No. 2

ブラジル連邦共和国
材料技術開発プロジェクト
終了時評価報告書

平成 9 年 9 月
(1997年 9 月)

JICA LIBRARY
J 1143530 [2]

国際協力事業団
社会開発協力部

社 協 二
J R
97-014

ブラジル連邦共和国
材料技術開発プロジェクト
終了時評価報告書

平成９年９月
（1997年９月）

国際協力事業団
社会開発協力部

1143530(2)

序　文

ブラジルは、同国の工業中心地であるサンパウロ市に技術・産業の研究・開発拠点としてサンパウロ州技術研究所（ＩＰＴ）を設立し、その充実に努めてきましたが、同研究所は新素材関連の基礎研究が未開拓であり、同国政府は1990年、ファインセラミックスおよびニッケル基超合金両分野の材料技術の開発を図りたいとして、わが国に技術協力を求めてきました。

これを受けて国際協力事業団は各種調査を重ねたうえ、平成４年12月から５年間の計画でプロジェクト方式技術協力「材料技術開発プロジェクト」を開始し、透光性アルミナセラミックスの製造技術ならびにニッケル基超合金の溶解鋳造・溶解材の特性評価技術に関する技術協力を進めてきました。

このたび、本技術協力期間の終了を控えて、その活動の成果および評価を日本・ブラジル双方で確認することとなり、平成９年７月27日から８月10日まで、科学技術庁無機材質研究所第９研究グループ総合研究官 貫井昭彦氏を団長とする終了時評価調査団を現地に派遣しました。

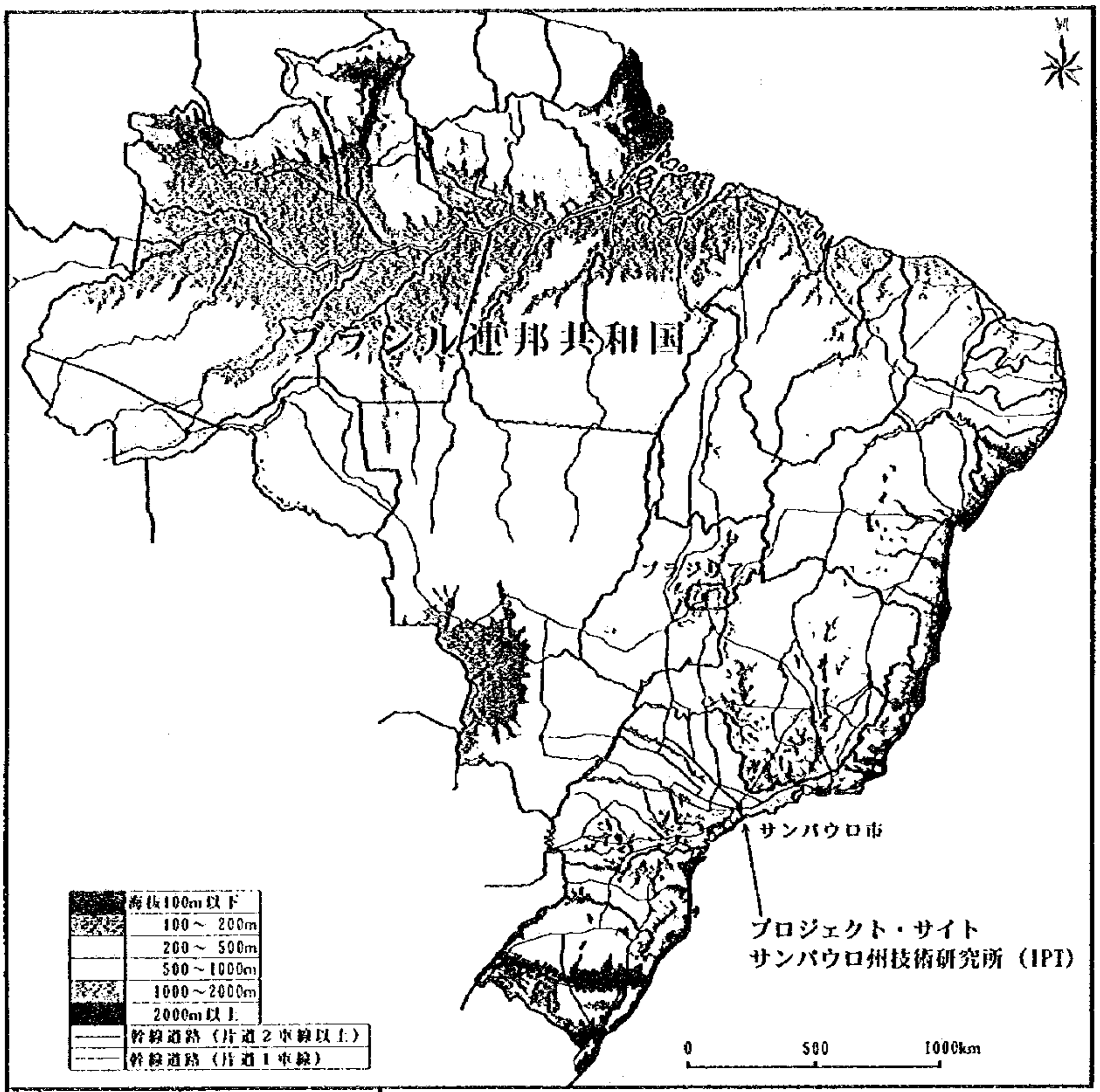
本報告書は、同調査団の評価結果を取りまとめたものであり、これによると、プロジェクトは順調に進展して、予定された期間内にその目的を達成できるであろうと評価されています。

ここに、調査団の各位をはじめ、本件の実施にご協力いただきました外務省、科学技術庁、通商産業省、在ブラジル日本大使館、在サンパウロ日本総領事館など、関係各機関の方々に深甚の謝意を表する次第です。

平成９年９月

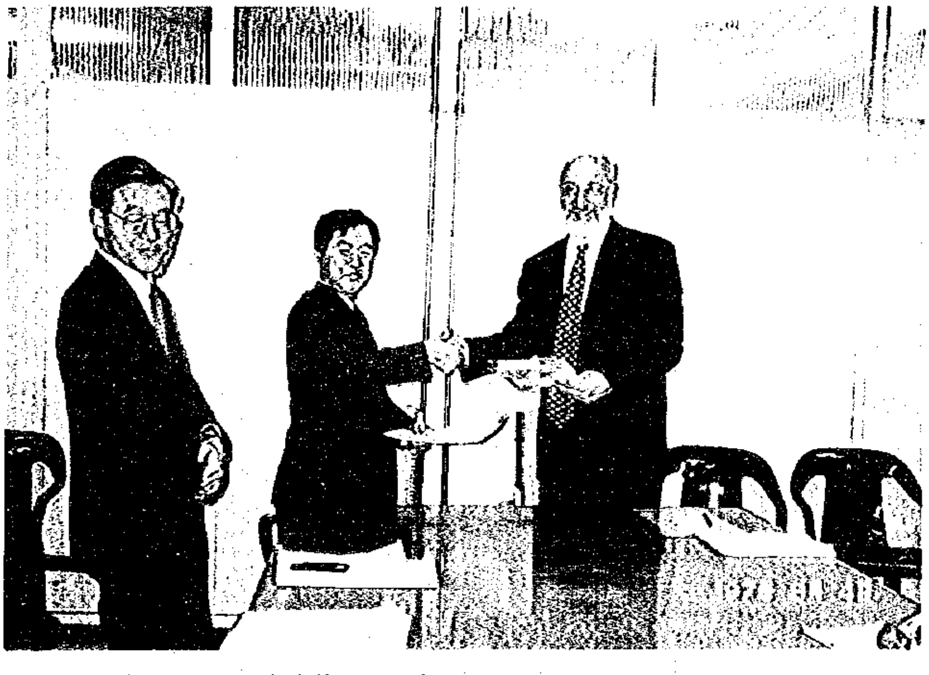
国際協力事業団
理事　佐藤　清

プロジェクト位置図

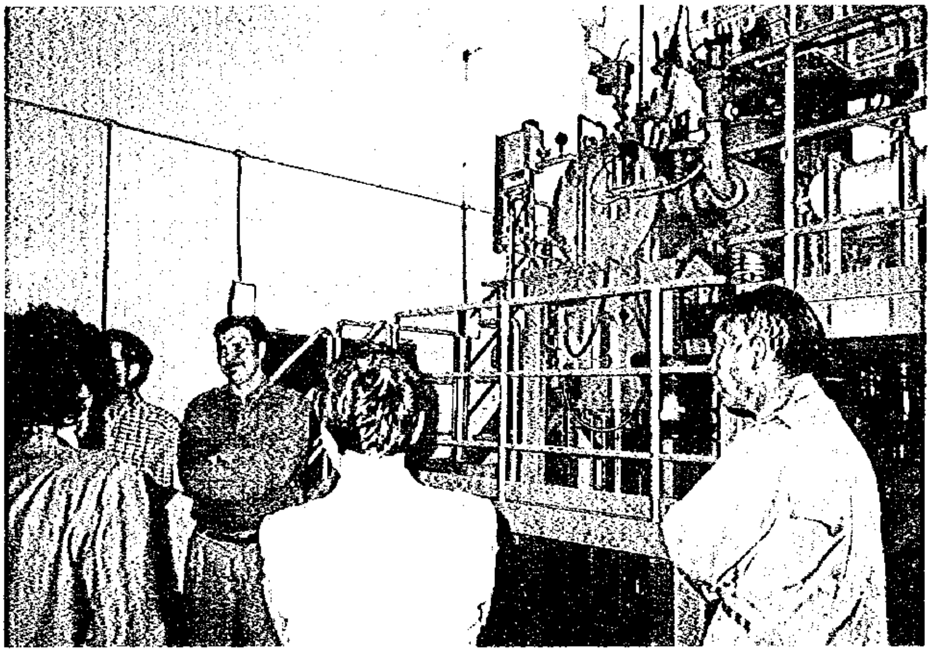


1997年８月１日現在　１レアル＝約109円

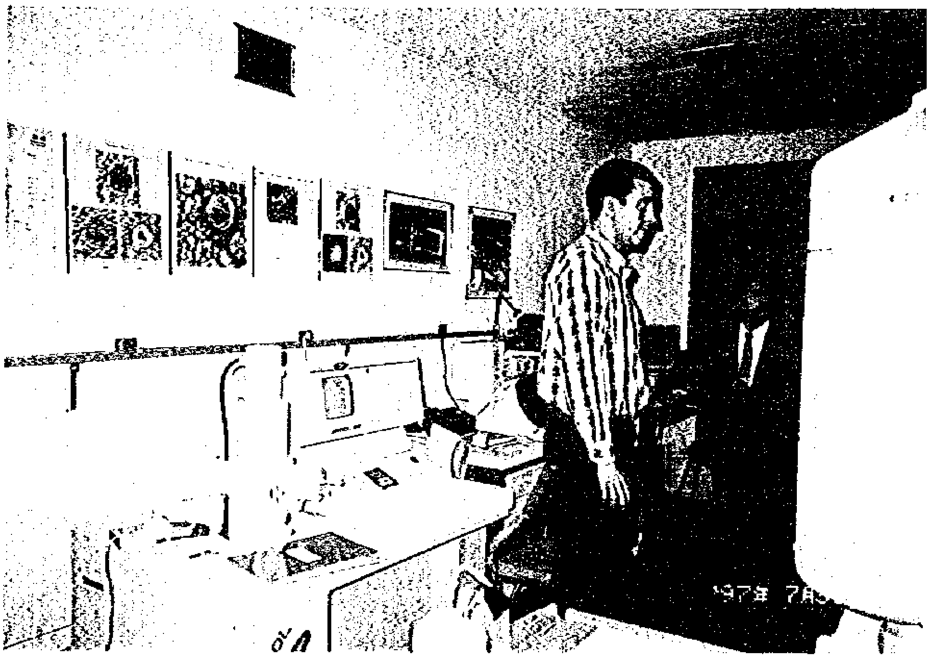
▲終了時評価調査団と日本・ブラジル双方のプロジェクトチームの協議状況



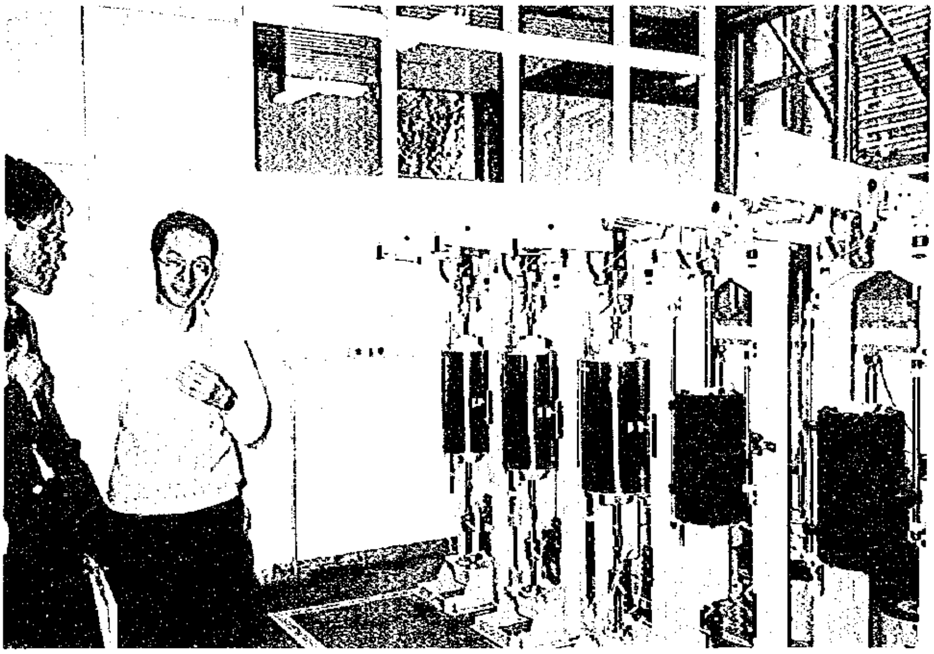
▲ミニッツ署名を終え握手する貫井団長とミルトンＩＰＴ総裁



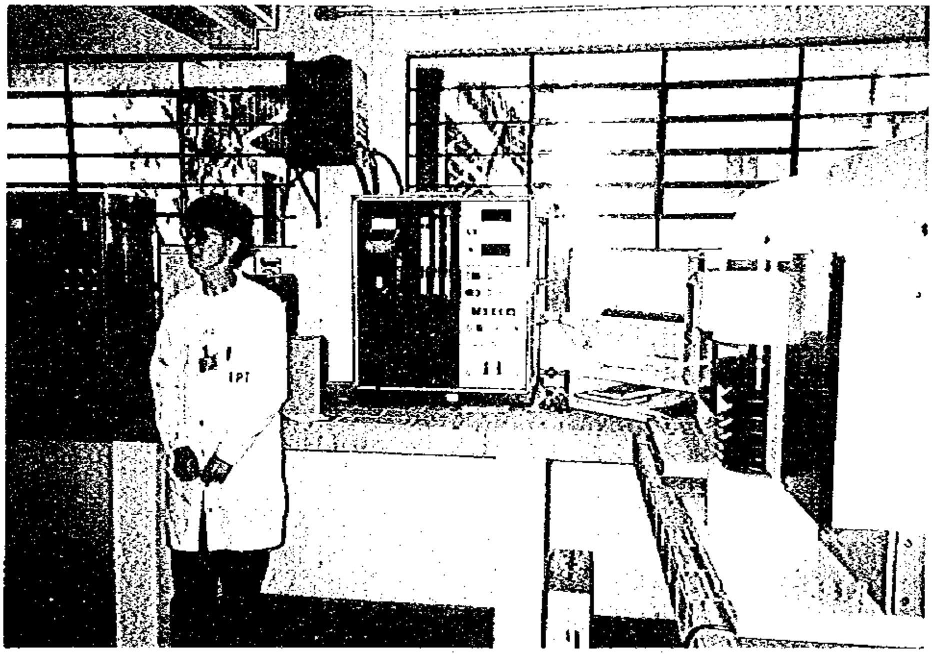
▲高周波真空炉



▲ミニＳＥＭ



▲クリープ試験装置



▲酸素・窒素分析装置

目　次

序文

プロジェクト位置図

写真

第1章　終了時評価調査団の派遣 …… 1

1-1　調査団派遣の経緯と目的 …… 1

1-2　調査団の構成 …… 2

1-3　調査日程 …… 3

1-4　主要面談者 …… 4

第2章　要約 …… 6

2-1　プロジェクト実施状況 …… 6

2-2　計画の妥当性 …… 6

2-3　効率性 …… 7

2-4　プロジェクト目標達成度 …… 7

2-5　今後の見通し …… 8

2-6　プロジェクトに影響を与えた横断的開発諸要因 …… 9

2-7　結論 …… 9

第3章　評価結果 …… 12

3-1　対象案件の現状（実績）…… 12

3-2　計画の妥当性 …… 18

3-3　効率性 …… 19

3-4　プロジェクトの目標達成度 …… 23

3-5　今後の見通し …… 33

3-6　プロジェクトに影響を与えた横断的開発諸要因 …… 37

第4章　結論 …… 40

4-1　今後の協力のあり方 …… 40

4-2　教訓と提言 …… 41

資料

1　ミニッツ　…………………………………………………………… 47
2　ヒアリング結果　…………………………………………………… 67
3　供与機材一覧　……………………………………………………… 72

第１章　終了時評価調査団の派遣

1-1　調査団派遣の経緯と目的

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ために設置された州政府の機関で、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いる。

このＩＰＴに対し、国際協力事業団（ＪＩＣＡ）は1978年以来、専門家派遣（長期・短期）、研修員受入、機材供与、第三国研修を個々に実施してきた。ブラジル政府はこれらの実績を踏まえて、工業近代化に不可欠とされる材料技術の高度化を図るために、1987年わが国に対し、ＩＰＴにおけるプロジェクト方式技術協力を要請してきた。

しかしながら、その要請内容は十数分野の多岐にわたっていたため、協力規模および範囲が大きすぎるとの理由から、わが国はプロジェクト方式技術協力の実施を見送っていた。

その後1990年１月にブラジル側は、当初要請の十数分野のうちセラミックスおよび超合金の２分野に絞って再度協力を要請してきた。これらの協力要請分野は先端技術に関するものであるが、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、当初の要請と比較すると、より現実的なものであった。

これを受けてＪＩＣＡは、プロジェクトの実施に向けて再検討すべく、1992年２月の事前調査、同年10月の長期調査を経て同年12月に実施協議調査団を派遣し、本プロジェクトの協力内容および活動内容についてブラジル側と合意した。プロジェクト協力期間は1992年12月15日から1997年12月14日までの５年間であり、協力内容はセラミックス分野については、アドバンストセラミックスのうち透光性アルミナ焼結体の製造技術を、超合金分野については、ニッケル基超合金の溶解鋳造に必要な溶解鋳造技術と溶解材の特性評価技術を移転するものである。

本格的な技術協力としては、1993年４月にプロジェクトリーダー（セラミックス分野専門家兼務）および業務調整員を派遣し、同年７月には超合金分野の長期専門家を派遣して、実施協議調査団の討議議事録（Record of Discussions: Ｒ／Ｄ)に沿った活動を行ってきた。また、1994年12月には計画打合せ調査団を派遣して、プロジェクト活動の進捗状況および活動計画を見直し、プロジェクト運営に関する懸案事項などについてブラジル側との協議を行った。

このたび、予定協力期間が満了するのに先立ち、プロジェクトの成果を調査し、今後の協力のあり方を検討するため終了時評価調査団を派遣し、現地においてブラジル側と合同委員会を開催して合同評価を行うこととなった。調査団はＲ／Ｄ、各調査時のミニッツ、

