

文化財環境における遍在型デジタルアーカイブ研究 ～非接触型ICチップ/タグを利用した、 文化財環境でのユビキタス・アーカイブの実現について～

○小池 公二^{1,2}
平尾 大輔^{1,2}
大谷 淳¹

概要：文化財環境における近距離無線搭載型携帯電話とアンテナ付き超小型ICチップを使用する、保存・管理・展示・学習システムである。多様な対象物にチップを付すことで、その対象物から直に必要な情報を入手出来る特性をもつ新たな遍在型、分散型データベースとなる。

Research in the ubiquitous archives in the field of cultural properties.

-About ubiquitous archives which take on
RFID (Radio Frequency Identification)
and
IC tip/tag ,in the cultural properties.-

○Koji Koike^{1,2}
Daisuke hirao^{1,2}
Jun Ohya¹

Summary:The preservation,management and learning system to use the short-range wireless cellular phone and the ultraminiature IC chip loading the antenna in the field of cultural properties.

Putting the chip on various objects makes it a new,ubiquitous,anddistributed database ,which can directly get the needed information.

1.はじめに

IT (Information Technology)技術、携帯電話や携帯端末の一般への普及が進み、情報通信技術の分野ではミュゼオロジー (Museology文化社会学・博物館学) 分野での通信技術の利用について様々な研究が始まっている。代表的なものとしては、美術館内の通信設備と携帯端末を利用した館内ナビゲーションシステムの研究が挙げられる。また、様々な文化財、文化遺産をデジタルデータに記録保存し、広範な利用に供するデジタルアーカイブへの関心が高まってきている。

情報通信技術の先端領域ではUbiquitous computer (ユビキタス、遍在型コンピューター)、wearable computer (ウェアブル、着衣型コンピューター) が注目を集めるようになってきたが、機器の小型軽量化、携帯化、無線通信機能、衣類や対象物に直接添付されるほどの大きさのIC素子、IC素子からの情報の入手方法などが実現化においての課題であり、ソフトウェアにも機能に限界があった。

1 早稲田大学 大学院国際情報通信研究科GITS

1 Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies Waseda University

2 早稲田大学 大学院国際情報通信研究科GITS/文化遺産デジタルアーカイブ研究所

2 Waseda Institute of Museology:Digital Archive and Conservation Science

今後進展してゆくミュージアムのデジタル化において、既存の情報(資料、ドキュメンテーション)の収集整理は必須である。また、デジタルで収集されたテキスト、映像/音響等のデータの作成だけでなく、収集したデータを公共のものとして広汎に利用、管理できるデジタルアーカイブのシステムが必要となる。しかし現段階で想定されているのは巨大かつ高価な、一元管理されたシステムである。Ubiquitous computerによるデータの分散化も、ハードウェア的にはいまだ中規模の端末を使い、ネットワーク配線、多くのPC機器、多くの無線機器、等を壁の中に埋め込むなどして空間に分散させるといった大がかりなイメージで語られるものがほとんどである。(注1)

従来の美術館、博物館などのミュージアムは通常、各地域、国や、様々なフィールドから集められた対象物を、建築物の中に収集分類し、研究、展示する形態をとっている。しかし現実の文化財環境の中にはそれらとは異なり、屋外野外に存在する過去の文化遺産や、現在はその姿をとどめていない遺跡、遺構を、そのままの姿で保存展示することを主眼とするものも多く存在する。通常、遺跡や遺構は発掘調査終了後は埋め戻され更地になっていることが通常である。また、現在でも残っている文化財については、歴史上貴重な物も多いため、移築やミュージアムへの収蔵が不可能な物も多く存在する。

屋内で構築されネットワーク化されたシステムによっての、情報の管理、利用、それらシステムの整備には高額なコストと高い技術的難易度が想定される。

情報に対し、より広い範囲で多くの人間が簡便に接触できる仕組みを低コストで実現させるためには、より偏在/分散化したシステムが必要である。そのためには既存のシステムをハードとソフトの両面から軽量化することが必要であると考え。

