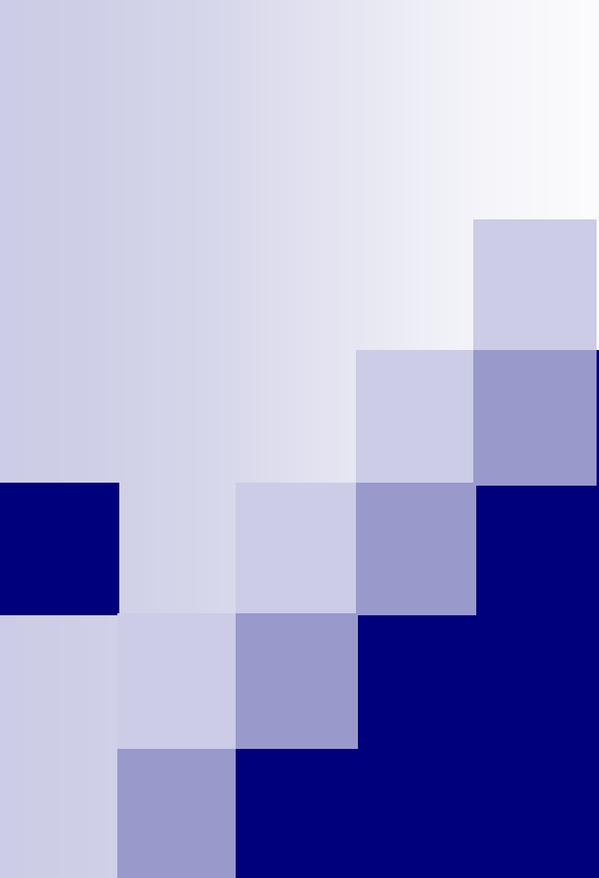


本資料について

- 本資料は下記の文献を基に作成されたものです。文章の内容の正確さは保障できないため、正確な知識を求める方は原文を参照してください。
 - 監修: 松江英明、守倉正博
 - 書籍名: IDG情報通信シリーズ 802.11高速無線LAN教科書
 - 出版社: IDGジャパン
 - 出版日: 2003/3/29



高速無線LAN IEEE802.11

渡邊研究室

01j042 小島崇広

IEEE802.11規格について

- IEEE802.11規格の対象
 - MACレイヤのプロトコル
 - 物理レイヤのプロトコル
 - 各レイヤのマネジメント機能
- IEEE802.11のMACレイヤ
 - CSMA/CA
 - ポーリング方式(オプション)
- IEEE802.11の物理レイヤ
 - ・2.4GHz帯を用いた直接シーケンス・スペクトラム拡散方式(DSSS : Direct Sequence Spread Spectrum)
 - ・2.4GHz帯を用いた周波数ホッピング・スペクトラム拡散方式(FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum)
 - ・赤外線通信方式

IEEE802.11b、11a、11g

■ IEEE802.11b

- 2.4GHz帯の周波数を使用
- 伝送速度:11Mbps
- 変調方式:CCK(相補符号変調)方式(DSSS 方式もサポートされ、IEEE802.11 との互換性)

■ IEEE802.11a

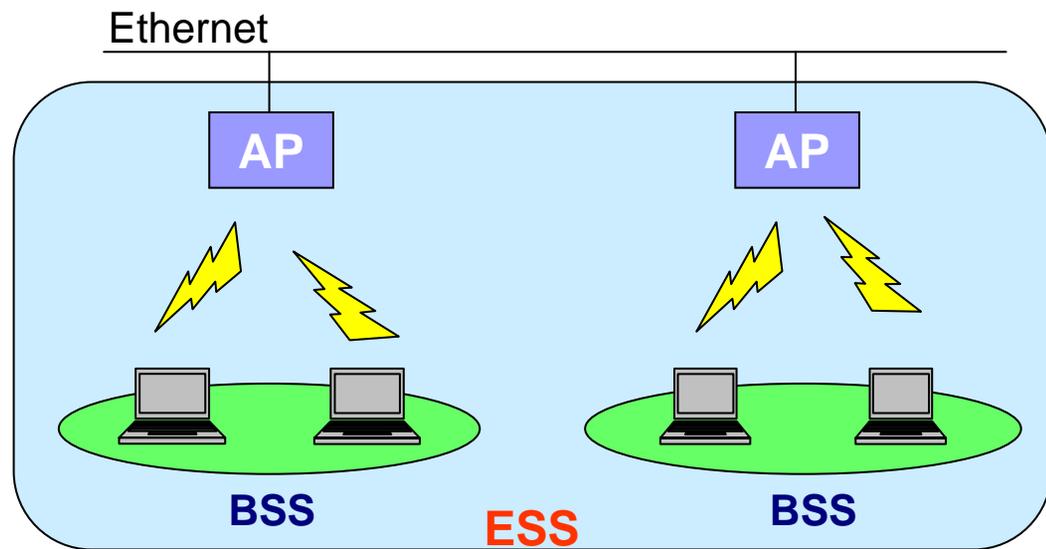
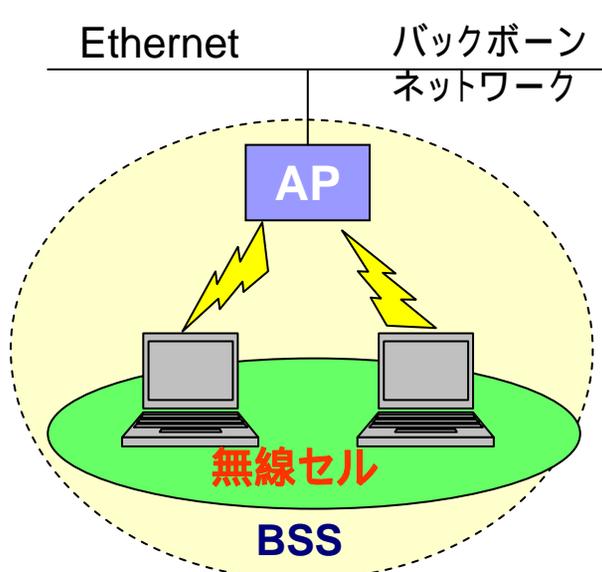
- 5GHz帯の周波数を使用
- 伝送速度:54Mbps
- 変調方式: OFDM(直行周波数分割多重)方式

■ IEEE802.11g

- 2.4GHz帯の周波数を使用
- 伝送速度:54Mbps
- 変調方式:CCK方式、OFDM方式、DSSS-OFDM方式(11bとの互換性を保つ)、PBCC方式

