

Astronomy

カメラアプリケーション事例集



INDEX

SPECIAL INTERVIEW



page 4 - 7
補償光学装置



page 8 - 10
超高層大気イメージング

TOPIC



page 11
太陽イメージング

APPENDIX



page 12 - 14
カメララインアップ
分光感度特性

表紙の画像



オリオン座大星雲M42

2020年12月 市街地でのラッキーイメージング
(機材：30 cm望遠鏡 ORCA®-Quest qCMOS®カメラ)

補償光学装置

系外惑星を観測する方法はいくつかあり、それらの方法を使ってこれまで約4000個ほどの系外惑星が確認されていますが、そのうち、望遠鏡を使った観測装置での「直接撮像」により確認できているのはわずか10～20個程度だといえます。望遠鏡を使った観測装置の精度を高め、一つでも多くの惑星の放つ光を捉えることが研究の大きなミッションとなっています。

補償光学は、大気ゆらぎにより乱れた波面を即時に補正し、望遠鏡の性能限界における最も歪みのない鮮明な星像を得るための装置で、望遠鏡を使った観測装置のキーコンポーネントともいえる存在です。

リアルタイムかつ高精度な波面補正を実現するために、高速な読み出し性能と高い分解能が求められます。また、より暗い天体やレーザ人工星など、非常に光子数が少ない状況で波面補正が行われる場合もあり、カメラには高い感度が必要となります。

性能向上のためにはどんなことが必要なのか、究極の性能に達した先で実現されるものは何か―巨大望遠鏡を使った系外惑星の直接撮像に取り組む、京都大学大学院理学研究科附属天文台 山本広大先生に、補償光学の現状の性能やそれらを使った今後の展望について伺いました。

インタビュー

京都大学大学院理学研究科附属天文台 山本広大先生

惑星が実際に放つ光を望遠鏡を使った観測装置で直接撮像したい

Q 補償光学を使った惑星観測の現状について教えてください。

私たちは今、岡山県に新しくできた日本で一番大きい望遠鏡「せいめい」に搭載する観測装置を作っています。系外惑星を直接撮像するための装置です。

世界で最初に系外惑星の実際の光を検出できたのは2008年ごろですが、そこから世界中の研究機関があの手この手で光の検出を試みているものの、これまで惑星と認められているのはわずか10～20個

程度なんです。直接撮像以外の方法を用いた観測では系外惑星は約4000個検出されているので、直接撮像できているのがわずか10～20個くらいとなると、検出できている数が少ないですね。

少ない理由として直接撮像を目的とした観測装置の性能がまだ足りていないこともありますが、そもそも系外惑星というのは自ら光を放つ恒星の近くにあるとても暗い天体なので、その光を検出するのが非常に難しいんです。

我々は、先出の望遠鏡「せいめい」用に系外惑星撮像装置「Second-generation Exoplanet Imager with Coronagraphic AO (SEICA)」を開発して、

より暗い天体を見つける取り組みもしていますが、誰も発見できなかったような惑星を検出できるほどの性能は実現できていません。

世界には、すばる望遠鏡やチリにあるVLTのように口径が8 m～10 mもある大型の望遠鏡があり、高い検出性能をもっているものもあります。望遠鏡の検出性能は大型であればあるほど上がるので、口径がそれらの半分以下である「せいめい」は比較をしてみると性能が劣ってしまいます。観測装置の性能はどんどん上がってはいるものの、恒星の近くに存在する非常に暗い天体を検出するにはまだまだ性能が足りないのが現状です。

大型望遠鏡での惑星の直接撮像の礎を築く

Q 直接撮像で系外惑星を見つけるために開発された補償光学装置「SEICA」。今後更なる性能向上が求められますが、性能を向上することでどのような成果を期待していますか？

「SEICA」の目標は2つあります。1つは系外惑星の検出、もう1つは将来大型望遠鏡にも適用できるような技術のテストベッドとしての役割を果たすことです。



補償光学装置「SEICA」

新しい技術を開発して系外惑星を実際に検出しようという時、先ほどお伝えしたとおり、その対象は非常に恒星に近い、暗いものなので観測するのが難しいんです。観測が難しい理由はそれだけではなく、空気中にある大気の影響を受けることも大きな要因です。大気が乱れるといわゆる星の瞬きのような形で像が歪んでしまったり、像の輪郭がぼやけてしまっ

