

# 全学無線 LAN 利用ログ情報の解析と応用

鳩野 逸生<sup>1,a)</sup>

概要：神戸大学では、2009 年 10 月のネットワーク更新 (KHAN2009) において全学無線 LAN システムを導入した。本稿では、神戸大学全学無線 LAN システムの構成を述べるとともに、次期のネットワーク更新に向けて、導入から現在までの利用状況を解析した結果を報告する。さらに、アクセスポイントの設置位置、接続時刻、および認証情報を組み合わせて、LC(Learning Commons) の利用状況を調査した事例についても述べる。

## 1. はじめに

神戸大学では 2009 年 10 月のネットワーク更新 (KHAN2009)[1] において全学無線 LAN システムを導入し、現在まで順調に稼働している。導入当初、アクセスポイントは全学の教室、おもな会議室等に約 200 台導入したが、徐々に追加導入し、2015 年 8 月現在 アクセスポイント 376 台が稼働中である。全学無線 LAN システムの利用者も年々増加し、割り当て IP の大幅な増加が必要な状況となっている。また、無線 LAN コントローラの管理機能も向上し、単なる接続時刻・時間を中心とした利用状況だけでなく、接続機器やオペレーティング・システムに関する情報も収集可能になってきている。

以上のような状況において、本稿では、導入から現在の利用状況を蓄積している接続記録から、ユーザの無線 LAN システムの利用状況を解析し報告する。また、アクセスポイントの設置位置、接続時刻、および認証情報を組み合わせて、LC(Learning Commons) の利用状況を調査した事例について述べる。

## 2. 神戸大学全学無線 LAN システムの構成

### 2.1 ネットワーク物理構成

神戸大学における全学無線 LAN システムは、基幹部にマスタコントローラ、主要な各部局にサブコントローラを配し、マスタコントローラですべての AP の構成・利用状況を管理する集中管理構成となっている [2]。

図 1 にネットワークの物理構成を示す。サブコントローラは各部局の入り口に配置されている L3 スイッチに接続され、部局内のアクセスポイントはサブコントローラが制

御している。小規模なセンター、遠隔拠点等は、マスタコントローラが直接制御するような構成としている。コントローラおよびアクセスポイントは Aruba Networks 社の製品 [3] を用いている。アクセスポイントは、全学の教室・会議室などのパブリック・スペースを中心に約 370 台 (2015 年 8 月現在) 設置されており、アクセスポイントの保守・管理およびユーザサポートは、情報基盤センターがすべて担当している。

### 2.2 全学無線 LAN システムの運用

本無線 LAN システムは、以下に示す運用を行っている。

- 利用対象ユーザ
  - 神戸大学情報基盤センター統合ユーザ管理システムに登録されている神戸大学構成員 (教職員・学生)。
  - 学内で開催される学会等への参加者等に発行されるビジター用アカウント (主催者により申請があった場合に発行)
  - eduroam アカウント保持者
- 認証
  - 神戸大学構成員 統合ユーザ管理システム (神戸大学の全構成員が登録) 認証サーバによる認証 (Web 認証, IEEE802.1x)
  - ビジター用アカウント 無線マスタコントローラのローカルユーザによる認証 (Web 認証)
  - eduroam ユーザ eduroam 専用の Radius サーバを eduroam-jp に接続することにより認証 (IEEE802.1x)
- SSID 毎のポリシー制御
  - 本無線 LAN システムにおいては、SSID によって接続可能なユーザ種別およびファイアウォールの設定を変えた運用としている。以下に詳細を示す。
  - 神戸大学構成員共通

<sup>1</sup> 神戸大学  
Kobe Univ., 1-1 Rokko-dai, Nada, Kobe 657-8501, Japan  
<sup>a)</sup> hatono@kobe-u.ac.jp

