

# アドホックネットワークの packets 衝突を減少させる方式の検討

050428027 後藤秀暢  
渡邊研究室

## 1. はじめに

アドホックネットワークには、本質的に避けられない問題として「隠れ端末問題」が存在する。これは電波の到達範囲が限られているため、遠隔端末同士が同時に送信を行ってしまうことが要因となっている。IEEE802.11 標準規格では RTS/CTS 方式を採用し、「隠れ端末問題」の解決を試みている。

しかし、RTS/CTS 方式では課題が完全には解決されていない。それは、RTS/CTS 自体が1つのパケットであり、衝突が発生する可能性が高いことである。そこで、本稿では制御信号(CS; Control Signal)を導入し、RTS/CTS 方式の課題を解決する方法を提案する。

## 2. RTS/CTS 方式の課題

RTS/CTS 方式の課題の例を図1に示す。ノードAが送信したRTSに対して、ノードBはCTSを返信して送信を許可する。しかし、RTS/CTS のやりとりの間にノードDがRTSを送信すると、ノードBが送信したCTSと衝突が発生する。これによりノードDはCTSを受信しないため、RTSを再送信する。一方、ノードAはノードBからのCTSを受信すると、ノードCで衝突が発生していることに気がつかずにノードBに対してデータ送信を始める。ノードCはノードDからのRTSに反応してCTSを送信するため、ノードAのデータを破壊してしまう。

RTS/CTS 方式はパケットの交換であるためにある程度の時間を必要とし、図1のようなケースが発生しやすい。

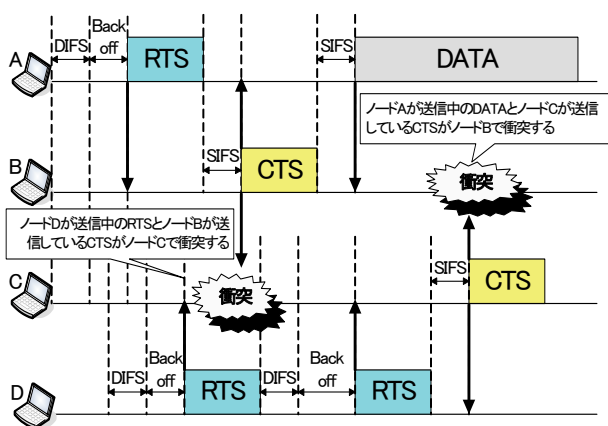


図1 RTS/CTS 方式の課題

## 3. 提案方式

このような衝突を避けるために、本稿では RTS 又は CTS を送信するノードが、あらかじめ決められた特定の周波数( $S_1, S_2, S_3$ )を持つ制御信号 CS を発生させる。CS は RTS 又は CTS の送信中のみ発生させる。周囲のノードは CS 受信中には送信ができないものとする。これにより、図1のような衝突を回避できる。CS は RTS の場合は2ホップ、CTS の場合は1ホップ先まで送る必要がある。RTS 送信時の CS の動作を図2に示す。CTS 送信時の CS の動作を図3に示す。

RTS の場合はノードAがRTSを送信中に、周波数  $S_1$  のCSを発生させる。ノードBは周波数  $S_1$  のCSを受けたので即座に周波数  $S_2$  のCSを発生させる。周波数  $S_2$  のCSを受けたノードCは周波数  $S_3$  のCSを発生させる。周波数  $S_3$  のCSを受けたノードDはこれ以上CSを中継させない。

CTS の場合はノードBがCTSを送信すると同時に周波数  $S_2$  のCSを発生させる。ノードCは周波数  $S_2$  のCSを受けたので周波数  $S_3$  のCSを発生させる。ノードDはこれ以上CSを中継させない。

このように、提案方式では RTS/CTS の送信状況をCSを用いて遠方のノードにいち早く伝えることができるので衝突の可能性を大幅に軽減させることができる。

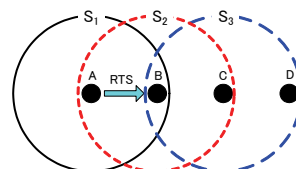


図2 RTS 送信時の CS の動作

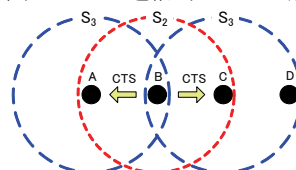


図3 CTS 送信時の CS の動作

## 4. むすび

RTS/CTS 方式の課題を解決するために、制御信号CSを用いて他のノードからの送信を抑制する方法を提案した。今後は、提案方式をシミュレーションにて評価する。

## 参考文献

[1] C-K.Toh : アドホックモバイルワイヤレスネットワーク p40,41 (2003).

# アドホックネットワークの packets 衝突 を減少させる方式の検討

渡邊研究室

050428027

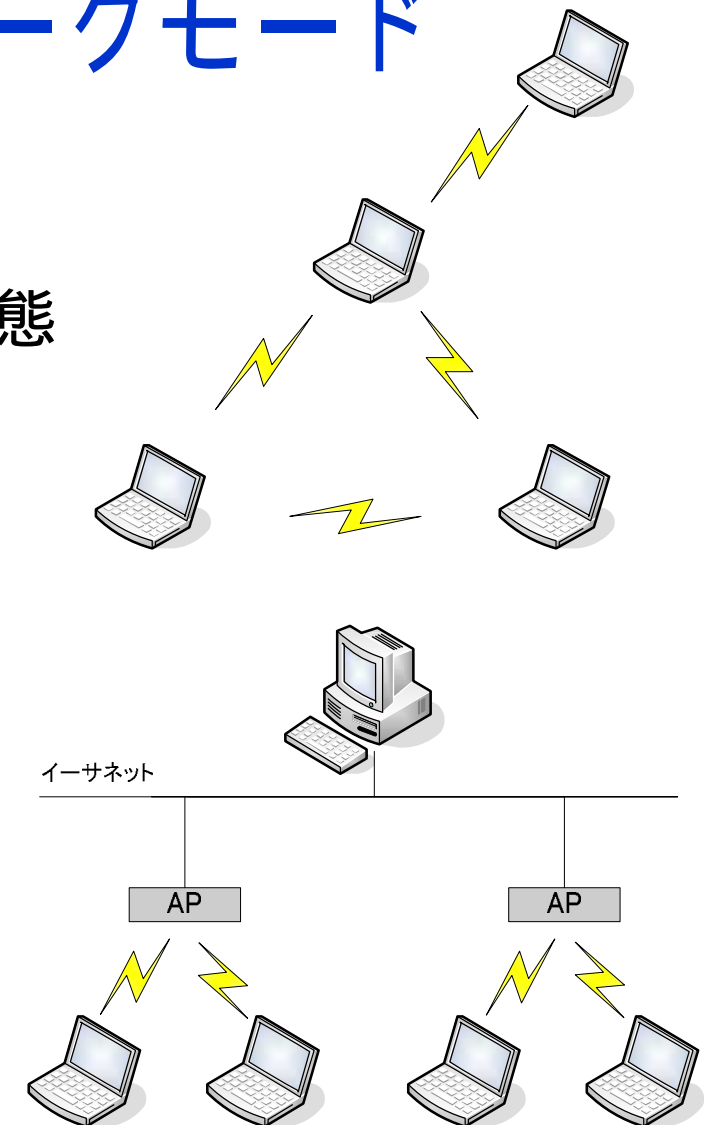
後藤秀暢

## 研究背景

- ◆ 無線LAN (Local Area Network)
  - ◆ 配線工事が不要
  - ◆ 端末の移動, 設置が簡単
  - ◆ 迅速なLANの構築が可能
  - ◆ 屋外通信が可能

