

# 無線 LAN アクセスポイントのチャンネル内競合と チャンネル間干渉を同時に考慮したチャンネル割当手法

熊谷 菜津美<sup>†</sup> 磯村 美友<sup>†</sup> 村瀬 勉<sup>‡</sup> 小口 正人<sup>†</sup>

<sup>†</sup>お茶の水女子大学 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

<sup>‡</sup>NEC 〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼部 1753

E-mail: <sup>†</sup>{natsumi, mitomo}@ogl.is.ocha.ac.jp, <sup>‡</sup>t-murase@ap.jp.nec.com, <sup>†</sup>oguchi@computer.org

**あらまし** 近年、モバイルルータやテザリングなど移動無線 LAN システムが増加している。このことから、従来の想定以上の多くの無線 LAN システムが近距離にひしめく環境が多くなってきた。多くの無線 LAN システムが存在する環境で、全体の高性能化を計るためには適切なチャンネル割当が必須である。本稿では、まず従来のようなチャンネル間干渉を考慮したチャンネル選択のみならず、チャンネル内競合(コリジョンによる性能低下)も考慮する必要があるといった基本的な割当規則について述べる。さらに、干渉と競合のメカニズムを分析し、それらの影響度合いを決定している具体的な要因を列挙する。また、実機を用いて、干渉と競合の定量評価を実機により行い、無線 LAN 全体のスループットが極度に低下することを示す。一方、現状を把握するため、市販の実機に具備されている自動チャンネル選択(ACS)機能を用いた場合の割当性能を評価した結果も示す。これに対して、割当規則を考慮した結果、少しの工夫で、ACS よりも高いスループットを得る割当ができたことも報告する。

**キーワード** チャンネル割当, 無線 LAN, 干渉, 衝突

## Optimal channel assignment with considering contention and interference in intra-channel and inter-channel in massive multiple wireless LANs

Natsumi KUMATANI<sup>†</sup> Mitomo ISOMURA<sup>†</sup> Tutomu MURASE<sup>‡</sup> and Masato OGUCHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Ochanomizu University Otsuka 2-1-1, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

<sup>‡</sup>NEC Corporation 1753 Shimonumabe, Nakahara-ku, Kawasaki, Kanagawa, 211-8666 Japan

E-mail: <sup>†</sup>{natsumi, mitomo}@ogl.is.ocha.ac.jp, <sup>‡</sup>t-murase@ap.jp.nec.com, <sup>†</sup>oguchi@computer.org

**Abstract** Recently, the numbers of the mobile wireless LAN systems that are composed of mobile APs or tethering-smartphones and mobile terminals are increasing. This suggests the possibility that the channels for IEEE802.11 are not suitably assigned to the each LAN when many wireless LANs come closed each other. In order to obtain higher performance such as total throughput of the WLANs, the channel assignment is supposed to be a key technology. This paper explains basic rules of an optimal channel assignment. The assignment should be with considering both contention and interference in intra-channel and inter-channel interference. From the analysis of the contention and interference mechanisms, factors deciding effectiveness of performance degradation are described. Evaluations by using real APs and terminals showed that contention and interference severely affected total throughputs of all WLANs. Also, ACS(automatic channel selection) mechanism, which is equipped in almost all APs were shown to be never optimized for many WLANs. Instead of the ACS assignment, a small change from the assignment, based on the assignment rules, improved total throughput.

