

「TDI撮影方法について」

株式会社マゼラン 天文機材部 国際光器
(Santa Barbara Instruments Group日本総代理店)

坂田 多美郎
(Tamio Sakata)

～ 講演概要 ～

- TDI撮影法とは？ ～単語スペルから考える撮影理念～
- TDI撮影の仕組み ～恒星時動作を逆手に取った仰天撮影法～
- SBIG社からのTDI作例について
～さすがはSBIG社、TDI撮影の利点を生かした作例です～
- TDIだから使えそうな機材について
～追尾が不必要だから「あの機材」が使える、かな？～
- 実際に撮影を行なってみました
～何とか晴れ間をぬって撮影出来ました。撮影対象はあの「リ〇グ星雲」です～
- TDI撮影法の背景 ～研究分野での実情について～
- 筆者の独り言<編集後記> ～ご挨拶他～

TDI撮影法とは？ ～単語スペルから考える撮影理念～

さて、まずはTDI撮影法の「TDI」の正式なフルスペルは.....

「TDI」 = Time Delay Integration

(SBIG社 Matt氏談)

そして（今さらですが、念のために）それぞれの単語の日本語訳を調べると

「Time」 → 時・時間・時の経過・歳月など

「Delay」 → 遅らせる・延期するなど

「Integration」 → 統合・完成・調整・(数的に)積分など
(→イメージングを行なうこと)

つまり、SBIG社のMatt氏が定義する「TDI撮影法」とは、

※撮影するシステムの特徴に合わせて（詳細は次項にて）、撮影対象が移動するパターンと「時の経過」を、より正確に計算してデータの読み取りを「遅らせ」その後取得した画像データを「統合」する撮影方法である

と言える（かも）知れませんね。

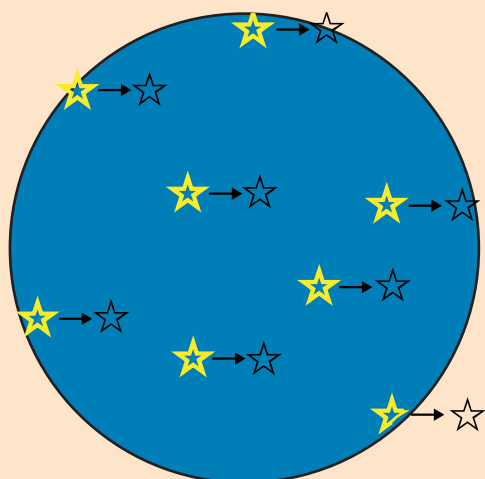
→ 次のページへ ←

TDI撮影の仕組み

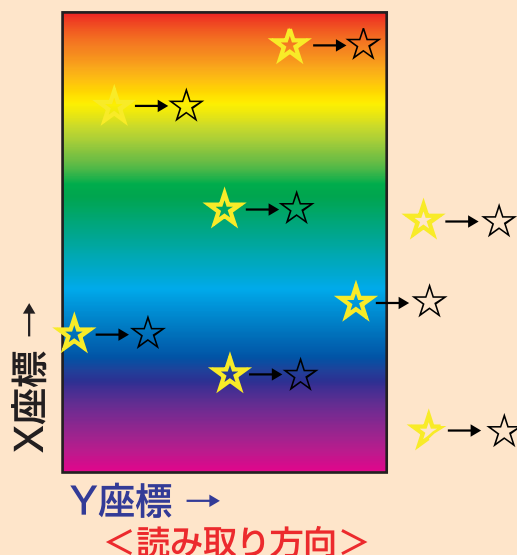
～恒星時動作を逆手に取った仰天撮影法～

それでは「TDI撮影法」とは、どのように行なわれるのかみてみましょう

(光学系が捕らえる視野)



(CCD素子上の様子)



上記図解の通りに、地球の自転運動による「見かけ上」の星の移動が確認できます。TDI撮影法とは、この「星の移動」方向を「Y座標・増加方向」に合わせ、その移動と同調して画素の読み取りを「行単位」で行なう事で、星の追尾を架台側で全く行なうことなく、より長時間に及ぶ撮影を可能にした「画期的な」デジタル特有の撮影方法と言えます。