# 無線LANのネットワークモード

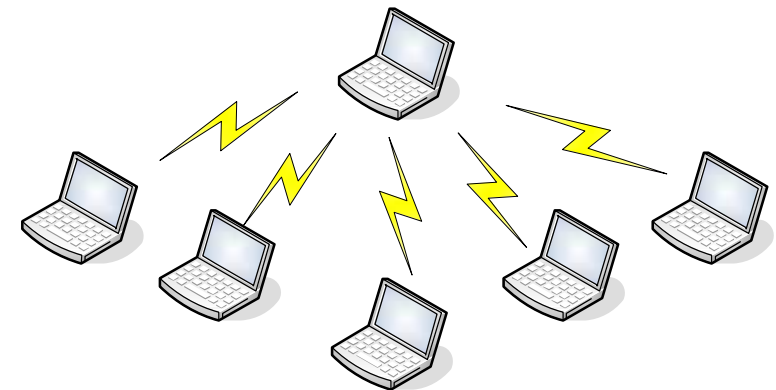
- ◆ アドホックモード
  - ◆ 無線LAN端末同士が直接通信をする形態
  - ◆ 電波の通じる近隣の範囲に設置
  - ◆ アドホックネットワークへの応用
- ◆ インフラストラクチャモード
  - ◆ アクセスポイントを介して通信する形態
  - ◆ ブロードバンド回線を通してインターネットを利用



# 無線LANのアクセス制御方式

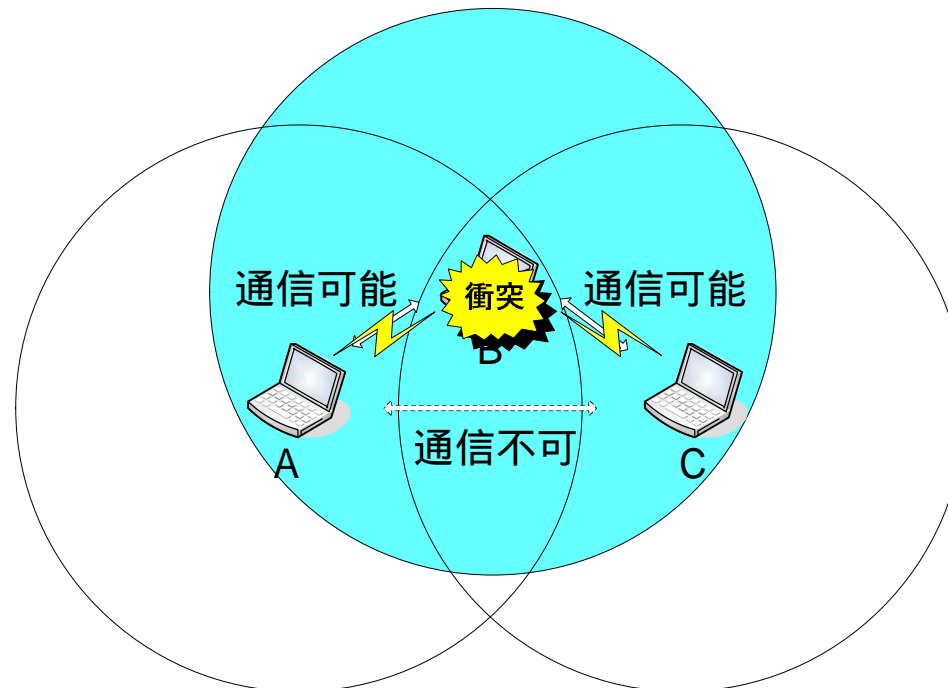
## CSMA/CA方式 (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)

- ◆ 各端末が随時キャリア・センスを行い、チャンネルが一定時間開いていることを確認してから送信を行なう
- ◆ 無線上では衝突を“検知”できない
  - 衝突をできるだけ“回避”する
- ◆ フレーム送信が成功したかどうか
  - 受信端末からACKが到達することで判断



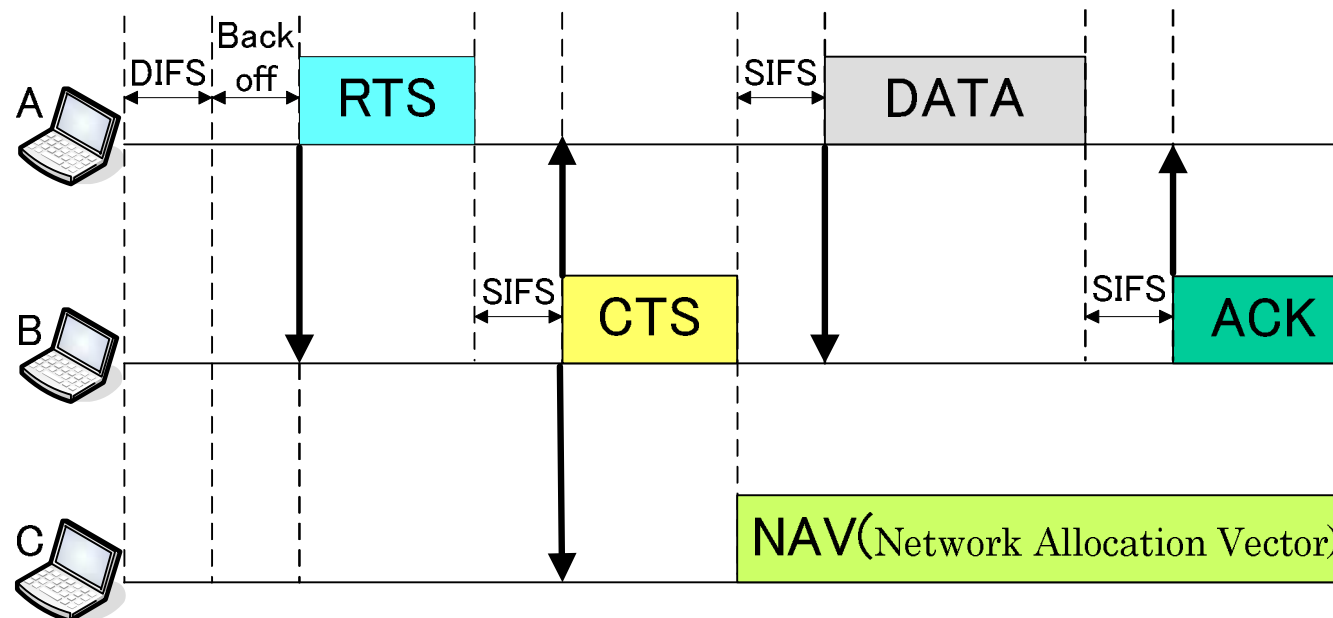
# 隠れ端末問題

- ◆ 2つの端末が電波の到達範囲外にある場合
- ◆ 両者が同じ受信端末に情報を送信しようとする時、受信端末においてデータの衝突が発生
- ◆ 端末Aが端末Bにデータを送信中にも関わらず端末Cが端末Bにデータを送信すると、データが衝突し破壊される



