

九州工業大学における無線LAN 利用動向調査 2014年から2018年

福田 豊^{1,a)} 中村 豊^{1,b)} 佐藤 彰洋^{1,c)} 和田 数字郎^{2,d)}

概要: 本学では 2014 年 9 月に全学セキュアネットワークの更新を行い, IEEE 802.11ac に対応した無線 LAN 環境を導入した. また, 同 2014 年からは統合 ID 環境が整備され, IEEE 802.1x を用いた統合 ID による無線 LAN 接続を開始した. 導入直後の AP (Access Point) 数は 253 台であったが, 建屋改修時や他部局リブレース時に講義室等を中心に増設し, 2019 年度までに 368 台となった. 本稿では次の無線 LAN 更新 (2019 年 9 月) に向けた設計・運用指針を得るために現在の無線 LAN 利用動向を調査し, 導入に向けた知見をまとめたので報告する.

キーワード: キャンパス無線 LAN, BYOD

A Survey of Campus Wifi Usage in Kyushu Institute of Technology from 2014 to 2018

YUTAKA FUKUDA^{1,a)} YUTAKA NAKAMURA^{1,b)} AKIHIRO SATOH^{1,c)} SUJIRO WADA^{2,d)}

Abstract: We built a wifi system at Kyushu Institute of Technology in 2014. A total number of APs (Access Points) in this system was initially 253, and it has increased to 368 in early 2019. Our campus wifi system is going to be updated in summer 2019. Thus, in this paper, we investigate the usage trends from 2014 to 2018, and derive the design guideline for our new campus wifi system.

Keywords: Campus WiFi, BYOD

1. はじめに

本学では 2014 年に全学セキュアネットワークの更新を行い [1], [2], IEEE 802.11ac[3] に対応した無線 LAN 環境を導入した. 当初は 253 台の AP(Access Point) が稼働していたが, 講義室を中心に増設を行い, 2019 年度初めには 368 台まで増加した. こうしたカバーエリアの拡張に加

え, 2014 年度からは統合 ID による認証を開始して安全性や利便性に配慮したり, BYOD 環境での円滑な講義運営を目指してチャンネルボンディングによる増速 [4] を図るなど, 無線 LAN 環境の充実を目指して運営整備に努めている.

一方で, 現無線 LAN システムの導入から約 5 年が経過し利用者数は順調に増加しているが, それに伴い単純な無線 LAN への接続性だけではなく, 講義中の通信帯域の確保や不要通信の制限, 用途を限定した個別 SSID (Service Set Identifier) の設定など, 要求も多様化している. 特に, 2018 年からは情報工学部で, 2019 年からは工学部で BYOD の導入が始まり, 学年の進行に伴い講義における無線 LAN の利用が飛躍的に増えていくことが予想される. こうした状況の中, 2019 年 9 月には無線 LAN の更新が控えており, 次の 5 年間に耐えうる無線 LAN 環境を導入す

¹ 九州工業大学 情報科学センター
Information Science Center, Kyushu Institute of Technology,
Sensui 1-1, Tobata, Kitakyushu, Fukuoka 804-8550, Japan

² 九州工業大学 飯塚キャンパス技術部
Iizuka Campus Technical Support Office
Kawazu 680-4, Iizuka, Fukuoka 820-8502, Japan

a) fukuda@isc.kyutech.ac.jp

b) yutaka-n@isc.kyutech.ac.jp

c) satoh@isc.kyutech.ac.jp

d) swada@isc.kyutech.ac.jp

るためには、現在の利用動向の把握が必要である。

これまでのところ、2016年に導入後2年間の利用動向をまとめた[5]が、5年間全体を通じた調査は実施していない。そこで本稿では、2014年9月から2018年度までの本学の無線LAN利用動向を分析する。年度ごとの利用者数や端末数、1人あたりの利用端末数などに加えて、各年度に入学した学生の学年進行に伴う利用動向や、BYOD導入前後で利用に変化があるか等を調査し、APの増設や新規規格IEEE 802.11axの導入といった更新に向けた知見をまとめて報告する。

2. 九州工業大学 情報コンセント・無線LAN サービス

本節では本学の無線LANシステムの概要と、2014年9月から2019年3月までに実施したAP増設等のシステム拡張について述べる。

2.1 無線LANシステムの概要

本学の無線LANの接続を図1に、導入当初の主な使用機材を表1に、設定しているSSIDを表2に示す。Aruba Networks社(現Hewlett Packard Enterprise社)の無線LANコントローラ7210[6]は戸畑・飯塚両キャンパスに設置し、それぞれのキャンパス間スイッチと10GBASE-SRで接続している。耐障害性向上のためコントローラ間で冗長構成を組み、障害発生時やコントローラOSの更新時は片方のコントローラで通信を継続できるようにしている。コントローラそのものの障害は幸いにして発生していないが、これまで7回実施したコントローラのOS version up期間中、片方のコントローラに全APを収容させ、version up中に全通信が停止することを避けることができた。なお、若松キャンパスのAPは戸畑キャンパスのコントローラに、天神サテライトキャンパスのAPは飯塚キャンパスのコントローラにそれぞれL2を延伸して収容した。各APとの接続には基本的にPoE Switchを使用し、複数台のAP設置が見込まれない箇所はPoEインジェクタを用いた。

