

自転車版 E T C の開発と実用状況

西岡 善和¹・松尾 俊彦²

¹ 草津市 上下水道部 下水道課 (〒525-8588 滋賀県草津市草津三丁目 13-30)

² 草津市 都市建設部 交通政策課 (〒525-8588 滋賀県草津市草津三丁目 13-30)

滋賀県草津市の JR 南草津駅東口には 2400 台収容の市営駐輪場があるが、2～3 年前から朝夕に殺到する自転車利用者への人的対応は限界にきていた。加えて、2011 年 3 月 12 日から南草津駅が新快速電車の停車駅となることが分かり、自転車需要の大幅な増加に対応する迅速な出入庫処理の必要性から、ワンストップタイプのゲートシステムの導入を検討していたが、ゲート入口での自転車の大渋滞が懸念されていた。そのため、スムーズに入退場するゲートシステムが必要となり、官民一体で開発し実用機を設置した結果、渋滞もなくノンストップでゲートが通過できることを実証した。

キーワード 自転車駐輪場、RFID、IC タグ、ノンストップ、自動ゲート、コスト削減

1. はじめに

市営南草津駅自転車自動車駐輪場(写真-1)は、2002年にオープンした、駅に近く比較的大規模(収容台数:自転車約2400台、バイク約350台、自動車330台)な駐輪場である。この駐輪場は、開業時から自動車を除き自動ゲートがなく、指定管理者制度により常時6人の管理人が自転車に貼られた定期駐車ステッカーの確認や定期・回数券・一時利用料金の徴収等の業務を行っている。しかしながら、朝夕のラッシュ時には自転車利用者が集中し、人的な対応は限界を超えていた。

これに加え、2010年度に入り2011年3月のダイヤ改正で南草津駅に新快速が停車する可能性が強まったことから、乗降客数の増加に伴う自転車利用者数の増加、ひいては自転車駐輪場の需要増に対応するため、即効性のある駐輪台数増加対策が必要となった。

市ではこの課題に対し、既存の市営駐輪場の改修によって増設を図る検討を行い、従来の固定式ラックより同じスペースで約1.4倍駐輪できるスライドレール式ラックに改修することにより、新たに約700台分を増設できることが分かった。

また、ラッシュ時における自転車の混雑については、人的な出入庫処理から機械式処理にして、混雑しない自動ゲートの検討をはじめた。

検討にあたっては、他市における自動ゲート導入



写真-1 南草津駅自転車自動車駐輪場

事例の情報収集を行ったが、ゲート導入済の駐輪場は、磁気カードやICカードなどを使い、利用者がゲート前で一時停止をして出入するシステムが採用されていた。ところが、それらの駐輪場では、一人当たり平均3～5秒程度の一時停止が必要で、そのわずかの一時停止時間によりゲート付近で渋滞が発生するため、朝夕の時間帯に限ってゲートを開放している事例が多くみられた。

このように渋滞が発生する駐輪場のうち、定期駐車のみを扱う駐輪場であれば、ゲート解放も料金徴収等の管理に対し大きな影響が発生しないと考えられるが、一時利用・回数券なども扱う駐輪場については、ゲート解放に対し料金を支払う利用者と支払わない利用者が混在し、利用者負担の公平性が問題

になると予想された。

なお、利用料金の支払いが利用者との信頼関係で成り立つ制度は、ヨーロッパのLRTなどで信用乗車方式として実施されているが、高額な罰金を課す信用料金的な制度を日本で採用することは、現状では利用者の理解や同意を得られにくい状況と考えられる。

従って、自動ゲートの設置については、渋滞が発生しないことと確実な課金システムであることが満足されている現在の高速道路のETCと同様なノンストップゲート機能の開発が必要不可欠となった。

しかし、高速道路のETCは、自動車バッテリーの電気で電波を出し、ゲート側のアンテナでそれを受けて処理する機能であるが、自転車は基本的にバッテリーを搭載していないため、電波を発生させることができないという根本的な問題があった。

日本国内のメーカーで駐輪場のゲートをノンストップで通過できるシステムを探したが、どこにも見当たらず、写真-2の新快速停車の発表まで半年を切っていた。

そのようなときに2009年度に草津市内で、国土交通省補助事業の社会実験として「南草津地区における通勤・通学時の歩行者・自転車の安全環境整備のための実証実験」で使用したRFID(Radio Frequency Identification)技術の応用により、ICタグを利用したシステムを組めば自転車版のETCゲートは、実現する可能性が高いと考え、その社会実験を行った時のメーカーに開発の協力を求めた。



