



SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

仙台市天文台

研究・実践紀要

BULLETIN : RESEARCH and PRACTICE

第7号

2020年度

目 次

2020 年度資料収集レポート	千田	華	2
ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラ更改に伴う性能評価	松下 仲 千田	真人 千春 華	10
ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級再評価	千田 松下 仲	華 真人 千春	22
黒点スケッチから再現する太陽周期活動	國友	有与志	31
木星と土星の接近における展示・プラネタリウム・望遠鏡を使った エクスペリエンスサークルの構築	浦 郷古 仲	智史 由規 千春	37
ネットプロモータースコアに影響を与えるカスタマーエクスペリエンスの検討	小野寺	正己	41
市民との交流を生む VI への強化 ー VI アイデアイラストワークショップの開催報告ー	石垣	加也	45

2020 年度資料収集レポート

千田華

CHIDA Hikaru

要約

毎年資料収集業務において「天文学的に貴重な天体や現象を記録する」「世間からの注目に対応する」を目的とし、年間計画を作成し、天文現象、惑星、星野などの資料収集を行っている。ここでは 2020 年度に収集した現象の内、特に力を入れて収集した現象についてレポートする。

1. はじめに

資料収集業務の主な目的は以下の 3 つである。

- 天文学的に貴重な天体や現象を記録する
- 博物館として、天体そのものや天体現象を説明し、明らかにする
- 世間からの注目に対応する

上記の目的を達成するために毎年年間計画を作成し、天文現象・惑星・星野などの資料収集を行っている。ここでは、その中でも 2020 年度に力を入れて撮影を行った以下の現象についてレポートする。

- ・ネオワイズ彗星（7－8 月）
- ・火星の接近（10 月 6 日）
- ・はやぶさ 2 カプセルの帰還（12 月 5－6 日）
- ・木星と土星の大接近（12 月 21 日）

2. 撮影した現象

2.1 ネオワイズ彗星

2020 年 3 月に発見された新彗星、ネオワイズ彗星（C/2020 F3 (NEOWISE)）が当初の予想よりも明るく、7 月中は肉眼でも見える明るさ（7 月 18 日に約 3 等級）となったため、撮影を試みた。

○2020 年 7 月 19 日

仙台市天文台のある錦ヶ丘周辺はなかなか天候に恵まれなかったため、宮城蔵王周辺へ遠征し撮影を行った。



■撮影データ

撮影日時：2020 年 7 月 19 日 21 時 8 分

撮影場所：宮城蔵王

撮影機材：Canon EOS 6D + 50mmレンズ

撮影設定：露出 2 秒, ISO 6400

○2020 年 7 月 23 日

雲の合間をぬって、ひとみ望遠鏡でも撮影を行った。



■撮影データ

撮影日時：2020 年 7 月 23 日 20 時 13 分

撮影機材：ひとみ望遠鏡眼視 + Canon EOS 6D

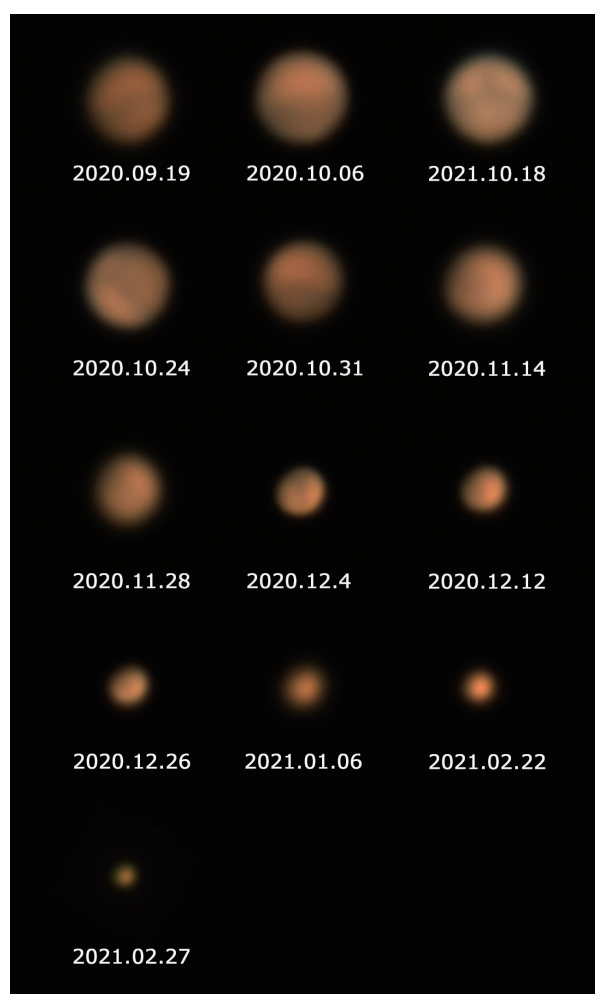
撮影設定：露出 330秒 (30秒×11枚), ISO 1600
画像処理：ダーク処理, メトカーフコンポジット, レベル調整

2.2 火星の接近

2020年は約2年2か月ぶりの火星接近に合わせ、最接近の10月6日に向けて徐々に近づき、遠ざかっていく火星の様子を収集した。収集期間が長期に渡るため、毎週担当を決め、同一の機材を用い撮影を行った。

○大きさの変化

ひとみ望遠鏡にカメラを接続し、撮影した動画をスタックし画像にして、大きさの変化を記録した。



■撮影データ

撮影日：2020年9月19日－2021年2月27日

撮影機材：ひとみ望遠鏡（ナスミス眼視焦点）＋ASI120MC-S

画像処理：フレームをスタック

○位置の変化

仙台市天文台3階の観察デッキから Canon EOS

80D＋14mmレンズを用いて星野写真を撮影し、星座の中を移動する火星の様子を記録した。



■撮影日：2020年10月6日



■撮影日：2020年10月18日



■撮影日：2020年10月24日



■撮影日：2020年11月8日



■撮影日：2020年11月14日



■撮影日：2020年12月12日



■撮影日：2020年11月21日



■撮影日：2020年12月26日



■撮影日：2020年11月28日



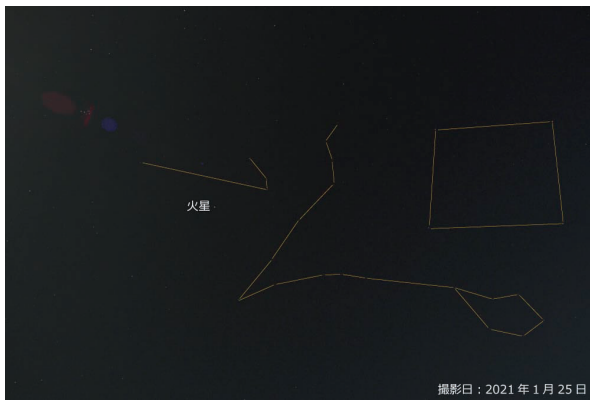
■撮影日：2021年1月6日



■撮影日：2020年12月6日



■撮影日：2021年1月16日



■撮影日: 2021 年 1 月 25 日



■撮影日: 2021 年 2 月 2 日



■撮影日: 2021 年 2 月 22 日



■撮影日: 2021 年 2 月 27 日



■撮影日: 2021 年 3 月 7 日

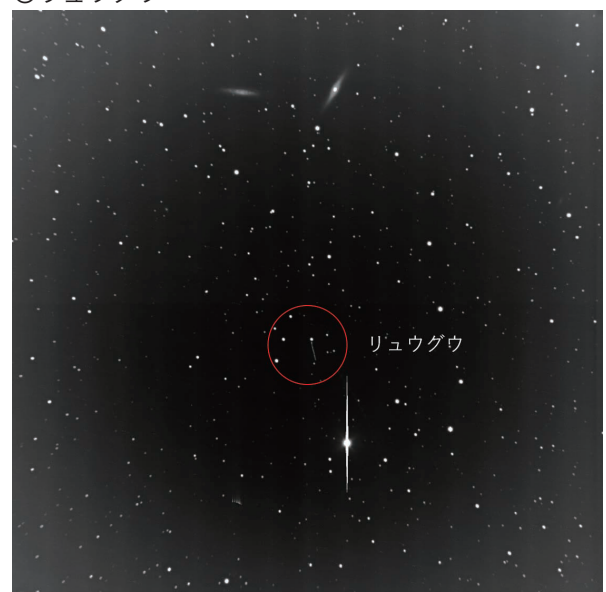


■撮影日: 2021 年 3 月 23 日

2.3 はやぶさ 2 カプセルの帰還

2020 年 12 月 6 日未明にはやぶさ 2 が回収したサンプルを乗せたカプセルが地球へと帰還した。仙台市天文台では JAXA はやぶさ 2 プロジェクト, 日本惑星協会, 日本公開天文台協会が共同で実施した『リュウグウ & 「はやぶさ 2」 おかえり観測キャンペーン』に参加し, 小惑星リュウグウ, はやぶさ 2, カプセルの撮影を行った。

○リュウグウ



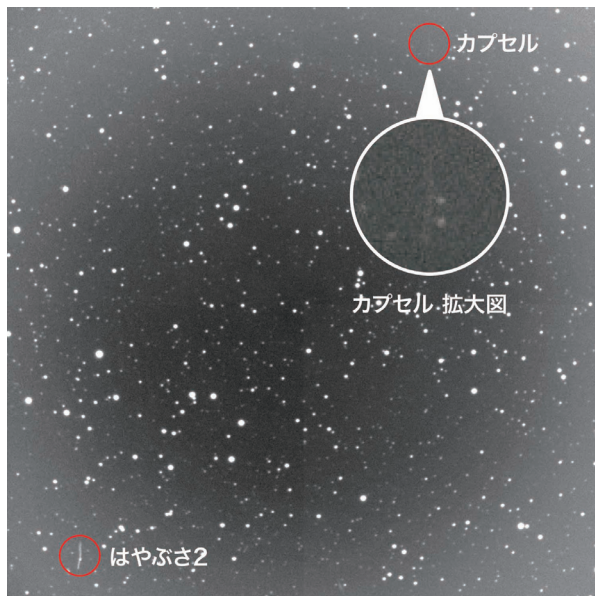
■撮影データ

撮影日時：2020年11月5日 20時8分ー20時44分

撮影機材：ひとみ望遠鏡（カセグレン焦点）+ 冷却
CCD カメラ

撮影設定：露出 180 秒（60 秒×30 枚）

○はやぶさ2・カプセル



■撮影データ

撮影日時：2020年12月6日 0時56分

撮影機材：ひとみ望遠鏡（カセグレン焦点）+ 冷却
CCD カメラ

撮影設定：露出 10 秒

2.4 木星と土星の大接近

見かけ上の大接近となった木星と土星について、最接近の12月21日に向けて徐々に近づいていく木星と土星の様子を記録した。仙台市天文台3階の観察デッキから Canon EOS 80D + 35mm レンズを用いて星野写真を撮影した。



■撮影日：2020年9月19日



■撮影日：2020年9月30日



■撮影日時：2020年10月3日



■撮影日時：2020年10月13日



■撮影日時：2020年10月18日



■撮影日: 2020年10月24日



■撮影日: 2020年11月21日



■撮影日: 2020年11月8日



■撮影日: 2020年11月28日



■撮影日: 2020年11月14日



■撮影日: 2020年12月6日



■撮影日: 2020年11月19日



■撮影日: 2020年12月12日



■撮影日：2020年12月13日



■撮影日：2020年12月21日



■撮影日：2020年12月17日



■撮影日：2020年12月22日



■撮影日：2020年12月18日



■撮影日：2020年12月26日



■撮影日：2020年12月20日

木星と土星が最接近となった 2020 年 12 月 21 日と翌 22 日には、望遠鏡の同視野内に収まる木星と土星を撮影できた。



■撮影データ

撮影日時：2020 年 12 月 22 日

撮影機材：10cm屈折望遠鏡 + Canon EOS 80D

撮影設定：露出 1/5 秒, ISO 250

3. 成果と課題

筆者の所感を踏まえた成果と課題を以下に示す。

3.1 成果

- ・ 火星や木星・土星の撮影には、同様の機材を用いて複数スタッフにより継続して撮影を行うことで、撮影経験の浅いスタッフも天体写真の撮影に触れる機会が得られた。
- ・ 事前に予測されていた現象以外にも、彗星やはやぶさ 2 のカプセル帰還など、希な現象にも対応することができた。

3.2 課題（箇条書き）

- ・ 業務時間内での撮影
- ・ 撮影後の速報性
- ・ 突発的な現象の撮影計画
- ・ 天候判断
- ・ 撮影場所の妥当性

4. まとめと今後の展望

2020 年度は天候にも天文現象にも恵まれ、数多くの天体画像の収集をすることができた。

今後も世間の注目度や希少な天文現象を逃すことなく記録できるよう、様々な情報にアンテナを張りながら、スタッフの撮影の技術向上にも努めていきたい。

ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラ更改に伴う性能評価

松下真人, 仲千春, 千田華

The performance evaluation of CCD camera mounted on Hitomi telescope

MATSUSHITA Masato, NAKA Chiharu, CHIDA Hikaru

要約

2019 年に行われたひとみ望遠鏡観測機器の更改作業に伴い、カセグレン焦点に設置されている撮像用冷却 CCD カメラが FLI 社 DC230-84 に変更となったため、改めて性能評価を行った。この冷却 CCD カメラは読み出しチャンネルが 4 つあり、それぞれで特性が異なるため、各チャンネルに該当する 4 つのエリア (Area A-D) でリニアリティ、ゲイン g 、リードアウトノイズ R 、ダークカレント D_c を測定した。その結果、Area A では、リニアリティが約 53000 ADU まで ± 1.2 % 以内、 $g=2.61$ [e-/ADU], $R=24.39$ [e-], $D_c=0.012$ [e-/sec] となった。同様に Area B では、リニアリティが約 53000 ADU まで ± 1.2 % 以内、 $g=2.60$ [e-/ADU], $R=24.66$ [e-], $D_c=0.012$ [e-/sec], Area C では、リニアリティが約 53000 ADU まで ± 2 % 以内、 $g=2.68$ [e-/ADU], $R=24.55$ [e-], $D_c=0.016$ [e-/sec], Area D では、リニアリティが約 53000 ADU まで ± 2 % 以内、 $g=2.70$ [e-/ADU], $R=26.76$ [e-], $D_c=0.017$ [e-/sec] となった。

1. はじめに

2019 年 1 月から 3 月のひとみ望遠鏡観測機器の更改作業に伴い、ひとみ望遠鏡のカセグレン焦点に設置されている撮像用冷却 CCD カメラ、並びに制御機器の仕様を変更した。

以前は 2 枚の CCD チップで構成されていたが、今回の仕様変更の際に 1 枚の CCD チップで構成される冷却 CCD カメラとなった。また、読み出しチャンネルが 4 つあるため、各チャンネルにおけるリニアリティ、及びゲイン、リードアウトノイズ、ダークカレントの性能評価を行った。

2. 分光器用カメラの仕様

撮像用 CCD カメラは FLI 社の DC230-84 で、その仕様を Tab. 1 に示す。

Tab. 1 FLI DC230-84 の仕様

CCD チップ	e2v CCD230-84
ピクセル数	4096(H) x 4096(V)
ピクセルサイズ	15 x 15 μ m
センサーサイズ	61.4 x 61.4 mm
冷却方法	ペルチェ電子冷却方式

3. 性能評価用データの取得

2020 年 6 月 19 日から 20 日にかけて、FLI DC230-84 をひとみ望遠鏡カセグレン焦点に設置した状態で、CCD 冷却温度を -30°C に設定し、10 秒から 540 秒までの各露出時間でドームフラットフレーム 2 枚、10 秒から 660 秒までの各露出時間でダークフレーム 10 枚ずつを取得した。

4. データの使用範囲とデータ処理・解析

読み出しチャンネルごとに、下記 XY 座標で示す 2000×2000 ピクセルの 4 つのエリアで性能評価を行った。

- ・ Area A X 25:2024 Y 29:2028
- ・ Area B X 2073:4072 Y 29:2028
- ・ Area C X 2073:4072 Y 2085:4084
- ・ Area D X 25:2024 Y 2085:4084

性能評価用データの一次処理、及び解析には、天文画像処理ソフト IRAF を使用した。

5. リニアリティの評価

5.1 評価方法

- ① imcombine タスクを使用し、median と 3σ クリッピングのオプションで、露出時間ごとに 10 枚のダークフレームを合成する。

- ② imarith タスクを使用し、各フラットフレームから、同じ露出時間の合成後のダークフレームを減算する。
- ③ imcombine タスクの average オプションで、②のダーク減算後のフラットフレームを露出時間ごとに合成する。
- ④③の合成後の全てのフラットフレームに対し、Area A から Area D の範囲を imcopy タスクでトリミングする。
- ⑤④でトリミングした各露出時間ごとのフラットフレームに対し、imstat タスクでカウント平均値 [ADU] を読み取る。
- ⑥横軸に露出時間、縦軸に④のカウント平均値をプロットする。
- ⑦リニアリティが保たれている範囲で近似直線のフィッティング関数を求める。本研究では、露出時間 10 秒から 240 秒の範囲で関数を求めた。(Fig. 1, 3, 5, 7)
- ⑧カウント平均値とフィッティング関数との誤差を求め、横軸にカウント平均値、縦軸に誤差をプロットする。(Fig. 2, 4, 6, 8)

5.2 リニアリティの結果

Area A 及び Area B のリニアリティは、約 53000 ADU まで $\pm 1.2\%$ 以内の誤差に収まっている (Fig. 2, 4)。Area C においては、約 53000 ADU まで $\pm 2\%$ 以内 (Fig. 6)、Area D は約 53000 ADU まで $\pm 5.3\%$ 以内の誤差となった (Fig. 8)。

カウントが低い範囲で誤差が大きくなる傾向が見られることから、露出時間に対するカメラシャッターの開閉動作の誤差が影響しているものと考えられる。露出時間が 30 秒以上であれば、Area D においても、約 53000 ADU まで $\pm 2\%$ 以内の誤差となる。2%の誤差は、等級に換算すると約 0.02 等に相当し、十分な精度と考えられる。(Tab. 2)

6. ゲイン及びリードアウトノイズ

天体からくる光子の数に比例して CCD で発生する電子の数を n 、FITS データとして保存されたカウント値 (ADU) を N 、ゲインを g とすると

$$gN = n \quad (1)$$

の関係が成り立つ。また、光子数のばらつき (標準偏差) を σ とすると

$$\sigma = \sqrt{n} \quad (2)$$

となる。ここで、カウント数の標準偏差を Σ とすると、以上の 2 式から

$$\sigma = g\Sigma \quad (3)$$

となる。以上の 3 式から、計測可能な N と Σ のみの式に変換すると

$$\Sigma^2 = (1/g)N \quad (4)$$

となる。リードアウトノイズ (R) を考慮すると、(4) 式は

$$\Sigma^2 = (1/g)N + (R^2/g^2) \quad (5)$$

と表すことができる。

よって、(5) 式から、カウント数 N と標準偏差 Σ の 2 乗をグラフにプロットすると、その傾きの逆数が g (ゲイン) となり、切片の値から R (リードアウトノイズ) を求めることができる。

6.1 評価方法

使用するデータは、リニアリティ測定の 5.1 ⑤で読み取ったフラットフレーム合成後のカウント平均値と、下記の方法で求めたフラットフレームの標準偏差である。

- ① 5.1 ④と同じ範囲でダーク減算後のフラットフレームをトリミングする。
- ② imarith タスクを使用し、①で作成した露出時間ごとの 2 枚のフラットフレームの差分をとり、imstat タスクでそれぞれの標準偏差 (stddev) を読み取る。
- ③横軸に 5.1 ⑤の露出時間ごとのフラットフレームのカウント平均値、縦軸に標準偏差の 2 乗 (分散) をとり、プロットする。ただし、2 枚のフラットフレームを使用しているので分散も 1/2 となることに注意する。
- ④露出時間 10 秒から 240 秒の範囲で近似直線のフィッティング関数を求めた。(Fig. 9 – 12)

6.2 ゲイン及びリードアウトノイズの結果

Fig. 9 – 12 から、各エリアにおける近似直線は、

・ Area A

$$y = 0.3827x + 87.102 \quad (6)$$

・ Area B

$$y = 0.3849x + 90.060 \quad (7)$$

・ Area C

$$y = 0.3727x + 83.772 \quad (8)$$

・ Area D

$$y = 0.3701x + 98.066 \quad (9)$$

となった。

(5) 式から、(6) – (9) 式の傾きの逆数が各エリアにおけるゲインとなり、それぞれ $g = 2.61, 2.60, 2.68, 2.70$ [e-/ADU] となった。また、(6) – (9) 式の切片の平方根にゲインを乗じたものが各エリアにおけるリードアウトノイズとなり、それぞれ $R = 24.39, 24.66, 24.55, 26.76$ [e-] となった。(Tab. 2)

7. ダークカレントの評価

7.1 評価方法

- ①露出時間ごとに 10 枚を合成したダークフレームを使用する。(5.1 ①で作成したものと同様)
- ②①の各露出時間のダークフレームから imstat タスクでカウント平均値を読み取る。
- ③横軸に露出時間、縦軸に①のカウント平均値をプロットし、その傾きからダークノイズの増加率 (ADU/sec) を求める。なお、本研究では、600 秒を超える露出時間でダークノイズが減少に転じていることから、540 秒までの範囲でダークノイズ増加率の近似直線を算出した。(Fig. 13 – 16)
- ④③に 6. 2 で求めたゲインを乗算し、ダークカレント (e-/sec) を求める。

7.2 ダークカレントの結果

Fig. 13 – 16 から、各エリアにおけるダークノイズ増加率の近似直線は、

・ Area A

$$y = 0.004762x + 1001.123 \quad (10)$$

・ Area B

$$y = 0.004526x + 1000.999 \quad (11)$$

・ Area C

$$y = 0.006123x + 989.812 \quad (12)$$

・ Area D

$$y = 0.006468x + 995.022 \quad (13)$$

となった。

(10) – (13) 式の傾きに、6. 2 で求めた各ゲインを乗ずると、各エリアでのダークカレントはそれぞれ 0.012, 0.012, 0.016, 0.017 [e-/sec] となった。(Tab. 2)

8. まとめ・課題

リニアリティの評価において、CCD カメラシャッターの開閉動作に伴う誤差の影響が見られた。露出時間が短い場合にこの誤差が顕著となり得るため、影響度合いについて検証していきたい。

ダークカレントの評価においては、ダークノイズの増加率が減少する傾向が見られた。通常、ダークノイズは CCD 温度に依存し、露出時間に応じて増加していくものである。原因としては、外気温の変化や、CCD 自体の発熱などの影響による CCD 温度の変動が考えられる。また、本研究では望遠鏡に接続した状態で性能評価データの取得を行っているため、観測室内設備や他の観測機器がノイズ源となっている可能性もある。今後、ダークノイズの安定性の把握と、外的なノイズ要因を排除した上で検証を進めたい。

<参考文献>

- 岩崎仁美 (2016) 仙台市天文台 1.3m ひとみ望遠鏡の性能評価と近傍ミラ型変光星のスペクトル型分類 東北大学大学院理学研究科天文学専攻 修士論文
- 松下真人, 溝口小扶里, 長谷川哲郎, 土佐誠, 岩崎仁美 (2015) ひとみ望遠鏡分光器用 CCD カメラの性能評価 仙台市天文台研究・実践紀要 第 1 号 仙台市天文台, 2-5.
- 溝口小扶里, 松下真人, 長谷川哲郎, 土佐誠, 岩崎仁美 (2015) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの性能評価 仙台市天文台研究・実践紀要 第 1 号 仙台市天文台, 15-20.
- 松下真人, 仲千春, 千田華 (2020) ひとみ望遠鏡分光器用 CCD カメラの性能再評価 仙台市天文台研究・実践紀要 第 6 号 仙台市天文台, 2-5.

