



ประกาศคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
เรื่อง การกำหนดหัวข้อร่างขอบเขตของงาน (TOR)

รายการ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission electron microscope, TEM)

จำนวน ๑ ชุด

๑. ความเป็นมา

ศูนย์เครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเป็นศูนย์เครื่องมือวิจัยกลางของคณะแพทยศาสตร์ ที่มีหน้าที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย งานบริการ และงานทางด้านการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา พร้อมทั้งให้การสนับสนุนงานของบุคลากรทั้งภายในและภายนอกคณะแพทยศาสตร์ ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนางานทางด้านบริการเครื่องมือวิจัยแก่บุคลากรให้มีความทันสมัยและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของหน่วยงานต่างๆ พร้อมทั้งเป็นการขยายขอบเขตงานบริการให้มีความกว้างขวางมากยิ่งขึ้น ดังนั้นทางหน่วยงานจึงมีความจำเป็นต้องจัดหาเครื่องมือวิจัยที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ มาไว้เพื่อให้บริการแก่บุคลากรต่าง ๆ ต่อไป

๒. วัตถุประสงค์ในการใช้งาน

เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีเทคนิคและประสิทธิภาพสูง เพื่อนำมาให้บริการผู้ป่วย งานวิจัยของบุคลากรของหน่วยงานต่างๆ พร้อมทั้งยังช่วยสนับสนุนงานทางด้านการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาของคณะฯ

๓. คุณสมบัติของผู้เสนอราคา

ผู้มีสิทธิเสนอราคาจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

๓.๑ เป็นผู้มิอาชีพอายพัสดุที่ประมูลซื้อดังกล่าว

๓.๒ ไม่เป็นผู้ที่ถูกกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อทีมงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว

๓.๓ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์ความคุณสมบัติเบื้องต้น

๓.๔ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้าเสนอราคาให้แก่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้เสนอราคากับ

ผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันที่ประกาศ ประกวดราคาด้วยวิธีการทาง

อิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมใน

การประกวดราคาด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

๔. ระยะเวลาส่งมอบ

จะต้องส่งมอบของภายใน ๒๔๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

๕. วงเงินในการจัดหา

๔๕,๐๐๐,๐๐๐.-บาท (สี่สิบล้านบาทถ้วน)

## ๖. คุณลักษณะทั่วไปอย่างน้อยดังนี้

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านสมรรถนะสูงชนิดฟิลด์อิมิชชัน (Field Emission Transmission electron microscopy, TEM) เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีความสามารถสูงในการแจกแจงรายละเอียดของภาพ เพื่อใช้ในการวิจัยค้นคว้าโครงสร้างของตัวอย่างทางด้านชีววิทยา เช่น ไวรัส แบคทีเรีย หรือชิ้นเนื้อตัวอย่าง ตลอดจนด้านวัสดุศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี

ชุดจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านสมรรถนะสูงนี้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

### ๖.๑ ส่วนกำเนิดอิเล็กตรอน (Electron gun) มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

- ๖.๑.๑ มีความสามารถแจกแจงรายละเอียดสูง (high resolution) อย่างน้อยดังนี้  
ความสามารถแจกแจงรายละเอียดแบบจุดทำได้ถึง 0.27 นาโนเมตร หรือดีกว่า  
ความสามารถแจกแจงรายละเอียดแบบเส้นได้ถึง 0.15 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- ๖.๑.๒ สามารถเลือกใช้ accelerating voltage ได้สูงสุดถึง 200 กิโลโวลต์
- ๖.๑.๓ มีแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนเป็นแบบฟิลด์อิมิชชัน (Field Emission Gun)
- ๖.๑.๔ ควบคุมการทำงานของส่วนกำเนิดอิเล็กตรอนด้วยระบบคอมพิวเตอร์

### ๖.๒ ส่วนเลนส์รวมลำอิเล็กตรอน (Condenser lens) มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

- ๖.๒.๑ มีเลนส์รวมแสง (Condenser lens) อย่างน้อย 2 ชนิด
- ๖.๒.๒ มี aperture สำหรับเลนส์รวมแสงที่ติดตั้งมาพร้อมกันเลือกใช้ได้หลายขนาด

### ๖.๓ ห้องบรรจุตัวอย่าง (Specimen chamber) มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

- ๖.๓.๑ มีแท่นวางตัวอย่าง (specimen stage) ชนิดใส่ตัวอย่างด้านข้าง
- ๖.๓.๒ มีระบบ automatic airlock ทำให้การสับเปลี่ยนชิ้นตัวอย่างทำได้อย่างรวดเร็ว
- ๖.๓.๓ มีแท่งจับชิ้นตัวอย่างชนิดปลดตัวอย่างได้เร็ว

