

LCX を用いた無線 LAN の実用性に関する検討

Feasibility of Wireless LAN by LCX

川戸聡也 †, 本村真一 †, 藤尾聡 †

Toshiya Kawato†, Shin-ichi Motomura†, Satoshi Fujio†

t.kawato@tottori-u.ac.jp, motomura@tottori-u.ac.jp, s-fujio@tottori-u.ac.jp

鳥取大学 総合メディア基盤センター †

Center for Information Infrastructure and Multimedia, Tottori University†

概要

昨今の情報端末の普及や ICT を活用した教育研究の浸透により、大学における無線 LAN の需要は益々強くなっている。鳥取大学においても同様であり、学内からの需要に対応するため、無線 LAN を利用可能な場所を順次拡大している。しかし、無線 LAN アクセスポイントのみを設置するという一般的な方法では、遮蔽物の多い場所や空間が直線的な場所において電波を行き届けさせるためには無線 LAN アクセスポイントを数多く設置する必要がある、効率性やコスト、電波干渉などの面で課題があった。そこで、同軸ケーブルをアンテナとする LCX（漏洩同軸ケーブル）に着目した。LCX を用いることで広範囲を効率的にカバーでき、無線 LAN アクセスポイントの設置数を削減できる。また、電波の到達範囲が LCX 付近に制限されることで、電波干渉の低減やチャンネルボンディングによる通信の高速化も図ることができると考えた。ここでは、LCX を用いた無線 LAN について、電波強度やコストなどの面から実用性を検討した結果について紹介する。

キーワード

無線 LAN, LCX, 無線 LAN プランニング

1 はじめに

昨今の情報端末の普及や ICT を活用した教育研究の浸透により、大学における無線 LAN の需要は益々強くなっている。早くから学生に PC の必携を義務付け、情報端末の活用に取り組んできた鳥取大学（以下、「本学」という）においても同様であり、主に教育利用を目的として無線 LAN を利用可能な場所（以下、「無線 LAN 環境」という）を順次拡大している。古くは教育を担当する組織にて整備が進められていた本学の無線 LAN だが、現在は本学の情報基盤を担う総合メディア基盤センター（以下、「センター」という）が中心となり整備を行っている。センターでは、学内からの要望を受けた新規での整備をはじめ、既存の無線 LAN 環境においては電波利用率を向上させるため、無線 AP 配置の適正化に取り組んできた [1]。

今年度は本学の米子キャンパスに所在する医学部附属病院の建物内に新たに無線 LAN 環境を整備することとなった。整備においては、まず要望を聞き、無線 LAN が必要な場所を把握した。その後、建物の図面を基に必要な場所に電波が届くよう、無線 LAN アクセスポイント（以下、「無線 AP」という）の設置場所の検討を行った。これまでは内蔵アンテナを持つ無線 AP のみを設置する方法（以下、「一般的な方法」という）を採用してきた。しかし、一般的な方法では、電波は無線 AP を中心とした同心円状にのみ放射されるため、遮蔽物の多い場所や空間が直線的な場所において電波を行き届けさせるためには、無線 AP を数多く設置する必要がある。このため、効率性やコスト、電波干渉などの面で課題があった。

そこで、一般的な方法とは異なる別の方法について調

査した結果、同軸ケーブルをアンテナとする漏洩同軸ケーブル（以下、「LCX」という）と無線 AP を組み合わせた無線 LAN（以下、「LCX を用いた無線 LAN」という）に着目した。

2 LCX を用いた無線 LAN

LCX とは、Leaky Coaxial Cable の略称であり、アンテナとして利用可能な同軸ケーブルである。同軸ケーブルは、中心に棒状の導体、その周りを絶縁体、更にその周りを薄膜状の導体、最後に保護被膜で覆われた構造のケーブルであり、電気信号を伝達するための電線の一種である。一般的な同軸ケーブルは電気信号の伝達のみを行うが、LCX ではスロットと呼ばれる細長い穴を設けることで電波を漏洩し、電波の送受信が可能なアンテナとして動作する。このため、スロットの位置や形状により電波の放射する方向や強度が異なることになる。線状のケーブルに沿って電波を放射できることから、通常のアンテナでは電波を行き届けることが難しい鉄道の線路やトンネル、地下街などに沿う形で設置され、広く利用されている。近年では、大規模な環境に限らず、屋内の比較的小規模な無線 LAN 環境においても無線 AP のアンテナとして利用される事例 [2],[3] も増えてきた。

