

日工の  
知っておきたい  
小冊子  
シリーズ

## マシンビジョンカメラの デジタルインターフェース 選択のポイント&製品ガイド

# PoCL-Lite

日本インダストリアルイメージング協会 名雲 文男

本稿はPoCL-Lite規格について解説する。まずその概要とメリットを述べ、ついで同規格とカメラの小型化に寄与する技術情報に触れ、最後に同規格準拠の商品化状況について報告する。

### はじめに：最新の技術動向とPoCL-Lite

この1年、マシンビジョンカメラのデジタルインターフェースに新たな動きが相次いでいる。規格開発が完了したPoCL-Lite。新たに提案されたCoaXPress規格やHS Linkなどがその例である。

CoaXPress規格やHS Linkは最先端技術を利用して超広帯域を目指している。CMOS撮像素子やラインセンサの急速な高画素高速化傾向に最も広帯域のカメラリンク(CL-Full規格5.8Gbps)さえ対応できていないことがその開発動機である(第1図上部矢印)。

一方、PoCL-Lite規格は現在大半を占める働き蜂的存在のアナログMVカメラをデジタルへ移行させる際の受け皿として開発された(第1図下部矢印)。詳

細は次節に譲るが、その移行を容易にするようアナログからあまりかけ離れずその一歩先を進む。こうしたPoCL-Lite規格を筆者は『アナログからデジタルへの近道』と呼ぶ。同規格はその開発を完了し、目下規格書の清書段階である。その一方で商品化作業も順調に進展している。

本稿では、PoCL-Lite規格について解説する。まずその概要とメリットを述べ、ついで同規格に触れ、最後に同規格準拠の商品化状況について報告する。

### PoCL-Liteとカメラリンクファミリー

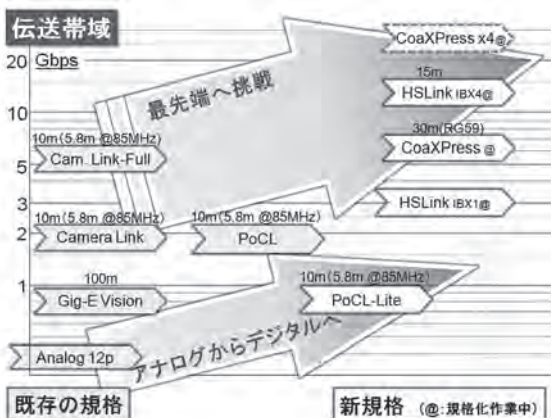
PoCL-Liteはカメラリンク規格を原点とし、PoCL規格を経由して実現した最新規格である。第2図にカメラリンクファミリーを示す。これらの規格はカメラリンクを開発したAIAが主管している。

### カメラリンク規格

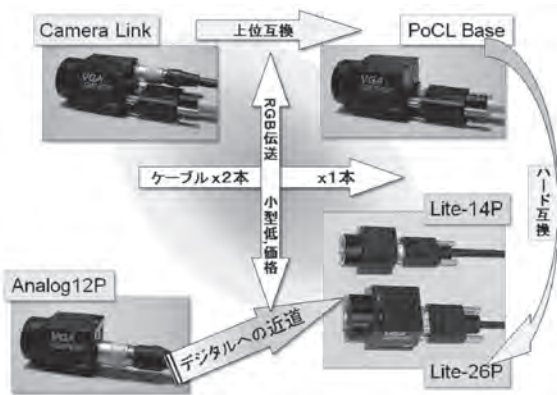
言うまでもなく現時点で最も広帯域な伝送規格である。基本のBase規格の伝送帯域は85MHzX24bit = 2Gbps、Full規格(信号ケーブル2本構成)なら5.8Gbpsである。

### PoCL (Power over Camera Link) 規格

デジタルで唯一の単一ケーブル接続を実現した規格。カメラリンク規格で必要な電源ケーブルを削減するためにドレイン線を被覆して電源供給を行う。PoCL規格製品はカメラリンク規格製品に対して上位互換であって、その帯域は同様に最大である。当規格は我々



