

高等学校学習指導要領と最新の無線 LAN 技術について

情報教育講座 安本太一

I はじめに

平成 21 月 3 月 9 日に改訂された高等学校学習指導要領 [1]では、普通教科「情報」は、情報 A,情報 B,情報 C からの選択から、`社会と情報`,`情報の科学`からの選択へと再構成された。平成 25 年度の入学生から実施される。

`社会と情報`,`情報の科学`のどちらにおいても、情報活用の実践力、情報モラルに関する内容は共通に履修、情報教育の目標「情報活用の実践力」「情報の科学的理解」「情報社会に参画する態度」の 3 つの能力・態度をバランスよく身につけさせる内容は各教科共通である。「社会と情報」は情報社会に参画する態度を重視、「情報と科学」は情報の科学的理解を重視している。

学習指導要領の中には、情報機器の`選択`,`活用`や`理解`という言葉がでてくる。本稿では、これらのことを最新の無線 LAN 技術への対応により、実践する事を提案する。

II 情報通信機器や情報通信ネットワーク

クをスマートに使うということ

学習指導要領が改訂されて、本稿の執筆時点で 3 年経過した。その間に、キーボードやマウスのワイヤレス化、ネットワーク接続などのワイヤレス化がさらに進んでいる。本稿の執筆時点では、タブレット端末やスマートフォンといったワイヤレスによるネットワーク接続を前提とした情報機器が急速に普及してきている。

その一方で既存の無線 LAN 設備は、古い方式のものが依然として残っていたり、新規に整備する場合でも新しい方式を意識せずに整備するケースが見受けられる。

最新の方式の無線 LAN の伝送速度は最大 450Mbps で、現在の主流である 54Mbps あるいは 150Mbps よりずっと速い。大容量のファイルのやりとりの時間が 3 分の 1 以上短縮されることは、普段の生活や仕事において、大きなメリットである。

最新の方式の無線 LAN における認証は、複数のユーザでパスワードを共有する共有キーではなく、ユーザ毎の ID とパスワードの暗号化された送信によってユーザ認証が安全に行われる。世間には、共有キーと Web 認証の組み合わせもあるが、ホームページを閲覧しないのに Web ブラウザを起動するのはスマートではない。ユーザが希望すれば ID とパスワードは端末に記憶され、いったん認証に成功した無線 LAN ステーションに近づくだけで、自動的に認証が行われ、無線 LAN が使える。

III 無線 LAN の望ましい形

現時点で、無線 LAN の方式で最も望ましいのは、5GHz 帯の IEEE802.11n でチャネルボンディングの 3 ストリームで 450Mbps、認証は IEEE802.1x EAP-TTLS だろう。

5GHz 帯の 2.4GHz 帯に帯する優位性は次の通りである

1. 混信の可能性が低い

5GHz 帯の電波は、無線 LAN 用に許可されている 2.4GHz 帯に比べて、混信が少なく安定している。2.4GHz 帯は、Bluetooth (デジタル機器用の近距離無線通信規格) やコードレス電話と周波数帯を共用する。また、電子レンジが発する電磁波は 2.4GHz 帯である。このような状況から、2.4GHz 帯における無線 LAN では、伝送速度が著しく低下することや、全く接続できないこ

とが、実際に起こっている。

5GHz 帯の電波は、2.4GHz 帯に比べて、直進性が高く、障害物に弱く、距離による減衰も大きく、遠くまで飛ばない。このことが、他の無線 LAN 使用者との混信が少ないことにつながり、盗聴の心配も減る。

2. チャンネルの多さ

5GHz 帯は、屋内利用であれば合計 19 チャンネル(W52+W53+W56)利用可能で、同時使用可能チャンネル=利用可能チャンネルである。これに対して、2.4GHz 帯は 14 チャンネル利用可能であるが、隣接するチャンネルに周波数の重なりがあるため、同時使用可能チャンネル数は実質 3 である。

3. チャンネルボンディングの使い易さ

IEEE802.11n には、隣接するチャンネルの電波を束ねて、伝送速度を向上させる技術があり、チャンネルボンディングという。1 つの電波の幅を 20MHz から 40MHz へ拡大して使用することにより、1 つの電波による伝送速度が 72.2Mbps から 150Mbps へ向上する。

チャンネルボンディングを使用すると、5GHz 帯の場合は同時利用可能チャンネル数が 9、2.4GHz 帯の場合は同時利用可能チャンネル数が 2 と減少する。

2.4GHz の場合は、元から少ない同時使用可能チャンネル数がさらに少なくなる。チャンネルボンディングの有無により、干渉を避けた電波の使い方が異なるので、チャンネルボンディングの有りと無しの利用者の混在による干渉がさらに懸念される。

