



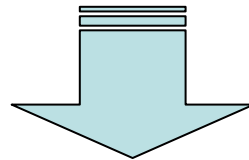
CSP研究会  
IEEE1355プロトコルを用いた  
TPCCOREネットワーク

首都大学東京  
理工学研究科 数理情報科学専攻  
情報システム研究室

修士1年 岩波智史



TPCCOREの既存の外部リンク(OS-Link)は遅く、またネットワークの構成に制限があった



- DS-Linkを用い、より高速な通信を実現
- Routerを導入することで複雑なネットワークを構築できる
- CSPを用いたハードウェア設計の実例作り

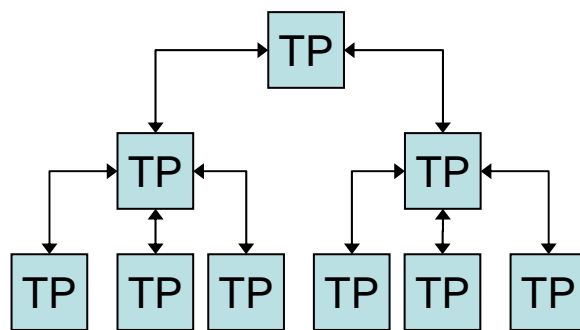


- TPCORE
- Router
  - IEEE1355
  - OS-Link, DS-Link
  - OD-Converter, CSPに基づく設計
  - Routerを用いてのTPCOREネットワークの構成
- 現在の進捗状況
- 今後について

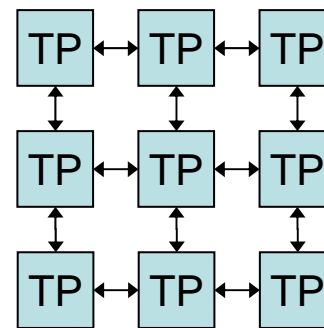
# TPCORE (1)



- 2003年度に当研究室で開発されたプロセッサ
- Inmos社のtransputer(T425)とアセンブリレベルで互換
- 並列処理言語occamが実行できる
- 4本の双方向シリアルリンク(OS-Link)を持つ
  - OS-Linkを組み合わせて様々なTPCOREネットワークを構築することができる
- 24MHzで動作
  - 本年度の研究で48MHzまで動作周波数向上



tree型

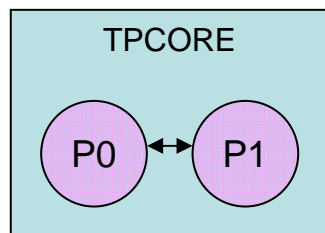


mesh型

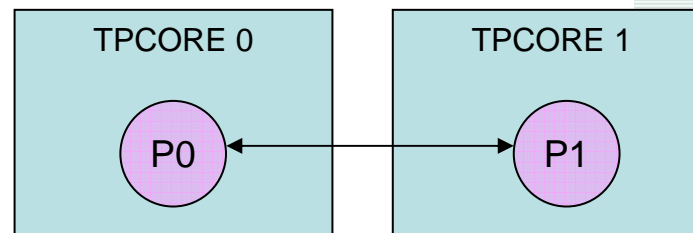
# TPCORE (2)