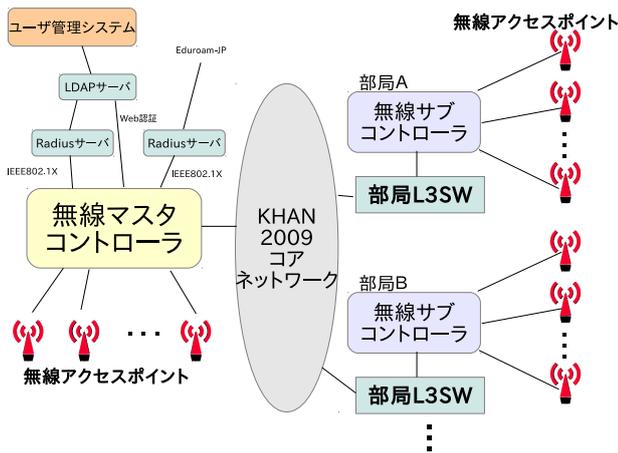


図 1 全学無線 LAN システムの物理構成

学生用 SSID・教職員用 SSID: 学生, 教職員には別々の SSID を割り当て, それぞれの SSID で認証サーバによる認証・認可の処理が行われる。教職員ユーザ, 学生ユーザにはそれぞれ基本的なネットワーク利用に必要なポートのみをファイアウォールで解放しているが, 学生と教職員のネットワーク利用の形態の相違点を考慮し, 学生には教職員用業務サーバへのアクセスや, リモートデスクトッププロトコルなどを禁止した運用としている。

部局用 SSID: 各部局のサブコントローラ毎に, 複数の部局用 SSID を設定している。全学共通の学生用および教職員用 SSID は, 共通にプールされた IP が割り当てられるのに対して, 部局 SSID に接続すると, 部局ネットワーク配下の VLAN に接続される。従って IP は部局ネットワーク配下で利用されているものが利用される。認証に当たっては, ユーザの所属および身分種別による認可が行われる。

– その他のユーザ

ビジター用 SSID, eduroam ユーザ用 SSID: 両方の SSID においては, eduroam で推奨されているファイアウォールポリシーを設定している。

### 3. 利用者数および接続デバイス数の推移

図 2 から図 5 に, 2010 年 1 月から 2015 年 7 月までの学生ユーザ, 教職員ユーザ, その他のユーザ毎に, 1 ヶ月毎のユニークなユーザ数の推移および認証が成功した接続デバイス数を, 全学, 文系学部地区, 理系学部地区, 共通教育部地区毎に示す。ただし, ユーザ数は, 各部局に設置しているアクセスポイントに接続しているユニークなユーザ数をカウントすることにより求めている。従って, 3 地区を移動して利用しているユーザは移動したそれぞれの地区にダブルカウントされている可能性がある。また, 接続デバ

イス数は, 無線 LAN システムに接続しているデバイスのユニークな Mac アドレス数をカウントしたものである。

図 2~ 図 5 から, 利用者は導入当初からリニアに増加して来ているが, 特に 2015 年度 (2015 年 4 月) に入ってから伸びが顕著であることがわかる。増加の傾向に関しては, 文系部局と理系部局で大きな差は無いことも見て取れるが, 詳しい原因は不明である。

神戸大学の在籍学生数は約 17,000 名 (学部生, 大学院生, 研究生を含む) であるため, 全学生の 60% が利用していることになる。また, 2015 年 6 月には, 接続デバイス数が約 20,000 台で, 利用ユーザが 13,000 名であることから, 平均 1 名あたり約 1.17 種類のデバイスを利用している。

一方で, 無線に接続すると各部局の VLAN に接続される部局用 SSID の利用者は, 当初からほとんど増加していない。各部局で利用の促進活動を行っていないことが原因であると思われる。

### 4. 接続デバイスの接続機器および OS

Aruba Networks 社の無線コントローラは, DHCP や http のパケットに含まれるフィンガープリント情報を解析することにより, 接続デバイスの種類や OS に関する情報を取得することができる。これらの情報は, 同社無線 LAN 管理システム AirWave[4] に蓄積され, 取得することができる。図 6 に, 接続デバイスの種類または OS 毎の接続数の推移を示す\*1。

図 6 から, Apple iPhone および Android 機器の増加が顕著であり, Windows PC と見られる機器の増加よりもかなり大きいことから, 接続デバイスの増加の大部分は, スマートフォン接続数の増加によるものであることが分かる。また, Windows 98 などが検出されているが, Windows 98 には極めて古い無線機器のドライバしか存在しないため, 現在の無線 LAN システムに接続することは困難であると考えられる。従って, Windows 98 は, 誤った UserAgent を名乗るアプリケーションのフィンガープリントを読み取った誤検知であると考えられる。更に, Windows XP に関しても, Windows XP を名乗るアプリケーションは数多く存在しているため, Windows XP として検知されている PC の多くは, Windows XP ではない可能性もある [5]。

