

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Suranaree University of Technology
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
111 University Avenue, Muang District
Nakorn Ratchasima 30000, Thailand
Tel. (044) 224091-9 Fax. (044) 224090



ใบเสร็จรับเงิน
OFFICIAL RECEIPT

เลขที่ No.
RC-0-4801731

เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร
Tax ID No.
4 3 0 1 0 0 1 4 9 0
10 มิถุนายน 2548

วันที่
Date

ได้รับเงินจาก โครงการแยกเฟสในระบบ CaO-P2O5-B2O3-Na2O รหัส :
Received from รศ.ดร.จรัสศรี อภประยูร

ไว้เป็นการถูกต้องแล้ว ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ / In payment of :

รหัส Code	รายการ Description	กองทุน Fund	บัญชี Account	จำนวนเงิน Amount
999	รับเงินรายได้อื่นๆ (คงค้าง)	0100	460326	234.25
สองร้อยสามสิบสี่บาทถ้วน				234.25

ชำระโดย / Paid by : เงินโอน

เลขที่เช็ค Cheque No.	ธนาคาร Bank	สาขา Branch	ลงวันที่ Date	จำนวนเงิน Amount

ผู้รับเงิน
Received by น.ส.สุนทรี ชมโลกกรวด
(.....)
เจ้าหน้าที่การเงิน
ตำแหน่ง
Position

หมายเหตุ : ใบเสร็จรับเงินทุกฉบับจะต้องมีลายมือชื่อของผู้รับเงินและตำแหน่งจะถือว่าสมบูรณ์ การชำระด้วยเช็คใบเสร็จรับเงิน จะสมบูรณ์ต่อเมื่อเรียกเก็บตามเช็คนั้นเรียบร้อยแล้ว

This receipt will not be recognized unless properly signed. In case of payment by cheque, this receipt will be valid only when the bank honors this cheque.

R48- 04657



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่ 1060/45
วันที่ 22 ต.ค. 2545
เวลา 10.40 น.

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4471 โทรสาร 4165
ที่ ทม 5117(8)/167 วันที่ 20 สิงหาคม 2545
เรื่อง ขอบเปลี่ยนแปลงลักษณะข้อเสนองานวิจัยและขอบเขตของการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัย (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

อ้างถึง โครงการวิจัย ในปีงบประมาณ 2545 เรื่อง การแยกเฟสในระบบ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$

ด้วยโครงการวิจัย การแยกเฟสในระบบ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ มีความประสงค์ขอเปลี่ยนแปลง ข้อความในเอกสารเสนอโครงการวิจัย ว-1ค ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาเพื่อรับเงินทุนอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 27/2545 โดยมีการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

ลักษณะข้อเสนองานวิจัย (หน้า 1 แบบ ว-1ค)

เดิม

ส่วนที่ 3 การวิจัยพื้นฐาน

เหตุผล เพื่อความเหมาะสม

เปลี่ยนเป็น

ส่วนที่ 2 การวิจัยประยุกต์

ประเภทของงานวิจัย (หน้า 2 แบบ ว-1ค)

เดิม

เป็นงานวิจัยพื้นฐาน

เปลี่ยนเป็น

เป็นงานวิจัยประยุกต์

ขอบเขตของการวิจัย (หน้า 7 แบบ ว-1ค)

เดิม

เลือกสารตั้งต้นในครั้งนี้ 2 สาร เพื่อศึกษา Binary System ระหว่าง $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ กับ Borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

เปลี่ยนเป็น

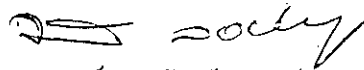
- ศึกษา Binary System ระหว่าง $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, HAP กับ Borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- ทำ Glass-Ceramics ที่มี CaO , P_2O_5 , B_2O_3 และ Na_2O เป็นองค์ประกอบหลัก
- ทำ Porous Hydroxy apatite โดยใช้ HAP และ Glass-Ceramics

เหตุผล

จากการทดลองพบว่า ถ้าใช้สารเพียง 2 อย่างดังกล่าว ไม่สามารถจะหลอมเป็นแก้วในช่วงอุณหภูมิ ที่เหมาะสมได้

แนวความคิด (หน้า 6 แบบ ว-10) ตัดคำว่า (ไม่มี Silica) ออก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ



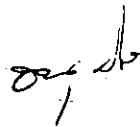
(รองศาสตราจารย์.ดร.จรัสศรี ลอประยูร)

หัวหน้าโครงการ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)

หัวหน้าสถานวิจัย



(ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

๕5 ก.ย. ๕5

แบบเสนอโครงการวิจัย

เอกสารหมายเลข 3

ประกอบการของงบประมาณเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545
(ประเภทเงินอุดหนุนวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่)

- ทิศทางของการวิจัย ตามทิศทางการวิจัย ที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติกำหนดประจำปี งบประมาณ พ.ศ.2544-2546 เป็นทิศทางที่ 1 การวิจัยที่จะนำประเทศไปสู่การพึ่งพาตนเอง
- แผนวิจัย ตามแผน 5 : แผนวิจัยสร้างเทคโนโลยีหรือวิธีการใช้เทคโนโลยีในประเทศ มีหัวข้อแผนงานวิจัย เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ เพื่อนำไปสู่การผลิตใช้
- ลักษณะข้อเสนอการวิจัย สอดคล้องกับนโยบายและแนวทางการวิจัยของชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2545-2549)
- ส่วนที่ 1 ชุดโครงการวิจัยแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศ (34 ชุดโครงการ)
- เป็นชุดโครงการวิจัยลูกภายใต้แผนงานวิจัยหรือชุดโครงการวิจัย
- เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว
- ส่วนที่ 2 การวิจัยประยุกต์
- ส่วนที่ 3 การวิจัยพื้นฐาน

เป็นการศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติในห้องทดลองเพื่อหาความรู้ใหม่ ๆ เกี่ยวกับสมมติฐานของปรากฏการณ์และความจริงที่สามารถสังเกตได้ เป็นการวิเคราะห์หาคุณสมบัติโครงสร้างหรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis) ทฤษฎี (Theories) และ กฎต่าง ๆ (Laws)

7. ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย และการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง (reviewed literature)

7.1 ความสำคัญและความจำเป็นที่ที่ต้องมีการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้ สามารถทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในเรื่อง Phase Separation ในระบบ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ ทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์วัสดุใหม่เป็น Biomaterials ที่ใช้แทนกระดูกและฟันในร่างกายมนุษย์ มีคุณลักษณะและคุณสมบัติไม่เป็นพิษ เข้าได้ดีกับเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ เหมาะสมหรือมีมากกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ปัจจุบันการเสื่อมวัยของร่างกาย โดยเฉพาะในส่วนของกระดูกและฟัน ซึ่งเกิดจากอุบัติเหตุบนท้องถนน หรือเกิดจากโรคร้ายแรงคุกคามกระดูก หรือเกิดจากโรคกระดูกพรุนในวัยสูงอายุ ทำให้เกิดความต้องการวัสดุทดแทนอวัยวะมากขึ้น การค้นคว้าวิจัยเพื่อแสวงหาวัสดุเพื่อใช้ในร่างกายมนุษย์จึงเป็นเรื่องน่าสนใจ ส่งผลโดยตรงต่อผู้ป่วยที่เคราะห์ร้าย ทำให้ผู้ป่วยมีสถานภาพทางกายภาพดีขึ้น มีอายุยืนยาวโดยปราศจากความพิการหรือพิการน้อยที่สุด สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้

ประโยชน์ทางด้านวิชาการของโครงการนี้มีมากเช่นกัน นักวิจัยได้ใช้ความรู้พื้นฐานและความสามารถทางวิจัย แสวงหาวัสดุใหม่ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ยังไม่เคยมีการศึกษาวิจัยมาก่อน และมีนวัตกรรมใหม่เกิดขึ้นสามารถจดลิขสิทธิ์ได้

ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในระยะเวลาอันใกล้ สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิกจะใช้เป็นความรู้พื้นฐานเพื่อรองรับการพัฒนาความรู้ใหม่อื่น ๆ สำหรับการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา ทั้งปริญญาโท และปริญญาเอก ซึ่งจะเปิดในปีการศึกษา 2545 นี้ งานวิจัยนี้นับว่ามีความเร่งด่วน ที่จะก่อให้เกิดการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ โดยผ่านกระบวนการเรียนการสอนของสาขาวิชา

ถ้าพิจารณาประโยชน์ที่จะได้รับในระยะยาว ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นเสมือนจุดเริ่มต้นของการทำโครงการวิจัยใหญ่ ที่สามารถหาเงินทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก เพื่อนำไปสู่การวิจัยอย่างครบวงจรตลอดจนการผลิตชิ้นงาน กล่าวคือ สามารถประยุกต์ผลงานที่ได้ครั้งนี้สู่การใช้งานจริง การผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่าง ขนาด คุณลักษณะ และคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้งาน ผ่านการศึกษาวิจัยการใช้งานในสถานการณ์จำลองในห้องปฏิบัติการ (IN VITRO) การทดลอง เซนสัตว์ทดลอง (IN VIVO) ตลอดจนการทดลองใช้ในคนไข้ (Clinical Trial) สามารถร่วมมือกับนักวิจัยเฉพาะทางหลายฝ่าย (Multidisciplinary cooperation) ภายใต้การปฏิบัติตามกฎ ระเบียบของ International Standard (ISO10993 : Biological Evaluation of Medical Devices Second Edition (1997) ผลที่ได้มาสามารถทำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นงานทดแทนกระดูกและฟัน เพื่อใช้ภายในประเทศและส่งออก

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้คณะผู้วิจัยเห็นว่า การได้รับเงินสนับสนุนโครงการวิจัยนี้อย่างเร่งด่วนจะเอื้ออำนวยให้ สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สามารถดำเนิน กิจกรรมได้ตามเป้าหมาย

7.2 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องและปัญหา (Reviewed Literature)

วัสดุชีวภาพ (Biomaterial) ⁽²⁾ เป็น วัสดุสำหรับใช้งานทางการแพทย์ ซึ่งสถาบัน National Institute of Health (NIH) ของสหรัฐอเมริกา (1982) ได้ให้คำจำกัดความว่า เป็นสารที่เกิดตามธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้นมา

ประกอบชนิดเดียว หรือหลายชนิดรวมเข้าด้วยกัน นำมาใช้ในระยะเวลาหนึ่งเพื่อบำบัด ซ่อม และทดแทน เนื้อเยื่อ อวัยวะบางส่วนหรือทั้งหมด ทำให้ร่างกายสามารถทำหน้าที่ได้

วัสดุเหล่านี้ อาจจะถูกนำไปปลูกฝังในร่างกาย ทั้งชิ้นหรือบางส่วน หรือใช้โดยผ่านชั้นผิวหนัง บางอย่างอาจใช้ในช่องของร่างกายได้ เช่น ใช้ในช่องปาก

การนำวัสดุต่าง ๆ มาปลูกฝังในร่างกาย จะเกิดการตอบสนองของ cell ต่างกัน⁽⁴⁾ วัสดุที่มีพิษสามารถทำให้ cell ตาย ถ้าไม่มีพิษแต่แสดงความเฉื่อยไม่ทำ ปฏิกิริยากับเนื้อเยื่อหรือ cell ในร่างกาย เนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจะไม่เกาะติดกับวัสดุชิ้นนั้น เนื้อเยื่อในร่างกายอาจเกาะติดแน่นกับเนื้อวัสดุบางชนิดได้ ด้วยพันธะทางเคมี เรียกกลุ่มนี้ว่า “ไบโอแอคทีฟ” (Bioactive material) วัสดุอีกประเภทหนึ่งสามารถละลายหายไป (Resorbable) และมีเนื้อเยื่อเกิดขึ้นทดแทนได้

วัสดุเซรามิกที่ใช้เป็นวัสดุชีวภาพ แสดงคุณสมบัติในการอยู่ร่วมกับร่างกายแตกต่างกัน Alumina, Al_2O_3 แสดงคุณสมบัติเฉื่อย Hydroxyapatite, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ (HAP) เป็น Bioactive และ Tricalcium phosphate (TCP) แสดงคุณสมบัติ Resorbable

