

IoT時代のコインパーキングを実現する「docomoスマートパーキングシステム」

イノベーション統括部

しまむら
島村
ゆうき
結城しょう
奨
たかし
隆くわの
楽野
にしの
西野かなこ
可奈子
ゆうき
雄記

近年、さまざまな産業で既存の社会システムの最適化をめざし、ICTを活用する取り組みが進んでいる。そのような中、ドコモは自動車社会を支えるインフラとして、ますます重要性が増してきているコインパーキング業界とのオープンなイノベーション創出に挑戦している。本稿では、挑戦の具体的成果として商用化に至った「docomoスマートパーキングシステムTM*1」プロジェクトの概要とソリューションの技術的特長について解説する。

1. まえがき

私たちの日常の自動車での移動環境を支えるコインパーキングは、日本では1990年代に登場し、改善、進化を繰り返しながら、今日の運営形態に至っている。

コインパーキングは、ドライバー視点では、目的地付近で車を一時的に駐車しておくためのスペースを借りることができるシェアリングエコノミー^{*2}サービスであり、また、土地オーナーの視点では、土地資産の収益化につながるビジネスモデルを実現している。この効果が相乗し、日本国内ではコイン

パーキングの開設が進み、2018年時点では全国で約85,000カ所^[1]が運用されている。

一方、最近のコインパーキング市場では、下記のような課題がある。

- ・キャッシュレス、MaaS（Mobility as a Service）^{*3}などのWeb型ビジネストレンドへの対応
- ・ドライバーが駐車可能区画をスムーズに発見できない
- ・都心部におけるコインパーキングに適した土地の供給量不足

このような状況をかんがみ、ドコモの蓄積、保有

©2020 NTT DOCOMO, INC.
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

*1 docomoスマートパーキングシステムTM：(株)NTTドコモの商標。
*2 シェアリングエコノミー：共有型経済。物・サービス・金銭などの交換・貸出・共有などにより成り立つ経済で、狭義には個人が利用していない製品や資産、個人が提供できるサービスを他者に提供すること。

してきたICTノウハウを活かすことで、

- ・駐車場運営事業者にとっては、既存のコインパーキングシステムでは活用が困難だった狭小地にも適応するシステム
- ・ドライバーにとっては、利便性の高いコインパーキングサービス

を両立させることを目標とし、「docomoスマートパーキングシステム」プロジェクトに2016年6月に着手し、2017年10月に商用サービスの提供を開始した（図1）。

本稿では、本プロジェクトの概要とソリューションの技術的特長について解説する。

2. 本システムの概要

2.1 システム構成

docomoスマートパーキングシステムプロジェクト

トにおいては、

- ・施工費や運営費のコスト削減
- ・市場環境の変化への対応のしやすさ
- ・駐車場利用前後の行動までを広くサポートするUX（User eXperience）^{*4}の提供

をコンセプトとして、ソリューションの開発を進めてきている。

システム構成を図2に示す。本システムは、車の入出庫を検知するIoT機器「スマートパーキングセンサー」、センサとサーバをつなぐ「ゲートウェイ^{*5}」、クラウド上の「駐車場管理サーバー」およびドライバーが駐車場利用時に使用する専用アプリ「Smart Parking Peasy[®]^{*6}（ピージー、以下、Peasy）」の4つから構成される。

2.2 システムの機能

システムの各構成要素における処理の流れと機能



図1 スキーム図

^{*3} MaaS：すべての交通手段によるモビリティ（移動）を1つのサービスとしてとらえ、シームレスにつながる新たな「移動」の概念。

^{*4} UX：ある製品やサービスの利用・消費を通じて得られる体験の総称。

^{*5} ゲートウェイ：プロトコル変換やデータの中継機能などを有し、デバイスとの通信を可能にする中継デバイス。本稿では、センサからサーバに送信するデータの集約および中継する専用機器として独自に開発しているものを指す。

