UP DATE

สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย
METROLOGY SOCIETY OF THAILAND

สมท. สาร ปีที่ 6 ฉบับที่ 4 ISSN 0859-5348 ตุลาคม-ธันวาคม 2544

mst metrology

บทบรรณาธิการ

CONTENTS

สาส์นจากนายก 2

Realization of Nikel Freezing Point For the

ตอบคำถามการเสวนาทางวิชาการ 4

มาตรวิทยากับคุณภาพ 9

ใช้ Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements เพื่อเลือกวิธีการสอบเทียบ 11

ภาพกิจกรรม 12

สวัสดีค่ะ

จุลสาร Up date ฉบับนี้ คงเป็นฉบับสุดท้ายของคณะกรรมการชุดปัจจุบัน เนื่องจากเราจะมีการเลือกตั้งคณะกรรมการชุดใหม่ขึ้นมาแทนชุดปัจจุบันที่กำลังครบวาระไป ในเดือนธันวาคมนี้

ดิฉันในนามคณะกรรมการสมาคมฯ ต้องขอขอบคุณท่านสมาชิกทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนสมาคมฯ เป็นอย่างดี และหวังว่าสมาคมฯ ของเราจะมีสมาชิกเพิ่มมากขึ้น มีความแข็งแรงในเชิงวิชาการเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยพัฒนาระบบมาตรวิทยาของประเทศให้ทัดเทียมกับสากล

ในฉบับนี้นอกจากสาส์นของท่านนายกแล้ว จะมีการตอบปัญหาในส่วนของมวลและความดัน อุณหภูมิ และทางเคมี ซึ่งสืบเนื่องมาจากการเสวนาทางวิชาการ เมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2544 ที่ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ สำหรับสาขาอื่น ๆ คงทยอยลงในฉบับต่อไป นอกจากนั้นยังมีเนื่องของคุณสือศักดิ์ที่อ่านต่อฉบับก่อน และคุณศิริ ถ้าสมาชิกท่านอื่นสนใจ ช่วยส่งบทความมาด้วย เพื่อจะได้มีมุมมองที่แตกต่างกันออกไป

สำหรับการบรรยายพิเศษเรื่อง Experience in assessment of Calibration Laboratories of ISO/IEC 17025 โดย MR.JOUHN HURLL เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2544 ซึ่งได้รับความสนใจจากสมาชอกอย่างดี แม้ว่าจะมีเวลาเตรียมงานอย่างกะทันหันก็ตาม และคิดว่าพวกเราคงจะได้ประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากมีคำถามมากมาย ตลอดการบรรยาย

สมาคมมีการฝึกอบรม คอร์สสุดท้าย เหลืออยู่ คือ เรื่อง UV-Spectrophotometer : การสอบเทียบ การวัด การวิเคราะห์สาร ตามมาตรฐานสากล วันที่ 8-9 พฤศจิกายน 2544 ณ บริษัทสิทธิพร แอสโซสิเอส จำกัด

ซึ่งคณะนี้กำลังเปิดรับสมัครอยู่ จำนวนจำกัด เพียง 20 ท่านแรกเท่านั้น สนใจรีบสมัครส่งแบบตอบรับมาที่ Fax : 940-6949 หรือ โทรติดต่อกับคุณอินธิรา ได้ค่ะ ที่เบอร์ (662)940-6949

สุดท้ายนี้ หวังว่าทุกท่านคงจะมาร่วมงานประชุมใหญ่สามัญประจำปีในวันที่ 14 ธันวาคม 2544 นี้ อย่างพร้อมเพียงกัน และอย่าลืมช่วยกัน

สาส์นจากนายกสมาคมฯ

วันที่เขียนสารฉบับนี้ คือ วันพุธที่ 12 กรกฎาคม 2544 ซึ่งเป็นวันรุ่งขึ้นของเหตุการณ์ระทึกขวัญ ที่เกิดขึ้นสดๆ ร้อนๆ คือ ตึก World Trade Center ในมหานครนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา ถูกวินาศกรรมจากการถูกเครื่องบินโดยสาร 2 ลำที่ถูกจี้มาชนทั้งสองอาคาร เวลาห่างกันเพียง 18 นาที ขณะที่ Tower ทั้งสองกำลังไฟไหม้ก็เกิดระเบิดซ้ำอีก 2 ครั้ง จนทำให้อาคารทั้งหมดพังพินาศอย่างสิ้นเชิง คาดว่าจะมีผู้เสียชีวิตเหยียบหมื่น และผู้บาดเจ็บอีกมากมาย นับเป็นวินาศภัยครั้งร้ายแรงที่สุดในประวัติศาสตร์ของอเมริกา เหตุการณ์จะเป็นอย่างไรต่อไปคิดว่าทุกคนคงจะให้ความสนใจติดตามต่อไป จะเกิดอะไรขึ้นต่อจากนี้ก็ยากที่จะคาดเดา

ในช่วง 9 เดือนที่ผ่านมาของปีนี้ ผมมีความรู้สึกว่าการฝึกอบรมที่เกี่ยวกับมาตรวิทยาและระบบมาตรฐานที่เคยที่ทำมาในปีก่อน ๆ นั้น มีความต้องการลดลง เพราะมีผู้เข้ารับการอบรมน้อยมาก จนบางหลักสูตรจำต้องขอยกเลิกเนื่องจากมีผู้สมัครเข้ารับการอบรมน้อยเกินไป จึงทำให้คิดว่าปีหน้าคณะกรรมการจะต้องพิจารณาปรับปรุงหลักสูตร หรือเปลี่ยนแนวไปในรูปอื่นที่น่าจะสนใจมากขึ้น

สำหรับผมสืบเนื่องจากการจัดเสวนาทางวิชาการ เมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2544 ซึ่งมีคำถามเกี่ยวกับการสอบเทียบ จำนวนมาก ทั้งที่ตอบแล้วในวันเสวนา และที่ยังไม่ได้ตอบเพราะไม่มีเวลานั้น สมาคมฯจะทยอยตอบให้ทาง web site และ ทางจุลสาร up date ท่านสมาชิกที่สนใจคงจะติดตามดูได้