802.11系無線LANのネットワーク構成

■ インフラストラクチャ・モード(インフラ・モード)のネットワーク構成



インフラストラクチャ・モードのネットワークは基地局 (AP) と基地局から出される電波の到達範囲 (セル) にある端末局 (STA) から構成される。

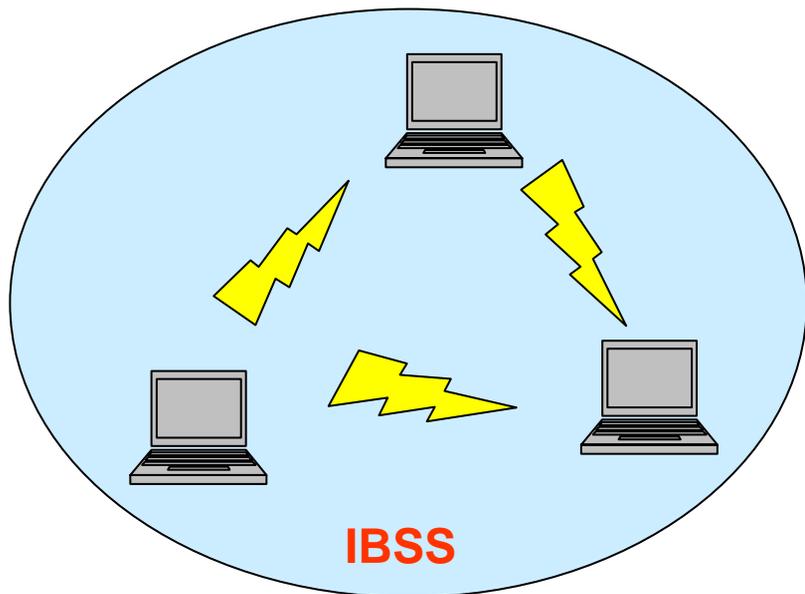
BSS: 基本サービスセット、基地局と複数の端末で構成されるネットワーク

複数のBSSで構成されるネットワークをESSという

802.11系無線LANのネットワーク構成

■ アドホック・モード

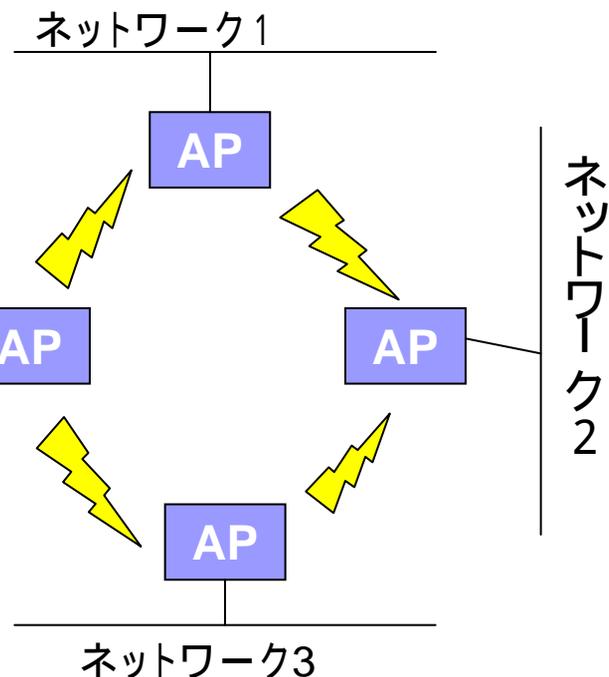
- アドホック・モードの無線LANは基地局を必要とせず端末同士が直接通信をする



IBSS: Independent BSS
独立したBSS

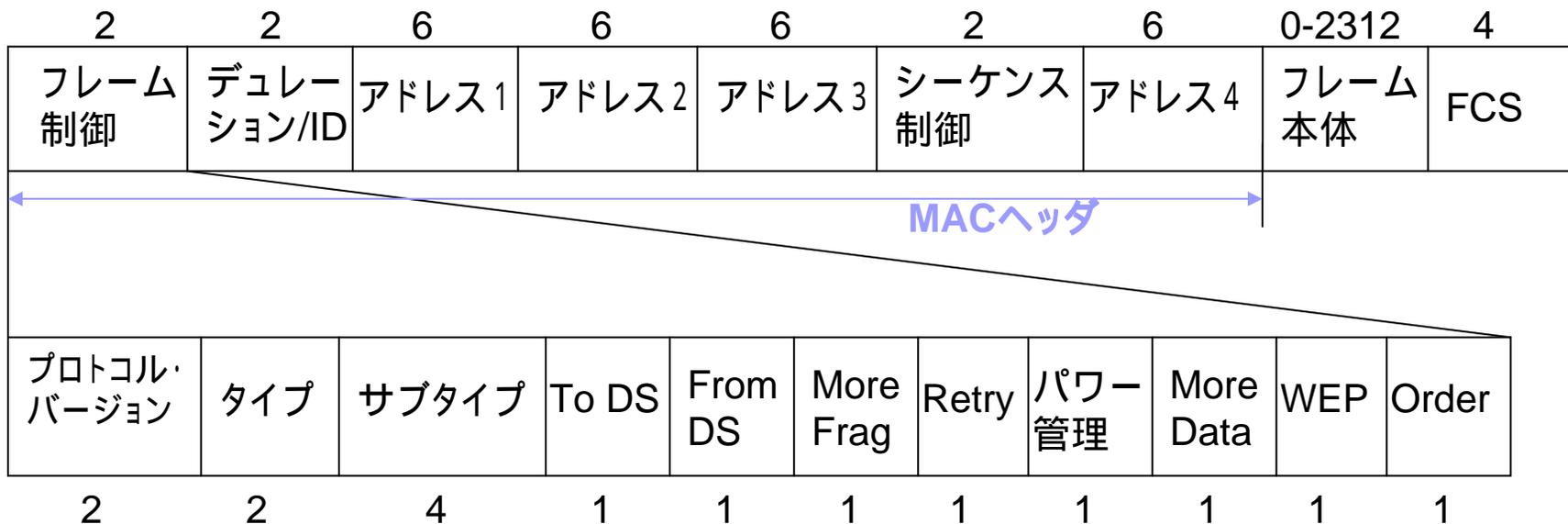
■ 無線ディストリビューション・システム (WDS)

- 基地局のみによって構成
- APはネットワーク間のパケットの中継(中継方法はIEEE 802.11では規定されていない)



MACフレームの基本フォーマット

単位: オクテット



単位: ビット

- デュレーション : 無線回線を使用する予定期間
- To DS : データフレームにおいて、1のとき送信局が基地局、0のとき送信局が端末であることを示す
- More Frag : 上位レイヤの packets を分割して送信するとき用いられる
- Retry : 再送フレームか否かを示す
- More Data : 後続する送信待ちパケットの有無を示す
- WEP : 暗号化の有無を示す
- Order : スクリトリ・オーダード・サービス・クラス (順を入れ替えてはならないサービス・クラス) であるか否かを示す

