

ห้องสมุดกลางวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



190957



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของ pre-cataclysmic variable ที่ค้นพบใหม่  
จาก Hamburg Quasar Survey

โดย

ดร. อมรรัตน์ อังเวโรจน์วิทย์ และคณะ

มิถุนายน 2555

๖๐๐๒๕๖๒๐๑

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



190957



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของ pre-cataclysmic variable ที่ค้นพบใหม่  
จาก Hamburg Quasar Survey



โดย

ดร. อมรรัตน์ อังเวโรจน์วิทย์ และคณะ

มิถุนายน 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของ pre-cataclysmic variable ที่ค้นพบใหม่จาก  
Hamburg Quasar Survey

คณะผู้วิจัย

1. ดร. อมรรัตน์ อังเวโรจน์วิทย์
2. Assoc. Prof. Dr. Boris Gänsicke
3. รศ. บุญรักษา สุนทรธรรม

สังกัด

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Department of Physics,  
University of Warwick  
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ  
(องค์การมหาชน)

## บทคัดย่อ

<b>ชื่อโครงการ</b>	การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของ pre-cataclysmic variable ที่ค้นพบใหม่จาก Hamburg Quasar Survey
<b>สัญญาเลขที่</b>	R2553B042
<b>หัวหน้าโครงการวิจัย</b>	ดร. อมรรัตน์ อังเวโรจน์วิทย์
<b>หน่วยงานที่สังกัด</b>	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
<b>E-mail Address:</b>	amornrata@nu.ac.th, amornrata@hotmail.com
<b>ระยะเวลาโครงการวิจัย</b>	15 ธันวาคม 2552 ถึง 14 ธันวาคม 2553

## 190957

เรารายงานการค้นพบ pre-cataclysmic variable HS 1316+6747 ดวงใหม่ ซึ่งเป็น pre-CV ดวงที่สองจาก Hamburg Quasar Survey (HQS) คณะผู้วิจัยได้ทำการสังเกตการณ์แบบอนุกรมเวลาทางสเปกโตรสโกปีและโฟโตเมตรีเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของระบบ และวัดคาบการโคจรของระบบจากการแปรค่าของเส้นสว่างที่เด่นชัดในตระกูลบาร์เมอร์ที่พบในกราฟความเร็วในแนวเล็งของระบบ เราพบว่า HS 1316+6747 เป็น pre-CV คาบการโคจรยาว มีคาบการโคจร  $P_{orb} = 3.38$  วัน เราไม่พบการแปรค่าความสว่างช่วงสั้นในกราฟแสงของ HS 1316+6747 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดาวแคระขาวและดาวมวลต่ำในแถบชนวนหลักยังมีมวลอยู่ในผิวห่อหุ้มของโรซ และนอกจากนี้เรายังเก็บข้อมูลทางโฟโตเมตรีของ cataclysmic variables ที่ค้นพบใหม่จาก IPHAS เซอร์เวย์ และ ROSAT/2MASS เซอร์เวย์ ได้แก่ IPHAS J0130+6221, IPHAS J0258+6352, IPHAS J0518+2941, IPHAS J 0528+2838 และ RXJ 0315-0814 และวัดคาบการโคจรของระบบจากการแปรค่าความสว่างที่พบในกราฟแสง ซึ่งมีค่า  $P_{orb} = 3.58$  ชั่วโมง,  $P_{orb} = 5.88$  ชั่วโมง,  $P_{orb} = 4.94$  ชั่วโมง,  $P_{orb} = 80$  นาที และ  $P_{orb} = 3.57$  ชั่วโมง ตามลำดับ

## Abstract

---

<b>Research Project Title</b>	The analysis of physical properties of a new pre-cataclysmic variable from Hamburg Quasar Survey
<b>Contract No.</b>	R2553B042
<b>Research Project Leader</b>	Dr. Amornrat Aungwerojwit
<b>Institution</b>	Department of Physics, Faculty of Science, Naresuan University
<b>E-mail Address:</b>	amornrata@nu.ac.th, amornrata@hotmail.com
<b>Research Project Period</b>	15 December 2010 to 14 December 2011

190957

We report the discovery of a new pre-cataclysmic variable (pre-CV), HS 1316+6747, which is the second pre-CV identified in the Hamburg Quasar Survey (HQS). Time-resolved spectroscopy and photometry were carried out to determine the properties of the system. The orbital period of HS 1316+6747 was derived from prominent Balmer variations found in radial velocity curves. We found that HS 1316+6747 is a long-period pre-CV with the orbital period of around 3.38 days. The light curves of HS 1316+6747 show no evidence of short-time scale variation, suggesting that white dwarf and low-mass main sequence companion still are their Roche lobe. In addition we have discovered five new cataclysmic variables from IPHAS and ROSAT/2MASS surveys which are IPHAS J0130+6221, IPHAS J0258+6352, IPHAS J0518+2941, IPHAS J 0528+2838 and RXJ 0315-0814. The orbital period of these CVs were derived from their light curves variation, resulting  $P_{\text{orb}} = 3.58$  h,  $P_{\text{orb}} = 5.88$  h,  $P_{\text{orb}} = 4.94$  h,  $P_{\text{orb}} = 80$  min and  $P_{\text{orb}} = P_{\text{orb}} = 3.5725$  h, respectively.

