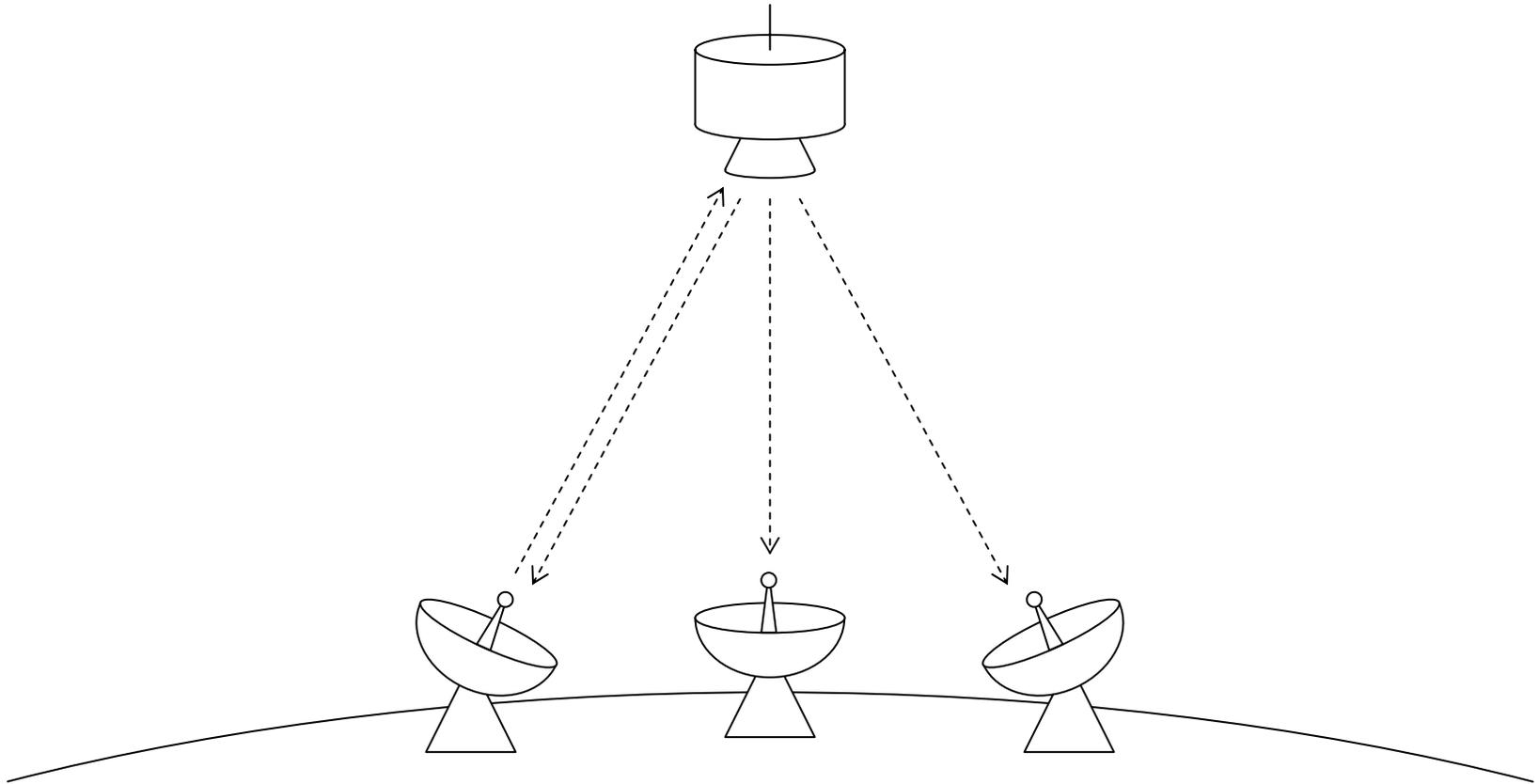


媒体アクセス制御

- コンテンション（競合）方式
ex. Ethernet
- ポーリング方式
ex. トークンパッシング

ALOHA



ALOHA

- 各地上局からランダムに衛星に向かって送信→衝突がなければACKが返る
→平均使用率が1/2の時スループットは最大となり、有効スループット $1/2e \doteq 0.184$
- 衛星からのタイミング信号にあわせてパケットを送出 (Slotted ALOHA)
→平均使用率が1の時スループットは最大となり、有効スループット $1/e \doteq 0.368$

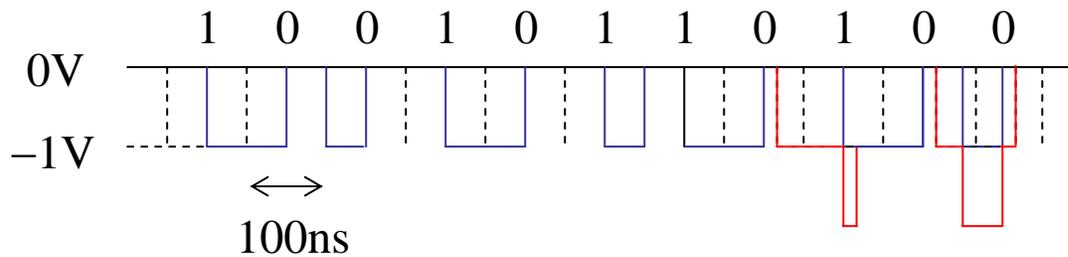
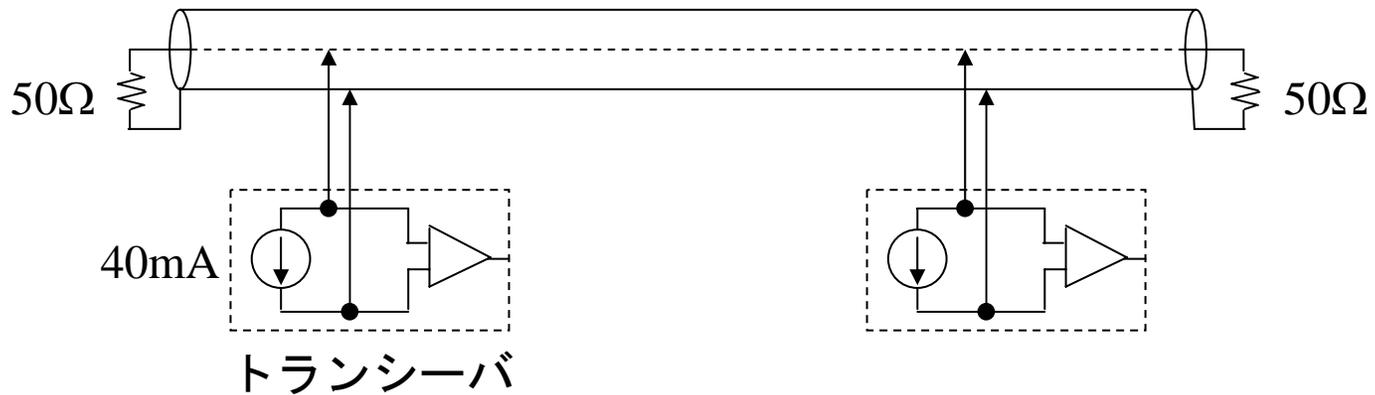
Ethernetの歴史

