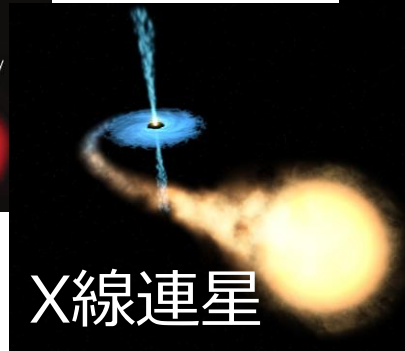
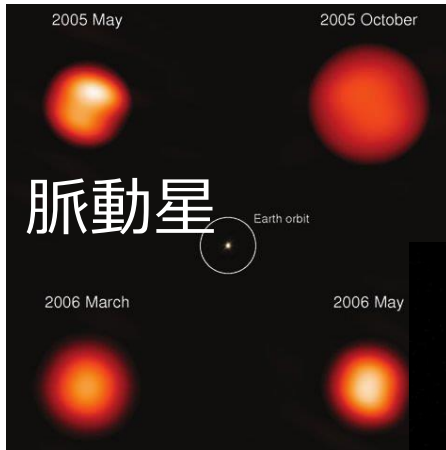
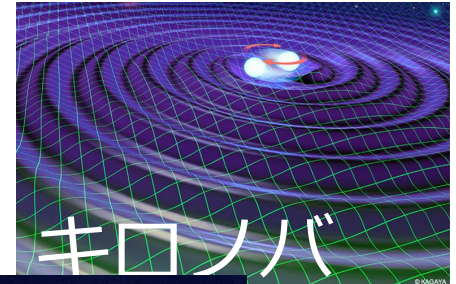
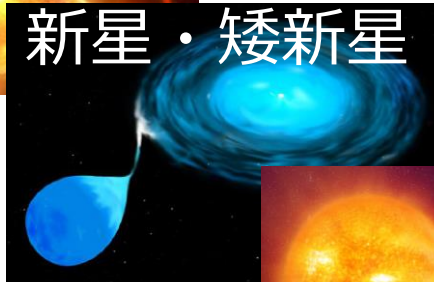
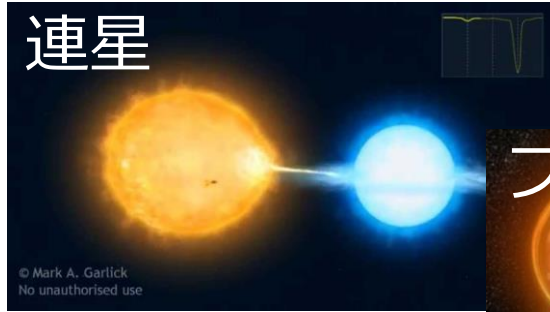


OISTERにおける連星・変光星 の多バンド・多モード観測研究

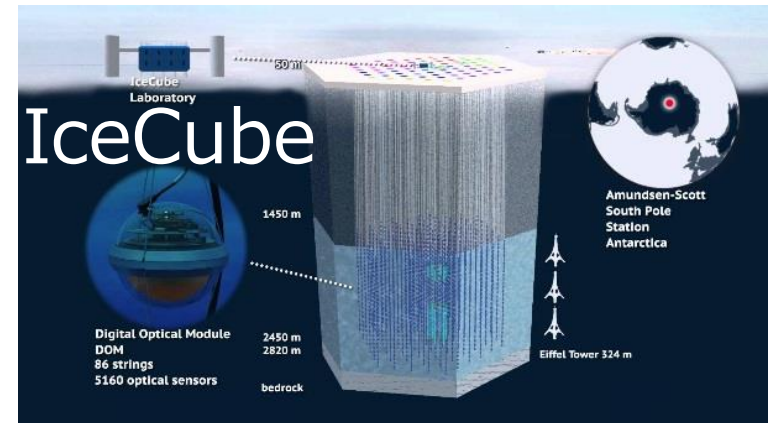
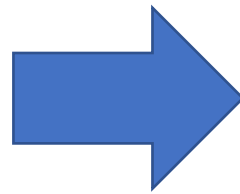
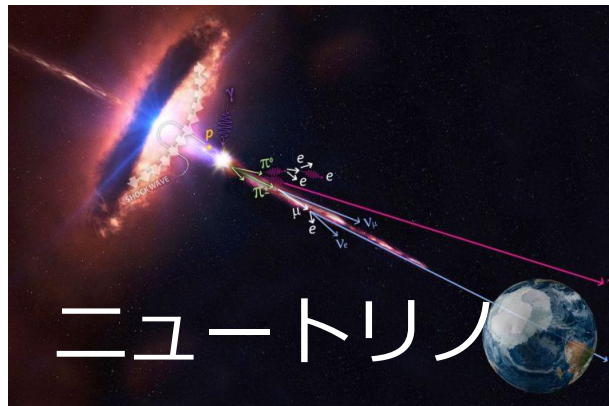
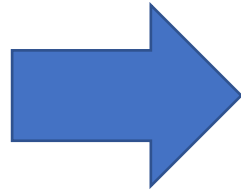
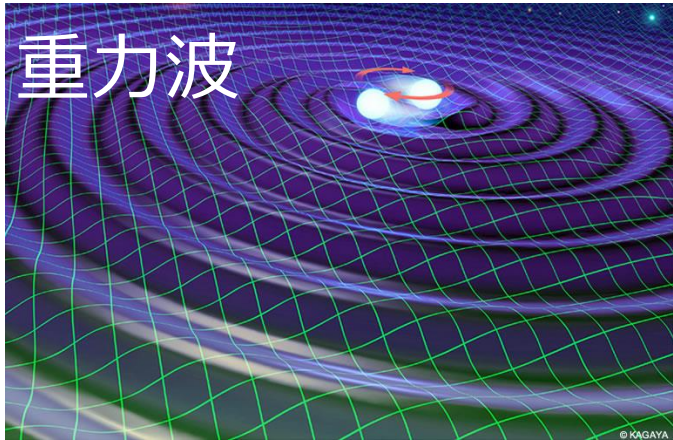
山中雅之（京都大学）、光赤外線大学間連携メンバー