การนำวัสดุไปทดแทนกระดูกส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีขอบเขตจำกัด Al_2O_3 ใช้ในการทดแทนกระดูก สะโพกและเข่าโดยทำเป็นลูกกลมเหมือนลูกบอล สามารถรับน้ำหนักได้ดี แต่ไม่เกาะติดกับเนื้อเยื่อ ส่วนก้านของสะโพกเทียม ทำด้วยโลหะหรืออัลลอย ไม่มีการยึดติดกับกระดูก ทำให้บางครั้งชิ้นงานหลวม ใช้งานไม่ได้

HAP เป็น วัสดุที่มีองค์ประกอบทางเคมี คล้ายของกระดูกและฟัน ไม่มีพิษ สามารถอยู่ร่วมในร่างกายอย่างดีเลิศ Excellent biocompatibility สามารถยึดติดกับกระดูกเดิมได้ด้วยพันธะทางเคมี⁽⁴⁾ ช่วยแก้ปัญหาการหลวมของชิ้นงานได้ ปัจจุบันใช้ HAP เคลือบบนด้าม โลหะ หรือ อัลลอย เพื่อช่วยการยึดระหว่างกระดูกที่เกิดใหม่กับชิ้นงานได้ดียิ่งขึ้น สามารถแก้ปัญหาการหลวมของสะโพกเทียมได้

ปัจจุบันการใช้ HAP ซ่อมหรือทดแทนกระดูกบางส่วน จะต้องผลิตให้มีความพรุนตัวทะลุติดต่อกันทั้งหมด (Interconnecting pores) กำหนดให้มีขนาดรูเปิดอย่างน้อย 100 ไมครอน⁽⁵⁾ เพื่อเปิดเป็นทางให้เส้นเลือดและอาหาร (Nutrition) สามารถผ่านเข้าไปในชิ้นงานได้ ช่วยไม่ให้เซลล์ตาย ปกติโดยทั่วไปกระดูกตามธรรมชาติ จะมีความพรุนตัว ประมาณ 50 % โดยปริมาตร ความพรุนของ HAP จะช่วยกระดูกใหม่เติบโตเข้าไปในรูพรุนได้ง่าย ช่วยเสริมการยึดติดแน่นและเร็ว

เทคนิคการทำวัสดุให้มีความพรุนตัว ตามความต้องการมีหลายวิธี เช่น การใช้สาร Naphthalene หรือ พอลิเมอร์ ผสมกับ HAP Naphthalene^(7,8) ระเหยออกได้รูพรุน ส่วนพอลิเมอร์ทำปฏิกิริยากับอากาศเมื่อผ่านความร้อนกลายเป็นแก๊ส จะทิ้งช่องว่างเป็นรูพรุนไว้ แต่รูพรุนเหล่านี้มักเป็นรูปิดบ้างเปิดบ้าง ทำให้ความพรุนไม่ทะลุถึงกันทั้งหมด

การทำ HAP ให้มีความพรุนมากขึ้น ต้องผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงในน้ำสลิป HAP^(9,10) (มีผง HAP ผสมกับน้ำและสารเคมีที่ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการไหลของน้ำสลิป) นำไปอุ่นให้ร้อนประมาณ 40-70 °C ความร้อนทำให้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แตกตัว เกิดฟองแกสออกซิเจน แทรกในน้ำสลิป ภายหลังจากขึ้นรูปชิ้นงานโดยเทน้ำสลิปลงแบบพิมพ์ ความพรุนตัวของเนื้อ HAP จะปรากฏเมื่อฟองแกสแตกออก การควบคุมขนาดรูพรุนและการกระจายทำได้โดยการควบคุม ความเข้มข้นและปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ตลอดจนความหนืดและอุณหภูมิของน้ำสลิป

การสร้างลวดลายโครงสร้างของรูพรุนให้เหมือนแบบเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งของการทำสารพรุน นักวิจัย⁽¹¹⁾ ได้เลือก Coral ที่มีลักษณะพรุน ตามความต้องการ (ปัจจุบันใช้ Porite coral หรือ Goniopora coral) จะต้องนำมาเปลี่ยนองค์ประกอบเคมี จาก Calcium carbonate ให้เป็น Calcium phosphate (HAP) โดยทำการแลกเปลี่ยน Anion ของ Coral โดยกระบวนการทางเคมีภายใน Autoclave ที่ควบคุมสถานะภาพ ใช้วิธี Hydrothermal synthesis บางกรณีทำให้สารเกิดการพรุนตัวตามรูปแบบฟองน้ำ หรือ Polyurethane foam⁽¹²⁾ โดยจุ่มฟองน้ำหรือโฟมชนิด Polyurethane ลงในน้ำสลิป ทำให้สารอึดตัวด้วย HAP แล้วเผาไล่ฟองน้ำหรือ Polyurethane ออกไป

ปัญหา HAP ที่มีความพรุนในปัจจุบัน คือความแข็งแรงของชิ้นงาน ถ้ามีความพรุนมากยิ่งเปราะมาก ทำให้มีขอบเขตการนำไปใช้งานจำกัด ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยประมาณ 35 MPa⁽¹³⁾

8. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ ขอสอนวิธีการทำ Calcium phosphate glass - ceramics ชนิดใหม่ที่มีโครงสร้างของพรุนติดต่อกัน มีขนาดและการกระจายที่ควบคุมได้ มีความแข็งแรง แก้ปัญหาความไม่แข็งแรงของชิ้นงานให้รับน้ำหนักได้มากขึ้น และมีคุณสมบัติ “Bioactive”

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เทคโนโลยีการทำ Calcium phosphate glass-ceramic ชนิดพรุน ซึ่งสามารถพัฒนาเพื่อทำชิ้นงาน Bioglass-ceramics ต่อไป
2. ได้องค์ความรู้เกี่ยวข้องกับ Crystallization ในระบบใหม่
3. ใช้เป็นพื้นฐานการเรียนการสอนสำหรับบัณฑิตศึกษา เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
4. ใช้เป็นพื้นฐานงานวิจัย เพื่อขอทุนสนับสนุนจากแหล่งภายนอกสำหรับประยุกต์ ทำชิ้นงานทางการแพทย์ เพื่อศึกษาวิจัยทดลอง ทดสอบ ให้ครบวงจรตามมาตรฐานสากล
5. สามารถก่อให้เกิดการผลิตใช้ภายในประเทศและส่งออก
6. มีประโยชน์ต่อมนุษยชาติ

10. ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิด (Conceptual Framework)

HAP ชนิดพรุน มีความแข็งแรงต่ำ ไม่สามารถทำให้มีขนาดและรูปร่างตามต้องการได้ การแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนสภาวะจากของแข็งให้เนื้อสารหลอมและเย็นตัวเป็นแก้วช่วยให้ขึ้นรูปง่าย และแสดงคุณสมบัติ “Bioactive” ด้วย

จากการศึกษาผลงานในอดีต กลุ่มสหรัฐอเมริกา Hench และผู้ร่วมงานวิจัย⁽⁴⁾ คิดหาวิธีทำ Bioactive glass โดยใช้ SiO_2 เป็นองค์ประกอบร่วมกับ Calcium phosphate และสารเคมีอื่น ๆ หลอมที่อุณหภูมิสูง โดยศึกษา Phase equilibrium ในระบบ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ ได้แก้ว ซึ่งมีชื่อทางการค้า 45S5 โดยมี P_2O_5 เพียงเล็กน้อย (<3.0 % โดยน้ำหนัก) กลุ่มญี่ปุ่น Kokubo และผู้ร่วมวิจัย ให้ความสนใจศึกษา การทำ Phosphate bioactive glass และ Glass-ceramics เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของชิ้นงานให้มีความแข็งแรงสูงกว่า Ceramics โดยศึกษา ในระบบ $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 - \text{CaOSiO}_2-\text{MgO} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ หลอมขึ้นรูปเป็นชิ้นงานแก้ว แล้วผ่านกระบวนการ Crystallization ที่ 1050°C ตกผลึกจากเนื้อแก้วได้ Glass-ceramics การมีผลึกหลายชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน ตกผลึกด้วยกันทำให้ชิ้นงานแตกได้ ปัญหานี้แก้ได้โดยการบดแก้วให้แตก ขึ้นรูปใหม่แล้วควบคุมการเผาที่ $870-900^\circ\text{C}$ จะได้ Glass-ceramics ชนิดที่ไม่มีรูพรุน และไม่แตก ประกอบด้วยเฟส Oxyfluorapatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{O},\text{F}_2)$ และ Wallastonite มีชื่อทางการค้าว่า Cerabone[®] A-W สามารถตัด ตกแต่งด้วยเครื่องจักรกล (Machinable) เป็นสินค้าหลายรูปแบบ ใช้ทำหมอนรองกระดูกสันหลัง และข้อกระดูกสันหลัง

กลุ่มยุโรป Holand และ Vogel⁽⁴⁾ ทำ Glass-ceramics ให้เฟสหนึ่งเป็น Ceramics และอีกเฟสหนึ่งยังคงเป็นแก้ว "Machinable" องค์ประกอบเคมี มีทั้งชนิดที่มีและไม่มี Silica ใช้ชื่อการค้าว่า Bioverit I, II และ III ชนิด Bioverit III เป็น ชนิดไม่มี silica เป็นพวก $\text{P}_2\text{O}_5-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}$ ใช้ ZrO_2 เป็น Nucleating agent ช่วยให้เกิด Crystallization ได้เฟส Apatite และ Berlinite (AlPO_4) ร่วมกับกับเฟสอื่น (Complex phosphate structure)

เมื่อเร็ว ๆ นี้ (2001) Kasuga และผู้ร่วมวิจัย⁽⁴⁾ ได้ศึกษาการทำ Glass-ceramics จากระบบ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ โดยไม่ใส่ Silica ได้ชิ้นงานที่มีเฟสประสานกัน ซึ่งประกอบด้วย $\beta\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ และ $\text{CaTi}_4(\text{PO}_4)_6$ สามารถจะตัดรูปแบบต่าง ๆ ได้ โดยไม่แตกร้าว

แนวความคิด

จากการศึกษาข้อมูลทั้งหมดนี้ ชิ้นงานเนื้อ Glass-ceramics มีความแข็งแรงสูงกว่าเนื้อ Ceramics จึงเกิดแนวความคิดในการทำสารให้อยู่ในสภาพ Glass-ceramics โดยตกผลึกเป็น Phase ต่าง ๆ ภายใต้สภาวะควบคุมที่แตกต่างกัน เลือกระบบการศึกษาครั้งนี้เป็น $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Na}_2\text{O}$ (ไม่มี Silica) เพื่อให้ผลึกที่ตกออกมา มีความแตกต่างกันทาง Solubility เฟสที่ไม่ต้องการถูกขจัด ออกโดยกระบวนการ "Leaching" ให้เหลือ Phase ที่ต้องการที่มีรูพรุน และได้วัสดุที่มีองค์ประกอบเหมือนกระดูกมากที่สุด โดยไม่มี Silica

11. เอกสารอ้างอิง

1. Hench, Larry L. "Medical Materials for Next Millennium" MRS Bulletin, Vol.24 No.5, 13-19 (1999)
2. Hulbert, S.F., Bokros, J.C., Honch, L.L., Wilson, J and Heimke, G., "Ceramic in Clinical Applications, Past, Present and Future," in Ceramic in Clinical Application ed. by P.Vencenzini, New York 1987.
3. David, F. William, S. "Biofunctionality and Biocompatibility" in Materials Science and Technology, A Comprehensive Treatment Vol.14 Medical and Dental Materials. p.p. 3-27, VCH Cambridg, 1992.
4. Hench, L.L. and Wilson, J., Introduction to Bioceramics. p.p. 4-5 , 41-73, 75-123 and 125-137 world scientific, London; 1993.