อนึ่งข่าวสำคัญที่คณะกรรมการจะแจ้งให้ทราบในวันนี้คือ คณะกรรมการจะจัดให้มีการประชุมใหญ่สามัญจะจำปี และเลือกตั้งคณะกรรมการชุดใหม่ประจำปี และเลือกตั้งคณะกรรมการชุดใหม่ประจำปี 2545-46 ในวันศุกร์ที่ 14 ธันวาคม 2544 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ ซึ่งได้รับเกียรติจากท่านปลัดกระทรวงอุตสาหกรรมไปเป็นประธานเปิดการประชุม จึงขอเรียนเชิญท่านสมาชิกเป็นการล่วงหน้า หรือเตรียมตัวให้พร้อมที่จะช่วยกันสรรหาผู้ที่เห็นว่าเหมาะสมเป็นกรรมการต่อไป

ด้วยความนับถือ

นายกสมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย

Realization of Nikel Freezing Point for the Thermocouple Calibration

ผู้ที่คุ้นเคยอยู่กับงานสอบเทียบทางอุณหภูมิคงทราบดีว่า โดยปกติการสอบเทียบ เครื่องวัดอุณหภูมิชนิด radiation pyrometer ที่อุณหภูมิสูง เราจะใช้ fixed point ของโลหะบริสุทธิ์ เป็นจุดอุณหภูมิอ้างอิงในการสอบเทียบ การใช้ fixed point cell ที่อุณหภูมิสูง สำหรับการสอบเทียบ thermocouple ยังไม่เหมาะเนื่องจากสารคาร์บอนจะซึม (diffuse) เข้าไปใน alumina ที่ใช้ทำฉนวน และ protecting tube ของ thermocouple

อย่างไรก็ตามจากการทดสอบศึกษาของ Korea Research Institute of Standard and Science (KRISS) ในการทำ Freezing point cell ด้วยโลหะนิเกิลบริสุทธิ์ ที่บรรจุอยู่ใน alumina บริสุทธิ์ 2 รูปแบบ คือ แบบแรกทำเป็น Vertical cell สำหรับใช้สอบเทียบ thermocouple และ แบบที่ 2 เป็นแบบ horizontal cell ใช้สำหรับสอบเทียบ pyrometer สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

2. Vertical cell
   - ❖ Plateau ของการหลอมละลาย จะอยู่ระหว่าง 1.65 μV หรือ 0.14 ^{0}C ให้ช่วงเวลานานประมาณ 45 นาที
   - ❖ plateau ของการแข็งตัว จะอยู่ระหว่าง 0.45 μV หรือ 0.04^{0}C ในช่วงเวลาประมาณ 45 นาที
   - ❖ ค่าเฉลี่ยของ emf ของการวัดด้วย thermocouple Type B ด้วย plateau 3 ครั้ง 9573.83 $\pm$ 0.08 μV และมีค่า Standard deviation น้อยมาก และมี repeatability ดี

1. Horizontal cell
   - ❖ จากการวัดอุณหภูมิด้วย Standard radiation pyrometer จำนวน 8 ครั้ง มีผลสรุปดังนี้
   - ❖ การหลอมละลายเกิดขึ้น ที่อุณหภูมิ 1457^{0}C และการแข็งตัวจะอยู่ที่1453 ^{0}C
   - ❖ plateau มีความเรียบดีทั้งขณะเกิดการหลอมละลายและเกิดการแข็งตัว
   - ❖ ขณะเกิดการหลอมละลายระยะสุดท้าย (ประมาณ 20 นาทีแล้ว) จะได้ plateau ที่ค่อนข้างคงที่ดี
   - ❖ standard deviation ของการเกิด freezing plateau ที่คำนวณได้ประมาณ 0.04 ^{0}C
   - ❖ อุณหภูมิเฉลี่ยของ freezing point คือ 1455.44 ^{0}C

หากผลการศึกษานี้นำไปผลิต Vertical fixed point cell ของนิเกิล จะทำให้ในอนาคตเราจะมีจุดอุณหภูมิอ้างอิงสำหรับการสอบเทียบเทอร์โมคับเปิ้ลที่อุณหภูมิสูง ที่จะทำให้ผลการวัดหรือสอบเทียบมีความถูกต้อง และได้รับความเชื่อมั่นมากขึ้น

~~แปลและเรียบเรียงจาก Realization of the nikel freezing~~ point for thermocouple calibration, โดย Y.G. kim,S.N. Park, K.S. Gam , k.H. Kang,KRISS ,Daejon,Korea

ตอบคำถามการเสวนาทางวิชาการ วันที่ 26 ก.ค. 2544

กลุ่มมวลและความดัน

1. <u>คำถาม</u> ตามมาตรฐานใหม่ UKAS Lab 14 Calibration of Weighing กำหนดให้ใช้ Mass E1 สอบเทียบเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง Capacity 0-100 g เราควรจะดำเนินการอย่างไร

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบหลายแห่งใช้มาตรฐาน NAMAS NIS 6 Callbration of Weighing Machines and Weights เป็น Guideline ในการสอบเทียบเครื่องชั่งและตุ้มน้ำหนัก และมาตรฐานฉบับดังกล่าวจะถูกแทนที่ด้วย UKAS LAB 14 ในเร็ววันนี้

ในรายละเอียด มีการกำหนด Mass ที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องชั่ง ใน Table 1 Lowest class of weights required for different types of weighing machines แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง โดยเฉพาะเครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูง ขนาด $\leq$ 1 mg จำเป็นต้องใช้ Mass Class E 1 เป็น Standard หากห้องปฏิบัติการยังคงมีความต้องการและจำเป็นต้องใช้มาตรฐานฉบับดังกล่าวเป็น Guideline คงต้องปฏิบัติตามโดยการจัดซื้อ Weight Standards Class