それでは、具体的にSBIG社が皆様にご提供する「CCDOPSソフトウェア」上において、この「TDI撮影法」のコマンドに触れていきます。（詳細は国内新品製品に同封のCCDOPSコマンドリファレンスVer5.40をご参照下さい。）

1. 「撮影ライン数」 → 「TDI」撮影を行なうライン（行）を指定します
2. 「赤緯」 → 撮影対象の赤緯度を指定します。単位は「度」です
3. 「焦点距離」 → 接続の光学系の焦点距離を指定します。単位は「インチ」です

※主に以上の特性スペックを、CCDOPSソフトウェアの任意の箇所に指定入力する事で、同ソフトウェアがデータの読み取りのタイミングを計りながら1行毎の撮影を、指定した行数まで自動的に行なってゆきます。

そして以上の方法にて実際に撮影された画像が、

SBIG社からのTDI作例について

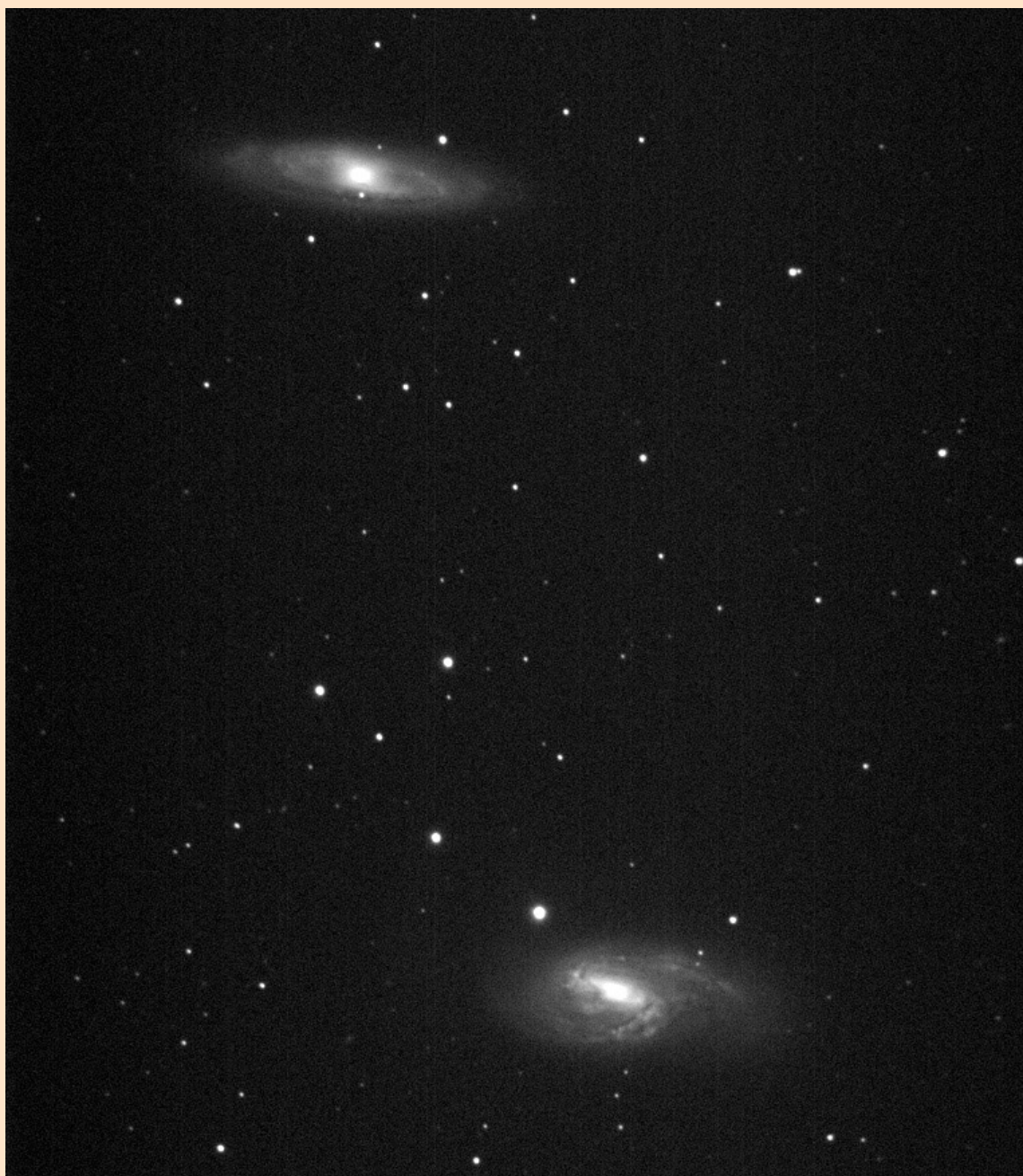
～さすがはSBIG社、TDI撮影の利点を生かした作例です～

SBIG社提供のST-402MEによるM65とM66

イメージサイズ：765x874画素（露光時間67秒相当）

鏡筒：20cmシュミカセ／レデューサー併用でF10→F4.8

画像処理：オリジナル画像、CCDOPSによるログスケールのみ



上記では765画素の長辺を構図に生かし、短辺（510画素）方向に67秒間の「TDI撮影」を行なっています。つまり、結果として874画素分の「TDI」撮影が完了した事になります。もちろん、この作例に使用した撮影機材には「モーター恒星時追尾機構」はありません！！それでも上記のように「点像」で写真が撮れてしまうのです。「TDI撮影」って凄いですネ。

