

公衆無線LANにおける帯域保証のための バックホール仮想化

銀杏 一輝⁺ 木下和彦⁺⁺ 河野 圭太⁺⁺⁺
中山裕貴⁺⁺⁺⁺ 林經正⁺⁺⁺⁺ 渡辺 尚⁺
⁺大阪大学 ⁺⁺岡山大学 ⁺⁺徳島大学
⁺⁺⁺⁺ボスコ・テクノロジーズ

平成28年11月25日

発表内容

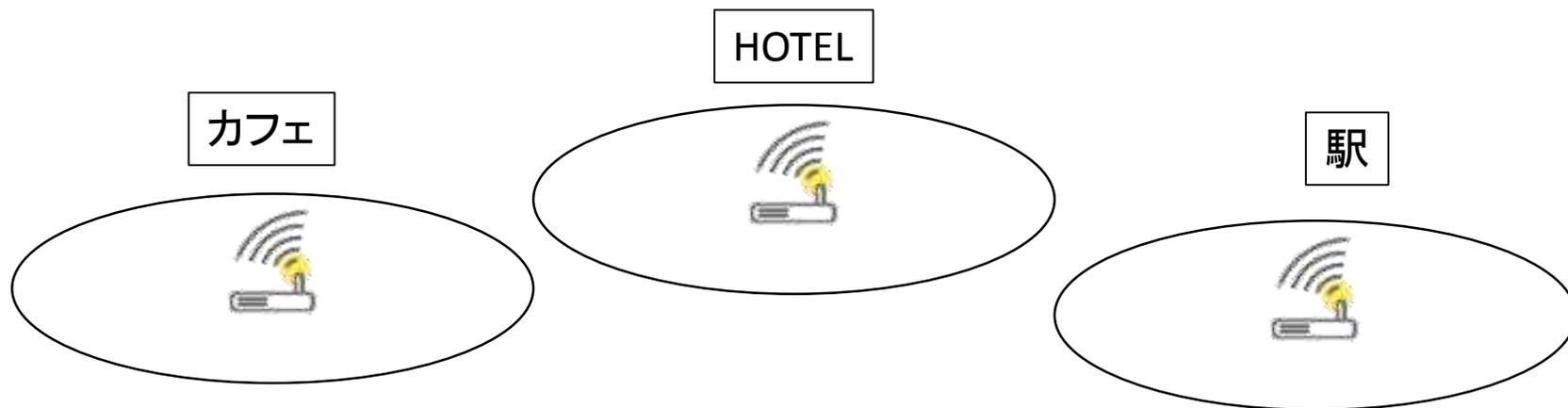
- 研究背景
 - 公衆無線LAN利用の増加
 - 帯域保証サービスへの期待
- 提案方式
 - 公衆無線LANにおける帯域保証モデルの提案
 - バックホールの仮想化と帯域割り当て
- 性能評価
- まとめと今後の課題