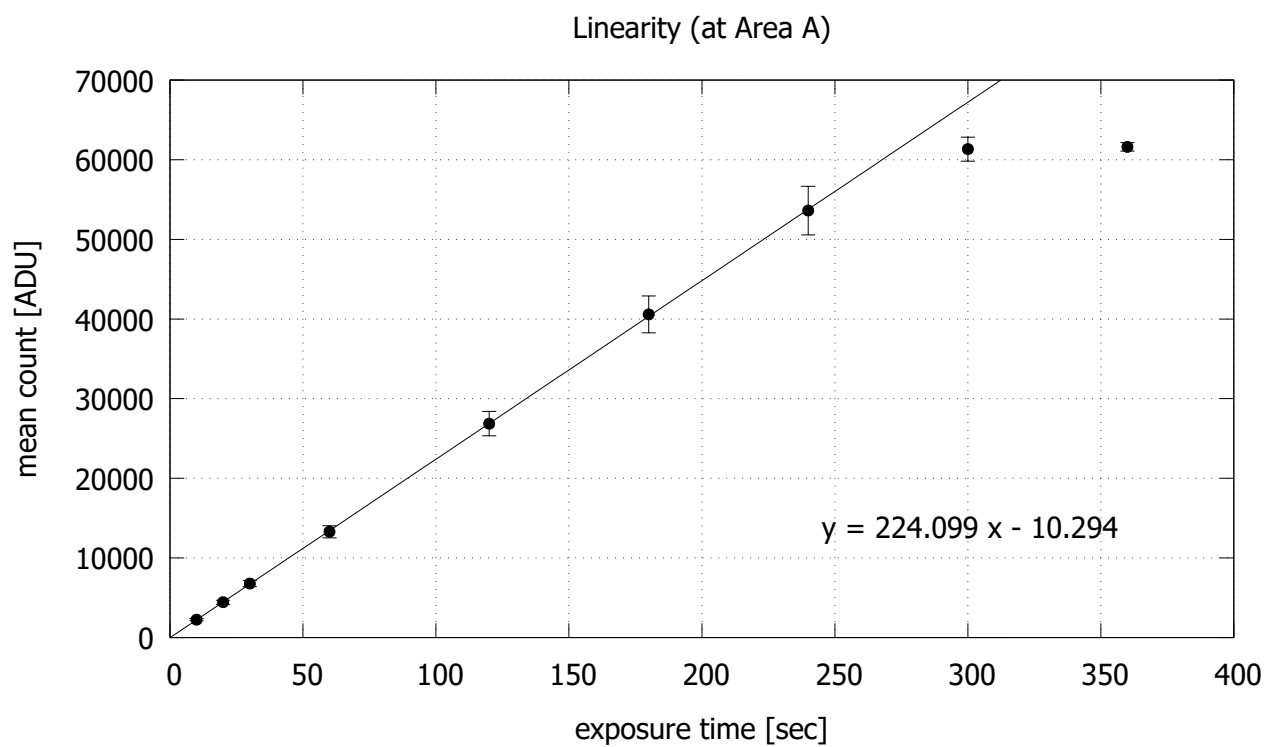


Fig. 1 リニアリティ (Area A)

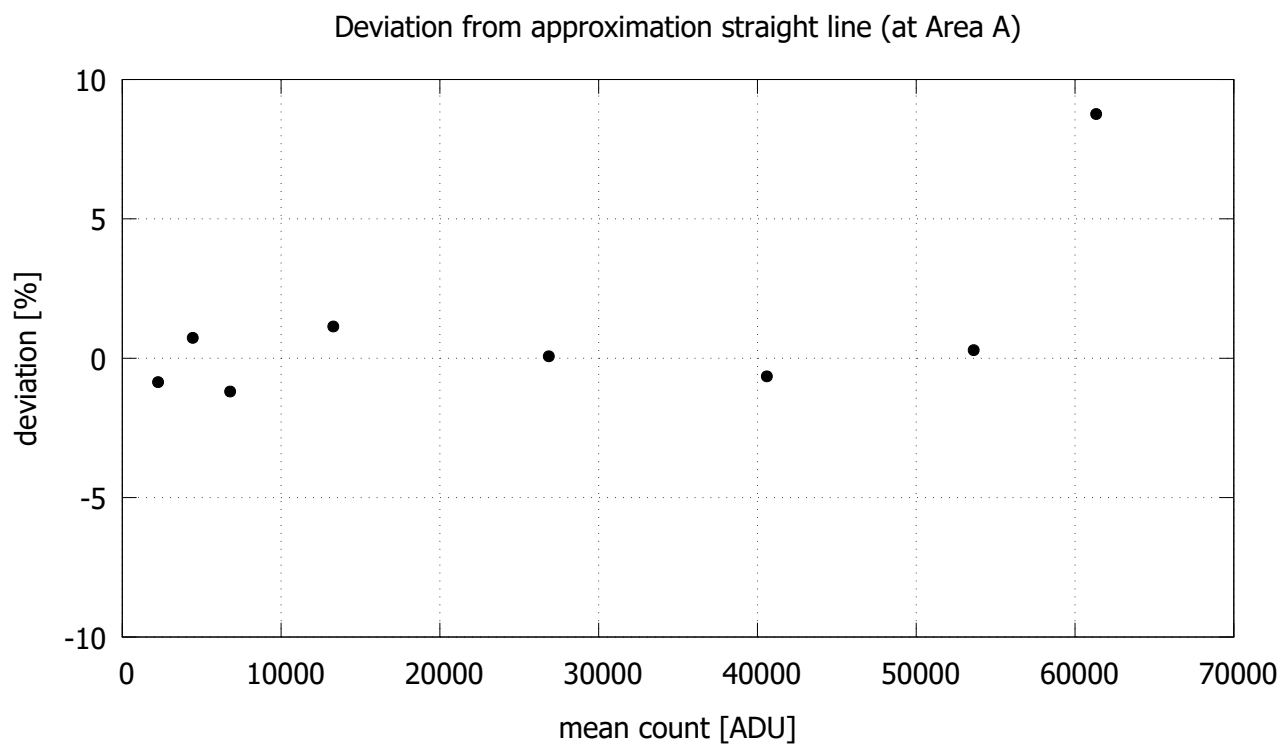


Fig. 2 リニアリティ近似直線からの誤差 (Area A)

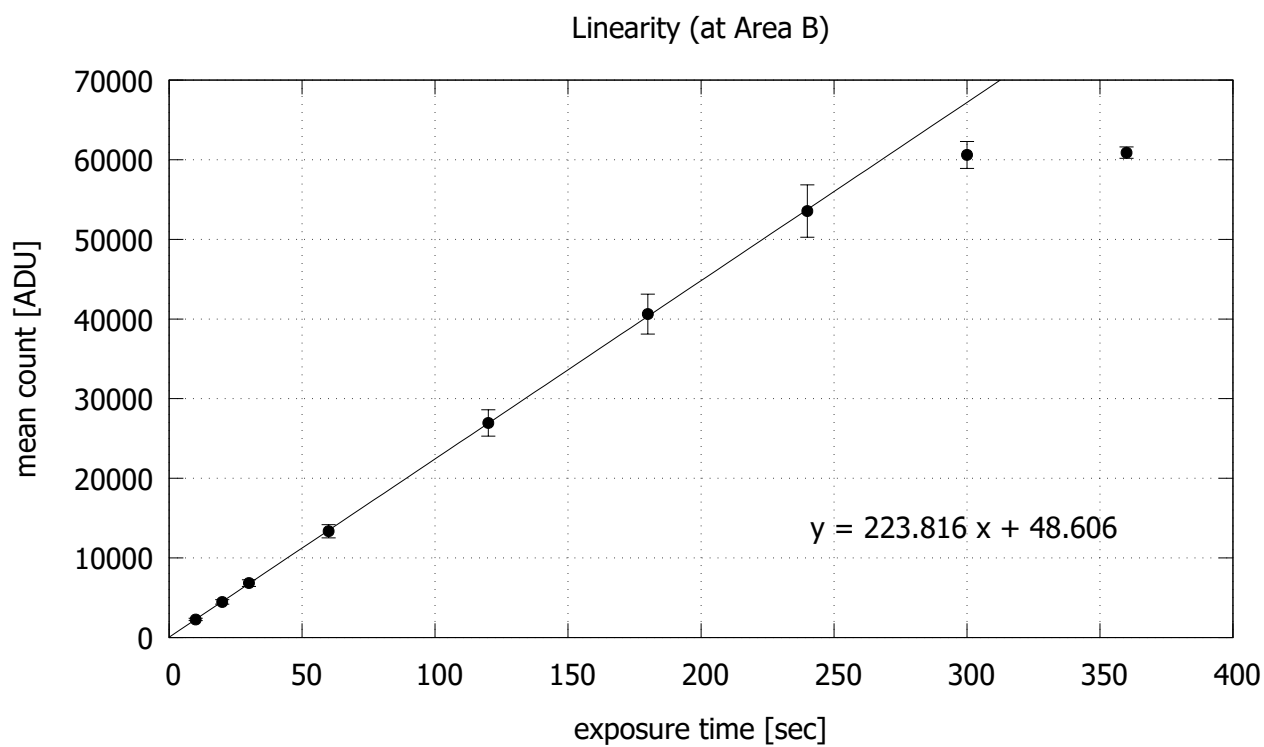


Fig. 3 リニアリティ (Area B)

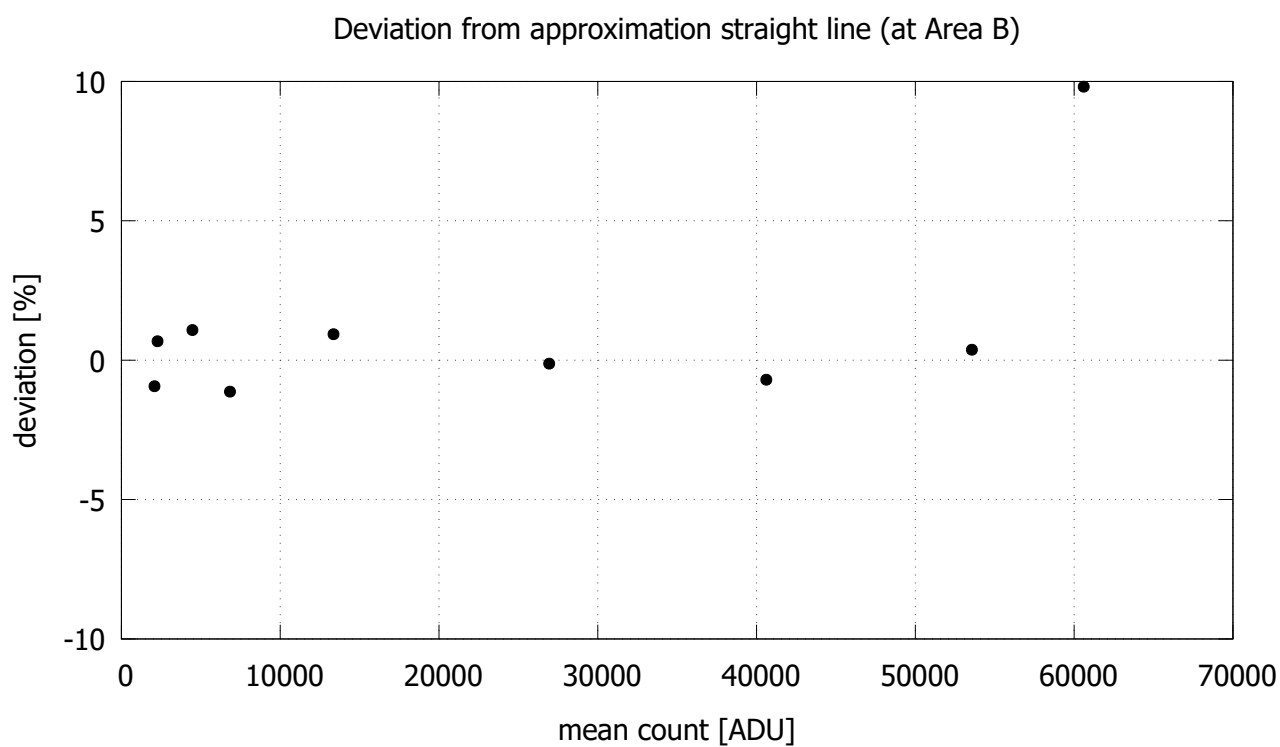


Fig. 4 リニアリティ近似直線からの誤差 (Area B)

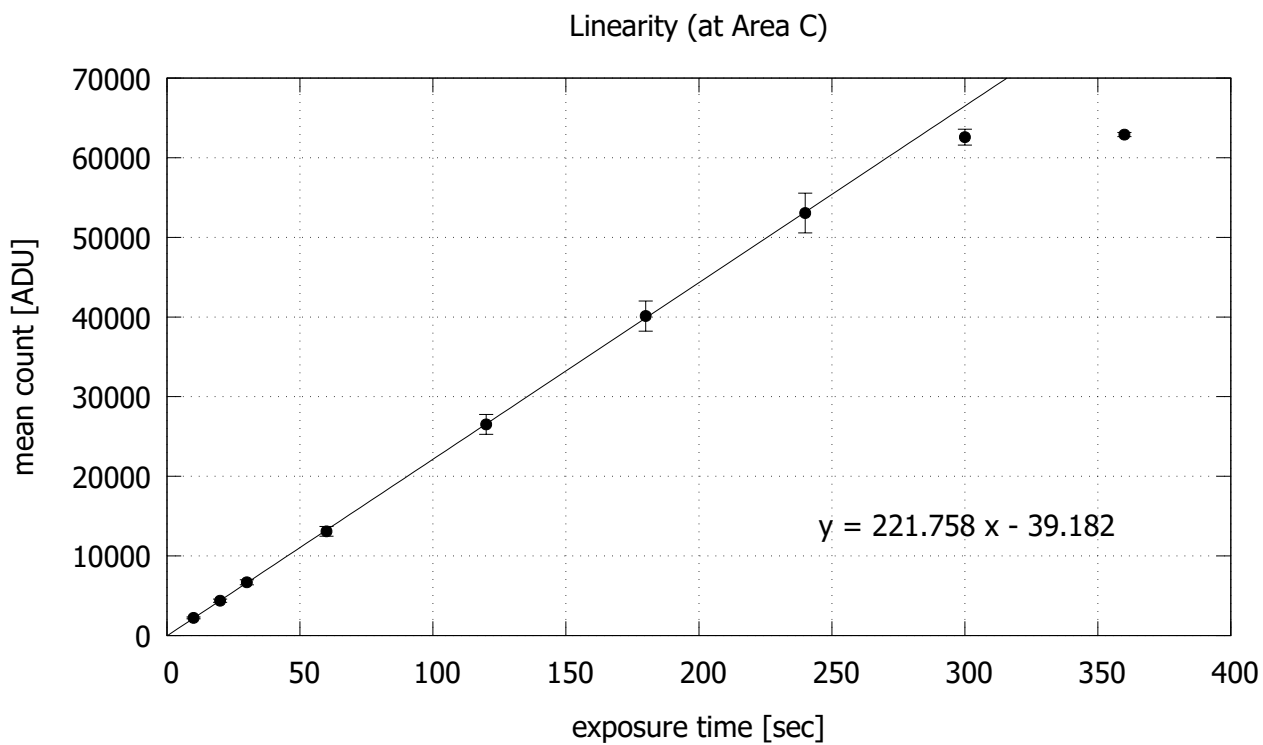


Fig. 5 リニアリティ (Area C)

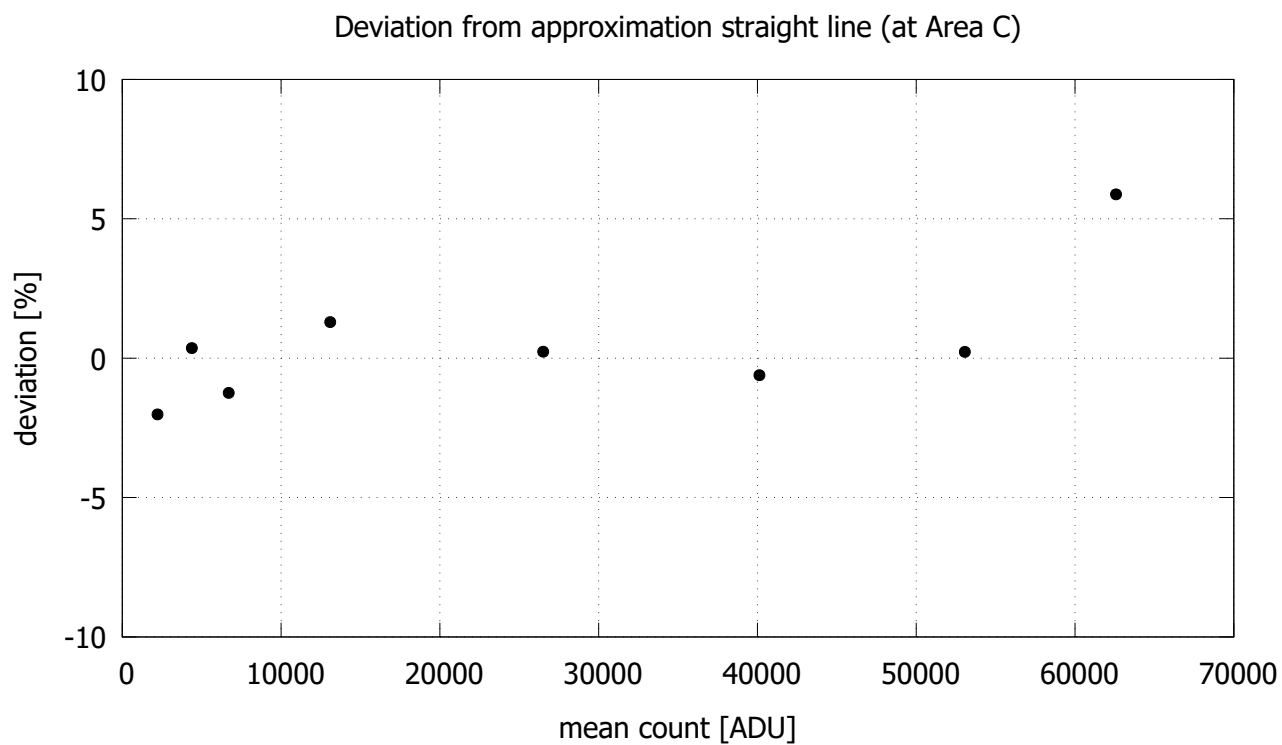


Fig. 6 リニアリティ近似直線からの誤差 (Area C)

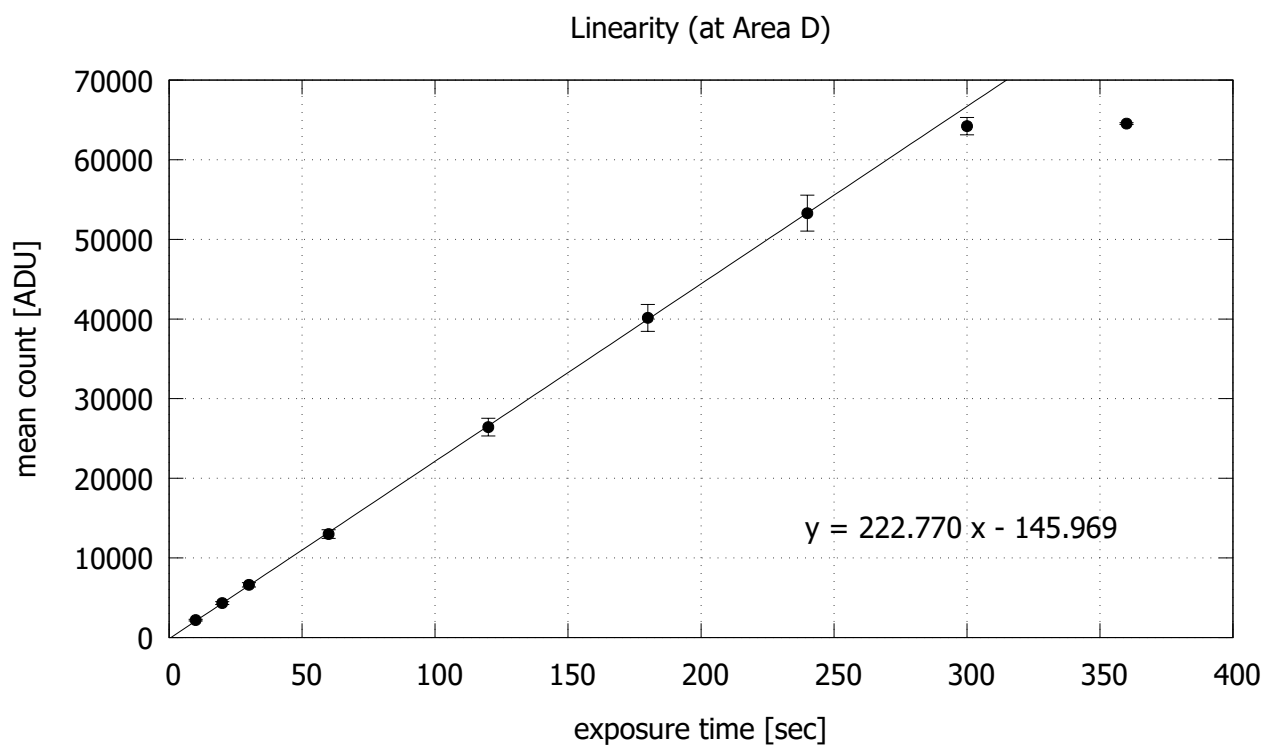


Fig. 7 リニアリティ (Area D)