# RTS/CTS方式

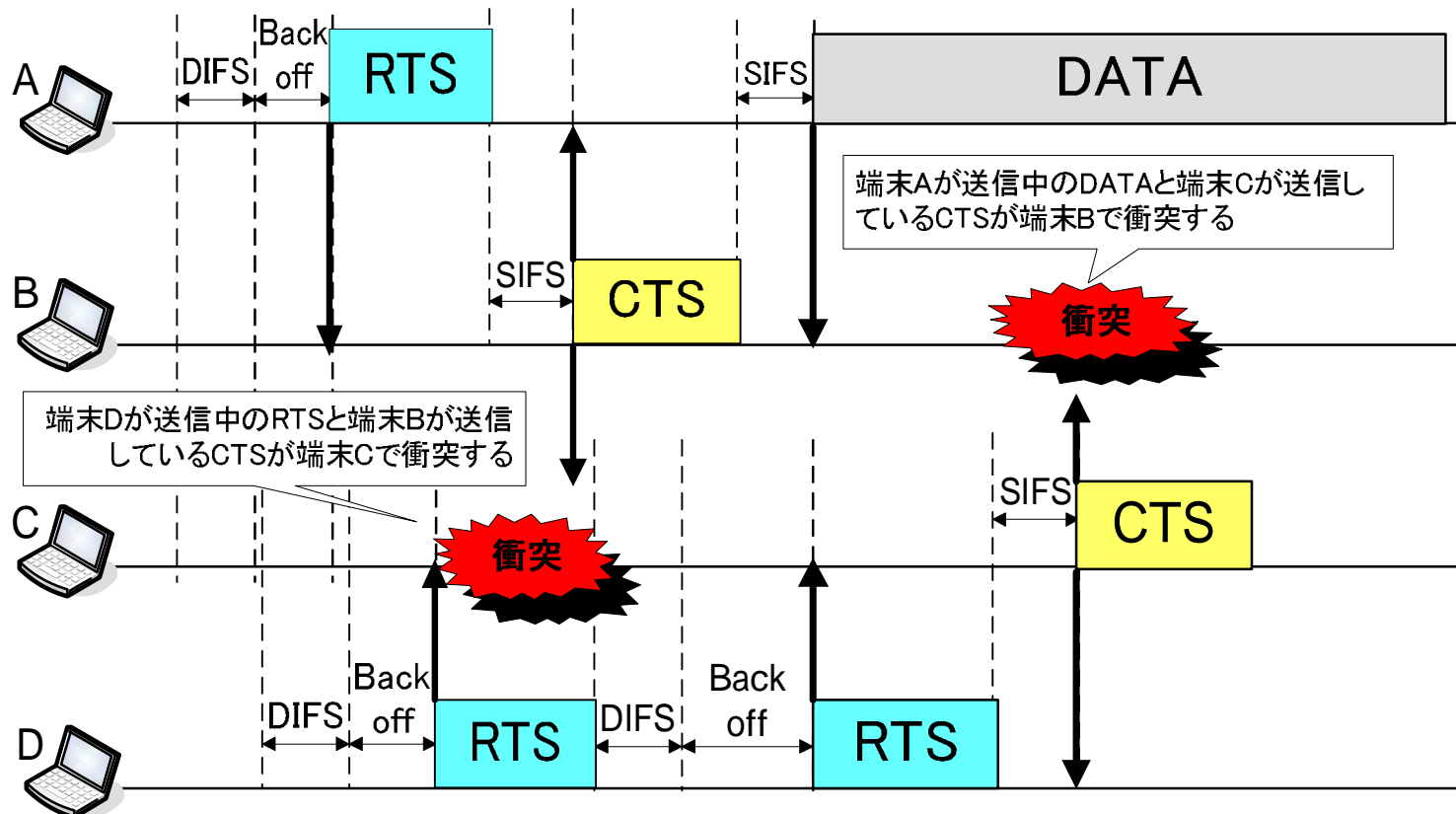
- ◆ RTS (Request To Send)送信要求 CTS (Clear To Send)受信準備完了
- ◆ 「隠れ端末問題」のような衝突を避けるには...
  - ➔ 受信端末に隣接する全ての端末にチャンネルが使用中であることを知らせる必要がある
- ◆ RTS/CTSは全ての端末が監視しているので隠れ端末に対しても受信端末の状態を知らせることができる



# RTS/CTS方式の課題

## RTS, CTSの衝突によるデータの破壊

- ◆ RTS/CTS自体が1つのパケットであり, 衝突が発生する可能性が高いことに問題がある
- ◆ 隠れ端末の影響はアドホックネットワークにおいて特にスループットを低下させる要因となっている





## 提案方式

### ◆ 制御信号 (CS : Control Signal ) の導入

CSとは…

特定の周波数( $S_1, S_2, S_3$ )を使用した信号のことで、RTSやCTSのデータの衝突をなくするためのもの

- ◆ RTS又はCTSを送信する端末がCSを周囲の端末に向けて同時に発生させる
- ◆ CSはRTSの場合は2ホップ先まで、CTSの場合は1ホップ先まで中継する
- ◆ CSを受けた端末はCSが発生している間フレームを送信してはいけない

# 提案方式

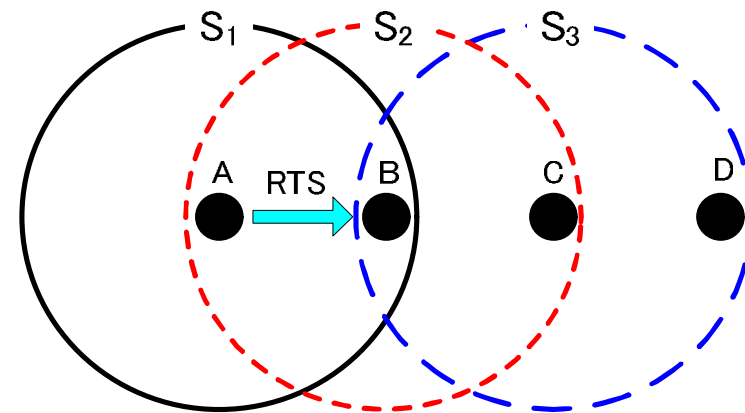
- ◆ RTS , CTSとCSの違い
- ◆ RTS,CTSは制御フレームであるため受信してからフレーム内容の処理を実行するための処理時間が必要
- ◆ CSはデータを持たない信号であるため処理時間を必要としない

