

宮崎大学無線 LAN の利用状況の解析

柳田典章^{†1} 廿日出勇^{†2} 青木謙二^{†2} 園田誠^{†2} 黒木亘^{†2} 川畑圭一郎^{†2}

宮崎大学では、2010年に全学をカバーする無線 LAN を導入した。研究室での無線 LAN の利用状況を把握するため、無線によるネットワーク接続のセッションログの解析を行なった。その結果、無線 LAN を年 1 回以上利用した人の割合は 2013 年の 73.8% から 2015 年の 85.0% に増加していること、802.11n(5GHz) を使ったセッションの割合が 2013 年の 22.8% から 2015 年の 42.8% に増加していることがわかった。

Usage analysis of wireless LAN of Miyazaki University

NORIAKI YANAGITA^{†1} HATSUKADE ISAMU^{†2} AOKI KENJI^{†2}
SONODA MAKOTO^{†2} KAWABATA KEIICHIROU^{†2}

The whole area campus wireless network was introduced to Miyazaki University in 2010. To know the patterns of wireless LAN usage in laboratories, we analyzed the session logs of the campus wireless network. We found the percentage of users who access the wireless LAN at least one time for a year increases from 73.8% in 2013 to 85.0% in 2015, and that the percentage of the 802.11n(5GHz) session total session increases from 22.8% in 2013 to 42.8% in 2015.

1. はじめに

どこからでも簡単にネットワークに接続することができるため、ネットワーク接続の手段として無線 LAN が広く普及してきている。大学における無線 LAN 環境は、かつては研究室単位で導入されていたが、セキュリティの確保と授業でのノート PC の利用のために、2000 年代中頃から大学が集中管理する大規模な無線 LAN の整備がおこなわれるようになった[1][2]。現在、無線 LAN は、学生の持ち込みノート PC を教育に活用する「PC 必携化」を行なう前提として、また、スマートフォンやタブレット端末のネットワーク接続の手段として、基盤としての重要度が増している。

宮崎大学では、2006 年 12 月、ノート PC を授業で活用するために、木花キャンパスにある三つの学部（教育文化学部、農学部、工学部）の講義棟、付属図書館、福利厚生施設（食堂）に集中管理方式の無線 LAN を導入した。2010 年 4 月には、学生のノート PC 必携化の開始に対応するために、講義棟の無線 LAN を増強し、研究棟にもエリアを拡大した。2015 年 4 月には、老朽化した講義棟の無線 LAN を更新し、高速化と同時接続数の拡大を図った。

本論文では、過去 3 年の研究棟無線 LAN のセッションログを用いて、研究室における無線 LAN 利用状況の変化を分析した結果を報告する。講義棟無線 LAN の利用状況は授業でのノート PC の活用方法に大きく依存するのに対して、研究棟無線 LAN の利用状況はより日常的な利用状況を表しており、研究棟無線 LAN の利用状況は大学にお

ける携帯型コンピュータ利用の浸透を評価するのにより適していると考えられる。

2. 宮崎大学無線 LAN

宮崎大学の木花キャンパス無線 LAN は、講義棟系と研究棟系の二つに分けて管理している。これは授業を行なう講義棟を優先的に整備してきた歴史的な理由と講義棟と研究棟の利用パターンが大きく異なるためである。講義棟は PC を使用する授業の際に多人数の集中的なアクセスが起こるのに対し、研究棟は恒常的に少人数の散発的なアクセスしかしない。このため、講義棟系には高い同時接続能力が要求される。

年々増加する授業利用に対応するため、講義棟系の無線 LAN は導入以降これまでに大きな更新を二回行なっている。2006 年 12 月の導入時には、無線 LAN コントローラ 1 台（Meru 社 MC3050）、アクセスポイント（以下 AP）28 台であったが、2010 年 4 月には、無線 LAN コントローラ（Meru 社 MC4100）2 台、AP 59 台に、2015 年 4 月には、無線 LAN コントローラ（Cisco 社 5760）2 台、AP 100 台に増強し、現在に至っている。