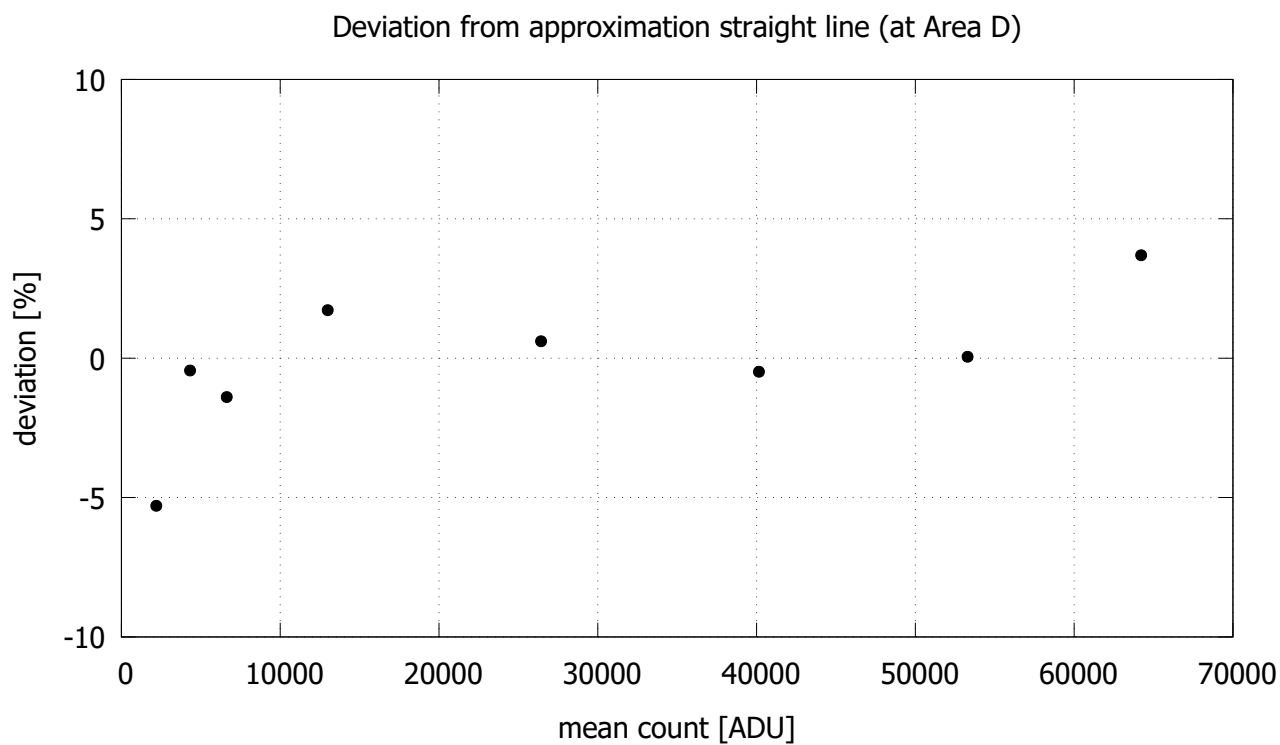


Fig. 8 リニアリティ近似直線からの誤差 (Area D)

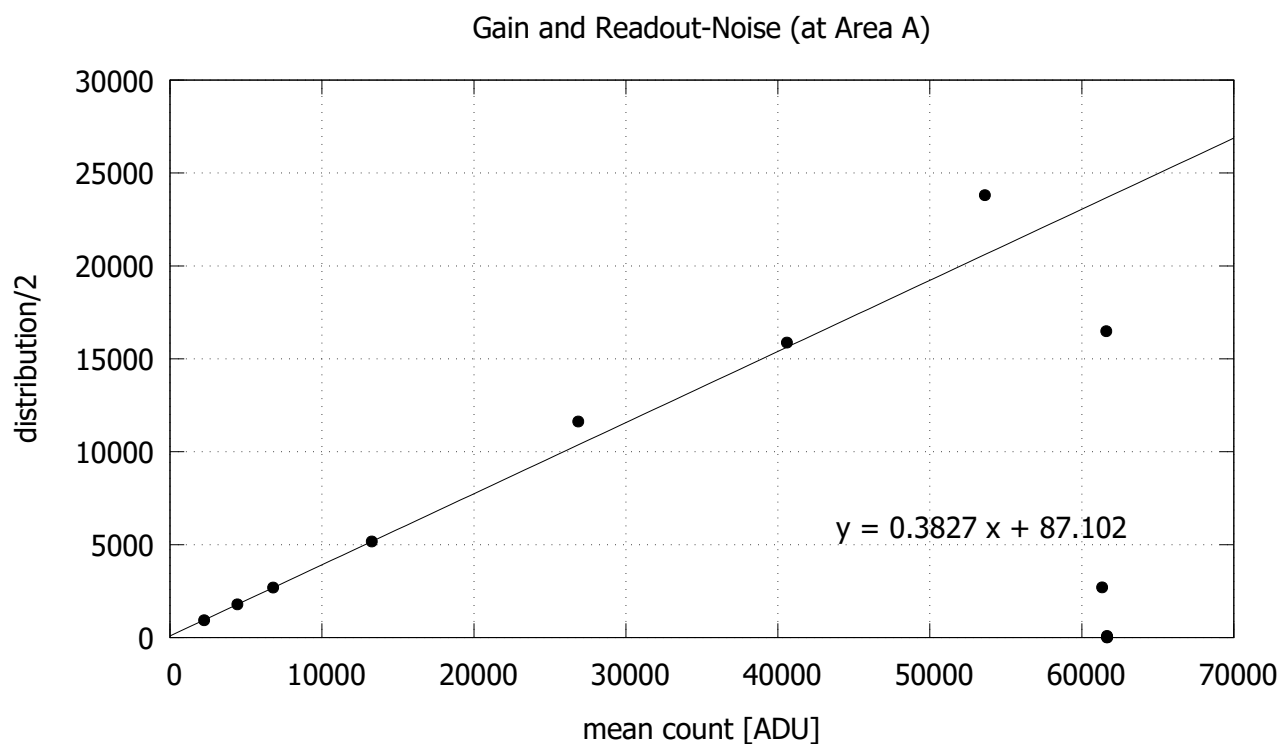


Fig. 9 ゲインとリードアウトノイズ (Area A)

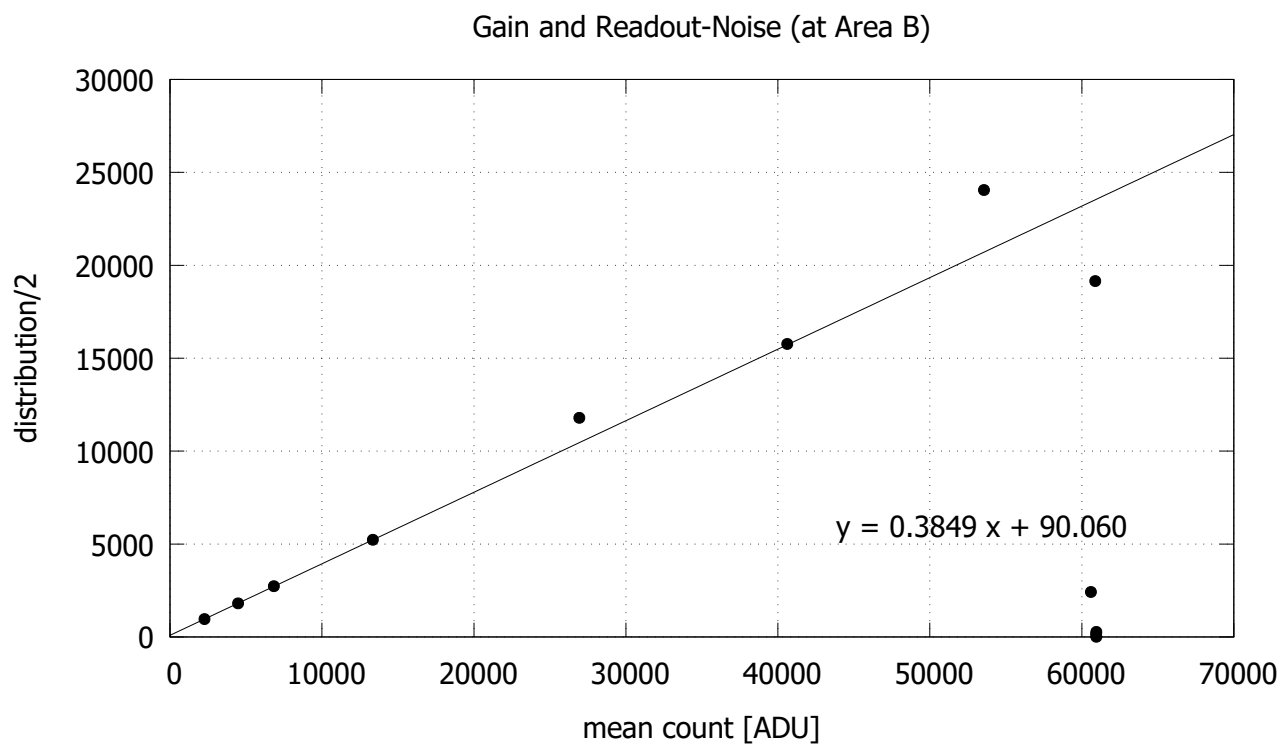


Fig. 10 ゲインとリードアウトノイズ (Area B)

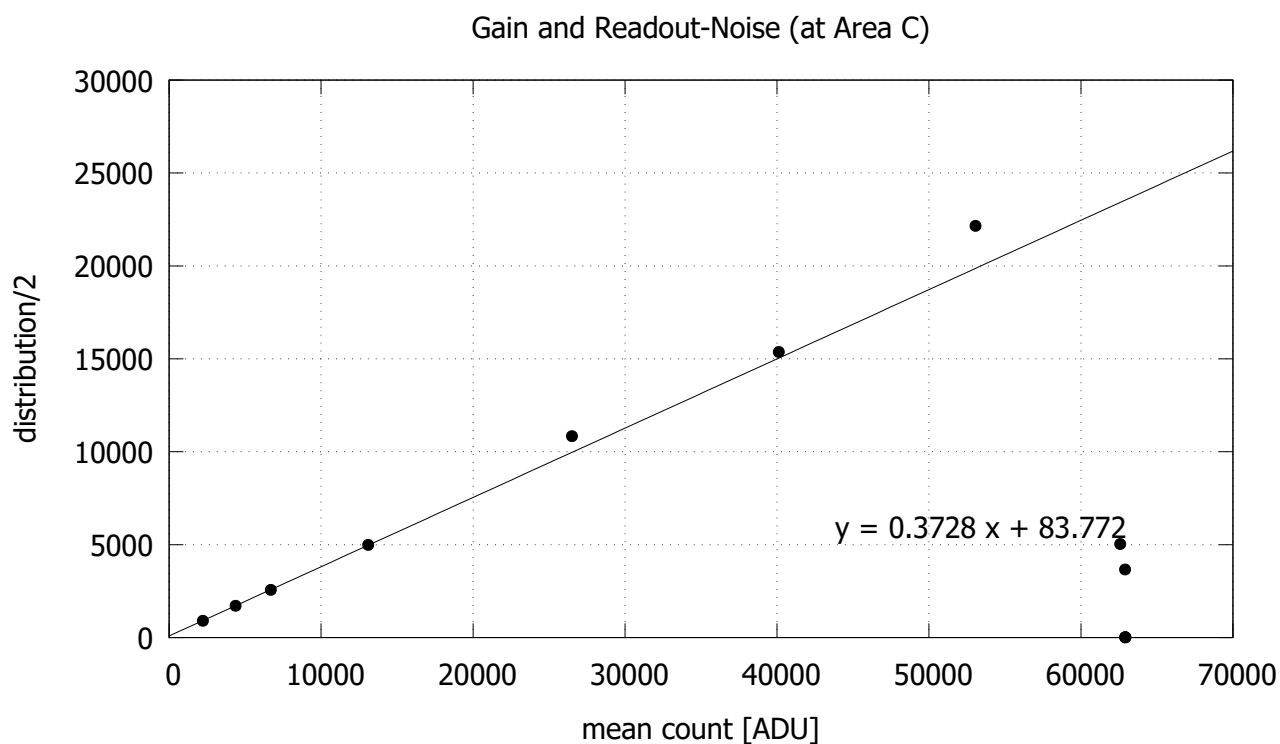


Fig. 11 ゲインとリードアウトノイズ (Area C)

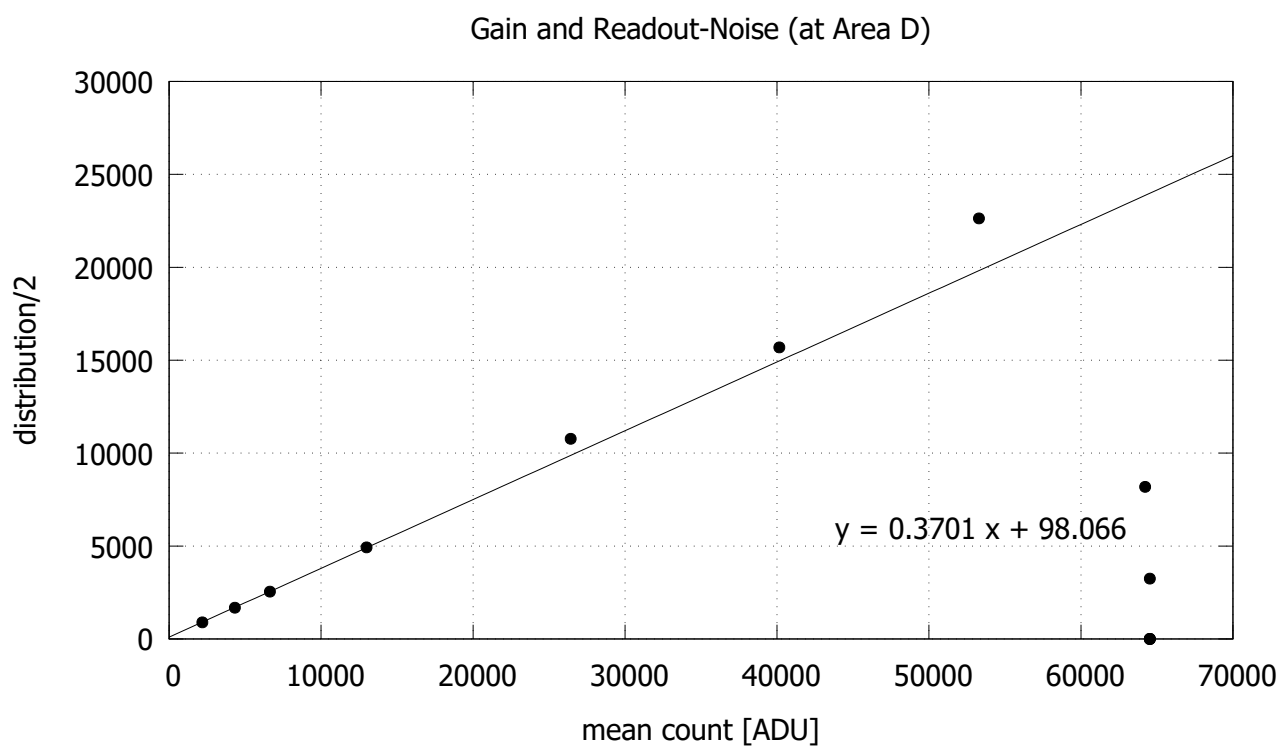


Fig. 12 ゲインとリードアウトノイズ (Area D)

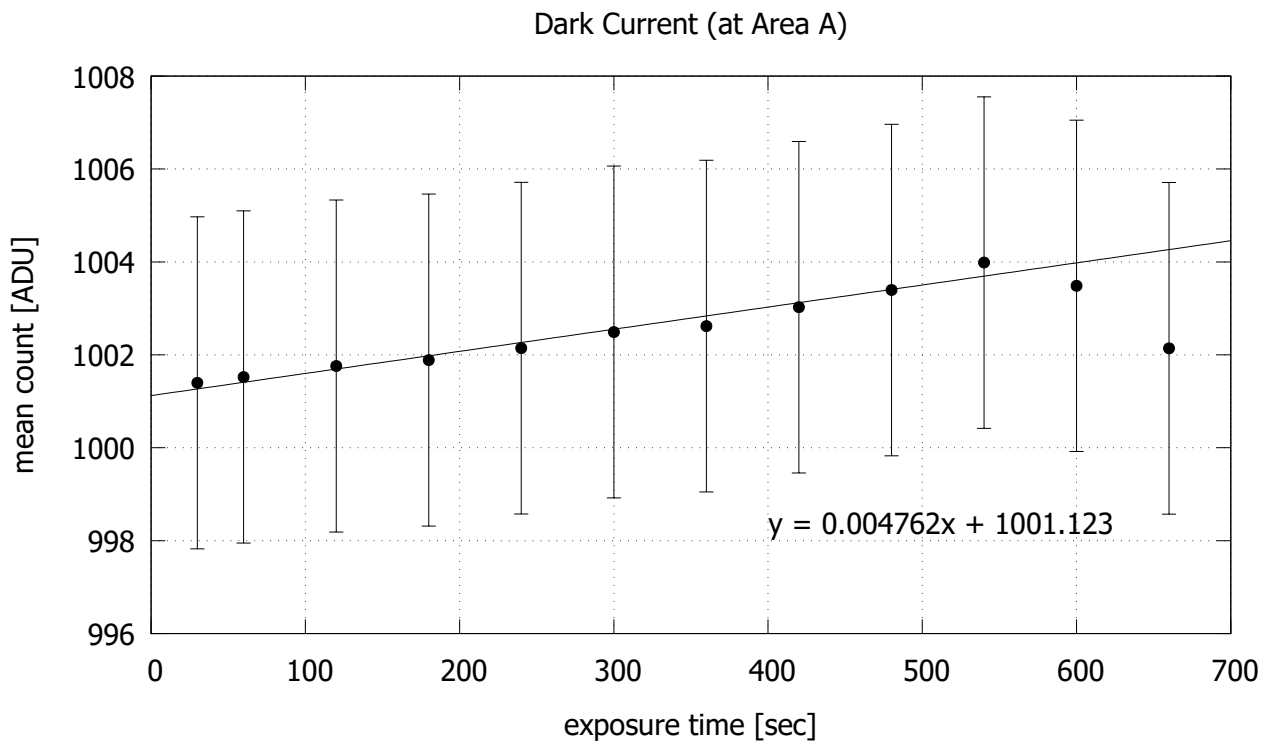


Fig. 13 ダークカレント測定 (Area A)

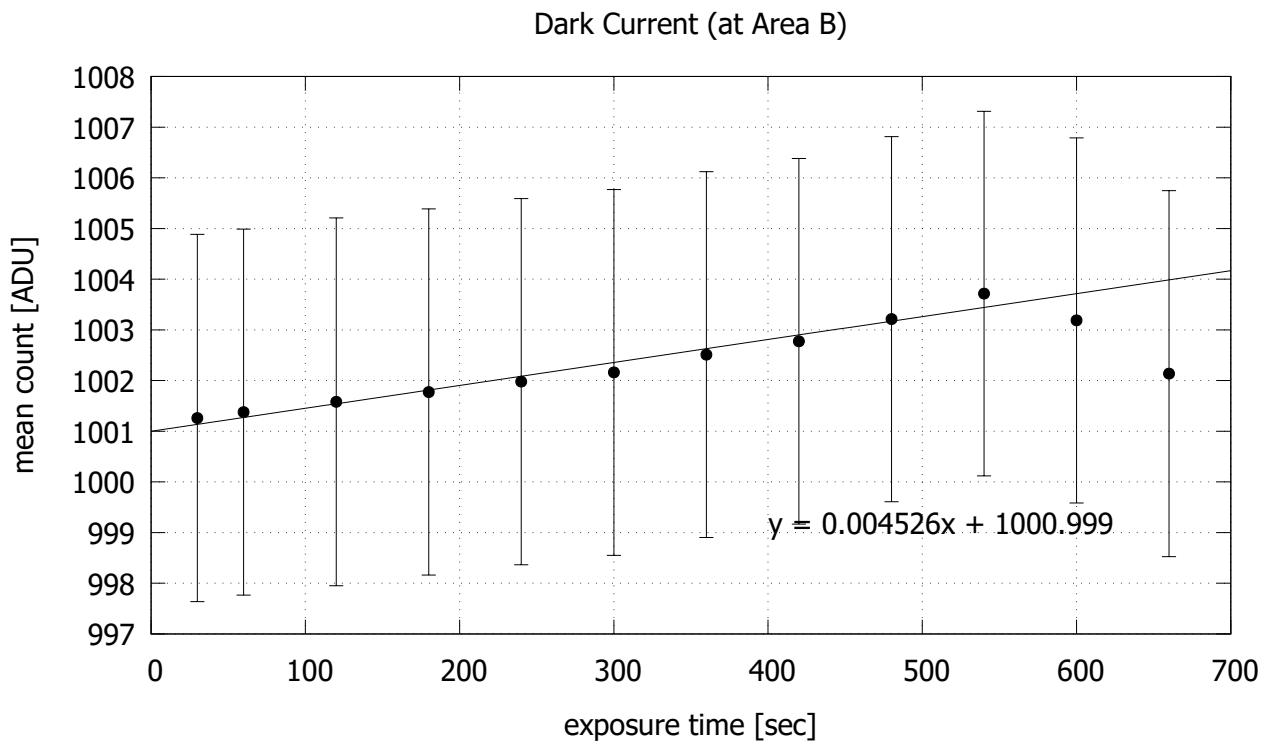


Fig. 14 ダークカレント測定 (Area B)

