

## RFID を用いた病院内の手術器具の情報管理に関する研究

研究代表者	山下 和彦	東京医療保健大学医療保健学部准教授
共同研究者	井野 秀一	東京大学先端科学技術研究センター准教授
共同研究者	伊福部 達	東京大学先端科学技術研究センター教授

### 1 はじめに

医療過誤が社会的に問題である。1999年の米国の報告では、医療過誤による年間の死者数が98000人と推定され<sup>1)</sup>、大きな社会的問題となり様々な試み、改善、調査が行われている<sup>2,3,4)</sup>。日本でも、カルテレビューを行った結果、1年間に約20000人以上が医療過誤で死亡している可能性が報告され、医療安全の確保が喫急の課題となっている。

医療過誤が発生しやすい場所は、病室、ナースステーション、手術室が挙げられる。その中でも手術は1つの事例が生命の危機を誘発しやすく、早急な対策が必要であると考えられる。手術器具（鋼製小物）やガーゼの体内置き忘れ事故は、手術1万件に対し1件程度発生し、平均21日後にレントゲンやCTの検査を行うことで発見されることが多いと報告されている<sup>5)</sup>。

Fig.1に示すように、1回の手術で使用する鋼製小物は、数10種類、約50～200個であり、その中には微妙な形状のものを含んでいる。そのすべてを手術開始前、手術中、手術後に看護師が手作業で短時間にカウント（器械カウント）することが要求されるため、ヒューマンエラーが発生しやすい環境要因が整っていると考えられる<sup>5)</sup>。人間の記憶のメカニズムの観点からは、処理量と処理速度は反比例の関係にあることがわかっていることから、短時間に大量の鋼製小物をカウント（処理）することは精度の低下につながり、エラー誘発の要因となりうると予測される。

器械カウントのエラーは体内への器材置忘れ事故を誘発するだけではなく、レントゲン写真での探索など、数が合わなければ閉腹することができず、患者、医療従事者双方にとって時間的、精神的負担が増えていると考えられる。器械カウントの間違いを予防するために、医療現場で行われていることは、複数の看護師によるダブルチェック、すべての手術事例における手術直後のレントゲン撮影などが挙げられる。医療現場において看護師数は必ずしも十分ではなく、人手による解決手法は万全ではない。手術直後のレントゲン撮影は、患者と医療従事者に不必要なX線被曝を与えるとともに、不必要な医療費を使用することとなる。しかも部位や角度によっては発見できないこともあり、この方法も万全ではなく、新しい手法が求められている。

鋼製小物が原因の医療安全事故の一例として、新聞各社より2006年2月と2007年4月の2度にわたり、脳外科の鋼製小物によるクロイツフェルトヤコブ病の二次感染の可能性が国内で報道された。また、手術中に鋼製小物が破損することで、器材先端などが術野である体内に落ち、破損部分が体内を含め発見できない事例は頻繁に発生していると外科医は経験的に理解している<sup>5)</sup>。つまり、鋼製小物の劣化、精度の低下は手術の質の低下につながるといえる。

これまでは鋼製小物の個体管理が効率よく行われてこなかったため、使用している鋼製小物の使用頻度や回数を明らかにできず、鋼製小物の劣化による破損事故などを予測することは困難であった。また、多くの病院は何種類、何本の鋼製小物を所持しており、どのくらい使われているかなどの資産管理は行っておらず、正しい品質管理やマネジメントが行われていない。これらは確実に手術の質を低下させ、二次感染事例を含め医療安全の信頼性を損なう結果を誘発すると考えられる。

これらの背景を受け厚生労働省では、2006年に鋼製小物の個体管理を実施するよう通達を出し<sup>6)</sup>、さらに2007年4月の医療法改正では、鋼製小物の安全使用のために、耐用年数、費用、使用回数、頻度についてエビデンスに基づいた運用と管理を義務づけた。これはこれまでの保守管理の努力目標から義務へと移行し、より実践的な医療安全確立のための体制づくりが求められているといえる<sup>7)</sup>。

