

また、電子タグリーダーを外部に設計したのは、薬剤監視の利用だけでなく、他の拡張したシステムにも利用可能とするためにこのような設計とした。

この電子錠金庫システムは、現在、製作段階にあり、実際の運用には至っておらず、導入の評価は行えていない。しかし、こうした電子錠金庫システムの導入により、薬剤管理に関し、医療スタッフのみならず患者からの信頼性を高めることが期待される。また、この電子錠金庫システムの使用にあたっては、鍵を使用する通常の方法とは異なり、ユーザは、職員証を兼ねた IC カードを携行するだけで、金庫の開閉権限を含めた管理がなされることが可能となるため、ユーザの負担軽減へとつながることも期待される。

E. 結論

医療機器の安全使用に必要な医療機器マニュアルを、医薬品医療機器総合機構の SGML による添付文書情報を収集し、これを PDF ファイルに変換して PDA 端末からマニュアル情報の閲覧可能とした。このマニュアルに作成した元情報を XML として保存することにより、マニュアルの再編集作業の効率も向上した。また、作成した PDF ファイルを PDA 端末に格納することにより、無線 LAN を使用できない環境でもマニュアルの参照をすることができるようになり、機器使用時の安全性の向上に寄与するものと期待された。

共同研究を実施している大阪労災病院の使用機器の情報化に関する調査については、機器ごとの数量とメーカー数、およびそのうち MEDIS-DC に登録されているものの数について調べたところ、1 種類の機器において多数のメーカーの機種を使用していることがわかった。また、情

報の標準化の立場から採用を検討した MEDIS-DC における医療機器データベースを用いた場合、この病院での使用機器は古いものが多いため、使用機器の登録数は 1 割にも満たなかった。

さらに、電子タグの医療安全に関する新しい応用面として、薬剤管理のうちでもとくに重要な麻薬管理に焦点を置き、そのための電子錠金庫システムの設計を試みた。この電子タグリーダー内蔵の電子錠金庫システムは、金庫の常時施錠と電子解錠を可能とするのみならず、介在履歴を残すことにより、麻薬単体の所在履歴・保管監視を可能とし、麻薬の安全管理と盗難防止に寄与するものと考えられた。

F. 健康危険情報

なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) A Matsuda, A Shindo, T Marukami, S Tani, M Miyamoto, H Horio, H Inada: Application of an RFID tag to medical equipment management support - Construction of an operation manual system for medical equipments, Proc. of Medinfo 2007, CD-ROM, P242, 2007
- 2) 松田淳子, 進藤亜紀子, 谷昇子, 丸上輝剛, 吉田 靖, 稲田 紘: 医用機器への IC タグの応用例, 情報処理, 48(4), 354-358, 2007
- 3) 松田淳子, 谷 昇子, 丸上輝剛, 宮本正喜, 堀尾裕幸, 稲田 紘: 医療機器マニュアルのための PDF ファイル作成システムの構築とその評価, 第 46 回日本生体医工学会論文集, CD-ROM, PS-2-19-9, 2007
- 4) 松田淳子, 稲田 紘: 電子タグによる医療安全管理 - 医療機器管理を中心にして, 第 46 回日本生体医工学会論文集, CD-ROM, SS-9-5, 2007

- 5) 松田淳子, 丸上輝剛, 谷 昇子, 進藤 亜紀子, 竹本敬子, 宮本正喜, 堀尾裕幸, 稲田 紘: 医療機器の安全使用のための PDA 端末によるマニュアル情報の表示, 第 8 回日本医療情報学会看護学術大会論文集, 107-109, 2007
- 6) 稲田 紘: 医療機器安全管理のためのマニュアル作成システムと医療機器に関する情報化について, 病院管理, 44(Suppl.), 202-202, 2007
- 7) 松田淳子, 吉田 靖, 丸上輝剛, 谷 昇子, 進藤亜紀子, 竹本敬子, 八木隆宏, 松本雅大, 宮本正喜, 堀尾裕幸, 稲田 紘: 安全管理のための医療機器に関する情報化について, 第 27 回医療情報学連合大会論文集, 1032-1033, 2007

2. 学会発表

- 1) A. Matsuda, A. Shindo, T. Marukami, S. Tani, M. Miyamoto, H. Horio, H. Inada: Application of an RFID tag to medical equipment management support - Construction of an operation manual system for medical equipments, Medinfo 2007, 2007.8
- 2) 松田淳子, 谷 昇子, 丸上輝剛, 宮本正喜, 堀尾裕幸, 稲田 紘: 医療機器マニュアルのための PDF ファイル作成システムの構築とその評価, 第 46 回日本生体医工学会大会, 2007. 4
- 3) 松田淳子, 稲田 紘: 電子タグによる医療安全管理－医療機器管理を中心にして, 第 46 回日本生体医工学会大会, 2007. 4
- 4) 松田淳子, 丸上輝剛, 谷 昇子, 進藤 亜紀子, 竹本敬子, 宮本正喜, 堀尾裕幸, 稲田 紘: 医療機器の安全使用のための PDA 端末によるマニュアル情報の表示, 第 8 回日本医療情報学会看護学術大会, 2007.6
- 5) 稲田 紘: 医療機器安全管理のためのマニュアル作成システムと医療機器に関する情報化について, 第 45 回日本病院管理学会学術総会, 2007.10
- 6) 松田淳子, 吉田 靖, 丸上輝剛, 谷 昇子, 進藤亜紀子, 竹本敬子, 八木隆

宏, 松本雅大, 宮本正喜, 堀尾裕幸, 稲田 紘: 安全管理のための医療機器に関する情報化について, 第 27 回医療情報学連合大会, 2007.11

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

なし。

厚生労働科学研究費補助金（医療安全・医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

医療・福祉分野の安全性向上を目指した電子タグ応用の包括的研究

分担研究者 武田裕 大阪大学医学部附属病院医療情報部
研究協力者 峯野隆広 大阪大学医学部附属病院医療情報部
研究協力者 中島和江 同 中央クオリティマネジメント部

