 **JIIA**


# 産業用カメラの仕様表記規格改訂 — JIIA活動報告 —

JIIA標準化委員会 カメラ仕様分科会

副主査 飯島 弘光((株)シーアイエス)

資料作成協力:  
安田雅則(東芝テリー(株)),山浦毅(日本ビクター(株))  
小坂大樹((株)日立国際電気),名雲文男,福井博((株)シーアイエス)

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 1

 **JIIA** はじめに

産業用カメラの仕様表記の標準化が必要

1997年

現行ガイドライン「FAカメラの標準化(WG3)」

10年間

多機能化


照明の進化


デジタル化

撮像素子の進化

ガイドライン改訂の必要性

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 2

 JIIA	目次
■ FAカメラの誕生から第一次標準化まで ～その改定に当たっての背景	
■ 現在の技術動向	
➢ デジタル化 ● ➢ 撮像素子の進化 ● • 多機能化 ● • 性能向上 ● ➢ 照明の進化	
■ EMVA1288の概要紹介	
■ JIIAカメラ仕様分科会の活動状況	
■ まとめ	
Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.	3

 JIIA		
<p>FAカメラの誕生から第一次標準化 ～その改定に当たっての背景</p>		
2008/10/23	Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.	4

**JIIA** 撮像素子の変遷

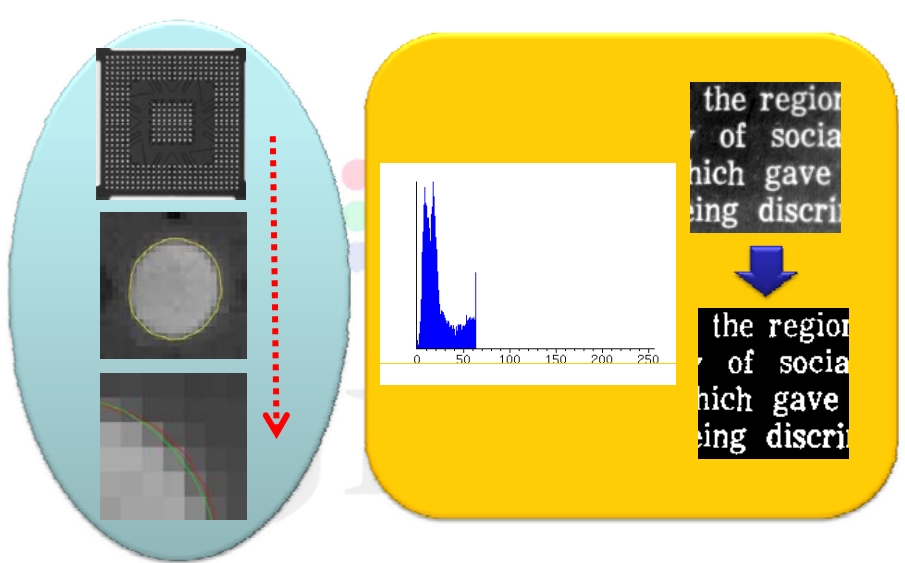
1980年代初頭



長寿命  
強耐振性

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 5

**JIIA** 画像処理技術の進化



the region  
of socia  
which gave  
being discrimi

the region  
of socia  
which gave  
being discrimi

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 6

**JIIA** マシンビジョンへの本格展開

### 1980年代後半

ベルトコンベアー

TRIG

検査対象物

カメラ制御信号の標準化

HD/VD

VIDEO

画像ボードメーカーの台頭

画像処理装置

センサー

CAMERA

(工業用途でのシステム例)

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 7

**JIIA** 非標準TV方式化

### Progressive scan CCD

全画素同時読み出し


フレームシャッターの実現

トリガーシャッターの利用推進

信号タイミング表記の標準化

非標準TV方式


2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 8

 **JIIA** 標準化への背景

- 撮像素子の進化  
撮像管からCCD,CMOSへ
- 画像処理技術の進化  
画像処理ビジネスの幕開け
- 製造機械装置へカメラが本格導入  
マシンビジョンの進展
- 非標準TV方式化への流れ  
PS-CCDの登場

FAカメラの標準化  
(NECA-WG3)  
(1996~1997)

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 9

 **JIIA** FAカメラの標準化 (WG 3) とは

平成9年(1997年)度当時、FAカメラのカタログや仕様書に記載されている用語は各社まちまちであり、画像処理システム／装置メーカーを含めたユーザに混乱を与えていると(社)日本電気制御機器工業会(NECA)からの要請を受けて、(社)日本電子機械工業会(IEIAJ、現JEITA)がワーキンググループを結成し、少なくともカメラメーカー間での機能・性能の違いをユーザが容易に理解できるようにするための判断基準の統一化を図る指針を作成した。


画像処理システム／  
装置メーカー

オムロン株式会社  
東芝エンジニアリング株式会社  
松下電工株式会社  
株式会社日立製作所  
株式会社ファースト

FAカメラメーカー

池上通信機株式会社  
株式会社シーアイエス  
センサーテクノロジー株式会社  
ソニー株式会社  
竹中システム機器株式会社  
東京電子工業株式会社(現東芝テリー株式会社)  
株式会社東芝  
日本電気株式会社  
日本ビクター株式会社  
日立電子株式会社(現株式会社日立国際電気)  
松下通信工業株式会社

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 10



## JIIA 更新に当たっての背景


- カメラ機能の進化/多彩化

この10年間にカメラ機能は、更に大幅に進化し多数の新たな機能が追加された。
- デジタルインターフェイスの台頭

インターフェイスは、アナログからデジタルへの移行が始まり、標準感度、S/N等の表記が従来の表記で表せなくなった。
- 利用範囲の拡大(赤外/紫外etc)