**Keyword** channel assignment, channel selection, wireless LAN, interference, collision

### 1. はじめに

近年、モバイルルータやテザリングなど移動無線 LAN システムが増加している。モバイルルータとは、インターネットとの接続には 3G や Wimax などの無線通信技術を使い、パソコンやゲーム機などの無線対応機器は IEEE802.11[1]の無線 LAN で接続するルータである。またテザリングとは、スマートフォンをアクセ

スポイント(AP)として、個人の端末をインターネットに接続する機能のことである。このモバイルルータやテザリングの普及は、個人が移動無線 LAN システムを持つことを意味し、多くの無線 LAN システムが一時的にあるいは恒久的に密集することにつながる。つまり、従来の想定以上の非常に多くの無線 LAN システムが近距離にひしめく可能性を示唆している。このとき、

各無線 LAN へのチャンネル割当次第で、制御対象として  
いる全ての無線 LAN の合計スループット(トータルス  
ループット)が大きく変わってくるため、割当方法が重  
要である。すなわち、他のチャンネルの無線 LAN からの  
「干渉」と同チャンネルの無線 LAN との「競合」である。  
干渉とは、主として他のチャンネルの無線 LAN からの  
cross-talk (チャンネル間干渉と呼ぶ)であり、競合とは、  
同じチャンネルで CSMA/CA にて帯域を共有し、衝突(コ  
ンテンション)制御を共有する無線 LAN からの影響(チ  
ャネル内競合とよぶ)である。

従来、無線 LAN の AP チャンネル割当に関する研究に  
おいては、主として干渉を考慮した割当が行われてきた。  
しかしながら、移動せず固定の AP に対しては有効な  
手法も、移動する AP に関して、あるいは、固定  
AP 群の中に新しく持ち込まれる AP により常に変動す  
る干渉状況に追随するのが困難である。これらの問題  
点に対して、集中あるいは分散処理かつダイナミック  
に最適なチャンネルを割り当てる (DCA)研究がなされ  
ている[2][3]。

従来の DCA 研究においては、資源であるチャンネル  
数とユーザである無線 LAN システム数は同数程度、と  
の前提で方式が検討されていた。しかしながら、前述  
のように無線 LAN 数が多くなってくると、同じチヤ  
ネルに多数の無線 LAN システムを多重せざるを得な  
くなる。従って、従来研究においては考慮されてい  
なかつた干渉と競合を同時に考慮したチャンネル割  
当が必要となる。

本稿では、まず、チャンネル間干渉およびチャンネル  
内競合の特性を基に、チャンネル割当の基本方針につ  
いて述べる。また、このチャンネル割当を考慮するに  
当たって、現状で AP がどのような自動チャンネル  
割当(ACS)を行い、どの程度の最適さを提供可能  
であるのかを把握する。筆者らは既に市販実機を用  
いて多くの無線 LAN が近接する場合のチャンネル選  
択傾向の調査を行っている[4]。本稿では、さら  
に、チャンネル間干渉およびチャンネル内競合の影  
響を実機にて計測する。最後に、数種の割当例の  
トータルスループットを比較し、チャンネル割当方  
針とトータルスループットの関係性を定量評価す  
る。

## 2. 従来研究

無線チャンネルは限られた資源であるため、これを  
有効活用する必要がある。例えば、利用希望の無  
線 LAN を漏れなく収容し、なおかつ最大のスループ  
ットを得ることが求められる。このとき、有効なの  
が、チャンネル割当制御[2][3][5]である。

チャンネル割当制御では、各無線 LAN に特定のチ  
ャネルを割り当てる。割当は、干渉などを考慮する  
必要が

あり、古くは[2]のような無線 ATM システムで、  
すでに考えられていた。さらに、チャンネルへの無  
線 LAN 多重度と干渉の影響を考慮した理論的なチ  
ャネル割当制御方法により、新規無線 LAN がチヤ  
ネルを選択するときの新規無線 LAN の期待獲得帯  
域を最大にする最適チャンネル選択制御の大枠は明  
確になってきた[6]。

しかしながら、多くの無線 LAN 全体を制御対象  
とし、全体のチャンネル割当を最適に編成するよう  
な制御方法については、未だ知られておらず、電波  
資源の有効利用という点からもこの検討が重要な  
になる。さらには、実機において、このような理  
論的割当方法がどの程度妥当であるかどうかの調  
査も、必須である。各チャンネルからの干渉は、理  
論のように均質ではないものと予想される。また、  
各機器のデバイスの特性などにより、デバイスか  
らの送出波自体が、理論のように均質ではない可  
能性がある。また、制御対象外の無線 LAN の存在  
といった要因も考慮する必要がある。

