

**国際共同研究事業
国際共同研究教育パートナーシッププログラム
平成27年度実施報告書**

平成28年4月14日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

所属機関・部局 東京工業大学・理工学研究科
職・氏名 教授・河合誠之

1. 事業名 国際共同研究事業国際共同研究教育パートナーシッププログラム
2. 研究課題名 (和文) PIRE GROWTH: 突発天体現象監視のための地球全周リレー天文台
(英文) PIRE GROWTH: Global Relay of Observatories Watching Transients Happen
3. 共同研究実施期間 (全採用期間)
平成28年 1 月 1 日 ~ 平成32年12月31日 (5 年 0 ヶ月)
4. 研究参加者
(1) 日本側参加者 4 名 (2) 米国側参加者 3 名
5. 主要な物品購入状況 (一品又は一組若しくは一式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様 型・性能等	数量	単価(円)	金額(円)	設置研究機関名
突発天体現象監視 アルゴリズム試験 用小型赤道儀	エルボ-式赤道儀架台 昭和機械製 New22EL	1	2,361,744	2,361,744	東京工業大学

備考：50万円以上の物品を購入等した場合のみ記入してください。

6. 人件費使用状況

氏名	金額	雇用期間	専門および本研究における役割
斉藤 嘉彦	1,617,837	2016/01/01-2016/03/31	光学天文学/ 明野観測所での観測

備考： 研究者及び専門技術員・研究補助者を雇用した場合のみ記入してください。
雇用期間の欄の記入例：「平成25年6月1日～平成27年5月31日」

7. 渡航実施状況

(a) 日本側参加者（代表者を含む）の国内出張

出張者 (氏名)	出発地 (都市名)	用務先 (都市名)	旅行期間*	用 務 (用務先・用務内容)	経費負担**

* 旅行期間の欄の記入例：「6月10～19日、10日間」

** 本経費使用予定の有無を記入すること

(b) 当該年度に米国を訪問した日本側参加者

出張者 (氏名)	出発地 (都市名)	用務先 (都市名)	旅行期間*	用 務 (用務先・用務内容)	経費負担**

* 旅行期間の欄の記入例：「6月10～19日、10日間」

** 本経費使用予定の有無を記入すること

(c) 当該年度に米国以外の国を訪問した日本側参加者*

出張者 (氏名)	出発地 (都市名)	用務先 (国名・都 市名)	旅行期間**	用 務 (用務先・用務内容)	経費負担***

* 外国出張の渡航先は原則として、米国のみを渡航先とします。ただし、当該共同研究の研究成果発表を目的とする学会等への出席や、フィールドワーク等で当該第三国へ行くことが必須である研究上の理由がある場合に限り、米国以外の国を訪問することは可能です。

