

# 京都大学における無線 LAN 利用状況からみる利用者の動向

山中 香子, 中井 隆史, 針木 剛, 石橋 由子

京都大学 情報環境機構  
network@iimc.kyoto-u.ac.jp

## User trends from the perspective of wireless LAN usage at Kyoto University

Kyoko Yamanaka, Takashi Nakai, Tsuyoshi Hariki, Yoshiko Ishibashi

Institute for Information Management and Communication, Kyoto University

### 概要

近年、モバイル端末の急速な普及、BYOD やアクティブ・ラーニングなどの授業・学習形態の多様化・情報化に伴い、無線 LAN 環境の需要が急速に高まりつつあるが、京都大学では、教育環境の整備と学習・研究支援機能強化を目的として、講義室や会議室等の共有スペースを中心に無線 LAN によるネットワーク環境を構築・整備している。本稿では、無線 LAN コントローラを導入することによって見えてきた無線 LAN の利用時間や利用者数、クライアント端末の詳細について述べる。また、2020 年度の教育・研究活動に多大な変化を強いている COVID-19 の影響について無線 LAN 利用の観点から分析を行い、今後の課題についても述べる。

## 1 はじめに

近年、複数台のモバイル端末を所有して活用することが一般的になってきており、ネットワークは必要不可欠なインフラとなっている。しかし、モバイル回線は必ずしも安くなっておらず、コストを抑えられる無線 LAN があれば利用したいという人も多い。大学としても学生自身が所有している端末を使用して教育・研究などに活用する BYOD に取り組むところも増えており、アクティブ・ラーニングなど、授業・学習形態も多様化している。加えて、2020 年度は COVID-19 の影響でオンライン講義の配信やオンライン会議が急増し、無線 LAN 環境の需要が急速に高まりつつある。

京都大学（以下「本学」という）では、教育環境の整備と学習・研究支援機能強化を目的として、講義室や会議室等の共有スペースを中心に無線 LAN によるネットワーク環境を構築・整備している。2013 年度までは、各アクセスポイント（以下「AP」という）が単体で動作し、互いに連携しないタイプの AP（以下「自律型 AP」という）を使用して整備をおこなってきた[1]。自律型 AP の機器単価は一般的に安価な製品が多いため、導入コストが抑えられることが利点である。一方で、機器ごとに各種設定をおこなう必要があり、台数が

増えると管理も煩雑になるため、運用コストが高くなることが問題になってくる。2013 年度の時点で既に AP は 1,000 台を超えていたが、今後も増え続けることが予想され、自律型で運用を続けるのは限界に来ていた。それを解決すべく検討・調査したところ、多数の AP を集中管理可能な技術・製品が実用段階に至っているのではないかという結論に達した。このような技術・製品では AP を集中管理するためのコントローラと呼ばれるサーバを配置する。コントローラは複数の AP に対して使用するチャンネルや電波強度などを同時に制御し、無線クライアントに最適な無線 LAN 環境の提供が可能である。設定やファームウェアバージョンも一括管理できるので、運用管理の負荷を軽減できる。コントローラと連携して動作する AP を本稿ではコントローラ型 AP と言うこととする。

本学では 2014 年度末に無線 LAN コントローラ（以下「WLC」という）及び IEEE802.11ac 準拠のコントローラ型 AP を導入、整備した。また WLC 導入時にアプライアンス型の無線 LAN 管理サーバ（以下「管理サーバ」という）を合わせて導入した。管理サーバにはキャンパスマップや各建物のフロアマップの登録が可能で、無線 LAN の電波状況が可視化できる他、障害発生時には建物及び AP 自体が赤く表示され、障害箇所が直ちに確認でき

る。また、全クライアントの接続履歴や AP ごとのクライアント数など、多種多様なレポート出力が可能である。これらの機器を活用することで、無線 LAN の円滑な運用管理が可能となった。

本稿では、WLC、コントローラ型 AP 及び管理サーバを導入することによって見えてきた無線 LAN サービスの利用状況について述べる。次に 2020 年度の教育・研究活動に多大な変化を強いている COVID-19 の影響について無線 LAN 利用の観点から分析を行う。最後に今後の課題について述べる。

