

訪問記

オムロン株式会社

1 はじめに

鉄道を利用するときには何気なく使っている自動改札機や券売機。最近では、鉄道の定期券に磁気式カードのほかに非接触式 IC カードが使用されるようになってきている。そのため自動改札機や券売機も非接触式 IC カードに対応したものに変わってきている。今回はその日々進化し続ける自動改札機や券売機を開発および生産しているオムロン（株）（以下、オムロン）を訪問させていただいた。

2 オムロンの概要

オムロンは、1933年に創業し、制御システム機器、電子・機構部品、車載電装機器、公共・交通・セキュリティ系の機器などの研究開発・製造・販売を行っている企業である。今回は生産開発拠点の一つ滋賀県にある草津事業所を訪問し、施設見学、開発者のインタビューをさせていただいた。

草津事業所は、従業員数1604名のオムロン国内最大の拠点で、開発・設計と生産が一体となって、高度でスピーディーな事業展開に取り組んでいる。今回は、主にSSBカンパニーと呼ばれる事業について説明していただいた。SSBカンパニーは、主に自動改札機、交通管制、ICカードを用いた入退室管理システムなどの公共・交通・セキュリティ系の機器を扱っていて、人々の安心、安全を提供している事業である。

3 見学

施設内は、セキュリティレベル別に建物や部屋が管理されていて、ICカードによって入退室が管理されていた。

さすが、セキュリティ系の機器を扱っている企業なので自社のセキュリティ管理に力を入れている。開発現場や工場はとても明るくてきれいな印象を受けた。工場と聞くと油まみれなイメージがあるが、むしろその逆で、清潔感があっけきれいだ。蛍光灯の向きや柱の絵に工夫をすることで、仕事をしやすい環境作りがされていた。

3.1 コラボラボ

コラボラボとは、オムロンの最新の技術を使ってさまざまなものとコラボした近未来の技術が体験できる施設である。とくに人の顔をカメラで撮った映像から個人認証、年齢や性別を判定する技術がおもしろかった。たとえば、未来の自動券売機（図1）では、使う人がお年寄りの場合は画面表示の文字を大きくしたり、子供の場合はひらがな表示にしたり、画面の高さを身長に合わせて、使用する人の年齢に応じて券売機が変化する。自動改札機とコラボしたものでは、不正入場をすると自動的にそのときの映像を保存し、不正があったことを知らせる。実際に子供用のチケットで入場を試みたが不正だと見破られてしまった。この技術は

時間帯による年齢や性別などの人数もカウントできるのでお店などの商業施設のサービスや売り上げの向上にも役立てることができる。ほかにも画像処理技術を用いて、人の笑顔、人の混雑具合、交通量、歩行者や二輪車の検知などができる。

画像処理のほかにカメラが設置できないところで人の存在を感知することができる温度センサ、道路に埋め込むことで車が走っていても車の重さを計測できる車両重量検知センサ、高速道路のETCゲートで牽引車の検知もできるレーザセンサ、非接触式 IC カードを用いて鍵の開錠をして人によって入れる部屋を制限できる入退室管理システム（図2）などがあった。ちなみに電気錠の鍵を開ける IC カードは5分で作成可能であるとのこと。セキュリティを向上したい方はぜひこの入退室管理システム電気錠に変えてみてはいかがでしょう。

