

「安心できる駅」実現に向けた 研究開発



柄澤 博*

お客さまの安心・安全に対する意識の向上に伴い、近年、駅を利用するお客さまから、駅利用時の不安の声が挙がっている。そこでお客さまに安心してご利用いただける「安心できる駅」の実現に向けた支援システムの研究開発を行っている。まず能動的な支援システムとして、防犯カメラ映像を自動で解析し、お客さまの異常を検知し、アラームにて駅社員に知らせることのできる「セキュリティカメラシステム」の開発を行っている。また受動的な支援システムとして、お客さまが不安を覚えたときにいつでも駅社員と連絡をとることのできる「セキュリティエージェントシステム」の開発を行っている。これら支援システムの開発とともに、現地対応まで含めた運用体制についても検討を行い、「安心できる駅」の実現をめざす。

●キーワード：安心できる駅、防犯カメラ、異常検知、インターホン、現地対応

1. はじめに

近年の治安の悪化に伴い、国土交通省および関係機関より、鉄道事業者の対応として「駅における安心・安全の向上」や、「事故・犯罪防止体制の確立」といった事柄についての対策を求められている。

また2005年3月の（財）社会安全研究財団の調査研究¹⁾によると、32.4%の方が駅を不安な場所として認識（図1）しており、駅をお客さまに安心して利用していただくためには、安心・安全対策が必要不可欠となってきた。

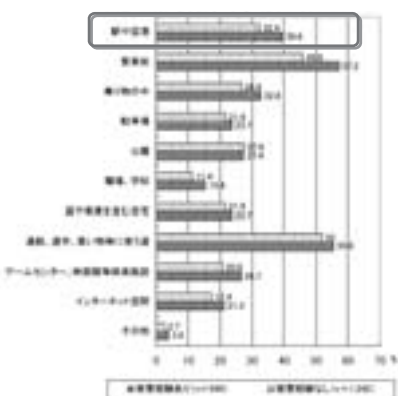


図1 犯罪の被害経験の有無と不安を感じる場所

そこでフロンティアサービス研究所では、お客さまに安心してご利用いただける「安心できる駅」の実現をめざした研究開発を行っている。以下ではこれまでの研究内容について紹介する。

2. セキュリティカメラシステムの開発

2.1 開発の背景

安全対策の代表例として防犯カメラの設置が挙げられ、

近年設置台数は増加の傾向をたどっている。それに伴い駅社員や警備員におけるモニター監視業務が増大しているが、一般的に人間の集中力の持続時間は20分が限界といわれており、カメラ台数が増加した現状では、人の目で常時リアルタイム監視を行うことは難しくなっている。そのため実際の運用においては、事故・事件が起こった時に過去の映像にさかのぼり確認するといった、事後対応による運用が主となっている。そこで事故・事件の早期発見や未然防止に寄与するシステムとして、カメラ画像を自動で解析、異常を検知し、効率よく駅社員や警備員に報知可能な「セキュリティカメラシステム」の開発を行った（図2）。

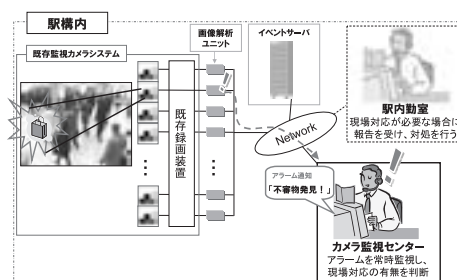


図2 セキュリティカメラシステム構成イメージ

2.2 開発の経緯

2005年に画像の解析アルゴリズムおよびシステムのプロトタイプ開発を行い、フィールド試験にて有効性の確認を行った。2005年の開発では画像解析の基本アルゴリズム(「混雑・混乱」、「置き去り(不審物)」、「転倒(病人、酔客)」、「喧嘩」)に対し基礎技術は確立できたが、誤検知や未検知といったケースもあった。またシステム全体の負荷が想定よりも大きく、実用的なカメラ台数への対応が難しいといった問題が確認できた。そのため2006~2007年には、誤検知・未検知を減らし、より信頼度の高い実運用に耐え

