รายงานการวิจัย

โครงการความร่วมมือวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงกับเซิร์น และการใช้ประโยชน์จากเครื่องเร่งอนุภาค

High Energy Particle Research Collaboration with CERN and Utilization of Particle Accelerator

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ (หัวหน้าโครงการ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี

อาจารย์ ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินอุดหนุนทั่วไปจากรัฐบาล ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๑ และการสนับสนุนด้านการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับ The European Organization for Particle Physics (CERN) สมาพันธรัฐสวิส จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) จากสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา (UniNet) และจากสำนักบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นอกจากนี้ ยังได้รับการสนับสนุนในส่วนของค่าสมาชิกรายปีบางส่วนสำหรับ The Compact Muon Solenoid Experiment (CMS) จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดีทั้งจากภาควิชาฟิสิกส์ จากคณะวิทยาศาสตร์ และจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จนสามารถดำเนินการวิจัยลุล่วงด้วยความสำเร็จ

บทคัดย่อ

โครงการความร่วมมือวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงกับเซิร์นและการใช้ประโยชน์จากเครื่องเร่งอนุภาค เป็นโครงการเพื่อดำเนินการวิจัยร่วมกับ The Compact Muon Solenoid Collaboration (CMS), CERN (The European Organization for Particle Physics) ในฐานะที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นสมาชิกของ CMS โดยเน้นงานวิจัยด้านฟิสิกส์ที่นอกเหนือจากแบบจำลองมาตรฐาน (Beyond Standard Model) เช่น สสารมืด สมมาตรยวดยิ่ง ตลอดจนฟิสิกส์เกี่ยวกับอนุภาคฮิกส์โบซอน นอกจากความร่วมมือกับ CERN แล้ว โครงการนี้ยังได้ขยายความร่วมมือไปยังการทดลอง JUNO (Jiangmen Underground Neutrino Observatory) สาธารณรัฐประชาชนจีน และครอบคลุมถึงการใช้ประโยชน์จากเครื่องเร่งอนุภาค เช่น เครื่องเร่งอนุภาคโปรตอนในการบำบัดรักษาโรคมะเร็ง นอกจากงานวิจัยพื้นฐานแล้ว โครงการนี้ยังเป็นส่วนหนึ่งเครือข่ายคอมพิวเตอร์กริดที่เซิร์นในการรองรับการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ให้กับเซิร์นและนักวิจัยภายในประเทศอีกด้วย

Abstract

The High Energy Particle Physics Research Collaboration with CERN and Utilization of Particle Accelerator is a collaborative project with The Compact Muon Solenoid Collaboration (CMS) at CERN (The European Organization for Particle Physics). Chulalongkorn University is a full member of the CMS and has focused on the study of physics beyond the Standard Model e.g. dark matter, supersymmetry as well as Higgs physics. This project is also extended to the JUNO Experiment (Jiangmen Underground Neutrino Observatory) in China and the utilization of particle accelerator in medical application such as proton therapy. In addition to this frontier research, this project is also part of the computing grid at CERN serving scientific computations for CERN and researchers in Thailand.

บทนำ

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีความสนพระทัยด้านวิทยาศาสตร์มาก พระองค์เสด็จพระราชดำเนินเยือนองค์กรแห่งยุโรปเพื่อการวิจัยนิวเคลียร์ หรือ เซิร์น (CERN: European Organization for Nuclear Research) ณ ประเทศสมาพันธรัฐสวิสถึง 5 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2546 ครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2552 ครั้งที่ 4 เมื่อวันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2553 และครั้งที่ 5 เมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 พระองค์ทรงมีพระราชดำริและทรงเล็งเห็นว่า หากนักวิทยาศาสตร์ไทยได้มีโอกาสทำงานวิจัยร่วมกับ CERN ซึ่งเป็นองค์กรวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงชั้นนำระดับโลกก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ในการเสด็จพระราชดำเนินเยือน CERN เป็นครั้งที่ 3 นั้น ได้มีการลงนามใน *“Expression of Interest in The Participation of Physicists from Universities and Research Institutes from Thailand in the CMS Experiment at the CERN LHC Accelerator”* ระหว่างสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และ CERN โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักฟิสิกส์จากประเทศไทยเข้าร่วมทำการทดลองด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงกับกลุ่มการทดลอง The Compact Muon Solenoid หรือ CMS เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งในงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคของไทย และเปิดโอกาสให้นักศึกษาและครูอย่างละ 2 คนจากประเทศไทยเข้าร่วมโครงการ CERN Summer Student Program และ High School Physics Teacher at CERN Program ซึ่งจัดในช่วงภาคฤดูร้อนของทุกปี เพื่อพัฒนาความรู้และเสริมสร้างประสบการณ์ด้านฟิสิกส์อนุภาคร่วมกับนักศึกษาและครูจากทั่วโลก โดยพระองค์ท่านทรงคัดเลือกตัวแทนประเทศไทยด้วยพระองค์เองในขั้นตอนสุดท้าย

เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2555 ได้มีพิธีลงนามบันทึกข้อตกลงระหว่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ CMS ภายใต้โครงการความร่วมมือไทยกับเซิร์น ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ณ วังสระปทุม โดยพระองค์ท่านเสด็จประทับเป็นองค์ประธานในพิธี ทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศแรกในภูมิภาคอาเซียนที่มีความร่วมมือกับ CERN โดยตรง

การศึกษาฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงเป็นงานวิจัยระดับรากฐานของวิชาฟิสิกส์ เพื่อมุ่งหาคำตอบของคำถามพื้นฐานที่ว่า สสารประกอบขึ้นจากอะไร มีองค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานหรืออนุภาคมูลฐานอะไรบ้าง และอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐานเหล่านั้นมีสมบัติเช่นใด แม้ในปัจจุบันเราจะทราบว่า สสารประกอบขึ้นจากอะตอม อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสและอิเล็กตรอน ภายในนิวเคลียสเอง ก็ยังประกอบขึ้นจากโปรตอนและนิวตรอน ซึ่งทั้งโปรตอนและนิวตรอนนี้ต่างก็มีควาร์กเป็นองค์ประกอบ ปัจจุบันเราจึงถือว่าควาร์กและอิเล็กตรอนเป็นส่วนหนึ่งในอนุภาคมูลฐาน แต่กระนั้นก็ตาม ยังมีปัญหาอีกมากที่นักฟิสิกส์ยังคงพยายามหาคำตอบ เช่น ที่มาของมวลของอนุภาคมูลฐาน ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐานกับอนุภาคฮิกส์ที่นักฟิสิกส์เฝ้าค้นหากันมาเป็นเวลานานเกือบ 50 ปี และเพิ่งประกาศการค้นพบที่ CERN เมื่อกลางปี พ.ศ. 2555 ปัญหาเกี่ยวกับอสมมาตรของอนุภาคและปฏิยานุภาค ปัญหาเกี่ยวกับสสารมืด เป็นต้น เป็นที่คาดหวัง

กันว่า การทดลองที่ CERN จะช่วยไขความลับเกี่ยวกับกำเนิดของเอกภพและนำไปสู่คำตอบของปัญหาดังกล่าวข้างต้น

