

無線 IP ネットワークによる実習施設と県立看護大学との有機的な連携実験の試み

橋本明浩¹⁾, 加藤光寶²⁾ 青木輝子³⁾, 平井光一⁴⁾, 樺沢三奈子²⁾,
飯田智恵²⁾, 内藤知佐子²⁾,
吉山 直樹¹⁾

1) 新潟県立看護大学(看護基盤科学) 2) 新潟県立看護大学(成人看護 I)
2) 新潟県立中央病院 4) 信越情報システム

On Basic Research of Wireless IP Networks Providing a New Communicational Environment Required for the Actual Project Work in a Hospital

Akihiro Hashimoto¹⁾, Mitsuho Kato, Teruko Aoki, Kouich Hirai, Minako Kabasawa²⁾,
Chie Iida²⁾, Chisako Naito, Naoki Yoshiyama¹⁾

1) Niigata College of Nursing(Basic Nursing Science) 2) Niigata College of Nursing(Adult Health Nursing I) 3) Niigata Prefectural Central Hospital
4) Shin-Etsu Information System Corporation

キーワード： 無線 IP ネットワーク(wireless IP network), VOIP, 臨地実習(clinical training in a hospital)

要旨

本研究では、無線 IP ネットワークを用いて大学と臨地実習先を有機的に接続し、教員学生間の円滑な連絡等を行う為の基礎的な実験として、(1) 無線 LAN 環境と医用機器の干渉問題の現状 (2) 無線 LAN の現状の動き (3) 設置検討まで の3つ検討を報告する。

はじめに

臨地実習は、看護技術教育の面からだけでなく、看護職を目指す学生にとって精神的な大きな動機付けの1つになりうる面をもつ重要なカリキュラムの1つである。この臨地実習を安全かつ有効に行うためには、大学教員と学生との円滑かつコミュニケーション、学生が様々な情報に自由にアクセスできることが必要不可欠である。

コミュニケーションツールで大きな位置を占める携帯電話,PHS は、機能性能が大きく改善され、単に通話だけでなくインターネットの利用も可能になっている。しかし、院内での携帯電話の使用については、表1に示す経緯より、多くの病院内で厳しく制限されている状態が続いている。このような携帯端末、インターネット環境等の現状と将来について新潟県とその関連に以下の節で説明し、問題点などを踏まえた上で無線 IP ネットワークによる実験の資料と臨地実習への応用等を示す。

表 1. 携帯電話・PHS 制限までの経緯

発信元	年月	備考
厚生労働省	平成 8 年 3 月	医薬品副作用情報 No.136
厚生労働省	平成 8 年 5 月	医薬品副作用情報 No.137
不要電波問題対策協議会 (総務庁管轄)	平成 9 年 4 月 (新聞報道は 3 月)	携帯電話端末等の使用に関する調査報告書 医用電気機器への電波の影響を防止するため に
厚生労働省	平成 9 年 3 月	医療機器開発課長通知 (薬機第 48 号)
厚生労働省	平成 9 年 6 月	医薬品副作用情報 No.143

1. 病院内での携帯電話の電波とその現状

携帯電話の使用モラルは場所、時間を配慮したものではなくてはならない。しかし、表 1 での指摘では、主に電波によるペースメーカー等の機器に重大な影響を与えることを使用制限の根拠としている。

これらの指針も、携帯電話の発達、小電力化、使用電波帯域の高周波数帯域化によりに医用機器への影響が激減し、一般的な使用に関しては問題が少ないとの報告が出されはじめている。表 2 に植込み型医用機器への影響を与える。高周波帯域を利用する W-CDMA¹ (2 GHz, 250mW), CDMA 2000 1X² (800MHz, 200mW) は一般の PHS³を凌ぐほどの少ない影響となっており、十分な配慮と場所を考慮すれば、院内での利用は制限するものではないとの指摘もなされている。(6), 7), 8) 参照)

表 2. 植込み型医用機器への影響

調査 年 度	調査機器	影響	従来型携帯電話(PDC)		PHS	W-CDMA	CDMA 2000 1X
			800MHz	1.5GHz	1.9GHz	2GHz	800MHz
			800mW	800mW	80mW	250mW	200mW
H14 年度	植込み型心 臓ペースメ ーカ	干渉率	6.50%	1.80%	2.40%	3.60%	3.60%
		最大干渉距離	11.5cm	4cm	2.5cm	1cm	1.8cm
H8 年度		干渉率	19.30%	4.40%	2.60%	未調査	未調査
		最大干渉距離	14cm	15cm	7cm	未調査	未調査
H14 年度	植込み型除 細動器	干渉率	19%	9.50%	影響なし		12.50%
		最大干渉距離	5cm	1cm			2cm

参考文献 6) より引用

¹ Wideband Code Division Multiple Access. NTT ドコモや Ericsson 社等が提唱する第 3 世代携帯電話の通信方式。

