

インドネシア国
SUCOFINDO 社（国営総合検査企業）

インドネシア国
産業インフラ設備
検査技術改善・向上の
普及・実証事業
業務完了報告書

平成 29 年 4 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

中外テクノス株式会社

国内
JR (先)
17-036

目次

巻頭写真	iv
略語表	vi
地図	viii
図表番号	ix
案件概要	xii
要約	xiii
1. 事業の背景.....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認.....	1
① 事業実施国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	6
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度.....	11
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析.....	14
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要.....	17
2. 普及・実証事業の概要.....	19
(1) 事業の目的.....	19
(2) 期待される成果.....	19
(3) 事業の実施方法・作業工程.....	19
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	22
(5) 事業実施体制	26
(6) 相手国政府関係機関の概要.....	27
3. 普及・実証事業の実績.....	28
(1) 活動項目毎の結果	28
① 活動 1：NDT 技術に係る技術普及.....	28
② 活動 2：SC を活用した NDT の有用性にかかる実証・普及活動.....	51
③ 活動 3：予防保全・NDT に係る普及活動.....	66
(2) 事業目的の達成状況.....	91
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	94
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献.....	96
(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について.....	96
4. 本事業実施後のビジネス展開計画.....	97
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	97
(2) 想定されるリスクと対応	97
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果.....	99
(4) 本事業から得られた教訓と提言.....	100
参考文献	102
添付資料	103

巻頭写真



写真1 SUCOFINDO 本社での説明



写真2 SUCOFINDO Balikpapan 支店での説明



写真3 SUCOFINDO Cilacap での説明



写真4 NDT 記録用紙の確認状況



写真5 現地検査会社機器保有状況



写真6 国営地熱発電所訪問状況



写真7 本邦受入活動での座学研修



写真8 本邦受入活動でのディスカッション



写真9 本邦受入活動でのSC操作



写真10 本邦受入活動での熱交換チューブ半割



写真11 本邦受入活動での熱交換チューブ厚み計測



写真12 本邦受入活動での修了記念品贈呈

略語表

表 1 略語表

略語	言語	正式名称	和称
ADB	英語	Asian Development Bank	アジア開発銀行
APITINDO	イ語	Asosiasi Perusahaan Inspeksi Teknik Indonesia	インドネシア共和国技術検査事業者協会
ASME	英語	American Society of Mechanical Engineers	アメリカ機械工学会
BAPETEN	イ語	Badan Pengawas Tenaga Nuklir	原子力規制庁
BKPM	イ語	Badan Koordinasi Penanaman Modal	投資調整庁
BPS	イ語	Badan Pusat Statistik	インドネシア中央統計庁
CAE	英語	Computer Aided Engineering	計算機支援工学
CGI	イ語	Consultative Group on Indonesia	インドネシア共和国支援国会合
C/P	英語	Counterpart	カウンターパート
ESDM	イ語	Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral	エネルギー・鉱物資源省
EVAN	英語	Extreme Value Statistical Analysis Soft	極値統計解析ソフト
GDP	英語	Gross Domestic Product	国内総生産
HRSG	英語	Heat Recovery Steam Generator	排熱回収ボイラ
JETRO	英語	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	英語	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIS	英語	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
JPI	英語	the Japan Petroleum Institute	公益社団法人日本石油学会
KHK	日本語	Kouatsu-Gas Hoan Kyoukai (The High Pressure Gas Safety Institute of Japan)	高圧ガス保安協会
MBSD	英語	Thousand Barrels per Stream Day	日量千バレル (単位)
MP3EI	イ語	Masterplan Percepatan Dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia	経済開発迅速化・拡大マスタープラン

NDT	英語	Non Destructive Testing	非破壊検査
ODA	英語	Official Development Assistance	政府開発援助
OSI	英語	On Stream Inspection	操業中に行う検査
PDCA	英語	Plan-Do-Check-Act	計画－実施－評価－改善
RJPMN 2015-2019	イ語	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019	インドネシア中期国家開発計画
RT	英語	Radiographic Testing	放射線透過検査
SC	英語	Scale Checker	スケールチェッカー
SDM	英語	Shut Down Maintenance	定期的に操業停止して行うメンテナンス
SEM	英語	Scanning Electron Microscope	走査型電子顕微鏡
SKT MIGAS	イ語	SURAT KETERANGAN TERDAFTAR Migas	石油及びガス技術者証明書
SUMP	英語	Suzuki' s Universal Microstructure Printing Method	SUMP 検査

※イ語：インドネシア語

地図

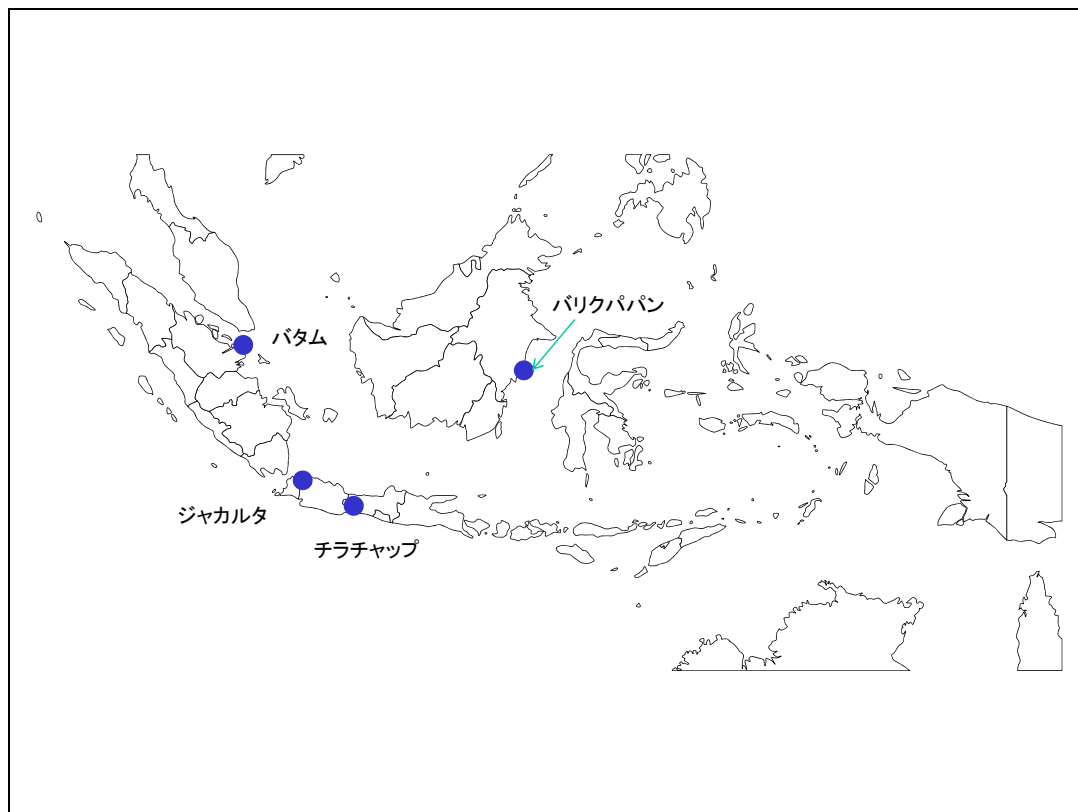


図 1 事業関連箇所地図

出典：<http://www.sekaichizu.jp/>から当社が作成

図表番号

図番号

図 1	事業関連箇所地図.....	viii
図 2	案件概要	xii
図 3	新政権の概要.....	1
図 4	ASEAN 諸国の実質 GDP 成長率	4
図 5	BKPM（インドネシア共和国投資調整庁）による投資.....	5
図 6	国営石油会社 Pertamina の製油所の所在地.....	8
図 7	Cilegon 周辺の石油化学工業集積地区の立地状況	9
図 8	インドネシア中期国家開発計画（RJPMN2015-2019）の概要.....	11
図 9	活動別対象者.....	28
図 10	研修テーマの位置づけ.....	32
図 11	本邦受入活動の企画構成.....	40
図 12	チラチャップにおけるパイロット検査の実施風景.....	48
図 13	ジャカルタにおけるパイロット検査の実施風景.....	49
図 14	バリクパパンにおけるパイロット検査の実施風景.....	49
図 15	石油精製能力の推移.....	59
図 16	エチレン系誘導品の生産能力の推移（2014 年以降は予測）	59
図 17	プロピレン系誘導品の生産能力の推移（2014 年以降は予測）	60
図 18	日本の NDT を主とする企業の売上高の推移.....	61
図 19	行政官向けワークショップ.....	66
図 20	発注形態.....	76
図 21	発注時期.....	76
図 22	発注範囲.....	77
図 23	発注内容.....	77
図 24	受入態勢.....	78
図 25	検査員の派遣形態（ケース①）	78
図 26	検査員の派遣形態（ケース②）	79
図 27	検査員の派遣形態（ケース③）	79
図 28	検査員の派遣形態（ケース④）	80
図 29	インドネシアへの進出形態の場合分け.....	87
図 30	インドネシア国営検査企業（SUCOFINDO）とのコラボレーション・アグリーメントを締結	94

表番号

表 1	略語表	vi
表 2	ジョコ政権における政権公約（ミッション・優先課題）	2
表 3	ジョコ政権における政権公約（政策）	3
表 4	国営石油会社 Pertamina の製油所一覧	7
表 5	産業インフラの検査主体分類	10
表 6	産業インフラ検査の現状	10
表 7	製造業における開発目標（2015 年～2019 年）	12
表 8	石油精製業界の検査に関する法制度	13
表 9	我が国の対インドネシア援助形態別実績（年度別）	15
表 10	類似事例の概要 1	15
表 11	類似事例の概要 2	16
表 12	諸外国の対インドネシア経済協力実績	16
表 13	国際機関の対インドネシア経済協力実績	17
表 14	製品・技術の概要	17
表 15	競合他社製品と比べた比較優位性	18
表 16	作業工程表	21
表 17	要員計画表	22
表 18	譲与資機材リスト	25
表 19	事業実施体制	26
表 20	役割と負担事項	27
表 21	SC の設置先	29
表 22	検査技術者向け現地研修の全体概要	31
表 23	現地研修参加者の選出基準	31
表 24	現地研修の概要	33
表 25	実技の習得に関する確認項目	34
表 26	各テーマと評価軸毎の評価解析	35
表 27	特に有用と評価された研修テーマ（アンケート結果抜粋・複数回答可）	36
表 28	「研修全体に対する評価」 総合表	37
表 29	研修の枠組みに対する評価表	37
表 30	検査技術者の指導者向け本邦受入活動の全体概要	38
表 31	本邦受入活動参加者の選出基準	39
表 32	第 1 回日本邦受入活動における評価結果	41
表 33	第 2 回日本邦受入活動における評価結果	42
表 34	各テーマの評価軸ごとの評価点	43
表 35	有用性、新規性があると評価されたテーマ（アンケート結果抜粋・複数回答）	44
表 36	本邦受入活動の枠組みに対する評価表	46
表 37	SC の仕様等について	52
表 38	APITINDO 向けワークショップ アジェンダ	54

表 39	APITINDO 向けワークショップ参加企業	55
表 40	SC に対する評価と期待 (APITINDO)	57
表 41	主要 NDT 企業の売上規模・NDT 事業売上規模	61
表 42	インドネシアの製油所一覧	62
表 43	インドネシアの石油化学プラント一覧 (新增設計画含む)	63
表 44	行政官向けワークショップ アジェンダ	67
表 45	行政官向けワークショップ参加機関	68
表 46	プラントオーナー向けワークショップ アジェンダ	70
表 47	プラントオーナー向けワークショップ参加企業	71
表 48	SC に対する評価と期待 (プラントオーナー)	73
表 49	NDT 機器の販売価格水準	81
表 50	NDT 作業員の標準日額賃金	82
表 51	Lixi Profiler の概要	83
表 52	投資規制分類	85
表 53	当社の該当が予想される投資規制業種分類	86
表 54	C/P の NDT 事業と当社の貢献可否検討結果	90
表 55	開発課題解決の観点から見た貢献と効果測定指標	95
表 56	想定されるリスクと対応策	98

案件概要

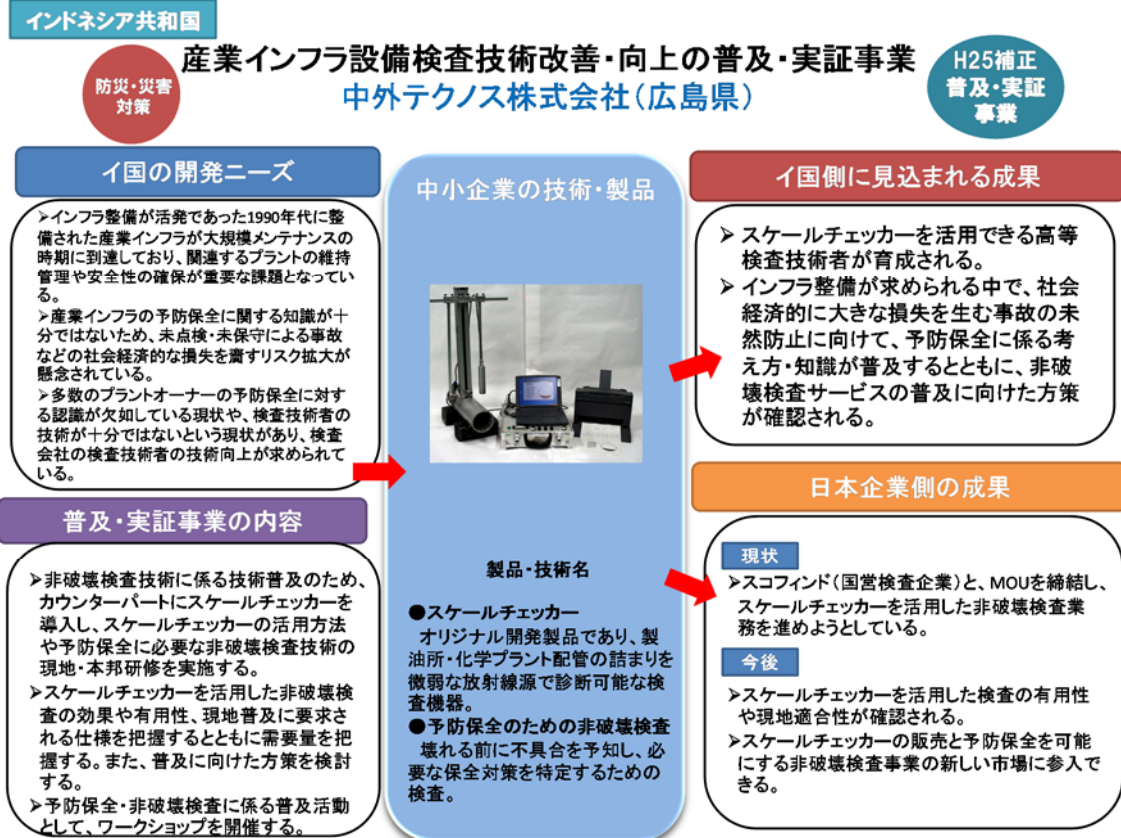


図 2 案件概要

出典：当社により作成

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	産業インフラ設備検査技術改善・向上の普及・実証事業
事業実施地	インドネシア共和国 ジャカルタ、バリクパパン、チラチャップ
相手国 政府関係機関	SUCOFINDO（国営総合検査企業）
事業実施期間	2015年1月～2017年5月（2年4ヶ月）
契約金額	99,938,880円（税込）
事業の目的	本事業は、提案製品であるスケールチェッカー（以下、SC）の優位性を実証し、その普及を検討すると共に、検査技術者に対する技術移転をもって実行性のある予防保全体制の構築に務め、様々なステークホルダーを対象とした予防保全啓発活動を通じて予防保全を可能にする非破壊検査（以下、NDT: Non Destructive Testing）の普及を目指す。
事業の実施方針	<ul style="list-style-type: none"> ① 【技術】プラント等の操業を止めない検査器「SC」の導入と普及 ② 【人材】「SC」を含むNDT技術の普及に向けた人材育成 ③ 【啓発】政策サイドや産業界のマネジメント層に対するセミナー・ワークショップによる予防保全の認識向上 ④ 【市場】予防保全検査市場の現状調査と市場創出ならびに検査市場での定着を図る方策の検討、検査技術の向上によるプラント等の長期安定操業の観点からの評価
実績	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>SCは、2015年11月末に第2回本邦受入活動の参加者の帰国と共に輸出し、現地到着した。他方、SCに必要な線源は、カウンターパート機関（C/P）による購入に遅れが生じた。結果的には2016年1月末に入手し、SCを含む全ての資機材の導入が完了した。</p> <p>SCの現地導入を受け、現地研修は2016年2月（ジャカルタ）を皮切りに、2016年7月（チラチャップ）、2016年9月（バリクパパン）の計3回実施し、当初計画の参加予定30名を超える合計38名が参加した。日本側講師とC/Pの現役検査員の間で活発な質疑が繰り返され、現役検査員からもSCに対する期待値の高さが窺えた。本研修ではアンケートや理解度チェック等を行い、全参加者に対する「SCの使用方法和予防保全に向けたNDTの技術移転」を完了した。</p> <p>本邦受入活動は、C/Pの要望を踏まえて、開催時期の変更は生じたものの、計画通り全2回の実施を終え、目標とした計10名の</p>

	<p>「マネジメントクラスおよび検査員指導者に対する予防保全に必要な高度な検査・分析・データ解析にかかる技術移転」を完了した。</p> <p>パイロット検査に関しては、実施場所としてチラチャップのプルタミナ製油所が選定され、プルタミナ職員、C/P 現地検査員、JICA チームによる合同パイロット検査を実施した。他方、ジャカルタ、バリクパパンについてはプラントの選定が実現できず、代替方法として建物の実配管を活用したパイロット検査を実施した。</p> <p>また、プラントオーナー向けワークショップ (W/S) を 2016 年 4 月 20 日に開催し、8 社 (人数 14 名) が参加した。その 8 社の内の 5 社から、自社プラントにおける SC デモンストレーション検査の実施に興味を示された。加えて、APITINDO (インドネシア検査企業協会) 向け W/S を 2016 年 4 月 21 日に開催し、17 社 (人数 23 名) が参加した。出席した APITINDO 会員企業からは SC への期待と関心を示された。</p> <p>政策決定者向け W/S は、2017 年 2 月 22 日に ESDM を対象に C/P と共に開催した。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>市場規模の想定・潜在市場顧客の想定・ビジネスモデルの検討・マーケットプライスの調査・競合製品調査・各種規制調査等を、検査会社・機器販売会社・プラントオーナー・検査企業協会に対するヒアリングや机上調査を通じて実施した。</p>
課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>各活動時期の変更以外は活動上の課題に直面しておらず、問題なく推移した。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>SC 販売、NDT サービスの両事業とも、事業スキームを構築し、検査市場動向を多面的に踏まえたうえでの販売・サービス提供計画を策定した。ビジネス展開計画には、パイロット検査・デモ検査を通じた具体的なコスト積算、競合製品との差別化検討、投資規制に対する対応を含めて検討した。</p>
事業後の展開	<p>ビジネス展開として、「SC 販売」と「NDT 事業 (サービス)」の二種類の展開を検討した。「SC 販売」については、現地代理店として SUCOFINDO EPISI を通じた販売を計画した。NDT 事業 (サービス) については、C/P である SUCOFINDO と連携した NDT サービス展開を計画した。</p>

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

a. 政治の概況

インドネシア共和国（以下、インドネシア）は大統領制、共和制を敷いており、2014年10月20日にジョコ・ウィドド大統領が就任、任期は5年である。

2014年7月の大統領選挙において、ジョコ・ウィドド ジャカルタ首都特別州知事（当時）が約53%の得票で当選し、10月20日に正式に就任した。ジョコ政権は、経済・社会政策を最優先課題とし、鉄道、港湾、電力・エネルギー等のインフラ整備及び社会保障の充実を目標に掲げている。

実効性を重視し、「勤労内閣」として実務家（企業経営経験者）や専門家などを重視した組閣となっており、閣僚34人のうち政党所属者は14人である。



図 3 新政権の概要

出典：経済産業省 「平成 26 年度新興国市場開拓事業 相手国の産業政策・制度構築の支援事業（インドネシア：経済政策動向・課題検討）」調査報告書 P.18 より転載

