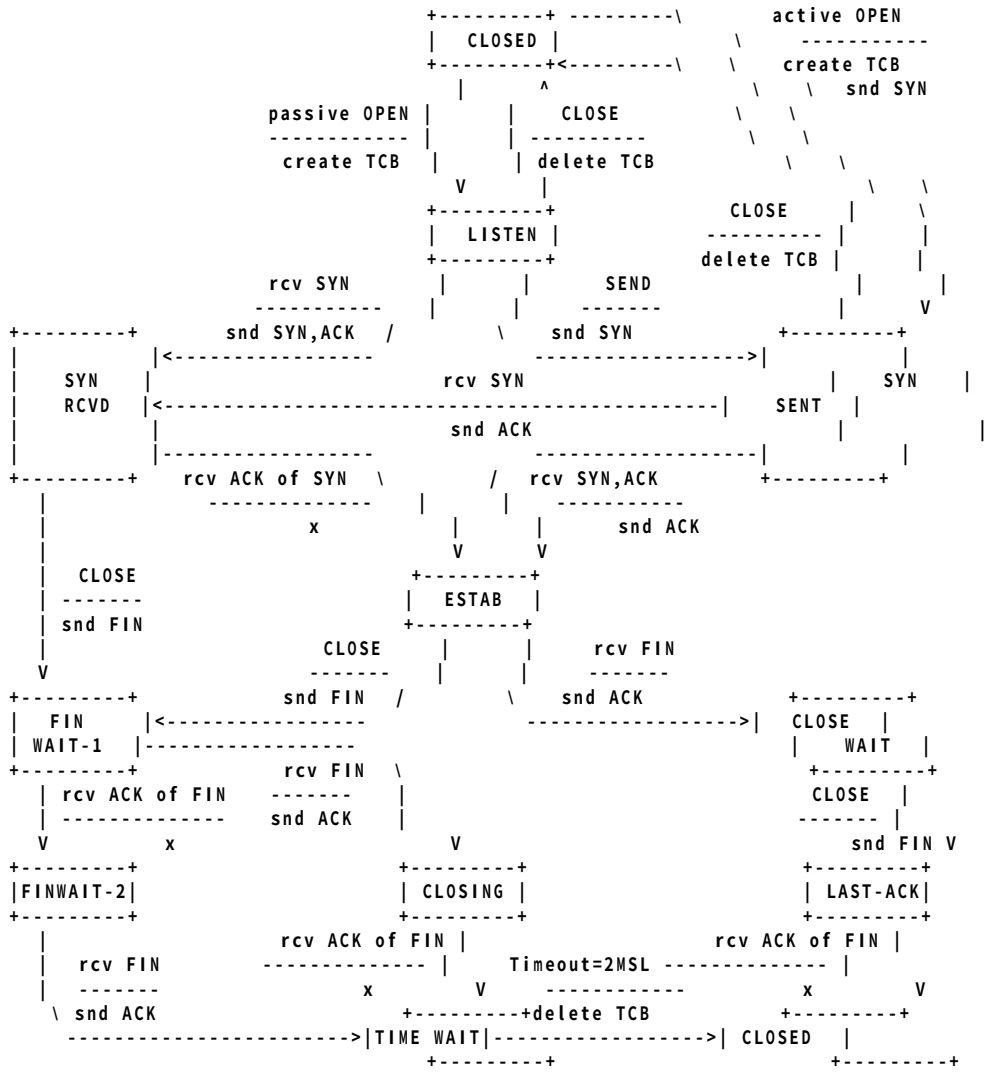
- "TCP/IP Volume 1" Douglas E. Comer 1995
- "Transmission Control Protocol" University of Southern California 1981
- "Requirements for Internet Hosts" R. Branden, Oct. 1989