4. MIMO の使い易さ

MIMO(Multiple Input Multiple Output)は、複数のアンテナと複数の電波を使って、伝送速度を高める技術である。送りたいデータを、分割して、複数のアンテナを使って複数の電波で送信し、複数のアンテナで分割して受信したデータを元に復元する。IEEE802.11n のチャンネルボンディングによる 40MHz の幅の電波利用時の伝送速度が 150Mbps であるから、3 本のアンテナを使えば伝送速度は 450Mbps となる。

現在普及している MIMO は、2 本のアンテナを用いた 300Mbps であるが、ハードウェアの低廉化により、3 ストリーム(3 本の MIMO)に対応した製品が現実的な価格で購入できるようになったので、今後は

450Mbps 対応が進むと予想される。

2.4GHz 帯の場合は、チャンネルボンディングをしない場合の同時使用可能チャンネルが 3、チャンネルボンディングをした場合の同時使用可能チャンネルは 2 (2.4GHz 帯を全て使い切ってしまう)と、元から少ない。さらに、他の電波(自分の無線 LAN ステーション以外の電波)の干渉が 2.4GHz 帯では起き易いことを加味すると、2.4GHz 帯で MIMO は使いにくい。

WPA2 エンタプライズにおける IEEE802.11x の EAP-TTLS が、現在、普及している WEP や WPA2 パーソナルに比べて優れている点は、次の通りである。

1. WEP は暗号の強度が低く、通信の内容が容易に解読されることがわかっているため、WEP を使うことそのものが誤っている。
2. WPA2 パーソナルは、一つのパスワード(共有キー)を無線 LAN ステーションのユーザで共有する形になるので望ましくない。パスワードが漏洩した場合は、全てのユーザにパスワード変更を通知せねばならず、面倒だからである。
3. WPA2 エンタプライズの IEEE802.11x の EAP-TTLS では、共有キーではなく、ID とパスワードによりユーザを認証する。ID とパスワードは認証サーバへ SSL 通信で暗号化されて送られる。ID とパスワードの入力前に、認証サーバの SSL 証明書をユーザが確認できることになっていて、認証(サーバ)の正当性も確認できる。

IV 授業等における対応への提案

最新の無線 LAN の方式への対応を、授業で実践する方法を提案する。

1. 無線 LAN の電波の状況を可視化する

InSSIDer といったツールを使うと、無線 LAN の状態を可視化できる。図 1 に、2.4GHz 帯の様子を InSSIDer で観測した例を示す。この例からは、次のことがわかるであろう。

- 各電波の強度の差があること
電波が距離や障害物によって減衰すること。
- 2.4GHz 帯は混雑していて混信があること
隣接するチャンネルにおいて、周波数の重なりがあること。同じ周波数の電波を、異なる無線 LAN ステーションが使用している

こと。

- 2.4GHz 帯においては、チャンネル割当に秩序が必要なこと

1,6,11 チャンネル、2,7,12 チャンネルというように、チャンネルを5つ間隔にしないと、周波数の重なりがでてしまうこと。

- 5GHz 帯は空いていること

図2は、図1と同一の場所で、5GHz帯を観測した様子である。5GHz帯は空いていることや、チャンネルボンディングにより1つの電波が2つのチャンネルの帯域幅を使用していることがわかる。

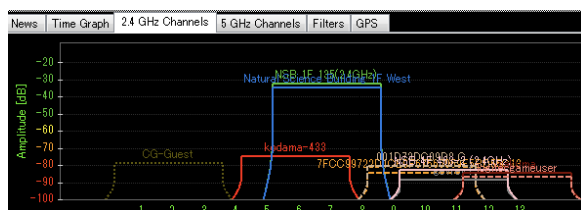


図1: InSSIDer による 2.4GHz 帯の観測

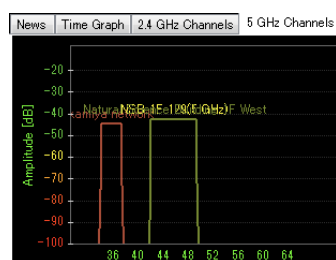


図2: InSSIDer による 5GHz 帯の観測

2. 電波の到達状況を体験する

ノートパソコンを用いて、2.4GHz 帯と 5GHz 帯の電波の無線 LAN ステーションからの距離や障害物による、電波の強度の変化を観察する。

3. 方式による伝送速度の比較

IEEE802.11n の 5GHz 帯の 2 ストリーム(や 3 ストリーム)と IEEE802.11n の 2.4GHz 帯の 1 ストリームのそれぞれにおいて、大容量のファイルの転送を行い、前者は後者に比べて、伝送速度が 2 倍以上になる(伝送時間が半分以下)になることを体験する[2]。

4. IEEE802.1x の EAP-TTLS 方式のログインの体験

共有パスキーではなく、個々のユーザ ID とパスワードにおける認証を体験させる。認証の際に、認証(サーバ)が正当なものであることを確認するステップがあることを確認させる(図3,4,5 参照)。EAP-TTLS 方式の方