研究背景

- 高性能携帯端末の普及と多様なサービスの出現
 - モバイルデータトラフィックの急増



- 公衆無線LANを利用する機会が増加



研究目的

- CSMA/CAに基づくアクセス制御
 - 接続ユーザ数が増えると**実効スループット**が著しく低下



帯域保証サービスへの期待

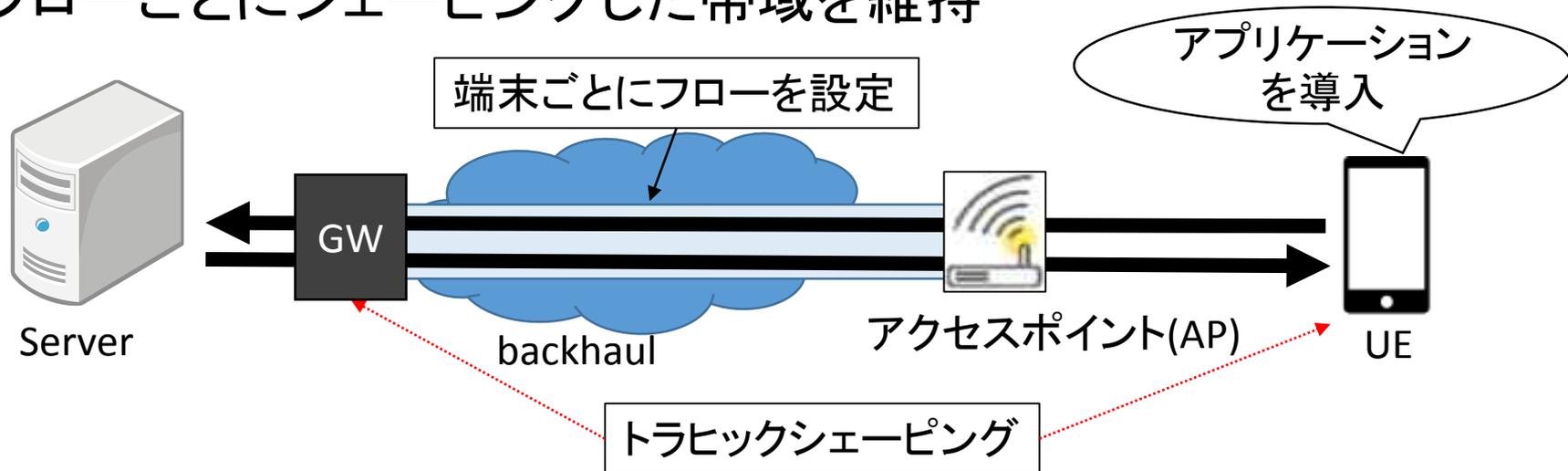


公衆無線LAN帯域保証モデルの提案

- **GBR(Guaranteed Bit Rate)ユーザ**: 帯域保証を受けるユーザ
CAC(Call Admission Control)を適用→要求帯域が確保できない場合**呼損**
- **BE(Best Effort)ユーザの混在**: 従来のBEサービスも提供

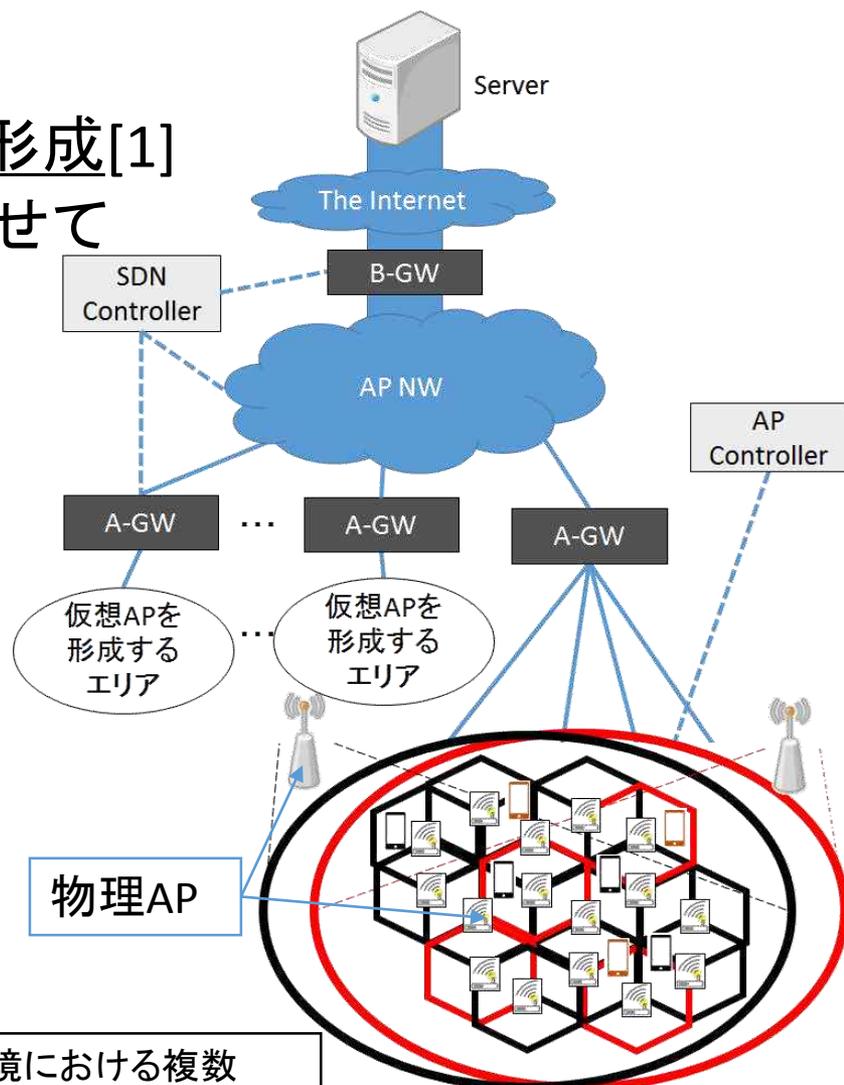
帯域保証モデル

- GBRユーザは端末に専用のアプリケーションを導入
 - 端末の認証
 - トラフィックシェーピング → 保証帯域を超えて送信させない
- サーバからのトラフィックをゲートウェイでシェーピング → バックホールに保証帯域を超えてトラフィックを流入させない
- バックホールにおいて端末ごとにフローを設定 → フローごとにシェーピングした帯域を維持



ネットワーク構成

- 仮想AP
 - サービスごとに複数の物理APから形成[1]
 - GBRとBEユーザの到着比率に合わせて利用できる物理AP数を変更
- A-GW (Access Point GateWay)
- AP NW (Access Point NetWork)
- B-GW (Backbone GateWay)
- SDN Controller
- AP Controller

