**ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)**
**การจัดซื้อครุภัณฑ์การศึกษาเครื่องวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยเทคนิคไมโครสโคป**
**จำนวน 1 เครื่อง**
**คณะเทคโนโลยีนวัตกรรมบูรณาการ**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
**ประจำปีงบประมาณ 2570**

**1. ความเป็นมา**

ด้วยคณะเทคโนโลยีนวัตกรรมบูรณาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในสาขานาโนเทคโนโลยีเพื่อเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาประเทศ รวมทั้งมุ่งเน้นการพัฒนางานวิจัยในระดับแนวหน้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้แก่ประเทศอันจะเป็นการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันด้านเศรษฐกิจกับต่างประเทศในอนาคต โดยในปัจจุบันเนื่องจากผลกระทบจากยุคเสื่อมถอยส่งผลให้ทิศทางของอุตสาหกรรมในโลกได้มีการเปลี่ยนแปลง อุตสาหกรรมบางประเภทได้รับความสนใจมากขึ้น ในขณะที่บางอุตสาหกรรมได้มีการปิดตัวลง ซึ่งส่งผลให้เกิดผลกระทบอย่างมากไม่เพียงในด้านคุณสมบัติของบุคลากรที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ แต่ยังส่งผลต่อแนวทางการพัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกด้วย ด้วยเหตุนี้แนวทางการพัฒนาบุคลากรและการทำวิจัยจึงควรมุ่งเน้นให้สอดคล้องและตอบโจทย์ความต้องการของภาคอุตสาหกรรม โดยมุ่งเน้นให้สอดคล้องกับ 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-curve) และ 5 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-curve) โดยเมื่อพิจารณา 10 อุตสาหกรรมที่ได้รับความสนใจจะพบว่า นาโนเทคโนโลยีซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นในการกำหนดสมบัติของวัสดุผ่านทางการควบคุมอะตอม หรือ โมเลกุลในระดับนาโนเมตร เป็นหนึ่งในศาสตร์ที่สามารถใช้ในการขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาศักยภาพการแข่งขันในอุตสาหกรรมที่กล่าวมาได้อย่างดี ไม่ว่าจะเป็น การพัฒนาตัวตรวจวัดที่มีประสิทธิภาพสูงทางด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ การพัฒนาสายพันธุ์และการควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ในการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาที่ประสิทธิภาพสูงซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ รวมไปจนถึงการพัฒนาการตรวจวัด วินิจฉัย และรักษาโรคต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร รวมทั้ง การพัฒนาอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ และ แผ่นวงจรรวม ซึ่งกำลังเป็นเทคโนโลยีที่ภาครัฐมุ่งเป้า และ ให้การสนับสนุน ดังนั้นการพัฒนาบุคลากรที่มีความชำนาญด้านนาโนเทคโนโลยีเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมจึงเป็นการตอบโจทย์การพัฒนาประเทศทางหนึ่ง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี หมู่ฟังก์ชัน และการกระจายตัวของสารในตัวอย่างระดับจุลภาค ด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปีร่วมกับเทคนิคจุลทรรศน์ (FTIR microscopy และ FTIR chemical imaging) เป็นหัวข้อที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถผสานข้อมูลเชิงคุณภาพ (จำแนกชนิดของสารและหมู่ฟังก์ชันโดยเทียบกับฐานข้อมูลสเปกตรัม) ข้อมูลเชิงปริมาณ (มีสัดส่วนหรือความเข้มข้นมากน้อยเท่าไร) และข้อมูลเชิงพื้นที่ (สารแต่ละชนิดอยู่ที่ตำแหน่งใดและกระจายตัวอย่างไรในชิ้นงาน) เข้าด้วยกัน โดยความแตกต่างของโหมดการวัด (transmission, reflection และ ATR objective) ชนิดของตัวตรวจวัด (single-element MCT, linear array หรือ focal plane array) ขนาดของช่องรับแสงและความละเอียดเชิงพื้นที่ในการตรวจวัด ความละเอียดเชิงเลขคลื่น จำนวนรอบการสแกน ตลอดจนช่วงเลขคลื่นที่ครอบคลุมของระบบออปติกและตัวตรวจวัด จะส่งผลให้สารที่มีองค์ประกอบและโครงสร้างของโมเลกุลต่างชนิดกันแสดงสเปกตรัมการดูดกลืนอินฟราเรดที่จำเพาะเจาะจง ซึ่งเชื่อมโยงกับพฤติกรรมการสั่นของพันธะเคมีและหมู่ฟังก์ชัน ลักษณะเฉพาะของสารประกอบ (chemical fingerprint) การจำแนกชนิดของพอลิเมอร์และ

