

モバイルトラヒックが vEPC最適リソース割当に与える影響

†田辺 和輝 ‡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

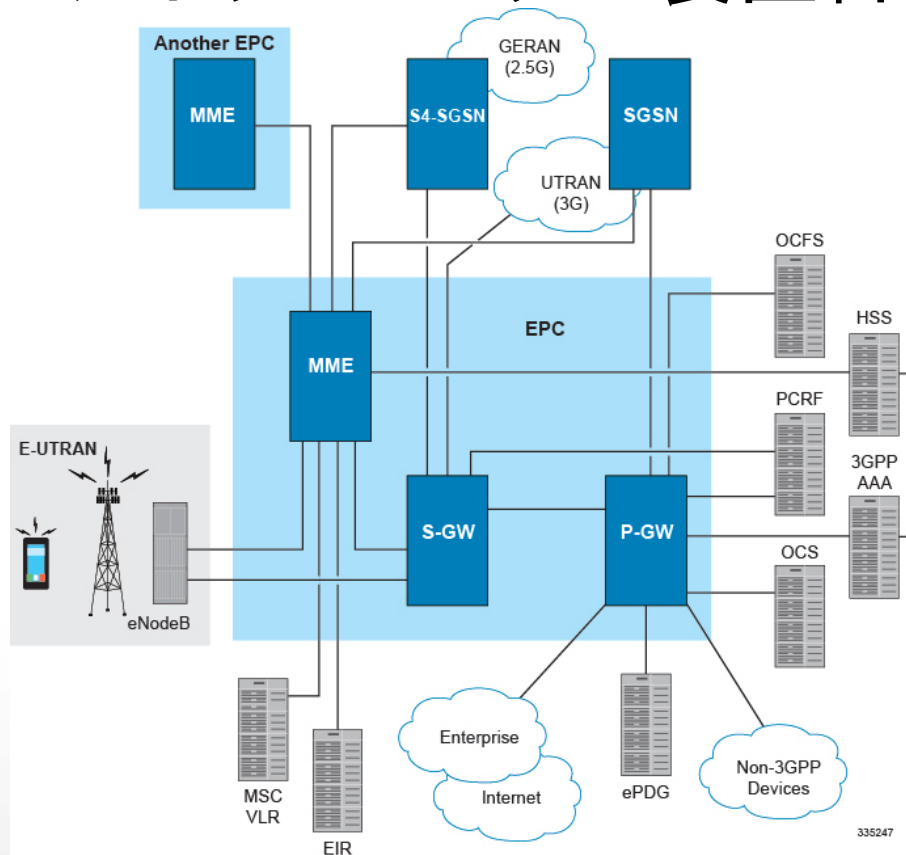
研究背景



- モバイルネットワークにおけるトラフィック増大
- 5Gネットワークの開発・移行
- M2M通信の増大
 - 許容遅延 小
 - データパケット 小
 - シグナリング頻度 高

EPC(Evolved Packet Core)

➤ モバイルコアネットワークの装置群



(MME Administration Guide, StarOS Release 21: Mobility Management Entity Overview

http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/asr_5000/21/MME/b_21_MME_Admin/b_21_MME_Admin_chapter_01.html)

EPCの主要機能(Entity)

> eNodeB (Evolved NodeB)

>> 無線基地局

> MME (Mobility Management Entity)

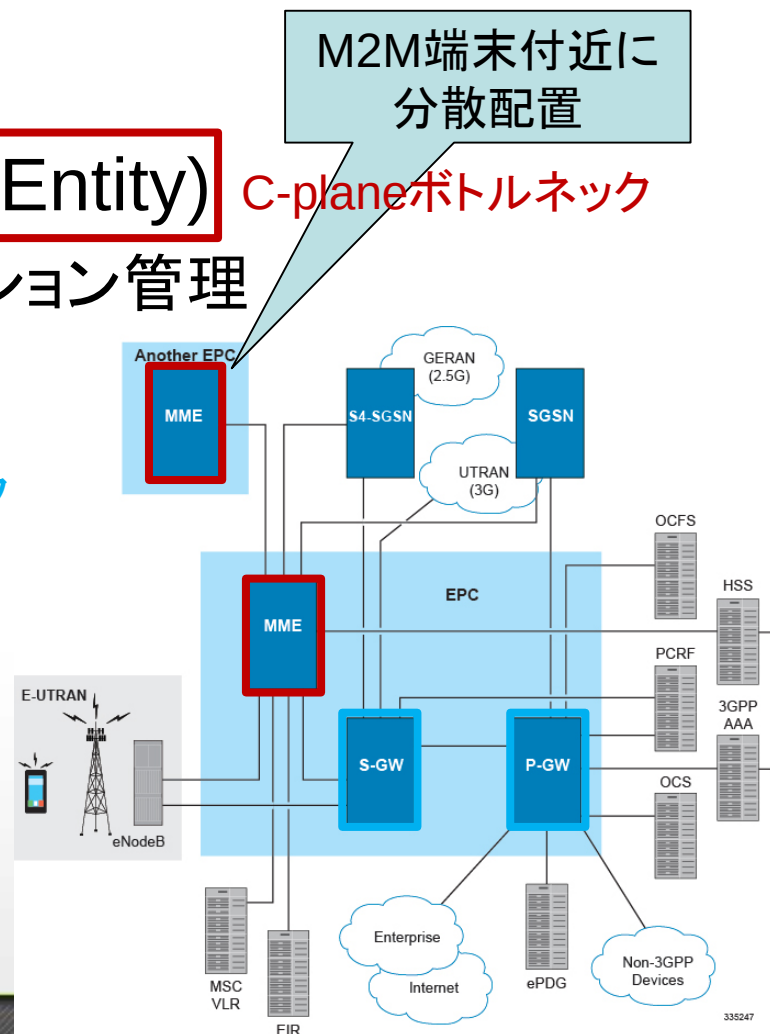
>> 端末のシグナリング処理, セッション管理

> S-GW (Serving Gateway)

