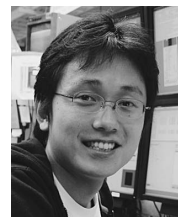




# Hyper Suprime-Cam と過ごした7年間



内 海 洋 輔

〈広島大学宇宙科学センター 〒739-8526 東広島市鏡山1-3-1〉

e-mail: youtsumi@hiroshima-u.ac.jp

私たちはすばる望遠鏡用次世代広視野カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC) を開発しました。HSCは良質なイメージクオリティを確保しながら、8-10 m級望遠鏡の中で最大視野をもちます。2002年より概念設計が始まり、2006年製作開始、2012年マウナケア山頂に到着し、ファーストライトを終えました。私は2007年から7年間、HSCプロジェクトに参加しました。本稿ではHSCがどのようにして広視野・高解像度を実現しているかを説明し、ファーストライト時のエピソードを紹介したいと思います。

## 1. はじめに

高校生のころ私は天文部に所属し、天体写真撮影に燃えていました。いろいろな天体の写真を撮りましたが、なかでもアンドロメダ銀河 (M31) はその姿の美しさから一番のあこがれで、何度も挑戦しました。空の暗いところへ友人と重い機材を運び、寒い夜に耐えながら何十分も露出をかけていました。撮影が終わってから写真屋さんに現像を依頼し、一週間後に出来上がってきた画像を見て一喜一憂するのです。追尾不良で像がブレていたり、ピントが合っていないぼけぼけの写真だったりしました。たまにキレイに写っていても天文雑誌を飾るハイアマチュアが撮った写真のようになかなか撮れませんでした。そんななか、すばる望遠鏡のファーストライトとともに公開された Suprime-Cam で撮った M31<sup>1)</sup> を見たときに、そこに写るおびただしい数の星を見てやっぱりすばるは違うと思うとともに、生意気にももっと広く、全体像は撮れないものかと思いました。それからしばらくたって、2007年の大学院入学とともに制作が始まったばかりの Hyper Suprime-Cam (HSC) プロジェクトに加わることになりました。

本稿ではHSCを紹介するとともに、プロジェクトに加わってから現在に至るまでのHSCと過ごしてきた日々のうち、特にファーストライトのころについて焦点を当てて書こうと思います。

## 2. Hyper Suprime-Cam

HSCは世界最大級の口径をもつ光赤外線望遠鏡「すばる」に取り付けられる次世代の超広視野カメラです。先代の Suprime-Cam の技術を継承しました。Suprime-Cam はすばる望遠鏡が完成した1999年に初めて搭載された第一期観測装置の一つです。視野の広さに特化した撮像装置で、その視野は32×27分角で満月一つ分くらいです。すばる望遠鏡の大集光能力と Suprime-Cam の広視野の組み合わせのおかげで、暗く希少な天体を探し出す能力が極めて高く、例えば最遠方銀河探査で大きな成功を収めました<sup>2)</sup>。また高結像性能もウリにしている、天体の形状測定に威力を発揮します。この特徴を活かした研究例が弱重力レンズを用いたダークマターの探査的な研究です<sup>3)</sup>。天体が作り出す弱い重力レンズ効果により、その天体の背景にある銀河像が歪められる効果を精密に測定すると、電磁波では直接見ることできな

いダークマターの分布を得ることができます。HSCはSuprime-Camの視野を直径1.5度角に拡大し、面積比で7倍にすることで探査効率を大幅に向上させることを目的として、2002年から設計が進められてきたプロジェクトです<sup>4)</sup>。

「大型望遠鏡」で「広視野」を実現することは容易なことではありません。その実現のためにHSCはこれから紹介する大きく分けて三つのコンポーネントに分かれて開発されました<sup>\*1</sup>(図1)。

### 2.1 広視野補正光学系 (WFC)

まずWFCユニットについて説明します。簡単のために放物面でできた鏡をもつ望遠鏡を考えます。放物面は、対称軸に平行な無限遠から飛んできた光線を一点の「焦点」に集める性質があります。対称軸を光軸にとり、カメラを焦点にお

