

スリ・ランカ民主社会主義共和国
工業開発省工業開発庁

スリ・ランカ民主社会主義共和国
工業分野(メッキ産業)振興開発計画アフターケア
調査報告書
(要約)

平成9年2月

JICA LIBRARY



J 1134497 {5}

ユニコ インターナショナル株式会社
富士テクノサーベイ株式会社

鉱調工

JR

97-095



国際協力事業団

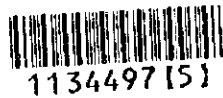
スリ・ランカ民主社会主義共和国
工業開発省工業開発庁

スリ・ランカ民主社会主義共和国
工業分野（メッキ産業）振興開発計画アフターケア
調査報告書

（要 約）

平成9年2月

ユニコ インターナショナル株式会社
富士テクノサーベイ株式会社



1134497 [5]

目次

- 頁 -

序論

1.	スリ・ランカの工業開発政策.....	1 - 1
1.1	経済の概況.....	1 - 1
1.2	工業開発政策.....	1 - 1
2.	スリ・ランカの環境政策・環境問題.....	2 - 1
2.1	政府の環境政策.....	2 - 1
2.2	めっき産業の環境基準、環境問題.....	2 - 2
3.	めっき産業および IDB めっきセンターの現状と問題点.....	3 - 1
3.1	めっき産業の現状と問題点.....	3 - 1
3.2	めっき工場の現状と問題点.....	3 - 5
3.3	IDB めっきセンターの現状と問題点.....	3 - 8
4.	提言を行うに当たっての方向.....	4 - 1
4.1	めっき産業の実態.....	4 - 1
4.2	提言を行うに当たっての方向.....	4 - 1
4.3	金属加工業の振興.....	4 - 4
5.	めっき工場および IDB めっきセンターのあるべき姿.....	5 - 1
5.1	めっき工場のあるべき姿.....	5 - 1
5.2	IDB めっきセンターのあるべき姿.....	5 - 2

6.	IDB めっきセンターの改善計画	6 - 1
6.1	めっきセンターの技術・技能向上計画の概要	6 - 1
6.2	排水処理技術の普及	6 - 2
6.3	めっき技術の向上	6 - 3
6.4	めっきセンターの組織機能強化	6 - 4
6.5	めっきセンターの日常活動改善	6 - 5
7.	関係機関およびIDB のとるべき方策	7 - 1
7.1	工業開発省 (MID)	7 - 1
7.2	中央環境省 (CEA)	7 - 1
7.3	工業開発庁 (IDB)	7 - 2
8.	提言と勧告	8 - 1
8.1	めっき産業振興計画	8 - 1
8.2	IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム	8 - 1
8.2.1	プログラム実施の前提条件	8 - 2
8.2.2	IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム	8 - 2
8.2.3	日常活動として継続実施すべき事項	8 - 8
8.2.4	プログラムに引き続き推進すべき計画	8 - 9
8.3	工業開発省 (MID) への勧告	8 - 10
8.4	中央環境庁 (CEA) への勧告	8 - 10
8.5	工業開発庁 (IDB) への勧告	8 - 11
9.	結論	9 - 1

図表目次

		- 頁 -
Table 2-1	各国の排水基準	2 - 2
Table 6-1	IDB めっきセンターの技術向上・普及計画 (めっき排水処理技術およびめっき技術)	6 - 1
Table 8-1	IDB めっきセンター技術・ 技能向上プログラムの課題・目標	8 - 3
Table 8-2	めっきセンター技術・ 技能向上プログラムのアクションプラン	8 - 4
Table 8-3	めっきセンター技術・技能向上・ プログラムの実施スケジュール案	8 - 6
Table 8-4	技術協力を受けるのが望ましい項目の例	8 - 7
Figure 1-1 (1)	THE LATEST IDEA OF RE-ORGANIZATION IN IDB	1 - 4
Figure 1-1 (2)	THE LATEST IDEA ON ORGANIZATION OF ENGINEERING DIVISION	1 - 5
Figure 3-1	ニッケル-クロムめっきの作業工程	3 - 6
Figure 4-1	めっき産業の実態と今後の方向	4 - 3
Figure 6-1	めっきセンターの組織強化	6 - 4

序 論

序 論

本報告書は、スリ・ランカ国工業分野（メッキ産業）振興開発計画アフターケア調査に係る報告書である。

本調査は、スリ・ランカ国政府からの要請により 1996 年 3 月スリ・ランカ国工業開発庁（IDB）と国際協力事業団（JICA）の間で調印された Scope of Work for the Study (After Care) on Industrial Sector Development (Electroplating and Waste Water Treatment) in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka に基づいて実施したものである。

本調査は、1996 年 8 月 11 日から 9 月 14 日まで第 1 次現地調査、1996 年 11 月 13 日から 11 月 30 日まで第 2 次現地調査を行い、引き続き国内において調査、分析作業を行った。この報告書は、これらの結果を最終報告書として取りまとめたものである。

現地調査およびその後の作業実施にあたっては多数の関係者から協力を得た。とくに工業開発庁長官（Industrial Development Board, Chairman）Mr. H.M.V. Jayasinghe を始めとする IDB のカウンターパートの方々には、インタビュー先企業の選定およびアレンジをはじめ格別の支援、協力を頂いた。ここに改めて謝意を表す。

1. 調査の背景

スリ・ランカ政府は輸出指向産業の育成と産業構造の強化を目的として、1991 年に金属加工業の育成を中心とした工業分野開発振興計画および工業団地開発計画に関する調査を我が国に要請してきた。この要請に基づいて国際協力事業団は 1992～93 年に輸出振興・投資促進、金属加工産業育成、工業団地開発について調査を実施した。同調査の中で金属加工工業団地の建設と鋳造・めっきセンターの設立が提言され、この結果を受けてスリ・ランカ政府は 1993 年 8 月、鋳造・めっき訓練センター設立に関する協力を我が国に要請した。国際協力事業団は、1994 年 2 月に鋳造・めっき技術向上計画事前調査団を派遣し、新センターの設立は困難と判断されたため、工業開発庁（IDB）が所管する既存工場をサイトとしたプロジェクトの実施を提案した。1995 年 9 月に鋳造技術に関するプロジェクト方式技術協力の合意議事録（R/D）を締結したが、めっき技術については排水処理の問題があるため、別途めっき技術と排水処理技術の強化・向上のための計画策定を目的とする開発調査をスリ・ランカ側が要請することとなり、1995 年 12 月にスリ・ランカ政府から正式要請がなされた。これを受けて事業団は 1996 年 3 月に事前調査団を派遣し、実施細則（S/W）を締結した。

2. 調査の目的と範囲

本調査の目的は、スリ・ランカ側のめっき産業の現状と問題点を調査し、めっき技術の向上ならびに排水処理技術および排水処理設備の普及のための計画を策定することにある。

本調査の範囲は、S/Wにしたがい下記の項目を調査項目としている。

- 1) スリ・ランカのめっき産業の現状の調査
- 2) スリ・ランカの環境汚染の現状の調査
- 3) スリ・ランカのめっき産業の問題点の調査
- 4) スリ・ランカのめっき産業に適した技術の調査
- 5) めっきおよび排水処理技術の改善と普及のための計画の策定
- 6) めっき技術の向上のためにスリ・ランカ政府の取るべき方策

3. 調査の実施

本調査は、ユニコ インターナショナル株式会社と富士テクノサーベイ株式会社が結成した協同企業体を実施した。調査団の構成は次のとおりである。

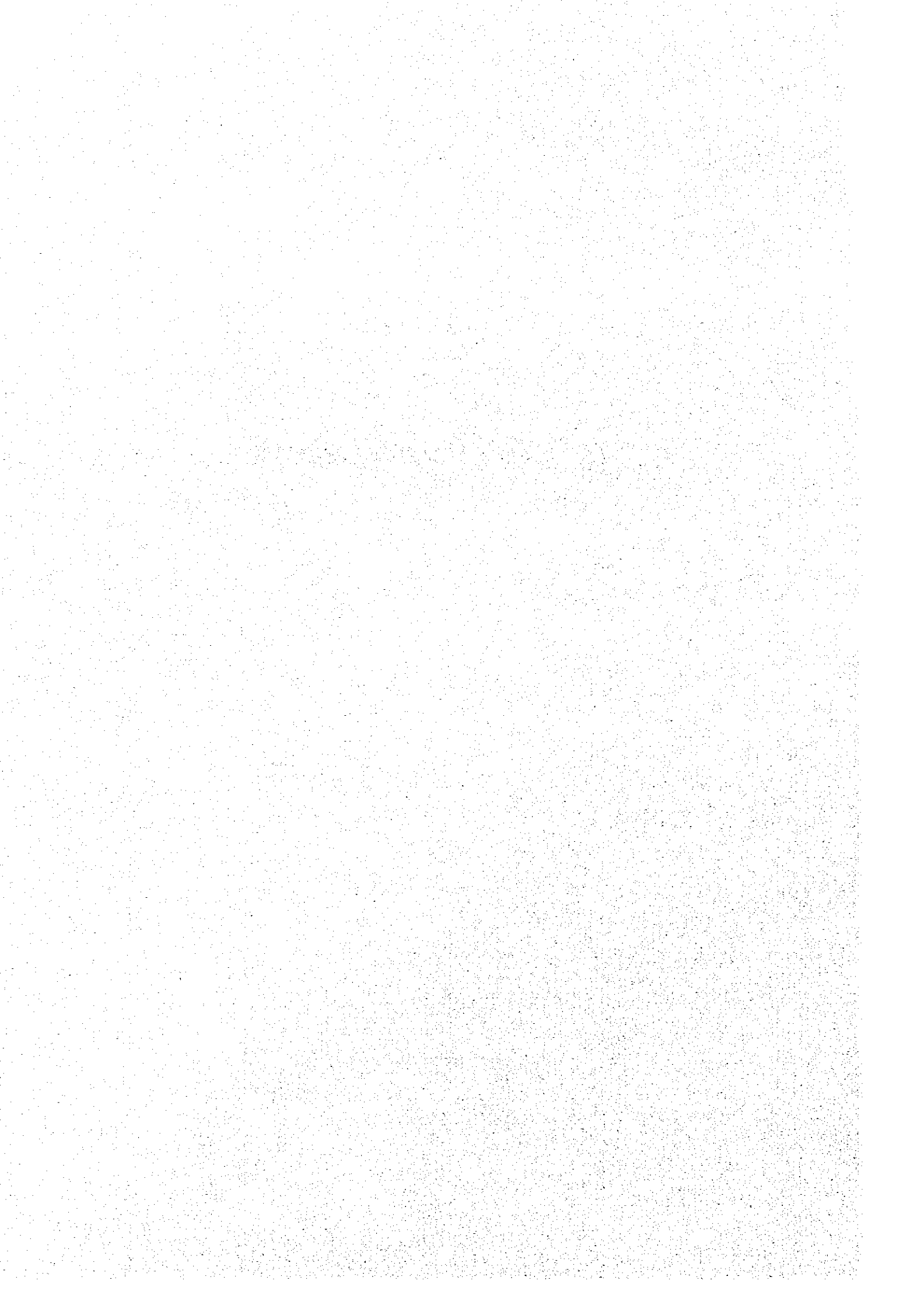
長沢 癸行	団長・総括	ユニコ インターナショナル (株)
荒木 俊介	めっき産業・環境政策	ユニコ インターナショナル (株)
呂 戊辰	めっき技術	富士テクノサーベイ (株)
兼松 弘	めっき技術	富士テクノサーベイ (株)
豊永 実	排水処理技術	富士テクノサーベイ (株)
那須 昭三	めっき液・排水分析	富士テクノサーベイ (株)
世古口 健	環境評価	ユニコ インターナショナル (株)

カウンターパートとして IDB の次の方々から調査団に協力いただいた。

S.L.P. Stambo	Chief Engineer
H.P. Nanayakkara	Deputy Chief Engineer
K. Sethuramalingam	Acting Deputy Chief Engineer
A.M. Karunaratne	Assistant Director (Planning)
M.Y. Gunasena	Superintendent, Electroplating
J.S.C. Kumarasinghe	Industrial Extension Officer, Electroplating
Chandani Edirisinghe	Laboratory Assistant, Electroplating

本調査は 1996 年 7 月に開始され、1997 年 2 月に完了した。その間、1996 年 8～9 月、11 月および 1997 年 2 月に現地調査およびスリ・ランカ側との協議を行った。

1. スリ・ランカの工業開発政策



1. スリ・ランカの工業開発政策

1.1 経済の概況

- (1) 1990～1995年のGDPの平均伸び率は年平均5.5%であり、1995年には国民一人当たりのGDPは709米ドル、平均インフレ率は7.7%とスリ・ランカの経済は1989年以後、順調に改善してきた。しかし数年間黒字で推移してきた国際収支戻は、1995年4月以降の治安情勢の悪化や労働運動の頻発による外国人投資の減少を主因として悪化した。
- (2) 製造業のGDPは着実に伸びており、スリ・ランカ経済は製造業の順調な伸びに支えられて経済発展を続けていることが分かる。伝統的農産物の加工処理部門に比べて工場企業や中小企業部門の成長が顕著である。
- (3) 製造業における生産高を業種別に見ると、繊維・衣料・皮革製品が大きなシェアを占め、食品・飲料・タバコ、化学・石油・ゴム・プラスチック製品、非金属製品と続いている。めっき製品の統計はなく、関連する金属素材製品、機械金属運搬機器の両部門を合わせても製造業の生産高の4.4%に過ぎない。
- (4) 1996年の工業生産は、降雨量不足による停電の頻発と国家治安維持課徴金の賦課による生産意欲の減退を主因に、前年伸び率を下回ると予想されている。

