

キャンパス内の無線LAN利用動向分析

佐藤 真¹ 村上 登志男¹ 磯上 貞雄¹ 城所 弘泰¹ 久保山 哲二¹

概要: 学習院大学のキャンパス内における無線LANの利用動向を分析した結果について報告する。

1. はじめに

学校法人学習院（以下学習院）は、幼稚園、初等科（小学校）、中等科（中学校）、高等科（高校）、女子中・高等科（女子中・高等学校）、女子大学、大学を擁する私立学校法人である。

学習院大学（以下本学）はこの中の学校の一つであり、本研究グループが属している計算機センターは大学の附属研究機関である。また計算機センターは大学だけではなく学習院全体のネットワークインフラ、教育研究用のコンピュータシステムの設計・導入・運用・管理なども行っている教員組織である。

本学では、ほかの学校を含め3年毎に、教育研究用途のコンピューターシステム（クライアント・サーバー、ネットワーク機器など）の更新を行っている。本研究は、2012年4月導入のシステムで大学に設置した無線LAN設備を利用したものである。2012年度の新規導入システム以前は大学全体で管理する無線LAN設備は有しておらず、学科が設置したもの、教員個人で設置したもの、教員や学生などが持ち込むモバイルルーターなどさまざまな無線LAN機器が利用されており、近年は一人の教員でも複数の機器を所有し利用することも増え、大学内ではチャンネル干渉による接続性の低下などが問題となっていた。

これらの問題を解消するため、大学全学的に一元管理できる無線LAN設備を導入し、設備の移行を促すこととなった。このような経緯から、まずは教員へのサービスを重点に、教員の研究室・実験室を最低限カバーできるように機器を設置した。学生からの整備の要望も上がっていたことから、学生ホール・図書館閲覧室など公共スペースを中心に試験的に設置を行った。教室での利用の要望も一部からはあったものの、無線端末を利用した教育はまだ十分に検討できていないことなどから、教室への設置は今回

は見送った。導入した無線LAN設備は、アクセスポイントの一元管理、同一チャンネルを利用できることなどから、メルネットワークス社製のシステムを導入した。構成は、コントローラー2台（MC3200/アクティブ・スタンバイ構成）とアクセスポイント180台（AP1010i）である。

利用には全学統合認証のユーザーID、パスワードを利用したユーザー認証を通過したクライアントのみ接続できるようにした。ユーザー認証には、導入時はすでに有線ネットワークでの利用実績のあったWeb認証のみを提供し、後日802.1x認証（PEAP-MS-CHAP-v2）も併せて導入した。

本研究は後日導入した802.1x認証の利用履歴をもとに行っている。

無線LAN機器の管理、ユーザのためのよりよいネットワーク構成の設計、ユーザの行動や利用状況に応じた新しいアプリケーションの開発のために、無線LANの利用動向の分析は役立つだろう。たとえば大学内での無線LANの利用動向の変化を調査することで無線LAN環境配備の施策に利用しようとする研究[1]や公衆無線LANにおけるユーザの行動とネットワークのパフォーマンスの調査によりネットワーク環境配備や最適化を狙う研究[2]などが進められている。本稿では学習院大学のキャンパス内における802.1x認証の無線LANの利用動向を分析し報告する。

2. ネットワーク構成

図1に学内における無線LANクライアントの802.1x認証によるインターネット及び学内ネットワーク接続のためのネットワーク構成の概念を示す。802.1xでの認証にはクライアントのデジタル証明書を利用するEAP-TLS、ID/パスワードを利用するPEAPなど次のようなものがある。本学の全学統合認証サーバはActiveDirectoryで構成されているため、実装が容易なためPEAP-MS-CHAP-v2を採用した。

- (1) EAP-TLS
- (2) EAP-MD5

¹ 学習院大学 計算機センター
Comuter Centre, Gakushuin University, 1-5-1 Mejiro,
Toshima-ku, Tokyo 171-8588, Japan

- (3) EAP-TTLS
- (4) LEAP
- (5) PEAP

今回導入したメルネットワークス社製の無線 LAN 設備は、アクセスポイントが学内の複数のサブネットに配置されているが、コントローラとの間でトンネルを張っておりすべての通信は一度コントローラに集約される。SSID 毎に一つのサブネットを割り当て、無線 LAN クライアントにはそのサブネット内の IP アドレスを動的に動的に配布している。

