

高大連携による iPad 活用を目的とした無線 LAN 導入と運用

小林 貴之^{*1}・佐藤 豪^{*2}・田中 忠司^{*2}・大山 啓明^{*3}

Email: tkoba@chs.nihon-u.ac.jp

*1: 日本大学 文理学部

*2: 日本大学高等学校・中学校

*3: 日本大学櫻丘高校

◎Key Words 無線 LAN 構築運用, 高等学校, iPad, 高大連携, 新型コロナ対応

1. はじめに

学校法人日本大学には附属高校・中学校 26 校があり、それぞれの附属学校が特色のある教育を実施している。ここ数年はタブレットを全生徒に配布し ICT 教育に取り組んでいる附属学校が増加している。

日本大学文理学部の併設校である日本大学櫻丘高等学校では 2018 年度から新たに電子黒板と個々の生徒へ iPad タブレットの年次進行導入を計画していた。また先行して 2016 年度から iPad を導入していた日本大学校高等学校・中学校でも 2018 年度から無線 LAN 環境の導入を計画していた。この 2 校の無線 LAN 環境導入に際し、高大連携の一環として構築と活用に関する事例、特に新型コロナ対応について報告する。

1.1 無線 LAN 導入附属校の概要

日本大学附属櫻丘高等学校(以下、日大櫻丘高)は 1950 年に設立され、男女共学で全生徒数は約 1,500 人である。2008 年 12 月に 5 階建て本館が新築され、校内ネットワーク整備計画があり、その際文理学部が構築に協力した。その後 2016 年 3 月に機器を更新し、教員用の無線 LAN 環境が導入された。2017 年 3 月には 5 階建て生徒会館・体育館が竣工し、特別教室の一部に 34 台の無線 LAN アクセスポイント(以下 AP)が追加導入された。現在アクティブラーニングやクリティカルシンキング教育に重点を置いている。

日本大学高等学校・中学校(以下、日大高)は 1930 年に設立され、男女共学で生徒数は約 2,200 人である。1989 年に 5 階建ての 100-50 記念館が竣工した。2005 年には 5 階建て本館と 3 階建て体育館が竣工し、校内ネットワークが整備された。また 2007 年には 2 階建てのさくらホールが竣工した。2016 年度から 1 人 1 台のタブレット端末(iPad)と各教室に電子黒板を導入し、「思考力」「判断力」「表現力」を育成する授業を展開している。

1.2 無線 LAN 導入の必要性和高大連携

タブレットの通信機能については携帯電話会社(以下携帯キャリア)を主に用いる附属学校が多い。携帯キャリアの LTE 通信での問題点は、同時接続端末数と通信帯域不足から生じる通信の不安定とともに通信費用負担である。また年々改善されているが、タブレットのファームウェアや 200MB を超える大容量アプリケーション等のダウンロード制限問題も無線 LAN を導入すれば改善される。

さらに 2022 年度から予定されている学習指導要領改訂では「主体的・対話的で深い学びの視点からの学習過程改善」が主要な項目として示されている⁽¹⁾。また次期学習指導要領実施に向け Stage3 と呼ばれる、普通教室への電子黒板導入、学びのスタイルにより 1 人 1 台の可動式 PC、および無線 LAN の導入が提示されている。将来的には Stage4 として全授業において 1 人 1 台の可動式 PC 導入整備が示されており⁽¹⁾、無線 LAN 環境の導入の必要性が増している。これまで高大連携で高校生が大学講義の履修や大学施設を利用したり、大学生が附属校でボランティア活動するなどの事例はあったが、今回高校側にネットワークインフラ構築などの詳しい教職員は多くないため、大学教員が技術支援を行う高大連携を試みた。

2. 無線 LAN 環境の設計と構築

2.1 ヒヤリングの実施とガイドライン調査

無線 LAN の構築においては、利用者の要望が重要と考えヒヤリングを数回実施した。その結果 2 つの附属学校からの要望は、

- (a)常時安定して利用出来ること
 - (b)インターネット上の各種サービスを利用するとともに動画視聴や電子黒板にタブレットの画面を提示出来ること
 - (c)認証により利用者を特定し、教員や生徒で SSID を使い分けるなどセキュリティに考慮すること
 - (d)管理・運用が簡単であること
 - (e)体育の授業でも使えるように体育施設などで利用出来ること
 - (f)接続機器は、電子黒板投影用機器、生徒用および教員用 iPad、教員用 PC とする
- 以上の 6 項目であった。

