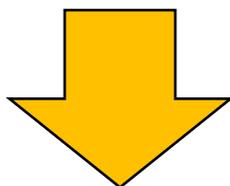


IPとNDNの混在環境における AS間経路長の削減効果の分析

立命館大学大学院
田中 晃平 上山 憲昭

研究背景

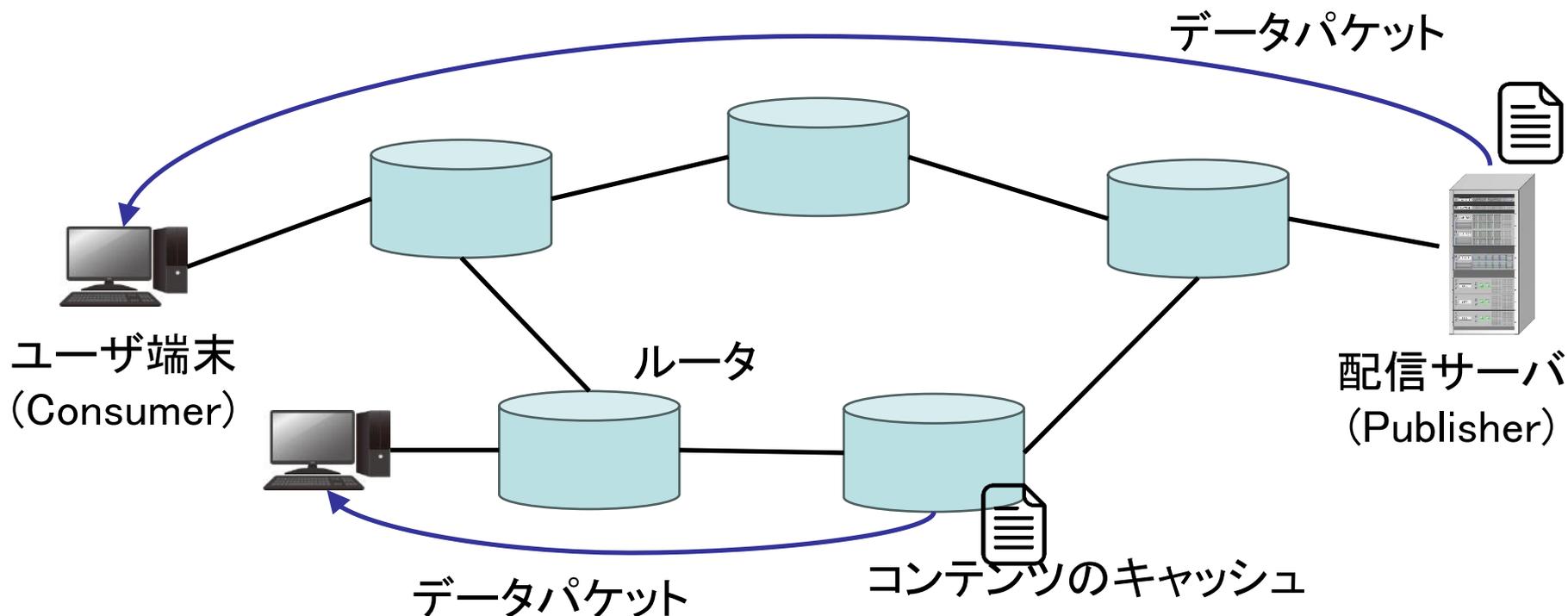
- 現在のインターネットの利用目的の多くはデジタルコンテンツの配信



- コンテンツデータの効率的な配信を可能にする情報指向ネットワーク (ICN: information-centric networking) が、次世代のネットワークとして研究されている
 - ICNを実現するためのネットワークアーキテクチャとして、特に盛んに研究が行われているものがNDN (named data networking)

NDNの概要

- NDNはコンテンツの名称で要求パケット (Interest)を転送
- ルータでコンテンツをキャッシュ
 - Interest転送経路上にキャッシュがある場合、ルータから配信

