

本資料について

- 本資料は下記著書を基にして作成されたものです。著書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本を参照してください
 - 著書名 アドホックモバイルワイヤレスネットワーク
- システムとプロトコル-
 - 著者 C.-K. Toh
 - 翻訳 構造計画研究所
 - 出版社 構造計画研究所



アドホックモバイル ワイヤレスネットワーク

渡邊研究室

01J025 大石泰大



1、はじめに

- **無線通信の普及**

携帯端末によるWebアクセスや電子メールの
利用の増加

場所限定されない通信に対する要求が
高まってきている。

端末が自由に移動しながら通信を行える技術として
アドホックネットワークに注目が集まっている。

2、アドホックネットワークとは

- 無線LANには二つの通信形態
 - 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を行う
 - アドホックモード
アクセスポイントを介さず、機械同士が直接通信を行う
- 無線LANのようなアクセスポイントを必要としない、無線で接続できる端末(パソコン、PDA、携帯電話など)のみで構成されたネットワークのことをアドホックネットワークと呼ぶ。





アドホックネットワークの特徴と利点

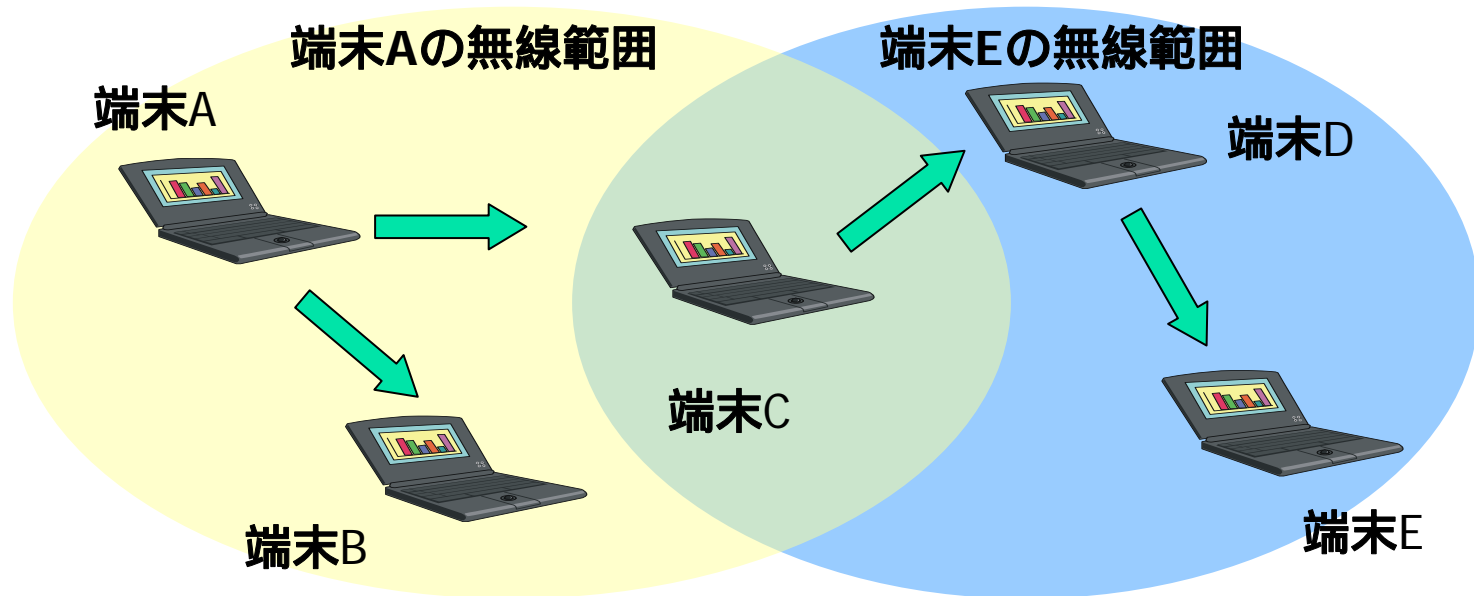
- マルチホップ通信

各端末に応じて適応的かつ自立分散的に経路選択・中継通信をする形態

- アクセスポイントなどのインフラを持たない場所で安価にネットワークの構築が可能
- 各端末が制御機能を持っているためネットワークを構成する端末の一つに支障がでてでもネットワーク自体に対する影響は少ない

アドホック無線ネットワークの特徴と利点

- 個々のノードの無線範囲は限られるが、ノードを中継してデータ転送することで直接電波が届かないノードにもデータを転送することができる。



アドホックネットワークが 直面している問題

■ スペクトルの割り当てと購入

大抵の実験的なアドホックネットワークはISM帯を使用

■ ISM帯

電子レンジや医療用加熱装置など、電波のエネルギーを直接利用する特別な装置のために割り当てられた無線周波数帯

電子レンジが無線LANシステムに干渉

アドホックネットワークは自由にネットワークを形成したり変形したりすることが可能だが、必要な周波数帯域の購入代金を誰が支払うべきか、今のところ明確になっていない。

アドホックネットワークが 直面している問題

■ メディアアクセス

アドホックネットワークでは、同じメディアを複数のモバイルアドホックノードが共有するため、共通チャネルへのアクセスをMACプロトコルによって分散制御しなければならない

