

社会開発協力部報告書

# ブラジル材料技術開発

## 長期調査員チーム及び実施協議調査団

### 報告書

平成4年12月

国際協力事業団

社会開発協力部

社 庫 -
JR
93-044

ブラジル材料技術開発長期調査員チーム及び実施協議調査団報告書

平成4年12月

93-044



JICA LIBRARY



111192191



ブラジル材料技術開発

長期調査員チーム及び実施協議調査団

報 告 書

平成4年12月

国際協力事業団  
社会開発協力部

国際協力事業団

25894

## 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、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 年以來、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した。

本プロジェクトの要請は、1987 年以來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 分野の技術内容の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。

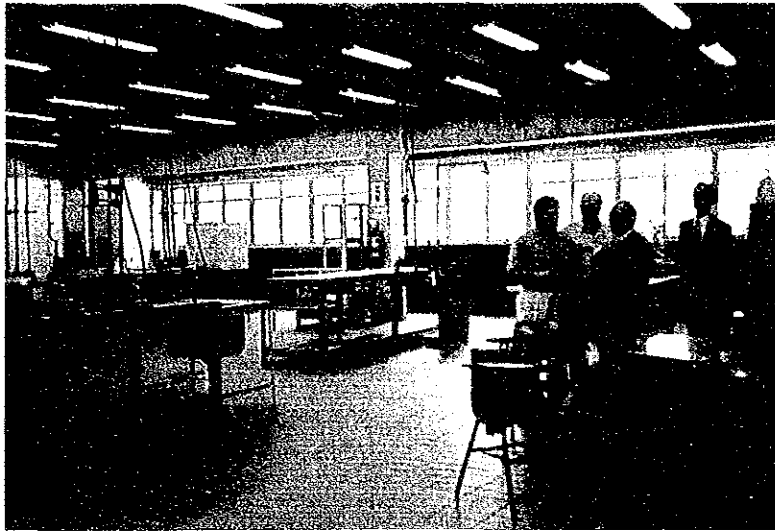
事前調査団帰国後、日本側協力機関でワーキンググループを組織し、協力の可能性および協力の内容について検討を行った。

その結果をふまえ、当事業団は 1992 年 10 月 5 日から 10 月 15 日まで長期調査員チームを派遣してブラジル側と協力内容の擦り合わせを行い、さらに同年 12 月 10 日から 12 月 20 日まで実施協議調査団を派遣して、協力内容および活動計画等について合意し、討議議事録 (R/D) を署名するに至った。本プロジェクトの協力期間は、R/D 署名日の 1992 年 12 月 15 日から 5 年間となる。

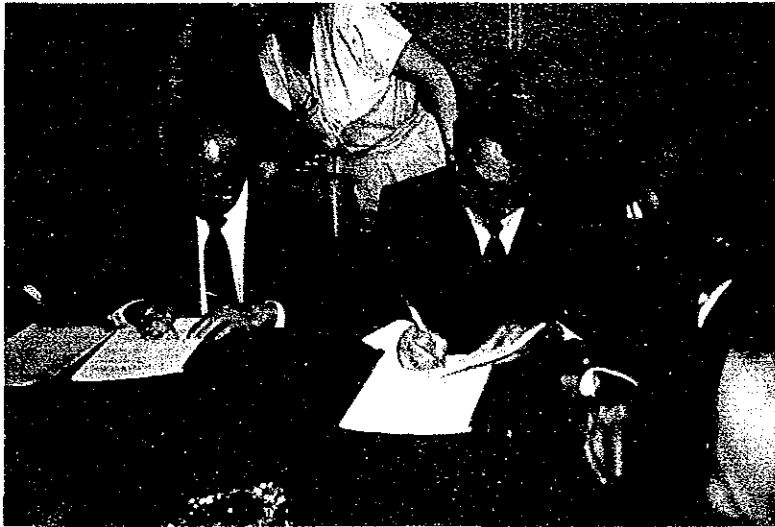
本報告書は上記長期調査員及び実施協議調査団が行った調査および協議の内容と結果をまとめたものである。終わりに本件調査にあたり、ご協力頂いたブラジル政府関係機関、在ブラジル日本大使館、外務省、通商産業省、科学技術庁の関係各位に深甚なる謝意を表する次第である。

1992 年 12 月

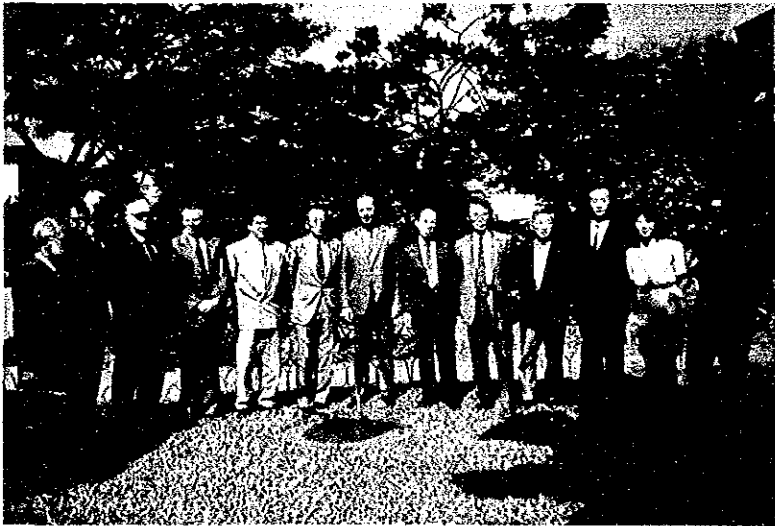
国際協力事業団  
理事 佐藤 清



実験室の1つ (ファインセラミックス分野)



R/D 署名 (左：石沢団長, 右：Cristalli ABC 長官)



植樹祭を終えて



## 目 次

序文

写真

第 I 部 長期調査員チーム報告書 .....	1
1. 長期調査員チームの派遣 .....	3
1-1 派遣の経緯と目的 .....	3
1-2 チームの構成 .....	3
1-3 調査日程 .....	4
1-4 主要面談者 .....	4
2. 調査項目および結果概要 .....	7
3. ミニッツ .....	17
4. 要請の内容 .....	35
4-1 要請の内容 .....	35
4-2 要請によるプロジェクトの実施計画 .....	35
5. ファインセラミックス分野の実施計画 .....	37
5-1 協力分野の現状と問題点 .....	37
5-2 プロジェクトの目的 .....	37
5-3 協力の範囲および対象 .....	37
5-4 活動スケジュール .....	37
5-5 専門家派遣計画 .....	38
5-6 研修員受入計画 .....	38
5-7 機材供与計画 .....	38
6. 金属分野の実施計画 .....	43
6-1 協力分野の現状と問題点 .....	43
6-2 プロジェクトの目的 .....	43
6-3 協力の範囲および対象 .....	43
6-4 活動スケジュール .....	43
6-5 専門家派遣計画 .....	44
6-6 研修員受入計画 .....	44
6-7 機材供与計画 .....	45

第II部 実施協議調査団報告書 .....	47
1. 実施協議調査団の派遣 .....	49
1-1 派遣の経緯と目的 .....	49
1-2 調査団の構成 .....	49
1-3 調査日程 .....	51
1-4 主要面談者 .....	52
2. 討議議事録の交渉経緯 .....	55
2-1 交渉経緯 .....	55
2-2 討議議事録 (R/Dおよびミニッツ) .....	59
3. ファインセラミックス分野の実施計画 .....	79
3-1 プロジェクトの目的 .....	79
3-2 協力の範囲および対象 .....	79
3-3 活動のスケジュール .....	79
3-4 専門家派遣計画 .....	80
3-5 研修員受入計画 .....	80
3-6 供与機材計画 .....	81
4. 金属分野の実施計画 .....	85
4-1 プロジェクトの目的 .....	85
4-2 協力の範囲および対象 .....	85
4-3 活動のスケジュール .....	85
4-4 専門家派遣計画 .....	87
4-5 研修員受入計画 .....	87
4-6 供与機材計画 .....	88
5. 相手国のプロジェクトの実施体制 .....	91
5-1 実施機関の組織及び事業概要 .....	91
5-2 プロジェクトの組織 .....	94
5-3 プロジェクトの予算措置 .....	94
5-4 建物、設備等計画 .....	95
5-5 カウンターパートの配置計画 .....	95
6. プロジェクト実施上の留意事項 .....	111

# 第 I 部 長期調査員チーム報告書



## 1. 長期調査員チームの派遣

### 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 年以來、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 年以來伯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等の理由で、見送られてきた。しかしその後、当初要請の 13 分野のうち、ファイナ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、さらに 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、1992 年 2 月事前調査団を派遣し、プロジェクトの実施の可能性と要請内容を詳細に調査した。

事前調査団で調査された要請内容およびブラジル側の技術レベルをふまえ、具体的な協力の可能性および協力内容を検討すべく、日本側協力機関 (科学技術庁無機材質研究所、同庁金属材料技術研究所、通商産業省名古屋工業試験所、(財) ファインセラミックスセンター) でワーキンググループが組織された。そして今般、その検討結果をもって、プロジェクトにおける協力内容の擦り合わせを行うことを目的に、ワーキング・グループのメンバーを中心に長期調査員チームが派遣された。

### 1-2 チームの構成

氏名	担当	現職
成田明敏	協力計画	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
石沢芳夫	ファイナセラミックス	科学技術庁無機材質研究所 第 12 研究グループ 総合研究官
村瀬嘉夫	ファイナセラミックス	通商産業省工業技術院

山 縣 敏 博 超合金

名古屋工業技術試験所  
セラミックス基礎部材料合成課長  
科学技術庁金属材料技術研究所  
材料設計研究部第2研究室長

1-3 調査日程

日順	月	日	調 査 内 容
1	10月	5日 (月)	22:00 成田発 JL064
2		6日 (火)	09:05 サン・パウロ着 14:00 JICAサン・パウロ事務所訪問・打合せ 15:00 IPT表敬・打合せ 17:00 総領事館表敬
3		7日 (水)	IPTとの協議
4		8日 (木)	IPTとの協議
5		9日 (金)	IPTとの協議
6		10日 (土)	団内打合せ
7		11日 (日)	資料とりまとめ
8		12日 (月)	ミニッツ作成
9		13日 (火)	午 前 IPTとの最終協議 午 後 ミニッツ署名 23:55 サンパウロ発 JL063
10		14日 (水)	(ロサンジェルス経由)
11		15日 (木)	13:00 成田着

1-4 主要面談者

ブラジル側

(1) サン・パウロ技術研究所 (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)

Dr. Mário Gilberto Cortopassi

President of IPT

Dr. Francisco de Assis Souza Dantas

Superintendent Director and President of IPT/JICA Committee

Dr. Otávio de Mattos Silveiras

Technical Director  
Dr. Milton de Abreu Campanário  
Planning and Management Director  
Dr. Eduardo Graziano  
Administrative and Financial Director  
Dr. Tibério Cescon  
Technological Capacitation in Materials Project  
Dr. Paulo Afonso Doin  
Chemistry Division Coordinator  
Eng. Claudio Luiz Mariotto  
Matallurgy Division Coordinator  
Dr. Fernando José G. Landgraf  
Materials Program Coordinator  
Dr. Toshi-ichi Tachibana  
Vice-President of IPT/JICA Committee and Transportation Technology  
Division Coordinator  
Eng. Izabel Margarida Geve  
Head of the International Relations Department  
Bel. Mari Tomita Katayama  
Executive Secretary of IPT/JICA Committee  
Eng. Eduardo Albertin  
Head of the Casting Group  
Dr. Hamilton Lelis Ito  
Head of the Group of Metallurgical Products Characterization  
Dr. Evaristo Pereira Goulart  
Head of the Inorganic Products Group  
Eng. Flavio Beneduce Neto  
Head of the Process Metallurgy Laboratory  
Eng. Marco Antonio Pacheco Jordão  
Researcher of the Ceramics Laboratory  
Dr. Chen Tsung Jye  
Researcher of the Ceramics Laboratory  
(2) ブラジル協力事業団 (Agencia Brasileira de Cooperacao)

Mr. Ricardo Pinto Ribeiro 日本担当官

日本側

(1) 在サン・パウロ総領事館

石垣 泰司 総領事

三輪 徳子 副領事

(2) JICA サン・パウロ事務所

寺内 光夫 所長

斉藤 良夫 室長



## 2. 調査項目および結果概要

- (1) 本長期調査員チームは、事前調査団帰国後、日本側の4協力機関で組織されたワーキンググループにおいて検討された結果をふまえ、プロジェクトの協力内容の擦り合わせを行った。今回のその具体的な調査・確認項目は表2のとおりである。
- (2) 調査結果の詳細については、後述の4.～6.にあるとおりであるが、概要は以下のとおりである。
  - ① 事業計画：まず協力範囲については、ファインセラミックス分野で透光性アルミナに絞られ、金属分野では、ニッケル基超合金となった。また協力技術は製造および特性評価技術とされた。事業計画については、日本側案ではほぼ全面的にブラジルは合意した結果となった。
  - ② 実施体制・ブラジル側の投入：IPTの組織や支援体制は特に問題はない。研究・実験スペースも確保されているが、ファインセラミックス分野で機材を設置する一室を防塵加工等するよう要求した。C/Pについては、金属分野で、事前調査時より6人増の配置にされているなど、ブラジル側の努力が見られた。今後は、C/Pの専従化が望まれる。
  - ③ 日本側の投入：専門家派遣計画、研修員の受入れ時期および研修内容、供与機材の選定について協議され、ドラフトを作成するに至った。ただし、予算や機材の到着時期によって変更もあり得る。また、供与機材の仕様や概算価格については今後、日本側関係機関で協議調査してゆくこととなった。



ブラジル材料技術開発プロジェクト長期調査員チーム調査項目

No. 1

事項	項目及び内容	日本側の考え方・方針	ブラジル側に対する調査・確認事項
1. W/D の署名者	1-1 W/D の署名者	日本側は長期調査員チームリーダーの成田明敏 (JICA) とする。	○事前調査時のミニッツの署名者と同じか？
2. 事業計画	2-1 目的  2-2 協力範囲	<p>[ファイナセラミックス関係] 事前調査時にブラジル側要請としてあったのは以下の5分野</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></li> <li>・ PTZ/PLTZ</li> <li>・ Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/sialon</li> <li>・ ZrO<sub>2</sub></li> <li>・ Sic</li> </ul> <p>この中で日本側はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に絞って協力することとする ↓</p> <p>[金属関係] 事前調査時にブラジル側より要請のあったNi基超硬合金について協力することとする</p>	
	2-3 協力技術	<p>[ファイナセラミックス関係] 1) 製造技術 ・ 粉末製造 ・ 成形 ・ 焼結 ・ 加工 第1段階 既成の粉末を用いて、成形・焼結・加工する 第2段階 粉末製造・原料合成</p>	○協力分野についてブラジル側が要請する具体的な内容・レベルを確認した上で、日本側が対応できる内容を提示する

