

# Improving Layer 3 Handoff Delay in IEEE 802.11 Wireless Networks

---

IEEE 802.11における  
ネットワーク層のハンドオフ遅延改善

渡邊研B4  
100430025

加古将規

## ■ 題名

# Improving Layer 3 Handoff Delay in IEEE 802.11 Wireless Networks

## ■ 著者

- Andrea G. Forte (Columbia University)
- Sangho Shin (Columbia University)
- Henning Schulzrinne (Columbia University)

## ■ 年代

2006年

## Improving Layer 3 Handoff Delay in IEEE 802.11 Wireless Networks

Andrea G. Forte, Sangho Shin, Henning Schulzrinne  
Columbia University  
Email: {andrea,ss2020,hgs}@cs.columbia.edu

**Abstract**—In this paper we analyze the many components of a L3 handoff and will introduce a novel algorithm for reducing the L3 handoff time. We will introduce the concept of Temporary IP address (TEMP IP) as a way to resume communication immediately after the handoff while waiting for the DHCP server to assign us a new IP address (NEW IP). We will show how, with our approach, it is possible to reduce the L3 handoff latency to values that in some cases allow us to have seamless VoIP sessions.

Section VI concludes the paper.

### II. RELATED WORK

A lot of work has been done on reducing the L3 handoff delay; however, very little has been done on reducing the DHCP acquisition time itself. Kim et al. [2] try to reduce the L3 handoff delay by proactively reserving the new IP address for the new subnet while still in the old subnet. In particular, they acquire a new IP address and update the SIP session with the new address before performing the L2 handoff. Unfortunately, this approach requires changes to the DHCP protocol and to the network infrastructure as well. Also, in order to perform a L2 handoff, they make use of the active scanning procedure. Such a procedure can be very expensive in terms of time and the assumption made in the paper of a link layer handoff delay of 50 milliseconds appears completely unrealistic. DRCP [3] is a new protocol intended to replace the DHCP protocol. DRCP drastically reduces the address allocation time allowing handoff times in the order of a few hundred milliseconds [2], still too big for real time applications. This new protocol would also require an update of the entire network in order to be supported. Akhtar et al. [4] provide a comparison in terms of L3 handoff delay between two different approaches: SIP-DHCP and SIP-Cellular-IP. SIP is used for macro-mobility while DHCP and Cellular-IP are used for micro-mobility. In this paper they show how the SIP-Cellular-IP approach introduces a delay of about 0.5 seconds while the SIP-DHCP approach introduces, in the worst case scenario, a delay of about 30 seconds. The authors also show how most of the delay introduced in the second approach is due to the DHCP procedure. In any event, both of the previous approaches are unsuitable for real time applications. In [5], Hierarchical Mobile SIP (HMSIP) is introduced for micro-mobility of M2M. A new component called HMSIP agent is installed as a local registrar in every domain, and every mobile node registers with a HMSIP agent. When the IP address changes, it needs to update the session to HMSIP agent. Also in this approach, the break during IP address acquisition time is ignored, and a new component should be installed in every visited network.

### I. INTRODUCTION

With the growth in popularity and fast deployment of the IEEE 802.11 networks, Voice over WiFi (VoWiFi) is gaining more and more momentum. A lot of effort has been put in the research community for solving critical problems such as L2 and L3 handoff delay, security, channel capacity. In this paper we introduce a novel algorithm for achieving seamless L3 handoffs for VoIP sessions. One of the major goals of our approach was to introduce modifications on the client side only. This, however, has forced us to introduce some limitations in our approach that will be discussed in more detail later. In general, when a mobile node (MN) moves from one Access Point (AP) to the next, it does not have any means to know if a L2 only or a L2 and L3 handoffs have occurred as there are no standard ways to detect a change in subnet. The use of router advertisements might be one way to solve this problem; however the frequency of such advertisements is typically in the order of minutes, which makes it impossible for a MN to know about a subnet change in a timely manner. In Section III, we will introduce a novel way to detect L3 handoffs. Moreover, once the L3 handoff has occurred, the MN has to wait for some time in order to acquire a new IP address for that subnet via DHCP. In Section IV-D, we will show how such a delay is usually in the order of seconds, which for real time applications is unacceptable. Once the MN has acquired the new IP address, if it was in the middle of a call when the L3 handoff happened, it will have to inform of its IP address change the Correspondent Node (CN). In this paper we will use the SIP [1] as signaling protocol, therefore after acquiring the new IP address the MN will have to update its SIP session with the CN. Only at this point the L3 handoff can be considered done. The rest of the paper is organized as follows: in Section II, we briefly introduce some of the work that has already been done on the subject, Section III shows our new fast address acquisition approach, Sections IV and V show the implementation details and the experiment results,

※本資料は上記書籍を基にして作成されたものです。

文書の内容の正確さは保証できない為、正確な知識を求める方は原文を参照してください。

- 背景と課題
- L3ハンドオフ時の処理時間を改善するアルゴリズム
- 実験結果による評価

L3 (ネットワーク層)