うるアルゴリズムの開発と、システム全体の負荷を軽減させ、効率よく解析処理を行えるシステム開発を行い、改めてフィールド試験にて改善効果の確認を行った。

2.3 アルゴリズムの改善

2.3.1 解析アルゴリズムのモジュール化

2005年度に開発した解析アルゴリズムは、解析途中の処理を詳細まで確認できる仕様になっていなかったため、精度向上の改善点を見出す作業が困難な状況であった。そのため、画像解析の工程を明確にし個々に改善を施せるよう、解析アルゴリズムを一旦解きほぐし、機能ごとにモジュール化を行った。

2.3.2 振舞い解析の品質改善

2005年のフィールド試験の結果から、

- ・蛍光灯などのフリッカ、カメラの自動露出機能、および急な照度変化により発生する画面上の明るさの変化
- ・人物、物体自身の床に映りこむ影の影響

などが、ベースとなる解析アルゴリズムに影響を与えていたと考えられる。これらを改善するため、前項にて行ったモジュール化を基に処理過程を見える化し、対策を講じた。



図3 解析アルゴリズムの見える化の一例

各解析アルゴリズムの入出力データの様子を処理の途中で目視確認できるよう、解析情報の画像ファイルへの出力機能を設けた。これにより解析アルゴリズムの効果を細かく確認でき、改善点を容易に見発できるようになった。

2.3.3 解析アルゴリズムの改善

モジュール化を基に解析アルゴリズムの改善を行った結果、「影除去」、「フリッカ除去」、「画角・遠近への対応」といった解析手法を見出した。ここではそのうち、「影除去」について、効果のあった例を示す。図4-1について従来方式の映像では人間の影が前景として検出されているが、本方式は影が正しく取り除かれていることがわかる。



図4-1 影の影響排除

図4-2も同様に、影除去機能による改善例であるが、背景と前景が暗い部分での改善結果を示す。従来方式の映像では画面左側の人物の上半身が背景と同化してしまい正しく検出できていないが、本方式では影よりもさらに暗い領域として認識されたため前景として正しく検出できている。



図4-2 低照度領域の改善

今回このような解析アルゴリズムの開発により、精度の向上が図れた。

2.4 セキュリティカメラシステムの開発

2.4.1 システム構成

2005年の試作機の開発経験を踏まえ、システムを実用的なレベルに近いものとするを前提とし、現場のカメラ台数に見合うシステムのあり方、警報連携方法、警報情報管理、画面操作性など検討を行い、試作機を開発した。

システム構成は1) 画像解析ユニット、2) イベントサーバ、3) 係員操作端末の3つであり、それぞれの役割は図5の通りである。

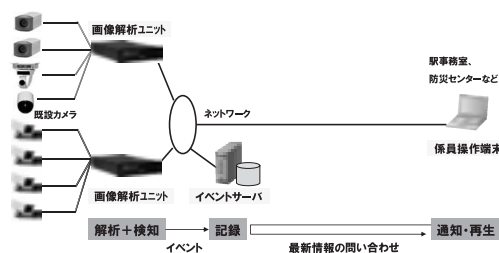


図5 システム構成

2.4.2 構成機器

2.4.2.1 画像解析ユニット

画像解析ユニットは、接続されたアナログカメラの画像を解析し、検知した警報をイベントサーバに通知するとともに、アラーム発生前の画像をイベントサーバ上に送信する機能を持つ。2005年の試作機では単一の装置によって解析と記録を行ったが、今回は画像解析ユニットには解析機能と画像の短期保持機能のみを実装し、警報の長期保持機能（後述のイベントサーバが担当）と分離したモデルを採用した。これによりシステム全体の負荷を分散することができ、多数のカメラの同時処理を実現

できる。主な機能は、1) 解析、2) 画像短期保持、3) イベントサーバへの通知、4) 警報情報提供、5) ライブ映像提供の5つである。

2.4.2.2 イベントサーバ

イベントサーバは、システム全体の画像解析ユニットの稼動状況監視と、それらが発する警報情報の管理を行う。また係員操作端末（後述）と連携を取り、システム上で発生した警報を速やかに係員操作端末を介して、監視担当者へ通知するための仕組みを提供する。イベントサーバは画像解析ユニットおよび係員操作端末間と柔軟に連携し、同時多発的な警報が発生した場合においても、システムとして安定的に連続稼動が可能な設計とした。