- 1973 Xerox PARC (3Mbps)
- 1978 DIX(DEC, Intel, Xerox) 10Mbps
- 1980 Ethernet version 1.0
- 1982 Ethernet version 2.0
- 1983~85 IEEE 802.3, ISO 8802/3
- 1995 802.3u (100Mbps: Fast Ethernet)
- 1998 802.3z (1Gbps: Gigabit Ethernet)
- 2002 802.3ae (10Gbps: 10 Gigabit Ethernet)

CSMA/CD

- 送信する前に他のステーションが送信中でないか聴取し(Carrier Sense: 搬送波検知) 通信終了を待って送信開始
- 送信を始めてからも他のステーションとほぼ同時に送信を開始しなかったか確認する(Collision Detection: 衝突検出)

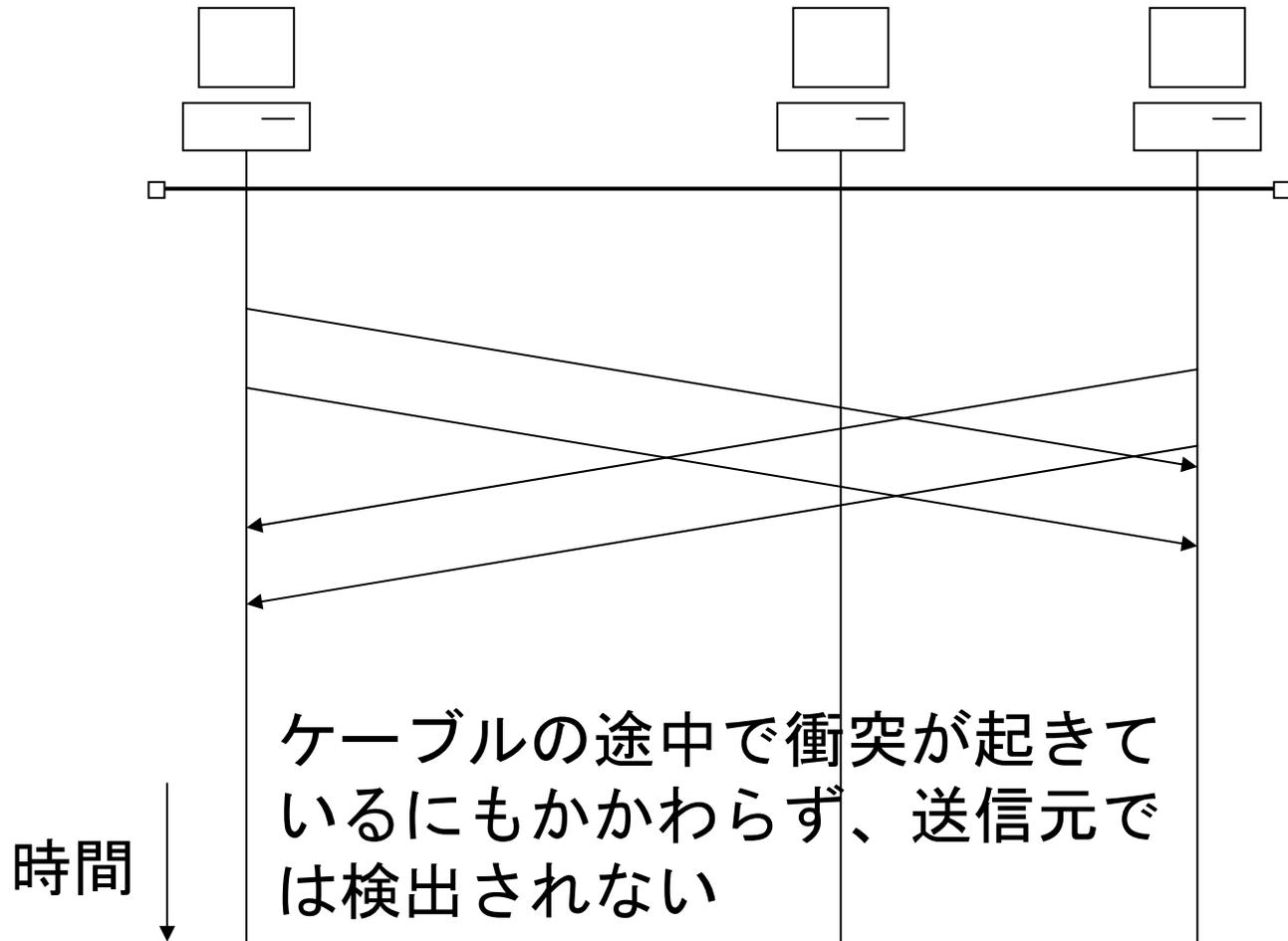
マンチェスタ符号と衝突検出



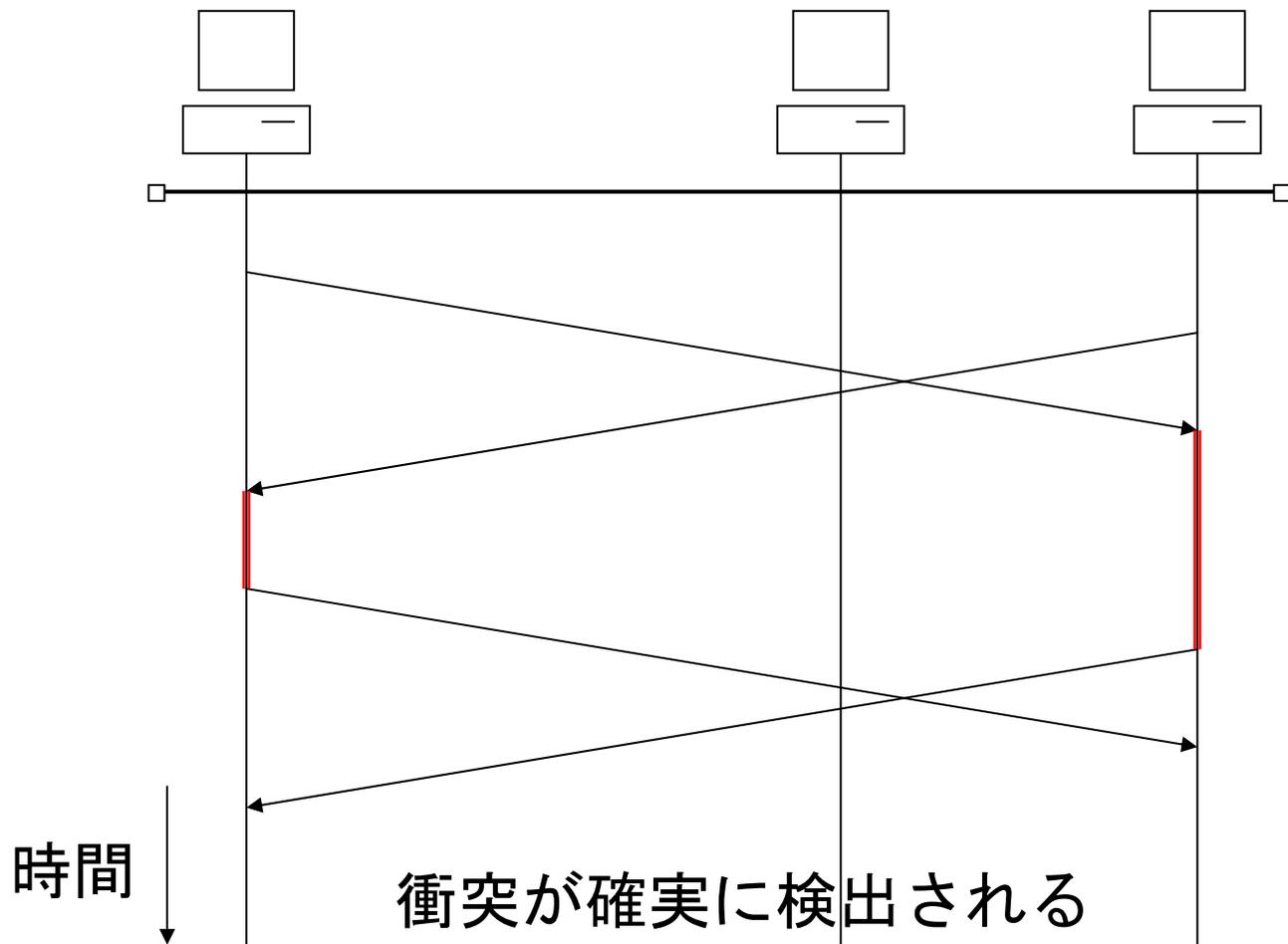
Exponential Backoff

- 衝突が検出されたときには、 $0 \sim 2^i - 1$ の範囲の乱数を発生させ、その時間だけ待ってから再度試みる
- 時間の単位：スロット時間 = 512ビット
 - 信号がネットワーク中を往復するのに十分な時間
 - 衝突検出のため最小パケット長もこれだけ必要

