สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ:
บริบทใหม่ดาราศาสตร์ไทย

ยุทธศาสตร์การใช้งานวิจัยดาราศาสตร์ผลักดันนวัตกรรมล้ำหน้า
เสริมกำลังคน สานความร่วมมือ สร้างสังคมอุดมปัญญา

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ภาพเนบิวลาดอกกุหลาบ (NGC 2244)
บันทึกด้วยกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติ ขนาด 1.0 เมตร ณ ดอยอินทนนท์

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ดาราศาสตร์นับเป็นศาสตร์ที่มีขอบเขตกว้างขวางยิ่ง เพราะศึกษาครอบคลุม “ทุกพื้นที่” ตั้งแต่อวกาศใกล้โลกไปยังดาราจักรที่ห่างไกลที่สุด และ “ทุกเวลา” จากต้นกำเนิดของสรรพสิ่งเมื่อ 13,700 ล้านปีในอดีต ไปยังการทำนายวิวัฒนาการของจักรวาลในหลายหมื่นล้านปีข้างหน้า การศึกษาเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจจักรวาลที่เราอาศัยอยู่ เข้าใจต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตทรงภูมิปัญญาบนโลก เพื่อให้มนุษย์รู้จักตัวเอง รู้ตำแหน่งของตนในจักรวาล และสามารถปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติเพื่อความอยู่รอดได้ ด้วยขอบเขตอันกว้างขวางนี้ ทำให้ดาราศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความท้าทายยวดยิ่งเฉพาะตัว

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สดร. มุ่งใช้โจทย์ที่ท้าทายที่สุดในทางดาราศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการผลักดันนวัตกรรมล้ำหน้า ผลักดันเทคโนโลยีที่ต้องคิดค้นขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัย (เช่น WiFi ที่เกิดขึ้นเป็นผลพลอยได้จากการวิจัยดาราศาสตร์วิทยุ) ใช้ดาราศาสตร์เป็นเครื่องมือสร้างจินตนาการ สร้างแรงบันดาลใจในการศึกษาวิทยาศาสตร์ สร้างตัวอย่างให้เป็นที่ประจักษ์ถึงการพัฒนานวัตกรรมด้วยการตอบโจทย์วิจัยทางดาราศาสตร์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม โดยมีผลสัมฤทธิ์สูงสุดเป็นฉันทามติของสังคมถึงความสำคัญของการลงทุนวิจัยวิทยาศาสตร์รากฐานเพื่อสร้างหลักประกันความสามารถในการแข่งขันของชาติและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

ในปีงบประมาณ 2563 ซึ่งเป็นปีที่ 11 ของการดำเนินงาน สดร. มีบุคลากรรวม 166 คน ภายใต้งบประมาณ 898 ล้านบาท (รวมเงินกองทุน วจน.) สดร. มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับสังเกตในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (400-700 นาโนเมตร) ได้แก่ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ 7 รอบ พระชนมพรรษา หรือ หอดูดาวแห่งชาติ ขนาด 2.4 เมตร เป็นฐานการพัฒนากำลังคนและเทคโนโลยี ณ กิโลเมตรที่ 44.4 อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ และกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติใน 4 ทวีปเพื่อติดตามวัตถุท้องฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งยังมีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับสังเกตในช่วงคลื่นวิทยุ (30 มิลลิเมตร-1 เมตร) ได้แก่ กล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติขนาด 40 เมตร ซึ่งอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ โดยนักวิจัยของ สดร. เป็นผู้นำในโครงการวิจัยที่ใช้หอดูดาวระดับ best-in-class ในหลากหลายช่วงคลื่นทั้งในโลกและในอวกาศ

นอกจากนี้ สดร. ยังมีหอดูดาวภูมิภาคเพื่อประชาชน 4 แห่ง กระจายในแต่ละภาคทั่วประเทศ ณ จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสงขลา จังหวัดเชียงใหม่ โดยประชากร 58% ของประเทศสามารถเข้าถึงการใช้บริการได้อย่างสะดวก และกำลังดำเนินการก่อสร้าง 2 แห่ง ณ จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดพิษณุโลก ทั้งนี้ ในปี 2563 สดร. ได้ให้บริการประชาชนไปแล้วประมาณ 320,000 คน (มกราคม - ตุลาคม) และมีการใช้สื่อสังคม (social network) อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเผยแพร่ข่าวสาร ปรากฏการณ์ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์สู่สังคม สร้างมูลค่าการประชาสัมพันธ์ 621 ล้านบาท นอกจากการเสริมสร้างความตระหนัก และองค์ความรู้ด้านดาราศาสตร์ในประเทศแล้ว สดร. ยังมีความร่วมมือด้านดาราศาสตร์กับสถาบันและหน่วยงานในต่างประเทศจำนวน 30 แห่งใน 17 ประเทศ อีกด้วย

นักวิจัยทัศนูปกรณ์ดาราศาสตร์ สดร. ในห้องปฏิบัติการ

เครื่องเคลือบฟิล์มอะลูมิเนียมสำหรับเคลือบกระจกกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติ ขนาด 2.4 เมตร ณ อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร เป็นตัวอย่างหนึ่งของเทคโนโลยีฟิล์มบางระดับอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นโดย สดร. และ สซ. เพื่อการใช้งานวิจัยดาราศาสตร์

ในทศวรรษที่สองนี้ สดร. มุ่งยกระดับความสามารถเหล่านี้ไปสู่โจทย์ที่ท้าทายยิ่งขึ้นในทุกมิติ ตามยุทธศาสตร์การพัฒนาตามพันธกิจของสถาบัน อาทิ **(1) โครงการศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง** และ **(2) โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย** ที่มุ่งบ่มเพาะระบบนิเวศที่เกื้อกูลกันของการวิจัยดาราศาสตร์และภาคอุตสาหกรรม เพื่อใช้การวิจัยดาราศาสตร์เป็นยุทธศาสตร์ผลักดันศักยภาพ Deep Tech ของชาติ **(3) โครงการภาคีความร่วมมือการวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศไทย** เพื่อใช้ core competency ของ สดร. ร่วมศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ อันเป็นภาวะคุกคามต่อการธำรงอยู่ (existential threat) ของไทย **(4) โครงการขยายเครือข่ายหอดูดาวภูมิภาค** เพื่อให้ประชาชนอย่างน้อย 90% สามารถเข้าถึงการบริการของ สดร. ได้สะดวก และ **(5) โครงการจัดตั้งองค์กรระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยดาราศาสตร์แห่งเอเชีย** เพื่อบุกเบิกยุทธศาสตร์การใช้ดาราศาสตร์เป็นสื่อกลางในการสร้างความเข้าใจระหว่างกันในหมู่ประชาชนระดับพหุภาคีในภาวะที่ช่องทางอื่นตีบตัน

หากใช้ผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของ สดร. ในปีงบประมาณ 2562 เป็นเกณฑ์ฐาน มูลค่าทางเศรษฐกิจจากการดำเนินงานของ สดร. ในปีงบประมาณ 2563 จะมีค่าอย่างน้อย 1,800 ล้านบาท ซึ่งยังไม่รวมถึงมูลค่าที่จะเกิดจากการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์พัฒนาทั้ง 5 ด้านข้างต้น สดร. คาดว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจในปีงบประมาณต่อๆ ไปจะเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณแม้งบประมาณจะเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้น ยุทธศาสตร์พัฒนานี้จึงจะทำให้อัตราส่วนมูลค่าทางเศรษฐกิจต่องบประมาณของ สดร. สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

คำนำ

แม้พันธกิจหลักของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สดร. จะเป็นการวิจัยดาราศาสตร์ดังปรากฏในชื่อ แต่บทบาทที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้น คือ การเป็นองค์กรที่ช่วยเบิกทาง (enabler) ให้มหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา และประชาชน เข้าถึงการวิจัยดาราศาสตร์ได้ ทั้งนี้เพราะการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานทางดาราศาสตร์มักเกินกำลังที่สถาบันการศึกษาหนึ่งๆ หรือกลุ่มวิจัยหนึ่งๆ จะสามารถดำเนินการได้ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ของทุกชาติจึงมีหน้าที่เลือกเฟ้นหัวข้อและกำหนดแนวทางการวิจัยเพื่อบุกเบิกองค์ความรู้ใหม่สู่ความเข้าใจในธรรมชาติของจักรวาล โดยมุ่งให้หัวข้อการวิจัยและเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบโจทย์วิจัยทางดาราศาสตร์ ก่อให้เกิดนวัตกรรมขั้นสูงที่จะช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างสูงที่สุด พร้อมไปกับการสร้างความตระหนักตื่นรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และสร้างฉันทามติของสังคมถึงความสำคัญของการลงทุนด้านวิทยาศาสตร์รากฐานของชาติ

ในเอกสารนี้ สดร. จะกล่าวถึงหัวข้อวิจัยหลักที่กำลังดำเนินการอยู่ เชื่อมโยงไปสู่เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่องานวิจัย การเผยแพร่ความรู้ทางดาราศาสตร์และสร้างความตระหนักสู่สังคม และการใช้ดาราศาสตร์เป็นเครื่องมือสร้างความร่วมมือทั้งในและต่างประเทศ โดยในแต่ละหัวข้อ จะกล่าวถึงทั้งในมิติของความโดดเด่นของไทยในระดับภูมิภาคและระดับโลก ศักยภาพของไทย โอกาสในการพัฒนา ยุทธศาสตร์ในการพัฒนาในระยะสั้นและกลาง และทิศทางการพัฒนาดาราศาสตร์เพื่อสร้างและรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันของชาติ จากห้วงเวลานี้ไปจนถึงระยะ ค.ศ. 2060 ภายใต้ความท้าทายทางภูมิรัฐศาสตร์ที่รายล้อมไทยในศตวรรษปัจจุบัน

เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ สดร. และ Super Full Moon (2559)

สถาบันเพื่อความเข้าใจในธรรมชาติของจักรวาล

ผลสัมฤทธิ์สูงสุดเชิงองค์ความรู้จากการวิจัยดาราศาสตร์ คือ ความเข้าใจถึงต้นกำเนิดของชีวิตและสรรพสิ่งในจักรวาล อาทิ จักรวาลถือกำเนิดขึ้นได้อย่างไร ตำแหน่งของโลกในจักรวาลเป็นเช่นใด นอกจากโลกของเราแล้วยังมีสิ่งมีชีวิตอยู่ที่ใดอีกหรือไม่ ชีวิตถือกำเนิดขึ้นด้วยเงื่อนไขเช่นไร ซึ่งล้วนเป็นความพยายามในการตอบคำถามถึงที่มาของมนุษย์เพื่อความเข้าใจตนเอง ทั้งนี้ เพราะองค์ประกอบของชีวิต กล่าวคือกว่า 90% ของอะตอมที่ประกอบขึ้นเป็นโปรตีนในร่างกายของเรา ล้วนถือกำเนิดขึ้นจากศูนย์กลางของดาวฤกษ์ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นธาตุคาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซึ่งไม่ได้ถือกำเนิดขึ้นมาพร้อมกับการกำเนิดของจักรวาล แต่สังเคราะห์ขึ้นได้เฉพาะในปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ศูนย์กลางของดาวฤกษ์เท่านั้น ความเข้าใจวิวัฒนาการของดาวฤกษ์จึงเป็นส่วนสำคัญยิ่งในความเข้าใจถึงต้นกำเนิดของชีวิตบนโลก เป็นต้น

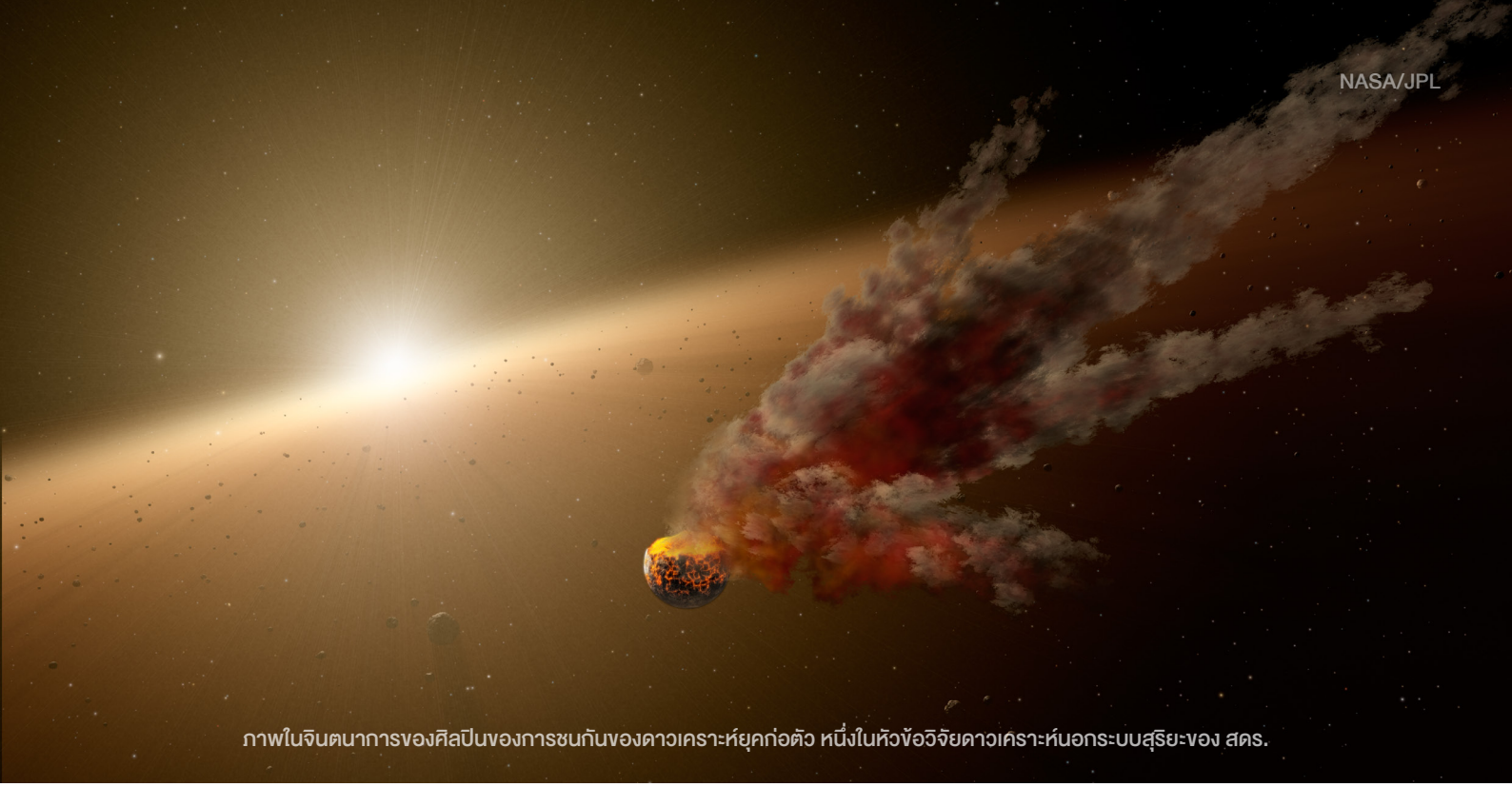
การวิจัยดาราศาสตร์ที่ สดร. มีจุดมุ่งหมายเชิงองค์ความรู้เช่นเดียวกับสถาบันดาราศาสตร์ทั่วโลก คือ การขยายขอบเขตของความเข้าใจธรรมชาติของจักรวาลของมนุษย์ โดยนักวิจัยของ สดร. ทำงานร่วมกัน และกำหนดกลุ่มวิจัย (key science) ขึ้นมา จำนวน 4 กลุ่ม เพื่อศึกษาวิจัยให้เข้าใจในธรรมชาติดังกล่าว ประกอบด้วย **(1) การศึกษาฟิสิกส์ดาราศาสตร์ดาวฤกษ์** (stellar astrophysics) เป็นการศึกษาดาวฤกษ์ (เช่นเดียวกับดวงอาทิตย์ของเรา) ตั้งแต่การก่อกำเนิดไปจนถึงวิวัฒนาการของซากดาวฤกษ์หลังสิ้นอายุขัย เช่น ดาวแคระขาว ดาวนิวตรอน และหลุมดำ ความเข้าใจลักษณะทางกายภาพ โครงสร้าง และวิวัฒนาการของดาวฤกษ์จากประชากรดาวที่หลากหลาย จะช่วยให้เราเข้าใจธรรมชาติของดวงอาทิตย์ของเราสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การศึกษานี้มีความต่อเนื่องไปสู่ **(2) การศึกษาดาวเคราะห์และสิ่งมีชีวิตนอกระบบสุริยะ** (exoplanet and astrobiology) ที่โคจรอยู่รอบดาวฤกษ์อื่นๆ นอกจากดวงอาทิตย์ การวิจัยสาขานี้เป็นสาขาที่ค่อนข้างใหม่ เพิ่งเริ่มมีการศึกษาอย่างมากในระยะเวลาไม่ถึง 30 ปีนับตั้งแต่การค้นพบครั้งแรกเมื่อปี 1992 แต่ปัจจุบันมีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะแล้วกว่า 4,000 ดวง การศึกษาดาวเคราะห์เหล่านี้มุ่งสร้างความเข้าใจสภาพแวดล้อมบนดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ เช่น องค์ประกอบของบรรยากาศ อุณหภูมิพื้นผิว ลักษณะวงโคจรรอบดาวฤกษ์แม่ ความเป็นไปได้ของการมีน้ำในสถานะของเหลว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการกำเนิดของสิ่งมีชีวิต และการค้นหาหลักฐานของสารชีวโมเลกุลในบรรยากาศของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ซึ่งอาจเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงการมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์นั้นๆ อนึ่ง การค้นพบหลักฐานของสิ่งมีชีวิตอื่นนอกจากชีวิตบนโลกจะมีผลกระทบอย่างสูงในวงกว้างไปกว่าสาขาดาราศาสตร์ ครอบคลุมสู่มิติทางสังคมและปรัชญาในการถกเถียงด้านความหมายของชีวิต

ภาพในจินตนาการของศิลปินของหลุมดำ ณ ใจกลางดาราจักรกัมมันต์ หนึ่งในหัวข้อวิจัยด้านดาราจักรและดาราศาสตร์ฟิสิกส์พลังงานสูงของ สดร.

