

NECソリューションイノベータ株式会社

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

提案者	NECソリューションイノベータ株式会社、野々市市、学校法人金沢工業大学、ヨシダ宣伝株式会社
対象分野	都市(スマートシティ)、医療・福祉
実施地域	石川県野々市市
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 全国の行方不明者届受理件数は約8.4万件超で年々増加。実施地域は10歳代以下の人口構成比が約20%(全国割合より3ポイント高い)。さらに近隣市町から車の流入が多く、安心して利用できる地域環境が必要。 ➢ バス停をIoT化し市町村の情報基盤として活用する住民サポートモデルを実証する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 「賢いバス停」による児童見守りにより安心、安全な街を実現する。 ・ 人物特徴を数値化し、プライバシーを保護した形式でデータベースに蓄積する。 ・ 閉じた人物特徴値で、第三者のトレースを防止し、保護者だけに行動履歴を知らせるシステムを実現する。
主なルール整備等	個人情報・個人情報と紐づく移動履歴を活用するためのカメラ設置・形状／匿名情報生成に関するルール整備

問題点

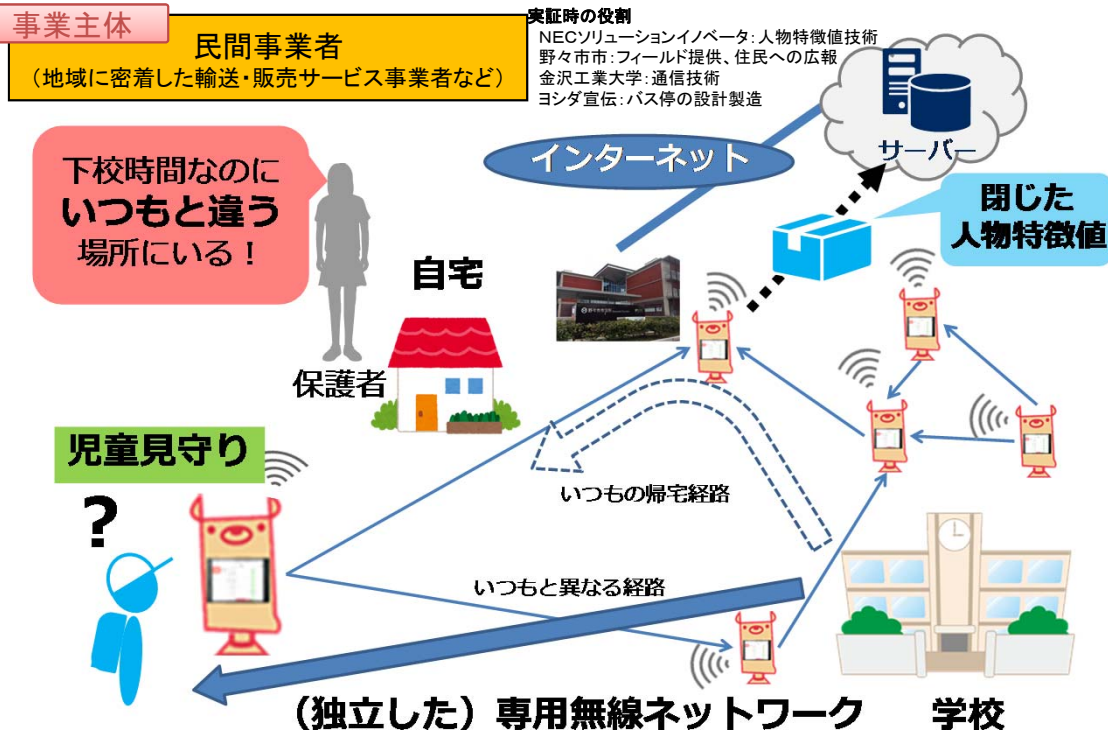
児童見守りの必要性

登下校・放課後は「声かけ」「つきまとい」といった不安があり、子供が被害者となる事件に発展することが懸念される

実証地域は10歳代以下の人口構成比が20%と高い

子供の生活空間における安全対策が必要である

問題解決への取組(実証事業の概要)



得られた成果(KPI)

児童見守りの必要性

バス停に安全安心への貢献を期待する利用者の割合 55%

実証実験参加の保護者へのアンケート結果により、見守り事業の満足度 81%

実証実験で用いた、バス停に閉じた見守りの仕組みが良いと回答した保護者の割合 94%

子供の移動ルート検出の正解率 70%

NECソリューションイノベータ株式会社

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

■ 本事業で解決しようとした問題

全国の行方不明者届受理件数が年々増加し、かつ10歳代以下の件数割合が同年齢の人口構成比より多い。実施地域は10歳代以下の人口構成比が約20%と高い。また近隣市町から車の流入が多く、安全安心のために見守りの仕組みが望まれているが、導入には以下の課題がある。

● 見守られる側の課題

見守られる側がICタグ等の特殊な機器を持ち歩く必要があり負担となる。また、忘れた場合は見守りができない。特殊な機器を持ち歩く必要がないカメラによる見守りの場合は「監視されている」という心理的負担があり、導入を困難にしている。

● 見守る側の課題

前述の心理的負担により、見守り機器の設定場所が限られ、継続した見守り情報をフォローアップできず、見守る側はかえって不安になる。情報を個人が特定できない特徴量で管理しても、蓄積・トレースすることで、個人を推測される危険性があり、プライバシー保護を不安視する声が上がっている。