が、共有パスキーと Web 認証の併用方式よりも、スマートであることを理解させる。

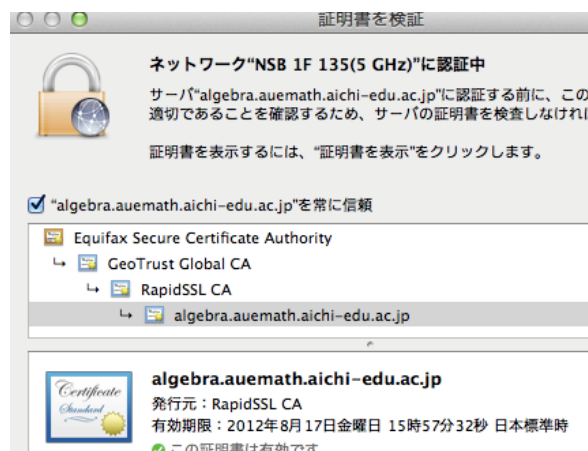


図3: 認証サーバの正当性の確認(MacOSX)



図4: 認証サーバの正当性の確認(iOS)

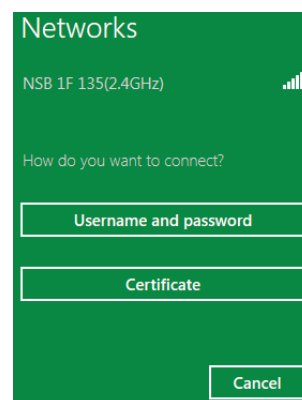


図5: 認証サーバの正当性の確認(Windows8 Preview)

V 最新の無線 LAN 方式に対応したシステムの例

IEEE802.11n の 5GHz 帯のチャンネルボンディングを併用した 3 ストリーム、IEEE802.11x の

EAP-TTLS 方式の認証を、生徒に体験させるために必要なシステムには、次のような組み合わせがある。

- 無線 LAN ステーション
アップル社製 AirMac Extreme Base Station MD031J/A(IEEE802.11n 5GHz 3 ストリーム, IEEE802.11x EAP-TTLS 対応) ¥15,400-
- SSL 証明書
Rapid SSL 1 年間(メール到達によるドメイン認証) ¥1,260-
- Radius 認証サーバ
アップル社製 Lion Server 搭載 Mac Mini MC936J ¥88,000-

既存の UNIX 系のサーバ (Mac OS X Server, Linux, BSD など)があれば、サーバを新規購入する事なく流用して、Radius 認証サーバを動作させることが可能である(費用無し)。Mac が既にあれば、Lion Server(ソフトウェア)の価格は 4,800 円である。

無線 LAN ステーションと SSL 証明書は、最低限必要であるが、2 つ合わせて、2 万円にも満たない。Radius 認証サーバを動かすためのサーバ機を、既存のものがいないため、新規購入しても 9 万円弱である。サーバ機は、Web サーバ、メールサーバ、ファイルサーバ、CalDAV サーバなどとしても使えるので、決して高価ではない。Lion Server(Mac OS X Server)は、各種サーバの設定が GUI で行えるので、サーバ機を初めて使う場合に向いている。

IEEE802.11n 5GHz 帯の 3 ストリーム (450Mbps)に対応した無線 LAN インタフェースを内蔵したノートパソコンは、現在販売されているノートパソコンでもまだ少ない。手元にあるノートパソコンの無線 LAN インタフェースが 3 ストリームに対応していないならば、外付けの 3 ストリーム対応 USB 無線 LAN インタフェースを使用すればよく、5,000 円弱で購入できる(例：ロジテック社 LAN-W450AN/U2 ¥4,980-)。アップル社のノートパソコン MacBook Pro の現行機種(MacBook Air を除く)は 3 ストリームに対応している。

VI まとめ

学習指導要領の中には、情報機器の“選択”、“活用”や“理解”という言葉がでてくる。これらを実践する方法として、旧式から最新の無線 LAN への対応を体験させることを提案した。体験においては、電波の状態を視覚的に理解す

ることができるツールの利用、伝送速度や電波の到達性の実験、認証サーバの正当性の SSL 証明書による確認を取り入れた。特に、認証サーバの正当性の確認は、授業をする側が準備しないと体験する機会を得るのが難しいと思われるので、重要である。

IEEE802.11n 5GHz 帯 3 ストリーム と IEEE802.11x の EAP-TTLS 認証の利用は現時点では一部の人たちに限られているが、良さを理解してもらえば、これから普及すると推測される。これらの最新の方式の実現ための総費用は、2 万円から 12 万円ほどで、費用もあまりかからない。

学校の授業で、最新の無線 LAN 方式を取り入れていくことは、家庭や生徒の進路先において最新の無線 LAN 方式の導入を後押しするものであり、その意義は大きい。

参考文献

- [1]高等学校学習指導要領解説 情報編，文部科学省，2010 年 5 月。
- [2]いとうみき：HARDWARE LAB 最新の Wi-Fi はどれくらい速いのか？，Mac Fan，No. 348，pp. 112-133，2012。