

マルチモニタの開発

Development of a Multifunction Monitor Panel

上田 雅通
Masamichi Ueda
嶋津 光宏
Mitsuhiro Shimazu

新型油圧ショベルGALEO用として、見やすい表示を実現するため、カラーグラフィック液晶を搭載するマルチモニタを開発した。マルチモニタは、KOMTRAXとの通信による車両状態の把握の実現や、分かりやすい表示・操作による車両の汎用性向上などの特徴を持ち、商品力アップに寄与している。その概要と新規にカラーグラフィック液晶を採用するにあたりポイントとなった、建設機械で求められる視認性の高い液晶の開発と、求められる種々の画面デザインを短時間で容易に実現するシステムの選定についても報告する。

Recently we developed a multifunction monitor panel having an easy-to-see color graphic liquid crystal display (LCD) for the new GALEO Series of hydraulic excavators. This multifunction monitor panel has a number of striking features. For example, it permits the operator to check the operating condition of the machine by means of a communication with KOMTRAX and provides the operator with various types of information which make it easier to operate the machine efficiently. These and other features enhance the value of the product that is equipped with the multifunction monitor panel. This paper outlines the multifunction monitor panel and describes the development of an easy-to-see color graphic LCD required of construction equipment and a system that allows for design of various screens in a short time.

Key Words: Color Graphic LCD, Visibility, Machine Condition, KOMTRAX, Application Software.

1. はじめに

従来の油圧ショベルの AVANCE シリーズと新型 GALEO シリーズに搭載されているモニタを図 1 に示す。

AVANCE シリーズに搭載されているモニタは、モノクロセグメント液晶と LED ランプを用いたものである。GALEO シリーズのモニタを開発時に、設定内容をもっと

分かりやすくしたい、車両内部の情報を活用したい、汎用性をもった表示ができない、新たな要求への対応に費用や制作納期がかかる、などの課題が出てきた。

油圧ショベルGALEOシリーズのモニタではこれらの課題を解決するため、カラーグラフィック液晶採用やKOMTRAXへの対応を実施した。

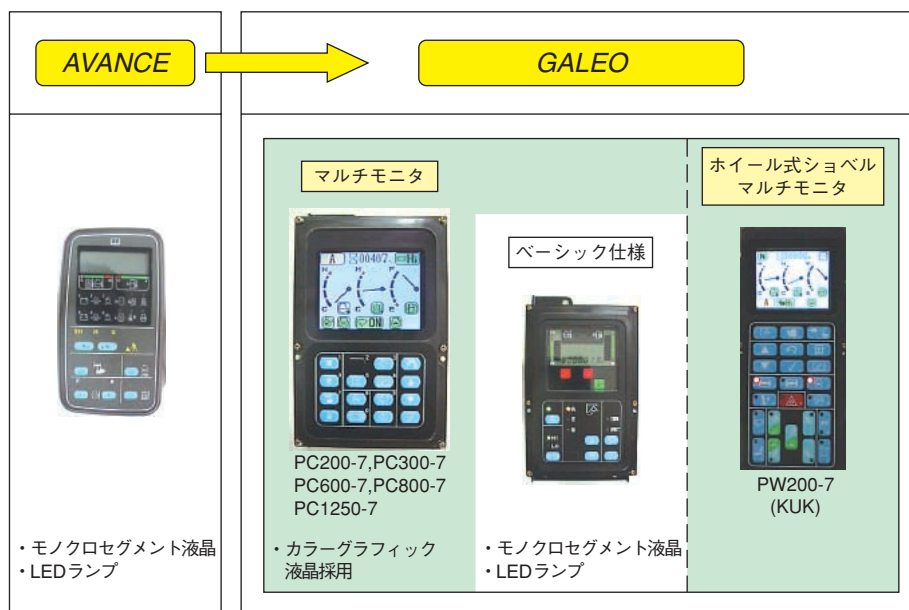


図 1 油圧ショベル搭載のモニタパネル

2. これまでの経緯

油圧ショベルAVANCEシリーズのモニタのメータ類はモノクロのセグメント液晶、インジケータ・コーション・パイロットは各機種に依存した固有のデザインで構成されており、表1(1)のような改善要望のあることが判った。具体的には、設定内容をもっと分かりやすくしたい、車両内の情報をもっと容易に取得したい、汎用性を持たせたい、新たな要求仕様への対応を容易に実現したい、などである。

