

ブラジル連邦共和国
材料技術開発計画
事前調査団報告書

平成4年3月

国際協力事業団
社会開発協力部

ブラジル連邦共和国材料技術開発計画事前調査団報告書

平成4年3月

国際協力

JICA

73
66
SF

LIBRARY

社協一

JR

93-012

JICA LIBRARY



1106893191

国際協力事業団

25285

ブラジル連邦共和国
材料技術開発計画
事前調査団報告書

平成4年3月

国際協力事業団
社会開発協力部

序 文

ブラジルのサンパウロ州技術研究所(IPT)は、ブラジルの技術、産業の発展に資するために、コマーシャルベースでは実施困難であるが国の発展にとっては重要な研究開発や、一般企業からの依頼を受けて、非営利有償ベースの研究を行うことを目的として設置された州政府系の機関である。

このIPTに対し、JICAは1978年以来、専門家派遣（長期・短期）、研修員受入れ、機材供与、第三国研修等の技術協力を個々に実施してきた。ブラジル政府はこれまでの実績をふまえ、工業近代化に不可欠とされる材料技術の高度化を計るために、IPTにおけるプロジェクト方式技術協力を要請越した。

本プロジェクトの要請は、1987年以来ブラジル側より提出されていたが、協力規模および範囲が大きすぎるとの理由でわが方は協力を見合わせていた。その後、1990年1月、ブラジル側は当初要請の十数分野のうち、ファインセラミックスおよびニッケル超合金の2分野に絞って再要請越した。協力要請分野は先端技術に係るものであるが、その内容は基礎研究レベルの技術移転を主体とするものであり、当初の要請に比してより現実的なものであった。

これを受け、当事業団は本プロジェクトの実施に向けて再検討をすべく、外務省、通商産業省、科学技術庁の協力を得て、1992年2月12日から2月19日まで事前調査団を派遣し、IPTが協力要請するファインセラミックスおよびニッケル超合金の2分野の技術内容詳細およびブラジル側実施体制について調査を実施した。

本報告書は、上記調査団が行った調査および協議の内容と結果をまとめたものである。

終わりに本件調査にあたり、ご協力頂いたブラジル政府関係機関、在ブラジル日本大使館、外務省、通商産業省、科学技術庁の関係各位に深甚なる謝意を表する次第である。

1992年2月

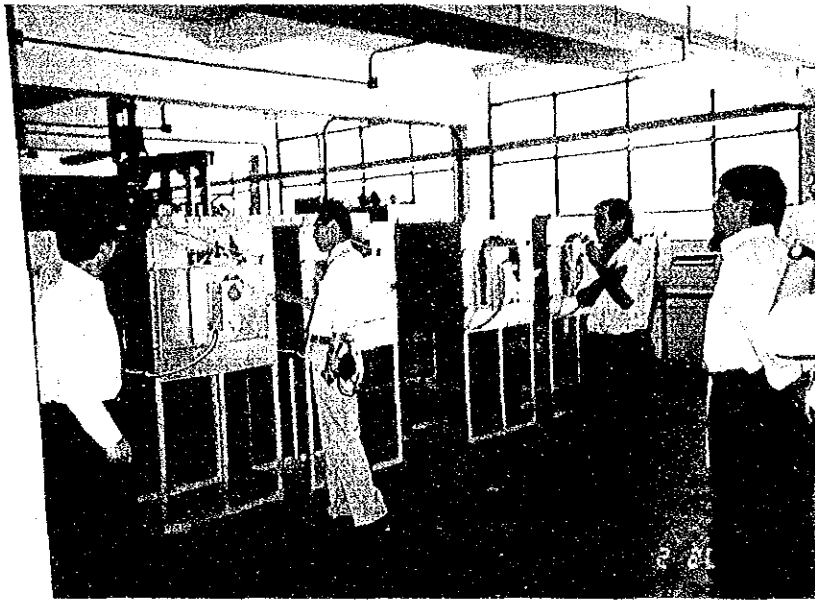
国際協力事業団
理事 玉光弘明



ミニッツ署名
(中央右：ダントス総裁、中央左：猪股団長)



IPTとの協議
(右から2人目：イザベル国際課長)



IPTのセラミックス部門施設視察



同 上

目 次

序 文 写 真

1. 事前調査団の派遣	1
1-1 派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査日程	2
1-4 主要面談者	3
2. 要 約	5
3. 開発計画の現状と関連	7
4. 協力分野の現状と問題点	9
5. 要請の内容	19
6. 第三国（国際機関を含む）の協力概要	29
7. プロジェクトの概要	29
7-1 目 的	29
7-2 実施計画概要	30
8. 相手国のプロジェクト実施体制	31
8-1 実施機関の組織及び事業概要	31
8-2 プロジェクトの組織及び関係機関との組織関連	33
8-3 プロジェクトの予算措置	33
8-4 建物、施設等計画	34
8-5 カウンターパートの配置計画	35
9. 政府関係機関の支援体制	37
10. 協力実施にあたっての留意事項等	39
附属資料	43
① 議事録	45
② 持ち帰り資料一覧表	163

1. 事前調査団の派遣

1-1 派遣の経緯と目的

サンパウロ州技術研究所(IPT)は、ブラジルの技術・産業の発展に貢献することを目的として、コマーシャルベースでは実施困難だが国にとっては重要な研究・開発を実施するとともに、一般企業からの依頼を受けて非営利有償ベースの研究も行う州政府系の機関である。

このIPTに対しJICAは1978年以来、専門家派遣(長期・短期)、研修員受入、機材供与、第三国研修等の技術協力を実施してきた。しかしこれまで個別技協が中心で、本格的なプロジェクトタイプのものがなかったこともあり、伯側は今般、工業近代化に不可欠とされる材料関連技術の高度化を図るべくプロジェクト方式の包括的な技術協力を要請越した。

本プロジェクトの要請は、1987年以来伯側より提出されていたが、1989年10月、協力規模及び範囲が大きすぎるとの理由で不採択となっている。その後、日伯年次協議、IPT総裁JICA往訪を経て、1990年1月、当初要請の13分野のうち、ファインセラミックスおよびニッケル超合金の2分野に絞って再度要請越した。

この過程の後なお、1990年5月、IPT総裁が再度JICA来訪した際、①先端技術ゆえ専門家のリクルート難②予算規模が大きい③協力範囲が広い、との理由で協力が困難であるとの回答をしたが、さらに在ブラジル日本大使館から、協力要請分野は先端技術に係るものだが、その基礎研究レベルの技術移転を要請するものであり、またIPTとしては日本側の対応可能な範囲に要請内容を修正する、として、本プロジェクトの実施を改めて強く要望してきた。

本邦にて関係省庁をも含め検討した結果、今般、プロジェクト実施可能性と協力内容を詳細に調査することを目的とする事前調査団を派遣することとなった。

1-2 調査団の構成

氏名	担当	現職
猪股吉三	団長・ファインセラミックス	科学技術庁無機材質研究所 総理府技官
植田哲哉	セラミックス研究	通産省工業技術院 名古屋工業技術試験所 セラミックス応用部応用技術課長
山縣敏博	金属材料研究	科学技術庁金属材料研究所 材料設計研究部第2研究室長
奥英之	協力企画	科学技術庁研究開発局 総合研究課長補佐

菅原 彰 技術協力計画

通産省生活産業窯業建材課

ファインセラミックス室調査係長

成田 明敏 業務調整

国際協力事業団

社会開発協力部

社会開発協力第1課長代理

1-3 調査日程

日順	月	日	調査内容
1	2月17日(月)	22:00	成田発 JL064
2	18日(火)	08:45 14:00 16:00 17:00	サン・パウロ着 サン・パウロ州技術研究所(IPT)表敬 サン・パウロ総領事館表敬 JICAサン・パウロ事務所との打合せ
3	19日(水)	09:00	IPTとの協議(終日)
4	20日(木)	09:00 18:00	IPTとの協議(終日) 科学技術・経済開発局表敬
5	21日(金)	09:00	IPTとの協議及び施設見学(終日)
6	22日(土)		団内打合せ
7	23日(日)	09:15 10:55	サン・パウロ発 RG278 ブラジリア着
8	24日(月)	09:00 11:00 15:00 17:00 18:40	JICAブラジル事務所表敬・打合せ 在ブラジル日本大使館表敬・打合せ ブラジル協力事業団(ABC)表敬・打合せ ブラジリア発 RG277 サン・パウロ着
9	25日(火)	09:00	ミニッツ案協議(終日)
10	26日(水)	09:00 11:00 23:30	ミニッツ案最終協議 ミニッツ署名 サン・パウロ発 RG832
11	27日(木)		
12	28日(金)	13:30	成田着

1-4 主要面談者

ブラジル側

- (1) サン・パウロ州技術研究所(Instituto de Pesquisas Tecnológicas)
- | | |
|-------------------------------------|--|
| Dr. Francisco de Assis Souza Dantas | Superintendent Director |
| Dr. Tibério Cescon | Technical Director |
| Dr. Milton de Abreu Campanário | Planning and Management Director |
| Dr. José Eduardo Pessini | Administrative and Financial Director |
| Dr. Paulo Afonso Doin | Chemistry Division Coordinator |
| Ing. Claudio Luiz Mariotto | Metallurgy Division Coordinator
represented by Ing. Eduardo Albertin
- Head of the Casting Group |
| Ing. Fernando Jose G. Landgraf | Materials Program Coordinator |
| Dr. Hamilton Lelis Ito | Head of the Group of Metallurgical
Products Characterization |
| Dr. Evaristo Pereira Goulart | Head of the Inorganic Products Group |
| Ing. Flavio Beneduce Neto | Head of the Process Metallurgy
Laboratory |
| Ing. Marco Antonio Pacheco Jordão | Researcher of the Ceramics Laboratory |
| Dr. Chen Tsung Jye | Researcher of the Ceramics Laboratory |
| Dr. Toshi-Ichi Tachibana | Transportation Technology Division
Coordinator and Adviser to the JICA
Committee |
| Ing. Izabel Margarida Geve | Head of the International Relations
Department |
| Dr. Eduardo Albertin | Researcher of Metallurgy Division |
| Dr. Alexandre Romiido Zandonadi | Researcher of Chemical Division |
- (2) 科学技術・経済開発局
- | | |
|------------------------------|----|
| Dr. Luiz Carlos Delben Leite | 長官 |
|------------------------------|----|
- (3) ブラジル協力事業団 (Agencia Brasileira de Cooperagao)
- | | |
|----------------------------|-----|
| Dr. Luis C. Lessa Vinholes | 補佐官 |
|----------------------------|-----|

日本側

(1) 在ブラジル日本国大使館

村 角 泰	大 使
平 田 竹 男	一 等 書 記 官
徳 永 幸 久	二 等 書 記 官

(2) 在サン・パウロ総領事館

石 垣 泰 司	総領事
小 林 雅 彦	領 事
三 輪 徳 子	副領事

(3) JICAブラジル事務所

斉 藤 正 次	所 長
金 子 健 二	所 員

(4) JICAサン・パウロ事務所

堀 口 進 一	所 長
斉 藤 良 夫	室 長

2. 要 約

事前調査の概要について示せば、調査団は、まずIPTの組織および活動状況の概要（資料：②-1、②-2参照）説明を受け、調査団の訪問に合わせて、IPTが、ファインセラミックスに焦点を合わせ準備していた協力要請の具体案（資料：②-3参照）の説明を聞いた。調査団の目的は、先方が本当に望んでいる協力の内容と、その背景をしらべることにあったため、この要請案の予算上の規模と協力領域が、ともにかなり発散していて、JICA社会開発協力部がおこなっている通常の協力の規模を凌駕していることを指摘し、この種の協力の趣旨と一般的な協力形態について状況説明を行った。

この議論をベースに、IPTから1990年1月に要請があったファインセラミックスおよびニッケル基超合金の2分野について、真に希望する協力要請の具体案を、調査団の滞在期間内に作成するよう依頼した。ミニッツに添付された協力要請の具体案（附属資料：①参照）は、こうして作成されたものである。具体案の作成過程で、調査団は先方からの多くの質問に答えたが、日本側の答えや、対応が、先方独自の意思決定を妨害しないように細心の注意を払った。

調査団は、このミニッツに記された具体的提案の背景となっているセラミックス関連企業（資料：②-4参照）、セラミックス関係の学会発表の状況（資料：②-5参照）に関するデータの収集も行い、ファインセラミックスおよびニッケル基超合金の2分野が関わるIPTの施設設備の状況（ミニッツのANNEX-1の、Table 6および7参照）も見学、昨年ブラジル国内のセラミックス関係の概要紹介資料を入手（資料：②-6参照）、IPTが保有する関連実験装置のリスト（資料：②-7参照）、セラミックス関係の教育機関の現状データ（資料：②-8参照）を入手し、帰国した。

3. 開発計画の現状と関連

ブラジルでは様々な大規模開発プロジェクトがあり、多くは先進諸国の資金によって賄われている。ブラジルでは、鉄鋼石、アルミ、製鉄、発電所などのプロジェクトが行われている。日本からブラジルへの投資額はブラジルの受け入れ額の約9%を占めブラジルにとっては大きい額となっている。

有償資金協力では、東北灌漑計画、ジャイバ灌漑計画、ゴヤス州地方電化計画、サントス港開発計画がある。

また、技術協力では農業、保険医療、産業開発分野で行われており、プロジェクト方式技術協力では農業研究、野菜研究などが行われている。

サンパウロ州はブラジル中でも有数に産業が発展しており、モータリゼーションが進み、道路、住宅などの基盤整備もブラジル内では進んでいる。しかし現在は、インフレと失業対策に苦慮している。サンパウロ州独自及びブラジル政府の下で様々な工業化、産業振興計画を進めており、サンパウロ大学やIPTなどの大学を中心にし、大学での技術を企業などに適用させるため、大学中心の工業団地構想もある。

今回技術移転の対象としているIPTは、鉄鋼の標準品認定（日本のJISに相当）などを行っており、ブラジル国内でも有数の技術レベルにある。技術移転を行った場合についても充分受けとめる能力があると思われる。

サンパウロ州としても本プロジェクトは日本からの先端技術の移転であるので、セラミック分野・金属分野に与える影響は大きく、是非実現して欲しいとのことである。

ブラジルは南米の大国であり、技術的にも南米のトップクラスではあるが、日本等の先進諸国と比較すると大きな格差があり、この技術格差を縮め、製品の付加価値を高め、輸出競争力の向上を計るためにも本プロジェクトの意義は大きなものである。このプロジェクトにより日本の技術の種を蒔いてもらいブラジルの工業化産業化への大きなステップとしたいとのことであった。

4. 協力分野の現状と問題点

ブラジル政府機関の研究投資は、1980年代から続いている景気後退のあおりで極めて厳しい状況にある。IPTにおける新たな設備投資もここ数年殆どなされていない。したがって研究設備が全般に旧式で、材料の製造プロセス関係でわが国の20年前の状況に相当する状態であり、分析を含むキャラクタリゼーション関係の設備の平均的な状況でも15年程度の遅れを感ずるといえる実態である。キャラクタリゼーション関係では、かろうじて既存設備の維持に必要な消耗部品等を買付け、自力で修理しながら古い装置を用いて研究を行っている。