たり、ずれてしまったりときれいな像が得られなくなります。そういった大気の乱れによる影響を打ち消すものとして、補償光学装置が開発されました。

惑星の直接撮像を行って惑星の実態を解明していくことも私たちの主な目標ですが、補償光学装置の性能を高め、将来的に補償光学装置を搭載した大型望遠鏡での惑星の直接撮像の礎を築くことも、私たちの研究成果として挙げられることを期待しています。

波面センサの性能向上が進化のカギを握る

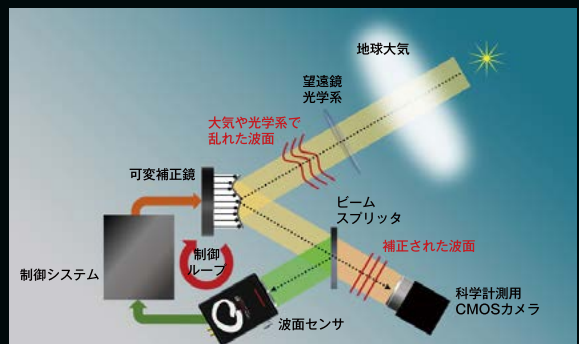
Q 1つ目の目標「系外惑星の検出」を達成するために、補償光学装置の性能向上は必須と伺いましたが、そのためには最も必要なことは何でしょうか？

補償光学装置の中でも「エクストリームAO」といわれている極限補償光学装置があります。「エクストリームAO」はすばる望遠鏡などにも搭載されているのですが、私たちの開発したものはFPGAを使ってより高速で高精度な波面制御を行えるようにしています。なぜそこまで高精度な波面制御を追求しているかというと、繰り返しになりますが、大気の乱れをいかに打ち消すかが撮像の精度に直結するからです。

実は、大気の色そのものはそれほど変形しないんです。1 kHz、6.5 kHzくらいの速度で見るとほとんど同じ形を保っているのですが、これが風が吹くと流されてしまうんです。なので、「ここだな」って思って観ている波面の形状が次の瞬間には流れて別の形状を見ていることになってしまう。だから、計測と補正の間での時間遅れによって生じたずれが形状エラーとして生まれてしまうんですね。厳密に言えばリアルタイムで波面を計測しつつ補正しているだけでなく、風で流れる先の波面を予測して補正してしまう制御アルゴリズムも組み合わせて制御しています。

これまでの「傾斜計測」の波面センサというのは、波面の各点の傾きを見て、それを元々の形状に積分して復元することで波面の形状を確認しますが、積分する分、各点の測定エラーが全体の形状測定に伝

搬してしまうんです。我々の補償光学装置に採用した「位相計測」なら「波面のこの位置はどれくらいの高さですよ」というのがダイレクトに測れるんですね。



直接位相を計測できる分、エラーが生じにくい。系外惑星の直接撮像を目的とした補償光学装置には高速で高精度な波面制御が必要であるため、波面計測もそうである必要があります。補償光学装置の進化には、波面センサの性能向上が不可欠なのです。

地球以外の場所で、生命を探す

Q 二つ目の「大型望遠鏡への適用」についても詳しくお伺いしたいです。そして研究を突き詰めていく先に見る理想などもあれば合わせて教えていただけますか？

系外惑星を研究しているレベルでいうと、やはり一番研究者が究極と思っているのは、「地球以外の場所で生命を探す」だと思います。当然、惑星表面にいる生命を光学的に分解するというのは絶対に無理なので、見ただ目で植物が生えているとか、もう少し手前でいうと酸素があるとか、どういう大気の組成をしているんだろうといったことを生命を発見する少し手前の発見としてきちんと計っていきたいという思いはあると思います。