>> 3G網との接続 D-planeボトルネック

> P-GW (PDN Gateway)

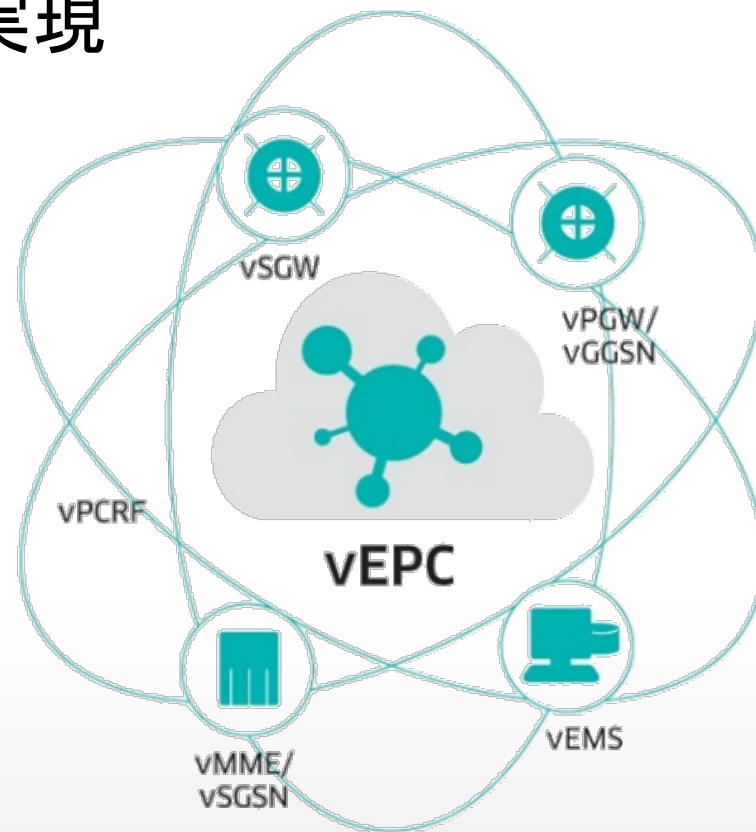
>> 外部インターネット等との接続





> Virtualized EPC[2]

- » EPCの機能を仮想環境で実現
- » 設備・運用コスト低減可能
 - > C/D-planeの仮想化により効果大
- » トラヒックに応じC/D-planeの柔軟なデプロイ可能



[2]H. Hawilo, A. Shami, M. Mirahmadi, and R. Asal, "NFV: State of the Art, Challenges, and Implementation in Next Generation Mobile Networks (vEPC)," IEEE Network, vol.28, no.6, pp.18–26, Nov. 2014.

vEPCの問題点(1/2)

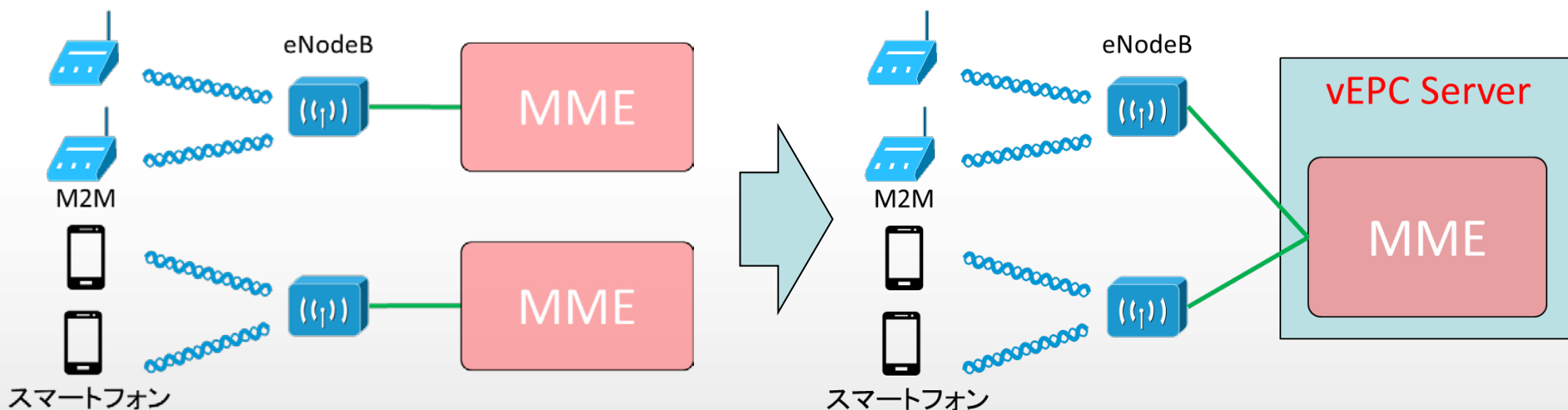


➤ M2M通信の許容遅延への対処

➤➤ vEPCではその他端末と同一MMEリソース共有

➤ 従来EPCでは分散配置

➤➤ 輻輳時シグナリング処理能力低下により
許容遅延満足困難



vEPCの問題点(2/2)



