

# 無線メッシュネットワーク向けのルーティングプロトコルの提案

森崎 明<sup>†</sup> 伊藤 将志<sup>‡</sup> 渡邊 晃<sup>‡</sup>

名城大学理工学部<sup>†</sup> 名城大学大学院理工学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

既存の無線ネットワークは AP(Access Point)間を有線で接続されることが一般的であるが、配線に掛かるコストが高いという課題がある。その解決策として、AP 間をアドホックネットワークによって接続する無線メッシュネットワークが研究されている。無線メッシュネットワークのルーティングには、一般にアドホックルーティングプロトコルが用いられる。しかし、既存のアドホックルーティングプロトコルでは経路生成の際に経路上のトラヒック状態が考慮されていないため、中継ホップ数が最短であれば比較的負荷の高い経路でも選択してしまうという課題がある。

本稿ではアドホックルーティングプロトコルの一方式 OLSR(Optimized Link State Routing)を拡張することにより、経路上のトラヒックを考慮した経路生成が可能なルーティングプロトコルを提案する。この方式は無線メッシュネットワークの構築に適している。

## 2. 既存の OLSR

OLSR はプロアクティブ型のルーティングプロトコルであり、通信を行う前に経路を確定する。OLSR の特徴として、効率の良いフラッディングが行われることが挙げられる。通常のフラッディングでは全てのノードが必ず 1 回の中継処理を行ことにより、同一パケットを一つのノードからネットワーク全てのノードへ配信する。これに対し、OLSR では必要最小限の中継ノードの集まりを定義し、この内でフラッディングを行う。このようなノードの集まりを MPR(Multipoint Relay)集合と呼ぶ。MPR 集合を使ってフラッディングを行うことにより無駄な制御メッセージを抑え、ネットワークトラヒックの圧迫を抑えている。

図 1 に OLSR を利用した各ノードが持つ情報と制御メッセージとの関係を示す。OLSR では各ノードは図 1 に示す 8 個のテーブルからなる情報リポジトリをもつ。これらのテーブルは隣接ノードだけに届く HELLO メッセージ及び、ネットワーク全体

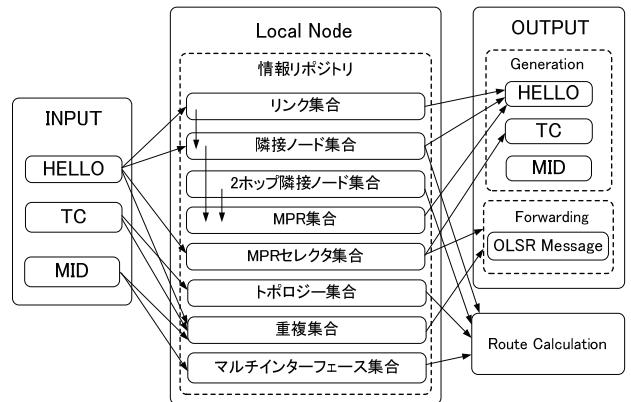


図 1 各ノードがもつ情報と制御メッセージの関係

にフラッディングされる TC メッセージによって生成される。各ノードは HELLO メッセージを 2 秒毎に隣接ノードにブロードキャストし、TC メッセージを 5 秒毎にフラッディングする。HELLO メッセージを受信したノードは情報リポジトリ内のリンク集合、2 ホップ隣接ノード集合、MPR セレクタ集合、重複集合を更新する。また、リンク集合、2 ホップ隣接ノード集合の更新に伴い、隣接ノード集合と MPR 集合も更新される。一方、TC メッセージを受信したノードはトポロジー集合と重複集合を更新する。

これらの更新されたテーブルを基に新しい HELLO メッセージ、TC メッセージ及びルーティングテーブル(RT)が生成される。

OLSR の RT は、宛先ノード(Dest)、Dest への次ホップノード(Next)、Dest までのホップ数(hop)から構成され、各 Dest に対して 1 つの経路を保持する。以下に OLSR におけるノード s からノード e への経路生成の方法を示す。図 2 はノード s が持つ RT にノード a~d までの経路が既に作成された状態から、ノード e への経路を新たに作成する過程を示している。Dest が e のとき Next には e の隣接ノードである c, d のうち最初に参照されるノード c の Next の値(a)が設定される。ノード a~d の RTにおいても同様の方法で e への経路が決まり、図 2 に示す 1 つの経路が完成する。