研究要旨

医療においては様々なインシデントや事故が起これ、患者に重大な影響を及ぼすことがある。本院では2000年からイントラネットを用いたインシデント報告システムを開発し、インシデントの分析を行ってきた。そして、医療におけるインシデントの発生を未然に防止するために、最新の電子タグやIT技術を活用した包括的研究を行うこととした。特に本年度は、患者の転倒・転落による事故、及び患者が行方不明になった場合の危機管理対応に着目し、実験を行うこととした。

A. 研究目的

昨年度の医療・福祉分野の安全性向上を目指した電子タグ応用の包括的研究では、我々はまず医療リスク管理のために収集されている院内インシデント報告データの分析を行い、電子タグの応用領域を総合的に検討した。その結果、患者の転倒・転落が上位にあることが判明した。また、患者が安静指示を無視して無断離床・離室する場合も多いことが分かった。患者を探すために病棟スタッフが1人、本来の仕事から離れる必要があり、その間は、新たなインシデントが発生しやすくなるということが出来る。従って、患者の転倒・転落を早期に発見したり、行方不明の患者を早急に発見することは、医療安全上重要な意義があると考えられる。そこで我々は、RFIDタグを用いて、特定の場所で一定時間以上留まった場合に、警告が発せられるシステムを開発し、実験を行うこととした。また、無線LANタグを用いて位置を特定する実験も行い、最新のロケーション技術を今後の研究の参考にすることとした。

B 1. RFID タグを用いた研究方法

図 1 が今回の実験で使った機材である。アクティブタグの電波を読み取るアンテナは、「タグステーション」、「アクティブタグリーダ」などと呼ばれている。このタグステーションをハブを介してノートパソコンと接続する。タグステーションにはアンテナが 2 本付いているが、2 本のアンテナを区別して受信することはできず、1 台のタグステーションとしてパソコン上は認識される。

図 2 が今回の実験で用いたアクティブタグ型の RFID タグである。右下のボタンを押すと赤いランプが点灯し、そのまま押し続けると赤いランプが消えて、電波の発信が開始される仕組みである。

図 4 がシステムのイメージであるが、今回は医療情報部内で実験を行い、医療情報部の LAN は介さなかった。

図 5 が今回の実験の模式図である。この図では L アンテナと R アンテナが区別されるように書かれているが、今回の実験ではパソコン上では区別されずに 1 台のタグステーションとして認識された。タグステーションでの検出が一定時間続くと、パソコンから警告音が発せられるシステムである。

図 3 がパソコン上でシステムを起動した画面である。図 6 がメニュー画面で、この中の「設定を変更する」をクリックすると、図 7 の設定画面が表示される。「メロディ」で警告音を変更することもできる。「再警告」「安全確認」については後で説明する。

図 6 の「監視をはじめ」をクリックすると図 8 の画面が表示される。タグの電波を受信すると図 9 のように表示される。図 7 の設定内容では、3 分間電波の受信が続くと、警告音とともに図 10 のように表示される。これはアクティブタグを持った人が、タグステーションの近くで 3 分間留まっていることを表している。警告が 10 秒間続くと、図 11 のように警告を解除する。

図 7 の「安全確認」の設定については、電波の受信が開始された後に、電波が途絶えて、1 分経つと図 12 のように表示が消える仕組みである。これはアクティブタグを持った人が、一旦タグステーションの近くにきたが、離れて行って 1 分経ったために安全が確認されたという意味である。

図 6 の「テキストを作成」をクリックすると、図 13 の画面が表示され、図 14 のようにテキストファイルで受信記録を表示することができる。

図 15 のように、アクティブタグの上のボタンを押すと、3 分間経過しなくても図 1

6のように警告を発することができる。これは緊急時の連絡に用いることが可能である。

図19のように、設定画面で「警告音を定期的にする」をクリックすると、再警告を設定することができる。つまり、受信が開始されて3分後に警告が10秒間続き、警告が一旦解除されると(図20)、その5分後に再び警告を発する仕組みである(図21)。この5分後の再警告が繰り返される。

C1. RFID タグを用いた研究結果

まず、タグステーションの受信距離を調べるために、図17のようにタグを1m間隔で並べて測定した。その結果、見通しが良ければ約10mの感度があることがわかった。

今回の実験では、患者が留まると注意が必要な場所の代わりとして、医療情報部内のサーバー室とトイレを設定した。どちらも扉で完全に閉鎖することができる場所である。まず図22のように、サーバー室にタグステーションを設置し、図23のようにサーバー室の外にタグを設置したが、認識されなかった。図24のように、サーバー室内の壁を隔てたところにタグを置いてみたところ、これも認識されなかった。図25のように近くで設置したところ認識され、警告も発せられた。

次に図26のように、トイレ内にタグステーションを設置し、図27のように便座にタグを設置した。図28のように個室の扉を閉じても認識され、警告を発することも可能であった。トイレはサーバー室よりも狭かったせいか、トイレの外にタグを3mほど離して設置しても認識された。タグステーションの受信距離が10mと長すぎるということが影響していると思われた。設置場所によって、受信感度を変更するべきであると考えられた。また、トイレにアンテナがあるというのは、あまり心地よいものではなかった。そして、便秘傾向の人であれば、トイレで3分以上留まることもありうるため、今後、検出方法を再検討する必要があると思われた。

昨年度の実験では、タグステーションがプラズマディスプレイの近くで故障するという現象が確認された。そこで、本年度も図29のようにプラズマディスプレイの近くで実験を行ったが、今回は故障することはなく、認識も正常に行うことができた。