^{*6} Smart Parking Peasy[®]：（株）NTTドコモの登録商標。

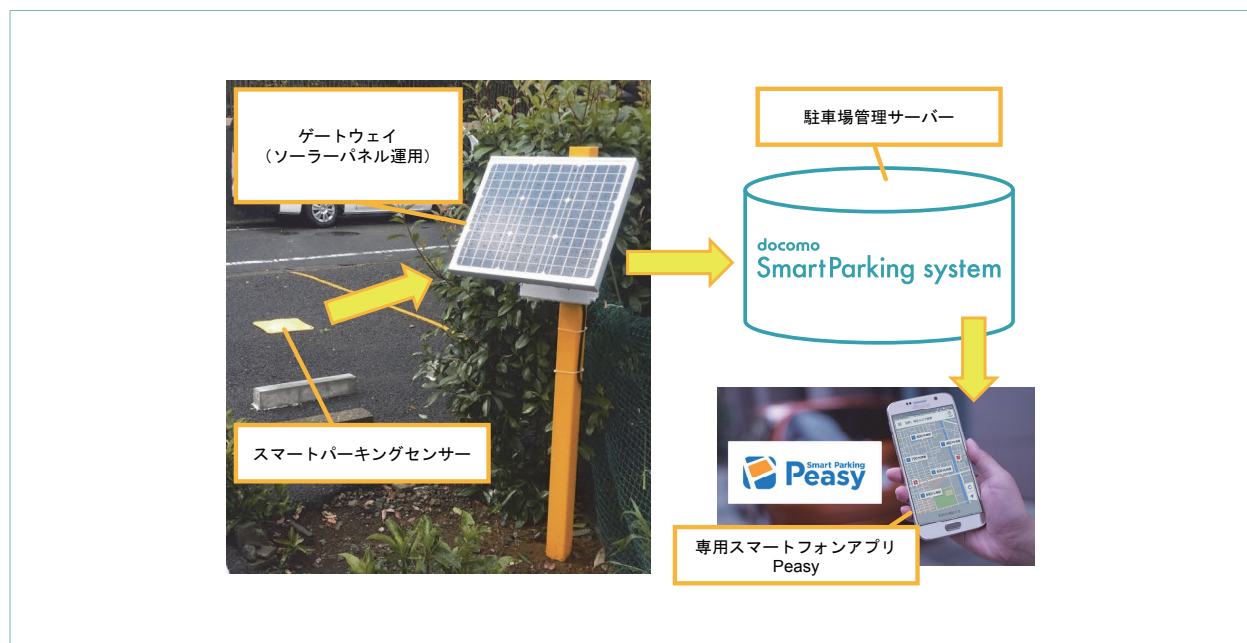


図2 システム構成図

の詳細について解説する。

(1)スマートパーキングセンサー

駐車場の駐車区画1台分につき、スマートパーキングセンサー（以下、センサ）1台を設置する。センサは、設置された駐車区画における車両の駐車状態を常時センシングし、920MHz帯を用いた近距離無線通信を用いて、センシングしたデータを一定周期でゲートウェイに対して送信する。

本センサは、既存のコインパーキング用の車両検知機器と比較して、サイズが軽量かつコンパクトであり、アンカーボルトで地面に固定設置できるように設計している。これにより、工事用重機や特殊工具を使用することなく容易に設置可能となり、地面の掘削も小規模に留めることができ、撤去時の原状回復措置も容易である。また、センサ内部に電池を内蔵する構造としており、設置の際に電源工事を行う必要がない。電源工事、有線の通信工事を共に不要とすることで、既存の機器に比べ、安価かつ短時間の作業で駐車区画に設置することができる。

センサ本体の材質には、樹脂製のポリカーボネートを使用している。平均的な自動車の四輪のうち一輪がセンサ上部に載る前提で、2,500N以上の耐荷重性を確保している。さらにIP67^{*7}クラスの防水・防塵性能を有し、内蔵電池の交換は約2年間不要な仕様としているため、長期間の屋外自然環境下での連続運用に耐え得る。

