

通産省關聯 Fine Ceramics 開發研究

小林 和 夫
日本九州工業技術試驗所長

日本の通産省에 있어서 Fine Ceramics 研究開發의 狀況에 對하여 이야기 할 豫定인데 그 이야기에 들어가기 전에 最近의 日本의 科學技術政策이 크게 方向을 바꾸고 있다는 것을 말하고자 한다. 먼저 日本의 科學技術政策이다. 그러면 어떻게 日本의 科學技術政策이 最近 크게 變化되었는지 그 背景이 거기에 있다. 그것은 무엇이나 하면 지금의 技術이라는 것이

現代의 技術革新을 싸고있는 要因

1. 새로운 技術體系의 創造
單純한 既存技術의 改善, 改良 뿐만 아니라 原理, 現象 등의 科學的 基礎를 바꾸어서 産業研究段階로 부터 시작을 必要로 한다.
2. 國際的 相互依存關係, 國際社會로의 貢獻
3. 人間의 尊嚴, 마음 및 生命을 基本
4. Energy - 負荷輕減型
5. 環境負荷輕減型
6. 人間-機械融合型

단지 開發發展만이 아니고 새로이 21世紀의 將來를 보았을때 原理 現象 등의 科學的 基礎에서 産業社會를 받쳐주는 技術大系를 創造해가는 方向이 必要하다. 거기에는 基礎的인 研究段階에서 始作하는 새로운 技術大系를 만들지 않으면 안된다. 그리고 國際關係의 相互依存關係 國際社會에의 貢獻이 必要하다. 그리고 지금까지 人間이라는 것을 조금 잊어버리고 서둘러오지 않았는가 생각한다. 科學技術의 進歩는 人間의 尊嚴 마음 및 生命을 基本으로 하는것이 아니면 안된다. 그리고 물론 에너지問題 環境破壞問題 그리고 人間과 機械가 融合하는 方向으로 가지 않으면 안된다. 이러한 것들이 背景에 있는 것이다. 그리하여 1986年 3月 中曾根首相을 委員長으로 하는 科學技術會議가 있어 科學技術政策大綱 即 我國의 科學技術方針을 作成하였다.

이 中에서 重點을 두고있는 것이 物質材料科學技術 精報電子科學技術 Life Science 등이 있다. Fine Ceramics는 여러가지 分野에 關聯하고 있으나 物質材料科學技術에 包含된다

日本の 科學技術政策의 最近의 動向(1)

科學技術政策大綱(61.3 閣議決定)

1. 基本方針 : 獨創的 科學技術의 推進
科學技術과 人間 및 社會와의 調和
國際性的 重視
2. 重點施策 : 國立試驗研究機關의 強化(基礎的 先導的研究)
產學官交流의 促進
人材의 確保等 科學技術體制의 推進
國際交流·協力
3. 重點研究開發分野 : 1. 새로운 發展이 期待되는 基礎的 先導的 科學技術의 推進
物質·材料科學技術
情報·電子系科學技術
라이프 사이언스
소프트系 科學技術
宇宙科學技術
海洋科學技術
地球科學技術
2. 經濟活性化를 위한 科學技術
天然資源의 開發
에너지의 開發·利用
生産技術 및 流通 시스템의 高度化
資源의 再生 및 活用
3. 社會 및 生活의 質의 向上
人間의 마음과 身體의 健康의 維持增進
個性的이며 文化的인 生活의 形成
快適하고 安全한 社會의 形成
地球的 視野에선 人間環境의 改善

고 본다. 特히 日本은 最近 國際的으로 대단히 重要的 立場에 있어서 國際的으로 좀더 貢獻
해간다는 것이 要求되고 있다. 그리고 人間과의 調和라고 하는것이 대단히 重要하다는 것이
다. 그리하여 現在 우리들은 대단히 큰 project 를 世界中에 提案하고 있다. 이를 紹介시
켜 드리겠다. 그것이 무엇이나 하면 우리가 생각한 이름인 Frontier Science program 이
란 것이다. 이것은 일본 국내뿐만 아니라 다른外國에도 여러가지로 提案해서 國際的으로

日本이 提案하여 協助해 나가려는 것이다.

日本の 科學技術政策의 最近의 動向 (2)

Human Frontier Science Program
 日本의 提唱
 大規模, 高速, 資源, 에너지의 大量消費를 基調로 하는 從來의 科學技術
 …→ 生體의 諸機能에 着目하여 이것을 利用, 應用하는 技術의 開發

生體機能의 解明
 |
 工學的 應用

1. 生體의 物質變換機能
 …→ 新生産 Process
2. 生體의 運動機能
 …→ 高效率 無公害動力源 (BioEngine)
3. 情報處理·制御機能
 …→ 人工頭腦

各省廳協力體制
 國際協力體制

이것은 이제까지의 科學技術이 얼마간 그 方向이 어느쪽으로 기울어져 있었지 않았는지 항상 지금까지의 科學技術 이란것이 large scale 라든가 high speed 라든가 資源에너지의 大量消費 極限技術 即 高溫이든가 高硬度等이라든가 그러한 것들에 目標가 지나쳐 있었지 않았나 생각된다. 물론 그러한 것들은 그나름대로 우리에게 중요한 것이긴 하나 한가지 잊어버리고 있었던 것은 人間의 生體라는 機能을 보고 그 機能을 應用하는 技術의 開發이 必要하지 않나하는 것이다. 生體의 機能을 解明해서 이를 工學的으로 應用하는 것이다. 이 中에는 하나 人間의 몸속에서는 常溫常壓에서 아주 순간적으로 대단히 빠른속도로 合成反應이 일어나며 物質의 變換이 일어나는데 그 mechanism을 理解하고 解明해서 이것을 밖에서 裝置를 만들어서 工學的으로 應用하면 새로운 生産 process가 생기지 않겠는가 하는 것이다. 또 한가지는 生體의 運動機能이다. 人間이 運動하는 그 mechanism 即 自動車등 보통의 裝置는 汽油인等を 사용되고 있지만 生體의 運動機能은 別途의 機能으로 피로해도 쉬다가 食物을 주면 또 움직이기 시작한다. 그 mechanism이 무엇이나 하는것을 주목함에 따라서 高效率의 無公害動力源이 될 수 있다고 하는 것이다. 即 Bioengine을 만들어 보자

는 것이다.

셋째번은 情報處理制御機能이다. 生體에 있는 人間の 頭腦든가 그런것이 Mechanism을 解明해서 人工頭腦를 만들어 보자는 것이다.

이것은 通産省 뿐만 아니라 科學技術廳 등이 라든가 여러 省廳과의 協力體制에 있음과 同時에 國際間에도 提鼎해서 이러한 project 를 進行해가자고 하는것으로 현재 活動하고 있다. 나는 이것이 뉴-세라믹스에 어떻게 연관되어 가느냐 하는것에 대하여는 이것이 대단히 꿈과 같은 計劃으로 뉴-세라믹스가 어떻게 關聯하여 貢獻해 갈것인가 그 연관을 짓기는 잘 모르지만 우리 研究所內에서도 確實히 하나의 금후의 科學技術의 方向이 여기에 있다고 하는 것으로 各研究者가 이러한 것도 머리에 넣고 연구를 진행하도록 이야기는 하고 있다. 지금까지 이야기한 것이 日本의 科學技術의 새로운 움직임이며 이에 따라서 通産省의 科學技術도 움직이고 있다.

다음에 通産省工業技術院의 研究開發의 方向을 이야기하겠다. 1987年度 AIST (Agency of Industrial Science and Technology) Policy의 새로운 方向이다.

New Direction of AIST Policy for 1987

1. Promotion of Human Frontier Program
2. Promotion of international cooperation
3. Promotion of rational projects such as R&D Project on BASIC technologies for Future Industries, Large scale Project, Sunshine Projects, Moonlight Project and Project on Medical Welfare Equipment Technologies.
4. Reinforcing tieups between private industries, universities and government agencies.
5. Promotion of advanced and fundamental researches in government research institutes.
6. Promotion of industrial standardization .

