



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702 โทรสาร 4750
 ที่ ศธ 5621/ 1780 วันที่ 16 ก.ค. 2555
 เรื่อง นำส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยและเงินโอนเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย

เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

สถาบันวิจัยและพัฒนา ขอส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย โครงการวิจัยการใช้ทั้งสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 โดย อาจารย์ ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็นหัวหน้าโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

งบประมาณที่ได้รับจัดสรร	ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นของโครงการ	จำนวนเงินคงเหลือ	ดอกเบี้ย	วันที่โอนเงิน และจำนวนเงินที่โอนเงินเข้ามหาวิทยาลัย
100,000.00 บาท	100,046.54 บาท	0.00 บาท	26.09 บาท	3/7/2555 จำนวนเงิน 26.09 บาท ส่วนต่าง* - บาท

*หมายเหตุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

จุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ

โทร 4072/4757

สำเนา:แจ้งหัวหน้าโครงการ



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์ 4702 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ 1780

วันที่ 16 ก.ค 2555

เรื่อง นำส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยและเงินโอนเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย

เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

สถาบันวิจัยและพัฒนา ขอส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย โครงการวิจัยการใช้ทั้งสเต็มไดรฟ์ออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะเลซิส ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 โดย อาจารย์ ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็นหัวหน้าโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

งบประมาณที่ได้รับจัดสรร	ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นของโครงการ	จำนวนเงินคงเหลือ	ดอกเบี้ย	วันที่โอนเงิน และจำนวนเงินที่โอนเข้ามหาวิทยาลัย
100,000.00 บาท	100,046.54 บาท	0.00 บาท	26.09 บาท	3/7/2555 จำนวนเงิน 26.09 บาท ส่วนต่าง* - บาท

*หมายเหตุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

จุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ

โทร 4072/4757

สำเนา:แจ้งหัวหน้าโครงการ

ศธ 5621/ว. 362

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย
ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000

๕ กรกฎาคม 2555

เรื่อง ขอมอบรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรียน สำนักแจ้งท้าย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

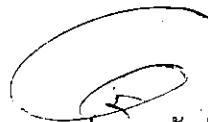
ด้วยสถาบันวิจัยและพัฒนา ได้รวบรวมรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 จำนวน 2 เรื่อง ได้แก่

1. รายงานการวิจัย เรื่อง การใช้ถังเสตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส
2. รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาออกแบบความสัมพันธ์แบบจำลองความจุของสัญญาณกับแบบรูปสายอากาศสำหรับช่องสัญญาณแบบมัลติอินพุต-มัลติเอาต์พุต

เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าว สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอมอบรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์มาเพื่อใช้ประโยชน์ตามที่เห็นสมควรต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ฝ่ายเผยแพร่ผลงานวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์ 044-224756 โทรสาร 044-224750



SUT7-715-53-12-37

บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702 / โทรสาร 4750
ที่ ศธ 5621/ 1220 วันที่ 22 มิ.ย. 2555
เรื่อง การตรวจสอบหลักฐานโครงการวิจัย

เรียน หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ตามที่มหาวิทยาลัย ได้จัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัย โครงการการใช้ถังสแตนไดรออกไซด์ ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 จำนวนเงิน 100,000.00 บาท (หนึ่งแสนบาทถ้วน) โดย อาจารย์ ดร.อภิชน วัชรเนตรวงศ์ เป็นหัวหน้าโครงการ นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้ตรวจสอบหลักฐานการใช้จ่ายเงินเพื่อการวิจัยดังกล่าวแล้ว ใน การนี้จึงใคร่ขอแจ้งผลการตรวจสอบหลักฐานดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. หลักฐานการเงินที่เกิดขึ้นจากการวิจัยเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 100,046.54 บาท (หนึ่งแสนสี่สิบหกบาทห้าสิบลีสดวงค์) โดยมี

1.1 จำนวนเงินคงเหลือจากการวิจัย จำนวน 0.00 บาท (ศูนย์บาทถ้วน)

1.2 จำนวนเงินดอกเบี้ยจากบัญชีโครงการทั้งหมด ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัยถึง ณ วันที่ ปิดบัญชีโครงการ

2. จากข้อ 1.1 และ 1.2 หัวหน้าโครงการดำเนินการปิดบัญชีโครงการ และโอนเข้าบัญชี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่บัญชี 707-2-14444-2 ประเภทบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ สาขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. จัดส่งสำเนาสมุดบัญชีเงินฝากโครงการหลังปิดบัญชี และหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พร้อมหลักฐานการเงินทั้งหมด มายังสถาบันวิจัยและพัฒนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดดำเนินการด้วยจกขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

จุไรรัตน์ หงษ์สุพรรณ

โทร 4072/4757 โทรสาร 4750



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
วันที่ 19 มิ.ย. 2555
ที่ 1929 (2000)

หน่วยงาน.....สถานวิจัย.....สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์.....4229 โทรสาร 4287
ที่.....ศร.5614(22)/ 328.....วันที่ 19 มิถุนายน 2555
เรื่อง.....ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.....

① เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณจากทุนเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ปี 2553 ของ อ.ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์ ชื่อโครงการการใช้กังหันไตรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ตามเอกสารแนบ จำนวน 15 ชุด พร้อมแผ่น CD จำนวน 1 แผ่น

รฐท-ทส-๕๓-๑๒-๖๖

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

น. คมกัณ

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคนบด

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการวิจัย

② เรียน ฝ่ายเผยแพร่ผลงานวิจัย

เพื่อทราบ พร้อมนี้ได้นำส่งรายงานการวิจัย

จำนวน 15 เล่ม และ ☒ CD 1 แผ่น ☐ อื่นๆ.....

② เรียน ฝ่ายบริหารงานวิจัย
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

อ.กมล
3000

(รศ.ดร.ยงนิตย์ ทองระยา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
20 มิ.ย. 2555

สรุป /status/ system
✓ ✓ ✓

④ รับรายงานฉบับสมบูรณ์ 15 เล่ม และ
☒ CD 1 แผ่น ☐ อื่นๆ.....

16 มิ.ย. 2555

๔
น.กิตติเทพ เฟื่องขจร



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ 1105

วันที่ 8 มิถุนายน 2555

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยของคณะอนุกรรมการฯ

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่ อาจารย์ ดร. อภิชน วิษเรนทร์วงศ์ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่งร่างรายงานการวิจัย เรื่อง การใช้กังหันเตินโตรออกไซด์ในการนำบัตรบอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส มาเพื่อเสนอต่อ คณะอนุกรรมการพิจารณากลับกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัยนั้น

คณะอนุกรรมการฯ มีมติเห็นชอบร่างรายงานการวิจัยดังกล่าวแล้ว ตามหนังสือแจ้งเวียนที่ ศธ 5621/ ว 245 ลงวันที่ 22 พฤษภาคม 2555

สถาบันวิจัยฯ จึงขอความร่วมมือจากท่านในการแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดังกล่าวเพื่อทราบมติของ คณะอนุกรรมการฯ และส่งรายงานฉบับสมบูรณ์พร้อมทั้งจัดส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องให้สถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 15 กรกฎาคม 2555 ตามรายการดังต่อไปนี้

1. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน 15 เล่ม ตามรูปแบบที่กำหนดคือ ปกสีฟ้า และเข้าเล่มแบบไสกาว ลำเนาหน้า/หลัง กรณีที่มีจำนวนหน้าตั้งแต่ 100 หน้าขึ้นไป (เพื่อนำไปเผยแพร่ให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป กรณีที่มีข้อจำกัดในการเผยแพร่ โปรดแจ้งให้สถาบันวิจัยและพัฒนาทราบโดยด่วนด้วย)
2. เพื่อให้สอดคล้องกับแนวปฏิบัติของระบบบริหารงานวิจัยแห่งชาติ (NRPM) ขอให้ส่งแผ่น CD ที่บันทึกข้อมูลรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทั้งฉบับเป็นไฟล์ pdf และเฉพาะบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ให้บันทึกเพิ่มเป็นไฟล์ MS-Word อีก 1 ไฟล์
3. รายงานการใช้จ่ายเงินงวดสุดท้าย (ตามแบบ สบวพ.-ง-02)
4. หลักฐานใบเสร็จรับเงินที่เกิดจากการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ
5. กรณีที่มีการใช้เงินอุดหนุนการวิจัยในการซื้อครุภัณฑ์หรือหนังสือ ต้องส่งครุภัณฑ์หรือหนังสือดังกล่าวคืนสถาบันวิจัยและพัฒนาด้วย
6. สำเนาบัญชีเงินฝากของโครงการวิจัยเฉพาะหน้าที่มีการเคลื่อนไหวของเงิน (เพื่อตรวจสอบเบื้องต้น โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา จะแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยทราบอีกครั้งเพื่อดำเนินการโอนเงินคงเหลือและดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นทั้งหมดให้มหาวิทยาลัยต่อไป)

(สำหรับรายละเอียดในข้อ 3-6 โปรดสอบถามเพิ่มเติมที่ฝ่ายธุรการของสถาบันฯ โทร. 4702)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และโปรดแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดำเนินการต่อไปด้วย จักขอบคุณยิ่ง พร้อมนี้ได้ส่งร่างรายงานการวิจัยคืนมาด้วยแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ว 24๕

วันที่ 22 พฤษภาคม 2555

เรื่อง ขอมติคณะอนุกรรมการพิจารณาถ้อยแถลงและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

เรียน <<สำเนาแจ้งท้าย>>

ด้วย อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรินทร์วงศ์ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 วงเงินรวม 100,000.00 บาท ได้ส่งร่างรายงานการวิจัย เรื่อง การใช้ทั้งสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะอนุกรรมการพิจารณาถ้อยแถลงและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย โดยมีรายละเอียดตามร่างรายงานการวิจัยที่แนบมาพร้อมนี้

สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอความร่วมมือจากท่านในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยตามที่ได้เรียนให้ทราบข้างต้น และโปรดแจ้งผลการพิจารณารับรองร่างรายงาน หรือความเห็นอื่นๆ ไปยังสถาบันวิจัยฯ ตามแบบแจ้งผลการพิจารณาด้านหลังหนังสือฉบับนี้ ภายในวันที่ 28 พฤษภาคม 2555 และขอความกรุณาส่งเอกสารคืนด้วย จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาแจ้งท้าย

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาแพทยศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
วันที่ 1699 / 500
วันที่ 21 พ.ค. 2555
เวลา 15.00

หน่วยงาน.....สถานวิจัย.....สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์.....4229 โทรสาร 4287.....
ที่.....ศร.5614(22)/ 253.....วันที่ 18 พฤษภาคม 2555.....
เรื่อง.....ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง).....
เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง) ที่ได้รับจัดสรรทุนจากสำนักงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2553 ของ อ.ดร.อภิชน วัชรเรนทร์วงศ์ ชื่อโครงการการใช้ทั้งสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วจำนวน 7 เล่ม ตามเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

เรียน ฝ่ายประสานงานการวิจัย
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รศ.ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

22 พ.ค. 2555

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการวิจัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เพื่องจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคณบดี

* ลงนาม กิตติเทพ เพื่องจร



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ ๗๖

วันที่ 23 เมษายน 2555

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่ อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรเนทรวงศ์ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่งร่างรายงานการวิจัย เรื่อง การใช้กังหันไตรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 มายังสถาบันวิจัยและพัฒนา จำนวน 1 ชุด เพื่อส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา นั้น

บัดนี้ ร่างรายงานการวิจัยเรื่องดังกล่าวได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม รายละเอียดตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ รวมทั้งที่ปรากฏในร่างรายงานการวิจัย

สถาบันวิจัยฯ จึงขอความร่วมมือในการแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อทราบผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิและขอให้จัดส่งเอกสาร จำนวน 7 ชุด สำหรับแจ้งเวียนเพื่อขอความเป็นชอบจากคณะอนุกรรมการพิจารณากลับกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย ทั้งนี้ ขอให้ส่งไปยังสถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 18 พฤษภาคม 2555 ดังนี้

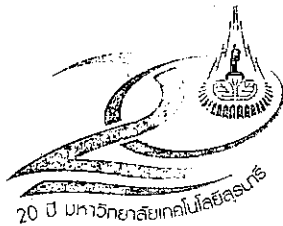
1. ร่างรายงานการวิจัยที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
2. รายละเอียดการปรับปรุงแก้ไข ในกรณีที่มิได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ กรุณาชี้แจงเหตุผลให้ทราบด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และโปรดแจ้งหัวหน้าโครงการดำเนินการต่อไปด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ศธ 5621/434



S077-715-53-12-37

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

๑๕ พ.ค. 2555

เรื่อง ขอขอบคุณ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. นุรักษ์ กฤษดาบุรุษ

สิ่งที่ส่งมาด้วย สำเนาใบโอนเงินค่าตอบแทนจำนวน 1 ฉบับ

ตามที่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอ่าน
ร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การใช้ทั้งสเต็มไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วย
ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้รับผลการอ่านร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ดังกล่าวแล้ว และได้โอนเงิน
ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิ ธนาคารไทยพาณิชย์ เลขที่บัญชี 314-409819-1 จำนวนเงิน 1,000 บาท (หนึ่งพันบาท
ถ้วน) เมื่อวันที่ 24 พ.ค. 2555 จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จาก
ท่านอีกในโอกาสต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ขอภัย เนื่องจากเป็นการโอนเงินโดยส่วนกลางของมหาวิทยาลัย จึงไม่มีสำเนาใบโอนเงินตามที่ระบุในสิ่งที่ส่งมาด้วย

สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์ 044-224702 โทรสาร 044-224750

แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ข้าพเจ้าได้พิจารณาสาระทางวิชาการของร่างรายงานการวิจัยเรื่อง “การใช้ทั้งสเต็มโคโรนอกรีตในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส” เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งผลการพิจารณาพร้อมทั้งส่งคืนเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- | | |
|---|------------------|
| 1. แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ | จำนวน 1 หน้า |
| 2. แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย | จำนวน 1 หน้า |
| 3. ผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย | จำนวน หน้า |
| (เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดในการคัดลอกข้อความ ขอความกรุณาพิมพ์ข้อความแทนการเขียนด้วยลายมือด้วย จักขอบคุณยิ่ง) | |
| 4. แบบเสนอโครงการวิจัย | จำนวน 1 ชุด |
| 5. ร่างรายงานการวิจัย | จำนวน 1 ชุด |
| 6. อื่น ๆ (ระบุ) | |

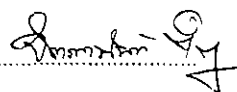
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ลงนาม.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. นุรักษ์ กฤษดาบุรุษ)

๕ / ๒๕ / ๕๕

สำหรับเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

1) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติให้ฝ่ายธุรการดำเนินการเบิกจ่ายค่าตอบแทนให้แก่ผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เป็นเงิน 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน) พร้อมค่าธรรมเนียมในการจัดส่งเงินดังกล่าว (ถ้ามี)  (นางสาวจิตตานันท์ ดิกุล) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายประสานงานการวิจัย 12 / ๒๕ / ๕๕	2) อนุมัติ (รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา / /
---	---

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ข้าพเจ้าขอแสดงความประสงค์ในการรับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาร่างงานการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ของโครงการวิจัยเรื่อง “การใช้ทั้งสเต็มโตรรกซ์ไฮโดรเจลในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส” ดังนี้

- ☒ ยินดีรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่างรายงานการวิจัยเรื่องนี้ และประสงค์ให้ส่งค่าตอบแทนโดย
- ☐ ส่งธนาคัตติวงเงิน 1,000 บาท ส่งจ่าย ปณ.
- ☒ โอนเงินวงเงิน 1,000 บาท เพื่อเข้าบัญชีเงินฝาก (ยกเว้นธนาคารออมสิน)
- ธนาคาร..... **กานตพทพ**
- เลขที่บัญชี **314-4-09819-1**
- ชื่อบัญชี **วรัณนี กฤตตานวรัตน์**

- ☐ ไม่สะดวกในการรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา ร่างรายงานการวิจัยเรื่องนี้ และขอแนะนำให้ติดต่อ
.....
หน่วยงาน.....
.....