แม้งานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงจะเป็นงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ แต่การแสวงหาคำตอบของปัญหาในฟิสิกส์อนุภาคกลับก่อให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่มีความสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวัน ความต้องการในการเพิ่มพลังงานให้กับอนุภาคให้กำเนิดเครื่องเร่งอนุภาค ซึ่งเป็นตัวผลักดันเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีสุญญากาศ เทคโนโลยีตัวนำยวดยิ่ง เป็นต้น ความต้องการในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการทดลองระหว่างนักฟิสิกส์อนุภาคที่อยู่คนละทวีป ก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในโลกยุคปัจจุบันคือ world wide web ซึ่งถือกำเนิดขึ้นที่ CERN การพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กริด จากความต้องการในการรวบรวมและแบ่งปันการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์จากทั่วโลกในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลผลการทดลองจำนวนมหาศาลที่เกิดขึ้นที่ CERN หรือแม้แต่การค้นพบปฏิยานุภาค เช่น โพซิตรอน ก็ก่อให้เกิดความก้าวหน้าในการตรวจวินิจฉัยโรคทางด้านการแพทย์ เช่น PET/CT Scan (Positron Emission Tomography/Computed Tomography) เป็นต้น การเข้าไปมีส่วนร่วมในงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคกับ CERN ซึ่งเป็นองค์กรชั้นนำระดับโลก ย่อมเป็นการเปิดโอกาสให้ทรัพยากรบุคคลและภาคอุตสาหกรรมของประเทศได้เสริมสร้างประสบการณ์ เรียนรู้ เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากรในประเทศ เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมไทยในเวทีโลก เป็นการเพิ่มรายได้ประชาชาติของประเทศ และก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญในงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูง ทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงการทดลอง มีความร่วมมือในงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงกับ CERN โดยร่วมกับกลุ่มวิจัย CMS ตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 เป็นต้นมา มีความโดดเด่นในงานวิจัยด้าน Superstring theory, Supergravity, Supersymmetry (SUSY) และ Large Extra Dimensions of space (LED) มีนักวิจัยด้านทฤษฎี 5 คน และนักวิจัยด้านการทดลอง 5 คน

งานวิจัยเชิงทฤษฎีเน้นการศึกษาฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงและจักรวาลวิทยา เป็นการศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานของสสาร และอันตรกิริยาพื้นฐานในธรรมชาติ โดยอาศัยทฤษฎีทางฟิสิกส์และคณิตศาสตร์มาศึกษาระบบฟิสิกส์ในระดับพลังงานสูง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำความเข้าใจ ธรรมชาติในระดับจุลภาค ซึ่งอาจนำไปสู่การทำความเข้าใจกำเนิดและวิวัฒนาการของเอกภพ

งานวิจัยเชิงการทดลองเน้นการศึกษาฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงที่เกิดจากการชนกันของอนุภาคพลังงานสูงในระดับเทระอิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งเป็นระดับพลังงานที่คาดกันว่าทฤษฎีแบบจำลองมาตรฐาน (Standard Model) อาจใช้งานไม่ได้ และปรากฏการณ์ฟิสิกส์ใหม่ ๆ อาจอุบัติขึ้น โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองจากเครื่องตรวจวัดอนุภาค ซึ่งอาจนำไปสู่การค้นพบอนุภาคใหม่ ๆ เช่น สสารมืด อนุภาคสมมาตรยวดยิ่ง เป็นต้น

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณด้านครุภัณฑ์ในโครงการคอมพิวเตอร์กริดเพื่อการคำนวณขั้นสูงค่าสมาชิกแรกเข้าและค่าสมาชิกรายปีสำหรับการทดลอง CMS จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถดำเนินการจัดตั้งเป็น CMS Tier-2 Data Center ขึ้นในประเทศไทยในปี พ.ศ.

2555 และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและคณะวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ในการดำเนินงานเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดขั้นต่ำของการเป็นสมาชิก CMS CERN เช่น ค่าสมาชิกรายปีสำหรับนักวิจัย ค่าส่วนแบ่งเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องตรวจวัดอนุภาค ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพื่อเข้าร่วมประชุมประจำปี ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปร่วมวิจัยและ take shift ที่ CERN และสถาบันวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงต่าง ๆ การจัดหาครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ทดแทนเพื่อรักษาประสิทธิภาพและสถานะของ CMS Tier-2 Data Center ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ Worldwide LHC Computer Grid (WLCG) และการเป็นสมาชิกของ CMS CERN

นอกจากนี้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยยังได้เข้าร่วมกับการทดลอง JUNO (Jiangmen Underground Neutrino Observatory) Chinese Academy of Science ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และบันทึกข้อตกลงความร่วมมือกับ GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI) and Facility for Antiproton and Ion Research GmbH (FAIR) Darmstadt ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ในงานวิจัยด้านการบำบัดรักษาโรคมะเร็งด้วยอนุภาคโปรตอนจากเครื่องเร่งอนุภาค

ล่าสุดเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2561 ได้มีการลงนามความตกลงความร่วมมือ (International Cooperation Agreement: ICA) ระหว่างรัฐบาลไทยกับเซิร์น ณ วังสระปทุม โดยมีสมเด็จพระกนิษฐาธิราช

เจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีทรงประทับเป็นสักขีพยานในพิธีการลงนาม นับเป็นการยกระดับความร่วมมือกับเซิร์นจากระดับหน่วยงานขึ้นเป็นระดับรัฐบาล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อดำเนินความร่วมมือในระยะยาวด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงระหว่างหน่วยงานในประเทศไทยกับ CERN และสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยจากประเทศไทยได้ร่วมงานวิจัยกับนักวิจัยจาก CERN และสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย วิศวกร และช่างเทคนิคจากประเทศไทยได้รับการฝึกอบรม เพิ่มพูนความรู้ ทักษะ พัฒนาศักยภาพในวิชาชีพโดยนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญจาก CERN และสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีสารสนเทศ ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีด้านเครื่องเร่งอนุภาคและเครื่องตรวจวัดอนุภาค เป็นต้น
5. เพื่อผลิตบัณฑิต สนับสนุนและส่งเสริมให้เยาวชนรุ่นใหม่รักและสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้นผ่านการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับ CERN และสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการดำเนินงานเพื่อความร่วมมือวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในระยะยาวกับ CERN ในฐานะสมาชิกของกลุ่มวิจัย CMS นอกเหนือไปจากข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติในฐานะสมาชิกแล้ว เช่น การเดินทางไป CERN เพื่อร่วมทดลอง เก็บข้อมูล การ monitor คุณภาพของข้อมูล การเข้าร่วมประชุมประจำปีของ CMS เป็นต้น ยังจะได้ร่วมงานวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวกับการค้นหาอนุภาคสมมาตรยวดยิ่ง สสารมืด ซึ่งเป็นหนึ่งใน

เป้าหมายหลักของกลุ่มวิจัย CMS และร่วมศึกษา วางแผนเกี่ยวกับการ upgrade detector เพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของ detector เพื่อรองรับการเดินเครื่องเต็มกำลังของ LHC การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเครื่องเร่งอนุภาคเพื่อการวิจัยและบำบัดรักษามะเร็งในประเทศไทย และการดำเนินการในระยะยาวผ่านความร่วมมือกับสถาบันวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูงต่าง ๆ จากทั่วโลก

วิธีดำเนินการงาน

1. การดำเนินงาน ณ CERN ประเทศสมาพันธรัฐสวิส และสถาบันวิจัยด้านฟิสิกส์พลังงานสูงต่าง ๆ
    1.1. เข้าร่วมทดลองและเก็บข้อมูลโดยการ take shift ตามข้อกำหนดของการเป็นสมาชิก CMS
    1.2. เข้าร่วมประชุมเพื่อปรึกษาหารือเกี่ยวกับแผนการดำเนินงานของ CMS และนำเสนอผลงานในการประชุมประจำปีของ CMS ปีละ 3 ครั้ง และสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    1.3. เข้าร่วมประชุมเพื่อปรึกษาหารือเกี่ยวกับแผนงานวิจัยในอนาคต
2. การดำเนินงานในประเทศ
    2.1. ควบคุม ดูแลระบบคอมพิวเตอร์ CMS Tier-2 ให้ดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามข้อกำหนดของ WLCG
    2.2. วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองจาก CMS เพื่อค้นหาอนุภาคสมมาตรยวดยิ่ง โดยการศึกษา background จาก Monte Carlo simulation เปรียบเทียบกับข้อมูลจริง
    2.3. ให้คำปรึกษาและควบคุมการดำเนินงานวิจัยของนิสิตปริญญาตรี-โท-เอก ให้เป็นไปตามแผนงาน
    2.4. เผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการทั้งในและต่างประเทศ

