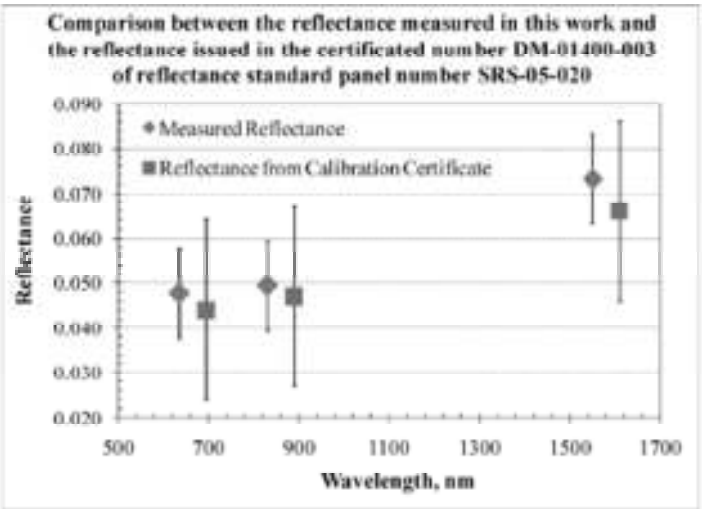
การวัดสัมประสิทธิ์การเปล่ง (EMISSIVITY) ของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสี ณ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

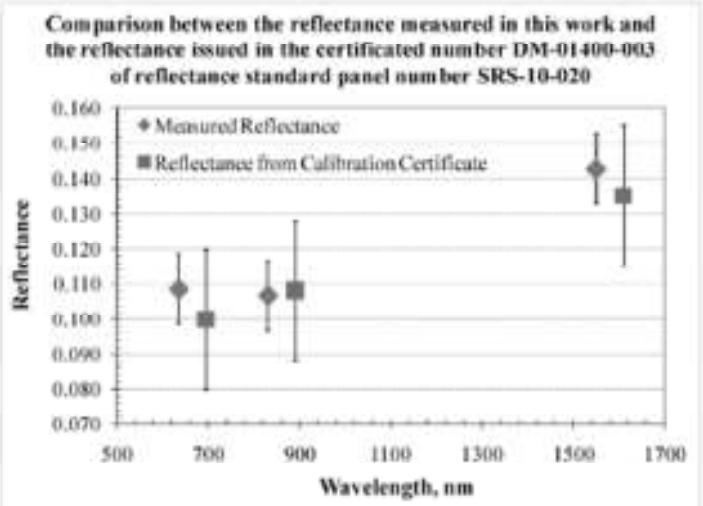
ดร. นฤดม นวลขาว สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

(อ่านต่อจากฉบับที่แล้ว)

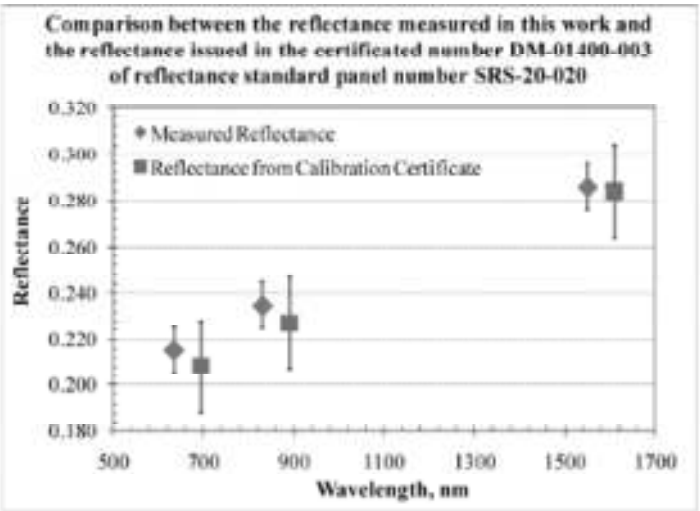
นอกจากนี้ ในการทวนสอบความถูกต้องของระบบประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสีที่สถาปนาขึ้นมาใหม่นี้ ด้วยการเปรียบเทียบค่าการสะท้อนของชุดแผ่นสะท้อนมาตรฐานซึ่งวัดได้จากระบบนี้ กับค่าการสะท้อนของแผ่นสะท้อนมาตรฐานแต่ละแผ่นจากใบรายงานผลการสอบเทียบที่ DM-01400-003 ซึ่งรายงานโดย Reflectance Calibration Laboratory ของบริษัท Labsphere, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แสดงไว้ใน*รูปที่ 4 รูปที่ 5 รูปที่ 6 และรูปที่ 7*



