

公衆無線LANのバックホール仮想化における 異種サービスを考慮した帯域割り当て手法

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 ⁺⁺徳島大学 [‡]岡山大学

^{‡‡}ボスコ・テクノロジーズ

平成29年5月25日

発表内容

1. 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
2. 公衆無線LAN帯域保証モデル
3. 提案手法
 - バックホールの帯域割り当て
4. 性能評価
5. まとめと今後の課題

研究背景

- 高機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
 - 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[1]
 - 帯域保証サービスとベストエフォートサービスを提供
 - アクセスポイント(AP)とバックホールにネットワーク仮想化を適用

[1] 銀杏一輝, 河野圭太, 木下和彦, 中山裕貴, 林経正, 渡辺尚, "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," 信学技報, ICM2016-30, November 2016.

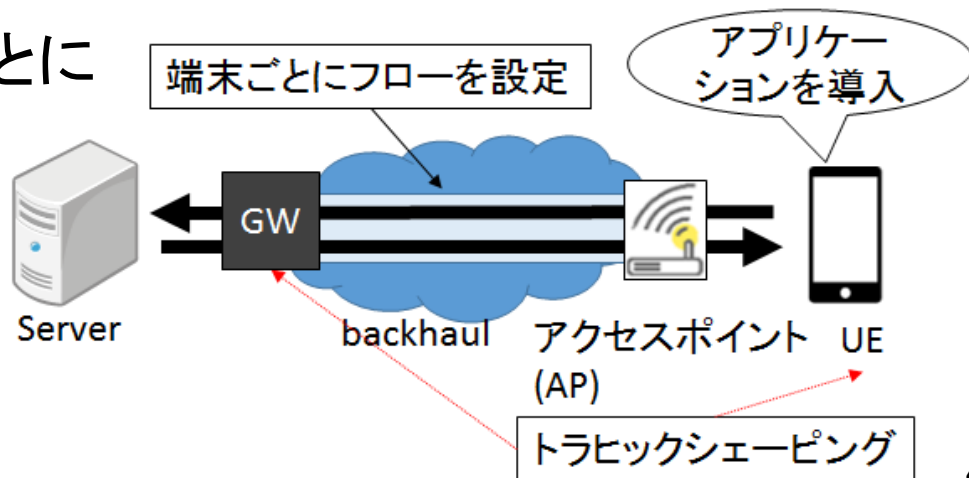
公衆無線LAN帯域保証モデル

• ユーザの種類

- 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

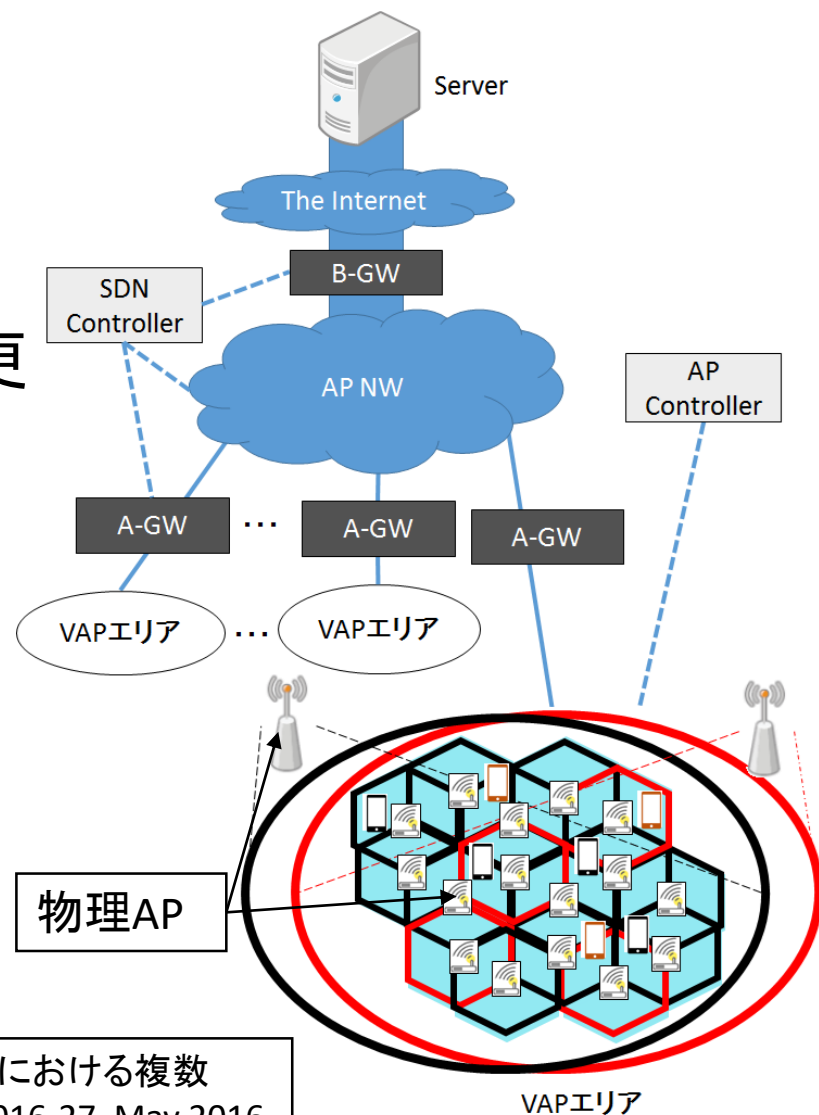
• 帯域保証の仕組み

- 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
 - GBRユーザの端末
 - サーバ側のゲートウェイ
- 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

- VAPエリア
 - 複数の物理APから仮想APをサービスごとに形成[2]
 - 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

