

# 駐車枠検知機能付全周囲モニタの製品化

## Commercialization of all-surrounding monitor with parking frame detection function

山本 徹夫  
Tetsuo YAMAMOTO

吉本 卓己  
Takumi YOSHIMOTO

清 幸栄  
Kouei KIYO

山下 善嗣  
Yoshitsugu YAMASHITA

### 要旨

当社は三次元仮想投影視点技術を用いた周辺監視システムを製品化し、トヨタ自動車様に Panoramic View Monitor として採用頂いているが、カメラ映像から駐車枠を検知しハンドル制御を行ってドライバの駐車を支援する IPA（インテリジェントパーキングアシスト）の駐車枠検知機能を Panoramic View Monitor に内蔵し、駐車枠検知機能および HMI（ヒューマンマシンインターフェース）機能を統合すること、また、Panoramic View Monitor 用の四つのカメラが高画素化（デジタル伝送化）になり画質を向上することを併せて求められていた。

当社では車載カメラを用いた画像認識技術として接近物検知技術を確立しているが、今回の駐車枠検知を実現するにあたり、新たな検知アルゴリズムを開発し、輝度補正などの新しい HMI 技術を取り入れた高機能な製品を開発した。

### Abstract

We, DENSO TEN commercialized surrounding monitor system using three-dimensional virtual projection view point technology, and it was adopted as Panoramic View Monitor by TOYOTA MOTOR CORPORATION. However, Panoramic View Monitor has been required for built-in parking frame detection function of IPA (Intelligent Parking Assist) that assists the parking for driver by controlling a steering wheel by detecting parking frame from camera image, and also required for integrating parking frame detection function and HMI (Human Machine Interface) function, and for the improvement of image quality because of high-resolution of four cameras for Panoramic View Monitor (digital transmission).

We already established approaching object detection technology based on image recognition technology with vehicle camera. In order to realize this parking frame detection, we have developed a new detection algorithm, and a high functional product involving new HMI technology such as brightness correction and others.

## 1. はじめに

近年、自動車業界が自動運転実現に向け、ミリ波レーダやクリアランスソナー、カメラを用いた周辺監視技術の開発を加速している。

当社では 2010 年に三次元仮想投影視点技術を用いた世界初の三次元周辺監視システム“Multi

Angle Vision™”を製品化し、トヨタ自動車様に Panoramic View Monitor として採用頂いている。今回製品化した Panoramic View Monitor では、カメラ映像から駐車枠を検知しハンドル制御を行ってドライバの駐車を支援する IPA（インテリジェントパーキングアシスト）の駐車枠検知機能を内蔵し、駐車枠検知機能および HMI（ヒューマンマ

シンインターフェース)機能を統合すること、また、Panoramic View Monitor用の四つのカメラが高画素化(デジタル伝送化)になり画質を向上することを併せて求められていた。

当社では車載カメラを用いた画像認識技術として接近物検知技術を確立しているが、今回の駐車枠検知を実現するにあたり、新たな検知アルゴリズムを開発し、輝度補正などの新しいHMI技術を取り入れた高機能な製品を開発した。

この稿では、これらの取組みについて紹介する。

## 2. 製品概要

### 2.1 システム概要

駐車枠検知機能付全周囲モニタのシステム構成を示す(図1)。車両に取付けられた四つの車載カメラの映像を高速伝送信号1で周辺監視ECUに取り込み、四つのデシリアライザを介してメインマイコンおよび認識マイコンにカメラ映像信号を渡す。

認識マイコンでは、入力カメラ映像信号に対して駐車枠検知処理を施しCAN通信を介してIntelligent clearance sonar/IPA-ECUへ駐車枠検知結果を送信する。Intelligent clearance sonar/IPA-ECUでは駐車枠検知結果を基に経路算出および目標駐車位置算出処理を施し、EPS-ECUへ操舵信号、周辺監視ECUへ目標駐車位置情報を送信する。

