

新型コロナウイルスによるパンデミック影響下での 無線 LAN 整備と AP 設置準備の工夫

福田 豊^{1,a)} 中村 豊¹ 和田 数字郎² 佐藤 彰洋¹

受付日 2023年11月19日, 採録日 2024年4月15日

概要: 九州工業大学では 2022 年度の後半に, COVID-19 の影響によってネットワーク機材の入手性が著しく低下していたなか, 工学部が設置された戸畑キャンパスに 97 台の AP (Access Point) の導入と, 114 箇所の配線工事を行った. AP は 2023 年 2 月末と 3 月中旬の 2 回に分かれて納品され, かつ配線工事は 3 月前半から開始であったため, ごく短い期間で AP のキッティングを行い, 約 2 週間かけて配線工事および AP 取付を行った. 本稿では AP 設置箇所の選考と現地調査, 現地調査に基づく設置箇所の確定, AP や PoE Switch の機材選定と実際の手配, および AP をキッティングする際に工夫した点について報告する.

キーワード: COVID-19, キャンパス無線 LAN, キッティング

A Practical Approach of Access Points Installation for Campus WiFi Expansion under the Pandemic

YUTAKA FUKUDA^{1,a)} YUTAKA NAKAMURA¹ SUJIRO WADA² AKIHIRO SATOH¹

Received: November 19, 2023, Accepted: April 15, 2024

Abstract: Kyushu Institute of Technology deployed approximately 100 wireless LAN APs (Access Points) at the end of Fiscal Year 2022, while the availability of network equipment was significantly reduced due to COVID-19. In this paper, we describe the selection and field survey of AP installation sites, the determination of installation sites based on the field survey, the arrangement of APs and PoE switches, and a practical approach for access points installation.

Keywords: COVID-19, campus Wi-Fi, kitting

1. はじめに

九州工業大学は 2022 年度末, COVID-19 の影響によってネットワーク機材の入手性が著しく低下していたなか, 工学部が設置された戸畑キャンパスに 97 台の AP (Access Point) の導入と, 114 箇所の配線工事を約 2 週間で行った [1]^{*1}. これまで筆者らは講義室やリフレッシュスペース, 学科会議室など公共性が高い箇所を中心に, 全学セキュアネットワーク・無線 LAN (以下 Kyutech Wi-Fi) を整備してきた [2], [3]. 特に講義室には実機実験 [4], [5]

に基づいた整備を行っており [6], [7], COVID-19 によるオンライン講義の受講者増加にも比較的小規模の AP 増設 (約 10 台の AP 増設や最新機材への交換) で対応することができた [8].

一方で戸畑キャンパスの敷地は南北に広がっており, 学科ごとに異なる建屋が配置されているため, Kyutech Wi-Fi サービスの提供エリアを拡大するためには比較的小規模な他キャンパスと比較して多くの AP 数が必要である. 特に各学科の建屋内では AP 設置箇所は講義室周辺に限定されることが多く, 建屋によっては AP が数台以下, もしくは全く設置されていない箇所もあった. 多くの教員室や研究室は独自の無線 LAN を準備しているが, Kyutech Wi-Fi の電波が十分に届かない教員室や研究室からは, 研究室外の教職員や学生 (1~3 年生までの学部生

¹ 九州工業大学 情報基盤センター
Kyushu Institute of Technology, Kitakyushu, Fukuoka 804-8550, Japan

² 九州工業大学 飯塚キャンパス技術部
Kyushu Institute of Technology, Kitakyushu, Fukuoka 804-8550, Japan

^{a)} fukuda@isc.kyutech.ac.jp

^{*1} 本稿は [1] を再構成して加筆したものである.

表 1 戸畑キャンパスの無線 LAN 整備 (時系列)

Table 1 Wireless LAN development at Tobata campus (timeline).

時期			出来事
年	月	日	
2019	9		全学セキュアネットワーク (Kyutech Wi-Fi 含む) 更新, 教員室や研究室からの AP 増設要望を受け, 現地調査を含め, 検討を開始.
2020	11	下旬	対面講義再開に向けた IT 環境整備のため, 講義室の無線 LAN 環境を強化, 戸畑キャンパスの AP 設置案を作成. (61 箇所)
2021			
2022	11	下旬	工学部長より無線 LAN 環境強化に関する相談を受け, 整備案を提出. (74 箇所)
2022	12	19	工学部総務係より正式な整備依頼を受ける.
2022	12	22	建屋全体をカバーできるように増設箇所を検討し, 作成図面を配線業者と総務係に送付. (95 箇所) この時点では国内在庫払底のため, 配線工事と AP 用のライセンス購入を優先, PoE Switch は手持ち機材を充当.
2023	1	4	AP 確保可能との連絡を受けて, マウントキットと確保できるだけの AP を導入する方針へ変更.
2023	1	7, 8, 13	配線見積のための現地調査. 最終的に 114 箇所.
2023	1	25	仕様書提出.
2023	2	14	落札業者決定.
2023	2	24	追加 AP 40 台分の見積を取得し, 購入手配を依頼.
2023	2	28	マウントキット, AP 57 台納品.
2023	3	7	配線工事開始. (29 日までを予定. 30, 31 日を予備日)
2023	3	10	AP 40 台納品.
2023	3	23	配線工事完了.
2023	4	19	不足分ライセンス投入.
2023	5	23	不足分の AP 17 台納品.
2023	5	30	不足箇所の AP 設置.