5. Osborn, J.F. and Newesely, H. " The Material Science of Calcium Phosphate Ceramic " Biomaterials, 108-111 (1980)
6. Ravaglioli, A. and Krajewski, A., Bioceramic p.p.187-191, Chapman & Hall, London 1992.
7. Hubbord, W., Physiological Calcium Phosphates as Orthopedic Biomaterials, Ph.D. Thesis, Marquette University, 1974
8. จิตรลดา จินดา และ ภาวิณี ทองใบ การทำไฮดรอกซีแอปาทิต์ชนิดรูพรุน วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2534.
9. Klein, C. Patka, p. and den Hollander, W. Macroporous Calcium Phosphate Ceramic in Dog Femora : Histological Study of Interface and Biodegradation, Biomaterial 10 59-62 (1989)
10. สมเกียรติ ภคกัญญา และ ลลิตา บริสุทธิ์ การขึ้นรูปไฮดรอกซีแอปาทิต์ชนิดรูพรุน วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2535.
11. Ray, D.M. and Linnehan, S.K., "Hydroxyapatite Formed from Coral Skeletal Carbonate by Hydrothermal Exchange" Nature 247 220-222 (1974)
12. เสมอใจ กวเรชิตชู การขึ้นรูปไฮดรอกซีอะพาไทต์เซรามิกชนิดรูพรุน วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539.
13. Shors, E.C. and Holmes, R.E. " Porous Hydroxyapatite " in Introduction to Bioceramics, ed. by Hench, L.L. & Wilson, J. World Scientific, London, 1993.
14. Kasuga, T., Sawada, S., and Nogami, M., "Preparation of Machinable Glass-Ceramics in the $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ System " J. Ceram. Soc. Japan 109(9) 719-721 (2001)

12. ระเบียบวิธีวิจัย

1. เลือก Chemical compositions จากระบบ $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Na}_2\text{O}$. 5-10 - ตัวอย่าง
2. ศึกษากระบวนการหลอม การเกิดแก้ว และควบคุมกระบวนการ Crystallization เพื่อให้เกิดผลึกต่าง ๆ และ โครงสร้างผลึกชนิดต่อเนื่อง
3. Characterization สารตั้งต้น ผลึกที่ได้จาก Crystallization และลักษณะ โครงสร้างต่อเนื่องของการเกิดผลึก
4. ทำการขจัดเฟส ที่ไม่ต้องการ โดยกระบวนการ Leaching
5. Characterization สาร Glass-ceramics ชนิดพรุนที่ได้

13. ขอบเขตของการวิจัย

เลือกสารตั้งต้นในครั้งนี้ 2 สาร เพื่อศึกษา Binary System ระหว่าง $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ กับ Borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

14. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปี

เริ่มต้นวิจัย 1 กุมภาพันธ์ 2545 สิ้นสุด 31 มกราคม 2546
สถานที่วิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปรับงบประมาณของโครงการใหม่

รายการ	จำนวน (บาท)
ก. หมวดค่าจ้างชั่วคราว ค่าจ้างนักศึกษาไม่เต็มเวลา (Part time) อัตรา 3000 บาท/เดือน/คน เป็นเวลา 9 เดือน	21,000
ข. หมวดค่าใช้สอย ค่าพาหนะ ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าถ่ายเอกสาร ค่ารูป อัดรูป เข้าปก และทำรายงานฉบับสมบูรณ์ ค่าวิเคราะห์ข้อมูล ค่าใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับ Characterization	4,000 15,000
ค. ค่าวัสดุ สารเคมีต่าง ๆ ฟิล์ม ภาชนะ เครื่องแก้ว และวัสดุทนไฟ และอื่น ๆ	10,000
รวม	50,000

19. ระบุวันที่เริ่มปฏิบัติงานที่ มทส.

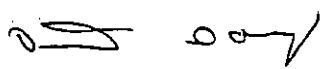
หัวหน้าโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประยูร


เริ่มปฏิบัติงานที่ มทส. วันที่ 15 พฤษภาคม 2540 แต่ยังไม่เคยขออนุมัติสนับสนุนงานวิจัยจาก มทส. แต่มีความจำเป็นต้องเริ่มโครงการอย่างเร่งด่วนเพื่อหาแนวทางการวิจัยเพื่อรองรับ การศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาซึ่งจะเปิดในปีการศึกษาที่ 2545 นี้

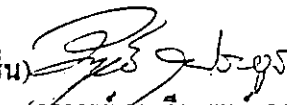
ผู้ร่วมโครงการวิจัย Dr. Shigeki Morimoto


เริ่มปฏิบัติงานที่ มทส. ในวันที่ 10 พฤศจิกายน 2543 ยังไม่เคยขออนุมัติสนับสนุนงานวิจัยจาก มทส.

20. คำชี้แจงอื่น ๆ ได้กล่าวไว้แล้วในข้อที่ 7 ความสำคัญของที่มาของปัญหา

(ลายเซ็น) 
(รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประยูร)
หัวหน้าโครงการวิจัย
วันที่ 10 เดือน ๑๑ พ.ศ. ๕๕.....

(ลายเซ็น) 
(Dr. Shigeki Morimoto).
ผู้ร่วมโครงการวิจัย
วันที่ 10 เดือน ๑๑ พ.ศ. ๕๕.....

(ลายเซ็น) 
(อาจารย์ ดร. วีระยุทธ ลอประยูร)
หัวหน้าสาขาวิชา
วันที่ 11 เดือน 7 พ.ศ. ๕๕.....

(ลายเซ็น) 
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธีชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย
วันที่ 13 เดือน ๑๑ พ.ศ. ๕๕.....



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่..... 740/ps
วันที่ 31. III. 2548
เวลา..... 15.30.น

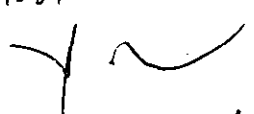
หน่วยงาน สถาบันวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท 4229 โทรสาร 4220
 ที่ ศท 5614(22)/ 176 วันที่ 27 พฤษภาคม 2548
 เรื่อง ส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2543 ของ รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประยูร ชื่อ โครงการวิจัยเรื่อง การแยกเฟส ในระบบ $CaO - P_2 O_5 - B_2 O_3 - Na_2 O$ จำนวน 25 ฉบับ ตามเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ


 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธีชัย แสงอาทิตย์)
 หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
 ปฏิบัติการแทนคณบดี

① เป็นของของ
 ไม่เป็นของ

 (ผศ. ดร. สิทธีชัย แสงอาทิตย์)
 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
 31 III 2548

② ใส่งแล้ว ๕๖ เล่ม + Disk.
 1/6/48.

② ใส่งแล้ว
 ๕๖ เล่ม
 หรือ Diskette 1.44 MB
 ๕๖ เล่ม
 1/๕.๙๘.



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

หน่วยงาน.....

ศธ 5621 216

วันที่ 18 เมษายน 2548

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณารายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของ รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประยูร

เรียน หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ตามที่ รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประยูร ได้ส่งร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “ การแยกเฟสในระเหย $\text{CaO-F}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ ” เพื่อเสนอคณะกรรมการพิจารณาตัดสินกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัยนั้น ผลการพิจารณาของคณะกรรมการฯ มีมติรับรองรายงานดังกล่าวโดยไม่มีข้อแก้ไขเพิ่มเติม

ในกรณีนี้สถาบันวิจัยและพัฒนาจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดังกล่าว ส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องให้สถาบันวิจัยและพัฒนา ภายในวันที่ 18 พฤษภาคม 2548 ตามรายการดังนี้

1. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน 25 เล่ม (เพื่อนำไปเผยแพร่ให้หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องต่อไป กรณีที่มีข้อจำกัดในการเผยแพร่ โปรดแจ้งให้สถาบันวิจัยและพัฒนา ทราบโดยด่วนด้วย)
2. *diskette* ที่ *copy file* ข้อมูลบทความย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 แผ่น
3. รายงานการใช้จ่ายเงินงวดสุดท้าย (ตามแบบ สบวพ.-ง-02)
4. หลักฐานใบเสร็จรับเงินที่เกิดจากการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ
5. กรณีที่มีการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยในการซื้อครุภัณฑ์ หรือหนังสือ ต้องส่งครุภัณฑ์หรือหนังสือดังกล่าวคืนสถาบันวิจัยและพัฒนาด้วย
5. ส่วนบัญชีเงินฝากของโครงการวิจัยเฉพาะหน้าที่มีการเคลื่อนไหวของเงิน (เพื่อตรวจสอบเบื้องต้นโดยสถาบันวิจัยและพัฒนา จะแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยทราบอีกครั้งเพื่อดำเนินการ โอนเงินคงเหลือและ ดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นทั้งหมดให้มหาวิทยาลัยต่อไป)

(สำหรับรายละเอียดในข้อ 3-6 โปรดสอบถามเพิ่มเติมที่ฝ่ายธุรการของสถาบันฯ โทร.4750)

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและโปรดแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยดำเนินการต่อไปด้วยจักษอบุคคลยัง
หรือแจ้งสถาบันวิจัยและพัฒนา ให้ส่งคืนร่างรายงานฯ จำนวน 6 เล่ม มาด้วยแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)

รักษาการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่..... ๘๔๔/๒๘
วันที่..... 14 ก.พ. 2548
เวลา..... 15.30 น.

หน่วยงาน..... สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี..... สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท 4471 โทรสาร 4165
 ที่..... ศช 5614 (8) / 16..... วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2548
 เรื่อง..... ส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.....

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ดิฉัน และ Dr.Saigeki Morimoto ทำการวิจัยโครงการ “ การแยกเฟสในระบบ $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$ ” ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2545 เสร็จสมบูรณ์แล้ว และได้เคยเลื่อนกำหนดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์เป็นวันที่ 31 มกราคม 2548 นั้น ขณะนี้ ถึงกำหนดส่งแล้ว

จึงขอส่งรายงานฉบับสมบูรณ์เพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประยูร)
หัวหน้าโครงการ

②
เพื่อไปทักถาม
(ผศ. ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย

14 ก.พ. 2548
นพ 15 ก.พ. ๒๕

③
15 ก.พ. ๒๕
- 116/100๔๗๕56๗/๑๒๓ น.จ. 28 ก.พ. ๒๕.

④ รับแล้ว 15 ก.พ. ๒๕



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
วันที่ ๒๗/๒๕
วันที่ 16 ก.พ. 2548
เวลา 15.30 ชม

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรทัศน์ 4451 โทรสาร 4220
ที่ ศร 5614(ธ.)/19 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548
เรื่อง ขออนุมัติโอนเงินหมวดค่าจ้างชั่วคราวมาใช้ในหมวดค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ

1

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา (ผ่านคณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่ดิฉัน ได้รับจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2545 เรื่อง การแยกเฟสในระบบ $CaO-P_2O_5-B_2O_3-Na_2O$ จำนวนเงินทั้งสิ้น 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) ได้รับจัดสรรเงิน และรายการค่าใช้จ่ายตามรายการต่อไปนี้

รายการ	จำนวนเงิน	เงินที่ใช้จ่ายจริง	คงเหลือ
- ค่าจ้างชั่วคราว	21,000	19,600	1,400
- หมวดค่าตอบแทนใช้สอยวัสดุ	29,000	30,555	-1,555
รวมเป็นเงิน	50,000	50,155	-155

เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์สารเคมีสูงกว่าที่โครงการตั้งไว้ ดิฉันจึงมีความประสงค์จะขอโอนเงินจากหมวดค่าจ้างชั่วคราวมาใช้ในหมวดค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ เป็น จำนวนเงิน 1,400 บาท (หนึ่งพันสี่ร้อยบาทถ้วน)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

เรียน ผอ.สวอผ.

ข้าพเจ้านักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก
: 25๓7 นั้น มีค่าใช้จ่ายวัสดุ ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ
เป็นหมวดค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ ผู้สอนขอเรียนมาเพื่อ
เพื่อทราบและขอใช้เงินค่าตอบแทน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

กฤษ

17 ก.พ. 2548

(รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประยูร)

หัวหน้าโครงการวิจัย

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก

15 ก.พ. 48

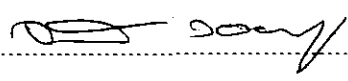
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริชัย แซงอาทิตย์)

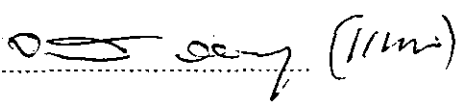
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

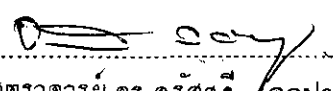
2. ค่าตอบแทนใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย
 Compensation, service contracting and nonrenewable materials expenses

ค่าใช้สอย	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
ค่าพาหนะ โครงการ 16000	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
รถเอกซเรย์ 2000	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
ค่าเช่า สำนักงาน 4000	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
ค่าวัสดุ 10000	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
และค่าวัสดุ 4000	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
	เป็นเงิน	บาท
	total amount	baht
รวม	22,772	บาท
Totaling	16000	บาท

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
 Your approval is hereby requested.


