

研究報告

国土マネジメントにおけるユビキタス技術の活用



高見 伸一

調査第二部
上席主任研究員



荒木 一司

調査第二部
上席主任研究員



及川 義貴

調査第二部
主任研究員

研究の背景と目的

日本の国土面積は全世界の0.25%にもかかわらず、自然災害による全世界の被害額に占める割合は約15%となる災害大国であり、自然災害に対する安全性向上への対応が重点課題となっている。

また、戦後の我が国の高度経済成長を支えた社会資本も本格的なメンテナンス・更新の時期を迎えつつあり、老朽化への対応もまた同様である。

このような国土基盤を取り巻く状況を踏まえ、増え続ける高齢者をはじめとした国民全員に対して、安全・安心・快適な生活・移動を実現するための社会基盤の整備、維持に関する課題解消について更なる検討が必要と考えられる。

このような課題解決に向けた有効な技術として、「国土交通分野イノベーション推進大綱」でも取り上げられているように、現在、ユビキタス技術が注目されている。

ユビキタスとは、それが何であるかを意識させず、「いつでも、どこでも、だれでも」が恩恵を受けることができるインタフェース、環境、技術のことである。

本稿は、このユビキタス技術の活用の可能性について、安全・安心な環境整備、社会基盤整備・管理の効率化・高度化等の国土マネジメント分野に焦点をあて調査研究を行った内容について報告するものである。

ユビキタス技術の概要と広がり

1 ユビキタス技術の概要

ユビキタス技術とは、実空間のモノや人と、仮想空間に存在するデータを、ICタグ等によって結びつけることにより、ICタグ等を介して、実空間の場所やモノと、仮想空間にある様々なデータを結びつけて、実在する対象物に関連した情報を提供するものである。



図－1 ユビキタスネットワーク社会（総務省 u-Japan 政策報道資料）

このようなユビキタス技術を活用することにより、ユビキタスネットワーク社会では、暮らし、仕事、買い物、外出、商品生産等で求められる情報を的確・スムーズに取得し、利用できるようになる。(図－1 参照)

2 ユビキタス技術の広がり

2-1 ユビキタス技術の活用状況

最も身近な例としては、JRのICカード乗車券であるSuicaやICOCAが挙げられる。

その他にもユビキタス技術は様々な分野に適用されており、特に業務管理やモノの管理に適用される事例が多く、それぞれの場面において作業の効率化・省力化が図られている。表－1は現時点で既に実用化、あるいは適用が進められているサービス事例である。

表－1 その他のサービス例

在庫管理	物流倉庫内商品の位置、量、種類の把握
資産管理	オフィス備品等、少額固定資産の管理
製造管理	品質データの管理
物流管理	配送品のトレーサビリティ
安全管理	警告・アナウンスにより、危険が予想されるエリアへの侵入を防止
医薬品の管理	医薬品の過剰摂取、誤飲、危険な飲み併せの防止
レースの管理	マラソンレースでの競技者のタイム、着順の管理

更に、現在では、図－2に示すように店頭商品にICタグを設置することで、商品の員数確認、レジ・清算の省力化、更には売れ筋商品の分析に活用されて始めている。



図－2 店頭商品管理のイメージ
(経済産業省 やさしいICタグ入門)

また、2008年開催の東京マラソンでは、参加者のシューズにICタグを取り付けて、5km毎のポイントで各参加者の到着時刻を計測し、競技運営の管理を行った。

2-2 ICタグ

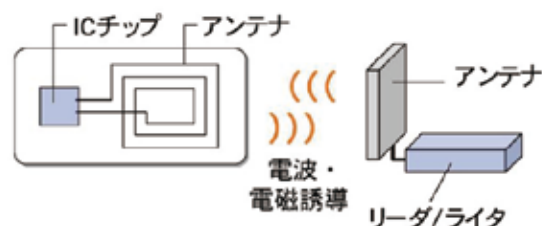
ユビキタス技術の中で大きな役割を果たしているものとして、タグ(荷札)が挙げられる。タグには、ICタグ、赤外線あるいは無線マーカーなどがある。

場所やモノにくくり付けられたICタグやマーカーが所有する情報(ID)をもとに、必要とする情報を自動的に取得することが可能となる。

このうち、ICタグは、以下のような特徴をもっている。

- ・非接触でデータ送信が可能
- ・汚れ・遮蔽物の影響を受けにくい
- ・バッテリーが不要
- ・データ容量が大きい
- ・複数同時読み取りが可能 など

また、ICタグは図－3に示すとおり、ICチップとアンテナで構成されており、ICチップとリーダ/ライタ間の情報通信は、電波・電磁誘導により行う。



図－3 情報通信原理 (社)建設電気技術協会 TESLA
Vol. 149

更に、ICタグに内蔵されるICチップについての極小化が進むとともに、また、1個5円のICタグの開発を目指した経済産業省による「響プロジェクト(2004～6年)」などにより、低価格化も進んでいる。図－4にICチップとICタグの形状を示す。

