

運転者に安心を提供する外界ビューカメラシステム

Vehicle Camera System Contributing to Easy and Safe Driving

永澤 悦郎 Etsuro Nagasawa
 浜津 昌宏 Masahiro Hamatsu

大木 透 Toru Ohki
 佐藤 啓二 Keiji Sato

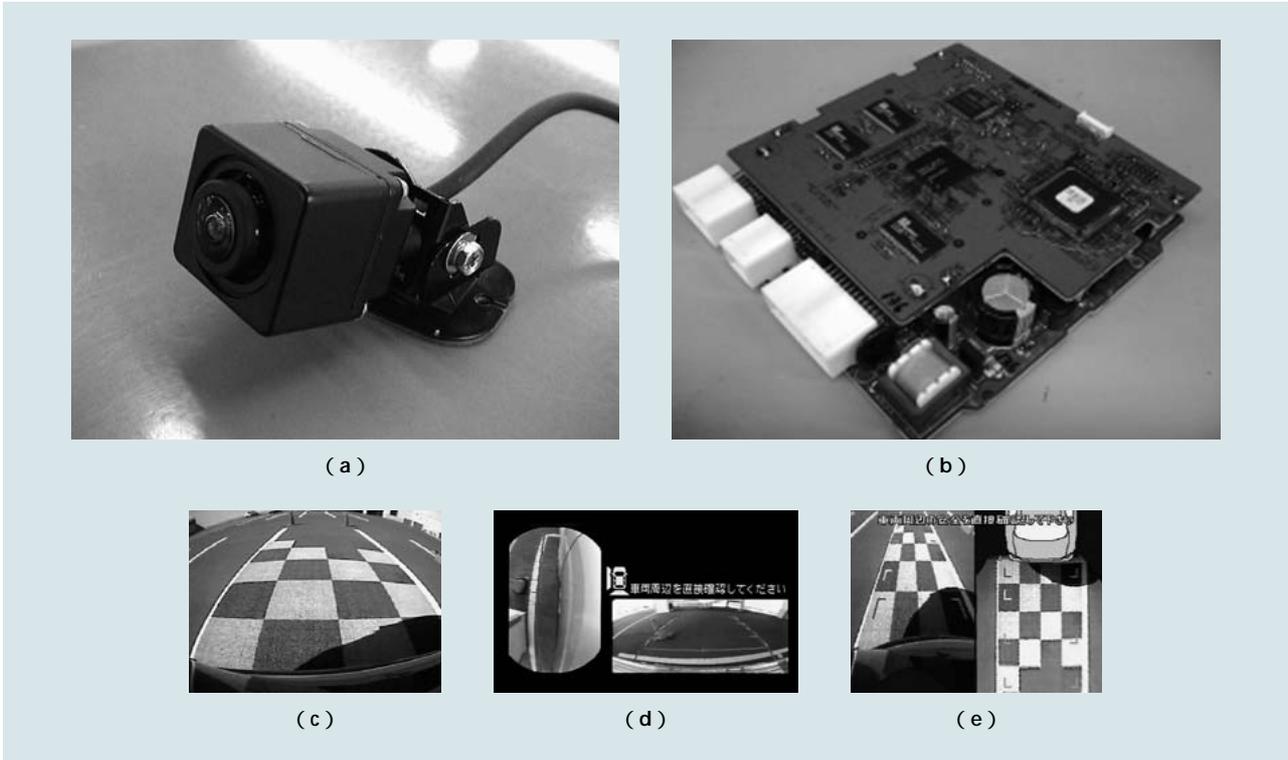


図1 運転操作時の視界を補助する画像処理システム構成装置と出力映像サンプル

広角レンズを搭載した車載ビューカメラ(a),カメラシステムECU(電子制御ユニット)用の高速画像処理基板の外観(b),リアビューカメラの映像(c),サイドビューとリアビューカメラによる2画面合成映像(d)(写真提供:三菱自動車工業株式会社),俯瞰(ふかん)歪み補正などの画像処理後のリアビューカメラ映像(e)を示す。

自動車運転の後方安全確認用途として1998年ごろから乗用車に装着され始めたビューカメラは、画像処理機能を持ったECU(電子制御ユニット)によって制御され、より高度な映像情報を運転者に提供する運転支援システムへと変貌しつつある。

クラリオン株式会社は、車載カメラ技術や、複数カメラの映像合成や視点変換による俯瞰(ふかん)映像処理、およびハンドルの舵角(回転角度)に応じた予想軌跡線の表示など、ECUにおける画像処理技術を駆使した、ビューカメラによる運転視界補助システムの開発に取り組んでいる。