B2. 無線 LAN タグを用いた研究方法

今回は無線 LAN タグを用いた実験も行うことができた。図Z1が機器構成の模式図である。RFID タグの実験と同様に医療情報部内の LAN は介さず、LAN ケーブルを新た

に張り巡らして実験を行った。図 Z 2 が今回の実験で用いた無線 LAN タグである。図 Z 3 は上が Wireless Location Appliance で下が Wireless Control System である。Wireless Location Appliance は Wireless Access Point から送られてくる情報を処理し、無線 LAN タグの位置を割り出す処理を行う。Wireless Control System は DHCP サーバーの役割を果たしている。図 Z 4 は Wireless LAN Controller である。図 Z 5 の Catalyst3560 へ図 Z 6 の Wireless Access Point を接続する。Wireless Access Point への電源供給は PoE(Power over Ethernet)で行われるため、Wireless Access Point は AC アダプターなどの電源を接続する必要はない。今回はこの Wireless Access Point を 4 台用いて実験を行うことができた。Wireless Control System のアプリケーションは Web ベースで提供され、通信は SSL で行われる。

図 Z 7 ~ 図 Z 1 0 のように 4 台の Wireless Access Point を設置した。図 Z 1 1 のように地図を取り込んで、その上で Wireless Access Point の位置を重ね合わせて設定を行うことができる。図 Z 1 2 のようにアンテナの向きや角度など詳細な設定を行うことができる。図 Z 1 3 のように室内の壁の位置や壁の材質までも設定することができる。図 Z 1 3 で赤く表示されている部分は電波が届かない部分という設定である。アンテナや壁の設定が完了すると図 Z 1 4 のように電波の強度が色で表示され、タグを追跡するための準備が整う。

C 2. 無線 LAN タグを用いた研究結果

図 Z 1 6 のように無線 LAN タグを医療情報部内のテーブルに置いたところ、図 Z 1 5 のように黄色で示された無線 LAN タグが検出された。このシステムは無線 LAN タグだけでなく、その他の無線 LAN 装置を検出することもできる。図 Z 1 7、図 Z 1 8 のようにプロジェクターに装着されている無線 LAN 装置も検出された。同様に無線 LAN を内蔵しているノートパソコンなども検出することができる。但し、ノートパソコンによっては、時間によって検出されたり、されなかったりする場合があった。原因はよくわからなかったが、ノートパソコンの省エネ設定などにより、電波の強度が変化している可能性があると考えられた。また図 Z 1 9 のように無線 LAN タグの動態管理を行う機能もあり、無線 LAN タグがどのように移動したかをモニタ上で再現することができた。図 Z 1 9 上で、黄色で示された無線 LAN タグが移動していることがわかる。無線 LAN タグを様々な場所に置いて検出を行ったが概ね良好な結果が得られた。

D. 考察

今回は RFID タグと無線 LAN タグを用いた研究を行ったが、それぞれ異なった側面で実験を行った。RFID タグではシンプルな検出機能ではあったが、システム構成がコンパクトで容易に実用可能な点が長所であると思われた。タグステーションの受信感度を調整すればさらに実用的になると思われるため、今後は受信感度を容易に変更できるようにシステム開発する必要がある。トイレの実験では LAN ケーブルをトイレの外から取り込んだため、見た目にあまり印象のよいものではなかった。実際の病棟で実用化をする場合は、患者の生活に配慮して、LAN ケーブルやタグステーションをあまり目立たないようにする工夫が必要であると思われた。患者が一定の場所で長時間留まると警告が出るという目的で実験を行ったが、トイレのように時間設定が難しい場合もあると考えられる。ある一定時間以上トイレに留まっていれば、警告が出て様子を見に行き、無事が確認できれば、それはそれで医療安全上必要な確認であると考えられることもできる。しかし設定時間を短くしすぎると、何度も確認する必要があり、確認される患者側にも煩わしい可能性がある。逆に設定時間を長くすると、本当に危険な状態になっていた場合に、発見が遅くなるという欠点がある。タグステーションを設置する場所によって、設定時間を個別に変える必要がありそうである。

無線 LAN タグについては、かなりの精度でタグの位置が特定できることがわかった。Wireless Access Point の設定や、室内の構造の設定を正確に行うことによって、更にロケーションの精度を高くすることができる。今回は医療情報部の室内図に簡略化した図を用いたが、それでも高い精度で位置を特定することができた。実際に病棟で実用化する場合は、精度が高すぎるため患者のプライバシーに十分に配慮する必要があると考えられた。動態管理する機能もあるため、実際の患者にタグを取り付ける場合は、夜間の就寝時だけなどの配慮が必要と考えられる。無線 LAN タグの実験では、サーバーの騒音が問題であることがわかった。特に、図 Z 3 で上に置かれた Wireless Location Appliance の動作音が甲高く、非常に騒々しかった。このサーバーを病棟のナースステーションなどに設置することは困難である。もちろん、サーバーを院内のサーバー室に設置して、院内の LAN を経由して位置を検出すれば良いのであるが、現在当院で使われている Wireless Access Point の多くが、このシステムに対応していないため、注意が必要である。

E. 結論

今回我々は、RFID タグと無線 LAN タグを用いた医療安全のための実験を行った。RFID タグに関しては、一定時間以上同一地点に留まると警告が発せられるシステムを開発し、実験を行った。タグステーションの受信感度の設定や、警告が発せられるまでの時間設定を調整する必要があることが判明したが、概ね良好な結果が得られた。但し、設置場所によっては、外見的な配慮も必要であると考えられた。無線 LAN タグについても、良好な結果が得られた。但し、無線 LAN に関しては精度が非常に高いため、実際に患者に装着する場合は特にプライバシーに十分配慮する必要があると考えられた。