形状	寸法
円板形	数mm～数十mmの円板形状
円筒形	数mm～数十mmの円筒形状
ラベル形	数十mm×数十mmの薄い形状
カード形	85×54×数mm程度のカード形状
箱形	50×50×10mm程度の箱形状



図－4 ICチップとICタグの形状

ユビキタス技術の活用事例

1 国土マネジメントでの活用事例

国土マネジメントにて、ユビキタス技術を活用した取り組み事例を以下に紹介する。

①自律移動支援プロジェクト

国土交通省及び関係自治体は、安心・快適な移動の実現を目的とし、IC タグ入りブロックとセンサ付き白杖による視覚障害者への移動案内や外国人も含めた観光客等への周辺施設・店舗案内等を神戸、銀座等で実施し、本格導入に向けた技術的検証を進めている。



図－5 自律移動支援プロジェクト

②構造物の点検管理（羽地ダム（名護市））

内閣府 沖縄総合事務局は、羽地ダムにおいて 2002 年度から、PDA と IC タグを用いたダムの設備点検を試行している。具体的には、設備の定期点検において、PDA に表示される点検項目、過去のデータなどをその場で確認、その後にデータ入力を行うことで、点検もれの防止、誤入力の軽減、異常値の判別、事務所でのデータ再入力の省略を実現し、点検作業の効率化・高度化を図っている。



図－6 構造物の点検管理システム

③災害時支援（荒川下流河川事務所）

国土交通省 荒川下流河川事務所では IC タグを利用した安否登録避難訓練を実施した。避難者は、ID 情報登録済みの「IC タグ防災笛」を持って広域避難場所へ移動し、それぞれの場所では、IC タグに登録していた情報を読み取ることによって、到着者の氏名、人数、非難場所等を携帯電話やパソコン等で効果的に確認できた。



図－7 IC タグを使用した避難訓練状況

2 建設・工事現場での活用事例

2-1 民間業者のユビキタス技術を活用した事例

民間企業がユビキタス技術を活用した事例を以下に紹介する。

①作業員の現場内入退場管理

このシステムは、ヘルメットにつけた無線 IC タグと、その情報を取得するゲートを組み合わせることで作業員の入退場管理を行うものである。作業員の入退場時間および作業時間などを現場から離れた事務所等の遠隔地からでも監視・管理を行うことができるなど、現場における管理業務の大幅な合理化に貢献している。特に作業員数の多い、大規模な現場では有効である。



図－8 入退場管理システム（西松建設（株）HP より）

②建設機械への作業員接近警告システム

このシステムは、安全管理を支援する目的で開発され

たもので、作業員のヘルメットに装着した IC タグから発信される信号をブルドーザーやバックホウなどの重機に取り付けたレシーバが検知し、重機周りの危険区域への作業員侵入をオペレータに知らせることで、重機と作業員の接触事故を未然に防止するものである。試験運用の結果、有効性を確認できたことから、実際の現場で運用が開始されている。このシステムは入退室管理のシステムとの併用が可能である。



図-9 作業員接近警告システム（鹿島建設（株）HPより）

③コンクリート構造物ひずみ計測

このシステムは、電池を搭載しないひずみセンサ付 IC タグをコンクリート内部に埋め込むことにより、構造物に作用する変形を、外部より非接触で測定するものである。また、IC タグには建設時の使用材料の記録なども残すことが可能となっている。構造部材の変形を非接触で直接モニタリングすることで、施工における品質確保や完成後の維持管理、さらに、災害後の構造物の健全性の早期評価への活用も検討されている。



図-10 コンクリート構造物のひずみ計測
（太平洋セメント（株）HPより）

2-2 民間企業におけるユビキタス技術の活用イメージ

(1) アンケート調査結果

建設事業従事者に対し、ユビキタス技術を現場で有効利用できることを認識しているかについてアンケート調査を行った。具体的には、民間建設会社（ゼネコン、セメント製造等）の実務者へ、9区分20項目に対する活用の可

能性について「非常に有効、有効、どちらでもない、有効でない、全く有効でない」の5段階評価や、活用の際しての留意事項等についてヒアリング方式で実施した。表-2にアンケート結果を示す。