また学校への無線 LAN 導入に関するガイドライン⁽²⁻³⁾等を調査し、その概要をまとめると、

- (イ)40 人の生徒全員が一斉に無線 LAN に接続しても遅延が少なく通信が途切れないように必要な帯域を積算すること
- (ロ)電子黒板への投影や画面共有およびファイル転送等が円滑に利用出来ること
- (ハ)ログ管理や認証および WPA2 暗号化を導入するとともに端末盗難についても留意すること
- (ニ)ローミングやチャンネルおよび電波出力等が自動的に調整でき、他のアクセスポイントに影響を与えないこと

ないようにすること

(ホ)設置前に電波強度(特に 2.4GHz 帯)のサーベイやアクセスポイントと情報端末の接続相性についても確認すること

以上 5 つの項目にまとめられ、内容を比較すると(a)～(d)と(イ)～(二)まではそれぞれ対応しており、これらを設計の基本方針とすることにした。

2.2 ネットワーク設計

2.2.1 日大櫻丘高

日大櫻丘高では 2016 年に集中管理コントローラ Cisco 社製 WLC2504 を導入し IEEE802.11ac 対応の Cisco 社製 Aironet2700i 11 台を教員用に MAC アドレス認証で運用を開始しており、2017 年にはさらに 34 台の Aironet2700i が導入されていた。Cisco 社と Apple 社はパートナーシップ契約があり、ローミング機能の共同開発など機器の相互接続性について優れており、2.1 で取り上げたガイドライン(ホ)については問題ないと判断した。さらにこのガイドライン(ホ)に基づいてサイトサーベイを業者に依頼して AirMagnet を用いて実施した。8 台のアクセスポイントを設置したフロアの測定結果として図 1 に 2.4GHz 帯の電波強度、図 2 に 5GHz 帯の電波強度を示す。

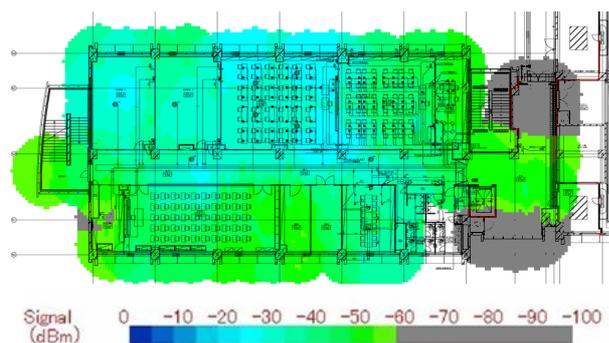


図 1 2.4GHz 電波強度

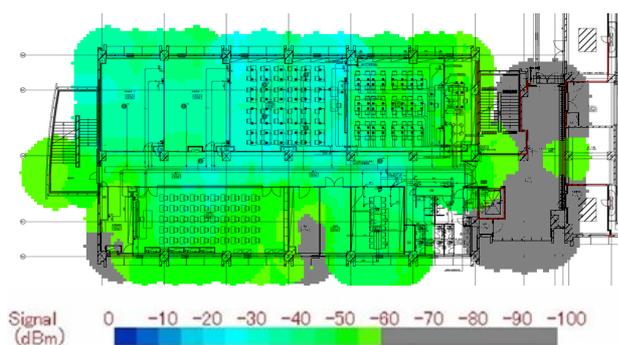


図 2 5GHz 電波強度

その結果 2.4GHz ではトイレ等一部を除いて教室はほぼカバーしているが 5GHz では一部の教室がカバーされていない事が判明し、これらの情報を元に AP の配置を検討した。機器の増設については普通教室収容が 40 人程度であり、1 教室 1 台の AP でも対応可能と考えられたが冗長性を考え、各教室 2 台とした。グラウンドを含め体育施設についても極力無線 LAN を利用できるようにした。

使用する周波数帯は原則 5GHz 帯を利用し、認証については極力手間がかからないように文理学部で運用中の証明書認証を導入することとした。また教員は iPad 以外に校務システムへのアクセスなどに利用する Windows ノート PC を所持しており、iPad と異なる認証方式と教務システムへのアクセス制御には再度認証を必要とした。さらにアクセストラフィックの増加が想定されるので必要に応じてトラフィックコントロールすることとした。

2.2.2 日大高

日大高に設計時点では無線 LAN が構築されていなかったため、機器の拡張等では無く新規導入することとした。当初は日大櫻丘高と同様に Cisco 社製 Aironet の導入を検討したが、業者からの見積結果では当初予算内に収まらないことが判明した。一方管理運用についても全て自校のみで完結する必要がある、無線 LAN の管理運用についても人的リソースを多く避けず、一部の教職員へ大きな負担となることが想定された。このためクラウド型の無線 LAN 管理の導入を検討した。ガイドライン(ホ)の相互接続性から Cisco 社の Meraki を選定した。サイトサーベイについては費用が高額なため、設置後に強度測定を行い調整する方針とした、また認証については日大櫻丘高と同様な証明書認証や MAC アドレス認証等の手間と 5 年間所有時の総費用を検討材料とした。