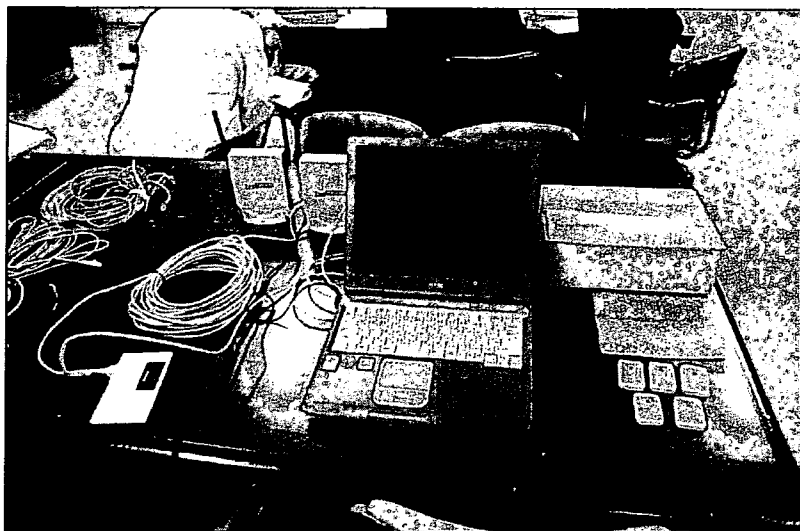


図1. 富士通ソフトウェアテクノロジーズ社製RFIDシステム



図2. RFIDタグ (アクティブタグ)