撮像デバイスの分光感度特性は可視光外にまで及び、0ルクスにもかかわらず感度があるなど、現在の表記では対応できないケースも出てきた。

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 11




## JIIA 改定の手続き

以上のような背景から、

JIIAとして(社)電子情報技術産業協会(JEITA)CCTVシステム専門委員会に改訂の必要性を提案し、平成19年度 第11回CCTVシステム専門委員会にて、JIIAの分科会活動でこの更新作業を行なうことが承認された。


従って更新案が纏まった後はJEITAに上程し、正式に発行される予定である。

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 12


 **JIIA**

# 現在の技術動向

- デジタル化
- 撮像素子の進化
- 照明の進化



2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 13

 **JIIA** デジタル化 従来の仕様と実態の離反

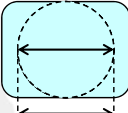
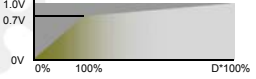
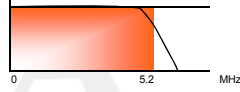
## ■ デジタル化 — 従来の仕様と実態の離反 —

標準TV規格の流用

解像度  
垂直幅基準のTV本表記

出力レベル  
アナログ電圧によるレベル規定

S/N  
伝送帯域に合わせた帯域制限

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 14

**JIIA デジタル化 従来の仕様と実態の離反**

■デジタル化 ー従来の仕様と実態の離反ー

標準TV規格の流用      デジタル化と最近の動向

解像度  
垂直幅基準のTV本表記

4:3  
16:9

768 1024 1360 1600  
1024 1200  
2048 1536

XGA SXGA+ 3M UXGA

- ・高画素化した固体撮像素子
- ・デジタルインターフェースによる正確なクロックサンプル

撮像素子有効画素数・出力画素数の表記を検討

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 15

**JIIA デジタル化 従来の仕様と実態の離反**

■デジタル化 ー従来の仕様と実態の離反ー

標準TV規格の流用      デジタル化と最近の動向

出力レベル  
アナログ電圧によるレベル規定

1.0V  
0.7V  
0V

0% 100% D\*100%

デジタル出力

- ・CCTV規定とPC標準でのレベル設定の違い
- ・オリジナルのレベルの存在  
黒0%と定格白100%はどこか？
- ・理論ダイナミックレンジの設定値

放送・民生・CCTV      PC      オリジナル(例)

255 235 16      255 0      255 219 0

0% 100% D\*100%      0% 100%      0% 100% D\*100%

レベルダイヤ等の表記を検討

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 16



**JIIA デジタル化 従来の仕様と実態の離反**

■デジタル化 —従来の仕様と実態の離反—

標準TV規格の流用      デジタル化と最近の動向

S/N  
伝送帯域に合わせた帯域制限 ▶

出力形式の違い  
高画素化による映像帯域の違い  
フレームレートの違い  
レベルダイヤによる信号レベルの違い  
従来の測定法・ノイズ定義が通用しない

0 5.2 MHz      0 5.2 MHz

デジタル画像から測定など

**新しいノイズ定義と測定法の統一を検討**

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 17

**JIIA デジタル化 インターフェースの多様化**

■デジタル化 —インターフェースの多様化—

用途に合わせ多様化した      記載すべき付加情報

CameraLink  
専用ボードと組合せた  
リアルタイム性 ▶


IEEE1394  
汎用インターフェースと  
統合的な規格統一 ▶

USB  
廉価小型システム構築 ▶

Gig E Vision  
アナログに負けない  
ケーブル長 ▶

ビット幅・カラー白黒の違い・クロック速度  
CameraLink API ⇔ 独自コントロール  
PoCL  
a b 接続端子・データ転送速度  
対応ピクセルフォーマット  
IIDC1394 ⇔ Gen<i>Cam  
映像伝送規格  
制御コントロール規格  
Gig E Visionプロトコル ⇔ 独自プロトコル  
Gen<i>Camプロトコル ⇔ 独自プロトコル  
PoE


Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 18



# 現在の技術動向

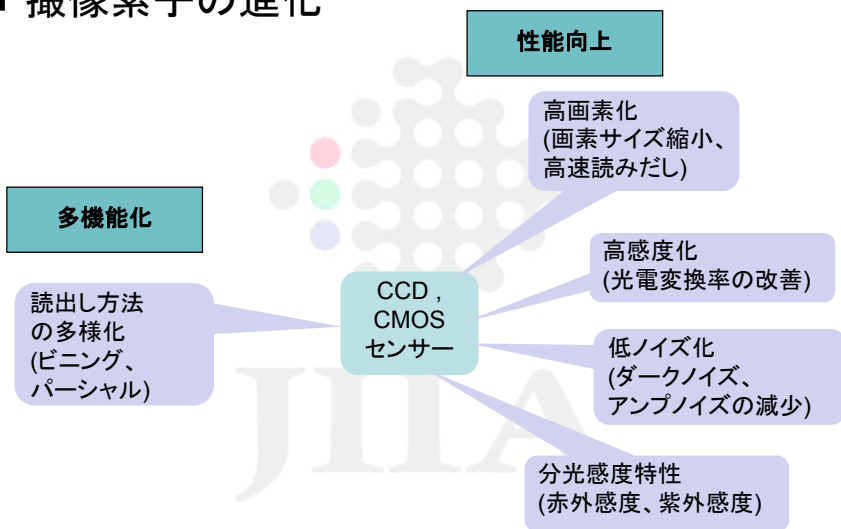
- デジタル化
- 撮像素子の進化
- 照明の進化

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 19




## 撮像素子の進化

■ 撮像素子の進化



- 性能向上**
  - 高画素化 (画素サイズ縮小、高速読みだし)
- 多機能化**
  - 読出し方法の多様化 (ビニング、パーシャル)
- 高感度化** (光電変換率の改善)
- 低ノイズ化** (ダークノイズ、アンブノイズの減少)
- 分光感度特性** (赤外感度、紫外感度)

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 20




# JIIA

## 多機能化

### ■ イメージセンサの読み出し方法

- 加算読みだし(ビニング)
  - ・ 垂直加算、水平加算、水平垂直加算
- 高速掃き捨て読みだし(パーシャル)
- 部分読み出し(WOI)