ジョコ政権の政策文書は、「政権公約」（2014年5月および7月）と「国家中期開発計画」（2015年1月）となる。

表 2 ジョコ政権における政権公約（ミッション・優先課題）

政権公約	
ミッション	<ol style="list-style-type: none"> 1. 領海の主権を守り、海洋資源を保全しながら経済的自立を支え、群島国家としてのインドネシアの個性を反映することのできる国家的安全を実現する 2. 先進的で、バランスがあり、法治にもとづいた民主的な社会を築く 3. 海洋国家としてのアイデンティティを強化するような自由積極外交を展開する 4. インドネシア人の生活の質を高め、先進的で豊かなものにする 5. 競争力のある国民を形づくる 6. 自立し先進的で強固かつ国益にもとづいた海洋国家を実現する 7. 個性をもち、文化的な社会を実現する
優先課題	<ol style="list-style-type: none"> 1. すべての国民を守り安心感を与える国家を実現する 2. 清廉で効果的で民主的で信頼される行政ガバナンスを構築する 3. 各地方と村落を強化し、辺境からインドネシアを発展させる 4. 汚職のない、品格のある、信頼される法堅持システムに向けた改革を実行する 5. インドネシア人の生活の質を向上させる 6. 国民の生産性と国際市場における競争力を向上させる 7. 国内経済の戦略部門を活性化し、経済の自律性を実現する 8. 国民に対する革命を実行する 9. インドネシアの多様性を強化し、社会的復興を推進する

出典：JETRO アジア経済研究所専門講座 「ジョコ・ウィドド新政権の下でインドネシアはどう変わるのか」 ジョコウィ政権の経済課題と政策の方向性 P.14-15 より作成

表 3 ジョコ政権における政権公約（政策）

政権公約	
政治的主権確立のための政策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外交上の影響力構築、グローバル問題におけるインドネシアの役割の再措定 2. 国防システムの強化 3. 治安と社会秩序の構築 4. 国家情報に関する専門性の確立 5. 情報と公共通信における公開性の構築 6. 民主主義システム・制度の改革 7. 地方分権化・地方自治の強化 8. 村落のエンパワーメント 9. 慣習法（アダット）社会の権利の保護と強化 10. 政治の開発における女性のエンパワーメント 11. 公正な法堅持システムの実現 12. 官僚主義と公共サービスの改革
経済的自立のための政策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人的資源の質の向上 2. 人民アグリビジネスに基礎をおく食糧安全保障 3. 国益に沿ったエネルギー安全保障 4. 天然資源の管理 5. 労働者のエンパワーメント 6. 国内金融セクターの強化 7. 国内投資の促進 8. 国家財政の強化 9. インフラストラクチャーの強化 10. 海洋経済の開発 11. 林業セクターの強化 12. 持続可能な空間計画と環境 13. 地域開発の均衡化 14. 観光ポテンシャルの開発 15. 商業・貿易キャパシティの振興 16. 製造業の振興
社会的個性のための政策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 国民性を形成する教育の実現 2. インドネシアの多様性の強化と社会的復興の推進 3. 青年とスポーツのエンパワーメントを通じた国民精神の涵養

出典：JETRO アジア経済研究所専門講座 「ジョコ・ウィドド新政権の下でインドネシアはどう変わるのか」 ジョコウィ政権の経済課題と政策の方向性 P.16-18 より作成

b. 経済の概況

ユドヨノ前政権（2004年～2014年）では、安定した政治基盤のもとインドネシア経済も堅調な成長を遂げ、2008年に発生したリーマンショックにより多くのASEAN諸国がマイナス成長に陥ったのに対し、インドネシアは2004年以降概ね5～6%のGDP成長率を維持してきた。

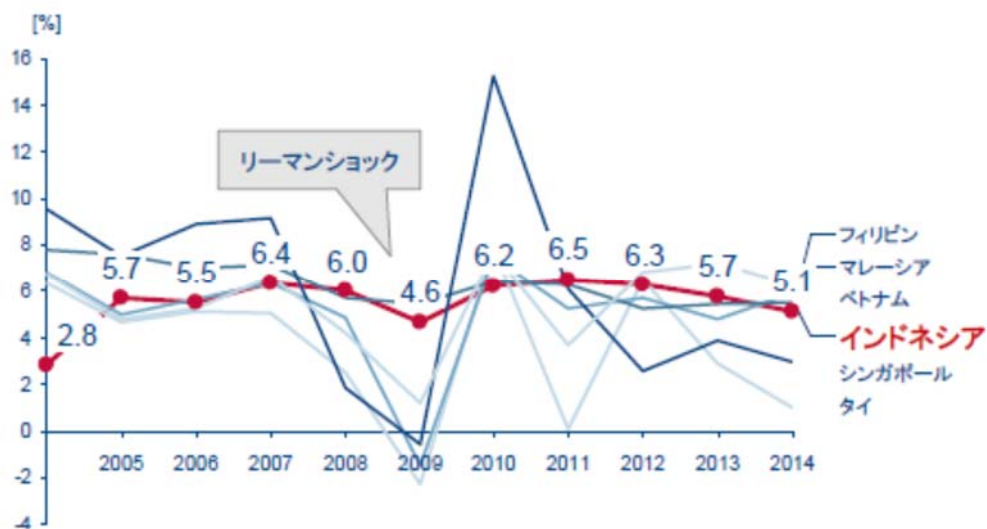


図 4 ASEAN 諸国の実質 GDP 成長率

出典：経済産業省 「平成 26 年度新興国市場開拓事業 相手国の産業政策・制度構築の支援事業（インドネシア：経済政策動向・課題検討）」調査報告書 P.4 より転載

しかし、2011 年以降 GDP 成長率が鈍化傾向になっており、2014 年は 5.1%と 2009 年以降最も低い伸び率となった。特に GDP の約 1/4 を占める輸出の伸び率が低下しており、主要貿易国である中国への輸出の伸び悩みのほか、資源輸出額の減少が影響したと見られ、インドネシア経済における資源依存傾向が強まったことが要因として挙げられる。

一方、インドネシアに対する海外からの直接投資額は年々増加しており、2013 年において日本は最大投資国となっており、その 6 割は輸送機器関連産業であった。なお、中期国家開発計画（RJPMN 2015-2019）における優先政策として投資環境の整備があげられており、その一環として、海外企業の投資誘致に向け、投資手続きを一手に引き受ける総合ワンストップ・サービスセンターを開設し、事業開始までの短縮化を行っている。

BKPMによる投資ワンストップサービス(PTSP)

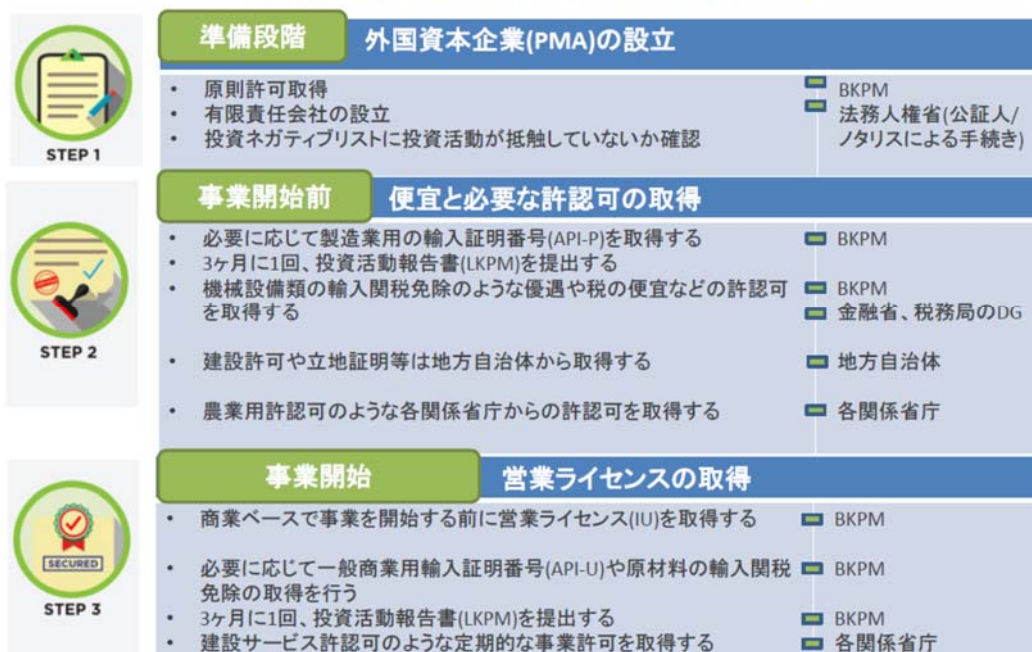


図 5 BKPM (インドネシア共和国投資調整庁) による投資ワンストップサービス (PTSP) の概要

出典：インドネシア共和国投資調整庁 インドネシア・ビジネスフォーラム（2015年3月24日）講演資料 「新しい政権・新しい希望」 P.40より転載

② 対象分野における開発課題

インドネシアでは 70 年代から多額の支出を伴うインフラ整備を進めてきており、「経済開発迅速化・拡大マスタープラン (MP3EI)」からも、今後も精力的にインフラ整備を進めていくことが見込まれる。

他方、インフラ整備が活発であった 90 年代に整備された産業インフラ (製油所・化学プラント) は運転開始後 30 年以上経過するなど、大規模メンテナンスの時期に到達している。石油・ガス事業は、インドネシアの輸出の主要な位置を占め、関連するプラントの維持管理や安全性の確保は重要な課題である。しかし、インドネシア国内における予防保全に関する認識は十分でないため、社会経済的損失に繋がる事故を引き起こす可能性も秘めており、点検・保守に対する意識向上ならびにメンテナンスの普及を早急に進めていく必要がある。当社が 2013 年度に外務省より受託した政府開発援助海外経済協力事業委託費による「産業インフラ設備検査技術改善・向上を目的とした ODA 案件化調査 (以下、案件化調査)」では、特に以下 3 点が確認された。

- ① インフラ整備が求められる中でのリスク予防・保全への知識の欠如
- ② プラントオーナーや行政の予防保全に対する認識ならびに対応力の不足
- ③ 予防保全を可能にする検査計画立案、結果解釈と提案ができる高等検査技術者の不足

その結果、地熱発電所の配管では恒常的にスケール問題が生じたり、製油所蒸留塔でのスケールトラブルにより操業停止が発生したりという事例報告を確認している。

また、同案件化調査における NDT 技術のデモンストレーション・セミナーにおいて、現地検査会社等から多くの関心が寄せられ、予防保全の概念を含めた検査技術移転に対するニーズを確認している。セミナー時の反応は以下の通りであった。

- ・ 冒頭にインドネシア技術検査事業者協会 (APITINDO) 会長から挨拶を頂戴したが、インドネシアでの検査業務は、日本と同じように予防保全を志向し始めており、本セミナーは、最先端技術を学びながら予防保全の概念を理解する良い機会であり、今後、APITINDO としてもインドネシア国内でどんどん広げていきたいと考えているとのコメントをいただいた。
- ・ デモンストレーション後の質疑応答では、SC の適用範囲・他検査方法との比較・放射線源など、実際の活用を想定した実務的な質問も含めて、活発な議論がなされた。

以下、産業インフラ設置状況と所有者、産業インフラの検査主体者・産業インフラ検査の現状について述べる。

a. 産業インフラの設置状況と所有者

石油精製に関しては、ジャワ島の Cilacap、Balongan、スマトラ島の Plaju、Sel Paking 等、国営石油企業である Pertamina の 6 つの製油所があり、運転開始後年

数が経過し、メンテナンスが重要になる段階に来ている。製油所一覧を表 4 に、製油所の位置を図 6 に示す。

表 4 国営石油会社 Pertamina の製油所一覧

番号	製油所番号	製油能力(MBSD)	運転開始年
1	RU II Dumai	170.0	1971
2	RU III Plaju	118.0	1974
3	RU IV Cilacap	348.0	1974
4	RU V Balikpapan	260.0	1984
5	RU VI Balongan	125.0	1994
6	RU VII Kasim	10.0	1997

出典： Pertamina ホームページ等を基に作成

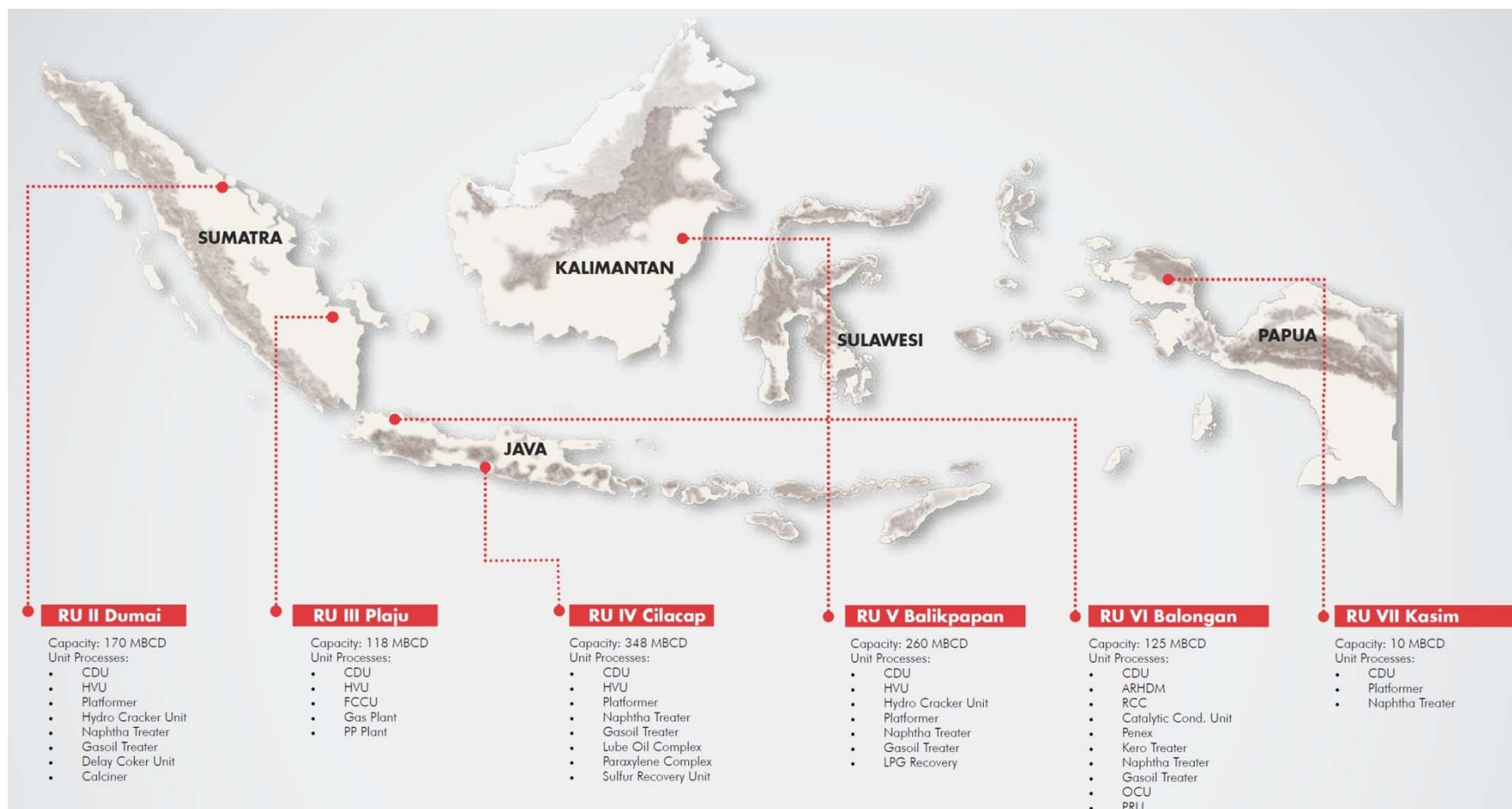


図 6 国営石油会社 Pertamina の製油所の所在地

出典：PT Pertamina Annual Report 2014 p102～103 から転載

化学プラントについては、ジャワ島に多くの石油化学工場を有している。特に Cilegon 周辺において、日系企業を含む多くの石油化学工場が集積している。Cilegon 周辺の石油化学工業集積地区の立地状況を図 7 に示す。

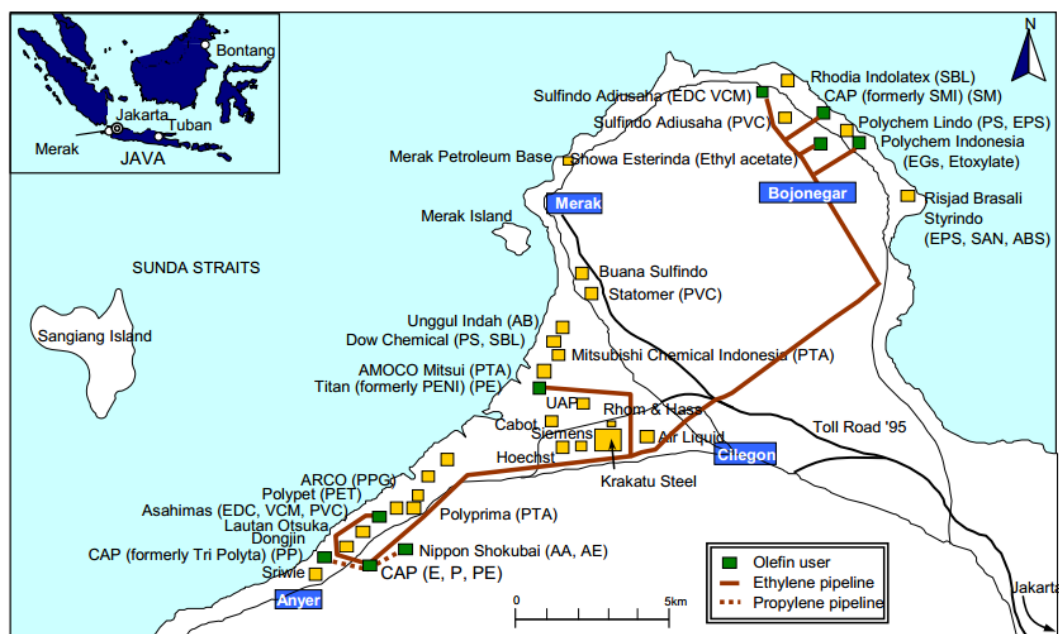


図 7 Cilegon 周辺の石油化学工業集積地区の立地状況

出典：株式会社三菱化学テクノロジーサーチ インドネシアにおける石油化学産業及び油脂化学産業に関するミッション派遣事業報告書 p36 より転載

b. 産業インフラの検査主体

石油化学工場ならびに化学工場における産業インフラの検査主体について、2013年度の案件化調査において、その実態の把握を行っている。その結果を表 5 に示す。大きく、現地企業か日本を含む外資系企業か、また検査部隊をインハウスで有しているか否かで 4 分類に分けられる。その中でも、現地企業で外注しているケースが多いことが判明した。

表 5 産業インフラの検査主体分類

	現地企業	日本を含む外資系企業
検査部門を保有	自前の検査部門での検査実施が基本であるものの、専門的分野や外注が効率的な場合は外注を実施（Pertamina 等）	ヒアリングでは、インハウスで検査部門を所有している企業はなかった
検査部門を非保有	外注にて検査を実施するが、発注先は現地検査会社を中心	日系企業では、日本国内で検査を外注している検査会社に検査を依頼しているケースが多い

出典：外務省 産業インフラ設備検査技術改善・向上を目的とした ODA 案件化調査

c. 産業インフラ検査の現状

現地での産業インフラに対する検査の現状について、案件化調査で確認した結果を表 6 に示す。検査技術レベルに対する日本とインドネシア間でのギャップや、予防保全に対する認識の欠如などが、顕在化した結果となった。

表 6 産業インフラ検査の現状

項目	現状
検査の現地技術レベル	産業インフラに対する検査は、一定の水準で実施されている しかし、日系プラントオーナーからみると、現地の検査企業の検査技術は十分ではなく、わざわざ日本から検査員を呼んでいる
検査の課題（技術）の特定	現地の検査企業は、決められた手順での検査はきちんと実施できていると自負している しかし、SC に代表される予防保全のための検査については、改善の余地があると認識している
現地でのニーズ確認	SC のデモンストレーション（擬似検査含む）では、多くの関係者が興味を示した 検査業界最大手の SUCOFINDO から、インドネシアにはまだ無い装置であり、導入したいとの声があった SUCOFINDOからは、当社と連携したいとの意見ももらった

出典：外務省 産業インフラ設備検査技術改善・向上を目的とした ODA 案件化調査

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

a. 関連計画

新政権の下、新たな国家中期開発計画が2015年1月に策定され、現行の第3期国家長期開発計画における国家ビジョン「自律的、進歩的、公平で繁栄あるインドネシア」を引き継ぎ、「様々な分野における開発を確固たるものとする」こと、特に「天然資源や質の高い人的資源、科学技術のキャパシティに基礎を置き、経済的な競争力の優位性を拡大する」ことを進める段階にある。

同国家中期開発計画のビジョン「自律的かつゴトンロヨン（注：相互扶助）の精神に則った独立国家インドネシアの実現」の下、人間開発・社会開発、経済開発と格差の是正、環境への配慮を開発の規範とし、①人間開発の重要性、②優先分野として食料、エネルギー及び電力、海洋、観光及び製造業、③社会的・地域的公平性を「開発の3側面」として重視し、そのための必要条件として、法の執行と遵守、治安と秩序、政治と民主主義、ガバナンスと行政改革をあげている。さらに、「Quick Wins」と名付けられた開発成果の見える化を進めるとした。