多くのMACプロトコルではモビリティの考慮がされておらず、また隠れ端末問題・さらし端末問題についても考慮する必要がある



アドホックネットワークが 直面している問題

■ ルーティング

アドホック無線ネットワークでは端末が自由に移動可能するためリンクの接続と切断が頻繁に、また不定期に起こる

既存のルーティングプロトコルでは頻繁に起こるリンクの変化をとらえることができず、結果として品質の悪いルーティングや非常に低い通信スループットを招くことになるため新たなプロトコルが必要



アドホックネットワークが 直面している問題

- 電力効率

- 多くのネットワークプロトコル

- 中心となるホストやルータが静的であるため、消費電力の問題を考える必要がない。

- アドホックネットワーク

- モバイル端末のほとんどはバッテリーで稼働しているため稼働時間に制限がある。また、モバイル端末はエンドシステムと中継ノードとしての両方の役割を果たさなければいけないため、パケットを他の端末のために転送するのにも電力が必要



3、アドホック無線アクセスプロトコル

- 複数のノードが無線メディアを共有することができ、全てのノードはいつも送信可能
共有チャンネル上で競合が起こりうる。
チャンネルへのアクセスが確率論的に起こるのならば低いスループットしか達成できない。
- MACプロトコル
無線メディアのように共有された媒体を有効に使用するための、ルールや手順について規定したもの。
 - 同期MACプロトコル
 - 非同期MACプロトコル



3、アドホック無線アクセスプロトコル

■ 同期MACプロトコル

タイママスタがビーコンを定期的にブロードキャストすることで、全てのノードが同時刻になるように同期をとる。

時間イベントの同期をとるための集中管理が必要

■ 非同期MACプロトコル

ノードは同期を取る必要がないが、チャンネルアクセスを調整するためにより分散されたコントロールメカニズムが用いられる。チャンネルへのアクセスは競合に基づいたものになる傾向がある。

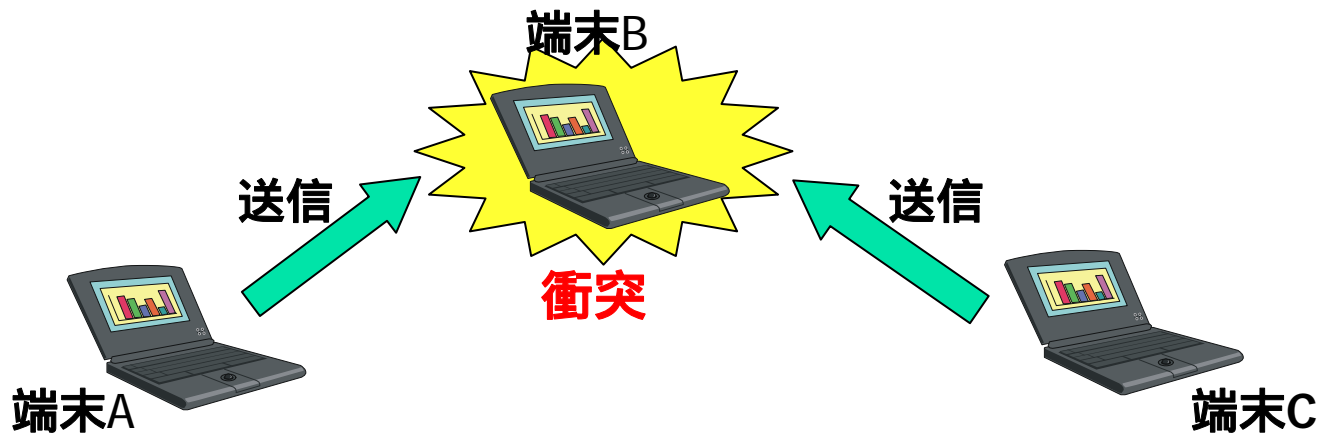
- アドホックネットワークではノードが移動するため、全てのノードで同期を取ることは困難。