(2)ゲートウェイ

駐車場1カ所につき、ゲートウェイを1台設置する。ゲートウェイは、各駐車区画に設置したセンサからセンシングデータを受信し、クラウド上の駐車場管理サーバーへ周期的に送信する。ゲートウェイ、駐車場管理サーバー間のデータ送受信は、LTE通信方式を用いた無線通信で行うため、本システムでは機器間通信用の通信工事が不要である。センサとゲートウェイ間の距離は最大約30m（推奨値）まで離すことができ、駐車場レイアウトに応じたゲートウェイ設置場所の選択の自由度を実現している。また、ゲートウェイ1台につき、最大10台のセンサの

^{*7} IP67：IP67、IP65をIPコードといい、日本工業規格（JIS）が採用している保護等級を指す。第1数字は防塵性能、第2数字は防水性能を表す。

同時接続を可能としている。

ゲートウェイは、ソーラーパネルと内蔵の蓄電池を併用することにより、電力を確保し常時駆動している。これにより、環境要因で電源工事を実施することができない空き地のようなスペースにおいてもゲートウェイを稼働させることが可能である。一方、屋内などの十分な日光が確保できない駐車場においては、家庭用電源を用いた設置方法も選択可能である。

施工に関しては、センサ同様、特殊な工具を用いることなくゲートウェイを設置することが可能であり、機器自体はIP65クラスの防水・防塵性能を有している。また、屋外環境の無線干渉などによってゲートウェイからの通信が不安定になった場合に備え、通信が一定時間確立できなかった際に、送信データを一時的にゲートウェイ内部に保持し、自動的に再起動と再送信を行うフェイルセーフ機能も具備している。

これらの特長により、駐車場への機器設置の自由度の高さと可用性を両立したシステム運用を実現し

ている。

センサとゲートウェイの外観を図3に、各機器の仕様を表1に示す。

(3) 駐車場管理サーバー

駐車場管理サーバー（以下、サーバ）は、センサを設置した全国の駐車場の状態（満空状態、料金設定、駐車場開閉設定など）をリアルタイムに一元管理している。

サーバは以下の機能を有する。

(a) 駐車場満空管理

ゲートウェイから送信されてきたセンシングデータに基づいて、個々の駐車区画の満空状態をサーバ上で管理する。さらに、このサーバ上の駐車場情報に基づき、後述のPeasyを介して、リアルタイムに駐車場の満空情報をアプリ上に表示する。後述のアプリ操作にてユーザが駐車区画を事前キープ（利用予約）した際にも、当該駐車場の駐車区画数と事前キープ数、利用中の駐車区画数から利用可能な駐車区画数の残数の有無を求め、駐車場の満空情報表示を更新す



スマートパーキングセンサー



ゲートウェイ
(AC電源運用)

図3 センサとゲートウェイ外観

表1 センサとゲートウェイ基本仕様

	スマートパーキングセンサー	ゲートウェイ
寸 法	388mm (D)×388mm (W)×46mm (H)	105mm (D)×290mm (W)×208mm (H) (ソーラーパネル部：445mm (D)×510mm (W) ×40mm (H))
防水、防塵性能	IP67	IP65 (ソーラーパネル部：IP67)
重 量	3.05kg	1.55kg (ソーラーパネル部：3.5kg)
通信方式	920MHz帯通信	920MHz帯通信 (センサ、ゲートウェイ間) LTE (ゲートウェイ、サーバ間)
動作電圧	DC3.3V	DC3.8V
動作環境	温度：-20～70℃*	温度：-20～60℃
	湿度： 0～100%	湿度： 0～100%

※屋外アスファルト設置時、外気温45℃相当

る。

(b) 駐車料金精算

サーバが保有している各駐車場の料金設定ならびに各駐車区画における車両の入出庫時刻に応じて、ドライバーの駐車場利用料金の精算処理を実施する。本システムでは、オンライン上で精算処理を完結させているため、駐車場への現金精算機の設置が不要である。また、最小で1円単位あるいは1分単位での料金設定も可能としており、曜日や時間帯などの需給のバランスの変化に応じて、きめ細やかな料金設定ができる。

