

ハイレベルレコーダ HS-R003M及び、車載応用システム

High Level Recorder & System for Industrial & automotive use



八十 健二 ㊦
Kenji Yaso



平岡 和志 ㊦
Kazushi Hiraoka



八田 孝 ㊦
Takashi Hatta



渡辺 明 ㊦
Akira Watanabe

あらまし

当社では、プログレッシブ走査方式の精細カメラを接続し、緊急車両、列車、航空機といった高速移動体での高品位画像・音声・データ記録が出来る小型・高性能レコーダ装置（以下HSR）と、それを使用したレコーディングシステム製品を開発した。

本装置を使用することで、緊急車両、列車での運転状況記録システムや、航空機でのフライトレコーダシステムなどを構築できる。また、汎用性の高い外部インターフェイスを具備したことにより、車載用途以外の各種工業プラント運転操作状況の記録・遠隔管理システムなども柔軟に構築できる機器とした。

Abstract

We have developed a compact and high-end recorder product (hereinafter referred to as High Level Recorder and system, HSR) and an advanced recording system product using HSR. HSR connects high-level definition cameras of the progressive scanning method and is able to record high-quality images, voice and data in high-speed movable bodies such as emergency vehicles, trains and aircraft.

The driving situation recording systems in emergency vehicles and trains and the flight recorder systems in aircraft, etc can be constructed using HSR. Additionally, because HSR is equipped with a high general versatility external interface, besides its uses in vehicle installation systems, it can also flexibly construct operation driving situation record / remote management systems for various industrial plants, etc.

1. 緒 言

近年、緊急車両、鉄道、船舶、航空機といった輸送機械分野において発生する各種アクシデントに対して、正確なトレーサビリティシステム導入の社会的要求が高まりつつある。

社会的に重要な役割を担っている輸送機械用のアクシデント・トレーサビリティシステムにおいては、次のような具体的要求を満足する車載レコーディングシステムの実現が求められている。

1. 正確で精度の良い画像・音声・制御データの常時自動連続記録。
2. 車両高速走行時には背景を含めた被写体全体が1

コマ単位で大きく変化するが、このような場合においても正確な撮影ができること。

更に、夜間や雨、逆光など、さまざまな環境下での確実な状況撮影と記録。

3. 運転操作状況の正確な操作データ履歴記録。
4. 長時間の記録データ保存。
5. 強い衝撃が発生しても記録データを確実に保存。
6. 車載という過酷な環境下においても8年以上の連続稼働を保証すること。
7. 小型・軽量で、輸送機械に艱装し易いものであること。
8. 自動車工業会、鉄道車両工業会や国土交通省などの各種規格や省令を満足すること。

㊦ ニチゾウ電子制御㈱ 電子機器事業部

㊦ ニチゾウ電子制御㈱ 電子システム事業部

以上の要求に対し、従来、産業機器分野で用いられ

てきたデータロガー装置があるが、これは単純にデジタル接点データやAD変換データなどの制御データを記録するものである。

また、近年市販されている、普通乗用車用の簡単なドライブレコーダは、単純に映像のみを記録するものであり、その多くが事故衝撃検知時点での短時間の映像記録式であることや、あまりにも記録画像の品質が劣悪であること、運転操作状況などのデジタル履歴には対応できないこと、などの理由から、列車・船舶・航空機といった社会的重要度の高い用途での使用は難しい。

また、従来より、一部金融機関などで使用されている高度な記録システムは、事務所用の据置き機器であり、従って、車載という小型・軽量、かつ過酷環境での稼動を要求される分野に対応できるものではなかった。

当社では、高度な車載分野への適用を目的として、緊急車両、列車や航空機といった高速度移動体での高品位画像・音声・操作データ記録が出来る小型・高性能レコーダ装置（HSR）と、プログレッシブ走査方式の精細カメラ、高感度マイク、操作データ収集インターフェイス、とそれらを使用した、高度なレコーディングシステム製品を開発したので、本稿では、その製品概要と、具体的なシステム適用事例を紹介する。