同期MACプロトコルを用いることは困難

アドホックチャネルアクセスの問題点

■ 隠れ端末問題

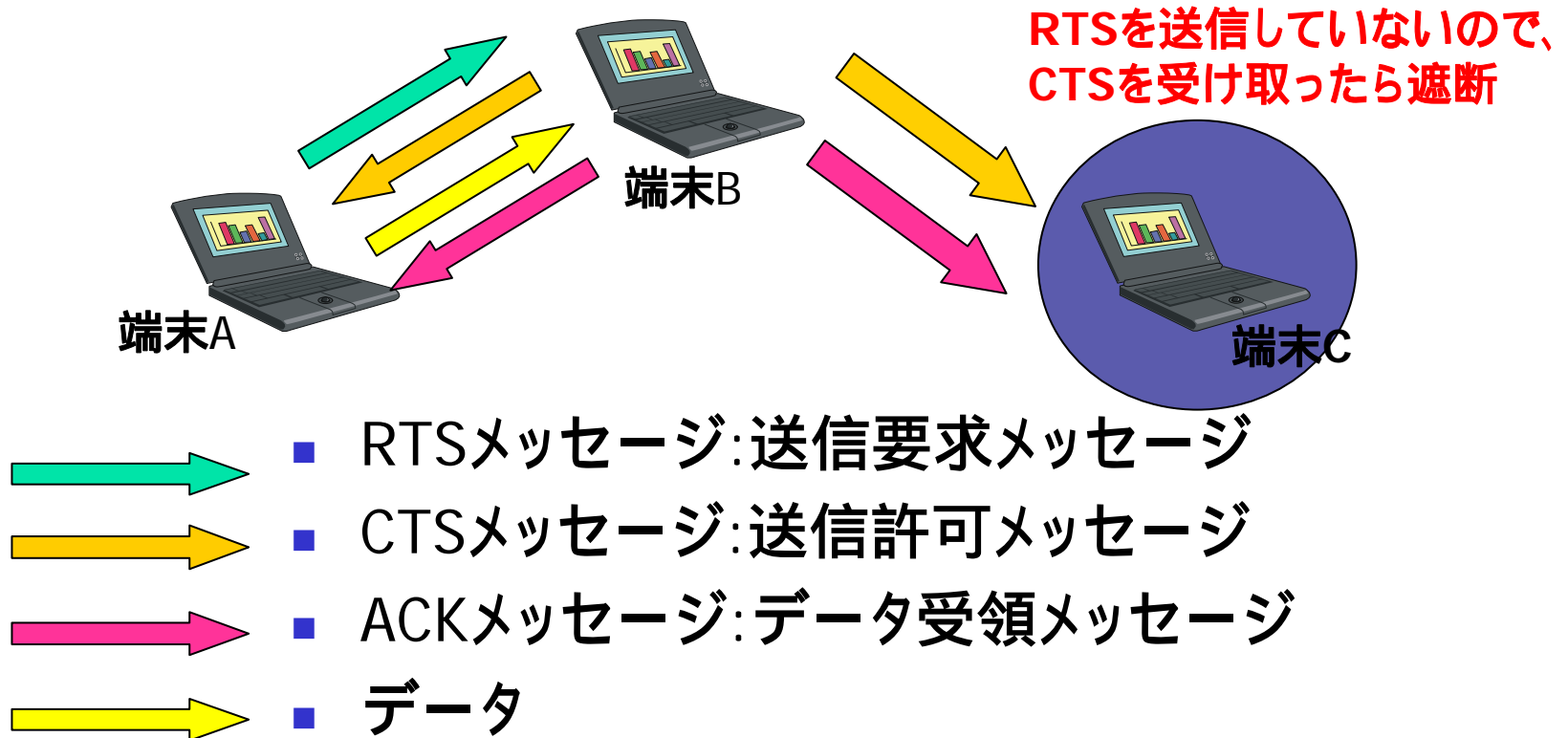
競合に基づいたプロトコルで発生する有名な問題。
二つのノードが互いに隠れていて(信号の到達範囲外
にあって)、両方が同じ受信ノードに情報を送信しよう
とすると受信ノードにおいてデータの衝突を引き起こす。