ในการสอบเทียบเครื่องชั่ง ยังมีมาตรฐานอีกฉบับหนึ่งอาจใช้เป็น Guideline ได้ ได้แก่ OIML R76-1 Nonautomatic Weighing Instruments ซึ่งกำหนดให้สามารถใช้ Weight Standard ที่มี Error ไม่เกิน 1/3 ของเครื่องชั่งทำการสอบเทียบเครื่องชั่งเหล่านั้นได้ ในหัวข้อ 3.7 Verification standards (หัวข้อ 3.7.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งความละเอียดขนาด 0.1 mg เทียบเท่า Mass Comparator ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพงผู้เป็นเจ้าของเครื่องชั่งเหล่านี้ ควรจะต้องทราบถึงผลเสียหายทางด้านกายภาพและผลการวัดที่ผิดพลาด อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการควบคุม แม้ว่าเครื่องชั่งเหล่านั้นจะถูกใช้งานในโรงงานในหน่วยงาน production ก็ดี หรือในห้องปฏิบัติการของโรงงานก็ดี ควรที่จะอยู่ภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อมทั้งอุณหภูมิ และความชื้น เพราะปัจจุบันหลักอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการวัดผิดพลาดได้แก่ Ari Bouyancy และ Air Density ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งอุณหภูมิร้อน เย็น และความชื้น สูง-ต่ำ สลับกัน มีผลกระทบต่อส่วนที่เป็นอิเล็กโทรนิกส์ ทำให้อายุการใช้งานที่สั้นลง รวมถึงการเกิด corrosion จากการ condense ด้วย เช่นกัน ฉะนั้นสภาวะแวดล้อมควรได้รับการดูแลและควบคุมระดับหนึ่ง แต่อาจไม่เข้มงวดเทียบเท่าห้องปฏิบัติการ แต่จะเป็นเท่าใดนั้น อาจขึ้นกับ Operation Environment Recommendation ของเครื่องชั่งแต่ละยี่ห้อที่ผู้ผลิตได้กำหนดให้หรือขึ้นอยู่กับระดับความถูกต้องของผลการวัดตามความต้องการของโรงงานเอง เช่น ได้กำหนด Acceptance Criteria ใหม่ นอกเหนือ Specification ของเครื่องชั่ง ก็อาจยอมรับได้

ข้อแนะนำหรือ Guideline ในการกำหนดสภาวะแวดล้อม สามารถดูรายละเอียดได้จากเอกสารเหล่านี้

- ISA RP52 ของสมาคม Instrument Society of America (www isa org)
- OIML R76-1 หัวข้อ 3.9.2 Temperature และ OIML G

Uncertainty ให้นำผลจาก Thermal Expansion

ขึ้นอยู่กับระดับความถูกต้องที่ต้องการในเบื้องต้น และค่า Air Bouyancy Correction ซึ่งคำนวณได้และมีข้อกำหนดตามเอกสาร OIML R111 Annex B หากค่า Correction น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1/3 ของ Uncertainty ที่คำนวณได้ อาจจะละทิ้ง ไม่ต้องนำมารวมก็ได้ ผลการทดลองของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ PTB ของประเทศเยอรมัน ในเรื่องดังกล่าวนี้ แสดงไว้ในวารสาร Metrologia 1999 Vol.36 หน้า 183-197

3. คำถาม ค่า Local Gravity (g) ที่วัดโดยกรมแผนที่ทหารใช้ได้หรือไม่ และหากใช้การคำนวณพอจะเชื่อถือได้หรือไม่

ค่า Local Gravity ของแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน จุดพิกัด(แนวเหนือ-ใต้)ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล และ Bouguer Anomaly Value หน่วยวัดของค่า g เป็น milligals (1 mGal = 0.00001 m/s^2) หรือ gravity unit (10 gu = 1 mgal) ซึ่งตามปกติ IGSN71 Gravity National Base Station เป็น Reference Point ของ Local Gravity ของแต่ละประเทศภายใต้การกำกับดูแลโดยหน่วยงาน the Bureau Gravimetrique Intemational (BGI) ประเทศฝรั่งเศส จากผลการวัดเมื่อปี 1971 The Intemational Gravity Stendardization Net (IGSN71) ได้ทำการวัดค่า g ทั่วทุกประเทศทั่วโลก และประเทศไทยได้เข้าร่วมทำการวัดด้วยหลายพิกัด แต่ที่ยัง Active มีเพียง 2 จุดได้แก่

- Station 06230 A บริเวณกรมแผนที่ทหาร กระทรวงกลาโหม g = 978300.07 $\pm$ 0.032 mGal
- Station 06230 P บริเวณการท่าเรือแห่งประเทศ-ไทย คลองเตย g = 978300.55 $\pm$ 0.035 mGal

ในปี 1986 บริษัทการบินไทยฯ ได้ขออนุมัติให้

สถาบัน BGS ได้รับการยอมรับว่ามีความสามารถในการวัดค่า g จากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ National Physical Laboratory แห่งประเทศอังกฤษ

ผลการวัดค่า g บริเวณห้องปฏิบัติการสอบเทียบของฝ่ายช่าง จากทั้งสองสถาบันมีดังนี้

- ปี 1986 กรมแผนที่ทหารวัดได้ g = 978312.96 mgal (โยงจาก Station 06230A)
- ปี 1999 สถาบัน BGS วัดได้ g = 978313.44 mgal $\pm$ 0.05 mgals (โยงจาก Station 06230A)

g = 978313.65 mgal $\pm$ 0.3 mgals (โยงจาก Station BPGN 93 # 220 **)**

จากผลการวัดในข้างต้นนี้ พอจะตัดสินได้ว่าค่า Local Gravity/g ที่วัดโดยกรมแผนที่ทหารเป็นที่ยอมรับได้เนื่องจากผลการทำ Comparison กับสถาบัน BGS ดังกล่าวมีผลเป็นที่น่าพอใจ

ค่า g ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ parameter ที่สำคัญเกี่ยวข้องมาคำนวณด้วย เช่น (แนวเหนือ-ใต้) ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล และ Bouguer Anomaly Value เป็น Method หนึ่งที่ยอมรับเป็นสากล โดยสถาบัน BGS เคยชี้แจงให้ทราบว่าสามารถกระทำได้ เพียงแต่ Error และ Uncertainty ของผลที่ได้จะมีค่าโตกว่าการโยงจาก National Base Station อยู่มาก ถึงขนาด 30-50 ส่วนในล้านส่วน จากทฤษฎี ค่า g จะเปลี่ยนแปลงประมาณ 0.004 gu ต่อระยะทาง 10 เมตรในแนวเหนือ-ใต้ และ 0.03086 gu ต่อความสูง 1 เมตร