- 複数のTPCOREにプロセスを分配し並列処理することが可能
- 1台のTPCOREで複数のプロセスを並列処理することもできる



1台のTPCOREに2つのプロセス

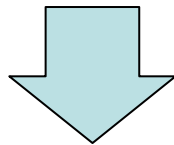


2台のTPCOREに2つのプロセス

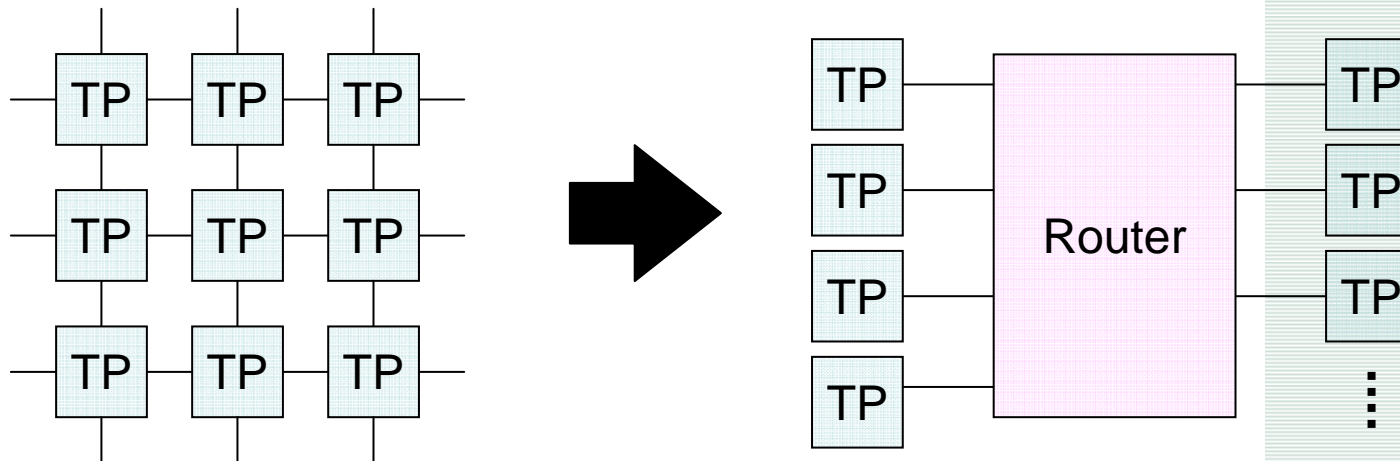
# TPCORE (3)



- 1つのTPCOREにつき4本のOS-Linkではネットワークの構成が制限される



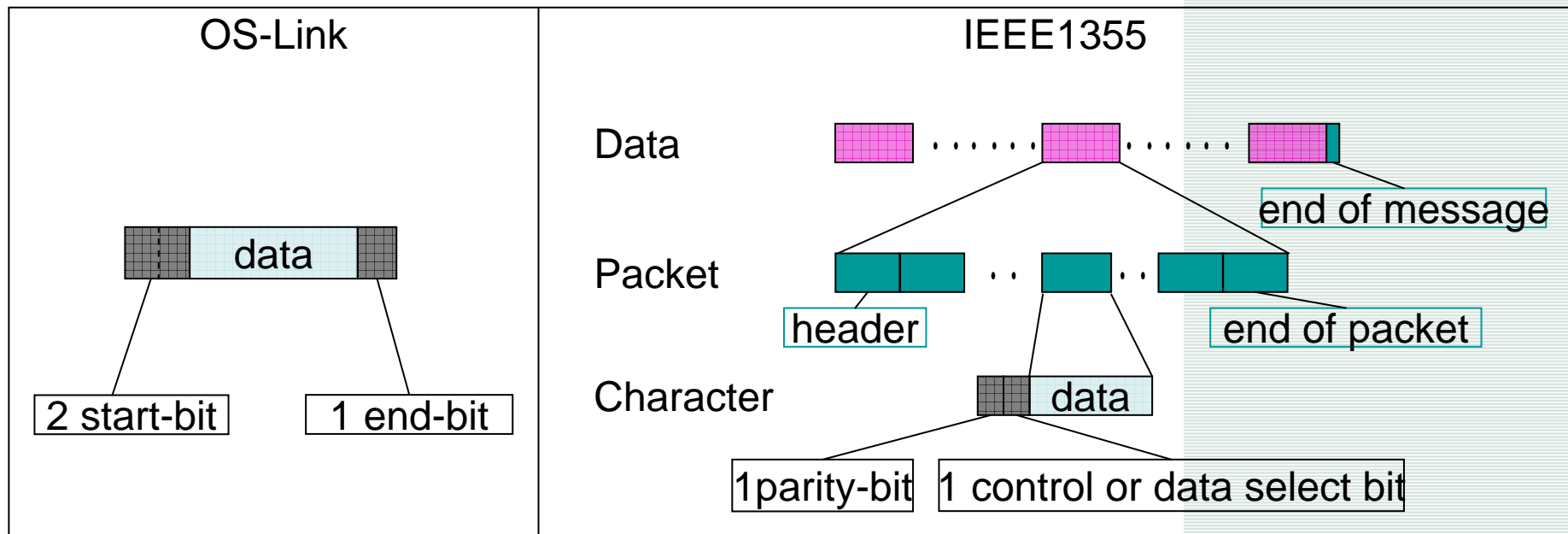
Routerを製作 !!