なお、計画策定過程では、先の国家中期開発計画と同様、ボトムアップの開発ニーズとトップダウンの開発ニーズの調整を目的とした「開発計画会議（Musrenbang）」が全国的に開催された。

インドネシア中期国家開発計画（RJPMN 2015-2019）の概要は以下のとおりである。

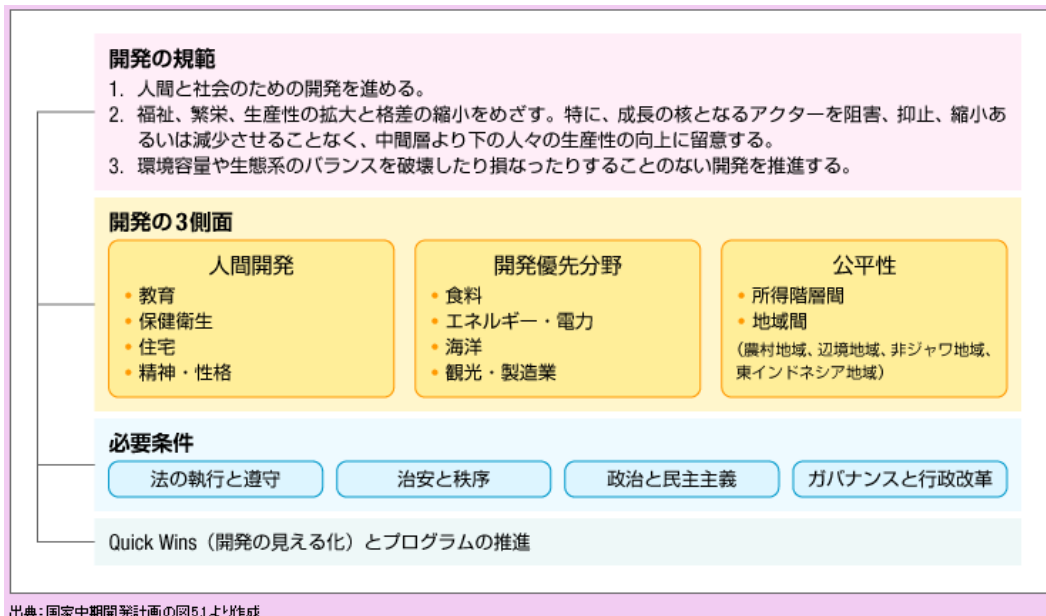


図 8 インドネシア中期国家開発計画（RJPMN2015-2019）の概要

出典：国土交通省国土政策局ホームページ 政策局各国の国土政策の概要 インドネシア
<http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/international/spw/general/indonesia/> から転載

新政権における特徴的な経済施策として、海洋国家構想、産業高度化、インドネシア主権、地方開発、投資環境整備（インフラ）が着目されている。

産業の高度化（製造業）における主要方針は、ジャワ島以外の産業振興、産業人材の育成、生産性・競争力の向上が挙げられ、開発目標として GDP 成長率は 2019 年に 8.0%へ、製造業の成長率は 8.6%にすることが掲げられている。

表 7 製造業における開発目標（2015 年～2019 年）

指標	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2015年-2019年平均
GDP 成長率 (%)	5.02	5.8	6.6	7.1	7.5	8.0	7.0
製造業*成長率 (%)	4.7	6.0	6.9	7.5	8.1	8.6	7.4
GDPへの貢献 (%)	20.7	20.8	21.0	21.1	21.3	21.6	21.2

*) 石油ガス製造業及び非石油・ガス製造業

出典：インドネシア・ビジネスフォーラム（2015年3月24日）講演資料 「新しい政権・新しい希望」（インドネシア投資調整庁） P.14より転載

b. 産業インフラの検査・メンテナンスに関する法制度

産業インフラの検査に関する法制度としては、エネルギー・鉱物資源省（ESDM）管轄の法律 UU No.1 1970 と 12024/18.05/DMT/2013、並びに同省石油ガス総局長令 43. P/382/ DDJM/1992 と SK 84K / 1998（Inspection Guidelines For Safety On Facilities, Equipment And Technology Used In Oil And Gas And Geothermal Activity）の4つがある。その概要を表8に示す。

表 8 石油精製業界の検査に関する法制度

管轄機関	法律名	内容
エネルギー・鉱物資源省 (ESDM) 管轄	UU No.1 1970	製油所に関する規則（ただし内容は概要的なもの）
	12024/18.05 /DMT/2013	30年以上のプラントの検査義務化について規定
石油ガス総局長令	43. P/382/ DDJM/1992	検査業を実施するためには SKT Migas（石油及びガス技術者証明書）の発行が必要であるが、証明書発行を受けるための要件の一つとして、APITINDO のアセスメントを受けることを規定している。 結果的に、検査業を営むためには APITINDO 会員である必要が生じる。
	SK 84K / 1998	大きく分けて、施設（installation）に関する規則と、装置・機材（equipment）に関する規則がある。 施設に関する規則は、採掘施設や製油所、パイプラインシステム等が JIS、ASME や British Standard などの規格に基づいて設計されるよう規定。準拠する規格は、製油所側で自由に選べる。 装置・機材に関する規則は、パイプの規格など、より詳細なことが規定されている。これも、採用する規格への準拠が求められている。 各々の検査結果は ESDM に提出され、検査結果に基づき ESDM から製油所に対して操業許可証（Certificate）が発行される。有効期限は、施設に関するものが5年、装置・機材に関するものが3年。ただし、30年以上経過した装置・機材に関しては、より短期の点検が必要になる。 この法律では、Pertamina が施設を建設するにあたり、採掘・採取、精製、保管等の石油生産プロセスに合わせて規格に基づいた検査を実施していることが外部からも把握できるように、施設をプロセスごとに区分し、検査結果を報告・管理することが要求される。 SKK Migas は、これに基づき、Pertamina の生産・操業をコントロールする。

出典：当社にて作成

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

a. 対インドネシアの ODA の現状

外務省 ODA 国別データブック 2014 によると、我が国のインドネシアに対する経済協力は、1954 年度の研修員受け入れに始まっており、以後、我が国 ODA は、人材協力や経済社会インフラの整備等を通じ、インドネシアの開発に大きく寄与してきたとしている。インドネシアにとって日本は最大の援助国であり、インドネシアは累計ベースで我が国 ODA の最大の受取国である。

現在の援助基本方針は、長く友好関係にあり、戦略的パートナーであるインドネシアの更なる経済成長に重点を置きつつ、均衡のとれた発展と、アジア地域および国際社会の課題への対応能力向上を支援するとなっている。

重点分野としては、以下の 3 点が挙げられている。

1) 更なる経済成長への支援

首都圏を中心にインフラ整備支援および各種規制・制度の改善支援等を実施し、ビジネス・投資環境の改善を図る。

2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援

主要な交通・物流網等の整備や地方の拠点都市圏の整備等国内の連結性強化に向けた支援、地方開発のための制度・組織の改善支援および防災・災害対策支援等を行う。

3) アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援

アジア地域の抱える海上安全やテロ、感染症等の問題や、環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応能力や援助国（ドナー）としての能力の向上に寄与するための支援等を行う。

上記国別援助方針において開発課題の一つとして「防災・緊急事態対策」が挙げられており、その中で「防災能力向上プログラム」が展開されている。インフラ設備に対する予防保全の認識欠如・検査技術者の力量不足といった開発課題解決に資する本事業は、同方針に合致するものと考えられる。

最近の援助形態別実績は表 9 の通りである。

表 9 我が国の対インドネシア援助形態別実績（年度別）

単位：億円

年度	円借款	無償資金協力	技術協力
2009年度	1,139.44	33.02	98.67
2010年度	438.77	37.28	96.45
2011年度	739.42	10.13	111.54
2012年度	154.90	60.97	82.87
2013年度	821.82	10.60	60.06
累計	47,219.70	2,771.75	3,553.02

出典：外務省 ODA 国別データブック 2014

b. ODA プロジェクトでの類似調査

本業務の類似事例として、2006年度「課題別研修（集団）非破壊検査技術」と、2012年度「本邦受入活動（有償）非破壊検査を中心としたライフライン施設の保安全管理技術」が挙げられる。その概要を表 10 と表 11 に示す。本事業においては、現地研修と本邦受入活動を実施するが、その際のカリキュラム策定において、これら類似事例を参考にした。

表 10 類似事例の概要 1

項目	内容
コース名	非破壊検査技術Ⅲ
スキーム名	研修
研修形態	課題別研修（集団）
分野課題	民間セクター開発-産業技術
対象国名	全世界
受入期間	2007/02/12 ～ 2007/06/16
研修年度	2006
定員	8人
主な実施機関名	北九州国際技術協力協会
所管国内機関	九州国際センター
関連省庁	独立行政法人国際協力機構

出典：JICA ナレッジサイト

表 11 類似事例の概要 2

項目	内容
コース名	非破壊検査を中心としたライフライン施設の保全管理技術
スキーム名	本邦受入活動
研修形態	その他
分野課題	民間セクター開発-産業技術
対象国名	インドネシア, マレーシア, フィリピン, タイ, ベトナム, モンゴル, イラク, ヨルダン, トルコ, エジプト
受入期間	2012/02/22 ~ 2012/06/22
研修年度	2011
定員	9人
主な実施機関名	北九州国際技術協力協会
所管国内機関	九州国際センター
関連省庁	独立行政法人国際協力機構

出典：JICA ナレッジサイト

c. 他ドナーの分析

本事業に直接関連する類似案件は見当たらない。外務省 ODA 国別データブック 2014 によると、インドネシアでは、我が国、EU Institutions、世界銀行、アジア開発銀行（ADB）を中心に多数の援助国・機関が活動を行っており、これまで、インドネシア支援国会合（CGI：Consultative Group on Indonesia）が援助国・機関間の調整のための主要な場となっていたが、2007年1月の大統領の発表により廃止された。現在、インドネシア政府は、地方分権に関してドナーとの間でワーキンググループを継続して開催している。諸外国の対インドネシア経済協力実績を表 12 に、国際機関の対インドネシア経済協力実績を表 13 に示す。

表 12 諸外国の対インドネシア経済協力実績

(支出総額ベース、単位：百万ドル)

暦年	1位	2位	3位	4位	5位	うち日本	合計
2008年	日本 1,323.76	オーストラリア 325.22	米国 238.96	ドイツ 237.46	フランス 222.36	1,323.76	2,818.53
2009年	日本 1,415.90	オーストラリア 342.14	フランス 303.35	米国 273.95	オランダ 166.99	1,415.90	2,883.62
2010年	日本 1,593.68	オーストラリア 356.20	フランス 348.11	米国 263.35	ドイツ 184.55	1,593.68	3,025.87
2011年	日本 1,030.87	オーストラリア 447.46	米国 262.38	ドイツ 213.68	オランダ 78.17	1,030.87	2,248.85
2012年	日本 822.48	オーストラリア 606.41	米国 194.63	ドイツ 125.91	オランダ 45.51	822.48	1,988.05

出典：外務省 ODA 国別データブック 2014 から転載

表 13 国際機関の対インドネシア経済協力実績

(支出総額ベース、単位：百万ドル)

暦年	1位	2位	3位	4位	5位	その他	合計
2008年	IDA 493.61	ADB Sp. Fund 59.92	EU Institutions 54.51	GFATM 43.01	GEF 9.22	39.72	699.99
2009年	IDA 243.74	ADB Sp. Fund 180.24	Isl.Dev Bank 129.31	EU Institutions 113.13	GFATM 88.67	35.15	790.24
2010年	IDA 142.34	ADB Sp. Fund 115.29	EU Institutions 105.45	GFATM 83.22	Isl.Dev Bank 13.90	38.18	498.38
2011年	EU Institutions 131.89	ADB Sp. Fund 104.05	GFATM 81.04	IFAD 42.12	IDA 33.03	40.57	432.70
2012年	EU Institutions 134.55	ADB Sp. Fund 62.74	GFATM 58.24	IDA 25.38	IFAD 13.28	38.84	333.03

出典：外務省 ODA 国別データブック 2014 から転載

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

本事業で普及・実証を図る製品・技術の概要は表 14 の通りである。

表 14 製品・技術の概要

名称	スケールチェッカー (SC)	
スペック (仕様)	使用する放射線源	3.7 メガベクレル×1 個 半減期 30 年 エネルギー0.66 Mev (ミリオン・エレクトロン・ボルト) (C/P にて準備)
	装置	計測部 約 10kg 330W×330D×140H
	駆動治具	モーター駆動 24B 迄 (流体なし) (24 インチまでの配管に対応可能)
特徴	SC は、石油・化学プラント配管の詰まりを微弱な放射線源で診断する安全な検査機器である。特長として、プラントの操業を停止せず検査の実施が可能で、多箇所検査に適したハンディな検査機器である。当社のオリジナル開発製品として、70%の国内シェアを獲得している。一方、海外での販売実績はまだわずかである。	
競合他社製品と比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> 競合製品の多くは検査のためにプラントの操業を止める必要があるが、SC は操業を止めずに検査が可能である。 ハンディであるため持ち運びに便利である。 競合製品の多くは一旦データを持ち帰って解析する必要があるが、SC はその場で解析結果がでる。 放射線源として Cs137 を使う。他機器の使用するものに比べて微弱で安全である。 	
国内外の販売実績	国内：石油・化学プラントへ 103 台 国外：中国、オーストラリア、タンザニア、インドネシア (日系企業向け) の 5 台	
サイズ	計測部 約 10kg 330W×330D×140H	

設置場所	固定設置ではなく、検査を行いたい場所に運んで使用する。
今回提案する機材の数量	3台
価格	非公開

出典：当社により作成

また、競合他社製品と比べた比較優位性を表 15 に示す。

表 15 競合他社製品と比べた比較優位性

	光学用ファイバー	X線撮影	SC
イメージ			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 配管を空にすることが必要。 プラント作業中は検査ができない。 	<ul style="list-style-type: none"> 装置が大きい。 X線を使用するため人の立ち入り制限が必要。 結果がでるまでに時間がかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> プラント作業中でも検査が可能である。 ハンディである。 その場で解析結果がでる。 放射線源としてCs137を使う。他機器に比べて微弱で安全である。
類似医療機器	<ul style="list-style-type: none"> 胃カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> レントゲン 	<ul style="list-style-type: none"> 超音波に類似するが、画像がクリアで、データ保存も可能。

出典：当社により作成

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

本事業は、提案製品である SC の優位性を実証し、その普及を検討すると共に、検査技術者に対する技術移転をもって実行性のある予防保全体制の構築に務め、様々なステークホルダーを対象とした予防保全啓発活動を通じて予防保全を可能にする NDT の普及を目指す。

基本方針として、以下の 4 つの側面に総合的に取り組み、課題解決を目指す。

【技術】プラント等の操業を止めない検査器「SC」の導入と普及

【人材】「SC」を含む NDT 技術の普及に向けた人材育成

【啓発】政策サイドや産業界のマネジメント層に対するセミナー・ワークショップによる予防保全の認識向上

【市場】予防保全検査市場の現状調査と市場創出ならびに検査市場での定着を図る方策の検討、検査技術の向上によるプラント等の長期安定操業の観点からの評価

(2) 期待される成果

成果 1：SC を活用できる高等検査技術者が育成される。

成果 2：SC を活用した検査の有用性や現地適合性が確認される。

成果 3：インフラ整備が求められるインドネシアで、社会経済的に大きな損失を生む事故の未然防止に向けて、予防保全に係る考え方・知識が普及するとともに、NDT サービスの普及に向けた方策が確認される。

(3) 事業の実施方法・作業工程

【事業の実施方法】

活動 1：NDT 技術に係る技術普及

- 1-1. 相手国実施機関（カウンターパート、以下「C/P」）に SC を導入する。
- 1-2. 現地研修を通じて、C/P の検査技術者に対して、SC の活用や予防保全に必要な NDT の計画・検査技術を普及する。
- 1-3. C/P の予防保全のための NDT 技術（計画、検査、データ解析）の習得を目的に本邦受入活動を実施する。
- 1-4. 現地パイロットプラントにて、SC の活用によるパイロット検査を実施・指導する。なお、現地パイロットプラントは C/P の主要顧客である Pertamina（国営石油企業）が保有する製油所や、大手化学プラントから候補を決定する。

活動 2：SC を活用した NDT の有用性に係る実証・普及活動

- 2-1. 活動 1-3 を通じ、SC を活用した NDT の効果や有用性を確認し、その

フィードバックを通じて現地普及に要求される仕様を確認する。

- 2-2. APITINDO に対して、SC の特性や有効性を説明し、現地における普及の可能性を確認する。
- 2-3. SC を活用した NDT の需要ならびに SC の購入需要等を把握し、優先普及対象と普及に向けた方策を調査・検討する。

活動3：予防保全・NDTに係る普及活動

- 3-1. 現在、エネルギー・鉱物資源省では、予防保全に関する規則の制定を検討している。これに関わる政策決定者に対し、日本の予防保全に関する法制度や規則に関する情報をワークショップ形式にて提供し、政策上流から必要な概念が根付くように働きかける。
- 3-2. プラントオーナーに対して日本の予防保全の実情等や予防保全がもたらす中・長期的なメリット等を説明する等の啓発ワークショップを開催し、予防保全に係る考え方・知識の普及を図る。
- 3-3. 将来的な機器販売・検査サービス事業に係る提携候補先企業とその役割分担の検討、業務フローの明確化を行い、NDT サービスの普及に向けた調査・検討を行う。

【作業工程】

作業工程を表 16 に示す。

表 16 作業工程表

調査項目	項目	2015年												2016年												2017年											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月							
活動1: 非破壊検査技術に係る技術普及																																					
1-1. C/PへのSCの導入	計画																																				
	実績																																				
1-2. 現地研修を通じた計画・検査技術の普及	計画																																				
	実績																																				
1-3. 本邦受け入れ活動の実施	計画																																				
	実績																																				
1-4. パイロット検査の実施・指導	計画																																				
	実績																																				
活動2: 非破壊検査の有用性にかかる実証・普及活動																																					
2-1. 現地普及に要求される仕様の確認	計画																																				
	実績																																				
2-2. APITINDOに対するSCの説明	計画																																				
	実績																																				
2-3. 需要等の把握と普及方策の調査・検討	計画																																				
	実績																																				
活動3: 予防保全・非破壊検査に係る普及活動																																					
3-1. 政策決定者に対するワークショップの開催	計画																																				
	実績																																				
3-2. プラントオーナーに対するワークショップの開催	計画																																				
	実績																																				
3-3. 提携候補企業との役割分担・業務フローの検討	計画																																				
	実績																																				

備考 国内作業 現地作業 上段(計画) 下段(実績)

出典: 当社により作成

(4) 投入 (要員、機材、事業実施国側投入、その他)
要員計画を表 17 要員計画表に示す。

表 17 要員計画表

担当業務	氏名	所属先	予実	2015年																			
				1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月								
業務主任者	海見 悦子	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 国際事業開発室長	予定			3	11	3	6														
			実績			5	11	2	1	1	1	2	7	1	3	7	1	1	1	3			
市場創出 C/P技術指導	宅和 正彦	中外テクノス㈱ 専務取締役	予定																				
			実績																				
市場創出 C/P技術指導	石高 皇太郎	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 本部長	予定				6	6															
			実績					0.5	1			7	0.5	7	1	0.5	0.5					1	2
C/P技術指導	佐藤 英樹	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 副本部長	予定		4	11		2															
			実績		3	11			3	4	1	1.5	0.5	1	1	0.5	1	1	1	1	1	2	9
C/P技術指導	庄山 康彦	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 次長	予定		5	11																	
			実績		3	11	1		3						1							3	3
C/P技術指導	加藤 茂	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 係長	予定																				
			実績						1	3							1				2	7	6
C/P技術指導	河野 潤一	中外テクノス㈱ 課長補佐	予定																				
			実績																				
市場創出	出川 洋一	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 営業統括室 係長	予定	8		4	8	8															
			実績					0.5	2		2	7	1	1	6	2	1		1				
ワークショップ Committee	松原 由佳	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 国際事業開発室	予定	8	5	4																	
			実績	1	6				2		3		3		2		1				2	4	6
チーフアドバイザー	西本 匡利	有限責任監査法人 トーマツ	予定			2	2	3	8	2													
			実績		0.5			0.5	0.5	0.5	7	0.5	0.5									0.5	
事業展開検討	藤原 洋	有限責任監査法人 トーマツ	予定		2	2	3	3															
			実績		2		1	1	1	1	1	1	1	2	7	2	1	1	1	4.5			1
事業展開検討	堀江 常稔	有限責任監査法人 トーマツ	予定																				
			実績																				
事業実施促進1	神田 道男	システム科学 コンサルティング(株)	予定	8	11																	2	
			実績			5	1						1	2		1		1					
事業実施促進2 研修計画1	竹田 真一郎	カーボンフリー コンサルティング(株)	予定	6	11																	4	
			実績			11		1	1	1	1	2	1		3		2		1	1	1	1	
研修計画2	海保 彰子	システム科学 コンサルティング(株)	予定	4	11																	6	
			実績			11		1	1	2											3	3	
C/P指導 ワークショップサポート	佐々木 雄大	新興フロンティア㈱	予定														8	5					
			実績																				
C/P指導 ワークショップサポート	小林 淳	新興フロンティア㈱	予定																				
			実績											4		4	6	8	1	2	2		
C/P指導 ワークショップサポート	津野 和裕	新興フロンティア㈱	予定																				
			実績											6	5	1	2					1	2
C/P指導 ワークショップサポート	寺澤 祐治	新興フロンティア㈱	予定																				
			実績											2	1	1						1	1
C/P指導 ワークショップサポート	村中 昇一	新興フロンティア㈱	予定																				
			実績												8	2	2					1	1
C/P指導 ワークショップサポート	坂上 卓巳	新興フロンティア㈱	予定																				
			実績																				1
C/P指導 ワークショップサポート	久保 華子	新興フロンティア㈱	予定																				
			実績																				
ワークショップ Committeeサポート	笠井 尚哉	横浜国立大学	予定																				
			実績									1.5											
:現地作業																							
:国内作業																							