● 運用費用の課題

ICタグ等の特殊な機器が必要な見守りでは、新入生への配布、破損・紛失時に再配布が必要になり、運用コストが課題。加えて設置するタグリーダーが特殊な機器となるため、見守り用に別途運用費用が発生している。

■ 問題にある背景・マクロ的環境

- 政治的要因 個人情報保護法の改正で、個人識別符号に該当する情報が拡大し、よりセキュアな情報の取り扱いが求められている
- 経済的要因 サービスに閉じた特殊な機器の導入コストや見守り対象者への機器配布・破損紛失時の対応コストが負担となっている
- 社会的要因 カメラ利活用に対する拒否反応・プライバシー保護への住民の意識の高まり
(監視されている、情報がどのように利用されるのか想像/把握できない、プライバシー侵害、画像が望まない形で利用)
- 技術的要因 技術進歩により、蓄積された情報から予想しなかった情報として明らかになる可能性に対する懸念がある
見守り機器の網羅度不足により、不連続な見守り情報が逆に利用者を不安にさせている
(移動経路の情報が不連続だと、その後どうなったかがわからず、情報を受け取った利用者がかえって不安になる)

■ 問題解決の方針(=解決策を産み出した思想)

- 見守りの装置として、汎用カメラを用い、対象者に特殊な機器を配布する必要なく見守り、さらに導入・運用コストの低減させる
- キャラクタ型バス停が見守ることにより、監視されているという心理的負担を軽減し、見守りという利用目的を想像・把握させる
- 地域を網羅する身近なモノ(バス停)を用いて見守ることで、違和感を与えず、連続した情報でフォローアップする
(実証地域はコンビニエンスストアよりバス停数が多い特徴があるため、バス停を利用した見守りに適している)
- 個人情報の利用方法・仕組みをルール化することで不安を解消する

NECソリューションイノベータ株式会社

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

■ 社会実装が必要と考える解決策(理想形)

- 見守られる側が、特別に意識をすることなく、普段と変わらない行動で見守ることができる必要がある。行動中に服装が変わっても見守れるよう、変化が少ない情報(顔・体格)に基づく必要がある。*
また、カメラによる見守りでは見守られる側に「監視」のイメージを与えることなく、さらに画像の利用目的が明確となっている必要がある。
- 見守りサービスにおける見守り情報(個人情報保護済みのもの)を、第三者が蓄積・分析しても、行動履歴をトレース・分析できないようにする必要がある。
- 不連続な情報は、利用者を不安にさせており、継続した見守り情報を提供する必要がある。
- 毎年新生分の見守り用機器を購入、配布する必要がなく、破損・紛失を気にする必要がない見守りシステムが必要である。また、見守りサービス自体の運用コスト削減が望まれる。

■ 左記解決策のうち、実証事業で試行した解決策

- 地域に身近なバス停にカメラを設置し、ICタグや交通系カード等特殊な装置を持ちあるくことなく見守り、対象者の負担を軽減する
(実証地域はコンビニエンスストアよりバス停数が多い特徴があるため、バス停を利用した見守りに適している)
- 地域を網羅する地点に、親しみのあるキャラクタ型カメラを設置することで、「カメラに監視されている」という心理的負担を軽減する
- 個人を特定できない特徴量を蓄積し、行動履歴をトレースすることで、個人を推測・トレースされる危険性が少ない、個人情報の数値化技法の開発
- 地域を網羅するバス停にカメラを設置し、継続した見守りフォローアップ情報を提供することで、保護者の不安を軽減
- 見守り専用のICタグやアクティブタグリーダを用いず、他のサービスでも活用可能な装置を用いることで、コスト削減が可能なシステムを構築

NECソリューションイノベータ株式会社

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

■ 実証事業の全体構造(ロジックツリー)

事業の目指す姿	「目指す姿」を実現するための課題	課題ごとの解決策	解決策の評価		モニタリングする指標(KPI)	実証前の値 (測定年(月日))	目標値 (目標年(月日))	実証終了時点の値 (測定年(月日))	
			評価方法						
地域の負担にならない、子どもの見守りの実現による地域住民の安全・安心の確保	地域の負担にならない、子どもの見守りの実現	人物特徴の数値化による人物特定の正確性向上	収集データに関する分析		同一の人物から生成した特徴値が同一傾向を示す	-	類似度55% (2018年2月)	類似度60% (2018年2月)	
		見守りによる保護者の安心	11組(22名)の保護者へのアンケートによる見守り事業の満足度の把握		満足度80%	-	80% (2018年2月)	満足度81% (2018年2月)	
		キャラクターを模したバス停の設置による監視されているという心理的負担の軽減	利用者へのアンケート		対象者がキャラクター形状のバス停を選ぶ割合	-	80% (2017年10月)	90% (2017年10月)	
		個人情報と紐づく移動履歴の活用ルール策定によりプライバシーへの配慮	ルール案の策定状況		ルール案の策定状況	-	ルール策定済 (2018年2月)	カメラ設置・形状／匿名情報生成のルールを策定 (2018年2月)	
		見守りの仕組みに対する住民の理解	利用者へのアンケート		見守りの仕組みが良いと回答する割合	-	80% (2017年10月)	94% (2017年10月)	
	地域の負担にならない、認知高齢者の徘徊対応	人物特徴の数値化による人物特定の正確性向上	収集データに関する分析		同一の人物から生成した特徴値が同一傾向を示す	-	類似度55% (2022年)		
			個人情報と紐づく移動履歴の活用ルール策定によりプライバシーへの配慮	ルール案の策定状況		ルール案の策定状況	-	ルール策定済 (2022年)	

