

สถานภาพและอนาคต

ของอุตสาหกรรมเซรามิกส์และเทคโนโลยีทางเซรามิกส์ในประเทศไทย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เล็ก อุตตมะศีล*
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำทั่วไป

ในบ้านเราอุตสาหกรรมด้วยทรัพยากรแร่ วัตถุดิบ อยู่มากระจายไปทั่วประเทศ การนำมาใช้ประโยชน์และ เพิ่มมูลค่าเพิ่งจะเริ่มจริงจังเมื่อ 20 ปีที่ผ่านมาในช่วงที่เริ่มต้น ใหม่สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ที่ใช้เทคโนโลยี ทันสมัยมาใช้ในการผลิต เพื่อทดแทนการนำเข้า

ปัจจุบัน อุตสาหกรรมเซรามิกส์จัดเป็นอุตสาหกรรม แขนงหนึ่งที่มีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างสูงมูลค่าประมาณ กว่า 40,000 ล้านบาท การส่งออกของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่าง มโหฬาร ในรอบ 5 ปีที่ผ่านมาเพิ่มขึ้นมากกว่า 400% (นับ จาก พ.ศ. 2529 ซึ่งมีมูลค่าส่งออก 686.5 ล้านบาท มาเป็น 3,725.6 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2533) ด้านการลงทุน มีผู้ยื่นขอ รับการส่งเสริมการลงทุนจาก BOI จำนวน 172 ราย เงิน ลงทุน 42,079 ล้านบาท จึงนับว่าการลงทุนทางอุตสาหกรรม เซรามิกส์ ยังจัดติดอยู่ในอันดับสูง

อุตสาหกรรมหลายหมื่นล้านบาทนี้ ส่วนใหญ่ยังคง เพียงแค่รองรับความต้องการให้แก่อุตสาหกรรมก่อสร้าง อาหาร เครื่องดื่ม ยา และการท่องเที่ยวเท่านั้นยังไม่ได้มุ่งสู่ อุตสาหกรรมอื่น ซึ่งมีอีกมาก อาทิ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องจักรกลโลหการ ปีโตรเคมีและพลาสติก ตลอดจนอุตสาหกรรมสิ่งทอ และ เครื่องนุ่งห่ม เป็นต้น ดังนั้นการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรม เซรามิกส์จึงไม่เป็นที่น่าสงสัยว่านับวันยิ่งจะโตขึ้นในอนาคต เพื่อเป็นฐานเสริมการเปลี่ยนสถานภาพของประเทศเราไป

สู่ประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนา เศรษฐกิจฉบับที่ 7

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ให้ เติบโตขึ้น เพื่อสนองอุตสาหกรรมอื่นให้ทันย่อมหนีไม่พ้น ต้องพัฒนาเทคโนโลยี ทั้งเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิต และการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่และ เทคโนโลยีใหม่ เพื่อทำผลิตภัณฑ์ NEW CERAMICS ขึ้น มาในประเทศให้ได้ โดยเฉพาะเทคโนโลยีเซรามิกส์ใหม่นี้ ในต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น, สหรัฐอเมริกา และกลุ่มประเทศ ยุโรป กำลังโหมเร่งพัฒนาการอย่างไม่หยุด (เริ่มทำกันมา เมื่อ 30 กว่าปีแล้ว) เพื่อนำเซรามิกส์ใหม่อย่าง Engine Ceramic, Superconductor และอื่นๆ เพื่อนำมาใช้กับ อุตสาหกรรมรถยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสารเป็นต้น สำหรับบ้านเราเทคโนโลยีเซรามิกส์ใหม่ยังขาดแคลนอยู่

สถานภาพอุตสาหกรรมเซรามิกส์ปัจจุบัน

อุตสาหกรรมเซรามิกส์ในบ้านเรา ประกอบด้วย อุตสาหกรรมขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่อุตสาหกรรมในครัวเรือน อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เรามี โรงงานมากกว่า 500 แห่ง โดยประมาณ 90% เป็นอุตสาหกรรม ขนาดครอบครัวและขนาดเล็ก กระจายไปทั่วประเทศอีก ประมาณ 10% เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีเครื่องจักร เทคโนโลยีการผลิตดี โดยมากซื้อเทคโนโลยีหรือพัฒนา เทคโนโลยีจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณภาค

ตารางที่ 1 ความต้องการวัตถุดิบ (ตัน/ปี)

	ประมาณการความต้องการในปี	
	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534
CHINA CLAY	265,000	322,000
BALL CLAY / PLASTIC CLAY	158,000	210,000
RED CLAY	78,000	100,000
SODIUM FELDSPAR	236,000	306,000
POTASSIUM FELDSPAR	26,000	34,000
SILICA SAND	200,000	220,000
LIMESTONE	20,000	22,000
COMPOUND CLAY	8,000	20,000
ZIRCONIUM SILICATE	1,500	2,000
TOTAL	992,500	1,236,000

* ไม่รวมถึงหินปูนที่ใช้ทำปูนซีเมนต์

กลาง อาทิ สระบุรี สมุทรสาคร เป็นต้น ทางภาคเหนือ มีการพัฒนาเช่นกัน โดยเฉพาะทางลำปาง สำหรับมูลค่าของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ มีมูลค่าประมาณกว่า 40,000 ล้านบาทต่อปี

ผลิตภัณฑ์ที่ทำ

ในบ้านเราผลิตผลทางเซรามิกส์อาจจัดได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ

1. กลุ่มวัตถุดิบ แร่ และ COMPOUND CLAY

แร่ และวัตถุดิบที่ผลิตมากได้แก่ CHINA CLAY ถัดมาเป็น FELDSPAR และ SILICA SAND โดยมีผลผลิตมากกว่า 1 ล้านตันต่อปีในปีที่แล้ว (พ.ศ. 2533) ตารางที่ 1 แสดงค่าความต้องการวัตถุดิบในปี พ.ศ. 2533 เปรียบเทียบกับประมาณการความต้องการของปีนี้ (2534)

จะเห็นว่ามียัตราความต้องการวัตถุดิบในปีนี้ (2534) เพิ่มขึ้นประมาณมากกว่า 12% เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา ดังนั้นผลผลิตของกลุ่มวัตถุดิบในปีนี้คาดว่าจะตกประมาณ 1.3 ล้านกว่าตัน มูลค่าประมาณเกือบ 1,000 ล้านบาท วัตถุดิบที่ผลิตนี้ยังเป็นแค่ส่วนน้อยมาก เมื่อเทียบกับแหล่งทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศ

2. กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ดั้งเดิม (TRADITIONAL CERAMIC)

ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ส่วนใหญ่ใช้งานในด้านก่อสร้าง และภาชนะบรรจุอาหารเป็นหลัก นอกจากนี้ก็มีเครื่องประดับของชำร่วย เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ทำในบ้านเราพอจำแนกได้ดังนี้

- 2.1 กระเบื้อง
 - 2.1.1 กระเบื้องปูพื้น
 - 2.1.2 กระเบื้องบุฝา
 - 2.1.3 โมเสก
 - 2.1.4 แกรนิต
 - 2.1.5 กระเบื้องมุงหลังคา
- 2.2 เครื่องสุขภัณฑ์
- 2.3 ถ้วยชาม
 - 2.3.1 STONEWARE
 - 2.3.2 PORCELAIN
 - 2.3.3 BONE CHINA
- 2.4 อิฐและวัสดุทนไฟ
 - 2.4.1 FIRE CLAY
 - 2.4.2 ALUMINA

ตารางที่ 2 กำลังการผลิต (โดยประมาณ) ของอุตสาหกรรมเซรามิกส์กลุ่มดั้งเดิม
(TRADITIONAL CERAMIC) บางส่วน

ผลิตภัณฑ์	ประมาณการผลิตในปี	
	พ.ศ. 2533 (ตัน/ปี)	พ.ศ. 2534 (ตัน/ปี)
1. กระเบื้องโมเสก	58,000	85,000
2. กระเบื้องปูพื้นและปูฝา	430,000	582,000
3. เครื่องสุขภัณฑ์	80,000	110,000
4. ถ้วยชาม	71,000	80,000
5. วัสดุทนไฟ	100,000	100,000
6. ลูกถ้วยไฟฟ้า	8,300	10,000
รวม	747,300	967,000