ลงนาม 
(รองศาสตราจารย์ ดร. นูริyah กฤษดาอนุรักษ์)

5, 12, 18, 25

เนื่องจากผมไม่แน่ใจว่าทำ Evaluation form หายหรือไม่จะรีบจึงขอส่งมาเป็นเอกสารส่วนตัว

คำแนะนำ

- รายงานยังมีที่ผิดในเรื่องการใช้คำที่ไม่เหมือนกันอยู่พอสมควร ให้ผู้วิจัยปรับแก้ เช่น

แอนโนไดเซชัน แอนโนไดเซชัน

~~Langmuir Hinshewood~~ น่าจะเป็น ฮินเชอร์วูด ไม่ใช่ ฮินเชลวูด หมายเหตุ Comment นี้

แคลทาลิติก คตะไลติก

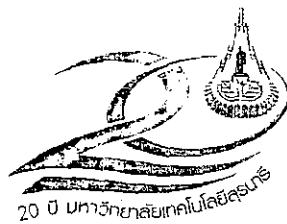
เป็นต้น

- ในคำนำผู้วิจัยควรให้เหตุผลที่มา แหล่ง สำคัญหลักๆ ของ CO emission ซึ่งคงไม่น่ามาจาก Combustion ปกติ
- ความเป็นนาโนสเกล ของรูพรุน ไม่สามารถมองเห็นได้จากรูป SEM ที่ส่งมาควรปรับแก้
- Photolysis น่าจะเปรียบเทียบกับ half-life ของ CO เพื่อยืนยันการใช้ประโยชน์ของ Photocatalysis
- สมการที่ 4.2 อาจต้องทำความเข้าใจว่า r_0 เป็น initial rate ขณะที่ k_{app} เป็นการคำนวณจาก whole data และ C_0 เป็น initial conc. ดังนั้นอาจจะไม่ mathematically correct ควรจะต้องปรับแก้
- รูปที่ 4.7 เป็น C/C_0 ซึ่งไม่ไค้งขณะที่ 4.8 $\ln C/C_0$ เป็นเส้นตรง อันนี้จะต้องตรวจสอบด้วยครับเพราะ mathematically incorrect



25/3/55

ศธ 5621/ 604



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

19 มีนาคม 2555

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่างรายงานการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์

- | | | |
|------------------|--|--------------|
| สิ่งที่ส่งมาด้วย | 1. แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ | จำนวน 1 หน้า |
| | 2. แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย | จำนวน 1 หน้า |
| | 3. แบบเสนอโครงการวิจัย | จำนวน 1 ชุด |
| | 4. ร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ | จำนวน 1 ชุด |

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในฐานะหน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเกี่ยวกับงานวิจัยของคณาจารย์ในมหาวิทยาลัย พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่อง "การใช้ทั้งสเต็มไดรอกซ์ไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส" เป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยกำหนดอัตราค่าตอบแทนในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย เรื่องละ 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน)

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ดังนี้

1. ขอความกรุณาแจ้งให้สถาบันวิจัยฯ ทราบทันทีหลังจากที่ท่านได้รับเอกสารเรียบร้อยแล้ว หรือภายในวันที่ 23 มีนาคม 2555 โดยแจ้งผ่านทาง e-mail: jittanan@g.sut.ac.th
2. ขอความกรุณาแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยดังกล่าวข้างต้น พร้อมส่งเอกสารทั้งหมด (สิ่งที่ส่งมาด้วย 1- 4) คืนไปยังสถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 30 เมษายน 2555

อนึ่ง สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ให้อิสระในการพิจารณาให้ข้อเสนอแนะ โดยไม่มีแบบฟอร์มสำหรับการประเมินแต่อย่างใด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและขอขอบคุณที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ฝ่ายประสานงานการวิจัย

โทรศัพท์ 0-4422-4753; โทรสาร 0-4422-4750 e-mail: jittanan@sut.ac.th, jittanan@g.sut.ac.th



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่ 709 / 2555
วันที่ 11 มี.ค. 2555
เวลา 10.30 (C)

หน่วยงาน สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4287
ที่ ศร.5614(22)/ 19 วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2555
เรื่อง ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง)

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง) จำนวน 2 โครงการ
ของ อ.ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์ ดังนี้

1. โครงการใช้ถังสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส
(ทุนสนับสนุนการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ ปี 2553) สรท 7-215-53-12-37 - ผศ.อภิชน วัชรนทร์วงศ์
2. โครงการนาโนไททาเนียมไดออกไซด์รูปท่อนกับการกำจัดก๊าซมลพิษโดยใช้ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส
(ทุนสนับสนุนงบประมาณ ปี 2553-2554) สรท 7-215-53-24-16

เพื่อเสนอผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา จำนวนอย่างละ 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคนบด

เรียน ฝ่ายประสานงานการวิจัย
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการส่งต่อไป

สำเนาเรียน อ.ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์

เรียน ฝ่ายสารสนเทศการวิจัย

เพื่อทราบ

5 มีนาคม

system / stamp / สรท. / scan
✓ (a)

* 200 h จิตตภาณุ น้อย

(A)

วันที่ 5 มี.ค. 55

(รศ.ดร.อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ งานการเงินสถาบันวิจัยและพัฒนา
ที่ ศร 5621/ 1661
เรื่อง ขอส่งเอกสารด้านการเงินกลับคืน

โทรศัพท์ 4702 / โทรสาร 4750
วันที่ 28 ก.ย. 2553

เรียน อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรเนตร์วงศ์

5๕๙-๙15-53-12-3๙

ตามที่ท่านได้ส่งเอกสารทางการเงินของโครงการวิจัยเรื่อง การใช้ถังสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส งวดที่ 1/2553 นั้น บัดนี้งานการเงินสถาบันวิจัยและพัฒนาได้ตรวจสอบเอกสารทางการเงินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว (ตามเอกสารแนบ) แต่เนื่องจากในปัจจุบันสถาบันวิจัยและพัฒนาไม่มีพื้นที่เพียงพอในการเก็บเอกสารและอาจเกิดการสูญหายของใบเสร็จรับเงินได้ จึงขอส่งคืนเพื่อแก้ไขใบเสร็จที่ไม่ถูกต้อง (ถ้ามี) เมื่อท่านพร้อมปิดโครงการวิจัย จึงค่อยนำเอกสารทางการเงินทั้งหมดส่งมาในคราวเดียว หากมีข้อสงสัยประการใด ติดต่อได้ที่ คุณสุวิมล นิติเกตุโกศล โทร. 4702

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ว. ๐360

วันที่ ๒๑ สิงหาคม 2553

เรื่อง ขอมติคณะอนุกรรมการพิจารณากลับกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

เรียน <<สำเนาแจ้งท้าย>>

เนื่องด้วยคณาจารย์ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ได้ส่งรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย จำนวน 4 โครงการ มาเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะอนุกรรมการฯ ดังนี้

1. โครงการวิจัย เรื่อง ผลของการตัดแปรทางความร้อนและสารช่วยให้เข้ากันต่อการสมบัติของพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างพอลิโพรพิลีนและเส้นใยป่านศรนารายณ์ (SUT7-710-52-12-75)
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กษมา จารุกุลจร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
2. โครงการวิจัย เรื่อง การวิจัยพัฒนากระบวนการวิเคราะห์การใช้พลังงานในภาคขนส่งสำหรับประเทศไทย (SUT7-704-52-24-41)
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภิรุตม์ สิมานนท์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
3. โครงการวิจัย เรื่อง การใช้กังหันไตรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส (SUT7-715-53-12-37)
โดย อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรเนทรวงศ์ (นักวิจัยรุ่นใหม่) สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
4. โครงการวิจัย เรื่อง นาโนไททาเนียมไดออกไซด์รูปท่อนกับการบำบัดก๊าซมลพิษโดยใช้ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส (SUT7-715-53-24-16)
โดย อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรเนทรวงศ์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอความร่วมมือจากท่านในการพิจารณาเรื่องที่แจ้งเวียนเพื่อขอความเห็นชอบดังกล่าว ตามรายละเอียดในเอกสารแนบท้าย และโปรดแจ้งผลการพิจารณา หรือความเห็นอื่นๆ แก่สถาบันวิจัยฯ ตามแบบแจ้งผลการพิจารณาด้านหลังของบันทึกข้อความฉบับนี้ ภายในวันที่ 3 กันยายน 2553 ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา


(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาแจ้งท้าย

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาแพทยศาสตร์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

รายละเอียดเพิ่มเติมประกอบการพิจารณารับรองรายงานความก้าวหน้า
(ตามที่ระบุในแบบเสนอโครงการวิจัย)

รหัสโครงการ SUT7-715-53-12-37

ชื่อโครงการวิจัย การใช้ทั้งสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรเนทรวงศ์ (นักวิจัยรุ่นใหม่) สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ระยะเวลาดำเนินการตลอดโครงการ

1 ปี (2553)

วงเงินที่ได้รับจัดสรร

ปีงบประมาณ 2553 จำนวน 100,000.00 บาท

ขออนุมัติเบิกจ่ายไปแล้ว

งวดที่ 1/2553 จำนวน 50,000.00 บาท ใช้จ่ายจริง ณ วันที่รายงาน 51,963.18 บาท

ยื่นเสนอขออนุมัติครั้งนี้

งวดที่ 2/2553 จำนวน 50,000.00 บาท

ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบันคิดเป็น ร้อยละ 40

เอกสารประกอบการพิจารณาอื่น ๆ

- | | | | |
|---|-------|---|------|
| 1. แบบรายงานความก้าวหน้าของการวิจัย | จำนวน | 8 | หน้า |
| 2. รายงานแสดงการใช้จ่ายเงินประจำงวดที่ 1/2553 | จำนวน | 1 | หน้า |
-

Research Expenditure Report

- 27 a.a. 2553

แบบสวพ-ง-03

[illegible]

6. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่วางแผนว่าจะทำในช่วงที่รายงานนี้

ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 8 เดือน โดยเริ่มต้นตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแผนการดำเนินการวิจัยที่วางแผนว่าจะทำในช่วงที่รายงานนี้

แผนการดำเนินการวิจัย	เดือน							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ติดต่อหน่วยงานเรื่องของครอบครองก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	✓							
2. สร้างชุดการทดลองปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส		✓	✓					
3. สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาและวิเคราะห์พื้นผิวออกไซด์ที่เกิดขึ้น				✓	✓	✓		
4. ศึกษาปฏิกิริยาโฟโตไลซิสในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)						✓		
5. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับมลพิษโดยตัวเร่งปฏิกิริยา						✓	✓	
6. ศึกษาพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส								✓

7. ผลการดำเนินงานวิจัยที่ได้จริง

7.1 ติดต่อหน่วยงานเรื่องของครอบครองก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

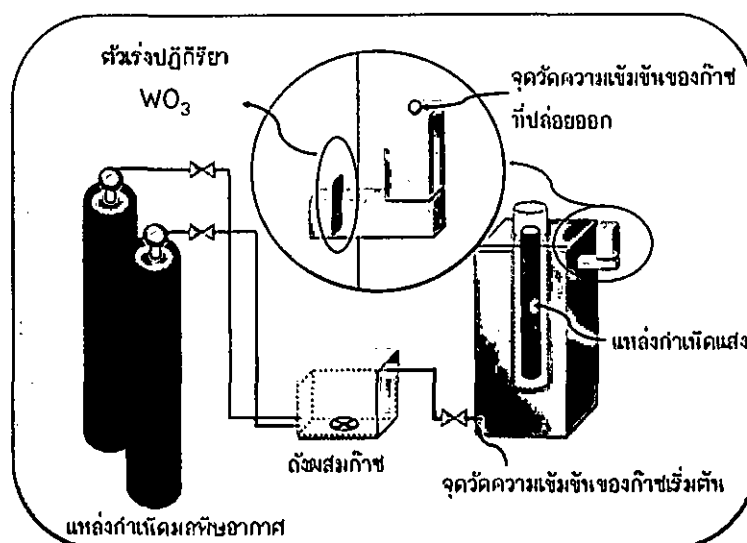
เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยเมื่อหายใจเข้าไป จะรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดง เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (COHb) ซึ่งจะลดความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ส่งผลให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน หมดสติ และอาจถึงตายได้ นอกจากนั้นยังถูกกำหนดให้เป็นยุทธภัณฑ์ในพระราชบัญญัติควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ.2530 ซึ่งหมายถึง อาวุธ เครื่องอุปกรณ์ของอาวุธ สารเคมี สารชีวะ สารรังสี หรือเครื่องมือเครื่องใช้ที่อาจนำไปใช้ในการรบหรือการสงครามได้ ซึ่งต้องได้รับใบอนุญาตการมีซึ่งยุทธภัณฑ์จากปลัดกระทรวงกลาโหม ซึ่งได้ดำเนินการขอใบอนุญาตครอบครองก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับกรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหารเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

7.2 สร้างชุดการทดลองปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

อยู่ในระหว่างการดำเนินการสร้างชุดการทดลองแสดงดังรูปที่ 1 ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดมลพิษจะถูกปล่อยเข้าสู่ส่วนผสมก๊าซ (Mixing chamber) โดยใช้วาล์วปรับอัตราการไหลในการควบคุมปริมาณก๊าซที่ไหลเข้าให้ได้ตามที่ต้องการก่อนปล่อยมลพิษเข้าสู่ถังปฏิกิริยา ซึ่งทำจากวัสดุอะคริลิกทึบแสงขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 20 x 20 x 50 เซนติเมตร ที่มีแหล่งกำเนิดแสงอยู่ภายในและมีช่องสำหรับเสียบตัวเร่งปฏิกิริยาที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงประมาณ 10 เซนติเมตร สามารถเก็บตัวอย่างก๊าซที่ผ่านการบำบัดแล้วที่ส่วนปล่อยก๊าซออก โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analyzer, Testo 350)

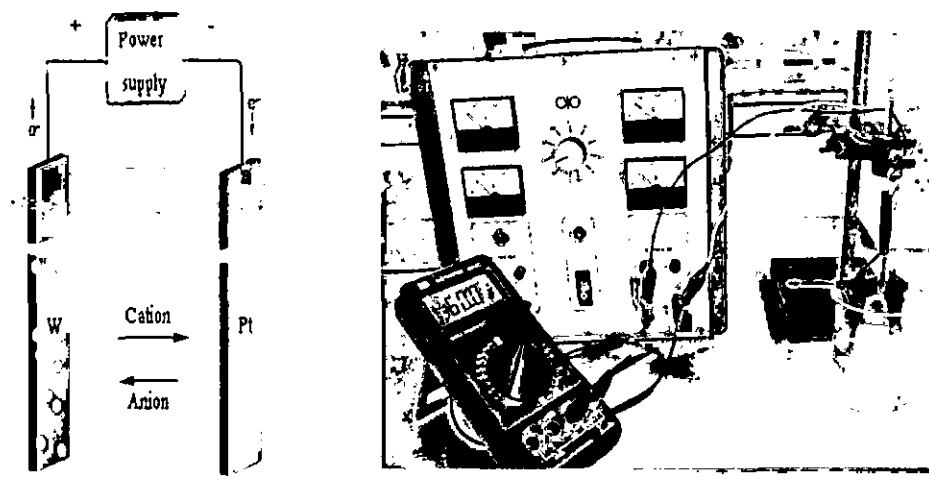
7.3 สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาและวิเคราะห์พื้นผิวออกไซด์ที่เกิดขึ้น

อยู่ในระหว่างการดำเนินการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเริ่มจากการเตรียมวัสดุปลูก (Substrate) ซึ่งใช้แผ่นทังสเตนที่มีความหนา 0.05 มิลลิเมตร จัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400, 600, 1000 และ 1200 ตามลำดับจากนั้นนำไปล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิก (Ultrasonic) 3 ขั้นตอน ใช้เวลาขั้นตอนละ 5 นาที คือ ล้างด้วย Acetone, 2-propanol และน้ำ DI ตามลำดับ แล้วนำไปเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน ก่อนนำไปใช้ในกระบวนการแอโนไดเซชัน

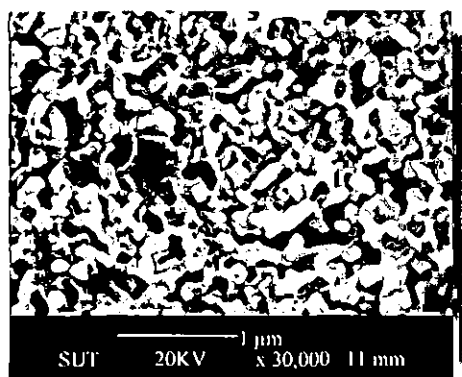


รูปที่ 1 ลักษณะถังปฏิกรณ์โฟโตคะตะไลซิส (Photocatalysis reactor)

โดยเริ่มจากการทดลองเบื้องต้น (Pre-experiment) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการแอโนไดเซชัน โดยใช้แผ่นทังสเตนที่ได้ในข้างต้นมาเป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน (Working electrode) ต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ชื่อ ELWE (AC/DC 0-230 V, 3 A) และใช้แพลทินัม (Pt) เป็นขั้วไฟฟ้าร่วม (Counter electrode) ต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยจุ่มขั้วไฟฟ้าทั้งสองในสารละลายน้ำไฟฟ้า (Electrolyte) คือ โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) 0.15 โมลาร์ แสดงลักษณะการทดลองดังรูปที่ 2 โดยกำหนดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 60 โวลต์ เมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการแอโนไดเซชันผ่านไป 30 นาที พบว่าแผ่นทังสเตนขาดออกจากกันตรงรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศ ไม่สามารถคงรูปเป็นแผ่นได้ดังเดิม และเมื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวโดยเทคนิค Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่าเกิดรูพรุนจำนวนมากบนผิวหน้าแผ่นทังสเตนแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 ลักษณะการทดลองกระบวนการแอนโนไดเซชัน



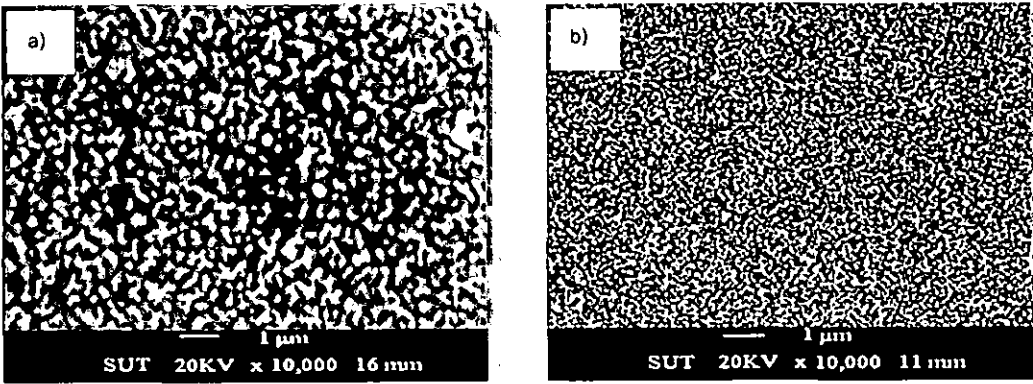
รูปที่ 3 ภาพถ่าย SEM ของแผ่นทังสเตนไตรออกไซด์ที่ผ่านการแอนโนไดเซชัน

