คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง

เครื่องรามาน (Raman Instrument)
รุ่น XploRA

จัดทำโดย

นางสุภาพ วุฒิพันธุ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง

เครื่องรามาน (Raman Instrument)
รุ่น XploRA

จัดทำโดย
นางสุภาพ วุฒิพันธุ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่ กันยายน พ.ศ. 2566

คำนำ

เครื่องรุ่น XploRA คือการรวมตัวของกล้องจุลทรรศน์แบบรามานคอนโฟคอล (Confocal microRaman) กล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอลใช้งานร่วมกับโมดูลรามานตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่เหนือขึ้นไป ซึ่งรวมถึงกล้องโทรทัศน์ความยาวโฟกัส 200 mm มีเกรตติ้ง 4 ชุด, แหล่งกำเนิดเลเซอร์ และเครื่องตรวจวัด

ความยาวคลื่นต่างๆ ที่ใช้กระตุ้นมีแหล่งที่มาจากเลเซอร์ 3 ตัวจากภายใน เส้นทางของเลเซอร์จะแยกจากหนึ่งเป็นสองเส้น โดยที่ลำแสงของเลซอร์หนึ่งจะมีสัญญาณของรามาน (Raman signal) รวมอยู่ด้วย ในเส้นทางของเลเซอร์ที่เข้ามานั้น ลำแสงของเลเซอร์จะสะท้อนกลับไปถึงไมโครสโคปโดยใช้ตัวกรองแสง (Filter) ลักษณะพิเศษที่ยอมให้ความยาวคลื่นที่มากกว่าหรือน้อยกว่าผ่านไปได้ (Dielectric edge rejection filter) มันใช้เป็นตัวกรองให้ผ่านไปได้หรือว่าสะท้อนกลับ ซึ่งในตอนแรกนั้นลำแสงของเลเซอร์ไปถึงไมโคสโคปและต่อมาเกิดการกระเจิงแบบเรเลห์ (Rayleigh scattered) ออกจากฟิลเตอร์ซึ่งมันจะสะท้อนกลับไปถึงกล้องโทรทัศน์ช่วยทำให้มีแค่การกระเจิงของรามานอย่างเดียวที่สามารถส่งผ่านไปถึงกล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอลและเข้าไปที่กล้องโทรทัศน์ และกล้องโทรทัศน์จะใช้ในการกระจายผ่านมัลติโครมิเตอร์สเปคตรัมรามาน (Raman spectral) จนถึงเครื่องวัด CCD สำหรับในการวัดและวิเคราะห์

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์เชิงอุตสาหกรรม(ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จึงได้จัดซื้อการใช้งานเครื่องรามาน รุ่น XploRA โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษา อาจารย์ได้ศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ เพื่อผลิตชิ้นงาน และเพื่อประโยชน์งานด้านบริการวิชาการแก่สังคมได้ในอนาคต เพื่อเป็นการส่งเสริมให้การใช้งานเครื่องรามาน ได้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และความถูกต้อง จึงได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานดังกล่าวนี้ขึ้น

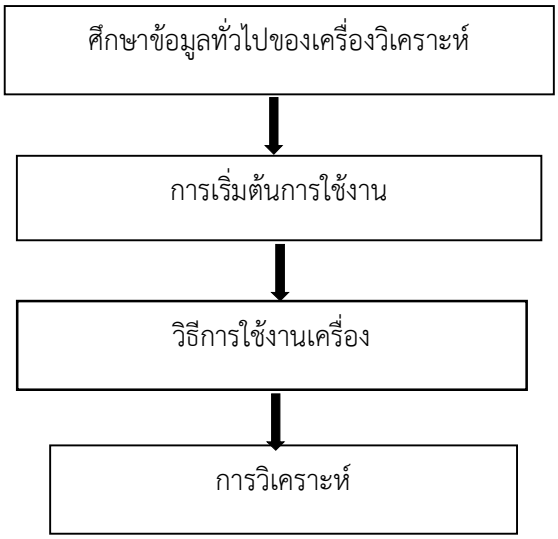
สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความรู้และให้คำแนะนำด้วยดีมาตลอดในการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลักและขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เป็นอย่างยิ่งที่สนับสนุนและส่งเสริมให้มีการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลักเล่มนี้ขึ้นมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจารย์ทุกท่านและเพื่อนร่วมงานทุกคนที่เป็นกำลังใจให้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลักเล่มนี้เสร็จสิ้นลงได้ด้วยดี

นางสุภาพ วุฒิพันธุ์
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
กันยายน 2566

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
แผนภูมิขั้นตอนการใช้งานเครื่องรามาน รุ่น **XploRA**	1
ขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเครื่อง	3
อุปกรณ์ของเครื่องรามาน	3
รายละเอียดของอุปกรณ์	4
ขั้นตอนที่ 2 การเริ่มต้นการใช้งาน	15
การติดตั้งเครื่องมือ	15
วิธีการใช้งานเครื่องไมโครสโคป	21
การใช้งานเครื่อง/การเปิดเครื่องรามานครั้งแรก	22
ขั้นตอนที่ 3 วิธีการใช้งานเครื่อง	33
การเปิดปิดเครื่อง	33
หน้าต่างหลักของซอฟแวร์ LabSpec6	**33**
การทำงานของวีดีโอ	36
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์	37
การวิเคราะห์สเปคตรัม แบบจุดเดียว (Single point spectrum)	37
การวิเคราะห์แบบ **Mapping**	43

แผนภูมิขั้นตอนการใช้งานเครื่องรามาน รุ่น XploRA



ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การใช้งานเครื่องรามาน รุ่น XploRA

เครื่องรามาน รุ่น XploRA คือการรวมตัวของกล้องจุลทรรศน์แบบรามานคอนโฟคอล (Confocal microRaman) กล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอลใช้งานร่วมกับโมดูลรามานตำแหน่งที่ติดตั้งอยู่เหนือขึ้นไป ซึ่งรวมถึงกล้องโทรทัศน์ความยาวโฟกัส 200 mm มีเกรตติ้ง 4 ชุด, แหล่งกำเนิดเลเซอร์ และเครื่องตรวจวัด

ความยาวคลื่นต่างๆ ที่ใช้กระตุ้นมีแหล่งที่มาจากเลเซอร์ 3 ตัวจากภายใน เส้นทางของเลเซอร์จะแยกจากหนึ่งเป็นสองเส้น โดยที่ลำแสงของเลซอร์หนึ่งจะมีสัญญาณของรามาน (Raman signal) รวมอยู่ด้วย ในเส้นทางของเลเซอร์ที่เข้ามานั้น ลำแสงของเลเซอร์จะสะท้อนกลับไปถึงไมโครสโคปโดยใช้ตัวกรองแสง (Filter) ลักษณะพิเศษที่ยอมให้ความยาวคลื่นที่มากกว่าหรือน้อยกว่าผ่านไปได้ (Dielectric edge rejection filter) มันใช้เป็นตัวกรองให้ผ่านไปได้หรือว่าสะท้อนกลับ ซึ่งในตอนแรกนั้นลำแสงของเลเซอร์ไปถึงไมโคสโคปและต่อมาเกิดการกระเจิงแบบเรเลห์ (Rayleigh scattered) ออกจากฟิลเตอร์ซึ่งมันจะสะท้อนกลับไปถึงกล้องโทรทัศน์ช่วยทำให้มีแค่การกระเจิงของรามานอย่างเดียวที่สามารถส่งผ่านไปถึงกล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอลและเข้าไปที่กล้องโทรทัศน์ และกล้องโทรทัศน์จะใช้ในการกระจายผ่านมัลติโครมิเตอร์สเปคตรัมรามาน (Raman spectral) จนถึงเครื่องวัด CCD สำหรับในการวัดและวิเคราะห์

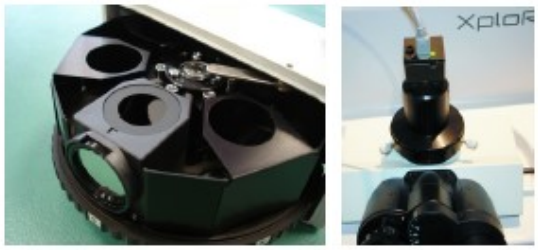
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์เชิงอุตสาหกรรม(ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จึงได้จัดซื้อการใช้งานเครื่องรามาน รุ่น XploRA โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษา อาจารย์ได้ศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ เพื่อผลิตชิ้นงาน และเพื่อประโยชน์งานด้านบริการวิชาการแก่สังคมได้ในอนาคต

เพื่อเป็นการส่งเสริมให้การใช้งานเครื่องรามาน ได้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และความถูกต้อง จึงได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานดังกล่าวนี้ขึ้น

ขั้นตอนที่ 1
ข้อมูลทั่วไปของเครื่อง

อุปกรณ์ของเครื่องรามาน รุ่น XploRA

- ชนิดและรายอะเอียดของเลเซอร์ภายใน
  - ความยาวคลื่น 532 nm, กำลัง 20-25 mW, ชนิด 3B
  - ความยาวคลื่น 638 nm, กำลัง 20-25 mW, ชนิด 3B
  - ความยาวคลื่น 785 nm, กำลัง 20-25 mW, ชนิด 3B
- ความหนาแน่นของฟิลเตอร์ (Density filter) 6 ตำแหน่ง
- เครื่องตรวจวัด CCD ที่มี 2 แบบแตกต่างกันตามความต้องการ
  - มีสัญญาณรบกวนน้อยมาก, -70 ^{O}C, 1024 x 256 pixels, 26 µm ต่อพิกเซล
  - มีสัญญาณรบกวนนอย, -50 ^{O}C, 1650 x 200 pixels, 16 µm ต่อพิกเซล
- ไมโครสโคป Olympus BX41/51 และอุปกรณ์
  - กล้องส่องตาแบบจินตทัศน์ (Optical binocular visualization)
  - เลนส์ฟิลเตอร์ 6 จุด โดยเริ่มจาก 2 จุดแรกใน XploRA สำหรับจำลองภาพ และที่เหลืออีก 4 จุด ใช้เป็นฟิลเตอร์ภายในออฟติก



รูปที่ 1.2 ไมโครสโคป Olympus และกล้องถ่ายภาพ

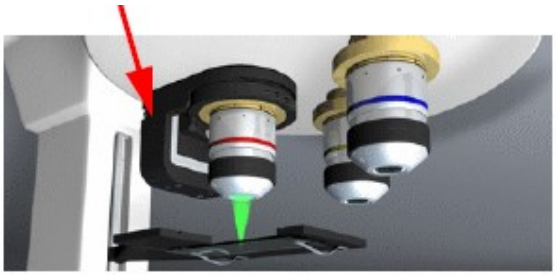
- กล้องถ่ายภาพสำหรับจำลองภาพ (ถ้าใช้ต้องเอากล้องส่องตาออก๗
- เลเซอร์ชนิด 1 กรอบไมโครสโคป (ตัวเลือกเพิ่มเติม) กรอบรวมการปกป้องอิเล็กทรอนิกส์กับเลเซอร์ชนิด 1 สามารถที่จะเพิ่มเข้าไปในระบบ
- ทางเข้า 3 เท้าของเลเซอร์ภายนอก (ตัวเลือกเพิ่มเติม) เลเซอร์ภายนอกแต่ละตัวนั้นเป็นตัวสำรองของเลเซอร์ภายใน
- ทางเข้าของสัญญาณรามานภายใน (ตัวเลือกเพิ่มเติม)
- แท่นติดตั้งชิ้นงานหลายๆตัว สามารถจัดส่งมาพร้อมกับระบบได้ มันสามารถควบคุมโดยใช้ซอฟแวร์ LabSpec
  - ควบคุมด้วยมือ XYZ
  - ควบคุมด้วยมือ XY, มอเตอร์ Z
  - มอเตอร์ XY, ควบคุมด้วยมือ Z

- มอเตอร์ XYZ
- แท่นรองแบบเพียโซ XYZ (Piezo stage)

♦ เครื่องโฟกัสอัตโนมัติหลายช่องสามารถติดตั้งเพิ่มเติม

- โฟกัสอัติโนมัติโดยใช้แท่นมอเตอร์แกน Z เป็นตัวเลือกการใช้งานเพิ่มเติมที่จำเป็นของแสงและการตรวจสอบของเครื่องสำหรับการควบคุมโฟกัสที่พื้นผิวของตัวอย่างชิ้นงานกับความถูกต้องและความรวดเร็วของการตรวจสอบการวิเคราะห์แผนที่อัตโนมัติ (Mapping analysis) ของสภาพพื้นผิวตัวอย่างชิ้นงาน สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวอย่างชิ้นงานด้วยซอฟแวร์หรือจอยสติ๊กซึ่งจังหวะการเคลื่อนที่ได้ต่ำสุด 0.1 μm โดยควบคุมจากซอฟแวร์ของ LabSpec
- แบบเพียโซแนวแกน Z (Piezo) เป็นชุดของสกูรขนาดเล็กที่ติดกับไมโครสโคปของเลนส์ใกล้วัตถุ (แสดงดังรูปที่ 3) เป็นแท่นที่ใช้เลื่อนทั้งชุดของเลนส์ใกล้วัตถุซึ่งเพียโซอิเล็กทริก (Piezo-electric) มีระยะเคลื่อนที่แนวแกน Z ได้สูงสุด 80 μm หรือ 300 μm และมีความละเอียด 1 nm

ชุดของเพียโซอิเล็กทริก



รูปที่ 1.3 ตำแหน่งของเพียโซอิเล็กทริกที่ติดกับไมโครสโคป

♦ ชุดของโพลาไรเซชั่นมี 2 แบบโดยใช้อุปกรณ์เลือกแกนซึ่งมีแกนแนวตั้งแนวนอน หรือเป็นโพลาไรเซชั่นแบบวงกลมใช้สำหรับเลเซอร์และแกนแนวตั้งแกนแนวนอน หรือไม่มีโพลาไรเซชั่นสำหรับการกระเจิงของลำแสง โดยสามารถำได้จากซอฟแวร์ของ LabSpec

รายละเอียดของอุปกรณ์

1.3.1 อุปกรณ์ทางด้านแสง

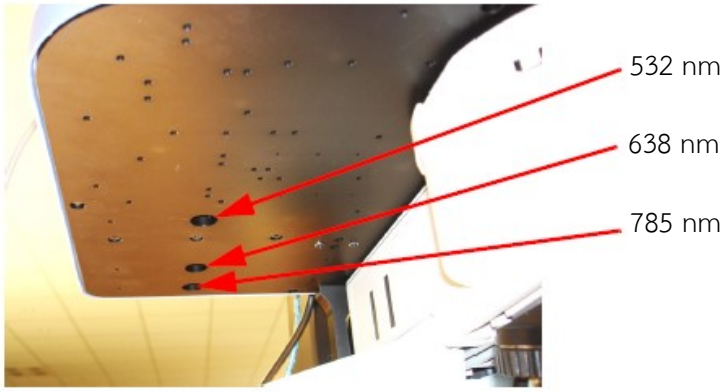
■ รายละเอียดของเลเซอร์

ในเครื่องรามาน รุ่น XploRA มีแหล่งกำเนิดเลเซอร์อยู่ภายใน 3 ตัว (ในความยาวคลื่นที่มองเห็นและมองไม่เห็น) เลเซอร์ภายในทั้ง 3 ตัวใช้เลเซอร์ชนิด 3B (IEC 60825-1:2001) ที่มีกำลังต่ำสุดที่ใช้ของเลเซอร์ 20 mW และกำลังสูงสุด 100 mW ที่ความยาวคลื่น 785 nm มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดของเลเซอร์ที่ใช้ในเครื่องรามาน รุ่น XploRA

ชนิดของเลเซอร์ (nm)	532	638	785
กำลังสูงสุดของเอาพุต (mW)	20-25	20-25	90-100
คาบเวลาของสัญญาณ	Continuous wave	Continuous wave	Continuous wave
ความแตกต่างของขนาดลำแสงเล็กสุดของไมโครสโคป (ไม่ใช้เลนส์ใกล้วัตถุ)	0.6 mrad	1.1 mrad	1.1 mrad
ความแตกต่างของขนาดลำแสงมากสุดของไมโครสโคป (ใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย x100)	72^{O} (1.25 rad)		