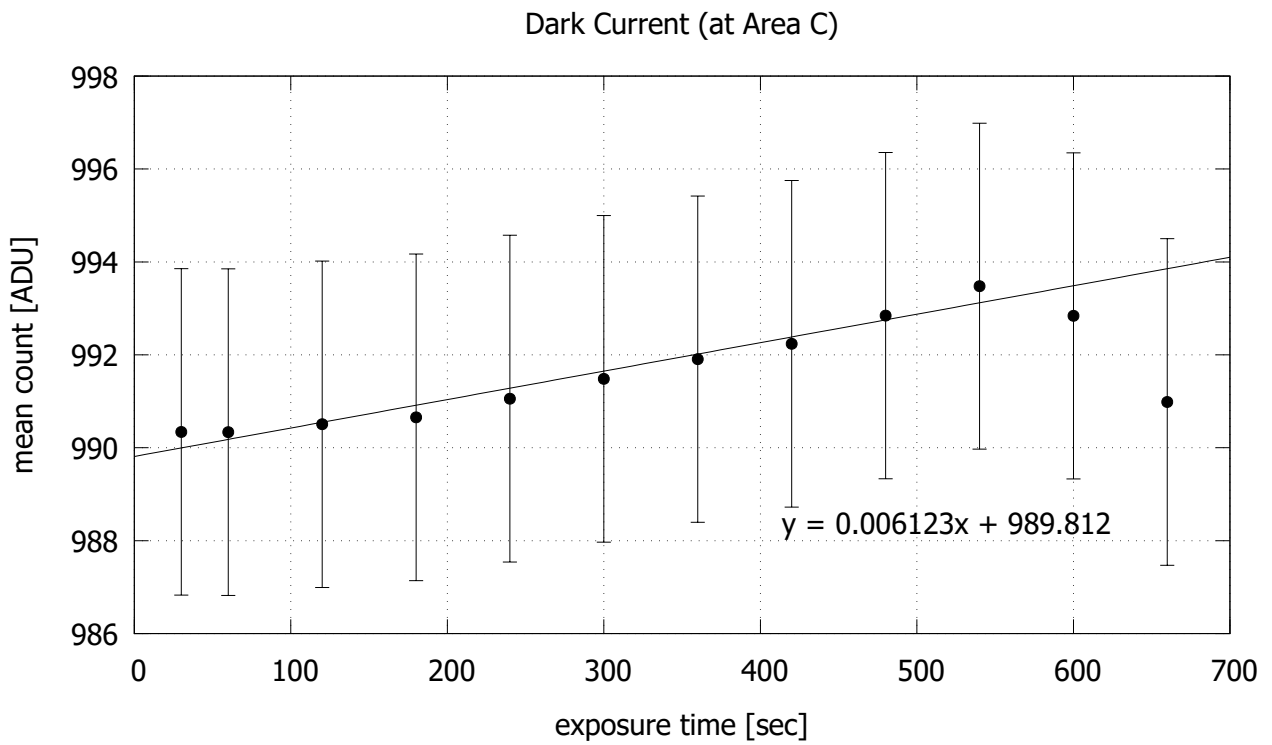


Fig. 15 ダークカレント測定 (Area C)

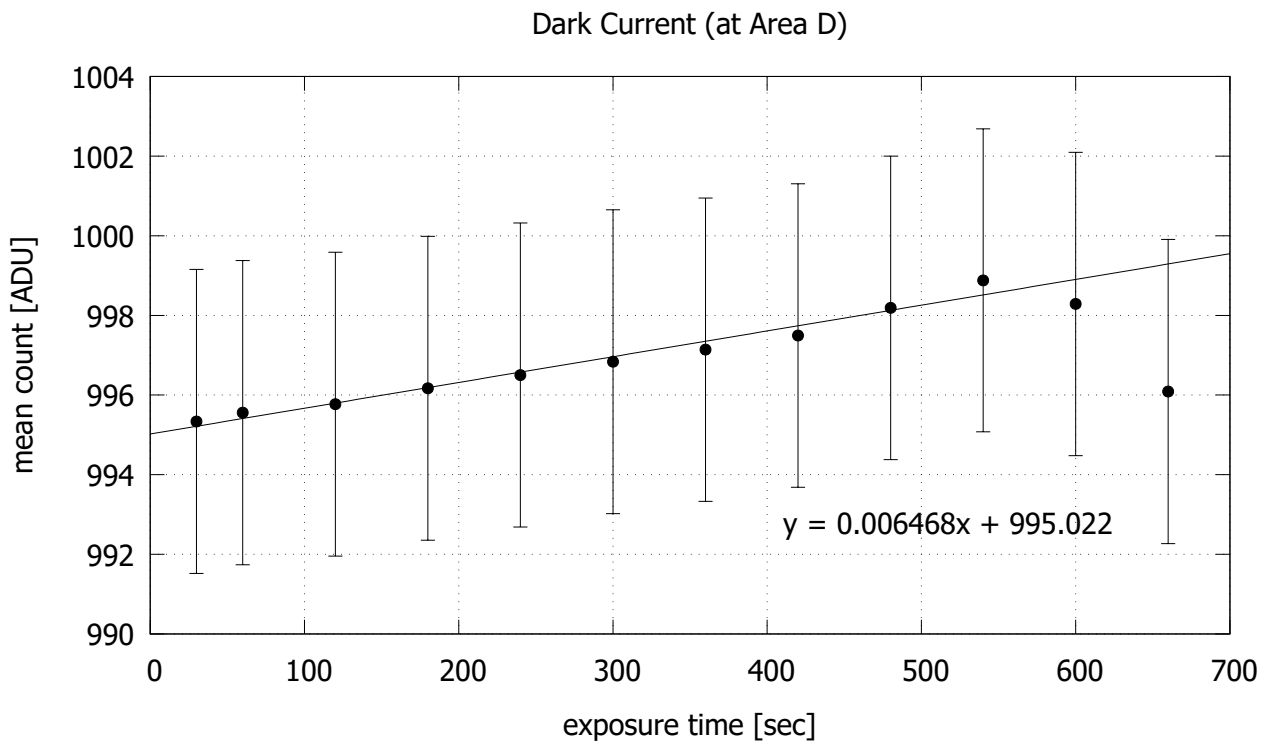


Fig. 16 ダークカレント測定 (Area D)

Tab. 2 FLI DC230-84 性能評価の結果

冷却 CCD 特性	Area A	Area B	Area C	Area D
リニアリティー [ADU]	～ 53000 ($\pm 1.2\%$)	～ 53000 ($\pm 1.2\%$)	～ 53000 ($\pm 2\%$)	～ 53000 ($\pm 2\%$)
ゲイン [e-/ADU]	2.61	2.60	2.68	2.70
リードアウトノイズ [e-]	24.39	24.66	24.55	26.76
ダークカレント [e-/sec]	0.012	0.012	0.016	0.017

ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級再評価

千田華, 松下真人, 仲千春

Re-measured limiting magnitudes of the imaging CCD camera mounted on the Hitomi telescope

CHIDA Hikaru, MATSUSHITA Masato, NAKA Chiharu

要約

2019 年に行われたひとみ望遠鏡観測機器の更改作業に伴い、撮像用冷却 CCD カメラの仕様が変更となったため、カメラに備え付けられている各フィルターの限界等級の再評価を行った。フィルター内でも特に使用頻度の高い U, V, B, R, I について、機器更新前の限界等級評価に用いた散開星団 M67 の撮像観測を実施した。その結果、300 秒積分、 $S/N=10$ としたときの撮像用 CCD カメラの限界等級は、U フィルター = 15.24 等, B フィルター = 17.29 等, V フィルター = 17.62 等, R フィルター = 18.01 等, I フィルター = 16.59 等と求められた。

1. はじめに

2019 年 1 月から 3 月のひとみ望遠鏡観測機器の更改作業に伴い、ひとみ望遠鏡のカセグレン焦点に設置されている撮像用冷却カメラの仕様を変更した。以前は 2 枚のチップで構成されるモザイクカメラであったが、今回の仕様変更の際に 1 枚のチップでピクセルサイズは $15 \times 15 \mu\text{m}$ 、視野の大きさは $32.6' \times 32.6'$ を満たす仕様となった。ひとみ望遠鏡と冷却 CCD カメラの仕様は Tab. 1 と Tab. 2 に示す。

この撮像用冷却 CCD カメラには、U, B, V, R, I, C_2 , C_{2C} , C_3 , CO_+ , H_2O , H_2O_C の 11 種類のフィルターが備え付けられている。今回は、そのフィルターの中でも使用頻度が高い U, B, V, R, I について、機器更新前の限界等級評価（溝口ら, 2014）に用いた天体である散開星団 M67 の撮像観測を行った。観測天体については Tab. 3 に示す。

2. 観測

2021 年 2 月 19 日に散開星団 M67 を各フィルター露出時間 60 秒で 5 枚ずつ撮像した。大気の影響が少なくなるよう、高度 45 度以上で撮影を行った。

また、今回使用した冷却 CCD カメラは 4 チャンネルで読みだしている。チャンネルによる差を見るために、星団中心を赤経方向と赤緯方向にそれぞれ 300 秒角オフセットさせた撮像も行った。オフセットとは、望遠鏡の鏡筒を動かして視野角をずらす操作である。観測情報については Tab. 4 に示す。星団中心をずらした観測はオフセット有と記している。

3. 処理・解析

3.1 測光対象

冷却 CCD カメラに写っている M67 の星の中から、溝口ら（2014）で測光している星を選び、U フィルターは 13 個, B フィルターは 46 個, V, R, I フィルターは 48 個を測光した（Fig. 1）。U フィルターについては撮像した 5 枚のうち 3 枚しか有効なデータが得られなかったため、オフセットさせたデータを使用することとした。

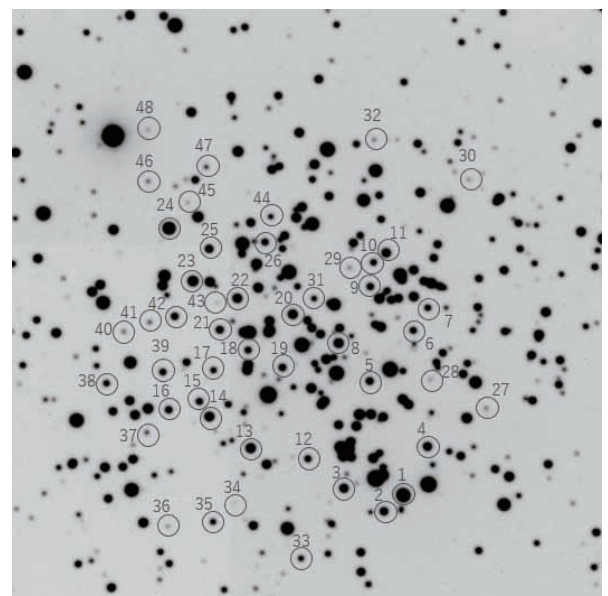


Fig. 1 測光に使用した天体

3.2 画像処理・測光

天体画像処理ソフト IRAF を用い、ダーク処理、フラット処理をした後に、各フィルターについて5枚ずつ中間値を使って合成した。フラット処理の際にはより一様な画像で処理を行うために、ひとみ望遠鏡ドーム内にあるフラット板で撮影したドームフラットではなく、別日に一様な雲を使って撮影したスカイフラットを使用した。フラットの取得情報については Tab. 4 に示す。

測光は、IRAF のコマンド imexamin を使って星の重心位置を決定し、phot コマンドで開口測光 (Aperture photometry) を実行した。一般に星の Aperture 範囲は半値幅 (FWHM) の2から3倍がもっとも精度が良いとされているが、今回は星同士が混みあった領域であることと、シーイングサイズ (中間値) が7.2秒と非常に大きかったことから、測定誤差を小さく抑えるために Aperture サイズを小さめの FWHM の2倍と、Sky 領域は Aperture +2 ピクセルとした。測光の際 FWHM はフィルター毎に中間値を使用した (Tab. 5)。

今回大気補正は行っていない。

3.3 解析

フィルターごとに測光した機械等級からカタログによる既知の等級を使って相対等級を求めた。V フィルターの既知等級には Chevalier & Ilovaisky (1991), Gliliand et al. (1991) を、その他のフィルターについては SIMBAD の値を使用した (Tab. 5)。等級の算出には、2つの天体の等級と明るさを関連付けるポグソンの式

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log_{10} (F_1/F_2) \quad (1)$$

に、 m_1 には既知の等級、 F_1 はその星の測光から得られた Flux、 m_2 が求める等級、 F_2 はその星の測光から得られた Flux の値を入れて算出した。また、測光した MERR の値を使って $\log (S/N)$ を求め、等級とのグラフを作成し、 S/N 比が10となる $\log (S/N) = 1$ の時の等級を限界等級として算出した。グラフ作成の際、FWHM が測光時に指定した値から大きく外れるものは除外した。測光結果及び算出した等級の数値は、仙台市天文台 web ページ「観測・研究活動」内にある「観測計画・報告」 (<http://www.sendai-astro.jp/observation/blog/cat52/>) に掲載する。

4. 結果

各フィルターの相対等級と $\log (S/N)$ の関係を示したグラフを Fig. 2 から Fig. 10 に、算出した限界等級は Tab. 6 に示す。参考のため、機器更新前の限界等級値 (溝口ら, 2014, 溝口ら, 2016) も記載している。

Tab. 6 より各フィルターの限界等級は、U フィルター = 15.24 等, B フィルター = 17.29 等, V フィルター = 17.62 等, R フィルター = 18.01 等, I フィルター = 16.59 等となった。

また、オフセットの有無による等級差は V フィルターと R フィルターでは約 0.6 等, B フィルターと I フィルターでは約 0.3 等であることが分かった。

5. 考察

5.1 読み出しチャンネルによる等級差

Tab. 5 の FWHM の中間値を見ると、各フィルターでオフセット有の値の方が広いことがわかる。このため、オフセットをしたことにより、端の方にある星は収差により伸びて映っている可能性があり、測光時に天体のフラックスが拾え切れていないことが要因だと考えられる。そのため、天体の撮像観測を行う際は、天体中心が視野の真ん中に来るように撮像する方が良いと思われる。ただし、視野中央に置いた場合、読み出しのチャンネル毎のばらつきがフラット処理によって相殺できていることが必須条件である。フラット処理の際、ドームフラットとスカイフラットでどの程度差があるのかは検証する必要があると考える。

5.2 機器更新による等級差

Tab. 6 で参考のために機器更新前の限界等級値と比較を行ったが、カメラの仕様やシーイング、解析方法が異なるため、ここでは言及しないこととする。しかし、今回はシーイングサイズが非常に大きかったことからあまり良い条件ではなかったと考えられる。

6. まとめ

散開星団 M67 の観測データから、2019 年よりひとみ望遠鏡に搭載されている撮像用 CCD カメラの限界等級を算出した。300秒積分、 $S/N=10$ としたとき、U フィルター = 15.24 等, B フィルター = 17.29 等, V フィルター = 17.62 等, R フィルター = 18.01 等, I フィルター = 16.59 等と求められた。

7. 今後の展望

U フィルターについて、オフセットさせていないデータを再取得し、限界等級を測定したい。

今回シーイングサイズが非常に大きい条件下での撮像であったため、シーイングサイズにより等級がどの程度変化するか検証したい。

ひとみ望遠鏡ドーム内にあるフラット板で撮影したドームフラットを使用した場合と一様な雲で撮影したスカイフラットを使用した場合でのフラット処理による観測結果への影響について、定量的な評価を行いたい。

<参考文献>

- Chevalier, C & Ilovaisky, S.A (1991) Cousins BVRI CCD photometry of stars in the M67 “dipper asterism”, A & AS, 90, 225
- Gilliland, R.L., Brown, T.M. & Duncan, D.K. (1991) TIME-RESOLVED CCD PHOTOMETRY OF AN ENSEMBLE OF STARS IN THE CLUSTER M67, AJ, 101, 541
- Montgomery, K.A., Marschall, L.A. & Janes, K.A. (1993) CCD PHOTOMETRY OF THE OLD OPEN CLUSTER M67, AJ, 106, 181
- 溝口小扶里・松下真人・長谷川哲郎・土佐誠 (2015) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級 仙台市天文台研究・実践紀要 第 1 号 仙台市天文台, 21-26.
- 溝口小扶里・山中雅之 (2017) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級の再測定 仙台市天文台研究・実践紀要 第 3 号 仙台市天文台, 2-11.
- 山中雅之 (2011) IRAF/DAOPHOT を用いた PSF 測光 簡易マニュアル ver. 0.3b
http://home.hiroshima-u.ac.jp/myamanaka/data/daophot_manual.pdf

Tab. 1 ひとみ望遠鏡の仕様

主鏡	有効口径 /1300mm, 主焦点 /F2.3
光学形式	クラシカルカセグレン光学系
焦点	カセグレン焦点 (F4.85)
観測装置	可視域撮像冷却 CCD カメラ (カセグレン焦点)

Tab. 2 撮像用冷却 CCD カメラの仕様

CCD チップ	E2V CCD230-84
ピクセル数	4096 (H) × 4096 (V)
ピクセルサイズ	15 × 15 μ m
センサーサイズ	61.4 × 61.4 mm
視野角	32.6' × 32.6'
冷却方法	ペルチェ電子冷却

Tab. 3 観測天体 (M67)

天体名	M67
星座	かに座
赤経	08h51m18s
赤緯	+11°48.0'
等級 (星団全体)	7.6
視直径	25'

Tab. 4 観測情報

天体名	フィルター	観測日	観測開始時間	天体高度 (°)	露出時間 (秒)	フレーム数
M67	V	2021 年 2 月 19 日	23 時 02 分	63	60	5
	B		23 時 08 分	62		
	R		23 時 18 分	61		
	I		23 時 24 分	60		
	U		23 時 31 分	59		
	V (オフセット有)		23 時 57 分	57		
	B (オフセット有)		24 時 04 分	56		
	R (オフセット有)		24 時 10 分	55		
	I (オフセット有)		24 時 16 分	54		
	U (オフセット有)		24 時 22 分	53		
スカイフラット	V	2021 年 1 月 23 日	19 時 58 分	—	60	10
	B		20 時 10 分	—		
	R		20 時 22 分	—		
	I		20 時 35 分	—		
	U	2021 年 1 月 24 日	17 時 35 分	—	300	10

Tab. 5 等級の文献値と測光の際の FWHM の値

			フィルター名				
			U	B	V	R	I
文献値 (SIMBAD 等級)	天体 NO.	5	14.248	14.23	13.707	13.307	12.968
		9	14.586	14.54	13.978	13.61	13.241
FWHM の中間値 (ピクセル)	オフセット	無	—	15.45	14.36	14.3	13.46
		有	16.92	18.4	17.69	16.41	14.8

Tab. 6 限界等級値まとめ

フィルター	測光数	限界等級	前回 (2014)		再測定 (2016)	
			Chip1	Chip2	Chip1	Chip2
U (オフセット有)	13	15.24	—	—	13.4	14.1
B	46	17.29	18.07±0.03	18.48±0.04	18.5	18.4
B (オフセット有)		17.00				
V	48	17.62	18.16±0.04	17.89±0.10	17.8	17.6
V (オフセット有)		17.06				
R	48	18.01	18.85±0.07	18.85±0.09	17.9	17.9
R (オフセット有)		17.47				
I	48	16.59	17.99±0.05	18.07±0.04	16.6	16.9
I (オフセット有)		16.29				