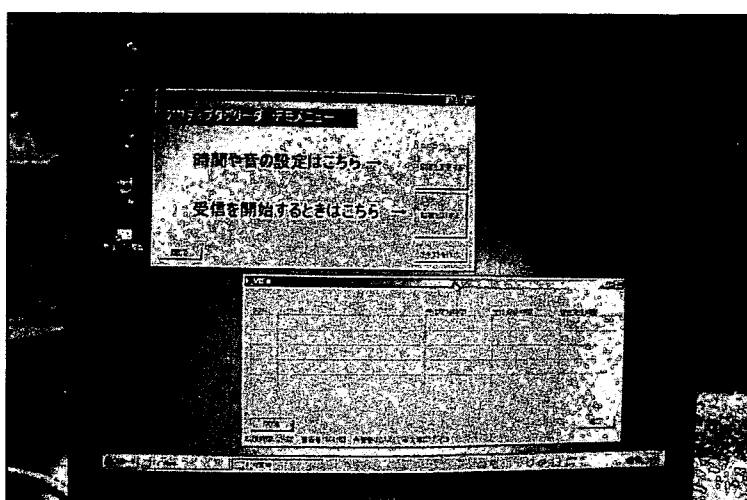


図3. 画面構成

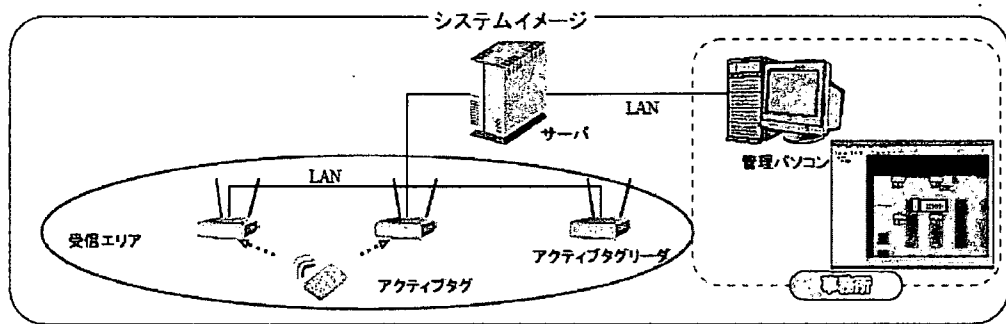


図4. システムイメージ（「サーバー」はLANのサーバー）

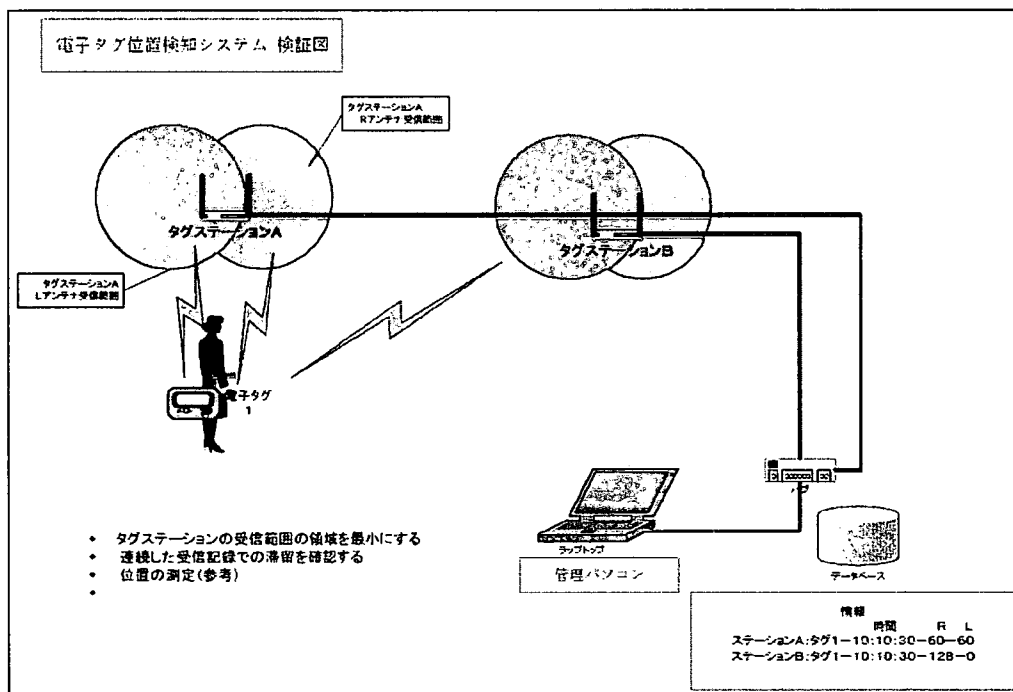


図5. 位置検知システム概念図

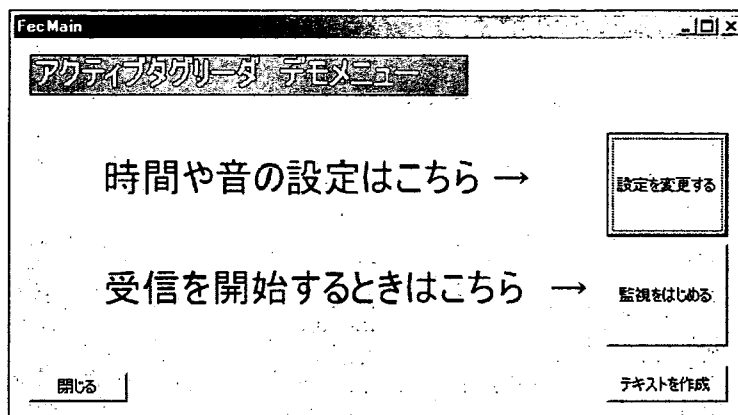


図 6. メニュー画面

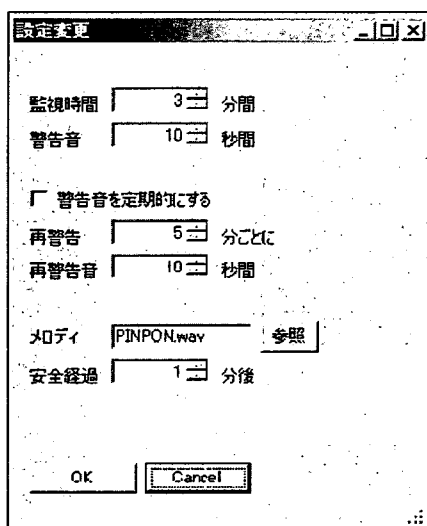


図 7. 設定画面

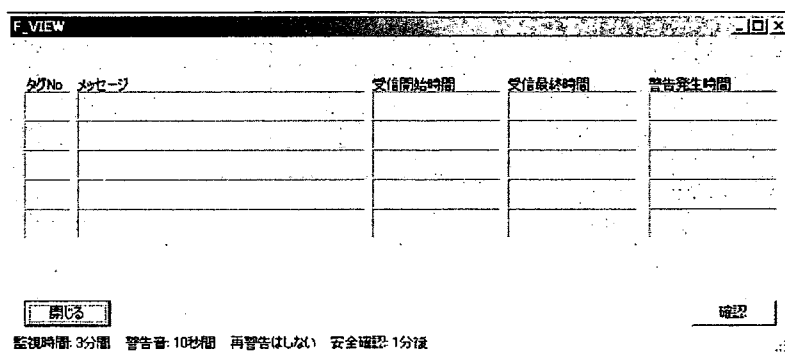


図 8. 監視画面

タグNo	メッセージ	受信開始時間	受信最終時間	警告発生時間
34	タグ情報を受信しました	2008/02/28 06:14:05	2008/02/28 06:16:35	

閉じる 確認

監視時間: 3分間 警告音: 10秒間 再警告はしない 安全確認: 1分後

図 9. タグ情報の受信 図 10. 3分間受信を続けると警告を発生 図 11. 警告が10秒続くと警告を解除

タグNo	メッセージ	受信開始時間	受信最終時間	警告発生時間
34	警告発生中	2008/02/28 06:14:05	2008/02/28 06:17:08	2008/02/28 06:17:08

閉じる 確認

監視時間: 3分間 警告音: 10秒間 再警告はしない 安全確認: 1分後

図 10. 3分間受信を続けると警告を発生

タグNo	メッセージ	受信開始時間	受信最終時間	警告発生時間
34	警告解除	2008/02/28 06:14:05	2008/02/28 06:17:23	2008/02/28 06:17:08