## 2 京都大学の無線 LAN サービス

### 2.1 京都大学のネットワーク環境

京都大学学術情報ネットワーク「KUINS (Kyoto University Integrated information Network System)」は吉田キャンパス、宇治キャンパス、桂キャンパス (以下「メインキャンパス」という) をはじめ、熊取 (大阪府泉南郡)、犬山 (愛知県犬山市) などの隔地キャンパスや海外拠点を含む各遠隔地までをカバーした全学ネットワーク環境を維持するためのシステムの総称である (図 1 参照)。KUINS は学内関係者が研究室や事務室等でパソコンやプリンタを利用するためのプライベートアドレスで構成される「KUINS-III」と、学外への通信や学外公開のためのグローバルアドレスで構成される「KUINS-II」を提供している [2]。

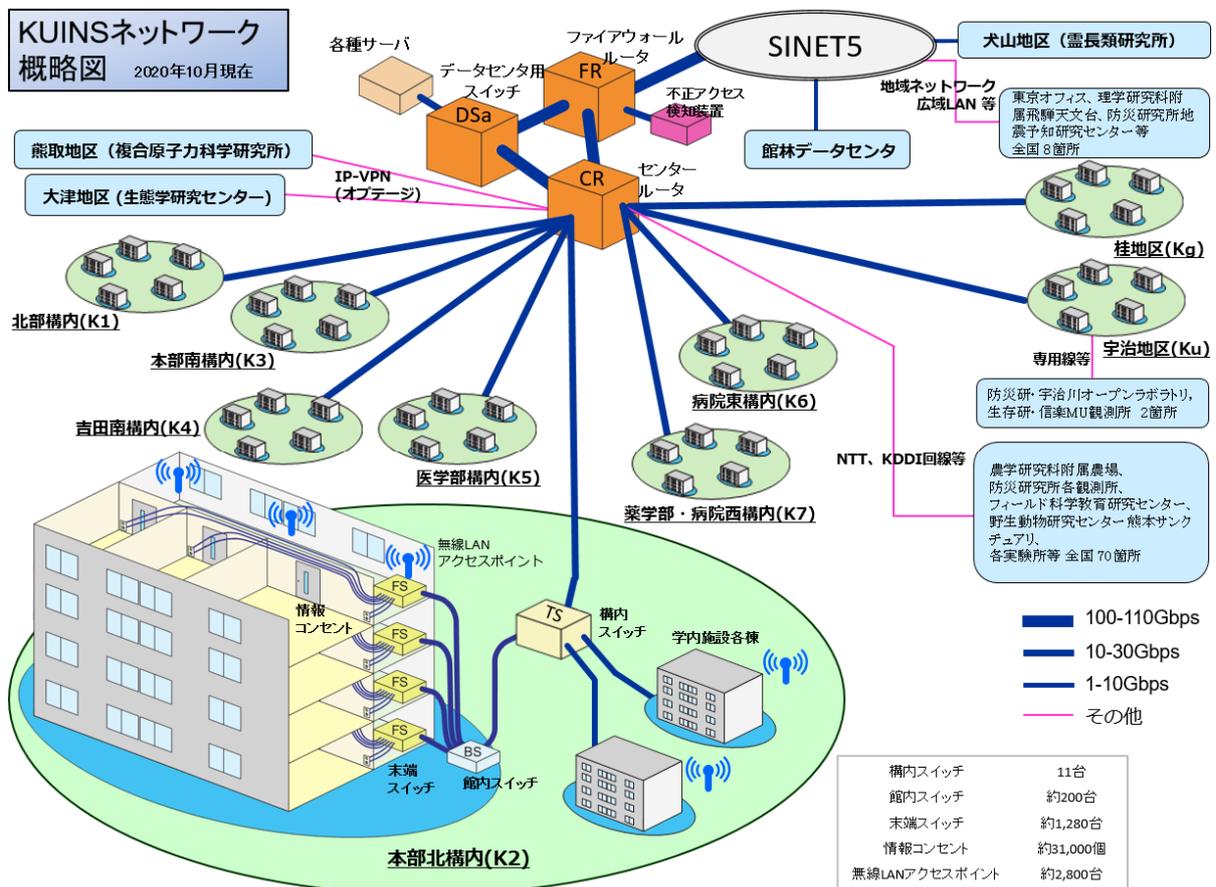


図 1 KUINS ネットワーク概略図

### 2.2 無線 LAN システム構成

無線 LAN のシステム構成図を図 2 に示す。WLC を冗長化して、メインキャンパスのコントローラ型 AP を管理している。それ以外の隔地キャンパスや全国各地の遠隔地拠点については、拠点間の