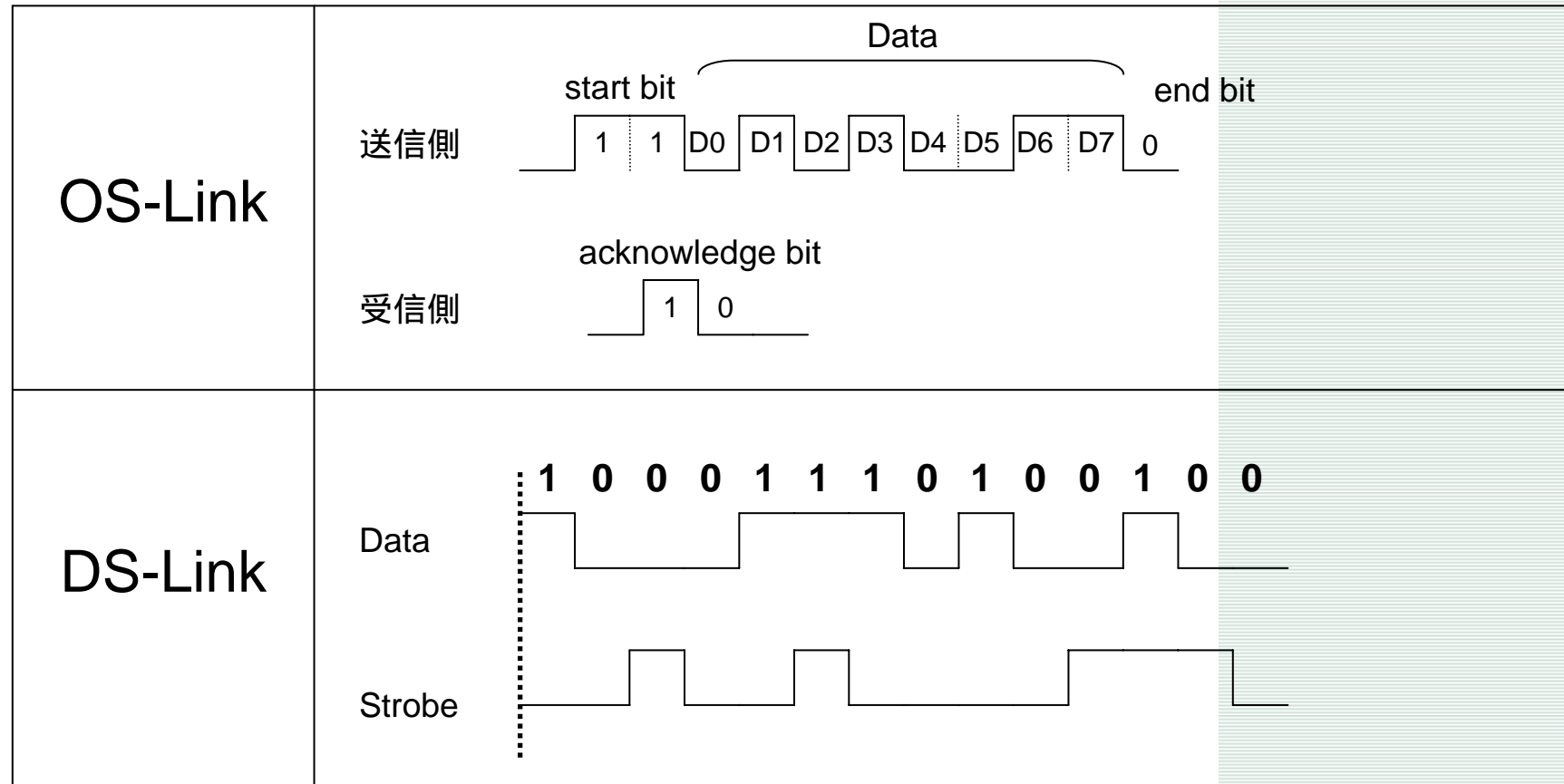
# Router (1) ~IEEE1355



- Inmos社開発のRouter、C104を基に開発
  - 通信のプロトコルはIEEE1355
- IEEE1355
  - DS-Linkを用いて通信
  - CPU/Board間を相互接続する技術
  - レイヤ構造を持っている
  - 現在はSpaceWireとして宇宙産業機器のネットワークとして規格化されている