3.2. 機能説明

3.2.1. TCPサーバモードのサポート

RFC798に記述されているTCP状態のすべてを図 3-2に示します。

図 3-2　TCP状態図



まず、ソケットをリセットする必要があります。 そうすれば、もし以前のTCP接続が正常にクローズされていなくても、正常なクローズ状態になります。これは、TIME WAIT状態でアプリケーションが2MSLのタイムアウトを待てない場合にもあてはまります。

S-7601Aはクライアント／サーバモードをサポートします。つまり、図 3-2に示す全ての状態をサポートします。ローカルエンドおよびリモートエンドからの、ハーフクローズをサポートします。

3.2.2. TCPラウンドトリップタイマ

3.2.2.1. 遅延ACK

S-7601Aは、ピアから正常なデータを受信したときや、送信したデータに対してピアから正常なACKフラグを受信したとき、ACKフラグを送信します。そのとき、設定時間だけ待ってからACKフラグを送信するというのが遅延ACKの概念です。通常その設定は不要です。しかし、込み合ったネットワークやラウンドトリップ遅延が極端に大きなネットワークでは適切な遅延ACKを設定することにより、トラフィックやパケット総量を軽減できる場合があります。適切な遅延ACK値を求める一般式はありません。もし、遅延ACKをデフォルト以外の値に設定するのなら、ネットワークを含めてシステム全体で充分検討してください。ACKフラグの送信としては他に以下がありますが、これらは、遅延ACKの対象ではありません。ピアからSYNフラグ、FINフラグを受信したときや、フロー制御を実現するために、受信バッファが広がったときTCPヘッダのウインドウサイズフィールドへそのサイズを設定してピアへ通知する場合などです。また、 S-7601Aがデータを送信すべきタイミングであれば、遅延ACKの設定値によらず送信します。 S-7601AのACK送信は、スライディングウインドに対応しています。遅延時間は、0～255msに設定することができます。

3.2.2.2. TCP動作タイミング

S-7601Aでは、込み合ったネットワークやラウンドトリップ遅延が極端に大きなネットワークにおいて、適切なTCPの動作タイミングを設定することにより、トラフィックやパケット総量を軽減できる場合があります。適切な設定値を求める一般式はありません。デフォルト以外の値に設定するなら、ネットワークを含めてシステム全体で充分検討してください。微調整される時間は、S-7601Aの再送信間隔、TCPタイムアウトまでの時間、2MSL時間、遅延ACK時間です。設定値がデフォルトのとき、再送信の1回目は約900ms後です。その後は倍々に送信間隔が増加します。4分経過するとTCPモードのソケットのタイムアウトとなります。タイムアウト以降は約2分間隔で再送信しますがその状態では、そのコネクションは異常と判断して、ソケットをリセットすべきです。

TCPモードでの再送信は、SYN, FINの送信と、データの送信に対する正常な応答がなかった場合に行われます。

4. PPPモジュール

4.1. 概要

PPPはデータリンクレイヤのプロトコルで、一対一の接続を確立します。PPPレイヤはIPレイヤと物理レイヤの間に位置します。PPPには2つのサブプロトコルがあります。それはLCPとNCPです。NCPはIPCPとも呼ばれています。PPPには以下の機能があります。