けば、視野の中心には星が点に写る「無収差」状態を作ることができます。ところが視野中心から外側にズレた場所を観察すると途端に無限遠からの光、つまり天体からの光は一点に収束しなくなります。この点からのズレを収差といい、代表的なものを球面収差、コマ収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差と分類します。すばる望遠鏡ではカセグレン焦点において球面収差とコマ収差を打ち消すために、主鏡面と副鏡面に非球面を用いたRitchey-Chrétien系と呼ばれる光学系を採用しています。副鏡と組で収差補正をするので、主焦点にカメラを置くと主鏡単体では軸上でさえ収差が発生します。さらに広視野になると目立つ非点収差や像面湾曲や、より高次の収差も除去する必要があり、そのためにレンズを用いた補正光学系が必要になります。この補正光学系はSuprime-Camと同様にカメラメーカーのキャノンが制作を担当し、制作の難しい非球面レンズを取り入れたWFCユニットが完成しました。この補正光学系の残存収差は0.2秒角 (FWHM) に納められており、これは大気によるシーイングサイズ (0.4秒) よりも小さいです。実際に出来上がったWFCは7枚のレンズからなり、全長1,653.7 mmで425 kgというものになりました。

### 2.2 POpt2

高い結像性能を作り出すWFCの性能を発揮するためには、望遠鏡の指向方向にかかわらず主鏡とWFCの相対位置を正確に維持する必要があります。これを実現するのが主焦点ユニット2 (POpt2) です。Suprime-Cam用のPOptユニットをもとに全体の大型化を抑えながら、駆動重量の増加を実現するために新しく開発された主焦点ユニットです。6本のアクチュエータを用いてWFCとカメラユニットの平行移動  $(x, y, z)$ ・回転移動  $(\theta_x, \theta_y, \theta_z)$  を可能にします。z軸は光軸上にとり、その自由度を焦点合わせに用います。x, yの自由度は主鏡

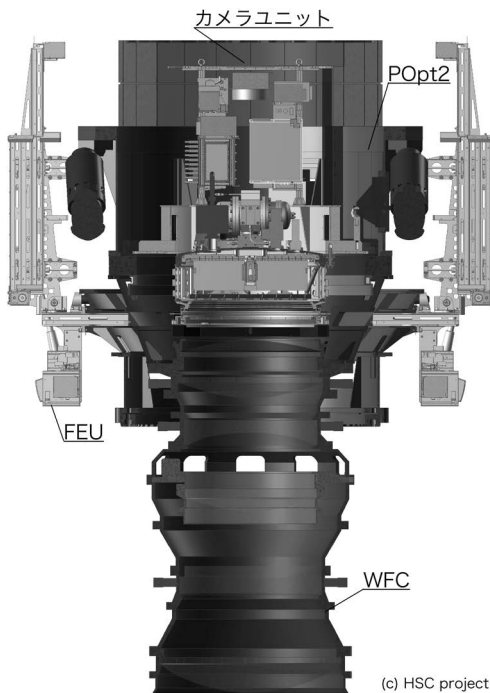


図1 高さ約3mのHSC断面図。すばるの主焦点につけると約16m下に8mの主鏡がある。HSCプロジェクトで制作された断面図を一部改変。

\*1 技術的な詳細はHSC Design Review<sup>5)</sup>を参照してください。



の光軸とWFCの光軸のズレの修正に使用します。また  $(\theta_x, \theta_y, \theta_z)$  は  $x, y, z$  軸周りの回転で焦点面の傾きを補正します。位置決定誤差を無視できるレベルに納めるためには、これらの駆動を数マイクロン以下もしくは数十秒角以下の精度で行わなければなりません。大型のカメラユニットとWFCを支えながら精密に駆動することはたいへん難しいことです。またすばる望遠鏡は経緯台なので、日周運動の追尾とともに視野が回転します。これを取り除くためにインストゥルメントローターが搭載されていて、こちらにも数秒角以下の精密な駆動が要求されます。こうした様々な困難をもつPOpt2はすばる望遠鏡を作った三菱電機が開発しました。