つまり・・・

RTS , CTSを送信開始した瞬間から  
CSは周囲の端末間を中継し、  
フレーム送信を制御することができる

# CSの動作 ~RTS~

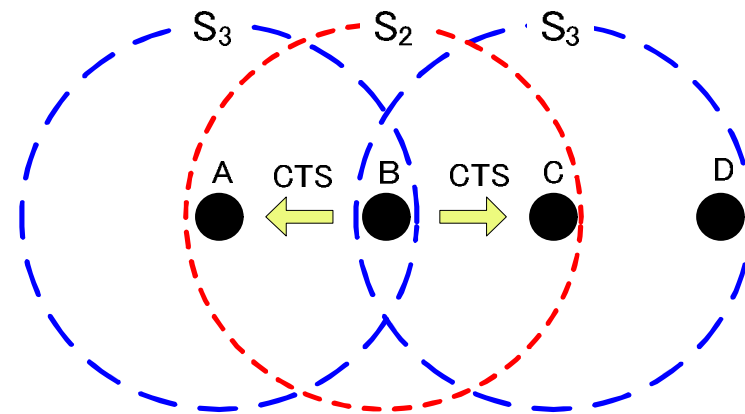
1. 端末AがRTSを送信すると同時に、周波数 $S_1$ のCSを発生する
2. 端末Bは周波数 $S_1$ のCSを受けたら即座に周波数 $S_2$ のCSを発生する
3. 周波数 $S_2$ のCSを受けた端末Cはさらに周波数 $S_3$ のCSを発生する
4. 周波数 $S_3$ のCSを受けた端末Dはこれ以上CSを中継しない



端末AがRTSを送信開始した瞬間から  
CSは端末間を中継し、  
端末B, C, Dのフレーム送信を制御する

# CSの動作 ~CTS~

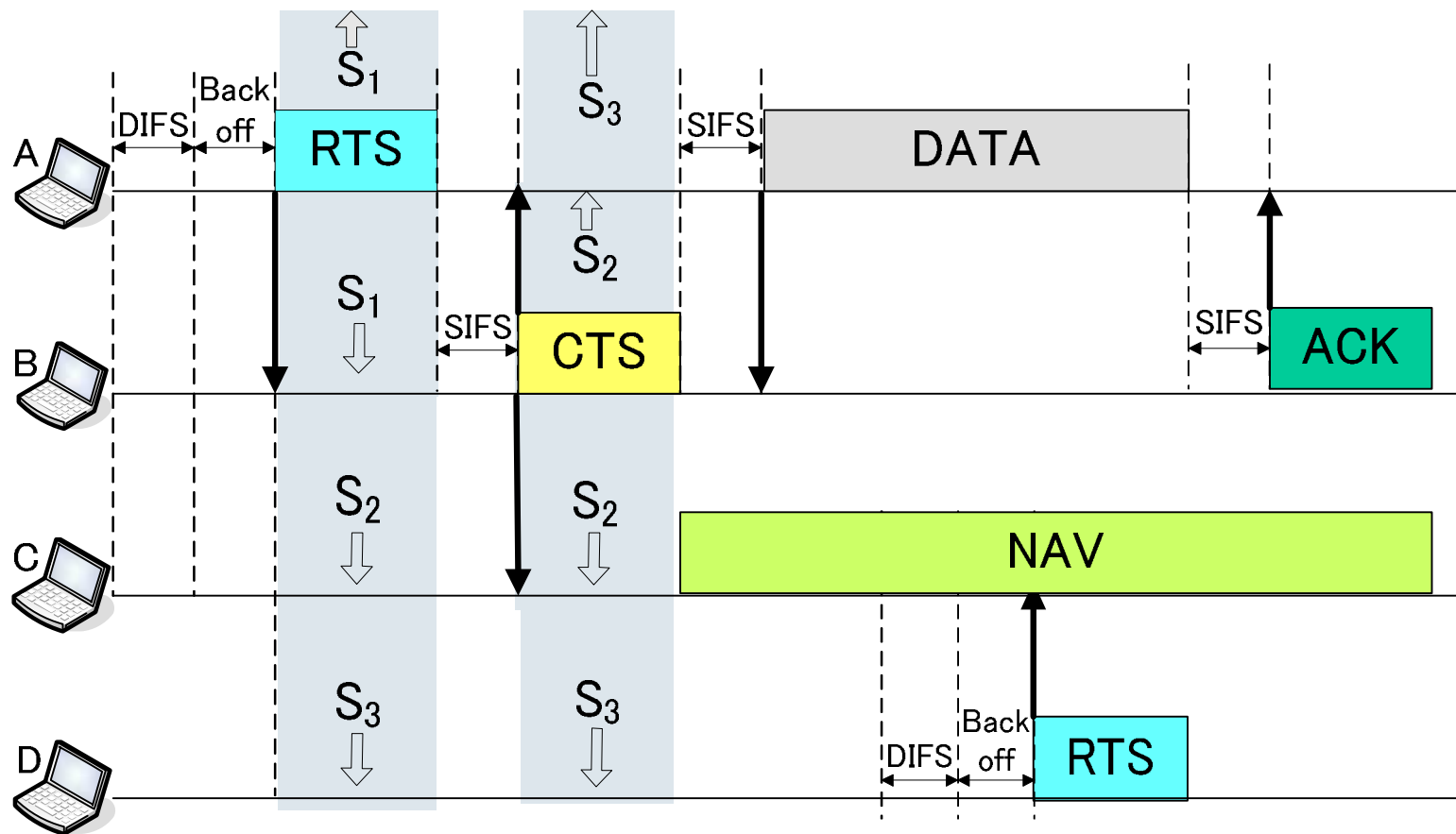
1. 端末BがCTSを送信すると同時に、周波数 $S_2$ のCSを発生する
2. 端末A, 端末Cは周波数 $S_2$ のCSを受けたら即座に周波数 $S_3$ のCSを発生する
3. 周波数 $S_3$ のCSを受けた端末Dはこれ以上CSを中継しない