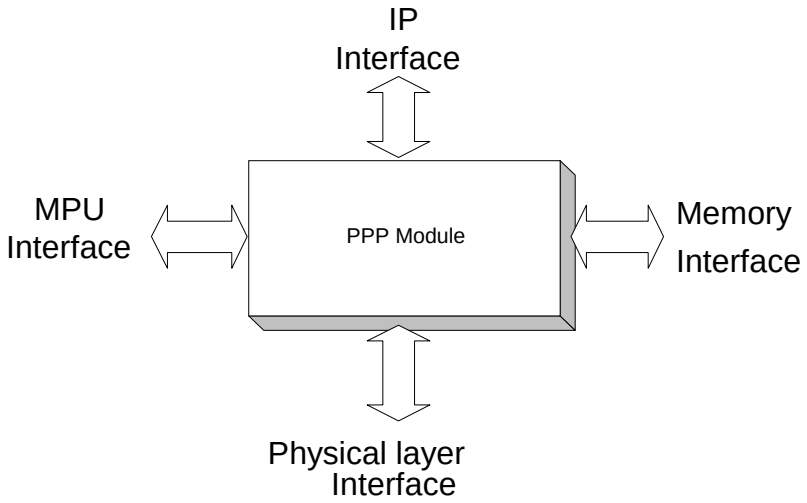
1. **データのカプセル化：** PPPレイヤでは、IPパケットの前にPPPヘッダを設け、さらにCRCブロックを後尾に付加して、IPパケットをカプセル化します。PPPのパケットでは、エスケープ文字を終了フラグやその他の制御フラグへ挿入して、データバイトと区別します。
2. **リンクの設定：** PPPはクライアントとサーバの間にリンクを設定します。オプションには圧縮、MRU、ACCMの設定などがあります。
3. **ネットワークの設定：** レベル1のPPPの処理では、プロトコルとしてIPだけをサポートします。PPPのNCPは、IPアドレスのネゴシエーションを行います。

S-7601Aに実装されるPPPの特徴は次のとおりです。

- 自動設定のタイムアウトタイマ
- ACCM：非同期文字制御マップ
- プロトコル、アドレス、コントロールフィールドの圧縮
- 固定IPアドレスおよび浮動IPアドレスのサポート

PPPモジュールは図 4-1に示すように、IPインタフェース、メモリインタフェース、MPUインタフェース、物理レイヤインタフェースで各ブロックとインターフェイスします。

図 4-1　PPPモジュールのブロック図



4.1.1. 定義

- ACCM（Asynchronous Character Control Map） **非同期文字制御マップ**
- CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) **チャレンジハンドシェイク認証プロトコル**
- FCS（Frame Check Sequence） **フレームチェックシーケンス**
- IP（Internet Protocol） **インターネットプロトコル**
- IPCP（Internet Protocol Control Protocol） **インターネットプロトコルコントロールプロトコル**
- LCP（Link Control Protocol） **リンクコントロールプロトコル**
- MD5 (Message Digest 5) **メッセージダイジェスト**5
- MRU（Maximum Receive Unit） **最大受信単位**
- NCP（Network Control Protocol） **ネットワークコントロールプロトコル**
- PAP（Password Authentication Protocol） **パスワード認証プロトコル**
- PPP（Point-to-Point Protocol） **ポイントツーポイントプロトコル**

4.1.2. 参考文献

- RFC1321, The MD5 Message-Digest Algorithm R. Rivest, April 1992
- RFC1332, The PPP Internet Protocol Control Protocol G. McGregor, May 1992
- RFC1334, PPP Authentication Protocols B. Lloyd, W. Simpson, Oct. 1992
- RFC1661, The Point-to-Point Protocol W. Simpson, July 1994
- RFC1662, PPP in HDLC-like Framing W. Simpson, July 1994
- RFC1700, Assigned Numbers Reynolds & Postel, Oct. 1994
- RFC1994, Challenge Handshake Authentication Protocol W. Simpson, August 1996

4.2. 機能説明

4.2.1. リンクコントロールプロトコル（LCP）フェーズ

4.2.1.1. LCP設定オプション

4.2.1.1.1. 認証プロトコル（CHAP要求の場合）

このオプションは、NCP**フェーズに移る前の、リモートピアを認証するために**CHAP**プロトコルを指定します。このオプションのフォーマットを図** 4-2**に示します。**

図 4-2 認証プロトコルオプションのフォーマット（CHAP要求の場合）

認証プロトコルのタイプ（0x03）	**長さ**（0x05）	**認証プロトコル**（0xc223）
データ（0x05）		

認証プロトコルフィールドは2**バイトであり、**CHAP**プロトコルのタイプを示します。**S-7601A**がサポートする認証プロトコル値を表** 4-1**に示します。**