表-2 アンケート結果（抜粋）

区分	活用イメージ	合計値 (%)
材料使用状況管理	納入時の数量、品質検査	77.8
機材管理	メンテナンス履歴管理	66.7
在庫管理	台帳管理	83.3
作業員管理	現場の入出管理	72.2
構造物データ管理	点検時、現地で必要データ取得	50.0
廃材管理	処理内容記録等を一元管理	33.3
品質管理	供試体データの一元管理	72.2
鉄骨構造物	加工過程管理	55.6
維持管理	完了時の検査記録の履歴	38.9

表中、右の列の合計値は、「非常に有効、有効」の比率の合計値を示しており、評価の高かった項目（合計値が70%以上）を赤で示している。

(2) アンケート調査結果からの考察

高い評価を得た項目は、既に一部で実用化され運用されているものもあり、元々ニーズが高かったといえる。

また、低い評価の項目は、工事のデータ管理、維持管理などであるが、これらの業務を実施するのは、対象となる構造物の管理者であり、施工請負業者が従事するケースが少ないことなどが原因だと考えられる。

更に、廃材管理も評価が低かったが、マニフェスト制度自体も、紙面から電子化へ移行し始めていることから、この電子化に伴い、廃材管理においてもユビキタス技術が活用されていくものと考えられる。

ヒアリングをした各民間企業は、ユビキタス技術が作業に効率化・省力化をもたらし、利益向上につながるものであると認識しており、今後更に普及されるであろう。

国土マネジメントにおけるユビキタス適用方策

高齢者をはじめとした国民全員に、安全・安心・快適な生活・移動を提供するために実現すべきと考えられる社

会環境について以下に示す。

- 安心快適に生活・移動できる社会（人に優しい社会）
- 安全に暮らせる社会（自然災害に強い安全な社会）
- 社会資本整備・管理が効率的に実施される社会

これらの社会環境の実現に向け、ユビキタス技術を国土マネジメントに適用可能と考えられる施策について検討した結果を以下に示す。

(1) 安心・快適に生活・移動できる社会に向けた方策

①自律移動支援プロジェクト

タグあるいは GPS などから取得する場所・位置情報 (ID) と道路、公共交通、街の施設などのデータを結びつけることで、個人の属性や状況に応じた最適な情報をその場所で取得することが可能となり、これによって図-11 に示すように出先・移動先等の不慣れな場所でも、

- 目的地までのバリアフリー経路案内・乗り換え案内
- 路上障害物や接近車両に関する注意喚起
- 施設案内（店舗情報、バリアフリースイッチ等）

等の情報取得が可能になり、安心・快適な移動ができるようになる。

(2) 安全に暮らせる社会

①落石・崩落災害の予兆把握

のり面上の岩石等に加速度センサー付き IC タグを設置し、計測装置を搭載したパトロールカーが路側を通過するだけでのり面性状に関するデータを取得する。予兆の把握により未然に災害を防ぐことができる。

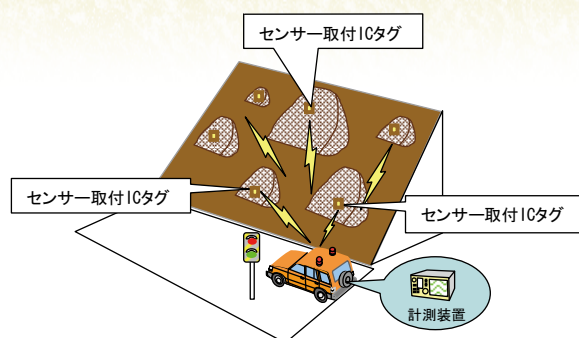


図-12 災害の未然防止

（国土技術政策総合研究所 委員会資料に加筆・変更）

②地震後の構造物の被災度判定

橋脚に設置した IC タグ等より、地震時の構造物の応答波形データを取得し、固有振動数の変化を分析すること等により、定量的に構造物の被災度を把握することが可能になり、二次災害の防止や緊急輸送ネットワークの迅速な選定を行うことができる。

