

ICタグを用いた自転車通行実態調査の実現性に関する実験

平川貴志・高橋歩夢・小林 寛

1. はじめに

自転車の活用を総合的・計画的に推進することを目的として2017年5月に自転車活用推進法が施行され、自転車の活用の推進に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために「自転車活用推進計画」が2018年6月に閣議決定された。

計画では、自転車の活用の推進に関する「目標」と目標達成のために実施すべき「施策」、施策の着実な実施のために計画期間中に講ずべき具体的な「措置」が掲げられ、計画目標年次である2020年度末に向けて様々な取り組みが進められた¹⁾。また、地方公共団体においても地方版自転車活用推進計画の策定に努めるよう定められ、面的な自転車ネットワークを構成する路線を選定しその整備形態を示した「自転車ネットワーク計画」を盛り込むことを基本としていた²⁾。なお、2021年5月には、計画期間を2025年度までとした「第2次自転車活用推進計画」が閣議決定され、自転車活用の一層の推進が図られている³⁾。

国総研では、自転車活用推進計画の施策の一つである自転車のIoT化の促進について、施策実施のための措置として挙げられているICタグの導入検討を行った。検討では、自転車ネットワーク計画を効率的に策定するという観点から、ICタグを用いた自転車利用実態把握の実現性について実験を行った。本稿では、その結果を報告する。

2. 実験の概要

2.1 実験に使用するICタグの選定

ICタグを用いたデータ通信システムは、情報媒体であるICタグ、通信を行うアンテナ、受信したデータを読み取るリーダにより構成され、総称してRFIDシステム（Radio Frequency Identification System）と呼ばれている。

記録されたデータを機械的に読み取るという点はバーコードや二次元コードと役割が似ているも

の、それらは光学的に情報を読み取るのに対して、ICタグは電波により情報の通信を行うことから、見えない位置にあるICタグのデータを読み取ることが可能であるという点が大きな特徴である。また、同時に複数のICタグのデータを読み取ることが可能である。

ICタグは、通信にかかる電力の供給方式や接続機器のデータ記録の可否からアクティブタイプ、パッシブタイプ、セミパッシブタイプの大きく3つに分類される⁴⁾。アクティブタイプは、内蔵された電池の電力により通信を行い、接続機器のデータ記録も可能なタイプで、他の2タイプと比較して長距離の通信が可能である。パッシブタイプは、電池を搭載せずあらかじめ記録された情報を発信するタイプで、リーダから伝送される電波を電力に変え、その電力により通信を行うことでメンテナンスを不要としている。セミパッシブタイプは、内蔵された電池により接続機器のデータ記録が可能であるが、通信方法はパッシブタイプと同様としてメンテナンスコストを抑えている。

今回の実験では、普及にあたっての実現性が高いものとして安価でありメンテナンスが不要であるパッシブタイプのICタグを用いることとし、一般に流通している種類を網羅できるよう、形状やサイズが異なる10種類を選定した。

2.2 実験の目的と内容

ICタグの特性から想定できる自転車での活用方法を検討し、自転車ネットワーク計画などの自転車施策を検討する際に参考となるデータを収集することを目的として、「通行台数の把握」と「通行経路の把握」について実現性を検証することとした。具体的には、アンテナごとの計測ID数から通行台数を把握し、複数のアンテナで計測されたデータから同一IDのデータを抽出し、計測された地点を結ぶことで通行経路を把握することを想定した（図-1）。

2.3 自転車通行実態調査の実現に向けたICタグの性能評価

「通行台数の把握」や「通行経路の把握」に向

けて表-1に示す各項目について評価を行った。

実験Ⅰ～Ⅲにより読み取り率が高い条件を抽出し、その結果を踏まえて、実際の道路環境を再現した空間での実現性を検証する実験Ⅳを実施した。なお、実験Ⅱ～Ⅳにおける評価は読み取り率（計測台数／実際の走行台数）によって行うこととし、今回の実験ではICタグの種類による性能差は考慮しないため、各実験では10種類すべてのICタグを用いてその結果の平均値から評価した。

3. 実験結果

3.1 実験Ⅰ（ICタグとアンテナの基本性能）

ICタグとアンテナの基本性能を把握するため、読み取り可能な最大距離を0.5m単位で計測した（図-2）。

実験の結果、据え置き型アンテナでは、電波の振動方向が一定の直線偏波、電波の振動方向が回転している円偏波ともに出力が1Wでは最大で10m程度まで読み取ることが可能であり、やや直線偏波の方が読み取り距離が長いものの大きな差は見られなかった（図-3）。また、出力が250mWの場合においても平均で3m程度まで読み取り可能であった。マット型アンテナは、出力が1W、250mWいずれにおいても1m以上の高さまで読み取り可能であり、自転車の高さをおおむねカバーすることが確認できた。