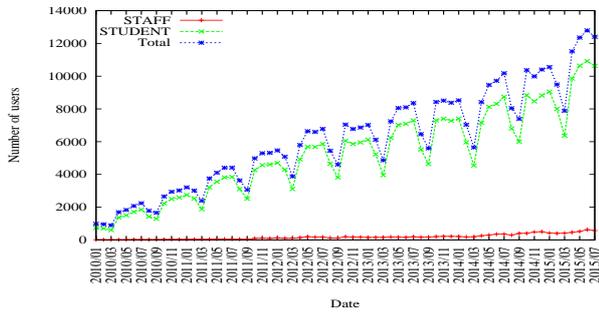
### 5. 運用上の問題点

#### 5.1 割当 IP 不足の発生

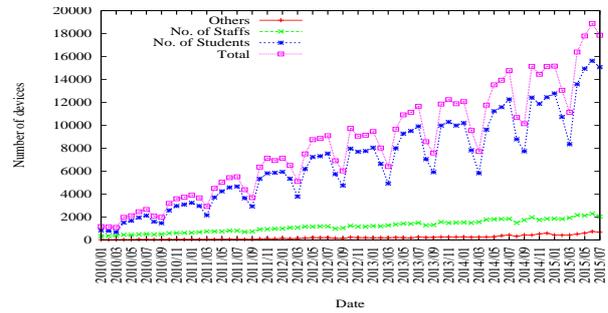
現在 (2015 年), 平日の 12 時前後から午後 3 時頃まで, 割当 IP の不足と見られる接続障害が発生していることが報告されている\*2。図 7 に, 全学における 2010 年 1 月か

\*1 AirWave における集計のロジックが不明なため, デバイス数の絶対値は一致しない可能性がある。

\*2 神戸大学においては, グローバルアドレスを無線デバイスに割り当てている。

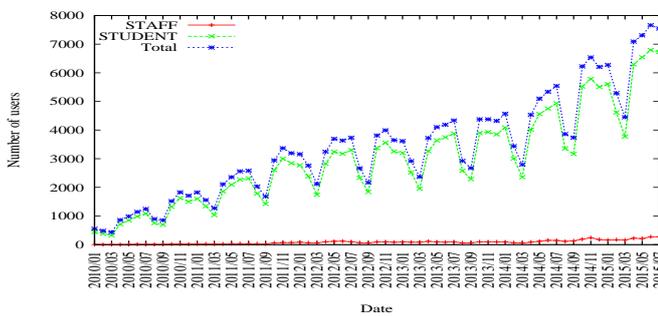


(a) 利用者数

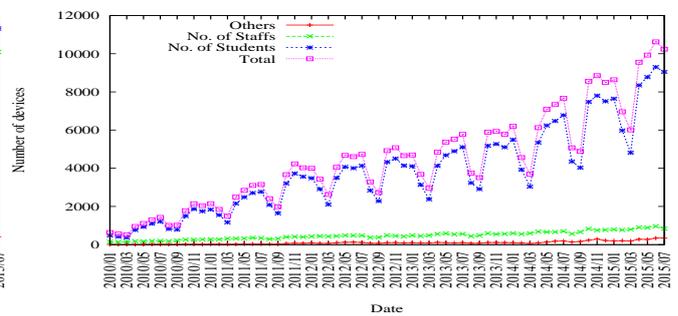


(b) 接続デバイス数

図 2 2010年1月から2015年7月までの利用者数の推移(全学)