直接撮像というのは、言ってみれば分光ができるわけですね。分光ができるということは、どういう分子が有るかというのがきちっとわかる手がかりを得られるということ。生命がいるかないか、いるとしたらどういうものがあるだろうとか、ということを知っていく上での手がかりを直接撮像でつかむということが、やはり、僕らの世代で上手く到達しうる「究極」になるのではないかと考えています。

乱流による影響を 0 にする装置を目指して

装置開発の面での「究極」というと、本当に究極を言ってしまうと、本当に大気の影響を完全に消してしまうような補償光学の装置を作ることが目指すべきところにはなりますね。現状開発されているものも20年ほど前にあったような補償光学の装置に比べれば随分性能が上がってきて、綺麗な波面には近づいているのですが、まだやはり本当の意味での極限の補償光学ではないんです。そのためにやはり必要になってくるのは、より高速な計測と演算と補正です。これらの追求なしには究極は目指せません。

カメラも装置性能を上げる重要なファクター

Q より高速な計算と演算と補正を行うために、高速かつ高精度な波面センサが欠かせないということは、撮像する2Dセンサ、つまりカメラ側にも同様の高い性能が求められますね。

そうです。やはり一番求めるものは、高速性と低ノイズ性ですね。先ほど言ったように、波面を計測してから補正をかけるまでの時間の遅れが生じるため、その遅れによりテンポラルエラーが発生します。なので、カメラで撮る補正された波面は、ほぼそれに律速されてしまっているんです。その時間が速くなればなるほど露光時間がどんどん短くなっていくので、次のタイミングで検出できるフォトン数が1フレーム当たり減っていってしまいます。だから、高速で低ノイズと申し上げたのですが、その2つは本当にトレードオフの関係になっているので、より高速にしようとするだけで、読み出しノイズやフォトンノイズがどんどん上がってしまうし、逆にそれらを下げようすると当然テンポラルエラーが画像に映ってしまったりします。

2つのトレードオフを解消するために制御アルゴリズムに予測制御を導入することが研究されています。ただ複雑な制御を行うためにはその計算のためのコストがハードの面でもソフトの面でもかかってくるので、とっかかりにくい面もあります。計測から制御まで専用の回路を組めば計算時間を極限まで短く

できますが高価で改修が容易ではなくなります。一般的なPCの方がアルゴリズムの変更などの検討・開発が自由にできるなどのメリットもあります。そこで我々はPCと専用回路の中間的な存在であるFPGAを制御装置として採用しています。

アルゴリズムでトレードオフを解消したとしても依然波面センサに用いるカメラの選定も非常に重要です。高速性と低ノイズを両立するものを厳選して採用するようにしています。

—— ありがとうございます。

取材先

京都大学大学院理学研究科附属天文台 山本広大先生

京都大学大学院理学研究科附属天文台 研究員（大学間連携）。理学博士。
2014年 大阪大学大学院理学研究科 博士後期課程修了。

専門は、赤外線天文学、太陽系外惑星の直接撮像観測、観測装置開発に従事。



利用いただいているカメラ



ORCA®-Flash4.0 V3 デジタル CMOS カメラ

超高層大気 イメージング

超高層大気とは、高さ80 kmから400 km付近の大気の事を指します。地球の大気と宇宙空間との境界領域にあたり、一部の大気が電離したプラズマ状態になっています。プラズマと大気との相互作用により、南北半球の高緯度上空ではオーロラが発生しています。また中低緯度の上空では夜間大気光と呼ばれる発光が起きています。

一言で「オーロラの観測」といっても、オーロラ自体の種類も様々、また観測するポイントも様々。研究テーマとしては非常に多岐にわたる分野であり、見た目のミステリアスさも然ることながら、その実態はまだまだ解明されていないことが多く、謎多き現象とされています。

インタビュー

今回は、そのオーロラの輝きの中で起こっている発光現象の高速撮像の研究に取り組む、名古屋大学 宇宙地球環境研究所 三好由純先生に、超高層大気ダイナミクスを高感度、高空間分解能、高速に計測することの目的やオーロラと宇宙で起こっている現象の関係性について伺いました。