これらの要因は、無線 LAN の数が少ない場合  
にも考慮すべきである。一方、無線 LAN の数が多  
い場合には、多くの無線 LAN が1つのチャンネル  
を共有することからチャンネル内競合によるスル  
ープット低下が起こる。しかしながら、このチヤ  
ネル内競合とチャンネル間干渉を同時に考慮した  
図1のようなモデルにおけるチャンネル割当およ  
びスループット特性調査については、従来研究  
ではなされていなかった。

そこで本研究では、多くの無線 LAN が近づく  
環境において、チャンネルを最適に割り当てる方  
法を検討する。今回の報告では、チャンネル間干  
渉とチャンネル内競合の影響がどの程度、通信  
品質を劣化させるかを調べるため、スループット  
を測定した。さらに、AP が自動で選択するチ  
ャネル割当は、どの程度最適に割り当てられ  
ているかを評価した結果を示す。

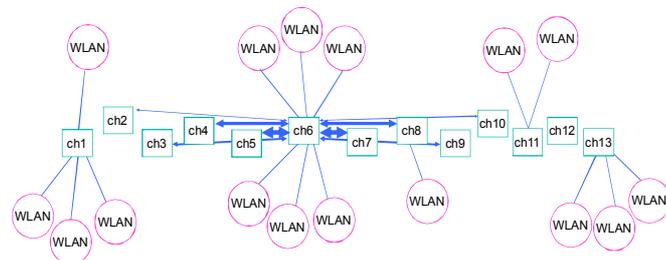


図1 チャンネル利用状況と干渉

## 3. 干渉と競合

無線 LAN の性能(本稿ではスループット)を劣化  
させるものとして、干渉と競合が挙げられる。す  
なわち、無線 LAN は、他のチャンネルの無線  
LAN からの干渉と同チャンネルの無線 LAN からの  
競合が起こる。まず、この干渉と競合について、  
劣化のメカニズムを説明する。

### 3.1. 干渉

干渉とは、他のチャンネルの無線 LAN の電波が自チャンネルの無線 LAN の電波に重なり、受信電波特性を劣化させることである。IEEE802.11 無線 LAN に許可されている 2.4GHz 帯では、あるチャンネルを使用する場合、出力される電波はチャンネルに対応した周波数を中心として広がるため、実際には隣接するチャンネルに相当する周波数帯も利用する。そのため、隣接するチャンネル同士を利用すると、どちらも同じ周波数帯を使用するため無線 LAN フレームに、他のチャンネルの電波が重なってフレームが破壊される。あるいは、信号が受信に十分であれば、キャリアとして見なされるため、送信待ちが発生する。ただし、同じく許可されている 5GHz 帯では、隣接チャンネルで干渉は発生しない。

普及している IEEE802.11g の 2.4GHz 帯においては、無線 LAN チャンネルは、5Hz 間隔で 13 のチャンネル(米国では 11 のチャンネル)が配置されている。これらを周波数の低いほうからチャンネル 1~チャンネル 13 と呼ぶ。干渉は、チャンネル 1 と 6 といったようにチャンネル差が 5 以上では起こらず、4 以下では起こり、またその干渉の強さは、チャンネル差が小さいほど大きい。図 1 の←は、チャンネル差とチャンネル間干渉の大きさの違いを表したものである。端のチャンネル(例えばチャンネル 1 と 13)は隣接するチャンネルが少ないため干渉が少ないチャンネルとなる。一般的に、無線 LAN は、有限のチャンネルを最大限に利用し、干渉を避けるようなチャンネル割当を行うため、両端のチャンネルと真ん中のチャンネルつまり、1, 6, 11(あるいは 11 の代わりに 13)をデフォルトで使用する人が多い[7][8][9]。