## Executive summary

Cataclysmic variables (CVs) เป็นระบบดาวคู่แบบใกล้ชิดชนิดกึ่งและกัน (semi-detached close binary) ประกอบด้วยดาวแคระขาวและดาวมวลต่ำในแถบขบวนหลัก ซึ่งมีการถ่ายเทมวลสารจากดาวมวลต่ำสู่ดาวแคระขาว คาบการโคจรของดาวคู่ประเภทนี้มีค่าตั้งแต่ประมาณ 80 นาที ถึง 10 ชั่วโมง เราค้นหา CVs และบรรพบุรุษของ CVs (pre-CVs) ดวงใหม่ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกลุ่มตัวอย่างผ่านการคัดเลือกภายใต้เงื่อนไขแบบเดียวกัน เพื่อลดปัญหาการเลือกการสังเกตและนำกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวไป เปรียบเทียบกับผลการทำนายจากแบบจำลองมาตรฐานของวิวัฒนาการของ CVs ในงานวิจัยนี้เราศึกษา pre-CV และ CVs ที่ค้นพบใหม่ โดยอาศัยข้อมูลจาก Hamburg Quasar Survey และ ROSAT/2MASS Survey และเรานำเสนอผลที่ได้จากการวิจัยในโครงการนี้ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติที่มีการตีพิมพ์บน proceedings จำนวน 2 ผลงาน และการประชุมวิชาการระดับชาติจำนวน 3 ผลงาน

# สารบัญเรื่อง

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
Executive summary	ง
สารบัญเรื่อง	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปประกอบ	ซ
<b>1 บทนำ</b>	
<b>2 ทฤษฎี</b>	
2.1 Cataclysmic variables	3
2.2 การกระจายตัวของคาบการโคจร (orbital period distribution) ของ CV	4
2.3 การจำแนกประเภทของ CV	6
2.4 แบบจำลองของโรซ	11
2.5 การถ่ายเทมวลสารของ CVs	12
2.6 วิวัฒนาการของ CVs	13
2.7 วันจูเลียนศูนย์กลางสุริยะ (Heliocentric Julian Date: H.J.D.)	15
2.8 เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลโฟโตเมตรี	17
<b>3 การสังเกตการณ์และการรีดิวซ์ข้อมูล</b>	
3.1 การสังเกตการณ์เชิงอนุกรมเวลาทางโฟโตเมตรี	18
3.2 ขั้นตอนการสังเกตการณ์เชิงอนุกรมเวลาทางโฟโตเมตรี	18
3.3 การรีดิวซ์ข้อมูล	23
3.4 การสร้างกราฟแสง	25
<b>4 ผลการจากการสังเกตการณ์และการวิเคราะห์กราฟแสง</b>	
4.1 HS 1316	26
4.2 RXJ0315	29
4.3 IPHAS J0130	31
4.4 IPHAS J0258	34

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4.5 IPHAS J0518	37
4.6 IPHAS J0528	43
<b>5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง</b>	<b>50</b>
บรรณานุกรม	51
Output ที่ได้จากโครงการ	53
ภาคผนวก	34

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ตารางการสังเกตการณ์	19
4.1 Eclipse minimum และ O-C ของ IPHAS J0130	32
4.2 Eclipse minimum และ O-C ของ IPHAS J0258	36
4.3 ตารางแสดงค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดในวันต่างๆ ของ IPHAS J0518	41
4.4 ตารางแสดงค่าเวลาที่แสงมากที่สุด ในวันต่างๆ ของ IPHAS J0528	48

## สารบัญรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของ CV	4
2.2 การกระจายตัวของคาบการโคจร (orbital period distribution) ของ CVs	5
2.3 ตัวอย่างกราฟแสงของ dwarf novae ประเภท U Gem	7
2.4 ตัวอย่างกราฟแสงของ dwarf novae ประเภท Z Cam	8
2.5 ตัวอย่างกราฟแสงของ dwarf novae ประเภท SU UMa	9
2.6 โครงสร้างของ superhump	9
2.7 equipotential surface ของระบบดาวคู่	12
3.1 ตัวอย่างภาพถ่าย CCD ชนิดต่างๆ จากกล้องโทรทรรศน์ขนาด 0.5 เมตร	24
4.1 ตัวอย่างกราฟแสงของ HS 1316 ในวันที่ 5 มกราคม ค.ศ. 2003	26
4.2 ตัวอย่างกราฟแสงของ HS 1316 ในวันที่ 2 พฤษภาคม ค.ศ. 2004	27
4.3 ตัวอย่างเส้นสเปกตรัมของ HS 1316 ในวันที่ 23 เมษายน ค.ศ. 2003	27
4.4 ตัวอย่างเส้นสเปกตรัมของ HS 1316 ในวันที่ 24 เมษายน ค.ศ. 2003	28
4.5 กราฟความเร็วในแนวเส้นของ HS 1316	28
4.6 ตัวอย่างกราฟแสงของ RXJ0315 วันที่ 20 ตุลาคม ค.ศ. 2002 (บน) และวันที่ 15 พฤศจิกายน ค.ศ. 2003 (ล่าง)	29
4.7 AOV periodogram ของ RXJ0315	30
4.8 ข้อมูลทางโฟโตเมตรีที่ได้จากการสังเกตการณ์ตลอดคืนของ RXJ0315	30
4.9 ตัวอย่างกราฟแสงของ IPHAS J0130	32
4.10 periodogram ของ IPHAS J0130	32
4.11 Scargle periodogram ที่คำนวณจากกราฟแสงของ IPHAS J0130	34
4.12 กราฟแสงที่นำมารวมกันแล้วของ IPHAS J0258 ที่ folded บนคาบการโคจร 5.8 ชั่วโมง และ กราฟแสงที่นำมารวมกันแล้วของ IPHAS J0258 หลังการ detrended ความถี่ของการโคจรที่ $4.08 \text{ d}^{-1}$	35
4.13 periodogram ของ IPHAS J0258	36
4.14 กราฟแสงของ IPHAS J0518 ในวันที่ 22 ธันวาคม ค.ศ. 2006	37
4.15 กราฟแสงของ IPHAS J0518 ในวันที่ 23 ธันวาคม ค.ศ. 2006	37
4.16 กราฟแสงของ IPHAS J0518 ในวันที่ 10 ตุลาคม ค.ศ. 2008	38

## รูปที่

## หน้า

4.17	กราฟแสงของ IPHAS J0518 ในวันที่ 18 พฤศจิกายน ค.ศ. 2011	38
4.18	กราฟแสงของ IPHAS J0518 ในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2012	39
4.19	การหาค่าเวลาของแสงน้อยที่สุด ในวันที่ 22 ธันวาคม ค.ศ. 2006	39
4.20	การหาค่าเวลาของแสงน้อยที่สุด ในวันที่ 23 ธันวาคม ค.ศ. 2006	40
4.21	การหาค่าเวลาของแสงน้อยที่สุด ในวันที่ 10 ตุลาคม ค.ศ. 2008	40
4.22	(ก) การหาค่าเวลาของแสงน้อยที่สุด ในวันที่ 18 พฤศจิกายน ค.ศ. 2011 ช่วงที่ 1 และ (ข) การหาค่าเวลาของแสงน้อยที่สุด ในวันที่ 18 พฤศจิกายน ค.ศ. 2011 ช่วงที่ 2	41
4.23	(ก) การหาค่าเวลาของแสงน้อยที่สุด ในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2012 ช่วงที่ 1 และ (ข) การหาค่าเวลาของแสงน้อยที่สุด ในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2012 ช่วงที่ 2	41
4.24	กราฟแสงในรูปเฟสของการโคจรของวันที่ 22 ธันวาคม ค.ศ. 2006	42
4.25	กราฟแสงในรูปเฟสของการโคจรของวันที่ 10 ตุลาคม ค.ศ. 2008	42
4.26	กราฟแสงในรูปเฟสของการโคจรของวันที่ 18 พฤศจิกายน ค.ศ. 2011	43
4.27	กราฟแสงในรูปเฟสของการโคจรของวันที่ 5 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2012	43
4.28	กราฟแสงของ IPHAS J0528 ในวันที่ 18 ธันวาคม ค.ศ. 2005	44
4.29	กราฟแสงของ IPHAS J0528 ในวันที่ 21 ธันวาคม ค.ศ. 2005	44
4.30	กราฟแสงของ IPHAS J0528 ในวันที่ 7 ตุลาคม ค.ศ. 2006	45
4.31	กราฟแสงของ IPHAS J0528 ในวันที่ 19 พฤศจิกายน ค.ศ. 2011	45
4.32	การหาค่าเวลาของแสงที่มีค่ามากที่สุด ในวันที่ 18 ธันวาคม 2548	46
4.33	การหาค่าเวลาของแสงที่มีค่ามากที่สุด ในวันที่ 21 ธันวาคม 2548	46
4.34	การหาค่าเวลาของแสงที่มีค่ามากที่สุด ในวันที่ 7 ตุลาคม 2549	47
4.35	การหาค่าเวลาของแสงที่มีค่ามากที่สุด ในวันที่ 19 พฤศจิกายน 2554	47
4.36	ข้อมูลทั้งหมดของ IPHAS J0528 พล็อตในรูปของเฟสการโคจร	48