など) が無線 LAN に接続できずに不便であるとして, 設置の要望が多数寄せられていた.

しかしながらすべての建屋をある程度カバーするためには相当数の AP と配線工事が必要であり, 原則受益者負担で整備することになるため, 費用が課題となってきた. 予算を抑制する工夫としては, 余剰がある旧機材の AP を活用する (既設の配線を利用できればライセンス負担のみで済む), 建屋改修時や新しく建設する場合は施設課と連携して AP 用の配線を工事に組み込むことで, 配線費用を削減する, といった方法がある. しかし既存建屋では新規配線工事が必要となるため, 現地調査して見積を取得しても, 費用面で捻出が難しく最終的に断念するケースもあった.

こうした状況のなか, 2022 年の年末に工学部総務係より戸畑キャンパスにおける無線 LAN 整備を打診された. すでに述べたようにこれまでも多数の AP 設置要望が寄せられていたため, 筆者らは 2020 年には戸畑キャンパス全体をカバーするために必要な AP 設置案を大まかに作成していた. そこでまずはこの原案を図面に落とし込み, 現地調査を実施して最終的には 114 台の AP を増設することにした. 同時に AP の確保も進め, 先行分は 2 月 28 日に, 残りは 3 月 10 日に納品されることになった. 配線工事は 3 月 10 日から開始であったため, ごく短い期間で AP の

キットिंग^{*2}を行い, 約 2 週間かけて配線工事および AP 取付を行った. 本稿では AP 設置箇所の選考と現地調査, 現地調査に基づく設置箇所の確定, AP や PoE Switch の手配, および AP をキットिंगする際に工夫した点について報告する.

2. 戸畑キャンパスの Kyutech Wi-Fi AP 整備に向けた準備

本学の戸畑キャンパスにおける Kyutech Wi-Fi 整備をまとめたものを表 1 に, 今回の整備で設置した台数を図 1 に示す. 図 1 中, 実線枠で囲ったものが対象箇所, 点線枠で囲った箇所は対象外の箇所である. また, 下線を引いた 2 箇所は今回初めて整備した建屋を示す. 以降, この表 1 と図 1 に沿って整備に向けた準備について述べる.

本学は 2019 年 9 月に全学セキュア 2019 の一部として Kyutech Wi-Fi を更新 [7] したが, BYOD (Bring Your Own Device) への対応^{*3} が優先課題であったため, 図 1 の教育研究 1~10 号棟, 総合研究 1 号棟といった学科が入

^{*2} 本稿では AP への設定投入作業をプロビジョニング, プロビジョニングに加えて本体を識別するために AP 名のラベルを本体に貼り付ける作業までをキットिंगと表記する.

^{*3} 情報工学部 (飯塚キャンパス) では 2018 年から, 工学部 (戸畑キャンパス) では 2019 年から開始.



図 1 設置した AP (戸畑キャンパス)

Fig. 1 Deployed APs (Tobata campus).

居している各建屋への AP 増設は見送らざるをえなかった。しかし Kyutech Wi-Fi の学内利用者数が増加するにつれ、教員室や研究室へのエリア拡大を希望する声は継続的に寄せられており、またサービス未提供エリアでのインシデント対応時に筆者らが現場でインターネットアクセスを確保できないなどの事例も発生していたことから、エリア拡大の必要性は十分に認識できる状況にあった。そこで更新直後から入居者数が多い主要な建屋への AP 設置について図面で検討し、大まかな必要数を把握するようにしていた。また具体的に要望があった学科では、実際に現地調査を行って AP 設置案を作成していた。

更新翌年の 2020 年は COVID-19 が本格的に流行し、入構者数は制限されたため、Kyutech Wi-Fi の利用者数は大

幅に低下した [8]。一方で同年 11 月下旬には、大学執行部より対面講義再開に向けた全学 IT 環境整備の検討指示があった。そこでこれまで検討してきた AP 設置案と、新たに必要となる配線工事費用を実績に基づき積算し、全学の Kyutech Wi-Fi 整備案として提出した。このとき作成した原案は全学での整備計画であり、予算の制限と本学の整備指針（建屋の入居者数や既設 AP の利用者数、講義室や実験室といった部屋の用途などを考慮。詳しくは [7] 参照）を考慮して増設箇所を選定した。そのため学部生向けの実験室がない教育研究 7、9、10 号棟（図 1 中央付近）は対象箇所に含まれておらず、戸畑キャンパスの AP 増設数案は 61 台であった。なおこの時期は現地調査が困難であったため、これまでの知見と建屋の図面から設置案を作成し