年間計画、プロジェクト・デザイン・マトリックス（ＰＤＭ）などの資料と、日本人専門家およびブラジル人カウンターパートからのヒアリングに基づき、(1)プロジェクトの目標達成度、(2)インパクト、(3)自立発展性、(4)今後の協力のあり方などを取りまとめ、その結果を合同評価レポートとして日本・ブラジル双方で合意し、ミニッツとあわせて署名を交換するものである。

1-2　調査団の構成

総括・団長	貫井　昭彦	科学技術庁無機材質研究所第９研究グループ総合研究官
セラミックス	森　　聰明	通商産業省名古屋工業技術研究所セラミックス基礎部部長
超合金	吉成　　明	(株)日立製作所日立研究所材料第２研究部火力材料グループ主任研究員
協力企画	松山　博文	国際協力事業団社会開発協力部社会開発協力第二課課長代理
評価分析	岸並　　賜	(株)パデコ　コンサルティング部

1-3 調査日程

日順	月日(曜)	移動および業務	宿泊地
1	7月27日(日)	成田発AA026(17:10)→マイアミ着(21:11) マイアミ発AA907(22:45)→	機内泊
2	28日(月)	→サンパウロ着(8:14)	サンパウロ
3	29日(火)	9:20　JICAサンパウロ事務所打合せ 10:30　JICAサンパウロ事務所発 11:00　在サンパウロ日本総領事館表敬 16:00　サンパウロ州技術研究所（IPT）表敬	サンパウロ
4	30日(水)	9:00　IPTでの協議・調査	サンパウロ
5	31日(木)	同　上	サンパウロ
6	8月1日(金)	同　上	サンパウロ
7	2日(土)	団内打合せ、資料整理	サンパウロ
8	3日(日)	団内打合せ、資料整理	サンパウロ
9	4日(月)	9:00　合同委員会 11:00　ミニッツ署名 14:30　国立核エネルギー研究所（IPEN）視察	サンパウロ
10	5日(火)	9:30　NGK視察 15:00　全国工業関係職業訓練機関(SENAI)視察	サンパウロ
11	6日(水)	9:30　JICAサンパウロ事務所報告 11:00　在サンパウロ日本総領事館報告	サンパウロ
12	7日(木)	サンパウロ発RG266(9:00)→ブラジリア着(10:30) 14:30　JICAブラジル事務所報告 16:00　在ブラジル日本大使館報告	ブラジリア
13	8日(金)	ブラジル協力事業団（ABC）報告 ブラジリア発TR305(18:00)→サンパウロ着(19:30) サンパウロ発JL063(00:35)→	機内泊
14	9日(土)		機内泊
15	10日(日)	→成田着(13:15)	

1-4 主要面談者

＜ブラジル側＞

（1） Brazilian Cooperation Agency（ＡＢＣ）

Ms.Mariza Graca Lima	Technical Cooperation Coordinator
Mr.Roberto Fabeni Ricardo Junior	Technical Staff

（2） ＩＰＴ Representatives

Dr.Milton de Abreu Campanario	Superintendent Director
Dr.Tiberio Cescon	Project Coordinator
Pharm.Bioq.Vera M.L.Poncano A.Silvia	Chemistry Division Director
Dr.Ebuardo Albertin	Metallurgy Division Director
Dr.Evaristo Pereira Goulart	Chemistry Division Senior Researcher
Eng.Antonio Carlos de Camargo	Chemistry Division Researcher
Dr.Cesar R.F Azevedo	Metallurgy Division Researcher
Eng.Flavio Beneducce Neto	Metallurgy Division Researcher
Eng.Izabel Margarida Geve	Advisor for International Relations

＜日本側＞

（1） 在ブラジル日本国大使館

水谷　周	公使
志村　勝也	一等書記官
越智　健吾	二等書記官

（2） 在サンパウロ日本国総領事館

渡辺　健治	領事

（3） ＪＩＣＡブラジル事務所

松本　宣彦	所長

（4） ＪＩＣＡサンパウロ事務所

林　典伸	所長
池城　直	次長
Mr.Sergio Yutaka Baba	Assistant,Technical Cooperation Division

（5） 長期派遣専門家

長谷川安利	リーダー、ファインセラミックス
青田　健一	超合金
松田　伸一	ファインセラミックス

谷口　祐子　　　　　　　　　　　　業務調整

（6） 短期派遣専門家

前川耕一朗　　　　　　　　　　　　焼結体評価

第２章　要約

2-1　プロジェクト実施状況

＜セラミックス分野＞

アドバンストセラミックスのうち特に透光性アルミナの製造技術の向上を目標とし、専門家により供与機材（水素雰囲気炉、走査電子顕微鏡など）を使用した技術移転を実施。これらの機材はすでに設置・稼働しており、カウンターパートも操作方法を習得している。

技術移転目標である透光性アルミナ製造に関し、当初は日本産原料粉末（純度 99.99%）を使用して焼結技術を移転していたが、現在はブラジル産原料粉末（純度97%）を精製したものを使用して研究を進めている。研究成果はブラジル国内学会などで発表しており、研究ポテンシャルは向上している。

＜超合金分野＞

ニッケル(Ni)基超合金に関する研究能力の向上を目標とし、専門家により高周波真空溶解炉などの供与機材を使用した技術移転を実施。機材は順調に稼働しており、カウンターパートも操作方法を習得している。

マスターインゴット溶製技術、合金組成分析技術、組織・構造解析技術、強度特性解析技術の移転に注力している。成果として国外学会誌への論文投稿、ブラジル金属学会での発表など研究ポテンシャルは大きく向上している。

2-2　計画の妥当性

以下の要因により、本プロジェクトは妥当であったと判断できる。

＜セラミックス分野＞

- 透光性アルミナを中心とするアドバンストセラミックスは金属材料、高分子材料に次ぐ第３の材料として開発が期待されている。
- 透光性アルミナ製造技術には原料粉末の調製技術、焼結技術、焼結体の特性評価技術など種々の研究要素を含んでおり、今後の研究活動に大いに資すると考えられる。
- ブラジルはアルミナ原料であるボーキサイト鉱に恵まれた資源国であり、本プロジェクトが同国を原料供給国から高付加価値製品生産国へ発展させることも考えられる。
- ＩＰＴの研究能力の向上が独自の研究施設を持たない企業などに大きく役立っている。特に物理的および化学的な特性評価に関しては、委託研究の受注件数がプロジェクトの開始前と比較して３倍に増加している。

＜超合金分野＞

・金属分野の研究においてもNi基超合金は最先端の分野であり、他の金属材料の研究開発にも資することができる。

・ＩＰＴでは当該分野に関する技術的素地をプロジェクト開始前に保有していた。

・1998年からのペトロブラス（ブラジル石油会社）との共同研究の決定、アソテクニカ（国内精密鋳造会社）への技術コンサルタント活動が予定されており、今後、Ni基超合金の精密鋳造に関する研究がブラジル国内でも重要度を増していくと考えられる。

2-3 効率性

＜セラミックス分野＞

・ブラジルが有数のボーキサイト産出国であり、ＩＰＴにもアルミナに関する研究ベースが蓄積されており、これとあわせて技術移転が効果的に行われた。

・効率性を阻害した要因としては、サンパウロ州政府の政策変更に端を発した人員整理により９名のカウンターパートが交替させられたことがあげられるが、新たに配置されたカウンターパートは優秀であり、技術移転について大きな手戻りはなかった。

＜超合金分野＞

・ＩＰＴは、プロジェクトを受け入れる技術的素地を十分保有していた。また、ブラジル国内の当該分野に関するニーズの向上が追い風となった。

・効率性を阻害した要因として、カウンターパートが人員整理対象となったことがあげられるが、カウンターパートの補充が適切に実施されたためプロジェクトの進捗に大きな影響はなかった。

2-4 プロジェクト目標達成度

（１） 日本・ブラジル双方のインプット実施状況

＜日本側＞

・日本側のインプットは専門家派遣、カウンターパート研修受入、機材供与が実施されている。そのうち1996年度供与機材について、セラミックス分野に関する高温顕微鏡および熱伝導率測定装置が調査時は未着であったが、これらも1997年８月中には設置され、操作方法などの技術移転が開始される体制が整っている。

・専門家派遣については、６名の長期専門家と延べ24名の短期専門家が派遣されている。

・カウンターパート研修については、16名を受け入れている。

・機材供与については、約４億2000万円が実施されている。

＜ブラジル側＞

・カウンターパートの配置状況については、プロジェクト期間中のサンパウロ州政府の政策変更などにより人員整理が行われたが、これに対するＩＰＴの対応は迅速であった。

・ブラジル側の予算措置状況については、プロジェクト実施期間の1993年３月～1997年７月までに約145万450レアルが措置されている。

（２） アウトプット目標の達成状況

＜セラミックス分野＞

・原料精製技術はカウンターパート各人にレベルのばらつきがあるものの、粉末作製技術、粉末特性評価技術、乾式成形技術、焼結体加工技術、焼結体評価技術などはおおむね目標が達成されている。

・阻害要因はカウンターパートが人員整理により交代を余儀なくされたことである。カウンターパートの人員補充は迅速に行われたものの、技術移転には多少の時間的ロスが生じた。

＜超合金分野＞

・技術移転内容が適切であったことから、プロジェクト目的をほぼ達成している。

・精密鋳造用鋳型製造技術の協力内容は技術的情報の提供のみであり、ＩＰＴにプロジェクトの成否の責任を持たせたことが研究意欲を高める要因となった。

・阻害要因としてカウンターパートの交代があげられるが、ＩＰＴの研究意欲が旺盛だったことおよび後任が基礎的な知識・経験を有していたことから大きな障害にはならなかった。

2-5 今後の見通し

（１） 効果

＜セラミックス分野＞

・技術移転はほぼ完了しており、ブラジルのボーキサイト鉱からアルミナを製造する技術を習得したこととなり、将来的には高付加価値製品の生産国となることも考えられ、効果発現の度合いは大きいと考えられる。

・波及効果としては、カウンターパートが供与機材を有効に活用することが可能となり、受注した委託研究にも積極的に活用されていくであろうと考えられる。

＜超合金分野＞

・ペトロブラスとの共同研究、アソテクニカへの技術コンサルタント業務が今後の活動計画であり、ＩＰＴは当該分野でのブラジルの指導者的地位を得たと考えられる。

（２） 自立発展性

＜セラミックス分野＞

・カウンターパートに移転された技術と供与機材は、高機能性材料研究の進捗のみならず受注研究にも有効に活用でき、財政基盤を強化し、自立発展性を高めるものと考えられる。

＜超合金分野＞

・カウンターパートに移転された技術と供与機材により、現在ペトロブラスとの共同研究が計画されている。

・超合金の溶解、鋳造、金属組織・性質の研究は、ＩＰＴの独自予算で実施する計画であり、３年後開催予定の国際学会での発表に向け、研究意欲は非常に高い。

・ＩＰＴが得た技術を他の分野の材料研究に対し有効に活用することにより、自立発展の見通しはさらに明るいものとなるであろう。

2-6 プロジェクトに影響を与えた横断的開発諸要因

＜セラミックス分野＞

・阻害要因としてサンパウロ州政府の政策変更に伴う一部カウンターパートの退職があげられるが、ＩＰＴは迅速に人員補充を行った。このことから、ＩＰＴの組織能力は評価できる。

＜超合金分野＞

・セラミックス分野と同様に一部のカウンターパートの退職が阻害要因であるが、ＩＰＴが当該分野に対し熱意を持っていたこと、後任のカウンターパートが基礎的な知識・経験を有していたことから、大きな影響はなかった。

・従来は個々のカウンターパートがデータを専有していたため研究が効率的に進まなかったが、その後専門家の指導によりデータを共有し、研究を効率よく実施できるようになった。

2-7 結論

「ブラジル 材料技術開発プロジェクト」に対する終了時評価調査を経て、本プロジェクトは当初予定された協力期間内でその目的を達成するであろうと考えられる。

本プロジェクト方式技術協力により、ＩＰＴに自立した研究環境がおおむね整い、今後

はＩＰＴがこの研究基盤に基づいて機能を発揮し、ブラジルの先端材料開発のうえで引き続き中核的な役割を果たしていくことが望まれる。

（1） 今後の協力のあり方

本プロジェクトは目的を達成し、成功裏に終了しようとしているが、本プロジェクトのような研究開発プロジェクトの場合、その後の発展が日本・ブラジル双方にとって無形の財産となり得ると考えられることから、専門家とカウンターパートの人材交流を検討することが有意義であろうと考えられる。また、ＩＰＴ側との合意が前提であるが、技術移転分野に関し独自の部署をＩＰＴ内に設置することも有効な手段であると考えられる。

（2） 教訓と提言

① 教訓

・本プロジェクトのような研究開発プロジェクトをＰＣＭ手法の評価５項目に基づき評価する際、プロジェクトが目標とする水準により到達度の違いが出てくる。このことから、ＰＤＭに目標とする到達水準を可能な限り明記すべきである。

・本プロジェクトにおいてはプロジェクト期間中にＰＤＭが導入されたが、今後は、事前調査・実施協議調査・終了時評価調査を通じ、一貫性を持った理論により形成されたＰＤＭをもとにプロジェクトが運営されることが必要であろうと考えられる。

・本プロジェクトのように要請内容が先端材料に関する研究の場合は、対象が広範囲になることが想定され、どのように焦点を絞るかが重要な成否の鍵を握るといえる。

② 提言

・本プロジェクトのカウンターパートにはＩＰＴの通常業務とカウンターパート業務を兼務していた者がいたが、本来すべてのカウンターパートは専従であるべきであり、仮にこれが実施機関の状況から困難な場合は従事時間を分け、技術移転を予定どおりに実施できる体制が必要である。

・ＩＳＯ（国際標準化機構）８カ国におけるセラミックス分野の中心となること、他の諸機関や企業への技術指導・共同研究、ＩＰＴ内での共同研究などの進展が望まれる。

・人材育成方法として、大学院を活用し、研究者・技術者を輩出することが期待される。

・本プロジェクトは、コミュニケーションの問題を比較的うまくクリアできたが、相互のコミュニケーションを成功に導くためには、日本人専門家のプロジェクトおよび相手国機関における位置づけを事前調査、実施協議調査などの場で確認すること

により、実施系統が明確になり、プロジェクトを円滑に進めることとなると考えられる。

・本プロジェクトにおいては、特許の対象となる発明がなされたが、今後、研究開発分野の協力でR／D締結の際に十分検討しておく必要がある。

第３章　評価結果

3-1 対象案件の現状（実績）

＜セラミックス分野＞

本プロジェクトにおけるセラミックス分野の活動はブラジルのアドバンストセラミックスの研究能力の向上を上位目標としており、プロジェクト目標は透光性アルミナの製造技術移転としている。

対象案件の現状のうち供与機材については、そのほとんどが設置済みで稼働しており、これらの操作方法に関してはカウンターパートが習得、メンテナンスに関しても自力で実施できる状態である。1996年度の供与機材で未着であった高温顕微鏡および熱伝導率測定装置に関しても1997年８月中には設置され、直ちに操作方法などの技術移転が開始できる体制が整っている。

透光性アルミナ製造に関しては、日本産原料粉末（純度99.99%）を用いた焼結技術が計画の早い時期に達成されている。同様の研究をブラジル産原料粉末（純度97%）を用いて行うには高度に精製する必要があるが、日本産原料粉末とほぼ同質に高純度化されており、透光性アルミナ製造にも成功している。

本プロジェクトで得られた成果は、ブラジル国内あるいは国際学会で発表されており、ＩＰＴの研究ポテンシャルが確実に向上していると判断できる。

＜超合金分野＞

本プロジェクトのNi基超合金の分野における目標は、ＩＰＴの超合金に関する研究能力を向上させ、独自で継続的研究ができるようにすることである。

これらの研究に必要な機材は、供与を完了し、順調に稼働している。操作マニュアルも整えられており、各カウンターパートは操作および保守管理が行える技術を習得している。特に、１方向凝固装置付き真空高周波溶解炉と走査型電子顕微鏡は利用頻度が高く、有効に活用されている。

本プロジェクトでは、マスターインゴット溶製技術、合金組成分析技術、組織・構造解析技術、強度特性解析技術の移転を対象としている。組織・解析技術、強度特性解析技術は金属材料技術研究所で研修を受けたカウンターパートが途中で退職したため若干の遅れが認められるが、問題となる遅れではなく、全体として技術移転は順調に行われ、ほぼ完了している。

本プロジェクトの成果として、国外学会誌への論文投稿、国内学会（ブラジル金属学会）での発表、あるいはカウンターパートの修士取得など、ＩＰＴでの研究ポテンシャルは大きく向上している。

表１～６に活動内容、現在配置されているカウンターパートの研究実績をあげる。

表1　活動内容（セラミックス分野）

活　動	実　績
1.供与機材の受け入れおよび設置	全ての供与機材が設置され、単結晶アルミナ合成炉は使用可能の状態で1997年9月から研究活動を開始する。真空高温炉の設置が行われ、高温顕微鏡および熱伝導率測定装置は1997年8月中に受け入れ予定。1997年度の保有部品に係るリストアップは完了。
2.供与機材の運転および保守	既供与機材等の運転については研究者の人員整理による変更にもかかわらずほぼ習得している。走査型電子顕微鏡の保守に関しては現地代理店と契約済、他の機材に関しては故障発生時にC／Pが修理、整備等を実施できるようにしている。
3.1.研究活動計画の作成	供与機材の大半が出揃ったので、最終研究計画が作成可能になった。 a)ｱﾝﾓﾆｳﾑｱﾙﾑから再結晶法による高純度ｱﾙﾐﾅ粉末の合成 b)日本製原料およびIPT合成ｸﾞﾙｰﾌﾟで作成したｱﾙﾐﾅ粉末で作成した透光性ｱﾙﾐﾅ試験片の合成とｶﾁｵﾝ系不純物の試験片におよぼす影響 c)物性評価関連の整備はほぼ終了し、上記2項目の研究活動を十分にサポート。
3.2.1.輸入高純度ｱﾙﾐﾅ粉末を使用して透光性ｱﾙﾐﾅ試料を作るための最適実験条件の探究 高純度ｱﾙﾐﾅ粉末の特性評価および焼結体の光特性改善に関する各種要因分析	種々のﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞ進行時にﾏｸﾞﾈｼｳﾑ以外のｶﾁｵﾝとしてｲｯﾄﾘｳﾑおよびｶﾙｼｳﾑの添加に関する実験を実施。試験片表面に存在する巨大単結晶からなる光透過特性の優れたものがC／Pおよび短期専門家により発見された。現在特許申請を検討している。 透光性ｱﾙﾐﾅｾﾗﾐｯｸｽ製造のための高純度ｱﾙﾐﾅ粉末の精製および精製ﾌﾟﾛｾｽの各段階における特性評価を行った。粉末についてはﾋﾟｸﾉﾒｰﾀｰによる密度測定、粉末X線回析、BET法による表面積測定、熱分析および走査型電子顕微鏡観察を、造粒粉体および成型体については主として表面粗さ、微少硬度、光および走査型電子顕微鏡による表面および内部欠陥の観察、熱分析等を、焼結体についてはX線回析による第2相の検出、機械的特性測定、ICPおよび原子吸光ｽﾍﾟｸﾄﾛﾒｰﾀｰ(AAS)による化学分析を行った。ICPおよびAASは粉体精製および焼結ﾌﾟﾛｾｽにとっても重要な手段として利用した。特性評価ｸﾞﾙｰﾌﾟのC／Pが現在C／P研修において粉体特性評価技術を習得中である。上記各種方法による特性評価は極めて重要であり、ｾﾐﾅｰおよび学会で研究報告する上で基本的データとなる。
3.2.3.ｱﾙﾐﾆｳﾑ化合物からの高純度ｱﾙﾐﾅ粉末の合成	高純度ｱﾙﾐﾅ粉末の精製研究は主としてｱﾝﾓﾆｳﾑｱﾙﾑ系について行った。最良の結果は、不純物としてのPの含有量が大きいﾌﾞﾗｼﾞﾙ産水酸化ｱﾙﾐﾆｳﾑについては再結晶化によって得られた。透光性ｱﾙﾐﾅｾﾗﾐｯｸｽの試験焼結用に最初の精製原料粉末を合成ｸﾞﾙｰﾌﾟに手渡した。本項目に関して数報をﾌﾞﾗｼﾞﾙｾﾗﾐｯｸｽ学会の年会において発表した。
3.2.4.ｱﾙﾐﾅ焼結体の光透過特性の測定	得られた試料は全てﾀﾞﾌﾞﾙﾋﾞｰﾑｽﾍﾟｸﾄﾛﾒｰﾀｰによって光特性を測定。ある試料では45ﾐｸﾛﾝﾀﾞｲｱﾓﾝﾄﾞﾍﾟｰｽﾄで研磨したもので直線光透過率が48%に達するものが得られた。透光性ｱﾙﾐﾅｾﾗﾐｯｸｽの焼結に関する研究発表をｾﾐﾅｰおよび学会に発表した。