端末BがCTSを送信開始した瞬間から  
CSは端末間を中継し、  
端末A, C, Dのフレーム送信を制御する

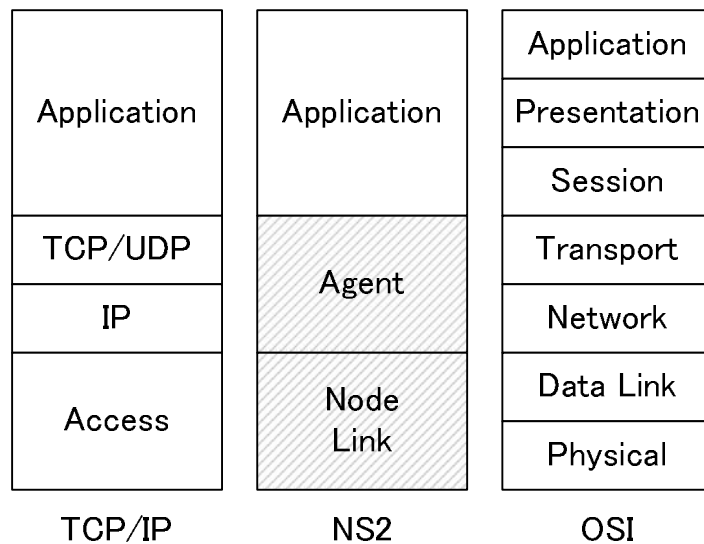
# CSの動作

- ◆ RTS/CTSの課題にCSを取り入れた場合の動作

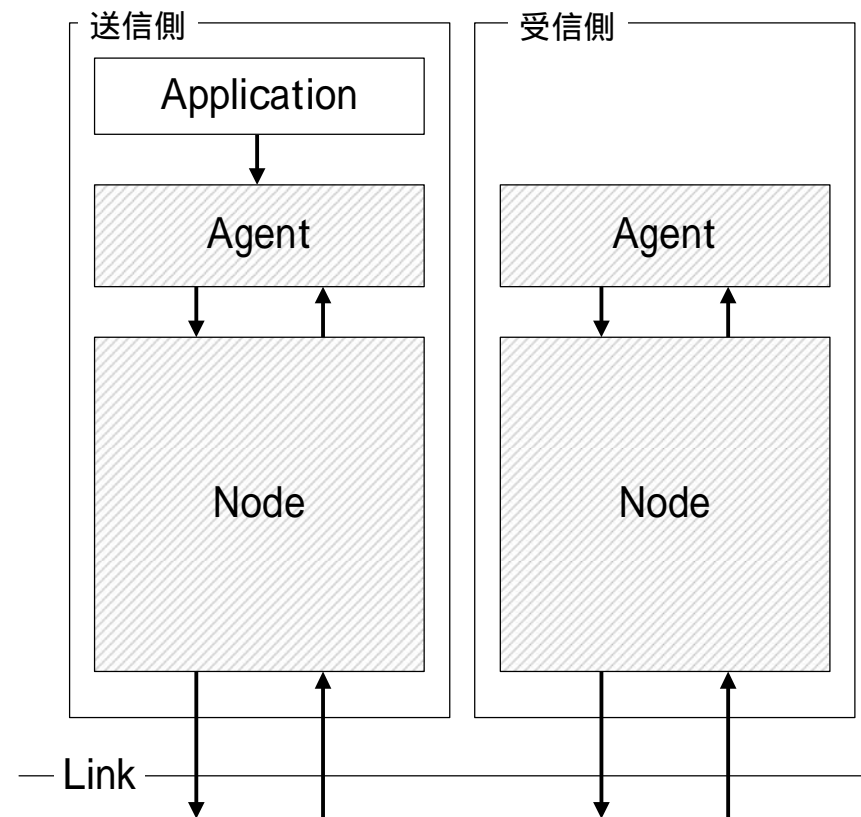


# NS2(Network Simulator)

- ◆ NS2とはWired/Wireless, マルチキャスト, TCP/IPによる通信などのシミュレーションが可能なフリーのネットワークシミュレータ
- ◆ CSの機能をNS2に追加するために, エージェント層, ノード・リンク層の改造が必要