事項	項目及び内容	日本側の考え方・方針	ブラジル側に対する調査・確認事項
		<p>2) 特性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Microstructural characterization</li> <li>・ Preparation for characterization</li> <li>・ Physical characterization</li> <li>・ Mechanical characterization</li> <li>・ Thermal characterization</li> <li>・ Electrical characterization</li> <li>・ Chemical characterization</li> <li>・ Optical characterization</li> </ul> <p>[金属関係]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成分分析</li> <li>・ 溶解</li> <li>・ 組成分析・組織観察</li> <li>・ 強度特性評価</li> </ul> <p>[ファイバーセラミックス関係]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 直線透過率 % (高圧ナトリウムランプの波長 mm, 試料厚さ mm)</li> <li>2) 原料粉末 4 N、粒径 <math>\mu m</math></li> <li>3) 評価試験技術の修得</li> </ol> <p>[金属関係]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 市販の合金と同じ組成の合金を原材料を用いて溶製し、溶製した合金の強度特性が公表されているその合金の強度特性と同じになるように             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 溶解鑄造技術の習得</li> <li>・ 成分分析技術の習得</li> <li>・ 力学特性評価技術の習得</li> <li>・ 組織・構造評価技術の習得</li> </ul> </li> </ol>	<p>○左の協力分野の名称について、ブラジル側と概念のすりあわせおよび言葉の一致をさせる</p> <p>○協力分野をこのプロジェクトによって達成されようとするレベル(協力成果)について協議する</p>

事項	項目及び内容	日本側の考え方・方針	ブラジル側に対する調査・確認事項
3. 実施体制	3-1 IPT		<ul style="list-style-type: none"> <li>○専門家の執務室の確保は？</li> <li>○C/P 配置計画は？</li> <li>○運営経費は？</li> <li>○ドライバー、セクレタリーの確保は必ずできるのか？</li> </ul>
4. 伯側の投入	3-2 Steering Committee 4-1 運営予算 4-2 組織図 4-3 要員の配置 4-4 施設 4-5 機材	<ul style="list-style-type: none"> <li>○メンバー構成、機能、権限、開催頻度？</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○研究予算（消耗品、その他）は確保できるか</li> <li>○確認のため現在の組織図を提出してもらい、このプロジェクトの位置づけがどこになるか確認する</li> <li>○プロジェクトのカウンターパートの協力分野別の人数・業務経験等の調査</li> <li>○機材の設置場所・環境の調査→伯側に環境整備を要請</li> <li>○当プロジェクトに係わる既存の機材の調査 (事前ミニッツ中のリストにある機材の確認)</li> </ul>



事項	項目及び内容	日本側の考え方・方針	ブラジル側に対する調査・確認事項																																																						
	<p>5-3 C/P 受入れ</p>	<p>2～3名/年 程度</p> <p>○年間2～3名程度という制限はJICA研修事業部の予算上やむを得ない。</p> <p>○プロジェクト前半で多く受け入れ方がプロジェクト推進にプラスになると考える</p> <p>○ファイナセンセラミックス関係については、半年以上の長期間日本滞在を希望する</p> <p>○金属関係は、金属材料移転のため1993年10月から1994年6月までは受け入れ不可)</p>	<p>○ブラジル側の研修員派遣計画（研修科目・具体的研修内容・人・派遣予定年度）を調査</p> <p>○C/P 研修用の原料はブラジル側で調達・輸送できるか確認</p>																																																						
	<p>5-4 機材供与</p>	<p>[ファイナセンセラミックス関係]</p> <p>A. プロセッシング (Processing)</p> <p>1) 原料調整 (Preparation of Raw Materials)</p> <table border="1" data-bbox="638 896 957 1576"> <thead> <tr> <th></th> <th>USD</th> <th>円 (万)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Power Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Synthesis Furnace*</td> <td>30,000</td> <td>375</td> </tr> <tr> <td>Spray Dryer</td> <td>35,000</td> <td>440</td> </tr> <tr> <td>Viscometer</td> <td>20,000</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>Zeta Potential Analyser</td> <td>15,000</td> <td>190</td> </tr> <tr> <td>Ball Mill</td> <td>5,000</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Attritor</td> <td>10,000</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>Clean Bench*</td> <td>30,000</td> <td>375</td> </tr> <tr> <td>Water Purifier*</td> <td>10,000</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>Balance*</td> <td>8,000</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 成形 (Forming)</p> <table border="1" data-bbox="957 896 1037 1576"> <tbody> <tr> <td>Uniaxial Press</td> <td>10,000</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>Cold Isostatic Press</td> <td>(80,000)</td> <td>(1,000)</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) 焼結 (Sintering)</p> <table border="1" data-bbox="1037 896 1117 1576"> <tbody> <tr> <td>Furnace (Vacuum)</td> <td>(200,000)</td> <td>(2,500)</td> </tr> <tr> <td>Furnace (Hydrogen)</td> <td>(60,000)</td> <td>(750)</td> </tr> </tbody> </table> <p>B. 粉末評価 (Powder Characterization)</p> <table border="1" data-bbox="1117 896 1197 1576"> <tbody> <tr> <td>Centrifugal Particle Size Analyser</td> <td>80,000</td> <td>(1,000)</td> </tr> <tr> <td>BET*</td> <td>35,000</td> <td>440</td> </tr> <tr> <td>TGA, DSC, DTA</td> <td>(65,000)</td> <td>(815)</td> </tr> <tr> <td>X-Ray Diffractometer**</td> <td>150,000</td> <td>1,875</td> </tr> </tbody> </table> <p>C. バルク評価 (Bulk Characterization)</p> <p>1) 微構造解析 (Microstructural Charact.)</p>		USD	円 (万)	Power Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Synthesis Furnace*	30,000	375	Spray Dryer	35,000	440	Viscometer	20,000	250	Zeta Potential Analyser	15,000	190	Ball Mill	5,000	65	Attritor	10,000	125	Clean Bench*	30,000	375	Water Purifier*	10,000	125	Balance*	8,000	100	Uniaxial Press	10,000	125	Cold Isostatic Press	(80,000)	(1,000)	Furnace (Vacuum)	(200,000)	(2,500)	Furnace (Hydrogen)	(60,000)	(750)	Centrifugal Particle Size Analyser	80,000	(1,000)	BET*	35,000	440	TGA, DSC, DTA	(65,000)	(815)	X-Ray Diffractometer**	150,000	1,875	<p>○全般的にも絞り込みが必要となるが、事業計画中必要かつ優先順位の高い機材はどれか？ 協議に基づき、供与機材を選定するか？</p> <p>○それらの機材は実際プロジェクトの活動の中でどのように使用されるのか？</p> <p>○研究計画に基づき、供与年度を協議する</p> <p>○機材管理、メンテナンスはどう考えているのか？</p>
	USD	円 (万)																																																							
Power Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Synthesis Furnace*	30,000	375																																																							
Spray Dryer	35,000	440																																																							
Viscometer	20,000	250																																																							
Zeta Potential Analyser	15,000	190																																																							
Ball Mill	5,000	65																																																							
Attritor	10,000	125																																																							
Clean Bench*	30,000	375																																																							
Water Purifier*	10,000	125																																																							
Balance*	8,000	100																																																							
Uniaxial Press	10,000	125																																																							
Cold Isostatic Press	(80,000)	(1,000)																																																							
Furnace (Vacuum)	(200,000)	(2,500)																																																							
Furnace (Hydrogen)	(60,000)	(750)																																																							
Centrifugal Particle Size Analyser	80,000	(1,000)																																																							
BET*	35,000	440																																																							
TGA, DSC, DTA	(65,000)	(815)																																																							
X-Ray Diffractometer**	150,000	1,875																																																							

専 項	項 目 及 び 内 容	日 本 側 の 考 え 方 ・ 方 針	ブラジル側に対する調査・確認事項
		SEM (EDX) (or EPMA) Image Analyser 2) 加工技術 (Preparation for Charact.) Cutting, Grinding, Polishing 3) 物理特性 (Physical Charact.) Hg Porocimeter Microhardness Tester TMA 4) 光学特性 (Optical Charact.) Double Beam Spectrophotometer Optical Microscope* 5) 化学分析 (Chemical Charact.) ICP (注) 1) *印：日本側提案 2) **印：追加設備 3) ( ) 内数値は、修正額 4) 原料合成技術を追加した。 5) 合計額が2億円を越えているが、最終的にはブラジル側と相談する。	600,000 7,500 60,000 750 100,000 1,250 60,000 750 30,000 375 (125,000) (1,500) 20,000 250 24,000 300 200,000 2,500 合計 25,725万円
		[金属関係] 金属関係：Ni基耐熱合金 A. プロセッシング (Processing) (1) 熔解鑄造 (Melt and Cast) Vacuum Induction Furnace B. 評価 (Characterization) (1) 分析 (Chemical Analysis) N <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> Analyser (2) 力学特性 (Mechanical Property) Creep Testing Machine 1 set High Temperature Testing Machine	USドル 円 (万) (520,000) (6,500) (180,000) (2,000) (60,000) (750) (164,000) (2,050)



事項	項目及び内容	日本側の考え方・方針	ブラジル側に対する調査・確認事項
6. その他	<p>5-5 ローカルコスト</p> <p>6-1 R/D 調査団</p>	<p>(3)組織 (Structure)</p> <p>SEY(*)</p> <p>56,000                      700</p> <p>合計                            12,000</p> <p>(注) ① *印：日本師追加</p> <p>      ② () 内数字は、修正額</p> <p>      ③ 合計額は1億円を越えているが、最終的にはブラジル側と相殺する</p> <p>      ④ セラミックス共用になっている機材は、本プロジェクトの目的の先の研究に研究を実施する場合には必要であるが、今回はそこまで手を伸ばすことは考えていないため、取り上げなかった。</p> <p>◎ 娯楽、分析、組織、に関する機材は1年以内に、カ学特性に関する機材は2年度目に入入する。</p> <p>○ 他に金材研移転にともない、金材研の機材を贈与してもらえらるが、据え付けのためメーカーを現地に派遣することが必要となる。</p> <p>プロジェクトに必要な経費は、原則ブラジル側の負担とする</p> <p>○ 年度内に派遣を予定。</p>	<p>○ 佐側の都合の悪い時期をきく</p>



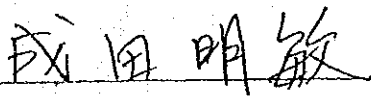
MINUTES OF MEETING  
ON  
THE PREPARATORY STUDY FOR THE PROJECT  
ON  
TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS  
OF  
THE INSTITUTE FOR TECHNOLOGICAL RESEARCH  
OF  
THE STATE OF SÃO PAULO  
IN  
THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

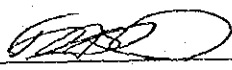
The Japanese Preparatory Study Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), and headed by Mr. Akitoshi Narita visited the Federative Republic of Brazil from October 05 to 15, 1992 for the purpose of making preparatory study on the Technical Cooperation Program concerning the Technological Capacitation in Materials Project (hereinafter referred to as "the Project") in the Federative Republic of Brazil.

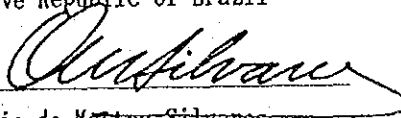
During its stay in the Federative Republic of Brazil the Team exchanged views and had a series of discussions with Institute for Technological Research of the State of São Paulo, of the Secretariat of Science, Technology and Economic Development of the State of São Paulo (hereinafter referred to as "IPT"), 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 as attached herewith.

São Paulo, October 13th 1992.

  
Mr. Akitoshi Narita  
Leader  
Japanese Preparatory Study 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. Otávio de Mattos Silveiras  
Technical Director  
Institute for Technological Research  
of the State of São Paulo  
Federative Republic of Brazil

ATTACHED DOCUMENT  
TO THE  
MINUTES OF MEETING  
ON  
THE PREPARATORY STUDY FOR THE PROJECT  
ON  
TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS  
OF  
THE INSTITUTE FOR TECHNOLOGICAL RESEARCH  
OF  
THE STATE OF SÃO PAULO  
IN  
THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

Both sides exchanged latest views concerning the proposal from the Government of Japan to the Federative Republic of Brazil based on the information carried back to Japan by the Japanese Preliminary Survey Team, and based on the discussion, both sides came to the conclusion attached as ANNEX 1.

9 FX *[Signature]*

## ANNEX 1

### TECHNOLOGICAL CAPACITATION ON MATERIALS

#### I. PROJECT OBJECTIVES

The main objective of this project is to implement a technical cooperation project in advanced ceramics (translucent alumina) 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 Project 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.

*g FX jcl*

## II. MASTER PLAN

### II.1. SCOPE AND CONTENTS 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 (translucent alumina) and Ni-base superalloy casting.

#### II.1.1 ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

In the advanced ceramics area the subject of research will be the production of translucent alumina bodies. This choice has been made based on:

- the experience of the Ceramics Group in the production of aluminium oxide bodies made from 99%  $Al_2O_3$  developed at IPT.
- the Government of the Federative Republic of Brazil has a project for the substitution of the present public lighting system for high-pressure sodium lamps it is, then, important for IPT to make resarches in processing and characterization of translucent alumina pieces, since the Ceramics Group has no experience in this specific area.

This goal will be achieved through cooperative research and the introduction of new characterization techniques, according to the following items:

##### II.1.1.1. Processing

- Preparation of starting powder
- Forming
- Sintering

##### II.1.1.2. High-purity $\alpha-Al_2O_3$ powder synthesis

##### II.1.1.3. Characterization Techniques

- Powder Characterization (physical, chemical)
- Bulk characterization (microstructural, physical, optical and mechanical)

## II.1.2. METALLURGY - 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:

### II.1.2.1 Processing

- Vacuum melting and investment casting of Ni-base superalloys

### II.1.2.2 Characterization

- chemical analysis
- microstructural analysis
- high temperature mechanical properties

## II.2. EXPECTED OUTPUT OF TECHNICAL COOPERATION

Expected outputs of this technical cooperation are described as follows:

### II.2.1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

Through this cooperative research work it is expected to achieve, at the end of the 5 years period, the following results:

- capacity in the production of translucent alumina bodies
- capacity in the characterization techniques of high-purity powders and the determination of the microstructure and properties of translucent alumina bodies.

This acquired capacity will allow IPT to help the small and medium sized industries in the development of translucent alumina products and their quality control, as well as the research to be done by other groups in Brazilian Universities and Research Institutes.