### ๖.๔ มีแท่งจับตัวอย่างที่สามารถทำความเย็นเยือกแข็ง ชนิดเอียงตัวอย่างได้ 2 แกน (Double Tilt

หรือ Double axis Cryotransfer Holder) มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

- ๖.๔.๑ เป็นแท่งจับตัวอย่างที่สามารถทำความเย็นโดยอาศัยความเย็นจากไนโตรเจนเหลว โดยสามารถทำความเย็นได้ต่ำสุด  $-170$  องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า และสามารถเอียงตัวอย่างได้  $\pm 60$  องศาเซลเซียสในแนวแกน X และ  $\pm 60$  องศาเซลเซียสในแกน Y หรือกว้างกว่า
- ๖.๔.๒ บนแท่งจับมีภาชนะบรรจุไนโตรเจนเหลวความจุไม่น้อยกว่า 175 มิลลิลิตร หรือมากกว่า
- ๖.๔.๓ มีความเสถียรในการทำความเย็นเท่ากับ  $\pm 1$  องศาเซลเซียส

### ๖.๕ เลนส์วัตถุ (Objective lens) มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

- ๖.๕.๑ มีเลนส์วัตถุชนิด Double objective lenses หรือชนิด Twin Lens พร้อม aperture ที่ติดตั้งมาพร้อมกันเลือกใช้ได้หลายขนาด
- ๖.๕.๒ มีระบบโฟกัสควบคุมด้วยดิจิตอลแบบอัตโนมัติและแบบ Manual

๖.๕.๓ สามารถขยายภาพได้ตั้งแต่ 50 ถึงไม่น้อยกว่า 700,000 เท่า

๖.๖. มีระบบกรองพลังงานอิเล็กตรอน (Energy Filter) โดยมีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

๖.๖.๑ เป็นระบบคัดกรองอิเล็กตรอนโดยอาศัยความแตกต่างของพลังงานของอิเล็กตรอนนั้น ๆ (Energy Filter)

๖.๖.๒ เป็นเลนส์ชนิด Omega Type ( $\Omega$ ) หรือชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเคียงกันได้

๖.๖.๓ มีระบบแก้ไขการบิดเบือนของสัญญาณ (Distortion correction) โดยการใช้สนามแม่เหล็ก

๖.๗. มีช่องมองภาพ (Viewing chamber) ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอลชนิด CCD หรือ Fluorescent Screen อย่างน้อย 120 มิลลิเมตร

๖.๘. ระบบบันทึกภาพ (Photographic system) มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

๖.๘.๑ มีกล้องถ่ายภาพชนิดฟิล์มแผ่น ที่บรรจุฟิล์มได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 50 แผ่น

๖.๘.๒ มีการป้องกันฟิล์มแบบอัตโนมัติ

๖.๘.๓ การถ่ายภาพสามารถเลือกเป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมด หรือควบคุมโดยผู้ใช้เครื่องก็ได้

๖.๘.๔ สามารถบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นฟิล์ม ดังนี้ film number, operator code, magnification, micron bar, accelerating voltage และข้อความสั้นๆ

๖.๙. ระบบควบคุมการทำงาน (Operation system) ควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ บนพื้นฐาน โปรแกรมของวินโดวส์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

๖.๙.๑ เมนบอร์ดที่สามารถรองรับ CPU ระดับ Intel Xeon -7 ขึ้นไป

๖.๙.๒ หน่วยความจำ (RAM) ชนิด DDR, 3 GB ขึ้นไป

๖.๙.๓ ฮาร์ดดิสก์ มีความจุไม่น้อยกว่า 500 GB

๖.๙.๔ มีจอแสดงการทำงานของเครื่องชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว

๖.๙.๕ มีอุปกรณ์สำหรับการอ่านและบันทึกข้อมูล ชนิด DVD-RW

๖.๑๐. ชุดบันทึกภาพด้วยระบบกล้องดิจิตอล จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

๖.๑๐.๑ มีระบบกล้อง CCD ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 4080 x 4080 pixels

๖.๑๐.๒ มีพื้นที่รับสัญญาณภาพสูงสุด 61.2x61.2 mm<sup>2</sup> หรือดีกว่า

๖.๑๐.๓ มีขนาด Pixel Size เท่ากับ 15 um หรือดีกว่า

๖.๑๐.๔ สามารถตั้งค่า binning ได้หลายค่า

๖.๑๐.๕ มีค่า Dynamic range เท่ากับ 16 บิท หรือดีกว่า

๖.๑๐.๖ การทำงานของชุดบันทึกภาพด้วยระบบกล้องดิจิตอลต้องทำงานได้ดีกับตัวกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