### 2.3 カメラユニット

広視野カメラの要であるカメラ部の制作は国立天文台の三鷹キャンパスで行われました。カメラ部はCCDおよびその読み出し回路と、真空冷凍容器とその制御系、シャッター、フィルターおよびフィルター交換装置、オートガイドカメラ／波面検査装置で構成されます。Suprime-Camの解像度を維持したまま広視野観測するためには大面積のイメージセンサーが必要になります。HSCでは焦点面に  $15\ \mu\text{m}$  四方のピクセルをもつ  $2\text{k} \times 4\text{k}$  CCDを116枚配置し、その広い視野をカバーしました。このセンサーはHSC搭載を目指して開発したもので、浜松ホトニクスと国立天文台が共同で開発を進めてきたものです。その開発には10年以上の年月を要したそうです。このCCDの優れているところは、 $1,000\ \text{nm}$  を超える長い波長にも感度をもち、それまで使われていたCCDと比べると  $z$  バンドでは1.4倍、 $y$  バンドでは2倍の高感度化を実現したところです。HSCプロトタイプとして2008年にSuprime-Camにも搭載され、HSCではさらに反射防止コートを改善し、短波長側の感度向上も同時に実現したものが用いられています<sup>6)</sup>。

天文用CCDカメラは暗電流ノイズを避けるた

めに冷却して使用します。このためにCCDと読み出し回路の一部（アナログ側）を真空容器の中に入れて、イオンポンプ（真空ポンプ）で排気しながら真空を維持し、断熱しています。2台の冷凍機を使ってCCD表面温度を  $-100$  度に保ち、暗電流ノイズを数カウント／時／ピクセルまで下げ、天文観測用として無視できるレベルを実現しています<sup>7), 8)</sup>。

HSCは広視野を実現するために主焦点領域のスペースを最大限科学観測用のカメラに割り当てています。そのため、これまでの既存の装置で使われていた波面検査装置やオートガイドカメラを搭載するスペースがありませんでした。波面検査 (Mirror Analysis; MA) は文字どおり焦点部での波面を検査するもので、その結果から主鏡のゆがみや傾斜によるPOpt2ユニットの姿勢ズレをを測定し、主鏡裏のアクチュエーターやPOpt2ユニットの6本ジャッキを制御するためのパラメータを決める検査装置です。シャックハルトマン型波面センサーをフィルターの搭載位置に設置するため、フィルター枠の中に納められており、このためSHフィルターと呼ばれています。この装置は同時にPointing Analysis (PA) 試験も担当します。天球面上のさまざまな方向に望遠鏡を向け、指示値と実際の指向方向を比較し、指向性能を向上するためのモデルを構築する試験です。オートガイドカメラは天体の日周運動の追尾制御を実際の星を使ってフィードバック制御を行うためのカメラです。通常、すばる望遠鏡の機能として各焦点に実装されていますが、HSCでは観測装置の機能として実装されています<sup>9)</sup>。

そのほか、フィルター交換機構 (FEU)<sup>10)</sup> やたくさんのCCDを駆動し読み出す読み出し回路<sup>11)</sup>、制御システム<sup>12)</sup> などありますが、ここでは、私が主に開発を担当した制御システムについて少しだけ紹介したいと思います。制御システムでは積分のシーケンスを実行したり、真空容器を管理・監視したり、望遠鏡システムとしてのHSCの機能

(MA機能やオートガイド機能)の通信機構を実現したりしています。たとえば積分シーケンスを例にとって説明すると、待機中にCCDに蓄えられた電荷を掃き、受光面で天体からの光子を受け取れるように駆動電圧にセットします。そのあと、シャッターを開き、適当な積分時間の後にシャッターを閉じ、そしてCCDに蓄えられた電荷を読み出し、記録に必要な観測情報を集めてまとめて保存します。この一連の流れを行うのにSuprime-Camの場合だと、ゼロ秒積分(バイアス)でも30秒程度かかります。Suprime-Camの延長として約10倍のCCDをもつHSC用制御ソフトウェアを書くと考えれば10倍かかることとなります。それでは観測効率が大幅に落ちてしまいますので、これは天文学者にとって受け入れられることではありません。そこで私は高速な通信が可能な計算機クラスターを構築し、ソフトウェア的には並列化技術を積極的に活用することでこの問題を解決しました。また先に触れませんでした、読み出し回路も並列で読み出すように開発されましたので、結果としてSuprime-Camと同程度かそれ以上のスピードで積分を実行できるようになりました。