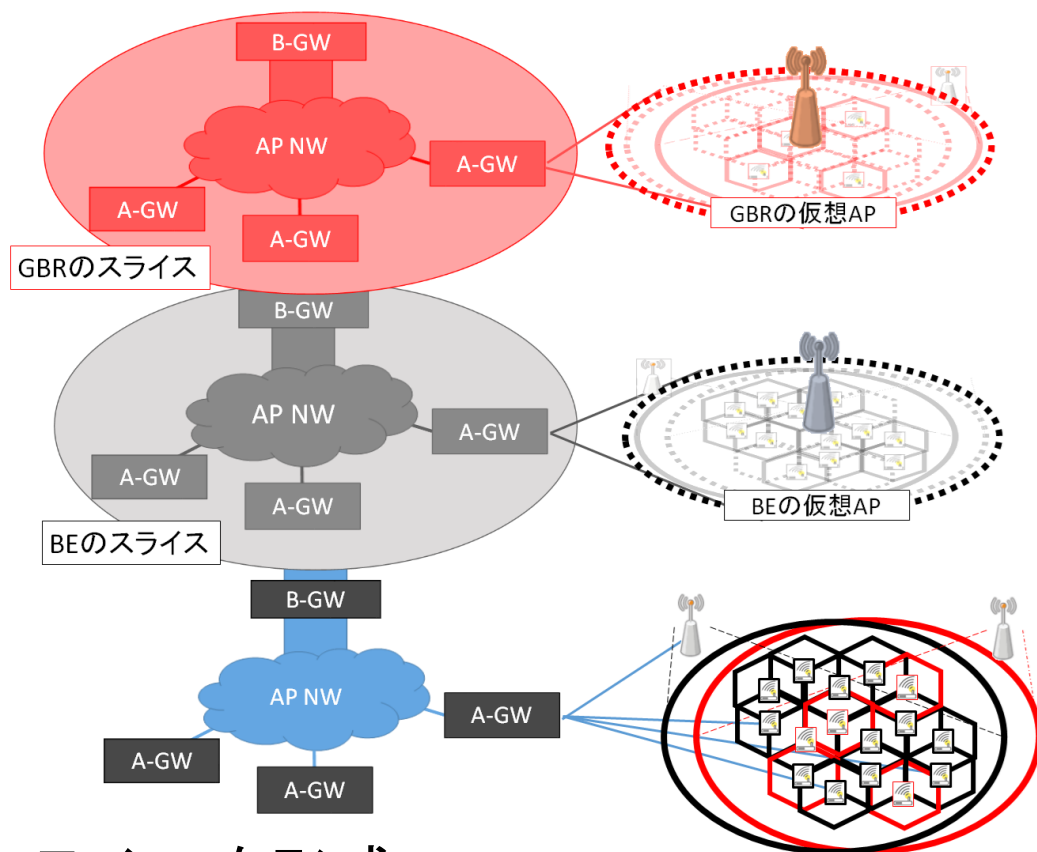


[2] 銀杏一輝, 河野圭太, 木下和彦, 渡辺尚, "異種無線LAN混在環境における複数サービスを考慮した仮想アクセスポイント構成手法," 信学技報, NS2016-27, May 2016.

仮想化技術の適用

1. APの仮想化

- BE, GBRの仮想APを複数の物理APから形成[2]
 - 各物理APのESSIDをBEまたはGBRに設定
- 同一の物理APにBE, 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



2. バックホールの仮想化

- BE, GBRの仮想ネットワーク(スライス)を形成
- BE, GBRのトラフィックを独立させることで帯域保証

→ BE, GBRユーザ数の変動に応じて動的に帯域を割り当て

各サービスへの帯域割り当て

- 無線

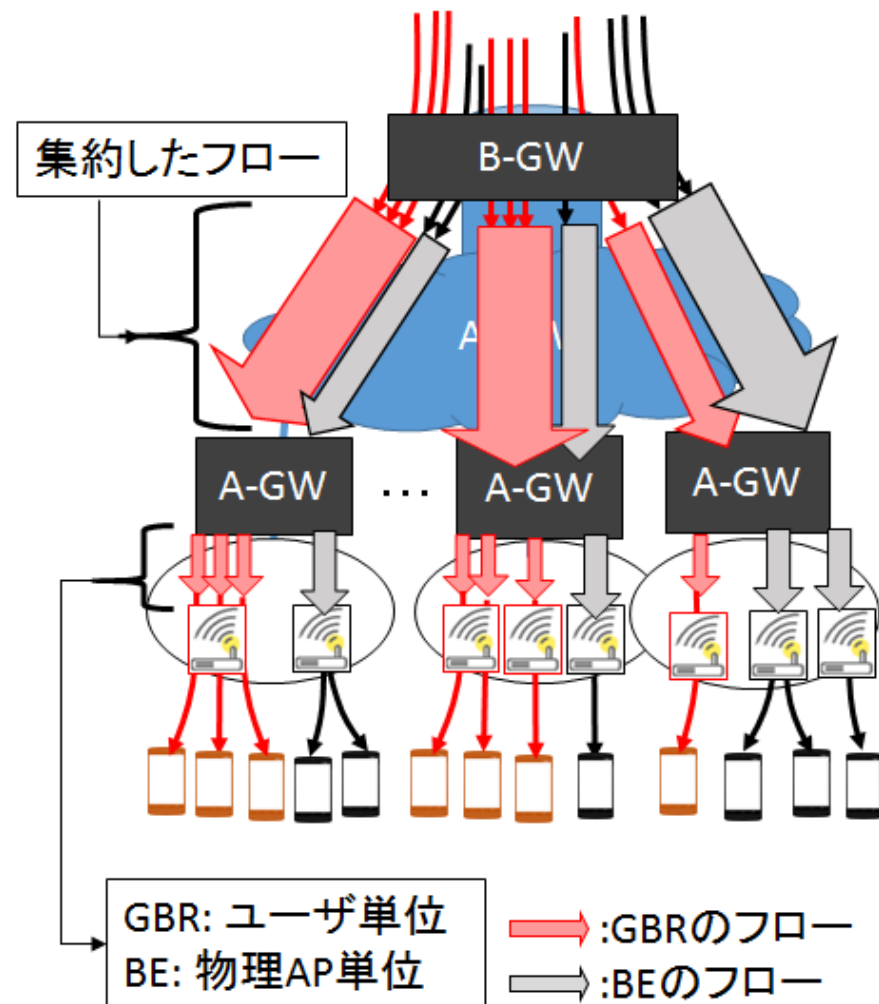
- 物理AP単位で帯域割り当て
- [2]の割り当て手法を適用

- バックホール

- A-GWと端末間:
 - GBR: ユーザごとに帯域を割り当て
 - BE: 物理APごとに帯域を割り当て
- B-GWから各A-GW:
 - ユーザごとのフローの設定が**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