> vEPCサーバのプレーンリソース競合

» C/D-plane仮想化された単一vEPCでは
両プレーンのリソース総量一定

» 異種通信のトラヒック要求を考慮した
適切なリソース割当が必要

> シグナリング頻度: M2M 高 スマートフォン 低

> データパケット: M2M 小 スマートフォン 大

> 許容遅延: M2M 小 スマートフォン 大

これまでの検討



➤ vEPC最適リソース割当方式[3]

- 単一vEPCサーバでの
MME, S/P-GWリソース割当
- トラヒックに応じた最適リソース割当導出
 - D-planeの平均パケット処理時間を
各通信の許容遅延以内に低減
 - M2Mセッション呼損率最小化
- C-plane, D-planeの性能はトレードオフ

[3]田辺和輝, 中山裕貴, 林經正, 山岡克式, “vEPC のC/D-plane仮想化における最適リソース割当に関する検討,”
信学技報(ICM2016-34), vol.116, no.324, pp.55–60, Nov. 2016.

研究目的



➤ 未検討点

➤ 一部トラヒック条件は一定

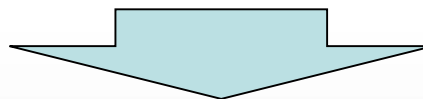
➤ 許容遅延

➤ セッションのサービス時間

➤ 許容遅延制約要因

➤ QCI(QoS Class Identifier)