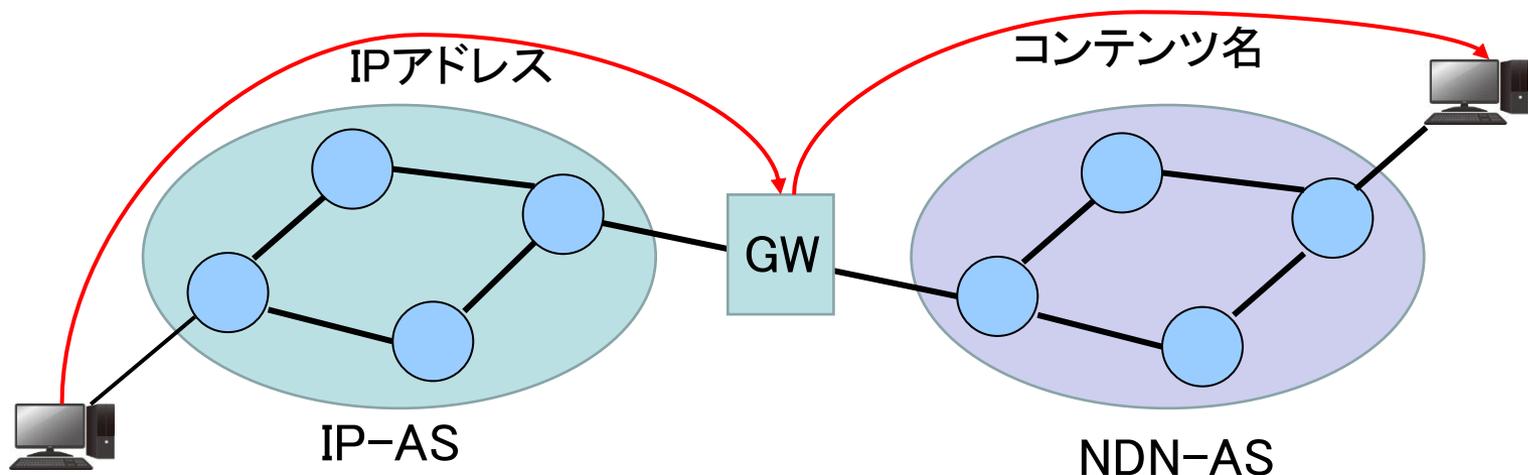


NDN実用化の課題

- NDNの普及は段階的
 - NDNは各AS (autonomous system) を運営するネットワーク事業者が導入を判断
- NDNの普及過程でIPとNDNの混在環境が発生
- パケットの転送経路は、ルータがパケットヘッダに記載された情報から決定
 - IPとNDNではヘッダの内容が異なる
 - IPパケットのヘッダにはIPアドレス、NDNパケットのヘッダにはコンテンツの名称
- 単純に一部のIP-ASをNDN-ASに置き換えても互換性がない
 - IP-NDN間通信にはIPパケットとNDNパケットの相互変換が必要

先行研究

- パケット変換機能を有するGW(ゲートウェイ)により、**IPパケットとNDNパケットの相互変換を実現***
- GWがIPアドレスとコンテンツ名の対応表に基づき、パケットヘッダを書き換えることによってパケットの変換を行う
 - NRS (name resolution service)という外部のサーバを利用
 - NRSでIPアドレスとコンテンツ名の対応付けを行う具体的な手法は未検討