### 3.2. 競合

次に、競合とは、同じチャンネルで CSMA/CA を行い有限の帯域を共有するメカニズムにより、品質劣化の原因となるフレーム衝突(コリジョン)が発生することである。衝突により、待ち時間が長くなり、またフレーム再送が行われるため、スループットは低下する。この衝突は、チャンネルを共有する無線 LAN が増加するほど多くなる。この現象は、2.4GHz 帯および 5GHz 帯において、同一チャンネル内で発生する。また、コリジョンが発生した場合でも、競合相手の電波が弱い等の場合にはキャプチャーエフェクトにより、正常なフレーム受信が行われる。

## 4. チャンネル割当

以上の干渉と競合の特性を考慮して、チャンネル最適割当の基本方針を決定する。まず、5GHz 帯のようなチャンネル間干渉が起こらない、つまり競合のみの場合と、2.4GHz 帯のような干渉も競合も同時に起こりうる場合とに分けて考える。

### 4.1. 競合のみの場合

2.4GHz 帯における干渉しないチャンネルのみを用いる場合、あるいは 5GHz 帯を用いる場合には、競合のみの影響を考慮して割当を行う。競合の度合いは、コリジョンの度合いであるため、コリジョンの特性を考慮した割当になる。コリジョンは、端末や AP が送信を同時に行う場合に発生する。同時送信の可能性は、送信する端末が多いほど大きくなり、また、コンテンツウィンドウ(CW)が小さいほど大きくなる。本稿では、多少となる全ての無線 LAN がデフォルト設定の CW を使用していると仮定する。これにより、送信する端末数(アクティブ端末数)が競合の度合いを決めることになる。アクティブ端末数は、AP も含めて無線 LAN 内の、送信すべきデータを持っている端末数である。TCP ACK 待ちでパケットを送ることが出来ない端末や、VoIP のように、定期的かつリンク容量に比べて低速でパケットを送信する端末がパケットを送らない期間にいる端末などの場合は、アクティブ端末数には計上されない。

従って、アクティブ端末が多い無線 LAN ほど、競合に大きな影響を与える。また、UDP のような片方向通信の場合よりも、TCP のような送達確認を行う双方向通信のほうが、アクティブ端末を増やす。アクティブ端末数の大きさと競合によるスループット低下の関係は、単純ではない。そのため、端末のトラヒック特性、AP と TE 間の距離といった要因を考慮してチャンネル割当を行う必要がある。

また、一般的に考えて、チャンネルを有効に利用するような割当も重要である。チャンネルの利用効率を上げるために、次のような割当規則が適用可能である。

各チャンネルの利用率を出来るだけ均等化する。すなわち、端末のトラヒック量が異なる無線 LAN がある場合、トラヒック量の少ない(unsaturated)無線 LAN を複数用いて 1 つのチャンネルに割り当てるといったように、無線 LAN のトラヒック量の合計とチャンネルのリンク容量との差が小さくなるようにする。これにより、チャンネルのリンク容量が最大限使用されるため、無線 LAN のトータルスループットを大きくすることができる。しかしながら、1 つのチャンネルに無線 LAN をまとめるとアクティブ端末数が増えるため、衝突が起こりやすくなるというデメリットもある。一方、トラヒック量の少ない場合は、衝突も起こりにくいため、どの程度のトラヒック量とアクティブ端末数が最も最適であるかの検討は、今後の課題である。

また次に、AP と TE 間の距離が異なるなど異なる伝送レートを用いている複数の無線 LAN へのチャンネル割当方法について説明する。AP と TE 間の距離が大きくなった場合などに、伝送レートは自動的に低下する

ような仕組みが通常取り入れられている。伝送レートが小さくなると、無線 LAN のスループットは伝送レート以下となってしまう。伝送レートの低い端末(あるいは無線 LAN)と高い端末で1つのチャンネルを共有した場合、スループットが著しく低下するという特性がある。そのため、伝送レートが小さい無線 LAN には、複数でチャンネルを共有させ、できるだけ伝送レートが大きい無線 LAN を別のチャンネルに割り当てることで、無線 LAN 全体のスループットを増加できる。