(c) センサ、ゲートウェイの異常監視

センサとゲートウェイから送信されるデータをサーバが常時監視することにより、内蔵電池の残量低下や機器故障などのトラブル、および不正駐車が発生などを24時間365日リアルタイムに検出することを可能にしている。何らかの問題を検出した場合、サーバは問題種別に応じたアラートを保守部門へ自動送信する。保守部門では、受信したアラートの種別に応じて、

センサ、ゲートウェイの再起動や利用ユーザへの架電対応、現地への駆付け対応の手配をオンラインで実施する。現地保守が必要な場合は、保守担当者はトラブルが発生している駐車場の立地や駐車区画情報、アラート種別を事前に確認した上で、現地に向けて出動するため、必要機材の選定など効率的に準備作業ができる。

(d) 駐車場運営事業者向け管理機能

駐車場運営事業者向けの管理システムを具備しており、駐車料金の変更、曜日や時間帯を指定した駐車場の一時的な貸出し中断などを動的に設定できる。これらの管理は、従来の駐車場システムでは現地に赴き、駐車場機器の設定変更を行う方式が主流であったが、本システムではオンラインでリアルタイムに設定変更することを可能としており、点在する遊休地を活用し、地域分散的に展開する駐車場運営事業者においても、駐車場の管理業務を負荷低減できる。

2.3 駐車場サービスの機能

「Peasy」は、本システムを導入している駐車場

を利用する際にドライバーが使用する専用のスマートフォンアプリである。ドライバーは、本アプリをインストールした後に所定のアカウント登録を行うことで、本システムが提供する駐車場サービスを利用できるようになる。

駐車場利用の一連の流れにおけるPeasyの表示画面の遷移を図4に示す。以下、Peasyが提供する主なサービスを解説する。

(a)アカウント登録

Peasyは「LINETM*8アカウント」「Facebook[®]*9アカウント」「GoogleTM*10アカウント」で登録・ログインできる。ドライバーがすでに保持しているアカウントを選択登録することで、新たにPeasy用にID／パスワードを準備する必要がなく、ドライバーの初回利用時までの手間を減らし、出先で本システムを採用した駐車場を初めて利用する場合にも利用しやすいように設計している。

(b)事前キープ、利用開始

Peasyでは、空き駐車区画を利用開始前30分

の間、無料でキープできるサービスを提供している。このサービスを利用することで、ドライバーは、目的地に向かう途中で事前に入庫する駐車区画を決定することができる。その結果として、目的地付近で自動車を運転しながら、看板の表示を頼りに空きがある駐車場を探し回る煩わしさや事故リスクを低減することができる。なお、キープ中は他のドライバーに対して該当の駐車区画を満車表示とし、重複するキープ操作も受け付けない。

また、ドライバー自身がキープ中の駐車区画に入庫すると、そのドライバーのPeasyに利用開始の意思を確認するプッシュ通知を配信する。ドライバーが、アプリの表示に沿って利用開始の操作をすることで、その区画に駐車中の車両とドライバーのアカウントおよび精算手段を紐づけし、出庫時の料金精算準備を事前に済ませることができる。

(c)自動キャッシュレス精算

(b)までの手続きを経ていることで、ドライ



図4 Peasyを利用した駐車場利用の一連の流れ

*8 LINETM：LINE株式会社の商標または登録商標。

*9 Facebook[®]：Facebook, Inc. の登録商標。

*10 GoogleTM：米国Google LLCの商標または登録商標。

パーは、駐車場の利用終了後に車を出庫するだけで駐車料金を自動精算できる。既存のコインパーキングにおいては、精算の際には駐車場内の現金精算機を操作し、精算処理を済ませた上で出庫する必要があったが、Peasyではその手間を省くことができる。