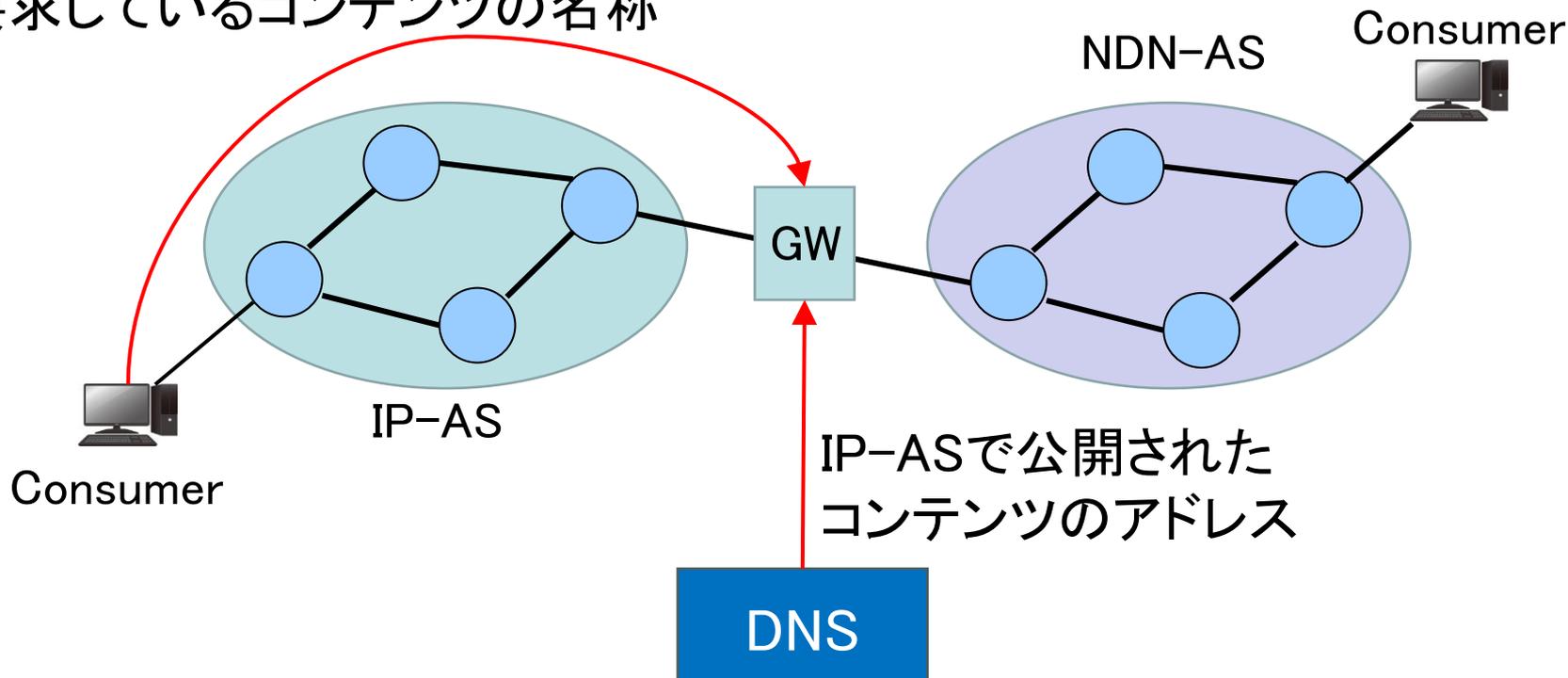


* Feri Fahrianto and Noriaki Kamiyama, Migrating from IP to NDN Using Dual-Channel Translation Gateway, IEEE Access, Vol. 10, pp. 70252-70268, Jul. 2022