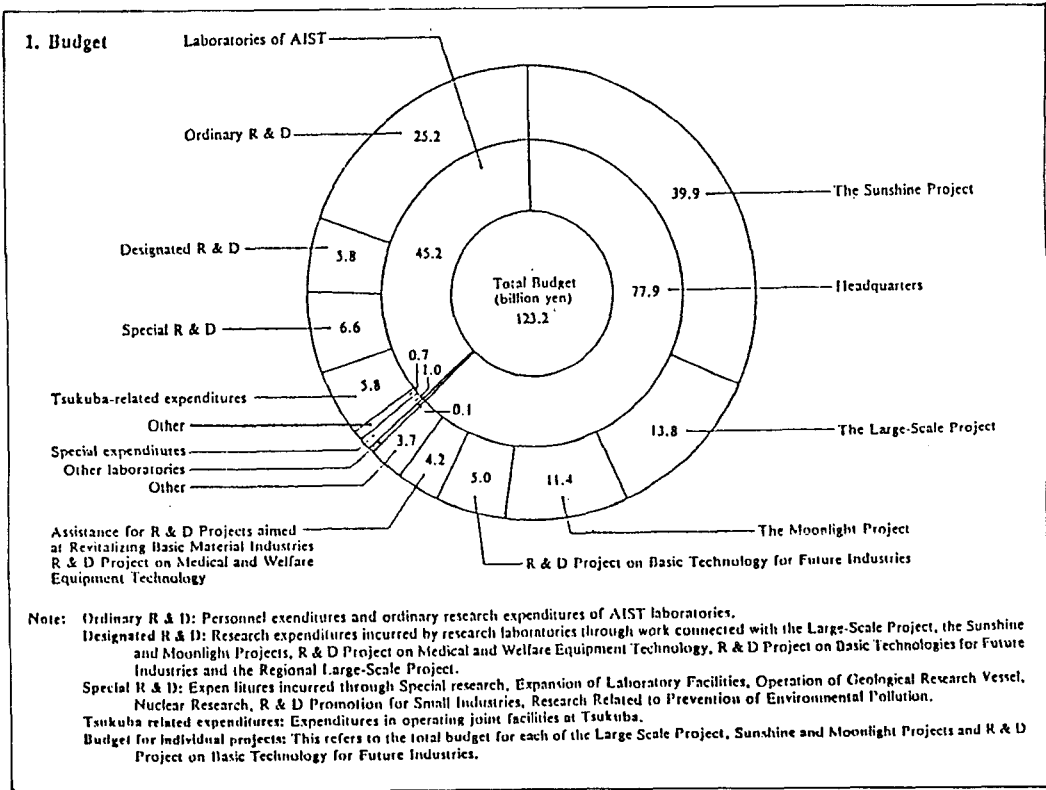
첫째는 지금의 Human Science Frontier Program의 推進을 진행해가는 것이다. 둘째는 國際協力を 더욱더 진행해가는 것이다.

점점 豫算도 증가해가고 있다. 셋째번은 將來의 National Project로서 예를들면 Basic Technology for Future Industries, Large Scale projet, Sunshine Projects, Moonlight Project 등 Big Project 를 추진하는 것이다. 넷째번은 Private Industries, Univeristies 그리고 Government Agency 間的 協力關係를 強化해간다는 것이다. 다섯번째는 새로운 方向으로 나온것으로 國立研究機關에서 좀더 進歩되고 基礎的인 研究를 強化해간다는 것이다. 여섯번째는 標準化

를 강화한다는 것이다. 이상이 1987年度の 新政策이다.

세라믹스의 研究는 어느分野에 들어가느냐 하면 國際協力內에도 있고 뒤에 말하겠으나 Basic Technology for Furture Industries Project 라든가 또 各研究所에서 행하고 있는 各各의 研究中에 세라믹의 研究가 들어가 있다. 通産省의 工業技術院 通稱 AIST라고 부르는데 1986年의 豫算은 아래표와 같다.

FY1986 BUDGET AND PERSONNEL



全豫算이 1,232 億 Yen 이나 各研究所가 사용하는 豫算은 452 億 Yen 으로 經常研究 指定研究 및 特別研究가 있다. 國立研究機關 뿐만 아니라 민간과 연계해서 共同遂行하는 Sunshine Project, Large Scale Project, Moon Light Project 등이 있다. Fine Ceramics 의 研究豫算은 R & D Project on Basis Technology Furture Industry 內에 들어있다. 通産省工業技術院內에 國立試驗研究機關이 16개가 있다. 研究員의 數는 筑波에 있는 제일 큰 研究所인 電子技術綜合研究所가 研究員數가 588名이고 제일 적은것은 四國工業技術試驗所로 34名이다.

工業技術院試驗研究所 (1986)

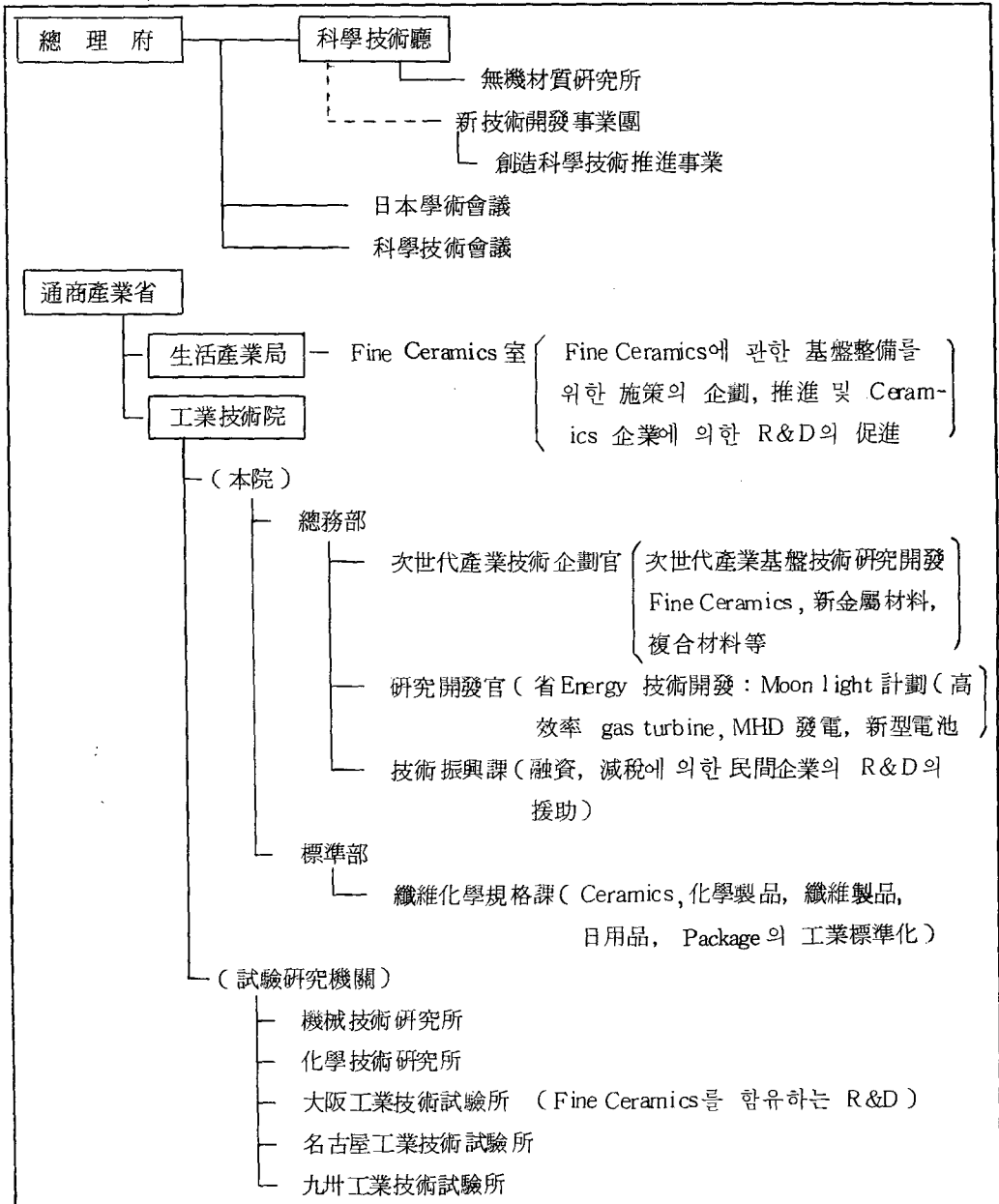
	研究員	行政職	計
1. 計量研究所	128	98	226
2. 機械技術研究所	221	69	290
3. 化學技術研究所	287	83	370
4. 微生物工業技術研究所	69	19	88
5. 纖維高分子材料研究所	104	23	127
6. 地質調查所	248	31	379
7. 電子技術總合研究所	558	39	697
8. 製品科學研究所	104	27	131
9. 公害資源研究所	248	93	341
10. 北海道工業開發試驗所	74	25	99
11. 東北工業技術試驗所	39	17	56
12. 大阪工業技術試驗所	175	53	228
13. 名古屋工業技術試驗所	196	59	255
14. 中國工業技術試驗所	40	12	52
15. 四國工業技術試驗所	34	11	45
16. 九州工業技術試驗所	69	21	90
筑波管理事務所		72	72
工業技術院本院		248	248
計	2,594	952	3,546

通產省工業技術院下의 試驗研究所의 研究員은 2,594名 行政職은 952名 合計 3,546名 이다. 이 中 9個研究所가 筑波에 位置하고 있다.