回線の帯域などを考慮し、コントローラ型ではなく自律型 AP で運用をおこなっている。2020 年 9 月時点で、コントローラ型 AP 約 2,500 台、自律型 AP 約 300 台が稼働している。

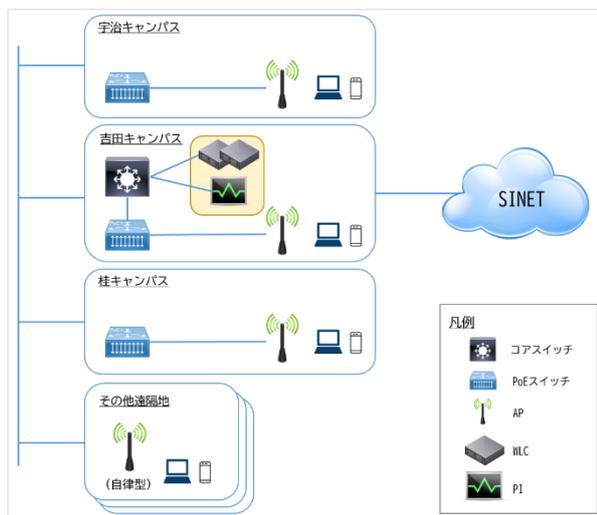


図 2 無線 LAN システム構成図

### 2.3 学内で提供する無線 LAN サービス

学内で提供する無線 LAN の SSID とサービス内容は表 1 に示す通りである。

表 1 学内で提供する無線 LAN の SSID とサービス内容

SSID	サービス内容
KUINS-Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>全学アカウントによる IEEE802.1X 認証</li> <li>学内ネットワーク (KUINS-III) に直結</li> <li>研究室 VLAN へも直接接続可能<sup>1</sup></li> </ul>
eduroam	<ul style="list-style-type: none"> <li>「eduroamJP 認証連携 ID サービス」[3] を利用</li> <li>仮名アカウントによる IEEE802.1X 認証</li> <li>来訪者にはビジターアカウントを発行</li> </ul>
Wi2_club	KDDI のキャリア Wi-Fi
0000docomo	NTT docomo のキャリア Wi-Fi
mobilepoint2	Softbank のキャリア Wi-Fi

### 2.4 KUINS-Air 接続時の全学アカウント利用

KUINS-Air への接続には本学が構成員に発行している全学アカウントを利用する。全学アカウントとしては学生アカウント (ECS-ID) と教職員アカウント (SPS-ID) の 2 種類がある。2020 年 9 月時点でのアカウント数は表 2 の通りで、ECS-ID と SPS-ID の比率は概ね 7:3 である。

2019 年度の KUINS-Air 接続ユーザの ID 数<sup>2</sup>を

<sup>1</sup> コントローラ型 AP のみ。管理者による事前申請によって各研究室 VLAN への接続が可能。

<sup>2</sup> コントローラ型 AP への接続のみ

図 3 に示す。こちらの構成も ECS-ID と SPS-ID の比率が概ね 7:3 で、アカウント数の比率とほぼ一致している。

表 2 2020 年 9 月時点の有効全学アカウント数

ECS-ID	学生	23,367
	名誉教授等 <sup>3</sup>	3,587
(小計)		26,954
SPS-ID	教員	5,568
	職員	6,889
(小計)		12,457
合計		39,411