#### 4.2. 競合も干渉も起こる場合

競合に加えて、干渉も起こる場合には、干渉の影響と競合の影響の双方を考慮する必要がある。まず、干渉について述べ、ついで、干渉と競合を同時に考慮する割当方法について述べる。

干渉において、注目すべきは、トラフィック量の影響である。電波的な干渉については、3.1 節で述べたとおりチャンネル差に依存する。さらに、干渉の影響は、トラフィック量に依存する。干渉は、近隣のチャンネルからの干渉波すなわち、フレーム送信により発生するため、トラフィック送出時間の大小が干渉の時間の大小と合致するはずである。フレーム送信をどの端末が行ったかには関係ないため、競合の説明で述べたような無線 LAN 数やアクティブ端末数には依存しない。

干渉が無い場合のスループットは送信トラフィック量に応じて増加し、干渉はトラフィック量に応じて増加する。従って、干渉を最小にするトラフィック量が存在する可能性があり、その可能性は、いくつかの近隣チャンネルの送信トラフィック量により決まるはずである。

競合と上記干渉の特性を考慮すると、次のような割当規則が妥当であろう。まず、基本規則は、無線 LAN 数が比較的少ないときには、干渉の影響を主として考えて、割当を行う。例えば、チャンネル 1,6,11 のような干渉が起こらないチャンネルのみを用いる。実際の干渉度合いを考慮すると、チャンネル差 4 でもほとんど干渉が起こらないとの報告があるので、チャンネル 1,5,9,13 という組み合わせも有効であろう。一方、競合の影響が現れるような多さの無線 LAN 数の場合には、取って、干渉のあるチャンネルを用いて、競合の影響を緩和する。

競合の影響を緩和するため、アクティブ端末数、トラフィック量、伝送レートといった、コリジョンの発生率に寄与するパラメータを考慮して、バランス良く、チャンネルに割り当てるのが重要である。詳細な割当方法については、今後の課題である。

本章では、多くの無線 LAN をチャンネルに割り当てるに当たって、競合と干渉がスループットに与える影響を実機により計測した結果を報告する。

## 5. 競合と干渉のスループット特性

干渉と競合の影響を調べるために、まずは、競合および干渉のみの影響をそれぞれ調査する。一方、市販の無線機器を用いて、自動チャンネル選択(ACS)機能にチャンネル選択させた結果を示し、その ACS がある程度の競合と干渉を考慮しているが、最適ではないことを計測値例に基づいて示す。

### 5.1. 実機実験モデル

実験にて使用した機材や設定について説明する。本実験は、移動無線 LAN システムを想定しているため、AP にはポータブルルータ(PLANEX MZK-MF300N)を使用した。モバイル環境ではスマートフォンを利用することが多くなっているため、送信端末には Android 携帯端末(Nexus S, Galaxy S)を用いた。スループット測定にはアプリケーション Iperf を用い、無線 LAN には、現在最も使用されている IEEE802.11g を用いた。