写真-2 新快速停車の発表



写真-3 UHF帯のICタグとアンテナ

2. RFIDゲートシステムの導入

基本的なゲートシステムとしては、自転車の前輪スポークに設置する写真-3のUHF帯(952~954MHz)のICタグとアンテナ、ゲートに設置するリーダライタ側アンテナとリーダライター、管理室のパソコンが組合わさったシステムで構成されている。

また、通信順序としては、自転車の前輪を光センサーでキャッチし、①ゲート部分にあるリーダライター側アンテナが電波を発信、②ICタグのアンテナが電波を受信、③ICタグ(ICタグを内蔵したICリフレクター)側のアンテナの共振作用により起電力が発生、④ICタグの回路が起動し、情報をICタグ側アンテナから送信、⑤リーダライター側アンテナで電波を受信、⑥リーダライターの制御部からパソコンへデータを送信する流れである。

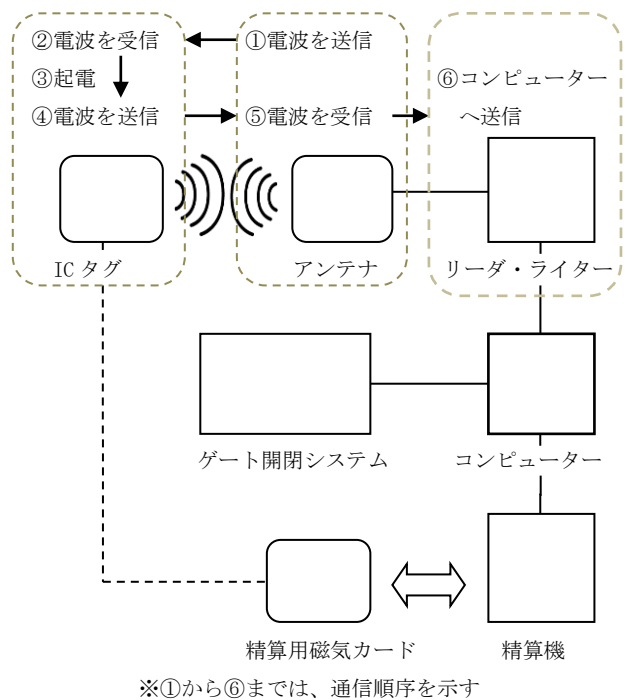


図-1 システム構成

従って、駐車場管理者としては、窓口で利用者に精算用磁気カードとICリフレクターを配り前輪にICリフレクターを設置する。図-1のシステム構成のとおり精算用磁気カードとICリフレクターは、ID番号で繋がっており、利用者が精算機を使って磁気カードに料金をチャージしてあれば、コンピュータはゲートを通しようとする自転車のICタグデータを読み取りゲートを開ける指令を出す仕組みとなる。

しかし、このシステムで使用する UHF 帯 (952~954MHz) は、長所としては通信距離が最大 5m~7m と最も長く、電波が回折しやすいため障害物を回り込む点であるが、逆にそれが短所となり、複数の電波が反射や干渉し合うことで、正確な認証ができないという障害が考えられるため、実証実験の必要があった。

3. 新たな課題

ノンストップ自動ゲートの開発を躊躇なく進められた要因は、草津市で実施した社会実験に私たちが関わり、RFID 技術の基本的な課題をある程度先に把握していたことが大きい。

この社会実験は、地域の交通安全を目的に南草津地域の立命館大学生や高校・中学・企業の合計 8600 台の自転車と小学生のカバンに 600 個の IC タグを取り付け「くらしのみちゾーン」や「あんしん歩行エリア」の各所に設置したアンテナで通勤通学の通行計測データを読み取り、通学通勤経路と時間的通行量を把握することにより、時間的に混雑する交通危険区間の道路（歩道）の改良必要箇所を無駄なくピンポイントで整備できることや通学路の推奨ルートを誘導できる効果が期待されるなど、IC タグを使った国内で初めての大規模な交通調査実験であった。その実験過程で、計測システム自体の有効性を立証する必要があり、IC タグの計測精度の検証を行っている。

さて、RFID 技術の課題としては、社会実験データから複数の計測地点で計測率が 100%を超える場合があること。平均計測率は、各地点により 100%~96% であるが、50%前後と低い計測率の地点もあった。これらの原因は、同じ IC タグを二度読みしていることや、アンテナの受信範囲の外を通行する場合が想定された。また、自転車や歩行者が 3~4 人で並列に通過する場合は、認証精度が悪い結果となっている。¹⁾