名古屋大学 宇宙地球環境研究所 三好由純先生

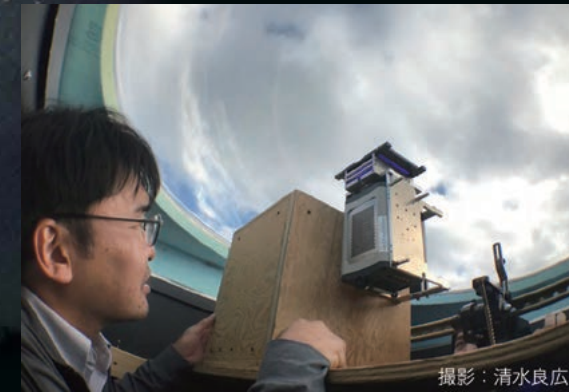
オーロラは宇宙空間に今何が起きているか という事を知る手がかり

Q オーロラを観察することでどんなことがわかるのか、観測の目的を教えてくださいませんか？

オーロラは、宇宙空間の電子やイオンが地球の超高層大気に降り込んできて発光する現象なので、オーロラの明るさや動きや形といったものを調べると、宇宙空間で今何が起きているかという事を知る手がかりになるんですね。オーロラの観測の歴史は長いですが、長い歴史の中でやがてカメラが登場して、CCDが登場して、そして、EM-CCDが登場して、CMOSが登場して…と新しいデバイスが次々と観測

に使われるようになって、高速に精密にオーロラを観測するような時代が来て、もう目では見ることができないようなオーロラの激しい変化や微細な構造というのがどんどん発見されているんです。それは言い換えると、宇宙空間でそういった速い変化とか細かい変化を作り出すメカニズムがあるということで、宇宙でそういう新しいメカニズムが起きているということの理解につながっていくんですね。オーロラというのはもちろん綺麗な現象で、目で見ていても楽しい現象なんですけれども、その現象の中で起きている目で見えないような速いものや小さいもの、さらには微弱な発光を追いかけることは、宇宙の研究にはもう不可欠なことです。最先端のオーロラの研究から新しい時代の到来を感じています。

私たちの研究グループの取り組みを少しご紹介しますと、例えば2016年にJAXAが打ち上げた「あらせ」という人工衛星があるのですが、その人工衛星が宇宙空間でプラズマと呼ばれる電子やイオン、さらにはプラズマ波動と呼ばれる電場や磁場の変動を観測しています。そして、あらせ衛星と磁力線でつながっている超高層大気で光っているオーロラを、EM-CCDカメラで観測しています。人工衛星と地上からの観測を組み合わせることによって、「こういうオーロラが観測されたとき、宇宙空間では何が起きているか」といったようにEM-CCDカメラで観測したオーロラと宇宙空間で起こっている現象との対応を探る研究を行っています。EM-CCDカメラで、100 Hzの速さでオーロラの連続撮像を行っていますが、この速さでないと見ることができなかった世界が見えてきているので、そういった現象を作り出す仕組みを明らかにしていければと思っています。



観測の様子（カメラ：ImagEM® X2 EM-CCD カメラ）

より速く、より細かく、そして視野を広く。 研究の歩みとともに進化するカメラが必要

Q 研究の進歩とともにカメラの検出性能も向上していった歴史を教えてくださいましたが、ずばり現在と今後の研究のためにカメラの進化に求めることはありますか？

研究者によってオーロラのどこに目を付けるかはもちろん違うんですけども、大きくは2つあるかと思います。1つは、やはり「より速く、より細かく、高解像度・高時間分解能」という方向性です。一方で、そういった方向を追求すると、どうしても高い時間分解能、空間解像度だけでも、視野が狭い、といっ

たことになってしまうわけですね。世の中が4Kディスプレイや8Kの時代になってきていますが、同じようなことをオーロラ観察でも目指していきたいと思っていて、ぜひそういったことを可能にするカメラがあると良いなと思っています。