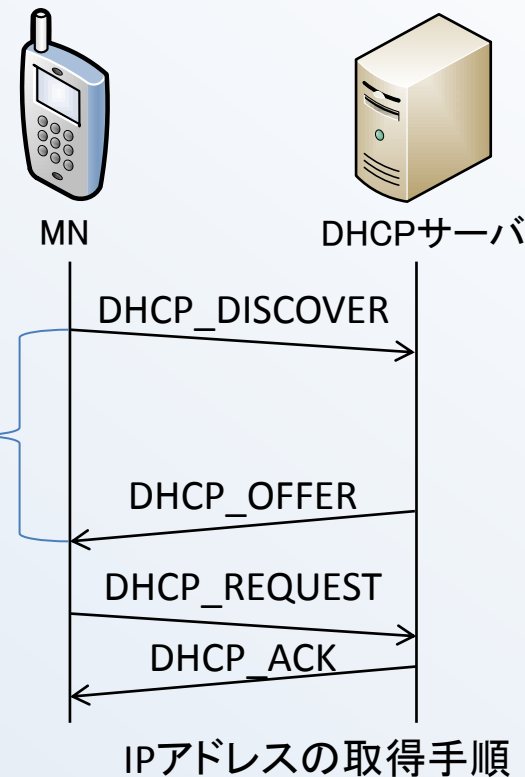
接続されているネットワーク同士の通信方式を定めたもの

- 無線通信技術の普及と知名度の増加
- L3ハンドオフプロセスで直面する主問題

- サブネット変更の検知
  - 標準で備わった検知方法がない
- IPアドレスの取得時間
  - DHCPサーバを経由した場合の取得に時間がかかる

最も処理時間がかかる部分

L3ハンドオフ時の処理時間を改善する  
アルゴリズムの提案



## ■ サブネット変更の検知

- ネットワークアドレスを比較してサブネット変更を検知

## ■ TEMP\_IPの導入

- DHCPサーバから新しいIPアドレス (NEW\_IP) が割り当てられるまで、一時的に使用するIPアドレスを提案

### サブネット

大きなネットワークを複数の小さなネットワークに分割して管理する際の管理単位となる小さなネットワーク

### ネットワークアドレス

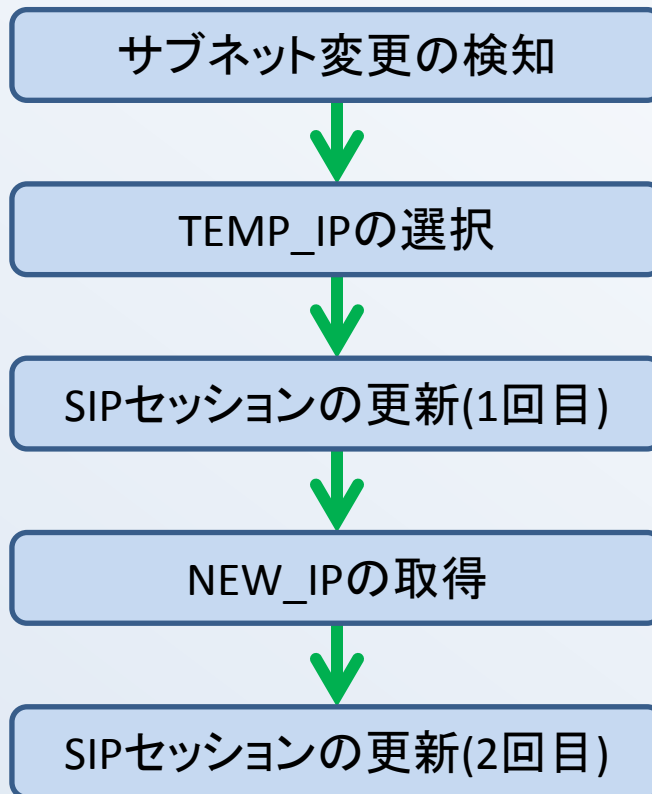
ネットワークそのものを表すアドレス

### TEMP\_IP

DHCPサーバから新しいIPアドレス(NEW\_IP)が割り当てられるまで使用するIPアドレス

### NEW\_IP

ハンドオフ後にDHCPサーバから割り当てられるIPアドレス

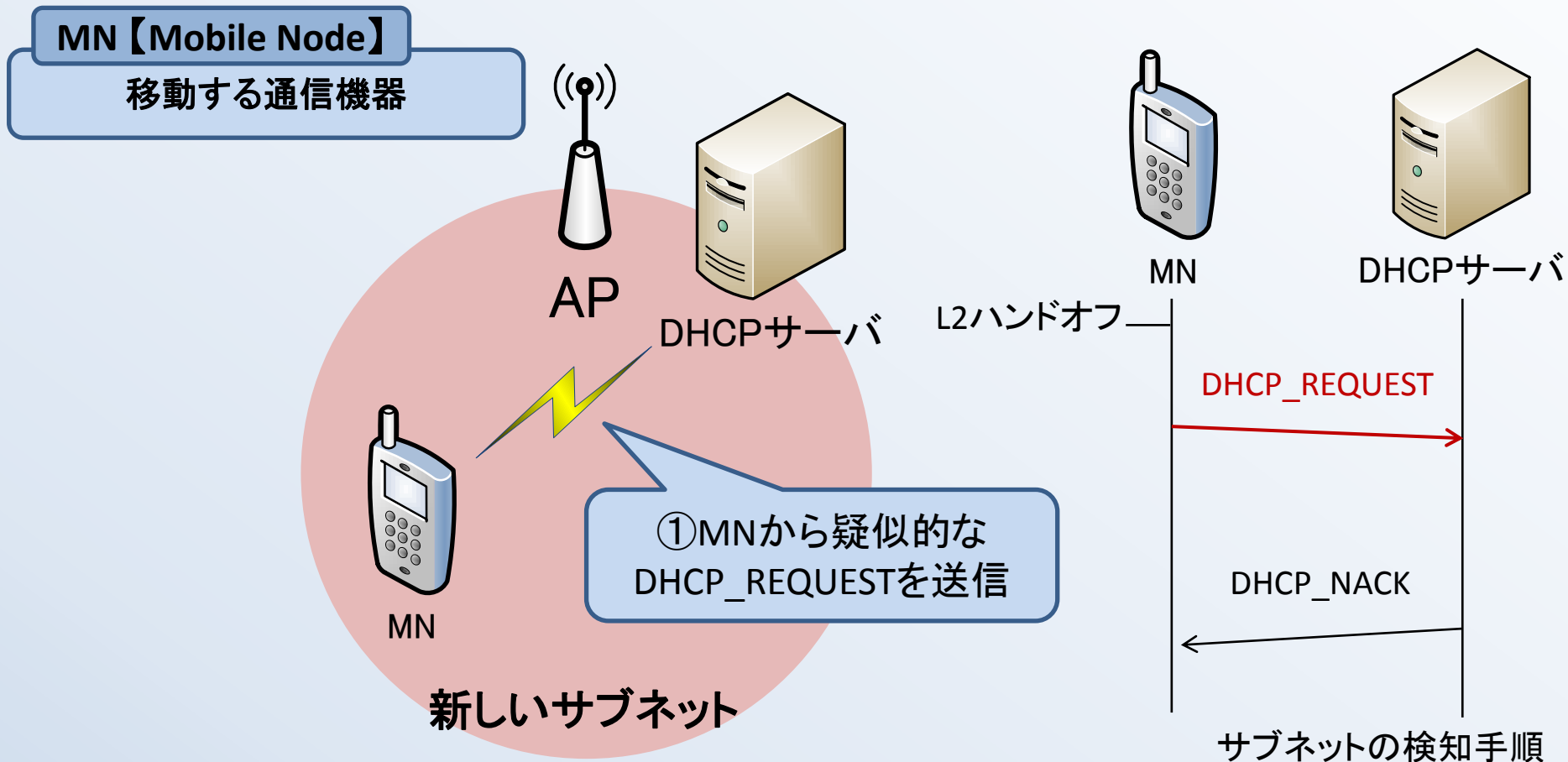


**SIP 【Session Initiation Protocol】**

インターネット電話などで用いられる、通話制御プロトコル

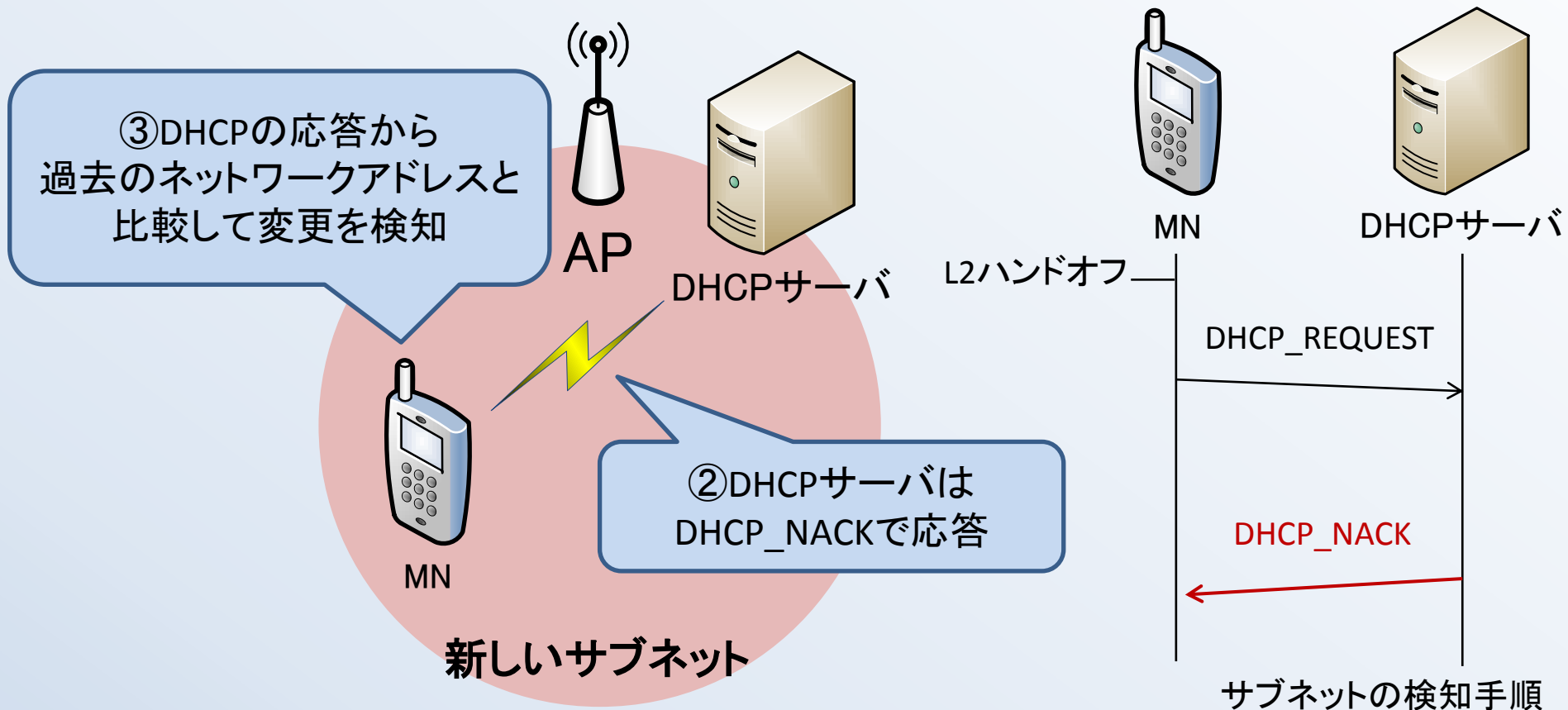
# サブネット変更の検知 (1)

## ■ DHCPサーバに疑似的なDHCP\_REQUESTを送信



# サブネット変更の検知 (2)

- DHCPサーバはDHCP\_NACKを送信
  - ネットワークアドレスを調査





- 新しいサブネットに適したTEMP\_IPを選択する
  - APのIPアドレスを元に連続したアドレスを10個選択
    - TEMP\_IPを確保するのに十分な個数
- 10個のIPアドレスに対し、ARP要求を送る
  - ARP応答のなかったIPアドレスからTEMP\_IPを選択