そこで本研究では、Radio frequency identification (RFID)を用いた鋼製小物の情報化による個体管理を行うことを目的とし、セラミック型RFIDタグを取り付けた鋼製小物の開発を行った。本研究の位置づけは、臨床応用を行うための前段階の基礎的研究として、鋼製小物に適用可能なセラミック型RFIDタグの開発とその特性の検証を行った。

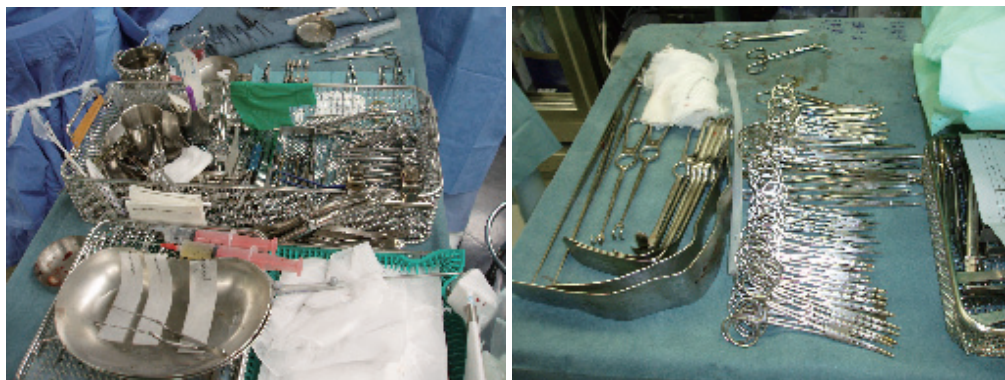


Fig.1 手術中の鋼製小物の様子（左）と展開台に並べられた鋼製小物の様子（右）

## 2 鋼製小物に応用するためのセラミック型 RFID タグの開発

### 2-1 鋼製小物へ取り付け可能な RFID タグの概要

鋼製小物を情報化し、個体管理をする利点として、①手術中の器械出し看護師の器械カウントの信頼性向上、②手術用コンテナへの器械構成の信頼性向上、③鋼製小物の個体管理情報に基づいた破損の予防・整備と不具合のある器械の識別、④鋼製小物の紛失防止、⑤感染制御の徹底による2次感染の防止、⑥安全担当責任者の確立、⑦手術に対する病院経営的評価の確立などが挙げられる。

鋼製小物を情報化する手法として、バーコード、2次元シンボル（Data matrix や QR コード）、RFID タグが挙げられる。バーコードは呼吸器や輸液ポンプの管理などの ME 機器の管理や患者のリストバンドに多く用いられている<sup>8,9)</sup>。

2次元シンボルは日本やヨーロッパ諸国で積極的に鋼製小物への取り付けが行われている。特に日本国内においては、日本医療機器関係団体協議会が、海外では GS1 が標準システムの普及推進を行っている<sup>10)</sup>。2次元シンボルは 0.8~5mm 角の範囲で表示できるため、小型の装置などでも記載でき有効であると考えられる<sup>11)</sup>。しかし、2次元シンボルの読み取り方法は、光学的手法を採用しているため、2次元シンボルと読み取り装置が face to face で対面していないと読み取りができず、また、まとめて読み込むことはできないため、1本ずつ順番に読み取っていく必要がある。すなわち利用者は、読取装置と目標となる2次元シンボルの位置を視覚的に認識しながら、角度や距離などを経験的に制御し、使用する必要があるため熟練を要する。また、刻印部分に傷がついていたり、付着物や血液等の汚れがあると読み取りができないという欠点も挙げられる。鋼製小物は、洗浄と滅菌を繰り返し、取り扱いも精密機械ほど丁寧ではなく、落下することもある。洗浄過程では pH を調整したアルカリ性洗剤などが使用される。そのため、鋼製小物に傷や錆び等がつくケースはかなりの確率で考えられる。