ブラジルは鉱物資源に恵まれ、今回、先方から提案があったセラミックスや金属材料の資源に対応する、良質のボーキサイトやニッケル鉱も産出している。このためIPTは産業界から、アルミナ(Al_2O_3) セラミックスやニッケル基超合金に代表される先端材料の生産等に関して、種々の技術的支援要請があるようであるが、前記したような状況から、IPTはこの要請に十分に対応できないでいる。

このような状態であるから、IPTやブラジル政府が、自力で設備投資を行いながらセラミックスや金属関係の先端的な材料に関する研究を推進することは極めて困難な状況にあると考えられる。本プロジェクト期間中に先方がどの程度の資金をこのプロジェクトの推進に手当できるのかについても若干心配が残される。

4-1 セラミックス部門

IPTのセラミックス研究は窯業原料及び窯業製品、その中でも特に陶製建材の特性評価に関して長い歴史と優れた実績を持っている。

現在のセラミックス研究の中心は化学部、無機製品グループに属するセラミックス研究室で、耐火物、磚子、陶製建材等の従来型陶磁器分野における、原料及び製品の特性評価、依頼分析、製造技術の研究をしている。最近ではアルミナ原料の製造と製品の研究も行われている。セラミックグループは12名のスタッフと7名程の技能者で構成されている。化学部には、分析・標準材料グループに属する無機化学分析研究室があり、セラミックスの分析も行っている。

この他、地質・鉱業資源部の一部でセラミック原料、建築・土木部で陶製建材と衛生陶器の評価を行っている。

IPTでは1987年から始まったJICA第三国窯業研修で、南米とアフリカの研修員に対して3ヶ月間の研修を行っている。また、スタッフがブラジルセラミック協会の会長に就任する等、ブラジルの学会でもIPTの果たす役割は大きく、企業に対しても指導性を発揮している。IPTの手薄な(弱い)分野を挙げるならば、建築陶器を除くセラミック製品の生産技術

と、磁器の研究のポテンシャルが低いことが挙げられる。

4-2 金属部門

4-2-1 Ni基超耐熱合金の現状

Ni基超耐熱合金はジェットエンジン及びガスタービンの発達を支えてきた材料で、燃焼器から音速に近い速度で噴出する高温・高圧の燃焼ガスの持つ運動エネルギーを機械的な回転エネルギーに変換するタービン部材（動翼、静翼、ディスク）、燃焼器等に広く使用されている（図1）。

ジェットエンジンの熱効率は燃焼器から高圧タービン部に入る燃焼ガス温度（ガス入口温度）を高くする程上昇する。そのために、より高温で使用出来る高温強度の優れた合金の開発・新しい製造プロセスの開発が現在でも続いている（図2参照）。

この合金は、ニクロム合金をベースにして合金元素の添加及び製造プロセスの開発により高温強度の高強度化が達成されてきた合金である。この合金の強度特性を耐用温度（14 kgf/mm²の応力に1,000時間耐えられる温度）の時代による変遷を製造プロセス技術の開発とともに図2に示す。当初はニクロム合金（ γ 相）にTiを添加することによりNi₃Ti金属間化合物（準安定 γ' 相）が析出して合金が著しく強化されることが知られ、これが γ' 析出強化型Ni基超耐熱合金の起源となった。その後、Alを加えることでNi₃Al型の安定 γ' 相による析出強化を図ったNimonic80合金を初めとする一連のNimonic系合金が開発され強度が大幅に上昇した。

強度をさらに上げるためには、Al等の添加量を増し γ' 相の析出量を多くする必要がある。そのためには、Al、Ti等の添加量をさらに増やす必要があるが、1950年頃の溶解は大気中で行われていたため、Al、Ti等の活性金属は溶解中に大気中の酸素と反応して酸化物を生成し合金中に残る量（歩留まり）には限界があった。したがって、 γ' 相の析出量がある値以上多くならないため合金の強度上昇が頭打ちとなった。この問題は、真空中で合金を溶解する技術が開発され、Al、Ti等の活性金属の歩留まりが大幅に向上したため、 γ' 相の析出量が増加し合金の高強度化が達成されたことにより解決した。しかし、強度の上昇は結晶粒界に添った粒界割れを引き起こし、延性及び鍛造加工性が低下した。この問題は、C、B、Zr等を微量添加することにより結晶粒界が強化されて粒界割れが押さえられ延性が改善されることにより解決された。

当時のタービン部材は、合金を溶製後鍛造加工により最終形状に近い形状まで成形した後、器械加工により最終製品を造る方法で製造されていた。合金の高強度化は合金の鍛造加工性の低下を犠牲に達成されたため、高強度合金を開発しても実用化できる合金の強度にも限界があった。

1950年代半ばに至り、真空中で溶融金属をセラミックス製鑄型に流し込み最終形状部品を製造する真空精密鑄造技術が開発されるとともに、この製造プロセスに適した合金の開発が行われ高温強度が大幅に上昇した。

しかし、その後の強度の上昇率は $1^{\circ}\text{C}/\text{年}$ まで低下してきた。この状況下においてエンジン効率を上げる手段としてタービン動翼、静翼を中空にして内側から空気冷却することにより動、静翼の表面温度を上げずに、ガス入口温度を上げる技術が開発され、エンジン効率が向上した。

一方、合金強度の上昇は延性の低下を犠牲に達成されており、延性の改善が強く要望されていた。高温での破断は応力軸に垂直な結晶粒界で起こることが明らかになり、応力軸に垂直な結晶粒界を除去して延性を改善しようとする試みが行われた。溶融金属を鑄型に鑄込んだあと細長い結晶粒の集まりからなる柱状晶を得る一方向凝固技術(Directional Solidification DS)が開発され(1960年代初頭)、柱状晶にすると多結晶に比べて延性のみならず強度も大幅に上昇することが明らかになった。柱状晶を一方向凝固後高温で熱処理すると強度は上昇した。(図3)。同じ頃、成長してくる柱状晶の中から一つの柱状晶のみを上方に成長させて単結晶を一方向凝固する技術も引き続き開発された。しかし、熱処理した単結晶と柱状晶の強度にはほとんど差はなかった。

中空翼を一方向凝固する技術開発が進むにつれて、一方向凝固時に薄肉部の柱状晶粒界に添って割れ(鑄造割れ)が発生することが明らかになり、鑄造割れ防止が柱状晶翼実用化の大きな問題となった。60年代後半にHfの添加により鑄造割れが押さえられることが明らかにされ、この問題は解決された。70年代初頭、強度特性の優れたHf含有柱状晶用合金(DS合金)が開発され、実用化された。同じ合金を単結晶化しても強度特性は柱状晶と同程度であったため、単結晶に関する研究は一時中断された。

70年代後半、柱状晶合金の強度特性に及ぼす熱処理の影響に関する研究が行われ、熱処理温度が高いほど凝固組織の再固溶量が増え強度が上昇することが明らかになった。しかし、粒界強化元素が含まれているため凝固組織が完全に再固溶する温度よりも低い温度で炭化物の周辺から部分溶融が始まるため、この合金では強度の上昇に限界のあることが解った。そこで、単結晶では結晶粒界がないため粒界強化元素は不必要であることから、粒界強化元素量を不純物程度に抑さえ、凝固組織の完全溶体化が可能な合金の開発研究が始まり、強度特性の優れた単結晶専用合金が開発され、耐用温度が一挙に $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ 上昇した。この合金は、80年代初頭には実用化された。

代表的なNi基超耐熱合金の合金組成を表1に示す。現在では、普通鑄造合金にもHfが添加されている。

4-2-2 真空鑄造技術の現状

Ni基超耐熱合金の精密鑄造は、通常原材料又はメルティングストック(均質な合金成分を有する合金棒)をアルミナ製のつばを用いて溶解した後セラミックス製鑄型に注湯した後凝固させて最終形状品を造る技術である。鑄型の加熱方法及び加熱温度により、普通鑄造法(多結晶)、柱状晶一方向凝固法、単結晶一方向凝固法の3種類の方法がある(図4)。

① 普通鑄造法(Conbenntional Cast : CC)

鑄型を金属容器に入れアルミナ粉末で固定及び断熱し、約1,000°Cの温度に加熱した後溶湯を注湯する。鑄型の温度が合金の融点よりも低いため鑄型の内壁面全面で凝固が始まる。この方法では、固相と液相の界面の温度勾配が小さいため凝固界面前方の溶液内で遊離した結晶が過冷却により頻繁に核発生し成長する。内壁面から成長する結晶がこれらの遊離した結晶を取り込みながら成長を続けるために鑄物全体は多結晶体になる。Ni基超耐熱合金は10種類に近い合金元素を含んでいるために、凝固組織はデンドライト組織で、一般に合金元素は均一ではなく偏析している。

セラミックス鑄型には、1,000°Cの高温に耐え、かつAl、Ti等の活性金属と溶湯反応しない性能が要求される。

② 柱状晶一方向凝固法

固相と液相の界面の温度勾配を大きくして遊離した結晶を発生させないことを目的に、下端部開口鑄型を水冷された銅製チルプレート上に固定して、間接加熱法で合金の融点よりも100°C以上も高い1,500°Cに加熱し、1,560°C程度の合金の溶湯を注湯する。結晶の核発生はチルプレート上でのみ発生し、その後高温部からチルプレートに向かって流れる熱流の方向と逆向きの方向に向かって成長するため、細長い結晶の集合体(柱状晶)が形成される。種々の方位の結晶の中で<100>方位の結晶の成長速度が最も大きいので柱状晶の長軸は<100>方位となる。<100>方位の柱状晶が形成された後(約10分後)チルプレートを毎時200mmの速度で下方に移動し鑄型を加熱部から引き抜くことにより柱状晶を鑄型の上部まで成長させる。この時鑄型加熱温度が常に一定になるように温度コントロールする。また、一方向凝固中の固液界面の温度勾配を大きくかつ一定に保つために、チルプレートの移動に伴い加熱部から下方にける熱を防ぐために、輻射シールドが用いられている。

セラミックス鑄型には、1,500°Cの高温に1時間以上耐え、かつ溶湯反応しない性能が要求される。

③ 単結晶一方向凝固法

単結晶の一方向凝固は、チルプレートから成長してくる柱状晶の中から一つの柱状晶のみを上方に成長させる方法で行われる。そのために、柱状晶を育成させる部分(ス

ターターと呼びチル面から約30mmの高さ)と上方の鑄型の部分との間に、上方に向かって昇りながら一回転している3mmφの細長い回路(結晶制御回路)を組み込んだ鑄型を用いる。鑄型の上部に成長した単結晶の長軸の方位は通常<100>方位となる。一方向凝固時の温度管理は、柱状晶の場合よりも厳密に行われ、高い温度勾配が要求される。

セラミックス鑄型には、溶湯反応特性のさらに優れた性能が要求される。

4-2-3 Ni基超耐熱合金の真空鑄造技術の問題点

溶解鑄造技術の開発及びその技術に適した合金の開発はジェットエンジン技術の先進国である米国、欧州の航空機メーカーを中心に行われてきた。しかし、日本の総合重機メーカーも通産省工業技術院による、米欧の最先端技術のキャッチアップを目的とする国家プロジェクトへの参加及び自社努力等により現在ではジェットエンジン用タービン部材をライセンス生産出来るまでその製造技術力を高めている。

合金の開発に関しては、合金組成は特許等に公表されているがその開発方法は従来合金の改良が主体で、試行錯誤的な手法が主体であるように見える。しかし、日本では合金設計法を用いた開発も行われている。合金組成は特許等に公表されている。合金設計法に関しては、その概要は公表されているが、ソースコードは未公開である。

プロセス技術に関しては、基本的な原理、手法はすでに特許、文献等に公表されているが、詳細についてはほとんど公開されていないのが現状である。そのほとんどがノウハウとして所有されているものと思われる。

真空精密鑄造に用いる鑄型、中子に関しては、その形状、方案は特許等に公表されているが、その成分、製造プロセス等製造に関する情報は全く公表されていないのが現状である。そのほとんどがノウハウとして所有されているものと思われる。