料金精算時は、車が実際に出庫した際に、センサが駐車していた車の出庫を検知し出庫時刻を自動記録する。この出庫時刻と、同じく自動記録していた当該駐車区画への入庫時刻を基に、サーバにて利用料金を自動計算する。計算された利用料金は、あらかじめドライバーがPeasyに登録しているクレジットカードを用いて自動決済する。これにより、ドライバーは精算処理の完了を待たずに、次の目的地に車で向かうことができる。

(d) 領収書電子発行・法人向け請求書一括払い

経費精算などに必要になる領収書については、Peasyから電子発行することができる。紙で発行する領収書に比べ、ドライバーの紛失リスク

を下げ、また駐車場運営の視点からは、印紙詰まりのトラブル回避や、印紙切れ・印刷インク切れなどの消耗品補充のメンテナンスコストが不要となる。

法人のドライバー向けには、請求書による法人アカウント単位での一括払いサービスを提供している。このサービスを利用する法人企業に対しては、法人アカウント単位で駐車料金を1カ月分まとめた一葉の請求書を発行する。この請求書を、法人企業内で経理部門が直接処理することで経費精算の手続きを簡略化することができる。

2.4 利用者の反応

Peasyを介して駐車場を利用したドライバーには、初回利用後にアンケートへの回答（任意）をアプリ上で依頼している。アンケートの回答結果を図5に示す。

- ・5段階評価の4以上に当たる「満足」と答えた方が89%

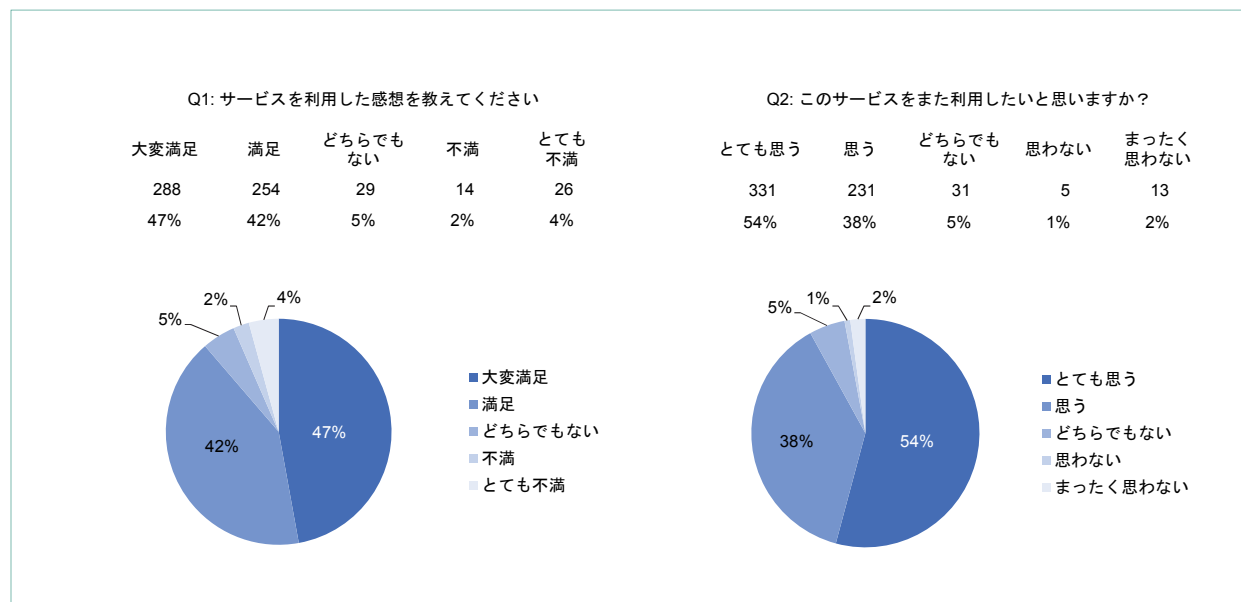


図5 Peasy利用者の利用後アンケート（N=611）

- ・5段階評価の4以上にあたる「再利用したい」と答えた方が92%

という高い評価を得ている。

3. リーンスタイルでのソリューション開発

docomoスマートパーキングシステムプロジェクトでは、

- ・少人数でのプロジェクト体制
- ・不確定性の高い市場環境
- ・知見の少ない屋外駐車場環境下での機器運用要件

などの制約条件下で品質の高いサービスを提供するため、サーバ、アプリのみならずセンサなどの専用機器も含めたソリューション全体に対して、リーンスタイル^{*11}の開発手法を採り入れている。