➤ サービス側要求

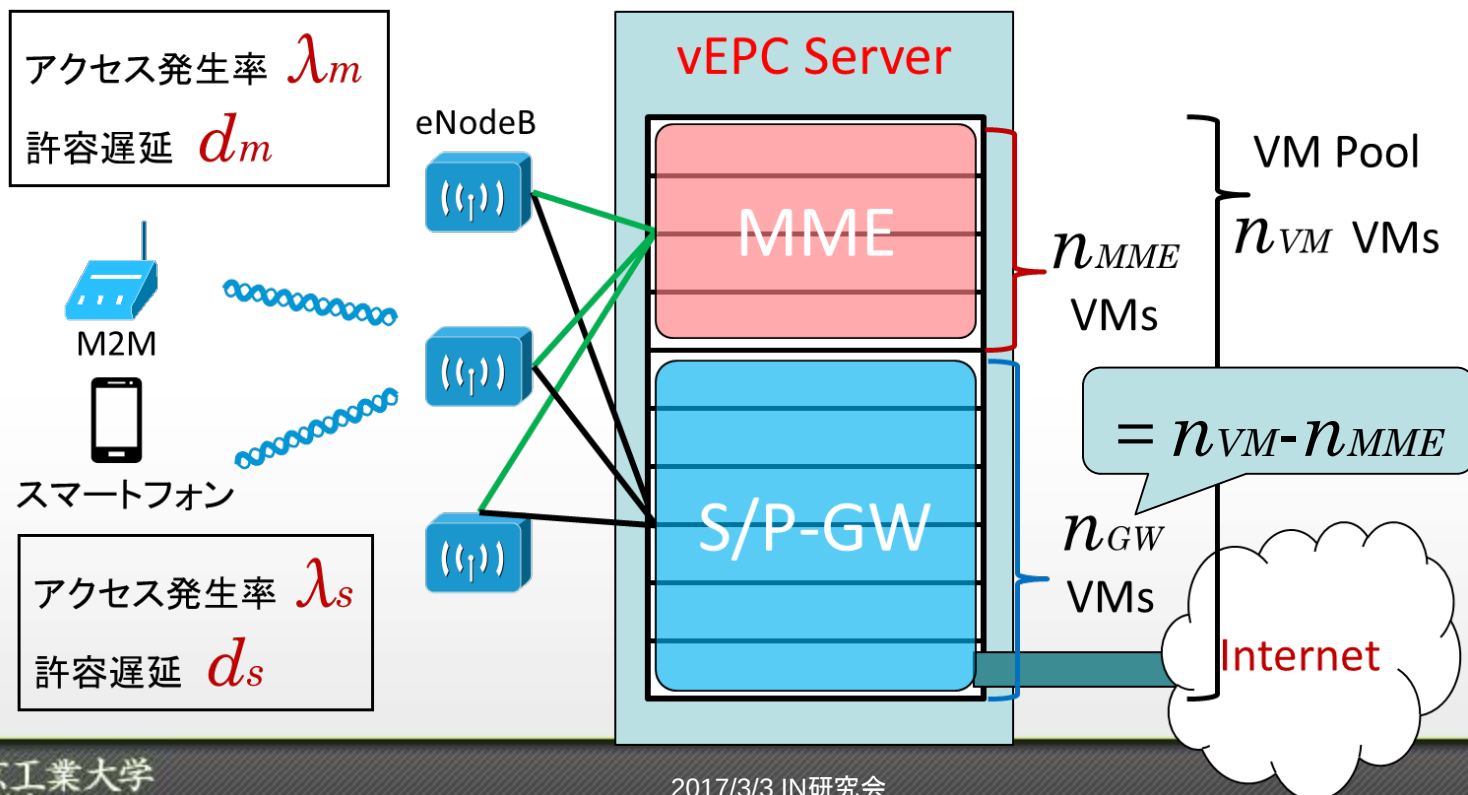


許容遅延変動による
最適リソース割当の特性解析

提案モデル

▶ vEPCサーバのモデル化

- ▶ 単一のvEPCサーバにVNFを収容
- ▶ S-GW, P-GW→単一のS/P-GW