表 17 要員計画表 (つづき)

担当業務	氏名	所属先	予実	2016年																		
				1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月							
業務主任者	海見 悦子	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 国際事業開発室長	予定	2	2	3	11		3	8		2	2	2				3	8			
			実績	3		7	1	2	7	3	4	4	7	5	8	3	6		4	4	1	4
市場創出 C/P技術指導	宅和 正彦	中外テクノス㈱ 専務取締役	予定																			
			実績					1	5													
市場創出 C/P技術指導	石高 皇太郎	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 本部長	予定		6	11		6	8									6	8			
			実績		7																	
C/P技術指導	佐藤 英樹	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 副本部長	予定	2	2	4	11		2			2	2	2	2			4	8			
			実績	1	7		1	1	7		7	1	1	9	3		1	5	0.5			
C/P技術指導	庄山 康彦	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 次長	予定	3	3	5	11					2	2	2	2			5	8			
			実績	2	1	6							2	9			1	7				
C/P技術指導	加藤 茂	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 係長	予定	3	3	5	11					3	3		3	3			5	8		
			実績			1																
C/P技術指導	河野 潤一	中外テクノス㈱ 課長補佐	予定					7														
			実績	2	7			7			1	2	9	3		1	7	0.5	1	1	4	1
C/P技術指導	新畑 勇治	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 課長	予定																			
			実績								3	1	3		1			1	1	3	1	
C/P技術指導	飯田 雄士	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 係長	予定																			
			実績								3	1	3		1							
市場創出	出川 洋一	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 営業統括室 係長	予定					8	8													
			実績				1	7	1	1	2	7		3		1						
ワークショップ Committee	松原 由佳	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 国際事業開発室	予定																8	5		
			実績	1		1		2	5	1	3	1	5		2	2	8	3		1	2	1
チームアドバイザー	西本 匡利	有限責任監査法人 トーマツ	予定					3	8													
			実績			1	1				1	1	7	1		1		1	0.5			1
事業展開検討	藤原 洋	有限責任監査法人 トーマツ	予定				2		3	3												
			実績	1																		
事業展開検討	堀江 常稔	有限責任監査法人 トーマツ	予定																			
			実績				1	1	1	4	1	1	3.5	0.5		0.5						
事業実施促進1	神田 道男	システム科学 コンサルティング(株)	予定	1															1	5	1	
			実績				2	1	7	1	2			1		1				1		
事業実施促進2 研修計画1	竹田 真一郎	カホソソフト エンジニアリング(株)	予定	6		3	11					4		5				3	8	1		
			実績	2		5	1	2	2	2	2	3		6	1	1	7	1	1			1
研修計画2	海保 彰子	システム科学 コンサルティング(株)	予定	8		1	11					7		6				1	8	2		
			実績	2		6	2		3	1	7	2	2		6		1	1	1	1		1
C/P指導 ワークショップサポート	佐々木 雄大	新興フロンティア㈱	予定	8	5	6	11	5					8	5		8	5		6	8	5	
			実績																			
C/P指導 ワークショップサポート	小林 淳	新興フロンティア㈱	予定																			
			実績				1	2		4	3											
C/P指導 ワークショップサポート	津野 和裕	新興フロンティア㈱	予定																			
			実績				1															
C/P指導 ワークショップサポート	寺澤 祐治	新興フロンティア㈱	予定																			
			実績				1															
C/P指導 ワークショップサポート	村中 昇一	新興フロンティア㈱	予定																			
			実績																			
C/P指導 ワークショップサポート	坂上 卓巳	新興フロンティア㈱	予定																			
			実績																			
C/P指導 ワークショップサポート	久保 華子	新興フロンティア㈱	予定																			
			実績																			
ワークショップ Committeeサポート	笠井 尚哉	横浜国立大学	予定																1	4		
			実績	1				1	4	4		1				1		1				

表 17 要員計画表 (つづき)

担当業務	氏名	所属先	予実	2017年						
				1月	2月	3月	4月	5月		
業務主任者	海見 悦子	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 国際事業開発室長	予定	3	11	1				
			実績	4	3	1	5	5		3
市場創出 C/P技術指導	宅和 正彦	中外テクノス㈱ 専務取締役	予定							
			実績							
市場創出 C/P技術指導	石高 星太郎	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 本部長	予定	1	11	1				
			実績						4	
C/P技術指導	佐藤 英樹	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 副本部長	予定	3	11	1				
			実績		3	1		3		1
C/P技術指導	庄山 康彦	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 次長	予定	3	11	1				
			実績							
C/P技術指導	加藤 茂	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 係長	予定	4	11	1				
			実績							
C/P技術指導	河野 潤一	中外テクノス㈱ 課長補佐	予定							
			実績		3	1		5		1
C/P技術指導	新畑 勇治	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 課長	予定							
			実績							
C/P技術指導	飯田 雄士	中外テクノス㈱ 構造物エンジニアリング事業部 係長	予定							
			実績							
市場創出	出川 洋一	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 営業統括室 係長	予定							
			実績							
ワークショップ Committee	松原 由佳	中外テクノス㈱ 経営戦略本部 国際事業開発室	予定	8	5	2				
			実績		2		2		2	
チーフアドバイザー	西本 匡利	有限責任監査法人 トーマツ	予定			2	2			
			実績		3	0.5	1		1	
事業展開検討	藤原 洋	有限責任監査法人 トーマツ	予定			3	2	2		
			実績							
事業展開検討	堀江 常稔	有限責任監査法人 トーマツ	予定							
			実績				1	0.5		
事業実施促進1	神田 道男	システム科学 コンサルティング(株)	予定	3	5	1				
			実績	3	1		4	2		
事業実施促進2 研修計画1	竹田 真一郎	カーボンフリー コンサルティング(株)	予定	5	11	1				
			実績							
研修計画2	海保 彰子	システム科学 コンサルティング(株)	予定	2	11	1				
			実績	3	1					
C/P指導 ワークショップサポート	佐々木 雄大	新興フロンテック㈱	予定	5	5	11	1			
			実績							
C/P指導 ワークショップサポート	小林 淳	新興フロンテック㈱	予定							
			実績		1	3	1			
C/P指導 ワークショップサポート	津野 和裕	新興フロンテック㈱	予定							
			実績							
C/P指導 ワークショップサポート	寺澤 祐治	新興フロンテック㈱	予定							
			実績							
C/P指導 ワークショップサポート	村中 昇一	新興フロンテック㈱	予定							
			実績							
C/P指導 ワークショップサポート	坂上 卓巳	新興フロンテック㈱	予定							
			実績							
C/P指導 ワークショップサポート	久保 華子	新興フロンテック㈱	予定							
			実績							
ワークショップ Committeeサポート	笠井 尚哉	横浜国立大学	予定	1	4					
			実績		1		3	1		1

出典：当社により作成

・譲与資機材

第2回本邦受入活動（2015年11月に実施済み）の参加者が帰国する際、以下の譲与機材の持ち帰り輸送を完了した。これらの機材はC/Pの本部にて保管し、本部、バリクパパン支店ならびにチラチャップ支店での現地研修ならびにパイロット検査活動を完了した後、それぞれの拠点に分配した。

表 18 譲与資機材リスト

機材名	型番	数量	納入年月	設置先
SC	なし	3	2015年11月	SUCOFINDO Head Office
				SUCOFINDO Cilacap Branch
				SUCOFINDO Balikpapan Branch

出典：当社により作成

・相手国政府関係機関側の投入

C/P に対しては、以下の投入を役割分担とした。投入実績は以下の通り。

- ・SC 輸送支援
- ・SC の維持管理
- ・放射線源の購入と放射線源取り扱い有資格者の確保
- ・本邦受入活動実施に係る各種支援（研修員の査証・日本滞在用ビザ・海外旅行保険の手配など）
- ・本邦受入活動（第1回、第2回）への人員投入数：計10名
- ・現地研修（ジャカルタ、チラチャップ、バリクパパン）への人員投入数：計38名
- ・現地研修実施に係る各種支援（研修教材の印刷等の準備、会場手配、研修員への旅費支給など）
- ・現地研修に参画する現地検査技術者の選定および確保
- ・パイロットプラント選定と入構手続き支援
- ・プラントオーナー向けワークショップ、APITINDO 向けワークショップ、インドネシア関連省庁向けワークショップ実施に係る各種支援（集客、会場手配、当日の司会進行、参加者への軽食および昼食の提供、バナーの作成と掲示など）

(5) 事業実施体制

本事業の事業実施体制概要は、表 19 の通りである。

表 19 事業実施体制

実施内容	実証事業	普及事業	
	市場創出調査	現地研修/ 本邦受入活動	ワークショップ
中外テクノス	計画・実施	計画・実施	計画・実施
トーマツ	計画・実施サポート	—	—
システム科学コンサルタンツ	—	計画・実施サポート	計画・実施サポート
カーボンフリーコンサルティング	—	計画・実施サポート	計画・実施サポート
新興ブランテック	—	実施サポート・講師	講師
横浜国大	—	—	講師
C/P	アポ取り	会場提供・受講	共同開催・開催支援

出典：当社により作成

(6) 相手国政府関係機関の概要

【基本情報】

C/PであるSUCOFINDOは、従業員を2,600名以上抱える同国最大の国営総合検査企業であり、工業省と国営企業省が計95%を出資している。

【選定理由】

- ・ ESDMともつながりが深く、国の規則作りにも関与している。このため、SUDOFINDOを通じて同国の検査に関する政策決定に対してアプローチできると考えられる。
- ・ 同国の製油所のほとんどを保有する国営石油企業Pertaminaを始め、TOTALやCHEVRONなど、大手化学プラントを主要顧客としており、プラントオーナーに対する働きかけも可能である。
- ・ 自社に多くの検査技術者を抱えているだけでなく、C/Pの検査部門のメンバーが、同国検査企業協会 APITINDO の主要構成員として活躍しているため、C/Pを通じて、検査技術者に対する研修を行い、検査業界の技術の底上げを図ることもできると考えられる。
- ・ 同社子会社の機器販売企業 SUCOFINDO EPISI をパートナーとできる見通しであり、SCの輸送等にかかる必要な諸手続について、支援を得やすい。また、C/Pには放射線源の取り扱いに必要な資格を有した職員が在籍している。さらに、外国人が同国のプラントに入場して検査業務を行うための法的手続等について、すでにいくつかの外国企業との協業実績があるため、その対応に慣れている。
- ・ 同国の総合検査企業であるC/Pとの連携は、日本の総合検査企業である当社が、将来的に道路・構造物や環境などの幅広い分野にサービスを展開する場合にも、非常に有用である。

【本事業実施において特に期待される当該機関の役割】

表 20 役割と負担事項

役割	負担
<ul style="list-style-type: none">・ 政策への働きかけ (Coordination Committee で活動)・ プラントオーナーへの予防保全知識の普及 (パイロットプラントでの活動)・ C/P 社員および APITINDO を通じた技術のボトムアップ	<ul style="list-style-type: none">・ SC 輸送支援と維持管理・ 放射線源の購入 (当社が資金を提供) と放射線源取り扱い有資格者の確保・ 本事業に参画する現地検査技術者の確保・ パイロットプラント選定と入構手続き支援

出典：当社により作成

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

① 活動1：NDT技術に係る技術普及

本活動では、C/PにSCを導入し（活動1-1）、「SCを十分活用できる検査技術者30名の育成」を目的とした現地研修と、「予防保全に必要な検査・分析・データ解析を行える検査技術者10名の育成」を目的とした本邦受入活動を実施し、C/Pに対するNDT技術に係る技術普及を図る。それぞれの活動の対象者は以下のとおりとし、職務に応じた異なるレベルの技術研修を提供する。

- 現地研修：検査技術者で将来を有望視されている人材と本邦受入活動参加者
- 本邦受入活動：マネジメント層や検査技術の指導者的立場の人材

この取り組みにより、将来的にはマネジメント層や検査技術の指導者的立場の人材が現役（または新人）の検査技術者に対して継続的に技術指導を行えるよう計画する。

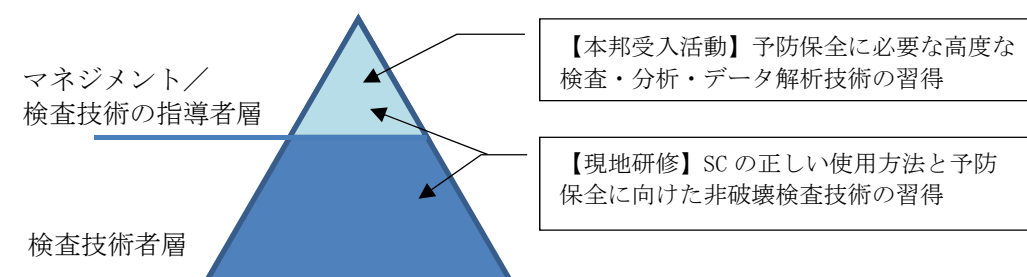


図9 活動別対象者

出典：当社により作成

なお、本活動については、業務計画書（2015年1月29日付）で基本方針を策定し、第1次現地渡航（2015年2月に実施）においてC/Pのニーズ、検査技術者の知識レベル・興味関心等をヒアリングにより確認し、研修計画の具体化を行った。主なヒアリング結果は以下のとおりである。

- C/Pは、SCを活用できる検査技術者を可能な限り多く育成することを望んでいる。
- C/Pの現役検査技術者ならびにマネジメント層のNDTに関する知識は、日本の検査技術者とほぼ同等程度である。
- C/Pの本部（ジャカルタ）およびバリクパパン支店、チラチャップ支店の3拠点間において知識レベルの差は無い。
- 日本で実施している目視検査や予防保全方法に対する学習意欲が高い。

同ヒアリング結果を踏まえ、活動1-2、1-3および1-4についてニーズや現状に即した効果的な活動方針を検討し、業務計画書改訂版（2015年5月14日付）において、より詳細かつ具体的な全体方針を策定した。この改訂後の全体方針に沿って、活動1-2、1-3および1-4の詳細を設計した。

1-1. C/PにSCを導入する。

【実施事項】

SCは、C/Pの本部（ジャカルタ）およびバリクパパン支店、チラチャップ支店に1台ずつ、計3台を導入した。

表 21 SCの設置先

提供先	住所	備考
SUCOFINDO Head Office	Jl. Raya Pasar Minggu Kav. 34 Jakarta 12780	
Cilacap Branch	Jl. Gatot Subroto No. 35, Cilacap, Jawa Tengah	1974年に運転を開始した最も大きい製油所がある。
Balikpapan Branch	Jl. Jend. A. Yani No. 1 Gunung Sari Ulu, Balikpapan 76122 Kalimantan Timur	1984年に運転を開始した、2番目に大きい製油所がある。

出典：当社により作成

【成果】

1) SC本体の輸出入手続

SC3台は、第2回本邦受入活動の参加者の帰国時に機内預け荷物として輸出した。なお、輸出入手続は、C/Pの関連会社であるSUCOFINDO EPISIが税関手続に精通していたため、輸出入の支援企業として選定した。EPISIの支援のもとで輸出入を完了した。

2) 線源の購入について

測定に必要な放射線源Cs137は、日本側での各種法規制への対応が非常に煩雑なことから日本からの輸出は現実的ではなく、他国（アメリカ、ドイツなど）から輸入する必要があるため、また、購入には同国原子力規制庁（BAPETEN）の許可が必要であった。C/PはCs137の取扱いに必要な現地資格を保持しており、かつ他のNDT機器にも用いる各種放射線源の購入にも慣れていたので、Cs137の購入と取扱いはC/Pが行うこととなった。

なお、C/Pは当初Cs137を民間検査機器販売会社であるGlobal Solution Technologyを通じて購入予定であった。しかし、同社から本事業の開始段階に提示された見積額から度重なる増額要求を受けたため、Pratitaを通じて購入することとなった。2016年1月末にPratitaを通じて線源を入手し、2016年2月の現地渡航時に線源の目視確認を経て、SCに必要な資機材の導入は完了した。

3) 保管についての留意点

本事業実施中は、C/PのOil & Gas Divisionに所属するHendy Barkat氏(Senior Manager)が2016年6月までSCの維持管理責任者となり、同年7月以降は後任者であるAmbar Prawidiyanto氏(Manager of Sales & Custome Relationship & Resource Dept)が維持管理責任者となった。なお、SCは、100L程度のスーツケースに収まる大きさであり、盗難に合わない保管場所があれば、その他特別な管理は不要である。また、Cs137の保管方法については、C/Pの各拠点に対し、インドネシアの法を順守するよう指示した。

4) SCの配置

活動1-2として実施した現地研修終了後、SCは本部(ジャカルタ)、バリクパパン支店ならびにチラチャップ支店に1台ずつ配備した。なお、各拠点におけるSCの維持管理責任者を以下の通りと定めた。

本部(ジャカルタ): Ambar Prawidiyanto氏

バリクパパン支店: Supardiyanto氏

チラチャップ支店: DJoko Utomo氏

1-2. 現地研修を通じて、C/Pの検査技術者に対して、SCの活用や予防保全に必要なNDTの計画・検査技術を普及する。

【実施事項】

業務計画書作成時においては、「10名の検査技術者に対し、SCの使用方法与予防保全に向けたNDTの技術移転を行うことを目的とした研修全4回を、C/Pの拠点において実施する」方針としていた。

しかし、第1次現地渡航(2015年2月に実施)においてC/Pのニーズ等の確認を行った結果、できる限り多くの検査技術者にSCの活用方法を学ばせたいというC/Pからの要望を踏まえ、SCを供与予定の3拠点(本部:ジャカルタ、バリクパパン支店、チラチャップ支店)に日本人調査団が出向き、1拠点あたり10名(3拠点合計30名)を対象として、現地研修を開催する方針とした。

表 22 検査技術者向け現地研修の全体概要

項目	内容
実施場所	SUCOFINDO ジャカルタ、バリクパパン、チラチャップの3拠点
受入技術者数	各拠点10名 × 3拠点=計30名
対象者	各拠点におけるマネジメント層や検査技術の指導者（3名程度） ならびに検査技術者（7名程度）
実施回数	各拠点1回（全3回）
実施日数	各拠点3日間（パイロット検査は含まず）
実施時期	第1回：2016年2月16～18日（ジャカルタ） 第2回：2016年7月25～27日（チラチャップ） 第3回：2016年9月13～15日（バリクパパン）

出典：当社により作成

1) 現地研修参加者の選定方針

現地研修のみに参加する研修員は将来を有望視される検査技術者から選定することとし、その選出基準を以下のとおり設定した。

表 23 現地研修参加者の選出基準

<ol style="list-style-type: none"> 1) 基本的なPC操作スキルを有すること 2) NDT業務歴3年以上 3) 0.1mCi 137Csの放射線源を扱える人員であること 4) 履歴書を提出したもの 5) 現地研修開催拠点の所属者
--

出典：当社により作成

2) 研修の目標設定

第1次現地渡航において、C/Pの検査技術者ならびにマネジメント層のNDTに係る知識レベルが、日本の検査技術者と同等程度であることが確認できたことも踏まえ、研修目標を以下のとおり設定した。

- ① SCを用いて配管詰りを測定することができる。
- ② SCを用いてバルブの開閉検査を確認することができる。
- ③ SCを用いて塔槽の液深測定を実施することができる。

3) 現地研修の評価方法

本研修の評価は「研修満足度」「学習到達度」に基づいて行うこととした。

- ・ 「研修満足度」は、研修受講者に対して研修内容、構成、講義割り・配分などにかかるアンケートを行い、研修計画ならびに運営等の評価を行うと共に、必要な改善点等の洗い出しを行う。