TDIだから使えそうな機材について

～追尾が不必要だから「あの機材」が使える、かな？～

ここで、この「TDI撮影法」の可能性を探ってみました。概ね以下のポイントがこの「TDI撮影法」の主な特筆すべき特長であると考えられます。

- ・ 撮影に使用する架台に赤道儀等の「恒星時追尾機構」が無くとも撮影が可能
- ・ 例えば、40万画素クラスのCCD素子であっても、撮影の仕方次第ではラージフォーマットCCD素子と同等程度の画像を得る事が可能（**だろう**）
- ・ 元来の恒星時追尾の作業行程が含まれない為、（**より厳密な設定を行なえさえすれば**）より自然な、追尾に関わる微振動などの諸影響が加わらない画像描写が期待できる

などなど

以上の事から、ある意味、今まででは全くもって撮影用機材として「非・常識的」なシステムでの「**TDI撮影-CCDイメージング**」の可能性を考えてみました。

鏡筒システム：お手軽大口径でFの明るい「ドブソニアン鏡筒」

架台システム：モータードライブが非搭載の「簡易型経緯台」

もうお分かりでしょう

そうです

今回、私がインスピレーションを傾けた撮影機材は、

「OMEGA 7645」 ドブソニアンです！

恒星時追尾機構を有さない「大口径ドブソニアン」そのものです。

(余談ですが、この「オメガ・ドブソニアン」シリーズの光学系は大変優秀で
より厳密な撮影にも充分耐えうる精度を有しています。)