2.従来のRFID (Radio Frequency Identification)の研究方向性

2-1/RFIDと自動ID認識システムの種類。

偏在/分散化したアーカイブシステムとそれを支援するデータベース環境を実現するため、本研究のシステムの根幹にRFID (Radio Frequency Identification)を導入する。RFIDとは非接触型ID識別システムとICチップ/タグのことであり、世界的にはRFIDと言う名称で呼ばれる。日本では非接触型ICカードという名称が一般的である。

RFID/非接触型ICカード、ICチップ/タグは、自動ID認識システムの一形態として認識されており、自動ID認識システムの種類としては下記の物が挙げられる。

- 1、バーコード・システム
- 2、2次元コード (PDF417、DataMatrix、CPコード、QRコードなど)
- 3、光学式文字認識 (OCR) (郵便番号識別など)
- 4、接触式磁気カード (キャッシュカード、クレジットカード、定期券など)
- 5、バイオ方式 (指紋、声紋、網膜認識、手形等による確認、入力システム)
- 6、接触式ICカード (ICテレホンカードなど)
- 7、メモリーカード
- 8、マイクロプロセッサカード
- 9、RFID (非接触型ICカード、ICチップ/タグ)

これら分類でも明らかなようにこれまでの各研究においてRFID (ICチップ/タグ) は、あくまで自動ID認識システムの一つにすぎないととらえられ ユーザー自身を含む何らかの移動体に付けられて

(注1：米国ヒューレット・パッカード社の「クールタウン」構想によると、家や街路全体から情報を取得できる環境を整備するため、それに対応した住宅自体の試作を行っている。情報インフラ・ケーブル等に割かれる壁体内空間の増大による。)

、簡便なデータを識別する用途にのみ使用されて来た。
それぞれのID認識システムのRFID（ICチップ/タグ）との相違点としては、

- ・バーコードシステム・2次元コード（より簡便、安価で利便性が高いが、データ容量が少なく書き換えも不可能。本体が印刷物であるため、本質的に違うシステムと呼べる。）
- ・光学式文字認識（OCR）（記録方式の本質が異なるため、貨物郵便などの流通、通過認識以外で共通項が少ない。）
- ・接触式磁気カード（磁気の消失、改変などに関しての安全性に問題がある。）
- ・バイオ方式（ユーザー本人の身体的特徴に識別要素を負うため、副次的な情報を追加できない。）
- ・接触式ICカード・メモリーカード・マイクロプロセッサカード（基本的要素として、ICを使うなど共通項目が多いが、情報の読みとり端子が多くの場合金属でなおかつ露出しており、静電気放電、端子の腐食など、屋外状況下ではデータが破損する可能性が高い。）

2-2/データキャリアとRFID

一般に海外では無線方式でデータのやりとりをする物をRFIDと呼び、データキャリア(Data Carrier)またはAutomatic Data Captureと呼ばれる場合、バーコードを含む場合が多い。

データキャリアは単に情報を運ぶ物と言う意味に取られかねないが、エーアイエムジャパン（国際自動認識工業会）ではデータキャリアとは、さらに次の条件を満たす物のことであるとしている。

- ・携帯容易な大きさであること。
- ・情報を電子回路に記憶すること。
- ・非接触通信により交信すること。

しかし本研究では、必ずしもデータを抱えて移動させるためにデータ記憶ICチップ部を使用するわけではなく、また必ずしもカード型をした物を使用するわけではないことから、ここでは海外に倣い、RFID（ICチップ/タグ）という呼称を使用する。