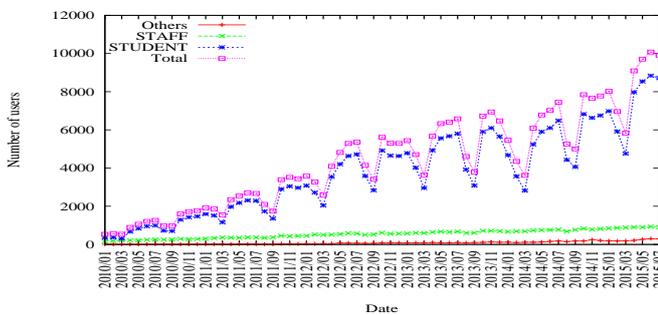


(a) 利用者数

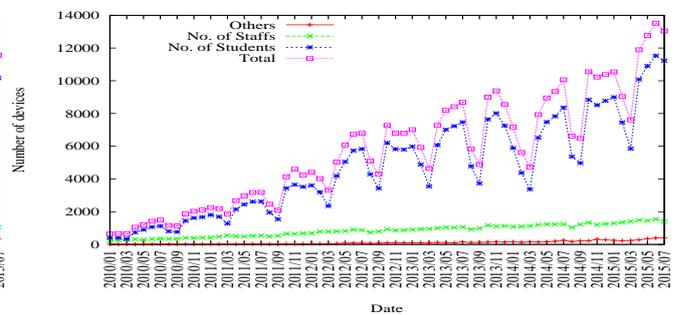


(b) 接続デバイス数

図 3 2010年1月から2015年7月までの利用状況(文系学部)

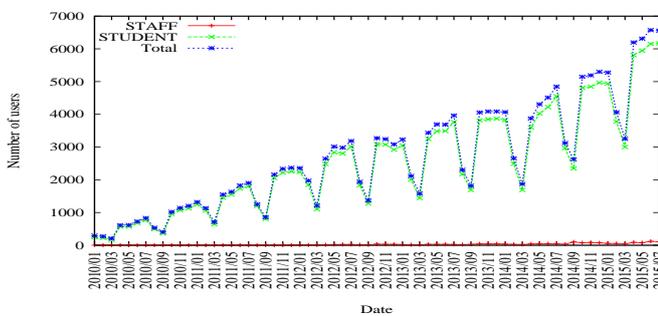


(a) 利用者数

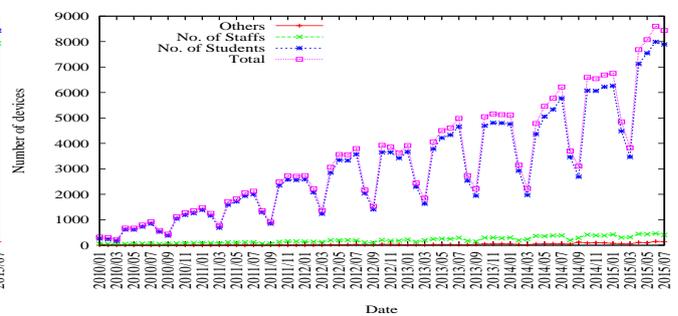


(b) 接続デバイス数

図 4 2010年1月から2015年7月までの利用状況(理系学部)



(a) 利用者数



(b) 接続デバイス数

図 5 2010年1月から2015年7月までの利用状況(共通教育)