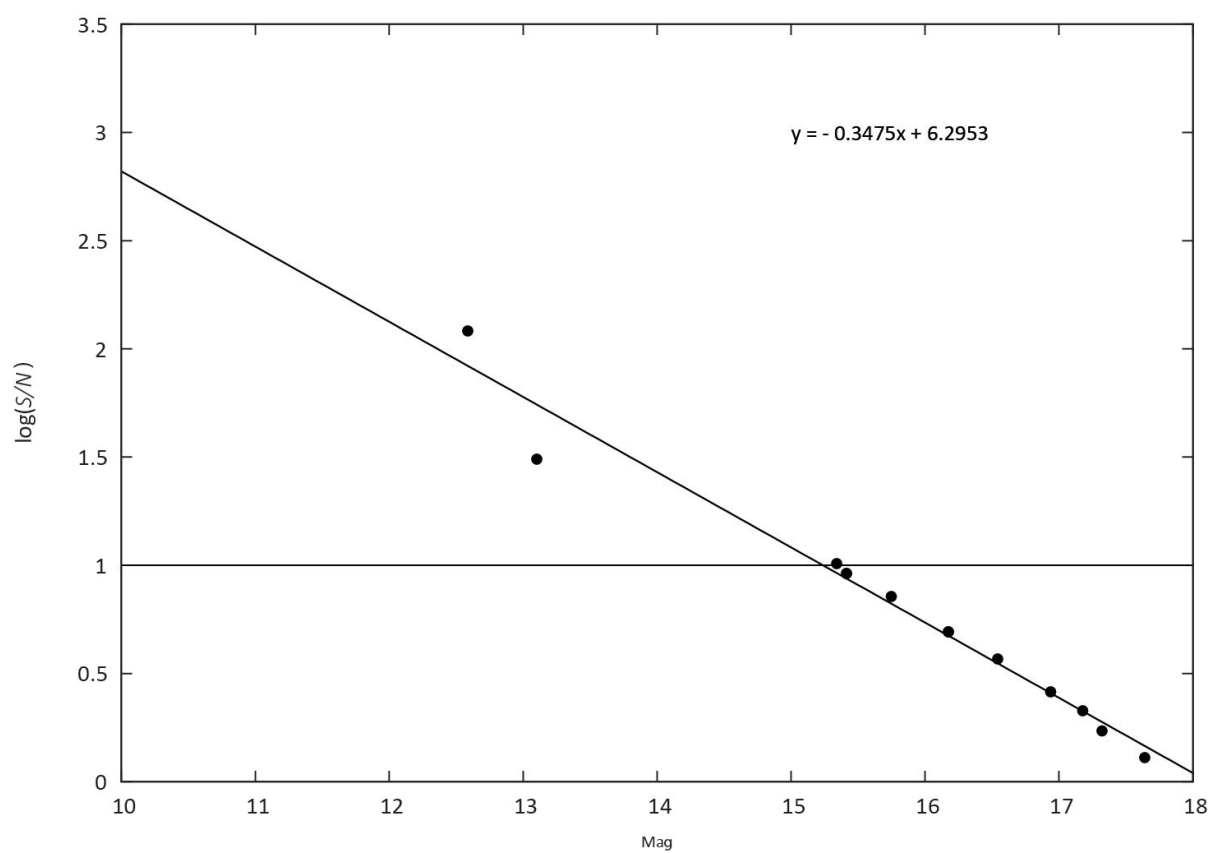


Fig. 2 U フィルター (オフセット有) における限界等級

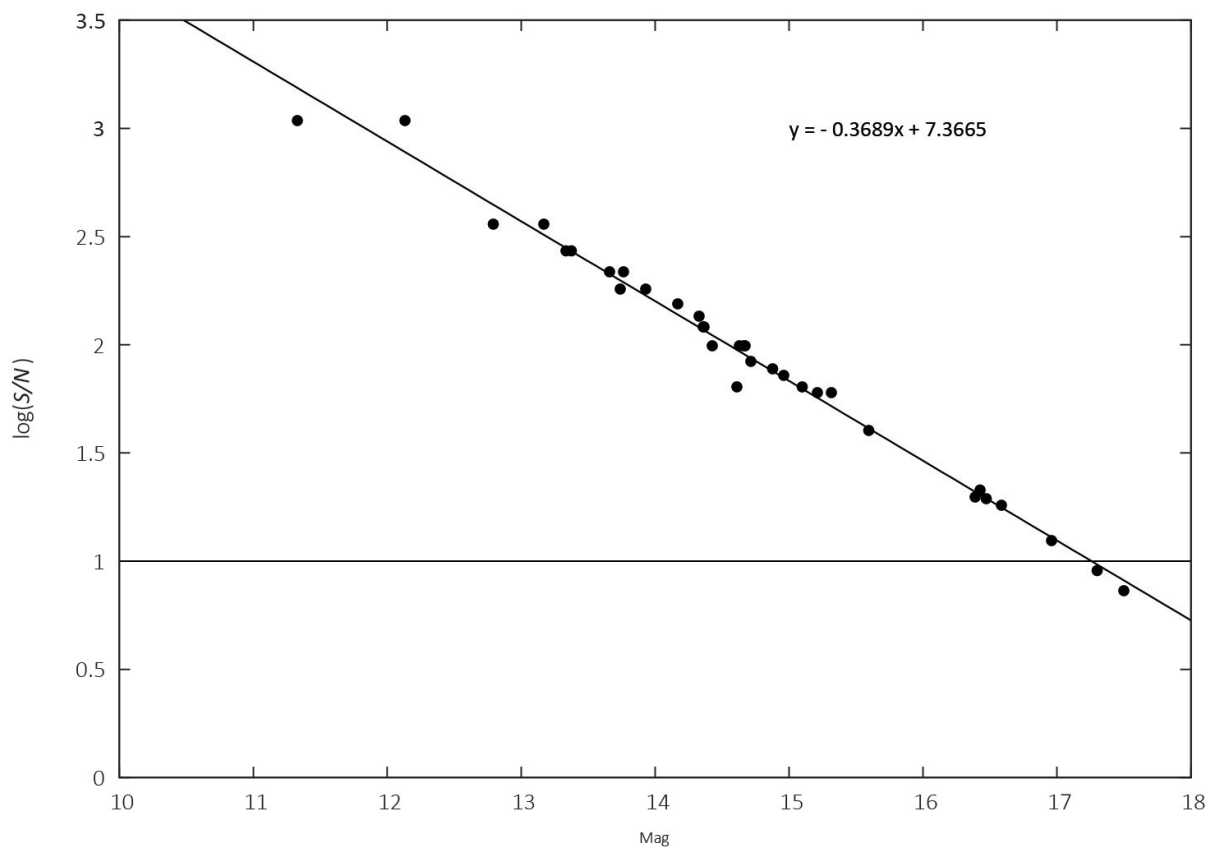


Fig. 3 B フィルターにおける限界等級

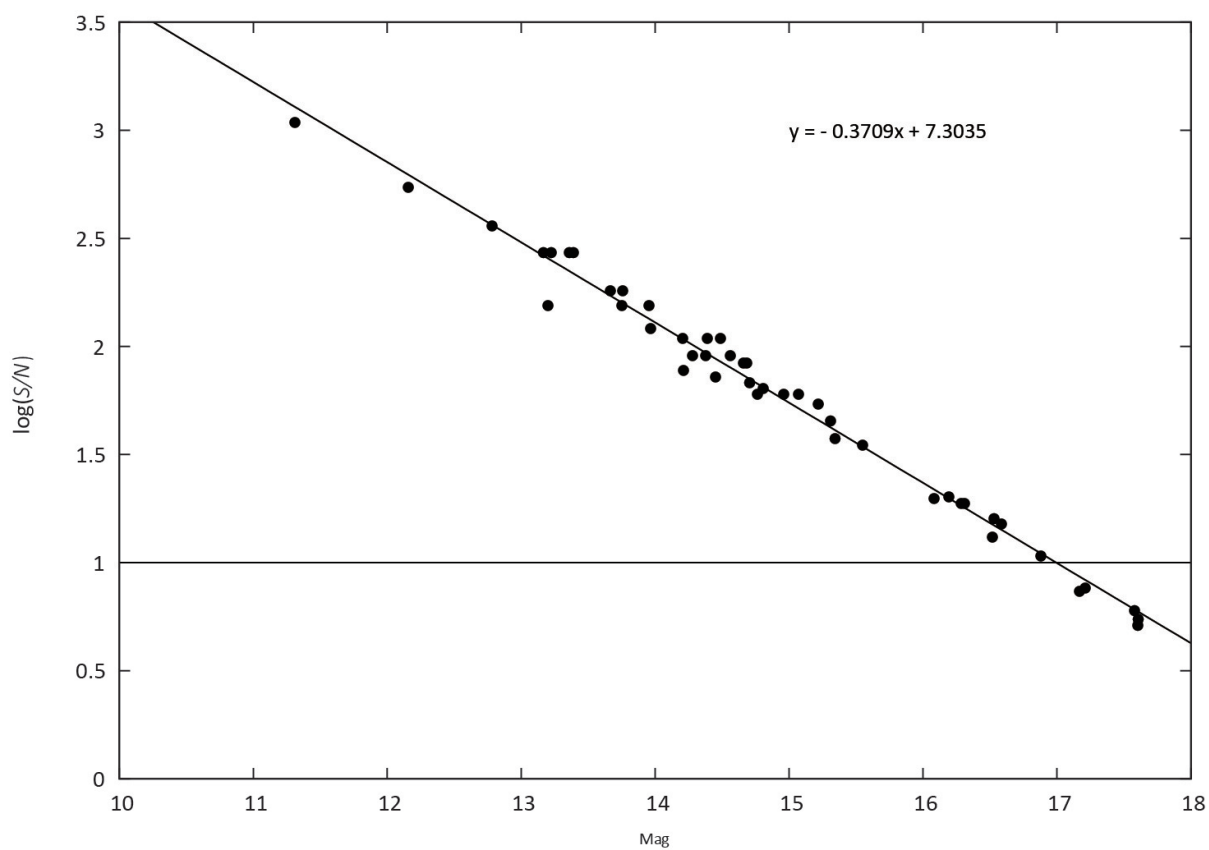


Fig. 4 B フィルター (オフセット有) における限界等級

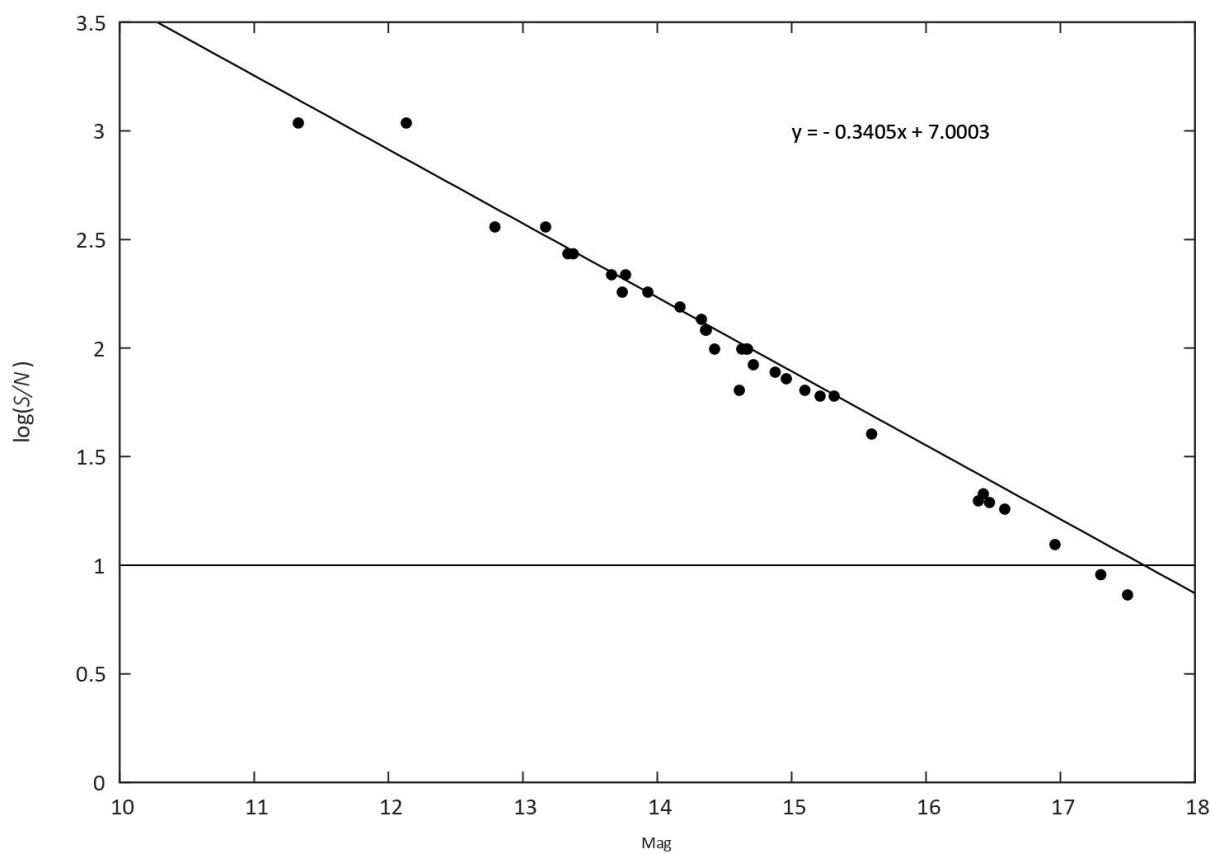


Fig. 5 V フィルターにおける限界等級

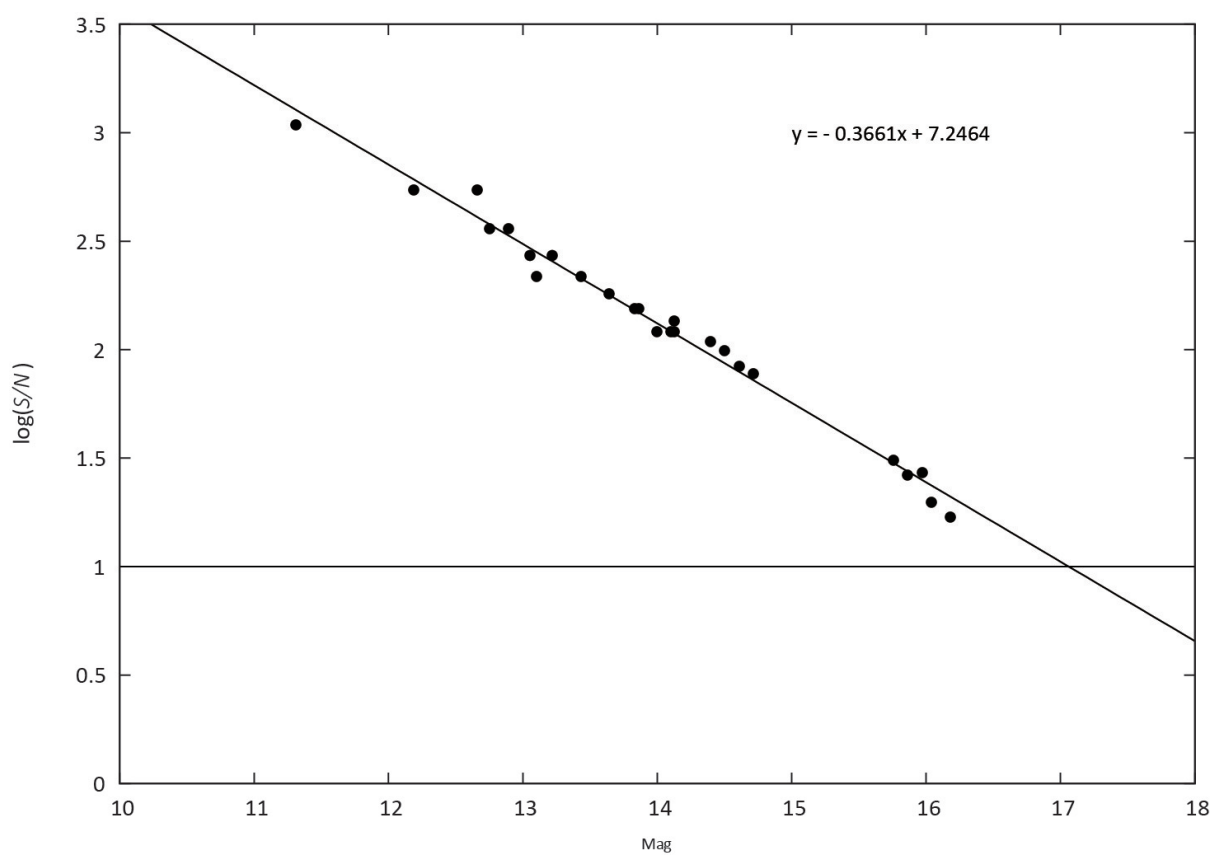


Fig. 6 V フィルター (オフセット有) における限界等級

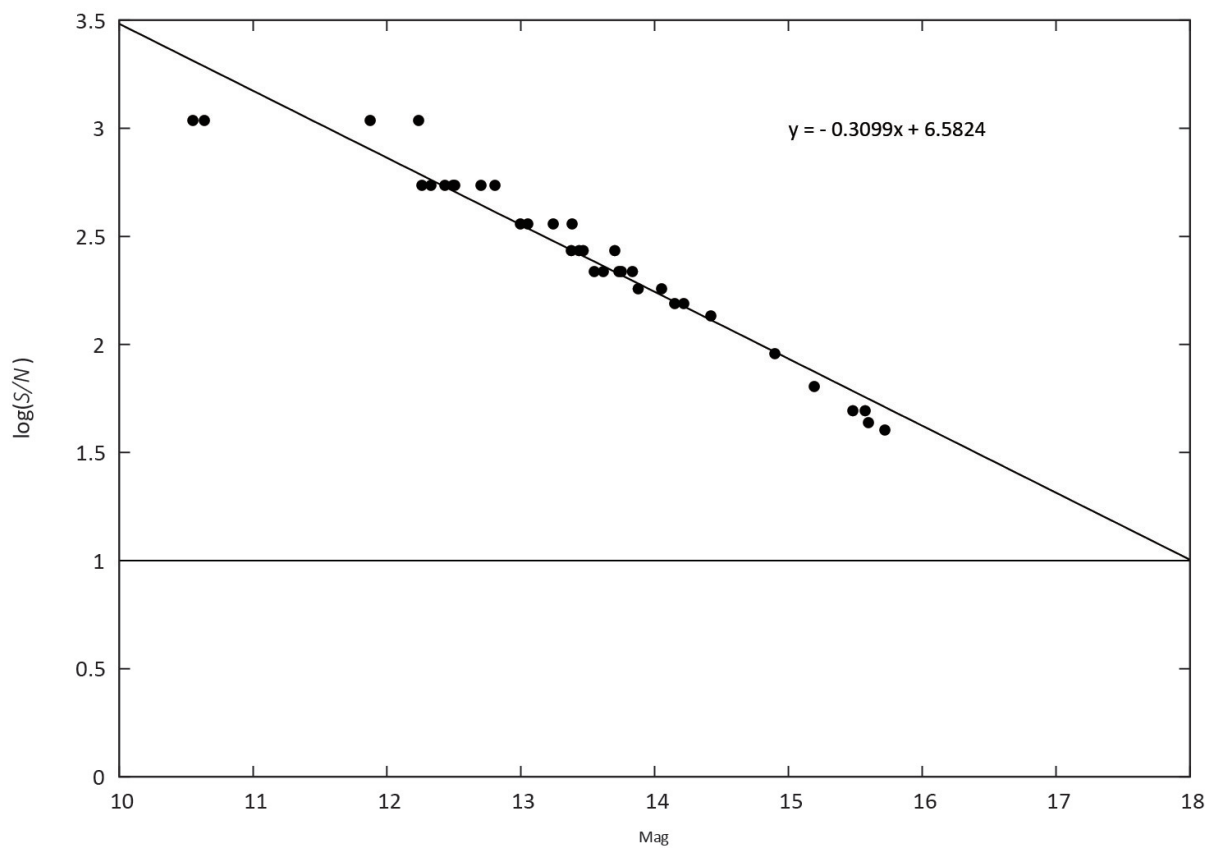


Fig. 7 R フィルターにおける限界等級

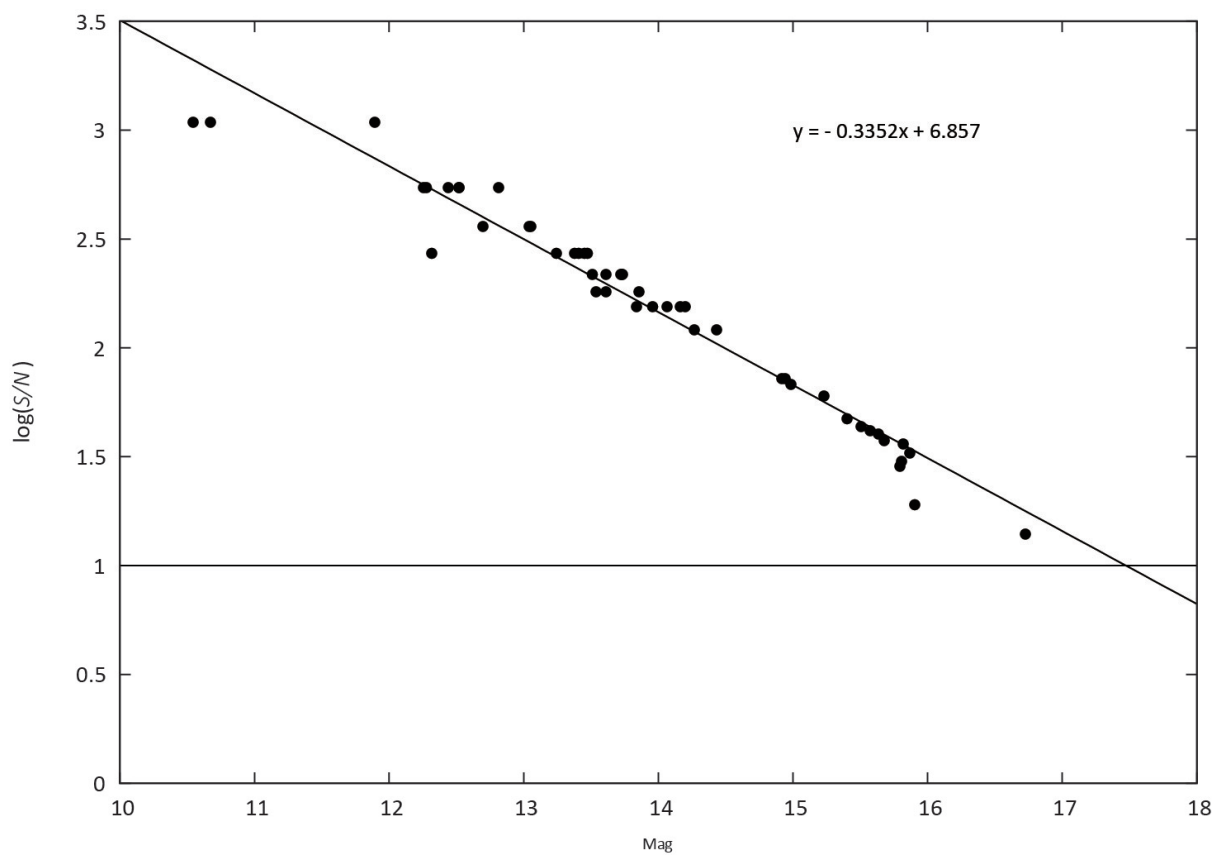


Fig. 8 R フィルター (オフセット有) における限界等級

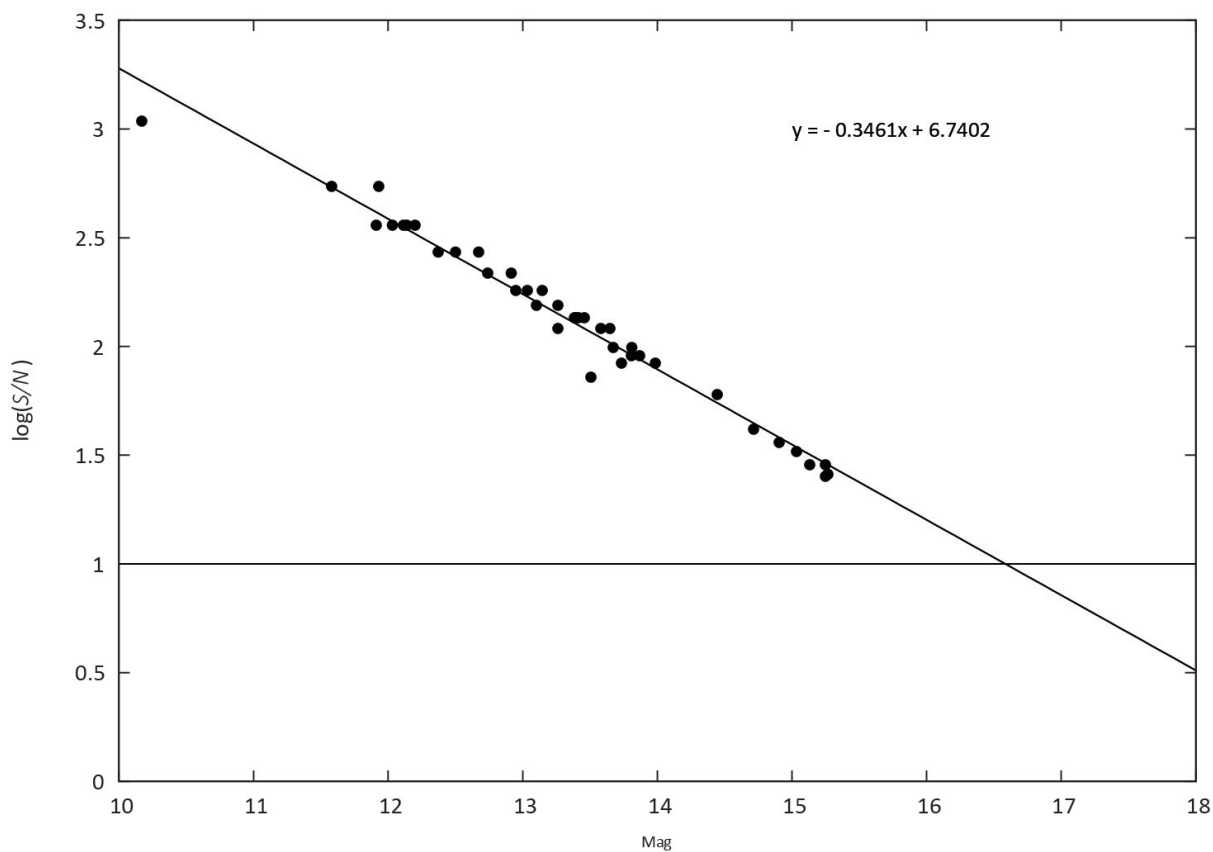


Fig. 9 Iフィルターにおける限界等級

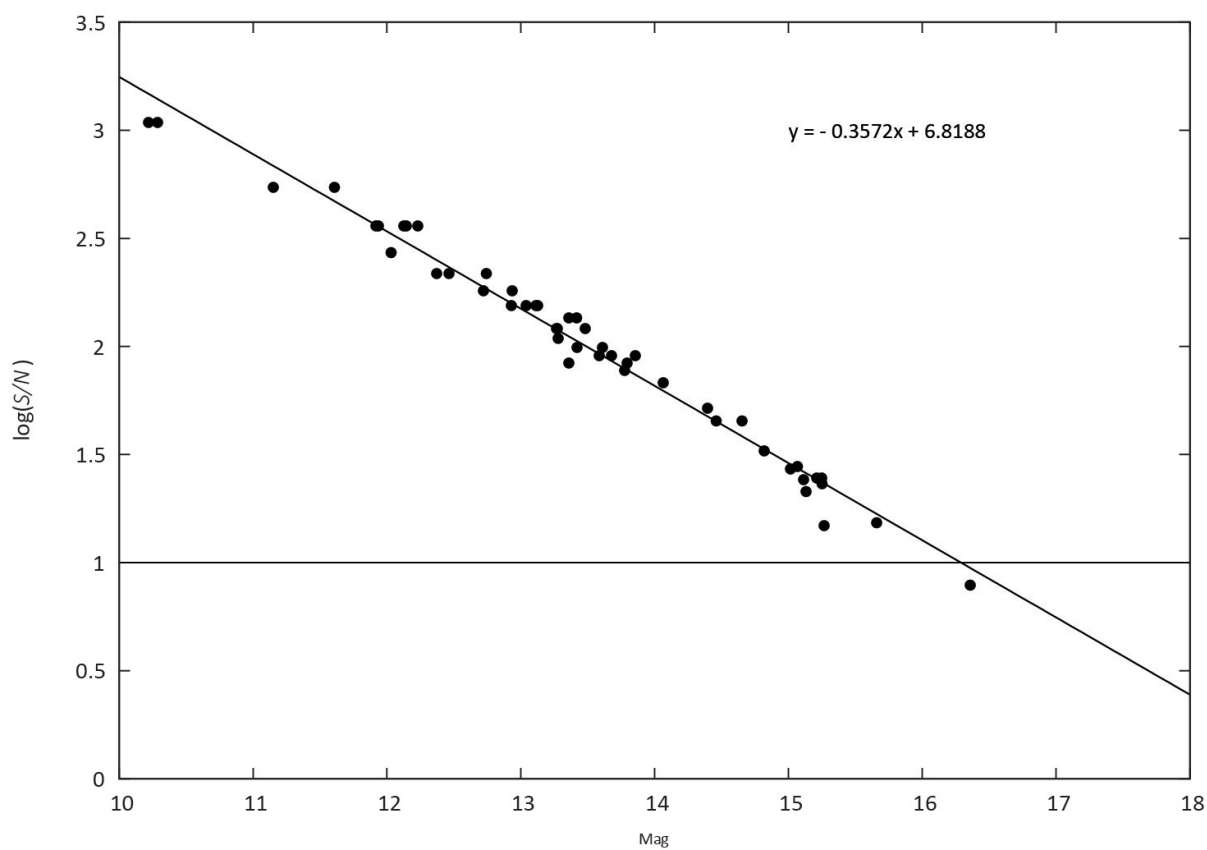


Fig. 10 Iフィルター (オフセット有) における限界等級

黒点スケッチから再現する太陽周期活動

國友有与志

Reproduction of Solar Cyclic Activity based on Sunspot Sketches

KUNITOMO Ariyoshi

要約

2008 年から続けている黒点スケッチの記録から、サイクル 24 における太陽周期活動の再現を試みた。その結果、黒点数の増減や、出現緯度の変化などの傾向を再現することができた。

Abstract

I tried to reproduce the solar cyclic activity during cycle 24 based on the record of sunspot sketches since 2008. As a results, I was able to reproduce the trends of increase and decrease in the number of sunspot, and the change of emergence latitude.

1. はじめに

太陽黒点の系統的な観測はガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei) の時代にまで遡り、現在に至るまで約 400 年間にもわたる長期的な記録が残されている。また、19 世紀には、黒点数が約 11 年の周期で増減を繰り返していることが分かった。黒点数の多い時期を活動極大期、少ない時期を活動極小期と呼び、極小期から次の極小期までの期間を 1 つの周期(サイクル)としている。2021 年現在はサイクル 25 と呼ばれる活動期間にある。

仙台市天文台 (以下、当台) は、2008 年にリニューアルオープンして以来、展示室にて太陽の黒点スケッチを行っている。今回、過去の黒点スケッチの記録から、前サイクルであるサイクル 24 の期間 (2008 年 12 月 - 2019 年 12 月) における、太陽黒点の典型的な周期活動である黒点数の増減と出現緯度の変化の再現を試みた。本稿では、その結果について報告する。

2. 太陽の周期活動

前述したように、太陽には約 11 年周期の様々な変動が存在している。ただし、その原因については未だに解明されていない。今回は、それらの中でも「黒点数の増減」と「出現緯度の変化」に注目した。以下、この 2 つの変動について簡単に紹介する。

2.1 黒点数の増減

Fig. 1 からわかるように、太陽の黒点数は周期的に増減を繰り返している。黒点数は、太陽活動の指標にもなっており、活動が活発な時期は黒点が増え、静穏な時期は黒点が減ることが分かっている。この規則性はシュワーベ (S. H. Schwabe) の法則とも呼ばれている。

その変動周期は約 11 年でほぼ規則的であるが、黒点数は、それぞれのサイクル間で変動が見られる。17 世紀中期 (1645 - 1715 年頃) には、約 70 年間黒点がほとんど出現しない時期が存在し、この期間は「マウンダー極小期」と呼ばれている。

2.2 出現緯度の変化

黒点は、サイクルの初期は高緯度帯 (実際はほぼ中緯度帯) に出現する。そして、その後は出現緯度が低緯度帯 (赤道) に向かって近づいていき、また新しいサイクルが始まると再び高緯度帯に出現するという特徴があり、キャリントン (R. C. Carrington) - シュペラー (G. Spörer) の法則と呼ばれている。また、この変化を描いたグラフ (Fig. 2) は、その形状が蝶のように見えることから、蝶形図もしくはバタフライダイアグラムとも呼ばれている。

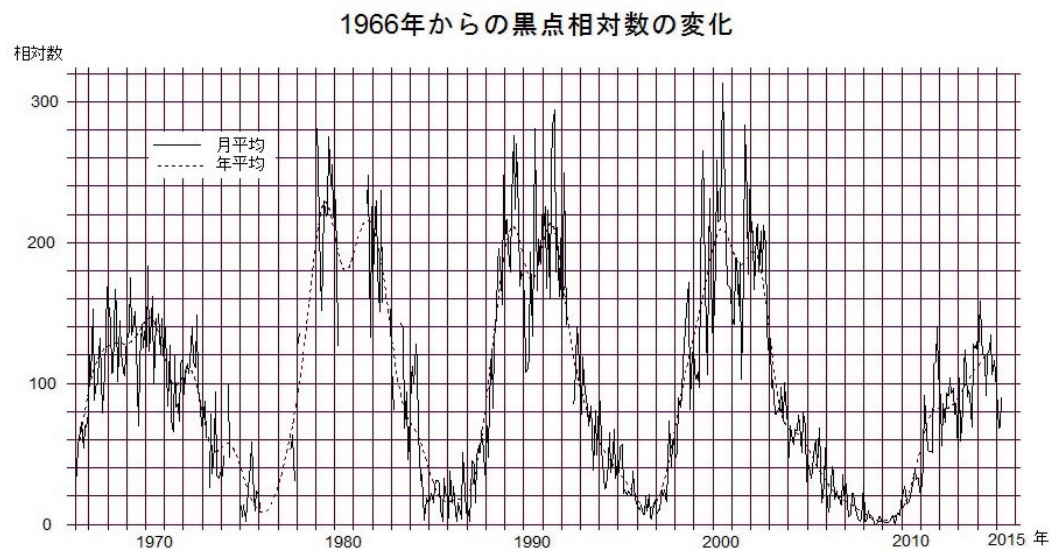