時間領域天文学



一過性・あるいはタイムクリティカルな事象 =
柔軟性・機動性が求められる

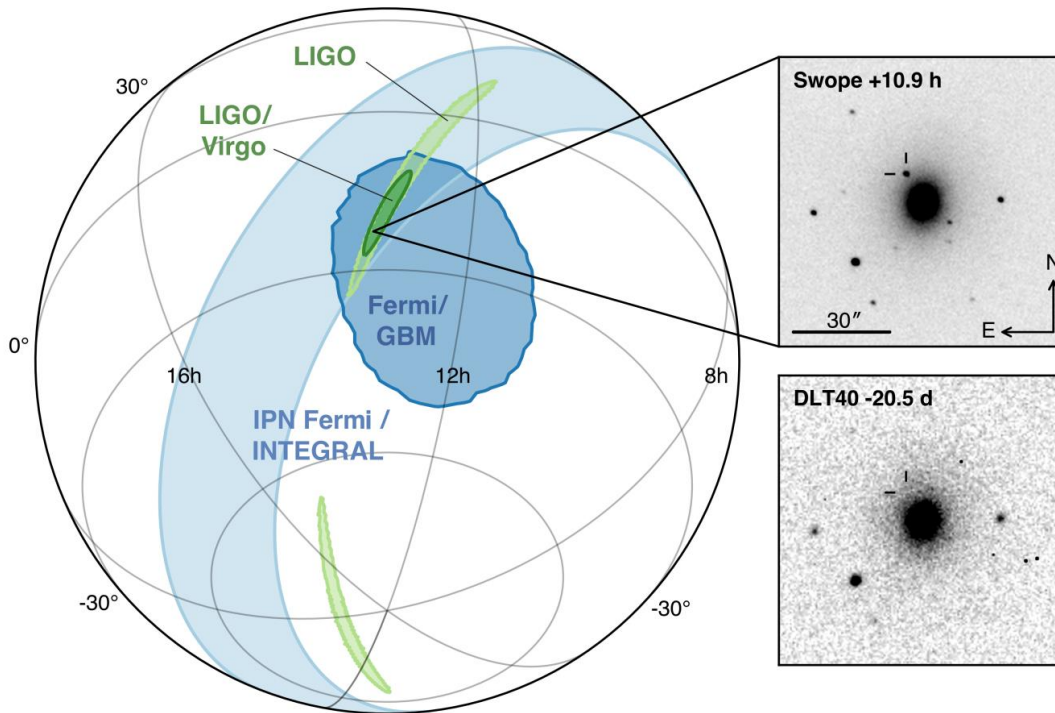
究極の物理現象： ガンマ線・重力波・ニュートリノ



新しい観測手法・新しい目（フロンティアと呼べる技術） -> 究極の極限物理現象に迫る

マルチメッセンジャー天文学

GW 170817 (中性子星合体) の例 :



到来方向の不定性：大
-> どこで何が放出しているか不明

観測対象エリア・天体は
膨大かつ時々刻々変動

-> 対応する天文事象を
同定するためには即応的な電磁波
観測が必要

観測時間の限られる大口径 (>8-10m) 望遠鏡
では実施困難な観測->そこで中小口径望遠鏡

光赤外線大学間連携事業(OISTER)

= 中小口径望遠鏡を持つ大学・機関による有機的連合体



- 北海道大学、埼玉大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、兵庫県立大学、広島大学、鹿児島大学の9大学と大学共同利用機関である自然科学研究機構・国立天文台が連携

- 英名 : Optical and Infrared Synergetics of Telescopes for Education and Research (**OISTER**)

- 中小口径の望遠鏡を有機的に結びつけて、突発天体等の即時および連続観測により、その物理現象の解明をメインテーマとした最先端共同研究の推進

- 天文学教育の促進 (e.g., 初心者向けデータ解析講習会の開催、短期滞在実習の実施)