² 日本では au(KDDI)が提供する第 3 世代携帯電話の通信方式

³ 参考文献 1)によれば、医療機関で用いる場合に推奨される PHS の出力は 20mw である。この出力と PHS の方式を考えれば、壁厚のある一般の病院内での利用はかなり困難と考えられる。

2. 新潟県における携帯電話とインターネット環境

この節では、新潟県における無線利用の実態を比較するために人口規模、地理的に近い長野県の比較を示す。表 3 に新潟県における携帯電話とインターネットの利用状況を示す。両県の人口から考えて携帯電話、PHS、FTTH の普及率は、ほぼ同一であり、DSL 利用では長野県と比較して 7% 程度多い。しかし、インターネットの利用環境で最も高速で安価な CATV ネットが長野県と比較して、わずか 21.65% しかないこと、有線放送を利用した農業地域での利用が対長野県比でわずか 12.6% でしか無い。いずれの項目も、全国普及率からみれば、極めて低く、新潟県はインターネット発展途上県であるとも言えよう。

表 3 新潟県と長野県における携帯電話とインターネット環境の比較

	人口 (千人)	携帯電話	PHS	CATV インター ネット	DSL (公衆回 線)	DSL (有線放 送電話)	FTTH
新潟県	2460	1,250,252	38,408	14,209	166,463	1,193	7,690
対人口普及率		50.82%	1.56%	0.58%	6.77%	0.05%	0.31%
長野県	2215	1,235,420	34,478	59,086	140,136	8,533	7,763
対人口普及率		55.78%	1.56%	2.67%	6.33%	0.39%	0.35%
新潟県対長野 県普及率比		91.12%	100.30%	21.65%	106.96%	12.59%	89.19%
全 国	127,619	81,519,543	5,139,102	2,578,000	11,196,830	N/A	1,142,335
対人口普及率		63.88%	4.03%	2.02%	8.77%	N/A	0.90%
新潟県対全国 普及率比		79.56%	38.77%	28.59%	77.13%	N/A	34.92%

出典 9),10)

3. 現状の無線ネットワークの学校環境での利用

この節では小中学校における無線ネットワーク事例を考える。人口集中部においては FTTH, CATV, DSL による高速なインターネット環境が、安価に利用できるが、人口過疎地においては、低速かつ高額な ISDN 環境に以外に選択肢は少ない。これは人口過疎地での小中学校の多人数同時利用環境においては、インターネットを使用した授業が利用できないに等しいことを意味するが、逆に過疎地では見通しが良いこと、ファイバー敷設工事が安価に行えることを利用して、町役場主体となり、複数小中学校、図書館等の施設の為の無線 LAN、光ファイバーによるネットワークを構築し、限りある予算を有効に活用し、高速でかつ安価なインターネット構築を実現している¹¹⁾。

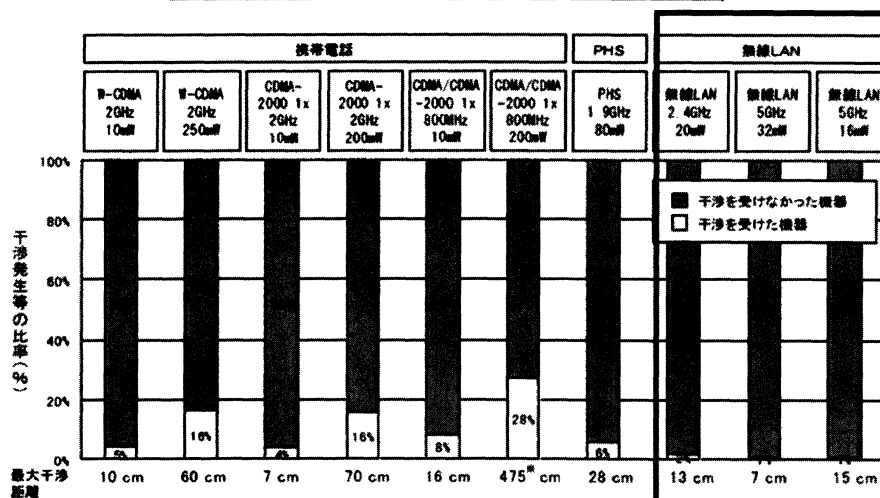
4. 医療機関での携帯電話及びインターネット利用の検討

平成9年の1)の報告書以降、医療機関での携帯電話、無線情報機器等の多く目的に限らず閉めだされた状態になった。しかし、心臓ペースメーカー始め医用機器自身の妨害電波排除能力の向上、携帯電話端末等の無線設備の方式、使用帯域の変化、病院内においても情報化の要求等もあり、総務庁は12)、13)の調査を依頼し、実用上では特殊な例を除き問題が発生しない報告を得ている。13)、14)によれば、国立犀潟病院、信州大学付属病院、NTT 関東病院（旧関東通信病院）では一定の安全基準の下に無線LAN、携帯電話等の利用を積極的に取り入れて成果をあげている。