1.2 工業開発政策

(1) 基本政策

経済政策のポイントは、次のとおりである。

- 1) 財政支出の削減により財政収支の赤字幅を2000年までにGDP比3～4%に抑えること
- 2) インフレ率を年5%に引き下げること（政府の中期目標）
- 3) 電力などのインフラ整備にBOT/BOO方式に基づく民間活力を利用すること
- 4) 民営化を引き続き積極的に押し進めること
- 5) 年率8%の成長を目指すこと

なお、経済政策の根底には「貧困の撲滅と民営化の促進」という従来からの理念が貫かれている。

工業政策のポイントは、次のとおりである。

- 1) 高度経済成長を達成したアジア諸国の経験をベースに経済政策を策定すること
- 2) よきマクロ経済運営による環境に優しく持続的な経済発展を目指すこと
- 3) オープンでかつ透明な法的枠組と市場経済制度に配慮した (a market-friendly) 投資環境を民間部門へ提供すること
- 4) 貿易自由化政策の継続を通じて工業部門の効率性向上を引き続き追求すること
- 5) 広範囲にわたる工業化と雇用促進のために効率的な中小企業の設立を支援すること
- 6) 雇用を一層増大させるため政府プロジェクトとして豊富な労働力に工業化と多様化に必要な技術を教育すること
- 7) 企業に海外市場で求められる価格・品質・納期等の諸基準を行き渡らせかつそこまで引き上げるべく関係政府機関を再構築すること
- 8) 地域開発の観点から地方における無公害型企業を大小を問わず支援奨励すること
- 9) 農業基盤産業 (Agro-based industry) の促進と農産品の製造・加工業を最優先とすること

(2) 関係省庁

1994年11月の省庁再編により、産業の奨励・発展・振興を主管する省庁は工業開発省 (Ministry of Industrial Development, MID) になった。

産業促進法 (Industrial Promotion Act, No.46 of 1990) により工業開発省のもとに次の各種委員会が設立されている。

- 1) 工業化委員会 (Industrialization Commission)
工業開発省を含む関係省の次官のほか中央銀行総裁、輸出促進委員長官などからなる。産業政策などのアドバイス、工業化の制度面の整備、産業インフラの整備計画策定、製品・市場の情報提供などの業務を行う。
- 2) 工業諮問委員会 (Advisory Council for Industry)
工業化委員会のメンバーのほか、産業組織・民間企業の代表、学識経験者からなる。政府の諸施策に関する問題についての討議、政府諸施策の効果について所管大臣 (現在は工業開発大臣) にアドバイスすることを任務としている。
- 3) 地域産業サービス委員会 (Regional Industry Service Committee)
地域産業振興・発展のため、産業開発を図る地域を選定し、そこに委員会を設立する。当該地域の産業振興計画・プログラムの策定、地域産業の振興に必要なサービスと施設の整備計画などに関することを任務としている。

(3) IDB (Industrial Development Board of Ceylon)

1) 略史

IDBは1996年に設立され、工業科学省 (Ministry of Industries & Scientific Affairs) の下部機構であった。1986年に観光・地域開発省 (Ministry of Tourism and Rural Development) の傘下に移り、主として地方における産業振興の任にあたっていたが、1994年には工業開発省 (Ministry of Industrial Development) の傘下となった。

2) IDBの目的

現在のIDBの目的は次の3項に集約できる。

- (a) 中小企業部門における新規企業の設立と既存企業の発展を促進すること
- (b) 中小企業の発展に資する政策環境 (a policy environment) を創造すること
- (c) 財務面において進歩的な自己信頼 (self reliance) を達成すること

3) IDBの機構

IDBの事務局長 (General Manager) 以下の現在人員は総数634名である。主な部門として、技術サービス部、エンジニアリング部、ゴム製品開発部、技術情報サービス部、企画部、企業経営サービスセンター、市場調査部、工業団地部、地域開発部、などに別れている。

4) 財務状況

IDBの資金源は政府からの補助金、外国からの贈与金および自ら稼いだ自己資金からなっていて、それらの資金を自己の裁量において自由に使えることになっている。

1995年の財務状況は、政府の84百万ルピーの補助金の交付を受けた。他方、自らの営業活動を通じて28百万ルピー (全資金の25%) を稼いだが、65.7百万ルピーの赤字を計上した。

5) 最近の動き

- (a) IDBは政府より2000年までに自己金融 (Self-financing) 体制を確立するよう指示されている。現在現業部門の再編を中心とした業務態勢の改革案を審議中である。(1996年末に成案を得る予定) 最近時の再編成案はFigure 6-1のとおりである。
- (b) スリ・ランカ政府の方針にしたがって、IDBも生産性向上運動に取り組んでいる。まだ5S運動を始めたばかりの段階であるが、IDB Productivity Committee の設置や Facilitator の任命などを終えている。
- (c) エンジニアリング部の鑄造所を対象とした日本政府の専門家による技術支援が始められている。