一定時間間隔で割り当てを変更

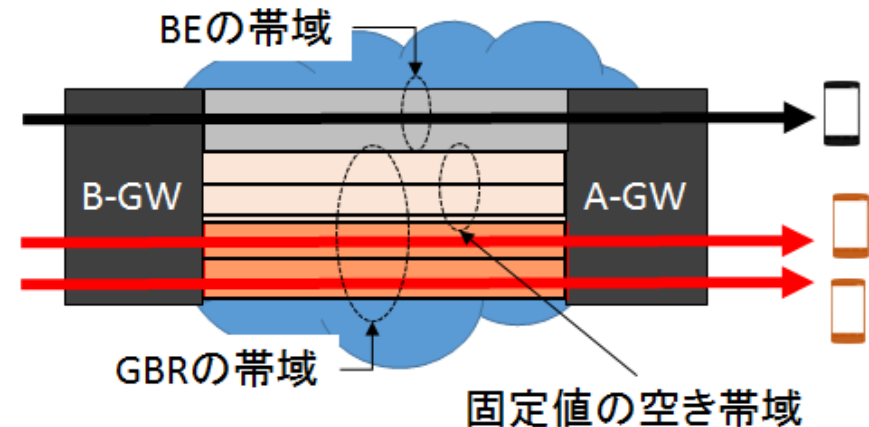


バックホールの帯域割り当ての問題点

B-GWと各A-GW間でGBRに割り当てる帯域

- GBRユーザの利用中帯域, 新たなGBRユーザ用の空き帯域
- 一定時間ごとに同じ固定値の空き帯域を割り当て

- GBRサービスに平均的に過剰な帯域を割り当て
 - BEサービスの利用可能帯域が**不必要に減少**



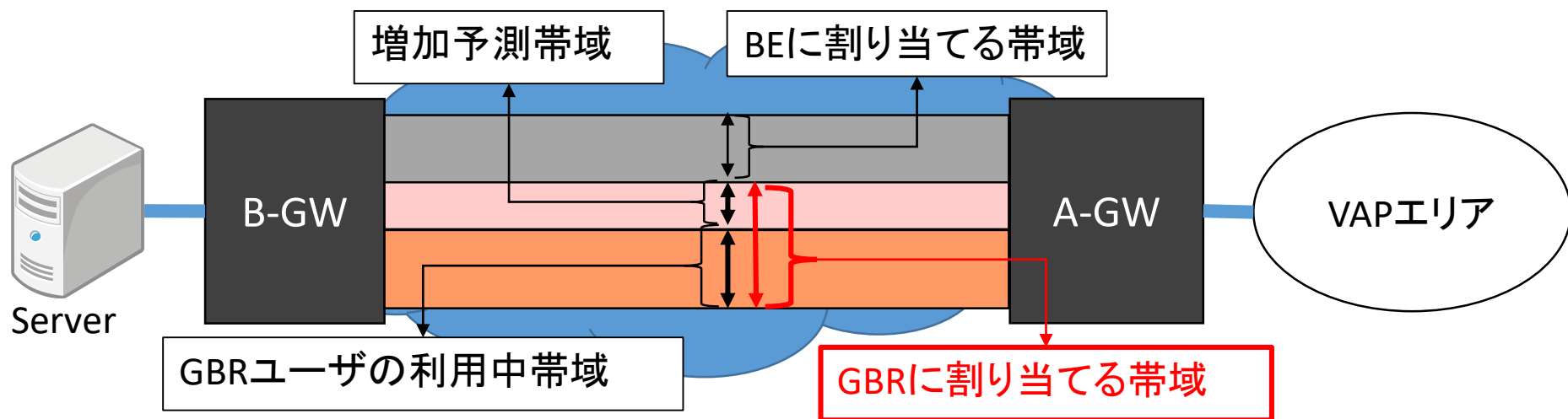
本研究の提案

必要な空き帯域量の予測を用いた バックホールの帯域割り当ての提案

- 過去の帯域変動から予測