เครื่องมือสามารถที่จะเลือกตำแหน่งทางเข้าของเลเซอร์ทั้งสามทางที่เพิ่มเข้าไป แต่ละช่องทางเข้าสำหรับความยาวคลื่น 532 nm, 638 nm และ 785 nm (แสดงดังรูปที่ 4) ซึ่งทางเข้าออกของเลเซอร์ต้องไม่เกินกว่าสามทาง เลเซอร์ที่ใช้เป็นชนิด 3B และทุกทางเข้าต่อเขากับไฟเบอร์ออฟติกชนิด FC/PC มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไฟเบอร์คือ 50 μm หรือ 100 μm (ดัชนีการหักเหของแสง 0.22)



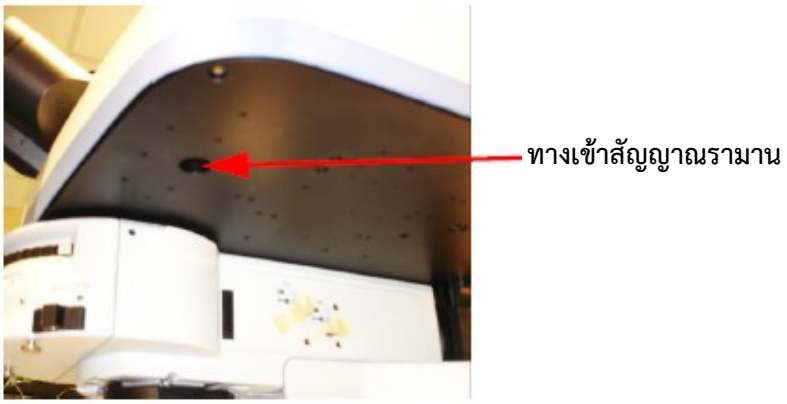
รูปที่ 1.4 แสดงตำแหน่งทางเข้าของเลเซอร์ในแต่ละความยาวคลื่น

- กล้องโทรศัทน์แบบผสมผสาน

กล้องโทรศัทน์แบบผสมผสานเป็นการออกแบบ Czerny Turner แบบไม่สมมาตรมีความยาวโฟกัส F = 200 nm ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับลำแสงให้เรียบและมีความเบี่ยงเบนของแสงน้อยที่สุด

เครื่องรามาน รุ่น XploRA มีเกรตติง (Grating) ติดตั้งอยู่ 4 ชุด สามารถใช้สลับกันได้โดยขนาดของเกรดติงที่ติดตั้งในเครื่องมือที่มีอยู่คือ 600 gr/mm, 1,200 gr/mm, 1,800 gr/mm และ 2,400 gr/mm ซึ่งเกรตติงของ 4 ชุดนี้มีการใช้งานครอบคุมทุกความระเอียดของสเปคตรัมและพิสัยของเครื่องมือ

ในระบบยังสามารถเลือกตำแหน่งทางเข้าของสัญญาณรามาน การใช้ตัวเลือกนี้ทางเข้าของสัญญาณรามานต้องต่อตรงไฟเบอร์ออปติกถึงทางเข้าของเครื่อง ดังนั้นสัญญาณจะส่งตรงไปถึงกล้องโทรทัศน์ ซึ่งทางเข้านี้ใช้ไฟเบอร์ออปติก FC/PC เชื่อมต่อถึงกัน



รูปที่ 1.5 ตำแหน่งของทางเข้าสัญญาณรามาน

ตารางที่ 1.2 แสดงช่วงของความยาวคลื่นที่เกรดติงสามารถแยกได้

Grating/Laser	532 nm	638 nm	785 nm
2400 gr./mm	150 – 1150 cm^{-1}	150 – 650 cm^{-1} (ไม่เกิน)	-
1800 gr./mm	150 – 1750 cm^{-1}	150 – 1150 cm^{-1}	150 – 670 cm^{-1} (ไม่เกิน)
1200 gr./mm	150 – 2800 cm^{-1}	150 – 1950 cm^{-1}	150 – 1250 cm^{-1}
600 gr./mm	150 – 5100 cm^{-1}	150 – 3700 cm^{-1}	150 – 2500 cm^{-1}

ตารางที่ 1.3 แสดงการกระจายตัวของเลเซอร์ในแต่ละเกรตติง

Grating/Laser	532 nm	638 nm	785 nm
2400 gr./mm	6.5 cm^{-1}/mm	3.8 cm^{-1}/mm (ไม่เกิน)	NA
1800 gr./mm	9.2 cm^{-1}/mm	6.1 cm^{-1}/mm	4.2 cm^{-1}/mm (ไม่เกิน)
1200 gr./mm	14.2 cm^{-1}/mm	10 cm^{-1}/mm	6.5 cm^{-1}/mm
600 gr./mm	28.4 cm^{-1}/mm	20 cm^{-1}/mm	13 cm^{-1}/mm

- ความละเอียด (ขนาดร่อง 100 μm): จาก 2 cm^{-1} ถึง 15 cm^{-1}
- ตัดช่วงความยาวคลื่นที่ต่ำกว่า 150 cm^{-1}

- แท่นวางตัวอย่างชิ้นงาน

  แท่นวางตัวอย่างชิ้นงานมีอยู่ 4 แบบด้วยกันสามารถเลือกใช้กับเครื่องรามาน รุ่น XploRA และแท่นวางชิ้นงานเหล่านี้เข้ากันได้ทั้งหมดแล้วยังสามารถอัพเกรดเป็นระบบอัตโนมัติได้ภายหลัง

  - แท่นวางชิ้นงาน XYZ ปรับด้วยมือ
  - แท่นวางชิ้นงานปรับด้วยมือ XY และใช้มอเตอร์ Z
  - แท่นวางชิ้นงานแบบมอเตอร์ XY (75x50 หรือ 100x80) และปรับด้วยมือแกน Z
  - แท่นวางชิ้นงานแบบมอเตอร์ XYZ
- ระบบโฟกัสอัตโนมัติ (ตัวเลือกเพิ่มเติม)

  ระบบโฟกัสอัตโนมัติเป็นลักษณะของตัวเลือกเพิ่มเติมที่ใช้งานร่วมกับระบบมอเตอร์ของแท่งวางชิ้นงานแกน Z ลักษณะการใช้งานจะสอดคล้องกับความเข้มข้นของเลเซอร์
- การโพลาไรซ์ของแสง (ตัวเลือกเพิ่มเติม)

  การโพลาไรซ์ของแสงจะใช้มอเตอร์ปรับสำหรับแสงเลเซอร์ของแหล่งกำเนิดและสามารถเพิ่มการกระจายตัวของลำแสงรามาน ซึ่งผู้ใช้งานจะเป็นคนเลือกแนวของความยาวคลื่น
- กล้อง CMOS: SXGA, 1280 x 1024 พิกเซล, เครื่องแปลงกระแส C-Mount

1.3.2 กฎข้อบังคับตามมาตรฐาน

- ตามมาตรฐานของ CE

  EMC: 2004/108/EC, มาตรฐาน EN 61326-1 (2006)

  LVD: 2006/95/EC, มาตรฐาน EN 61010-1 (2001)

  ตามมาตรฐานอื่นๆ: FDA-21 CFA1040.10

1.3.3 ระบบไฟฟ้า

ตารางที่ 1.4 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าทั่วไปของเครื่อง

ระบบไฟฟ้า	รายละเอียด
แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	110-120 V / 220-240 V 50/60 Hz
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	150 W (XploRA + CCD) 250 W (XploRA + CCD + ตัวสะท้อนแสง) 40 W: ติดตั้งตัวส่องผ่านของแสง BX41 100 W: ติดตั้งตัวส่องผ่านของแสง BX51
ประเภทการติดตั้ง	II
ระดับความปลอดภัย	1
ระดับมลพิษ	2
ระบบสายดินต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของระดับความปลอดภัยระดับ 1 อุปกรณ์และพื้นที่ข้อบังคับความปลอดภัย	

- การเชื่อมต่อ/ตัดการเชื่อมต่อของระบบไฟฟ้า

เครื่องรามาน รุ่น XploRA ต้องมีการเชื่อมต่อกล้องของระบบไฟฟ้าหลักใกล้กับปลั๊กไฟฟ้า (จัดส่งมาพร้อมกับเครื่อง) มันถูกออกแบบมาให้ใช้กับระดับกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานทั่วไป เครื่องรุ่นนี้อุปกรณ์หลายอย่างที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้าตลอดเวลาซึ่งต้องเชื่อมต่อกับกล้องกระจายไฟฟ้าหลัก และจะไม่ยกสวิตช์ลงเพราะต้องให้กำลังไฟฟ้าแก่เครื่องตรวจจับตลอดเวลาเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิของเครื่องตรวจจับ เพื่อหลีกเหลี่ยงความเป็นไปได้ที่จะเกิดความชื้นที่หัวของ CCD และมีโอกาสทำให้เครื่องป็นอันตราย

หมายเลขคือ: Legrand, 050083

มาตรฐาน: NF C 61-314-2003, NF C 61-314-2004, VDE

รูปที่ 1.6 แสดงปลั๊กไฟฟ้าที่มากับเครื่องมือ

- แหล่งกำลังไฟฟ้าหลักของเครื่องรามาน รุ่น XploRa

  เครื่องรามาน รุ่น XploRA จะมีการต่อกันกับเครื่องมือตลอดเวลาซึ่งมีหลายอย่างต่อเข้ากับปลั๊กไฟฟ้าข้างต้นเช่น กล่องกำลังไฟฟ้าหลักของเครื่องม แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องตรวจจับ CCD, แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของกล้องโทรทัศน์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้าของไมโครสโคปแบบสะท้อน

ตารางที่ 1.5 แสดงรายละเอียดของระบบไฟฟ้าของกล่องกำลังไฟฟ้าหลัก

รายการของระบบไฟฟ้า	ข้อมูล	หมายเหตุ
หมายเลขสินค้า	AME110UM46	
มาตรฐานของ LVD	EN 60601-1	
มาตรฐานของ EMC	EN 55022 class B	
แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายใน 110 W -แรงดันไฟฟ้า -แรงดันไฟฟ้าผันผวน -สัญญาณไฟฟ้า -ความถี่ของไฟฟ้า	 100 – 240 V ± 10% 1 เฟส 50/60 Hz ± 2%	ตัวมาตรฐาน CEE7/ 7 mains plug
กำลังไฟฟ้าที่ใช้ปกติ	110 W	

ตารางที่ 1.6 แสดงรายละเอียดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าของเครื่องตรวจจับ CCD

รายการของระบบไฟฟ้า	ข้อมูล	หมายเหตุ
หมายเลขสินค้า	DU420A-OE323	
มาตรฐานของ LVD	EN 60601-1	
มาตรฐานของ EMC	EN 55022 class B	
-แรงดันไฟฟ้า -แรงดันไฟฟ้าผันผวน -สัญญาณไฟฟ้า -ความถี่ของไฟฟ้า	100 – 240 V ± 10% 1 เฟส 47/63 Hz	ตัวมาตรฐาน CEE7/ 7 mains plug
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	42 W	

ตารางที่ 1.7 แสดงรายละเอียดของระบบไฟฟ้าของไมโครสโคป

รายการของระบบไฟฟ้า	ข้อมูล	หมายเหตุ
มาตรฐานของ LVD	EN 61010-1	
มาตรฐานของ EMC	EN 61326-1	
-แรงดันไฟฟ้า -แรงดันไฟฟ้าผันผวน -สัญญาณไฟฟ้า -ความถี่ของไฟฟ้า	100–240 V / 220-240 V ± 10% 1 เฟส 50/60 Hz	ตัวมาตรฐาน CEE7/ 7 mains plug
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	45 W	
ฟิวส์หลักของเครื่อง	2 x T1A 250 V	

ตารางที่ 1.8 แสดงรายละเอียดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าของไมโครสโคปแบบสะท้อนกลับ

รายการของระบบไฟฟ้า	ข้อมูล	หมายเหตุ
หมายเลขสินค้า	TH4-200 + U-LH100-3	
มาตรฐานของ LVD	73/23/EEC	
มาตรฐานของ EMC	89/336/EEC	
-แรงดันไฟฟ้า -แรงดันไฟฟ้าผันผวน -สัญญาณไฟฟ้า -ความถี่ของไฟฟ้า	100-240 V / 220-240 V ± 10% 1 เฟส 50/60 Hz	ตัวมาตรฐาน CEE7/ 7 mains plug

ตารางที่ 1.9 แสดงรายละเอียดของตำแหน่งการเชื่อมต่อแผงด้านหลังเครื่องรามาน รุ่น XploRA

รายละเอียดของระบบไฟฟ้า	ข้อมูล	ชนิดของปลั๊ก
DC power (ในเครื่อง)	แหล่งจ่ายไฟฟ้า DC 5V/8A, 12V/2A, 24V/3.15A	Sub D9 male
สาย USB	สายควบคุมเข้า PC	UBS ชนิด A
สัญญาณควบคุม	ควบคุมภายนอกสำหรับเลเซอร์ 5 V	LEMO 3-pin

ตารางที่ 1.10 แสดงรายละเอียดของกล้อง CMOS

รายละเอียดของระบบไฟฟ้า	ข้อมูล	ชนิดของปลั๊ก
สายของ USB	ใช้ควบคุมกล้อง CMOS ด้วยคอมพิวเอร์	USB mini 8
กำลังไฟฟ้า DC	5V/170mA (กำลังไฟฟ้าจาก PC)	

- ฟิวส์ (Fuses)

  เครื่องรามาน รุ่น XploRA นั้นใช้ฟิวส์หลายขนาดและบางครั้งพวกเขาสามารที่จะเปลี่ยนเองได้โดยผู้ใช้งาน แต่บางตัวนั้นต้องให้เฉพาะทีมเซอร์วิซเท่านั้น ตารางต่อไปนี้จะแสดงฟิวส์ในแต่ละแบบที่ใช้และตำแหน่งที่อยู่ของมัน

ตารางที่ 1.11 แสดงรายละเอียดของฟิวส์และตำแหน่งที่อยู่

ชนิดของฟิวส์	ขนาด	ตำแหน่ง	แก้ไขโดย
+5V: T8A 250V	5x20 mm	อยู่ที่แผงบอร์ดเชื่อมต่อด้านหลัง	Service Team
+12V: T2A 250V	5x20 mm		
+24V: T3.15A 250V	5x20 mm		

*สำหรับฟิวส์ของไมโครสโคป: จะแยกอยู่ที่ BX41 หรือ BX51 ที่เครื่องจ่ายกำลังของเครื่อง XploRA

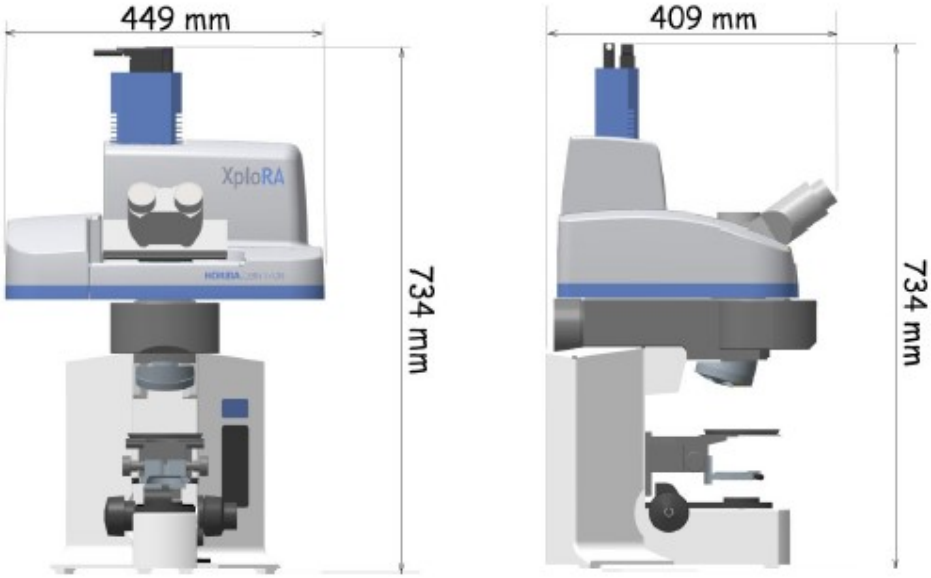
รูปที่ 1.7 แสดงตำแหน่งการเชื่อมต่อของด้านหลังแผงควบคุม

กล่องรีโมตควบคุมนั้นมีช่องเสียบเชื่อมต่อสัญญาณควบคุม ซึ่งวัตถุประสงค์ของการเชื่อมต่อนี้เพื่อให้สามารถควบคุมได้จากภายนอก โดยที่ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งเองได้ถ้าจำเป็นต้องงทำ ตามมาตรฐานของกล่องรีโมตควบคุมหัวเสียบของจุดเชื่อมต่อ (Interlock connector) ซึ่งในตำแหน่งที่ 1