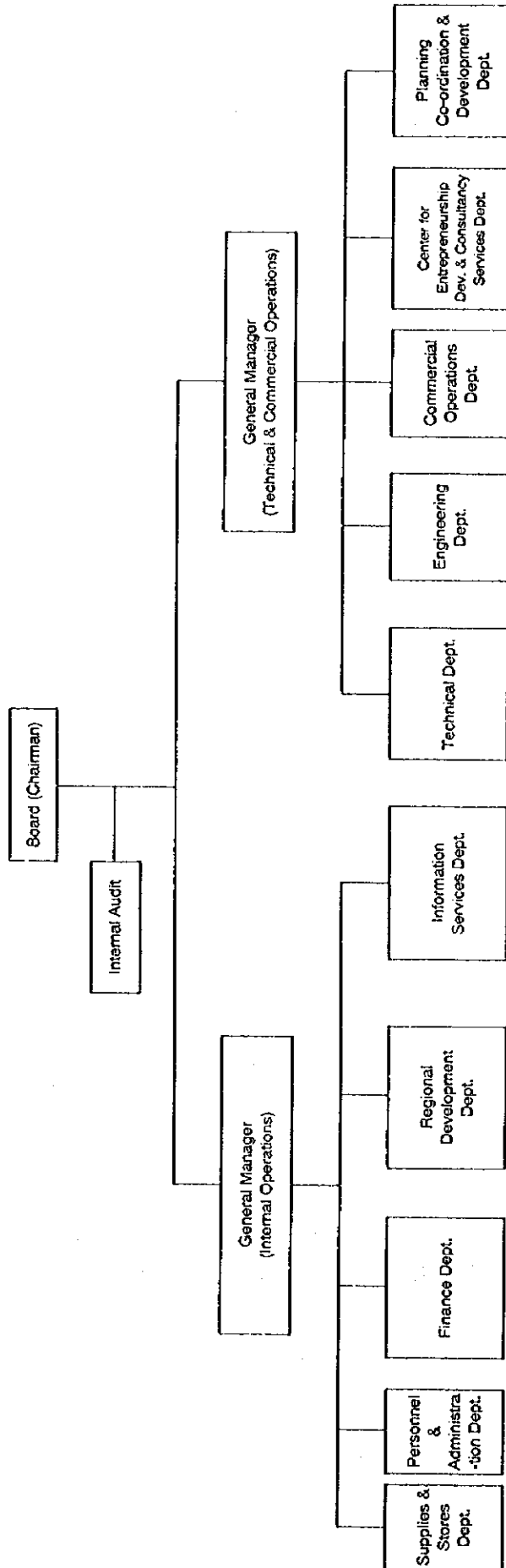


Figure 1-1 (1) THE LATEST IDEA OF RE-ORGANIZATION IN IDB

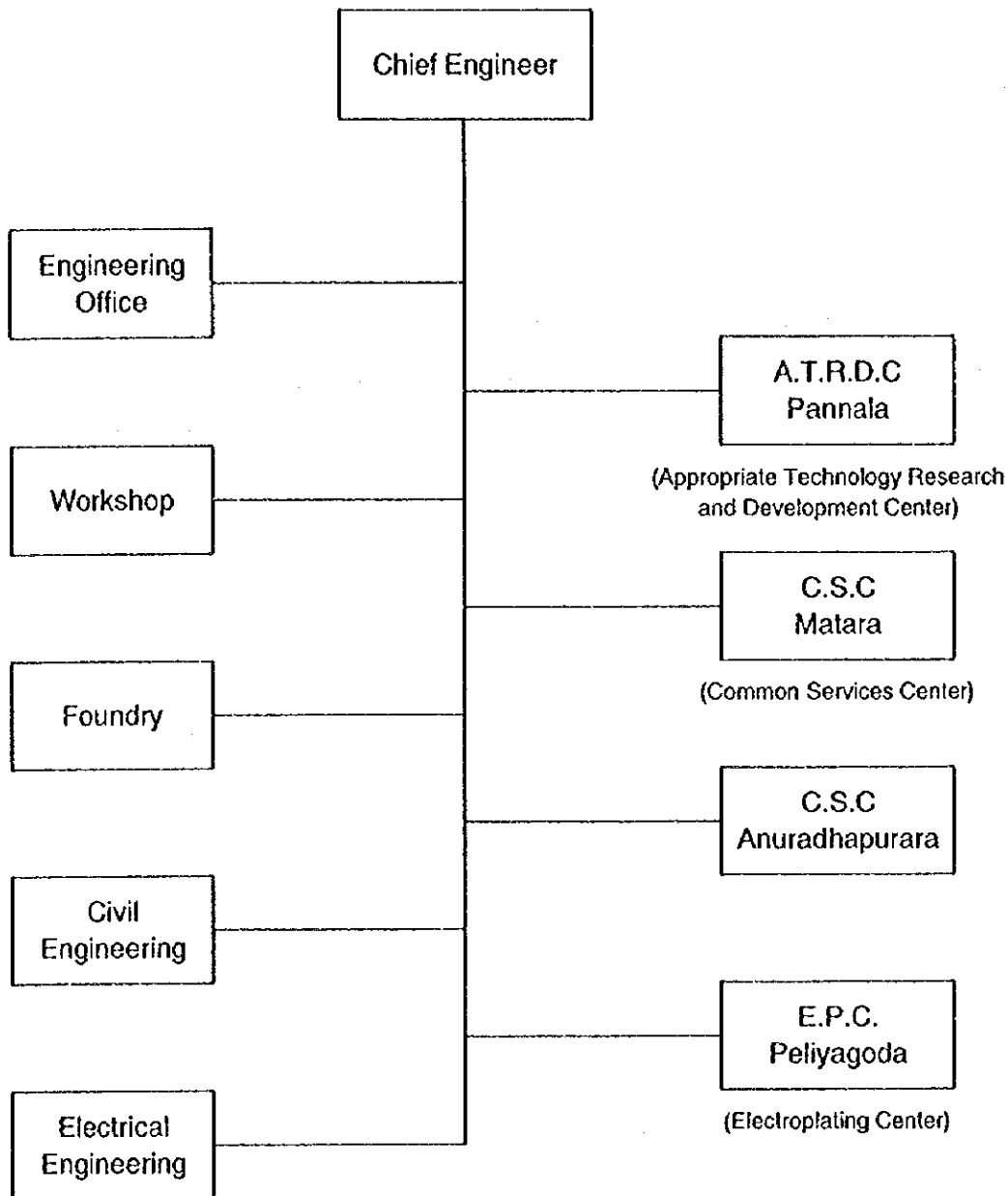


Figure 1-1 (2) THE LATEST IDEA ON ORGANIZATION OF ENGINEERING DEPARTMENT

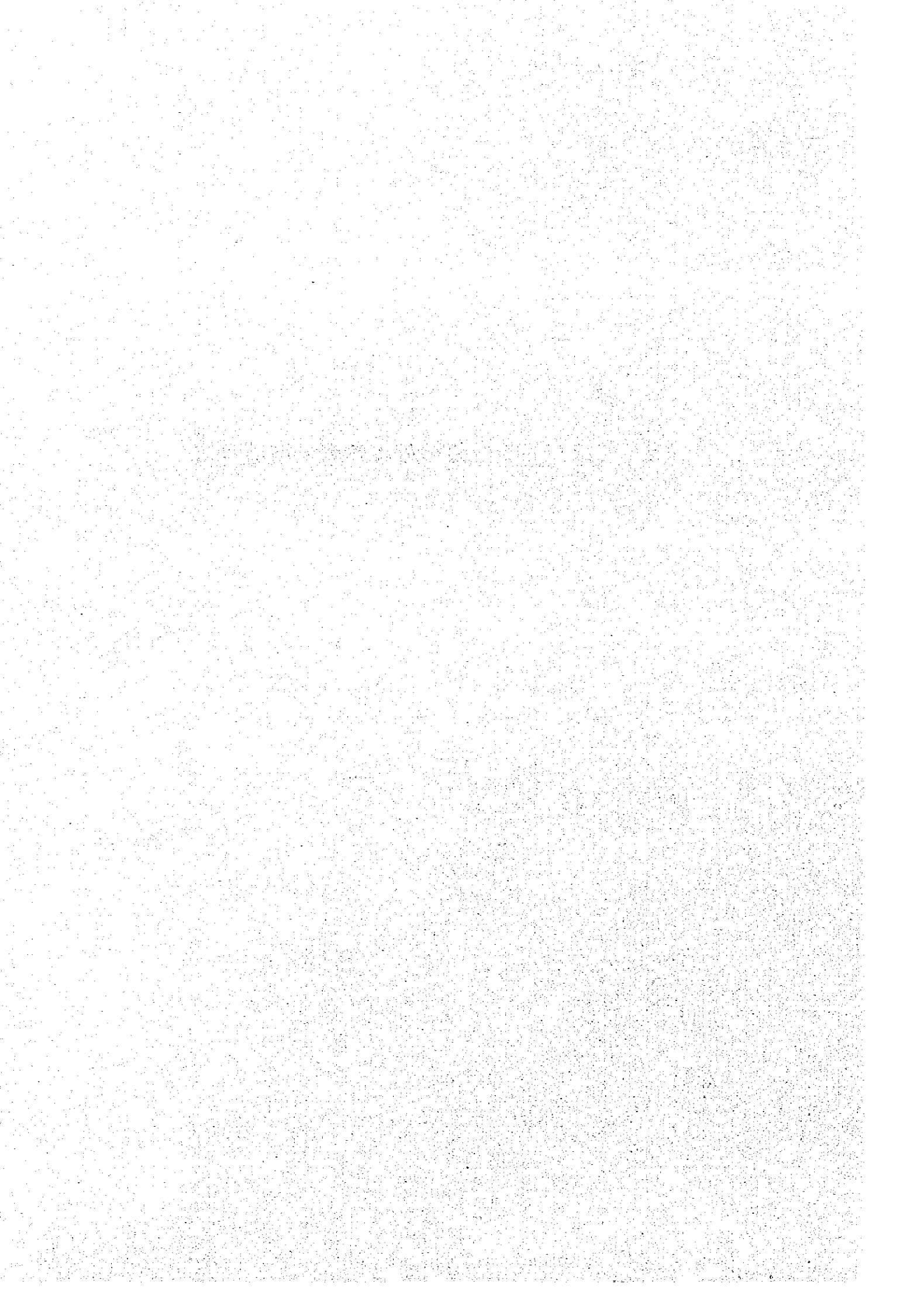
(4) 工業開発政策

現在実施中の工業開発政策は「新工業化戦略」として1995年11月に工業開発省が発表したものである。前の「工業化戦略」に比較して、目新しい点は、次のとおりである。

- 1) インフラ整備に民間の参画奨励（BOT/BOO方式の導入）
- 2) 中小企業の発展・促進（雇用機会増大、支援企業群育成）
- 3) 生産性改善の提唱（効率的な企業活動）
- 4) R&Dと技術改革の奨励（技術の進歩と革新）
- 5) アパレル産業の逆統合（Backward Integration）促進の提唱

中小企業に対する資金面の支援策として、政府は1979年に世銀・アジア開銀の資金援助を得て中小企業向け金融スキーム（Small & Medium Industry Loan Scheme, SMI）を創設し、以降4次（SMIⅠ～Ⅳ）にわたって実施している。さらにSMIⅤを継続すべく資金援助機関と協議を開始している。

2. スリ・ランカの環境政策・環境問題



2. スリ・ランカの環境政策・環境問題

2.1 政府の環境政策

(1) 国家環境法と環境政策

スリ・ランカ憲法の環境保存に関する規定に基づき制定された「国家環境法」(National Environment Act-1988 年に改正)が基本となる法律である。環境国会省(Ministry of Environment and Parliamentary Affairs)(当時の担当省)は1991年10月「National Environmental Action Plan(1992~96)」を発表し、水・土地・鉱物・沿岸・森林などの資源、都市・産業公害、教育、文化など12の関係項目について問題点をあげ、それらに対する具体的な行動を優先順位・予算・担当機関とともに明記した。

中央環境庁(Central Environmental Authority, CEA)はこのAction Planに基づき、Corporate Planを策定し、関係機関の支援を得て計画を実施している。

(2) 環境行政と中央環境庁

1988年の法改正により、中央環境庁は環境影響評価報告書(Environmental Impact Assessment, EIA)の審査機関、環境保護ライセンスの発給機関、および環境基準・標準の決定者となり、広範な権限を付与された環境行政の中心機関となった。中央環境庁は指定した低公害産業(Low Polluting Industries)に対する業務は地方政府に委譲しているが、めっき産業は高公害産業(High Polluting Industries)に分類され中央環境庁が取り扱う。

(3) 環境保護ライセンス・環境影響評価

官報により「中央環境庁より環境保護ライセンスを取得し、法の定める基準に合致しなければ、環境汚染の原因となる排出物を廃棄してはならない」と規定され、ライセンス取得・更新の手続きと環境基準・標準が定められている。

指示された特定のプロジェクトを実施する場合は、実施主体はプロジェクト承認機関に初期環境試験報告書(An Initial Environmental Examination Report, IBER)または環境影響評価報告書(An Environmental Impact Assessment Report, EIAR)を提出し、承認手続きを受けなくてはならない。めっき産業の特定はないが、サービス業を除くほとんどの業種に関するプロジェクト・事業は特定されている。

(4) 公害防止関連の融資制度

一件当たり最大10百万ルピー、無利子の融資制度が「公害コントロール・削減資金」(Pollution Control and Abatement Fund, PCAF)として、1995年4月から国家開発銀行を主幹とする5つの銀行により取り扱われている。

2.2 めっき産業の環境基準、環境問題

(1) 環境基準

排水基準は下記の基準が制定されている。

- 「内水面への排水放流の場合の一般基準」
(General Standards for Discharge of Effluents into Inland Surface Waters)
- 「灌漑目的の土地への工業排水の許容限度」
(Tolerance Limits for Industrial Effluents Discharged into Irrigation land Areas)
- 「沿岸地域への産業および生活排水に関する許容限度」
(Tolerance Limits for Industrial and Domestic Effluents Discharged into Marine Coastal Areas)

スリ・ランカの環境基準による排水規制は、少なくとも排水が8倍に希釈された時の規制値で、それより少ない場合は規制値をより低くすると定められている。特定の工業の排水については一般の基準とは別に規制値が提案されている。電気めっき、溶融亜鉛めっきなどについては、1992年に金属表面処理工業のガイドラインに Proposed Standards が示されている。Table 2-1 にスリ・ランカの一般基準と金属表面処理工業に対する Proposed Standards、スウェーデン、フランスの表面処理工業に対する排水基準、日本の一般基準を示す。

Table 2-1 各国の排水基準 (mg/l)

Component	Sweden	France	Sri Lanka		Japan (general)
			(general)	(proposed)	
Cd	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
Cr ⁶⁺	0.1	0.1	-	-	0.5
CN (free)	0.1	0.1	-	-	-
CN (total)	1	1.2	0.2	1.0	1.0
Pb	1	0.2	0.1	1.5	0.1
Cr (total)	1	2	0.1	-	2.0
Cr ³⁺	-	-	-	1	-
Ni	-	1	3	1.5	-
Cu	1	2	3	1	3.0
Zn	2	5	5	1.5	5.0
Fe	2	5	-	-	10
Al	2	5	-	-	-
F	15	-	2	-	15
Oil	5	10	10	10	5/30
S.S.	10	50	50	50	200 (150)
COD	150	250	250	250	160 (120)
pH range	6.5 - 9	6 - 8.5	6 - 8.5	6 - 9	5.8 - 8.6

(2) 環境問題

めっきの環境問題は主として有毒・有害な排水である。

銅、金、銀、亜鉛めっきには、有毒な CN 化合物をめっき液に使用する。亜鉛めっきは多くの国で公害対策として、CN を用いない浴に一部転換しているが、スリ・ランカではすべて CN 浴である。クロムめっきでは、有害な Cr⁶⁺ をめっき液に使用する。Cr⁶⁺ はクロメート処理にも使用される。そのほか、前処理の酸、アルカリ、前処理液に溶解した Fe、Cu 等の金属、油、めっき液中の Cu、Ni、Zn、Cr の各種重金属および溶解した油、液中の還元剤、有機物などの BOD、COD 源がある。

めっき工場排水による環境汚染の例は数多くある。河川への流出による魚の死、地下浸透による井戸水の汚染、土壌汚染による稲の枯死などの実例がある。特に CN、Cr⁶⁺、Cd など人の健康の保護に関する有害物質による事故の可能性は大きい。

産業の規模が小さく、有害物質の排出量が少ない場合は、有害物質が自然環境の中で希釈されたり微量であるため問題は顕在化しないが、規模が大きくなり排出量が多くなると汚染が進み問題が顕在化する。

**3. めっき産業およびIDBめっきセンター
の現状と問題点**

3. めっき産業およびIDB めっきセンターの現状と問題点

3.1 めっき産業の現状と問題点

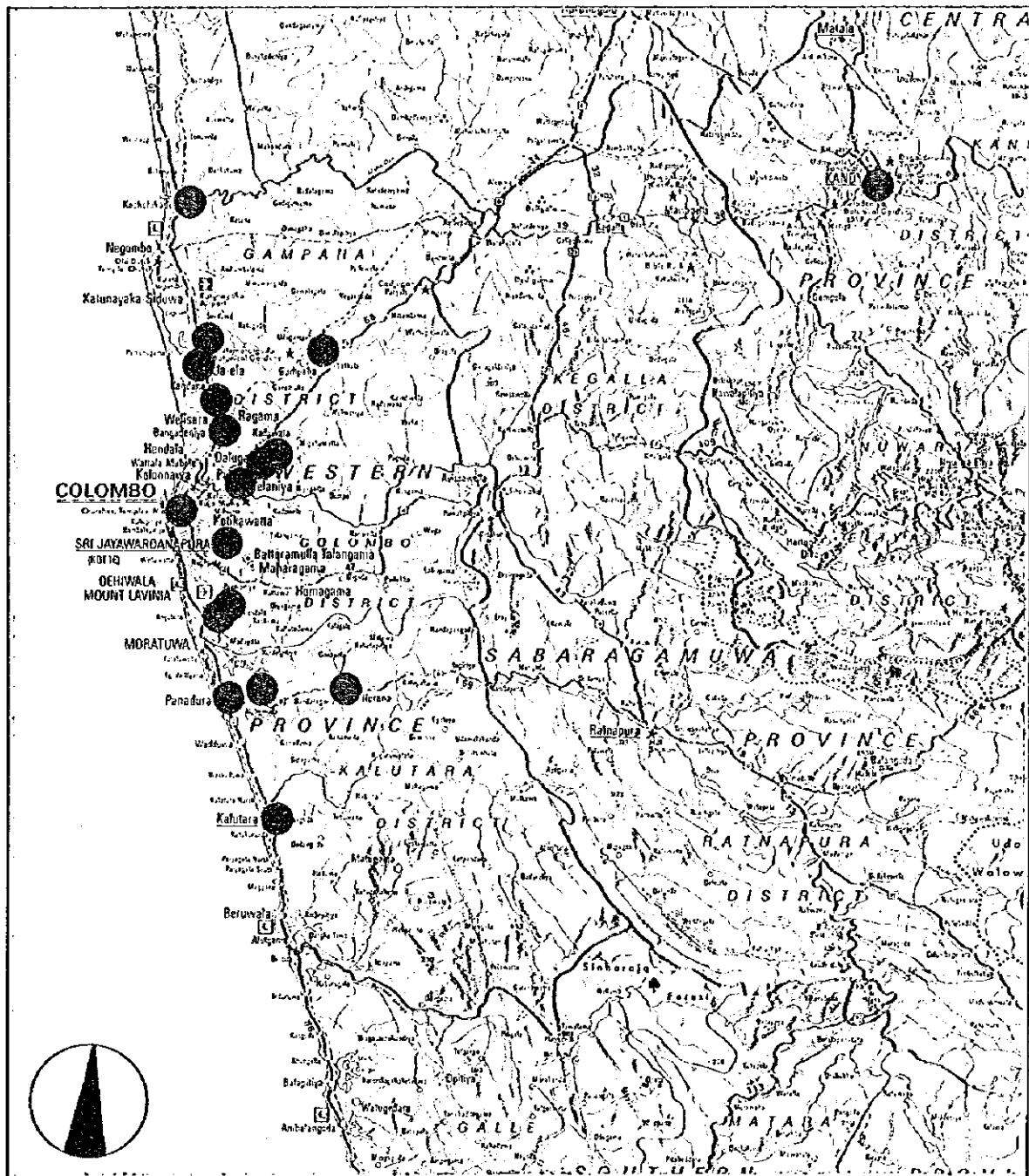
(1) めっき産業の現状

スリ・ランカには全体でめっき工場は約 80 あり、そのうち零細家内工業 (Micro Cottage Industry) が 40 ほどで、残りが一応めっき工場といえるものである。(地図は調査対象工場の分布を示す) これらの工場は、めっき工程の形態と規模から次のように分類できる。