また、2次元シンボル自体には、情報の書き込みができない。そのため、読み取り装置とホストコンピュータなどに構築したデータベースの通信を随時行い、データの照合を行う必要がある。すなわち、2次元シンボルには、意識的な読み込み動作とデータベースとの情報の照合が必要となる。

一方で、RFID タグはバーコードや2次元シンボルに比べ、RFID タグ自体に情報を読み書きできるため、瞬時的な情報の認識が可能である。また、RFID は光学的な通信方式ではなく、電波を用いているため、複数の一括読み込みおよび書き込み、ある程度距離が離れていても通信が可能であるという利点がある。

しかし、従来の RFID タグは金属や水分に対し、特別なコーティングなどを施す必要があり、小型化が難しかった。また、鋼製小物に応用する場合には、耐熱性などの滅菌に対する特別な処置を施す必要があり、応用ができなかったことが挙げられる。

鋼製小物の個体管理やトレーサビリティを行うためには、Table 1 に示したように、①繰り返しの滅菌に耐える特性、②落下などの衝撃で破損しない衝撃耐性、③超音波洗浄のための水分の耐性と超音波耐性が必要となる。また、④万が一の破損による情報の保障、⑤鋼製小物に取り付けを実現するための小型化、⑥手術操作を阻害しない取り付け方法の確立が必要不可欠である。

Table 1 鋼製小物へ取り付け可能な  
RFID タグに求められる特性

① 滅菌特性（繰り返し・高熱耐性特性）
② 耐衝撃耐性
③ 水分，超音波耐性
④ 情報保障
⑤ 小型化
⑥ 取り付け方法の確立

## 2-2 セラミックを利用した RFID タグの開発

本研究で開発したセラミック型 RFID タグを Fig. 2 に示す。Fig. 2 には開発したセラミック型 RFID タグを鋼製小物に試作として取り付けただけのものを合わせて示した。Fig. 2 に示したタグの仕様は、直径 5mm、高さ 2mm、重さ 1.0g である。周波数は 13.56 MHz であり、国際規格 ISO/IEC18000-3 に基づいて使用した。内部のチップには、フィリップス社製の I-code SLI を採用し、アンテナは自作した。チップの情報量は、128 byte であり、ユーザ領域は 108 byte である。それをセラミックコーティングすることで封入した。

セラミックを採用した理由は、次の 4 点である。a. 熱伝導率が低く、セラミック自体には 1500 度の加熱にも耐える特性があること（耐熱性）、b. 人工歯根などに用いられるように、無機物であるため生体適合性が高いこと（生体適合性）、c. 硬度が高いため、摩擦などによる変形、摩耗がないこと（耐蝕性、耐摩耗性）、d. ほとんどの材質は加熱により膨張し、タグ内部のアンテナやチップに応力が加わり故障の原因となるが、セラミックの膨張率は 0.01~0.015 mm であり、滅菌を行う程度の加熱を行っても、ほとんど膨張することはないと考えられる。すなわち、低膨張性の特性により故障率を低く抑えられる利点がある。以上の理由から本研究ではセラミックに着目し、RFID への応用を試みた。

Fig. 2 上に示したように、開発したセラミック型 RFID タグにはすべてのタグに固有（ユニーク）な ID 番号がレーザにて刻印されている。すなわち、Table 1 に示した④の情報保障を行った。万が一タグに故障が発生し読み取りが困難になった場合にも、その器材を特定し、情報の確認をデータベースより行うために、ユニークな ID 番号を製造時に記載することとした。鋼製小物に刻印する 2 次元シンボルと異なり、セラミックは硬度が高いため、ダイヤモンドなどのセラミック以上の硬度を持つ素材で削らなければ、ID 番号が消えることはないと考えられる。

Table 1 の⑤の小型化は Fig. 2 に示したように、直径 5 mm、厚さ 2 mm にすることで実現させた。チップに記載可能な情報量は 128byte である。この特性は、本研究に用いたフィリップス社の RFID のチップの特性に依存している。すなわち、これだけの情報量をチップ上に保持、および読み書き可能であれば、十分な量