隠れ端末問題を解決するには

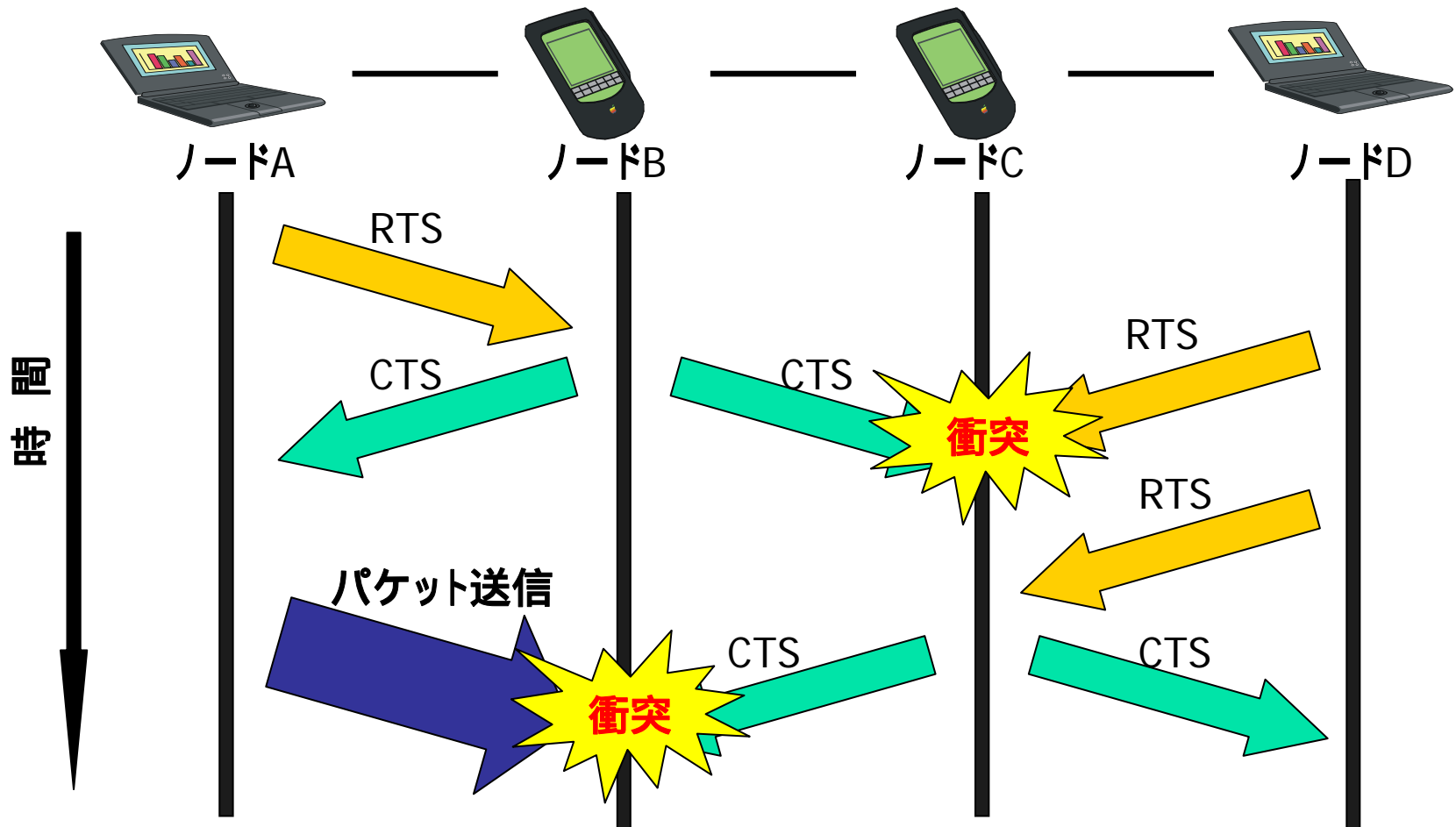
■ RTS - CTSソリューション

衝突を避けるために受信ノードに隣接する全てのノードにチャンネルが使用中であることをコントロールメッセージを用いて知らせる。



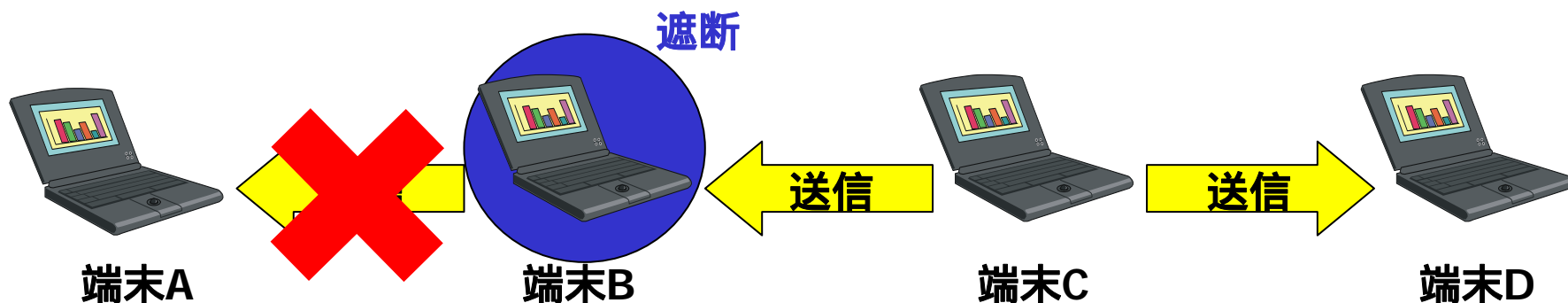
RTS - CTSソリューションの欠点

- RTS-CTSソリューションでは隠れ端末問題を完全に解決することはできない。