人が“オイスター”と言ったときはこの事業を指します

時間領域天文学分野推進に向けて

第一期：2011年-2016年

光学・赤外線大学間連携の観測ネットワークの**構築**
連携観測のための環境構築・整備、**遠方ガンマ線バーストなど**
の突発現象の観測

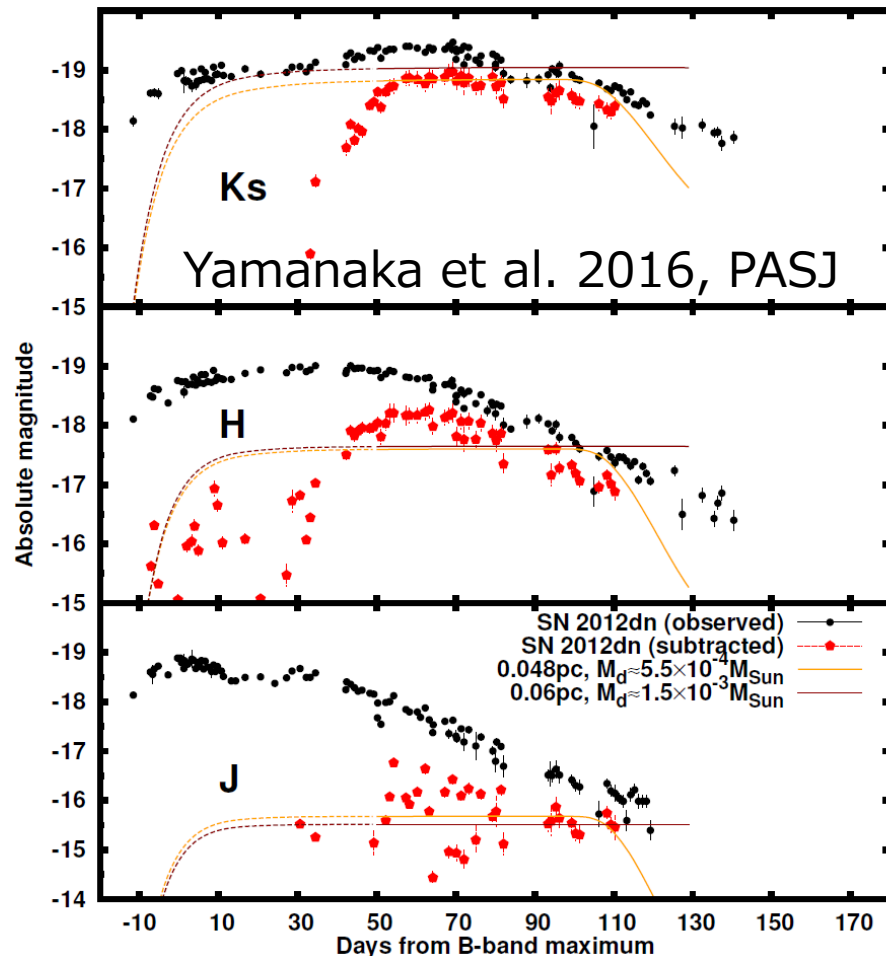
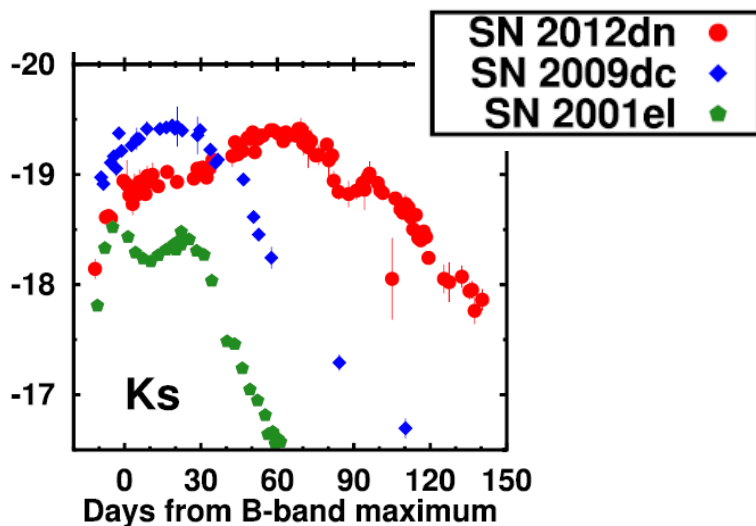
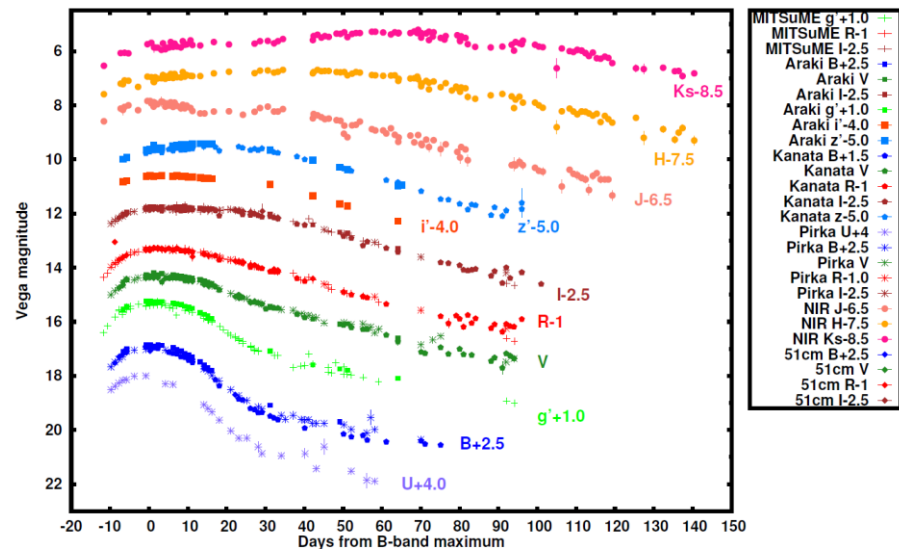
第二期：2017年-2021年(予定)

光学・赤外線大学間連携の観測ネットワークの**活用**
(大型望遠鏡では困難な最先端の共同研究を行う)
重力波・ニュートリノの起源天体探査・超新星爆発などの突発
現象の観測