即 나머지 7個研究機關은 各々 北海道の Sapporo, 仙台, 各古屋, 大阪, 四國, 中國 그리고 九州等과 같이 各地域에 1個씩 있다. 우리 九州工業技術試驗所는 동경에 가는 것보다 한 쪽에 가는것이 더 가까운 위치에 있다. 일본의 政府機關의 Ceramics의 研究機關이 어떻게 되어 있는지에 대하여 살펴보면 다음과 같다.



Ceramics 에 關係하는 政府機關



매우 복잡하게 되어있다.

總理府와 通産省이 있고 이 總理府에 科學技術廳이 있고 거기에 無機材質研究所가 여기 속해있고 通産省은 別途의 政府機關이다. 오늘 만나뵈은 瀬高所長은 無機材質研究所所長이다.

通産省은 그안에 여러개의 Branch가 있지만 그 中 生活産業局下에 Fire Ceramics室이 있다. 여기서 Fine Ceramics에 關한 基盤整備를 위한 施策과 企劃의 推進 및 Ceramics 企業에 의 한 R&D를 促進하는 일을 담당하고 工業技術院에서는 總務部 標準部가 있고 總務部아래에 次世代産業技術企劃官 研究開發官(여러명이 있음) 技術振興課等 Ceramics에 關係되는 機構가 있으며 次世代産業基盤技術研究로서 Fire Ceramics에 관한 것은 國立研究所와 企業의 研究所에서 시행하고 있다. 그리고 별도로 研究開發官이 몇名 있어서 各々 省에너지기술개발 Moon Light 計劃, 高效率가스터빈, MHD發電, 新型電池等도 研究하고 있다. 技術振興課에서는 融資 減稅에 의한 民間企業의 R&D의 協助를 하고 있다. 標準部에 纖維化學規格課가 있으며 日用的인 Ceramics 製品의 工業標準化의 일을 하고 있다. 實際의 研究技術開發을 하고 있는것은 여기에 속해있는 16 個機關으로 그 中에서 비교적 Ceramics 에 힘을 넣고있는 연구소는 機械技術研究所 化學技術研究所 大阪工業技術試驗所 名古屋工業技術試驗所 그리고 九州工業技術試驗所 等이 있으며 최근에는 다른 研究所들도 Fine Ceramics 의 일에 여러가지로 힘을 쏟고 있다. Fine Ceramics 의 研究로 日本에서 가장 큰 Project 인 次世代産業基盤技術研究속에 Fine Ceramics의 研究가 있다.

**Special Research Subjects Related on Fine Ceramics
at the National Labs, AIST, MITI in 1986**

Subject	Peried	Inst.	Budget
1. 新素材의 固相接合法에 關한 研究	85-89	機技研	15,200
2. 超高密度 energy 의 利用에 의한 diamond 의 固化成形에 關한 研究	85-89	化技研	18,765
3. Halogen 化物 glass에 關한 研究	86-90	大工試	11,300
4. 高導電性黑鉛充填材料에 關한 研究	86-89	"	10,300
5. Ion 電導性 非晶質無機材料에 關한 研究	85-89	"	11,800
6. Plasma CVD에 의한 耐蝕膜形成 技術에 關한 研究	84-87	"	10,300
7. 高性能化學 sensor 의 開發에 關한 研究	84-88	"	13,800
8. 高性能纖維複合 ceramics 에 關한 研究	86-90	名工試	8,900
9. 機能性 ceramic超急冷膜의 開發에 關한 研究	83-81	"	10,000
10. 高性能酸化物系複合燒結體에 關한 研究	84-88	名工試	8,800
11. Ceramic 人工骨의 形成技術에 關한 研究	83-86	"	9,500

Subject	Period	Inst	Budget
12. Ceramic 原料의 分析技術에 의한 評價 法에 關한 研究	83-86	名工試	7,200
13. Ion beam에 의한 金屬表面의 ceramic 化에 關한 研究	85-88	"	9,795
14. 機能性 ceramic 多孔體에 關한 研究	85-89	"	9,000
15. 高耐摩材料의 開發에 關한 研究	83-86	九工試	9,460
16. 高性能 engineering 炭素材料의 開發에 關한 研究	85-88	"	10,000

**Special Research Subjects related on Fine Ceramics
at the National Labs, AIST, MITI in 1986**

Subject	Period	Inst.	Budget
1. Ceramic Engine 의 研究	83-88	機技研	500
2. Ti 系 ceramics 의 耐摩耗性의 研究	85-86	"	2,000
3. 纖維—無機母材系複合材料에 있어서 界面 의 研究	86-88	大工試	2,500
4. 粉體의 複合化에 의한 機能向上의 研究	86-88	"	2,100
5. 機能性 炭素材料의 研究	84-87	"	2,500
6. 先端工業材料의 強度評價技術의 研究	85-87	"	3,900
7. 生體代替複合 ceramics 의 研究	85-87	"	3,200
8. Ceramics 의 接合技術의 研究	86-88	"	4,000
9. 難加工材의 溫·熱間加工法의 研究	82-86	"	920
10. 難加工性材料의 研削加工技術의 研究	83-88	"	2,760
11. Ceramic 의 表面分析法의 研究	83-86	"	2,300
12. 無機材料에의 ceramic coating 技術의 研究	86-90	"	1,400
13. Ion beam 에 의한 材料表面의 改質 및 評價技術의 研究	85-89	"	1,700
14. 有機金屬化合物를 사용하는 ceramic原料 의 製造技術의 研究	84-87	"	800
15. Ceramic 多孔體의 觸媒機能의 研究	85-89	大工試	1,800
16. Ceramic 評價技術의 基礎的 研究	83-87	名工試	1,380
17. 酸化物系複合 ceramics 의 合成技術의 研究	86-90	"	2,300

Subject	Period	Inst	Budget
18. 高機能性 無機複合材料의 研究	86-89	名工試	920
19. 電氣的·光學的 機能性 ceramics 의 研究	86-90	"	3,680
20. Ceramic 薄膜·微粒子의 物性評價의 研究	86-90	"	1,640
21. Engineer ceramics 의 基礎的 研究	86-90	"	3,220
22. Ceramics 原料粉體評價技術의 研究	84-87	"	920
23. Ceramic 人工骨素材의 基礎的 研究	83-86	"	900
24. Ceramic 原料調整技術의 研究	86-87	"	1,840
25. 機能性 ceramics 에 있어서 遷移元素의 舉動의 研究	85-88	"	1,380
26. Ceramics 의 高密度 成形技術의 研究	85-90	"	2,300
27. 無機系 機能性 材料의 研究	84-88	北開試	2,820
28. Ceramics coating 材料의 研究	86	"	1,320
29. 黑鉛 whisker 製造의 研究	86-88	九工試	1,400
30. Ceramics - Al 複合材의 製法의 研究	83-86	"	2,000
31. Ceramics 의 強化法의 研究	86-88	"	1,550
32. Ceramic用 無機可塑劑에 關한 研究	86	名工試	未定
33. 高性能耐熱 ceramics 의 製造의 研究	86	九工試	"

먼저 特別研究에 대하여 간단히 말씀드리겠다. 豫算은 1천만 Yen 前後이고 期間은 3~4年이며 人員은 3~4人이 한 group가 되어 수행하고 있다. 다음은 經常研究로서 豫算은 100만~400만 Yen 1~2名이 한 Group이 되어 수행하고 있는 테마이다. 日本의 경우 經常研究는 대개 研究者의 要求에 의하여 研究가 進行되고 있다. 特別研究는 많은 豫算이 수반되므로 工業技術院의 本部和 各々の 研究機關에서 調整하든가 또는 研究의 要請을 評價 받아서 테마를 決定하게 된다. 다음은 國家研究所와 民間과 共同으로 하고 있는 研究로서 Fine Ceramics 와 제일 關係가 있는 次世代産業基盤技術研究에 대하여 말하겠다. 이는 Fine Ceramics 에만 국한된 것은 아니다.

