

2日目 (11月11日(水))

(3) 広視野

谷津陽一 (東京工業大学) 世界初の紫外線時間領域天文衛星打ち上げへ

永山(鹿児島大):

① ToOが発生した場合、向けられる天域は全天のどれぐらいの範囲ですか？

A: SNの高い観測は基本的に地球の影に入っている時だけですので、地上望遠鏡が観測できる範囲はカバー可能です(日陰の30分間ベタで観測できる天域はもう少し狭まります) 軌道高度が570kmなのでほぼ地面スレスレです。

永山: こちらも追加で質問ですが、軌道を周回することで、観測可能域が南天から北天(あるいは逆?)に移動していくんですよね? そこまで考慮すると、イベント発生後、1日(1周回?)ぐらいの間に、観測可能な天域はどれぐらいになるのでしょうか?

太陽のごく近傍以外は観測可能?

② 中性子星合体の検出期待値は、GW70817と同じ明るさ(距離)で発生した場合ですか?

それとも、いろんな距離で発生することを何か仮定したうえでの値ですか?

A: Ligoの観測限界である160Mpc以内という条件でいろいろな明るさ(より暗くなる方で計算した) 予想値です。0.4~16個/yrが理論的モデルよりも1等暗い想定だそうです。

永山: すみません、②の質問、尋ね方が変でしたね。もしかしたら、講演で話されているのかもしれませんが、GW170817と同じ絶対光度だとどれぐらいの距離まで検出可能ですか? 最大で16個/yrというのは、O3での中性子合体のアラートの数を考えるとずいぶん多い気がするのですが、O4だとそれぐらい増える可能性があるのでしょうか?(谷津さんというよりは、重力波に詳しい人への質問になってしまいますが)

O3を考えると、16はおっしゃるとおりもはやありえないでしょうね。。

GW170817と同じ明るさの場合は200 Mpcまで検出可能です。あれが特異的に明るかったとすると、厳しくなってきます。

諸隈: 最近GWTC-2が出たのでrateもアップデートされています。誤差が3桁幅から1桁幅くらいになっていたような気がします。

<https://www.ligo.org/detections/O3acatalog.php>

永山: ありがとうございます。これから見ようと思いが、速報できなかった中性子星合体が出てきて、中性子星合体自体はもっと増えそうということですか? それとも、単に発生率のエラーが小さくなったから、たぶん、上限のほうはもっと下がるだろうということですか?

諸隈: 速報できなかったNS入りのイベントはなかった記憶があります(が要確認です)。

GWTC-2 paperによると

rate density for BNS: 320(+490-240) Gpc-3 yr-1

だそうです。 ==> 永山さん

つまり80 - 810 Gpc-3 yr-1 で、1桁くらいの範囲.

山中雅之(京都大学) :

質問です。年間超新星が10eventsというのは爆発後何日(何時間)以内のフェーズで見つかるものを想定していますか?また、OISTERは爆発現象の初期からフォローアップしたいと思っておりますが、情報はどこから出てきますか?GCNですか?

A: 星表面のショックブレイクアウトの場合、0.1日積分のデータなのでおよそ2周回(3時間くらい)で検知、星周物質中のショックブレイクアウトの場合、立ち上がりが遅いので1日積分くらいできると想定して1日遅れで検知という計画しております。情報はどうしたものか。GCNかJ-GEMか、、、おそらく、打ち上げ初期はSNかなんだかわからない変動天体を相当引っ掛けるはずなので、それをある程度洗ってからでないとGCNには流せないとおもっています。

山中雅之(京都大学) : ありがとうございます。そもそも、個人的には爆発後2-3日以降だって超新星のこの波長域での素性はまったく明らかでないと思うのでやれば絶対面白いことがわかりそうです。とても楽しみです。

笹田真人(広島大学) :

オンボードで突発天体を検出するということでしたが、画像の解析は重たいので電力消費なども多い気がするのですが、オンボードでの計算パワーと電力消費は問題ないのでしょうか?

また、オンボードでは差分解析なども行なって突発天体の早期検出なども行うのでしょうか?

A: オンボード後検知はまさに仰るとおり大変なところで、例えば、J-GEMでやってるような差分検知は考えておりません(計算機ボードが溶けてしまう) 基本的には測光結果を保持して、その差を調べるという程度になると思います。そういう意味で、検出限界ギリギリの検知は難しいと思います。

諸隈智貴(東京大学) : 笹田くん質問に関連するのですが、SExtractorで測光した「カタログ」もわりと高頻度に落とせそうでしょうか?