過去に提案した手法

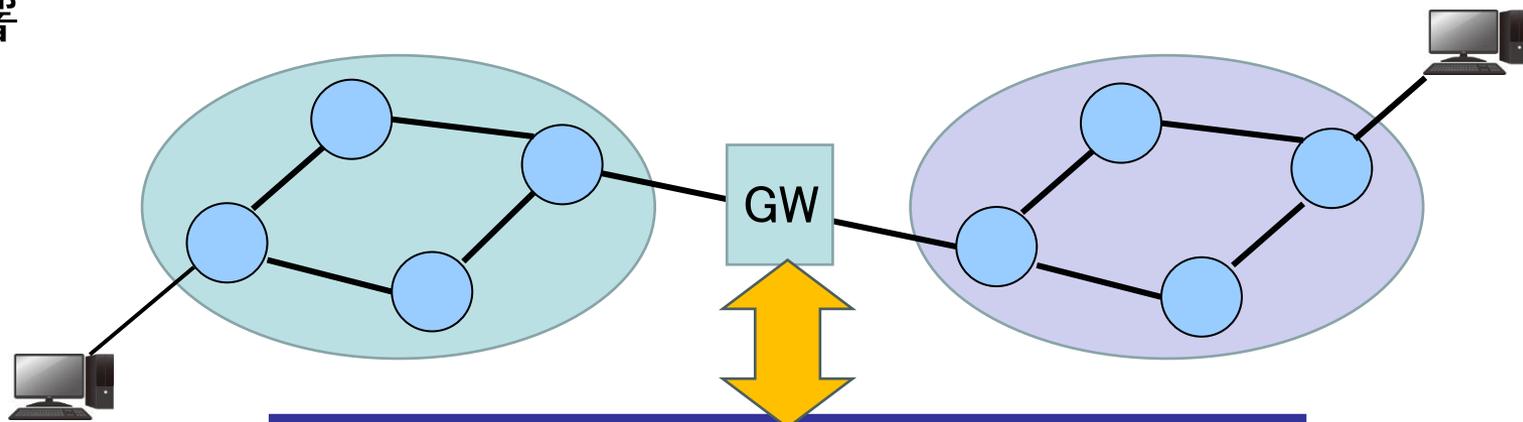
- NRSの課題を考慮し、Consumer自身とDNSから提供される情報のみでヘッダの書き換えを行う手法
- RIMTというテーブルをGWが保持
 - 収集した情報をRIMTに記録

要求しているコンテンツの名称



過去に提案した手法の課題

- GWのRIMTで記録可能なInterest数は有限
 - 記録可能な数以上のInterestが転送されると**パケットロスが発生**
- パケットロス時はInterestの再送処理を行うため、通信遅延に悪影響



追加でInterestを
処理することが不可能



RIMT	
IPアドレス	コンテンツの名称
I_1	N_1
I_2	N_2
I_3	N_3

研究目的

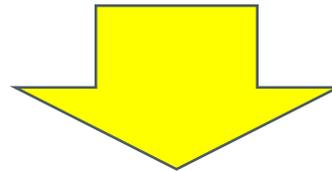
- IPとNDNが混在している環境においてもNDNが効率的なコンテンツ配信に有効な可能性の提示

メリット

NDNの効率的な
コンテンツ配信
が利用可能

デメリット

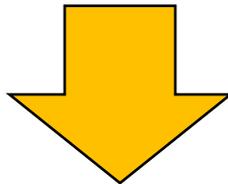
GWの処理が
オーバーヘッド
となり通信時間
に影響



計算機シミュレーションにより、メリット・デメリット双方を考慮した場合の通信遅延を調査

評価モデル

- 実際のAS間トポロジデータ*を用いて、計算機シミュレーションを実行
 - ダイクストラ法により決定した、各発着ASペア間の最小ホップ経路を利用し通信を行う場合の遅延時間を評価
- ネットワーク事業者にとっては低次数ASのほうがNDNの導入でより多くの利益
- 高次数ASにNDNが導入されると大きな遅延軽減効果



- 2種類のシナリオで評価を実施
 - 次数が2以下のASの70%のみがNDNを導入する場合(シナリオ1)
 - シナリオ1の条件に加え、次数が上位5%のASが導入(シナリオ2)