표에 있는 것과 같은 과제가 있다. 제일 앞에 있는 것이 新材料開發이다. 이 중에서 제일 힘을 많이 넣고 있는 것이 Fine Ceramics 이며 제일 豫算을 많이 차지하고 있는 것이 868백만 Yen 인 High Performance Ceramics 分野이다. 이밖에 무엇이 있는가 하면 Bioreactor, Large Scale Cell Cultivation, Utilizing Recombinant DNA, Superlattice device, Three dimensional device 그리고 今年부터 시작한 Biodevice 이다.

**1986 Budget for R and D project of Basic
Technology for Future Industries**

(Million ¥en)

1. High Performance Ceramics	868(961)
<u>2. High Performance Plastic Materials</u>	
(1) Synthetic Membranes for New Separation Technology	539(556)
(2) Plastics with High Electrical Conductivity	366(375)
(3) Plastics with Crystalline Structure	291(299)
<u>3. Advanced Alloys with Controlled Crystalline Structure</u>	590(610)
<u>4. Composite Materials</u>	705(721)
<u>5. Photo-reactive Materials</u>	110(70)
<u>1. Bioreactor</u>	425(446)
<u>2. Large Scale Cell Cultivation</u>	429(428)
<u>3. Utilizing Recombinant DNA</u>	367(378)
<u>1. Superlattice Devices</u>	524(453)
<u>2. Three Dimensional Devices</u>	959(804)
<u>3. Biodevices</u>	60(-)

다음은 次世代의 project 中에서 Fine Ceramics 에 관한 project 이다.

Table 4. Summary of R&D of fine ceramics in the project of Basic Technology for Future Industries

次世代 Fine Ceramics 研究開發	
<u>1. Participants 6 government research Institutes.</u>	
GIRI —Nagoya	
GIRI —Osaka	
GIRI —Kyushu	
National Chemical Laboratory	
Mechanical Engineering Laboratory	
NIRIM	
<u>The Engineering Research association for High Performance Ceramics</u>	
15 private companies	
<u>2. Period</u>	
1981 ~ 1990 (10years)	
<u>The 1st phase (1981 ~ 1983)</u>	
For test pieces	
<u>The 2nd phase (1984 ~ 1987)</u>	
For simple models	
<u>The 3rd phase (1988 ~ 1990)</u>	
For complex model	
<u>3. Targets</u>	
1) High strength	
2) High corrosion resistance	
3) High wear resistance	
<u>4. Materials</u>	
1) Si ₃ N ₄	
2) SiC	

이것은 어떠한 組織으로 進行되고 있는가를 이야기하면 參加가 名古屋工業試驗所 九州工業技術試驗所 大阪工業技術試驗所 化學研究所 機械研究所 그리고 無機材質研究所等 6 個의 國立試驗研究所와 15 個의 民間企業이 參與하여 進行하고 있다. 期間은 1981 年에 始作하여 1990 年에 끝나는 10 年間的 project 이다. 1 段階는 1981 年~ 1983 年 2 단계는 1984 年~ 1987 年 3 단계는 1988 年~ 1990 年의 3 段階로 되어있다.

目標는 高强度, 高耐蝕性, 高耐摩耗性等이며 材料는 Si_3N_4 , SiC 두가지만을 대상으로 하고 있다. 각각 試片으로 目標가 創造되고 현재는 거의 이 test piece는 目標에 달하였으므로 單純한 Model 로 目標를 創造하도록 各팀은 노력하고 있다. 제 3단계는 Complex Model 로 하도록 되어있다. 目標는 表와 같다.

Table 5. Target values of R&D of fine ceramics in the project of Basic Technology for Future Industries

Material	Targetvalue
High strength materials	(1) After it is kept at over 1200°C for 1000hr in air, it shall be tested at 1200°C in air and satisfy the following values. [i] Tensile strength (mean value) σ : over 30 kg/mm ² (294 Mpa) [ii] Reliability (Weibull modulus) m : over 20 (2) It shall be tested by 1000hr creep test at 1200°C in air and satisfy the following value. Creep rupture strength σ : over 10 kg/mm ² (98 Mpa)
High corrosion resistant materials	(1) After it is kept at over 1300°C for 1000 hr in air, it shall be tested at 1300°C in air and satisfy the following values. [i] Tensile strength (mean value) σ : over 20 kg/mm ² (196Mpa) [ii] Reliability (Weibull modulus) m : over 20 [iii] Corrosion resistance (weight gain in oxidation): : less than 1mg/cm
High wear-resistant materials	(1) After it is kept at 800°C for 1000 hr in air, it shall be tested at 800°C in air and satisfy the following values. [i] Tensile strength (mean value) σ : over 50 kg/mm ² (490 Mpa) [ii] Reliability (Weibull modulus) m : over 22 (2) As to the following items, it shall be tested at the room temperature and satisfy the following values. [i] Wear resistance (specific wear amount): less than 10 ⁸ mm ³ /kg-mm [ii] Precision (surface roughness) R_{max} : less than 2 μm

다음은 이 연구의 2 단계로 진행 중인 pilot scale (20 ~ 40 kg의 Batch)의 試驗으로 Si_3N_4 분말를 순수하게 제조한 성공적인 예의 Data 를 나타낸 것이다.

Table Properties of Material Powder Produced in Pilot Scale (Example)

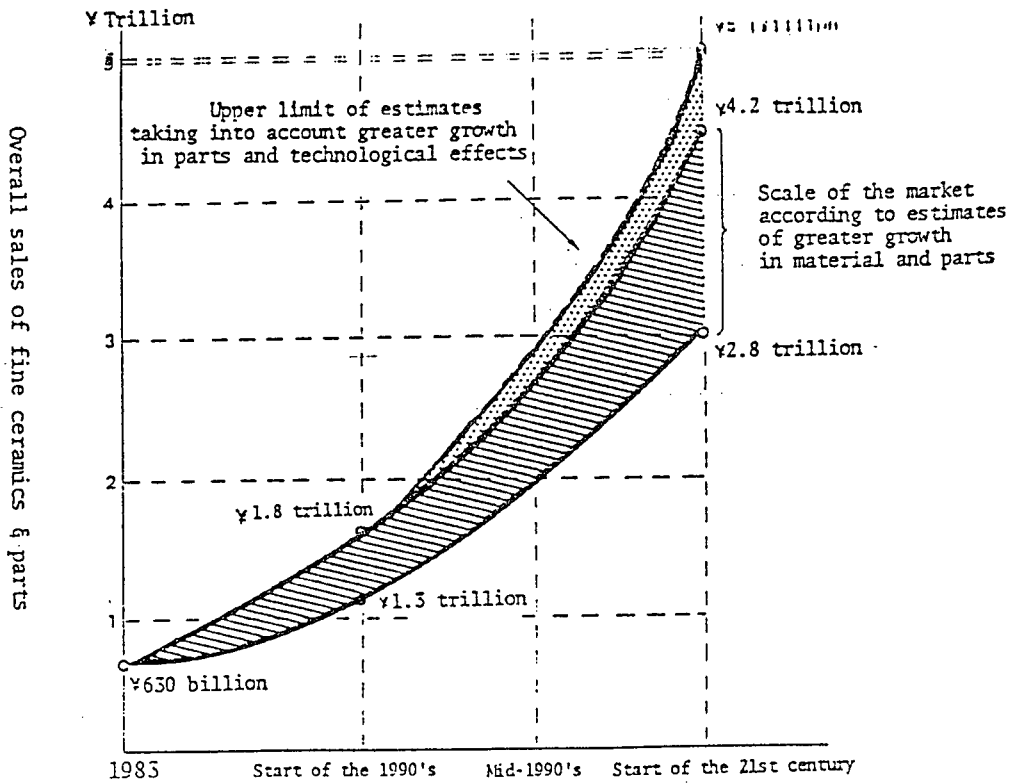
	True Density (g / cm ³)	Specific Surface Area (m ² / g)	Mean Particle Diameter (μm)	α-phase Content (%)	Purity (%)	Metallic Impurities (ppm)				Total Oxygen Content (%)
						Total	Fe	Ca	Al	
Si_3N_4 by Silicon Nitridation in Pilot Scale	3.13	20	0.50	91.4	98.4	230	33	6	130	1.31
Other Characteristics										
Total Silicon (%)	58.7		Other Metallic Impurities (ppm)							
Total Nitrogen (%)	38.6		B	2	Ni	3				
Total Carbon (%)	0.20		Ba	< 1	Sr	< 1				
Free Silicon (%)	< 0.02		Co	< 1	Ti	2				
Free Silica (%)	0.11		Cu	7	V	< 1				
Total Chlorine (%)	None		Mg	25	W	< 1				
			Mn	3	Zn	< 1				
			Mo	6	Zr	< 1				
			Na	< 2	K	< 2				