 (.....)
 หัวหน้าโครงการวิจัย
 Head of project


 (.....)
 หัวหน้าสถานวิจัย
 Head of research Department


 (รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ตอประยูร)
 รองคณบดีฝ่ายบริหารศูนย์ศึกษาคณะกรรมศาสตร์
 Dean
 ปฏิบัติการแทนคณบดี

<p>(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา</p> <p><input type="checkbox"/> คณะทำงานฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้า และรายงานการใช้จ่ายเงินฯ งวดที่ 1 / 45 แล้ว</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติค่าใช้จ่ายงวดที่ 2 / 2545 ในวงเงิน 25,000.- บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน)</p> <p><input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องเนื่องจาก.....</p> <p>.....</p> <p>(นางสาวณัฐนิชา มหัทธนาภิวัฒน์) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา 20 / 10 / 2545</p>	<p>(3)</p> <p><input type="checkbox"/> อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ และเงื่อนไขข้างต้นได้</p> <p><input type="checkbox"/> โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>(ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 30 ก.ย. 2545</p>
<p>(4.1) <input type="checkbox"/> เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี</p> <p>เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน 25,000.- บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) เข้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาย่อย มทส. ชื่อ บัญชี มทส. โครงการมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุฒิ เลขที่บัญชี 707-2-13575-0 ด้วย จักขอบคุณยิ่ง</p> <p>.....</p> <p>(ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 30 ก.ย. 2545</p>	<p>(4.2) <input type="checkbox"/> เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย</p> <p>สวพ. ขอส่งสำเนารับบันทึกขออนุมัติเงินอุดหนุน การวิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติ ฉบับจริง ได้ส่งให้ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว</p> <p>เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป</p> <p>.....</p> <p>(นางสาวดารณี ขำแจ้ง) พนักงานธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา 30 ก.ย. 2545</p>

6. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่วางแผนว่าจะทำในช่วงที่รายงานนี้
 1. ตรวจสอบลักษณะเฉพาะของเฟสผลึก ขนาดและโครงสร้างต่อเนื่อง
 2. ศึกษากระบวนการ Leaching เฟสที่ไม่ต้องการออกจากผลึกของเฟสที่ต้องการ และ sintering
 3. Characterization glass-ceramics ชนิดพอรู

7. ผลการดำเนินงานวิจัยที่ทำได้จริง
ทำได้ตามแผนการดำเนินงาน

8. ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบัน
คิดเป็นร้อยละ 60

9. การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเผยแพร่ผลงานวิจัย การจดสิทธิบัตร ผลตอบแทนทางธุรกิจ เป็นต้น
กำลังเตรียมการจดอนุสิทธิบัตร

10. ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข
ไม่มี

11. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่จะทำในช่วงต่อไป
ทำส่วนที่เหลือ

12. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ
ไม่มี

หมายเหตุ

1. งดให้ระบุงวดเงินตามปีงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุน
2. ผลการดำเนินงานให้ระบุระยะเวลาตั้งแต่วันที่ได้รับการอนุมัติเบิกเงินงวดที่ผ่านมาจนถึงวันที่รายงานเพื่อขอเบิกเงินในงวดนี้
3. ใช้รายงานทั้งโครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจาก มทส.(ผ่าน วช) ทุนวิจัยระหว่างปี และจากกองทุนสนับสนุนการวิจัย มทส.

บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
วันที่ ๑๘๓/๔๕
วันที่ ๕ ต.ค. พ.ศ. ๒๕๔๕
เวลา ๑๔:๓๐ น.

หน่วยงาน สำนักวิจัยและพัฒนา โทร. ๔๔๗๑
School /Institute สำนักวิจัยและพัฒนา Tel/Fax.
ที่ ทม. ๕๓๗(๕) / ๒๗ วันที่ ๓๑ มกราคม ๒๕๔๕
เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕ งวดที่ ๑
Subject : Request the payment of research allocation for fiscal year Installment no.

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
To : Director of Institute of research and development

ตามที่ข้าพเจ้า ดร.ณ. วรวิเศษ อดิ.ยุ สังกัด สำนักวิชา
As I, a member of Institute of
วิศวกรรมศาสตร์

ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปี
was allocated university research funding for fiscal

ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕ เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง การแยกเฟอโรนิก
year for the expenditures of project (name)

CaO-P₂O₅-B₂O₃-Na₂O

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น (ห้าหมื่นบาทถ้วน) 50,000. บาท นั้น
for the amount of baht,

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัย โครงการ ดังกล่าว ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕
request the payment of research allocation monies for the Installment no. ๑.

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 25,000 บาท (สองหมื่นห้าพันบาท)
for the amount of baht

) ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้
as the following expense estimates:

1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย
Temporary Wages Consisting of :

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ นักวิจัยอาวุโส อัตราเดือนละ 3,000 บาท
Research assistant Wages (degree) amount per month.

ระยะเวลา 4 เดือน จำนวน 1 คน เป็นเงิน 12,000 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

ค่าจ้างคนงานรายเดือน อัตราเดือนละ บาท
Monthly employee at per month

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

ค่าจ้างคนงานรายวัน อัตราวันละ บาท
Daily employee at... per day

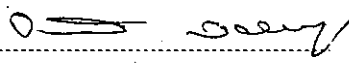
ระยะเวลา วัน จำนวน คน เป็นเงิน บาท
for duration of days No. of employees total amount baht

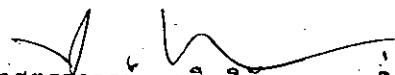
รวม 12,000 บาท
Totaling baht

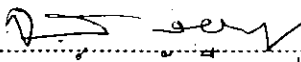
2. ค่าตอบแทนใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย
 Compensation, service contracting and nonrenewable materials expenses

ค่าตอบแทน (ค่าที่พัก ค่ารถ	เป็นเงิน	2,000	บาท
100 บาท ค่ารถ ออโต้ เก๊ก พิภพชน	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
ค่าเดินทาง (รถส่วนตัว)	เป็นเงิน	5,000	บาท
	total amount		baht
ค่าวัสดุ 25/10/59 999	เป็นเงิน	6,000	บาท
	total amount		baht
รวม	เป็นเงิน	13,000	บาท
	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
รวม		25,000	บาท
Totaling			baht

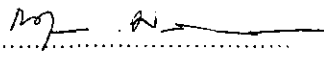
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
 Your approval is hereby requested.


 (.....)
 ศ.อ. ชัยสิทธิ์ สมบูรณ์
 หัวหน้าโครงการวิจัย
 Head of project

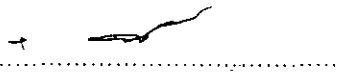

 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
 หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
 หัวหน้าสถานวิจัย
 Head of research Department
 1 11.พ. 145


 (รองศาสตราจารย์ ดร.จรดดี ลอประยูร)
 รองคณบดีฝ่ายบริหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 Dean
 ปฏิบัติการแทนคณบดี

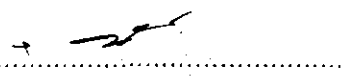
(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
 คณะทำงานฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้า
และรายงานการใช้จ่ายเงินฯ งวดที่.....แล้ว
 เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติค่าใช้จ่ายงวด
ที่ 1 / 2545 ในวงเงิน 25,000.- บาท
(สอรรณนันทน์สมานพาทย์)
 ไม่ถูกต้องเนื่องจาก.....


(นางสาวณัฐนิชา มหัทธนาภิวัดณ์)
เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป
สถาบันวิจัยและพัฒนา
4 / ก.พ. / 2545

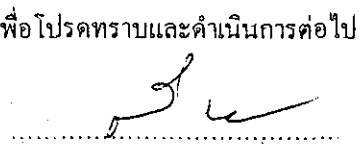
(3)
 อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ
และเงื่อนไขข้างต้นได้
 โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ.....


(ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
5 / ก.พ. 2545 /

(4.1) เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี
เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย
จำนวน 25,000.- บาท (สอรรณนันทน์สมานพาทย์)
.....) เข้าบัญชีเงินฝาก
ออมทรัพย์ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาย่อย มทส. ชื่อ
บัญชี สอรรณนันทน์สมานพาทย์ มทส.-ศรีวิชัย
เลขที่บัญชี 707-2-13375-0 ด้วย จักขอขอบคุณยิ่ง


(ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
5 / ก.พ. 2545 /

(4.2) เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย
สวพ. ขอส่งสำเนาบันทึกขออนุมัติเงินอุดหนุน
การวิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติ
ฉบับจริง ได้ส่งให้ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐาน
เพื่อใช้ในการดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการ
วิจัยแล้ว

เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(นางสาวดารณี จำแวง)
พนักงานธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา
5 / ก.พ. 2545 /



ต้นฉบับ

สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้น ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 31 เดือนมกราคม พ.ศ. 2545 ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดย ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ซึ่งได้รับมอบอำนาจจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตามคำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ 1 / 2542 ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542 และ ที่ 633 / 2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540 ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่ง กับ รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประยูร สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้รับทุน” อีก ฝ่ายหนึ่ง

คู่สัญญาได้ตกลงกันมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนอุดหนุนโครงการวิจัย เรื่อง “การแยกเฟสในระบบ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ ” ตามเอกสารหมายเลข 3 ตั้งแต่วันที่ 31 เดือนมกราคม พ.ศ. 2545 ถึง วันที่ 30 เดือนมกราคม พ.ศ. 2546 เป็นจำนวนเงิน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) โดย ผู้ให้ทุนจะจ่ายให้แก่ผู้รับทุนเป็นงวดตามรายละเอียดดังนี้

งวดที่ 1 จ่ายให้เป็นเงินไม่เกินร้อยละ 50 ของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 25,000 บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ภายใน 2 สัปดาห์ นับแต่วันลงนามในสัญญา

งวดที่ 2 จ่ายส่วนที่เหลือของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 25,000 บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ภายหลังจากที่ผู้รับทุนส่งรายงานความก้าวหน้าของโครงการพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1 โดยรายงานดังกล่าวผ่านการพิจารณาและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการประจำสถาบันวิจัยและพัฒนาเรียบร้อยแล้ว

ข้อ 2. เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ได้แก่

- (1) คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ 1 / 2542 ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542
- (2) คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ 633 / 2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540
- (3) โครงการวิจัยเรื่อง “การแยกเฟสในระบบ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ ”

- (4) ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยเงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539
- (5) หลักเกณฑ์การใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย
- (6) หมายเลขบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ชื่อบัญชีโครงการวิจัย ธนาคารไทยพาณิชย์ (มหาชน) จำกัด สาขาออมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พร้อมรายชื่อผู้มีอำนาจสั่งจ่ายเงิน และสำเนาหน้าแรกของสมุดบัญชีดังกล่าว

ข้อ 3. ผู้รับทุนจะดำเนินการตามวัตถุประสงค์และรายละเอียดของโครงการวิจัยที่กำหนดไว้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามเอกสารหมายเลข 3 หากเกิดอุปสรรคไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยประการใดก็ตามผู้รับทุนจะรีบรายงานให้ผู้ให้ทุนทราบทันทีเพื่อพิจารณาหาทางแก้ไขหรือดำเนินการตามที่เห็นสมควรต่อไป

ข้อ 4. รายชื่อหัวหน้าโครงการ ผู้ร่วมทำการวิจัย และรายละเอียดของโครงการตามที่ปรากฏแนบท้ายสัญญา ผู้รับทุนจะเปลี่ยนแปลงไม่ได้ นอกจากจะได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ให้ทุนก่อน

ข้อ 5. ผู้รับทุนจะปฏิบัติตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วย เงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539 รวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติในการขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งกำหนดขึ้นใช้ในขณะนี้และจะกำหนดขึ้นใช้ในภายหน้า

ทั้งนี้ โดยถือว่าระเบียบรวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติข้างต้นนั้น เป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

ข้อ 6. ผู้รับทุนจะควบคุมการใช้จ่ายเงินทุนให้เป็นไปอย่างประหยัดและจัดเตรียมหลักฐานบัญชีการจ่ายเงินเพื่อให้ผู้ให้ทุนตรวจสอบได้ทุกโอกาส

ข้อ 7. ผู้รับทุนยินยอมให้ ผู้ให้ทุน หรือผู้ที่ให้ทุนมอบหมายเข้าไปในสถานที่ทำงานของผู้รับทุน หรือสถานที่ที่ผู้รับทุนทำการวิจัยอยู่ เพื่อประโยชน์ในการติดตามและประเมินโครงการได้