3.2 実験Ⅱ（自転車貼付時の性能）

自転車への最適な貼付位置とアンテナの最適な高さを把握するため、同じ種類のICタグを図-4に示す20箇所貼付して低速で走行させ（図-5）、

据え置き型のアンテナについては設置する高さやアンテナとの距離を変えて計測を行った。また、ICタグごとに計測結果を集計し、貼付位置別の読み取り率から最適な貼付位置の評価も行った。

その結果、据え置き型アンテナの設置高さは75cmの場合に最も読み取り率が高く、また、ア

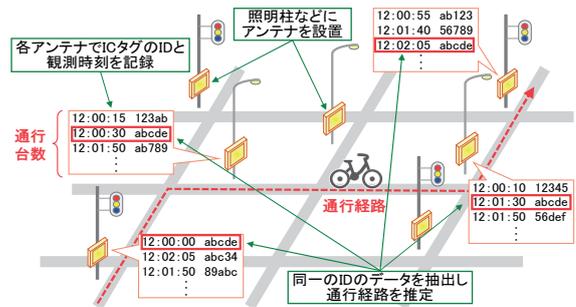


図-1 通行台数と通行経路の把握イメージ

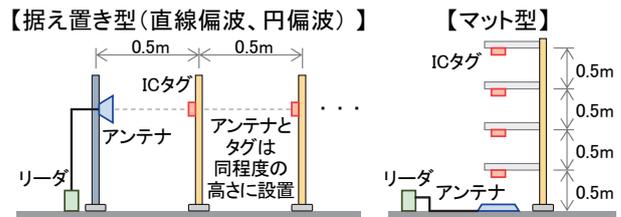


図-2 実験イメージ（実験Ⅰ）

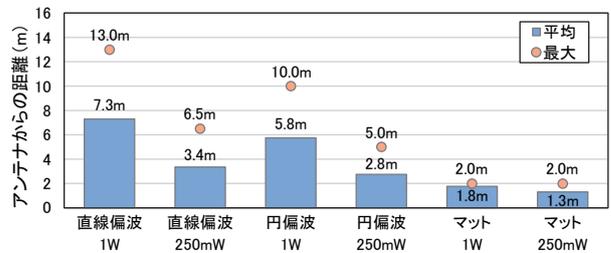


図-3 読み取り距離（各3回ずつ計測）

表-1 検討の流れ

実験	目的	評価項目	条件数	条件	計測回数
実験Ⅰ	ICタグとアンテナの基本性能の確認	アンテナの種類による影響 アンテナの出力による影響	3種類 2種類	据え置き型（直線偏波、円偏波）、マット型 1W（無線局免許状の取得が必要）、 250mW（無線局免許状の取得が不要）	60回 ICタグ10種類、アンテナ3種類、 アンテナ出力2種類
実験Ⅱ	自転車貼付時の性能の確認	ICタグの貼付位置による影響 アンテナを設置する高さによる影響 アンテナからの距離による影響	20箇所 3ケース 4ケース	フレームやリフレクターなど 0cm（地面付近）、75cm（自転車と同程度）、 170cm（自転車より高い）※据え置き型のみ検証 1m、3m、5m、7m ※据え置き型のみ検証	10,000回 ICタグ10種類、アンテナ3種類、 アンテナ出力2種類、貼付箇所20箇所、 アンテナ設置高さ3ケース※、 アンテナからの距離4ケース※ ※据え置き型のみ検証
実験Ⅲ	自転車走行時の影響の確認	走行速度による影響	4ケース	10km/h、15km/h、20km/h、30km/h	14,400回 ICタグ10種類、アンテナ3種類、 アンテナ出力2種類、貼付箇所20箇所、 アンテナからの距離4ケース※、 自転車速度4ケース ※据え置き型のみ検証
実験Ⅳ	実験Ⅰ～Ⅲの結果から良好な条件を採用し、実際の道路環境を再現した空間での読み取り率の確認を実施				400回 アンテナ2種類、アンテナ出力1種類、 ICタグ種類・貼付箇所延べ50箇所 (ICタグごと12～8箇所を抽出)、 走行位置（車道、歩道）2ケース、 障害物の有無2ケース

ンテナからの距離が離れるほど読み取り率が低下した(図-6)。自転車への貼付位置は、ICタグにより差がみられるものの、平均値で評価すると据え置き型アンテナに対しては車輪に取り付けられたリフレクター(図-4の①、②)、マット型アンテナに対してはアンテナに近い位置(図-4の①、②、③、④、⑧、⑱、⑲)に貼付した場合に読み取り率が高い結果となった(図-7)。