สารอินทรีย์ที่ไม่ทราบชนิด การกระจายตัวขององค์ประกอบและการแยกเฟสในระดับไมโครเมตร ความหนาและลำดับชั้นของฟิล์มหลายชั้น ตลอดจนการระบุอนุภาคแปลกปลอม สิ่งปนเปื้อน จุดบกพร่อง และระดับการเสื่อมสภาพหรือการเกิดออกซิเดชันของวัสดุ นอกจากนี้ข้อมูลเชิงเคมีและเชิงพื้นที่ที่กล่าวมาเป็นสิ่งที่ใช้กำหนดคุณภาพและความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้งานสารต่างๆ ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมเภสัชกรรมและเวชภัณฑ์ อุตสาหกรรมพอลิเมอร์และบรรจุภัณฑ์ฟิล์มหลายชั้น อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอาง การวิเคราะห์จุดบกพร่องและสิ่งปนเปื้อนในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์และแผงวงจรรวม การตรวจวิเคราะห์ไมโครพลาสติกและมลพิษทางสิ่งแวดล้อม รวมถึงงานด้านชีวการแพทย์และนิติวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้คณะเทคโนโลยีนวัตกรรมบูรณาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงเห็นความจำเป็นในการมีเครื่องวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยเทคนิคไมโครสโคป สำหรับการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการตรวจ-วิเคราะห์การมีอยู่ของหมู่ฟังก์ชันทางเคมี ทั้งเชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ และเชิงพื้นที่ เพื่อเพิ่มประสบการณ์ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี โท และ เอกของคณะฯ ให้มีความรู้ ความเข้าใจ ในการใช้เครื่องมือ พร้อมทั้งยกระดับความสามารถของนักศึกษาและบุคลากรของคณะฯ ให้มีคุณภาพสู่ระดับสากล และ เป็นที่ต้องการของภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับ เซมิคอนดักเตอร์ แผงวงจรรวม พอลิเมอร์ การแพทย์ และ เคมีภัณฑ์ การเกษตร อาหาร และ ยา ที่เป็นกลุ่มวัสดุที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศในปัจจุบัน

**2. วัตถุประสงค์**

2.1 เพื่อให้คณะเทคโนโลยีนวัตกรรมบูรณาการ มีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับรองรับการเรียนการสอน และ การทำวิจัยของคณาจารย์ นักวิจัย และ นักศึกษาทั้งในระดับปริญญาตรี-โท-เอก ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ชนิด และ การมีอยู่ของหมู่ฟังก์ชันทางเคมี ร่วมกับ การกำหนดตำแหน่งหมู่ฟังก์ชันทางเคมีบนตัวอย่างด้วยเทคนิคไมโครสโคป

2.2 เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ และ อุปกรณ์-เครื่องวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยเทคนิคไมโครสโคป โดยมุ่งเน้นให้คณะเทคโนโลยีนวัตกรรมบูรณาการ มีศักยภาพสูงขึ้น รวมทั้งยกระดับมาตรฐานด้านการเรียนการสอน และ งานวิจัยสู่ระดับสากล

**3. คุณสมบัติของผู้เสนอราคา**

3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุ ที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานของทางราชการ และได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคล หรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทิ้งงาน ตามระเบียบของทางราชการ

3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น และ/หรือ ต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้เสนอราคากับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น

3.5 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของสถาบัน ซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e Government Procurement : e-GP) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลางที่เว็บไซต์ศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐ

**4. รูปแบบรายการ หรือ คุณลักษณะเฉพาะ**

คณะเทคโนโลยีนวัตกรรมบูรณาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้กำหนดรายละเอียดครุภัณฑ์การศึกษาเครื่องวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยเทคนิคไมโครสโคป จำนวน 1 เครื่อง ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

**1) คุณลักษณะทั่วไป**

เป็นเครื่องมือที่มีระบบฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรด และฟังก์ชันไมโครสโคปอยู่ในเครื่องเดียวกัน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หมู่ฟังห์ชันทางเคมีในตัวอย่างที่มีขนาดพื้นที่ตรวจวัดเล็กระดับไมครอน โดยมีช่วงการทำงานเท่ากับหรือกว้างกว่า 5,000 – 700 $cm^{-1}$ โดยสามารถวัดได้ทั้งแบบการส่องผ่าน (Transmission) การสะท้อน (Reflection) และ Attenuated total reflectance (ATR) รวมทั้งสามารถแสดงผลข้อมูลร่วมกันของหมู่ฟังก์ชันและตำแหน่งบนตัวอย่าง (mapping) ได้