表2　活動内容（超合金分野）

活　動	実　績
1.供与機材の受け入れおよび設置	全ての供与機材が設置された。内訳は以下のとおり。 a)一方向凝固装置付き真空高周波溶解炉 b)酸素・窒素分析装置 c)簡易型走査電子顕微鏡(JSM5200) d)ｴﾈﾙｷﾞｰ分散型元素分析装置付き走査電子顕微鏡(JSM6300) e)クリープ試験装置(7台) f)高温引張試験装置
2.供与機材の運転および保守	操作および通常の保守方法は習得済みであり、操作訓練を受けた2名のC/Pがいる。全ての機材に操作マニュアルが作成済である。
3.1.研究活動計画の作成	研究活動計画はPDMの各項目に従って作成された。これらは合同委員会において結果と次年度の計画が報告され、記録されている。
3.3(1)ﾒﾙﾃｨﾝｸﾞｽﾄｯｸを使用して溶解鋳造実験を実施	a)IN713Cの普通鋳造 　製作された試験片は規格に定められた強度を満たし、化学成分も規格の範囲内に保たれた。結果はﾃﾞｰﾀｼｰﾄとして印刷予定である。 　るつぼ寿命と挙動の評価では焼成ｱﾙﾐﾅるつぼよりｽﾀﾝﾌﾟるつぼが好ましいという結論に達した。
	b)一方向凝固実験 　一方向凝固実験は習得され、IN713Cにおいて一方向凝固組織を得て、ｸﾘｰﾌﾟ破断寿命は普通鋳造材の3倍であった。 　本格一方向合金MM247で5ﾋｰﾄ製作。鋳造ままおよび熱処理の効果を金材研のものと比較して理解。鋳造ままは1997年8月、熱処理材は9月終了、C/Pの研修前に仕上予定。組織は一方向凝固組織である。 　ｾﾗﾐｯｸ鋳型の表面性状の問題を解決する研究に取り組み、C／Pが修士を取得、論文を執筆中である。
3.3(2)鋳造された合金の化学組成、金属組織、高温強度特性を分析・評価	a)化学組成分析 　超合金の主要および微量元素、ｶﾞｽの分析が可能である。手法は蛍光X線、ICP、原子吸光等である。これはC／Pが技術移転を受けた成果である。
	b)高温強度特性解析 　普通鋳造で得たIN713Cの試験片はAMS5391Dに定める(982C-152MPa)でｸﾘｰﾌﾟ破断試験を実施し、ﾌﾟﾛｾｽﾁｰﾑにﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸされ、現在は最低30時間の目標を達成するまで改良が加えられた。確立されたﾌﾟﾛｾｽのものは低温側や長時間側のﾃﾞｰﾀもﾃﾞｰﾀｼｰﾄに記載されている。常温および高温引張試験も同様になされた。一方向凝固したMM247試験片については2ヶ月以内に実施予定。
	c)金属組織解析 　組織解析はﾏｸﾛ組織、ﾐｸﾛ組織試験後の破面観察を含んでおり、目視、光学顕微鏡、走査電子顕微鏡により解析がなされた。この領域は観察経験の不足と組織要因が複雑なため進捗はやや遅れている。 　ﾏｸﾛ組織ﾃﾞｰﾀは、結晶粒の均一性を制御し特性を安定させるうえでﾌﾟﾛｾｽへの迅速なﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸとして普通鋳造でも一方向凝固でも有効であった。普通鋳造IN713Cのﾃﾞｰﾀｼｰﾄに組織解析の習得状況を記入。
3.3(3)ﾃﾞｰﾀを溶解鋳造技術にﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸし原材料の溶解鋳造ﾚﾍﾞﾙ向上を目指す	本項目は完全に達成された。ﾌﾞﾗｼﾞﾙ調達原料、日本輸入原料で溶解したものにおいて、主要、微量元素を規格範囲内に制御し、ｸﾘｰﾌﾟ特性も規格を上回るようにすることができた。

表３　現在配置されているカウンターパートの技術習得状況（セラミックス分野）

氏　名	期間	技術修得状況
Evaristo P.Goulart*	1993-	SEM、EDX、X線回析および光学顕微鏡による試料の表面評価技術を習得
Antonio C.Camargo*	1993-	原料調製、成形、仮焼、焼結、プロセス技術を習得
Elaine O.Bulhoes*	1993-	高純度原料の微量化学分析測定技術を習得
Glaucio Horita	1993-	再結晶法によるﾌﾞﾗｼﾞﾙ産ｱﾙﾐﾅ原料の高純度化技術を習得
Osorio Thomas	1995-	原料粉末の物理特性評価技術習得中
Humberto Yoshimura	1996-	原料成形、仮焼、焼結プロセス技術習得中
Regina Nagamine	1996-	原料および焼結体中の超微量不純物の定量分析技術を習得
Jolice Manholetti	1997-	X線回折、熱分析、粉体比表面積測定技術を習得
Luis Alberto Fernandes	1997-	SEM評価技術を習得
Vera Lucia Campos de Costa	1997-	熱分析、ﾋﾟｸﾉﾒｰﾀｰ、粉体比表面積測定技術を習得
Silvia Sakaya	1997-	化学分析技術を習得中

*のついているＣ／Ｐは本邦研修受講済

表４　現在配置されているカウンターパートの技術習得状況（超合金分野）

氏　名	期間	技術修得状況
Eduardo Albertin*	1993-	超合金分野のチーフＣ／Ｐとして注力
Mario Boccarini Jr.*	1993-	96年3月の本邦研修を経てDS鋳型製作、DS実験技術習得
Flavio B.Neto*	1993-	ｽﾄｯｸﾊﾞｰの溶解技術を習得、原料溶解技術を習得中
Joao P.V.Tossetti*	1993-	ｽﾄｯｸﾊﾞｰの溶解技術を習得、原料溶解技術を習得中
Marcelo F.Moreira*	1994-	普通鋳造、一方向凝固実験技術、同組織解析技術を担当
Tomoe Oide Tsubaki*	1993-	本邦研修で得た技術をもとに溶解材のﾁｪｯｸ分析に注力
Eduardo Hippert	1996-	引張およびｸﾘｰﾌﾟ特性評価のため新たに参加。試験測定技術、データ解析技術を習得
Cesar Azevedo	1996-	ﾐﾆｾﾑ、SEM画像処理技術を習得、機械的特性評価後の組織分析を担当
Marcelo Goncalves	1996-	引張およびｸﾘｰﾌﾟ特性評価のため新たに参加、同技術移転の進め方を助言

*のついているＣ／Ｐは本邦研修受講済

表5　現在配置されているカウンターパートの実績（セラミックス分野）

氏　名	実　績
Evaristo P.Goulart	・工業用試薬からのアンモニウム明礬の合成 ・高純度アルミナ用塩基性アンモニウムアルミニウム炭酸塩 ・透光性アルミナの微構造特性 ・αアルミナ粉末および成形体の微構造特性 ・真空および水素雰囲気における透光性アルミナの焼結 ・透光性アルミナの生成に対するﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞﾊﾟﾗﾒｰﾀｰ(加圧成形と焼結) ・透光性アルミナの生成に対するﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞﾊﾟﾗﾒｰﾀｰ(無機添加物) ・電気炉内メタルによる透光性アルミナの表面汚染 ・透光性多結晶アルミナ ・アルミナの微構造に及ぼす添加物、焼結温度および雰囲気の影響 ・ｾﾐﾅｰ報告:JICA/IPT材料技術ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ/ｾﾗﾐｯｸ部 ・ﾎﾟｽﾀｰｾｯｼｮﾝ:JICA材料技術ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ報告-合成G、ｷｬﾗｸﾀﾘｾﾞｰｼｮﾝG/ｾﾗﾐｯｸ部 ・ﾎﾟｽﾀｰｾｯｼｮﾝ:JICA材料技術ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ報告-ﾌﾟﾛｾｯｼﾝｸﾞG、ｷｬﾗｸﾀﾘｾﾞｰｼｮﾝG/ｾﾗﾐｯｸ部 ・透光性ｱﾙﾐﾅの鉱物学的および微構造特性
Antonio C.Camargo	・αアルミナ粉末および成形体の微構造特性 ・真空および水素雰囲気における透光性アルミナの焼結 ・透光性ｱﾙﾐﾅの生成に対するﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞﾊﾟﾗﾒｰﾀｰ(加圧成形と焼結) ・電気炉内メタルによる透光性アルミナの表面汚染 ・透光性多結晶アルミナ ・ｱﾙﾐﾅの微構造におよぼす添加物、焼結温度および雰囲気の影響 ・ﾎﾟｽﾀｰｾｯｼｮﾝ:JICA材料技術ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ報告-ﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞG、ｷｬﾗｸﾀﾘｾﾞｰｼｮﾝG/ｾﾗﾐｯｸ部 ・透光性アルミナのプロセシング
Elaine O.Bulhoes	・アンモニウムドーソナイトの合成(キャラクタリゼーション) ・透光性アルミナにおける微量成分の分析
Glaucio Horita	・工業用試薬からのアンモニウム明礬の合成 ・高純度アルミナ用塩基性アンモニウムアルミニウム炭酸塩 ・ﾎﾟｽﾀｰｾｯｼｮﾝ:JICA材料技術ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ報告-合成G、ｷｬﾗｸﾀﾘｾﾞｰｼｮﾝG/ｾﾗﾐｯｸ部
Osorio Thomas	・αアルミナ粉末および成形体の微構造特性
Humberto Yoshimura	・透光性ｱﾙﾐﾅの生成に対するﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞﾊﾟﾗﾒｰﾀｰ(加圧成形と焼結) ・透光性ｱﾙﾐﾅの生成に対するﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞﾊﾟﾗﾒｰﾀｰ(無機添加物) ・電気炉内メタルによる透光性アルミナの表面汚染 ・透光性多結晶アルミナ ・アルミナの微構造におよぼす添加物、焼結温度および雰囲気の影響 ・ﾎﾟｽﾀｰｾｯｼｮﾝ:JICA材料技術ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ報告-ﾌﾟﾛｾｯｼﾝｸﾞG、ｷｬﾗｸﾀﾘｾﾞｰｼｮﾝG/ｾﾗﾐｯｸ部 ・透光性アルミナのプロセシング
Regina Nagamine	・蛍光X線分析装置によるﾆｯｹﾙ超合金の化学定量分析(1) ・蛍光X線分析装置によるﾆｯｹﾙ超合金の化学定量分析(2) ・Ni超合金の元素組成分析、発光分析検量線
Jolice Manholetti	1997年に配置されたため、特筆すべき実績はなし
Luis Alberto Fernandes	・透光性ｱﾙﾐﾅの生成に対するﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞﾊﾟﾗﾒｰﾀｰ(加圧成形と焼結) ・透光性ｱﾙﾐﾅの生成に対するﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞﾊﾟﾗﾒｰﾀｰ(無機添加物) ・電気炉内メタルによる透光性アルミナの表面汚染
Vera Lucia Campos de Costa	1997年に配置されたため、特筆すべき実績はなし
Silvia Sakaya	1997年に配置されたため、特筆すべき実績はなし

表６　現在配置されているカウンターパートの実績（超合金分野）

氏　名	実　績
Eduardo Albertin	・Ni基超合金技術の確立 ・本邦研修にて一方向凝固技術および鋳型製造技術
Mario Boccarini Jr.	・精密鋳造ｾﾗﾐｯｸ鋳型の高温強度および通気性へのﾊﾞｲﾝﾀﾞｰ/ﾌｨﾗｰ比の影響 ・Ni基超合金技術の確立 ・一方向凝固におけるIN713Cとセラミック鋳造との反応 ・IN713Cの一方向凝固 ・鋳造ままおよび熱処理したIN713C超合金の組織集 ・IN713C試験片の普通鋳造 ・研修報告:一方向凝固技術-鋳型製造技術 ・ｾﾐﾅｰﾎﾟｽﾀｰ:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-鋳造G
Flavio B.Neto	・真空高周波溶解したNi基超合金の電子ﾋﾞｰﾑﾎﾞﾀﾝ溶解による清浄度 ・Ni基超合金技術の確立 ・Ni基超合金IN713Cの溶解 ・3kg用CPおよびTEPアルミナるつぼ割れ挙動の比較 ・一方向凝固ﾓｰﾙﾄﾞ加熱装置における温度分布の設定 ・ｽﾄｯｸﾊﾞｰおよび原料を用いたNi基超合金の溶解 ・鋳造ままおよび熱処理したIN713C超合金組織集 ・研修報告:Ni基超合金の真空溶解技術 ・ｾﾐﾅｰ報告:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-金属部 ・ｾﾐﾅｰﾎﾟｽﾀｰ:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-溶解G
Joao P.V.Tossetti	・真空高周波溶解したNi基超合金の電子ﾋﾞｰﾑﾎﾞﾀﾝ溶解による清浄度 ・Ni基超合金技術の確立 ・Ni基超合金IN713Cの溶解 ・3kg用CPおよびTEPアルミナるつぼ割れ挙動の比較 ・一方向凝固ﾓｰﾙﾄﾞ加熱装置における温度分布の設定 ・ｽﾄｯｸﾊﾞｰおよび原料を用いたNi基超合金の溶解 ・鋳造ままおよび熱処理したIN713C超合金組織集
Marcelo F.Moreira	・Ni基超合金の一方向凝固鋳造における溶解金属と鋳型との反応の研究 ・一方向凝固鋳造におけるIN713Cとセラミック鋳型との反応 ・IN713Cの一方向凝固 ・Ni基超合金IN713Cの溶解 ・ｾﾐﾅｰﾎﾟｽﾀｰ:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-鋳造G
Tomoe Oide Tsubaki	・Ni基超合金IN713Cの溶解 ・研修報告:クリープ試験技術 ・ｾﾐﾅｰﾎﾟｽﾀｰ:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-溶解G
Eduardo Hippert	・JICA材料技術開発プロジェクト報告(機械的特性2) ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(機械的特性3) ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(機械的特性4) ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(機械的特性5) ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(機械的特性6) ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(組織解析1) ・ｾﾐﾅｰﾎﾟｽﾀｰ:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-機械試験G
Cesar Azevedo	・Ni基超合金技術の確立 ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(組織解析1) ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(組織解析2-ｽﾄｯｸﾊﾞｰ、溶解材) ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(組織解析3-原料溶解材) ・ｾﾐﾅｰﾎﾟｽﾀｰ:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-組織解析G
Marcelo Goncalves	・Ni基超合金技術の確立 ・JICA材料技術開発プロジェクト報告(機械的特性4) ・ｾﾐﾅｰﾎﾟｽﾀｰ:JICA/IPT材料技術開発ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ-機械試験G

3-2 計画の妥当性

<セラミックス分野>

（1） 協力開始時における計画の妥当性

本プロジェクトの上位目標としては、アドバンストセラミックスに関する研究能力の向上があげられており、プロジェクト目標には透光性アルミナに関する高機能性材料研究が可能になることがあげられている。アドバンストセラミックスは耐熱性や耐食性、機械的強度に優れており、金属や高分子のような先行材料にはみられない特性を有していることから、金属材料、高分子材料に次ぐ第3の材料として、その開発が期待されている。

ブラジルが将来的に広く高機能性材料の研究開発を指向しようとするのであれば、アドバンストセラミックスの研究能力の向上を指向したのは合理的であり、アドバンストセラミックスが、酸化物系、非酸化物系、複合材料など多岐にわたっていることから、当該分野の研究開発を進めるための第1段階として、原料粉末の調製技術、焼結技術、原料粉末や仮焼体、焼結体の特性評価技術などアドバンストセラミックス研究に関する種々の研究要素が含まれている透光性アルミナを取り上げたのは、理にかなっているといえる。

また、ブラジルはアルミナ原料であるボーキサイト鉱の生産高が世界第4位（1994年）と恵まれた資源国であることから、本プロジェクトがブラジルを原料供給国から高付加価値製品の生産国へと発展させることも考えられる。

これらを総合すれば、本プロジェクトにおける技術協力は妥当なものであると判断できる。

（2） 評価時における当該案件に対するニーズの高さ

本プロジェクトでは、アドバンストセラミックス研究に必要な機材が30余り供与されている。カウンターパートはこれらの機材の操作方法を理解しており、アルミナ原料粉末合成、焼結・加工および特性評価に効果的に使用されている。

このことは、ＩＰＴに研究を発注する独自の研究施設を持たない企業などに大きく役立っており、特に物理的特性および化学的特性評価機器に関しては、外部からの受注件数がプロジェクト開始前に比べて3倍の増加となっている。また、本プロジェクトで培われたポテンシャルにより、大学や他機関からの共同研究の問い合わせや、研修員受入要請件数が増加している。

<超合金分野>

（1） 協力開始時における計画の妥当性

本プロジェクトの目標は、ＩＰＴにおける超合金に関する研究能力の向上である。金

属分野の研究において、Ni基超合金の研究は最先端の分野であり、本プロジェクトで習得した技術は、Ni基超合金の研究に限らず他の金属材料の研究開発にも大きく寄与することができる。またＩＰＴにおいても本プロジェクトの内容を理解し、受け入れるだけの技術的要素は十分保有していた。したがって、プロジェクトのテーマとしてNi基超合金が提案されたものと考えられ、計画は妥当であったと考えられる。

また、3-5-(2)「自立発展性」で述べるように、ペトロブラス（ブラジル石油会社）との共同研究が予定されているなど、プロジェクト終了後もうまく発展する方向になっている。

(2)当該案件に対するニーズの高さ

本プロジェクトの目標は、ＩＰＴにおける超合金に関する研究能力の向上である。金属分野の研究において、Ni基超合金は最先端の分野であり、従来材と比較し、より高度な材料溶製技術、鋳型技術、鋳造技術、組織解析・評価技術が要求される。したがって、これらの技術を習得し、研究ポテンシャルを向上させることは、Ni基超合金の研究に限らず、他の材料研究に対する効果も非常に大きい。また、本プロジェクト開始時から、ＩＰＴ自体および研究者自身のNi基超合金に関する研究意欲が非常に高かった。

現時点において、プロジェクト成果の波及効果として、ペトロブラスとの共同研究、アソテクニカ（国内精密鋳造会社）への技術コンサルタント活動、あるいは「ブラジル中小企業技術向上プロジェクト」（日本側協力機関：通商産業省、ＪＩＣＡなど）に関連して、精密鋳造分野での研修生の受入れなど、Ni基超合金の精密鋳造に関する研究が、ブラジル国内において活性化しつつあり、ニーズの高まりが感じられる。

なお、ブラジル国内の電力需要は、今後の10年間で72%の伸びが予測されている。現在は、電力の75%を水力に頼っているが、環境問題からダムの建設は困難であり、今後は火力発電に頼らなければならない状況になっている。ヴェネズエラおよび北部アマゾンは天然ガス（ＬＮＧ）が豊富であることから、今後、ＬＮＧを燃料とするガスタービンを用いたコンバインド発電プラントが、発電の主流となっていくものと予想され、その場合には、ガスタービンの重要部品の動静翼材であるNi基超合金に関する研究は、さらに必要性を増していくものと予想される。