それからもう1つは、オーロラというのは地球上のいろいろな所で起きている現象なので、多点にカメラを展開して、お互いのカメラの視野が重なるようにし、それをすべてネットワークで繋いで高時間、高空間分解能で撮像することを目指すべきところとして考えています。例えば、1つの場所で観られるオーロラは大体500 km四方くらいなんです。でもすぐ横の経度、あるいはすぐ南、北に行っても、オーロラが連続して見えることがあります。そういったオーロラを観測するために、最近ではネットワークといって、あちこちにカメラをたくさん置いて、汎地球的に観るという手法がすごく進んできています。高空間分解能・高時間分解能なんだけれども、それを並べて敷きつめることによって、汎地球的に高い時間分解能、空間解像度でオーロラの変動を観る、ということ考えています。そのためには、性能の良いカメラをあちこちに置いておく必要があるので、そういったことが可能になればと思っています。

基礎研究として取り組む「宇宙天気予報」

Q 宇宙天気という言葉で、高校生向けの講演をされていますが、普段のお仕事でリアルタイムでそういったものを見ていらっしゃるのですか？

私は大学に勤務しているので、宇宙天気や宇宙天気予報に関する基礎的な研究を行っています。天気予報だと気象庁から発信されていますが、宇宙天気の場合には、日本ですと情報通信研究機構というところから発信されています。私たちは、予測の高精度化にもつながる基礎研究、そして宇宙環境変動の研究を行っています。その研究の中で、人工衛星や地上観測のデータを分析したり、シミュレーションを行ったり、そしてEM-CCDやCMOSカメラを北欧や北米に設置して観測したりということを行っています。

太陽イメージング

太陽の爆発的活動によるフレアは、X線やガンマ線などの放射線を大量に放出するため、宇宙空間で作業する宇宙飛行士にとって深刻な問題です。

地上に住んでいる私たちは大気層で守られているため、太陽フレアによる放射線被ばくの恐れはありませんが、一方で大規模なフレアの発生により磁気嵐が発生し、緯度の高い地域では大規模停電が発生するなど日常生活に深刻な被害を与えることもあります。

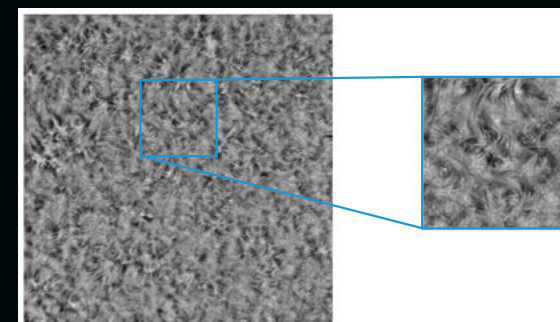
太陽の活動は未だ知られていないことが多く、太陽の黒点や磁場の動きなどからフレアの発生を予測する研究は非常に重要になってきます。

太陽フレアの内部構造とその時間発展を詳細に追跡するために、高分解能、高速、高ダイナミックレンジを同時に実現した検出器が必要とされます。

情報提供

雲南天文台 ONSET

光学赤外太陽フレア監視望遠鏡（通称「ONSET」）は、2011年に中国雲南省に建設され、運用を開始しました。ONSETは、全面像または広視野（10角分）で、He線（He I 10830）、H α 線、および2つの白色光の波長域（360 nmと425 nm）での太陽の部分像、太陽コロナ像、彩層・光球層像を同時に取得することができます。このように、ONSETは太陽大気の高度の異なる場所での太陽フレアの完全な三次元画像を取得でき、太陽フレアに関するあらゆる研究に貢献しています。また、太陽フレアの空間的・時間的な微細構造を明らかにするための高時間分解能・高空間分解観測も可能です。