それ故、製造技術を習得するためには、試行錯誤的手法を駆使することが必要となっている。

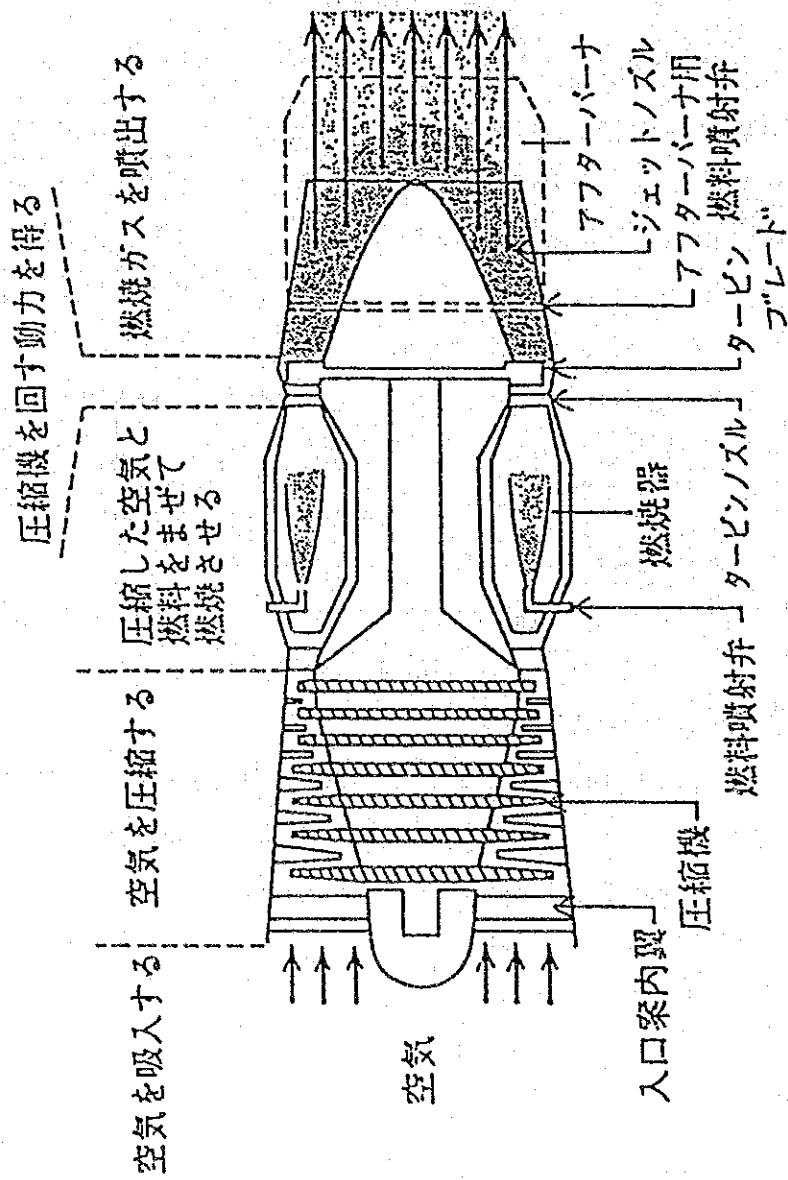


図1 ターボジェットエンジンの構造と機能

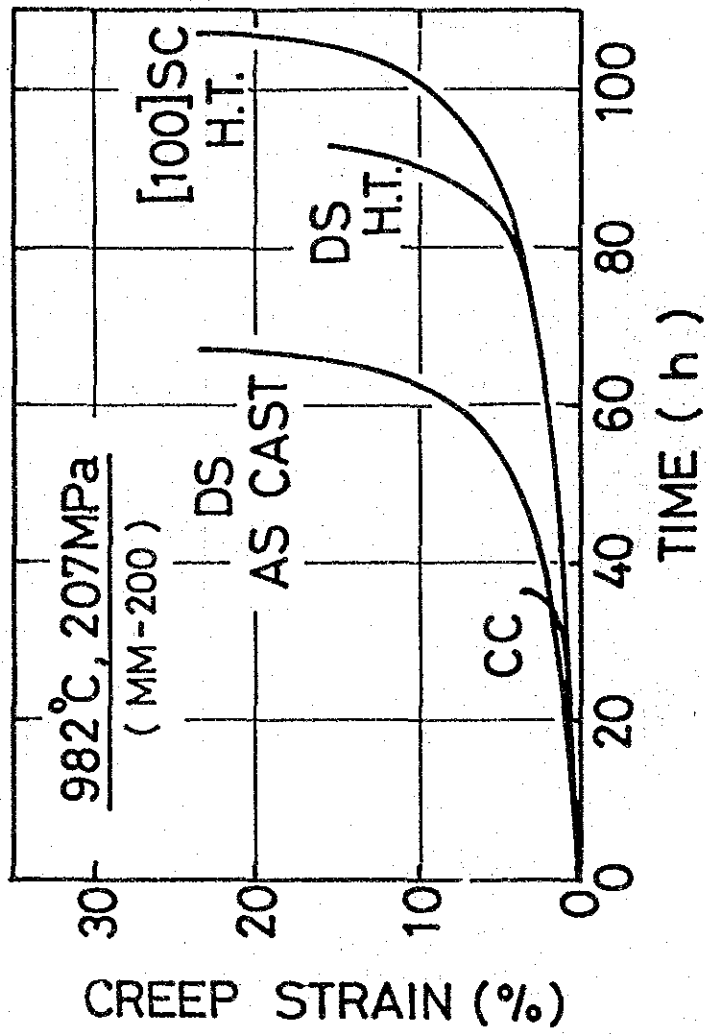


图3 MM-200合金の多結晶材、柱状晶鑄造材、柱状晶熱処理材、及び単結晶材の982°Cにおけるクリープ曲線

表1 代表的なNi基超耐熱合金の合金組成 (WT%) Ni残

合金名	Co	Cr	Mo	W	Al	Ti	Ta	C	B	Zr	その他
鍛造合金	18.0	19.0	4.0	-	3.0	3.0	-	0.08	0.005	0.015	-
普通凝固合金	10.0	8.4	0.7	10.0	5.5	1.1	3.1	0.15	0.015	0.05	1.4Hf
	10.0	9.0	-	12.0	5.0	2.0	-	0.15	0.015	0.05	1.0Nb
	8.2	8.1	-	12.6	5.0	0.8	4.7	0.11	0.01	0.05	0.9Hf
柱状晶合金	9.5	8.0	-	9.5	5.6	0.8	3.0	0.07	0.015	0.015	1.4Hf
	10.0	9.0	-	12.0	5.0	2.0	-	0.14	0.015	0.08	2.0Hf
	9.5	5.8	-	13.7	4.6	0.9	3.3	0.07	0.015	0.015	1.4Hf
	5.0	10.0	-	4.0	5.0	1.5	12.0	-	-	-	-
	10.0	5.0	2.0	6.0	5.6	-	8.7	-	-	-	0.1Hf, 3.0Re
単結晶合金	-	8.5	1.0	10.1	5.4	1.2	3.3	-	-	-	-
	5.0	8.5	-	9.5	5.5	2.2	2.8	-	-	-	-
	5.0	8.0	2.0	8.0	6.1	-	6.0	-	-	-	-
	-	6.5	4.3	7.3	5.1	-	7.3	-	-	-	-
	-	5.9	-	12.9	4.8	-	7.6	-	-	-	-
	8.2	5.2	1.9	11.5	5.1	-	8.1	-	-	-	-

5. 要請の内容

要請されたプロジェクトは、日本からの機材供与、長期および短期の日本側研究者のブラジルへの派遣、ブラジル側研究者の日本への受入れを軸とするもので、セラミックスに関して優先順位の順で、アルミナ、PZT/PLZT、窒化けい素/SIALON、ジルコニア、炭化けい素系材料の5分野、また金属に関してニッケル基超合金分野1分野が5年間の協力対象分野として挙げられている。

先方の要請を端的に言えば、材料の合成プロセスと、得られた材料のキャラクタリゼーションに関する研究上のインフラストラクチャーの整備を、日本の援助で、それぞれの材料分野について図りたいということである。

5-1 セラミック部門

セラミックスに関しては、研究室の近代化を実施することにより、IPTセラミックス関係研究職員の資質向上と設備の充実を図ることを目的に、ファインセラミックスの原料の特性試験、製造技術の確立、製品の特性試験と評価が可能な研究室の設立と、日本側専門家の派遣、ブラジル側研修員の日本での受け入れを要望している。

当初は、アルミナを耐摩耗性、耐薬品性または耐高熱性に優れた材料で、産業への応用範囲が広いという理由により研究対象に挙げ、他の材料はIPTの将来の研究対象としていた。

しかし、今回の調査で訪問した時にIPTがまとめたプロジェクト案には、研究対象がアルミナ (Al_2O_3)、ジルコニア (ZrO_2)、窒化珪素 (Si_3N_4)、炭化珪素 (SiC)、窒化アルミナ (AlN)、サイアロン、PZT (圧電磁器) PLZT (透明強誘電体磁器)、六方晶窒化ホウ素 (hBN) に広がっており、研究機材も、一つの研究所ができる程、多くの機器を盛り込んでいたため、研究対象と機材の絞り込みを行った。

5-2 金属部門

5-2-1 要請の背景

サンパウロ州技術研究所は、1960年代に大気中 casting 装置、高周波真空溶解装置 (真空度; 10^{-1} Torr、写真1)、クリープ試験機 (max; $500^\circ C$) を整備し、 casting 技術、真空溶解技術等を確立した後、

- ① casting 技術については、注湯法案の改良、精密 casting 用 casting 材料及びその製造方法の確立を行うとともに (写真2)、高クロム casting の凝固、組織に及ぼす C, Cr, Mo の影響の解明、高級 casting の組織と強度特性に及ぼす溶湯温度、C 量、S 量の影響の解明、球状グラファイト casting の延性・脆性遷移に及ぼす要因の解明、Nb ステンレス鋼の casting 材に発生

する鑄造割れと凝固モードとの相関の解明等を行ってきた。

- ② 真空溶解技術については、S、C量の異なるFe-Ni合金の溶解、鋼の脱炭、脱酸及び脱イオウ技術の開発、合金とセラミックスをつぼとの反応の解明等を行ってきた。
- ③ 材料強度特性の評価に関しては、ボールミル用高クロム鑄鉄製ボールの破壊と不均一摩耗に関する解析、歯車の破壊の解析、その他数多くの事故要因の解明を行っている。
- ④ 近年、蛍光X線分析装置を整備して、Fe基合金の成分分析研究を開始している。

サンパウロ州技術研究所は、同所で確立、開発した上記の精密鑄造技術、真空溶解技術、及び関連技術等の技術分野において、同国産業の技術指導を行い、国内産業技術のレベルアップに大きく貢献してきた。その実施例の一部を、下記に示す。

- 1) セラミックス鑄型を用いた精密鑄造技術を移転し、伯国初の企業の設立に貢献、現在も指導を行っている
- 2) ステンレス鋼及び耐熱鋼製バルブの鑄造技術の実用化
- 3) ボールミル用の高Cr鑄鉄製ボールの鑄造技術の実用化；ボール製造コストの低減化が可能となり、ボールミル使用産業界に大きく貢献した
- 4) 精密鑄造用鑄型の射出成形法を企業と協同開発
- 5) 点火プラグ用合金の国産化
- 6) 企業から要請された材料を多数開発し提供した
- 7) 金属材料の暴露試験評価の実施；産業界の防食、耐食技術向上に貢献
- 8) 各種産業装置の破壊事例の要因解明を行い、防止方法を提言

サンパウロ州技術研究所は、以上のような実績をベースにして、この分野の技術水準をさらに先進工業国レベルまで高め国内産業界の技術力のレベルアップに貢献することを目的として、この分野で最も高い技術水準にあるNi基超耐熱合金の真空精密鑄造技術に強い関心を示し、その技術移転を要請している。

5-2-2 要請の内容

要請の内容は、Ni基超耐熱合金に関する

- ① 普通鑄造、一方向凝固技術を含む真空鑄造技術の確立、
- ② 鑄造材の特性評価のための化学分析技術、組織・構造解析技術、高温強度特性評価技術等の技術の確立、

を達成することである。

Ni基超耐熱合金の組成は、成分分析精度、溶解技術の関係から通常許容範囲が定められている(表2)。一方、Ni基超耐熱合金の強度特性は合金成分につよく依存しているため、合金成分が組成の目標値から大きくずれることは許されない。主成分以外の元素に関して

は、耐熱合金の発展過程で得られたデータをもとに、強度特性、耐食性等の劣化を引き起こした元素を不純物としてその許容濃度が規定されている（表3）。

精密鋳造品を工業生産する場合には、主成分及び不純物濃度が制御されているメルティングストックを再溶解する方法が用いられている。メルティングストックの溶製には不純物量の少ない純度の高い原材料が使用されている。

本プロジェクトの目標は、各合金成分が許容範囲内に入り、かつ不純物量が規定量以下になる鋳物を溶製する技術を確立することにある。この目標を達成するために、市販されている合金の中から数種類の合金を選択して、下記に示すようなステップで研究開発を行う。

精密鋳造用鋳型に関しては、サンパウロ州技術研究所の技術レベルをベースにして、試行錯誤的手法を駆使して一方向凝固にも耐えられる鋳型の製造プロセスの完成を目指す。

① メルティングストックを用いて、成分分析技術、不純物分析技術の確立を行う。

精密鋳造用鋳型に関する方案、鋳物砂及びワックスの種類、成形法、焼成法、等の検討を開始する。研究期間を通して試作品の作製と鋳造試験を繰り返しデータを蓄積しながらより優れた鋳型の作製を目指す。

② メルティングストックを用いて、溶解、鋳造技術の修得を行うとともに、鋳造材については、成分分析、不純物分析を行い、溶解前の値と比較して溶解技術のチェックに用いる。また、組織・構造解析及び高温強度特性評価を行いこれらの試験評価技術の修得を行う。

③ 原材料を用いて、溶解、鋳造実験を開始する。鋳造材の成分分析、不純物分析、組織・構造の解析を行い、その結果を検討して溶解鋳造実験を繰り返して真空鋳造技術の確立を目指す。

高温強度特性の評価試験を実施する。

④ 一方向凝固実験を開始する。一方向凝固用に適した鋳型の探索も開始。

⑤ 市販合金と同一組成でかつ公表されている高温強度特性を示す合金を、原材料から溶製する真空鋳造技術を確立するとともに、一方向凝固技術を修得する。

5-2-3 要請案件の波及効果

多元系合金の成分分析技術、金属組織・構造解析技術、高温強度特性評価解析技術のレベルアップに大きな役割を果たすとともに合金成分を調整した優れた多元系合金の溶製を可能にした、多元系Ni基超耐熱合金真空精密鋳造技術を他の合金系に適用することにより、

① 合金組成の変動幅の小さい多種類の合金を製造することが可能になる、

② 多くの材料の信頼性が向上する。

③ 信頼性の高い材料の使用により、多くの工業製品の品質向上が期待できる。

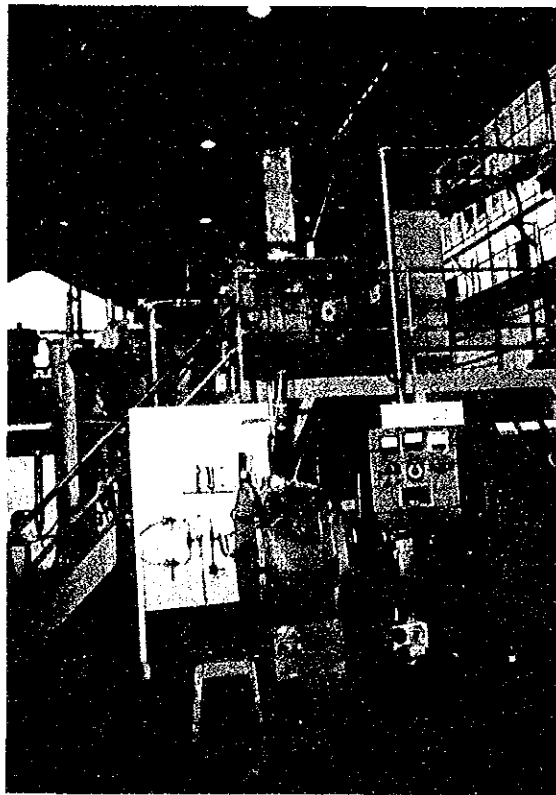
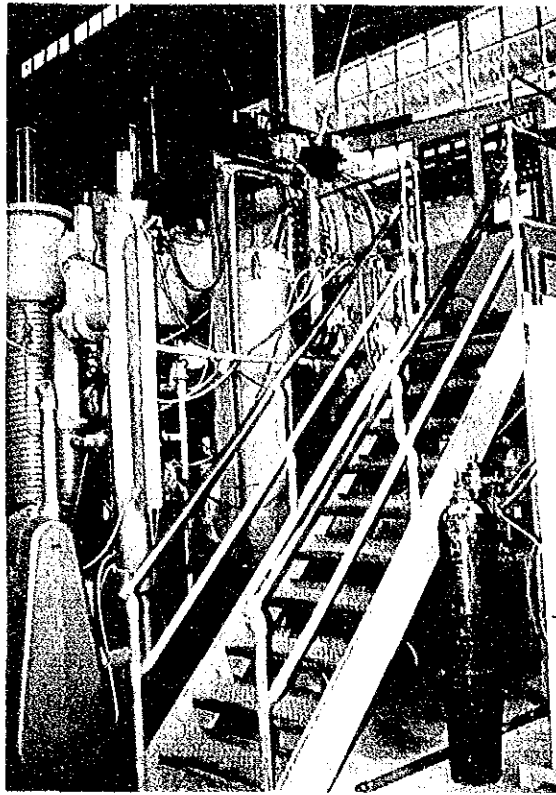