さらにメインマイコンでは、4カメラ合成映像上に目標駐車位置情報を描画し、高速伝送信号2でディスプレイへ出力する。

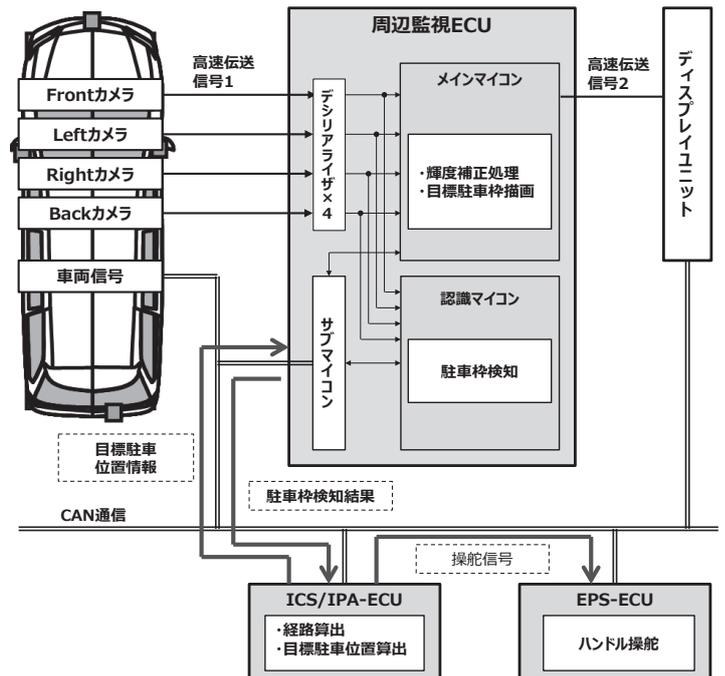


図1 システム構成

### 2.2 高解像度カメラに対応したECU開発

周辺監視映像の高画質化実現のため、従来のVGA(約30万画素)からQVGA(約120万画素)のカメラセンサを採用し、カメラ-周辺監視ECU間の映像伝送方式として、高速伝送信号1方式を採用した。

四つの高解像度カメラ映像信号を3D-View表示およびカメラ間輝度補正処理など新しいHMIの処理を実現するため、また、駐車枠検知機能を実現するため、従来比約二倍の処理性能を持つ高性能マイコンを採用した。

上記の高解像度カメラ映像信号処理、高性能描画処理および駐車枠検知処理を一つのECUで実現するため、車両コネクタ、高速伝送信号1コネクタ、高速伝送信号2コネクタを低背・省スペースのSurface Mount Deviceコネクタの採用、各マイコンおよびマイコン周辺部品の高密度集積化の実施、専用の小型電源回路の設計を行った。

## 2.3 ECU構造の紹介

開発製品の構造を示す（図2）。この製品は一枚の基板と上下シャーシで構成する。四つのカメラからの高速伝送信号1入力および高速伝送信号2での映像出力には、EMC対策のため Shielded Twisted Quad コネクタ、および Shielded Twisted Pair コネクタを採用し、二つの画像処理マイコンによる発熱を低減するため、上シャーシはアルミダイカストによるヒートシンク構造とした。

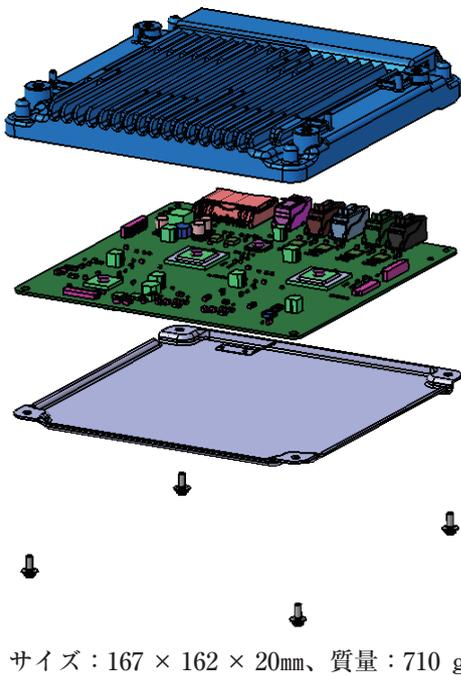


図2 開発製品の構造

## 3. HMI技術開発

### 3.1 俯瞰映像の輝度補正技術

従来の全周囲モニタでは四つの車載カメラから取得した映像をそのまま合成処理し、ディスプレイに表示していたため、車両周囲の環境変化で俯瞰映像にカメラ間の輝度差が顕著に現れていた。