2. 開発機器

2.1 プログレッシブ走査方式車載カメラの開発

従来の車載カメラは、小型ではあるが、①画素数が27万画素程度と荒い。②インターレス走査式であり、1フィールド毎にシャッター時間がずれるので、背景画面を含めた被写体全体が常に移動・変化する用途では、正確な静止画を得られない。③明るさへの追従範囲がせまく、夜間撮影・逆光撮影が出来ない。④50/60 Hzでパルス点灯するLED信号灯で明滅現象が発生する。

などの技術的な問題が有り、撮影対象となる風景自体が千差万別に変化する車載という使用環境下においては、正確な撮影画像を得ることが出来ないため、事後トレーサビリティ性能に欠けていた。

本機器の開発に際しては、これらの欠点を根本的に解決出来るカメラを開発することが求められた。

従来のカメラではCCDデバイスという撮像素子が用いられて来たが、このデバイスで対応可能な明るさ追従範囲（1画面内での撮影ダイナミックレンジ）は50 dB程度であり、夜間や逆光条件下では満足な画像を得ることが原理的にできない。

このため、本カメラ開発においては、120 dBという非常に大きな撮影感度範囲を有する超高感度型CMOSイメージセンサを採用することで、夜間や逆光条件といった様々な環境下でも出来る限り正確な画像撮影を行えるカメラを開発した（図1）。

このイメージセンサは、総画素数100万画素以上の

プログレッシブ走査型であり、高速度移動体上から撮影しても、歪みやブレの無い正確な静止画像を得ることができる。

また、1走査周期内での光蓄積過程をマルチサンプリング方式としたことで、LED信号灯撮影も可能とした。



図1 プログレッシブカメラ外観

表1 プログレッシブ高精細カメラ基本仕様

●基本仕様

項目	カメラ
撮像デバイス	RGB 総画素数100万画素以上 高感度CMOSセンサ
解像度	500 TV本以上
映像出力	NTSC準拠、プログレッシブ走査方式
最低被写体照度	1.0 Lx程度
逆光補正	ワイドダイナミックレンジ補正方式 補正範囲:45 dB以上
LED信号灯撮影対応	可能
使用レンズ	パフォーカルレンズ、画角調整可能 (水平50~80度) 焦点範囲: 2.5 m~∞ (予定値)
撮影角度調整	俯角、左右調整可能(取付金具により設置時に固定調整)
映像ケーブル長	同軸ケーブル使用時 50 m以上
サイズ	約67×67×130 mm(取付金具を除く)
重量	約300 g(取付金具を除く)
電源、消費電力	DC12 V、3 W以下(HVR本体より供給)
動作温度	-10~+55度(品質保証範囲) -20~+65度(動作保証範囲)
振動	JIS E4031 2種B、D1601に準拠
衝撃	JIS E4032 1種A、D0208に準拠
本体設計寿命	約5年以上
レンズ交換	可能

2.2 ハイレベルレコーダ（HSR）の開発

正確で精度の良い画像・音声・制御データの自動連続記録が行え、小型、軽量、堅牢な構造、高衝撃耐力、高耐環境性能を持つレコーダ装置を開発するため、以下のような新技術方式を開発し、採用した。

2.2.1 正確で精度の良い画像圧縮方式

従来のレコーダは、映像圧縮方式としてMPEGと呼ばれる動画像圧縮方式を用いた物が主流である。

この方式は動映像のデータ圧縮効率向上に主眼をおいたものであり、映像のデータ量を1/200近くまで圧

縮できる。しかし、MPEGで録画された映像を、静止再生画像として見た場合、前フレームからの合成画像方式であることから、高速移動体上からの風景撮影の場合、その被写体の位置精度に大きく欠けるという欠点があり、正確度を要求される事後トレサビリティ用途には向いていない。

また、多くの場合、映像入力インターフェイスもインターレス式であり、画像1コマ（1フレーム画像）を構成する奇数走査線（奇数フィールド画像）と偶数走査線（偶数フィールド画像）の間に1/60秒の時間差があることから、1フレームの静止画像として再生すると走査線毎の撮影時間差があらわれ、時間ブレ画像となる欠点があった。

本装置では、このような欠点を解決するため、JPEG2000静止画像圧縮方式と、プログレッシブ走査インターフェイスを採用し、カメラから受信される1コマ単位での映像を、ほぼ完全にそのままの形で静止画像化・符号化・圧縮し、保存する方法を採用することでこの問題点を解決した。