## AP【Access Point】

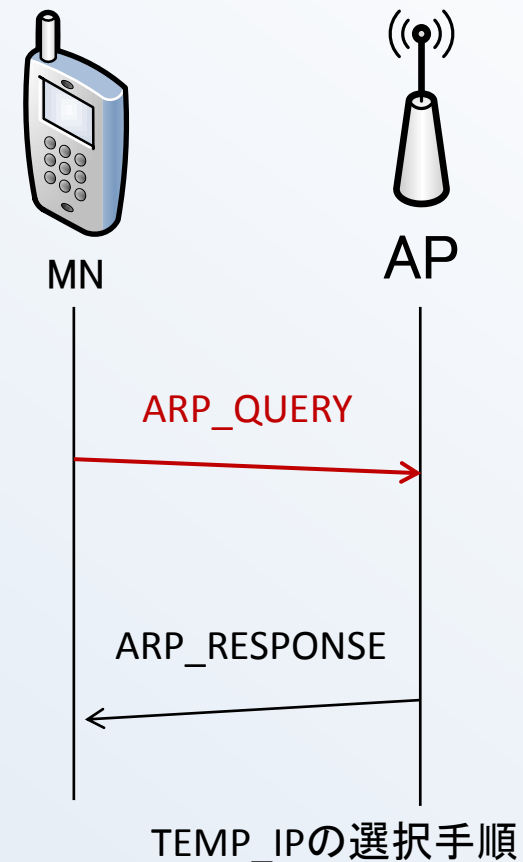
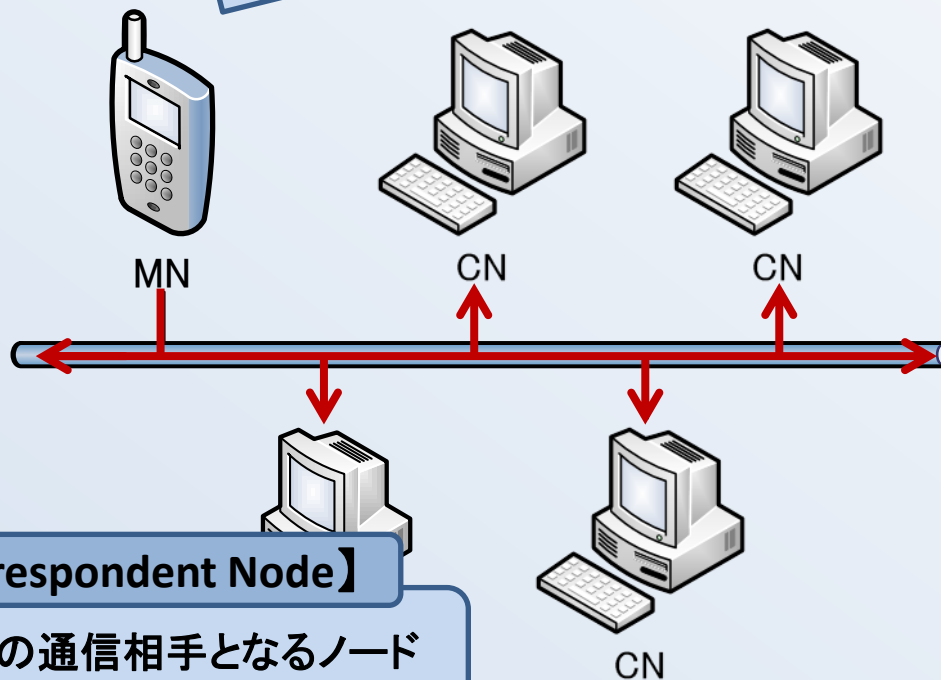
利用者からの接続を受け付け、インターネット接続するための施設

## ARP【Address Resolution Protocol】

宛先のIPアドレスよりMACアドレスを求めるためのプロトコル

- 使用されていないIPアドレスの発見
  - 連続した10個のIPアドレスでARP\_QUERYを送信

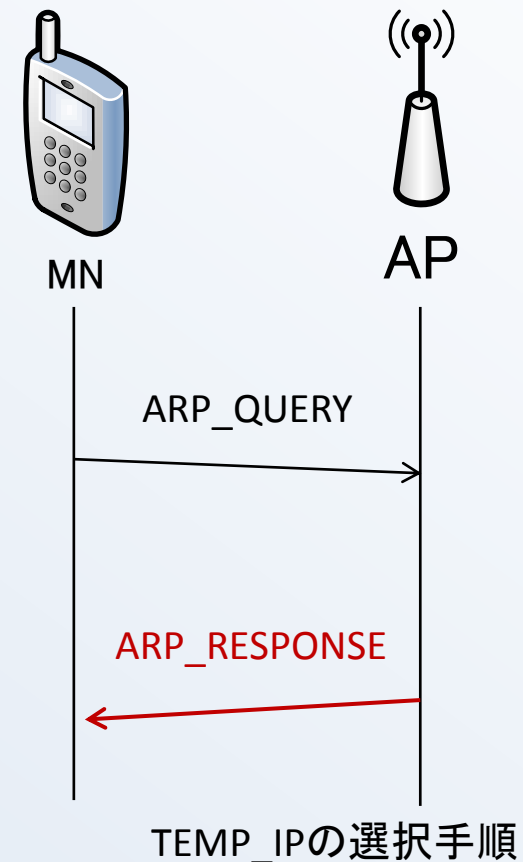
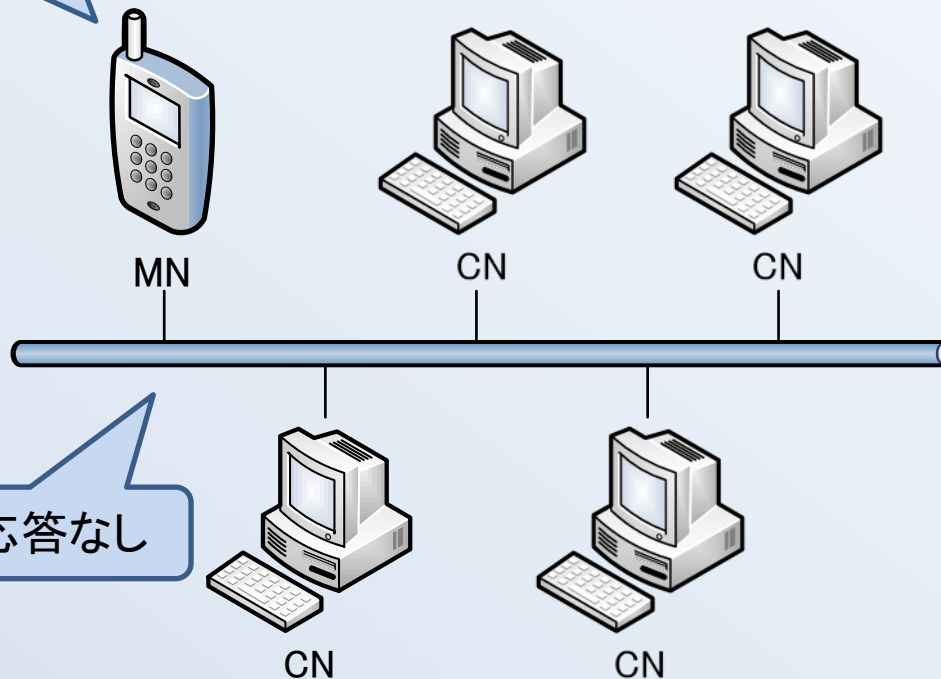
①このIPアドレス(TEMP\_IP)を利用している方は応答を返してください



## ■ TEMP\_IPの決定

- ARPの応答が返ってこないIPアドレスをTEMP\_IPとする

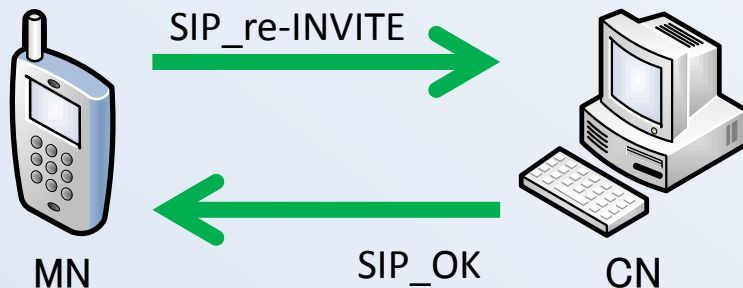
③ 応答のなかったIPアドレスをTEMP\_IPとして使用します



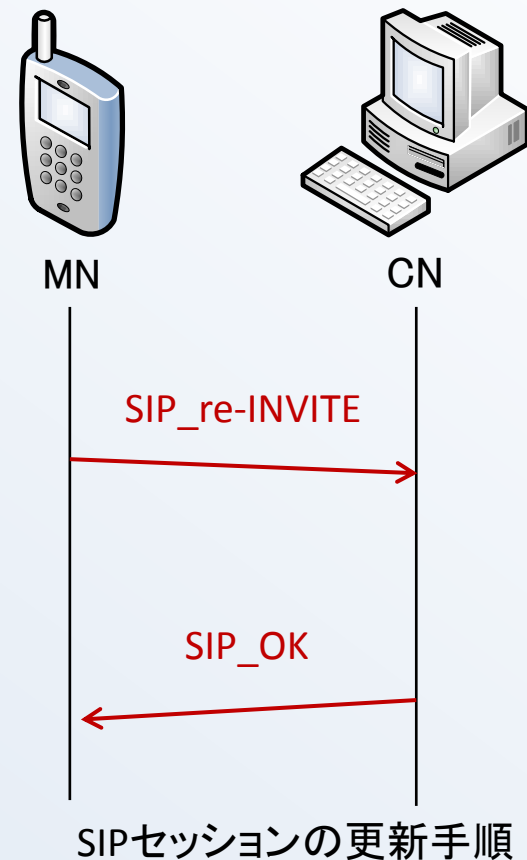
# SIPセッションの更新(1回目)