※青色ボックスは実証事業を通して検討すべき項目

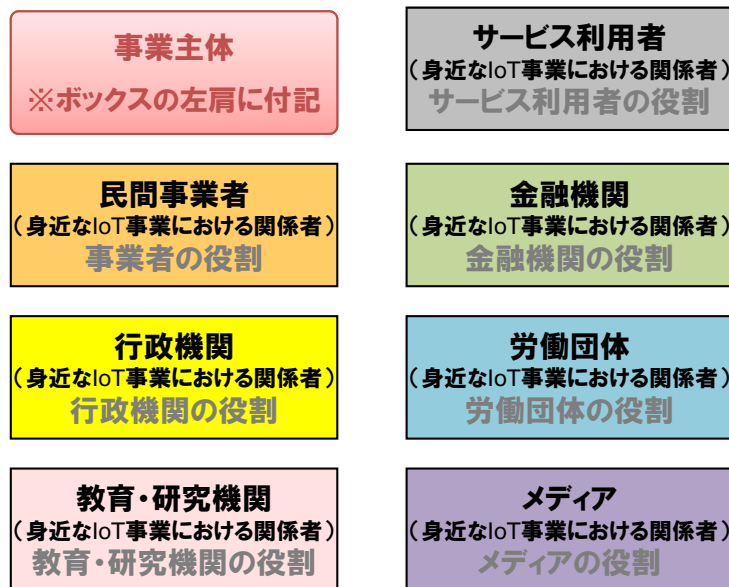
NECソリューションイノベータ株式会社

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

リファレンスモデル作成の目的		他事業者・地域の関係者が類似ビジネスに参入する際の参考とするため、ビジネス及びシステムにおけるモデル(リファレンスモデル)を作成
ビジネスモデル		<ul style="list-style-type: none"> 読み手 : 民間事業者(経営企画)・行政機関 定義 : ステイクホルダーと経営資源の関係性を示した図
システムモデル	システム構成モデル	<ul style="list-style-type: none"> 読み手 : 民間事業者(システム開発者、IoTデバイス開発者) 定義 : ステイクホルダーとデータの流れの全体を俯瞰した図
	業務フローモデル	<ul style="list-style-type: none"> 読み手 : 民間事業者(システム開発者) 定義 : ステイクホルダーの動作と、データの流れを時系列に示した図

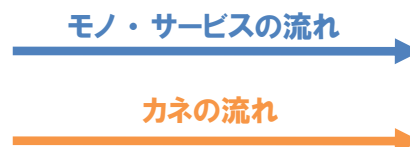
リファレンスモデル 凡例

ステイクホルダー 凡例 (事業主体・サービス利用者・産官学金労言)

