

SDN網における未知障害発生時の 代替経路高速発見方式

松浦 匠† 中山 裕貴‡ 林 經正‡ 山岡 克式†
東京工業大学†
株式会社ボスコ・テクノロジーズ‡



▶ サイレント故障

» ネットワーク管理機能で**検知不可**

▶ 例: 監視機能の故障, 人為的設定ミス

▶ 障害の切り分けが必要

» **特定の条件下**のみで発生

▶ 再現が困難

▶ 様々な要因を想定した計測が必要

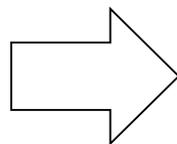
▶ 原因特定が困難

» 長期的な計測などが必要



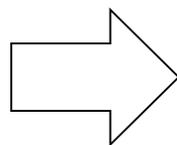
▶ サイレント故障検知方式[1]

相関係数



異常なトラヒック
の検出

カルマンフィルタ



学習による
類似事象検出

» より正確なサイレント故障検知

[1] 神野裕宣, 寒河江佑太, ベンジャブールアナス, 古谷雅典, 萩原淳一郎, “トラヒック情報を用いた無線基地局装置のサイレント故障検出に関する一考察,” 電子情報通信学会技術研究報告. ICM, 情報通信マネジメント, vol.110, no. 466, pp.1-6, 2011.

目的(1/3)



エンドツーエンド
品質劣化を発見

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ネットワーク		障害発生														
管理者			故障箇所特定									障害解決				
利用者		フロー品質劣化														

➤ 品質回復に時間が必要

➤➤ 代替経路の利用

目的(2/3)



エンドツーエンド
品質劣化を発見

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ネットワーク		障害発生															
管理者			代替経路設定				障害特定				障害解決						
利用者		フロー品質劣化															