た。2020年の整備では講義室以外のAP増設は実現しなかったが、増設のための原案は2020年11月に作成することができていた。

2021年度は既設建屋へのAP増設に向けた動きはなかったが、2022年11月下旬に工学部長より戸畑キャンパス全体の無線LAN環境強化に関する相談を受けたことから、2020年作成の原案には含めていなかった教育研究7, 9, 10号棟も追加し、74箇所のAP設置案を提出した。この提案を元に検討がなされた結果、同年12月19日に工学部総務係より整備を進めたいとの連絡があった。そこでまずは予算額を確認し、経費節減のため機材の調達と配線工事は別々に行うことにした。次に年度内施工に向けて配線工事業者に予定を確認したところ、規模感からすると約3~4週間の工期が必要で、感染症流行により遅延していた工事が一気に進んでいた時期であったため、3月しか予定が空いていないとのことであった。さらに現地調査の対応が可能なのは1月7~9日で、それまでに設置予定箇所をプロットした図面の提供が必要であるとの回答を得た。そこで現地調査に向けた図面作成に取りかかり、できるだけ建屋全体をカバーするように設置数を増やした。特にBYOD導入3年を経て、各学科の実験室でも実験指示の確認やレポートをまとめるためにKyutech Wi-Fiのニーズが高まっていたため、新たに教育研究8号棟1階や実験3号棟(図1中央やや南)にもAPを新設した結果、新設箇所は95箇所となった。なお、実験3号棟は幹線ネットワークと未接続であることが判明したため、光ファイバの敷設工事も追加した。この図面準備を3日で終え、12月22日には配線工事業者と総務係に送付した。加えて現地調査予定日は週末であったため、入館のための鍵手配も行った。1月7, 8日での現地調査では、主にAP位置の微調整と、配線経路および作業スペースの確保について確認を行った。加えて現地調査中にたまたま居合わせた技術職員より、教育研究9号棟1階で学部1年生の実験が行われているとの情報提供があり、設置箇所に加えることにした。ほかにも学生実験が行われている場所がないか総務係に確認依頼したところ、省資源開発実験室(図1南西)でも実験時の教材提供を学習管理システムで行っているため、AP設置を要望しているとの回答を得た。そこで1月13日に改めて現地調査を行い、こちらも新設箇所に追加することにした。以上より最終的な配線箇所は合計114箇所、対象の建屋は16棟(内未整備であった建屋は2棟)となった。設置箇所のリストは表2に示す。

次に設置機材の選定について述べる。本学はHPE(Hewlett Packard Enterprise)社製の無線LANコントローラ[9]を各キャンパスに設置し、Juniper社製のSwitchで構成された幹線を通してAPを収容している[2]。今回新規配線する114箇所のうち、ほとんどのAPは廊下やホールなどに設置予定であった。そこで講義室のような

表2 APの増設数

Table 2 Number of APs added.

建屋	台数
教育研究 1 号棟 機械	13
教育研究 1 号棟 建社	3
教育研究 3 号棟	4
教育研究 4 号棟	5
教育研究 5 号棟	13
教育研究 6 号棟	5
教育研究 7 号棟	4
教育研究 8 号棟	16
教育研究 9 号棟	7
教育研究 10 号棟	3
総合研究 1 号棟	25
総合教育棟	5
未来型インタラクティブ教育棟	2
実験 3 号棟	2
省資源開発実験室	5
情報学習プラザ	2
(合計)	114 台

多端末の収容および高速性能は不要であると考え、エントリーレベルの機材であるAP-505[10]を選定した。一方で単に無線LANエリアの拡大だけではなく最新規格に対応した高速化も目指し、主に学部講義が行われる講義室のAPはWi-Fi 6E[11]対応のAP-635[12]に交換することを検討した。いずれもこれまでの実験結果[4]から、IEEE 802.11ax(Wi-Fi 6)対応機材を選定している。なお、クラウド型無線LANコントローラは、既存ネットワークの大幅な構成変更が必要になることや、個別の設定投入は導入しているオンプレミス型無線LANコントローラと同じ方法になることが分かっていたため、選定対象には含めなかった。PoE Switchも以前行った実験[13]よりmulti-gigabit ethernet(IEEE 802.3bz)[14]対応機材の有効性を確認していたため、AP収容数が多くチャネルボンディングによる高速化が想定される箇所は、multi-gigabit ethernet対応機材を、そうでない箇所はコンパクトでファンレスである機材を候補とした。

候補機材は選定したものの、世界的な感染症拡大が始まった2020年からAPやPoE Switchは納期未定との連絡をKyutech Wi-Fiの導入業者から受けていた。仕様書準備のため12月19日の正式依頼後に再度確認したが、依然として機材確保は困難であり、いずれも半年から1年以上の納期を提示された。そこで2022年度内での機材導入は無理だと判断し、配線工事とAPが確保でき次第すぐに設置できるようにマウントキット、およびAPライセンスを先行手配する方向で調整することにした。またPoE Switchは当面の確保が困難であったためmulti-gigabit ethernetには対応していないが、余剰機材として手元にあった8台(内1台は現地調査時の要望により先行設置)