5. 本実験の基本的な計画と安全性の検討

医療用機器などに与える影響については前述の資料などを精密に検討し、問題は無いことは確認したが、詳細は紙面の都合で割愛する。詳細は参考文献 2)-16)参照。

携帯電話端末等が病院内医用機器に及ぼす影響について



参考文献 4) より引用

セキュリティ面に関する配慮については、今回は接続実験ということより、WPA(Wi-Fi Protected Access)のキー認証方式、MAC アドレス登録等を併用する方法で当面の処置とした。

6. 本実験における技術的検討

アンテナ設置位置の検討

無線LANにおいて重要なことはアンテナの設置場所である。一般的に設置位置は見通しがきき、かつ交通、風雪の影響が少ない場所に設置することが重要であるといわれているので以下の2地点を下見の結果決定した。アンテナ位置は技術的な問題だけでなく美観、組織の運用等を含めて総合的に判断した。

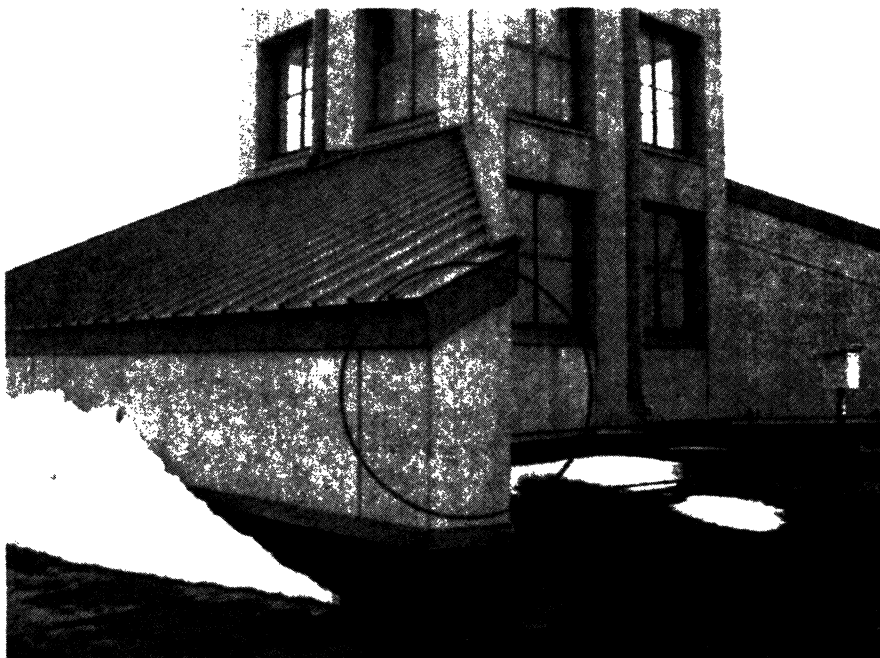


図 1. 看護大学側設置予定位置

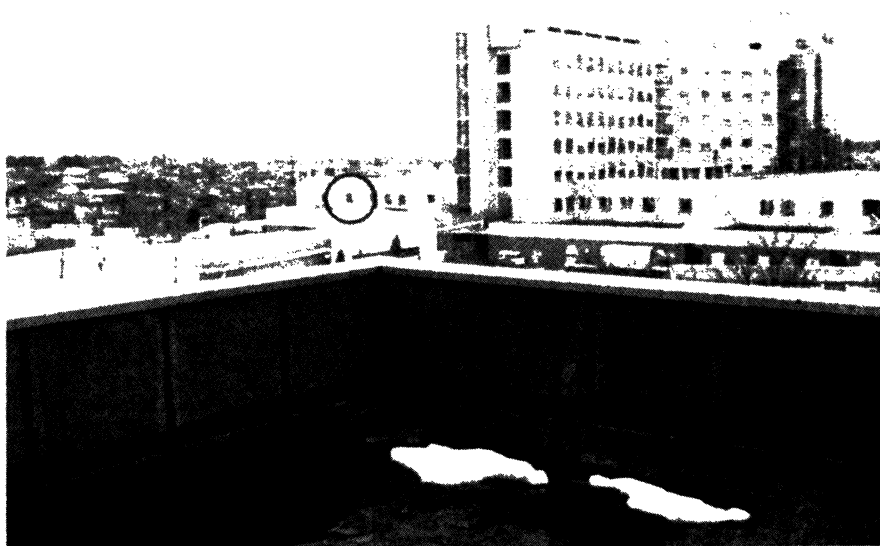


図 2. 中央病院側設置予定位置



図 3. 中央病院側設置予定位置(詳細)

参考として病院内の屋内配線をして、使用する学生控室の LAN 配線箇所も示す.