コントローラとAPの管理には、統合管理ソフトウェアであるAirWave[7]を用いている。AirWaveはコントローラから情報を収集して接続履歴や端末情報などをGUIで提供する。導入当初、チップの問題から無線LAN接続に問題が発生したが、AP再起動で一時的に解消できたため、AirWaveから毎朝早朝に全APを再起動するスケジュールを投入して対応した。

APはIEEE 802.11ac Wave1に対応したAP-225を導入したが、ノートパソコンを活用する授業が想定される講義室には、より高速なWave2対応のAP-330シリーズを追加設置した。また独自整備の無線LANからの乗り換えを希望する学科と調整し、場所によってはより安価なAP-205を導入したり、更新前の無線LANシステムで使用してい

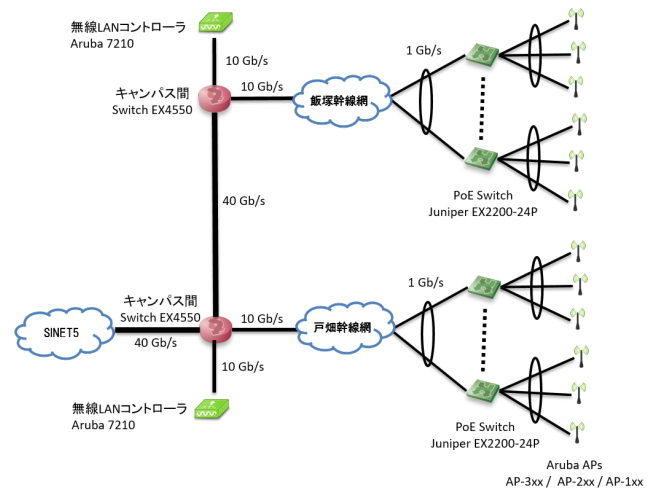


図1 無線LAN接続図

たIEEE 802.11n対応のAP-105を活用したりしている。さらに、屋外用のAPも5台導入し、防犯カメラやキャンパス外周での接続を提供している。なお、AP-105はHPより2020年8月にサポートを終了することが発表[8]されているため、次期更新では全て置き換える必要がある。

SSIDは全キャンパスで2.4/5 GHzそれぞれで学内用を1つ、2.4 GHzで学外者用とeduroam[9]を提供している(表2)。また、接続後のネットワークセグメントとしては、戸畑・若松キャンパスと飯塚キャンパスにそれぞれ/20を、eduroamと学外者用にそれぞれ/24を準備した。学内の利用者は、2.4または5 GHzのSSIDを選択後、自身の学内統合IDによるIEEE 802.1X認証を経て無線LANに接続する。一方、学外利用者には申請に応じてアカウントを発行し、コントローラが提供するweb認証により無線LAN接続を提供している。なお、若松キャンパスではキャンパス全体に、飯塚キャンパスでは要望があった学科の実験室に個別のSSIDを設定しており、それぞれの状況に応じた認証により無線LANへ接続している。

2.2 導入後の無線LANシステムの拡張

本節では、導入後の拡張について説明する。まず各年度ごとのAP数を表3に示す。表3より、当初253台だったAP数は約1.5倍の368台まで増加している。これは建屋の改修や他部局の情報システムリプレース時に講義室やリフレッシュスペースを中心にAPを増やしたこと、また2018年から情報工学部で導入されたBYODに対応するため、講義室にAPを増設したことなどによる。本原稿執筆時点での無線LAN構成図は図2に示す通りである。

BYODへの対応については、上述したAP増設に加えてチャンネルボンディングによる高速化も検討した。まずチャンネル幅と接続端末数を変化させながらスループット特性を調査し、電波干渉が少ない箇所ではチャンネルボンディングによる効果が見込まれることがわかったため[4]、特に個人

表 1 無線 LAN 導入機材一覧 (2014 年)

種別	メーカー名	型番	台数	備考
コントローラ	Aruba	7210	2	戸畑, 飯塚キャンパスに設置, 冗長構成化
アクセスポイント	Aruba	AP-225	253	IEEE 802.11ac 対応, 3x3 MIMO
屋外用アクセスポイント	Aruba	AP-175	1	IEEE 802.11a/b/g/n, 2x2 MIMO
統合管理ソフトウェア	Aruba	AirWave	1	仮想基盤上にインストール
PoE スイッチ	Juniper	EX2200-24p, EX3300-48P	55	IEEE 802.3af/at 対応
PoE インジェクタ	Microsemi	PD-9001GR/AC-JP	10	IEEE 802.3af/at 対応
学外者用認証システム	日立金属	Account@Adapter	1	仮想基盤上にインストール

表 2 各周波数帯の SSID, 認証, ネットワークアドレス (2014 年導入時)

キャンパス	用途	周波数帯	認証	ネットワークアドレス
戸畑	学内用	2.4 GHz	IEEE 802.1X	/20 を 2.4 GHz 用と 5 GHz 用の SSID で共用
		5 GHz		
飯塚	学内用	2.4 GHz	IEEE 802.1X	/20 を 2.4 GHz 用と 5 GHz 用の SSID で共用
		5 GHz		
若松	若松キャンパス用	2.4 GHz	MAC アドレス認証	/24 を使用
全キャンパス	学外者用	2.4 GHz	web 認証	/24 を使用
	eduroam	2.4 GHz	IEEE 802.1X	/24 を 3 キャンパスで共用

端末の利用が想定される講義室で干渉波が少ないことを確認後, チャンネルボンディング (40 MHz) を設定した. この他, キャンパス外周部に設置された防犯カメラを収容するため, メッシュ接続も導入した [10]. 見通しや電波環境など, 現地での調査に基づき AP 間は 5 GHz で接続し, 枝側の防犯カメラと AP は PoE Switch に収容している. 屋外設置のため, 夏場に PoE Switch が熱暴走することが何度か発生しており, 対策を検討中である.

