

パキスタン中央電気通信研究所
短期専門家業務完了報告書
(コンデンサー製造技術指導)

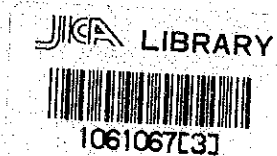
昭和56年4月

国際協力事業団

海	セ
J	R
81	140

パキスタン中央電気通信研究所
短期専門家業務完了報告書
(コンデンサー製造技術指導)

昭和56年 4 月



国際協力事業団

海	セ
J	R
81-	140

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 16	117
登録No. 00707	64.7 SPC

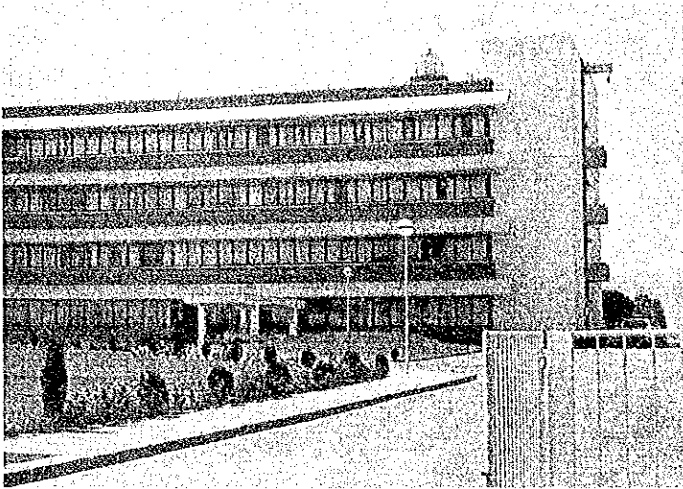
目 次

添付写真：C・T・R・L回路部品研究実習および設備機器

1. 序 文	1
1.1. 目 的	1
1.2. 派遣技術者氏名、派遣国および任国所属機関	1
1.3. 派遣期間	1
1.4. 実施スケジュール	1
1.5. カウンターパート氏名	2
2. 業務概要および指導の成果	3
3. 業務内容	8
3.1. 業務日誌	8
3.2. C・T・R・L関係者に提出した最終報告書	12
3.3. C・T・R・L回路部品研究に必要な資材機材リスト	14
3.4. 固定磁器コンデンサの基本技術指導テキスト	15
3.5. 固定磁器コンデンサの製造技術指導テキスト	40
3.6. CERAMIC CAPACITORの設計と製品仕様	75
3.7. CERAMIC CAPACITOR用市販原料と試験成績書	81
3.8. EIA STANDARD	115
3.9. C・T・R・L 試作品の電気的一般特性測定データ	160
4. 回路部品（CERAMIC）研究員に望むこと	167
5. 結 論	168
6. 所 見	169

CERAMIC CAPACITOR HANDBOOK（別冊）

添付写真：G.T.R.L回路部品研究実習および設備機器



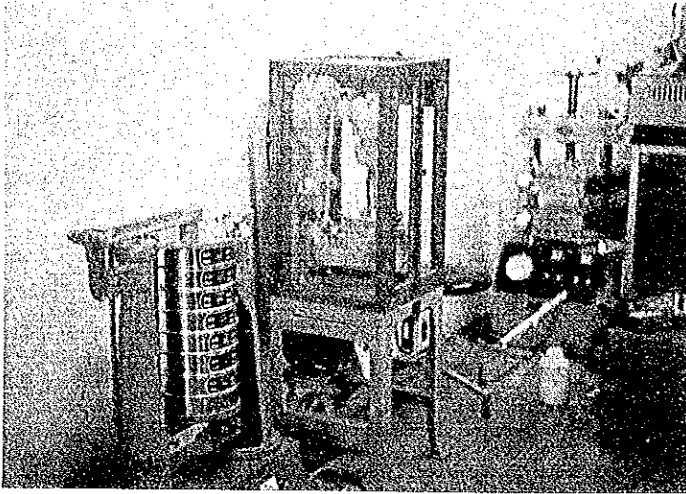
パキスタン中央電気通信研究所
(C.T.R.I.)