第1図 デジタルインターフェースの技術動向



第2図 カメラリンクファミリー

日本と欧州のボランティアグループの協力で開発された。

### PoCL-Lite

PoCL-Lite規格はケーブルが太めという難点を解決した。そのためにPoCL規格のRGB伝送機能を省き、白黒と単板カラーのRaw Data伝送に特化した。おかげでケーブルは26芯から14芯に削減できた。小型14芯コネクタ規格でカメラ自体の小型化も可能となった。なお、Lite規格では14芯と26芯のふたつのコネクタをともに採用している（第2図、Lite-14P、Lite-26P）。この規格はJ1IAが開発し、目下主管のAIA<sup>(注1)</sup>の規格化作業で終盤にある。

### 互換性

PoCL規格はカメラリンクに対し上位互換性を有す

る。この為PoCLにはカメラリンク機器との誤接続防止機能の規定がある。

Lite規格とPoCL-Baseの間ではファミリーといながら残念にも互換性はない。しかしLite-26PとBaseの間ではカメラとFGボードのハードウェア（回路）を共通に設計できる。しかもFPGA上のソフトを変更するだけで相互に機種変更が可能だ。本稿ではこうしたBaseとLite-26Pの関係を仮にハード互換と呼んでいる（詳細は4節参照）。

## PoCL-Liteの特徴

Lite規格は『アナログからデジタルへの近道』だから、以下主にアナログ12Pと比較する（第1表）。同表の最上段の分類からお分かりのとおり、Lite規格の主たるメリットは伝送特性の向上、ケーブル芯数削減の効果そしてコネクタの小型化の効果にある。

### 伝送特性の向上（広帯域、カラー伝送）

Lite規格の帯域はアナログ比なら3倍、デジタルでもカメラリンク系を除けば既存規格中実質一番（0.85Gbps）の広帯域である。もちろん公称1Gbps（実質0.8Gbps）のGig-E Visionに対しても実力では劣らない。

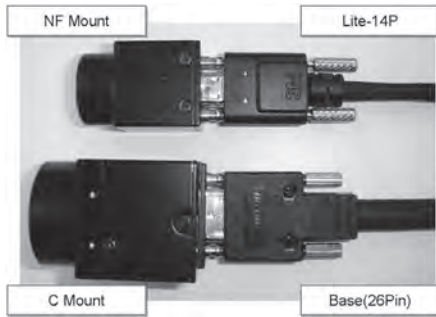
広帯域のおかげでVGAなら4倍速の240fps、2M画素のUXGAなら30fps伝送ができる。アナログで

第1表 カメラインターフェースの性能比較

	信号伝送					ケーブル関連			コネクタ関連	
	伝送帯域 (Gbps)	伝送距離 (m)	白黒	単板カラー	RGBカラー	信号用	トリガ用	電源用	カメラサイズ	グラフィックボード
アナログ12P	(0.3)*		○	×	×	複合	×	×	29mm□	4入力
PoCL-Lite	0.85 85Mpix/s	10(5.8)***	10bit	10bit / pix.	×	複合(5対)	×	×	22mm□	4入力
PoCL(Base)	2.0	10(5.8)***	○	○	8x3bit	複合(11対)	×	×	29mm□	2入力
カメラリンク	2.0	10(5.8)***	○	○	○	複合(11対)	×	必要	29mm□	2入力
Gig-E Vision	1.0(0.8)**	100	○	○	○	複合	必要	×	>29mm□	×
IEEE1394	0.8(0.6)**	4.5	○	○	○	複合	必要	×	>29mm□	×

注：\*：( )はデジタル伝送相当値      \*\*\*：( )内は85MPix/sec伝送時の伝送距離  
\*\*：(X0.8)は実効帯域

(注1)AIA：Automated Imaging Association。



第3図 PoCL-Lite カメラ、ケーブル

は不可能のカラー伝送も単板撮像のRaw Data 伝送が可能だから2M画素のHDTVカラー出力を扱える。語長が10bit/画素だからホワイトバランス処理前のRaw DataでもMV用途なら十分であろう。

### ケーブル芯数の削減

第3図をご覧ください。上部に14芯のLite-14Pのカメラを、下部に26芯のBaseのカメラを示している。14芯ケーブルは細径化されかつ柔軟になった。カメラリンク系の複合ケーブルは対線間の伝送時間差(スキュー)を厳格に取る必要があるが、対線数の削減でその手間が減る。材料費も助かるから、二重の意味で製造コスト低減に寄与するだろう。