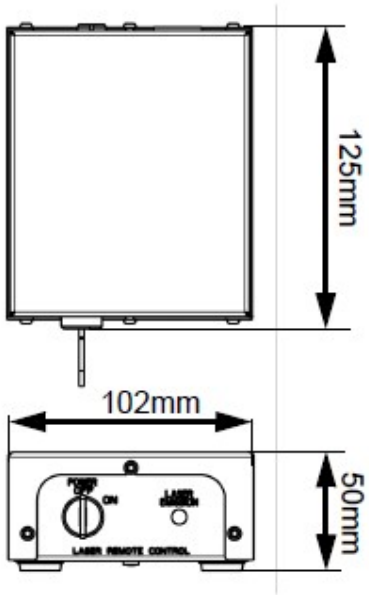
และ 4 ของหัวเสียบจะมีแรงดันไฟฟ้า 5 V สามารถดูได้จากไดอะแกรมด้านล่างจะแสดงว่าจะต่อเชื่อมต่ออย่างไร

รูปที่ 1.8 กล่องสัญญาณควบคุมและจุดเชื่อมต่อ

1.3.4 ลักษณะของเครื่อง

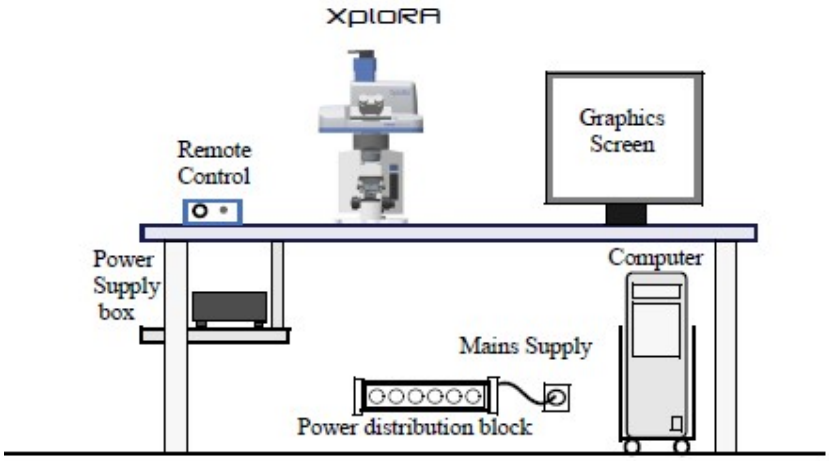


รูปที่ 1.9 แสดงขนาดโดยรวมของเครื่องรามาน รุ่น XploRA



รูปที่ 1.10 แสดงขนาดโดยรวมของกล่องรีโมตควบคุม

เครื่องรามาน รุ่น XploRA มีน้ำหนักประมาณ 35 Kg (รวมน้ำหนักของไมโครสโคป BX51) ซึ่งน้ำหนักจะแตกต่างออกไปตามรุ่นของไมโครสโคปที่เลือกใช้กับเครื่อง ส่วนรูปแบบตัวอย่างการจัดวางสามารถดูได้จากรูปด้านล่าง สิ่งหนึ่งที่แนะนำคือควรติดตั้งแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไว้บนชั้น ไม่ควรวางไว้กับพื้น



รูปที่ 1.11 ตัวอย่างรูปแบบการจัดวางเครื่อง

1.3.5 เงื่อนไขสภาพแวดล้อมของห้องที่ติดตั้ง

ตารางที่ 1.12 แสดงสภาพแวดล้อมของเครื่องในขณะที่ใช้งาน

สภาพแวดล้อม	เงื่อนไข	หมายเหตุ
เฉพาะของเครื่องเท่านั้น		
อุณหภูมิขณะใช้งาน	+15 ถึง +28 ^{O}C	
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะใช้งาน	±2 ^{O}C ในระยะเวลา 8 ชม.	
ระดับความชื้นในอากาศ	มากกว่า 80% ที่อุณหภูมิ 31 ^{O}C และลดลงถึง 50% ที่อุณหภูมิ 40%	ไม่มีเครื่องปรับอากาศ
ระดับความสูง	มากสุด 2,000 m.	

การรักษาดูแลเครื่อง ถ้าต้องเก็บเครื่องเป็นระยะเวลานานก่อนที่มันจะได้ติดตั้ง ควรต้องเตรียมห้องสำหรับเก็บเครื่องตามเงื่อนไขในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.13 แสดงเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมของห้องเก็บสินค้า

ห้องเก็บของ	เงื่อนไข	หมายเหตุ
อุณหภูมิของห้อง	+5 ถึง +40 ^{O}C	
ระดับความชื้นในอากาศ	มากกว่า 80% ที่อุณหภูมิ 31 ^{O}C และลดลงถึง 50% ที่อุณหภูมิ 40%	ไม่มีเครื่องปรับอากาศ
กล่องบรรจุภัณฑ์	กล่องแบบเฉพาะ	ในขณะที่เก็บรักษาควรต้องปิดกล่องเพื่อป้องกันความชื้นเข้าไปในเครื่องและสำหรับศุลกากร

- การทำความสะอาดเครื่องรามาน รุ่น XploRA ตัวเครื่องภายนอกควรทำความสะอาดปีละครั้ง สามารถใช้ผ้าสำสีมีแอลกอฮอร์ประมาณ 90% ถ้าต้องการใช้ แต่อย่าใช้สารเคมีชนิดอื่นเช็ด

  คำเตือน: ห้ามใช้แอลกอฮอร์ทำความสะอาดอุปกรณ์ของทางแสง ถ้าจำเป็นต้องทำความสะอาดควรให้ผู้มีความเชี่ยวชาญและใช้ชุดทำความสะอาดเฉพาะของอุปกรณ์ทางแสง แนะนำให้คุณติดต่อกับทีมงานเซอร์วิสสำหรับคำแนะนำขั้นตอนวิธีการทำความสะอาด ถ้าคุณไม่แน่ใจเกี่ยวกับวิธีการดูแลรักษาเครื่องมือของคุณ

ขั้นตอนที่ 2
การเริ่มต้นการใช้งาน

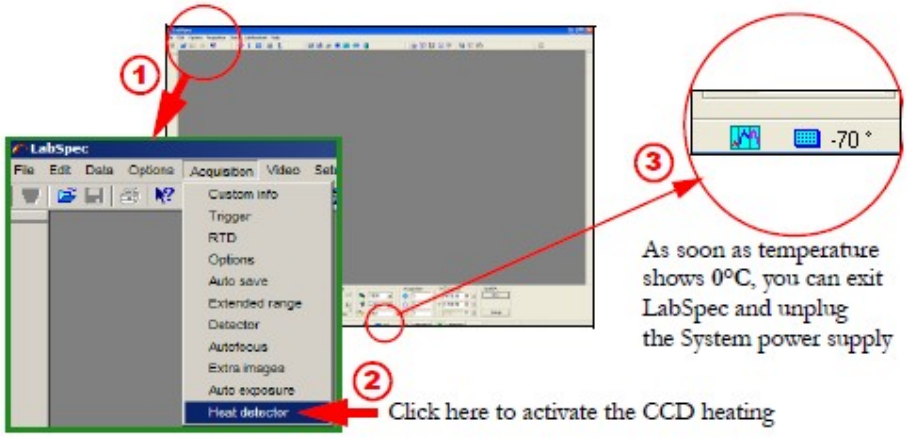
2.1 การติดตั้งเครื่องมือ

การติดตั้งเครื่องส่วนใหญ่ที่สำคัญคือการติดตั้งเครื่องและการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต้องทำให้สมบูรณ์ ควรมีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ต่อพ่วง ในการติดตั้งเครื่องมือนั้นควรจะดำเนินการโดยวิศวะของเราหรือตัวแทนในพื้นที่ๆด้รับอนุญาติ สำหรับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือที่ดีที่สุด ควรจะติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือตามแบบการติดตั้งเครื่องมือตามรูปภาพที่ 10 ซึ่งในห้องนันควรมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ

2.1.1 การเคลื่อนย้ายเครื่องมือและอุปกรณ์

ถ้าจำเป็นต้องเคลื่องย้ายเครื่องมือและอุปกรณ์ไปในตำแหน่งใหม่ (เหมือนกับติดตั้งตอนแรก) ผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตาม ควรปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการด้านล่างเพื่อให้มั่นใจว่าระบบนั้นไม่เป็นอันตรายในระหว่างขนย้าย

ขั้นตอนที่ 1 เครื่องรามาน รุ่น XploRA ถูกออกแบบให้มีการเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายหลักตลอดเวลา สามารถถอดปลั๊กออกได้ ส่วนของเลเซอร์มีสวิตช์อัตโนมัติอยู่ในโหมดสแตนต์บาย (เมื่อไม่ได้ใช้) จะทำให้เพิ่มอายุการใช้งาน ถ้าเครื่องต้องเคลื่อนในส่วนของเครื่องตรวจจับ CCD จำเป็นต้องระบายความร้อนด้วยอุปกรณ์ (TE peltier device) ต้องให้ความอุ่นที่หัวของเครื่องตรวจจับเพื่อหลีกเลี่ยงการควบแน่นของความชื้นและอาจทำให้เกิดความเสียหายแค่เครื่องมือ ผู้ใช้ควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้



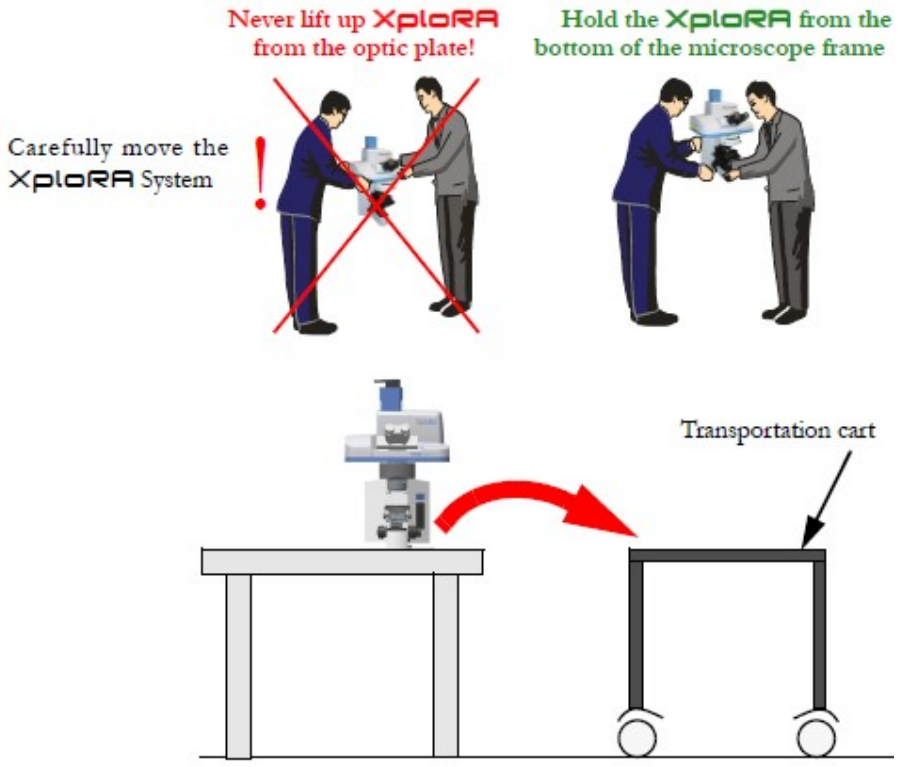
รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการปิดเครื่องก่อนขนย้าย โดยต้องรอให้อุณหภูมิของเครื่องตรวจจับเพิ่มขึ้นเป็น 0 ^{O}C ก่อนที่จะถอดปลั๊กไฟออก

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อปิดแหล่งจ่ายไฟของเครื่องเรียบร้อยแล้ว ทำการจดบันทึกหรือถ่ายรูปจดจำตำแหน่งของสายไฟและสายสัญญาณต่างๆของเครื่อง XploRA และคอมพิวเตอร์

คำเตือน: ควรทำการจดบันทึกสายสัญญาณและตำแหน่งที่เชื่อมต่อของเครื่องและคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถกับเครื่องได้ถูกต้อง โดยเฉพาะสำหรับสายของ USB มีความสำคัญกับสัญญารของเครื่องและช่องเสียบ USB ของคอมพิวเตอร์เหมือนตามรายการที่เคยติดตั้ง ถ้าต่อสาย USB แตกต่างไม่เหมือนเดิมเครื่องคอมพิวเตอร์จะพยายามติดตั้งสัญญาณใหม่อีกครั้ง ซึ่งตำแหน่งที่ดีที่สุดควรต่อเข้ากับช่องสัญญาณ COM1

ถ้าเป็นไปได้ควรหลีกเลี่ยงความอันตรายที่อาจได้จากแสงของไมโครสโคปควรจะถอดออกจากเครื่องก่อน โดยดูรายละเอียดวิธีการถอดได้จากคู่มือของไมโครสโคป

ขั้นตอนที่ 3 ต้องมีความระมัดระวังในขณะเคลื่อนย้ายเครื่อง XploRA สามารถดูลักษณะและวิธีการเคลื่อนย้ายได้จากรูปด้านล่าง โดยการยกเครื่องไม่ควรจับที่ส่วนของอุปกรณ์ด้านบนให้ยกที่ตำแหน่งด้านล่างของตัวเครื่องและสามารถใช้มือพยุงที่ด้านหลังของตัวเครื่องได้ ถ้าการเคลื่อนย้ายที่มีระยะทางไกลควรใช้รถขนของในขนย้าย



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการยกและการเคลื่อนย้ายของเครื่อง XploRA

ขั้นตอนที่ 4 หลังจากการเคลื่อนย้ายมาที่ตำแหน่งเสร็จสิ้นแล้ว ทำการเชื่องต่อสายสัญญาณและเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ คุณต้องมั่นใจว่าทำถูกอย่างถูกต้องก่อนที่จะติดตั้งไมโครสโคป โดยฉพาะอย่าง

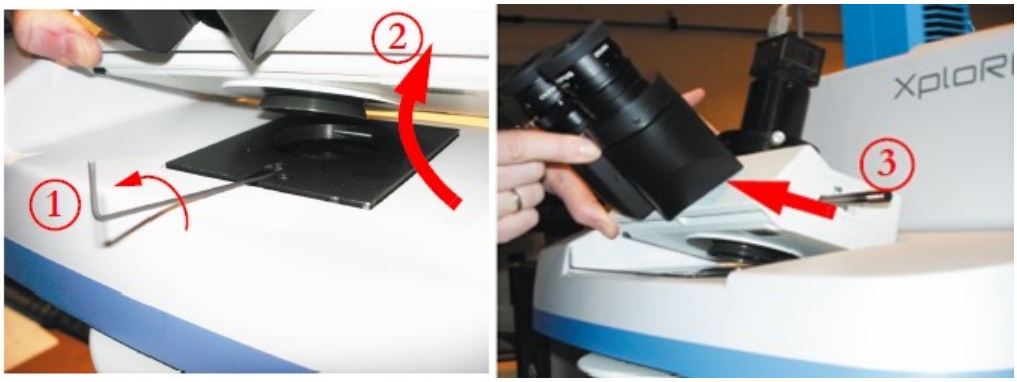
ยิ่งจุดเชื่อมต่อของเครื่องมือกับคอมพิวเตอร์แล้วสุดท้ายค่อยต่อแหล่งจ่ายไฟ นี้จะทำให้สามารถหาสัญญาณของ USB โดยการเปิดสวิตช์ ON ของเครื่อง XploRA ก่อนแล้วค่อยปิดคอมพิวเตอร์เป็นอันดับสุดท้าย

2.1.2 การเปิดกล่องบรรจุภัณฑ์ของเครื่อง

ถ้าต้องส่งเครื่อง XploRA โดยการขนส่ง ต้องใส่กล่องให้เรียบร้อยตามข้อบังคับซึ่งต้องปฏิบัติตามขั้นตอน 1, 2 และ 3 ที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้เรื่องการนย้ายเครื่องมือและให้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