しかし、この方法では最初に発見された経路が選ばれるため、通信状態が悪い経路が選択され、スループットの低下やリンクの切断を引き起こす可能性がある。

“A Study on a Routing Protocol for Wireless Mesh Networks”

<sup>†</sup>Akira Morisaki

Faculty of Science and Technology, Meijo University

<sup>‡</sup>Masashi Ito and Akira Watanabe

Graduate School of Science and Technology, Meijo University

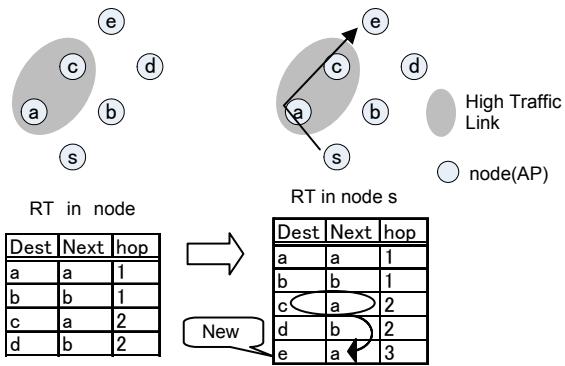


図 2 従来の OLSR による RT 生成方法

### 3. 提案方式

提案システムでは既存の OLSR に対して、トラヒックを考慮した経路選択を行うために、各ノードが RT を生成する際に使用する情報リポジトリ内のテーブルにトラヒック情報を追加する。また、提案システムではトラヒック情報を収集する情報を OLSR の HELLO メッセージ、TC メッセージに追加する。以下に提案システムの拡張方法を示す。

図 3 は OLSR の制御メッセージのあるノードが送信して、他のノードが受信したときの一連の処理を表す。吹出し部分が拡張部分を示す。吹出し①～③では以下に示す拡張を行う。

- ① 各ノードが HELLO メッセージ及び、TC メッセージを送信する際にそのノードのトラヒック量をメッセージに付加して送信する。
- ② リンク集合、隣接ノード集合、2 ホップ隣接ノード集合、トポロジー集合の構成項目にトラヒック量を追加する。

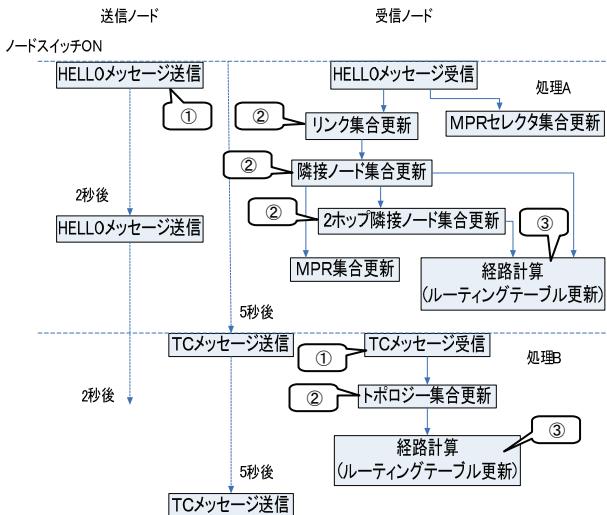


図 3 OLSR プロトコルの制御メッセージ処理の流れ

- ③ 経路計算(RT 更新)をする際に複数の最短経路に対して、宛先ノードまでの合計トラヒック量を計算した経路計算テーブル(RCT : Route Calculation Table)を生成する。RCT の中から最少トラヒック経路を選択し、これをもとに RT を生成する。

既存の OLSR に上記拡張を行うことにより、トラヒック状態を考慮した経路生成が可能となる。図 4 に具体的な経路生成方法を示す。RCT は、Dest, Next, hop, Dest までの経路の合計トラヒック(Traffic)から構成される。

図 4 に示す RCT のように HELLO メッセージ、TC メッセージから最短経路候補を複数生成する。次に、それらの候補のトラヒック量を比較し、最小トラヒックの経路を抽出する。さらに、Route から Next の値を決定して RT を生成する。この方法により、図 4 に示す RT のようにトラヒックの高いリンクを避けた経路が完成する。

複数の経路候補を作るため、既存の OLSR よりノードに負荷がかかることになる。しかし、無線メッシュネットワークでは AP を高性能なものとすることができるため、本提案方式は無線メッシュネットワーク向けのルーティングプロトコルと言える。