### 3. 開発記

「ただ写真を撮る」というだけでも、HSCにはこれだけのさまざまな技術が用いられ、それぞれのコンポーネントをその道のプロが分担しました。大型の科研費がついた2006年頃より順次制作が開始され、2011年夏頃から順次ハワイに送られていきました。私はハワイでの組み立て・調整を現地要員の一人として担当しましたのでそのときの様子を書いていこうと思います。

#### 3.1 現地調整

国立天文台で制作されていたHSCカメラユニットは2012年3月末に三鷹キャンパスの先端技術センターの実験室を旅立ちました。ハワイ観測所到着後、早速HSCを格納したコンテナやたくさん

の木箱を開梱し、読み出し試験ができるようにカメラユニットを組み立てました。組み立てが完了したらいきなり山頂に輸送するのではなく、読み出し試験を実施しました。日本からハワイへの長旅の間にHSCに何らかの障害が起こっていないかを確認するための試験です。空気の薄い山頂に上げる前にできる限りのことは確認しておきます。およそ1カ月の間、麓の実験室で試験や残作業・改修を実施し、最終的に観測所からのレビューを受け、山頂輸送が許可されました。HSCは組み立てた状態でハワイ観測所のトラックに載せられ、交通安全を祈願して秘書の方々から託された三鷹にある深大寺のお札とともにゆっくりと山頂へ輸送されました。そして2012年6月1日にHSCカメラユニットが初めて山頂にたどり着きました。

山頂に到着し、約1カ月半の組み立て・調整期間を経て、2012年8月16日ついに望遠鏡占有期間がやってきました。光赤外の天文学者が大切に使用している貴重なすばる望遠鏡の一般共同利用としての運用を止め、昼夜をHSCの試験に費やす



図2 待機室で搭載を待つHSC全体 (FEUスタッカー非搭載)。





およそ2週間です。真空引きや冷却は時間がかかるので、搭載前に待機室にて準備を済ませ、真空容器を運転し、冷却したまま待機室から主焦点まで輸送し、搭載します(図2)。まず待機室でPOpt2ユニットの横に用意された穴からターボ分子ポンプ(真空ポンプ)を使って数日かけて排気します。真空度が十分に下がると冷凍機の運転を開始します。およそ7時間程度で運転温度に到達します。運転温度に達してからHSC内部にある高真空下でのみ使えるイオンポンプを運転し、ターボポンプを切り離して、ようやく望遠鏡に輸送する準備が完了します。それから搭載作業のバトンはHSC三鷹開発組から望遠鏡を維持管理するスタッフに移ります。熟練した技術をもつスタッフがリハーサルを繰り返して操作する装置交換装置が、狭い待機室や望遠鏡と天井の間を縫うように受け渡していきます。ほかの装置や副鏡に比べ、HSCはサイズも大きく、重量も制限の3トンぎりぎりなので、余裕がなくとても緊張する作業です。この搭載作業におよそ半日かかります。

カメラユニットの真空容器を運転したまま輸送するので、電気、冷却水、ネットワークケーブルも可能な限りつないだままの作業となり、輸送中にタイミングを合わせて2回のつなぎ変えを実施します。Suprime-Camに比べて冷凍機の排熱が大きいHSCはそれぞれの切り替え作業を15分以内を目処に終わらせないと観測に支障をきたすと見積もられています。また手順を間違えたりして真空が破れてしまうと、真空・冷却をやり直す必要が出てきて観測ができなくなりますので、作業を担当する私にとってはとても緊張する作業です。またHSCを主焦点にもって行ってしまったり、これまで実験室にいたときは異なり、何か問題があってもすぐに現場に行き様子をチェックしたり、対策が必要な場合は手を打つことができなくなります。搭載前夜や観測期間中はやり忘れたことはないか、手順が間違っていないかどう