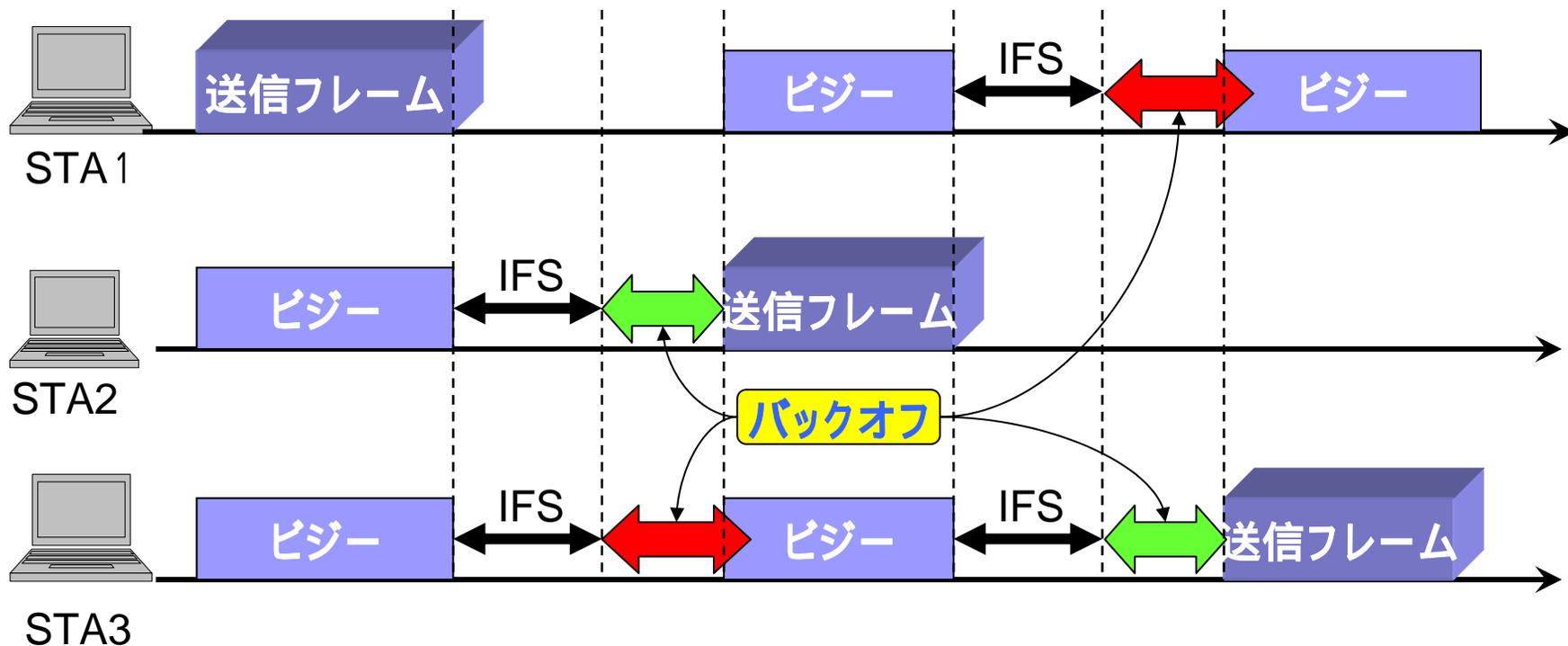
MACレイヤの基本技術

- CSMA/CA (衝突回避機能つきキャリア感知多重アクセス) による無線チャンネル・アクセス制御機能
 - ランダム・アクセス制御による無線チャンネル競合時の送信機会の平等化
 - ランダム・アクセス時の隠れ端末対策
 - パケット同士の衝突発生時や無線伝搬誤り時の再送制御
 - ポーリング (基地局が端末に順次問い合わせを行い、応答のあった端末極に送信権を与える方式) による非競合時のアクセス制御 (オプション)
- 基地局 (AP) と端末局 (STA) 間のマネージメント機能
 - 端末局の認証と暗号化
 - 端末局と基地局間の従属関係の管理
 - ハンドオフ (端末局と基地局間の従属関係の更新)

アクセス制御方式

- **DCF** (Distributed Coordination Function : 自律分散制御)
パケットの衝突を前提とした自律分散的アクセス制御方式
キャリア・センスによって無線チャンネルの使用状況を確認し、一定期間未使用(アイドル状態)ならば送信、使用中(ビジー)ならばアイドル状態になるまで送信を延期するCSMA/CAを使用
- **PCF** (Point Coordination Function)
ポーリングによって端末に順番に送信権を与えパケット同士の衝突を発生させないアクセス制御方式

DCFの基本的なアクセス手順



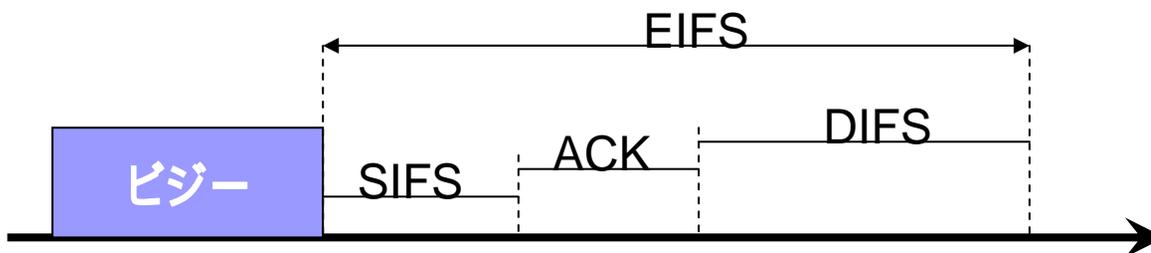
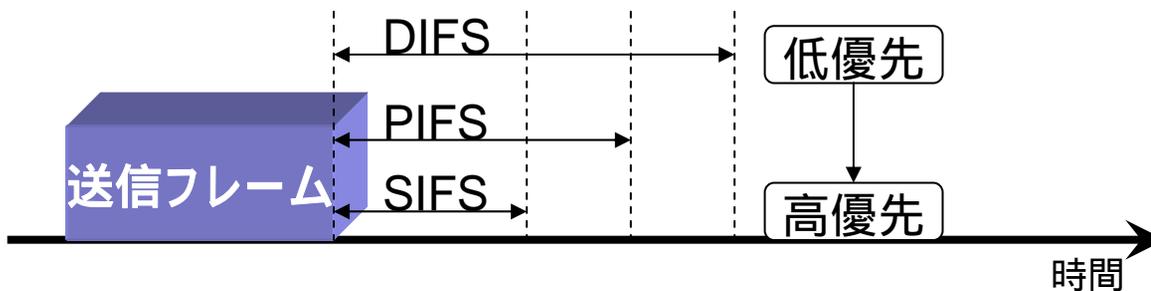
IFS: Inter Frame Space, フレーム間隔

