

平成29年度

戦略的基盤技術高度化・連携支援事業

戦略的基盤技術高度化支援事業

「高感度 高セキュリティ顔認証システムの開発」

研究開発成果等報告書

平成30年5月

担当局 関東経済産業局

補助事業者 よこはまティーエルオー株式会社

目 次

第1章 研究開発の概要.....	- 2 -
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標.....	- 2 -
1-2 研究体制.....	- 3 -
1-3 成果概要.....	- 4 -
1-4 当該研究開発の連絡窓口.....	- 5 -
第2章 本論一（1）高感度カメラの開発.....	- 6 -
2-1 世界最小のカメラモジュールの実現.....	- 6 -
2-2 0.01ルクス低照度下でのハイビジョンカラー動画撮影技術開発.....	- 6 -
2-2-1 顔認識可能な動画撮影.....	- 6 -
2-2-2 明暗差の大きい部分が混在した場合でも双方の良好な視認性確保.....	- 7 -
第3章 本論一（2）高セキュリティ顔認証システムの開発.....	- 8 -
3-1 顔認証エンジンの適用性評価と選択.....	- 8 -
3-2 利用しやすいユーザーインターフェース開発.....	- 10 -
3-3 セキュリティシステムをクラウドサーバにリアルタイム性を保って実装.....	- 11 -
第4章 全体総括.....	- 13 -
4-1 複数年の研究開発成果.....	- 13 -
4-2 研究開発後の課題.....	- 13 -
4-3 事業化展開.....	- 13 -

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

犯罪の広域化、複雑化、また、2020に東京でオリンピックが開催されるなど、外国人を含め人々の流動の増大など今後の社会の動向の中で社会の一層の安全・安心の推進に向けた取り組みを強化する必要がある。

このような状況に対応するため、監視システムを拡充していく必要があるが、現在は、事件発生時にビルやコンビニエンスストアに取り付けられた監視カメラの映像が、事件発生後の画像解析により、事件解決の決め手となる事例が多い。しかし、その多くは固定カメラの映像であり、撮影できる範囲は限られている。

また、顔認証による人物の特定に関しては、ビルへの入退室等、ある限られた環境で、固定カメラ（低照度の場合は赤外線カメラを組み合わせたもの）と高額な専用サーバにて実現されており、設備投資費用が膨大となる。さらには、モバイル機器を用いた顔認証システムは現在実現されておらず、壁掛け型、据え置き型が主流であり、低照度の環境下で顔認証ができるシステムも実現されていない。

このような背景の下、本研究では、

- パトロール警官にでも容易に装着できて、特殊な端末を用いず、カラー・ハイビジョン動画をほとんど暗闇程度の低照度で（0.01ルクス）撮像できるカメラを開発する（この程度の感度であれば、警官が夜間警邏中でも十分使用できる感度であり、リアルタイムで該当者を発見できる）。現在、高感度、ハイビジョン動画に対応した小型 1/2.8 インチイメージセンサそのものは開発されているが（ソニー社製）、これを用いたフィールドでの使用に耐える超小型カメラは画像処理プロセスの開発、実装、パッケージング技術の開発等多くの開発課題要素があり、まだ実現できていない。
- この映像データを用い、オンラインで、かつ、低コストのモバイル顔認証・人物特定システム（以下、顔認証システムという）を開発をする。
- パトロールを行う警官がカメラを装着し、スマートメディアを介して、クラウドサーバによりリアルタイムで危険人物の顔認証、特定を行い、アラートを発するシステムを開発する。
- クラウドサーバとスマートメディアとの間の通信は高いセキュリティが確保されるようにする。

このようなシステムは、実際、警察側からの強いニーズに基づくもの（警察への装置納入の実績があり、本計画のアドバイザーである NTT データジェトロニクスからの情報）であり、また、法認定事業者ケーティーシステム(株)は従来、医療用等の小型カメラの開発・製造を行い、カメラの小型化、高感度化、高精細化に取り組んできた実績もある。

【研究目的及び目標】

そこで、本研究においては本事業者の持つイメージセンサ、映像信号処理回路の実装技術を高度化し、以下の仕様にしたがって、高感度高セキュリティ顔認証システムの開発を進める。

1. 1/2.8 インチ CMOS イメージセンサを用いカメラモジュールへの基板実装技術開発

【1-1】世界最小のカメラモジュールの実現

基板の単純な多層でなく 2 段ビルドアップ基板とする（2 層貫通基板上に上下 2 段ずつビルドアップ）。基板を実装可能なサイズの限界を算出して設計を実施する。搭載する回路部品も 0402（チップサイズ：0.4