閉じる 確認

監視時間: 3分間 警告音: 10秒間 再警告はしない 安全確認: 1分後

図 11. 警告が10秒続くと警告を解除

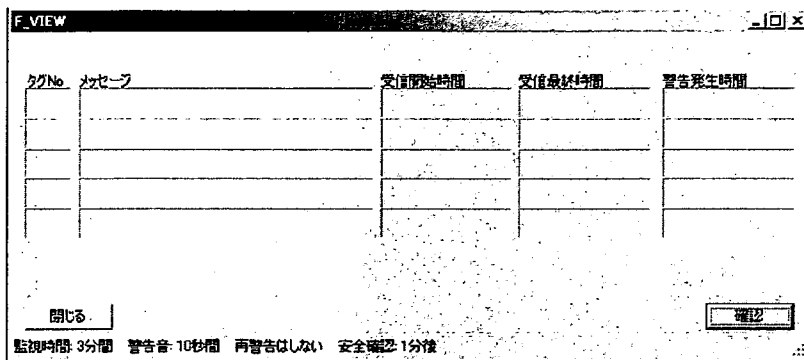


図 1 2. 受信が途絶えて1分経つと安全が確認されたとして消える

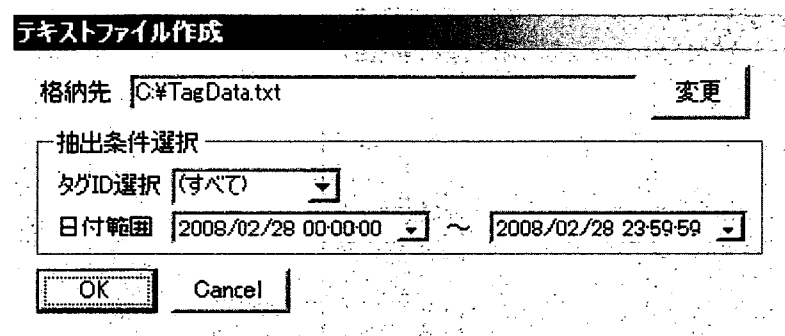


図 1 3. テキストファイル作成機能

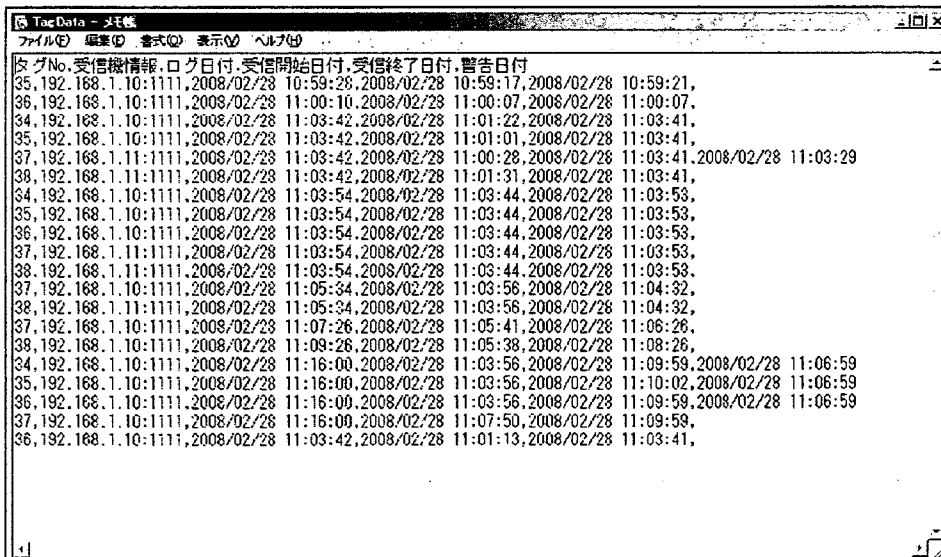


図 1 4. 受信記録

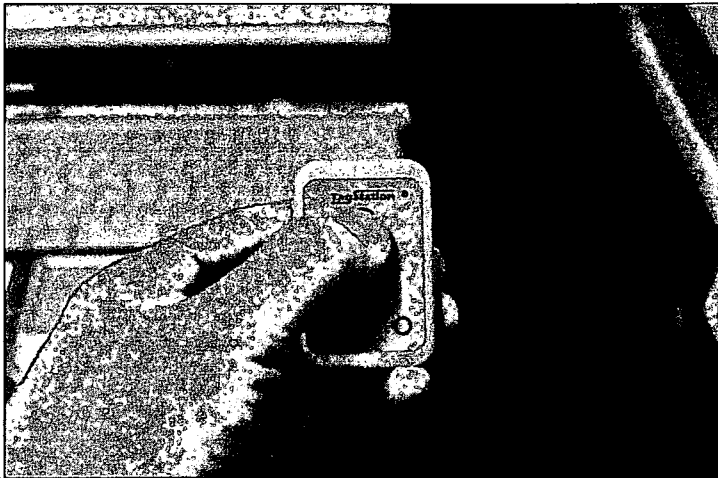


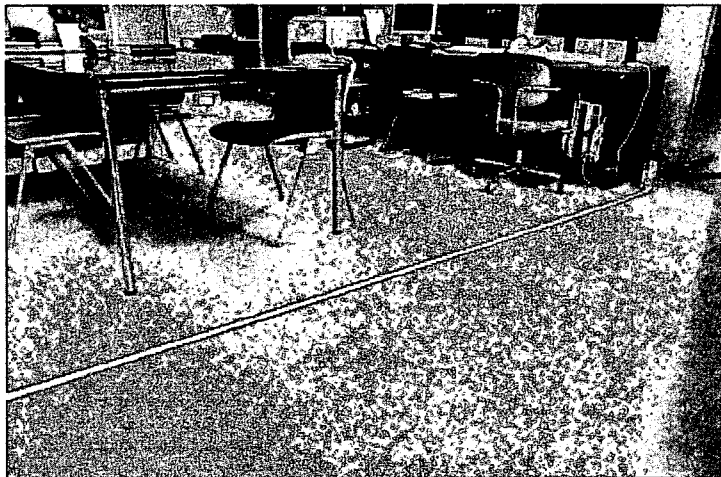
図 1 5. 緊急時の警報機能

No.	ステータス	受信開始時間	受信最終時間	警報発生時間
24	警報発生中	2008/02/29 06:02:41まで	2008/02/29 04:59:28	2008/02/29 05:02:31

閉じる

監視時間: 3分間、警告音: 10秒間(再警告なし)、安全確認: 1分間

図 1 6. 緊急時の警報発生画面



タグステーション

図 1 7. 受信距離測定

タグNo	メッセージ	受信開始時間	受信最終時間	警告発生時間
34	タグ情報を受信しました 2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:29	
35	タグ情報を受信しました 2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:29	
36	タグ情報を受信しました 2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:29	
37	タグ情報を受信しました 2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:08	2008/02/28 12:49:29	