2008/10/23
Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.
21

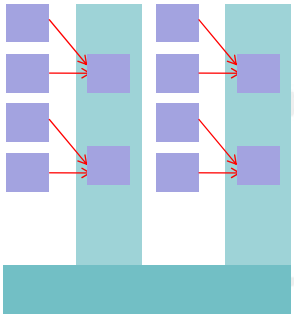


# JIIA

## 多機能化

### ビニング

#### 加算読み出し(ビニング)



各画素に蓄積された電荷を加算して読みだす。垂直方向、水平方向、両方向の加算方法があります。

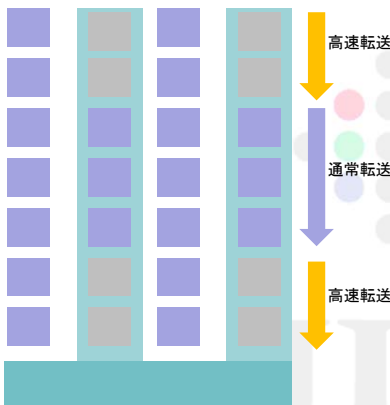
**長所:**  
加算した分感度が上がる。  
転送時間が短くできる。

**短所:**  
加算方向の解像度が落ちる。

2008/10/23
Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.
22

**JIIA** 多機能化 パーシャルスキャン

高速掃き捨て(パーシャル)



不要な部分を高速転送で掃き出し、必要な部分は通常の転送をおこなう。

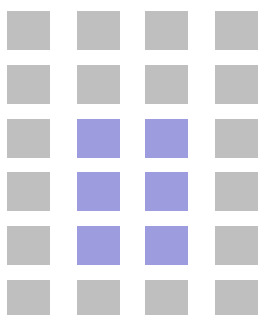
長所:  
高速掃き出した分、速く必要な部分を読み出せる。  
通常転送した部分の解像度は落ちない。

短所:  
高速掃き出した部分は、使えない。

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 23

**JIIA** 多機能化 WOI

部分読み出し(WOI)



必要な部分のみを読みだす。  
CMOS特有の機能

長所:  
水平、垂直どちらも不要な部分の読み出しがないため高速読み出しが可能。  
読み出した部分の解像度は落ちない。

短所:  
CCDでは実現できない。

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 24

**JIIA** 撮像素子の進化 光ショットノイズの顕在化

光ショットノイズ

光が粒子であるため物理的揺らぎ。  
光の量をSとした場合、 $N=\sqrt{S}$ の揺らぎが発生する。  
たとえば、

S=10万個、N=316	S/N=50dB
S= 1万個、N=100	S/N=40dB
S= 1千個、N=31.6	S/N=30dB
S= 100個、N=10	S/N=20dB

取扱い光子の量が少ないと光ショットノイズは比率的に増える。

光ショットノイズは物理的揺らぎなので、技術的に**改善できない**ノイズである。

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 25

**JIIA** 撮像素子の進化 光ショットノイズの顕在化

光ショットノイズが顕在化してきたのは？

高画素化  
(画素サイズ縮小、  
高速読みだし)

高感度化  
(光電変換率の改善)

取扱い光子の減少

光ショットノイズの増加

低ノイズ化  
(ダークノイズ、  
アンブノイズの減少)

光ショットノイズが  
顕在化(表面化)してきた。

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 26

**JIIA** 撮像素子の進化 CMOSセンサの普及

CMOSは各画素毎にアンプを持っているため、空間ノイズが多い。

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 27

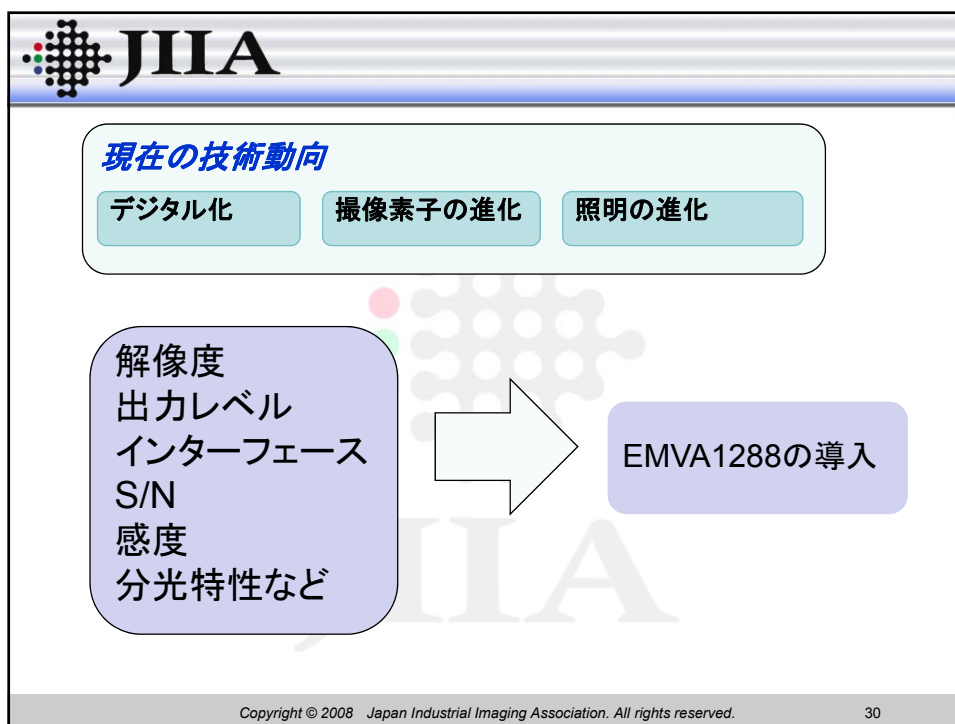
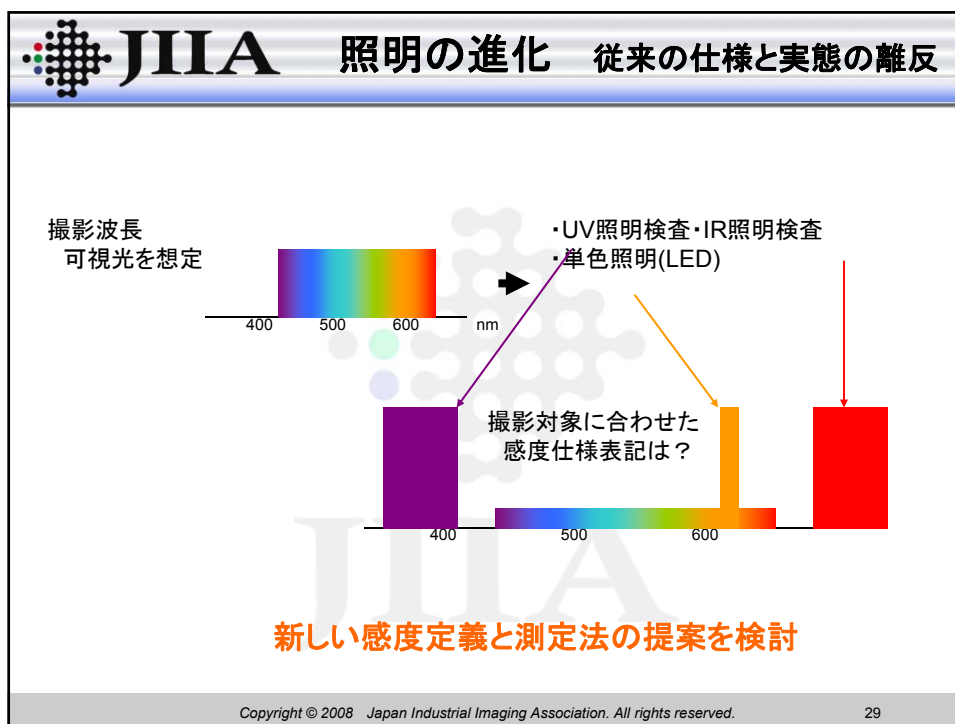
**JIIA**