3.2 生産現場

生産現場では自動改札機と券売機の生産現場を見学させていただいた。生産現場の物の流れは、まず、部材（ユニットやモジュールコンポーネント）



図1 未来の券売機



図2 電子錠

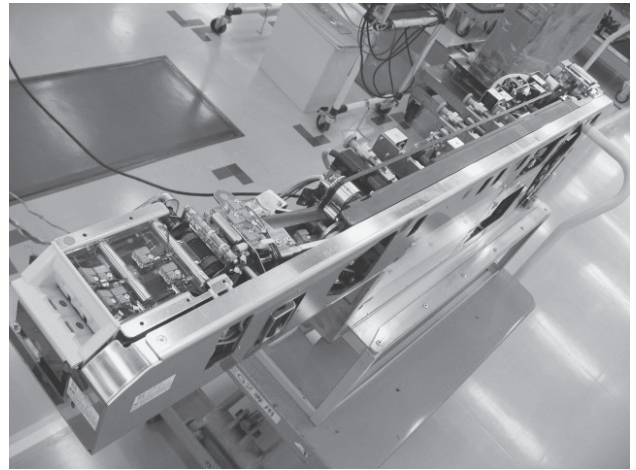


図3 券搬送メカ

が外部から納入される。それらを受入れ検査で検査をして、正常なものを本体ラインに投入して組み立てる。組立が完成した状態で1台ずつ電気を入れ、性能検査、機能検査を行って、最終的に出荷検査をして出荷する。ラインといっても自動車の組立ラインやお菓子工場のようなベルトコンベアは存在しなかった。あるのは、キャストが付いた手押しのラインだった。これは、以前はベルトコンベアを使用していたがベルトコンベアを設置すると工程変更が大がかりになってしまい、フレキシブルな工程変更が行えなくなってしまうためとのことだった。時期によって忙しいラインが違いため、キャスト付きの手押しラインを使用して工程変更を自由に行っているのだそうだ。

受入れ検査では、券売機や精算機に搭載されるお釣りを出すための部材、お札を回収するための部材、制御用の部材などの受入れ品質を確認していた。これらの部材は海外から納入されるものもあり、すべてここで確認されている。毎日10台くらい受入れ検査を行って、ラインに投入されるそうだ。

自動改札機のラインでは、改札機に搭載される券搬送メカ(図3)に実際に切符を入れて、中でのどのようなことが行われているか説明していただいた。これは、NHKのプロジェクトXでも紹介されたもので、乗車券、定期券、切符サイズ券など混合で4枚まで一括投入することができる。実際に切符を投入してみると目にも止まらぬ速さで切符が移動して出口から出てきた。最短0.6秒で出てくるとは驚き

だ。だが、もっと驚いたのはその短い時間で行われる処理の多さである。まず、投入された切符は川で流れている木の葉が石にぶつかって方向を変えるように偏心して回転するローラにぶつかって向きがまっすぐに整えられ、斜めにかかっているベルトでフレーム側に寄せられる。次に、切符が表で投入されたか、裏で投入されたかを判断をし、表で来た場合はそのまま通過させ、裏で来た場合は別の部屋に引き込んで反転させて表にする。それから、切符の読み書きをして、書き込んだ内容の整合性チェックをして出口に放出する。サイズが大きい切符と小さい切符を同時に投入した場合は、出口に放出する前に小さい切符がいちばん上に来るようしてからまとめて出口に放出する。これは、小さい切符の取り忘れを防止するためだそうだ。今の形になるまで20年かかっているそうで、まさにメカトロ技術の賜物である。今後は非接触式ICカードの普及により磁気式の切符類が減少することが予想されるが、切符がなくならない限り券搬送メカは残るそうだ。

自動改札機は中の構造だけでなく、外側のデザインも進化している。昔の自動改札機は、通過する人が大人か小人かを判断する赤外線センサを高い位置の手すりに取り付けていたが、最近では、センサの角度などを工夫して低い位置に取り付けてあるため手すりはなくなっている。そのため、手すりがあったときの密閉感はなくなり、開放感があるものになっているそうだ。ほかに、扉や券搬送メカがないボール型の

ICカード専用の改札機もある。

券売機は、主に紙幣を識別する紙幣メカ、コインを識別するコインメカ、切符を発券する発券メカ、カードを識別するカードメカの四つのメカを持っている。昔は、壁と同じように垂直に平らな形状のものだったが、今は、傾斜をしていて操作がしやすくなっている。ほかに、車椅子の人が使いやすいように足元がへこんでいたり、フィンガナビゲーションが付いていてコインの投入場所がわかりやすくなったりとだれもが使いやすいように設計されている。券売機には一般のパソコンと同じものが積まれていて、起動するとWindowsの起動画面が出てくる。普通のパソコンと変わらないのでフリーズしてしまうことがあり、強制的に電源を落とすと内部の履歴が消えてしまう。お金を扱っているのだから、このようなときの備えとしてミラーリングなどの工夫がされている。

券売機のラインでは、紙幣メカの性能検査が行われていた。自動で紙幣を循環させる専用の機械と実際の紙幣を使用して、自動で繰り返し検査が行われていた。紙幣の識別部などのセキュリティにかかわる部分は内製されていて、製造している部屋や紙幣の保管場所は社内でも限られた人しか出入りできず、セキュリティカードや監視カメラで最上位のセキュリティで管理されているそうだ。