Fig. 1 太陽黒点数の変化（仙台市天文台）

1966 年－ 2008 年までは旧仙台市天文台での観測データ（口径 10cm / 15cm 屈折望遠鏡 + 太陽投影板）を，2008 年からは渡辺章氏提供の観測データを使用。

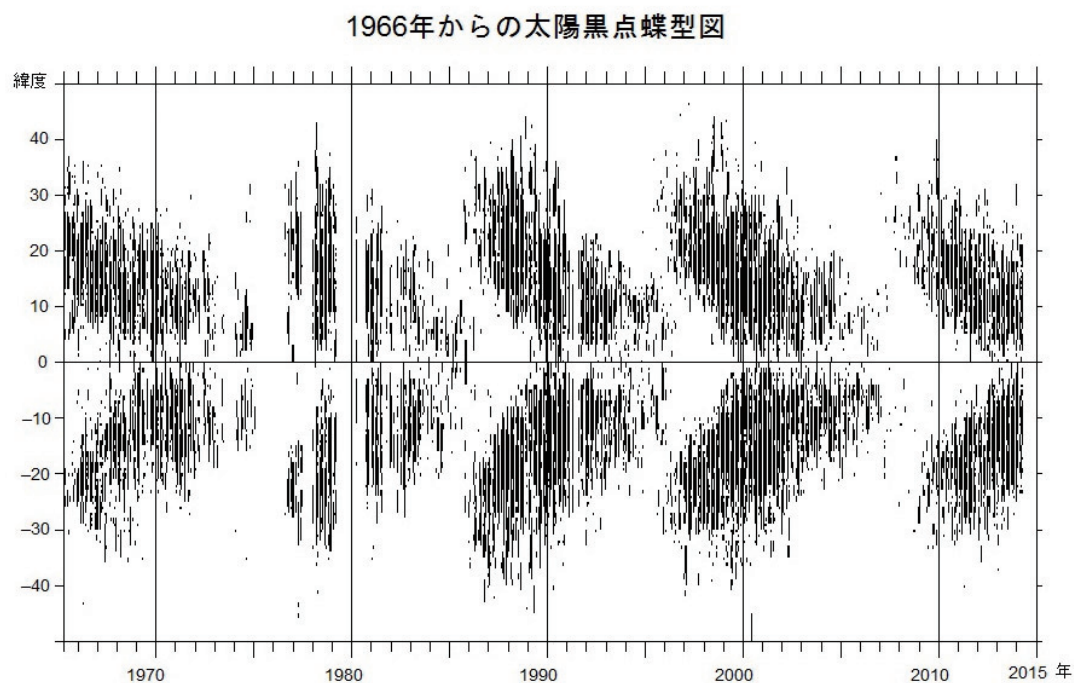


Fig. 2 太陽黒点の出現緯度の変化（蝶形図）（仙台市天文台）

使用データは Fig. 1 と同じ。

2.3 展示室での黒点スケッチ

当台の展示室では、晴天時には太陽望遠鏡（口径15cm 屈折望遠鏡）で撮影した太陽のリアルタイム映像を配信しており（Fig. 3）、黒点が見えていれば、専用の用紙を用いてスタッフや来館者がスケッチをすることができる（Fig. 4）。



Fig. 3 黒点スケッチをする装置

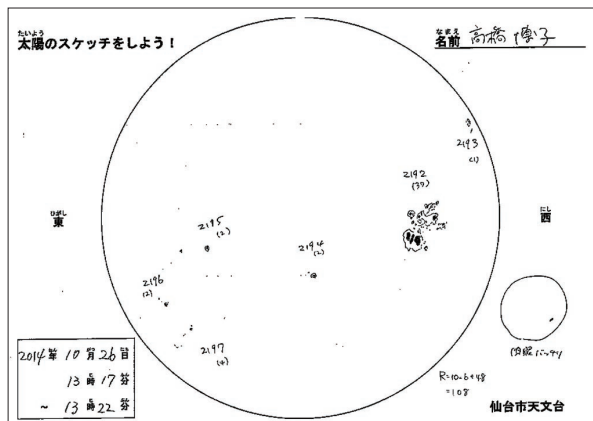


Fig. 4 黒点スケッチの例

サイクル24における最大の黒点 NOAA 12192(2014年10月26日)

今回は、本装置を用いてスケッチした黒点の記録を基に（一部、望遠鏡と太陽投影板を使用したものも含まれる）、サイクル24における太陽周期活動の再現を試みた。

3. 結果

3.1 黒点数の増減

Fig. 5は、黒点スケッチの記録から再現した、黒点数の変化の様子である。横軸は時間（単位：年）、縦軸は月平均の黒点相対数を示している。

ここで、黒点相対数とは、チューリッヒ天文台のウォルフ（R. Wolf）が考案した太陽の黒点活動を表す指標であり、次式で表される。

$$R = k(10g + f) \quad (1)$$

R は黒点相対数、 k は観測者や観測装置などの観測条件の違いを補正する係数、 g は黒点群の数、 f は黒点の数である。今回、補正係数 k は $k = 1$ としている。

この図から、サイクルの前半はデータ点が少ないものの、黒点数が2012年から2013年ごろをピークに、その後減少していく様子が分かる。

3.2 出現緯度の変化

Fig. 6は、黒点スケッチの記録から再現した、黒点が出現する緯度の変化の様子である。横軸は時間（単位：年）、縦軸は黒点の出現緯度を示している。

この図においても、サイクルの前半はデータ点が少ないが、サイクルの終わりにかけて黒点の出現緯度が低緯度帯（赤道）へと近づいていく様子が分かる。

4. 議論

Fig. 5, Fig. 6ともに周期的な変化の傾向は見られるが、それぞれのグラフを、国立天文台のデータと比較してみる。

まず、国立天文台が公開しているデータから作成した、黒点数の増減のグラフがFig. 7である。これとFig. 5を比較してみると、2012年や2017年ごろの局所的なピークも再現できていることが分かる。ただし、NOAA（アメリカ海洋大気局）によると、サイクル24における太陽活動の極大期は2014年4月とされている。実際、国立天文台のデータから作成したFig. 7からも、2014年頃に最も黒点数が多くなっていることから極大期を迎えていることが分かるが、黒点スケッチの記録から再現したFig. 5では、2014年時点では既に黒点数は減少傾向となっている。

この違いが発生した原因の1つとして、観測精度の差が考えられる。黒点スケッチは2.3で説明した方法で行っているが、ここでは、プロジェクターからの投映像の中に、肉眼で認識できる範囲でしかスケッチをしていない。また、うす雲の中でスケッチを行うこともあり、天候による影響もある。そのため、活動極大期には黒点が多数含まれる大きな黒点が出現することがあるが、小さな黒点はスケッチから漏れてしまった可能性がある。その結果、本来の黒点数よりも少ない結果となった可能性がある。

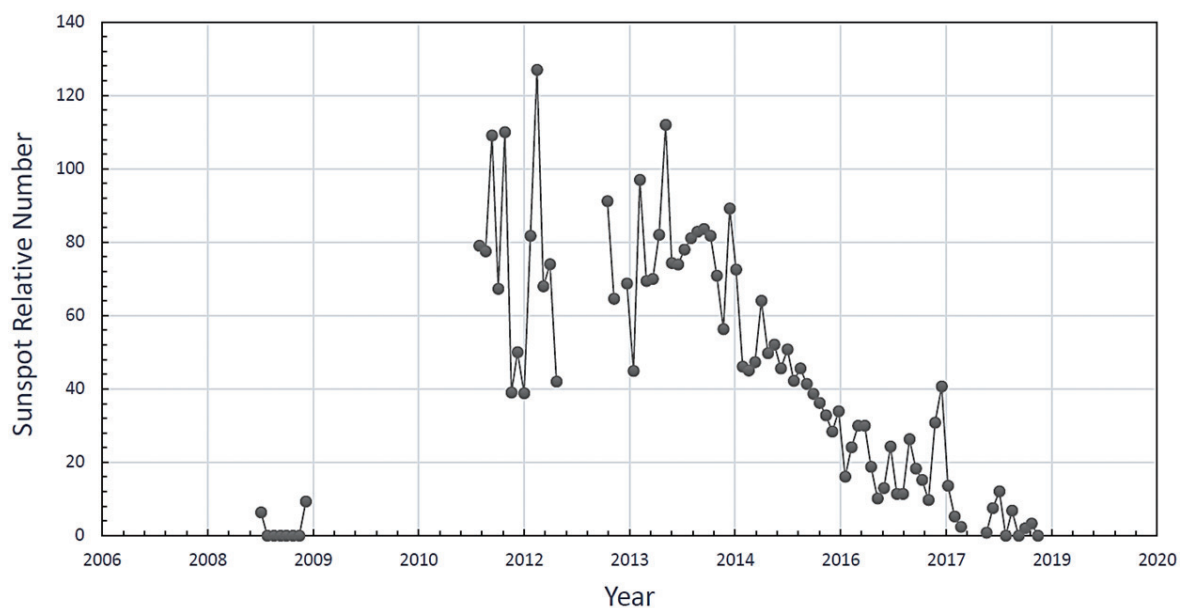


Fig. 5 黒点スケッチの記録から再現した黒点数の変化

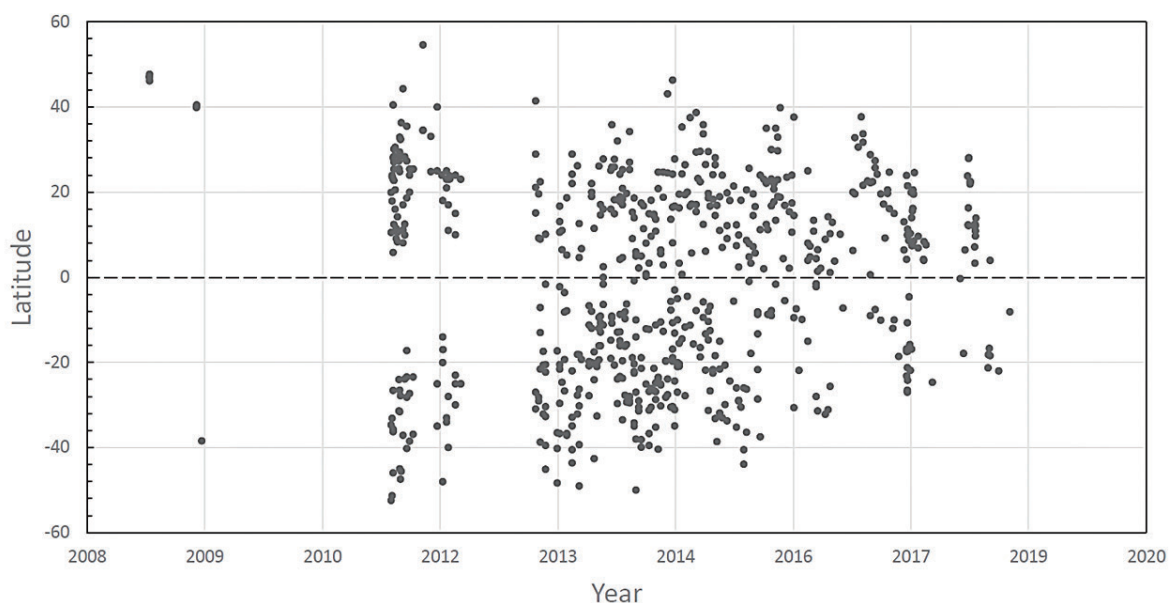


Fig. 6 黒点スケッチの記録から再現した出現緯度の変化

次に、国立天文台が公開している黒点の出現緯度の変化のグラフが Fig. 8 である（1つのサイクルではなく、1940年から現在に至るものであることに注意）。これと比較してみると、スケッチから再現した Fig. 6 の方が、低緯度帯へ向かう変化の傾きがやや緩やかに見える。この違いの原因としては、サイクル初期のデータ数が少なく、高緯度帯に出現していたであろう時期が欠けていることに加えて、黒点の緯度の決定方法による影響が考えられる。

今回、黒点の緯度は、黒点スケッチの用紙に座標系

を描いた透明なシートを重ねるという方法で各黒点の座標を読み取っている。さらに、この後、太陽の自転軸の傾きを補正する必要がある。太陽の自転軸は、地球の公転面に対して約7度傾いている。また、地球は太陽の周りを公転しているため、地球から見た自転軸の傾きは一定ではなく、年間を通して角度や傾く方向が変化する（Fig. 9）。しかし、展示室に配信される太陽像は、その補正はされていない。これを補正するため、透明シートを重ねて読み取った黒点の座標 (x, y) の値を、回転行列