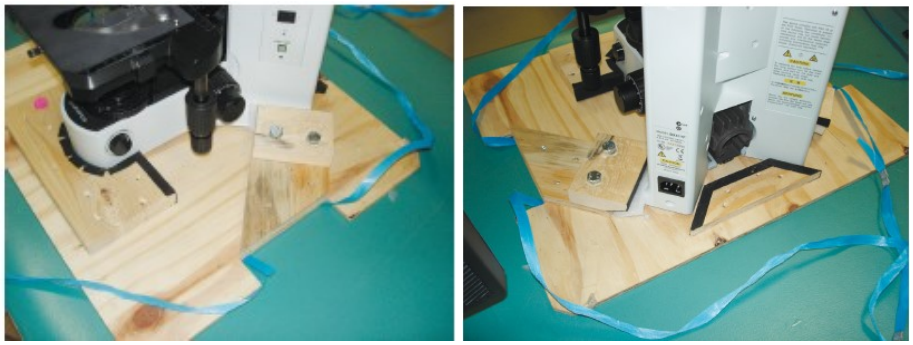
- ทำการถอดแหล่งกำเนิดแหล่งหักเหและ(หรือ)สะท้อนที่อยู่ตำแหน่งทางด้านหลังของเครื่องมือ โดยดูวิธีและขั้นตอนจากคู่มือของไมโครสโคป
- ทำการถอดกล้องใกล้ตากับกล้อง CMOS และทำการแยกในกล่องบรรจุภัณฑ์ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 5 และ 6
- ทำการถอดแท่นวางชิ้นงานออก ซึ่งสามารถดูได้จากขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอนที่ 5 ใช้ไขควงหกเหลี่ยมขนาด 1.5 mm. ไขสกรูด้านในของกล้องใกล้ตาตรงตำแหน่งฐานด้านล่าง (รูปที่ 2.3 (1)) หลังจากนั้นไขสกรูจนพอหลวมทำให้กระบอกเป็นอิสระแล้วหมุนยกขึ้นเล็กน้อย (รูปที่ 2.3 (2)) และถอดกล้องใกล้ตากับกล้อง CMOS ออกจากทางด้านหน้า (รูปที่ 2.3 (3))



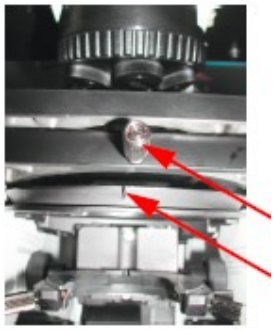
รูปที่ 2.3 แสดงลำดับและขั้นตอนการถอดกล้องใกล้ตาและกล้อง CMOS

ขั้นตอนที่ 6 ใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์อันเก่าของเครื่องที่ใช้ในการขนส่งของเราสำหรับการเคลื่อนย้าย ยกเครื่อง XploRA วางบนแผ่นไม้ของกล่องบรรจุภัณฑ์อันเก่าและไขน็อตยึดกับฐานของเครื่องให้แน่นแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.4 หลังจากนั้นให้ยกที่สายรัดสีฟ้าลงใส่กล่องบรรจุภัณฑ์อันเก่าของเครื่อง ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ ให้แยกใส่กล่องให้เหมาะสม



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะตำแหน่งการวางเครื่องบนแผ่นไม้ยึดฐานให้มั่นคง

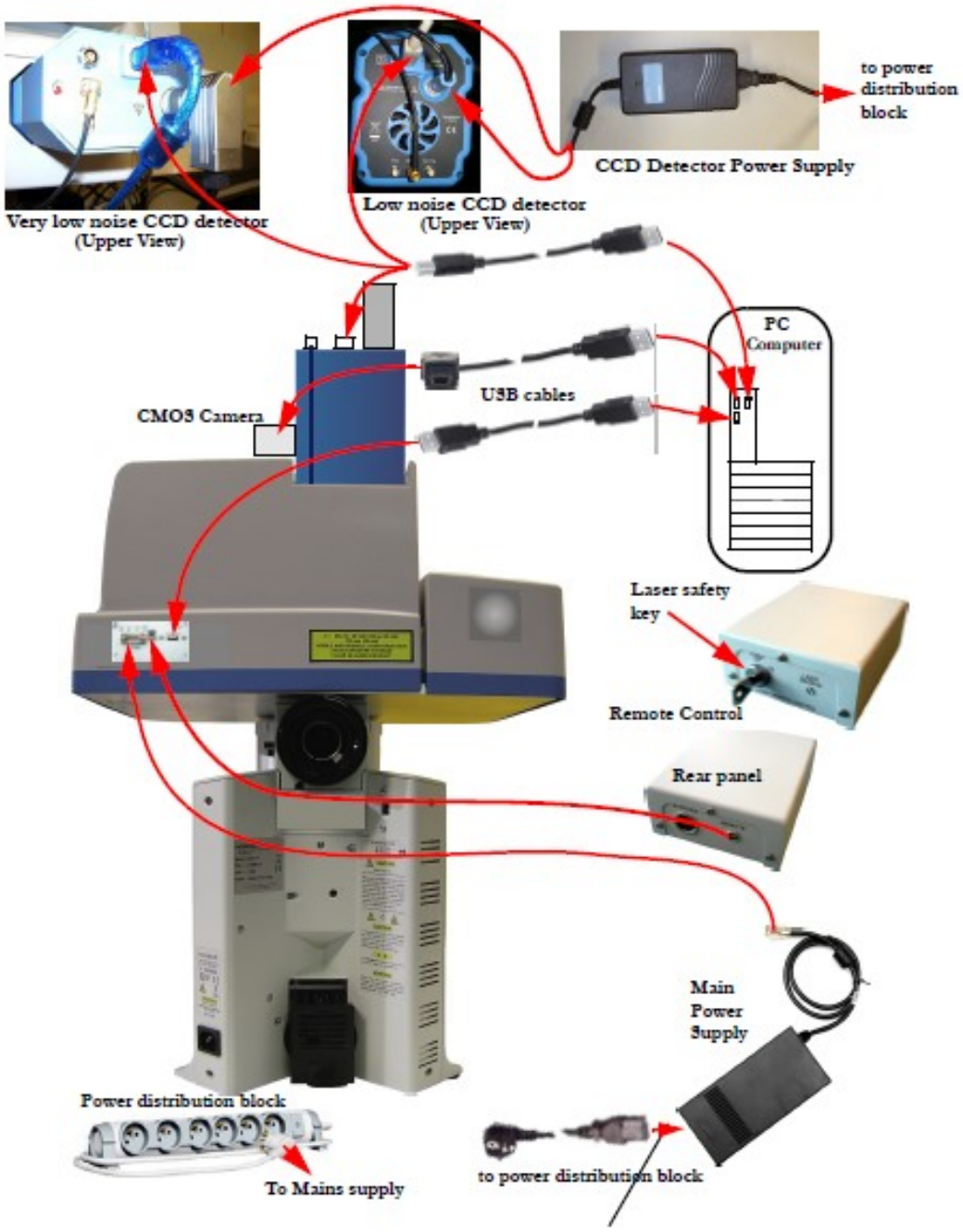
ขั้นตอนที่ 7 การถอดเอาแท่นวางชิ้นงานออก โดยการปฏิบัติตามขั้นตอนด้านล่างแท่นวางชิ้นงานแบบปรับด้วยมือแนวแกน XY การติดตั้งหรือถอดออกมีลักษณะขั้นตอนคล้ายคลึงกันสำหรับแท่นวางชิ้นงานแบบอื่นๆ สำหรับแท่นวางชิ้นงานปรับแนวแกน Z อัตโนมัติจะอยู่ด้านล่างของฐานไมโครสโคป



รูปที่ 2.5 แสดงลำดับขั้นตอนการถอดแท่นชิ้นงานออกจากตัวเครื่อง

การใส่แท่นวางชิ้นงานกลับเข้าเครื่องที่เดิม ต้องวางแท่นลงให้ตรงช่องตำแหน่งวางด้านล่าง หลังจากนั้นค่อยหมุนสกรูด้านหน้าไม่ต้องแน่นมาก แล้วค่อยๆหมุนแท่นวางชิ้นงานให้สกรูด้านหน้าตรงกับตำแหน่งขีดของเครื่องมือดังรูปที่ 2.5 แล้วหมุนสกรูให้แน่น

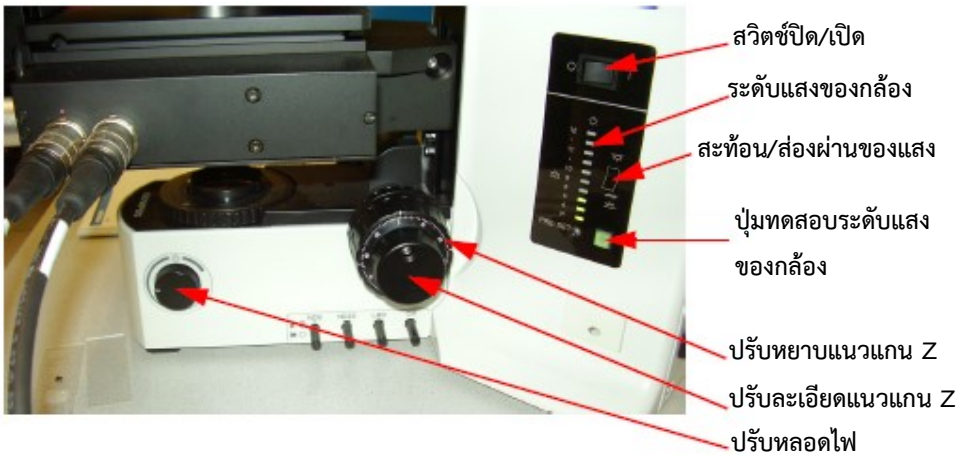
2.2 การเชื่อมต่อของเครื่อง (Interconnection)



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของเครื่องมือ

2.3 วิธีการใช้งานของเครื่องไมโครสโคป

รูปภาพด้านล่างนี้จะแสดงให้เห็นรายละเอียดของเครื่องไม-โครสโคปรุ่น BX41 และ BX51 ที่สามารถใช้งานกับเครื่อง XploRA ได้



รูปที่ 2.7 ไมโครสโคปรุ่น BX51 ปรับแกนแบบอัตโนมัติ ของเครื่องรามาน รุ่น XploRA

รูปที่ 2.7 เครื่องมือ XploRA กับไมโครสโคปรุ่น BX41 ปรับแกนด้วยมือ

2.4 การใช้งานเครื่อง/การเปิดเครื่องรามาน

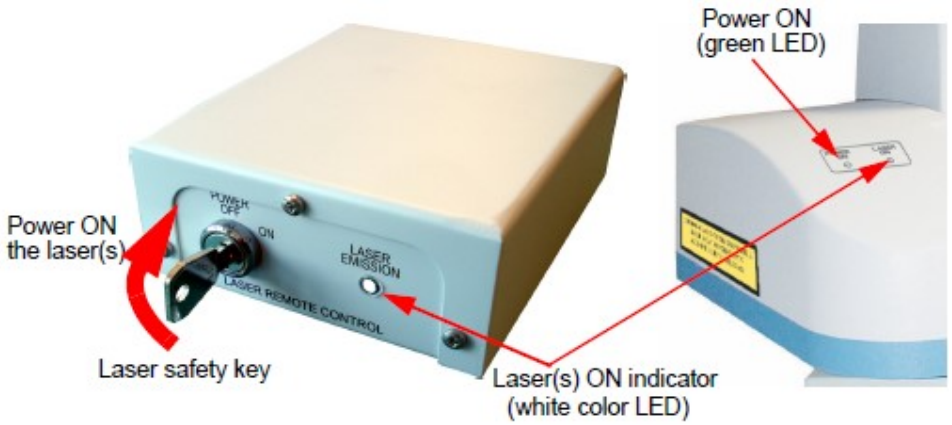
ผู้ใช้งานจะรู้สึกดีขึ้นเมื่อมีการแนะนำการใช้งาน เพื่องง่ายต่อการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดเครื่องของ XploRA เปิดสวิตช์สองตัวที่กล่องจ่ายไฟ สวิตช์แรกเป็นของเครื่องและส่วนสวตช์ที่สองนั้นสำหรับ CCD กล่องจ่ายไฟจะต้องเปิดไว้ซึ่งเครื่องของ XploRA จะต้องเปิดไปให้ระบบต้องเวลา ซึ่งซอฟแวร์ของ LabSpec จะแสดงข้อมูลของแหล่งจ่ายและเลเซอร์โดยจะมีสถานะพร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบการติดตั้งช่องเลนส์ของไมโครสโคปในช่องที่ไม่ได้ใช้งาน

รูปที่ 2.8 การปิด/เปิด ชัตเตอร์ขงเลเซอร์ด้วยมือ

ทำการเปิดเลเซอร์โดยใช้กุญแจป้องกันของเลเซอร์ที่กล่องรีโมตควบคุม อยู่ที่ด้านหน้าของกล่องและต้องตรวจสอบว่าชัตเตอร์ของเลเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ **ปิด** อยู่

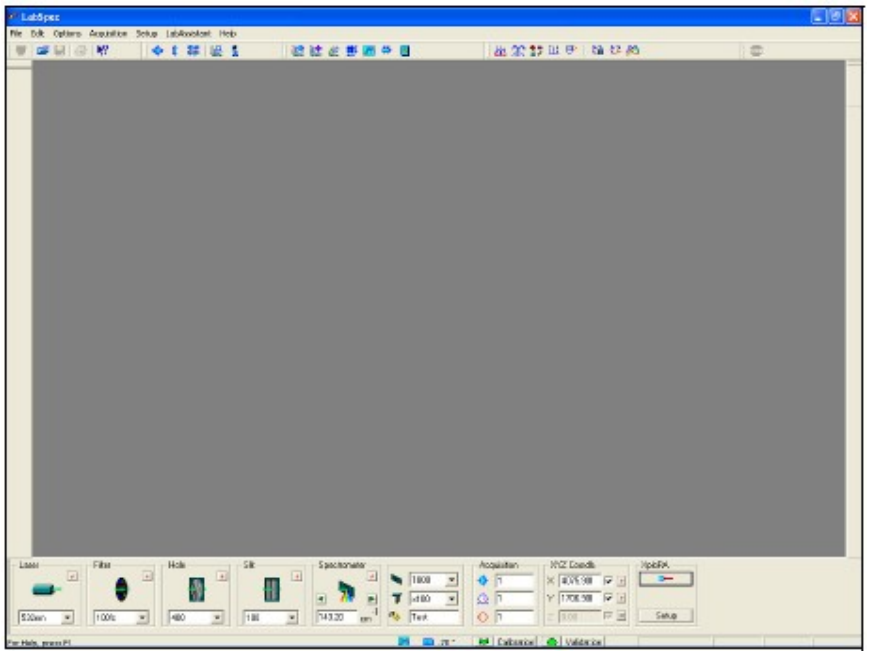


รูปที่ 2.9 แสดงสถานะของไฟ LED เมื่ทำการเปิดระบบของเลเซอร์และเครื่องมือ

ขั้นตอนที่ 3 ข้อควรระวังของเครื่อง XploRA สำหรับการเปลี่ยนสถานะการทดสอบของตัวอย่างแบบมองด้วยตาและแบบรามาน ซึ่งไม่มีระบบอัตโนมัติสำหรับการเปลี่ยนสัญญาณต้องสลับด้วยมือเท่านั้น ดังนั้นห้ามลืมเปลี่ยนโดยที่แถบหมุนนั้นหมายเลขติดอยู่ระบุสถานะ หมายเลข 1 คือสำหรับวิเคราะห์แบบรามาน และหมายเลข 2 คือวิเคราะห์พื้นผิว

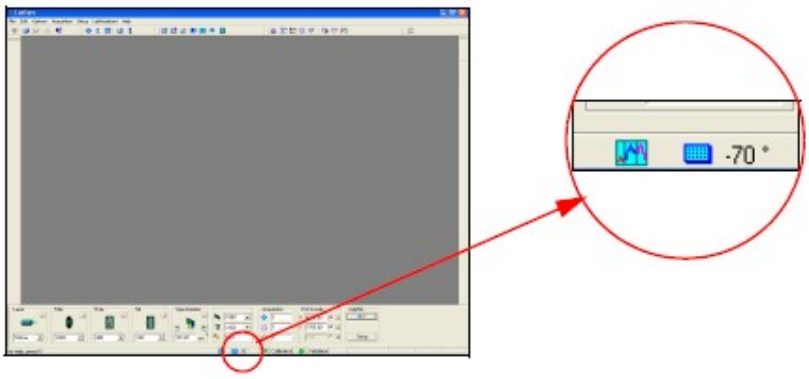
รูปที่ 2.10 การสลับสัญญาณการวิเคราะห์ด้วยการหมุน