다음은 Fine Ceramic 업계의 동향에 대하여 말하겠다. 이것은 1983年 MITI의 Fine Ceramics 室이 작성한 Fine Ceramics Market 의 豫想圖이다.

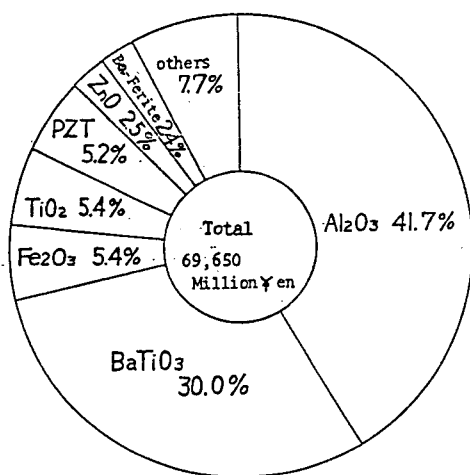
Fine Ceramics 의 市場規模를 나타낸 것으로 장래 21 세기에 5조 Yen 의 市場規模를 예상하고 현재는 대개 1 兆Yen 前後 附近에 와있다. 約 80 ~ 85 %가 Electronic Ceramics 이다. Engineering Ceramics 는 아직 겨우 10 %전 후로 낮은 市場이다. 여기에는 Bio Ceramics 가 包含되어 있지 않지만 그것이 包含되면 얼마간 더 증가할 것이 아니겠느냐 생각된다.

1985年度의 原料의 算出現況은 아래표와 같다.

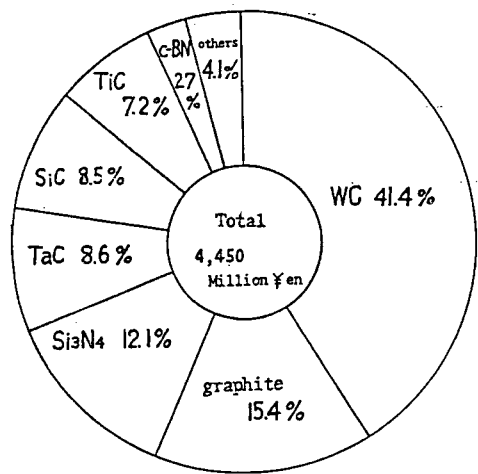
酸化物로서 Al_2O_3 가 41.7 % $BaTiO_3$ 30 % Fe_2O_3 5.4 % TiO_2 5.4 %가 된다. 다음은 비 산화물 原料현황이다.



Estimates of the Scale of the Fine Ceramics Market (Module Base)



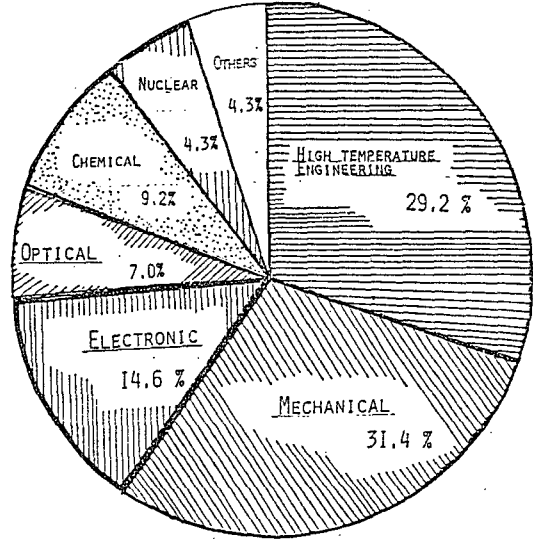
Amount of Raw Powders for Oxide Ceramics in 1985 in Japan



Amount of Raw Powders for Non-Oxide Ceramics in 1985 in Japan

非酸化物原料의 量은 酸化物原料에 比하여 1/10 정도 적은值이다. 지금 Engineering Ceramics에서 伸張하고 있는 Si_3N_4 SiC가 伸張하면 非酸化物 Ceramics의 賣上高가 더욱 伸張할 것으로 생각한다. 현재 賣上高의 80~85%가 Electronic Ceramics 이지만 將來 user가 기대하는分野를 거론해보면 逆으로 Electronic Ceramics가 대개 15% 정도가 되고 나머지는 High temp engineering 라든가 Mechanical Ceramics等 Engineering Ceramic의 市場이 비교적 增加하는 것이 기대된다. 부문별 New Ceramics 市場의 長期豫測은 옆에 표와 같다.

FIELD EXPECTED IN NEAR FUTURE BY THE USERS



다음은 여러가지 商品에 대하여 앞으로 10년간 무엇이 伸張할 것이냐 豫測한 표이다.

New Ceramics 市場の長期豫測

(單位: 億円・%)

部門別	1981	1985	1990	1995	年商伸率 (81-85)	年商伸率 (85-90)	年商伸率 (90-95)	關聯企業
Super plug	374	460	581	710	6.4	4.0	4.0	日本特殊陶業, 日本電步, 日立製作所 京セラ, 日本特殊陶業, 鳴海製陶 京セラ, 日本特殊陶業, 鳴海製陶, 日本碍子 村田製作所, TDK, 太陽誘電, 松下電子部品, 三菱礦業シメント 村田製作所, 京セラ, 日本特殊陶業, TDK, 住友電工 유니온, 村田製作所, TDK, 松下, 日本電步, 日本碍子 東レ, 日本化學陶業, 富士電機, 秩父シメント, 小野田シメント 東洋通信機, 大和真空工業所, 日本電波工, 긴세끼
IC 基板	48	62	80	100	6.6	5.0	5.0	
샤트르파케지	236	500	805	1,100	18.2	10.0	7.0	
積層파케지	391	650	1,200	1,900	13.6	13.0	10.0	
깃프가리어아	68	230	700	1,700	35.6	25.0	20.0	
円板形 Condenser	346	440	510	590	6.2	3.0	3.0	
円筒形 Condenser	64	144	220	270	22.5	9.0	4.0	
積層 Condenser	334	1,000	2,000	3,200	31.5	15.0	10.0	
半導體 Condenser	149	356	716	1,150	24.3	15.0	10.0	
壓電用 Ceramics	290	435	640	770	10.7	8.0	4.0	
溫度 Sensor	65	120	176	210	16.6	8.0	4.0	
Gas sensor	28	46	59	75	13.2	5.0	5.0	
溫度 Sensor	9	35	56	91	40.4	10.0	10.0	
水晶振動子	550	830	1,340	1,970	10.8	10.0	8.0	
(小計)	2,972 (80)	5,328 (77)	9,085 (60)	13,836 (52)	16.0	11.0	9.0	
切削工具	11	18	29	47	13.1	10.0	10.0	日本特殊陶業, 日本テングスレン, 京セラ, 住友電工, 三菱金屬 京セラ, 日本特殊陶業 후지강 京セラ, 日本特殊陶業, 信越化學 旭다이아, 大防다이아, 노리다께, 東京다이아, 구리 스電線, 세이카이 日本碍子, 日本電步, 유닝그라스웍스 이만틸, 니제아스, 이소라이트工業, 電氣化學, 東芝 모노후라크스
紡績用糸道	1.3	1.3	2.0	2.2	0	5.0	1.9	
Ceramics Valve	0.3	50	110	220	216.2	30.0	15.0	
mechanical seal	12.1	17.5	44	110	9.7	20.0	20.0	
Diamond 工具	474	750	1,100	1,340	12.0	8.0	4.0	
Honey Comb	35	65	96	117	3.4	8.0	4.0	
觸媒擔體	82	164	375	860	18.9	18.0	18.0	
Ceramic fiber	616	1,050	1,750	2,700	14.0	110.0	9.0	
(小計)	17	115	112	110	73.2	49.8	24.1	
Bio ceramics	10	90	680	2,000	-	114.1	21.7	
Engine 用 ceramics	-	50	2,250	6,000	-	24.6	10.8	
光 fiber	100	400	1,200	2,000	41.4	50.0	19.0	
(小計)	110 (3)	540 (8)	4,130 (28)	10,000 (38)	49.0	17.0	12.0	
(合計)	3,698 (100)	6,920 (100)	14,970 (100)	25,540 (100)	17.0	17.0	12.0	