図 4 学生控え室設置予定図

無指向性アンテナの検討

言うまでもなく本学の所在する上越市は屈指の豪雪地域である。指向性の高いアンテナは効率安定性の面では優れるが、積雪による加重によってアンテナ送信角度が微妙にずれた場合には決定的に受信位置が異なる問題が発生する。本学と中央病院の距離 $l(\text{m})$ とし、積雪による加重で送信アンテナの位置が微小角 θ (度) 変化すれば、以下の式で電波受信中央位置は遷移(これを $d(\text{m})$)する。

$$l \times \tan\left(\frac{\pi}{180} \theta\right) \doteq \frac{\pi \theta}{180} l(\text{m}).$$

$l=150$, $\theta=1$ とすれば, $d \doteq 2.62(\text{m})$ であり, $\theta=2$ とすれば, $d \doteq 5.23(\text{m})$ である. この数値は看護大学, 中央病院双方に屋外指向性アンテナを設置し, 積雪加重の影響を受け2度程度軸がずれた場合は通信不能になる可能性を示している.

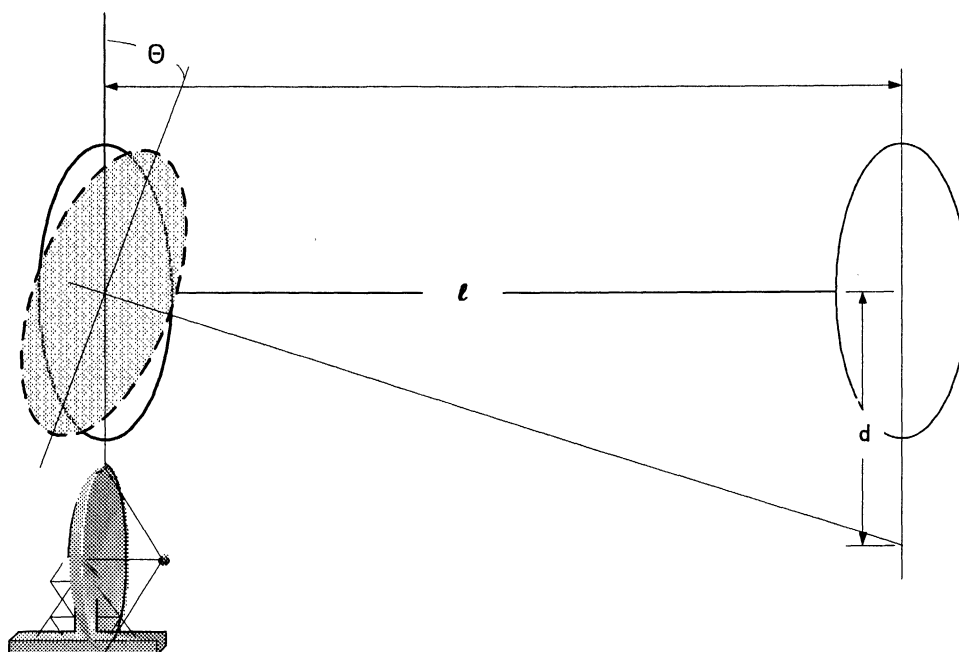


図 5. 積雪による角度のずれの概念図

そこで無指向性アンテナ(付録 I 図 9 新潟県立看護大学 無線アンテナ設置場所(屋上)を参照)を利用した試験を行った.(付録 1 参照)

実験結果は電波状況が優れない状態で平均伝送速度は 566.85kB/s あり, 有線での平均伝送速度 3253.55 kB/s に比較して 17%程度のもとなった. 無線 LAN の使用プロトコルは, IEEE802.11b を用いた. 伝送速度は従って 11Mbps であり, 10Mbps 有線 TCP/IP における通常速度 350 Kbytes/sec(16 参照)と比較して遜色は無いが, 現在の主流である 100Mbps 環境と比較すれば明らかに問題があると思われた.

指向性アンテナの併用と通信プロトコルの検討

アンテナを指向性(図 10 中央病院 無線アンテナ設置場所(2F 師長当直室)参照)と無指向性アンテナの併用方式に変更し, 電波状況を確認した. 使用アンテナ等は WLM2-G54-SIS である. 両者の接続場所(表 4 参照)は, ほぼ同一と考えられるので, 表 8 による差は, アンテナ性能によると思われる.

表 4 無指向性, 指向性アンテナ比較表

	送信パケット数	受信パケット数	接続状況	電波状況
無指向性アンテナ	27	27	100%	100%
指向性アンテナ	60	60	100%	84%

測定はメルコ製エアステーションクライアントマネージャを使用した.