- 目標: 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

提案手法

- B-GWと各A-GW間の帯域を一定時間間隔で変更
- GBRユーザの利用中の帯域に増加予測帯域を加える

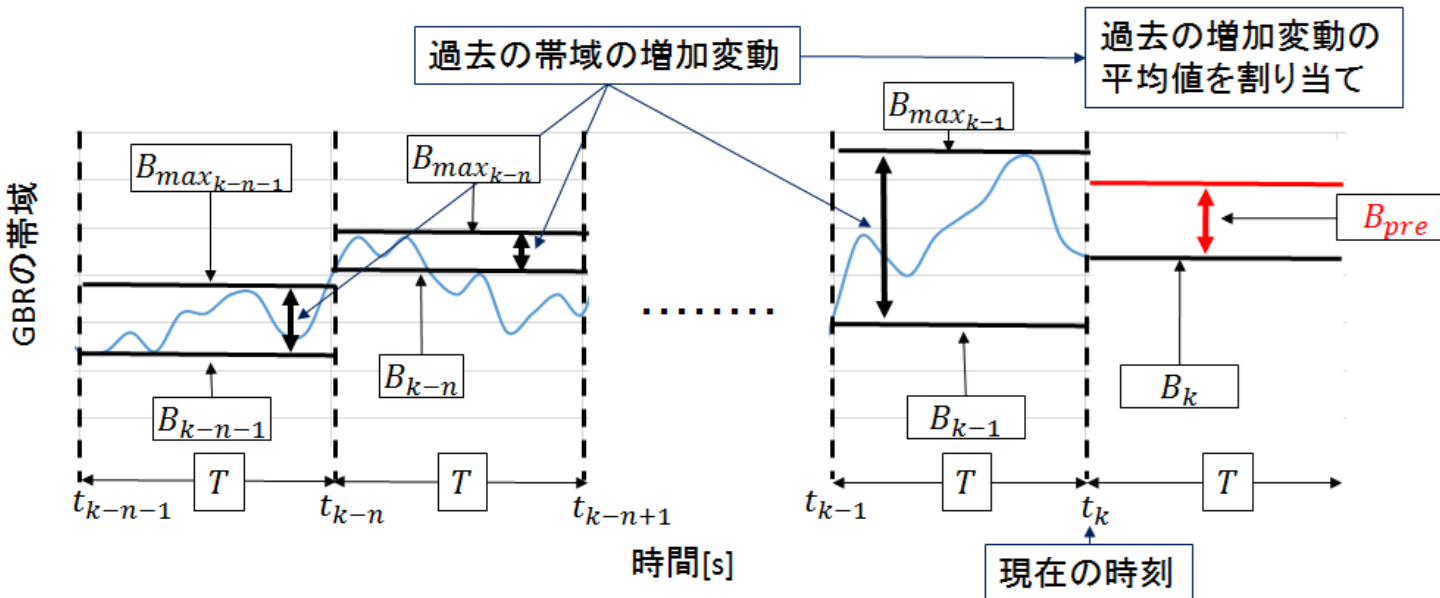


増加予測帯域の導出

- 過去の最大の帯域増加変動の平均から予測
 - 一定時間間隔の区間ごとの増加変動を平均
 - GBRユーザ数に応じて平均する区間を重み付け
 - 帯域割り当て時のGBRユーザ数による帯域変動の影響を考慮
 - 例. ユーザ数が多いほど増加変動が小さい