閉じる 確認

監視時間: 3分間 警告音: 10秒間 再警告はしない 安全確認: 1分後

図 18. 受信距離測定結果

設定変更

監視時間 分間

警告音 秒間

警告音を定期列にする

再警告 分ごと

再警告音 秒間

モデル 参照

安全経過 分後

OK Cancel

図 19. 再警告を設定

タグNo	メッセージ	受信開始時間	受信最終時間	警告発生時間
34	警告一時解除...2008/02/28 07:19:32まで	2008/02/28 07:11:19	2008/02/28 07:14:37	2008/02/28 07:14:22
35	警告一時解除...2008/02/28 07:19:32まで	2008/02/28 07:11:19	2008/02/28 07:14:37	2008/02/28 07:14:22
36	警告一時解除...2008/02/28 07:19:32まで	2008/02/28 07:11:19	2008/02/28 07:14:37	2008/02/28 07:14:22

閉じる 確認

監視時間: 3分間 警告音: 10秒間 再警告: 5分ごと 再警告音: 10秒間 安全確認: 1分後

図 20. 1回目の警告一時解除

タグNo	メッセージ	受信開始時間	受信最終時間	警告発生時間
34	再警告中--2008/02/28 07:1942まで	2008/02/28 07:11:19	2008/02/28 07:19:35	2008/02/28 07:14:22
35	再警告中--2008/02/28 07:1942まで	2008/02/28 07:11:19	2008/02/28 07:19:35	2008/02/28 07:14:22
36	再警告中--2008/02/28 07:1942まで	2008/02/28 07:11:19	2008/02/28 07:19:35	2008/02/28 07:14:22

閉じる

確認

監視時間: 3分間 警告音: 10秒間 再警告: 5分ごと 再警告音: 10秒間 安全確認: 1分後

図 2 1. 再警告画面

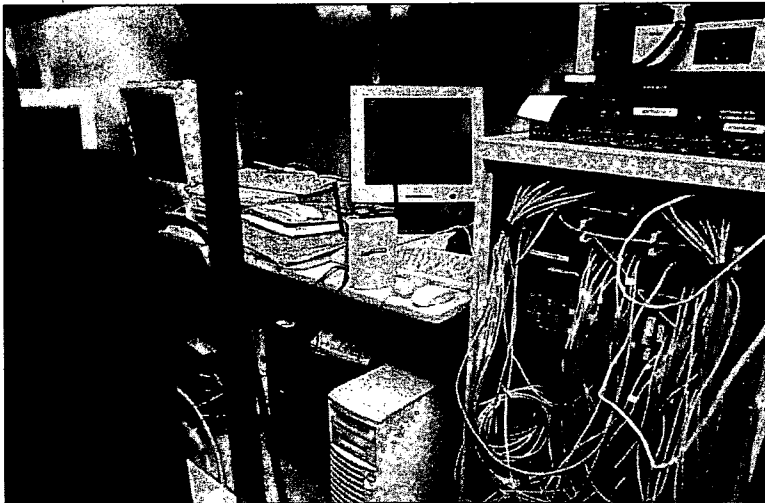


図 2 2. サーバ室にタグステーションを設置

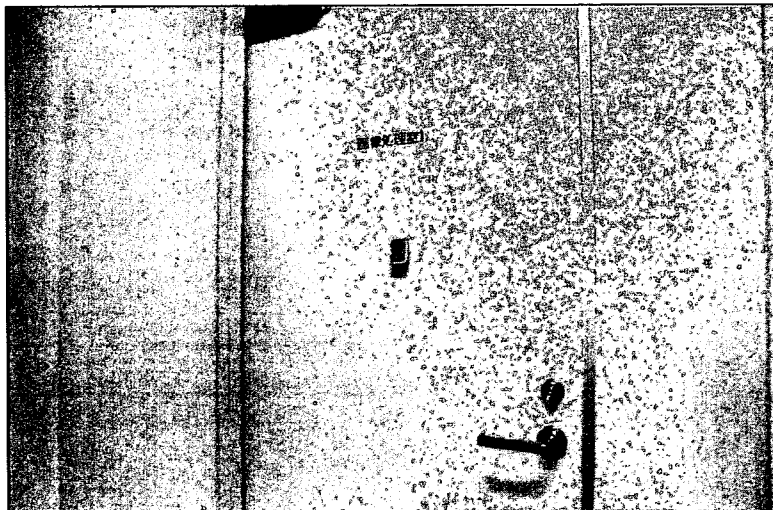


図 2 3. サーバ室外にタグを設置



図 2 4. サーバ室内のタグとタグステーション



図 2 5. サーバ室内でのタグとタグステーション

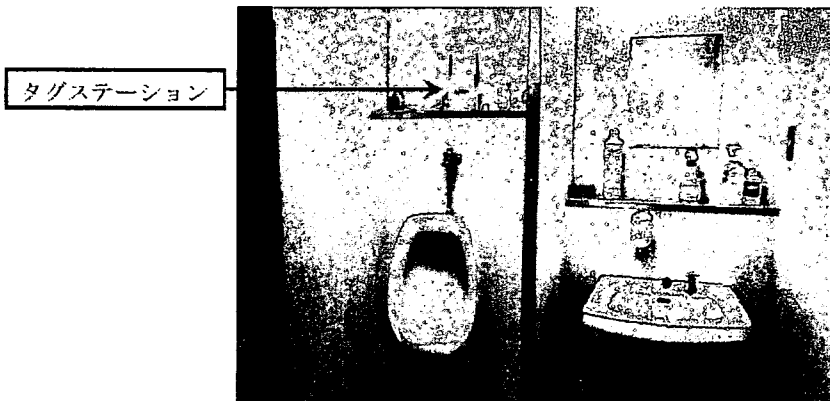


図 2 6. トイレ内にタグステーションを設置



図 27. 便座にタグを設置



図 28. 個室のドアを閉じた状態

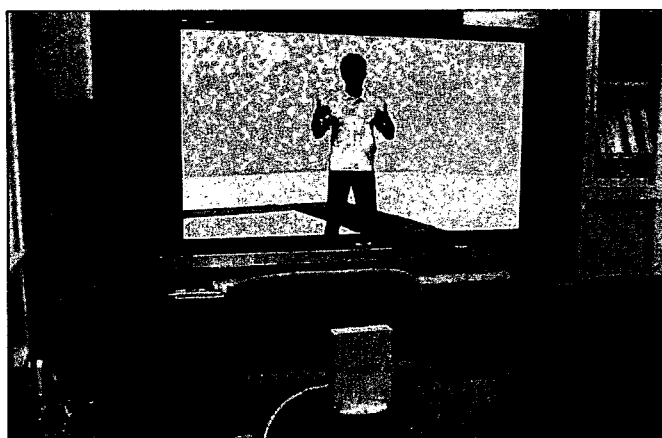


図 29. プラズマディスプレイの近くで実験

機器構成

アクセス用
Wireless LAN Controller
Wireless Control System
Location Appliance
Catalyst 3560