ONSET が撮像した太陽フレアの様子
（ORCA®-Flash4.0 V3 デジタル CMOS カメラ使用）

ONSETでは、真空レンズ望遠鏡を使用して、機器からの散乱光を大幅に低減し、空気の対流による干渉を防ぎます。観察はコンピュータの自動制御によっ



雲南省の広大な土地にある ONSET

て行われます。望遠鏡は、4本の望遠鏡で構成されており、それぞれ（1）He（10830）フィルター / 口径 275 mm / 太陽像直径 24 mm / 動作波長：1083.0 nm $\pm$ 0.4 nm、（2）H α フィルター / 口径 275 mm / 太陽像直径 24 mm / 動作波長：656.3 nm $\pm$ 0.4 nm、（3）白色光フィルター / 口径 200 mm / 太陽像直径 24 mm / 動作波長：360.0 nm $\pm$ 1.5 nm および 425.0 nm $\pm$ 1.5 nm、（4）光電ガイド / 口径 140 mm を含んでいます。ONSETでは、多数の高品質な太陽像を取得し、そのデータ量は10 TBを超えており、それらには太陽の白色光フレアなどの希少なデータも含まれています。時間帯の特殊性を考慮すると、これらのデータは国際的に独自性の高いものです。こういった研究成果は、学術的にも権威のある The Astrophysical Journal, ApJ と The Astronomy and Astrophysics, A&A で発表されています。

オーロラは「宇宙の天気の流れ」とよく言われています。例えば、太陽で爆発が起きて、太陽から地球より遥かに大きいプラズマの塊が大量に地球に飛んでくるのですが、そういうことが起きると地球の周りの宇宙空間が乱れに乱れて、「嵐」と呼ばれる状態になり、人工衛星や、通信に影響が出てしまうことがあります。



アラスカ大学のポーカーフラット実験場にある
オーロラ観測施設に設置された弊社製カメラ

すごい時は上空を飛んでいる航空機に影響が出てしまうので、「北極を飛んでいる航空機が影響を受けそうだから緯度を下げて運航しよう」といった対策が取られることもあるんですよ。このとき、オーロラも普段よりもより強く、また普段ではあまり見られないような低い緯度でも見られることがあります。

地球で起こっている現象、宇宙で起こっている現象、それら一つ一つが全部つながっているの、オーロラの変化を研究するということは、オーロラだけを研究しているというよりは、太陽と地球のつながりがどう変化しているか、宇宙空間で何が起きているかを知るということに直結しています。

—— ありがとうございました。

取材先

名古屋大学 宇宙地球環境研究所 三好由純先生

名古屋大学宇宙地球環境研究所教授。博士（理学）。東北大学大学院理学研究科を卒業後、日本学術振興会特別研究員、米国ニューハンプシャー大学客員研究員を経て、2004年より名古屋大学太陽地球環境研究所（現宇宙地球環境研究所）助手・助教、准教授を経て2018年より現職。JAXA ERG（あらせ）衛星計画のプロジェクトサイエンティスト。

専門は宇宙空間物理学、地球惑星磁気圏物理学。人工衛星観測データの分析やシミュレーション、オーロラの超高速撮像観測などに従事。文部科学大臣表彰若手科学者賞、日本地球惑星科学連合 地球惑星科学振興西田賞、地球電磁気・地球惑星圏学会 田中館賞、井上賞他を受賞。



利用いただいているカメラ



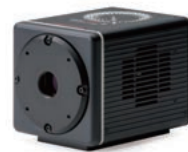
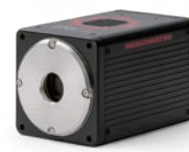
ORCA®-Flash4.0 V3 デジタル CMOS カメラ