3.3 試験現場

試験現場では、主に信号機などの交通機器の試験現場を見学させていただいた。交通機器は、屋外で24時間さ

さまざまな環境条件の中で動いている。どんな条件で試験や検査が行われているのか見学させていただいた。まず、交通管制システムに使われている超音波センサの性能検査を見学した(図4)。このセンサは、高さ5~5.5mに取り付けられていて車の交通量を検知する。車の交通量によって信号機が青信号になっている時間を自動的に制御するために取り付けられている。性能検査では、道路と見立てたウレタンの壁に5.5m離れたところから超音波を当てて、その間に車両に見立てた物体を通過させてセンサが正常に動いていることを検査していた。一見、地味な作業に見えたが、道路の幅は決まっています、センサが検出する幅が大きすぎても小さすぎてもいけないのでこのような試験は重要なことである。

次に、さまざまな環境条件での機械の動作確認をする試験現場を見学させていただいた。ここでは、散水試験、温度試験、落下試験、振動試験などが行われている。散水試験では、シャワーで水をかけて、内部に水が入らないことを確認している。温度試験では、温度や湿度をコントロールして夏でも冬でも正常に動くことを確認している。温度は -20°C ~ 60°C 、湿度は90%までで試験が行われている。落下試験は、滑車で機械を持ち上げてから落下させて機械の移動中の落下や衝撃に耐えることの確認が行われている。振動試験では、加振器に機械を乗せて加振させて振動状況でも正常に動くことを確認している。

最後に、信号機の制御ユニットの性

能検査を見学させていただいた。制御ユニットは、四角いボックス状のものに入っていて、交差点にあるのを一度は見たことがある人が多いのではないかと思います。普段は自動で信号機の色を切り替えているが、手動でも切り替えができるようになっている。信号機にはさまざまな安全対策がされている。たとえば、実際に起きることはほとんどないが、交差点のすべての信号機が青になってしまった場合は、エラーを検知して一方の信号機を黄色の点滅信号に切り替え、もう一方の信号機を赤色点滅に切り替えてエラーが起きても交通事故が起きないように安全対策がされている。もとに戻す場合もすべての信号機を赤にしてから5秒経過した後に復帰して安全に切り替わるようになっている。制御機は長くて20年動いているものもあるそうで、家電製品などの民生品に比べて寿命が長く設計されている。昔のものは、内部の配線が複雑で重かったが、最近では、軽くてスリムな形状のものになってきているそうだ。昔のものは、製造年やメーカー名が書いてある銘板が外側のボックスに取り付けられているそうなので、交差点で探してみるのも面白いかもしれない。

4 インタビュー

今回、見学だけでなく実際に自動改札機の開発を行っている北浦氏と自動券売機の開発を行っている浅井氏にインタビューをさせていただいた(図

5)。自動改札機や券売機の説明や開発の話の伺うことができた。(以下、敬称略)

4.1 自動改札機説明

北浦 改札機というものは全国に大体2万台くらい、多い駅で一つの機械に大体3万人くらいの人が通ります。見た目のところで十年くらい前に変わったのが、上に付いていたバーをなくして人の検知のやり方を大きく変えて、すっきり感を出しています。改札機の特徴は、やはり券の高速処理です。2.5m/sというかなり速い券搬送速度で紙の券やプラスチック定期券など、さまざまな券を処理しなければいけません。とくに注意していることは、お客様にけがをさせない、あるいは、きちんと処理をするということです。自動改札機は国内3社がやっています。複数枚の切符を分離する機構を工夫する技術は、お互いに競い合っていて、それぞれの方式で奮闘しています。複数にまとめた切符を普通は逆転ローラで1枚ずつ分離しますが、上下のローラを両方正転で速度差を設けることで処理速度を落とさずに2枚の切符を分離しています。この技術は、苦勞して開発してきました。プロジェクトXを見た方はご存知だと思いますが、切符を整列する機構は切符が斜めに入ろうが、横向きに入ろうがまっすぐに向かって磁気を読みとるということで、今もこの機構は受け継がれています。最近、裏向きに入れた切符は表向きに必ず出てきます。これは便利さというよりは、表向きと裏向きの磁気の両方を読んだり書いたりす