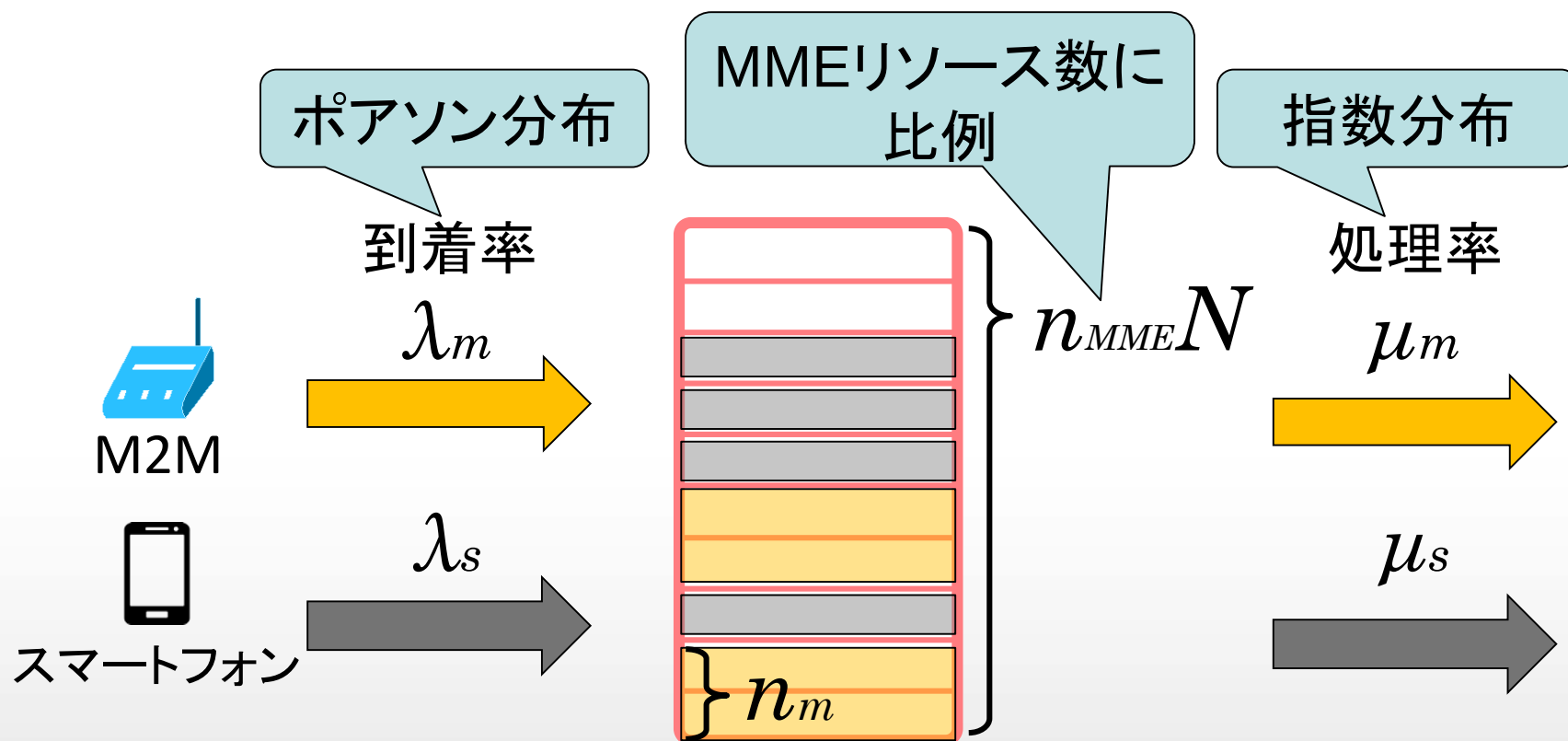


モデル設定(1/2):MME



> セッションプール

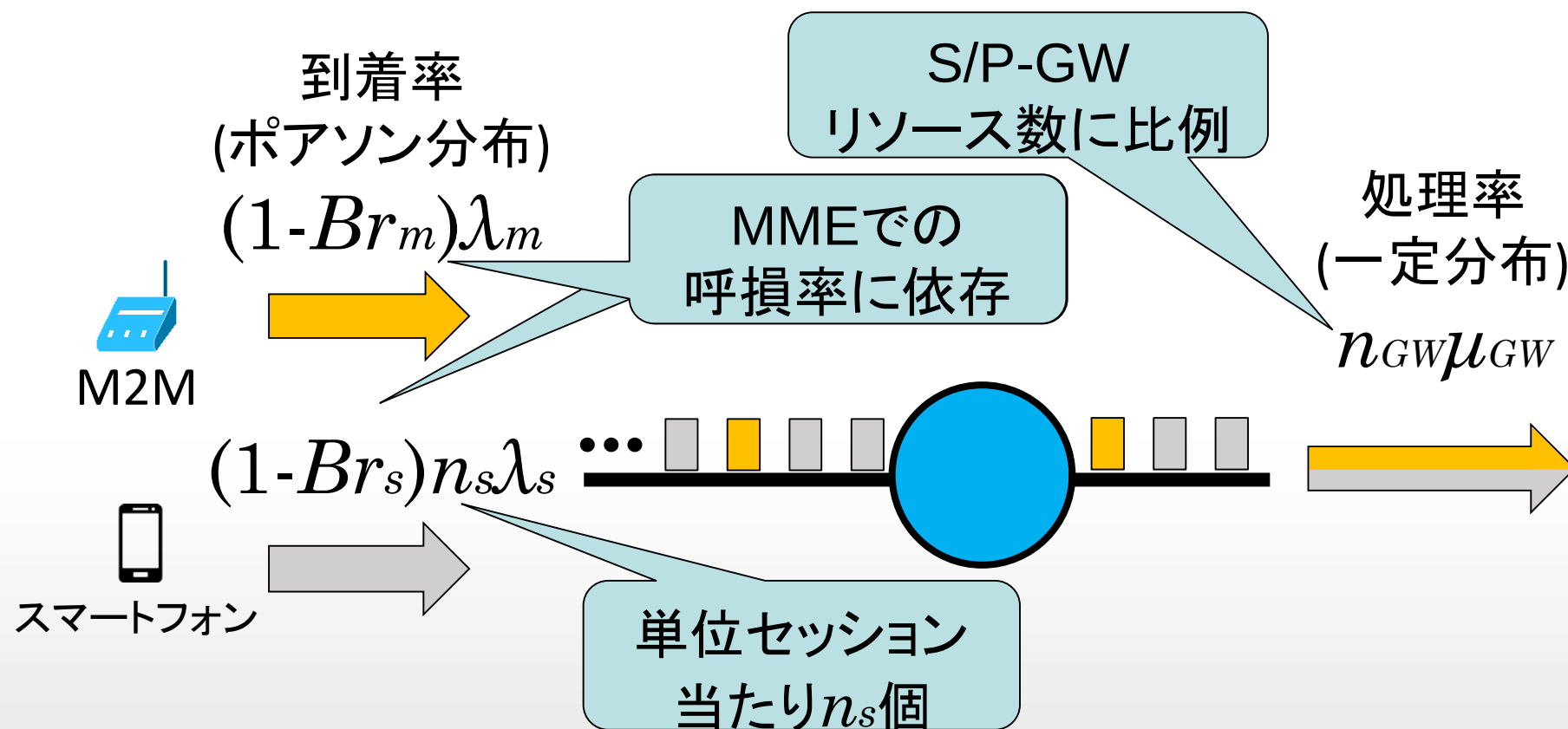
» $M_1, M_2 / M_1, M_2 / n_{MME}N / n_{MME}N$ 待ち行列