ขั้นตอนที่ 4 เปิดสวิตช์ขงคอมพิวเตอร์เมื่อคอมพิวเตอร์พร้อมใช้งาน ให้ไปคลิ๊กที่ไอคอนเปิดซอฟแวร์ของ LabSpec จะโชว์หน้าจอของโปรแกรมดังรูปที่ 2.11



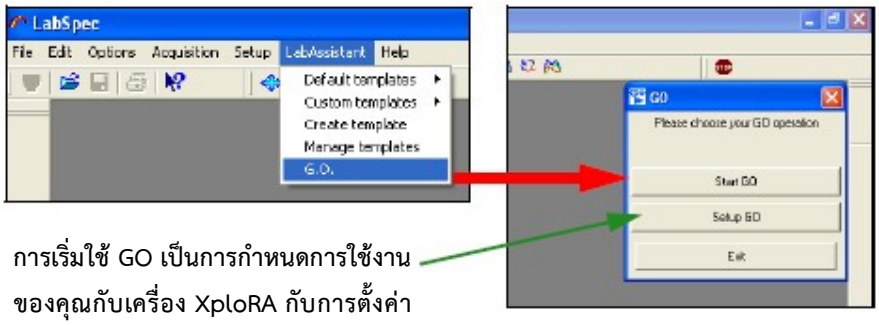
รูปที่ 2.11 หน้าจอของซอฟแวร์ LabSpec

ขั้นตอนที่ 5 การลดสัญญาณรบกวนของเครื่องตรวจจับ CCD โดยการลดอุณหภูมิด้วย Peltier เมื่อทำการเปิดเครื่อง XploRA มันจะเริ่มขั้นตอนการลดอุณหภูมิอัตโนมัติ บนหน้าจอจะโชว์สถานะของอุณหภูมิ (แสดงดังรูปที่ 2.12) รอจนกระทั่งอุณหภูมิถึง -70 ^{O}C เครื่องมือถึงจะสามารถเริ่มทำงานได้



รูปที่ 2.12 แถบแสดงถานะของอุณหภูมิเครื่องตรวจจับ CCD

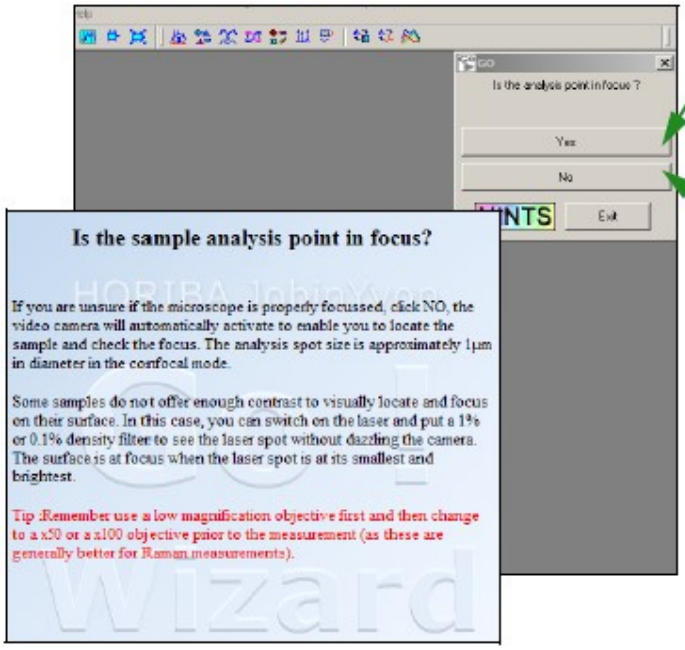
ขั้นตอนที่ 6 เริ่มตัวช่วยการใช้งาน **GO** ไปแถบเครื่องมือด้านบนที่เมนูของ **LabAssistant** แล้วเลือกที่ **GO** ตัวช่วยการใช้งานของ **GO** จะเริ่มทำงานและจะแสดงขั้นตอนวิธีการตั้งค่าการทดสอบของเครื่องมือ



การเริ่มใช้ GO เป็นการกำหนดการใช้งานของคุณกับเครื่อง XploRA กับการตั้งค่าความยาวคลื่นของเลเซอร์. เกรตติ้ง และขนาดของช่อง การตั้งค่าใช้ล่าสุดจะมี

รูปที่ 2.13 การใช้ตัวช่วยตั้งค่าการใช้งานของเครื่องมือ

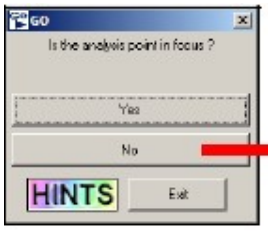
ขั้นตอนที่ 7 ลักษณะของตัวช่วย GO จะแนะนำคุณว่าต้องทำอะไรบ้างตามตำตอบที่ได้โดยจะส่งคำถามจากซอฟแวร์ (คำเตือน อย่าลือหมุนวงล้อเลือกการวิเคราะห์ของเครื่อง)

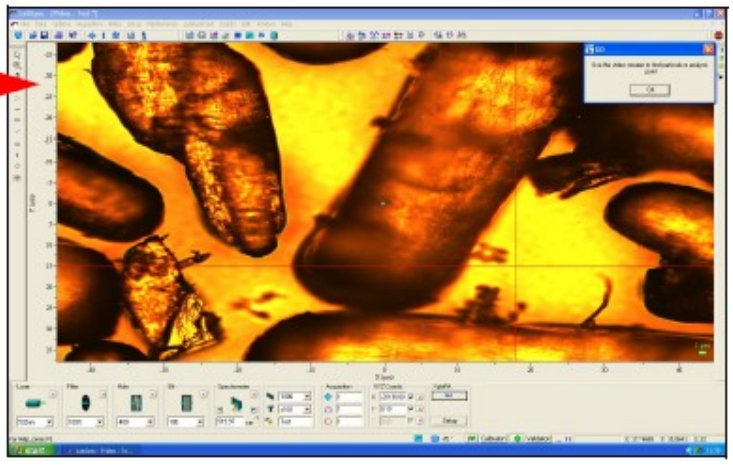


คำถามต่อไป

หน้าจอแสดงผลจะอธิบายตัวอย่างการตั้งค่าของคุณ ถ้าคุณต้องการความช่วยเหลือให้อ่านในส่วนที่ซ้อนอยู่

รูปที่ 2.14 ตัวช่วยการใช้งานของ GO จะแสดงผลของคำถามที่คุณต้องการ

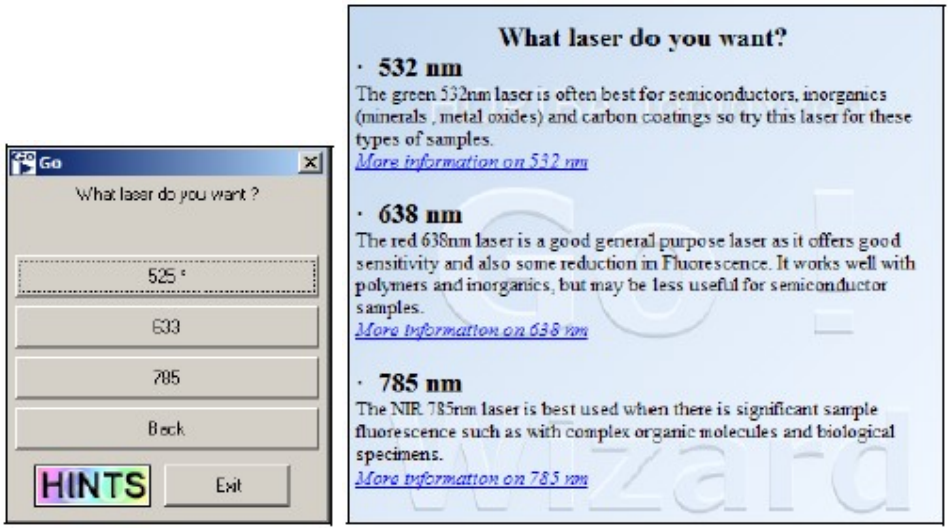




การปรับแท่นวางชิ้นงานตัวอย่างด้วยมือหรือว่าระบบอัตโนมัติเลือกจุดที่คุณสนใจจะทดสอบในตัวอย่างแล้วคลิ๊ก KO เพื่อตรวจสอบทำตามขั้นตอนการใช้ไมโครสโคปในการปรับฟอโฟกัส

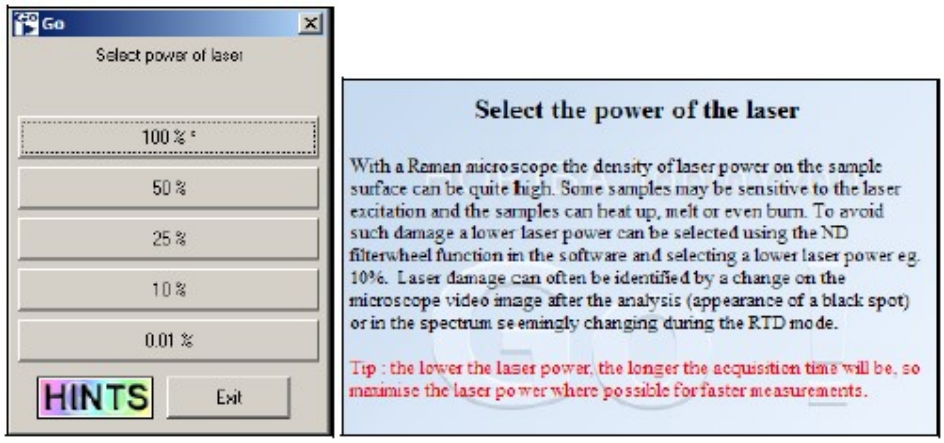
รูปที่ 2.15 การปรับระยะโฟกัสของไมโครสโคปกับชิ้นงานตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 8 คำถามต่อมาจะถามเกี่ยวกับการเลือกเลเซอร์ เครื่องรามาน รุ่น XploRA สามารถเลือกติดตั้งเลเซอร์ได้สามตัว การใช้งานขึ้นอยู่กับตัวอย่างของคุณ บางความยาวคลื่นของเลเซอร์อาจส่งผลต่อการวิเคราะห์มากกว่าความยาวคลื่นอื่น (ข้อความอธิบายเพิ่มเติมที่ซ้อนอยู่ด้วยล่าง)



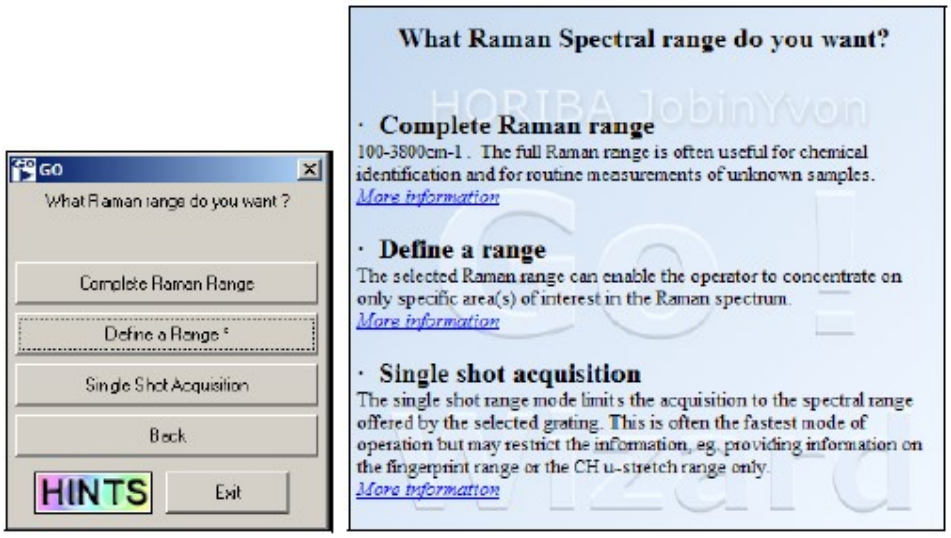
รูปที่ 2.16 คำแนะนำสำหรับการเลือกใช้เลเซอร์กับตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 9 การเลือกกำลังของเลเซอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับตัวอย่าง



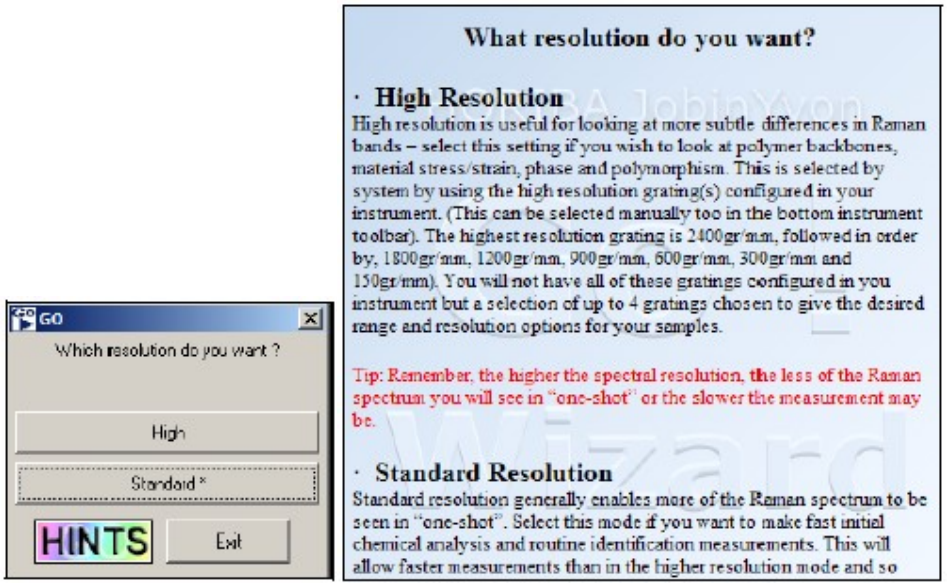
รูปที่ 2.17 การเลือกใช้กำลังของเลเซอร์ให้เหมาะสมกันชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 10 การเลือกช่วงของสเปคตรัม



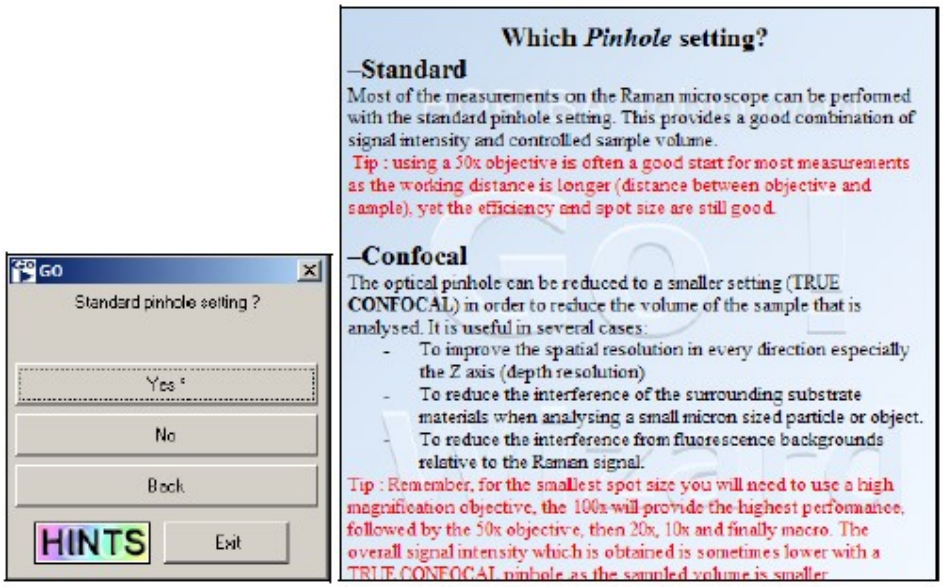
รูปที่ 2.18 รายละเอียดข้อมูลของช่วงสเปคตรัมในการวิเคราะห์ชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 11 ความละเอียดของผลการวิเคราะห์ (Resuolution) เลือกความละเอียดตามตัวอย่างที่คุณทราบ ถ้าผลที่ได้ไม่ค่อยดีมันจะดีกว่าที่จะเลือกวามละเอียดแบบมาตรฐาน (Standard resolution) เพื่อทำการวิเคาะห์โดยรวมของตัวอย่าง