- 第 1 群； 自社の製品製造の加工工程の一つとしてめっき工程をもっている工場 (工場規模は比較的大きく、スリ・ランカでは大企業または中堅企業といえ、安全ピン・農業用噴霧器・包装用材料・金属製家具などのメーカー)
- 第 2 群； 装飾品または自動車・オートバイの部品を自社で加工しめっきしている工場 (部品屋・修理屋を兼ねている場合もあり、都市周辺または地方にある)
- 第 3 群； 部品加工業者や装飾品製造会社からめっきだけを引き受けている工場 (めっき専業で、都市部の商業地域で営業) で、工場というよりはめっき屋・めっき商店といった方がふさわしい企業

いずれの場合もめっきの規模は小さく、研磨も含めためっきに従事している従業員数は 3～5 名程度である。

こうした状況から判断すると、スリ・ランカにはめっき産業といえる産業は現状では存在しないといえよう。工業開発省や傘下の IDB もめっき産業の実状を承知しており、政府は国産の金属加工製品の品質向上のためにめっき産業を奨励・育成・振興したいとの強い意欲を持っている。



1:675,000

調査対象工場分布図

(コロンボ市内の4工場は1点で表示)

(2) めっき産業の問題点

関係省庁、政府機関、めっき企業などから聴取したスリ・ランカのめっき産業に関連する問題点は次のように要約される。

- 1) 市場に国産品の品質・性能に対する意識が低いことが、スリ・ランカのめっき産業を現状のレベルに留まらせている。
- 2) 国産の金属加工製品にめっきを要する品種・数量が少なく、かつ信頼できるめっき専門業者が存在しないため、企業は自社内にめっき設備を保有してめっきを行っている。
- 3) 現在の操業状態では、利益を生まない公害防止のための投資を行う余裕はない。

3.2 めっき工場の現状と問題点

(1) めっき工場の現状

- 1) めっきの種類は、銅、ニッケル、クロムめっきが多い。銅めっきはほとんどがシアン化銅めっきである。亜鉛めっきはすべてシアン浴である。クロムめっきは主に装飾クロムめっきである。
- 2) 製品は、一部自社製品の部品のほかは、オートバイや自動車の修理部品であり、市場は国内市場である。めっき槽の稼働率は低く、調査訪問時に稼働していた工場は少ない。
- 3) めっきの基本技術が理解できていない。作業者の経験にのみ頼っていて、技術レベルは遅れている。市場の品質意識が低く、外観と価格以外に関心がなく品質向上の要求がないので、工程改善の意欲が弱い。
- 4) 排水処理についての正しい知識の理解が不足している。排水負荷の低減についての関心がなく、配水設備に対する投資意欲は低い。

(参考) めっき作業の全体像を知る手がかりとして現在、世界的に広く行われている光沢ニッケルの作業工程を Figure 3-1 に示す。

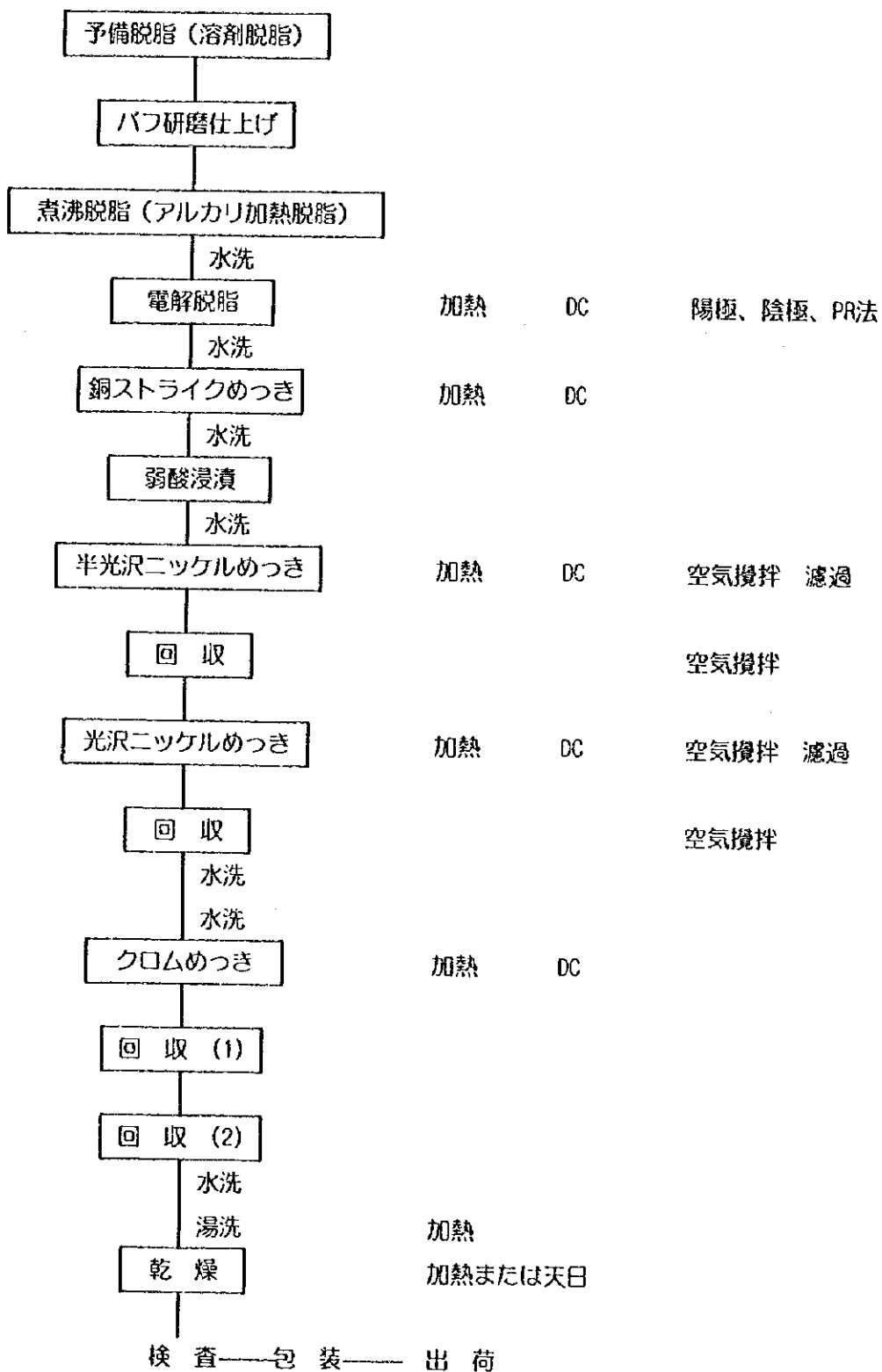


Figure 3-1 ニッケル—クロムめっきの作業工程

(2) めっき工場の問題点

めっき工場の現状で詳述した点から、めっき工場の問題点および課題は、以下のように要約される。

1) めっき技術

- (a) 国内市場の品質意識が低いので外観と価格以外には関心がなく品質向上の意欲が薄い。
- (b) 電流密度の設定、めっき浴の管理などめっきの基本となる技術に関する知識を理解していない。めっき作業は作業者の経験に任されている。
- (c) めっき浴の定期的な分析は行われず、めっき浴の濃度は一般に低い。濾過器を使用していないのでめっき浴が汚れている。
- (d) 品物は裸鋼線でからげて液中に吊し、めっきしている。引掛けを使用している工場は1工場だけで引掛けについての関心がない。
- (e) 電解脱脂を行っていないなどめっきの前処理が不十分である。
- (f) 無光沢ニッケルめっきを行ったのち研磨している。光沢ニッケルの普及が遅れている。
- (g) 水洗作業は大多数の工場がバケツ水洗またはホースで水をかけ、垂れ流ししている。めっき液の回収は行われていない。
- (h) 製品の検査は外観検査だけで、厚み、耐腐食性などの試験を行っていない。

2) 排水処理

- (a) めっき産業は高公害産業に指定され環境保護ライセンスの取得が義務付けられているが、ライセンスを受けている工場が少ない。
- (b) 各経営者は排水処理をしなければならないという意識はあるが、工場は排水基準値や排水処理技術について正しい知識を持っていない。排水処理設備は利益を生まない投資であることから、処理設備の投資に切実な関心が少ない。
- (c) 排水の発生源である水洗工程において、水洗槽へのめっき液の持ち出しを減らしたり、めっき液の回収や、水洗に必要な水量の節減などについて配慮していない。シアン系とクロム系の排水を分別することができていない。
- (d) 排水処理を実施していない工場が多い。また排水処理を実施している工場でも、適正な処理をしている工場はない。現状では、ほかの排水によって希釈されているか、地下浸透させているが、将来有害物質による事故や、土壌中への蓄積による地下水汚染の原因となる危険性がある。

3) めっき工場の課題

- (a) 水洗工程、水洗作業の改善

- めっき液の回収、多段水洗、排水の分別
- (b) 排水処理の実施
排水処理設備の設置、または集中処理への参加
 - (c) めっき工程、めっき作業の改善
電流密度の設定、引掛けの採用、濾過、攪拌の実施、めっき浴の濃度・温度管理
 - (d) 前処理工程、前処理作業の改善
浸漬脱脂、電解脱脂
 - (e) 製品検査をもとにした品質管理の実施
厚み測定、腐食試験、測定データの管理・活用

上記のほかに一般的な課題として下記の事項がある。

- めっき技術、排水処理技術について一定の理解を持つこと
- 職場環境を改善すること（めっきの作業環境は埃やゴミを嫌う）
- 作業員の訓練をすること（作業員の正しい作業が重要である）

3.3 IDB めっきセンターの現状と問題点

(1) めっきセンターの現状

1) 設立の目的

めっきセンターはエンジニアリング部に属し、めっき産業に対してめっき技術を指導・育成しスリ・ランカのめっき技術を向上することを主な目的としている。設立されたのは約10年前であるが、本部と離れたペリヤゴダ（Peliyagoda）に所在している。

2) 人員、設備

総勢13名で、技術スタッフ3名、作業員7名、その他である。めっきセンターには研磨作業場、めっき作業場、分析室のほか、薬品・備品倉庫および事務室がある。めっき設備、排水処理設備は、設立時に設置されたものである。メンテナンスが十分できていないため、よい状態ではなく補修・改造すべき点はあるが、一通りめっきができる設備を備えている。

3) 対外活動状況、めっきの受託加工

めっきセンターは年間3～4回、一回2日間の訓練コースを開設している。また、めっき産業からの技術的な相談も受けている。さらにめっきセンターの設備を活用し、外部からめっき加工の受託もしている。昨年度（1995）の受注額は50万ルピーでめっきセンターの支出額150万ルピーの3分の1を補填している。

(2) めっきセンターの主な問題点

めっきセンターの主な問題点は、次のように要約される。

- 1) 現在の状態はめっき加工・排水処理の両面で業界を指導できる能力（実績に示された能力）を十分に備えていない。めっき技術・排水処理技術の基本技術を実務に応用でき、業界を指導できる能力のある人材を養成することにより、めっきセンター自身が技術・管理能力を備えなければならない。
- 2) 技術スタッフの実務能力の向上と、作業員の再訓練をしなければならない。
 - 技術スタッフは実務能力を向上し、知識が実際に応用できるように技能にも優れていなければならない。
 - 作業員に対する教育・訓練は、OJT（on the job training）で繰り返し教え込み、作業員が教えた方法で正しく作業するように訓練しなければならない。
- 3) めっきセンターは、めっき加工・排水処理技術について、品質、生産性、環境保護に優れた技術のモデルを示さなければならない。
 - 無光沢ニッケルめっき（dull nickel plating）をしてから研磨で光沢を出している。
 - 前処理がほとんど行われていない。
 - 基本的なめっき工程、めっき作業が守られていない。めっき前の活性化処理、空気攪拌を実施していない。引掛け（rack）を使用していない。
 - めっき厚さ、めっき条件が明確に作業員に指示されていない。
 - めっき浴の管理（めっき液の組成、温度）ができていない。めっき液の濾過をしていない。
 - めっき液の回収、水洗水の節減（向流水洗）は実施されていない。
- 4) 技術・作業の標準化を進め、生産性の向上についてもモデルとならなければならない。整理、整頓などについて 5S 運動を展開するのがよいであろう。
- 5) 設備機器のメンテナンスが、十分実行されていない。メンテナンスの体制ができていない。