バックオフ: ランダムな時間のキャリア・センス

IFS (フレーム間隔) による優先制御

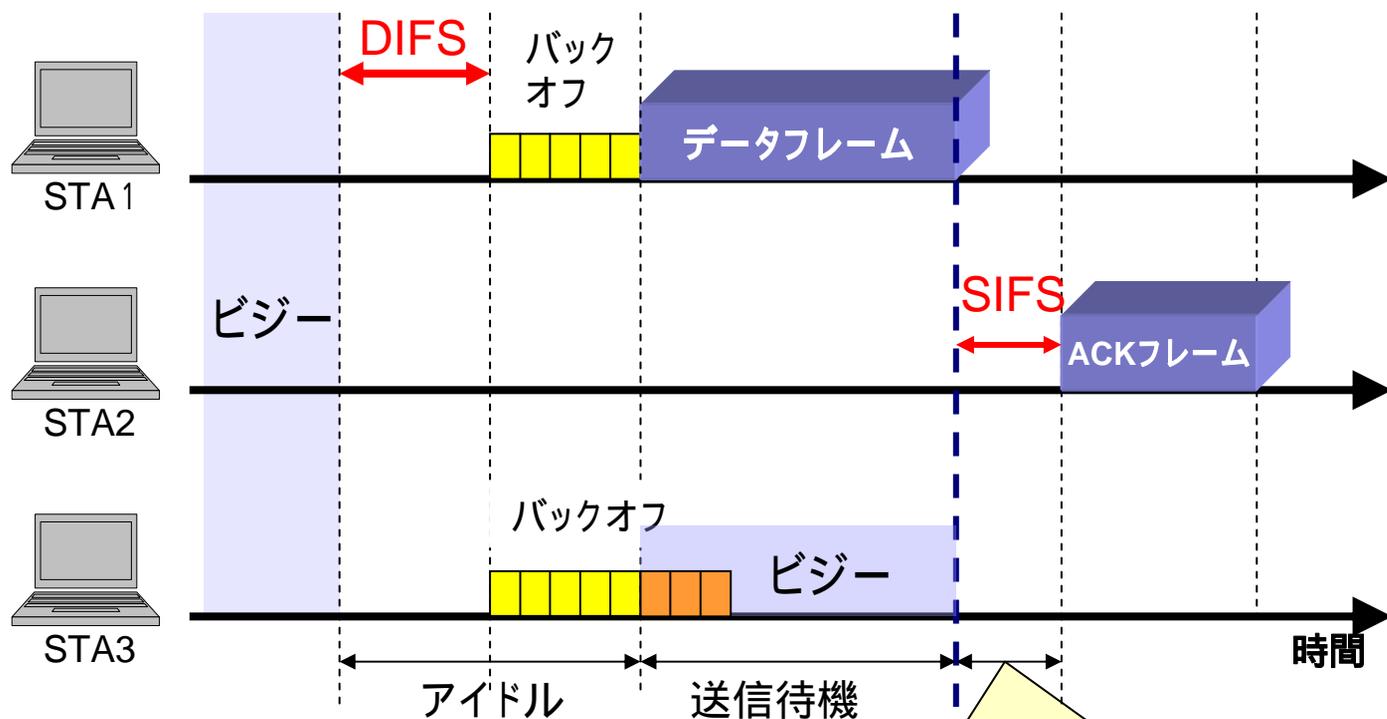
■ フレーム間隔

- **SIFS**: Short IFS 短フレーム間隔。ACKフレームやCTSフレームの送信時に使用。最高優先
- **PIFS**: PCF IFS ポーリング用フレーム間隔。PCF (集中制御) に使用。オプション
- **DIFS**: DCF IFS 分散制御用フレーム間隔。DCF (分散制御) に使用。最低優先
- **EIFS**: Extended IFS 拡張フレーム間隔。ビジーかつビジーの原因がフレーム受信エラーと検出されたときDIFSの代わりに送信待機する期間