写真1 サンパウロ州技術研究所の高周波真空溶解装置
(到達真空度は 10^{-1} Torr)

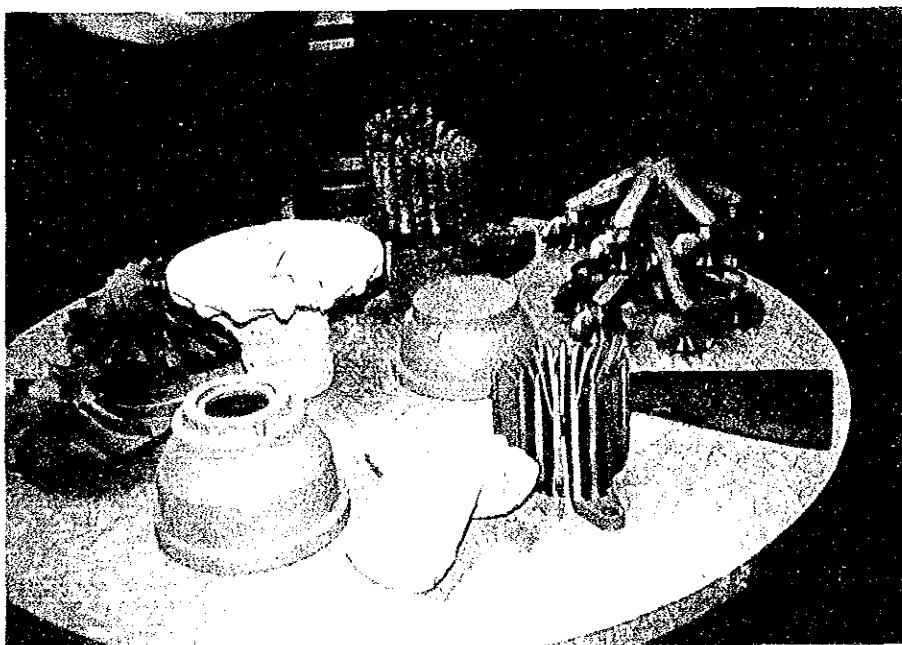
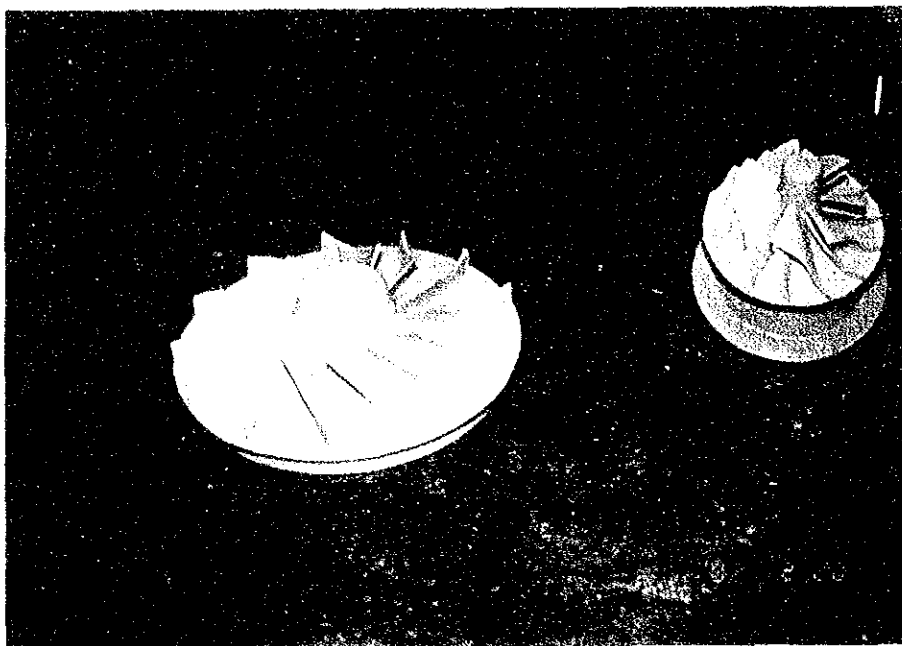


写真2 サンパウロ州技術研究所作製の精密鑄造用、ワックス型
セラミックス鑄型、及び精密鑄造品の一例

表2 Ni基超耐熱合金の主成分元素の許容範囲の一例

合金組成範囲の一例		Ni:残 (wt%)	
Co	9.70 ± 0.4	Ta	12.12 + 0.3
Cr	9.47 ± 0.3		- 0.5
Mo	1.88 + 0.1	Nb	≦ 0.1
	- 0.2		Ti
W	4.02 + 0.3	Hf	≦ 0.05
	- 0.5	C	≦ 0.01
Al	4.42 + 0.1	B	≦ 0.001
	- 0.2	Zr	≦ 0.01

表3 Ni基超耐熱合金の不純物元素とその許容濃度の一例

不純物許容量 (wt%)

Bi, Te, Se	3 ppm以下
Pb, Tl	5 ppm以下
Sb, As, Cd, Ge, Ag, Sn, Zn,	50 ppm以下
S	40 ppm以下
P	100 ppm以下
O, N	10 ppm以下
Si	300 ppm以下
Cu, V	50 ppm以下
Mg	750 ppm以下
Mn	0.1%以下
Fe	0.2%以下

6. 第三国（国際機関を含む）の協力概要

現時点では、本件要請に関連して、第三国（国際機関を含む）との協力は特段予定されていない。

7. 先方から要請のプロジェクトの概要

詳細はミニッツに記されている。先方は、ファインセラミックス分野について、優先順位の順で、アルミナ、PZT/PLZT、窒化けい素/SIALON、ジルコニア、炭化けい素系材料に関する研究協力を、先端金属材料分野で、ニッケル基超合金に関する研究協力をそれぞれ要請してきている。

7-1 セラミックス部門

7-1-1 目的

本プロジェクトによる技術協力は、ブラジルの工業技術の向上に寄与することを目的に(1)原料、製造技術、製品の特性評価試験を行うための必要な研究機材の改善、(2)ブラジル側研究員の日本での研修、(3)日本側派遣専門家とブラジル研究チームとの協力研究、を行うことにより、IPT研究職員の資質の向上を促進し、技術開発研究によるその成果を業界へ技術移転することにある。また、本プロジェクトはIPTと他の研究機関及び大学との協力関係を強め、更にはJICAが実施しているブラジル第三国窯業研修を通じて、成果と知識をラテンアメリカとアフリカ諸国へ紹介することも期待できる。

7-1-2 実施計画の概要

① 技術協力テーマ

ファインセラミックスに関しては、IPTは以下のような材料の製造及び特性評価研究の実施を希望している。(優先順)

1. アルミナ (Al_2O_3) 高強度材料、あるいは光学的（透明）材料
2. PZT/PLZT 圧電性、強誘電性のある電気材料
3. 窒化珪素 (Si_3N_4) / サイアロン 高温構造材料
4. ジルコニア (ZrO_2) 高強度材料
5. 炭化珪素 (SiC) 高温構造材料

アルミナについてはIPTでは純度99.5%の粉末を開発し製品に応用しているが、その

技術は不安定なものである。ブラジル政府はナトリウムランプを公共照明に用いる計画を持っており、そのためにも透明アルミナの開発が重要になっている。

② 日本側派遣専門家

上記材料によるファインセラミックスの研修と技術協力をを行う。

③ 日本での研修

IPT研究員は日本で各種機器測定と評価、成形・焼結・仕上げ加工等の製造技術、原料粉末の合成の研究を希望している。

④ 機材供与

材料の特性評価試験を行うために機材供与が必要である。IPTが希望している測定機器は、微構造分析、物理的性質、機械的性質、熱的性質、電気的性質、化学的性質、レオロジー的性質、光学的性質の分野別に分けて、それぞれ1～5点と、測定試料作製、試作品の製造に関して13点の機材供与を希望している。これらには優先順位が付けられている。

7-2 金属部門

7-2-1 目的

本プロジェクトはサンパウロ州技術研究所の研究開発実績をベースにして、その真空溶解技術及び精密鋳造技術を先進工業国並の技術水準までレベルアップして関連する国内産業界の技術水準の向上に貢献することを目的とした、Ni基超耐熱合金の真空精密鋳造及び一方向凝固技術の確立に関する基礎的研究である。

7-2-2 実施計画の概要

このプロジェクトでは、市販されているNi基超耐熱合金の中から数種の合金を選び各合金と同じ合金組成、組織・構造、高温強度特性を有する合金を真空溶解鋳造する技術を確立することを目的としている。そのために、合金成分を高精度に制御した合金を溶製するための、溶製技術、成分分析技術、組織・構造解析技術、高温強度特性評価技術、精密鋳造用鋳型製造技術、及び一方向凝固技術等を確立、修得することを目指して基礎的な研究を行うことを計画している。

これらの技術が確立されると、この技術を応用して他の多元系合金においても合金組成の変動幅の小さい組成を高精度に制御した合金の溶製が可能になり、材料特性の信頼性が向上する。その結果、これらの材料を用いて製造した工業製品の品質向上が予測され、産業界に大きく貢献するものと期待される。

8. 相手国のプロジェクトの実施体制

8-1 実施機関の組織及び事業概要

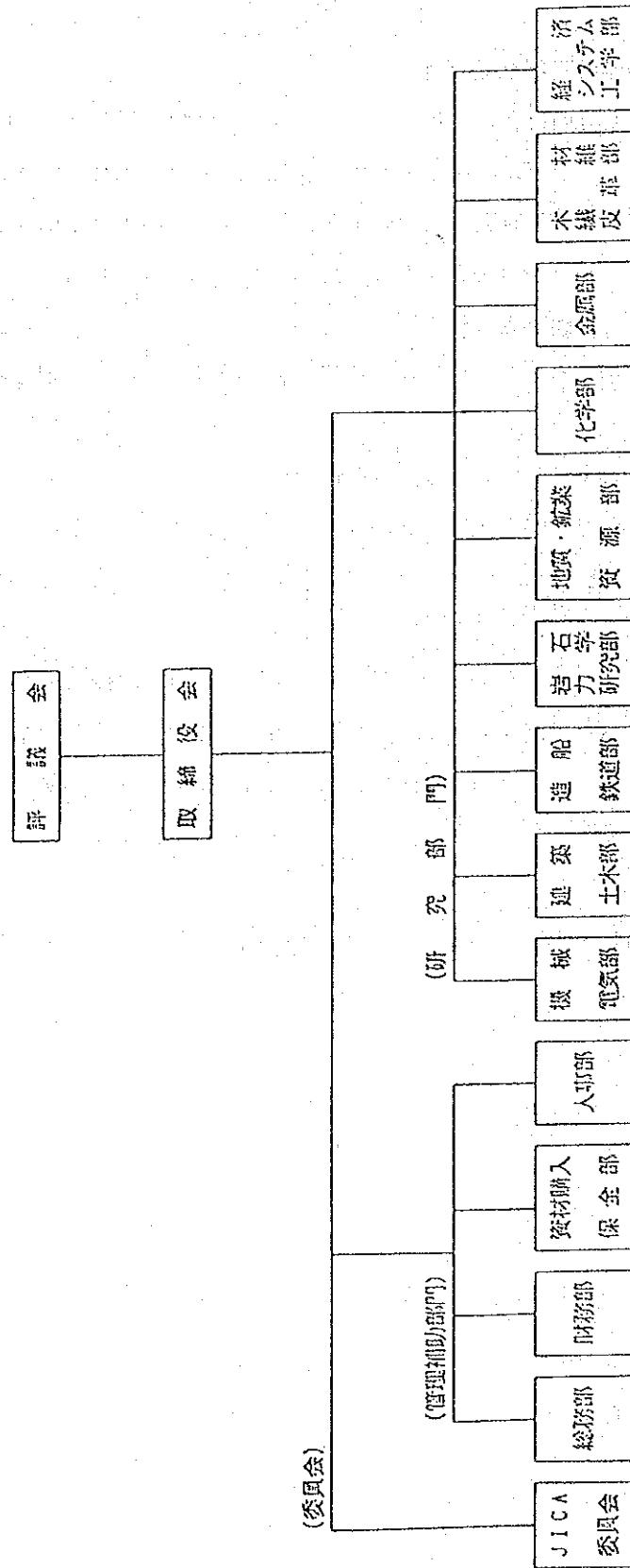
サンパウロ州技術研究所は、1899年にサンパウロ工科大学附属の「材料強度試験所」として発足した。その後、1926年に「材料試験所」と改称、また、1934年のサンパウロ大学創立に伴い、同大学所属の「技術研究所」と変更された。さらに、1944年にはサンパウロ大学から独立し、サンパウロ州直轄の研究所となった。このような経営形態・機構改革を経つつ、当研究所は次第にその試験研究分野を拡大してきており、1976年には、サンパウロ州がほぼ全ての株を所有する州政府系企業の形態に移行、名称を「サンパウロ州技術研究所(IPT)」と変更して今日に至っている。

IPTは、なかば公的機関としての性格を有し、コマーシャル・ベースでは実施困難だが国としては必要な研究開発を国又は州の委託を受けて実施している。また一方では、伯国の民間企業がごく一部を除いて十分な研究開発能力を有していないため、民間企業からの依頼を受けた非営利有償ベースの受託研究も実施している。

IPTは、これら公的・民間両面の研究活動等を通じて伯国の技術・産業発展に貢献することをその目的としており、図5に示す9つの研究部門を擁する伯国を代表する総合研究所の位置にある。当研究所は、1991年12月時点で2,212名（研究者及び技術者1,120名、支援スタッフ584名、管理部門681名）の従業員を有し、1991年の予算規模は41,725千US\$となっている。

IPTの組織図を第5図に示す。また、IPTの組織紹介は資料：①-1、②-2参照。

第5図 サンパウロ州技術研究所組織（平成3年2月末現在）



8-2 プロジェクトの組織及び関係機関との組織関連

8-2-1 プロジェクトの組織

相手方のプロジェクトの組織については、現在の段階ではプロジェクトの概要が明確にはなっていないので、具体的な組織内容は決定されていない。

IPTの組織は、JICA委員会があるなどかなりしっかりした組織であるので、プロジェクトの実施に当たっては十分なプロジェクト対応組織が作られることが予想される。

事前調査の段階では、このプロジェクトの実施に当たっては、ファイナセラムックス、超合金双方のテーマに人材をあてる予定である。

また、プロジェクト期間中活動可能な人材でかつプロジェクト終了後も得た知見を継続的に使用する研究者を、テーマ毎に2～3人の担当研究者を手配する予定。

8-2-2 関係機関との組織関連

関係機関としては、IPTの設立経緯では、サンパウロのポリテクニカル大学の所属のマテリアル部門から始まり、サンパウロ総合大学設立と同時にIPTの名称になり総合大学の所属となったため、組織的にサンパウロ州及びサンパウロ大学に密接に関係している。IPTの定款及び目的の中にも政府の計画に対するアセスメントや知識の普及など州政府、サンパウロ大学に関係した業務も多い。また、国際協力事業であるためブラジル政府窓口である外務省・協力事業団(ABC)などを通じてこのプロジェクトの要請があり、政府関係も支援している。