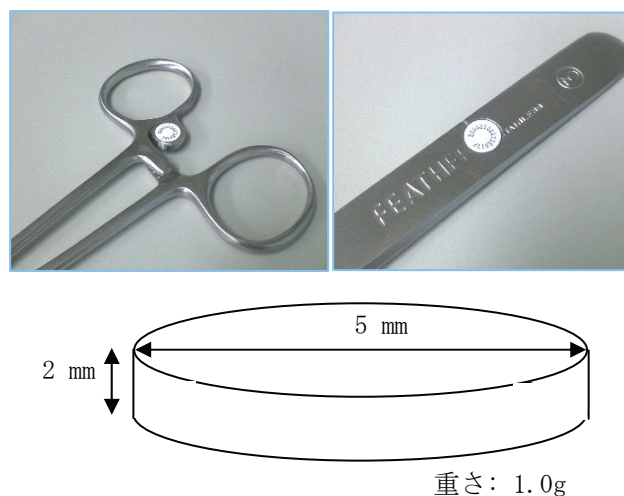


Fig. 2 セラミック型 RFID タグを取り付けた鋼製小物の  
外観（上）とタグの仕様（下）

の鋼製小物の個体管理が可能であり、実用性に耐えうると考えられる。これ以上の情報量を持つチップも開発されているが、リーダ/ライタとの読み書き時間に影響を与えるため、本研究では 128 byte の容量のチップを用いている。将来的に通信速度等が向上する可能性もあり、その場合にはチップ容量を変更できることを視野に入れている。

チップ上に記載される情報の選定は医療現場や世界規模での標準化が必要である。したがって、本報告書では深く触れないこととし、エビデンスの抽出のみにクローズアップすることとする。標準化については、関係機関等で十分に議論し、データベースの設計が行われることを期待したい。

### 3 実験方法

#### 3-1 セラミック型 RFID タグの基礎的研究の実験概要

開発したセラミック型 RFID タグを鋼製小物に取り付けるためには、Table 1 の①から③を確かめる必要がある。そのため、実験は高圧蒸気滅菌の繰り返し実験、加熱チャレンジテスト、水溶液中での超音波実験、加圧実験を行い、RFID タグの動作確認を行った。これを確かめることにより、鋼製小物への取り付けの可能性を議論できると考える。またここでは、各実験による破壊特性を調べることを目的にしたため、通信特性については議論しないこととした。すなわち、各実験による通信距離等の検証は行っていない。通信距離は、リーダ/ライタの出力や読み取りの角度、環境によって通信特性に影響を与えるため、臨床で起こりうる状況を精査し実験を行う必要があり、今後の課題とした。

よって、以下の実験では、タグの読み取りができれば通信可能、できなければ故障という判断をした。

#### 3-2 加熱繰り返しテストによる滅菌特性

手術において鋼製小物を使用するためには滅菌が必要である。すなわち、鋼製小物に取り付ける RFID タグには繰り返しの熱耐性が求められる。そこで本研究では、127°C、30 分間、湿度 100%、圧力 1.5kgf/cm<sup>2</sup> の環境下で繰り返し滅菌を加えることで開発した RFID タグの滅菌特性を確かめることとした。

高圧蒸気滅菌器はトミー工業株式会社製 BS-305 を用いた。本来であれば、滅菌特性は 135°C の加熱条件とすべきであるが、本実験で用いた高圧蒸気滅菌器の最高設定温度が 127°C であるため、この温度設定とした。加熱耐性は 3.3 でも確認することとする。

セラミック型 RFID タグは 50 個とし、繰り返し滅菌回数は 50 回とした。加温時間の 30 分は設定温度である 127°C に到達してからの時間とし、加温終了後 30 分以上が経過し、圧力が通常状態に戻ってから通信実験を行うこととした。

