

キャンパス無線 LAN 更新に向けた基礎調査

小林貴之^{*1}・田中絵里子^{*1}・大川内隆朗^{*1}

Email: kobayashi.takayuki@nihon-u.ac.jp

^{*1}: 日本大学文理学部

◎Key Words

無線 LAN, 電波強度, Wi-Fi6

1. はじめに

キャンパスにおける無線 LAN 環境は、教育・研究活動を支える不可欠な情報基盤である。日本大学文理学部では、2000 年に IEEE802.11b 規格に準拠した自律型無線 LAN アクセスポイント (Lucent 社 WAVEPoint-II) の導入を開始した。その後、学内建物の新築や改修に併せて Cisco Aironet 350 等の無線 LAN アクセスポイント機器(以下 AP と略す)を導入し、2009 年には高速化を目的として IEEE802.11a/g 対応の AP へ更新するとともに、管理効率向上のため、AP の管理方式を自律型から無線 LAN コントローラによる集中管理へと移行した。

これ以降も、PoE (Power over Ethernet) による給電方式を採用し、IEEE802.11n 対応 AP の導入を進めた。さらに、IEEE802.11ac および ax 対応 AP の導入に伴い、mGig 対応スイッチの導入も開始した。コロナ禍を契機に、管理運用体制の見直しを行い、オンプレミス型の無線 LAN コントローラに加え、SaaS 型のクラウド管理システムも併用する運用体制へと移行した。

教育面では、対面授業と遠隔授業を併用するハイブリッド授業が増加し、研究活動でも Web 会議の活用が拡大したことで、従来未整備であった教室への AP 導入が急速に進んだ。しかし十分な事前調査を経ない導入も多く、接続不安定などの利用者からの苦情も発生している。

現在、Cisco や Arista 等のメーカ製 500 台以上の AP が、複数のオンプレミスおよびクラウド型の無線管理装置によって運用されている。既に 10 年以上稼働している機器も多く、AP の更新とともに、6GHz 帯無線 LAN 環境の構築を計画している。本講演では、更新に向けた予備調査として実施した無線 LAN 利用状況および電波状況の測定結果、ならびに今後の運用方針について報告する。

2. 調査方法

本調査では、2 種の AP 管理ソフトと 3 種の電波測定機器を使用した。

2.1 AP 管理ソフト

- ・SaaS 型クラウドサービス : Arista CloudVision WiFi
- ・オンプレミス統合管理 : Cisco Prime Infrastructure (複数の Cisco Wireless Controller を統合管理)

Arista の管理対象は、1 階にコンビニや食堂、2~5 階に教室を持つ建屋および体育施設等であり、約 100 台の AP が主に学生・授業用として運用されている。一方、Cisco の管理対象は、それ以外の学部管理 AP (約 400 台) であり、学生に加えて教職員の利用も多い。なお、AP については設置申請が義務付けられているものの、申請のない

ものも確認された。

2.2 電波測定機器

- ・AirCheck G3 (NetAlly 社) : Wi-Fi 6/6E 対応ポータブル診断ツールで、自動問題検出と現場マップ生成機能を備えている。

- ・AirMagnet Survey Pro (NetAlly 社) : Wi-Fi 6/6E 対応の WindowsPC 上で動作するサイト調査・設計ソフトで、AirMapper を用いた実測データから自動ヒートマップやスループット分析等が可能である。

- ・MS2090A (アンリツ社) : 9kHz~9GHz 対応の可搬型リアルタイムスペクトラムアナライザである。

3. 調査結果

3.1 Cisco Prime Infrastructure

過去 1 年間の最大同時接続数は約 2,400 であった。IEEE 規格別のクライアント接続割合 (表 1) では、IEEE802.11ac が約 80%と最も多く、IEEE802.11n と合わせると 99.9%以上を占めた。

表 1 クライアント接続形式割合

接続形式	割合
IEEE802.11a	0.02%
IEEE802.11b	0.00%
IEEE802.11g	0.01%
IEEE802.11n(2.4GHz)	10.69%
IEEE802.11n(5GHz)	8.97%
IEEE802.11ac	79.97%
IEEE802.11ax(2.4GHz)	0.09%
IEEE802.11ax(5GHz)	0.25%
IEEE802.11ax(6GHz)	0.00%