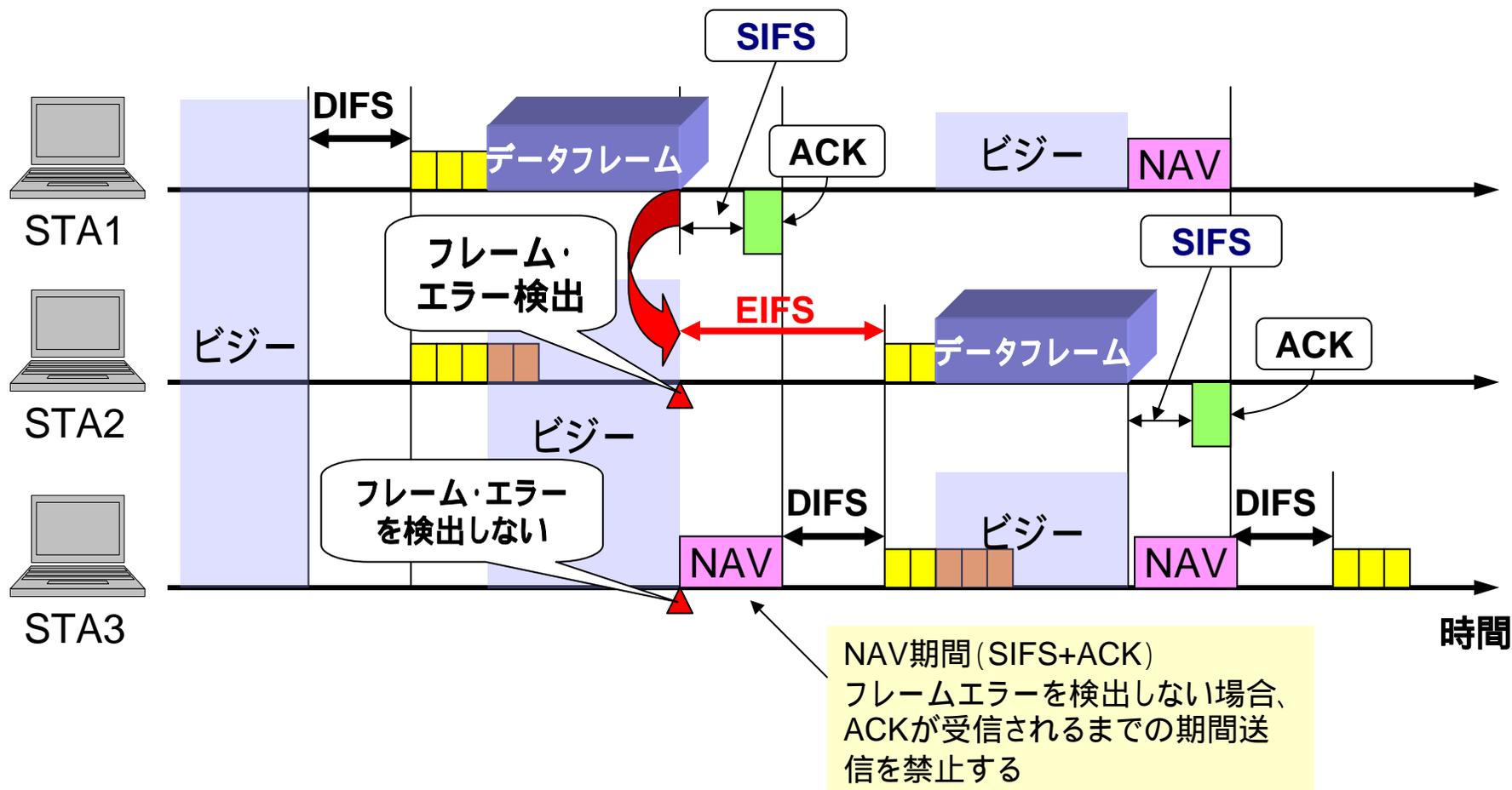
DFISとSIFSの使用方法

- STA 1がSTA3より先にデータを送信する例



データフレームは最短でもDIFS間待機してから送信されるのでACK送信前のSIFS間にSTA3は割り込めない

EIFS (拡張フレーム間隔)



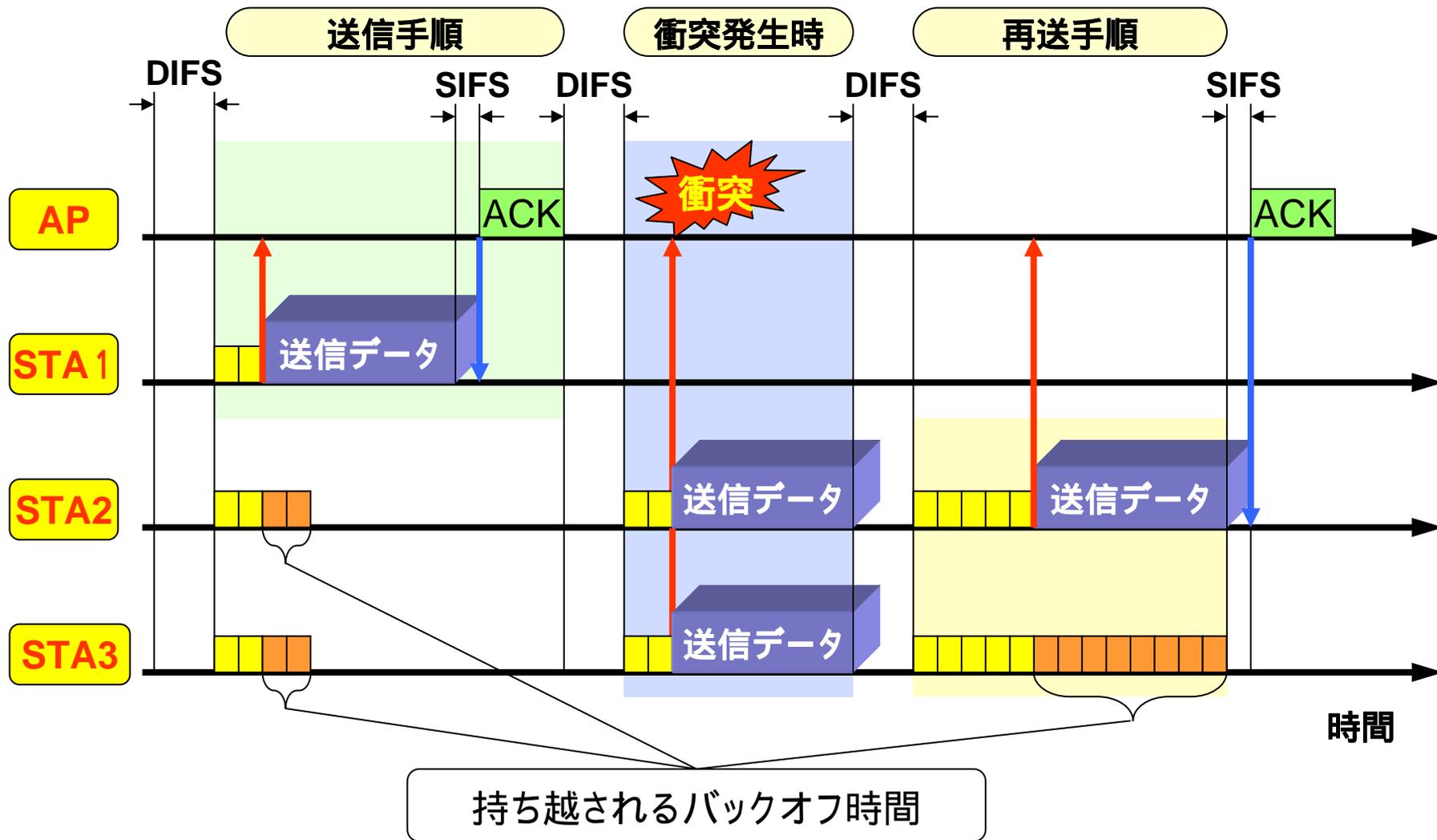
STA2では、ビジーとなった原因がエラーと検出されたのでEIFSを使用

STA3では、ビジーとなった原因がエラーと検出されなかったのでDIFSを使用

バックオフアルゴリズム

- チャンネルがビジー状態であった場合には、ゼロから CW (Contention Window: バックオフアルゴリズムにおいてゼロから一様分布の乱数を発生させる範囲) の範囲内で乱数を発生させて、その値からバックオフタイムを決定する。その後、チャンネルがアイドル状態の間にバックオフタイムを減少させ、残りがゼロになった時点で送信を開始する。残り時間がゼロになる前にほかの無線局が送信を開始した場合には、再び送信待機状態となり、チャンネルがアイドル状態になった時点から 残りのバックオフタイム を再び減少させる。