การศึกษาของสองกลุ่มวิจัยแรกนั้นเป็นการศึกษาธรรมชาติของวัตถุในระดับดาวฤกษ์เป็นดวงๆ ในระดับต่อมาคือการศึกษาภาพรวมของจักรวาลที่ประกอบด้วยดาวฤกษ์รวมกันอยู่เป็นระบบขนาดใหญ่ เรียกว่า ดาราจักร (galaxy) ตัวอย่างได้แก่ทางช้างเผือกของเราที่มีดาวฤกษ์เช่นดวงอาทิตย์อยู่ประมาณ 200,000 ล้านดวง การศึกษาวิวัฒนาการของดาราจักรจึงมีความเชื่อมโยงแน่นแฟ้นต่อความเข้าใจดาวฤกษ์เป็นดวงๆ และดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ซึ่งนำมาสู่กลุ่มวิจัยที่ **(3) การศึกษาวิจัยจักรวาลวิทยาและฟิสิกส์ดาราศาสตร์พลังงานสูง** (cosmology and high energy astrophysics) ที่นอกจากจะศึกษาวิวัฒนาการของดาราจักรตั้งแต่ยุคแรกกำเนิดมาจนถึงปัจจุบัน ยังศึกษาครอบคลุมถึงดาราศาสตร์ฟิสิกส์พลังงานสูง อาทิ ดาราศาสตร์รังสีแกมมา ที่มีพลังงานสูงกว่าแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นหลักล้านล้านเท่า ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ยังมีการศึกษาน้อยมาก แต่นักดาราศาสตร์สันนิษฐานว่าอาจเป็นช่วงคลื่นที่สำคัญในการศึกษาธรรมชาติของจักรวาลที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก เช่น สสารมืด (Dark Matter) พลังงานมืด (Dark Energy) ซึ่งปัจจุบันมีหลักฐานหลายประการสอดคล้องกันว่าเป็นมวลส่วนใหญ่ของจักรวาล

กลุ่มงานวิจัยหลักต่อมาของ สดร. คือ **(4) การศึกษาวัตถุใกล้โลก สภาพอวกาศ และภูมิอากาศของโลก** เป็นการศึกษาความเชื่อมโยงมาสู่โลกของเราโดยตรง เช่น ปฏิสัมพันธ์ของสภาพอากาศอวกาศ (space weather) ที่ศึกษาผลกระทบเมื่อกระแสอนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์ปะทะโลก ซึ่งในกรณีที่รุนแรงเคยส่งผลให้ดาวเทียมในอวกาศ หรือแม้แต่ระบบไฟฟ้าบนโลกเสียหาย กรณีผลกระทบโดยตรงอีกประการหนึ่งคือวัตถุใกล้โลก เช่น ดาวเคราะห์น้อยและอุกกาบาตที่อาจโคจรมาชนโลก ซึ่งปัจจุบันมีการค้นพบแล้วประมาณ 20,000 ดวง และมีการตรวจตราเฝ้าระวังภัยอย่างใกล้ชิดโดยนักดาราศาสตร์ทั่วโลก งานวิจัยที่อยู่ใกล้ผิวโลกที่สุดของ สดร. คือ งานวิจัยด้านภูมิอากาศโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาฝุ่นละอองในบรรยากาศ (เช่น PM2.5) ที่มีผลกระทบโดยตรงต่อความสามารถในการวิจัยดาราศาสตร์ และมีผลกระทบต่อนโยบายสวัสดิภาพสาธารณะ เพราะการศึกษาฝุ่นละอองในบรรยากาศให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงแหล่งที่มาและพลวัตของฝุ่นในบรรยากาศ เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดนโยบายของภาครัฐในการแก้ไขปัญหาหมอกควันในไทย

กลุ่มงานวิจัยทั้งสี่นี้เป็นหัวข้อวิจัยที่มีการศึกษาวิจัยอย่างเข้มข้นจากนักวิจัยดาราศาสตร์ทั่วโลกดังจะเห็นได้จากการที่หัวข้อวิจัยเหล่านี้ได้รับฉันทามติให้ได้รับการสนับสนุนงบลงทุนระยะยาวจากนักดาราศาสตร์ในทั้ง



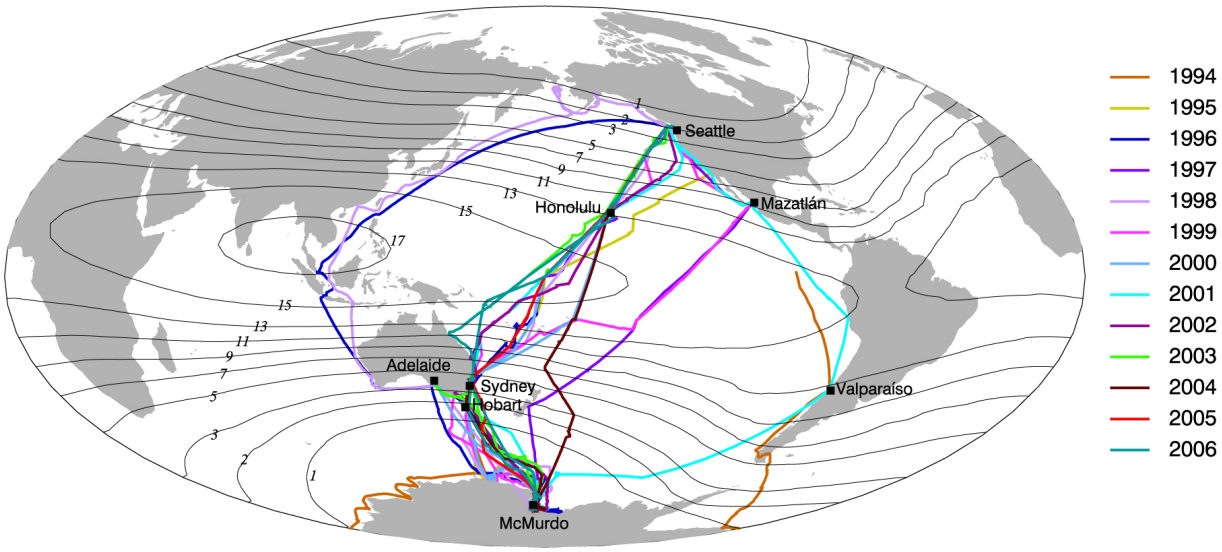
ภาพในจินตนาการของศิลปินของการชนกันของดาวเคราะห์ยุคก่อตัว หนึ่งในหัวข้อวิจัยดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะของ สดร.

กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา ในกรณีของสหภาพยุโรปอ้างอิงจากรายงาน Astronet (ASTRONET: Coordinating strategic planning for European Astronomy) ซึ่งเป็นหนึ่งใน Seventh Framework Programme (FP7) ของ European Commission ที่นักดาราศาสตร์ในสหภาพยุโรปร่วมกันเฟ้นหาโครงการที่เห็นพ้องต้องกันว่าเป็นโครงการดาราศาสตร์ผลกระทบสูงที่สุดในปัจจุบัน (รายงานฉบับสมบูรณ์เมื่อ ค.ศ. 2015) การศึกษาลักษณะนี้ของนักดาราศาสตร์ฝั่งสหรัฐอเมริกา คือ Astronomy and Astrophysics Decadal Survey ที่จัดทำโดย National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine ของสหรัฐทุกๆ 10 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1964 โดยการเปิดรับความคิดเห็นจากนักดาราศาสตร์ทั้งวงการเพื่อนำมากลั่นกรองเป็นแผนแม่บท แผนแม่บทรอบทศวรรษฉบับล่าสุดคือ New Worlds, New Horizons in Astronomy and Astrophysics ในปี ค.ศ. 2010 รายงานจากทั้งสองกลุ่มประชาคมวิจัยนี้ได้รับความสนใจอย่างยิ่งจากนักดาราศาสตร์ทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศแถบเอเชีย และรายงานฉบับล่าสุดทั้งสองฉบับมีความเห็นสอดคล้องกันในภาพรวมที่ส่งเสริมการวิจัยด้านวิวัฒนาการของเอกภพ ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ และดาราศาสตร์ฟิสิกส์พลังงานสูง ทั้งนี้ สดร. ดำเนินการวิจัยที่สอดคล้องกับทิศทางเหล่านี้ โดยปรับยุทธศาสตร์ให้เข้ากับบริบทและความพร้อมของทรัพยากรบุคคลและโครงสร้างพื้นฐานในไทย

ทรัพยากรบุคคลเป็นองคาพยพที่สำคัญที่สุดของการผลักดันการวิจัยดาราศาสตร์ชั้นแนวหน้า มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น หอดูดาวระดับ best-in-class ของโลกในช่วงคลื่นต่างๆ เพราะหอดูดาวระดับ best-in-class ในแทบทุกช่วงคลื่นตั้งแต่กล้องโทรทรรศน์อวกาศรังสีเอกซ์ไปจนถึงกล้องโทรทรรศน์วิทยุที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในปัจจุบัน ล้วนดำเนินนโยบายเปิดรับข้อเสนอโครงการวิจัยจากทั่วโลกอย่างเสรี (เรียกว่า open-sky policy) กล่าวคือ นักดาราศาสตร์จากทั่วโลกสามารถส่งข้อเสนอโครงการใช้กล้องเพื่อการวิจัยของตนได้อย่างเท่าเทียมกับนักดาราศาสตร์จากประเทศผู้ลงทุนสร้างกล้อง ทั้งนี้เพราะประชาคมนักดาราศาสตร์เห็นพ้องกันว่านโยบายนี้จะก่อให้เกิดการแข่งขันที่จะทำให้เกิดการพัฒนางานวิจัยดาราศาสตร์อย่างรวดเร็วและคุ้มค่าที่สุด (เช่น ข้อสรุปจาก ASTRONET) สดร. สนับสนุนให้นักดาราศาสตร์ของสถาบันร่วมแข่งขันส่งข้อเสนองานวิจัยเพื่อใช้หอดูดาวระดับโลกอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนางานวิจัยและเป็นการ benchmark ศักยภาพการวิจัยของสถาบันกับประชาคมนักวิจัยดาราศาสตร์ระดับโลก เพื่อเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่างานวิจัยของสถาบันมีศักยภาพในการศึกษาบุกเบิกสู่องค์ความรู้ใหม่ทางดาราศาสตร์อย่างแท้จริง

ทางช้างเผือกที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ 7 รอบ พระชนมพรรษา ขนาด 2.4 เมตร ณ ดอยอินทนนท์

อย่างไรก็ตาม โครงสร้างพื้นฐานในประเทศ เช่น หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ 7 รอบ พระชนมพรรษา ขนาด 2.4 เมตร ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ (สังเกตด้วยแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร) และระบบกล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติทั่วโลกของไทยที่สามารถติดตามศึกษาวัตถุท้องฟ้าหนึ่งๆ ได้ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนากำลังคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อพัฒนานักเรียน นักศึกษา จากระดับแรกเริ่ม จนมีศักยภาพในการวิจัยในระดับที่จะแข่งขันข้อเสนอโครงการวิจัยในระดับ best-in-class ของโลกได้ สดร. เปิดโอกาสให้นักเรียน นักศึกษาในไทยได้รับการพิจารณาข้อเสนอใช้กล้องเป็นพิเศษภายใต้ Junior Researcher Program ของหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ 7 รอบ พระชนมพรรษา โครงสร้างพื้นฐานนี้นับว่ามีความโดดเด่นในภูมิภาคเอเชีย ซึ่งมีเฉพาะญี่ปุ่น จีน เกาหลีใต้ และไต้หวัน ที่มีหอดูดาวลักษณะนี้สำหรับพัฒนากำลังคนในประเทศ (มาเลเซีย สิงคโปร์ เวียดนาม มีเพียงหอดูดาวขนาดเล็กที่ใช้สำหรับเผยแพร่ความรู้ดาราศาสตร์แก่ประชาชนผู้สนใจ) ในแง่นี้ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่โดดเด่นอีกประการหนึ่ง คือ โครงการสร้างกล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติ ขนาด 40 เมตร (สังเกตด้วยช่วงคลื่นวิทยุความถี่ 300 MHz-115 GHz หรือความยาวคลื่นประมาณ 30 มิลลิเมตร-1 เมตร) ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเมื่อแล้วเสร็จจะเป็นกล้องโทรทรรศน์ที่มีศักยภาพสูงที่สุดแห่งหนึ่งของเอเชีย โดยมีเพียงญี่ปุ่นและจีนที่มีกล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาดใหญ่กว่านี้ เช่นเดียวกับหอดูดาวแห่งชาติในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น กล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่เปิดโอกาสพิเศษในการพัฒนากำลังคนในไทย ทั้งนักวิจัยและนักพัฒนาเทคโนโลยีช่วงคลื่นวิทยุให้มีศักยภาพในการแข่งขันระดับโลกได้ (รายละเอียดเพิ่มเติมในกรอบ “หอดูดาว: โครงสร้างพื้นฐานของ สดร.” ในหน้า 11) นอกจากมิติของการเป็นฐานพัฒนานักดาราศาสตร์ ตำแหน่งที่ตั้งของไทยมีข้อได้เปรียบทางภูมิศาสตร์สำหรับการวิจัยดาราศาสตร์ เป็นข้อได้เปรียบที่สามารถผลักดันงานวิจัยสู่ความเป็นเลิศระดับโลกได้ภายในประเทศ ดังจะกล่าวถึงอย่างละเอียดในกรอบ “ความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ของไทยในการวิจัยดาราศาสตร์” ในหน้า 9



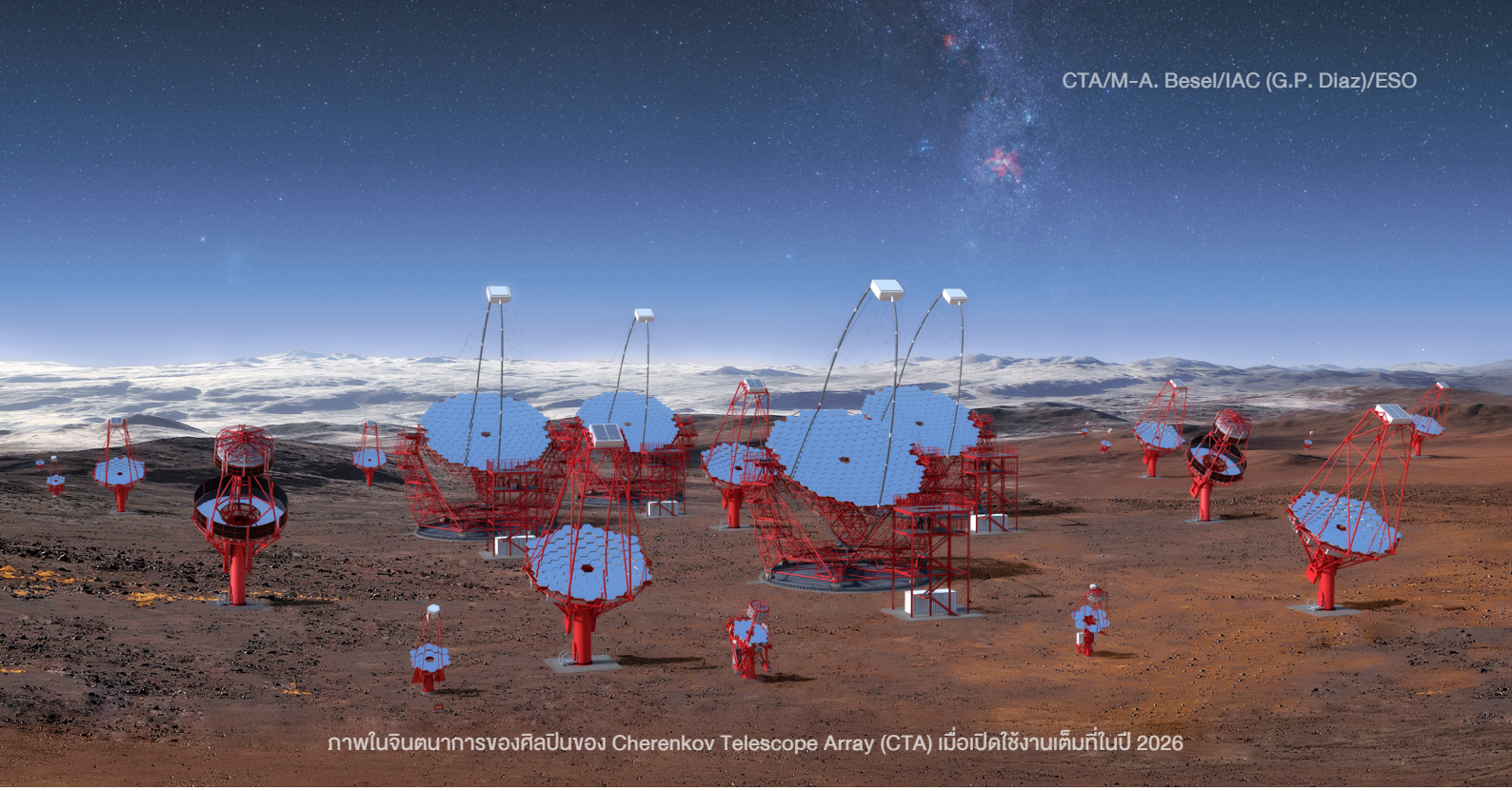
แผนที่การเดินทางของเครื่องวัดนิวตรอน คอนทัวร์แสดง vertical cutoff rigidity ในหน่วย GV ซึ่งสูงที่สุดในโลกในแถบประเทศไทย[1]

ความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ของไทยในการวิจัยดาราศาสตร์

ควรเป็นที่สังเกตว่าที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของไทยนั้นเอื้อประโยชน์แก่การวิจัยทางดาราศาสตร์หลายประการ ได้แก่ ลองติจูดของไทยเป็นบริเวณที่มีหอดูดาวขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียว (ระหว่างหอดูดาวขนาดใหญ่ในออสเตรเลีย และหอดูดาวขนาดใหญ่ในแอฟริกาใต้) คือ หอดูดาวแห่งชาติของไทย ทำให้มีความสามารถพิเศษในการติดตามวัตถุท้องฟ้าที่ต้องสังเกตต่อเนื่อง เช่น การเคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวฤกษ์ของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (exoplanet transit) ปรากฏการณ์เลนส์แรงโน้มถ่วงชนิด microlensing เพื่อใช้ศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ หรือ ปรากฏการณ์ที่เกิดและดับไปในเวลาอันสั้น (astrophysical transients) เช่น การระเบิดรังสีแกมมา ที่สังเกตได้เพียงชั่วเวลาไม่กี่นาที จึงต้องสังเกตในทันใดนั้น ไม่สามารถรอสังเกตที่หอดูดาว ณ ลองติจูดอื่นๆ ได้ นอกจากนั้น ละติจูดที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรของโลกยังเอื้อให้หอดูดาวในไทยสามารถสังเกตวัตถุได้ในทั้งซีกฟ้าเหนือและใต้

คล้ายกันนี้ คือ กรณีของเครือข่ายจานรับสัญญาณวิทยุ very-long-baseline interferometry (VLBI) ของเอเชียตะวันออก (East Asia VLBI Network) ที่ขณะนี้มีจานรับสัญญาณอยู่ในจีน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ ทำงานร่วมกันเป็นกล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาดใหญ่กล้องเดี่ยวซึ่งยังไม่มีกล้องที่ตั้งอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้งนี้หากนำกล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติของไทยเข้าร่วม ภาพที่บันทึกได้จาก East Asia VLBI Network จะมีคุณภาพสูงขึ้นอย่างมาก เป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นข้อได้เปรียบของไทยในการเจรจาเข้าร่วมโครงการ (การเข้าร่วมโครงการ VLBI Global Observing System หรือ VGOS สำหรับศึกษาสัณฐานและการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก และการเจรจาความร่วมมือกับจีนในโครงการ Meridian Space Weather Monitoring Project ร่วมกับ National Space Science Center ของ Chinese Academy of Sciences เป็นอีกสองกรณีศึกษาของข้อได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ของไทยในลักษณะเดียวกัน)

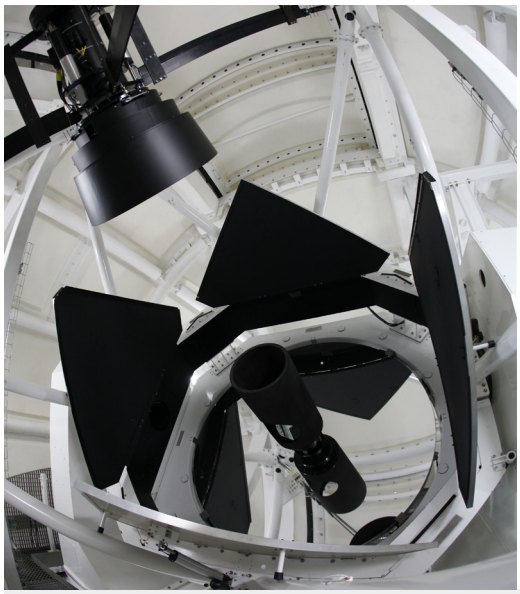
ท้ายที่สุดนี้ ความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ร่วมกับภูมิศาสตร์สนามแม่เหล็กโลก (geomagnetic) คือการที่คาบสมุทรสุวรรณภูมิเป็นบริเวณที่มี vertical cutoff rigidity สูงที่สุดในโลกสำหรับการศึกษารังสีคอสมิคพลังงานสูง (ภาพบน)

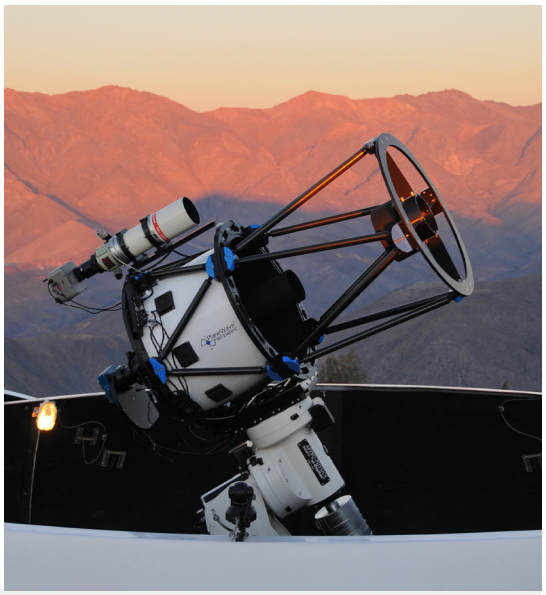


ภาพในจินตนาการของศิลปินของ Cherenkov Telescope Array (CTA) เมื่อเปิดใช้งานเต็มที่ในปี 2026

ในด้านการเป็นองค์กรที่ช่วยเบิกทางให้มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาในไทยสามารถเข้าถึงการวิจัยดาราศาสตร์ สดร. ได้เป็นผู้นำไทยเข้าเป็นภาคีในโครงการวิจัยดาราศาสตร์ระดับโลกที่อยู่ในความสนใจของประชาคมวิจัยในไทย เช่น Cherenkov Telescope Array (CTA) ที่จะเป็นกล้องโทรทรรศน์ริ้งสีแกมมาที่มีศักยภาพสูงที่สุดเมื่อสร้างแล้วเสร็จในปี ค.ศ. 2026 (สมาชิก 1,420 คน จาก 210 สถาบัน งบประมาณรวมทั้งโครงการประมาณ 15,000 ล้านบาท) และ Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) ที่จะเป็นหอสังเกตการณ์นิวตริโนที่จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในโลกเมื่อสร้างแล้วเสร็จในปี ค.ศ. 2021 (สมาชิก 388 คน จาก 55 สถาบัน งบประมาณรวมทั้งโครงการประมาณ 9,000 ล้านบาท) ในโครงการตัวอย่างทั้งสอง การเข้าร่วมของไทยได้เปิดโอกาสให้อาจารย์นักวิจัย และนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยกว่า 50 คนได้เข้าร่วมกลุ่มวิจัยที่เกิดขึ้นใหม่หรือขยายตัวอย่างรวดเร็วใน 6 มหาวิทยาลัยในระยะ 4 ปีแรกของการดำเนินการ ควรเป็นที่สังเกตว่า โครงการ CTA ที่กล่าวข้างต้นนั้น จะมีบทบาทสำคัญยิ่งในการวิจัยดาราศาสตร์ริ้งสีแกมมา โดยไทยเป็นเพียง 1 ใน 2 ประเทศแถบเอเชียที่อยู่ในภาคีสมาชิกผู้ก่อตั้งหอดูดาว CTA (อีกแห่งหนึ่งคือญี่ปุ่น) และการเข้าร่วมโครงการ CTA มีความพิเศษอีกประการหนึ่งในมิติของการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการใช้งานระดับอุตสาหกรรม ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