2.2.2 画像・音声・制御データの同期記録

画像・音声・制御データの記録プロセスにおいて、本装置では、事後解析のし易さと、正確度の観点から、画像・音声・制御データの3つを時間同期させた形で、リアルタイムに記録媒体に記録する形式を採用した。

2.2.3 固体メモリへの記録・保存

従来、レコーダの記録媒体には、パソコンで用いられているハードディスクを利用しているが、ハードディスクは振動や衝撃に弱く、車載分野で発生しうる衝撃により簡単に破壊されてしまう。

このため、本装置では固体メモリであるCFカードを採用し、アクシデント発生時の強衝撃（100 G）にも耐えられるものとした。

従来、CFカードはハードディスクに比べて、容量が2桁程度少なく、録画時間が短くなる欠点があったが、近年の半導体微細加工技術の進展により、急速に容量が増加し、現在では、容量比が1/10程度までに増加してきている。

本レコーダにおいては、CFカードを最大4枚装着可能とすることで、固体メモリ記録方式でありながら最大128 GBという大容量記録を実現した。

2.2.4 小型・軽量で衝撃に強い構造

車載分野においては、機器の設置スペースが限られていることから小型化は必須条件であり、また軽量・耐衝撃構造であることも同時に求められる。

このため、近年の携帯電話などで用いられているBGA（ボールグリッドアレイ）型パッケージのプログラマブル大規模集積回路（PLD型LSI）を採用し、画像処理回路などの主要制御部回路を、このLSIに収容することで、車載用電源部までを含めた本装置の全

制御部を、A5サイズ程度の基板1枚で実現した（図2）。

これにより、車載用標準ラックサイズである1DINサイズの幅以下に装置を収めることが出来た（図3）。

また、この小型化の結果として、耐振動・耐衝撃性能も、従来の据え置き型装置に比べて10倍程度の値を実現できた。

また、筐体を含めた小型化の結果として、全体コストも、従来の据え置き型製品の1/2程度に抑えることが出来た。

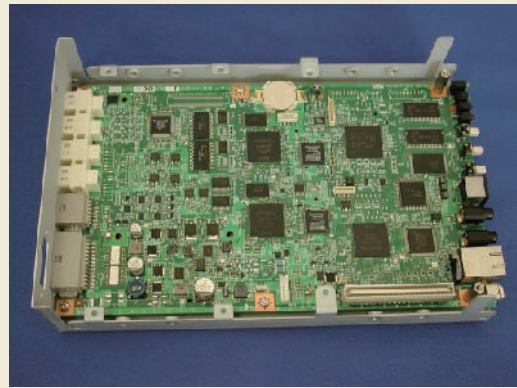


図2 メイン基板外形



図3 HSR装置外観（前面）

2.2.5 業界規格への対応と、長寿命製品化

車載分野機器においては、一般民生機器以上の耐環境性能、高品質、長寿命が求められる。また、自動車には自動車工業会規格、鉄道では鉄道車両工業会規格に合致した製品が求められる。

本機器の開発においては、以上の条件を全て満足するために、以下の基本設計条件を設け、その実現につとめた。

1. 自動車及び、鉄道車両工業会、電子工業会規格に準拠した設計。
2. 特殊な部品を排除し、出来る限り製品ライフ期間の長い小型汎用部品を採用。
また、製品サイクルの短いパソコン系の部品は原則として使用しない。
3. 回路設計及びソフト設計上の工夫により、低消費電力化を図ることで部品の熱劣化をおさえる。具体的には8 W以下とする。
また、寿命部品となるファンは使用しない。
4. 耐熱、耐塵埃、耐火災性能への考慮。

5. 車両電源への対応、普通自動車ではDC12V、大型自動車ではDC24V、電車ではDC100Vと電圧が異なるが、外部に電源をつけることなく、本機器のみで直接対応可能であること。

2.3 操作データ収集インターフェイス

鉄道や航空機といった用途では、映像・音声記録以外に、運転操作レバーの操作位置情報などのデジタル記録も求められる。本装置では、外付けオプション構成品としてのデータセンシングユニットを用いることで、これらの運転操作状況データを記録・保存出来る構成を採用している。