* Autonomous System Taxonomy Repository

シミュレーション条件

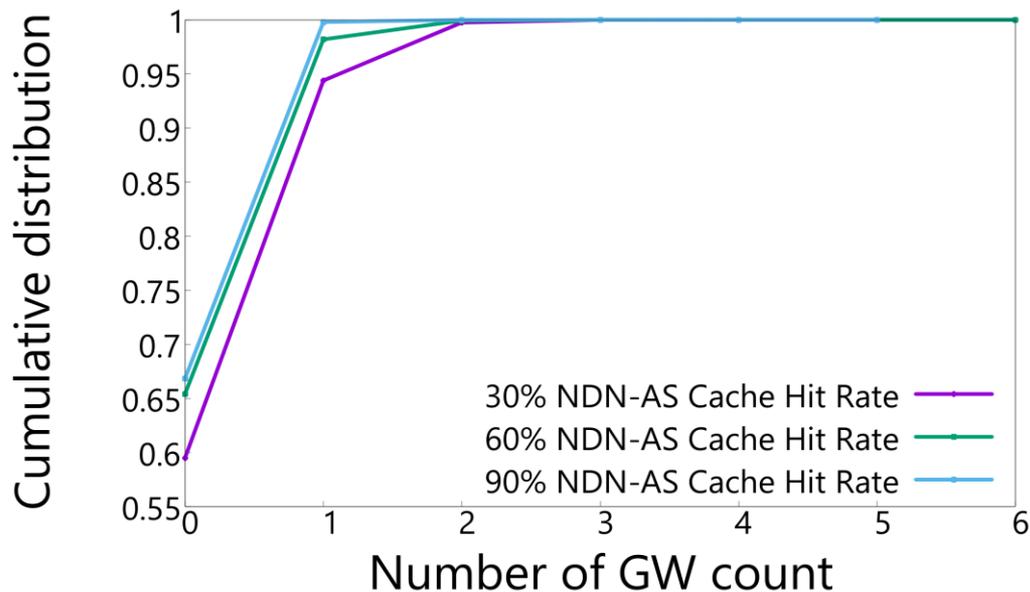
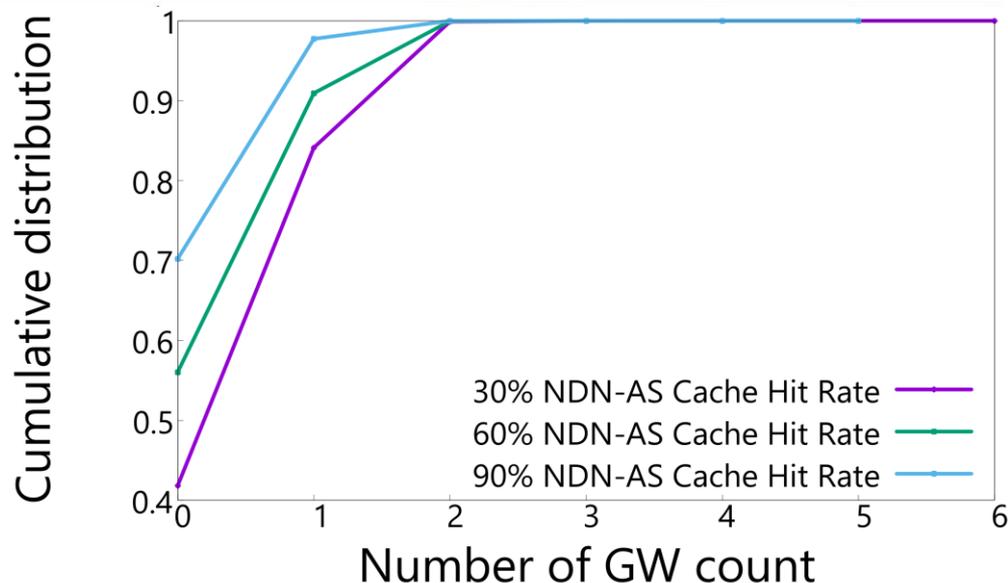
- 通信時間は各通信の経路として使用するASの数に比例すると仮定し、各ASでの通信時間は約33.4msとして計算
 - 平均経由AS数は約4.43個、平均RTTは実測値から約296msと仮定し算出
- Interest及びデータパケットの転送時間のみを考慮
 - DNSの利用時間やパケット変換GWがパケットのヘッダを書き換えるために要する時間などは除外
- 各NDN-AS内でのキャッシュヒット率は3パターンを想定し、それぞれ30%、60%、90%とする