#### 3-3 加熱チャレンジテストによる故障の検証

実際の臨床の場面において、設定温度を間違えることによる過度の加熱、ハイスピードで滅菌する場合、将来、例えば変異型プリオンなどの対策による高温での滅菌要求があった場合を想定すべきである。しかし、チップの動作範囲は-20~80 度であり、保存範囲は-25~120 度である。すなわち、そのまま滅菌をかければ故障する可能性があるとして予測される。

本研究で開発したセラミック型 RFID タグはセラミックコーティングの効果により、それ以上の加熱にも耐えられると考える。そこで、セラミック型 RFID タグの加熱特性を調べるために、200 度、300 時間のチャレンジテストを実施した。用いたセラミック型 RFID タグは 20 個であり、ここでは繰り返し試験を行わず、各タグとも 1 回の加温チャレンジテストを実施した。

実験は設定温度である 200 度に到達してから 300 時間加熱を行い、加温後の冷却は自然冷却としたため、加温後 12 時間以上経過した後に通信実験を行った。

#### 3-4 水分、超音波特性を確認するための繰り返し実験

鋼製小物の洗浄過程を見ると、熱水による予備洗浄、水溶液中での超音波洗浄、pH を調整した洗剤中での洗浄、すすぎとなる。その後、鋼製小物を組み立てる材料部等の担当者によりコンテナに必要な鋼製小物が集められ、滅菌にかけられることとなる。そこで、ここでは Table 1 中の③に着目し、水溶液に浸漬すること、および超音波洗浄による故障の検証を行った。

用いたセラミック型 RFID タグは 20 個とした。超音波洗浄器は、周波数 28kHz、出力 150W、繰り返し加振時間 30 分とした。繰り返し回数は 30 回とした。

### 3-5 加圧による繰り返し衝撃耐性の実験

鋼製小物は洗浄過程、器械の組み立て過程、手術過程などにおいて様々な衝撃が加えられる。特に手術中は、鋼製小物の落下、鋼製小物同士の接触等が考えられる。鋼製小物の中には、数年に渡り使用するものが多いため、継続的な衝撃が加えられる可能性があり、加圧による繰り返し衝撃耐性が重要である。そこでここでは、加圧による繰り返し衝撃耐性を調べた。

方法は、一般工業用の加圧試験を行う汎用試験機にて行い、実験条件は、1 クール 30 回、平均 150kgf の加重を繰り返し行った。1 クールごとに読み取り確認を行い、各タグともに 5 クール、すなわち 150 回の繰り返し加圧試験を行った。セラミック型 RFID タグの個数は 10 個である。

### 3-6 セラミック型 RFID タグの基礎的研究の実験結果

#### ①加熱繰り返しテストによる滅菌特性の結果

開発したセラミック型 RFID タグ 50 個を用いて 127°C、30 分間の高圧蒸気滅菌を 50 回繰り返し行い、滅菌耐性を調べた。その結果、通信ができなくなったのは 1 個であり、故障率は 2%であった。故障した 1 個は、実験前には通信試験で故障していないことが確認されており、繰り返し試験 2 回目で通信不能となった。

#### ②加熱チャレンジテストによる故障の検証の結果

セラミック型 RFID タグに内蔵したチップの動作範囲および保存範囲を超える加熱を加えることによるチャレンジテストを実施した。

200°C、300 時間の加熱を行った結果、セラミック型 RFID タグの故障率は 0%で、通信不能となるタグは確認されなかった。また外形についても変形などは確認されず、形状、通信特性の観点から故障は見られなかった。

#### ③水分、超音波特性を確認するための繰り返し実験の結果

臨床現場における洗浄過程を想定し、水中での超音波曝露実験を行った。その結果、セラミック型 RFID タグの故障率は 0%で、故障は確認されなかった。また外形についても変形などは確認されず、形状、通信特性の観点から故障は見られなかった。

#### ④加圧による繰り返し衝撃耐性の実験の結果

実際の使用場面を考えた場合、洗浄、手術中、落下等の繰り返しなどの衝撃が加わることが考えられる。そこで、繰り返しの衝撃耐性を検証するために、通常では加わることが考えられない 150kgf の荷重を繰り返し 150 回加えた。