4. คำถาม การสอบเทียบ Pressure T[illegible] 50 งม.น้ำไม่เคลื่อนมีความไม่แน่นอน เช่น - เครื่องมือ Standard - เครื่องมือถูกสอบเทียบ Unit Under Test (UUT)

- กรรมวิธีสอบเทียบ
- บุคลากรและอื่น ๆ

ในกรณีสอบเทียบ Pressure Transmitter ซึ่งมีกรรมวิธีที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากมายนัก เพียงแต่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ 2 ทางในเวลาเดียวกัน ทางไฟฟ้าและทางกล (เฉพาะด้าน Pressure) กรรมวิธีโดยทั่วไปใช้ชุด Standard หรือ Pressure Calibrator ต่อโดยตรงเข้า Port input ของ UUT และมี excited voltage 12V หรือ 24Vdc แล้วแต่ผู้ผลิตจะกำหนดไว้ ภายหลังจาก apply ค่า Input Pressure แล้วแต่ผู้ผลิตจะกำหนดไว้ภายหลังจาก apply ค่า Input Pressure แล้วบันทึกค่าที่ UUT วัดได้ในรูปของ mAdc หากค่าที่ UUT อ่านได้ไม่นิ่งนั้นน่าจะมาจากส่วนที่เกี่ยวข้องจากข้างต้น ลองตรวจสอบดังนี้

- Stability ของ Standard มี Standard 2 ส่วน

Pressure Standard และ mA Meter Standard ภายหลังจากการ Connect ระบบไฟฟ้าและท่อ Pressure ทุกส่วนแล้ว ลอง apply pressure เข้าสู่ระบบ 50 mm น้ำโดยประมาณ จึงปิด Port Pressure Input ของ UUT (โดยใช้ Valve ภายนอก และคงค้าง Pressure ไว้) และ Observe ความนิ่งของค่า mA ที่วัดได้จาก Meter

1. หากผลเป็นที่พอใจแสดงว่า Standard ของระบบทางไฟฟ้า และ ตัว UUT ยังดีอยู่ ฉะนั้นปัญหาน่าจะมาจาก Pressure Standard อาจจะไม่เหมาะสม เพราะ การวัดความดันต่ำขนาด 50 mm น้ำ ต้องใช้ Standard ที่ดีมากๆ เช่น Pressure Calibrator/Controller ที่มี Accuracy 0.1 mm น้ำ ขึ้นไป

วัดค่าได้ไม่นิ่ง แต่อย่างไรก็ดี ควรดูข้อเสนอแนะนำในหัวข้อ Operating Temperature ในคู่มือ Manufacturer Manual ทั้ง ของ Standard และ UUT

- กรรมวิธีการสอบเทียบและบุคลากร

ทั้งสองส่วนนี้ ไม่น่าจะเป็นปัญหาของการวัดในเรื่องนี้ เพราะสามารถตรวจสอบได้โดยการทำ Intercomparisonของผลการวัดหรือให้การอบรมแก่บุคลากร ปัญหาก็จะหมดไป

กลุ่มเคมี

1. คำถาม ขาดผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการสอบเทียบทางเคมี ซึ่งควรมีการให้ความรู้แก่สมาชิกให้มากขึ้น ?

ควรมีการให้ความรู้และความเข้าใจในเรื่องการสอบเทียบเครื่องมือวัดทางเคมี โดยผู้รู้/ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ เนื่องจากการสอบเทียบทางเคมีค่อนข้างมความแตกต่างจากการสอบเทียบทางมาตรวิทยาโดยทั่วไป ทั้งนี้ควรให้ความรู้ทั้งแก่ผู้ใช้งาน(ได้แก่ห้องปฏิบัติการต่างๆ) หน่วยรับรอง (Accreditation body) และผู้ประเมิน (Assessor) โดยเน้นในเรื่องของความจำเป็นในการดำเนินการสอบเทียบ วิธีดำเนินการที่ถูกต้อง เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และแนวทางการดำเนินการโดยวิธีการอื่น ที่สามารถนำมาใช้แสดงความถูกต้องของเครื่องมือ และทดแทนการสอบเทียบได้ เช่น การเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ (Proficiency test) ที่เหมาะสม เป็นต้น

2. คำถาม การสอบเทียบทางเคมีจะใช้องค์ประกอบระหว่าง Performance check กับการตรวจสอบ

เนื่องจากการสอบเทียบเครื่องมือวัดทางเคมีโดยส่วนใหญ่ อาจไม่สามารถดำเนินการโดยการสอบเทียบทางมาตรวิทยาได้ ฉะนั้น ⇨

การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือ (Performance check)โดยต้องควบคุมส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญของเครื่องมือนั้นที่อาจมีผลกระทบต่อความถูกต้องของผลการวัด อาจสามารถนำมาใช้แสดงความถูกต้องของเครื่องมือวัด และทดแทนการสอบเทียบได้ ทั้งนี้ควรดำเนินการร่วมกับการตรวจสอบความถูกต้องของระบบการวัด โดยการใช้วัสดุอ้างอิงรับรอง (CRM/SRM) ที่เหมาะสม ได้แก่มีเนื้อสาร (Matrix) และระดับความเข้มข้นที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ทำการตรวจวัด มีความเป็นเนื้อเดียว (Homogeneity) และมีความเสถียร (Stability) ตลอดอายุการใช้งาน เป็นอย่างน้อย

