

## 検出器

### 検出器・受光素子の変遷

岡山天体物理観測所ではこの40年間に種々の光検出器すなわち受光素子が使用されてきた。以下にその一覧を示すが、初期は写真乾板がほとんど唯一の検出器であったが、光電子増倍管からI.I.の導入を経て、CCD等の高感度固体撮像素子へと移ってきた。近年は可視光だけでなく、近赤外線の検出器も多用されている。

#### 写真乾板

使用期間	1960 - 1990年 (一部1998年)
使用機器 188cm反射望遠鏡	
ニュートン焦点	直接撮像
カセグレン焦点	Glass分光器, Quartz分光器, I. I. 分光器
クーデ焦点	F/4分光器, F/10分光器, イメージ・インテンシファイアー
使用機器 91cm反射望遠鏡	
カセグレン焦点	プリズム分光器
性能	大撮像面積 量子効率約2% 相反則不軌(低照度不軌)あり
分解能	約20 $\mu$ m

#### レチコン

使用期間	1979 - 1995年
使用機器 188cm反射望遠鏡	
クーデ焦点	IDARSS
I. I. 部	静電型I. I. + MCP 1段
最大ゲイン	55000 (6000 )
量子効率	12% (4500 )
光電面	S-25
解像力	28.5Lp/mm
レチコン	
画素数	1 $\times$ 1024
画素サイズ	25 $\mu$ m $\times$ 2.5mm
画角	2.5 $\times$ 25mm
感度	2000~11000
	1.7 $\times$ 10 <sup>4</sup> カウント/光子 (5300 )
解像力	40Lp/mm

#### PIAS ( Photoncounting Image Acquisition System ) 浜松ホトニクス社

使用期間	1985年
使用機器 188cm反射望遠鏡	
カセグレン焦点	カセグレン分光器

#### CCD (日本TI社)

使用期間	1985 - 1989年
使用機器 188cm反射望遠鏡	
ニュートン焦点	直接撮像
カセグレン焦点	カセグレン分光器
クーデ焦点	エシエル分光器

#### CCD (RCA社)

使用期間	1986 - 1999年
使用機器 188cm反射望遠鏡	
ニュートン焦点	直接撮像
クーデ焦点	F/10分光器

#### CCD (UBC : University of British Columbia)

使用期間	1995 - 1996年
使用機器 188cm反射望遠鏡	
クーデ焦点	F/10分光器
画素数	200 $\times$ 4000
画素サイズ	15 $\times$ 15 $\mu$ m
画角	3 $\times$ 60mm

