

前回(2009年6月号, pp.157-167)は物理層を設計してリンク・アップさせることに成功した。物理層がリンク・アップするとデータリンク層の packets が送られてくるのが確かめられた。そこで、今回からは数回にわたってデータリンク層を作り上げていくことにする。まず最初に、データリンク層の概要とエラー・チェックに用いられるCRC(Cyclic Redundancy Check)の生成方法について解説する。(筆者)

## 1. データリンク層の概要

### ● データリンク層とは

データリンク層は、トランザクション層と物理層の間にある(図1)、PCI Expressの3階層の中間部分を構成しています。この層の目的は、リンクの両端の二つのデバイス間でTLP(トランザクション層パケット)を確実に交換するしくみを提供することにあります。

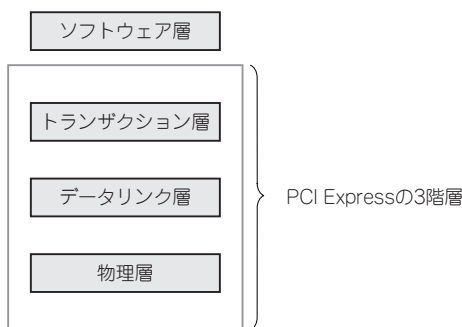


図1  
データリンク層  
の位置

表1 データリンク層の提供するサービス

データ交換
● トランザクション層から受け取ったデータを物理層に渡す
● 物理層から受け取ったデータをトランザクション層に渡す
エラー検出と再送
● TLPシーケンス番号とLCRCの生成
● 再送に備えてTLPを保存しておくこと
● TLPとDLLPにおけるデータ整合性チェック
● Ack/Nakプロトコル
● エラー検出時の報告
● タイムアウトと再送
フロー・コントロール・パケット通信
初期化とパワー・マネージメント
● リンク状態の追跡
● Active/Reset/Disconnectedをトランザクション層に通知

データリンク層が提供するサービスには、データ交換、エラー検出と再送、フロー・コントロール初期化とパワー・マネージメントがあります(表1)。データ交換は、トランザクション層から受け取ったデータを物理層に渡し、物理層から受け取ったデータをトランザクション層に渡す機能です。

エラー検出は、TLPの中に含まれるシーケンス番号とLCRC(Link CRC; TLPの中にある32ビットのCRC)をチェックして、データが壊れていないか、あるいは途中でパケットが失われていないかどうかを調べる機能です。そして、リンクの向こう側の通信相手にAck(肯定応答)またはNak(否定応答)を送り、正しく受け取れたかどうかを知らせます。

送信側のデータリンク層は、TLPを送信した後に相手がNakを返してきたり、規定時間内にAckが返ってこない場合はどこかでエラーが生じたものと判断して、前に送信したTLPを再び送ります。この再送のメカニズムにトランザクション層は関与しないため、データリンク層が自発的に行わなければならないため、データリンク層はトランザクション層から受け取ったTLPを一時的なバッファに保存しておき、必要になったらいつでも再送できるように備えています。

フロー・コントロールは、受信側の処理速度に合わせて送信速度を制限するためのしくみです。このしくみを実現するため、リンクの両端のデバイスは、フロー・コントロール・パケットというDLLP(データリンク層パケット)を頻繁に交換して、相手の受信バッファの残量を常に監視し合っています。

これらのほかに、物理層のリンク状態をトランザクション層に知らせたり、パワー・マネージメントの処理もあります。