### II.2.2. METALLURGY - Ni-base Superalloy Vacuum Casting

The establishment of those technologies will lead to the production of multicomponent alloys with precisely controlled chemical composition. It is expected that this will make feasible the production of high performance and high reliability alloys.

In order to evaluate the attainment of the target, the properties of selected Nickel base superalloys melted and cast during this project will be compared to available data of equivalent commercial alloys.

### II.3. PROJECT IMPLEMENTATION SCHEDULE

The Project shall be implemented in accordance with the Project Workplan shown in TABLE 1.

### III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE JAPANESE SIDE

#### III.1. DISPATCH OF EXPERTS

The Japanese side shall dispatch at its own expense the services of Japanese experts for the purpose of Technical Cooperation in accordance to the schedule shown in TABLE 2 and in the fields referred to.

#### III.2. COUNTERPART TRAINNING

The Japanese side shall receive at its own expenses IPT staff for technical trainings in Japan as scheduled in TABLE 3 and TABLE 4 and in the fields mentioned in those tables.

#### III.3. PROVISION OF EQUIPMENT

The Japanese side shall provide at its own expenses such equipment necessary for the implementation of the Project as listed in TABLE 5 within the allocated budget of Japanese side.

*Handwritten initials/signature*



#### IV. MEASURES TO BE TAKEN BY BRAZILIAN SIDE

##### IV.1. PROVISION OF PROJECT OPERATING EXPENSES

The Brazilian side shall provide the necessary expenses for the implementation of the Project. (Refer to TABLE 6 PROJECT OPERATING BUDGET - BRAZILIAN SIDE)

##### IV.2. PROVISION OF PROJECT STAFF

The Brazilian side shall provide the required technical staff necessary for the implementation of the Project. (Refer to TABLE 7 PROJECT STAFF - IPT'S RESEARCHERS)

##### IV.3. PROVISION OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES

The Brazilian side shall provide land, buildings and facilities at IPT for the Project implementation and for JICA experts.

#### V. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

Superintendent Director of IPT will bear overall responsibility for the implementation of the Project.

Material Project coordinator of Technological Capacitation will be responsible for the implementation, administration and management of the Project.

The Japanese Experts will give the necessary guidance and advice to the Brazilian Counterpart staff on matters relating to the Project.

*Handwritten signature*  
PX  
9

TECHNOLOGICAL CAPACITATION ON MATERIALS

TABLE 1

PROJECT WORKPLAN - SCHEDULE OF ACTIVITIES

1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
	F I S C A L Y E A R					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1.1. Processing		=====	=====	=====	=====	=====
1.1.1. Preparation, Forming, Sintering			=====	=====	=====	=====
1.1.2. Powder synthesis				=====	=====	=====
1.2. Powder Characterization		=====	=====	=====	=====	=====
1.3. Bulk Characterization		=====	=====	=====	=====	=====
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	F I S C A L Y E A R					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2.1. Processing (melting and casting)		=====	=====	=====	=====	=====
2.2. Characterization		=====	=====	=====	=====	=====
2.2.1. Chemical			=====	=====	=====	=====
2.2.2. Mechanical			=====	=====	=====	=====
2.2.3. Structure			=====	=====	=====	=====

*GAJ*

TABLE 2

TENTATIVE SCHEDULE OF JICA EXPERTS

FISCAL YEAR						
A. LONG TERM SPECIALISTS						
1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Chief Advisor						
Coordinator						
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Processing and Characterization						

(to be continued)

*fdl*

*FX*

*9*

TABLE 2 (cont.)

## TENTATIVE SCHEDULE OF JICA EXPERTS

B. SHORT TERM SPECIALISTS	F I S C A L Y E A R					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
Processing		1	1	1		1
Translucent Alumina		1				
SEM			1			
XRD			1			
ICP				2		
Thermal properties					1	
TOTAL (*)	0 (0)	2 (15)	3 (6)	3 (4)	1 (2)	1 (0)
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Processing						
General					1	
Conventional Cast		1		1		
Directional Cast						
Characterization						
Hot Tensile			1	1	} 1	
Creep Test						
Summary						1
TOTAL (*)	0 (0)	1 (14)	1 (3)	2 (0)	2 (0)	1 (0)

(\*) Figures in parenthesis show the number of engineers of the companies to set up the equipments.

*Handwritten signature and initials*

TABLE 3

TENTATIVE SCHEDULE OF COUNTERPART TRAINING  
(see attached detailed description)

F I S C A L Y E A R						
1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	Number of Persons to be Trained					
Project Overview	1		1			
Powder Synthesis						
Characterization						
- Microstructural (SEM, XRD)		1				1
- Powder			1			
- Chemical (ICP)					1	
- Thermal Properties				1		
- Mechanical Properties					1	
TOTAL 1	1	1	2	1	2	1
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	Number of Persons to be Trained					
Project Overview	1					
Processing						
(melting and casting)		2		1	1	
Mechanical and			1	1		1
Structural Characterization						
TOTAL 2	1	2	1	2	1	1
TOTAL	2	3	3	3	3	2

*dd*

*FX*

*9*

TABLE 4

## DESCRIPTION OF TRAINING

## ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

TRAINING	CANDIDATES	SUBJECT
1993	Marco A. Pacheco Jordao	Project overview
1993	Evaristo Pereira Goulart	Microstructural Characterization of Ceramic Bodies via SEM, XRD
1994	Carlos Takashi Tatamiya	Powder Characterization (via XRD, BET, Centrifugal Particle Size Analyser, Thermal Analysis)
1996	Cherry Sagae Abe	Chemical Characterization of Superpure ceramic powders via ICP
1995	Chen Tsung Jye	Thermal Properties of Powders and Test Pieces
1996	Ricardo Zucchini	Mechanical Properties of Test Pieces
1994	Renata G. Sakamoto	Powder Synthesis
1997	Tiaki Kawashima	Microstructural Characterization (SEM)

(to be continued)

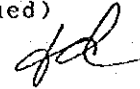




TABLE 4 (cont.)

## DESCRIPTION OF TRAINING

## METALLURGY (Ni-Base Superalloys)

TRAINING	CANDIDATES	SUBJECT
1993	Claudio Luiz Mariotto	Project overview
1993	Flavio Beneduce Neto	Melting and Casting; Characterization of Structure of Cast Samples
1993	Joao Pedro V. Tosseti	Effect of Al addition and C content on final O content in the cast alloy
1994	Marcelo Cescon	Hot Tensile Testing
1995	Mario Boccalini Jr	Investment Casting of Superalloy using IPT molds
1995	Eduardo Lamas	Creep testing Technology
1996	Eduardo Albertin	Directional Solidification Casting and Structure Characterization
1997	Paulo Gioielli	Mechanical and Structural Characterization

*ddl*

*AV*

*9*

TABLE 5

## PROVISION OF EQUIPMENT

SUBJECT	1992	1993	1994
TRANSLUCENT ALUMINA	1. Furnace (Hydrogen) 2. Furnace (Electric) 3. Cold Isostatic Press 4. Centrifugal Particle Size Analyser 5. Spray Dryer 6. Uniaxial Press 7. Pycnometer 8. Clean Bench 9. Water Purifier 10. TGA, DSC, DTA 11. Viscometer 12. Zeta Potential Analyser 13. Ball Mill 14. pH Meter 15. Attritor 16. Balance	17. Furnace (Vacuum) 18. Cutting, Grinding, Polishing 19. Double Beam Spectrophotometer 20. Hg Porosimeter 21. Planetary Mill 22. Roughness Meter	23. SEM(EDX) 24. Image Analyser 25. Powder Al2O3 Synthesis Furnace 26. X-Ray Diffractometer 27. BET
Ni-BASE SUPERALLOYS	1. SEM 2. N2/O2 Analyser 3. Creep Testing Machine	4. Vacuum Induction Furnace	5. High Temperature Testing Machine

SUBJECT	1995	1996	1997
TRANSLUCENT ALUMINA	28. ICP 29. Microhardness Tester 30. TMA 31. Universal Testing Machine 32. Dynamic Elastic Modulus 33. Heater	34. Thermal Conductivity Meter 35. Electric Testing Machine 36. X-Ray Tube	37. Parts and Others
Ni-BASE SUPERALLOYS			6. Parts and Others

*J. de*  
*FX*



TABLE 6

PROJECT OPERATING EXPENSES - BRAZILIAN SIDE  
 (INSTALLATIONS AND MATERIALS)  
 ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

EXPENSES ITENS	INSTALLATIONS (US\$)	MATERIALS (US\$)
Civil works	87,000	
Electrical Installations	75,200	
Transformer 500 KVA	11,300	
Electronic Transformer 400 KVA	60,200	
Air Conditioning Equipment	112,800	
Demoisturizer	13,500	
Compressed Air, Water and Exhaustion Installations	11,000	
GLP and Special Gases Installations	15,500	
Tables, Archives, Benches etc.	10,000	
Consummable Materials; Maintenance Expenses	50,000	
High-purity Alumina		5,000
Reagents for Powder Synthesis		10,000
<b>T O T A L</b>	<b>446,500</b>	<b>15,000</b>

(to be cont.)

*fd*

FX

9

TABLE 6 (Cont.)

PROJECT OPERATING EXPENSES - BRAZILIAN SIDE  
 (INSTALLATIONS AND MATERIALS)  
 METALLURGY - Ni-base Superalloys

ACTIVITIES	INSTALLATIONS (US \$)	MATERIALS (US \$)
Ceramics Molds Development		12,500
Infrastructure and Vacuum Induction Furnace Installation	200,000	
ICP and N <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> Installation and Tests	30,000	
Superalloys: Conventional Melting and Testing Bodies Preparation		120,000
Melting and Directional Solidification		
EPMA - Equipment Installation	20,000	
Hot Tensile Testing Equipment Installation	20,000	
Characterization - Technical Services		50,000
<b>T O T A L</b>	<b>270,000</b>	<b>182,500</b>

*Handwritten signature*

*FX*

*9*

TABLE 7

PROJECT STAFF - IPT RESEARCHERS

Project Coordinator

- Tiberio Cescon, metallurgical engineer, Ph.D.

ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

Area Coordinator

- Evaristo P. Goulart, geologist, Ph.D.

The following researchers will participate in this "Capacitation Program" (Translucent Alumina):

Processing

- Marco Antonio P. Jordao, metallurgical engineer
- Antonio Carlos Camargo, metallurgical engineer
- Newton Haruo Saito, industrial chemist
- Ricardo Zucchini, chemical engineer

Microstructural and Physical Characterization

- Evaristo P. Goulart, geologist, Ph.D.
- Chen Tsung Jye, chemical engineer, Ph.D.
- Tiaki Kawashima, physicist
- Nilce Ortiz, chemist
- Carlos T. Tatamiya, geologist

Chemical Characterization

- Cherry Sagae Abe, pharmaceutical chemist
- Regina Nagamine, chemist

Powder Synthesis

- Renata G. Sakamoto, chemist
- Solange L. Fahmy, chemist

(to be continued)

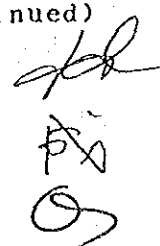
Handwritten signatures and initials, including a large signature at the top, the initials 'FX', and a circled '9' below.

TABLE 7 (cont.)

PROJECT STAFF - IPT RESEARCHERS

METALLURGY - Ni-Base Superalloys

Area Coordinator

- Claudio Luiz Mariotto, metallurgical engineer, M. Sc.

The activity "Processing" (melting and casting) will be mainly conducted by the following researchers


- Claudio Luiz Mariotto, metallurgical engineer, M. Sc.
- Flavio Beneduce Neto, metallurgical engineer, M. Sc.
- Mario Boccalini, metallurgical engineer, M. Sc.
- Joao Pedro V. Tosseti, metallurgical engineer (A.R.)
- Ricardo Fuoco, metallurgical engineer, M. Sc.
- Eduardo Albertin, metallurgical engineer, M. Sc.
- Eduardo Tanabe, chemist

The activity "Characterization" (Chemical analysis, mechanical properties, creep evaluation and microstructural analysis) will be mainly conducted by the following researchers:

- Hamilton Lelis Ito, metallurgical engineer, Ph.D.
- Marcelo Cescon, metallurgical engineer, (A.R.)
- Eduardo Lamas, metallurgical engineer, (A.R.)
- Paulo Gioelli, metallurgical engineer, (A.R.)
- Marcelo Magri, metallurgical engineer, (A.R.)

(A.R.) = Assistant Researcher

It is expected that the information obtained during training periods in Japan will be transferred by the trainees to the others researchers mainly by jointly conducting the experiments of the project. Seminars and specific trainings in Brazil may also be provided. It must be mentioned that the Japanese experts will be able to make specific additional transfer during their stay in Brazil.