➤ 代替経路による迅速な障害復旧

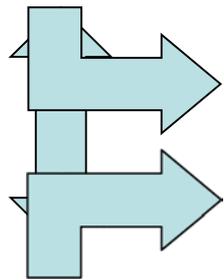
➤➤ フローの許容遅延を満たせない可能性



➤ 代替経路によるサイレント故障復旧

➤➤ 障害箇所を特定

- 効率的な代替経路設計
- 各リンクで障害計測が必要



計測回数削減と許容遅延満足を
両立する代替経路設定

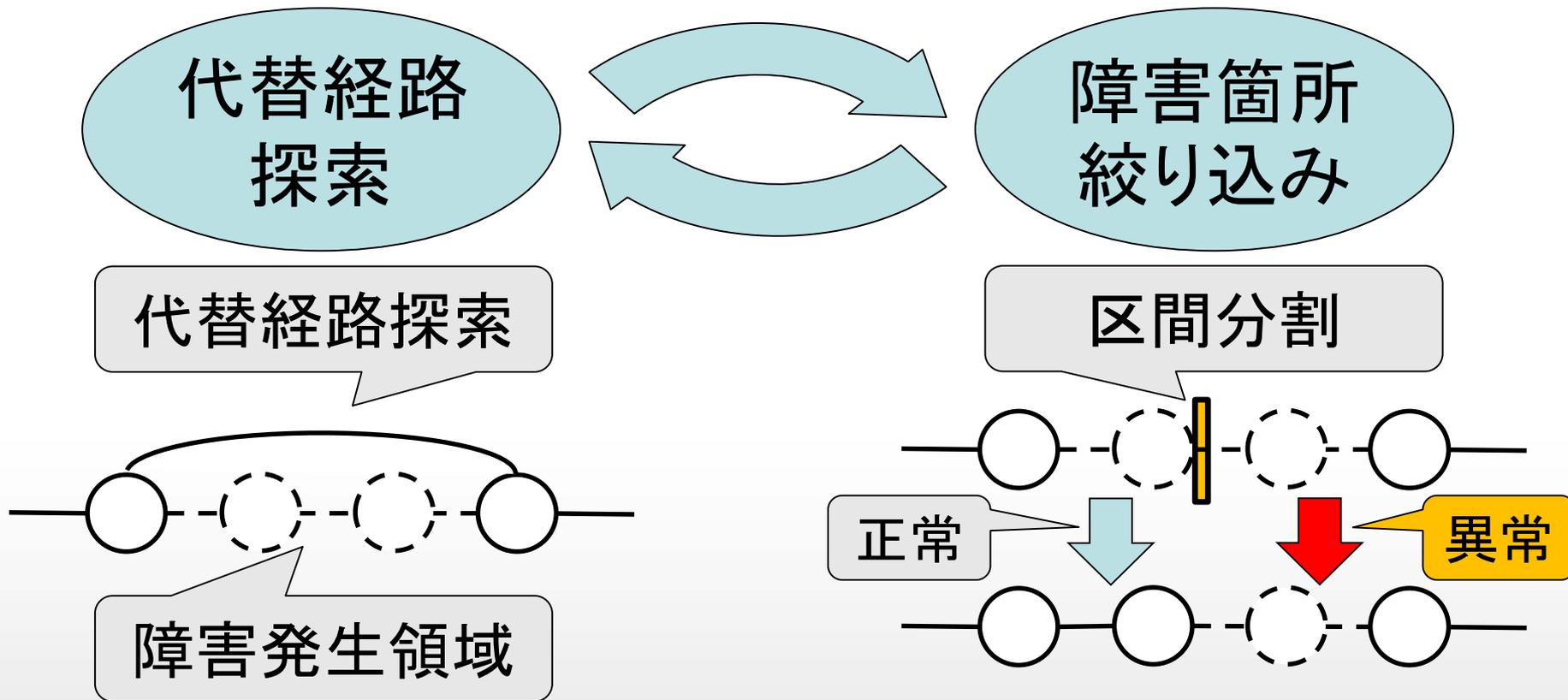
➤➤ 障害が発生した経路をすべて回避

- 障害箇所特定を最小限にできる可能性
- フロー許容遅延が満たせない可能性

提案方式

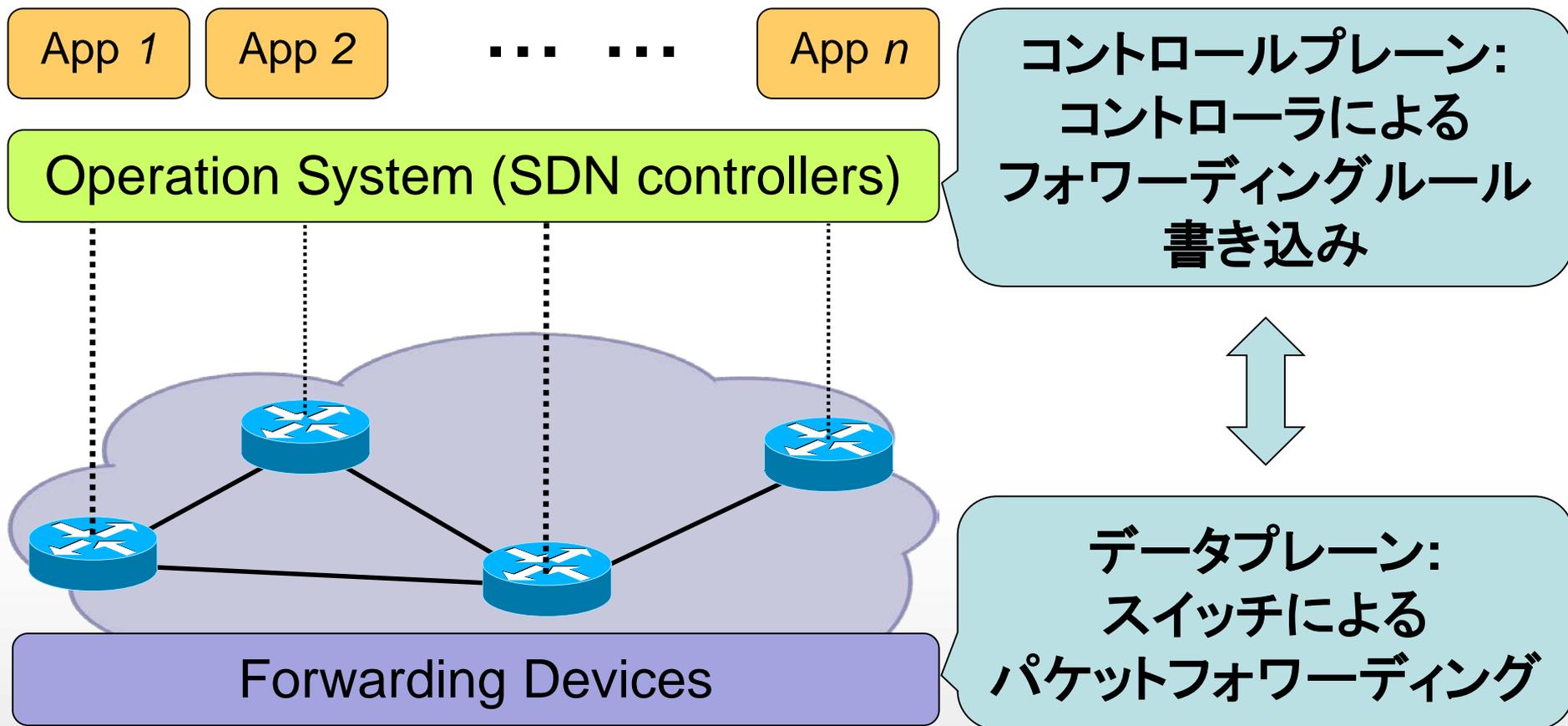


再帰的区間分割による障害箇所絞り込み





> SDN(Software-Defined Networking)の構成



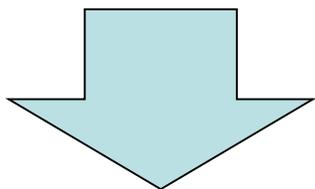
SDN(2/2)