**2) คุณลักษณะเฉพาะ**

2.1) มีแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดในช่วง Mid-IR และมี Diode laser อยู่ภายในเครื่อง

2.2) มีตัวตรวจวัดรังสีอินฟราเรด 2 ชนิด ติดตั้งภายในเครื่อง ประกอบด้วย

2.2.1) ชนิด Thermo electrically cooled MCT (TE-MCT) detector

2.2.2) ชนิด Focal Plane Array (FPA) detectors

2.2.3) มีระบบกระจกและทางเดินแสงรองรับการวิเคราะห์แบบ Imaging สามารถเลือกใช้งาน detector ทั้ง 2 ชนิดได้อย่างอัตโนมัติจากโปรแกรม โดยไม่ต้องถอดเปลี่ยน

2.3) ใช้แสงอินฟราเรดที่เกิดจากระบบฟูเรียร์ ซึ่งใช้ moving gold mirror เป็นแบบมุม (cube corner) ซึ่งสามารถป้องกันการเบี่ยงเบนของแสงได้ (Permanent Alignment) และมี Beam splitter เป็นชนิด ZnSe ซึ่งเป็นวัสดุที่ทนความชื้น

2.4) การเลื่อนตำแหน่งของ Stage ในแกน X Y และ Z เป็นแบบ Motorized ซึ่งมีความแม่นยำในการเลื่อนตำแหน่งระดับ 1 ไมครอน

2.5) มีฟังก์ชันเปลี่ยนการใช้งานสำหรับการมองภาพตัวอย่าง (Visible mode) และการวิเคราะห์ (IR mode) อย่างอัตโนมัติ

2.6) มีเลนส์กำลังขยาย 8 เท่า ที่ให้ระยะการทำงาน (working distance) ไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร โดยที่ไม่ต้องถอดเลนส์ออก และสามารถเพิ่มกำลังขยายแบบ (Digital zoom) ได้

2.7) สามารถถ่ายรูป และวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งแบบส่องผ่าน (Transmission) การสะท้อน (Reflection) และ ATR โดยที่ไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์หรือปรับแต่งใดๆ

2.8) เมื่อวิเคราะห์แบบ ATR ส่วนปลายทิปทำด้วยผลึกเจอร์เมเนียม (Ge crystal) ขนาด 100 ไมครอน สามารถปรับระดับแรงกดตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับโดยขึ้นอยู่กับความอ่อนแข็งของตัวอย่าง เพื่อช่วยป้องกันความเสียหายของ Ge crystal ได้

2.9) มีกล้องวิดีโอสำหรับถ่ายภาพตัวอย่างที่มีความละเอียด ไม่น้อยกว่า 5 Megapixel และมีระบบ Autofocus ภาพ

2.10) สามารถวิเคราะห์ FT-IR แบบ Mapping และ Imaging ได้

2.11) มีระบบเชื่อมต่อกับชุดประมวลผล และคอมพิวเตอร์ เป็นระบบ Ethernet connection

2.12) ตัวเครื่องมีลักษณะทางเทคนิค (Technical Specifications) ดังนี้

2.12.1) มีค่าความสามารถในการแยกพีก (Resolution) ดีกว่าหรือเท่ากับ 2 $cm^{-1}$

2.12.2) มีค่าความถูกต้องในการวัดเลขคลื่นของเครื่อง (Wavenumber Accuracy) ดีกว่าหรือเท่ากับ 0.05 $cm^{-1}$

2.13) ตัวเครื่องเป็นระบบปิด ภายในมีสารดูดความชื้น (Molecular sieve) ซึ่งสามารถอบด้วยความร้อนแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2.14) ซอฟท์แวร์ (software) สำหรับควบคุมการทำงาน วิเคราะห์-ประมวลผล มีรายละเอียดดังนี้

2.14.1) โปรแกรมสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องมือ รวมทั้งสามารถใช้วิเคราะห์ผลและแสดงผลได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

2.14.2) โปรแกรมควบคุมการทำงานสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ WINDOWS ได้