※ 現在、三期（2022年春一）に向けて将来に向けたサイエンス検討を進めている。

第一期成果例：スーパーチャンドラセカール超新星 周りの星周ダストからの赤外放射

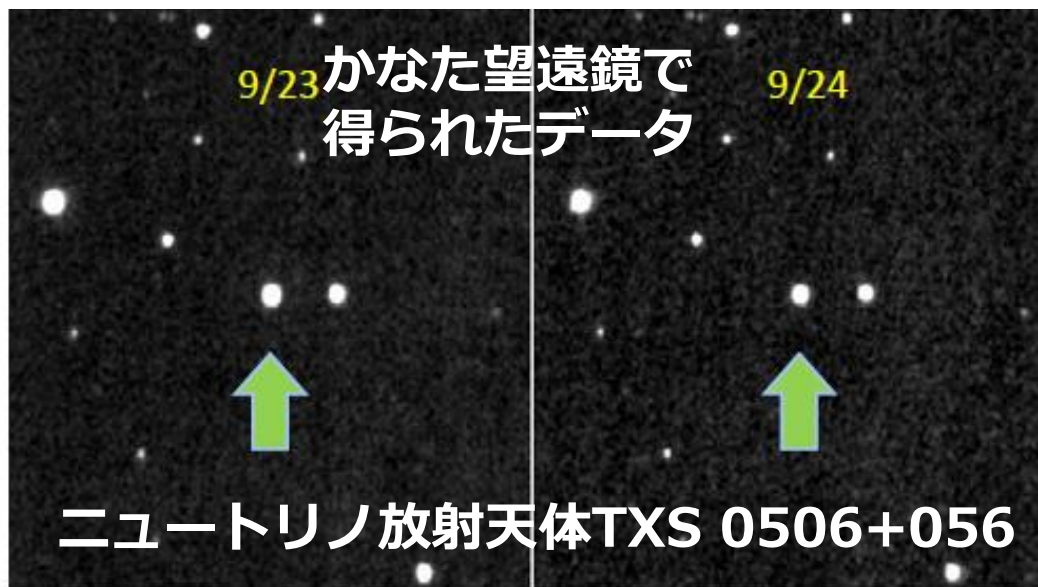
超新星の可視・近赤外線同時観測で
予期せぬ赤外超過が判明。



強い赤外放射：
0.1-0.2pc にある星周ダストからの
再放射 → single degenerate を支持

第二期成果例：高エネルギーニュートリノ源天体の特定

2017年9月22日に南極実験施設で高エネルギーニュートリノ事象IceCube-170922Aが検出され、光赤外線大学間連携の枠組みで光学対応天体を探索



- (1) 事前にニュートリノ放射シナリオを検討し、候補天体カタログを整備した。
- (2) 光赤外線大学間連携の枠組みで探索を主導
- (3) 増光していた光学対応天体を発見**
- (4) その後、フェルミ衛星データが解析されガンマ線で明るかったことが判明
- (5) ニュートリノ天体としては、**太陽、超新星1987A以来の3例目**。この天体は38億光年先。過去2例に比べると宇宙論的な距離。



RESEARCH ARTICLE SUMMARY

NEUTRINO ASTROPHYSICS

Multimessenger observations of a flaring blazar coincident with high-energy neutrino IceCube-170922A

The IceCube Collaboration, *Fermi*-LAT, MAGIC, *AGILE*, ASAS-SN, HAWC, H.E.S.S., *INTEGRAL*, Kanata, Kiso, Kapteyn, Liverpool Telescope, Subaru, *Swift*/*NuSTAR*, VERITAS, and VLA/17B-403 teams*†



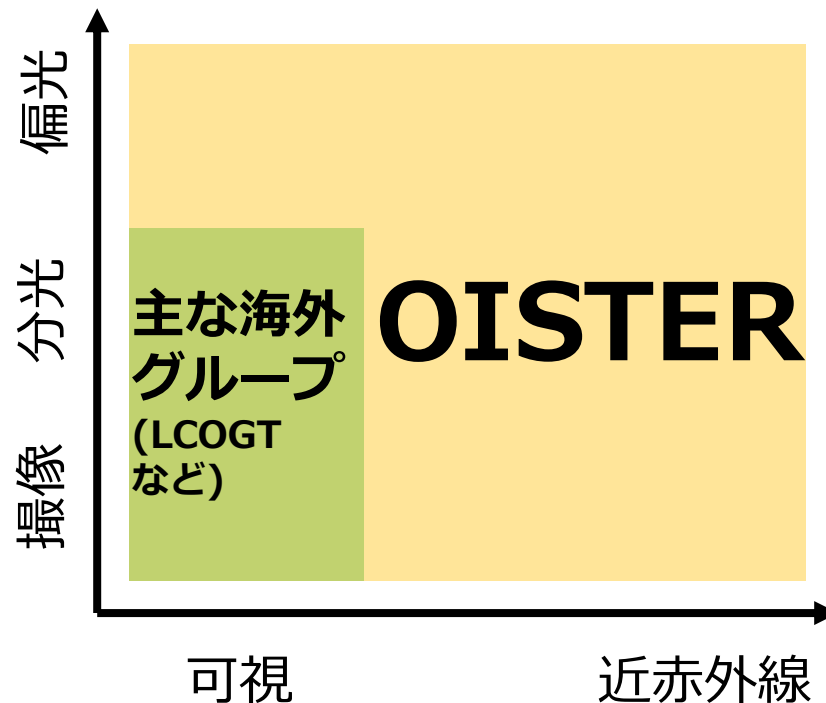
IceCube collaboration, Science 361, eaat1378, 2018

OISTERを使うメリット

- ・ 天候・装置リストをキャンセル
 - ・ スケジュールは柔軟に対応
 - ・ 観測検討会で事前に観測のフォロー
 - ・ 進捗報告会でデータ解析や研究進捗などフォロー
 - ・ 初心者向けIRAF講習会（学生向き）
- ※ この講習会への参加はインストール済であることが前提
- ・ PSF測光（IRAF）のマニュアルが整備されている
- ※ Python/astropyは現在検討中（勉強中）