を充当することにした。

ところが2023年1月4日に、在庫状況の改善によりAP-505は年度内にある程度の台数を納入可能であるとの連絡が入った。すでに仕様書の準備は進めていたが、AP在庫状況の見通しが不透明であることを考慮し、その時点で確保できるAPの入手と配線工事を優先することにした。見積取得等の準備を経て仕様書は1月25日に提出し、2月14日に落札業者が決定した。ここでさらに予算確保ができたため、APを40台買い増しすることに、最終的には全114箇所に対して97台のAP-505を確保することができた。また不足分の17台とライセンス、およびWi-Fi 6E対応のAP-635は2023年度に導入することにした。

平行して日程調整した配線工事は、3月7日開始、29日までに完了予定（週末と休日以外の平日が作業日、30、31日を予備日）となった。一方、APは調達が2回に分かれたため、マウントキットとAP先行分（57台）は2月28日に、残りのAP40台は3月10日に納品されることになった。よって配線工事時にAP設置までを済ませるためには、少なくとも3月7日までは先行調達分を、また10日納品後もできるだけ早くAPのキッティングを済まなければならなくなった。最初の納品から約2週間以内で97台のキッティングを完了する必要がある、効率的な準備が求められた。次章ではAPのキッティングを短期間で終えるために行った工夫について述べる。

3. AP キッティング

本章では最初に各APのプロビジョニング（個別の設定投入）方法について述べ、次にラベル貼り付けまでを含めたキッティングでの工夫について説明する。

3.1 AP プロビジョニング

HPE社製のAPをプロビジョニングする際に投入する設定項目は表3に示すとおりである。この設定項目を投入する方法としては、以下の3つの方法が考えられる。

- (1) APにパソコンをシリアル経由で接続して設定をCLIで投入。
- (2) DHCPでIP addressを割り当てて無線LANコントローラに帰属させた後、GUIで設定を投入。

表3 AP設定項目

Table 3 AP Configuration items.

name	AP名
group	APが所属するグループ
ipaddr	APに設定するIP address
netmask	APに設定するサブネットマスク
gatewayip	APのデフォルトゲートウェイ
masterip	APを収容する無線LANコントローラのIP address

(3) DHCPでIP addressを割り当てて無線LANコントローラに帰属させた後、API経由で設定を投入。

(1)は図2に示すとおり、ターミナル経由で設定をコマンド形式で投入する。メリットはDHCPサーバは不要で、設定を投入すればすぐにAPを設置できることである。これまでも数台程度のAP設置の場合は、このCLI方式を用いてきた。しかしながら今回のように、約100台のAPに対してシリアル接続を切替ながら異なる設定値をCLIで逐次投入していくのは現実的ではない。

(2)はGUIによる一括設定を行うものである。この方法では最初にDHCPサーバよりAPに適切な範囲でIP addressを割り当て、無線LANコントローラに帰属させ

```

MCB chksum 0xa41d9a22, config 0x101530
DDR4-2133 CL15 total 1024MB 1 16bits part[s] %1 SSC

DDR test done successfully
Loading image 0...
Validating image 0...
Uncompressing image 0...
Booting image 0...

APBoot 2.5.3.8 (build 74444)
Built: 2020-02-25 at 14:39:56

Model: AP-50x
DRAM: 1 GiB
NAND: ECC BCH-8, ONFI, Manuf ID: 0x01, Chip ID: 0xf1 (AMD/Spansion S34ML01G2)
Power: 802.3at POE
In: serial
Out: serial
Err: serial
Net: eth0

Reset: cold
FIPS: passed

Hit <Enter> to stop autoboot: 0
apboot> printenv
autoload=n
autostart=yes
baudrate=9600
boardname=Glenlivet
bootargs=console=ttYAMA0,9600n8 rdinit=sbin/init ubi.mtd=pdata ubi.mtd=aos
bootcmd=boot ap
bootdelay=2
bootfile=arm32.ari
ethact=eth0

mtddids=nand0=nand0
mtdparts=mtdparts=nand0:3m(apboot),512k(panic-dump),2m(pdata),-(aos)
partition=nand0,3
servername=aruba-master
stderr=serial
stdin=serial
stdout=serial

Environment size: 426/65531 bytes
apboot> setenv name
    
```

図2 CLIによる設定投入

Fig. 2 CLI-based configuration.