LCX を用いた無線 LAN の特長として、柔軟な設置により電波範囲の死角を少なくできる点が挙げられる。一般的な方法では電波の到達範囲が無線 AP を中心とした同心円状であり、範囲を拡大するためには無線 AP を増設する必要があったが、LCX を用いた無線 LAN では LCX を敷設することで柔軟に電波を行き届けることができる。1 台の無線 AP に対応可能な範囲を線状に拡大できるため、広範囲を効率的にカバーでき、無線 AP の総数削減にも繋げることが可能である。また、ケーブルの周囲のみに電波を制限できることで、電波干渉の低減やチャンネルボンディングによる通信の高速化も図ることができる。不要な場所への電波の放射を抑えることにもなり、セキュリティ対策としても利用が可能である。加えて、遮蔽物の材質によるが、LCX や無線 AP を天井裏などの外部に露出しない形で設置できるため、景観を重視する設計を行う場合にも有用である。

なお、LCX を用いた無線 LAN を日本国内で利用する場合には、LCX と無線 AP の組み合わせで総務省の技術基準適合証明を取得していなければならず、注意が必要である。

3 LCX を用いた無線 LAN の評価

3.1 試験環境

LCX を用いた無線 LAN について、実際に動作している環境で性能などを確認するため、無線 LAN の整備を行う医学部附属病院の建物内の一部に試験的に設置し動作試験を行った。LCX と無線 AP は、1 本の LCX で 2.4GHz 帯と 5GHz 帯の両方を同時に出力する形で技術基準適合証明を唯一取得している後述の組み合わせを選択した。

LCX は、日立金属株式会社製の F-8D-LCX[4] を利用した。周波数帯域は 2.4GHz 帯、5GHz 帯ともに対応し、ケーブルの直径は 11mm、質量は 0.1kg/m である。長さは最長で 100m まで対応している。また、本製品のスロットはケーブルの中心に対して全方向に設けられており、電波の放射はケーブルを中心に全方向に対して行われる。そのため、建物の構造によっては 1 階の天井に LCX を設置することで、1 階と 2 階の両方をカバーするといった利用方法も可能である。

無線 AP は、Aruba Networks 社製の IAP-204[5] を利用した。802.11ac までの無線 LAN 規格に対応し、2.4GHz 帯、5GHz 帯ともに 2×2 の MIMO に対応する。また、Instant AP（以下、「IAP」という）[6] という、無線 AP に内蔵された仮想コントローラにより無線 AP を制御可能な機能を持つ。一般的な無線 AP は、無線 AP を集中制御する場合にコントローラが別途必要であるが、IAP 搭載の無線 AP ではコントローラは必要なく、仮想コントローラを設定することで動作可能である。仮想コントローラの設定には日本語の GUI が用意されており、1 度設定を行えば、同一ネットワークに接続された無線 AP に対して既存の設定を自動的に反映させることもできる。増設や交換の際に個別に設定を行う必要がなく、労力を大きく軽減することができる。大規模な環境であればコントローラによる制御が有効なもの、中小規模の環境であれば有力な選択肢となる。

試験を実施した場所の平面図を図 1 に示す。試験場所は廊下を挟んで連続した部屋のある直線的な構造である。廊下と部屋および各部屋同士を隔てる壁や天井は石膏ボードである。扉も大部分が石膏ボードであるが、部分的にガラスの窓が備えられている。試験場所全域で無線 LAN を利用可能とするためには、一般的な方法であれば 10m から 15m の間隔で配置するとして無線 AP が 6 台は必要である。LCX を用いた無線 LAN であれば LCX を接続した 1 台の無線 AP で済むため、LCX を用いた無線 LAN が有効な構造であるといえる。

図 1 中の丸印が無線 AP を、無線 AP から延びる直線が LCX を表している。無線 AP を EPS 内に設置し、アプローチケーブルを介して LCX に接続した。LCX は