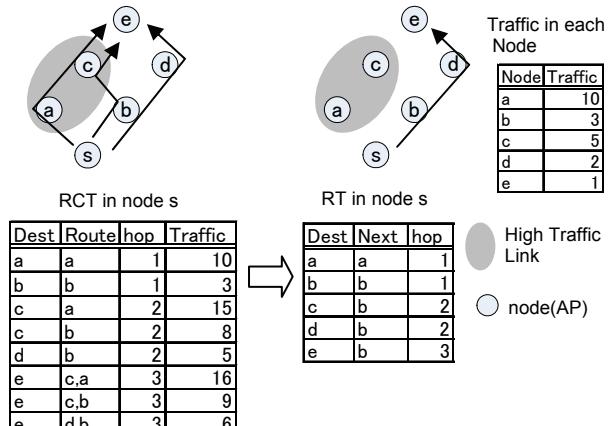


図 4 拡張 OLSR よる RT 生成方法

### 4. むすび

OLSR を拡張し、トラヒックを考慮した無線メッシュネットワーク向けのルーティングプロトコルを検討した。今後は検討結果に基づきシミュレーションを実施し、動作検証を行う。

### 文 献

- [1] P. Jacquet, Ed., October 2003  
RFC3626 (OLSR)

# トラヒック状況を考慮したアドホック ルーティングプロトコルの検討

名城大学理工学部情報工学科  
森崎 明 伊藤 将志 渡邊 晃

# はじめに

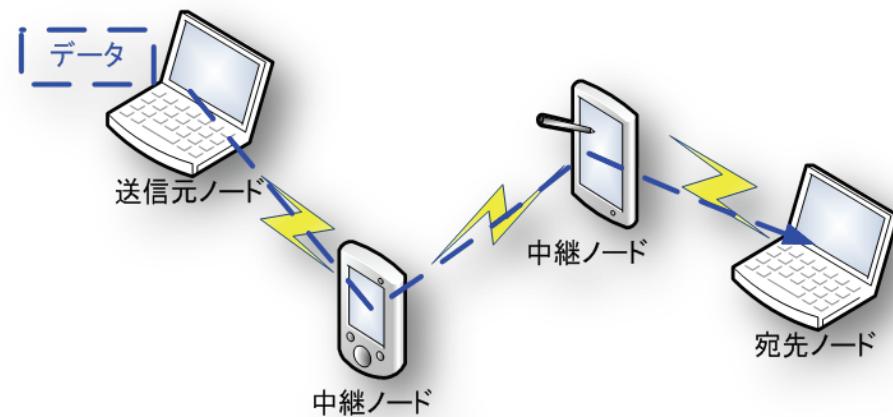
無線LANの普及に伴い、MANET (Mobile Ad-hoc Network) の研究が注目されている

## ■ MANET

- アクセスポイントを必要としない
- 無線通信機能を備えたノードのみで構成されるネットワーク
- すべてのノードは中継機能をもつ
- 遠隔のノードとの通信にはマルチホップ通信を行う

## ■ 利用形態

- 災害時などでインフラを利用できない場面での通信
- 会議時、イベント会場などの一時的な通信



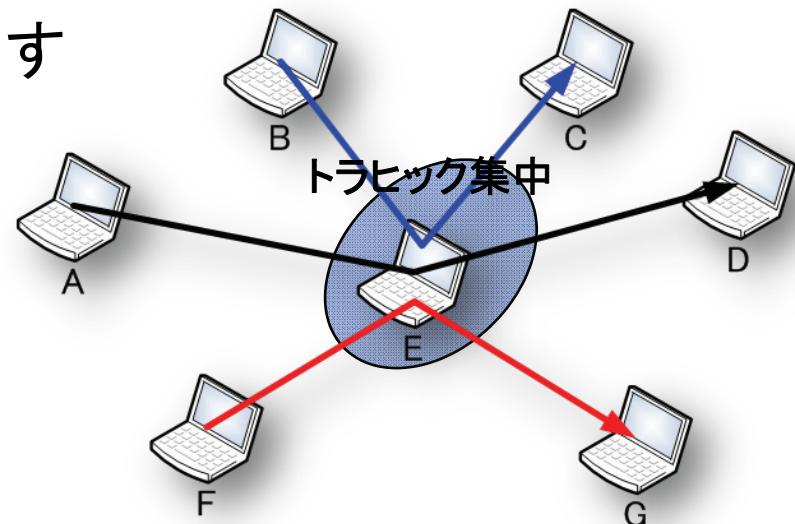
# アドホックルーティングプロトコル

- MANETのリンク接続状態の変化へ対応
- マルチホップ通信を行うために各ノードに中継機能を持たせる
- 各ノードは宛先ノードへの経路を示すルーティングテーブル(RT)を持つ
- RTに従って宛先ノードへデータを送信