ผลการดำเนินงาน

1. การควบคุมดูแลระบบ CMS Tier-2 ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

    ภายหลังจากที่ได้มีการนำทรัพยากรคอมพิวเตอร์ที่ NECTEC มาดูแลเองที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแล้วนั้น ในเบื้องต้นได้ติดต่อประสานงานกับ ผศ. ดร.เกริก ภิรมย์โสภา ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อขอคำแนะนำและความช่วยเหลือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความซับซ้อนในการดูแลระบบ CMS Tier-2 และระบบ National e-Science infrastructure consortium โดยปัจจุบันอยู่ในระหว่างการปรับปรุงระบบเพื่อนำขึ้นสู่ระบบ cloud
2. การจัดซื้อครุภัณฑ์เพิ่มเติมสำหรับ CMS Tier-2
    - ได้ดำเนินการจัดซื้อคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวน 1 ระบบ เพื่อใช้ในระบบคอมพิวเตอร์กริดในห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์อนุภาค
3. การดำเนินงานในฐานะสมาชิก CMS และ JUNO
    - ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ทำหน้าที่ Collaboration Board Institution Representative ในการติดต่อประสานงานเกี่ยวกับแผนการดำเนินงานของ CMS
    - ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี ทำหน้าที่ Collaboration Board Institution Representative ในการติดต่อประสานงานเกี่ยวกับแผนการดำเนินงานของ JUNO

และ ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ เป็นผู้ประสานงานกับ มทส. และ สดร. ในภาคีความร่วมมือ ไทย-JUNO

- อ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ เข้าร่วมปฏิบัติงานในทีมบริหารของ CMS กำกับดูแลด้าน Physics Performance and Dataset (PPD) ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2561 - กันยาน พ.ศ. 2563
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี และ อ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ ได้เข้าร่วมประชุม CMS Week ที่ CERN ตามวาระการประชุมประจำปี
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ ได้เข้าร่วมประชุม JUNO Collaboration Meeting ณ The Institute of High Energy Physics (IHEP), Beijing, China ตามวาระการประชุมประจำปี
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี ร่วมปรึกษาหารือและติดตามผลการปฏิบัติงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาและออกแบบระบบขดลวดเพื่อลดผลกระทบของสนามแม่เหล็กโลกที่มีต่อเครื่องตรวจวัด JUNO ของนายธีระภัทร์ พายุพล ณ IHEP, Beijing, China วันที่ 7 - 12 ตุลาคม พ.ศ. 2560
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี พร้อมด้วยท่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์เข้าร่วมประชุม JUNO Financial Committee ณ Aarchen, Germany วันที่ 13 - 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี นายณรงค์เกียรติ รอดภัย และนายนันทนนท์ วิศิษฎ์พงษ์อารีย์ เข้าร่วม take shift PMT testing สำหรับการทดลอง JUNO ณ Pan-Asia Warehouse, Guangzhou, China วันที่ 12 -30 กรกฎาคม พ.ศ. 2561
- ดร.กิตติกุล โกวิทางกูร (นักวิจัยหลังปริญญาเอก) take online computer shift เพื่อ monitor การทำงานของเครือข่ายคอมพิวเตอร์กริดระดับ Tier-2 ของ CMS จาก CMS Center ที่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กำกับดูแลการทำงานของ server ในห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์อนุภาค ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ National e-Science Infrastructure Consortium ประเทศไทย
- บทความวิจัยในฐานะสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการทดลองของ CMS จำนวน 152 บทความ

4. การดำเนินงานวิจัย

- Development of Charm quark Tagger at the CMS Detector ได้ร่วมพัฒนา algorithm ในการระบุเจ็ตที่มาจากชาร์มควาร์ก และได้เพิ่มเข้าไปใน framework มาตรฐานของ CMS เรียบร้อยแล้ว

ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.กิตติกุล โกวิทางกูร
ผู้ร่วมวิจัย: ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี
ผลผลิตที่ได้: algorithm ที่ใช้สำหรับ charm quark tagger และบทความ Identification of heavy-flavour jets with the CMS detector in pp collisions at 13 TeV, JINST 13 (2018) P05011, 19 December 2017

- การศึกษาแนวทางการค้นหา magnetic monopole โดยศึกษาความเป็นไปได้ในการค้นพบ magnetic monopole จากการทดลองของ LHC โดยศึกษาอนุภาคที่เกิดขึ้นหากมีการเกิดอันตรกิริยากับ magnetic monopole วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองของปี 2016 และปี 2017
  ผู้รับผิดชอบหลัก: อ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ
  ผลผลิตที่คาดว่าจะได้: แนวทางการวิเคราะห์ผลการทดลอง และบทความวิจัย
- การศึกษาการออกแบบเครื่องตรวจวัดอนุภาคสำหรับ Future Circular Collider และฟิสิกส์ที่สามารถศึกษาได้จากการศึกษากลุ่มของอนุภาคฮาดรอน 1 กลุ่ม (monojet) และ missing transverse energy ดำเนินการศึกษาโดยใช้ Monte Carlo simulation เพื่อศึกษา sensitivity ของตัวแปรทางฟิสิกส์สำหรับเครื่องเร่งอนุภาคในอนาคต
  ผู้รับผิดชอบหลัก: อ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ
  ผลผลิตที่คาดว่าจะได้: แนวทางในการออกแบบเครื่องเร่งอนุภาคในอนาคต และบทความวิจัย
- การศึกษาและออกแบบระบบขดลวดเพื่อลดผลกระทบของสนามแม่เหล็กโลกที่มีต่อเครื่องตรวจวัด JUNO โดยหารูปแบบของขดลวดที่ให้ผลสอดคล้องกับความต้องการด้านฟิสิกส์ของการทดลอง JUNO และครอบคลุมการใช้งานในช่วงเวลา 20 ปี
  ผู้รับผิดชอบหลัก: ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี
  ผู้ร่วมวิจัย: ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ
  ผลผลิตที่ได้: รูปแบบของระบบขดลวดที่ใช้งานได้จริง

5. การผลิตบัณฑิต

- วิทยานิพนธ์ ป.เอก เรื่อง Study of Radiative and Electroweak B Meson Decays by Analyzing Data from the Belle II Experiment
  นายจิตพันธ์ อินทร์เอียด
  อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ Prof. Shohei Nishida
- วิทยานิพนธ์ ป.โท เรื่อง Calculation of Magnetic Field from Coils to Compensate the Earth Magnetic Field for the Jiangmen Underground Neutrino Observatory
  นายธีระภัทร์ พายุพล (สำเร็จการศึกษาแล้ว)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี

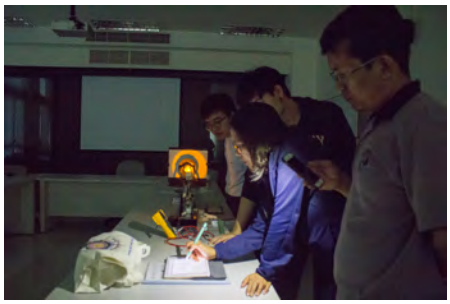
- วิทยานิพนธ์ ป.โท เรื่อง Application of Adversarial Networks in Search for Four Top Quark Production in CMS
  นายวิชญนันท์ วชิรภูษิตานันท์ (สำเร็จการศึกษาแล้ว และศึกษาต่อ ป.เอก)
  อาจารย์ที่ปรึกษา: อ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ และ Prof. Freya Blekman
- โครงงาน ป.ตรี เรื่อง Cosmic-ray Muon Detection by a Spark Chamber
  นายณรงค์เกียรติ รอดภัย (กำลังศึกษาต่อ ป.โท)
  อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี และ ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ
- โครงงาน ป.ตรี เรื่อง The Effect of Ferromagnetic Rod on Magnetic Field
  นายนันทนนท์ วิศิษฎ์พงศ์อารีย์
  อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี และ ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ
- โครงงาน ป.ตรี เรื่อง Simulation of Proton and Photon Depth Dose Distributions Using FLUKA and PHITS
  นางสาววริศรา จารุจินดา (สำเร็จการศึกษาแล้ว และศึกษาต่อ ป.โท)
  อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี และ ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ

6. การบริการวิชาการและการอบรมเผยแพร่ความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาค

- จัดการอบรม Thailand School on High-Energy and Astro-Physics (SHEAP 2018) ณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 23 - 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

- สัมมนาพิเศษเรื่อง Double Beta Decay โดย Prof. Kai Zuber, Inst. f. Kern- und Teilchenphysik Technische Universität, Dresden, Germany ณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

- จัดอบรมครู “Modern Physics in Classroom Workshop” ร่วมกับ Dr. Jose Carlos Caballero, Nikhef (Dutch Institute for Subatomic Physics))ณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 8 - 10 ธันวาคม พ.ศ. 2561



- อ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ เป็นวิทยากรโครงการอบรมฟิสิกส์อนุภาคพื้นฐาน (ภูมิภาค) 2562 ณ ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันที่ 3 - 6 กรกฎาคม 2562

- การเผยแพร่ความรู้ด้านฟิสิกส์อนุภาคผ่านทางเว็บไซต์ของกลุ่มวิจัย http://www.ThaiHEP.phys.sc.chula.ac.th

7. การเสนอผลงานและการเข้าร่วมประชุมวิชาการ

- ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี เข้าร่วมประชุมและเสนอผลงาน "Status Update on Thai-JUNO Collaboration" ในการประชุม The 43rd Congress on Science and Technology of Thailand (STT43) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ.2560

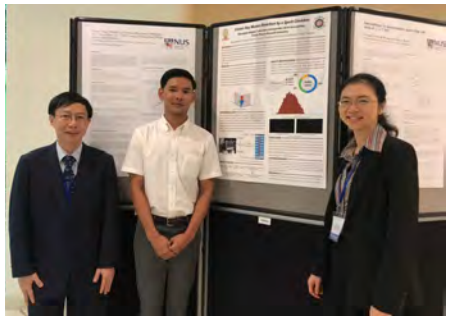
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี และนายธีระภัทร์ พายุพล เข้าร่วมประชุมและเสนอผลงาน "The residual magnetic field from a single-sphere coil and the effect of the EMF secular variation" ในการประชุม 11th JUNO Collaboration Meeting ณ Nanjing University, Nanjing, China วันที่ 21 - 27 มกราคม พ.ศ.2561
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี เข้าร่วมประชุมและเสนอผลงาน "Networking and Computing in Thailand" ในการประชุม The 9th Asian Forum for Accelerators and Detectors (AFAD2018) ณ Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon, Korea วันที่ 28 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561
- อ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ "Physics overview from CMS" ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ "TDII-2018: Second Workshop on Triggering Discoveries in High Energy Physics ณ Puebla, Mexico วันที่ 29 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561
- ร่วมกับ มทส. และ สดร. จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการ The 2nd Workshop on Earth Magnetic Field Shielding for JUNO 2018 ณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 6-9 เมษายน พ.ศ. 2561 โดยมีนักวิจัยจาก Institute of High Energy Physics (IHEP), China และนักวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ เข้าร่วมศึกษาและออกแบบระบบขดลวดเพื่อหักล้างสนามแม่เหล็กโลกสำหรับ JUNO detector ด้วย

- ดร. กิตติกุล โกวิทางกูร ได้รับรางวัลนำเสนอผลงานดีเด่น "Search for the top squark pair production with two-body decays to a charm quark and a neutralino in proton-proton collision at s = $\sqrt{13}$ TeV" ในการประชุม Siam Physics Congress 2018 โรงแรมท็อปแลนด์ จังหวัดพิษณุโลก วันที่ 21-23 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

- นายธีระภัทร์ พายุพล นิสิต ป.โท ได้รับรางวัลนำเสนอผลงานดีเด่น "Shielding the Earth Magnetic Field using Spherical Coils" ในการประชุม Siam Physics Congress 2018 โรงแรมท็อปแลนด์ จังหวัดพิษณุโลก วันที่ 21-23 พฤษภาคม พ.ศ. 2561
- นายณรงค์เกียรติ รอดภัย นิสิต ป.ตรี ได้รับรางวัลเชย "Cosmic-Ray Muon Detection by a Spark Chamber" การแข่งขันประกวดโครงงานค้นคว้าอิสระชิงถ้วยพระราชทานสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ในการประชุม Siam Physics Congress 2018 โรงแรมท็อปแลนด์ จังหวัดพิษณุโลก วันที่ 21-23 พฤษภาคม พ.ศ. 2561
- นางสาววริศรา จารุจินดา นิสิต ป.ตรี ได้รับรางวัลนำเสนอโปสเตอร์ดีเด่น "The Residue Resulting from the Earth's Magnetic Field Cancellation Using Spherical coils" ในการประชุม Siam Physics Congress 2018 โรงแรมท็อปแลนด์ จังหวัดพิษณุโลก วันที่ 21-23 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

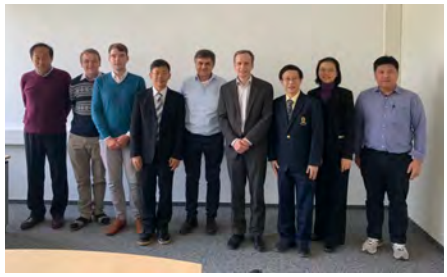
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการ The 20th FLUKA School ณ Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa วันที่ 28 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน พ.ศ.2561
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี เข้าร่วมประชุมและเสนอผลงาน "Earth Magnetic Field Compensation Coils System for JUNO" ในการประชุม Neutrino 2018, the XXVIII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics ณ Max Planck Institute for Nuclear Physics, Heidelberg, Germany วันที่ 3 - 9 มิถุนายน พ.ศ.2561

- นายวิชญนันท์ วชิรภูษิตานันท์ เข้าร่วมประชุมและเสนอผลงาน "Machine Learning system mimicking student's choice in Particle Data Analysis laboratory activity" ในการประชุม The 22nd International Annual Symposium on Computational Science and Engineering (ANSCSE22) ณ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 2 – 3 สิงหาคม พ.ศ.2561
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ได้รับเชิญเป็น ASEAN Organising Committee และ Convener ในการประชุม The 48th ISMD (International Symposium for Multi-particle Dynamics 2018) NTU, Singapore 3 - 7 September 2018
- ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี เสนอผลงาน "Aspect of Earth Magnetic Field Compensation for JUNO" ในการประชุม The 48th ISMD (International Symposium for Multi-particle Dynamics 2018) NTU, Singapore 3 - 7 September 2018
- นายณรงค์เกียรติ รอดภัย นิสิต ป.ตรี ได้รับรางวัล Best Poster Presentation "Cosmic-Ray Muon Detection by a Spark Chamber" ในการประชุม XLVII International Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD) 2018, NTU, Singapore 3-7 September 2018



- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี ร่วมปรึกษาหารือกับ Prof. Shoji Uno, High Energy Accelerator Research Organization (KEK), Japan เกี่ยวกับความร่วมมือวิจัยด้าน B physics ในการทดลอง Belle II และการเป็นเจ้าภาพในการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านฟิสิกส์อนุภาค The 6th Particle Physics School in South-East Asia (PPSSEA 2020) ที่จะจัดขึ้น ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2563 และติดตามความคืบหน้าของนายจิตพันธ์ อินทร์เอียด นิสิต ป.เอก ที่ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมวิจัยในโปรแกรม KEK Student Program 2018 เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ วันที่ 26 - 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการ Phystat-nu Workshop 2019 ณ European Organization for Nuclear Research (CERN), Switzerland วันที่ 22 - 25 มกราคม พ.ศ.2562

- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี ร่วมประชุมปรึกษาหารือความร่วมมือวิจัยด้าน neutrino physics ในหัวข้อ Double Beta Decay กับ Prof. Kai Zuber ณ Technische Universität Dresden, Germany และร่วมประชุมปรึกษาหารือความร่วมมือวิจัยเกี่ยวกับ KATRIN Experiment กับ Prof Guido Drexlin และเตรียมความพร้อมในการรับเสด็จสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในการเสด็จฯ KATRIN Experiment Karlsruher Institut fur Technologie, Germany วันที่ 13 - 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2562



- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ร่วมรับเสด็จและถวายงานสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้ากรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในการเสด็จฯ เยือน European X-ray Free Electron Laser (XFEL) เมือง Hamburg และ Karlsruhe Tritium Neutrino Experiment (KATRIN), the Institute of Nuclear Physics และ Karlsruhe Research Accelerator (KARA) / Far-Infrared Linac and Test Experiment (FLUTE), the Institute of Beam Physics and Technology ณ Karlsruhe Institute of Technology เมือง Karlsruhe, Germany วันที่ 25 - 28 มิถุนายน พ.ศ. 2562
- ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ และ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี ร่วมประชุม ENLIGHT annual meeting เพื่อติดตามความก้าวหน้าและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในงานวิจัยด้าน hadron therapy ณ Centre Francois Baclesse, Caen, France วันที่ 1 - 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงประกอบพิธีติดตั้งเครื่องไซโคลตรอน ศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ณ อาคารศูนย์ความก้าวหน้าทางวิชาการ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ เมื่อวันพฤหัสบดีที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ประเทศไทยจะเป็นประเทศแรกในภูมิภาคอาเซียนที่จะมีการบำบัดรักษาโรคมะเร็งโดยใช้ลำโปรตอนจากเครื่องไซโคลตรอนนี้และเปิดโอกาสให้นักวิจัยจากห้องปฏิบัติการฟิสิกส์อนุภาคได้ศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากเครื่องเร่งอนุภาคในทางการแพทย์อีกทางหนึ่งด้วย

สรุปและข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้และได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจโดยได้เข้าร่วมประชุม CMS Week ที่ CERN และ JUNO Collaboration Meeting รวมทั้ง take shifts ทั้งที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ CERN และที่ JUNO PMT warehouse ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของการเป็นสมาชิก CMS และ JUNO และได้มีส่วนร่วมในงานวิจัยโดยตรงและโดยอ้อม โดยมีบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์กว่า 155 บทความ

ในส่วนของการจัดตั้ง CMS Tier-2 ในประเทศไทยร่วมกับ NECTEC สามารถดำเนินการรับและส่งข้อมูลการทดลองของ CMS ระหว่าง CMS Tier-1 และ Tier-2 ต่าง ๆ ได้ในระดับหนึ่งและมีแผนที่จะนำระบบทั้งหมดมาติดตั้งที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในอนาคต

กิจกรรม	แผนที่ตั้งไว้	ผลที่ได้	หมายเหตุ
การควบคุมดูแลระบบ CMS Tier-2 และ National e-Science	95%	50%	อยู่ในระหว่างการย้ายระบบแม่ข่ายจากเนคเทคมายังห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์อนุภาค ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

			จุฬาฯ
การบริการวิชาการในฐานะสมาชิก CMS และ JUNO	100%	100%	Take shift สำหรับ CMS และ JUNO และการให้บริการ CMS Tier-2
การนำเสนอผลงานในต่างประเทศ	3	6	
การนำเสนอผลงานในประเทศ	3	7	
นิสิต ป.เอก	1 คน	1 คน	
นิสิต ป.โท	2 คน	2 คน	
นิสิต ป.ตรี	2 คน	2 คน	

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักวิจัยจากประเทศไทยได้มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยฟิสิกส์ระดับแนวหน้าในสถาบันวิจัยชั้นนำของโลก อันเป็นการยกระดับการวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐานของประเทศ
2. นิสิตได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และฝึกงานจากนักวิจัยระดับนานาชาติ อันเป็นการเสริมสร้างศักยภาพในด้านต่าง ๆ ของตนเอง
3. สามารถเข้าถึงแหล่งอ้างอิงของวารสารวิชาการจำนวนมากผ่านบริการห้องสมุดของเซิร์น
4. สามารถใช้ซอฟต์แวร์ของเซิร์นในการบริหารจัดการประชุม เช่น การนำมาใช้ในการประชุม SPC 2015 ซึ่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นเจ้าภาพ และเริ่มมีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้นในการประชุมและการประชุมเชิงปฏิบัติการระดับชาติ
5. เกิดเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการที่เข้มแข็งและยั่งยืน

บทความวิจัย

1. Shielding the Earth Magnetic Field using Spherical Coils
   Payupol, T., Suwonjandee, N., Asavapibhop, B.
   Journal of Physics: Conference Series, 1144(1),012092, 2018
2. Cosmic-Ray Muons Detection by a Spark Chamber
   Rodphai, N., Suwonjandee, N., Asavapibhop, B.
   Journal of Physics: Conference Series, 1144(1),012050, 2018
3. Machine Learning system mimicking student's choice in Particle Data Analysis laboratory activity
   Wachirapusitanand, V., Suwonjandee, N., Asavapibhop, B., Srimanobhas, N.
   Journal of Physics: Conference Series, 1144(1),012031, 2018
4. Search for a W ' boson decaying to a tau lepton and a neutrino in proton-proton collisions at root s=13 TeV
   Group Author(s): CMS Collaboration
   PHYSICS LETTERS B Volume: 792 Pages: 107-131
   Published: MAY 10 2019
5. Search for an L-mu - L-tau gauge boson using Z -> 4 mu events in proton-proton collisions at root s=13 TeV
   Group Author(s): CMS Collaboration
   PHYSICS LETTERS B Volume: 792 Pages: 345-368
   Published: MAY 10 2019
6. Measurement and interpretation of differential cross sections for Higgs boson production at root s=13 TeV
   Group Author(s): CMS Collaboration
   PHYSICS LETTERS B Volume: 792 Pages: 369-396
   Published: MAY 10 2019
7. Measurement of the energy density as a function of pseudorapidity in proton-proton collisions at root s=13 TeV
   Group Author(s): CMS Collaboration
   EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 5 Article Number: 391
   Published: MAY 7 2019

8. Measurement of inclusive very forward jet cross sections in proton-lead collisions at p sNN=5:02 TeV

   Group Author(s): CMS collaboration

   JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 5 Article Number: 043

   Published: MAY 7 2019

9. Measurement of the t(t)over-bar production cross section, the top quark mass, and the strong coupling constant using dilepton events in pp collisions at root s=13TeV

   Group Author(s): CMS Collaboration

   EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 5 Article Number: 368

   Published: APR 29 2019

10. Search for vector-like quarks in events with two oppositely charged leptons and jets in proton-proton collisions at root s=13TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 4 Article Number: 364

    Published: APR 26 2019

11. Measurements of the pp WZ inclusive and differential production cross sections and constraints on charged anomalous triple gauge couplings at s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 4 Article Number: 122

    Published: APR 18 2019

12. Search for W Boson Decays to Three Charged Pions

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 15 Article Number: 151802

    Published: APR 18 2019

13. Search for contact interactions and large extra dimensions in the dilepton mass spectra from proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 4 Article Number: 114

    Published: APR 17 2019

14. Search for nonresonant Higgs boson pair production in the b(b)over-barb(b)over-bar final state at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 4 Article Number: 112

    Published: APR 17 2019

15. Jet Shapes of Isolated Photon-Tagged Jets in Pb-Pb and pp Collisions at root S-NN=5.02 TeV

    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 15 Article Number: 152001

    Published: APR 17 2019

16. Measurements of properties of the Higgs boson decaying to a Wboson pair in pp collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICS LETTERS B Volume: 791 Pages: 96-129