今回の事前調査では、サンパウロ州政府科学技術・経済開発局のLeite長官、ブラジル協力事業団のVinhóles補佐官との面談では、プロジェクトに対する協力的な姿勢がうかがわれた。

8-3 プロジェクトの予算措置

IPTの年間予算は1991年では、サンパウロ州からの資金が、US\$34,545、企業へのテクニカルサービスによる収入がUS\$7,180、合計US\$41,725となっている。

建築を含む設備投資等の支出については、総予算の約1/7と人件費・研究費のウエイトが高い。

IPTの予算(収入)内容を見ると公共機関としての性格と民間企業としての性格を持つことがわかる。公共機関としての性格としては、IPTの資金の約5/6は、州が供出しているため、収入は企業などを対象とした、技術指導・産業育成を行い税金として、州に納入してもらうことを主な方法と考えている。

州からの供出については、州予算としての一定の枠組みがあるため一種の企業努力とし

て、企業への個別の調査研究などのテクニカルサービスによる収入の増加に努めている。

近年、ブラジルは非常なインフレに見舞われ、失業者も約12～14%と増加していることから、サンパウロ州の税収も失業対策などの観点もありIPT設備投資向けの資金供出はかなり難しい状況にある。

しかし、このプロジェクトに対し、国内予算US\$11,400,000（人件費US\$8,450,000、機材US\$6,000,000、その他US\$1,950,000）を見積もっており、この予算が執行された場合このプロジェクトの効果はより大きなものになると思われる。

ダントス総裁の構想では、このプロジェクトをIPTの予算の一部を充当するとともに世界銀行からの借入金も加え実行したいとの構想もある。

8-4 建物・施設等の計画

このプロジェクトのための建物・施設等の建設計画はない。問題は、プロジェクトがスタートした場合、日本から供与される機材の設置場所である。材料の合成関係設備用のスペースはあるが、デリケートな合成設備の場合は、空調などに配慮し、供与機材用のスペースを別に仕切る必要が生ずるかも知れない。

キャラクターゼーション関係の設備は、専らそのような設備のみを収容し、よく管理されている分析センターがあるので、この建物に収められるものと考えている。

8-4-1 セラミックス部門

セラミックスの研究は主として化学部研究棟の一部で行われている。2階に秘書のいるロビー風の広間を中心に小さな研究室が6室と会議室2室、パソコンと物品兼用室1室がある。試験室は1階にあり、焼成室、成形室、強度試験、熱膨張等各種試験室等大小10室がある。原料の調製と大型機器は隣の別棟にある。化学部は、また、機器分析棟を持っている。この他、窯業建材、衛生陶器の評価試験は建築・土木部で行っている。

8-4-2 金属部門

高周波真空溶解装置に関しては、金属研究部の入居している研究本館に隣接して建てられている天井の高い2つの実験場の一つに設置が予定されており、既に古い装置は撤去されていた。もう一つの実験場には到達真空度の低い既存の真空溶解装置が設置されていた（前掲写真1参照）。

高温クリープ試験機及び高温引張り試験機に関しては、現在低温クリープ試験機、常温引張り圧縮試験機などが設置されている研究本館一階に設置が予定されている。

8-5 カウンターパートの配置計画

セラミックス研究室のワーキングチームの状況は別添資料、②-9に示され、金属材料を含めた、このプロジェクトのための先方カウンターパートの配置計画は、ミニッツに示され（ミニッツのANNEX-1の、Table 4および5）でいて、ここに示されたカウンターパートの個々の略歴も同じ資料に添付されている。

9. 政府関係機関の支援体制

本プロジェクトに係わる政府関係機関は、伯国外務省ブラジル協力事業団(ABC)及びサンパウロ州政府である。

本調査において、ABCのDr. Luis C. Lessa Vinholes 補佐官とサンパウロ州科学技術・経済開発局 Dr. Luis Carlos Delben Leite 長官と面談を行った。

連邦政府及びサンパウロ州政府ともに、伯国の長年にわたる経済不況からの立ち直りと今後の経済成長を図っていく上で、科学技術力の向上が極めて重要であるとの認識を示しており、サンパウロ州政府は今後、IPTや州立大学に対して効果的な投資を実施していく予定としている。特に、中南米最大の総合研究所であるIPTの研究能力の向上は、伯国産業界の新製品開発、品質改良ひいては輸出競争力強化に大きく寄与すると考えられることから、連邦政府及びサンパウロ州政府ともに、今回のIPTに対する先端材料分野での技術協力プロジェクトに対し大きな期待を寄せており、本件プロジェクトに対する支援を言及している。(ただし、現時点では本件プロジェクトに対する明確な支援体制はできあがっていない。)

10. 協力実施にあたっての留意事項等

10-1 先方の経費負担

プロジェクト期間中、プロジェクトをスムーズに進行させるために、財政的助力をブラジル側から引き出すことがかなり重要であるので、実行に向けてこの案件に取り組むのであれば、今後の交渉の対象として留意しておく必要がある。

協力相手国側から、通常のローカルコスト負担に加え、日本側機材供与総額の少なくとも10%程度の拠出が、プロジェクトの機材関係の整備になされることが望ましいと考えられる。

10-2 セラミックスの協力テーマ

セラミックス関係の協力要請テーマの数は多いが、優先順位の順で記されているから、予算や、人繰りが苦しければ、協力テーマの中心を、当初から要請があったアルミナのみとし、他の材料については、先方カウンターパートの日本での研修を通じてのみ技術移転を図るというアプローチも考えられる。

どのようなアプローチが可能なのかについては、科学技術庁無機材質研究所、通商産業省工業技術院名古屋工業技術試験所、および財団法人ファインセラミックスセンターが今後話し合う必要がある。

10-3 実施協議のR/D調印に至るプロセス

このプロジェクトの実行の可能性を探るための作業グループを早急に作り、日本側が、実行可能な計画を練ることが必要である。このためにIPTに長期派遣専門家を一名派遣し、このグループとブラジル側作業グループとの意思疎通をスムーズにするための任に当たっていただくことは、有意義かも知れない。

こうした作業により、実行が可能であるとの結論が出たら、この作業グループを国内委員会に昇格させ、長期派遣専門家を介しながらブラジル側と連絡を取り合い、年次計画を策定し、この国内委員会のメンバーと、関係省庁の代表者がブラジルを訪問し、実行計画の細部の確認を行い、R/D調印に望むのがよいと考えられる。

この調印の後、計画の実行段階では、IPTのプロジェクトサイトには、JICAコーディネーター1名とともに、少なくとも1名ずつの長期派遣専門家を金属とセラミックスのそれぞれの分野に派遣する必要があると考えている。

10-4 実験室のスペース確保

協力研究を行う実験室の設置場所を確認する必要がある。現状でも実験スペースはあるが、清潔で整頓された場所が必要である。

10-5 セラミックスの対象材料の絞りこみ

対象となる材料は絞り込むことが望ましい。カウンターパートはセラミックスグループ全員の参加を予定しているが、従来の研究活動に多忙な研究員もいるため、実際には全員が参加することは困難であると思われる。

附 属 資 料

- ① 議 事 録
- ② 持ち帰り資料一覧表

① 議 事 録

MINUTES OF DISCUSSIONS
BETWEEN
THE JAPANESE PRELIMINARY SURVEY TEAM
AND
THE INSTITUTE FOR TECHNOLOGICAL RESEARCH
OF
THE STATE OF SÃO PAULO
ON
TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS
IN
THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

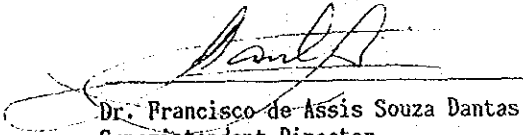
The Japanese Preliminary Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the executing agency for the Government of Japan, and headed by Dr. Yoshizo Inomata visited the Federative Republic of Brazil from February 18 to 26, 1992 for the purpose of making preliminary survey on the Technical Cooperation Program concerning the Technological Capacitation in Materials Project (hereinafter referred to as "the Project") in the Federative Republic of Brazil.

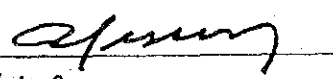
During its stay in the Federative Republic of Brazil the Team exchanged views and had a series of discussions with Institute for Technological Research of the State of São Paulo, of the Secretariat of Science, Technology and Economic Development of the State of São Paulo (hereinafter referred to as "IPT"), the executing institution for the Government of the Federative Republic of Brazil, in respect of the desirable measures to be taken by both Governments for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, both parties agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the documents attached hereto.

São Paulo, February 26th 1992.

Dr. Yoshizo Inomata
Leader
Japanese Preliminary Survey Team
Japan International
Cooperation Agency
Japan


Dr. Francisco de Assis Souza Dantas
Superintendent Director
Institute for Technological Research
of the State of São Paulo
Federative Republic of Brazil


Dr. Tibério Cescon
Technical Director
Institute for Technological Research
of the State of São Paulo
Federative Republic of Brazil

ATTACHED DOCUMENT
TO THE
MINUTES OF DISCUSSIONS
BETWEEN
THE JAPANESE PRELIMINARY SURVEY TEAM
AND
THE INSTITUTE FOR TECHNOLOGICAL RESEARCH
OF
THE STATE OF SAO PAULO
ON
TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS
IN
THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

Both sides exchanged latest views concerning the initial request from the Government of the Federative Republic of Brazil to the Government of Japan and based on the discussions, Brazilian side proposed a cooperation attached as ANNEX 1. The Team will bring back the proposal to Japan together with information obtained during this survey in order to examine feasibility of the Proposal in Japan.

Further survey shall be conducted if necessary.

Handwritten marks:
24
29

ANNEX 1

TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS

1. THE OBJECTIVE OF THE PROJECT

The main objective of this project is to implement a technical cooperation program in advanced ceramics and Ni-base superalloy investment casting, in order to contribute positively in the upgrading of the present technological level of the Brazilian industry, through:

- the improvement of the existing laboratories by adding testing and basic technological research facilities for raw materials characterization, processing and specimen characterization;
- the training of Brazilian researchers in Japan;
- the cooperative work of Japanese experts and the Brazilian research team.

This cooperation project will greatly strengthen the technological research, promoting the upgrading of human resources and technological development, creating therefore conditions for an effective support to Industry. This project will also contribute to a stronger cooperation between IPT and other Brazilian research centers and Universities.

The Brazil/Japan Cooperation Program will bring to IPT and to the Federative Republic of Brazil other advantages, such as:

- the introduction of a working system and methodology for technological research development through a qualified Japanese scientists team;
- the setting up of technical standards, to be used in this project.

Furthermore, as a result of this project, knowledge transfer to other Latin-American and African countries is expected to occur, as it is already occurring with traditional ceramics, both through the international ceramics training courses (IPT/JICA-TCTP) and through personal training courses and specific contracts with research centers or universities in these countries.

Handwritten marks:
faced
42
cy

2. SUBJECT OF TECHNICAL COOPERATION

In the period between 1950 and 1980, important industrial sectors have been established in this country (e.g. automotive, chemical, electronic, ceramic and metallurgical industries). At the beginning of the 80's, Brazilian economy was hit by a strong recessive period, leading to technological stagnation and loss of efficiency. With the present changes in industrial and economical policies, it is expected that the Brazilian technological level will at last begin to rise again.

As a part of the economy recovery effort, IPT's mission is to offer technical assistance for industry. Among the many technological programs of the Institute, based on the previous laboratory experience, on the needs of the local industry, and on information obtained from IPT researchers who visited Japanese research centers, two areas were selected for this technical cooperation project: advanced ceramics and Ni-base superalloy casting.

2.1 Advanced Ceramics

IPT is interested in strengthening the capacitation in processing and characterization of the following materials (within a 5-years term), in order of priority:

- aluminium oxide (Al_2O_3) for mechanical and optical (translucent alumina) applications;
- lead titanate-zirconate, modified or not by lanthanum (PZT/PLZT) for application as piezoelectric ceramics;
- silicon nitride (Si_3N_4)/sialon for mechanical purposes;
- zirconium oxide (ZrO_2) for mechanical applications;
- silicon carbide (SiC) for mechanical purposes.

The reasons for this choice are the following:

- Al_2O_3 :
 - the Ceramics Group has experience in the production of aluminium oxide bodies made from 99% Al_2O_3 developed at IPT, needing to improve its present processing knowledge;
 - the Group has difficulties in powder and test pieces characterization, due to lack of suitable equipment and test methods;
 - the Government of the Federative Republic of Brazil has a project for the substitution of the present public illumination system for high-temperature sodium lamps; it is then important for IPT to make research in processing and characterization of translucent alumina.

- PZT/PLZT, Si₃N₄/Sialon, ZrO₂, SiC:

- there is already an incipient production of pieces based on some of these materials in the Federative Republic of Brazil; IPT should strengthen the capacitation in the processing and characterization of these materials, to solve the frequent requests of industries for technological development of products based on them and improvement of quality of the already produced items;
- these materials have a great potential market, and piezoelectric ceramics is likely to be the most important production item in the near future;
- there also have been frequent request for characterization of imported powder and pieces made of these materials.

2.2. Ni-base Superalloy Vacuum Casting

In the metallurgy area, the subject of this project is the capacitation on Ni base superalloys vacuum casting (conventional and directional solidification).

This capacitation will be built upon IPT's existing experience on ceramic moulds preparation and the casting of alloys (stainless steel, tool steel, Ni alloys, aluminium, cast iron etc.), as well as, on the existing experience on vacuum induction melting and refining (research on metal/crucible reactions and development of wrought alloys like superalloys, magnetic materials, thermocouple materials etc.). These developments were made with help of the chemical, mechanical and microstructural characterization areas of IPT.

The project is intended to effect an important advance in the technological level in the above mentioned areas of IPT. It can be outlined as follows:

- a) vacuum casting of Ni-base superalloys
- b) Ni-base superalloys products characterization
 - b.1) chemical analysis
 - b.2) microstructural analysis
 - b.3) high temperature mechanical testing

The establishment of those technologies will lead to the production of multicomponent alloys with precisely controlled chemical compositions, from which the following effects can be expected:

- a) the production of high performance alloys becomes feasible
- b) increased reliability of material properties
- c) improvement in the quality of industrial products of Brazil

Expected results of the technology to be transferred on Ni-base superalloy vacuum casting:

A few companies have been producing superalloys in Brazil. Three of these supply the market with semifinished wrought products, while only one investment casting companies supplies cast parts, mainly components for turbochargers utilized by the automotive industry.