分類	動作	代表的なプロトコル
プロアクティブ型	一定間隔ごとに経路を生成する	OLSR (Optimized Link State Routing)
リアクティブ型	通信開始時にのみ経路を生成する	AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector)

# アドホックルーティングプロトコルの課題

- ほとんどのアドホックルーティングプロトコルは、中継ホップ数を指標とした最短経路が選択される
  - しかし、MANETでは集中的に通信の中継を行うノードが発生する可能性がある
    - トラヒックの集中により遅延が増す  
パケットロス発生
- スループットが低下する



単純に選択された最短経路は実際は最善な経路とは限らない

# 関連研究

- スループットの向上を目的とするアドホックルーティングプロトコル
  - ABR(Associativity-Based Long-lived Routing)
    - 各ノードは一定間隔で隣接ノードへビーコンを送信
    - より多くのビーコンを受信したノードで形成されるリンクは持続性が高い
    - 持続性が高いリンクから形成される安定した経路を選択

ノードの移動が少ない環境では、スループットの向上がない最短経路が選択される可能性がある
  - ETR(Estimated-TCP-Throughput Maximization based Routing)
    - リアクティブ型のDSR (Dynamic Source Routing)を拡張
    - 新たなメッセージを追加することにより、遅延とパケット損失率を収集する
    - 宛先への複数の経路候補に対して、遅延とパケット損失率の情報からスループットを予測し、スループットの良い経路を選択

一定間隔で送信される新たなメッセージにより、ネットワークの負荷が高くなってしまう

# 提案方式

## ■ 経路選択方法

- 経路上のトラヒック量を基に、最少トラヒックとなる最短経路を選択

## ■ 検討の対象

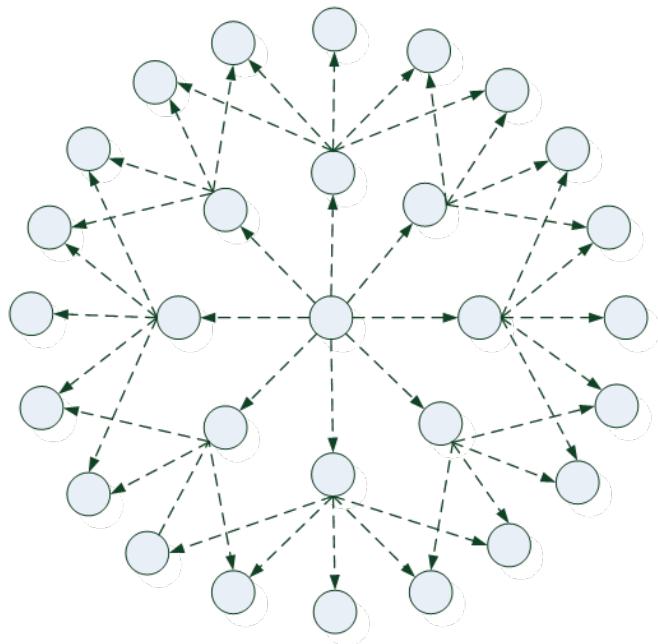
経路上のトラヒックは刻々と変化するため、この変化に対応した経路生成が必要

- リアクティブ型では一度経路が決定すると、リンク切斷が起きない限り、トラヒックが高くても経路の再計算は行われない
- 一方、プロアクティブ型では定期的に配信される制御メッセージにより、随時経路が更新される → トラヒックの変化に対応