本研究で使用するRFID（ICチップ/タグ）システムの基本形は以下の機材で構成される。（※図1）

- 1 RFID（ICチップ/タグ）
- 2 アンテナユニット
- 3 コントローラ
- 4 コンピュータ/各種コントローラ

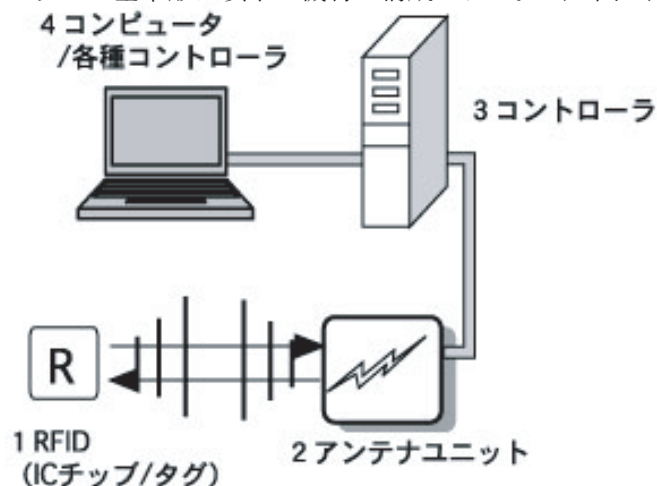


図1:基本構成

2-3/RFIDの用途（概要）

これまでのRFIDの仕様用途は大きく分けて次の3つに大別される。

- 1 人に付ける（カード等で携帯する。）。
- 2 物に付ける（貨物、郵便物など。運搬される物。）。
- 3 移動体に付ける（車、列車、飛行機、動物など。）。

具体的な事例を以下に記す。

2-4 /RFIDの用途（事例）

2-4-1 人に付ける場合

- ・自動改札、鉄道乗車券、電子支払いスキー場リフトチケット、公共交通機関アクセスコントロール
- ・入退場管理、施設通門証、遊園地利用券
- ・スポーツ競技計測
- ・チケット、航空機予約確認
- ・個人情報管理、診察カード/診察履歴、電子財布

2-4-2 物に付ける場合

- ・産業における自動化、自動加工、工具認識、生産ライン変更等（生産物パレット認識）
- ・万引き防止システム
- ・自動組み立て、組み立てラインパレット識別
- ・工具管理、種類識別
- ・物流管理、輸送機関システム、コンテナ識別
- ・ゴミ箱種類識別、化学薬品、危険物、廃棄物容器認識/管理
- ・カルテ管理、図書管理

2-4-3 移動体に付ける場合

- ・高速道路料金徴収（電子式自動車同定システム）
- ・駐車場管理
- ・輸送車管理フォークリフト管理
- ・線路の保全管理
- ・動物の個体認識 家畜管理、伝書鳩

2-5 /RFIDの開発動向と問題点

2-5-1 現状の開発計画

現在発表されている、今後のRFIDの開発計画としては以下の物が挙げられる。

- 1 高速道路などの、料金自動収受システム、（建設省など）
- 2 非接触自動改札、(JR東日本)
- 3 テレフォンカード(NTT)
- 4 電子商取引（通産省）
- 5 容器、梱包材リサイクル

以上から見ても、先述したような「移動するものに添付し、通過の一瞬で情報授受と書き換えを行う仕組み。」との方向性に準じた開発が進められていることがわかる。

既存の方向性にそった開発の将来を想定すると、これらの他にIDカード、パスポートなどへの応用が考えられるが、これらも全てID識別、認証のための技術として捉えられ、従来のシステムへの認識の枠を出ていないといえる。