**現在の技術動向**

- デジタル化
- 撮像素子の進化
- 照明の進化

JIIA


2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 28





# EMVA1288の概要紹介

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 31




## EMVA1288とは？

- EMVA1288
  - Standard for Characterization and Presentation of Specification Data for Image Sensors and Cameras
  - 撮像素子とカメラのための仕様表示規格
- EMVA=European Machine Vision Association
  - 欧州ベースのマシンビジョン技術、標準化団体
  - 当規格を開発、主管
- JIIA=Japan Industrial Imaging Association
  - マシンビジョン技術規格を開発、世界へ向けて推進
  - 産業用カメラ規格改定に伴い、**EMVA1288**を取り込み普及を推進
- AIA=Automated Imaging Association (USA base)
- 3団体協調体制

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 32






## JIIA

今どき何故、新カメラ仕様規格が必要か？

- “人間の眼” TVカメラの規格はマシンビジョンに不適合
  - 心理物理量の仕様尺度のため矛盾発生
    - ・ 赤外線照明なら、最低被写体照度が 0 Lx という矛盾
  - “見るだけ”の単一機能が対象で応用が利かない
  - 技術の進歩に未対応
- “機械の眼”マシンビジョンはデジタルデータ取得用途
  - “機械の眼”の仕様比較には物理量尺度が必要
  - 使用用途、環境が多様なため、適応力のある評価尺度が必要
    - ・ 光源が多様化、LEDの単色光源や不可視光も普通に使う
    - ・ bit数も多様、画像処理で使うのは1bitから10bitまで
- 現存のMVカメラ仕様表記は定義がバラバラで不十分
  - ・ 例: 感度評価基準がバラバラ: bit/Lx、 bit/(nJ/cm<sup>2</sup>)、 μV/e-
- だからMVカメラ用に統一された世界規格が必要

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.
33



## JIIA

EMVA1288の対応策

➢ 評価尺度の変更

- ・ 物理量単位
  - ✓ 感度表記 → 光子単位
  - ✓ ノイズ量表記 → 電子単位
- ・ 絶対値表示
  - ✓ 量子効率  $\eta$
  - ✓ 総システムゲイン  $K$
- ・ Bit単位の導入
  - ✓ SNRのbit表示
  - デジタル処理に適応

- 評価対象の拡充
  - 6種のノイズ分析
    - → 撮像技術の進歩に対応
  - 光ショットノイズ
    - → CCDの低ノイズ化
  - 空間ノイズ
    - → CMOS撮像素子の普及
- 適応力の強化
  - グラフ表示の活用
  - 分光量子効率表示の要求
  - SNRダイアグラムの表示

● 出来栄え: 撮像素子の仕様表記にも好適な合理的な規格

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.
34

## JIIA EMVA1288の実例 1/3 データシート

ご参考までに

Basler A102f						
Item	Item	Symbol	Typ. <sup>1</sup>	Std. Dev. <sup>2</sup>	Unit	Remarks
<b>時間ノイズパラメータ</b>	<b>Temporal Noise Parameters</b>					
全量子効率	Total Quantum Efficiency (QE)	$\eta$	58	TBD	%	$\lambda = 545 \text{ nm}$
総システムゲインの逆数	Inverse of Overall System Gain	$\frac{1}{K}$	4.6	0.09	$\frac{e^-}{DN}$	
時間ダークノイズ	Temporal Dark Noise	$\sigma_{d_0}$	9	0.4	$e^-$	
飽和容量	Saturation Capacity	$\mu_{e, \text{sat}}$	18000	400	$e^-$	
<b>算出パラメータ</b>	<b>Derived Parameters</b>					
限界感度	Absolute Sensitivity Threshold	$\mu_{p, \text{min}}$	16	TBD	$p^-$	$\lambda = 545 \text{ nm}$
ダイナミックレンジ	Dynamic Range	$DYN_{\text{out, bit}}$	10.9	0.05	bit	
SNR最大値	Maximum SNR	$SNR_{g, \text{max, bit}}$	7.1	0.01	bit	
		$SNR_{g, \text{max, dB}}$	42.6	0.09	dB	
Item	Item	Symbol	Typ.	Std. Dev. <sup>3</sup>	Unit	Remarks
<b>空間ノイズパラメータ</b>	<b>Spatial Noise Parameters</b>					
空間オフセットノイズ	Spatial Offset Noise, DSNU <sub>1288</sub>	$\sigma_o$	2.5	0.1	$e^-$	
空間ゲインノイズ	Spatial Gain Noise, PRNU <sub>1288</sub>	$S_g$	0.7	0.1	%	

