

วาระที่ ๓ เรื่องสืบเนื่องเพื่อพิจารณา : ผลการดำเนินงานปี ๒๕๖๔ และแผนการดำเนินงานปี ๒๕๖๕  
โครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า  
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

๓.๑ โครงการความร่วมมือไอซ์คิวบ์ตามพระราชดำริฯ  
(ผู้ถวายรายงาน : นายไพรัช รัชพงษ์)

#### ๑. ความเป็นมา

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงพระราชดำริว่าควรรหาทางที่จะร่วมมือกับไอซ์คิวบ์ที่ขั้วโลกใต้ ต่อมาในปี ๒๕๖๔ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จึงแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกำลังคนที่เกี่ยวข้องกับหอสังเกตการณ์นิวตริโนในทวีปแอนตาร์กติกา (Thai-Antarctic Neutrino Observatory : TANO) ขึ้นเมื่อวันที่ ๒ สิงหาคม ๒๕๖๔

#### ไอซ์คิวบ์ (IceCube)

ไอซ์คิวบ์ (IceCube) เป็นชื่อเรียกอย่างง่ายของสถานีตรวจวัดนิวตริโนไอซ์คิวบ์ (IceCube Neutrino Observatory) สถานีดังกล่าวตั้งอยู่ที่สถานีวิจัยขั้วโลกใต้แอมุนด์เซน-สก็อตต์ในทวีปแอนตาร์กติกา (Amundsen-Scott South Pole Station) และได้รับการยอมรับ (recognition) จากเชิร์น สร้างเสร็จเมื่อ ๑๘ ธันวาคม ค.ศ. ๒๐๑๐ โดยมีมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSF : National Science Foundation) สหรัฐอเมริกา ทำหน้าที่บริหารสถานีไอซ์คิวบ์

อุปกรณ์ประกอบด้วยหน่วยตรวจวัดแสงนับพันตัวกระจายอยู่ภายในหนึ่งลูกบาศก์กิโลเมตรของน้ำแข็งใต้พื้นผิวน้ำของแอนตาร์กติกา หน่วยตรวจวัดแสงแต่ละหน่วยนี้มีลักษณะทรงกลมเรียกว่า ดอม (DOMs : Digital Optical Modules) ซึ่งประกอบด้วยหลอดคูณแสง (photomultiplier tube :PMT) และคอมพิวเตอร์อยู่บนแผ่นวงจรรีเลย์ทรอนิกส์แผ่นเดียว คอมพิวเตอร์นี้ทำหน้าที่รับข้อมูลจากดอมแล้วส่งเป็นดิจิทัลไปยังคอมพิวเตอร์ตั้งอยู่บนพื้นผิวน้ำของแอนตาร์กติกา ดอมทั้งหลายจะแบ่งออกเป็นชุด ชุดละ ๖๐ ตัวแขวนบนเส้นเชือกแต่ละเส้นลงไปในช่วงน้ำแข็งที่ทำให้ละลายด้วยส่วนน้ำร้อนลึกลับจากผิวน้ำระหว่าง ๑,๔๕๐ ถึง ๒,๔๕๐ เมตร ไอซ์คิวบ์ได้รับการออกแบบเพื่อทำหน้าที่ตรวจหาจุดกำเนิดนิวตริโนในระบบสุริยะ (ซูเปอร์โนวา, หลุมดำ, พัลซาร์, ฯลฯ) ในย่านพลังงานเทระอิเล็กตรอนโวลต์เพื่อศึกษากระบวนการพลังงานสูงทางฟิสิกส์ดาราศาสตร์ที่ผลิตนิวตริโน เมื่อเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. ๒๐๑๓ ได้มีการแถลงว่าไอซ์คิวบ์ตรวจพบนิวตริโนจำนวน ๒๘ ตัวที่มาจากแหล่งนอกระบบสุริยะ

#### IceCube neutrinos point to long-sought cosmic ray accelerator

บทความวิชาการ ๒ บทความในวารสารวิชาการ Science (13 July 2018) บ่งหลักฐานเป็นครั้งแรกของเบลซาร์\* (blazar) TXS 0505 + 056 ว่าเป็นแหล่งกำเนิดนิวตริโนพลังงานสูง ไอซ์คิวบ์ตรวจสอบการเกิดนิวตริโนนี้ได้ก่อนเมื่อ ๒๒ กันยายน ค.ศ. ๒๐๑๗ แล้วแจ้งว่าพื้นที่ไปยังบรรดาหอสังเกตการณ์ดาราศาสตร์ทั่วโลก หอเหล่านี้ซึ่งสามารถตรวจวัดด้วยกล้องโทรทรรศน์ที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่างกัน ๒๐ แห่ง บนผิวโลกจึงเข้าไปติดตาม และพบว่าเป็นเบลซาร์