カタログも結構なデータ量にはなるので、1日一回。変なのが見つかったらその情報は即時転送という感じかなと思います。 <== 了解です(諸隈)

笹田真人(広島大学) :

衛星の位置精度はどれくらいなのでしょう? あとからWCS解析をすればいいのですが、オンボードだと画像での位置は(WCS解析が重いので)ポインティング精度になるかと思っております。

恒星姿勢センサの姿勢決定精度が15秒角くらいです。とすると、撮影した時点でそれくらいのWCSを付与できます。(もちろん、衛星構体と望遠鏡の取り付け誤差を検証する必要がありますが、、、) 例えば、今MITSuMEで使っているWCStoolsの姿勢計算はだいぶ大変ですが、あれよりは速くできると思っています。(これはフライト実証しているので、紫外線の画像に適用すれば1フレームあたり200msくらいで処理できます)

笹田くんにはアドバイザに入ってもらいたいですね。

笹田真人(広島大学) :

はい、何かありましたらお声がけいただけたらと思います。

諸隈智貴（東京大学）：発表ありがとうございました。仲間に加えていただいているのに最近全然フォローできていなくてすみません、よく現状がわかりました。で、質問ですが、ダウンリンク・アップリンクのところの数字は以下の理解であっていますか？

- fitsのダウンリンク: 1回/day

- 突発天体と見なされた天体情報のダウンリンク: 1回/90min

⇒ これはもっと早くできそうです。ほぼいつでも可能。<== すばらしい！！(諸隈)

- GW等のアラート情報のアップリンク: 1回/90min

⇒ これは商用局を使った場合に「もしかすると」な可能な状況です。緊急の割り込み運用だと、1回10万円くらい掛かかります。現状、確実に確保できる地上局だけだと1日4回のコンタクトが限界です。<== 了解です。GWアラートだけなら1000万円/年くらいあれば十分なのですかね。(諸隈)

諸隈智貴（東京大学）：(ほぼ感想) calibrationはどうするのでしょうかねえ。難しそうですねえ。

データ解析のところも含めて、画像simulationとかしないといけないのでしょうかねえ。

⇒ むしろ、Tomo-eの知見を教えてください。CMOSの解析は私は素人なので、、、雲はなさそうなので、そこはちょっと楽ですね。

諸隈智貴（東京大学）：すみません、書き方が悪かったのですが、“flux” calibrationのことでした。GALEXかHSTのやり方を勉強しないとイケないのかな。地上での試験も必要ならやらないといけないですが、total throughputの測定？とかやるんですかねえ？(全然わからず言っています・・・)

測光システムがオリジナルなので、まずはカタログを作らなければなと思っています。

GalexとSDSSをつなげて我々のフィルターシステムと比較出来るようにするのが第一目標（今年の卒論）。throughputは実測するとなると結構たいへんですので、測光して較正したいところですね。HSTとおなじ方法はコストが高すぎますね。この辺もアドバイスお願いします。（きちんとやろうとするとまだまだ抜けがあります。特に解析の部分は。。。）<== 卒論、終わったら見せて/教えてください。そもそもGALEXがどう較正したのかとか勉強しないとイケませんね。（これ専用の勉強会が必要ですかね。鈴木尚孝さんよく知ってそう。）

山中雅之（京都大学）：calibrationはUVOTのようにフォトンカウントとフラックスの関係式を使えないのでしょうか？field starが必要なんですか？（Kurkarniはそういう意図で画像といった？）

⇒ UVOTもその変換公式の根拠としてフィルター込みのthroughputを測っているはずなのですが、打ち上げると何かしら感度が変わります（ダメなんです）。前回打ち上げた星カメラは上で1割以上光量落ちてたりします（もしかすると衛星からのコンタミがレンズに凝結した？）。とすると、やはり軌道上での較正が一番確実かつ楽かなと思っています。