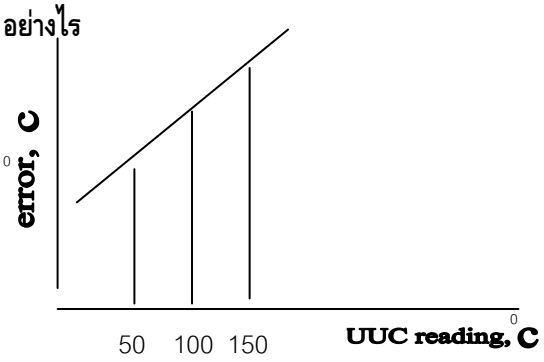
3. คำถาม ควรมีการกำหนดเกณฑ์ในการตรวจสอบ Performance Verification ของเครื่องมือหลักแต่ละประเภท และเกณฑ์การยอมรับ ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

หน่วยรับรองหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรร่วมมือกันกำหนดเกณฑ์การตรวจสอบ ตลอดจนเกณฑ์การยอมรับ และความถี่ในการตรวจสอบการสอบกลับได้ของการสามารถทำได้ (Performance verification) ของเครื่องมือหลักแต่ละประเภท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ และการตรวจประเมินที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้อาจอ้างอิงจากเอกสารหรือข้อกำหนดในการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานสากล

4. คำถาม Uncertainty ของการทดสอบทางเคมี ?

เช่นเดียวกับการสอบเทียบเครื่องมือวัดทางเคมี การประมาณค่าคาสมไม่แน่นอน (Uncertainty) ของการทดสอบทางเคมียังคงเป็นองค์ความรู้ที่ข้อนข้างใหม่ และต้องการผู้รู้/ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ เพื่อให้ความรู้ทั้งแก้ผู้ใช้งาน หน่วยรับรอง และผู้ประเมิน โดยเน้นในเรื่องของความหมาย/ความเข้าใจ วิธีดำเนินการในการประมาณค่าความไม่แน่นอน และหลักการพิจารณาองค์ประกอบของแหล่งความไม่แน่นอนที่สำคัญ เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

1. คำถาม ในการทำการสอบเทียบ Temperature gauge จะกำหนดจุดสอบเทียบอย่างไร



จุดสอบเทียบ

1. กรณีลูกค้าใช้งานเพียงจุดเดียว ให้สอบเทียบ ณ จุดนั้น

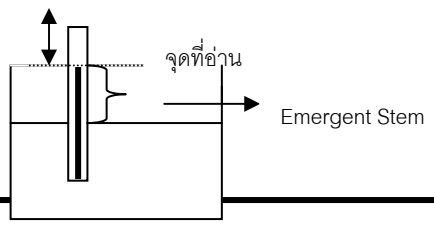
2. กรณีลูกค้าต้องการสอบเทียบ เป็นช่วงอุณหภูมิ แต่ไม่ได้กำหนดจุดสอบเทียบมาให้ ให้พิจารณากำหนดจุดสอบเทียบอย่างน้อย 3 จุด

3. การหาค่าของอุณหภูมิที่ไม่ตรงกับจุดสอบเทียบสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ทำ interpolation และ ใช้วิธีสัดส่วน (ratio)

2. คำถาม การกำหนดช่วงเวลาของการสอบเทียบ Standard Temperature sensor มีหลักเกณฑ์อย่างไร

ไม่มีมาตรฐานกำหนดที่เป็นการตายตัว แต่มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดให้ดูจาก NIS7 และ LAB11 ของ UKAS **DOWINLOAO ฟรีได้จาก** www.UKAS.COM

3. คำถาม การสอบเทียบ Liquid-in-glass thermometer ชนิด partial



4. คำถาม ในการสอบเทียบ PRTควรจุ่มลงใน BATH ลึกประมาณเท่าไร

ระยะจุ่มไม่ควรน้อยกว่า 15 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ PRT บวกกับความยาวของตัว Sensor นั้น

5. คำถาม การปรับสภาพของ Liquid-in-glass thermometer จะต้องปรับสภาพก่อนหรือไม่

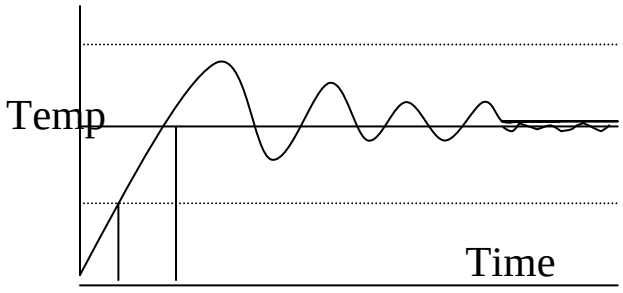
การสอบเทียบ Liquid-in-glass thermometer จะต้องปรับสภาพ หรือ Conditioning ก่อน วิธีทำจะขึ้นอยู่กับ uncertainty ที่ต้องการและระดับอุณหภูมิที่จะสอบเทียบ (ดูใน Resistance & Liquid-in-glass thermometry , Temperature measurement Book 2 , NML, CSIRO, Australia, หน้า 117-118)

6. คำถาม เนื่องจากLiquid-in-glass thermometer แบบ complete immersion ที่ใช้ในระบบปิดที่มีความดันสูงควรจะทำอย่างไร

ไม่มีมาตรฐานกำหนดให้ห้องปฏิบัติการต้องเขียนวิธีสอบเทียบขึ้นเองแล้วทำ Validation สอบเทียบก่อนนำมาใช้

7. คำถาม Uncertainty Budget ของการสอบเทียบอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ จะมีแหล่งที่มาของ uncertainty ต่างกันไป เป็นมาตรฐานหรือไม่

เนื่องจากการสอบเทียบ Temperature sensor ของแต่ละห้องปฏิบัติการจะใช้ reference standard และ measuring equipment แตกต่างกันไป รวมทั้งการจัดเครื่องมือ (layout) สมาคมฯ คงไม่อาจกำหนดแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนเป็นมาตรฐาน [illegible]



9. คำถาม การรายงานค่าของ อุณหภูมิ ณ จุดสอบเทียบใน chamber ของ OVEN ควรรายงานอย่างไร