NS2のネットワークモデルとOSI参照モデルとTCP/IPの比較



# むすび

## ◆ まとめ

- ◆ RTS/CTSの課題を解決するためのCSの提案
- ◆ NS2の解析
- ◆ CSの機能をNS2に追加するための検討

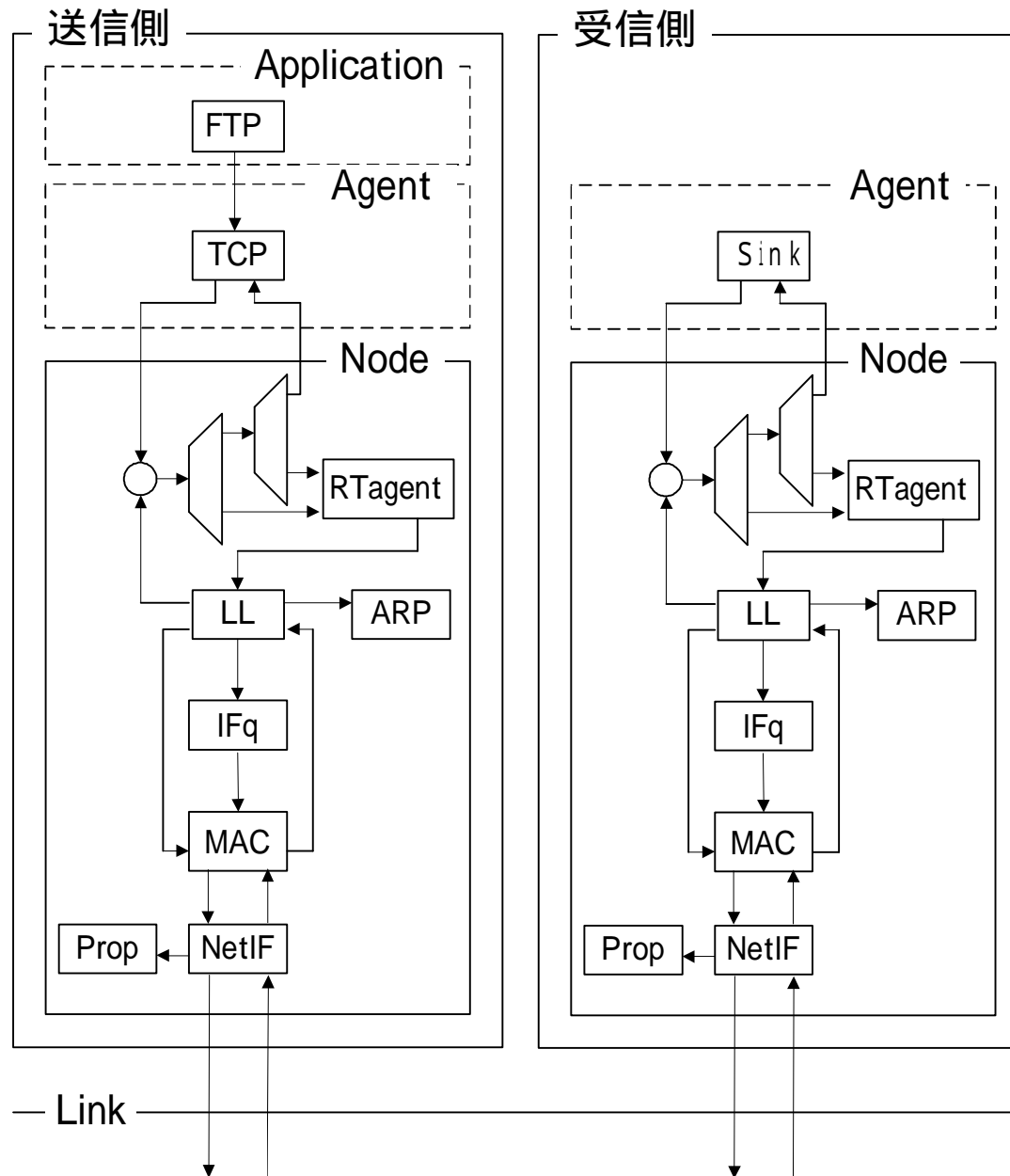
## ◆ 今後の予定

- ◆ NS2の改造
- ◆ シミュレーション評価

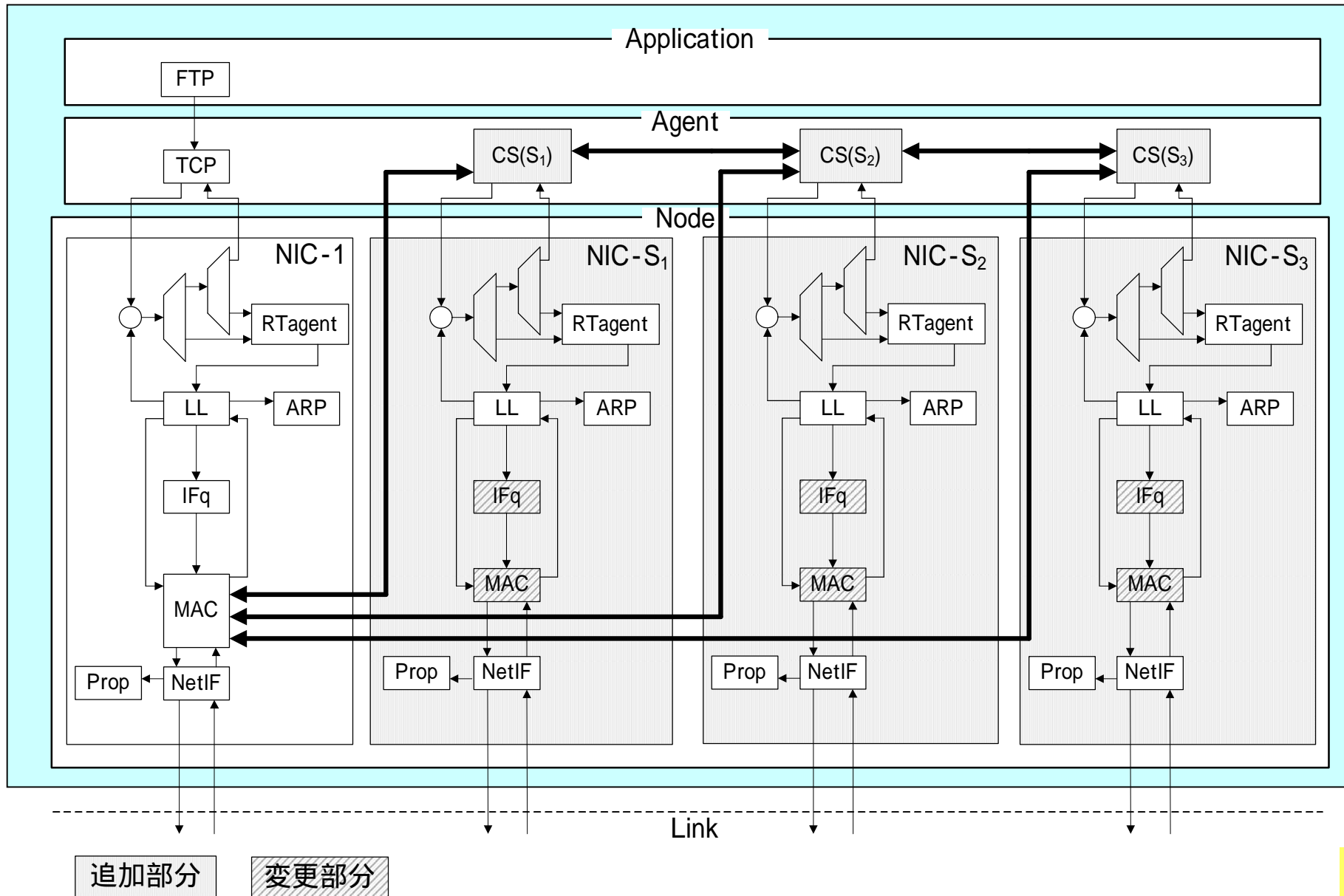




# NS2による通信

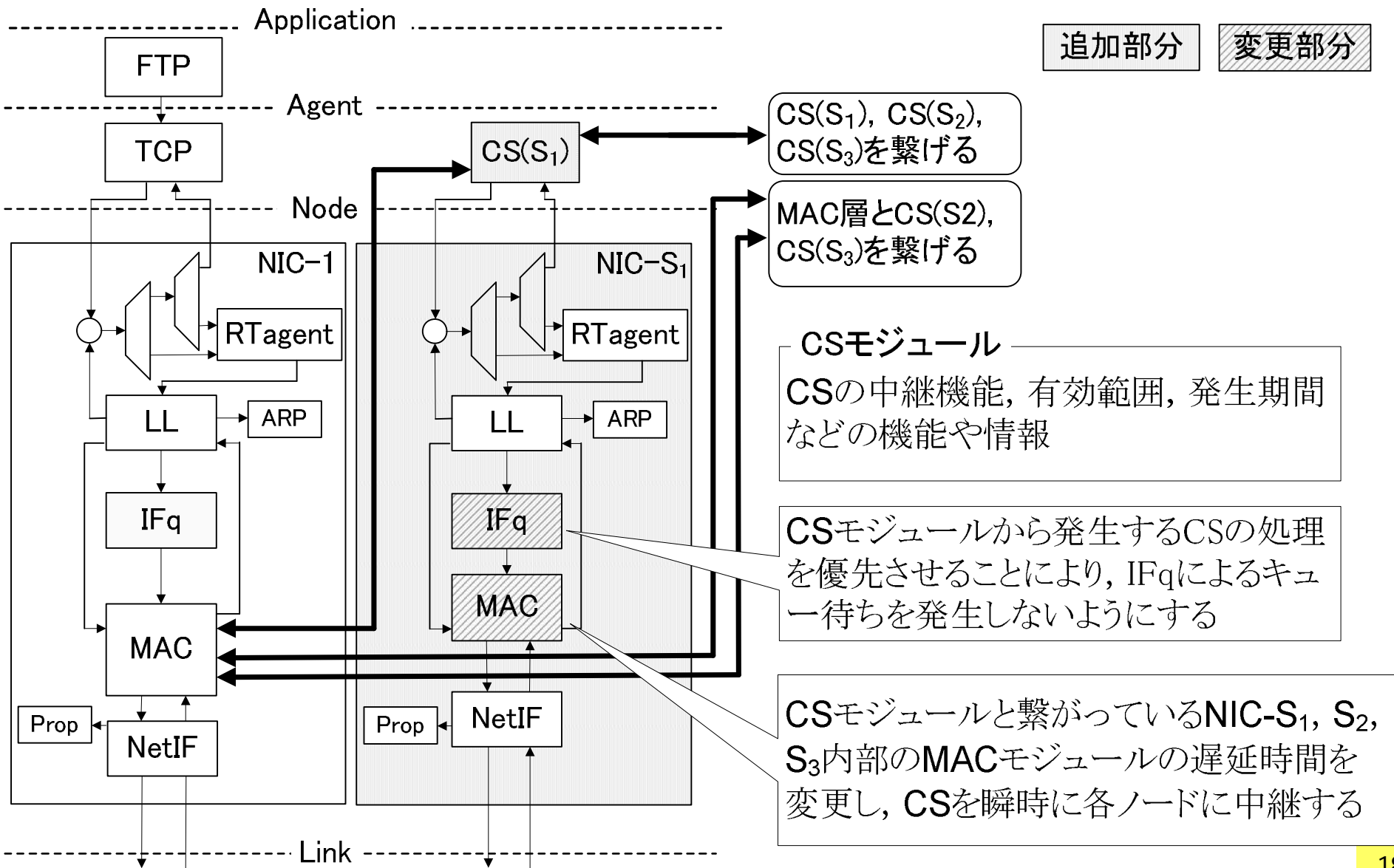


# NS2改造内容



# NS2の改造内容

追加部分    変更部分



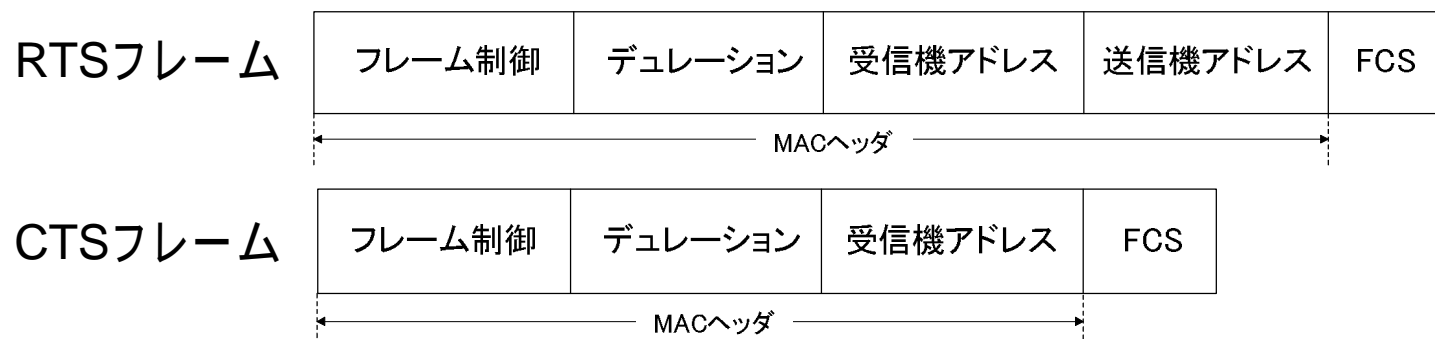
# 補足説明

- ◆ DIFS(Distributed Coordination Function Interframe Space)
  - ◆ キャリア・センスを行う際に, ビジー状態のチャンネルから未使用状態に変化したと判断されるまでに必要なチャンネルの連続未使用期間
- ◆ SIFS (short interframe space)
  - ◆ 最短のフレーム送信間隔(待ち時間)
- ◆ バックオフ時間
  - ◆ 乱数の値に一定時間を掛けることで決める待ち時間
  - ◆ チャンネルが空き状態になった後, 発生させた乱数の数に応じて送信を待機する
  - ◆  $\text{バックオフ時間} = \text{乱数値} \times \text{スロット・タイム}$
- ◆ NAV (Network Allocation Vector)
  - ◆ RTS, CTSにはどのくらいの時間無線チャンネルを占有するかが書かれている
  - ◆ 各端末は それに応じて NAV と呼ばれる無線チャンネル用のタイマーを設定

# NAV (Network Allocation Vector)

- ◆ RTS, CTSには無線回線を使用する予定期間が記載されている  
デュレーション・フィールドがある
  - ➡ 無線回線を使用する予定期間が記載されている
- ◆ 端末はフレームに記載されている期間(NAV)だけ送信を禁止することにより衝突を防止する
  - ➡ 仮想的なキャリア・センスと呼ぶ