## 4. 要請の内容

### 4-1 要請の内容

以下の3点を通して、サンパウロ州技術研究所 (IPT) の技術向上、ひいてはブラジル工業の進展に寄与したいとの要請があった。

- (1) 日伯の共同研究
- (2) プロセッシング及び原料、試料のキャラクタリゼーションに必要な機材の導入による研究室レベルの技術向上
- (3) 日本におけるブラジル人研究者の研修

またテーマは以下のとおり絞られ、特定された。

ファインセラミックス分野：透光性アルミナ焼結体

超合金分野：ニッケル基超合金

### 4-2 要請によるプロジェクトの実施計画

1992年2月の事前調査団の報告及び今回の長期調査員チームへの要請を考慮して、1992年度からの5ヶ年計画の実施が望ましいとのことで合意した。実施協議は早ければ1992年12月上旬が可能との見通しを得た。以下の6、7の実施計画はブラジル側と日本側の合意事項である。



## 5. ファインセラミックス分野の実施計画

### 5-1 協力分野の現状と問題点

ブラジルのセラミックス分野では、現在トラディショナル・セラミックスからファインセラミックスへの移行期にある。IPT でも、トラディショナルセラミックスの研究で、ひととりの経験と実績を有するものの、ファインセラミックス用の装置や技術がまだないというのが現状で、現有の装置では不純物が入ってしまうため、利用できない。

### 5-2 プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、次の3点を実施することにより、ブラジル共和国の研究機関の技術向上をはかり、ひいてはブラジル工業の進展に寄与することである。

(1) 次のテーマのもとに、日本側と IPT の研究チームとの間で材料技術協力プロジェクトを実施する。

#### ◎ 透光性アルミナ焼結体

(2) プロセッシング及び原料、試料のキャラクタリゼーションに関する機材供与による研究室レベルの技術向上

(3) 日本におけるブラジル人研究者の研修

### 5-3 協力の範囲および対象

セラミックスの分野では、透光性アルミナ焼結体の製造技術とそれにかかわる評価技術を対象とし、研究室レベルの範囲で協力する。

### 5-4 活動スケジュール

透光性アルミナ焼結体については、プロジェクトを大きく前期と後期にわけて5ヶ年計画で次のスケジュールで協力する。

(1) 前期の計画

IPT 側には、構造用アルミナを大規模に製造する施設はもっているが、透光性アルミナ焼結体の合成研究ができるようなファインセラミックスの研究施設はもっていない。したがって、まずはじめに原料調整、成形、焼結等のできる設備の導入を行う。また、ブラジルでは、透光性アルミナ焼結体を合成するために必要な高純度原料粉末は生産していない。したがって、はじめの目標として高純度アルミナ粉末を輸入して、高透光性を示すアルミナ焼結体をつくるための原料調整、成形の技術習得を行い、最適な焼結条件を探索する。このためには透過度評価装置を導入して焼結条件の最適化に資する。最適条件を決めた後

に、ブラジル産の原料を用いて焼結合成を試みるとともに焼結体を評価して、プロジェクトの後半で実施する高純度原料粉末の合成研究に有用な情報を得る。

## (2) 後期の計画

透光性アルミナ用高純度粉末の合成研究を行う。このためには粉末のキャラクタリゼーション技術を導入する。さらに透過度を一層向上させるためのキャラクタリゼーション技術も導入する。以上の成果をもとに高純度粉末合成技術をブラジル産の原料に適用する研究を行う。最終的に透光性アルミナ焼結体について物理的、機械的性質を明らかにする。

なお、プロジェクトのワークプランは、ミニッツの Table1に示した。

### 5-5 専門家派遣計画

長期専門家として、チーフアドバイザー兼ファインセラミックスの専門家1名及びコーディネーター1名を1993年度から派遣する。短期専門家の派遣計画は、ミニッツの Table 2 に示してあるが、1992年度の派遣は困難である。派遣機関名を入れた計画を表5-5に示した。今後、派遣者数については、再度考慮していく必要がある。

### 5-6 研修員受入計画

ブラジル側の研修員の受入計画については、研修科目、内容、受入予定年度について協議した。打ち合せた内容をミニッツの Table 3 に示した。Table 4 に研修員氏名が明らかにされている。セラミックス関係は、計8名である。日本側の受入機関及び受入期間を記入した年次計画を表5-6に示した。

### 5-7 機材供与計画

機材供与計画については、原料調整、成形、焼結に関する機材導入を2年間にわたって重点的に行い、評価に関する機材をそのあとで導入するという方針がうちだされた。年次計画は、ミニッツの Table 5 に示したが、日本側の機材の責任分担、機材価格(概算)、機材導入費の年次計画を表5-7に示した。後年度に交換部品にともなう消耗品費を計上した。セラミック分野だけで合計294,795千円になるが、1995年度以降の計画については、再度、検討する必要があることでブラジル側と合意している。



表5-5 短期専門家の派遣計画（透光性アルミナ）

	1992	1993	1994	1995	1996	1997
プロセッシング		1 (名工試)	1 (名工試)	1 (名工試)		1 (名工試)
透光性評価		1 (無機材研)				
SEM			1 (無機材研)			
XRD			1 (無機材研)			
ICP				2 (無機材研)		
熱物性評価					1 (無機材研)	
合計	0(0)	2(15)	3(6)	3(4)	1(2)	1(0)

かっこ内数値は、装置立ち上げに必要なメーカからの派遣者数

表5-6 研修員受入計画 (透光性アルミナ)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997
プロジェクト の打ち合せ	1名(1ヶ月) (3機関)					
SEM, XRD		1名(3ヶ月) (無機材研)				
粉末合成			1名(2ヶ月) (名工試)			
粉末評価			1名(3ヶ月) (JFCC)			
熱物性				1名(3ヶ月) (無機材研)		
化学分析					1名(2ヶ月) (無機材研)	
機械的性質					1名(3ヶ月) (JFCC)	
微構造評価 (SEM)						1名(3ヶ月) (JFCC)
合計	1	1	2	1	2	1

表5-7 機材供与計画 (透光性アルミナ) (単位:千円)

1992		1993	
1. Furnace(Hydrogen) (G)	10,000	17. Furnace(Vacuum) (G)	15,000
2. Furnace(Electric) (G)	920	18. Cutting,Grinding,Polishing (J)	12,500
3. Cold Isostatic Press (G)	10,000	19. Double Beam Spectrophotometer (N)	2,500
4. Centrifugal Particle Size Analyzer (J)	10,000	20. Hg Porosimeter (J)	7,500
5. Spray Dryer (G)	4,400	21. Planetary Mill (G)	3,125
6. Uniaxial Press (G)	1,250	22. Roughness Meter (J)	1,250
7. Pycnometer (J)	1,250		
8. Clean Bench (G)	3,750		
9. Water Purifier (G)	1,250		
10.TGA,DSC,DTA (J)	8,150		
11. Viscometer (G)	2,500		
12. Zeta Potential Analyser (G)	1,900		
13. Ball Mill (G)	650		
14. pH Meter (G)	500		
15. Attritor (G)	1,250		
16. Balance (G)	1,000		
計	58,770	計	41,875

1994		1995	
23. SEM(EDX) (N)	75,000	28. ICP (N)	25,000
24. Image Analyser (N)	7,500	29. Microhardness Tester (J)	3,750
25. Powder Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Synthetic Furnace (G)	3,750	30. TMA (J)	2,500
26. X-Ray Diffractometer (N)	18,750	31. Universal Testing Machine (J)	10,000
27. BET (J)	4,400	32. Dynamic Erastic Modulus (J)	2,500
		33. Heater (G)	500
計	109,400	計	44,250

1996		1997	
34. Thermal Conductivity Meter (N)	22,500	37. Parts,Others	15,000
35. Electric Testing Machine (J)	2,500		
36. X-Ray Tube (N)	500		
計	25,500	計	15,000

G: 名工試、 N: 無機材研、 J: ファインセラミックスセンター



## 6. 金属分野の実施計画

### 6-1 協力分野の現状と問題点

(現状) ニッケル基超合金の真空鋳造技術は、高い熱効率と大きな推力と必要とする産業用ガスタービン、航空機用ジェットエンジンの高圧タービン部材である動翼、静翼の製造手段として広く用いられている。しかし、これらのガスタービン、ジェットエンジンの製造には総合的な技術力と大きな資本力が必要であるため、タービン動翼及び静翼の製造は航空機メーカー、重機メーカーでのみ製造されているのが現状である。

#### (問題点)

ニッケル基超合金の溶解・鋳造技術の基本的原理はすでに公知の事実となっているが、詳細についてはほとんどがノウハウとして所有されている。そのため、この技術を確立するためには試行錯誤的な手法を用いなければならないところに問題がある。また、本技術は合金組成分析技術レベルに強く依存しているのが現状である。

### 6-2 プロジェクトの目的

活性金属を含む多元系合金ニッケル基超合金の真空溶解鋳造技術の確立。

### 6-3 協力の範囲および対象

ニッケル基超合金の真空溶解精密鋳造技術を確立するためには、①真空溶解鋳造技術、②鋳造材の合金組成分析技術、③組織・構造観察及び強度特性評価技術、④鋳型製造技術を確立することが必要である。これらの技術の中で、真空溶解鋳造技術、組織・構造観察及び強度特性評価技術に関しては全面的な技術協力を行うが、合金組成分析技術及び鋳型製造技術に関しては情報提供、コメント等を行うが実質的にはIPTの自助努力に委ねる。

その理由は、①合金組成分析に関しては、IPT金属研究部に組成分析の経験があること、日本では企業毎に分析レベルが異なっており、分析値の絶対値よりも相対値が重要視されていること、②鋳型製造技術に関しては、IPT金属部に鋳造技術部があり、銑合金等用の鋳型に関して多くの経験と実績を有していること、および鋳型に関しては全ての技術情報が各企業内にノウハウとして蓄積され社外に開示されていないこと、かつ金材技研には鋳型製造部門が無いことによる。

### 6-4 活動スケジュール

原材料を用いて市販のニッケル基超合金と同じ組成でかつ同じ強度特性を有する合金を溶製する技術の確立を目標に置き、そのために必要な溶解鋳造技術、合金組成分析技術、合成

組織・構造評価技術、強度特性評価技術に関する研究を行う。

当初は、市販合金のメルティングストックを用いて研究を行い、組成分析技術、組織評価技術の確立を目指す。さらに、メルティングストックの再溶解材の組成分析、組織及び強度特性評価を行い、組成分析技術、特性評価技術の基礎を固める。

その後、原材料を用いて溶解鋳造を行い、溶解材について組成分析、組織及び強度特性評価を行い得られた分析データ及び強度特性データを溶解技術にフィードバックして、成分調整技術、不純物濃度低減技術の確立を目指す。また試作した鋳型を用いて溶解実験を行い、鋳型の溶湯反応性と耐熱性を評価し得られたデータを鋳型製造技術に反映し、ニッケル基超合金の精密鋳造用に適した鋳型製造技術の確立を目指す。さらに、一方向凝固技術に関する研究を行う。

市販合金のメルティングストックを用いた場合には、溶解時の成分変動が小さいためほとんど問題は生じないだろう。しかし、原材料を用いる場合は、構成元素の成分調整に多くの努力と経験が要求される。この溶製技術のレベルは、成分分析精度の信頼性に大きく依存しているため、分析技術の確立については十分注意を払う必要がある。分析に関しては、市販の合金を標準試料として用いる。

#### 6-5 専門家派遣計画

金材技研の筑波全面移転が1993年10月～1994年6月に予定されているが、まだ詳細な移転スケジュールが発表されていないため、現時点では'93および'94年度は年一回（1ヶ月程度）を供与機材設置時期に予定している。'93年度は金属組織学、高温強度学の専門家を、'94年度は溶解鋳造専門家を派遣する。以降は、各年に金属組織及び高温強度学の専門家と溶解鋳造専門家の2名の派遣を予定している。最終年度は、専門家を一人派遣しプロジェクトを纏める仕事を行う予定である。

プロジェクト開始にあたり、まず講義と可能な範囲で実験を行い、該当する材料についての知識を教える必要があると考えられる。

#### 6-6 研修員受入計画

1992年度：総括	1人
1993年度：溶解・鋳造関連技術の研修	2人
1994年度：組織・強度特性評価関連技術の研修	1人
1995年度：溶解・鋳造関連技術及び組織・強度特性評価関連技術の研修	2人
1996年度：溶解・鋳造関連技術の研修	1人
1997年度：組織・強度特性関連技術の研修	1人

合計 8人

IPTからの申し出に沿っている。特に問題はない。

#### 6-7 機材供与計画

1992年度：走査型電子顕微鏡、窒素／酸素同時分析装置、クリープ試験機

1993年度：高周波真空溶解装置

1994年度：高温引張試験機

プロジェクト全体で予算額を大きく上回っている。見積り書を取り寄せて、詰める必要がある。スペックの見直しも検討課題。





## 第II部 実施協議調査団報告書



## 1. 実施協議調査団の派遣

### 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、協力規模および範囲が大きすぎる等の理由で、見送られてきた。しかしその後、当初要請の13分野のうち、ファイナ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、さらに 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、1992年2月事前調査団を派遣し、プロジェクトの実施の可能性と要請内容を詳細に調査した。

事前調査団で調査された要請内容およびブラジル側の技術レベルをふまえ具体的な協力の可能性および協力内容を検討すべく、日本側協力機関でワーキンググループが組織された。その検討結果をもって、1992年10月、プロジェクトにおける協力内容の擦り合わせを行うために、ワーキンググループのメンバーを中心に長期調査員チームが派遣された。

そして今般、ブラジル側とプロジェクトの協力内容および活動計画について合意し、討議議事録 (R/D) を署名することを目的に、無機材質研究所の石沢総合研究官を団長とする実施協議調査団が派遣された。

### 1-2 調査団の構成

- |            |               |   |
|------------|---------------|---|
| 1. 石 沢 芳 夫 | 総括・ファイナセラミックス | 科学技術庁無機材質研究所<br>第12研究グループ総合研究官                  |
| 2. 村 瀬 嘉 夫 | ファイナセラミックス研究  | 通商産業省工業技術院<br>名古屋工業技術試験所<br>セラミックス基礎部材料合成<br>課長 |

- |         |              |                                 |
|---------|--------------|---------------------------------|
| 3. 磯谷三男 | ファインセラミックス評価 | 財団法人 ファインセラミックスセンター<br>試験研究所長   |
| 4. 山縣敏博 | 金属材料研究       | 科学技術庁金属材料技術研究所<br>材料設計研究部第2研究室長 |
| 5. 杉田映理 | 協力計画         | 国際協力事業団社会開発協力部<br>社会開発協力第一課職員   |

1-3 調査日程

日順	月 日	曜日	時 間	行 程 ・ 調 査 内 容	宿 泊 地
1	12月10日	木	22:30	成田発 JL064	
2	11日	金	09:05 14:30 15:30	サンパウロ着 総領事館表敬 IPT表敬	サンパウロ Nikkey Palace
3	12日	土		団内打合せ	サンパウロ
4	13日	日		資料とりまとめ・報告書作成	サンパウロ
5	14日	月	09:00	IPTとの協議	サンパウロ
6	15日	火	09:00 12:00 15:00	IPTとの協議 調査団主催昼食会 R/D調印式	サンパウロ
7	16日	水	09:00 17:00 18:30	IPTとの協議・施設見学 サンパウロ発VP262 ブラジリア着	ブラジリア Naoum Plaza
8	17日	木	09:00 10:30 15:00 17:30 19:10 22:00	大使館報告 JICAブラジリア事務所訪問 ABC表敬、報告 ブラジリア発 RG 277 サンパウロ着 サンパウロ発 RG 860	
9	18日	金	06:30	ニューヨーク着	ニューヨーク
10	19日	土	11:45	ニューヨーク発 NH 009	
11	20日	日	15:40	成田着	

1-4 主要面談者

〈サンパウロ〉

ブラジル協力事業団 (ABC)

Dr. Carlos Roberto Cristalli

Executive Director

サンパウロ州科学技術及び経済開発局

Dr. Luiz Carlos Delben Leite

State Secretary

サンパウロ州技術研究所 (IPT)

Dr. Mário Gilberto Cortopassi

President of IPT

Dr. Francisco de Assis Souza Dantas

Superintendent Director and President of IPT/JICA Committee

Dr. Otávio de Mattos Silveiras

Technical Director

Dr. Milton de Abreu Campanário

Planning and Management Director

Dr. Eduardo Graziano

Administrative and Financial Director

Dr. Tibério Cescon

Technological Capacitation in Materials Project Coordinator

Dr. Paulo Afonso Doin

Chemistry Division Coordinator

Eng. Clodio Luiz Mariotto

Metallurgy Division Coordinator

Dr. Toshi-ichi Tachibana

Vice-President of IPT/JICA Committee and Transportation Technology Division Coordinator