Table 1: Most Important Specification Data

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 35

## JIIA EMVA1288の実例 2/3 グラフ表示(測定データ)

ご参考までに

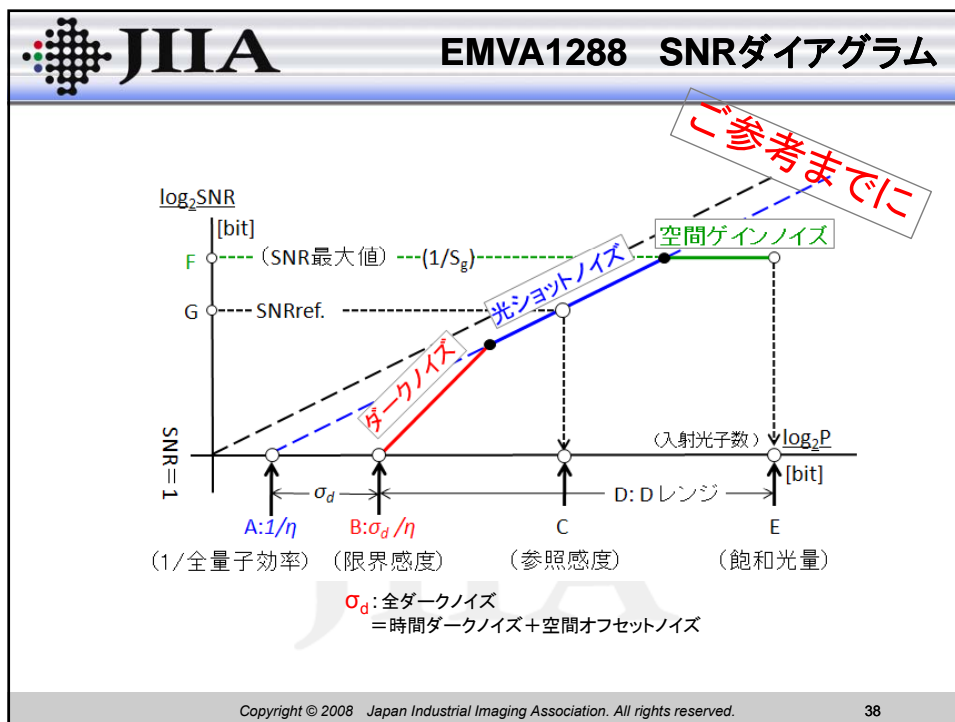
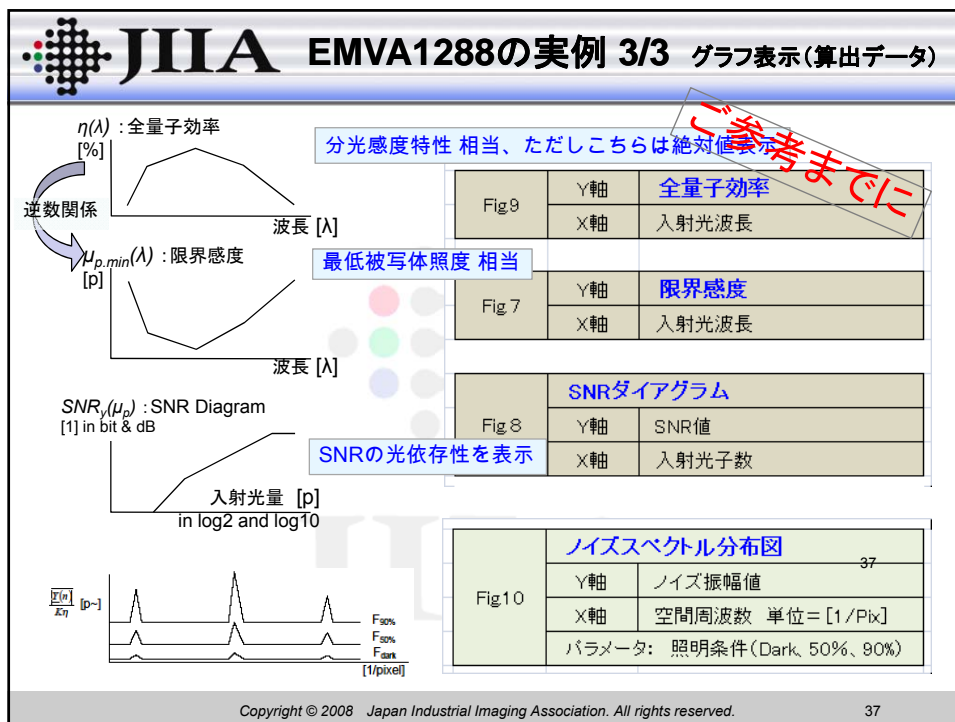
**カメラ出力信号値 A**


