

11月24日(水)1日目

(1) ビジネスセッション

山中雅之(京都大学) OISTER第2期における観測企画運営委員会の総括

笹田真人(広島大学) 来年度以降OISTERの組織構成もいろいろ変わると思いますが、OISTERによる共同観測体制は来年度以降も継続するのでしょうか？
本WSで来年度以降についての議論などはあるのでしょうか？

山中雅之(京都大学) OISTER各機関の方たちにはすでに共有している通りでして、そこから大きな更新は現状無いと見ていただいて構いません。関口さんから紹介があると思うのでこの時点では簡潔にだけお答えいたしますが、大学間連携に係る予算については現在申請中でして、その結果は年末～年始頃に明らかになり、OISTER各機関でも共有されるはずですが、また、「予算に関わらず」共同観測を続けるか、という点についても観測企画運営委員会内でも議論がありますが、まだ我々として方針や枠の形を固めたわけではありません。このWSでもご意見・ご議論をいただいて良い点かとは思いますが、本日14:25から議論の時間がありますので、ご意見いただければと思います。この時点としては不明瞭な回答となり申し訳ございません(2021年11月24日 11:13書き込み)。

笹田真人(広島大学) 返答いただきありがとうございます。

山中雅之(京都大学) すみません、笹田さんのご質問の意図を確認したいのですが、予算に関わらずこれまで実施してきたような形の「OISTER TOO/campaign プロポーザルの募集」やそれに基づく連携観測の実施は行われるのか？という質問だったですね。議論の時間に是非活発なご議論どうぞよろしく願いいたします。

笹田真人(広島大学) はい、来年度以降のOISTER体制がまだ不透明である現状で、観測プロポーザルの募集等の共同観測プログラムを来年度以降も利用できるかどうかについて問い合わせました。

(2) ビジネスセッション

楠根貴成(名古屋大学) 名古屋大学の活動報告

山中雅之(京都大学) 日本からのリモート接続ではどの程度の時間の遅れが生じますか？解決可能なのだと思いますがYouTube Live はそもそもリアルタイムから数十秒の遅れがあるのではないかと思います。想定されていますでしょうか？また、全く本質でない質問でたいへん恐縮ですが楠根さんのご存知ない、いつの間にか出来ていた天文台敷地内の望遠鏡群って何だったのでしょうか？つまり現地でCOVID-19感染拡大の合間に工事など行われていたということでしょうか？

楠根貴成(名古屋大学)仰る通りYouTube Liveでは数秒から数十秒のラグが発生します。これは想定済みです。リアルタイムで望遠鏡を監視することを目的としていないため、数十秒程度のラグは問題ないと判断しました。きちんと望遠鏡が動いているのか、(数年前に起きた)ヘリウムホースが外れるような危険な状況になりつつないか、等が最低限確認できれば良いと考えています(仮にリアルタイムで危険な状況を察知したとしても、リモート制御のラグで間に合いません)。あと望遠鏡群に関してですが、僕が最後に現地へ行った2017年始めのあやふやな記憶(+Wikipediaの2010の古い空中写真)で喋ってしまいました。どうやら当時からあったみたいで、「いつの間にか出来ていた」ではなく「楠根に認識されていなかった」望遠鏡群でした。ですので、コロナ下で工事を進めたわけではありませんでした。

瀧田 怜(東京大学) 東京大学・木曾観測所の活動報告

田實晃人(国立天文台) TomoeのデータのSMOKAへの転送はどのようにしてるのでしょうか？生データではなく間引きしたデータ(9秒 1shotとおっしゃっていたような)をネットワーク経由でしょうか？研究の安全性からデータ再現性の保証など、生データを保存していくのも時代の流れとして重要視されるかとは思いますが、その点については検討等されていますか？

瀧田 SMOKAへのスタック済み画像の転送はネットワーク越しに行っています。生データの保存の重要性も理解していますが、どうしても全てを保存するにはストレージが足りません(スタック済み画像だけでも結構いっぱいっぱいの状況です)。一部の生データはSMOKAに送る計画を立てています。生データの場合は木曾観測所内でSMOKA用のHDDに書き込み、それを郵送ないし人力による輸送を考えています。

堀久仁子(国立天文台)公開データへの海外からのアクセスはどれくらいありますでしょうか？論文リストで確認できなかったので、ご教示ください。

瀧田 データ公開はまだ始まったばかりなのと、SMOKAでの公開なのでどれくらいアクセスがあったかはまだ聞いていません。トモエ側では、早ければ年内の公開を目指しています。