以下に実験機器の構成を示す。1つの無線 LAN は、AP と 1 台の携帯端末で構成した。本実験では、多くの無線 LAN が近接する場合の通信品質に与える影響の大きさを評価するために、AP をおおむね互いに 50cm 以内の距離に充分近接させた。移動無線 LAN を利用する場合、AP と AP に接続する端末間の距離は比較的近いと考えられるため、AP と所属する端末間の距離もおおむね 50cm 程度にした。AP のパラメータ設定は、チャンネル番号設定を ACS にし、WMM(Wifi Multi Media)、IAPP(Inter Access Point Protocol)等の特殊機能を全て無効にした。端末は、WMM などが無効になっているデフォルトの設定で用いた、また、暗号は使用せず、オープンな無線 LAN 通信を行った。本実験は、通常のおフィスにて行ったため、ノイズや他の無線 LAN の影響が多少は含まれるが、Android アプリケーションの Wifi Analyzer[10]などでの計測では、検知された無線 LAN は、チャンネル 4 を使用している 1 台のみであった。また、該無線 LAN は、1 時間に数 100 パケット程度の非常に低レートのトラフィックであったため、ビーコン以外の干渉は、ほとんど実験結果に影響が無いと考えられる。この環境において、無線 LAN 単独で Iperf で計測した UDP スループット(端末→AP 方向)は、21Mbps であった。ここでのスループットとは、Iperf の計測値のことであり、実際にどれくらいの情報量を転送できたかを示しているため、無線 LAN の MAC フレームの再送などは除外した数値である。この計測値は、文献 [11][12]等の実験結果と比較しても、IEEE802.11g において通常観測される数値であるため、実験系以外のノイズなどの問題は軽微であると判断した。

## 5.2. トータルスループット

チャンネル内競合による性能低下については、2つの無線LANが競合した場合の詳細結果が文献[11][12]にも述べられているが、より多数の無線LANが競合した場合について調査した。以下では、UDP通信を行った結果について述べる。図3は、1セットの無線LANを1チャンネルで通信させたときのスループット(a)と18セットの無線LANで1チャンネル(チャンネル1)を共有し(図2(a)), 通信を行ったときの18セットのスループットの合計値(b)である。18セットの合計が1.27Mbpsという劣悪な通信品質となることが分かった。単独の無線LANでは、21Mbpsのスループットが得られることと比較すると、チャンネル内競合による品質劣化が非常に大きいことがわかった。

次に、チャンネル間干渉による性能低下について調査した。図4は、13セットの無線LANが各チャンネルを1つずつ利用し(図2(b)), 通信を行ったときの13台のスループットの合計値(b)である。もし仮に干渉が無かったとしたときに、13チャンネルの合計で得られるはずの計算値(21Mbps×13=273Mbps)を(a)に示した。その結果、この場合も12.7Mbpsという劣悪な通信品質に低下してしまうことが分かった。チャンネル間干渉が通信品質に与える影響も非常に大きく、スループットが大きく低下することが分かった。

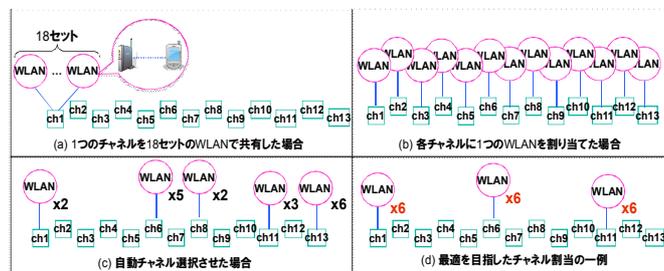


図2 チャンネル割当

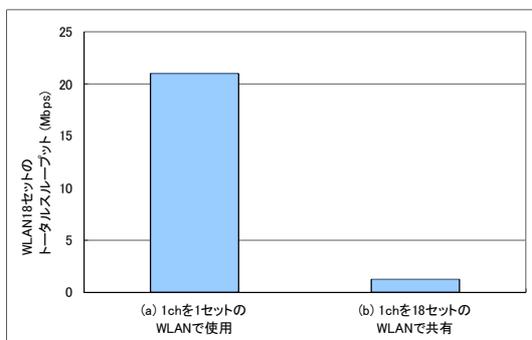


図3 チャンネル内競合

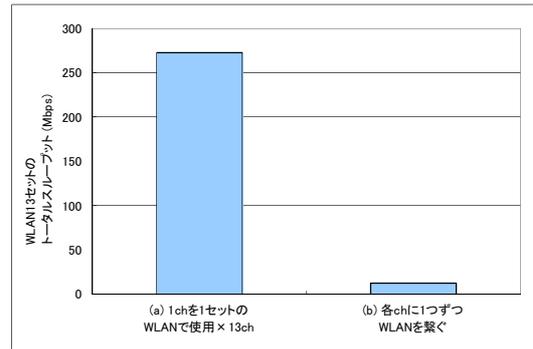


図4 チャンネル間干渉

## 5.3. 自動チャンネル選択のスループット評価

APが自動チャンネル選択(ACS)を行ったとき、チャンネル内競合とチャンネル間干渉について、どれくらい考慮したチャンネル割当を行っているのかを検証するため、自動チャンネル選択時の無線LANのトータルスループットを計測することで明らかにした。