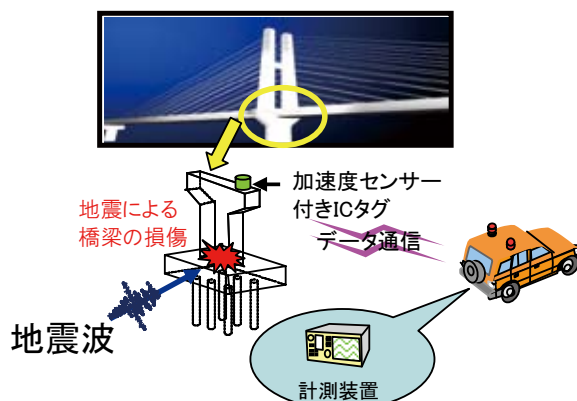


図-13 構造物の被災度判定

（国土技術政策総合研究所 委員会資料に加筆・変更）



図-11 自律移動支援プロジェクトによる安心・快適な移動

(3) 社会資本整備・管理が効率的に実施される社会

①公物、占用物管理

公物、占用物にICタグを設置することにより、埋設管の場合は、位置特定（深さ、場所）、管の属性、材質、寸法等を、掘削作業前など随時、把握することが可能となる。

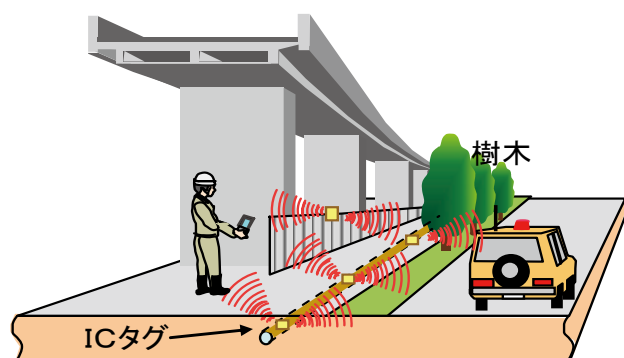


図-14 公物・占用物管理の効率化

(国土技術政策総合研究所 委員会資料に加筆・変更)

②構造物の損傷・変状進行度の把握

構造物の亀裂部あるいは応力集中箇所に、センサ付きICタグを設置することにより、定常パトロール時にICタグからのデータを計測装置を搭載したパトロールカーにて取得し、構造物の損傷・変状進行度を把握する。

これにより、構造物の損傷進行予防やメンテナンスの効率化等が可能となり、予防的保全、構造物の延命化につなげることができる。

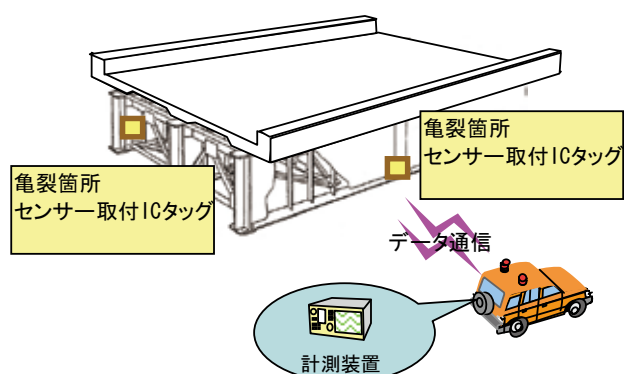


図-15 構造物の損傷進行予防、メンテナンスの効率化

(国土技術政策総合研究所 委員会資料に加筆・変更)

空間的な制限を受けずに、必要な情報のスムーズな取得を更に促進していくものと考えられる。

情報を活用すること、つまりユビキタス技術を活用することで社会資本ひいては国民生活の向上・改善が十分期待できると考える。

今後の社会基盤の整備を、土木や建築技術の高度化と情報通信技術の活用の2つの柱で推進し、更に民間企業等にも開放されたネットワークにしていけることで、ユビキタス社会が飛躍的に発展していくことが期待される。

参考文献

- 1) 国土交通省、平成18年4月14日、国土交通白書2006、pp.3
- 2) 国土交通省、平成19年5月1日、国土交通白書2007、pp.61-135
- 3) 国土交通省、ITSホームページ、<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j.html/>
- 4) 国土交通省、平成19年5月25日、「ICTが変える、私たちの暮らし ～国土交通分野イノベーション推進大綱～」、pp.1-14
- 5) 国土交通省 国土技術政策総合研究所、平成18年3月、平成17年度 社会資本の管理技術の効率化に関する調査検討業務、pp.4-11-4-71
- 6) 日経コンストラクション 平成18年6月23日、ICタグで変わる建設産業 pp.40-61
- 7) 総務省 ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利活用に関する調査研究会、平成16年3月、電子タグの高度な利活用に向けた取り組み、pp.5

おわりに

国土マネジメントにおけるユビキタス技術の活用の可能性を実例と将来像の紹介を通して述べてきた。

ユビキタス技術はポテンシャルが極めて高く、地理的・