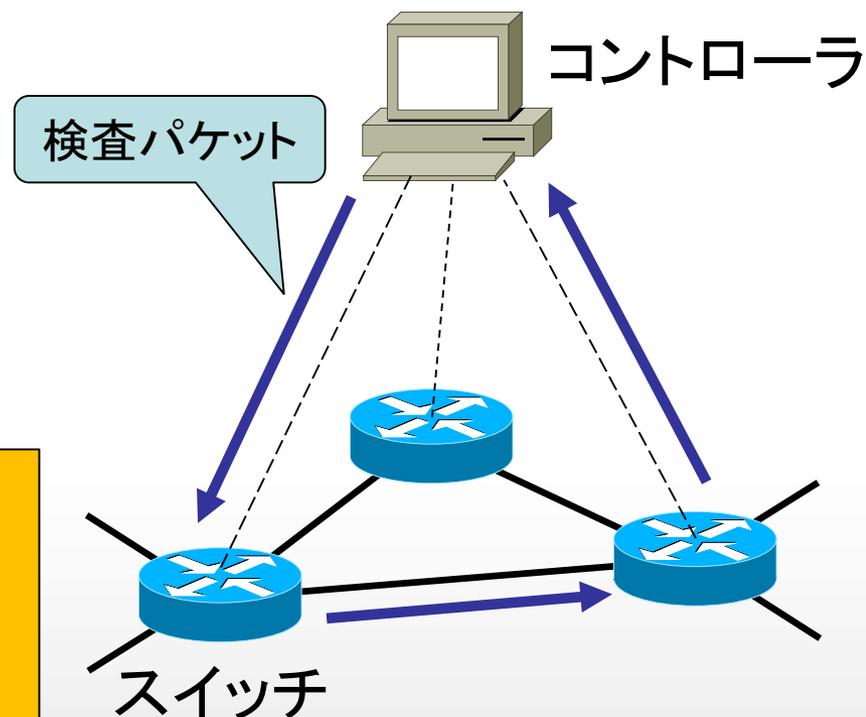
➤ 柔軟な経路設定

- 個々のフローの品質要求に対応可能
- 経路変更が容易

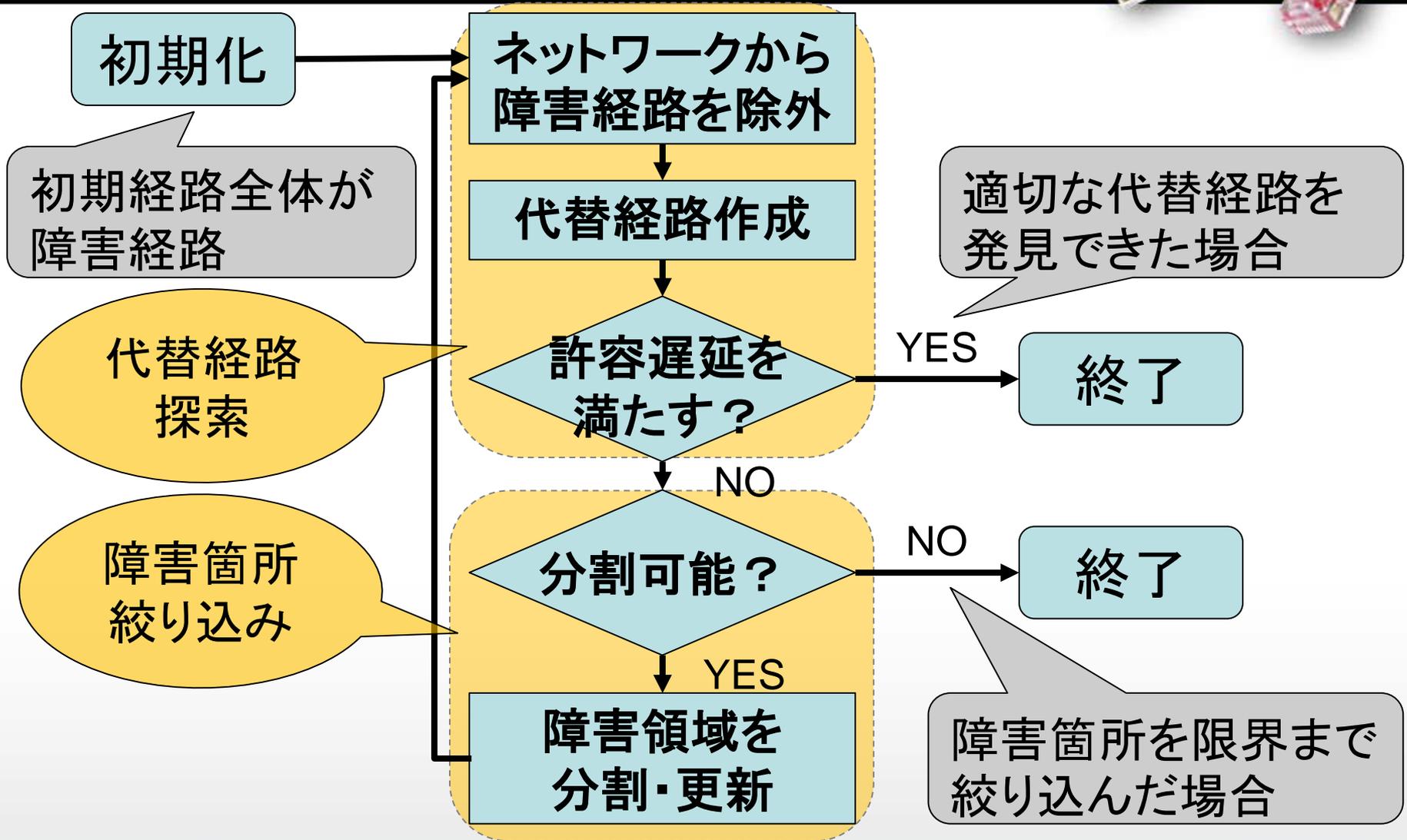
➤ 任意区間計測が可能



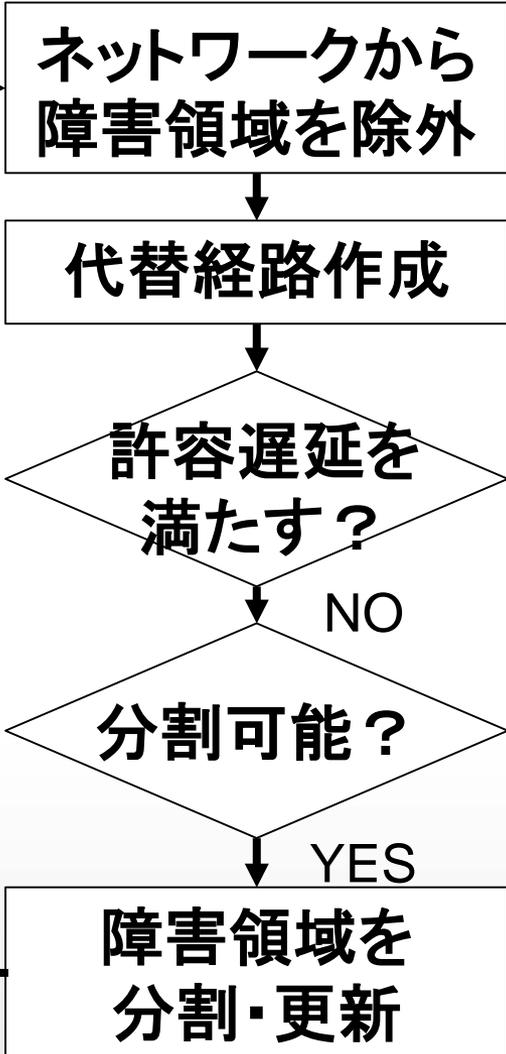
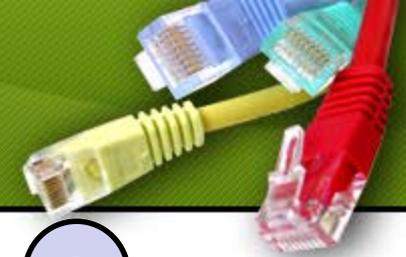
SDNの機能を利用した
高速な代替経路設定方式