「オメガ76cm」はご覧の通りに、かなり「ビッグな」望遠鏡です！

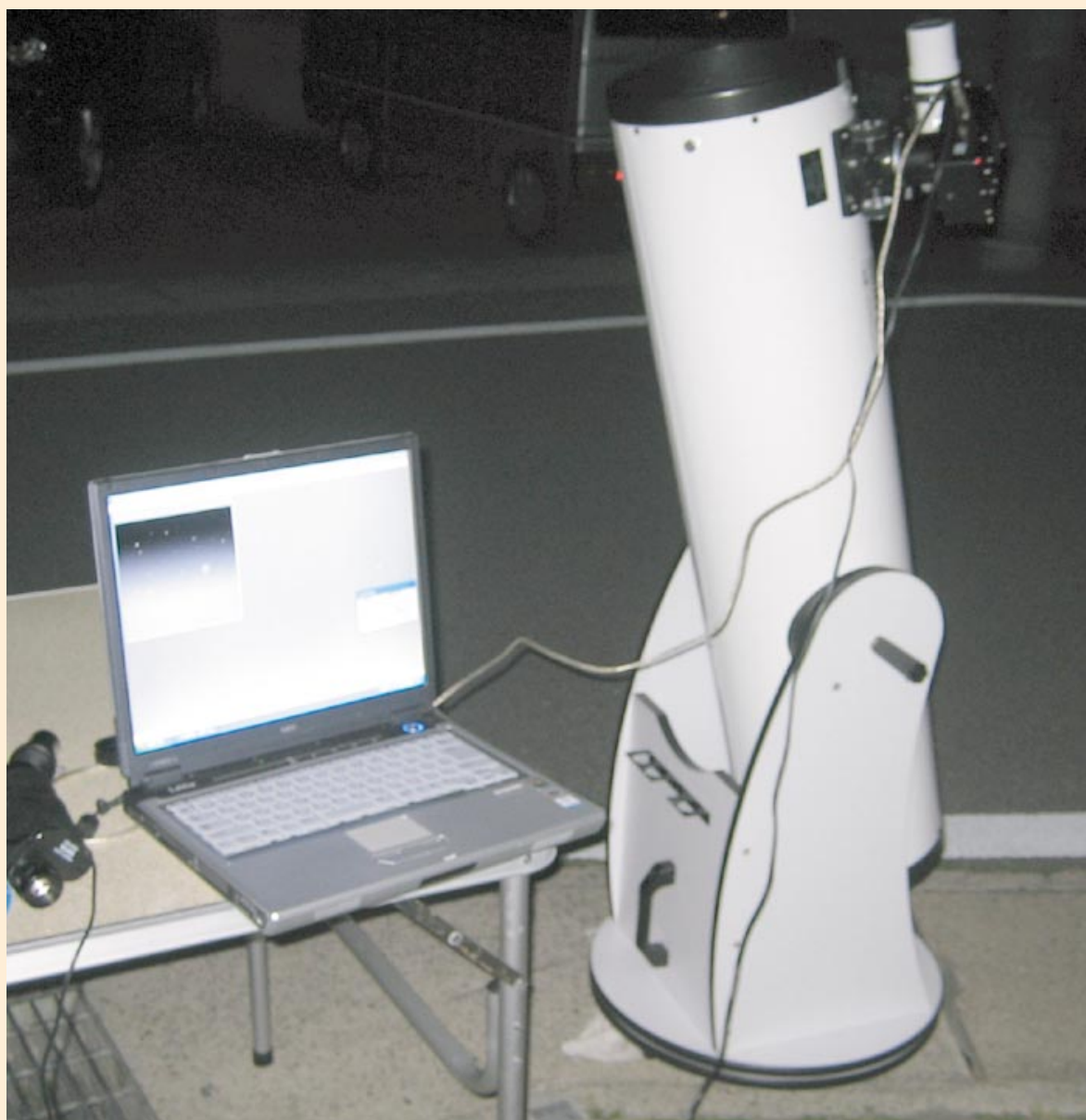
これなら、短時間のスナップショットが中心となるTDI撮影でも、かなりの写りが期待出来そうです...