日本人専門家の皆さんと
回路部品研究員各位



同 上



CERAMIC 実験設備

左より

ふるい振とう機

石川式攪拌搗潰機

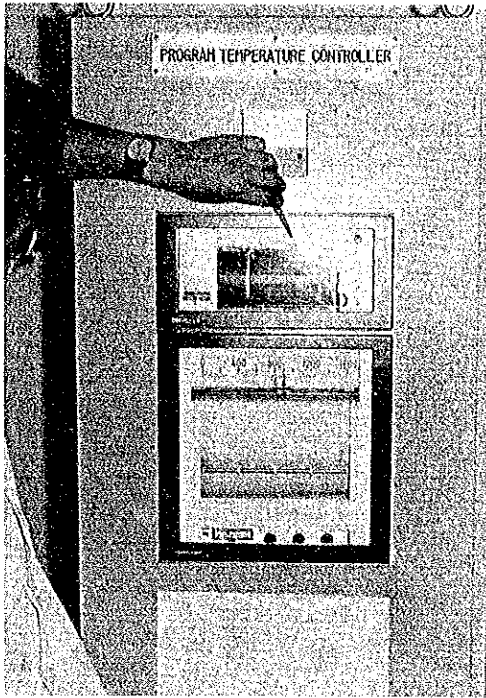
卓上プレス



粉末整粒実験



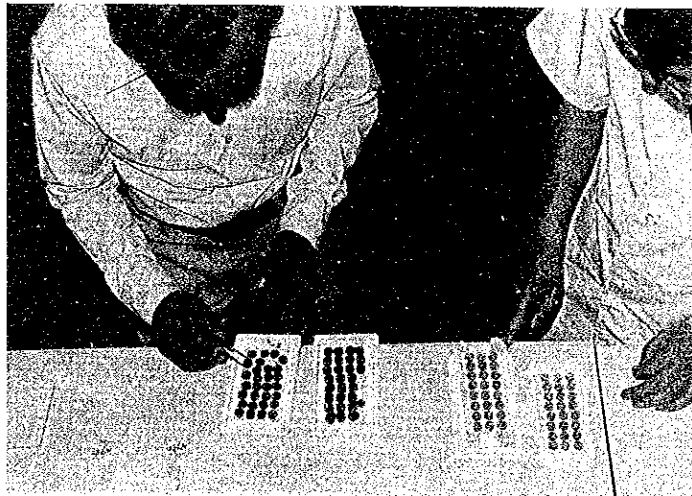
プレス成形実験



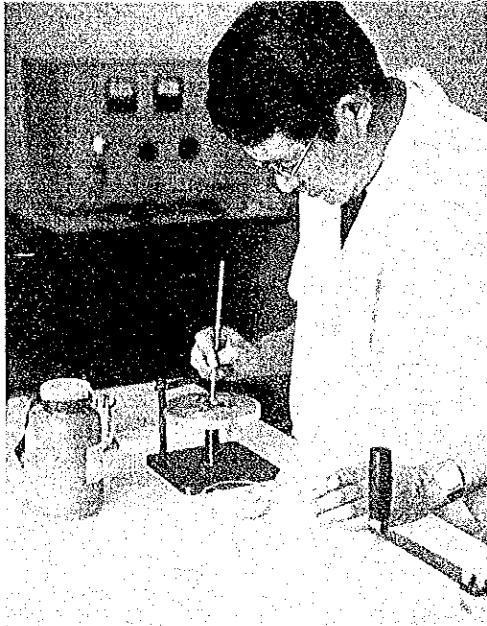
記録計付プログラム設定器



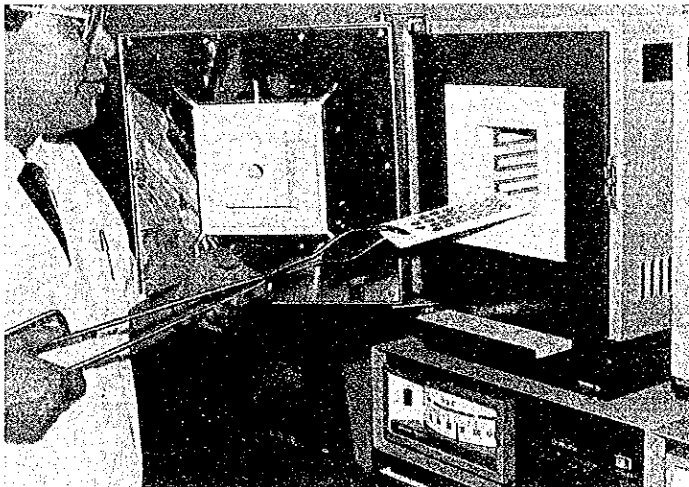
高温焼成電気炉



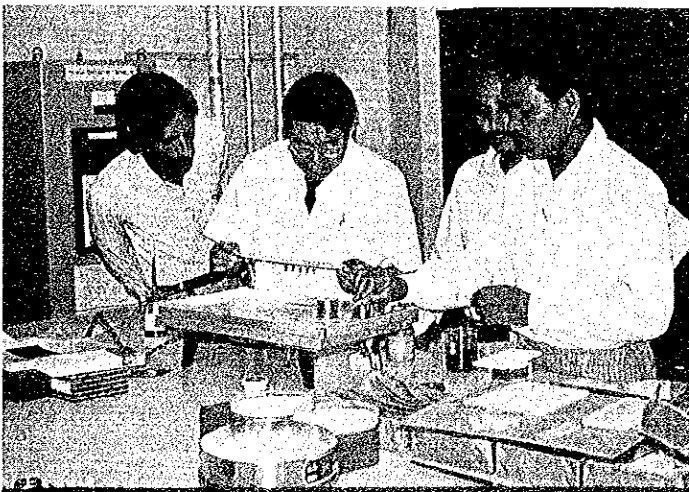
焼成エレメント焼結確認実験



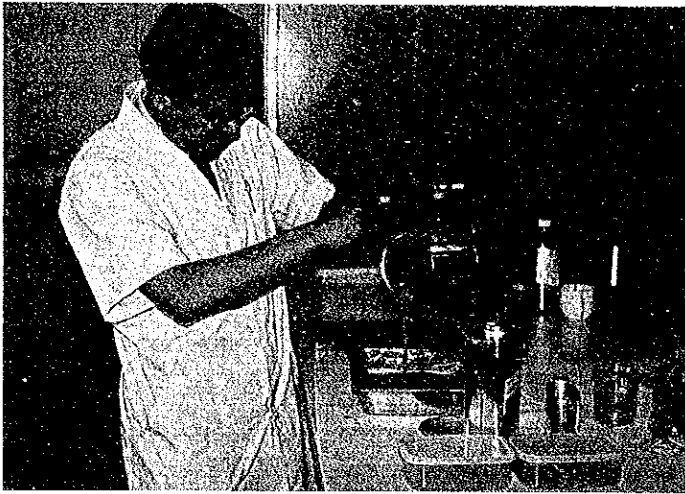
机上ロクロによる銀電極塗布実習



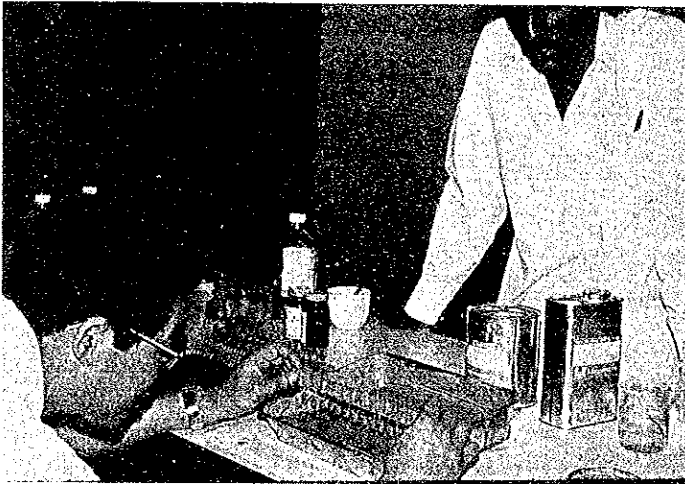
箱型ニクロム炉による
銀電極焼付実習



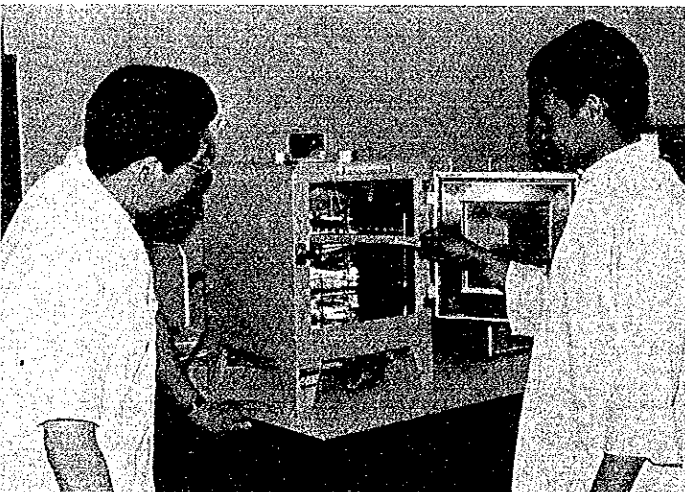
ホットプレートでリード線半田付



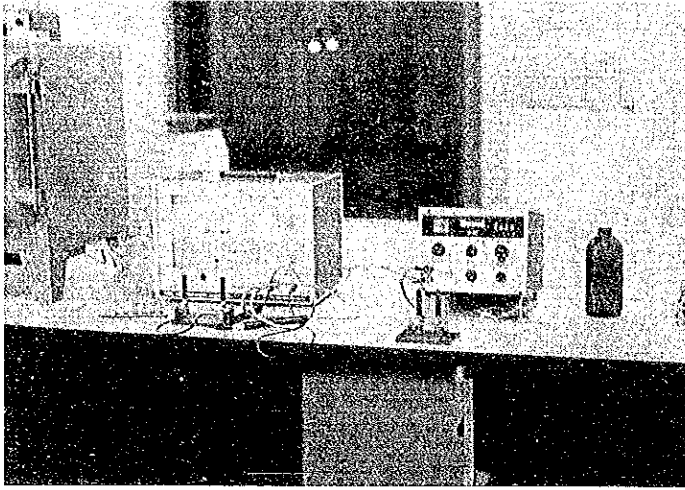
外装絶縁塗料取出し



ディップ塗装の実習



塗料焼付

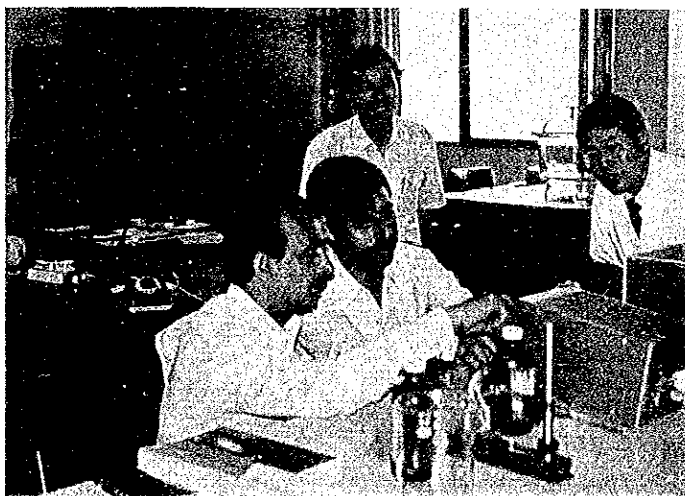


右：ユニバーサルブリッジ
静電容量 $\tan\delta$ 測定器

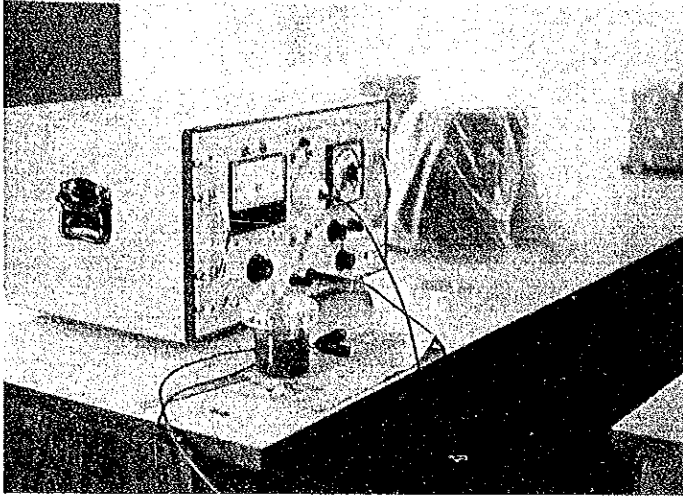
右：超絶縁計
絶縁抵抗測定器



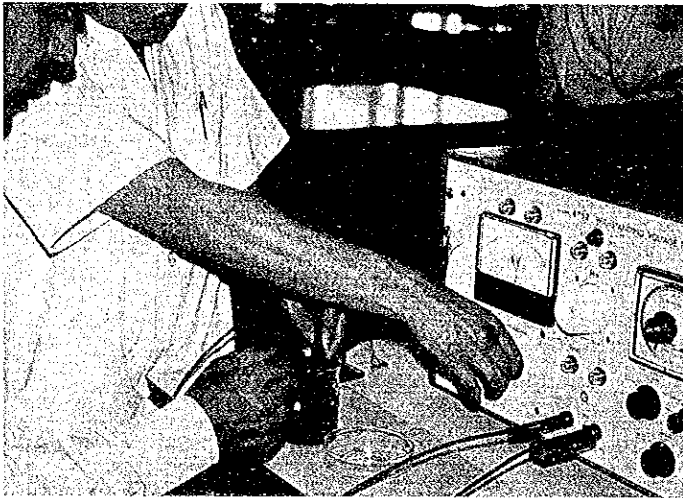
電氣的性能測定



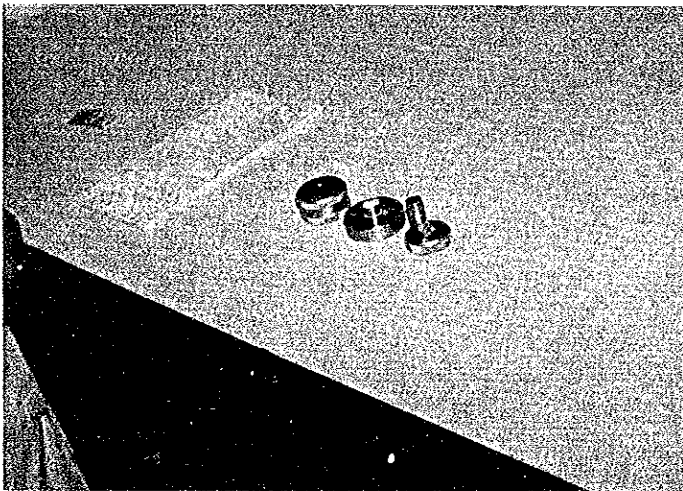
同 上



耐電圧試験器



電圧破壊測定実習



金型破損品



回路部品研究室での談話会