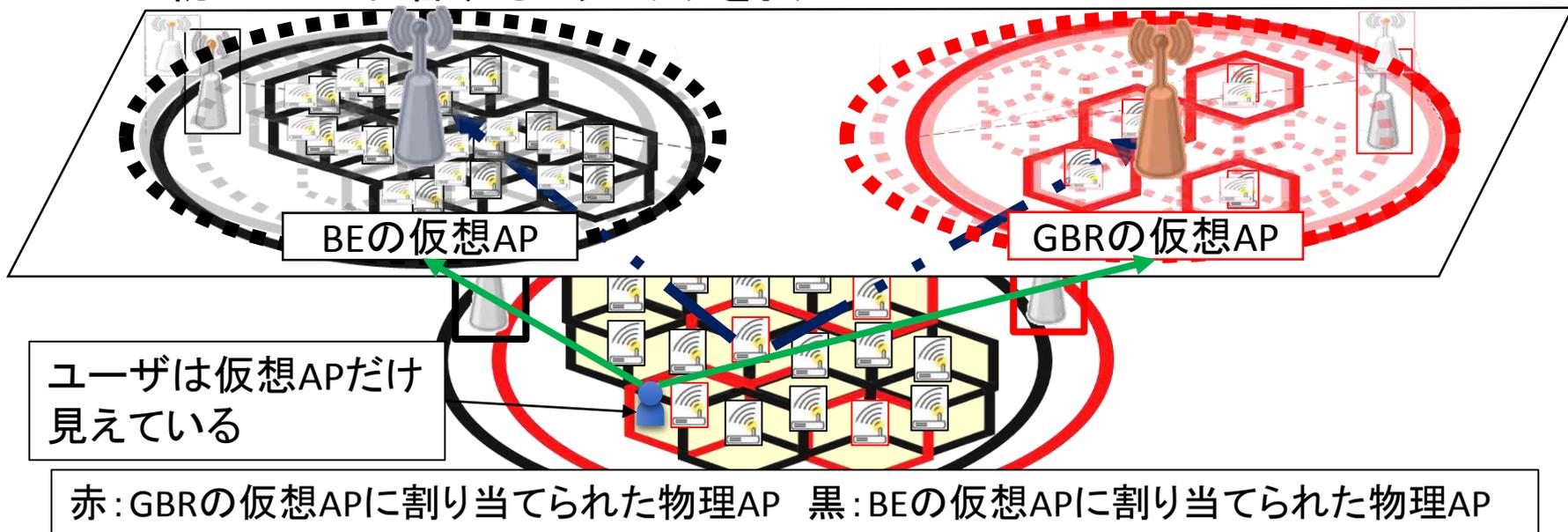


[1] 銀杏一輝, 河野圭太, 木下和彦, 渡辺尚, "異種無線LAN混在環境における複数サービスを考慮した仮想アクセスポイント構成手法," 信学技報, NS2016-27, May 2016.

APの仮想化

- BEとGBRの仮想APを形成[1]

- 各仮想APを**複数の物理AP**から形成
- 各物理APのESSIDをGBRまたはBEに設定
 - ユーザにはESSIDが見えている
 - 実際の接続先物理APはAP Controllerが管理 (接続先物理APの変化を隠蔽)
- **1つの物理APにBEとGBRのトラフィックを混在させない**
 - 物理APに收容するトラフィックを独立