実際に撮影を行なってみました

～何とか晴れ間をぬって撮影出来ました。撮影対象はあの「リ〇グ星雲」です～

でも...でもですね...やっぱり76cmは大きすぎました... 少し反省です

そこで、もう少し現実的な機材で実際に「TDI撮影」を行なってみました

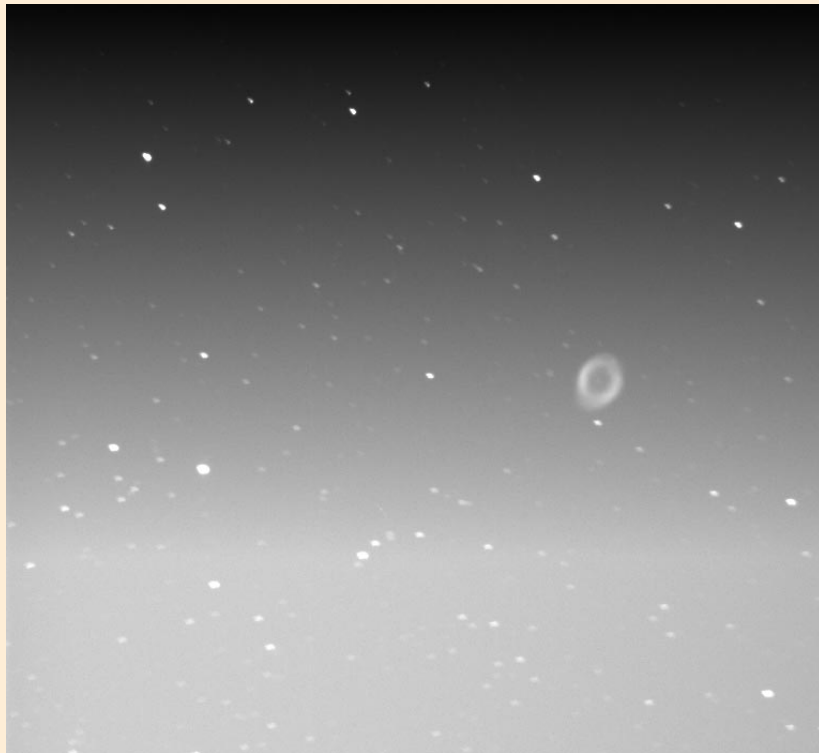


2006年4月に発売の「Whitey Dob 25cm」とST-402MEの組み合わせです

そして、上記にて撮影された画像が、

弊社撮影のST-402MEによるM57
イメージサイズ：765x700画素（露光時間62.5秒相当）
鏡筒：WhiteyDob 25cm F4.8 画像処理：オリジナル画像

765画素



700画素

なんと、超お手軽「WhiteyDob 25cm」であの「M57」の画像を得る事ができました。

ちなみに、上記の画像を撮影した機材でノータッチ撮影を行なうと...（次ページ）

ドブソニアンと言えば「眼視機材」の代表名詞です。

写真撮影機材の見地から見る限りでも、あたかも「サブ機材」に位置されるような（注：逆に言えば、お手軽／大口径に勝る高性能はないっ！とも言える）

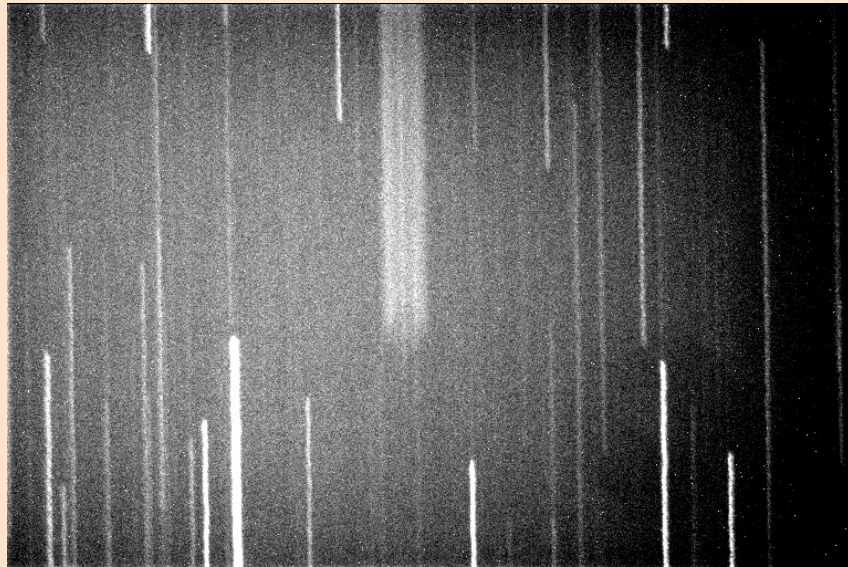
「サブ機材」であるドブソニアンでCCDイメージングを完成させちゃいました...