2-5-2 アーキテクチャー、ファシリティー面での応用

これまでのRFIDについての研究は、あくまでこれが認証のための仕組みであるという認識の範囲を

超えるものではなかった。具多的には以下の点について、中心技術要素として顧みられてきたことがない。

- 1、従来のバーコードや磁気カードではなく、あくまでこのシステムが電子機器技術に立脚しており、無線通信システムの進化形の一つであるという点。
- 2、今後、IC部分の情報蓄積量は飛躍的に増大することが明らかに予想される点。
- 3、情報が対象物に直に付属しているため、システム中央への情報問い合わせが不要なのでレスポンスが早く、同時にシステム中央の情報処理装置の負担が大幅に軽減される点。
- 4、情報の分散処理が実現されることによりシステム拡張や変更柔軟に対応できる点。
- 5、RFID（ICチップ/タグ）を、移動する対象ではなく固定的静定的な対象に付し、読みとり機器の側から情報取得に動くことの可能性について顧みる点。。

これら概念を、例えばミュージアムなどのユーザー自身が対象物を探して動き回るような文化公共施設において建築/設備に適用した場合、大幅な情報システムの簡素化と軽量化が計られる。

また、空間自体の情報化は、あらたなユーザー向けアプリケーションを必要とするためさらなる高利便性がうみだされることが想定できる。

RFIDを単なる情報認識用のICタグとしてではなく、データの集積が碎片化された様態であると認識し直すことが重要である。

3. 遍在型デジタルアーカイブ

当システムは、基本的に近距離無線搭載携帯電話（注2）とアンテナ付き超小型ICチップ（素子）のみを使用する保存・管理・展示・学習システムであり、多様な対象物にチップを付すことで、その対象物から直に必要な情報を入手できる特性をもつ新たな遍在型、分散型データベースとなる。

文化財保存科学分野において、建築物から文化財の切片に至る大小の対象にICチップを添付すること。具体例として

- ・美術館、博物館展示。
- ・公共交通、公共空間、公園での情報ナビゲーションによるバリアフリー。
- ・児童、障害者、高齢者、外国人旅行者などへの案内。
- ・データ検索の省力化
- ・図書館、学校図書館の図書棚 出入庫と棚卸し。
- ・収蔵品管理侵入者カウント 身元照会セキュリティによる安全管理。
- ・建築物、遺跡などの部材管理。
- ・危機管理/災害時、市役所、公園等屋内外の対象表示。

などへの適用を目指し、そのための共通的な要素技術を研究する。

任意人物がもつ携帯端末の操作によって対象物（作品など）の情報を入手する事で、作品など対象物取り扱い上の安全を図り保存環境を整えることが容易となる。また、付加情報・状況の記録や新たな情報を随時追加入力する事により、事後の情報整理統合も容易となる。

携帯端末、近距離無線、ICチップを組み合わせたデータベースシステムはこれまで存在しないほど軽便なものである。美術館、博物館に当システムを導入する際にも、新たな建築設備を構築する必要がなく、データベースの一部更新などの際も既存の通信設備に比べより高利便化、低コスト化が計れるものである（注3）。

（注2：2002年現在。sonyなど各社からbluetoothなど近距離無線対応、LANシステム対応機能付き携帯電話は発売されている。）

（注3：システム開発は、早稲田大学大学院GITSと凸版印刷株式会社の共同研究プロジェクトの一部として、実際のフィールドにおける実証実験を2002年度後半に行うべく、研究開発を継続中である。）

4.携帯端末とICチップによるシステムの概要

4-1/ICチップの対象物への添付

・対象物に添付（またはケース添付）したアンテナ内蔵&書き換え可能型ICチップに対象物の情報を入力する。（情報内容：素材、寸法、履歴、対象画像、状態調査表、保存条件、取り扱い注意、歴史資料、埋蔵文化財（位置情報）書誌情報、作品解説、作品粗筋、キーワード、関連ウェブサイト、貸出記録、担当責任者、他関連情報）

4-2/近距離無線の情報受信フィールド

・近距離無線電波を発信/受信する携帯端末/電話を持った任意人物が、あるフィールドに入ると、その入り口でキーワードとなる信号・暗号を受信し、携帯端末の無線電波受信スイッチが入る。（※図2：携帯端末は、無線機能を持った携帯電話を想定している。また、電波の代替手段として、状況に応じて赤外線通信を使用する場合にも対応できるシステムの開発を行う。）