4. 提言を行うに当たっての方向

4. 提言を行うに当たっての方向

4.1 めっき産業の実態

本調査は、スリ・ランカのめっき産業の技術レベルの向上と、排水処理技術の普及を目的としている。スリ・ランカのめっき企業の規模は小さく、めっき産業は独立した産業の形をなしていない。しかし国内の金属加工業が未成熟であるため、めっきに対する需要は限られていて、産業発展のボトルネックにはなっていない。まためっき製品に対する市場の品質要求も低く、技術向上の動機づけが低いのが現状である。しかしながら、将来スリ・ランカで金属加工品が国産化されるときにめっき産業の技術水準が現状のままでは、産業のボトルネックになることは間違いない。現在の製品ではなく工業製品としてのめっき技術を確立しておかなければならない。

環境問題の視点から見れば、めっき産業はシアンやクロムなど人体に有害な物質を取扱い、酸性・アルカリ性の排水を排出する。現在、ほとんどすべてのめっき企業がこれらの排水処理を適正に実施していない状況にある。規模の小さなめっき屋では、めっき後めっき製品を水洗した排水をそのまま無処理で流しているのが実態である。今のところ排水量が少なく間欠的であるため、これらの有害物質の汚染による直接の被害は顕在化していない。また公的機関の監視もないので無処理の排水を流していても、排水処理設備の設置に費用をかける考えは持っていない。しかし、現在でも明らかに排水環境基準を遥かに越える濃度の排水が排出されているので、クロムなど蓄積される物質の影響が将来顕在化する恐れは高い。さらに産業の発展とともにめっきの加工量が増大すれば排水量も増大し、現在のように無処理の状態のまま放置することは問題を生ずる。

4.2 提言を行うに当たっての方向

上述のように排水処理の問題は、現状のままでもすでに環境問題を抱えている状況であり、その対策はほとんど未着手といってよい状況である。一方、めっき技術の問題も市場からの品質に対する要求が弱い状況にあり、現状のまま推移すれば工業製品としてのめっき技術が向上せず、将来の産業発展のボトルネックとなる。Figure 4-1 はめっき産業の実態と今後の方向を示す図である。

このような認識の下に、めっき産業の将来の方向を考察すると、めっき産業の品質向上と環境負荷の軽減が正しい方向と考えられる。その方向に向かって、個別企業が進むためには各工場の工程改善が必要であるが、個別企業あるいはめっき業界に対して技術指導をすることは IDB めっきセンターの重要な役割である。IDB がこの役割を遂行するためには、まず IDB 自身の技術能力を向上し、業界を指導できる能力を持つようにならなければなら

ない。このような将来のめっき産業の方向と IDB の役割についてスリ・ランカ側と協議し、本調査の提言および勧告について下記のように設定した。

提言を行うに当たっての方向：

スリ・ランカのめっき産業が、工程改善により環境汚染の負荷を低減し、めっき品質を向上すること

排水処理： 同国の環境基準（将来予測される）に適合した排水処理技術を普及させること

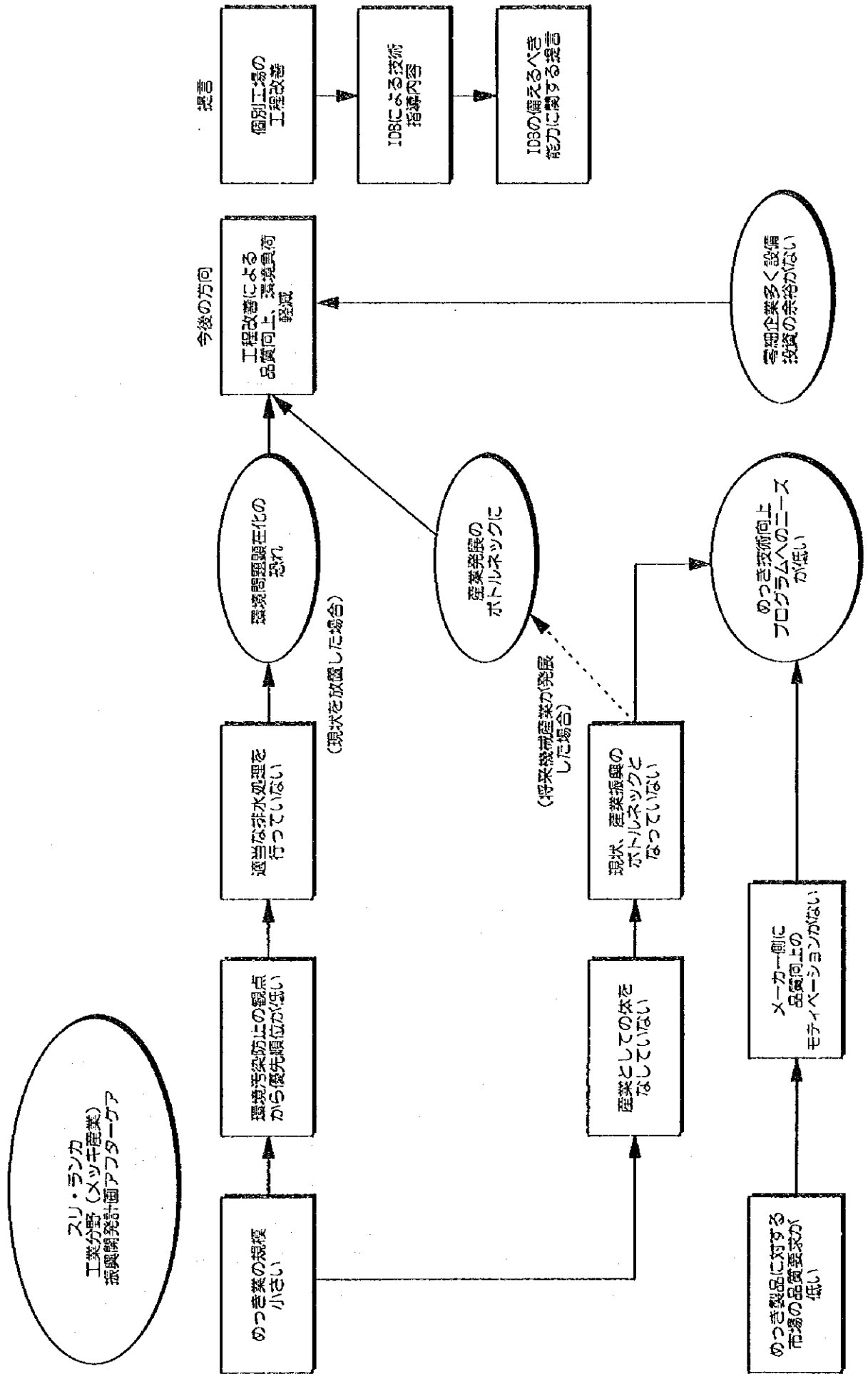
めっき技術： 金属加工業発展のボトルネックにならないように、技術を改善・向上させること

本調査の提言および勧告：

上記の方向を踏まえて、下記について提言および勧告を行う。

- IDB めっきセンターが実施すべき排水処理およびめっき技術の指導・普及方法
- IDB めっきセンターの排水処理技術およびめっき技術向上の改善計画
- 関係機関のとるべき方策

Figure 4-1 めっき産業の実態と今後の方向



4.3 金属加工業の振興

めっき産業を振興するためには、めっき産業の抱えている諸問題を解決する努力も必要であるが、めっきを必要とする金属加工製品の多様化、品質・性能の高度化がなくては、めっき産業の技術向上の成果は上がらない。

めっき工程は、主として金属の仕上げ加工の一つである。めっき産業の振興には、スリ・ランカの国内需要が増大するような金属加工業・機械工業を国内に興し（あるいは企業誘致し）、その部品産業を徐々に国産化させていく中で、工業めっきを主体とするめっき産業を育てていくのが本筋であろう。めっき産業に関連して金属加工業の振興に関連する事項を以下に付記する。

(1) 国内需要に対応した産業の振興が基本である

スリ・ランカは、低廉で比較的教育レベルの高い労働力を持っていることは潜在的な利点であるが、そのほか特に金属加工業に有利な条件が揃っているとはいえない。現在、建設材料加工業、家庭用品加工業、その他の国内マーケットを主体とした金属加工業があるが、高度技術の必要な工業めっきを必要とするようなものではない。

今後、経済発展にともなって国民生活が向上すると、現在は主に輸入品が使用されている金属加工製品も、政府の工業政策にしたがって国産化の計画が進むかもしれない。始めは部品を輸入した組立産業から出発しても、徐々に国内で部品の生産が始まり、やがて部品の専門加工業者が育ってくるようになる。そのためには国家の奨励策も必要になるであろうし、部品製造の技術や生産管理技術の習得も必要になってくる。

国内の需要をもとにした産業ならば、過渡的には政策的な支援をすれば輸入品との競合も克服することができ、企業の努力により産業が力をつけることが可能になるであろう。

スリ・ランカの金属加工業の場合には、やや時間がかかっても国内需要をもとにした製品の製造で力をつけるのが正道であると思う。

(2) 部品産業だけを誘致する可能性はあまりない

国内需要があることは組立産業を起こす一つの条件であるが、組立産業がない状態で部品産業が立地することは難しい。組立産業と部品加工業は一般に密接な関係があり、部品加工業に要求されることは価格以外に品質、納期が重要である。一般に、部品加工業は海外進出に保守的であり、組立産業とのつながりががないところへ単独で進出することは、特殊な場合以外は考えられない。

スリ・ランカにおいても、全量輸出の部品産業だけを誘致することは難しい点があると思う。例外的に距離が近く、一つの国と同じように入、物の移動が自由にできて資金のやりくりもできるような環境の整備がなされていれば、可能性はあるかもしれない。また、めっき工程を受注することは、部品産業を誘致するよりも難しく成立しない。めっきする

素材や製品は傷をつけないように梱包を丁寧にし、輸送についても注意しなければならない。製品の付加価値に関係のない梱包・輸送費の占める費用が、めっきの費用に比べ無視できないし納期についても有利になる条件はないので、発注者にとってめっき加工だけを海を越えて依頼するメリットがない。

5. めっき工場およびIDB めっきセンターのあるべき姿

5. めっき工場およびIDB めっきセンターのあるべき姿

5.1 めっき工場のあるべき姿

(1) 将来目標

環境負荷の軽減と工程の改善である。環境問題が優先するので水洗工程の改善と排水処理設備が優先課題である。めっき技術は前処理から水洗工程まで全般の改善が課題であるが、中心課題はめっき工程の改善である。

1) 水洗工程の改善

めっき液の回収、多段水洗、ラインの変更

2) 排水処理設備の設置

各工場に完全な処理のできる処理装置の設置

小工場を対象とした集中処理（業界団体の結成）

3) 前処理・めっき工程の改善

浸漬脱脂・電解脱脂、電流密度、引掛けの採用、濾過・攪拌、めっき浴の濃度・温度管理（光沢ニッケルめっき技術の確立）

4) 製品の検査体制の整備

検査設備、検査データに基づく工程管理

(2) 当面の対策

将来目標は現状との差が非常に大きいので、将来目標の中から急ぐ問題に絞り、当面の対策の焦点をはっきりさせる。特に小工場は人の健康に影響するシアン塩、クロムの排水処理を集中処理するために必要なことに絞る。