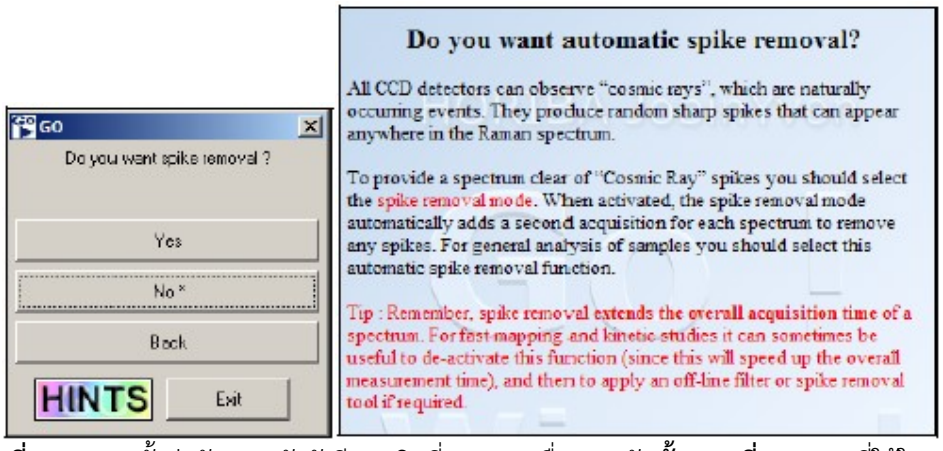
รูปที่ 2.19 ความละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 12 การเลือกขนาดของคอนโฟคอล (Confocal pinhole) ออกแบบให้มีลักษณะพิเศษซึ่งจะมีรูขนาดเล็กทำให้ความละเอียดมีคุณภาพเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแกวแนนว Z (สามารถอ่านคำอธิบายเพิ่มเติมที่ซ้อนอยู่)

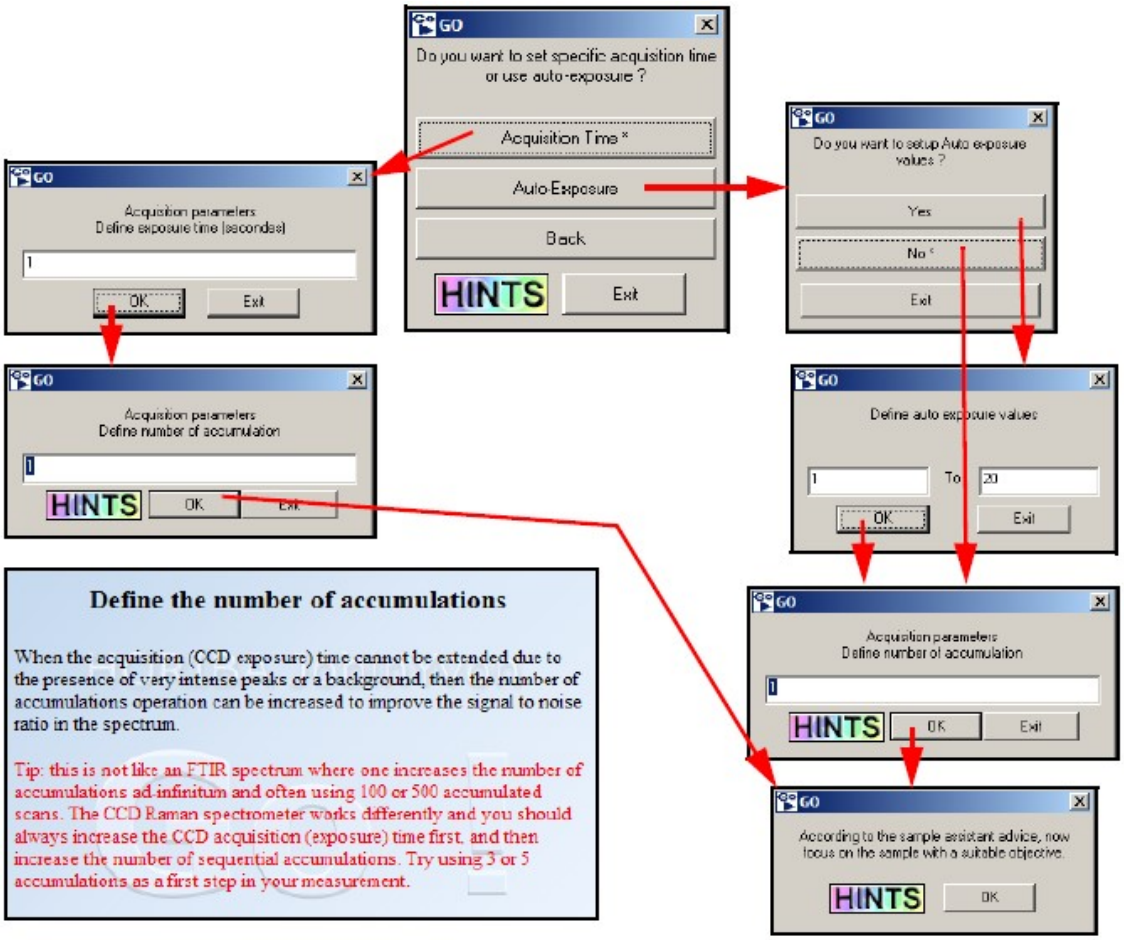


รูปที่ 2.20 การเลือกใช้ขนาดของรูของกล้องคอนโฟคอล

ขั้นตอนที่ 13 การกรองรังสีคอสมิก (Cosmic rays) เครื่องตรวจวัด CCD เช่นเดียวกับที่ใช้ใน LabRAM มันมักอ่อนไหวต่อรังสีและอนุภาคอิสระที่รู้จักกันคือ รังสีคอสมิก มันสามารถรบกวนสัญญาณของสเปคตรัมโดยทำให้ข้อมูลที่บันทึกได้มีลักษณะแหลมและสูงในสเปคตรัม ดังนั้นการเกิดขึ้นแบบสุ่มของรังสีคอสมิก มันไม่น่าเป็นไปได้อย่างยิ่งที่รังสีคอสมิกจะเกิดกับตรงส่วนเดียวของสเปคตรัมสองหรือมากกว่านั้นบนสเปคตรัยเดียวกัน ด้วยเหตุนี้มันจำเป็นที่ต้องใช้ตัวอย่างตรวจวัดแบบสุ่มในสเปคตรัม (เมื่อเทียบกับค่าคงที่ของพีคราม่าน)

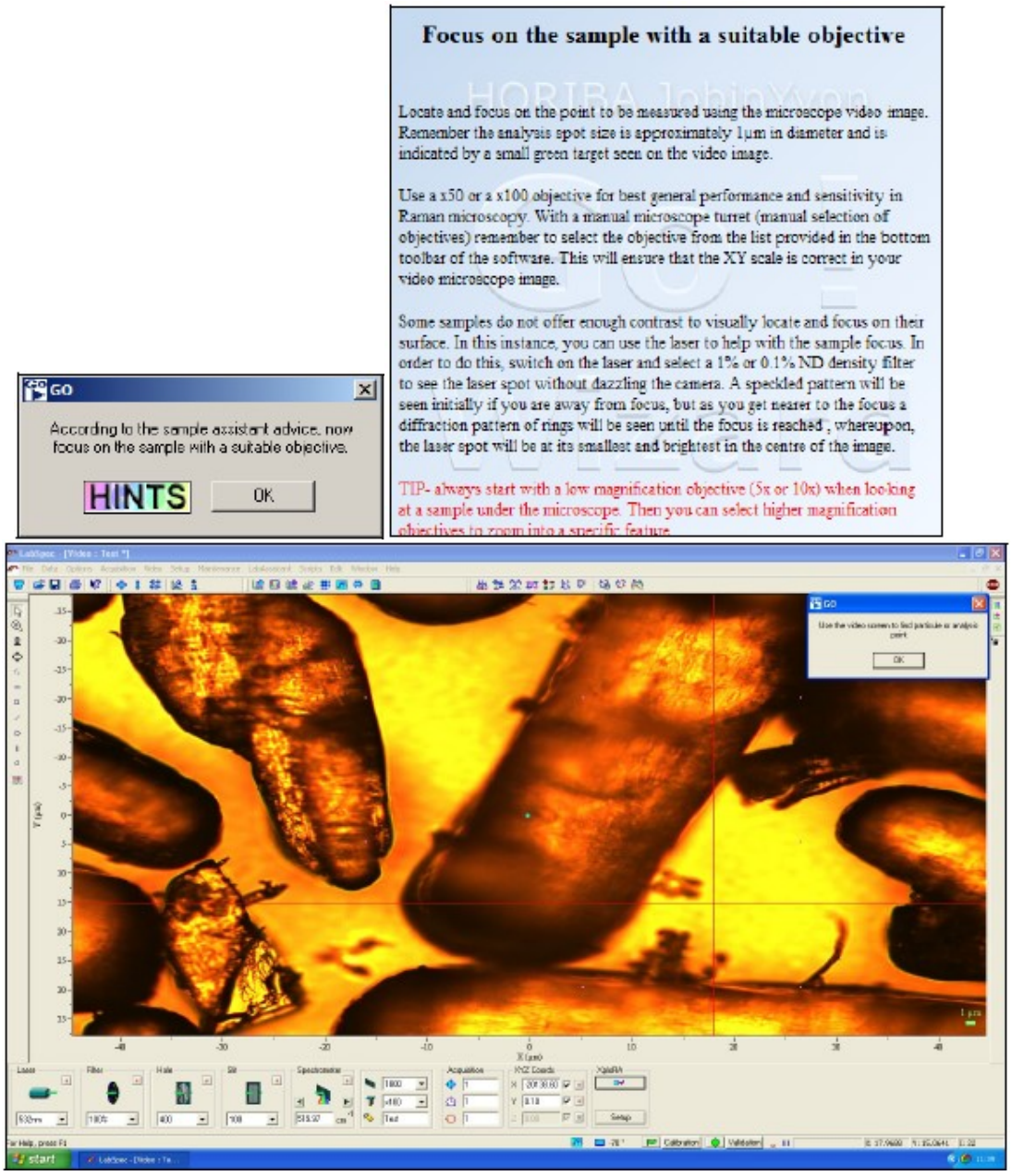


รูปที่ 2.21 การตั้งค่าตัวกรองวัดรังสีคอสมิกที่รบกวนเครื่องตรวจจับ**ขั้นตอนที่ 14** เวลาที่ใช้ในการเปิดรับสัญญาณ (Acquisition time) และแบบอัตโนมัติ (Auto- exposure) ถ้าคุณใช้ตัวช่วยในการทดสอบครั้งแรก ดังนั้นควรที่จะเลือกในโหมดของ Auto exposure (ข้อมูลเพิ่มเติมกดเปิดที่ Hint)



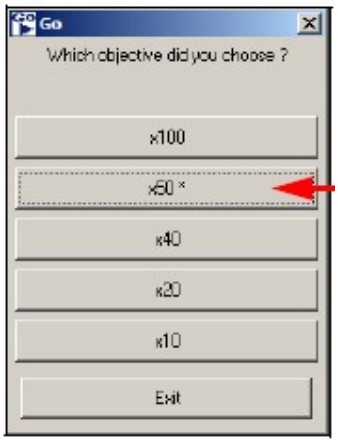
รูปที่ 2.22 การเลือกลักษณะเวลาสำหรับการเปิดรับสัญญาณ Acquisition time และ Auto exposure

ขั้นตอนที่ 15 การโฟกัสบนตัวอย่าง ซึ่งคำอธิบายจะซ้อนอยู่ที่ HINTS ในการเลือกโฟกัสของตัวอย่างที่เหมาะสม ตำแหน่งและระยะของโฟกัสเมื่อทำการวัดโดยใช้วีดีโอของไมโครสโคปจะโชว์รูปภาพของตัวอย่างขึ้นมาแล้วคลิ๊กเลือกตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 2.23 แสดงขั้นตอนการเลือกตำแหน่งและการโฟกัสของเครื่อง

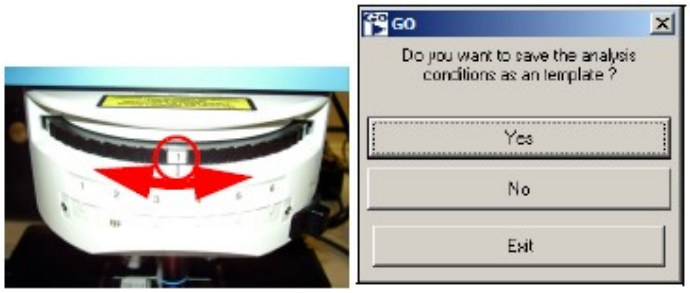
ขั้นตอนที่ 16 การเลือกใช้ขนาดของเลนส์ใกล้วัตถุ เมื่อทำการเลือกในซอฟแวร์แล้วห้ามลืมหมุนเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุที่เครื่องให้ตรงกับซอฟแวร์ที่เลือกเอาไว้



รูปที่ 2.24 การเลือกขนาดกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

ขั้นตอนที่ 17 การหมุนวงล้อเพื่อเปลี่ยนสัญญาณของแบบรามานและแบบส่องกล้องด้วยตา จากซอฟแวร์ของ Labspec ทุกครั้งที่ใช้งานแล้วเปลี่ยนสัญญาณจากรามานเป็นแบบส่องกล้องด้วยตาและจะมีข้อความป๊อปอัพสำหรับวงล้อที่หน้าจอ ซึ่งหมายเลข 1 นั้นคือการวิเคราะห์แบบรามาน

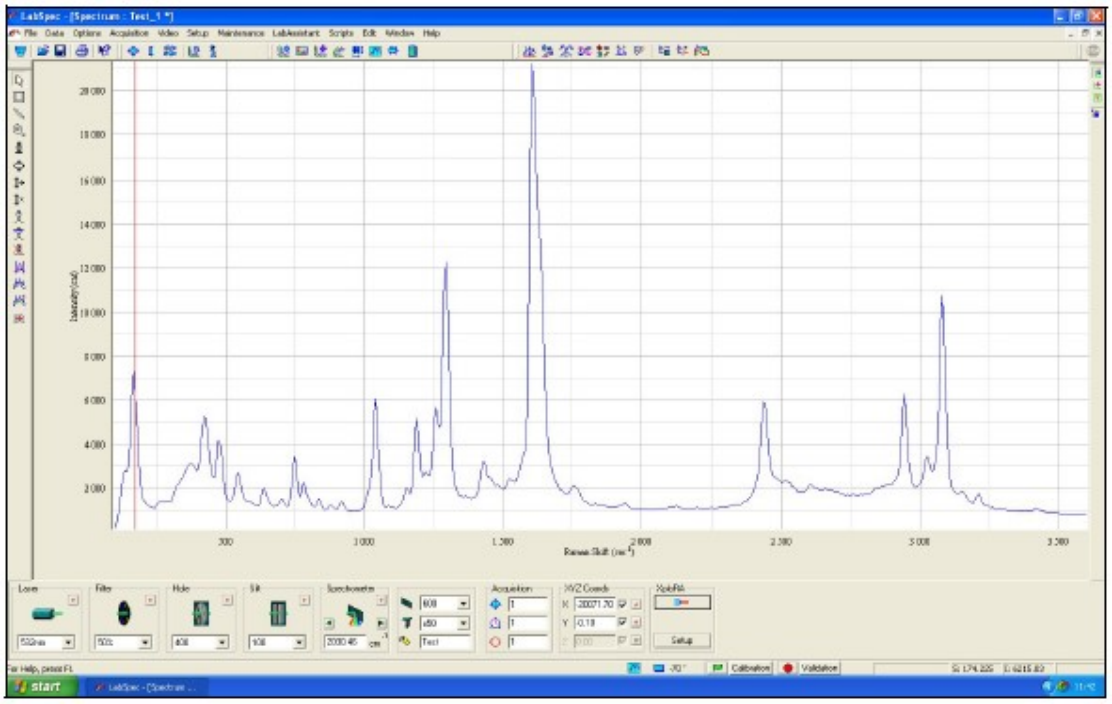
ขั้นตอนที่ 18 ทำการเซฟเก็บข้อมูลของเงื่อนไขในการวิเคราะห์ ทีขั้นตอนนี้คุณสามารถเซฟเงื่อนไขของการวิเคราะห์เป็นแบบตัวอย่างที่สามารถเรียกกับมาใช้งานได้อีกครั้ง



รูปที่ 2.25 การหมุนเปลี่ยนวงล้อของสัญญาณและเซฟเก็บเงื่อนไขการวิเคราะห์เอาไว้เป็นแม่แบบ

ขั้นตอนที่ 19 เริ่มทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ ในหน้าต่างตัวช่วยของ GO

ขั้นตอนที่ 20 ลักษณะของสัญญาณที่วัดได้คือรูปด้านล่างดังต่อไปนี้ สำหรับเครื่องรามาน รุ่น XploRA