2.4.2.3 係員操作端末

係員操作端末は、防犯カメラのライブ映像の表示、警報発生の通知（音と画面色の変化）と確認、過去警報の検索といった、実運用を想定した開発を行った。また、解析アルゴリズムの検証を兼ねるため、開発者による評価を容易に行えるよう、解析データの描画機能を盛りこんだ。ライブ映像・警報再生の際は、映像上に解析結果を描画しながらの再生ができるよう設計した（図6）。

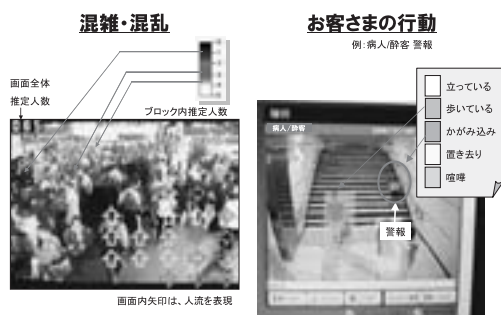


図6 解析データの描画機能例

2.5 フィールド試験の実施

前項にて試作したシステムを用い、フィールド試験を実施した。8台のカメラを任意に抽出しリアルタイム解析を行い、システム全般および解析アルゴリズムの有効性確認を行った。使用したカメラ映像は、改札周辺、コンコース、ホーム上、トイレ前、階段、エレベータ前などを任意に選択した。試験中得られた異常検知の例を、図7に示す。



図7 フィールド試験検知例（転倒・混雑・誤検知）

2007年の試験では、実際の「お客様の異常」を検知する頻度は少なかったが、混雑検知および、トイレ前や

階段におけるジェスチャー検知については、演技を含め良好な検知結果を得られた（図7「転倒」参照）。ただし、エレベータ前のように、ガラスへの映り込みといった誤検知は完全には除去できなかった（図7「誤検知」参照）。

また8台のカメラを用いた同時解析に加え、シミュレータ端末によってさらに8台分の疑似アラームを発生させ、負荷試験を行った。結果の一例を図8に示す。図8より、画像解析ユニットおよびイベントサーバのCPU利用状況は常に1~3%前後で安定稼動していることが確認できた。

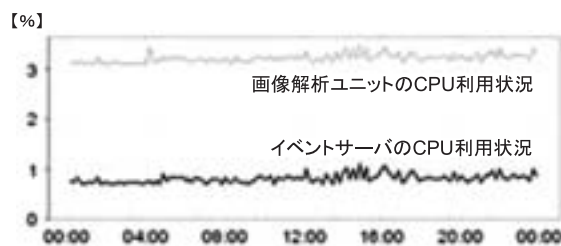


図8 負荷試験によるCPU利用状況例

以上のように今回の試験では、システムとしての有効性は実用性のあるレベルと確認できたため、今後は実際の運用をイメージした開発を行う。なお、誤検知への対処としては、改めて精度向上を図るとともに、運用面でカバーすることも考慮に入れ、早期の実現をめざす。

3. セキュリティエージェントの基礎研究

3.1 開発の背景

セキュリティエージェントとは、お客さまが不安を感じたり、緊急事態を駅社員に連絡したいときにいつでも利用いただけるインターホンシステムである（図9）。

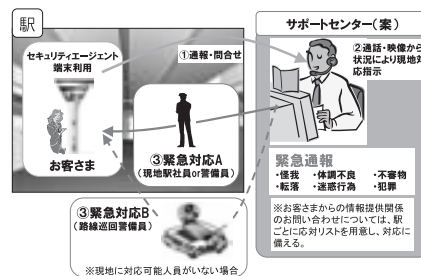


図9 セキュリティエージェントイメージ

近年、顧客満足度調査などのお客さまの声として「ホームなどで駅社員が見当たらないことがあり、困ったときに相談できない」といった声が挙がっている。そこで駅ホームにおけるお客さまの安全に貢献し、かつ、空間に安心を提供できるコミュニケーションシステムの実現を目的として、実態調査から課題および解決策を導出し、安心できる駅をめざすための基礎研究を行った。