ปัจจุบันการตรวจสอบวัตถุในท้องฟ้านอกเหนือจากนิวตริโนแล้วยังมีรังสีแกมมา รังสีเอกซ์ ความถี่ที่เห็นด้วยสายตา และคลื่นวิทยุอีกด้วย หอสังเกตการณ์เหล่านี้บริหารโดยคณะนักวิทยาศาสตร์นานาชาติรวมกันมากกว่า ๑,๐๐๐ คนสนับสนุนโดยแหล่งทุนในประเทศและรอบโลก

หมายเหตุ \***ควอซาร์** คือ หลุมดำมวลยวดยิ่ง (super massive black hole) ที่ทั้งกาแล็กซีหมุนไปรอบตัวมัน สสารทั้งหลายที่กลางกาแล็กซีที่อยู่ใกล้จะถูกกลืนเข้าไปแล้วปลดปล่อยแสง (คลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้า) และนิวตริโนออกมาจากเจ็ต ๒ ลำที่พุ่งออกมาคล้ายแกน  
\***เบลซาร์** คือ ควอซาร์ที่เจ็ตมีทิศทางชี้ตรงมาที่โลกเรา

## ๒. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินงาน

### ๒.๑ นักวิจัยผู้ประสานงาน IceCube's Associate Membership จากไทย

- ผศ.ดร.วราภรณ์ นันทิกุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : Institutional lead
- ดร.อัจฉรา เสรีเพียรเลิศ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (สดร.) (องค์การมหาชน) : Postdoctoral Fellowship
- น.ส.ญานี ต่างใจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : นักศึกษาปริญญาเอก

### ๒.๒ กิจกรรมความร่วมมือที่เคยดำเนินการ (IceCube Collaboration)

๒.๒.๑ การพัฒนากำลังคน : ค่ายฤดูร้อน

ค่ายฤดูร้อน (Summer Workshop) ปี พ.ศ. ๒๕๖๑

นักศึกษา : นายหาญณรงค์ จันทร์เลิศ ป.ตรี ปี ๔ ม.มหิดล

ระยะเวลา : ๔ มิถุนายน – ๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

สถานที่ : University of Wisconsin-River Falls

ค่าใช้จ่าย : University of Wisconsin-River Falls สนับสนุน ค่าตั๋วเครื่องบินไป-กลับ ค่าที่พัก และ ค่าใช้จ่ายรายเดือน

ค่ายฤดูร้อน (Summer Workshop) ปี พ.ศ. ๒๕๖๒

นักศึกษา : น.ส.อัจฉราภรณ์ ผักหวาน ป.ตรี ปี ๔ ม.เชียงใหม่ และ น.ส.ญานี ต่างใจ ป.ตรี ปี ๔ ม.เชียงใหม่

ระยะเวลา : ๘ มิถุนายน – ๓ สิงหาคม ๒๕๖๒

สถานที่ : University of Wisconsin-River Falls และ University of Wisconsin-Madison

ค่าใช้จ่าย : (๑) สดร. สนับสนุนค่าตั๋วเครื่องบินไป-กลับ (๒) University of Wisconsin-River Falls สนับสนุน ค่าที่พักและค่าใช้จ่ายรายเดือน

๒.๒.๒ การวิจัยและพัฒนา คณะวิจัย ได้แก่

ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วราภรณ์ นันทิกุล

นักวิจัย : ดร.อัจฉรา เสรีเพียรเลิศ (นักศึกษาหลัง ป.เอก) และ น.ส.ญานี ต่างใจ (นักศึกษา ป.เอก)

โครงการ : วิเคราะห์ข้อมูล IceTop Tank ที่ติดตั้งในคอนเทนเนอร์ (insulated shipping container) (ประกอบด้วยตอม ๔ ตัวที่อยู่ในน้ำแข็งภายใน) ซึ่งล่องจาก Helsingborg ประเทศสวีเดน ไปยังทวีปแอนตาร์กติกา ระหว่างพฤศจิกายน ๒๕๕๒ – เมษายน ๒๕๕๓