左より3人目 首席顧問
佐藤寿彦博士

右より2人目 PCM Expert
加藤齊氏



写真左から

長期専門家 PCM 加藤 齊氏
E.S Mr. Wasim Anwar KIANI
短期専門家 内生幹夫
L.A Mr. Mubarak ALI
A.E Mr. Ayaz QURESHI
A.E Mr. Amjad PERVEZ
A.D.E Mr. Nusrat ALI
短期専門家 三澤 昭氏
A.E Mr. Abdul GHAFUOL
回路部品研究室 給仕の方

1 序 文

1.1 目 的

パキスタン電信電話総局中央電気通信研究所（在イスラマバード市）に日本政府より技術協力が実施されその一環として電子回路部品研究が取り上げられた。今般その技術指導の要請にともない、パキスタン政府から日本政府に対しセラミックコンデンサ製造技術に係る試作研究指導の要請があり実施された。

本件は頭初国際協力事業団と郵政省から富士チタン工業株式会社に専門家の要請があったのだが、社の都合により、ナイセイエンジニアリングを推薦頂き幣社より短期専門家を派遣した。担当者の訪パは、今回が初めてであり準備期間に制限があつて十分な試料及び資料作成が出来なかつたことを予め申し添える次第です。

業務内容は次の骨子による。

- (1) 固定磁器コンデンサ（CERAMIC CAPACITOR）の基本技術の指導
- (2) 固定磁器コンデンサの製造技術の指導
- (3) 固定磁器コンデンサの設計と製品仕様の指導
- (4) 固定磁器コンデンサの電氣的、窯業的特性の測定法指導

上記が主な指導内容で、その他、日本国内に於ける開発新製品の見本を持参し、それ等の特長と実用上の効果についての解説も付け加えた。今回の訪パに際し最重点項目としてセラミックコンデンサの実験室的試作品の完成で、実用化レベルの製品データを得るよう指示を受けた。

従つて粉末成型品製作要領とそれの焼結技術を主体として指導の繰り返えし実習を行った。

1.2 派遣技術者氏名、派遣国および任国所属機関