3.2 開発の経緯

駅を利用するお客さまの不安事象からセキュリティエージェント端末の利用ニーズの抽出を行うため、鉄道を利用するお客さまに対しwebアンケートを行った。またお客さまニーズとのギャップを確認するため、駅社員へのヒアリングを実施した。これらの分析結果に基づいて、セキュリティエージェントのあり方を予見し、デザインコンセプトの導出を行った。なお、フィールド試験の実施に先立ち、端末設置によるお客さまの反応や使用頻度、デザインコンセプトの確認のため、短期の簡易なフィールド試験を実施し、長期試験に向けた課題確認を行った。

3.3 コンセプトの調査・検討

3.3.1 お客さま要求事項（課題）の抽出、分析

本システムのあり方を予見しコンセプトを導出するため、駅における「危険・不安事象」に対するアンケート調査を行い、課題抽出を行った。調査はweb配信にて行い、スクリーニング調査（45,000人中1,494件の回答）の後に本調査（600人中330件の回答）を実施し、駅ホームにおける危険・不安事象を抽出した。データの分析はデータマイニングという手法を用いた。データマイニングの一例を図10に示す。

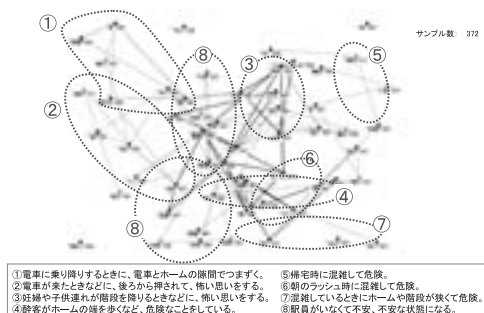


図10 駅ホームにおける危険・不安事象例

分析の結果、駅ホームにおいて発生する危険・不安事象として、1.（ホームからの）転落、2.情報提供が無いことによる不安、3.酔客や痴漢などの不審者による危険、4.急病・体調不良などがあつた。これらを個別の回答頻度や回答者評価による危険度から分類したものを、表1に示す。

表1 事象の発生頻度と危険度

発生頻度	回答者評価	危険度 ※主観評価					
		低い			高い		
		6	5	4	3	2	1
高い	1	(なし)	急病・体調不良 情報提供	他人の体調不良 列車・運行情報	転落 不審者	ホームからの落下 酔払い	
	2	(なし)	エレベーター・エスカレーター 駅員 情報提供	大きな荷物 駅員がいない 構内案内	転落 不審者	ホームと電車の間に落下 増設の目撃	
低い	3	忘れ物 障害者への介助 障害者への介助	駅員が対応してくれた 乗降車の介助あり 乗降車の介助あり 駅構内移動の介助あり	混雑 転落 急病・体調不良 人気がない 忘れ物 悪天候	S2 利用者が集中する 物の落下 体調不良 人がいない 利用者が拾ってくれた 雨・風のため危険	混雑 混雑で移動が大変 エスカレーター階段での転落・転倒 ホームでの転倒 マナーの悪い人 不審者 痴漢	

危険度・回答頻度が最も高かった事象は、ホームからの転落、不審者（酔客）、次いで体調不良などである。（表1右上の箇所）ここまでのとりまとめを基に駅社員へのヒアリングを行ったところ、概ね駅社員のイメージと合致したが、「携帯でメールを打ちながら歩く人」や、「ヘッドフォンで音楽を聞きながら歩く人」に対する危険性の指摘もあり、お客さま自身が気づいていない危険事象を新たに得ることができた。

またお客さまと駅社員の認識ギャップとして、お客さまからは、より積極的な対応を求める声が挙げられる。駅社員としてはお客さまに対し十分に対応していると考えているが、その時々業務や対応の優先順位によって、個々のお客さまから見た場合に不満が残っていることが窺える。この認識ギャップを埋めることも、重要な要素であると考えられる。