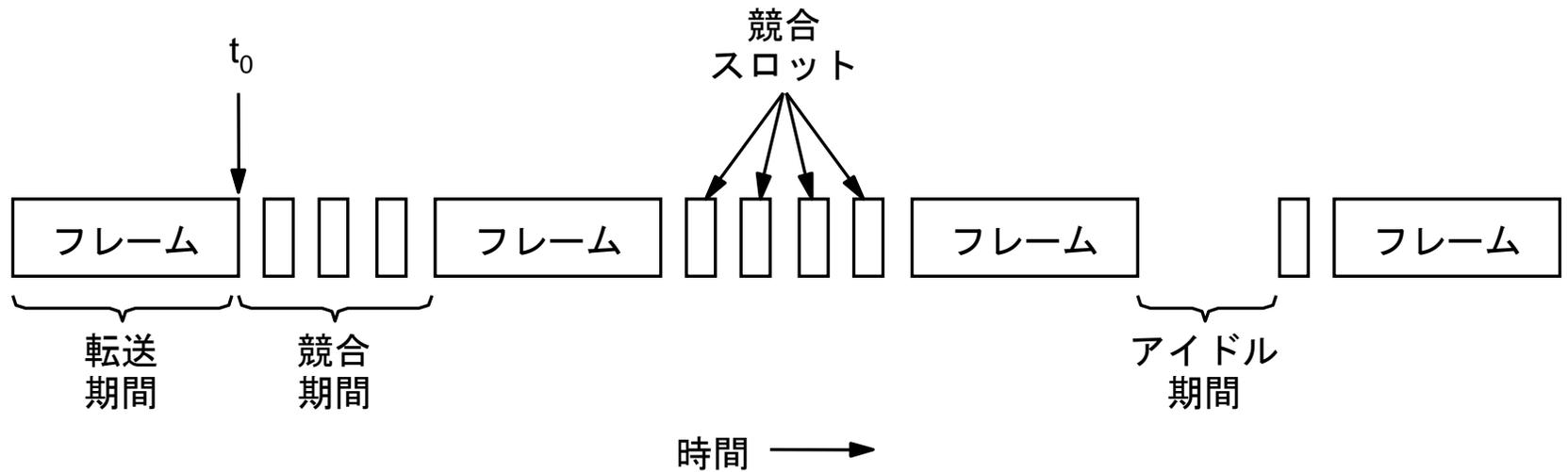
パケット長 < 往復時間



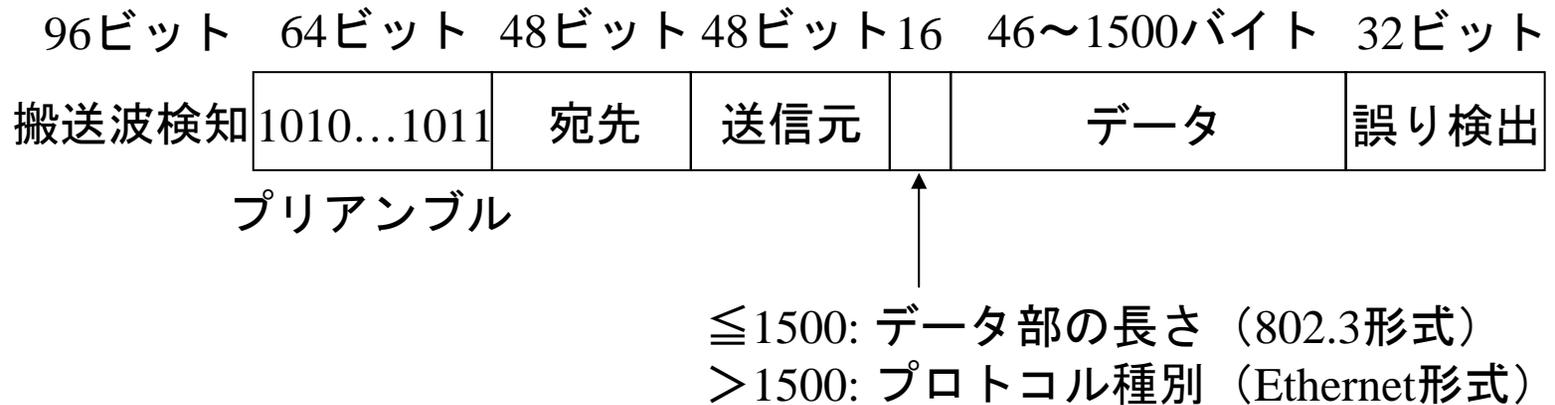
パケット長 > 往復時間



CSMA/CDの動作

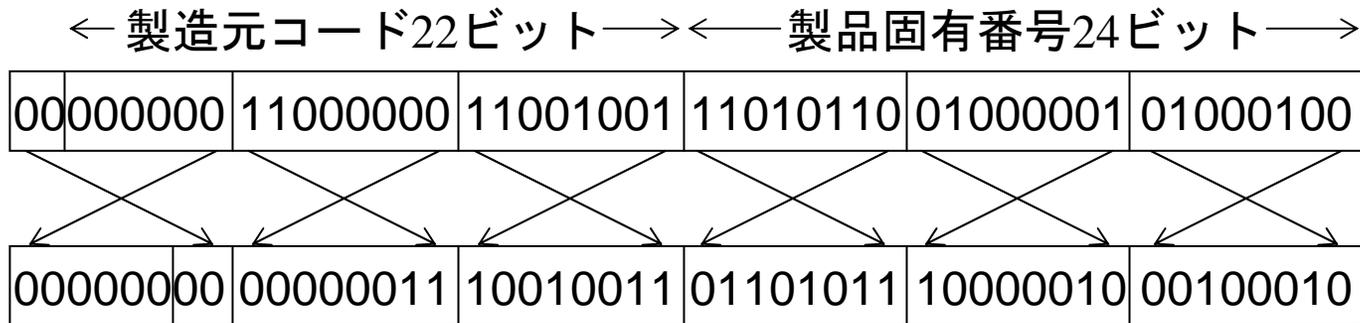


フレーム構成



MACアドレス

ネットワーク中での伝送順



表記法 00:03:93:6b:82:22 または 00-03-93-6b-82-22

マルチキャストアドレス

1	プロトコル	マルチキャストグループ
---	-------	-------------

ブロードキャストアドレス

11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
----------	----------	----------	----------	----------	----------

配線の種類（バス型）

- 10BASE-5
 - 0.4インチ径50Ω同軸、500m、2.5m間隔
- 10BASE-2
 - 5mm径(RG58A/U)、185m、0.5m間隔30台