วัตถุประสงค์ : เพื่อหาฟังก์ชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับอนุภาค (เช่นมิวออน อิเล็กตรอน ฯลฯ) ในตัวกลางที่เป็นน้ำแข็งในคอนเทนเนอร์บนผิวโลกกับ ฟลักซ์อนุภาคในบรรยากาศชั้นบน ฟังก์ชันนี้เรียกว่า Yield Function ซึ่งทำให้เราทราบสเปกตรัมของรังสีคอสมิกปฐมภูมิ ฟังก์ชันนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องตรวจจับ และระดับความสูงที่ติดตั้งอุปกรณ์ การหาฟังก์ชันนี้นั้นสามารถทำได้ด้วยวิธีการสำรวจการตัดข้ามละติจูด (Latitude Survey) หรือการสร้างแบบจำลองมอนติคาร์โล (Monte-Carlo) ผลที่ได้จากฟังก์ชันนี้ใน IceTop Tank สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ IceTop Tank ของ IceCube ที่ติดตั้งอยู่ ณ ขั้วโลกใต้

### ๒.๓ แผนการดำเนินการโครงการ

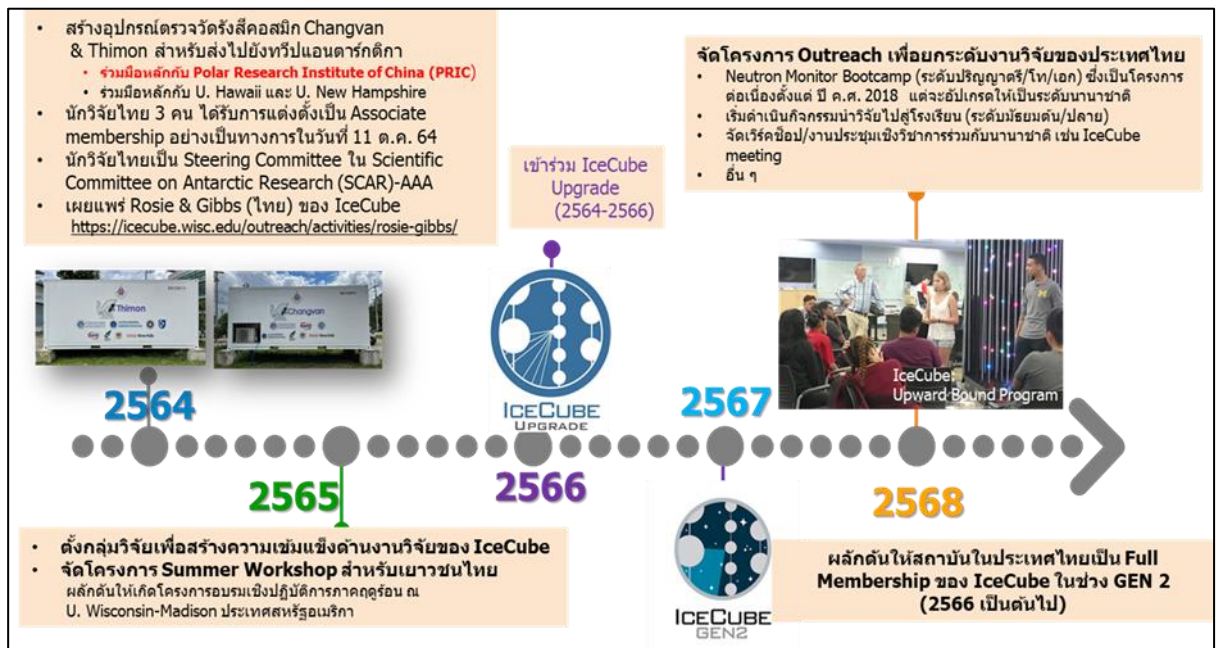
การเข้าร่วม IceCube Collaboration จะแบ่งเป็น ๓ ส่วน

๑) งานวิจัย

- Latitude survey with Ice Cherenkov Detector

- IceTop Tank Simulation & Analysis
  - Develop IceTop Tank (Gen 2) Database
- ๒) งาน Education & Outreach
- คัดเลือกนักศึกษาที่มีศักยภาพสูงเข้าร่วมค่ายฤดูร้อน (Summer Workshop) ภาคฤดูร้อน ณ University of Wisconsin-Madison สหรัฐอเมริกา
- ๓) คัดเลือกนักศึกษาเข้าร่วม IceCube Bootcamp คือ ค่ายอบรมเชิงปฏิบัติการของหอสังเกตการณ์ไอซ์คิวบ์ที่ให้นศ. ระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอกเข้าร่วมในช่วงฤดูร้อนเป็นเวลา ๑ สัปดาห์ ที่ University of Wisconsin-UW-Madisonงานวิศวกรรม
- ผลิตและตรวจสอบแผงวงจรของ IceCube's DOM
  - ฝึกฝนทักษะการขุดเจาะน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ วิศวกรจำเป็นต้องฝึกทักษะที่ University of Wisconsin-Madison และเดินทางไปขั้วโลกใต้ได้
  - อื่น ๆ