Eng. Izabel Margarida Geve

Head of the International Relations Department

Bel. Mari Tomita Katayama

Executive Secretary of IPT/JICA Committee

Eng. Mario Bocalini

Researcher of the Casting Group

Dr. Hamilton Lelis Ito

Head of the Group of Metallurgical Products Characterization

Dr. Evaristo Pereira Goulart

Head of the Inorganic Products Group

Eng. Flavio Beneduce Neto

Head of the Process Metallurgy Laboratory

Eng. Marco Antonio Pacheco Jordão

Researcher of the Ceramics Laboratory

Dr. Chen Tsung Jye

Researcher of the Ceramics Laboratory

大谷 徹 個別専門家

日本領事館

中 村 裕 首席領事

Ms. Hiro Lia OKayama-Advisor

JICA サンパウロ事務所

寺 内 光 夫 所長

斉 藤 良 夫 室長

佐々木 弘 一 所員

<ブラジリア>

ブラジル協力事業団 (ABC)

Nelson de Oliveira-Coodinator

Ricardo Pinto Ribeiro-Consultor

Pedro Henrique Holanda Meireles-Consultor

Mareos Lins-Consultor

日本大使館

徳 永 幸 久 二等書記官

JICA サンパウロ事務所

鎗 木 功 所長

金 子 健 二 所員





## 2. 討議議事録の交渉経緯

### 2-1 交渉経緯

#### (1) R/D, Minutes の協議

- 1) Record of Discussions (R/D) 及び Minutes の交渉は、サンパウロ州技術研究所 (Institute for Technological Research of the State of Sao Paulo, IPT) で行われた。調印の予定日は、日本出発時とは異なり、ブラジル側の都合で一日早くなり12月15日(火)となった。したがって、必要なら12日(土)も会議を開く予定でいたが、大きな問題点、検討項目が特になかったので、12日開催は取り止めにした。
- 2) IPT の表敬訪問後、第一回目の会合を12月11日(金)午後3時30分から行い、実施協議団の提示した R/D, Minutes に関する JICA 案に基づきブラジル側と協議した結果、内容の大筋について基本的に合意した。詳細な検討は次回に行うことにした。ブラジル側の主な参加者は次の通りである；

Dr. Otavio de Mattos Silveiras (Technical Director)

Dr. Toshi-ichi Tachibana (Vice-president of IPT/JICA Committee and Transportation Technology Division Coordinator)

Dr. Paulo Afonso Doin (Chemistry Division Coordinator)

Dr. Tibeiro Cescon (Technological Capacitation in Materials Project Coordinator)

Eng. Claudio Luiz Mariotto (Metallurgy Division Coordinator, Metallurgy Area Coordinator)

Eng. Izabel Margarida Geve (Head of the International Relations Department)

- 3) 12月14日(月)午前9時から第二回の R/D, Minutes に関する協議を行った。日本側から JICA 案の詳細な説明をしたあとで相互に意見交換を行った。内容の変更は特になく、分かりにくい文章の簡潔化、単純ミスの修正、読みやすい表現スタイルへの変更等を行っただけである。午後後半の時点で、ほぼ最終案に近いものができたので、ABC からのコメントを求めたが、大きな変更はなく、6時半頃に協議を終了した。

R/D に関する主な変更点は、次の通りである；

- ① 調印日を一日早めて12月15日とした。日付変更にとまなう箇所は自動的に修正する。
- ② ANNEXI-VIは、各頁のはじめから書く。
- ③ ANNEX 中の "Characterization Technique" の表現は、Technique を削除する。
- ④ ANNEX IV の Ni 基超合金の分野における Processing および Characterization のカウンターパートの研究者はそれぞれ6名に変更する。

⑤ ANNEX VIの2(3)(b)の“Coordinator”は、“Liaison Officer”に変更する。Minutesに関する主な変更点は、次の通りである：

① 調印日を一日早めて12月15日とした。日付変更にもなう箇所は自動的に修正する。

② I, 1, 1-1の1-1-2の文中の and と evaluated の間に “sintered bodies are” を挿入し、1-1-3の“Minimum characterization technique”の表現から Minimum を削除する。

③ I, 1-2の“latter half”は“second half”に変更する。

④ I, 1-2, 1-2-3の“Physical and mechanical”は、“Physical and optical”に変更する。

⑤ I, 2, 2-2, 2-2-2の最後に within this period. を追加する。

⑥ Table 2 の B2 の☆印は、Processing では、同じ行の1993, 1995, 1996年の三ヶ所につけ、Characterization では同じ行の1994, 1995, 1996, 1997年の四ヶ所につける。

第二回の会議へのブラジル側の主な参加者は次の通りである：

Dr. Toshi-ichi Tachibana (Vice-President of IPT/JICA Committee and Transportation Technology Division Coordinator)

Dr. Paulo Afonso Doin (Chemistry Division Coordinator)

Dr. Tibeiro Cescon (Technological Capacitation in Materials Project Coordinator)

Eng. Claudio Luiz Mariotto (Metallurgy Division Coordinator, Metallurgy Area Coordinator)

Eng. Flavio Beneduce Neto (Head of the Process Metallurgy Laboratory)

Dr. Hamilton Lelis Ito (Head of the Group of Metallurgical Products Characterization)

Dr. Evaristo Pereira Goulart (Head of the Inorganic Products Group, Advanced Ceramics Area Coordinator)

Eng. Marco Antonio Pacheco Jordao (Researcher of the Ceramics Laboratory)

Dr. Chen Tsung Jye (Researcher of the Ceramics Laboratory)

Eng. Izabel Margarida Geve (Head of the International Relations Department)

4) 12月15日(火)の午前9時から第三回のR/D, Minutesに関する協議を行った。前日の作成資料の見直しを行い、午前中に調印文書の作成を終了した。第三回の会議へのブラジル側の主な参加者は、前日と同じである。

調印式は、午後3時から予定通り始まった。調印式の参列者は31名(略)、調印の前に下記の5名によるスピーチがあった。

- ① Luiz Carlos Delben Leite サンパウロ州科学技術及び経済開発局長官 (State Secretary, Science, Technology and Economic Development of the State of Sao Paulo)
- ② 中村 裕 領事在サンパウロ日本国総領事館,
- ③ Carlos Roberto Cristalli ABC (Brazilian Cooperation Agency) 長官 (Executive Director)
- ④ Francisco de Assis Souza Dantas IPT 総裁 (Superintendent Director and President of IPT/JICA Committee)
- ⑤ 石沢芳夫 (実施協議調査団団長)

調印式は、午後4時に予定通り終了した。署名者は、以下の4名である。

- ① 石沢芳夫 (実施協議調査団団長)
- ② Francisco de Assis Souza Dantas (IPT 総裁)
- ③ Carlos Roberto Cristalli (ABC 長官)
- ④ Otavio de Mattos Silvares (IPT 科学技術担当理事)

#### 供与機材, C/P 受入れ等の協議

##### 1) 機材について

機材仕様について打ち合せした。セラミックス関連の機材供与計画について、参考のために、プライオリティをつけた。プライオリティの低いものについては意見交換を行った。Dust-free apparatus 設置のために、想定される実験室を調べた。92年度の機材について、A4 フォームをできるだけ早く提出してもらうことにした。

##### 2) プロジェクト体制

プロジェクト体制について討論し、本プロジェクトの組織図 (配置図) 及びメンバーの役割分担を作成した。

##### 3) C/P 研修員について

平成4年度及び平成5年度のC/P受入れについて、C/P研修員要望調査表を本人からヒヤリングして作成した。

##### 4) 短期派遣について

1993年8月に本プロジェクトのテーマを主体とした (プロジェクトの概要, セラミックス, 超合金のレビュートーク) 講演会の開催について意見交換し, 前向きに検討することになった。

- (2) 12月14日 (月) 9時から16日 (水) 12時まで, R/D, Minutes の協議の合間を使って供与機材, C/P 受入れ等について協議を行い, プロジェクト発足に伴う具体的な詰めやスケジュールの打ち合せを行った。



2-2 討議議事録 (R/D およびミニッツ)

THE RECORD OF DISCUSSIONS  
ON JAPANESE TECHNICAL COOPERATION PROGRAM  
BETWEEN THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND THE INSTITUTE FOR TECHNOLOGICAL RESEARCH  
OF THE STATE OF SÃO PAULO  
FOR THE TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS PROJECT

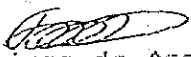
The Implementation Survey Team of the Japan International Cooperation Agency (headed by Dr. Yoshio Ishizawa) visited the Federative Republic of Brazil from December 10th to 20th, 1992 and the Institute for Technological Research of the State of São Paulo (headed by Dr. Francisco de Assis Souza Dantas, Superintendent Director) had a series of discussions to work out the details of a technical cooperation program for the Technological Capacitation in Materials Project.

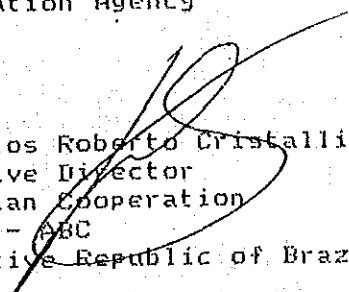
As a result of the discussions, the Implementation Survey Team of the Japan International Cooperation Agency and the Institute for Technological Research of the State of São Paulo agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the document attached herewith, based on the BASIC AGREEMENT ON TECHNICAL COOPERATION BETWEEN THE GOVERNMENT OF JAPAN AND THE GOVERNMENT OF THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL, signed at Brasília on September 22, 1970.


São Paulo, 15th December, 1992.

石塚 芳夫

Dr. Yoshio Ishizawa  
Leader  
Japanese Implementation  
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. Carlos Roberto Cristalli  
Executive Director  
Brazilian Cooperation  
Agency - ABC  
Federative Republic of Brazil

  
Dr. Otávio de Mattos Silveiras  
Technical Director  
Institute for Technological  
Research of the State of São Paulo  
Federative Republic of Brazil

THE ATTACHED DOCUMENT

I. COOPERATION BETWEEN BOTH GOVERNMENTS

1. The Government of Japan and the Government of the Federative Republic of Brazil will cooperate mutually in implementing the Technological Capacitation in Materials Project (hereinafter referred to as "the Project") for the purpose of upgrading the present technological level of advanced ceramics (translucent alumina) and metallurgy (Ni-base superalloy vacuum casting) at the Institute for Technological Research of the State of São Paulo (hereinafter referred to as "IPT").
2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan which is given in ANNEX I.

II. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), which is the executing agency for the technical cooperation by the Government of Japan, to provide, at its own expense, services of the Japanese experts as listed in ANNEX II, through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.
2. The provisions of Article IV(1), V(1)(iii) and (2), VII and VIII of the BASIC AGREEMENT ON TECHNICAL COOPERATION BETWEEN THE GOVERNMENT OF JAPAN AND THE GOVERNMENT OF THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL signed in Brasilia on September 22, 1970 (hereinafter referred to as "Basic Agreement"), will apply to the Japanese experts referred to in 1. above and their families, to the extent that the latter may be relevant.
3. In accordance with laws and regulations in force in Brazil, the provisions of Article VI of the Basic Agreement will apply to the Japanese experts referred to in 1. above and their families, to the extent that the latter may be relevant.

Handwritten initials and marks, including a circled 'NR' and a circled 'O'.

### III. PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense such machinery, equipment and other materials required for the implementation of the Project as listed in ANNEX III through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.
2. The provision of the Article IX of the Basic Agreement will apply to the machinery, equipment and other materials referred to in 1. above.

### IV. TRAINING OF BRAZILIAN COUNTERPART EXPERTS IN JAPAN

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to receive at its own expense the Brazilian counterpart experts involved with the Project for technical training in Japan through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.
2. The provisions of Article IV(2) of the Basic Agreement will apply to the technology and knowledge acquired by the counterpart experts mentioned in 1. above.

### V. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

In accordance with the laws and regulations in force in the Federative Republic of Brazil, through IPT, the Government of the Federative Republic of Brazil will take necessary measures to provide at its own expense:

1. Services of the Brazilian counterpart experts and administrative personnel necessary for the implementation of the Project as listed in ANNEX IV;

*(Handwritten initials and marks)*  
JICA  
07

2. Land, buildings and facilities necessary for the implementation of the Project as listed in ANNEX V as well as incident facilities;
3. Supply or replacement of machinery, equipment, instrument, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than those provided by the Government of Japan under III 1. above;
4. All running expenses necessary for the implementation of the Project.

## VI. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

The Superintendent Director of IPT will bear overall responsibility for the implementation of the Project.

The Project coordinator will be responsible for the implementation, administration and management of the Project.

The Japanese Experts will provide the necessary guidance and advice to the Brazilian counterpart staff on matters relating to the Project.

For the effective and successful implementation of the Project, the Joint Committee will be established with the function and composition as referred to in ANNEX VI.

## VII. RESEARCH RESULTS OWNERSHIP AND PUBLICATIONS

1. The research results obtained originally through the cooperative activities of the Project will be jointly owned by JICA and IPT.
2. When the scientific reports or documentations concerning the Project are compiled, it is to be mentioned that the Project has been implemented by JICA and IPT as technical cooperation project.

Handwritten signatures and initials in the bottom right corner of the page. There are three distinct marks: a circled signature on the left, a signature in the middle, and another signature on the right.



### VIII. MUTUAL CONSULTATION

Both Governments will consult mutually in respect of any matters that may arise from or in connection with the Record of Discussions.

### IX. TERM OF COOPERATION

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be five (5) years from 15th December, 1992.

*(Handwritten initials)*  
7/12/92  
JEL  
C  
D

## ANNEX I

### MASTER PLAN

#### 1. PROJECT OBJECTIVES

The objective of the Project is to upgrade the technological level in the fields of advanced ceramics (translucent alumina) and Ni-base superalloy vacuum casting at IPT, thus to contribute in developing advanced technologies in the Federative Republic of Brazil.

#### 2. SCOPE AND CONTENTS OF JAPANESE TECHNICAL COOPERATION

2.1. The scope of the Japanese Technical Cooperation is to provide technical guidance and advice to the Brazilian counterpart experts and to conduct cooperative research.

2.2. The fields of the Japanese Technical Cooperation are as follows:

##### 2.2.1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

- (1) Processing
  - Preparation of starting powder
  - Forming
  - Sintering
- (2) High-purity alpha- $Al_2O_3$  powder synthesis
- (3) Characterization
  - Powder characterization (physical, chemical)
  - Bulk characterization (microstructural, physical, optical)

##### 2.2.2. METALLURGY - Ni-base Superalloy Vacuum Casting

- (1) Processing
  - Vacuum casting
  - Investment casting
- (2) Characterization
  - Chemical analysis
  - Microstructural analysis
  - High temperature mechanical properties

*J.P.R.* 07 *J.P.R.*

ANNEX II

JAPANESE EXPERTS

A. LONG-TERM EXPERTS

1. Chief Advisor
2. Liaison Officer
3. Experts in the field of:
  - (1) Advanced Ceramics - Translucent Alumina
  - (2) Metallurgy - Ni-base Superalloys

Note: 1) Chief Advisor will be concurrently an expert in one of the above-mentioned fields.