以上のように、お客さまへのアンケート調査および駅社員へのヒアリングを基に、セキュリティエージェントシステムを実現するための要求仕様について、表2にまとめた。

表2 セキュリティエージェント要求仕様

大分類	要求仕様（仮定義）
駅構内の設備	災害発生時に、安全な避難を助けるための設備があること 怪我人や急病者が発生したときに、応急処置ができる設備があること 自分が驚いた人が、休めるような設備があること 怪我人や急病者を運ぶための施設があること
緊急対応	人がホームに転落するなどの緊急時に、すぐに電車を停車させられること 急病や重大な事件が発生したときに、すぐに救急車や警察へ連絡できること 人がホームに転落するなどの緊急事態が起きていることを、周囲に即座に知らせられること 危険なことが発生したときに、駅員にすぐに連絡ができること 自他の体調不良および不審者やマナーの悪い人がいた場合に簡単に通報することができること 困って起き上がれないときでも、何らかの手段により駅員を呼べること 気分が悪くなって倒れる人を見かけたら、何らかの手段により駅員に連絡できること 迷子になった子供が、迷子になったことを駅員に連絡できること 迷子を探している親が、子供が迷子になったことを駅員に連絡できること 迷子がいいたら、何らかの手段で駅員に連絡ができること 駅員に対する暴力が発生する、もしくはしそうな場合、応接要請ができること SAでのタスクが権力範囲でできること
監視	何らかの手段でホームの状況を監視し、何かあったときにすぐに何かが届けられること ホームに駅員や駅利用者がいなくても、安心できる何らかの設備がホームにあること [SA] 障害者から駅員に対し、何らかの手段で助動者の要請ができること 不審者に絡まれた駅利用者を受け、不審者に対応することができること [SA] 不審者に絡まれた駅利用者がある、何らかの手段で即座に警告や通報ができること [SA] ホームの決まった位置に駅員の代わりに安全な設備があること 忘れ物や落とし物をしたときに、駅員に対し忘れ物・落とし物の届け出（通報）が行えること
混雑時対応	混雑時に、何らかの手段により人の流れを整理誘導し、混雑や転落・転倒事故を防ぐこと 混雑時であっても何らかの手段で不審者を連絡通報でき、不審者を捕らえることができること 日常の混雑に気づくこと
認知・関心・理解	危険事象の発生時以外でも端末とエージェンツが対応する用途を学習できるようにすること 端末に近づく利用者が通常からエージェンツが対応する用途を学習できるようにすること 事象発生環境の近くや少し離れた場所、休憩場所からでもエージェンツを見つけれられること エージェンツにたどり着く、または利用中に安心できる要素があること 危険や怪しい方が増えるを見るだけで危険に察知できること 駅員への通報や駅員による応接要請が簡単にできること 事象が発生していることを周囲の人に伝えることができること
遠慮・行動	

なお、本システムの利用状況として、「お客さまの安全に貢献」という観点を重視した場合、情報提供系のサービスを含めると端末の利用頻度が増え、いざという時にご利用できないお客さまが発生してしまう可能性が高くなる。そのため本システムについては、「危険・緊急度の高い事象」を前提とし、要求仕様を固めた。

3.3.2 コンセプトの導出

要求仕様を基に、セキュリティエージェントのコンセプトを導出した。

単なる「通報機能」だけでは安心・安全の提供には限界があるため、

- ・ 端末デザインや表示による「気づかせる力」
 - ・ 不安事象に対する「抑止力」
 - ・ 情報表示や救護設備による「自己解決支援力」
- といった機能をエージェント端末に持たせ、「樹木」をキーワードに端末デザインを導出した（図11）。



図11 端末デザインイメージ（親機・子機）

樹木の「幹」としての親機には、その場で周囲の監視を行える全周カメラとそのディスプレイを設置し、目立つ意匠を取り入れた。なお、全周カメラにて常時見守る機能や、AEDなどの救護設備を併設することで「安心できる場所」というイメージをお客さまに与える役目も持たせている。また「枝」としての子機はシンプルな端末とし、ホーム上に多数設置可能なデザインとした。なお基本コンセプトの「気づかせる力」に基づき、ホーム上のどこかで通報ボタンが押されると、親機のディスプレイや子機の照明が連動し、周囲に異常が発生したことを知らせる機能を持たせた（図12）。

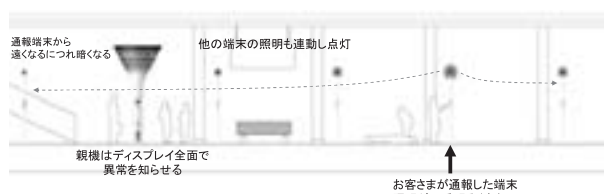


図12 通報時連動イメージ

3.4 簡易フィールド試験の実施

本システムの運用を検討するにあたり、実際の駅環境に設置した際にどれくらいの頻度、問い合わせ内容でお客さまのご利用があるか確認するため、簡易なフィールド試験を実施した。