堀 ご回答をありがとうございました。

野上大作(京都大学) 京都大学の2021年度活動報告

堀久仁子(国立天文台)京大時間は2021A 70夜、2021B 60夜とのことでした。このうち、OISTERの観測は1割と伺いました。共同利用観測はどれくらいでしょうか？

野上大作(京都大学)共同利用は2021Aで70夜、2021Bで60夜です。共同利用と京大時間は1:1の割合と決まっています。OISTERの観測は、それぞれの観測施設でベストエフォートで、ということになっていて、我々は1割くらいを目安にしています。厳密な計算をしているわけではなくて、1割を超えたらOISTERの観測を全くしないと決めているわけではありません。

堀 ご回答をありがとうございました。

11月25日(火)2日目

特になし

11月26日(水)3日目

(7) マルチメッセンジャー天文②(重力波)

神田展行(大阪市立大学)重力波観測とKAGRAの今後

→ みなさま、質問&コメントありがとうございます。個別にお礼を書いていないのはご容赦ください。

野上大作(京都大学)最後の10分くらいしか聴けなかったのが残念でしたが、面白いお話ありがとうございました。中質量ブラックホールの形成について、ブラックホール連星の合体がつながっていくシナリオがある、というお話でした。もともとそんなに近いところにブラックホールがたくさんあるというのは考えにくいと思うのですが、ブラックホールがかなり速い速度で移動していて、その途中でトラップして次々と合体していく、という考え方でよいのでしょうか？

→ 神田(大阪市大): dynamical formationの場合は、ブラックホールがより集まって中心に沈降してゆくというイメージだと思います。速度が早いと集団から抜け出してしまうかと。

野上大作(京都大学)ご返答ありがとうございます。追加の質問で申し訳ありませんが、この場合の集団は大きさ、合計質量としてどれくらいの大きさが想定されているのでしょうか？もしよければ、わかりやすい参考文献を教えてくださいましたらありがたいです。

→ 私はそれほど詳しくないのですが、真貝さんと Hisa-aki Shinkai et al 2017 ApJ 835 276 を書いた時は、

Simon F. Portegies Zwart and Stephen L. W. McMillan 2002 ApJ 576 899
を参照していました。(神田)

有元誠(金沢大学)

GW観測のお話ありがとうございました。聞きもらしてしまったのですが、KAGRAの目標が >1 Mpcということでしたが、これは何の天体を対象とした場合の値になるのでしょうか？(BBHでしょうか？)

あと、以前 Virgo を見学したことがあったのですが、町から少し外れた郊外で地下にあるわけでもなく、バックグラウンド的には神岡よりも相当つらい環境だと思われました。なのに、Virgoがあれほど高い感度を実現できているのはどういう理由があるのでしょうか？(素人質問で申し訳ありません)

→ 神田(大阪市大): >1 Mpc は中性子星連星合体を対象の数字です。より重たいBBHだと検出可能距離はそれよりも遠くまで伸びます。

地面振動が効いてくるのは低い周波数帯域ですが、Virgoはもともと防振系をかなり頑張った設計をしていました。バックグラウンド的にはVirgoもLIGOもやはり苦労しているようです。-> ご回答ありがとうございました。どこのobservatoryでも大変な苦労をされて今の形があるのですね(有元)

笹田真人(広島大学) 面白い講演ありがとうございました。EM follow-up をするときにはやはり光るかどうかを予測してフォローアップを実施したいという希望があるのですが、重力波検出時にアラートに含められる情報にチャープ質量や質量比などの情報を出すことは難しいでしょうか？

→ 神田(大阪市大): 原理的には可能(というか、波形抽出時にチャープ質量や質量比がでないはずはありません!)なのですが、これらの情報は重力波実験の成果として最重要の観測量なので、即座に公開していないと聞いています。NSを含むかどうかの”確率”はアラートに含まれています。

川口恭平(東京大学) 重力波放出天体における電磁波放射の理論

有元誠(金沢大学)

O4になると、例えばBH-NSの系などで、これまでよりもGW観測でパラメータがよりsureに決まると思われるのですが、その場合 ejecta や tidal disruption の有無がもう少し確度高く推測することができるものなのでしょうか？ 例えば、BH-NSだと、そもそもNSがtidal disruption をするパラメータ領域がそれなりに限られているとのことなので、EM観測するときにも対応天体が見つからない外れ率(アッパーリミットだけ打てる)がそれなりに予言できるのかな、と思いました。(多様性があるので、そんな簡単な話ではないのかもしれませんが)