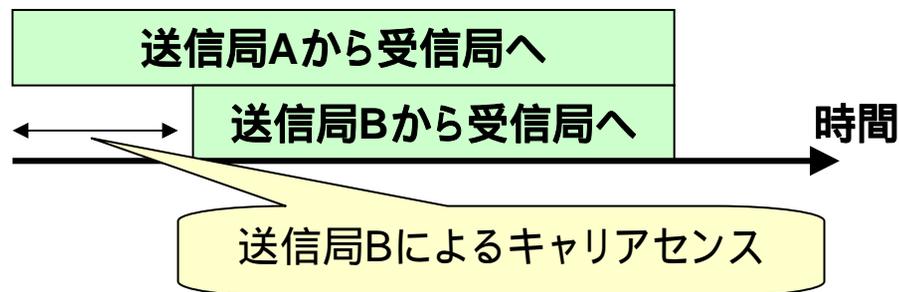
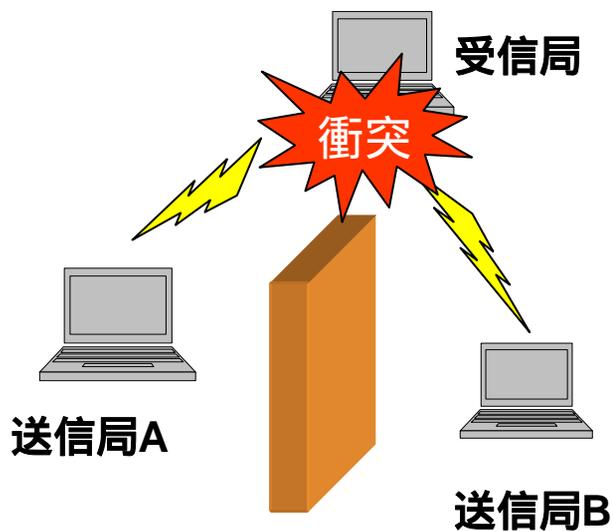
DCFを用いた通信手順



隠れ端末問題

■ 隠れ端末問題とは

- 無線端末間の距離、障害物などの影響により、互いの無線信号が到達しない状態(キャリア・センスが機能しない伝搬環境)

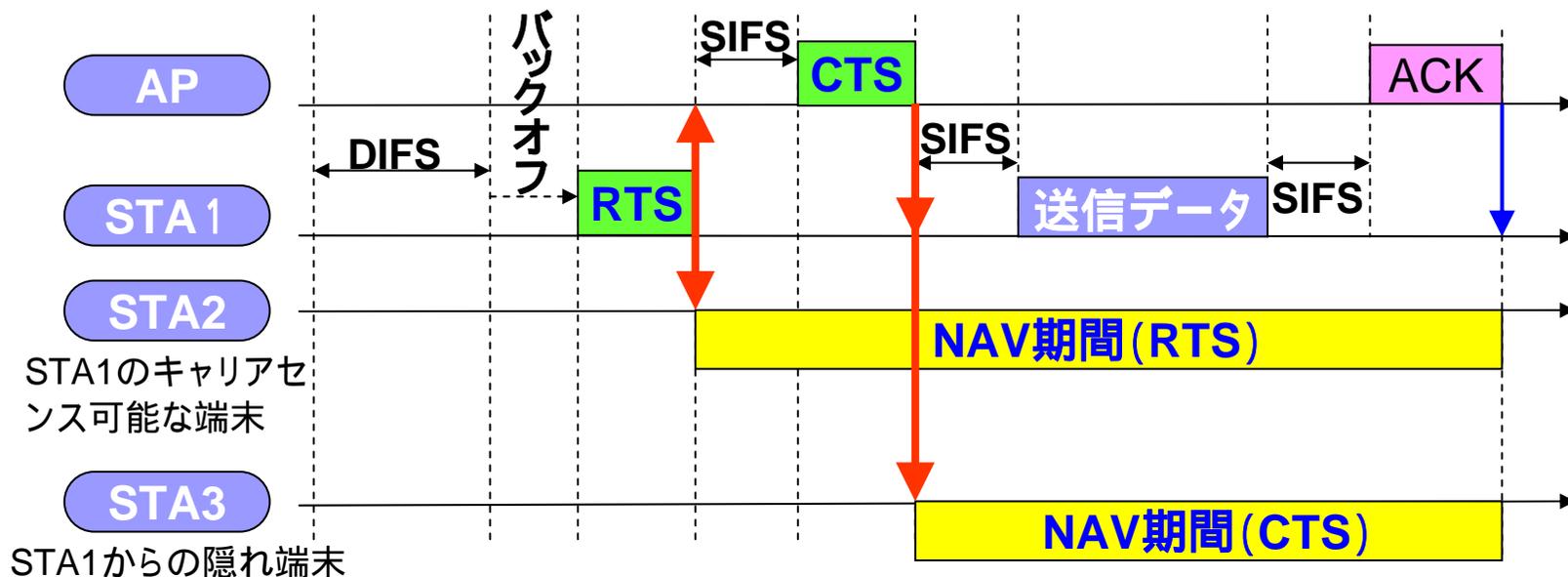


Aから受信局へのデータ送信中に、Aの存在を検知できないBが通信に割り込んでくる(パケットを衝突させてしまう)

RTS/CTS

■ RTS (送信要求)/CTS (受信準備完了)