もしも、もっと「暗い空」で、もっと「大口径」で同様の撮影を行なったら...

赤道儀のような「重量級」の機材の存在危機（かも×2）知れませんか！

→ 次のページへ ←

弊社撮影のST-402MEによるM57
露出時間：62.5秒（TDI撮影時の700行に相当）
鏡筒：WhiteyDob 25cm F4.8 ノーガイド撮影



当然、「ドブソニアン望遠鏡」でノーガイドですから、撮影対象の詳細は見る影もなく「流れて」写っていますね。

TDI撮影法の背景

～研究分野での実情について～

それでは「TDI撮影法」はどのような背景により利用されてきたのか...

この「TDI撮影法」とは、現在までに「Drift-scan imaging法」と呼ばれ、主に「近地球域の小惑星」、「より暗い彗星」や「スーパーノバ」等に関する探索に有効な研究手段として広く利用されてきたもので、1992年に地球に近接近してきた「シューメーカー・レビー彗星」の研究に高い成果を挙げたと聞き及んでいます

それまでは、上記のような研究／検索に広く利用されていた方法として、特定の期間の間に複数枚の同視野の画像を用意し、これらを重ね合わせてソフトウェアで「Blink（訳：ちらりと見る）」させるという方法がありました。
(→以下「Blink法」と呼ぶ)

この「Blink法」撮影法ならば、その画像を取得する為にモータードライブ等を使って星を点像に写すための「ガイディング」が必要不可欠であり、対して「TDI撮影法」なら、ガイディングの一切が必要ないため、これらが及ぼすあらゆる諸影響を100%回避する事ができるという点が大きな特長であると思います。

つまり光学系やCCD素子が本来持つ「キャパシティ」の全てを如何なく発揮できるという事になると思います。

これらの有効性が世に広く認知され、現在ではかの有名な「キットピーク・スペース・テレスコープ」での研究にも大いに利用されているようです。

同様に1993年に超接近（105000km：地球と月との距離の1/2！）した小惑星「XM-1」の研究時にも高い成果が記録されたようですね。数々のアマチュア天文家の方々も同様に、口径25cmの望遠鏡に「ST-6」の組み合わせで同様に各々の成果を挙げられたようです。。。

さて、以上のような「Drift-scan imaging撮影」ではありますが、実はこれこそがSBIG社特製の「CCDOPSソフトウェア」内にて俗称される「TDI撮影法」のそれであり、その根幹のテクニックは元来より存在しているものですが、これらを我々アマチュアが容易に利用できるようになった「CCDOPSソフトウェア」の存在こそが、最も注目すべき点だと思います。

編集後記

～ご挨拶他～

ここで、最後のまとめ...

この「TDI撮影法」を利用する事で、現在までに「非・常識的」と当たり前のように考えられてきた望遠鏡機材（筆頭機材：ドブソニアンなど）で超お手軽なCCDイメージングが出来てしまうという点、

これは**全くもって動機が不純かも知れませんが**、私のように「少しでも」楽をしながら、でもそこそこの結果を残したいとお考えの方には、正に救世主的な手法であるかも知れませんね。

本日、ここにお集りの皆様なら、もっと本質的なところで、この「TDI撮影法」をご利用いただけるものと確信してやみませんし、先程の項にて触れさせて頂いたように、この「TDI撮影法」がSBIG社製冷却CCDカメラの標準制御ソフト「CCDOPS」に何気に搭載されている点、この点を本日この機会に皆様にお伝えさせて頂きたいと思えます。

もちろん世界には、CCDOPSソフトウェア以外にも、SBIG社製の冷却CCDカメラを制御可能なソフトウェアは多数存在しますが、この「TDI撮影法」が標準で収録されていて、更にその細部に渡るサポートが付いてくるのは

「CCDOPS」だけです！

だから

「SBIG社特製 CCDOPSソフトウェアをこれからもどんどんご利用下さい！」

今後とも、弊社「国際光器」及び「SBIG社」共々、

変らぬご支援どうぞよろしくお願い申し上げます！

THE END