その結果、セラミック型 RFID タグの故障率は 0%で、故障は確認されなかった。また外形についても変形などは確認されず、形状、通信特性の観点から故障は見られなかった。つまり、150 回の加圧繰り返し特性が確認された。

### 3-7 セラミック型 RFID タグの基礎的研究の考察

手術中の医療過誤防止や手術の質向上のための方策として、鋼製小物の情報化が挙げられる。そこで本研究では、鋼製小物に適用できるセラミック型 RFID タグを開発し、その基本特性を調べた。

その結果、繰り返し滅菌耐性として 127°C、30 分の加熱繰り返しテストでは故障率 2%、200°C、300 時間の加熱チャレンジテストでは故障率 0%であった。繰り返し滅菌耐性の故障率 2%は改善の余地があるが、故障の発生が実験開始 2 回目と早期の故障であり、作成過程における初期不良の可能性が考えられ、負荷試験合格後の製品での故障率はもっと低いと考えられる。今後も引き続き故障率低下の改善方法を検討することで現状の想定している範囲の実用面において耐えられる範囲だと考えられる。

本 RFID の表面には Table 1 の④に記載した情報保障としてレーザー刻印で固有の ID を記載している。そのため、万が一、故障が起こっても使用している鋼製小物を特定でき、個体認識が可能となる。よって、鋼製小物の個体管理という範囲においては実用性が示唆されたと考えられる。

一方、加熱チャレンジテストでは、通常では加わることが考えられない 200°C、300 時間の高熱、長時間加

温でも故障は確認されなかった。これは、ヒューマンエラーによる加熱、滅菌の指針の変更にも耐えうるものであり、滅菌に対する実用性が示唆されたと考えられる。

洗浄過程を想定した水中での超音波曝露試験でもセラミック型 RFID タグの故障は確認されなかった。また、セラミックは無機物であり、洗剤や有機溶媒であっても相互作用は小さいと考えられる。これらの理由から洗浄過程におけるセラミック型 RFID タグの耐性も確認されたと考えられる。

臨床現場で考えた場合、落下や接触などによる長期間の衝撃が繰り返されることが予測される。そこで、通常では考えられない 150kgf の荷重を 150 回にわたり繰り返し衝撃を加えた。その結果、セラミック型 RFID タグの外形および通信において故障は発生しなかった。

このように鋼製小物の使用の臨床現場に基づいて RFID タグの基本性能を検証した結果、実用性に耐えうる可能性が示唆された。またタグ自体の性能も 128byte と一病院で保持する鋼製小物をすべて十分にカバーできる情報量を持っており、鋼製小物の個体管理を実現することが可能であると考えられる。また、Fig. 2 に示したように実際に鋼製小物への取り付けも実験的にを行い、読み取り、書き込みが可能となっている。

これらのことから洗浄、滅菌過程、使用環境を想定した鋼製小物の個体管理のためのセラミック型 RFID タグの開発ができたと考えられる。

#### 4 手術における鋼製小物の利用環境を想定したデータベースの開発

ここまでで鋼製小物に取り付け可能な RFID の基礎的特性が明らかにできた。本研究では、臨床現場での実用化を目指しているため、手術室、洗浄・滅菌を行う院内の中央材料部等で使用するためのデータベースおよびシステム開発を行っている。現在の大規模な病院では病院内で洗浄と滅菌を行っているが、中規模以下の病院では外部委託しているところも多い。これら鋼製小物が他病院と共有しないこと、滅菌や基本的な処理過程をデータに保存することは今後の医療過誤を予防することはもちろんだが、新しいビジネスを創出することにもつながると考えられる。

実際の臨床試験は今後行う計画であるが、システム開発および簡単な実験室レベルのデータ取得を本年度は行った。想定している院内のインフラは院内 LAN を利用し、ユーザビリティを考えて Web データベースでの使用を考えている。