諸隈智貴（東京大学） Tomo-e Gozen High-Cadence Transient Survey

山中雅之（京都大学）：30天体程度について発見者より深い等級を発見前に与えていた、とのことですが、多くはどのサーベイが発見したものでしょうか？

諸隈: ASAS-SNばかりかと思いきや、そうでもないようです。意外とZTFがいるのはなぜか・・・要調査です。

ASAS-SN: 6
ATLAS: 5
Gaia: 5
MASTER: 1
PS1: 1
ZTF: 9
others: 2

山中雅之（京都大学）：ありがとうございます。ZTFはケーデンスが密でないので、そこでTomoe-eが見つけられているのですかね。

紅山仁（東京大学）微小地球接近小惑星の即時動画/多色測光観測

山中雅之（京都大学）：発見されているものが13-17magとのことですが、coverageの広いlow-resolution 分光したくありませんか？視野の大きくなくとも面分光装置ができそう。あ、野上さんが同じ指摘を。

紅山(東京大学)：ありがとうございます。発見日や翌日のToOになる可能性が高いですが、分光できるとより詳細な情報を得ることができます。KOOLS-IFUではない装置を指しているのでしょうか？

山中雅之：KOOLS-IFUを想定しています。ETCは4100-8900 Åで分解能500で20秒露出、15 AB magでS/N=20と言っています。

紅山(東京大学)：狙う天体の軌道不定性が、天体により1arcmin程度あることがあります...(移動速度の情報は精度よくもとまり、時間軸方向にズレが生じます。)

この不定性をしっかり調べなければいけないですが、抑えられればかなり魅力的です。ちなみにOISTERのToO6夜というのはどのような段取りで実行されるのでしょうか。

(実行する際にどのような手続きが必要なのでしょうか。)

山中雅之：せいめい望遠鏡で観測できる6.0夜のことですよ。京都大学以外の方は普段通り要請してください。まず京都大学の関係者を共同研究者にしたプロポーザルを事前に提出してもらった後にせいめいの観測スケジュールを見て京大時間かどうか確認してください。天体が見つければSlackで声をかけてください。その後京都の関係者が京都大のシステムでTOOをかけます。観測者が現地の共同研究者が分光を実行します。激変星とか超新星はこのやり方で速やかな分光ができています。

堀内 貴史 (石垣島天文台): 割と速いNEO(数百arcsec/min以上?)だと恒星追尾の場合に周辺の星がかなり伸びますが、割と速いものとスライドに表示していたむりかぶりで撮影したNEOの周辺の星の場合とで、相対測光の方法は同様のものを適用可能でしょうか？NEOが恒星とかぶってしまったらそのデータは使用できませんかね...

紅山(東京大学)：ありがとうございます。2020PY2(2.47 arcsec/s, 5s積分), 2020UQ6(0.46 arcsec/s, 30s積分)はともに20 pixel程度の伸びでスライドの解析でうまくいっています。

一方2020RZ6(4.24 arcsec/s, 10s)は伸びが大きく、うまく適用できていません。

積分時間、星の量に依存すると思いますが、割と速いNEO(100 arcsec/min ~ a few arcsec/s)

でも積分時間が短ければ適用できるのではと思います。

(現在星とかぶっているものは解析に用いていません...。)

堀内 貴史 (石垣島天文台): ありがとうございます。良さげな明るい参照星がCCDの端にある場合は使わない(仕方なく他の星を使う)か何かしら工夫がいりそうですね。

吉田二美 (産業医科大学) Tomo-e Gozenデータを用いた既知小惑星の位相角曲線の研究

山中雅之 (京都大学) : 10年間のTomo-e サーベイで密な位相曲線を増加させる、とのことですが、たとえばGAIAやパンスターズに対してTomo-eのユニークさはどこにありますでしょうか？

吉田二美 (産業医科大学) : Tomo-eは位相角が数十度までしか観測できませんが、絶対等級を推定するには適した位相角範囲です。一方GAIAはTomo-eより位相角が大きいところでの観測が多く、Tomo-eとGAIAをつなぐことで、より広い範囲の位相角のデータを収集できることとなります。まだGAIAのデータを全部見せてもらってないので、最大位相角の範囲はわかりません。巨視的凸凹が見える範囲まで観測できると、表面特性の詳細まで含めた議論ができるかと思います。

パンスターズについては、はっきりいってTomo-eより情報量が多いと思います。フィルター使ってるし。ただ、Tomo-eの方が観測が密なので、密な位相角曲線を描けると思います。