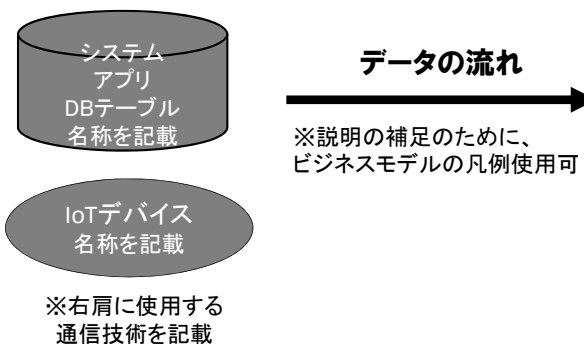


※ステイクホルダー凡例は、ビジネスモデル・システムモデル共通

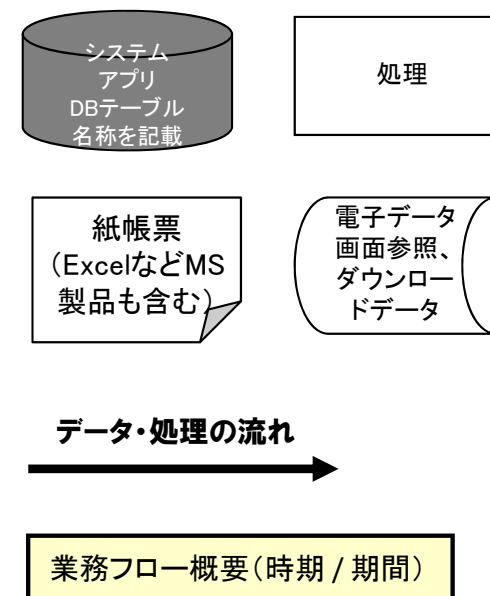
ビジネスモデル 凡例



システム構成モデル 凡例



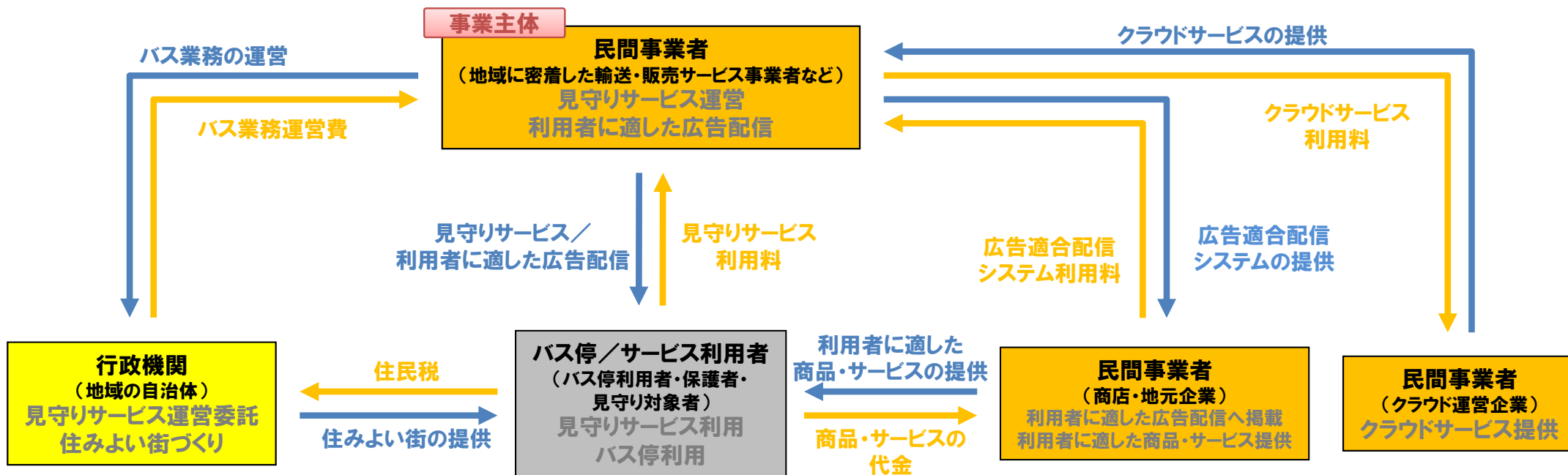
業務フロー 凡例



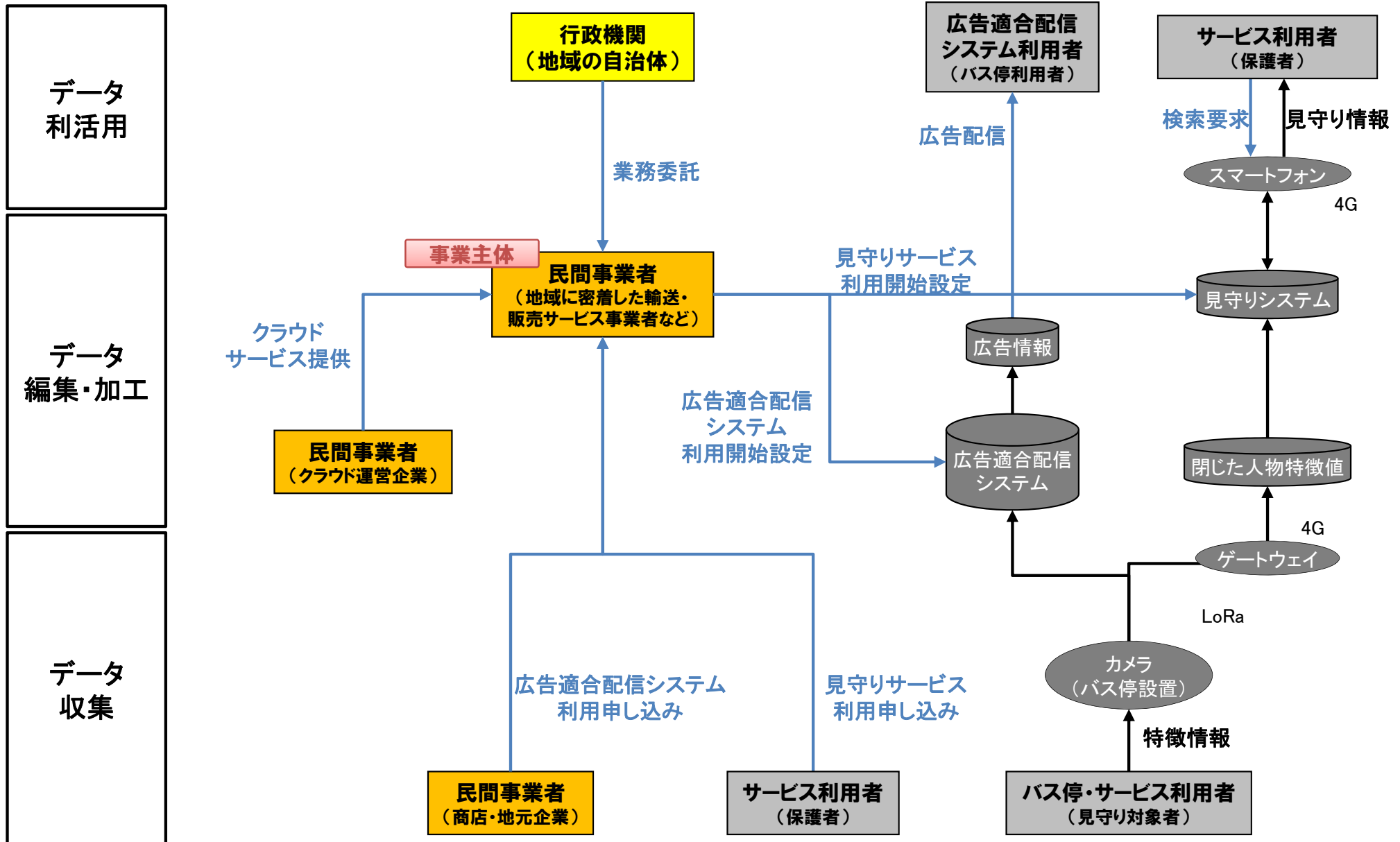
NECソリューションイノベータ株式会社

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

ビジネスモデル

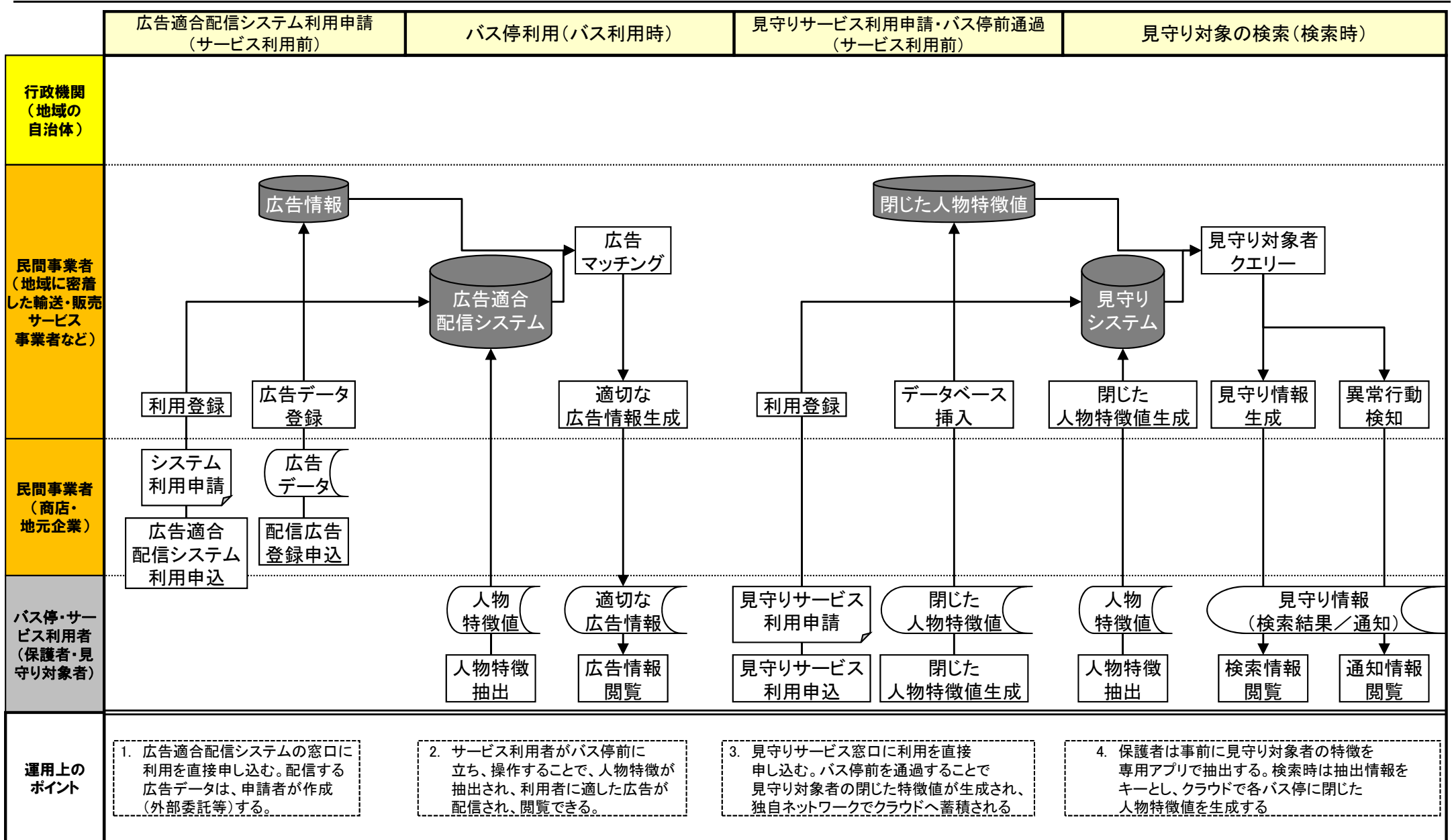


システム構成モデル

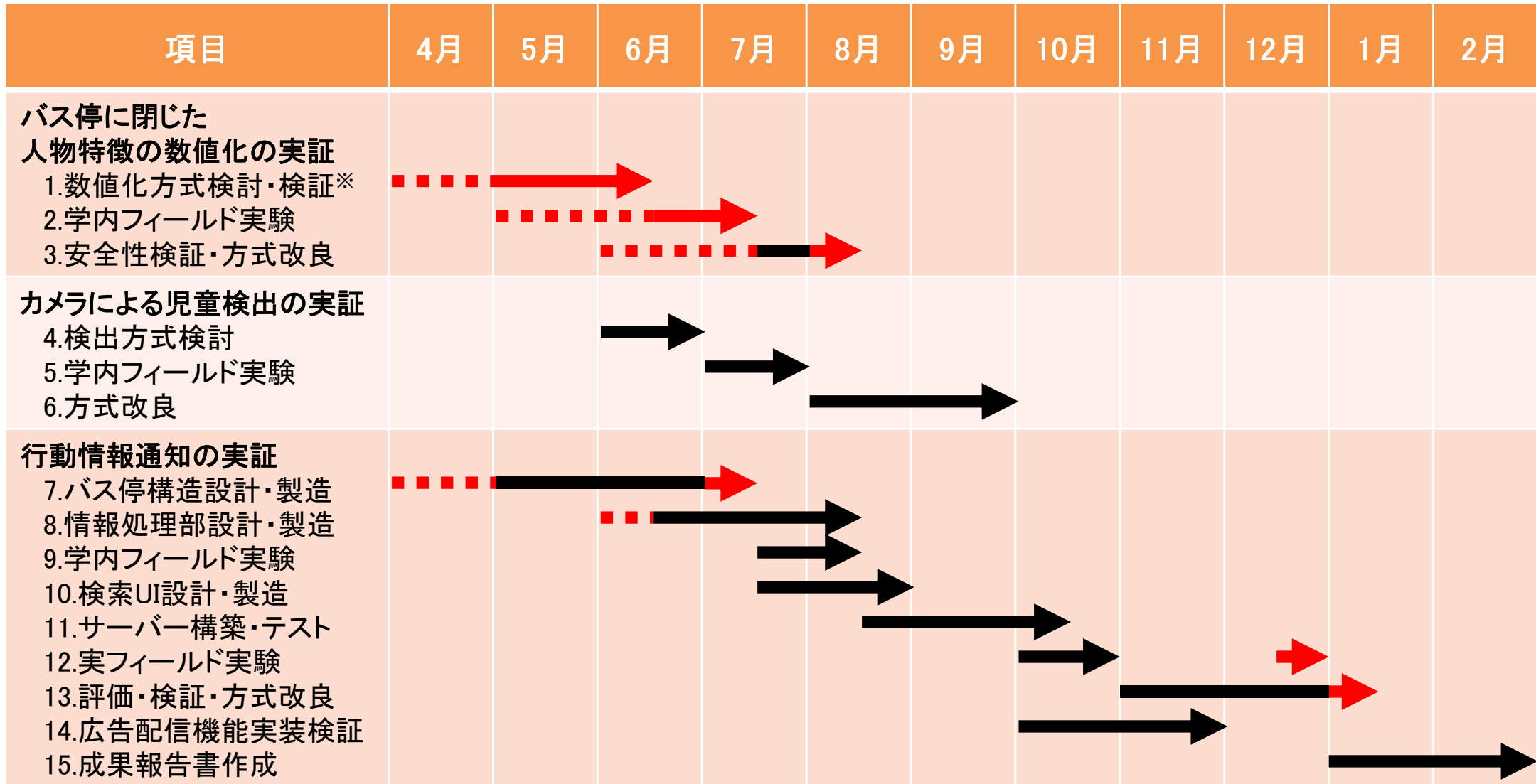


地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

業務フローモデル