- (1) 派遣技術者氏名：内生幹夫（有限会社ナイセイエンジニアリング）
- (2) 派遣国：パキスタン回教共和国
- (3) 任国所属期間：パキスタン電信電話総局中央電気通信研究所（C. T. R. L）

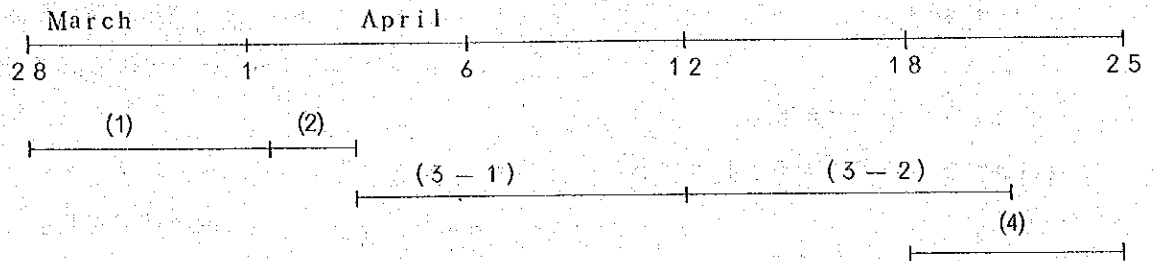
1.3 派遣期間 昭和56年3月27日から昭和56年4月26日まで

1.4 実施スケジュール

技術指導はおおよそ下記によつて行つたが、指導期間が薄膜I.Cと重なりカウンターパートメンバーも受講者が重複した為、別紙報告日報の通りとなつた。

- (1) Preparation
- (2) Lecture - 1

- (3) Manufacturing Trial
 (3-1) Mastering of Equipment Utilization
 (3-2) Ceramic Capacitor Design
- (4) Lecture - 2



1.5 カウンターパートの氏名および人数

カウンターパートの氏名、人数、職責、所属研究室は表1に示す。

表 1

No.	Name of Counterpart	Designation	Laboratory
1	Mr. Nusrat ALI	Assist Divisional Engineer	Circuit Compo Lab.
2	Mr. Ayaz QURESHI	Assist Engineer	Circuit Compo Lab.
3	Mr. Amjad PERVEZ	Assist Engineer	Circuit Compo Lab.
4	Mr. Abdul GHAFOL	Assist Engineer	Circuit Compo Lab.
5	Mr. Wasim Anwar KIANI	Engineering Supervisor	Circuit Compo Lab.
6	Mr. Mubarak ALI	Laboratory Assistant	Circuit Compo Lab.