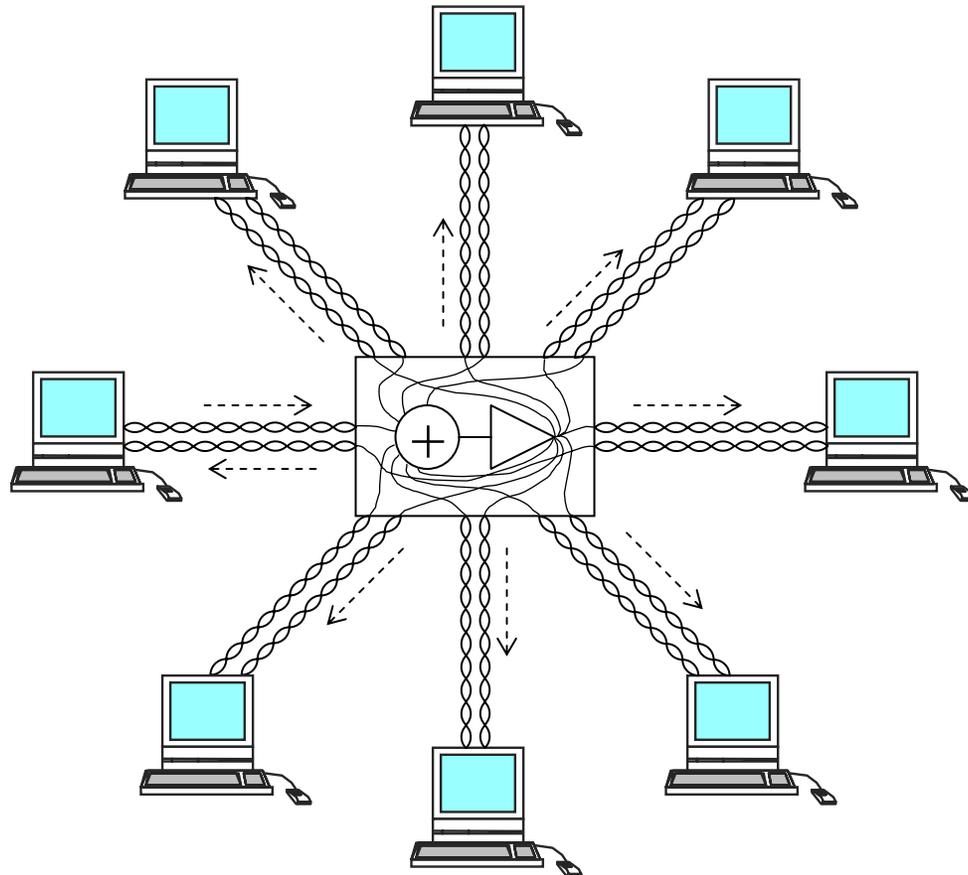
リピータ

- 1本のケーブルでは収容しきれないとき、
双方向に増幅、波形整形を行う装置で
ケーブル間を接続する
- リモートリピータ（10BASE-FL）
 - 0.85 μ m帯光ファイバ、2km
- リピータを接続するトランシーバでは
SQEをoffにしなければならない

10BASE-T

- バス型配線では能動機器は無いが、
ショート、接触不良などの検出が困難
→機器をリピータ（ハブ）に1対1で接続（スター型配線）
- 10BASE-T
 - 2対のUTP (Unshielded Twisted Pair: シールド無しの撚り対線)、100m

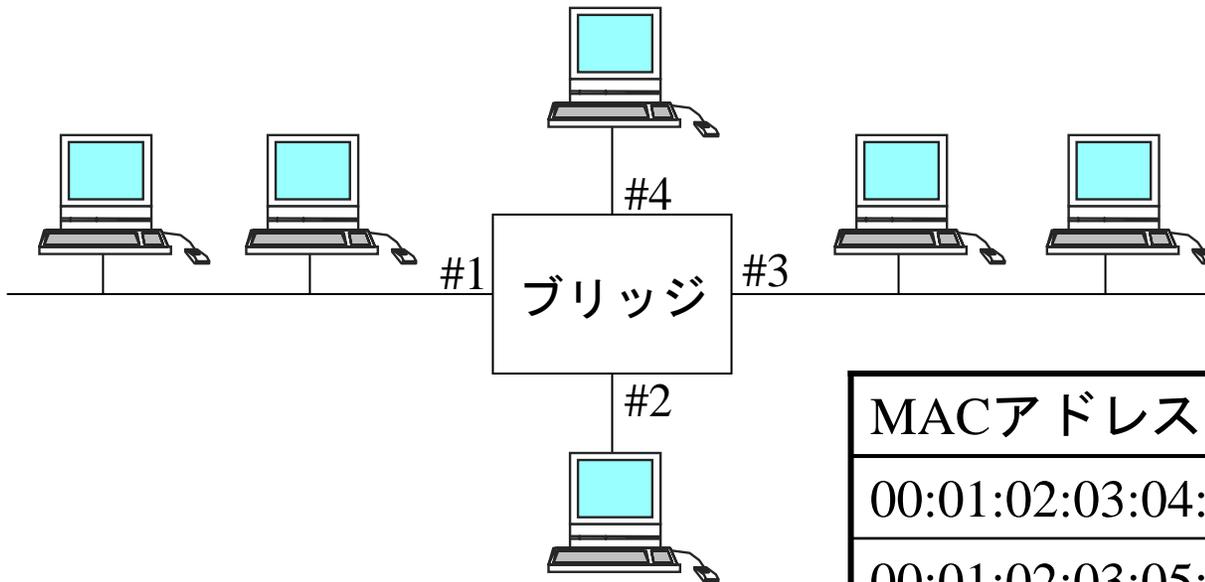
10BASE-T



ブリッジ

- リピータでは配線長は長くできるが、ある瞬間に送信可能な端末は1台だけ
 - 必要な時だけパケットを中継する装置
 - トランスペアレントブリッジ
 - ソースルーティンギングブリッジ
- スター配線 → スイッチングハブ
- バッファリング → 全2重通信が可能

ブリッジ



MACアドレス	ポート番号
00:01:02:03:04:05	#1
00:01:02:03:05:07	#2
00:12:34:01:02:03	#1
00:23:45:67:89:AB	#3