(注) 괄호내는 구성비 (%)

다음은 MITI 研究所의 活動으로서 16 個 研究機關이 있으며 各各의 연구를 하고 있으나 그 例로서 九州工業技術試驗所의 活動을 소개하겠다. 組織과 部署를 소개하면 다음표와 같다.

九州工業技術試驗所의 研究業務組織

所 長	
研究企劃官	..... 研究企劃官補
* 化 學 部	..... 基礎化學課 工業化學課
* 機 械 金 屬 部	..... 機械工學課 金屬工學課
* 資 源 開 發 部	..... 資源化學課 Process 工學課
* 材 料 開 發 部	..... 炭索材料課 Ceramic 材料課
重要地域技術研究開發 特別研究室 總務課	
技術交流推進 Center	
職員數	..... 90 名 (研究 68 , 事務 22)
平均年齡	..... 39.5 歲 (研究 40 , 事務 37)
博士號所得者	..... 29 名 (研究者의 43%)
特許權 (國內 176 件 , 外國 48 件)	
特許實施契約	..... 13 件
學術表彰	..... 24 件

職員數는 90 名이며 그中 研究員이 68 이다. 日本의 研究機關은 國立의 경우 韓國과 달리 平均年齡이 높은데 九州工試는 平均年齡이 낮아 39.5 세이다. 68 名中 博士學位 소지자가 29 名으로 研究員의 43% 이다. 特許權은 國內 176 件 外國 48 件, 特許實施 13 件 學術表彰 24 件이다. 九州工業技術試驗所의 重點研究分野는 다음표와 같다.

九州工業技術試驗所의 研究業務 重點研究分野

1. 新材料製造技術
(炭素材, Fine Ceramics , 金屬材料 및 이들의 複合材)
2. 에너지 — 關聯技術
(石炭利用, Local Energy)

3. 地域資源利用・環境保全技術)
4. 新材料加工技術
(機械・素形材加工, 複合化技術)
5. 産業高度化技術
(Mechatronics, 分析)

우리를九州工業技術試驗所의 경우 重點研究分野로서는 New material 제조기술, Energy關聯技術, 地域資源利用, 環境保全技術, 新材料加工技術, 産業高度化 이러한 重點研究分野가 어떻게 나왔는지에 대하여 言及하고자 한다. 이것을 모은것이 다음표이다.

重點研究課題가 어떻게 變化되어 왔는지를 圖表化한 것이다. 초기의 20年은 石炭의 高度再利川技術 未利川資源의 有效利川 公害對策 그리고 機械加工技術 등으로 産業界에서 必要로 한 과제들이었다. 한편 國際研究協力이 동남아세아 그리고 最近에는 New material 로서 스웨덴, 西獨, 오스트라리아 그리고 한국과도 여러가지로 進行하고 있다.

다음은九州工業試驗所에서 수행하고 있는 Fine Ceramics 관계 課題이다.

Current Research Works related to Fine Ceramics in GIRIK

(Introduction)

1. Fabrication of beta - sialon from silicon nitride and Al - alkoxide.
2. Effect of additives on mechanical property of beta-sialon.
3. Gas pressure sintering of beta-sialon and silicon nitride.
4. Hot gas corrosion test on fine ceramics.
5. Fabrication and property of carbon-ceramic composites.
6. Boride-TiNbased composite materials.
7. Porous SiC from rice husk ash.
8. Machining of ceramics.
9. Formation and characterization of calcium silicate hydrates.
10. Synthesis of basic calcium carbonate.
11. Synthesis of zeolite with high stability.
12. Utilization of low grade ceramic raw material

다음은九州工業試驗所의 研究業務의 成果와 普及에 관한 것이다.

九州工業技術試驗所の 研究業務成果와 普及

1. 九工試 News
2. 九州工業技術試驗所 報告
3. 關連學會發表(誌上, 口頭)
4. 研究發表講演會
5. 新聞發表

다음은 1985 年度 九州工業試驗所の 成果를 나타낸 것이다.

昭和 1985 年度 成果

論文發表	82 件
口頭發表	112 件
特許 option 契約	32 件
技術指導	36 社
技術相談	387 件
研修生受入	28 人
主催研究講演會	3 件
「21世紀의 材料를 지향해서」	231 人參加
「地域資源의 活用을 지향해서」	209 "
「九州-아세아技術協力の 現狀과 將來」	330 "

다음은 1986 年 11 月 18 日부터 11 月 20 日에 걸쳐 九州有田에서 國際 Fine Ceramics Symposium 이 열렸었다. 나자신에 있어도 펍 인상적이었다. 이곳 試驗院의 全炳植院長도 參加한 바가 있다. 테마는 그러한 地域이었으므로 傳統과 創造를 組合하여 그것에 特色을 내자는 것으로 Symposium을 하였다. 그것을 소개하고자 한다. 그 內容은 새로운 創造的 研究發表 各國의 研究의 動向 그리고 전통적인 Ceramics 에 관하여 구성되었다.

좀더 그 內容을 정리하여 보면 傳統세라믹에서 創造세라믹스 라는것으로 오래된 것으로는 Karatsu wear 라든가 今日뵈었던 深川社長이 이야기한 東西陶磁의 文化 交流에 대하여 이야기가 있었다. 새로운 것으로는 α -Sialon, AlN, ZrO₂, Si₃N₄ 에 대하여 어떠한 研究를 해서 今後 어떻게 進行하면 좋을가에 대한 것이었다. 새로운 材料는 結局 그 原料가 중요하기 때문에 ultra fine powder의 대하여 加藤先生이 이야기하였다. 여기에서 오래된 것에서 새