×0.2 [mm]) 等最小のサイズの部品を採用する。よって、この種のものとして世界最小のカメラモジュールを実現する。

2. 0.01 ルクス低照度下ハイビジョンカラー動画撮像技術開発

【2-1】顔認証可能な動画撮像

既が開発されている 1/2.8 インチのイメージセンサのみの性能では目標の実現が難しい。目標とする高感度性能を実現するため、画作りのISP (Image Signal Processing) の内部コードレベル迄踏み込み、検討設計を進めることにより、顔認証可能な動画撮像を実現する。

【2-2】明暗差の大きい部分が混在した場合でも双方の良好な視認性確保

120dB クラスのWDR (Wide Dynamic Range) 対応で最適なデバイスを選定し、対応を行う。このデバイスを使い明るい物と暗い物が混在する場合、明るい物に焦点を合わせたフレームと暗いものに焦点を合わせたフレームをマージさせ、両方の視認性を向上させる事で実現を目指す。

3. 顔認証システムのクラウドサーバへの適用・構築

【3-1】顔認証エンジンの適用性評価と選択

既存製品の顔認証エンジンの性能とコストバランスを比較研究し、低価格性も考慮して本システムへの適用性を評価し、適したものを選択する。

【3-2】利用しやすいユーザーインターフェース開発

使いやすさを考慮したリアルタイム顔認証システムを設計・構築する。

【3-3】セキュリティシステムをクラウドサーバにリアルタイム性を保って実装

データをクラウドサーバにアップロードする上での自動化、管理者権限への不正ログイン対策、通信の暗号化等も含めた新セキュリティシステム「スマートイン」(株式会社あいびしが開発した本人認証の仕組みであり、情報(ID・パスワード)と物(携帯電話)の二要素認証、インターネットと電話網の二経路認証で不正ログインを防止します。)との親和性を考慮する。

4. 顔認証システムのフィールドでの評価

本開発の模擬モデルを作り、機能、性能が要件を満たしているかを検証する。その後、実フィールドでの検証を行う。

1-2 研究体制

事業管理機関兼研究実施機関 よこはまティーエルオー株式会社

研究実施機関 ケィティーシステム株式会社 (法認定中小企業)

株式会社あいびし

国立大学法人 横浜国立大学

総括研究代表者 (PL) ケィティーシステム株式会社

代表取締役 加藤 久明

副総括研究代表者 (SL) 株式会社あいびし

代表取締役 柿内 宏文

よこはまティーエルオー株式会社

氏名	所属・役職	摘要
塚本 修巳	特別顧問	
鬼山 和彦	知財活用部門、スタッフ	管理員兼務
稲光 教子	総務・経理部門	管理員

ケイティーシステム株式会社

氏名	所属・役職	摘要
加藤 久明	代表取締役	PL、管理員兼務

株式会社あいびし

氏名	所属・役職	摘要
柿内 宏文	代表取締役	SL、管理員兼務
菱沼 昇	取締役会長	
蔵田 邦彦	取締役	
中村 守夫	取締役	

国立大学法人 横浜国立大学

氏名	所属・役職	摘要
藤本 康孝	大学院工学研究院 教授	

アドバイザー

氏名	所属・役職	協力内容
新井 文碩	NTT データージェットロニクス株式会社 ビジネスソリューション事業本部 サービス ビジネス統括部 基盤ソリューション部	セキュリティの知見による、性能改善 点、顧客目線での助言

1-3 成果概要

- ・2.8型では世界最小クラスでのカメラモジュールを実現し、ノイズ対策、最適化も完了。
- ・低照度環境下でのチューニングも実施済みであり、0.01ルクス環境下で撮影可能なレベルを達成。
- ・顔認証エンジンは、多数のエンジンから、性能、コストバランスを考慮し「Luxand FaceSDK」を選択。
- ・量産製品では、顧客の要望に応じて、Luxand FaceSDK 以外のエンジン実装も選択可能な設計を完了。
- ・撮影から顔認証までのワンシーケンスのシステムを構築。
- ・自動で画像をサーバーへ送る仕組みも実装完了。

- 新セキュリティシステム「スマートイン」をサーバ側、端末側双方に実装し、高セキュリティ化を実現。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

ケイティーシステム株式会社

代表取締役 加藤久明

電話番号：045-550-3732

E-mail：kato@kt-system.com

第2章 本論一（1）高感度カメラの開発

2-1 世界最小のカメラモジュールの実現

本研究にて開発したカメラモジュールの概要を以下表2-1に示す。基板の実装可能な限界を算出して基板設計を行った。また、耐ノイズ性も考慮した極小部品を選定し、実装することで、2.8型では最小クラスでのカメラモジュールを実現することができた。（外観は図2-1）