■ 実施スケジュール



※ 別添「閉じた人物特徴値の鍵となるハッシュ関数個数(k)」「人物特徴量(元値)と閉じた人物特徴値の類似度関係」参照

当初の予定より、終了時期が遅れている部分は「赤実線」で記載。
 当初の予定より、開始時期が遅れている部分は「赤点線」で記載。

■ 実証事業の実施状況

【実施日】2017/10/28 【実施者】賢いバス停推進議会 【対象者】野々市市にお住いの親子11組(小学生1~6年生)

● 登下校をバス停で見守り、保護者がスマートフォンで検索するシーンを想定して実証実験を実施

- ① コミュニティバスのバス停(18か所)にカメラを用いた見守り機器を設置し、4つのルートを設定する。



- ② 対象者の親子は、割り当てられた一つのルートを歩き、見守り機器(赤枠) 4つのルートバス停設置のカメラが子供を捉えることで、見守り情報として特徴量の数値化とサーバーへ蓄積する。

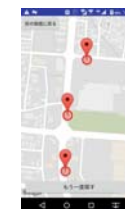
- 人物を水平に6領域で均等割り(頭・顔・上半身・腰・脚・足先)し、各領域の色相・彩度・明度分布を特徴値としてハッシュ値を計算
- バス停毎にクイズを出し、キーワードを一文字ずつ集めるキーワードラリー形式で、バス停を順に歩いていただく



バス停の様子

- ③ 保護者がスマートフォンで、バス停での見守り状況を検索し、実際に歩いたルートと照らし合わせて、その有用性を確認する。

- 「安全安心への期待」の確認アンケートを実施



検索結果画面

NECソリューションイノベータ株式会社

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

■ 実証事業の実施状況(続き)

- ④ 対象者に、2種類のキャラクタ型バス停(キャラクタがカメラを構えている/カメラが目立たないデザイン)を体験いただき、**心理的負担の軽減を確認する。**
広告の自動配信も体験していただき、有用性を確認する。

- 「心理的負担・広告有用性」の**確認アンケートを実施**
 (※別添「実証実験(10月28日)アンケート」参照)



■ 追加実証事業の実施状況(類似度・人物検出精度向上版ソフトの実験)