### コネクタの小型化

Lite-14pカメラは小型の14Pin SDRコネクタのお陰で22mm Cube(立方体)が実現できた(第3図)。体積は既存のPoCL-Baseカメラ(29mm Cube、下部)の約半分である。なお、22mm Cubeカメラの小型化にはJ11Aによって新しく標準化されたNFレンズマウントが決定的な寄与をしている(5節参照)。

フレームグラバ(FG)ボードの場合、14Pinコネクタのおかげでアナログと同じ4入力が可能になった(第4図)。Baseの26Pinの場合、形状の制限か

ら2入力があったから、このおかげでカメラ1台当たりのFGボードコスト負担が1/4と軽くなってシステムコスト削減に貢献できた。

### 『アナログからデジタルへの近道』

これがLite規格のキーワードである。現在でもMVの主流はアナログ12Pカメラだがその性能は既に限界に達しているし、一部アナログ主要部品に供給不安が見え隠れするという。従って将来への継続と進歩にはデジタル化が不可欠だ。PoCL-Lite規格がその役割を担う。アナログ12PとLiteは同じ細径の1本ケーブル接続だし、PCとの接続にFGボードを使用するシステム構成も同じである。おかげで画像処理ソフトも蓄積された技術資産も全てをそのまま活用しながらデジタルへと容易に移行できる。4入力のFGボードもある。それにアナログに上回る点として3倍の広帯域やカラー伝送というデジタルメリットが享受できるうえ、カメラの超小型化も可能である。

## PoCL-Lite 規格の技術情報

Lite規格開発は決着しており、目下規格書の清書の段階である。そのケーブル規格はAppendix D上に追加修正され、カメラとフレームグラバの規格はAppendix Fにまとめられる予定だ。

### 信号規格と多重化

#### (1) 信号規格

LiteとBaseの伝送機能の違いを第2表に網掛けして示した。撮像信号は24bitを10bitに削減、カメラ制御信号(CC)は4対を1対に削減した。

第3表は信号線数の違いである。直列多重化信号線は4対を2対に、カメラ制御信号(CC)は4対を1



第4図 PoCL-Lite フレームグラバボード

第2表 伝送機能の比較

		Base	Lite
撮像信号	語長	8bit X3	10bit x1
	帯域	85Mpix/Sec	
Valid		FVAL, LVAL, DVAL	
カメラ制御信号 ( CC)		4対	1対
シリアル通信		往復	
クロック		1	
電源		12V 4W (PoCL)	

第3表 信号線数の比較

		Base	Lite
対線	直列多重化信号	4	2
	カメラ制御信号(CC)	4	1
	シリアル通信	2 ( TC,TFG )	1 ( TC* )
	クロック	1	1
	線数小計	11X2	5x2