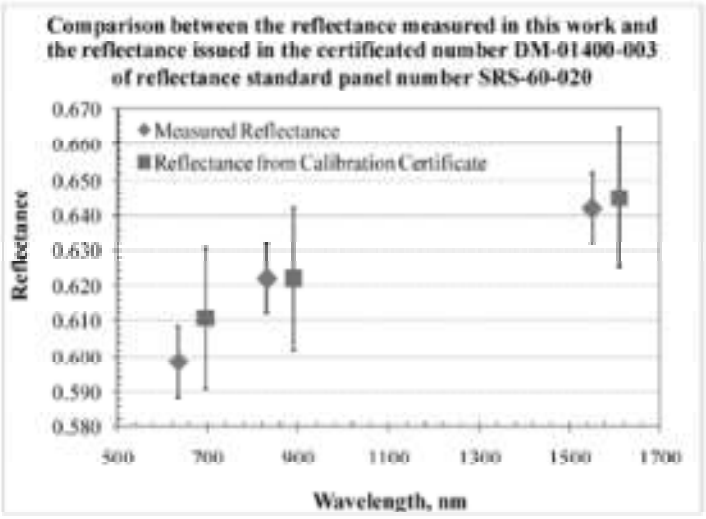
รูปที่ 4 *แสดงผลการวัดค่าการสะท้อน (Reflectance) ของแผ่นสะท้อนมาตรฐานรุ่น SRS-05-020 ซึ่งวัดได้จากชุดประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่ง (Measured Reflectance) และค่าการสะท้อนจากใบรับรองผลการสอบเทียบ (Reflectance from Calibration Certificate) เลขที่ DM-01400-003 ณ ความยาวคลื่น (Wavelength) 635 นาโนเมตร 830 นาโนเมตร และ 1,550 นาโนเมตร*



รูปที่ 5 *แสดงผลการวัดค่าการสะท้อน (Reflectance) ของแผ่นสะท้อนมาตรฐานรุ่น SRS-10-020 ซึ่งวัดได้จากชุดประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่ง (Measured Reflectance) และค่าการสะท้อนจากใบรับรองผลการสอบเทียบ (Reflectance from Calibration Certificate) เลขที่ DM-01400-003 ณ ความยาวคลื่น (Wavelength) 635 นาโนเมตร 830 นาโนเมตร และ 1,550 นาโนเมตร*



รูปที่ 6 *แสดงผลการวัดค่าการสะท้อน (Reflectance) ของแผ่นสะท้อนมาตรฐานรุ่น SRS-20-020 ซึ่งวัดได้จากชุดประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่ง (Measured Reflectance) และค่าการสะท้อนจากใบรับรองผลการสอบเทียบ (Reflectance from Calibration Certificate) เลขที่ DM-01400-003 ณ ความยาวคลื่น (Wavelength) 635 นาโนเมตร 830 นาโนเมตร และ 1,550 นาโนเมตร*



รูปที่ 7 *แสดงผลการวัดค่าการสะท้อน (Reflectance) ของแผ่นสะท้อนมาตรฐานรุ่น SRS-60-020 ซึ่งวัดได้จากชุดประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่ง (Measured Reflectance) และค่าการสะท้อนจากใบรับรองผลการสอบเทียบ (Reflectance from Calibration Certificate) เลขที่ DM-01400-003 ณ ความยาวคลื่น (Wavelength) 635 นาโนเมตร 830 นาโนเมตร และ 1,550 นาโนเมตร*

ความไม่แน่นอนในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสีในครั้งนี้ จะประกอบด้วยความไม่แน่นอนหลักๆ สองส่วน คือ

<u>ส่วนแรก</u> คือค่าความไม่แน่นอนของระบบ ซึ่งจะประกอบด้วยค่าความไม่แน่นอนประกอบหลักๆ ดังนี้

1) ความสามารถในการทวนซ้ำของการวัดค่าการสะท้อนจากแผ่นสะท้อนมาตรฐานอ้างอิง (Repeatability of Standard Reflectance) ซึ่งหาได้โดยข้อมูลเชิงสถิติจากการทำการวัดค่าการสะท้อน
2) ความสามารถในการทวนซ้ำของการวัดค่าการสะท้อนจากเครื่องมือที่ต้องการทราบค่า(Repeatability of Unit Under Calibration) ซึ่งในกรณีนี้คือ Infrared Calibrator รุ่น 9132 จากบริษัท Fluke (Hart Scientific) โดยสามารถประเมินได้จากข้อมูลเชิงสถิติจากการทำการวัดค่าการสะท้อนเช่นกัน
3) ค่าความไม่แน่นอนของการสะท้อน (Standard Reflectance) ของแผ่นสะท้อนมาตรฐานอ้างอิง ซึ่งได้จากใบรับรองผลการสอบเทียบที่ AT-20111003-R1, ซึ่งออกโดยบริษัท Avian Technologies LLC ประเทศสหรัฐอเมริกา
4) ค่าความไม่แน่นอนของ Reflectance Factor ของแผ่นสะท้อนมาตรฐานอ้างอิง ซึ่งได้จากใบรับรองผลการสอบเทียบที่ AT-20111003-R1, ซึ่งออกโดยบริษัท Avian Technologies LLC ประเทศสหรัฐอเมริกา
5) ความไม่แน่นอนจากชุดอ่านค่า (Detector Unit) ซึ่งได้จากใบรับรองผลการสอบเทียบที่ 10709, ซึ่งออกโดยห้องปฏิบัติการ Metrology Laboratory บริษัท UDT Instruments ประเทศสหรัฐอเมริกา
6) ค่าความไม่เสถียรของระบบ (Stability of Measurement System) ในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสีภายในช่วงระยะเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาที่ครอบคลุมการหาค่าการสะท้อนในแต่ละครั้งของการวัดเมื่อใช้แสง Laser ที่มีความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร 830 นาโนเมตร และ 1,550 นาโนเมตร นั้นมีค่าที่ดีกว่า 0.058%, 0.044% และ 0.024% ตามลำดับ