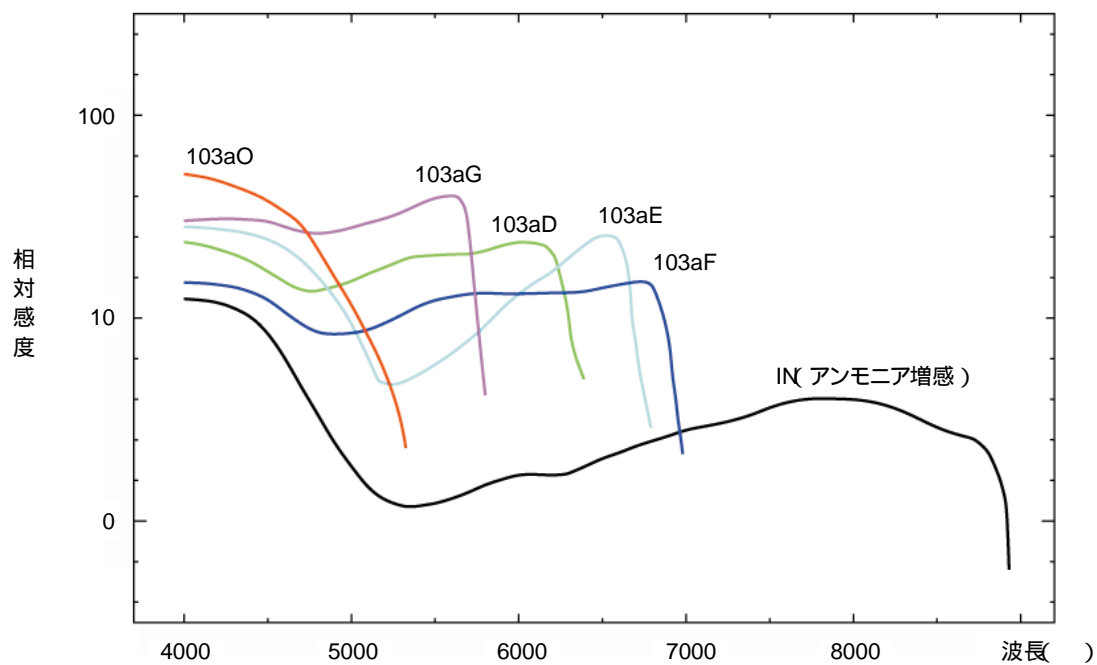


図3 - 48 写真乳剤の分光感度特性

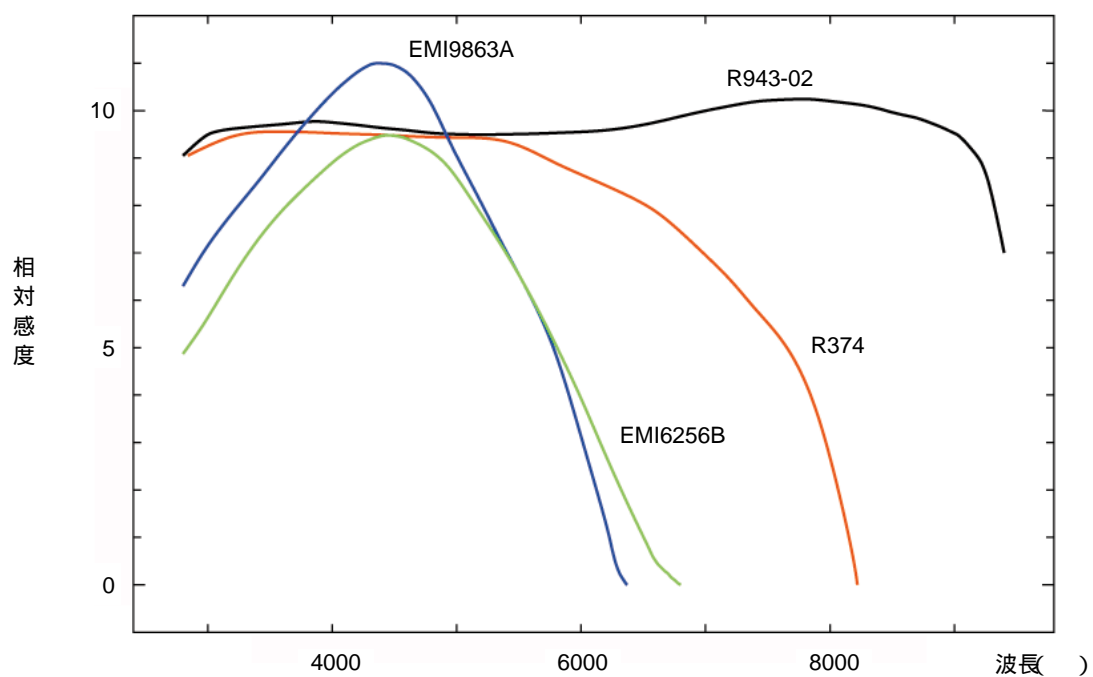


図3 - 49 光電子増倍管の分光感度特性

CCD (Photometrics社)

使用期間	1990年～
使用機器	188cm反射望遠鏡
カセグレン焦点	カセグレン分光器

CCD (Marconi Applied Technologies社, 旧EEV社)

使用期間	1999年～
使用機器	188cm反射望遠鏡
クーデ焦点	HIDES
CCDチップ	CCD42-80 (2-904)

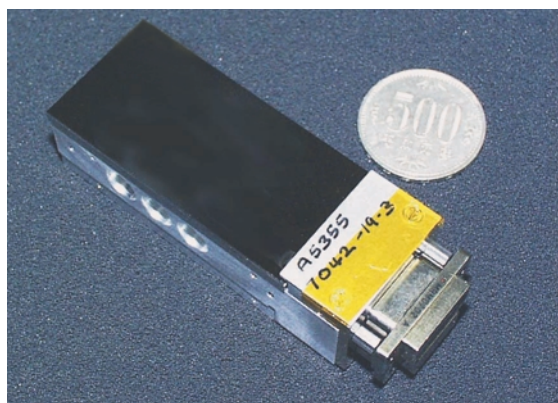


図3 - 50 HIDESに使用された大型CCD素子 42-80 (Marconi Applied Technologies)

InSb

使用期間	1976 - 1997年
使用機器	188cm反射望遠鏡
クーデ焦点	フーリエ分光器

PtSi

使用期間	1991 - 1992年
使用機器	188cm反射望遠鏡
ニュートン焦点	直接撮像
クーデ焦点	F/10分光器
画素数	512 × 512、1040 × 1040