・フィールド内に存在する多数のICチップ（※図3、現在実験に使用する予定の自己発信型ICチップ/タグ）にも、あらかじめキーワードとなる信号・暗号を入力しておく。携帯端末/電話を持った任意人物は、キーワードとなる信号・暗号をフィールド入り口で受信（同時に記録）し、点在するICチップに発信することで、ICチップが添付されている対象物の情報を表示させる事ができる。（※図4）

・図書館、公共的施設類など、施設規模、対象物情報の範囲、グループによって、想定される無線電波フィールドの大きさは3～4段階の種類が考えられる。野外でも、限定されている範囲（例国立、国定公園。野外美術館などの管理空間）を当フィールドとして想定する。

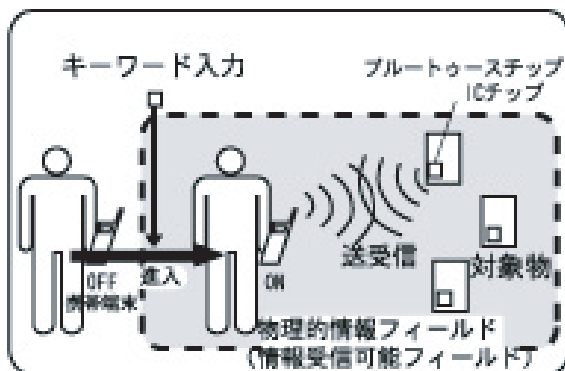


図2：情報フィールド

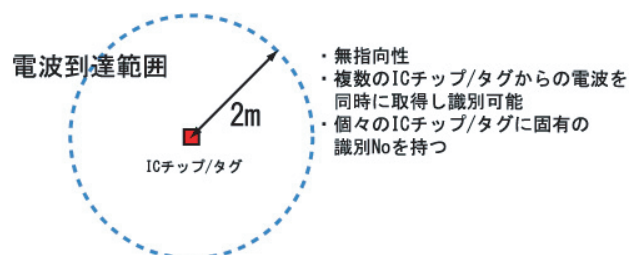


図3：ICチップ/タグ

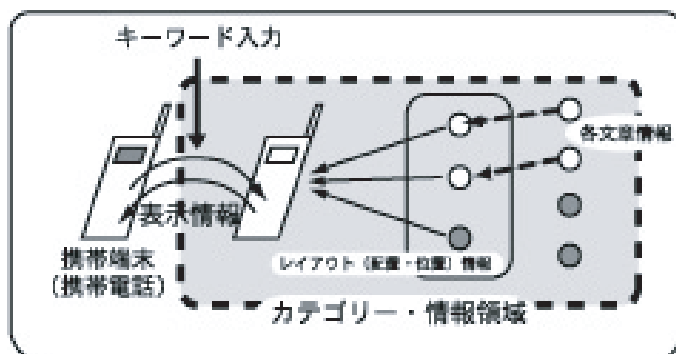


図4：情報表示概念

4-3/情報の受信・認証

・対象物（＝添付されているICチップ）から取得できる情報カテゴリーとしては、

A：レイアウト・配置・位置の情報（そのICチップからの電波発信方向、分類情報による）

B：各文章情報、画像データ（図、写真、アニメーション）音声情報（音楽、解説アナウンス）があり、A→Bの順、または同時に取得できる。

・キーワードとなる信号に認証のシステムおよび暗号システムを組み込むことで、システムの改変と保全は容易になり、保安の面でも安定化が計れる。

・IC個別の情報改変と保全、保安の条件としては、クライアント/管理者のみが書き換えられるものとする。（一般利用者/ユーザーはこの限りではない。）個別の情報ごとに照合を行うため、一括した情報照合のためのネットワークを必要とせず、ネットワークを必ずしも必要としない（必須の条件ではない）という要素が導かれる。本システムにおいてはネットワークの使用、不使用、またはその中間、すべてが可能である。