またチャンネルの動的変更は 1 日あたり 700 回以上発生しており、原因割合は表 2 の通りであった。

表 2 チャンネル変更理由割合

原因	割合
信号	69.08%
WiFi 干渉	3.20%
レーダー	8.73%
PDA	17.09%
AQE	1.26%
その他	0.63%

最も多い「信号」は、他 AP やクライアントからの強力な信号によって、自 AP 通信に悪影響があると判断された

場合である。次に多い「PDA (Persistent Device Avoidance)」は、電子レンジや Bluetooth 等の非 802.11 信号による干渉が原因で、「レーダー」の影響も 8.73%を占めていた。

また接続クライアントの電波強度別の分布(表3)では、比較的弱い信号による接続も無視できない数の存在が確認された。

表3 接続クライアント電波強度

電波強度(dBm)	割合
-65 以上	75.27%
-74 ～ -65	18.28%
-74 未満	5.91%

3.2 Arista CloudVision WiFi

過去 1 ヶ月の最大同時接続数は約 1,450 であった。チャンネル使用状況(表4)によると、2.4GHz 帯では低チャンネルの利用が多く、帯域幅は 20MHz または 40MHz であった。一方、5GHz 帯ではすべての AP が 80MHz 帯域を使用していることが判明した。また AP の同時最大クライアント数は 73 であった。

表4 チャンネル利用 AP 数

チャンネル	AP 数
1	60
5	24
9	20
13	1
36	24
40	24
44	26
48	31

Wi-Fi Alliance 規格別接続割合(表5)では、Wi-Fi 6 クライアントが約 8 割を占め、次いで Wi-Fi 7 が多い結果となった。

表5 クライアント接続形式割合

接続形式	割合
Legacy	4.50%
WiFi4	0.01%
WiFi5 Wave1	1.76%
WiFi5 Wave2	2.56%
WiFi6	79.63%
WiFi6e	0.20%
WiFi7	11.34%

さらに Wi-Fi 7 クライアントの OS 構成(表6)を見ると、75%以上が Apple 製品(macOS/iOS)であった。

表6 Wi-Fi7 利用 OS 割合

OS	割合
Android	4.07%
Apple	76.07%
Windows	18.47%
不明	1.40%

3.3 AirCheck G3

2.4GHz および 5GHz 帯の自動問題検出機能を利用し測定を行った。図1に2箇所の測定結果を示す。赤丸は重

大な問題、黄色丸は注意が必要な状態を表す。Cisco AP が設置された建屋1階(図1-a)および7階(図1-b)では、5GHz 帯に問題は見られなかったが、2.4GHz 帯では隣接チャンネル干渉による重大な問題が確認され、とくに 7 階で影響が大きかった。

電波品質プロファイル

Top 2.4 GHz チャンネル By 利用率

チャンネル	APs	802.11 (%)
6	6	15
11	4	9
1	3	7
2	0	1
チャンネル	APs	非-802.11 (%)
8	0	4
--	--	--
--	--	--
--	--	--

Top 2.4 GHz チャンネル By 同一CH干渉

チャンネル	APs	
6	6	
11	4	
1	3	
--	--	

Top 2.4 GHz チャンネルBy 隣接CH干渉

チャンネル	APs	
--	--	
--	--	
--	--	
--	--	

Top 5 GHz チャンネル By 利用率

チャンネル	APs	802.11 (%)
100	0	33
36	2	3
52	2	3
56	2	3
チャンネル	APs	非-802.11 (%)
64	1	24
--	--	--
--	--	--
--	--	--

Top 5 GHz チャンネル By 同一CH干渉

チャンネル	APs	
36	2	
52	2	
56	2	
60	2	

Top 5 GHz チャンネルby 隣接CH干渉

チャンネル	APs	
--	--	
--	--	
--	--	
--	--	

図1-a 測定結果 1F

電波品質プロファイル

Top 2.4 GHz チャンネル By 利用率

チャンネル	APs	802.11 (%)
1	4	16
6	6	13
4	2	8
3	1	6
チャンネル	APs	非-802.11 (%)
--	--	--
--	--	--
--	--	--