中規模工場

1) 多段水洗の実施

2) 排水処理設備の設置

3) 引掛けの採用

4) 濾過と攪拌の実施

小規模工場

- 1) 水洗方式の改善（水洗槽の設置）
- 2) 排水の分別貯留（めっき排水の受槽の設置）

5.2 IDB めっきセンターのあるべき姿

(1) めっきセンターの役割

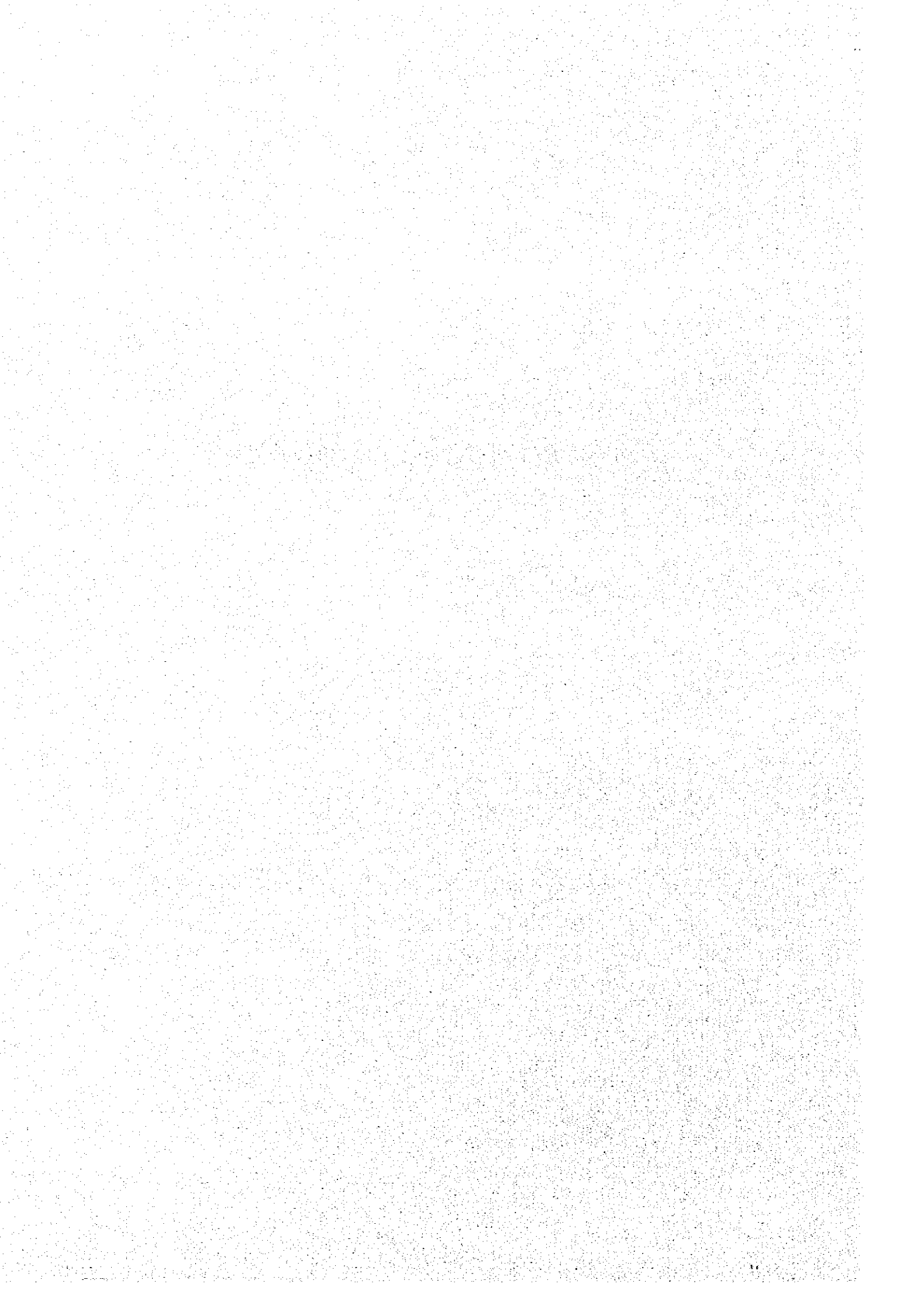
めっき工場が自社の努力だけで、改善を進めることは非常に困難と思われる。外国の企業と合弁企業を設立したり、技術導入する方法もあるが、一般的でなく簡単にできる方法ではない。国内の指導機関の指導・支援を得て改善を進めるのが、正当な方法であろう。このような指導機関としては、産業界の立場に立って企業の指導・支援をする役割を持つ IDB が適切と考えられる。

(2) めっきセンターのあるべき姿

めっきセンターは、めっき技術およびめっき排水の処理技術について、最高・最新の技術を持った研究・開発、試験・検査、普及・指導機関となることを目指さなければならない。めっきセンターのあるべき姿は次のように描かれる。

- 1) めっき工場のめっき技術・排水処理技術のレベル向上の主導的役割を果たすのにふさわしい技術・技能を保有し、実際に活用していること
- 2) めっき技術・排水処理技術をめっき工場に普及・指導するのにふさわしい態勢（技術指導、技術相談、試験・検査、技術・技能訓練が実施できる）が整備されていること
- 3) 産業の発展に応じて要求されるめっきの品質水準およびめっき方法の変遷に対応できるめっき技術を保有あるいは開発する能力を持つこと（めっき技術が産業発展のボトルネックにならないこと）
- 4) 国内外関係機関・企業との連携を強め、広く技術情報、業界情報を収集し、技術の最先端をフォローしていること

6. IDB めっきセンターの改善計画



6. IDB めっきセンターの改善計画

6.1 めっきセンターの技術・技能向上計画の概要

IDB めっきセンターは、スリ・ランカのめっき技術のレベルの向上について、主導的な役割を果たさなければならない機関である。この役割を果たすためには、まずめっきセンターの技術・技能と指導能力の向上を最優先に考える。

めっきセンターの技術・技能向上計画を、排水処理技術の普及、めっき技術の向上、組織・機能の強化、日常活動の改善の4つのカテゴリーに分類して策定した。技術・技能向上計画の全体計画項目を Table 6-1 に示す。

Table 6-1 IDB めっきセンターの技術向上・普及計画
(めっき排水処理技術およびめっき技術)

排水処理技術の普及	
めっきセンターの排水処理技術向上	(1) 排水処理基礎技術の習得 排水分析・測定技術の習得 (2) 排水回分処理技術の確立
めっきセンターの対外活動	(3) 排水処理技術に関する広報活動 (4) 排水処理技術の技術指導・技術移転 (5) モデルプラント設置計画の推進 (6) 業界の排水実態把握と排水基準改定案の提案 (7) 排水処理技術訓練コースの開設
めっき技術の向上	
めっきセンターの技術向上	(8) めっき加工基礎技術の向上 (9) 光沢ニッケルめっき技術の向上 (10) めっき製品検査測定技術の確立 (11) メンテナンス技術の習得
めっきセンターの対外活動	(12) 技術訓練コースの再編成 (13) 内外めっき製品の比較評価 (14) めっき加工の技術指導・技術移転
めっきセンターの組織機能強化	
組織機能向上	(15) 技術スタッフの強化 (16) 組織・機能の整備 (17) コミュニケーション手段の増強
めっきセンターの日常活動改善	
日常活動改善	(18) 技術情報の収集 (19) 作業員の継続的訓練 (20) 生産管理・設備管理の日常的实施

6.2 排水処理技術の普及

(1) 排水処理基礎技術の習得および排水分析・測定技術の習得

現在の生産設備では条件検討など基礎技術・応用技術を試行するためには使いにくい。センターの中に、めっき加工および排水処理のできる実験室規模のベンチプラントを設置し、排水処理の実際を経験的に習得する。被処理液の温度コントローラーおよびベンチプラントの実験をするための分析検査機器、排水の測定機器を整備する。一部今回持参した機器もあるが、これらの機器は日常使うものであるから、室内を常に整備し、よい状態を保つように維持管理しなければならない。

(2) 排水回分処理技術の確立

めっき排水の原則にしたがって、排水をシアン系、クロム系、酸・アルカリ系に区分して貯留し、回分処理できる方式に改造する。既存の設備を利用して一部新規に作り足せばよい。

工程の改善による排水量の減少などを考えると、現状では排水量の予測ができないので、具体的な改造計画は排水量の見当がついてから行うのがよい。

(3) 排水処理技術に関する広報活動

(4) 排水処理技術の技術指導・技術移転

排水処理の重要性と処理技術・処理方法・処理費用などについてめっき業界を啓蒙していかなくてはならない。実験装置を用いたワークショップの実施、個々のめっき企業への指導などが必要である。

(5) モデルプラント設置計画の推進

排水処理の実際の方法を理解させるために、めっき作業量が安定した、したがって排水の量、質が予測できる工場にモデルプラントを設置する。めっきセンターは計画を推進し、技術面の支援をする。

(6) 業界の実態把握と排水基準改定案の提案

めっき業者の排水の実態を調査し、環境行政に協力することは、めっき業界の健全な発展に寄与する。排水の実態をもとに、公害防止とめっき業界の育成を調和させた現実的な排水基準改定案をCEAに提案する。

(7) 排水処理技術訓練コースの開設

現在のめっき技術に重点をおいた訓練コースのほかに、排水処理技術を取り上げた訓練コースを開設する。

6.3 めっき技術の向上

(8) めっき加工の基礎技術の向上

ベンチプラントは簡単な装置で実験が可能である。技術スタッフは基礎実験、トラブルシューティング、開発実験・試作などを通じて実際に応用できる基礎技術を習得する。

(9) 光沢ニッケルめっき技術の向上

光沢ニッケルめっきの技術の習得することによって、めっき技術全般の基礎を理解する。基礎技術に習熟することにより、ニッケル以外のめっき技術にも応用でき、高度めっき技術の導入も可能になる。光沢ニッケルめっきの確立には、フィルターの設置、向流水洗槽の設置、引掛けの採用、空気攪拌の実施は必須で、既存設備の改修が必要である。さらに、前処理からの一貫した加工ラインになるようにレイアウトを変更し排水量の減少を図る。

(10) めっき製品検査・測定技術の確立

めっき品質の向上のためには、めっき製品の検査と記録の蓄積が必要である。まためっき浴の管理には定期的な分析データの蓄積が必要である。検査・測定機器の整備と検査・測定技術の確立は品質管理に欠かせない。

(11) メンテナンス技術の習得

めっき技術はめっき設備のメンテナンスなしには考えられない。メンテナンス費用の確保だけでなく、引掛けの製作、PVC溶接技術は日常的にできるようにしておく必要がある。

(12) 技術訓練コースの再編成

めっきセンターが現在実施している訓練コースに加えて、ベンチプラントでの実技訓練を含むより高度の技能の習得を目指した訓練プログラムを開設する。

(13) 内外めっき製品の比較評価

国内外からめっき製品のサンプルを集めて評価し、結果をまとめてめっき業界に技術レベルを認識させる。めっき品質の国家標準の原案を作成する。

(14) めっき加工の技術指導・技術移転

めっきの基本的な理論、基本的なプロセス、設備に基づく合理的な作業などについて、国内の企業の技術指導を実施し、開発した技術を希望する企業に技術移転する。

6.4 めっきセンターの組織機能強化

(15) 技術スタッフの強化

(16) 組織・機能の整備

現在3名の技術スタッフが在籍しているが、まず化学系の技術者1名と、メンテナンス担当者1名を強化する。

メンテナンス作業はめっき作業と同様に日常的に行わなければならない。PVC 溶接技術を習得しめっき槽の補修ができるようにする。引掛けを製作したり、簡単な補修や改造はセンター内できできるようにしておく。

めっきセンターの組織改善案を Figure 6-1 に示す。

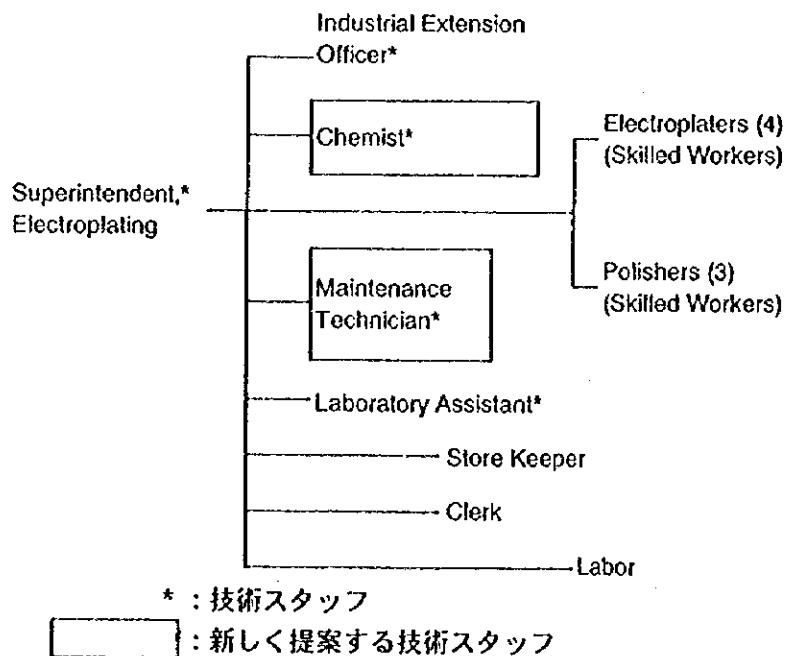


Figure 6-1 めっきセンターの組織強化

(17) コミュニケーション手段の増強

めっきセンターは IDB 本部から離れて位置しているため、両者間の連携を一層密なものにするために電話回線の増設、ファクシミリを設置、移動用車両 1 台は必要であろう。

移動用車両は IDB 本部あるいはめっきセンターに常駐させ、本部-めっきセンター間の移動に使用するだけでなく、現在および近い将来の対外活動にも活用できる。IDB 本部とめっきセンターの連携の強化はめっきセンター従業員の意識にも変化をもたらし、めっきセンターの活性化につながると考える。

6.5 めっきセンターの日常活動改善

(18) 技術情報の収集

文献・雑誌などの定期的な購読、国際的な関係学会などへの出席、国内外の学会・業界との交流などにより、世界のめっき技術の動向に関する技術情報との接触を密にする。

(19) 作業員の継続的訓練

技術スタッフは作業員の作業レベルを向上させることが大事である。目標とする作業レベルを実現できるまで、実技に重点をおいた OJT (on the job training) により繰り返し教育・訓練を実施する。技術の進歩に応じて、作業員に対する訓練は継続的に実施しなければならない。

(20) 生産管理・設備管理の日常的实施

生産性向上運動が IDB でも推進されている。めっきセンターも職場の整理、整頓などの 5S 運動を展開するとよい。また、作業の標準化、マニュアル化を推進する。作業指示書による作業指示の明確化など、作業管理システムの改善を進める。

設備は日常の点検・保守を怠らないようにし、予算を確保して早期に修理（将来は故障する前に）するようにする。めっきセンターは生産管理、設備管理の面でも、企業のモデルとなるような状態にならないといけない。

7. 関係機関およびIDBのとりべき方策

7. 関係機関および IDB のとるべき方策

7.1 工業開発省 (MID)