今回のシステムでは各カメラ映像に映る同じ路面での輝度差に着目した補正技術を開発した。

次に補正処理の全体フローを示す（図3）。

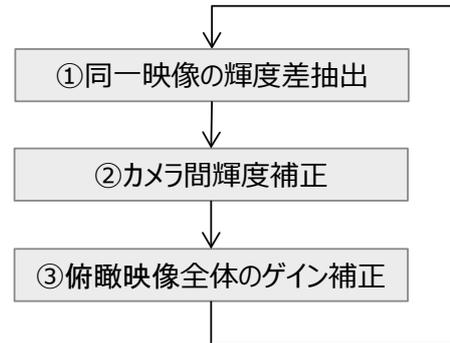


図3 輝度補正処理フロー

- ①各カメラで撮像される同じ映像範囲の輝度値を抽出し、輝度差を算出。
- ②各カメラ間の輝度差を収束させるように明るい映像は暗く、暗い映像は明るく補正。
- ③俯瞰映像全体を明るく or 暗く補正。

各カメラ間の輝度差はカメラの搭載位置やカメラ特性、周囲環境（運転シーン）により変化するため、さまざまなシーンを評価し、補正率をチューニングした（図4）。

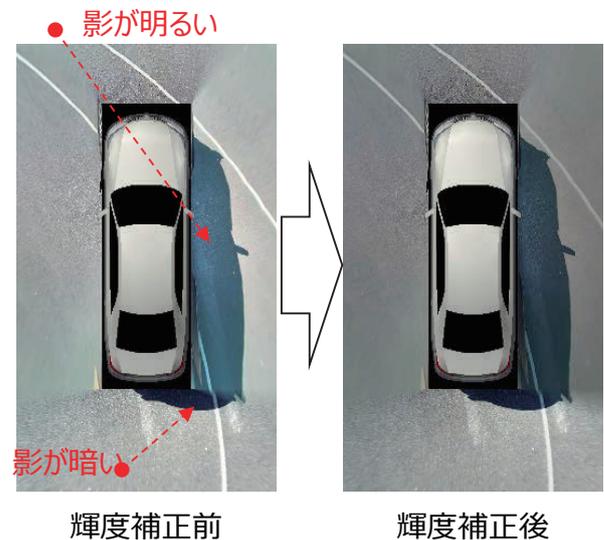


図4 輝度補正の処理結果

### 3.2 高画素カメラによる映像設計

アナログカメラからデジタルカメラへの変更で、全周囲モニタで取込む映像データサイズが各カメラ約四倍に増加し、ディスプレイに高精細なカメ

ラ映像を表示することが可能となった。しかし、車両を見下ろしたように表示する俯瞰映像では、路面が小さい縮尺で表示される分、高精細なカメラ映像の縮小率を高くして俯瞰映像を合成する必要があった。この処理の影響で映像ノイズ(モアレ)が発生するようになった。

調査の結果、映像ノイズ(モアレ)は元のカメラ映像を一気に縮小することによる画素の間引き(欠落)で発生することがわかった。そのため、対策として俯瞰映像を合成する前にあらかじめ縦横比1/2、1/4、1/8の映像をそれぞれ生成し、その映像を使って俯瞰映像を合成することで映像ノイズを抑制することが可能となった(図5)。