The accomplishment of the present project will create the conditions for cooperation between IPT and companies, with a view to the production of components with higher technological contents, with applications in transports as well as in energy generation industries. In addition, one can preview a general increase in IPT's research capabilities in the fields of alloy processing and characterization, as result of improvements in training level of the staff and facilities modernization.

3. JAPANESE EXPERTS

The training and technical cooperative program in characterization and processing will need the dispatch of Japanese experts in the following areas:

3.1. Advanced Ceramics (experts for processing and characterization of each materials)

- Al₂O₃
- PZT/PLZT
- Si₃N₄/sialon
- ZrO₂
- SiC

3.2. Ni-base Superalloy Vacuum Casting

- Vacuum casting (conventionally and directionally solidified)
- Chemical analysis
- Microstructural analysis
- High temperature mechanical testing

4. PROVISION OF EQUIPMENTS

For the implementation of the present project equipments shown in the following Table 1 are requested to be provided from Japan. The order of priority is shown on Table 2 and Table 3 at the end of this Proposal.

Table 1 - APPLICATION OF EQUIPMENTS REQUESTED

EQUIPMENTS FOR	ADVANCED CERAMICS					METALLURGY
	Al ₂ O ₃	PZT/PLZT	Sialon/Si ₃ N ₄	ZrO ₂	SiC	Ni-Base Superalloy
Microstructural characterization	ELECTRON PROBE MICRO-ANALYSER IMAGE ANALYSER X-RAY DIFFRACTOMETER INFRARED SPECTROPHOTOMETER TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE					
Preparation for characterization	CUTTING, GRINDING, POLISHING PLANETARY MILL					
Physical characterization	PARTICLE SIZE ANALYSER He Pycnometer Hg Porosimeter					
Mechanical characterization	UNIVERSAL TESTING MACHINE (1 ton) MICRO HARDNESS DYNAMIC ELASTIC MODULUS					CREEP TESTING (2 units) HIGH TEMP. TENSILE TEST
Thermal characterization	THERMAL BEHAVIOR/ PROPERTIES (TGA, DSC, DTA, TMA) THERMAL CONDUCTIVITY METER					
Electrical (*) characterization	A/B	A/B/C	A/B	A/B	A/B	
Chemical characterization	N/O ANALYSER INDUCTIVELY COUPLED PLASMA EMISSION SPECTROMETER					N/O ANALYSER
Rheological characterization	ZETA POT. VISCOMETER			ZETA POT. VISCOMETER		
Optical characterization	UV-VIS SPECTR.					
Processing (**)	SPRAY DRYER UNIAXIAL PRESS (SMALL) C.I. PRESS FURNACE I					C.I. PRESS
	BALL MILL ATTRITOR JET MILL					
	HOT PRESS FURNACE IV		HOT PRESS FURNACE IV			
	FURNACE II	FURNACE II		FURNACE II		VACUUM INDUCTION FURNACE

Handwritten signature/initials

(*) For the electrical characterization

A. Equipment for determination of:

- Volume resistivity
- Dielectric constant
- Specific dielectric constant
- Mechanical Q
- Frequency constant

B. Equipment for determination of:

- Dielectric power factor
- Dielectric breakdown strength

C. Equipment for determination of:

- Electro mechanical coupling coefficient
- Piezoelectric constant

(**) Furnace I - for sintering translucent alumina

Furnace II - small electric furnace for sintering non-translucent alumina and zirconia

Furnace III - for sintering PZT/PLZT

Furnace IV - controlled atmosphere furnace

Vacuum Induction Furnace with directional solidification device

5. TRAINING IN JAPAN

As shown in Table 4 and Table 5 and following pages, in the present project at least 3 Brazilian researchers will be joined for the research of each candidate material and these researchers or technicians (if necessary) are expected to participate in specific works in Japan during the five years of the project. The subjects to be covered in these working activities are the following:

5.1. Advanced Ceramics

- Characterization:

EPMA (microanalysis and microstructural characterization)

Mechanical characterization (including test piece preparation)

Electrical characterization (mainly piezoelectric)

XRD special methods (texture analysis, small-angle X-ray scattering, phases quantification)

Chemical analysis for covalent materials

- Forming/sintering/(finishing)

Al_2O_3

PZT/PLZT

Si_3N_4 /sialon

ZrO_2

SiC

- Synthesis of powders

Sol-gel process

Coprecipitation

5.2. Ni-base Superalloy Vacuum Casting

- Vacuum casting

- Chemical analysis

- Microstructural analysis

[Handwritten signature]
78. 3

6. SEMINARS

Seminars (based on the research results) with the participation of the Japanese experts and Brazilian research team will be held on the following subjects:

6.1. Advanced Ceramics

- Translucent alumina and alumina for mechanical applications
- PZT/PLZT as a piezoelectric material
- Silicon nitride/sialon/silicon carbide for mechanical applications
- Zirconia for mechanical applications.

6.2. Ni-base Superalloy Vacuum Casting

- Seminar on casting of Ni-base superalloy (including final evaluation)

7. EQUIPMENTS AVAILABLE AT IPT FOR THIS PROJECT

The available equipments are listed in Table 6 and Table 7 at the end of this Proposal.

Table 2 - PROPOSED LIST OF EQUIPMENTS REQUESTED
(ADVANCED CERAMICS)

EQUIPMENT FOR	PRIORITY	SPECIFICATION	ESTIMATED PRICE (US\$)	CATALOG NUMBER	OBS.
MICROSTRUCTURAL CHARACTERIZATION					
- Electron Probe Micro-Analyser (*)	1 st	Jeol-JXA-8600	600,000	1	C/M
- Image Analyser	2 nd	LECO 2001 or Nireco Luzex	60,000	2	C
- X-Ray Diffractometer	3 rd	Rigaku D/MAX-II-TC	150,000	3	C/M
- Infrared Spectrophotometer	3 rd	Shimadzu / FTIR-8101M	23,000	4	C
- Transmission Electron Microscope	4 th	Jeol-JEM-2000FXII	780,000	5	C/M
PREPARATION FOR CHARACTERIZATION					
- Cutting, Grinding and Polishing (**)	1 st	Okamoto, Buehler, Logitech	100,000	6	C
- Planetary Mill	1 st	Fritsch GmbH	25,000	7	C
PHYSICAL CHARACTERIZATION					
- Centrifugal Particle Size Analyser	1 st	Shimadzu/SA-CP3	25,000	8	C
- He Pycnometer (Multivolume Pycnometer)	1 st	Micromeritics-1330	10,000	9	C
- Hg Porosimeter	1 st	Micromeritics-porosizer-9310	60,000	10	C
MECHANICAL CHARACTERIZATION					
- Micro Hardness Tester	1 st	Shimadzu-HMV-2000	30,000	11	C
- Dynamic Elastic Modulus	1 st		20,000	12	C
- Universal Testing Machine	2 nd	Shimadzu	80,000	13	C
THERMAL CHARACTERIZATION					
- TGA, DSC, DTA, TMA	1 st	Rigaku or Shimadzu	60,000	14	C
- Thermal Conductivity Meter	2 nd	Holometrix, Inc/Thermaflash	180,000	15	C
ELECTRICAL CHARACTERIZATION					
- ATRAC (***)	1 st	Hewlett Packard and others	30,000	16	C
CHEMICAL CHARACTERIZATION					
- N ₂ O ₂ Analyser	3 rd	TC436/LECO	75,000	17	C/M
- Inductively Coupled Plasma Emission	3 rd	Shimadzu ICPQ(V)-1014	200,000	18	C/M
RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION					
- Viscometer	1 st	Brookfield model DV-III	20,000	19	C
- Zeta Potencial Analyser	1 st	Micromeritics	15,000	20	C
OPTICAL CHARACTERIZATION					
- UV-VIS Spectrophotometer	1 st	Shimadzu/UV-2100S	20,000	21	C
PROCESSING					
- Spray Dryer	1 st	3l/h max	35,000	22	C
- Uniaxial Press (small)	1 st		10,000	23	C
- Cold Isostatic Press	1 st	Kobe Steel Ltd Kobelco Personal CIP	30,000	24	C
- Furnace for Translucent Alumina	1 st	Sirikonitto Kounetu Kougyou	80,000	25	C
- Ball Mill	1 st		5,000	26	C
- Attritor	1 st		10,000	27	C
- Jet Mill	3 rd	Alpine 100AFG	110,000	28	C
- Electric Furnace (1700°C)	1 st		30,000	29	C
- Furnace for PZT	2 nd		25,000	30	C
- Controlled Atmosphere Furnace	3 rd		200,000	31	C
- Hot Press	3 rd		300,000	32	C

C - Advanced Ceramics
M - Ni-Base Superalloy Vacuum Casting (Metallurgy)
C/M - Ceramics together with Metallurgy

[Handwritten signature]
25. 7

(*) adaptable for optical microscopy (with automatic stage) and analysis of photography (scanner)

(**) for confection of thin sections for optical microscopy and for the preparation of test - pieces for mechanical analysis

(***) A. Equipment for determination of:

- Volume resistivity
- Dielectric constant
- Specific dielectric constant
- Mechanical Q
- Frequency constant

B. Equipment for determination of:

- Dielectric power factor
- Dielectric breakdown strength

C. Equipment for determination of:

- Electro-mechanical coupling coefficient
- Piezoelectric constant

TOTAL AMOUNTS	US\$
PRIORITY 1 st	1,215,000
PRIORITY 2 nd	345,000
PRIORITY 3 rd	1,058,000
PRIORITY 4 th	760,000

Table 3 - PROPOSED LIST OF EQUIPMENTS REQUESTED
(Ni-BASE SUPERALLOY VACUUM CASTING)

EQUIPMENT FOR	PRIORITY	SPECIFICATION	ESTIMATED PRICE (US\$)	OBS.
Vacuum Induction Furnace	1 st	With directional solidification device Operating pressure: 10 ⁻⁴ torr	600,000	M
Electron Probe Micro-Analyser	2 nd	Jeol-JXA-8600	600,000	C/M
Inductively Coupled Plasma Emission	3 rd	Shimadzu ICPQ(V)-1014	200,000	C/M
N ₂ /O ₂ Analyser	4 th	TC436/LECO	75,000	C/M
Creep Testing Machine (Two units)	5 th	5 TON/1100°C	20,000 (each)	M
High Temperature Tensile Testing Machine	6 th	10 TON/1800°C	300,000	M
Transmission Electron Microscope	7 th	Jeol-JEM-2000 FXII	760,000	C/M
X-Ray Diffractometer	8 th	Rigaku D/MAX-II-TC	150,000	C/M

C - Advanced Ceramics
M - Ni-Base Superalloy Vacuum Casting (Metallurgy)
C/M - Ceramics together with Metallurgy

TOTAL AMOUNT SPECIFICALLY FOR METALLURGY - US\$ 940,000

[Handwritten signature and initials]

Table 4 - RESEARCHERS EXPECTED TO JOIN THE TRAINING PROGRAM
(ADVANCED CERAMICS)

NAME	POSITION	PROPOSED MAIN FIELD OF ACTIVITY
Marco Antonio Pacheco Jordão	Senior Researcher	Al ₂ O ₃ - Ceramics
Evaristo Pereira Goulart	Senior Researcher	Al ₂ O ₃ - Ceramics
Antonio Carlos de Canargo	Junior Researcher	Al ₂ O ₃ - Ceramics
Mário R. Gongora Rúbio	Senior Researcher	PZT/PLZT - Ceramics
Newton Haruo Saito	Junior Researcher	PZT/PLZT - Ceramics
Ricardo Zucchini	Junior Researcher	PZT/PLZT - Ceramics
Chen Tsung Jye	Senior Researcher	Si ₃ N ₄ /Sialon/SiC - Ceramics
Tiaki Kawashima	Senior Researcher	Si ₃ N ₄ /Sialon/SiC - Ceramics
Rodolfo Marcato	Junior Researcher	Si ₃ N ₄ /Sialon/SiC - Ceramics
Sinhitiro Saka	Senior Researcher	ZrO ₂ - Ceramics
Alexandre Romildo Zandonadi	Senior Researcher	ZrO ₂ - Ceramics
Nilce Ortiz	Junior Researcher	ZrO ₂ - Ceramics
Cherry Sagae Abe	Senior Researcher	Chemical Analysis
Regina Nagamine	Senior Researcher	Chemical Analysis
Renata G. Sakamoto	Senior Researcher	Powder Synthesis
Solange L. Fahmy	Senior Researcher	Powder Synthesis
Queenie S. H. Chui Prescinotti	Senior Researcher	Powder Synthesis

Attached are presented the resumed curricula of the staff members.

Table 5 - RESEARCHERS EXPECTED TO JOIN THE TRAINING PROGRAM
(Ni-BASE SUPERALLOY VACUUM CASTING)

ACTIVITIES IN THE PROJECT (NUMBER OF RESEARCHERS)	PhD	MSC	GRAD.	TECHNICIAN
Melting & Casting	---	6	1	3
Mechanical & Microstructural Characterization	2	---	2	2
Chemical Analysis	---	---	2	2

Attached are presented the resumed curricula of the staff members.