**時間ノイズ電力値 B**

**空間ノイズ値 C**

	Y軸	X軸	グラフのタイプ
<b>L + D 照明下測定</b>			
Fig1	全出力信号値	露光時間	A
Fig2	全時間ノイズ電力値	入射光子数	B
<b>D 遮光下測定</b>			
Fig3	ダーク出力信号値	露光時間	A
Fig4	時間ダークノイズ電力値	露光時間	B
<b>L 光起因成分 = 照明下出力 - 遮光下出力</b>			
Fig5	光ショットノイズ電力値	光出力信号値	A
Fig6	光出力信号値	入射光子数	B
<b>空間ノイズ測定</b>			
Fig11	空間ゲインノイズ値	光出力信号値	C
Fig12	空間ダークノイズ値	露光時間	C

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 36





JIIA
EMVA1288 まとめ

### まとめ：新規格の効果、国内普及と今後の課題

- **新規格が効果を発揮**
  - 6種のノイズ分析で新技術動向に適応可能にした
  - 物理量単位の評価でカメラ間の絶対値比較を可能にした
  - SNRダイアグラムで用途に応じた評価と多面的な比較を可能にした
- **国内普及が促進される**
  - JIIAが FAカメラの規格改定でEMVA規格を取り込む
    - ・ “FAカメラの標準化(WG3@JEITA)”＝改訂作業
    - ・ JIIAがJEITAの承諾を得て今年作業開始
- **課題**
  - 新旧規格値との相関、対比方法の明確化
  - 測定法、表示法の簡易化

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.
39


JIIA
更に詳しく知りたい方は・・・


- **10/24 VISION 技術特別セミナー(有料)**  
 最新の世界規格、産業用デジタルカメラ仕様表示規格EMVA1288、その概要  
 講師: (株)シーアイエス 名雲 文男
- **画像ラボ 12月号掲載**  
 最新のマシンビジョン用性能表記規格EMVA1288  
 副題 技術編“規格書を読む” (株)シーアイエス 名雲 文男
- <http://www.jiia.org/>
- <http://www.ciscorp.co.jp/>

2008/10/23
Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved.
40

 **JIIA**

# JIIAの活動状況

2008/10/23 Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 41

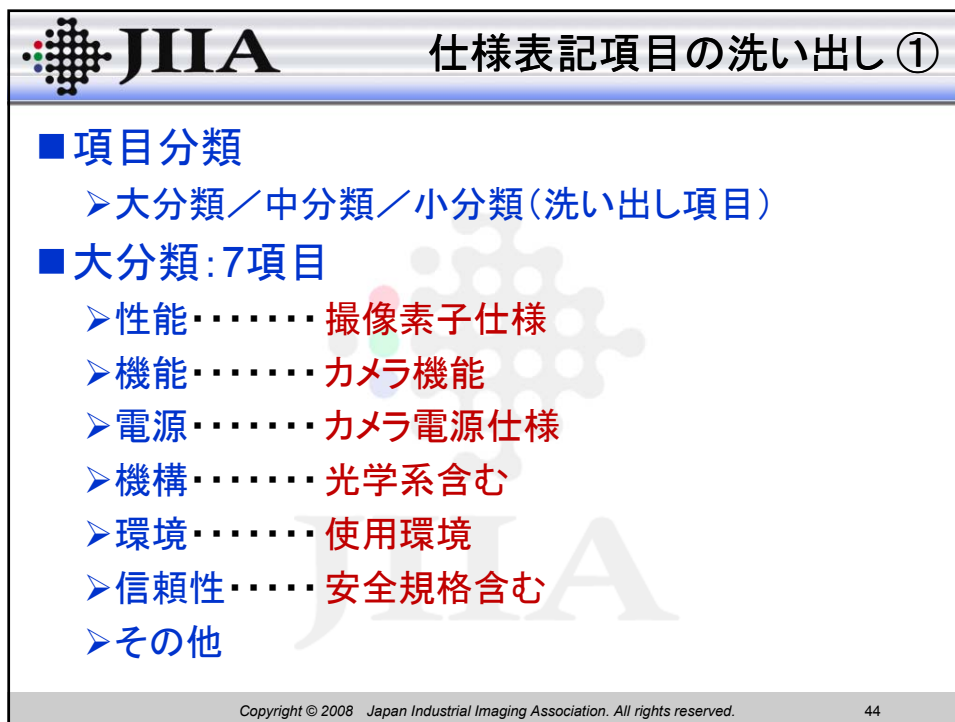
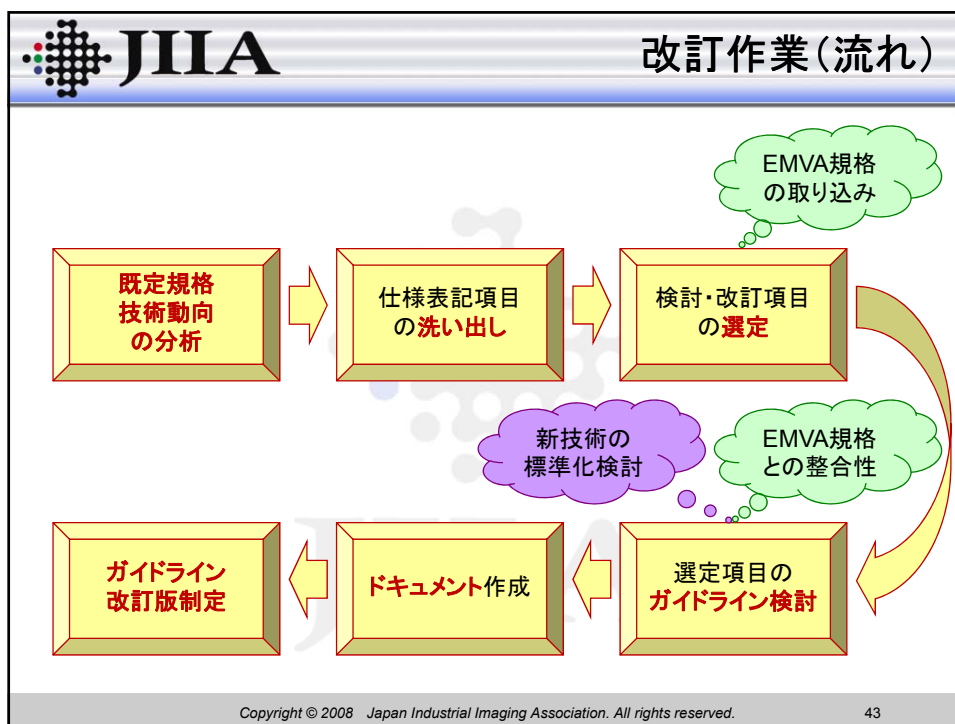
 **JIIA** 改訂作業(構想)