表 4-1 認証プロトコル

値（16進）	**プロトコル**
0xc023	**パスワード認証プロトコル**（PAP）
0xc223	**チャレンジハンドシェーク認証プロトコル**(CHAP)

認証プロトコルのデータフィールドは1**バイトで、**0x05**になります。この**0x05**という値は標準の認証アルゴリズムを要求することを示します。標準のアルゴリズムは**MD5**です。**

S-7601A**の**PPP**では、**PAP**、**CHAP**をサポートします。認証プロトコルによって**PAP**、**CHAP**以外のものが要求されると、それに応答して設定**NAK**を送信します。認証プロトコルは常にリモートホストサーバ側から要求されます。**S-7601A**からの設定要求パケットに認証オプションが含まれることはありません。リモートホストサーバが認証プロトコルオプションを設定要求しない場合も受け入れられます。**

4.2.2. ネットワークコントロールプロトコル（NCP）フェーズ

4.2.2.1. 自動IP割り付け機能

リモートピアから、IP-ADDRESS**オプション**(0x03)**のIPアドレスフィールドに**0.0.0.0**を入れた設定要求を受信した場合、**S-7601A**の自動IP割り付け機能がイネーブルであれば**NAK**します。そのNAKパケットの**IP**アドレスフィールドには、**10.10.x.x**を入れます。**x**はランダムな値です。リモートピアは設定要求パケットの**IP-ADDRESS**オプションの**IP**アドレスフィールドにこの値をコピーして再度、送信するはずです。それは**S-7601A**によって**ACK**されます。その結果、**S-7601A**によってリモートピアへ**IP**アドレスを割り付けたことになります。

S-7601Aは割り付け機能がディスイネーブルであれば全ての値を受け入れ、**ACK**します。

表 4-1 リモートピアのIPアドレス

リモートピアが要求したIPアドレス	自動IP割り付け機能イネーブル	自動IP割り付け機能ディスイネーブル
0.0.0.0	リモートピアへ10.10.x.xのIPアドレスを割り付ける。	要求されたIPアドレスとして0.0.0.0を受け入れる。
0.0.0.0 以外	要求されたIPアドレスを受け入れる。	要求されたIPアドレスを受け入れる。

4.3. CHAPのサポート

CHAPチャレンジハンドシェーク認証プロトコルは、ユーザがリモートホストシステムにログオンするとき、そのユーザを認証するために使用します。CHAPを使用するかどうかはLCPフェーズでネゴシエートします（S-7601AではLCP設定要求の認証要求オプションの値としてCHAPを受け入れる）。LCPフェーズが完了すると、リモートホストはチャレンジパケットを送信します。ユーザー側ではチャレンジパケットを受け取ると、応答パケットを送信します。リモートホストはその応答パケットを受信すると成功パケットを送信するか、間違った応答である場合は失敗パケットを送信します。このようにCHAPによる認証はスリーウエイハンドシェイクとなります。CHAPを使用する場合は、成功パケットを受信しないとNCPフェーズに移れません。

CHAPではパスワード（シークレット）がリンクに送信されることはありません。また、リモートホストはランダムな時間間隔で繰り返しチャレンジパケットを送信します。従って、PAPと比較してセキュリティーが高くなります。

4.3.1. CHAPコード

表 4-2に、CHAPのコードを示します。

表 4-2 CHAPコード

CHAPコード	コードタイプ
チャレンジ	0x01
応答	0x02
成功	0x03
失敗	0x04

4.3.1.1. チャレンジ

チャレンジはリモートホストからクライアントにチャレンジ値を提示します。そのフォーマットを図 4-3に示します。

図 4-3 チャレンジのデータフォーマット

チャレンジコード (0x01)	識別子 (1バイト)	長さ (2バイト)
値の長さ (1バイト)	値 (可変長)	
名前 (可変長)		