๖.๑๑ ชุดโปรแกรมถ่ายภาพ 3 มิติ (3D Tomography Software) จำนวน 1 ชุด

๖.๑๑.๑ เป็นโปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ จากการถ่ายภาพตัวอย่างที่มุมเอียงต่าง ๆ

๖.๑๑.๒ สามารถสร้างภาพโครงสร้างจำลองของตัวอย่าง

๖.๑๑.๓ สามารถสร้างภาพตัดขวางของภาพโครงสร้างจำลองของตัวอย่างได้

๖.๑๑.๔ สามารถสร้างไฟล์โครงสร้างได้หลายรูปแบบเช่น Bitmap, Tiff, Mrc, Bin, Rec, Avi หรือดีกว่า

๖.๑๒. มีระบบซอฟต์แวร์ ซึ่งมีรายละเอียดและคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

๖.๑๒.๑ มีระบบซอฟต์แวร์พร้อมแผ่นโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง ช่วยการถ่ายภาพและการปรับแต่งค่าการถ่ายภาพ เช่น การปรับค่า Contract, Brightness และ Gamma

๖.๑๒.๒ มีระบบซอฟต์แวร์พร้อมแผ่นโปรแกรมสำหรับการถ่ายภาพและบันทึกภาพพร้อมแสดงแถบวัดขนาด (Scale bar) และสามารถปรับขนาดของแถบวัดขนาดได้

๖.๑๒.๓ มีระบบซอฟต์แวร์พร้อมแผ่นโปรแกรมสำหรับ Automated Data Acquisition หรืออย่างอื่นเพื่อช่วยในการทำงานในลักษณะเดียวกัน

๖.๑๒.๔ มีระบบซอฟต์แวร์พร้อมแผ่นโปรแกรมเพื่อช่วยในการถ่ายภาพ Single particle Images แบบอัตโนมัติเพื่อให้สะดวกในการใช้งาน

๖.๑๓. มีอุปกรณ์ประกอบเครื่องตามมาตรฐานครบชุดเพื่อให้เครื่องทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ดังนี้

๖.๑๓.๑ Cooling Water Circulator 1 ชุด

๖.๑๓.๒ Air-Compressors จำนวน 1 ชุด

๖.๑๓.๓ ระบบสุญญากาศของเครื่องต้องเป็นชนิด oil-Free และต้องมี Turbo Molecular Pump เป็นส่วนประกอบ

๖.๑๓.๔ Automatic Voltage Regulator และ UPS ขนาดไม่น้อยกว่า 10 KVA 1ชุด

๖.๑๓.๕ อะไหล่สำหรับบำรุงรักษาเครื่อง 1ชุด

๖.๑๔. ชุดเตรียมตัวอย่างเย็นเยือกแข็งสำหรับตัวอย่างแขวนลอยหรือของเหลว (Cryoplunge)

จำนวน 1 ชุด พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นสำหรับเตรียมตัวอย่างเยือกแข็งครบชุด

๖.๑๕. แท่งจับตัวอย่างสำหรับถ่ายภาพ Tomography (Tomography Holder)

๖.๑๕.๑ มีแท่งจับวางตัวอย่างสำหรับถ่ายภาพ Tomography (Tomography Holder) ที่สามารถปรับเอียง อย่างน้อย +/- 60 องศา จำนวน 1 ชุด

๖.๑๕.๒ แท่งจับวางตัวอย่างสำหรับถ่ายภาพ Cryo Tomography (Cryo Tomography Holder) ที่สามารถ ปรับเอียงได้อย่างน้อย +/- 60 องศา

๖.๑๖. สามารถใช้งานในตัวอย่างที่มีความหนาได้มากถึง 1 ไมโครเมตรเป็นอย่างน้อย และตัวอย่างที่ต้องการเตรียมโดยระบบความเย็นจัด