図4 超音波センサ性能検査

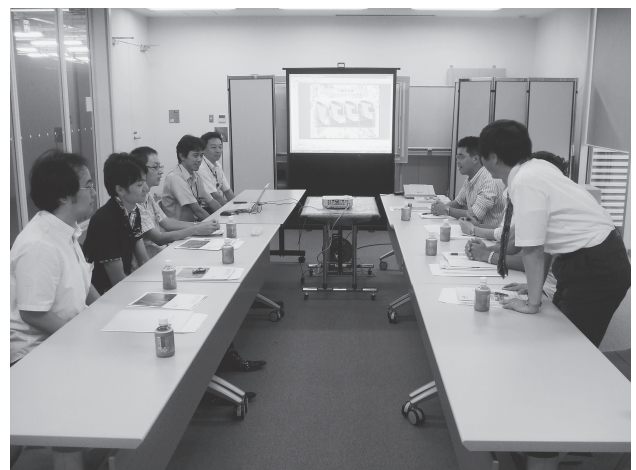


図5 インタビューの様子

るといことは、磁気を読み取りと書き込みセンサが二つにあることになるので裏向きに投入された切符は表向きにしてセンサを減らすということをやっています。複数の切符を処理する場合、処理は1枚ずつですが、最後に切符を出すときに小さい切符は大きな切符の上に重なるようにして見えやすくするため、必ず小さい切符は上に重なるような機構があります。この技術も数年かけて開発しました。最近では、ICカードを処理する機械が増えてきます。だんだん自動改札機も変わってきて、カードの読み取りだけでしたら、今の形の改札機が本当にいるのかとよく私も聞かれます。明確な答えは私も悩んでしまいます。実際に東京のほうで、ちょっと離れた郊外の駅に行くと、ICカードをかざすだけの扉も何もない改札も出てきています。今は携帯電話などのモバイルのIC乗車券が出てきていますが、特急券の指定席、乗り継ぎ駅、何番ホームに行ったらよいかという情報を案内することでさらに便利にならないかということも考えたりします。このようなシステムを必要とした時代になってきました。

4.2 自動券売機説明

浅井 関東では2001年あたりからタッチパネル式の券売機が並べられました。幅は50cmで高さは150cmです。また、お客様によってデザインや路線図などを張り替えます。券売機は券、カード、紙幣、硬貨の四つのコンポーネントに分かれています。裏から見ますと真中に紙幣用のコンポーネントがあります。その隣が硬貨です。紙幣であれば、紙なので切符を運ぶ技術と似ているところがありますが、硬貨の部分は少し違います。硬貨は自由落下で転がして、センサで見て種別分けを行って、ディスク円盤でおつりを出します。また、ICカードは、切符と違い曲がりません。そこで搬送路自体を折り曲げて、カードの向きを変えています。また、可能な限りまっすぐな通路を使っています。パスネットのような、薄くて曲がるものは、曲げて向きを変えています。表から見ると薄いように見えますが、実は券売機の奥行きは非常に大きいです。表はお客様が、裏は駅の係員さんがおつりやカードを入れる操作をしています。裏には、各券売機のお金の状態

や、切符の枚数がわかるように表示器が付いています。切符は、ロール紙になっていて、お客様が券を購入すると、まずロール紙を切符の大きさ(幅3cm)にカットします。この券を改札機が券の向きをそろえる原理で、向きを変えます。表に文字を印刷し、その後磁気ヘッドで磁気の情報を書き込みます。ロール紙の充てんは二つのロールが入るようになっており、なくなりしだい、機械を止めなくてもロール紙の充てんができるようになってきます。できるだけ、券売機としてストップしないように工夫しております。また、係員さんが充てんのために、メカを引いたとき、券売機の表からお客様が手を入れたら非常に危険ですので、メカを引くと自動的にコインやカード等の入口が閉鎖されるようになっていきます。オムロンに入ったときに言われたことが、まず「人にけがをさせるな!」ということでした。ですから、安全面にはかなり配慮しております。ICカードは、リライト印刷を行うことで、書き直しができます。印刷はサーマル印刷方式(熱による印刷)です。紙の切符とは違ったノウハウが必要になります。メカ設計の人間は、いかにきっちり熱を当てるかを考えます。また電気的设计者は発熱量をどうコントロールするかということを考えます。それら二つがうまくいかないと、きれいな印刷にはなりません。もちろんソフトウェアの担当はそれらすべてをコントロールします。券売機をコントロールする最上部には、パソコンが入っています。

4.3 フリートーク

メカライフ学生委員(以下、委員) 券搬送技術は何かほかに使えることはあるのでしょうか。

北浦 明確な案件は今のところはないです。工場の設備ラインなどで興味をたくさん持っていただくこともありましたが、なかなか一緒に何かしようということまでいきません。

委員 もったいないですね。

北浦 何かできたらおもしろいです。

委員 券搬送技術は今も研究開発が続いているのですか。

北浦 たとえば、処理時間を短縮しようとか、処理枚数を増やそうという機能アップすることは減ってきています。これからは、どれだけ製品の信頼

性を高められるかということで研究が続いています。もちろんコスト低減という意識もあります。最近ではICカードよりの技術に移ってきてまして、いかに正確にICカードを処理するか、いかに扉で人をけがさせないかという、人が安全に通行できる技術の開発を進めています。