無線 LAN クライアントの通信は、アクセスポイントを通過した後、コントローラに集約され、透過型プロキシを経由して学内ネットワークおよびインターネットへと出ていく構成になっている。

今回導入した設備では、無線 LAN クライアントは Web 認証もしくは 802.1x 認証で認証を通過しない限り、プロキシに通信は渡されない構成をとった。SSID 毎にこれらの認証方式を分けており、本研究では後者の 802.1x 認証を利用するものを対象にしている。

3. 利用動向の分析

本学における AP の 2012 年 6 月 16 日から 2013 年 5 月 30 日までのログ 5,279,071 件、RADIUS サーバーの 2012 年 8 月 3 日から 2013 年 5 月 31 日までのログ 2,671,472 件から、802.1x 認証を試みた利用者の利用動向を分析する。

適切なユーザ名で AP を通じて RADIUS サーバーにアクセスし 60 秒以内に RADIUS サーバーからの応答のあった利用者の、フィールドをユーザ名、アクセス日時、MAC アドレス、アクセスポイントの ID とするレコードを 123,479 件抽出した。

ユーザ名は、学生は入学年度、学部、学科、個人番号、教員・その他は採用年度、個人番号に基づく。抽出したレコードから把握した利用者の分布を表 1 にまとめる。なおのべ 531 人のユニークユーザは適切でないユーザ名でアクセスしていた。

図 2 に示す入学年度ごとの利用者の数を見ると 2010 年度から 2013 年度までの利用者の数にはそれほど差がないため、入学年度の差は周知度に差に影響がないと考えられる。

一日ごとのアクセス数を図 3 に示す。横軸は日付、縦軸はユニーク利用者のアクセス数を表す。年末年始やゴールデンウィークのアクセス数は減少していることがわかる。2013 年 4 月 1 日以前の平均アクセス数が 236 に対し、以降の平均アクセス数が 1,420 と 2013 年 4 月あたりを境にアクセス数が増加していることがわかる。

曜日ごとの平均アクセス数を図 4 に示す。横軸は曜日、縦軸はアクセス数、バーは標準誤差を表す。月曜日から金曜日のアクセス数に比べて日曜日と土曜日はアクセス数が

表 1 のべ利用者数 (ユニーク)

Table 1 Number of active unique users.

| 項目 | 人数 (人) | 割合 (%) |
|------------|--------|--------|
| 全体 | 1,048 | 100.0 |
| 学生 | 889 | 84.8 |
| 学部 | 781 | 74.5 |
| 法 | 193 | 18.4 |
| 経済 | 225 | 21.5 |
| 文 | 197 | 18.8 |
| 理 | 166 | 15.8 |
| 大学院 (博士前期) | 65 | 6.2 |
| 政治学 | 6 | 0.6 |
| 経済学 | 5 | 0.5 |
| 人文学 | 23 | 2.2 |
| 自然科学 | 31 | 3.0 |
| 大学院 (博士後期) | 19 | 1.8 |
| 政治学 | 2 | 0.2 |
| 経済学 | 0 | 0.0 |
| 人文学 | 15 | 1.4 |
| 自然科学 | 2 | 0.2 |
| 専門職大学院 | 19 | 1.8 |
| 法務 | 19 | 1.8 |
| その他 | 5 | 0.5 |
| 教員・その他 | 159 | 15.2 |

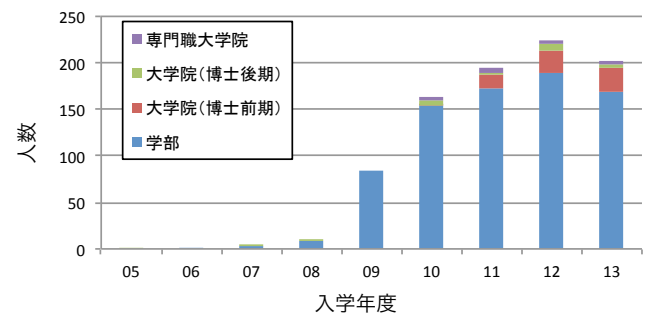


図 2 入学年度ごとの学生の利用者数。

Fig. 2 Number of unique users by each grade level.