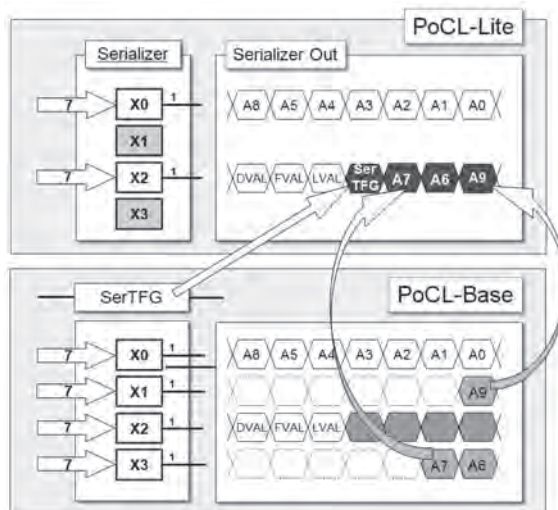
電源線	V+	2	2
	V-	2	2

線数合計	26	14
------	----	----

注\* : LiteのSerTFG信号は直列多重化信号中に重畳して伝送する

対に削減、さらにシリアル通信の復路 (SerTFG) は単独の対線から直列多重化信号線路への重畳に変更した。この結果 26 線が 14 線に削減された。

第5図に多重化信号の削減 (X1、X3) と内容の変更 (X2) の様子を示す。



第5図 PoCL-Lite 直列多重化信号

(2) コネクタピン配列

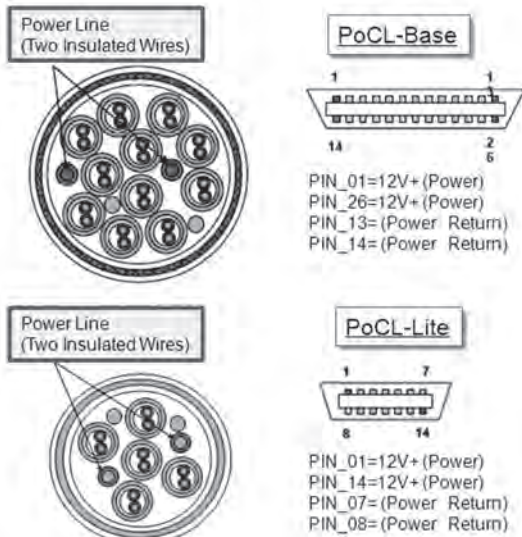
第4表に Lite-14P と Lite-26P のコネクタピン配列を PoCL-Base と対比して示す。網掛けの NC 部分が Lite-26P で削除した配線である。なお、X2<sup>(注3)</sup> の場合、信号名は同じだが、第5図のとおり伝送される多重化信号の内容は異なっている。なおこの相違点が PoCL-Lite と PoCL との上位互換性を維持できない原因である。

第4表 コネクタピン配列

Camera	FG	Base	Lite-26P
1	1	Power	<=
14	14	Inner Shield	<=
2	25	X0-	<=
15	12	X0+	<=
3	24	X1-	NC
16	11	X1+	NC
4	23	X2-	<=(注)
17	10	X2+	<=(注)
5	22	Xclk-	<=
18	9	Xclk+	<=
6	21	X3-	NC
19	8	X3+	NC
7	20	SerTC+	<=
20	7	SerTC-	<=
8	19	SerTFG-	NC
21	6	SerTFG+	NC
9	18	CC1-	<=
22	5	CC1+	<=
10	17	CC2+	NC
23	4	CC2-	NC
11	16	CC3-	NC
24	3	CC3+	NC
12	15	CC4+	NC
25	2	CC4-	NC
13	13	Inner Shield	<=
26	26	Power	<=

Camera	FG	Lite-14P
1	1	Power
8	8	Inner Shield
2	9	SerTC+
9	2	SerTC-
3	12	X0-
10	5	X0+
4	11	X2-
11	14	X2+
5	10	Xclk-
12	3	Xclk+
6	13	CC-
13	6	CC+
7	7	Inner Shield
14	14	Power

(注3) ハード的な配線は不変だが多重化信号の内容は異なる



第6図 PoCL-Lite ケーブルとコネクタ

### 電源系の規格

Lite の電源系の規格は Base 規格と全く同じであり、カメラ受端への電力供給は 10Vmin、4Wmin である。カメラリンク機器との誤接続による破壊防止回路の設置<sup>(注2)</sup>義務も同様で、Lite 規格でもカメラと FG ボードそれぞれにその設置規定が課せられている。

### ケーブルとコネクタの規格

ケーブルは信号線 Twinax 5 対、電源往路=被覆 2 線、電源復路 (GND) = 裸線 2 線で構成される (第 6 図)。コネクタは 2 種類を規定する。ひとつは新しい 14Pin SDR コネクタ (第 6 図下)、ひとつは Lite-26P 用の 26Pin SDR コネクタで PoCL-Base と同じ規格である (第 6 図上)。

### ハードウェア互換性

PoCL-Base と Lite-26P の機器間では互換性はない。その理由は直列多重信号 X2 の内容が異なるからである (第 5 図、第 6 図)。ところで、Lite-26 と Base 機器のハード設計は FPGA を利用すれば共通にできる。一方、X2 の違いはこれに多重化する入力信号の配線を変更することで対応できる。即ち、Base から Lite-26P への機種変更は FPGA ソフトの変更だけで実現できる。こうした可能性を本稿では勝手にハード互換と呼ぶ。こうして Base 機器から Lite へ機種変更すれば 26 芯のケーブルに代わって 14 線ケ

ーブルが使うことができ、細径、柔軟、低価格というメリットを享受できる。

## カメラの小型化に寄与する技術

Lite-14P でコネクタが小型化されたから、レンズマウントや回路が小型になればカメラ本体の小型化が可能になる。MV カメラは所詮単なるセンサーだから、その小型化は必然の流れであって、以下に紹介する 2 件の JIIA による開発行為はこうした技術の流れを支援するものである。