か不安で眠れない夜になります。何度か手順を間違えて真空を破ってしまうような悪夢を見て、焦って起きたことを思い出します。

こうした慎重な搭載作業の後、およそ1週間の間、夜間観測も止め、昼間の徹底した機能試験を実施しました。

### 3.2 試験観測第1回目

2012年8月28日、占有期間2週間目の晩から夜間観測が始まりました。POpt2焦点における初めてのPA解析とMA解析のためにHSCにはSHフィルターがインストールされています。システムとしてはいきなり最も複雑なセットアップです。まずSHフィルターに搭載されたオートガイドカメラ(高感度ビデオカメラ)を見ながら望遠鏡をPA用を選択された適当な星に向けました。ところが目標の場所に行っても数分角の視野に星らしいものが見当たりません。別な星をいくつか試しても全く入りません。よくわからないので明るいベガに向けてみました。やはり何も見えません。どこかケーブルをつなぎ忘れたり、保護カバーを外し忘れたりしていないか心配になり、それまでに作業中に撮りためた写真をすべて確認しましたが問題なさそうに見えました。何かわかるかも、と真っ暗なドームの中に移動し、床からPOpt2を双眼鏡で眺めたりしましたがやはり何もわかりません。そんな中で建設当初から計算機システムの開発に携わってこられた三菱電機のエンジニアが何かに気づき、制御系計算機のパラメータの変更を指示しました。作業の様子を祈るような思いで見つめ、再度ベガへの指向コマンドを送りました。すると今度はビデオカメラの視野に穴の空いた円盤が飛び込んできました。アウトフォーカス状態のベガです(図3)。無調整でも20秒角以内に天体を捉えることができる、すばる望遠鏡の精巧さに驚きました。像を見ながらフォーカスを調整すると、大気揺らぎの効果でぐらぐら揺らぐ明るいベガがはっきりと見えました。これでひとまず第一関門突破です。計算されるパラメーターの

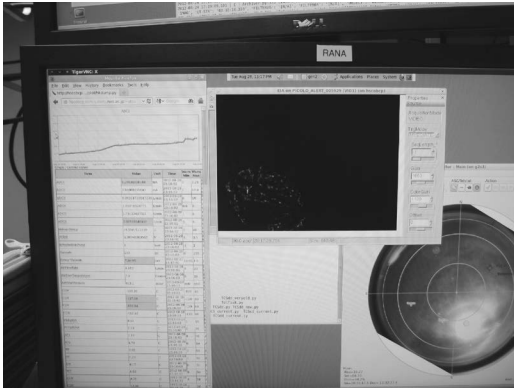


図3 HSC WFCを通してSH用オートガイドカメラで初めて見たベガのデフォーカス像が写った感動的の瞬間。

妥当性を確認したり、ソフトウェアのバグを修正したりしながらPAを実施し、無事終了しました。

引き続きMAをやりました。MAはその測定結果に応じて主鏡裏アクチュエーターに制御をかけることになるので、次の大きな関門になります。符号の正しさや収差量の妥当性を確認できるものから一つずつ検証することに3日ほどかけました。また、SHフィルターは1枚の科学観測用CCDと光学系・機械系のために視野の半分が使われていますが、残りの視野の半分は遮光板で遮られているだけでした。今回の観測ではフィルター交換機構を搭載しないことが決まっていたので、SHフィルターを改造し、遮光板の部分に直径5分角程度の穴をあけ、SDSS-*ugriz*フィルターと科学観測オートガイドカメラ用に透明な窓を2セットずつ用意し、ごく一部の科学観測CCDから宇宙をのぞくこともしました。この時点ではCCD上における座標系が右手系になっているか左手系になっているかを検証する必要があったので、大きくて判別しやすいM56を導入して望遠鏡の向きを振ることで座標系の確認をしました。最初は天体が思いどおりと違う方向に動いたりして混乱もしましたが、しだいに天体を思ったように中心からズレたどれかの窓に入れられるようになってきました。自分たちが作ってき



図4 SHフィルターに用意した窓を通して捉えたM56。

た巨大なカメラの、わずか1枚のCCDのさらに半分程度の大きさの小さな小窓からのぞく宇宙の姿は小さかったですが、とても感動しました(図4)。

### 3.3 試験観測第2回目

2013年1月にヒロで調整を終えたカメラユニットを山頂に戻し、1月26日に搭載作業を行い、その日の晩から2回目のエンジニアリング観測が始まりました。まず前回の試験観測で確認された不具合の改修確認を行いました。そしてMA測定を実施し、結果の妥当性を慎重に確認した後、主鏡アクチュエーター制御パラメーターを実際に設定に取り込み、初めて鏡面の制御を行いました。測定を繰り返すごとに波面の乱れが小さくなっていき、波面誤差が合格ラインの $0.35 \mu\text{m rms}$ を切ったときにはホッとしました。