3-3 効率性

<セラミックス分野>

(1) 技術移転内容の適正度

金属・高分子に次ぐ第3の研究材料として、アドバンストセラミックスに関する研究開発は材料研究にとって必須なものである。このなかから透光性アルミナの製造技術が

選ばれたのは、3-2「計画の妥当性 (1)協力開始時における計画の妥当性」に記述したとおり、アドバンストセラミックス研究に共通するさまざまな技術要素がここに含まれているという意味で非常に有効である。また、ブラジルがアルミナの原料であるボーキサイト鉱の豊富な産出国であることも技術移転を合理的なものにしている。

(2) 効率性に貢献/阻害した要因

透光性アルミナの製造に関して効率性に貢献した要因としては、ブラジルが有数のボーキサイト産出国であること、IPTにアルミナ製磁器るつぼの製造などアルミナに関する研究ベースが蓄積されていたことがあげられる。あわせて長期・短期専門家による技術移転、カウンターパート個々の研究ポテンシャルの高さ、加えて日本国内で実施されたカウンターパート研修が効果的に行われたことが、本プロジェクトの効率性に寄与したと判断される。

一方、効率性を阻害した要因としては、サンパウロ州政府の人員削減政策に伴いプロジェクトのカウンターパート9名の継続的参画が妨げられたことがあげられる。

プロジェクト目標である「透光性アルミナの製造」は達成されたが、技術移転の過程において手戻りがあったことは否めない。

<超合金分野>

(1) 技術移転内容の適正度

金属分野の研究において、Ni基超合金は最先端の分野であり、従来材に比較し、より高度な材料溶製技術、鋳型技術、組織解析・評価技術が必要である。したがって、これらの技術を習得することは、Ni基超合金の研究に限らず、他材料の研究開発にも大きく寄与することができる。

本プロジェクト開始前にIPTでは、ステンレス材、Co-Cr-Mo合金、ハステロイ(Co合金)、工具鋼、高Cr合金などの溶解鋳造を行っている。これらは大気から10^{-2}Torrレベル(Ni基超合金は、10^{-2}Torr)の溶解ではあるが、本プロジェクトの内容を理解し、受け入れるだけの技術的要素は十分保有していたと考えられる。

本プロジェクトの目標はNi基超合金に関する研究ポテンシャルの向上であるので、IPTにおける保有技術および材料研究に関する技術の流れから判断すると、技術移転内容は適正であった。

(2) 効率性に貢献/阻害した要因

効率性に貢献した要因として、IPTが精密鋳造技術および真空溶解鋳造技術などプロジェクトの推進に必要な技術をすでに保有していたこと、およびNi基超合金に対する研究意欲が高かったことがあげられる。あわせて長期・短期専門家による技術移転、日本国内で実施されたカウンターパート研修が効果的に行われたことも効率性に寄与した

大きな要因である。

効率性を阻害した要因としてはセラミックス分野と同様で、サンパウロ州政府の政策変更により、７名のカウンターパートが異動もしくは退職を余儀なくされたことがあげられる。

しかしながら、ＩＰＴの努力により当初計画どおりの人数のカウンターパートが配置され、また、研究の核となっているカウンターパートはプロジェクト開始当初から継続して従事していたために、影響は比較的少なかったと考えられる。

表７　異動および退職したカウンターパートリスト（セラミックス分野）

氏　名	時期	その後の進路
Ricardo Zuccini	1995/4	IPT内の他部へ異動
Cherry Sagae Abe	1995/4	退職後家事従事
Nilce Ortiz	1995/10	退職後国立核ｴﾈﾙｷﾞｰ研究所(IPEN)で研修
Marco A.P.Jardao*	1996/4	退職後ｾﾗﾐｯｸ協会役員、FAAP教授
Shinitiro Sakka	1996/4	退職後の職業不明
Renata G.Sakamoto*	1996/4	退職後IPT内臨時職員
Tiaki Kawashima	1996/4	退職後高校物理教師
Chen Tsung Jye*	1996/11	退職後USP中国文学科教授
Newton Haruo Saito	1997/4	退職後国立核ｴﾈﾙｷﾞｰ研究所(IPEN)で研修

*のついているＣ／Ｐは本邦研修受講済

表８　異動および退職したカウンターパートリスト（超合金分野）

氏　名	時期	その後の進路
Claudio Luis Mariotto*	1995/4	IPT内の他部へ移動
Jose E.G.Lamas*	1996/3	退職後転職
Eduardo S.J.Tanabe	1996/4	退職後国立核ｴﾈﾙｷﾞｰ研究所(IPEN)で研修
Ricardo Fuoco	1996/3	退職後の職業不明
Hamilton L.Ito	1996/4	IPT内の他部へ移動
Paulo C.Gioilli	1995/4	退職後米国へ留学
Naganine Regina		セラミックス分野に移動

*のついているＣ／Ｐは本邦研修受講済

3-4 プロジェクトの目標達成度

（1） インプット実施状況

① 日本側インプット

a．調査団および専門家派遣

先にも述べたとおり、本プロジェクトに関する調査として、ＪＩＣＡはこれまでに４回の調査を行った。

1992年２月17日から２月28日まで、ブラジル側の要請内容を把握するための事前調査団を派遣し、プロジェクトの内容および実施体制の大枠について合意した。

続いて1992年10月５日から10月15日まで、プロジェクトの実施基本方針および実施計画を策定することを目的として長期調査員を派遣した。

さらに上記の調査結果を踏まえ、1992年12月10日から12月20日まで、ブラジル側と技術協力実施に関する具体的事項について協議することを目的に実施協議調査団を派遣し、Ｒ／Ｄの署名交換を行った。

協力開始から約２年間が経過した1994年12月２日から12月12日には、プロジェクトの進捗状況を調査・把握するとともに、技術移転内容を再確認し、以降の実行計画をブラジル側と協議する目的で、計画打合せ調査団を派遣した。

専門家派遣については、これまでに延べ６名の長期専門家および24名の短期専門家を派遣している。

表９～11に調査団の派遣実績および専門家の派遣実績を示す。

表9　調査団派遣実績

事前調査団	1992年2月17日～1992年2月28日（12日間）
	総括　猪股　吉三　科学技術庁無機材質研究所総理府技官
	セラミックス研究　植田　哲哉　通商産業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
	金属材料研究　山縣　敏博　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
	協力計画　奥　英之　科学技術庁研究開発局総合研究課長補佐
	技術協力企画　菅原　彰　通商産業省生活産業局窯業建材課 ファインセラミックス室調査係長
	業務調整　成田　明敏　国際協力事業団　社会開発協力部 社会開発協力第2課　課長代理
長期調査員派遣	1992年10月5日～1992年10月15日（12日間）
	協力計画　成田　明敏　国際協力事業団　社会開発協力部 社会開発協力第2課　課長代理
	ﾌｧｲﾝｾﾗﾐｯｸｽ　石沢　芳夫　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
	ﾌｧｲﾝｾﾗﾐｯｸｽ　村瀬　嘉夫　通商産業省工業技術院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
	超合金　山縣　敏博　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
実施協議調査団	1992年12月10日～1992年12月20日（11日間）
	総括　石沢　芳夫　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
	ﾌｧｲﾝｾﾗﾐｯｸｽ研究　村瀬　嘉夫　通商産業省工業技術院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
	ﾌｧｲﾝｾﾗﾐｯｸｽ評価　磯谷　三男　(財)ファインセラミックスセンター試験研究所長
	金属材料研究　山縣　敏博　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
	協力計画　杉田　映理　国際協力事業団社会開発協力部 社会開発協力第1課
R/Dの署名	1992年12月15日
協力開始	1992年12月15日
専門家派遣開始	1993年4月15日（長谷川　安利リーダー、岡　大寿調整員派遣）
計画打合せ調査団	1994年12月2日～1994年12月12日（11日間）
	総括　石沢　芳夫　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
	金属　山縣　敏博　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
	ｱﾄﾞﾊﾞﾝｽﾄｾﾗﾐｯｸｽ　淡野　正信　通商産業省生活産業局ﾌｧｲﾝｾﾗﾐｯｸｽ室専門職
	協力企画　西脇　英隆　国際協力事業団社会開発協力部 社会開発協力第2課課長代理
	業務調整　松岡　正幸　国際協力事業団社会開発協力部 社会開発協力第2課

表10　長期専門家リスト

分　野	氏　名	派遣期間
リーダー(ｾﾗﾐｯｸｽ分野兼務)	長谷川　安利	1993/04/15～1997/12/16
超合金	今村　元昭 青田　健一	1993/07/01～1995/10/31 1995/10/16～1997/12/16
セラミックス	松田　伸一	1996/04/06～1997/12/16
業務調整	岡　大寿 谷口　祐子	1993/04/15～1996/04/14 1996/05/06～1997/12/16

表11　短期専門家リスト

年度	分　野	氏　名	派遣期間
1993年	透光性アルミナ	守吉　祐介	1993/08/16～1993/08/29
	透光性アルミナ	鳥井　駿三	1993/08/16～1993/09/12
	キャスティング	山縣　敏博	1993/08/16～1993/09/12
	クリーンルーム	金野　清志	1993/11/22～1993/12/03
	化学分析	富山　茂樹	1994/03/29～1994/04/16
	化学分析	船戸　巳知雄	1994/03/03～1994/03/24
1994年	水素炉据え付け	石井　昭雄	1994/12/03～1994/12/22
	粉体プロセス特性	羽田　肇	1995/02/04～1995/03/02
	粉体プロセス	田代　楠熊	1995/03/06～1995/06/03
1995年	真空炉据え付け	中村　昭彦	1995/05/08～1995/06/24
	クリーンルーム	金野　清志	1995/05/18～1995/06/15
	粉体形成	植松　敬三	1995/08/02～1995/08/27
	焼結体プロセス	鳥井　駿三	1995/08/12～1995/08/27
	一方向凝固	山縣　敏博	1995/10/16～1995/11/10
	焼結反応評価	松田　伸一	1995/10/16～1995/12/16
	焼結体特性評価	井関　孝善	1996/03/14～1996/04/04
	クリープ特性	木村　一弘	1996/03/11～1996/04/24
1996年	一方向凝固	太田　芳雄	1996/05/10～1996/06/23
	焼結体評価	前川　耕一朗	1996/06/20～1997/03/30
	高温引張特性評価技術	三浦　誠司	1996/08/05～1996/09/15
	化学分析	船戸　己知雄	1996/09/05～1996/12/05
1997年	一方向凝固解析技術・Ni基鋳造合金設計技術	山縣　敏博	1997/05/08～1997/07/07
	ｱﾙﾐﾅﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞ・評価技術	前川　耕一朗	1997/05/08～1997/08/12
	焼結体の微構造と機械的性質	松井　實	1997/05/08～1997/05/27

b．カウンターパート研修実績

プロジェクト協力期間中に計16名のカウンターパート研修を実施した。日本の研修先としては、無機材質研究所、金属材料技術研究所、名古屋工業技術研究所および（財）ジャパンファインセラミックスセンターなどにおいて研修を実施した。カウンターパート研修の実績は表12のとおりである。

表12　カウンターパート研修実績

年度	分　野	氏　名	派遣期間
1993年	超合金の機械的特性	Claudio Mariotto	1993/03/01～1993/03/17
	真空溶解技術	Flavio B Neto	1993/06/22～1993/08/15
	真空溶解技術	Joao P.V.Tossetti	1993/06/22～1993/08/15
	透光性アルミナ	Evaristo P.Goulart	1993/10/18～1993/11/27
	管理者研修	Marco A.P.Jardao	1993/03/01～1993/03/16
1994年	分析技術	Tomoe Oide Tsubaki	1994/09/05～1994/12/02
	透光性アルミナ	Chen Tsung Jye	1994/09/05～1994/10/22
	透光性アルミナ	Renata G.Sakamoto	1994/07/18～1994/10/14
1995年	精鋳技術	Mario Boccarini Jr	1996/03/03～1996/04/13
	クリープ試験	Jose E.G.Lamas	1995/07/31～1995/09/30
	透光性アルミナ製造工程	Antonio C Camargo	1995/08/28～1995/11/27
1996年	一方向凝固技術	Eduardo Albertin	1997/03/02～1997/04/19
	透光性アルミナ	Elaine O Bulhoes	1996/06/10～1996/07/26
	アルミナ粉末の特性評価	Osolio Thomas	1997/04/20～1997/07/28
1997年	一方向凝固組織評価	Marcelo F.Moreira	1997/05/08～1997/07/07
	TPA製造機械特性評価	Humberto Yoshimura	1997/05/08～1997/08/12

c．機材供与

プロジェクトに対する機材供与は協力期間中に約４億2000万円実施されている。終了時評価調査の時点では、供与機材の稼働状況および管理状況は良好である。表13に主な供与機材を示す。

表13　日本側供与機材リスト（1993年～1997年）

年度	機材名
1993年	（セラミックス分野） 水素雰囲気炉(ネムス・NM-15) 電気炉(ヤマト科学・FR32/FD41) 粒度分布測定器(ﾏｲｸﾛﾒﾘﾁｯｸｽ・ｾﾃﾞｨｸﾞﾗﾌ5100) ﾓｰﾋﾞﾙﾏｲﾅｰﾍﾞｰｼｯｸ型ｽﾌﾟﾚｰﾄﾞﾗｲﾔｰ(ﾆﾛｼﾞｬﾊﾟﾝ・M02B) ダストフリー装置(進和テック) 純水製造装置(ヤマト科学・WG35) ボールミル(ヤマト科学・UB-32) ラバープレス(油研工業・YSRP2-10W) （超合金分野） 酸素・窒素分析装置(堀場製作所・EMGA-520) クリープ試験装置(東伸工業・RT-10) 高周波真空炉(大同特殊鋼・IVD-5K) 等
1994年	（セラミックス分野） 薄片切断機(Bueler・PETROTHIN) 研削機(MITUTOYO・MSG-600) 研磨機(Bueler・ECOMET3) 走査電子顕微鏡本体(日本電子・JSM-6300) 走査電子顕微鏡EDS(NORMAN・M-3100) ﾀﾞﾌﾞﾙﾋﾞｰﾑｽﾍﾟｸﾄﾛﾒｰﾀｰ(日立・U-3000) 熱分析装置(NETZSCH・STA409EP/3/D) 遊星型ボールミル(Fritsch・Pulverisette5/2) X線回折計(リガク・D/MAX-2100V) 比表面積測定装置(M.MERITICS・ASAP2010) 表面粗さ測定装置(MITUTOYO・SURFTEST501) 気孔率測定装置(M.MERITICS・AUTOPORE9420) （超合金分野） 高温引張試験機(MTS・SHINTECH30/G) 等
1995年	（セラミックス分野） ICP発光分光分析装置(セイコー・SP1700R) 微少硬度測定装置(ミツトヨ・MVK-H300) 万能試験機(MTS・SINTECH 5/G) 再結晶装置(PULSAR TEC) アルミナ単結晶育成炉(PULSAR TEC) （超合金分野） ミニSEM(日本電子・JSM-5200) 等
1996年	（セラミックス分野） 熱伝導測定装置(ANTER CORP・MODEL2101) 仮焼炉(CALCINATION FURNACE・EDG FT-20/5P) 高温真空炉(THERMAL TECHNOLOGY・MODEL1000-4560) 電気特性測定装置(TA INSTRUMENTS・MODULE DEA2970) 高温顕微鏡(LEICA MICROSKOPIE・LEICA1750) 等
1997年	スペアパーツ

② ブラジル側インプット

a．プロジェクトにおけるブラジル人カウンターパートの配置

プロジェクト開始当初ブラジル側は適切なカウンターパート配置を行ったが、1995年からサンパウロ州政府の政策変更に伴い、カウンターパートの異動および退職が相次いだ。ＩＰＴ側はこれに対応し、順次新たなカウンターパートを配置した。

b．プロジェクトのための予算措置

ブラジル側のプロジェクト期間内における予算措置状況は５年間で約145万450レアル（約145万ＵＳドル）であり、十分とはいえないが必要最低限の措置はなされたと考えられる。

表14に内訳を示す。

表14　プロジェクト期間中のブラジル側予算の内訳

建物、修理、設備	383,077.00ﾚｱﾙ
人件費	793,272.70ﾚｱﾙ
その他	274,100.59ﾚｱﾙ
合　　計	1,450,450.29ﾚｱﾙ

（２）　アウトプット目標の達成状況

<セラミックス分野>

①　達成の度合い

セラミック分野に対しては、アドバンストセラミックスのうち透光性アルミナの製造技術に関し、２名の長期専門家および延べ17名の短期専門家を派遣して技術移転にあたる一方、８名のカウンターパートを無機材質研究所、金属材料技術研究所、名古屋工業技術研究所、（財）ファインセラミックスセンターに受け入れて当該分野の技術移転を効果的に行ってきた。

技術移転の達成度について長期専門家からみた評価では、原料精製技術に関して60～100%、粉末作製技術および粉末特性評価技術に関しても90%、乾式成形技術、焼結体加工技術に関しては100%、焼結体評価技術に関しては90%と記載されている。終了時評価調査団が現地で行ったヒアリング結果、専門家・カウンターパートに対して行ったアンケート結果もこれを裏づけるものであった。

② 達成に貢献／阻害した要因

アドバンストセラミックスに関する本プロジェクトの目標は透光性セラミックスを製造することにある。本プロジェクトの目的達成に貢献した要因としては、長期・短期専門家派遣が適切であったこと、ブラジル側カウンターパート個々の研究ポテンシャルの高さ、カウンターパート研修の内容が適切であったことがあげられる。

一方、阻害した要因としては、サンパウロ州政府の人員削減政策に伴って、本プロジェクトへのブラジル側カウンターパートの継続的参画が妨げられたことがあげられる。

このような状態のなかでＩＰＴの努力によりカウンターパート交代は速やかに行われたものの、交代したカウンターパートに対する技術移転の進捗は多少の手戻りがあった。

＜超合金分野＞

① 達成の度合い

超合金分野に対しては、Ni基超合金に関し２名の長期専門家および延べ７名の短期専門家を派遣するとともに８名のカウンターパートを金属材料技術研究所などに受け入れ技術移転を行った。主な技術移転項目であるマスターインゴット溶製技術、普通鋳造および１方向凝固を含む高周波真空溶解鋳造技術、精密鋳造用鋳型製造技術、合金組成分析技術、組織・構造解析技術、強度特性解析技術については技術移転が90%以上完了している。

精密鋳造用鋳型製造技術は日本側からのアドバイスのみであり、すべてはＩＰＴ独自の努力にかかっていたにもかかわらず、海外の学術雑誌に論文投稿できるレベルに達している。

今回の調査結果としては、今なお合金との反応および表面粗さの問題は残るものの、試験片レベルでの鋳造は可能であり、プロジェクト目標は達成したと判断できる。

組織・構造解析技術、強度特性解析技術については金属材料技術研究所で研修を受講したカウンターパートが退職したが、カウンターパート交代と専門家交代の時期が一致していたため、技術移転は大きな問題はなく行われている。現在の進捗状況は若干遅れた状況であるが、交代したカウンターパートのカウンターパート研修が金属材料技術研究所で予定されており、技術移転は問題なく達成される予定である。

② 達成に貢献／阻害した要因

本プロジェクトの目標は90%以上達成されている。目的を達成できた要因としては、相手側の技術力を的確に評価し、無理な計画を立てなかったことがあげられる。

Ni基超合金の研究では、単結晶材の研究が最先端であるが、本プロジェクトにおい

ては最初にNi基超合金研究の基礎となる普通鋳造材の高周波真空溶解鋳造技術およびマスターインゴット溶製技術の移転を行い、その後、より高度な1方向凝固技術および組織構造解析技術に展開しＩＰＴの技術力を向上させている。すなわち移転技術の内容、供与機材の種類、専門家の派遣時期およびカウンターパート研修の時期・内容などのインプットが適切であったことが大きな要因であると考えられる。