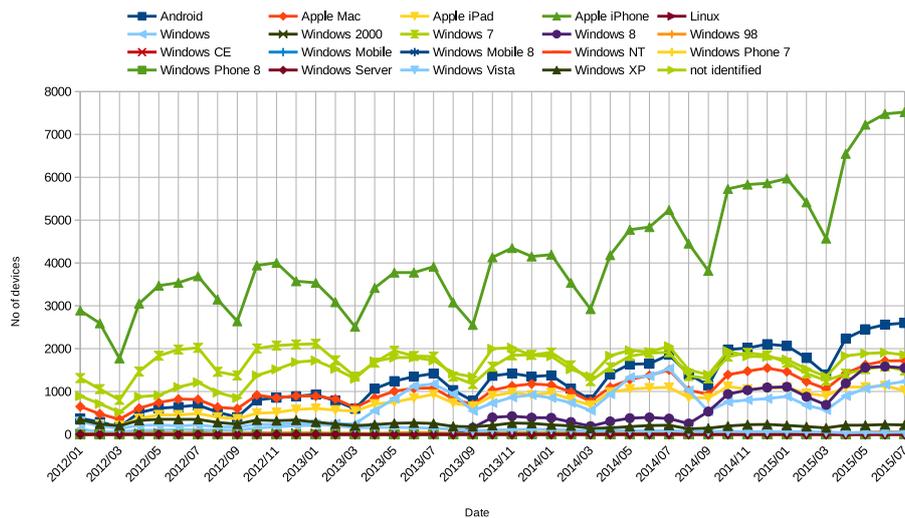


図 6 2012年1月から2015年7月までの接続機器のOS

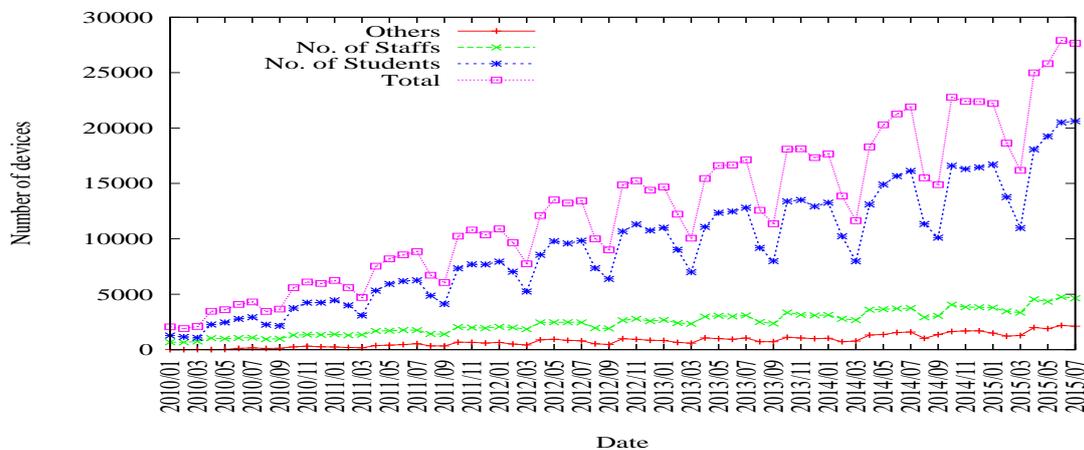


図 7 2010年1月から2015年7月までの接続要求があったデバイス数の推移(全学)

ら2015年7月までの接続要求があったデバイス数の推移を示す。図2(b)と比較すると、2015年7月時点で1,000台近く差があり、かなりの接続要求が失敗していることが推定される。

現状の学生ユーザに対するIPの割り当ては、全学を社会科学系地区、共通教育地区、その他の地区に分けて、それぞれ約1,000のIPである。この状況でどの程度割り当てIP数が不足しているかを更に調査するため、2015年4月1日から5月13日において、認証が通ったユニークなデバイス数を1時間毎に集計し、割り当てIP数を上回ったと推定される時間帯数を求めた(表1)<sup>\*3</sup>。

以上のような接続状況を改善するためには、少なくとも各地区で最大認識台数に対応可能なIP数の割り当てが必要である。現在、次期ネットワーク更新までの利用増加も加味して、現状の4倍のIPを割り当てることが可能なよ

表 1 1時間毎の認証が成功した接続デバイス数の最大値

地区	最大認識台数	割当IP不足発生時間帯数
社会科学系地区	1,000	1
共通教育地区	1,456	40
その他地区	2,051	161

うに設定変更を実施中である<sup>\*4</sup>。

## 5.2 アクセスポイントの配置および増設

前述のように、2009年10月に約200台のアクセスポイントを導入した。導入にあたっては、各部局からの希望数と部局の規模を勘案して割り当て数を決定したが、各部局の意識の差からごく少数の希望しか提出しなかった大規模部局があり、無線LANのカバーするエリアに大きな差が発生した。2009年以降は、各部局からの要望に応じて増設(部局予算)を行って来ているが、未だに無線LANのカバーエリアは部局によって大きな差がある。次回のネッ

<sup>\*3</sup> 割当に失敗したデバイス数をログ情報からのみで正確にカウントするのは困難なため、1時間内の認識台数が割当可能IP数を上回った時間帯数で代替している

<sup>\*4</sup> 2015年9月中に実施予定

トワーク更新においては、現在の利用状況を精査の上、カバーエリアの増加を図る必要があると思われる。

### 5.3 大人数教室におけるアクセスポイント整備

学内に、収容人員 300 名を超える教室がかなりの数存在し、その多くにアクセスポイントが整備されている。大規模教室においては、授業が始まるとともにアクセスポイントを利用するデバイス数が急増することが多いが、そのほとんどはスマートフォンのアクセスによるものと考えられる<sup>\*5</sup>。数年前には、1つのアクセスポイントに接続するデバイス数過多が原因の一つと見られる障害が頻発した<sup>\*6</sup>。今後ますます利用者が増加した場合、スマートフォンのアクセスにより、授業担当教員の PC など授業実施に必要な通信が阻害される可能性が高い。根本的には、授業出席者全員が無線 LAN を利用したとしても十分なアクセスポイントを整備することが望ましい。