ข้อ 8. ผู้รับทุนจะนำส่งผลงานดังนี้

- (1) รายงานความก้าวหน้าพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1/2545
- (2) รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์พร้อมรายงานการเงินงวดที่ 2/2545
เดือนมกราคม พ.ศ. 2546
- (3) เอกสารสรุปผลงานวิจัย ในรูปแบบและภาษาที่เหมาะสมสำหรับการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ต่อประชาชนทั่วไป โดยส่งพร้อมกับรายงานฉบับสมบูรณ์และตามที่ผู้ให้ทุนกำหนดเป็นคราว ๆ ไป
- (4) การเสนอผลงานด้วยวาจา(Oral Presentation) ตามที่ผู้ให้ทุนกำหนดเป็นคราว ๆ ไป

ข้อ 9. กรรมสิทธิ์ในผลงานวิจัย เป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ให้ทุน(เว้นแต่จะมีการตกลงเป็นอย่างอื่นในภายหลัง) ส่วนผลประโยชน์ซึ่งเกิดจากการนำผลการวิจัยและพัฒนาไปใช้ในเชิงพาณิชย์ให้แบ่งกัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี กับ ผู้รับทุน

ข้อ 10. ในการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารอันเกี่ยวกับผลงานวิจัย ในสิ่งพิมพ์ใดหรือสื่อใดในแต่ละครั้ง ผู้รับทุนต้องระบุข้อความว่า “ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี” หรือข้อความอื่นที่มีความหมายเหมือนกัน

ข้อ 11. ในกรณีที่มีผู้ร่วมวิจัยหลายคน ผู้รับทุนจะต้องเป็นผู้ตรวจสอบดูแลผู้ร่วมวิจัยทุกคนให้ปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้องของผู้ให้ทุนอย่างเคร่งครัด

ข้อ 12. การระงับงานชั่วคราวและการบอกเลิกสัญญา

- (1) ผู้ให้ทุนมีสิทธิระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญานี้ได้ ถ้าผู้ให้ทุนเห็นว่าผู้รับทุนไม่ได้ปฏิบัติงานด้วยความชำนาญหรือด้วยความเอาใจใส่ในวิชาชีพเท่าที่พึงคาดหมายได้จากนักวิจัยในระดับเดียวกัน หรือมิได้ปฏิบัติตามข้อสัญญาและเงื่อนไขที่กำหนดในสัญญานี้ ในกรณีเช่นนี้ ผู้ให้ทุนจะมีหนังสือแจ้งให้ผู้รับทุนทราบ และการระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาดังกล่าวจะมีผลในเวลาไม่น้อยกว่า 60 วัน นับถัดจากวันที่ผู้รับทุนได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น
- (2) ผู้รับทุนมีสิทธิบอกเลิกสัญญาได้ ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ปฏิบัติหน้าที่ความรับผิดชอบตามที่สัญญาระบุไว้ ในกรณีเช่นนี้ ผู้รับทุนจะต้องมีหนังสือถึงผู้ให้ทุน ระบุรายละเอียดถึงสาเหตุและเหตุผลในการขอเลิกสัญญา ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ดำเนินการแก้ไขให้เป็นที่พอใจในระยะเวลา 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น ผู้รับทุนมีสิทธิบอกเลิกสัญญาได้
- (3) ในกรณีที่ผู้รับทุนไม่สามารถทำการวิจัยให้เสร็จตามที่ได้ตกลงไว้ ผู้รับทุนยินยอมคืนเงินอุดหนุนการวิจัยพร้อมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ที่รับไปแล้วทั้งหมดหรือบางส่วนทั้งนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ให้ทุน

ข้อ 13. ผู้ให้ทุนเป็นเจ้าของเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ใด ๆ ที่ผู้รับทุนได้จัดซื้อโดยทุนทรัพย์ของผู้ให้ทุน จนกว่าจะมีการตกลงเป็นอย่างอื่น

ข้อ 14. ผู้รับทุนจะใช้และบำรุงรักษาครุภัณฑ์การวิจัยของผู้ให้ทุนให้อยู่ในสภาพดี ใช้การได้อย่างสมอบ และผู้รับทุนยินยอมให้ผู้ให้ทุนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้ให้ทุนตรวจตราครุภัณฑ์การวิจัยซึ่งเป็นทรัพย์สินของผู้ให้ทุนได้ทุกขณะและทุกโอกาส และเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยตามโครงการแล้ว ผู้รับทุนจะส่งคืนครุภัณฑ์ให้แก่ผู้ให้ทุนทันที นอกจากนี้จะมีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น

ข้อ 15. การบอกกล่าว

บรรดาคำบอกกล่าวหรือการให้ความยินยอมหรือความเห็นชอบใด ๆ ตามสัญญานี้ต้องทำเป็นหนังสือและจะถือว่าได้ส่งไปโดยชอบแล้ว หากได้จัดส่งทางหนึ่งทางใดดังต่อไปนี้ คือ

- (1) ส่งมอบโดยบุคคลแก่ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายของกลุ่มสัญญาแต่ละฝ่าย
- (2) ทางไปรษณีย์ลงทะเบียน
- (3) ทางโทรเลข โทรพิมพ์ หรือโทรสาร แล้วยืนยันเป็นหนังสือโดยเร็วไปยังชื่อและที่อยู่ของผู้สัญญา ดังต่อไปนี้

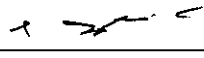
ก. ที่อยู่ของผู้ให้ทุน

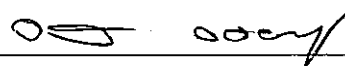
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

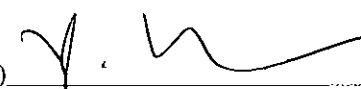
ข. ที่อยู่ของผู้รับทุน

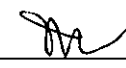
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

สัญญาี้ทำขึ้นสองฉบับมีข้อความตรงกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญาี้ โดย
ตลอดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และต่างเก็บไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

(ลงชื่อ)  ผู้ให้ทุน
(ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผู้รับมอบอำนาจจากอธิการบดี

(ลงชื่อ)  ผู้รับทุน
(รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประบุร)
หัวหน้าโครงการวิจัย

(ลงชื่อ)  พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธีชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

(ลงชื่อ)  พยาน
(นางพรประภา ช้อนสุข)
เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

ประกอบการของงบประมาณเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545
(ประเภทเงินอุดหนุนวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนา นักวิจัยรุ่นใหม่)

- ทิศทางของการวิจัย ตามทิศทางการวิจัย ที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติกำหนดประจำปี งบประมาณ พ.ศ.2544-2546 เป็นทิศทางที่ 1 การวิจัยที่จะนำประเทศไปสู่การพึ่งพาตนเอง
- แผนวิจัย ตามแผน 5 : แผนวิจัยสร้างเทคโนโลยีหรือวิธีการใช้เทคโนโลยีในประเทศ มีหัวข้อแผนงานวิจัย เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ เพื่อนำไปสู่การผลิตใช้
- ลักษณะข้อเสนอการวิจัย สอดคล้องกับนโยบายและแนวทางการวิจัยของชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2545-2549)
- ส่วนที่ 1 : จุดโครงการวิจัยแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศ (34 จุดโครงการ)
- เป็นจุดโครงการวิจัยลูกภายใต้แผนงานวิจัยหรือจุดโครงการวิจัย
 - เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว
- ส่วนที่ 2 : การวิจัยประยุกต์
- ส่วนที่ 3 : การวิจัยพื้นฐาน

เป็นการศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติในห้องทดลองเพื่อหาความรู้ใหม่ๆ เกี่ยวกับสมมติฐานของปรากฏการณ์และความจริงที่สามารถสังเกตได้ เป็นการวิเคราะห์หาคุณสมบัติโครงสร้างหรือความสัมพันธ์ต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis) ทฤษฎี (Theories) และ กฎต่าง ๆ (Laws)

ส่วน ก : สารสำคัญของโครงการวิจัย

1. ชื่อโครงการวิจัย

ภาษาไทย	การแยกเฟสในระบบ	$\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$
ภาษาอังกฤษ	Phase Separation in the	$\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ System

2. หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบงานวิจัย

สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 ที่อยู่ 111 ถ. มหาวิทยาลัย อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
 โทรศัพท์ 66 44 224471 โทรสาร 66 44 224165

3. คณะผู้วิจัย และสัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%)

หัวหน้าโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี สอประยูร สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 50 %
 ผู้ร่วมโครงการ Dr. Shigeki Morimoto สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 50 %

4. ประเภทของงานวิจัย

การวิจัยพื้นฐาน เพื่อเป็นการสร้างองค์ความรู้เป็นทุนและต่อยอดการวิจัยไปจนถึงขั้นนำไปสู่การประยุกต์ใช้ได้ การส่งเสริมการวิจัยในแนวคิดของนโยบาย และแนวทางการวิจัยของชาติฉบับที่ 6 เน้นเกณฑ์การพิจารณาถึงความจำเป็นและศักยภาพของไทย มีคุณลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์ดังนี้

1. สร้างชื่อเสียงของประเทศให้เป็นเลิศในสาขาวิชาการในระดับสากล เป็นผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ และ/หรือ นำเสนอเผยแพร่ในรูปแบบต่าง ๆ ให้วงการวิชาการตรวจสอบได้
2. มีนวัตกรรมและความคิดริเริ่มบุกเบิกพรหมแดนของวิชาการสมัยใหม่ ที่เป็นการพัฒนาประเทศในระยะยาว
3. ผลงานวิจัยพื้นฐานที่สร้างองค์ความรู้ที่จะช่วยเสริมและขยายประโยชน์ที่เกิดจากชุด โครงการวิจัยแห่งชาติและการวิจัยประยุกต์

5. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และอุตสาหกรรมวิจัย

6. คำสำคัญ (key words)

ภาษาไทย	ไบโอแอคทีฟ กลาส-เซรามิก แก้วแคลเซียม ฟอสเฟต ตกผลึกแบบสามมิติ โครงสร้างแบบต่อเนื่อง วัสดุพรุนที่รับน้ำหนักสูง
ภาษาอังกฤษ	Bioactive glass-ceramics, Calcium phosphate glass, Volume Crystallization, Interconnecting structure, High strength porous materials

7. ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย และการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง (reviewed literature)

7.1 ความสำคัญและความจำเป็นที่ต้องมีการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้ สามารถทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในเรื่อง Phase Separation ในระบบ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ ทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์วัสดุใหม่เป็น Biomaterials ที่ใช้แทนกระดูกและฟันในร่างกายมนุษย์ มีคุณลักษณะและคุณสมบัติไม่เป็นพิษ เข้าได้ดีกับเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ เหมาะสมพร้อมใช้มากกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ปัจจุบันการเสียวัยะบางอย่างในร่างกาย โดยเฉพาะในส่วนของกระดูกและฟัน ซึ่งเกิดจากอุบัติเหตุบนท้องถนน หรือเกิดจากโรคร้ายแรงคุกคามกระดูก หรือเกิดจากโรคกระดูกผุในวัยสูงอายุ ทำให้เกิดความต้องการวัสดุทดแทนอวัยวะมากขึ้น⁽¹⁾ การค้นคว้าวิจัยเพื่อแสวงหาวัสดุเพื่อใช้ในร่างกายมนุษย์จึงเป็นเรื่องน่าสนใจ ส่งผลโดยตรงต่อผู้ป่วยที่เคราะห์ร้าย ทำให้ผู้ป่วยมีสถานภาพทางกายภาพดีขึ้น มีอายุยืนยาวโดยปราศจากความพิการหรือพิการน้อยที่สุด สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้

ประโยชน์ทางด้านวิชาการของโครงการนี้มีมากเช่นกัน นักวิจัยได้ใช้ความรู้พื้นฐานและความสามารถทางวิจัย แสวงหาวัสดุใหม่ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ยังไม่เคยมีการศึกษาวิจัยมาก่อน และมีนวัตกรรมใหม่เกิดขึ้นสามารถจดลิขสิทธิ์ได้

ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในระยะเวลาอันใกล้ สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิกจะใช้เป็นความรู้พื้นฐานเพื่อรองรับการพัฒนาความรู้ใหม่อื่น ๆ สำหรับการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ทั้งปริญญาโท และปริญญาเอก ซึ่งจะเปิดในปีการศึกษา 2545 นี้ งานวิจัยนี้นับว่ามีความเร่งด่วน ที่จะก่อให้เกิดการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ โดยผ่านกระบวนการเรียนการสอนของสาขาวิชา