アルゴリズム



アルゴリズム動作例(1/4)

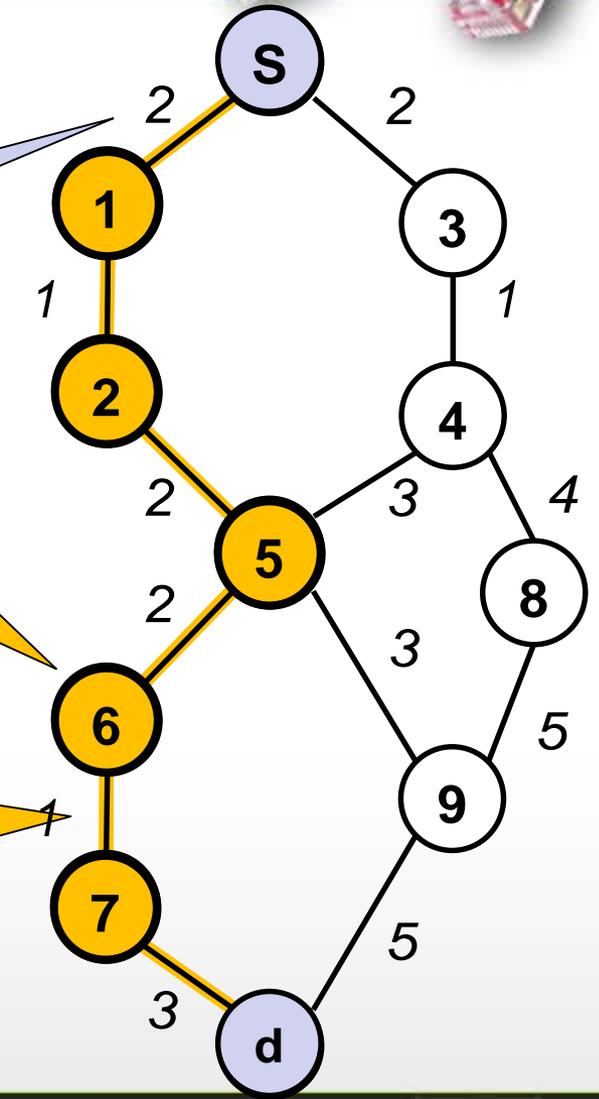


許容遅延 : 15

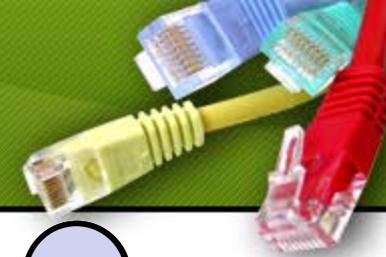
初期経路
s,1,2,5,6,7,d

障害発生

障害領域



アルゴリズム動作例(2/4)

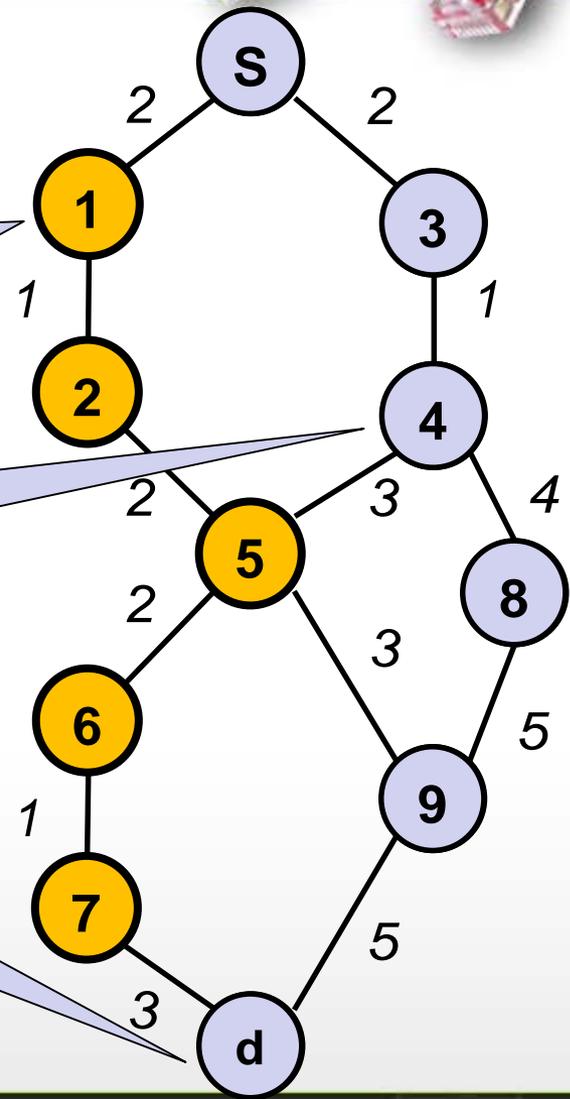


許容遅延 : 15

障害領域を除外

代替経路作成

遅延は17 → 不適



ネットワークから
障害領域を除外

代替経路作成

許容遅延を
満たす?