หากเทียบกับประเทศในแถบเอเชีย สดร. มีศักยภาพทางการวิจัยดาราศาสตร์เป็นอันดับ 5 รองจากญี่ปุ่น (นำโดย National Astronomical Observatory of Japan นักวิจัยและเจ้าหน้าที่รวม 518 คน งบประมาณ 12,938 ล้าน JPY หรือ 3,836 ล้านบาทใน FY2020) เกาหลีใต้ (นำโดย Korea Astronomy and Space Science Institute นักวิจัยและเจ้าหน้าที่รวม 284 คน งบประมาณ 64,618 ล้าน KRW หรือ 1,744 ล้านบาท ใน FY2019) จีน (นำโดยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ภายใต้ Chinese Academy of Sciences ได้แก่ National Astronomical Observatory of China; Shanghai Astronomical Observatory; Purple Mountain Observatory; Yunnan Astronomical Observatory) และ อินเดีย (นำโดยสถาบันภายใต้ Department of Science and Technology และ Department of Atomic Energy ได้แก่ Indian Institute of Astrophysics; Aryabhatta Research Institute of Observational Sciences; National Centre for Radio Astrophysics และ Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics งบประมาณรวมทั้งสี่สถาบันประมาณ 5,510 ล้าน INR หรือ 2,300 ล้านบาท ใน FY2019) ทั้งนี้ในปีงบประมาณ 2020 สดร. มีบุคลากรรวม 166 คน งบประมาณ 898 ล้านบาท



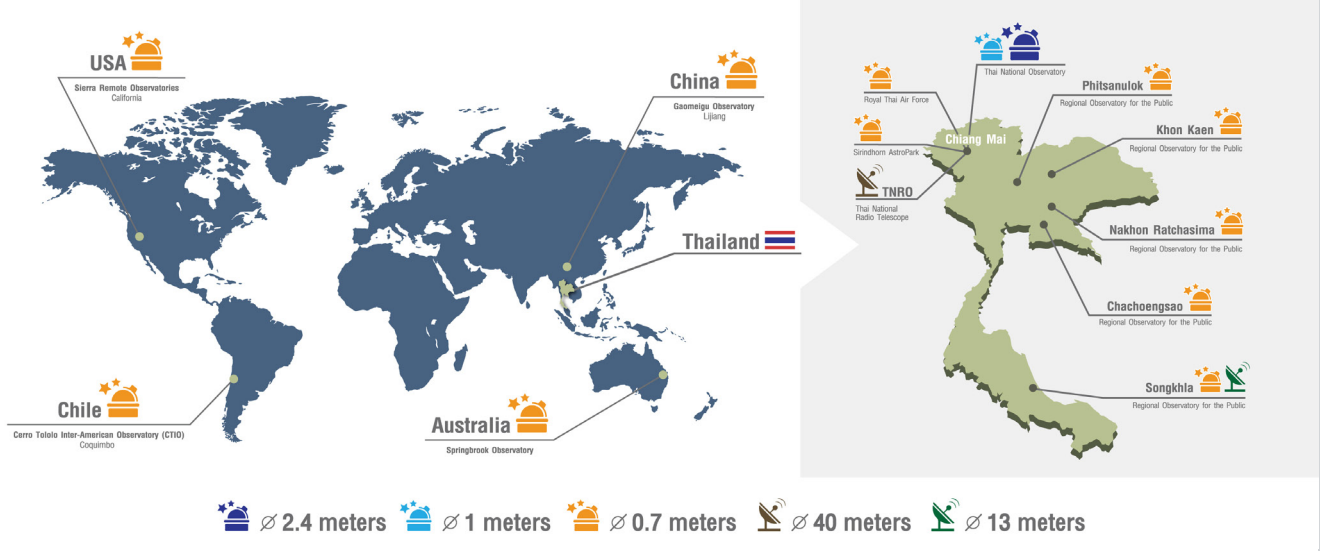


(ซ้าย) กระจกรวมแสงขนาด 2.4 เมตร ของกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติ ณ ดอยอินทนนท์
(ขวา) กล้องโทรทรรศน์ทางไกลอัตโนมัติ ณ Cerro Tololo Inter-American Observatory
ประเทศชิลี ซึ่งเป็นหนึ่งใน 4 กล้องทางไกลทั่วโลกของ สดร. ที่สามารถควบคุมได้ผ่านเว็บเบราเซอร์

หอดูดาว: โครงสร้างพื้นฐานของ สดร.

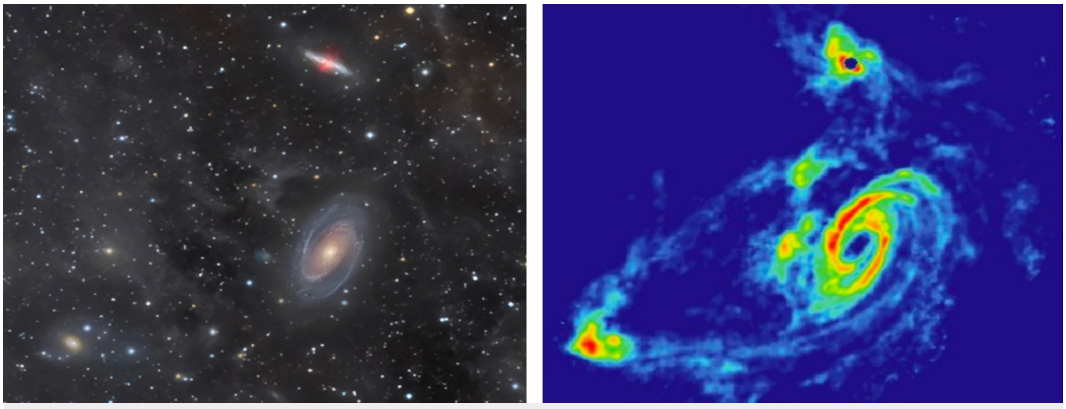
กล้องดูดาวเป็นโครงสร้างพื้นฐานในการวิจัยดาราศาสตร์ มีหน้าที่รวมแสงจางๆ จากวัตถุท้องฟ้าให้มีความเข้มพอที่จะตรวจวัดได้ อาทิ กล้องโทรทรรศน์แห่งชาติขนาด 2.4 เมตร มีความสามารถในการรวมมากกว่าดวงตาของมนุษย์ประมาณ 1 ล้านเท่า อย่างไรก็ดี วัตถุท้องฟ้าไม่ได้ส่องสว่างเฉพาะในแสงที่ตามองเห็น แต่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาในหลายช่วงคลื่นด้วยกลไกทางฟิสิกส์ต่างๆ เป็นลักษณะเฉพาะของวัตถุท้องฟ้าหนึ่งๆ นักดาราศาสตร์จึงต้องใช้การสังเกตจากช่วงคลื่นต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติโดยองค์รวมของวัตถุที่ต้องการศึกษา ในการนี้ สดร. เลือกสร้างหอดูดาวในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (ความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร) และ ช่วงคลื่นวิทยุ (30 มิลลิเมตร-1 เมตร) เพราะเป็นสองช่วงคลื่นที่สร้างความเข้าใจในธรรมชาติของจักรวาลสูงที่สุด เมื่อคำนึงถึงความคุ้มค่าการลงทุน และเป็นสองฐานในการพัฒนานวัตกรรมจากความสามารถทางวิศวกรรมที่แตกต่างอย่างส่งเสริมกัน

ในแต่ละช่วงคลื่น สดร. จะมีกล้องขนาดใหญ่และขนาดเล็กทำงานเสริมกันเพื่อสนับสนุนพันธกิจการวิจัย พัฒนาเทคโนโลยี และเผยแพร่ความรู้ ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นมีกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติขนาด 2.4 เมตร สำหรับการวิจัยดาราศาสตร์ เสริมด้วยหอดูดาวภูมิภาคที่มีกล้องโทรทรรศน์ขนาด 0.7-1 เมตร จำนวน 8 แห่ง และหอดูดาวควบคุมระยะไกลอัตโนมัติขนาด 0.6-0.7 เมตร ในชิลี สหรัฐอเมริกา จีน และออสเตรเลีย ทั้งนี้เพื่อให้มีกล้องอย่างน้อยหนึ่งกล้องอยู่ในด้านกลางคืนของโลกและสามารถติดตามศึกษาวัตถุท้องฟ้าได้ตลอด 24 ชั่วโมงในทั้งสองซีกฟ้า กล้องโทรทรรศน์ควบคุมระยะไกลเหล่านี้สามารถสั่งถ่ายภาพได้ผ่านเว็บเบราเซอร์ได้ด้วยระบบสั่งการที่พัฒนาขึ้นโดย สดร. ช่วยให้นักเรียนนักศึกษา สามารถเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานการวิจัยของ สดร. ได้สะดวกและทั่วถึง โดยในปี 2562 กล้องเหล่านี้มีผู้ใช้งานรวม 48 คน ใน 62 โครงการวิจัย



ในช่วงคลื่นวิทยุ สดร. อยู่ในระหว่างการก่อสร้างกล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติขนาด 40 เมตร สำหรับการวิจัยดาราศาสตร์วิทยุ (พร้อมใช้งานในปี 2564) เสริมด้วยกล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาด 13 เมตร ที่ทำงานร่วมกับกล้องอื่นๆ ทั่วโลกเป็นเครือข่าย Very Long Baseline Interferometry (VLBI) เพื่อศึกษาสัณฐานและการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก เทคนิคนี้สามารถวัดตำแหน่งบนผิวโลกได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และวัดอัตราการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกได้ละเอียดถึงระดับ 0.1 มิลลิเมตร/ปี

แม้ว่าเปลือกโลกแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะเต็มไปด้วยรอยเลื่อนมีพลัง (active fault) และห้อมล้อมด้วยขอบของ “วงแหวนไฟ” (Ring of Fire) ที่มีความเสี่ยงแผ่นดินไหวและสึนามิขนาดใหญ่ แต่ยังไม่มีการศึกษาสัณฐานและเคลื่อนตัวด้วยความแม่นยำสูง ทั้งนี้เพราะเทคนิค VLBI ต้องอาศัยการสังเกตควอซาร์* ที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญทั้งด้านดาราศาสตร์และวิศวกรรมร่วมกัน จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องใช้ core competency ของ สดร. ผลักดันการวิจัย



ระบบกาแล็กซี M81-M82 ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น **(ซ้าย)** ที่ดูคล้ายกับว่ากาแล็กซีทั้งสามอยู่แยกกัน และช่วงคลื่นวิทยุ **(ขวา)** ที่แสดงให้เห็นว่าแท้จริงแล้วทั้งสามมีธารก๊าซไฮโดรเจนอะตอมเชื่อมต่อกัน[2] การศึกษาวัตถุท้องฟ้าทั้งในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นและวิทยุช่วยให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของวัตถุที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

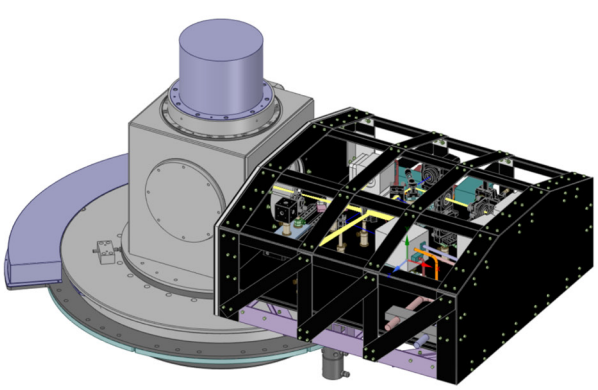
หมายเหตุ: ควอซาร์ (quasar) เป็นดาราจักรกัมมันต์ (active galaxy) ชนิดหนึ่งที่แผ่รังสีในช่วงคลื่นวิทยุความเข้มสูง มักอยู่ห่างไปหลายพันล้านปีแสงจึงปรากฏเป็นจุดอ้างอิงที่สามารถวัดตำแหน่งได้แม่นยำถึง 1 ในพันล้านส่วนขององศา

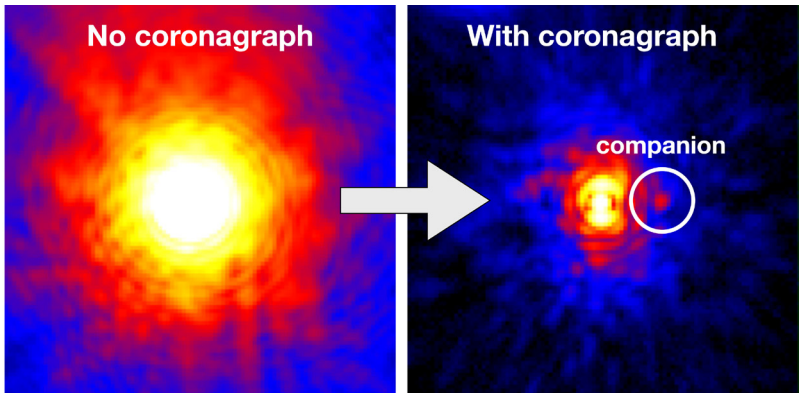
นักวิจัยทัศนูปกรณ์ดาราศาสตร์ สดร.
ในห้องปฏิบัติการ

สถาบันเพื่อใช้โจทย์ดาราศาสตร์ผลักดันนวัตกรรมล้ำหน้า

การวิจัยดาราศาสตร์มีความท้าทายยวดยิ่งเฉพาะตัว เพราะมักต้องการจับแสงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จางมาก เช่น การศึกษาวิวัฒนาการของกาแล็กซีจะต้องถ่ายภาพกาแล็กซีในยุคแรกก่อตัวที่ระยะห่าง 13,000 ล้านปีแสง ซึ่งมีแสงจางกว่าดวงจันทร์เพ็ญ หนึ่งล้านล้านล้านเท่า (10^{18} เท่า) และต้องสังเกตในหลากหลายช่วงคลื่น จึงจะสามารถประติดประต่อความเข้าใจให้เข้ากันเป็นหนึ่งเดียวได้ ความจำเป็นเหล่านี้ผลักดันให้เกิดนวัตกรรมที่ล้ำหน้าหลายประการ เช่น เครื่องคู่ควบประจุไวแสงที่ใช้ถ่ายภาพดาวในทศวรรษ 1970 เนื่องจากฟิล์มและแผ่นแก้วไวแสงมีความไวไม่พอที่จะบันทึกแสงดาวจางๆ ซึ่งต่อมาเทคโนโลยีนี้พัฒนาต่อมาเป็นกล้องดิจิตัล ตัวอย่างที่ปรากฏชัดอีกประการหนึ่งคือความพยายามของนักดาราศาสตร์วิทยุของ Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) ออสเตรเลียในทศวรรษ 1980 ที่จะพัฒนาระบบรับสัญญาณกล้องโทรทรรศน์วิทยุให้ได้ภาพดาวที่คมชัด โดยแก้ไขสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการสะท้อนภายในกล้อง ต่อมาเทคโนโลยีนี้กลายเป็นหัวใจการทำงานของอินเตอร์เน็ตไร้สาย (WiFi) ที่ต้องใช้หลักการเดียวกันในการแก้ปัญหาสัญญาณสะท้อนผนังในอาคาร โดยสิทธิบัตรแรกของ WiFi เป็นของสถาบัน CSIRO

นวัตกรรมเหล่านี้มีความก้าวล้ำนำหน้าเกินกว่าที่จะอยู่ในข่ายของโจทย์จากภาคอุตสาหกรรม แต่ได้รับการผลักดันให้เกิดขึ้นด้วยโจทย์ทางดาราศาสตร์ฟิสิกส์ ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อการบ่มเพาะนวัตกรรม ด้วยเหตุนี้สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ทั่วโลกมักมีหน่วยหรือศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีอยู่ภายใต้สถาบัน ที่จะผลักดันต้นแบบนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากการวิจัยดาราศาสตร์ไปสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมที่มีความพร้อมเชิงการตลาด (market-mature technology) อาทิ UK Astronomy Technology Centre (UKATC) ณ Royal Observatory Edinburgh ภายใต้ Science and Technology Facilities Council (STFC) ของสหราชอาณาจักร ที่มีพันธกิจคาบเกี่ยวกับทั้งการสร้างและพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือวิจัยดาราศาสตร์ชั้นแนวหน้าร่วมกับมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยและภาคอุตสาหกรรม อุปกรณ์ชั้นแนวหน้าของโลกที่พัฒนาขึ้นที่ UKATC เป็นกล้องและเครื่องรับแสงที่ล้ำหน้าที่สุดในโลก เช่น กล้องอินฟราเรดสำหรับกล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์เวบบ์ หรือกล้องรับแสงในช่วงคลื่นไมโครเวฟขนาดใหญ่ที่ใช้ศึกษาการเกิดของดาวฤกษ์และกาแล็กซีในระยะที่ยังไม่แผ่รังสีในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ด้วยแนวทางการพัฒนานี้ UKATC เป็นแหล่งบ่มเพาะทั้งเทคโนโลยีขั้นสูงและกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญที่สุดระดับโลกด้านวิศวกรรมโฟโตนิกส์และทัศนศาสตร์ วิศวกรรมไมโครอิเลคทรอนิกส์ วิศวกรรมสัญญาณไมโครเวฟ แมคคาทรอนิกส์ และมีการแลกเปลี่ยนทั้งกำลังคนและเทคโนโลยีกับภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง





(ซ้าย) แบบร่างของ Evanescent Wave Coronagraph **(ขวา)** ภาพจำลองการทำงานของโคโรนากราฟ ที่จะบังแสงดาวฤกษ์แม่ที่สว่างมากทำให้สามารถสังเกตดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ("companion" ในวง)

ตัวอย่างศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีลักษณะนี้ในประเทศอื่นๆ เช่น Advanced Technology Center ของ National Astronomical Observatory of Japan ประเทศญี่ปุ่น ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีของ CSIRO ประเทศออสเตรเลีย (ผู้ถือสิทธิบัตรแรกของ WiFi ข้างต้น) หรือในสหรัฐอเมริกาที่อุตสาหกรรมเทคโนโลยีดาราศาสตร์มีความเกี่ยวสัมพันธ์กันอย่างแบ่งแยกมิได้กับอุตสาหกรรมการทหารและวิศวกรรมอวกาศยาน มีความร่วมมือแน่นแฟ้นระหว่างนักวิจัยในมหาวิทยาลัย ในฐานะผู้พัฒนาต้นแบบเทคโนโลยี หน่วยงานระดับชาติ เช่น National Aeronautics and Space Administration (NASA) หรือ National Science Foundation (NSF) ในฐานะแหล่งทุนวิจัย และบริษัทภาคอุตสาหกรรม เช่น Northrop Grumman, Ball Aerospace & Technologies, Lockheed Martin, และ Boeing Company เป็นต้น