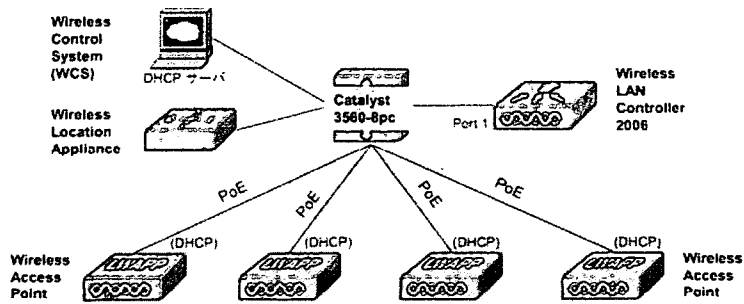


図 Z 1. 無線 LAN タグの機器構成



図 Z 2. 実験に使った無線 LAN タグ

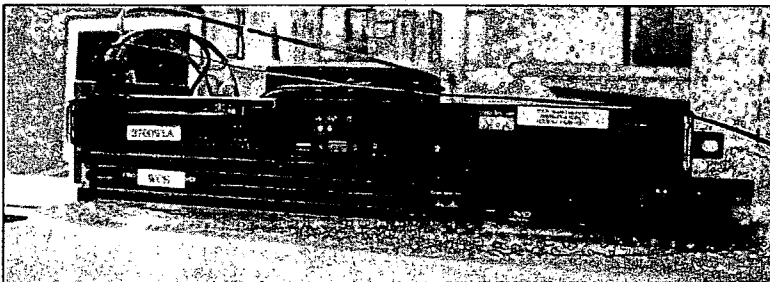
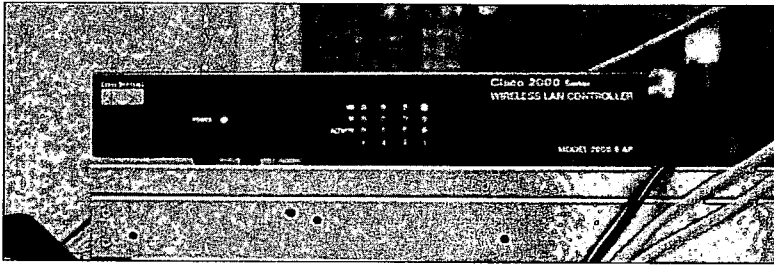
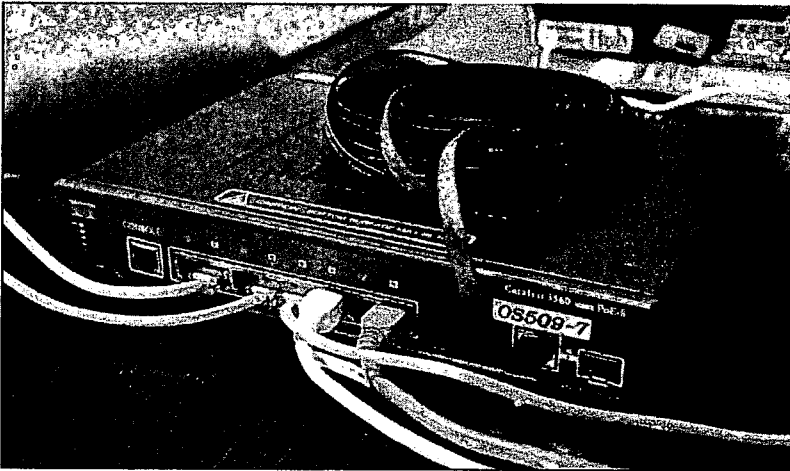


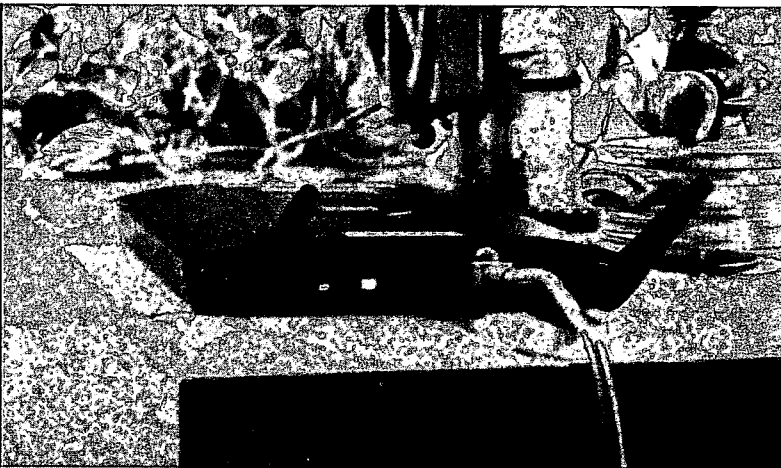
図 Z 3. Wireless Location Appliance (上) と Wireless Control System (下)



☒ Z 4. Wireless LAN Controller



☒ Z 5. Catalyst3560



☒ Z 6. Wireless Access Point