ImagEM® X2 EM-CCD カメラ

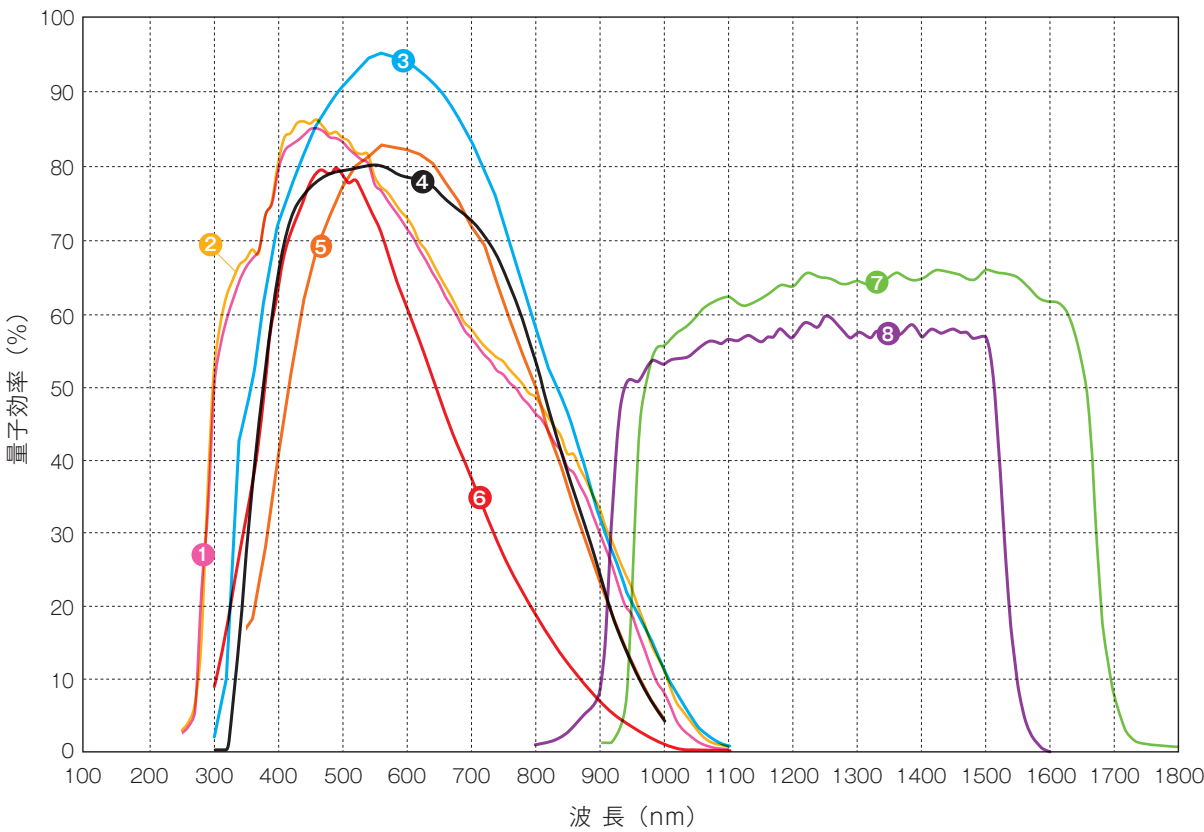
カメララインアップ

詳細はWebサイトをご覧ください <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/product/cameras.html>

	可視 ～ 近赤外						近赤外			
名称	ORCA®-Quest 2 qCMOS® カメラ	ORCA®-Fire デジタルCMOS カメラ	ORCA®-Fusion BT デジタルCMOS カメラ	ORCA®-Fusion デジタルCMOS カメラ	ORCA®-Flash4.0 V3 デジタルCMOS カメラ	ORCA®-spark デジタルCMOS カメラ	InGaAs カメラ			
型名	C15550-22UP	C16240-20UP	C15440-20UP	C14440-20UP	C13440-20CU	C11440-36U	C16741-40U	C14041-10U	C12741-03	C12741-11
製品写真										
撮像素子タイプ	エリアセンサ						エリアセンサ			
感度波長範囲 (nm) (分光感度特性：P14 参照)	250 ～ 1000		350 ～ 1000				400 ～ 1700	950 ～ 1700		900 ～ 1550
										