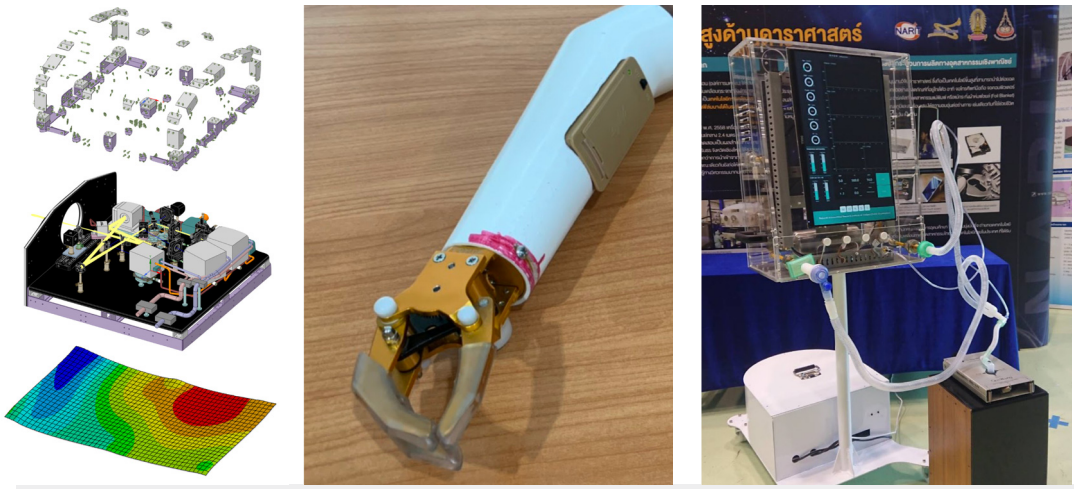
ภายใต้แนวทางการพัฒนานี้ สดร. มีศูนย์ปฏิบัติการหอดูดาวและวิศวกรรม ศูนย์ปฏิบัติการดาราศาสตร์วิทยุ และศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีทัศนศาสตร์และโฟโตนิกส์ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยี 6 สาขา ได้แก่ **(1) สาขาทัศนศาสตร์และโฟโตนิกส์ (2) ดาราศาสตร์วิทยุ (3) แมคคาทรอนิกส์ (4) การขึ้นรูปชิ้นงานความละเอียดสูง (5) เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง และ (6) ภาคีความร่วมมืออวกาศไทย** ทั้งหกสาขามีความเกี่ยวพันโดยตรงกับการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับงานวิจัยดาราศาสตร์ ในระยะแรกก่อตั้ง ห้องปฏิบัติการเหล่านี้ช่วยให้ สดร. ลดความจำเป็นในการนำเข้าชิ้นส่วนอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ราคาสูงจากต่างประเทศ เช่น อะไหล่กล้องโทรทรรศน์ เทคโนโลยีทั้งหกสาขามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นใช้เอง ซึ่งต้องใช้การบูรณาการองค์ความรู้ด้านดาราศาสตร์ วิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกล คอมพิวเตอร์ และระบบควบคุม การบูรณาการองค์ความรู้ในลักษณะนี้เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาเทคโนโลยีกล้องดูดาวขั้นสูงในประเทศ ซึ่งตัวกล้องออกแบบและสร้างด้วยความรู้ทางทัศนศาสตร์ ทัศนูปกรณ์ทุกชิ้นติดตั้งอยู่บนกลไกความแม่นยำสูงที่ขึ้นรูปด้วยเครื่อง Computer Numerical Control (CNC) ระบบควบคุมใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล และคอมพิวเตอร์ และซอฟท์แวร์ของกล้องออกแบบด้วยความรู้ทางดาราศาสตร์ จึงจะเห็นว่าการพัฒนาอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์หนึ่งๆ นั้นต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทุกสาขาเหล่านี้ทำงานร่วมกัน

การบูรณาการเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ข้างต้น เป็นกลุ่มบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญที่เมื่อรวมตัวกันแล้วเกิดประโยชน์กว้างขวาง ไม่จำกัดอยู่แต่เพียงการพัฒนาทัศนูปกรณ์ทางดาราศาสตร์ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ในระยะหนึ่งปีที่ผ่านมา ได้แก่ การพัฒนาแขน-ขาเทียมให้เข้ากับผู้ใช้ด้วยเทคโนโลยี finite element analysis ช่วยให้มีความแข็งแรงเฉพาะตัว และต้นแบบเครื่องช่วยหายใจ (ventilator) ที่มีระบบควบคุมและแสดงผลในระดับที่สามารถใช้งานได้ในทางการแพทย์ และสามารถผลิตขึ้นได้เป็นจำนวนมากด้วยเทคโนโลยีในประเทศในเวลาอันสั้นหากมีความจำเป็น เช่น หากมีการระบาดของโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจทั่วโลก ทำให้แต่ละประเทศงดส่งออกเทคโนโลยีเครื่องช่วยหายใจเพื่อใช้งานในประเทศของตนก่อน

กล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติ ขนาด 40 เมตร ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ. เชียงใหม่

ศูนย์ปฏิบัติการดาราศาสตร์วิทยุนี้ในระยะแรกมุ่งพัฒนาตัวรับสัญญาณวิทยุในช่วงคลื่นต่างๆ สำหรับติดตั้ง ณ กล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติ เช่น ตัวรับสัญญาณช่วง L band (ความถี่ 1-2 GHz) C band (4-8 GHz) K band (12-18 GHz) Q band (33-50 GHz) และ W band (75-115 GHz) ที่ผลิตขึ้นโดยวิศวกรชาวไทยภายใต้ความร่วมมือกับหน่วยงานและสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ในจีน เยอรมนี และสเปน การที่ตัวรับสัญญาณเหล่านี้ครอบคลุมความถี่ที่กว้างตั้งแต่ 1-115 GHz นั้นเป็นเหมือนกล้องถ่ายภาพที่บันทึกภาพได้ทุก “สี” ทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์และสามารถศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุวิจัยในช่วงคลื่นวิทยุได้อย่างชัดเจน เทคโนโลยีและบุคลากรที่เชี่ยวชาญจากการพัฒนาตัวรับสัญญาณเหล่านี้เป็นความเชี่ยวชาญเดียวกับที่จำเป็นในการสร้างเรดาร์ (ทั้งสำหรับกิจการพลเรือนและการทหาร) เทคโนโลยีสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ 5G (ซึ่งมีความถี่คาบเกี่ยวกับตัวรับสัญญาณที่พัฒนาขึ้นที่ สดร.) และตัวรับสัญญาณพลังงานต่ำประสิทธิภาพสูงสำหรับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เป็นต้น

ทัศนูปกรณ์และอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ขั้นสูงที่พัฒนาขึ้น ณ สดร. ทั้งกระบวนการในขณะนี้ เช่น สเปกโตรกราฟความละเอียดสูงสำหรับศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (EXOhSPEC: EXOplanet high resolution SPECtrograph) ซึ่งเป็นสเปกโตรกราฟเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาให้มีความละเอียดสเปกตรัมสูงและมีเทคโนโลยีคาบเกี่ยวกับการใช้วิเคราะห์ทางเคมี เช่น Raman spectroscopy และการศึกษาบรรยากาศของโลก และโครงการโคโรนากราฟ EvWaCo (EvWaCo: Evanescent Wave Coronagraph) ซึ่งเป็นนวัตกรรมโคโรนากราฟสำหรับใช้ศึกษาระบบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่อยู่ใกล้ดาวฤกษ์แม่มากจนแสงจากดาวฤกษ์จะบดบังดาวเคราะห์ไปหมดหากไม่สังเกตด้วยการบังแสงจากดาวฤกษ์แม่ไปก่อนด้วยเทคนิคนี้ EvWaCo เป็นอุปกรณ์ต้นแบบสาธิตที่จะติดตั้งบนกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติ และเมื่อพัฒนาจนมีประสิทธิภาพสูงจะมีศักยภาพในการนำเทคโนโลยีนี้ไปเข้าร่วมโครงการสังเกตด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ ซึ่งจะสามารถส่งสังเกตดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะคล้ายโลกที่อาจมีสภาพแวดล้อมเอื้อต่อการกำเนิดและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ เทคโนโลยีบางประการจากศูนย์ทัศนศาสตร์เริ่มปรากฏชัดว่าจะมีการใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์ เช่น เทคโนโลยีกระจกปรับรูป (adaptive optics) ที่แก้ไขความพร่าไหวของชั้นบรรยากาศโลกเพื่อให้ภาพดาวคมชัด สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกล้องจุลทรรศน์สำหรับถ่ายภาพเรตินาภายในดวงตาให้มีความคมชัดเพื่อศึกษาและตรวจรักษาเรตินาได้



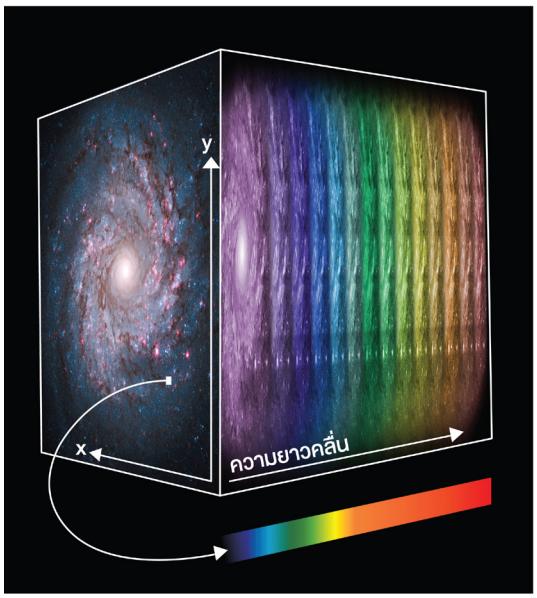
(ซ้าย) ขั้นตอนต่างๆ ในการออกแบบสเปกโตรกราฟของ สดร. จากชิ้นงานความละเอียดสูง (ซ้ายบน) สู่การประกอบอุปกรณ์เข้าด้วยกัน (ซ้ายกลาง) และการใช้ finite element analysis วิเคราะห์เสถียรภาพของสเปกโตรกราฟ **(กลาง)** แขนเทียมที่ สดร. สร้างเพื่อผู้พิการแต่กำเนิด ในพระอุปถัมภ์ของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี **(ขวา)** เครื่องช่วยหายใจที่ สดร. พัฒนาต่อยอดจากระบบควบคุมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้กับกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติขนาด 2.4 เมตร

วิศวกรรมสำหรับดาราศาสตร์: จากหอดูดาวสู่เครื่องช่วยหายใจ

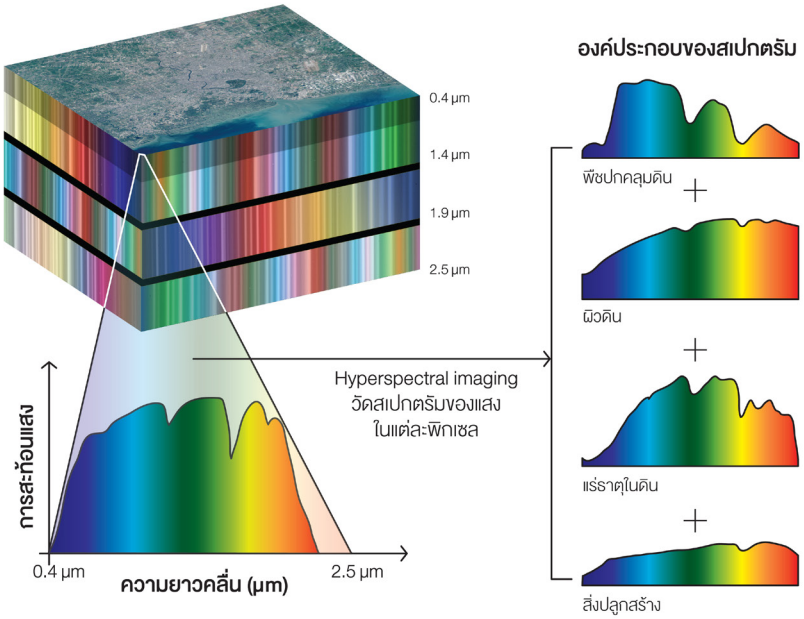
การสร้างอุปกรณ์วิจัยดาราศาสตร์ใช้ความเชี่ยวชาญสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า ระบบควบคุม (สี่สาขานี้เมื่อบูรณาการเข้าด้วยกันจะเรียกว่าแมคคาทรอนิกส์) ควบคู่กับความเชี่ยวชาญวิศวกรรมทัศนศาสตร์และโฟโตนิกส์ที่เป็นหัวใจของทัศนูปกรณ์ และยิ่งไปกว่านั้น ทักษะในทุกสาขาที่กล่าวมาต้องพัฒนาให้เชี่ยวชาญจนสามารถสร้างและควบคุมอุปกรณ์ที่อาจมีน้ำหนักหลายร้อยตันให้มีความแม่นยำระดับไมครอน เพราะจำเป็นต้องศึกษาแสงที่มีความยาวคลื่นหลักร้อยนาโนเมตร ขณะนี้ สดร. มีสามารถผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ที่มีความแม่นยำ 10 ไมครอน โดยในปีที่ผ่านมาผลิตชิ้นงานความละเอียดสูง 344 ชิ้น สำหรับ 25 โครงการ นอกจากชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะต้องมีความแม่นยำสูงแล้ว การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นทัศนูปกรณ์ดาราศาสตร์ยังต้องสร้างแบบจำลอง multiphysics ในทุกระดับ อาทิ การใช้ finite element analysis เพื่อออกแบบสเปกโตรกราฟให้มีการบิดโค้งของทางเดินแสงอยู่ในระดับที่ควบคุมได้ไม่ว่าจะหมุนตามการเลื่อนที่ของดาวไปในทิศทางใด และให้มีทางเดินแสงที่เสถียรระดับไมครอนแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไป

ความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมสำหรับดาราศาสตร์ของ สดร. เป็นกลุ่มความเชี่ยวชาญที่เมื่อรวมตัวกันแล้วเกิดประโยชน์กว้างขวางไปกว่าการสนับสนุนงานวิจัยดาราศาสตร์ เช่น การใช้ finite element analysis สร้างแขน-ขาเทียมที่มีความคงทนสูง มีน้ำหนักเบา และหยิบจับสิ่งของได้ด้วยระบบควบคุม หรือการใช้ระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นสำหรับกล้องโทรทรรศน์แห่งชาติขนาด 2.4 เมตร ด้วยเทคนิค cascaded proportional–integral–derivative controller ซึ่งมีเสถียรภาพสูงกว่าระบบควบคุมทั่วไปเพราะใช้ Kalman filter เข้าช่วยกรองสัญญาณรบกวน (noise) เพื่อสร้างเครื่องช่วยหายใจภายในประเทศที่สามารถใช้งานได้จริง มีเสถียรภาพสูง สามารถควบคุมตัวแปรอัตราการหายใจและการไหลและความดันของอากาศได้ตามความต้องการของแพทย์ ทั้งนี้ การพัฒนาเครื่องช่วยหายใจนี้ใช้เวลาเพียง 8 สัปดาห์หลัง WHO ประกาศการระบาดร้ายแรงของโรค COVID-19 เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2563 ด้วยกำลังคนและอุปกรณ์ที่มีความพร้อมภายใน สดร. ร่วมกับคณาจารย์และแพทย์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โรงพยาบาลนครพิงค์ และ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่

Integral Field Spectroscopy
สำหรับการวิจัยดาราศาสตร์



เทคโนโลยี Hyperspectral Imaging
สำหรับการจำแนกสิ่งปกคลุมดินความแม่นยำสูง



ระบบนิเวศที่เกื้อกูลกันของการวิจัยดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ ทั้งเทคโนโลยีดาวเทียมและวิศวกรรมอวกาศยาน ล้วนเป็นลักษณะร่วมในประเทศที่มีความสามารถทางอุตสาหกรรมระดับสูง ได้แก่กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และจีน ระบบนิเวศนี้จะเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อขับเคลื่อนไทยเช่นเดียวกัน ในการนี้ สดร. จึงร่วมกับสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ก่อตั้งโครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (Thai Space Consortium) เพื่อบ่มเพาะระบบนิเวศนี้ โดยมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีและกำลังคนภายในประเทศด้วยการสร้างดาวเทียมขึ้นเองในประเทศ ทั้งนี้เป็นเพราะเทคโนโลยีอวกาศมีส่วนคล้ายคลึงกับเทคโนโลยีทางดาราศาสตร์ที่เป็น core competency ของ สดร. อย่างยิ่ง แต่ต้องพัฒนาต่อยอดให้มีความคงทนและสามารถทำงานอย่างเป็นเอกเทศในสภาพแวดล้อมของอวกาศได้

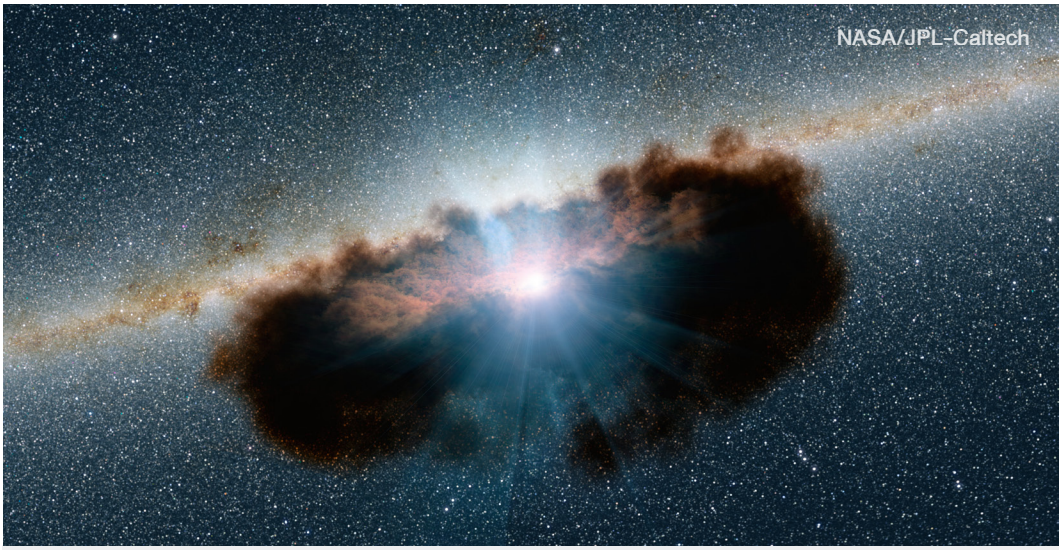
ดาวเทียมที่จะสร้างขึ้นนี้ (ดาวเทียม “TSC-1” ดัง roadmap ในหน้า 31) จะใช้สำรวจโลกในหลายช่วงคลื่นด้วยเทคนิค hyperspectral imaging ที่บันทึกทั้งภาพและสเปกตรัมของผิวโลกไปพร้อมๆ กัน เพื่อบันทึกภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่นจำเพาะจำนวนมากสำหรับวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ในหลากหลายมิติ เทคนิค hyperspectral imaging นี้มีการพัฒนาใช้งานในวงการดาราศาสตร์มากว่า 30 ปีแล้ว ในรูปของ integral field spectroscopy ที่บันทึกทั้งภาพและสเปกตรัมของวัตถุท้องฟ้าหนึ่งๆ ไปพร้อมๆ กันเป็นข้อมูลสามมิติ **(ตัวอย่าง integral field spectroscopy ของกาแล็กซีในภาพซ้าย)** ทำให้นักดาราศาสตร์มีความชำนาญเป็นพิเศษในการวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัมสามมิติจากการวิเคราะห์ข้อมูลวัตถุท้องฟ้า

การนำความเชี่ยวชาญทางดาราศาสตร์นี้มาวิเคราะห์ข้อมูลผิวโลก **(ตัวอย่าง hyperspectral imaging ภางภูมิศาสตร์ในภาพขวา)** จะพัฒนากำลังคนที่เชี่ยวชาญเฉพาะทางเพื่อศึกษาปัญหาทางภูมิศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตคนไทย เช่น การศึกษาพืชเศรษฐกิจในสถานะการเติบโตต่างๆ เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายและศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ ศึกษาองค์ประกอบของดิน ชนิดของพืช และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในรอบปี ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นสำคัญหนึ่งของการศึกษาปฏิสัมพันธ์ของพืชปกคลุมดินต่อคุณภาพอากาศ

หอดูดาว Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) เป็นหมู่กล้องโทรทรรศน์คลื่นไมโครเวฟระดับ best-in-class ประกอบด้วยจานรับสัญญาณ 66 จาน ที่นักวิจัยของ สดร. ใช้ศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง

การพัฒนานี้จะขยาย core competency ของ สดร. และสถาบันในภาคีความร่วมมืออย่างก้าวกระโดด ทั้งด้านกำลังคน เทคโนโลยี และระบบนิเวศอุตสาหกรรมในประเทศ อนึ่ง ตัวอย่างสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ในประเทศกำลังพัฒนาที่ประสบความสำเร็จอย่างมากในการพัฒนาระบบนิเวศวิจัยดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ คือ Indian Institute of Astrophysics ประเทศอินเดีย ที่พัฒนาระบบดาวเทียมกล้องโทรทรรศน์อวกาศขึ้นเอง ด้วยเทคโนโลยีในประเทศร่วมกับ Indian Space Research Organisation โดยเริ่มจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศขนาดเล็ก และพัฒนาต่อเนื่องมาสู่ดาวเทียมกล้องโทรทรรศน์อวกาศช่วงคลื่นอัลตราไวโอเลตอาทิตยา (Aditya-L1) ที่มีกล้องและอุปกรณ์สำรวจดวงอาทิตย์ 7 ระบบ มวลรวม 244 กิโลกรัม ซึ่งจะส่งไปประจำการในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ที่ระยะ 1.5 ล้านกิโลเมตรจากโลก ดาวเทียมนี้พัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยีและกำลังคนในอินเดียเป็นหลัก ทำให้ใช้งบประมาณเพียง 52 ล้านเหรียญสหรัฐ เพื่อสร้างกล้องโทรทรรศน์อวกาศระดับ best-in-class พร้อมไปกับการพัฒนาเทคโนโลยี กำลังคน และระบบนิเวศอุตสาหกรรมอวกาศในประเทศ