รูปที่ 2.26 แสดงผลการทดสอบของเครื่อง XploRA ของสัญญาณสเปคตรัมที่วัดได้

ขั้นตอนที่ 3
วิธีการใช้งานเครื่อง

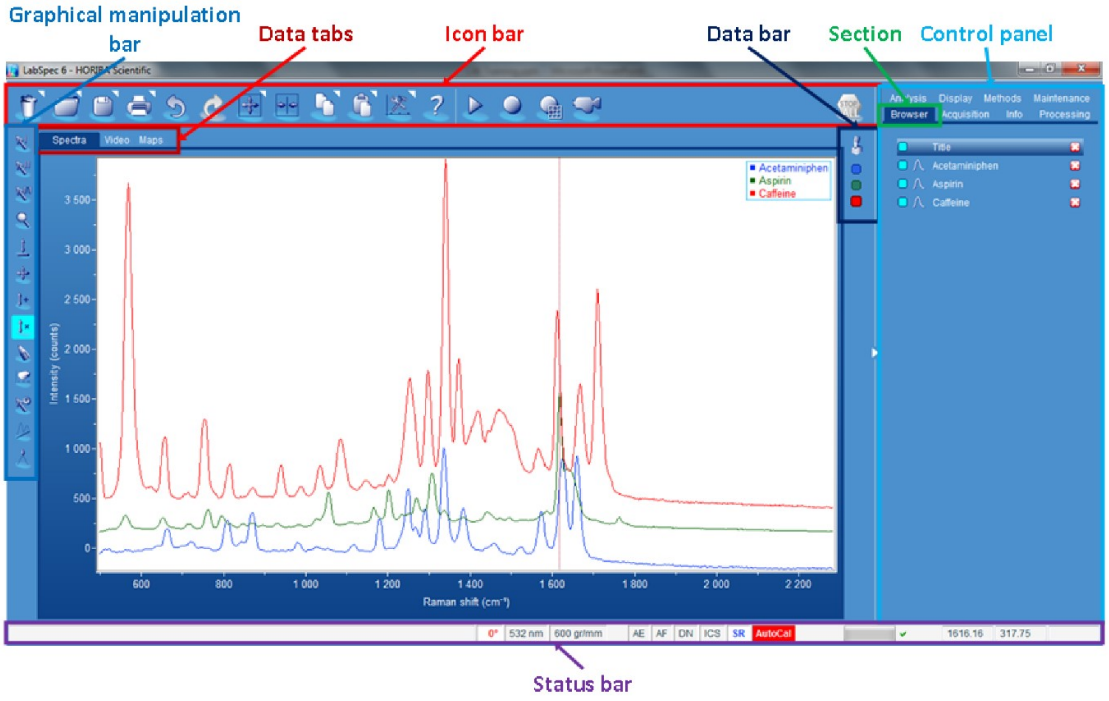
3.1 การเปิดเครื่อง

- เปิดเลเซอร์ ประมาณ 30 นาที ก่อนการทำงาน
- เปิดคอมพิวเตอร์ และเลือกไอคอน LabSpec6

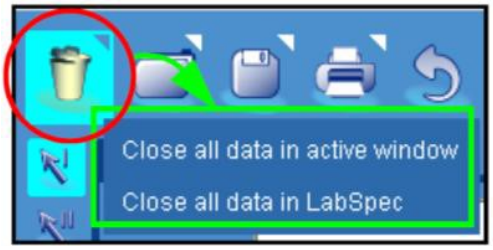
ข้อแนะนำ : สำหรับตัวเครื่องหลัก และ CCD detector แนะนำให้เปิดตลอดเวลา

3.2 หน้าต่างหลักของซอฟต์แวร์ LabSpec6

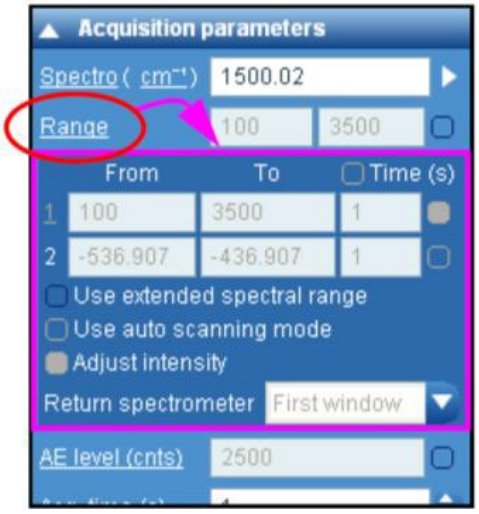
- เมื่อเปิดซอฟต์แวร์ LabSpec6 จะปรากฏหน้าต่าง ดังต่อไปนี้



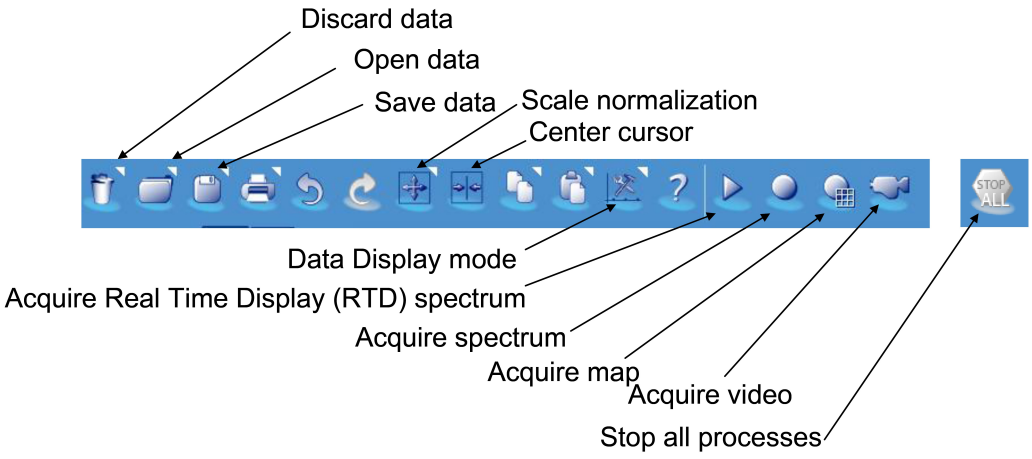
- ไอคอนที่ปรากฏในแถบ Icon bar ที่มีเครื่องหมายสามเหลี่ยมสีขาวที่มุมบนด้านขวามือ ให้เลือกโดยการคลิกขวา ซึ่งจะปรากฏแถบควบคุมและคำสั่งต่างๆ ให้เลือก ดังภาพ



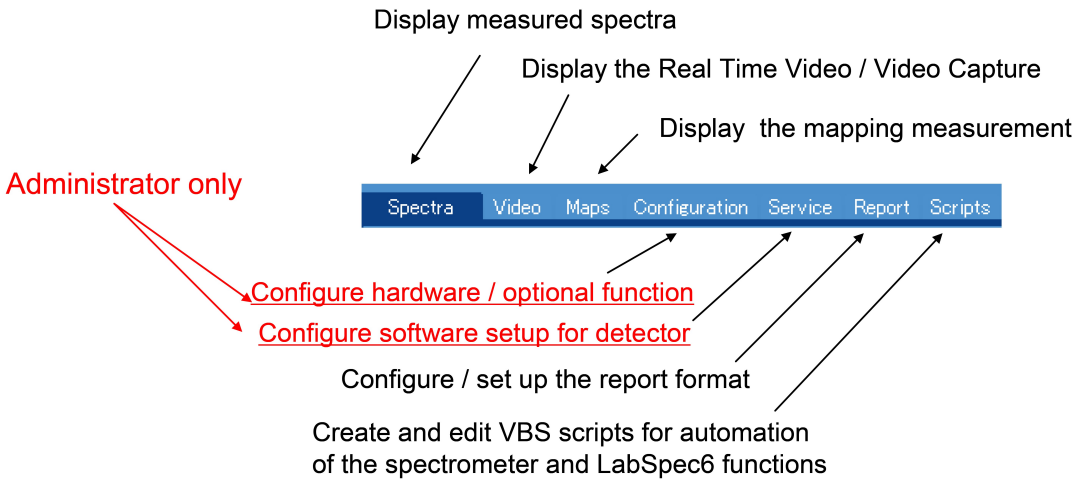
- พารามิเตอร์ที่ปรากฏใน Control panel ที่ขีดเส้นใต้ ให้คลิกซ้ายที่พารามิเตอร์นั้นๆ เพื่อเข้าสู่เมนูหรือการควบคุมอื่นๆ เพิ่มเติม



- **ไอคอนต่างๆ ใน Icon bar**



- **คำสั่งต่างๆ ใน Data tab**



- **คำสั่งต่างๆ ใน Control panel**

แถบ Control panel ด้านขวามือจะปรากฏคำสั่งทั้งหมด ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งค่า การวิเคราะห์และการแสดงข้อมูล โดยมีแถบแยกการควบคุม ดังต่อไปนี้

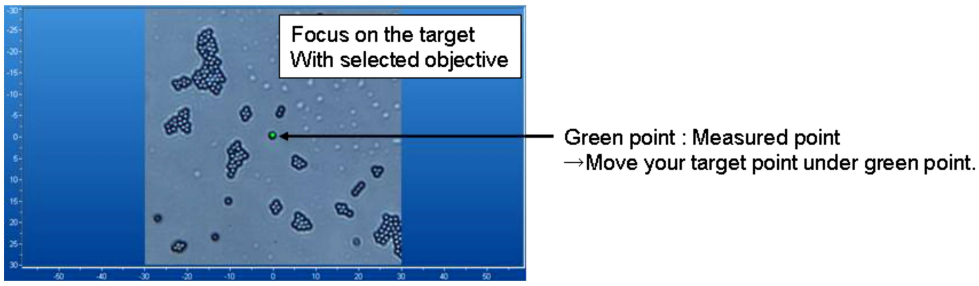
Browser:	แสดงรายการข้อมูลทั้งหมดที่เปิดใน LabSpec6
Acquisition:	การตั้งค่าพารามิเตอร์ รวมถึงการตั้งค่า hardware
Info:	แสดงข้อมูลของแต่ละไฟล์ข้อมูล
Processing:	การจัดการข้อมูลเพื่อปรับข้อมูลดิบ (รวมถึงการจัดการ baseline และการคำนวณทางคณิตศาสตร์)
Analysis:	การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์จากข้อมูลนั้นๆ (รวมถึงการทำ Peak fitting การทำ Mapping และ Multivariate)
Display:	การตั้งค่าหน้าจอของ Spectra / Video / Mapping
Methods:	การสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานแบบหลายขั้นตอน เพื่อสั่งงานผ่านการคลิกเพียงครั้งเดียว (Customized multi-step one click sequences) (รวมถึงการตั้งค่าและการวิเคราะห์)
Maintenance:	การบำรุงรักษาเครื่อง (รวมถึงการสอบเทียบระบบ, คำสั่ง AutoCalibration และ AutoAlignment)

3.3 การทำงานของวิดีโอ

- เลือกไอคอน เพื่อดูภาพจากวิดีโอแบบ Real time
- วางตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ลงบนฐานวางของ Microscope
- เลือกเลนส์วัตถุที่กำลังขยายตามต้องการ ให้โฟกัสลงบนตัวอย่าง
- เลือก Acquisition > Instrument setup และเลือกเลนส์วัตถุที่กำลังขยายที่ใช้งาน

ข้อแนะนำ: เลนส์วัตถุที่เลือกในซอฟต์แวร์จะต้องตรงกับเลนส์วัตถุที่เลือกใช้ใน Microscope

- เลือกตำแหน่งที่ต้องการวิเคราะห์บนตัวอย่าง โดยจุดสีเขียวบนหน้าจอวิดีโอแสดงถึงตำแหน่งที่วิเคราะห์บนตัวอย่าง



- เลือก เพื่อหยุดการทำงานของกล้อง และ Capture ภาพจากวิดีโอ
- เลือกไอคอน “Save data” เพื่อบันทึกภาพ โดยไฟล์ภาพที่บันทึก คือ “.16v” ซึ่งจะบันทึกภาพพร้อมสเกล และหากต้องการเปลี่ยนเป็นไฟล์ภาพอื่นๆ เช่น jpeg/tiff สามารถทำได้ แต่จะบันทึกเป็นภาพที่ไม่มีสเกล

ขั้นตอนที่ 4

การวิเคราะห์

4.1 การวิเคราะห์สเปคตรัม แบบจุดเดียว (Single point spectrum)

4.1.4 Real Time Display (RTD)

RTD เป็นการแสดงผลสเปคตรัมตามเวลาที่ตั้งไว้ โดยไม่มีการเฉลี่ยผลของสเปคตรัม และให้การตรวจวัดเพียงช่วงเดียว (ไม่สามารถเพิ่ม Spectral range ได้)

วัตถุประสงค์ของการใช้งาน RTD คือ เพื่อตรวจสอบการตั้งค่าการวิเคราะห์ (เช่น Spectral range / การเลือกเลเซอร์ / การกำหนด Confocal pin hole) ว่าเหมาะสมหรือไม่

- **การตั้งค่า**

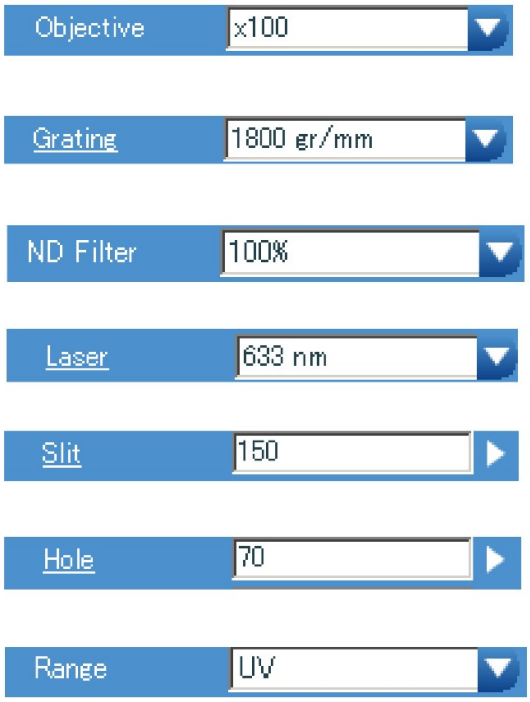
  เลือก Acquisition Parameters และ Instrument Setup ที่อยู่ในแถบ Acquisition สำหรับการตั้งค่าการวิเคราะห์แบบ RTD

  Acquisition Parameters

- **Spectro :** เช่น 1000 cm-1
  คือ ตำแหน่งตรงกลางของสเปคตรัมที่วัดได้

- **RTD time :** เช่น 2 sec
  คือ เวลาการวิเคราะห์สำหรับการวิเคราะห์แบบ RTD

Instrument Setup



- เลือกเลนส์วัตถุตามกำลังขยายที่ใช้งาน
- เลือก Grating ที่ต้องการใช้งาน
- เลือก ND Filter ที่ต้องการ
- เลือกเลเซอร์ที่ต้องการใช้งาน
- ใส่ค่าขนาดของ Slit ที่ต้องการ เช่น 100 μm
- ใส่ค่าขนาดของ Hole ที่ต้องการ เช่น 200 μm
- เลือกระบบทางเดินแสงสำหรับ Visible / UV ตามการวิเคราะห์ที่ต้องการ

ข้อแนะนำในการตั้งค่า

- **การเลือกเลเซอร์**

โดยทั่วไป สเปคตรัมของรามานสามารถวิเคราะห์ได้จากเลเซอร์ชนิดใดก็ได้ แต่ต้องคำนึงถึงการรบกวนจาก Fluorescence และต้องไม่ทำให้ตัวอย่างเสียหาย (เลเซอร์สามารถทำให้เกิดการไหม้ หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้) ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงได้ หากมีการใช้เลเซอร์ที่เหมาะสม

เลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า (เช่น เลเซอร์สีน้ำเงิน/เขียว) จะให้สัญญาณการกระเจิงแสงรามานที่สูงกว่า (ที่พลังงานเลเซอร์เท่ากัน) แต่โอกาสที่จะเกิดการรบกวนจาก Fluorescence จะสูงขึ้นเช่นกัน

เลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นสูงกว่า (เช่น เลเซอร์ย่าน NIR) โดยทั่วไปจะไม่เกิดการรบกวนจาก Fluorescence แต่สัญญาณการกระเจิงแสงรามานจะต่ำกว่าด้วย

- **เวลาการวิเคราะห์ (Acquisition Time)**

โดยทั่วไป เวลาการวิเคราะห์ที่สูงกว่าจะให้สเปคตรัมที่คุณภาพดีกว่า ซึ่งมีข้อแนะนำในการเลือกเวลาการวิเคราะห์ที่เหมาะสม ดังต่อไปนี้