ถ้าพิจารณาประโยชน์ที่จะได้รับในระยะยาว ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นเสมือนจุดเริ่มของการทำโครงการวิจัยใหญ่ ที่สามารถหาเงินทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก เพื่อนำไปสู่การวิจัยอย่างครบวงจรตลอดจนการผลิตชิ้นงาน กล่าวคือ สามารถประยุกต์ผลงานที่ได้ครั้งนี้สู่การใช้งานจริง การผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่าง ขนาด คุณลักษณะ และคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้งาน ผ่านการศึกษาวิจัยการใช้งานในสถานการณ์จำลองในห้องปฏิบัติการ (IN VITRO) การทดลองใช้ในสัตว์ทดลอง (IN VIVO) ตลอดจนการทดลองใช้ในคนไข้ (Clinical Trial) สามารถร่วมมือกับนักวิจัยเฉพาะทางหลายฝ่าย (Multidisciplinary cooperation) ภายใต้การปฏิบัติตามกฎ ระเบียบของ International Standard (ISO10993 : Biological Evaluation of Medical Devices Second Edition (1997) ผลที่ได้มาสามารถทำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นงานทดแทนกระดูกและฟัน เพื่อใช้ภายในประเทศและส่งออก

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้คณะผู้วิจัยเห็นว่า การได้รับเงินสนับสนุนโครงการวิจัยนี้อย่างเร่งด่วนจะเอื้ออำนวยให้ สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สามารถดำเนิน กิจกรรมได้ตามเป้าหมาย

7.2 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องและปัญหา (Reviewed Literature)

วัสดุชีวภาพ (Biomaterial)⁽²⁾ เป็น วัสดุสำหรับใช้งานทางการแพทย์ ซึ่งสถาบัน National Institute of Health (NIH) ของสหรัฐอเมริกา (1982) ได้ให้คำจำกัดความว่า เป็นสารที่เกิดตามธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้นมา

ประกอบชนิดเดี่ยว หรือหลายชนิดรวมเข้าด้วยกัน นำมาใช้ในระยะเวลาหนึ่งเพื่อบำบัด ซ่อม และทดแทน เนื้อเยื่อ อวัยวะบางส่วนหรือทั้งหมด ทำให้ร่างกายสามารถทำหน้าที่ได้

วัสดุเหล่านี้⁽³⁾ อาจจะถูกนำไปปลูกฝังในร่างกาย ทั้งชิ้นหรือบางส่วน หรือใช้โดยผ่านชั้นผิวหนัง บางอย่างอาจใช้ในช่องของร่างกายได้ เช่น ใช้ในช่องปาก

การนำวัสดุต่าง ๆ มาปลูกฝังในร่างกาย จะเกิดการตอบสนองของ cell ต่างกัน⁽⁴⁾ วัสดุที่มีพิษสามารถทำให้ cell ตาย ถ้าไม่มีพิษแต่แสดงความเฉื่อยไม่ทำ ปฏิกิริยากับเนื้อเยื่อหรือ cell ในร่างกาย เนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจะไม่เกาะติดกับวัสดุชิ้นนั้น เนื้อเยื่อในร่างกายอาจเกาะติดแน่นกับเนื้อวัสดุบางชนิดได้ ด้วยพันธะทางเคมี เรียกกลุ่มนี้ว่า “ไบโอ.เอคทีฟ” (Bioactive material) วัสดุอีกประเภทหนึ่งสามารถละลายหายไป (Resorbable) และมีเนื้อเยื่อเกิดขึ้นทดแทนได้

วัสดุเซรามิกที่ใช้เป็นวัสดุชีวภาพ แสดงคุณสมบัติในการอยู่ร่วมกับร่างกายแตกต่างกัน Alumina, Al_2O_3 แสดงคุณสมบัติเฉื่อย Hydroxyapatite, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ (HAP) เป็น Bioactive และ Tricalcium phosphate (TCP) แสดงคุณสมบัติ Resorbable

การนำวัสดุไปทดแทนกระดูกส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีขอบเขตจำกัด Al_2O_3 ใช้ในการทดแทนกระดูก สะโพกและเข่าโดยทำเป็นลูกกลมเหมือนลูกบอล สามารถรับน้ำหนักได้ดี แต่ไม่เกาะติดกับเนื้อเยื่อ ส่วนก้านของสไปนเทียม ทำด้วยโลหะหรืออัลลอย ไม่มีการยึดติดกับกระดูก ทำให้บางครั้งชิ้นงานหลวม ใช้งานไม่ได้

HAP เป็น วัสดุที่มีองค์ประกอบทางเคมี คล้ายของกระดูกและฟัน ไม่มีพิษ สามารถอยู่ร่วมในร่างกายอย่างดีเลิศ Excellent biocompatibility สามารถยึดติดกับกระดูกเดิมได้ด้วยพันธะทางเคมี⁽⁴⁾ ช่วยแก้ปัญหาการหลวมของชิ้นงานได้ ปัจจุบันใช้ HAP เคลือบบนด้าม โลหะ หรือ อัลลอย เพื่อช่วยการยึดระหว่างกระดูกที่เกิดใหม่กับชิ้นงานได้ดีขึ้น สามารถแก้ปัญหาการหลวมของสไปนเทียมได้

ปัจจุบันการใช้ HAP ซ่อมหรือทดแทนกระดูกบางส่วน จะต้องผลิตให้มีความพรุนตัวทะลุติดต่อกันทั้งหมด (Interconnecting pores) กำหนดให้มีขนาดรูเปิดอย่างน้อย 100 ไมครอน⁽⁶⁾ เพื่อเปิดเป็นทางให้เส้นเลือดและอาหาร (Nutrition) สามารถผ่านเข้าไปในชิ้นงานได้ ช่วยไม่ให้เซลล์ตาย ปกติโดยทั่วไปกระดูกตามธรรมชาติ จะมีความพรุนตัว ประมาณ 50 % โดยปริมาตร ความพรุนของ HAP จะช่วยกระดูกใหม่เติบโตเข้าไปในรูพรุนได้ง่าย ช่วยเสริมการยึดติดแน่นและเร็ว

เทคนิคการทำวัสดุให้มีความพรุนตัว ตามความต้องการมีหลายวิธี เช่น การใช้สาร Naphthalene หรือ พอลิเมอร์ ผสมกับ HAP Naphthalene^(7,8) ระเหยออกได้รูพรุน ส่วนพอลิเมอร์ทำปฏิกิริยากับอากาศเมื่อผ่านความร้อนกลายเป็นแก๊ส จะทิ้งช่องว่างเป็นรูพรุนไว้ แต่รูพรุนเหล่านี้มักเป็นรูปิดบ้างเปิดบ้าง ทำให้ความพรุนไม่ทะลุถึงกันทั้งหมด

การทำ HAP ให้มีความพรุนมากขึ้น ต้องผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงในน้ำสลิป HAP^(9,10) (มีผง HAP ผสมกับน้ำและสารเคมีที่ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการไหลของน้ำสลิป) นำไปอุ่นให้ร้อนประมาณ 40-70 °C ความร้อนทำให้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แตกตัว เกิดฟองแกสออกซิเจน แทรกในน้ำสลิป ภายหลังการขึ้นรูปขึ้นงานโดยเทน้ำสลิปลงแบบพิมพ์ ความพรุนตัวของเนื้อ HAP จะปรากฏเมื่อฟองแกสแตกออก การควบคุมขนาดรูพรุนและการกระจายทำได้โดยการควบคุม ความเข้มข้นและปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ตลอดจนความหนืดและอุณหภูมิของน้ำสลิป

การสร้างลวดลายโครงสร้างของรูพรุนให้เหมือนแบบเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งของการทำสารพรุน นักวิจัย⁽¹¹⁾ ได้เลือก Coral ที่มีลักษณะพรุน ตามความต้องการ (ปัจจุบันใช้ Porite coral หรือ Goniopora coral) จะต้องนำมาเปลี่ยนองค์ประกอบเคมี จาก Calcium carbonate ให้เป็น Calcium phosphate (HAP) โดยทำการแลกเปลี่ยน Anion ของ Coral โดยกระบวนการทางเคมีภายใน Autoclave ที่ควบคุมสถานะภาพ ใช้วิธี Hydrothermal synthesis บางกรณีทำให้สารเกิดการพรุนตัวตามรูปแบบฟองน้ำ หรือ Polyurethane foam⁽¹²⁾ โดยจุ่มฟองน้ำหรือโฟมชนิด Polyurethane ลงในน้ำสลิป ทำให้สารอิมมัลชันด้วย HAP แล้วเผาไล่ฟองน้ำหรือ Polyurethane ออกไป

ปัญหา HAP ที่มีความพรุนในปัจจุบัน คือความแข็งแรงของชิ้นงาน ถ้ามีความพรุนมากยิ่งประมาณ ทำให้มีขอบเขตการนำไปใช้งานจำกัด ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยประมาณ 35 MPa⁽¹³⁾

8. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ ขอเสนอวิธีการทำ Calcium phosphate glass - ceramics ชนิดใหม่ที่มีโครงสร้างของพรุนติดต่อกัน มีขนาดและการกระจายที่ควบคุมได้ มีความแข็งแรง แต่ปัญหาความไม่แข็งแรงของชิ้นงานให้ใช้รับน้ำหนักได้มากขึ้น และมีคุณสมบัติ “Bioactive”

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เทคโนโลยีการทำ Calcium phosphate glass-ceramic ชนิดพรุน ซึ่งสามารถพัฒนาเพื่อทำชิ้นงาน Bioglass-ceramics ต่อไป
2. ได้องค์ความรู้เกี่ยวข้องกับ Crystallization ในระบบใหม่
3. ใช้เป็นพื้นฐานการเรียนการสอนสำหรับบัณฑิตศึกษา เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
4. ใช้เป็นพื้นฐานงานวิจัย เพื่อขอทุนสนับสนุนจากแหล่งภายนอกสำหรับประยุกต์ ทำชิ้นงานทางการแพทย์ เพื่อศึกษาวิจัยทดลอง ทดสอบ ให้ครบวงจรตามมาตรฐานสากล
5. สามารถก่อให้เกิดการผลิตใช้ภายในประเทศและส่งออก
6. มีประโยชน์ต่อมนุษยชาติ

10. ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิด (Conceptual Framework)

HAP ชนิดพรุน มีความแข็งแรงต่ำ ไม่สามารถทำให้มีขนาดและรูปร่างตามต้องการได้ การแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนสภาวะจากของแข็งให้เนื้อสารหลอมและเย็นตัวเป็นแก้วช่วยให้ขึ้นรูปง่าย และแสดงคุณสมบัติ “Bioactive” ด้วย

จากการศึกษาผลงานในอดีต กลุ่มสหรัฐอเมริกา Hench และผู้ร่วมงานวิจัย⁽⁴⁾ คิดหาวิธีทำ Bioactive glass โดยใช้ SiO_2 เป็นองค์ประกอบร่วมกับ Calcium phosphate และสารเคมีอื่น ๆ หลอมที่อุณหภูมิสูง โดยศึกษา Phase equilibrium ในระบบ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ ได้แก้ว ซึ่งมีชื่อทางการค้า 45S5 โดยมี P_2O_5 เพียงเล็กน้อย (<3.0 % โดยน้ำหนัก) กลุ่มญี่ปุ่น Kokubo และผู้ร่วมงานวิจัย ให้ความสนใจศึกษา การทำ Phosphate bioactive glass และ Glass-ceramics เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของชิ้นงานให้มีความแข็งแรงสูงกว่า Ceramics โดยศึกษา ในระบบ $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 - \text{CaOSiO}_2-\text{MgO} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ หลอมขึ้นรูปเป็นชิ้นงานแก้ว แล้วผ่านกระบวนการ Crystallization ที่ 1050°C ตกผลึกจากเนื้อแก้วได้ Glass-ceramics การมีผลึกหลายชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน ตกผลึกด้วยกันทำให้ชิ้นงานแตกได้ ปัญหานี้แก้ได้โดยการบดแก้วให้แตก ขึ้นรูปใหม่แล้วควบคุมการเผาที่ $870-900^\circ\text{C}$ จะได้ Glass-ceramics ชนิดที่ไม่มีรูพรุน และไม่แตก ประกอบด้วยเฟส Oxyfluorapatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{O},\text{F}_2)$ และ Wallastonite มีชื่อทางการค้าว่า Cerabone[®] A-W สามารถตัด ตกแต่งด้วยเครื่องจักรกล (Machinable) เป็นสินค้าหลายรูปแบบ ใช้ทำหมอนรองกระดูกสันหลัง และข้อกระดูกสันหลัง