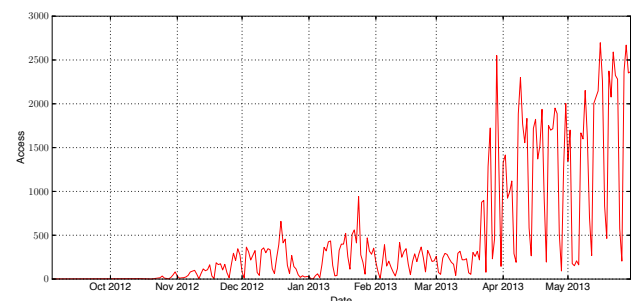


図 3 日ごとのアクセス数。

Fig. 3 Number of active record per day.

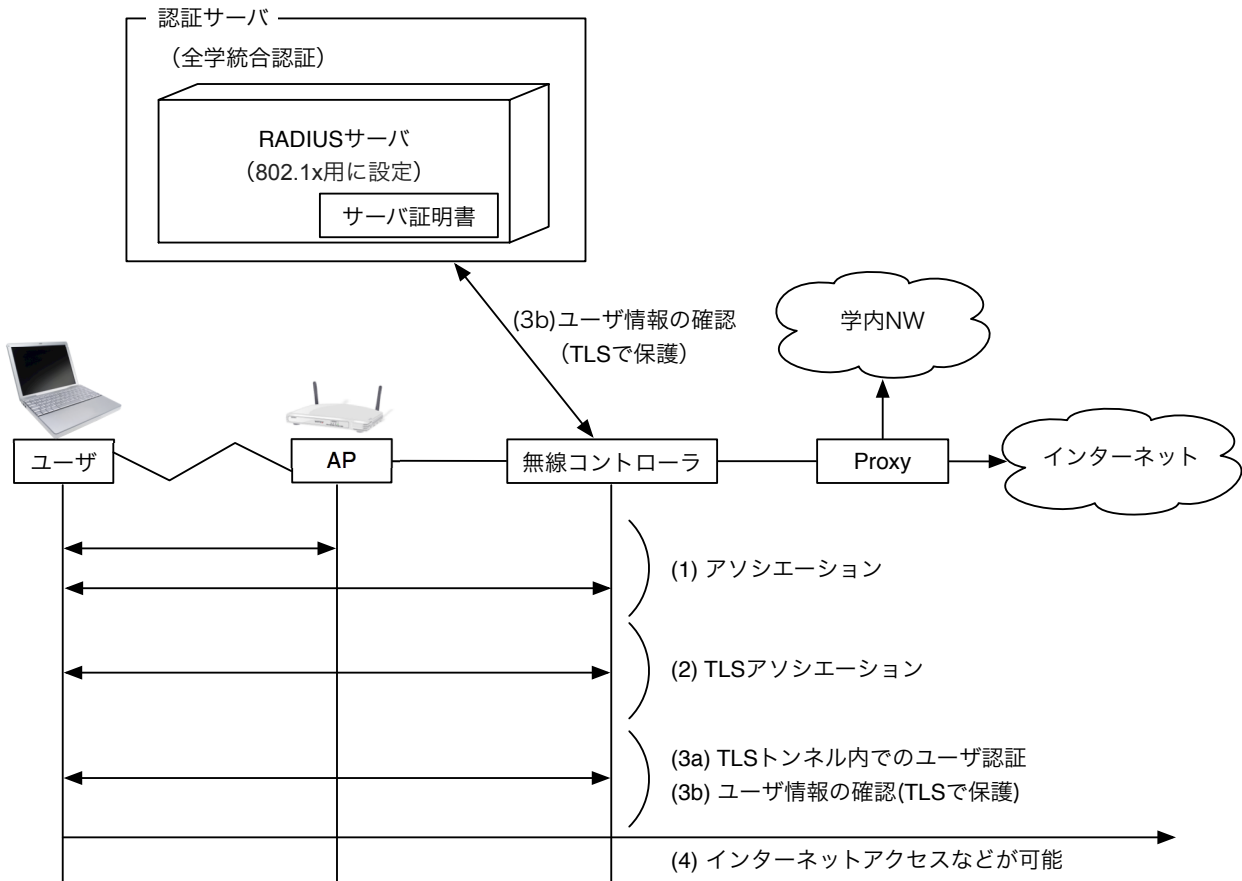


図 1 学内における 802.1x によるインターネット及び学内ネットワーク接続のためのネットワーク構成.

Fig. 1 Wireless LAN network composition.