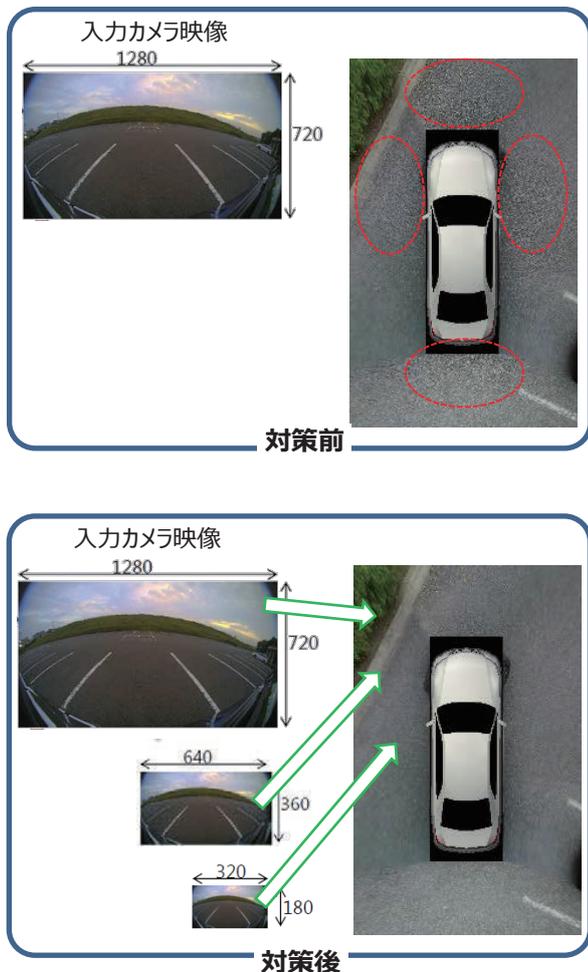


図5 デジタル映像ノイズ対策の処理結果

### 3.3 IPA連携HMI

従来のIPAシステムからPanoramic View MonitorとIPAが連携することで、駐車制御時の見せ方も改善した。改善の内容について次に紹介する。

#### ①駐車枠選択 HMI

従来IPAシステムでは画像認識した複数の駐車枠に対して、左右のハンドル操作で駐車枠を選択させていたが、Panoramic View Monitorでは画面タッチでダイレクトに目標駐車枠を選択できるHMIに変更した(図6)。

【IPA】



【Panoramic View Monitor】

[P]のスイッチをダイレクトタッチ可能

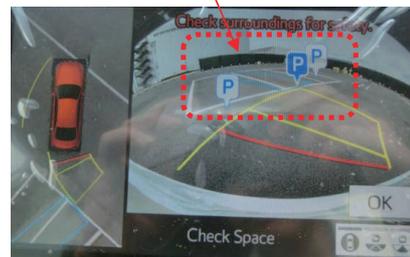


図6 駐車枠選択 HMI

②切返し位置 HMI

従来 IPA システムでは切返し位置までの距離表示をインジケータで表示していたが、Panoramic View Monitor では俯瞰映像およびフロント／バックカメラ映像上の路面に切返し位置を矢印で描画することで直感的にわかりやすい表示に変更した(図7)。

【IPA】



切返し位置表示

【Panoramic View Monitor】

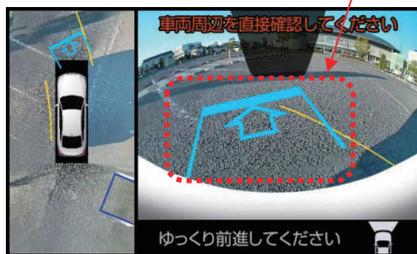


図7 切返し位置 HMI

③縦列出庫 HMI

従来 IPA システムでは縦列駐車からの出庫方向選択をカメラ映像なしの車両イラストで表示していたが、Panoramic View Monitor では出庫前の周囲確認を目的に俯瞰映像と併せて表示する仕様に変更した(図8)。

【IPA】



【Panoramic View Monitor】



図8 縦列出庫 HMI

## 4. 駐車枠検知アルゴリズム開発

### 4.1 駐車枠検知処理概要

駐車枠検知処理の概要を示す(図9)。従来のIPA はリアカメラだけで駐車枠を検知していたが、このシステムでは駐車枠の検知率および検知精度を向上するため、サイドカメラも用いて駐車枠を検知する。

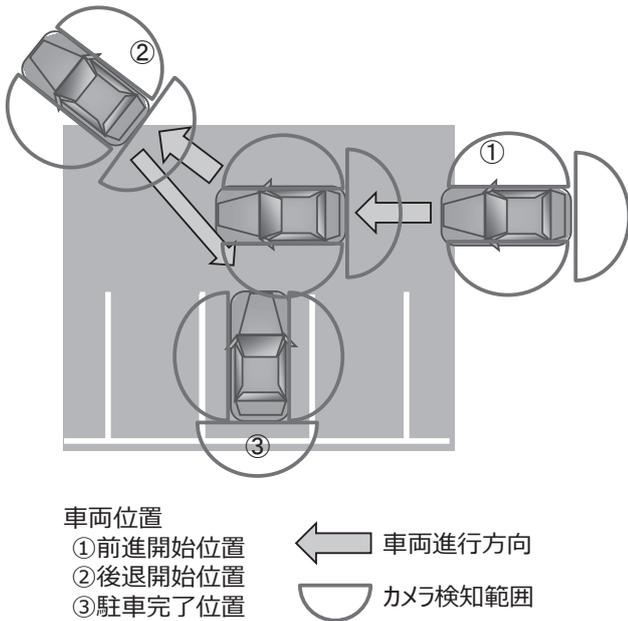


図9 駐車枠検知処理概要

#### 4.2 駐車枠検知処理フロー

駐車枠検知処理のフローを示す（図10）。まず、サイドカメラおよびリアカメラの映像から駐車枠線を検出する。次に、それらの線情報と過去の駐車枠検知結果から駐車枠を構築する。この検知した駐車枠の情報を一定の周期で Intelligent clearance sonar/IPA-ECU に送信する処理としている。