กลุ่มยุโรป Holand และ Vogel⁽⁴⁾ ทำ Glass-ceramics ให้เฟสหนึ่งเป็น Ceramics และอีกเฟสหนึ่งยังคงเป็นแก้ว “Machinable” องค์ประกอบเคมี มีทั้งชนิดที่มีและไม่มี Silica ใช้ชื่อการค้าว่า Bioverit I, II และ III ชนิด Bioverit III เป็น ชนิดไม่มี silica เป็นพวก $\text{P}_2\text{O}_5-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}$ ใช้ ZrO_2 เป็น Nucleating agent ช่วยให้เกิด Crystallization ได้เฟส Apatite และ Berlinite (AlPO_4) ร่วมกันกับเฟสอื่น (Complex phosphate structure)

เมื่อเร็ว ๆ นี้ (2001) Kasuga และผู้ร่วมงานวิจัย⁽¹⁴⁾ ได้ศึกษาการทำ Glass-ceramics จากระบบ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ โดยไม่ใส่ Silica ได้ชิ้นงานที่มีเฟสประสานกัน ซึ่งประกอบด้วย $\beta\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ และ $\text{CaTi}_4(\text{PO}_4)_6$ สามารถเจาะตัดรูปแบบต่าง ๆ ได้ โดยไม่แตกร้าว

แนวความคิด

จากการศึกษาข้อมูลทั้งหมดนี้ ชิ้นงานเนื้อ Glass-ceramics มีความแข็งแรงสูงกว่าเนื้อ Ceramics จึงเกิดแนวความคิดในการทำสารให้อยู่ในสภาพ Glass-ceramics โดยตกผลึกเป็น Phase ต่าง ๆ ภายใต้สภาวะควบคุมที่แตกต่างกัน เลือกระบบการศึกษาครั้งนี้เป็น $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Na}_2\text{O}$ (ไม่มี Silica) เพื่อให้ผลึกที่ตกออกมามีความแตกต่างกันทาง Solubility เฟสที่ไม่ต้องการถูกขจัด ออกโดยกระบวนการ “Leaching” ให้เหลือ Phase ที่ต้องการที่มีรูพรุน และได้วัสดุที่มีองค์ประกอบเหมือนกระดูกมากที่สุด โดยไม่มี Silica

11. เอกสารอ้างอิง

1. Hench, Larry L. “Medical Materials for Next Millennium” MRS Bulletin, Vol.24 No.5, 13-19 (1999)
2. Hulbert, S.F., Bokros, J.C., Honch, L.L., Wilson, J and Heimke, G., “Ceramic in Clinical Applications, Past, Present and Future,” in Ceramic in Clinical Application ed. by P.Vencenzini, New York 1987.
3. David, F. William, S. “Biofunctionality and Biocompatibility” in Materials Science and Technology, A Comprehensive Treatment Vol.14 Medical and Dental Materials. p.p. 3-27, VCH Cambridg, 1992.
4. Hench, L.L. and Wilson, J., Introduction to Bioceramics. p.p. 4-5 , 41-73, 75-123 and 125-137 world scientific, London, 1993.

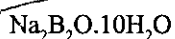
5. Osborn, J.F. and Newesely, H. "The Material Science of Calcium Phosphate Ceramic" *Biomaterials*, 108-111 (1980)
6. Ravaglioli, A. and Krajewski, A., *Bioceramic* p.p.187-191, Chapman & Hall, London 1992.
7. Hubbard, W., *Physiological Calcium Phosphates as Orthopedic Biomaterials*, Ph.D. Thesis, Marquette University, 1974
8. จิตรลดา จินดา และ ภาวิณี ทองใบ การทำไฮดรอกซีเอปาทาइटชนิดรูพรุน วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2534.
9. Klein, C. Patka, p. and den Hollander, W. *Macroporous Calcium Phosphate Ceramic in Dog Femora : Histological Study of Interface and Biodegradation*, *Biomaterial* 10 59-62 (1989)
10. สมเกียรติ ภคภิญโญ และ ลลิตา บริสุทธิ์ การขึ้นรูปไฮดรอกซีเอปาทาइटชนิดรูพรุน วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2535.
11. Ray, D.M. and Linnehan, S.K., "Hydroxyapatite Formed from Coral Skeletal Carbonate by Hydrothermal Exchange" *Nature* 247 220-222 (1974)
12. เสมอใจ ควรเชิดชู การขึ้นรูปไฮดรอกซีเอปาทาइटเซรามิกชนิดรูพรุน วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539.
13. Shors, E.C. and Holmes, R.E. "Porous Hydroxyapatite" in *Introduction to Bioceramics*, ed. by Hench, L.L. & Wilson, J. World Scientific, London, 1993.
14. Kasuga, T., Sawada, S., and Nogami, M., "Preparation of Machinable Glass-Ceramics in the Na₂O-CaO-TiO₂-P₂O₅ System" *J. Ceram. Soc. Japan* 109(9) 719-721 (2001)

12. ระเบียบวิธีวิจัย

1. เลือก Chemical compositions จากระบบ CaO- P₂O₅- B₂O₃-Na₂O 5-10 ตัวอย่าง
2. ศึกษากระบวนการหลอม การเกิดแก้ว และควบคุมกระบวนการ Crystallization เพื่อให้เกิดผลึกต่าง ๆ และโครงสร้างผลึกชนิดต่อเนื่อง
3. Characterization สารตั้งต้น ผลึกที่ได้จาก Crystallization และลักษณะโครงสร้างต่อเนื่องของการเกิดผลึก
4. ทำการขจัดเฟสที่ไม่ต้องการ โดยกระบวนการ Leaching
5. Characterization สาร Glass-ceramics ชนิดพรุนที่ได้

13. ขอบเขตของการวิจัย

เลือกสารตั้งต้นในครั้งนี้ 2 สาร เพื่อศึกษา Binary System ระหว่าง Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ กับ Borax,



47

14. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปี

เริ่มต้นวิจัย 1 กุมภาพันธ์ 2545 สิ้นสุด 31 มกราคม 2546

สถานที่วิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปรับงบประมาณของโครงการใหม่

รายการ	จำนวน (บาท)
ก. หมวดค่าจ้างชั่วคราว ค่าจ้างนักศึกษาไม่เต็มเวลา (Part time) อัตรา 3000 บาท/เดือน/คน เป็นเวลา 9 เดือน	21,000
ข. หมวดค่าใช้สอย ค่าพาหนะ ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าถ่ายเอกสาร ถ่ายรูป อัดรูป เข้าปก และทำรายงานฉบับสมบูรณ์ ค่าวิเคราะห์ข้อมูล ค่าใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ สำหรับ Characterization	4,000 15,000
ค. ค่าวัสดุ สารเคมีต่างๆ ฟิล์ม ภาชนะ เครื่องแก้ว และวัสดุทนไฟ และอื่น ๆ	10,000
รวม	50,000

19. ระบุวันที่เริ่มปฏิบัติงานที่ มทส.

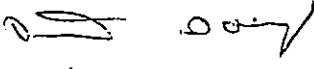
หัวหน้าโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประยูร

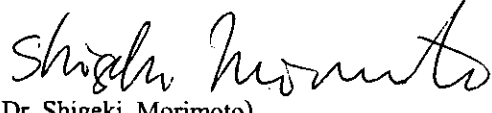
เริ่มปฏิบัติงานที่ มทส. วันที่ 15 พฤษภาคม 2540 แต่ยังไม่เคยขอทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก มทส. แต่มีความจำเป็นต้องเริ่มโครงการอย่างเร่งด่วนเพื่อหาแนวทางการวิจัยเพื่อรองรับ การศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาซึ่งจะเปิดในปีการศึกษาที่ 2545 นี้

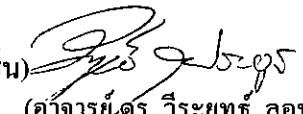
ผู้ร่วมโครงการวิจัย Dr. Shigeki Morimoto


เริ่มปฏิบัติงานที่ มทส. ในวันที่ 10 พฤศจิกายน 2543 ยังไม่เคยขอทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก มทส.

20. คำชี้แจงอื่นๆ ได้กล่าวไว้แล้วในข้อที่ 7 ความสำคัญของที่มาของปัญหา

(ลายเซ็น) 
(รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี ลอประยูร)
หัวหน้าโครงการวิจัย
วันที่ 10 เดือน ๕.๐.....พ.ศ. ๕๕.....

(ลายเซ็น) 
(Dr. Shigeki Morimoto)
ผู้ร่วมโครงการวิจัย
วันที่ 10 เดือน ๕.๐.....พ.ศ. ๕๕.....

(ลายเซ็น) 
(อาจารย์ ดร. วีระยุทธ ลอประยูร)
หัวหน้าสาขาวิชา
วันที่ 11 เดือน ๕.....พ.ศ. ๕๕.....

(ลายเซ็น) 
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธีชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย
วันที่ 13 เดือน ๕.๐.....พ.ศ. ๕๕.....

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

Ceramic : Hydroxyapatite และ Ferrite

Synthesis

Characterization

Fabrication into dense and porous texture

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยที่ได้รับทุนต่าง ๆ ดังนี้

หน่วยงาน/องค์กร	จากปี-ถึงปี	ชื่อผลงานวิจัย
รัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2526-2527	การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกระดูกสัตว์ที่ อุดงภูมิสูง
รัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2529-2530	การทำกระดูกเทียมชนิดที่มีความหนาแน่นสูงจากกระดูกสัตว์
Science and Technology Development Board (STDB) กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ	2530-2534	Development of Ferrite Products for Radio and Television Appliances
ทุนวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ	2531-2533	วัสดุทางการแพทย์และทันตแพทย์ : ไฮดรอกซีแอปาทาइट
รัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2534-2535	ศึกษากระบวนการขึ้นรูปแกนแม่เหล็กชนิดดีเฟลกชัน โยค และคุณลักษณะ
ทุนวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ	2536-2538	การปรับปรุงสมบัติทางกลของไฮดรอกซีแอปาทาइटจากกระดูกวัวและผลกระทบจากการฝังวัสดุนั้นในสัตว์ทดลอง
ทุนประสบการณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2527-2538	สำหรับการวิจัยต่าง ๆ ของนิสิตปริญญาตรี ประมาณ 15 เรื่อง
งานวิจัยบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2530-2540	ประมาณ 10 เรื่อง
ทุนวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) กระทรวงวิทยาศาสตร์	2541-2543	การพัฒนากระบวนการผลิตไฮดรอกซีแอปาทาइटจากกระดูกวัว/ควาย ระยะที่ 1 : การผลิตไฮดรอกซีแอปาทาइटชนิดรูพรุนและสารในเครือ

ผลงานทางวิชาการ (Publication)

รายชื่อสิ่งตีพิมพ์เกี่ยวกับงานวิจัยที่สำคัญ ๆ

1. Sombuthawee, C., Bonsall, S.B. and Hummel F.A. "Phase Equilibria in the System ZnS-MnS, ZnS-CuInS₂ and MnS-CuInS₂", J.Solid State Chem. 25, 391-99, 1978.
2. Sombuthawee, C.and Hummel F.A., "Subsolidus Equilibria in the System ZnS-MnS-CuInS₂", J.Solid State Chem. 30, 125-28,(1979).
3. Sombuthawee, C., Monroe, E.A., "Synthesis of Calcium Fluorapatite Using Ionic Exchange Reactions", J.Dent.Rec. 60 Special Issue A, 346, 1981.

4. Sombuthawee, C., Monroe, E.A. and Rausch J.P., "Strengthening of Calcium Hydroxyapatite by Ion Exchange", *Biomater.Med. Devices and Artif Org.* 9(4) 244-5, 1981 and in Biomedical Engineering I. Recent Development Edited by Subrata Saha, 16-19, Pergamon Press. New York, 1982.