図 6 使用した指向性アンテナの取り付け例（中央病院 師長当直室側）



図 7 指向性アンテナ取り付け位置

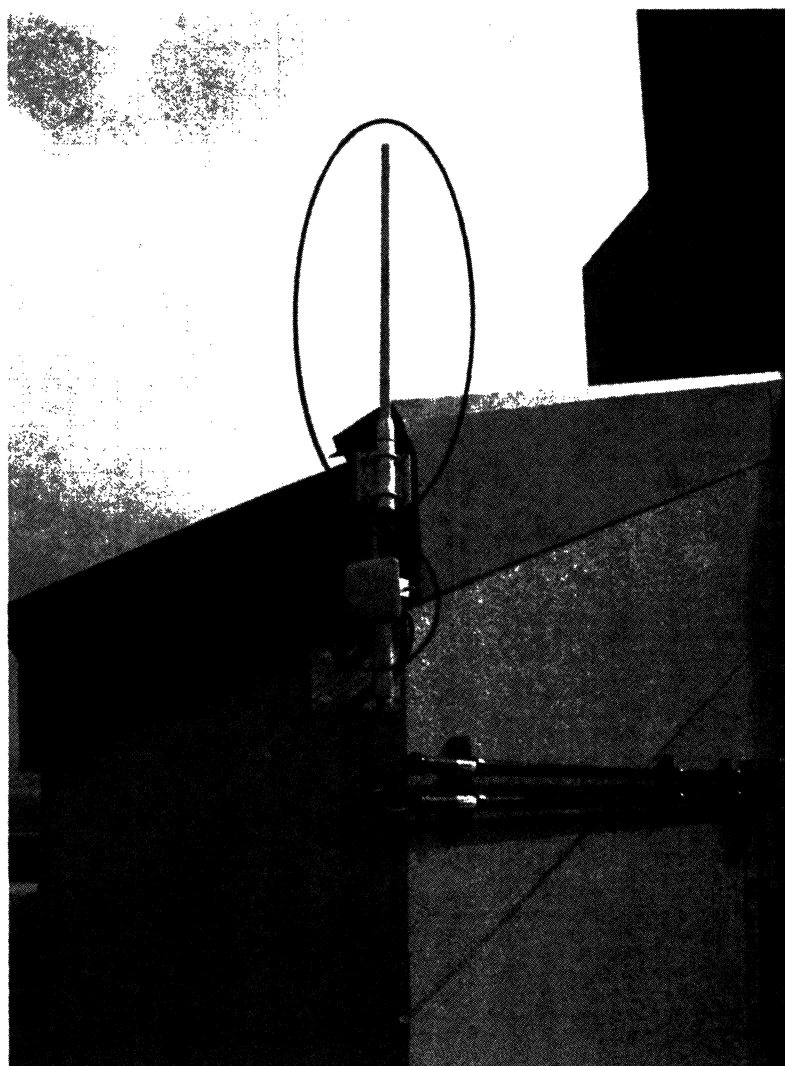


図 8 無指向性アンテナ(上)と指向性アンテナ(下)と同時設置図

7. 使用電波帯域について

無線 LAN の帯域使用は ISM 帯(Industrial, Scientific and Medical 産業科学医療バンド)とよばれ、電子レンジ、医療用レーザーメス、医療用ハイパーミア等が使用している。日本の ISM 帯は、2400–2500MHz 帯と、5725–5875MHz の 2 つで(平成 17 年 3 月)で後者には屋内という条件付で許可されていたが、⁴世界標準規格とは異なり相互通信ができない問題点があった。これは平成 17 年 5 月 16 日の電波法施行規則等の一部改正(以下法改正)により、世界規格に変更されるが、このために無線 LAN 機器間で相互通信ができない問題も引き起こすことが予想できたので、本実験では 2.4GHz 帯域を使用することとした。この帯域で使用可能な通信規格と概略を示す。

⁴平成 17 年 5 月 16 日の電波法改正により、従来から IEEE 802.11a で利用されている 5.15～5.25GHz のチャンネルが世界標準に変更となり、5.25～5.35GHz 帯の 4 チャンネルが新たに追加、合計 8 チャンネルが IEEE 802.11a で利用可能となる。5.15～5.25GHz はチャンネル変更のために従来の IEEE 802.11a 機器とは接続不能となる。

表 5 電波の使用帯域と無線 LAN 規格

帯域	使用帯域	規格	伝送速度(最大)	チャンネル	屋内・屋外	備考
2.4GHz 帯	2.4～2.497GHz	IEEE802.11	2Mbps		屋内・屋外	障害物の影響に強いが、他の機器との干渉の可能性も否定できない
2.4GHz 帯	2.4～2.497GHz	IEEE802.11b	11Mbps	1～13ch	屋内・屋外	
2.4GHz 帯	2.4～2.497GHz	IEEE802.11g	54Mbps	1～13ch	屋内・屋外	
5.2GHz 帯	5.15G～5.25GHz 改正後は 5.15～5.35GHz	IEEE802.11a	54Mbps	34, 38, 42, 46ch 改正後は 52,56,60,64ch が追加	屋内(電波法改正により屋外の利用も可能)	障害物の影響は大きい が、医用機器等との干渉が極めて少ない

II. 併用方式による試験結果

併用方法による試験結果を以下に示す。使用したバイナリーデータは 12.953.531 バイト、通信プロトコルは IEEE802.11g を使用した。

表 6 無指向性,指向性アンテナ併用時の通信実験結果

実験回数	看護大学⇄中央病院 (単位は Kbytes/sec)
1 回目	3503. 80
2 回目	3513. 30
3 回目	3484. 94
平均	3500. 68
標準偏差	11.79
変動係数	0.003