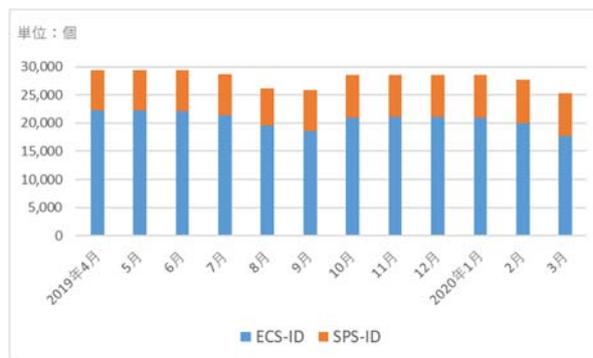


図 3 KUINS-Air 接続ユーザの ID 数

## 3 無線 LAN サービスの利用動向

本章では、メインキャンパスにおけるコントローラ型 AP の利用動向を分析した結果を述べる。

### 3.1 利用状況

2019 年度の SSID 別接続時間を図 4 に、ユニークユーザ数を図 5 に示す。

<sup>3</sup> 名誉教授,学外非常勤講師,学振特別研究員,研修員,受託研究員,招へい外国人学者,民間等共同研究員などには ECS-ID を発行

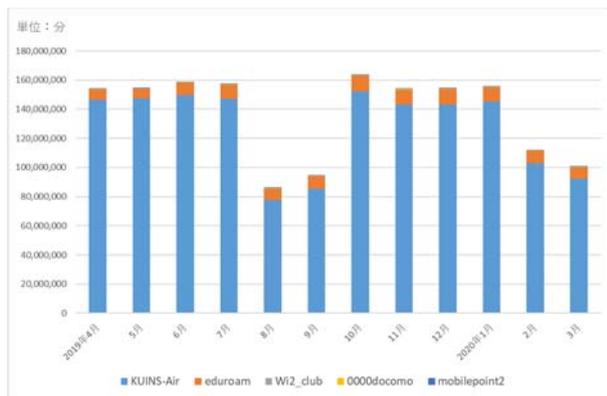


図 4 SSID 別接続時間

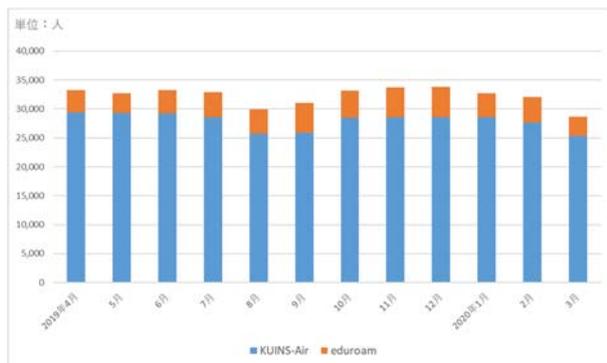


図 5 SSID 別ユニークユーザ数

1年を通して KUINS-Air の接続時間、ユーザ数が圧倒的に多く、次いで eduroam が多いが、キャリア Wi-Fi については接続時間もごくわずかとなっている。

夏季休業期間の 8 月、9 月や後期試験後の 2 月、3 月は例年無線 LAN の接続時間が大きく減少する。一方、ユーザ数としてはそれほど落ち込みが見られない。これは、長期休暇の期間でも来学はするものの、長時間無線 LAN を利用する、といったことが無いためと思われる。

また、図 6 に 2017 年から 2019 年の無線 LAN クライアント端末の通信規格を示す。IEEE802.11n (2.4GHz) で通信している端末が最も多く、次いで IEEE802.11ac であったが、2019 年になって順位が逆転した。今後も IEEE802.11ac で通信する端末数が増えていくものと推測される。

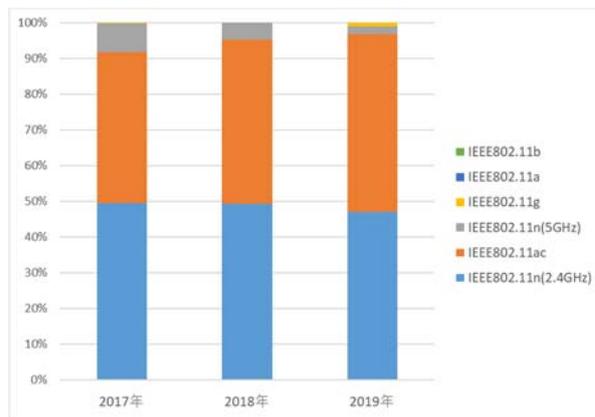


図 6 クライアント端末の通信規格

図 7 にて 2017 年から 2019 年のクライアント端末のベンダーを示す。2019 年は Unknown が大幅に減少し、Apple の端末が急激に増えていることが伺える。要因としては、2018 年及び 2019 年に管理サーバのバージョンアップをおこなったことにより精度が上がった可能性があることと、Apple 端末については機種やバージョンの詳細まで判別できるようになっていたためと思われる。そのため 3 箇年の単純比較は出来ないが、参考程度に記載しておく。