- 「学習到達度」は、知識の習得と技術の習得を把握できるよう以下の取り組みを行う。

- ① 知識の習得の把握には、テスト形式を用いた理解度チェックを行う。
- ② 実技の習得の把握には、模擬実技を実施する。

なお、模擬実技の判定結果を明確／公平にするため、講師は判定用チェックリストを準備した。

4) 研修計画の策定

SCの活用や予防保全に必要なNDTの計画・検査技術の普及に向けて、「SCの活用」「NDTの計画・検査技術」を講義／演習のスタイルを組み合わせて、「基本」から「応用」につなげられるよう、以下のように研修を計画した。

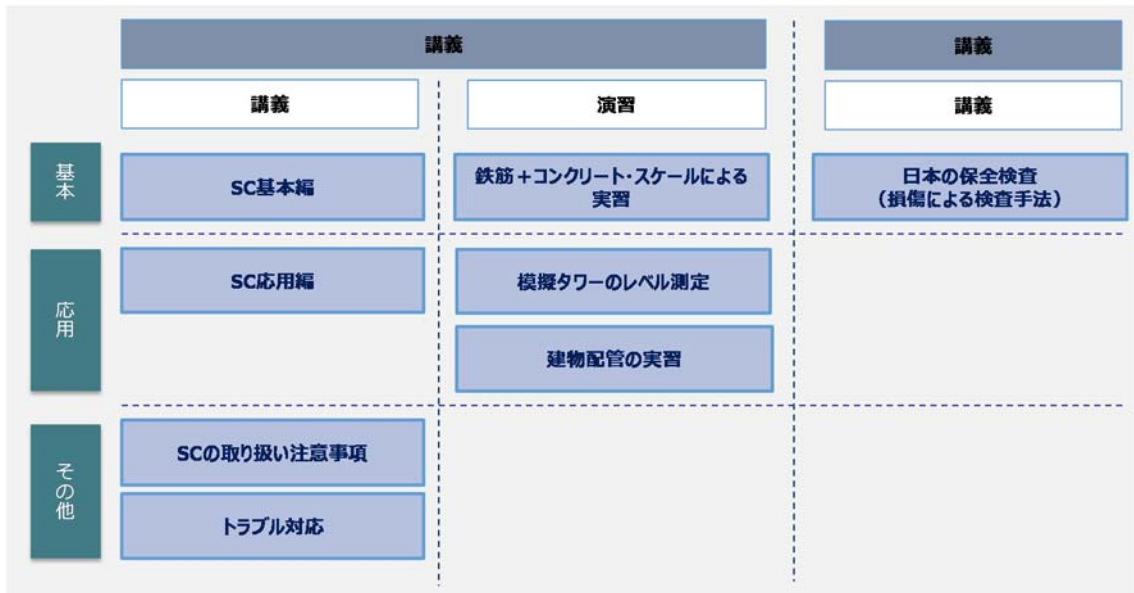


図 10 研修テーマの位置づけ

5) カリキュラム、日程表

研修カリキュラムや研修日程は、研修会場間で差異が生じないように共通化して実施した。研修日程の詳細は別添 1 「現地研修 研修スケジュール」のとおり。

【成果】

1) 研修修了者数

下表に示す通り、ジャカルタ、チラチャップ、バリクパパンにて計 3 回の現地研修を実施し、合計 38 名の検査技術者に対して SC の使用方法と予防保全に向けた NDT の技術移転を行った。

表 24 現地研修の概要

拠点	ジャカルタ	チラチャップ	バリクパパン
実施期間	2016年2月16日～18日	2016年7月25日～27日	2016年9月13日～15日
研修会場	SUCOFINDO 本部	SUCOFINDO チラチャップ支店	SUCOFINDO バリクパパン支店
参加者数	16名	12名 (他オブザーバー4名)	10名

出典：当社により作成

2) 研修の目標達成度と満足度

2-1) 「学習到達度」

2-1-A) 知識の習得

NDT の計画・検査技術に関する知識の習得把握のため、「損傷に対する日本の検査手法」に関し、テスト形式を用いて理解度チェックを実施した。

2-1-B) 実技の習得

講師のデモンストレーションを踏まえ、研修員が同じ実技を実施する形式を採用した。SC の正確なセッティング、操作、片付けに至る基本事項ならびに留意事項への配慮がされていることを、講師が下表の項目に沿って目視確認した。

表 25 実技の習得に関する確認項目

必要な機器、資材が揃っているか。	
1	測定に必要な機器、資材を把握していること
2	機材に著しい損傷がないか点検していること
機器の取り扱いに問題はないか。	
1	投げる、引っ張るなど、機器の損傷原因となる行為をしていないこと
2	ケーブルを繋いでから、電源 ON にしていること
セッティングに問題はないか。	
1	線源を直接掴まないで、アームに取り付けること
2	センサーと線源距離が、著しく離れていないこと
3	配管にセッティングした機材が、しっかり固定されていること
4	放射線の照射方向が、センサーに向いていること
測定条件を確認したか。	
1	測定条件を確認し、入力していること
	(測定後に再入力が可能である為、入力値の整合は問わない)
測定開始までの手順に問題はないか。	
1	スムーズに準備できること
	(セッティングができない場合は、ここでチェックを終了する)
ブランク測定位置は問題ないか。	
1	ブランク測定位置が適切な位置であること
測定中、データや機材に異状がないか注意しているか。	
1	測定中にデータ表示を確認していること
2	測定中に機材(ケーブルの引っ掛かりなど)を確認していること
結果データのチェック、保存を実施したか。	
1	内面位置を決定する際、設定した位置が妥当であること
2	結果データをチェックしていること
3	結果データの保存が出来ること
測定終了までの手順に問題はないか。	
1	スムーズに測定できること (再測定は認める)
2	(測定ができない場合は、ここでチェックを終了する)
機器の取り扱いに問題はないか。	
1	電源 OFF にしてから、ケーブルを外していること
2	投げる、引っ張るなど、機器の損傷原因となる行為をしていないこと
結果データをアウトプットし、報告できたか。	
1	データがアウトプットできていること
2	閉塞率を報告できること
放射線取扱に十分注意しているか。	
1	線源を置いて、その場を離れることがないこと
2	周辺の人に線源を向けない、周囲に注意を払っていること

これらの確認を行った結果、知識の習得においては全研修員が全問正解、実技の習得においても SC の操作・検査方法を体得し、「研修の目標設定」にて定めた以下の 3 項目、

- ① SC を用いて配管詰りを測定することができる
- ② SC を用いてバルブの開閉検査を確認することができる
- ③ SC を用いて塔槽の液深測定を実施することができる

を实践できる事が確認されたため、全研修員に対する技術移転は完了したと判断した。

2-2) 「研修満足度」

各テーマにおいて研修員が自己評価した理解度は、全テーマ平均値 4.15 (5段階評価) に達しており、高い満足度を示す結果となった。

2-2-A) 各テーマに関する詳細

i) 各テーマにおける研修員からの評価

全研修員から、各テーマにおける以下の評価軸に対する5段階評価(最高評価:5)を得た。

評価軸① 内容の理解度

評価軸② 内容の構成と分かりやすさ

評価軸③ 時間配分は適切であったか

評価軸④ 研修の進行ペースは適切であったか

評価軸⑤ 講師はテーマに対する十分な知見を有していたか

評価軸⑥ 研修資料は研修の助けになったか

下表は、各テーマの評価軸ごとの点数をまとめたものである。全テーマを通じた評価軸①～⑥のそれぞれの平均値は、①4.17、②4.13、③4.00、④4.09、⑤4.29、⑥4.22となり、いずれの評価軸も概ね4点以上の高いレベルで均質な評価を得た。

以下は、各テーマの評価軸ごとの評価点を表に纏めたものである。

いずれの評価軸も各平均値より0.2上回ることも、下回る事もなく均質な評価を得る結果となった。

表 26 各テーマと評価軸毎の評価解析

各テーマ \ 評価軸	①	②	③	④	⑤	⑥
日本の保全検査(損傷による検査手法)	4.09	4.00	3.94	4.09	4.34	4.14
SC基本編	4.09	4.09	3.85	4.03	4.26	4.21
鋼管+コンクリート・スケール(3セット)による実習	4.36	4.31	4.06	4.14	4.31	4.39
SC応用編+模擬タワーのレベル測定	4.22	4.14	4.06	4.11	4.28	4.19
トラブル対応	4.17	4.17	4.14	4.06	4.19	4.19
平均値	4.19	4.14	4.01	4.08	4.28	4.23

出典: 当社により作成

ii) 特に有用な研修テーマ

全研修を通じ「最も活用できるテーマ」として挙げられたのは「全てのテーマ」、「鋼管とコンクリート・スケールによる実習」「実習すべて」の順となっており、実習のセッションが評価される傾向になった。評価の理由は以下のとおりである。

- 実際に SC を操作できたため、より容易に学べた
- 模擬検査を行う実技研修は、技術の習得に有効かつ効果的であった
- SC の操作と連動してスケールの表示結果を理解できた

表 27 特に有用と評価された研修テーマ（アンケート結果抜粋・複数回答可）

研修テーマ	有用と評価した研修員数			
	全体	ジャカルタ	チラチャップ	バリクパパン
全てのテーマ	12名	2名	7名	3名
鋼管とコンクリート・スケールによる実習	12名	4名	2名	6名
実習全て	11名	10名	-	1名
SC 基本編	4名	1名	2名	1名
SC 応用編	2名	-	-	2名
トラブル対応	2名	-	1名	1名

出典：当社により作成

2-2-B) 現地研修全体に対する評価

現地研修の最終日に、アンケートを用いて研修全体に対する評価を収集した。下表のとおり、いずれの項目も平均値 4 以上（5 段階評価）に達しており、研修員にとって満足度の高い研修であったと判断できる。

表 28 「研修全体に対する評価」 総合表

目標達成 判断項目	分析項目	全研修 平均	ジャカル タ	チラチャ ップ	バリク パパン	評価軸の説明
研修満足度 による 自己評価	全テーマの 理解度平均	4.17	4.10	4.04	4.37	5=とても満足 3=どちらでもない 1=とても不満
	新たな知識や アイデアの習得	4.64	4.38	4.80	4.73	5=十分得た 3=どちらでもない 1=全く得ていない
	新たなスキルや 技術の習得	4.54	4.38	4.50	4.73	5=十分得た 3=どちらでもない 1=全く得ていない
	研修目標の達成	4.38	4.19	4.50	4.45	5=十分達成された 3=どちらでもない 1=全く達成されていない
	研修全体の満足度	4.35	4.13	4.10	4.82	5=とても満足 3=どちらでもない 1=とても不満
重点項目の 理解度 (自己評価)	NDT の計画に関す る概念	4.32	4.00	4.40	4.55	5=とてもよく理解した 3=どちらでもない 1=全く理解できなかった
	NDT 機器を用いた 検査手法	4.40	4.06	4.60	4.55	5=とてもよく理解した 3=どちらでもない 1=全く理解できなかった

出典：当社により作成

2-2-C) 研修計画の妥当性検証

研修計画の妥当性を検証することを目的として、研修の構成要素である「研修期間」「研修人数」ならびに「SC 操作に慣れる機会」が適切であったかを確認した。その結果、いずれの点においても適切に計画されていると判断できる回答を得た。

表 29 研修の枠組みに対する評価表

設問	全研修 平均	ジャカル タ	チラチャ ップ	バリクパ パン	評価軸の説明
研修期間は適切であったか	3.03	3.19	3.00	2.91	5=長い 3=適切 1=短い
参加人数は適切であったか	3.06	3.25	3.10	2.82	5=多すぎ 3=適切 1=少なすぎる
SC 操作に慣れる機会は十分 あったか	3.92	4.19	3.20	4.36	5=十分あった 3=普通 1=とても不足していた

出典：当社により作成

3) 現地研修の目標達成について

当初計画の目標数 30 名を超える計 38 名の検査技術者に対して、SC の使用方法と予防保全に向けた NDT の技術移転を実施した。そして、上記 2-1) 「学習到達度」および 2-2) 「研修満足度」に関する自己評価を総合的に考察した結果、全研修員は SC を活用できる検査技術者として合格であると判断した。したがって、本活動の目標を達成したと判断している。

1-3. C/P の予防保全のための NDT 技術（計画、検査、データ解析）の習得を目的に本邦受入活動を実施する。

【実施事項】

1) 本邦受入活動の実施方針

業務計画書作成時においては、「5 名のマネジメントクラスおよび検査員指導者に対し、予防保全に必要な高度な検査・分析・データ解析に係る技術移転を行うことを目的とした研修全 4 回を主に当社が保有する技術センターにおいて実施する」方針とした。

しかし、第 1 次現地渡航（2015 年 2 月に実施）において C/P のニーズ等の確認を行った結果、予防保全の高度な知見を有するマネジメント層／検査指導者を多く育成したいという C/P の要望を踏まえ、SC を供与する 3 拠点に所属するマネジメント層や検査員指導者が公平に参加できるよう、各拠点 3～4 名（合計 10 名）を対象として、各回 5 名の本邦受入活動を計 2 回開催した。

表 30 検査技術者の指導者向け本邦受入活動の全体概要

項目	内容
実施場所	中外テクノス工業技術センター（千葉県市原市）他
受入技術者数	各回 5 名 × 2 回＝計 10 名
対象者	マネジメント層ならびに検査技術指導者
実施回数【日数】	全 2 回【12 日間／回＝計 24 日】
実施期間	第 1 回：2015 年 9 月 第 2 回：2015 年 11 月

出典：当社により作成

2) 本邦受入活動参加者の選定方針

本邦受入活動の参加者は、C/P のマネジメント層や検査技術者の指導的立場にある人材から選定することとし、その選出基準を以下のとおり設定した。なお、本邦受入活動の参加者には、現地研修の受講を求めている。

表 31 本邦受入活動参加者の選出基準

1) 年齢制限 50 歳以下
2) NDT 業務歴 10 年以上
3) 現地研修に参加すること
4) マネジメント層や検査技術の指導者であること
5) 基本的な PC 操作スキルを有すること
6) 0.1mCi 137Cs の放射線源を扱える人員であること
7) 履歴書を提出したもの
8) C/P 本部（ジャカルタ）、チラチャップ支店、バリクパパン支店の所属者

出典：当社により作成

本事業で SC を供与する 3 拠点は、ジャカルタ、バリクパパン支店、チラチャップ支店である。したがって、これらの拠点からは必ず参加者候補を選定するよう依頼をした。この依頼を踏まえ、C/P は上記選定基準を満たす候補者を選出し、参加者選定のプロセスならびに受入手続きは「中小企業海外展開支援」本邦受入活動ガイドラインに基づき滞りなく実施した。

3) 本邦受入活動の目標設定

現地研修同様、第 1 次現地渡航で確認した C/P の知識レベルを踏まえ、研修目標を以下のとおり設定した。

- a. 予防保全が求められる中で、リスク予防、保全への知識を高めた人材となる。
- b. 検査計画の立案、結果解析と提案ができる人材となる。
- c. インドネシア国内の現状を踏まえたリスク予防、保全に対する啓発プレゼンテーションを行える人材となる。

4) 目標達成に向けた研修構成

目標として掲げた予防保全に必要な高度な検査・分析・データ解析を扱える検査技術者を育成すべく研修の企画構成を行った。目標達成に必要な知識・技術を網羅できるように、「予防保全」、「日本の NDT に関する法令・規格」、「有用と思われる検査技術」というカテゴリーを設定し、それぞれを「一般」「技術」「評価（分析）・管理」と分類し、必要となる講義を組み込んで計画した。本研修で扱った各テーマの位置づけを以下に示す。

また、それぞれのテーマに合わせて「講義」、「実演」、「視察」、「ディスカッション」の 4 形式を組み合わせて計画した。



図 11 本邦受入活動の企画構成

出典：当社により作成

5) 本邦受入活動の工程

目標達成に必要な講義時間・実演回数、視察場所、ディスカッション回数などを検討すると共に、視察や研修会場への移動時間やインドネシア語⇔日本語の逐次通訳に要する時間等を考慮した結果、各受入活動期間は最低 7.5 日以上（日曜・移動日除く）要すると判断した。この受入活動に要する日数に対する C/P の了解を受け、以下の日程で受入活動を実施した。

第 1 回：2015 年 9 月 6 日来日～9 月 16 日帰国

第 2 回：2015 年 11 月 16 日来日～11 月 25 日帰国

6) 本邦受入活動の評価方法

上記 3) の目標に対し「学習到達度」、「研修満足度」の観点での自己評価を用いた目標達成度の把握に努めた。

a) 「学習到達度」は、a) 知識の習得と b) 技術の習得を把握できるように以下の取り組みを行った。

- ① 知識の習得：テスト形式を用いてテーマに沿った理解度チェックを 4 回（受入活動ごとに）実施した。理解度チェックは、紙面を用いた二者択一形式および口頭による質疑応答により判定する方法を採用した。
- ② 実技の習得：各テーマの内、実演を含めた時間帯において模擬実技を実施した。なお、模擬実技による評価は、講師のデモンストレーションを踏まえ、研修員が同じ実技を実施し、正しい操作手順、留意事項への配慮等がなされているかを、講師の目視確認と質疑応答によって習得度を把握した。

- b) 「研修満足度」は、(A)テーマごとのアンケートと、(B)本邦受入活動全体を通じたアンケートを行った。いずれのアンケートにも「内容の理解度」「研修全体の理解度」について自己評価をする方式を採用した。

【成果】

上述の5) 本邦受入活動の工程にて示した通り、計2回の本邦受入活動を終了した。結果、業務計画書で定めた目的である「5名のマネジメントクラスおよび検査員指導者に対する、予防保全に必要な高度な検査・分析・データ解析に係る技術移転」は、予定人数の倍となる10名を対象にしながらも、滞りなく実施し、当初の目的を達成した。

1) 本邦受入活動の評価結果

- a) 「学習到達度」
- ① 知識の習得：全ての研修生が全問正解しており、知識の習得が図られたと判断した。
 - ② 実技の習得評価：講師による目視審査ならびに質疑応答を経て、全ての研修生が正しい操作手順、実技能力を身に着けていることを確認した。
- b) 「研修満足度」

全テーマにおける研修員の研修理解度平均は、全員4.0以上に達している。また研修員による研修目標の達成度も全員4.0以上に達する評価をしている。また重点項目である、「NDTの計画」「NDT機を用いた検査方法」「分析方法」の理解度も総じて4.0以上に達しており、高い理解度を示す結果となった。

以下に、本邦受入活動の研修員に対する評価結果を纏めた表を記す。

表 32 第1回日本邦受入活動における評価結果

目標達成判断項目	分析項目	第1回本邦受入活動参加者				
		Djoko	Riesky	Supardi yanto	Asy' ar i	Syuhada
学習到達度	理解度チェック	合格	合格	合格	合格	合格
	模擬実技	合格	合格	合格	合格	合格
研修満足度による自己評価	全テーマの理解度平均	4.0	4.0	4.0	4.6	4.3
	研修目標の達成	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0
重点項目の理解度(自己評価)	NDTの計画に関する概念	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0
	NDT機器を用いた検査手法	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0
	分析手法	4.0	3.0	5.0	5.0	5.0

出典：当社により作成

表 33 第 2 回日本邦受入活動における評価結果

目標達成 判断項目	分析項目	第 2 回本邦受入活動参加者				
		Hendy	Bayu	Yuntho	Suseno	Yayat
学習到達度	理解度チェック	合格	合格	合格	合格	合格
	模擬実技	合格	合格	合格	合格	合格
研修満足度 による 自己評価	全テーマの理解度平均	4.33	4.50	4.00	4.50	4.00
	研修目標の達成	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00
重点項目の 理解度 (自己評 価)	NDT の計画に 関する概念	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00
	NDT 機器を用いた 検査手法	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00
	分析手法	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

出典：当社により作成

上記、a)「学習到達度」およびb)「研修満足度」の両面から総合的に評価した結果、本邦受入活動に参加した全研修員（10名）は目標を達成したと判断した。

2) 本邦受入活動参加者による本活動の評価

2-1) 各テーマにおける研修員からの評価

全研修員から、各テーマにおける以下の評価軸に対する5段階評価（最も高い評価:5）を得た。

評価軸① 内容の理解度

評価軸② 内容の構成と分かりやすさ

評価軸③ 時間配分は適切であったか

評価軸④ 研修の進行ペースは適切であったか

評価軸⑤ 講師はテーマに対する十分な知見を有していたか

評価軸⑥ 研修資料は研修の助けになったか

その結果、全テーマ（回答件数：65）を通じた評価軸①～⑤のそれぞれの平均値は、①4.20、②4.17、③3.82、④3.92、⑤4.29、⑥3.98 となり、いずれの評価軸も概ね4点前後の高評価を得ている。

以下は、各テーマの評価軸ごとの評価点を表に纏めたものである。

下線付き数値は、平均値より0.2上回って高評価を得た評価軸である。

「SCを活用した検査・デモンストレーション」「熱交チューブ極地解析、余寿命診断」では多くの評価軸で高評価を得たことが読み取れる。他方、着色された評価軸は、平均値を下回った箇所として、今後も余地があ