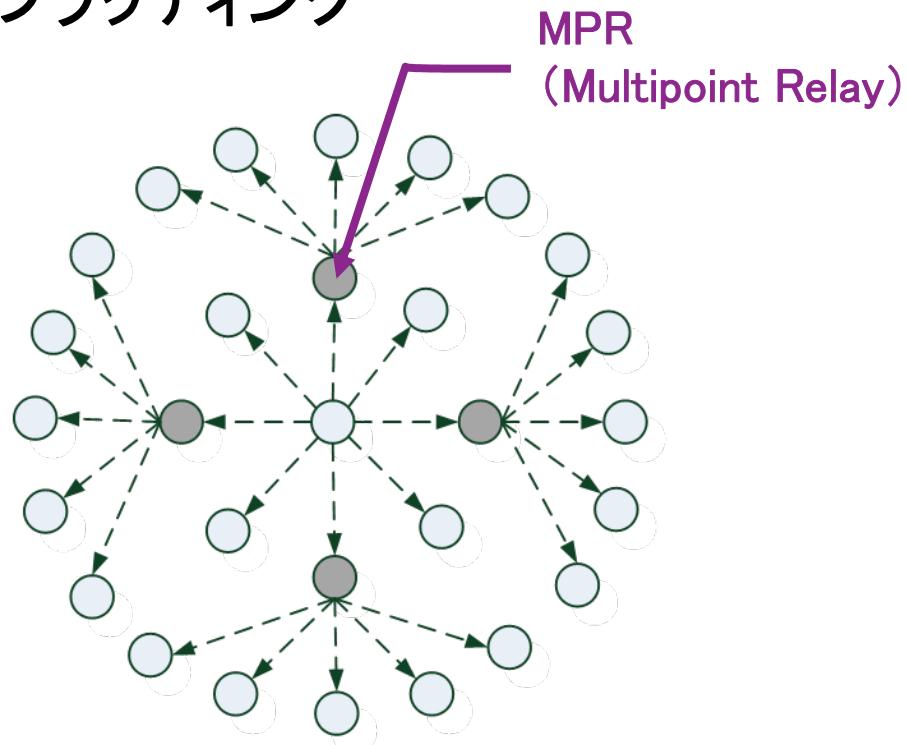
プロアクティブ型を検討対象とし、その中の代表的かつ最も普及しているOLSR (Optimized Link State Routing)を提案方式の対象とする

# OLSRの概要①

- 各ノードはHELLO, TCメッセージの送受信によりRTを生成
- HELLOメッセージは2秒間隔ごとにブロードキャスト
- TCメッセージは5秒間隔ごとにフラッディング