2.14.3) มีฟังก์ชันสำหรับการจัดการสเปกตรัมที่ได้จากเครื่องมือ ได้แก่ subtraction spectrum, spectrum calculator, baseline correction, smooth, derivative, peak picking, integration, spectrum comparison และสามารถแสดงสเปกตรัมที่วิเคราะห์ได้แบบ real time

2.14.4) มีฟังก์ชันสำหรับลบพีคที่เกิดจากน้ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์ (atmospheric compensation)

2.14.5) มีโปรแกรม spectrum search เพื่อค้นหาสเปกตรัมของสารตัวอย่างเทียบกับห้องสมุดสเปกตรัม และ โปรแกรมสามารถเพิ่มสเปกตรัมและสร้างห้องสมุดสเปกตรัมเองได้เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ต่อไป

2.14.6) โปรแกรมสามารถแสดงผล แบบ 3D dimension และประมวลผลแบบ Chemical Imaging ได้

2.14.7) มีโปรแกรมตรวจสอบความสามารถในการทำงานระบบต่างๆ ของเครื่องอัตโนมัติ และเมื่อมีความผิดปกติใดๆ เกิดขึ้น สามารถแจ้งให้ทราบสาเหตุเบื้องต้นได้

2.14.8 ฟังก์ชันการใช้งานทั้งหมดทำงานอยู่ภายใต้โปรแกรมเดียว และสามารถเก็บข้อมูลรูปภาพ และอินฟราเรดสเปกตรัมที่วิเคราะห์ได้ภายใต้ไฟล์เดียวกัน

2.14.9) มีโปรแกรมและสารมาตรฐานสำหรับเช็คประสิทธิภาพของเครื่องมือ (Validation) พร้อมแสดงผลการตรวจเช็คอัตโนมัติทันที

2.14.10) มีห้องสมุดสเปรคตรัม มีรายละเอียดดังนี้

2.14.10.1) ATR- FTIR Polymer, Plastics and Additives Library ไม่น้อยกว่า 1,000 สเปคตรัม ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ผ่านการรับรองจากสถาบัน Kunststoff-Institut Lüdenscheid (KIMW)

2.14.10.2) ATR- FTIR Polymer Library ไม่น้อยกว่า 230 สเปคตรัม ที่วัดจาก Diamond และ Germanium ATR technique

2.14.10.3) FTIR- Transmission-Spectra ประกอบด้วยสารประกอบ Alcohols, Aldehydes & Ketones, Alkaloids, Alkanes & Haloalkanes Amines & Diamines, Amino Acids & Amino Alcohols Alpha Hydroxy Acids Carbohydrates, Derivatives & Polyols Carboxycylic Acids & Derivatives Diols, Dyes, Ethers, Esters, Heterocycles, Lipids & Lipid Constituents, Nitriles & Isocyanates Organometallic Compounds Phosphorous Compounds, Sulfur Compounds ไม่น้อยกว่า 10,000 สเปคตรัม

2.14.10.4) ATR-FTIR Library ประกอบด้วย ATR spectra จากสารกลุ่ม organic and inorganic chemicals, biochemical, ingredients, natural products, fibers, proteins, fatty acids, lipids, cosmetics, solvents, pesticides,

semiconductors, dyes, paints, coatings, food, food additives, minerals, pollutants, semiconductors, lubricants, surfactants, pharmaceuticals and drugs ไม่น้อยกว่า 10,000 สเปกตรัม

2.15) อุปกรณ์ประกอบเครื่อง ประกอบด้วย

2.15.1) ชุดคอมพิวเตอร์ (สำหรับควบคุมเครื่องมือ) จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.15.1.1) ประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า Microprocessor แบบ Core i5

2.15.1.2) RAM ไม่ต่ำกว่า 16 GB

2.15.1.3) Hard Disk ชนิด SSD มีความจุไม่ต่ำกว่า 500 GB

2.15.1.4) จอแสดงผลภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว

2.15.1.5) USB Port มากกว่าหรือเท่ากับ 4 Ports

2.15.1.6) ระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

2.15.2) เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ชนิด true online) ที่สามารถจ่ายกำลังไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 kVA จำนวน 2 เครื่อง