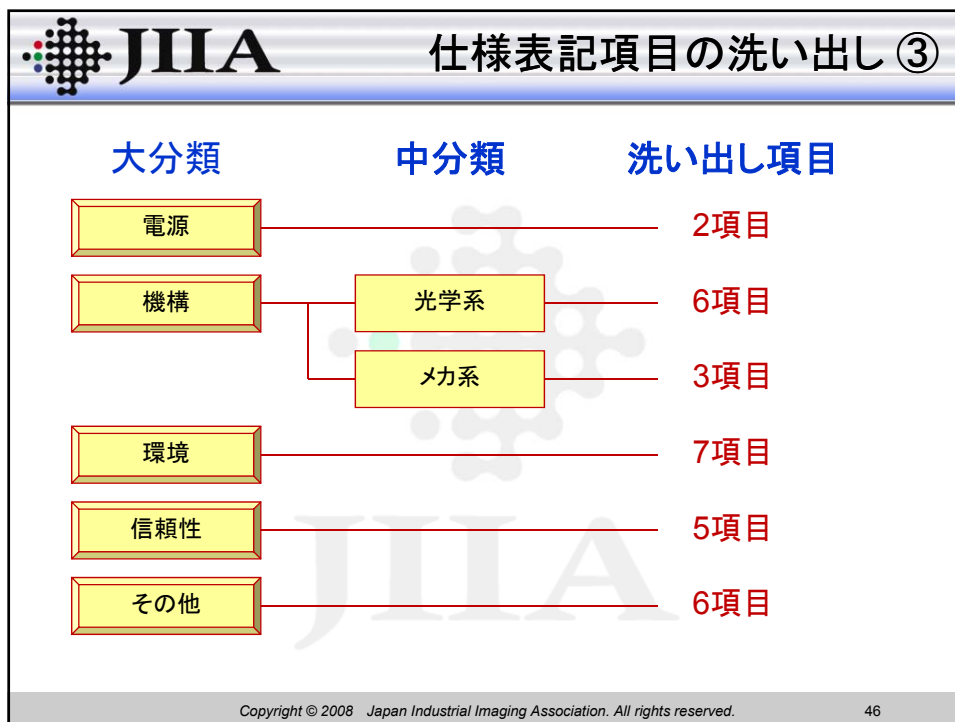
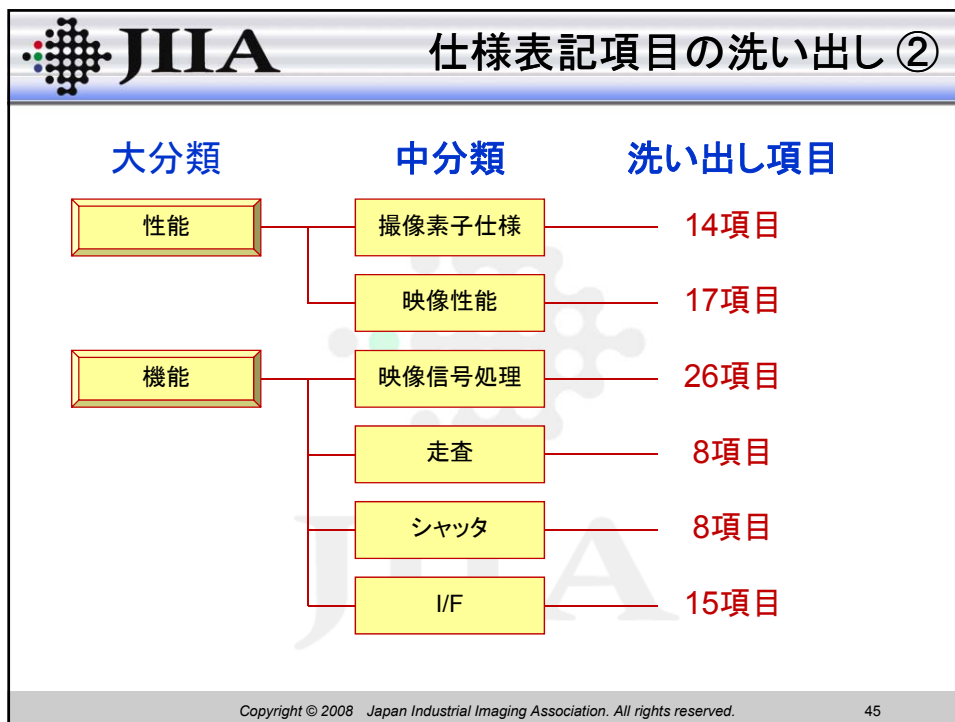
既定規格 : FAカメラの標準化 (WG3)