จะเห็นได้ว่า สดร. ให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับการเลือกเฟ้นแนวทางพัฒนาการวิจัยดาราศาสตร์ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงที่สุดกับทั้งกับการวิจัยบุกเบิกสร้างองค์ความรู้ใหม่ในสาขาที่มีผลกระทบสูง (เช่น benchmark กับ Decadal Survey ของสหรัฐอเมริกา หรือ Astronet ของสหภาพยุโรป) และกับยุทธศาสตร์การพัฒนาถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมในประเทศ กรณีศึกษาหนึ่ง คือ การเข้าร่วมโครงการ Cherenkov Telescope Array (รายละเอียดดังปรากฏในกรอบในหน้า 19-20) ที่ตอบโจทย์ทั้งด้านการวิจัยดาราศาสตร์ระดับ best-in-class หรือ first-in-class และการพัฒนาเทคโนโลยีไปพร้อมๆ กัน รูปแบบการพัฒนานี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยการนำขององค์กรวิจัยดาราศาสตร์ระดับชาติ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาในประเทศ ในแง่นี้อาจกล่าวได้ว่า สดร. มีบทบาททั้ง “ผู้ทำวิจัย” และ “ผู้ช่วยให้ผู้อื่นได้ทำวิจัย” (enabler)



หลุมดำ ณ ใจกลางดาราจักรกิมมันต์ เป็นแหล่งรังสีแกมมาหนึ่งที่โครงการ CTA มุ่งศึกษา

กรณีศึกษา: การพัฒนาเทคโนโลยีฟิล์มบางสำหรับกล้องโทรทรรศน์รังสีแกมมา Cherenkov Telescope Array

การเข้าร่วมโครงการ Cherenkov Telescope Array Observatory (CTA) นับเป็นครั้งแรกที่ไทยเข้าร่วมโครงการทางดาราศาสตร์ระดับโลกขนาดใหญ่ตั้งแต่ระยะแรกก่อตั้ง ทำให้นักวิจัยไทยมีบทบาทเคียงบ่าเคียงไหล่กับนักวิจัยแนวหน้าจากทั่วโลกในการกำหนดทิศทางของโครงการ หอดูดาว CTA ประกอบไปด้วยกล้องเชเรนคอฟขนาด 4-23 เมตรจำนวนกว่าหนึ่งร้อยกล้องในสองซีกโลก ได้แก่ เกาะลาปาลมา ประเทศสเปน และทะเลทรายแถบปารานาล ประเทศชิลี ทำงานร่วมกันเป็นหอดูดาวที่สามารถส่องสังเกตท้องฟ้าในช่วงคลื่นรังสีแกมมาระดับพลังงาน 20 GeV - 300 TeV ในทั้งสองซีกฟ้า โดยจะมีความไวสูงกว่ากล้องโทรทรรศน์รังสีเชเรนคอฟใดๆ ในโลกอย่างน้อย 10 เท่า ซึ่งนับได้ว่าเป็นหน้าต่างบานใหม่สู่การศึกษาดาราศาสตร์รังสีแกมมาเมื่อและเปิดใช้งานได้เต็มที่ในทศวรรษ 2030 อนึ่ง ระยะเวลา 15 ปีนับตั้งแต่ไทยเริ่มเข้าร่วมโครงการ CTA ในปี 2015 ไปจนถึงเวลาดังกล่าว เป็นระยะเวลาอันมีค่ายิ่งที่ไทยจะพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยดาราศาสตร์รังสีแกมมาและวิศวกรในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างเต็มกำลัง เพื่อพัฒนาไปสู่ความเป็นผู้นำระดับโลกด้านดาราศาสตร์รังสีแกมมา

ในการนี้ ประเทศไทย นำโดย สดร. ได้เสนอ in-kind contribution (IKC) เพื่อเข้าร่วมโครงการในรูปของเทคโนโลยีการเคลือบและบำรุงรักษากระจกรวมแสงของกล้อง CTA ทั้งนี้ เพราะกล้องจำนวนกว่าร้อยกล้องของโครงการมีกระจกรวมแสงกว่า 6,000 บานที่ตั้งสังเกตการณ์อยู่กลางแจ้ง ทำให้ผิวสะท้อนถูกกัดกร่อนไปอย่างต่อเนื่อง และต้องเคลือบผิวใหม่ทุกๆ 6 ปี IKC นี้มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในทางยุทธศาสตร์การพัฒนาเทคโนโลยีและกำลังคน เพราะ สดร. ได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อสร้างเครื่องเคลือบกระจกสำหรับกล้องโทรทรรศน์ ณ หอดูดาวแห่งชาติขนาด 2.4 เมตร สำเร็จลุล่วงมาอย่างดี จึงเป็นโอกาสอันดีที่ สดร. และภาคีความร่วมมือ จะได้ขยายศักยภาพที่มีอยู่แล้วไปสู่เทคโนโลยีการผลิตฟิล์มบางความแม่นยำสูงในระดับอุตสาหกรรม

เครื่องเคลือบกระจกระดับอุตสาหกรรมสำหรับโครงการ CTA ที่พัฒนาขึ้นโดย สซ. มสท. และ สดร.

ตั้งแต่ปี 2015 เป็นต้นมา สดร. ได้ร่วมกับ CTA Mirror Testing Facility (MTF) ณ Durham University พัฒนาฟิล์มบางสะท้อนแสงให้ได้มาตรฐานความคงทนของโครงการ CTA ซึ่งปรากฏว่าฟิล์มสะท้อนแสงที่เคลือบด้วยระบบ magnetron sputtering ของ สดร. นั้นมีความคงทนสูงที่สุดชิ้นหนึ่งที่ได้ทดสอบมา ความประจวบเหมาะของความเชี่ยวชาญในประเทศและความร่วมมือกับ Durham University นี้เป็นเหตุให้คณะผู้วิจัยทั้งจากฝั่งไทยและสหราชอาณาจักรมีความเห็นพ้องกันที่ขยายขอบเขตการดำเนินงาน จัดตั้ง CTA Mirror Facility (CMF) ในประเทศไทย เพื่อเคลือบกระจก ทดสอบสมรรถนะการสะท้อนแสง ความคงทน และพัฒนาแนวทางดูแลรักษาระบบกระจกของโครงการ CTA การจัดตั้ง CMF ในประเทศไทยจะยังประโยชน์หลายประการทั้งต่อโครงการ CTA และยิ่งไปกว่านั้นคือการพัฒนาศักยภาพเทคโนโลยีฟิล์มบางของ สดร. ซึ่งจุดมุ่งหมายสูงสุดในระยะยาว คือ การพัฒนาเทคโนโลยีฟิล์มบางขนาดชิ้นงานใหญ่ในประเทศที่มีศักยภาพการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรม เช่น การพัฒนา solar cell ประสิทธิภาพสูง หรือการเคลือบกระจกหน้าต่างประหยัดพลังงานที่ให้แสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นผ่านเข้ามาให้ความสว่างในอาคารได้ แต่สะท้อนรังสีอินฟราเรดออกเพื่อลดความร้อนในอาคาร (low emissivity glass)

พร้อมกันนี้ สดร. ผลักดันให้เกิดความร่วมมือระหว่างนักวิจัยดาราศาสตร์รังสีแกมมาในประเทศ ซึ่งมีกลุ่มนักวิจัยที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะนี้อาจารย์และนักวิจัยจากไทย 7 คน และนักเรียน นักศึกษาช่วยวิจัย 6 คน จาก 5 มหาวิทยาลัยร่วมวิจัยอยู่กับโครงการ CTA คณะนักวิจัยไทยได้ร่วมกันจัด Thai-CTA Workshop on Astroparticle Physics ในปีที่ผ่านมา (2019) โดยมีจุดมุ่งหมายหลักให้นักศึกษาระดับปริญญาโท-เอก ในประเทศ ได้มีประสบการณ์ตรงในการทำวิจัยดาราศาสตร์รังสีแกมมาด้วย CTA ซึ่งได้รับผลตอบรับเป็นอย่างดีทั้งจากผู้เข้าร่วมชาวไทย และนักศึกษาต่างชาติจากจำนวน 8 ประเทศ รวมทั้งสิ้นกว่า 50 คน สดร. ได้ขยายขอบเขตการดำเนินงานให้กว้างขวางยิ่งขึ้นด้วยความร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญระดับโลกด้านดาราศาสตร์รังสีแกมมา ณ Durham University และ University of Oxford เพื่อถ่ายทอดความเชี่ยวชาญด้านการใช้ machine-based data analysis สำหรับข้อมูลจากโครงการ CTA ความร่วมมือระหว่าง สดร. และสถาบันในสหราชอาณาจักรนี้ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งกับการพัฒนาเทคโนโลยี กำลังคนทางด้านวิศวกรรม กำลังคนด้านการวิจัยดาราศาสตร์ และความพยายามในการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่ภาคอุตสาหกรรมทั้งด้านฟิล์มบางและ data science

กิจกรรมดูดาวของ สดร. ที่ลานหน้าห้างสรรพสินค้าสยามพารากอน

สถาบันเพื่อเชื่อมจักรวาลสู่สังคมไทย

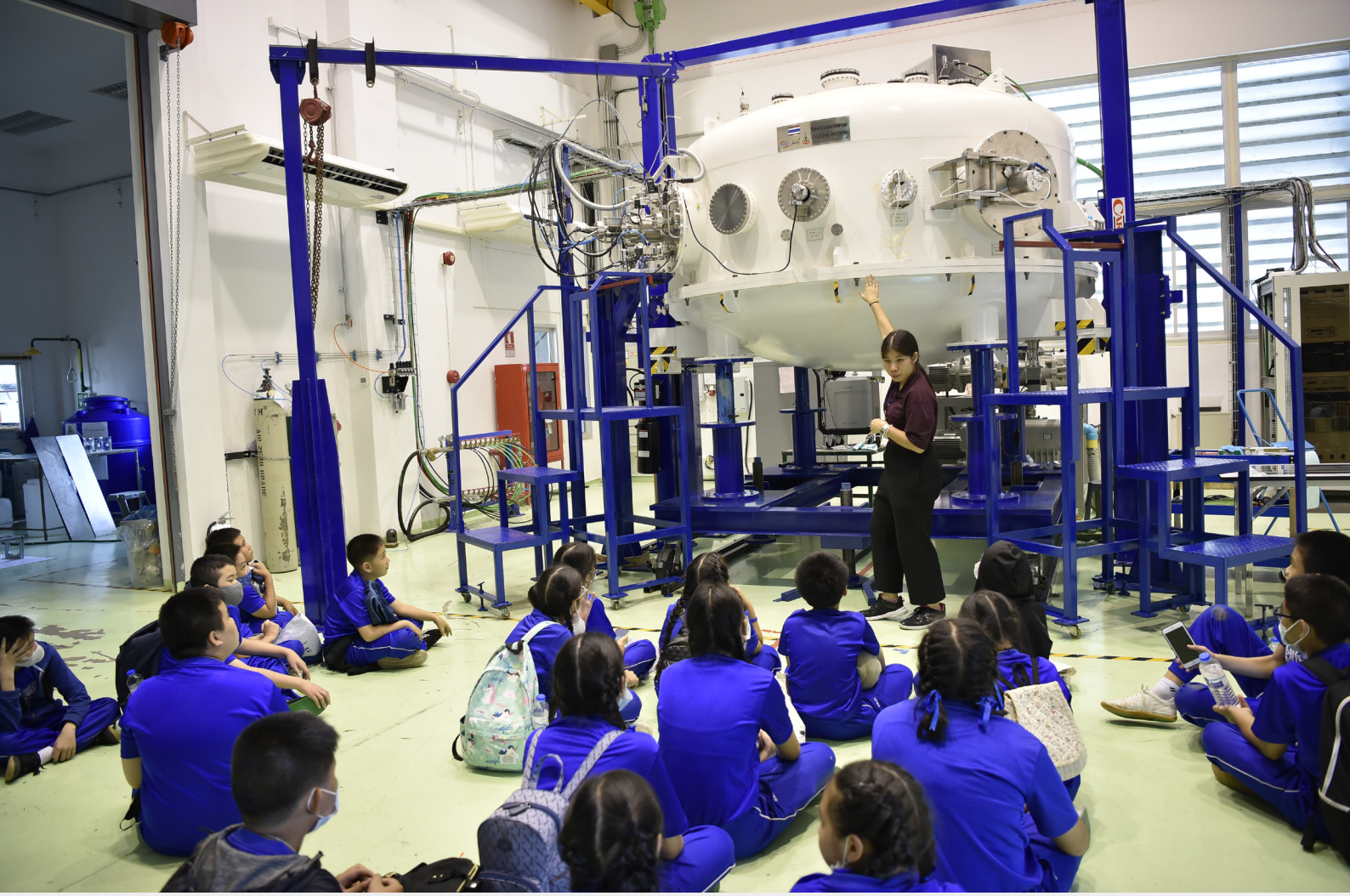
สดร. เผยแพร่ความรู้ด้านดาราศาสตร์สู่สังคมโดยมุ่งให้เกิดผลสัมฤทธิ์สูงสุดสองประการ ได้แก่ การร่วมบ่มเพาะสังคมอุดมปัญญา และ การสร้างฉันทามติของสังคมให้เล็งเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการลงทุนด้านวิทยาศาสตร์รากฐานของชาติ จึงเป็นพันธกิจหลักที่ สดร. ทุ่มเททรัพยากรและกำลังคนอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ก่อตั้งสถาบัน สดร. พัฒนาแนวทางการให้บริการให้สอดคล้องกับความต้องการของประชาชน 4 กลุ่ม ประกอบด้วย ครู นักเรียน/เยาวชน ประชาชนทั่วไป และ นักดูดาว/นักดาราศาสตร์สมัครเล่น โดยปัจจุบันมีการให้บริการจากหอดูดาวภูมิภาคสำหรับประชาชน จำนวน 4 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสงขลา จังหวัดเชียงใหม่ และอีก 2 แห่งที่อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง คือ จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดพิษณุโลก

สดร. เผยแพร่ความรู้ทางดาราศาสตร์และจัดอบรมครูในระดับต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ในปี 2563 สดร. ได้ให้บริการประชาชนจำนวน 319,368 คน คิดเป็นจำนวนเพิ่มขึ้น 10.8% จากปีที่ผ่านมา แม้จะมีช่วงที่ไม่สามารถให้บริการได้ระยะหนึ่งจากสถานการณ์การระบาดของโรค COVID-19 โดยผู้รับบริการส่วนใหญ่เป็นเยาวชนและประชาชนผู้สนใจ ทั้งนี้ ในหอดูดาวภูมิภาคแต่ละแห่งประกอบด้วย หอดูดาวที่ติดตั้งกล้องโทรทรรศน์เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร สำหรับการทำโครงงานของนักเรียน นักศึกษา กล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กสำหรับจัดกิจกรรมดูดาว ท้องฟ้าจำลอง และส่วนนิทรรศการ หอดูดาวภูมิภาคเพื่อประชาชนลักษณะคล้ายกันนี้พบมากในหลายประเทศ อาทิ ญี่ปุ่น (15 แห่ง) สหราชอาณาจักร (ประมาณ 30 แห่ง) สหรัฐอเมริกา (ประมาณ 110 แห่ง) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม สดร. เป็นสถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์ระดับชาติที่ให้ความสำคัญกับการเผยแพร่ความรู้ทางดาราศาสตร์สูงที่สุดแห่งหนึ่งในโลก หอดูดาวภูมิภาคของ สดร. มีความพิเศษคือมีการให้บริการครบวงจรอย่างเป็นระบบสำหรับทั้งสี่กลุ่มเป้าหมายข้างต้น ซึ่งเป็นการเผยแพร่ความรู้ทางดาราศาสตร์ที่จัดให้สอดคล้องกับบริบทความต้องการของสังคมไทย และไม่ปรากฏว่ามีสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ระดับชาติอื่นใดที่มีศูนย์ให้บริการประชาชนทั่วไปในระดับที่เทียบได้ ตัวอย่างขององค์กรวิจัยดาราศาสตร์ที่มีหน่วยงานเฉพาะสำหรับเผยแพร่ดาราศาสตร์อื่นๆ อาทิ Haus der Astronomie ของ Max Planck Institute for Astronomy ประเทศเยอรมนี และ ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre ณ สำนักงานใหญ่ของ European Southern Observatory ประเทศเยอรมนีเช่นเดียวกัน

ความโดดเด่นระดับโลกประการหนึ่งของงานเผยแพร่ความรู้ดาราศาสตร์ของ สดร. คือ การปรับตัวเข้าใช้สื่อสังคม (social media) อย่างมีประสิทธิภาพ ดังปรากฏชัดจากการที่ Facebook Page ของ สดร. มีผู้ติดตามกว่า 500,000 คน (พฤศจิกายน 2563) แม้จะเผยแพร่เนื้อหาเป็นภาษาไทย ซึ่งมีความโดดเด่นในหมู่หอดูดาวแห่งชาติเมื่อเทียบกับหอดูดาวแห่งยุโรป (European Southern Observatory; จำนวนผู้ติดตาม 271,610 คน ณ เดือนพฤศจิกายน 2563) หรือ National Astronomical Observatory of Japan (จำนวนผู้ติดตาม 2,500 คน ณ เดือนพฤศจิกายน 2563) ในรอบปีที่ผ่านมามีการเผยแพร่ทางสื่อ Facebook สองครั้งที่ได้รับความสนใจจากสังคมไทยมากเป็นพิเศษ คือ การถ่ายทอดสดการเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน วันที่ 21 มิถุนายน 2563 ที่เข้าถึงผู้ใช้จำนวน 10.18 ล้านคน และ การเผยแพร่ข่าวการค้นพบสารฟอสฟีนบนดาวศุกร์ที่อาจเป็นหลักฐานบ่งชี้ถึงสารชีวโมเลกุลในบรรยากาศของดาว เมื่อวันที่ 14 กันยายน 2563 ที่เข้าถึงผู้ใช้จำนวน 5.31 ล้านคน การดำเนินงานนี้ก่อให้เกิดมูลค่าการประชาสัมพันธ์ 621.2 ล้านบาทในปีนี้

ตั้งแต่ปี 2558 เป็นต้นมา สดร. ได้บุกเบิกยุทธศาสตร์ใหม่ในการเผยแพร่ดาราศาสตร์เชิงรุก ซึ่งเป็นการขยายโอกาสเข้าถึง core competency ทางการเผยแพร่ความรู้ของ สดร. ไปสู่เด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ภายใต้โครงการ “77 จังหวัด เปิดฟ้าส่องโลกดาราศาสตร์ เปิดโอกาสเรียนรู้ทั่วหล้า” ช่วยให้โรงเรียนที่ขาดงบประมาณอุปกรณ์เครื่องมือ สามารถให้บริการที่ครบวงจรของ สดร. แก่นักเรียนได้ กล่าวคือ มอบกล้องดูดาวแบบสะท้อนแสงขนาด 10 นิ้ว ซึ่งเป็นกล้องขนาดที่เริ่มสามารถใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้าได้อย่างจริงจัง มอบสื่อการสอน จัดอบรมครูให้สามารถใช้กล้องในการเรียนสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมสร้างเครือข่ายครูที่สามารถเข้าถึงกิจกรรมทางดาราศาสตร์ในระดับสูงได้อย่างต่อเนื่อง

นักเรียนฟังบรรยายเรื่องดาวฤกษ์ในท้องฟ้าจำลอง ของ สดร. ณ อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร (2560)



นักเรียนฟังบรรยายเรื่องเครื่องเคลือบกระจก ระหว่างการทัศนศึกษาสำนักงานใหญ่ สดร. ณ อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร

ยุทธศาสตร์นี้อาศัยประสบการณ์ของบุคลากรของ สดร. ที่คลุกคลีใกล้ชิดกับครูและบุคลากรการศึกษามาหลายทศวรรษ ทำให้เห็นปัญหาและอุปสรรคของการเรียนการสอนดาราศาสตร์ในไทย และสามารถแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้การดำเนินงานของ สดร. โดยมีครูที่เข้าร่วมอบรมดาราศาสตร์ของ สดร. แล้ว 5,311 ท่าน (2557-2562) และมีโรงเรียนในเครือข่าย 739 โรงเรียนในทั้ง 77 จังหวัดทั่วไทย ที่ได้รับมอบกล้องและสื่อการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเผยแพร่ความรู้มากขึ้นอย่างก้าวกระโดด เกิดการจัดกิจกรรมดาราศาสตร์โดยโรงเรียนแทรกซึมบุกเบิกเข้าไปในชุมชนอย่างเป็นวงกว้าง สดร. มีโครงการติดตามพัฒนาเครือข่ายนี้ในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับชมรมดาราศาสตร์ในโรงเรียน ไปถึง research-based outreach หรือ “ยุววิจัยดาราศาสตร์” ที่ให้นักเรียนมัธยมทำโครงงานด้านดาราศาสตร์ภายใต้การสนับสนุนของ สดร. เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์การทำงานวิจัยดาราศาสตร์อย่างครบวงจรเหมือนนักดาราศาสตร์ฟิสิกส์ ตั้งแต่การเก็บข้อมูลไปจนถึงการนำเสนอผลงาน โดยนักเรียนจะนำเสนอผลงานใน “การประชุมวิชาการดาราศาสตร์แห่งประเทศไทย (สำหรับเยาวชน)” ซึ่งเป็นเวทีแลกเปลี่ยนความรู้ที่ปราศจากการแข่งขัน มียุววิจัยและผู้เข้าร่วม 1,353 คน เข้าร่วมนำเสนอผลงานรวม 307 โครงงาน ใน 6 ปีที่ผ่านมา