上記6名のカウンターパートに対する講義および実習は全員参加され講義室に於ける長時間指導時は SHEIKH 所長、Chief Advisor Dr. SATO それに Expert P. C. M. H. KATO の各氏の臨席があった。

2. 業務概要および指導の成果

2.1 C. T. R. L 関係者との打合わせ

佐藤首席顧問、長期専門家PCM加藤齊、および短期専門家IC、三沢昭の各氏と実施スケジュールを協議し提出資料に基づき指導日程の概要を定めた。更に用意した諸文書、講義に用いる資料の検討をお願いし必要数のコピー依頼も含め、カウンターパートの現状説明とセラミックコンデンサ進展状況の説明を受けた。渡前前に準備調達し先行空輸した携行機械および資材の入荷が遅れているため、実験着手が出来ず到着までの一週間は既設実験装置の試運転並びに電気炉等加熱装置のGreen Testを行った。

2.2 提出資料の内訳

- 1) CERAMIC CAPACITOR 英文 EIA 規格
- 2) 日本製 CERAMIC CAPACITOR 市販原材料のカタログ
- 3) 同上 出荷試験成績書
- 4) CERAMIC CAPACITOR 実験用携帯資材一覧表
- 5) 試作実験スライド説明書
- 6) CERAMIC CAPACITOR の試作実験方法の説明書
- 7) CERAMIC CAPACITOR の製造工程および作業要領説明書
- 8) CERAMIC CAPACITOR の設計資料
- 9) CERAMIC CAPACITOR ELEMENT の電子顕微鏡写真
- 10) CERAMIC CAPACITOR HANDBOOK
- 11) 半導体 CERAMIC CAPACITOR ELEMENT SAMPLE
- 12) 圧電プザー製品（市販品）見本
- 13) 円板形 CERAMIC CAPACITOR 製品見本
- 14) 無機および有機試薬 HANDBOOK
- 15) 電子機械工業会加盟 CERAMIC CAPACITOR メーカーカタログ各種
- 16) その他実験用治工具および事務用品等

2.3 CERAMIC CAPACITOR の基本技術の指導

別紙添付資料に基づき CERAMIC CAPACITOR の微細構造と誘電体組成、使用原料の特長例えばチタン酸バリウム素子、酸化チタンを主成分とする誘電体素子或はそれ等の基本的特性について指導し、更に CERAMIC 以外のコンデンサ（CAPACITOR）について特性例をかかげて夫々の特長を理解してもらった。

次に CERAMIC CAPACITOR の製品設計について別紙添付資料に基づき、実際に試作実

験試料作成に臨む場合のトレーニングを行った。

2.4 実験室的製造技術の指導

添付資料 CERAMIC DISC CAPACITOR TESTING METHOD (April 1981) により、比較的長い時間講義をした後、携行資材入荷後は積極的に試作実習を行い製造の技法を習得してもらった。尙実験に際し先の専門家の指導と幾分相違する箇所があったが、それは各会社或は研究所に於ける製造技法にそれぞれ特長があることを理解してもらい指導に当たった。

2.5 試作品の電氣的、窯業的特性の結果

別紙試験成績書に記載された通りの結果を得た。

CERAMIC CAPACITOR の主要試験項目である静電容量 $\tan\delta$ 絶縁抵抗、耐圧試験および AC、DC 破壊電圧を測定した。各試料共初期実験としては非常に高い水準のデータが得られ、既設機器も充分仕様を満たせた。又窯業的な特性、(例えば素子の焼結表面の結晶粒成長或は X線解析、光学的観察)については後日、日本国内で試験することとした。電氣的性能試験で重要な温度依存性の確認は滞在期間の関係で着手が間に合わず、特に温度補償用 CERAMIC CAPACITOR の温度係数値の測定は、微小容量測定器が設備をされて居ない為、不可能であった。

2.6 研究開発技術および新技術の動向について

現在先進国に於て実用化され量産をされている電子回路部品の内 CERAMIC CAPACITOR 関係では、まず超小形化の目的から次の開発がなされている。

- 1) 薄物成型技法 (押出湿式成型。ロール圧延成型およびドクターブレード湿式成型等)
- 2) 積層 CERAMIC CHIP CAPACITOR
- 3) 半導体 CERAMIC CAPACITOR
- 4) 低温度焼結誘電体組成の研究開発
- 5) 半導体積層 CERAMIC CAPACITOR

上記 1) ~ 4) までのものは既に実用化製品とされ小形回路部品として発展している。

C. T. R. L に於ける設備では、粉末成型が主体であり高圧コンデンサ分野に利用される。参考までに薄板成形の Green Sheet, 焼結半導体および積層コンデンサのサンプルを呈示して特長を指導した。然し何れの開発製品にしても現在の粉末素子焼結技法が基礎となっているし又誘電体組成の分野に於ても根本は同じであり、じっくり基礎技能を習得すべきことも認識してもらった。

2.7 技術指導の成果

- 1) 先の指導において、充分多くの試料作成に到らず、さらに治工具など（例えば成型用金型、電極塗布用ロクロ、銀電極液、外装塗料後のWAX含浸の手段、誘電体焼成技法、および粉末裸粒選別基準等の問題点）の設定が不充分であり幾分低い検査成績を得ていたが、今回の技術指導で基本的知識を深めることができた。
- 2) 製造技術については全工程に及び作業の流れを理解した。更に、熟達する為には繰り返し実験を重ねる必要があるので時間をかけて取り組むことであろう。
- 3) 基本誘電体組成の分野は今回の指導が初めてであり文献や特許公報などによる予備知識が無い為、充分な理解は困難の様だった。然しながら長期専門家の懇切丁寧なる説明で向後に希待される。
- 4) 試作品のテスト結果は一般試験項目でみる限りではJISおよびEIA規格を満足している試料を得た。
- 5) C.T.R.Lカウンターパートの各位がCERAMIC CAPACITORの試作研究に対しさ程興味を持っていない初期の態度が試料作成後測定データが提示されたあたりから一転して興味を示した様に見受けられ、彼等の熱意を認識した。担当者帰国後も更に試作実験が続けられることを期待する。
- 6) 粉末成形工程に於いて作業者の不注意で金型を一組破壊させたが失敗後は極めて丁寧に取扱いようになり各工程の設定基準など後半の講義では確認事項の重要性が再認識された。
- 7) 基礎講義の際キュリ一点の説明に当たり佐藤首席顧問が理論の解説をなされた時、C.T.R.L所長初めカウンターパート各氏が非常に感心され、材料研究専門家の認識を深められ、良い機会であった。
- 8) CERAMIC CAPACITOR素子（成型ペレット）焼成で別紙添付の昇温曲線を基準として仕様化した。C.T.R.Lの1日間の勤務時間は約6時間と日本の場合に比較して短い。従って8時間を必要とする連日の焼成は非常に困難で実験の取り組み士気が落ちる要因であったので次の方法を提案しC.T.R.L焼成法として以後時間内完了をみる様配慮した。
1000℃MAXニクロム電気炉を用い前日に約700℃まで昇温し一次焼成を行った後、翌日試料を取り出して、本焼成炉に移しスタートは室温から約10分間で500℃に上昇させて、プログラムコントローラー指示にもとづき、焼結適正温度到達後2.5時間保持(Keep)し電源を切り自然冷却する方法である。標準的方法ではないが、TESTの結果一応問題ない結論を得たので採用を決定した。但し次の改善工夫は必要である。1000℃MAXニクロム炉の電源は電圧調整タップが取付けて無く常時一定電圧が印加されるため曲線でなめらかな昇温が不可能である。
電力量が少ない電気炉であるから入力側にスライドトランスを設置して任意の電圧調整が出来る様配慮することが望ましい。