その結果クラウド型無線 LAN 管理システムと日本大学の統一認証基盤で認証する方法が費用等で有利であることの結論となった。使用周波数帯は既存電子黒板への投影機器(EzCast)が 2.4GHz のみに対応のため、2.4/5GHz 併用方針とした。教室内の AP については冗長性を考え 2 台設置とした。さらに体育施設についても日大櫻丘高と同様に極力無線 LAN を出来る方針とした。

2.3 ネットワーク構築

2.3.1 日大櫻丘高

無線 LAN 環境構築は 2018 年 3 月の春休み期間中に実施した。無線 LAN コントローラは VMWare ESXi 仮想基盤上に Cisco Virtual Wireless Controller を構築し、既存機器 Cisco WLC2504 とで冗長性を持たせた。また統合管理ソフトとして文理学部の Cisco Prime Infrastructure(以下 PI)で一元管理できるようにした。

SSID は生徒と教員が利用する iPad 用の証明書認証(EAP-TLS)用とそれ以外の機器は MAC アドレス認証用、および災害時等に臨時に運用可能な 3 つを設定した。MAC アドレス認証機器は書画カメラ投影用の AppleTV と教員用 Windows ノート PC を対象とした。証明書発行はエイチ・シー・ネットワークス株式会社製の Account@Adapter 仮想アプライアンスを無線 LAN コントローラと同じ仮想基盤上に構築し、文理学部の既存 Account@Adapter と冗長構成とした。

普通教室には既存と同一機器の Aironet2700i を各教室 2 台ずつ計 120 台設置した。体育施設についても同一機器を設置しプールでは監視室内に設置し直接水がかからないようにした。またグラウンドをカバー範囲とするためグラウンドフェンスに AP 設置を検討したが設置工事費が大きくなるため、本館 5 階からグラウンドを見下ろすよう

に外部アンテナ型 Aironet2700e を 2 台設置することとした。また AP への電源供給のため Alaxala 社製 PoE スイッチの AX2530S-48P2X を各フロアに設置した。

使用する周波数帯はグラウンド用 Aironet2700e の 2 台は 2.4GHz とし、他の AP は 5GHz とした。チャンネルや出力については自動調整とした。

教員用 Windows PC が校務システムにアクセスする場合は MAC アドレス認証 SSID 経由から f5 社製 BIG-IP を用いた VPN 経由としセキュリティを強化した。この BIG-IP のトラフィック制御機能を用いて高校の iPad からのインターネットへの通信は日大 WAN に流さずにフレッツ回線を用いて分散するようにした。

2.3.2 日大高

無線 LAN 環境構築は 2018 年 8 月の夏休み期間中に実施した。無線 LAN コントローラはクラウド型とし、学内、学外および構築業者の ID を作成し、いつでもどこでも無線 LAN の状況を確認出来るようにした。SSID は電子黒板用、教員用、生徒用の 3 つを設定した。電子黒板用 SSID は MAC アドレス認証とした。教員用と生徒用 SSID の認証は日本大学本部共通認証の RADIUS サーバで行うようにした。

普通教室用 AP は Cisco Meraki MR42 を冗長性から原則 2 台ずつとし、他の部屋は大きさに合わせて計 205 台設置した。体育館や講堂向けにはアンテナ外付け型の MR42E を選定し、フロアを見下ろすようにランニングバルコニー等上階の手すりに設置し教職員が交換可能な場所に計 21 台設置した。また無線 AP への電源供給のため Cisco Meraki MS-120-48FP を各フロアに計 18 台設置した。

使用する周波数帯は電子黒板用 SSID を 2.4GHz とし、他の教員用、生徒用は 5GHz とした。チャンネルや出力については自動調整とした。

3. ネットワークの運用と活用

3.1 ネットワークの運用

3.1.1 日大櫻丘高

運用は 2018 年 4 月から開始し、当初は教員から開始し、9 月以降は生徒利用を開始した。iPad の導入は 1 年生から学年進行で進め、2020 年度から全生徒が利用している。

学生に配布する iPad は携帯キャリア経由で 2018 年は au から翌年からはソフトバンクから導入した。学生への配布前に MDM の導入、端末認証証明書を設定するとともに共通アプリケーションをインストール後配布した。