ในสารละลาย 0.15 M NaF ที่ 60 โวลต์ เป็นเวลา 30 นาที

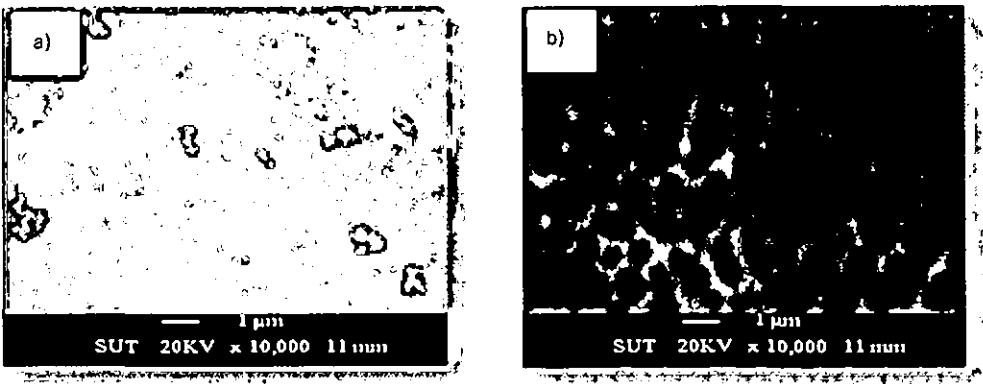
จึงทดลองแอนโนไดเซชันด้วยค่าความต่างศักย์ที่ลดลงจาก 60 โวลต์ เป็น 50, 40 และ 20 โวลต์ ตามลำดับ ในสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์ เป็นเวลา 1, 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าเมื่อทดลองที่ค่าความต่างศักย์ 50 และ 40 โวลต์ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 1 และ 2 ชั่วโมงตามลำดับ แผ่นทังสเตนขาดออกจากกันตรงรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศ ไม่สามารถคงรูปเป็นแผ่นได้ดังเดิม เมื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวโดยเทคนิค SEM พบว่าเกิดรูพรุนของชั้นออกไซด์จำนวนมากบนผิวหน้าแผ่นทังสเตนแสดงดังรูปที่ 4 แต่เมื่อทดลองโดยค่าความต่างศักย์ต่ำลงอีกที่ 20 โวลต์ จนกระทั่งเวลาผ่านไป 1 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ พบว่าแผ่นทังสเตนไม่ขาดออกจากกัน แต่ก็ไม่ได้เกิดรูพรุนของชั้นออกไซด์ขึ้นบนผิวหน้าแผ่นทังสเตนแสดงดังรูปที่ 5

ตารางที่ 3 ผลการทดลองแอโนไดเซชัน

สารละลายนำไฟฟ้า	ความต่างศักย์ (โวลต์)	ผลการทดลอง
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	50	ขาดที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	40	ขาดที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	20	ไม่ขาดเมื่อทดลองครบ 1 ชั่วโมง
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	20	ไม่ขาดเมื่อทดลองครบ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 4 ภาพถ่าย SEM ของแผ่นทังสเตนไดรอกไซด์ที่ผ่านการแอโนไดเซชันในสารละลาย 0.15 M NaF; a) ที่ 50 โวลต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง b) ที่ 40 โวลต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

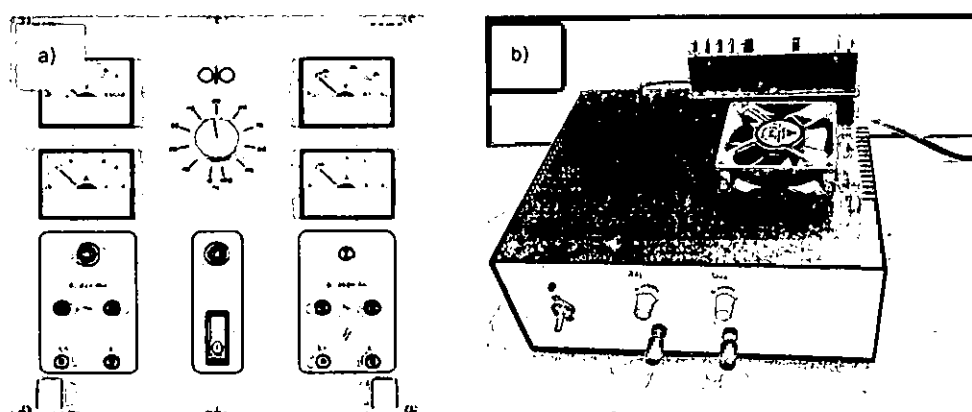


รูปที่ 5 ภาพถ่าย SEM ของแผ่นทังสเตนไดรอกไซด์ที่ผ่านการแอโนไดเซชัน ในสารละลาย 0.15 M NaF ที่ 20 โวลต์ เป็นเวลา; a) 1 ชั่วโมง b) 4 ชั่วโมง

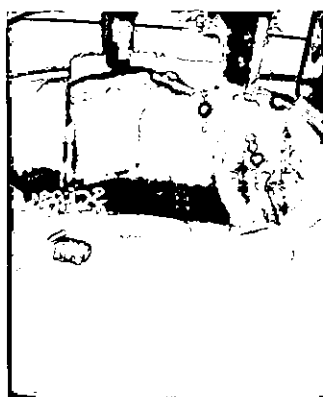
จากปัญหาแผ่นทังสเตนขาดออกจากกันตรงรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศ ไม่สามารถคงรูปเป็นแผ่นได้ดังเดิม จึงทดลองเพิ่มความหนาของแผ่นทังสเตนจาก 0.05 มิลลิเมตรเป็น 0.25 มิลลิเมตร และเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากเดิมยี่ห้อ ELWE (AC/DC 0-230 V, 3 A) เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ผลิตเอง (DC 0-65 V, 5 A) แสดงดังรูปที่ 6 เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเครื่องเดิมจ่ายไฟฟ้าได้ทั้งกระแสตรง และ กระแสสลับ เมื่อเลือกโหมดกระแสตรงจะไม่สามารถตัดค่าความต่างศักย์ในช่วงลบออกได้ทั้งหมด และ ยังคงให้ค่าความต่างศักย์ในช่วงลบของกระแสสลับออกมาด้วยเล็กน้อย ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการจึงเปลี่ยน

แหล่งจ่ายไฟฟ้าเป็นเครื่องที่สร้างขึ้น ให้จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เพื่อควบคุมสถานะที่ใช้ในกระบวนการแอโนไดเซชัน แล้วเริ่มทดลองโดยการแปรเปลี่ยนหาค่าความต่างศักย์ และระยะเวลาที่เหมาะสม พบว่าที่ค่าความต่างศักย์ 60 โวลต์ ในสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง เป็นสถานะที่ไม่เหมาะสมในการแอโนไดเซชัน เนื่องจากเกิดการหลุดลอกของออกไซด์จาก Substrate ดังแสดงในรูปที่ 7 คาดว่าอาจเนื่องมาจากค่าความต่างศักย์ที่ใช้ทดลองสูงเกินไป จึงปรับค่าความต่างศักย์ให้ลดลงที่ 50, 40, 30 และ 20 โวลต์ตามลำดับ พบว่ายังเกิดการหลุดลอกของออกไซด์จาก Substrate อยู่เช่นเดิม จึงปรับค่าความต่างศักย์ลดลงมาอีกที่ 15 โวลต์ ในสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์ที่ระยะเวลา 1 และ 4 ชั่วโมง ซึ่งไม่เกิดการหลุดลอกของชั้นออกไซด์จาก Substrate แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวโดยเทคนิค SEM พบว่ายังไม่เกิดรูพรุนบนผิวหน้าของแผ่นทั้งสแตนแสดงดังรูปที่

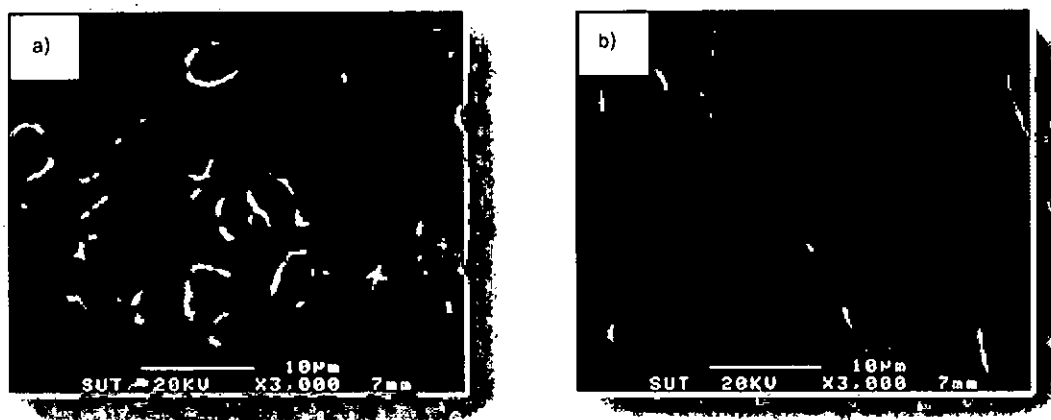
8



รูปที่ 6 แหล่งจ่ายไฟฟ้า; a) ELWE AC/DC 0-230 V, 3 A b) ผลิตเอง DC 0-65 V, 5 A



รูปที่ 7 ลักษณะออกไซด์ที่ผิวหน้าหลุดลอกออกจากแผ่นทั้งสแตนที่ผ่านการแอโนไดเซชันในสารละลาย 0.15 M NaF ที่ 60 โวลต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นสถานะการทดลองที่ไม่เหมาะสม



รูปที่ 8 ภาพ SEM ของแผ่นทังสเตนไตรออกไซด์ที่ผ่านการแอโนไดเซชันในสารละลาย 0.15 M NaF ที่ 15 โวลต์ เป็นเวลา; a) 1 ชั่วโมง b) 4 ชั่วโมง

จากผลการทดลองที่ผ่านมา ยังไม่สามารถระบุถึงสาเหตุที่ชัดเจนของการหลุดลอกของชั้นออกไซด์ได้ แต่คาดว่าน่าจะเกิดจากการควบคุมการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง จึงเริ่มต้นจัดเตรียมอุปกรณ์ใหม่ทั้งหมด เพื่อควบคุมสถานะในการทดลอง เช่น เปลี่ยนปากกิบที่ขึ้นสนิมแล้วใหม่ ควบคุมช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง และควบคุมน้ำ DI ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ เป็นต้น แล้วจึงเริ่มดำเนินการทดลองแปรเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ และระยะเวลาที่ใช้ในการแอโนไดเซชันใหม่ โดยแอโนไดเซชันในสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์ ที่ค่าความต่างศักย์ 60, 55 และ 50 โวลต์ ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าหลังจากควบคุมการจัดเตรียมอุปกรณ์ใหม่ทั้งหมดแล้ว ไม่ก่อให้เกิดการหลุดลอกของชั้นออกไซด์จาก Substrate แต่ยังคงเกิดปัญหาเรื่องสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์เดือดในขณะทำการทดลอง ซึ่งอาจเนื่องมาจากค่าความต่างศักย์ที่ใช้ทดลองสูงเกินไป จึงลดค่าความต่างศักย์ลงมาที่ 45 โวลต์ พบว่าไม่ก่อให้เกิดการหลุดลอกของชั้นออกไซด์จาก Substrate และสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ไม่เดือดเหมือนการทดลองข้างต้น จึงทดลองทำซ้ำอีก 3 ซ้ำ ซึ่งได้ผลการทดลองเหมือนเดิม จึงเริ่มแปรเปลี่ยนระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองที่ 1, 2, 4 และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ พบว่าไม่ก่อให้เกิดการหลุดลอกของชั้นออกไซด์จาก Substrate และสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ไม่เดือดเช่นกัน ซึ่งสถานะในการทดลองแสดงดังตารางที่ 4 และในขั้นตอนต่อไปจะนำแผ่นทังสเตนที่ได้ไปวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวโดยเทคนิค SEM ในลำดับต่อไป

ตารางที่ 4 สภาวะการทดลองแอโนไดเซชันและลักษณะพื้นผิวหน้าออกไซด์ของ Substrate

สารละลายไฟฟ้า	ความต่างศักย์ (โวลต์)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ผลการทดลอง
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	60	1	ผิวหน้าไม่หลุดลอกและสารละลายเดือด
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	55	1	ผิวหน้าไม่หลุดลอกและสารละลายเดือด
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	50	1	ผิวหน้าไม่หลุดลอกและสารละลายเดือด
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	45	1	ผิวหน้าไม่หลุดลอกและสารละลายไม่เดือด
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	45	2	ผิวหน้าไม่หลุดลอกและสารละลายไม่เดือด
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	45	4	ผิวหน้าไม่หลุดลอกและสารละลายไม่เดือด
โซเดียมฟลูออไรด์ 0.15 โมลาร์	45	6	ผิวหน้าไม่หลุดลอกและสารละลายไม่เดือด

8. ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 40

9. การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเผยแพร่ผลงานวิจัย การจดสิทธิบัตร ผลตอบแทนทางธุรกิจ เป็นต้น
- ไม่มี

10. ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข

เนื่องจากวัสดุ - อุปกรณ์ที่ใช้ค่อนข้างหายาก และราคาแพง ซึ่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จึงต้องใช้เวลานานในการขนส่งวัสดุ และจากการศึกษาเบื้องต้นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้ดำเนินการวิจัยได้ล่าช้า

11. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่จะทำในช่วงต่อไป

11.1 สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา และวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวออกไซด์ที่เกิดขึ้น เมื่อเปลี่ยนแปลงระยะเวลาที่ใช้ใน การแอโนไดเซชัน

11.2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับมลพิษโดยตัวเร่งปฏิกิริยา

11.3 ศึกษาพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

11.4 ศึกษาความเข้มข้นเริ่มต้นของ CO ที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

11.5 วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

11.6 เขียนรายงานและเผยแพร่ผลงาน

12. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

- ไม่มี

บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบ สบพ. -ง-01
FORM IRD-B-01
เลขที่บันทึกข้อความ 2438/2553
วันที่ 25 ส.ค. 2553
เวลา 18.00

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โทร 4537
School /Institute
ที่ ศร. 3614(ง)/0372 วันที่ 19/08/2553
เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 งวดที่ 2
Subject : Request the payment of research allocation for fiscal year Installment no,

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
To : Director of Institute of research and development

579-915-53-12-37

ตามที่ข้าพเจ้า อ.ดร. อภิชน วัชรพรทรวงศ์ สังกัด สำนักวิชา
As I, a member of Institute of

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปี
..... was allocated university research funding for fiscal
งบประมาณ พ.ศ. 2553 เพื่อให้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง การใช้ทั้งสเต็มโคโรนออกไซด์ในการ
year for the expenditures of project (name)

นำบัตรกำรบบอนนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 100,000 บาท นั้น
for the amount of baht,

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการ ดังกล่าว ประจำปีงวดที่ 2
I request the payment of research allocation monies for the Installment no.

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 50,000 บาท (..... ห้าหมื่นบาทถ้วน)ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้
for the amount of baht as the following expense estimates:

ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย
Temporary Wages Consisting of :

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ อัตราเดือนละ บาท
Research assistant Wages (degree) amount per month.

ระยะเวลา เดือน จำนวน คน เป็นเงิน บาท
for duration of months No. of employees total amount per month

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ อัตราเดือนละ บาท
Research assistant Wages (degree) amount per month.

ระยะเวลา เดือน จำนวน คน เป็นเงิน บาท
for duration of months No. of employees total amount per month

ค่าจ้างคนงานเดือน/รายวัน อัตราเดือนละ/วันละ บาท
Monthly employee at per month

ระยะเวลา เดือน/วัน จำนวน คน เป็นเงิน บาท
for duration of months No. of employees total amount baht

รวม บาท
Totaling baht

1. ค่าตอบแทนใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย
Compensation, service contracting and nonrenewable materials expenses

.....ค่าอุปกรณ์ทำชุดทดลองโฟโตคะตะไลซิสเป็นเงิน 11,000 บาท

total amount baht

.....ค่าก๊าซมาตรฐานคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นเงิน 24,000 บาท

total amount baht

.....ค่าบำรุงรักษาเครื่องวิเคราะห์ก๊าซมลพิษเป็นเงิน 15,000 บาท

total amount baht

.....	เป็นเงิน	-	บาท
total amount			baht
.....	เป็นเงิน	-	บาท
total amount			baht
.....	เป็นเงิน	-	บาท
total amount			baht
.....	เป็นเงิน	-	บาท
total amount			baht
.....	เป็นเงิน	-	บาท
total amount			baht
รวม.....	50,000	/	บาท
Totaling		/	baht

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
Your approval is hereby requested.