ควรรายงานทุกจุดที่วัด

10. คำถาม ในกรณีที่สอบเทียบ PRT 2 จุดใกล้เคียงกันควรจะรวมค่า Uniformity หรือไม่

เป็นที่ทราบกันว่า furnace หรือ bath ที่ใช้สอบเทียบ PRT จะให้ Stability,uniformity ของอุณหภูมิแตกต่างกันไปดังนั้นการคำนวณค่าความไม่แน่นอนจะต้องรวมค่าเหล่านี้ไว้ด้วย

ส่วนเรื่องของกลุ่มไฟฟ้าและความยาว จะลงใน up date ฉบับหน้าคะ

อารมณ์ขันนักมาตร

เช้าวันจันทร์ เด็กน้อยวัยสิบขวบต้องนอนพักที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งเพราะมีอาการปวดท้อง ตั้งแต่เมื่อวาน หมอสงสัยว่าจะเป็นไส้ติ่งอักเสบจึงซักถามอาการและระยะเวลาที่ปวดท้องโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและเหาะกับเด็ก

"ไหนคนเก่ง บอกหมอได้ไหมว่า หนูเริ่มปวดท้องตั้งแต่กี่โมง" เด็กน้อยทำหน้างง ๆ แล้วตอบว่า "ครูยังไม่ได้สอบวิธีดูนาฬิกาที่ถูกต้อง เลยยังไม่ทราบค่าที่แน่นอนเป็นเท่าไหร่คะ"

หมอยังไม่ละความพยายาม ซักต่อไปว่า " ถ้างั้น ช่วยบอกหมอหน่อยสิว่า เมื่อวานหนูเริ่มปวดท้องตอนอยู่ที่โรงเรียนหรือกลับถึงบ้านแล้ว"

เด็กตอบเสียงอ่อยๆว่า "เมื่อวานวันอาทิตย์หนูไม่ได้ไปโรงเรียนค่ะ"

นันทศรี

มาตรวิทยากับคุณภาพ

ทุกคนไม่ว่าเด็กผู้ใหญ่ผู้ดีมีเงินหรือเจ้านายบ่าวไพร่ผมคิดว่าต้องเคยไปจ่ายตลาดทุกวันนี้มีตลาดอยู่หลายประเภท ตลาดแบบชาวบ้านที่ไปที่ไปซื้อกับข้าว หรือ ตลาดแบบโชว์ห่วย (อันนี้เพิ่งมีเมื่อเร็ว ๆ นี้) หรือแบบซูเปอร์มาเก็ตของฝรั่ง(เวลานี้เต็มกรุงเทพฯ แล้ว)เวลาไปตลาดทุกคนก็คิดอยู่ 2 อย่าง อย่างแรกก็คือราคา ทุกคนชอบราคาถูก อย่างที่สองก็คือ ของดี ในที่นี้อาจจะหมายถึงหลาย ๆ อย่าง เช่น คุณภาพดี สวยดี น่าใช้ดี ใช้ทนดี ปลอดภัยดี ฯลฯ ก็แล้วแต่จะคิด ราคาถูกนั้นก็คือเวลาจ่างสตางค์จ่ายน้อยกว่าที่คาดไว้ แต่ถ้าว่าของดีนั้น ถ้าบอกว่าคุณภาพดี สวยดี ทนดี น่าใช้ดี ปลอดภัยดี คำว่า “ดี” นั้นดีอย่างไร ทำไมถึงว่าดี มีอะไรมาวัดว่าดี อันนี้แหละครับที่นักมาตรวิทยาจะต้องมีส่วนมาเกี่ยวข้อง การที่จะวัดว่าอะไรดีไม่ดีนั้น ก็ต้องมีกฎ มีเกณฑ์ มีมาตรฐานสำหรับเป็นข้อเปรียบเทียบกันระหว่างของดี และไม่ดี นอกจากนั้นก็ต้องมีเครื่องมือที่นำมาใช้วัด ต้องมีวิธีการในการวัด มีการวิเคราะห์ผลที่วัดได้ ซึ่งเป็นเรื่องของนักมาตรวิทยาโดยตรง นอกจากนั้นก็ยังมีส่วนอื่นๆ ที่มาสนับสนุนอีก เช่น สถานที่และสภาวะแวดล้อม ที่ดำเนินการวัด เป็นต้น

นักมาตรวิทยาจำเป็นจะต้องคำนึงถึงการวัดที่ดีมีคุณภาพและเป็นที่เชื่อถือได้ เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เกณฑ์คุณภาพโดยส่วนใหญ่นั้นมักจะคำนึงถึง

1. เกณฑ์มาตรฐานนานาชาติ เป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับกันระดับนานาชาติ เป็นเกณฑ์มาตรฐานสากล เราควรยอมรับและนำมาปรับใช้อย่างเหมาะสมตามสภาพเศรษฐกิจ และ สังคมของบ้านเรา

2. เกณฑ์มาตรฐานแห่งชาติ เป็นเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทยเราเอง เช่น มาตรฐานอุตสาหกรรมก็ต้องอ้างอิงใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

3. เกณฑ์ที่เป็นมาตรฐาน หรือ ความต้องการของลูกค้า เป็นเกณฑ์ที่เราต้องค้นหาความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า เป็นความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งในมาตรฐาน ISO-9000 ซึ่งเป็นมาตรฐานระบบคุณภาพก็ได้เน้นความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสำคัญ

4. เกณฑ์มาตรฐานที่องค์กรได้พัฒนาขึ้นเอง โดยที่ต้องได้รับการยอมรับของทั้งองค์กรเอง และจากลูกค้า

เกณฑ์คุณภาพทุกวันนี้เป็นประเด็นที่เข้มข้นในเวทีการค้า ไม่ว่าจะเป็นภายในและภายนอกประเทศ โดยเฉพาะเวทีการค้าโลก คุณภาพตลอดจนความปลอดภัยของผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นเงื่อนไขในการเจรจาต่อรอง จนกลายเป็นประเด็นสำคัญในการกีดกันการค้าระหว่างประเทศ

การวัดที่นักมาตรวิทยาควรคำนึงถึงก็คือ ทำอย่างไรการวัดนั้นจะมีผลต่อความถูกต้องและเชื่อถือได้ สิ่งที่ส่งผลต่อความถูกต้องของการวัดนั้นมีอยู่หลายประการ คือ