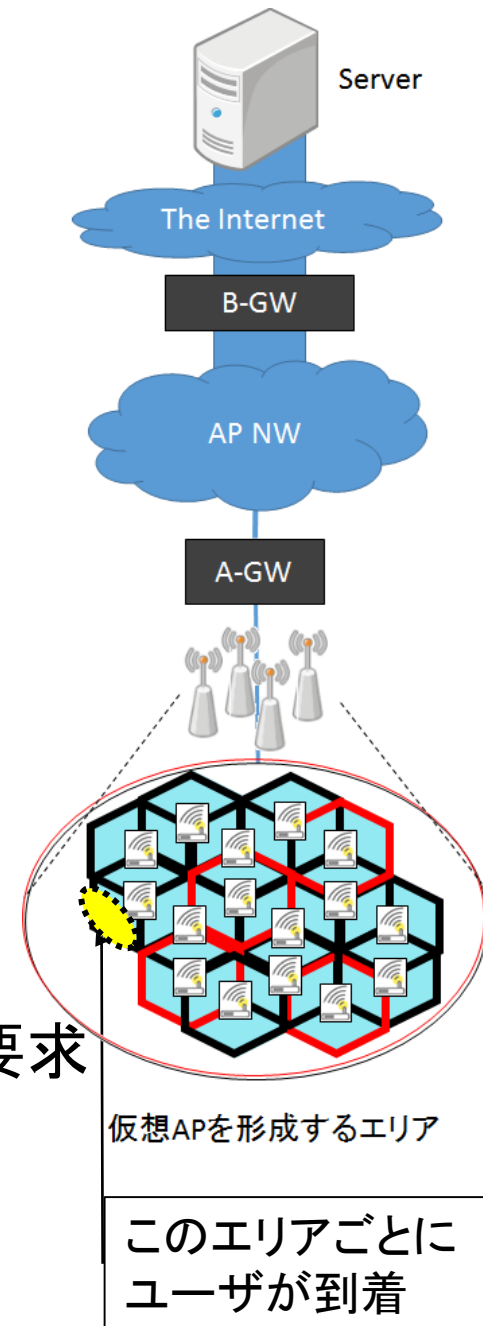
増加予測帯域:
$$B_{pre} = \frac{\sum_{i=k-1}^{k-n-1} \alpha_i (B_{max_i} - B_i)}{\sum_{i=k-1}^{k-n-1} \alpha_i}$$

重み:
$$\alpha_i = \frac{u_k}{u_k + |u_k - u_i|} = \begin{cases} \frac{u_k}{2u_k - u_i} (u_i \leq u_k) \\ \frac{u_k}{u_i} (u_i > u_k) \end{cases}$$



u_i : 時刻 t_i における GBR ユーザ数
 t_k : 割り当てをする時刻
 T : 帯域割り当て間隔
 B_{max_i} : $[t_{i-1}, t_i]$ における最大の帯域
 B_i : t_i における帯域
 B_{pre} : 増加予測帯域

性能評価モデル(1/2)



- バックホール

- B-GWと1つのA-GW間の帯域 : 600[Mbps]

- 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]

- ユーザ

- 全ユーザの到着率 : 0.04
- BEユーザは52.5[MB]のファイルダウンロードを要求
- GBRユーザは平均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
- BEユーザとGBRユーザの到着比率 : $r : 1 - r$

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 5[s] ([3])
- B-GWとA-GW間の帯域割り当て間隔 T [s]