B. SHORT-TERM EXPERTS

Short-term experts will be dispatched for the smooth implementation of the project, when necessity arises.

*Handwritten initials and a circled mark.*

ANNEX III

LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT

1. PROJECT MACHINERY AND EQUIPMENT

1.1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

1. Equipment for Processing
2. Equipment for High-purity alpha- $Al_2O_3$  powder synthesis
3. Equipment for Characterization

1.2. METALLURGY - Ni-base Superalloy Vacuum Casting

1. Equipment for Processing
2. Equipment for Characterization

2. Specification and selection of the equipment will be decided upon mutual consultation between Japanese side and Brazilian side within the allocated budget of Japanese side of each fiscal year.

Handwritten notes and signatures: a circled "7/17", a signature "gd", and another signature "O".

ANNEX IV

BRAZILIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE STAFF

1. Project Coordinator (1)

2. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

- (1) Area Coordinator (1)
- (2) Researchers for:
  - Processing (4)
  - Microstructural and Physical Characterization (5)
  - Chemical Characterization (2)
  - Powder Synthesis (2)

3. METALLURGY - Ni-Base Superalloys

- (1) Area Coordinator (1)
- (2) Researchers for:
  - Processing (melting and casting) (6)
  - Characterization (chemical analysis, mechanical properties, creep evaluation and microstructural analysis) (6)

Note: The figures in ( ) show the number of personnel to be assigned.

*afde*  
*9/27*  
*07*

ANNEX V

LAND, BUILDINGS AND FACILITIES

1. Land, buildings and facilities necessary for the Project.
2. Room and space necessary for installation and storage of the equipment.
3. Office space and necessary facilities for the Japanese experts.
4. Other facilities mutually agreed upon as necessary.

Handwritten marks including a circled number '2429', a signature, and other scribbles.

## ANNEX VI

### THE JOINT COMMITTEE

#### 1. Functions

The Joint Committee will meet at least once a year and whenever necessity arises, and work:

- (1) To formulate the Annual Work Plan of the Project;
- (2) To review the overall progress of the technical cooperation program as well as the achievements of the above-mentioned Annual Work Plan;
- (3) To review and exchange views on major issues arising from or in connection with the technical cooperation program.

#### 2. Composition

- (1) Chairman: Superintendent of IPT
- (2) Brazilian Side:
  - (a) Project Coordinator
  - (b) Area Coordinators
  - (c) Other researchers and personnel concerned with the Project.
- (3) Japanese Side:
  - (a) Chief Advisor
  - (b) Liaison Officer
  - (c) Other experts and personnel concerned to be dispatched by JICA, if necessary.

Note: Personnel designated by the chairman may attend the Joint Committee meeting as observers.

*Handwritten signatures and initials:*  
A large signature at the top right.  
A circled signature below it.  
Other initials and marks below.

MINUTES OF UNDERSTANDING  
OF  
THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS PROJECT

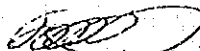
The Japanese Implementation Survey Team and the Brazilian Authorities concerned have jointly formulated the Tentative Schedule of Implementation for the Project as annexed herewith.

This schedule has been formulated in connection with the Attached Document of the Record of Discussions signed on 15th December 1992 between the Leader of the Japanese Implementation Survey Team and the Brazilian Authorities concerned on the Japanese Technical Cooperation for the Technological Capacitation in Materials Project, on the condition that necessary budget will be allocated for the implementation of the Project by both sides and that the schedule is subject to change within framework of the Record of Discussions when necessity arises in the course of implementation of the Project.

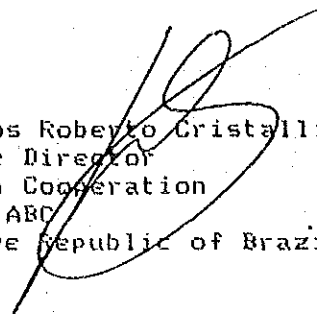
São Paulo, 15th December, 1992.

石塚 芳夫

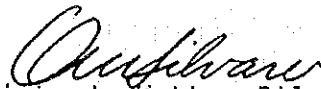
Dr. Yoshio Ishizawa  
Leader  
Japanese Implementation  
Survey Team  
Japan International  
Cooperation Agency  
Japan



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



Dr. Carlos Roberto Cristalli  
Executive Director  
Brazilian Cooperation  
Agency - ABC  
Federative Republic of Brazil



Dr. Otávio de Mattos Silveiras  
Technical Director  
Institute for Technological  
Research of the State of São Paulo  
Federative Republic of Brazil



## I. SCHEDULE OF THE ACTIVITIES

### 1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

#### 1.1. Priority activities for the first half

- 1.1.1. First-step objective of the Project is to fabricate translucent alumina bodies using high-purity alumina powders which should be imported. The most suitable experimental conditions to fabricate translucent alumina bodies will be searched and established. The first-step objective is attained within the first half of the Project.
- 1.1.2. After the most suitable conditions to fabricate translucent alumina bodies are established, existing alumina powders, which are produced in the Federative Republic of Brazil, are used in sintering and sintered bodies are evaluated through several techniques.
- 1.1.3. Characterization techniques for evaluating optical transparencies of sintered alumina are transferred from Japanese experts to the Brazilian research team within this period.
- 1.1.4. The installation of necessary equipment to fabricate translucent alumina is essential. The first two years are necessary to operate equipment and improve one's skill.

#### 1.2. Priority activities for the second half

- 1.2.1. The second step objective of the Project is to synthesize high-purity alumina powders for translucent alumina. This powder synthesis technique is transferred from Japanese experts to the Brazilian research team at the necessary stage. The next stage is to investigate how the high-purity powder synthesis technique can be applied to raw materials which are produced in the Federative Republic of Brazil.
- 1.2.2. Powder characterization techniques to synthesize high-purity alumina and bulk characterization techniques to improve optical transparencies of sintered alumina are transferred from Japanese experts to the Brazilian research team at the initial stage of the second half of the Project.

*Handwritten initials and marks:*  
A circle containing the letters "RB", a signature, and a circle containing the number "9".

- 1.2.3. Physical and optical properties of translucent alumina which are produced in the Project are characterized using supplied equipment.

## 2. METALLURGY - Nickel base Superalloy

Objective of the Project is to establish vacuum casting technology for nickel base superalloy having precisely-controlled composition. This technology is realized by the establishment of techniques for evaluation on chemical composition, metallic structure and high temperature strength. The data on composition, structure and strength are fed back to casting technology, and casting technology is improved and established.

### 2.1. Priority activities for the first half

- 2.1.1. First-step objective of the Project is to consolidate the foundation of casting technology for nickel base superalloy using commercial alloys which should be imported.

- (1) Most suitable casting condition is searched and fixed.
- (2) Chemical composition analysis technique is established using commercial alloy for standard.
- (3) Most suitable conditions to evaluate structure and mechanical properties are searched and fixed.
- (4) These techniques are applied to evaluate properties of cast alloy and the casting technology is improved.

- 2.1.2. Vacuum and investment casting, directional solidification technologies, and structure and mechanical properties evaluation techniques, are transferred from Japanese experts to the Brazilian research team within this period.

- 2.1.3. The installation of necessary equipment for establishment of vacuum casting technology is essential. The first half period is necessary to operate equipment and improve one's skill.

### 2.2. Priority activities for the second half

- 2.2.1. The second step objective of the Project is to establish the vacuum casting technology using raw materials. Characterization techniques developed in the first step are applied to improve this technology.

9/2  
70R  
07

- 2.2.2. This technology is transferred from Japanese experts to the Brazilian research team within this period.

### 3. SCHEDULE

The tentative schedule of implementation for the overall activity will be summarized in the TABLE i attached hereto.

## II. EXPECTED OUTPUT OF TECHNICAL COOPERATION

Through this cooperative research work it is expected to achieve, at the end of the five (5) years period, the following results:

### 1.1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

- to obtain capacity in the production of translucent alumina bodies
- to obtain capacity in the characterization techniques of high-purity powders and the determination of the microstructure and properties of translucent alumina bodies

### 1.2. METALLURGY - Ni-base Superalloy Vacuum Casting

- to establish technology that can melt and cast Ni-base superalloys having precisely controlled alloy composition.

The establishment of those technologies will lead to the production of multicomponent alloys with precisely controlled chemical composition. It is expected that this will make it feasible to product high performance and high reliability alloys.

In order to evaluate the attainment of the target, the properties of selected Ni-base superalloys melted and cast during this project will be compared to available data of equivalent commercial alloys.

*Handwritten signature and initials*  
212  
07

### III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE BRAZILIAN SIDE

1. Rooms for the Japanese long-term experts will be secured by the first arrival of the experts.
2. The "research clean room" with dust-proofed floor and partition for the installation of the provided equipment will be prepared by IPT, and the advice for the layout of the room will be given from the Japanese side.
3. The "foundation" where the equipment such as vacuum induction furnace and creep testing machine are installed, will be prepared by IPT, and the advice for the layout of the shape of the foundation will be given from the Japanese side.

### IV. MEASURES TO BE TAKEN BY THE JAPANESE SIDE

1. Japanese long-term experts will be dispatched from the beginning of Japanese fiscal year 1993. Short-term experts will also be dispatched, when necessary, and the tentative schedule of dispatchment of Japanese experts will be summarized in the TABLE 2 attached hereto.
2. The tentative schedule of provision of equipment will be summarized in the TABLE 3 attached hereto.
3. The tentative schedule of Brazilian counterpart training in Japan will be summarized in the TABLE 4 attached hereto. Two Brazilian counterpart personnel will be dispatched to Japan until the end of March 1993 for the Japanese fiscal year 1992.
4. These tentative schedule shall be discussed annually and may change by mutual consultation between Japanese side and Brazilian side within the allocated budget of Japanese side of each fiscal year.

*gfd*  
*JP*  
*07*

TABLE 1

PROJECT WORKPLAN - SCHEDULE OF ACTIVITIES

1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
	FISCAL YEAR					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1.1. Processing						
1.1.1. Preparation, Forming, Sintering						
1.1.2. Powder Synthesis						
1.2. Powder Characterization						
1.3. Bulk Characterization						
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	FISCAL YEAR					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2.1. Processing (melting and casting)						
2.2. Characterization						
2.2.1. Chemical						
2.2.2. Mechanical						
2.2.3. Structure						

*Handwritten initials and marks:*  
 MB, JLB, 07

TABLE 2

TENTATIVE SCHEDULE OF DISPATCHMENT OF EXPERTS

A. LONG-TERM EXPERTS						
	FISCAL YEAR					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1. Chief Advisor						
2. Liaison Officer						
3. Advanced Ceramics - Translucent Alumina						
4. Metallurgy - Ni-base Superalloys						
B. SHORT-TERM EXPERTS						
1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
	FISCAL YEAR					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Processing		*	*	*		*
Optical Characterization		*				
SEM			*			
XRD			*			
ICP				*		
Thermal properties					*	
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	FISCAL YEAR					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Processing Conventional Cast Directional Cast		*		*	*	
Characterization Hot Tensile Creep Test			*	*	*	*

Handwritten signature and initials, possibly 'JRB' in a circle, with other scribbles below it.

TABLE 3

TENTATIVE SCHEDULE OF PROVISION OF EQUIPMENT

1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
	FISCAL YEAR					
Equipments for:	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Processing	*	*				
High-purity alpha-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> powder synthesis			*			
Characterization Techniques	*	*	*	*	*	
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	FISCAL YEAR					
Equipments for:	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Processing		*				
Characterization	*		*			

*(Handwritten initials and marks)*

TABLE 4

TENTATIVE SCHEDULE OF COUNTERPART TRAINING

1. ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina						
	FISCAL YEAR					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Project Overview	*					
Powder Synthesis			*			
Characterization						
- Microstructural (SEM, XRD)		*				*
- Powder			*			
- Chemical (ICP)					*	
- Thermal Properties				*		
- Mechanical Properties					*	
2. METALLURGY - Ni-base Superalloys						
	FISCAL YEAR					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Project Overview	*					
Processing		*		*	*	
(melting and casting)						
Mechanical and Structural			*	*		*
Characterization						

*Handwritten notes:*  
 MR  
 07



### 3. ファインセラミックス分野の実施計画

#### 3-1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、サンパウロ州技術研究所 (IPT) におけるファインセラミックス (透光性セラミックス) の分野における技術水準の向上をはかり、ひいてはブラジル共和国の先端技術の向上に資することを目的とする。

#### 3-2 協力の範囲および対象

技術協力の範囲は、ブラジル側の C/P 専門家に対して技術上の助言と必要に応じて技術指導を行い、協力研究を実施することである。セラミックスの分野では、透光性アルミナ焼結体の製造技術に関して、

- ①出発原料の調整、成形、焼結
- ②高純度アルミナ粉末の合成
- ③粉末及びバルクのキャラクタリゼーション

に関する技術協力を行う。

#### 3-3 活動のスケジュール

透光性アルミナ焼結体については、プロジェクトを大きく前期と後期にわけて5ヶ年計画で次のスケジュールで協力する。

##### (1) 前期の計画

IPT 側には、構造用アルミナを大規模に製造する施設はもっているが、透光性アルミナ焼結体の合成研究ができるようなファインセラミックスの研究施設はもっていない。したがって、まずはじめに原料調整、成形、焼結等のできる設備の導入を行う。また、ブラジルでは、透光性アルミナ焼結体を合成するために必要な高純度原料粉末は生産していない。したがって、はじめの目標として高純度アルミナ粉末を輸入して、高透光性を示すアルミナ焼結体をつくるための原料調整、成形の技術習得を行い、最適な焼結条件を探索する。このためには透過度評価装置及び技術等を導入して焼結条件の最適化に資する。最適条件を決めた後に、ブラジル産の原料を用いて焼結合成を試みるとともに焼結体を評価して、プロジェクトの後半で実施する高純度原料粉末の合成研究に有用な情報を得る。

##### (2) 後期の計画

透光性アルミナ用高純度粉末の合成研究を行う。このためには粉末のキャラクタリゼーション技術を導入する。さらに透過度を一層向上させるためのバルクのキャラクタリゼーション技術も導入する。以上の成果をもとに高純度粉末合成技術をブラジル産の原料に適