さらに端末問題

- あるノードが隣接するノードのデータ通信を傍受してしまったため、他のノードへの送信を抑制されてしまうこと。

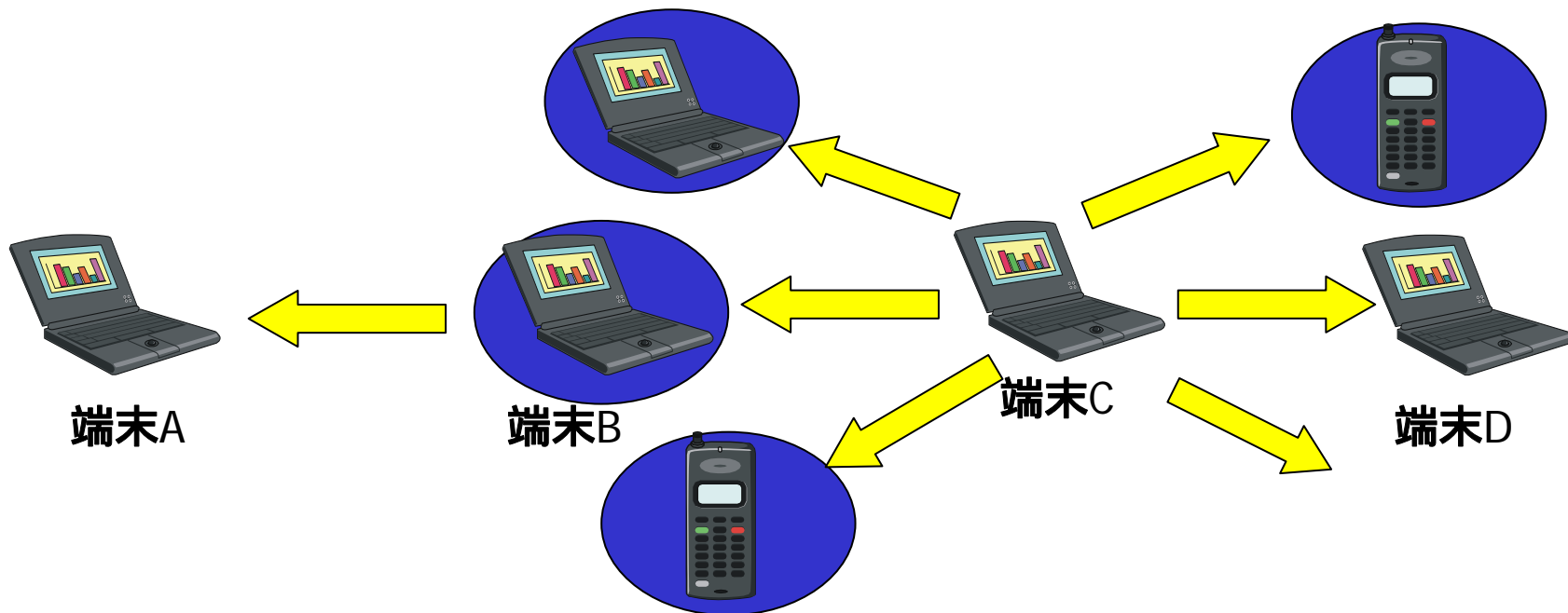


- 端末Cから端末Dへ送信
- 端末Bは端末Aへ送信したい
- しかし端末Bは端末Cの無線範囲内に存在するため
端末Cからの送信を傍受してしまい、通信を遮断
- 端末Bから端末Aへの送信が抑制されてしまう