これで望遠鏡が正しく指向するようになり、鏡面制御・姿勢制御パラメーターが決まりました。次は科学観測CCDの撮影です。フィルター交換機構を使ってSHフィルターを引き出し、*i*バンドフィルターを挿入します。フィルター交換機構にはさまざまなインターロック機構が組み込まれていますので、頭の中で安全であることはわかっているものの、主鏡の直上で直径600 mmで重量が約18 kg (SHフィルターの場合は25 kg) のフィルターを動かすので、とても緊張する瞬間です。望遠鏡を天頂に向け、万が一の安全策として主鏡蓋を閉め、POpt2ユニットをフィルター交換体制に指定します。ビデオやマイクロフォンの音

に聞き耳を立てながらフィルター交換シーケンスを走らせると、しばらく経った後にフィルターを格納する「スタッカー」から出てきたフィルターを引き出す「トラクター」が画面に写り、トラクターがフィルターをつかみます。トラクターがフィルターをつかんだ音が聞こえたあとにフィルターが引き抜かれてスタッカーに格納されます。シーケンスを走らせると基本的には何もできないのでビデオ画面やステータスを見ながら成功を祈るのみです。しばらくするとスタッカーから今度は*i*バンドフィルターがトラクターによって押し出されてきます。*i*バンドを示す03の文字が刻まれたフィルター枠がビデオに見えて「半分終わった」と少しホッとしたところで、取り付け位置にきたフィルターがカメラに押し付けられ、トラクターが退避し、スタッカーを再び立てて交換動作は終了です。この間人間は特に何かしているというわけではないですが、終わったときにはみんなで拍手をして喜びました。

もう終わったかのようにですが、フィルター交換がゴールではなくて、ここでのゴールは全CCDにすばる望遠鏡の光を当てて天体像を取得することです。観測可能な天体を選び出し、選び出したM81に望遠鏡を向け2013年1月31日3:26ころ初めて全CCDを使った積分を行いました。シャッターが閉じてデータが読み出され、クイックルック画像を見たときにはHSCの広大な視野を思い知らされました。宇宙の中にぼっかりと浮かぶ約35分角離れたM81とM82が同一視野の中にばっちり写っていました。しかしまだまだ終わりません。実はこの時点では視野端に焦点面の傾斜が引き起こす収差が残っていました。全面に写った星像を計測し、そのパターンから焦点面の傾斜を測定します。MAでは視野の中心しか検査しないので、視野端像に影響を与える「傾斜」はこのように測定します。POpt2ユニットの角度を少しずつ調整しながら撮像を繰り返し、パラメーターを詰めていきます。何度かの繰り返し作業をして追

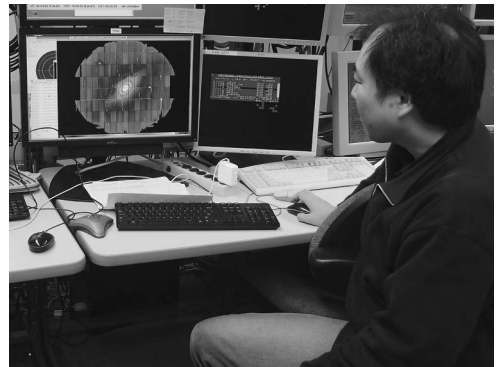


図5 HSCを使って初めて撮ったM31を見て喜んでいる様子。

い込んだ結果、視野端まで良好なイメージオプティカの画像が撮れるようになりました。そして満を持してファーストライト画像としてのM31の積分に続くわけです<sup>13)</sup>。ようやく念願のすばる望遠鏡で撮ったM31の全面とご対面です。視野の隅々までシャープな像が広がり、試験を忘れてしばらくクイックルック画像を拡大したり縮小したりして高解像度と広視野の両方を堪能していました。「もっと広く、全体像は撮れないものか」と思うのは簡単でしたが、その実現にこれほどの苦勞が隠れているとは想像だにもせず、そう言った意味でも初めて画像を見たときは本当にうれしかったです。