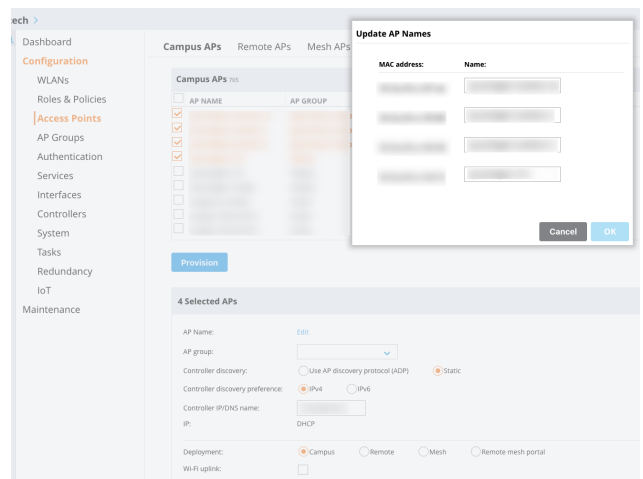


図3 GUIによる設定投入

Fig. 3 GUI-based configuration.

る。その後図3に示すとおり無線LANコントローラにwebアクセスしてGUIで設定を投入する。この方法はAPに設定するGroupやmasterip等の共通項目を投入するには適している。しかし、本学が運用しているArubaOS（無線LANコントローラ用OS）では、共通項目の設定投入は同一モデルのみに制限されており、AP名もGUIから一台ずつ設定しなければならない。csvデータ等による一括設定には対応しておらず、逐次投入となるためやはり非効率的である。

(3)はAPI経由で設定を投入する。本学で使用している無線LANコントローラは、ほとんどの設定をAPIを通して行うことができる。(3)ではまず(2)と同様、DHCPサーバによりAPにIP addressを割り当て、APを無線LANコントローラに帰属させる。その後、API経由で各APの設定を投入する。API経由で設定するパラメータは、図4に示すとおり無線LANコントローラより確認できる。後は必要なパラメータをcurlコマンドで投入すれば良いが、githubに公開されているサンプルスクリプト[15]を用いることで、より簡単にプロビジョニングすることができる。これまでも2021年に本学の若松キャンパスにKyutech Wi-Fiを整備した際に、このスクリプトを用いて65台のAPをプロビジョニングしており、今回もこの方法を採用することにした。

設定投入に用いるスクリプトでは、パラメータが記載されたcsvファイルを読み込む。csvファイルの様式は表4

のとおりである。表4より、設定対象のAPはMAC addressによって特定され、ap_name等のパラメータが列挙される。よって、設定を投入するためには、対象の全APのMAC addressをあらかじめ取得しておく必要がある。

3.2 AP キットティングの工夫

大規模な無線LANでは、APを管理するために本体に何らかの情報を付加したラベルを貼り付けて管理することが多い。たとえば物理的な位置情報を把握できるように、AP名に建屋名や講義室名などを組み込み、本体にラベルで貼り付けておく。AP名は台帳に記録して管理するとともに、AP名を記入した図面を準備しておくことで、設置や交換時にも場所を容易に把握することができる。本学でも図5に示すとおり、AP名をラベルに印刷して本体に貼り付けている。

前節で述べたプロビジョニングはAPをPoE Switchに接続し、無線LANコントローラとの通信を確保すれば、スクリプトで設定を流し込むだけで完了する。しかしその後、各APにそのAP名のラベルを貼り付けるためには、あらかじめ個体とAP名との対応関係を把握しておかねばならない。つまり、あるポートに接続されたAPのAP名が分からなければ、ラベルを貼り付けることができない。対応関係を把握するためには(1)固有の識別子としてAPのMAC addressと(2)そのポート番号、(3)その個体のAP名が分かれば良い。そこで、今回は以下の方法で

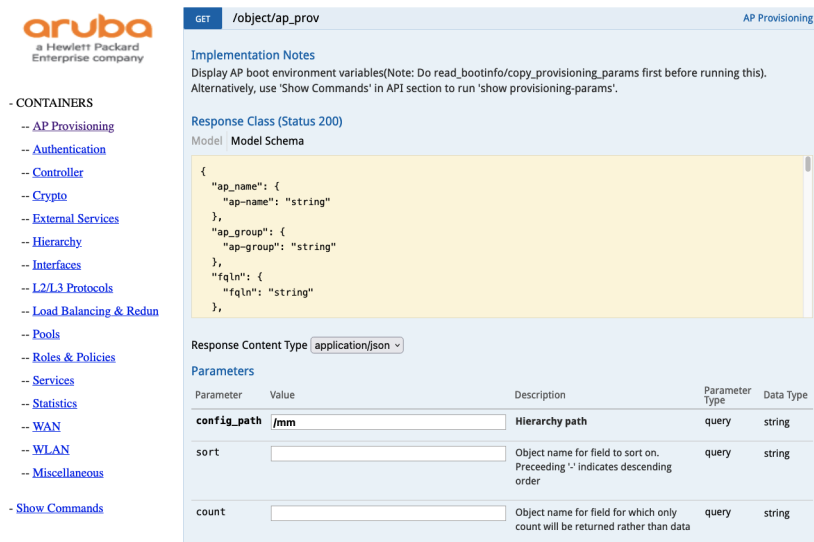


図4 無線LANコントローラにおけるパラメータ確認
Fig. 4 API parameters on Wireless LAN controller.