開発実験では自転車に IC タグを装着し、並列する 2 ゲートにそれぞれ RFID システムを設置して、アンテナ単体の読み取り範囲試験、隣接ゲート誤読試験、電波干渉試験、自転車接近試験、自転車走行試験を行い、読み取り精度の確認と最適なアンテナ位置の確認等の室内試験を計画した。

しかし、UHF 電波の反射や干渉が課題であることから、その対策として、電波の射出位置や方向、あるいは、強弱コントロールなどの電波制御の検討だけでは実験は失敗すると考え、電波の反射が発生しない IC タグが通過する空間を写真-4 および図-2 の平面図のとおり、射出電波を反射させないような電波吸収体を通路両面に設置する実験を提案した。

各種実験結果については、以下のとおりである。

- ・アンテナ単体の読み取り範囲試験
地上アンテナ高さ 30 cm に設置し、アンテナからの距離 75 cm で読取範囲 1.7m、距離 1.5m で読取範囲 2.2m (アンテナ出力+18dbm : 出力最小値)
- ・隣接ゲート誤読試験
電波出力最小値においても電波吸収体なしの場合は、隣接ゲートの自転車を読み込むが、電波吸収体を設置した場合は、誤読がない。
- ・電波干渉試験
2 ゲートにアンテナ 4 個を設置して電波を輻射したときの干渉を確認したが、電波吸収体の設置により読取不良は発生しなかった。
- ・自転車接近試験
連続走行の場合、電波吸収体により電波の反射による 2 度読みは発生しなかった。
- ・自転車走行試験
リフレクターの読みこぼしがないことを確認した。(時速 15 km まで)
以上の実験結果から、電波の影響範囲に電波吸収体を設置することは、正解であり、必須条件となった。



写真-4 電波吸収体 (写真中央)

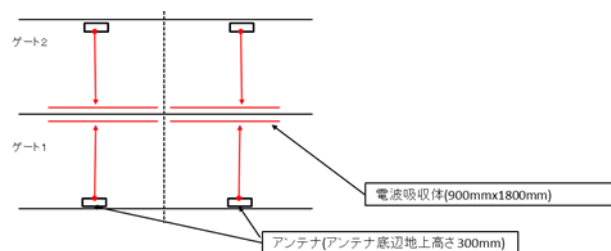


図-2 平面図

4. 設置状況

自動ゲートのシステム構築が可能となったことで、2011 年 1 月に工事発注を行い、約 2 ヶ月で完了して、南草津駅の新快速停車の直前に間に合った。

基本的なシステムの機器構成およびゲート付近の平面図は、それぞれ図-3 と図-4 のとおりである。

写真-5 から写真-8 は、自動ゲート、IC リフレクター自動販売機、精算機等の主要機器類である。

自動ゲートの安全面での課題は、走行する自転車に対して、万が一ドアが開かない場合に衝突しないようにする必要があるが、高速道路の ETC が開閉タイミングを遅らせることで車のゲート衝突を減らしていることから、同様に開閉タイミングの調整を実施している。

また、写真-9 は、音声ガイドと灯具により、定期や回数券の有効期限切れの予告を案内し、ゲート衝突の予防を図っている。



写真-6 自動販売機 写真-7 精算機とカード

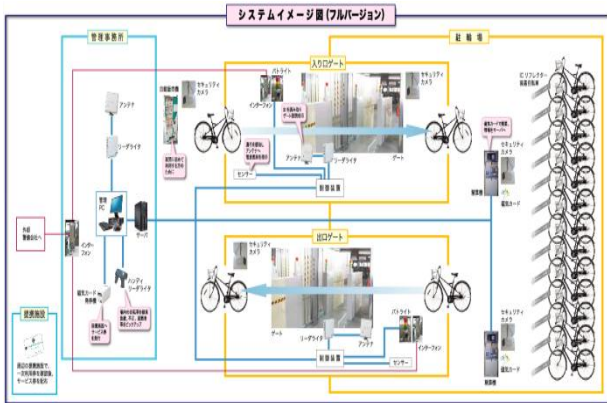


図-3 機器構成

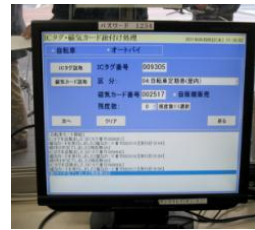


写真-8 パソコン



写真-9 音声ガイド

5. 設置後の実用状況

2011年3月から試験調整を1か月間行い、4月1日から本格稼働を始めた。なお、4月初旬にはすべての自転車に IC タグの設置を完了した。

また、2011年9月末に約700台分の増設工事が完成したが、当駐輪場の定期契約待ちの予約が400台を超えていたことから、一時利用・回数券利用を含め、リニューアル後もほぼ満車状態である。

