

高画質版ドライブレコーダの開発

Development of High-Definition Drive Recorder

川 西 弘 晃 *Hiroaki KAWANISHI*
森 本 竜 一 *Ryuichi MORIMOTO*
田 口 真 吾 *Shingo TAGUCHI*



要 旨

当社は2005年から、車社会の安心・安全に貢献する製品としてドライブレコーダの開発に取組み、一般のドライバーから運輸会社等のプロドライバーまで使用していただける製品として幅広く提供してきた。近年、社会におけるドライブレコーダの認知は向上し、それと同時に期待も高まってきている。例えば、ドライブレコーダで記録される映像の活用範囲は、万が一の事故の時はもとより、普段の運転記録にまで広がり、安全運転意識向上の教育やユーザのドライブ記録として活用されるようになってきた。また今後は監視カメラの一つとしての活用も検討されている。このような活用範囲の広がりに対して、ドライブレコーダは高い品質でより鮮明な映像を記録する製品への進化が求められている。

我々はその期待に応える高画質なドライブレコーダの開発に取組み、2014年夏から販売を開始した。本稿では、高画質化を実現するための取組みとして、カメラモジュールの開発から車載機器として要求される高画質化に伴うノイズ対策を中心に述べる。

Abstract

Since 2005, FUJITSU TEN has developed a drive recorder as a product that contributes to safety and security in a car society, and has widely offered the product that drivers from ordinary drivers to professional drivers of transportation companies, etc. can use. Recently, the recognition of the drive recorder in society has improved, and at the same time expectations are growing. For example, the utilization range of the video recorded by the drive recorder has spread to usual driving records, to say nothing of possible accidents. The video has come to be utilized as safe driving awareness-raising education and a user's driving record. In the future, utilization as one of the monitoring cameras is also under consideration. In response to the spread of the utilization range like this, the drive recorder is expected to evolve into the product that records clearer video with high quality.

We have developed the high-image quality drive recorder to meet such expectations, and started selling it in the summer of 2014. This paper mainly explains, as our efforts for realizing high-image quality, the development of a camera module and the measures against noise accompanying high-image quality which are required for in-vehicle apparatus.

1

はじめに

ドライブレコーダ（以下、ドラレコ）は、運転中の車両への衝撃をトリガーに映像を記録し、事故の状況を把握することを主な目的として登場した製品である。近年、メディアによるドラレコ記録映像放映の影響などもあり、ドラレコに対する関心は非常に高くなっている。また、ユーザの期待は、事故状況の把握だけではなく、ドライブ中の運転記録を楽しむための高画質化へと拡大している。

そのような中、近年、ドラレコは従来の30万画素（VGAサイズ）アナログカメラタイプから、100万画素（HDサイズ）以上の高画素デジタルカメラタイプへと切り替わってきている。また、多様なメーカーの参入もあり、高画素、高画質をキーワードに市場は大きく成長している。

そこで今回、我々はユーザ期待値が大きい高画質化をテーマに新型ドラレコの開発に取り組んだ。本稿では、高画質化とそれに伴う課題に対する取組みについて説明する。

2

新規開発ドラレコの概要

2.1 製品構成

従来モデルと同様、2つのタイプとした。（図1）



(a)一体タイプ

(b)セパレートタイプ

図1 ドラレコ製品構成

Fig.1 Product Lineup of Drive Recorder

- (a) 一体タイプは、本体にカメラモジュールを内蔵し、車両への取り付けが簡単にできるようにした。
- (b) セパレートタイプは、本体とカメラ部分を分離して、フロントガラスに取り付ける部分を小さくし見栄えを重視した。

2.2 機能概要

当社のドラレコは図2に示すブロックで構成している。以下に、ドラレコの主な機能について概要を説明する。

(1) 映像記録機能

①MP4動画ファイル作成

カメラモジュールとマイクから入力される映像と音声データをCPUでMP4フォーマット（H.264+AAC圧縮）に変換し、マイクロSDカードに記録する。映像サイズは1,280×720（HDサイズ）、フレームレートは28fps、ビットレートは標準設定で3,600kbps（ユーザ設定で変更可能）である。

②記録タイミング

車両電源（アクセサリ電源）のON/OFFと同期し、車両運転開始/終了にあわせ自動で記録を開始/停止する。運転中は常時記録を行っている。

③動画ファイル構成と記録時間

動画ファイルは、36Mbyte毎（約80秒間）に分かれており、製品に付属する4GByteマイクロSDカードでは約150分間（標準画質モードの場合）の記録が可能である。記録容量が上限に達すると古い動画ファイルから上書きを行う。