このようにして競合する送信が禁止され、衝突を回避できる



## 補足説明

◆ 周波数帯については…

ガードバンドを使用する

ガードバンドとは…

2つの通信チャネルの間にある未使用周波数帯

# 補足説明

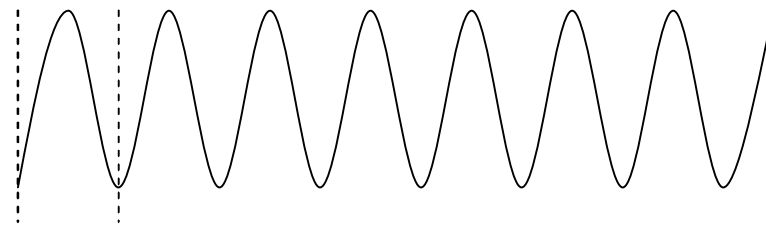
## ◆ 特定の周波数 $S_1, S_2, S_3$ について

ISMバンドの通常の周波数では電波干渉が発生しやすい

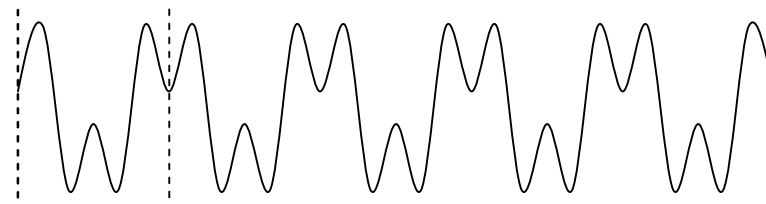
そこで・・・

パターンを複雑にした周波数を発生させる

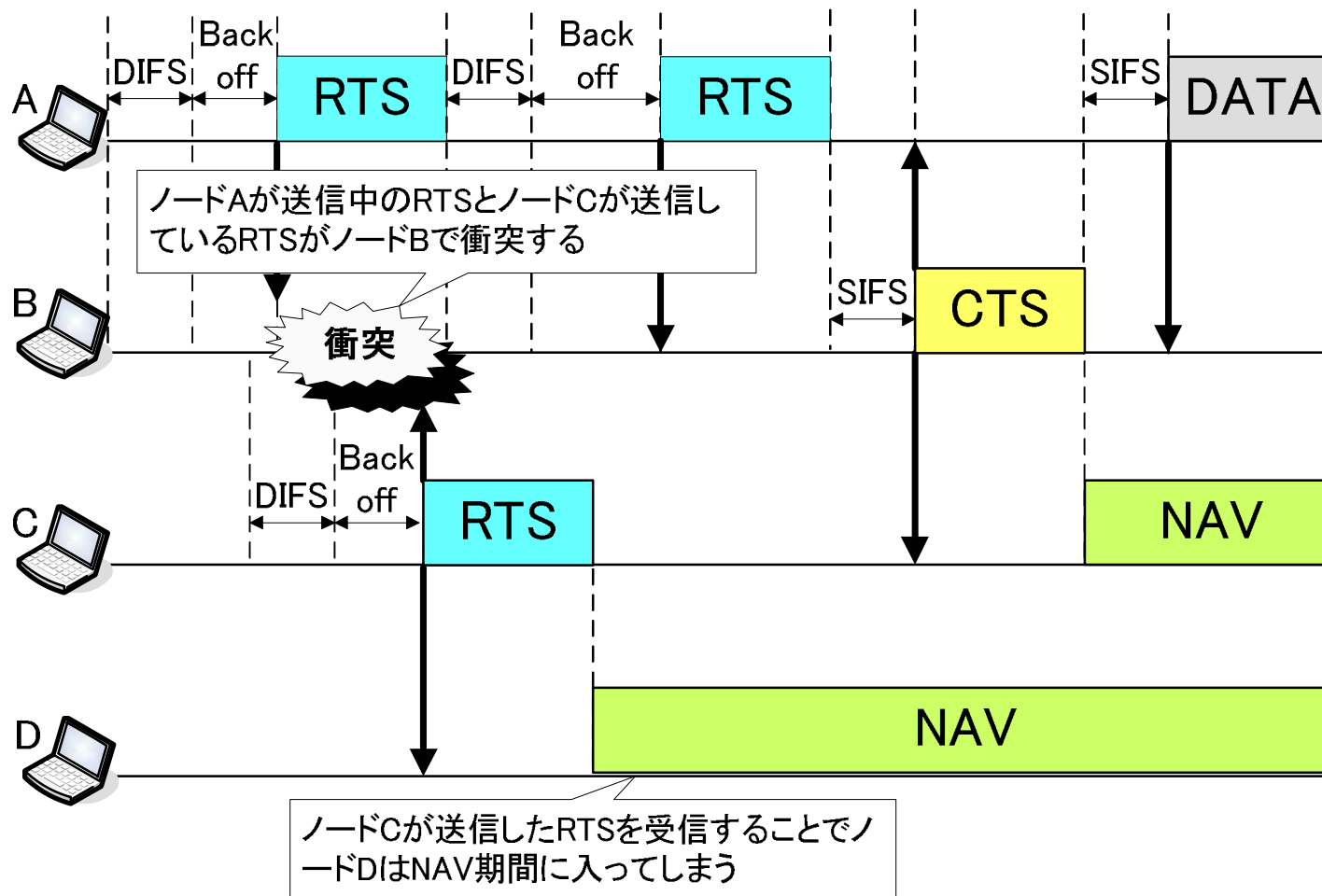
通常の周波数 →



パターンをつけた周波数 →

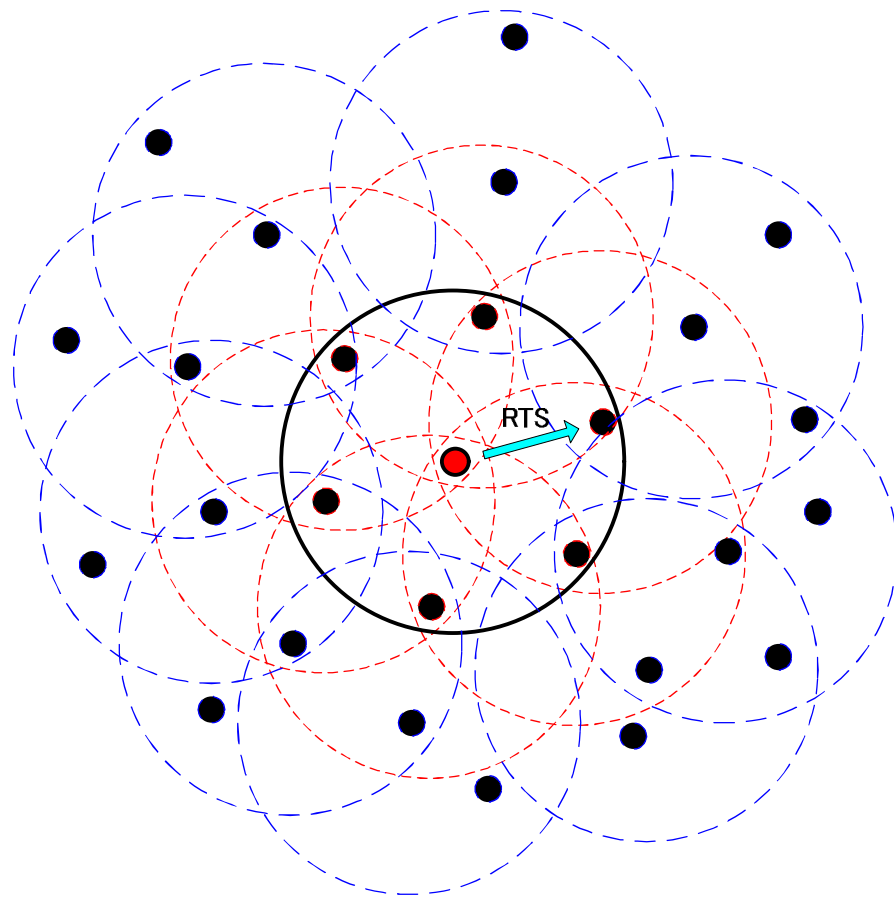


# RTS/CTS方式の課題

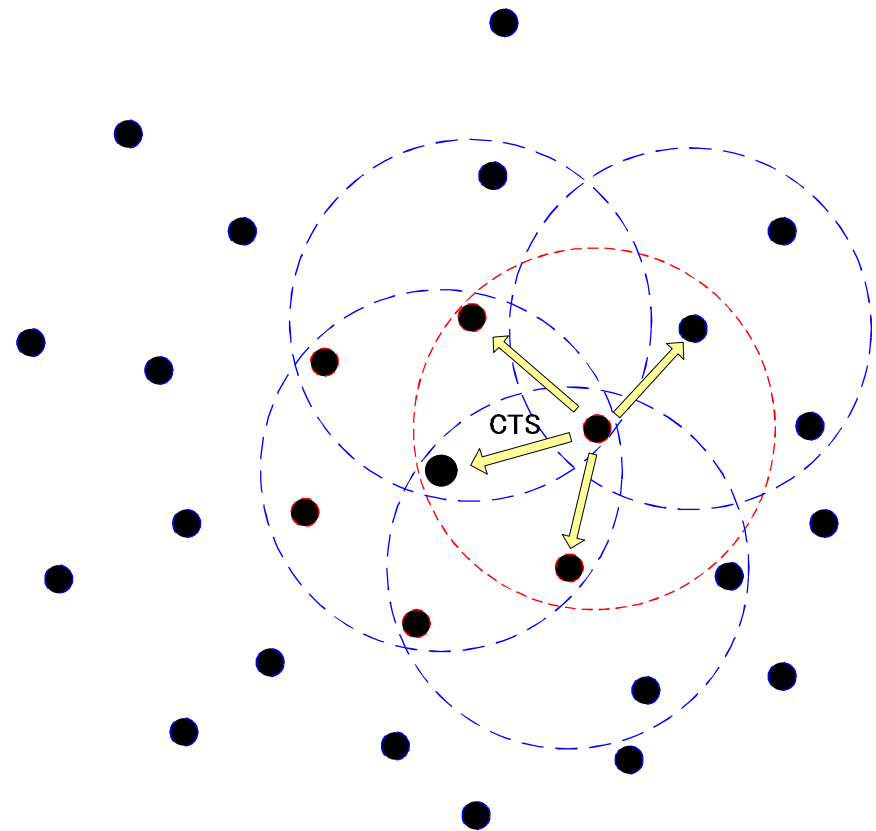




# CSの広がり



RTS送信時



CTS送信時