ると捉えている。「日本の予防保全 SDM、OSI」や「原因調査の必要性」では複数の評価軸が平均値を下回る結果となった。

表 34 各テーマの評価軸ごとの評価点

各テーマ	①	②	③	④	⑤	⑥
日本の予防保全 SDM, OSI/日本の法令 (KHK 等) の説明/損傷に対する検査手法の JPI 規格, KHK ベースの説明	4.10	3.90	3.50	3.60	4.40	4.00
検査指示書・レポートの紹介/検査目的と着眼点の説明	4.30	4.20	<u>4.10</u>	4.00	4.30	4.00
原因調査の必要性: トレパニング, SUMP, SEM	4.10	4.00	3.80	3.90	4.10	3.80
出光興産、環境技術センター 視察	4.20	4.20	3.80	4.10	4.00	3.80
熱交チューブ極値解析、余寿命診断	4.30	<u>4.40</u>	3.90	4.10	<u>4.50</u>	<u>4.20</u>
SC を活用した検査・デモンストレーション	4.30	<u>4.40</u>	3.90	4.00	<u>4.60</u>	<u>4.40</u>
フランジ締め付け (第 1 回目のみ)	4.00	4.00	3.60	3.60	4.00	3.40
平均点	4.19	4.16	3.80	3.90	4.27	3.94

出典: 当社により作成

2-2) 各テーマにおける評価概要

テーマごとに「最も活用できる点」ならびに本テーマに対する評価軸の比較 (総合平均、第 1 回、第 2 回、本テーマ平均) ならびに想定される評価の原因を別添 2 に記す。

2-3) 有用性、新規性があると評価されたテーマ

本活動において実施したテーマの内「最も活用できるテーマ」「新たな知識、アイデア」、「新たなスキル、テクニック」を選定した結果、①SC を活用した検査・デモンストレーション、②原因調査の必要性 (トレパニング、SUMP、SEM 実演)、③日本の予防保全、④熱交チューブの抜管検査が挙げられた。

表 35 有用性、新規性があると評価されたテーマ（アンケート結果抜粋・複数回答）

順位	研修テーマ	「特に有用なテーマ」と評価した研修員数	「新たな知識、アイデア」と評価した研修員数	「新たなスキル、テクニック」と評価した研修員数
1	SCを活用した検査・デモンストレーション	6名	4名	5名
2	原因調査の必要性	5名	1名	4名
3	日本の予防保全	2名	1名	—
4	熱交チューブ抜管検査、極値解析	1名	3名	—

出典：当社により作成

a) SCを活用した検査・デモンストレーション

10名の内、6名が「特に有用なテーマ」、4名が「新たな知識、アイデア」、5名が「新たに学んだスキル・テクニック」として挙げている。同テーマを挙げた要因は、

- 自らの業務に直接活用可能である
- エンドユーザーに Scale Checker (SC) の役割やその使用方法を説明できるようになった
- エンドユーザーに対し、予防保全の手順として実施できる。

などを挙げており、SCを活用した予防保全方法の有用性を認識されたことが確認された。

他方、SCを有効活用するには、「インドネシアでの様々な現場状況でSCを使用することに慣れる必要がある」というコメントも出ており、本研修で習得した原理・基本的な操作方法に加えて、より実践的な研修が望まれていると推測された。そのため、この点は現地研修において重点的に取り上げ、また、現地研修の中でパイロット検査を実施することで、インドネシアの現場でSCの操作に慣れる機会を研修員に提供した。

b) 原因調査の必要性（トレパニング、SUMP、SEM 実演）

10名の内、5名が「特に有用なテーマ」、4名が「新たに学んだスキル・テクニック」として挙げている。同テーマを挙げた要因は、

- 研修前はこれら検査を知らなかったが、この手法はとてもスマートな方法で、簡便に材質の欠陥を探ることができるため
- これらの検査を用いれば、より精度の高い報告書を作成することができるため
- 日本／インドネシアの検査技術を比較する機会が得られた（有益な手法の導入を検討することができる）

他方、各テーマにおける研修員からの評価では、評価軸① 内容の理解度、評価軸② 内容の構成と分かりやすさ、評価軸⑤ 講師はテーマに対する十分な知見を有していたか、評価軸⑥ 研修資料は研修の助けになったか、について、各評価軸の平均値を下回った結果となっている。これはインドネシアでも有用であると共に新たな技術であるため、本活動の限られた時間内だけでは完全習得することが難しく、参加者にとって未消化となっていることが推測される。本テーマは、新たに求められている技術需要と捉え、今後のビジネス展開時にて技術移転を行っていきける分野と考えている。

c) 日本の予防保全

10名の内、2名が「特に有用なテーマ」、1名が「新たな知識、アイデア」として挙げている。同テーマを挙げた要因は、

- 自分の仕事にも適用できる範囲がある。
- 少なくとも自社においては、日本の予防保全のシステム・要求は役立つ良いものである。

他方、本テーマを「必要性を感じなかったテーマ」として3名が挙げている。その理由として、インドネシアの法律と異なる点、またインドネシアで直接適用することができないためとしており、日本とインドネシアの法規制に違いがあり、実務上には有益ではないことが想定された。

d) 熱交チューブ抜管検査・EVAN ソフトを使った極値解析

10名の内、1名が「特に有用なテーマ」、3名が「新たな知識、アイデア」として挙げている。具体的に今後活用できる点としては以下が挙げられている。

- 熱交換器、エアフィンクーラー、HRSG(ボイラー)の保全プログラムに有効活用できる新しい検査方法であること
- 抜管検査は方法も容易でシンプルなため誰にでも実施可能なことから、検査ビジネスにプラスの価値を与えることが可能なこと
- 抜管検査は NDT よりもより精度が高い情報を提供でき、クライアントにも自信をもって結果を説明できること
- 極値検査の方法と腐食の深さの測定方法が習得できたこと

本テーマは、各テーマにおける研修員からの評価でも、SCを活用した検査・デモンストレーションと同様に全ての評価軸で高い評価を受け、具体的な検査イメージの提案も挙げられていることから、インドネシアで導入しやすい検査手法の一つであると想定された。

3) 受入活動計画の妥当性の評価

本受入活動の全体計画の妥当性を検証するため、活動枠組みの構成要素であ

る「実演（スキル習得）の機会」「意見交換の機会」に対する満足度、ならびに「研修期間」「研修人数」が適切に考慮された計画であったかを参加者に対するアンケートにより確認した。

その結果、満足度は高く、適切に計画されていると判断できる回答を得た。

表 36 本邦受入活動の枠組みに対する評価表

設問	第1回 平均値	第2回 平均値	全体 平均値	評価軸の説明
本研修に満足しているか (総合的な判断として)	4.40	4.80	4.60	5=とても満足 3=どちらでもない 1=とても不満
実用的なスキルを学ぶ機会が十分に 計画されていたか	4.20	4.00	4.10	5=十分 3=どちらでもない 1=不十分
意見交換できる機会が十分に計画さ れていたか	4.60	4.60	4.60	5=十分 3=どちらでもない 1=不十分
研修期間は適切であったか	3.40	3.00	3.20	5=長い 3=適切 1=短い
参加人数は適切であったか	2.80	2.80	2.80	5=多すぎ 3=適切 1=少なすぎる

出典：当社により作成

- 1-4. 現地パイロットプラントにて、SCの活用によるパイロット検査を実施・指導する。なお、現地パイロットプラントはC/Pの主要顧客である Pertamina（国営石油企業）が保有する製油所や、大手化学プラントから候補を決定する。

【実施事項】

1) パイロット検査の実施目的

現地プラントにて、C/Pとともに実地研修を兼ねたパイロット検査を実施した。なお、パイロット検査の主な実施目的は以下のとおりである。

- 研修員が研修を通じて取得した知見、技術を踏まえた実技指導を行う。
- SCを使用した場合と使用しなかった場合における検査結果の違いや効率性等を評価項目とし、SCの有効性を実証する。
- C/Pの検査技術力の向上、SCの有効性を説明し、プラントオーナーに対する技術の啓発・普及行為を行う。

2) パイロット検査を実施するプラントの選定方針

パイロット検査プラントの選定は、C/Pの主要顧客（プラントオーナー）との良好な関係性を維持しながら依頼する必要がある。したがって、C/Pの主体性を尊重してプラント候補の選定を進めることとし、具体的な対象はPertaminaが保有する製油所や大手化学プラントから候補を選定する方針とした。なお、パイロットプラントの選定にあたり重視した点は以下のとおり。

- プラントの構造と規模
- 運転開始時期（古いプラントの方が良い）
- 運転スケジュール（パイロット検査の時期が繁忙期でないか）

3) パイロット検査の実施

パイロット検査は、Pertaminaのチラチャップ製油所にて実施した。以下に実施詳細を記す。

a) チラチャップにおけるパイロット検査

- 開催期間：2016年7月28日（木）
- 参加者数：Pertamina 6名、SUCOFINDO 7名
- パイロットプラントの場所と名称：Pertamina チラチャップ製油所 RFCC装置
- 検査員からのコメント：室内における模型を使用したSC実習以上に、実現場での実施は現場に則した技術を習得出来、今後の為になった。測定条件の設定で入力する数値によっても、測定結果が大幅に変わる事が分かり、設定値が非常に大切なことを理解した。

- プラント側からのコメント：RFCC 装置のコークス抽出しライン詰り測定には有効な検査方法だ、継続的に使用したい。またチラチャップ製油所はプルタミナ最大の製油所で、この実績が他製油所に波及するだろう。

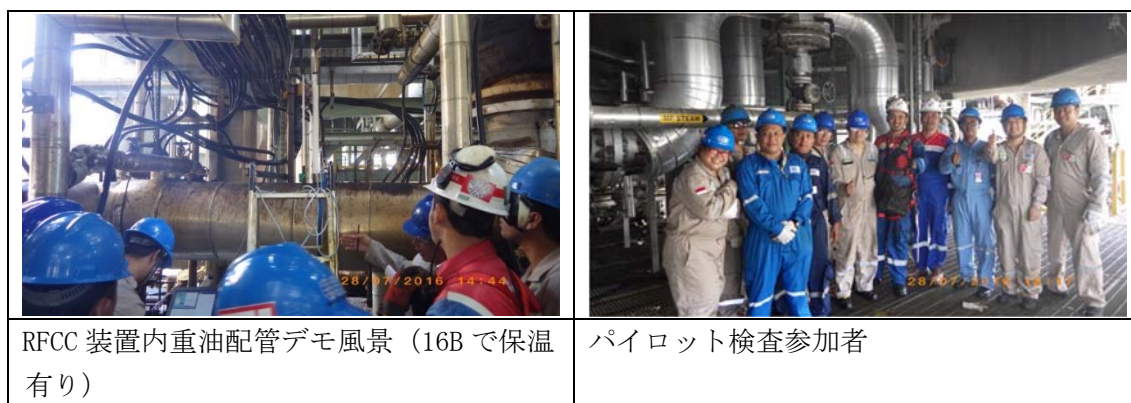


図 12 チラチャップにおけるパイロット検査の実施風景

なお、当初計画ではジャカルタとバリクパパンにおいても現地プラントにてパイロット検査を実施する方針であったが、現地プラント側との交渉などが難航したため実施できなかった。したがって、パイロット検査の代替案として建物の実配管を用いた検査を実施した。以下にその概要を記す。

b) ジャカルタにおけるパイロット検査

- 開催期間：2016年2月18日（木）
- 参加者数：ジャカルタにおける現地研修参加者全員（計16名）
- パイロット検査の場所：SUCOFINDO 本部の屋外消火栓配管など
- 検査員からのコメント：現場に則した操作方法を習得出来た。チームワークを改善すれば、作業効率を高める事も出来ると思う。また、測定条件に応じて設定に入力する数値によって、結果が変わる事も理解できた。入力数値には十分注意する必要がある事も理解できた。

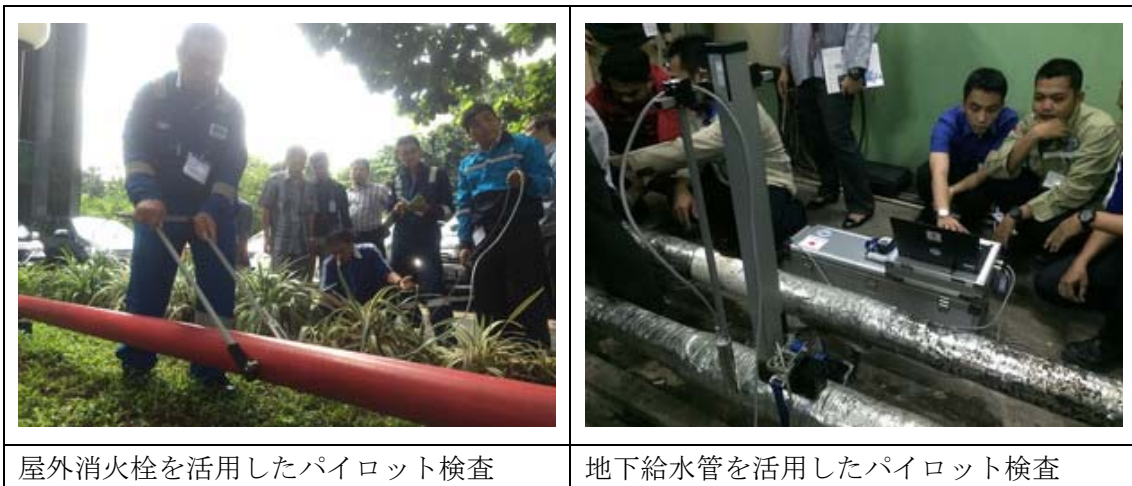


図 13 ジャカルタにおけるパイロット検査の実施風景

- c) バリクパパンにおけるパイロット検査
- 開催期間：2016年9月16日（金）
 - 参加者数：現地研修に参加した全研修員
 - パイロット検査の場所：SUCOFINDO バリクパパン支店の地下消火栓配管
 - 検査員からのコメント：非常に実践的なトレーニングであった。検査対象物は必ずしも作業のしやすい位置にあるわけではなく、SCを逆さに固定するなど、現場に則した技術を習得出来た。測定条件の設定で入力する数値によっても、測定結果が大幅に変わる事も理解した。



図 14 バリクパパンにおけるパイロット検査の実施風景

【成果】

前述の通りパイロット検査を実施した検査員は、実現場における工夫の必要性や数値入力的重要性などを体現し、実践に繋がる操作方法を身につける事となった。

他方、パイロット検査の実施場所の点においては、Pertamina のチラチャップ製油所のみ実現したが、ジャカルタやバリクパパンでは実プラントで実施できなかった。プラントの選定は、C/P の主要顧客との関係性に委ねる必要があったため、C/P の主体性を尊重してプラント候補の選定を進めていたが、実施できなかった。この主な要因は、

- プラントオーナー側は、まずはデモンストレーション（実際のプラントではなく、模型などを使った実演）を希望する傾向にあった。プラントオーナー側でも意思決定者に対して担当者が説明する必要があるため、一足飛びにパイロット検査の承諾を得るのは困難であった。
- 日本人が現地プラントに入構するには、煩雑な手続きが必要である。C/P から最大限の協力を得たものの、手続きが思うように進まず断念せざるを得なかった。

ただし、実プラントの代替案として建物の実配管を用いたパイロット検査を行う際に、バリクパパンではプラントオーナーである Total Indonesia（石油・ガス会社）、Pertamina、Chevron Indonesia（石油・ガス会社）を招待し、パイロット検査の視察と併せて SC のデモンストレーションを行った。各社からはコメントは以下の通り。

＜ Total Indonesia ＞

- 配管内清掃用 PIG が行方不明になる時がある。スケールのみならず PIG の検索にも有効と思われる。
- 多様な環境へ対応可能にしてほしい。例えば水中での計測、大口径配管用など。
- 同じ装置で、配管の厚みも計測できると良い（必ずしも同時計測できなくとも良い）。これはソフトウェア開発で解決できないか？
- 治具の降下速度を高速化し、かつ計測確度は現状維持できると良い。

＜ Pertamina ＞

- 同じ装置で、配管の厚みも同時に計測できるとよい。

＜ Chevron Indonesia ＞

- 水中配管でも対応できるとよい。

その他、C/P の主体性によって生み出された活動として、C/P は貸与された SC を活用し、2016 年 6 月に、Trineo（石油化学会社）と Pertamina のパレンバン製油所にて SC のデモンストレーションを実施した。このデモンストレーションに対しては両社からも好評を得ている。さらに、Pertamina からは 7km 程度に亘るパイプラインの SC による詰まり確認検査の見積作成依頼を受けるまで発展し

ている。

② 活動2：SCを活用したNDTの有用性にかかる実証・普及活動

2-1. 活動1-3を通じ、SCを活用したNDTの効果や有用性を確認し、そのフィードバックを通じて現地普及に要求される仕様を確認する。

【実施事項】

活動1-3の参加者10名に対し、インドネシアでSCを普及するために必要と思われる技術的な改善点や提案事項の把握に努めた。加えて、活動1-2の活動機会を活用して、現役の検査員の求める仕様の把握を目的としたアンケート調査を遂行した。さらに、活動2-2のAPITINDO向けワークショップ、3-2のプラントオーナー向けワークショップの参加者に対し、現行仕様に対する機能についてコメントを収集した。

【成果】

1) 活動1-3を通じた仕様の確認

10名中6名から、プラントオーナーや潜在顧客に対するプレゼンテーション、広報、検査手法の認知向上など「顧客に向けたPR活動」が強く推奨される結果となった。さらに、製品仕様に対するコメントは1名のみであり、①配管の厚みの計測も可能となること、②防水性を確保すること、であった。

2) 活動1-2を通じた仕様の確認

活動1-2の現地研修に参加した研修員に対し「インドネシアにおけるSC活用可能性」に対する考えについて、アンケート調査を実施した。

2-1) SCの仕様に対する確認

下表の項目に沿って、SCの現行仕様に対する意見を聴取した。その結果、「操作手順の回数と容易性」および「機材の重量と大きさ」に対する意見は割れる傾向にあるが、共通項として、操作手順は「容易」であること、機材は「軽量」と認識されている事が確認された。

表 37 SC の仕様等について

大項目 1：スケールチェッカーの機能性				
検査結果が検査地で確認できる事が有用である	YES	NO	無回答	
	36人 (100%)	0人	0人	
検査結果の表示が早いと思う	YES	NO	無回答	
	36人 (100%)	0人	0人	
大項目 2：スケールチェッカーの全般的な操作性				
操作準備に時間を要しない	YES	NO	無回答	
	34人 (94%)	2人(6%)	0人	
操作手順の回数と容易性について	操作手順が少なく、容易である	操作手順が多いが、容易である	操作手順が少ないが、複雑である	操作手順が多く、複雑である
	23人 (64%)	11人 (31%)	0人	2人(6%)
大項目 3：スケールチェッカーの治具の機能性				
治具組立の作業性	組立が簡単	普通	組立が困難	
	31人 (86%)	5人 (14%)	0人	
配管への取付け	取付けが簡単	普通	取付けが困難	
	29人 (81%)	6人 (17%)	1人(3%)	
大項目 4：スケールチェッカーの機動性				
持ち運びが容易である	YES	NO		
	34人 (94%)	2人(6%)		
機材の重量と大きさ	機材は軽量で、小型である	機材は重く、小型である	機材は軽量で、大型である	機材は重く、大型である
	15人 (42%)	3人(8%)	17人 (47%)	1人(3%)
大項目 5：スケールチェッカーの保管				
保管に場所を取らない	YES	NO		
	30人 (83%)	6人(17%)		
保管方法が容易である	YES	NO		
	34人 (94%)	2人(6%)		
大項目 6：スケールチェッカーの安全性				
線源を掴まず、アームに取り付け易い	YES	NO		
	33人 (92%)	3人(8%)		

「操作手順の回数と容易性」および「機材の重量と大きさ」に対する回答は分かれているものの、操作手順は「容易」、機材は「軽量」と認識されている結果となった。

2-2) 現役検査員が考える SC 活用の可能性

「SC をインドネシアで活用することを推奨するか」の問いに対し、38 名中 32 名が推奨すると回答した（4 名は無回答）。主な理由は以下のとおりである（複数回答可）。

- 配管、フレアーライン等のスケール検査に有効だから（回答数：10 名）
- （定期を含む）メンテナンスで使用できるから（回答数：9 名）
- プラントオーナーに紹介したい思っているから（回答数：7 名）
- インドネシアでは新しい NDT 技術で有効だと思うから（回答数：5 名）

- 確度の高い結果を示してくれるから（回答数：2名）

3) 活動2-2を通じた仕様の確認

活動2-2で実施した APITINDO 向けワークショップにおいて、SC の現行仕様に追加を希望する機能についてアンケート調査を実施した。その結果、アンケートに回答した 16 名中 2 名が追加機能を提案した。その内容は、①検査結果の 3D 表示、②アームの広さの調整機能であった。