(2) 映像保護機能、音声ガイダンス

①映像保護機能

本体に内蔵したGセンサにより、車両発進/停止時の加速度や衝突時の衝撃（以下、合わせて車両G）を検知している。この検知した車両Gが設定したしきい値（標準設定:

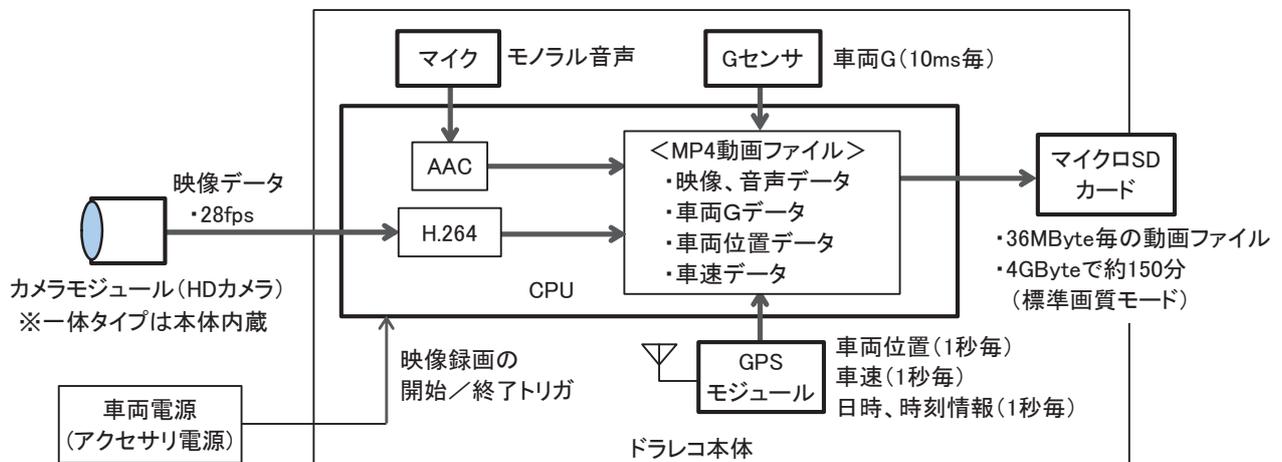


図2 ドラレコブロック図

Fig.2 Block Diagram of Drive Recorder

0.5G、ユーザ設定で変更可能)を超えた場合、前後合計20秒(前:12秒/後:8秒)の映像を含む動画ファイルを上書き対象から外し保護している。

②音声ガイダンス機能(セパレートタイプのみ)

検知した車両Gから運転診断を行い注意喚起する機能である。急発進や急ブレーキ、急ハンドルと判断した場合には、音声での注意喚起を行うことにより、安全運転意識や燃費運転の向上に配慮した機能としている。

(3) 自車位置情報・車速記録、日時・時刻補正

本体内蔵のGPSモジュールから出力される、自車位置と車速情報を、常時記録中に1秒毎に取得している。また日時や時刻情報はGPSから取得した情報により補正している。

なお、車両G、自車位置、車速は、MP4動画ファイルにヘッダ情報として格納しており、専用ビューアーを用いることで映像とタイミングを合わせて確認することができる。図3に専用ビューアーの画面構成を示す。



車速と車両 G 車速表示 車両 G 表示 自車位置表示の重ね合わせ

図3 専用ビューアーでの表示

Fig.3 Information Displayed by Exclusive Viewer

3

高画質化の取り組み

3.1 画質目標の決定

今回のモデルでは高画質化の指標の一つとして、市場要望の多かった相手車両のナンバープレートの文字が確認できることをあげている。開発の目標値を具体的にするために、実際にタクシー会社等にヒアリングを行った。その結果、ナンバープレートの4桁の数字が下記のような条件においても確認できることを目標として設定した(数字4桁と車種が分かれば事故時の有力な情報になるため)。