表2-1：高感度カメラ概要

主な機能	開発カメラ（目標）
イメージセンサー	1 / 2.8 インチ 有効画素数 213万画素
最低被写体照度	0.01 ルクス
外形	寸法：20×20×20mm 以下 質量：20g 以下
データ出力	信号方式：USB2.0（High Speed モード） 映像信号方式：MJPEG, YUV 動画出力サイズ：1920×1080、1280×720、 640×480 Pixels 最大フレームレート：30fps@1080p
電源	電圧：5.0[V]（USB バスパワー） 消費電流：Max 100mA
外部インターフェース	USB 接続でスマートデバイスに接続
外観	 図2-1：外観画像

2-2 0.01 ルクス低照度下でのハイビジョンカラー動画撮影技術開発

2-2-1 顔認識可能な動画撮影

2-1で開発したカメラにて、カメラ性能テストを実施し、パラメータのチューニングを行うことで、0.01ルクスの最低被写体照度での撮影を実現した。Auto 制御チューニング（低照度環境下でのチューニング）も実

施し、より鮮明な撮影が可能となった。

2-2-2 明暗差の大きい部分が混在した場合でも双方の良好な視認性確保

2-1で開発したカメラにて、カメラ性能テストを実施し、パラメータのチューニングを行うことで、イメージセンサーレベルでの、ワイドダイナミックレンジを実現した。

低照度下で撮影した比較画像を以下図2-2-1 および図2-2-2に示す。

※低照度下 撮影画像比較 被写体照度：0.05 ルクス

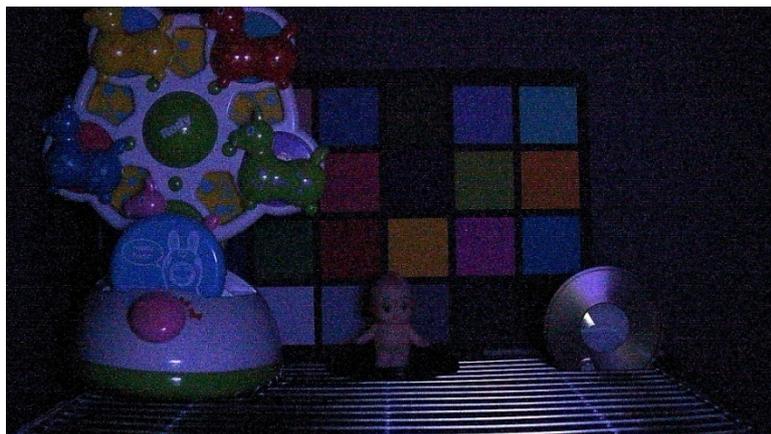


図2-2-1：従来高感度カメラ画像



図2-2-2：本研究開発高感度カメラ画像

第3章 本論一（2）高セキュリティ顔認証システムの開発

3-1 顔認証エンジンの適用性評価と選択

顔認証エンジンは29 エンジンを対象にリサーチを行い、性能とコストバランスを比較研究した結果、以下の順に性能を評価し、コストバランスも考慮した結果、Luxand FaceSDK に決定した。

また、量産製品では、顧客の要望に応じて、Luxand FaceSDK 以外のエンジン実装も選択可能な設計としており、顧客のニーズに応じ、他のエンジンも使用して複数の商品化を実現する。

〈性能評価〉

- ①NEC NeoFace
- ②Ayonix Face-ID SDK
- ③OpenCV
- ④Luxand FaceSDK

〈コストバランス評価〉

Luxand FaceSDK

なお、顔認証エンジンの比較検討にあたっては、以下の視点で検証を行った。

〈顔検出エンジン〉

●特徴

- ・畳込みニューラルネットワーク（CNN）を用いた顔特徴点抽出(図 3-1 参照)
- ・実装が比較的容易

実装した CNN

〔学習プロセス〕

入力：96x96 ピクセルイメージ、および、特徴量位置(30 出力)

使用イメージ数：2000

〔識別プロセス〕

入力：96x96 ピクセルイメージ

出力：特徴量位置(30 出力)

〔特徴量（それぞれ画像上の(x,y)位置）〕

Feature ID	Feature Name
1	Left eye center
2	Right eye center
3	Left eye outer corner
4	Left eye inner corner
5	Right eye inner corner
6	Right eye outer corner

7	Left eyebrow inner end
8	Left eyebrow outer end
9	Right eyebrow inner end
10	Right eyebrow outer end
11	Nose tip
12	Mouth left corner
13	Mouth right corner
14	Mouth center top lip
15	Mouth center bottom lip