開発環境は、Microsoft Access2003, Visual studio 2005 による ASP.NET を用いることとした。Fig. 3 は手術室内で術前、術中、術後に用いる器械カウムの確認画面である。Fig. 4 は手術室内での使用を考えているリーダ/ライタを示した。Fig. 4 の上で鋼製小物が展開され、器械出し看護師が術者に渡される。したがって、常にリーダ/ライタは動作しているの、常時器械のカウムの行われ、手術中の鋼製小物の動きが捉えられることになる。したがって、器械出し看護師やそれをサポートする外回り看護師は、随時 Fig. 3 の画面を利用することで器械の有無、動きなどを確認することができる。

Fig. 5 は中央材料部で器械をセットする際に用いる画面である。手術の種類における器械セットの内容は病院によって異なるため、術式別のセット内容は簡単にカスタマイズできるように工夫する。また、過去にどのように滅菌されてきたかの情報もデータとして残すことができるだけでなく、電子カルテ等と連動させることで、すべての鋼製小物が誰に使われたかの履歴まで管理できることとなる。

以上大まかなシステム設計ができた。今後、実際の看護師、医師の使用環境等を取り入れながらシステムを完成させる計画である。

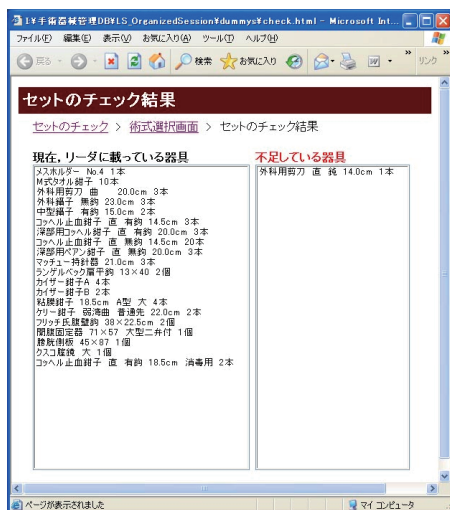


Fig. 3 手術室での器械カウムの確認画面



Fig. 4 手術室で使用するためのリーダ/ライタ

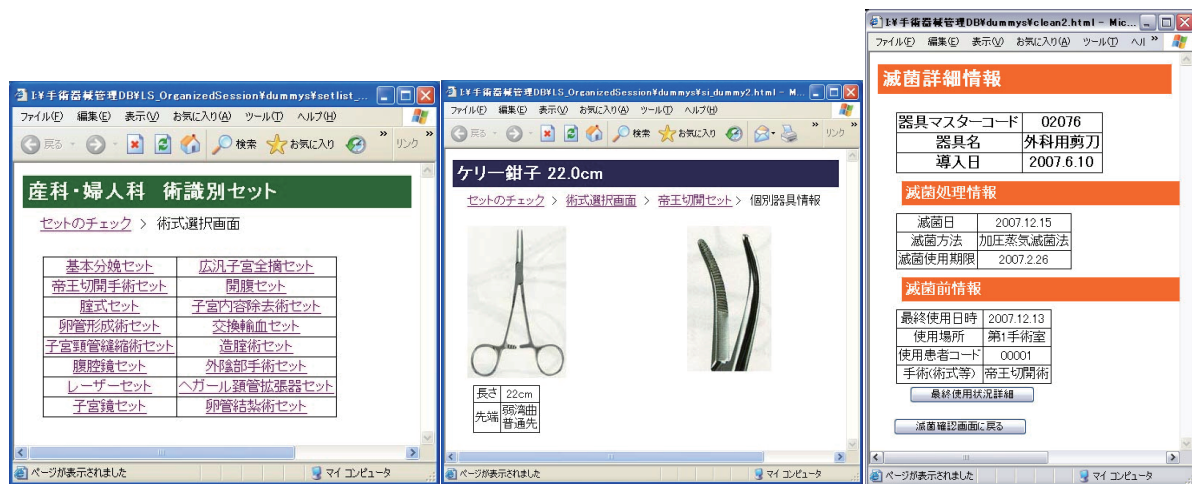


Fig. 5 器械セットと滅菌にかかわるデータベース

## 5 まとめ

手術での器械カウントの信頼性向上や看護師の負担軽減、鋼製小物の使用歴や状況、個体管理のために鋼製小物に取り付け可能なRFIDタグの開発を行った。

その結果、以下の知見が得られた。

- ① 滅菌を想定した高圧蒸気滅菌の繰り返し試験での故障率は2%であった。
- ② 200°C、300時間の加熱チャレンジ試験での故障率は0%で、外形の変形も見られなかった。
- ③ 洗浄過程を想定した水溶液中での超音波曝露繰り返し実験での故障率は0%であり、外形の変形も見られなかった。
- ④ 落下衝撃等を想定した加圧繰り返し試験での故障率は0%であり、外形の変形も見られなかった。
- ⑤ RFIDタグの性能は鋼製小物の個体管理を行うのに十分な128byteであり、大きさも厚み2mm、直径5mmと小型化を実現できたため、多くの鋼製小物への対応が可能となった。

以上のことから滅菌耐性、水分・超音波耐性、衝撃耐性、情報保障と小型化が実現でき、手術のための鋼製小物への取り付け可能なセラミック型RFIDタグの開発ができたと考えられる。さらに、Webベースのデータベースシステムを開発し、臨床応用に向けた研究を進めている。

## 【参考文献】

- 1 Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To Err is human, Building a safer health system. Washington DC, National Academy Press, 1999.
- 2 Christopher PL, Jeffrey MR, Jhon WC, Rainu K, Elisabeth B, Joel TK, Craig ML, Peter HS, Steven WL, David WB, Charles AC. Effect of reducing interns' work hours on serious medical errors in intensive care unit. N Engl J Med 2004; 351: 1838-1848.