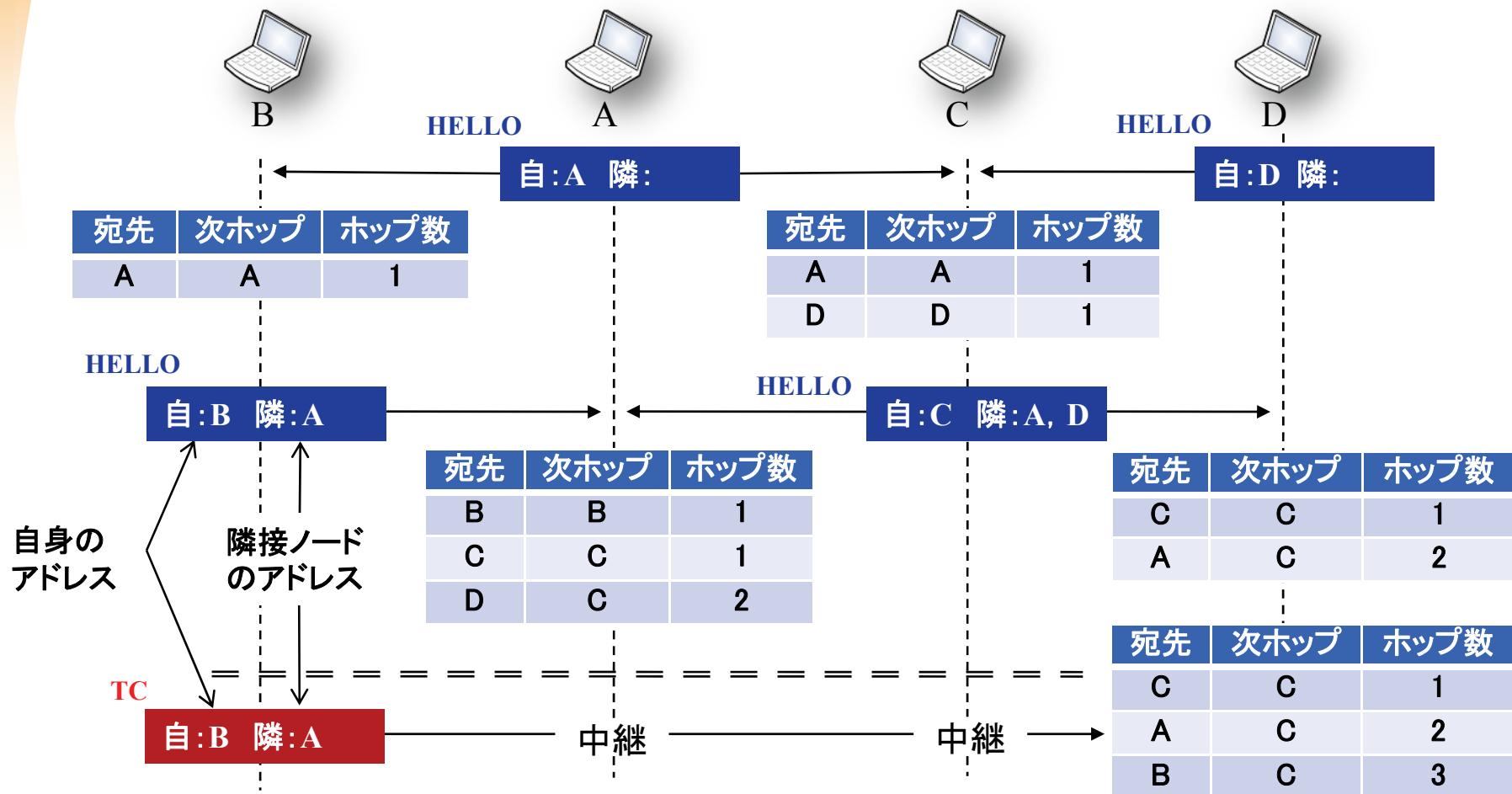
通常のフラッディング



OLSRのフラッディング

# OLSRの概要②

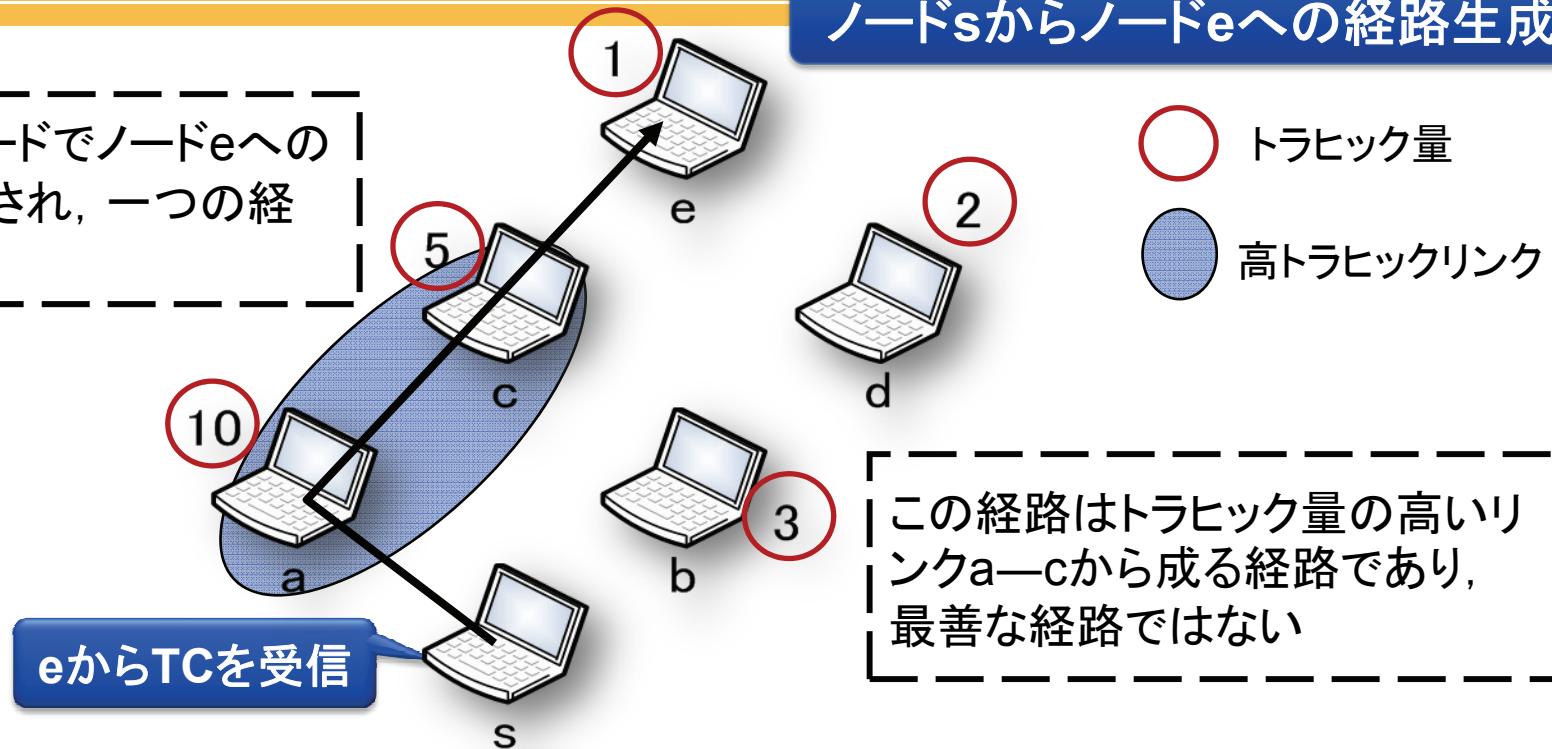
- HELLO, TCメッセージの送受信



# OLSRの経路選択

ノードsからノードeへの経路生成

同様に各ノードでノードeへの経路が生成され、一つの経路が完成



ノードsのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
b	b	1
c	a	2
d	b	2



New

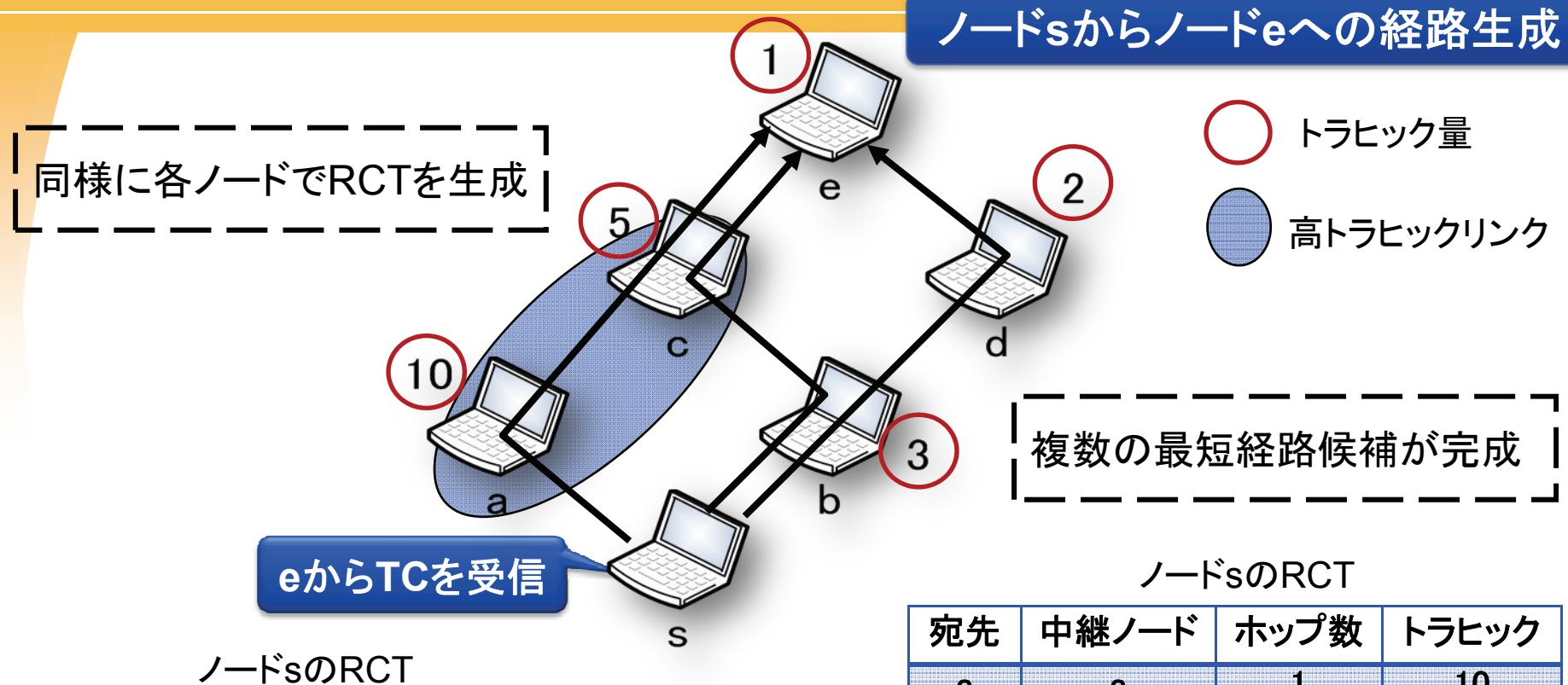
ノードsのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
b	b	1
c	a	2
d	b	2
e	a	3