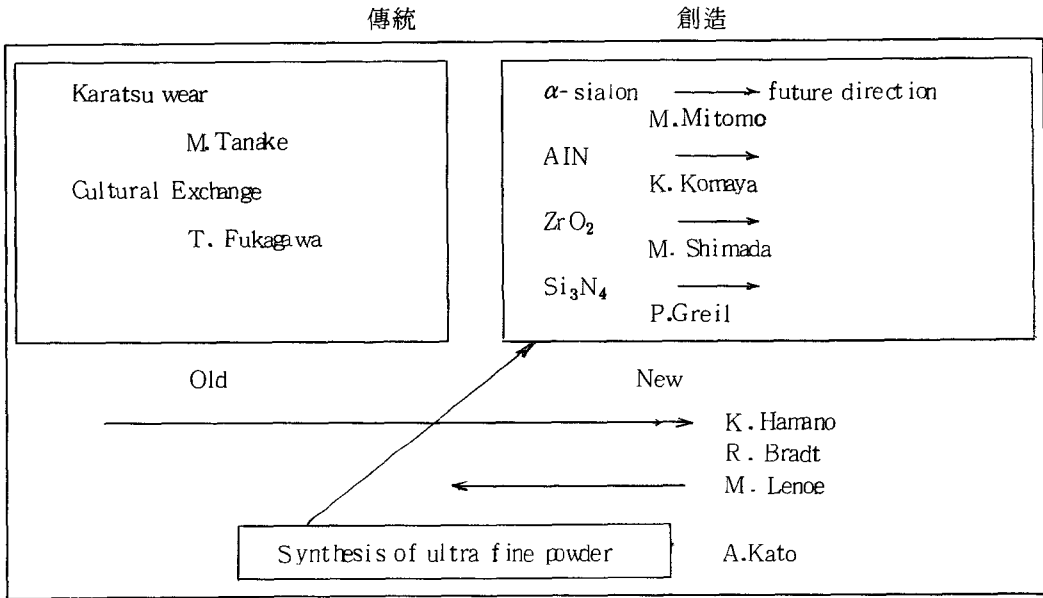
有田國際 심포지움의 program

	11月18日(火)	11月19日(水)	11月20日(木)
9:00- 9:40-10:00 10:00	受 接 會 式 ◇ 基調講演 「新材料로서 세라믹스의 가능성과開發에 있어서 考察」 濱野健也(神奈川大學工學部應用化學科教授) 「傳統的 세라믹스의 하이테크의 接近, 陶磁器 및 耐 火物의 特性」 Richard C.Brardt (美와싱턴大學教授)	◇ 特別講演 「세라믹스粉體의 最近의 製造方法」 加藤昭夫(九州大學工學部應用化學科教授) 「구주에서의 Fine Ceramic의 先端의 研究」 M. Van de Voorde (ED委共同研究센터)	◇ 세라믹스권한 (希望者) 9:00- 嬉野町出發 有田窯業企業 有田陶物團體
12:00-13:00 13:00-	書 食 ◇ 研究發表 「窒化알루미늄 세라믹스의開發」 米屋勝利(佛東芝) 材料本部 新素材 事業擔當部長 「새로운 세라믹스-사이아룬의開發」 三友 護(科學技術廳無機材質研究所 主任研究 官) 「窒化珪素 세라믹스에 있어서 結晶化에 의한 強度 向上」 Peter Greil (西獨베르스프랑크研究所 主任研 究員) 「美鐵에 있어서 세라믹스의 研究開發動向」 E. Mark Lene (美國窯業協會 日本駐在代表)	書 食 ◇ 研究發表 「高強度部分安定化지르크니아의 燒結과 그의 安全性的의 改善」 島田 晶藍(東北大學工學部應用化學科教授) 「溶融鎢에 있어 非鹼化物 세라믹스의 腐蝕」 Mark B. Trigg (國立科學產業研究所 研究官) 「세라믹스 다결엔진 研究의 一般의 動向」 Ray Kamo (美아테이파텍스社長)	12:00- 書食 有田窯會館 有田窯業大學校
14:00- 14:30-	書 食 ◇ 研究發表 「英國에 있어서 세라믹스政策」 C.Clive Bradley (駐日英國大使館科學技術 擔當)	「英國에 있어서 세라믹스政策」 C.Clive Bradley (駐日英國大使館科學技術 擔當)	14:00- 有田町出發
15:00- 15:30-	Coffee Break ◇ 研究發表 「Fine ceramics의 現狀과 展望」 富田育男(通商產業省 Fine ceramics 室長) 「景德鎮陶磁器의 傳統工藝」 梁 任生(中國景德鎮陶磁器研究院 副教授) 「古唐津의 魅力에 대하여」 田中 稔(佛左實銀行 頭取) Receptim	Coffee Break ◇ 研究發表 「韓國에 있어서 fine ceramics의 研究動向 全 炳植(大韓民國國立工業試驗院 院長) 「東西陶磁의 文化交流-有田色繪磁器의 世界的 進路에 대하여」 深川 正(佛香蘭社代表 取設 社長) ◇ Symposium의 統合 小林和夫(九州工業技術試驗所 長) 閉 會 式	16:30- 福 岡空 港 17:00 博 多 驛
16:00- 16:30- 17:00- 18:00-19:30			

9:00-16:30 ◇ Fine ceramics 製品 展示
18日(火)-19日(木) Fine ceramics 製品 展示, 九州陶磁文化館 Hall

로운 것으로 가는것은 좋지만은 나에게 있어서 大端히 재미있었던 것은 New에서 逆으로 Old로 되돌아간다는 것이 중요하다는 것을 濱野先生이라든가 와싱턴大學의 R.Bratt 그리고 M.Lenoe 氏 等이 그렇게 이야기한 바 있다.

From Traditional to New Creative Ceramics



그 외에 다음은 應用으로써 Steel 에 대하여는 오스트라리아의 M.Trigg, Diesel Engine 에 대하여는 미국의 R.Kamco, Gas turbine 에 대하여는 M.Lenoe 등 여러분이 그 應用이 어떻게 되어있는가에 대하여 이야기 하였다.

Application

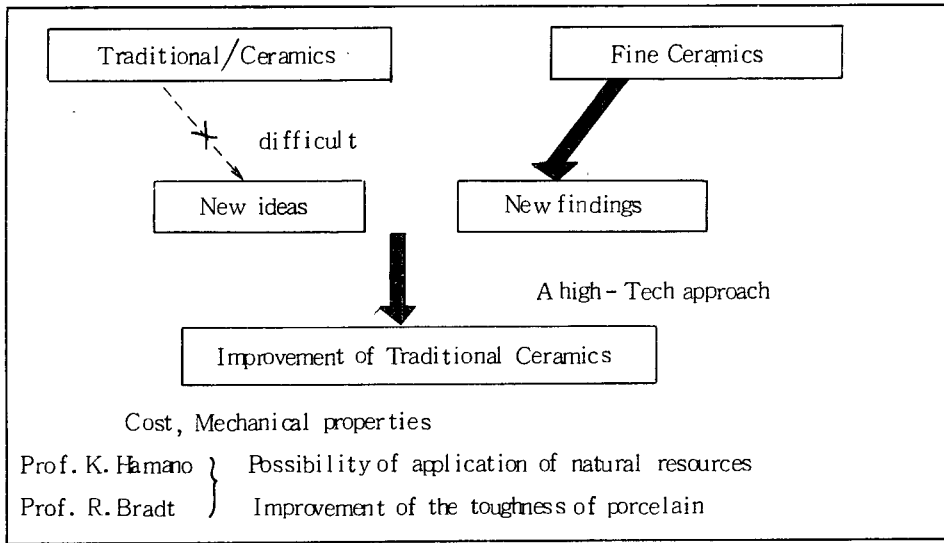
- | | |
|-------------------|----------|
| for steel | M. Trigg |
| for Diesel engine | R. Kamo |
| for Gas Turbine | M. Lenoe |

Current Trend in Each Country

- | | | | | |
|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| (U.S.A) | (E C) | (Korea) | (The UK) | (JAPAN) |
| M. Lenoe | Vande Voode | B. Jecn | C. Bradley | Tomite a |

그리고 名國의 最近의 연구동향에 대하여 U.S.A의 Leno, E.C의 Vande Voode, 韓國의 全炳植, 英國의 C.Bradley, 日本의 富田育男 등이 이야기 하였다. 나 자신이 Symposium 에서 가장 인상적인 것으로써 이야기하고자 하는것은 다음과 같은 것이니 traditional Ceramics 와 Fine Ceramics가 있는데 그中 耐火物, 타일 등은 그 原料가 天然原料로써 만들어졌고 또 復雜한 組成을 가지고 있으므로 여러가지 factor가 들어가 있으며 무엇을 定해야 할런지 무엇을 調整해야 좋을지 결국 알수가 없게 된다. 그러나 fine ceramics는 매우 순수한 原料를 사용하므로 한가지 factor씩 定해 나가면 여기서 새로운 idea가 나올수가 있다는 것이다. 여기서 얻은 것을 逆으로, 卽 이 high-tech approach를 전통요업에 應用하여 改善하려면 改善할 수 있다는 것이다. 이것에 대하여 濱野先生, Bradt先生은 實際로 New Ceramics의 實驗에서 얻어진 粒徑이라든가 破壞 등의 理論을 전통요업에 應用해가면 지금 문제로 되어있는 가격도 더욱더 낮출 수 있다는 것이다. 정말 중요한 것만 Control하고 다음에 중요하지 않은것은 그대로 두어도 좋고 가격도 내릴수가 있으며 Mechanical property도 개선된다. 이것이 대단히 중요하다고 實例를 들어서 紹介하였다.