3. 利用動向と分析

無線 LAN コントローラは端末が無線 LAN 接続に成功すると, log に時刻と接続先 AP, SSID とユーザ名, MAC address を記録する. この log から無線 LAN に接続後に DHCP により適切な IP address を取得したもののみを抽出した. そしてこの情報を元に, 2014 年 9 月 1 日から 2019 年 3 月 31 日までの約 5 年間にわたる利用状況を分析する. 最初に年度ごとの利用者数と接続端末数を通して全体の傾向を把握する. その後, 平均利用端末数や, 接続 AP 数, 平均接続ユーザ数等の変化を年度ごとに確認し, 最後に学年進行に伴う学生の利用動向の変化について調査する. そして得られた知見に基づいて無線 LAN システム更新に向けた分析を行う.

3.1 利用者数, 端末数の推移

年度ごとのユニークな利用者数と接続端末数の変化を表 4 に示す. 表 4 より, 2014 年から 2018 年までで無線 LAN の全利用者数は約 2.5 倍, 接続端末数は 2.9 倍に増加している. 2.2 節より AP は導入当初と比較して 1.5 倍に増設したが, それ以上に無線 LAN 利用が浸透しているこ

とがわかる. 実際, 表 4 より 2018 年度の学内用 SSID の利用者数は 6536 であるが, 本学における学生, 教職員の合計は約 6700 名程度なので, 殆どの学生・教職員が利用していることがわかる.

また, 全接続端末数を全利用者数で割った平均利用端末数は, 年度ごとに大きな変化は無く, 約 2 台となった. 神戸大学の利用事例 [11] では約 1.5 台と報告されており, 比較して数が多い. この点は 3.2 節でさらに調査する.

次に, 2014 年 9 月から 2019 年 3 月までの月ごとの平均利用者数を図 3, 平均利用端末数を図 4 に示す. 図 3, 4 より, 新年度になるたびに飛躍的に利用者数, 接続端末数が増加し, 休暇の 3 月と, 8, 9 月に接続が減少する傾向を繰り返していることがわかる. こうした月ごとの傾向は神戸大学 [11]) と同じであるが, 本学では 8, 9 月の落ち込みが比較的少ない. キャンパスの立地条件や学期制 (本学は 2 クォーターの講義が 8 月前半まで続く), AP の設置位置にも関係するが, 本学では通年で無線 LAN を利用していることがわかる.

また, 図 3, 4 より戸畑キャンパスと飯塚キャンパスを比較してみると, 導入当初は殆ど同じであったのが, 利用者数は 2015 年 9 月頃より, 利用端末数は 2016 年 9 月頃より戸畑キャンパスの方が多くなっている. 元々, 学生数は戸畑キャンパスの方が約 1.3 倍多いが, 無線 LAN の利用は当初は情報工学部が設置されている飯塚キャンパスで進んだことがわかる. 一方, 工学部が設置されている戸畑キャンパスは, 2014 年度末から 2016 年度にかけて学生の利用が見込まれるインタラクティブ学習棟や講義室を中心に AP を増設したことなどから, 2015 年以降は利用者を順調に増やすことが出来ている. なお, 2018 年 4 月から若

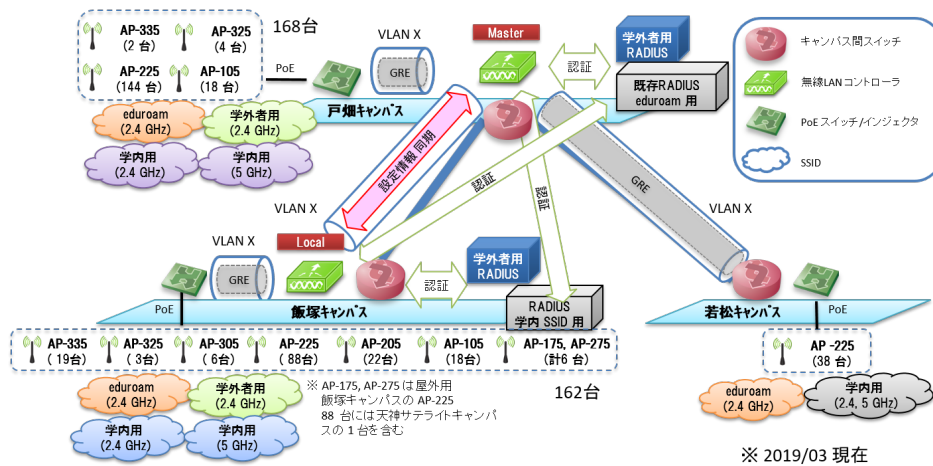


図 2 無線 LAN 構成図

表 3 各キャンパスごとの AP 設置数の変化

キャンパス	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
戸畑	149	157	158	168	168
飯塚	95 (うち屋外用 2 台)	132 (うち屋外用 5 台)	134 (うち屋外用 5 台)	157 (うち屋外用 6 台)	162 (うち屋外用 6 台)
若松	37	37	37	37	38
全キャンパス合計	281	326	329	362	368