- キャリア・センスが有効に機能しない伝搬環境に対応するためのIEEE802.11の規格



RTS、CTSフレームにはデュレーション・フィールドに無線回線を使用する予定期間が記載されており、その期間だけ送信を禁止することで衝突を防ぐ

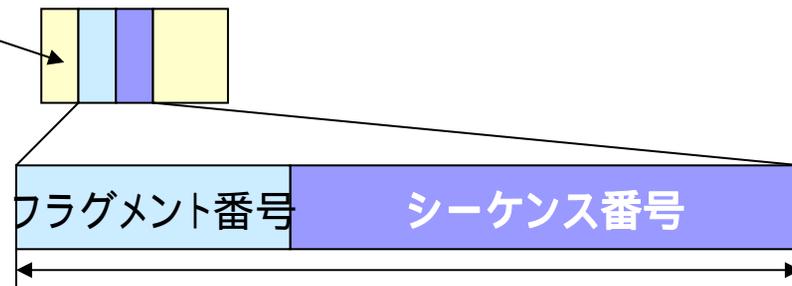
フラグメンテーション

送信されるフレームのサイズが大きい場合、MAC層でフレーム分割して送信しするメカニズムとしてフラグメンテーションがある。

フレーム制御フィールド内: More Flagパラメータ

1: フラグメントされたフレーム
0: フラグメントされていない、またはフラグメントの最終フレーム

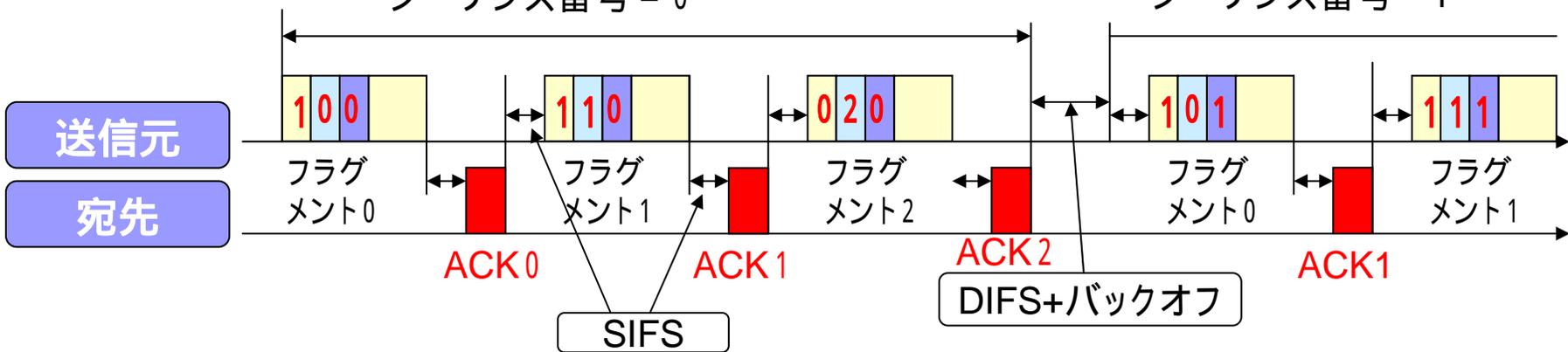
フラグメントフレーム



シーケンス制御フィールド

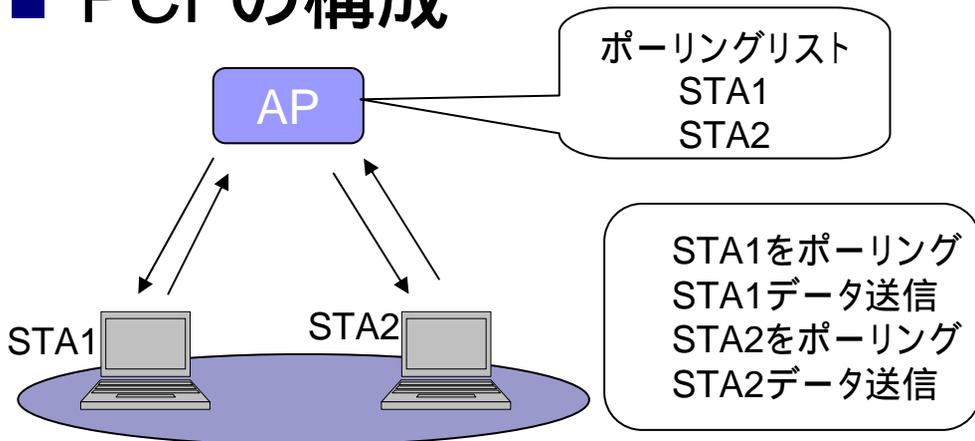
フラグメントされたフレームの送信
シーケンス番号 = 0

フラグメントされたフレームの送信
シーケンス番号 = 1

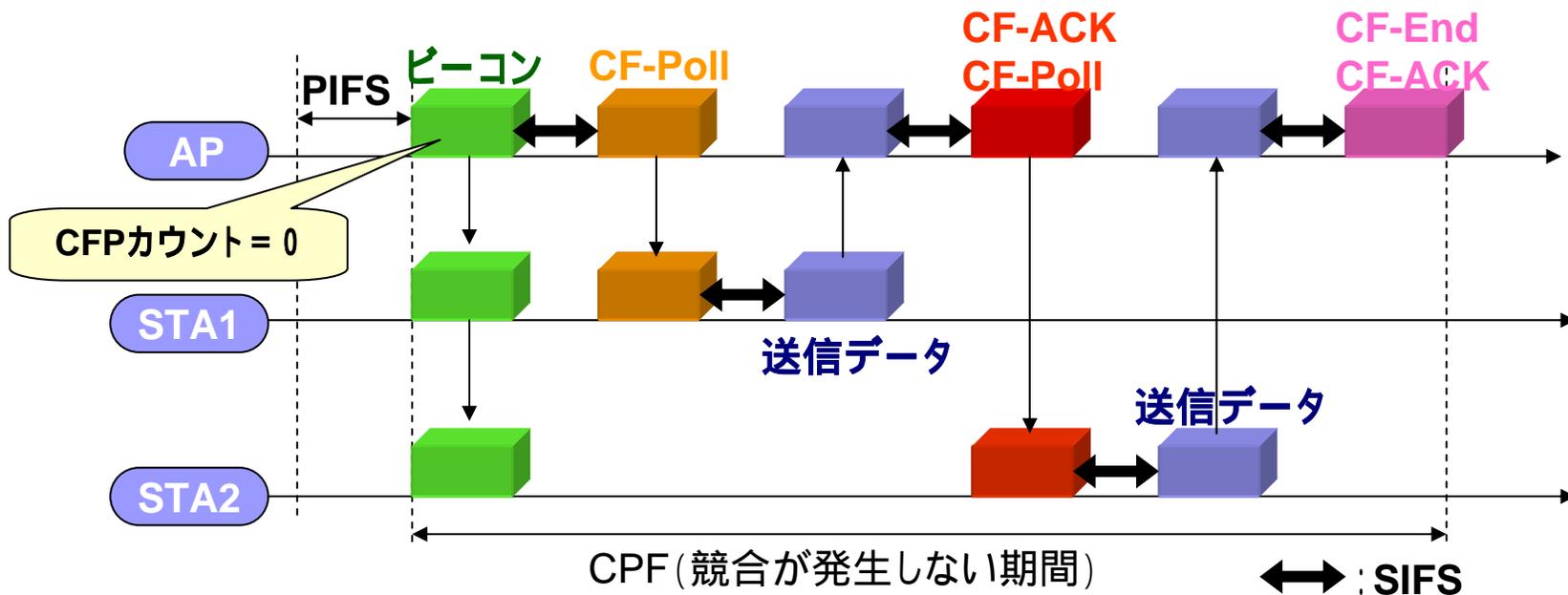


PCF (ポーリングに基づく集中制御によるアクセス制御)