5.これまでのデータベース・アーカイブに比べての利点

5-1・多様な現場状況（野外発掘現場、作業場、保存収蔵庫、展示空間など）で変化更新される情報に対し、携帯端末で即応する事ができる。また、そこで直接取得された情報を、情報蓄積(バックアップ)と管理を行うホストコンピューター（データベース）に迅速かつ容易に追加入力する事が可能となる。（具体例：収蔵物の状態を紙などで記録したうえで、再度データベースに入力する必要が無く、直接電波通信によりデータを移植する事が可能となる。）

5-2・具体的対象物と対象物情報が同時に存在するため、情報の空間的位置把握と管理が可能になる。また、情報と対象物との実体の乖離が無いため、対象物の状態調査データベースなどを管理、集積、改変する際にも対象物との照合がより容易になる。（具体例：考古出土物の切片の膨大な対象物管理においては整理の難易度が高く、通常数パーセントから十数パーセントの紛失が起こる。各出土物や収蔵品それ自体にICチップを添付することにより、チップの電波指向性により対象物の検索が容易になり、対象情報の消失や出土物自体の紛失を防ぐことが可能となる。）

5-3・専門家、研究者にとっては美術品データロガーのより進化したものとして、より高度な記録を入手することが可能になり、一般来館者にとっては、展示品と、展示空間、屋外空間すべてが必要な情報を与えてくれる情報ステーションとなりうる。RFID（ICチップ/ICタグ）を移動する対象ではなく固定的/静定的な対象である文化対象物に添付、あるいは文化環境に埋没させることで、情報は環境中に遍在（Ubiquitous）し続けるデータベースとなる。

6.今後の可能性、研究の方向性

RFID（ICチップ/ICタグ）の中に納められる情報の集積度は日々飛躍的に増大している。今後、チップ自体に納められる情報の高集積が実現された場合。多量に情報を蓄積したチップ（A：高集積ICチップ）と、情報蓄積度の低いタイプの物（B：低集積ICチップ）との間で、仕様用途に違いが生じてくる可能性を検討している。

A:高集積ICチップについては、各種センサーとの併用により多種類の情報を蓄積、記録、発振するセンサー付データロガー、としての機能の進化が想定される。

また、電波を自己発振するタイプの場合、電波の到達範囲をRFIDリーダー（送受信機）側で指令、調整することが可能である。この場合、B：低集積ICチップについては、単機能の電波発信タイプとして利用することも考え得る。

地中に埋設された文化財に付着させるなど、任意の配置形式で文化財環境に設置された複数のA:高集積ICチップのフィールドのなかにB:低集積ICチップを混在させて配置することにより、複数の電波源検出を行うことが出来る。RFIDリーダーを持ったユーザーの位置、移動情報取得の一助とすべく、実証実験を重ねている。

7.おわりに

現状を鑑みると、各文化財環境に導入される最新のデジタルテクノロジーは、それら全てが文化財保存や学究の現場から立ち上がった必然性のあるものばかりとは限らないのが事実である。またこれまでに蓄積された大量のアナログデータが十全に生かされているとも限らない。本研究の目指す研究の指向性は、RFID研究に関しての大勢である「RFID=ID識別システム」としての研究とは方向性において異なるところがあるが、データの十全な活用の面あるいは実現のためのコスト面からみても当システムを適用することは妥当だと考える。

文化施設、および文化財環境の現場で培われたノウハウやシステムの有用性を失うことなく、より高度な文化財保存環境を実現するため、技術面からも細心の注意を払うことが重要である。

参考文献

- 1) 「これでわかったデータキャリア」 エーアイエムジャパン編 オーム社刊1998
- 2) 「RFIDハンドブッケー非接触ICカードの原理と応用」 Klaus Finkenzeller著 ソフト工学研究所訳 日刊工業新聞社刊2001