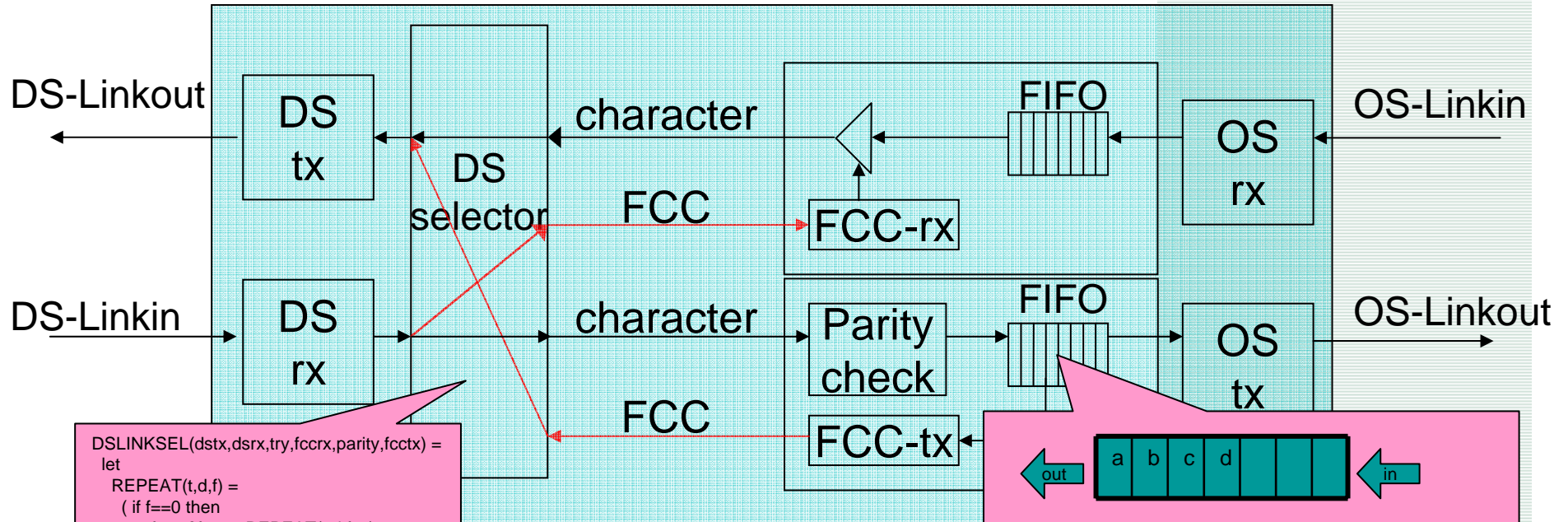
# Router (2) ~OS-Link, DS-Link



OS DS に変換するOD-Converterを製作



# Router (3) ~OD-Converter, CSPに基づく設計



```

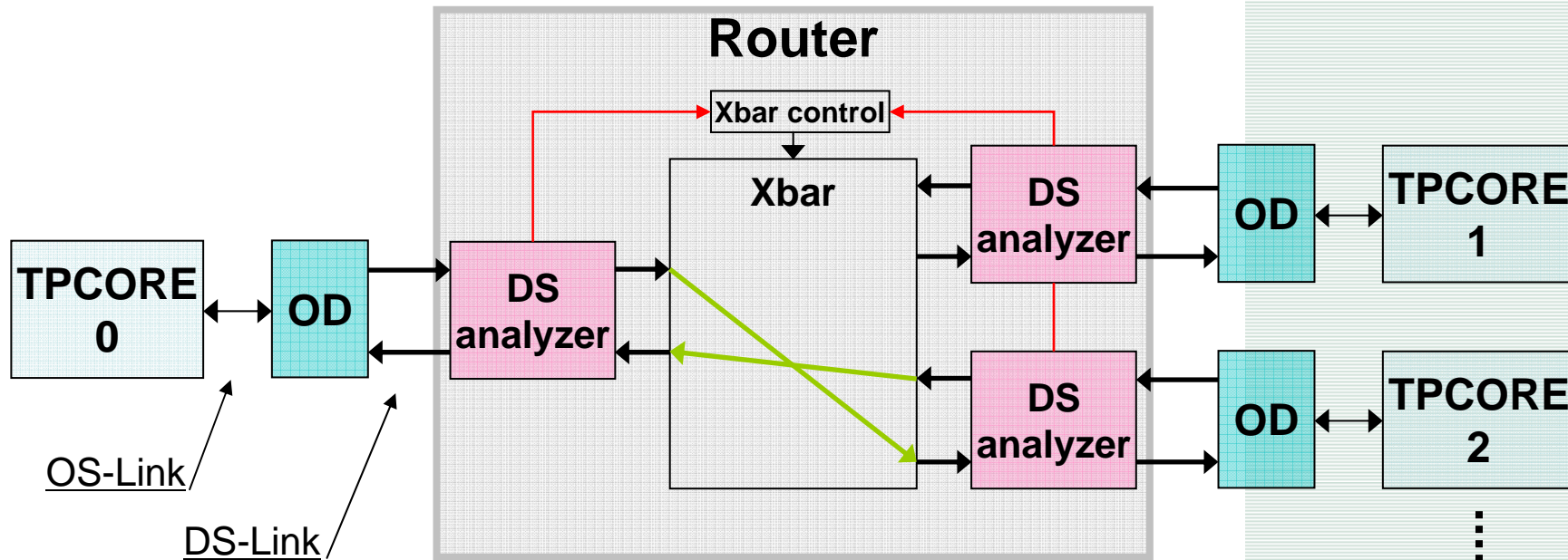
DSLINKSEL(dstx,dsrc,try,fccrx,parity,fcctx) =
let
  REPEAT(t,d,f) =
    ( if f==0 then
      fctx?fcc -> REPEAT(t,d,fcc)
    else
      dstx!fcc -> REPEAT(t,d,0) )
  []
  ( if d==0 then
    dsrc?x -> REPEAT(t,x,f)
  else if d==fcc then
    fccrx!fcc -> REPEAT(t,0,f)
  else
    parity!char -> REPEAT(t,0,f) )
  []
  ( if t==0 then
    try?char -> REPEAT(char,d,f)
  else