2.15.3) อุปกรณ์เตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่างสำหรับกล้องไมโครสโคป ประกอบด้วย

| | |
|---|---|
| 2.15.3.1) คีมจับตัวอย่าง | จำนวน 2 อัน |
| 2.15.3.2) ใบมีดสำหรับตัดตัวอย่าง | จำนวน 2 อัน |
| 2.15.3.3) เข็มพร้อมด้ามสำหรับเกลี่ยตัวอย่าง | จำนวน 1 อัน |
| 2.15.3.4) แผ่นกระจกเคลือบทองสำหรับวางตัวอย่าง | จำนวน 2 แผ่น |
| 2.15.3.5) แผ่นกระจกเคลือบอลูมิเนียมสำหรับวางตัวอย่าง | จำนวน 1 แผ่น |
| 2.15.3.6) KBr window ขนาด 13 x 2 มิลลิเมตร | จำนวน 2 ชิ้น |
| 2.15.3.7) $CaF_2$ window ขนาด 13 x 2 มิลลิเมตร | จำนวน 2 ชิ้น |

2.15.4) อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์สารอินทรีย์ด้วยรังสีอินฟราเรด จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.15.4.1) มีแหล่งกำเนิดแสง MIR Source แบบ Center Glow ไดโอดเลเซอร์ (Diode Laser) และ KBr beam splitter สำหรับการใช้งานครอบคลุมเลขคลื่น (wave number) ช่วง 7,000- 350 $cm^{-1}$ หรือกว้างกว่า

2.15.4.2) มีอุปกรณ์ตรวจวัดรังสีชนิด DLATGS (Deuterated Triglycine Sulphate Detector) หรือชนิดอื่น ๆ ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

2.15.4.3) มี Interferometer ที่เป็นแบบ permanent alignment และมีการออกแบบ Moving mirror เป็นแบบ Cube Corner เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากการเคลื่อนตำแหน่งไปของแสงเนื่องจากการสั่นสะเทือน (vibration)

2.15.4.4) ระบบกระจกทุกชิ้นในตัวเครื่องเคลือบด้วยทอง (gold coated mirrors) เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงสูงสุด

2.15.4.5) ตัวเครื่องเป็นระบบปิด (sealed) ซึ่งภายในมีสารดูดความชื้น

2.15.4.6) มีความละเอียดในการแยกพีค (resolution) ดีกว่าหรือเท่ากับ 0.5 $cm^{-1}$

2.15.4.7) มีค่าความถูกต้องในการอ่านเลขคลื่น (wavenumber accuracy) ดีกว่าหรือเท่ากับ 0.01 $cm^{-1}$

2.15.4.8) มีค่าความแม่นยำในการอ่านเลขคลื่น (wavenumber precision) ดีกว่าหรือเท่ากับ 0.0005 $cm^{-1}$

2.15.4.9) มีอุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างชนิด Single Diamond ATR ที่มีส่วนที่รองรับตัวอย่างทำมาจากเพชร (Monolithic Diamond) พร้อมอุปกรณ์กดตัวอย่าง

2.15.4.10) มีชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) สำหรับ ATR ที่ให้อุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 250 องศาเซลเซียส และสามารถควบคุมขั้นตอนการให้อุณหภูมิและการตรวจวัดสเปกตรัมด้วยโปรแกรมร่วมกันได้

2.15.4.11) MIR polarizer ประกอบด้วย KRS-5 window และ Rotatable holder

2.15.5) ชุดเตรียมตัวอย่างแบบ KBr pellet ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร ประกอบด้วย

2.15.5.1) เครื่องอัดขนาด 2 ตัน จำนวน 1 ชุด

2.15.5.2) ชุดอัดตัวอย่างผง (7 mm Pellet Die Assembly) จำนวน 1 ชุด

2.15.5.3) ชุดยึดจับแผ่น KBr pellet (Ring for sample holder) จำนวน 2 ชุด

2.15.5.4) KBr powder จำนวน 50 กรัม จำนวน 1 ชุด

2.15.5.5) โกร่งบดผสมตัวอย่าง (Agate Mortar and Pestle) จำนวน 1 ชุด

2.15.6) เครื่องควบคุมความชื้นพร้อมกล่องอะคริลิกสำหรับควบคุมสภาพแวดล้อมของอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์สารอินทรีย์ด้วยรังสีอินฟราเรด

**3) เอกสารประกอบเพิ่มเติม**

3.1) คู่มือการใช้งานเครื่องภาษาไทย/ภาษาอังกฤษ จำนวน 2 ชุด

3.2) ใบสรุปการใช้งาน และ ขั้นตอนการเปิด-ปิดเครื่อง อย่างย่อ จำนวน 2 ชุด

3.3) ใบรายงานการติดตั้งและการทดสอบเครื่องหลังติดตั้ง จำนวน 1 ชุด

3.4) หนังสือรับรองการสำรองอะไหล่ที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงหรือการใช้งานเครื่องอย่างน้อย 5 ปี