1.はじめに

車載カメラと言えば、先行する自動車や道路上の白線を認識するカメラなど、運転操作補助システムに使われているものが知られている。しかし、今日われわれが目にする機会の多

いものは、リアビューカメラではないかと思われる。カメラ自体を見たことはなくても、ナビゲーションシステムの画面に映し出された後方映像を見た経験のある人は多いのではないかと(図1参照)。

ここでは、クラリオン株式会社が提供している最近の車載カメラシステムや、開発中の運転視界補助システムの概要、および今後求められる仕様など車載カメラ応用システム開発の方向性について述べる。

2.車載カメラの市場動向

リアビューカメラは、最近では軽自動車にも搭載されることが多く、その映像は身近なものになってきている。日本のメーカーによるリアビューカメラなど車載カメラの国内出荷数は、2006年度で220万台を超えており(クラリオン株式会社調べ)、今後も用途や機能を変化させながら規模が拡大すると推察される。

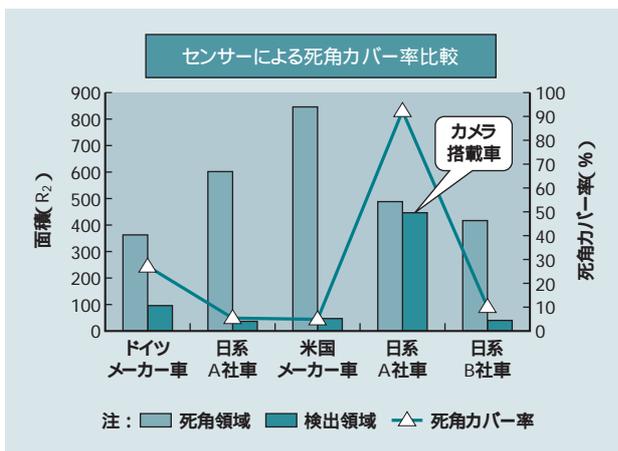


図2 米国高速道路交通安全局による死角カバー率の比較
 米国高速道路交通安全局(NHTSA)2006年11月レポートを可視化して示す。バック運転で年間7,000件の死傷事故があるため、各種安全装置を調査した。4メーカーの5車種を調査対象とし、カメラを搭載した車では死角の92%をカバーすることがわかった。

最近のカメラ応用製品に関する引き合いは、海外自動車メーカーからも増えており、特に米国からの後方視界確保の法制化検討を意識した引き合いが目立つ。今後、米国は日本以上の車載ビューカメラ市場に成長するものと思われる(図2参照)。

また、高価なオプションを積極的に受け入れる傾向が強いと言われる中国の高級車市場も、有望な車載カメラ市場となることが予測される。

3. 車載ビューカメラ

クラリオン標準車載ビュー(リアカメラ)のスペック概要を表1に示す。

表1 CCDカメラ2007年モデルの概要

クラリオン株式会社標準カメラの主要スペックを示す。画像処理ECUなどと組み合わせて使用されるカメラでは、レンズに対する撮像素子の取り付け誤差が規定される場合がある。

撮像素子	カラーCCD, 1/4インチ, 画素数25万以上 アスペクト比 4:3
レンズ画角	リアカメラ:水平画角130 以上 (用途によって種々の画角を準備)
信号方式	NTSCビデオコンボジット/左右反転処理機能付き
感度	最低被写体照度 2ルクス以下 (用途によってIRカットフィルタ有無あり)
S/N	48 dB以上(AGC オフ時)
電源	電圧:6~9 V, 電流:最大 200 mA
形状・材質・重量	幅27×高さ25×奥行き25(mm)程度 樹脂またはダイカストの成型品で25~50 g

注:略語説明 CCD(Charge Coupled Devices)
 NTSC(National Television System Committee)
 IR(Infrared Rays:赤外線), S/N(Signal-to-Noise)
 AGC(Automatic Gauge Control)

3.1 車載カメラの使用条件

車載カメラは、各自動車メーカーからそれぞれ夜間性能・耐久性性能、EMC(Electro-Magnetic Compatibility:電磁環境適合性)特性や小型化が求められ、各メーカーの要求特性を各モデルごとに満足させている。ここでは、夜間の視認性と防湿性能について述べる。