(1) 金属加工産業の振興

めっき業を奨励・育成・振興する努力をしても、めっきの素材の多様化、品質・性能の向上なしにはその努力は報われない。まず金属加工業を奨励・育成・振興することが必要である。

金属加工業の振興策については、1992年に JICA が調査を実施した「工業分野開発振興計画調査報告書」の第3部金属加工産業に記載されている提案を実践することが有用である。本調査では政策にどのように反映されているかをフォローアップした。産業振興の担当省が、調査時の工業科学技術省 (MIST) から現在の工業開発省 (MID) になったが、関連する部局が報告内容を吟味・研究し、工業開発政策についての提案は部分的であるが具体化されている。

(2) IDB への支援

IDB は産業振興政策の実施における中核体として多くの業務を負託されており、中には現業部門が自己金融体制の下ではなし得ない業務や非現業部門のみが行い得る業務もある。IDB がこうした業務を引き続き行っていくには多くの人材と資金を要するので、自己金融体制が確立された場合でも、MID は IDB を積極的に支援していく必要がある。

また、IDB が産業界を代表して関連する政府・政府機関に対し意見を具申するような場合には、これを側面的に支援することも必要である。

7.2 中央環境省 (CEA)

(1) 産業の実態を考慮した環境行政

スリ・ランカの環境政策・環境基準はよく整備されている。しかし、環境基準・標準は厳しすぎて国の実態から遊離している面がある。実際にめっき産業ではほとんどの工場が環境基準・標準を満足していないが、放置されている。産業の振興にも配慮し、個々の産業の実態に即した環境基準・標準の設定、適用、軽減など当該産業の発展を阻害しない環境行政が必要であろう。

(2) 排水基準の見直しと運用の適正化

環境基準は、当該国の産業の実状を考慮して、努力すれば可能な範囲で、段階的に厳しくしていくことが望ましい。実際にほとんど不可能に近い厳しい規制は、環境改善に役立

たないことが多い。一般基準で内水面は一律基準になっているが、人の健康の保護に関する有害物質以外は地域によってより合理的なきめの細かい基準の検討が望まれる。

具体的には、「重金属の排出量について、排水量が一定量以下の小規模工場に対しては規制しない。また排水量の多い大規模工場に対しては年間の重金属の排出量が一定量以下までは許容する。」というような環境に及ぼす影響を考慮した緩和措置が望まれる。ただしCN、Cr⁶⁺など人の健康に関する有害物質を排出する工場は、例え少量であっても一律の排水基準によって規制しなければならない。

(3) 融資制度の拡充

「公害コントロール・削減資金」(PCAF)は利用者の好評を得て、制度創設以来わずか半年で70%が使われている。これは、企業が環境保護の必要性を認識しながら資金面の制約から実行できないことを示す一面であろう。国際金融機関・先進援助国は支援対象として環境の保護・保全の分野に力を入れているので、こうした機関・国へスリ・ランカの取り組み姿勢や資金援助の必要性を説明し援助要請を行えば、援助・支援が期待でき上記の融資制度を継続できると思われる。

(4) 法令・規則の徹底

環境保護の必要性は広く認識されているが、遵守されるべき手続・基準については個別企業にまで徹底していないように思われる。

環境基準を全産業へ徹底させ、その結果として全産業の環境保護ライセンス取得を急がせる必要がある。

7.3 工業開発庁 (IDB)

(1) 負託業務への制約の排除

IDBはスリ・ランカで唯一の産業振興性策の実践機関であるが、一時期9年間にわたり地域産業振興法によりIDBに負託された業務の一部しか行い得ない状況にあったことが、産業の発展に少なからぬ影響を与えたと思われる。政策の変更なしに、IDBのような政策実施機関の業務に制約を加えるような組織変更は行うべきではない。

(2) 中小企業の声を反映した自己改革案づくり

IDBは自己金融(Self-financing)の達成と効率的な組織の構築を内容とする自己改革(Self Reform Programme)案を作成中である。IDB内部の意見・状況判断に重点をおいた改革案作りと考えられるが、利用者特に中小企業のIDBに対する期待、IDBの業務内容、業務方

法に対する意見などを聴取し、それらを踏まえた改革案とすべきである。

(3) 民間との競合の回避

IDB は自己金融を追求しているが、IDB に負託された業務の一環として現業部門が行動する過程で、民業との競合や民業の圧迫とならないように活動することが望ましい。IDB が先進技術を導入し新製品を現業部門で製造・加工・販売することにより国内の市場の品質・性能に対する意識を高めることになるであろう。しかし国内企業から希望が寄せられた場合は積極的に技術移転・技術支援し産業の振興に貢献していくことで、IDB の信用と存在価値を高めていくことが望ましい。

(4) めっき業界への環境規制に関する CEA との協議

めっき業界の実状を考慮した段階的な規制の運用、規制値の緩和を CEA と協議することが望まれる。

8. 提言と勧告

8. 提言と勧告

8.1 めっき産業振興計画

6. IDB めっきセンターの改善計画および7. 関係機関および IDB のとるべき方策をもとにめっき産業振興に関する提言と勧告を述べる。めっき産業振興のためには、何をおいても産業の指導育成機関である IDB の技術・技能の向上が必要条件である。IDB めっきセンターの技術・技能向上計画を関係機関の支援のもとに、プログラムとして推進することを提言する。

(1) IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム

めっき産業の主役は各めっき向上であるが、産業振興において IDB の果たすべき役割は重要である。IDB めっきセンターの技術・技能向上計画はめっきセンターが中心になって行わなければならないが、プログラムとして IDB の各組織はもとより、工業開発省、中央環境庁など関係機関の支援・連携のもとに推進することが望ましい。

(2) 工業開発政策の一環としてのめっき産業

めっき産業の振興は、金属加工産業の振興、工業振興政策と関連する。工業開発省は、金属加工産業の振興に一層の努力をする中で、めっき産業が工業発展のボトルネックにならないように、上部機関として IDB めっきセンター技術・技能向上プログラムを支援・促進することが望まれる。

(3) 産業振興と両立する環境政策

めっき産業はまだ規模も小さく環境問題も発生していないが、めっき産業の排水問題を軽視することはできない。めっき産業の発展には、正しい排水処理は欠かせない。中央環境庁は、IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム、特に排水処理技術の普及計画に関心を持ち、めっき産業の発展を考慮したきめ細かい政策をとることが望まれる。

8.2 IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム

めっき産業振興計画の中核となるプログラムとして提案する「IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム」は次のとおりである。

8.2.1 プログラム実施の前提条件

IDB が実施する計画の提案に当たり、提案の前提条件および別途検討すべき事項は下記のとおりである。

(1) 既存設備の活用

現在めっきセンターが所在する場所（Peliyagoda）で、既存の設備を活用する。設備の改造、補修、追加、レイアウトの変更などによる設備改善を実施し、全面的な更新は考えない。工程改善や設備改善に伴ってスペースが必要になる。既存設備の必要性を検討し、不要のものや、修復の見込みのない設備を整理（取り外し・廃棄）することを勧告する。

(2) 組織機能の強化・明確化

6.4 (15) および (16) に述べた技術スタッフの強化、組織・機能の整備を検討し、最小限の技術スタッフを強化する。

めっきセンターがめっき作業の受託加工を実施することは、実際のめっき作業によって技術改善の効果を確認することを考えて実施すればめっきセンターの収入を増やすためだけでなく意味のあることである。ただしめっきセンターの業務を、技術向上・指導の業務と、めっき作業の業務に区分して管理できるようにすることを勧告する。作業員は主にめっき作業に従事するであろう。技術スタッフは、技術向上・指導とめっき作業の両方の仕事をしなければならないが、その区分は明確にすることが望ましい。技術向上・指導の業務を軽視しないように、薬品、消耗品やメンテナンス費用などは、煩雑にならない範囲で経費の区分をするのがよい。

8.2.2 IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム

(1) 概要

IDB めっきセンターのめっき・排水処理技術の向上およびそれらの普及のために、提案するプログラムの課題および目標を Table 8-1 に示す。

Table 8-1 IDB めっきセンター技術・技能向上プログラムの課題・目標

課 題		目 標
排水処理技術の普及	めっきセンター排水処理技術向上	めっきセンターの技術スタッフ自身で、適正な排水処理条件の検討、設定ができるようにする。 めっき排水が少なくなるような作業方法で、めっきができるようにする。 排水処理が技術スタッフの定めた条件で、実施されるようにする。
	めっきセンターの対外活動 (排水処理技術の普及)	めっき業界における適正な排水処理計画の実施を推進する。
めっき技術の向上	めっきセンターの技術向上	めっきセンターの技術スタッフ自身で、適正なめっき条件の検討、設定ができるようにする。 めっき作業が、技術スタッフの定めた条件で実施されるようにする。 めっきした製品の検査データが記録され、工程改善に活用できるようにする。
	めっきセンターの対外活動 (技術の普及・指導)	金属加工業界の要請に対応できるようにめっき技術を向上させる。

Table 8-2 にプログラムのアクションプランを示す。各プロジェクトの内容は第 6 章の該当する項目を参照されたい。

Table 8-2 めっきセンター技術・技能向上プログラムのアクションプラン

課 題		ブ ロ ジェ ク ト	設 備 改 善 計 画	達 成 目 標	備 考	
排水処理技術の普及	めっきセンターの排水処理技術向上	排水処理基礎技術の習得	実験装置・分析装置の整備	排水処理に関する基礎技術の習得	6.2 (1)	
		排水分析測定技術の習得	排水測定装置の整備	排水分析データの測定法の習得、データの蓄積による工程改善への応用	6.2 (1)	
		排水回分処理技術の確立	既存排水処理設備の改善・整備	排水基準に合格する排水処理の実施	6.2 (2)	
		めっきセンターの対外活動 (排水処理技術の普及)	排水処理技術に関する広報活動(セミナー実施を含む)		めっき業界に排水処理の重要性、排水処理方法の知識の概要を周知させる	6.2 (3)
			排水処理技術の技術指導・技術移転	実験装置によるワークショップ	めっき業者に適正な処理技術を指導する	6.2 (4)
			モデルプラント設置計画	定期的に作業を行っているめっき工場を選び排水処理のモデルプラントを設置する	めっき業界に代表的な処理技術を指導する	6.2 (5)
		めっき技術の向上	業界の排水実態把握と排水基準改定案の提案		排水処理の実態把握、実際に守れる排出基準案の検討、CEAへの提案	6.2 (6)
	排水処理技術訓練コースの開設			排水処理の実務の指導訓練	6.2 (7)	
	めっきセンターの技術向上		めっき加工の基礎技術の向上	ベンチプラントの整備	めっき加工の基礎技術の理解、めっき条件の検討	6.3 (8)
			光沢ニッケルめっき技術の向上	既存設備の整備・改修 ラックの製作 めっきラインの整備	光沢ニッケルめっき技術を通じて、正しいめっき技術に習熟	6.3 (9)
	めっきセンターの対外活動 (技術の普及・指導)		めっき製品検査測定技術の確立	めっき厚み測定器 密着性試験設備 腐食試験設備	めっき製品の検査技術の習熟、データの蓄積による工程改善への活用	6.3 (10)
			メンテナンス技術の習得	ラック製作工具 塩化ビニール溶接工具	メンテナンスの基礎技術の習熟	6.3 (11)
			技術訓練コースの再編成	ベンチプラントを活用する	現行訓練コースより高い内容による業界関係者の再訓練	6.3 (12)
		内外のめっき製品の比較評価		めっき製品のサンプルを業の検査結果をまとめて、技術レベルを認識させる	6.3 (13)	
	めっき加工の技術指導・技術移転		めっき業者の技術高度化へ向けての指導	6.3 (14)		

(2) プログラムの実施スケジュールおよび設備改善費用

上述の技術・技能向上プログラムの実施機関は、大略5年間を目標とし、前期および後期に区分する。前期3年はまずめっきセンターの技術向上計画に力を注ぎ、プライオリティーの高い項目を重点的に実施する。その結果を見て後期2年は技術の向上計画と普及・指導計画を並行させる。Table 8-3 にプロジェクトのプライオリティー、実施スケジュール、設備費用の見積額を示す。

Table 8-3 めっきセンター技術・技能向上・プログラムの実施スケジュール案

課題	プロジェクト	プライオリティー	スケジュール	設備改善費用見積額 (千円)	技術協力項目
めっきセンターの排水処理技術向上	排水処理基礎技術の習得	AA	0 — 3 — 7		研修、専門家
	排水分析測定技術の習得	AA	— — —	513	研修、専門家
	排水回分処理技術の確立	A	— — —		(専門家)
めっきセンターの対外活動 (排水処理技術の普及)	排水処理技術に関する広報活動 (セミナー実施を含む)	A	— — —		
	排水処理技術の技術指導・技術移転	A	— — —		
	モデルプラント設置計画	B	— — —		(専門家)
	業界の排水実態把握と排水基準改定 案の提案	B	— — —		
	排水処理技術訓練コースの開設	B	— — —		(専門家)
めっきセンターの技術向上	めっき加工の基礎技術の向上	AA	— — —	2,018	研修、専門家
	光沢ニッケルのつき技術の向上	AA	— — —	3,310	研修、専門家
	めっき製品検査測定技術の確立	A	— — —		研修、専門家
	メンテナンス技術の習得	A	— — —		研修、専門家
めっきセンターの対外活動 (技術の普及・指導)	技術訓練コースの再編成	B	— — —		(専門家)
	内外めっき製品の比較評価	B	— — —		(専門家)
	めっき加工の技術指導・技術移転	B	— — —		
合計				5,841	