表 6 の結果から、きわめて安定的な高速通信ができていることが示される。理論最大伝送速度の 54Mbps と大きく違うとの指摘もあるが、無線による制御信号部分、制御ヘッダ部分を考慮して、理論最大値の 8—9 割程度が実測値となる経験則から考えて、十分な速度が得られていると思われる。

III. むすび

本事業により実習先から、指導教員からの緊急の資料配布、メールによる連絡、資料の確認などが可能となるが、臨地実習の学生、教員の評価が、実習期間等諸般の事情によりできな

かったので、十分な評価ができていない。今後の課題として継続的に検討したい。

指向性、無指向性アンテナの併用方式により、安定的かつ高速な通信環境が提供できたので、メール、文書の配布だけでなく、動画像を含む VOIP (Voice Over Internet Protocol) による音声通話、PBX 接続による実習先との構内電話の可能性、中央病院からの遠隔講義の可能性等をも考えることができる。これは実習先だけでなく多くの機関との相互利用が可能になれば、電話等による通信費を激減できることをも示していることをも指摘しておきたい。

IT (Information Technology 情報技術) を臨地実習に取り入れることにより、効果的かつ経済的な実施ができることを、まだ実証することはできないが、大きな可能性があることは疑いのないことであると信じたい。

参考文献

- 1) 不要電波問題対策協議会, 「携帯電話端末等の使用に関する調査報告書 医用電気機器への電波の影響を防止するために」平成 9 年 4 月。
- 2) 厚生労働省, 「第 4 回医療安全対策検討会議」議事録, 平成 13 年 10 月 4 日。
- 3) 厚生労働省, “医療機器に対する電磁妨害について”, 医薬品副作用情報 No.136 (平成 8 年 3 月号)
- 4) 総務省, 電波の医用機器等への影響に関する調査結果 (報道資料), 平成 14 年 7 月
http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/020702_3.html
- 5) 総務省, 平成 15 年度電波利用状況調査について, 平成 16 年 3 月 17 日,
http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/pdf/040317_1_b.pdf
- 6) 厚生労働省, 医用機器への電波の影響を防止するための携帯電話端末等の使用に関する指針について, 医薬品・医療用具等安全性情報 179. 平成 14 年 7 月。
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/07/h0725-1.html>
- 7) 厚生労働省, ワイヤレスカードシステム等から発射される電波による植込み型の医用機器 (心臓ペースメーカ及び除細動器) への影響について, 医薬品・医療用具等安全性情報 190, 平成 15 年 6 月. <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2003/01/h0130-1.html>
- 8) 厚生労働省, IH 式電気炊飯器等による植込み型心臓ペースメーカ, 植込み型除細動器及び脳・脊髄電気刺激装置 (ペースメーカ等) への影響について, 医薬品・医療用具等安全性情報 185, 平成 15 年 1 月. <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2003/01/h0130-1.html>
- 9) 医療安全ハンドブック編集委員会, 医療安全管理の進め方, メヂカルフレンド社, 2002.
- 10) 総務省信越総合通信局, "INFO/NET 信越", 2004.6 Vol.43, pp.8
- 11) 総務省統計局, 平成 15 年 10 月 1 日現在推計人口
- 12) シスコシステムズ株式会社, 無線 LAN によるコストパフォーマンスの高い学校内ネットワークシステムー和歌山県日高郡川辺町ー,
http://www.cisco.com/japanese/warp/public/3/jp/solution/netsol/mobility/pdf/15_Kawabetyou.pdf
- 13) 社団法人電波産業会, 電波の医用機器等への影響に関する調査研究報告書, 平成 14 年 3 月

- 14) 地域振興のための電波利用に関する調査研究会，病院内における電波利用に関する調査研究報告書，信越総合通信局 無線通信部 企画室．平成 13 年 3 月．
- 15) 地域振興のための電波利用に関する調査研究会，病院内における電波利用に関する調査研究報告書－資料編－，信越総合通信局 無線通信部 企画室．平成 13 年 3 月．
- 16) 地域振興のための電波利用に関する調査研究会，病院内における電波利用に関する調査研究報告書，信越総合通信局 無線通信部 企画室．平成 14 年 3 月．
- 17) Gulie, G., “*QuickTime for the Web: For Windows and Macintosh, Third Edition*”, San Francisco, CA, Morgan Kaufmann Publishers; 2003.

付録 1.