GALEOシリーズのモニタを開発するに当たり、上記の課題を解決する必要があった。そのために実施すべき内容をまとめたのが表1(2)である。ここでは、表1(1)の内容は表示能力の不足、それによる汎用性の限界、車体内情報の取得と管理方法が確立されていないことであると考えた。表1(2)を実現するための手段が表1(3)となる。表示能力不足を解決するためにカラーグラフィック液晶を採用し、車体内情報の取得と管理のためにKOMTRAX^{*1}へのI/F(インターフェース)を用意した。また、社会問題化している車両盗難と盗難車両による犯罪の抑止のため、カラーグラフィック液晶の特徴を生かし、パスワード機能^{*2}の入力I/Fとしての使用が有効であると考えた。

*1：稼働中の建機の位置情報や車体情報を各種通信網により把握し車体の管理やサービス向上に役立てるシステム

*2：入力したパスワードが記憶してあるものと一致後にエンジンの始動を可能とする機能

表1 GALEOシリーズモニタ開発時の課題

(1) AVANCEシリーズのモニタでの改善要望	(2) GALEOシリーズで実施すべき内容	(3) (2)を実現する手段
[お客様から] ・設定内容をもっとわかりやすくしてほしい ・表示器が多いとどこをみてよいかわからない	・形や色を切り替えわかりやすく表示する ・表示を切り替えて共用し、台数を少なくする	カラーグラフィック液晶採用
[サービス部門から] ・サービスモードの操作がしにくい ・参照内容の確認が大変(項目・単位・エラーコードなど) ・車体内情報の取得が大変	・メニューに文字を使いわかりやすくし、操作性向上させる ・単位表示、エラー内容の言葉による表示の実施 ・車体内情報の取得と管理方法の確立	カラーグラフィック液晶採用 KOMTRAXへの対応
[開発部門から] ・個別の仕様変更が大変(費用、納期) ・汎用性のある表示がほしい ・スペースとのトレードオフ	・色や形状の変更に容易に対応可能 ・表示内容を切り替えて使用 ・表示内容を切り替えて使用 ・パスワード機能の入力I/Fとして使用	カラーグラフィック液晶採用

3. 特徴

3.1 マルチモニタの特徴

マルチモニタは以下の特徴を持っている。

- (1) カラーグラフィック液晶によるわかりやすい車両情報表示
多様な画面表示による車両の汎用性向上
- (2) パスワード機能の入力I/Fとして使用可能
- (3) EMMS^{*1}による車両コンディション監視とKOMTRAXと連携した素早い把握
- (4) AIP^{*2}システム採用による容易な作画

*1：Equipment Management Monitoring System

*2：Advanced Intelligent Panelの略

AIPはエレクトロニクス事業本部外販パネル製品(現在は事業を光洋電子(株)に移管)

この特徴を実現するために、①油圧ショベルの車載環境下で満足できる視認性の確保、②多様な画面表示を実現するソフトウェアの開発、の二つが重要な課題となった。課題の解決のために実施した内容を3.2～3.3項に示す。

3.2 視認性

油圧ショベルは周囲の視界確保のために運転席をガラス窓で囲んでいる。このため、モニタは昼間など明るい場合から夜や建物の陰に入ったときなどの暗い場合まで、周囲の明るさが極端に変化する環境下で良好な視認性を確保する必要がある。マルチモニタでは以下の2点の工夫を行い、必要とされる表示性能を満足した。

- ① 周囲の明るさが変化しても視認性を満足する液晶の開発
 - ② 窓の景色の映り込みを低減する液晶窓、液晶の開発
- (1) 周囲の明るさが変化しても視認性を満足する液晶の開発

マルチモニタにカラーグラフィック液晶を採用するにあたり、油圧ショベルでの視認性を満足する光源方式を選択する必要があった。光源方式は透過型、半透過型、反射型の3つに分類することができ(表2)、光源方式で周囲環境による視認性が異なってくる(図2)。