●CNN 構成

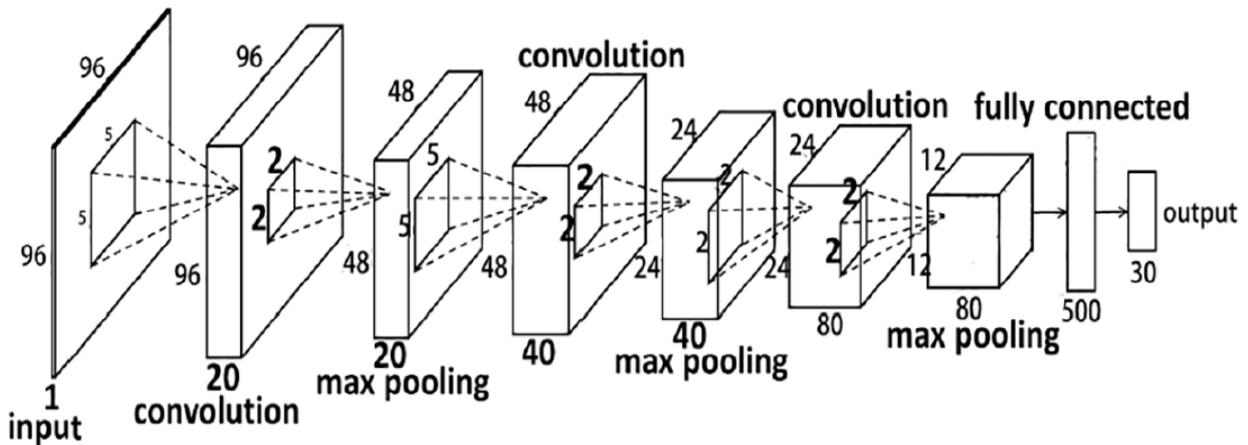
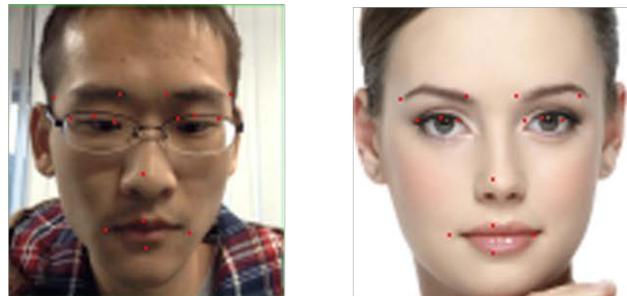
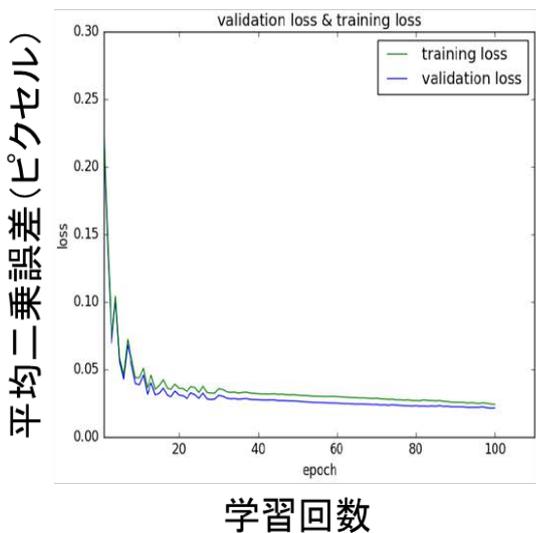


図 3-1：複数の CNN 層等から構成

●実験結果



特徴点検出例
(赤い点が抽出された特徴点位置)

顔検出エンジンで抽出した特徴量位置の情報に基づき、主成分分析等を利用してデータベースと照合

3-2 利用しやすいユーザーインターフェース開発

顔認証エンジンをサーバ側、端末側に実装し、撮影から顔認証までワンシーケンスのシステムを構築した。

サーバ側のシステム構成イメージを図 3-2-1 に、端末側のシステム構成イメージを図 3-2-2 に示す。

構築に当たっては、通信データを減らし、サーバの負荷を下げる検討を行い、認証時間を短くする等の工夫を行った。また、ユーザビリティ向上のため、自動で画像をサーバーへ送る仕組みも組みこんだ。