- 2.4.3 BASIC BRICK
- 2.4.4 KILN FURNITURE
- 2.5 ลูกถ้วยไฟฟ้า
 - 2.5.1 DISTRIBUTION LINE INSULATOR
 - 2.5.2 TRANSMISSION LINE INSULATOR
 - 2.5.3 APPARATUS INSULATOR
- 2.6 อิฐต่าง ๆ
 - 2.6.1 อิฐมอญ
 - 2.6.2 อิฐกลวง
 - 2.6.3 อิฐมาตรฐาน
- 2.7 โลหะเคลือบ
- 2.8 ไร่
- 2.9 เครื่องประดับและของชำร่วย
- 2.10 ซีเมนต์
- 2.11 ปูนปลาสเตอร์และปูนขาว
- 2.12 ผลิตภัณฑ์แก้ว
- 2.13 กระจกแผ่น
- 2.14 ไยแก้ว
- ฯลฯ

ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ทำขึ้นเพื่อใช้ในประเทศ และเพื่อการส่งออก กลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญมาก สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกส์ในบ้านเรา กำลังผลิตของสินค้าเซรามิกส์ได้แจกแจงในตารางที่ 2 ซึ่งมีกำลังผลิตประมาณ

6 แสนกว่าตัน ต่อปี โดยไม่รวมปูนซีเมนต์และแก้ว ในปี พ.ศ. 2533 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้น 15% ในปีนี้

ผลผลิตส่วนใหญ่ยังคงเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้องต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกระเบื้องปูพื้น กระเบื้องโมเสก กระเบื้องปูฝา ฯลฯ

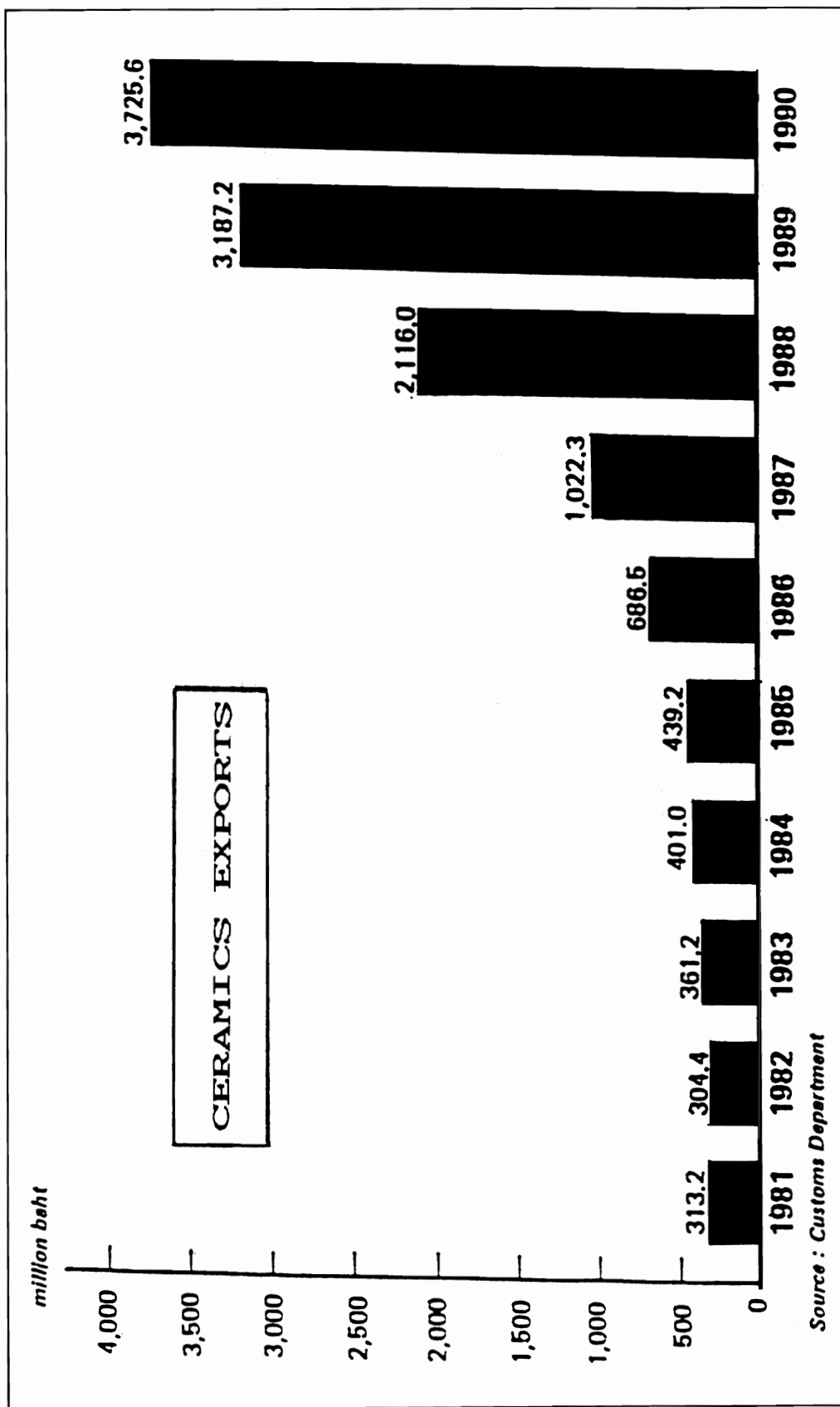
3. กลุ่มเซรามิกส์ใหม่และเซรามิกส์เทคนิค (TECHNICAL AND NEW CERAMIC)

ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้เริ่มทำในบ้านเราไม่กี่ปี ส่วนใหญ่จะเป็นเซรามิกส์ชิ้นส่วนที่ใช้ในงานทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนงานด้านเทคนิค ด้านเครื่องกล ในกลุ่มนี้มี

- 3.1 วัสดุขัดถู (ABRASIVE)
- 3.2 แม่เหล็กเซรามิกส์ (CERAMIC MAGNET) ซึ่งรวมถึง FERRITE ชนิดต่าง ๆ
- 3.3 ALUMINA SUBSTRATE สำหรับ I.C.
- 3.4 PIEZOELECTRIC CERAMIC
- 3.5 ลูกบด ALUMINA

เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็น การส่งออกมากกว่าที่จะใช้ในประเทศ โดยเฉพาะ FERRITE และ ALUMINA SUBSTRATE ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้กำลังการผลิตทั้งหมดปีละไม่ถึง 5 พันตัน แต่มูลค่าสูงด้วยเป็นผลิตภัณฑ์ใช้เทคโนโลยีการผลิตสูง เทคโนโลยีเซรามิกส์ใหม่นี้มาจากบริษัทแม่ทั้งหมดในต่างประเทศ



ภาพที่ 1 การส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ (8)

ตารางที่ 3 การส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทต่าง ๆ (ล้านบาท)*



ผลิตภัณฑ์	ปี 2532	ปี 2533	ปี 2534 (ประมาณการ)
1. กระเบื้องปูพื้น บัว และโมเสก	1,171.6	1,002.5	1,200
2. เครื่องสุขภัณฑ์	401.7	498.8	740
3. ถ้วยชาม	1,020.8	1,308.5	2,030
4. ลูกถ้วยไฟฟ้า	14.2	64.4	70
5. ของชำร่วยและเครื่องประดับ และอื่น ๆ	578.9	851.6	960
รวม	3,187.2	3,725.8	5,000

* ข้อมูลจากกรมเศรษฐกิจพาณิชย์

การส่งออกสินค้าเซรามิกส์

ด้วยสินค้าเซรามิกส์ในบ้านเรามีคุณภาพและมาตรฐานดี ตลอดจนรูปแบบเป็นที่ยอมรับของนานาประเทศ ทั้งในยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และในแถบเอเชีย จึงทำให้การส่งออกของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมากมายในช่วง 5-6 ปีที่ผ่านมา ดังแสดงในภาพที่ 1 จากตัวเลขการส่งออกในปี 2529 นั้น มีมูลค่าเพียง 686.5 ล้านบาท ต่อมาอีก 6 ปีคือในปี 2533 มูลค่าส่งออกสูงถึง 3,725.6 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นมากกว่า 400%