さらし端末問題を解決するには

- モバイルノードが無指方向性アンテナを用いると周囲のノードをさらし端末にしてしまう。

指方向性アンテナを用いることで解決



- ただし、指方向性アンテナで解決できるのは、通信を行いたい端末の位置がわかっている場合のみ



既存のアドホックMACプロトコル

- 誰が通信要求 (initiate) を始動するかによって分類される

- 受信者始動型MACプロトコル

受信者が最初に送信者にコンタクトを取って、データを受け取る準備ができたことをRTRメッセージを送信して知らせる。

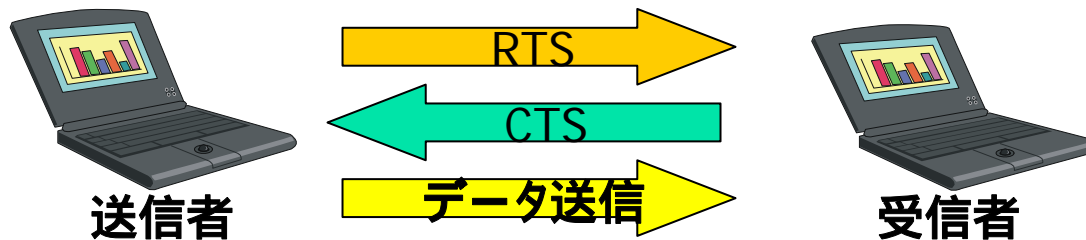
送信者はリクエストを送信する必要が無いことから、受動的な始動方式である。

受動者始動型MACプロトコルの例：MACA-BI

既存のアドホックMACプロトコル

■ 送信者始動型MACプロトコル

送信者が送るべきデータを持っていることを受信者に伝えることによって、通信を開始する。



送信者始動型MACプロトコルの例

MACA MACAW FAMA



MACA 衝突回避型多重アクセス

■ 目的

実用的なアドホックの単一周波数ネットワークを構築

・隠れ端末問題・さらし端末問題の解決するように提案

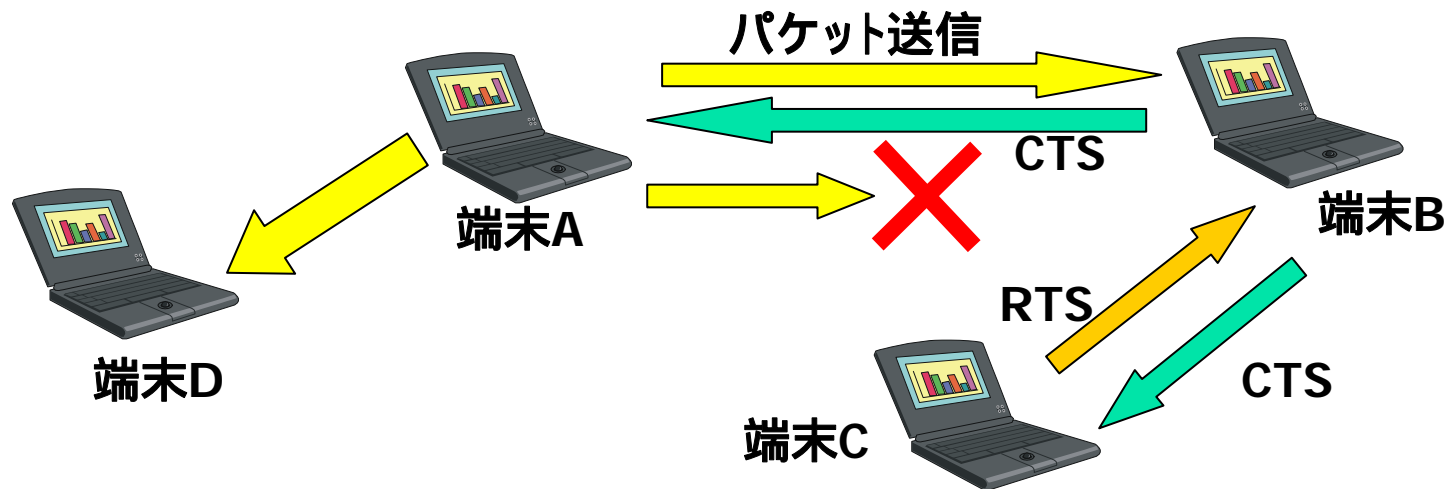
RTS-CTSソリューションを利用することで衝突を避ける。

- RTSまたはCTSメッセージを傍受したあと、最小時間間隔にランダムな長さを足した時間だけ遮断することで衝突を避ける。
- 二つ以上のホストが同時にRTSを送信してしまい、衝突が起こった場合、それらのホストはランダムな時間待ってから再試行し、競争に勝ったホストがCTSを受け取り、他のホストをブロックして、データのセッションを進行させる。

MACA 衝突回避型多重アクセス

■ 電力制御機能

CTSパケットを傍受した時、送信機を制御して一時的に送信出力を制限することで地理的なチャネルの再利用が可能。



- 端末Aが端末Bにパケットを送ったことがある
端末Bに到達するまでに必要な送信電力がわかる。
- 端末CからのRTSに対する端末BのCTSを端末Aが傍受
端末Bまでの必要な電力量がわかっているので送信電力のレベルを引き下げることで端末Bに影響を与えることなく隣接ノードと通信することが可能。

MACA - BI (by invitation)

■ 受信者始動型MACプロトコルの一つ

ノードからの招待(invitation)を受けない限りデータを送信することができないが、送信者が送信すべきデータを持っていることを、受信ノードは知る必要がない。

受信者はそのノードが送信すべきデータを確かに持っているかを予測する必要がある。

■ 送信元におけるパケットキューの長さや到着割合を予測することによって、招待の送信間隔を調整する方法

各データパケットにこのデータの情報を便乗させてしまうことで受信者は送信者が未送信のパケットを持っていることがわかる。

(ビットレート固定トラフィックにおいては予測が上手くいくがバーストトラフィックでは上手く予測できない)



4、アドホックルーティングプロトコル

■ 概要

アドホックネットワークのルーティングプロトコルは、データがどの端末を通過してマルチホップしていくか、どのルートを通ったら一番効率が良いか、といったルート構築をするために必要。

- IETF(Internet Engineering Task Force)内のワーキンググループの一つであるMANET(Mobile Ad-hoc Networks)において標準化が進められている。



ルーティングプロトコルの分類

- ルーティングプロトコルは以下のように分類することができる。
 - ・ Proactive型 (テーブル駆動型) プロトコル
 - ・ Reactive型 (オンデマンド型) プロトコル
 - ・ Hybrid型 プロトコル