川口恭平(東大宇宙線研)

はい。同じ距離であれば感度がいいほどSNが上がるので基本的にはejectaの有無やhasNSなどの量の精度は多少は上がると思います(即時アラートだとそのメリットも限定的かもしれませんが。)ただ、感度が向上すると必然的に遠いものが増えてくるので、実際に出てくるイベントの平均的な確度としては変わらないかもしれません。

-> お返事ありがとうございます。即時アラートだと確かに情報が限定的だそうで(↑の神田さんのやりとり)、そうするととりあえず観測して、後で答え合わせをするというのが向こう数年のトレンドになりそうですね。あとは、コメントいただいたように遠い距離のBBHが毎日のように受かる、というのがありえそうですね(有元)

笹田真人(広島大学) ありがとうございます。即時フォローアップを行うときにそのときの予測等級(光度)があると観測の露出時間等々を考慮するときに非常に有用となります。合体シナリオによって明るさが変わりますが、それぞれのシナリオで予想等級を計算することはできませんでしょうか？原理的にはできると思いますが、計算時間がかかるなどで即時は難しい、などはありますでしょうか？

川口恭平(東大宇宙線研)

本当に直接数値計算を即時に走らせるのはやや難しい(week~month)かもしれませんが、予めカタログ化、もしくはsurrogate modelのようにフィットモデルを用意しておけば実質的には可能だと思います。ただ、どちらかという問題は、そのイベントがどのmass(贅沢を言えばspin)のイベントなのか？が分からないとモデルを絞れない点です。逆に言えばchirp massだけでも決まれば結構いろいろ制限できると思います。

笹田真人(広島大学) ご返答ありがとうございます。上記のように神田さんへも重力波イベントアラートで含められる情報についてお聞きしましたが、チャープ質量は最重要パラメータということが出てなさそうということで、残念です。。。

川口恭平(東大宇宙線研)

そうなんですよね、、ただとても変な話なんです、諸々の公開量(has remnant, has NS)やその変遷(アップデート)から逆解析して見積もるみたいなことはできたりするかも・・・？です。(実際外部の方で半分冗談でやって発表している方がいました。)僕は内部の人間なんであまり言えないですが、、

笹田真人(広島大学) あー、内海さんが Mattermost でちょっと計算していましたね。これまでの重力波情報を機械学習に入れて推定できるかどうかを計算していました。

川口恭平(東大宇宙線研)

機械学習ですか！面白いですね。ただそれである程度決まることが言えることを知った時にGWコミュニティとしてはどうなるんだろう。。

神田(大阪市大) 重力波の波形無しでイベント毎に質量が決まるとはちょっと思えないのですが？ ”だいたいこの範囲”みたいなのは出せるかもしれませんが。距離情報があると、”こんな距離だとNS-NSじゃないだろう”みたいな推定は結構できるかも。

川口(東大宇宙線研)

あ、はい。まさにそうですね。あくまで「これくらいの範囲」とかしか分からないですね。あと実はカテゴリも結構重要で、例えばアップデートでMass gap->BHNSみたいな変遷があると、チャープ質量が最初からほぼ決まっているという前提でおおよその質量のレンジが見えてくることがありました(GW190814とかですね。)

笹田真人(広島大学) 確かにアラート時には200Mpc越えだけどHasNSのイベントがあったりしましたが(GW190814も初期はそうだった気がします)、NSを含むかどうかの判断と距離がいまいちコンシステントでなかったときがあって、そういうときにフォローアップするかどうか結構悩みました。

神田(大阪市大) チャープ波形の性質上、チャープ質量の決定精度に比して、全質量の決定精度は悪いんです。典型的には相対誤差が10倍くらいでかい。

後からカテゴリ変更とリトラクトは、側で見ているとご苦労ですね...GW190814の時はJGEMのみなさんは振り回されて、疲れ果てたところにGW170817で大変だったのを覚えています。

高橋隼(兵庫県立大学)

お話、ありがとうございました。

素人なのですが、NSを含む系からの可視光や赤外線が偏光する可能性がありますでしょうか？ ejecta に多様性があり、非軸対称な空間分布をすることもあるとお聞きしたように記憶しているので、偏光する場合もありうるのかと思ったのですが。

川口恭平(東大宇宙線研)

はい。おっしゃる通り合体時に放出されるdynamical ejectaという成分は非球対称な空間分布を持っており、実際にその偏光具合がどうなるかを調べた研究があります。