モデル設定(2/2):S/P-GW



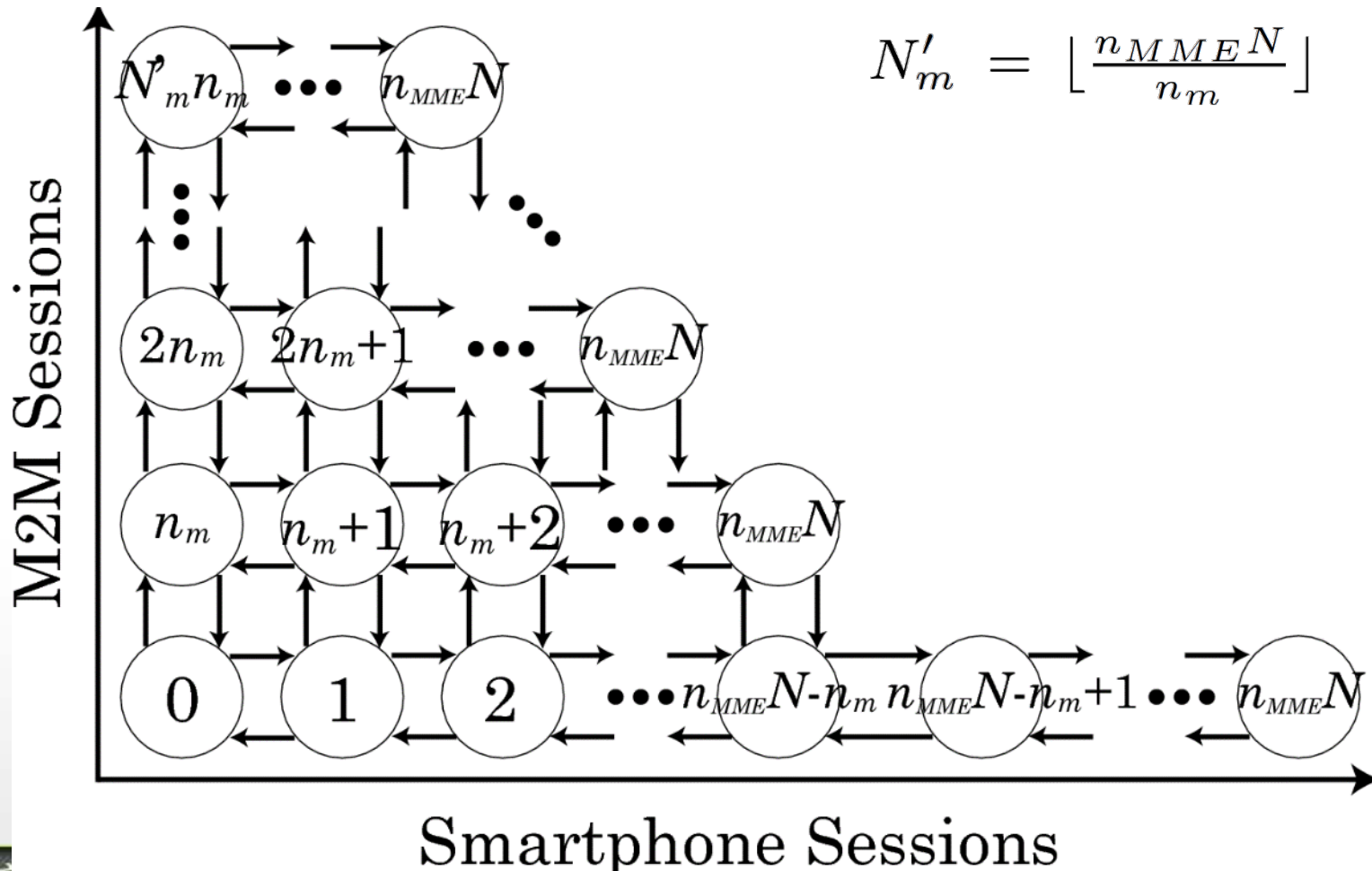
➤ $M_1, M_2/D/1$ 待ち行列のスイッチ



提案方式(1/2)



> MMEセッションプールの状態遷移図



提案方式(2/2)



> 最適リソース割当導出 S^*

MMEとS/P-GWの最適リソース割当

$S^* = \{n_{MME}^*, n_{GW}^*\}$ は以下で導出可能

$$n_{MME}^* = n_{VM} - \left\lceil \frac{\Lambda + D}{2\mu_{GW}} \right\rceil, n_{GW}^* = \left\lceil \frac{\Lambda + D}{2\mu_{GW}} \right\rceil$$

$$\left(\begin{array}{l} \Lambda = (1 - Br_m)\lambda_m + (1 - Br_s)n_s\lambda_s, \\ D = \sqrt{\Lambda^2 + \frac{2\Lambda}{d_m}} \end{array} \right)$$



➤ C/D-plane仮想化における最適割当の評価

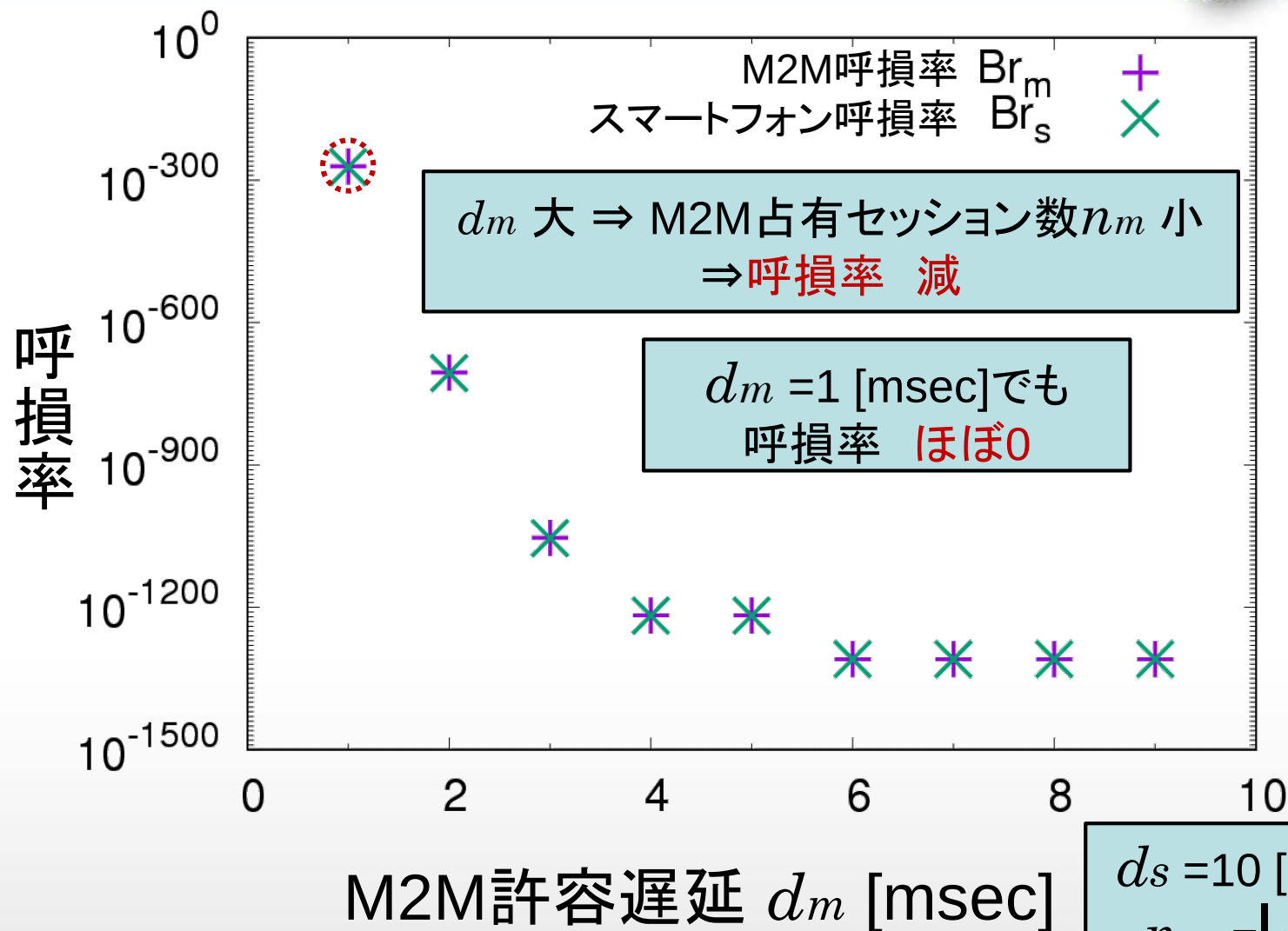
- n_{MME} , n_{GW} の総当たりによる数値解析
- 許容遅延変動による最適リソース割当への影響
- 評価指標
 - MMEのセッション呼損率 Br_m, Br_s
 - S/P-GWにおける平均パケット処理時間 W