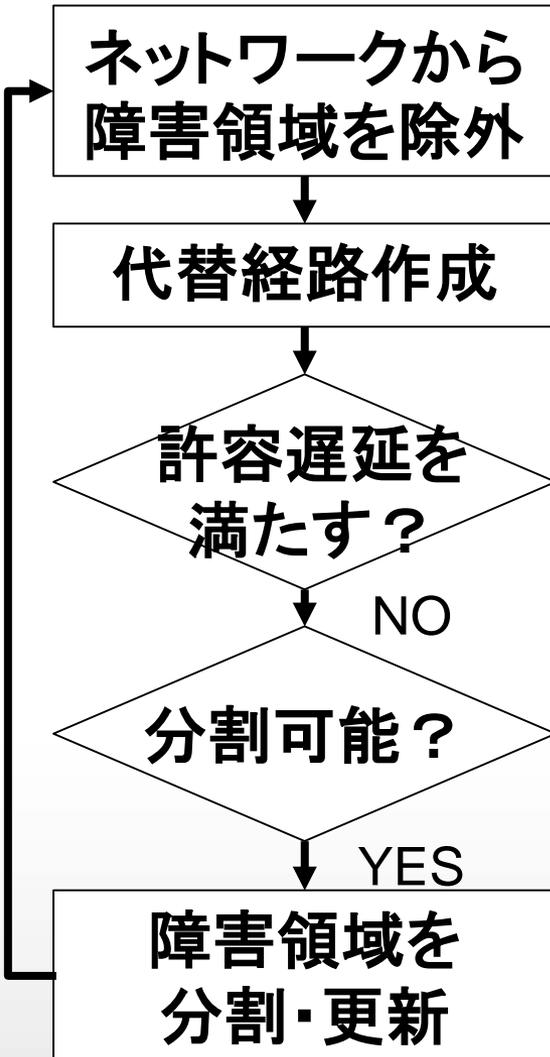
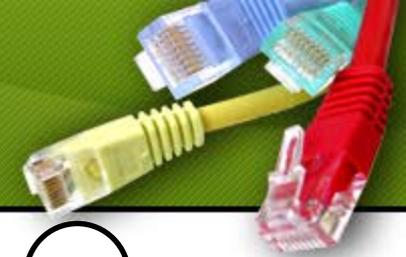
NO

分割可能?

YES

障害領域を
分割・更新

アルゴリズム動作例(3/4)