### โครงการสำรวจข้ามละติจูด



[๑] Changvan ทำงานกับ PRIC ของจีน ระหว่าง พ.ศ. ๒๕๖๑- ๒๕๖๓

[๒] Thimon ทำงานกับสหรัฐอเมริกา (U. of Hawaii และ U. Of New Hampshire) เป็นความร่วมมือใหม่จะดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๖๔- ๒๕๖๖

[๓] วัตถุประสงค์ เพื่อตรวจวัดนิวตรอนในชั้นบรรยากาศในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมของพลังงานช่วง GeV

๓. งบประมาณ

รายการที่	รายละเอียดของกิจกรรม	จำนวน	หน่วยนับ	ประมาณการงบประมาณ	หมายเหตุ
-----------	----------------------	-------	----------	-------------------	----------

เสนอโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามพระราชดำริฯ ประมาณ ๑๕๐,๐๐๐บาท\* สำหรับนักศึกษา ๒ คน เป็นค่าตัวเครื่องบินไป-กลับ

๑	ศึกษาวิจัยภาคฤดูร้อน ณ UW-Madison สหรัฐอเมริกา <ul style="list-style-type: none"> <li>ค่าที่พัก UW-Madison residential hall</li> <li>ค่าตัวเครื่องบินไป-กลับ ไทย-สหรัฐฯ</li> <li>ค่าเบี้ยเลี้ยงรายเดือนสำหรับผู้เดินทาง</li> </ul>	๒	คน	1,000 USD/คน/เดือน 70,000 – 75,000* บาท/round-trip 1,500 USD/คน/เดือน	กำลังเจรจากับ สนับสนุนระหว่าง IceCube และไทย (ไทย : ค่าตัวเครื่องบิน IceCube : ที่พักและเบี้ยเลี้ยง)
๒	การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้โครงการฯ เช่น การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดงานประชุมต่าง ๆ ฯลฯ				วางแผนจัดงานร่วมกับไทยกับโครงการอื่น (เซิร์น เดซี ลินดา ฯลฯ)

หาจากแหล่งทุนอื่น

๓	การดำเนินการด้านงานวิจัย และการพัฒนาด้านวิชาการ เช่น ควรมี author ไทยที่เป็นอาจารย์/นักวิจัย/นักวิจัยหลังปริญญาเอก (Postdoc) ที่เข้าร่วมโครงการวิจัย IceCube ๑ author และสามารถมี นศ. ที่ทำโครงการวิจัย IceCube	๒	คน	13,650 USD /คน/ปี หมายเหตุ ประกาศเป็นทางการของกลุ่ม IceCube ประเทศสหรัฐอเมริกาและบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ ๑ เมษายน ๒๐๑๐	วางแผนให้เป็นความรับผิดชอบ ของนักวิจัยที่ขอทุนวิจัยจากภายนอกหรือของมหาวิทยาลัยต้นสังกัดที่จะสนับสนุนนักวิจัยของตนเองในการเข้าร่วมวิจัย ร่วมกับ IceCube สังกัดอยู่
๔	ตั้ง Thai Space Radiation Consortium (SpaRC) เพื่อเพิ่มความเข้มแข็งงานวิจัย ทางด้าน space radiation ของประเทศไทย และยกระดับความร่วมมือทางด้านงานวิจัยกับนานาชาติ	๑	ภาคีความร่วมมือ	ประมาณ ๓๐-๕๐ ล้านบาท โครงการ ๕ ปี ระหว่าง ๒๕๖๖-๒๕๗๐	วางแผนยื่นข้อเสนอทุน PMU ร่วมกับ GISTDA และของบประมาณจาก PMU-B P5, PMU-B P16
๕	กิจกรรมทางด้าน Instrumentation และ electronics	๑	โครงการ	๒๐๐,๐๐๐ บาท//ปี	อาจมีการเปลี่ยนแปลง