性能評価結果：経路パケット変換GW数

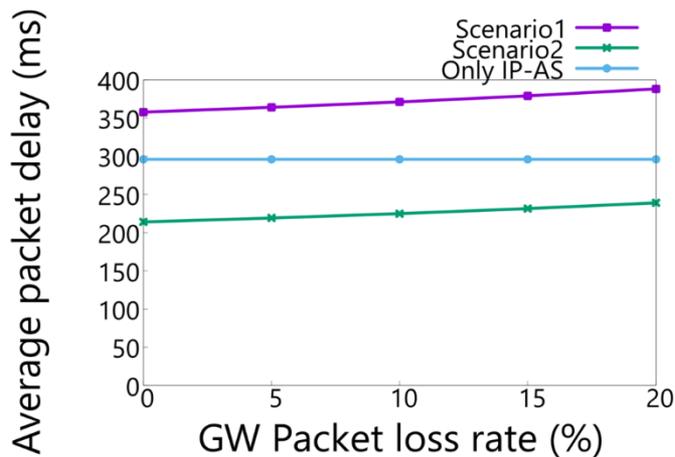
- 上:シナリオ1
下:シナリオ2

- 各経路でのパケット変換GW利用率が通信遅延に与える影響は膨大

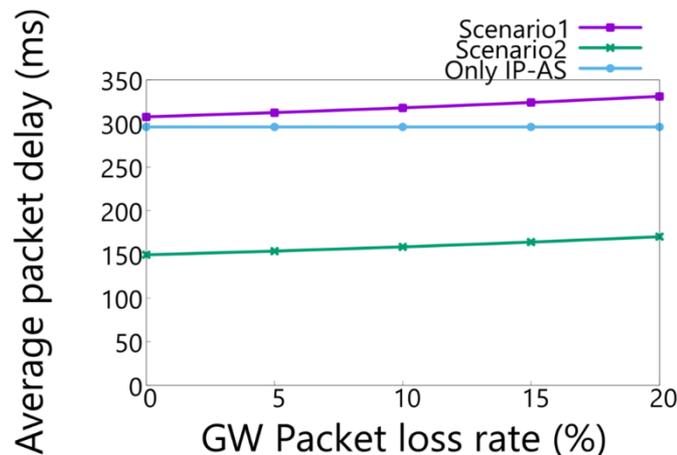
- シナリオ1の場合でも経路数が2以下の経路が99%以上



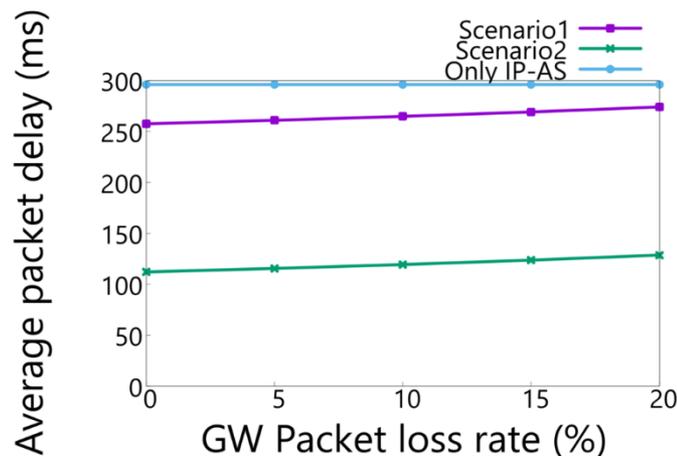
性能評価：通信遅延



NDN-AS内キャッシュヒット率30%



NDN-AS内キャッシュヒット率60%



NDN-AS内キャッシュヒット率90%

- GWでパケットロス時、Interestの再送によって遅延
- シナリオ2はキャッシュヒット率に関わらずIPのみより低遅延
- シナリオ1の場合もキャッシュヒット率次第でIPのみの場合より効率的なコンテンツ配信を行える可能性

まとめ・今後の方針

- IPとNDNが混在環境でも、NDNで効率的なコンテンツ配信を行える可能性の提示

- 今後の方針
 - GWのパケットロス率が通信遅延に大きな影響
→十分低いパケットロス率を実現可能なGWのメモリ量調査

 - NDNの利用率を考慮したAS間ルーティングによってさらなる遅延の低減が期待可能
→IPとNDNの混在環境での最適AS間ルーティング法の調査