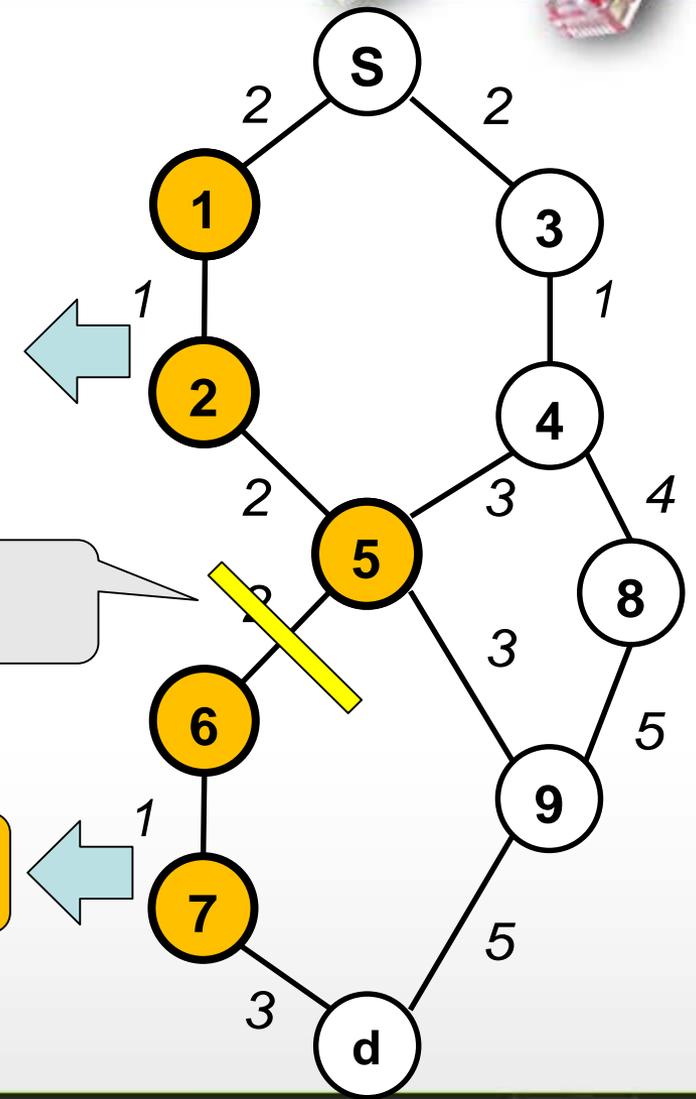


許容遅延 : 15

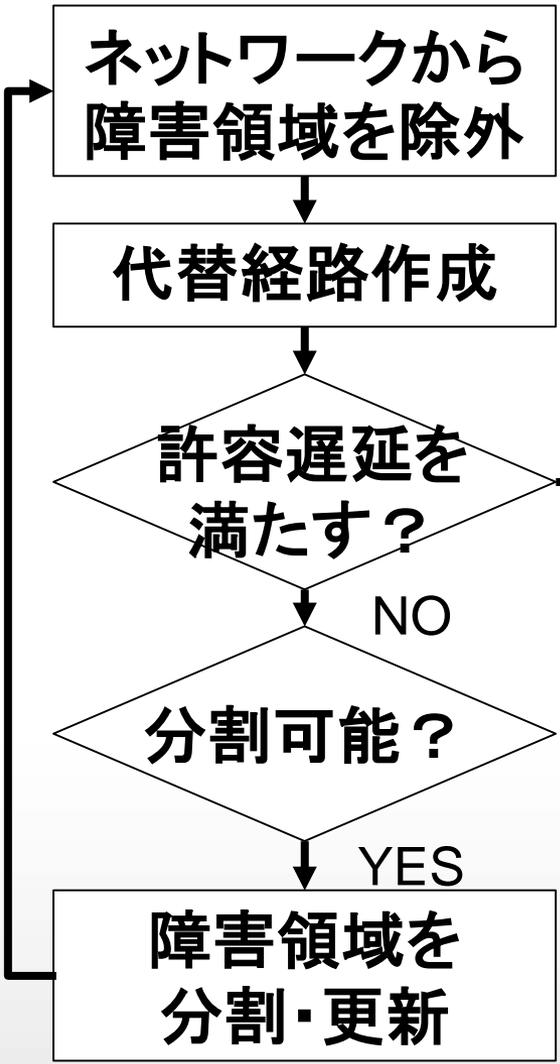
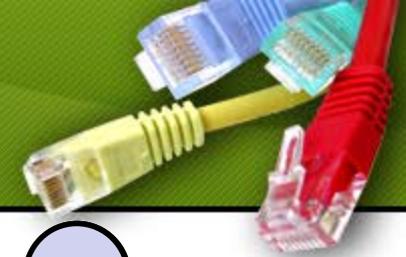
正常

区間分割

障害領域



アルゴリズム動作例(4/4)



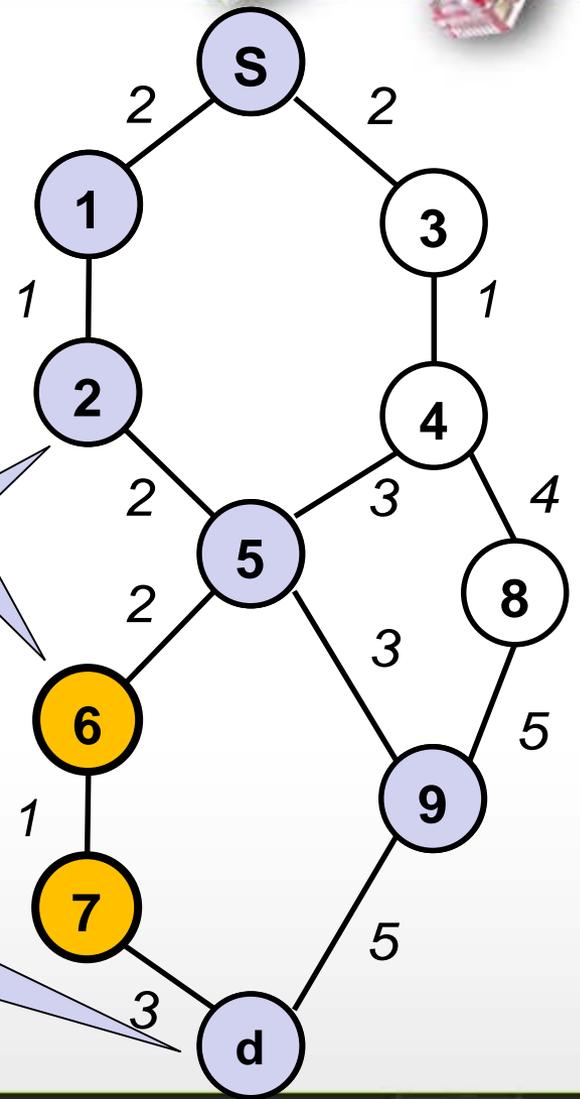
許容遅延 : 15

障害領域を除外

終了

代替経路作成

遅延は13 → 適切



モデル設定



- ▶ 対象ネットワーク：SDN網
 - » 任意の区間の遅延計測
 - » フロー単位の経路変更
- ▶ 帯域：十分
 - » 伝送遅延：無視
- ▶ コントローラの性能：十分
 - » ダイクストラ法による経路計算時間：微少
 - » 経路変更に必要な時間：微少
- ▶ 障害：一ヶ所
 - » 単一のノードまたはリンク

シミュレーション(1/4)



> トポロジ

	ランダムグラフ (ERモデル)	スケールフリーグラフ (GLPモデル)	データセンタグラフ (Fat treeモデル)
ノード数	3000		2500
平均次数	3.98	4.03	4.8
リンク伝搬遅延	5~15[ms] (一様分布)		10[ms](定数)
許容遅延	60[ms]		
シミュレーション回数	10000回		

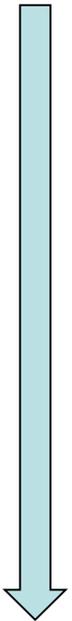
> 比較方式

» 逐次探索による障害箇所特定方式

シミュレーション(2/4)