    Published: APR 10 2019

17. Observation of prompt J/psi meson elliptic flow in high-multiplicity pPb collisions at root s(NN)=8.16 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICS LETTERS B Volume: 791 Pages: 172-194

    Published: APR 10 2019

18. Measurement of the top quark mass in the all- jets final state at root s=13 TeV and combination with the lepton plus jets channel

    Group Author(s): CMS Collaboration

    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 4 Article Number: 313

    Published: APR 6 2019

19. Observation of Single Top Quark Production in Association with a Z Boson in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 13 Article Number: 132003

    Published: APR 5 2019

20. Search for resonant production of second-generation sleptons with same-sign dimuon events in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 4 Article Number: 305

    Published: APR 4 2019

21. Search for resonant t(t)over-bar production in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 4 Article Number: 031

    Published: APR 3 2019

22. Search for excited leptons in final states in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 4 Article Number: 015
    Published: APR 2 2019
23. Observation of Two Excited B-c(+) States and Measurement of the B-c(+) (2S) Mass in pp Collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 13 Article Number: 132001
    Published: APR 2 2019
24. Combination of Searches for Higgs Boson Pair Production in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 12 Article Number: 121803
    Published: MAR 29 2019
25. Search for dark matter produced in association with a Higgs boson decaying to a pair of bottom quarks in proton-proton collisions at root s=13TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 3 Article Number: 280
    Published: MAR 27 2019
26. Search for heavy neutrinos and third-generation leptoquarks in hadronic states of two leptons and two jets in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 170
    Published: MAR 26 2019
27. Measurement of exclusive Upsilon photoproduction from protons in pPb collisions at root sNN=5.02 Tev
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 3 Article Number: 277
    Published: MAR 26 2019
28. Search for dark matter produced in association with a single top quark or a top quark pair in proton-proton collisions at s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 141
    Published: MAR 25 2019

29. Measurement of associated production of a W boson and a charm quark in proton-proton collisions at root s=13 Tev
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 3 Article Number: 269
    Published: MAR 23 2019
30. Search for a new scalar resonance decaying to a pair of Z bosons in proton-proton collisions at root s = 13 TeV (vol 6, 127, 2018)
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 128
    Published: MAR 22 2019
31. Search for a W boson decaying to a vector-like quark and a top or bottom quark in the all-jets final state
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 127
    Published: MAR 22 2019
32. Search for the pair production of light top squarks in the e(+/-)mu(-/+) final state in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 101
    Published: MAR 18 2019
33. Search for top quark partners with charge 5/3 in the same-sign dilepton and single-lepton final states in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 082
    Published: MAR 14 2019
34. Search for pair production of first-generation scalar leptoquarks at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW D Volume: 99 Issue: 5 Article Number: 052002
    Published: MAR 14 2019
35. Search for supersymmetric partners of electrons and muons in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICS LETTERS B Volume: 790 Pages: 140-166
    Published: MAR 10 2019

36. Measurement of nuclear modification factors of gamma(1S)), gamma(2S), and gamma(3S) mesons in PbPb collisions at root s(NN)=5.02 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICS LETTERS B Volume: 790 Pages: 270-293
    Published: MAR 10 2019
37. Measurement of prompt psi(2S) production cross sections in proton-lead and proton-proton collisions at root s(NN)=5.02 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICS LETTERS B Volume: 790 Pages: 509-532
    Published: MAR 10 2019
38. Search for a heavy resonance decaying to a top quark and a vector-like top quark in the lepton plus jets final state in pp collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 3 Article Number: 208
    Published: MAR 7 2019
39. Inclusive search for supersymmetry in pp collisions at root s=13 TeV using razor variables and boosted object identification in zero and one lepton final states
    Group Author(s): The CMS collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 031
    Published: MAR 6 2019
40. Search for t(t)over-barH production in the H -> b(b)over-bar decay channel with leptonic t(t)over-bar decays in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 026
    Published: MAR 5 2019
41. Search for Narrow H gamma Resonances in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 8 Article Number: 081804
    Published: MAR 1 2019
42. Search for pair production of second-generation leptoquarks at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW D Volume: 99 Issue: 3 Article Number: 032014
    Published: FEB 27 2019

43. Search for new particles decaying to a jet and an emerging jet
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 2 Article Number: 179
    Published: FEB 26 2019
44. Measurements of t(t)over-bar differential cross sections in proton-proton collisions at root s=13 TeV using events containing two leptons
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 2 Article Number: 149
    Published: FEB 22 2019
45. Search for long-lived particles decaying into displaced jets in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW D Volume: 99 Issue: 3 Article Number: 032011
    Published: FEB 21 2019
46. Search for new physics in final states with a single photon and missing transverse momentum in proton-proton collisions at sqrt(s)=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 2 Article Number: 074
    Published: FEB 13 2019
47. Measurement of differential cross sections for Z boson pair production in association with jets at root s=8 and 13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICS LETTERS B Volume: 789 Pages: 19-44
    Published: FEB 10 2019
48. Non-Gaussian elliptic-flow fluctuations in PbPb collisions at root S-NN=5.02 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICS LETTERS B Volume: 789 Pages: 643-665
    Published: FEB 10 2019
49. Study of the underlying event in top quark pair production in pp collisions at 13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 2 Article Number: 123
    Published: FEB 7 2019

50. Fragmentation of J/psi in jets in pp collisions at root s=5.02 TeV Batoul Diab for the CMS collaboration

    Group Author(s): CMS Collaboration

    NUCLEAR PHYSICS A Volume: 982 Pages: 186-188

    Published: FEB 2019

51. Multiparticle correlations and higher order harmonics in pPb collisions at root s(NN)=8.16 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    NUCLEAR PHYSICS A Volume: 982 Pages: 375-378

    Published: FEB 2019

52. Measurement of anisotropic flow in XeXe collisions at 5.44 TeV with the CMS experiment

    Group Author(s): CMS Collaboration

    NUCLEAR PHYSICS A Volume: 982 Pages: 395-398

    Published: FEB 2019

53. Search for the chiral magnetic effect at the LHC with the CMS experiment

    Group Author(s): CMS Collaboration

    NUCLEAR PHYSICS A Volume: 982 Pages: 527-530

    Published: FEB 2019

54. D-0-Meson R-AA in PbPb Collisions at root s(NN)=5.02 TeV and Elliptic Flow in pPb Collisions at root s(NN)=8.16 TeV with CMS

    Group Author(s): CMS Collaboration

    NUCLEAR PHYSICS A Volume: 982 Pages: 647-650

    Published: FEB 2019

55. Beyond nPDFs effects : Prompt J/psi and psi(2S) production in pPb and pp collisions

    Group Author(s): CMS Collaboration

    NUCLEAR PHYSICS A Volume: 982 Pages: 743-746

    Published: FEB 2019

56. Evidence for light-by-light scattering in ultraperipheral PbPb collisions at root S-NN=5.02 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    NUCLEAR PHYSICS A Volume: 982 Pages: 791-794

    Published: FEB 2019

57. Search for single production of vector-like quarks decaying to a top quark and a W boson in proton-proton collisions at TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 2 Article Number: 90

    Published: JAN 30 2019

58. Search for rare decays of Z and Higgs bosons to J/ and a photon in proton-proton collisions at 13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 2 Article Number: 94

    Published: JAN 30 2019

59. Measurement of inclusive and differential Higgs boson production cross sections in the diphoton decay channel in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 1 Article Number: 183

    Published: JAN 24 2019

60. Search for pair-produced three-jet resonances in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW D Volume: 99 Issue: 1 Article Number: 012010

    Published: JAN 22 2019

61. Search for supersymmetry in events with a photon, a lepton, and missing transverse momentum in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 1 Article Number: 154