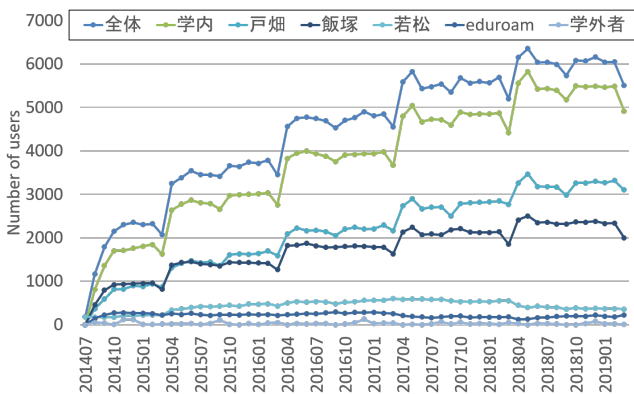


図 3 利用者の推移 (2014 年～2018 年)

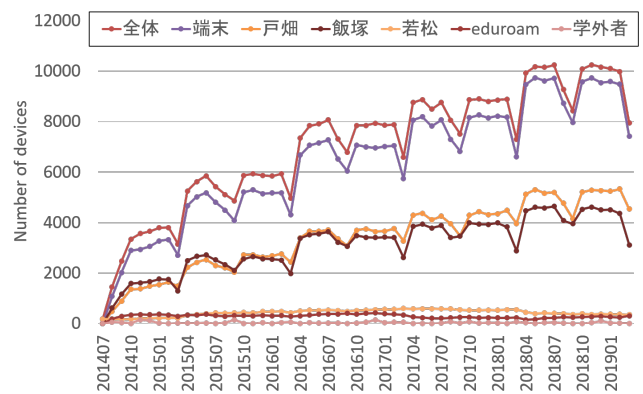


図 4 接続端末数の推移 (2014 年～2018 年)

松キャンパス用 SSID の利用が減少しているが、これは同月から学内用 SSID が若松キャンパスでもサービスを開始したためであると考えられる。

3.2 利用動向

まずはじめに、一人あたりの利用端末数について調査する。表4では年度ごとの利用者数と接続端末数を調査していたので、図3、4より、学内用 SSID について月ごとの利用者数と接続端末数から年間の平均利用端末数を求めたものを図5に示す。この結果より、2018年の学内用 SSID の平均利用端末数は約1.7台と神戸大の事例よりも少し多い。これは本学が工学系単科大学で実験レポートの作成など、個人端末を利用する場面が多いためだと考えられる。

なお、表4と比較すると年平均の方が月平均よりも平均利用端末数が高くなっているが、これは年度全体では買い換え等によって端末が入れ替わった場合も新旧端末は接続端末数に含まれることや、イベント等で一時的に多数の端末を使用する事があるためである。

平均利用端末数をキャンパスごとに見てみると、飯塚キャンパスは調査期間を通して戸畑キャンパスよりも高くなっている。例えば2018年度の飯塚キャンパスの学内用 SSID における平均利用端末数は約1.85台であるのに対して、戸畑キャンパスは約1.56台、その他の無線LANを含めた全体では約1.6台であった。飯塚キャンパスは情報工学部が設置されており、スマートフォンとノートパソコン等の端末を利用する学生が多いためだと考えられる。より

表 4 各 SSID 利用者数と接続端末数 (年度ごと)

年度	学内用		若松キャンパス用		eduroam		学外者		全体	
	利用者数	端末数	利用者数	端末数	利用者数	端末数	利用者数	端末数	利用者数	端末数
2014	2036	4966	372	372	431	631	341	411	3179	6165
2015	3542	9555	773	773	646	882	309	386	5270	11186
2016	4598	12473	973	973	709	1019	345	428	6625	14427
2017	5903	14451	1152	1152	619	778	256	323	7927	16109
2018	6536	16347	769	769	844	1152	203	261	8360	17951

詳しく分析するため、2018 年度におけるユーザ 1 人あたりの接続端末数を図 6, 7 に示す。両図から接続端末数が 2 台以下である場合を比較すると戸畑キャンパスは全体の 70 % を占めるのに対して、飯塚キャンパスでは 57 % であり、飯塚キャンパスの方が 1 人あたりの接続端末数が多いことがわかる。

次に、学内 SSID における 1 人が接続した 1 日あたりの AP 数の平均を図 8 に、各 AP に接続した平均利用者数を図 9 に示す。両図より、1 人が接続する AP 数、1 台の AP に接続するユーザ数ともにキャンパスがコンパクトな飯塚キャンパスの方が多くことがわかった。また、両図から 2016 年度は他の年度よりも平均接続 AP 数、平均利用者数が共に多くなっている。詳細を調べてみたところ、近隣の AP を頻繁に切り替わる端末が多数存在していた。端末側の接続アルゴリズムとコントローラ側の負荷分散機能がかみ合わず、頻繁な切り替えが生じていたと考えられる。