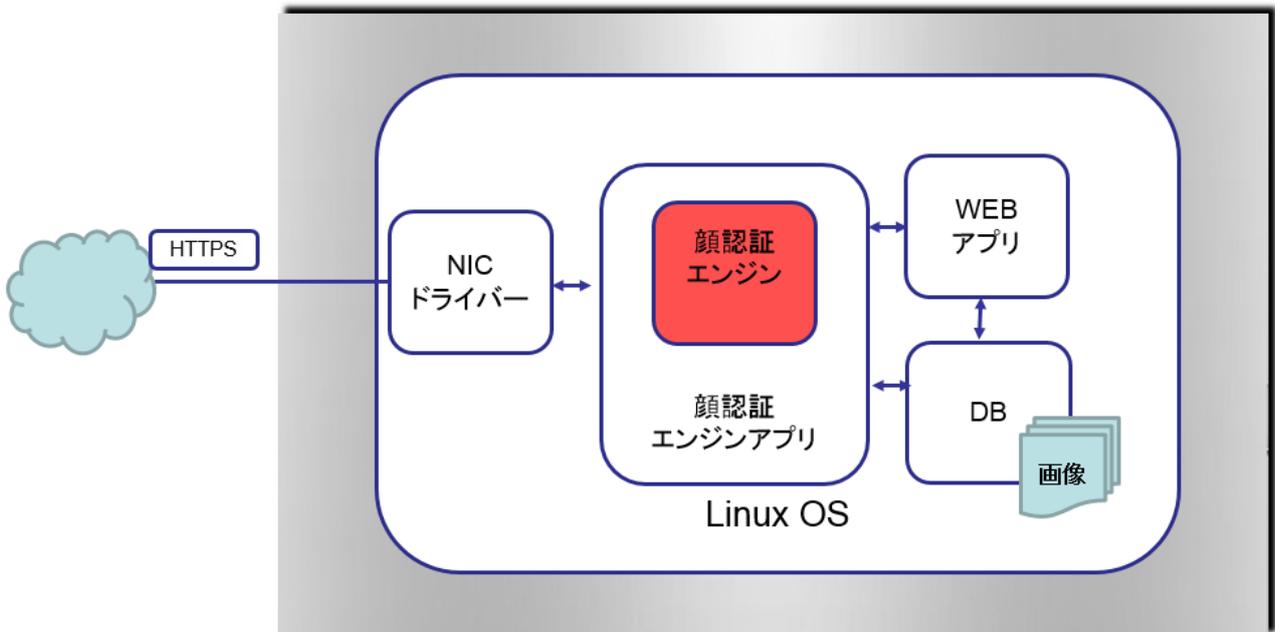


図 3-2-1：サーバ側システム構成

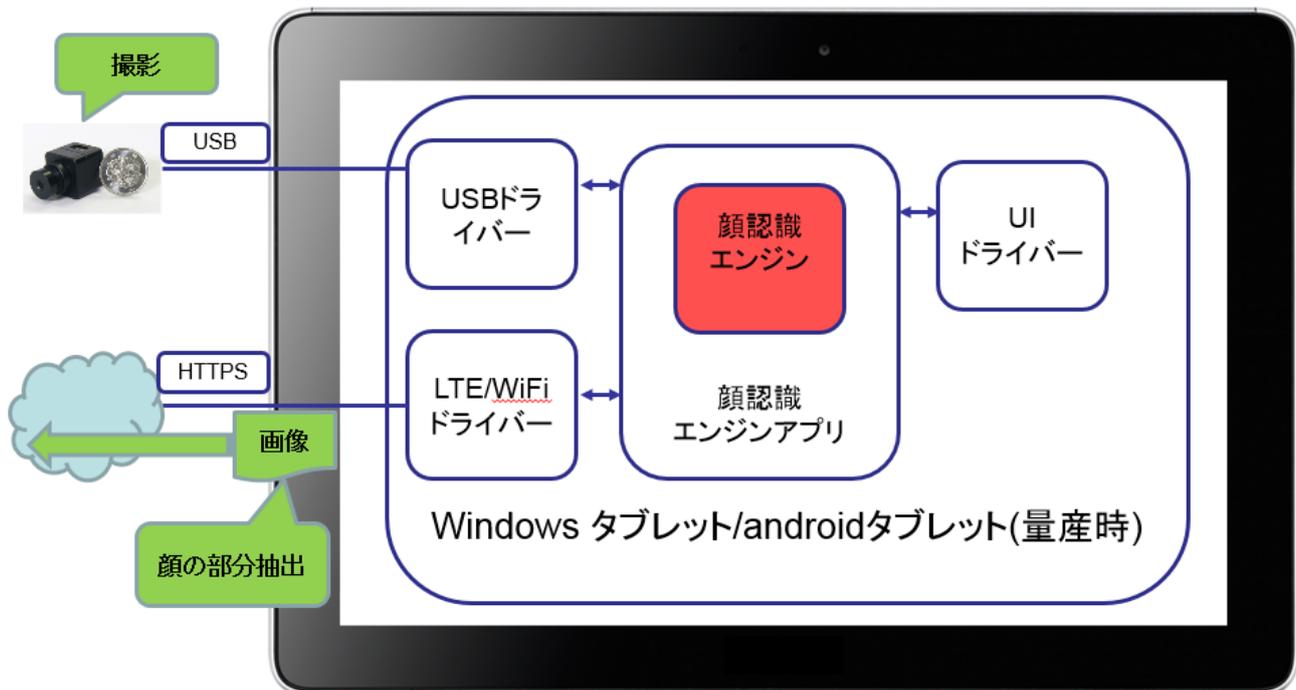


図 3-2-2：端末側システム構成

3-3 セキュリティシステムをクラウドサーバにリアルタイム性を保って実装

データをクラウドサーバにアップロードする上での自動化、管理者権限への不正ログイン対策、通信の暗号化等を含めて、新セキュリティシステム「スマートイン」を実装することで、高セキュリティ化を実現した。