研究棟系の無線 LAN は、無線 LAN コントローラ（Cisco 社 5508）2 台、AP 208 台で構成されており、2010 年 4 月の導入以降、大きな構成の変更は行なっていない。講義棟系（教育文化学部講義棟、農学部講義棟、工学部講義棟）と研究棟系の無線 LAN は棟別に専用のセグメントに収容し、棟別に異なる SSID を使用している。無線 LAN のセグメントを表 1 に示す。

^{†1} 宮崎大学工学研究科情報システム工学専攻

^{†2} 宮崎大学情報基盤センター

研究棟系	講義棟系
農学部北棟	教育文化学部講義棟
農学部南棟	農学部講義棟
農学部獣医棟、家畜病院	工学部講義棟
教育文化学部東	
教育文化学部西	
教育文化学部技術・音楽・美術棟	
工学部 A 棟	
工学部 C 棟	
工学部 D 棟	
工学部 E 棟	
工学部 A 棟 (情報棟)	

表 1 無線 LAN のセグメント

Table 1 Wireless LAN segment.

図 1 に研究棟系無線 LAN システムの模式図を示す。AP(Cisco Air)は研究棟の廊下の天井に配置されており、PoE 機能を持つエッジハブに接続されている。各エッジハブは L3 スイッチを介して情報基盤センター内に設置された無線 LAN コントローラ(Cisco 5508)に接続される。無線 LAN コントローラはセンター内の DHCP サーバ、RADIUS サーバ、統一認証サーバと連携してクライアント機器の接続を行なう。センター内には無線 LAN コントローラをモニタリングするために Cisco 社の Prime Infrastructure を稼働させるサーバも設置されている。

クライアント機器と AP 間の通信は WPA2-AES で暗号化されている。クライアント機器が AP に接続されると無線 LAN コントローラが DHCP サーバより IP アドレス等を取得しクライアント機器に配布する。その後、無線 LAN コントローラがクライアント機器に Web で認証画面を表示し、RADIUS サーバを使って認証を行なう。RADIUS サーバは統一認証サーバと連携しており、宮崎大学統一認証アカウント(MID)とパスワードで認証が行なわれる。また、RADIUS にローカルなユーザを登録することにより、ネットワーク利用のゲストアカウントの発行も行なわれている。

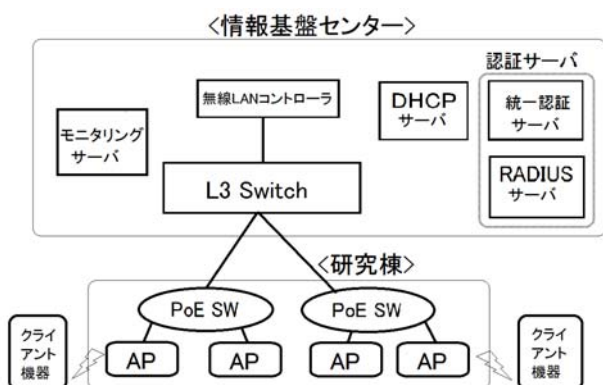


図 1 研究棟系無線 LAN システムの模式図

Figure 1 Network structure of Miyazaki-University.

3. 無線 LAN ログ

3.1 ログの項目

今回の解析には、Prime Infrastructure が出力する Client Session のレポート (CSV ファイル) を使用した。このレポートには無線 LAN コントローラが収集した以下のセッション情報が含まれている。

- ユーザーID
- 接続機器の IP アドレス
- 接続機器の Mac アドレス
- 接続開始時間
- 接続機器の NIC のメーカー
- AP の名前
- アクセスポイントの設置場所
- SSID
- プロトコル (接続に利用した無線規格)
- 接続時間
- 暗号化ポリシー
- セッション時間における平均通信量