#### 4. おわりに

その後、オフラインでのデータの詳細な検討やさまざまな調整・改良が加えられ、2013年6月、11月と試験観測が実施されました。11月のエンジニアリング観測では、一般共同利用観測に備え観測サポート業務を担当するサポート・アストロノマーが観測に参加し、操作を行うところまでになりました。そして2014年1月に予定されているエンジニアリング観測のあとに一般共同利用観測に供用される予定です。

私がHSCプロジェクトに参加する以前からたくさんの方がこのプロジェクトにかかわってきま

した。本稿中ではあまり網羅的に触れることができませんでしたが、日夜、すばる望遠鏡の安定運用のために空気が薄く危険と隣り合わせな過酷な環境で働いている方々もいますし、各コンポーネントを担当した機関・会社にもたくさんの方が関わっています。プロジェクトマネージメントする人、技術的なことを考える人、メカを作る人、ソフトを書く人、サポートをする人。科研費のスケジュールや望遠鏡の運用スケジュールの制約もあり、いろいろなどころで無理することもあったと思います。またHSCが完成し、観測が始まってからすぐに成果を出せるように解析パイプラインを用意する人たちもいますし、論文を書く準備をしデータが出てくるのを今か今かと待っている人たちもいます。HSCの成果を発表する広報担当の人たちの多大なるサポートもありました。天文学者に限らずたくさんの方が一つの目標に向けて力を合わせるプロジェクトはたくさんはないと思いますので、大学院のときからこのプロジェクトに携われたことは個人的にとっても良い経験だったと思っています。

しかし、HSCプロジェクトはまだ終わっていません。観測がうまくできるように最後の総仕上げをし、ようやく大規模サーベイ観測が始まります。天文学者にとっての本番はこれから始まろうとしているのです。

## 謝 辞

本稿を執筆するにあたりHSCプロジェクトチームのリーダーである宮崎 聡氏、小宮山 裕氏から助言をいただきました。また浦口史寛氏からHSC断面図の提供を受け、川野元 聡氏からM56の処理済み画像の提供を受けました。ありがとうございました。また、執筆の機会をくださった大栗真宗氏にも感謝します。

## 参考文献

- 1) <http://naoj.org/Pressrelease/2001/09/07/index.html>
- 2) Shibuya T., 2012, ApJ 752, 114
- 3) Miyazaki S., 2002, ApJ 580, 97
- 4) Miyazaki S., 2012, SPIE 8446, 84460Z
- 5) Hyper Suprime-Cam Design Review Booklet, [http://anela.mtk.nao.ac.jp/hypersuprime/presentation/hscreview20090227final\\_combined.pdf](http://anela.mtk.nao.ac.jp/hypersuprime/presentation/hscreview20090227final_combined.pdf)
- 6) Kamata Y., et al., 2012, SPIE 8453, 84531X
- 7) Komiyama Y., et al., 2008, SPIE 7014, 70144 V
- 8) Obuchi Y., et al., 2012, SPIE 8446, 84466Q
- 9) Morokuma T., et al. 2008, SPIE 7014, 70144W
- 10) Uraguchi F., et al., 2012, SPIE 8446, 844663
- 11) Nakaya H., et al., 2012, SPIE 8453, 84532R
- 12) Utsumi Y., et al., 2012, SPIE 8446, 844662
- 13) <http://naoj.org/Topics/2013/07/30/index.html>

## Seven Years with Hyper Suprime-Cam

Yousuke UTSUMI

*Hiroshima Astrophysical Science Center,  
Hiroshima University, 1-3-1 Kagamiyama,  
Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8526, Japan*

Abstract: We develop the next generation wide field imaging camera for Subaru telescope called Hyper Suprime-Cam. It has the widest field-of-view among existing 8-10 m class telescopes with good image quality. Designing started from 2002, the construction started from 2006, all components arrived at the summit 2012, and then the first light was performed. I joined the Hyper Suprime-Cam project team from 2007. I explain the major components of HSC in order to obtain good image quality over the entire field-of-view and write down a story about the first light observation in this text.