また、精密鋳造用鋳型製造技術のように、日本側の協力内容は技術的情報の提供のみとし、ＩＰＴ側にプロジェクト成否の責任を持たせたことも、研究意欲を高める効果があったと考えられる。

一方、プロジェクトの進捗を阻害した要因としては、サンパウロ州政府の人員削減政策により数人のカウンターパートが退職または他部門に異動したことがあげられるが、ＩＰＴにNi基超合金に対する適切な人材がカウンターパートとして再配置されたことから、それほど大きな障害とはならなかった。

なお、終了時評価調査団が実施したヒアリング調査で超合金分野のチーフカウンターパートであるEduardo Albertinは、本プロジェクトの成功要因として以下をあげている。

- ＰＤＭに記されている技術移転計画が適切であったこと
- 機材供与、専門家による技術移転、カウンターパート研修などの日本側インプットが適切であったこと
- ＩＰＴが精密鋳造技術および真空溶解鋳造技術などのプロジェクトの進捗に必要なノウハウを開始以前に有していたこと
- ＩＰＴにおいて機材のメンテナンスを含めてプロジェクトの進捗に必要な人員および実験用消耗品が確保されたこと

表15　協力対象分野における技術移転進捗状況（セラミックス分野）

移転技術	実施項目	移転状況	担当者
原料精製技術 明礬の再結晶技術ドーソナイトの合成技術	・再結晶装置の装置および操作技術の移転	純度約97%のブラジル産水酸化アルミニウムを濃硫酸で溶解し、これと硫酸アンモニウムの反応によってアンモニウム明礬溶液を作成。 再結晶装置を3回繰返し、高純度明礬(出発母塩)を得た。精製操作により、純度99.99%のアルミナを得た。溶解、反応、再結晶による一連の複雑な精製技術を移転(達成度90%)、アンモニウム明礬(達成度100%)およびアンモニウム・ドーソナイトの合成技術を移転(達成度60%)。	船戸巳知雄(短期) 松田伸一(長期) 矢島祥行 (NIRIM) Cherry Renata、 Glaucio Regina Elaine、 Silvia Bulhals、
粉末作成技術	・電子レンジ、仮焼炉およびボールミルの設置および操作技術の移転	出発母塩の加熱発泡による汚染の防止、熱分解過程で発生する有害なアンモニアおよび亜硫酸ガスの制御、仮焼による相転移($\gamma \rightarrow \sigma \rightarrow \alpha$)を制御してアルミナ粉末を得た。高純度母塩の脱水発泡、熱分解、仮焼による易焼結性アルミナ粉末の作成技術を移転(達成度90%)。	鳥井駿三(短期) 羽田肇(短期) 伊賀武雄 (NIRIM) 村瀬嘉夫 (NIRIM) 松田伸一(長期) Renata、Glaucio、
粉末特性 評価技術	・TGA/DTA、XRD、BET、Sedigraph、ピクノメーター、ICP発光分光分析装置などの設置 測定および解析技術の移転	熱分解・仮焼プロセスの適正条件の測定と解析。仮焼アルミナの適正な粉末特性 (残留不純物、真比重、α化度、１次粒子径、２次粒子径)の測定と解析技術の移転(達成度90%)。	鳥井駿三(短期) 羽田肇(短期) 井関孝善(短期) 松田伸一(長期) 前川耕一朗(短期) Evaristo、 Chen、 Nilce、Tiaki、 Regina、Elaine、 Silvia、Osorio、 Newton、Joelice、 Luiz、Vera、
乾式成形技術 添加物配合技術 造粒技術 加圧成形技術 加工技術	・クリーンルームの設置 MoSi2電気炉、スプレード・ライヤー、ラバープレス等の設置および操作技術の移転	日本製高純度アルミナ粉末を用い、微量添加物(500ppm/MgO)の配合、有機バインダーによる造粒および加熱による脱脂、1次成形(金型)および2次成形(静水圧)による圧粉体作成技術の移転(達成度100%)。 別にチューブの成形および表面研削加工の技術移転(達成度100%)。 ブラジル製高純度アルミナ粉末を用いた研究は準備中。	鳥井駿三(短期) 金野清志(短期) 羽田肇(短期) 田代楠熊(短期) 植松敬三(短期) 井関孝善(短期) 前川耕一朗(短期) M.Antonio、 Camargo、 Humberto、
焼結技術	・水素雰囲気炉の設置および操作技術の移転、高温真空炉は未設置	真空および水素雰囲気中における透光性アルミナ焼結体の作成(達成度100%)、新しい添加物(MgO-Y2-O3系、MgO-Y2O3-CaO系)の発見による特許申請(達成度100%)	守吉祐介(短期) 石井昭雄(短期) 鳥居駿三(短期) 井関善孝(短期) 前川耕一朗(短期) M.Antonio、 Camargo、 Humberto、

表16　協力対象分野の技術移転の進捗状況（超合金分野）

移転技術		実施項目	移転状況	担当者
材料製造技術	高周波真空溶解技術	・真空溶解装置設置および同操作技術の移転 ・市販合金(ｽﾄｯｸﾊﾞｰ)による溶解技術の移転 ・配合原料による溶解技術の移転	設置を完了し正常に稼働中。 C/Pも運転技術を習得済であり、独力で操作できる。適正な条件で化学成分、強度を満足させる溶解技術をほぼ習得済。 原料を配合して行う溶解においても、化学成分、強度を満足させる技術をほぼ習得、自立的研究開発が継続可能な状況	今村元昭(長期) 中村昭彦(短期) Flavio、 Pedro、
	鋳造技術	・精密鋳造用鋳型製造技術の移転 ・普通鋳造技術の移転 ・一方向凝固鋳造技術の移転	1600度の加熱、鋳造に耐えるｱﾙﾐﾅ、同ｼﾞﾙｺﾝｺｰﾄ鋳型を作成技術習得。 鋳造手順を習得、諸条件を管理して要求された強度を満足する試験片が製作できる技術を取得。 鋳造手順を習得、諸条件を管理して一方向凝固組織を得、強度も普通鋳造材に比し、大幅に改善されるまでの技術を習得、自立的研究開発が継続可能な状況	山縣敏博(短期) 太田芳雄(短期) Mario、 Albertin、 Marcelof、
材料特性評価技術	合金組成分析技術	・酸素窒素分析装置設置および同操作技術の移転 ・分析手法の移転 ・製作試験片の組成分析およびﾌﾟﾛｾｽへのﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸ	設置完了し、良好に稼働中である。C/Pも操作技術習得済である。 Ni、Cr、Mo、Nb、Al等の主要元素、ｶﾞｽ成分、Ag等の微量元素の分析技術を本邦研修、短期専門家の指導で習得。 ﾌﾟﾛｾｽの適否を判断する強度評価試験も良好になされる状態にあり、同分析値は日本で確認したものとほぼ対応した。	富山茂樹(短期) Tomoe、
	強度特性解析技術	・高温引張試験装置の設置および同試験技術の移転 ・ｸﾘｰﾌﾟ試験装置の設置および同試験技術の移転 ・製作試験片の特性評価およびﾌﾟﾛｾｽへのﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸ	設置完了し、良好に稼働中。試験技術も習得し、専門家の点検にも合格 設置完了し、良好に稼働中。試験技術も習得し、専門家の点検にも合格 ﾌﾟﾛｾｽの適否を判断する強度評価試験も良好になされる状態にあり、得られた強度は米国規格を満たした(IN713C)。	青田健一(長期) 木村一弘(短期) 三浦誠司(短期) Lamas、
	組織・構造解析技術	・簡易型走査電子顕微鏡の設置同操作技術の移転 ・解析手法、解析技術の移転 ・製作試験片の組織解析およびﾌﾟﾛｾｽへのﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸ	設置完了、良好に稼働中。操作技術も習得し、C/Pによる指導も実施。 ﾏｸﾛ、ﾐｸﾛ組織検出、光学、走査電子顕微鏡観察、同特性X線像解析等による構造解析技術およびNi合金組織の基本知識も習得。 上記の習得により、鋳造のままおよび特性試験後の組織解析結果がﾌﾟﾛｾｽにﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸされ満足できる強度も得た。 C/P自身が経験を重ねればﾚﾍﾞﾙｱｯﾌﾟも可能である。	青田健一(長期) 木村一弘(短期) 三浦誠司(短期) 山縣敏博(短期) Lamas、

3-5 今後の見通し

（1） 効果

<セラミックス分野>

① 計画されていた受益者に対する効果発現の度合い

本プロジェクトにおける透光性アルミナの製造技術は、特性の優れた日本産アルミナ原料粉末を用いた焼結技術、ブラジル産原料の高純度化精製技術、高純度化したアルミナ原料粉末を透光性アルミナとする焼結技術、原料粉末、仮焼体、焼結体の特性評価技術に大別することができ、いずれについても技術移転はほぼ完了している。原料であるボーキサイトに関し、ブラジルはこれまで原料供給国とみなされてきたが、本プロジェクトにおいて、ボーキサイト鉱からアルミナを製造する技術を習得したことから、将来的には高付加価値製品の生産国となり得る。このことからも本プロジェクトの受益者に対する効果発現の度合いは大きいと考えられる。

② 波及効果

本プロジェクトでは、透光性アルミナおよびNi基超合金に関する機材が数多く供与され、セラミックス分野においても２名の長期専門家と延べ17名の短期専門家が派遣されており、カウンターパートであるＩＰＴ側の研究者への技術移転が効果的に行われている。供与された機材については、技術移転のみならず受託試験にも活用され、ＩＰＴの財政基盤強化に貢献している。このことは、今後ＩＰＴが自立して高機能性材料の研究を進める場合の研究インフラが整備されたことによる波及効果といえる。

③ マイナス効果

特になし。

<超合金分野>

① 計画されていた受益者に対する効果発現の度合い

本プロジェクトの目標としたマスターインゴット溶製技術、普通鋳造および１方向凝固を含む高周波真空溶解鋳造技術、精密鋳造用鋳型製造技術、合金組成分析技術、組織・構造解析技術、強度特性解析技術の移転はほぼ完了し、ＩＰＴは独自でNi基超合金の研究開発を実施できる能力を取得している。

② 波及効果

本プロジェクトでは、機材の供与、２名の長期専門家と延べ７名の短期専門家が派遣され、ＩＰＴがNi基超合金に関する研究を独自で実施していける技術を習得した。その結果、ペトロブラス（ブラジル石油会社）との共同研究、アソテクニカ（国内精密鋳造会社）への技術コンサルタント活動、あるいは「ブラジル中小企業技術向上プ

ロジェクト」（日本側協力機関：通商産業省など）に関連して、精密鋳造分野での研修員受入など、当該分野においてブラジル国内での指導的立場となった。

③　マイナス効果

特になし。

（2）　自立発展性

<セラミックス分野>

①　自立発展の度合い

本プロジェクトにおいて、カウンターパートに移転された技術と供与された機材は、さらに高機能性材料研究を進めるうえで貴重な武器になり得る。また、供与機材を活用した受託試験はＩＰＴの財政基盤を強化するものであり、このようにして整備された研究インフラはＩＰＴの自立発展の可能性を高めるものと考えられる。

②　自立発展に貢献／阻害した要因

自立発展に貢献した要因としては、本プロジェクトで整備された研究インフラ（研究者の能力、機材、自主研究費を含む）をあげることができる。

自立発展を阻害する要因として今後考えられるのは、整備された研究インフラをさらに高機能性材料研究に振り向けるマネージメントを進めれば、自立発展の見通しは明るいものになるであろう。

<超合金分野>

①　自立発展の度合い

本プロジェクトの目的は、Ni基超合金に対する研究能力の向上である。本プロジェクトの実施により、ＩＰＴでは、マスターインゴット溶製技術、溶解鋳造技術、鋳型製造技術、強度評価および組織解析技術を習得し、自力で研究開発を実施できる能力を身につけている。

これらの技術をもとに、受託業務の収入増加が期待されるとともにペトロブラスなどとの共同研究が計画されている。また、これらの共同研究がない場合においても、超合金の溶解、鋳造、金属組織、性質の基礎研究は、ＩＰＴの独自予算で実施する計画で、３年後に国際学会(SUPERALLOYS 2000, The Metallurgical Society of AIME)での発表をめざしており、研究意欲は非常に高く、現時点においても自立して研究開発を実施している状況である。

なお、本プロジェクトで習得したこれらの技術は、金属材料研究の分野では先端技術であり、他分野の材料研究に関しても大いに役立つものである。

②　自立発展に貢献／阻害した要因

自立発展に貢献した要因として、ＩＰＴの研究者のNi基超合金の研究に対する意欲

が高かったこと、および技術移転の状況に伴い各種機材の供与、カウンターパートの研修および長期・短期専門家の派遣が、適切な時期に効率よく行われたことがあげられる。

今後のＩＰＴの活動計画については表17、表18のとおりである。

表17　今後のＩＰＴの活動計画（セラミックス分野）

ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ名	概　要	スタッフ	予　算
ｱﾄﾞﾊﾞﾝｽﾄｾﾗﾐｯｸｽ研究	・高温真空炉(黒鉛抵抗炉)による試料の作成およびその特性評価 ・透明ｱﾙﾐﾅﾁｭｰﾌﾞの作成およびその特性評価 ・高温顕微鏡によるｱﾙﾐﾅ焼結体中の微量不純物の低温拡散現象の研究 ・機械的特性評価用試料の作成およびジャパンファインセラミックセンター(JFCC)におけるＣ／Ｐの技術移転による評価技術の確立 ・ｱﾙﾐﾅ単結晶作成炉によるｱﾙﾐﾅ単結晶の合成	C/Pが中心となる。なお研究実施のために必要な機材の操作は習得済である。	期間は1年～2年でありR＄250,000～750,000が必要と考えられている。

表18　今後のＩＰＴの活動計画（超合金分野）

ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ名	概　要	スタッフ	予　算
ｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝ部品の開発	・ﾍﾟﾄﾛﾌﾞﾗｽ(ﾌﾞﾗｼﾞﾙ石油会社)と共同事業である。 ・主に海上石油掘削ﾌﾟﾗｯﾄﾌｫｰﾑ用発電に使用されるﾀｰﾋﾞﾝﾌﾞﾚｰﾄﾞ能力の確立が目的 ・活動内容は部品形状の生産と試験および内部冷却等複雑形状品の生産と研究である。さらに予算状況によっては一方向凝固部品についても検討する。	溶解と鋳造ｸﾞﾙｰﾌﾟが中心	R＄500,000～1,000,000が3年間の推計予算であり、政府とﾍﾟﾄﾛﾌﾞﾗｽが支援する。
超合金の溶解、鋳造、金属組織、性質の基礎研究	以下が研究項目である。 ・超合金に対する、不純物元素の影響 ・複雑形状品の一方向凝固のｺﾝﾄﾛｰﾙ ・普通鋳造試験片の機械的性質に対する鋳造欠陥の影響(気泡等) ・一方向凝固試験片の機械的性質の評価 ・冷却ﾌﾞﾚｰﾄﾞ用のｾﾗﾐｯｸｺｱの生産 ・単結晶の基礎研究	C/P全員が参加	R＄200,000が2年間の必要経費として計上されている。材料・装置等は政府の機関から支出される。

3-6 プロジェクトに影響を与えた横断的開発諸要因

＜セラミックス分野＞

（1） 政策支援

本プロジェクトはブラジルの強い要請を受けて実施されたものであるが、プロジェクト期間中のサンパウロ州政府の政策変更により数名のカウンターパートが退職を余儀なくされる事態が発生した。しかし、ＩＰＴはカウンターパート交代を速やかに行い、プロジェクトへの影響を最小限にする努力を行った。

（2） 財政・経済的要因

カウンターパートが退職を余儀なくされたのは、サンパウロ州の財政的・経済的要因に根ざすものである。このような州政府の苦しい財政状況のなかでＩＰＴは本プロジェクトのブラジル側負担分研究費を工面して、プロジェクトの推進に努力している。

（3） 組織の運営能力

サンパウロ州政府の政策でカウンターパート数名が退職を余儀なくされたなかで、本プロジェクト推進のために効果的に人員補充を行った事実から判断すると、ＩＰＴの組織能力は評価できる。

（4） 技術の適正度

３－３「効率性（2)効率性に貢献／阻害した要因」に記したように、ＩＰＴはプロジェクト開始前はアルミナの研究を進めていた。その研究手法が必ずしも透光性アルミナをはじめとするアドバンストセラミックスの研究に適したものではなかったとはいえ、類似する技術の蓄積があったといえよう。これに加え派遣された専門家の熱意があったことが、ＩＰＴへの技術移転が効果的に進められた要因であろうと判断される。

（5） 資機材の適正度

本プロジェクトでＩＰＴに供与された資機材は、3-1「対象案件の現状」および３－２「計画の妥当性（2)評価時における当該案件に対するニーズの高さ」に記したように、プロジェクトの遂行に効果的に活用されているばかりでなく、受託試験にも活用されてＩＰＴの財政基盤強化に寄与している。

（6） 社会・文化配慮

特になし。

（7） 環境配慮

特になし。

（8） その他の特記事項

本プロジェクトは基本的には成功裏に進められているが、細かい問題点が散見された。主なものとしては、言葉の問題と文化の相違である。これらは、国際協力の現場ではし

ばしば見受けられる。

専門家の技術移転に関する熱意も言葉の壁で十分に伝わらないことが、カウンターパートに対し行ったアンケート結果にみられる。また、文化の相違も大きな問題である。残業をいとわない日本の慣習が相手国に通用するわけではなく、日本人専門家の熱意が空回りしており、カウンターパートをはじめとするブラジル人スタッフをいらだたせるという例をヒアリング調査で得た。

これらを解決するためには、「郷に入っては郷に従え」を実践するよりほかに解決策はないと考えられる。

＜超合金分野＞

（1） 政策支援

本プロジェクトは、ブラジル側のＩＰＴの強い要請によって実施されたものであるにもかかわらず、サンパウロ州政府の事情により、数名のカウンターパートが退職または他部門に異動した。これはマイナスの効果として作用したが、ＩＰＴの努力により当初の計画人数のカウンターパートが速やかに再配置されたことは、ＩＰＴ自体にNi基超合金の研究に関する意欲が高かったためと考えられる。

（2） 財政・経済的要因

本プロジェクト開始当初は、急激なインフレとデノミ政策により、ブラジル側が研究予算の確保に苦労した模様であるが、ほぼ予定どおりの成果を達成しており、妥当な財政負担であったといえる。

（3） 組織の運営能力

サンパウロ州政府の政策により、数名のカウンターパートが退職または他部門に異動したが、当初計画の人数のカウンターパートを再配置しており、ＩＰＴの組織運営能力は、ほぼ満足するものである。

一方、研究管理に関していえば、プロジェクト開始当初は、個々のカウンターパートが独自の研究を行い、お互いのデータを有効に活用しなかったため、研究が効率的に進まないという問題があった。その後、日本側の短期専門家が個々の研究内容の位置づけと相互の関係を理解させ、各自のデータをフィードバックさせて、データの有効活用を図ったことで、研究が効率的に進むようになった。

相手国の各分野のリーダーは、個々の研究内容の位置づけと相互の関係を、当初から理解していなければならない。これは個人主義の強い国への協力に注意を要する点と思われる。