【実施日】2017/12/20 【実施者】賢いバス停推進議会 【対象者】コンソーシアムメンバー6名

- ① 私有地内に5m間隔でキャラクタ型バス停(3か所)を設置し、1人/2人/3人の組み合わせで、バス停の前を通過し、**見守り情報を蓄積する。**

- **人物特徴値の類似度向上(条件に明度を追加)、複数人物の個別検出対応の追加実験を実施**(※別添「複数人物が一つの人物特徴値となる問題の対策」参照)



■ 実証事業における成果達成状況(KPIによる計測)

- | | | |
|--|----------|--------------------------------|
| ● 同一人物から生成した特徴値の類似度 | 類似度60% | (12/20追加実験結果) |
| ● 見守り事業の満足度 | 満足度81% | (10/28参加者アンケート) |
| ● 対象者がキャラクター形状のバス停を選ぶ割合 | 90% | (10/28参加者アンケート) |
| ● 安全安心への貢献を期待する利用者の割合 | 55% | (10/28参加者アンケート) |
| ● ルール案の策定状況
(個人情報と紐付く移動履歴の活用ルール) | 追加2ルール策定 | (カメラ設置位置・形状のルール) |
| ● バス停が移動ルートを検出する正解率
(実験参加者の特定人物を追跡した結果) | 70% | (12/20追加実験結果)
(10バス停中7か所正解) |

■ 実証過程でぶつかった障壁、及び、障壁に対して変更・工夫したこと

- 【障壁】 撮影環境(明るさ)の違いにより、同一人物を「同一である」と認識できない。
 - 【変更・工夫】 色相・色彩・明度で人物の類似度を判定するが、明度が類似度低下の原因となっていた。同値を除いて判定することで、異なる環境の同一人物類似度精度を向上させた。
- 【障壁】 人物画像から特徴値を生成する際、同一人物でも体勢(正面・斜め向き等)によって値がばらつく。
 - 【変更・工夫】 特徴値の生成は「頭、顔、上半身、両腕、両足、足先」の領域で分割しているが、体勢により色相・色彩の領域重なり(腕と上半身間が顕著)が生じていることが原因となっていた。体勢による領域重なりが少ない水平方向6分割とすることで、生成精度を向上させた。
- 【障壁】 画像1枚をLoRaで伝送するのに約1日(20時間前後)かかり子供見守りシステムとして現実的ではない。
 - 【変更・工夫】 Edgeコンピューティングを採用。人物特徴情報へ変換し送信することとする。(数分以内に短縮)
- 【障壁】 LoRaWANで採用されているスタートポロジ(ハブとなる設備から放射状に接続)では電車の近く等で電波特性の悪い個所が存在する場合ネットワークを構築できない。
 - 【変更・工夫】 複数のゲートウェイを持つクラスタポロジ(線状の接続構成が個別に存在)に変更。
- 【障壁】 「既存バス停設置型」カメラ設置に対して利用者の違和感があり、防水性と心理的負担の少ないデザインの両立が難しい。
 - 【変更・工夫】 カメラケースをバス停同色にデザインし、設置してあるイメージを和らげた。カメラ画角への干渉を十分考慮し、機材を覆う形で防水性を確保した。
- 【障壁】 「キャラクター型バス停」バス停本体において、心理的負担が少ないデザインと安全性の両立が難しい。
 - 【変更・工夫】 キャラクターのスタイルにてデザインを損なわず、構造的に転倒しない構造とし、情報端末として操作できる安全性を重視した。

■ 実証過程でぶつかった障壁、及び、障壁に対して変更・工夫したこと

- 【障壁】 天候(日照条件)の違いにより、カメラ画像が白飛びする場合があります、人物検出できない。
 - 【変更・工夫】 計画段階で撮影環境(明るさ)の差に左右されないよう露光を固定しているが、その影響で白飛びする場合があった。
自動露光(色相・色彩への影響は少ない)に変更し、白飛びの対策を実施した。
- 【障壁】 同一人物の「バス停での特徴値」と「スマートフォンでの生成値」の類似度が低い。
 - 【変更・工夫】 カメラデバイスの違いにより、色合いに特性が出ていることが原因となっていた。
各デバイス間のRGB補正／色相・色彩ヒストグラムの平坦化を施すことで、同一人物の類似度を向上させた。
- 【障壁】 インターネットにつながっていないため、人物特徴情報に正確な取得時間を添付できない。
 - 【変更・工夫】 システム立ち上げ時、時刻同期処理を行ってから起動する様プログラムを変更した。
- 【障壁】 ネットワーク障害時の対応
 - 【変更・工夫】 チャンネルや拡散率(SF)を自動変更する様にプログラムを変更した。
- 【障壁】 「既存場指定設置型」バス停の向きが一定ではないため、場所によってはカメラの画角に人物が入らない。
 - 【変更・工夫】 汎用性ステーを製作して、多様な向きに対応した。
実証対象であるバス停の、車道・歩道向きに対応(5パターン)した。
- 【障壁】 「既存場指定設置型」風圧によるカメラのブレが発生した。
 - 【変更・工夫】 支柱固定金具に吸収材を使用し、本体と装置の養生材を含めた構造に変更した。