#### ๔. สรุป

๑. สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงพระราชดำริว่าควรหาทางที่จะร่วมมือกับไอซ์คิวบ์ที่ทั่วโลกได้
๒. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จึงแต่งตั้งคณะกรรมการ ขึ้นเมื่อวันที่ ๒ สิงหาคม ๒๕๖๔ โดยมีศ.ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์ เป็นประธาน และผศ.ดร.วราภรณ์ นนทียกุล ม.เชียงใหม่ ซึ่งมีประสบการณ์เรื่องไอซ์คิวบ์เป็นเลขานุการ
๓. การเข้าร่วม IceCube Collaboration จะแบ่งเป็น ๓ ส่วน งานวิจัย งาน Education & Outreach และงานวิศวกรรม
๔. ประเทศไทยมีประสบการณ์การร่วมงานกับ IceCube Collaboration ในการส่งนักศึกษาไปเข้าค่ายฤดูร้อนใน พ.ศ.๒๕๖๑ ที่ University of Wisconsin-River Falls และพ.ศ.๒๕๖๒ ทั้งที่ University of Wisconsin-River Falls และ University of Wisconsin-Madison ในการเข้าร่วมค่ายฤดูร้อนทั้ง ๒ ปี
๕. ในปี ๒๕๖๕ ผู้แทนประเทศไทยได้รับการเชิญชวนให้เข้าร่วม IceCube Collaboration อีกที่ University of Wisconsin-Madison โดยมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริฯ ให้การสนับสนุนร่วมกับทาง IceCube Collaboration
๖. นักวิจัยไทยมีประสบการณ์งานวิจัยที่สอดคล้องกับงานของ IceCube ดังนี้ (i) Changvan กับ PRIC ของจีน ดำเนินการระหว่างพ.ศ.๒๕๖๑-๒๕๖๓ บนเรือ Xuelong (ii) Thimon กับสหรัฐอเมริกา (U. of Hawaii และ U. Of New Hampshire) ดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๖๔ - ๒๕๖๖ และ (iii) โครงการวิเคราะห์ข้อมูล IceTop Tank ที่ติดตั้งในคอนเทนเนอร์ฉนวนซึ่งล่องจาก Helsingborg ประเทศสวีเดนไปยังทวีปแอนตาร์กติกา ดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน ๒๕๕๒ - เมษายน ๒๕๕๓
๗. ประสบการณ์ทั้งในข้อ ๔ และ ๕ ข้างต้น จะทำให้เราสามารถได้ประโยชน์จากการเข้าร่วม IceCube Collaboration ได้ เป็นการเพิ่มโอกาสที่จะร่วมมือทางด้านการขยายองค์ความรู้เกี่ยวกับงานวิจัยฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงจากอวกาศ การพัฒนากำลังคนในแง่ของการศึกษาเรียนรู้ที่บูรณาการร่วมกับงานวิจัยขั้นแนวหน้าในระดับสากล และความก้าวหน้าทางวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูงแบบไร้ขีดจำกัดในอนาคต

#### ๕. ประเด็นเสนอต่อที่ประชุม

เพื่อรับทราบผลการดำเนินงานปี ๒๕๖๔ และเห็นชอบแผนการดำเนินงานปี ๒๕๖๕

รายชื่อคณะกรรมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกำลังคนที่เกี่ยวข้องกับหอสังเกตการณ์นิวตริโนในทวีปแอนตาร์กติกา  
(Thai-Antarctic Neutrino Observatory : TANO)

๑) ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช รัชชพงษ์	ประธานกรรมการ
๒) รองศาสตราจารย์บุญรักษา สุนทรธรรม	รองประธานกรรมการ
๓) ดร.ชฎามาศ ฐะเศรษฐกุล	กรรมการ
๔) ดร.วิภู ไร่โปการ	กรรมการ
๕) ศาสตราจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์	กรรมการ
๖) ศาสตราจารย์ ดร.วรรณพ วิทยาญจน์	กรรมการ
๗) ผศ. ดร. ศิรามาศ โกมลจินดา	กรรมการ
๘) ผศ.ดร. สุวิชา วรรณวิเชียร	กรรมการ
๙) ดร.ชฎานิชษฐ์ อัครตั้งตระกูลดี	กรรมการ
๑๐) ดร. อัจฉรา เสรีเพียรเลิศ	กรรมการ
๑๑) ผศ. ดร. วราภรณ์ นันทียกุล	กรรมการและเลขานุการ
๑๒) เจ้าหน้าที่ สดร.	ผู้ช่วยเลขานุการ
๑๓) เจ้าหน้าที่มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริฯ	ผู้ช่วยเลขานุการ