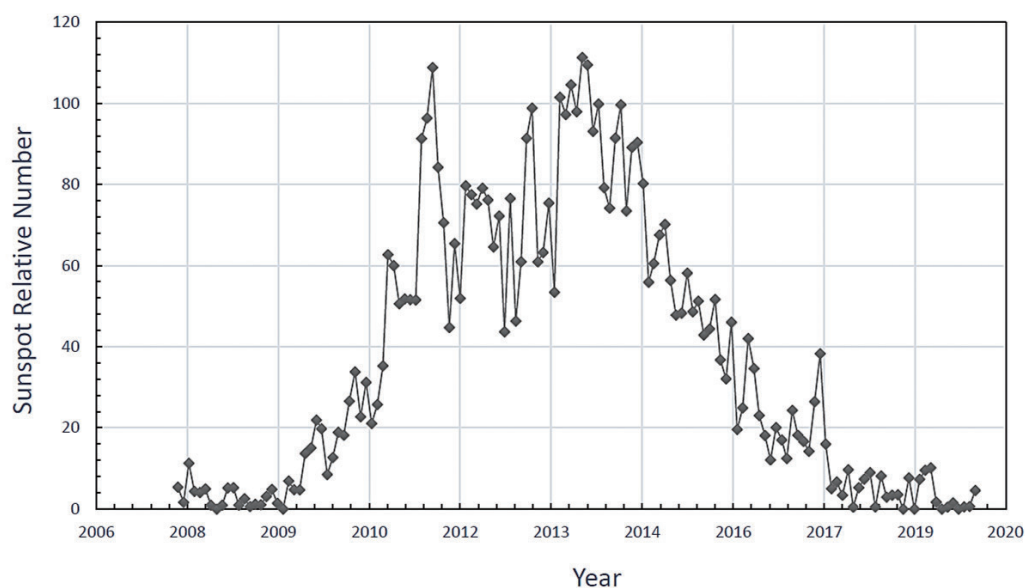


Fig. 7 国立天文台の公開データから再現した黒点数の変化

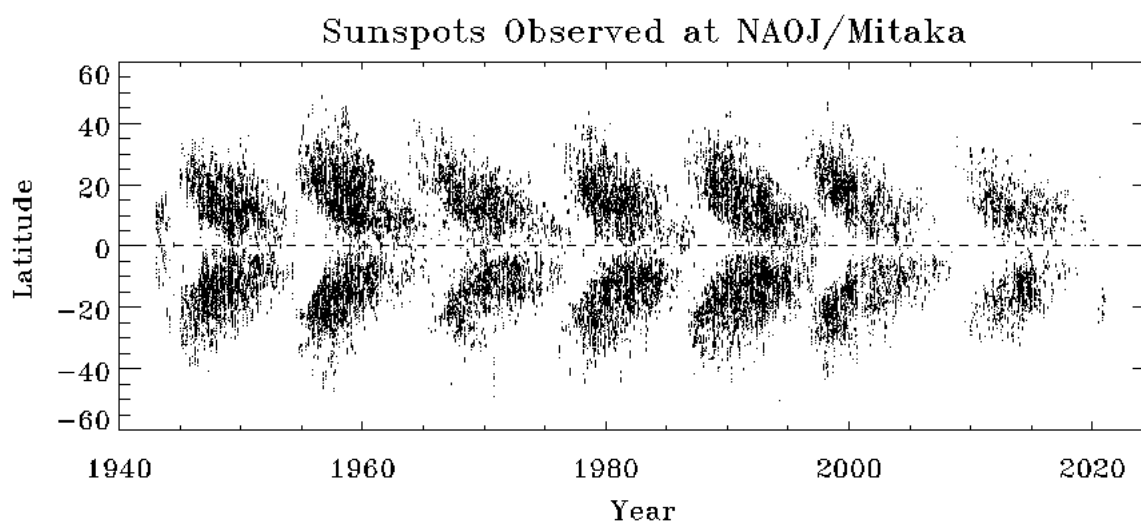


Fig. 8 黒点の出現緯度の変化 (© 国立天文台)

$$\begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \quad (2)$$

を用いて

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \cos \theta - y \sin \theta \\ x \sin \theta + y \cos \theta \end{pmatrix} \quad (3)$$

と回転変換し、 y' の値をその黒点の緯度とした。ここで、 θ は各時期の地球から見た太陽の自転軸の傾きで

ある。ただし、太陽の自転軸の傾きは日々変化するため、今回は単純化のために、角度変化の刻み幅を5度として計算した。例えば、傾きが2.5度以上7.5度未満の場合は $\theta = 5$ 、7.5度以上12.5度未満の場合は $\theta = 10$ としている。また、実際は、左右方向だけではなく、太陽の北極側が手前（地球側）を向いたり、奥（地球とは反対側）に向いたりする変化もあるため、太陽面の中心緯度も変化しているが、今回はその補正は行っていない。こういった緯度の決定方法の過程で、実際の緯度と誤差が生じた可能性がある。

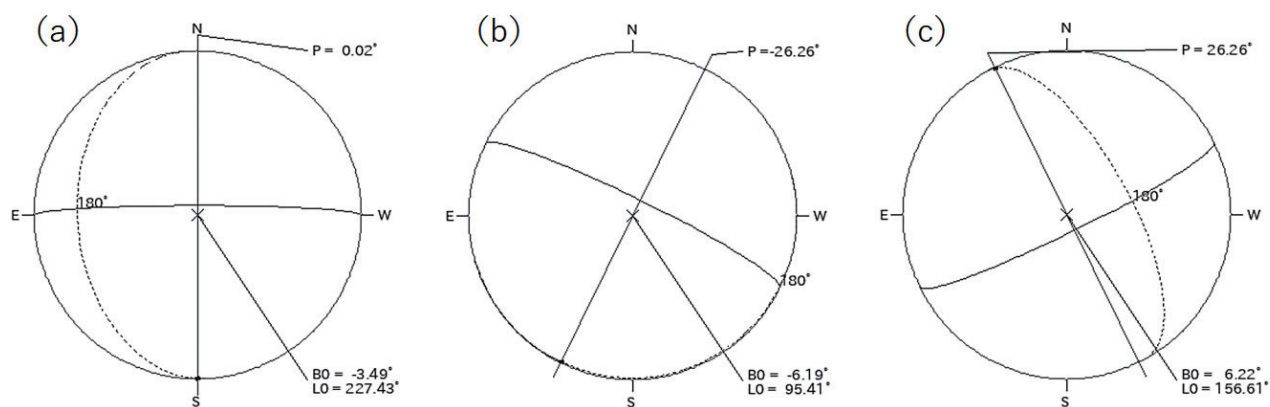


Fig. 9 地球から見た太陽の自転軸の傾きの変化

(a) は 2021 年 1 月 5 日, (b) は 2021 年 4 月 7 日, (c) は 2021 年 10 月 10 日の自転軸の様子 (© 国立天文台)

4. まとめと今後の展望

本稿では, 2008 年にリニューアルオープンして以来 10 年以上にわたり記録している黒点スケッチのデータから, サイクル 24 における太陽周期活動, 特に, 黒点数の増減と出現緯度の変化の再現が可能かどうかについて扱った。その結果, 国立天文台によるものとは多少の差異があるものの, それぞれの特徴的な変化の傾向を再現することができた。

これまで, 黒点スケッチの過去の記録は展示室で閲覧できる状態にはしていたものの, あまり活用はされていなかった。今回の調査で, 黒点スケッチから太陽周期活動をある程度再現できることが分かったため, 今後は, 黒点スケッチの記録を活用したワークショップなどを企画することで, 来館者にとってより分かりやすく, かつ太陽についてより興味をもっていただけるような活動を行っていきたい。

5. 謝辞

本稿の Fig. 1 と Fig. 2 は, 仙台市天文台第四代・第六代台長の渡辺章氏 (故人) による観測データを使用させていただきました。渡辺氏は, 2020 年に逝去される 2 年前まで, 自宅の望遠鏡で観測した太陽黒点のデータを当台へ提供してくださっていました。直接お会いすることは叶いませんでしたが, ここに, 感謝と尊敬の意を表します。

<参考文献>

- 桜井隆, 小島正宜, 小杉健郎, 柴田一成 (2009) シリーズ現代の天文学 10 太陽 株式会社 日本評論社 .
- 国立天文台 太陽観測科学プロジェクト 三鷹太陽地上観測 <https://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/solarobs.html>
- 国立天文台 暦計算室 <https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/>

木星と土星の接近における展示・プラネタリウム・望遠鏡を使った エクスペリエンスサークルの構築

浦智史, 郷古由規, 仲千春

URA Satoshi, GOKO Yuki, NAKA Chiharu

要約

仙台市天文台は、展示・プラネタリウム・望遠鏡の3つのゾーンを用いたエクスペリエンスサークルを通して、来館者により質の高い体験を提供することを想定した施設である。そこで2020年12月21日の木星と土星の接近の際に、エクスペリエンスサークルの構築を試みた。本稿ではその取り組みや今後について報告する。

1. はじめに

仙台市天文台は、展示・プラネタリウム・望遠鏡の3つの体験ゾーンにより構成され、それぞれの場における体験を通して来館者が「宇宙を身近にする」ことを施設のミッションとしている。また、3つのゾーンの相互的な体験「エクスペリエンスサークル」によってより良い学びの効果をあげることを想定し作られた施設である。

しかしながら、これまでは「プラネタリウムと望遠鏡」など2つのゾーンの体験を通じたイベント実施にとどまっており、今回の「木星と土星の接近」を契機として、展示・プラネタリウム・望遠鏡の3つ全てを体験するイベントを企画・実施し、エクスペリエンスサークルの構築とその効果の計測を試みた。

2. 目的

今回は初めに全体の目的を定め、次に各ゾーンの目的も決めることで、エクスペリエンスサークルの構築を目指した。またターゲットは天文に一般的な関心を持つ市民とした。それぞれの目的は下記のとおりである。

●全体の目的

3つのゾーンを通して「木星と土星の接近」という現象の理解を深めてもらう

●各ゾーンの目的

展示 : 木星と土星の特徴を知ってもらう

プラネタリウム : 接近の仕組みを知ってもらう

望遠鏡 : 実際に現象を確かめてもらう

3. 実施内容

3.1 展示

木星と土星の接近の仕組みと各惑星の特徴を紹介する企画展「木星と土星が大接近！」のパネル展示を行った。本展示では、木星と土星の特徴のほか、木星と土星が徐々に接近していく様子を地上から見た星野写真及び惑星軌道図を用いて準リアルタイムで展示した。実施概要は以下のとおりである。(Fig. 1)

●会期：2020年10月12日(月)ー12月28日(月)

計78日間 開館時間中

●場所：プレショーギャラリー

●料金：無料



Fig. 1 企画展の様子

3.2 プラネタリウム

12月のプラネタリウム「星空の時間」を「木星土星大接近」をテーマとして投映を行った。通常の「星空の時間」では、複数の投映者が各個人でテーマを設定し月替わりで投映を行うが、12月は投映者全員のテーマを「木星土星大接近」に統一して行った。

投映内容としては、11月から12月にかけての地上から見た木星と土星の位置の変化や接近の様子を再現し、太陽系を俯瞰した図によりその仕組みを紹介した。実施概要については下記のとおりである。

- 投映期間：2020年12月1日ー12月28日
- 投映回数：54回（平日：1日2回，土日祝・冬休み期間：1日3回投映）
- 観覧者数：2,225名

3.3 望遠鏡

木星と土星の最接近日12月21日を含めた12月19日ー12月22日の4日間に観察会を実施した。なお、その中で天候の関係で実際に開催できたのは21日と22日の2日間であった。

観察会の内容としては、眼視用の10cm屈折望遠鏡2台、投映用の10cm屈折望遠鏡1台を用いて木星と土星の接近の様子をご覧いただいた。また眼視用の望遠鏡は、アイピースを覗く際に食品用OPPシートを覗き口にあてることでコロナウイルス感染症対策を行った。実施概要の詳細については下記のとおりである。（Fig. 2, Fig. 3）

- 実施日：2020年12月19日ー12月22日
（19日，20日は悪天候により中止）
- 時間：17:00ー18:00
- 会場：惑星広場
- 参加者数：21日 110名，22日 210名
（実施日のみ）
- 使用機材：
 - ・ 望遠鏡 タカハシ FC-100 または FS102 3台
 - ・ 架台 タカハシ EM-10 3台
 - ・ 投映用カメラ ASI120MC-S 1台



Fig. 2 観察会での観望の様子

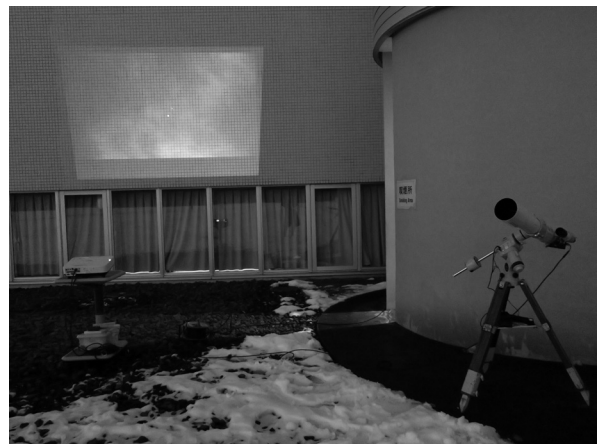


Fig. 3 観察会での惑星映像の投映

3.4 アンケートの実施

当事業の効果を測定するため、観察会開催期間中、天文台内においてシール式アンケート調査を実施した。展示、プラネタリウム、望遠鏡それぞれのイベントの体験者数を調査するものである。アンケート実施概要及び実施したアンケート（Fig. 4）と結果（Tab. 1）は下記のとおりである。

- 実施期間：2020年12月19日ー22日
- 設置場所：プレショーギャラリー，加藤・小坂ホール，正面入口付近
- 回答者数：67名
- 3つのゾーンを体験した人の割合：12%

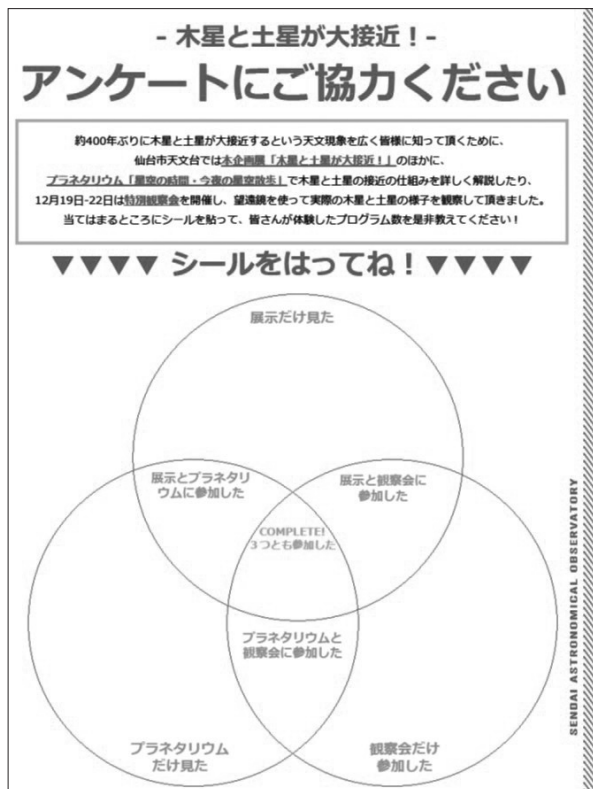


Fig. 4 実施したアンケート

Tab. 1 アンケート結果

項目	割合 (%)
展示だけ見た	18
プラネタリウムだけ見た	3
観望会だけ参加した	22
展示とプラネタリウムに参加した	25
展示と観望会に参加した	13
プラネタリウムと観望会に参加した	6
3つとも参加した	12

4. 成果と課題

4.1 展示

企画展の成果としては、ある程度の長期間に渡りオープンスペースで旬な天文情報を掲出したことで、現象そのものを広く市民に周知することができたことである。なかでも両惑星が徐々に接近していく様子を日を追って記録した星野写真の展示と惑星の位置を示したパネルは、接近の仕組みを地上から及び宇宙からのそれぞれの視点で本現象を捉えてもらうための工夫であり、来場者により現象の仕組みを理解していただく一助となったことが窺える。木星と土星の接近を取り上げた天文台広報誌「ソラリスト vol.48」と併せ

て展示を楽しむ人も多く見られた。

課題としては、本展示を単発で展開するだけでなく、展示室内の他展示物への導入展示として位置づけるような仕掛けに至らなかったことである。オープンスペースでの展示をきっかけとし、より深い学びへと誘導することで、より厚みのあるエクスペリエンスサークルを設計することが今後の課題である。

4.2 プラネタリウム

プラネタリウムの成果として、「星空の時間」のテーマを統一して投映を行ったことにより、対象の天文現象をより強調して観覧者に伝えられたと考える。また、1か月間という長期にわたって投映を行ったことで、コロナ禍でありながら2000名を超える観覧者に現象を伝えることができた。

課題としては、投映テーマを統一したものの「星空の時間」の番組名はそのままだったためか、展示や観望会に比べメディアの注目が集まらなかった。また、テーマの統一による番組制作時の打ち合わせや練習時間の確保も今後の課題である。

4.3 望遠鏡

望遠鏡の成果は、コロナ禍でありながら感染症対策のもと観望会を実施できたことと考える。また、この現象自体は全国的には大きな盛り上がりとはなかったが、仙台では多くのメディアに取り上げられ、ブームを作ることができた。

課題としては、イベント自体が普段とは異なる方法での実施だったので、観望会におけるチームワークの形成をもう少し意識する必要があったように感じた。またイベント自体を主導できる人材の育成も必要である。

5. まとめ

エクスペリエンスサークルの構築をコロナ禍でありながら実施することができた。アンケートの回答から、エクスペリエンスサークル体験者のうち最も多かった組み合わせは「展示とプラネタリウムを見た」体験者数であり、次いで「観望会だけ参加した」参加者が多かった。

また「ソラリスト」も含めて全館をあげてこの現状を取り上げたことからメディアの注目を集めることができた。この結果、多くの市民に現象を知っていただくことができた。

6. 今後について

今回はコロナ禍ということもあり、観察会の実施判断が直前までできなかったことで、3つをまとめた広報を行う機会が少なかった。今後は3つそれぞれに相互関係を持たせた紹介を行うことで、より効果的なエクスペリエンスサークルの構築を目指したい。

またアンケートについて、効果測定に十分なサンプル数が得られなかったことが課題である。今後はより有効的な効果測定方法の検討も必要だと考える。

ネットプロモータースコアに影響を与える カスタマーエクスペリエンスの検討

小野寺正己

Examination of “Customer Experience” affecting “Net Promoter Score”

ONODERA Masami

要約

本稿では、仙台市天文台において2020年度に実施したアンケート結果を基に、ネットプロモータースコアとカスタマーエクスペリエンス（顧客経験価値）の関係性について検討した。その結果、顧客ロイヤリティを測るネットプロモータースコアに有意に影響を与えているカスタマーエクスペリエンスは、「展示室の体験」と「プラネタリウムの体験」及び「新型コロナウイルス感染症対応」であることが明らかとなった。

Abstract

In this paper, I examined the relationship between the “Net Promoter Score (NPS)” and “Customer Experience (CX)” conducted at the Sendai Astronomical Observatory in 2020. As a result, it is clarified that CX that have a significant influence on the NPS are “experience of the exhibition” and “experience of the planetarium” and “coronavirus disease-2019 (COVID-19)”.

1. 問題と目的

仙台市天文台（以下、当台）では、2016年来館者の満足度を測定するアンケートを標準化し、4年間の変容を測定してきた。しかしながら、総合的な満足度を5段階で測定してきたこともあり、天井効果を起こす状況であり、アンケート方法の検討が課題となっていた（仙台市天文台、2020）。

その課題を受け、2020年度は、世界的に多くの企業で実施されている（Reichheld, 2006, 2011）、ネットプロモータースコア（Net Promoter Score：NPS、以下NPSと記載）を採用することとした。また、併せてカスタマーエクスペリエンス（Customer Experience：CX、以下CXと記載）の測定も行った。CXとは、2000年ごろから注目され始めたマーケティングや経営戦略のコンセプトで、商品やサービスの機能・性能・価格といった「合理的な価値」だけでなく、購入するまでの過程・使用する過程・購入後のフォローアップなどの過程における経験「感情的な価値」の訴求を重視するものと言われている。日本語では「顧客経験価値」や「顧客体験価値」という用語と同意である（田中、2018）。

NPSは、基本的にNPS結果に対する顧客の具体的な記述による指摘を検討する仕立てになっている（Reichheld, 2006）。よって、NPSの結果について質的な検討も行うものである。その検討結果については、2020年度版の当台の年報に記載をした。そこで本稿では、NPSに影響を与えるCXを検討することで、量的な検討をすることとした。なお、2016年度から4年間においても、総合満足度に影響を与える要因について重回帰分析にて検討を行ってきたことから、その比較も本稿において行うこととした。

2. 方法

2.1 手順

以下の手順により検討を行うこととした。

- ①当台の来館者のCXについては、遠藤・武井（2015）が指摘するように、顧客の期待・感情・行動をプロセス化し、一連の流れにして検討することが妥当であることから、来館前から来館し、種々の体験をするまでの一連の流れを想定した項目を作成した。なお、今年度は、新型コロナウ

イルス感染症（COVID-19）の感染予防が施設に対して求められていたことから、この点についても CX として追加した。

②上記において作成した CX を含めた NPS の質問を作成し、Google Drive 上にアップした。

③その後、Google Drive 上の URL の QR コードを作成し、館内に QR コードを掲示したり、プラネタリウム開始前にスクリーンに投映したりし、インターネットを介した回答を来館者に求めた。

④来館者から得られた回答を用いて、NPS を従属変数とし、CX を示す各項目全てを独立変数とする重回帰分析を行い、NPS に影響を与えている項目について検討をした。

2.2 被験者

被験者は、インターネットを通じて回答した 423 人であった。その詳細は結果の欄に記載する。

2.3 調査時期

2020 年 8 月 29 日から 2021 年 3 月 25 日までの約 7 か月間であった。今年度は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）による臨時閉館等があり、変則的な調査期間となった。

2.4 調査内容

Web 画面に出される質問項目は、以下の Tab. 1 の通りであった。なお、Q2 と Q4 は 7 段階で回答を求めた（7：非常にプラスの影響を受けた、4：影響を受けなかった、1：非常にマイナスの影響を受けた）。

Tab. 1 NPS 及び CX アンケート内容

種別	番号	質問内容
NPS	Q1	あなたは、「仙台市天文台」の利用を親しい友人や知人にどの程度おすすめしたいと思いますか？「0：絶対にすすめない」「10：強くすすめる」としてお答えください。
CX	Q2	Q1 の回答に、以下の項目はどの程度影響を与えたかをお教えてください。
NPS	Q3	Q1 であなたの採点を 10 点に近づけるためには、まず、私たちはどのような点を改善すべきでしょうか。
CX	Q4	「新型コロナ拡散防止対応」についての感想をお教えてください。
属性	Q5 ①	住所 × 来館数のマトリックス (お客様にあてはまるものに 1 つだけチェックを入れてください)
属性	Q5 ②	性別 × 年齢層のマトリックス (お客様にあてはまるものに 1 つだけチェックを入れてください)