3.1.1 夜間の視認性

最近の携帯電話用カメラやデジタルカメラでは300万画素以上の素子を採用しているにもかかわらず、車載ビューカメラでは夜間感度を優先して25万画素素子を採用している。

ドライバーが後退(バック)や幅寄せ、狭隘(あい)路からの合流でカメラ映像を確認する際、ゆっくり走っていても近づいてくる障害物を自然な映像で表示するには、毎秒30フレームを確保する必要がある。暗い条件でもこの映像を実現したう

えに、映像を目で確認できるのが25万画素のCCD(Charge Coupled Devices)である。300万画素の素子の場合、受光素子1個当たりの面積が狭く、毎秒30フレームの条件では露光時間が短すぎる。そのため、十分な電荷を集められず、実用的な映像が得られない。

また、照明がまったく期待できない場合には、近赤外線ランプを使うこともあるが、この場合は波長の違いによるフォーカスずれに注意する必要がある。

3.1.2 防湿性能

車載カメラは、一時的な浸水に耐えられる規格で設計しており、防水トラブルはない。ところが、急激な温度変化が繰り返される環境では、温度変化でケース内の気圧も変化するため、ケーブルの微小な透き間から外気が吸い込まれて湿度が

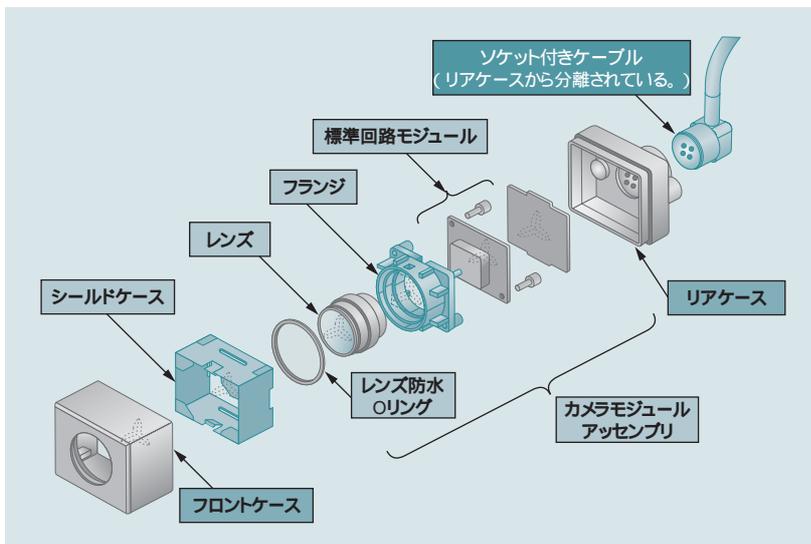


図3 カメラの構造(ケーブルとケースが分離)
 標準回路モジュールにレンズ付きフランジを固定する際、構造的に光軸精度を追求する作業は行わず、組立て後の電子的補正で精度確保を実現している。

上昇し,この湿気が原因でレンズが曇る場合がある。意外な落とし穴と言える。

対策としては,ケーブルをソケットイン方式にしてケース側と完全に分離し,湿気侵入の通路を遮断する方式などの例が挙げられる(図3参照)。しかし,専用のコネクタの開発が必要のため,単価や開発費用が高くなることが課題となる。

3.2 車載カメラの構造と小型化

3.2.1 構造

車載カメラは基本的に,レンズを取り付けた回路モジュールだけで動作するようになっている。画像処理で精度を求められるレンズ取り付け誤差補正(光軸補正)が,機械的なレンズの取り付け位置調整ではなく,電子的に行えるよう設計されている点が最近モデルの優位点と考えられる。構造の概要を図3に示す。

3.2.2 小型化

カメラの小型化で有効なのはレンズの小型化である。水平画角130°のレンズをガラスだけで設計すると,レンズ光学長が20数mmとなり,車載で要求されるケースの奥行き寸法24~25mmに納まらない。そのため,非球面レンズの採用とレンズ枚数の削減によって全長を短くしている。クラリオンの標準カメラのレンズでは,全長が10数mmまで短くなっている(図4参照)。