表2 光源方式で分類した液晶の種類と特徴

液晶の種類	表示用光源	主な特徴
透過型	バックライト	パソコン用ディスプレイ 液晶テレビなど周囲の光量を制限できる環境での使用
半透過型	バックライトと外光(周囲光)を併用	PDA(全機種ではない)など周囲の光量変化が大きい環境での使用
反射型	外光(周囲光)	周囲の光量が多い環境での使用

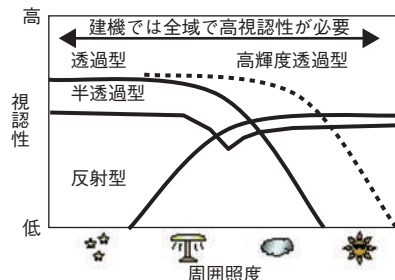


図2 光源方式と視認性の関係(イメージ)

透過型は周囲が暗くても視認性は良好だが、直射日光下など周囲が明るい場合に液晶表示が見えなくなる短所がある。また、反射型では透過型とは逆に夜間や建物の陰に入ったときなど、周囲が暗くなった場合に液晶表示が見えなくなってしまう。各々長所はあるが、上記視認性を満足していない。このため、透過型、反射型の両方の長所を兼ね備える半透過型を採用することとした。半透過層は光を一定の比率で反射/透過する機能をもつ。周囲が暗いときに視認性が良好な透過特性を維持しつつ、周囲が明るいときでも良好な反射特性となるような仕様とすることにより、周囲の明るさの変化に対し良好な視認性を確保することができた(図3)。

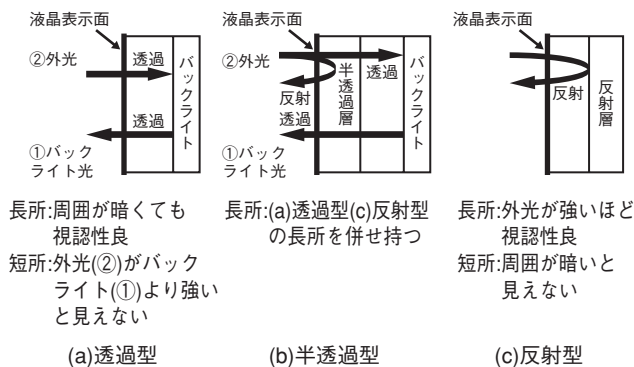


図3 各光源方式の液晶のしくみ

(2) 窓の景色の映り込みを低減する液晶窓、液晶の開発
周囲の景色がモニタの液晶窓に映り込んでいる状態でも視認性を確保する必要がある。

周囲の景色の映り込みが発生するメカニズムは次のとおりである。光は液晶窓を透過するものと反射するものの二つに分かれる(図4)。このうち反射する光で表面にできた像が液晶窓への映り込みという現象になって現れる。マルチモニタへの映り込みを低減するために、次の二つの工夫をおこなっている。

- ① 液晶窓の透過率を向上させ、反射する光を少なくし、液晶窓への景色の映り込みを低減した。
- ② 液晶表面についても①と同様の処理を行い、映り込みを低減している。

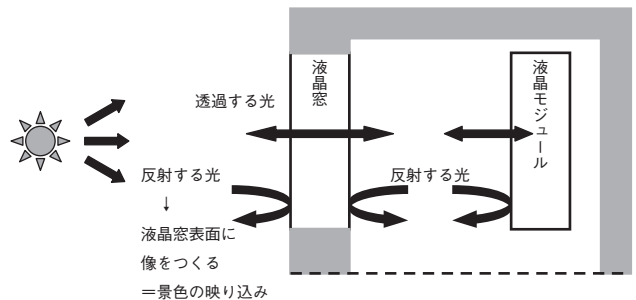
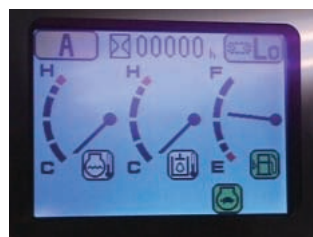