    dstx!char -> REPEAT(0,d,f) )
within REPEAT(0,0,0)
    
```

```

<> : empty sequence
seq = <a, b, c, d > head(seq) = a
#seq = 4
tail(seq) = <b, c, d >

FIFO(SIZE,in,out) =
let
  BUFF(seq) =
    if #seq == 0 then
      in?x BUFF(<x>)
    else if #seq == SIZE then
      out!head(seq) BUFF(tail(seq))
    else
      in?x BUFF(seq^<x>)
      []
      out!head(seq) BUFF(tail(seq))
within BUFF (<>)
    
```

# Router (4) ~TPCOREネットワークの構成



OD; OS-Link    DS-Link 変換

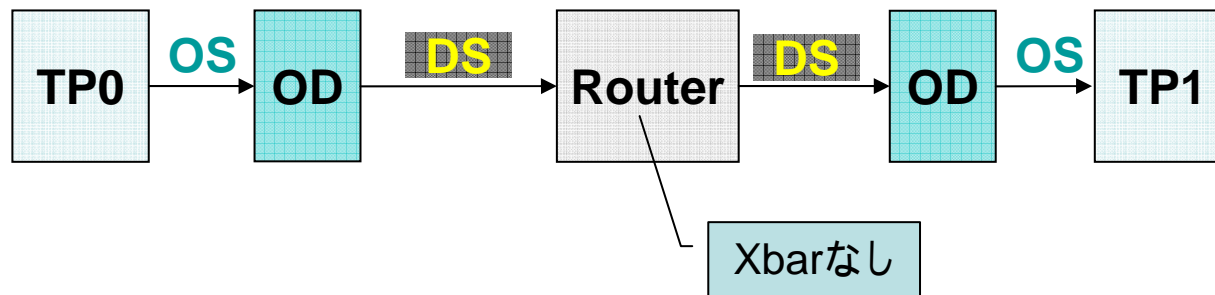
DS analyzer; キャラクタのparity check、ヘッダを取り出しXbar controlに送信