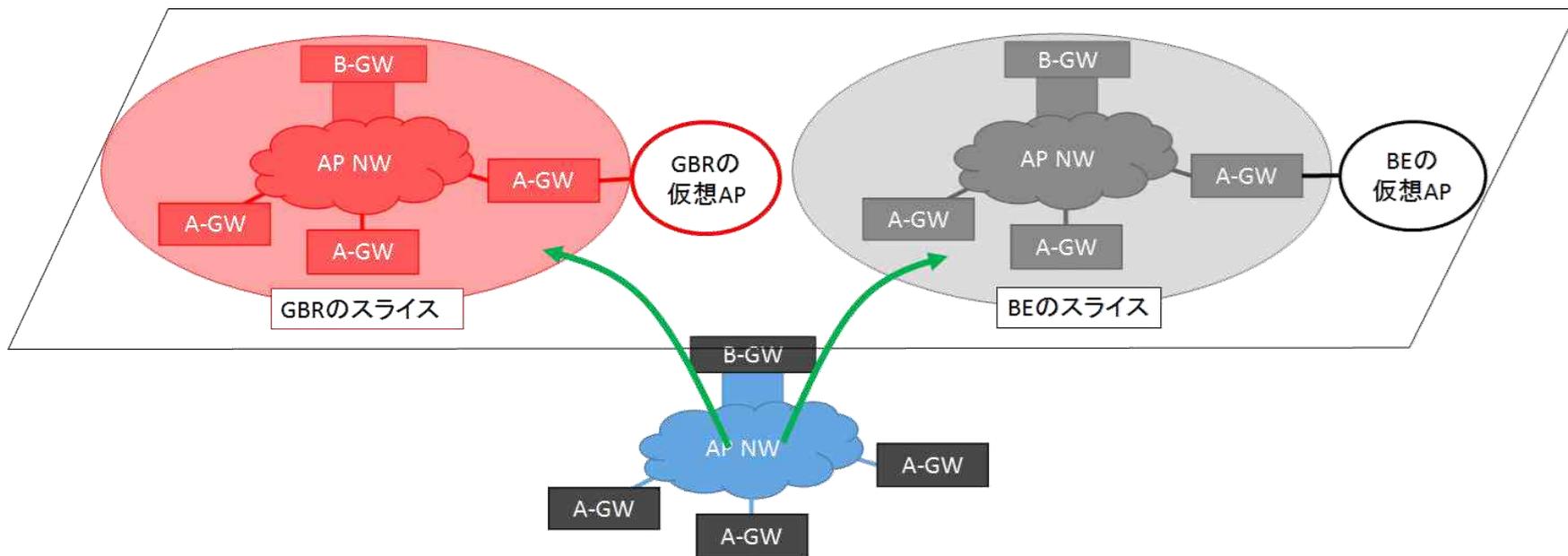


バックホールの仮想化

- GBRユーザとBEユーザが混在
→各サービスのトラフィックを独立させることで帯域保証

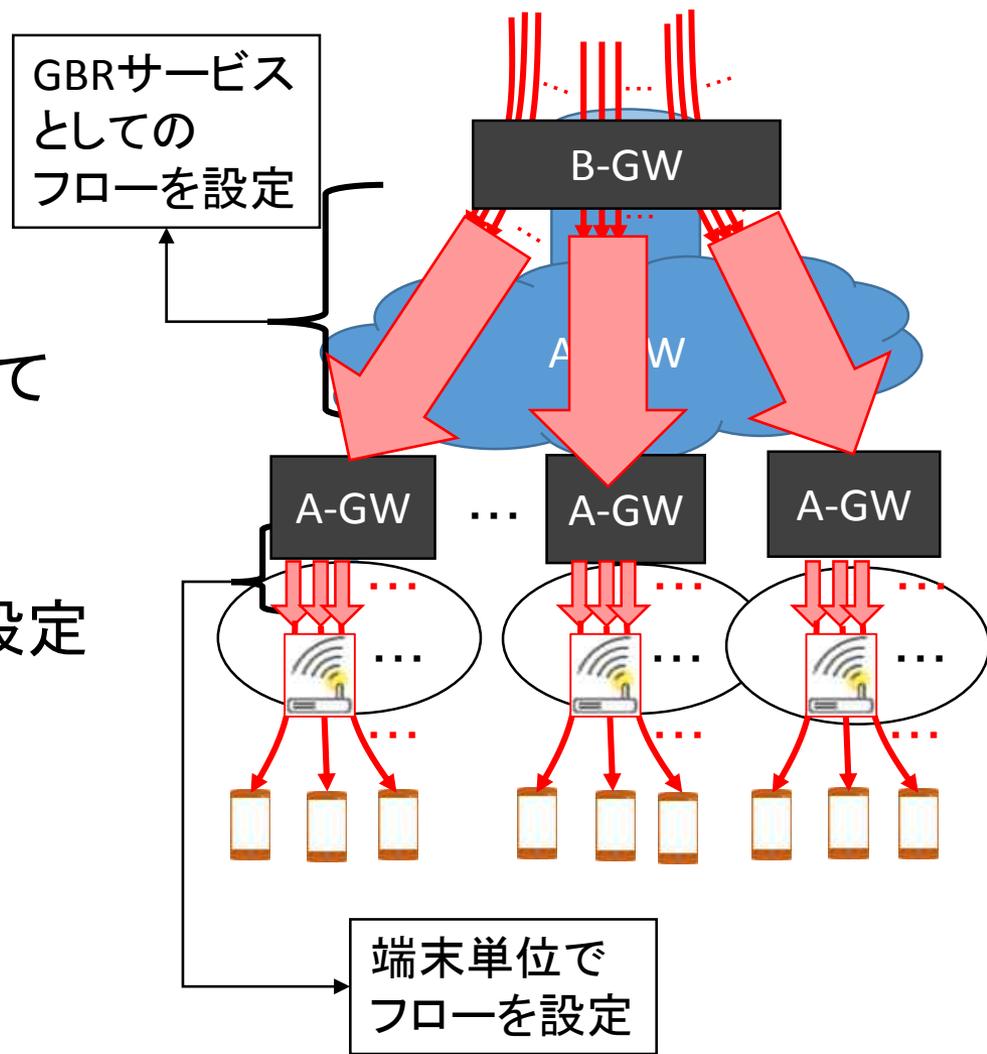


- ネットワーク仮想化を適用
 - 物理ネットワーク上にGBRとBEの仮想ネットワーク(スライス)を形成



GBRサービスへの帯域割り当て

- 無線
 - 物理AP単位で帯域割り当て
- バックホール
 - A-GWと端末間:
→フロー設定時に帯域割り当て
 - B-GWから各端末:
個別のフローの設定が**困難**
→A-GW毎に束ねたフローを設定
十分大きな帯域を割り当て