## ๖.๑๗. อุปกรณ์ประกอบ มีดังนี้

- |        |  |                 |
|--------|--|-----------------|
| ๖.๑๗.๑ | ถังเก็บไนโตรเจนเหลวขนาดไม่น้อยกว่า 30 ลิตร                                   | จำนวน 2 ถัง     |
| ๖.๑๗.๒ | ถังเก็บไนโตรเจนเหลวขนาด 5 ลิตร   | จำนวน 2 ถัง     |
| ๖.๑๗.๓ | ถังไนโตรเจนเหลวสำหรับเก็บ grid ตัวอย่างแช่แข็ง                               | จำนวน 1 ถัง     |
| ๖.๑๗.๔ | กล่องเก็บตัวอย่าง grid สำหรับตัวอย่างแช่แข็ง(Cryo Grid Boxes)                | จำนวน 100 กล่อง |
| ๖.๑๗.๕ | grid สำหรับเตรียมตัวอย่างแช่แข็ง   | จำนวน 500 grids |
| ๖.๑๗.๖ | แผ่นฟิล์มสำหรับบันทึกภาพที่ใช้ได้กับระบบบันทึกภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน | จำนวน 5 กล่อง   |
| ๖.๑๗.๗ | grid สำหรับเตรียมตัวอย่างเพื่อถ่ายภาพ TEM Tomography                         | จำนวน 500 grids |

## ๖.๑๘. เงื่อนไขอื่น ๆ

- ๖.๑๘.๑ อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
- ๖.๑๘.๒ มีการสำรวจสถานที่ก่อนการติดตั้งเพื่อตรวจเช็คสถานะต่างๆ ว่าเหมาะสมกับการทำงานของเครื่อง
- ๖.๑๘.๓ สร้างหรือปรับปรุงห้องรวมทั้งเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ภายในห้องตามที่หน่วยงานกำหนด โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ บริษัท ผู้ชนะการประมูลเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด
- ๖.๑๘.๔ ในกรณีเครื่องที่เครื่องขัดข้องของบริษัท ต้องมาทำการตรวจเช็คทันทีหลังจากที่ได้รับแจ้ง และต้องทำการตรวจสอบต้องใช้เวลาไม่เกิน 20 วัน หากเกินเวลาที่กำหนดทางบริษัท ต้องยินยอมให้หน่วยงานปรับเป็นเงินไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.2 ของราคาเครื่อง
- ๖.๑๘.๕ มีการส่งผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผู้ผลิตมาฝึกฝนให้กับเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือเพื่อให้ใช้งานได้ อย่างเต็มประสิทธิภาพโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน
  - อบรมพื้นฐานการใช้งานเครื่อง TEM
  - อบรมการใช้งาน Cryo TEM
  - อบรมการใช้งาน Tomography
- ๖.๑๘.๖ จัดให้มีการอบรมการใช้งานเครื่อง ณ ประเทศผู้ผลิต หรือหน่วยงานในต่างประเทศที่ผู้ผลิตให้คำแนะนำ จำนวน 2 คน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์
- ๖.๑๘.๗ มีหนังสือรับรองที่ช่างฝ่ายบริการที่ได้รับการอบรมจากบริษัทผู้ผลิตอย่างน้อย 2 คน
- ๖.๑๘.๘ มีคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องเป็นภาษาอังกฤษที่เป็นต้นฉบับจากบริษัทผู้ผลิตฉบับละ 1 ชุด
- ๖.๑๘.๙ มีหนังสือได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง
- ๖.๑๘.๑๐ รับประกันคุณภาพเครื่องไม่น้อยกว่า 2 ปี

## ๗. หน่วยงานรับผิดชอบดำเนินการ

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม หรือเสนอแนะวิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็นเป็นลาย  
ลักษณ์อักษรโดยเปิดเผยตัว ระบุชื่อ นามสกุลจริง พร้อมที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์สามารถติดต่อได้ตาม  
ช่องทางดังต่อไปนี้

๓.๑ หน่วยจัดหาพัสดุ งานพัสดุ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

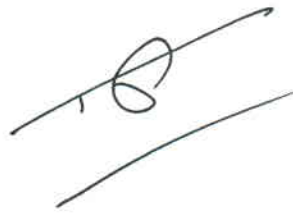
๑๑๐ ถนนอินทวิโรจ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ๕๐๒๐๐

๓.๒ จุดหมายอิเล็กทรอนิกส์ Email Address : [medpurch@mail.med.cmu.ac.th](mailto:medpurch@mail.med.cmu.ac.th)

๓.๓ โทรสารหมายเลข ๐๕๓-๒๑๐๑๓๖

ทั้งนี้ภายใน ๓ วันทำการ นับตั้งแต่คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ลงเผยแพร่ Website  
เพื่อคณะแพทยศาสตร์ จะได้นำข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะมาพิจารณาต่อไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ.๒๕๕๔



(รองศาสตราจารย์นายแพทย์เนติ นันทจิต)  
คณบดีคณะแพทยศาสตร์