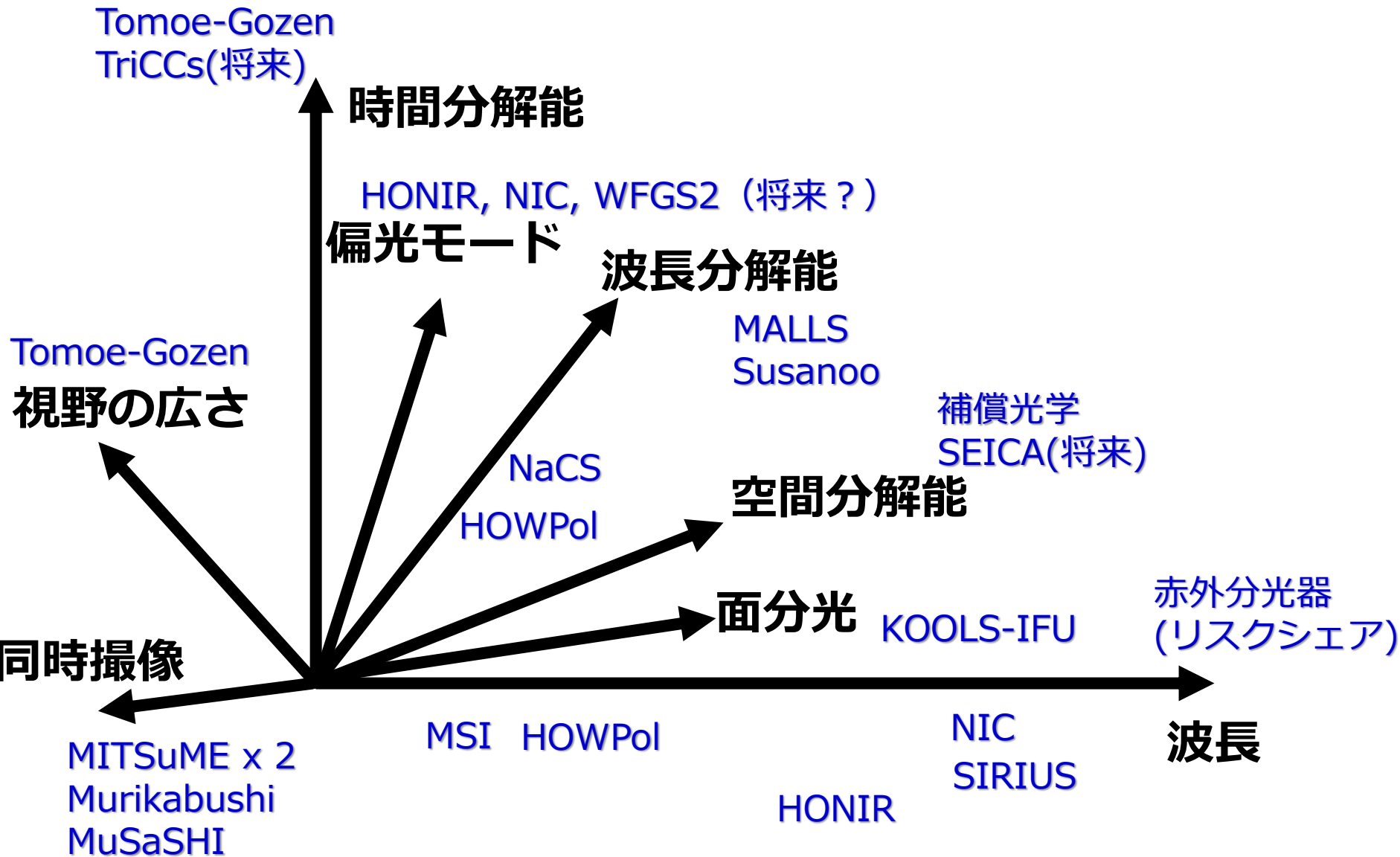
光赤外線大学間連携が得意とする多バンド・多モード観測機能面の強化

※OISTERの特色 = 多機能 + 多地点 + 柔軟性



可視光だけでなく近赤外線での多モード観測機能
-> 依然として国際的にユニーク：高い競争力

多様な機能を持つOISTER装置群



観測提案：定期募集と随時募集

- ・ 申し込み資格者 (完全に外向け公開ではない)