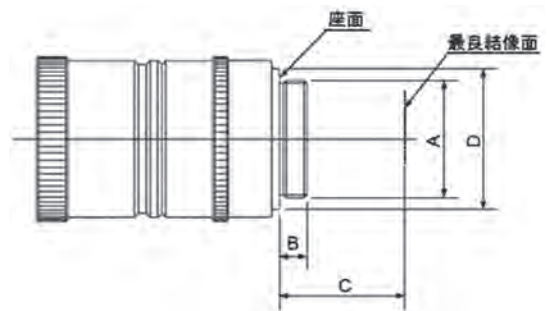
### NF マウント規格の標準化

NF マウントの規格を第 7 図、第 5 表に示す。これは 22mm Cube Camera を実現した一方の主役である (第 3 図)。急速に進む CCD や CMOS 撮像素子のサイズの小型化に既存の C マウントが適応しきれないのに対し、NF マウントの小型サイズは撮像素子の技術の進歩に適合したものと見える。

NF マウントはもともとソニー<sup>(株)</sup>が発案、製品化したレンズマウント規格だが、同社の子承を得て JIIA の標準化委員会レンズ分科会が 2008 年 12 月その標準化作業を完了させた。次いで JIIA のこの作業に米国の AIA、欧州の EMVA<sup>(注4)</sup> が同調して世界規格としての標準規格が成立した。

### “CL on FPGA” 技術開発

CL 規格には課題がある。例えばケーブル規格のように“特定の商品”を基準にしていることだ。入出力デバイス (SerDes) も同様に NS 社の商品の Channel Link を基準としており、カメラの更なる小



第7図 NFレンズとマウント

(注2)破壊防止回路の設置：FGボード上には過電流保護回路（義務）とSafePower回路（推奨）の規定。カメラではSafePower検出用の電源入力端子インピーダンスの規定（義務）。

(注4)EMVA：European Machine Vision Association

第5表 NFマウントの寸法

単位：mm

	外径の 基準寸法	*	フランジ バック	フランジ 径
サイズXピッチ	A	B	C	D
M17×0.75	17.000	4.1以下	12.000	20.0以下
*：底面からねじ部端面までの長さ				

型化に適しているとは言い難い。

JIIAはFPGA3社(Xilinx, Altera, Lattice)の国内販売会社のご協力を得てこの課題に挑戦した。FPGA上に相当するSerDes回路を作って(これを“CL on FPGA”と呼ぶ)、その技術評価を行い良好な結果を得た。その特性改善で伝送距離の制限緩和も十分に見込めることも判った。この“CL on FPGA”を使えば消費電力の低減も見込めるし、CMOS撮像素子とFPGAと電源だけのカメラだって夢ではなさそうだ。

この成果は主管協会であるAIAへ報告され、その

良好な結果が認識され、実質的に“CL on FPGA”がカメラリンクのSerDesとして認知された。

## PoCL-Lite規格の商品化動向

JIIAが開発したPoCL-Lite規格に主管のAIAはその技術開発完了を承認した。これを受けて国内各社はその商品化が始まった。PoCLなどカメラリンク系規格は国内をはじめアジア圏で支持を受けているし、アナログからデジタルへの移行という技術動向

第6表 PoCL-Liteカメラの商品化状況(アイウエオ順)

メーカー名	撮像出力信号	カメラ サイズ	コネクタ 規格	レンズ 規格	撮像エリア	画素数	フレーム 周波数	商品化 状況
(株)シーアイエス	B&W/RAWカラー	22mm□	14P	NF	1/3"型	300K	60fps	販売中
	B&W/RAWカラー	29mm□	26P	C	1/3"型	300K	120fps	販売中
	B&W/RAWカラー	29mm□	26P	C	1/2"型	1.45M	25fps	販売中
	B&W/RAWカラー	29mm□	26P	C	1/1.8"型	2M	20fps	販売中
(株)日立国際電気	B&W	29mm□	14P	C	1/3"型	300K	60fps	販売中
	B&W	29mm□	14P	C	1/3"型	800K	36fps	販売中
	B&W	29mm□	14P	C	1/1.8"型	2M	15fps	販売中

第7表 PoCL-Liteケーブルの商品化状況

メーカー名	コネクタ 規格	商品化 状況
沖電線(株)	14P~14P 14P~26P 26P~26P	販売中
住友スリーエム(株)		
ダイトデンソー(株)		
日星電気(株)		



第8図 Lite ~ Base 変換ケーブル(注5)