- MNはIPアドレス(TEMP\_IP)の変化をCNに通知
  - TEMP\_IPでの通信を開始

①IPアドレスがTEMP\_IPに  
変わりました



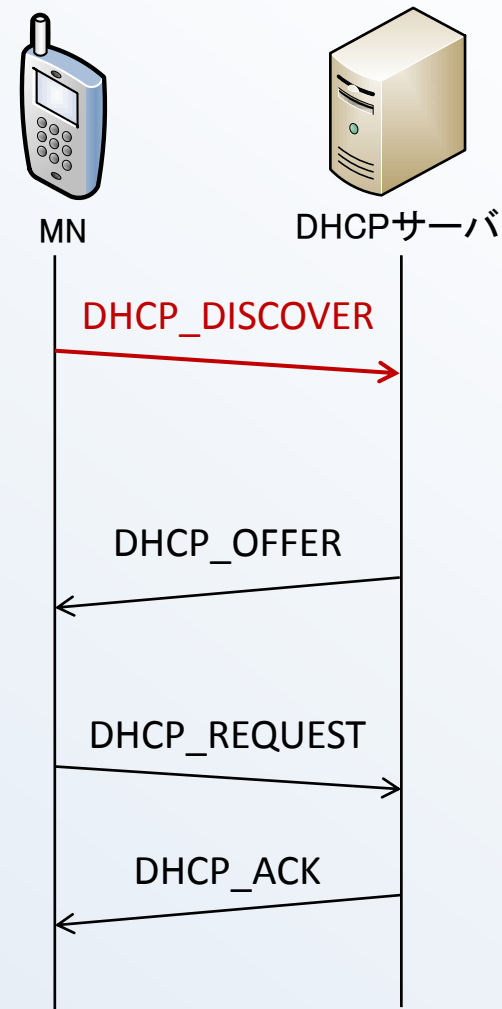
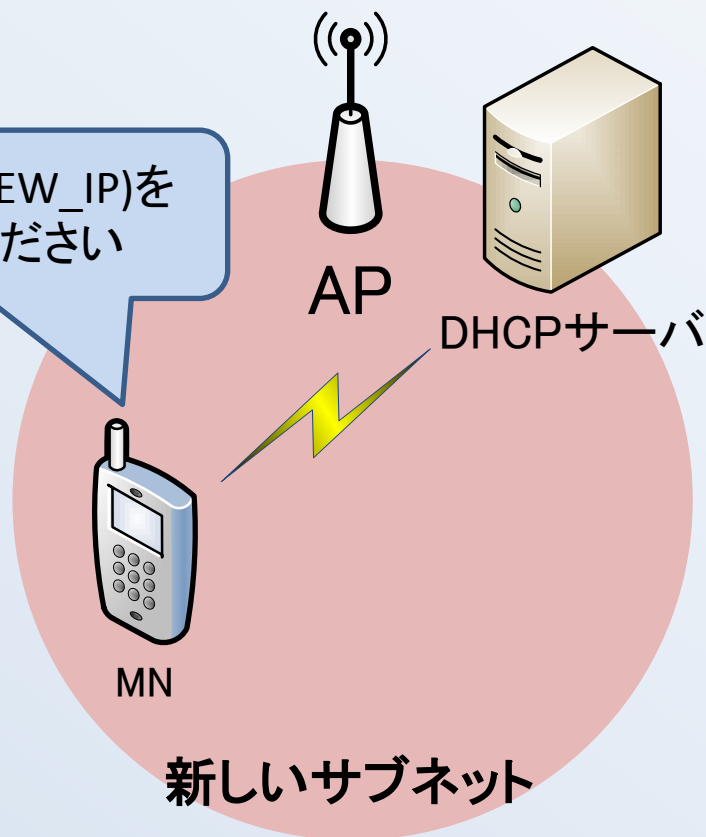
②わかりました