この方法は小型化に有効だが,画質の確保および複雑な形状のレンズ金型を製作するための高額な開発費用が課題となる。

4. 最近の車載カメラ応用システム

ビューカメラを用いた最近の車載カメラ応用システムについて述べる。

このシステムでは,4台のカメラで運転手の位置から死角になる部分をカメラ映像で補い,後退運転を含めた低速走行時の運転視界補助を行うことを目的としている。

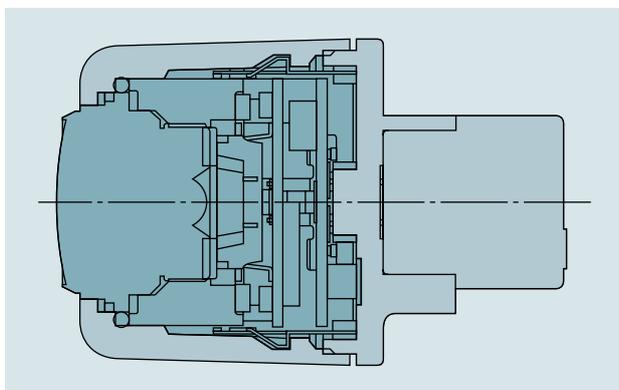


図4 カメラの断面
クラリオン標準カメラの断面を示す。レンズの次にケースの内容積を占めるのが基板である。レンズの小型化のほかに, DSP(Digital Signal Processor) 周辺回路の簡素化がカメラの小型化にとって重要な要素となる。

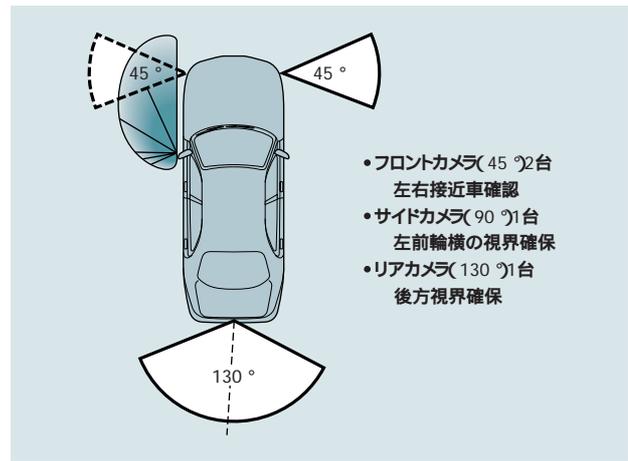
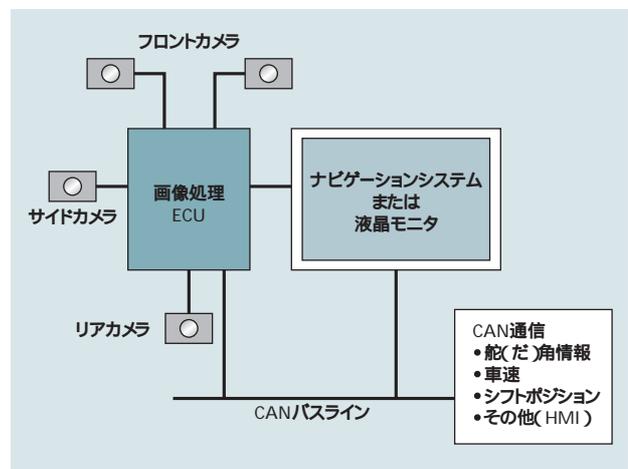


図5 4台のカメラの取り付け位置と視界
視界補助カメラの取り付け位置の例を示す。左ドアミラーに取り付けられるサイドカメラの画角を広げ,車両の左側全体の視界を確保する場合もある。



注:略語説明 ECU(Electric Control Unit), CAN(Controller Area Network)
HMI(Human Machine Interface)

図6 カメラ画像処理システムの概要

各カメラからECU,およびECUからモニターへは,NTSC(National Television System Committee)映像信号が送られる。また,ECUと車両間の情報通信にはCAN通信が用いられる。