3.2 ログの概要

今回扱うデータは研究棟のデータのみで、2013/03/01 ~ 2015/08/01 までのデータである。このうち 2014 年 9・10・12 月のデータが欠損している。件数は 1744242 件で利用者数は 15333 人である。また、ユーザーID を持たないデータはログインに失敗したデータである為、今回の解析では除外している。

4. ログの解析

4.1 匿名化処理

情報基盤センターが保存するログにはユーザーID には MID が利用されている。これは、宮崎大学の構成員に割り振られる固有の ID であり、個人の特定を行うことが出来る。ただし、個人情報保護の観点から個人を特定出来ない様にする必要がある。その為、個人を判別出来ない様に 1 から連番の識別番号を割り振り、同一の MID の場合は同一の識別番号を持たせる。また、身分を判別できる様に、MID の頭文字をログに持たせる。

匿名化の処理の際に、職員は今までの全ての職員の情報が LDAP サーバに記録されている。しかし、学生は在校生分のデータしか LDAP サーバに持っていない為、それぞれ別の処理が必要となる。これらの処理を行う為のシステムの構築を C# を利用して行った。

4.1.1 職員の匿名化

大学職員の匿名化は以下の手順で行う。

- LDAP サーバの職員のデータを MID と所属情報でデータベース化する。

- ログの MID とデータベースの比較を行い、所属情報を持たせる。
- 身分を判別出来るように MID の頭文字を持たせる。また、識別番号を割り振る。

MID	識別番号	学部
tey8000	000093	医学部
tcu5500	000094	農学部
tzp5200	000095	教育文化学部理科
twa6700	000096	教育文化学部国語

データベース



t,000093,,133.54.0.1,2013/03/01,14:28:26	医学部,
t,000094,,133.54.0.2,2013/03/01,14:43:29	農学部,
t,000095,,133.54.0.3,2013/03/01,14:53:30	教育文化学部理科,
t,000096,,133.54.0.4,2013/03/01,15:48:35	教育文化学部国語,

ログファイル

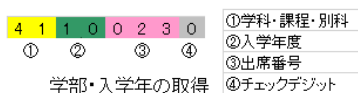
図 2 職員の匿名化

Figure 2 Anonymous staff.

4.1.2 学生の匿名化

学生の匿名化は以下の手順で行う。

- 2013 年からの学生の情報が必要となる為、CSV 化された学生情報を使用し、MID・学籍番号をデータベース化する。
- 学籍番号の規則に従い、学部・学科・入学年を一緒にデータベース化する。
- ログの MID とデータベースの比較を行い、学部・学科・入学年を持たせる。
- 身分を判別出来るように MID の頭文字を持たせる。また、識別番号を割り振る。



MID	学籍番号	識別番号	入学年	学部	学科
skn6800	91070990	000020	07	医学部	医学部医学科
saz2100	17080990	000021	08	農学部	農学部地域農業
scg9700	72080990	000022	08	工学部	工学部電気電子

データベース



s,000020,07,133.54.12.1,2013/07/01,16:13:41,	医学部医学部医学科
s,000021,08,133.54.12.2,2013/07/01,18:55:47,	農学部農学部地域農業
s,000022,08,133.54.12.3,2013/07/01,18:10:02,	工学部工学部電気電子

ログファイル

図 3 学生の匿名化

Figure 3 Anonymous students.