新潟県立看護大学・中央病院間無線LAN接続試験（第3回目）

I. 試験日時

作業日： 平成17年3月7日（晴れ）時間 9:00 ～ 17:00

II. 接続試験用機材

表 7 使用機材概略

新潟県立看護大学側	
品名	規格
無線アクセスポイント	BUFFALO WLA-AWCG
無線アンテナ(無指向性)	BUFFALO WLE-HG-NDC
無線アンテナケーブル(30m)	BUFFALO WLE-CC30
ノートパソコン(A)	CPU : Intel Celeron 700MHz
	LAN カード (10/100BASE-TX)
中央病院側	
品名	規格
無線アンテナ(指向性)	BUFFALO WLE-HG-DYG
無線カード	BUFFALO WLI-PCM-L11
無線アンテナケーブル(10m)	BUFFALO WLE-CC10
ノートパソコン(B)	CPU : Intel Pentium III 1.0GHz
	無線カード (BUFFALO WLI-PCM-L11) 無線 LAN 標準プロトコル IEEE802.11b 準拠

III. 無線アンテナ設置場所



図 9 新潟県立看護大学 無線アンテナ設置場所（屋上）



図 10 中央病院 無線アンテナ設置場所 (2F 師長当直室)

IV. 通信試験

試験方法

本学屋上に無指向性アンテナを設置し、その配下にノートパソコンを接続し FTP サーバサービスを起動。次に中央病院側に指向性アンテナを設置し、その配下にノートパソコンを接続。FTP を使用し速度を計測した。テストデータとしては通信圧縮機能による測定誤差を回避する為にバイナリーデータ (4,354,084 バイト) を用いた。

試験結果

表 8 に試験結果を与える。

表 8 無指向性アンテナの場合の試験結果試験結果

	有線 LAN	直下での無線 LAN	看護大学⇄中央病院
1 回目	3293.56	591.51	568.34
2 回目	3173.53	593.20	569.09
3 回目	3293.56	589.90	563.13
平均	3253.55	591.54	566.85
標準偏差	69.30	1.65	3.25
変動係数	0.02	0.00	0.01

単位は kB/s

1. 有線 LAN での測定とは、対比実験のために有線 LAN でノートパソコン (A) とノートパソコン (B) を接続した場合の FTP 伝送速度を測定したもの。
2. 直下での無線 LAN の状態調査とは、無線 LAN を使用した測定ではあるが、無線アンテナの近傍にノートパソコン (B) を設置し、1 と同様な測定を行ったもの。
3. 看護大学⇄中央病院とは、看護大学屋上に無指向性アンテナを設置し、無線カードを取り