# NEW\_IPの取得(1)

## ■ DHCPサーバに動的なIPアドレスを要求

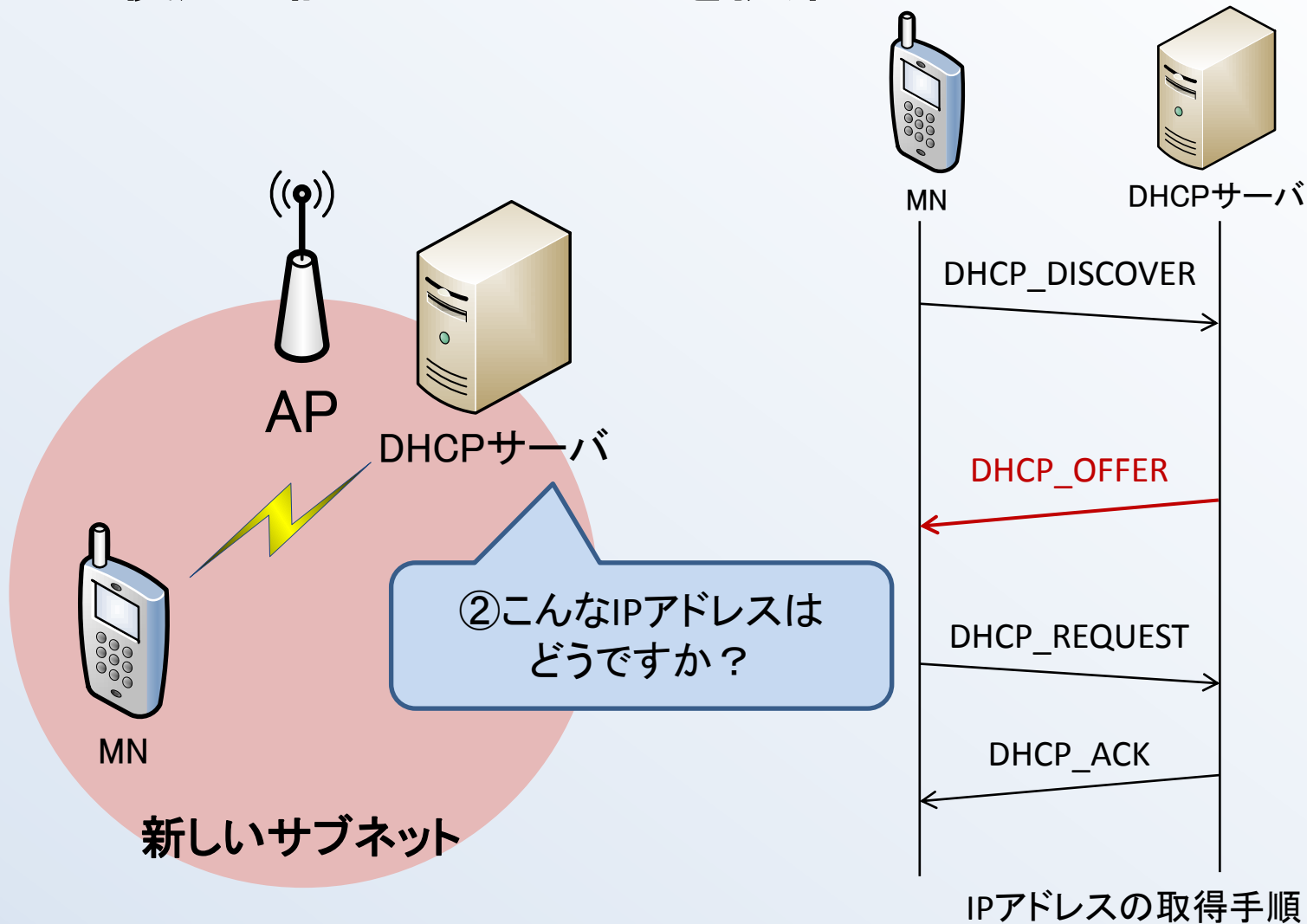
① IPアドレス(NEW\_IP)を  
割り当ててください



IPアドレスの取得手順

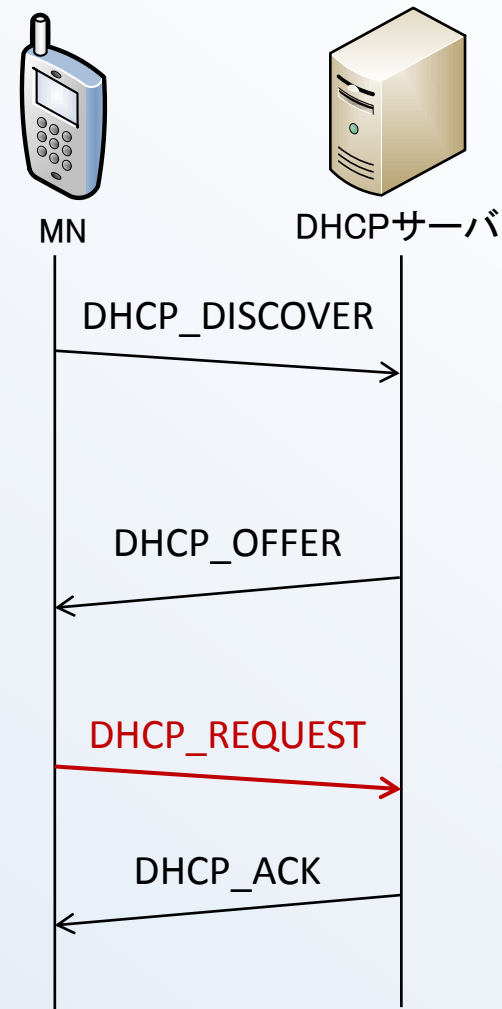
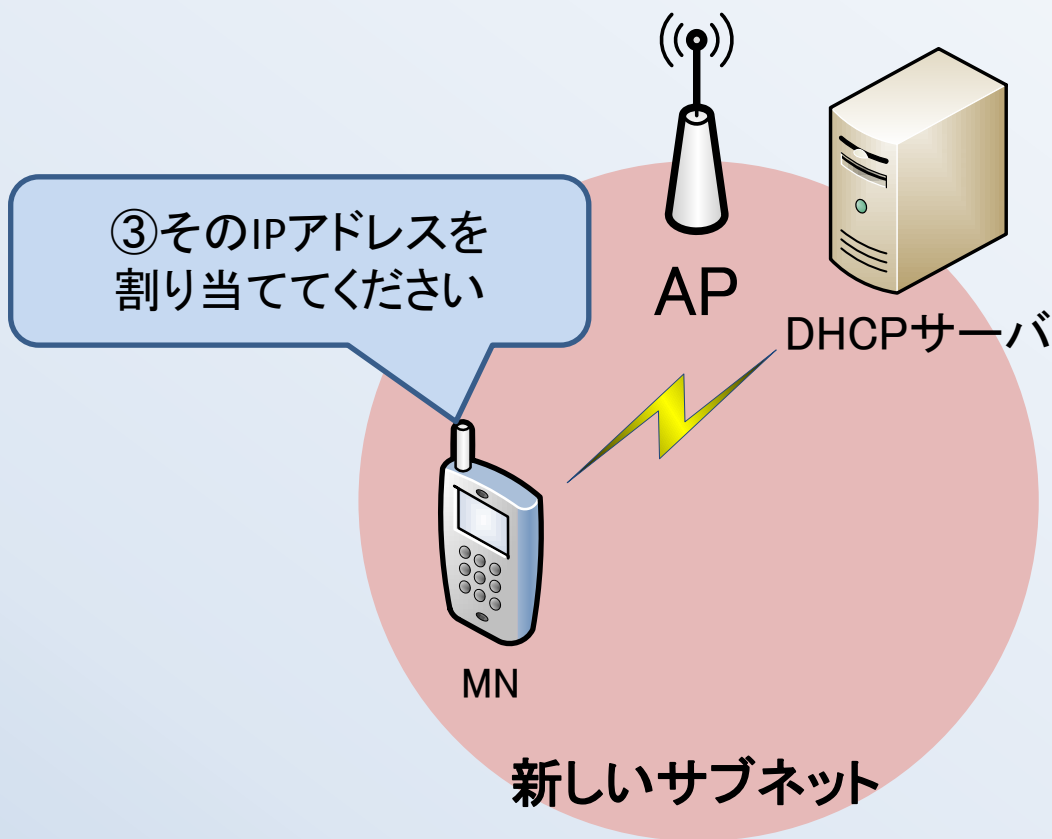
# NEW\_IPの取得 (2)

- DHCPサーバは使用可能なIPアドレスを提案



# NEW\_IPの取得 (3)

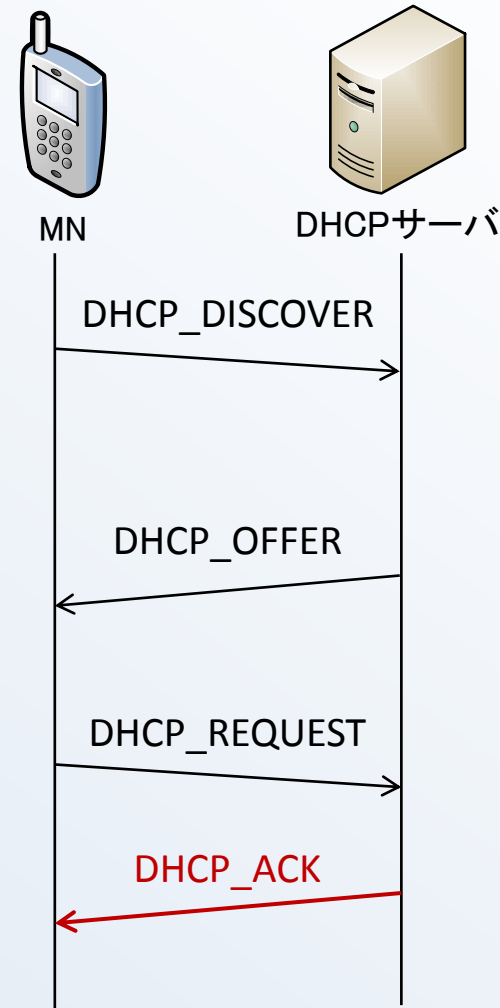
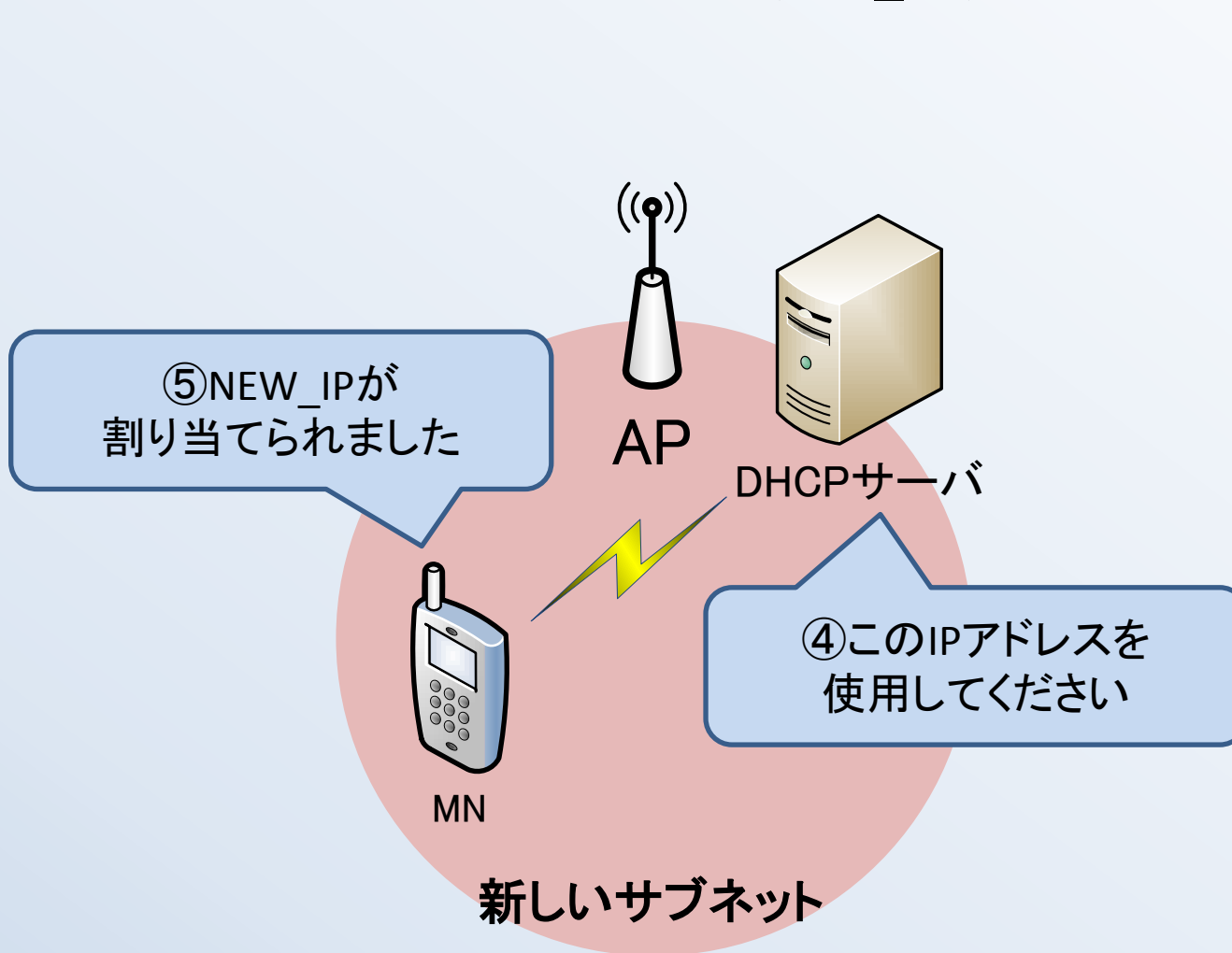
## ■ DHCPサーバにIPアドレスの割り当てを申請