ตารางที่ 3 แสดงมูลค่าการส่งออกของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ใน 3 ปี ปี 2532 ส่งออก 3,187.20 ล้านบาท ส่วนในปี 2533 มูลค่าการส่งออกประมาณ 3,725.80 ล้านบาท สำหรับในปีนี้ (2534) การส่งออกคาดว่าจะประมาณเกือบ 5,000 ล้านบาท อัตราการเพิ่มมากกว่า 20%

สินค้าส่งออกในปีที่แล้ว (2533) ถ้วยชามได้กลายเป็นอันดับ 1 แทนที่กระเบื้องซึ่งเคยครองยอดสูงสุดอันดับ 1 ของการส่งออกสินค้าเซรามิกส์มาตลอด ในปีนี้ (2534) คาดว่าถ้วยชามก็ยังคงเป็นอันดับ 1 ของการส่งออก ตามมาด้วยกระเบื้อง ส่วนของชำร่วยและเครื่องประดับก็จะมียอดการส่งออกสูงขึ้นมากเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

การส่งออกเซรามิกส์ยังมีช่องทางที่ดี ยังได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐไม่ว่ากองฝึกอบรม ศูนย์ส่งออก ฯลฯ ของกระทรวงพาณิชย์ และหน่วยงานของรัฐอื่น ๆ ซึ่งทำให้การส่งออกของสินค้าเซรามิกส์มีอนาคตที่สดใสมากยิ่งขึ้น

แนวโน้มของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ในอนาคต

ในปัจจุบันประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เยอรมันตะวันตก และอังกฤษ ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สมัยใหม่ New Ceramics หรือ Fine Ceramics ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุและผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่สนับสนุนก่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ และเทคโนโลยีใหม่ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมโลหะ ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ รถยนต์ เครื่องจักรกล การแพทย์ และอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้น จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เซรามิกส์มีแนวโน้มที่จะเพิ่มบทบาทต่อการดำรงชีพของมนุษย์มากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากบทบาทที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสี่ดั้งเดิมที่เคยเป็นมาในอดีต และปริมาณการบริโภคผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะเพิ่มขึ้นตามความก้าวหน้าของอุตสาหกรรมให้ความล้ำหน้าของเทคโนโลยี ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งเป็นมูลค่าการใช้ New Ceramics ในอุปกรณ์ต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 4 มูลค่าการใช้ผลิตภัณฑ์ **New Ceramics** (ล้านดอลลาร์)

การใช้ประโยชน์ (Application)	ปี (Year)		
	1982	1990	2000 (Estimated)
Multilayer Capacitors (Shipments)	350	970	1580
Cutting Tools	10	35	160
Gas Sensors	5	20-50	185-250
Heating Engine Parts	n.a.*	25-45	920-1300
Integrated Optic Devices	n.a.*	5-10	910
Total for five selected application areas	365	1065-1110	3755-4200

* n.a. = ไม่มีข้อมูล

ที่มา : เล็ก อุตตะมะศิริ **วารสารเซรามิกส์ไทย ปีที่ 3 ฉบับที่ 2** ตุลาคม 2529

สำหรับแนวโน้มของการพัฒนาและการผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามวัฏจักรการผลิตสินค้าโลก โดยประเทศที่พัฒนาแล้วจะหันไปผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่มากขึ้น และจะปล่อยให้ประเทศกำลังพัฒนาเข้าไปมีบทบาทในการผลิต และการค้าผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ดั้งเดิม (Conventional Ceramics) แทน โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้แรงงานในการผลิตมาก เช่น เครื่องประดับเซรามิกส์ เครื่องใช้บนโต๊ะ กระจเบื้องปูพื้น-บุผนัง และกระเบื้องโมเสก เครื่องสุขภัณฑ์ อิฐทนไฟ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ **Technical Ceramic** และ **New Ceramics** ก็จะมีแนวโน้มที่จะมาผลิตในบ้านเรามากขึ้น โดยสังเกตเมื่อ 3-4 ปีที่ผ่านมา ก็เริ่มมีอุตสาหกรรมเหล่านี้เกิดขึ้นบ้างแล้ว ตามแนวโน้มของประเทศที่กำลังจะเปลี่ยนไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่