1. Signal to noise ควรจะสูงพอให้มองเห็นพีคที่สนใจได้
2. Intensity สูงสุดในสเปคตรัม ไม่ควรสูงกว่า 65,000 counts

3. สเปคตรัมไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากตัวอย่างเกิดการไหม้ หรือเปลี่ยนแปลงไปจากแสงเลเซอร์

- **การเลือก Grating**

ผู้ใช้งานสามารถเลือก Grating ที่ต้องการใช้งานได้ โดย Grating จะแตกต่างกันตามความสามารถในการกระจายแสง ในหน่วย grooves per mm (gr/mm) ตามตารางต่อไปนี้

	300gr/mm	600gr/mm	1200gr/mm	1800gr/mm
intensity	high	◄	►	low
measured range	wide	◄	►	narrow
spectral resolution	low	◄	►	high

นอกจากนี้ การเลือก Grating จะต้องเหมาะสมกับเลเซอร์ที่ใช้งานด้วย ดังนั้นเลเซอร์ในแต่ละย่านแสง คือ UV, Visible หรือ NIR ควรจะใช้ Grating ที่เหมาะกับแสงในย่านนั้นๆ ด้วย

- **การเลือก Confocal Pinhole**

Confocal Pinhole จะส่งผลต่อปริมาณการวิเคราะห์ตัวอย่าง (ทั้งปริมาณแสงและพื้นที่ในการวิเคราะห์) และประสิทธิภาพการโฟกัสของระบบ โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างใน Confocal mode จะทำให้ได้ Spatial resolution ที่ดีที่สุดทั้งในแนวแกน XY และ Z ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการเลือกเลนส์วัตถุที่เหมาะสมด้วย

<u>การเลือกค่ามาก:</u> จะให้ Spatial resolution ต่ำ และให้การวิเคราะห์แบบไม่มีโฟกัส (Non-confocal analysis); สัญญาณที่ได้สูงกว่า เนื่องจากปริมาณการวิเคราะห์ตัวอย่างมากกว่า นิยมใช้งานสำหรับการวิเคราะห์แบบ Macro และ Bulk

<u>การเลือกค่าน้อย:</u> จะให้ Spatial resolution สูง และให้การวิเคราะห์แบบโฟกัส (Confocal analysis); สัญญาณที่ได้ต่ำกว่า เนื่องจากปริมาณการวิเคราะห์ตัวอย่างน้อยกว่า นิยมใช้งานสำหรับการวิเคราะห์อนุภาคในระดับไมโคร ที่ต้องการ Spatial resolution สูงสุด

- **การเลือกเลนส์วัตถุ**

เลนส์วัตถุกำลังขยายมาตรฐานที่ใช้งานในช่วง Visible คือ x10, x50, x100

เลนส์วัตถุที่มีกำลังขยายสูง (เช่น x50, x100) จะให้ Spatial resolution ที่สูงกว่า ซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างทึบแสง และวิเคราะห์ในระดับไมโคร

เลนส์วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำ (เช่น x10, x20) จะให้ Spatial resolution ที่ต่ำกว่า ซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างโปร่งแสง ตัวอย่างของเหลว และวิเคราะห์แบบ Macro

- **การเริ่มการวิเคราะห์**

  - ตรวจสอบให้แน่ใจว่าวิดีโอหยุดการทำงาน และสามารถเลือก

หากจำเป็น
  - เลือก เพื่อเริ่มการวิเคราะห์

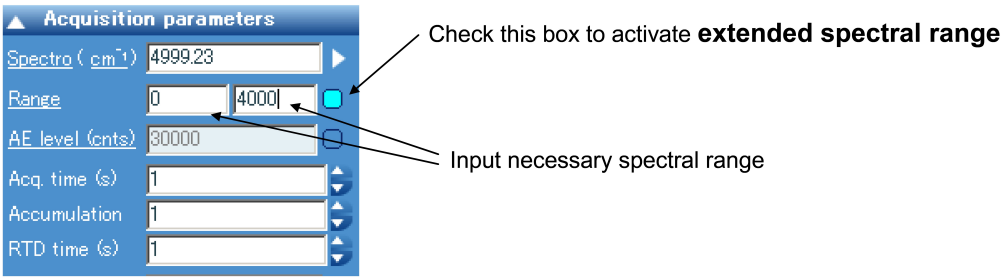
4.1.1 การวิเคราะห์สเปคตรัม (Spectrum Acquisition)

โหมดการวิเคราะห์สเปคตรัม จะให้สเปคตรัมของตัวอย่างโดยการเฉลี่ยข้อมูลสเปคตรัมที่ได้และสามารถแสดงผลที่ช่วงสเปคตรัมตามต้องการ

โดยทั่วไป การตั้งค่าสามารถทำได้เช่นเดียวกับ RTD ยกเว้น Spectral range, Acquisition time และ Number of accumulations

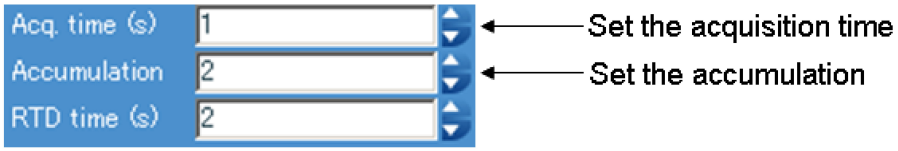
- **การเลือก Spectral range**

  หากต้องการวิเคราะห์ช่วงที่กว้างขึ้น ให้คลิกช่องด้านขวามือของ “Range” และใส่ค่าเริ่มต้นและหยุดการวิเคราะห์ของช่วงที่ต้องการ จากนั้น ซอฟต์แวร์จะสั่งการทำงานอัตโนมัติเพื่อให้ได้การวิเคราะห์ตลอดช่วง



- **การตั้งค่า Acquisition time และ Number of accumulations**

  ใน Acquisition parameters ให้ตั้งค่า Acquisition time และ Number of accumulations



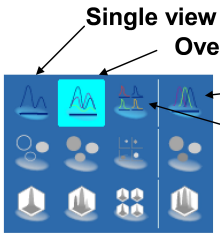
- **การเริ่มการวิเคราะห์**

  เลือก เพื่อเริ่มการวิเคราะห์

- **การแสดงผลของสเปคตรัม**

  สเปคตรัมที่บันทึกไว้ จะแสดงอยู่ในแถบ Spectra data

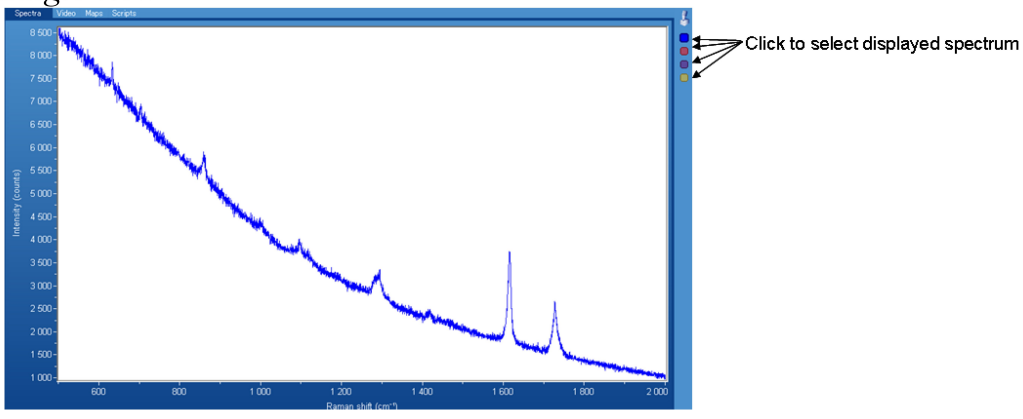
  เลือกไอคอน Display mode สำหรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงสเปคตรัม



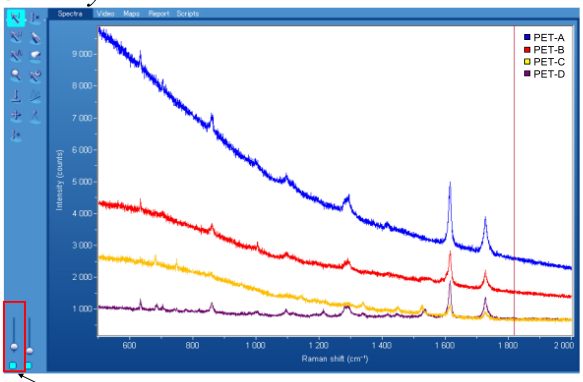
เลือกไอคอน ที่แถบเครื่องมือ Graphic manipulation tool เมื่อต้องการขยายภาพในช่วงสเปคตรัมที่สนใจ และลากช่วงสเปคตรัมที่สนใจได้

และเมื่อต้องการสเปคตรัมที่สเกลเดิม ให้เลือกไอคอน หรือคลิกขวาบนสเปคตรัม และเลือก “Rescale”

Single view

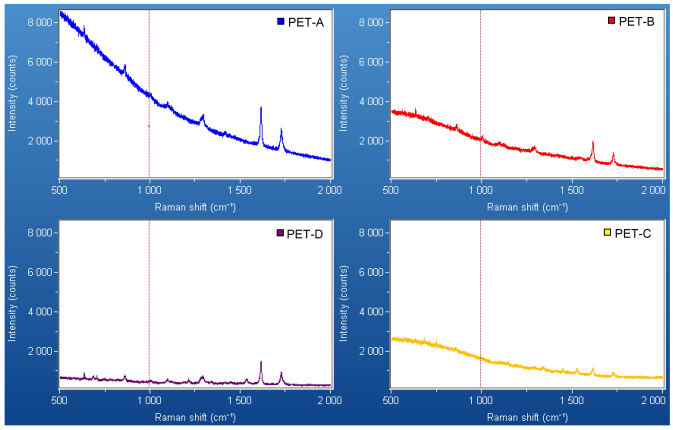


Overlay view



Stack vertical shift: check the box, and drag the slider bar to adjust the spectrum stacking.

Tile view



- **การบันทึกข้อมูล**
  - การบันทึกสเปคตรัมที่ต้องการ

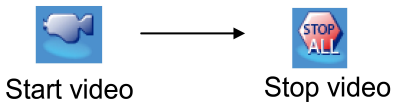
    เลือกไอคอน “Save data” เพื่อบันทึกสเปคตรัม “.16s” ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีข้อมูลการวิเคราะห์ครบถ้วน เช่น Acquisition parameters, Custom information และ File history และหากต้องการบันทึกเป็นไฟล์อื่นๆ เช่น .spc, .txt, .ngs สามารถทำได้ แต่ข้อมูลการวิเคราะห์อื่นๆ อาจหายไป โดยไม่สามารถกู้กลับคืนมาได้
  - การบันทึกสเปคตรัมทั้งหมดเป็นไฟล์กลุ่ม

    คลิกขวาที่ไอคอน “Save data” และเลือก “Save to group file”
  - การบันทึกแต่ละสเปคตรัมเป็นไฟล์แยก

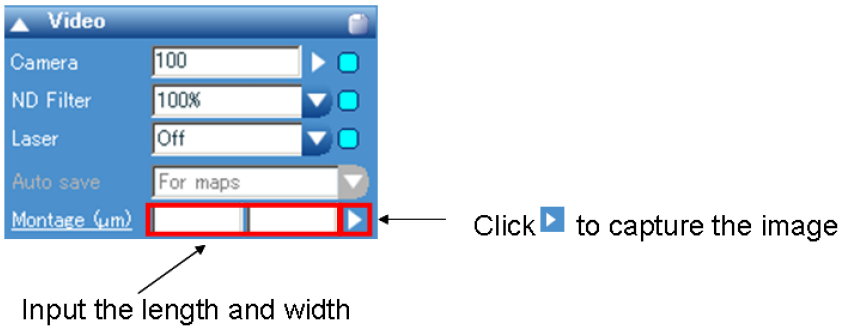
    คลิกขวาที่ไอคอน “Save data” และเลือก “Save all files”

4.2 การวิเคราะห์แบบ Mapping

4.2.1 การตั้งค่าภาพวิดีโอ



- หากต้องการดูภาพพื้นที่ขนาดใหญ่ ให้ตั้งค่าในคำสั่ง Montage ซึ่งคำสั่งนี้จะทำงานเมื่อหยุดการทำงานของวิดีโอเท่านั้น ดังนั้น ให้เลือกไอคอน เพื่อหยุดวิดีโอก่อน
- ใส่ค่าความยาว (μm) และความกว้าง (μm) ของพื้นที่ที่ต้องการ
- คลิก เพื่อ Capture ภาพที่ต้องการ



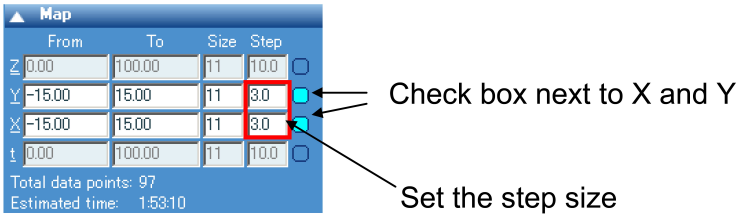
4.2.1 การตั้งค่าพารามิเตอร์การ Mapping

ตั้งค่าการ Mapping โดยเลือกแถบ Acquisition จะปรากฏตาราง Map

X, Y, Z = Spatial dimension

T = Temperature

T = Time



4.2.2 การเลือกพื้นที่ในการ Mapping

เลือกรูปร่างพื้นที่การ Mapping ได้จากไอคอนที่อยู่ในแถบ Graphical manipulation ด้านซ้ายมือของหน้าจอหลัก

: rectangle area

: circle area

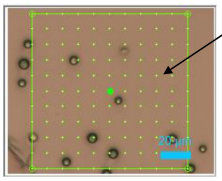
: hexagon area

: vertical line

: horizontal line

: free line

: multiple point selection

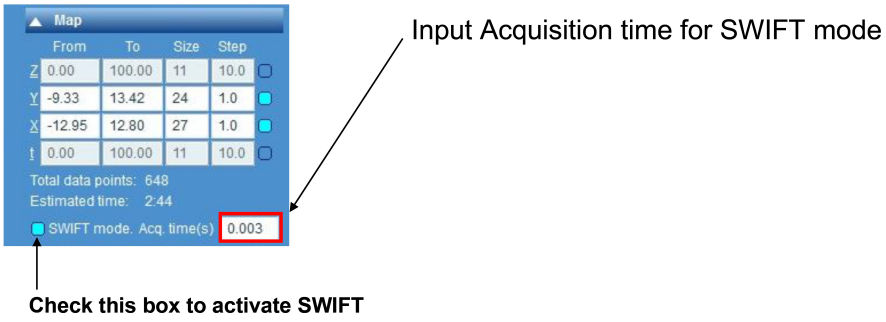


4.2.3 การตั้งค่าพารามิเตอร์การวิเคราะห์และเครื่องมือ

โดยทั่วไป การวิเคราะห์สเปคตรัมในแต่ละจุดของการ Mapping จะสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์เหมือนกับการวิเคราะห์แบบจุดเดียวได้ แต่สิ่งสำคัญ คือ การ Mapping เกิดจากการเก็บข้อมูลของสเปคตรัมหลายร้อยหรือหลายพัน จึงต้องพิจารณาถึงระยะเวลาโดยรวมที่ต้องการในการ Mapping ด้วย

4.2.4 การเลือกโหมดการ Mapping แบบ “Point by Point” หรือ “SWIFT”

SWIFT mode เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับการ Mapping อย่างรวดเร็ว โดยค่า Acquisition time จะต่ำกว่า 0.5s ซึ่งการเลือกใช้งานจะอยู่ในแถบ Acquisition > Map



4.2.5 การเริ่มการ Mapping

เลือก เพื่อเริ่มการMapping

4.2.6 การบันทึกผลการ Mapping

เลือกไอคอน “Save data” เพื่อบันทึกสเปคตรัม “.16m” ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีข้อมูลการวิเคราะห์ครบถ้วน เช่น Acquisition parameters, Custom information และ File history และหากต้องการบันทึกเป็นไฟล์อื่นๆ เช่น .spc, .txt, .ngs สามารถทำได้ แต่ข้อมูลการวิเคราะห์อื่นๆ อาจหายไป โดยไม่สามารถกู้กลับคืนมาได้

4.2.7 หน้าต่างแสดงผลการ Mapping