1. ผู้ทำการวัด
2. ผลจากสภาพแวดล้อมขณะทำการวัด
3. วิธีการวัด
4. เครื่องมือที่ใช้วัด
5. ความไม่แน่นอนของเครื่องมือใช้วัด
6. การปฏิบัติต่อตัวอย่างที่นำมาวัด และ
7. การสุ่มตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม หรือไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

นักมาตรวิทยาไม่ควรคิดแต่เรื่องอื่นที่ไกลตัวเอง จนลืมคิดถึงตัวเองที่จะต้องคิดอยู่เสมอว่าเรามีความรู้ความชำนาญในการปรับตั้งเครื่อง คือ อ่านผิดหรือแปลผลผิด หรือไม่ประการใด สภาพร่างกายเราปกติดีอยู่หรือไม่ หรือควรจะได้รับการฝึกอบรมเพิ่มเติมความรู้ความสามารถ เพื่อความแน่ใจมั่นใจในการวัด และแปลผลการวัดต่างๆ เหล่านั้น อย่ามัวแต่โทษเรื่องอื่น ขอให้ดูตัวเองไว้บ้าง เดี๋ยวจะเป็นทำนอง

โทษท่านผู้อื่นเพียง	เมล็ดงา
ปองติฉันนินทา	ห่อนเว้น
โทษตนเท่าภูผา	หนักยิ่ง
ปองปิดคิดซ่อนเร้น	เรื่องร้ายหายสูญ

ที่กล่าวมานี้เป็นเรื่องของคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับมาตรวิทยาโดยตรง

♥ คนรักมาตร ✍

แผนที่ บริษัท สิทธิพรแอสโซซิเอส จำกัด

มาอ่านต่อฉบับก่อนกันเถอะ

ใช้ "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements"เพื่อเลือกวิธีการสอบเทียบ

ตัวอย่าง Air Gauge

Air Gauge เป็นที่นิยมใช้เพื่อการวัดขนาดที่มีพิกัดความผิดพลาด (tolerances) น้อยระดับ 2 - 3 ไมครอน(microns) อุปกรณ์ที่ใช้มีทั้งแบบ วัดการไหล (flow) หรือ วัดแรงดัน (pressure) เพื่อหาความแตกต่างของ เส้นผ่านศูนย์กลาง ระหว่าง หัววัด (Air gauge plug) หรือ แหวนเทียบ (ring gage)เทียบกับขนาดของรูดว้าน (hole)หรือเพลา(shaft) ที่จะวัด

Air Gauge เป็นเครื่องมือวัดแบบหาค่าความสัมพันธ์ (relative gauge) โดยปรับตั้งโดยแหวนมาตรฐาน (master Rings) หรือ แท่งมาตรฐาน (pin Gage) เป็นคู่เพื่อกำหนดค่าบน (upper) และค่าล่าง (lower) ให้อันห่างระยะพิกัดความ

Contributor	Variation Limit	Equivalent Influence At 1s level
Setting ring certificate :	1 µm	0.58 µm
Average temperature :	$\pm 1^0$ C	0.007µm
Temperature difference	0.5^0 C	0.04 µm
Combined Standard Uncertainty,u		
Expanded Uncertainty,U		

เงื่อนไขเหล่านี้ถูกใช้ทั้ง ขณะสอบเทียบ Air gauge และการวัด ที่ต่อเนื่องกัน

ถ้าสมมุติว่าเป้าหมายของเราต้องการให้มีค่าความไม่แน่นอน 1 µm, ดังนั้นเราควรจะปรับปรุงวิธีการวัดของเราเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้น ใน uncertainty budget แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยหลัก คือ ความไม่แน่นอนของแหวนเทียบใช้ตั้งค่า (setting ring) นั่นเอง เพราะฉะนั้น ไม่มีประโยชน์เลยที่จะย่นระยะช่วงเวลาการสอบเทียบให้สั้นลง เพียงเพื่อให้ได้ reproducibility ดีขึ้น และค่าเลื่อน (drift contributor)ลดลง

เช่นเดียวกันกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเทียบกับความไม่แน่นอนของแหวนเทียบ ซึ่งเงื่อนไขสามารถปรับได้ 5 เท่า โดยไม่ส่งผลต่อค่าความไม่แน่นอน

การทำตาราง uncertainty budget ได้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยควบคุม สำหรับการวัดนี้ คือ ความไม่แน่นอน (uncertainty) ของแหวนเทียบ (setting ring) ทำให้เราจะต้องค้นหาวิธีการปรับปรุง แต่โชคร้ายที่เรามักพบว่ามีห้องปฏิบัติการสอบเทียบอยู่ไม่กี่แห่ง ที่สามารถสอบเทียบแหวนเทียบ (ring gage) ได้ดีกว่าระดับ 1µm และที่ดีที่สุดที่มี ทำได้เพียงที่ระดับ 5µmเท่านั้นหากเราใช้ห้องปฏิบัติการนี้สอบเทียบเพื่อให้ความสามารถในการสอบกลับ (traceability)สำหรับการวัดนี้ เราสามารถปรับเปลี่ยน uncertainty budgetได้ตามตารางที่ 5

Contributor	Variation Limit	Equivalent Influence At 1s level
Setting ring certificate :	0.5 µm	0.29 µm
Average temperature :	$\pm 5^0$ C	0.053 µm
Temperature difference	2^0 C	0.16 µm

ณ. จุดนี้ ความไม่แน่นอนที่เกิดจาก reproducibility และค่าเลื่อน (drift) จะอยู่ในขนาดที่เท่ากันกับ ค่าความไม่แน่นอนของแหวนเทียบ เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ ที่จะปรับปรุงค่าความไม่แน่นอน โดยย่นระยะเวลาของ ช่วงเวลาการสอบเทียบ ของ Air gauge ให้สั้นลง