IPアドレスの取得手順

# NEW\_IPの取得 (4)

## ■ DHCPサーバがIPアドレス (NEW\_IP) を承認



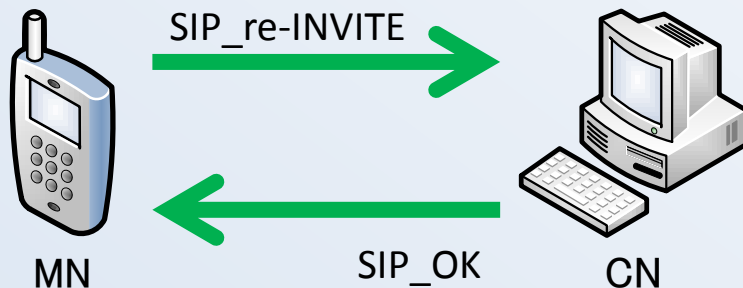
IPアドレスの取得手順



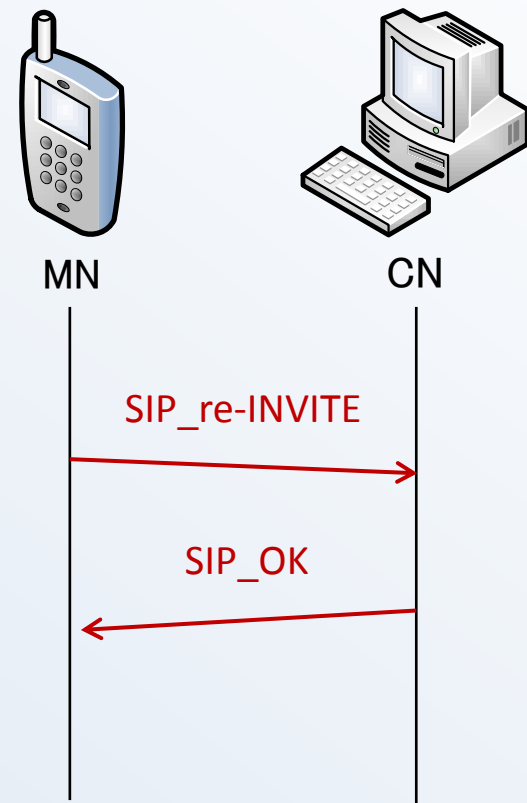
# SIPセッションの更新 (2回目)