- カメラから被写体までの距離(図4)
自車両正面:7m、両隣車線:5m

- 周囲明るさ:昼間、逆光状態、夕方、夜(ヘッドライト照射)
- 相対速度:0km/h~10km/h

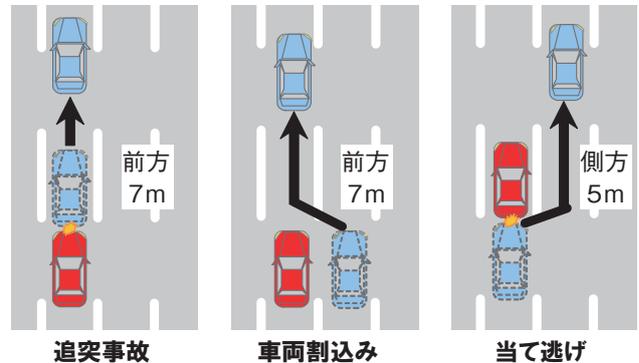


図4 目標値の設定

Fig.4 Setting of Target Values

3.2 カメラモジュールの選定

カメラモジュールを構成する部品で、画質を決める大きな要因として以下の四つがあげられる。

- ①イメージセンサの画素数
- ②イメージセンサのダイナミックレンジ
- ③カメラレンズの画角、形状
- ④カメラレンズの材質

正面車両のナンバープレート視認性について目標値をクリアするためには、イメージセンサ画素数とダイナミックレンジが重要になる。そこでイメージセンサは、車載用として最大画素数となる100万画素(CMOSタイプ)を選定した。またドラレコとしては比較的大きな1/2.7インチサイズで、HDR(High Dynamic Range)機能付きを選定することにより、ダイナミックレンジを大きくでき、ヘッドライト照射時にも白潰れせずナンバープレートを確認することができるようになった。

次に側方の視認性については、カメラレンズ画角と形状が重要になる。ドラレコとして状況を把握するため画角を広く取りつつ、かつ隣接車線の車両ナンバープレートを確認できる解像度を確保する必要がある。そこで、カメラレンズとしては、水平画角110度、垂直画角70度で、中心付近の解像度が高くなるような設計とした。

最後にドラレコはフロントガラスに取り付けられ高温環境にさらされるため、カメラレンズ材質が重要になる。真夏の高温時にでもピントずれ等が発生しないように、ガラスとプラスチックの混合タイプ(材質が違う複数枚レンズの組み合わせ)を選定した。

ガラスレンズの場合、硬く傷が付きにくい、温度変化に対して変形も少なく光学特性も安定しているという利点がある。その反面、加工しにくいコストが高くなる。

プラスチックレンズの場合、耐衝撃性が高く割れにくい。また加工がし易いためガラスレンズに比べコストが安くなるという利点がある。ただし、熱膨張係数が大きいため、温度が高くなった場合にカメラレンズの焦点がずれてピントが合わなくなり映像がぼやける（解像度が落ちる）という心配がある。

今回選定した混合タイプにより、オールプラスチック版に比べコストは高いが、高温環境でも高解像度を維持できるようになった。

3.3 車載としての他機器への電磁波妨害抑制

車載機として求められる品質要件の一つに、他機器への妨害抑制がある。特にドラレコはフロントガラスに搭載されるため、ETCやナビゲーション用GPS、デジタルTVなどのアンテナとの距離が非常に近くなる。ドラレコから放射した電磁波ノイズ（以下、放射ノイズ）がこれらのアンテナで受信されると、最悪その機能が使用できなくなる。そのため不要な放射ノイズを最小限に抑え込む必要がある。市販されているドラレコにおいては、特にデジタルTVの受信性能に影響を与えるものが少なくなく、お客様の不満の要因となっている。

今回、高画質化のために、カメラを100万画素に変更している。これに伴い扱う映像データ量が増えるため、データ転送クロックの高速化（27MHz→68MHz）を行っている。そのため、高帯域での放射ノイズ低減が課題となる。

特にセパレートタイプでは、図5のようにカメラモジュールとドラレコ本体間のワイヤーハーネス（以下、W/H）を約1Gbpsのデジタル信号が通過する。このW/HがデジタルTVアンテナの近くに配置されるため、今回の開発において、このセパレートタイプの放射ノイズ抑制が最大の課題であった。次章にて詳しく説明する。