(อธิเจน ชัยธนาพรรัตน์)
หัวหน้าโครงการวิจัย

Head of project

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เฟื่องขจร
หัวหน้าสถานวิจัย-ศูนย์บริหารวิศวกรรมศาสตร์
หัวหน้าสถานวิจัย
Head of research Department

(รองศาสตราจารย์ นาวาอากาศเอก ดร.วราพงษ์ ขำวิเศษ)
คณบดีสำนักศิลปคดีวิศวกรรมศาสตร์
Dean

2/8.ค.ย. 2553

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ☒ คณะอนุกรรมการฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้าและการใช้เงินงวดที่ 1 / 50,000 บาท แล้ว 6/10/53 ☒ ถูกต้อง ครบถ้วน เห็นสมควรอนุมัติตามรายการที่เสนอในวงเงิน 50,000 บาท (นายนันทนาภักดิ์) ด.ม.ล (นางสุวิมล นิตเกตุโกศล) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 2-ก.ค.ย. 2553	(3) ☒ อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการและเงื่อนไขข้างต้นได้ ☐ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ..... (รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 2/7.ก.ย. 2553
(4.1) ☒ เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี โปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัยจำนวน 50,000 บาท (นายนันทนาภักดิ์) เข้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาขอนแก่น ชื่อบัญชี พมท. พธบ-๐๐ เลขที่บัญชี 707-240598-7 ด้วย จักขอขอบคุณยิ่ง (รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 2/7.ก.ย. 2553	(4.2) ☒ เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย สวพ. ขอส่งสำเนาบันทึกขออนุมัติเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริงได้ส่งให้ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้วเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป (นางสุวิมล นิตเกตุโกศล) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 2/7.ก.ย. 2553

ศาสตราจารย์ ดร. วิโรจน์ กนกนาคกุล 4229

5614(22)/0560

วันที่

2553

.....งวดที่..... 1/2553

Installment no.

To : Director of Institute of research and development

ตามที่ข้าพเจ้า อ.ดร. อดิษฐ์ วัชรนรินทร์วงศ์

สังกัด สำนักวิชา.....วิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย

๔. เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง

for the expenditures of project (name)

[illegible]

-.บาท นั้น

baht,

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินจดหนี้การวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการ ดังกล่าว ประจำปีงบประมาณที่ ๒๕๕๓

I request the payment of research allocation monies for the installment no.

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน)

baht

as the following expense estimates:

1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย

Temporary Wages Consisting of :

ค่าจ้างช่วยวิจัยคุณวุฒิ.....อัตราเดือนละ.....บาท

Research assistant Wages (degree) amount per month.

ระยะเวลา.....เดือน จำนวน.....คน เป็นเงิน.....บาท

for duration of	months	No. of employees	total amount	per month
-----------------	--------	------------------	--------------	-----------

คำจ้างผู้เชี่ยวชาญ..... อัตราเดือนละ..... บาท

Research assistant Wages (degree) amount per month.

ระยะเวลา.....เดือน จำนวน.....คน เป็นเงิน.....บาท

for duration of	months	No. of employees	total amount	per month
-----------------	--------	------------------	--------------	-----------

ค่าจ้างคนงานเดือนพฤษภาคม อัตราเดือนละ/วันละ.....บาท

Monthly employee at _____ per month

ระยะเวลา.....เดือนวัน จำนวน.....คน เป็นเงิน.....บาท

for duration of	months	No. of employees	total amount	baht
-----------------	--------	------------------	--------------	------

ਰਰਮ.....ਰਰਰ

Totaling baht

2. คำตอบแทนใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย

Compensation, service contracting and nonrenewable materials expenses

ค่าของ ΔG° สำหรับปฏิกิริยา PbO_2 เป็นเงิน 15,000 บาท

total amount baht

ค่าลิขสิทธิ์ BET total amount baht
 เป็นเงิน 15,000 บาท

total amount baht

ค่า อีเวจเจอร์ SEM เป็นเงิน 15,000 บาท

total amount baht

ค่าวัสดุ 5,000

เป็นเงิน 5,000 บาท

total amount baht

เป็นเงิน บาท

total amount baht

เป็นเงิน บาท

total amount baht

เป็นเงิน บาท

total amount baht

เป็นเงิน บาท

total amount baht

เป็นเงิน บาท

total amount baht

รวม 50000 บาท

Totaling baht

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

Your approval is hereby requested.

(อ.ดร. อธิชา วัฒนทรัพย์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

Head of project

(รองศาสตราจารย์ ดร. อธิชา วัฒนทรัพย์)

1. หัวหน้าสถานวิจัย สำนักรายวิชาธรรมศาสตร์
Head of research Department

26 พ.ย. 2552

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์วิจิตร จงถอง)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและประกันคุณภาพการศึกษา
ปณิธานคุณคณบดี
Dean

26 พ.ย. 2552

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

☐ คณะอนุกรรมการฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้า
และการใช้จ่ายเงินฯ งวดที่...../.....แล้ว

☒ ถูกต้อง ครบถ้วน เห็นสมควรอนุมัติตามรายการที่เสนอ
ในวงเงิน 50,000 บาท

(นายนันทวัฒน์ เกตุทอง)

ด.อ.อ.
(นางสุวิมล มะสันเทียะ)

เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

1-1 ส.ค. 2552

(3)

☒ อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ
และ เงื่อนไขข้างต้นได้

☐ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

1 ส.ค. 2552

(4.1) ☒ เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน
50,000 บาท (นายนันทวัฒน์ เกตุทอง)

เข้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาย่อย มทส.

ชื่อบัญชี 3ทพ. 603 - ๕๐

เลขที่บัญชี ๖๐๓-๒๔๐๕๙๘-๗ ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ด.อ.อ.
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

1 ส.ค. 2552

(4.2) ☒ เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย

สวท. ขอส่งสำเนานันทนาการขออนุมัติเงินอุดหนุนการ
วิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริง ได้

ส่งให้ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการ
ดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว

เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ด.อ.อ.
(นางสุวิมล มะสันเทียะ)

เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

1 ส.ค. 2552



ต้นฉบับ

สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้น ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 30 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดย รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ซึ่งได้รับมอบอำนาจจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตามคำสั่งสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 6/2552 ลงวันที่ 26 กันยายน 2552 และที่ 633/2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540 ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่ง กับ อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรินทร์วงศ์ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้รับทุน” อีกฝ่ายหนึ่ง

คู่สัญญาได้ตกลงกันมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนอุดหนุนโครงการวิจัย “การใช้ทั้งสเต็มไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส” ตามเอกสารหมายเลข 3 ตั้งแต่วันที่ 30 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ถึงวันที่ 29 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 เป็นจำนวนเงิน 100,000 บาท (หนึ่งแสนบาทถ้วน) โดย ผู้ให้ทุน จะจ่ายให้แก่ ผู้รับทุน เป็นงวดตามรายละเอียดดังนี้

งวดที่ 1 จ่ายให้เป็นเงินไม่เกินร้อยละ 50 ของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) ภายใน 2 สัปดาห์ นับแต่วันลงนามในสัญญา

งวดที่ 2 จ่ายส่วนที่เหลือของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) ภายหลังจากที่ ผู้รับทุน ส่งรายงานความก้าวหน้าของโครงการพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1 โดยรายงานดังกล่าวผ่านการพิจารณาและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการประจำสถาบันวิจัยและพัฒนาเรียบร้อยแล้ว

ข้อ 2. เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ได้แก่

- (1) คำสั่งสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 6/2552 ลงวันที่ 26 กันยายน 2552
- (2) คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ 633/2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540
- (3) โครงการวิจัยเรื่อง “การใช้ทั้งสเต็มไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส”
- (4) ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยเงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539

- (5) หลักเกณฑ์การใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- (6) หมายเลขบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ชื่อบัญชีโครงการวิจัย ธนาคารไทยพาณิชย์ (มหาชน) จำกัด สาขาออมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พร้อมรายชื่อผู้มีอำนาจสั่งจ่ายเงิน และสำเนาหน้าแรกของสมุดบัญชีดังกล่าว

ข้อ 3. **ผู้รับทุน**จะดำเนินการตามวัตถุประสงค์และรายละเอียดของโครงการวิจัยที่กำหนดไว้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามเอกสารหมายเลข 3 หากเกิดอุปสรรคไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยประการใดก็ตาม **ผู้รับทุน**จะรับรายงานให้ผู้ให้ทุนทราบทันทีเพื่อพิจารณาหาทางแก้ไขหรือดำเนินการตามที่เห็นสมควรต่อไป

ข้อ 4. รายชื่อหัวหน้าโครงการ ผู้ร่วมทำการวิจัย และรายละเอียดของโครงการตามที่ปรากฏแนบท้ายสัญญา **ผู้รับทุน**จะเปลี่ยนแปลงไม่ได้นอกจากจะได้รับคามยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจาก**ผู้ให้ทุน**ก่อน

ข้อ 5. **ผู้รับทุน**จะปฏิบัติตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วย เงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539 รวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติในการขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งกำหนดขึ้นใช้ในขณะนี้และจะกำหนดขึ้นใช้ในภายหน้า

ทั้งนี้ โดยถือว่าระเบียบรวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติข้างต้นนั้น เป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

ข้อ 6. **ผู้รับทุน**จะควบคุมการใช้จ่ายเงินทุนให้เป็นไปอย่างประหยัดและจัดเตรียมหลักฐานบัญชีการจ่ายเงินเพื่อให้**ผู้ให้ทุน**ตรวจสอบได้ทุกโอกาส

ข้อ 7. **ผู้รับทุน**ยินยอมให้ **ผู้ให้ทุน** หรือผู้ที่ให้ทุนมอบหมายเข้าไปในสถานที่ทำงานของ**ผู้รับทุน** หรือสถานที่ที่**ผู้รับทุน**ทำการวิจัยอยู่ เพื่อประโยชน์ในการติดตามและประเมินโครงการได้

ข้อ 8. **ผู้รับทุน**จะนำส่งผลงานดังนี้

- (1) รายงานความก้าวหน้าพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1/2553
- (2) รายงานฉบับสมบูรณ์พร้อมรายงานการเงินงวดที่ 2/2553 เดือนพฤศจิกายน 2553
- (3) เอกสารสรุปผลงานวิจัย ในรูปแบบและภาษาที่เหมาะสมสำหรับการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ต่อประชาชนทั่วไป โดยส่งพร้อมกับรายงานฉบับสมบูรณ์และตามที่**ผู้ให้ทุน**กำหนดเป็นคราว ๆ ไป
- (4) การเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation) ตามที่**ผู้ให้ทุน**กำหนดเป็นคราว ๆ ไป

ข้อ 9. กรรมสิทธิ์ในผลงานวิจัย เป็นกรรมสิทธิ์ของ**ผู้ให้ทุน** (เว้นแต่จะมีการตกลงเป็นอย่างอื่นในภายหลัง) ส่วนผลประโยชน์ซึ่งเกิดจากการนำผลการวิจัยและพัฒนาไปใช้ในเชิงพาณิชย์ให้แบ่งกัน ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี กับ**ผู้รับทุน**

ข้อ 10. ในการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารอันเกี่ยวกับผลงานวิจัย ในสิ่งพิมพ์ใดหรือสื่อใดในแต่ละครั้ง **ผู้รับทุน**ต้องระบุข้อความว่า "ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี" หรือข้อความอื่นที่มีความหมายเหมือนกัน

ข้อ 11. ในกรณีที่ผู้ร่วมวิจัยหลายคน ผู้รับทุนจะต้องเป็นผู้ตรวจสอบดูแลผู้ร่วมวิจัยทุกคนให้ปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้องของผู้ให้ทุนอย่างเคร่งครัด

ข้อ 12. การระงับงานชั่วคราวและการบอกเลิกสัญญา

- (1) ผู้ให้ทุนมีสิทธิ์ระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาได้ ถ้าผู้ให้ทุนเห็นว่าผู้รับทุนไม่ได้ปฏิบัติงานด้วยความชำนาญหรือด้วยความเอาใจใส่ในวิชาชีพเท่าที่พึงคาดหวังได้จากนักวิจัยในระดับเดียวกัน หรือมิได้ปฏิบัติตามข้อสัญญาและเงื่อนไขที่กำหนดในสัญญา ในกรณีเช่นนี้ ผู้ให้ทุนจะมีหนังสือแจ้งให้ผู้รับทุนทราบ และการระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาดังกล่าวจะมีผลในเวลาไม่น้อยกว่า 60 วัน นับถัดจากวันที่ผู้รับทุนได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น
- (2) ผู้รับทุนมีสิทธิ์บอกเลิกสัญญาได้ ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ปฏิบัติหน้าที่ความรับผิดชอบตามที่สัญญาระบุไว้ ในกรณีเช่นนี้ ผู้รับทุนจะต้องมีหนังสือถึงผู้ให้ทุน ระบุรายละเอียดถึงสาเหตุและเหตุผลในการขอเลิกสัญญา ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ดำเนินการแก้ไขให้เป็นที่น่าพอใจในระยะเวลา 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น ผู้รับทุนมีสิทธิ์บอกเลิกสัญญาได้
- (3) ในกรณีที่ผู้รับทุนไม่สามารถทำการวิจัยให้เสร็จตามที่ได้ตกลงไว้ ผู้รับทุนยินยอมคืนเงินอุดหนุนการวิจัยพร้อมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ที่รับไปแล้วทั้งหมดหรือบางส่วนทั้งนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ให้ทุน

ข้อ 13. ผู้ให้ทุนเป็นเจ้าของเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ใด ๆ ที่ผู้รับทุนได้จัดซื้อโดยทุนทรัพย์ของผู้ให้ทุน จนกว่าจะมีการตกลงเป็นอย่างอื่น

ข้อ 14. ผู้รับทุนจะใช้และบำรุงรักษาครุภัณฑ์การวิจัยของผู้ให้ทุนให้อยู่ในสภาพดี ใช้การได้อยู่เสมอ และผู้รับทุนยินยอมให้ผู้ให้ทุนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้ให้ทุนตรวจตราครุภัณฑ์การวิจัยซึ่งเป็นทรัพย์สินของผู้ให้ทุนได้ทุกขณะและทุกโอกาส และเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยตามโครงการแล้ว ผู้รับทุนจะส่งคืนครุภัณฑ์ให้แก่ ผู้ให้ทุนทันที นอกจากจะมีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น

ข้อ 15. การบอกกล่าว

บรรดาคำบอกกล่าวหรือการให้ความยินยอมหรือความเห็นชอบใด ๆ ตามสัญญานี้ต้องทำเป็นหนังสือและจะถือว่าได้ส่งไปโดยชอบแล้ว หากได้จัดส่งทางหนึ่งทางใดดังต่อไปนี้ คือ

- (1) ส่งมอบโดยบุคคลแก่ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายของคู่สัญญาแต่ละฝ่าย
- (2) ทางไปรษณีย์ลงทะเบียน
- (3) ทางโทรเลข โทรพิมพ์ หรือโทรสาร แล้วยืนยันเป็นหนังสือโดยเร็วไปยังชื่อและที่อยู่ของคู่สัญญา ดังต่อไปนี้

ก. ที่อยู่ของผู้ให้ทุน

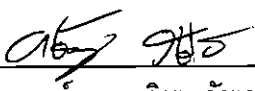
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

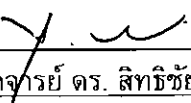
ข. ที่อยู่ของผู้รับทุน

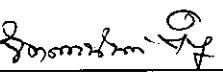
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้นสองฉบับมีข้อความตรงกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญาโดย
ตลอดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และต่างเก็บไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

(ลงชื่อ)  ผู้ให้ทุน
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผู้รับมอบอำนาจจากอธิการบดี

(ลงชื่อ)  ผู้รับทุน
(อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรเรณวรงค์)
หัวหน้าโครงการวิจัย

(ลงชื่อ)  พยาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

(ลงชื่อ)  พยาน
(นางสาวจิตตานันท์ ทิกุล)
เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)

ประกอบการเสนอ ของงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 ตามมติคณะรัฐมนตรี

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การใช้ทังสเดนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

(ภาษาอังกฤษ) Using of WO_3 in photocatalytic treatment of carbon monoxide

ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย

..... ✓ ...โครงการวิจัยใหม่

I ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ซึ่งประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์ (เลือกเพียง 1 ยุทธศาสตร์ และเรื่องที่สอดคล้องที่สุดเพียง 1 ข้อเท่านั้น ยุทธศาสตร์และข้อความที่ไม่เลือกให้ตัดออกทั้งหมด)

... ✓ ...ยุทธศาสตร์การพัฒนามาตรฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

ให้ความสำคัญกับเรื่อง (เลือกเพียง 1 ข้อเท่านั้น)

... ✓ ...4.2 การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต และการพัฒนาที่ยั่งยืน

II ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554) ซึ่งประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์ (เลือกเพียง 1 ยุทธศาสตร์ / 1 กลยุทธ์ / 1 แผนงาน ที่สอดคล้องที่สุด เท่านั้น ส่วนที่ไม่เลือกให้ตัดออกทั้งหมด)

..... ✓ ...ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางวิชาการและทรัพยากรบุคคล

กลยุทธ์การวิจัยที่ 1 พัฒนาวัตถกรรมและองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ ทางสังคมศาสตร์ และการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในวิทยาการต่าง ๆ

แผนงานวิจัยที่ 1 การวิจัยและพัฒนาวัตถกรรมสิ่งประดิษฐ์และองค์ความรู้ใหม่ทาง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ วัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสาร .นาโนเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์การแพทย์และสาธารณสุข สัตว์ทดลองและวิธีการอื่น เพื่อทดแทนการใช้สัตว์ เทคโนโลยีด้านอาวุธยุทธโธปกรณ์ เป็นต้น

III ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554) 12 กลุ่มเรื่อง (เลือกเพียง 1 กลุ่มเรื่อง ข้อความที่ไม่เลือกให้ตัดออก)