    Published: JAN 18 2019

62. Search for heavy Majorana neutrinos in same-sign dilepton channels in proton-proton collisions at root s = TeV

    Group Author(s): The CMS collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 1 Article Number: 122

    Published: JAN 15 2019

63. Search for the Higgs Boson Decaying to Two Muons in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 2 Article Number: 021801

    Published: JAN 14 2019

64. Search for Dark Matter Particles Produced in Association with a Top Quark Pair at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 122 Issue: 1 Article Number: 011803

    Published: JAN 10 2019

65. Measurement of differential cross sections for inclusive isolated-photon and photon plus jet production in proton-proton collisions at root s=13TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 79 Issue: 1 Article Number: 20

    Published: JAN 10 2019

66. Search for Higgs boson pair production in the gamma gamma b(b)over-bar final state in pp collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICS LETTERS B Volume: 788 Pages: 7-36

    Published: JAN 10 2019

67. Search for low-mass resonances decaying into bottom quark-antiquark pairs in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW D Volume: 99 Issue: 1 Article Number: 012005

    Published: JAN 9 2019

68. Search for heavy resonances decaying into two Higgs bosons or into a Higgs boson and a W or Z boson in proton-proton collisions at 13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 1 Article Number: 051

    Published: JAN 7 2019

69. Search for production of Higgs boson pairs in the four b quark final state using large-area jets in proton-proton collisions at root s 13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 1 Article Number: 040

    Published: JAN 4 2019

70. Search for pair-produced resonances decaying to quark pairs in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW D Volume: 98 Issue: 11 Article Number: 112014

    Published: DEC 28 2018

71. Angular analysis of the decay B+ -> K+mu(+)mu(-) in proton-proton collisions at root s=8 TeV

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW D Volume: 98 Issue: 11 Article Number: 112011

    Published: DEC 20 2018

72. Event shape variables measured using multijet final states in proton-proton collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): The CMS collaboration

    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 12 Article Number: 117

    Published: DEC 19 2018

73. Observation of Medium-Induced Modifications of Jet Fragmentation in Pb-Pb Collisions at root s(NN)=5.02 TeV Using Isolated Photon-Tagged Jets

    Group Author(s): CMS Collaboration

    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 121 Issue: 24 Article Number: 242301

    Published: DEC 14 2018

74. Search for Leptoquarks Coupled to Third-Generation Quarks in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV

    Group Author(s): CMS Collabration

    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 121 Issue: 24 Article Number: 241802

    Published: DEC 12 2018

75. Measurements of Higgs boson properties in the diphoton decay channel in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 185
    Published: NOV 29 2018
76. Measurement of jet substructure observables in t(t)over-bar events from proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW D Volume: 98 Issue: 9 Article Number: 092014
    Published: NOV 29 2018
77. Evidence for the Associated Production of a Single Top Quark and a Photon in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 121 Issue: 22 Article Number: 221802
    Published: NOV 29 2018
78. Search for heavy resonances decaying into a vector boson and a Higgs boson in final states with charged leptons, neutrinos and b quarks at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 172
    Published: NOV 28 2018
79. Search for resonances in the mass spectrum of muon pairs produced in association with b quark jets in proton-proton collisions at root 8 and 13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 161
    Published: NOV 26 2018
80. Search for supersymmetry in events with a tau lepton pair and missing transverse momentum in proton-proton collisions at root s=13TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 151
    Published: NOV 23 2018

81. Search for the decay of a Higgs boson in the ll gamma channel in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 152
    Published: NOV 23 2018
82. Measurement of differential cross sections for Z boson production in association with jets in proton- proton collisions at v s=13TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Issue: 11 Article Number: 965
    Published: NOV 22 2018
83. Search for a charged Higgs boson decaying to charm and bottom quarks in proton-proton collisions at root s=8TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 115
    Published: NOV 20 2018
84. Measurements of the differential jet cross section as a function of the jet mass in dijet events from proton -proton collisions at=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 113
    Published: NOV 20 2018
85. Search for long-lived particles with displaced vertices in multijet events in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW D Volume: 98 Issue: 9 Article Number: 092011
    Published: NOV 16 2018
86. Studies of B-s2*(5840)(0) and B-s1(5830)(0) mesons including the observation of the B-s2*(5840)(0) -> (BKS0)-K-0 decay in proton- proton collisions at root s=8 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Issue: 11 Article Number: 939
    Published: NOV 15 2018

87. Searches for pair production of charginos and top squarks in final states with two oppositely charged leptons in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 079
    Published: NOV 13 2018
88. Search for black holes and sphalerons in high-multiplicity final states in proton-proton collisions a root s=13 TeVt
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 042
    Published: NOV 7 2018
89. Search for an exotic decay of the Higgs boson to a pair of light pseudoscalars in the final state of two muons and two tau leptons in proton-proton collisions at TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 11 Article Number: 018
    Published: NOV 6 2018
90. Measurement of the top quark mass with lepton plus jets final states using pp collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Issue: 11 Article Number: 891
    Published: NOV 2 2018
91. Search for physics beyond the standard model in high-mass diphoton events from proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW D Volume: 98 Issue: 9 Article Number: 092001
    Published: NOV 2 2018
92. Measurement of the groomed jet mass in PbPb and pp collisions at root s(NN)=5:02 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 10 Article Number: 161
    Published: OCT 25 2018
93. Charged-particle nuclear modification factors in XeXe collisions at root S-NN=5.44 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 10 Article Number: 138
    Published: OCT 22 2018

94. Measurement of the production cross section for single top quarks in association with W bosons in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 10 Article Number: 117
    Published: OCT 18 2018
95. Study of jet quenching with isolated-photon plus jet correlations in PbPb and pp collisions at root s(NN)=5.02 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICS LETTERS B Volume: 785 Pages: 14-39
    Published: OCT 10 2018
96. Search for an exotic decay of the Higgs boson to a pair of light pseudoscalars in the final state with two bquarks and two tau leptons in proton-proton collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICS LETTERS B Volume: 785 Pages: 462-488
    Published: OCT 10 2018
97. Pseudorapidity and transverse momentum dependence of flow harmonics in pPb and PbPb collisions
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW C Volume: 98 Issue: 4 Article Number: 044902
    Published: OCT 5 2018
98. Search for Pair-Produced Resonances Each Decaying into at Least Four Quarks in Proton-Proton Collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 121 Issue: 14 Article Number: 141802
    Published: OCT 5 2018
99. Observation of the Z -> psi l(+)l(-) Decay in pp Collisions at root s=13 TeV
    Group Author(s): CMS Collaboration
    PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 121 Issue: 14 Article Number: 141801
    Published: OCT 4 2018
100. Precision measurement of the structure of the CMS inner tracking system using nuclear interactions
    Group Author(s): CMS Collaboration
    JOURNAL OF INSTRUMENTATION Volume: 13 Article Number: P10034
    Published: OCT 2018

101. Performance of reconstruction and identification of tau leptons decaying to hadrons and nu(tau) in pp collisions at root s=13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF INSTRUMENTATION Volume: 13 Article Number: P10005
Published: OCT 2018

102. Search for new physics in dijet angular distributions using proton-proton collisions at root s=13 TeV and constraints on dark matter and other models
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Issue: 9 Article Number: 789
Published: SEP 28 2018

103. Search for Z gamma resonances using leptonic and hadronic final states in proton-proton collisions at root s=13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 9 Article Number: 148
Published: SEP 26 2018

104. Search for a heavy resonance decaying into a Z boson and a Z or W boson in 2l2q final states at root s=13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 9 Article Number: 101
Published: SEP 18 2018

105. Observation of Higgs Boson Decay to Bottom Quarks
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 121 Issue: 12 Article Number: 121801
Published: SEP 17 2018

106. Search for top squarks decaying via four-body or chargino-mediated modes in single-lepton final states in proton-proton collisions at root s=13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 9 Article Number: 065
Published: SEP 12 2018