図 9 より 2018 年度における 1 台の AP に対する平均接続ユーザ数は戸畑キャンパスで約 75 人、飯塚キャンパスで約 89 人であった。この人数は全 AP の平均であるため、2018 年度の全 AP における度数分布を図 10 に、また各キャンパスの上位 10 台を表 5 に示す。図 10 より、1 日あたりの接続ユーザ数が 300 人を超える AP が全体で 20 台存在することがわかった。表 5 を参照すると、接続数が多い AP はキャンパスの主要経路付近にあるものと、福利施設など学生が滞在しやすい箇所であった。

続いて、学内用無線 LAN における曜日毎の利用者数の平均を図 11 に示す。図 11 より、年度毎に順調に増加しているが、曜日毎に大きな変動はない。京都女子大学の事例 [12] では、水曜日をピークに平日は対称的な変化をしていることが報告されているが、本学は工学系単科大学であり特定の講義や研究室にだけ無線 LAN の利用が限定されないため曜日による偏りが生じないと考えられる。

最後に、無線 LAN 管理システムである Airwave [7] で取得した 2018 年度後半 (10 月 1 日から 3 月 31 日) の端末種別を図 12 に示す。図 12 より iPhone が全体の 1/3 を占めており、iPad を加えると、約 40 % である。Windows は合計 27 %, Android が約 9 % で続いている。この結果より、スマートフォンの利用が半分以上を占めていることがわかる。

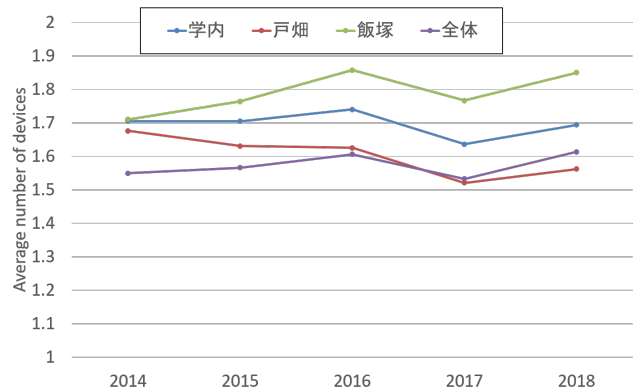


図 5 平均利用端末数 (2014 年~2018 年)

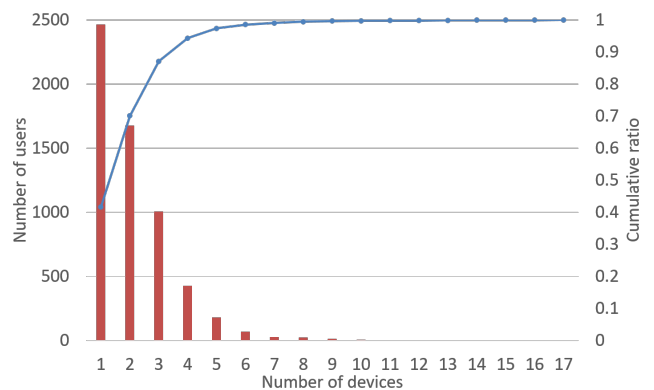


図 6 ユーザ 1 人あたりの接続端末数 (2018 年度, 戸畑キャンパス)

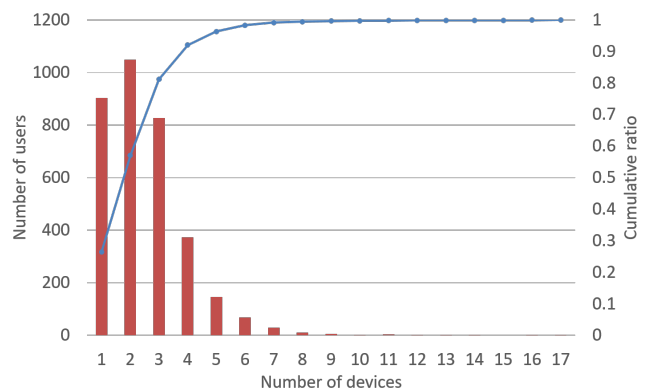


図 7 ユーザ 1 人あたりの接続端末数 (2018 年, 飯塚キャンパス)

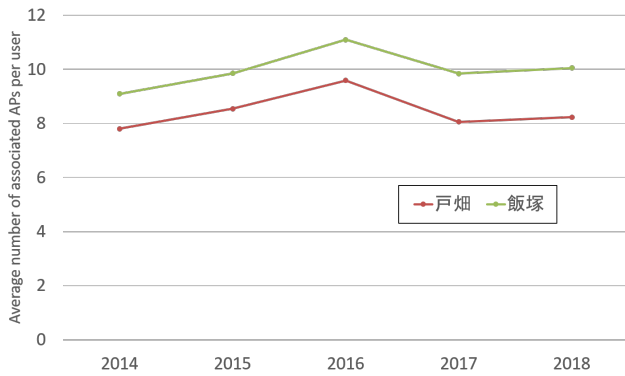


図 8 1人が接続した1日あたりのAP数の平均 (2018年度, 学内用無線LAN)