データセンシングユニットは、A5サイズ以下と小型であり、輸送機械の運転台内部の狭いスペースにも容易に装着可能であり、更に電流磁束計測方式を採用しているので、操作レバーなどの既設配線に対して、小さな電流センサーをクリップすることで、間接的に計測することも出来る方式である。この間接計測方式には、配線取り付けの簡便化、元配線へのノイズ混入が無い、という利点がある。

2.4 開発機器の主要緒元

今回開発した製品の主要緒元を表2に示す。

表2 HSR（標準機種）本体基本仕様

●基本システム

項目	HSR	
映像入力方式	量子化:8bit サンプリング周波数:27MHz(4:2:2コンボ)	
基本記録方式	リアルタイム連続静止画像・音声・データ同期記録方式	
記録媒体	着脱式記録媒体 ・高速コンパクトフラッシュ(CF)カード:4スロット	
録画解像度 (記録画質)	SUPER	SDTV規格:720×480画素相当
	HIGH	SDTV規格:720×240画素相当
画像圧縮方式	MZPEG2000 及び JPEG2000	
画像圧縮率	約1/150~1/20	
音声録音方式	ADPCM方式 ×2	

●映像入出力形式

項目	HSR
映像入力	EIA標準、NTSC方式及びプログレッシブ方式対応
	VBS、VS:1Vp-p±0.2V、75Ω、不平衡式
	GT5型コネクタ ×4
映像出力	EIA標準、NTSC方式
	VBS、VS:1Vp-p±0.2V、75Ω、不平衡式
	Mini Jackコネクタ(コンボジット) ×1
水平解像度	SDTV規格:500TV本以上
プログレッシブカメラ対応	○(解像度SUPERのみ)

●音声入出力形式

項目	HSR
音声入力	マイク入力 ×2(録音、帯域0~6.4KHz)
音声出力	ライン出力 ×2(再生音、1vp-p)

●一般仕様・信頼性

項目	HSR
消費電力	動作時定格:8W(動作時最大:15W)
本体電源電圧	標準機:DC12V/24V ±30%
動作温度	-20℃~+65℃(結露させないこと)(動作保証範囲)
保存温度	-40℃~+95℃(結露させないこと)
動作湿度	90%以下(結露させないこと)
振動	JIS E4031 2種B、D1601に準拠
衝撃	JIS E4032 1種A、D0208に準拠
外形寸法	155×50×235mm(突起は除く)
質量	約2kg以下
装置本体設計寿命	約8年(雰囲気温度25℃時)

●LAN通信機能

項目	HSR
通信インターフェイス	イーサネット(10/100BASE-Tx)、TCP/IP
通信データ内容	録画ファイル転送(FTP)、microsoftブラウザ転送
操作	各種設定、表示切替、録画開始、画像検索操作など
ライブ動画	リアルタイムライブ動画送信可能

3. 本機器を適用した車載システム

今回開発した機器を使用し、図4に示すような車載レコーディングシステムを構成した。

このシステムでは、車両の運転席前に進行方向撮影用カメラを設置し、最も重要な情報である前方映像を常時撮影する。また音響情報が必要な場合は、高感度マイクにより車両内外で発生する様々な音響を収集する。更に、操作レバーなどの情報記録が必要な場合は、データセンシングユニットを操作部にセットして、操作レバー履歴などを取得、それらの情報をCFカードに常時記録することが出来る。

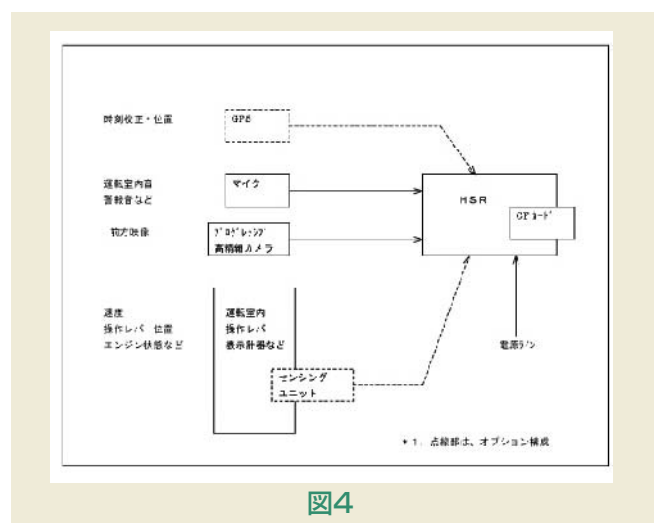


図4

4. 実試験結果

本システムの試験に際して、自動車搭載による走行試験を行った。更に、鉄道会社様のご協力により、実際の走行車両での実運用試験を実施し、目標性能の達成度を実際の運用環境下で評価試験したので、その代