帯域割り当てにおける課題

- GBRユーザに過剰に帯域を割り当てると
BEユーザの利用可能帯域が**不必要に減少**



- **帯域割り当てを動的に変更**



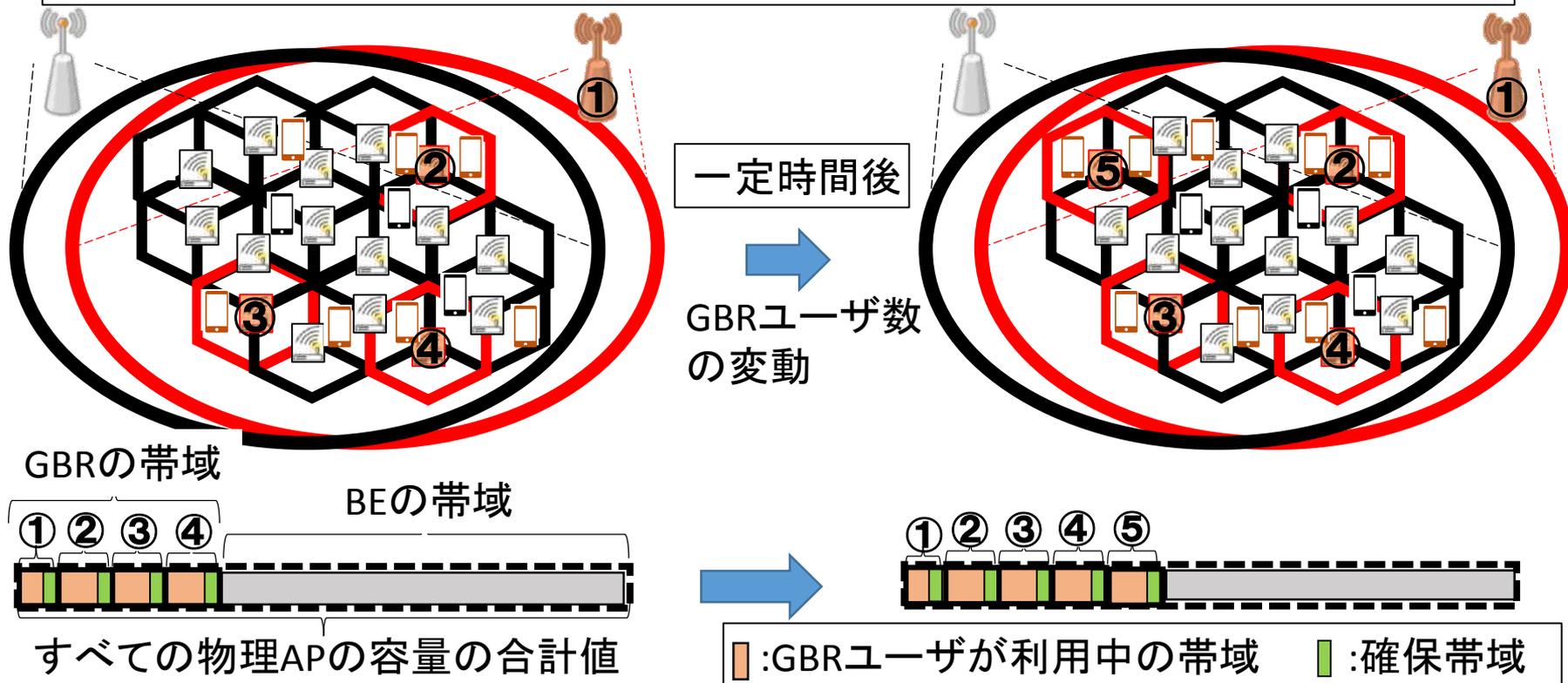
GBRユーザの**目標呼損率**を達成しつつ
BEユーザの満足度を向上

- 無線部分の帯域割り当て
- B-GWとA-GW間の帯域割り当て

無線部分の帯域割り当て変更

- 一定時間間隔で各仮想APに割り当てる物理APを変更[1]
 - GBRユーザの目標呼損率を達成するように割り当て
 - 物理APごとに新たなGBRユーザ用の帯域(**確保帯域**)を設定