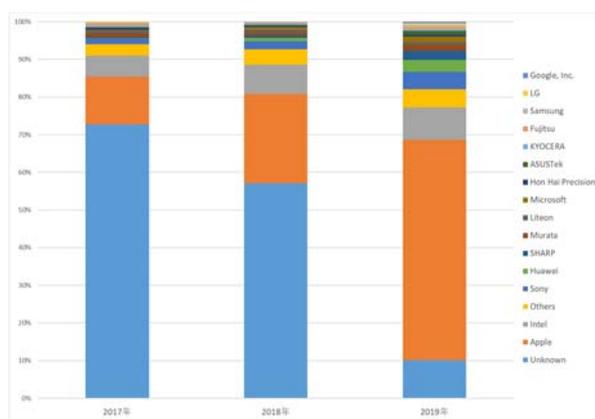


図 7 クライアント端末のベンダー

### 3.2 VDI 利用の授業への対応

2018 年 4 月に VDI (Virtual Desktop Infrastructure) を利用した授業を開始した。VDI はサーバ上に作成した仮想マシン (仮想デスクトップ環境) で OS やソフトウェアの処理を実行し、利用者によりリモート接続させるサービスのことである。図 8、図 9 にて、VDI 利用の授業での無線 LAN クライアント数及びトラフィック量の一例を示す。講義室には AP が 6 台設置されており、AP6 台の合計値をグラフ化したものである。

この授業では学生に自身のノートパソコンを KUINS-Air に接続した上で VDI を利用させていた。8:45 から 10:15 の 1 限の授業で、授業開始後からクライアント数、トラフィック量共に急激に増えている。受講者数は 250 名程度だったが、接続クライアントの MAC アドレス数を確認すると全部で 392 個であった。端末を 2 台接続しているユーザが 123 名、3 台接続しているユーザが 6 名いた。また、AP 自体は 1 台あたりのクライアント数が 35 台ぐらいであれば快適に通信できると見込んでいたが、この時は 60 台から 65 台ほどのクライアントが接続されている AP もあった。想定以上のクライアント数で、授業開始直後は KUINS-Air に繋がりにくい状況だったため、モバイルルータやスマートフォンの電源を切るかあるいは機内モードにするという対応を取ってもらった。その結果、スループットが 400kbps から 9Mbps まで大幅に改善した、との報告を受けている。

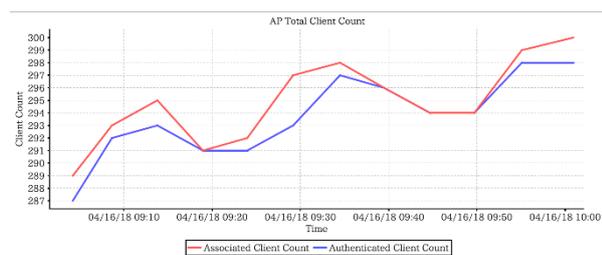


図 8 VDI 利用の授業時のクライアント数

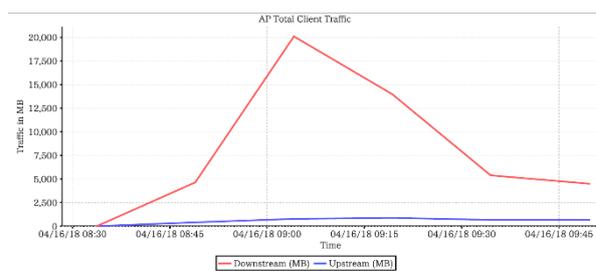


図 9 VDI 利用の授業時のトラフィック量

### 3.3 COVID-19 の影響

2020 年 1 月に日本でも初めて新型コロナウイルス (COVID-19) の感染者が確認され、その後も社会的に大きな影響を及ぼしているが、本学の無線 LAN 利用数からもその影響が伺える。

例年 4 月には新入生が入学し、授業やガイダンスなどが始まるため無線 LAN 利用が多い。ゴールデンウィークに一旦クライアント数が減るものの、その後も夏季休暇前まではほぼピーク値のまま推移する傾向にある。図 10 の通り、2019 年度も例年通りであった。しかし、2020 年度は表 3 に示すように 7 都府県<sup>4</sup>に緊急事態宣言が出されたことを受け、本学の教育研究評議会にて示された「新型コロナウイルス感染拡大に伴う活動制限のガイドラインについて<sup>5</sup>」で授業を原則オンラインで実施することとなった。