図4 液晶窓、液晶と光の関係

映り込み低減処理の効果について図5で確認することができる。図5(a)(c)は映り込み低減処理を行なったもの、図5(b)(d)は低減処理のないものである。図5で映り込んでいるのは蛍光灯であるが、仮に窓の白い景色がモニタ表面に映り込んだ場合、図5(b)(d)では全く表示が見えなくなってしまう。これに対し、図5(a)(c)は映り込んだ部分が多少明るくなるものの、表示内容の認識には問題ないことがわかる。



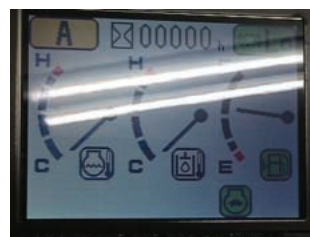
蛍光灯の部分が明るくなるが、表示の認識には問題ない
(a)映り込み低減処理をした液晶窓



蛍光灯の映り込んだ部分は表示が見えない
(b)映り込み低減処理のない液晶窓



蛍光灯の部分が明るくなるが、表示の認識には問題ない
(c)映り込み低減処理をした液晶



蛍光灯の映り込んだ部分は表示が見えない
(d)映り込み低減処理のない液晶

図5 映り込み低減処理の効果(蛍光灯を映り込ませた場合)

3.3 ソフトウェア

マルチモニタのソフトウェアには社内で開発し、作画が容易なAIPシステムを採用した。

マルチモニタに適用可能なソフトウェアは表3のとおりいくつかの選択肢が考えられるが、AIPシステムに以下の長所があることからマルチモニタへの採用を決定した。

- ① 既存のシステムを流用することにより、マルチモニタへのソフトウェア実装時の変更箇所、変更時間を短縮できること。
- ② 使いやすい作画ソフトが用意されていたこと。

次に、AIPシステムでの画面の構成について説明する。

マルチモニタの画面とは、常に処理を行うが表示内容のない画面(グローバル画面)と表示内容に応じ複数存在する画面(ローカル画面)で構成される(図6)。マルチモニタの画面としてオペレータが見ているのはローカル画面のうちのひとつとなる。ローカル画面は背景に必要な数の部品を貼り付けて構成される。

通常画面を例にする(図7)と、水色の部分が背景であり、部品は点線で囲まれたものである。一つ一つの部品が集められたもので通常画面が構成されている。

この部品は背景、コントロール、動作プログラムの3つの要素に分解することができる。作業モード表示の部品を例にして説明する(図8)。作業モード表示部品の3つの要素は図8(a)~(c)になる。図8(b)コントロールは実際にモード表示を実行する要素で、このコントロールの機能で作業モード(A, E, L, Bなど)を表示する。図8(c)動作プログラムはどのようなときにどの作業モード(A, E, L, Bなど)を表示するか決定し、コントロールに指令を出す。仮にAモードのときに「B」のスイッチを押してBモードに変わったという例を考えると、「B」のスイッチを押したという情報が図8(c)動作プログラムに伝わり、図8(b)コントロールに「A」の表示を「B」へ変更する指示を出す。

点線で囲んだ部品は互いに独立しているので、仮に作業モード表示と走行速度表示との位置を入れ替える変更を行なう場合でも、作画ツール上で部品の配置を入れ替えるだけで容易に対応することができる。このように、小さな変更から大きな変更まで容易に対応できるAIPシステムと作画ツールにより、マルチモニタのソフトウェアは短期間で開発し、他機種への開発展開を実施できた。

表3 AIPシステムと他のシステムとの比較 ○:優れる △:同等 ×:劣る

OS	作画ソフト	特 徴	コスト	開発速度	
				OS	画面
AIPシステム	K-Basic	<ul style="list-style-type: none"> ・ マルチモニタへの適用が比較的容易 ・ 要求されるリソース(CPU処理速度、メモリ容量など)がモニタのコスト相応 ・ 使いやすい作画ソフトが準備済 ・ 外販事業で造り込んだ資産(機能、品質など)を継承できる 	○	○	○
Windows CE*1	JAVA Visual Basic*1 etc.	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要求されるリソースを満足するとモニタのコストアップ大 ・ マルチモニタ搭載時の改造範囲が大きい 	×	×	△
Linux	JAVA Visual Basic*1 etc.	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要求されるリソースを満足するとモニタのコストアップ大 ・ 通信やデータ収集などに適したOS 	△	△	△