## 6. 無線 LAN のログ情報解析の応用

現在、多くの学生がスマートフォンを所持していると言われている<sup>\*7</sup>。前述のように、スマートフォンは、バックグラウンドで様々な通信を行っており、利用者が操作するしないにかかわらず通信が発生する。また多くの場合、一度接続したことがある無線 LAN の SSID には自動的に接続される。以上の状況から、全学無線 LAN の接続状況は、利用者の行動を一定範囲で反映しているものと推定される。

本節では、神戸大学における Learning Commons 検討ワーキンググループにおける議論に資料として利用した例と、各学年の 1 時間毎の利用状況により学生の在学状況の傾向を分析した例を示す。

### 6.1 Learning Commons 利用状況の推定

図 8 に、Learning Commons 検討ワーキンググループに提出したデータを 2015 年 7 月までのログ情報を用いて再集計したものの一部を示す (情報基盤センター分館自習室)。ワーキンググループには、約 100 箇所の Learning Commons として整備されている場所および Learning Commons の候補となりうる場所に関し、2012 年 4 月から 2013 年 7 月までのデータを提出しており、同ワーキンググループが提出した提案書に一部が記載されている。ただし、図 8 において B1, B2, B3, B4 は、それぞれ 1 年次、2 年次、3 年次、4 年次であることを示す。B5, D/M, NRS は、それぞれ 4 年以上の在籍者、大学院生、非正規生を示す。

情報基盤センター分館は、2014 年 3 月から 9 月にかけて

<sup>\*5</sup> スマートフォンからのアクセスは、バックグラウンドジョブからの通信により、ユーザが操作していない場合でも一定間隔で通信が発生する。

<sup>\*6</sup> 現在は、ファームウェアの更新により改善している。

<sup>\*7</sup> 2015 年 4 月に新生に実施したアンケートでは 95% の学生がスマートフォンを所持しているという結果を得ている。

改修が行なわれ、自習室を Learning Commons として整備した。2014 年 10 月から利用者が急増しているのはこのためであると思われる。また、利用者は 3 年次が中心であり、10 時、12 時、16 時にピークが立っていることが顕著であるが、授業の合間に分館に立ち寄って利用していることが推察される。

### 6.2 学生の在学状況の推定

図 9 に、すべてのアクセスポイントにおける、学生の利用状況を示す。2013, 2014, 2015 年度ともに各時刻における利用状況は、利用の増加以外は同様な傾向を示している。しかし、2013 年、2014 年当時とは、1 年次、2 年次の利用が少ない傾向があったが、2015 年度には 1 年次から 3 年次の利用状況がほぼ等しくなってきたことが見て取れる。同様の解析を部局毎に実施することにより、より詳細な状況把握が可能になることが期待される。

## 7. おわりに

本稿では、2009 年 10 月に導入した神戸大学全学無線 LAN システムの概要およびユーザおよび接続デバイスの情報という観点からの利用状況について述べるとともに、無線 LAN の利用状況を、全学的な施設整備 (Learning Commons) に利用した事例について述べた。

今後は、次期ネットワーク更新に向けて無線 LAN システムの仕様を再検討するとともに、無線 LAN の利用状況を大学の活動の把握・分析のためのデータソースとして利用することを検討していく必要がある。また、現在利用している無線コントローラは、各接続デバイスが利用している通信アプリケーションを解析して収集する機能を持っている。これらの情報を用いることにより、より詳細な学内における学習活動の分析が可能になると考えられる。

### 参考文献

- [1] 鳩野逸生, 伴好宏, 佐々木博史: 神戸大学におけるネットワークシステムの構築, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-IOT-7 No 1, pp. 1-5 (2009)
- [2] 鳩野逸生, 伴好宏, 佐々木博史: 神戸大学全学無線 LAN システムの利用状況分析, 大学 ICT 推進協議会 2011 年度年次大会講演論文集 (2011).
- [3] Aruba Networks 社: モビリティ・コントローラ, available from <http://www.arubanetworks.co.jp/products/networking/controllers/> (2015 年現在)
- [4] Aruba Networks 社: AirWave 統合管理システム available from <http://www.arubanetworks.co.jp/products/networking/network-management/> (2015 年現在)
- [5] 鳩野逸生, HTTP 通信ログ解析による学内情報機器の利用状況推定, 第 7 回インターネットと運用技術シンポジウム (IOTS2014) 講演論文集 (2014).