■ 実証過程でぶつかった障壁、及び、障壁に対して変更・工夫したこと

- 【障壁】 同一人物の類似度が想定より低くなる(想定6割以上に対して、5割以下)。
 - 【変更・工夫】 類似度判定条件に明度を加えることで、精度を向上させた(1割程度の向上)。実施段階の白飛び対策で自動露光に変更しており、撮影環境(明るさ)の違いによる明度の精度が改善しているため、条件に追加した。
- 【障壁】 複数の人物が一塊として検出され、一つの人物特徴値として生成される。
 - 【変更・工夫】 画像から前景を切り出す際、複数の人物が隣接している場合、つながった領域として検出していることが原因となっていた。前景検出領域に顔検出および全身検出を重ね合わせることで、人物個別の検出可能とした。
- 【障壁】 一度に複数人がバス停を通過した場合、データが多くなりリアルタイム性の確保が難しい。
 - 【変更・工夫】 ゲートウェイの受信アンテナを増やし、受信できるデータ量を増加させる。
- 【障壁】 人物特徴情報をLoRaで送信したとしてもデータ量が多く、リアルタイム性の確保が難しい。
 - 【変更・工夫】 Edgeコンピューティングにより、同じ人がある時間間隔内で複数回認識された場合、データは1回しか送信しないよう設定した。

■ 実証成果に基づき検討されたルール(案)等

■ ルール① 個人情報・個人情報と紐づく移動履歴を活用するためのカメラ設置・形状に関するルール

サービス提供者が、撮影対象者に対して、カメラハード面から、「監視されている」という心理的負担や不安に配慮し運用する

- ルール概要： カメラ画像の撮影および利活用のために、カメラを設置する場合、カメラの設置およびカメラ形状に配慮する。

【カメラ設置位置に関するルール】

- ・ 撮影対象者の行動の妨げにならない位置に設置すること。撮影対象者の体勢や身長などを考慮した位置に設置すること。
(例: 威圧感を与えないよう見下ろすような設置を避ける 視線の妨げにならないよう、1m程度の高さに設置する)

【カメラ形状に関するルール】

- ・ 威圧感がある形状(監視目的のカメラ形状)を避け、見守りを意識した形状を検討すること。
但し、カメラの存在を隠す形状としないこと。カメラ撮影していることを知らせつつ、心理的負担に配慮すること。
(例: 親しみのあるキャラクターがカメラを構えている形状やキャラクターの目にカメラを組み込み、見守っている形状)

■ ルール② 個人情報・個人情報と紐づく移動履歴を活用するための匿名情報生成に関するルール

サービス提供者が、サービス利用者に対して、技術面から「経路追跡から個人を特定されてしまうこと」に配慮し運用する

- ルール概要： 匿名加工情報の利活用のために、蓄積・管理する場合、第三者が匿名加工情報を取得・蓄積し、匿名されたまま解析しても、経路追跡ができないよう配慮する。

・ 【匿名加工情報の生成方法に関するルール】

- ・ 同一対象者から生成する匿名加工情報は、カメラ装置毎に閉じた情報とし、異なるカメラ間で匿名加工情報の関連付けができない特徴を持つ加工方法とすること。

■ 実証事業以降の取組(予定)

● 技術課題への取り組み

- ・ 実証事業ベースの技術を用いて実用化するために、以下の取り組みが必要
 - ・ 人物特徴値
 - ・ 複数人物の個別切り出し精度向上
(並んで歩行する場合だけではなく、体の一部が重なる場合でも、個別切り出しを可能とする)
 - ・ 同一人物の類似度向上(時間帯や天候の影響を最小限に抑え、同一人物の類似度を向上させる)
 - ・ 異常な経路を保護者に通知する仕組みの実装
 - ・ 通信
 - ・ リアルタイム性の確保、伝送遅延を改善するためのネットワーク構成および通信データ量の削減
 - ・ 複数のサービスで共用可能な、低速LoRa回線を用いたプロトコル検討

● 広告適合配信システム

- ・ 配信する広告の内容について、以下の取り組みが必要
 - ・ 配信画像の制約確認(バス運転手が注視するため、動画配信は不可といった制約確認し、ソフトウェア開発)
 - ・ 近隣の生活環境確保(騒音苦情、デジタルサイネージが眩しいといった苦情への配慮・住民への説明や調整)
 - ・ コンテンツ作成方法/配信申請手順/コンテンツ管理方法の運用規定

● バス停構造の実用化に向けての取り組み

- ・ 実証に使用したバス停は、屋内での使用を基本とした構造のため、以下の取り組みが必要
 - ・ バス停に組み込む情報機器類の防水対応、もしくは筐体自体の防水対応
 - ・ 筐体内部温度管理(ファンによる換気、湿度による漏電、液晶の黒化現象対策)
 - ・ 筐体の強靱化(いたずらや軽度な接触対応、揺さぶり耐久)
 - ・ 盗難対策
 - ・ 防塵対策(車両による粉塵巻き上げ付着、風着対策)
 - ・ 電源供給方法の検討(外線電柱、ソーラー電源を検討)

■ 実証事業以降の関連する予算・資金想定の一例

- | | |
|---------------------------|---------------|
| ● 行政機関の年間予算 | 一般会計: 170億円 |
| ● 行政機関から事業主体への年間委託費 | 3000人規模: 数百万円 |
| ● 事業主体から利用者へのサービス利用料 | 月額: 無料~数百円 |
| ● 事業主体からクラウド運営企業へのクラウド利用料 | 月額: 数百円/人 |
| ● 商店・地元企業の年間売上 | 1000億円 |

地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開【都市(スマートシティ)、医療・福祉】

■ 実証事業以降の取組(予定)