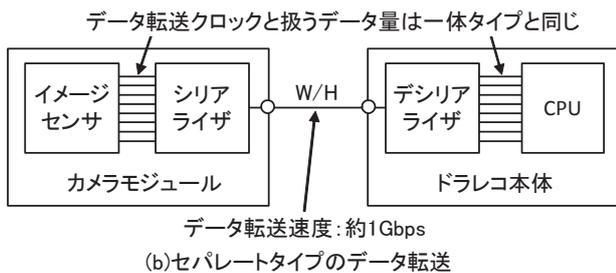
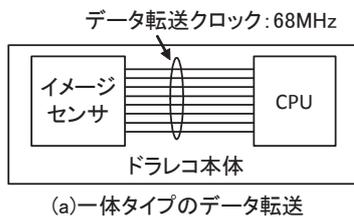


図5 映像伝送

Fig.5 Video Transmission

4 セパレートタイプ映像伝送の仕組みとノイズ抑制

4.1 伝送方式

旧モデルでは、セパレートタイプの映像伝送はアナログのNTSC方式だった。この方式で伝送できる映像サイズはVGAまでである。今回のモデルではHDサイズの映像を伝送するため、デジタル映像伝送方式を採用する必要がある。デジタル映像伝送では、一般的に送信する信号の振幅レベルを小さくし、差動方式を採用することにより伝送経路の放射ノイズを抑えている。代表的な伝送方式としてLVDS (Low Voltage Differential Signaling) やCML (Current Mode Logic) があげられる。しかし、これらの方式では伝送するための芯線数が多くなり、必然的にW/Hの径が太くなる（アナログの伝送NTSC方式ではW/H径がΦ3mmだが、LVDSやCMLではΦ4.5mm）。

ドラレコは現在、完成車に対して後付けされるため、W/Hの径が太くなることは、取り付け時の作業性低下に繋がる。それによりディーラー等での取り付け工賃が高くなりユーザの価格負担が重くなると、製品競争力の低下を招く恐れがある。このことから、当社としてはW/H径が太くなるLVDSやCMLの採用は見送った。

そこで、別の伝送方式として、Maxim社が提案しているGMSL (Gigabit Multimedia Serial Link) 方式を採用した。この方式は、映像信号と制御信号の双方向通信をギガビット伝送でき、カメラ電源を信号に重畳させることで、一芯同軸線を使用できる。これによりW/Hの細線化が可能となり、旧モデルと同じW/H径Φ3mmを達成することができた。(図6)

名称	LVDS	CML	GMSL
方式	電圧駆動 差動伝送	電流駆動 差動伝送	電流駆動 シングルエンド伝送
通信方向	片方向	片方向	双方向
通信速度	~1.5Gbps	~3.12Gbps	~3.12Gbps
ハーネス構成	信号×2本 電源×1本 GND×1本 シールド	信号×2本 電源×1本 GND×1本 シールド	信号×1本 (電源重畳) シールド (GND兼用)
ハーネス径	φ4.5mm	φ4.5mm	φ3mm

(a) デジタル映像伝送方式の比較

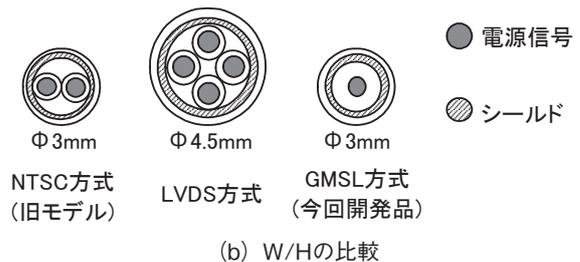


図6 映像伝送方式とW/Hの比較

Fig.6 Comparison of Video Transmission Systems and W/H

4.2 GMSL伝送回路の構成と放射ノイズ抑制

今回採用したGMSL方式の構成を図7に示す。セパレートタイプでは、カメラモジュールからカメラW/H（同軸ケーブル）までがフロントガラスに配置され、他機器のアンテナ、特にテレビアンテナと隣接（並走）することになる。そのため、カメラモジュールとカメラW/Hからの放射ノイズを抑制する必要がある。

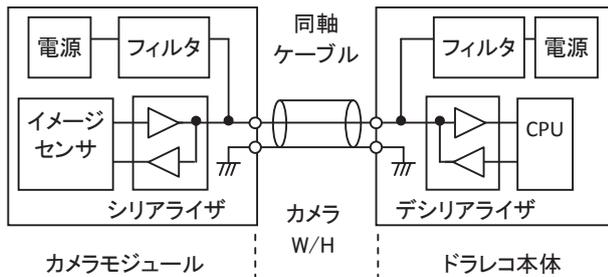


図7 GMSL方式構成
Fig.7 Configuration of GMSL System

高速信号の伝送において放射ノイズを低減させるためには、伝送経路の特性インピーダンスの整合（一定に保つこと）が重要になる。インピーダンスの整合が取れていない場合、伝送経路上に信号反射による定在波が発生する。この定在波が放射ノイズ増加の要因となる。