เทคโนโลยีทางเซรามิกส์สำหรับ **New Ceramics** ในประเทศไทยในอนาคต (5 - 15 ปี)

เทคโนโลยีทางเซรามิกส์ใหม่นี้ ยังขาดแคลนอยู่มาก เพิ่งจะเริ่มตันทันมาเร็ว ๆ นี้เองประมาณไม่เกิน 5 ปี โดยจากการวิจัยและพัฒนาในหน่วยองค์การราชการ ส่วนเทคโนโลยีในภาคเอกชนก็มีการซื้อเทคโนโลยีเข้ามาบ้าง

เทคโนโลยีทางเซรามิกส์สำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ใหม่นี้ มีค่อนข้างกว้างขวางและมาก แต่ที่สำคัญและควรพัฒนาให้เกิดในบ้านเราน่าจะเป็นดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีการผลิต Ultra - fine, Ultra - pure ceramic powder production
2. การพัฒนา Powder size distributions

3. เทคโนโลยีทาง Chemical routes to green ceramics (sol-gol)
4. Chemical routes to final ceramics (e.g. CVD)
5. การพัฒนา Dispersion and Rheology for slips and Injection molding mixtures
6. เทคโนโลยีการผลิตต่าง ๆ
 - 6.1 Pressure – assisted slip casting
 - 6.2 Injection molding
 - 6.3 Hot pressing and hot isostatic pressing
7. เทคโนโลยีทาง Ceramic composites
8. Finer – grain thin – layer ceramics for electronics
9. Thermal expansion matching ceramics for silicon
10. เทคโนโลยีทาง Ultra – low optical absorption glasses
11. Protective ceramic thin – films and coatings technology
12. Composites and gradient – composition ceramics for ceramic – ceramic and ceramic – metal joining

เมื่อเทคโนโลยีมีขึ้นในบ้านเรา ก็สามารถก่อให้เกิดการผลิต New Ceramics ไม่ว่าจะเป็น cutting tool, gas sensor หรือชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่น เพื่อใช้เป็นส่วนสนับสนุนอุตสาหกรรมอื่น มูลค่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้หลายหมื่นล้านบาท

สำหรับเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เซรามิกส์แบบเดิม (conventional) ก็ยังคงต้องพัฒนาเช่นกัน เพื่อพัฒนาและรักษาคุณภาพ ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อที่จะสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้

โดยสรุปการพัฒนาเทคโนโลยีทางเซรามิกส์ ปัจจุบันและในอนาคตอีก 5 ปี ควรจะเป็นการพัฒนาของเทคโนโลยีเซรามิกส์ใหม่ควบคู่ไปกับเทคโนโลยีเซรามิกส์ conventional ในอนาคตระยะยาว 10 ปี ถึง 15 ปี น่าจะเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่เสียเป็นส่วนใหญ่

Reference

1. สภาพเหมือนแร่ – จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย – กรมทรัพยากรธรณี เอกสารสรุปการประชุมโต๊ะกลม เรื่อง “เซรามิกส์จากวัตถุดิบถึงโรงงานเพื่อการส่งออก”
2. Lek Uttamasil, “Small Scale Burned Clay Bricks and Roofing Tiles Production in Thailand” – Workshop on Co-operation Among Developing Countries in the Field of Cement, Lime and Related Industries Feb. 23–27, 1987.
3. Bauer, W.M. Evaluation and Suggestion for the Development of the Thai Ceramic Industry USAID/THAILAND, NOVEMBER 1984.
4. ลดาวัลย์ โชติมงคล, กรกช มีชำนาญ “สถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการส่งออกของอุตสาหกรรมเซรามิกส์” 5 สิงหาคม 2528
5. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รายงานการประชุมวิชาการ ประจำปี 2528 เรื่อง “จุฬาฯ กับการพัฒนาอุตสาหกรรม” 25–26 มีนาคม 2528
6. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะจากการสำรวจอุตสาหกรรมเซรามิกส์ในประเทศไทย
7. ECFA – JETRO “The Diffusion of Appropriate Technology to the Small and Medium Industries; In Case of Ceramic Technology in the Kingdom of Thailand” January, 1985
8. BANGKOK POST, ECONOMIC REVIEW 1991 MID YEAR.