有効画素数 (H×V)	4096 × 2304	4432 × 2368	2304 × 2304		2048 × 2048	1920 × 1200	1280 × 1024	320 × 256	640 × 512	
画素サイズ (μm) (H×V)	4.6 × 4.6		6.5 × 6.5			5.86 × 5.86	5 × 5	20 × 20		
有効素子サイズ (mm) (H×V)	18.841 × 10.598	20.387 × 10.892	14.976 × 14.976		13.312 × 13.312	11.25 × 7.03	6.40 × 5.12		12.8 × 10.24	
飽和電荷量 (electrons) (typ.) ^{*1}	7000	20 000	15 000		30 000	33 000	-			300 000
ダイナミックレンジ (typ.) ^{*1}	23 000 : 1	20 000 : 1	21 400 : 1		37 000 : 1	5000 : 1	-			
冷却方式	強制空冷 / 水冷	強制空冷	強制空冷 / 水冷			-	強制空冷 / 自然空冷	強制空冷		強制空冷 / 水冷
冷却温度 (℃) ^{*1}	-35 (水冷)	+20	-15 (水冷)		-30 (水冷)	-	+15 (強制空冷)	+10		-70 (水冷)
読み出し速度 (フレーム / 秒) (全画素読み出し時) ^{*1}	120	115	89.1		100	64.9	71.53	216.6	59.774	7.2
読み出しノイズ (electrons) (rms typ.) ^{*1}	0.30	1.0	0.7		1.4	6.6	-			500
暗電流 (electrons/pixel/s) (typ.) ^{*1}	0.006 (水冷)	0.6	0.7 (水冷)	0.2 (水冷)	0.006 (水冷)	-	-			130 (水冷)
インターフェース	CoaXPress(Quad CXP-6) USB 3.1 Gen 1		CoaXPress(Dual CXP-6) USB 3.0 ^{*2}		Camera Link USB 3.0 ^{*2}	USB 3.0 ^{*2}	USB 3.1 Gen 1	USB 3.0 ^{*2}	USB 3.0 ^{*2} EIA	Camera Link
アプリケーション例	ライフサイエンス イメージング、量子、 天文、半導体検査、 放射光イメージング、 電子顕微鏡	ライフサイエンスイメージング、 放射光イメージング、電子顕微鏡		ライフサイエンスイメージング、 半導体検査、放射光イメージング、 電子顕微鏡		ライフサイエンス イメージング、 放射光イメージング	半導体検査、食品検査、分析・分光			ライフサイエンス イメージング、 半導体検査

※1 条件によって異なります。詳細については、各製品カタログをご参照ください。
※2 USB 3.1 Gen 1 と同等。
※3 詳細は製品カタログをご参照ください。

分光感度特性



- 1

CMOS

ORCA®-Quest 2
- 2

CMOS

ORCA®-Fire
- 3

CMOS

ORCA®-Fusion BT
- 4

CMOS

ORCA®-Fusion
- 5

CMOS

ORCA®-Flash4.0 V3
- 6

CMOS

ORCA®-spark
- 7

InGaAs

InGaAs カメラ C14041-10U
- InGaAs

InGaAs カメラ C12741-03
- 8

InGaAs

InGaAs カメラ C12741-11



- ORCA、qCMOS、ImagEMは、浜松ホトニクス（株）の登録商標です。
- その他の記載商品名、ソフトウェア名等は該当商品製造会社の商標または登録商標です。
- カタログに記載の測定データにおけるご提供者の氏名・所属等は、現在と異なる場合があります。
- カタログに記載の分光感度特性グラフは代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログの記載内容は2024年4月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

浜松ホトニクス株式会社 www.hamamatsu.com

☐ 仙 台 営 業 所	〒980-0021	仙台市青葉区中央3-2-1 (青葉通プラザ11階)	TEL (022) 267-0121	FAX (022) 267-0135
☐ 東 京 営 業 所	〒100-0004	東京都千代田区大手町2-6-4 (常盤橋タワー 11階)	TEL (03) 6757-4994	FAX (03) 6757-4997
☐ 中 部 営 業 所	〒430-8587	浜松市中央区砂山町325-6 (日本生命浜松駅前ビル)	TEL (053) 459-1112	FAX (053) 459-1114
☐ 大 阪 営 業 所	〒541-0052	大阪市中央区安土町2-3-13 (大阪国際ビル10階)	TEL (06) 6271-0441	FAX (06) 6271-0450
☐ 西日本営業所	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東1-13-6 (いちご博多イーストビル5階)	TEL (092) 482-0390	FAX (092) 482-0550

☐ システム営業推進部 〒431-3196 浜松市中央区常光町812 TEL (053) 431-0150 FAX (053) 433-8031

Cat. No. SCAS0150J05
APR/2024 HPK