2.8 検討事項

1) 製造および研究試験設備

一連の設置機械器具および装置は一応試作研究としての製造設備としては満足出来る状態であるが、更に実験効率を上げる為には、別紙添付資料のリストに示した資材を機器が望まれる。例えば近い将来を検討し是非にも必要視されるものとして (1)小形自動タブレットマシン (2)銀電極印刷機 (3)微小容量測定器 (4)還元雰囲気炉 (5)湿式シート成型機 (6)Green Sheet 打抜機 (7)点接触ダイヤルシクネスゲージ (8)電子部品温度特性測定槽および試料取付トレイ

2) 原材料および消耗資材

今回の派遣指導に用いた配合原料は標準的 CERAMIC CAPACITOR のうちのほんの一部であって広範囲にわたる静電容量値および諸特性の種類を選ぶことが出来なかった。向後一般レベルの各特性を有する CERAMIC CAPACITOR 原料として下記仕様のものが必要である。

- a) 1PF ~ 10PF の微小容量用低誘電率原料 NPO (E6 ~ 10)
- b) NPO、N80、N150、N220、N330、N470、N750、SL、N1500、N2200、N3300、N4700 P.P.M/°C 等の温度補償用粉末原料
- c) 誘電率 1000、1500、3000、4000、6000、8000 および 16000 (於 20°C 測定時) の Y5E ~ Z5V 範囲のチタン酸バリウム系高誘電率粉末原料
- d) 上記各種誘電体焼結済 ELEMENTS、これは現在日本国内、米国、およびヨーロッパ、東南アジア諸国で実用に供されている一般仕様固定磁器コンデンサ (円板形) を理解する必要から、銀電極以降の製造工程で実習するものである。
- e) 金型 Dia 15mmφ, 12mmφ, 8mmφ, および 6mmφ 程度のもの
- f) サヤ匣鉢およびジルコニアセッター、各原料別に利用する程度
- g) 銀電極用銀液、外装絶縁塗料、および WAX 等の消耗資材
- h) プログラムコントローラー付電気炉 (本焼成炉) 用プログラムチャート。
(現在スペアが無く焼結実験に不自由している)
- i) 外装絶縁塗料塗布後試料取付スタンド (ホルダー治具)
- j) 試作コンデンサと比較する為の標準コンデンサ (CERAMIC 完成品)
- ※k) Qメーター (次期増設予算案の好機があれば……)

3) カウンターボードの指導成果感想

1ヶ月間の指導で各人の成果を見出すことはむづかしいが、結果的には日数が不足したと。現地の国民性の理解が充分届かなかったことなどで日本的感覚では少々まごつくことがあった。例えば職制の階級があって実習で試料の作成する担当者は Laboratory Assistant の任務らしく、あまり作業に手出しをしない。或は機械装置の操作を進んで習得しようとする

気構えの欠如などは部品研究を目的とする研究員にとって改革の必要を痛感した。専門が電気通信関係の教育を受けている者が多く材料分野は比較的理解出来る者は少かった様である。

SHEIKH 所長が出席された講義指導の時などは非常に熱心に受講し元来は勉強好きの集りの様にも感じとれた。

4) 今後の技術指導の案

再度復習の機会を設けて、全員が習熟するように指導すること。継続して試作研究に取り組み次に単原料を出発原料として文献等配合組成の基礎確認TESTに進展させること。設計の根拠を明確に理解するために系統だった試料を作成して比較検討を行うこと。例えば使用電圧と誘電体肉厚の決定。結晶粒の成長と耐電圧の関係。更には、焼結助剤の添加効果と誘電特性の影響など基本要因を探求することである。

次に温度依存性と狭い静電容量許容差に修める為の技法。より高い誘電率を具備し温度による変化率の小さいコンデンサ材料研究と小形化するための開発標的を定めることなども必須項目であろう。

一方JIS規格及びEIA規格並びにMIL規格(軍用)等の品質保証の為の特殊試験項目の意味、長時間負荷TESTによる品質の劣化、経時変化の物理的要因等も今後取り上げるべき指導内容として考えられる。

何れにしても各回路部品共通の問題であるから総合的視野に立って展開することが望まれる。以上業務内容と指導の成果について報告しましたが、今回の技術指導にあたり実験試料およびスライド、さらには製造指導骨子標準仕様書等の提出に御協力された富士チタン工業株式会社代田勲氏には深く感謝申し上げる次第です。