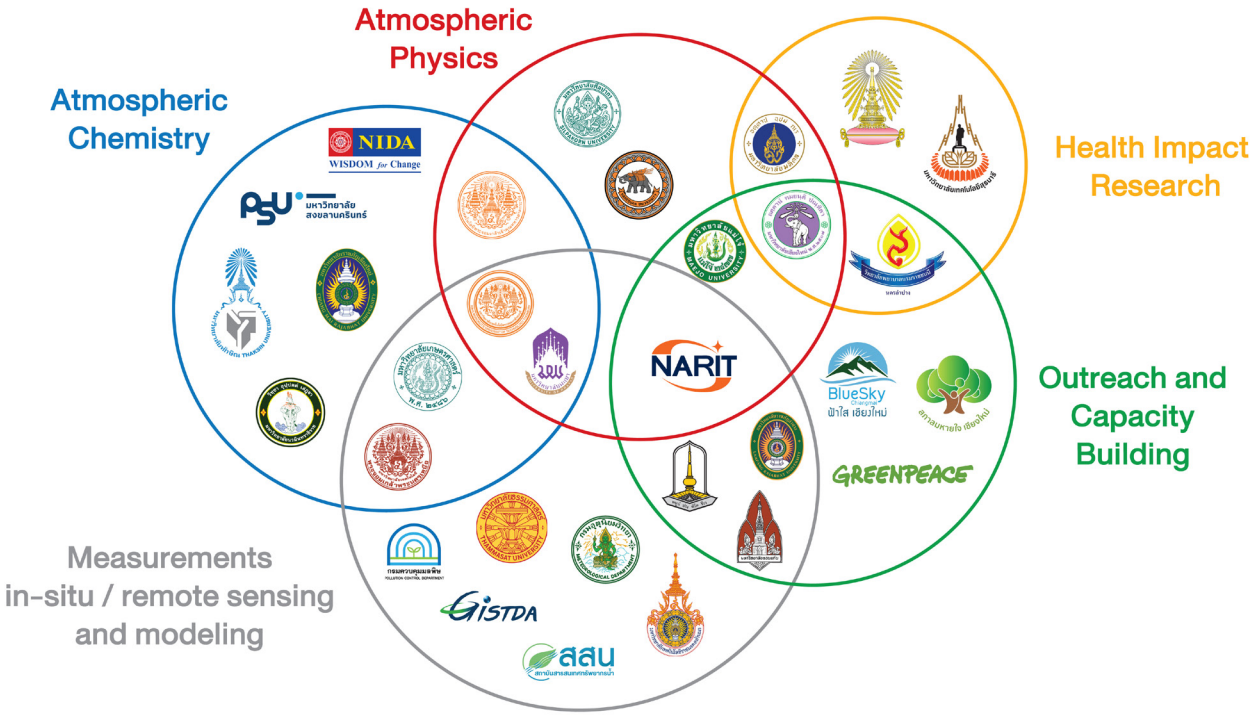
สดร. มุ่งใช้กำลังคนและศักยภาพการเผยแพร่ความรู้ทางดาราศาสตร์ในการสร้างความตระหนักถึงมิติของงานดาราศาสตร์ที่กว้างขวางไปกว่าการดูดาว อันรวมไปถึงการวิจัย การพัฒนาเทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นจากการตอบโจทย์ทางดาราศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อสร้างความเห็นพ้องร่วมกันในสังคมในสารที่ว่าการลงทุนสำหรับการวิจัยดาราศาสตร์เป็นการลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีและกำลังคนในประเทศ เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันภาคอุตสาหกรรมของชาติและคุณภาพชีวิตของคนไทย อันจะนำไปสู่ฉันทามติของสังคมในการลงทุนด้านดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์รากฐานของชาติ

สถาบันเพื่อเชื่อมไทยสู่ภูมิรัฐศาสตร์ในศตวรรษปัจจุบัน

งานวิจัยดาราศาสตร์อาศัยความร่วมมือของนักวิจัยทั่วโลกจำนวนมาก มีการทำงานร่วมกันอย่างแน่นแฟ้นของนักดาราศาสตร์จากหลายๆ ประเทศในแต่ละโครงการอยู่เสมอ ซึ่งเป็นธรรมดาวิสัยในวงการดาราศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักดาราศาสตร์ทั่วโลกล้วนมุ่งศึกษาท้องฟ้าเดียวร่วมกัน หรืออาจเป็นเพราะความเข้าใจในธรรมชาติของจักรวาล อาทิ ลักษณะทางกายภาพของวัตถุท้องฟ้า มักไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อความลับทางการค้าหรือความมั่นคงของชาติทำให้นักดาราศาสตร์มีความร่วมมือระหว่างกันแม้ในหมู่ประเทศที่ความสัมพันธ์ทางการเมืองและการทูตไม่ราบรื่นนัก เช่น ความร่วมมือของนักดาราศาสตร์จีนและไต้หวันในโครงการถ่ายภาพหลุมดำ (2019) ความร่วมมือของนักดาราศาสตร์เยอรมนีและรัสเซียในการสร้างกล้องโทรทรรศน์อวกาศเอกซ์เรย์ Spektr-RG (2019) เป็นต้น ในแง่นี้ ความร่วมมือทางดาราศาสตร์เป็นช่องทางพิเศษที่ช่วยสร้างความเข้าใจระหว่างกันในหมู่ประชาชนระดับทวิภาคีหรือพหุภาคีในภาวะที่ช่องทางอื่นตีบตัน

สดร. ได้ยึดถือการสร้างความร่วมมือทางดาราศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศเป็นพันธกิจหลักของสถาบัน โดยขณะนี้มีความร่วมมืออย่างเป็นทางการ (นิยามโดยจำนวนบันทึกความเข้าใจ: MoU) กับหน่วยงานในประเทศจำนวน 34 MoU และสถาบันในต่างประเทศจำนวน 30 MoU จาก 17 ประเทศ ความสำคัญของความร่วมมือระหว่างประเทศปรากฏชัดขึ้นเมื่อไทยเข้าร่วมโครงการวิจัยพหุภาคีระดับโลก อาทิ Cherenkov Telescope Array หรือ Jiangmen Underground Neutrino Observatory ดังกล่าวข้างต้น โครงการพหุภาคีหนึ่งที่ควรกล่าวถึง คือ ศูนย์ฝึกอบรมดาราศาสตร์นานาชาติภายใต้ยูเนสโก หรือ International Training Centre in Astronomy under the auspices of UNESCO (ITCA) ซึ่งเป็นศูนย์ฝึกอบรมดาราศาสตร์ภายใต้ยูเนสโกแห่งแรกในโลก โดยมี สดร. เป็นเจ้าภาพผลักดันและสนับสนุนการก่อตั้ง นอกจากนี้ สดร. ยังสนับสนุนการเผยแพร่ความรู้ดาราศาสตร์ไปสู่ประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภายใต้ SEA-ROAD อาทิ การส่งผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยแนะนำให้คำปรึกษาสำหรับสร้างหอดูดาวในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เป็นต้น

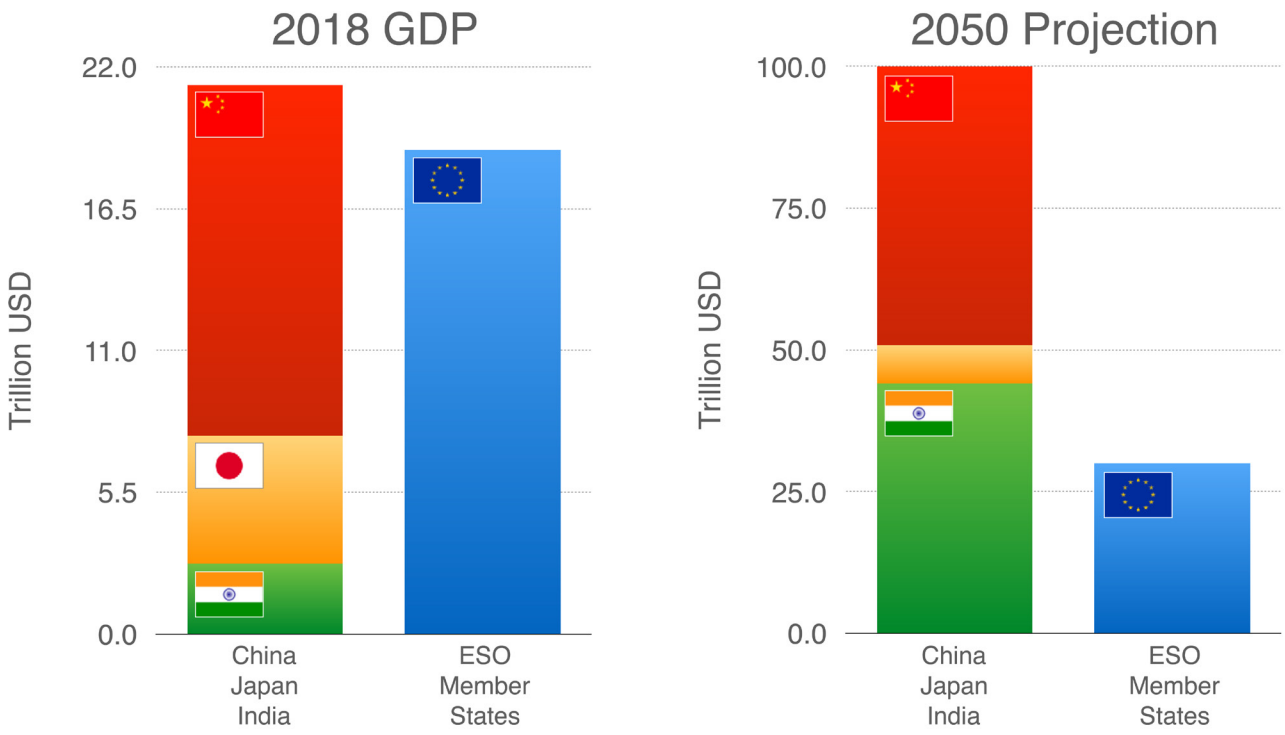
TCAR: Thailand Consortium for Atmospheric Research



ในระยะ 2022 - 2026 การสร้างความร่วมมือทั้งในและต่างประเทศจะเข้ามามีบทบาทพิเศษในกรณีของภาคีความร่วมมือการวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศไทย (TCAR: Thailand Consortium for Atmospheric Research) ที่เป็นภาคีของนักวิจัย 55 คนจาก 5 หน่วยงานภาครัฐและ 23 มหาวิทยาลัย เพื่อวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศและคุณภาพอากาศของไทย ภาคีนี้เป็นการขยายขอบเขต core competency ของ สดร. จากที่ได้มีกลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศ (ARUN: Atmospheric Research Unit of NARIT) ดำเนินการศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์บรรยากาศมาอย่างต่อเนื่อง ครอบคลุมตั้งแต่ผลกระทบจากอนุภาคที่มาจากอวกาศต่อชั้นบรรยากาศ จนถึงการศึกษาการเกิดและการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือของไทย ทำให้พบว่า การทำวิจัยด้านวิทยาศาสตร์บรรยากาศของไทยยังไม่ปรากฏแนวทางการวิจัยที่ชัดเจนรอบด้าน และผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิจัยดังกล่าวกระจายอยู่ในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานต่างๆ ทั่วประเทศ สดร. จึงได้ริเริ่มจัดทำแผนบูรณาการวิจัยด้านคุณภาพอากาศ (air quality research programs) ของประเทศ และจัดตั้งภาคีความร่วมมือวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศแห่งประเทศไทยในปี 2562 เพื่อส่งเสริมการทำวิจัยด้านวิทยาศาสตร์บรรยากาศและคุณภาพอากาศของประเทศให้มีประสิทธิภาพ บูรณาการทรัพยากรทางการวิจัยทั้งที่อยู่ในมหาวิทยาลัย และหน่วยงานต่างๆ ร่วมกัน ผลของงานวิจัยร่วมจากภาคี TCAR จะยังประโยชน์ต่อยอดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้านในคาบสมุทรสุวรรณภูมิที่ประสบปัญหามลภาวะทางอากาศร่วมกับไทย ซึ่งจะเป็นโอกาสหนึ่งที่จะดำเนินการทูตเชิงรุกเพื่อแก้ปัญหาสภาพอากาศของไทยและประเทศเพื่อนบ้านในระยะยาว พร้อมกับการสร้างความร่วมมือกันในหมู่ประเทศอาเซียน

ในทศวรรษ 2050 ไทยจะอยู่ ณ ศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของโลก

การลงทุนด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คือ การสร้างหลักประกันความสามารถในการแข่งขันของชาติ



ห้วงเวลานี้มีความแหลมคมยิ่งของไทยในภูมิรัฐศาสตร์ของโลก กล่าวคือ การแข่งขันของขั้วอำนาจในปัจจุบัน คือ จีน และสหรัฐอเมริกา ในระยะ 30 ปีข้างหน้าการแข่งขันของอินเดียและจีนจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในฐานะประเทศขนาดเศรษฐกิจสองอันดับแรกของโลกในทศวรรษ 2050 การบ่มเพาะความร่วมมือพหุภาคีในหมู่ประเทศเหล่านี้จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อไทยในอนาคต ในการนี้ สดร. เล็งเห็นศักยภาพของการวิจัยดาราศาสตร์ในการเป็นช่องทางสร้างความร่วมมือและแลกเปลี่ยนระหว่างประเทศ และเล็งเห็นข้อจำกัดของประเทศแถบเอเชียที่ยังไม่มีองค์กรระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยดาราศาสตร์ แม้ว่านักดาราศาสตร์จากภูมิภาคเอเชีย ไม่ว่าจะเป็น ญี่ปุ่น จีน อินเดีย เกาหลี หรือไต้หวัน จะมีความร่วมมือทางดาราศาสตร์แน่นแฟ้นมาโดยตลอด ทั้งนี้ส่วนหนึ่งของปัญหาเกิดจากความขัดแย้งทางประวัติศาสตร์หรือทางการเมือง ทำให้การเจรจาความร่วมมือพหุภาคีทางดาราศาสตร์ในเอเชียไม่สามารถเริ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ไทยอยู่ในสถานะพิเศษที่มีความสัมพันธ์อันดีกับทุกประเทศข้างต้นมาช้านานทั้งด้านการทูตและสังคมวัฒนธรรม อีกทั้งไม่มีความโน้มเอียงทางการเมืองเป็นพิเศษกับประเทศใดประเทศหนึ่ง ทำให้นักดาราศาสตร์จาก จีน เกาหลี และอินเดีย สนับสนุนให้ไทยเริ่มเป็นเจ้าภาพในการเชิญประเทศของตนเข้าร่วมเจรจาจัดตั้งองค์การดาราศาสตร์เอเชียอย่างเป็นทางการ ซึ่งได้มีการดำเนินการมาแล้วตั้งแต่ปี 2562 และดำเนินการอยู่อย่างต่อเนื่อง ดังจะได้กล่าวถึงต่อไปในส่วนยุทธศาสตร์การพัฒนาในอนาคต (รายละเอียดเพิ่มเติมในหน้า 34-35)

อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีขั้นสูง อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง ณ อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร สดร.

ยุทธศาสตร์การพัฒนา ตามพันธกิจของสถาบัน

สดร. มียุทธศาสตร์การพัฒนา 5 ด้านเพื่อให้ไทยเป็นประเทศชั้นนำด้านการวิจัยดาราศาสตร์ ระบบนิเวศเทคโนโลยีขั้นสูง สังคมอุดมปัญญา และสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อสร้างและรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันของชาติ ภายใต้ความท้าทายทางภูมิรัฐศาสตร์ที่รายล้อมประเทศไทยในศตวรรษปัจจุบัน ได้แก่ **(1) โครงการศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง (2) โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย (3) โครงการภาคีความร่วมมือการวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศไทย (4) โครงการขยายช่องทางเชื่อมจักรวาลสู่สังคมไทยผ่านหอดูดาวภูมิภาค และ (5) โครงการจัดตั้งองค์กรระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยดาราศาสตร์แห่งเอเชีย**

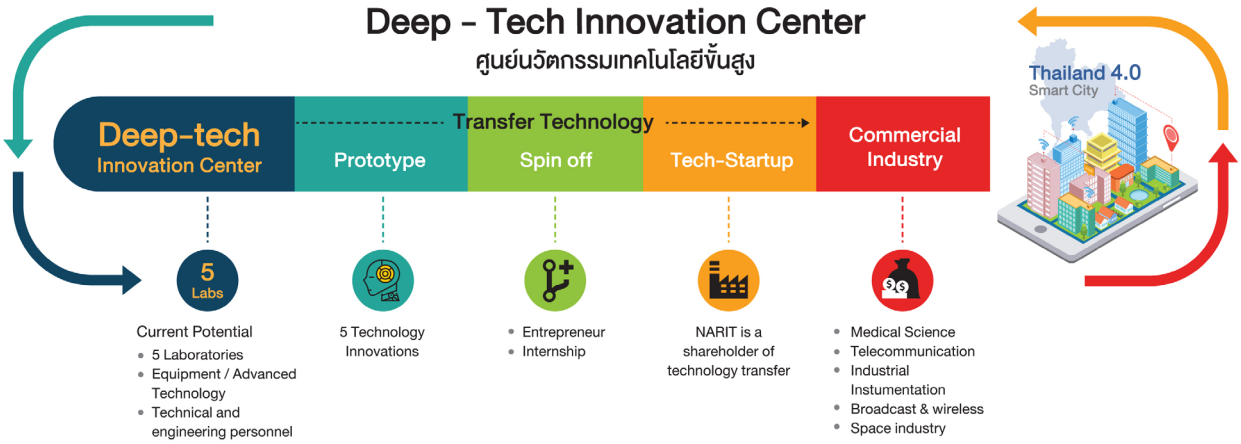
หากใช้ผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของ สดร. ในปีงบประมาณ 2562 เป็นเกณฑ์ฐาน มูลค่าทางเศรษฐกิจจากการดำเนินงานของ สดร. ในปีงบประมาณ 2563 จะมีค่าอย่างน้อย 1,800 ล้านบาท ทั้งนี้ค่าประมาณการนี้ยังไม่รวมถึงมูลค่าที่จะเกิดจากการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์พัฒนาทั้ง 5 ด้านต่อไปนี้ สดร. คาดว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจในปีงบประมาณต่อๆ ไปจึงจะเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณแม้งบประมาณจะเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้น ยุทธศาสตร์พัฒนานี้จึงจะทำให้อัตราส่วนมูลค่าทางเศรษฐกิจต่องบประมาณของ สดร. สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ระบบติดตามดาวเทียมและวัตถุใกล้โลกจากภาคพื้นดิน โครงการศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง

โครงการศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง

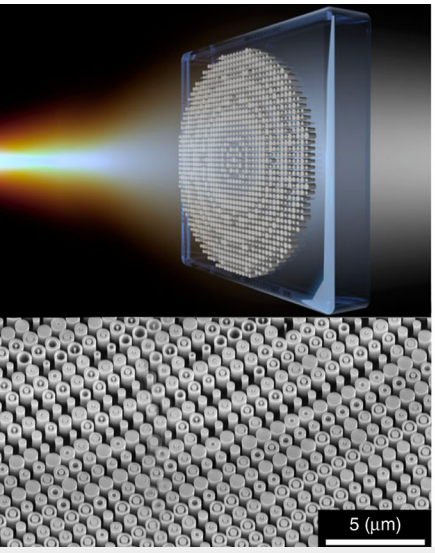
นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง (Deep Tech) คือเทคโนโลยีที่ต้องพัฒนาขึ้นโดยอาศัยการวิจัยอย่างเข้มข้น ใช้เวลา ทุน และกำลังคนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง อันเป็นอุปสรรคของภาคอุตสาหกรรม เพราะระยะเวลากว่าที่การลงทุนจะก่อผลิตภัณฑ์สู่ตลาดและเกิดผลตอบแทนนั้นมักยาวนานเกินกว่าที่เอกชนจะแบกรับความเสี่ยงได้ อย่างไรก็ตาม เป็นที่ประจักษ์เสมอมาว่าการลงทุนวิจัยด้านดาราศาสตร์ก่อให้เกิดผลพลอยได้เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงมาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีกล้องดิจิตัล (เริ่มพัฒนาใช้ในการวิจัยดาราศาสตร์ในยุค 1970) WiFi (พัฒนาขึ้นจากการวิจัยดาราศาสตร์วิทยุในยุค 1980) หรือการใช้เทคโนโลยี Big Data ในการศึกษาจัดการข้อมูลปริมาณมาก (เริ่มใช้แพร่หลายในการจัดการข้อมูลดาราศาสตร์ในยุค 1990) การวิจัยดาราศาสตร์จึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญ พร้อมถ่ายทอดสู่ภาคอุตสาหกรรมในทันทีที่มีความต้องการ ในแง่นี้ การลงทุนวิจัยดาราศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งในการใช้โจทย์ที่ท้าทายที่สุดในการพัฒนากำลังคน เพื่อเป็นหลักประกันของการพัฒนาประเทศในระยะยาว เราอาจมองได้ว่าการลงทุนเพื่อวิจัยดาราศาสตร์นั้นเป็น “Deepest niche of the Deep Tech” ที่อาจไม่ได้รับความสนใจจากภาคอุตสาหกรรมเพราะไม่เห็นผลตอบแทนในระยะสั้น จึงเป็นหน้าที่ของรัฐบาลและสถาบันวิจัยระดับชาติที่จะผลักดันการสร้างหลักประกันของชาติด้วยยุทธศาสตร์นี้