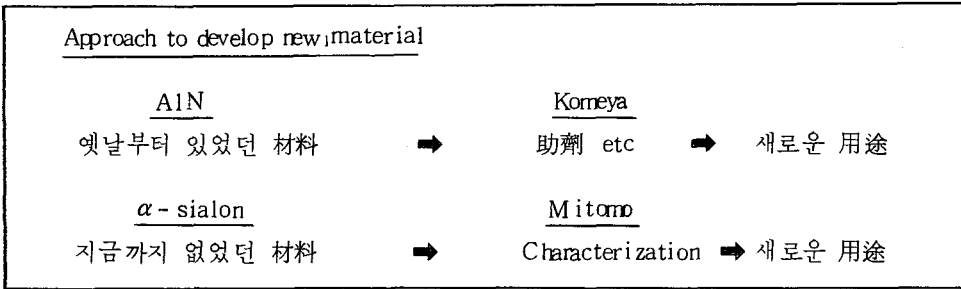
Research on Fine Ceramics ⇔ Traditional Ceramics



두번째로 내가 인상을 받았던 新材料 開發의 Approach의 것으로 AlN이라든가 α -sialon에 대한 approach로서 어떻게 해서 새로운 재료를 만들어 왔느냐 하는 process이다. 이것은 두가지로 分類된다. 옛날부터 있었고 알려진 材料인 AlN, 이를 어떻게 開發해서 새로운 재료로 가져가느냐 하는 것이다. 이것은 助劑든가 여러가지條件이 많이 있으리라고 본다. 이러한 하나의 process가 어떻게 진행하는가 하는 것이다. 또 한가지는 α -sialon이다. 이것은 지

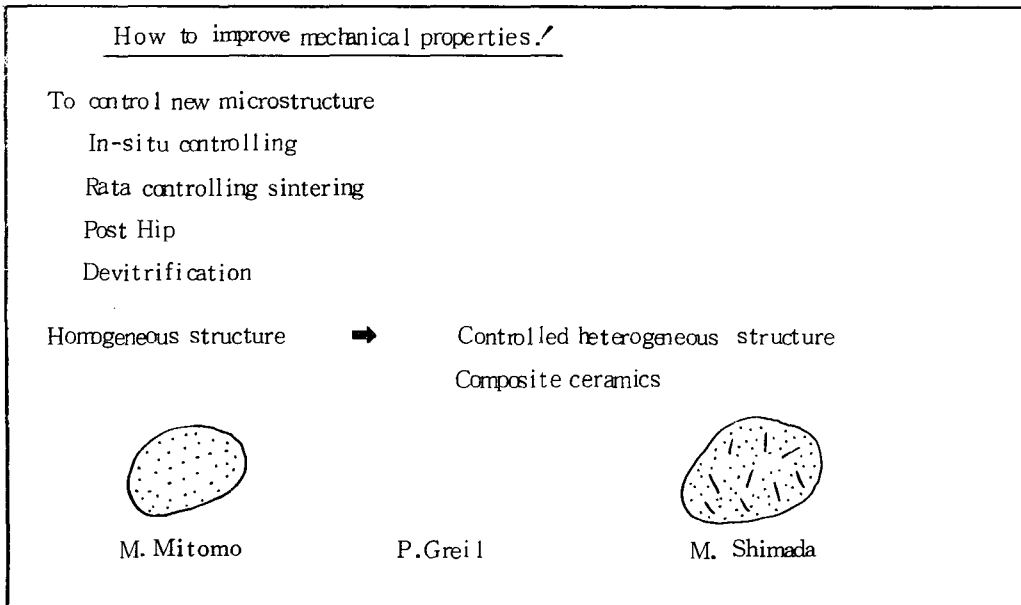
금까지 없었던 材料이다. 없었던 재료를 어떻게 해서 새로운 용도로 연결해 가느냐 하는 것이다.

新材料開發로의 Approach



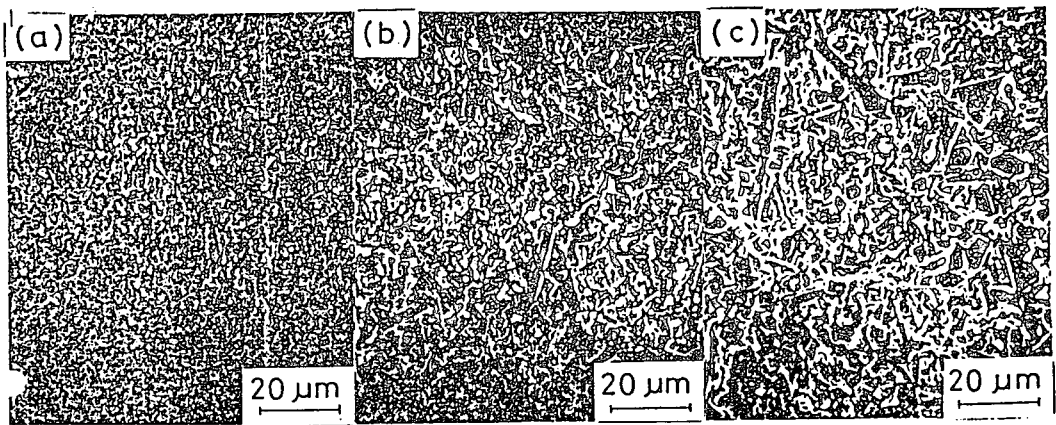
이것은 결국 새로히 만든 材料의 Characterization이다. X線 結晶構造解析 等 여러가지 手段에 의하여 Characterization을 行하여 새로운 用途를 찾아낸다는 것이다. 이 두가지의 옛날부터 있었던 材料와 지금까지 없었던 材料에 대하여 process가 表示되었다 하는 것이다. 또 한가지인데 機械的 特性의 改善의 方向에 대하여 이야기 하겠다.

機械的 特性改善의 方向



Microstructure의 Controll가 대단히 중요하다고 말하고 있는것은 다 알고있는 바나 Microstructure를 Controll할때 卽 결국 toughness를 向上시킨다는 것이 冶業에서 매우 중요한 것으로 toughness를 증가시키는데는 결국 이러한 均一한 구조에서 whisker 모양의 것을 分散시킨 不均一構造인 Composite Ceramics로 하는 방법이 있으며 이것은 처음부터 相異한 것을 섞는것이 아니고 結晶成長의 途中에 In-situ Controlling 라든가, Rata Controlling Sintering, 或은 Post Hip, 또는 Devitrification 등으로 Homogeneous structure에서 Controlled Heterogeneous Structure로 가져가는 것이 金후 중요한 方向이라고 M.Mitomo, P.Greil 그리고 M.Shimada 등이 말하였다.

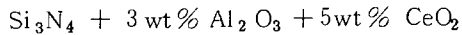
다음 그림은 우리들이 行한 toughness의 증진의 實驗의 例의 사진이다.



1800 °C, 2MPa

1900 °C, 3MPa

2000 °C, 4MPa



이번의 有田國際 Symposium은 第1회로 今後 적어도 5年間은 계속될 예정이지만 제1회이므로 Fabrication에 중심을 두었는데 여러사람의 의견으로서는 아직 Fine Ceramics는 industrilization으로 가져가기는 어려우며 무엇이 문제인가에 대하여 여하간 더 검토하지 않으면 안된다는 것과 Toughness를 올린다는 것이다.

Important direction for industrilization

- | | |
|-----------------------|---------------|
| ① Low cost | ④ Flaw |
| ② Frature Toughress | ⑤ Design |
| ③ Composite structure | ⑥ Reliability |

또 Flaw, Design, Reliability 등이 문제로 제기되었다. 다음의 表는 技術的 課題이다.

이러한 것들을 해결하기 위하여는 Fine Ceramics의 경우 다음과 같은것이 대단히 중요하다고 생각한다. 끝으로 Fine Ceramics의 研究開發은 아직 역사가 짧고 이제까지 10年 가량의 期間이다. 우리들은 조급하게 생각하지 말고 따뜻한 눈으로 fine ceramic의 연구개발을 키워가는 態度가 重要하다는 것을 말하고 나의 이야기를 마칩니다.

1. 基礎的 研究의 蓄積
2. 産學官의 協力
3. 國際協力