4) 活動3-2を通じた仕様の確認

活動3-2で実施したプラントオーナー向けワークショップでも、活動2-2と同様に、SC の現行仕様に追加を希望する機能についてアンケート調査を行った。その結果、12 名中 4 名が追加機能を提案した。その内容は、①配管の厚みの計測も可能となること、②防水性を確保すること、③クラックや気泡等を検査できるようになることであった。なお、SC の有用な点として、①配管の材質やバルブの種類、スケールの種類に関わらず検査ができること、②配管の腐食による減肉も大幅なものであれば把握できる可能性があることが挙げられた。

2-2. APITINDO に対して、SC の特性や有効性を説明し、現地における普及の可能性を確認する。

【実施事項】

- 1) APITINDO 向けのワークショップをプラントオーナー向けワークショップと時期を合わせ、2016 年 4 月 21 日に当社と APITINDO および JICA の共催により、C/P 本部 3 階会議室で開催した。
- 2) アジェンダは、①本事業の紹介、②当社の業務概要、③SC のデモンストレーション、④SC の我が国での活用事例、⑤我が国におけるプラントの安全性と法制度整備、⑥質疑応答であった。

表 38 APITINDO 向けワークショップ アジェンダ

Time	Agenda	Presenter
9:00 - 9:30	Registration & Coffee Time	-
9:30 - 9:45	Welcoming Speech	APITINDO
9:45 - 10:00	Outline of ODA Project	Chugai Technos
10:00 - 10:45	【Presentation】 Introduction and demonstration of Scale Checker	Chugai Technos
10:45 - 11:15	【Presentation】 Introduction of variety of Preventive Maintenance Methods with Scale Checker	Shinko Plantech
11:15 - 11:45	【Keynote Lecture】 Preventive Maintenance in Japan	Yokohama National University
11:45 - 12:05	Question and Answer	SUCOFINDO/Chugai Technos
12:05 - 12:20	Request for Answering Questionnaire	System Science Consultant Inc.
12:20 - 12:30	Closing Remarks	Chugai Technos
12:30 - 13:30	Lunch & Praying	-

出典：当社により作成

- 3) 案内状を送った 51 社中 16 社が参加した。このうちアンケート提出社は 14 社、質問を行った企業は 5 社であり、活発な質疑が行われ、関心の高さがうかがわれた。また、参加者からインドネシアにおける検査業務において留意すべき点などの指摘があった。

表 39 APITINDO 向けワークショップ参加企業

No.	企業名
1	Kartika Karkam
2	Radiant Utama
3	Wiratama Superintending
4	Prima Dowandju
5	AusNDT Indonesia
6	Adiwarna Pratama
7	Nusakura Standarindo
8	Bumi Energi Persada
9	Internusa Perkasa Teknik
10	Mahkota Pratama Karyainsani
11	Inspektindo Pratama
12	Indospec Asia
13	Logitech
14	PDM
15	PSI Pesat Servis Industry
16	Wiratama Superintending
17	Biro Klasifikasi Indonesia

出典：当社により作成

4) 主要質問事項

4)-1 技術的事項

- C/P に供与されている SC で検査できる配管サイズに制限はあるか。また、サイズの違う配管をどのように検査するのか。(Nusakura Standarindo)
⇒2 インチ～24 インチの配管検査が可能。配管のサイズに応じてアームの長さを変えて検査する。
- 垂直方向に設置された配管の検査に SC を用いることは可能か (Nusakura Standarindo)
⇒垂直／水平方向ともに検査可能。ただし、SC の治具を設置できるスペースがあることが条件となる。
- SC での検査をする際の各ポイントの間隔はどの程度か (Nusakura Standarindo)
⇒SC で配管をスキャンし、透過量が落ち込んだポイントがあればスケールがある可能性が高いため、その箇所を検査する。
- SC 検査で解析する閉塞率の精度はどの程度か (Radiant Utama)
⇒±10%程度である。

- ポイントによってスケールが異なる場合、SC で検査することは可能か (Radiant Utama)
⇒流体とスケールの比重差が 0.3 以上あれば解析可能である。

4)-2 APITINDO の懸念事項

- SC に必要な線源はインドネシアの法規制に合致しているか？ (Kartika Karkam)
⇒BAPETEN (原子力規制庁) の許可を得て使用する。他の放射線検査と手続きは同様である。
- 現在、放射線源を使用しない検査機器が流行しているが、SC はこれら検査機器に対抗できるのか (Inspektindo Pratama) 。
⇒SC は日本で 1984 年に発売し、順調に売り上げを上げている。インドネシアでも有効に使用すれば力を発揮する検査機器であると考ええる。
- インドネシアではプラントオーナーの規格に合わせた検査を行っているため、JPI 規格の SC は、インドネシアの日系企業では重宝がられるかもしれないが、欧米のプラントでは苦戦する可能性がある。また、SC はオフショアでの使用もできないため、インドネシア市場でのビジネスは大きな挑戦になるかもしれない (Kartika Karkam) 。

4)-3 APITINDO の期待・関心事項

- 流体が石油でスラッジが堆積することが多い配管をもっている顧客がいる。この配管を SC で検査することは可能か (AusNDT) 。
⇒石油の比重は 0.8、スラッジの比重は 1.6 以上で、両者の比重差は 0.3 以上あるため SC で検査可能。なお、SC では流体に浮遊物が浮いているような状況の場合は検査できない。

5) SC に関する評価と期待

- ワークショップ (WS) での質疑、アンケートへの回答から、SC に対する評価と期待を取り纏めた。(下表参照)
- 大口径パイプへの対応、連続的測定、治具の幅など技術的な点の要望があった。

表 40 SC に対する評価と期待 (APITINDO)

	WS での質疑	アンケート (SC の追加機能)
技術事項	<ul style="list-style-type: none"> • 検査可能な配管サイズ • 垂直方向の配管検査 • 検査のポイント間隔 • 複数のスケールの測定 • 線源の確保方法 	<ul style="list-style-type: none"> • 大口径パイプへの対応 • 連続的測定への対応 • 治具 (アームの幅) が調整できるとよい
関心事項・優れている点	<ul style="list-style-type: none"> • 流体とスラッジの同時検査 	<ul style="list-style-type: none"> • SC は十分な機能を備えている
期待・懸念事項	<ul style="list-style-type: none"> • 非放射線源の NDT 方法への対抗 • プラントオーナーの検査規格との整合性 	<ul style="list-style-type: none"> • 石油、ガス会社に有益 • 検査結果を 3D で見られるとよい

出典：当社により作成

2-3. SC を活用した NDT の需要ならびに SC の購入需要等を把握し、優先普及対象と普及に向けた方策を調査・検討する。

本活動においては、1) 対象となる SC の市場の想定、2) 対象となる SC 市場規模の調査、3) 潜在主要顧客の想定 of 3 つのコンポーネントについて、調査を行った。

2-3-1) 対象となる SC の市場の想定

【実施事項】

ターゲットとなる SC 市場の想定に関し、石油精製プラント・石油化学プラントが主要なターゲットセグメントとなり得ることを確認していたが、C/P とのディスカッションを経て、同業種をプライマリーターゲットとしていくことを再確認した。また、インドネシア国で開発が盛んで、かつスケール問題に苦慮している地熱発電所についても、セカンダリーターゲットとして選定した。

【成果】

GeoDipa (財務省 67%・PLN33%の国営地熱発電会社) Dieng 地熱発電所を訪問し、ヒアリングを行ったが、スケールにより蒸気配管が 70%も閉塞する等、深刻なスケール問題に苦慮していることが判明した。また、C/P ならびに当社による検査提案やパイロット検査を要望されるなど SC を活用した検査に対して大きな関心を示した。

よって、同地熱発電所を長期的な市場開拓の対象として SC の導入市場に加えることとした。

2-3-2) 対象となる SC 市場規模の調査

【実施事項】

市場規模の把握のため、インドネシア中央統計庁 (BPS) ・ APITINDO ・ C/P ・ 民間検査機器販売事業者に対してヒアリングを行った。また、日本国内において石油精製・石油化学市場に関する文献調査を行い、その市場規模を用いて検査市場規模の推定を行った。

【成果】

(検査市場)

- ・ 検査企業組合である APITINDO 会員企業数が増加していることを確認
(2013 年 11 月 140 社 → 2015 年 3 月 190 社) するとともに、APITINDO の加入者リスト一覧を入手した。
- ・ 検査企業のトップ 2 企業である C/P (売上 140 億円、2,800 名)、RADIANT UTAMA (売上 160 億円、4,000 名) に対し、売上げ 10 番目の会社でも 10 - 15 億円の売上レベルであることを把握した。
(参考) 日本の検査市場は全体で 1,300 億円程度
10 番目の企業で 35~40 億円レベル
- ・ 売上 5000 万円 - 1 億 5000 万円の正社員 15-30 名レベルの会社でも、肉厚測定、腐食測定と対策、パイプライン測定等得意領域に特化して、契約社員を駆使することにより 90 年代より持続的に事業継続しており、裾野の広い市場が形成されていることを確認した。
- ・ 一方で、全体の売上や検査市場規模については、監督官庁や業界団体を通じた調査・アンケートを実施している形跡がないことから、統計データはないことが判明し、多方面のステークホルダーからの個別情報の積み上げや、検査サービスの顧客である石油精製・石油化学産業の市場動向を活用して想定していく必要があることがわかった
 - C/P では、現状の NDT 業務による売上は約 20 億円/年ほどのことである。これは本店での売上のみの集計であり、支店での売上を合算すると 60 億円/年程度になる可能性があるとのことだが、現実にはその集計作業はなされていない。最大手でもこの状況であり、他社でも正確な水準は出せないと思われる。
 - 民間の検査機器販売企業である GS 社に対して、NDT 機器販売市場規模を聴取したが、上位数社の売上から想定して約 1 億円との回答であった。フィルム等消耗品の需要を鑑みても過小と思われる。市場規模の認知が当事者でもなされていない状況である。

(石油精製)

- ・ 日本国内での文献調査により、インドネシアの石油精製能力・石油製造実績の経年推移について確認した。図 15 にインドネシアにおける石油精

製能力の推移を示す。

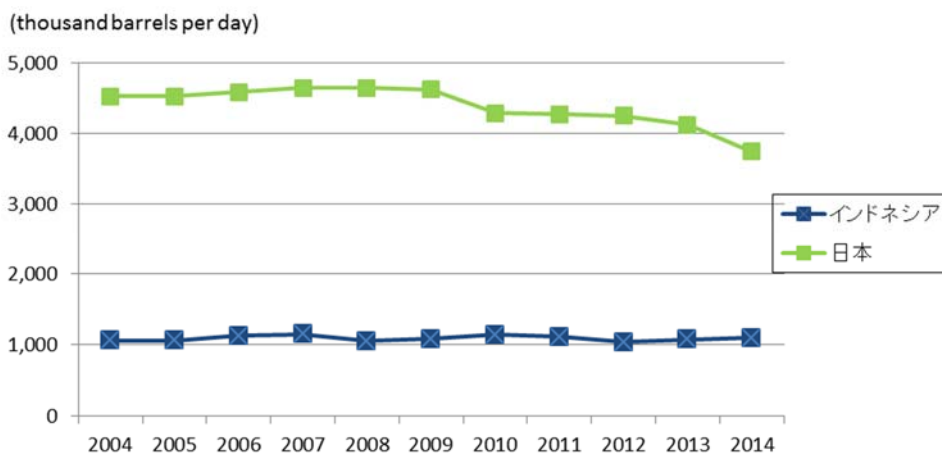


図 15 石油精製能力の推移

出典：BP Statistical Review of World Energy

(石油化学市場)

- また、同じく日本国内での文献調査により、インドネシアの石油化学製品の需給動向・個別プラントリストについて調査を行った。図 16 にエチレン系誘導品の生産能力の推移を、図 17 にプロピレン系誘導品の生産能力の推移を示す。

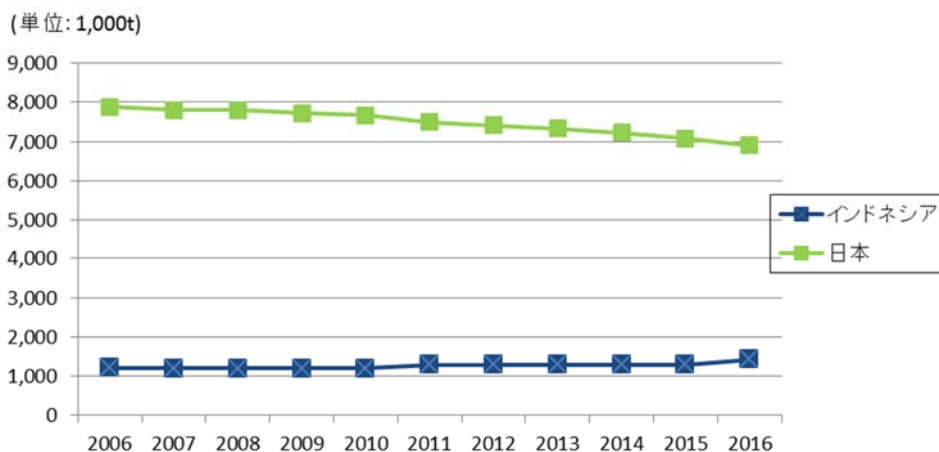


図 16 エチレン系誘導品の生産能力の推移 (2014 年以降は予測)

出典：経済産業省 世界の石油化学製品の今後の需給動向

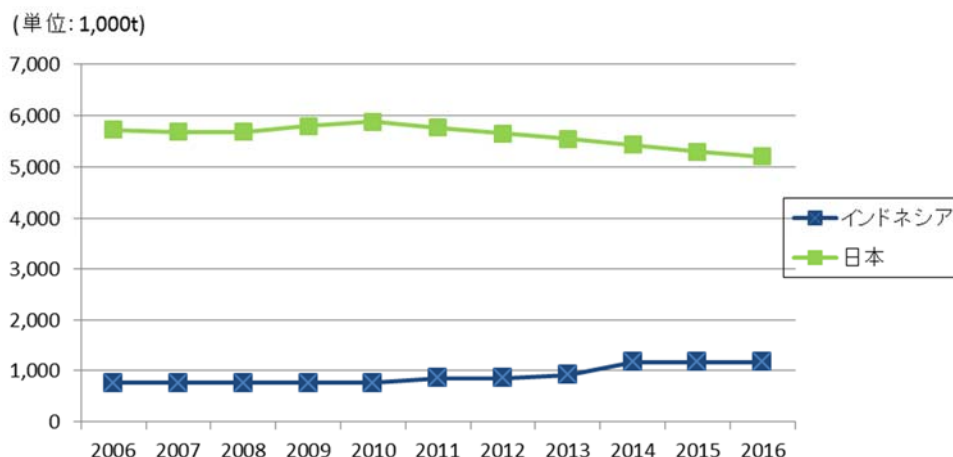


図 17 プロピレン系誘導品の生産能力の推移 (2014 年以降は予測)

出典：経済産業省 世界の石油化学製品の今後の需給動向

- ・ 経済産業省資料によると、石化産業の最近の動きとしては、プルタミナやサイアムセメントが 30%株式を保有し、インドネシアで唯一のナフサクラッカーを有するチャンドラアスリが活発な動きを見せている。2013年にインドネシア初のブタジエン抽出装置（年間能力 10 万トン）を立ち上げたのに続き、大手タイヤメーカーのミシュランと合弁で合成ゴムを事業化することを決めた。チャンドラアスリは生産が国内需要に対し不足しているエチレン年産能力を 60 万トンから 86 万トンまで引き上げる予定である。一方、石化設備が集積するジャワ島西端では工場用地が限定的となりつつあり、プロジェクトが停滞するケースがでてきている。ロッテケミカル（旧湖南石油化学）が同地にエチレンクラッカーを建設するべく発表していたが、土地の買収が進まず事実上頓挫している。
- ・ 今後の主な新增設計画と検討状況としては、プルタミナはチラチャップ製油所に残油流動接触分解設備（RFCC）の建設を進めており、プロピレン年産能力 18 万トン設備を予定している。これにより同社のプロピレン生産能力は 62 万トンになる。また、旭硝子グループであるアサヒマスが、パイプや電線向けで需要が伸びているポリ塩化ビニル（PVC）を現在の年産能力 30 万トンに加え、25 万トン増設を計画している。

(インドネシアにおける現状の NDT 市場規模想定)

- ・ インドネシアにおける現状の NDT 市場規模について、以下の 2 つの方法により推定した。
 - ①日本の NDT 市場規模からの比例推計
 - ②インドネシアの代表的な NDT 会社の売上規模を用いた比例推計
- ① 日本の NDT 市場規模からの比例推計
 - ・ 日本の現在の NDT 市場は、一般社団法人日本非破壊工業会のデータ

によると、およそ 1,300 億円である。

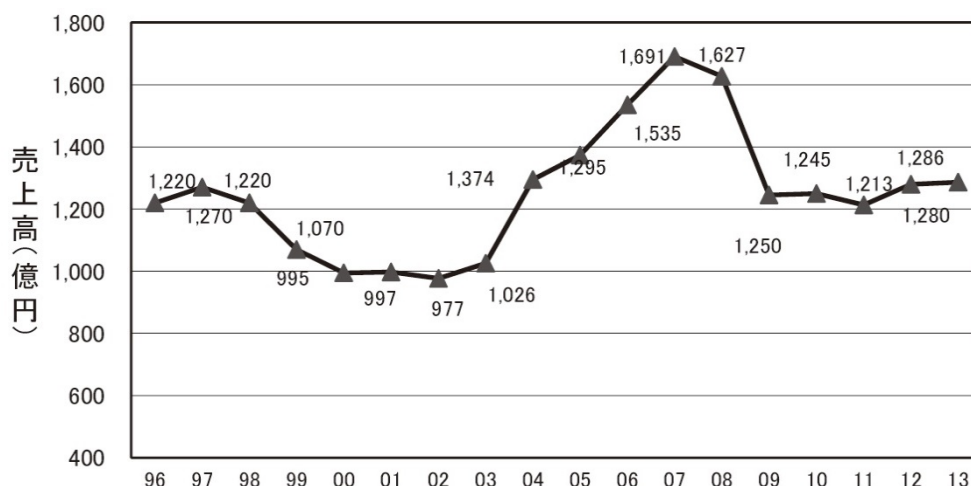


図 18 日本のNDTを主とする企業の売上高の推移

出典：一般社団法人日本非破壊工業会 正会員数と従業員数／売上高とその産業分野・検査種目／検査技術者 2013年10月1日現在

- ・ 現状のインドネシアの石油精製能力・石油化学製品生産能力は、図 15～ 図 17 により、それぞれ日本の概ね 1/5 程度である。
 - ・ 以上より、インドネシアでの NDT 市場規模を日本の NDT 市場規模から比例推計すると、1,300 億円×1/5=260 億円規模となる。
 - ・ なお、上記市場規模はインドネシアにおいて、日本と同程度の手厚さで検査が行われている前提であり、実際はそれを下回るものと推測される。
- ② インドネシアの代表的な NDT 会社の売上規模を用いた比例推計
- ・ 主要 NDT 会社である、C/P ならびに RADIANT UTAMA の売上規模・検査事業売上規模は、表 41 の通りである。

表 41 主要 NDT 企業の売上規模・NDT 事業売上規模

	SUCOFINDO	RADIANT UTAMA
売上	約 140 億円	約 160 億円
内、NDT 事業	約 20～60 億円	約 15 億円

出典：各社ホームページならびにヒアリング

- ・ また、ヒアリングによると、C/P と RADIANT UTAMA はインドネシアで突出した NDT 会社であるとのことから、インドネシア NDT 市場における両者の合計シェアを 50% と仮定する。
- ・ その結果、インドネシアでの NDT 市場は、C/P の売上 NDT 事業売上規模を最低の 20 億円として考えると、

(20 億+15 億) ÷ 50%=70 億円 規模となる。

- ・ ①・②を踏まえ、インドネシアにおける現状の NDT 市場規模は、予防保全の進展度合い等から 100 億円程度と推定した。現地でのヒアリング調査の結果、NDT 市場規模に関する統計データは無いことが判明した。そのため、事業計画検討の際には、上記で推定した 100 億円を NDT 市場規模として活用した。

2-3-3) 潜在主要顧客の想定

【成果】

- 1) 文献調査に基づき、主要プラントの抽出を行い、ロングリストを作成した。石油精製プラント、石油化学プラントのリストは以下のとおりである。これらがプライマリーターゲットのロングリストとなる。

表 42 インドネシアの製油所一覧

立地		製油所名	原油精製能力
スマトラ島	中部	Damai 製油所	17.0 万 BPD
	中部	Sungai Pakning 製油所	5.0 万 BPD
	南部	Musi (Plaju) 製油所	13.5 万 BPD
	北部	Pangkalan Brandan 製油所	0.5 万 BPD
ジャワ島	中部	Cilacap 製油所	34.8 万 BPD
	東部	Cepu 製油所	0.4 万 BPD
	西部	Balongan 製油所	12.5 万 BPD
カリマンタン (ボルネオ) 島	東部	Balikpapan 製油所	26.0 万 BPD
ニューギニア (パプア) 島	西部	Kasim 製油所	1.0 万 BPD
9 製油所合計			110.7 万 BPD