（4） 技術の適正度

ＩＰＴの金属部門では、本プロジェクト開始以前にステンレス材、Co-Cr-Mo合金、ハ

ステロイ（Co合金）、工具鋼、高Cr合金などの溶解鋳造を行っており、本プロジェクトの内容を理解し、受け入れるだけの技術的要素は十分保有していたと考えられる。

また、ＩＰＴ自体がNi基超合金に関する研究に意欲を持っていたことを考慮すると、技術移転内容は適正であったと判断できる。

（５） 資機材の適正度

本プロジェクトによって供与された機材は、Ni基超合金に関する基礎研究を実施するのに必要不可欠な装置であり、有効に活用されている。

（６） 社会・文化配慮

特になし。

（７） 環境配慮

特になし。

（８） その他の特記事項

本プロジェクトは、成功裏に進行している。一般にＩＰＴにおけるプロジェクトは２年、長い場合でも３年とのことである。本プロジェクトは５年の計画であり、ＩＰＴでは２回分のプロジェクトに相当する。プロジェクトの期間について質問したところ、プロジェクト期間中は、予算および人員確保が容易であるため、期間の長いプロジェクトのほうが望ましいとのことであった。プロジェクト期間に関しては、短期間に効率よく行うほうがよいか、長期間かけて少しずつ行ったほうがよいか一概に判断できない。

ＩＰＴにおいては、人件費を含めた研究予算の一部を外部機関からの共同研究および受託試験などで得られた収入でまかなっていることから、受託試験に多くの時間を費やしている。超合金分野における各カウンターパートは、受託試験業務を持ちながらのプロジェクト参加であるため、本プロジェクトへの従事時間は４～30時間／週（平均14.4時間／週）であり、決して十分といえる時間ではない。すべてのカウンターパートが専従であれば、より効率的な技術移転が可能であったと考えられる。

第４章　結論

「ブラジル 材料技術開発プロジェクト」に対する終了時評価調査を経て、本プロジェクトは当初予定された協力期間内でその目的を達成するであろうと考えられる。

1992年12月から開始されたプロジェクト方式技術協力により、ＩＰＴにおける材料部門、特に本プロジェクトの技術移転対象であるセラミックス分野と超合金分野では、それぞれ透光性アルミナの製造技術とNi基超合金の真空溶解技術が確立され、先端高機能性材料研究が可能となり、自立した研究環境がおおむね整ったといえる。今後はこの研究基盤に基づき機能を発揮して、ブラジルの先端材料開発のうえで引き続き中核的な役割を果たしていくことが望まれる。

4-1 今後の協力のあり方

前述したように本プロジェクトは当初目的をほぼ達成し、成功裏に終了しようとしている。本プロジェクト終了時の成果は先端材料研究開発に関する技術移転を受けたブラジル側カウンターパートが育ったことであり、今後もＩＰＴのなかでのこれらの人材の活用状況を見守る必要がある。

プロジェクト協力期間内に目標に達さなかった場合、必要に応じてフォローアップ協力および個別専門家派遣などで対応している。しかしながら、プロジェクトが目標に達して終了した場合、引き続きフォローするためのスキームがない。

本プロジェクトのような研究開発プロジェクトの場合、その後の発展が相手国側はもとより協力を実施した日本側においても無形の財産となり得ると考えられることから、成功したプロジェクトにおいてもアフターケア協力などの継続的なバックアップが必要であると考えられる。

その際には相手国の自立発展が前提であるのはいうまでもないが、先端材料に関する研究開発は日進月歩であり、優秀な種を蒔いたからといって、必ずしも順調に育つとは限らない。バックアップの規模は小さくとも、効果的に行えば十分効果はあると考えられる。具体的な方策として専門家とカウンターパートの人材交流があげられる。また、ＩＰＴ側との合意が前提であるが、ＪＩＣＡの協力分野について独自の部署をＩＰＴに設置するのもひとつの手段であろう。

これらはポジティブな意味でプロジェクト実施機関の行く末を見守る活動となるであろう。

4−2 教訓と提言

（1） 教訓

ここでは、研究開発プロジェクトのとらえ方を整理すべきであるという教訓をあげる。

① 研究開発プロジェクトの統一的見解

プロジェクト方式技術協力のタイプ分けとして、職業訓練などのプロジェクトのように、成果を輩出した技術者数などの指標で計ることができるプロジェクトと、本プロジェクトに代表される研究開発プロジェクトのように成果が定量的に把握できないプロジェクトがある。

前者においては、目標の具体性、指標の明確性および時系列における計画性などが備わった具体的なプロジェクト・デザイン・マトリックス（ＰＤＭ）が設定できる。終了時評価に際しても具体的なＰＤＭに基づく、ＰＣＭ手法による標準的、統一的な評価が可能である。

しかしながら、後者の場合の目標は、研究環境・能力の向上、あるいは技術指導・移転の程度などの定量的な把握ができない要素が設定されることが多い。研究計画の策定においても、研究開発につきものの予期できないことがらが発生し、必ずしも時系列に沿わないことも予想される。この場合においてもＰＣＭ手法の評価５項目（計画の妥当性、効率性、目標達成度、効果、自立性）に沿った評価が考えられるが、評価対象の実質的な内容に任意性や選択性が生じる。

同様の問題は、事前調査や実施協議調査においても内包していると考えられることから、本プロジェクトのような研究開発プロジェクトに対しては、移転技術の分野だけでなく目標とする到達すべき水準を世界的レベルとするのか、相手国内のトップとするのかなど、ターゲット水準を明確にしたＰＤＭを作成し、評価時には調査団がターゲット水準への到達度を計ることが望まれる。

次に、研究開発プロジェクトにおいてもプロジェクトごとに種々の段階あるいはレベルに差異があることを理解したい。

ひとつは既存の有用な製品・システムを独自に作りあげることを目的とするプロジェクトであり、これは主に技術基盤の薄い国々が早急に工業化・近代化を図る場合に多くみられ、実現は従来技術の集積によって可能となることから、定型的な技術移転が考えられる。

いまひとつは、近未来の工業化要請に対応するための研究開発プロジェクトである。この場合は、先端材料としてそれらに優る、あるいは新しいニーズに対応した新材料を作り上げるためには、新たな研究開発の要素が必要となる。

本プロジェクトは後者のニーズに応えるものであり、このことはブラジルの研究開

発ポテンシャルが世界各国を対象に考えても決して低くなく、むしろ比較的高いポテンシャルを有していることにより実施が可能となったといえる。今後もブラジルにおいては、同様のプロジェクトの必要性は増していくことが予想されることから、事前調査・実施協議調査・終了時評価調査に対し、一貫性を持った理論により形成されたＰＤＭによりプロジェクトが運営されることが望まれる。

② 協力対象分野

本プロジェクトの事前調査に先立っては、十数以上の分野に関する協力要請がＩＰＴから提出されていた。その背景に、ＩＰＴの通常研究業務の多くの分野で先端材料研究開発に対応すべくレベルアップする目的があったと推察される。結果的にブラジルにおける豊富なボーキサイト鉱の資源状況と、その工業化あるいは高いポテンシャルを持つ産業分野を背景に、ファインセラミックスと超合金を協力対象とすることとなった。しかしながら、両者ともきわめて広い対象を抱えた分野であり、セラミックス分野においては、事前調査の段階でもアドバンストセラミックスの透光性アルミナ、ＰＺＴなどの多くの候補があげられ、日本・ブラジル双方により熱心な議論がなされた後、透光性アルミナが選ばれ、超合金分野ではNi基超合金が選ばれた。結果的には両者ともブラジルの実情に即した選択であり、しかも広範囲な分野を代表する形で、先端技術研究開発の先鞭をつけたといえる。

プロジェクトの要請内容が先端材料に関する研究の場合は、対象が広範囲となることが想定され、どのように焦点を絞るかが重要な成否の鍵を握るといえる。

（2） 提言

① 相手国実施機関への提言

ＩＰＴは多くの部門を抱えた大規模な研究所であり、多くの部門を独自の研究開発思想をもとに運営しているが、本質的にはサンパウロ州立の研究所であり、プロジェクト協力期間中の人員整理などの予算・組織（人員配置など）は、少なからず州の政策や経済状況の影響を受けることとなった。

本プロジェクトについては、プロジェクト目標を達成するうえで、人員整理の被害の割合は比較的少なく、また、対応策としてカウンターパートの補充も可及的速やかに行われた。

この事実は、ＩＰＴの本プロジェクトに対する取り組みが真摯であることを表しており、今後もこの姿勢が継続されることが望まれる。

一方、ＩＰＴの研究予算は約25%を外部から受注した試験などで調達しなければならないとされている。これについては、本プロジェクトにより供与された機材およびそれに関する技術移転により、人材の育成と機材の有効的活用が図られ、プロジェク

ト実施期間中に受注した試験の件数がセラミックス分野においては約３倍となっている。これは今後の自立した先端材料研究開発の資金として役に立つ結果となっており、今後も供与された機材の維持管理と有効活用がＩＰＴの自立を支えることとなると考えられる。

また、供与機材を活用するためには、操作方法などの技術移転を受けたカウンターパートが将来にわたり継続的に配置されることが必要である。また、終了時評価調査で実施したヒアリング調査のなかでカウンターパート自身の問題として、ＩＰＴ通常業務とプロジェクト業務との関係、特に比重のかけ方が問題だと指摘しているものがあった。本プロジェクトのカウンターパートにはプロジェクト専従のものとＩＰＴの通常業務と兼務の者がいたが、本来すべてのカウンターパートはプロジェクト専従であるべきである。これが、実施機関の状況から困難な場合は通常業務に従事する時間とカウンターパート業務に従事する時間を明確に分け、技術移転をスケジュールどおりに実施できる体制づくりが必要である。

そのほか、今後のＩＰＴのあるべき姿として、広くはＩＳＯ（国際標準化機構）８カ国におけるセラミックス分野の中心となること、ブラジル国内における他の諸機関や企業への技術指導および共同研究、あるいはＩＰＴ内での他部門との共同研究が望まれる。さらにＩＰＴ独自の人材育成方法として、すでに設置されている大学院の活用により当該分野の研究者・技術者を出すことが期待される。

② 国内実施・支援機関に対する提言

ａ．専門家

国際協力、特に技術協力は相互のコミュニケーションを土台とするものである。このことからも日本人長期専門家がプロジェクトに果たす役割は大きいといえるであろう。本プロジェクトに対するアンケートをカウンターパートに実施したところ、大部分は肯定的な回答をしており、特に日本人専門家の指導に対しては、おおむね好意的である。この点に関していえば、相互のコミュニケーションが比較的うまくいった例であろうと考えられる。

今後、プロジェクトおよび相手国機関における日本人専門家の位置づけを事前調査、実施協議調査などの場で確認することにより、実施系統が明確になりプロジェクトを円滑に進めることになると考えられる。

ｂ．特許

前述のとおり本プロジェクトは先端技術に関する研究開発の要素が重要な役割を果たしている。研究開発プロジェクトにおいては、カウンターパートの研究論文の質・量の向上および研究技術の向上が成果を計る指標と位置づけられており、研究

技術の向上から特許の対象となる発明が派生することもある。

研究論文に関しては、貢献度に応じ第1著者、第2著者の位置づけが明確に区別できる。しかし研究技術の向上に派生して発明された特許に関し、出願権は特許法に規定されているとおり発明者に帰属するものであるが、通常実施権の設定、特許申請のための資金措置・方法など種々の問題がある。産業界を支えるものは技術的ノウハウと特許であるといっても過言ではないことから、優れた特許であればあるほど権利が問題となるであろう。

したがって、プロジェクトの実施にあたり、日本と相手国で特許に関する相互の明確な取り決めをすることが必要であり、さらにプロジェクトとして、特許発明の中心となる日本人専門家に上記の趣旨を説明し、十分理解させることも必要である。

資　　料

1 ミニッツ

MINUTES OF DISCUSSIONS BETWEEN THE JAPANESE EVALUATION TEAM AND THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE INSTITUTE FOR TECHNOLOGICAL RESEARCH OF THE STATE OF SÃO PAULO IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL ON THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR THE TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS PROJECT

The Japanese Evaluation Team (hereinafter referred to as 'the Japanese Team') organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as 'JICA') and headed by Dr. Akihiko Nukui, visited Brazil from July 28 to August 9 1997, for the purpose of evaluating jointly with the Brazilian Evaluation Team (hereinafter referred to as 'the Brazilian Team') the achievement of the Japanese Technical Cooperation for the Project on the basis of the Record of Discussions signed on 15 December 1992 (hereinafter referred to as 'the R/D').

After the Joint Evaluation of the Project, the Japanese Team discussed with the authorities concerned of the Institute for Technological Research of the State of São Paulo (hereinafter referred to as 'IPT') of the Federative Republic of Brazil over the matters for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, both sides mutually agreed upon the matters referred to in the document attached hereto.

São Paulo, 4 August 1997

Dr. Akihiko Nukui
Leader
Japanese Evaluation Team
Japan International Cooperation Agency
Japan

Dr. Milton de Abreu Campanario
Superintendent Director
Institute for Technological Research of the State of São Paulo

The Federative Republic of Brazil

THE ATTACHED DOCUMENT

JOINT EVALUATION REPORT ON JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR THE TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS PROJECT OF THE INSTITUTE FOR TECHNOLOGICAL RESEARCH OF THE STATE OF SÃO PAULO IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

4 August 1997

TABLE OF CONTENTS

1.INTRODUCTION
1-1 The Evaluation Teams
1-2 The Evaluation Schedule
1-3 Evaluators
1-3-1 Japanese Side
1-3-2 Brazilian Side
1-4 Methodology of Evaluation

2.BACKGROUND AND SUMMARY OF THE PROJECT
2-1 Brief Background and Chronological Review of the Project
2-2 Objectives of the Project

3.RESULTS OF EVALUATION
3-1 Achievement of the Implementation Plan
3-2 Achievement of Project Objectives
3-3 Outputs of Project Implementation
3-4 Efficiency of Project Implementation
3-4-1 Inputs to the Project by the Japanese Side
3-4-2 Inputs to the Project by the Brazilian Side
3-4-3 Efficiency of Inputs
3-5 Adequacy of the Implementation Plan
3-6 Prospect of Sustainability
3-6-1 Organizational Aspect
3-6-2 Financial Aspect
3-6-3 Technical Aspect
3-6-4 Future Aspects
4.CONCLUSION

1. INTRODUCTION

1-1. The Evaluation Teams

IPT mainly focuses on technological and industrial development in Brazil. It carries out nonprofit research requested by private companies, while conducting important national research and development.

"Technological Capacitation in Materials Project" has been developing for 5 years since December 15, 1992 and its main objectives are upgrading the research capacity and the technological skills of the researchers specializing in the fields of advanced ceramics and superalloys, and expanding the technological capacitation in materials contributing to industrial development in Brazil.

Evaluation team evaluated the achievement of the project plan drawn up in the Implementation Discussions 5 months before the project completes. It intended to evaluate the achievement of project objectives, output and efficiency of the project implementation, adequacy of the implementation plan and the prospect of sustainability and make an evaluation report to Brazilian and Japanese government agencies related to the above.

1-2. The Evaluation Schedule

The evaluation schedule is shown in ANNEX 1.

1-3. Evaluators

1-3-1. Japanese Side

Project Evaluation Mission

Dr. Akihiko Nukui/Team Leader
Supervising Researcher, The 9th Research Group,
National Institute for Research in Inorganic Materials
Dr. Tosiaki Mori /Ceramics
Director, Ceramic Science Department,
National Industrial Research Institute of Nagoya
Dr. Akira Yoshinari /Superalloys
Senior Researcher, High Temp. Materials Group,
The 2nd Department of Materials Research,
Hitachi Research Lab., Hitachi, Ltd.
Mr. Hirofumi Matsuyama/Coordinator
Deputy Director, Second Technical Cooperation
Division, Social Development Cooperation Department,
Japan International Cooperation Agency
Mr. Atau Kishinami/Data analysis
Consulting Section, PADECO Co. Ltd.

Japanese Expert

Dr. Yasutoshi Hasegawa/Project Leader
Eng. Kenichi Aota/Long Term Expert
Eng. Shinichi Matsuda/Long Term Expert
Eng. Koichiro Maekawa/Short Term Expert
Ms. Hiroko Taniguchi/Project Liaison Officer

São Paulo Office/Japan International Cooperation Agency (JICA)

Mr. Norinobu Hayashi/General Director
Mr. Tadashi Ikeshiro/Director, Technical Cooperation Division
Mr. Sérgio Yutaka Baba/Assistant, Technical Cooperation Division

Japanese General Consulate in São Paulo

Dr. Kenji Watanabe/Consul for Technical Cooperation
Ms. Hiro Lia Okayama/Advisor

1-3-2. Brazilian Side

IPT Representatives

Dr. Tibério Cescon/Project Coordinator
Pharm. Bioq. Vera M. L. Pouçano A. Silva/Chemistry Division Director
Dr. Eduardo Albertin/Metallurgy Division Director
Dr. Evaristo Pereira Goulart/Chemistry Division Senior Researcher
Eng. Antônio Carlos de Camargo/Chemistry Division Researcher
Dr. Cesar R. F. Azevedo/Metallurgy Division Researcher
Eng. Flávio Beneducce Neto/Metallurgy Division Researcher
Eng. Izabel Margarida Geve/Advisor for International Relations

Brazilian Cooperation Agency (ABC)

Ms. Mariza Graça Lima/Technical Cooperation Coordinator
Mr. Roberto Fabeni Ricardo Júnior/Technical Staff

1-4. Methodology of Evaluation

The evaluation was jointly conducted by Japanese and Brazilian teams. The following references were used in order to evaluate the implementing process:

(1) R/D
(2) The Minutes of Meetings and other documents agreed upon or accepted in the course of the implementation of the project
(3) The hearing from Japanese experts and Brazilian counterparts
(4) The Project Design Matrix (PDM)

2. BACKGROUND AND SUMMARY OF THE PROJECT

2-1. Background and Summary of the Project

Brazil has been developing remarkably in the industrial sector and undergoing a metamorphosis from an agricultural country to more of an industrial nation. This became clear when the current index indicating the rate of industrial goods exceeded 70% in exports.

In this situation, in order to develop technology as a driving force for industrialization, universities and research institutes have been given more important roles.

The Institute for Technological Research of State of São Paulo , the implementing organization of the project, conducts important research and development project for the nation as well as research project requested by private companies.

JICA has dispatched experts, accepted counterpart personnel, provided machinery and equipment and given technical cooperation such as training in a third country since 1978. The Brazilian government has recognized the effectiveness of technical cooperation by Japan and requested the Japanese government project-type technical cooperation focused on the fields of advanced ceramics and superalloys in order to upgrade technological capacitation in materials which are necessary for industrialization.

JICA dispatched the preliminary study team in February, 1992 to study the feasibility of the project implementation requested by the Brazilian government. It also dispatched the preparatory study team in October of that year to study the feasibility and the specific nature of the cooperation. The implementation study team was sent in December, 1992 and signed up for R/D, then the 5 year project-type technical cooperation started.

In December, 1993, JICA dispatched the consultation team. They reviewed the fields and nature of the cooperation, considered solutions to problems, reviewed the plans of action in the future, clarified PDM to the Brazilian government and reviewed an implementation plan for the future.

2-2. Objective of the Project

The objective of the project is to transfer: translucent alumina ceramics regarding advanced ceramics; technology of melting and casting from raw materials; and special technology evaluation regarding superalloys through technology transfer. As a consequence, IPT will be allowed to conduct independently research on high performance materials of translucent alumina ceramics and Ni-base superalloys.

The contents of the technical cooperation of Japan are as follows:

(1) procurement and installation of machinery and equipment

(2) guidance of operation and maintenance for machinery and equipment

(3) preparation of the research plan

(4) technology transfer with research in each field

3. RESULTS OF EVALUATION

3-1. Achievement of the Implementation Plan

As specified in ANNEX 2.

3-2. Achievement of Project Objective

In the field of advanced ceramics, a technology of producing translucent alumina by sintering high-purity powders from Japan was established. Then, an improvement in quality of Brazilian powder to the level of Japanese powder was accomplished. Together with process and powder purification technologies, IPT has finally succeeded in manufacturing translucent alumina from Brazilian powders by characterizing starting powders and green and sintered bodies with provided machinery and equipment.