4.2 ログの整形

匿名化以外にもデータ処理に利用し辛い書式を整形する為のシステムを構築し、以下の様なログデータの変換処理を行った。

- 日時のデータが「Mon Dec 01 00:00:00 JST 2014」という形式なので、「2014/12/01」「00:00:00」という形式に

分ける。

- 接続時間が「1 hrs 1 min 1 sec」という形式なので秒に換算する
- 伝送速度が 0.1 未満の場合は「<0.1」となっている為、0 とする。

4.3 アクセスポイントの切り替わり問題

今回使用したログデータを解析したところ、接続時間が 300 秒に特に集中していることが判明した(図 4)。

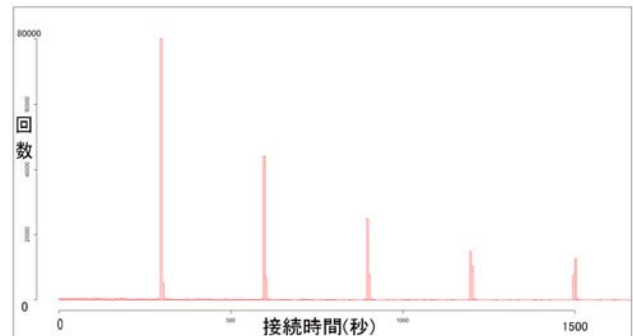


図 4 接続時間の分布

Figure 4 Distribution of Connection time.

300 秒のデータが全体の約 16.9%となっていて、以降 300 秒毎にもデータが集中している。これはアイドル時間が 5 分単位であることと、長時間のアクセスの際に 5 分毎にアクセスポイントが切り替わる様な処理が行われている為である。その為、一連の接続時間とならず、5 分単位のデータが頻発している。これらのデータが正しい接続時間となる様に以下の様な補正を行った。

- ログデータを ID 番号、日付、接続開始時間の順に並び替える。
- 接続開始時間と接続時間から接続終了時間を割り出す。
- 接続終了時間と次のデータの接続開始時間が一致している場合は、接続時間をその分上乗せする。
- その際、小数点分の時間のズレが生じることがある為、1 秒の猶予を持たせる。

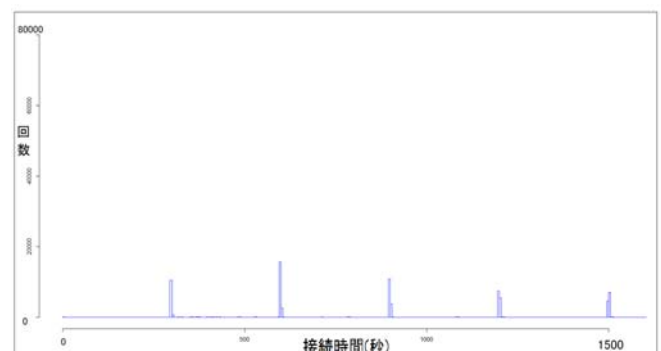


図 5 補正後の分布

Figure 5 Distribution of after correction.

全体の約 16.9%を占めていた 300 秒のデータが補正後は約 3.8%に減っている(図 5)。これは 300 秒で切れていたデータが一連のデータとなった為である。また平均時間も補正前が 3813 秒、補正後が 6661 秒となり、伸びていることが分かる。

4.4 データ解析

統計計算とグラフィックスのための言語・環境の R を用いてログの集計及び解析を行った。

5. 解析結果

5.1 利用者別の解析

今回使用するデータは 2015/01/01 ~ 2015/08/01 のデータである。図 6 はユーザー別のアクセス数である。全体のアクセスの約 8 割が学生、1 割が教員、その他が 1 割となっている。

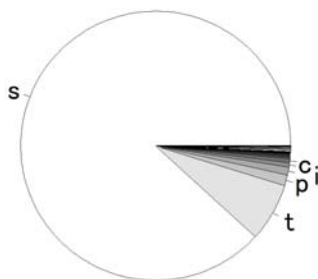


図 6 ユーザー区分

Figure 6 User classification.

s: 学生、t: 教員、c: 事務教員、
p: 非常勤職員、i: 情報基盤センター管理者

図 7 は学部生の学部別のアクセス回数である。図 8 は大学院生の研究科別のアクセス数である。

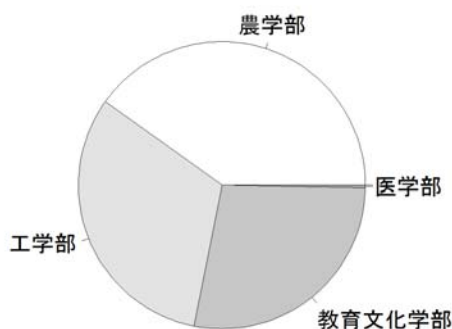


図 7 学部別アクセス回数

Figure 7 Access number of Faculty.