表的な結果データを記載する。

4.1 逆光環境下撮影能力

一般的なカメラで逆光撮影すると、左側の写真のように被写体が黒くつぶれる。今回のカメラの場合は、右側写真のように人物や背景も明瞭に撮影できることが確認できた。今回の撮影条件の場合、画面の最も明るい背景（太陽）と、暗い部分の輝度差は160 dB以上あり、開発したカメラが想定値以上の性能を有することも確認できた。



(従来カメラ)



(新方式カメラ)

図5 逆光環境下撮影

4.2 実走行試験

4.2.1 高速走行中撮影能力

一般的なカメラとレコーダの組み合わせで撮影した場合、高速走行時には背景を含めた被写体全体が1コマ単位で大きく変化するため、ボヤけたり歪んだ部分



図6 自動車高速走行時撮影画像



図7 電車高速走行時撮影画像

を持つ静止画像しか得られない。

今回、時速80 kmの自動車と、130 kmの電車での撮影を行い、図6、図7に示す結果を得た。高速道路における交通指示標識、鉄道における、踏み切り状況なども明瞭・正確に記録されていることが確認できた。

特に、列車の場合は、ほぼ一定間隔で電柱などの位置指標が存在するため、撮影された映像から速度を算出出来ることも証明できた。

4.2.2 LED信号灯撮影

一般的なカメラでLED信号灯を撮影すると、信号が明滅した状態で撮影される。これは日本国内のLED信号灯が50/60 Hzの周期でパルス点灯していることに原因がある。今回開発したカメラでは、添付写真のように、道路交通信号、鉄道用信号共に、ほとんどの場合において、明瞭な点灯状態として撮影出来た。



図8 LED信号灯 (道路)



図9 LED信号灯 (鉄道)

4.2.3 夜間撮影能力

車載用途では、自車の前照灯で夜間撮影することが求められる。自動車、電車共にその前照灯により得られる被写体照度は、前方30~100 m程度の範囲において1~0.1 Lx程度である。

今回開発したカメラでは、このような低照度環境において、画像がやや不鮮明になるものの、重要とされる被写体部分を識別可能な範囲で撮影できることを確



図10 夜間走行時撮影画像

認した。(図10)

以上が、今回開発したカメラとレコーダの、画像記録性能評価の結果であり、概ね目標通りの性能品質を得られることが確認できた。

また、詳細は割愛するが、音響レコーディングにおいても、音声交信音以外の音、例えば、操縦室内部の各種レバー操作時の切替音、内外の警報音、更には路線上の異物などによる異常音までも集音できるという結果が得られた。

5. 結 言

今回の開発においては、緊急車両、鉄道、船舶、航空機といった輸送機械分野において発生する各種のアクシデントに対する正確なトレーサビリティシステムを実現できた。

本システムは、小型・軽量であり、また、耐環境性能・機器寿命性能・品質性能に優れていることから、本稿において説明した車載用途のみならず、日立造船グループの得意とする各種プラント設備、機械設備、船舶設備などの設備操業・生産管理システムなど、各種トレーサビリティシステムに適用することも当然ながら可能である。

当社としては、このような社会的ニーズにマッチした、産業用電子機器製品群を継続的に開発・拡充し、微力ながらも社会に貢献してゆく所存である。

参考文献

- (1) 前田誠一ほか：特許公開番号2005-085360 データ記録装置および記録用プログラム，日立造船，2003，
- (2) 木下正夫ほか：日立造船技報2001年第62巻第3号 業務用デジタルレコーダ装置，日立造船，2001，

【文責者連絡先】

ニチゾウ電子制御(株) 電子機器事業部

八十 健二

Tel : 06-6468-9756 Fax : 06-6468-9744

e-mail : yaso@ndssf.co.jp