赤: GBRの仮想APに割り当てられた物理AP 黒: BEの仮想APに割り当てられた物理AP

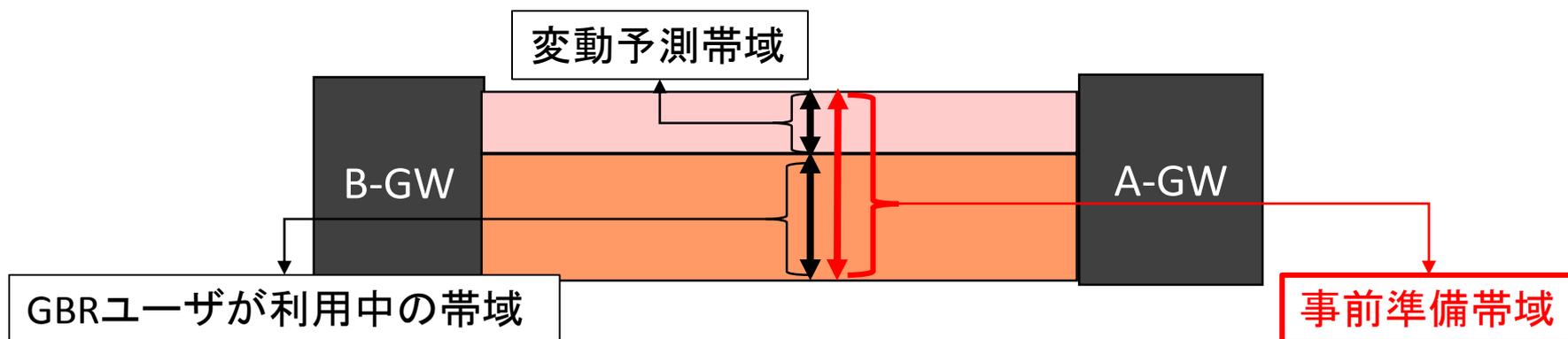


B-GWと各A-GW間の帯域割り当て変更

- 一定時間間隔で割り当て変更
- B-GWと各A-GW間で

事前準備帯域 = GBRユーザの利用中帯域 + 変動予測帯域

- 事前準備帯域: B-GWとA-GW間でGBRに割り当てる帯域
- 変動予測帯域: B-GWとA-GW間で変動が予測されるGBRの帯域
- 利用中の帯域は確保帯域を含む



- BEに割り当てる帯域
= B-GWの帯域 - 各A-GWの事前準備帯域の合計

性能評価モデル(1/2)

- 評価指標

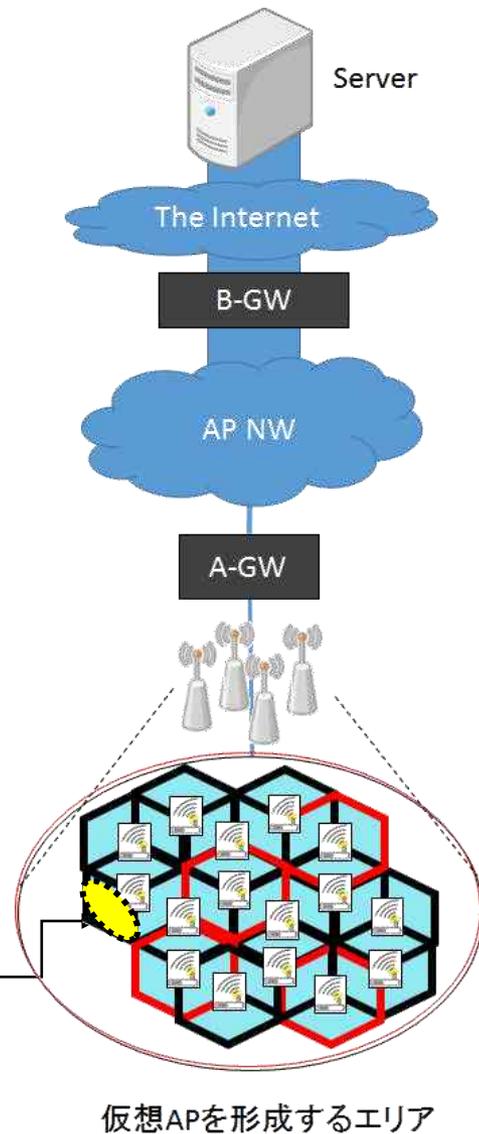
- GBRユーザの呼損率

- 物理AP

- スモールセル: 隙間なく均一に配置
 - セル数: 16 回線速度: 65[Mbps]
- マクロセル: すべて同一エリアをカバー
 - セル数: 4 回線速度: 35.6[Mbps]

- GBRユーザ

- 平均 λ のポアソン過程に従って到着
- 平均3分30秒の指数分布に従う時間だけ2.0[Mbps]の通信を要求
- 到着したとき要求帯域が確保できない場合呼損



性能評価モデル(2/2)