以下、本プロジェクトの代表的な開発要素である、センサの開発工程の概要について解説する。

- センサの主たる要件として、下記のものがある。
- ・動作精度：車両検知精度、無線通信精度
 - ・施工の容易性：路面工事、電源工事不要で設置可能
 - ・耐久性：車体重量に対する応力、低消費電力、屋外自然環境下での常時連続動作

これらの要件を同時に満たす専用センサを独自に開発し、実用化した。

開発当初の原理試作の工程では、試行錯誤を繰り返しながら、下記のプロセスを進めることで、プロジェクトチーム内に知見を蓄積しつつ、開発効率を徐々に高めた。

- ①屋内空間で車両の検知実験を繰り返し、基本的な機器構造と検知方式を選択

- ②屋外の実際に営業しているコインパーキングに試作機を常設し、実利用環境で車両の駐車位置、天候気候の変化によるノイズを測定し、複数の試験データからノイズ因子を分析、推定
- ③②で得られたデータを基に、ノイズ耐性を高める仕組みや既存のコインパーキング用車両検知機器と同等以上の精度に到達するモデルの抽出

本プロセスにおいては、開発を内製化することでのフィードバックサイクルの早期化を重視し、最繁忙時には1週間に複数回の試作品改修を行い、順次精度を高めていった。

その後の量産化の工程では、防水・防塵性や耐荷重、通信強度と低消費電力化を中心に改良を加えた。また、品質に関しては、同じ期間に複数の駐車場に同時設置することで試験回数を重ね、結果、原理試作からはじめて約1年半で量産化に成功した。

4. あとがき

本稿では、docomoスマートパーキングシステムプロジェクトの概要と技術的特長について解説した。

2017年10月より本格提供を開始している本システムであるが、本稿で触れた技術的な側面に加え、営業活動面でもリーンスタイルの要素を採り入れ、コインパーキング市場を学習しながら市場への普及を進めてきている。特に、コインパーキングの需要過多傾向が強い東京、大阪・関西エリアの都市部から展開を進めている。

本ソリューションは、2017年度グッドデザイン賞において、「グッドデザイン・ベスト100」ならびに「グッドデザイン特別賞 [未来づくり]」を受賞 [2]、また、日本パーキングビジネス協会主催のJPBアワード2017 [3] においても最高位の「ベストセクション」を受賞しており、コンセプトに関してもコインパーキング業界内外で評価を得ている。

^{*11} リーンスタイル：不確実なゴールに対して、小さく着手し、市場や顧客からのフィードバックを手掛かりにプロジェクトを推進する手法。

今後も「低消費電力で高検知精度」といった相反する要件を、高次元で両立する挑戦を継続し、コインパーキング業界のさらなる進化を下支えする存在として、貢献を深めていく。

文 献

- [1] 一般社団法人日本パーキングビジネス協会：“コイン式（時間貸）自動車駐車場市場に関する実態分析調査 2018

版,” May 2019.

- [2] 公益財団法人日本デザイン振興会：“スマートパーキング [Smart Parking Peasy] | 受賞対象一覧 | Good Design Award,” Nov. 2017.
<https://www.g-mark.org/award/describe/45413>
- [3] 一般社団法人日本パーキングビジネス協会：“日本パーキングビジネス協会（JPB）：JPBアワード 過去受賞作品,” May. 2017.
<https://www.gia-jpb.jp/award.html>