その前提として、各顔認証エンジンは、android、windows は対応しているのですが、OS は2種で決定、タブレットについては、初期の量産製品化を確実にを行うために windows タブレットを先行開発した。(windows8.1、android4.0、ios にて動作比較の結果、Windows8.1 とし、商品化時点での OS シェアを鑑み、対象 OS を Windows10 とした。また、量産製品化の過程で Android を追加予定。)

ここで「スマートイン」について簡単に説明しておく。

「スマートイン」は、株式会社あいびしが開発した本人認証の仕組みで、情報（ID・パスワード）と物（電話機）の「二要素」および、インターネット網と電話網の「二経路」で認証し、不正ログインを防止する電話番号認証特許技術（「PCT/JP2017/020159(電話番号+生体認証+ワンタイム暗号キー)：出願日 H29.5.30」「PCT/JP2017/027671(ID+電話番号+妨害抑制機能)：出願日 H29.7.31」「特許第6115884号」）であり、クラウドサーバ上で利用できるよう設計・カスタマイズ構築することで、実用性が高く、かつ、不正アクセスが行えないセキュリティ化を実現できる。認証イメージを図 3-3-1 に示す。

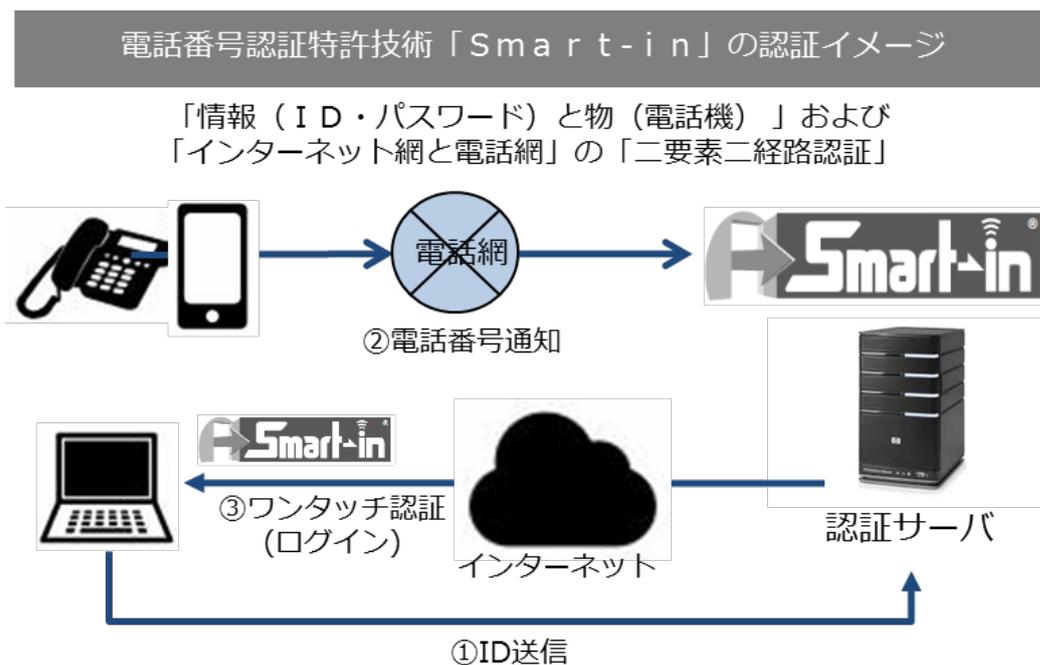
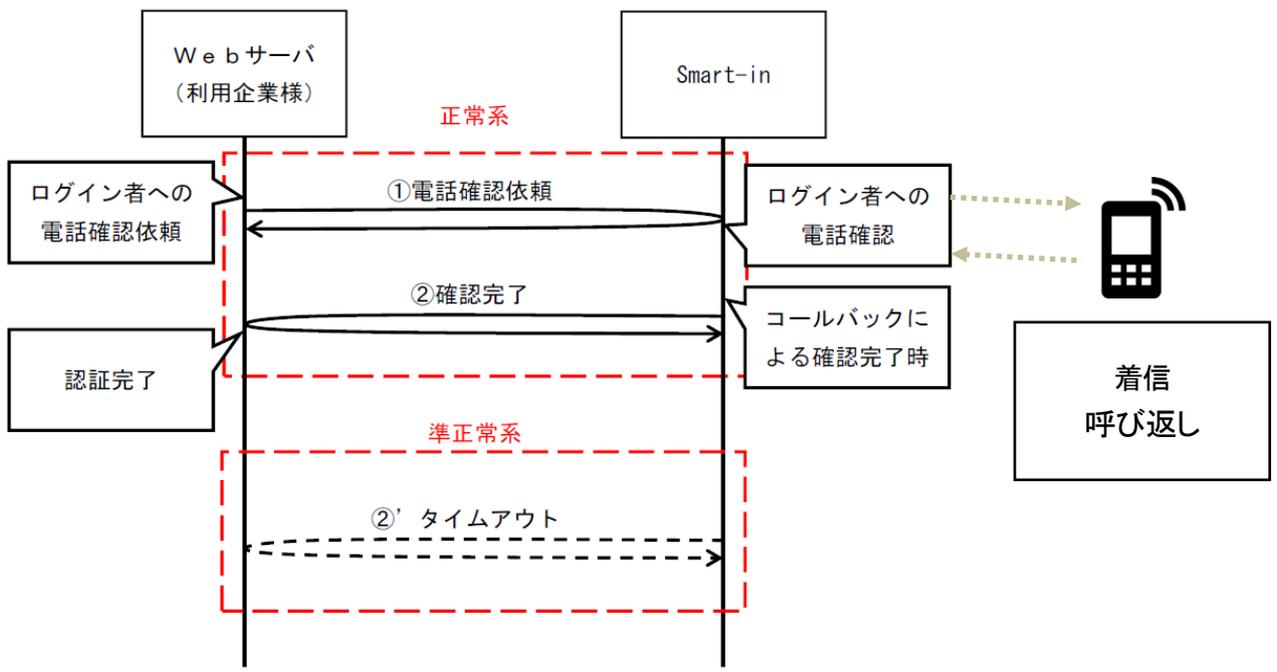