NICMOS3

使用期間	1994年～
使用機器	188cm反射望遠鏡
カセグレン焦点	OASIS

光電子増倍管 (カソード面約10mm )

使用期間	1960 - 1996年
カソード面径	約10mm
使用機器	188cm反射望遠鏡
カセグレン焦点	広波長域分光器 10チャンネル 浜松ホトニクス R1437 ベルチェ冷却 フォトンカウンティング方式
クーデ焦点	ファブリペロー分光器 2チャンネル EMI 9863-A ドライアイス冷却 フォトンカウンティング方式
使用機器	91cm反射望遠鏡
カセグレン焦点	光電測光器, 3色同時測光器, グレーティングスキャン測光器 EMI 6256B 浜松ホトニクス R374, R943-02 ドライアイス冷却 DC出力 量子効率 約20% (青領域)

IDARSS、PIAS

	IDARSS	PIAS
画素数	1 × 1024	512 × 512
画素サイズ	25 μm × 2.5mm	29 × 29 μm
画角	2.5 × 25mm	15mm
有効波長域	4000 - 8600	3000 - 7000
感度一様性	± 23%	± 28% ( p-p )
読出雑音	40カウント/ピクセル	なし
暗電流	0.1CPS - 40	5CPS (全画面) - 20
分解能	30Lp/mm	13 - 18Lp/mm
像の歪み	-	0.9-3.2%
相反則不軌	-	0.16CPS/ピクセル以上で有
冷却温度	- 40	- 20
冷媒	ドライアイス	ペルチェ素子

CCD、赤外素子

	RCA CCD	TI CCD	Photometrics CCD	Marconi A.T. CCD	NICMOS3
半導体	Si	Si	Si	Si	HgCdTe
チップ型番	SID503EX	TC-215	PM-516A	CCD42-80-2-904	-
転送方式	フレーム転送	フレーム転送	フレーム転送	フレーム転送	Direct read out
入射方式	裏面照射	表面照射	表面照射	裏面照射	Direct injection
画素数	1,024 × 640	1,024 × 1,024	516 × 516	2,048 × 4,096	256 × 256
画素サイズ [ μm × μm ]	15 × 15	12 × 12	20 × 20	13.5 × 13.5	40 × 40
撮像面積 [ mm × mm ]	15.4 × 9.6	12.3 × 12.3	10.3 × 10.3	27.6 × 55.3	10.2 × 10.2
量子効率	~ 90% (5000 )	~ 62% (6500 )	~ 46% (6500 )	~ 88% (5000 )	~ 70% (K/バンド, 80K)
有効波長域 [ ]	4000 - 9000	4000 - 9000	4000 - 9000	3500 - 9000	10,000 - 250,000
転送限界 [ e-/ピクセル ]	1.3	5 (H方向) 3 (V方向)	1 以下	2	-
感度一様性		3% ( p-p )	3% ( p-p )	3%	~ 6% ( 1 )
読出雑音 [ ADU ]	3 (Gain 5) ~ 50e <sup>-</sup>	4 ~ 7e <sup>-</sup>	2 (Gain 90) ~ 5e <sup>-</sup>	1.3 ~ 4e <sup>-</sup>	2 ~ 5 34-86e <sup>-</sup>
熱雑音 [ ADU/分/ピクセル ]	< 0.1 - 120	0.07 - 60	0.05 - 120	< 0.00017 - 105	0.48 [e <sup>-</sup> ] 80K
入出力線形性	1.0	1.0 ± 0.02	1.0 ± 0.02	1.0 ± 0.01	0.998
A/Dゲイン [ e-/ADU ]	17 (16b)	1.7 (12b)	2.2 (14b)	4.2 (16b)	17.1
飽和レベル [ ADU ]	20,000	47,000	22,000	~ 25,000	11,600
ダイナミックレンジ	1,000	12,000	8,000	~ 10,000	6,000
動作温度 [ ]	- 120	- 70	- 120	- 105	- 193
フリッジ振幅	10% ( p-p )	なし	なし	なし ( 5000 ) 30% (7000 ) 50% (9000 )	なし
画素欠陥	hot pixel 1 poor patches 5 poor column 3	暗電流 <sup>14e<sup>-</sup>(2 )</sup> 以内に 92.5%の画素	なし	poor columns 複数	多数
制御計算機	IBM-AT	FACOM	NEC PC-9801	SUN Ultra1	SUN Sparc Classic
冷却	液体窒素	ペルチェ 3 段	液体窒素	パルスチューブ冷凍機	GM 冷凍機