PI：OISTER所属機関研究者、**Co-PI：機関外であっても可**

- ・ **ToO**(予期せぬ突発現象)と**キャンペーン**(time critical)の2種

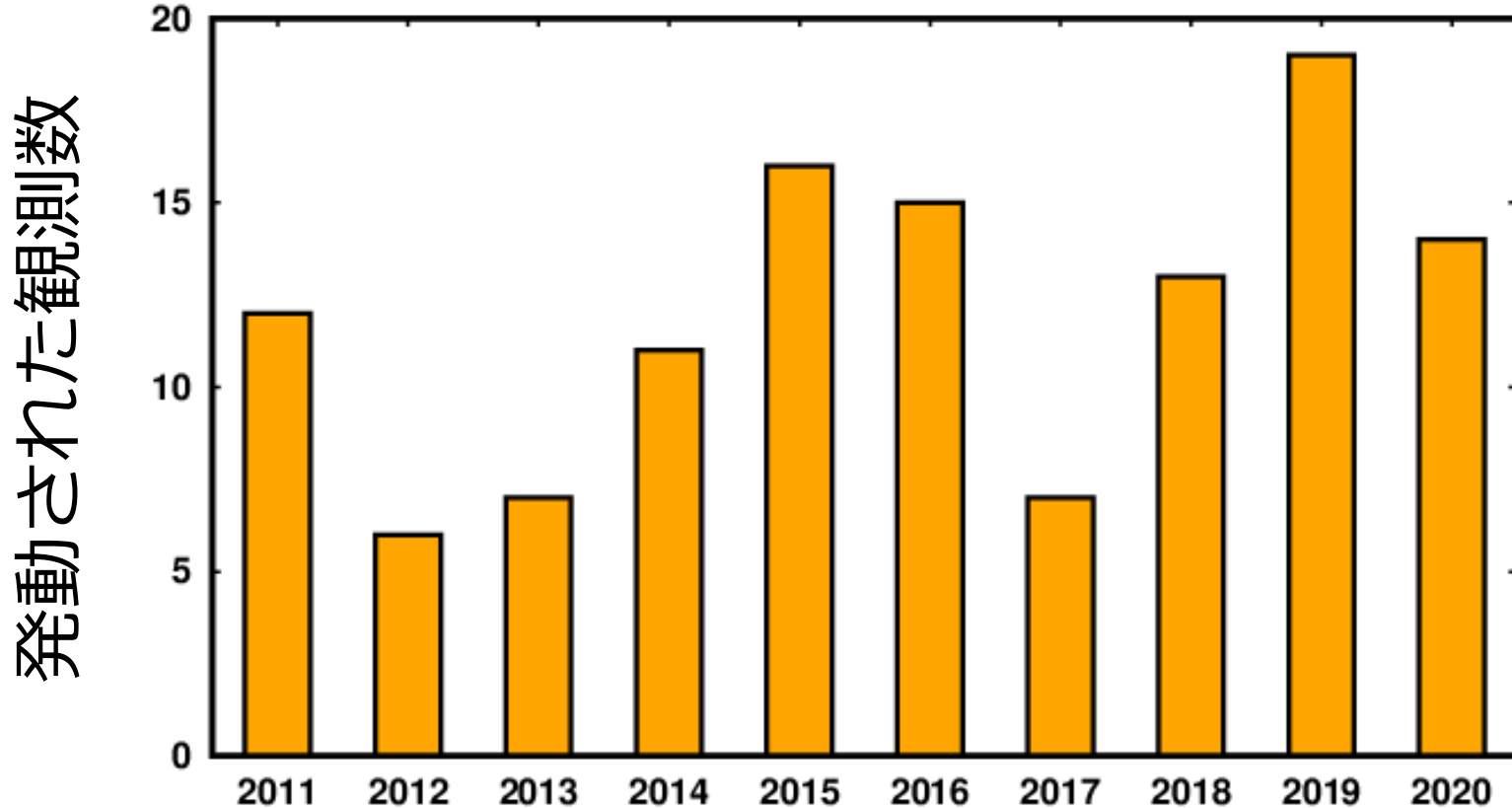
- ・ 定期募集

年二回（最近はずっとせいめい望遠鏡の観測募集に合わせて）
公募。5-6月頃と11-12月頃。次回は今年5-6月頃に募集締切。

- ・ 随時募集

ToOに限り、随時募集を受け付ける。

ToO・キャンペーン観測のトリガー数



- ✓ 各大学・機関は全体の10-20%程度を連携観測に供する
- ✓ 5-20件程度のトリガーがかかる傾向
- ✓ 2019年は過去最多(19件)、2020年もCOVID-19の影響がありつつも高い水準を維持 (=ネットワーク体制の強み)

OISTER TOO/キャンペーン観測による研究成果

OISTER WEB

Top

事業概要

望遠鏡一覧

観測装置

活動成果(研究)

活動成果(教育)

OISTER Wiki

OISTER workshop

活動成果(研究)

研究成果一覧(2019/11現在)

OISTERネットワーク による成果	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
査読あり	0	0	1	1	4	2	3	3	1	2	>5
査読なし	0	0	2	18	18	21	6	10	0		

光赤外大学間連携事業 による成果	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
査読あり	12	25	35	34	22	21	14	32	9
査読なし	34	79	50	71	30	19	8	31	0

ここに注目
PASJ
特集号

OISTER web(<https://oister.kwasan.kyoto-u.ac.jp/>)より

PASJ特集号の出版へ

※ (Namekata et al. (フレア星) すでに出版)

Niwano et al. (GPUパイプライン) 受理

Kimura et al. (激変星) 受理

Maehara et al. (フレア星) 受理

Morokuma et al. (高エネルギー γ 事象 IceCube-170922A) 受理

青 = 大学院生

緑 = ポスドク1-2年目

若手が活躍！

以上4編が第一群として2021年2月出版予定

Wakamatsu et al. (激変星) 受理

Kawabata et al. (特異なIa型超新星) 投稿

Isogai et al. (激変星) 準備中

Saito et al. (GRBの自動解析パイプライン) 準備中

Yamanaka et al. (OISTERまとめ論文) 準備中

は第二群として準備中

※ 論文執筆者には、

- ・ 論文出版費、
- ・ 研究方向のための出張旅費拠出
- ・ 研究会でのOISTER報告の際にアピール、
- ・ TOO/キャンペーン観測優先順位の引き上げ
- ・ 独自のOISTER論文賞へのノミネート

などなど**特典盛沢山！**

将来に向けたサイエンス検討

第三期(2022年度-)OISTER実現に向けた動き

- ・ 2019年度末頃：次期概算要求に向けて始動
- ・ 若手から提案しようという案（言い出しっぺは野上さん）
- ・ 運営協議会メンバーを加えた観測企画運営委員会の合同会議にて初提案。
- ・ ちょうどその時（4月末）にNAOJ/JVN/OISTERの3者で概算要求に向けた「対NINS/NICA会議」が始まる。
- ・ 以降、
4度の対NINS/NICA会議が行われ、それに併せて、OISTERでのサイエンス検討・高時間分解能サイエンス検討・OISTER/JVNでのサイエンス検討などが進められた来た（現在）

光赤外線大学間連携が掲げる 柱となるサイエンス

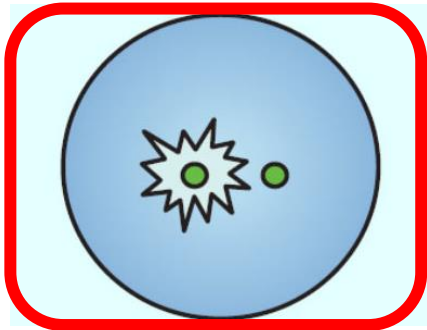
多様な連携観測を通じた時間領域天文学の
更なる推進

1. 重力波源となる中性子星合体現象観測を通じた合体爆発メカニズムの解明
2. 中性子星を含む連星の起源と進化の解明
3. 高エネルギーニュートリノ源天体の特定
4. 未知の高速電波バーストの解明