パラメータ設定

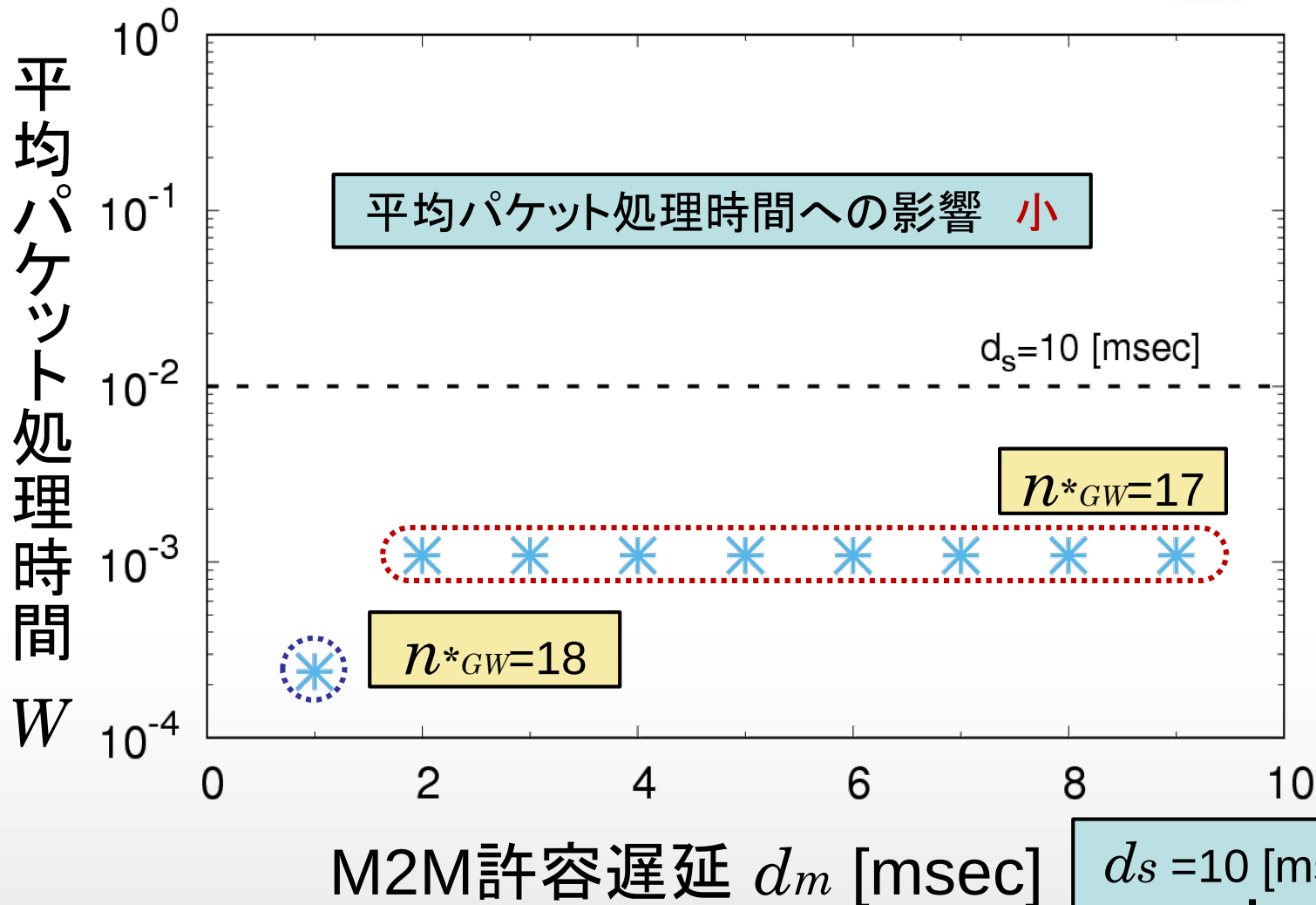


VMリソース数 n_{VM}	50
M2M端末アクセス発生率 λ_m	50 [/sec]
スマートフォンアクセス発生率 λ_s	50 [/sec]
M2Mセッション保留時間 μ_m	1 [sec]
スマートフォンセッション保留時間 μ_s	60 [sec]
M2M占有セッション n_m	$\lfloor d_s/d_m \rfloor$
単位スマートフォンセッション当たり データパケット数 n_s	500
単位VM当たりMMEセッション数 N	250
単位VM当たりS/P-GW処理率 μ_{GW}	1500 [pps]