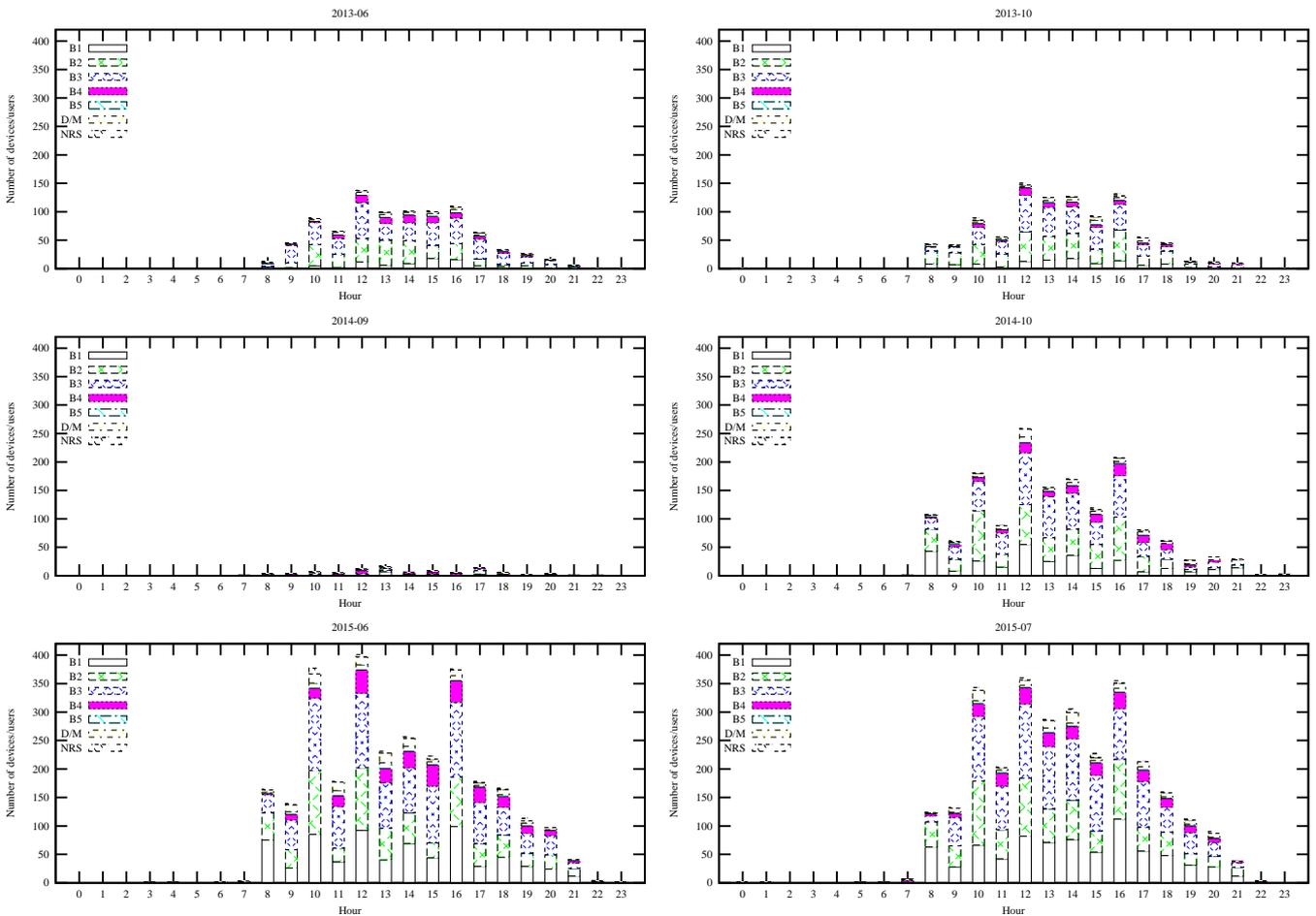


図 8 情報基盤センター分館自習室の利用状況