いくつか紹介します

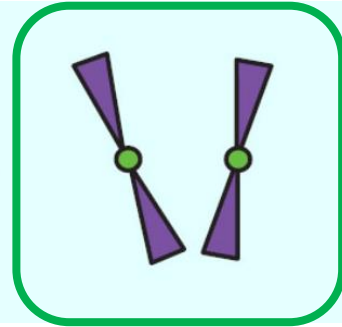
2. 中性子星を含む連星の起源と進化の解明

特異な超新星爆発

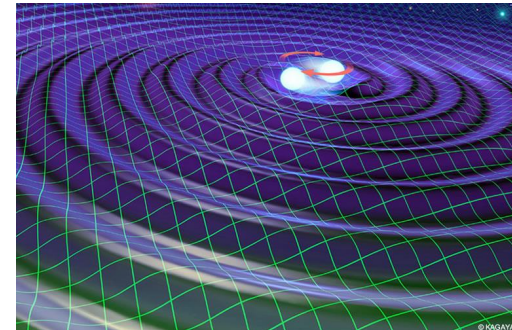


De et al. 2018, Science

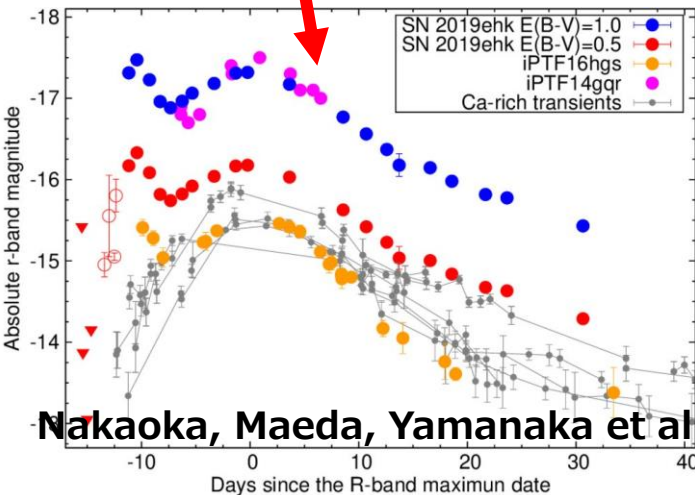
中性子星連星



中性子星連星、合体？



せいめい・かなた望遠鏡による観測成果



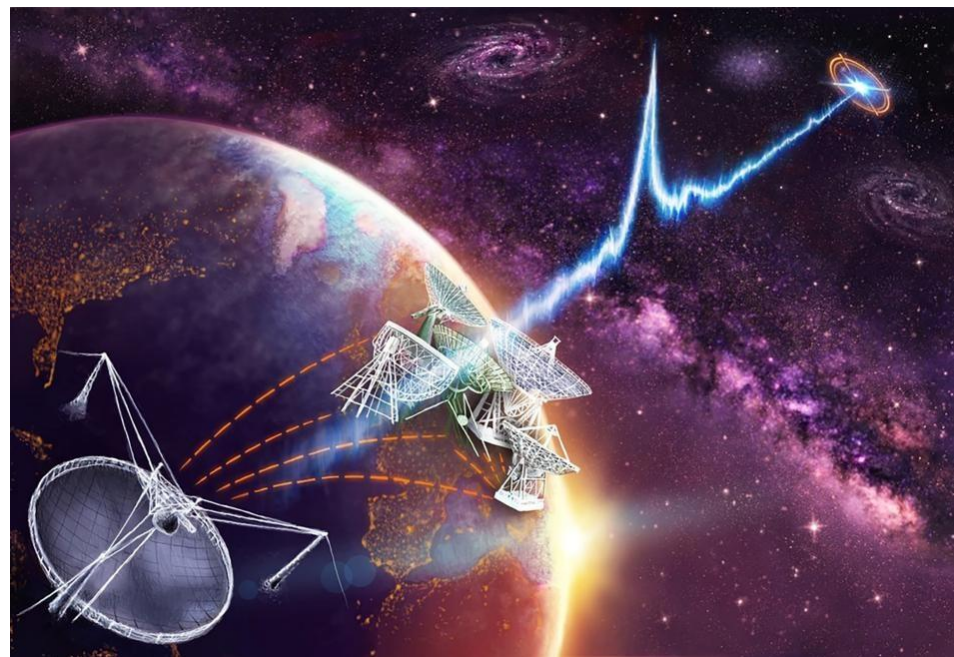
Nakaoka, Maeda, Yamanaka et al. 2019

中性子星連星：
どのような過程を経て爆発に至るか不明
-> GW 170817の発見を境に進化と起源を
巡る理論・観測研究が大きく進展しつつある

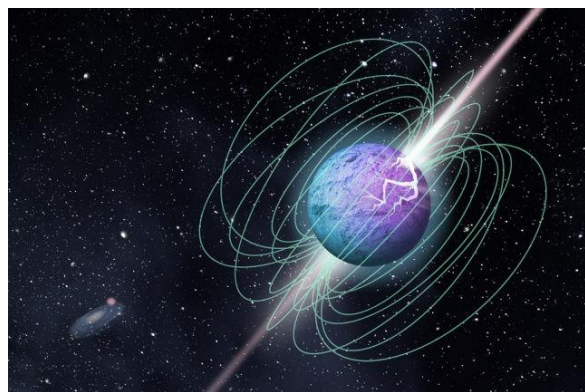
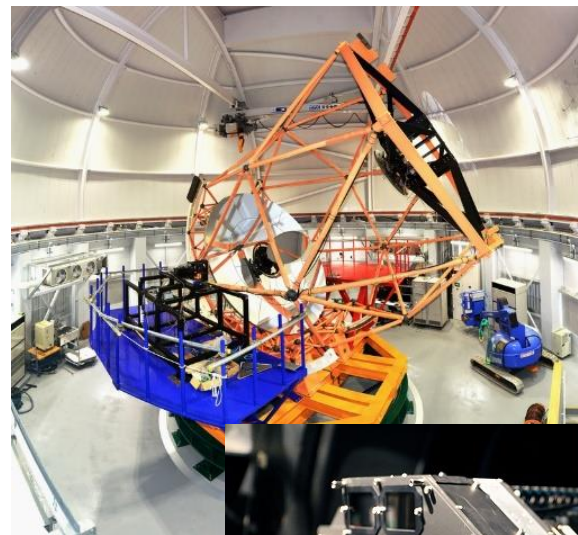
ある有力なシナリオ：
特異な超新星爆発によって中性子星連星が形成される。**爆発直後に**その兆候が見られることが期待される。発見後速やかに超新星を測光・分光観測する事が肝要

-> 光赤外天文学大学間連携による柔軟な観測で重要なフェーズを多バンド・多機能で詳細に観測する

4. 未知の高速電波バーストの解明



図：正体不明の起源から速い時間変動を示す電波バーストが到来する様子の想像図

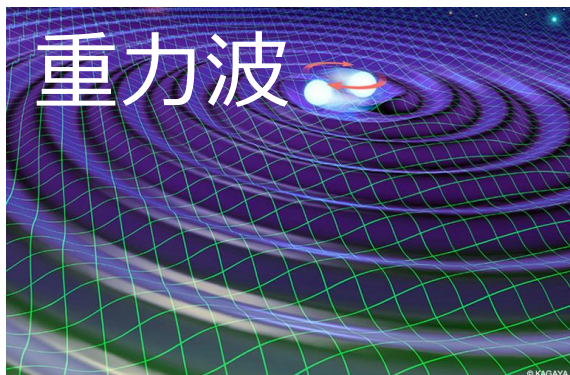


有力候補である強い磁場を付随する中性子星（マグネター）の想像図

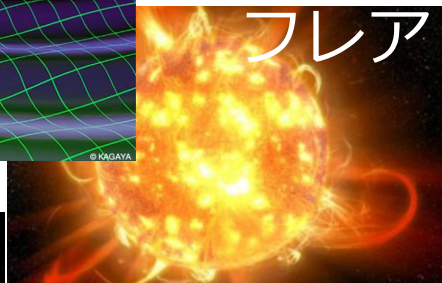
国内最大口径（3.8メートル）のせいめい望遠鏡に搭載予定の**多色同時撮像**が可能な「TriCCS（トリックス）」や木曾シュミット望遠鏡の**広視野撮像装置**「Tomo-e Gozen（トモエゴゼン）」では**秒以下の高時間分解観測**が可能：世界にユニーク
-> 未知の現象に迫る