識別子はチャレンジを送信するたびに１つづつインクリメントします。長さフィールドは、コードタイプ、識別子、長さ、データの各フィールドの合計長を示します。値の長さフィールドは、値フィールドの長さを示します。値フィールドは可変長で、センダの望む任意の値が入ります。チャレンジパケットはセンダがいつでも何度でも送信できます。一般的には、その度に値フィールドの値を変更します。クライアント側のアプリケーションは、常にチャレンジを待ち受け、応答できなくてはなりません。名前フィールドはセンダ側システムを識別する固有の値が入ります。S-7601Aがチャレンジパケットを送信することはありません。

4.3.1.2. 応答

チャレンジパケットを受信するとクライアントからリモートホストに応答パケットを送信します。そのフォーマットを図 4-4に示します。

図 4-4 応答のデータフォーマット

応答コード (0x02)	識別子 (1バイト)	長さ (2バイト)
値の長さ (1バイト)	値 (可変長)	
名前 (可変長)		

識別子は受信したチャレンジパケットからコピーします。長さフィールドは、コードタイプ、識別子、長さ、データの各フィールドの合計長を示します。値の長さフィールドは、値フィールドの長さを示します。値フィールドは可変長で、識別子、パスワードと受信したチャレンジパケット値から、MD5アルゴリズムで計算された16バイトの一方向ハッシュ値が入ります。S-7601Aでは、その計算はアプリケーションに任されます。また、このPPPフレームについてはデータフィールドのすべてをアプリケーションで構成して下さい。PPPヘッダとCRCはS-7601Aが付加します。チャレンジパケットはセンダがいつでも何度でも送信できます。一般的には、その度に値フィールドの値を変更します。クライアント側のアプリケーションは、常にチャレンジを待ち受け、応答できなくてはなりません。名前フィールドはセンダ側システムを識別する固有の値が入ります。

4.3.1.3. 成功

応答パケットを受信すると、リモートホストは識別子、あらかじめ記憶しているユーザのパスワードと自ら送信したチャレンジ値から、MD5アルゴリズムで16バイトの一方向ハッシュ値を計算します。ユーザは受信した名前フィールドの値から特定されます。自らのハッシュ値と応答パケットのハッシュ値を比較して、一致すれば、成功パケットを送信します。そのフォーマットを図 4-5に示します。

図 4-5 成功のデータフォーマット

成功コード (0x03)	識別子 (1バイト)	長さ (2バイト)
データ (可変長)		

識別子はチャレンジ、応答と同一でなくてはなりません。長さフィールドは、コードタイプ、識別子、長さ、データの各フィールドの合計長を示します。データフィールドは可変長で、センダの望む任意の値が入ります。

4.3.1.4. 失敗

応答パケットを受信すると、リモートホストは識別子、あらかじめ記憶しているユーザのパスワードと自ら送信したチャレンジ値から、MD5アルゴリズムで16バイトの一方向ハッシュ値を計算します。ユーザは受信した名前フィールドの値から特定されます。自らのハッシュ値と応答パケットのハッシュ値を比較して、一致しなければ、失敗パケットを送信します。そのフォーマットを図 4-6に示します。

図 4-6 失敗のデータフォーマット

失敗コード (0x04)	識別子 (1バイト)	長さ (2バイト)
データ (可変長)		

識別子はチャレンジ、応答と同一でなくてはなりません。長さフィールドは、コードタイプ、識別子、長さ、データの各フィールドの合計長を示します。データフィールドは可変長で、センダの望む任意の値が入ります。

セイコーインスツルメンツ株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬１　－８　〒261-8507
ネットワークコンポーネント・ビジネス
コンポーネント営業総括部半導体営業部
電話番号：043-211-1195
ファクシミリ：043-211-8035
E-mail : component@sii.co.jp

S7600A **サポート**URL
http://www.sii.co.jp/compo/
E-mail : ichip.help@sii.co.jp

TheS-7601A TCP/IP Network Stack LSI is based upon iReady's Internet Tuner® technology.
The URL for iReady's Web site is,
http://www.iready.com