第8表 PoCL-Lite フレームグラバードの商品化状況(アイウエオ順)

メーカー名	仕様	コネクタ規格	特長	商品化状況
(株)アパールデータ	PoCL Base/PoCL-Lite 2ch	26P	SafePower対応	販売中
	PoCL-Lite 4ch	14P	ボード間同期機能	2010.06販売予定
(株)グラフィン	PoCL-Lite 4ch	14P	PCIeX4	近日発売予定
	PoCL-Lite 2ch	26P	PCIeX1	販売中
(株)マイクロ・テクニカ	PoCL-Base/PoCL-Lite 4ch	26P	PCIeX4	販売中

(注5)変換ケーブル：PoCL-Lite規格カメラを既存のPoCL規格フレームグラバに接続するために用意された変換機(ダイトデンソー(株))。

第9表 NFマウントレンズの商品化状況

メーカー名	焦点距離:	商品化状況
興和(株)	2.7mm、6mm*、12mm*	販売中 (*開発予定)
CBC(株)	6mm、12mm、25mm	販売中
(株)オプトアート	22mm、25mm、32mm 35mm、40mm、50mm	近日発売 (注: 各々固定絞リ)
	テレセントリックレンズ (倍率: X0.8~X8: 6機種)	近日発売

が背景にあるから、いきおい国内各社も Lite 規格の商品化に熱心になる。以下に規格開発完了間もないのに活発化する各社の商品化状況を羅列したので、その勢いを感じて頂きたい。なおこれらは限られた範囲で手に入れた情報であることをお断りしておく。

## おわりに: PoCL-Lite 規格の展望

本稿を締めくくるにあたり、筆者の独断と偏見をベースにして、Lite 規格の将来展望を見てみたい。

ご承知のとおり、マシンビジョン技術には三つの大きな流れがある。

一つの流れに規模の大きいシステムでの Network 化があり、PC との親和性への要求がある。これにはパケット伝送系の IEEE1394 規格や Gig-E Vision が適するようになる。将来的には 10Gig-E や USB3.0 も面白いかもしれない。

二つめは CMOS 撮像素子の超高速化と PC の画像処理速度の向上の流れがあり、一方でネックとなる伝送系の帯域への要求がある。これには CoaXPress や HS-Link 等が対応できる (第1図の上段の矢印)。これらはMVカメラ市場のピラミッド頂上部に関する動きである。

三つめには先行きに限界が見え始めたアナログカメラの将来に対する要求がある。そのソリューションが『アナログからデジタルへの近道』すなわち本稿のテーマ PoCL-Lite である (第1図の下段の矢印)。

PoCL-Lite、一見地味な存在だが『デジタルへの近道』への技術要素を確実に備えている。まずアナログからの移行は容易であり、コスト的にもリーズナブルだ。次いで帯域が3倍に広がって SDTV や VGA がメインだったアナログカメラを HDTV や UXGA へ、白黒からカラー撮像へとグレードアップすることができる。センサーカメラに本質的に要求されるサイズ

の更なる小型化では NF マウント規格の支援があるし、“CL on FPGA”なら CMOS 撮像素子と FPGA と電源だけのカメラだって夢ではない。

地味だが魅力的な PoCL-Lite 規格はアナログカメラにとって代わって近未来の主力カメラの座を狙うことになるだろう。ピラミッドの底辺の、しかしその大半を占める主力の座である。カメラと共に 35年、撮像管からスタートし CCD とともに歩み、そして今 CMOS に新たな期待を寄せる技術屋の目には新しい時代に向かう PoCL-Lite の将来像がそのように映って見える。

## 謝辞

“PoCL-Lite 規格開発”および“CL on FPGA の検討”は JIIA カメラリンク分科会の皆さま(福井リーダー、川上リーダー)のご努力による成果です。また“CL on FPGA の検討”では(株)アルティマ、東京エレクトロニクス(株)および(株)マクニカの皆様にも多大なご協力を頂きました。同分科会主査(当時)として紙面をお借りして深謝いたします。

## 【筆者紹介】

### 名雲文男

日本インダストリアルイメージング協会  
相談役  
名雲技術士事務所  
〒223-0055  
横浜市港北区綱島上町1-1  
グリーンサラウンドシティ 3-806  
TEL:045-547-6065 FAX:045-547-6065  
E-mail:nagumo@kuramae.ne.jp