表4 csvファイル
Table 4 csv file.

wired-mac	ap_name	ap-group	ipaddr	netmask	gatewayip
b8:3a:5a:ff:ff:ff	AP505-01	tokyo	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.1
d0:15:a6:ff:ff:ff	AP515-02	osaka	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.1



図 5 AP 名のラベル付与
Fig. 5 Labeling of AP name.

ラベルの貼付作業を行うことにした。

(1) AP を箱から出して PoE Switch に接続し、キッティング対象の AP すべてが無線 LAN コントローラに帰属したことを確認する。AP 20 台では廃棄のための箱の整理までを含めて約 40 分必要（複数人で分担すれば短縮可能）であった。

(2) 表 4 の様式で *wired-mac* 以外の値を記入した csv ファイルを準備しておく。PoE Switch で各ポートに接続された AP の MAC address を Switch のコマンドで取得（PoE Switch は給電機能のみを有するものではなく、各ポートの MAC address を取得できるコマンドを有するものを準備）し、csv ファイルの *wired-mac* 列にポート番号順に記入する。作成した csv ファイルにより、AP が現在接続しているポート番号と MAC address、AP 名が対応づけられる。

(3) スクリプト [15] を実行すると csv ファイルの設定が各 AP に投入され、AP は再起動する。無線 LAN コントローラへの再帰属を待ち、設定が正しく完了しているかを確認する。AP 20 台の場合、csv ファイルの準備から完了確認まで約 20 分必要であった。なお、再起動後に設定ミスを発見した場合は、csv ファイルを修正して再度スクリプトを実行する。

(4) 手順 (2) で作成した csv ファイルからポート番号順に AP 名を抜き出し、ラベルとして印刷後、ポート番号順に AP 名のラベルを貼り付ける。大量のラベルを印刷する必要があるため、データを読み込んで連続して印刷することができる機材を準備した。AP 20 台では印刷からラベル貼り付けに約 15 分必要であった。

次に、手順 (4) 貼り付け作業時の工夫について述べる。ラベルを AP に貼り付ける際、机の上には多数の AP が並んでいるため、手に取った AP が PoE Switch のどのポートに收容されているかを目視によって識別するのが難しく、UTP ケーブルを毎回たどって確認するのでは手間がかかってしまう。そこでどのポートに接続された AP なのかを直感的に見分けることができるように、AP を PoE



図 6 細径 UTP ケーブルによる接続
Fig. 6 Using thin UTP cable.

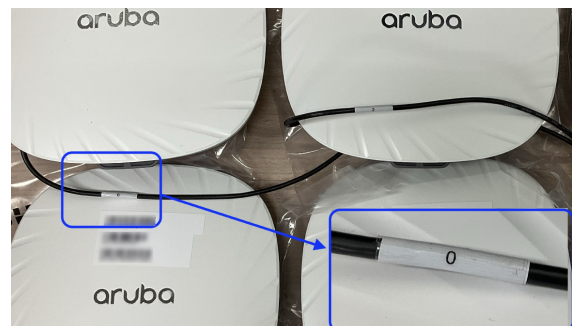


図 7 UTP ケーブルにポート番号のラベルを貼付
Fig. 7 Port number labeling on UTP cable.

Switch のポートと対応するように 2 列に並べることにした。加えて Switch に接続する UTP を上段は黒色、下段は青色とし、取り回しが良いように細径ケーブルを使用した。UTP ケーブル長は PoE Switch からの距離を考慮し、1 m と 2 m の 2 種類を準備した。最後にどのポートに接続されているのかを UTP ケーブルでも目視で判断できるように、各 UTP の両端にポート番号のラベルも貼り付けた。工夫後の AP と PoE Switch の接続の様子を図 6、図 7 に示す。実際の作業は、机の上のディスプレイで csv ファイルを表示させながら、ポート番号と MAC address、AP 名を確認し、順次ラベルを貼り付けていった。

貼り付け作業時の工夫では、細系 UTP ケーブルの使用が特に有効であった。細系 UTP は柔らかく取り回しが良いため、AP がケーブルのたわみで動いたり、絡まってしまふことを避けることができた。また UTP の両端に貼り付けたポート番号より、手元の AP との対応関係を素早く確認することができたのも、作業効率の向上に役立った。このような工夫の結果、筆者（福田）1 人で AP 20 台のキッティングを約 1 時間 15 分で済ませることができた。これに対して 1 台ずつキッティングした場合は、AP-505 起動に約 3 分（AP に搭載されている CPU によって時間は前後）、設定を手動で投入し再起動後に確認、その後ラベルを貼って完了するまでに約 8 分は必要である。20 台では 2 時間 40 分となり、約 1 時間 30 分の時間短縮が実現できることになる。特に個別設定の場合は数分おきに起動確認や設定投入が繰り返されるため待機時間が長くなるのに対して、今回採用したキッティング方法では一括して作業を行うため、作業効率は大幅に高まった。