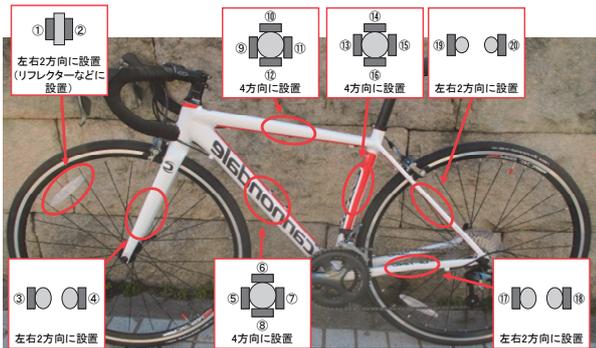


図-4 自転車へのICタグ貼付位置

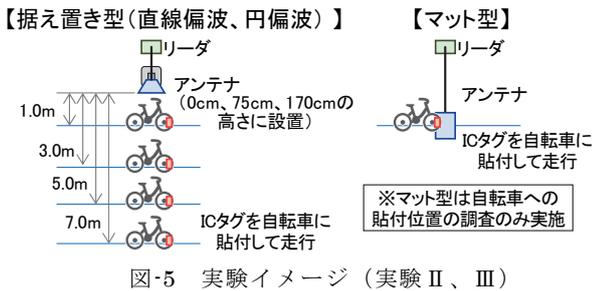


図-5 実験イメージ(実験Ⅱ、Ⅲ)

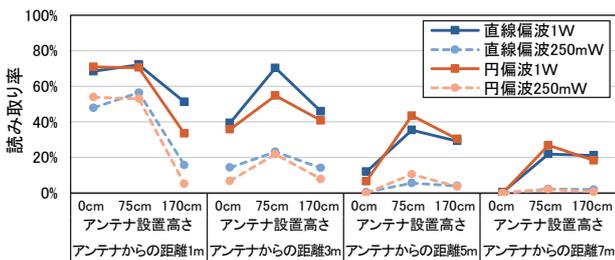


図-6 アンテナ設置高さ別距離別読み取り率(各4回ずつ計測)

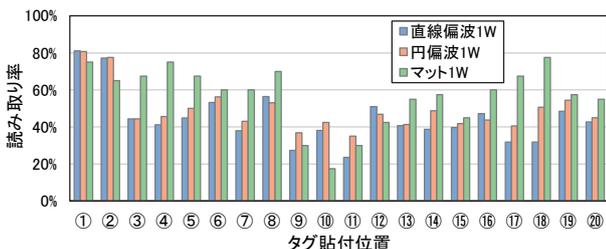


図-7 貼付位置別読み取り率(各4回ずつ計測)
(据え置き型アンテナ設置高さ: 75cm)

3.3 実験Ⅲ(自転車走行時の影響)

自転車の速度による影響を把握するため、自転車の速度を変化させて走行した際の影響を調査した。なお、据え置き型アンテナの設置高さは実験Ⅱの結果を基に75cmと設定した。

実験の結果、速度が高くなるにつれてわずかに読み取り率が低下するものの、大きな影響は見られなかった(図-8)。また、実験Ⅰ、Ⅱでは据え置き型アンテナの直線偏波、円偏波で読み取り率に大きな差はみられなかったが、この実験においては距離が離れると円偏波の方がやや高い結果となった。これは、電波の振動方向により直線偏波では読み取り可能なICタグの向きが限定的であるのに対し、円偏波はICタグの向きによる影響を受けにくいことなどが要因として考えられる。

3.4 基礎的な調査結果のまとめ

実験Ⅰ～Ⅲから読み取り率が高い条件を抽出し、表-2に整理した。なお、アンテナ出力は、読み取り率を踏まえると1Wとすることが望ましいが、その場合は無線局免許状の取得が必要となる点は留意する必要がある。

4. 自転車通行実態調査の実現性検証(実験Ⅳ)

実験Ⅳとして、実際の道路環境を再現した空間において、表-2に整理した読み取り率が高い条件で自転車を走行させ、ICタグの読み取りによる計測結果とその様子を撮影したビデオ映像からの

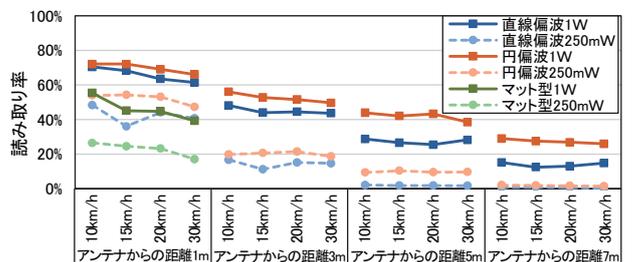


図-8 距離別速度別読み取り率(各4回ずつ計測)