การใช้ uncertainty budget ในตัวอย่างนี้ ได้แสดงให้เห็นถึง ลำดับที่ถูกต้องเพื่อการปรับปรุงขบวนการ (measuring process) ของเรา เพื่อบรรลุผลลัพธ์สูงที่สุด หากเราไม่ใช้วิธีการนี้ อาจทำให้เราปรับเปลี่ยน ช่วงระยะเวลาสอบเทียบ หรือ พยามปรับปรุงอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ก่อนที่จะพิจารณา ค่าความไม่แน่นอนของแหวนเทียบ (setting ring)

ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดเจนว่า การทำ uncertainty budget จึงเป็นแนวทางที่เราสามารถนำมาใช้ เพื่อประโยชน์ในการหาวิธีการปรับปรุงขบวนการวัดที่ดีได้

บทสุดท้าย

บทความนี้ได้แสดงให้เห็นถึง ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง การหาโอกาสความไม่แน่นอน **(uncertainty budgeting)** สามารถใช้เป็นเครื่องมือเพื่อปรับปรุงพัฒนากระบวนการวัดของท่าน

ตัวอย่างแรก แสดงว่า เราสามารถใช้ เพื่อลดต้นทุนของการวัดอย่างไร ขณะที่ยอมให้เกิดการเพิ่มค่าเล็กน้อย ในค่าความไม่แน่นอนรวม, โดยมีเป้าหมายที่ ค้นหาต้นทุนที่สูงและมีผลกระทบน้อย ต่อความไม่แน่นอน โดยยอมผ่อนปรนความต้องการบางส่วนลง

ตัวอย่างที่สอง แสดงว่า เราสามารถใช้ เพื่อชี้เฉพาะจุดของการวัดในกระบวนการของเรา ที่ควรจะปรับปรุง, หากเราต้องการที่จะปรับปรุง ความไม่แน่นอนรวม (overall uncertainty) ของกระบวนการปฏิบัติ

ภาพกิจกรรม

การเสวนาทางวิชาการ เรื่อง การพัฒนาระบบการสอบเทียบเพื่อสนับสนุน ISO 9000 Version 2000 วิทยากร : คุณชาญนาวิน สุกแจ่มใส และ ร.อ.พิชัย มะคาทอง วันที่ 26 กรกฎาคม 2544 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ มีผู้เข้าร่วมการเสวนาทางวิชาการรวมทั้งหมด 94 คน โดยมีการแบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 5 กลุ่ม

1. มวล+ความดัน 19 คน 2. ไฟฟ้า 15 คน
3. เคมี 6 คน 4. อุณหภูมิ

การฝึกอบรม เรื่องการสอบเทียบพีเอชมิเตอร์
วันที่ 20-21 กันยายน 2544 MST-44-08
ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ชั้น 5
มีผู้เข้าอบรม 8 คน วิทยากร 2 คน

หลักสูตรฝึกอบรม วันที่ 8-9 พฤศจิกายน 2544

เปิดรับสมัครแล้ว

UV-Spectrophotometer :

การสอบเทียบ การวัด การวิเคราะห์สารตามมาตรฐานสากล

8-9 พฤศจิกายน 2544

ณ บริษัท สิทธิพรแอสโซสิเอส จำกัด

วันที่ 8 พฤศจิกายน 2544			**วิทยากร**
09.00-10.30 น.	หลักการวัดด้วยเครื่องมือ UV-Spectrophotometer		ดร.เพอชา
10.30-10.45 น.	พักช่วงเช้า (ชา-กาแฟ)		
10.45-11.00 น.	การสร้าง Calibration Curve		ดร.เพอชา
11.00-12.00 น.	การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือ UV-Spectrophotometer		คุณเกษม
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน		
13.00-14.30 น.	การใช้ และบำรุงรักษา เครื่องมือ UV-Spectrophotometer		ดร.เพอชา / ผศ.ปราณี
14.30-14.45 น.	พักช่วงบ่าย (ชา-กาแฟ)		
14.45-16.00 น.	Hands on Instrument (การสอบเทียบ)		ผศ.ปราณี/ดร.เพอชา/คุณเกษม
วันที่ 9 พฤศจิกายน 2544			
09.00-10.30 น.	การวิเคราะห์สาร ความถูกต้อง แม่นยำของการวัด		ผศ.ปราณี
10.30-10.45 น.	พักช่วงเช้า (ชา-กาแฟ)		
10.45-12.00 น.	LOD,LOQ และความไม่แน่นอนของการวัด		ผศ.ปราณี
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน		
13.00-14.30 น.	LOD,LOQ และความไม่แน่นอนของการวัด (ต่อ) ตอบข้อซักถาม		ผศ.ปราณี
14.30-14.45 น.	พักช่วงบ่าย (ชา-กาแฟ)		
14.45-16.00 น.	Hands on (การสอบเทียบ)		ผศ.ปราณี/ดร.เพอชา/คุณเกษม

วิทยากร : ผศ.ปราณี นันทศรี

ดร.เพอชา เฮงตระกูล

สนใจติดต่อได้ที่
สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย
คุณอินธิรา ภูตะลุน
โทร. 940-6949
ส่งแบบตอบรับเข้ามาที่ โทรสาร. 940-6949
รับเพียงจำนวนจำกัด 20 ท่านแรกเท่านั้น
หมดเขตวันที่ 31 ตุลาคม 2544
แผนที่ บริษัท สิทธิพรแอสโซซิเอส จำกัด อยู่ หน้า 10

แบบตอบรับการฝึกอบรม

ชื่อหลักสูตร.....

ข้าพเจ้า (ภาษาไทย)นาย/นาง/นางสาว.....นามสกุล.....

(ภาษาอังกฤษ).....

บริษัท / หน่วยงาน.....

.....

สมาชิก เลขที่.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....

☐ สมาชิกสมาคมมาตร

☐ ไม่เป็นสมาชิกสมาคม

ชำระค่าฝึกอบรมโดย : ☒ เช็คธนาคาร สั่งจ่าย สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย

☒ เงินสด

เลขประจำตังผู้เสียภาษี 3 1 0 8 7 2 3 0 5 3

ส่งใบสมัครทางโทรสารที่ : อินธิรา ภูตะลุน 196 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร :(662) 940-6949 โทรสาร : (662) 9406949

!.....