** 旅行期間の欄の記入例：「6月10～19日、10日間」（現地到着日～現地出発日）

*** 本経費使用予定の有無を記入すること

(d) 当該年度に受入れた米国側参加者

出張者 (氏名)	用務先	旅行期間*	用 務

* 旅行期間の欄の記入例：「6月10～19日、10日間」（来日日～離日日）

8. 研究実施状況

※ 申請書の内容および当該年度実施計画書の「6. 本年度実施計画の概要」と対応させつつ、当該年度の研究の実施状況を簡潔に日本語にて記入してください。

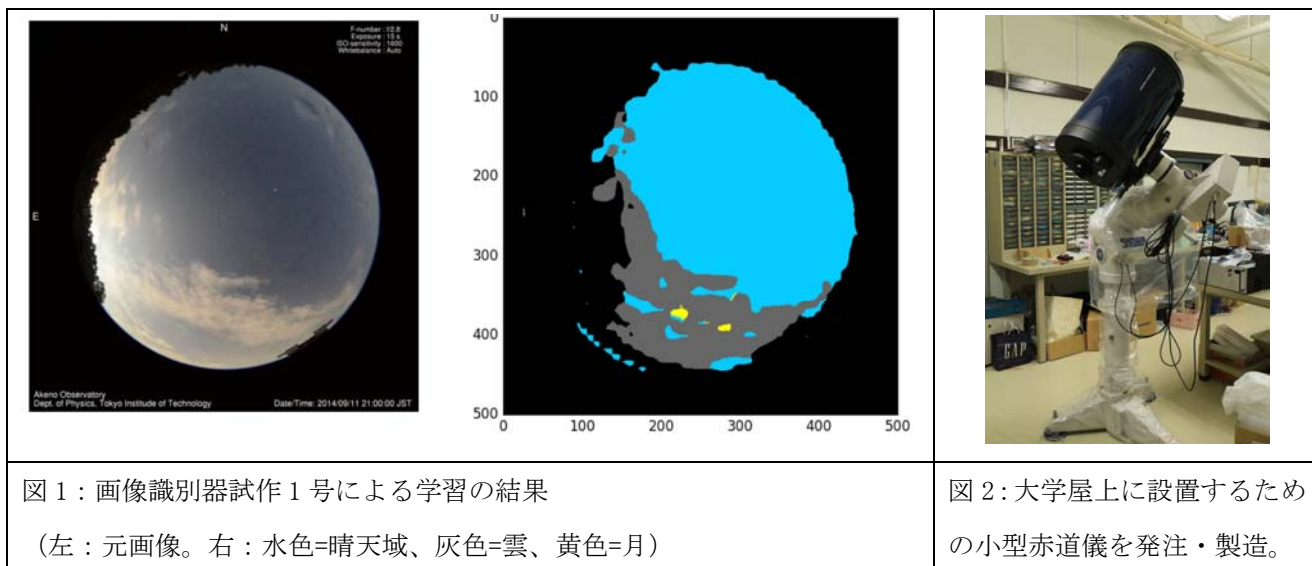
本研究では、超新星、中性子星連星合体、地球近傍小惑星など稀少で短時間の突発天体現象を、広天域パトロール探索によって発見し、暗くなるまで途切れることなく追跡観測することによって、宇宙における重元素の起源、恒星進化の最終段階、地球近傍小惑星の起源と軌道など現代天文学における重要問題に取り組む。このために突発天体の広視野探索において世界の先頭を走っているカリフォルニア工科大およびアジア・欧州のグループと協力し、突発天体現象監視のための地球全周リレー天文台“GROWTH” (Global Relay of Observatories Watching Transients Happen)を組織する。またこの研究の基礎となる天体物理学・観測解析手法に関する学部・大学院の教育プログラムを開発する。特に東工大は、専用のロボット望遠鏡”MITSuME”による追跡観測と、最新の情報処理技術(GPU高速計算と機械学習)を用いたEvent Broker(自律的突発天体判別システム)の開発を分担する。

GROWTH参加機関は、突発天体に対する周地球リレー観測網を構築するため、それぞれの所有する望遠鏡の運営と観測を分担する。全体の研究計画および日本の分担の詳細を決定するために、2月頃に河合と谷津がカリフォルニア工科大学の米国側研究者を訪問して研究計画について打ち合わせることを計画していたが、双方の日程の都合が折り合わなかったため、主に、メールおよびオンライン打合せによって、計画をすすめた。

東工大が開発を担当するEvent Brokerは重力波源や突発天体の位置情報に対して、世界各地に点在する望遠鏡の中から、どこが最も適しているかを瞬時に判断して、観測を振り分ける司令塔機能に相当する。観測地振り分けの第一の条件は、予測天域の各観測地からの高度や観測可能時間などであり、これらは事前に入手可能な地理的情報だけで簡単に計算することができる。一方、地上望遠鏡の場合、気象条件という不確定要素が存在しており、特に降水量の多いアジア地域の観測値は常にこの問題を意識しなければならない。