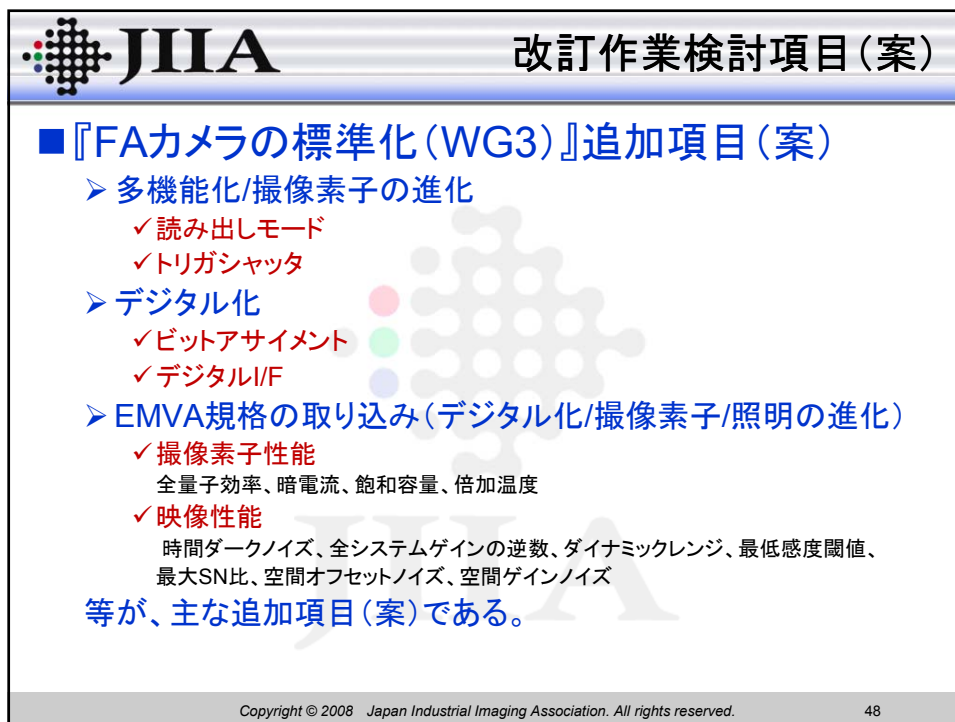
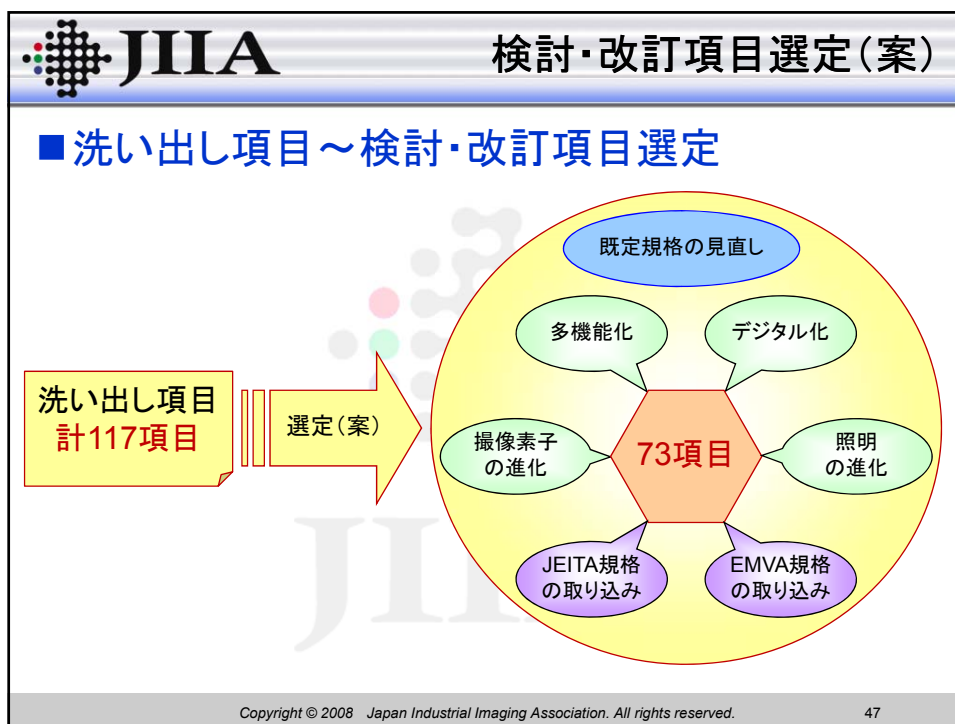
既定規格 (JEITA: TTR-4602, EMVA1288) → **改訂作業** ← (多機能化, デジタル化, 撮像素子の進化, 照明の進化) 技術動向

**JIIA発 ガイドライン制定**


Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 42











## 改訂作業の課題

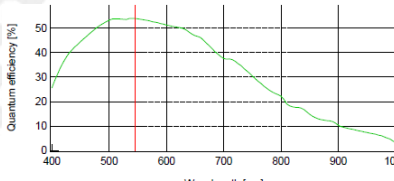
### ■ EMVA1288の取り込み

- 測定・表示方法の簡易化
- 新旧規格値との相関・対比方法の明確化


### ■ 撮像素子メーカーの協力要請

- 撮像素子性能に関わるデータ開示(案)
  - ✓ 全量子効率
    - 量子効率のピーク波長  
(カラーセンサ:各カラーフィルタのピーク)
    - 400nm ~ 1000nmの量子効率データ
  - ✓ 暗電流 (Ta=30°C)
    - Typical値(単位 e-/s もしくは、A)と、ばらつき(標準偏差)
  - ✓ 飽和容量
    - Typical値(単位 e-)と、ばらつき(標準偏差)
  - ✓ 倍加温度
    - 暗電流値が倍増する温度(単位 °C)

量子効率(例): 54% @545nm



Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 49



## 最後に


### ■ JIIA カメラ仕様分科会

- 活動目的
 

『マシンビジョンの現行仕様規格改良及び、新規格の制定をおこない、普及推進活動を通じて産業用画像分野の市場拡大に寄与する』
- メンバー
  - 13社(参加企業:装置メーカー、システムインテグレータ、カメラメーカー)
  - 28名
- JIIA HP
 

<http://www.jiia.org/>

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 50



VisionJapan2008 @パシフィコ横浜  
JIIA公開セミナー  
産業用カメラの仕様表記規格改訂

**ご清聴ありがとうございました。**

有限責任中間法人  
日本インダストリアルイメージング協会  
標準化委員会 カメラ仕様分科会

Copyright © 2008 Japan Industrial Imaging Association. All rights reserved. 51