システムの状況は、本格稼働以降は、機器の微調整を2週間程度行った結果、完全な認証状況で稼働している。一度に十数台の車列で入退場を繰り返す朝夕のラッシュ時も渋滞は全くない状態で、整備前と比べて管理人との料金徴収トラブルや苦情が激減した。なお、写真-10 から写真-12 は、ノンストップゲートの通過状況である。

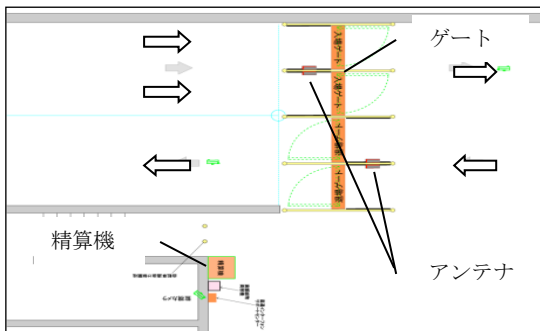


図-4 平面図



写真-5 自動ゲート



写真-10 ゲート通過状況



写真-11 ゲート通過状況



写真-12 ゲート通過状況

6. 総括

(1) 事業効果

改修前では、朝夕のラッシュ時の混雑する状態での使用料徴収などの接客サービスに時間がかかり不評であったが、このシステムの稼働により、料金徴収手間が全て省け、管理人の負担が少なくなったことで、接客サービスの向上に繋がっている。

加えて、収容台数を増やしても、管理人への業務負担量がさほど増えるものでもないことから、6か月後には、ラック改修により約700台を増設し、利用者の自転車需要に応えられている。

ノンストップ自動ゲートの他の導入効果は、次のとおりである。

a) 渋滞解消

朝夕のラッシュ時においても、混雑はなくノンストップでスムーズな入退場が可能になった。

b) 24時間対応

リフレクターの自動販売機を設置したことにより、一時利用者や回数券利用者も24時間利用できるようになった。

c) 駅周辺の放置自転車の減少

ゲートシステム導入に伴い前払い制度から後払

い制度に変更したことにより、料金支払いなどの手続きによる窓口での待ち時間がなくなり、駅へのアクセスが短縮されたことから、駅周辺の放置自転車が前年度比で約2割減少した。

d) 交通安全

ICタグを組み込んだリフレクターを前輪スポークに装着することにより反射材として交通安全に寄与する。

e) コスト縮減

管理人6人が3人に減少し、トータルコストが30%縮減された。なお、当設備は5年間のリース契約になっており、無償で市に譲渡される6年目以降は、管理コストが50%縮減される。

f) 場内の盗難防止対策

盗難車や長期放置自転車が、ハンディライターにより簡単に検索できる。また、防犯カメラとのICタグとの連動でセキュリティが格段に向上した。

(2) 今後の展開の可能性

RFID技術の自転車分野への応用として、走行する自転車との情報認証が普通に行えるようになったことは、大きな一歩と考えられる。

今後、実施の可能性が高いシステムは、

- ・ 防犯登録シールに換わるものとして、図-5の通り盗難車の検索に効果を発揮。(盗難抑止力)
- ・ サイクリングロードの無人ゲート管理が可能。(バイク等の進入防止)
- ・ 駅前広場等へ放置自転車に対して、放置防止警告が可能。(放置自転車の削減) また、防犯登録紹介や盗難紹介など放置自転車の引取り・処分手続きが飛躍的に向上する。(コスト縮減)
- ・ 複数の駐輪場のネットワーク構築により、満空案内が可能。(駐輪場案内システム)
- ・ レンタサイクルシステムのネットワーク化により、点在するパーキングの自転車需要管理が可能となる。(レンタサイクル管理システム)
- ・ 自転車の危険速度警告等(交通安全)



図-5 盗難車検索

なお、この駐輪場のバイク・自動2輪の利用者から、バイク等もノンストップで入れるよう改善要望があり、新たな課題となっている。

いずれにしても、新技術と従来型システムの組み合わせにより、いろいろな分野で新たなシステムの開発がまだまだできるはずであり、その開発手法としては、産・官・学の連携を図ることと、ベストパートナーを見つけることがポイントであると思われる。今後も市民サービス向上にチャレンジしたい。

※ 西岡 善和

前所属 草津市 都市建設部 交通政策課

7. 参考文献

- 1) 玉川地区交通・安全対策協議会：南草津地区における通勤・通学時の歩行者・自転車の安全環境整備のための実証実験業務報告書