時間領域天文学をさらに推進することによる 幅広い突発・変動現象研究への波及効果

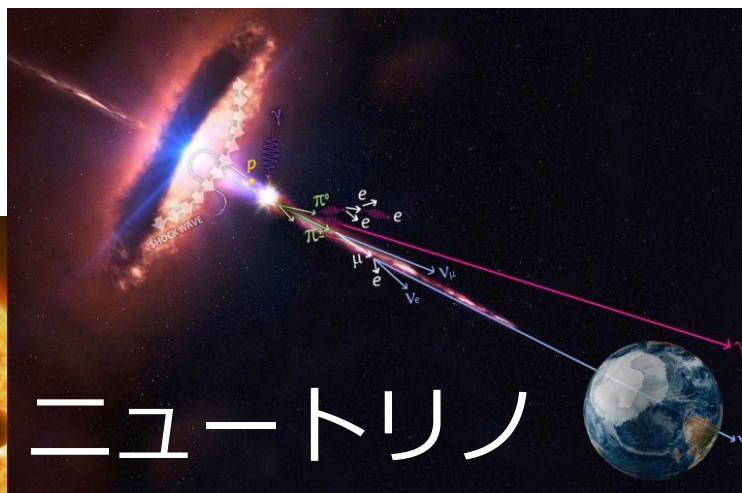
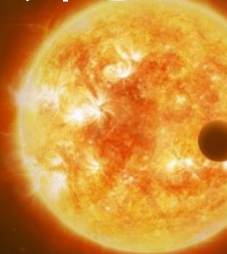
重力波



フレア

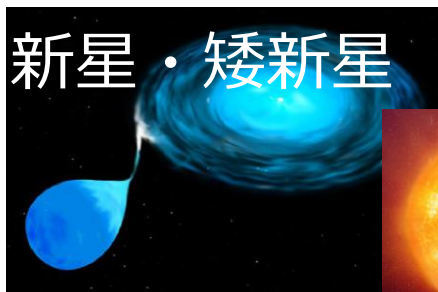


系外惑星

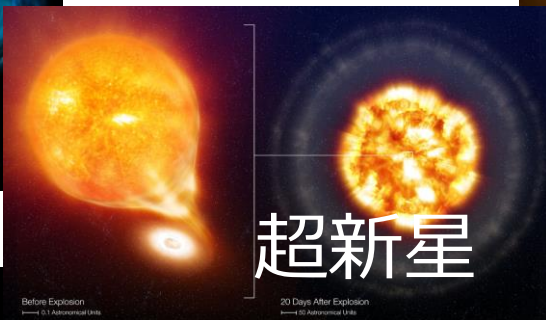


ニュートリノ

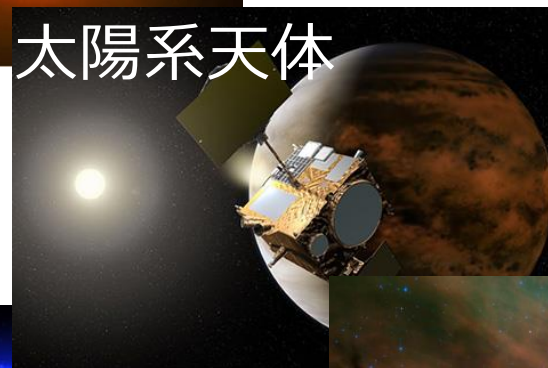
新星・矮新星



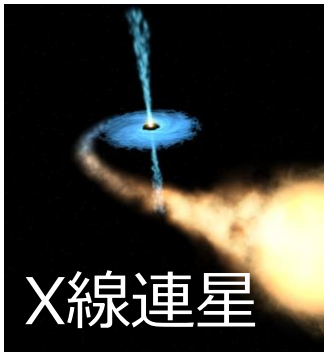
超新星



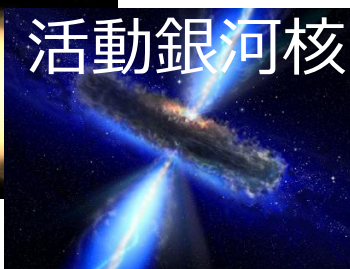
太陽系天体



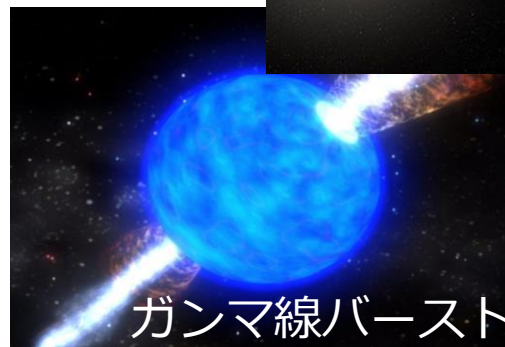
X線連星



活動銀河核



ガンマ線バースト



前主系列星



SUMMARY

- OISTER：中口径望遠鏡を有機的に結び付けて突発現象を多バンド・多モードでフォローアップする枠組み
- 第二期はマルチメッセンジャー天文学の推進を掲げて枠組みの活用を進めてきた。
- 事前にスケジュールがわかっている場合（キャンペーン）・予期せぬ突発現象（ToO）に柔軟に対応可能
- 第三期に向けて、従来のサイエンスに加えて中性子星連星進化に関する観測研究や新たに高速電波バーストのフォローアップも検討している。