... ✓ ... 9. เทคโนโลยีใหม่และเทคโนโลยีที่สำคัญเพื่ออุตสาหกรรม

IV ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายรัฐบาล

1. นโยบายเร่งด่วนที่จะเริ่มดำเนินการในปีแรก เรื่อง

- 1.1 การสร้างความเชื่อมั่นและกระตุ้นเศรษฐกิจในภาพรวมเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นแก่ภาคประชาชน และเอกชนในการลงทุนและการบริโภค

1.1.6 เร่งสร้างความเชื่อมั่นให้แก่นักท่องเที่ยวต่างชาติและเร่งมาตรการกระตุ้นการท่องเที่ยว

2. นโยบายระยะการบริหารราชการ 3 ปี ของรัฐบาล (เลือกเพียง 1 นโยบายข้อความที่ไม่เลือกให้ตัดออก)

...✓...2.5 นโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัย และนวัตกรรม

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

1. ชื่อหัวหน้าโครงการ

(ไทย)	ดร. อภิชน วัชรนทร์วงศ์
(อังกฤษ)	Dr. Apichon Watcharenwong
ตำแหน่ง	อาจารย์
สถาบันต้นสังกัด	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สถานที่ติดต่อ	111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์	044-224537 โทรสาร 044-224606
Email:	w.apichon@sut.ac.th

2. ประเภทของการวิจัย

เป็นการวิจัยพื้นฐาน (basic research)

3. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ วิศวกรรมอุตสาหกรรมวิจัย และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. คำสำคัญ (keywords) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ของโครงการวิจัย

ทังสเตนไตรออกไซด์

แอโนไดเซชัน

โฟโตคะตะไลซิส

คาร์บอนมอนอกไซด์

Tungsten trioxide

Anodization

Photocatalysis

Carbon monoxide

5. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากการพัฒนาประเทศที่มุ่งเน้นการเพิ่มสมรรถนะ และขีดความสามารถในการแข่งขันระหว่างประเทศ ส่งผลให้เกิดการขยายตัวในภาคกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจราจรบนท้องถนน การเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงาน อุตสาหกรรม กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า และการเผาไหม้ทางการเกษตร เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide, CO) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เมื่อหายใจเข้าไปจะรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจน 200-250 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (COHb) ซึ่งจะลดความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน หมดสติ และอาจถึงตายได้ ในกรณีที่ได้รับก๊าซพิษเข้าไปในปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมก่อนปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ (ศิริภักดิ์, 2542; กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550)

การควบคุมคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เช่น การดัดแปลงสภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิง และการบำบัดไอเสีย เป็นต้น ซึ่งวิธีที่กำลังได้รับการพัฒนา ได้แก่ วิธี Catalytic converter ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยการออกซิเดชันของไฮโดรคาร์บอน (HC) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และน้ำ ซึ่งต้องมีอุณหภูมิสม่ำเสมอ อัตราการไหลคงที่ และตัวทำปฏิกิริยาต้องมีความเข้มข้นสม่ำเสมอ ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเคมี และปิโตรเลียม (วงศ์พันธ์ และคณะ, 2543) ซึ่งอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาศึกษา เพื่อใช้ในการบำบัดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสเป็นหนึ่งในออกซิเดชันเทคโนโลยีขั้นสูง (Advance oxidation technology) (Litter, 1999) มีหลักการเบื้องต้นคือ เมื่อมีการกระตุ้นปฏิกิริยาโดยการฉายแสง ไปที่ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) จะทำให้เกิดปฏิกิริยานั้น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว (Fujishima *et al.*, 2000) โดยสามารถนำหลักการนี้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เกี่ยวกับงานด้านการกำจัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่หนึ่งพลังงานแสง ซึ่งต้องมีพลังงานมากพอที่จะกระตุ้นให้ตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดการปลดปล่อยอิเล็กตรอน (Electron, e⁻) ออกมา โดยส่วนใหญ่จะศึกษาโดยใช้พลังงานแสงที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลต (UV) ต่อมาเริ่มมีการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้พลังงานแสงในช่วงวิสิเบิล (Visible) โดยมีแหล่งกำเนิดจากแสงอาทิตย์ ซึ่งมีข้อดีคือ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ ปราศจากมลพิษ และมีศักยภาพสูง (Hamilton *et al.*, 2008) ส่วนที่สองคือตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ที่สามารถปล่อยอิเล็กตรอน (Electron, e⁻) ออกมา เมื่อมีพลังงานมากกระตุ้น ตัวเร่งปฏิกิริยาที่นิยมใช้ ได้แก่ ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) ซิงก์ออกไซด์ (ZnO) แคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) และทังสเตนไดรอกไซด์ (WO₃) (Herrmann *et al.*, 1999) เป็นต้น

ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO₃) เป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ที่สำคัญ มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสคล้ายไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) แต่มีความสามารถในการตอบสนองช่วงความยาวคลื่นแสงได้กว้างกว่า และครอบคลุมพลังงานแสงช่วงอัลตราไวโอเลต (UV) และช่วงวิสิเบิล (Visible) ซึ่งที่ผ่านมาการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา โดยใช้วิธีการแอโนไดเซชัน (Anodization) ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้เกิดออกไซด์บนพื้นผิวหน้าของโลหะ โดยอุปกรณ์ในการแอโนไดเซชันประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ได้แก่ ขั้วไฟฟ้าใช้งาน (Working electrode) และขั้วไฟฟ้าร่วม (Counter electrode) โดยการให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแก่ขั้วไฟฟ้าที่มีผิวสัมผัสกับสารละลายนำไฟฟ้า (Electrolyte) โดยใช้ทังสเตน (W) เป็นวัสดุ

ปลูก (Substrate) เพื่อก่อให้เกิดชั้นออกไซด์ที่มีลักษณะพรุน และนำไปใช้ทดลองกับปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส เพื่อใช้ในการกำจัดมลพิษทางด้านสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการบำบัดมลพิษอากาศ โดยประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส การศึกษาในครั้งนี้จึงนำทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ที่ผ่านการสังเคราะห์ด้วยวิธีการแอโนไดเซชัน จนมี คุณสมบัติพรุนมาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัด คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศที่สำคัญ เนื่องจากเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ (พื้นที่ผิวจำเพาะของตัวเร่งปฏิกิริยา WO_3 แหล่งกำเนิดแสง และความเข้มข้นเริ่มต้น ต่างๆ กันของก๊าซมลพิษ) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสโดยใช้ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3)

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 การศึกษาลักษณะโครงสร้างของทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) หลังจากผ่านกระบวนการแอโนไดเซชัน จะใช้วิธี Brunauer Emmett and Teller (BET) เพื่อหาพื้นที่ผิวจำเพาะ และ Scanning Electron Microscope (SEM) เพื่อตรวจสอบลักษณะพื้นผิว

7.2 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ใช้ในการศึกษาเป็นก๊าซมลพิษมาตรฐานที่ได้จากตัวแทนจำหน่าย โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และทำซ้ำอย่างละ 2 ชั่วโมง แล้วหาค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

7.3 การตรวจวัดค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ตลอดการทดลองใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซมลพิษ (Gas Analyzer, Testo 950)

8. ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย (Conceptual Framework)

8.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่นและรส เกิดจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอน มีน้ำหนักเบากว่าอากาศเล็กน้อย และสามารถละลายน้ำได้บ้าง เป็นก๊าซเฉื่อยในสภาพอุณหภูมิ และความดันอากาศปกติ (25 องศาเซลเซียส; ที่ 1 ความดันบรรยากาศ) แต่ไวต่อปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง แหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ ไฟป่า ภูเขาไฟ พายุฝนฟ้าคะนอง การแยกตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศชั้นสูง พื้นผิวมหาสมุทร เป็นต้น ซึ่งมหาสมุทรซึ่งเป็นแหล่งเก็บคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เนื่องจากคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีความสามารถในการละลายน้ำได้มากพอควร ซึ่งการละลายน้ำ จะขึ้นอยู่กับความกดดัน (Partial pressure) ของก๊าซในบรรยากาศ และอุณหภูมิของน้ำ

สำหรับแหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ ยานยนต์ต่างๆ เมื่อมีการสันดาปน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ และที่เกิดจากอุตสาหกรรมต่างๆ โดยกรรมวิธีการผลิต และการเผาผลาญเชื้อเพลิงของโรงกลั่นปิโตรเลียม โรงหล่อเหล็ก โรงงานเยื่อกระดาษkraft และโรงงานผลิตผงคาร์บอน เป็นต้น นอกจากนั้นยังเกิดจากการดำรงชีวิตในบ้าน เช่น การประกอบอาหารในครัว การใช้เครื่องทำความร้อนในฤดูหนาว การจราจร หรือจากรถยนต์ที่มีระบบท่อไอเสียชำรุด และมีการรั่วไหลเข้าสู่บริเวณตัวถังรถยนต์ ทำให้เกิดผลเสียต่อผู้โดยสารภายในรถยนต์ เนื่องจากบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น บางครั้งระดับความเข้มข้นของก๊าซภายในรถอาจสูงกว่า

ภายนอก หรือแม้กระทั่งการสูบบุหรี่ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผู้ที่อยู่ใกล้เคียงได้ไม่น้อยกว่าผู้สูบบุหรี่เอง ถ้าอยู่ในสถานที่ซึ่งไม่มีการระบายอากาศที่ดีเพียงพอ (วงศ์พันธ์ และคณะ, 2543)

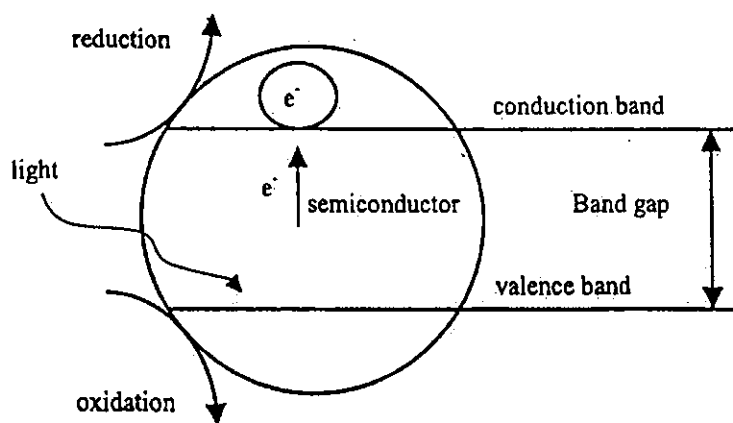
8.2 กระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

กระบวนการโฟโตคะตะไลซิสสามารถจำแนกตามสถานะของสารที่ทำปฏิกิริยาร่วมกันได้ 2 ประเภท คือ

(1) Homogeneous Photocatalysis คือ ลักษณะสารที่ต้องการบำบัดกับตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ในสถานะเดียวกัน เช่น ของเหลวกับของเหลว เป็นต้น

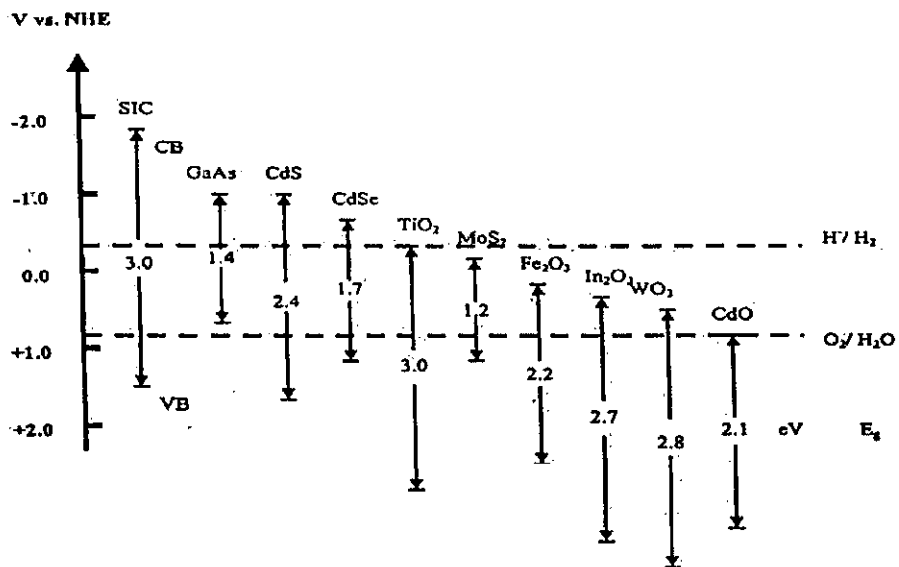
(2) Heterogeneous Photocatalysis คือ ลักษณะสารที่ต้องการบำบัดกับตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ในสถานะที่แตกต่างกัน เช่น ของเหลวกับของแข็ง เป็นต้น

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่จะใช้ในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสจะเป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) อนุภาคของสารกึ่งตัวนำจะสามารถแบ่งออกตามโครงสร้างพลังงานของอิเล็กตรอนได้ 2 แถบพลังงาน คือ วาเลนซ์แบนด์ (Valence band) เป็นแถบพลังงานที่มีพลังงานอิเล็กตรอนสูง และคอนดักชันแบนด์ (Conduction band) เป็นแถบพลังงานที่ไม่มีพลังงานอิเล็กตรอน โดยแถบพลังงานทั้งสองจะถูกแยกออกจากกันด้วยระยะห่างที่เรียกว่า แบนด์แกป (Band gap) โดยโครงสร้างอนุภาคตัวกลางแสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งค่าของช่องว่างของพลังงานระหว่างแถบวาเลนซ์ และแถบคอนดักชันจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลาง โดยตัวกลางแต่ละชนิดจะมีค่าช่องว่างของพลังงานแตกต่างกันออกไปโดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 กระบวนการโฟโตคะตะไลซิสเมื่อมีการฉายแสงลงบนอนุภาคตัวกลาง

ที่มา : Litter, 1999



รูปที่ 2 ค่าช่องว่างของพลังงาน (Band Gap) ของตัวกลางชนิดต่าง ๆ

ที่มา: Litter, 1999

กระบวนการโฟโตคะตะไลซิสจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การดูดซับ (Adsorption) และการฉายแสง (Irradiation process)

8.2.1 การดูดซับ (Adsorption)

โมเลกุลหรือคอลลอยด์ซึ่งเรียกว่า ตัวดูดซับ (Adsorbate) ที่อยู่ในรูปของเหลวหรือก๊าซจะถูกดึงให้มาเกาะจับหรือติดบนผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายจากของเหลว หรือก๊าซมายังพื้นที่ผิวของของแข็ง เรียกว่าตัวดูดซับ (Adsorbent) การเกาะจับของโมเลกุลบนสาร อาจเกิดขึ้นด้วยแรงทางกายภาพ และแรงทางเคมี หรือทั้งสองอย่างรวมกัน ส่วนในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสการดูดซับจะเกิดจากแรงทางเคมีเป็นหลัก

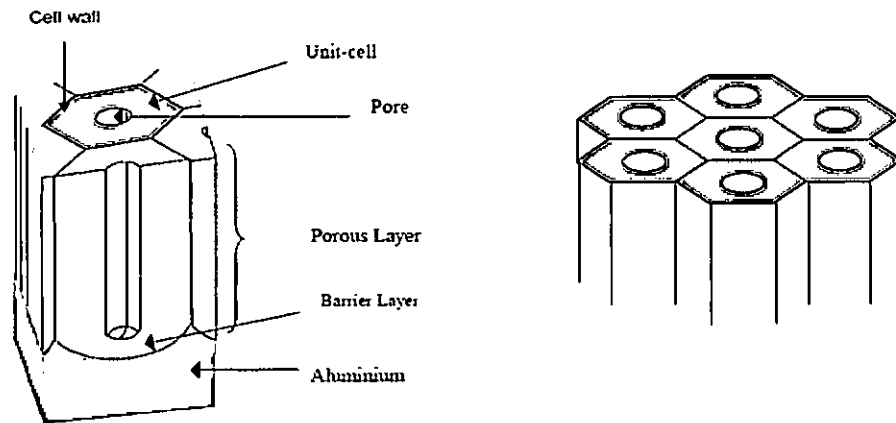
8.2.2 การฉายแสง (Irradiation)

เป็นการกระตุ้นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยพลังงานแสงที่มีพลังงานมากกว่าหรือเท่ากับแบนด์แกป (Band gap) ของสารกึ่งตัวนำ อิเล็กตรอน (e^-) แถบวาเลนซ์ (Valance band) จะถูกกระตุ้นให้มีพลังงานเพิ่มขึ้นจนสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่แถบคอนดักชัน (Conduction band) จึงทำให้เกิดที่ว่างของอิเล็กตรอนซึ่งเรียกว่า โฮล (Hole, h^+) ในแถบวาเลนซ์ (Valance band) เกิดเป็นคู่อิเล็กตรอน และที่ว่างของอิเล็กตรอนในอนุภาคตัวเร่งปฏิกิริยาแสดงดังรูปที่ 1 ในกรณีที่ไม่มีตัวรับ หรือตัวให้อิเล็กตรอนในระบบ อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นให้มีพลังงานมากขึ้น จะสามารถรวมตัวกับที่ว่างของอิเล็กตรอนได้อีกเกิดเป็นปฏิกิริยา Recombination แต่ในกรณีที่มีตัวให้และรับอิเล็กตรอนในระบบ อิเล็กตรอนและที่ว่างของอิเล็กตรอนจะมีบทบาทในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน

8.3 กระบวนการแอนโนไดเซชัน

กระบวนการแอนโนไดเซชันเป็นเทคนิคการทำให้เกิดออกไซด์บนพื้นผิวหน้าของโลหะ เพื่อให้เกิดลักษณะเฉพาะบนสารกึ่งตัวนำ โดยการให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแก่โลหะที่มีผิวสัมผัสกับสารละลายนำไฟฟ้า

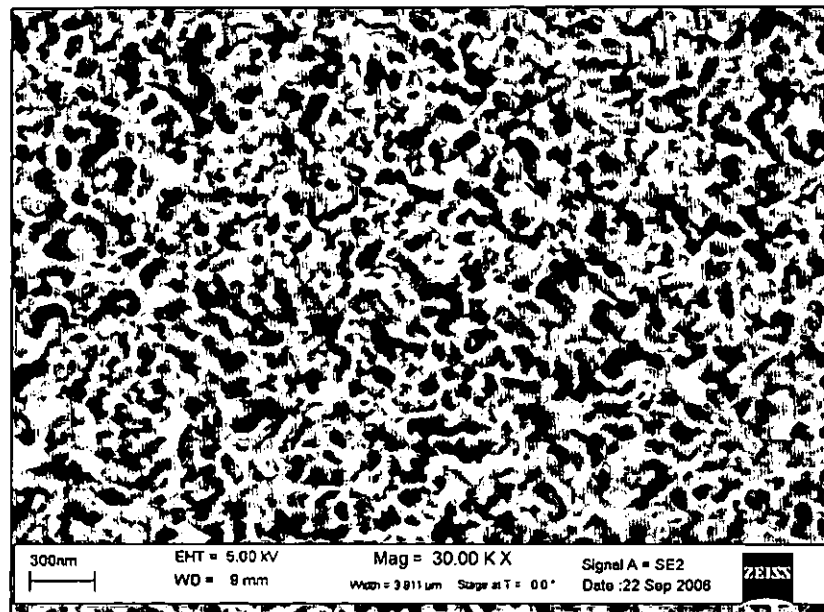
(Electrolyte) กระบวนการนี้ถูกคิดค้นโดย Bengough-Stuart ในปี 1923 (Wernick *et al.*, 1987) เริ่มจากการใช้อะลูมิเนียมเป็นวัสดุปลูก ซึ่งชั้นออกไซด์ที่ผิวหน้าแผ่นอะลูมิเนียมประกอบด้วย ส่วนแรกเป็นชั้นออกไซด์ที่มีความบางมีลักษณะเนื้อแน่น (Compact) เรียกว่าชั้น Barrier ซึ่งมีความหนาประมาณ 0.1-2.0 เปอร์เซ็นต์ ของความหนาทั้งหมดที่ชั้นออกไซด์ ความหนาที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายนำไฟฟ้า (Electrolyte) และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (Voltage) ที่ใช้ และส่วนที่สองเป็นชั้นออกไซด์ที่มีรูพรุนเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก และจะมีการก่อตัวเป็นท่อซึ่งมีผนังท่อ (Cell wall) แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างหกเหลี่ยมของชั้นอะลูมิเนียมออกไซด์

ที่มา: Wernick *et al.*, 1987

ซึ่งหลักการแอโนไดเซชันนี้ก็สามารถประยุกต์ใช้กับแผ่นโลหะทังสเตน (Tungsten foil) (de Tacconi *et al.*, 2006) เพื่อทำให้เกิดออกไซด์ของทังสเตนกลายเป็นทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างพรุนอยู่ที่ผิวหน้าของแผ่นทังสเตนที่สัมผัสกับสารละลายนำไฟฟ้าได้ ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ภาพถ่าย SEM ของฟิล์มทังสเตนไดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการแอโนไดเซชันที่ความต่างศักย์ 60 โวลต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในสารละลายนำไฟฟ้าโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 0.15 โมลาร์

(A. Watcharenwong *et al.* 2007)

9. การทบทวนวรรณกรรม (reviewed literature) / สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า จากการศึกษาของ Tsuchiya *et al.* (2005) เสนอวิธีแอโนไดเซชัน โดยใช้ตัวทังสเตน (W) เป็นวัสดุปลูก และใช้โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) เป็นสารละลายนำไฟฟ้า พบว่าพื้นผิวออกไซด์ที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) (0.1, 0.2, 0.5 และ 1 wt.%) และความต่างศักย์ (20, 40 และ 60 โวลต์) ที่ใช้ในกระบวนการแอโนไดเซชัน พบว่าที่ 20 V จะไม่เกิดการก่อตัวของรูพรุนที่พื้นผิว แต่หากมีการเพิ่มความต่างศักย์เป็น 40 และ 60 โวลต์ จะก่อให้เกิดออกไซด์ที่มีโครงสร้างเป็นรูพรุน (Porous) และผิวออกไซด์มีลักษณะรูพรุนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 100 นาโนเมตร เช่นเดียวกับ Watcharenwong *et al.* (2008) พบว่าพื้นผิวของทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดนาโน (Nanoporus) เช่นกันจากวิธีการแอโนไดเซชัน ที่ความต่างศักย์ (20-80 V) ระยะเวลา (1-6 ชั่วโมง) และชนิดของสารละลายนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน (โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF), Oxalic acid, Poly ethylene glycol (PEG) และ Ethylene glycol (EG)) ก็ทำให้เกิดลักษณะผิวออกไซด์ที่ต่างกัน และพบว่าทังสเตนไดรอกไซด์สามารถเกิดรูพรุนได้ดี เมื่อดำเนินการที่ความต่างศักย์สูงๆ ซึ่งใช้เวลาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Hahn *et al.*, 2007)

และจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสที่ใช้ในการบำบัดมลพิษทางอากาศ พบว่า Gondal *et al.* (2006) ได้ศึกษาการบำบัดมีเทนโดยเปลี่ยนรูปไปเป็นเมทานอล และไฮโดรเจน โดยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ซึ่งใช้ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) และนิกเกิลออกไซด์ (NiO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เติมน้ำที่อุณหภูมิห้อง ภายใต้การฉายแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต (UV) ที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 355 นาโนเมตร พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเท่ากับ 29%, 21% และ 20% ตามลำดับ

Pucher *et al.* (2008) ใช้กระบวนการโฟโตคะตะไลซิสในการบำบัดไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene) ในบรรยากาศโดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ผ่านการสังเคราะห์ด้วยวิธี Sol-gel ในช่วงความยาวคลื่นแสง UV พบว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับมลพิษที่มีความเข้มข้นต่ำๆ และมีอัตราการไหลน้อยๆ

Liu *et al.* (2009) ศึกษาโดยใช้ทังสเตนออกไซด์ (WO_3) ที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการ hydrothermal ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส โดยใช้ Ammonium metatungstate และ Oxalic acid ร่วมด้วย ทำให้เกิดเป็นรูปร่างลักษณะเป็น Nanorods ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 100 นาโนเมตร เพื่อประยุกต์ใช้เป็นก๊าซเซนเซอร์ในการควบคุมไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จะทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่ามีความสามารถเกิดปฏิกิริยากับมลพิษได้อย่างรวดเร็ว และมีการตอบสนองที่มีคุณภาพสูง

Hwang *et al.* (2003) ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการผสมแพลตินัม (Pt) ร่วมกับไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ที่เคลือบอยู่บนผิวของแก้ว ด้วยวิธี Dip-coating โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ที่มีชื่อทางการค้าแตกต่างกันทั้งหมด 3 ชนิด คือ Degussa P25, ISK STS-01 และ Hombikat UV-100 พบว่าการเพิ่มแพลตินัม (Pt) ประมาณ 3 % wt ที่ผสมร่วมกับไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ชนิด Hombikat UV-100 จะส่งผลที่ดีขึ้นมากที่สุดกับปฏิกิริยาการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ความเข้มข้น 30-500 ppm โดยจะย่อยสลายกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

10. เอกสารอ้างอิง (reference) ของโครงการวิจัย

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2550). **ตำราบำบัดมลพิษอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ.
- วงศ์พันธุ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล, ชีระ เกรอด. (2543). **มลภาวะอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, ชิดาโอะ คานาโอกะ, จุฑามาศ เกตุทัต. (2542). **มลภาวะอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Fujishima, A., Rao, T.N., Tryk, D.A. (2000). **Titanium dioxide photocatalysis**, Journal of Photochemistry and Photobiology. 1, 1-21.
- Gondal, M.A., Hameed, A., yamani, Z.H., Arfaj, A. (2004). **Photocatalytic transformation of methane into methanol under UV laser irradiation over WO₃, TiO₂ and NiO catalysts**. Chemical Physics Letters. 392, 372-377.
- Hahn, R., Macak, J.M., Schmuki, P. (2007). **Rapid anodic growth of TiO₂ and WO₃ nanotubes in fluoride free electrolytes**. Electrochemistry Communications. 9, 947-952.
- Hamilton, J.W.J., Byrne, J.A., Dunlop, P.S.M., Brown, N.M.D. (2008) **Photo-oxidation of water using nanocrystalline tungsten oxide under visible light**. International Journal of Photoenergy.
- Herrmann, J.-M. (1999). **Heterogeneous photocatalysis: fundamentals and applications to the removal of various types of aqueous pollutants**, Catalysis today. 53, 115-129.
- Hwang, S., Lee, M. C., Choi, Wonyong. (2003). **Highly enhanced photocatalytic oxidation of CO on titania deposited with Pt nanoparticles: kinetics and mechanism**, Applied catalysis. 46, 49-63.
- Litter, M. I. (1999). **Review Heterogeneous photocatalysis transition metal ions in photocatalytic systems**, Applied catalysis. 23, 89-114.
- Liu, Z., Miyauchi, M., Yamazaki, T., Shen, Y. (2009). **Facile synthesis and NO₂ gas sensing of tungsten oxide nanorods assembled microspheres**. Sensor and Actuators B.
- Patra, A., Auddy, K., Ganguli, D., Livage, J., Biswas, P.K. (2004). **Sol-gel electrochromic WO₃ coatings on glass**. Materials letters. 58, 1059-1063.
- Tsuchiya, H., Macak, J. M., Sieber, I., Taveira, L., Ghicov, A., Sirotna, K., Schmuki, P. (2005). **Self-organized porous WO₃ formed in NaF electrolytes**. Electrochemistry Communications. 7, 295-298.
- Watcharenwong, A., Chanmanee, W., de Tacconi, N. R., Chenthamarakshan, C.R., Kajitvichyanukul, P., Rajeshwar, K. (2008). **Anodic growth of nanoporous WO₃ films: Morphology, photoelectrochemical response and photocatalytic activity for methylene blue and hexavalent chrome conversion**. Journal of Electroanalytical Chemistry. 612, 112-120.
- Wernick, S., Pinner, R. and Sheaaby, P.G. (1987). **The surface treatment and finishing of aluminum and its alloy**. Finishing Publications. Middlesex, England.

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

11.1 เข้าใจวิธีการสังเคราะห์ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ด้วยวิธีแอโนไดเซชัน เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

11.2 พัฒนาเทคโนโลยีในการบำบัดมลพิษอากาศ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

12. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

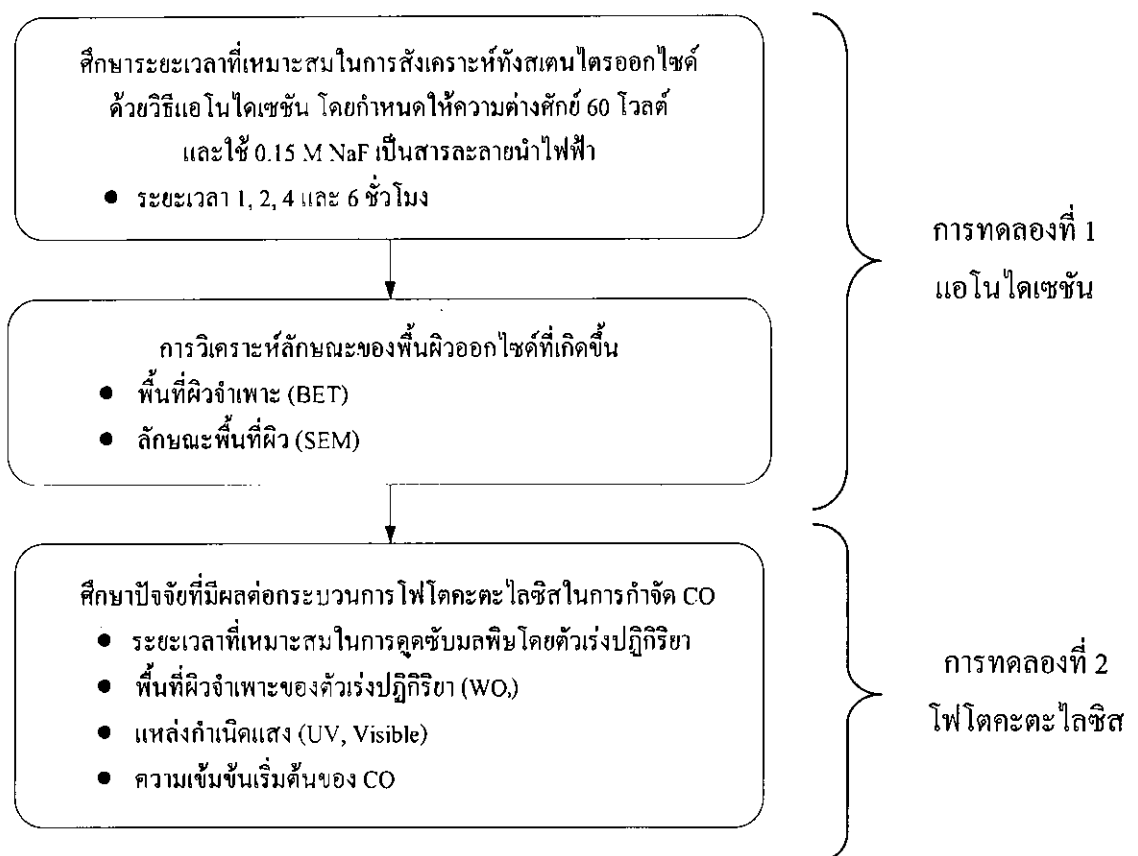
12.1 นำเสนอวิธีการทดลอง และผลการทดลองการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสโดยใช้ WO_3 ให้แก่ผู้สนใจโดยการตีพิมพ์ในวารสารระดับประเทศ

13. วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

การศึกษาวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน (แสดงดังรูปที่ 5) คือ

(1) การสังเคราะห์ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยใช้วิธีแอโนไดเซชัน

(2) การศึกษาการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยใช้ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

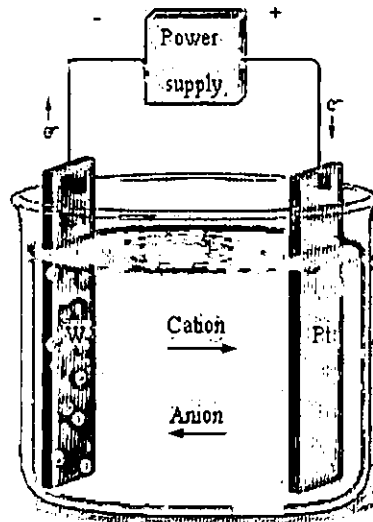


รูปที่ 5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

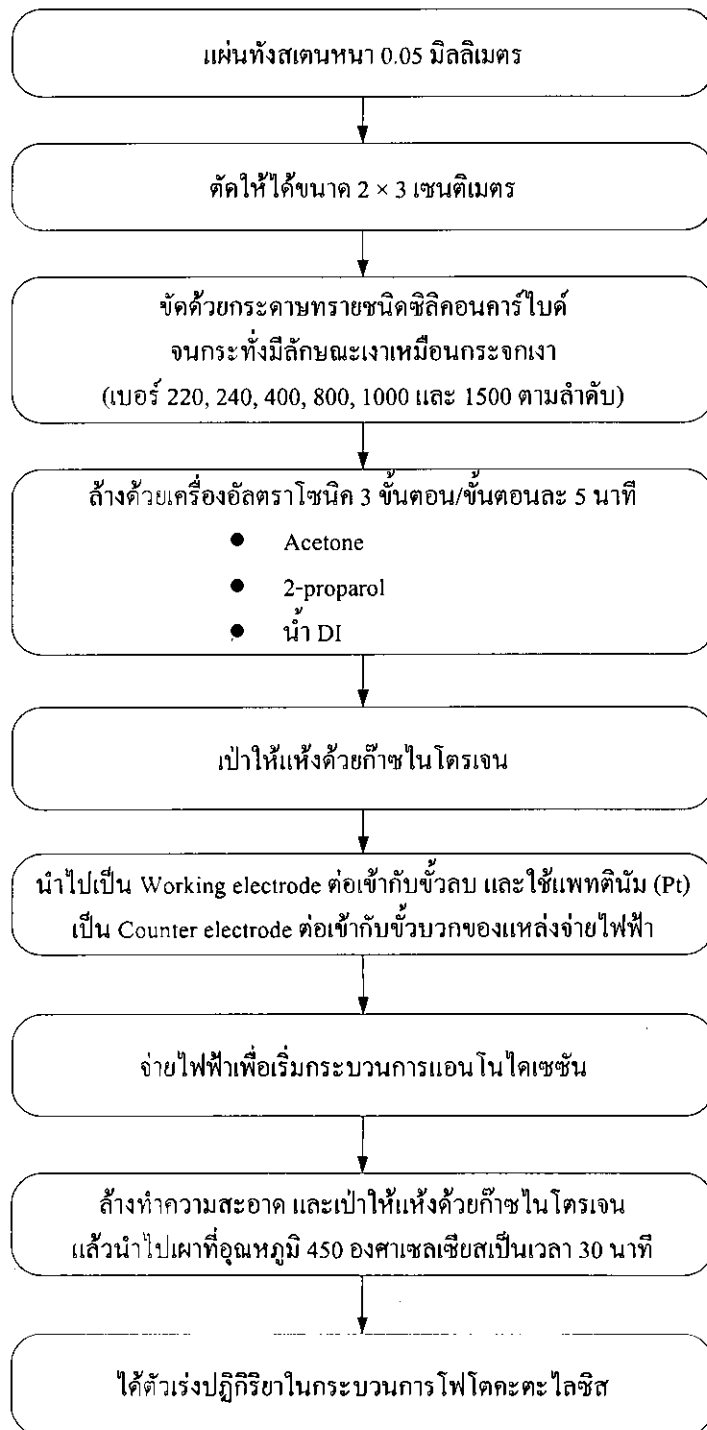
13.1 การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3)

การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) สามารถทำได้โดยวิธีแอโนไดเซชัน ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้เกิดออกไซด์บนพื้นผิวหน้าของทังสเตน มีลักษณะเป็น Nanoporous เกิดจากเซลล์เคมีไฟฟ้า (Electrodechemical cell) ประกอบด้วย 2 ขั้วไฟฟ้า คือ ขั้วไฟฟ้าใช้งาน (Working electrode) และขั้วไฟฟ้าร่วม (Counter electrode) โดยเริ่มจากการเตรียมวัสดุปลูก (Substrate) ซึ่งใช้แผ่นทังสเตนที่มีความหนา 0.05 มิลลิเมตร เป็นวัสดุปลูก มีวิธีการเตรียมโดยตัดแผ่นทังสเตนให้ได้ขนาด 2×3 เซนติเมตร (มีพื้นที่ใช้งานจริง 2×2 เซนติเมตร) แล้วขัดด้วยกระดาษทรายชนิดซิลิคอนคาร์ไบด์เบอร์ 220, 240, 400, 800, 1000 และ 1500 ตามลำดับ จนกระทั่งแผ่นทังสเตนมีลักษณะเงา แล้วนำไปล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิก (Ultrasonic) 3 ขั้นตอน ใช้เวลาขั้นตอนละ 5 นาที คือ ล้างด้วย Acetone, 2-propanol และน้ำ DI ตามลำดับ จากนั้นนำไปเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน ก่อนนำไปใช้ในกระบวนการแอโนไดเซชัน

เริ่มกระบวนการแอโนไดเซชัน โดยใช้แผ่นทังสเตนที่ได้ในข้างต้นมาเป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน (Working electrode) ต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power supply) และใช้แพลทินัม (Pt) เป็นขั้วไฟฟ้าร่วม (Counter electrode) ต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยจุ่มขั้วไฟฟ้าทั้งสองในสารละลายนำไฟฟ้า (Electrolyte) คือ โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) 0.15 โมลาร์ โดยลักษณะและขั้นตอนการสังเคราะห์ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) แสดงดังรูปที่ 6 และ 7 โดยกำหนดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 60 โวลต์ และแปรเปลี่ยนระยะเวลาที่ใช้ในการแอโนไดเซชัน 4 ค่า ตั้งแต่ 1-6 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 6 ลักษณะการทดลองกระบวนการแอโนไดเซชัน



รูปที่ 7 การสังเคราะห์ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) โดยใช้วิธีแอนโนไดเซชัน

ตารางที่ 1 สภาพการทดลองกระบวนการแอนโนไดเซชัน

ลำดับที่	สารละลายนำไฟฟ้า	ความต่างศักย์ (โวลต์)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
1	โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) 0.15 โมลาร์	60	1
2	โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) 0.15 โมลาร์	60	2
3	โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) 0.15 โมลาร์	60	4
4	โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) 0.15 โมลาร์	60	6

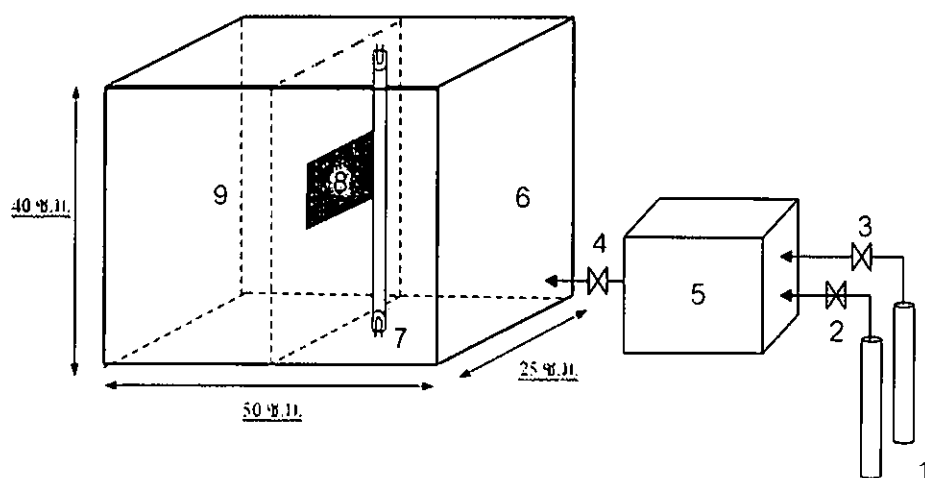
เมื่อสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ได้ตามเงื่อนไขข้างต้นแล้ว นำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific surface area) ด้วยวิธี Brunauer Emmett and Teller (BET) และวิเคราะห์ลักษณะความสม่ำเสมอของผิวออกไซด์ ด้วยวิธี Scanning Electron Microscope (SEM)

13.2 การศึกษาปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ศึกษาการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยใช้ทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ที่ได้จากการสังเคราะห์ในหัวข้อ 13.1 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

13.2.1 ถังปฏิกรณ์โฟโตคะตะไลซิส

ถังปฏิกรณ์โฟโตคะตะไลซิส ทำจากวัสดุอะคริลิก ขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 25 x 50 x 40 เซนติเมตร ประกอบด้วยส่วนรับก๊าซเข้า (Inlet Chamber) และส่วนปล่อยก๊าซออก (Outlet chamber) ปริมาตรส่วนละ 25 ลิตร มีตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ระหว่างกลางของส่วนทั้งสอง และมีส่วนผสมก๊าซ (Mixing chamber) ให้เข้ากันอย่างสมบูรณ์ ก่อนปล่อยมลพิษเข้าสู่ส่วนรับก๊าซ โดยใช้วาล์วปรับอัตราการไหล และมีเตอร์วัดอัตราการไหลของก๊าซในการควบคุมปริมาณก๊าซที่ไหลเข้าให้ได้ตามที่ต้องการ ติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงที่ด้านในของส่วนรับก๊าซ และมีช่องสำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซผ่านการบำบัดแล้วที่ส่วนปล่อยก๊าซออกแสดงดังรูปที่ 8



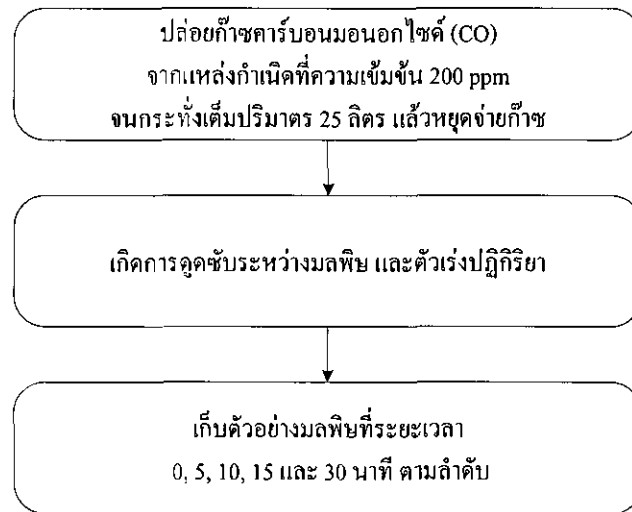
รูปที่ 8 ลักษณะถังปฏิกรณ์โฟโตคะตะไลซิส (Photocatalysis reactor) – 1: แหล่งกำเนิดก๊าซมลพิษ, 2-4: วาล์ว และมีเตอร์วัดอัตราการไหลของก๊าซ, 5: ส่วนผสมก๊าซ, 6: ส่วนรับก๊าซเข้า, 7: แหล่งกำเนิดแสง, 8: ตัวเร่งปฏิกิริยา และ 9: ส่วนปล่อยก๊าซออก

13.2.2 ศึกษาปฏิกิริยาโฟโตไลซิสในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ศึกษาปฏิกิริยาโฟโตไลซิสในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นการทดลองชุดควบคุม ซึ่งจะประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดแสงและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยฉายแสงเพื่อให้เกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เพื่อดูประสิทธิภาพของระบบในขณะที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

13.2.3 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับมลพิษโดยตัวเร่งปฏิกิริยา

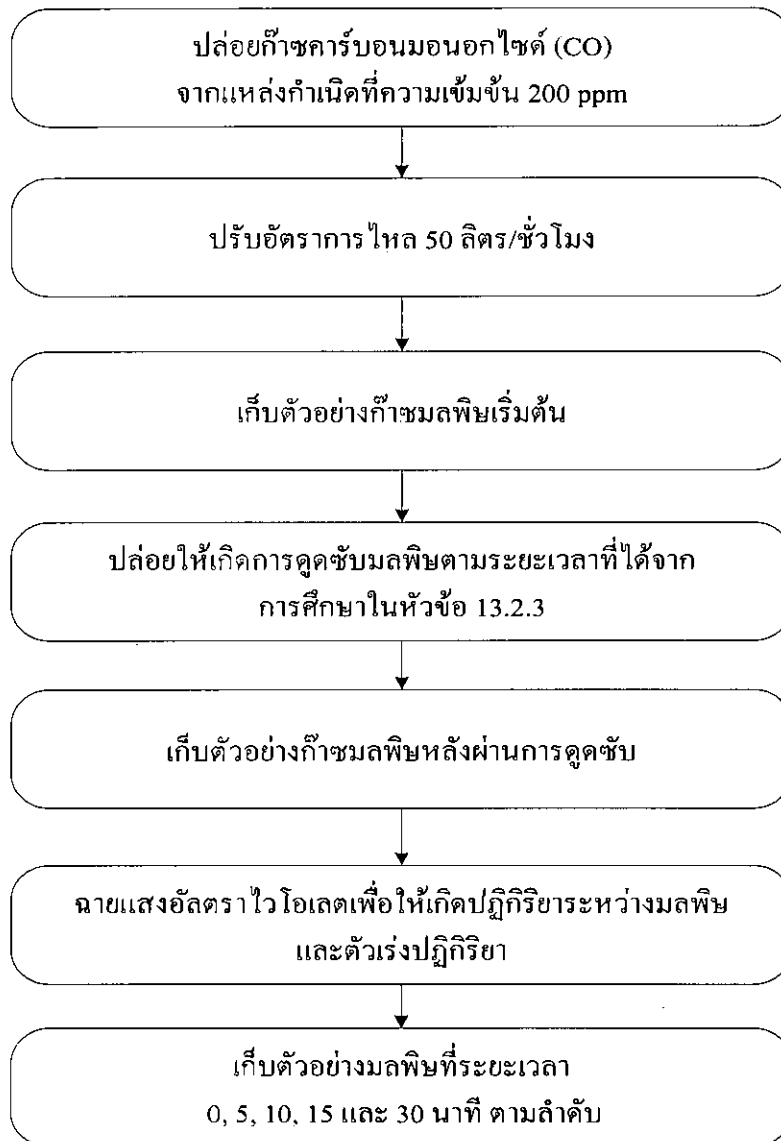
ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับมลพิษโดยตัวเร่งปฏิกิริยาในการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 ppm โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาทังสเตนไตรออกไซด์ (WO_3) ที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะที่มากที่สุดจากการทดลองในหัวข้อ 13.1 โดยไม่มีการฉายแสงใดๆ ขั้นตอนการทดลองแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ขั้นตอนการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับโดยตัวเร่งปฏิกิริยา

13.2.4 ศึกษาผลของพื้นที่ผิวจำเพาะของทังสเตนไตรออกไซด์ต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ศึกษาผลของพื้นที่ผิวจำเพาะของทังสเตนไตรออกไซด์ (WO_3) ต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสเพื่อใช้ในการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 ppm โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาติดตั้งภายในถึงปฏิกิริยาระหว่างกลางของส่วนรับก๊าซเข้า และส่วนปล่อยก๊าซออก โดยขั้นตอนการทดลองแสดงดังรูปที่ 10 แต่เปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะที่แตกต่างกันจากการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากหัวข้อ 13.1 โดยสภาวะการทดลองแสดงดังตารางที่ 2



รูปที่ 10 ขั้นตอนการศึกษาผลของพื้นที่ผิวจำเพาะของทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ต่อการจัด
การคาร์บอนมอนอกไซด์โดยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ตารางที่ 2 สภาวะการศึกษาผลของพื้นที่ผิวจำเพาะของทังสเตนไดรอกไซด์ (WO_3) ต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไล
ซิสในการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ลำดับที่	ความเข้มข้นเริ่มต้น (ppm)	แหล่งกำเนิดแสง	ระยะเวลาในการเตรียมตัวเร่ง ปฏิกิริยา (ชั่วโมง)*
1	200	อัลตราไวโอเลต	1
2	200	อัลตราไวโอเลต	2
3	200	อัลตราไวโอเลต	4
4	200	อัลตราไวโอเลต	6

หมายเหตุ * ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะที่แตกต่างกันได้จากหัวข้อ 13.1

13.2.5 ศึกษาผลของแหล่งกำเนิดพลังงานแสงต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ศึกษาผลของแหล่งกำเนิดพลังงานแสงต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสเพื่อใช้ในการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 ppm โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดจากหัวข้อ 13.2.4 ติดตั้งภายในถังปฏิกิริยาระหว่างกลางของส่วนรับก๊าซเข้า และส่วนปล่อยก๊าซออก โดยขั้นตอนการทดลองแสดงดังรูปที่ 10 แต่เปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงจากช่วงอัลตราไวโอเลต (UV) เป็นช่วงวิสิเบิล (Visible) ซึ่งสภาวะในการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สภาวะการศึกษาแหล่งกำเนิดพลังงานแสงต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ลำดับที่	ชนิดมลพิษ	ความเข้มข้นเริ่มต้น (ppm)	แหล่งกำเนิดแสง	ตัวเร่งปฏิกิริยา
1	คาร์บอนมอนอกไซด์	200	อัลตราไวโอเลต	ทังสเตนไดรอกไซด์*
2	คาร์บอนมอนอกไซด์	200	วิสิเบิล	ทังสเตนไดรอกไซด์*

หมายเหตุ * ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดจากหัวข้อ 13.2.4

13.2.6 ศึกษาผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซมลพิษที่ส่งผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ศึกษาโดยใช้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 ppm โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดจากหัวข้อ 13.2.4 ติดตั้งภายในถังปฏิกิริยาระหว่างกลางของส่วนรับก๊าซเข้า และส่วนปล่อยก๊าซออก โดยขั้นตอนการทดลองแสดงดังรูปที่ 10 แต่เปลี่ยนค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซมลพิษตามที่กำหนด และใช้แหล่งกำเนิดแสงจากช่วงอัลตราไวโอเลต (UV) สภาวะในการทดลองแสดงดังตารางที่ 4 แล้ววิเคราะห์หาประสิทธิภาพที่ต่างๆ ในการเกิดปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสที่ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นแต่ละค่า

ตารางที่ 4 สภาวะการศึกษาความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซมลพิษที่ส่งผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสในการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ลำดับที่	ความเข้มข้นเริ่มต้น (ppm)	แหล่งกำเนิดแสง	ตัวเร่งปฏิกิริยา
1	50	อัลตราไวโอเลต	ทังสเตนไดรอกไซด์*
2	100	อัลตราไวโอเลต	ทังสเตนไดรอกไซด์*
3	200	อัลตราไวโอเลต	ทังสเตนไดรอกไซด์*
4	300	อัลตราไวโอเลต	ทังสเตนไดรอกไซด์*
5	400	อัลตราไวโอเลต	ทังสเตนไดรอกไซด์*
6	500	อัลตราไวโอเลต	ทังสเตนไดรอกไซด์*

หมายเหตุ * ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดจากหัวข้อ 13.2.4

13.2.7 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของของทั้งสเดนไตรออกไซด์ (WO_3) ที่ผ่านการสังเคราะห์ และมลพิษอากาศ แสดงดังตารางที่ 5 และสถานที่ตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 วิธีการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของทั้งสเดนไตรออกไซด์ (WO_3) ที่ผ่านการสังเคราะห์ และมลพิษอากาศ

ลักษณะสมบัติ	วิธีการวิเคราะห์
พื้นที่ผิวจำเพาะ	Brunauer Emmett and Teller (BET)
ลักษณะพื้นผิว	Scanning Electron Microscope (SEM)
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	Gas Analyzer (Testo 950)