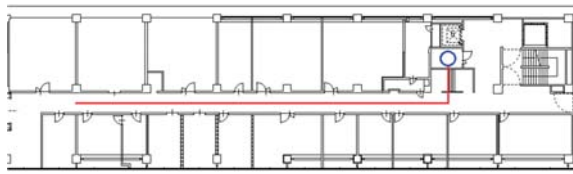


図- 1: 試験を実施した場所の平面図

EPS 室内で天井に通し，廊下に沿って設置した．廊下沿いに設置した LCX の長さは 60m 程度である．なお，LCX は 1 本のみ利用したため，無線 AP に 2 つあるアンテナ接続部のもう一方には電波の漏洩を防ぐダミーロードを接続した．

3.2 電波測定

試験環境において，無線 LAN を安定して利用可能かを判断するために電波強度を測定した．電波の測定には，NetScout Systems 社の AirMagnet Survey Pro[7] を利用した．以前は Fluke Networks 社の製品として販売されていたものであり，サイトサーベイやシミュレーションなどの機能を持つ，無線 LAN 環境を設計する上で有用なツールである．

2.4GHz 帯の測定結果を図 2 に，5GHz 帯の測定結果を図 3 に，両帯域をマージした測定結果を図 4 を示す．色は電波強度の目安であり，緑色から橙色に変化していくごとに電波強度が弱くなることを表している．詳細は図 5 の通りである．一般的には，-65db 程度の電波強度があれば無線 LAN を安定して利用可能であるといわれている．

2.4GHz 帯と 5GHz 帯の結果を比較すると，2.4GHz 帯は電波が弱いことが分かる．2.4GHz 帯は 5GHz 帯に比べて直進性が低いため，遮蔽物がある環境でも電波がアンテナから遠方まで届きやすい傾向にあるが，今回の試験結果は逆の傾向を示している．これは利用した LCX の特性によるものであると考えられるが，別種のアンテナの用意がなく，原因を切り分けるための試験は行えていない．両帯域をマージした結果からは，LCX を敷設した直下である廊下では電波が強く，廊下から離れて部屋の窓際に近づくほど電波が弱いことが分かる．これは，LCX に近いほど電波が強く，遠ざかるほど遮蔽物などの影響もあり電波が弱くなることを表している．また，無線 AP からの距離が短い場所では電波が強く，LCX の先端など距離が長い場所では電波が弱いことが分かる．これは，LCX 周辺の電波強度が一律ではなく，無線 AP からの距離により変化することを表している．-65db を基準値とすれば，LCX の先端付近の部屋の窓際では電波が基準値を下回っており，接続が不安定となることが考えられる．実際に該当の場所で無線 LAN に接続可能か試したところ，認証に成功する場合

としない場合がある，無線 LAN に関する機能に劣る比較的古いスマートフォンなどでは接続できない，といった結果であった．

以上を踏まえ，本試験環境における LCX の長さについては，最長でも電波強度が基準値以上となる 40m 程度を目安にする必要があると考えられる．電波測定により，LCX の長さを適切に設定する必要があるが，電波強度としては実用に問題ないことが分かった．