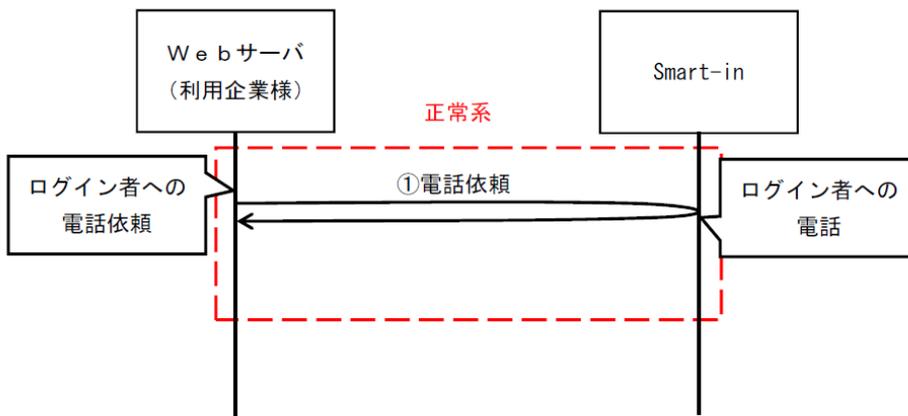
図 3-3-1：スマートイン認証イメージ

なお、ユーザビリティ向上のため、認証技術を決定する過程で、「スマートイン」の電話認証方式のうち、コールバック(掛かってきた電話に折り返し電話する)方式(図 3-3-2)とプレコール(電話をかけるのみ)方式(図 3-3-3)を実装し評価。その結果、量産化に向けては、より利便性の高いプレコール方式を採用する予定である。また、あわせて、Bluetooth を用いた認証方式も実験(評価)したが、電波のバラツキが見られ、量産製品化には適さないと判断し、「スマートイン」のみで接続の利便性向上、セキュリティ向上を目指した。



※ 通信プロトコルはHTTPSを使用します。

図3-3-2：スマートインコールバック方式



※ 通信プロトコルはHTTPSを使用します。

図3-3-3：スマートインプレコール方式

第4章 全体総括

4-1 複数年の研究開発成果

研究開発成果の事業化に向けた計画及びスケジュールは、2020年の東京オリンピックを見据えて、2018年、2019年の販売計画を立てることで、具体的なスケジュールリングができると判断している。

サンプル出荷等については、最終年度にデモ機を13台製造し、川下企業を含めて市場ニーズをヒアリングしたことで、新たな利用シーンも想定でき、当初想定していた事業化計画の達成については問題なく進行できると判断している。