- 3 Drew DA, Carolyn C, Robert JB. Improving patient safety-five years after the IOM report. N Engl J Med 2008; 351: 2041-2043.
- 4 Stelfox HT, Palmisani S, Scurlock C, Orav EJ, Bates DW. The "To Err is Human" report and the patient safety literature. Qual Saf Health Care 2006; 15: 174-178.
- 5 Atul AG, David MS, John EO, Troyen AB, Michael JZ. Risk factors for retained instruments and sponges after surgery. N Engl J Med 2003; 348: 229-235.
- 6 厚生労働省医薬食品局安全対策課。薬食安発第03110001号、整形外科手術用器械器具の自主点検等について、2006
- 7 秋山昌範。医療安全のためのトレーサビリティと経営管理-国際動向を踏まえて-。医科器械学 2007;77: 372-380.
- 8 田中聖人。携帯情報端末(PDA)を活用した診療業務の改善-看護携帯端末, PDAを応用した内視鏡看護支援システム。医科器械学 2007;77:423-431.

- 9 Emily SP, Michelle LR, Marta LR. Fifteen best practice recommendations for bar-code medication administration in the veterans health administration. *Joint commission J.* 2004; 30: 355-365.
- 10 酒井順哉. 改正医療法施行に伴う医療機器安全確保に役立つ標準バーコード GS1-128 活用の意義. *医科器械学* 2007;77:365-371.
- 11 永井元就. 手術器具の二次元シンボル刻印とその読み取りによる医療安全に向けての取り組み. *医科器械学* 2007;77:385-391.

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
セラミック型 RFID による手術器具の情報管理システムの開発	第 5 回生活支援工学系学会連合大会	2007 年 10 月
RFID タグを用いた手術器具の情報化と医療支援システムの開発	日本手術医学会	2007 年 9 月
セラミックタグを用いた手術器材のトレーサビリティへの応用	日本生体医工学会	2007 年 5 月
鋼製小物の個体管理に利用可能なセラミック型 RFID の開発	日本手術医学会	投稿中
Identification of information surgical instrument by ceramic RFID tag	International journal of intelligent computing in medical sciences and image processing	In press