教職員は非常勤講師、事務課職員を含めて Wi-Fi モデル iPad を一人 1 台貸与した。さらに専任教諭・常勤講師にはノート PC を一人 1 台貸与し、非常勤講師には共用ノート PC として約 20 台整備し、いずれも校内 LAN に接続させて運用している。1 クラス約 40 名が一斉に使用しても、混線することなくスムーズに運用できている。また、同時に複数の授業で iPad を使用していても、問題なく使用できている。

但し、学年単位での運用（例：LHR の時間で約 500 名の生徒が一斉にブラウジングしたとき）や学校単位での運用（例：生徒総会での約 1000 名の生徒が Classi アンケートで投票したとき）などに遅延が生じたことがあった

が、通信キャリアの 4G 回線に逃げることで、混雑を回避できている。またトラフィック制御により当初はフレッツ回線に 150Mbps 程度を流していたが、機器調整等により現在は 700Mbps 程度の利用と、フレッツ回線を有効に利用出来、応答性も改善している。

約 2 年間の運用中の障害は AP が 1 台故障し、機器交換が 1 回発生したが、それ以外の障害は発生していない。

AP のチャンネルや出力の調整は全て自動で行っている。PI でモニタすると毎日 250 回以上頻りにチャンネルや出力の変化が見られた。またグラウンド向けの AP についても最大 1 日延べ数 76 台のクライアントが接続していることが確認され、要望通りグラウンドからも利用可能であることが判明した。

3.1.2 日大高

運用は 2018 年 9 月から開始した。既に全生徒が iPad を所有しており学内全域で運用が開始された。生徒に配布する iPad は携帯キャリア経由で導入した。生徒への配布前に MDM の導入とともに共通アプリケーションをインストール後配布した。

約 1 年半の運用中の障害は PoE スイッチが故障し、その配下の AP が利用出来ない障害が 1 回発生したが、それ以外の障害は発生していない。

AP のチャンネルや出力調整は全て自動で行っている。チャンネルの割り当て状況は 2.4GHz は ch1, 6, 11 にほぼ均等に割り当てられていた。5GHz でも 36ch から 140ch までにほぼ均等に割り当てられていたが、使用帯域や出力は体育施設の上階ほど大きく割り当てられていた。また体育施設でのクライアント接続状況(ヒートマップ)を図 3 に示すが、無線 LAN カバーエリアは想定通りでかつ利用頻度も高かった。

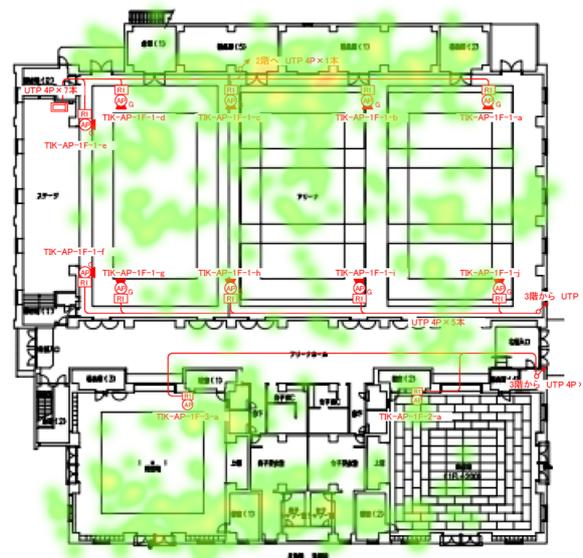


図3 体育施設におけるクライアント接続状況

利用状況を Cisco Meraki ダッシュボードを用いて調査したところ運用を開始した 2018 年 9 月からの接続端末推移は、2018 年 2 学期が 1,512 台、3 学期が 1,386 台であった。2019 年の各学期は 1,763 台、1,842 台、1,657 台と着実に増加している。無線 LAN 活用が進んでいると判断出来た。

また毎日の接続時間で最も多数を占めるのは1～6時間が32%で、20分以下と6時間以上がそれぞれ25%であった。また接続端末位置を示すヒートマップを確認したところ、教室内に電波状況が悪い箇所は見当たらなかった。さらに Air Marshal 機能と呼ばれるモニタリング機能で調査したところ、2.4GHz 帯に管理外の SSID が 1,165 個も発見された。特に上階に行くほど増加しており、干渉について注意する必要があることが判った。

3.2 ネットワークと iPad の活用

3.2.1 日大櫻丘高

授業においては電子黒板機能付きプロジェクタ及び AppleTV を全教室に整備されたため、ICT 機器を活用し、効率的かつ双方向の授業を実現している。

また学校生活においては学習やクラブ活動などの教育活動に関係する使用に限り校内の使用を認めている。MDM によりオンラインゲームや SNS などのインストールは禁止している。i-FILTER によるフィルタリングも実施している。