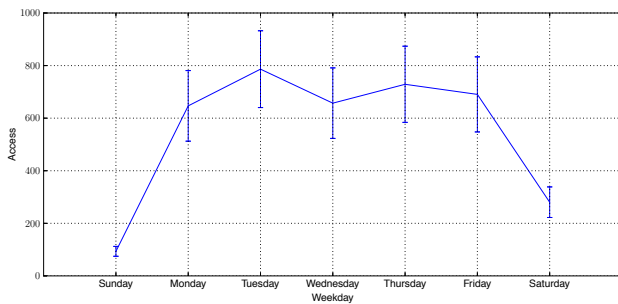


図 4 曜日ごとの平均アクセス数.

Fig. 4 Number of active record per weekday.

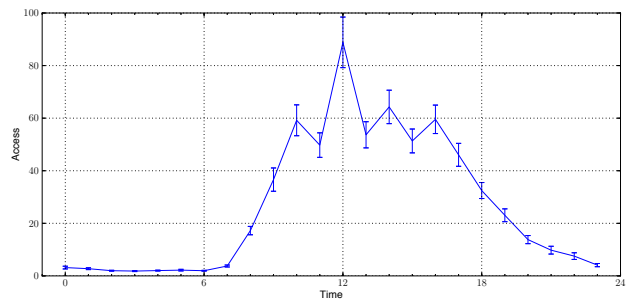


図 5 時刻ごとの平均アクセス数.

Fig. 5 Number of active record per hour.

少ない.

時刻ごとの平均アクセス数を図 5 に示す. また曜日別時刻ごとの平均アクセス数を図 6 に, 公共の場所とそれ以外の場所の時刻ごとの平均アクセス数を図 7 に示す. 横軸は時刻, 縦軸はアクセス数, バーは標準誤差を表す. 利用者の最も多い時間帯は 12 時である. 曜日別に見ると, 月曜日から金曜日がほぼ同様の変化をしている一方, 土曜日は午後になると急激に減少し, 日曜日は一日を通してアクセスが少ないことがわかる. 公共の場所に設置されたアクセ

スポイント数は 36, その他の場所に設置されたアクセスポイント数は 144 である. 公共の場所とそれ以外の場所を比較すると, 昼休みの時間に相当する 12 時に公共の場所がその他の場所を上回り, 12 時以外の時間帯ではその他の場所が公共の場所を上回っているかほぼ同数である.

利用者ごとの週平均利用日数の累積相対度数分布を図 8 に示す. 横軸は週平均利用日数, 縦軸は割合を示す. 週平均 1 日の利用者は 36.9% であり, 週平均利用日数 4 日以下の利用者が全体の約 90% を占めることがわかる. 週平均利

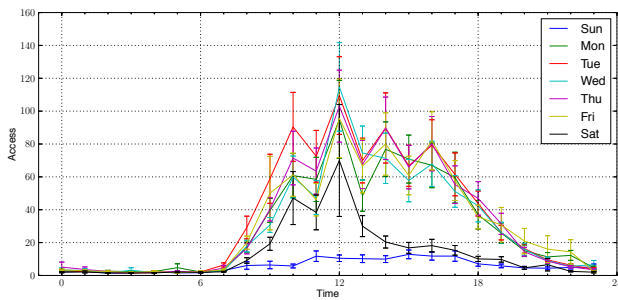


図 6 曜日別時刻ごとの平均アクセス数.
Fig. 6 Number of active record per hour.
Comparison among weekdays.

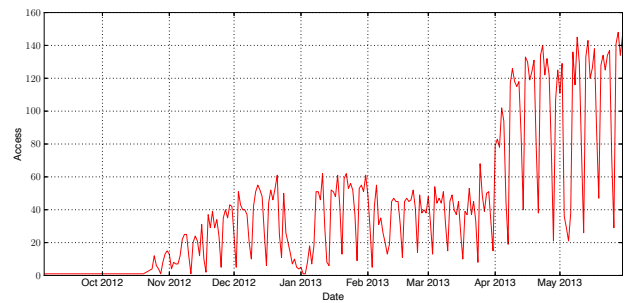


図 9 日ごとに利用されたアクセスポイント数.
Fig. 9 Number of active APs per Day.

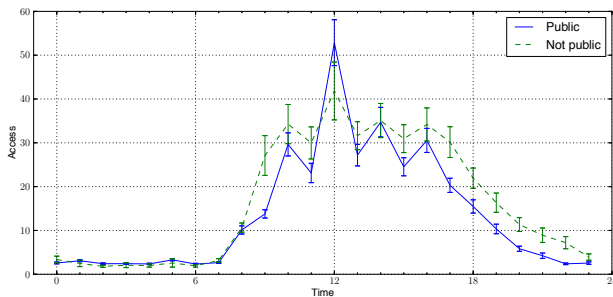


図 7 時刻ごとの平均アクセス数、公共の場所とその他の場所の比較.
Fig. 7 Number of active record per hour.
Comparison between public space and others.