委員 顔や年齢認証の画像処理技術と組み合わせると何かやる具体的なプランはありますか。

北浦 おもしろいですね。プランはいろいろなところで紹介されています。要は何で価値を作るかですよ。結局、技術はあっても何で価値を生み出すかを考えなければなりません。たとえば、改札機を通過するお客様の属性を分析して駅中や駅周辺ビジネスにつなげていくようなことをやっています。

委員 非接触式ICカードを導入したときは、もともとあった改札機を改造して導入したのですか。

北浦 そうです。関東のパスモのときは改札機の上にアンテナユニットを上から乗せて、処理をするソフトを改造しました。1年かかくらいで、オムロンだけでなく、鉄道事業さん、全関係メカが協力し合った大プロジェクトでした。

委員 メカで難しいところは、プロジェクトXで扱われたところ以外にもありますか。

北浦 複数枚を処理する技術は、プロジェクトXと違う難しさがありました。これは、メカだけでなく、ソフト的にも判定技術や処理速度などでです。

委員 メカの開発は実機ベースとシミュレーションベースのどちらでやられていますか。

浅井 いい質問ですね。

北浦 もちろん理論あってです。基本的には理論あって、構想、構造設計、基本設計まではやっています。ただ、やっぱり、ものづくりは正直なところは現物で作り上げているといったほうが大きいです。

私たちは切符を搬送するのもありますし、券売機では紙幣の搬送とコインの搬送では搬送技術が違います。紙幣と切符は似ていますが、ものの作り方や考え方が変わっている。その辺が、おもしろいです。



図6 オムロン(株)の方々とメカライフ学生委員, 新野秀憲理事

浅井 改札機と券売機では人が操作する形態がまったく違います。改札機は人が通過しながら処理をします。券売機は、窓口みたいに立ち止まって処理します。その代わりに、扱うものがたくさんあります。改札機のいちばん難しいと思うのは、人との同期を取るところが必ず必要ですので券売機と発想がまったく違うところです。

委員 券売機のいちばんの難しさは何ですか。

浅井 券売機は、コインであったり、紙幣であったり、切符、カード、いろんなものを扱わないといけない。それを券売機の幅50cmの中にすべて詰め込む。また、それを一度に処理することがいちばん難しいです。

委員 改札機と券売機のサイズやデザインが変わったのは、鉄道会社のほうから要請があったのですか。それとも、オムロンのほうから提案したのですか。

北浦 改札機のバーをなくそうというのはオムロンのほうから提案させていただきました。この業界はメーカーと鉄道会社さんと一緒になって考えていくというようなことがかなり大きく占めています。

浅井 鉄道会社さんから強い要請があった場合もありますし、基本的にはオムロンの方から提案します。実際にそれが受け入れられるかどうかということは、実際にフィールドテストをさせてもらったりしながら、双方で確認して進めてきました。

委員 大学などでの勉強や経験であってよかったことはありますか。

浅井 大学で学んできたことはベースにあります。ただ、学んできたことをそのまま使えることはなくて、中に入って先輩の横について、横で見ながら、盗みながら、覚えていきます。先輩から最低限のことを教えてもらって、あとは自分で失敗しながら覚えていくことが多かったです。われわれ、開発部の中にも技術は機械系、電気系、ソフトウェアの三つに分かれていて、それぞれ育て方や学び方が違ったりします。

北浦 また、研究開発だと自分が持っているもので、とことん追求していく仕事もあります。商品開発だと、要求仕様が決まっていて、教え込まれながらとにかく、どうまわってもたどり着けということです。

5 おわりに

インタビューの後にオムロンの方々と一緒に写真を撮らせていただいた(図6)。普段、何気なく使っている自動改札機や券売機だが、その中身はまさにメカトロ技術の塊であった。最近でも非接触式ICカードの導入などで進化を続けている。今後、画像処理技術などとコラボして新しい自動改札機や券売機が世に出ると思うと楽しみである。今後も安心や安全を提供し続けるオムロンに大注目である。

最後になりましたが、今回の見学を進行して下さった福永氏、杉立氏、インタビューに応じて下さった浅井氏、北浦氏には深く御礼申し上げます。また、見学させていただいた施設にて詳細に説明をして下さった社員の皆様にも深く御礼申し上げます。

また、本企画の調整および引率をして下さった新野秀憲理事に深く御礼申し上げます。

(文責 メカライフ学生編修委員 松尾匡史, 秋元健太郎, 居合 徹, 石井雄大, 上野弘傑, 原田勇司)