図 10 2019 年 4 月から 2020 年 9 月の無線 LAN クライアント数

4 東京、神奈川、埼玉、千葉、大阪、兵庫、福岡

5 レベル 0 (低) からレベル 5 (高) で活動制限のガイ

ドラインを示す

<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/about/foundation/coronavirus/>

表 3 新型コロナウイルスをめぐる本学の動向

4月1日	すべての授業を5月6日まで休講とする旨を通知
4月7日	7都府県に緊急事態宣言発令 本学人事担当からテレワークの通知
4月14日	本学の「新型コロナウイルス感染拡大に伴う活動制限のガイドラインについて」にてレベル2 <sup>6</sup> が示される
4月16日	全都道府県に緊急事態宣言 <sup>7</sup> 発令
4月17日	同ガイドラインにてレベル3へ引き上げ
5月7日	前期授業開始
5月21日	大阪府、京都府、兵庫県の緊急事態宣言解除
5月22日	同ガイドラインにてレベル2へ引き下げ

全フロアのほぼすべての部屋が講義室となっている吉田キャンパスの吉田南4号館において、2019年及び2020年の1月から7月に KUINS-Air に接続した学生のユニークユーザ数を図 11 に示す。2020年4月以降、KUINS-Air の利用者が大幅に減少し、前年と比べると4%程度のユーザ数となっている。

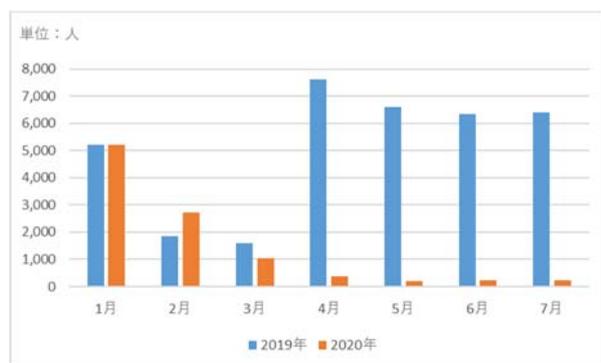


図 11 吉田南4号館での KUINS-Air 接続ユニークユーザ数

一方、ユーザのほとんどが教職員である吉田キャンパスの本部棟においては、図 12 の通り、2019年と比較して2020年4月はユーザがやや減少し、5月には落ち込みが見られるが、6月、7月にかけて徐々に回復している。2020年4月以

降のユーザ数は2019年度と比較しても9割程度となっているが、その要因としては、テレワークで交代勤務をしていたため、ユニークユーザ数としては影響がなかったためだと思われる。また、本部棟には会議室が複数あり、大人数収容できる会議室もあるが、会議室で会議をおこなわなかったことや、建物内の別の居室にて分散勤務をおこなっていたことで、無線LAN利用をするユーザが以前より増えたのではないかと推測される。

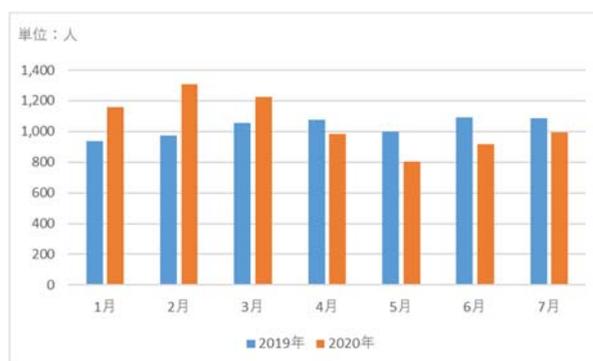


図 12 本部棟での KUINS-Air 接続ユニークユーザ数

図 13 に2019年9月から2020年9月の無線LANトラフィック量を示す。上述の無線LAN利用の減少に伴い、2020年4月以降のトラフィック量も同様に減少している。一方、図 14 に示すように、学外通信量については、2020年度は2019年度と比べて8%程度増加している。これは、有線、無線に関わらず Zoom や WebEx 等での講義、会議が増えたためではないかと推測される。