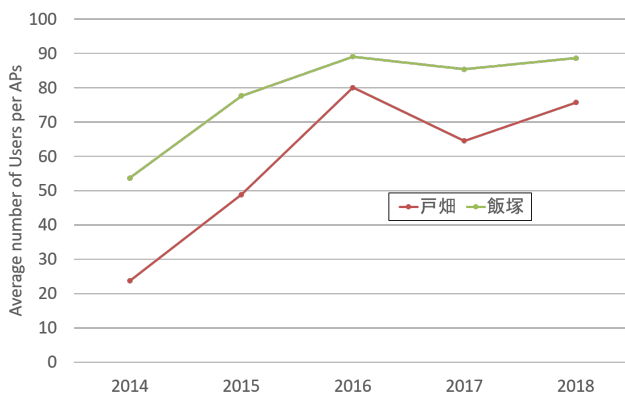


図 9 1台のAPに接続したユーザ数 (2018年, 学内用無線LAN)

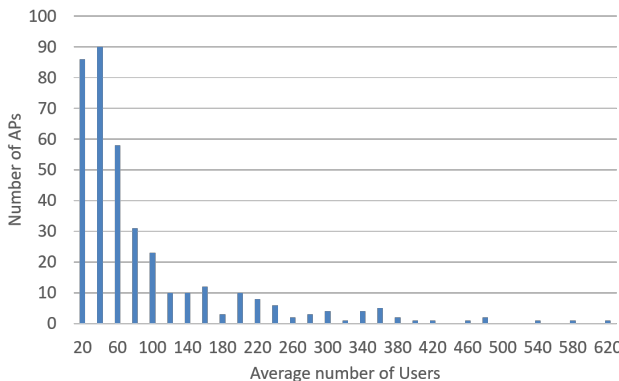


図 10 全APの接続ユーザ数度数分布 (学内用無線LAN, 2018年)

3.3 学年進行による推移

ここまでは年度や月ごとの利用者数や接続端末数を見てきた。本節では、別の視点として学年進行による無線LAN利用の変化について調査する。

無線LAN整備後の新入生である2015年から2018年まで、学年進行に伴う学内用SSIDの利用率を図13, 14に示す。両図中、線で図示しているのは各年度1回生の利用率である。両図より、1回生の利用率は、2015年は戸畑キャンパスで80%、飯塚キャンパスで92%であったものが、2018年は戸畑キャンパスで99%、飯塚キャンパスは100%となった。両キャンパスで2017年から利用率はほぼ

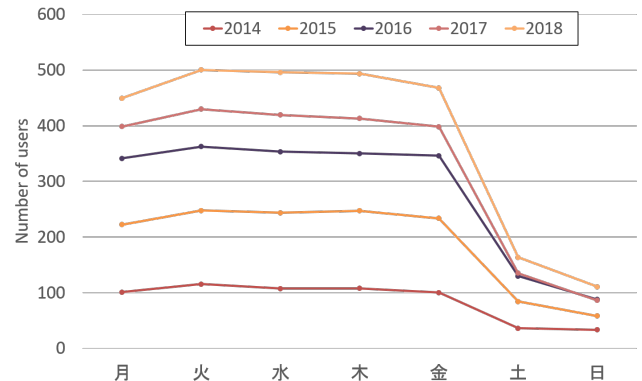


図 11 曜日ごとの利用者数 (学内用無線LAN, 2014年~2018年)

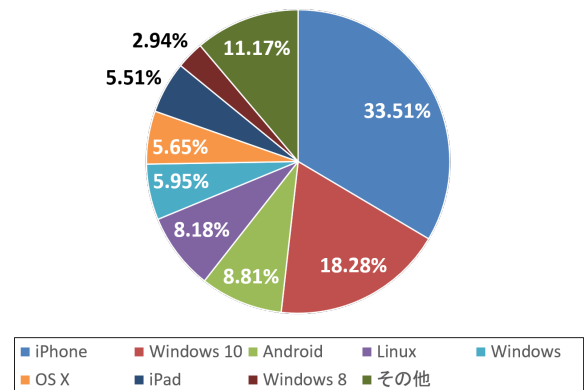


図 12 端末種別 (学内用無線LAN, 2018年10月1日~2019年3月31日)

表 5 利用者数上位のアクセスポイント (2018年度)

	戸畑	飯塚
1	生協 1F	福利棟 1F ラウンジ
2	生協 1F	福利棟 1F 食堂
3	生協 1F	共通教育棟 2F スペース
4	総合教育棟 2F 教室	研究棟 1F
5	総合教育棟 1F 教室	研究棟 1F エレベーターホール
6	図書館 1F	福利棟 1F 食堂
7	総合教育棟 2F	共通教育研究棟 2F スペース
8	生協 2F	福利棟 1F アゴラ
9	総合教育棟 1F 教室	大講義棟 2F ロッカー
10	総合教育棟 2F 事務	共通教育研究棟 1F ロビー

100%であった。また、両キャンパスで2回生までは利用率は上昇するが、その後は現状維持か少し低下している。これは休学による未利用や、4回生になると配属された研究室の無線LANを利用しているためだと考えられる。

次に、各年度新入生の平均利用端末数の推移を図15, 16に示す。図15より、戸畑キャンパスでは利用端末数が2回生で減少し、その後3, 4回生で上昇することがわかる。一方、図16より飯塚キャンパスでは、平均利用端末数は2回生ではそれほど大きく変化せず、3, 4回生になると増加することがわかる。こうした変化は講義やレポートでの端末活用機会が学年ごとに変わるためであると考えられる。