トランスペアレントブリッジ

- 各ポートに到着するパケットの送信元アドレスを見て学習
- 宛先の所在のわかっているパケットはそのポートに中継
- 宛先の所在不明やマルチキャストのパケットはすべてのポートに中継
- スパニングツリー

ファストイーサネット

- クロックを10倍に高速化
→到達距離10分の1（リピータ2段）
- 100BASE-T4
 - カテゴリ3のUTPを4対、8B6T、100m
- 100BASE-TX
 - カテゴリ5のUTPを2対、4B5B、100m
- 100BASE-FX
 - 1.3 μ m帯光ファイバ、2km（全2重）

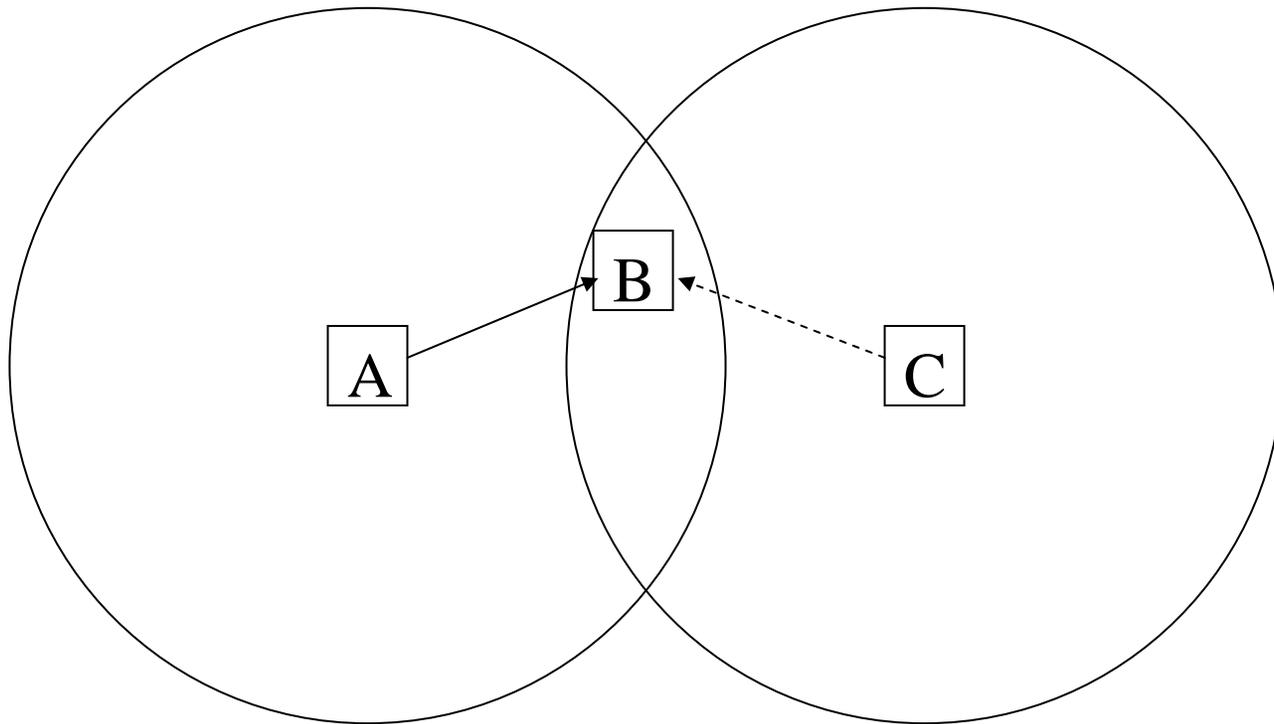
ギガビットイーサネット

- 半2重ではパケット長を512バイトに延ばすことで衝突検出を確保
- 1000BASE-LX
- 1000BASE-SX
 - 光ファイバ、50, 62.5 / 125 μ m
- 1000BASE-T
 - エンハンストカテゴリ5のUTPを4対双方向伝送
- 1000BASE-TX
 - カテゴリ6のUTPを上り下り2対ずつ

10ギガビットイーサネット

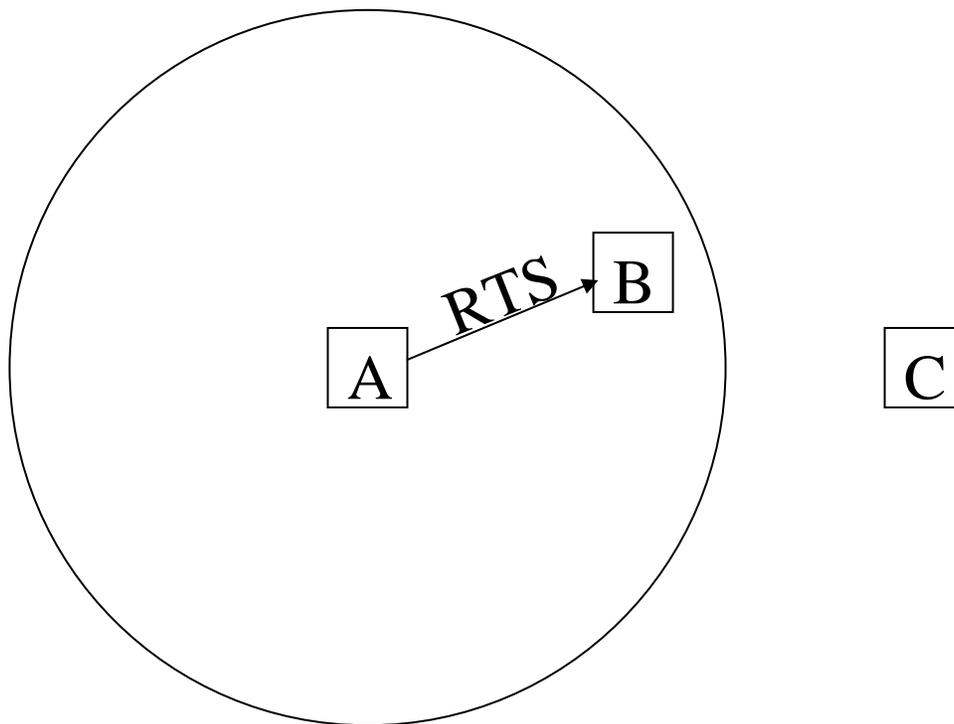
- 全2重モードのみ
- LAN向け仕様「LAN PHY」：10Gbps
- WAN向け仕様「WAN PHY」：9.2942Gbps
- 850nm帯MMF、1310nm帯SMF、1550nm帯SMF、1310nm帯WWDMとの組み合わせで計7種類の規格
- UTPを用いる規格10GBASE-Tも標準化作業中