尚技術指導の専門参考書として防衛大学電気工学科教授工学博士であられる岡崎清先生の著書によるセラミック誘電体工学を利用して載せました。

3. 業 務 内 容

3.1 業 務 日 誌

昭和56年3月24日～昭和56年4月26日

業務日	主 要 業 務 動 向
3/24 (火)	会津若松発AM10:20 特急あいづ上京 富士チタン工業株式会社 東京支店訪問。パキスタン中央研究所に必要な原材料試験成績書および送付資材の確認。
3/25 (水)	パキスタン中央電気通信研究所回路部研究室提出見本品購入 (1) Ceramic 積層コンデンサ (2) PIEZO Electric Buzzer (3) ドライバー等 工具数種類 (4) 筆記用具等文具品 (5) 参考書籍および実験白衣等
3/26 (木)	国際協力事業団訪問。パキスタン出張旅費および旅券等受領 北村短期専門家(理研電具)帰国報告拝聴(於JICA)
3/27 (金)	東京(成田国際空航)発AM10:00PIA離日、北京經由RAWALPINDI。 RAWALPINDI空航18:55着。ISRAMABAD HOLYDAY INN Hotel 泊。 パキスタン中央電気通信研究所休日。
3/28 (土)	パキスタン中央電気通信研究所訪問。研究所内見学。 日本人長期滞在員各位面会挨拶。 パキスタン中央電気通信研究所所長へ挨拶。
3/29 (日)	G. T. R. L CHIEF ADVISOR Dr. SATO 研究経過説明。設置機械器具点検。 CERAMIC CAPACITOR 実施計画立案。 カウンターパート面会(紹介)実施計画のアウトラインを説明。 持参した参考書類およびテキストコピー。講義資料配布。
3/30 (月)	携行機材内訳説明。(3/20日本国発送荷物入荷出来ず状況調査) G. T. R. L 既設実験装置のGreen Test(電気炉他稼動実験) 日本製Ceramic Capacitor見本品提示および仕様等の説明。 G. T. R. L 研究所長に今後の実験内容および実施計画の説明。
3/31 (火)	Ceramic Capacitor 静電容量測器(YHP4260A Universal Bridge)の感 度調整。 Ceramic Capacitor 焼成用電気炉のプログラム調節計の調整。 前回渡バの日本人専門家の指導内容および実験結果拝聴。 現在不備な実験装置機材等の状態の説明拝聴。
4/1 (水)	Ceramic Capacitor の指導実施計画と指導内容説明 講義用資料の用意(コピー、見本品、規格書類等の整理) スライドの試写。設置機械の据付改善指導

業務日	主要業務動向
4 / 2 (木)	講義：Ceramic Capacitor の規格と特性について ; Ceramic Capacitor の微細構造と誘電体組成について ; Ceramic Capacitor の材料及び実用化配合例 ; Film Capacitor 他セラミック以外のコンデンサの説明 実験：日本製 Ceramic Capacitor の測定
4 / 3 (金)	休 日
4 / 4 (土)	講義：Ceramic Capacitor の製造技術について 試作実験方法のスライド説明。製造技術および製造工程の解説。 携行機材の入荷、点検結果報告書提出 Mr. SEKIGUCHI
4 / 5 (日)	実験 (1) BT 203B 原料のプレス成型指導 (実技) (2) 焼成用電気炉の昇温およびプログラム記録計の確認 (3) 焼成品素体の銀電極塗布指導 (4) 銀電極焼付方法の指導
4 / 6 (月)	実験 (1) BT 203B 原料プレス成型 (2) 焼成品素体の銀電極塗布 (3) 銀電極焼付 (4) 成型ペレットのサヤ詰 (5) 焼成用電気炉稼動 (持参成型品試験焼成) (6) 外装塗料の配合 (7) 含浸用 WAX の溶融 TEST
4 / 7 (火)	日本大使館表敬訪問 (AM 10:00 ~ AM 11:00) 夕食招待。 金型破損部分修理。積層 Ceramic Capacitor の特長講義。 実験 (1) リード線半田付方法の実験指導 (2) 絶縁塗料、被覆外装実験指導 (3) 一次焼成法 ※ (C.T.R.L 方式) 提案および実施。
4 / 8 (水)	講義：Ceramic Capacitor 湿式成型による薄板製造技術について 実験：(1) 絶縁塗料焼付の実験指導および WAX 含浸の必要性解説。 (2) 製造試料工程別見本台紙の作成 (3) BT203B BT303B NPO および N750B 各成型品のサヤ詰と一次焼成
4 / 9 (木)	講義：Ceramic "PIEZO" Buzzer の市販見本説明および仕様解説。 Ceramic "Cemiconductive Capacitor" の市販見本説明および特長解説 実験：今日現在迄試作した試料の測定結果と品質レベル説明。 一次焼成、本焼成、銀塗焼付、半田付、塗装、焼付、WAX 含浸各工程。
4 / 10 (金)	休 日

業務日	主要業務動向
4/11 (土)	<p>講義：Ceramic Capacitor の設計計算式および実際試料の確認。 ：Ceramic Capacitor の焼成縮少（収縮係数）の重要性について。 実験：前回購入資材の外装絶縁塗料の改善使用方法の実習。 実験室及び試料作成様子写真撮影。PCM Mr. H. KATO。</p>
4/12 (日)	<p>技術習得の様子を確認する為の試験問題作成 Dr. SATO。 今後の指導項目及び内容の再確認打合わせ（CA Dr. SATO、PCM Mr. H. KATO） 実験：小型寸法の金型による各種原料別厚さ別素子成型開始。 （使用電圧と素体内厚の要因設計基準の“めやす”試験の為）</p>
4/13 (月)	<p>講義：E I A 規格および J I S 規格の特長と関連性について 実験：Ceramic Capacitor 容量および tanδ 測定器（YHP4260A）の使用注意事項（ダイヤル調整）の実技指導 日本製焼結素体の銀電極塗布実験</p>
4/14 (火)	<p>実験：小型寸法成型品の一次焼成 日本製焼結素体の銀電極焼付実験および半田付 日本製成型素体の本焼成 前回購入外装絶縁塗料の焼付および WAX 含浸 TEST</p>
4/15 (水)	<p>実験：小型寸法成型品の本焼成。耐電圧および破壊電圧測定。 日本製焼結素体の銀電極塗布 ○設計 EXPERT Mr. NAKAJIMA 依頼による微小容量コンデンサ。 ○C. T. R. L 研究所所長回路部品実験室見学実習内容説明</p>
4/16 (木)	<p>実験：小型寸法成型品の外装塗料塗布 小型寸法成型品の本焼成継続 銀電極塗布（毛筆による手塗り操作の熟達訓練） 素体寸法の違いによる外装塗料の濃度適正化訓練。</p>
4/17 (金)	<p>休 日</p>
4/18 (土)	<p>講義用テキスト英文翻訳。AE Mr. Ayaz Qureshi 共同作成 タイププリント依頼 実験：小型寸法成型品銀電極塗布及び焼付 リード半田付</p>
4/19 (日)	<p>講義用テキスト英文翻訳 AE Mr. Ayaz Qureshi 共同作成 タイププリント依頼 実験：小型寸法成型品外装塗料塗布 自然乾燥</p>