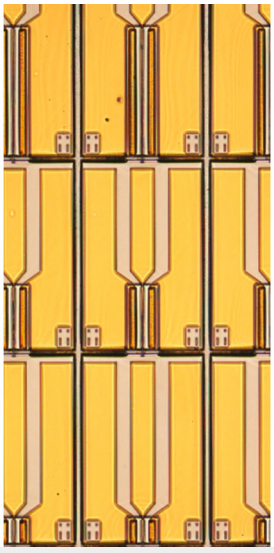
ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูงมุ่งวิจัยและพัฒนา Deep Tech ในสาขาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการวิจัยดาราศาสตร์ โดยห้องปฏิบัติการ 5 สาขาภายใต้ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง คือ เทคโนโลยีทัศนศาสตร์และโฟโตนิกส์ เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุและสัญญาณดิจิทัล เทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์ เทคโนโลยีการขึ้นรูปความละเอียดสูง และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเมื่อทำงานบูรณาการกันจะก่อให้เกิดการพัฒนาอุปกรณ์วิจัยทางดาราศาสตร์ระดับ best-in-class ที่สามารถใช้เจรจาร่วมมือเคียงบ่าเคียงไหล่กับนักดาราศาสตร์จากทั่วโลก เช่น การนำกล้องบันทึกภาพเทคโนโลยีใหม่ ไปติดตั้งบนกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ในยุคหน้า จะเปิดโอกาสให้นักวิจัยไทยสามารถทำงานวิจัยดาราศาสตร์ระดับโลกได้ แม้การลงทุนสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่จะอยู่เหนือความสามารถในการลงทุนของประเทศ

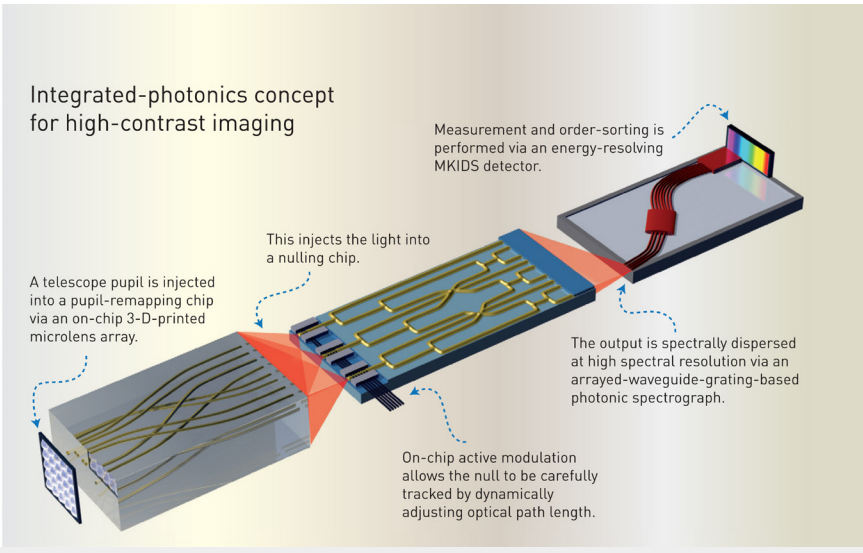


ในระยะ 10-15 ปีข้างหน้า สดร. คาดว่าจะมี Deep Tech ที่จะมีผลกระทบสูงกับเศรษฐกิจของประเทศเกิดขึ้นจากการตอบโจทย์ดาราศาสตร์โดยตรงหลายสาขา ซึ่งจะพัฒนาขึ้นจากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีดาราศาสตร์และถ่ายทอดสู่ภาคอุตสาหกรรมได้ด้วยระบบนิเวศ Deep Tech **(แผนภาพระบบนิเวศ พ.ศ. 2566; ภาพบน)** ตัวอย่าง Deep Tech ผลกระทบสูงที่คาดว่าจะเกิดจากงานวิจัยดาราศาสตร์ เช่น

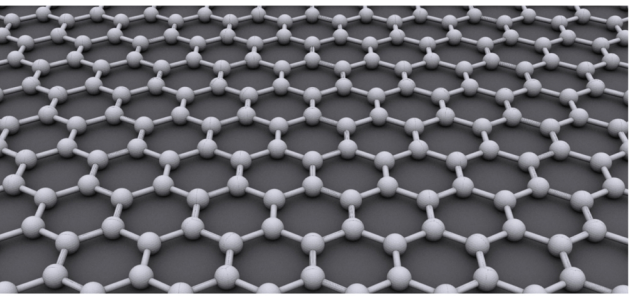
(1) เทคโนโลยีโฟโตนิกส์ขั้นสูง (advanced photonics; ภาพล่าง) เช่น วงจร integrated photonics ที่ใช้โฟตอนในวงจร (แทนอิเลคตรอนใน integrated circuit หรือ IC ในปัจจุบัน) ซึ่งแม้จะยังไม่มีความต้องการเทคโนโลยีนี้แพร่หลายในภาคอุตสาหกรรม แต่มีความต้องการใช้งานสร้างอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังเห็นได้จากจำนวนการอ้างอิงด้าน astrophotonics spectrograph ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่า 500% ในระยะ 15 ปีที่ผ่านมา[5] อีกตัวอย่างหนึ่งคือ เลนส์แบบเรียบที่สร้างขึ้นจากเทคโนโลยี nanolithography (nanolithographic metalenses) ที่เริ่มมีบทบาททางดาราศาสตร์ในการออกแบบทัศนูปกรณ์ที่ไม่เคยสามารถทำได้ด้วยเลนส์แบบดั้งเดิมที่ใช้ในกล้องโทรทรรศน์ ในกรณีตัวอย่างแรก หาก integrated photonics circuit มีการใช้งานแพร่หลายเช่นเดียวกับชิพ IC ความเชี่ยวชาญในประเทศที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาทางดาราศาสตร์ตั้งแต่ห้วงเวลานี้ จะช่วยให้ไทยมีระบบนิเวศด้าน integrated photonics พร้อมเป็นผู้นำระดับโลกทั้งด้านการวิจัยและภาคอุตสาหกรรม

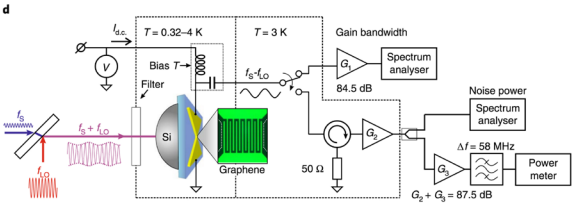


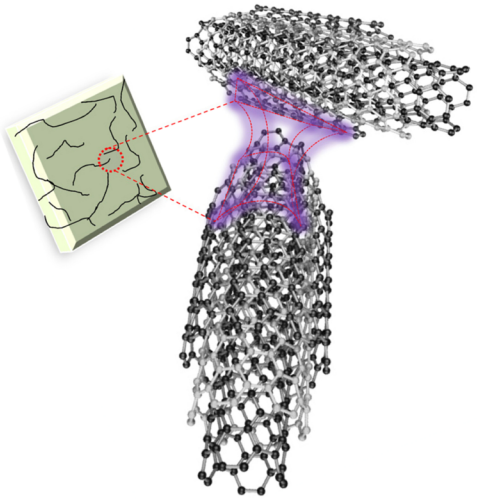


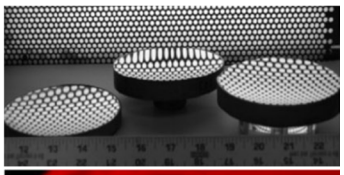


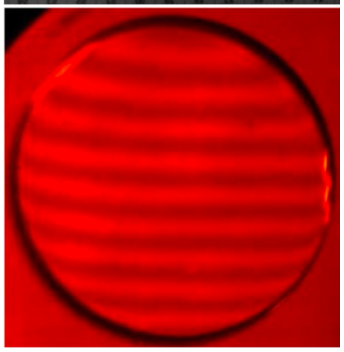
(ซ้าย) เลนส์แบบเรียบชนิดใหม่ที่สร้างด้วยเทคโนโลยี nanolithography[3] **(ขวา)** เทคโนโลยี integrated photonics ขั้นสูงเริ่มมีการใช้งานในการสร้างสเปกโตรกราฟทางดาราศาสตร์ แม้จะยังไม่มีความต้องการแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรม[4]











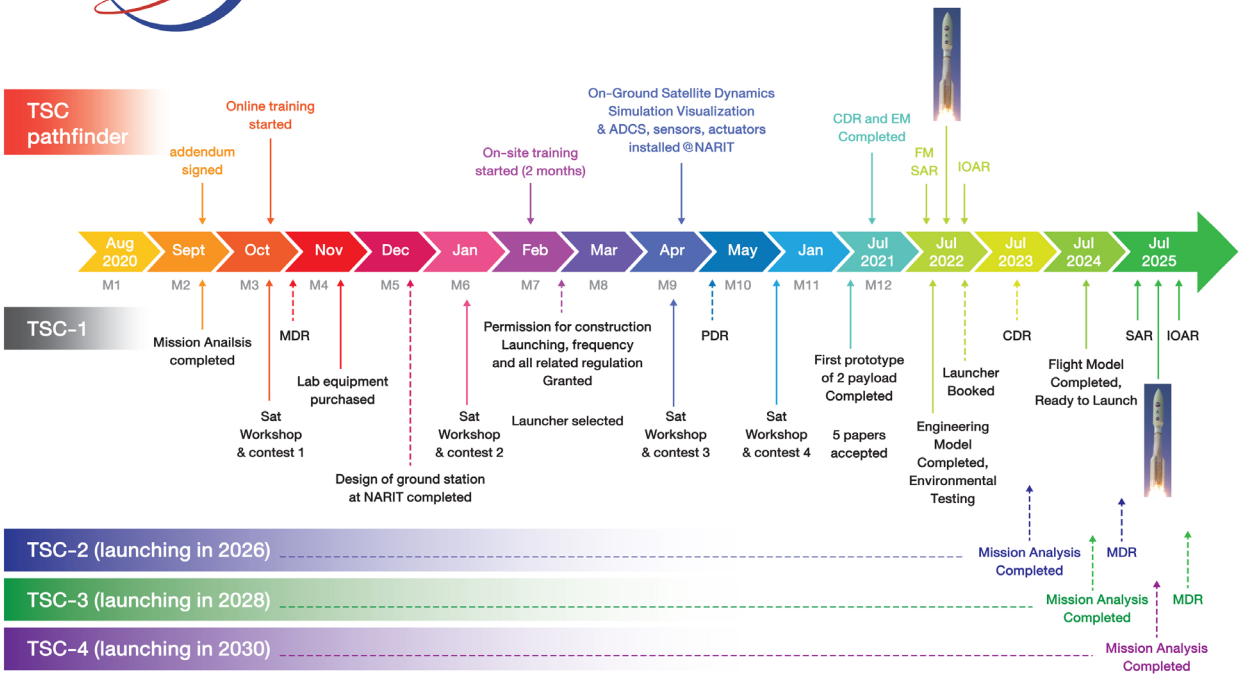
(ซ้าย) ตัวรับสัญญาณเทราเฮิรตซ์ที่สร้างจากกราฟีน จะมีบทบาทสูงยิ่งในอนาคตในการถ่ายภาพทางการแพทย์ในอนาคต[6, 7, 8, 9]
(ขวา) กระจกรับแสงจาก carbon nanotube ที่สามารถปรับรูปได้อาจเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาด 100 เมตร[10, 11]

(2) เทคโนโลยีวัสดุศาสตร์ขั้นสูง (advanced materials) เช่น การใช้กราฟีนสร้างตัวรับสัญญาณเทราเฮิรตซ์ (THz หรือช่วงคลื่นไมโครเวฟ; ภาพบนซ้าย) ซึ่งมีศักยภาพในการสร้างกล้องเทราเฮิรตซ์ที่มีขนาดใหญ่ที่มีความละเอียดสูง สำหรับศึกษาดาวและกาแล็กซีขณะก่อตัวที่มักห่อหุ้มโดยฝุ่นหนาทึบทำให้แสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นไม่สามารถส่องทะลุออกมาได้ เทคโนโลยีเดียวกันนี้จะมีบทบาทสูงยิ่งในอนาคตในการถ่ายภาพทางการแพทย์ โดยเฉพาะการถ่ายภาพเซลล์มะเร็งที่มีการไหลเวียนของเลือดสูงกว่าเซลล์รอบข้าง ทำให้มีลักษณะเฉพาะที่จำแนกได้ในช่วงคลื่นไมโครเวฟ และอีกตัวอย่างหนึ่ง คือ การสร้างกระจกรับแสงจาก carbon nanotube (ภาพบนขวา) ที่มีศักยภาพ self-sensing และ self-actuating รวมทั้งมีน้ำหนักเบา จึงได้รับความสนใจเป็นพิเศษในฐานะเทคโนโลยีที่จะเป็นตัวแปรสำคัญในการสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาด 100 เมตร ที่ยังไม่สามารถสร้างขึ้นได้ด้วยเทคโนโลยีและงบประมาณในปัจจุบัน อนึ่ง นักดาราศาสตร์คาดว่ากล้องโทรทรรศน์ที่สามารถใช้ศึกษาสัญญาณชีวโมเลกุลจากดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะจะต้องมีขนาดอย่างน้อย 70 เมตร

(3) เทคโนโลยี AI และควอนตัมคอมพิวเตอร์ การวิจัยดาราศาสตร์ก่อให้เกิดข้อมูลปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจท้องฟ้าแบบดิจิตัล ที่ผลักดันให้เกิดการพัฒนาด้าน data science อย่างมากตั้งแต่ทศวรรษ 1980 จึงมีการพัฒนากำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญพร้อมป้อนสู่ภาคอุตสาหกรรม เมื่อความต้องการเกิดขึ้นอย่างแทบจะฉับพลัน ในทศวรรษ 2000 กล้องโทรทรรศน์ในยุคหน้าจะผลิตข้อมูลปริมาณมากยิ่งขึ้นไปอีก เช่น กล้อง Square Kilometer Array ที่จะสร้างแล้วเสร็จในปลายทศวรรษ 2020 จะมีปริมาณข้อมูลมากกว่าข้อมูลที่ส่งผ่านอินเตอร์เน็ตทั้งโลกในปัจจุบัน ข้อมูลเหล่านี้มีปริมาณมากกว่าข้อมูลจากอุตสาหกรรม Big Data ใดๆ จึงเป็นเสมือนห้องปฏิบัติการ Big Data ขั้นสูงที่จะเป็นฐานในการพัฒนาการจัดการข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง AI ที่จะมีบทบาทสำคัญยิ่งในระยะ 10-20 ปีข้างหน้า อีกทั้งเป็นแหล่งข้อมูลปริมาณมากที่มีความสัมพันธ์ทางฟิสิกส์ในหลายมิติที่สามารถใช้ศึกษาวิจัย quantum algorithm ต่างๆ เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ยุคของควอนตัมคอมพิวเตอร์

ประโยชน์โดยตรงต่อภาคอุตสาหกรรมของศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง คือ การพัฒนากำลังคนควบคู่กับการถ่ายทอดเทคโนโลยี (technology transfer) พัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบ (prototype) สู่ผลิตภัณฑ์ที่มีความพร้อมทางการตลาด (market-mature product) และร่วมบ่มเพาะธุรกิจ startup ในฐานะผู้ผลิตเทคโนโลยีเพื่อสร้างระบบนิเวศ Deep Tech ในประเทศที่จะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างหลักประกันความสามารถในการแข่งขันของชาติในระยะยาว

TSC Milestones 2563 - 2573

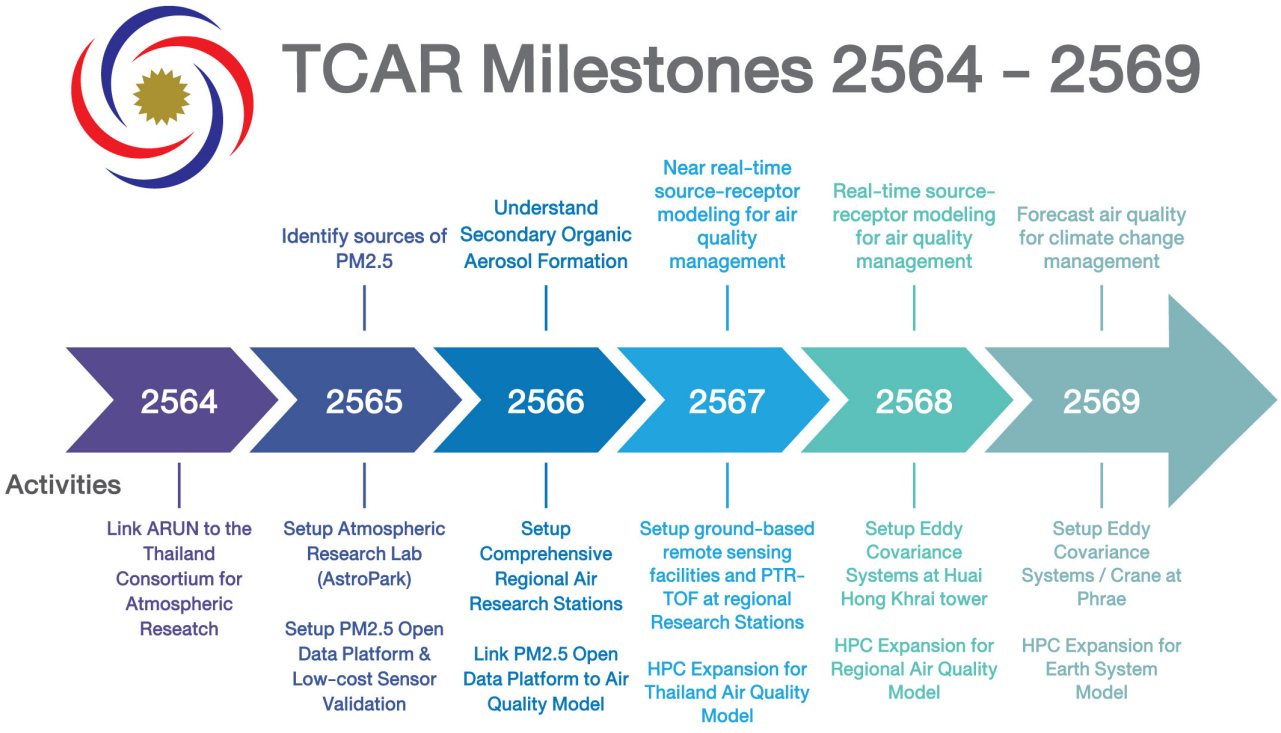


โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย

ระยะเวลา 10 ปีข้างหน้าจะเป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อที่ไทยจะใช้การพัฒนาดาวเทียมเป็นพาหนะในการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดทางด้านการพัฒนาระบบนิเวศเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมอวกาศของชาติ เริ่มจากดาวเทียม TSC Pathfinder (“TSC-0” ที่จะส่งขึ้นสู่อวกาศในปี 2022) เพื่อเตรียมความพร้อมของภาคีในการสร้างดาวเทียมด้วยเทคโนโลยีและกำลังคนในประเทศเป็นหลัก ตามมาด้วย TSC-1 ที่จะพร้อมส่งขึ้นสู่อวกาศในปี 2025 โดยมีอุปกรณ์หลักเป็น hyperspectral imager สำหรับบันทึกทั้งภาพและสเปกตรัมในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นและอินฟราเรดคลื่นสั้นของผิวโลกไปพร้อมๆ กัน

แผนแม่บทระยะยาวของภาคีความร่วมมืออวกาศไทย คือ พัฒนาเทคโนโลยีอวกาศที่มีความซับซ้อนล้ำหน้าขึ้นเรื่อยๆ ได้แก่ TSC-2 (2026) ที่จะสามารถบันทึกภาพผิวโลกได้ด้วยความละเอียดสูง TSC-3 (2028) ที่เริ่มใช้การทำงานประสานร่วมกันของดาวเทียมจำนวนหลายดวง และ TSC-4 (2030) ที่จะเริ่มศึกษาออกไปนอกวงโคจรโลกมุ่งสู่ดวงจันทร์ เพื่อการวิจัยดาราศาสตร์ ความสามารถในประเทศจากภาคี อันจะช่วยให้ไทยสามารถเข้าร่วมโครงการอวกาศขนาดใหญ่ระดับ best-in-class ในลักษณะเคียงบ่าเคียงไหล่ด้วยแนวทางเดียวกันกับที่ใช้ในการเข้าร่วมโครงการวิจัยดาราศาสตร์มาแล้ว (เช่น กรณีศึกษาของ CTA ในหน้า 19-20)