新納悠 (東京大学) 中小口径望遠鏡と高速カメラによるFast Radio Burst可視光観測の可能性

山中雅之 (京都大学) : OISTERの枠組みに具体的に何を期待されていますでしょうか？ある1つの場所をどれくらいの波長域でどのくらいのベースラインで見張る必要がありますか？

新納 : repeating FRB には活動期と静穏期があるとされており、活動期を狙って一週間程度の期間毎晩観測できるとよいと思います。FRBのスペクトルには特に有力な理論モデルがないのでどの波長帯がベストかはわかりませんが、活動期を見極めて一週間程度の観測ができれば10発程度以上のバースト発生が期待できると考えられます。

谷津陽一 (東工大) : FRBはSGR自体のフレアとは現象が異なるのかもしれませんが、ガンマ線フレアの時って可視光・近赤外線では何か見えたことはあるんでしょうか？見えてたとしたらなんか見ようかなという勇気が湧きますね。

新納 : SGRの観測例にはあまり詳しくないのですが、可視での観測例もあるようです。
<https://www.nature.com/articles/nature07308>

笹田真人 (広島大学) 重力波観測ランO3におけるJ-GEMの可視・近赤外フォローアップ観測

山中雅之 (京都大学) : コクーンモデルは、星周物質はどの程度のmass loss rateを仮定していますか？また、このCSMIはいつ親星から掃きだされたものですか？あるいは星間空間の典型的な密度 (半径に対してconstant) を仮定していますか？

NS-NSに進化してるから当たり前ですよ。すみません、ほぼ自己解決しました。

笹田真人 (広島大学) : Piro+ 2018 で提案されているコクーンモデルは merger debris とあるので、合体後のエジェクタとジェットとの相互作用を仮定しています。

(4)せいめい望遠鏡

軸屋一郎 (金沢大学) 天文用装置開発と制御工学の連携

川端弘治（広島大学）：興味深く聞かせて頂きました。発表中、軸屋さんが「私は理論屋なので」と話されていましたが、制御工学分野では理論屋の他にどういった立場（研究スタンス）の方がいらっしゃるのか、また研究スタンスによって天文学など学際的な研究への関わり易さに系統的な差があるのどうか、お聞かせ頂けませんでしょうか？

軸屋一郎（金沢大学）：コメントありがとうございます。研究スタンスの違いについて、工学を数理工学、機械工学、電気工学、化学工学などに分類すると、それぞれの分野ごとに数学、力学、電磁気学、化学をバックグラウンドとして制御工学の研究をする人たちに別れます。所属学会とか、論文誌とか、産業との結びつきが別れます。数学者として数学の一分野としての制御理論を研究している人もいます。例えるなら、機械力学をバックグラウンドとする人は機械に力を加えて機械の位置や速度を制御する問題を考えるのに対して、電気工学をバックグラウンドとする人はモータから所望トルクを生成するために電流と電圧を制御する問題を考えるという印象です。学際的な研究との関わりやすさに関しては、機械工学とか電気工学をバックグラウンドとする方が手が動いて関わりやすいと思いますが、むしろ学際的な研究に対する興味とか頭の柔らかさの方が大切な気がします。

川端弘治（広島大学）：ご回答有難うございました。なるほど、理解が深まりました。学際的な研究に対しては、研究者個人の考え方や、個別の研究室の方針によるところが大きそうですね。参考に致します。

川端美穂（京都大学） 近傍に現れた特異なIa型超新星SN 2019mujの可視・近赤外線観測

諸隈智貴（東京大学）：たぶん聞き逃したのですが、WD remnantの質量はどのくらいでしたっけ？明るさの見積もりは可能でしょうか？というのも将来の大型宇宙望遠鏡(LUVOIRとか?)とかで見えたりしないものかと。

川端美穂（京都大学）：残骸で残る白色矮星は約1.0太陽質量程度です。系内ではIax型超新星の残骸と考えられている白色矮星が報告されていて、その例ではV~15.5magくらいです(LP 40-365)。

Vennes et al. 2017

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017Sci...357..680V/abstract>

諸隈: ありがとうございます。結構残るんですね。近傍銀河ならLUVOIRで見えませんか

系内の候補もおもしろいですね。伴星候補が見えていたりはないのでしょうか？

山中雅之（京都大学）：僕が返事するのもあれですが、HSTの観測で見えています。pre-explosionで2天体（12Z, 14dt）。後期の妙に明るいexcess（~compact remnant?）が1天体（08ha）はいるはずで