Top 2.4 GHz チャンネル By 同一CH干渉

チャンネル	APs	
6	6	
1	4	
11	3	
4	2	

Top 2.4 GHz チャンネルBy 隣接CH干渉

チャンネル	APs	
3	12	
2	12	
4	11	
9	8	

Top 5 GHz チャンネル By 利用率

チャンネル	APs	802.11 (%)
52	2	7
36	3	6
64	1	3
48	1	2
チャンネル	APs	非-802.11 (%)
--	--	--
--	--	--
--	--	--

Top 5 GHz チャンネル By 同一CH干渉

チャンネル	APs	
36	3	
52	2	
64	1	
48	1	

Top 5 GHz チャンネルby 隣接CH干渉

チャンネル	APs	
48	3	
40	3	
64	2	
36	2	

図1-b 測定結果 7F

3.4 AirMagnet Survey Pro

建物内外における 2.4/5/6GHz 帯の電波モニタリングを実施した。スペクトル図は講演時に提示するが、2.4GHz 帯は建物外 5m でも強く、5GHz 帯も確認された。一方、6GHz 帯はノイズレベルであり、干渉源はほとんど観測されなかった。

SSID については大学設置 AP 以外のバイルルータまたはスマートフォンのテザリングと思われるものが多く観測された。

3.5 MS2090A

屋外において 9GHz までの広帯域スキャンを実施した。

1.7～2.7GHz 付近には非常に強い携帯電話と推測される複数のピークが確認され、3.6～4.1GHz には 5G と推定される強い電波が確認された。6GHz 帯において 1 本強いピークが観測されたが、6GHz 帯の Wi-Fi 環境構築に大きな問題にならないと思われる。また教室等での Wi-Fi 2.4GHz と 5GHz 帯についても観測を行い、混信状況や電波強度を得たが、これらについても講演時に提示する。

4. まとめ

本調査により、本学キャンパスにおける無線 LAN の利用実態と電波環境を把握することができた。

大部分のクライアントが Wi-Fi 5 以降 (IEEE802.11ac/ax/be) に対応しており、旧規格対応 AP は必要最小限とする更新計画で支障はないと考えられる。また、6GHz 帯の利用においても混信リスクが低く、今後の導入に問題ないことが確認できた。

一方、2.4GHz 帯では隣接チャネル干渉などの問題が多く確認され、今後は 5GHz および 6GHz を中心とした運用方針への転換が求められる。Cisco AP では DFS やレーダー干渉への対応も必要であり、チャンネル設計についても再検討を行う予定である。また Apple 製品は電波強度が -70 ～ -75dBm を下回ると他の AP へのローミングを試みるため⁽¹⁾、接続する際の電波強度の下限値を上げることを試みる予定である。

今回の調査で個人所有機器からと思われる Wi-Fi が確認された。これらが通信に悪影響を与える報告⁽²⁾もあり、さらに調査や対応方法について検討する予定である。

なお、新たに導入した 6GHz 帯対応 AP の運用状況についても、講演時に紹介する予定である。

謝辞

本研究の一部は 2024 年度日本大学情報科学研究所共同研究(研究代表者:小林貴之)の助成を受けた。また NetAlly 社 AirCheck G3 は東洋計測器株式会社から、MS2090A はアンリツ株式会社からそれぞれデモ機の借用及び利用方法についてのアドバイスを頂いた。

参考文献

- (1) Apple プラットフォーム導入, <https://support.apple.com/ja-jp/guide/deployment/dep98f116c0f/web>, 最終閲覧日: 2025 年 6 月 28 日
- (2) 石原知洋, 四本祐子, 角野浩史, 玉造潤史, 中村遼, 小川剛史, 相田仁, 工藤知宏: “教室におけるオンライン講義授業のため無線接続環境評価”, トランザクションデジタルプラクティス, Vol.3, No.3 (2022)