3.4.1 フィールド試験実施駅の選定

駅の選定について、基礎研究およびお客さまの声にて得られた知見を基に、1) 改札から遠いホーム、2) 設置場所のあるホーム、3) 立ち番がないホーム、4) 見通しの悪いホームといった条件から選定を行い、都内の某駅にてフィールド試験を実施した。

3.4.2 試験概要について

今回の試験は以下内容で実施した。

- ・試験期間：2008年2月4日（月）～6日（水）
- 各日11時～25時（終電まで）
- ・端末台数：1台（ホーム上）
- ・対応警備員：2名（コール対応含む）
- ・アンケート調査を実施

端末設置場所は階段の裏手であり、改札からも遠い。また数年前よりホーム上の駅員詰所は使用されておらず、

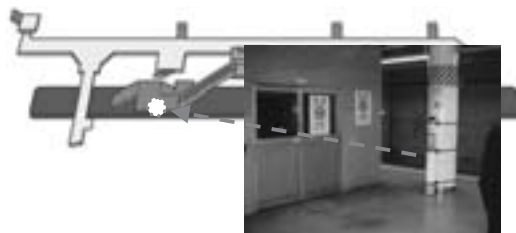


図13 端末設置場所

駅社員を探すお客さまが詰所を発見しても誰もいないという状況をカバーできると想定した。

3.4.3 使用機器について

今回のフィールド試験では、試験期間も短かったため、端末については簡易に設置を行えるものを選定した。

図14に示すとおり、バッテリーで稼動し、無線（PHS）通信を行える端末である。そのため通信・電力工事を必要とせず、簡易に設置が可能である。本来は通信回線の手配が難しい地方駅への設置に適している端末であるが、今回は試験期間を鑑み、本端末を使用した。

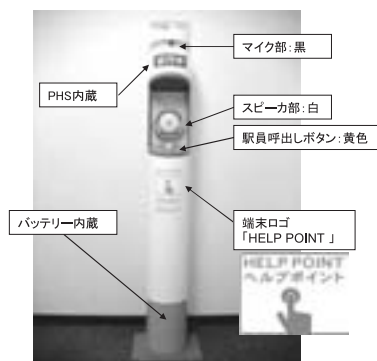


図14 使用機器

3.4.4 運用体制について

駅関係の事案対応に精通した警備員2名を常駐させ、セキュリティエージェント端末からの通報対応を行える体制にて実施した。なお、待機場所は駅事務室の講習室を借用し、有事の際は駅事務室へ一報を入れた上で、現地駆けつけを行うこととした。また、想定される通報内容については個別に対応マニュアルを作成し、十分に対応できるよう準備した（図15）。

通報対応	①お客さま「誰かホームから転落しました。」 ⇒対応者「すぐ係員を向かわせますが、まずは近くの列車停止ボタンを押してください！」 ②お客さま「ホームでフラフラしている人がいます。」 ⇒対応者「すぐ係員を向かわせますが、もしホームから転落しそうでしたら近くの列車停止ボタンを押してください！」 ③お客さま「ホーム下に〇〇を落としてしまったのですが・・・。」 ⇒対応者「かしこまりました。ただいま係員を向かわせますのでその場でお待ち願えますか？（駅社員に連絡）」
現地対応	①ホーム下転落への対応（列車停止ボタンが押されていない場合真っ先に押す） ⇒安全を確保し転落者の保護を実施。人手が必要な場合、駅社員・お客さまへ協力要請 ②ホームでフラフラしている人への対応 ⇒「お客さま大丈夫ですか？ 体調がよろしくなければ、駅事務室で休めますか？」 ③現地対応の結果、指示を仰ぐ必要があった場合 ⇒「申し訳ありません、応援を呼びます（確認をとります）ので少々お待ち下さい。」 ⇒駅社員に応援要請（指示仰ぐ）

図15 対応マニュアル例

3.4.5 試験結果について

今回の試験では実際の通報事例は0件であったが、駅社員からの要請による警備員対応は6件（車椅子対応支援・駅構内の強化巡回など）発生した。なおアンケート調査により74サンプルを収集することができた。