- MNはIPアドレス (NEW\_IP) の変化をCNに通知
  - NEW\_IPでの通信を開始
  - 通信確立後、TEMP\_IPを削除

①IPアドレスがNEW\_IPに  
変わりました

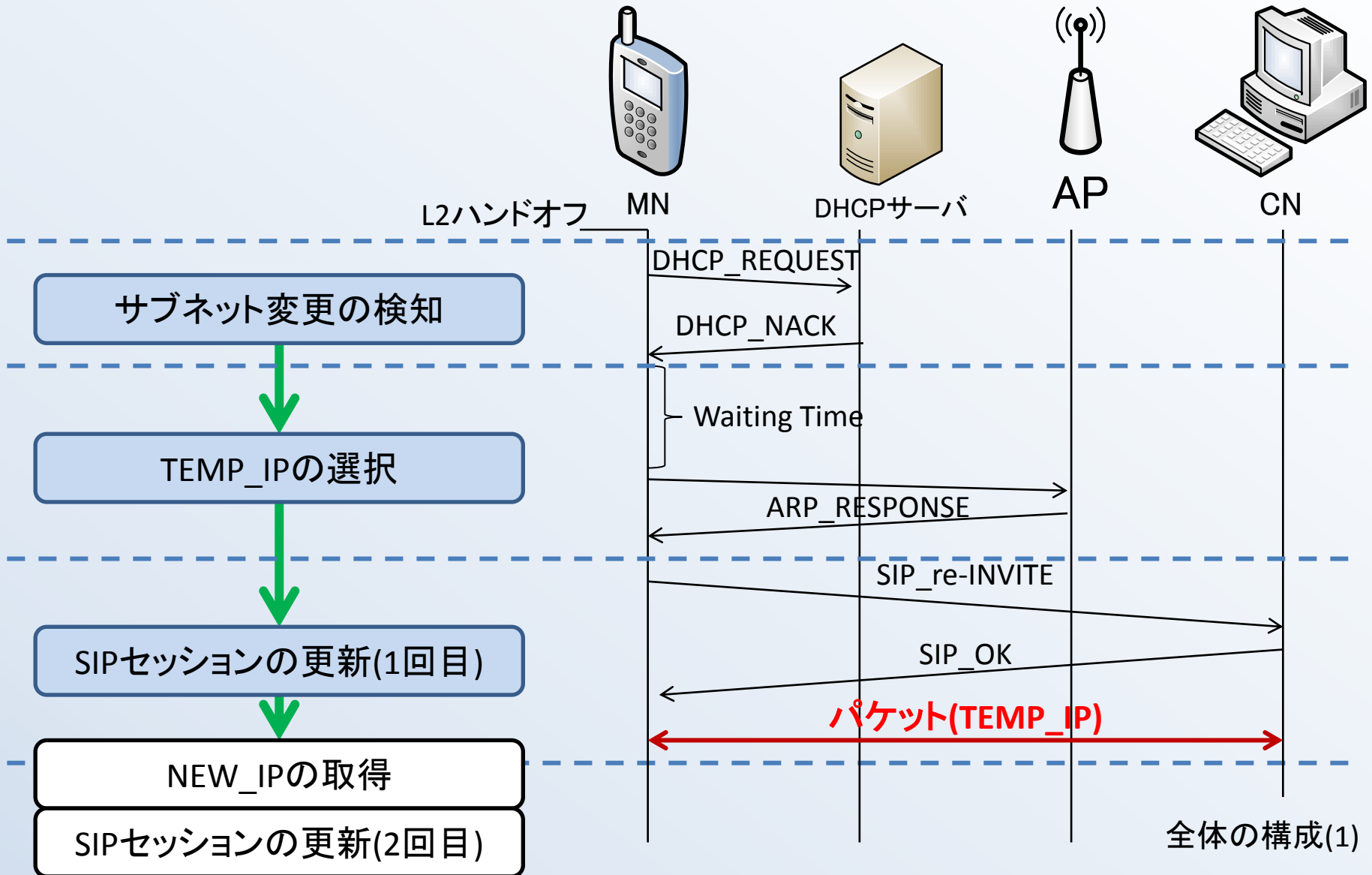


②わかりました

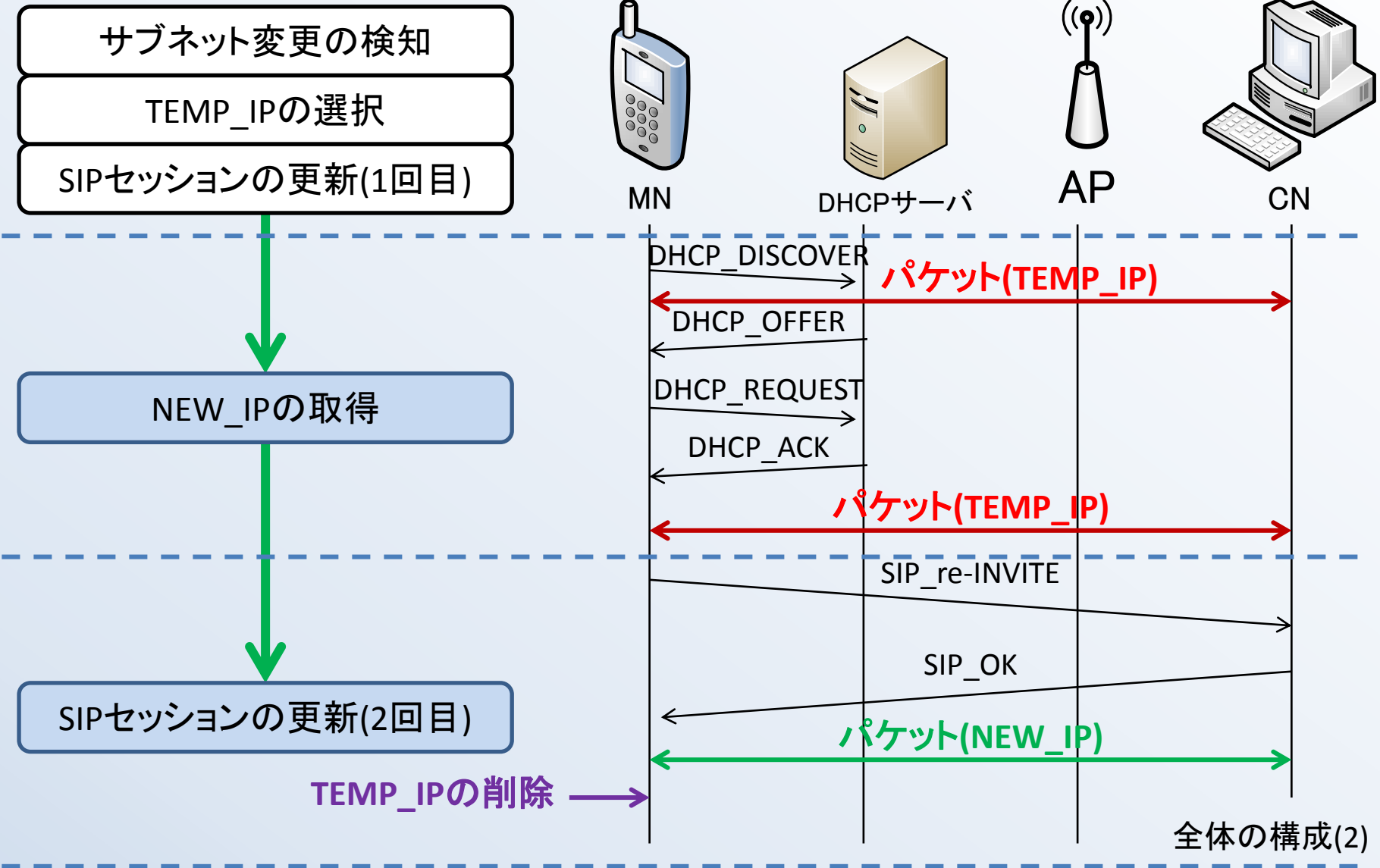


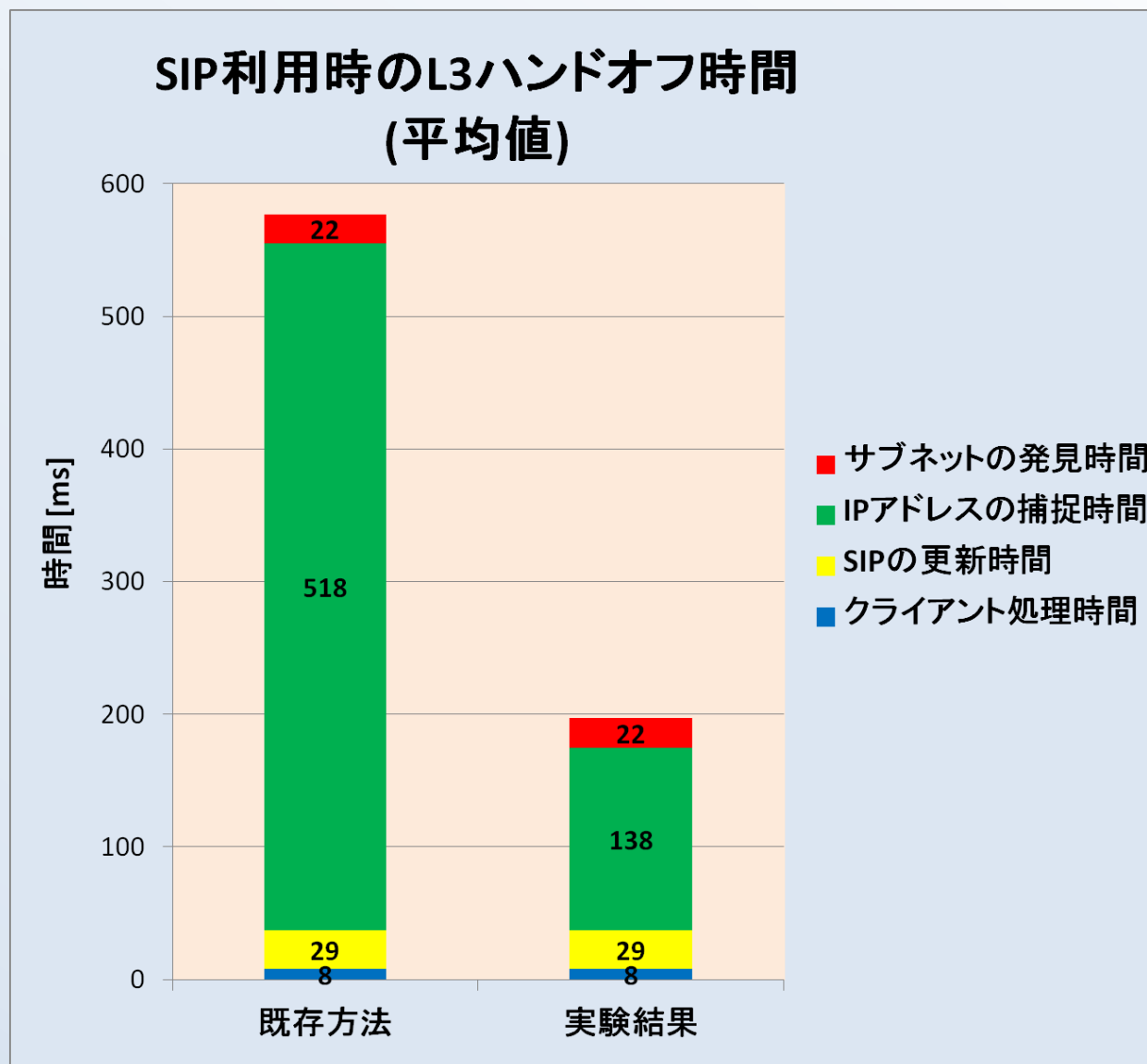
SIPセッションの更新手順

# アルゴリズムまとめ (1)



# アルゴリズムまとめ (2)





- DHCPサーバよりIPアドレスが割り当てられる間、TEMP\_IPを使用するアルゴリズムを提案
- TEMP\_IPを使用することによって、ハンドオフ時間が改善

## ■ [1] Improving Layer 3 Handoff Delay in IEEE 802.11 Wireless Networks

■ 著者： Andrea G. Forte (Columbia University)  
Sangho Shin (Columbia University)  
Henning Schulzrinne (Columbia University)

■ 年代： 2006年

## ■ [2] ネットワーク層とは 【L3】

■ <http://e-words.jp/w/E3838DE38383E38388E383AFE383BCE382AFE5B1A4.html>

■ ネットワーク層の概要について

## ■ [3] ネットワークアドレス - Wikipedia

■ <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%8D%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%AF%E3%83%BC%E3%82%AF%E3%82%A2%E3%83%89%E3%83%AC%E3%82%B9>

■ ネットワークアドレスの概要について

- [4] SIPとは 【Session Initiation Protocol】
  - <http://e-words.jp/w/SIP.html>
  - SIPの名称と概要について
- [5] アクセスポイントとは 【AP】
  - <http://e-words.jp/w/E382A2E382AFE382BBE382B9E3839DE382A4E383B3E38388.html>
  - APの概要について
- [6] ARP — @IT ネットワーク用語事典
  - <http://www.atmarkit.co.jp/aig/06network/arp.html>
  - ARPの名称と概要について
- [7] Mobile IP - Wikipedia
  - [http://ja.wikipedia.org/wiki/Mobile\\_IP](http://ja.wikipedia.org/wiki/Mobile_IP)
  - CNの名称と概要について

- [8] ARP要求・ARP応答の中身 CCNA実機で学ぶ
  - <http://atnetwork.info/ccna2/arp05.html>
  - ARPの応答内容について
- [9] DHCPプロトコル
  - <http://www.picfun.com/lan09a.html>
  - DHCPのシーケンスについて
- [10] 図解で学ぶネットワークの基礎：DHCP編 - Lesson3
  - <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20071010/283862/>
  - DHCPのメカニズムについて
- [11] 1週間で学ぶネットワークの要点
  - <http://itpro.nikkeibp.co.jp/members/NNW/NETPOINT/20041116/152622/>
  - DHCPのシーケンスについて