自動チャンネル選択においては、実験の度に選択するチャンネルが多少変化する。これは、チャンネル決定時の信号の強さや何らかのランダム性を入れて決定しているためと推測している。従って、ACSの平均的なデータを取るため、18セットの無線LANの自動選択を10回試行し、各回のスループットを平均した数値をプロットしている。18セットの無線LANの各APを順に起動させて、全てのAPが自動でチャンネル選択を行った後に、端末を通信させた。なお、APを起動させた直後に端末からの通信を行うということを各AP毎に順に行うという方法でも試したが、チャンネル選択結果もスループット計測値もほぼ同じであった。この実験において、ACSが選択したチャンネルの一例を挙げると、図2の(c)のように(チャンネル1の無線LAN数, チャンネル2の無線LAN数, ..., チャンネル13の無線LAN数) = (2, 0, 0, 0, 0, 5, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 6)であった。

18セットの無線LANのトータルスループット計測値を図5の左側に示す。スループットは、12.8Mbps程度であった。前述のように、干渉が発生するチャンネルを選択していることや、同じチャンネルを用いる無線LAN数にばらつきがあることなどにより、チャンネル内競合とチャンネル間干渉についてあまり精度良く考慮しているとは考えにくい。

そこで、このACSよりもスループットが改善されるであろうチャンネル割当(最適を目指したチャンネル割当と呼ぶ(図2(d)))を考え、実際にスループットを計測した。この最適を目指したチャンネル割当では、チャンネル間干渉が起こらない組み合わせであるチャンネル1, 6, 11を利用し、チャンネル内競合の度合いを同じにするために各チャンネルに6台ずつ無線LANを共有させた。すなわち、(6, 0, 0, 0, 0, 6, 0, 0, 0, 0, 6, 0, 0)である。18セットの無

線 LAN のトータルスループットは、13.6Mbps と、少しであるが向上した。これらのことから、自動チャンネル選択では、チャンネル内競合とチャンネル間干渉を考慮したチャンネル選択ができていないこと、さらに干渉を避けるだけの割当では、それほどの性能向上が得られないということが判明した。

今後、スループットの最大化には、チャンネル間干渉とチャンネル内競合の影響も同時に考慮したチャンネル割当の具体的方法の検討が必要である。

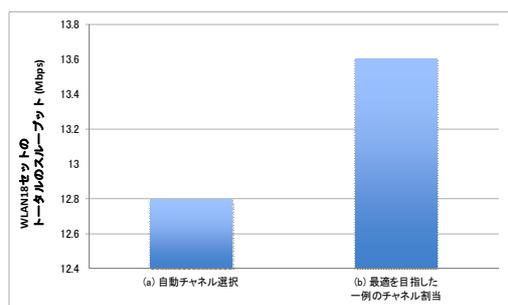


図 5 自動チャンネル選択及び最適を目指したチャンネル割当のトータルスループット

## 6. おわりに

多くの無線 LAN が近接し、有限のチャンネルを共有せざるを得ない場合に、無線 LAN 全体で高い性能を出すには、適当なチャンネル割当が必須である。本稿では、無線 LAN 全体のスループットを最大にする最適割当について議論した。最適割当の基本方針は、無線 LAN が少ない場合と 5GHz 帯を用いる場合とを除き、チャンネル間の干渉に加えて同一チャンネル内の競合の影響も考慮して割当を行うことである。さらに、干渉、競合のメカニズムを分析することで、基本的な割当ルールを定めた。特に、チャンネルごとの利用度合いの平滑化を計ることが重要であり、このため、端末のトラヒック特性、AP 間の距離、伝送レートといった要因を考慮して、割り当てるべきである。