Proactive型プロトコル

- 宛先へのルートを予め構築しておくプロトコル
 - 任意の時間単位ごとにルーティング可能な端末を確かめているので常に通信可能な状態を保っている。

電波発信を頻繁に行うため電池効率は悪いが
即座に通信を開始することができる。

代表的なProactive型プロトコル

DSDV OLSR TBRPF



Reactive型プロトコル

- 実際にデータを送信する際に、経路表を作成。
 - 周りにある通信可能な端末の電波を送受信して確かめ、ルート構築を行う。

ルートの構築に多少の時間が掛かるため通信が開始されるまで待ち時間があるが電池効率の面では有利。

必要時のみにルート構築を行うため端末への負荷が少ない。

代表的なReactive型のプロトコル

AODV DSR

Hybrid型プロトコル

- Proactive型とReactive型を組み合わせ。空間的、時間的に使い分ける。

代表的なHybrid型プロトコル: ZRP

プロトコルの標準化

- 現在MANETワーキンググループにおいて以下の4方式の標準化が検討されている。

- Reactive型

- AODV

- DSR

- Proactive型

- OLSR

- TBRPE

今回はAODVについて説明

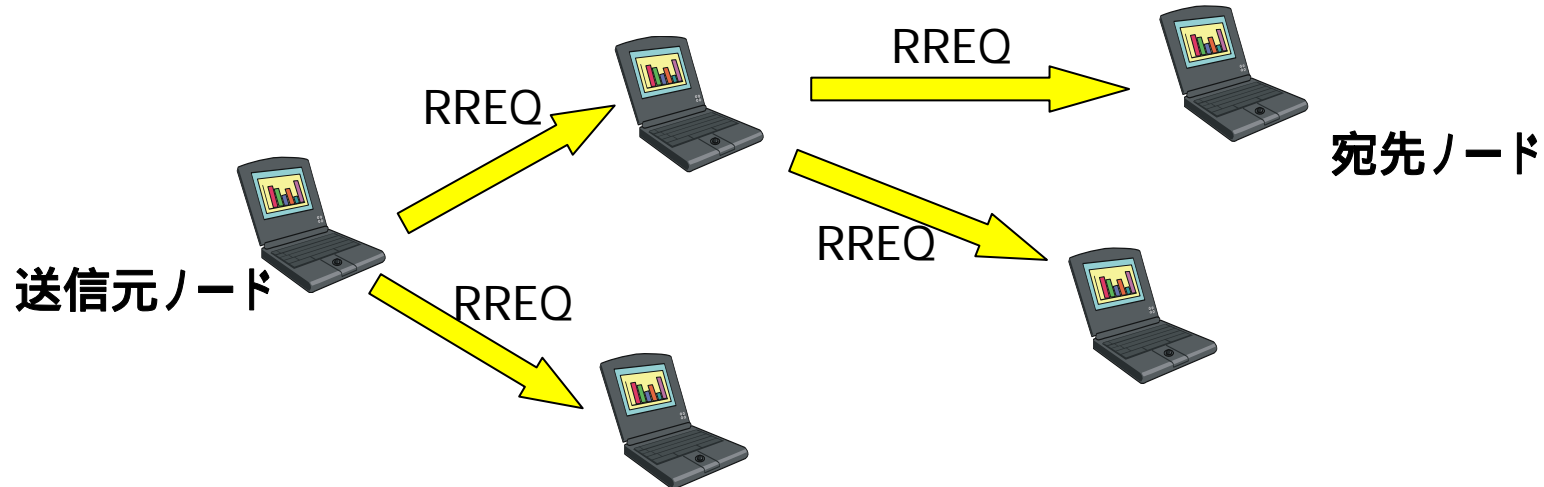
AODV

(Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing)

- 経路探索と経路保全の二つのメカニズムをもつ

- 経路探索

送信元ノードが宛先ノードへのパケットを持ち、宛先への経路を保持していない場合に開始

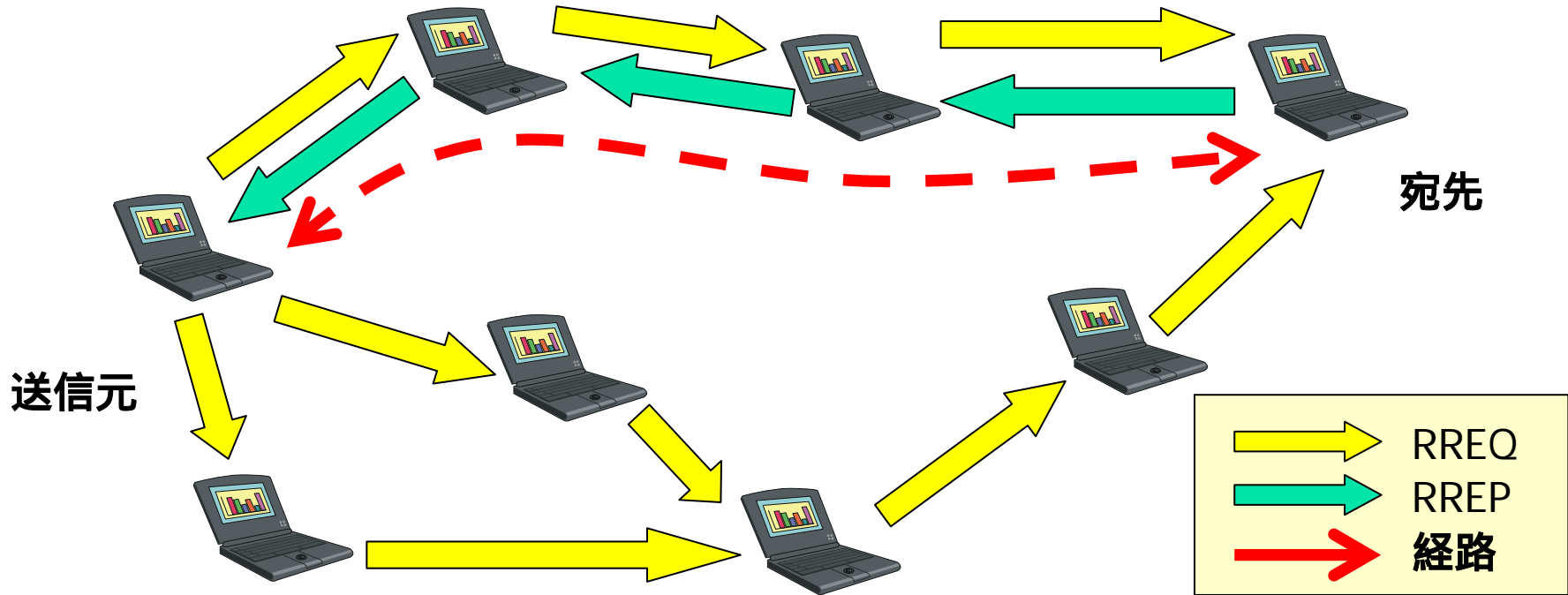


- 送信元ノードは隣接するノードに向けてRREQ(経路要求)メッセージをブロードキャストする。
- 隣接ノードはさらに、自身の隣接するノードにRREQメッセージを転送していく
- 宛先ノードもしくは宛先への十分に新しい経路を持つ中継ノードが見つかるまでこれを繰り返す。