実際、国内の大学と国立天文台等研究機関による光赤外線天文学大学間連携ネットワーク(OISTER)では、観測ネットワークの観測状況を把握するために、各観測地に民生品を組み合わせた気象監視用の全天モニタを設置した。OISTERではこの画像を人間が見て観測状況を確認しているが、世界に点在する望遠鏡群に、瞬時に観測ターゲットを分配する場合、この気象判断に人の目を介在させることは好ましくない。そこで、我々はこの全天モニタのデータを機械学習より晴天域と曇天域に識別し、自動観測スケジューラと組み合わせた、「雲域回避自動観測システム」の開発を始めた。

27年度では、石垣島と東工大屋上用に民生品の安価なカメラと魚眼レンズを購入し、装置の構築を開始した。これらのモニタは28年度に防滴ケースに封入して観測値に設置し、データ取得を開始する。機械学習による雲域識別については、既にMITSuME明野観測所に設置されている全天モニタの1年間のデータを使って研究を開始した。明野では常時2分間おきに全天画像を撮影し、年間26万枚の画像データを取得しているが、手始めとして、これらの中から無作為に1000枚を抽出して、それらのラベル付を行った。ラベルとは、この場合、どの天域が曇っているか、月があつて観測に不適切か、晴れてい



て観測できるか等の識別情報である。なお、これらの作業は機械学習の元になる情報であり、人の目と手で行わなければならない、かなりの時間と労力を要する。我々はこのデータを畳み込みニューラルネットワークの学習器に与え、雲・晴天域の識別実験を行った。結果として、既にある程度の精度で晴天域と曇天域の区別ができるようになった。現時点では、月、雲の濃淡などの状況識別が難しい様であり、雲際の微妙な判定は困難である。これらについては、28年度も継続して研究を行い、精度の向上を目指す。さらに我々は、この雲識別の精度向上と並行して、雲域回避観測システムの動作試験を進めるため、手持ちの望遠鏡に組み合わせた小型赤道儀を購入し、大学内での実験環境構築を開始した。

教育プログラムに関しては、学生の交換に関して協議を行い、来年度7月下旬に大学院生をカリフォルニア工科大に派遣し、突発天体の観測・データ解析に関するサマースクールと共同研究の打合せを行う計画を立てた。一方、学部学生の交換に関しては、米国側がNSFからの補助金によって旅費・滞在費を支給して派遣する準備が整っているのに対して、日本側では、規定により本事業の補助金で学部学生の派遣旅費を支援できない。さらに、カリフォルニア工科大では、海外からの交換学生受入にあたって、滞在期間に応じた定額の奨学金支援を受けていることを条件としているため、本人負担による派遣もできない状態になっている。大学本部の学生交流に関わる部門とも相談を進めているが、今のところ実現のめどが立っていない。

なお、本事業は、今年度は、1月開始から3ヶ月間しかたっていないため、学術論文、学会発表等の成果の発表には至っていない。

9. 研究発表（平成 年度の研究成果）

【雑誌論文】 計（ 0 ）件 うち査読付論文 計（ ）件

相手国研究代表者との共著の有無*	著者名	論文標題			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
				⋮ ⋮ ⋮	
	著者名	論文標題			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
				⋮ ⋮ ⋮	
	著者名	論文標題			
	雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
				⋮ ⋮ ⋮	

【学会発表】 計（ 0 ）件 うち招待講演 計（ ）件

発表者名	発表標題	
学会等名	発表年月日	発表場所

【図書】 計（ 0 ）件

相手国研究代表者との共著の有無*	著者名	出版社	
	書名	発行年	総ページ数
		⋮ ⋮ ⋮	

*相手国研究代表者との共著がある場合は○、相手国研究代表者との共著であり論文内に事業名を明記している場合は◎と記入した上で、明記されている箇所（頁、巻頭、巻末等）を記入。

*足りない場合は適宜行を追加して下さい。