研修： 国外研修
 専門家： 専門家の指導 (主要項目)
 (専門家)： 専門家によるアドバイス

(3) 技術協力

プログラムの推進は IDB が主体性をもって進めなければならない。さらにプログラムを実施する場合に、先進国への研修および専門家による指導など適切な技術協力が得られれば、計画の効率的な推進、成果の向上が得られると予想される。

1) 技術スタッフの国外研修

めっきセンターの技術スタッフは、めっきセンター入所時に英国、およびインドで実習を受けてから、新しい技術に接する機会がほとんどない状態である。当時習得した技術はもはや古くなっており、排水技術を含めてめっきの基礎技術を身につける必要がある。めっきセンターの技術スタッフが増強される機会に、国外の工業試験所などで実務を中心とした研修を受けられれば、次項に述べる専門家による指導の理解を助け、技術改善に効果的である。

2) 先進国の専門家の指導受入

プログラムの重点はまず IDB の技術レベルの向上であるが、できるだけ短期間に効率的に技術レベルを向上するには、技術の進んだ先進国の専門家による一定期間の指導が望ましい。専門家の指導内容は、基礎的な技術を中心として実務的な内容を確実に指導を受けることが好ましい。ただし、作業員の訓練、対外活動などについては、専門家はアドバイスや示唆を与える立場であり、IDB 自体が積極的に実施しなければならない。

Table 8-4 に技術協力を受けるのが望ましい項目について例示した。

Table 8-4 技術協力を受けるのが望ましい項目の例

技術協力の種類	項目	方法・期間・人数など
技術スタッフの国外研修	研修項目 ・めっき加工および排水処理の基礎技術の習得 ・工場におけるめっき技術および排水処理の実際の見学を含む	1人3~4ヶ月間、国外の工業試験所など IDB と類似した機能をもった機関で研修する。時期をずらして2~3人実施できれば効果的である。
先進国の専門家の指導受入	指導項目 ・排水処理基礎技術 ・排水分析測定技術 ・排水回分処理技術（設計・運転） ・めっき加工基礎技術 ・光沢ニッケルめっき技術 ・製品検査技術（工程改善への活用） ・ラックの技術（設計、製作） 技術スタッフに対する基礎技術の訓練に重点をおく	当初の1年程度は、2~3ヶ月毎に2週間程度の指導を繰り返すことが現実的である。この間に指導に必要な設備の詳細（仕様、設置場所、スリ・ランカ例の実施事項など）を準備する。 その後2人位の専門家が2年間程度派遣される

(4) プログラム実施にあたり留意すべき事項

プログラムの推進にあたり、留意しなければならない事項を下記に掲げる。

- 1) 薬品その他の経常的に必要な費用、メンテナンスに必要な費用などめっきセンターの活動に必要な経常予算を確保すること
- 2) プログラムの実行スケジュールは最短の期間を考えているので、スタッフの能力や予算の規模などにより変更してもよいが、正しい技術の習得に継続的な努力を積み重ねること
- 3) 経済の発展や技術の進歩にともなってめっき加工に対する需要も変化するので、計画の実行に当たってはプライオリティーの見直しなど重点化を考えた柔軟な対応をすること
- 4) 計画の実施は IDB 自身による自助努力が基本であり、技術協力を受ける場合には積極的な態度で派遣専門家に協力し指導を受けること

8.2.3 日常活動として継続実施すべき事項

下記事項は、技術技能の維持・向上の基本となる事項であるが、現在は余り実施されていない。めっきセンターの日常の計画に取り上げて継続的に実施しなければならない事項である。

(1) 技術情報の収集

開発途上国では、現状の改善が進まない一方で、どうしても目新しい技術の導入に目を向ける傾向がある。世界の技術の方向を見定めておくことは、新しい技術の価値を判断する場合に非常に重要なことである。

(2) 作業員の訓練

めっきセンターの役割は産業界に技術を指導・普及することであるから、めっきセンターで行われている作業は産業界のモデルとなるものでなければならない。また作業員の訓練方法のモデルにななければならない。世界共通の一般的な訓練の方法が開発されているが、その国や社会の特殊性を無視しては効果が上がらない。作業員は慣れている現在の作業方法を変更することに抵抗感を持つものである。技術の進歩にともなって、日常の業務として技術スタッフが作業員の訓練を継続する環境や仕組みを作らないと、めっきセンターの技術が進歩しない。

(3) 生産管理・設備管理

めっきセンターは生産管理・設備管理などの管理面でもモデルとならなければならない。即ち試作をしたり、めっき加工の受託をしたりすることを通じて、生産管理・設備管理についても指導できる能力をつけるようにする。また民間企業の中には、管理面で様々な工夫をしている企業もあるので、そのような企業と協力して国全体の生産効率をあげるようにする。作業員の安全・衛生の面の改善も日常的に実施すべき重要なことである。

8.2.4 プログラムに引き続き推進すべき計画

めっき産業の振興のためには、下記の計画の推進も必要である。これらの計画については、提言したプログラムが進捗し成果の達成状況が見られた時点で、計画の実行に着手するのがよい。

(1) 集中排水処理計画の推進（業界の組織化支援）

零細・小企業は個別に排水処理装置を設置することは現実的には困難があり、集中排水処理が望ましい解決法である。この方法の実施には、技術的なこととともに、経営管理的に難しい問題があり、問題の解決のために業界を組織化する必要がある。少なくとも集中処理に参加しようとする企業の組織化は計画推進の前提条件である。IDB は集中処理計画の技術面だけでなく、業界の組織化も支援することが望ましい。

(2) 無公害めっき技術の導入計画

公害対策は、有害物質の処理のみでは解決されない。薬品の持ち出し減少、めっき液の回収などによる排水量の削減が重要である。さらに亜鉛めっき浴の非シアン化あるいは低濃度化の導入も検討されなければならない。ただし、亜鉛めっきの非シアン化は、光沢ニッケルめっき技術が確立しなければ導入は難しい。

(3) 高度めっき技術の導入計画

めっきセンターは、硬質クロムめっきや非電解めっきの導入を考えている。スリ・ランカにもすでにこれらのめっきの需要もある。これらの高度めっき技術で要求される品質のめっきをするためには、引掛けや電極の配置など光沢ニッケル技術よりも複雑なめっき条件を管理しなければならない。光沢ニッケルめっき技術の確立を強調する理由である。

またニッケルめっきや亜鉛めっきと、クロムめっきは部屋を分けるべきであり、めっきセンター全体の整備拡充計画を考えて導入することが望ましい。

8.3 工業開発省（MID）への勧告

(1) めっきセンター技術・技能向上プログラムに対する支援

金属加工産業が発展していく中で、めっき産業がボトルネックになって発展を阻害しないように国内のめっき企業を育成強化しなければならない。工業開発省は上部機関としてIDBを引き続き指導・支援することはもちろん、IDB 現業部門が推進するめっきセンター技術・技能向上プログラムについて人材、資金などの面から支援・促進することを勧告する。

(2) 金属加工産業の振興策の推進

めっき産業の育成強化を図っても、金属加工産業が発展しなければめっき産業の振興は進まない。金属加工産業の発展が、めっきに対する品質向上、技術向上の要請になってめっき産業の近代化の誘因となる。現在進めている工業開発政策の一環として金属加工産業の振興策にも力を入れることが、めっき産業のためにも望まれる。

8.4 中央環境庁（CEA）への勧告

(1) 産業振興を考慮したきめ細かい環境政策

めっき産業はまだ規模も小さく環境問題も発生していないが、めっき産業の排水問題を軽視することはできない。めっき産業の発展には、正しい排水処理は欠かせない。中央環境庁は、IDB めっきセンター技術・技能向上プログラム、特に排水処理技術の普及計画に関心を払い、環境保護とめっき産業の産業振興に対する寄与を考慮したきめ細かい規制の適用と、IDB と協力して排水処理を普及指導することを勧告する。

(2) 金属表面処理工業に対する適正な基準の設定

現在の環境基準の適用は、薬品の使用量や排水量の大小にかかわらず、一律な排水基準になっているが、規制が意味を持ち企業が守りやすいように、一定の規模以下の企業を適用除外にするなどの措置を講じることを提案する。また、現在中央環境庁が提案中の金属表面処理工業に対する基準には、厳しすぎる点や不備な点があると思われるので、業界あるいはIDB と協議し適正な基準を設定するように勧告する。

(3) 公害防止に関する融資制度の拡充

現在実施されている公害コントロール・削減資金による融資制度は、規模も小さくまだめっき産業では利用者が少ない。めっき企業が本格的に排水処理に取り組むようになれば、

公的な融資制度に対する要請が高まるであろう。大蔵省のみの問題とせず、中央環境庁、工業開発省も制度の拡充、資金の増大に監視を払うとともに、めっき業界の排水処理促進のために制度活用を助言することを勧告する。

8.5 工業開発庁（IDB）への勧告

(1) 中小企業に配慮した自己改革

IDB が自己を改革しようとする姿勢は高く評価されるが、利用者、特に中小企業の意見・要望を反映した改革案づくりとすべきである。

(2) 民間企業との競合の回避

IDB は政府機関であるので、民間企業との競合や民業を圧迫するような業務は行うべきではない。あくまでも先進技術の導入・指導・普及や新製品の紹介など民間企業の業務に資する活動を行うべきである。

(3) めっき業界への環境規制に関する CEA との協議

めっき業界の実状を考慮した段階的な規制の運用、規制値の緩和を CEA と協議することが望まれる。

9. 結論

9. 結論

(1) めっき産業の現状

- 1) スリ・ランカのめっき産業は規模が小さく、めっき産業というにはほど遠いものである。金属加工産業が未発達で、めっきに対する需要が少なく、めっき製品に対する市場の品質要求は低い。
- 2) 排水を適正な処理装置で確実な処理を実施しているめっき工場はない。全く処理していない工場もかなりある。排水水質は中央環境庁の定めた環境基準値を越えているが、排水量が少ないので目に見える事故は発生していない。
- 3) めっき技術は遅れている。ニッケルめっきは、無光沢ニッケルめっきが主体でめっき後パフ研磨をしている。市場の品質意識が低いので工程改善の意欲は薄い。めっき技術、排水処理の基本技術の知識が不足している。

(2) めっき産業の問題点

- 1) めっき工場の課題は、水洗工程の改善、排水処理の実施、めっき工程・前処理工程の改善、製品検査の実施（品質管理の実施）である。
- 2) IDB めっきセンターの問題点は、技術スタッフの技術力および作業者の訓練の不足、業界に対する技術指導力の不足である。

(3) あるべき姿

- 1) IDB と協議して、提言を行うに当たっての方向は、工程改善により環境汚染の負荷を減少することと、めっきの技術と品質の向上と定めた。
- 2) めっき工場の将来目標は、排水負荷の軽減と排水処理の実施、およびめっき技術の改善向上である。

排水負荷の軽減は水洗工程の改善（発生源対策）、排水処理は個別企業ごとに処理装置を設置することである。小企業の排水は集中処理を検討・実施する必要がある。

めっき技術の改善向上はめっき工程が中心であるが、前処理・水洗工程を含む全行程の改善である。特に光沢ニッケルめっき技術（めっき技術の基本）の確立である。

当面の到達目標は、将来目標の第1段階として水洗工程の改善、排水処理、引掛けの採用、濾過と攪拌に絞ら込む。

- 3) IDB めっきセンターはめっき企業に対して技術指導を行い、国全体としてのめっき産業の水準を引き上げる役割を担っている。このような役割期待からめっきセンターはめっき技術およびめっき排水の処理技術については、スリ・ランカでは最高・最新の技術を持った研究・開発、試験・検査、普及・指導機関であるべきである。

(4) IDB めっきセンターの技術・技能向上プログラム

- 1) めっき企業のあるべき姿の実現には、工業技術の指導・普及機関である IDB にあるめっきセンターの技術力を向上することが必要である。めっきセンターの技術力向上と普及活動を内容とする「めっきセンター技術・技能向上プログラム」の実施を提言する。
- 2) プログラムの推進は IDB が主体性を持って進めなければならないが、先進国の技術協力を受けることにより、効率的な推進、成果の向上が得られるであろう。

(5) 関係機関への勧告

- 1) 工業開発省への勧告は、金属加工産業の振興策の推進、IDB そのものおよびめっきセンターの技術・技能向上プログラム実施への支援である。
- 2) 中央環境庁への勧告は、産業の発展と調和した環境行政、環境規制適用の適正化、環境基準の周知・徹底である。大蔵省などと連携し公害防止の投資に対する融資制度の拡充も望まれる。
- 3) IDB に関連した勧告は、IDB 業務の継続性、利用者を考慮した自己改革案の検討、民間企業との競合回避である。

JICA