無線LAN：隠れ端末問題



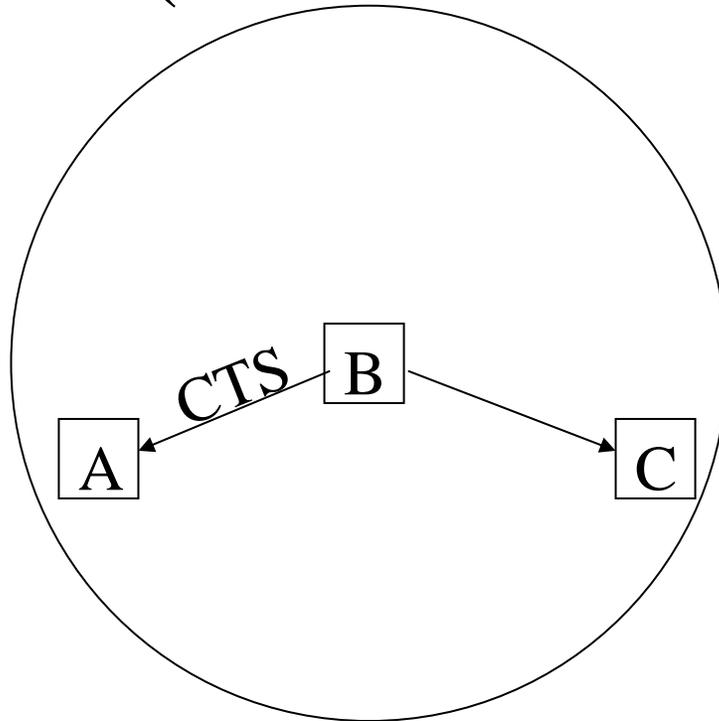
Aからの電波はCに届かないのでAがBに送信中にCが電波を出すとBのところで衝突が起こる

CSMA/CA(Collision Avoidance)



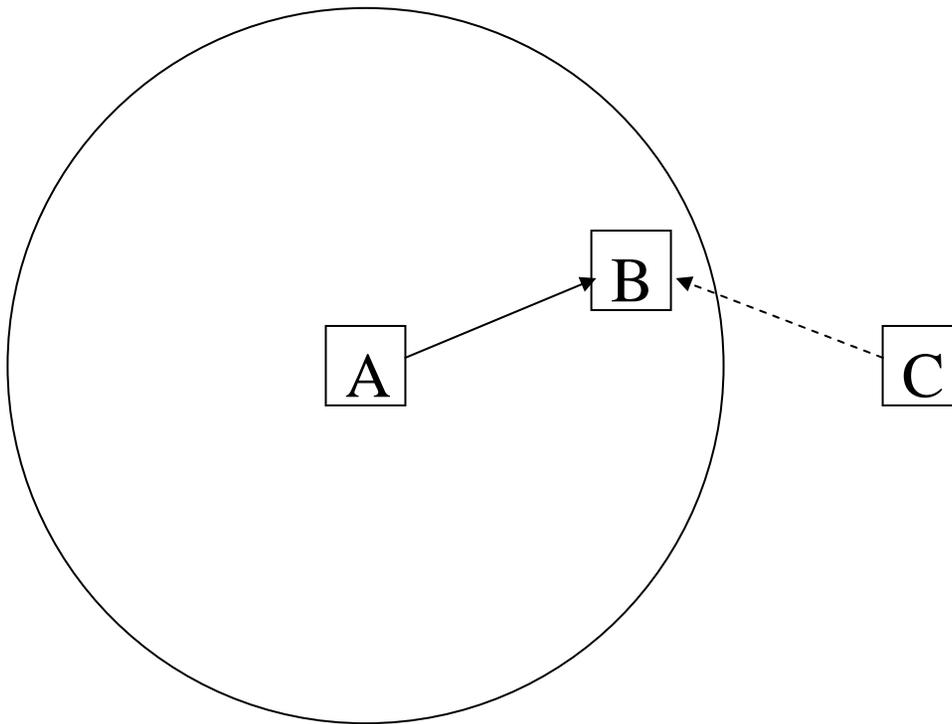
Bが通信予約中でない時、AはBに通信時間を記したRTS(Request To Send: 送信要求)を送る

CSMA/CA(Collision Avoidance)