今回、カメラモジュール側回路・基板-カメラW/H-ドラレコ本体側回路・基板のインピーダンスを、使用するW/Hのインピーダンス50Ωに合わせることに取り組んだ。特にインピーダンス整合が必要となったポイントは以下の2箇所である。

- ①カメラ本体とW/H接合部
- ②ドラレコ本体の基板

①については、カメラモジュールメーカーと協力して、カメラ内部映像伝送経路へのフィルタ回路の追加や、基板パターン調整等を実施し、放射ノイズ低減を図った。

②については、カメラW/H接続コネクタのランドから受信IC（デシリアライザ）間で信号の反射を発生させない基板パターン設計が重要である。パターン配線が最短になるように、受信ICをコネクタと同じ部品面（基板1層目）に配置、特性インピーダンスを50Ωに合わせる設計を行った。設計したパターンを図8に、その考え方を以下に示す。

- (a) コネクタランドから引き出すパターンで信号の反射が発生しないように、ランドと同じ幅でパターン引き出した。パターン幅が太いため、基板4層目とマイクロストリップラインを形成しインピーダンスを50Ωに調整した。
- (b) 受信ICの端子接続部ではランド形状が小さくなるため、パターン幅を段階的に細くした。パターン幅が細いため、基板2層目とマイクロストリップラインを形

成しインピーダンスを50Ωに調整した。

- (c) 電源に繋がる部分は、コネクタランドから受信IC間の信号伝送ラインのインピーダンスに影響を与えないように設計する必要がある。GMSL通信帯域（1GHz付近）で高周波的に分離するため、信号伝送ラインへの接続部のインピーダンスは10倍（500Ω）以上になるように設計した。電源に繋がるフィルタ回路定数の調整などを行い、結果、インピーダンスは550Ω以上を確保した。

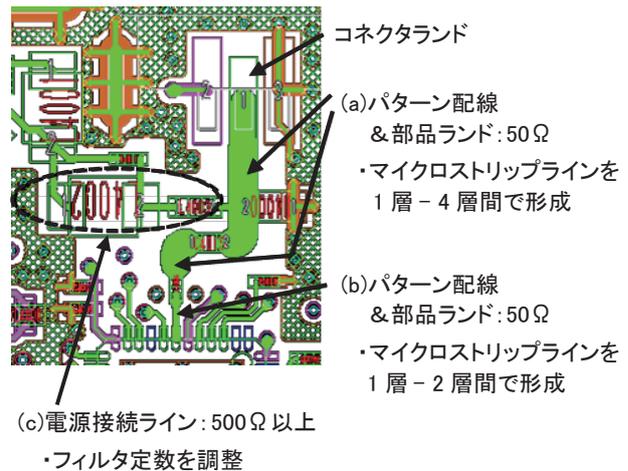


図8 ドラレコ本体側の基板インピーダンス調整
Fig.8 Impedance Adjustment of Circuit Board

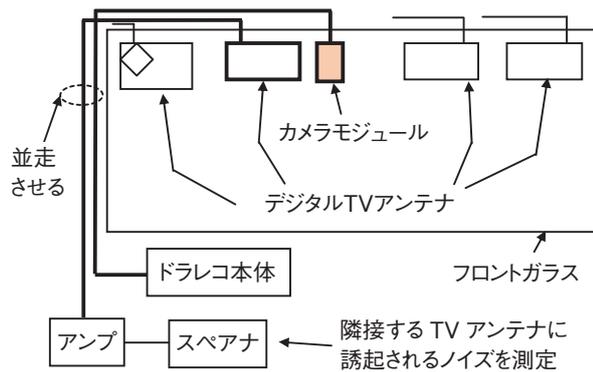
上記の内容を実施することにより、カメラ-W/H-ドラレコ本体間のインピーダンスを、約50Ωに設定することが可能となり、放射ノイズは社内基準をクリアできた。