図 13 2019年9月から2020年9月の無線LANトラフィック量

<sup>6</sup> 対面授業は原則停止し、オンライン授業を中心に実施する。やむを得ず対面で実施する場合には感染拡大

の防止に最大限の配慮をしておこなう。

<sup>7</sup> 京都府は特定警戒都道府県に指定

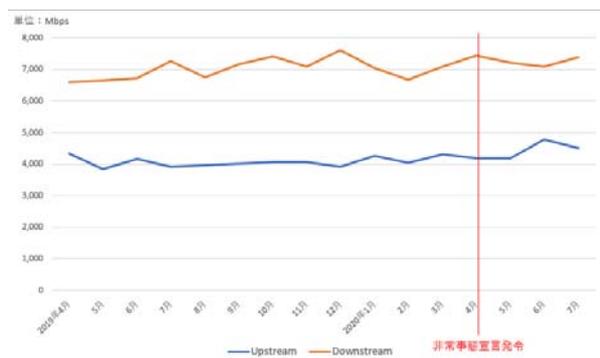


図 14 2019年4月から2020年7月の学外通信量の月平均値

#### 4 今後の課題

2020年4月にテレワークが始まった頃に、自宅などの学外で学内と同じSSIDを利用できるAPについて、ベンダーから提案を受けた。設定済のAPを自宅のインターネット回線に接続すれば、APが学内のWLCと通信をして、学内と同じKUINS-Airで無線LAN接続ができる、というものだ。学外において学内と同じ無線LANを使用するためのセキュリティ対策などまだ課題はあるものの、今後も継続してテレワーク需要があることを見据え、選択肢の一つとして検証中である。

オンライン授業が始まったことを受け、インターネット環境がない学生が来学して無線LANやパソコンを利用できる場所を提供する必要性も出てきた。自習室など、まだ電波状況がそれほどよくない場所もあると思われるので、今後も整備を進めていきたい。

また、遠隔地に導入している自律型APが約300台あるが、図15の通りまだIEEE 802.11a/b/gなど古い規格のAPも多い。

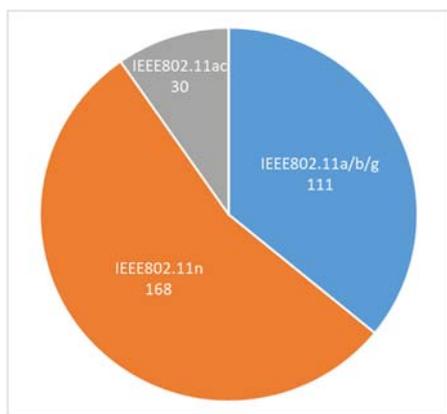


図 15 自律型 AP の通信規格別台数

IEEE 802.11a/b/g 対応の AP を使用している拠点でオンライン会議に支障があるとのことで、スループットを計測すると 13Mbps 程度であった。そこで IEEE 802.11n の AP と交換したところ、35Mbps 程度まで改善が見られた。以前まではこのような要望が寄せられることはなかったが、新型コロナウイルスの影響でオンライン会議、講義などが増えたことで顕在化した問題である。遠隔地拠点についてはそもそも回線の帯域が狭いという問題もあるが、IEEE 802.11a/b/g にしか対応していない AP 自体がボトルネックになっているのは明らかなので、なるべく早く上位機種に更新をしていきたい。

利用動向に関しては今後も定期的に分析をおこない、利用者が極端に少ない AP を別の場所に再配置するなど、効率的にサービス提供できるよう努めたい。

#### 5 おわりに

本稿では、WLC、コントローラ型 AP 及び管理サーバ導入後の無線LANの利用時間や利用者数、クライアント端末の詳細、COVID-19 による無線LAN利用への影響、今後の課題について述べた。特に、管理サーバを導入することによって、場所ごとのクライアント数やトラフィック量など、自律型 AP を運用している際には集計、分析をおこなうことが難しかった状況を効率的に数値化して分析することができるようになった。今後も無線LANの利用動向を見ながら、最適な無線LAN環境の提供に努めると共に、安定した運用をおこなっていきたい。

#### 参考文献

- [1] 針木剛, 京都大学における無線LANの構築状況, 国立大学法人等情報化発表会, 2015
- [2] 京都大学情報環境機構 学術情報ネットワーク (KUINS) <https://www.iimc.kyoto-u.ac.jp/ja/services/kuins/>
- [3] eduroamJP 認証連携 ID サービス <https://federated-id.eduroam.jp/>