**4) เงื่อนไขประกอบ**

1. การติดตั้งเครื่องมือ และ อุปกรณ์ต่อพ่วง ต้องดำเนินการโดยช่างที่ผ่านการอบรมจากบริษัทผู้ผลิต และมีการทดสอบการทำงานของเครื่องหลังติดตั้ง ให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิต
2. บริษัทฯ มีการรับประกันคุณภาพเครื่องและอุปกรณ์ประกอบ รวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องมือ หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ปี
3. บริษัทฯ มีการรับประกันคุณภาพ MIR source เป็นเวลาอย่างน้อย 5 ปี รวมทั้ง Diode Laser และ Interferometer เป็นเวลาอย่างน้อย 10 ปี
4. บริษัทฯ มีการให้บริการตรวจสภาพการทำงานของเครื่อง (Preventive maintenance) จำนวนอย่างน้อย 2 ครั้งตลอดเวลาในการรับประกันเครื่อง (ปีละ 1 ครั้ง) โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
5. หากตัวเครื่องมือมีปัญหาในการใช้งาน หรือมีความผิดปกติกับตัวเครื่องมือ ทางบริษัทสามารถส่งผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขปัญหาเบื้องต้นหรือ ประเมินปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งรูปแบบการตรวจสอบออนไลน์ หรือ การตรวจสอบที่หน้าเครื่อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ตลอดอายุการใช้งานเครื่องมือ
6. บริษัทฯ ต้องสามารถจัดส่ง และติดตั้งสินค้าจนสามารถพร้อมใช้งานทั้งระบบภายในเวลา 210 วัน นับจากวันเริ่มต้นสัญญาสั่งซื้อ
7. บริษัทฯมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเตรียมสถาพแวดล้อมต่างๆ ให้เหมาะสมกับการติดตั้งเครื่องมือ รวมทั้ง การฝึกอบรมการใช้งานเครื่องมือในโหมดการวัดต่างๆ ทุกโหมดการใช้งาน รวมถึงซอฟท์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการทำงาน และการวิเคราะห์ผล ให้กับบุคลากรอย่าง

น้อย 1 ครั้ง รวมเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 18 ชั่วโมง จนสามารถใช้งานได้ครบทุกโหมดการใช้งานของระบบ และทำการฝึกอบรมซ้ำภายใน 1 ปีหลังจากการอบรมครั้งแรก

**5. เงื่อนไขการเสนอราคา**

1. ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองว่าตัวเครื่อง และ อุปกรณ์ที่เสนอเป็นเครื่อง และอุปกรณ์ใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่ใช่เครื่องที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ และไม่มีการดัดแปลงแก้ไขจากมาตรฐานการผลิตเดิมของผู้ผลิตเพื่อเสนอราคาได้โดยเฉพาะกิจ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าจะได้รับการสนับสนุนในเรื่องเทคนิค และการบริการหลังการขายต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์โดยตรงจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาในประเทศไทย ในการประกวดราคาในครั้งนี้โดยเฉพาะ
2. ในกรณีเกิดปัญหาเกี่ยวข้องกับตัวเครื่อง หรือ อุปกรณ์ประกอบเครื่อง ทางผู้เสนอราคาจะต้องสามารถเข้ามาให้บริการได้ภายใน 48 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง
3. การส่งมอบและติดตั้ง ผู้ขายจะต้องติดตั้งระบบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ตามคุณลักษณะเฉพาะที่ได้กำหนดขั้นต้น พร้อมทั้งติดตั้งซอฟต์แวร์ให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

**6. ระยะเวลาดำเนินการ**

ประมาณการดำเนินการประมูลด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์แล้วเสร็จภายใน 60 วัน

**7. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน**

กำหนดส่งมอบเครื่องภายใน 210 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

**8. วงเงินในการจัดหา**

วงเงินที่ใช้ในการจัดหารวมทั้งสิ้น 9,500,000.- บาท (เก้าล้านห้าแสนบาทถ้วน)

<u>หมายเหตุ</u> ผู้เสนอราคาที่ได้ต้องทำการตีหมายเลขทะเบียนและถ่ายภาพครุภัณฑ์ตามที่สถาบันกำหนด หลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว จัดส่งให้สำนักงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี เพื่อทำการเบิกจ่ายเงินให้ต่อไป