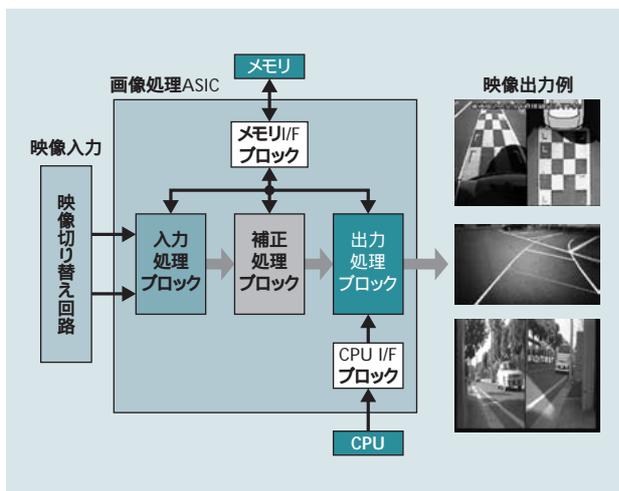
4.1 カメラの取り付け位置とシステムの例

例えば,図5に示すシステムには全部で4台のカメラが搭載されており,前方左右・左側方・後方の視界を補助する。

運転の状況に応じて,4台のカメラ映像を画像処理し,前方左右の合成映像・予想軌跡線が重畳された左側方あるいは後方映像を提供する。製品化にあたっては,舵(だ)角(ハンドル切れ角,回転角度)・車速・シフトポジションなどの車両情報の取得,カメラシステムの状態監視と記録の呼び出し,およびHMI(Human Machine Interface)をCAN(Controller Area Network)通信によって実現するようになっている。カメラ画像処理システムの概要を図6に示す。

4.2 画像処理プロセスとASIC

画像処理ECU(Electric Control Unit)の中心を成すものは画像処理ASIC(Application Specific Integrated Circuit)である。



注:略語説明 ASIC(Application Specific Integrated Circuit), I/F(Interface)
CPU(Central Processing Unit)

図7 画像処理ASICの内部構成と出力映像例

画像処理ASICは、画像処理ECUの中核デバイスであり、入力処理ブロック、補正処理ブロック、出力処理ブロックから構成される。

画像処理ASICの内部構成を図7に示す。入力処理ブロックで映像をデジタル化し、補正処理ブロックで必要な画像処理を実施、出力処理ブロックで予想軌跡線(ハンドルを切ったときに、車のタイヤやボディが進む方向と進み方を予測して表示した線)などの重畳表示を行い、映像を出力する。

画像処理ASICでは、一連の画像処理をハードウェアで実現しており、高速マイコンでソフトウェア処理する場合に比べ、安価にリアルタイムな画像処理映像を提供することができる。

画像処理ASICは記号や文字をオーバーレイする機能を有するが、ハンドル角に連動した予想軌跡線の形状演算のように、車種ごとにパラメータの変更を求められるものについてはCPU(Central Processing Unit)で行っている。

5. 今後の車載カメラ応用システム

次世代の画像処理では、運転者への視界支援機能を、さらにブラッシュアップする開発が求められる。また、画像認識などの機能追加によるITS(Intelligent Transport System)領域

への開発拡大や、それに伴うカメラの性能・機能向上も求められる。

5.1 画像処理システム

これまでの画像処理システム開発において、最大の課題となったのは、実用解像度の向上と同時処理映像入力数の拡大である。現在、製品化に向け、これらの課題を解決するための開発を行っている。なお、一般的に画像処理の高度化は、システムのコストアップ要因となるが、画像処理アルゴリズムの改良や、CPUとASICの機能分担の最適化によってコストダウンを図っていく必要がある。

また、カメラの構造的誤差や取り付け誤差を補正するキャリブレーション技術開発も重要な課題であり、上記画像処理システム開発と並行して技術確立を進める必要がある。

5.2 カメラ

画像処理、画像認識が車載カメラ応用システムにとって必須技術になるにつれて、次世代のカメラでは画角の広角化・高感度化・高画素化やカメラDSP(Digital Signal Processor)の機能強化を図っていく必要がある。

6. おわりに

ここでは、クラリオン株式会社が開発中のビューカメラによる運転視界補助システムの概要、および画像処理機能の高度化やITS領域への応用拡大など今後の開発の方向性について述べた。

車載カメラシステムの需要は拡大の方向にあり、カーナビゲーションシステムとカーオーディオに加え、近い将来には車載カメラシステムがすべての車両に標準装備されていくものと思われる。クラリオン株式会社は、車載カメラシステムの高機能化と経済性の両立をめざし、開発を加速していく考えである。

この稿を作成するにあたって協力していただいた関係各位に深く感謝する次第である。

執筆者紹介



永澤 悦郎
1977年クラリオン株式会社入社、S&M本部 商品企画部
現在、車載カメラと応用システムの企画に従事



大木 透
1989年クラリオン株式会社入社、技術開発本部 要素技術開発部
現在、車載カメラ応用システム開発に従事



浜津 昌宏
1980年クラリオン株式会社入社、技術開発本部 要素技術開発部
現在、車載カメラ応用システム開発に従事
電子情報通信学会会員



佐藤 啓二
1980年クラリオン株式会社入社、技術開発本部 MES先行製品開発部
現在、車載カメラ応用システムの製品開発に従事