4-2 研究開発後の課題

各共同体は、それぞれメイン商品として「高感度高セキュリティ顔認証システム」を販売していく体制にあり、研究開発が継続実施できる体制が構築されているといえ、今後の製品化や量産に向けては、さらに詳細に川下企業等からニーズをヒアリングしていく必要があり、それによっては新たな利用シーンも想定され、的確な製品化や量産体制の整備が必須となる。

また、同時に、継続研究開発のための資金も確保する必要がある。

さらに、販路開拓については、製品及び共同体企業の特長(研究開発がコア事業)上、メインは直販ではなく、販社チャネルによる販売展開が重要となり、販売代理店政策等の販売戦略も必須となる。

4-3 事業化展開

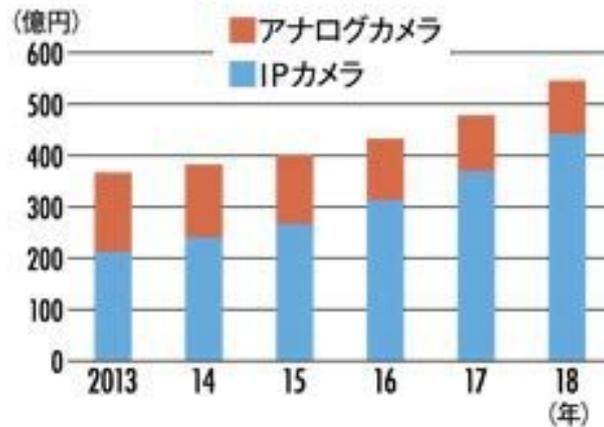
顔認証は、2020年のオリンピックに向けて、需要が多くなるものとして予想される。

事業化にあたっては、動画から複数の対象者を検出して、自動で認証する必要性も求められ、本「高感度高セキュリティ顔認証システム」では、顧客の要望に応じて、顔認証エンジンの乗せ替えも選択可能な設計としているため、顧客の顔認証ニーズのレベルに応じた製品化のカスタマイズを実施することになる。特に、高感度カメラにより、暗闇の撮影が可能になり、警備などに利用される頻度が高いと考えられるため、以下の点を留意し販売チャネルを増やす工夫をしながら、事業化展開したい。

- 動画が常に安定的に撮影されること。
- 同時顔認証数を増やすこと、自動でできること。
- ユーザ管理サーバとの連携の可能性をもつこと。
- 共同体同士でOEM提供する、特許ライセンスを付与する、川下企業にも販社になってもらう等

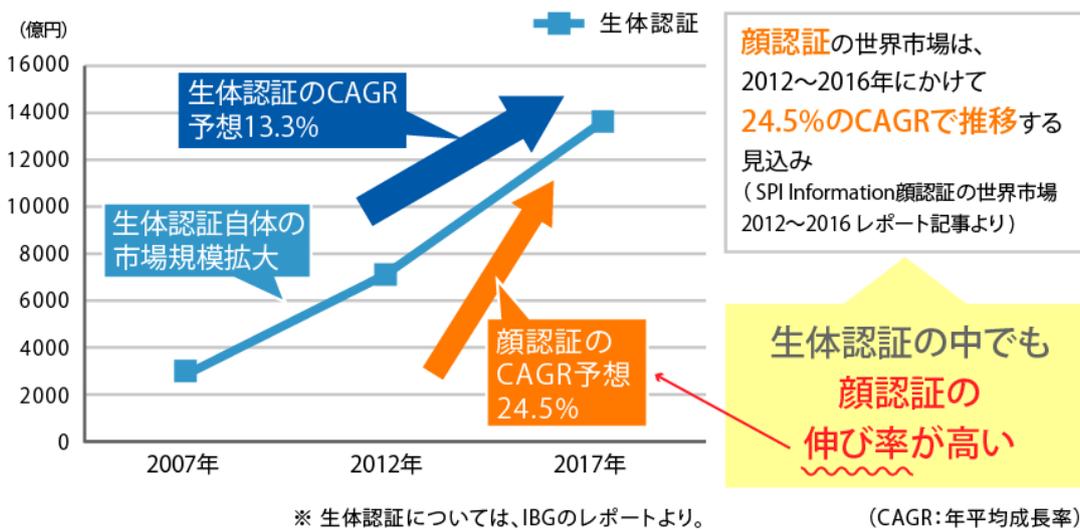
また、「高感度高セキュリティ顔認証システム」自体の販売のほか、市場規模(図4-1、図4-2)を考えれば、高感度カメラ単体での販売や高セキュリティ単体での販売も視野に入れていきたい。

監視カメラ市場規模予測



出所:富士経済(2015年は見込み、16年以降は予測)

図4-1：監視カメラの2018年度市場は 500 億円規模



※ 生体認証については、IBGのレポートより。

(CAGR:年平均成長率)

図4-2：顔認証市場は生体認証市場の中で著しく伸びている