業務日	主要業務動向
4/20 (月)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 研究成果報告書骨子内容の打合わせおよび英文書類作成 実験：現在迄作成した夫々の完成品の測定。データ記録用紙作成。 DCおよびAC電圧破壊試験による品質確認骨子説明
4/21 (火)	講義 (4 / 2 1 ~ 4 / 2 3) <ul style="list-style-type: none"> (1) Ceramic Capacitor の製造技術の解説 (2) Ceramic Capacitor の製造工程の解説および操作確認事項 (3) Ceramic Capacitor の設計
4/22 (水)	<ul style="list-style-type: none"> (4) 円板型 Ceramic Capacitor の日本国内製品一般市販品の説明 (5) 試作品の電気特性および使用原料の試験成績書説明 (6) J I S 規格および E I A 規格の解説 (7) 技術習得確認試験問題提出
4/23 (木)	<ul style="list-style-type: none"> (8) C. T. R. L 試作実験品の試験成績の解説 (9) 今後の開発研究として希望される新製品の動向 (10) C. T. R. L 回路部品研究スタッフに望むこと (11) C. T. R. L 回路部品研究室に必要な資材、機材リスト作成 (12) CERAMIC CAPACITOR HANDBOOK コピー贈呈
4/24 (金)	休 日
4/25 (土)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 研究の成果報告書提出 C. T. R. L 研究所長 Chief Advisor Dr. SATO および Expert PCM Mr. H. KATO の各氏 ○ 関係各位との懇談会 ○ 短期専門家より御礼の挨拶
4/26 (日)	帰途：RAWALPINDI 空航 AM 7 : 0 0 P I A 離発。北京經由東京 (成田国際空航) PM 9 : 5 5 着 <div style="text-align: right;">以 上</div> ※ 4 / 2 8 (月) 国際協力事業団訪、帰国挨拶

TECHNIQUE OF RESEARCH & TRIAL ON CERAMIC CAPACITORS

By

Mr. Mikio NAISEI

Dated April 25, 1981

EXPERT CIRCUIT COMPONENT (CAPACITOR)

1. Guiding points

1. Outline of Dielectric Ceramic Capacitor Technology:
 - Ceramic Capacitor material
 - Specification of a Ceramic Capacitor
 - Features of various kinds of Capacitors and their application.
2. Manufacturing method of Ceramic Capacitor.
3. Sintering technique (Microscopic Structure).
4. Electrical and Physical characteristics of Ceramic Capacitors.
5. Trial manufacturing and characteristics measurement of ceramic capacitor.
6. Measuring a long term variation characteristics of a ceramic capacitor.

2. Result

As the points of manufacturing trial were given to a certain degree by the former team, the guide main points were put on the manufacturing technique of each process in the Laboratory upto the complete product. Especially, good explanation was given by a flow-chart onto the important process. Results obtained were satisfactory although time was not enough to have repeating experiment. Lecture was given as far Ceramic Capacitor fundamental characteristics: some microscopic structures when sintered or high voltage break down and electric characteristics change by various material mixing.

From now on, it will be possible for CTRL Circuit Component Laboratory to design, manufacture and supply various values ($1\text{pF} \sim 0.05\mu\text{F}$) of ceramic capacitors required by other laboratories, if materials are provided.

Lastly appreciation should be given to Chief Advisor, Dr. SATO and Expert PCM, Mr. H. KATO for many sides of cooperation.

3. Future research plan for Ceramic Capacitors

1. Trial manufacture and application of element samples from mass-production line.
2. Lecture for Basic Theory of Ceramic Capacitors.
 - Optical, Electrical, Physical & Chemical characteristics testing method.
3. Ceramic Capacitor Quality Control Method.
4. Applications of new Ceramic Capacitors
 - Semiconductive Ceramic Capacitor
 - PIEZO Ceramic
 - Multi layer Ceramic Capacitor
5. Training of manufacturing technique
6. Outline of "Electronics Ceramics" Development

3.3 C.T.R.L 回路部品研究に必要な資材機材リスト

MATERIAL AND EQUIPMENT LIST FOR CAPACITOR

	<u>Qty</u>
1) <u>MATERIALS:-</u>	
i) NPO low epsilon group (E-6 ~ 10)	5 Kg
ii) N80, N150, N220, N330, N470 and SL BT. E-1500, 3000, 4000, etc. High epsilong group	5 Kg
2) Balance (500 mg to 100 mg) seals type	(1 set)
3) Mold 15 mm ϕ , 12 mm ϕ , 8mm ϕ , 6 mm ϕ	(1 set)
4) for firing the tablet	(20 pcs)
5) Program chart for electric Muffle furnace	(30 pcs)
6) Silver past	(One Kg)
7) Soldering past	(Two Kg)
8) Durage Resing	(5 Kg)
9) Stand for capacitor offter coating	(5 set)
10) Clip of universal Bridge for holding capacitor	(2 set)
11) Plastic Battle for Ball mill Machine	
i) One liter size	(10 pcs)
ii) Two liter size	(10 pcs)
12) Ceramic capctiro elements of standard series (commercial size) after firing	(1000 each)
* 13) Digital Q Meter	(One set)
* 14) Tablet Machine atomatic (Maximum 5 Ton pressure)	(One set)