*1: Windows, Visual Basic は米国 Microsoft 社の商標です。

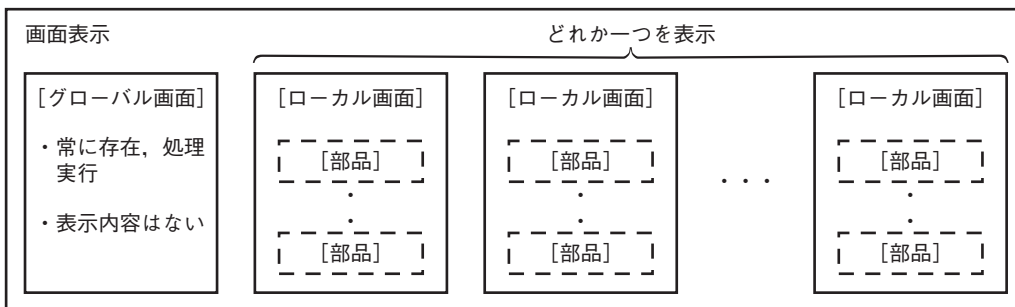


図6 マルチモニタの画面構成

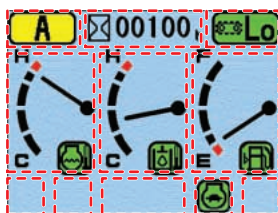


図7 通常画面の構成

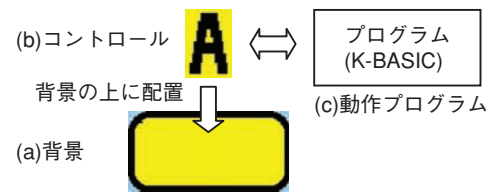


図8 部品の構成 (作業モード表示の例)

4. 諸元と主機能

4.1 マルチモニタの諸元

マルチモニタの外観を図9に示す。マルチモニタはカラーグラフィック液晶表示部とモード設定などを入力するスイッチ部とに分かれる。表示内容などは4.2項で説明する。

車体配線への接続用コネクタはモニタ裏面に配置している。

モニタと他の電子コンポーネント通信インターフェース仕様や、液晶など、マルチモニタの主仕様を表4に示す。

4.2 マルチモニタの表示内容

マルチモニタの通常表示画面では作業モード、走行速度、燃料、水温ゲージなどを表示する(図10)。

カラーグラフィック表示が可能となったことで、夜間照明スイッチにより表示の配色をきりかえたり(図10(a))、図のような通常画面の一部を変更することにより、コーション表示を行ったり、メンテナンス表示をおこなう(図10(b)(c))、メンテナンス表示(図10(d))など汎用性の高いものとなった¹⁾。

アームクレーン仕様車ではリフティング(L)モードを選択したときに大きく荷重表示を行うなど、用途に応じた見やすい画面を実現した(図10(e))。

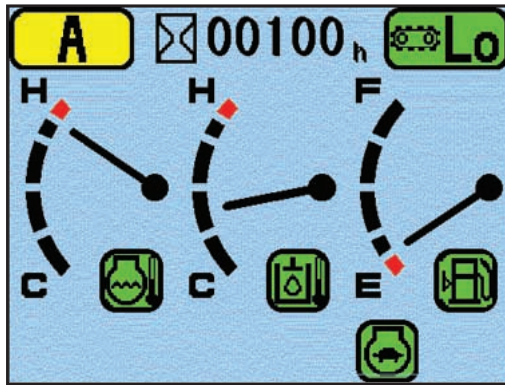
また、パスワード入力画面を設け、パスワード入力I/Fも兼ねたものとした。



図9 マルチモニタ外観(正面)

表4 マルチモニタの主仕様

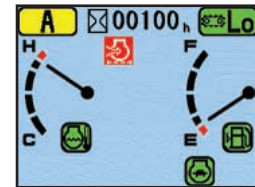
サイズ(取付含)	120×219×68(W×H×D)	
サイズ(車載時)	100×157(W×H)	
電源電圧範囲	20~30V(DC)	
インターフェース	押しボタンSW	16(テンキー機能あり)
	デジタル入力	ラジエータ水位センサ他
	アナログ入力	水温, 燃料他
	出力	ワイパ, ウォッシャ
	CAN通信	あり
	SNET通信	あり (コマツ専用半二重シリアル通信)
表示部	表示方式	カラーグラフィックドットマトリクス方式
	表示画素数	320×240RGB(W×H)
	表示色数	16色
	表示面積	77×58(W×H)