• 提案方式のパラメタ

- GBRユーザの目標呼損率: 0.01
- 各仮想APの物理AP割り当て変更間隔 $\tau = 5[s]$ ([2])
- B-GWとA-GW間の帯域割り当て間隔 $T = 52.5[s]$
 - 複数のA-GWの接続を考慮
 - $T \geq \frac{7.5}{1000} \times n$ (n :A-GWの数) ※1つのフローの設定に7.5[ms]の時間が必要
 - $n = 7000$ の場合の最小値を設定

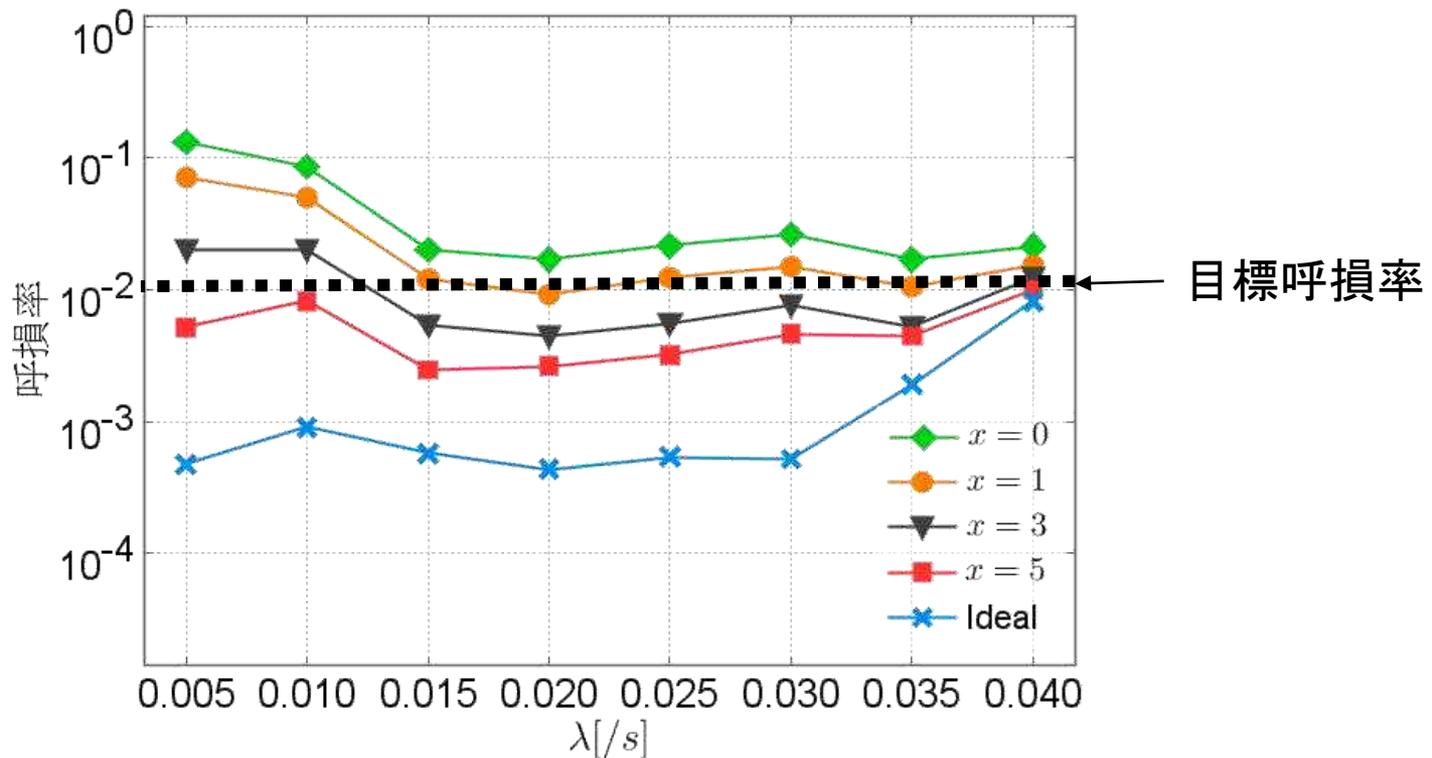
• 変動予測帯域の比較

- $T[s]$ 間隔で変動予測帯域を x 人分用意 (x ごとの評価)