In the field of superalloys, the vacuum melting/casting technology of stock bar available on the market as well as melting stock producing technology from raw materials has been developed. Also, various evaluations on castings, including unidirectional solidification bar, have been conducted. In addition, the results of evaluations have been reflected on the improvement of stock bar producing and melting/casting technology. Consequently, IPT has established the technology to conduct research and development independently.

The establishment of technology of producing translucent alumina and vacuum melting/casting has contributed to researches on high performance materials in both fields.

3-3. Impacts of Project Implementation

As a result of conducting researches on high performance materials such as translucent alumina and Ni-base superalloys, the numbers of inquiries about joint research and the acceptance of trainees from other organizations have increased remarkably and IPT has now acquired a leading position in both fields.

3-4. Efficiency of Project Implementation

3-4-1. Project input by the Japanese Side

(1) Dispatch of Experts and Research Teams

JICA has dispatched 6 long-term experts and 24 short-term experts with 4 survey teams.

(2) Acceptance of Counterpart Personnel for Training

JICA has accepted 17 Brazilian counterparts for training in Japan.

(3) Provision of Machinery and Equipment

JICA will have provided machinery and equipment equivalent to approximately JYE413 million within the scheme of the project-based technological cooperation.

The detail of the above inputs is shown in ANNEX 3.

3-4-2. Input to the Project by the Brazilian Side

(1) Allocation of Brazilian Counterparts

IPT and the organizations for the project are described in ANNEX 4. The Brazilian counterparts are allocated as shown in ANNEX 5.

(2) Allocation and Appropriation of Budget for the Project

The allocation and appropriation of the budget for project concerning implementation and operation effectiveness and efficiency is shown in ANNEX 6.

3-4-3. Efficiency of Input

Input by the Japanese side is largely as planned.

Amongst inputs by the Brazilian side, although counterpart number has been reduced during the implementation of the Project due to IPT budget restrictions, in general, technology transfer has been conducted properly.

3-5. Adequacy of the Implementation Plan

Currently, in Brazil, industrialization has been developing and Brazil has been undergoing a metamorphosis to more industrial nation. In this situation, a driving force for industrialization is technological upgrade itself, and universities and research institutes have been given important roles.

IPT, the implementing organization of the project, is one of these institutes and it conducts important research and development for the nation as well as research requested by private companies. Therefore, the objective of the project is adequate.

3-6. Prospect of Sustainability

3-6-1. Organizational Aspect

(1)Although the number of IPT staff has decreased by about 35%, both superalloys and advanced ceramics groups have made every effort to secure their staff number, for the purpose of performing efficient researches, with a consequence of none and only about 20% staff decrease, respectively.

(2)New projects are now planned based upon the results of the Project and the staff number is expected to increase with their implementations.

(2)New projects are now planned based upon the results of the Project and the staff number is expected to increase with their implementations.
(3)IPT is making every effort to increase its staff number and is currently negotiating with the Ministry of Education and Culture about the adding of masters course in both fields.

3-6-2. Financial Aspect
(1)New projects are planned based upon the results of the Project, and financial support is expected from other organizations.
(2)Revenues from contract with industries and financial support from IPT and State Government are expected.

3-6-3. Technological Aspect
Counterpart personnel have acquired the technology regarding process, evaluation and analysis on high performance materials such as translucent alumina and Ni-base superalloys.

3-6-4. Future Aspects
As described above, IPT is able to conduct researches by itself with respect to organizational, financial and technological aspects.

4. CONCLUSION

The Brazilian Team and the Japanese Team reached the following understandings for the Joint Evaluation after a series of meetings and discussions.
(1)In general, most activities specified in the R/D have been successfully performed.
(2)The successful implementation of the Project is largely due to the effective and sincere cooperation between the Japanese authorities and experts, and the Brazilian authorities and counterpart personnel who have upgraded their research capacity in the course of the implementation of the Project.
(3)It is considered that IPT will be able to carry out researches on high performance materials in the field of advanced ceramics and superalloys by itself.
(4)In conclusion, the technology transfer will be completed as planned in the R/D and the Project should be terminated on December 14, 1997 as originally scheduled in the R/D.

ANNEX I

THE TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

SCHEDULE

	DATE	ITINERARY	ACTIVITIES
1	Jul. 27	Narita	-Traveling
2	Jul. 28	São Paulo	-Traveling
3	Jul. 29		Courtesy call to Consulate General Visit to JICA São Paulo Office Courtesy call to IPT
4	Jul. 30		Meeting and Study at IPT
5	Jul. 31		Meeting and Study at IPT
6	Aug. 1		Meeting and Study at IPT
7	Aug. 2		Study information and other materials
8	Aug. 3		Study information and other materials
9	Aug. 4		Meeting of Joint Committee Signing of the Minutes of Discussions Visit to IPEN
10	Aug. 5		Visit to NGK Visit to SENAI
11	Aug. 6		Report to JICA São Paulo Office and Consulate General
12	Aug. 7	Brasília	Meeting at JICA Brasília Office
13	Aug. 8		-Traveling
14	Aug. 9		-Traveling
15	Aug. 10		-Traveling

TECHNOLOGICAL CAPACITATION ON MATERIALS PROJECT

ANNEX2

Narrative Summary	Verifiable Indicators	Achievement	Important Assumptions
(Overall Goal) Research capacity on advanced ceramics and superalloys is upgraded in Brazil.	1. Research papers on advanced ceramics and superalloys are issued at Brazilian institutes. 2. Brazilian organizations produce and characterize advanced ceramics and superalloys.	1. More research papers are expected to be published by other Brazilian institutes . 2. IPT and other organizations are capable of producing and characterizing advanced ceramics and superalloys.	1. Brazilian government adopts favorable policy to advanced ceramics and superalloys.
(Project Purpose) IPT will be able to conduct research on high performance materials of translucent alumina ceramics and Ni-base superalloys.	1. IPT self-research paper are issued. 2. IPT independently produces and characterizes translucent alumina ceramics and Ni-base superalloys.	1. 12 reports on ceramics and 7 reports on superalloys were issued. 2. IPT is now capable of independently producing and characterizing translucent alumina and Ni-base superalloys.	1. Brazilian government adopts favorable policy to advanced ceramics and superalloys.
(Outputs) 1. Research facilities and equipment are improved. 2. Facilities and equipment maintenance control program is established. 3. Research level in translucent alumina ceramics and Ni-base superalloys is upgraded.	1. Machinery and equipment for research are fully supplied and utilized. 2. Machinery and equipment are maintained properly. 3. Research papers are published.	1. Necessary machinery and equipment have been properly supplied and utilized. 2. Machinery and equipment are maintained properly. 3. 21 reports on ceramics and 34 reports on superalloys were published, including technical notes.	1. IPT is financially stable. 2. Researchers and maintenance operators stay at IPT.
(Activities) 1. Procure and install machinery and equipment. 2. Instruct operation and maintenance of machinery and equipment. 3.1 Make the plan of research activities. 3.2 Translucent alumina ceramics (1) The most suitable experimental conditions to fabricate translucent alumina bodies by use of imported high-purity powders are searched. (2) Optical transparency of sintered alumina bodies is measured. (3) High-purity alumina powders are synthesized from aluminium compounds. (4) High-purity alumina powders are characterized and factors to improve the optical transparency of bulk alumina bodies are analysed. 3.3 Ni-base superalloys (1) Stock bars are melted and cast. (2) Cast alloy properties such as chemical composition, microstructure and high temperature mechanical properties are evaluated. (3) Evaluated data are fed back to improve the casting technology in the level of melting and casting from raw materials.			1. C/P can spare enough time for the project. (Preconditions) Researchers with basic knowledge and experience can be assigned to the project.

SIDE / YEAR	1992	1993	1994	1995	1996	1997	REMARKS
I. Japanese							
1. long term experts		3		1	2		
2. Short term experts		6	3	8	4	3	
3. C/P training		6	3	3	2	1	2 planned
4. Machinery and equipment (JYE mil.)						413	Total
II. Brazilian							
1. C/P		24	26	21	22	20	
2.Local cost (US$ thousand)						1450	Total

The year indicates Japanese Fiscal Year (JFY)

Table of Inputs

Year		1992	1993	1994	1995	1996	1997	
Period of Technical Cooperation		12/15					12/14	
Dispatch of Teams	Preliminary Study 2/17-2/28	Preparatory Study 10/5-10/15 Implementation Study 12/10-12/20	Consultation 12/2-12/12					
Dispatch of Experts (long-term)								
Leader & Advanced Ceramics	Yasutoshi Hasegawa	4/15					12/16	
Liaison Officer	Taiju Oka	4/15				4/14		
Superalloys	Motoaki Imamura		7/1		10/31			
Liaison Officer	Hiroko Taniguchi					5/6	12/16	
Superalloys	Kenichi Aota				10/16		12/16	
Advanced Ceramics	Shinichi Matsuda					4/6	12/16	

continued

THE TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS PROJECT

Table of Inputs

Year		1992	1993	1994	1995	1996	1997	
Period of Technical Cooperation		12/15 ---					---- 12/14	
Dispatch of Teams	Preliminary Study 2/17-2/28	Preparatory Study 10/5-10/15 Implementation Study 12/10-12/20	Consultation 12/2-12/12					
Dispatch of Experts (short-term)								
Behavior on Microstructure of TA	Yusuke Moriyoshi		8/16 - 8/27					
Processing of TA	Shunzou Shimai		8/16 - 9/12					
Casting	Toshihiro Yamagata		8/16 - 9/12					
Designing for Clean Room	Kiyoshi Konno		11/22 - 12/3					
Chemical Analysis for SA	Shigeki Tomiyama		3/29 — 4/16					
Chemical Analysis for TA	Michio Funato		3/3 - 3/24					
Installation for Hydrogen Vacuum Furnace	Akio Ishii			12/3 - 12/22				
Characterization on Powder Processing	Hajime Haneda			2/4 - 3/2				
Processing on Powder Processing	Kusukuma Tashiro			3/6 — 6/3				
Installation for Vacuum Induction Furnace	Akihiko Nakamura				5/8 - 6/24			
Installation for Clean Room	Kiyoshi Konno				5/18 - 6/15			
Characterization on Forming Procesing for TA	Keizou Uematsu				8/2 - 8/27			
Sintering Behavior on TA	Shunzou Shimai				8/12 - 8/27			
Casting	Toshihiro Yamagata				10/16 - 11/10			
Evaluation on Sintering React	Shinichi Matsuda				10/16 - 12/16			
Evaluation on Sintering React	Takayoshi Iseki				3/14 - 4/4			
Evaluation on Creep Properties	Kazuhiro Kimura				3/11 - 4/24			
Undirectional Solidification of Ni SA	Yoshio Ohta					5/10 - 6/23		
TA Evaluation	Koichirou Maekawa					6/20 — 3/30		
High Temp Tensile Test	Seiji Miura					8/5 - 9/15		
Chemical Analysis for TA	Michio Funato					9/5 12/5		
Microstructure & Mechanical Properties of TA	Minoru Matsui						5/8 - 5/27	
Structure Analysis of Ni-base SA	Toshihiro Yamagata						5/8 - 7/7	
TPA Processing and Evaluation	Koichirou Maekawa						5/8 - 8/12	

SA:Superalloys TA:Translucent Alumina

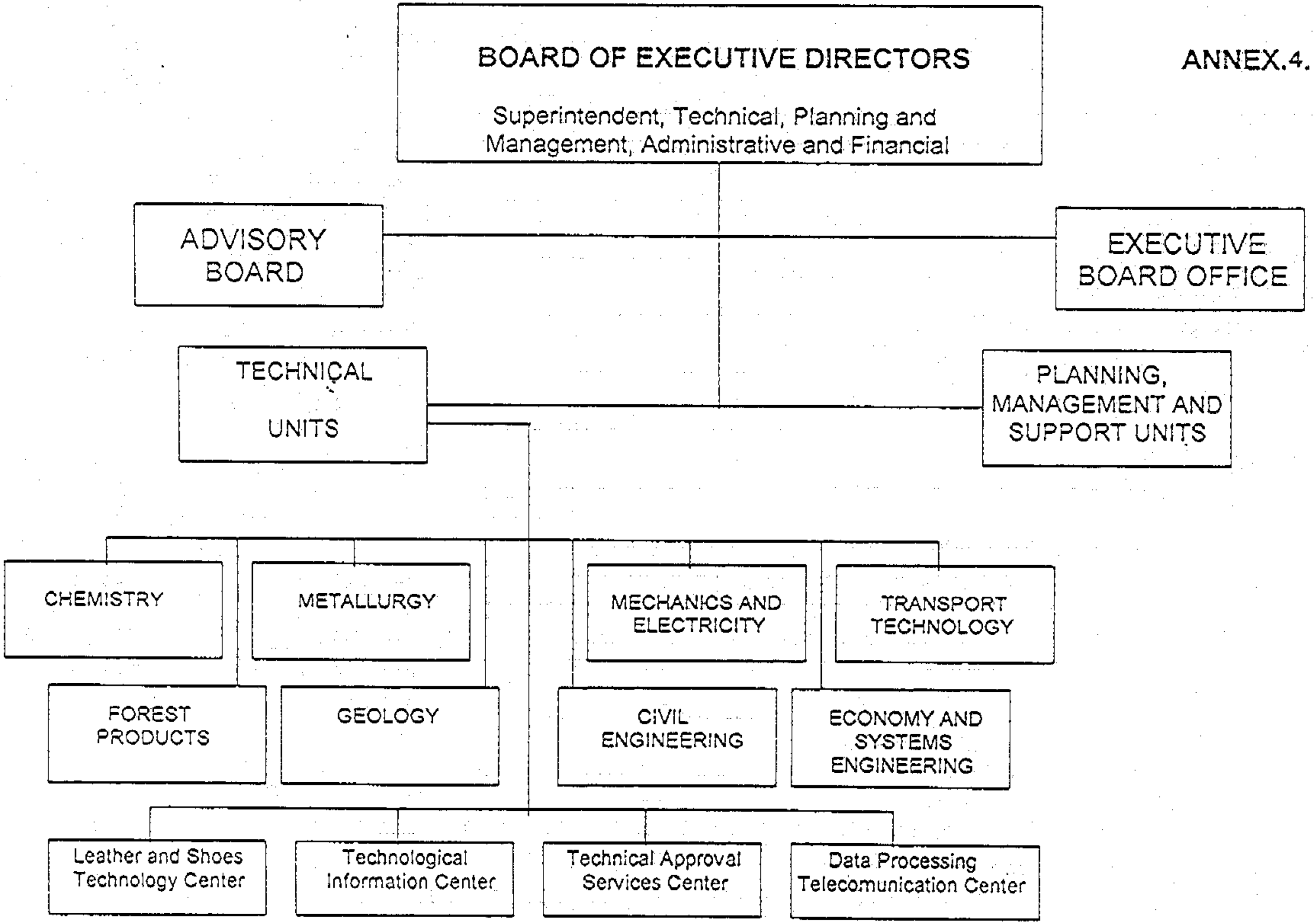
continued

THE TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS PROJECT

Table of Inputs

Fiscal Year		1992	1993	1994	1995	1996	1997	
Period of Technical Cooperation		12/15 —	—	—	—	—	—	12/14
Dispatch of Teams	Preliminary Study 2/17-2/28, 1992	Preparatory Study 10/5-10/15 Implementation Study 12/10-12/20	Consultation 12/2-12/12					
Machinery and Equipment			Vacuum Induction Furnace, Creep Testing Machine, Oxygen/Nitrogen Gas Analizer, Hydrogen Atmosphere Furnace	Scanning Electron Microscope(SEM), X-ray Diffract Meter, EDS connected to SEM	ICP Spectra Meter, Universal Testing Machine	High-temperature Vacuum Furnace, Thermal Conduction Meter, Electric Properties Measuring Device		
(mil. yen)							JYE413mil (Total)	
Acceptance of Trainees								
Administration	Francisco de Assis Souza Dantas		4/8 – 4/24					
Superalloys	Flavio Beneduce Neto		6/22 — 8/15					
Superalloys	Joao Pedro Vals Toselti		6/22 — 8/15					
Advanced Ceramics	Evaristo Pereira Goulart		10/18 — 11/27					
Superalloys	Claudio Luis Mariotto		3/1 -3/17					
Advanced Ceramics	Marco Antonio Pacheco Jordao		3/1 -3/16					
Advanced Ceramics	Renata G. Sakamoto			7/18 -10/14				
Advanced Ceramics	Chen Tsung Jye			9/5 -10/22				
Superalloys	Tomoe Oide Tsubaki			9/5 -12/2				
Superalloys	Jose E.G. Lamas				7/31 -9/30			
Advanced Ceramics	Antonio C Camargo				8/28 -11/27			
Superalloys	Mario Boccalini Jr.				3/3 —	4/13		
Advanced Ceramics	Elaine O Bulhoes					6/10 -7/26		
Superalloys	Eduardo Albertin					3/2 —	4/19	
Advanced Ceramics	Osorio Tomas						4/20 -7/28	
Superalloys	Marcelo F. Moreira						Sep-Oct (planned)	
Advanced Ceramics	Humberto Yoshimura						Sep-Nov (planned)	

ANNEX.4.


BOARD OF EXECUTIVE DIRECTORS
Superintendent, Technical, Planning and Management, Administrative and Financial
ADVISORY BOARD
EXECUTIVE BOARD OFFICE
TECHNICAL UNITS
PLANNING, MANAGEMENT AND SUPPORT UNITS
CHEMISTRY
METALLURGY
MECHANICS AND ELECTRICITY
TRANSPORT TECHNOLOGY
FOREST PRODUCTS
GEOLOGY
CIVIL ENGINEERING
ECONOMY AND SYSTEMS ENGINEERING
Leather and Shoes Technology Center
Technological Information Center
Technical Approval Services Center
Data Processing Telecomunication Center

Counterpart Allocation

ANNEX 5

	Fiscal Year	allocation 1993	1994	1995	1996	1997	Training in Japan
	C/P名 月	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 12	F.Y. Place / Subject
Metal	1. Claudio Mariotto	3/1-3/17 =					93 NRIM Ni-base SA
	2. Eduardo Albertin				97/3/2-4/19 =		96 NRIM:Unidirectional Solidification
	3. Ricardo Fuoco						
	4. Mario Boccalini Jr			96/3/3-4/13			95 NRIM Molding Technology
	5. Flavio B. Neto	6/22-8/15 =					93 NRIM Ni-base SA
	6. Joao P.V. Tosetti	6/22-8/15 =					93 NRIM Ni-base SA
	7. Hamilton L. Ito						
	8. Paulo C. Gioielli						
	9. Marcelo F. Moreira					Sep.-Oct. Plan =	97 NRIM Unidirectional Sol.
	10. Jose E.G. Lamas			7/31-9/30 =			95 NRIM Creep Test
	11. Eduardo S.J. Tanabe						
	12. Tomoe Oide Tsubaki		9/5-12/2 =				94 Daidou Co.Ltd. Composition Analysis

Posting　　Training in Japan　　SA: Superalloys

NRIM: National Research Institute of Metal

continued

Counterpart Allocation

		allocation					Training in Japan
	Fiscal Year	1993	1994	1995	1996	1997	F.Y. Place
	C/P名 月	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 12	Subject
Metal	13.Eduardo Hippert						
	14.Nagamine Regina						
	15.Cesar Azevedo						
	16.Marcelo Goncalves						
others	1.Francisco Dantas	4/8-4/24 Superintendente of IPT					93 JICA & Others Administration

Posting Training in Japan SA: Superalloy

NRIM: National Research Institute of Metal
JICA: Japan International Cooperation Agency

continued

Counterpart Allocation

	Fiscal Year	allocation 1993	1994	1995	1996	1997	Training in Japan F.Y. Place
		4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	Subject
Ceramics	1. Evaristo	10/18-11/27					93 NIRIM
	P.Goulart	=					TPA Evaluation
	2.Marco A.P.	3/1-3/16					93 NIRIM
	Jardao	=					
	3.Newton						
	Saito						
	4.Antonio C			8/28-11/27			95 NIRIM
	Camargo			=			TPA Processing
	5.Shinitiro						
	Saka						
	6.Chen Tsung		9/5-10/22				94 JFCC
	Jye		=				TPA Characterization
	7.Tiaki						
	Kawashima						
	8.Ricardo						
	Zucchini						
	9.Nilce						
	Ortiz						
	10.Cherry						
	Sagae Abe						
	11.Elaine O				6/10-7/26		96 NIRIM
	Bulhoes				=		TPA Micro Analysis
	12.Renata G.		7/18-10/14				NIRIN
	Sakamoto		=				TPA Powder Refining

——— Posting ═══ Training in Japan TPA: Translucent Polycrystal Alumina

NIRIM : National Institute for Research in Inorganic Materials
JFCC: Japan Fine Ceramics Center
NIRIN: National Industrial Research Institute of Nagoya

continued

Counterpart Allocation

	Fiscal Year	allocation 1993	1994	1995	1996	1997	Training in Japan F.Y. Place
		4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	4 7 0 1	Subject
C e	13.Glaucio Horita						
r a	14.Osorio Tomas					4/20-7/28 =	96 JFCC TPA Charactenzation
m i	15.Humberto Yoshimura					Sep-Nov.Plan =	97 NIRIM TPA Process,Mech.
c s	16.Regina Nagamine						
	17.Jolice Manholetti						
	18.Luis Alberto Fernandes						
	19.Vera Lucia Campos da Costa						
	20.Silvia Sakaya						

Posting — Training in Japan — TPA: Translucent Polycrystal Alumina

NIRIM : National Institute for Research in Inorganic Materials
JFCC: Japan Fine Ceramics Center
NIRIN: National Industrial Research Institute of Nagoya

ANNEX 6.