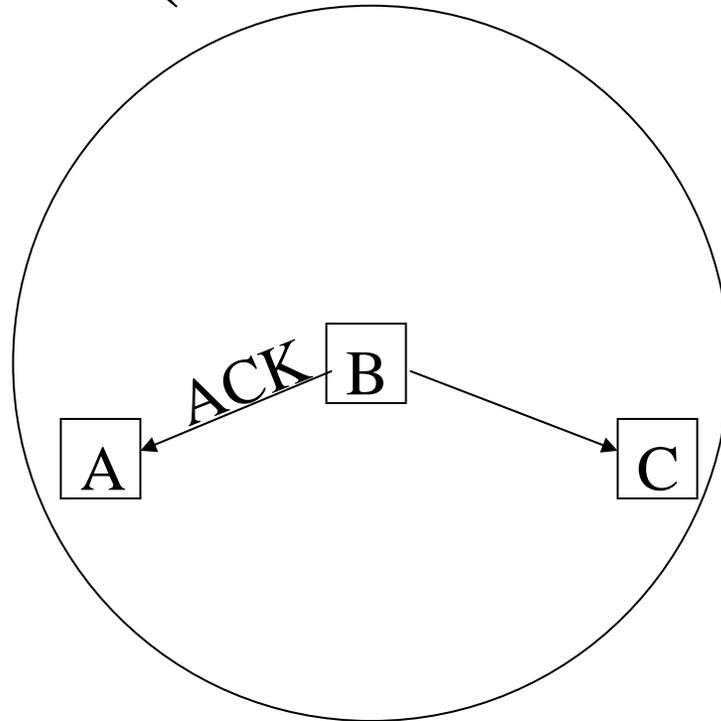
Bは通信時間を記したCTS(Clear To Send: 送信許可)を返し、通信を予約する

CSMA/CA(Collision Avoidance)



AがBに通信中、CはCTSに記された時間送信を控える

CSMA/CA(Collision Avoidance)

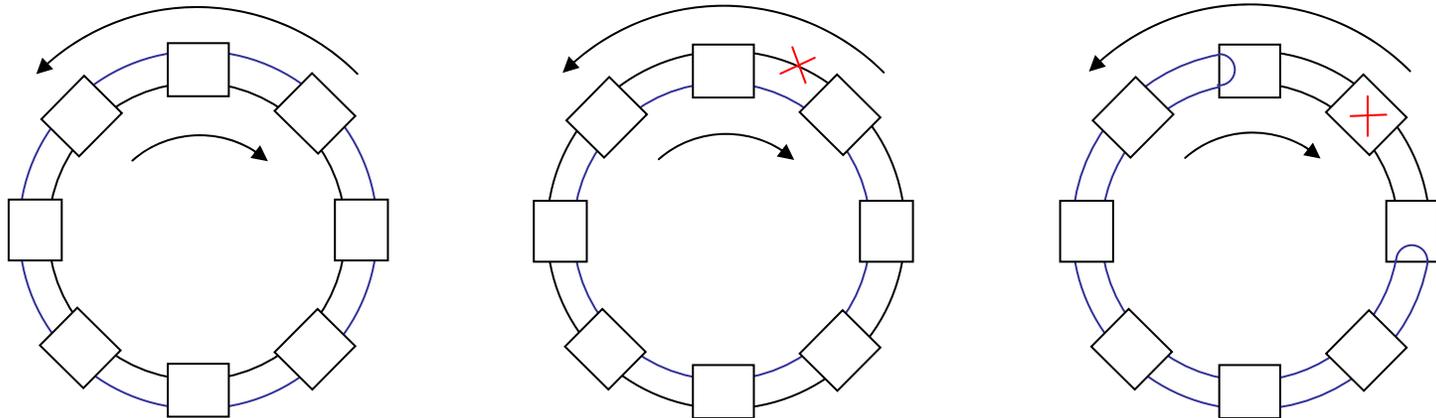


通信が終了するとBはACKを返し、通信の予約が解ける

FDDI

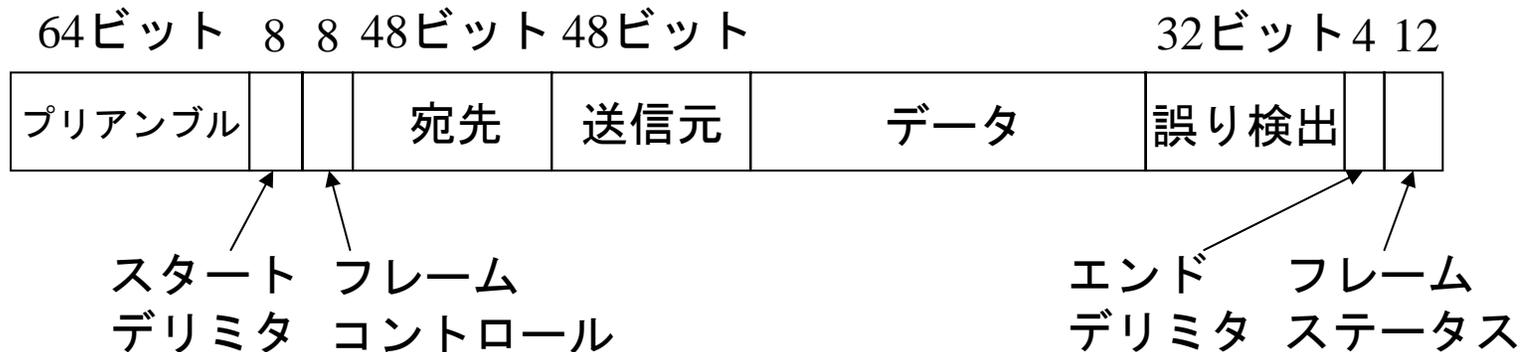
(Fiber Distributed Data Interface)

- デュアルリング
- $1.3\mu\text{m}$ 帯62.5 / $125\mu\text{m}$ 光ファイバ、ノード間2km



フレーム構成

- 4B5B符号化 → データに現れないパターンを制御信号に使用
- MSB First (アドレスだけはLSBから)
- 最大長4500バイト



トークンパッシング

- トークン: 送信権を表す特殊なパケット
 - トークンを獲得したステーションはトークン保持時間 (= トークン周回目標時間 - トークン周回時間) の間送信できる
- データを受け取ったステーションはフレームステータスを設定する
 - E: エラー
 - A: 自分宛であることを認識
 - C: 受信確認

トークンパッシング (続き)

- データを送り終わったらトークンを送出 (アーリーリリース)
- 送信データが1周して戻ってきたら取り除く
- 同期伝送: あらかじめ予約した時間だけ送信権を得る(リアルタイムデータ用)