※マット型はアンテナと自転車の距離が一定であるが、他の条件との比較のため便宜的に1mの箇所に図示

表-2 読み取り率が高い条件

調査項目	読み取り率が高い条件
アンテナ種類	据え置き型(直線偏波、円偏波)
アンテナ出力	1W ※無線局免許状の取得が必要
アンテナ設置高さ	75cm(自転車と同程度)
ICタグ貼付位置	ICタグにより異なる
アンテナからの距離	可能な限り近いことが望ましい
自転車走行速度	大きな影響なし

計測結果を比較することで計測精度を検証した。アンテナ設置場所は可能な限り自転車とアンテナが近いことが望ましいことから、歩車道境界を想定した位置に設置した。また、実際の道路を想定し、電波を遮蔽する障害物として車道側にはアンテナの近傍に路上駐車を想定した車両、歩道側には歩行者を想定した人を配置して影響を確認した(図-9)。

ただし、アンテナが円偏波のケースについては、計測にミスが生じデータを正確に取得できなかったため、以下には直線偏波の結果のみ掲載する。

実験の結果、障害物がない場合には車道通行、歩道通行ともに9割程度を読み取ることができた一方で、障害物がある場合については、歩道通行の場合で約7割、車道通行は約3割まで読み取り率が低下した(図-10)。

この結果から、「通行台数の把握」は障害物がない場合においては実現性が高いと考えられる。しかし、障害物がある場合の読み取り率は車道通

行の場合に約3割以下と低いため、精度を確保するためには、別途、路上駐車等の状況を把握しておく必要があることが分かった。「通行経路の把握」については、正確に把握できる割合が各調査箇所の読み取り率を掛け合わせたものとなるため、障害物がある場合の読み取り率を考慮すると精度の確保が難しいことが分かった。

5. まとめ

本研究では、自転車へICタグを貼付した際の読み取り率から自転車通行状況調査へのICタグの活用可能性を調査、実験した。

実験Ⅳでは、免許状の取得が必要な高い出力のアンテナを使用し、アンテナの設置高さやICタグの貼付位置等について最も読み取りやすい条件の場合に、障害物のない状況では9割程度という比較的高い割合で読み取り可能であることが確認できた。一方、障害物がある場合に読み取り率が大きく低下した。ICタグを用いた自転車通行実態調査を社会実装するにあたっては、駐車禁止区間などの路上駐車が生じにくい区間で実施することや歩行者の影響を受けにくい位置にアンテナを設置するなどの配慮が必要であることが判明した。

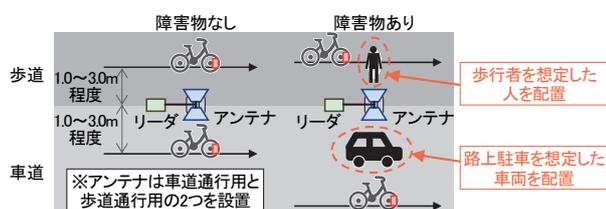


図-9 実験イメージ(実験Ⅳ)

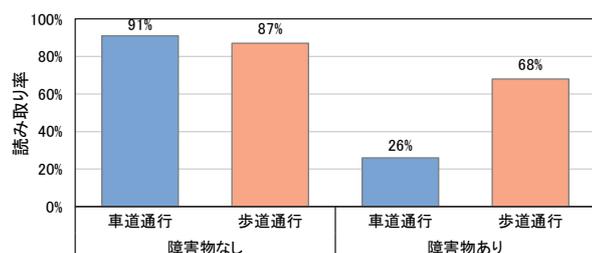


図-10 読み取り率(直線偏波1W)(各4回ずつ計測)

参考文献

- 1) 自転車活用推進計画(閣議決定)、2018.6
- 2) 国土交通省自転車活用推進本部:「地方版自転車活用推進計画 策定の手引き(案)」、2018.8
https://www.mlit.go.jp/road/bicycleuse/good-cycle-japan/assets/pdf/jitensha_katsuyo_local.pdf
- 3) 第2次自転車活用推進計画(閣議決定)、2021.5
https://www.mlit.go.jp/road/bicycleuse/good-cycle-japan/assets/pdf/jitensha_katsuyo.pdf
- 4) 一般社団法人日本自動認識システム協会:「RFIDの基礎」、2019.3
<https://www.jaisa.or.jp/about/pdfs/20190329rev8.pdf>

平川 貴志



国土交通省国土技術政策総合研究所
道路交通安全研究部 道路交通安全研究室
交流研究員
HIRAKAWA Takashi

高橋 歩夢



研究当時 国土交通省国土技術政策
総合研究所 道路交通安全研究部 道路交
通安全研究室 交流研究員、現(株)
ドーン交通事業本部 防災保全部
TAKAHASHI Ayumu

小林 寛



国土交通省国土技術政策総合研究所
道路交通安全研究部 道路交通安全研究
室長、博士(工学)
Dr. KOBAYASHI Hiroshi