7) ความสามารถในการทำซ้ำได้ของระบบ (Reproducibility) ในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสี ซึ่งจะมีค่า 0.05%, 0.06% และ 0.12% เมื่อใช้แสง Laser ที่ความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร 830 นาโนเมตร และ 1,550 นาโนเมตร ตามลำดับ

<u>ส่วนที่สอง</u> คือค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากการใช้สมการที่ 3 ในการประเมินค่าการสะท้อน ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในการ Interpolation, และสามารถประเมินค่าได้โดยสมการที่ 4 ดังนี้

$$\delta R_{\lambda,\theta,\theta'} = \sqrt{\left(\Delta R_{S_{2\%}}\right)^2 + \left(\Delta R_{S_{50\%}}\right)^2 + \left(\Delta R_{S_{75\%}}\right)^2 + \left(\Delta R_{S_{99\%}}\right)^2 + \sigma^2} \qquad (4)$$

เมื่อ $\Delta R_{S_{2\%}}$, $\Delta R_{S_{50\%}}$, $\Delta R_{S_{75\%}}$ และ $\Delta R_{S_{99\%}}$ คือค่าความผิดพลาดของการสะท้อนเนื่องมาจากความไม่แน่นอนของการสะท้อนจากแผ่นสะท้อนมาตรฐานอ้างอิงแต่ละแผ่น ในขณะที่ σ^2 คือค่า fitting error ของสมการที่ 3 ค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานในแต่ละองค์ประกอบ และค่าความไม่แน่นอนรวม (Combined Relative Standard Uncertainty) รวมถึงค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% *(k=2)* ได้แสดงไว้ในงบความไม่แน่นอนตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 งบความไม่แน่นอนในการประเมินค่าสัมประสิทธ์การเปล่งโดยระบบซึ่งได้สถาปนาขึ้นมาในครั้งนี้ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (k=2)

Source of uncertainty	Uncertainty at laser wave length of		
	635 nm	830 nm	1550 nm
Repeatability of standard reflectance	0.025%	0.017%	0.029%
Repeatability of unit under calibration	0.001%	0.008%	0.006%
Standard reflectance	0.200%	0.200%	0.200%
Reflectance factor	0.250%	0.250%	0.250%
Detector unit	0.225%	0.225%	0.225%
Stability of measurement system	0.033%	0.025%	0.014%
Interpolation error	0.282%	0.256%	0.275%
Reproducibility	0.029%	0.037%	0.071%
Combined relative standard uncertainty	0.485%	0.470%	0.485%
Expanded uncertainty (k =2)	0.969%	0.941%	0.969%

สรุปผล

1. ได้มีการจัดสร้างระบบในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสีขึ้น ณ ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิเชิงแผ่รังสี สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
2. ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งในเบื้องต้น ของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสี ชนิด Infrared Calibrator รุ่น 9132 มีค่าความไม่แน่นอนขยายที่ต่ำกว่า 1% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% *(k=2)*
3. ความถูกต้องของระบบที่สร้างขึ้นมาใหม่นี้ ได้รับการทวนสอบโดยการเปรียบเทียบค่าการสะท้อนของแผ่นสะท้อนมาตรฐานซึ่งได้จากการวัดค่าด้วยระบบนี้ กับค่าการสะท้อนซึ่งได้จากใบรับรองผลการสอบเทียบ โดยผลที่ได้นั้น สามารถเข้ากันได้เป็นอย่างดีภายใต้ความไม่แน่นอนในการวัด
4. ชุดอุปกรณ์และวิธีการในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสีในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งของแหล่งกำเนิดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสีอื่นๆ ณ ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิเชิงแผ่รังสี สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ เพื่อเป็นการยกระดับความสามารถในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเชิงแผ่รังสีในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. F. Sakuma, L. Ma, Pro. of SICE Annual Conference, pp. 355-358 (2003)
2. F. Sakuma, L. Ma, Pro. of TEMPMEKO 2004, pp. 563-568 (2004)
3. M.J. Ballico, Metrologia 37, 4 (2000)
4. Calibration Certificate number DM-01400-003, Labsphere, Inc., USA.