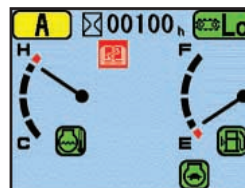
通常画面表示



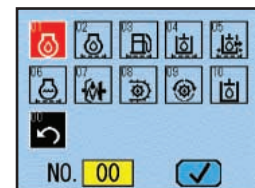
(a)夜間表示



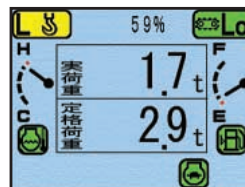
(b)コーション表示



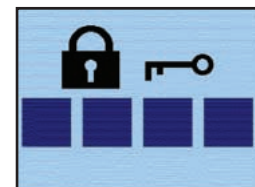
(c)メンテナンス警報



(d)メンテナンス一覧



(e)アームクレーン表示



(f)パスワード入力画面

図10 マルチモニタ表示画面

4.3 KOMTRAX を通じた車両情報の管理

KOMTRAXと連携することにより、EMMSにて実施している車両コンディション監視内容を素早く把握することが可能となった。

マルチモニタが対応しているKOMTRAX STEP 2²⁾では、表5の情報をKOMTRAXで参照することができる。

表5 KOMTRAX STEP 2で参照可能なモニタ情報

項目	内容
サービスメータ	0.1時間単位の情報を表示
エンジン水温	状態を16段階で表示
燃料残量(レベル)	燃料:最新の状態 エンジン水温:最大値
コーション情報	発生内容, 発生時間帯
エラー情報	発生項目, 発生時間, 発生回数
メンテナンス情報	各種油脂類のメンテナンスまでの残り時間

4.4 マルチモニタの機種展開

PC200-7 GALEOを先頭に搭載を開始し、現在表6のとおり機種展開されている。油圧ショベルでは15 tonから120 tonクラスのほとんどの機種に展開が完了しており、KUK(英国コマツ)生産のホイールショベルやガラパゴスシリーズにも採用を開始している。

表6 マルチモニタ搭載機種一覧(2003年5月現在)

(a)油圧ショベルGALEOシリーズ

クラス(ton)	5	10	20	30	40	60	80	120	180
油圧ショベル			↔	↔				↔	
ホイールショベル			↔						

(b)ガラパゴスシリーズ

クラス(ton)	5	10	20	30	40	60	80	100
ガラパゴス						●BR480RG-1		
ガラパゴスリテラ			●BZ210-1					
その他								

5. 今後の展開

マルチモニタは汎用性の高い表示性能や、KOMTRAXとの連携で、油圧ショベルの商品企画に新たな可能性があることを示すことができた。今後の展開として、高い表示能力による汎用性の高さを活かし機種展開をすすめ、商品力の向上に貢献する。特にガラパゴスのような多仕様の機械で、機種展開の速度の高さが活かされると考える。

参考文献

- 1) 岩本 祐一「GALEO シリーズ 油圧ショベル PC200-7 製品紹介」コマツ技報 VOL. 48 NO.149
- 2) 荒川 秀治「KOMTRAX STEP 2の開発と展開」コマツ技報 VOL.48 NO.150

筆者紹介



Masamichi Ueda

うえだ まさみち

上田 雅通

1985年、コマツ入社。

現在、コマツ 開発本部 建機エレクトロニクス

事業部 システム開発センタ所属。



Mitsuhiro Shimazu

しまづ みつひろ

嶋津 光宏

1991年、コマツ入社。

現在、コマツ 開発本部 建機エレクトロニクス

事業部 システム開発センタ所属。

【筆者からひと言】

初めての試みであり、手探りとトライ&エラーの繰り返しの末、量産化にこぎつけることができました。また、AIPのシステムを採用したことは、コマツの外販商品の技術と建設機械搭載のモニタとのコラボレーションという点でも有意義であったと考えています。