ตารางที่ 6 สถานที่ตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือ	สถานที่	หมายเหตุ
เครื่องตัด	ศูนย์เครื่องมือ 1	-
เครื่องอัลตราโซนิก	ศูนย์เครื่องมือ 5	-
เครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะ (BET)	ศูนย์เครื่องมือ 4	-
เครื่องตรวจสอบลักษณะพื้นผิว (SEM)	ศูนย์เครื่องมือ 2	-
เครื่องวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Gas Analyzer, Testo 950)	ศูนย์เครื่องมือ 5	ทำการสอบเทียบ (Calibration) เครื่องวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก่อนการใช้งาน
เครื่องวัดความเข้มแสง (Lux meter)	ศูนย์เครื่องมือ 8	ตรวจวัดความเข้มแสงเริ่มต้น และในระหว่างการทดลอง

14. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย
ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 12 เดือน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางแผนการดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการวิจัย	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ติดต่อหน่วยงานเจ้าของของครอบครองก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	✓											
2. สร้างชุดการทดลองปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส		✓	✓									
3. สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาและวิเคราะห์พื้นผิวออกไซด์ที่เกิดขึ้น				✓	✓	✓						
4. ศึกษาปฏิกิริยาโฟโตไลซิสในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)						✓						
5. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับมลพิษโดยตัวเร่งปฏิกิริยา						✓	✓					
6. ศึกษาพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส								✓	✓			
7. ศึกษาแหล่งกำเนิดแสงที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส									✓			
8. ศึกษาความเข้มข้นเริ่มต้นของ CO ที่มีผลต่อปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส										✓	✓	
9. วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง								✓	✓	✓	✓	
10. เขียนรายงานและเผยแพร่ผลงาน											✓	✓

15. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (อุปกรณ์การวิจัย โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ) ระบุเฉพาะที่ต้องการเพิ่มเติม

16. งบประมาณของโครงการวิจัย

16.1 รายละเอียดงบประมาณที่เสนอขอ ตามหมวดเงินประเภทต่างๆ

รายการ	งบประมาณ
1. งบดำเนินงาน	
ค่าใช้สอย และวัสดุ	
- ค่าอุปกรณ์ และสารเคมีในการสังเคราะห์ WO ₃	15,000
- ค่าส่งวิเคราะห์ตัวอย่าง (BET)	15,000
- ค่าส่งวิเคราะห์ตัวอย่าง (SEM)	15,000
- ค่าอุปกรณ์ทำชุดทดลองปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส	11,000
- ค่าก๊าซมาตรฐานคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) (12,000 บาท x 2 ถัง)	24,000
- ค่าบำรุงรักษาเครื่องวิเคราะห์ก๊าซมลพิษ (Gas Analyzer)	15,000
- ค่าอุปกรณ์สำนักงานและวัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ	5,000
2. งบลงทุน	-
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	100,000

ตรวจอนุมัติ

19 ม.ย. 2552

19 ม.ย. 2552

17. ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

17.1 ผู้วิจัยได้พัฒนาทักษะเกี่ยวกับกระบวนการทำงานวิจัยทดลอง และได้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้เทคนิค Brunauer, Emmett and Teller (BET) และเทคนิค Scanning Electron Microscopic (SEM) (P)

17.2 ผู้วิจัยได้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีกระบวนการแอโนไดเซชัน (Anodization) และกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส (Photocatalysis) (P)

17.3 ได้ทราบถึงอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ (พื้นที่ผิวจำเพาะของตัวเร่งปฏิกิริยา WO_3 แหล่งกำเนิดแสง และความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ กันของก๊าซมลพิษ) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

18. แนวทางการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่จากการทำการวิจัยตามแผนงานวิจัย

ทำให้เกิดนักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความเข้าใจและมีความรู้พื้นฐานในกระบวนการทำวิจัยและมีจิตสำนึกของนักวิจัยที่ดี มีความรู้ในเทคโนโลยีการบำบัดมลพิษทางอากาศโดยอาศัยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส โดยมีศาสตร์ทางด้านนาโนเทคโนโลยีซึ่งกำลังเป็นความต้องการของประเทศเข้ามาเกี่ยวข้องในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งโครงการวิจัยนี้คาดว่าจะได้พัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่จำนวน 1 คน เพื่อให้มีทักษะในการทำวิจัยและพัฒนาเป็นนักวิจัยที่มีคุณภาพต่อไปในอนาคต

(ลายเซ็น)
(อธิราชัน อธิราชวัน)
หัวหน้าโครงการวิจัย
วันที่ 10 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2552

(ลายเซ็น)
(คณิศร อธิราชวัน)
หัวหน้าสาขาวิชา
วันที่ 11 เดือน พ.ย. พ.ศ. 52..

(ลายเซ็น)
รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์
หัวหน้าสถานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมศาสตร์
วันที่ 11 เดือน พ.ย. พ.ศ. 52..

ส่วน ค : ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อหัวหน้าวิจัย (ภาษาไทย) นาย อภิชน วัชรนทร์วงศ์
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Apichon Watcharenwong

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
3-3199-00056-36-3

3. ตำแหน่งปัจจุบัน
อาจารย์

4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-4537 โทรสาร 0-4422-4606
E-mail: w.apichon@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

Ph.D. (Environmental Management), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา), มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- การบำบัดมลพิษด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสและการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส TiO_2 , WO_3

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

-

7.3 งานวิจัยที่ทำแล้วเสร็จ

-

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

- โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศ กลุ่มผลิตภัณฑ์เกษตร
กรณีศึกษาข้าว แหล่งทุน: MTEC ความก้าวหน้า 65%

- นาโนไททาเนียมไดออกไซด์รูปท่อนกับการบำบัดก๊าซมลพิษโดยใช้ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส แหล่งทุน:

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.ปี 53)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

ชื่อโครงการวิจัย.การใช้ถังสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

รายการค่าใช้จ่าย	งบประมาณ (บาท)		
	งวดที่ 1*	งวดที่ 2	รวมทั้งหมด
1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด)	-	-	-
รวมค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
2. ค่าตอบแทน ใช้สอย วัสดุ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด)			
- ค่าอุปกรณ์ และสารเคมีในการสังเคราะห์ WO ₃	15,000	-	15,000
- ค่าส่งวิเคราะห์ตัวอย่าง (BET)	15,000	-	15,000
- ค่าส่งวิเคราะห์ตัวอย่าง (SEM)	15,000	-	15,000
- ค่าอุปกรณ์สำนักงานและวัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ	5,000	-	5,000
- ค่าอุปกรณ์ทำชุดทดลองปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส	-	11,000	11,000
- ค่าก๊าซมาตรฐานคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) (12,000 บาท x 2 ถัง)	-	24,000	24,000
- ค่าบำรุงรักษาเครื่องวิเคราะห์ก๊าซมลพิษ (Gas Analyzer)	-	15,000	15,000
รวมค่าตอบแทน ใช้สอย วัสดุ	50,000	50,000	100,000
3. ค่าครุภัณฑ์ (เฉพาะที่ได้รับงบประมาณสำหรับการเตรียมการขั้นพื้นฐานเพื่อจัดตั้ง) ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด)	-	-	-
รวมค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวมทั้งสิ้น (1+2+3)	50,000	50,000	100,000

ab 985 หัวหน้าโครงการวิจัย
(อธิบาย วิธีการทำวิจัย)
10 / พ.ศ. / 52

ကျေးဇူးတင်ပါသည်

10/10/10

119 W.B. 2552

หมายเหตุ : ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของงวดที่ 1 เบิกได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ยกเว้นกรณีนี้

- 1) มีความจำเป็นต้องตั้งเบิกเกินกว่านี้ ให้ทำบันทึกชี้แจงเหตุผลเสนอขออนุมัติจากผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแนบท้ายมาด้วย
- 2) มีรายการครุภัณฑ์ ให้หักค่าครุภัณฑ์ทั้งหมดออกจากเงินสนับสนุนทั้งหมดก่อน ส่วนที่เหลือให้เบิกจ่ายในรายการค่าจ้างชั่วคราว ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ รวมกันแล้วไม่เกินร้อยละ 50

การเปิดบัญชีเงินฝากโครงการวิจัย

เอกสารประกอบสัญญาที่ ๒๑ / ๒๕๖๓

โครงการวิจัยเรื่อง การใช้กังสดาลไทรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วย
ปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส

ชื่อบัญชี มทส. WO3-CO

เลขที่บัญชี _____

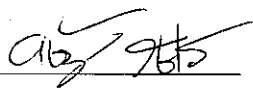
ธนาคาร ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขาซอย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายนามผู้มีอำนาจสั่งจ่าย

1. รองศาสตราจารย์ น.อ. ดร. วรพจน์ จำพิศ คณบดี
2. รองศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์ หัวหน้าสถานวิจัย
3. อาจารย์ ดร.อภิชน วัชรนทรวงศ์ หัวหน้าโครงการวิจัย

เงื่อนไขการสั่งจ่าย

ผู้มีอำนาจสั่งจ่าย 2 ใน 3

ลงนาม 
(อภิชน วัชรนทรวงศ์)

ผู้รับทุน



พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาจุฬาลงกรณ์พระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมพระราชทานพระบรมราชานุญาตให้
บริษัทแบงก์สยามกัมมาจล-ทุนจำกัด
ใช้ตราแผ่นดินนี้เป็นตราประจำธนาคาร เมื่อวันที่ ๑๕ (พ.ศ. ๒๔๔๙)

มทส. W03-CO กระทำการแทนโดย ดร. อภิชน
วิษ เชนทรวงศ์/รศ. ดร. สิทธิชัย
ชื่อบัญชี แสงอาทิตย์/รศ. น
NAME

ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
SIAM COMMERCIAL BANK PUBLIC COMPANY LIMITED

0707 สาขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เลขที่บัญชี 707-240598-7
ACCOUNT NO.

บัญชีเงินฝากออมทรัพย์
SAVINGS ACCOUNT

0008991601

8991601

(สมุดเล่มนี้สามารถตรวจสอบยอดคงเหลือโดยเครื่องรับยอดสมุดอัตโนมัติได้)



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศร 5621/ นว

วันที่ 4 พฤศจิกายน 2552

เรื่อง แจ้งผลการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยประเภทสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 ของ อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรินทร์วงศ์

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่ อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรินทร์วงศ์ สังกัด สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่งข้อเสนอโครงการวิจัยเรื่อง การใช้ทั้งสแตนด์เอโลนในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส (Using of WO₃ in photocatalytic treatment of carbon monoxide) เพื่อขอรับการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยประเภทสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 จากมหาวิทยาลัย นั้น

คณะอนุกรรมการพิจารณากลับกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย ในการประชุมครั้งที่ 3/2552 เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2552 ได้มีมติอนุมัติข้อเสนอโครงการวิจัยและวงเงินงบประมาณ 100,000 บาทตามที่เสนอ โดยมีข้อสังเกตว่า ควรมี Mentor หรือที่ปรึกษาโครงการ เพื่อช่วยให้การทำงานวิจัยมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้น เพื่อให้การเบิกจ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสอดคล้องกับระเบียบที่เกี่ยวข้อง สถาบันวิจัยและพัฒนาจึงขอแจ้งหลักเกณฑ์และขั้นตอนโดยรวม เพื่อโปรดแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยทราบและถือปฏิบัติ ดังนี้

1. หลักเกณฑ์

- 1.1 เป็นไปตามระเบียบ มทส. ว่าด้วย เงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539
- 1.2 เป็นการเบิกจ่ายในลักษณะการโอนเงินเข้าบัญชีเงินฝากของโครงการวิจัยนั้น ๆ
- 1.3 การขออนุมัติค่าใช้จ่ายงวดที่ 2 ต้องมีรายงานความก้าวหน้าและรายงานการใช้จ่ายเงินงวดที่ 1 ประกอบการพิจารณา

2. ขั้นตอน

- 2.1 ปรับโครงการวิจัยและจัดทำแผนการใช้จ่ายเงินฯ ให้สอดคล้องกับวงเงินที่ได้รับจัดสรร (เฉพาะกรณี ที่งบประมาณที่ได้รับจัดสรรไม่ตรงกับที่เสนอขอ)
- 2.2 เปิดบัญชีเงินฝากสำหรับโครงการวิจัย
- 2.3 ทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย
- 2.4 ขออนุมัติเบิกค่าใช้จ่ายประจำงวด
- 2.5 จัดส่งและนำเสนอรายงานโดยดำเนินการตามรูปแบบจำนวนและระยะเวลาที่กำหนด

ทั้งนี้ โปรดแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยที่ได้รับจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัย ดังกล่าวดำเนินการดังนี้

1. ส่งโครงการวิจัยที่ได้รับอนุมัติตามมติของคณะอนุกรรมการฯ แล้ว
2. ส่งแผนการใช้จ่ายเงินฯ ตามแบบที่แนบมา เพื่อใช้ประกอบสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยโดย กำหนดให้จัดวงเงินที่จะขอเบิกจ่ายงวดที่ 1 ได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งโครงการ (กรณีที่มี รายการครุภัณฑ์ให้หักค่าครุภัณฑ์ออกก่อน) ยกเว้น กรณีที่จำเป็นต้องเบิกเกินกว่านี้ ต้องขออนุมัติ เป็นกรณีๆ ไป

3. เปิดบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขาย่อย มทส.
(โปรดดูรายละเอียดในเอกสารหมายเลข 2)
4. กรอกรายละเอียดการเปิดบัญชีเงินฝากโครงการวิจัย (โปรดดูรายละเอียดเอกสารหมายเลข 6)
พร้อมทั้งถ่ายสำเนาเอกสารหน้าแรกของสมุดบัญชีเงินฝากที่ปรากฏชื่อบัญชีและเลขที่บัญชีแนบไป
ด้วย (เพื่อป้องกันกรณีแจ้งชื่อหรือเลขที่บัญชีผิดพลาด)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และโปรดส่งเอกสารตามข้อ 1 ข้อ 2 และข้อ 4 (สำหรับข้อ 3 สมุดบัญชีเงินฝาก
หัวหน้าโครงการวิจัยเป็นผู้เก็บรักษาไว้เอง) ให้สถาบันวิจัยฯ จำนวนอย่างละ 2 ชุด ไม่เกินวันที่ 30 พฤศจิกายน 2552 เพื่อสถาบันฯ จะได้เตรียมการจัดทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยและการเบิกจ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยงวดที่ 1
ต่อไป กรณีที่ส่งเอกสารช้ากว่ากำหนดโดยไม่แจ้งเหตุผลความจำเป็นให้สถาบันฯ ทราบล่วงหน้า จะถือว่า
หัวหน้าโครงการสละสิทธิ์ในการรับเงินอุดหนุนโครงการวิจัยดังกล่าว



(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4752 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ ๑๑๑๕

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2552

เรื่อง การทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

เรียน อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรพรพงศ์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาขอส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 ประกอบด้วย

- สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน 2 ชุด (ต้นฉบับ/คู่ฉบับ)
- ขั้นตอนการขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 1 ชุด
- แบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย (แบบ สบวพ.-ง-01) จำนวน 1 ชุด
- แบบรายงานแสดงการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย (แบบ สบวพ.-ง-02) จำนวน 1 ชุด
- หัวข้อรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยประกอบการขออนุมัติเบิกเงิน ๙ จำนวน 1 ชุด

เพื่อให้การจัดทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยเป็นไปอย่างถูกต้องและสมบูรณ์ จึงขอความร่วมมือจากท่านในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ลงนามในสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยทั้ง 2 ฉบับ พร้อมด้วยพยาน 1 ท่าน ตามที่ระบุ
2. กรอรายละเอียดในแบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อขอเบิกจ่ายเงินงวดที่ 1/2553 ตามวงเงินที่ระบุไว้ในสัญญา

สำหรับแบบฟอร์มต่างๆ ซึ่งจะต้องส่งให้สถาบันวิจัยฯ โปรดใช้ตามแบบที่ส่งมาด้วยแล้ว หรือติดต่อเจ้าหน้าที่สถานวิจัยในสำนักวิชาของท่าน หรือดูจากเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยฯ ที่ <http://www.sut.ac.th/ird>

จึงเรียนมาเพื่อโปรดดำเนินการต่อไป และโปรดส่งเอกสารตามข้อ 1 และ 2 คืนให้สถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ **30 พฤศจิกายน 2552** ทั้งนี้ เมื่อผู้เกี่ยวข้องลงนามในสัญญาครบถ้วนและอนุมัติให้เบิกจ่ายเงินงวดที่ 1/2553 แล้ว สถาบันวิจัยฯ จะส่งสัญญาคู่ฉบับพร้อมทั้งสำเนาแบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยที่ได้รับอนุมัติแล้วให้ท่านเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาเรียน หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่ 2889/52
วันที่ 13 พ.ย. 2552
เวลา 10.30 Q

หน่วยงาน สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
ที่ ศร.5614(22)/ 0652 วันที่ 11 พฤศจิกายน 2552
เรื่อง ขอส่งเอกสารทำสัญญาโครงการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2553

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งเอกสารทำสัญญาโครงการวิจัยที่ได้รับจัดสรรงบประมาณจากทุนเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2553 ของอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม อาจารย์ ดร. อภิชน วัชรนทร์วงศ์ ชื่อโครงการการใช้ทั้งสแตนไดรออกไซด์ในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะไลซิส งบประมาณ 100,000 (หนึ่งแสนบาทถ้วน) จำนวน 2 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

เรียน ฝ่ายธุรการ
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รองศาสตราจารย์/ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติการแทนคณบดี

(รศ.ดร.อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

เอกสารทำสัญญา ๒๐ ๐๖๕ ๕. ส.อ.ม.ล. ๕๖๑๖๕/๑๕๖

๕๖๑๖๕/๑๕๖ 19 พ.ค.๕๓