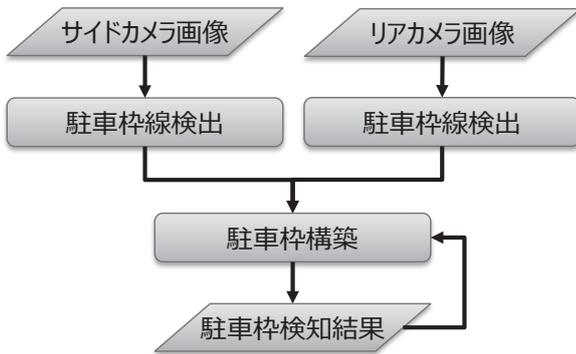


図10 駐車枠検知処理フロー

市場環境調査の結果、市場の駐車場には二重線の駐車枠が多いことがわかった。この調査結果を基に、二重線の駐車枠を検知できるように、駐車

枠線検出処理、駐車枠構築処理を開発した。二重線の駐車枠では、本来、内側の線同士を検出する必要があるが、駐車枠線がかすれていたり、路面の汚れやひび割れ、模様などの線を検出してしまうことで、内側の線を正しく検出できず誤検知となってしまうことがあった。そのため、まず、駐車枠線検出部でかすれた線でも検出できるように

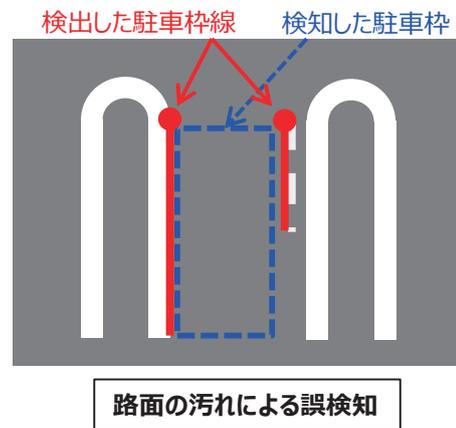
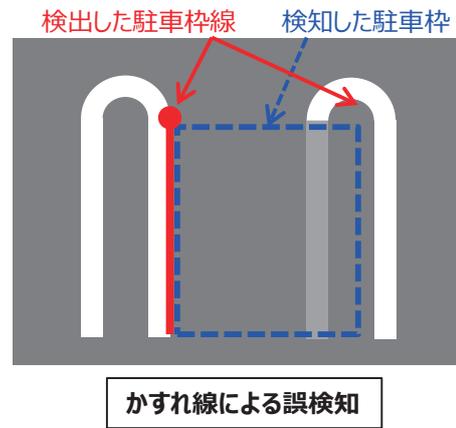
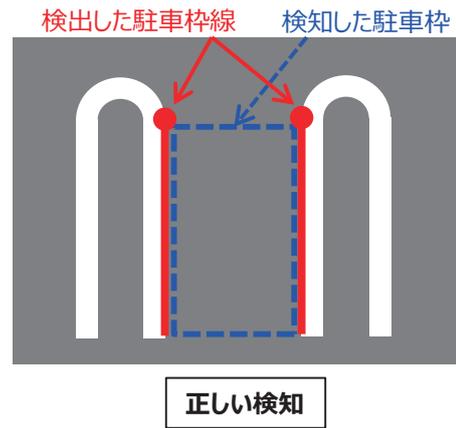


図11 二重線の駐車枠検出例

検出感度の調整を行い、次に、駐車枠構築部で路面のひび割れや模様などの線で駐車枠を構築しないように構造情報を基にこれらの線情報の除去を行うことで、内側の線で正しく駐車枠を構築できるようにした（図 11）。

### 4.3 駐車枠検知性能評価

駐車枠検知の性能評価として、市場調査に基づいて、評価マトリクスによる基本性能評価および市場でのN増し評価を行った。

評価マトリクスによる基本性能評価では、バラツキや性能限界を把握し市場品質を確認するため、駐車枠形状、路面状態、明るさ、天候などのパラメータ設定による市場環境の網羅性が見える化する評価マトリクスを作成し、市場での遭遇率から優先度を決めて絞り込み、評価を行った（図 12）。