107. Search for dark matter produced in association with a Higgs boson decaying to gamma gamma or tau(+)tau(-) at root s=13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 9 Article Number: 046
Published: SEP 10 2018

108. Measurement of the Z/gamma* -> tau tau cross section in pp collisions at root s=13 TeV and validation of tau lepton analysis techniques
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Issue: 9 Article Number: 708
Published: SEP 3 2018

109. Search for third-generation scalar leptoquarks decaying to a top quark and a tau lepton at root s=13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Issue: 9 Article Number: 707
Published: SEP 3 2018

110. Search for additional neutral MSSM Higgs bosons in the tau tau final state in proton-proton collisions at root s=13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 9 Article Number: 007
Published: SEP 3 2018

111. Measurement of the weak mixing angle using the forward-backward asymmetry of Drell-Yan events in pp collisions at 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Issue: 9 Article Number: 701
Published: SEP 1 2018

112. Observation of $t\bar{t}H$ production
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 120 Issue: 23 Article Number: 231801
Published: APR 8 2018

113. Search for a heavy right-handed W boson and a heavy neutrino in events with two same-flavor leptons and two jets at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 5 Article Number: 148
Published: MAR 29 2018

114. Measurement of differential cross sections for the production of top quark pairs and of additional jets in lepton+jets events from pp collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW D Volume: 97 Issue: 11 Article Number: 112003
Published: MAR 23 2018

115. Measurements of differential cross sections of top quark pair production as a function of kinematic event variables in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 6 Article Number: 002
Published: MAR 11 2018

116. Jet properties in PbPb and pp collisions at sqrt(s_{NN}) = 5.02 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 5 Article Number: 006
Published: FEB 28 2018

117. Search for a heavy resonance decaying to a pair of vector bosons in the lepton plus merged jet final state at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 5 Article Number: 088
Published: FEB 26 2018

118. Search for narrow resonances in the b-tagged dijet mass spectrum in proton-proton collisions at sqrt(s) = 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 120 Issue: 20 Article Number: 201801
Published: FEB 17 2018

119. Measurement of the Λb polarization and angular parameters in $\Lambda b \longrightarrow J/\psi \Lambda$ decays from pp collisions at sqrt(s) = 7 and 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW D Volume: 97 Issue: 7 Article Number: 072010
Published: FEB 13 2018

120. Search for heavy neutral leptons in events with three charged leptons in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 120 Issue: 22 Article Number: 221801
Published: FEB 8 2018

121. Search for natural and split supersymmetry in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV in final states with jets and missing transverse momentum
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 5 Article Number: 025
Published: FEB 6 2018

122. Search for single production of vector-like quarks decaying to a b quark and a Higgs boson
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 6 Article Number: 031
Published: FEB 5 2018

123. Search for lepton-flavor violating decays of heavy resonances and quantum black holes to eμ final states in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 4 Article Number: 073
Published: FEB 4 2018

124. Comparing transverse momentum balance of b jet pairs in pp and PbPb collisions at sqrt(s_{NN}) = 5.02 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 181
Published: FEB 2 2018

125. Search for dark matter in events with energetic, hadronically decaying top quarks and missing transverse momentum at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 6 Article Number: 027
Published: JAN 25 2018

126. Combined search for electroweak production of charginos and neutralinos in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 160
Published: JAN 11 2018

127. Search for decays of stopped exotic long-lived particles produced in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 5 Article Number: 127
Published: DEC 31 2017

128. Search for physics beyond the standard model in events with high-momentum Higgs bosons and missing transverse momentum in proton-proton collisions at 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 120 Issue: 24 Article Number: 241801
Published: DEC 22 2017

129. Search for lepton flavour violating decays of the Higgs boson to $\mu\tau$ and $e\tau$ in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 6 Article Number: 001
Published: DEC 20 2017

130. Study of Bose-Einstein correlations in pp, pPb, and PbPb collisions at the LHC
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW C Volume: 97 Issue: 6 Article Number: 064912
Published: DEC 20 2017

131. Identification of heavy-flavour jets with the CMS detector in pp collisions at 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF INSTRUMENTATION Volume: 13 Article Number: P05011
Published: DEC 19 2017

132. Search for the X(5568) state decaying into B0s$\pi\pm$ in proton-proton collisions at sqrt(s) = 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 120 Issue: 20 Article Number: 202005
Published: DEC 17 2017

133. Measurement of the associated production of a single top quark and a Z boson in pp collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 779 Pages: 358
Published: DEC 8 2017

134. Constraints on the double-parton scattering cross section from same-sign W boson pair production in proton-proton collisions at sqrt(s) = 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 2 Article Number: 032
Published: DEC 6 2017

135. Search for new physics in final states with an energetic jet or a hadronically decaying W or Z boson and transverse momentum imbalance at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW D Volume: 97 Issue: 9 Article Number: 092005
Published: DEC 6 2017

136. Search for pair production of excited top quarks in the lepton+jets final state
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 778 Pages: 349
Published: NOV 29 2017

137. Search for new long-lived particles at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 780 Pages: 432
Published: NOV 25 2017

138. Search for gauge-mediated supersymmetry in events with at least one photon and missing transverse momentum in pp collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 780 Pages: 118
Published: NOV 21 2017

139. Search for ZZ resonances in the 2ℓ2ν final state in proton-proton collisions at 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 003
Published: NOV 13 2017

140. Search for excited quarks of light and heavy flavor in γ+jet final states in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 781 Pages: 390
Published: NOV 13 2017

141. Measurement of the inclusive $t\bar{t}$ cross section in pp collisions at sqrt(s) = 5.02 TeV using final states with at least one charged lepton
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 115
Published: NOV 8 2017

142. Measurement of associated Z+charm production in proton-proton collisions at sqrt(s) = 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Article Number: 287
Published: NOV 6 2017

143. Search for top squarks and dark matter particles in opposite-charge dilepton final states at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW D Volume: 97 Issue: 3 Article Number: 032009
Published: NOV 2 2017

144. Search for new physics in events with a leptonically decaying Z boson and a large transverse momentum imbalance in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Article Number: 291
Published: OCT 31 2017

145. Search for standard model production of four top quarks with same-sign and multilepton final states in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Article Number: 140
Published: OCT 30 2017

146. Search for supersymmetry in proton-proton collisions at 13 TeV using identified top quarks
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICAL REVIEW D Volume: 97 Issue: 1 Article Number: 012007
Published: OCT 30 2017

147. Measurement of quarkonium production cross sections in pp collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 780 Pages: 251
Published: OCT 30 2017

148. Pseudorapidity distributions of charged hadrons in proton-lead collisions at sqrt(s_{NN}) = 5.02 and 8.16 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 1 Article Number: 045
Published: OCT 26 2017

149. Measurement of b hadron lifetimes in pp collisions at sqrt(s) = 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Article Number: 457
Published: OCT 24 2017

150. Search for supersymmetry in events with at least three electrons or muons, jets, and missing transverse momentum in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 2 Article Number: 067
Published: OCT 23 2017

151. Measurement of differential cross sections in the $\varphi*$ variable for inclusive Z boson production in pp collisions at sqrt(s) = 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
JOURNAL OF HIGH ENERGY PHYSICS Issue: 3 Article Number: 172
Published: OCT 22 2017

152. Search for a massive resonance decaying to a pair of Higgs bosons in the four b quark final state in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 781 Pages: 244
Published: OCT 16 2017

153. Measurement of angular parameters from the decay $B0 \longrightarrow K*0\mu+\mu-$ in proton-proton collisions at sqrt(s) = 8 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 781 Pages: 517
Published: OCT 8 2017

154. Study of dijet events with a large rapidity gap between the two leading jets in pp collisions at sqrt(s) = 7 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C Volume: 78 Article Number: 242
Published: OCT 2 2017

155. Search for pair production of vector-like quarks in the bWb¯W channel from proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV
Group Author(s): CMS Collaboration
PHYSICS LETTERS B Volume: 779 Pages: 82
Published: OCT 2 2017