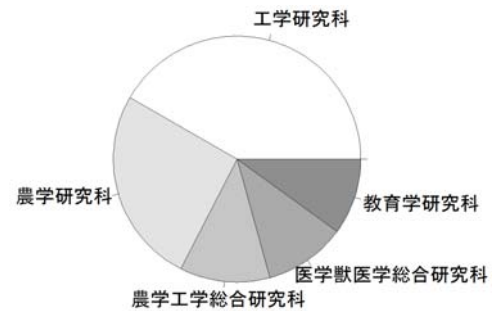


図 8 研究科別アクセス回数

Figure 8 Access number of graduate school.

工学部の方が人数は多いにも関わらず、農学部の方がアクセスが多いのは、研究室に独自の無線 LAN 環境があることや、有線 LAN 環境があり、無線 LAN に接続する必要がない点が上げられる。研究科別では、所属人数の多い研究科から順番にアクセス数が多いという結果になった。

表 1 は各学部及び各研究科の学生、表 2 は各学部の入学年別、表 3 は大学職員全体及び各学部の教員の無線 LAN の接続率を表している。この場合の接続率とは、定員に対して、何%の人間が一度でも無線 LAN にアクセスしたことがあるかを示す。

	定員	2013 接続率	2014 接続率	2015 接続率
工学部	1648	1153	1184	1356
		69.9%	71.8%	82.3%
農学部	1170	798	746	958
		68.2%	63.7%	81.8%
教育文化 学部	920	743	815	863
		80.7%	88.5%	93.8%
工学研究 科	268	245	239	245
		91.4%	89.2%	91.4%
農学研究 科	136	116	117	95
		85.2%	86.0%	69.8%
教育学研 究科	16	14	16	19
		87.5%	100%	118%
合計	4158	3069	3117	3536
		73.8%	74.9%	85.0%

表 2 学生の無線 LAN 接続率

Table 2 Wireless LAN connection rate of student.

100%を超えているのは定員以上の学生がいる場合である。学部生は 2015 年が最も接続率が高くなっていることが分かる。大学院生は元々接続率が高く、余り大きく変動はしていないことが分かる。必携化ノート PC やスマートフォンのシェア拡大などが使用率を上げている要因と考えられる。

学部・入学年	所属人数(人)	利用者数(人)	利用率
工・2015年	377	332	88.0%
工・2014年	378	308	81.4%
工・2013年	381	356	93.4%
工・2012年	512	360	70.3%
農・2015年	267	226	84.6%
農・2014年	271	223	82.3%
農・2013年	274	257	93.7%
農・2012年	296	252	85.1%
教・2015年	237	197	83.1%
教・2014年	243	222	91.3%
教・2013年	234	222	94.8%
教・2012年	276	222	80.4%

表 3 学生の無線 LAN 接続率

Table 3 Wireless LAN connection rate of student.

どの学部も 3 年目に接続率が最大になる点と、4 年目になると大きく接続率が減少している点が一致している。これは年々無線 LAN の浸透率が上がることで、研究室配属における学部棟での通信の増加などが考えられる。また、4 年次に大きく下がる理由としては、留年生による所属人数の母数の増加が理由に挙げられる。

	所属人数(人)	利用者数(人)	利用率
全体	1861	291	15.6%
工学教育研究部	71	62	87.3%
農学教育研究部	92	84	91.3%
教育文化学部	124	89	71.7%

表 4 職員の無線 LAN 接続率

Table 4 Wireless LAN connection rate of staff.