# OLSRの拡張方法

- HELLOメッセージとTCメッセージにその送信元ノードのトラヒック量を付加してブロードキャスト
- HELLOメッセージとTCメッセージの受信によって各ノードのトラヒック量を収集
- 経路生成(RT更新)の際、宛先ノードへの複数の最短経路の合計トラヒックを計算した新たな経路計算テーブル(RCT:Route Calculation Table)を定義
- RCTで生成された複数の最短経路の中から最少トラヒック量を持つ経路を選択し、これを基にRTを生成

# 拡張OLSRの動作①



宛先	中継ノード	ホップ数	トランシット
a	a	1	10
b	b	1	3
c	a	2	15
c	b	2	8
d	b	2	5

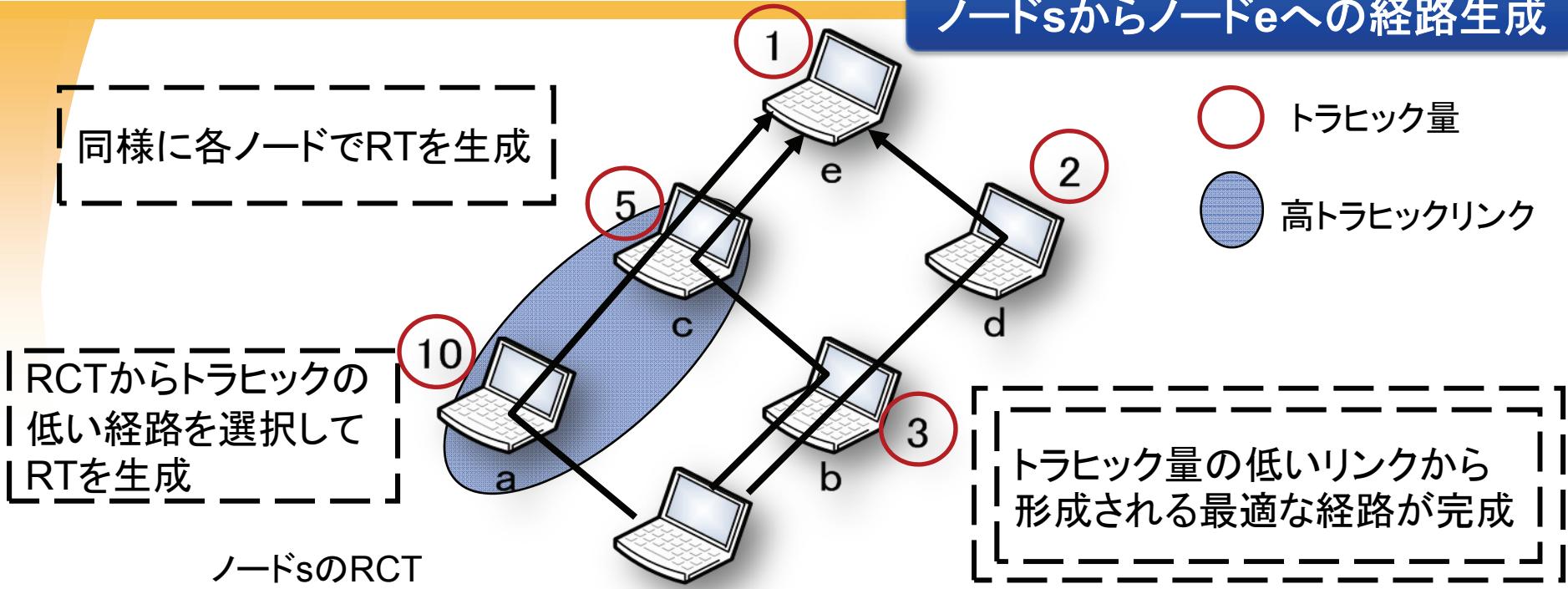


New

宛先	中継ノード	ホップ数	トランシット
a	a	1	10
b	b	1	3
c	a	2	15
c	b	2	8
d	b	2	5
e	c, a	3	16
e	c, b	3	9
e	d, b	3	6

# 拡張OLSRの動作②

ノードsからノードeへの経路生成



宛先	中継ノード	ホップ数	トラヒック
a	a	1	10
b	b	1	3
c	a	2	15
c	b	2	8
d	b	2	5
e	c, a	3	16
e	c, b	3	9
e	d, b	3	6

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
b	b	1
c	b	2
d	b	2
e	b	3

# むすび

- 本発表
  - OLSRを拡張し、トラヒック状態を考慮した経路選択が可能なアドホックルーティングプロトコルを検討し、その実現方法を示した
- 今後の課題
  - 検討結果に基づきシミュレーションを実施し、動作検証を行う