[Handwritten signature]
28 3

Table 6 - EQUIPMENTS AVAILABLE AT IPT
(ADVANCED CERAMICS)

Nº	EQUIPMENT	SPECIFICATION	QUANT.	COUNTRY(*)
1	Mechanical press	Stockes, 280-H, 100t (1979)	1	USA
2	Extrusion press	Mohr Machinery Inc., MEP7-140000 (1978)	1	USA
3	Cold isostatic press	National Forge, 12" ID x 36" H, 30000 psi (1978)	1	USA
4	Cold isostatic press	Autoclave Engineers Inc., IP-6, 30000 psi (1978)	1	USA
5	Extruder	IPEM, capacity 5kg/h. (1976)	1	BRASIL
6	Ultrasonic machining equipment	Branson Sonic Power Co., UMT - 5 (1979)	1	USA
7	Compression and bending strenght test machine	Tinius Olsen, 2500 kg. (1978)	1	USA
8	Compression and bending strength test machine	Tinius Olsen, 100t. (1978)	1	USA
9	Barelato-graph	Adamel (1976)	1	FRANCE
10	Optical microscope for reflected and trasnmitted light	Zeiss, Photomikroskop III (1980)	1	GERMANY
11	Binocular microscope for reflected and transmitted light	Leitz-Heerbrugg (1980)	1	SWISS
12	Fluorescence X-ray spectrometer	Rigaku, IKF4 (1973)	1	JAPAN
13	Fluorescence X-ray spectrometer	Jeol, JS 6057 (1980)	1	JAPAN
14	Optical emission spectrophotometer	Shimadzu, CE 70 (1974)	1	JAPAN
15	Atomic absorption spectrophotometer	Shimadzu, AA 670 (1986)	1	JAPAN
16	Atomic absorption spectrophotometer	Perkin-Elmer, 305 B (1980)	1	USA
17	Plasma spectrophotometer	Shimadzu, ICP-50 (1986)	1	JAPAN
18	UV-VIS spectrophotometer	Hitachi-139 (1972)	1	JAPAN
19	X-ray diffractometer	Rigaku, Geigerflex (1973)	1	JAPAN
20	X-ray electron microprobe	Shimadzu, EMX-SM 1974	1	JAPAN
21	Ball mill	Gardelin, 50 t (1978)	1	BRASIL
22	Ball mill	Gardelin, 45 t (1978)	1	BRASIL

(*) country of manufacture

(to be continued)

[Handwritten signature]
75. 9

Table 6 - EQUIPMENTS AVAILABLE AT IPT (CONT.)
(ADVANCED CERAMICS)

Nº	EQUIPMENT	SPECIFICATION	QUANT.	COUNTRY(*)
23	Subsieve particle analyser	Fisher (1973)	1	USA
24	Specific area measuring equipment	GG 2000 (1976)	1	BRASIL
25	Differential thermal analyser	Shimadzu, DT-2U (1973)	1	JAPAN
26	Scanning Electron Microscope	Cambridge, Stereoscan 180 (1971)	1	ENGLAND
27	Ball mill	Gardelin, 1200 l (1978)	1	BRASIL
28	Ball mill	Gardelin, 200 l (1978)	1	BRASIL
29	Spray dryer	Gardelin, water evaporation capacity: 50 l/h (1978)	1	BRASIL
30	Electric furnace	Harrop, NMR-BLT - 22320-3090, 1450°C (1978)	1	USA
31	Electric furnace	ETIL, QCL, 1250°C (1976)	5	BRASIL
32	Gas furnace (kiln)	Bickley - 5500, 1700°C (1978) Hot zone size: 800 W x 600 H x 1000 D (mm)	1	USA
33	Gas furnace (kiln)	Bickley-2320, 1700°C (1978) Hot zone size: 300 W x 200 H x 800 D (mm)	1	USA
34	Disk mill	Sturtevant (1945)	1	USA
35	Jaw crusher	BM 10 x 20 (1976)	1	BRASIL
36	Hammer mil	Renard (1982)	1	BRASIL
37	Filter press	Gardelin (1978)	1	BRASIL
38	pH-meter	Analion (1986)	1	BRASIL
39	Equipments for glass fiber fabrication	IPT (1982)	1	BRASIL
40	Day tank	IPT, 1400°C, gas-fired (1982)	1	BRASIL
41	Dilatometer	Theta (1978)	1	USA
42	Viscosimeter	Rion Co., Ltd (1990)	1	JAPAN
43	Gas Furnace	Morishita (1990)	1	JAPAN
44	Carbon/Sulfur Analyser	Leco CS-444 (1991)	1	USA

(*) country of manufacture

[Handwritten signature]
78 7

Table 7 - EQUIPMENTS AVAILABLE AT IPT
(Ni-BASE SUPERALLOY VACUUM CASTING)

Nº	EQUIPMENT	SPECIFICATION	QUANT.	COUNTRY(*)	DESTINATION
1	Hydraulic press for injection of Wax patterns	Tempcraft Clamping pressure: 35t Injection pressure: 1000psi	1	USA	Investment casting
2	Pneumatic press for injection of Wax patterns	Alexander-Saunders Injection pressure: 250psi	1	USA	Investment casting
3	Rotary tanks for ceramic slurry	Capacity: 500	3	Brazil	Investment casting
4	"Stucco" fluidized beds	Capacity: 50kg of "stucco"	2	Brazil	Investment casting
5	Devaxing autoclave	Steamaster Vapour heating Vapour generator: 7kw	1	USA	Investment casting
6	Oil-fired furnace for ceramic mold burn-out	Combustol Oil-fired; Chamber: 500x500x1500mm Max. temperature: 1200°C	1	Brazil	Investment casting
7	Tank for leaching out of ceramic mold	Capacity: 400 of molten NaOH Electric heating; bath temperature: 500°C	1	Brazil	Investment casting
8	Equipments for casting cleaning	Sand-blast Shot-blast		Brazil	Investment casting
9	Heat-treating furnace	Hayes Power: 70kw Max. temperature: 1300°C	1	USA	Heat - treating
10	Temperature measuring and recording apparatus	Leeds and Northrup	1	USA	Characterization
11	Atomic absorption spectrophotometer	Varian, AA 1200	1	USA	Characterization
12	Atomic absorption spectrophotometer	Perkin-Elmer, AA 703	1	USA	Characterization
13	Fluorescent X-ray analyser for Mn, Si and P	Leco, XR 172	1	USA	Characterization
14	Fluorescent X-ray analyser	VEB/VRA-30	1	Germany	Characterization

(*) country of manufacture.

(to be continued)

Handwritten signature and initials

Table 7 - EQUIPMENTS AVAILABLE AT IPT (CONT.)
(Ni-BASE SUPERALLOY VACUUM CASTING)

Nº	EQUIPMENT	SPECIFICATION	QUANT.	COUNTRY(*)	DESTINATION
15	Carbon analyser	Leco, WR-12	1	USA	Characterization
16	Sulphur analyser	Leco, IR-32	1	USA	Characterization
17	O and N analyser	Leco, TC-30	1	USA	Characterization
18	Hydrogen analyser	Leco, RH-IE	1	USA	Characterization
19	Metallographic bench	Leitz, M1-5	1	Germany	Characterization
20	Metallographic bench	Neophot	1	Germany	Characterization
21	Image Analyser	Leco	1	USA	Characterization
22	Creep testing equipment	Satec, Satec/LD Testing temperature up to 1000°C	1	Japan	Characterization
23	Mechanical testing machine (tensile, fatigue, bending)	MTS Maximum load: 50t	1	USA	Characterization
24	Mechanical testing machine (tensile, fatigue, bending)	MTS Maximum load: 10t	1	USA	Characterization
25	Infrared heating furnace for high temperature mechanical testing	Used with equipments described above (65 and 66) Max. temperature: 1000°C	1	USA	Characterization
26	Vacuum induction furnace	3-chambers: charging, melting, casting Melting capacity: 12 l (steel), 3kHz, 150kw Max. vacuum: 0.1Torr		USA	Melting & Casting
27	Vacuum induction furnace	Stokes, 1 chamber Melting capacity: 0.5 l (steel), 9kHz, 15kw Maximum vacuum: 0.01Torr	1	USA	Melting & Casting
28	Induction furnace for air casting	Inductotherm, capacity 30 kg (steel), 50kw, 3kHz	1	USA	Melting & Casting

(*) country of manufacture.

Handwritten signature
AS 7

RESEARCHERS

CURRICULA

VITAE

Handwritten scribble
75. 3



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Marco A. P. Jordão
POSITION: Senior Researcher

BIRTH DATE: March 21st, 1938
INTEREST AREAS: Characterization and Processing of Ceramic Materials

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	Metallurgical Engineer	Mackenzie University	1964
MASTER DEGREE:			
DOCTOR:			
SPECIALIZATION: Post graduation courses at Politechnical School/USP Training at Société Française de Céramique - Sept. 68-Apr. 69			

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
·Researcher at IPT since 1965			
·Head of the Ceramics Laboratory from 1978 to 1990			
·Professor at the School of Chemistry Oswaldo Cruz from 1971 to 1987 (Ceramics Technology)			

Cont.

TECHNICAL WORKS

Projects in the field of Technical Ceramics

- Implementation of the Pilot Plant for Ceramic oxides at IPT
- Development of alumina for ceramical applications
- Development of products made of alumina
- Development of thread-guides made of alumina and titania for the textile industry
- Development of alumina polishing powders for acryl ophtalmic lenses
- Ceramic materials for the production of holders for halogen lamps
- Research on forming of alumina pieces by slip casting
- Research on evaluation techniques for granulometric distribution of fine powders and physico-chemical parameters actuating on alumina slips

PAPERS MAINLY PUBLISHED AT THE BULLETIN CERÂMICA (BRAZILIAN ASSOCIATION OF CERAMICS).

- Cordierite-base refractories
- Influence of the addition of aluminum oxide on the characteristics of a porcelain mass
- Alumina and Advanced Ceramics in Brazil
- Granulometric analysis via sedimentation
- Plaster of Paris: its influence on the mould behavior for alumina slip-casting
- Influence of the granulometric distribution of the powder on the behavior of alumina slips.
- Characterization of TiO₂ powders produced in Brazil for ceramics.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE (CONT.)

PROFESSIONAL ACTIVITIES

•ACTIVITY	•ORGANIZATION	•LEVEL	•PERIOD
Professor at Engineering Faculty of the Armando Alvares Penteado Foundation (Refractory and insulating Materials)			
Teacher in courses on Siderurgy, promoted by the Brazilian Metals Association (Refractories)			
Teacher in a Course on Refractory Materials, promoted by the Regional College San Nicolas, Technological University - Argentina			(1981)
President of the Brazilian Committee for Refractories (Brazilian Association for Technical Norms)			(1980-1982)
Teacher at the Group Training Course in Ceramic Technology (TCTP) IPT/JICA,			1988-1989-1991
Director of the Brazilian Ceramics Association,			1979-1985-1986-1987-1991
Member of the Committee for Advanced Ceramics of the Brazilian Ceramics Association			

. Total of published papers: 25

. Total of presented papers (Congresses, Lectures, etc.): 40

[Handwritten signature]
76 3



CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Evaristo Pereira Goulart BIRTH DATE: 27.10.46
POSITION: Head of the Inorganic Materials Group-Chem.Division INTEREST AREAS: optical & electronic microscopy, traditional & advanced ceramics

ACADEMIC BACKGROUND

Table with 4 columns: LEVEL, TITLE, UNIVERSITY, YEAR. Rows include Undergraduation (B.S. Geology), Master Degree (M.S. clay mineralogy), Doctor (Ph.D. clay mineralogy), and Specialization (Organic Matter Microscopy, Petroleum Geochemistry, Advanced Ceramics Application).

PROFESSIONAL ACTIVITIES

Table with 5 columns: ACTIVITY, ORGANIZATION, LEVEL, PERIOD. Rows list activities like Igneous rock petrology, Organic geochemistry evaluation, and Microstructural analysis of ceramics at IPT.

TECHNICAL WORKS

Main Research Items (works for the industry and the State)

- Experimental weathering of basaltic rocks of the Paraná Basin (1970-1971)
Petrology of the alkaline complex at Anitápolis (1977-1978)
Microstructural and phase analysis of electrofused refractory and abrasive raw-materials (1978)
Organic geochemistry evaluation of Paraná Basin (1982-1983)
Petrographic and sedimentological evaluation of Araripe Basin (NE-Brazil) (1984-1985)
Microstructural and mineralogical study of ceramic materials (traditional and advanced) (1987-1992)
Mineralogical and microstructural analysis of magnesia and alumina refractories (1988-1992)

Published Papers

- Diff. Smectite Types in Sediments of the Red Sea - Geologisches Jahrbuch - Reihe D Heft 17 (1976)
Swelling Properties of Clay Minerals - AGESP Congress (1976)
Occurrence of Palygorskite in Basalts of Água Vermelha Area - Symposium of Regional Geology - Brazil - Geological Society (1977)
Amorphous Cu-Zn Sulfides in Metal Sed. of the Red Sea - Contr. Min. Petr. - Vol. 68 p 85-88 (1978)

Handwritten signature and initials



CURRICULUM VITAE (CONT.)

TECHNICAL WORKS

- Geochemical Evaluation of the Ponta Grossa and Irati Formation - Paraná Sed. Basin - In Reav. Pol. Prosp. HC - Bacia do Paraná - Paulipetro p41-75 (1981)
- Influence of the addition of aluminum oxide on porcelain masses - II Ibero American Congress on Ceramics, Glass, Refractories - Buenos Aires, Argentina (1988)
- Plaster of Paris: its influence on mould for slip casting - Cerâmica - vol. 35 nº 327, p 135 - 144 (1989)
- Correlation between mechanical behavior and porcelain microstructure with the alumina content of the mass - Cerâmica - vol. 36 - nº 342 - p. 32 - 40 (1990)

[Handwritten signature]
2/8 09



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Antonio Carlos de Camargo BIRTH DATE: February 1st, 1957
POSITION: Junior Researcher INTEREST AREAS: Alumina/Refractories
Forming Process Pressing

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	Metallurgical Engineer	Univ. Mackenzie	1984
MASTER DEGREE:	Master of Science Degree	IPEN/CNEN	Concluding
DOCTOR:			
SPECIALIZATION:			

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
I) Training/Research/Services	IPT	Research Assistant	since 1981
II) Information Specialist	SCIDE	Engineer	1981 - 1984

TECHNICAL WORKS

- I) Planning and executing courses about ceramics
- .Head of Ceramic Oxides - Pilot Plant
 - .Member of Quality Process of Chemical Division - IPT
 - .Member of Standardization Project of Chemical Division - IPT
 - .Laboratorial Test of Ceramic Products
 - .Executing many services in Ceramic area for industry
 - .Study of clay minerals
 - .Study of titanium dioxide
 - .Study of forming process - Isostatic Pressing/Uniaxial Pressing
- II). Creation and Implantation of "Science and Technology Enterprising Demand Project"
- .Member of "Information in Science and Technology Program"

Handwritten signature and date
25/9



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Mario Ricardo Gongora Rubio BIRTH DATE: November 6, 1950
POSITION: Senior Researcher INTEREST AREAS: Analog/Digital Instrumentation; Microelectronics Techn.