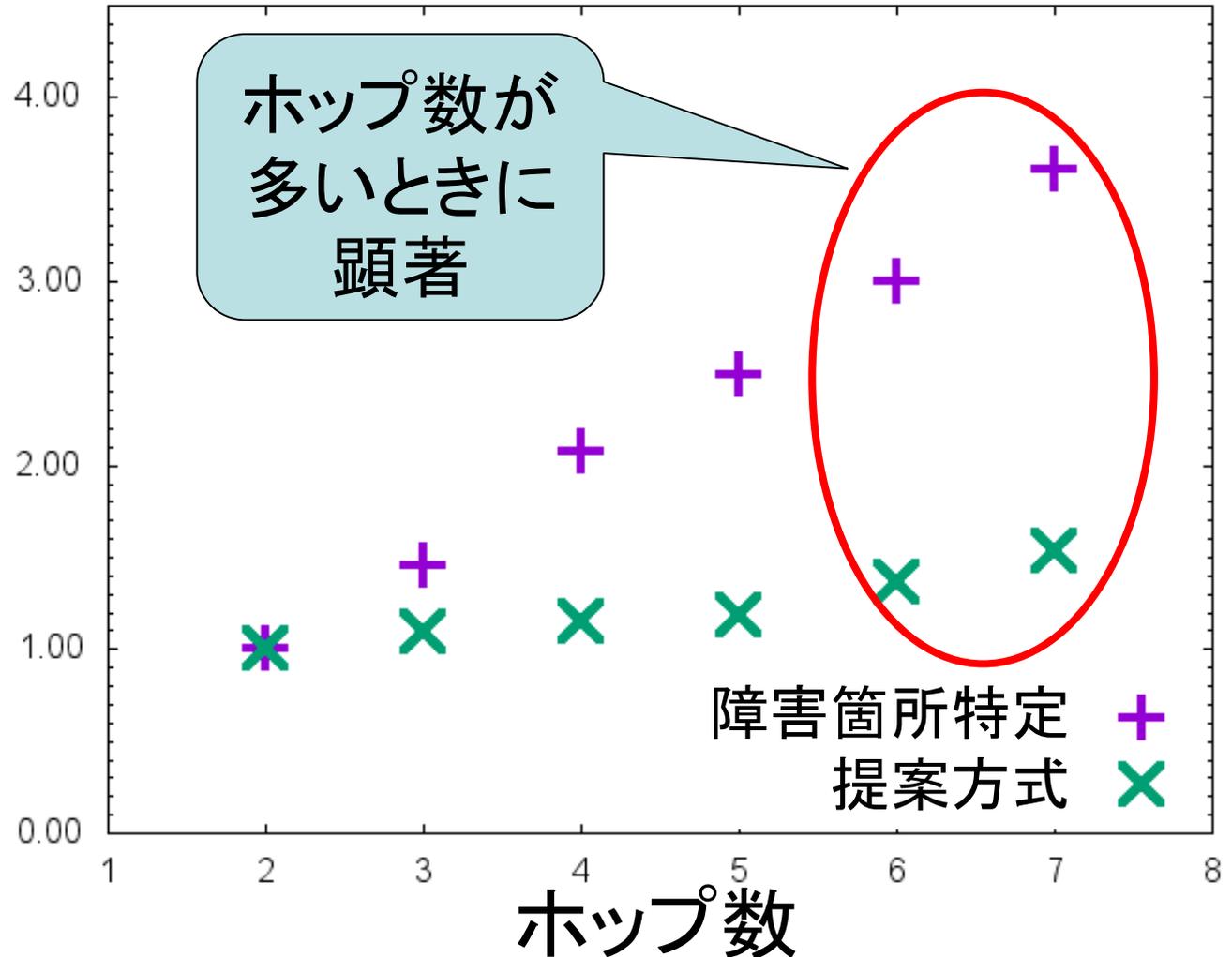


> ERモデル



GOOD

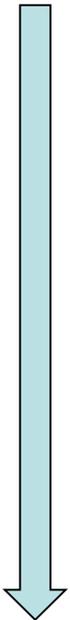
平均計測回数



シミュレーション(3/4)