3.4.5.1 アンケート調査結果について

アンケート調査結果について一部抜粋して紹介する。まず第一印象について、「あまり目立たない」が最も多く50%であった。（図16）

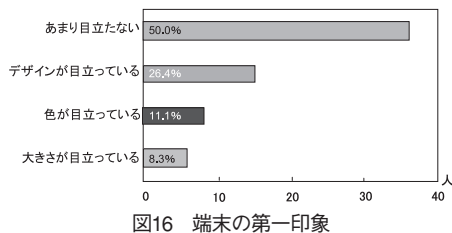


図16 端末の第一印象

目立たないという意見が多かった理由として、端末に対する抵抗感を無くすために安心感を与える「白」を基調としたデザインとしたためであると推測できる。但し「利用する際の敷居が低い」といった、こちらで想定したご意見も得られたため、使用用途の明示や告知でカバーするといった部分も含め、今後の課題としたい。

次に利用場面について、9割以上の方が「人が線路に落ちたとき」と「ケガ人や急病人が出たとき」を挙げ、7割以上の方が「お客さま同士が喧嘩しているとき」を挙げており、お客さまが想起する利用場面は概ね想定した通りの結果となった。

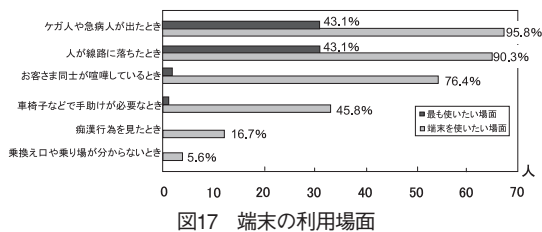


図17 端末の利用場面

3.4.5.2 運用体制について

通報対応については、事前に情報収集することで問題なく対応が可能である。ただし次のような問い合わせに関してはクレームに繋がる可能性がある。

- ・ダイヤ混乱時の列車運行情報や乗り継ぎの問合せ
- ・駅設備や駅全般の仕組み対応などの問合せ

対応として、旅客一斉情報を活用した情報共有や、既存コールセンターとの連携などの検討が必要である。

また、現地駆けつけについてはこれまでの駅警備での経験を踏まえ、対応が可能と思われるが、現場における関係各所との連携が重要である。なお、警備員が暴力を受けることも想定し、警備員の安全を確保するためにも二人一組での対応体制を取ることが望ましい。コールセ

ンターについては今後の展開を踏まえ、一定エリアごとに集約する形をとるべきである。駆けつけ体制についても、駆けつけ時間とコストの両面から、効率の良い体制を引き続き検討する必要がある。

3.4.6 今後の進め方について

前項までの基礎研究を基に、実際の駅への設置条件（照明機能の可否、建築限界に影響を与えないデザインなど）を踏まえた機器開発を行い、長期的なフィールド試験にて運用体制を含めた検証を行い、実導入をめざす。

4. 「安心できる駅」の実現に向けて

ここまで2つの研究開発についてシステムやコンセプトを中心に紹介したが、双方とも人による対応が不可欠なシステムとなっている。そのため駅社員だけでなく、グループ企業の活用も含めた運用体制を検討する必要がある。なお、両システムとも遠隔地での一次対応が可能であることから、駅社員の少ない駅については、遠隔地のセンターでまとめて運用することで、効率の良い運用が可能と考えられる。

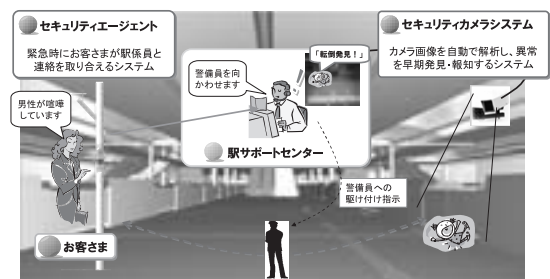


図18 安心できる駅運用イメージ

今後は個別のシステム開発に加え、運用システムについても検討を重ね、お客さまにとって「安心できる駅」の実現をめざす。

参考文献

- 1) 財団法人社会安全研究財団「犯罪に対する不安感等に関する調査研究」(H17.3)
http://www.syaanken.or.jp/02_goannai/01_bouhan/bouhan1703_01/bouhan1703_01.htm
- 2) 柄澤 博「監視カメラ画像を用いた危険検知システムの開発」第43回鉄道サイバネ・シンポジウム (H18.11)