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	Electronic Engineer	Catholic Univ. Bogotá	1973
MASTER DEGREE:			
DOCTOR:			
SPECIALIZATION:	Sensors and Actuators; Microprocessors; Thick film Processing; Electronic Ceramics		

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
.Researcher - Electrical Eng. Department	University of São Paulo		1975
.Junior Researcher -	IPT-Naval Division		1976-1982
.Senior Researcher -	IPT - Transp. Tech. Division		1982-1992

TECHNICAL WORKS

- .Instrumentation techniques for mechanical signals acquisition
- .Development of hybrid sensors using thick film and ceramic techniques
- .Development of Ultrasonic Instrumentation for Distance, Force and Flow
- .Piezoelectric Materials Development for Instrument applications

- . Several papers presented on Instrumentation and Sensor development related areas

Handwritten signature and initials



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Newton Haruo Saito
 POSITION: Junior Researcher

BIRTH DATE: February 10th, 1959
 INTEREST AREAS: Raw Materials Synthesis, Conformation Process, Ceramic characterization

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	BSc in Industrial Chemistry	Oswaldo Cruz Faculty of Chemistry	1987
MASTER DEGREE:			
DOCTOR:			
SPECIALIZATION:			

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
Install of Pilot Plant	IPT	Trainee	1978
First Study of Alumina Ceramics, development and production of alumina ceramics	IPT	Ceramic Technician	1979 to 1988
Characterization of raw materials and ceramic products	IPT	Junior Researcher	1988 until now

TECHNICAL WORKS

- . Installation of Pilot Plant
- . First Study and Development for Alumina Ceramics
- . Study and Preparation of Alumina. Raw Materials
- . Study of Slip Casting Process for Alumina
- . Conformation of articles by Slip Casting
- . Characterization of Raw Materials and Ceramic Products
- . Instructor of First (1988) and Second (1991) International Training Course in Ceramic Technology - Third Country Training Programme

PUBLISHED PAPERS

- . The Particle Size Distribution Influence in Alumina Suspensions, exposed at 34th Brazilian Ceramic Meeting - Blumenau - Santa Catarina - 1990
- . Aluminous Cement High Contents in Refractory Concrete: Study of Phase Transformation at Different temperatures, exposed at 35th Brazilian Ceramic Meeting - Belo Horizonte - Minas Gerais - 1991

72 7



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Ricardo R. Zucchini BIRTH DATE: May 1st, 1963
POSITION: Junior Researcher INTEREST AREAS: Materials R&D

ACADEMIC BACKGROUND

• LEVEL	• TITLE	• UNIVERSITY	• YEAR
UNDERGRADUATION:	Chemical Engineer	University of S. Paulo	1989
MASTER DEGREE:	-	-	-
DOCTOR:	-	-	-
SPECIALIZATION:	-	-	-

PROFESSIONAL ACTIVITIES

• ACTIVITY	• ORGANIZATION	• LEVEL	• PERIOD
Apprenticeship on glass Technology	IPT	Junior Researcher	1984 to 1989
Researches on Ceramics	IPT	Junior Researcher	1989 to 1992

TECHNICAL WORKS

Researches on Glass Technology
Development of Microcomputer Software & Systems
Researches on Industrial Residues Utilization
Raw Materials Improving.

46
9



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Chen Tsung Jye
POSITION: Researcher

BIRTH DATE: February 14, 1946
INTEREST AREAS: Ceramics

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	B.S.	National Taiwan University	1968
MASTER DEGREE:	M.S.	University of Missouri	1971
DOCTOR:	Ph.D.	University of São Paulo	1981
SPECIALIZATION:			

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
Research in Ceramics	IPT	Researcher	From 1972

TECHNICAL WORKS

- .Study of specific area of ceramic raw materials by methylene blue absorption, Ceramic 20(79), 1974
- .Study of grain size influence in some rheological properties of kaolin, Annual of Brazilian Paper Association, 1976
- .Study of Coronel Oviedo Clay - Paraguay and Taguá Clay, São Paulo, Ceramic 24 (100), 1978
- .Energy conservation in ceramic industry, IPT publication nº 1161, 1980
- .Study of drying of clay, ceramic 27 (143), 1981
- .Study of particle size distribution analysis method by centrifuge, ceramic 35 (234), 1989
- .Study of plastic lens polishing powder of alumina
- .Study of ceramic materials characterization, such as grain size distribution, specific area, thermal expansion and rheological properties.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Tiaki Kawashima

BIRTH DATE: May 27th, 1943

POSITION: Senior Researcher

INTEREST AREAS: Characterization of inorganic products and raw materials

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	Physics	Mackenzie University	1973

MASTER DEGREE:

DOCTOR:

SPECIALIZATION: Technical Course in Metrology and Standard Measurement
Course-National Research Laboratory of Metrology/Tsukuba

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
Researcher	IPT	Superior	1974 up to day
Technician	IPT	Medium	1971 - 1974

TECHNICAL WORKS

Chemical analysis and characterization of inorganic materials by means of following analytical equipments: Optical Emission Spectrograph; Electron Probe Micro Analyser/Scanning Electron Microscope; X-Ray Diffraction; Carbon and Sulfur Analyser, etc.
Co-participation in research work of thesis of many post-graduation students
Training Course in Instrumental Chemical Analysis to the Participants of Third Country Training Programme - JICA
Teacher of Physics in Secondary School.

*PUBLICATIONS (Research Papers):

Instrumental Analysis by Electron Micro Probe in IPT's Laboratory-
Petro & Química - nº 14 and nº 15
Instrumental Analysis Technics Applied to the Inorganic Materials/IPT

*MEMBERSHIP IN PROFESSIONAL ORGANIZATIONS:

Electron Microscope Brazilian Association
Brazilian Society of Cristallograph
Brazilian Association in Quality Control
Brazilian Society of Physics.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Rodolfo Marcato BIRTH DATE: August 5th, 1961
POSITION: Junior Researcher INTEREST AREAS: Development of Inorganic Processes

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	Chemical Engineer	S. Carlos Federal University	1980-1985
MASTER DEGREE:	Chemical Engineer	S. Carlos Federal University	1985-1989
DOCTOR:			
SPECIALIZATION:	Utilization Technology of Rock Phosphate	Tokyo Kasei University	1990-1991

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
Researcher	IPT	Superior	1985 until now
Professor	Oswaldo Cruz Faculty	Superior	1991 until now

TECHNICAL WORKS

- .Tubular reactor development for homogeneous reactions
- .Aluminum and Zinc catalyst to production of butadiene from ethonol
- .New route for the nitric phosphate processes
- .Production of feed-grade dicalcium phosphate from nitric oxidulated rock phosphate.

Handwritten initials and a signature.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

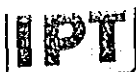
PERSONAL DATA			
NAME: Sinhitiro Saka	BIRTH DATE: 28.09.43		
POSITION: Head of the Ceramics Laboratory - Chemistry Division	INTEREST AREAS: ceramics and non-metallic minerals		

ACADEMIC BACKGROUND			
·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	B.Sc. Chemical Engineering	- Osvaldo Cruz Chemistry College	1972
MASTER DEGREE:			
DOCTOR:			
SPECIALIZATION:	Refractory production technology (JICA-Japan; 1975-1976)		

PROFESSIONAL ACTIVITIES			
·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
· Traditional Ceramics Technology	IPT	Senior Researcher	1969-1992
· Refractories Technology	IPT	Senior Researcher	1980-1992
· Alumina Technology	IPT	Senior Researcher	1985-1992

TECHNICAL WORKS
· Technical work on refractories and thermal insulators
· Development of alumina pieces at the Pilot Plant
· Brazilian bauxites as paraffin bleaching material
· Energy conservation in the Cement Industry
· Heavy Clay Ceramics: implementation of the heavy clay Ceramics Laboratory at Itu/SP
· Teacher in the Training Course in Ceramics Technology (TCIP) - IPT/JICA - São Paulo - 1988-1989-1991
· Research on Properties and Normalization of Ceramic Pavement in São Paulo
· Brazilian Kaolin for application in the paper industry - ABC 1982
· Geological and Technological Aspects of "Ball Clays" Occurrences in the State of São Paulo - ABC - 1990.

46
3



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Alexandre R. Zandonadi BIRTH DATE: June, 21st, 1935
POSITION: Senior Researcher INTEREST AREAS: Clays Technology,
Ceramics

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	BSc. in Chemistry	"Universidade Católica do Paraná"	1963
MASTER DEGREE:			
DOCTOR:	PhD in Chemical Sciences	University of S. Paulo	1973
SPECIALIZATION:			

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
Researcher	IPT	Superior	from 1965 until now
Professor (Ceramic Technology)	Oswaldo Cruz Faculty	Superior	from 1983
Professor (Mineralogy and Materials Sciences)	FAAP		from 1977
Coordinator of the "International Training Course on Ceramic Technology" - IPT/JICA(TCTP) - 1988, 1989, 1991			

TECHNICAL WORKS

- .President of Brazilian Ceramic Association (1989-1990)
- .Technological Studies of Brazilian Nontronitic Clays - Doctor Degree Thesis - University of São Paulo, 1973
- .Studies of Sacramento, Carmo do Paranaíba and São Gonçalo do Abaeté nontronitic clays
- .Mineralogical characterization and swelling pressure measurements of bentonitic clays of the Cantareira water system tunnels
- .Floor tiles standardization
- .Vitoria da Conquista diatomaceous earthes studies
- .Studies of thermaly activated Brazilian bauxites por paraffin discolouring
- .Refractories for suggar cane plant boilers
- .Technical Assitance to the heavy clay products industries.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Nilce Ortiz

BIRTH DATE: December 25th, 1960

POSITION: Junior Researcher

INTEREST AREAS: Ceramic Materials R&D

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	Bachelor in Chemistry	University of S. Paulo	1987
MASTER DEGREE:	Master on Materials Sciences	Nuclear and Energetic Researches Institute	in course
DOCTOR:	-	-	-
SPECIALIZATION:	-	-	-

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
Apprenticeship	University of São Paulo	Junior Researcher	1984 to 1985
Apprenticeship	Institute for Technological Research	Junior Researcher	1985 to 1987

TECHNICAL WORKS

- . Phisycal and Chemical Characterization of Raw Materials and Products
- . Development of Raw Materials Bleaching Processes
- . Development of Technical Microcomputer Software
- . Researches on Industrial Residues Utilization.

Handwritten signature and initials



CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Renata G. Sakamoto
POSITION: Senior Researcher

BIRTH DATE: 09.12.47

INTEREST AREAS: catalyst production,
powder synthesis

ACADEMIC BACKGROUND

·LEVEL	·TITLE	·UNIVERSITY	·YEAR
UNDERGRADUATION:	Chemistry Bachelor	IQ-Univ. of São Paulo	1972
MASTER DEGREE:	-	-	-
DOCTOR:	-	-	-
SPECIALIZATION:	-	-	-

PROFESSIONAL ACTIVITIES

·ACTIVITY	·ORGANIZATION	·LEVEL	·PERIOD
Control quality analysis	IPT	Junior Researcher	1973-1976
Extraction of natural products	IPT	Junior Researcher	1976-1978
Catalyst Development	IPT	Senior Researcher	1978-1992

TECHNICAL WORKS

- . Development of methodology of preparation an conformation of catalysts.
- . Preparation of some sort of alumina from catalysts for automotive pollution control.
- . Ten Papers in Catalysis Congresses.

Handwritten initials and signature



CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA			
NAME: Solange L. Fahmy		BIRTH DATE: July 31, 1947	
POSITION: Senior Researcher		INTEREST AREAS: catalyst production, powder synthesis	
ACADEMIC BACKGROUND			
• LEVEL	• TITLE	• UNIVERSITY	• YEAR
UNDERGRADUATION:	Chemist	Oswaldo Cruz Chemistry College	1973
MASTER DEGREE:			
DOCTOR:			
SPECIALIZATION: advanced inorganic chemistry (USP 1979), organic physico-chemis- try (USP 1980), catalysis I, catalysis II (USP 1984), training at National Chemical Laboratory for Industry (Japan 1986)			
PROFESSIONAL ACTIVITIES			
• ACTIVITY	• ORGANIZATION	• LEVEL	• PERIOD
Research on catalyst	IPT		since 1979
TECHNICAL WORKS			
• Preparation, characterization, evaluation and deactivation of catalysts for the process of dehydrogenation, dehydration and hydronation of alcohols and aldehydes.			
• Preparation, characterization and evaluation of CoO/MoO ₃ catalyst supported in alumina for the processes of hydrpdessulfurization.			
• Preparation, characterization and evaluation of ZnO catalysts for adsorption of H ₂ S.			
• Studies realized together JCC/JICA on the dehydration of ethyl alcohol for production of ethylene.			

Handwritten signature and initials: *Solange L. Fahmy*
26-9



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Queenie S.H. Chui Pressinotti BIRTH DATE: 30.06.51
POSITION: Senior Researcher INTEREST AREAS: Chemical Analysis

ACADEMIC BACKGROUND

• LEVEL	• TITLE	• UNIVERSITY	• YEAR
UNDERGRADUATION:	Bachelor of Science	- IQ - Univ. São Paulo	1972
MASTER DEGREE:	Master of Science	- IQ - Univ. São Paulo	1987

DOCTOR:

SPECIALIZATION: quality control engineer (CQE by ASQC-American Society of Quality Control 1989)

PROFESSIONAL ACTIVITIES

• ACTIVITY	• ORGANIZATION	• LEVEL	• PERIOD
• chemical analysis quality control	CIQUINE-Petrochemical Company (Camaçari-BA)	Assistant Chemistry	1973-1974
• chemical and physical quality control	PLESSEM Ate Telecom. Ltd. - São Paulo	Laboratory Chief	1975-1976
• chemical analysis and chemical research	IPT	Lab. Chief and Researcher	1977-1980 and 1980 to date

TECHNICAL WORKS

- Analytical chemistry research utilizing traditional and analytical instruments like atomic absorption spectrometer (flame, graphite furnace, hydride system), potentiometric titrations (utilizing specific electrodes, traditional ones etc), colorimetric methods utilizing auto analyser system and so on.
- Specialized technical activities for fertilizer research.
- Quality control for the inspection and fiscalization of fertilizer, as one of the Official Laboratories of Agriculture Ministry of Brazil (1985 to 1987)
- Training Courses (atomic absorption spectrometry, fertilizer chemical analysis, etc) offered to technical personnel of private companies, research institutes, etc).



CURRICULUM VITAE

PERSONAL DATA

NAME: Claudio Luiz Mariotto BIRTH DATE: June 26th, 1941
POSITION: Head of Metallurgy Division INTEREST AREAS: Foundry Technology

ACADEMIC BACKGROUND

Table with 4 columns: LEVEL, TITLE, UNIVERSITY, YEAR. Rows include Undergraduation (Engineer, University of S. Paulo, 1963), Master Degree (Master of Science, University of S. Paulo, 1988), and Doctor.

PROFESSIONAL ACTIVITIES

- ACTIVITY ORGANIZATION LEVEL PERIOD
Research on moulding materials and processes, including investment casting moulds
Foundry Process Teacher at Escola Politécnica (Un. of S. Paulo)
Technology Transfer from IPT to industries.

TECHNICAL WORKS

- MARIOTTO, C.L. Loading rate as a parameter in foundry sand testing. In: Proceedings - 1st International Steel Foundry Congress, 11-13 November, 1985, Chicago Steel Founders' Society of America, p.219-29.
MARIOTTO, C.L.; ALBERTIN, E. & FUOCO, R. Sistemas de enchimento e alimentação de peças fundidas. São Paulo, ABM, 1987. 134p. (Rising and Gating of Castings).
SINATORA, A.; GOLDENSTEIN, H.; MEI, P.R.; ALBERTIN, E.; FUOCO, R. & MARIOTTO, C.L. Effects of carbon; chromium and molybdenum contents on solidification and microstructure of 15 or 20% Cr white cast irons. In: Proceedings - 55th International Foundry Congress, 11-16 September, 1988, Moscow, CIATF, Paper nr.4, 10p.
MARIOTTO, C.L.; ALBERTIN, E.; FUOCO, R.; BOCCALINI, JR, M. A study on the manufacture and performance of permeable coreboxes. In: Proceedings - 58th International Foundry Congress, 15-19 September 1991, Krakow, CIATF, Paper nr.10, 30p.

NUMBER OF PUBLICATIONS: 27

Handwritten signature and initials