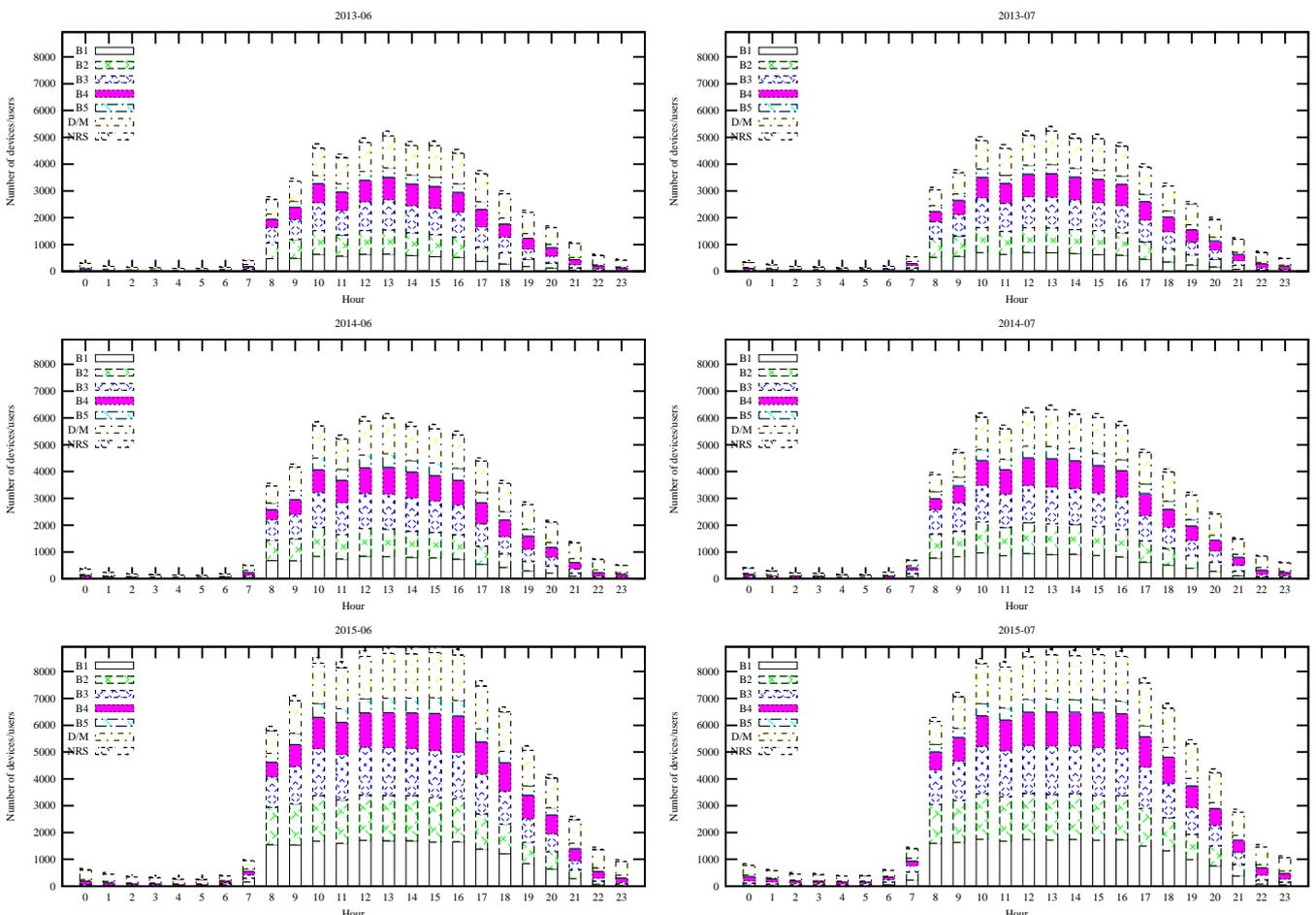


図 9 学生ユーザの利用状況