• 比較手法

- Ideal: サービス要求時に即時にB-GWから端末までフローを設定

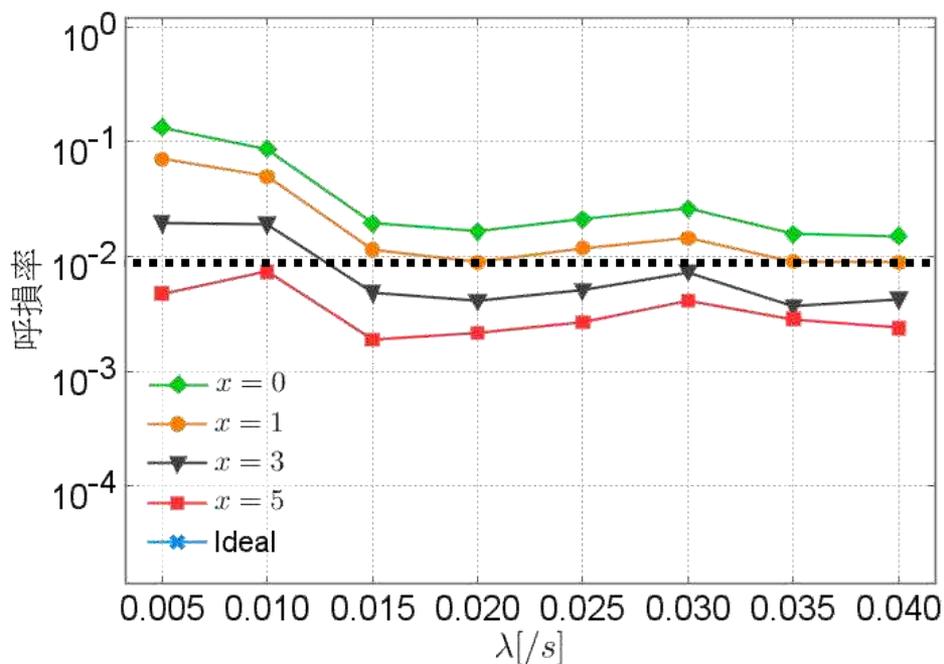
GBRユーザの呼損率



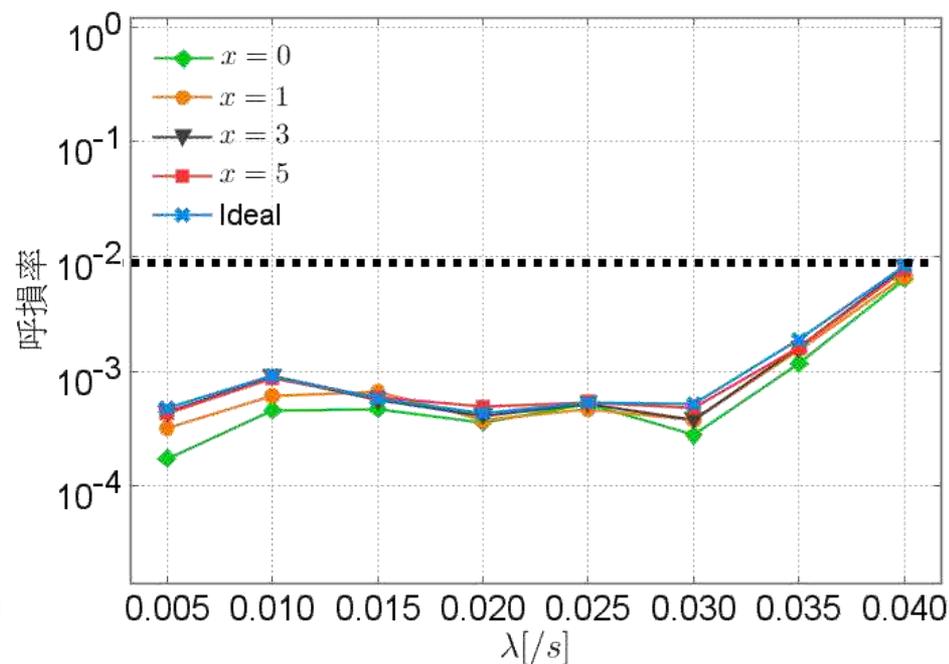
- $x = 0, 1, 3$ は目標呼損率を達成できていない
- $x = 5, \text{Ideal}$ は目標呼損率を達成

呼損率の内訳

B-GWとA-GW間の呼損率



APの呼損率



- バックホールにおける呼損の影響が大きい
- x の値を適切に設定することで改善する可能性
- Idealはバックホールで呼損していない

目標呼損率の達成可能性

1. 変動予測帯域設定手法の確立

2. Idealの実現

- 仮想APの物理APの割り当て変更間隔(5[s])でB-GWとA-GW間のフローを設定する必要



- B-GWの設置台数を10台程度に増加
→SDN Controller の負荷が増大する可能性あり



複数コントローラによる分散制御が必要

まとめと今後の課題

•まとめ

- 公衆無線LANにおける帯域保証のためのネットワークモデルの提案
- 提案モデルにおけるバックホールの仮想化
 - GBRとBEの帯域割り当て
- シミュレーションによる性能評価
 - GBRユーザの呼損率

•今後の課題

- B-GWとA-GW間の帯域割り当て手法の検討
- SDNコントローラの分散化
- BEユーザの満足度の評価