■ 経路探索

- AODVでは経路がループすることを防ぐために宛先シーケンス番号を利用
 - 送信するたびにシーケンス番号を増やすことで経路の新旧を判断
- RREQが宛先または十分に新しい経路を持つ中継ノードに到達。
 - 最初にRREQを受信した隣接ノードを經由してRREP(経路応答)メッセージをユニキャストで送る。
- このやりとりによって、中間に位置するノードの経路表上には送信元と宛先への双方向の経路が出来上がり、それ以降はその経路表を使ってデータの送受信ができるようになる。

AODV経路探索



- 宛先、経路を持つ中継ノードを発見するまでRREQを転送し続ける
- 宛先、中継ノードを発見したら最初にRREQノードを受信した隣接ノードにRREPを送り返す。
- 双方向の経路が出来上がる。

■ 経路保全

利用中の経路が利用できなくなった場合にそれを検出し、代替経路を発見するメカニズム

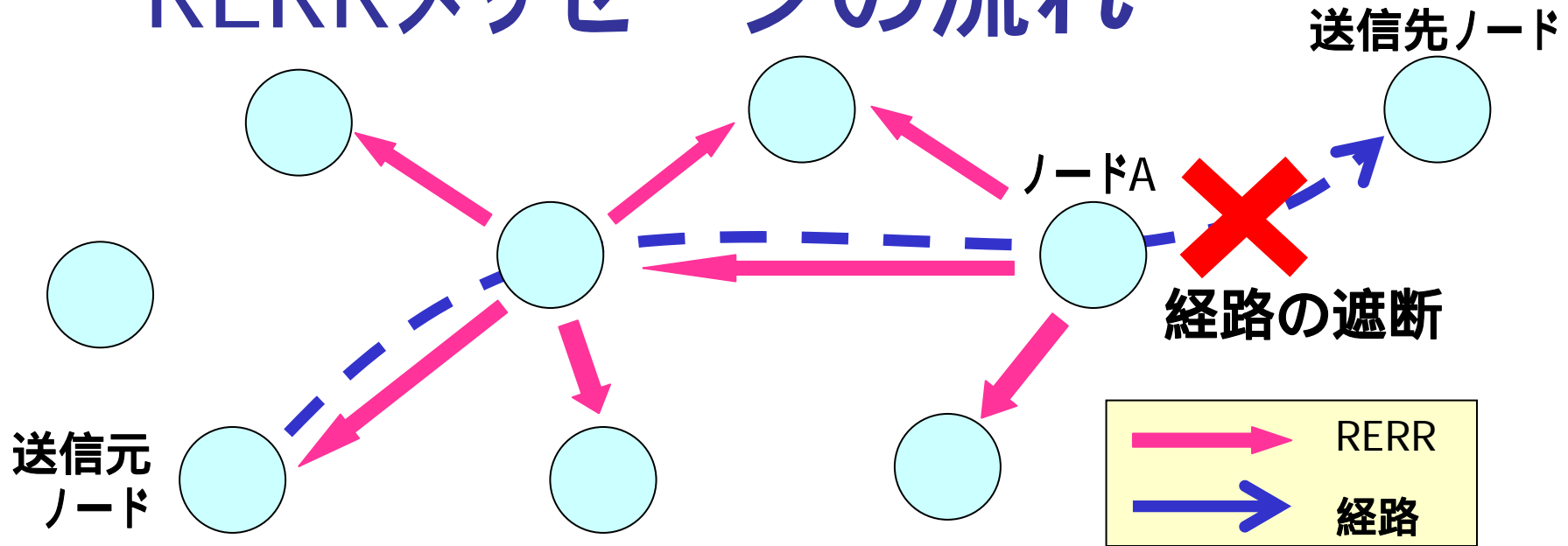
・経路の切断

- ノードの移動や電波的問題、電源が切れている。

経路表にあるprecursorリスト(自分の周囲のノードのIPアドレスの一部から構成)を利用し、経路の周りのノードにRERR(ルートエラー)メッセージを送る。

RERRメッセージを受信した各ノードは対応する経路が無効になるので次に送信する時に再度経路選択が行われるようになる。

RERRメッセージの流れ



- 無線LANで実装されているリンク層Acknowledgement を用いることで、中継したパケットが送信すべきノードへたどり着いたことを知ることが出来る。
- 図ではノードAと送信先ノードの間でリンク障害が起こっているため、ノードAでRERRメッセージが生成され、障害が起こった経路に関するノードに対して送信され広がっていく。



まとめ

- アドホックネットワークは非常に魅力的な技術であるが、解決すべき技術的な課題が多数残されている。

将来、ユビキタスネットワークを形成するためにもアドホックネットワークの問題を解決するためのプロトコルやシステムの提案は重要なことである。