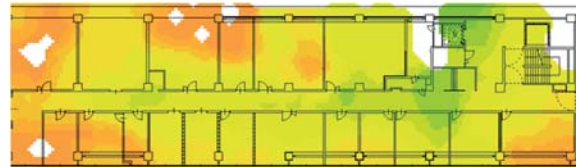


図- 2: 2.4GHz 帯の電波測定結果

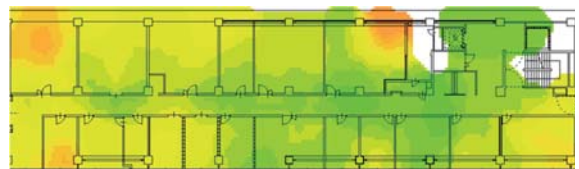


図- 3: 5GHz 帯の電波測定結果

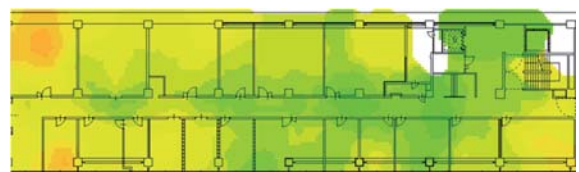


図- 4: 両帯域をマージした電波測定結果



図- 5: 電波強度の目安

なお，今回の試験では，1 つの無線 AP に対して 1 本の LCX を利用したが，2 本の LCX を利用することも可能である．その場合，1 台の無線 AP で更に広範囲をカバーすることができる．例えば，今回の試験では無線 AP を EPS 内に設置したが，無線 AP を試験場所の中心に設置し，そこから両端に向かって LCX を敷設することで，今回の試験よりも強い電波で効率的にカバー可能である．また，無線 AP の周りや LCX の先端など電波が弱くなりやすい部分では，LCX を円形に束ねることで電波を強くすることが可能である．

3.3 コスト

電波測定結果を踏まえると LCX を用いた無線 LAN は有力な選択肢と考えられるが，障害となるのがコスト

の問題である。LCX を用いた無線 LAN と一般的な方法においてコストの比較を行うため、必要な無線 AP や LCX の長さなどを推定し、双方で必要となる費用を算出した。その結果、一般的な方法に比べて LCX を用いた無線 LAN は高額であることが分かった。必要な無線 AP の台数が少ないために、保守やコントローラのライセンスなどのランニングコストも含めた無線 AP に関する費用は削減されるが、LCX の部材費や加工費、施工業者によっては LCX を取り扱うための研修費などが追加で必要となる。無線 LAN を整備する規模によるところが大きい。無線 AP をどの程度削減できるか、LCX をどの程度利用するのかによってコストに大きく影響することとなる。

3.4 実用性

前述の通り、LCX を用いた無線 LAN の性能は実用に耐えうる。柔軟な電波範囲や無線 AP の台数削減など、一般的な方法に対して優れている面が多い。ただし、一般的な方法に対してコストでは不利となる可能性がある。LCX を用いた無線 LAN の整備を検討する場合には、一般的な方法と LCX を用いた無線 LAN のそれぞれで設計を行うことで必要なコストを算出し、費用対効果を比較した上で採用するか否かを決定することが重要である。

4 おわりに

LCX を用いた無線 LAN について、電波強度やコストなどの面から実用性を検討した結果について紹介した。性能では一般的な方法に比べて優れている面が多く、有力な選択肢となることを確認した。しかし、実際に利用するにはコストでの問題があるため、一概に LCX を用いた無線 LAN を採用すべきというのは尚早である。本稿執筆時点においてセンターでは、今後の無線 LAN 環境の整備計画やコストを踏まえ、どちらを採用すべきか検討している段階である。無線 LAN を利用可能とすべき場所は他にもあり、今後も順次拡大する必要があるだろう。大学全体の予算が削減される厳しい中ではあるが、ユーザの要望に応えられるよう、様々な面から検討した上で効率的な整備を行っていきたいと考えている。

謝辞

LCX を用いた無線 LAN を検討するにあたり、LCX を知るきっかけとなり、既に導入済みであった佐賀大学を視察させていただきました。快諾いただいた総合情報基盤センターの技術専門員である小野隆久様をはじめとする皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 本村真一, 木本雅也, 大野賢一. 無線 AP 配置の適正化による電波利用率の向上. 学術情報処理研究 No.15, pp.40-45, 2011.
- [2] 小野隆久. LCX (漏洩同軸) ケーブルを用いた無線 LAN. 第 27 回情報処理センター等担当者技術研究会報告集, 頁番号無し, 2015.
- [3] どこでも繋がる省エネ無線 LAN 「全館無線 LAN システム」の構築技術を確認.
<http://www.toda.co.jp/news/2015/20150611.html>
(参照 2016-09-06).
- [4] 漏えい同軸ケーブル (LCX).
<http://www.hitachi-metals.co.jp/products/infr/ra/lcx.html>
(参照 2016-09-06).
- [5] Aruba 200 シリーズ.
<http://www.arubanetworks.com/ja/products/networking/access-points/200-series/>
(参照 2016-09-06).
- [6] Aruba IAP の概要.
www.arubanetworks.com/ja/iap/
(参照 2016-09-06).
- [7] AirMagnet サーベイ.
<http://enterprise-jp.netscout.com/products/airmagnet-survey> (参照 2016-09-06).