4.3 デジタルTVへの影響確認

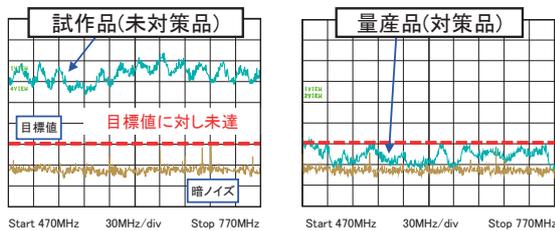
今回の対策効果の一例として、市場でもクレームとして取り上げられることの多いデジタルTV受信性能への影響を確認した結果を示す。

図9はデジタルTVアンテナに誘起される（アンテナで受信されてしまう）ドラレコからの放射ノイズの電界強度を測定したものである。このノイズレベルが、本来受信すべき放送波の電界強度をある程度下回らないと、TV受信を妨害してしまう。そのため、放射ノイズの目標値としては、弊社AVNでTV受信がぎりぎりできる弱電界（TV放送局からの距離が遠く、放送電波の電界強度が弱い状態、いわゆる電波状態が悪い状態）の電界強度を下回ることでしている。

前述したような、カメラからドラレコ本体までのインピーダンス整合等の対策を行った結果、目標値を下回るレベルまで放射ノイズを抑制することができた。



(a) ドラレコ放射ノイズ測定方法



(b) アンテナに誘起される放射ノイズ量

図9 ドラレコからの放射ノイズ測定

Fig.9 Measurement of Radiation Noise from Drive Recorder

図10は、同様の条件で他社製品のドラレコからの放射ノイズを測定した結果である。A社製品はノイズレベルが大きい、B社・C社製品は低く抑えられている。またB社・C社は、放射ノイズ対策を実施していることが製品カタログ

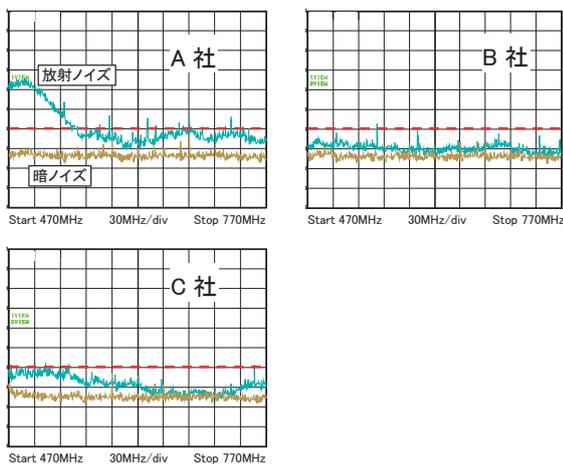


図10 他社製品の放射ノイズ測定結果

Fig.10 Measurement Results of Radiation Noise from Products of Other Companies

グ等で説明されている。弊社製品はそれらB社・C社製品と比較して同等のレベルになっている。

効果を確認するため、実際に対策品を車両に取り付け、弱電界のコースを走行した時のTV受信率の低下を調べた。その結果、受信停止による画面ロック等は、ドラレコ未装着時と比較しても遜色ないレベルであることが確認できた。

5

今後の展開

今回の開発品については、業務用および市販/用品向けドラレコや今後開発する車載サーバへの展開を進めている。また同時に運転画像や自車位置などの記録データを活用したサービスビジネスとの連携を考えている。

一例としては、画像認識処理による白線検出や白線との距離算出をリアルタイムに行い、警報（保安基準やNCAP (New Car Assessment Program) に準拠）を行うだけではなく時系列データとして記録する。その記録データから、乗務員の運転実績評価や安全運転啓蒙（ふらつき運転の検出など）に活用するものである。

また、記録された画像、時系列データの分析によりヒヤリハットポイントの自動検出を行い、顧客が現在目視で行っている作業の効率化を図ると共に、“ヒヤリハットデータベース”を構築（富士通と連携）していく予定である。

6

おわりに

ドラレコの記録データは、プローブデータとして活用範囲がますます広がっていく。その期待に応えるために、我々は車載機だけでなくセンター側も含めたネットワーク型のドラレコを *Future Link™* の中心に位置付け、安心・安全に貢献すると共に、ビジネスとして拡大していきたいと考えている。

*Future Link™*は、富士通テン株式会社の商標です。

筆者紹介

川西 弘晃
(かわにし ひろあき)
ITS技術本部
コンポーネント開発部

森本 竜一
(もりもと りゅういち)
ITS技術本部
コンポーネント開発部

田口 真吾
(たぐち しんご)
ITS技術本部
コンポーネント開発部
チームリーダー