

# Tang Primer 20K だけで実験 物理層～データリンク層のHDL実装

井田 健太

## ● 100BASE-TXをすぐに試せる

Tang Primer 20K (Sipeed) の Dock (拡張ボード) には、イーサネットによる通信を行うために必要なハードウェアが搭載されています。このハードウェアをFPGAから制御して、CPUを使わずにイーサネット経由でUDP (User Datagram Protocol) による通信を行い、最終的にPCなどから送信した音声データを再生します。

## 通信規格とFPGAボードの 対応関係

### ● ケーブルや通信速度による分類

イーサネットは、IEEE 802.3で規定されています。コンピュータ同士のネットワークを構成するための通信規格です。

物理的な通信媒体と、論理的なフレーム・フォーマットに分けて規定されています。

通信媒体としては、いわゆるLANケーブルを使います。ツイストペア・ケーブルや光ファイバ、同軸ケーブルが主に用いられます。

通信媒体に応じた適切な符号化方式を用いて物理的な通信を行う物理層と、その上でフレーム単位での通信を行うデータリンク層に分かれています。使用する通信媒体や通信速度によって幾つかの規格が存在します。

### ● 100BASE-TXのレイヤ

Tang Primer 20Kは、Dock上にRJ45コネクタが搭載されており、100BASE-TXでのイーサネット通信を行えます。100BASE-TXは、100Mbpsで全2重通信を行う規格です。通信媒体としてはカテゴリ5と呼ばれるUTP (Unshielded Twist Pair: シールドなしツイスト・ペア) ケーブルを用います。

図1に100BASE-TXでのイーサネットのレイヤ構成を示します。

#### ▶ 物理層

ツイストペア・ケーブル上を流れる信号は、MLT-3 (Multi Level Transmission-3) と呼ばれる符号化方式によって符号化されたデータです。この符号化処理は、物理層におけるPHYと呼ばれる回路が担当します。

通常、PHYとツイストペア・ケーブルの間は、パ

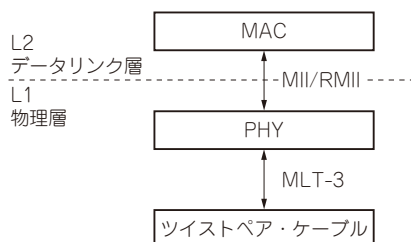


図1 100BASE-TXでのイーサネットのレイヤ構成

ルス・トランスと呼ばれるトランスにより絶縁されます。またツイストペア・ケーブルの接続には、RJ45モジュラ・コネクタが使用されます。

#### ▶ データリンク層

PHYの上位層としてMAC (Media Access Control) 層が規定されています。ここではイーサネットのフレームを処理します。

PHYとMACとの通信路は、MII (Media Independent Interface) やRMII (Reduced MII) として規定されており、MACはPHYの種類に関係なくイーサネット・フレームの送受信を行えます。従って、使う通信規格を100BASE-TX以外に変える場合でも、MACの処理は変更する必要がありません。

Tang Primer 20KのDockには、PHYのチップとしてRTL8201 (Realtek) が搭載されています。FPGAとはRMIIで接続されているため、FPGAの論理回路としてMACを実装すればイーサネットによる通信ができます。RMIIについては、後述します。

## イーサネットのフレーム構造

イーサネットでは、フレームと呼ばれる単位で通信を行います。図2にイーサネットのフレームの構造を示します。

### ● プリアンブル

イーサネット・フレームは、7オクテット<sup>注1</sup>のプリアンブル (Preamble) から始まります。プリアンブル

注1: 通信系の規格では8ビットの塊を、1バイトの代わりに1オクテットと呼びます (1バイトは定義上8ビットとは限らないため)。