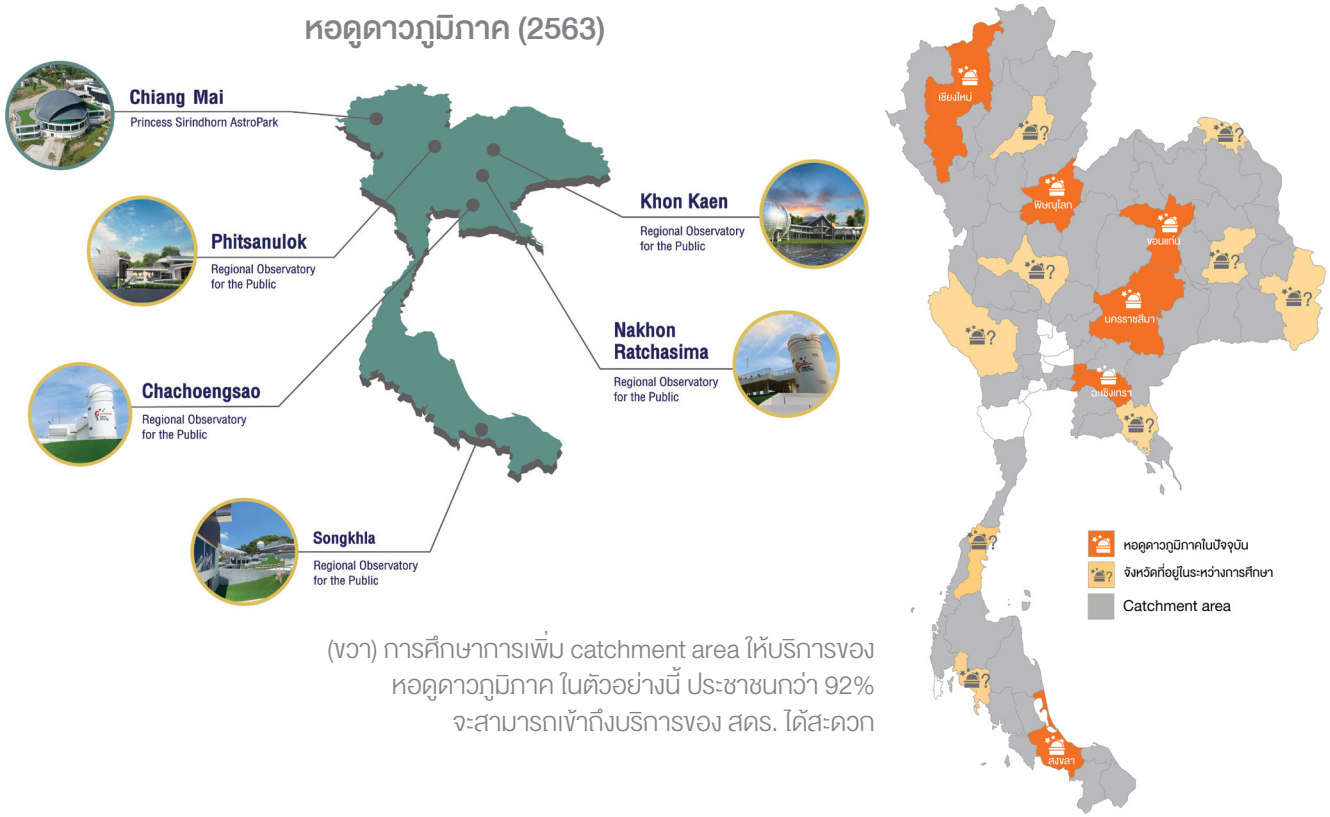
ทั้งนี้ กำลังคนเชี่ยวชาญสูงที่พัฒนาขึ้นโดยใช้การสร้างดาวเทียมเป็นหลักชัย จะเป็นทรัพยากรอันมีค่าที่สุดของชาติในภาคอุตสาหกรรมอวกาศ การลงทุนของภาครัฐในการพัฒนาดาวเทียมและเทคโนโลยีอวกาศจึงจะเป็นหลักประกันศักยภาพในการแข่งขันของชาติระยะกลางและระยะยาว ภายใต้ยุทธศาสตร์การพัฒนาเดียวกับศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีขั้นสูงข้างต้น



โครงการภาคีความร่วมมือการวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศไทย

ภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (climate change) เป็นภาวะคุกคามต่อการธำรงอยู่ (existential threat) ของไทย ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และของมนุษยชาติ สำหรับประเทศไทย ใน 80 ปีข้างหน้า ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น 50-100 เซนติเมตร เพราะการขยายตัวของน้ำทะเลจากภาวะโลกร้อน (global warming อันเป็นปรากฏการณ์หนึ่งของ climate change) กอปรกับการทรุดตัวของเมือง จะทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ของกรุงเทพมหานครอยู่ใต้ระดับน้ำทะเล ทั้งนี้ ในปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปว่าระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้นเพียงใด เพราะยังต้องอาศัยการศึกษาวิจัยบรรยากาศร่วมกับวิทยาศาสตร์โลกสาขาต่างๆ ความเข้าใจอย่างถ่องแท้นี้จะมีความสำคัญยิ่งในการเตรียมการตั้งรับปรับตัวของไทยให้เข้ากับวิถีใหม่ของธรรมชาติเพื่อความอยู่รอด

ในระยะ 10 ปีข้างหน้า แม้ภาวะคุกคามต่อการธำรงอยู่ของไทยจะยังไม่ปรากฏชัด แต่ภาวะคุกคามต่อสวัสดิภาพสาธารณะอันเป็นที่ประจักษ์ คือ หมอกควัน PM2.5 ที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี สาเหตุของหมอกควัน PM2.5 ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ว่าหมอกควันในบริเวณหนึ่งๆ เกิดจากแหล่งใดเป็นสัดส่วนมากน้อยเพียงใด มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลามากน้อยเพียงใด แหล่งกำเนิดต่างๆ มีสารก่อมะเร็งและสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมากน้อยเพียงใด ความเข้าใจผลของปัจจัยต่างๆ ต้องอาศัยการสร้างแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (ระบบเดียวกับที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยดาราศาสตร์) และนำมาเปรียบเทียบกับการตรวจวัดอย่างฉับพลัน (real time) ในระยะสั้น แบบจำลองที่ทำนาย PM2.5 ได้เที่ยงตรงจะสามารถเตือนภัยแก่ผู้มีปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพ เช่น ผู้สูงอายุ เด็ก ผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ ได้อย่างทันท่วงที และแบบจำลองที่เที่ยงตรงจะสามารถบอกสัดส่วนของแหล่งที่มาของหมอกควันในแต่ละภูมิภาคได้อย่างถี่ถ้วน อันจะเป็นข้อมูลตั้งต้นที่สำคัญในการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อแก้ไขปัญหาหมอกควันในระยะยาว ภายใต้การสนับสนุนของภาครัฐในขณะนี้ ภาคีความร่วมมือการวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศไทยมุ่งสร้างแบบจำลองฉับพลันที่เที่ยงตรงภายในปี 2568 และสามารถทำนายปริมาณ PM2.5 ได้ภายในปี 2569



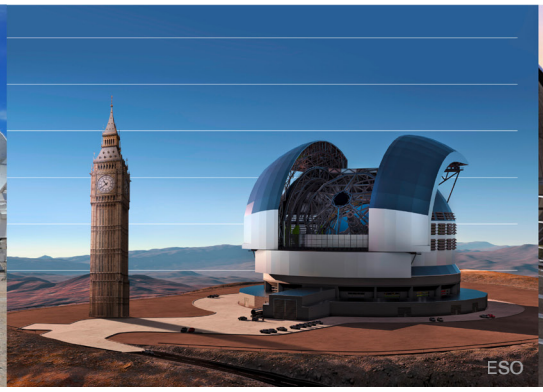
(ขวา) การศึกษาการเพิ่ม catchment area ให้บริการของหอดูดาวภูมิภาค ในตัวอย่างนี้ ประชาชนกว่า 92% จะสามารถเข้าถึงบริการของ สดร. ได้สะดวก

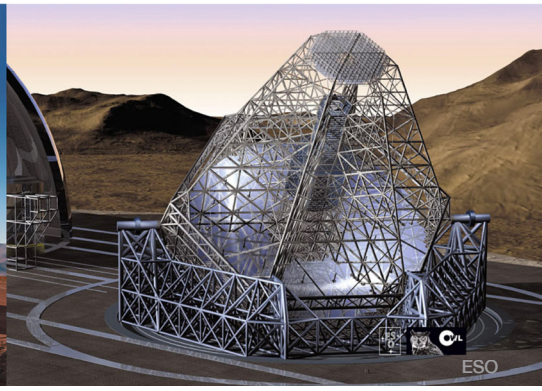
การขยายช่องทางเชื่อมจักรวาลสู่สังคมไทยผ่านหอดูดาวภูมิภาค

ดังที่เป็นที่ประจักษ์ว่าหอดูดาวภูมิภาคของ สดร. ได้รับการตอบสนองจากสังคมอย่างดียิ่ง และเป็นช่องทางสำคัญในการใช้ดาราศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสร้างแรงบันดาลใจ ความตระหนักและความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ของสังคม สดร. อยู่ในระหว่างการพัฒนาแผนการสร้างหอดูดาวภูมิภาคระยะต่อไป เพื่อขยายช่องทางเชื่อมจักรวาลสู่สังคมไทยอย่างทั่วถึง แผนขยายโครงข่ายหอดูดาวภูมิภาค มีความมุ่งหมายหลักเพื่อบริการประชาชนอย่างทั่วถึง โดยการเลือกสถานที่ตั้งหอดูดาวให้อยู่ใกล้ศูนย์กลางการกระจายของประชากรของภูมิภาคต่างๆ ซึ่งจะทำให้มีพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้ามาใช้บริการได้อย่างสะดวก (catchment area) มากที่สุดในการลงทุนสร้างหอดูดาวภูมิภาคแห่งหนึ่งๆ

ภาพด้านบนขวา เป็นตัวอย่างหนึ่งจากการศึกษาแนวทางการเพิ่ม catchment area โดยสร้างหอดูดาวภูมิภาคเพิ่มอีก 9 แห่งในระยะ 10-15 ปีข้างหน้า ซึ่งหากดำเนินการตามแผนการศึกษานี้ catchment area จะครอบคลุมประชากรอย่างน้อย 92% ของประเทศที่จะสามารถเข้าถึงการบริการของ สดร. ได้สะดวก (จาก 58% ในปัจจุบัน) จากสถิติการใช้บริการในปีงบประมาณ 2563 สดร. คาดว่าเมื่อแล้วเสร็จทั้งสามระยะจะสามารถให้บริการประชาชนได้อย่างน้อย 1.2 ล้านคนต่อปี การประมาณการณ์นี้เป็นตัวเลขขั้นต่ำ เพราะจำนวนประชากรที่เข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานจะขยายเพิ่มทวีคูณเมื่อสร้างหอดูดาวในหลายภูมิภาคมากขึ้น

นอกจากการให้บริการประชาชน หอดูดาวภูมิภาคเหล่านี้จะเป็นที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเพื่อศึกษาวิจัยของภาคีความร่วมมือการวิจัยวิทยาศาสตร์บรรยากาศไทย ข้อมูลจากการตรวจวัดในโครงข่ายสถานีที่กระจายอยู่ทั่วประเทศจะช่วยให้ภาคีฯ สามารถสร้างแบบจำลองความเที่ยงตรงสูงได้สำหรับทุกภูมิภาค เพื่อช่วยกำหนดนโยบายสาธารณะที่แก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศได้สอดคล้องกับวิถีชีวิตในภูมิภาคและเอื้อประโยชน์ต่อสวัสดิภาพสาธารณะอย่างสูงสุด





Now
Proven technologies.
Ongoing projects.
Ongoing discoveries.

2030's
Proven technologies.
Ongoing projects.
Emerging science.

2040's
Emerging technologies.
Emerging projects.
Our children's science.

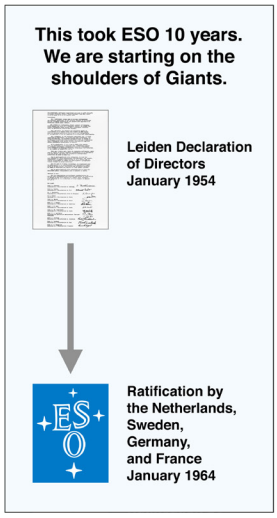
โครงการจัดตั้งองค์กรระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยดาราศาสตร์แห่งเอเชีย

ในปี 2562 นักดาราศาสตร์จากจีน เกาหลี และอินเดีย นำโดย หอดูดาวแห่งชาติจีน (National Astronomical Observatory of China) สถาบันดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์อวกาศเกาหลี (Korea Astronomy and Space Science Institute) และสถาบันดาราศาสตร์ฟิสิกส์แห่งอินเดีย (Indian Institute of Astrophysics) ตามลำดับ ได้เห็นพ้องต้องกันที่จะให้ไทยเริ่มเป็นเจ้าภาพในการเจรจาจัดตั้งองค์กรระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยดาราศาสตร์แห่งเอเชีย (Asian Treaty Organization for Astronomy หรือ ATOA) ซึ่งได้แบบอย่างมาจาก European Southern Observatory (ESO) ของยุโรปที่ตั้งขึ้นเมื่อปี 1964 และขณะนี้เป็นตัวจักรสำคัญในการสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ที่สุดในโลกที่จะแล้วเสร็จในปี 2026 ซึ่งจะมีขนาด 39 เมตร และทำให้กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปพัฒนาการวิจัยดาราศาสตร์ล้ำหน้าสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นใดในโลกในเวลา 6 ทศวรรษของการดำเนินงาน* ประชาคมนักดาราศาสตร์เอเชียมีความปรารถนาที่จะจัดตั้งองค์กรความร่วมมือลักษณะเดียวกันนี้มาตั้งแต่ทศวรรษ 1990 อย่างไรก็ตาม การผลักดันการเจรจาระดับภาครัฐได้ประสบปัญหาด้านภูมิรัฐศาสตร์เสมอมา นักดาราศาสตร์จากสามชาติเล็งเห็นว่า ไทยอยู่ในสถานะพิเศษที่จะสามารถเริ่มการเจรจาพหุภาคีระหว่างประเทศเหล่านี้ได้เพราะความได้เปรียบทางภูมิรัฐศาสตร์และพื้นหลังทางสังคมวัฒนธรรม นำมาซึ่งความเห็นพ้องดังกล่าว

ควรเป็นที่สังเกตว่าในยุค ค.ศ. 2050-2060 จีนและอินเดียจะเป็นสองประเทศที่มีขนาดเศรษฐกิจใหญ่ที่สุดในโลก สหรัฐอเมริกาจะตามมาในอันดับสาม และอินโดนีเซียจะอยู่ในอันดับสี่ ทำให้ไทยอยู่ ณ ศูนย์กลางของกิจกรรมทางเศรษฐกิจของโลกในห้วงเวลาดังกล่าว[12] การที่ไทยเสนอตัวเป็นผู้นำในการสร้างความร่วมมือพหุภาคีระหว่างประเทศเหล่านี้ จึงจะเข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้นในฐานะยุทธศาสตร์การทูตเชิงรุกที่ตั้งอยู่บนฐานความได้เปรียบทางภูมิรัฐศาสตร์ของไทย การใช้ดาราศาสตร์เป็นจุดเริ่มต้นนั้นมีความได้เปรียบเป็นพิเศษ เพราะองค์ความรู้ทางดาราศาสตร์มักไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อกิจการทหาร ความมั่นคง หรือความลับทางการค้า อีกทั้งมีภาพลักษณ์ของการศึกษาท้องฟ้าและจักรวาลที่มนุษย์ทุกชาติพันธุ์เป็นเจ้าของร่วมกัน

***หมายเหตุ:** กล้องโทรทรรศน์ที่ประชาคมนักดาราศาสตร์สหรัฐกำลังพัฒนาขึ้นมีขนาด 30 และ 24 เมตร ทำให้มีกำลังรับแสงเพียงครึ่งหนึ่ง ของกล้อง 39 เมตร

Milestones toward establishing the ATOA



1 **Consensus within each region and core institutions**
Goal: Achieve a consensus on ATOA. Converge on the mandates, identify national industrial partners. Thailand sends out invitations for ministerial dialogues.

2 **Ministerial discussions; joint political declaration**
Goal: Agreement to appoint a board of governmental representatives comprising of ministerial and scientific representatives to negotiate the establishment of ATOA.

3 **Negotiation of statutes to establish ATOA**
Goal: Organizational structure, membership, governance, business model, cost-sharing scheme; draft statutes.

4 **Treaty to establish ATOA**
Goal: Sign

5 **Ratification in each member state**
Goal: ATOA with international legal personality

การจัดตั้งองค์การวิจัยดาราศาสตร์แห่งเอเชียจะช่วยยกระดับ core competency ของ สดร. และไทยสู่ระดับโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การที่ไทยจะสามารถเป็นฐานการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีทางดาราศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักดาราศาสตร์ วิศวกร นักศึกษาจากทั่วทั้งเอเชีย เข้ามาทำวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในไทย ภายใต้ความคุ้มครองและเอกสิทธิตาม พรบ. เอกสิทธิ์และความคุ้มกันสำหรับองค์การระหว่างประเทศและการประชุมระหว่างประเทศในประเทศไทย พ.ศ. 2561 ประเทศสมาชิกจะได้ประโยชน์จากการยกเว้นภาษี ทำให้สามารถดำเนินโครงการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและสามารถจ้างกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญระดับโลกได้ด้วยค่าตอบแทนที่สูง ใช้งบประมาณในการวิจัยได้อย่างคุ้มค่ายิ่งขึ้น นอกจากนี้ การรวมกลุ่มของประเทศแถบเอเชีย จะช่วยให้ประเทศสมาชิกสามารถร่วมกันเจรจากับประเทศมหาอำนาจทางดาราศาสตร์ได้อย่างเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและมีอำนาจต่อรองที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้ส่งหนังสือเชิญหารืออย่างเป็นทางการไปยังรัฐมนตรีว่าการกระทรวง Ministry of Science and Technology ของจีน Department of Science & Technology ประเทศอินเดีย และ Ministry of Science and ICT ของเกาหลีใต้ ผ่านสถานเอกอัครราชทูตไทยประจำแต่ละประเทศในช่วงต้นปี 2020 เพื่อสานต่อฉันทามติของเหล่านักดาราศาสตร์ยกระดับไปสู่ปฏิญญาทางการเมืองร่วมกัน

การใช้ข้อได้เปรียบทางภูมิรัฐศาสตร์ของไทยเป็นฐานในการพัฒนาความร่วมมือทางดาราศาสตร์ในเอเชียต้องอาศัยการสนับสนุนจากทั้งกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และ กระทรวงการต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง หากดำเนินการได้สำเร็จในประชาคมดาราศาสตร์ เกิดเป็นความร่วมมือพหุภาคีที่ไทยมีบทบาทนำในฐานะผู้เชื่อมประสานระหว่างขั้วอำนาจ ก็จะเป็นยุทธศาสตร์ที่สามารถนำไปปรับใช้กับสาขาและกิจการอื่นๆ เพื่อสร้างและรักษาความสามารถในการแข่งขันของไทยในห้วงเวลาตราบถึง ค.ศ. 2060

Astronomy as a challenge towards human capacity building and technology development

อ้างอิง

[1] Nuntiyakul et al. 2014, The Astrophysical Journal, Volume 795, Issue 1, article id. 11 (doi.org/10.1088/0004-637X/795/1/11)

[2] Yun, Ho, and Lo 1994, Nature, Volume 372, Issue 6506, pp. 530-532 (doi.org/10.1038/372530a0)

[3] Shrestha et al. 2018, Light: Science & Applications, 7:85 (doi.org/10.1038/s41377-018-0078-x)

[4] Norris and Bland-Hawthorn 2019, Optics and Photonics News, Vol. 30, Issue 5, pp. 26-33 (doi.org/10.1364/OPN.30.5.000026)

[5] Gatkine, Veilleux, and Dagenais 2019, Applied Sciences, 9, 290 (doi.org/10.3390/app9020290)

[6] Cai et al. 2014, Nature Nanotechnology, Volume 9, Issue 10, pp. 814-819 (doi.org/10.1038/nnano.2014.182)

[7] Lara-Avila et al. 2019, Nature Astronomy, Volume 3, p. 983-988 (doi.org/10.1038/s41550-019-0843-7)

[8] Obraztsov et al. 2019, ACS Photonics, 6, 7, 1780–1788 (doi.org/10.1021/acsphotonics.9b00536)

[9] Mittendorff et al. 2013, Applied Physics Letters, 103, 021113 (doi.org/10.1063/1.4813621)

[10] Doshi and Thostenson 2015, Multifunctionality of Polymer Composites, ISBN: 978-0-323-26434-1

[11] Chen and Rabin 2015, Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems 1(1), 014005 (doi.org/10.1117/1.JATIS.1.1.014005)

[12] PricewaterhouseCoopers LLP, 2017, “The World in 2050: How will the global economic order change?”

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

260 หมู่ 4 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180

260 Moo 4, Donkaew, Maerim, Chiang Mai, 50180 Thailand

โทรศัพท์ : 0-5312-1268-9 โทรสาร : 0-5312-1250

www.NARIT.or.th

ปรับปรุงล่าสุด: ธันวาคม 2563