4. 配線および取付作業

配線工事が開始された 3 月 7 日、配線業者にキッティング済みの AP 57 台（2 月 28 日納品分）を渡し、作業の責任分解点として配線および設置までを業者が行い、その後の動作確認は筆者（福田）が担当した。配線は当日の配線箇所に応じて 1 または 2 チーム（1 チーム 3 名程度）によって行われた。最初に工事を行ったのは、設置箇所が多い教育研究 1 号棟、総合研究 1 号棟からであった。3 月 10 日に残りの AP 40 台が納品され、すぐにキッティングを行った。幸い先行手配分の設置が終わる前に全 AP のキッティングを完了できたため、工事を中断することなく進めることができた。作業は配線の難易度（古い建屋は経路の確保が困難）によって変わるが、1 日約 10 箇所（朝 9 時開始、午後 5 時頃まで作業）と前倒しで進み、当初の予定よりも 1 週間ほど早い 3 月 22 日までに完了した。

この工事自体では特にトラブルは発生しなかったが、新設 PoE Switch を収容するために、既設 Switch に SFP+ 拡張モジュールを装着したところ、光モジュールが故障し、建屋全体が一時的に切断される事故が発生した。予備のモジュールを確保していたため、すぐに交換して復旧することができた。

本導入ではライセンスよりも AP 本体の確保を優先したため、セットアップ時点でライセンス数不足が懸念された。そこでライセンスの消費について Aruba に確認し、コントローラに帰属する稼働 AP 数はライセンス数を超過できないが、キッティングを済ませた AP が停止状態であれば、ライセンス数は消費しないとの回答を得た。幸い、他の建屋の改修のために余剰ライセンス（約 40AP 分）を確保していたため、一時的にこのライセンスを活用し、配線工事と並行しつつも AP のキッティングを行うことがで



図 8 AP 設置作業（2023 年度）

Fig. 8 AP installation (FY2023).

きた。さらにこれまで Kyutech Wi-Fi が未整備であった場所では余剰ライセンス分の AP を稼働させておくことにし、その他の AP は稼働を確認後、一旦 UTP を抜線してライセンスを消費しないようにした。そして経理課と連携して 2023 年度に入ってからすぐに設置台数分のライセンスを購入し、無線 LAN コントローラに投入後は各 EPS にて UTP を入線して AP を稼働させた。

また 2022 年度中に確保できた AP は、全 114 箇所に対して 97 台であり、不足の 17 台は翌年度に調達することになった。そこでできるだけ増設効果を妨げないように、学部生の利用頻度が低く、かつ今回の整備で複数台 AP を設置する所を 17 箇所選び、配線とマウントキットの設置までを済ませることにした。そして 2023 年度に入って AP 納品後、図 8 に示すようにキッティングを済ませた機材をカートで運び、作業時は安全のためヘルメットを着用して全箇所の設置を完了した。なお、AP-635 も納品は完了しているため、準備が整い次第、講義室の既設 AP と交換していく予定である。

5. おわりに

本稿では 2022 年度末に九州工業大学戸畑キャンパスで行った無線 LAN 整備について報告した。工学部より無線 LAN 整備の打診を受けた後、約 3 ヶ月の間に AP 設置箇所の選考と現地調査、現地調査に基づく設置箇所の確定、AP や PoE Switch の機材選定とキッティング、全 114 箇所の配線工事を行った。当初、AP 本体の 2022 年度中の確保は困難である見通しであったため、ライセンスとマウ

ントキットを先行手配する方向で調整していた。しかし2023年に入り在庫状況が改善されたとの連絡があったため、急遽できるだけ多くのAPを確保する方針に変更し、最終的には全114箇所に対して97台のAPを確保することができた。一方で時間的な余裕がないなかでの機材確保となったため、97台のAPをほぼ1週間で設置できるように準備しなければならなくなった。そこでAPIを活用してAPプロビジョニングを行ったり、ラベル貼付作業で視認性を改善するなどの工夫によってキッティングを行い、時間を短縮し、3月22日までに配線工事と設置を完了した。

本整備における課題としては、実験施設や研究室の用途把握がある。2023年の現地調査では、学科の実験室が学部生向けの実験室に用途変更されていたり、研究室所属の実験室や施設で学科の学部生向け実験が行われていることが判明した。BYOD導入後は実験指示書などの教材が学習管理システムで提供されるようになったため、Kyutech Wi-FiのAPを新設する必要があったが、学科内施設であったため、十分に把握できていなかった。そこで2023年度はこうした実験施設を改めて確認し、2つの施設にAPを増設した。

また機材の課題としてPoE Switchの置き換えがある。2023年3月時点でも、multi-gigabit ethernet対応機材の納期は1年、提供価格が2倍の上位機種なら半年との提示であった。本学では全学セキュアネットワークの更新を2024年9月に予定しており、新しい機材を投入しても費用対効果が薄いことなら、今回投入した機材はこのまま活用することにした。