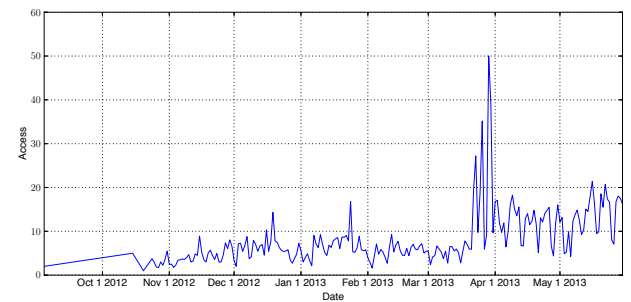


図 10 日ごとに利用されたアクセスポイントに対する平均アクセス数.
Fig. 10 Number of active record per active APs per Day.

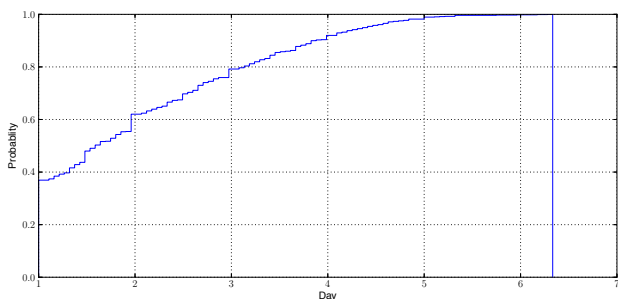


図 8 利用者ごとの週平均利用日数、累積相対度数分布.
Fig. 8 Average active days per week per user,
distribution across users.

用日数最大は 6.3 日であった。

日ごとに利用されたアクセスポイント数を図 9 に示す。横軸は日付、縦軸はアクセスのあったアクセスポイント数を表す。また日ごとに利用されたアクセスポイントに対する平均アクセス数を図 10 に示す。横軸は日付、縦軸は平均アクセス数を表す。アクセスポイント増加に伴い、802.1x 認証によって利用されるアクセスポイント数は 2 倍程度、アクセスポイントごとのアクセス数も 2 倍程度に増加していることから学内 LAN の需要の大きさが見て取れる。

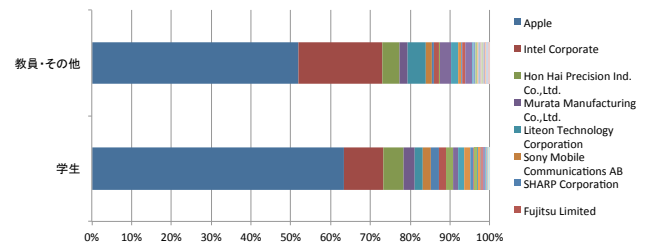


図 11 学生、教員・その他の無線 LAN 機器ベンダーの割合.
Fig. 11 Proportion of wireless LAN vendors of the users.

OUI (Organizationally Unique Identifiers) *1 による学生と教員・その他の無線 LAN 機器のベンダーの割合を図 11 に示す。Apple, Intel, Hon Hai Precision, Murata Manufacturing Co., Ltd. の順に利用者が多かった。教員・その他に比べ学生のほうが Apple の無線 LAN 機器を利用している割合が大きい。また学生に比べ教員・その他は Intel の無線 LAN 機器を利用している割合が大きい。

4. おわりに

学習院大学のキャンパス内における無線 LAN の利用動

*1 IEEE Public OUI and Company_id Assignment lookup
<http://standards.ieee.org/develop/regauth/oui/public.html>

向を基本的な統計情報を中心に分析した結果を報告した。これらの結果を利用して、より利用者が快適に利用するための無線 LAN 機器設備の増強、無線端末を利用した教育計画を検討することができるだろう。

参考文献

- [1] Henderson, T., Kotz, D. and Abyzov, I.: The changing usage of a mature campus-wide wireless network, *Proceedings of the 10th annual international conference on Mobile computing and networking*, ACM, pp. 187–201 (2004).
- [2] Balachandran, A., Voelker, G. M., Bahl, P. and Rangan, P. V.: Characterizing user behavior and network performance in a public wireless LAN, *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, Vol. 30, No. 1, ACM, pp. 195–205 (2002).