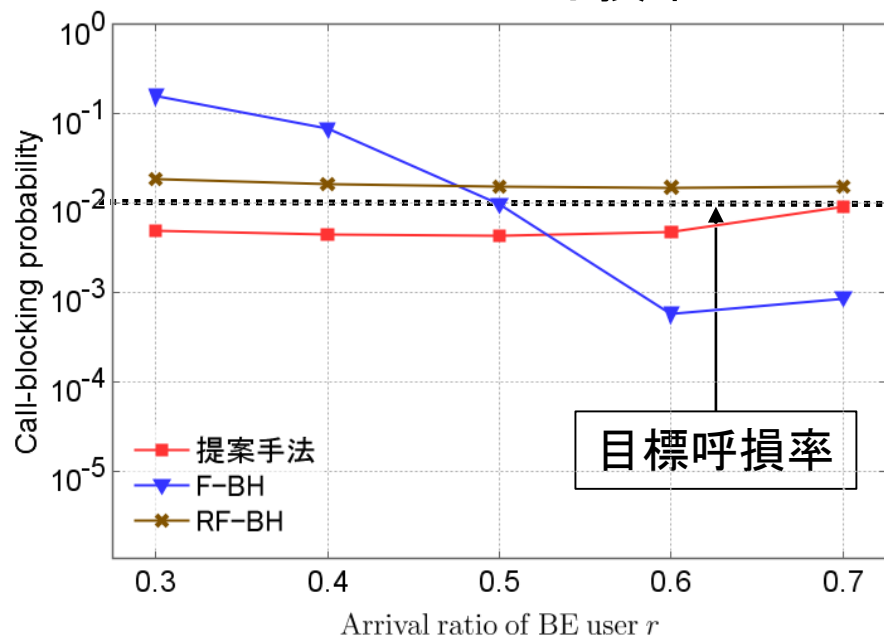
• 比較手法

- F-BH: BEとGBRに半分ずつバックホールの帯域を固定で割り当て
- RF-BH: 到着比率に合わせてBEとGBRにバックホールの帯域を割り当て (到着比率が既知と仮定)