全体で見ると約 15%と低い数値になった。これは職員には有線 LAN での業務用 PC が与えられる為、無線 LAN に繋ぐ必要がない為だと考えられる。また、講義等で無線 LAN を利用する各学部の教員は、8 割を超える接続率である。

5.2 アクセスパターンの分析

初めに接続時間の分布を取ってアクセスの傾向を調べた。図 1 は学部生、図 2 は大学院生、図 3 は教員の接続時間の分布である。接続時間を 300 秒区切りのヒストグラムで出力している。

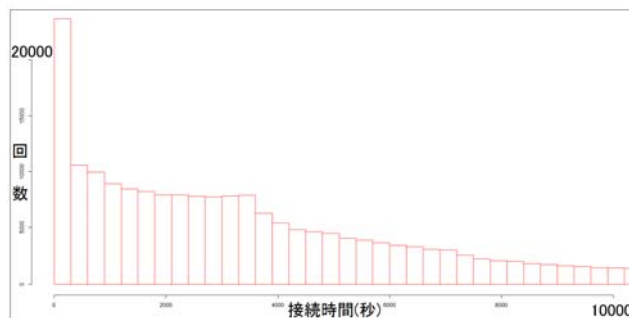


図 9 接続時間の分布(学部生)

Figure 9 Distribution of Connection time.(bachelor)

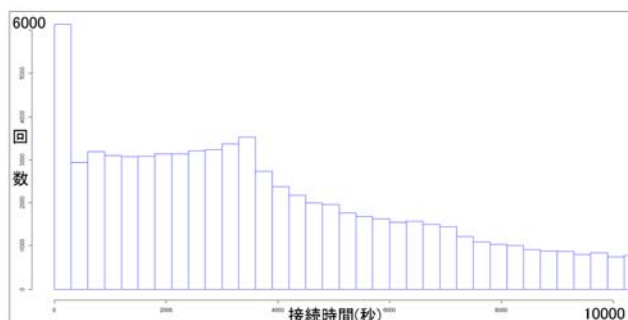


図 10 接続時間の分布(大学院生)

Figure 10 Distribution of Connection time.(master)

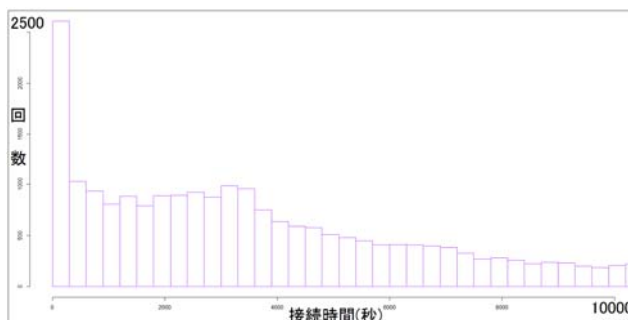


図 11 接続時間の分布(教員)

Figure 11 Distribution of Connection time.(staff)

学部生の平均接続時間は 5279 秒、大学院生の平均接続時間は 7666 秒、教員の平均接続時間は 7561 秒となった。図 9 では 300 秒のピークの後、600 秒で次のピークが来ているが、図 10 では 3600 秒、図 11 では 3000 秒でピークに近いことが分かる。このことから学部生と比べ大学院生や教員は長い時間接続をする傾向があることが分かった。

また、学部別・研究科別に平均接続時間を出した。(表 4) 農学系の学生は接続時間が長く、教育系の学生は接続時間が短いということが分かる。

学部・研究科	平均接続時間(秒)
工学部	4895
農学部	6333
教育文化学部	4241
工学研究科	7666
農学研究科	9109
教育学研究科	5350
農学工学総合研究科	7404
医学獣医学総合研究科	6643

表 5 接続時間の平均

Table 5 Average of Connection time.