評価1-1:M2M許容遅延(呼損率)



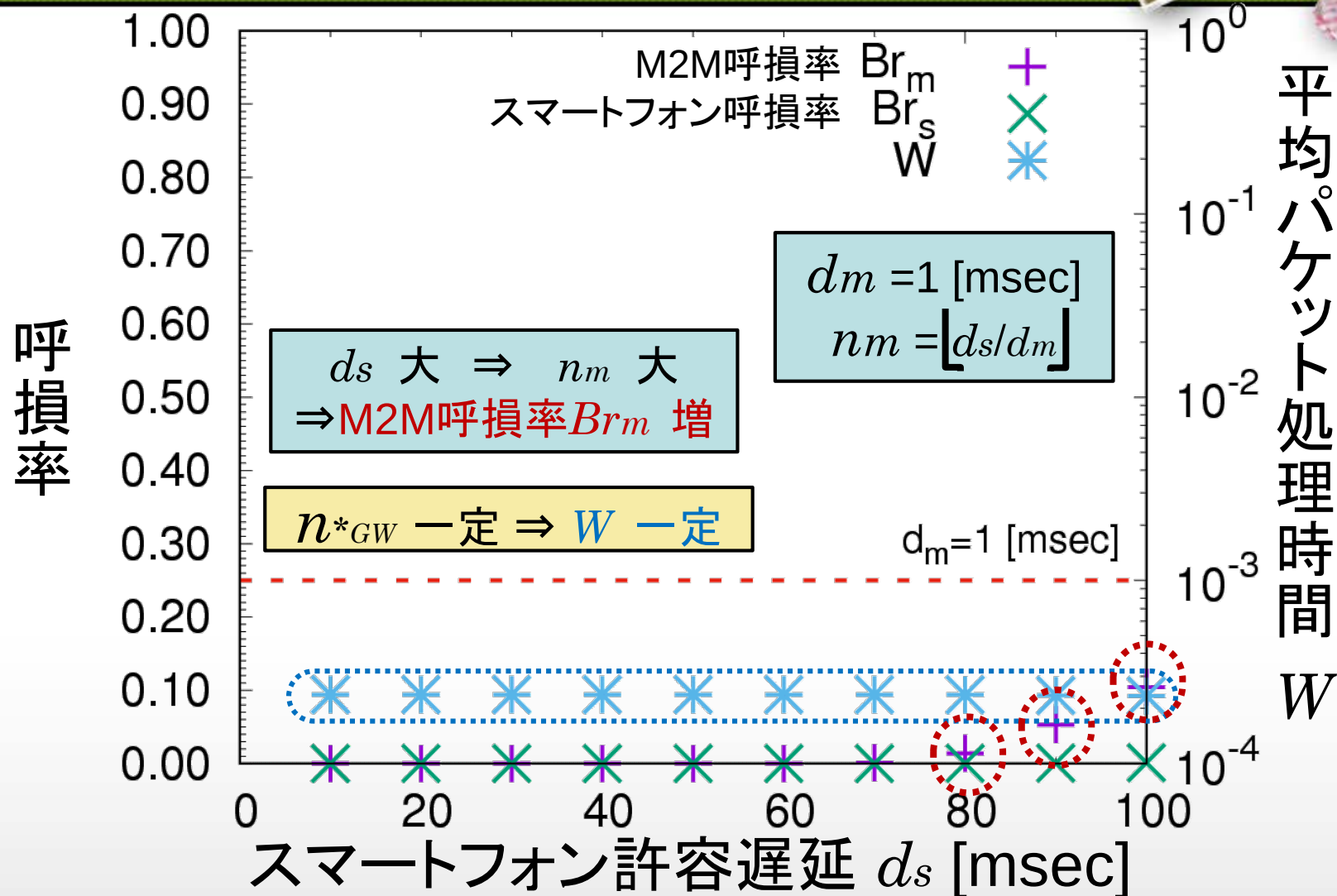
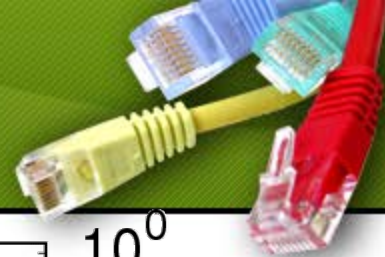
評価1-2:M2M許容遅延(パケット処理時間)



$$n_m = \lfloor d_s / d_m \rfloor$$



評価2:スマートフォン許容遅延



まとめ・今後の課題



> まとめ

- » vEPC最適リソース割当のトラヒック変動特性解析
- » 許容遅延比 **大** → M2M呼損率 **増**
- » D-planeへの影響 **小**

> 今後の課題

- » vEPCサーバのリソース分割粒度
- » M2M通信,スマートフォン通信ごとのMMEリソース分離
- » スマートフォン通信に対する待時式受付制御