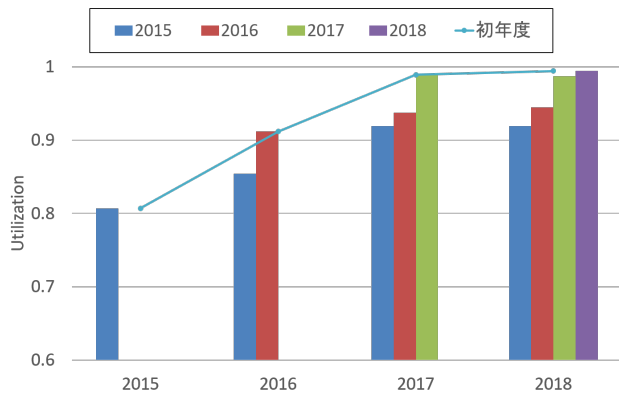


図 13 学年ごとの利用率 (2015～2018 年度, 戸畑キャンパス)

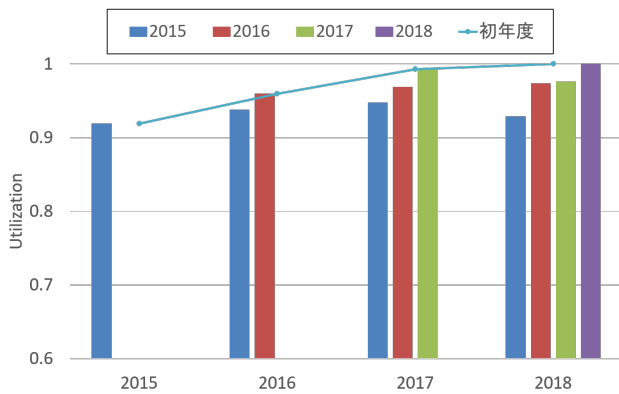


図 14 学年ごとの利用率 (2015～2018 年度, 飯塚キャンパス)

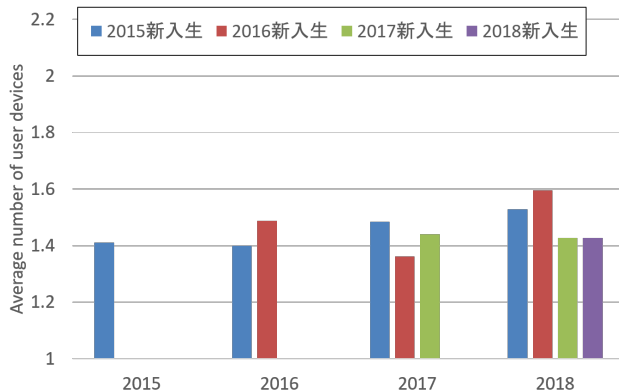


図 15 ユーザ 1 人あたりの接続端末数 (各年度の入学学生ごとに集計, 戸畑キャンパス)

キャンパス間を比較すると、飯塚キャンパスは情報系の講義が多く殆どの学生がノートパソコンを持参してレポート課題等に活用しており、平均利用端末数も 2 台近い。一方、戸畑キャンパスは 1 回生の平均利用端末数は 1.4 台で、学年進行してもそれほど増加していない。しかし、2019 年からは戸畑キャンパスでも BYOD が始まるため、飯塚キャンパスと同じ増加が見られると予想される。

3.4 更新に向けた分析

本節では、2019 年 9 月に予定している無線 LAN リブ

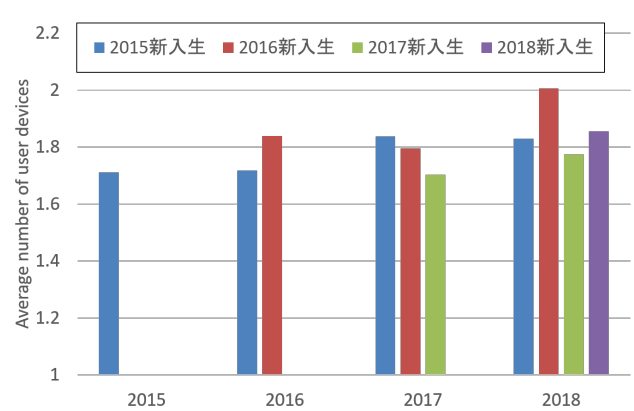


図 16 ユーザ 1 人あたりの接続端末数 (各年度の入学学生ごとに集計, 飯塚キャンパス)

レースに向けた分析を行う。

まず利用率は表 4 より、ほぼ 100 % に達しており、今後は平均利用端末数が増加していくと考えられる。特に飯塚では図 16 より 2018 年度入学学生の平均利用端末数は既に約 1.8 台であり、戸畑キャンパスでも BYOD による講義が 2019 年度から開始されるため、学年が進行していくにつれ平均利用端末数は 2 台以上になると考えられる。よって個人端末を活用する授業が見込まれる講義室では、定員の 2 倍程度の端末収容を考慮した AP 増設を検討しなければならない。なお、収容人員が 100 名程度の講義室で 200 台の端末を収容し、講義に必要な通信品質を確保するには、単純な AP 増設だけでなく稠密環境での通信を考慮している IEEE 802.11ax の導入が必要であると考えられる。