市場N増し評価では、駐車枠個々の差異の確認、評価マトリクスで取りこぼした駐車枠の評価のため、使用用途、地域性、車両数、駐車場構造などのパラメータの組合せから評価シーンを選定し、評価を行った。

これらの評価の結果、市場の大多数の駐車枠を検知可能であることが確認できた。

## 5. おわりに

今回、カメラのデジタル伝送化に伴う HMI 技術、カメラ映像から駐車枠を検知する画像認識技術、それらを実装する車載 ECU の開発に関する取組みを紹介した。開発したシステムは 2018 年 6 月にトヨタ自動車株式会社から発売された「クラウン」に採用頂いた。

今後、急激に普及してくる自動運転に対応するために、新たな HMI 技術や画像認識技術に取組み、ドライバーがより安心できる運転支援システムを開発し、車社会の安全に貢献していきたい。

## 6. 謝辞

最後に、この開発にあたり、トヨタ自動車株式会社 第 2 先進安全開発部 第 22 開発室の関係者および協力会社、関係部門の皆様にご心より感謝致します。

- ・ Multi Angle Vision™ は、株式会社デンソーテンの商標です。
- ・ CROWN（クラウン）は、トヨタ自動車株式会社の登録商標です。

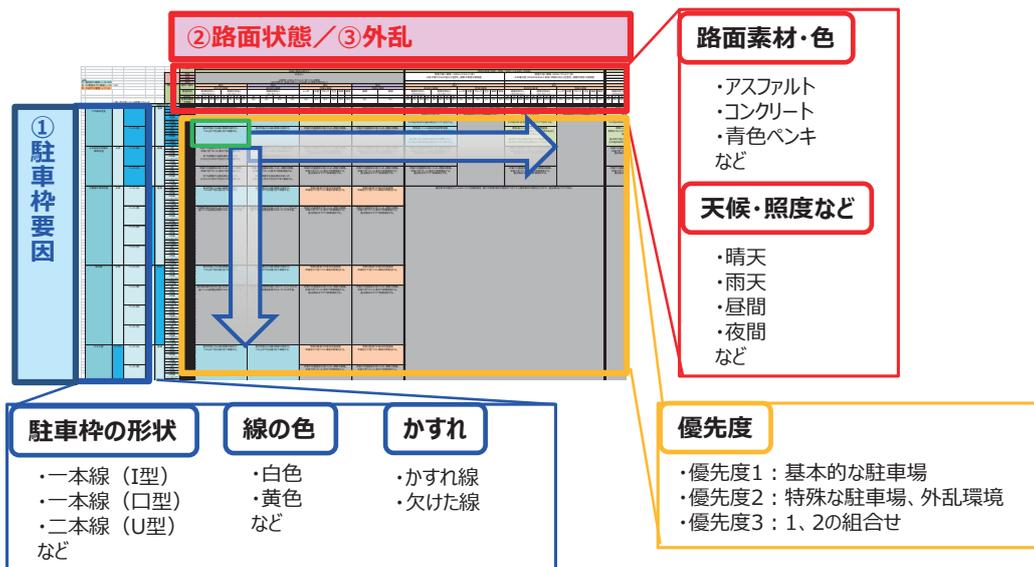
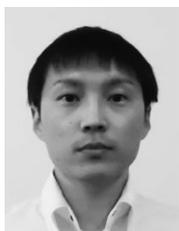


図 12 評価マトリクス

---

## 筆者紹介



山本 徹夫  
やまもと てつお

---

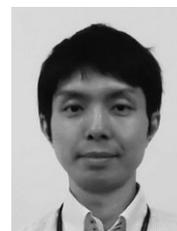
VICT 技術本部  
センシングソフト技  
術部



吉本 卓己  
よしもと たくみ

---

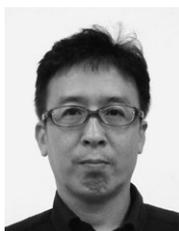
VICT 技術本部  
第四技術部



清 幸栄  
きよ こうえい

---

VICT 技術本部  
第四技術部



山下 善嗣  
やました よしつぐ

---

VICT 技術本部  
第四技術部