用する研究を行う。最終的に透光性アルミナ焼結体について物理的、機械的性質を明らかにする。

### 3-4 専門家派遣計画

チーフアドバイザー、業務調整員、長期専門家及び短期専門家を日本からブラジルのIPT研究所へ派遣する。1992年から1997年度までの、セラミックス分野における派遣専門分野及び年次計画は次の表に示す通りである。但し、当分の間はチーフアドバイザーは長期専門家が兼任する。

年 度	92	93	94	95	96	97
長期専門家						
短期専門家						
プロセス技術		*	*	*		*
光学的特性技術		*				
走査電顕技術			*			
X線回折技術			*			
ICP分析技術				*		
熱特性技術					*	

### 3-5 研修員受入計画

IPT研究所の本プロジェクト担当専門家を日本の協力機関に受入れて、短期研修を実施する。1992年度から1997年度までの、セラミックス分野における研修分野及び年次計画は次の表に示す通りである。

年 度	92	93	94	95	96	97
研修分野						
セラミックス技術	*					
粉末合成技術			*			
微構造評価技術		*				*
粉体特性評価技術			*			
化学分析技術					*	
熱特性評価技術				*		
機械特性評価技術					*	

### 3-6 資機材供与計画

本プロジェクトを進めるために必要と認められた機材を JICA の予算内で供与する。1992年度から1997年度までの、機材供与を行う技術分野及び年次計画はセラミックス分野に関しては次の表に示す通りである。

年 度	92	93	94	95	96	97
技術分野						
プロセス技術	*	*				
高純度アルミナ			*			
粉末合成技術						
キャラク リゼイ ション 技術	*	*	*	*	*	

また、供与機材の管理運営体制を明確にするため、各機材の利用分野管理責任者、使用者について質問したところ表3-6のとおりとすることとなった。

表 3-6 セラミックス供与機材の管理運営体制

Reserch area	Equipments	Group (Responsible underlined)	User
Processing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub>-Furnace</li> <li>• Electric furnaces</li> <li>• Cold isostaticpress</li> <li>• Spray dryer</li> <li>• UNIAXIAL PRESS</li> <li>• Ball mill</li> <li>• Attritor</li> <li>• Vacuum furnace</li> <li>• Planetary mill</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Marco Antonio Pac-heco Jordão</u></li> <li>• Antonio Carlos Camargo</li> <li>• Newton Haruo Saito</li> <li>• Sinitiro Saka</li> </ul>	Processing group
High purity alumina powder synthesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alumina synthesis furnace</li> <li>• Recristalization unit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Renata G. Sakamoto</u></li> <li>• Solanee L. Fahmy</li> <li>• Wargner Aldeia</li> </ul>	• Synthesis group
Powder and suspensions (slurries) characterization			
Physical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedigraph</li> <li>• Pycnometer</li> <li>• TGA-DTA</li> <li>• Viscometer</li> <li>• Zeta-Potential analyser</li> <li>• pH-Meter</li> <li>• Hg-Porosimeter</li> <li>• BET</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Chen Tsung JYE</u></li> <li>• Newton Haruo Saito</li> <li>• Nilce Ortiz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processing group</li> <li>• Synthesis group</li> <li>• Powder characterization group</li> <li>• Microstructural analysis group</li> </ul>
Chemical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Cherry Sagae Abe</u></li> <li>• Regina Nagamine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramics group</li> <li>• Metallurgy group</li> </ul>

Reserch area	Equipments	Group (Responsible underlined)	User
Bulk characterization (Microstructure and optical)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cutting, Grinding, Polishing</li> <li>• Double beam spectrometer</li> <li>• SEM</li> <li>• Image analyser</li> <li>• X-Ray deffrectometer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Evaristo pereira go- ulart</u></li> <li>• Tiaki Kawashima</li> <li>• Regina Nagamine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramics Groups</li> <li>• Metallurgy group</li> </ul>
Mechanical and physical analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roughness meter</li> <li>• Micro hardness tester</li> <li>• Universal testing machine</li> <li>• Dynamic elastic modulus</li> <li>• TMA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Sinhitiro Saka</u></li> <li>• Ricardo Zucchini</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramics groups</li> </ul>



## 4. 金属分野の実施計画

### 4-1 プロジェクトの目的

IPT 金属研究部が培ってきた、大気から $10^{-2}$ Torr の真空範囲で鉄鋼材料等を溶解鑄造する技術をレベルアップする事を目的として、アルミニウム、チタニウム等の活性な元素を含み $10^{-4}$ Torr の高真空中で溶解鑄造が行われているニッケル基超合金を取上げ、この合金の真空溶解鑄造技術の確立を目指す。

### 4-2 協力の範囲および対象

Ni 基超合金は、Ni に Co, Cr, Mo, W, Al, Ti, Nb, Ta, Hf, C, B, Zr 等が添加された多元系合金で、ジェットエンジンやガスタービンの高圧タービン部材として使用されている優れた高温強度を有する構造材料である。その高温強度は合金組成と組織に強く依存している。Ni 基超合金を溶解鑄造するためには合金組成及び組織を高い精度で制御出来る溶解鑄造技術の確立が不可欠である。この技術を確立するためには、溶解材の合金組成、組織、強度等を評価する合金組成分析技術、合金組織解析技術、強度特性解析技術等の評価技術を確立することが必要である。取得された評価データは、溶解技術にフィードバックされ技術レベルの向上に用いられる。また、溶解された合金は特性評価用試料として提供され評価技術レベルの向上が図られる。

本プロジェクトでは、Ni 基超合金の溶解鑄造に必要な溶解鑄造技術と溶解材の特性評価技術の技術移転を行う。

### 4-3 活動のスケジュール

Ni 基超合金の真空溶解鑄造技術では、当初は市販の実用合金を標準試料として用い、溶解技術、特性評価技術の基礎技術の修得を行う。その後、溶解材の特性評価を行い得られたデータを溶解技術にフィードバックしてその技術のレベルアップを行う。また、特性評価技術のレベルアップのために溶解条件を系統的に変えた溶解材が提供される。後半では、原材料を用いた溶解鑄造実験を行い前期に確立された特性評価技術を用いて溶解材の特性評価を行い、得られたデータをフィードバックして溶解を再度行う。このサイクルを繰り返して溶解鑄造技術及び特性評価技術の向上を目指す。

本プロジェクトでは、下記の5つの技術について研究を行う。

#### (1) 材料製造技術

- ① 高周波真空溶解鑄造技術（普通鑄造、一方向凝固）
- ② 精密鑄造用鑄型製造技術

## (2) 材料特性評価技術

- ③ 合金組成分析技術（主成分，微量不純物，ガス成分）
- ④ 組織・構造解析技術
- ⑤ 強度特性解析技術（クリープ，高温引張）
- ① 高周波真空溶解鑄造技術（普通鑄造，一方向凝固）

高周波真空溶解装置を供与し，溶解鑄造に関する技術をノウハウも含めて移転する。当初は，市販の合金を用いて溶解鑄造実験を行い，特性評価後データをフィードバックして，溶解条件と特性との相関関係を明らかにする。後期では，原材料を用いて市販の合金と同じ組成の合金を溶解し，公表されている特性が得られるように溶解鑄造技術の改良を行う。

ただし，強度特性評価用試験片の溶製に必要な鑄型の製造に関しては，情報提供，コメントは行うが実質的には IPT の自助努力に委ねる。鑄型が完成するまでは，金型鑄造を行い強度特性評価用試験片は機械加工により作製する予定であるが，IPT の加工技術能力については不明。

### ② 精密鑄造用鑄型製造技術

IPT 金属部には，鑄型製造技術がすでに確立されているためその技術を生かして，耐熱性，溶湯反応性が優れ，かつ高真空中で使用出来る鑄型を開発する計画がたてられている（表 4-3）。本プロジェクトでは，入手できる情報等は提供するが，IPT の努力に期待している。

### ③ 合金組成分析技術（主成分，微量不純物，ガス成分）

主成分，微量不純物の分析については，IPT 金属研究部に蛍光 X 線分析装置を用いた合金組成分析技術が鉄合金，銅合金等で確立されているため，この技術を多元系 Ni 基超合金に適用し，市販の Ni 基超合金を標準試料に用いて Ni 基超合金用組成分析技術の確立を目指す。

溶解材中に含まれているガス成分（酸素・窒素）が多くなると材料中に多数の微細空洞が形成され強度特性が低下する。それ故，ガス成分量を分析しそのデータを溶解鑄造技術にフィードバックして酸素，窒素含有量の少ない合金を溶解する技術を確立することが必要となる。ガス成分（酸素，窒素）分析については，IPT には旧型で分析感度は低い酸素，窒素の分析装置があり，酸素，窒素分析技術がすでに存在するが，酸素，窒素の含有量が非常に少ない Ni 基超合金中の酸素，窒素量を分析するには分析感度が低過ぎる。

Ni 基合金中の酸素，窒素の含有量を分析するために，低濃度の酸素窒素の測定が可能な酸素，窒素同時分析装置を供与し低濃度酸素，窒素分析技術に関するノウハウを移転し，酸素，窒素分析技術のレベルアップを目指す。

### ④ 組織・構造解析技術



鑄造合金の金属組織は、合金組成、鑄造条件、熱処理条件によって大きく変化する。基本的には主構成相 (Ni 合金相と  $\text{Ni}_3\text{Al}$  金属間化合物相)、有益相、有害相等から構成されているが、条件によってはそれらの形状、大きさ分布状態が大きく変化する。組織・構造から得られる情報は、溶解技術、組成分析及び強度特性評価技術にとって不可欠なデータであるため、本プロジェクトに参加する研究者は全員組織・構造を正確に観察・解析・評価出来る技術の修得が要求される。マクロ的な組織とミクロ的な組織の観察により詳細で正確な組織構造データが得られる。マクロ的な組織観察は光学顕微鏡を用いて行う。ミクロ的な組織の観察に必要な走査型電子顕微鏡は供与し、これを用いた組織構造解析技術の移転を行う。

マクロ、ミクロ組織・構造解析技術については、全研究者が実習を通して評価の基本技術とノウハウを修得する。また関連する文献収集を行う。

#### ⑤ 強度特性解析技術

本プロジェクトの最終目的は、合金組成固有の強度特性を有する Ni 基超合金を溶製する事にあるため、強度特性を評価解析する技術の確立が必要である。高温強度特性を評価するために必要な、クリープ試験装置、高温引張試験用加熱装置を供与し、溶解鑄造された試験片を用いて高温強度特性評価技術の確立を目指す。また、破断前後の組織・構造データを用いて強度特性解析技術の修得を行う。

#### 4-4 専門家派遣計画

供与機材据付けまでに時間がかかるため、それまでに講義と実習を行い、該当する材料に関する全体知識を教えるとともに、各カウンターパートの分担する技術分野のプロジェクト全体の中での位置、修得すべき技術、知識等を理解させる必要がある。

そのために、'93年度の専門家派遣は8月頃の講義と実習、及び供与機材据付け時期の2回を予定している。'94年度は溶解鑄造及び金属組織学の専門家を1~2名派遣する。以降は、各年度に金属組織学及び高温強度学の専門家と溶解鑄造専門家2名の派遣を予定している。最終年度は、専門家一名を派遣しプロジェクトを纏める仕事を行う予定である。

#### 4-5 研修員受入計画

1992年度：総括	1人
1993年度：溶解・鑄造関連技術の研修	2人
1994年度：組織・強度特性評価関連技術の研修	1人
1995年度：溶解・鑄造関連技術及び組織・強度特性評価関連技術の研修	2人

1996年度：溶解・鋳造関連技術の研修-----1人

1997年度：組織・強度特性関連技術の研修-----1人

合計 8人

IPTからの申し出に沿っている。金属材料技術研究所で受入る予定であり、特に問題はない。民間企業等における実習および見学については今後検討する予定である。

#### 4-6 機材供与計画

1992年度：走査型電子顕微鏡，窒素／酸素同時分析装置，クリープ試験機

1993年度：高周波真空溶解装置

1994年度：高温引張試験機

上記の機材は、プロジェクトの目標を達成するためにIPT側と協議した必要最少限の機材である。割り当て予算額を越えているのでスペックの見直しを行い、かつ経費節減のために、供与機材への安定電力供給に必要な定電圧装置の設置をIPT側に要請しIPT側で設置することが了承された。

また、供与機材の管理運営体制を知ることを目的に、各機材の管理責任者、オペレータ、使用者について質問を行い表4-6に示すような回答を得た。責任者、オペレータにはそれぞれの技術分野で研修を受けるカウンターパートが配置されており、供与された機材の操作技術を習熟し質の高いデータを取得したいとする彼らの意気込みがうかがわれる。表4-6の体制が活発に活動し、プロジェクトが成功を納めるためには、各装置の管理責任者とオペレータに高いレベルまでの操作技術を教えるとともに、その技術に適した研究テーマを与え指導していくことが重要であると思われる。

その結果、本プロジェクトが効果的に進行するものと期待できる。

表 4-3 IPT における Ni 基超合金精密鑄造用セラミックス鑄型開發計画

ACTIVITY	MONTHS																	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Acquisition of raw materials (alumina, mullite, zircon, colloidal silica, colloidal alumina); physical and chemical characterization (chemical composition, pH, grain size distribution, etc)																		
Slurry; preparation/measurement and analysis of basic properties (viscosity, density, covering power, etc)																		
Moulds; measurement and analysis of basic properties (hot strength; green strength, hot permeability, etc)																		
Mould fabrication/ performance evaluation (surface quality and dimensional accuracy of cast samples)																		

Note: The last activity proceeding depends on the availability of requested vacuum induction furnace.