3. 結果

3.1 被験者の属性

回答者 423 人の属性は、Tab. 2 - 5 の通りの結果であった。

Tab. 2 アンケート回答者の性別

	度数	有効パーセント
男性	216	51.1
女性	183	43.3
未回答	24	5.7
合計	423	

Tab. 3 アンケート回答者の住所

	度数	有効パーセント
市内	213	52.7
県内	112	27.7
県外	79	19.6
未記入	19	—
合計	423	

Tab. 4 アンケート回答者の年齢層

	度数	有効パーセント
20 代	87	20.6
大学生等	75	17.7
30 代	72	17.0
40 代	72	17.0
50 代	44	10.4
60 代	26	6.1
高校生	23	5.4
小学生	14	3.3
10 代	4	0.9
70 代以上	3	0.7
中学生	3	0.7
合計	423	

Tab. 5 アンケート回答者の来館頻度

	度数	有効パーセント
初めて	141	33.5
数年に 1 回	122	29.0
年数回	88	20.9
年 1 回	36	8.6
月 1 回	15	3.6
月数回	12	2.9
毎週	7	1.7
未記入	2	—
合計	423	

3.2 NPS 及び CX の各項目の値

NPS は 11 段階、CX は 7 段階で回答を求めた結果、それぞれの平均値及び標準偏差は Tab. 6 の通りであった。NPS の平均値が 8.75 であり、NPS では中立者のあたりであることから、本アンケートで天井効果は、ある程度回避できたものと考ええる。

Tab. 6 NPS 及び CX の回答者の平均値及び標準偏差

	回答項目	回答数	平均値	標準偏差
	NPS	423	8.75	1.58
	利用する上での情報	310	5.79	1.12
	施設までのアクセスのしやすさ	310	4.42	1.73
	施設の印象 (設備や快適性)	367	5.99	1.19
	施設利用のしやすさ (時間設定や料金)	354	5.68	1.40
CX	チケット購入等の受付対応	351	6.03	1.21
	展示室の体験	331	5.86	1.36
	プラネタリウムの体験	367	6.32	1.05
	望遠鏡の体験	310	5.76	1.30
	ミュージアムショップ	319	5.63	1.30
	新型コロナウイルス感染症対応	423	6.30	.99

3.3 CX が NPS に与える影響の検討

前述の通り、NPS を従属変数とし、CX を示す各回答を全て独立変数とするステップワイズ法による重回帰分析を行った。なお、その際には、CX で「4：影響を受けなかった」を選択した回答者に関しては、その項目においては体験をしなかったと判断することとし、未回答の処理を行った上で分析を行った。

その結果 193 人の回答が分析に用いられた。重回帰分析の結果は、 $r^2=.28$ 、 $F=25.75$ ($p<.001$) であり、「展示室の体験」と「新型コロナウイルス感染症対応」及び「プラネタリウムの体験」の 3 つが、NPS に有意に影響を与えていることが明らかとなった。各項目の標準化係数は、Tab. 7 の通りであった。

Tab. 7 NPS に影響を与える CX の標準化係数

	β	
展示室の体験	.26	**
新型コロナウイルス感染症対応	.23	**
プラネタリウムの体験	.20	*

** $p<.01$, * $p<.05$

4. 考察

2020 年度は、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に対応する中での開館・運営となり、展示室における職員の配置を控えたり、プラネタリウムの定員や放映回数を減らしたり、定期観望会が開催できなかったり、できたとしても定員を制限し、OPP シートを接眼レンズにつけて観望していただいたりした 1 年間であった。つまり、当台における交流業務を、やむなく制限した 1 年であった。しかしながら、本分析の結果からは、その対応についても、NPS に有意に影響を与えていることが明らかとなった。「他者に薦めたい」という思いになるには、ウイルス対応も大切な要因であり、交流活動の制限にも大きな意味があったと理解したい。

一方、「展示室の体験」と「プラネタリウムの体験」が NPS に有意に影響を与えている結果については、過去 4 年間のアンケート結果からは類推ができないものであった。過去 4 年間のアンケートにおける総合満足度を測定する項目は「天文台を人にお勧めしますか」、「天文台をまた訪れたいですか」、「SNS 等で発信をしたい施設でしたか」、「お知り合いと一緒にまた来たい施設ですか」の 4 項目であった。この中で NPS と類似する質問は「天文台を人にお勧めしますか」の項目であり、この項目に有意に影響を与えた体験は、「企画展」と「観望会」が 2 度抽出されていたが、「展示室での体験」と「プラネタリウムでの体験」は、1 度しか抽出されていなかったからである。前述した通り、今年度は、当台において望遠鏡案内や観望会は、かなり制限をした中での開催となった。また、加藤・小坂ホールを使った夏休み中の企画展等も開催しなかったことから、NPS に有意に影響を与えたのが「展示室での体験」と「プラネタリウムでの体験」になったのではないかと考える。

「展示室での体験」と「プラネタリウムでの体験」は、当台の交流業務において、常に提供している業務であることから、今後も NPS に影響を与える項目として挙げられるようにしていく必要があると考える。次年度は、NPS 調査を調査会社に委託し、実施をする予定であることから、さらに詳しいデータを得ながら、改善点を明確にしていきたいと考える。また、そのほかの CX に関しても、NPS にどのような影響を与え、より良い状況にできるのかも検討をしていきたい。

なお、本分析の課題として、NPS の回答において「4：影響を受けなかった」の扱いを未回答とした処理が挙げられる。実際には、それぞれの項目を体験した上で

回答したサンプルの分析が行われない状況となった。
このことは、今回の調査の限界でもあることから、次
年度の調査においては、この部分についての解消につ
いても期待したい。

＜引用文献＞

- 仙台市天文台（2020）10 アンケート結果 仙台
市天文台年報, 12, 37-48.
- Fred Reichheld (2006) The Ultimate Question.
Harvard Business School Press. (フレッド・
ライクフェルド 堀新太郎監訳・鈴木泰雄訳
2006 顧客ロイヤリティを知る「究極の質問」
ランダムハウス講談社)
- Fred Reichheld (2011) The Ultimate Question
2.0. Harvard Business Review Press. (フレッ
ド・ライクフェルド 森光威文・大越一樹監訳・
渡部典子訳 2013 ネットプロモーター経営ー
顧客ロイヤリティ指標 NPS で「利益ある成長」
を実現する プレジデント社)
- 田中達雄 (2018) CX (カスタマー・エクスペリ
エンス) 戦略：顧客の心とつながる経験価値経営
東洋経済新報社
- 遠藤直紀・武井由紀子 (2015) 売上につながる「顧
客ロイヤリティ戦略」入門 日本実業出版社

市民との交流を生む VI への強化 ー VI アイデアイラストワークショップの開催報告ー

石垣加也

ISHIGAKI Kaya

要約

仙台市天文台の VI（ビジュアル・アイデンティティ）の活用において、2019 年度に中期計画の一環として行った「VI のアイデア公募企画」に基づき 2020 年度にも同企画を開催、さらに新たな取り組みとして開催したワークショップへの取り組みの内容、及び結果・課題を報告する。

1. VI のアイデア公募について

2018 年度まで仙台市天文台内部のみで制作を実施してきた VI のコラージュ制作において、2019 年度からは中期計画の一環として市民へ向けた「VI のアイデア公募企画」を開催した。2020 年度も同様の企画を開催した。2020 年度版開催概要は下記のとおりである。(Fig. 1, Fig. 2)

1.1 公募企画実施概要

2020 年度ソラリスト夏号 vol.47 にて公募概要を掲載し、台内・天文ライブラリーに昨年度同様の公募コーナーを設置し募集した。

○VI アイデアイラスト募集！2020 公募概要

「宇宙・天文」と「日常の風景やモノ」をかけあわせた、宇宙を身近に感じられるアイデアイラストを募集した。採用されたイラストを元に、当台の VI を制作した。VI は、年賀状やノベルティグッズなど、その後の当台の事業の中で、様々な媒体に使用した。

○特典

アイデアが採用された方へ、VI のオリジナルグッズをプレゼントした。

○募集テーマ

「地球」

理由：ユーリイ・ガガーリンの世界初宇宙遊泳飛行から 2021 年はちょうど 60 年（「地球は青かった」の名言より）

○応募に関するルール

ビジュアルが似ている「宇宙・天文」と「日常」をかけあわせること。

○注意事項

応募者には以下の各事項について承諾の上、ご応募いただいた。

- ・入選作品については VI として使用する上で、必要な修正をする場合があること
- ・入選作品の著作権は当台に帰属すること
- ・ご応募いただいた作品の返却は行わないこと

○応募方法

2020 年 8 月 10 日（月）を締め切り日とし、アイデアイラストと名前、住所、年齢、電話番号、何と何をかけあわせたかを記載の上、いずれかの方法でご応募いただいた。（なお、はがきでの郵送、メール、FAX、館内設置の VI 公募コーナーにおいて募集した）

他、Web 上に資料として「VI アイデアイラストのヒント！」を掲載した。VI のアイデアイラストを制作する際の流れや考え方を記載しているものである。

VI アイデアイラスト募集!

「宇宙・天文」と「日常の風景やモノ」をかけあわせた、宇宙を身近に感じられるアイデアイラストを募集します。採用されたイラストを元に、仙台市天文台の「VI(ビジュアル アイデンティティ)」を制作します。VIは、年賀状やノベルティグッズなど、今後の仙台市天文台の事業の中で、様々な媒体に使用予定です。

アイデアイラストが採用された方には、VIのオリジナルグッズをプレゼント!

募集テーマは…「地球」

◎ビジュアルが似ている「宇宙・天文」と「日常」を
かけあわせよう!

VI(Visual Identity-ビジュアル アイデンティティ)とは?
施設のミッションである「宇宙を身近にします」を象徴的に表現するカラー
イメージと矢印を組み合わせたもの、宇宙にまつわるものと身近なものを
結びつけて表現します。

【応募方法】アイデアイラストとお名前、ご住所、年齢、電話番号、何と何をかけあわせた
イラストか記入し、下記のあて先へ、メール(イラストを添付)、FAX、はがきでご応募
ください。

※メールでご応募の際は件名に「VIアイデアイラスト募集」とご記入ください。

【あて先】はがき/ 989-3123 仙台市青葉区錦ヶ丘9丁目29-32
●メール/ soralist@sendai-astro.jp ●FAX/ 022-391-1301

【応募締切】8/10(月)

【注意事項】応募者は以下の各事項について承諾の上、ご応募ください。
▶入選作品についてはVIとして使用する上で、必要な修正をする場合があります。▶入選作
品の著作権は仙台市天文台に帰属します。▶ご応募いただいた作品は返却いたしません。

※他の制作例は
こちら

Fig. 1 公募概要記事(ソラリスト夏号 vol.47)

VI アイデアイラストのヒント!

今年も、VI コラージュアイデアを募集します!
昨年度は「時計」というテーマにちなみ、右図の
VI アイデアが採用となりました。

今回の募集テーマは「地球」

ここでは、仙台市天文台 VIコラージュのアイデアを
考えるためのヒントをご紹介します。

**アイデアイラストの作り方の
ヒントはこちら!**

例:「地球」と「果実」

① テーマに沿って、ビジュアルが似ている
「宇宙・天文」と「日常」を考えよう!

② 浮かんだアイデアをイラストにしよう!
※デジタルで描いたものでも OK!

③ 天文台へアイデアイラストを送ろう!
※何と何をかけ合わせたイラストかを記載してね!

素敵なアイデア、お待ちしております!

Fig. 2 「VI アイデアイラストのヒント!」

2. VI の活用における新しい取り組み

2.1 VI アイデアイラストワークショップの開催

2020 年度「VI アイデアイラスト公募」の応募点数は同年 7 月末時点で 2019 年度と比較し大幅に減少した。要因は、昨年度は天文ライブラリーに設置した「VI アイデアイラスト募集 BOX」への直接の応募が多数であったのだが、今年度は新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、来館者数そのものや、来館者

が台内で過ごす時間が減少したことが理由の一つだと考えられる。

そこで、2020 年 8 月、応募点数の向上を目的として、「VI アイデアイラストワークショップ」を開催した。ワークショップの企画概要、ワークショップ実施中の様子は下記のとおりである。(Fig. 3, Fig. 4)

- 【日 時】2020 年 8 月 11 日(火)
13:45 - 16:00 (実施は 2 時間程度)
- 【対 象】夏休みに遊びに来た親子、一般
- 【会 場】当台 加藤・小坂ホール
- 【参加費】無料
- 【定 員】一度の会場入場者は 10 人まで(随時入替)
- 【内 容】当日告知の開催で、新型コロナウイルス感染防止対策を行ったうえで、VI アイデアイラストを制作するワークショップを実施した。

実施時間中は VI 制作について指導をする講師を VI 制作担当者が担った。



Fig. 3 「VI アイデアイラストワークショップ」
開催の様子



Fig. 4 「VI アイデアイラストワークショップ」
開催の様子

2.2 VI アイデアイラストワークショップの結果

VI アイデアイラストワークショップを開催結果も含めた作品の応募点数および参加者に関する調査、VIの制作結果は下記のとおりである。

Tab. 1 VI アイデアイラスト応募の内訳

参加方法	2019	2020	
	アイデア件数	アイデア件数	(アイデア応募部数)
アイデア募集BOX	85	—	—
WS	—	43	28
メール	0	10	8
郵送(はがき)	2	1	1
その他	0	7	4
合計	87	61	41

※アイデア応募部数は1部の用紙に数件のアイデア記載があるため計上した

Tab. 2 応募者の年代内訳

年代	人数	
	2019	2020
10代以下	37	20
10～20代	11	6
30～40代	10	9
50代以上	1	5
記載なし	28	1
合計	87	41

Tab. 3 応募者の住まいの内訳

住まい	人数	
	2019	2020
仙台市青葉区	5	5
仙台市泉区	3	6
宮城県内(青葉区・泉区以外)	32	14
東北地方	6	3
国内(東北以外)	4	7
記載なし	37	6
合計	87	41

Tab. 1 から、ワークショップ参加による応募件数が圧倒的に多いことが分かる。年代別に分けた Tab. 2 からは、2019 年度同様に 10 代以下の参加が多いことが分かる。また、応募者を居住地別にまとめた Tab. 3 からは、県内からの参加が多く見受けられるものの、意外にも東北以外からも企画へ参加されている方も多いことが分かる。

○ 2020 年度に採用した VI アイデア (Fig. 5)

テーマ：地球

かけあわせたもの：地球×シャボン玉

紹介文：薄く透明な大気で包まれている地球を日常の世界で薄く壊れやすい膜でできているシャボン玉に例えています。



Fig. 5 地球×シャボン玉の VI

市民のアイデアを基にした VI 制作の結果発表は 2020 年度ソラリスト冬号 vol.49 にて掲載した。

アイデアを採用された方へは VI が載ったクリアファイルを特典として差し上げた。その後の天文台まつり(2 月中月間開催)から、来館者への直接的公表として展示エリアにて掲出した。

また、同イベントでは「VI アイデアイラストワークショップ」での経験を活かし、「VI を作ろう！ワークショップ」を開催した。開催概要は下記のとおりである。

【日 時】2021 年 2 月 13 日(土)

① 10:00 - 11:00

② 14:00 - 15:00 (各時間帯随時受付)

【対 象】天文台まつりで遊びに来た親子、一般

【会 場】当台 加藤・小坂ホール

【参加費】無料

【定 員】一度の会場入場者は 5 組程度まで(随時入替)

【内 容】新型コロナウイルス感染防止対策を行い、VI アイデアイラストを制作するワークショップを実施した。ただし、今回はイラストのアイデアを募ったのみで、採用についてや特典は特に設けていない。



Fig. 6 結果発表記事 (ソラリスト冬号 vol.49)

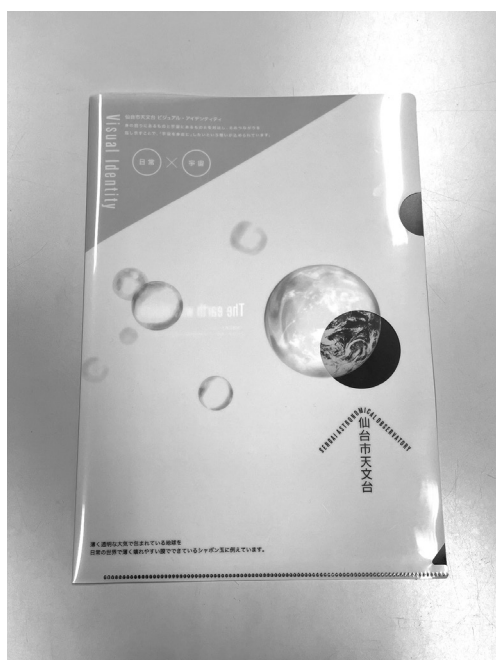


Fig. 7 採用者への特典のクリアファイル



Fig. 8 完成した VI の掲出の様子

天文台まつりで開催した「VIを作ろう!ワークショップ」での用紙別参加内訳は下記の表の通りとなった。(Tab. 4)

イベント専用の用紙を準備し、それぞれ「地球」「月」というポピュラーな天体のコラージュ部分と「自由」に描ける仕様で3種類とすることで、用紙を選ぶところから楽しく、子どももイラストが描きやすかったようであった。(Fig. 10, Fig. 11)



Fig. 9 「VIを作ろう!ワークショップ」の様子

Tab. 4 「VIを作ろう！ワークショップ」
用紙別アイデア集計数（ワークショップ実施2時間）

用紙の種類	アイデア件数
地球	10
月	9
自由	2
合計	21

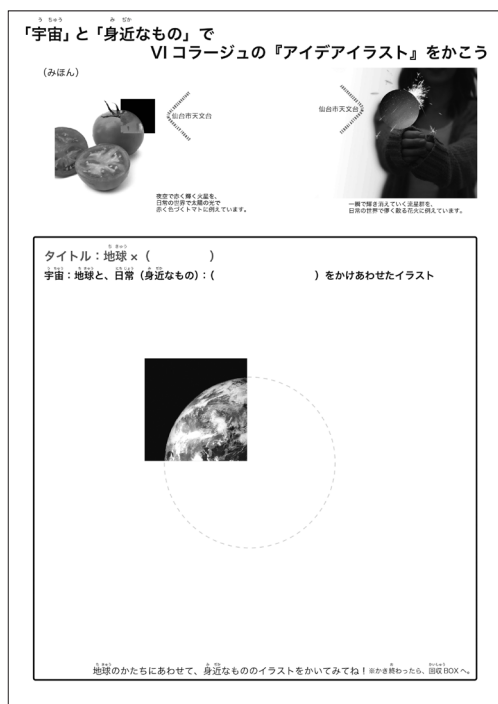


Fig. 10 ワークショップ専用紙「地球」

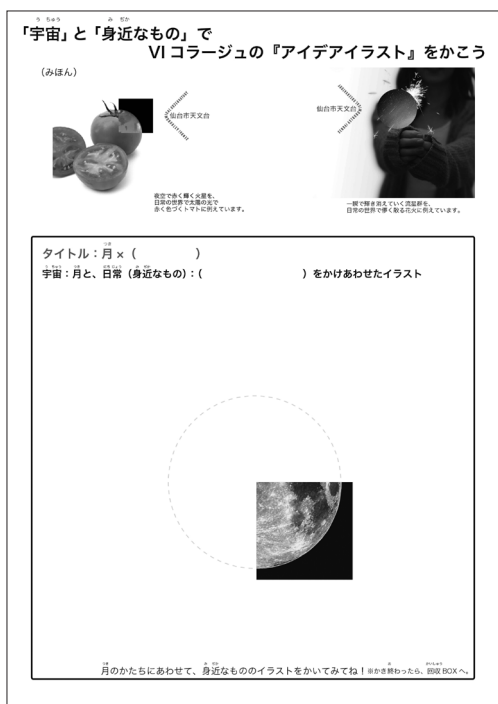


Fig. 11 ワークショップ専用紙「月」

今回は特典の送付等は無く、「来館者に天文台まつりで楽しんでいただくこと」と「アイデアを募ること」の2点が目的であったため参加者についての詳細な記録はないが、約2時間程度で感染対策をしつつ充分に対応できるほどの人数の親子に参加いただくことができた。

3. まとめ

3.1 成果と課題

- ワークショップ開催以外での前年度からの改善点
 - ・市民が「アイデアイラスト」を描きやすいよう、VI制作ルール解説を分かりやすく記載した媒体「アイデアイラストのヒント！」を用意し、Webサイトとワークショップ会場へ配置した
- アイデアイラストワークショップの成果
 - ・参加者へVI制作の注意点やVI自体について直接解説をしながら企画に参加をしてもらうことができ、昨年度反省点としていた「VIへの理解度」をカバーできる手法として成り立たせることができた
 - ・ターゲットを親子とし、「コラージュの欠片に続きのイラストを描く」というキャッチーな内容で打ち出し、分かりやすい専用用紙を用いたことで、VI特有のマニュアル的ルールによる堅苦しいイメージを払拭して多くの親子の参加が実現した
 - ・一度に多くのアイデアを獲得できた
 - ・「VIに関するワークショップを開催する」というこれまで目標としていた当台にとっての新たな試みを達成できた
 - ・新型コロナウイルス感染症の影響でイベント等が激減した年であったが、手軽で所要時間も少なく参加可能なワークショップとすることで、親子のコミュニケーション促進となるイベントを開催できた
- アイデアイラストワークショップの課題
 - ・新型コロナウイルス感染症の影響でイベントが軒並み中止となっていたこともあり、公募の企画段階でワークショップ開催を組み込むことができなかった
 - ・ワークショップを数日実施すればさらにアイデア収集ができた可能性がある

3.2 今後の展望

今回新たに実施した「ワークショップ開催」を踏まえた今後の展望は下記のとおりである。

- ・市民へVI自体と企画の浸透を深める為に、VI アイデアイラストの応募者イラストをミニ企画展として当台内に掲出できるよう計画する
- ・特典グッズの種類を増やす
- ・採用者を増やす（大賞・入選・佳作など）

2019年度同様、「VI アイデアイラスト公募」企画を実施し、「VI アイデアイラストワークショップ」「VI を作ろう！ワークショップ」を開催したことで、市民との交流を生むというVIの意義のより一層の向上に繋がる結果を得られたと感じている。

今後もできるだけ公募企画を行い、ワークショップの開催に加えVI コラージュの展示などの実現を目指すことで、市民が交流したくなる仕組みを築くことができると思える。

今後の展望にも取り上げたような本計画に付随する新たな企画を打ち出し、「市民との交流を生むVI」になるよう、努めていきたい。

仙台市天文台研究・実践紀要 第7号

2021年7月30日 発行

編集発行

仙台市天文台

〒989-3123

仙台市青葉区錦ヶ丘9丁目29-32

TEL 022-391-1300 FAX 022-391-1301

URL www.sendai-astro.jp

北緯 38°15'22"99 東経 140°45'18"56

標高 165m

印刷

今野印刷株式会社

SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2020