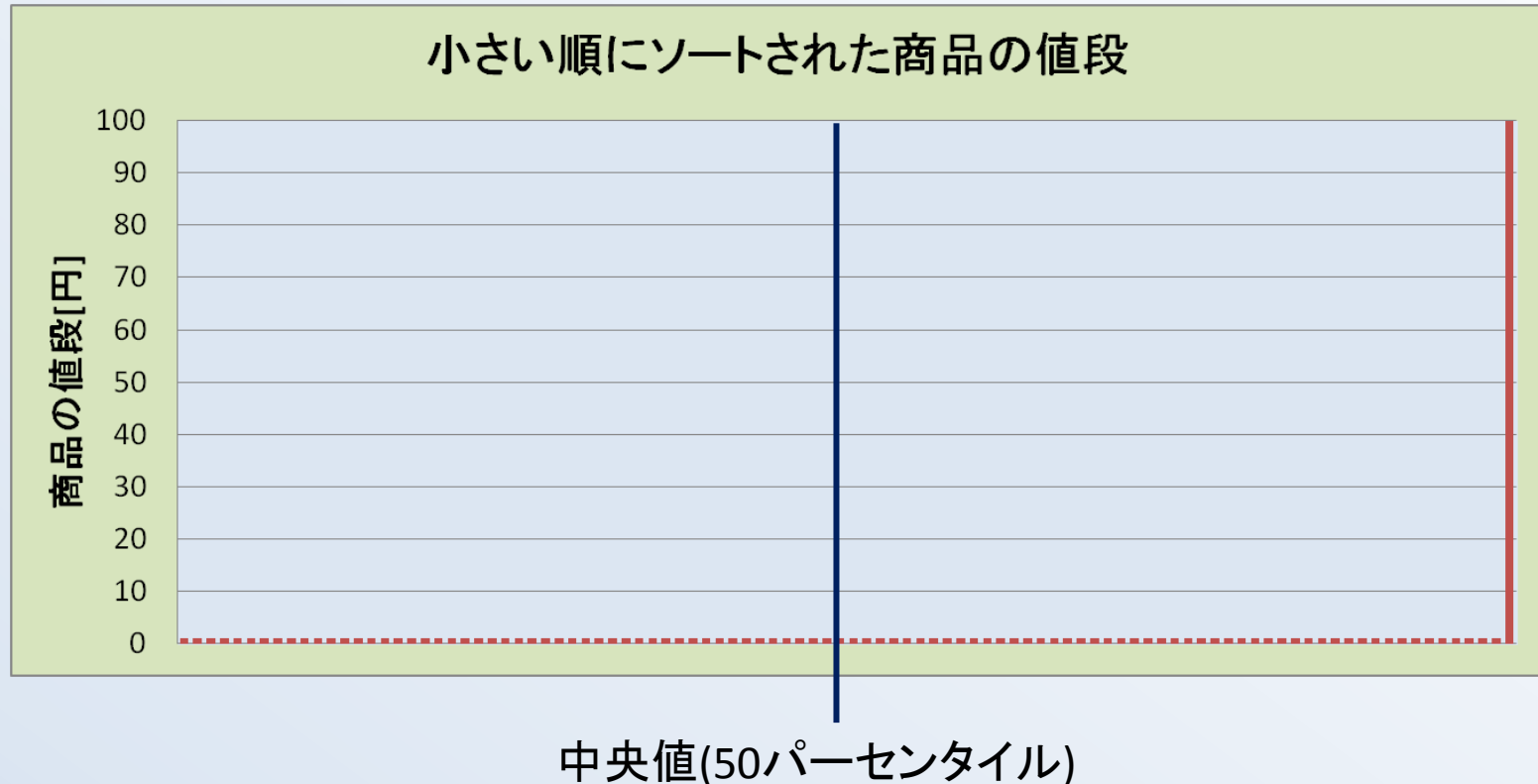
- 本資料では、サブネットで使用されている連続したIPアドレスの平均数を求めている
  - ピーク時に使用されている連続したIPアドレスの数は99パーセンタイルで5個
  - 使用されている連続したIPアドレス数は99%の確率で最大5個

## パーセンタイル

設対象とするデータを小さい順にソートし、指定された個数番目にあるデータを値とするもの

# パーセンタイルの例 (1)

- 100円の商品が1個、1円の商品が99個
- 平均：1.99円      中央値(50パーセンタイル)：1円

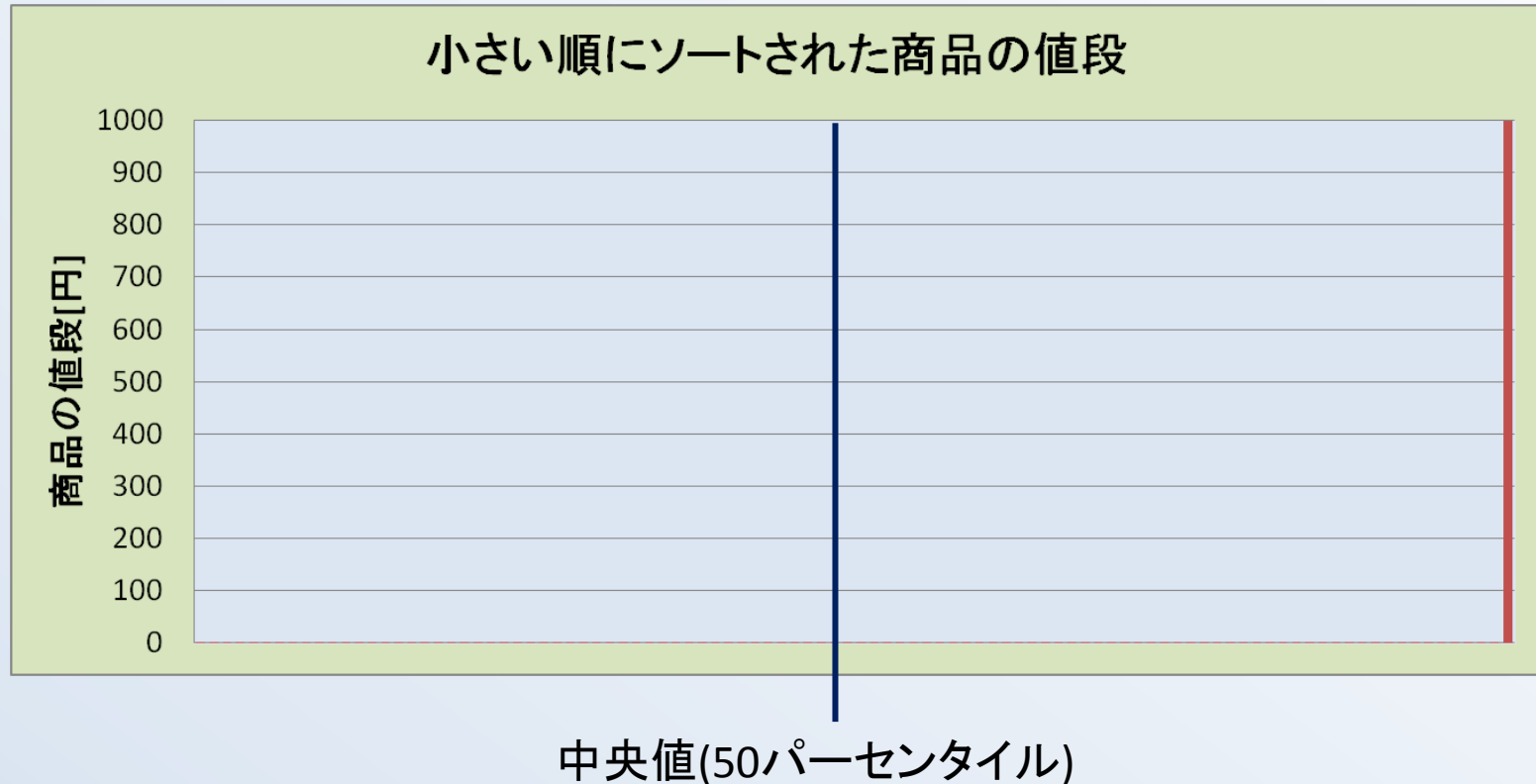


出典：

<http://second-top.cocolog-nifty.com/blog/2011/03/post-485b.html>

# パーセンタイルの例 (2)

- 1000円の商品が1個、1円の商品が99個
- 平均：10.99円    中央値(50パーセンタイル)：1円



# 固定IPと動的IP

## ■ 固定IPのメリット

- IPアドレスが変動しないため、インターネットサービスの提供が用意

## ■ 動的IPのメリット

- IPアドレスが変動するため、固定IPと比べハッカー等の攻撃に強い
- ユーザ1人1人にIPを割り当てる必要がない
  - 利用者のみIPを割り振ることが可能

## 今回の提案方式では

DHCPサーバに問い合わせる必要がない固定IP (TEMP\_IP) で素早く接続を開始し、

固定IPを使用する間に、DHCPサーバから動的IP (NEW\_IP) を割り振られるようにしている