Xbar control; 受信したヘッダからXbar Switchを切り替え

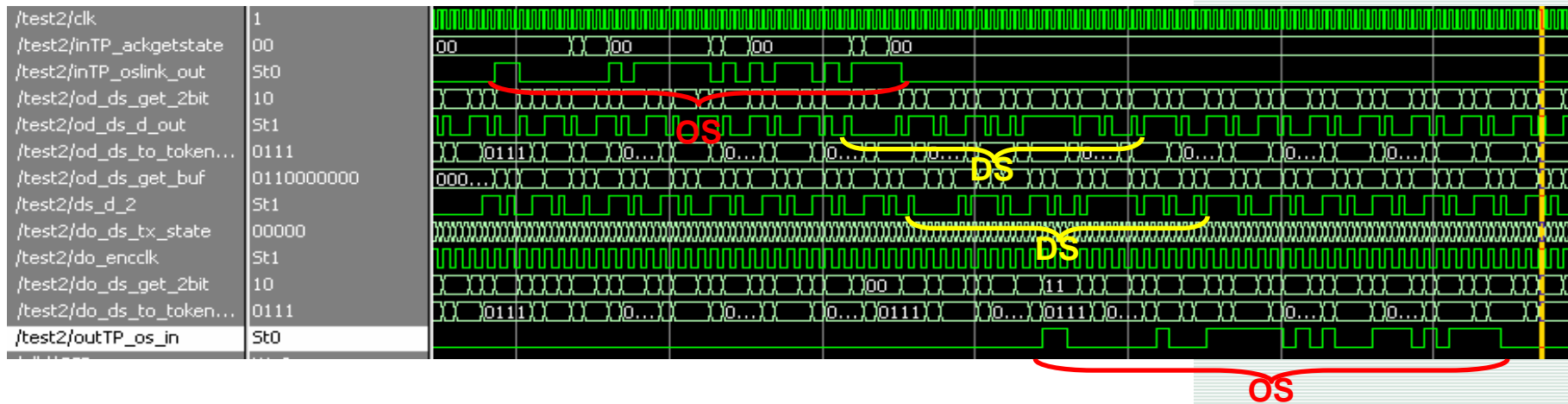
# 進捗状況



2台のTPCOREをCrossbarを除いて接続  
通信成功



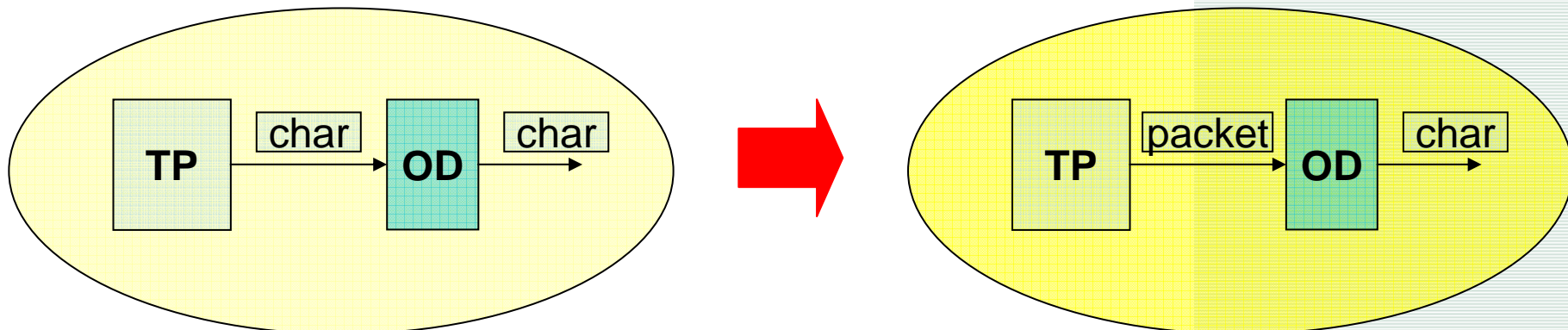
example of packet transfer : address=2,data=FF



# 今後の予定



- Crossbar Switchを完成させRouterに実装
  - CSPによる設計は既に完了
  - ハードウェア設計中
- TPCOREからのデータ送信をキャラクタからパケットに変更
  - 現在はOccamのソフトを使いTPCORE内でparity付加等の処理を施しキャラクタ化してOD-Converterに送信している。これらの処理をTPCOREではなくOD-Converterにさせる



# References



- **International SpaceWire Conference 2008**
  - The design and performance of spacewire router network using CSP
    - [http://tmubdell.math.metro-u.ac.jp/iwanami/spacewire/spacewire\\_router.pdf](http://tmubdell.math.metro-u.ac.jp/iwanami/spacewire/spacewire_router.pdf)
  - Proposal of CSP based network design and construction
    - [http://tmubdell.math.metro-u.ac.jp/iwanami/spacewire/spacewire\\_csp.pdf](http://tmubdell.math.metro-u.ac.jp/iwanami/spacewire/spacewire_csp.pdf)