次に AP の増設について考える。1 日あたりの AP 接続ユーザ数を示した図 9 と、2018 年度の全 AP における度数分布を示した図 10 より、AP の増設候補としては 1 日の接続ユーザ数が平均の 75 ～ 89 人以上であり、移動経路上にあるものを除いた箇所が考えられる。例えば図 10 より、100 人以上の接続がある AP を対象とすると、88 台であった。但し、AP 増設は端末収容数増に効果的であるものの、稠密環境となって図 8 の 2017 年度に観測されたような端末の複数 AP 間の振動を引き起こす可能性があるため、注意深く設計しなければならない。また、こうした AP 増設は収容する Switch でのトラフィック増加を招くため、AP と PoE Switch 間、及び PoE Switch と上流 Switch 間の増速 (IEEE 802.3bz や Link Aggregation, 10G 化等) も検討する必要がある。

一方で今後も接続端末数は増加していくと予想されるため、こうした増速や増設による通信帯域の確保に加えて、講義運営には直接的に関係しないトラフィックの帯域制御も検討すべきである。例えば図 12 より、スマートフォンからの接続が約半数を占めていることから、講義用の無線 LAN を新たに準備し、講義運営に直接的に関係しないゲームやアプリケーションアップデート等のトラフィックの帯域を制

限することで、講義に必要な通信容量を確保することができる。

4. まとめ

本稿では2014年9月に利用を開始した本学の無線LAN利用動向について報告した。2018年までの5年間で利用者数は約2.5倍、接続端末数は約2.9倍に増加していた。さらに詳細な利用動向を見ると、一人あたりの平均利用端末数は2018年時点で1.7台、1台のAPに対する平均接続ユーザ数は戸畑キャンパスで約75人、飯塚キャンパスで約89人であった。学年進行による利用動向では、利用率はほぼ100%であるが、平均利用端末数は学年によって異なることがわかった。また、BYODが2018年に始まった飯塚キャンパスでは、平均利用端末数は1.8台であり、多くの学生が接続端末の半数を占めるスマートフォンとノートパソコンの2台を利用していることがわかった。以上の知見より、2019年度からは戸畑キャンパスでもBYODが始まることを考慮すると、次の運用期間である5年の間に総接続端末数が大幅に増える可能性が高く、それに対応するためのAP増設と、稠密環境での通信品質を考慮しているIEEE 802.11axの導入が必要となると考えられる。また、こうした機材面での増強だけでなく、不要な通信の帯域を制限することで、講義に必要な通信品質を確保する必要性についても指摘した。今後はこの指針に沿って新無線LANシステムを導入し、円滑な講義や学習環境の充実を目指していく。

謝辞

本稿をまとめるにあたっては本学飯塚キャンパス技術部職員の富重秀樹氏に協力頂いた。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] 中村 豊, 福田 豊, 佐藤 彰洋: 九州工業大学における全学セキュア・ネットワークの導入について, 情報処理学会技術研究報告(インターネットと運用技術研究会), Vol. 2015-IOT-28, No. 20, pp. 1-6, 2015.03.06.
- [2] 福田 豊, 中村 豊, 佐藤 彰洋: 九州工業大学・全学セキュアネットワーク導入における無線LAN更新, 情報処理学会技術研究報告(インターネットと運用技術研究会), Vol. 2015-IOT-28, No. 21, pp. 1-6, 2015.03.06.
- [3] IEEE: *IEEE Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks- Specific requirements-Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications-Amendment 4: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz*, IEEE 802.11ac-2013, 2013.
- [4] 福田 豊, 畑瀬 卓司, 富重 秀樹, 林 豊洋: BYODによる講義を想定した無線LAN通信実験, 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 3, pp. 758-767, 2019.03.15.
- [5] 福田 豊, 中村 豊: 九州工業大学・全学セキュアネットワークにおける無線LAN利用について, 情報処理学会

- 技術研究報告(インターネットと運用技術研究会), Vol. 2016-IOT-32, No. 1, pp. 1-8, 2016.03.03.
- [6] Aruba: Aruba 7210 Specification (online), available from (<https://www.arubanetworks.com/products/networking/controllers/7200-series/>) (accessed 2019-08-10).
 - [7] AirWave: Aruba AirWave (online), available from (<https://www.arubanetworks.com/ja/products/networking/management/airwave/>) (accessed 2019-07-23).
 - [8] Aruba: End of Live (online), available from <https://www.arubanetworks.com/support-services/end-of-life/> (accessed 2019-07-23).
 - [9] eduroam: eduroam (online), available from (<https://www.eduroam.org>) (accessed 2019-07-23).
 - [10] 福田 豊, 林 豊洋, 井上 純一, 加来 郁子: 無線LANメッシュ接続を用いた防犯カメラ用ネットワークの構築, AXIES 大学ICT推進協議会2018年度年次大会, MA1-3, 2018.11.
 - [11] 鳩野 逸生: 全学無線LAN利用ログ情報の解析と応用, デジタルプラクティス, Vol. 9, No. 2, ipssj2018.04.
 - [12] 宮下 健輔: 京都女子大学における学内無線LAN利用動向, 現代社会研究科論集: 京都女子大学大学院現代社会研究科紀要, Vol. 9, pp. 1-12, 2015.03.15.