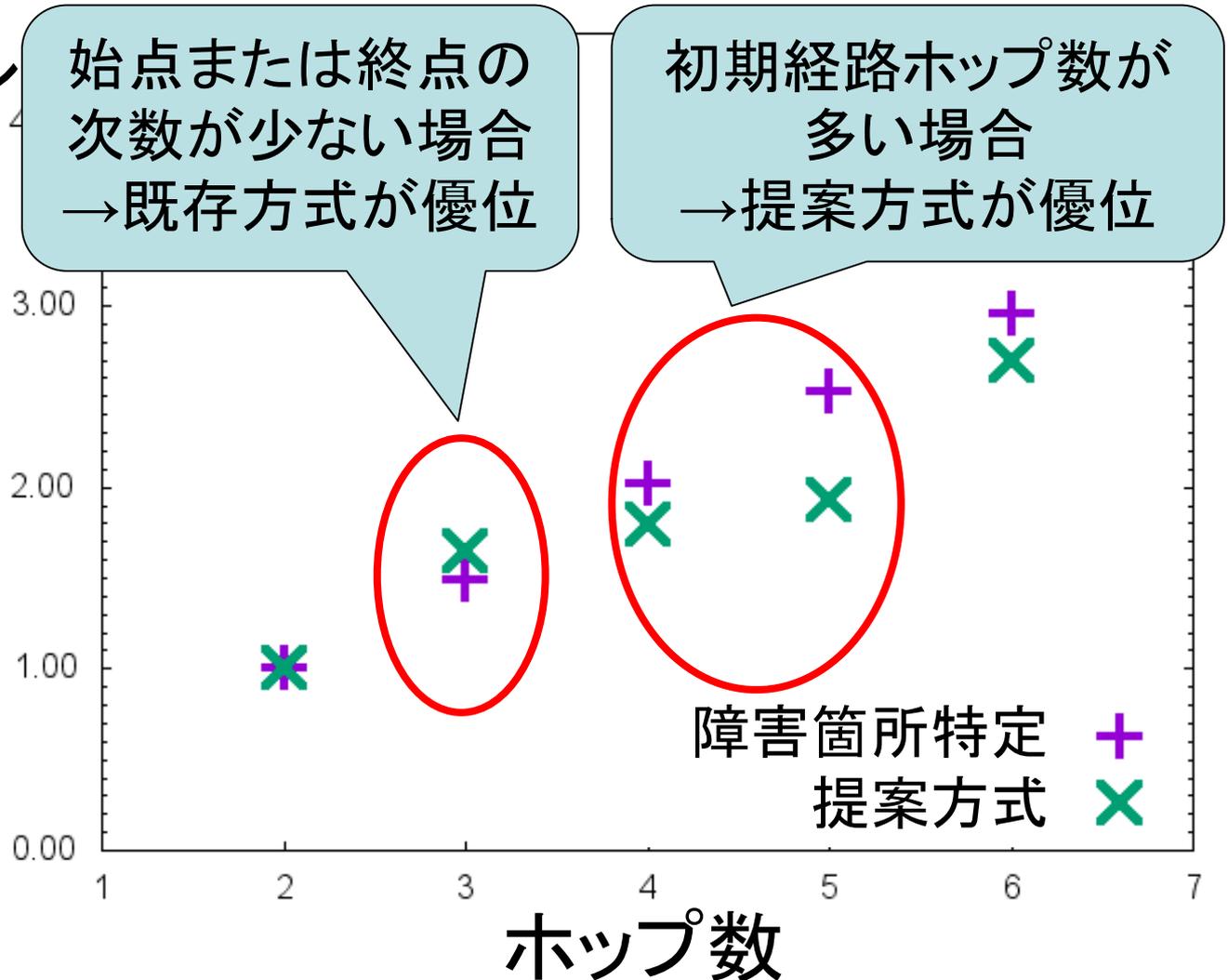


> GLPモデル



GOOD

平均計測回数



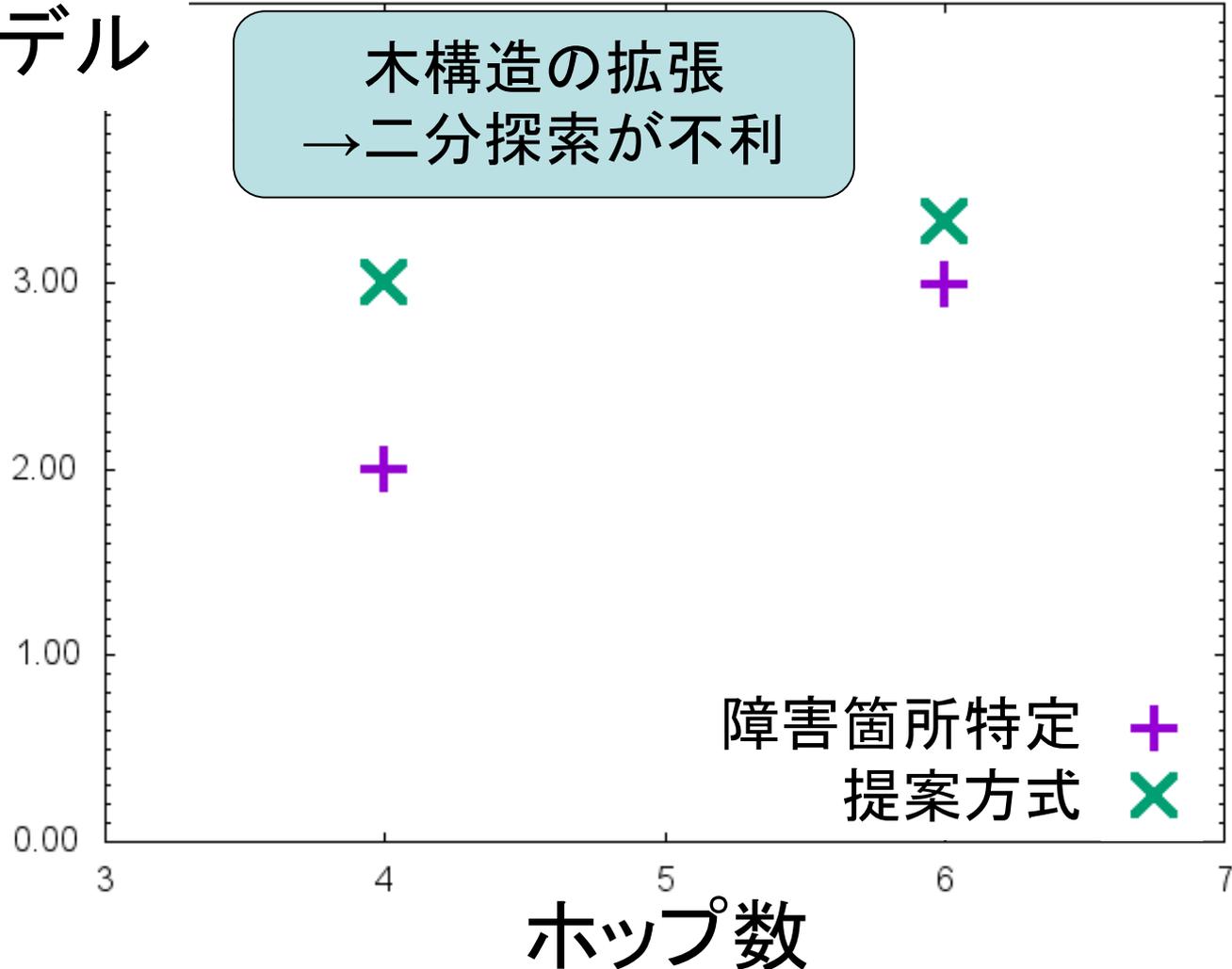
シミュレーション(4/4)



> Fat treeモデル

↓
GOOD

平均計測回数



おわりに



▶ まとめ

▶▶ SDN環境下のサイレント故障

▶▶ 高速代替経路設定手法を提案

▶▶ 障害箇所特定方式との比較

▶▶ 高速に代替経路設定可能

▶▶ ホップ数:大 → 削減効果:大

▶ 今後の課題

▶▶ アルゴリズムの改善

▶▶ マルチパスの利用