さらに授業以外での活用としては下記4点が上げられる。

- ・課題の提出や調べ学習で iPad を活用
- ・スタディサプリやスタディサプリ ENGLISH を各家庭で視聴
- ・委員会活動・クラブ活動で情報共有及び動画の撮影
- ・Classi を通じて保護者との情報共有

また今回の 2000 年春の休校中における iPad の活用については、

- 3月 ロイロノートによる課題の配布及び提出
- 4月 ロイロノートによる朝の HR を開始
生徒の生活習慣の確立及び、生徒へのサポート
各教科の特性に合わせて課題を配信（既習内容の復習を中心とする）
- 5月 オンライン授業の本格実施開始
オンライン授業アンケートの実施（GoogleForms）
GoogleMeet によるオンライン面談
- 6月 分散登校とオンライン授業の併用

教員の変化としては ICT 機器の導入を受けて、事前に校内研修を頻繁に行ったり、機器の操作方法を動画にして説明するなど全教職員が ICT 機器を活用できる体制を目指してきた。機器を使いこなす教員が増えてきた一方で、うまく扱えない教員も見られた。しかし、休校中は否応なしに iPad を通じて指導することになり、ICT 活用へのハードルが非常に下がった。

今後は継続してオンライン授業の改善を図るとともに、対面での指導とうまく併用していき、より教育効果を高めていきたい。また、ポストコロナを見据え、「学校とは何をするとところか」というところを改めて考え、生徒にとって学びの多い学校生活を ICT によって支えていけるよう取り組んで参りたい。

3.2.2 日大高

無線 LAN 導入により通信環境が安定したことで、コロナウイルス感染予防対策に十分に配慮した授業環境の構築を行うことができた。

具体的には、パソコン 2 台とマイク、電子黒板と無線

LAN を活用して、1 クラスを 2 教室に分割し、1 人の担当教員により同一時間での同時展開授業を実現した。2 台のパソコンを Web 会議システム(本校で用いたのは Google meet)で接続し、実際に対面授業を行っている教室の前方にカメラを向け、他方の教室の電子黒板にその様子を映し出し、その音声についても他方の教室の電子黒板に付随しているスピーカーから流すことで、1 クラスを少人数に分けての同時展開授業を行った。

また、タブレット型 PC や他の Web 会議システムを利用し同様の仕組みを用いることで、生徒が各教室にいないがらの学年集会も実現することができた。

今回、このような形で授業や学年集会といった学校活動を行えたのも、有線 LAN でのネットワーク接続で問題となる設置場所や撮影範囲を制限されない無線 LAN 環境の整備があつてのことである。また、タブレット型 PC のインターネット環境を確保しながらの電子黒板への無線接続という環境についても校内無線 LAN 環境の整備を行った結果として実現できたことであり、大変有意義な整備であったと言える。

管理面については、接続状況の管理だけでなく、ネットワークスイッチのポート設定なども Web 上の Meraki ダッシュボードで書き換えることができるなど、今までは CUI ベースでスイッチにアクセスしなければいけなかった環境が GUI により操作できるよう簡素化された。これにより、外部委託の SE に依存するところが大きかったネットワーク管理について、ある程度の知識がある教職員であれば、容易にネットワーク接続時のトラブルに対処できるようになってきている点も大きく評価できる。

4. まとめ

今回異なる運用方式による無線 LAN 環境構築は大きな問題も無く構築・運用しており、高大連携により附属校の要望に応えることが出来た。また構築によりどちらの附属学校も授業改善のみならず、今回の新型コロナによる休校対応にも大きな力となった。今後も iPad や無線 LAN 環境も含め ICT を活用した授業改善を大学と附属学校で連携して進める予定である。

参考文献

- (1) 文部科学省、「2020 年代に向けた教育の情報化に関する懇談会-最終まとめ」、
https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/28/07/_icsFicsF/afieldfile/2016/07/29/1375100_01_1_1.pdf, 2020 年 6 月 14 日参照
- (2) 一般社団法人日本教育情報化振興会、「学校の無線 LAN 導入・運用の手引き」,
<http://www2.japet.or.jp/homepage/musenlan/musenlantebiki.pdf>, 2020 年 6 月 14 日参照
- (3) 一般財団法人 全国地域情報化推進協会 アプリケーション委員会 教育ワーキンググループ、「実践的な教育ネットワーク整備ガイド(設計・運用編)」,
https://www.applic.or.jp/app/ap_2015seikapdf/APPLIC-0005_1-2016.pdf, 2020 年 6 月 14 日参照