最後に導入後の運用では、APが設置されたのにKyutech Wi-Fiに接続できないとの問い合わせがあった。これはライセンス不足を回避するため、一部のAPでは稼働確認後にUTPを抜線していたためであった。問い合わせに対しては2023年度の早い時期には利用可能になることを説明し、理解を得ることができた。

謝辞 本研究の一部はJSPS科研費JP24K14916の助成を受けたものである。ここに謝意を表す。

参考文献

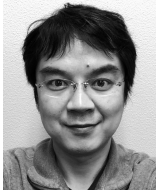
- [1] 福田 豊：工学部無線LAN整備について、九州工業大学情報基盤センター広報, Vol.3, pp.15-18 (2023).
- [2] 中村 豊, 佐藤彰洋, 福田 豊, 和田数字郎, 岩崎宣仁：九州工業大学における全学セキュア・ネットワークの更新(2019年度における更新について), 研究報告インターネットと運用技術(IOT), Vol.2020-IOT-48, No.28, pp.1-6 (2020).
- [3] 福田 豊, 中村 豊, 佐藤彰洋, 和田数字郎, 岩崎宣仁：九州工業大学・全学セキュアネットワークにおける無線LAN更新(2019年)とその改善策の検証, インターネットと運用技術シンポジウム論文集, Vol.2020, pp.41-48 (2020).
- [4] 福田 豊, 畑瀬卓司, 富重秀樹, 林 豊洋：BYOD環境

- 整備に向けた無線LAN通信実験, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.3, pp.758-767 (2019).
- [5] 福田 豊, 畑瀬卓司, 富重秀樹, 林 豊洋：実機を用いたIEEE802.11axの基本性能評価, 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.2021-CSEC-93, No.19, pp.1-7 (2021).
- [6] 福田 豊, 中村 豊, 佐藤彰洋, 和田数字郎：九州工業大学全学ネットワークの更新に向けた無線LAN利用動向調査, デジタルプラクティス, Vol.11, No.3, pp.636-656 (2020).
- [7] 福田 豊, 中村 豊, 佐藤彰洋, 和田数字郎, 岩崎宣仁：無線LAN利用状況調査に基づいて策定した改善策の検証, デジタルプラクティス, Vol.3, No.3, pp.1-9 (2022).
- [8] 福田 豊, 佐藤彰洋, 中村 豊, 和田数字郎：COVID-19影響下での利用動向に基づく全学無線LAN整備, 火の国シンポジウム (2023).
- [9] Aruba: Aruba 7210 Specification, (online), available from <https://www.arubanetworks.com/products/wireless/gateways-and-controllers/7200-series/> (accessed 2023-02-01).
- [10] Aruba: Aruba AP-505, (online), available from <https://www.arubanetworks.com/products/wireless/access-points/indoor-access-points/500-series/> (accessed 2023-03-26).
- [11] Wi-Fi Alliance: Wi-Fi 6E extends Wi-Fi CERTIFIED 6 into 6 GHz, (online), available from <https://www.wifi.org/discover-wi-fi/wi-fi-certified-6> (accessed 2023-06-05).
- [12] Aruba: Aruba AP-635, (online), available from <https://www.arubanetworks.com/products/wireless/access-points/indoor-access-points/630-series/> (accessed 2023-03-26).
- [13] 福田 豊, 中村 豊, 畑瀬卓司, 富重秀樹, 林 豊洋：IEEE802.3bz Switchを用いた無線LAN通信実験, Vol.2018, pp.48-53 (2018).
- [14] IEEE: IEEE Standard for Ethernet Amendment 7: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for 2.5 Gb/s and 5 Gb/s Operation, Types 2.5GBASE-T and 5GBASE-T.
- [15] Aruba: provisioning AP, (online), available from https://github.com/kshimonoj/aruba/tree/master/aos8/provisioning_ap (accessed 2023-06-12).



福田 豊 (正会員)

九州工業大学情報基盤センター准教授。
ネットワークセキュリティ基盤運用室長。
2005年九州工業大学情報工学研究科博士
後期課程修了。博士(情報工学)。情報
ネットワーク、無線LANに関する研究に従事。IEEE、電
子情報通信学会各会員。



中村 豊 (正会員)

九州工業大学副学長 (情報統括担当)、情報基盤センター長教授。2001年 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了。博士 (工学)。インターネット計測技術、ネットワーク運用技術、ネットワークセキュリティに関する研究に従事。電子情報通信学会会員。



和田 数字郎

九州工業大学情報統括本部技術専門職員。2003年 九州芸術工科大学大学院芸術工学研究科博士前期課程修了。修士 (芸術工学)。ネットワークの運用に関する業務に従事。



佐藤 彰洋 (正会員)

九州工業大学情報基盤センター准教授。2011年 東北大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士 (情報科学)。ネットワーク運用技術、ネットワークセキュリティに関する研究に従事。電子情報通信学会会員。