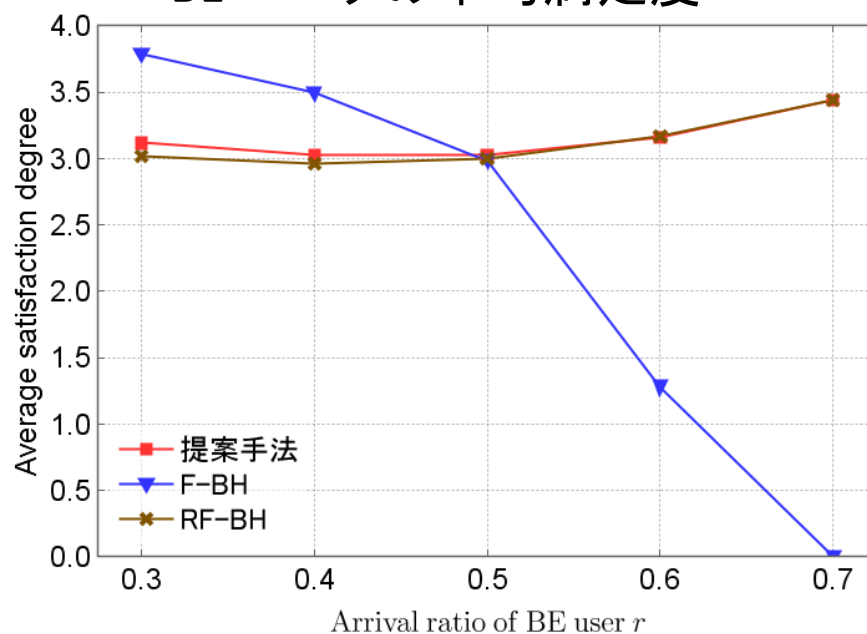
※物理APの割り当て方法はすべて同じ

到着比率 r を変動させた評価

・GBRユーザの呼損率



・BEユーザの平均満足度



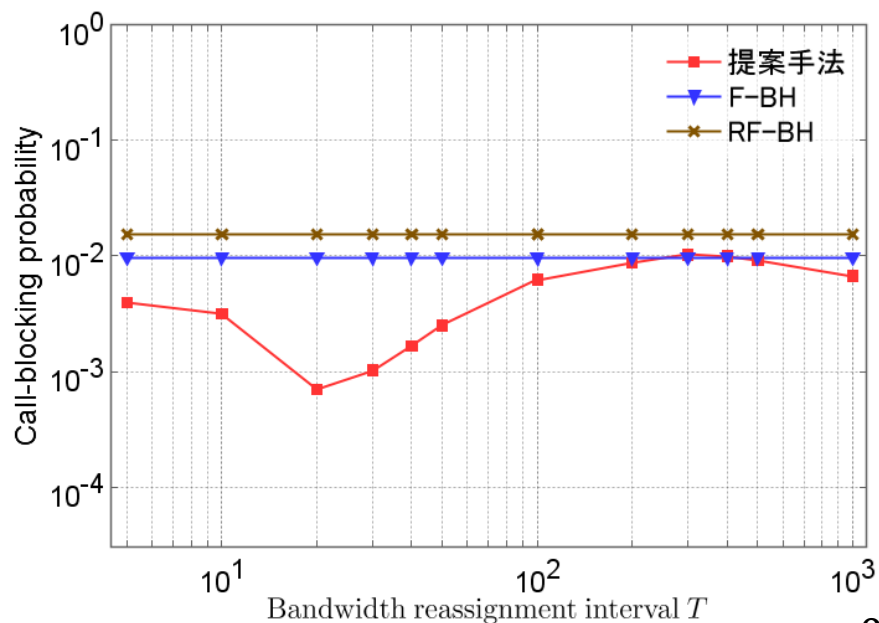
$T = 70$ のときの評価

※BEユーザの満足度: $\log R$ R :BEユーザのスループット

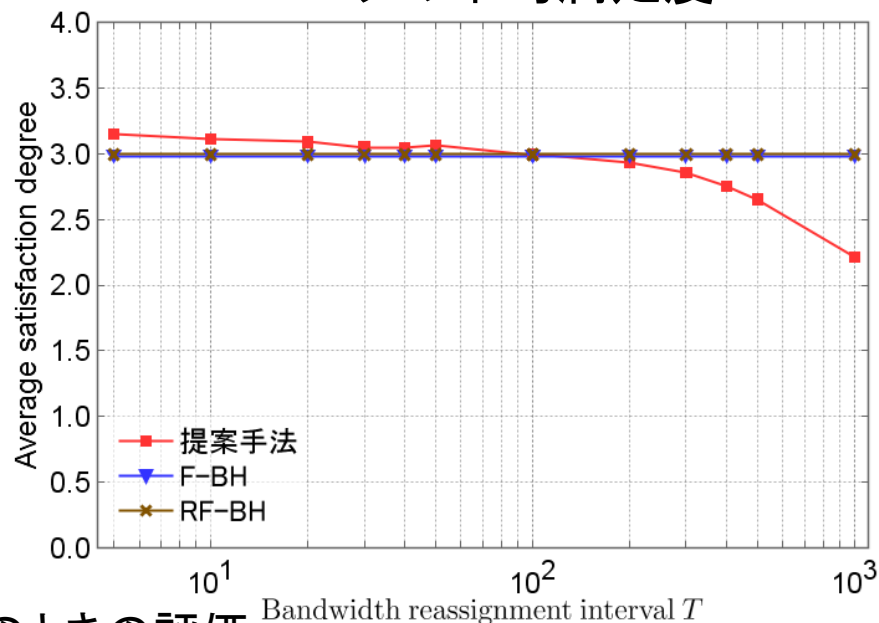
- 提案手法は常にGBRユーザの目標呼損率を達成しつつ高いBEユーザの満足度を達成
- 提案手法は柔軟にバックホールの帯域と物理APを割り当て

割り当て間隔 T を変動させた評価

・GBRユーザの呼損率



・BEユーザの平均満足度



$r = 0.5$ のときの評価

- 提案手法は $T \leq 100$ のときに有効
 - GBRユーザの目標呼損率を達成しつつF-BH,RF-BHより高いBEユーザの満足度
 - 接続可能なA-GWの数
 - $T \geq \frac{10}{1000} \times m$ (m :A-GWの数) ※1つのフローの設定に10[ms]の時間が必要
- ➡ 提案モデルにA-GWを10000台まで接続可能

まとめと今後の課題

•まとめ

- 公衆無線LAN帯域保証モデルにおけるバックホールの帯域割り当て手法の提案
 - 一定時間間隔で帯域の割り当てを変更
 - 過去の帯域変動から必要な帯域量を予測
- シミュレーションによる性能評価
 - GBRユーザの呼損率
 - BEユーザの満足度

•今後の課題

- ユーザのモビリティ、APの電波距離減衰を考慮した手法の考案