実際の干渉や競合の影響を調べるために、市販の実機を用いて定量評価を行った。13 セットの無線 LAN での干渉、および 18 セットの無線 LAN での競合を評価した結果、無線 LAN 全体のスループットがそれぞれ、12.7Mbps と 1.27Mbps という極めて低い値になった。非常に極端な場合ではあるが、多数の無線 LAN を扱う場合には、干渉と競合の影響が大きくなる危険性があることを示した。

次に実機の自動チャンネル選択(ACS)機能が選択したチャンネル割当の妥当性を評価した。市販の AP の自動モード(機器独自に最適チャンネルをサーチ)では、全体を見渡した最適化が困難であるため、無線 LAN 群全体の最適化は、計れないことを確認した。また、割当を

少し工夫することで、ACS の場合よりも性能を向上できることも確認した。

今後は、より詳細な評価と具体的な割当方法を検討していく。

## 謝 辞

本研究は一部、独立行政法人情報通信研究機構の委託研究「新世代ネットワークを支えるネットワーク仮想化基盤技術の研究開発・課題ウ 新世代ネットワークアプリケーションの研究開発」によるものである。また本研究を進めるにあたり大変有用なアドバイスを頂いた神戸大学の太田能准教授に深く感謝致します。

## 文 献

- [1] IEEE 802.11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, IEEE 802, June 2007.
- [2] G.F. Marias, D. Skyrianoglou, L. Merakos, "A centralized approach to dynamic channel assignment in wireless ATM LANs," IEEE INFOCOM '99, vol.2, pp.601-608 vol.2, 21-25 Mar 1999.
- [3] 松村祐輝,熊谷慎也,小原辰徳,山本哲矢,安達文幸, "無線 LAN システムにおけるチャンネル棲み分けに基づく動的チャンネル配置の適用効果," 信学技報, vol. 112, no. 89, RCS2012-64, pp. 123-128, 2012 年 6 月.
- [4] 熊谷菜津美, 村瀬 勉, 小口正人, "多くの AP が近接する場合の通信品質評価," 信学技報, NS 研究会, NS2012-94, Oct. 2012.
- [5] Experimentation on interference, [http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/0810/28/news006\\_2.html](http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/0810/28/news006_2.html), as of 19 September 2012.
- [6] Jihoon Choi, Kyubum Lee, Sae Rom Lee, Jay (Jongtae) Ihm, "Channel selection for IEEE 802.11 based wireless LANs using 2.4GHz band," IEICE Electronics Express (ELEX), Vol. 8 (2011) No. 16 P 1275-1280, 2012.
- [7] Default channel setting in WiFi access point, <http://compnetworking.about.com/od/wifihomenetworking/qt/wifichannel.htm>, as of 19 September 2012.
- [8] Default channel setting in Netgear WiFi access point, <http://documentation.netgear.com/dg834n/enu/202-10197-02/Wireless.4.3.html>, as of 19 September 2012.
- [9] Recommended channel setting in Netgear WiFi access point, <http://documentation.netgear.com/reference/fra/wireless/WirelessNetworkingBasics-3-05.html>, as of 19 September 2012.
- [10] Wifi Analyzer, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.farproc.wifi.analyzer&hl=ja>
- [11] Remi Ando, Tutomu Murase, Masato Oguchi, "Characteristics of QoS-Guaranteed TCP on Real Mobile Terminal in Wireless LAN," IEEE Sarnoff Symposium 2012, May 2012.
- [12] 安藤玲未,村瀬 勉,小口正人, "無線 LAN 環境におけるモバイルルータユーザ間の公平性制御手法の提案," データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM)2012, C2-1, Mar. 2012