5. Lorprayoon, C., "Phases of Cattle Bones at Elevated Temperatures", *J.Sci.Soc.Thailand* 12, 159-170, 1986.

6. Sombuthawee, C. : "Syntheses of Calcium Hydroxyapatite and Tricalcium Phosphate From Bone Ash" in Ionic Polymers, Ordered Polymers for High Performance Materials, Biomaterials, p.p 329-336. Ed Masao Dcyama, Shigeyaki Somiya and Robert P.H. Chang, MRS. Materials Research Society, Pittsburgh, Pennsylvania 1989.

7. Jirasupanun, U., Thongnoi, P., Jinawath, S. and Lorprayoon, C. "Comparative Study of Hydroxyapatite from Different Origins" First International Symposium on Apatite, July 16-17, 1991, Japan, and in Apatite Vol. 1 ed. by H.Aoki, M Akao, N.Nagai and T.Tsuji Japanese Association of Apatite Science 1992.

8. Itiravivong, P.; Lorprayoon, C.; Suketch, A.; and Ruruxsiriuorn, S.: A Comparative Study and Clinical Application of Hydroxyapatite from Different Origins, 5th International Symposium on Bioceramics in Medicine, November 1992, Japan and in Bioceramics 5, p.p 157-164, 1992.

9. Charussri Lorprayoon, "Sintering of Hydroxyapatite Derived from Cattle bone" in Proceeding of Internaitonal Union of Material Research Society International Conference in Asia p.p 116-120, 1993.

10. Wongpichedchai, S. and Lorprayoon, C. "The Use of Natural coral and Cattle Bone Hydroxyapatite Eyeball Prosthesis in Socket Reconstruction." International College of Surgeons Thailand Proceeding. Asia Hotel Bangkok, 35 November 1994.

11. Lorprayoon, C. "A Not-Well Crystallized Hydroxyapatite Ceramic". Second International Symposium on Apatite in Tokyo July 3-7, 1995, Japan., and in Proceedings of Second International Symposium on Apatite Vol.2 1997 p.p 37-40, ed. by T. Umegaki, H.Momma, N.Akao, A.Ito, M.Ohgaki, and S.Nakamura, Japanese Association of Apatite Science 1997.

12. Lorprayoon, C. "Calcium Phosphate Glass-coated Hydroxyapatite". in Biomedical Materials Research in the Far East (II) p.p. 30-31, edited by Xingdong Zhang and Yoshito Ikada. Kobunshi Kankokai, Kyoto, Japan, 1997.

13. Jentavorn D., S.Srinoikhao, J.Sukontasawath and C. Lorprayoon, "Korat Special Clay", Symposium on Mineral, Energy and Water Resources of Thailand Toward the Year 2000, 28-29 October 1999 ed. By Chaiyudh Khantaprab and Sonya Sarapirome, Dept. Geology, Chulalongkorn University pp. 448-453, 1999.
14. Dujreutai Pongkao, Charussi Lorprayoon and Reinhard Conradt, "Dissolution/Precipitation Behavior of Hydroxyapatites Prepared From Cattle Bone Ash." *Bioceramics* Vol.12 ed. H.Ohgushi, G.W. Hasting and T. Yeshikawa (Proceedings of 12th Int. Symp. on Ceramic in Medicine, Nara Japan, Oct. 1999 World Scientific Publishing Co. Ptc. Ltd. pp. 357-360, 1999.
15. Supanee Pathumarak, Charussri Lorprayoon, and Weenusarin Intiya, "Preparation and Characterization of Porous Hydroxyapatite from Bovine Bone Used as Bone Substitute Materials " p.308 in 26th Congress on Science and Technology of Thailand Bangkok, 2000.

1. ชื่อ(ภาษาไทย) นาย ชิเกกิ โมริโมโตะ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Shigeki Moromoto

2. รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ -

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อม โทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

โทรศัพท์ : (044) 224475

โทรสาร : (044) 224165

E-mail : Shigeki@ccs.sut.ac.th

5.1 ประวัติการศึกษา

Ph.D. Tokyo University (JAPAN) July,1991

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

Glass Technology, Glass Science, Inorganic Chemistry, Material Science

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

1980-1982 UCLA (J.D. Mackenzic Lab.)

หัวหน้าโครงการวิจัยต่าง ๆ

1. Research on Photochromic Glass ; Finish
 - Administrator, Principal Researcher
2. Research & Development on Porous Glass ; Finish
 - Administrator, Principal Researcher
3. Research & Development on Glass disc (Ion exchange) ; Finish
 - Administrator, Principal Researcher
4. Research & Development on Glass-Ceramics ; Finish
 - Administrator, Principal Researcher
5. Development of Colored Glass ; Finish
 - Administrator, Principal Researcher
6. Development of Mirror Production ; Finish
 - Administrator, Principal Researcher

ผลงานวิชาการ (Publication) ดูเอกสารแนบ

List of Publication

Shigeki Morimoto

1. "Composition dependence of Photochromic properties"
Shigeki Morimoto, Michiharu Mishima
Yogyo-Kyokai-Shi, **88**[8] 453-59(1980).
2. "Composition dependence of photochromic properties in alumino-borosilicate glasses containing silver halide"
Shigeki Morimoto, Michiharu Mishima
Yogyo-Kyokai-Shi, **88**[9] 554-59(1980).
3. "Influence of various oxides on the photochromic properties of alumino-borosilicate glasses containing silver halide"
Shigeki Morimoto, Michiharu Mishima
Yogyo-Kyokai-Shi, **88**[10]642-43(1980).
4. "On the composition of silver halide photochromic glass: Extremely slow-fading glass"
Shigeki Morimoto, Michiharu Mishima
Yogyo-Kyokai-Shi, **89**[2]85-89(1981)
5. "Photochromism of alumino-borophosphate glasses containing silver halides"
Shigeki Morimoto, Michiharu Mishima
Yogyo-Kyokai-Shi, **89**[3]129-34(1981).
6. "Effect of composition on darkening and fading characteristics of silver halide photochromic glass"
Shigeki Morimoto, Michiharu Mishima
J. Non-Cryst. Solids, **42**, 231-38(1980).
7. "Melting point depression and phase transformation of KNO_3 crystal impregnated into porous glass"
Shigeki Morimoto, J. D. Mackenzie
Yogyo-Kyokai-Shi, **92**[6]341-45(1984).
8. "Ionic conductivity of $\text{Na}_2\text{O-ZrO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$ system glass ceramics"
Shigeki Morimoto
J. Ceram. Soc. Japan, **97**[10]1097-103(1989).
9. "Preparation of porous glass ceramics in the system $\text{SiO}_2\text{-AlPO}_4$ "
Shigeki Morimoto
J. Ceram. Soc. Japan, **98**[9]1029-33(1990).
10. "Phase separation of $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-RO-R}_2\text{O}$ glasses"
Shigeki Morimoto
J. Ceram. Soc. Japan, **98**[10]1093-96(1990).
11. "Cracking of porous glass during leaching"
Shigeki Morimoto, J. D. Mackenzie
J. Ceram. Soc. Japan, **98**[11]1206-09(1990)

12. "Preparation of chemically durable porous glasses"
Shigeki Morimoto
J. Ceram. Soc. Japan, **98**[12]1291-95(1990).
13. "Glass in the amenity"
Hiroshi Nakashima, Shigeki Morimoto
Ceramics, **28**[4]392-96(1993).
14. "Effects of SiO₂ substitution on the structure and properties of low-melting phosphate glass"
H. Tabuchi, N. Kuriyama, S. Morimoto
J. Ceram. Soc. Japan, **102**[3]221-224(1994).
15. "Effect of TiO₂, ZrO₂ and P₂O₅ on the crystallization of SiO₂-Al₂O₃-MgO-CaO-Na₂O glass system"
Shigeki Morimoto, Nobuya Kuriyama
J. Ceram. Soc. Japan, **104**[5]466-468(1996).

แผนการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545

Research Expenditure for Fiscal Year 2002

msien msa กรมฯ CaO - PO₅ - B₂O₃ - Na₂O

โครงการวิจัยเรื่อง.....

Name of Project

รายการค่าใช้จ่าย Expenditures	งบประมาณ (บาท) Budget (baht)		
	งวดที่ 1* 1 st Installment	งวดที่ 2 2 nd Installment	รวมทั้งหมด Total
1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย โปรดแสดงรายละเอียด Temporary Wages (Show details)			
ค่าจ้าง 1 คน 10 เดือน			
เดือนละ 3,000 บาท / คน			
รวม 10 คน	12,000	9,000	21,000
รวมค่าจ้างชั่วคราว Total	12,000	9,000	21,000
2. ค่าตอบแทน ใช้สอย วัสดุ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Compensation, Service contracting, and nonrenewable materials expenses (show details)			
ค่าตอบแทน: ค่าเดินทาง			
ค่าตอบแทน ค่าเช่ารถ ค่าเช่ารถ			
อัตรา 1 บาท / กิโลเมตร	2,000	2,000	4,000
ค่าเช่ารถ ค่าเช่ารถ			
ค่าเช่ารถ ค่าเช่ารถ	5,000	10,000	15,000
ค่าเช่ารถ ค่าเช่ารถ			
รวมค่าตอบแทน ใช้สอยและค่าวัสดุ Total	13,000	16,000	29,000
3. ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Equipment (show details)			
รวมค่าครุภัณฑ์ Total			
รวมทั้งสิ้น (1+2+3) Grand total	25,000	25,000	50,000

(ลงชื่อ).....

[Signature]

หัวหน้าโครงการ

1150

Head of Project

16. 255 2002/2
11. 20 45

17 N. 43

หมายเหตุ * ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของงวดที่ 1 เบิกได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งโครงการในแต่ละปี ยกเว้นกรณีที่มี

- 1) มีความจำเป็นต้องตั้งเบิกเกินกว่าที่ไว้ทำบัญชีแห่งเหตุผลเสนอขออนุมัติจากผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแบบมาด้วย
- 2) มีรายการครุภัณฑ์ ให้หักค่าครุภัณฑ์ทั้งหมดออกจากเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการก่อน ส่วนงบฯ ที่เหลือให้เบิกจ่ายใน รายการค่าจ้างชั่วคราว ค่าตอบแทน ใช้สอยและค่าวัสดุ รวมกันแล้วไม่เกินร้อยละ 50

การเปิดบัญชีเงินฝากโครงการวิจัย

เอกสารประกอบสัญญาเลขที่ 27 / 2545
 โครงการวิจัยเรื่อง การแยกโพสเฟอรัสใน $CaO-P_2O_5-B_2O_3-Na_2O$

ชื่อบัญชี อ.ล. โครงการเทคโนโลยีการแยกโพสเฟอรัส - ๕๕๕๕๕๕
 เลขที่บัญชี ๗๐๗-๒-๑๓๓๗๕-๐
 ธนาคาร ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขาซอย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 รายนามผู้มีอำนาจสั่งจ่าย

- รศ. อ.อ.ดร. อรุณมาศ ขวัญใจ คณบดี
- ผศ.ดร. วิมลชัย นามะกุล หัวหน้าสถานวิจัย
- รศ.ดร. อรุณมาศ ขวัญใจ หัวหน้าโครงการวิจัย

เงื่อนไขการสั่งจ่าย

ผู้มีอำนาจสั่งจ่าย 2 ใน 3

ลงนาม อรุณมาศ ขวัญใจ
 (รศ. อรุณมาศ ขวัญใจ)
 ผู้รับทุน

16/01/02 12:15 1059K *2350 707-213375 BY BR707
NEW P/B NO: 500002065210

เพื่อเป็นหลักฐานการรับฝากเงินโดยอัตโนมัติของธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขา
โดยทางเครื่องไปรษณีย์อัตโนมัติที่ระบุหมายเลขบัญชีและวงเงินฝากไว้
บริษัทแบบกลยุทมนกมคจ. ย่นจกค.
ใช้ตราประทับเป็นรูป: จอกษัตริย์เมื่อเริ่ม 25 พ.ค. 2549

(สมุดเล่มนี้สามารถตรวจสอบยอดคงเหลือโดยเครื่องปรับยอดสมุดอัตโนมัติได้)

ฝาก-ถอน
ได้ทุกสาขาทำประจำเขตที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ON-LINE

ชื่อบัญชี..... มทส. โครงการการแยกเฟสของ กลาส-เซรามิก

NAME

ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
THE SIAI COMMERCIAL BANK PUBLIC COMPANY LIMITED

สาขาย่อย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บัญชีเงินฝากออมทรัพย์ เลขที่

707-2

-13375-0

SAVINGS ACCOUNT NO.

2065210



รศ.ดร.วิไลรัตน์ นนทวงษ์