表4-6 金属分野供与機材の管理運営体制

Equipment	Responsible person	User	Operator
O/N Analyser	Flavio Beneduce Neto	Metallurgy Group -Processing	Eduardo Tanabe
Creep Testing Machine	Jose Eduardo Gonzauves Lanas	Metallurgy Group -Characterization	Jose Eduard Gonzauves Lanas
Scanning Electron Microscope	Pauro Costa Gioielli	Metallurgy Group -Processing -Characterization  Ceramic Group -Processing -Characterization	Pauro Costa Gioielli
Vacuum Induction Furnace	Flavio Veneduce Neto	Metallurgy Group Processing	Joao Pedro Valls Tosetti
High Temperature Tensile Testing Machine	Marcelo Cescon	Metallurgy Group Characterization	Marcelo Cescon

## 5. 相手国のプロジェクトの実施体制

### 5-1 実施機関の組織及び事業概要

(1) 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（科学技術および経済開発局）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、伯国を代表する総合研究所の位置にある。当研究所は、1992年7月のデータによれば2,107名（研究者及び技術者1,159名、支援スタッフ351名、管理部門597名）のスタッフを有し、1992年の予算規模は50,136千US\$となっており、前年度よりかなり増加している。

(2) IPT 内の組織は1992年2月の事前調査団訪伯以後、若干変更があり、8研究部門を有し、表5-1のとおりとなっている。

(3) IPT は1978年以来当事業団の技術協力を得ているが、組織の1つとして「JICA 委員会」が設置されている。本プロジェクトに係る事前調査、長期調査、そして今回の実施協議調査においても積極的に対応した。本プロジェクトの実施にあたっては十分な支援が期待できる。なお、「JICA 委員会」に関する規程は以下のとおりである。

(本文はそのまま引用；JICA 委員会の日系人の訳による)



## IPT/JICA 委員会整備

### 1. 趣旨

委員会は、IPT の領域に対して1971年8月4日付連邦政府条令69008号により、JICA を通じて行われる日伯両国の技術協力定の計画書と実務の整備を担当する。

### 2. 任務

委員会は次の事項を遂行する：

- ・計画の進展と参加研究員の研修を支援する。
- ・JICA を通じて提出される技術協力圏内のプロジェクトの検討をし、必要事項を指示する。
- ・IPT 技術部門に対する実習時期の通知及び要請に対する必要条件を指示し、協力する。
- ・日本での研修員の選考と申請の審議を行う。
- ・認可済の計画の遂行に必要な支援を行う。
- ・技術協力の関係の備品受け入れを立ち合い、問題が生じた場合はその解決に当たる。
- ・外国からの技術協力と実施状況報告書（RTC）の提出の責任を持ち、必要に応じて他の政府機関に対しても報告書を提出する。その報告書はプロジェクトの責任調査員が草稿を作成する。
- ・IPT 技術部門の活動を援助し、関連する部門の活動を促進する。
- ・派遣専門家と IPT 担当技術部門との通信連絡の役割を果たす。

### 3. 設立と組織

#### 3. 1. 委員会の構成：

- a) 委員長は IPT の代表取締役が受け持つ。
- b) 副委員長は実行委員会が推薦し、委員長不在の場合はこれを代行する。

- c) セクレタリーは実行委員会が推薦し、委員会承認の業務に関し、必要な措置を取る。
  - d) 実行委員会は5名の人選を行い、1名はIPT国際部の代表として、渉外の任に当たり、他の4名は委員会活動を賛助する。
- 3. 2. 各プロジェクトの整備には1名をIPT関係技術者、又は、委員会から選ぶ事によって、IPTが優先と見なす実施状況の調査と進展に関してIPTの方針に基づく指導を行う。
  - 3. 3. 委員会のメンバーはその任務の遂行に当たり、組織の一員として行動する。
  - 3. 4. 委員会は各分野の進言に従い、委員会外からも専門員を召喚する事が出来る。
  - 3. 5. 委員会を構成するメンバーの専門外の問題を検討する必要が発生したときには、適当な専門家を指名し得る。
- 4. 活動
  - 4. 1. 委員会会議は各分野の業務と提案によって、委員長がセクレタリーを通じて召集する。
  - 4. 2. 新規の協力計画書は双方の協定規準に基づき作成される。
  - 4. 3. 委員会各部門の関係は別紙の系列グラフ参照。

#### 5-2 プロジェクトの組織

ブラジル側は、本プロジェクトの全体を統括する者1名 (Project Coordinator) 及びセラミックス部門と金属部門それぞれを統括する者各1名 (Area Coordinator) をおく。本プロジェクトの構成員はIPT研究所の化学部及び金属部に所属する研究者から選ばれた者である。プロジェクト組織は図5-2を参照。

#### 5-3 プロジェクトの予算措置

長期専門家及び調整員の執務室の確保、実験室の整備、毎年の経常的経費を確保する等のために必要な予算措置をブラジル側が構ずる。具体的には表5-3-1及び5-3-2に示すとおりである。



なお、超合金分野について言えば、供用可能な装置として4装置が取上げられており、それらの装置の総額は270,000US\$である。また研究に必要な経費として、溶解鋳造のための経費として鋳型開発費と溶解原料費が、特性評価のための経費として技術支援費が予算計上されており、その総額は182,500\$である。

#### 5-4 建物、設備等計画

(1) IPTは、サンパウロ大学のキャンパスの一角にあり、IPTの全体図は図5-4にある。本プロジェクトにあたっての新たな建物・施設の建設計画はないが、IPTの化学部および金属部が使用している建物が利用され、日本からの供与機材もそこに設置される。

また、長期専門家および調整員の執務室は化学部や国際課の入っている34号棟に確保される予定である。

(2) セラミックス分野では、実験室として、現在化学部セラミックスグループの使用している部屋とは別に、新たに実験室(14.9m×29.8m、床耐荷重800kg/m<sup>2</sup>)を1室提供される。その部屋の改造、電気供給設備や水道配管等の整備はブラジル側で実施される。また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(45号棟)があるので、この建物に収められる予定である。

(3) 金属分野の供与機材の設置場所は、金属部が管理している建屋内に以下のとおり確保されている。

走査型電子顕微鏡—46号棟3階 (写真1)

クリープ試験機、高温引張試験機—46号棟1階 (写真2)

窒素/酸素同時分析装置—4号棟1階 (写真3)

高周波真空溶解装置—3号棟または4号棟1階 (写真4, 5)

スペース、ユーティリティともに問題はない。

#### 5-5 カウンターパートの配置計画

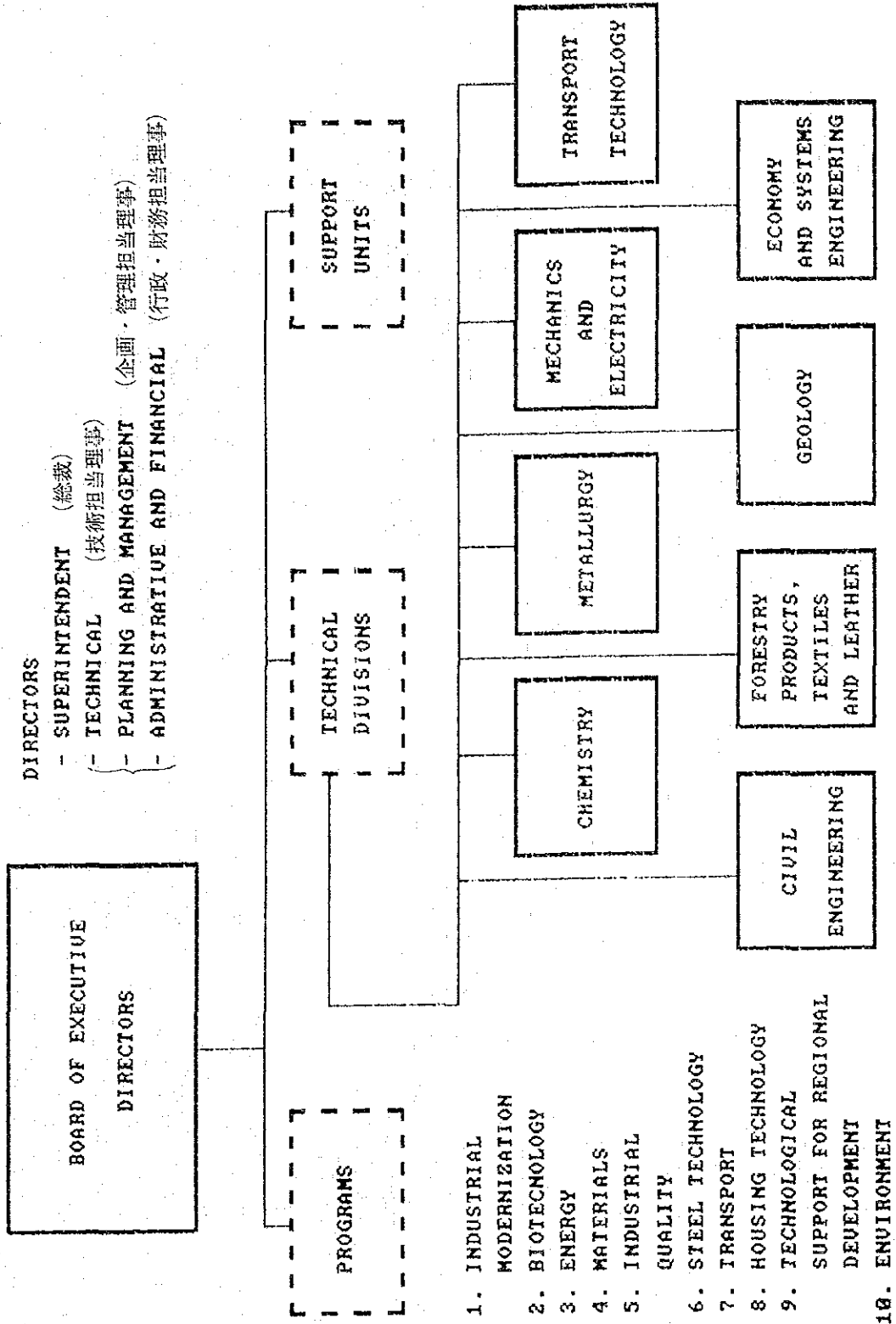
カウンターパートの配置は表5-5のとおりである。長期専門家及び調整員の執務を円滑に進めるためにドライバー及び秘書を確保することを要請した。また、特に金属分野のカウンターパートは現在進行中の研究テーマを全員が持っている。今後、本プロジェクトで研究する時間を増すようIPTと交渉する必要がある。



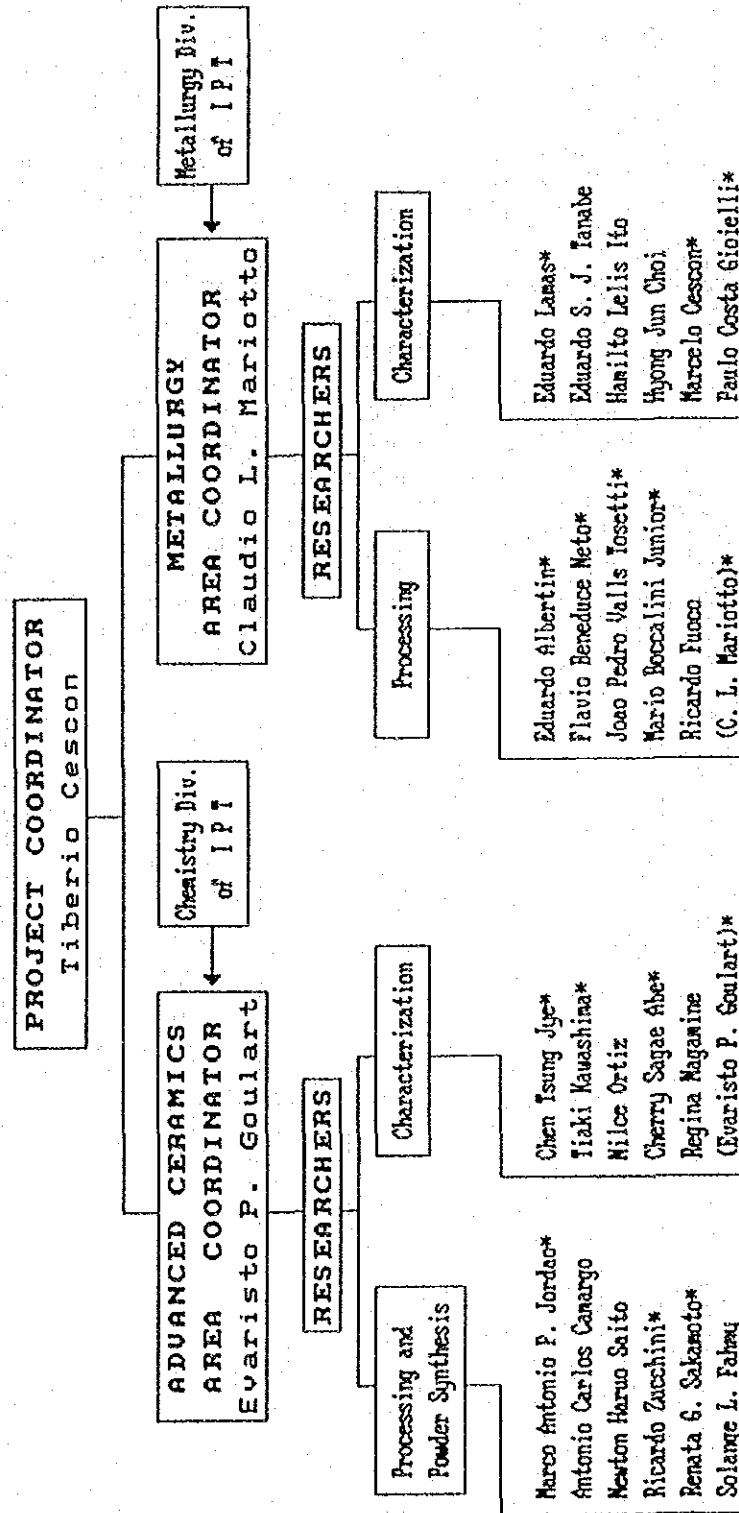
図5-1 IPT組織図 (1992年12月)



Instituto de Pesquisas Tecnológicas



# PROJECT ORGANIZATION - COUNTERPART



\* To be trained in Japan

表5-3-1 プロジェクトの予算措置 (セラミックス分)

PROJECT OPERATING EXPENSES - BRAZILIAN SIDE  
 (INSTALLATIONS AND MATERIALS)  
 ADVANCED CERAMICS - Translucent Alumina

EXPENSES ITEMS	INSTALLATIONS (US\$)	MATERIALS (US\$)
Civil works	87,000	
Electrical Installations	75,200	
Transformer 500 KVA	11,300	
Electronic Transformer 400 KVA	60,200	
Air Conditioning Equipment	112,800	
Demohstrizer	13,500	
Compressed Air, Water and Exhaustion Installations	11,000	
GLP and Special Gases Installations	15,500	
Tables, Archives, Benches etc.	10,000	
Consumable Materials; Maintenance Expenses	50,000	
High-purity Alumina		5,000
Reagents for Powder Synthesis		10,000
<b>T O T A L</b>	<b>446,500</b>	<b>15,000</b>

表5-3-2 (超合金分)

PROJECT OPERATING EXPENSES - BRAZILIAN SIDE  
 (INSTALLATIONS AND MATERIALS)  
 METALLURGY - Ni-base Superalloys

ACTIVITIES	INSTALLATIONS (US \$)	MATERIALS (US \$)
Ceramics Molds Development		12,500
Infrastructure and Vacuum Induction Furnace Installation	200,000	
ICP and N <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> Installation and Tests	30,000	
Superalloys: Conventional Melting and Testing Bodies Preparation		120,000
Melting and Directional Solidification		
EPMA - Equipment Installation	20,000	
Hot Tensile Testing Equipment Installation	20,000	
Characterization - Technical Services		50,000
T O T A L	270,000	182,500