<https://arxiv.org/abs/1809.04078>

<https://arxiv.org/abs/2009.07279>

前者はBNS、後者はBHNSに着目したものです。BHNSの方が比較的球(軸)対称になりがちなので少しだけ偏光度が大きくなりますが、いずれも~1%程度で、特に~1dayまでの放射に限られます(1day以降はoptically thinになってきてphotosphereが球対称に近づくためです)。ただ逆に言えばその時刻では弱いながら偏光がある点、もしくは(これはただの思いつきですが、)BNS

やBHNSがGRBのprogenitorであることを考えると、GRB after glowのoptical成分との区別に偏光は重要になるかもしれません。

高橋隼(兵庫県立大学)

ご教示、ありがとうございました。偏光観測をよくするので、興味を持ちました。電磁波で明るい天体がでたら、どこかで偏光観測してみるとおもしろいのもかもしれませんね。

太田耕司(京都大学) 重力波対応天体のフォローアップ

神田(大阪市大): 重力波の検出器が連星中性子星合体の検出距離の指標として言っているBNS rangeは、重力波の放射パターンや偏極も考慮して計算しています。ですので、感度が上がれば、自然と軌道面横方向を見ているイベントも増える・遠くまで見えるようになります。

川口恭平(東大宇宙線研)

先ほど私がお見せしたdetectionのsimulation(localization&distance)も重力波の放射パターンや偏極が考慮されたものになっているようです。<https://arxiv.org/pdf/2108.07277.pdf>

議論 <マルチメッセンジャー関係の議論2>

川端弘治(広島大)

どなたか詳しい方がいらっしゃいましたらお聞きしたいのですが、100Msolarを超えるような重いブラックホールの衝突なら電磁波で明るく光るという可能性がある、といったことはあるのでしょうか。当初、ブラックホール衝突でも「光る」かもというモデルが提唱されていましたが、既に多くは観測的に淘汰されたように思います。一方で、周波数の関係で見つかりづらかった重いブラックホールの衝突の近傍版が見つかるようになってきたとすると、電磁波追跡の対象とすべきなようにも思います。先ほどの太田さんの講演にあったように、J-GEMではBH-BHのイベントは特異でない限りスキップする方針としていますが、重いものは是非観測すべきといった声があれば、お聞きしておきたいです。

有元誠(金沢大)

少し前に、東北大の木村さんが「BH-BHがAGNのdiskで起きたら、BH自体は光らないけども外周にたくさん物質があるのでボンディ降着で光る」という話を聞いたことがあります。

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ApJ...916..111K/abstract>

なので、BH-BHだからノーチャンスではないという認識です。ただopticalとマッチするのはよくわからなく、木村さんに直接ご相談されるのがよいのもかもしれません。少しでもご参考になれば幸いです。

川口恭平(東大宇宙線研)

連星合体とは違いますが、高速回転する大質量星がBHに崩壊する時に、比較的massiveなディスクが形成されて、それが不安定性で時間発展する四十極モーメントを作ることによって重力波を発生するという話があります。特に、その波形は合体後の質量が100太陽質量を超えるような連星合体のものに似ていて、GW190521のようなイベントはもしかするとそういった現象起源ではないかという研究があります。

<https://arxiv.org/abs/2101.05440>

ちなみに連星合体を仮定してもなんだかバーストっぽい波形になっているのは地上重力波検出器の感度曲線が100Hzぐらいにピークがある一方、連星合体の質量が大きくなると全体の周波数が低くなって合体の瞬間の波形だけしか見えないためです。

特に面白いのはこういった天体はニュートリノ輻射の影響で爆発するかもしれない、その結果電磁波で観測できるかもしれません。

<https://arxiv.org/abs/2102.04467>

なのでむしろとても重いBBHだ！となった時こそこういった可能性を探るのもありなのかもしれません。(ただどんな光り方になるかはまだわかっていないと思います)

川端弘治(広島大)

有元様、川口様、どうも有難うございます。なるほど、勉強になります。BH-BHイベントは今後、位置精度が上がって、網羅的なサーベイが行い易くなると思います。J-GEMはすばる/HSCも使うので、見つからない場合でもより信頼度の高いアッパーリミットが付けられますし、万一明るめのものが見えたらせいめいなど他の望遠鏡でのフォローアップにも繋がりますので、重いBH-BHイベント(に見えるもの)は前向きに捉えて良いように思います。