PROJECT TECHNOLOGICAL CAPACITATION IN MATERIALS

IPT'S EXPENDITURES*

JANUARY 1993 ~ JULY 1997

R$ 1.00 = US$ 1.00

BUILDING, REPAIRS AND FACILITIES	383,077.00
PERSONNEL	
CERAMICS	471,791.08
METALLURGY	257,994.91
COORDINATION	63,486.81
SUB-TOTAL PERSONNEL	793,272.70
OTHER EXPENSES	
CERAMICS	157,084.26
METALLURGY	108,032.03
COORDINATION	8,984.30
SUB-TOTAL OTHER EXPENSES	274,100.59
TOTAL	1,450,450.29

(*) Not included the costs of existing facilities and equipments.

2　ヒアリング結果

（1）　カウンターパートヒアリング結果

質問事項	カウンターパート(セラミックス分野)	カウンターパート(超合金分野)
効率性 1.　スタッフの配置や予算配分は十分でしたか。	・1996 年 5 月に主に財政的な理由から経験・知識の豊かなスタッフが退職したため、その後数ヶ月間はプロジェクトの業務が以前のペースで進まなかった。しかし、それも徐々に解消され業務も前のペースに戻って来ている。(3) ・スタッフ、予算、共に十分であった。(6) ・スタッフの数はあまり多いとは言えないが、みんなの意欲で効率に業務もはかどったと思う。(2)	・十分だった。(8) ・スタッフは十分であったが、予算は足りないような気がした。
2.　講師・カリキュラム等を含め、日本で受けた研修はどうでしたか。	・カリキュラムはとても興味深いもので、講師も親身になって教えてくれた。会社訪問では、製品や材料の知識や経験の大切さを学んだ。 ・分析技術の情報交換が特にためになった。プロジェクトのニーズにとてもあったカリキュラムである。 ・とても満足である。(2) ・私には当てはまらない。(8)	・科学分析においてとても効果的であった。 ・すべての点でとても良かった。(3) ・私には当てはまらない。(4)
3.　日本人専門家の指導には満足していますか。	・満足している。(3) ・インストラクターはとても協力的で、新しい知識を多いに修得した。 ・疑問や必要性を補う上でも満足のいくものであった。コミュニケーションも容易で、専門家との相互作用もとても肯定的であった。 ・講師の指導はとてもためになった。今後も指導してくれると嬉しい。 ・経験を積んだ講師陣で、とても価値のある指導を受けることができた。 ・新しい技術、方法や分析、情報交換等とてもためになった。 ・講師との接触があまり無かった。(3) ・言葉の障害、情報や要請の多さに問題があったが、協力業務な為、物事もうまく運んだ。	・満足している。(9) ・自分の管轄業務に関する情報が足りないような気がした。溶解分野の LTE はすべての質問解答に苦労していた。
目標達成度 1.　訓練受講後、技術力が向上したと思いますか。	・研究開発技術や知識の点でとても向上したと思う。(2) ・技術レベルが向上した。 ・高純度アルミと混合材の新分析技術において向上したと思う。 このプロジェクト以前に技術習得はできていた。 ・処理制御に大きな躍進が見られる。研究レベルも向上した。 ・ファイン・セラミック特性化・処理、特に透明アルミセラミックの技術レベルが向上した。 ・特にダイナミック結晶化技術が向上したが、結晶評価技術においての説明が不十分であった。 ・向上した。(4)	・向上したと思う。(4) ・知識、技術の点でとても向上した。 ・IPT メンバー全員の知識向上に役立った。 ・自分の技術レベルには効果的であった。 ・実験技術において特に向上した。 ・私には当てはまらない。
2.　日本から供与された機材は十分に利用し、適切に維持管	・行っている。今迄は JICA が、今後は政府と IPT 委員会の	・はい。(7)

理していますか。部品の交換は適切に行っていますか。	方で支援してくれると思う。 ・適切に行われている。(7) ・JICA 用機材がよく使用されている。分析方法の知識も完全ではないが十分であった。 ・現段階ではいくつか問題はあるが、それも早急に解決されるものばかりである。 ・損害部品を交換中 ・ICP 分光計は化学分析によく使用され、その管理も適切に行われている。	・部品交換を適切に行っている。 ・私には当てはまらない。
効果 1.　プロジェクト実施によって当該セクターにどのような影響がありましたか。	・JICA の支援によるインフラストラクチャー展開で、我々のプロジェクトだけでなく、産業界と協力をし IPT の問題解決などをする上でとても役だった。また、研究所では、大型機器を使用しての IPT 研究グループとの共同作業も行った。 ・効率の良い分析の向上に役立った。(5) ・グループ全体の能力が向上した。 ・このプロジェクトにより、ファイン・セラミックの開発等の概念が大きく高度なものへと変えられた。(2) ・専門技術の点で多いに役立った。 ・高純度アルミパウダーの科学処理向上や開発に役立った。 ・分析時間が大幅に短縮された。 ・各種機材を揃えた研究室設置により、無機物の IPT 科学的能力を多いに向上できる。	・超合金の溶解や鋳造技術に関する知識が増えた。他社との新しい関係が始まったり、今までの関係が良い方向に向かっている。ペトロブラスとの共同プロジェクトも可能になった。 ・疑問を解決する事ができた。超合金部品のユーザーとの接触が合った。 ・人材的、設備的見地から LPP の能力は向上した。 ・超合金技術に関しては、このプロジェクトは、産業界全体にとっての技術移転方法でもある。 ・とても効果的であった。 ・ブラジルの超合金製品の製造会社が IPT の能力に興味を示している。 ・ブラジル投資鋳造産業は今や、タービン・ブレードのような良質の鋳造部品製作を支援している機関である。 ・鋳造研究室で従来の超合金鋳造を分析、生産することができた。
2.　本プロジェクトに起因する予期しなかった効果・弊害はありますか。	・研究者の仕事と IPT から要請された作業量の多さ以外には問題はない。 ・プロジェクトによる問題はない。業務の蓄積や不穏は政府の決定に起因するもので、訓練構成に大きな影響を与えている。 ・予想を上回る結果として、透明アルミセラミックに関する特許申請を取れるということである。 ・なし。(9)	・いいえ。(7) ・溶接や効率の点で他の材質にも応用できるということ。
計画の妥当性 1.　センターで実施しているコースは、ブラジルの現在のニーズに対応していると考えられますか。	・対応していると思う。(3) ・対応しているが、私が日本に着た初めての訓練生なので、誤解が生じたり、時間が足りなかったりの問題がある。 ・私には当てはまらない。(8)	・考えられる。(3) ・ブラジルは超合金の技術知識が無かったので、ニーズに対応していると考えられる。 ・私には当てはまらない。(5)
自立発展性 1.　プロジェクト終了後も、サンパウロ州政府から政策的・財政的支援は期待できますか。	・現在も IPT 委員会から支援を受けており、ブラジルの研究機関からも期待できると思う。 ・JICA より寄付された機材の管理は、訓練校側で支援されると思う。(3) ・機材においては政府からの支援が受けられるだろうが、間	・はい。(3) ・政府と産業界からの支援を期待できる。 ・いいえ。政策的支援だけで、財政的支援は産業経営者達から。(2) ・部分的な支援は期待できる。

	題は人材と給与である。グループの経済的発展により新しい人材と昇給が可能になるのでは。(2) ・サンパウロ州政府の機関による研究活動継続の財政的支援はこれからも期待できる。(2) ・出来る。(4)	・このプロジェクト・グループが産業界に進出し、開発が進むことができて初めて支援が期待できる。
2. 今後、研究を実施していくうえで改善すべき点にありますか。	・未完了の作業がないように余裕のある計画作り。 ・業務評価をしてくれるといい。 ・日本の専門家の指導の元でのフォローアップ・プロジェクトを実施して欲しい。(5) ・完全に設置されていない機材や、まだ討議されていない研究課題があるので、今後も個々に研究員が業務を継続していけると良い。 ・プロジェクト完了期間を伸ばすべきだ。(2) ・研究者や専門家との連絡を継続したい。 ・我々の技術向上の為にも同じ講師の指導をまたお願いしたい。	・IPT は複雑形状品の方向的凝固鋳造に成功するであろう。が、それには凝固鋳型のソフトウエア開発やワークステーションが必要となる。 ・産業界との接触をなくす必要がある。 ・VIF に関する細かい点(3kg のコイルや熱電対)。 ・初めのプロジェクトにおいて、改善すべき点がいくつかある。 ・多くの理論を学ぶ必要がある。 ・高度材質を使用しているブラジルの産業界や他の研究センター、大学との関係。 ・セラミック鋳型表面品質 ・私には当てはまらない。

（2） 専門家ヒアリング結果

質問事項	日本人専門家（セラミックス分野）	日本人専門家（超合金分野）
効率性 1. 日本側のインプットは計画通り行われましたか。また、その量、質、タイミングは適切でしたか。	・ブラジル産原料から高純度易焼結性アルミナ粉末の精製技術、透光性焼結体の形成および焼結技術とそれにともなう評価測定技術が移転できた。現時点では所期計画の85%程度は達成できたと考える。	・基幹設備である真空溶解装置を含め、設置が遅く1年以上遅れたが、現地事情からやむを得ないところもあり、その後の技術移転活動において双方の協力によりほぼ消化できたと思われる。量は、設備の面では主要大型設備に絞られ、全てプロジェクトの進行に活用された。また、派遣専門家、研修における技術も基本アイテムを満たしているという点で妥当と思われ、質にも不足はなかった。タイミングに関しては特に問題はなかったと思われる。
2. ブラジル側のインプットは計画通り行われましたか。また、その量、質、タイミングは適切でしたか。	所期のプロジェクトの目的がほぼ達成できたこと、有用な供与機材の設置とそれらの操作技術が習得できたこと、機材の使用頻度の高さ等から判断して、ブラジル側インプットはほぼ計画通りに行われたと考える。	
3. 当プロジェクトは他の政府機関等によって支援されていましたか。	特にない。	・特にない。
目標達成度 1. カウンターパートの現在の技術レベルをどのように評価しますか。（研究論文の質・量等）	・プロジェクト関連の学会における研究発表の質、量の両面から見て、一部を除き論文形式の学会誌発表の段階には至っていない。	・本格的研究論文は量については妥当といえるが、議論の内容、質に関しては不十分なところがある。実質後半２年の期間内の技術習得の一方での論文の要求は高度であり、むしろ本来の特性が出るものを作るという実用的な点に重きを置いての活動がなされ、それを達成していることから、技術レベルという意味ではまずまずと思われる。
2. 日本から投入された機材はカウンターパートによって十分に利用され、適切に維持管理されていますか。部品の交換等は適切に行われていますか。	・大部分の供与機材は十分に活用されており、特に特性評価用機材は外部企業等からの依頼分析等に活用され、IPTの貴重な収入源となるため、稼働率は非常に高い。それらの影響を受けて、プロジェクトの実験に支障をきたすこともある。	・全て実験に不可欠なものとして活用されている。
効果 1.プロジェクトの実施によって当該セクターにどのような影響がありましたか。	・ IPT 上層部は特性評価用供与機材による材料研究開発について高く評価している。C/P の材料開発研究に対する観察力・供与機材の取り扱い方・研究の進め方・解析等に進歩が見られる。	・最新設備の供与による研究能力の向上によりペトロブラス社とのガスタービン部品に関する共同研究、カンピーナス大学との強固の研究交流の推進が可能となった。
2.本プロジェクトに起因する予期しなかった効果、弊害はありましたか。	・プロジェクトの発足当初、ベテラン C/P が古典セラミックス的な感覚で研究に従事していたが、その後の州政府による人員整理等によって、若手 C/P にかなり入れ替わり、意識改革の向上に大きく寄与することとなった。大幅な人員整理がたびたび実施されたため、C/P にその都度動揺をもたらし、それが実験に対するブレーキになった。また、プロジェクトにおける研究成果は C/P の評価に直接つながらず、外部依頼実験に参加した方が評価の対象になり、将来の安定につながるということである。しかし、若手 C/P に入れ替わった結果、プロジェクトが活性化してきたこと、上層部のプロジェクトに対する見方も幾分変化しつつある。	・特になし。

計画の妥当性 1. 当初十数分野あった要請内容のなかからファインセラミックスおよびNi基超合金の2分野に絞ったのはなぜですか。	・事前調査団がJICAサンパウロ事務所およびIPTと協議の結果、決定したことであり、詳細についてはわからない。	・わからない。この分野でのIPTの今後の活動がどう展開していくかにかかっていると思われる。
2. センターで実施しているコースは、ブラジルの現在のニーズに対応していると考えられますか。	・ファインセラミックスに関してほとんど経験がなかった状況であったため、この分野で新しく芽を育てるためには有意義であった。	・ブラジル全体の社会開発的な意味では、具体的受容者（IPTおよび外部）が結果を生かそうとしている点でニーズは現在もあると思われる。
自立発展性 1. プロジェクト終了にあたり、IPTの管理運営体制は十分整っていますか。	・当初は日頃のプロジェクトに対する態度、あるいはフォローアップにおける問題意識を通して見る限り、ファインセラミックに対する理解が必ずしも十分とは思われなかったが最近は、IPT上層部に意識の変化が見られる。	・整っていると思われる。
2. 財政面において、今後もサンパウロ州政府からの支援は期待できますか。また、自主財源はありますか。	・IPT首脳部は州政府との交渉でそれなりの要求を出しているようであるが、現在の州財政事情を勘案すると支援をあまり期待できない。また、自主財源については、IPTは現在でも大幅な赤字を計上しているため、期待薄であると考える。	・プロジェクト実施時並の優先は認められないだろうがIPTの金属部は比較的安定した部門であると思われ、部門としての設備、人員など経常的な維持管理は継続されることが期待される。
3. カウンターパートへ移転された技術はIPT内、またはカウンターパートの異動先で生かされていますか。	・C/Pに技術移転されたものについてはIPT内で活用していると考える。透明アルミナセラミックの研究開発を通じてC/Pが会得した各種の技術は構造セラミックスおよび機能性セラミックス等、今後のファインセラミックスの材料開発にとって大いにプラスになるであろう。	・プロジェクトに関与しているカウンターパートはもちろん活用しているが、移動したカウンターパートもほぼ類似の仕事を続けており間接には生きているものと思われる。

3　供与機材一覧

（160万円以上の機材）　　　　　　　　　　　　　　　　　　　平成9年7月現在

供与年度	番号	機材名（メーカー名・型式）	数量	利用(保管)場所	備考（特殊事項）
1993	1	水素雰囲気炉（ネムス・ NM-15）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	2	電気炉　（ヤマト科学・ FP32/FD41）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	3	粒度分布測定器　（マイクロメリチックス・セディグラフ5100）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	4	モービルマイナーベーシック型スプレードライヤー（ニロジャパン・M02B）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	5	ダストフリー装置（進和テック株）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	6	純水製造装置　（ヤマト科学・WG35）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	7	ボールミル（ヤマト科学・UB-32）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	8	酸素・窒素分析装置（堀場製作所・EMGA-520）	一式	金属部	本邦調達
1993	9	ラバープレス（油研工業・YSRP2-10W）	一式	化学部セラミック	本邦調達
1993	10	クリープ試験装置（東伸工業・RT-10）	一式	金属部	本邦調達
1993	11	高周波真空炉(大同特殊鋼・IVD-5K)	一式	金属部	本邦調達
1994	12	薄片切断機（Bueler・PETROTHIN）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	13	研削機（MITUTOYO MSG-600）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	14	研磨機（Bueler ・ECOMET3）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	15	走査電子顕微鏡・本体（日本電子・JSM-6300）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	16	走査電子顕微鏡・EDS（NORAN・M-3100）	一式	化学部	現地調達
1994	17	高温引張試験機(MTS・SHINTECH30/G)	一式	金属部	現地調達
1994	18	ダブルビームスペクトロメーター（日立・U-3000）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	19	熱分析装置（NETZSCH・STA409EP/3/D）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	20	遊星型ボールミル（Fritsch・Pulverisette 5/2）	一式	化学部セラミック	現地調達

（160万円以上の機材）

平成９年７月現在

供与年度	番号	機材名（メーカー名・型式）	数量	利用(保管)場所	備考（特殊事項）
1994	21	X線回析計（リガク・D/MAX-2100V）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	22	比表面積測定装置 (M.MERITICS・ASAP2010)	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	23	表面粗さ測定装置（MITUTOYO・SURFTEST501）	一式	化学部セラミック	現地調達
1994	24	気孔率測定装置（M.MERITICS・AUTOPOREIII9420）	一式	化学部セラミック	現地調達
1995	25	ICP発光分光分析装置（セイコー・SP1700R）	一式	化学部	現地調達
1995	26	微少硬度測定装置（ミツトヨ・MVK-H300）	一式	化学部セラミック	現地調達
1995	27	万能試験機等（MTS・SINTECH 5/G）	一式	化学部セラミック	現地調達
1995	28	再結晶装置　（PULSAR TEC）	一式	化学部セラミック	現地調達
1995	29	ミニSEM（日本電子・JSM-5200）	一式	金属部	現地調達
1995	30	アルミナ単結晶育成炉　（PULSAR TEC）	一式	化学部セラミック	現地調達
1996	31	熱伝導測定装置（ANTER CORP. MODEL 2101）	一式	化学部セラミック	現地調達
1996	32	仮焼炉 CALCINATION FURNACE EDG FT-20/SP	一式	化学部セラミック	現地調達
1996	33	高温真空炉 (THERMAL TECHNOLOGY MODEL 1000-4560)	一式	化学部セラミック	現地調達
1996	34	電気特性測定装置 (TA INSTRUMENTS・MODULE DEA 2970)	一式	化学部セラミック	現地調達
1996	35	高温顕微鏡 （LEICA MICROSKOPIE ・LEICA1750	一式	化学部セラミック	現地調達

JICA

LIB