■ PCFの構成

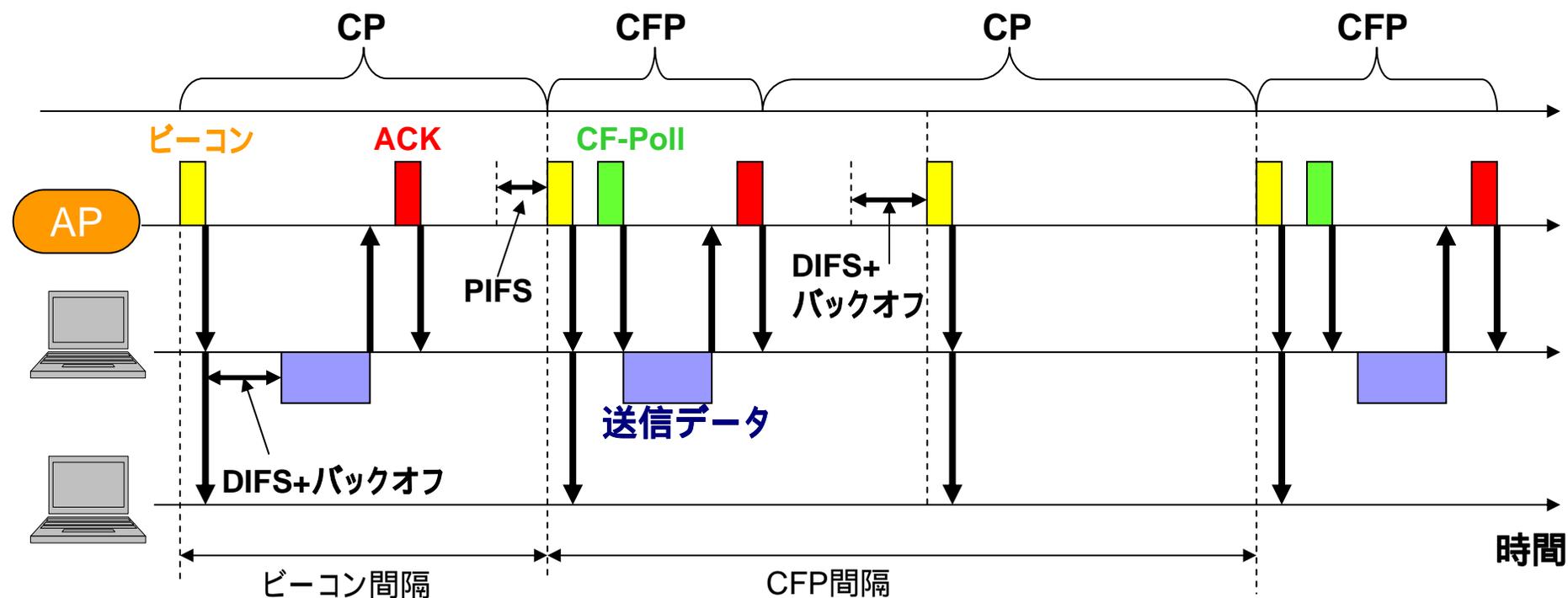


送信データがないときは「Null Function」を送信する。



DCFとPCFの共存

- PCFは、同一無線セル内でDCFによるアクセス制御とPCFによるアクセス制御をCSMA/CAにより周期的に切り替えることでDCFと同一無線セル内で共存して利用される。



CF: Contention Period、競合期間、DCFに基づく制御時間

CFP: Contention Free Period、非競合期間、PCFに基づく制御期間

時刻同期をとるためのTSF機能

■ TSF機能

- 一つのBSS内ではそれぞれの端末がタイマをもち、時刻の同期をとっている。この時刻同期をとるための機能をTSFという。

■ ビーコンの送信によるタイミング制御

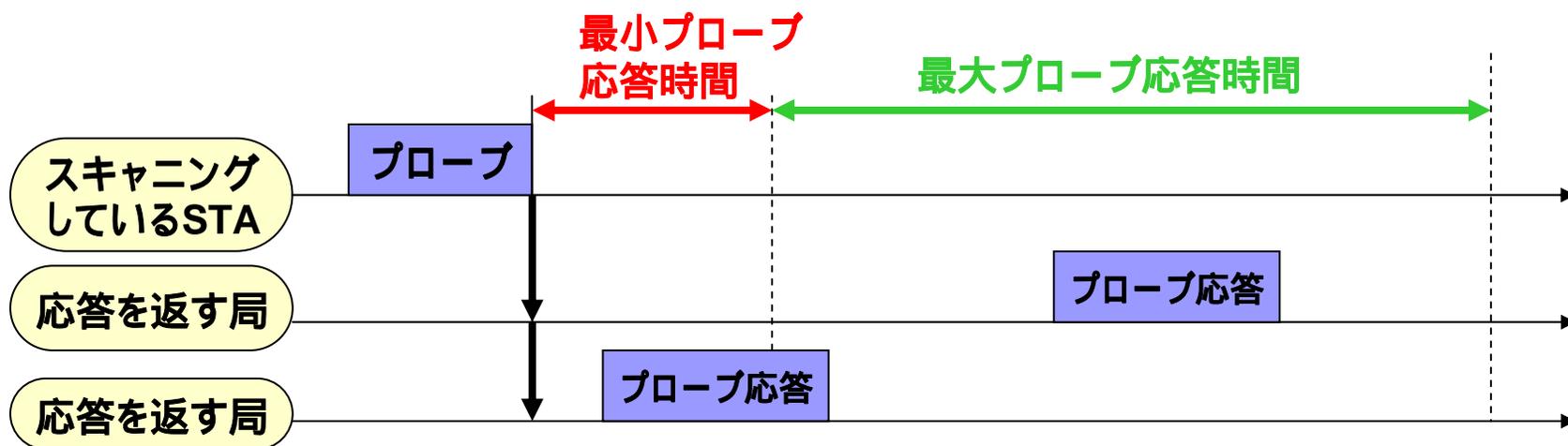
- インフラストラクチャ・ネットワーク
 - APがビーコン信号を周期的に送信することでBSSのタイミングが制御されている。
- アドホック・ネットワーク
 - ビーコン以外のフレームの送信を中断
 - 0から $aCWmin \times aSlotTime$ の間に分布するランダムな待ち時間を決定
 - 待ち時間を減少
 - 待ち時間が0になる前に、他のSTAが送信するビーコンを受信した場合は自分の送信をキャンセル
 - ランダムな待ち時間が0になったらビーコンを送信

aCWmin: バックオフ・アルゴリズムで使う乱数発生範囲の最小値

aSlotTime: キャリア・センスを行い、送受信機の切り替えを行う最小時間単位

端末がネットワークを検索する機能

■ アクティブ・スキャンニング



■ パッシブ・スキャンニング

- 他局 (インフラストラクチャ・ネットワークではAP、アドホック・ネットワークではSTA) が送信するビーコンを受信してそこに含まれる情報要素をもとに接続するネットワークを決める



■ 終わり