付けたノートパソコンを中央病院に設置し FTP 試験を行ったもの。

無線アクセスポイント（看護大学側設置）と無線カード（中央病院側設置）を直ぐ近くに置き、FTP 試験を行った速度は以下の通り。

※中央病院設置端末 無線電波状況を図 11 に示す。

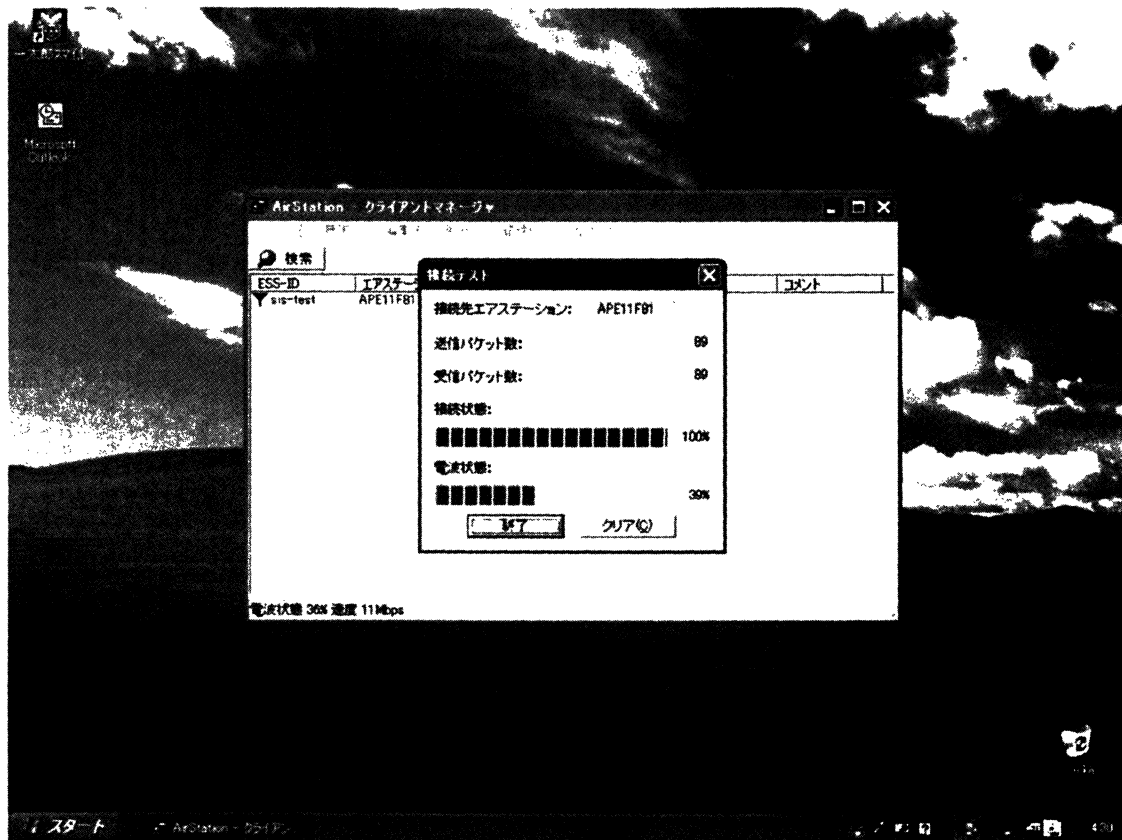


図 11 試験結果（電波状況）

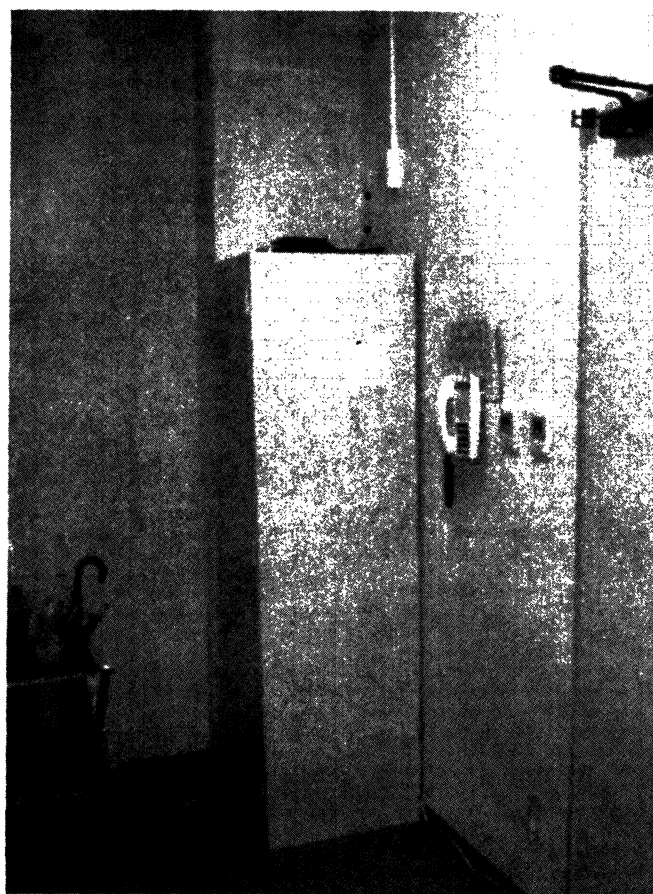


図 12. PoE(IEEE802.3af)給電装置取付場所

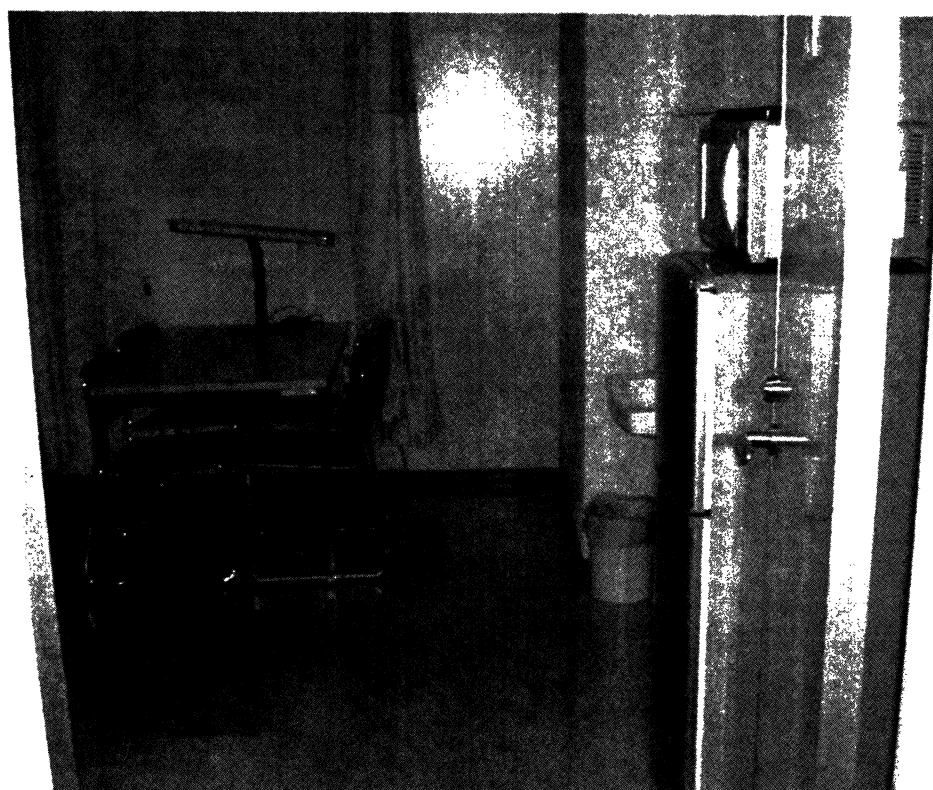


図 13. 中央病院学生控え室 LAN コンセント設置場所