5.3 無線 LAN 規格の変化

無線 LAN の規格を定めているのが IEEE802.11 である。伝送規格は IEEE802.11b/11a/11g/11n/11ac で定義され、無線 LAN のセキュリティ規格は IEEE802.11i で定義されている。IEEE802.11n を上回る「IEEE802.11ac」の標準化が進められ、2015 年本校も対応した。宮崎大学で利用できる規格は、IEEE802.11a、IEEE802.11g、IEEE802.11n、IEEE802.11ac である。

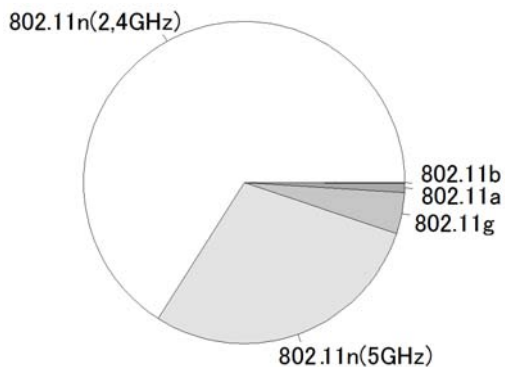


図 12 使用プロトコルの割合(2013)

Figure 12 The proportion of protocol.(2013)

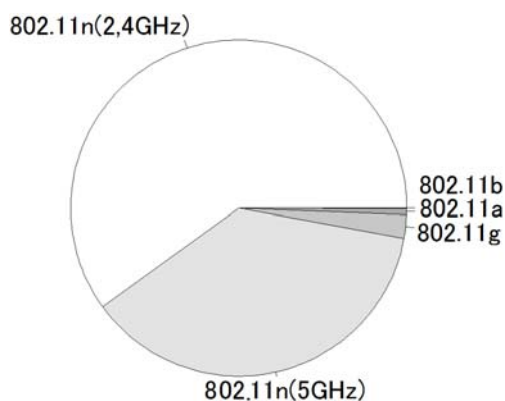


図 13 使用プロトコルの割合(2014)

Figure 13 The proportion of protocol.(2014)

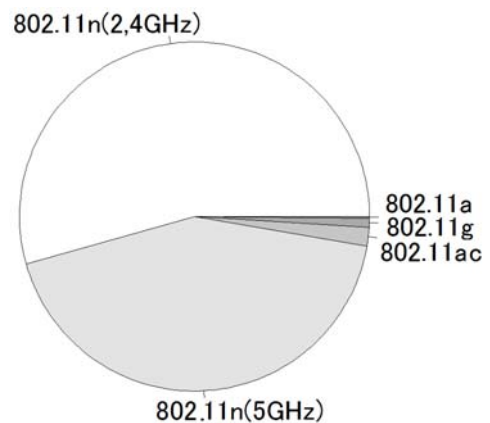


図 14 使用プロトコルの割合(2015)

Figure 14 The proportion of protocol.(2015)

最も使われるプロトコルは IEEE802.11n であり全体の約 9 割を占めている。また、最近の端末は 5GHz に対応するものも増えており、2013 年が 28.8%なのに対し、2015 年には 42.8%まで伸びている事が分かった。また、2015 年から IEEE802.11ac に対応したこともあり、現在は 1.7%程度だが徐々に増加の傾向が見られる。

6. まとめ

過去 2 年間と比較して、大学院生だけでなく学部生にも大学内の無線 LAN を使用するユーザーが増えていて、全体で約 85%いることが分かった。無線通信が世間的に一般化しただけでなく、スマートフォンやタブレット、ノート PC などの無線端末の普及や、近年のパケットの肥大化も原因と考えられる。また、端末の進化により、より高速な通信規格が浸透しており、802.11n(5GHz)の対応率が 2013 年の 28.8%が、2015 年には 42.8%まで伸びている。

参考文献

- 1) 右田雅裕, 杉谷賢一, 入口紀男, 喜多敏博, 中野裕司, 松葉龍一, 武蔵泰雄, 辻一隆, 島本勝, 木田健, 平英雄, 太田泰史, 宇佐川毅, 秋山秀典 全学無線 LAN システムによるユビキタス環境の構築 学術情報処理研究 No.8 2004
- 2) 佐藤友暁, 深瀬政 学内無線 LAN における不正アクセス・コンピュータウイルス問題のハード的解決手段の開発 学術情報処理研究 No.9 2005