* BPD: Barrel per day

出典：一般財団法人 石油エネルギー技術センター インドネシアの石油・エネルギー産業

表 43 インドネシアの石油化学プラント一覧（新增設計画含む）

品目*	企業名	能力 [万吨]	区分	時期	既存計 [万吨]	増減計 [万吨]	合計 [万吨]
エチレン	Chandra Asri	525	既存	1995	600	260	860
エチレン	Chandra Asri	75	既存	2008			
Ethylene	Chandra Asri	260	増設	2015			
LDPE	Chandra Asri	100	既存	1995	650	0	650
低密度ポリエチレン	Titan Petrokimia Nusantara	250	既存	1993			
Low Density Polyethylene	Titan Petrokimia Nusantara	200	既存 再稼働	1998			
	Titan Petrokimia Nusantara	100		2011			
HDPE	Chandra Asri	100	既設	1995	100	0	100
高密度ポリエチレン							
High Density Polyethylene							
PE	Dow Chemical Indonesia	30	既存	1993	92	0	92
ポリエチレン	(Pacific Indomas Polymer)	35	既存	1997			
Polyethylene	Polychem Lindo	27	既存	1985			
	Polychem Lindo	-27	停止	2006			
	Maspion Polystyrene	12	既存	1994			
	Risjad Brasali	15	既存	1994			
SM	Styrindo Mono Indonesia	100	既存	1992	360	0	360
スチレンモノマー	Styrindo Mono Indonesia	200	既存	1999			
Styrene Monomer	Styrindo Mono Indonesia	40	既存	2002			
	Styrindo Mono Indonesia	60	既存	2005			
	Styrindo Mono Indonesia	-40	停止	2007			
PVC	Asahimas Subentra Chem	145	既存	1987	610	250	860
ポリ塩化ビニル	Asahimas Subentra Chem	100	既存	1996			
Polyvinyl Chloride	Asahimas Subentra Chem	40	既存	1997			
	Satomo Indovyl Polymer	70	既存	1997			
	Standard Toyo Polymer (Statomer)	87	既存	1987			
	Standard Toyo Polymer (Statomer)	80	既存	2004			
	Standard Toyo Polymer (Statomer)	-80	停止	2007			
	Siam Maspion	120	既存	1998			
	Eastern Polymer	48	既存	1978			
	Asahimas Subentra Chem	250	増設	2015			
VCM	Asahimas Chem	150	既存	1994	500	0	500
塩化ビニルモノマー	Asahimas Chem	250	既存	1997			
Vinyl Chloride Monomer	Satomo Indovyl Monomer	100	既存	1998			
EDC	Asahimas Chem	155	既存	1994	835	0	835
二塩化エチレン	Asahimas Chem	315	既存	1999			
Ethylene Dichloride	Satomo Indovyl Monomer	200	既存	1993			
	Satomo Indovyl Monomer	165	既存	1997			
EG	Polychem Indonesia	80	既存	1992	220	0	220
エチレングリコール	Polychem Indonesia	20	既存	1995			
Ethylene Glycol	Polychem Indonesia	120	既存	1998			
プロピレン	Pertamina	276	既存	原+増	715	180	895
プロピレン	Pertamina (EXOR-I)	210	既存	1995			
Propylene	Pertamina (EXOR-I)	179	既存	2012			
	Pertamina	50	既存	1990			
	Chandra Asri	180	新設	2015			

PP ポリプロピレン Polypropylene	Pertamina Up III Tripolyta Indonesia Polytama Propyndo Pertamina	40 480 200 250	既存 既存 既存 新設	1994 原+増 1998 2015	720	250	970
パラキシレン パラキシレン Para-Xylene	Pertamina TPPI	270 600	既存 既存	1990 2006	870	0	870
PTA 高純度テレフタル酸 Purified Terephthalic Acid	Mitsubishi Chemical Indonesia Mitsubishi Chemical Indonesia Mitsubishi Chemical Indonesia Polysindo Eka Perkasa Amoco Mitsui PTA Indonesia Amoco Mitsui PTA Indonesia Polyprima Karyareksa Indorama (Polyprimaを買収)	300 300 40 350 350 100 (400) 400	既存 既存 既存 既存 既存 既存 休止 再稼 動	1994 1996 2000 1997 1997 2000 2007 2012	1,840	0	1,840
ベンゼン ベンゼン Benzene	Pertamina TPPI TPPI	123 200 137	既存 既存 既存	1990 2006 2007	460	0	460
トルエン トルエン Toluene	TPPI	100	既存	2006	100	0	100
キシレン キシレン Xylene	TPPI	120	既存	2006	120	0	120

*上段：通称、中段：和名、下段：英名

出典：経済産業省 世界の石油化学製品の今後の需給動向

2) 日本国内で取引実績のある企業、C/Pの既存大型顧客を有望潜在顧客とし、日系企業プラント・国営石油精製会社（Pertamina）・国営地熱発電運営会社（GeoDipa）ならびに外資系プラントオーナー（Conoco Philips・BP）に対してヒアリングを行った。

- ・ チレゴン地区での日系企業へのヒアリングによると、工事・メンテナンスは活発な状況であり、工事については、複数の日系企業で新設・増強が計画・実施されているとのことであった。メンテナンスについても、Chandra Asri、日系1社がシャットダウンメンテナンス（SDM）中であった。また、日系企業数社からは、日本人によるNDTのアドバイザーとしての参画及びNDT計画の助言・提案を期待している状況を確認した。実際に、一部の顧客に対しては、C/Pと共同でSCのデモンストレーションを行い、高い関心が示された。
- ・ Pertamina Cilacap製油所では、C/Pですらなかなか面会できないメンテナンス統括マネージャーが参加するなど、SCに対して強い関心を示した。予防保全は浸透しておらず、事後対応を行っているため、オペレーションがストップするようなスケール閉塞トラブルも発生している。油配管・塔槽トレーの詰まりや、SCの応用が可能な

加熱管コーキング劣化等、SCの活用可能性は多岐に渡ることが判明した。

- ・ 石油メジャーの一つである ConocoPhillips のジャカルタオフィスを訪問した。同社はインドネシアにおいてはスマトラ島にプラントを保有している。第一回本邦受入活動に参加した SUCOFINDO ジャカルタ支店の Syuhada 氏とともに SC に関するプレゼンテーションを実施し、高い関心が示された。一方で、SC とよく似た原理を用いた Lixi Profiler という装置を用いて、腐食とスケールを同時に検査していることが判明した。同装置と同様の機能が SC に出来るか調査したところ、著しい腐食については測定が可能なため、11 月再訪時に実証したデータを C/P 側に提示した。SC と対比すれば、Lixi Profiler は、装置価格が数倍高い。また線源にガドリニウム 153 という放射線源を使用するが、半減期が 240 日±10 日程度であるため、SC のほうがランニングコストが低い。さらに、Lixi Profiler は、配管詰まりの検知を手動で詰まり部分を探索（SC は自動で配管検知できる）するため誤差が大きくなる。加えて分析の結果は線グラフのみの結果表示しかできず、詰まり度合いをグラフィカルに表示できない。SCOFINDO 側も SC の線源の長寿命性や誤差が少ないことにメリットを感じており、SC の優位性の理解が進んでいるところである。
- ・ 石油メジャーの一つである BP 傘下の BP Petrochemical のチレゴンプラントを訪問（主要製品は高純度テレフタル酸）した。SUCOFINDO チレゴン支店長ならびに第一回本邦受入活動に参加した Asy' ari 氏とともに SC に関するプレゼンテーションを実施した。SC を含め当社の NDT 技術全般に高い関心を示された。具体的には、加熱炉のシャットダウンメンテナンス（SDM）における配管コーキングチェックに対するデモ検査実施のオファーを受けた。なお、普及・実証事業における現地研修でのパイロット検査先として、チレゴンのプラントは計画していないこと、渡航日程等の調整がつかなかったため、SDM におけるデモ検査は実現しなかったものの、予防保全のための検査ニーズの高さを把握した。また、国営地熱発電運営会社（GeoDipa）に対して、C/P と共同で SC のデモンストレーションを行い、地熱配管のスケールの予防に、SC が有用であるとの認識を得た。

③ 活動3：予防保全・NDTに係る普及活動

3-1. 現在、エネルギー・鉱物資源省（ESDM）では、予防保全に関する規則の制定を検討している。これに関わる政策決定者に対し、日本の予防保全に関する法制度や規則に関する情報をワークショップ形式にて提供し、政策の上流から必要な概念が根付くように働きかける。

【実施事項】

- 1) 行政官向けワークショップ（WS）を当社、C/P および JICA の共催により、2017年2月22日にESDM本部15階会議室で開催した。
- 2) アジェンダは、①本事業の紹介、②当社の業務概要、③SCの原理と特徴、④本事業の活動と研修の成果、⑤SCの我が国での活用事例、⑥我が国におけるプラントの安全性と法制度整備、⑦質疑応答とした。

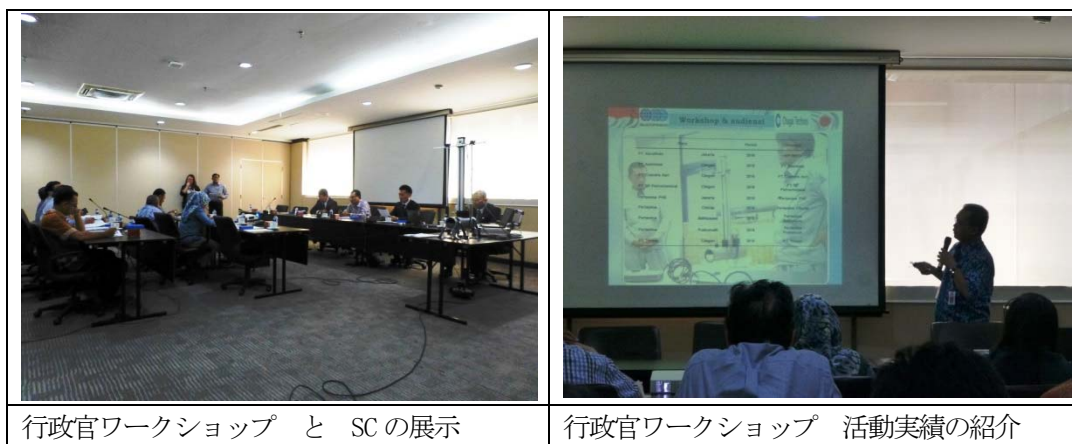


図 19 行政官向けワークショップ

表 44 行政官向けワークショップ アジェンダ

Time	Agenda	Presenter
9:30 - 9:35	Welcoming Speech	ESDM
9:35 - 9:40	Welcoming Speech	SUCOFINDO
9:40 - 9:45	Welcoming Speech	JICA
9:45 - 10:15	【Presentation】 Outline of ODA Project, Chugai Technos' s Services and Introduction of Scale Checker	Chugai Technos
10:15 - 10:35	【Presentation】 Introduction of Variety of Preventive Maintenance Methods with Scale Checker	Shinko Plantech
10:35 - 10:55	【Presentation】 Output of ODA Project (Results of SC Demonstration)	SUCOFINDO
10:55 - 11:15	【Keynote Lecture】 Preventive Maintenance in Japan	Yokohama National University (NYU)
11:15 - 11:55	Question and Answer	SUCOFINDO/Chugai Technos/NYU
11:55 - 12:00	Closing Remarks	Chugai Technos

出典：当社により作成

【成果】

- 1) WS は、2017年2月22日9時30分から12時までESDM本部15階の会議室で、中外テクノス、C/P、JICAの共催で開催された。インドネシア行政機関から19名の参加があり、JICAインドネシア事務所からも2名の参加があった。
- 2) 主催者挨拶においてESDMの技術環境規制・コンプライアンス部の副部長から「最近の石油価格の下落を受け、製造コストと安全性が課題であり、メカニカルインテグリティの概念を導入し、石油化学施設の安全運転に向けた活動を行っている」と、最近のESDMの方針について発言があった。
- 3) C/Pより「JICAプロジェクトにより日本、インドネシアでの研修の実施、中外テクノスとの協力により、現在いくつかの顧客について検査のアプローチがある」と本事業の成果に触れる発言があった。
- 4) また、JICAインドネシア事務所から、JICAの中小企業支援の内容の紹介（研修、3台のSCの供与）とともに、中外テクノスのユニークな技術であるSCが老朽化に直面するインドネシアのプラントの安全検査の向上に貢献することの期待が述べられた。
- 5) 今回のWSでは、質問も予定時間を越えて活発に行われ、SCに対する関心の高さ

が示された。各発表者のプレゼンテーションも効率良く進められ、本事業の活動の意義、SCの有効性については十分理解されたと思われる。さらに、関係するESDM、C/Pの代表が、代表挨拶後もWS終了まで参加し、関心の高さが理解された。また、ESDM代表者からJICA対するESDM検査官の研修要望が出されるなど、本普及・実証事業による研修や技術指導等の成果が関係者で共有され評価されていることが示された。

表 45 行政官向けワークショップ参加機関

No.	企業名
1	ESDM (エネルギー・鉱物資源省石油ガス部)
2	Bapeten (原子力規制庁)
3	SUCOFINDO (国営総合検査企業)

出典：当社により作成

6) 参加者による主要質問事項

a 技術的事項

- ・SCは配管のみを対象として使用するものか。この場合の口径、厚さは如何か (ESDM)。
 ⇒SCは様々な構造物に活用できる。口径は2インチから24インチまで対応可能、タンク、大型構造物には大型線源を使えば可能。材質はプラスチックにも対応可能。3m程度のタンクなら、どこまで液体があるかの検査が可能。
- ・長期間使用の配管にも検査可能か。ボイラーや加熱炉にも使えるか (ESDM)。
 ⇒腐食が懸念されるため、超音波により肉厚が分かれば測定できる。ボイラーはパイプの間が5センチ程度あれば可能。加熱炉用としてコーキングを測定する装置もある。
- ・スケールだけでなく傷の検査もできるか。また、プレッシャーの検査は可能か (ESDM)。
 ⇒SCだけでは傷の検査はできないが、超音波検査と組み合わせることが考えられる。異物有無の検査は可能。また、構造によりプレッシャーバルブでの検査は可能。
- ・SCの操作をする人はどんな人か、トヨタなどの製品検査に活用できるか (ESDM)。
 ⇒操作には研修が必要、大きな放射線源にはBAPETENの許可が必要。実際の操作は中外テクノスの技術者と一緒にやっているので問題ない。
 ⇒機械などの製品検査はできない。
- ・法制度に関連し、モニタリングなど中間の実施団体の性格はどのようなものか。検査員の世代間のギャップを埋める方策はあるか (ESDM)。
 ⇒中間の団体は公益法人なので民間といってよい。メンテナンスには法規制と人材育成の双方が大切。

- ・笠井先生は水素の安全性について研究しているとのことだが、研究のポイントは何か（ESDM）。

⇒設備に対して安全性の研究を行っている。

- ・SCの検査は海水中や地下配管でも可能か（ESDM）。

⇒検査は難しい。

b ODA事業への期待・関心事項

- ・法制度と人材育成に関連して、笠井先生は、日本においてプラント建設のサイクルの関係からプラント技術者数の世代間のギャップが生じ、人材育成の必要性があることを指摘した。インドネシアでもESDMの90名の検査員のうち70名は比較的若く、笠井先生の指摘する日本における世代間のギャップと類似の現象が起きている。この問題の解決のための人材訓練のためJICAの支援を要望したい。（スディマン）

⇒これに対し、①JICAはG to Gベースの協力が原則であること、②毎年関係機関から要望を取り付け審査していること、③要望についてはJICA担当者との事前の協議を勧めるとの説明。（JICA事務所）

3-2. プラントオーナーに対して日本の予防保全の実情等や予防保全がもたらす中・長期的なメリット等を説明する等の啓発ワークショップを開催し、予防保全に係る考え方・知識の普及を図る。

【実施事項】

- 1) プラントオーナー向けワークショップを当社、C/PおよびJICAの共催により、2016年4月20日にC/P本部3階会議室で開催した。
- 2) アジェンダは、①本事業の紹介、②当社の業務概要、③SCのデモンストレーション、④SCの我が国での活用事例、⑤我が国におけるプラントの安全性と法制度整備、⑥デモンストレーション検査の説明、⑦質疑応答とした。

表 46 プラントオーナー向けワークショップ アジェンダ

Time	Agenda	Presenter
9:30 - 10:00	Registration & Coffee Time	-
10:00 - 10:05	Welcoming Speech	SUCOFINDO
10:05 - 10:10	Welcoming Speech	JICA
10:10 - 10:30	【Presentation】 Outline of ODA Project and SUCOFINDO Services	SUCOFINDO
10:30 - 11:00	【Presentation】 Introduction and Demonstration of Scale Checker	Chugai Technos
11:00 - 11:25	【Presentation】 Introduction of Variety of Preventive Maintenance Methods with Scale Checker	Shinko Plantech
11:25 - 11:50	【Keynote Lecture】 Preventive Maintenance in Japan	Yokohama National University
11:50 - 12:05	【Presentation】 Contact Details for Demonstration Inspection and Scale Checker	SUCOFINDO/Chugai Technos
12:05 - 12:25	Question and Answer	SUCOFINDO/Chugai Technos
12:25 - 12:35	Request for Answering Questionnaire	System Science Consultant Inc.
12:35 - 12:45	Closing Remarks	Chugai Technos
12:45 - 13:30	Lunch & Praying	-

出典：当社により作成

【成果】

本ワークショップには 38 社を招待し、8 社が参加した。また在インドネシア日本大使館書記官、JICA インドネシア事務所次長他 2 名の参加を得た。参加した企業は少なかったが、プルタミナやチャンドラアスリなど大手企業の参加があり、また質問も予定時間を越えて活発に行われ、SC に対する関心の高さが示された。各発表者のプレゼンテーションも効率良く進められ、ワークショップ参加者は途中退席するものもなく、SC の有効性については十分理解されたと思われる。

また、参加者に対するアンケートでは、8 社中 5 社が「SC のデモンストレーション検査を希望する」と回答しており、地熱開発企業からも関心が寄せられた。

表 47 プラントオーナー向けワークショップ参加企業

No.	企業名
1	AKR Corporindo Tbk (物流会社 (石油))
2	Angels Product (食品会社)
3	Chandra Asri Petrochemical Tbk (Cilegon) (石油化学会社)
4	Geo Dipa Energy (地熱発電運営会社)
5	Indonesia Power (電力会社)
6	Permata Dunia Sukses Utama (食品会社)
7	Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk (物流会社 (天然ガス))
8	Star Energy (Kakap) (石油・ガス・地熱発電会社)

出典：当社により作成

3) 参加者による主要質問事項

3)-1 技術的事項

- C/P に供与されている SC で検査できる配管のサイズはどの程度か (チャンドラアスリ)
⇒検査可能なのは 2 インチ～24 インチ。2 インチ未満は検査の精度が保てない。
- SC で検査する際の検査時間はどの程度か (チャンドラアスリ)
⇒C/P 社員向けに実施した研修では、1 箇所あたりの検査時間は 15 分程度だった。
- 配管の減肉も検査可能か (チャンドラアスリ)
⇒SC を配管に沿って手動で動かしてスキヤニングすると減肉している箇所の放射線の透過量が変化する。この方法で大幅な減肉の可能性を探ることはできる。
なお、これは応用的な使用方法のため、ある程度の技術力が必要。
- SC で検査できる材質に制限はあるか (ジオディパ・エナジー)
⇒プラスチックから鉄まで測定可能。
- SC は保温材でカバーされているパイプの検査は可能か (ジオディパ・エナジー)
⇒保温材の比重が分かれば測定可能。
- SC で測定できるバルブの大きさに制限はあるか (ジオディパ・エナジー)
⇒パイプは 24 インチまで、これを越える場合は大きな放射線源と治具が必要。
バルブは大きくとも放射線を透過できるサイズであれば、どの大きさでも検査可能。

3)-2 プラントオーナーの期待・関心事項

- 例えば保温材の下部にできた外面の減肉の状況を SC で検査することは可能か (インドネシアパワー)

⇒SCは腐食検査機器ではないが、SCを配管に沿って手動で動かしてスキヤニングすると減肉部分で透過量が変化するため、大幅な減肉であれば把握できる場合がある。

- 内部減肉の検査精度はどの程度か（インドネシアパワー）
⇒精度は閉塞率で±10%程度。例えば、サンプルスケールは均一のため高い精度で検査できるが、実際のスケールは均一ではないため、その分精度が下がる。
- SCでクロスセクションのクラックを検査することは可能か（チャンドラアスリ）
⇒SCではクラックは検査できない。放射線や超音波で検査と組み合わせる必要があるので、C/Pに検査を依頼いただきたい。
- SDMでボイラーの内圧が下がっていることが判明した。この原因をシミュレーションで確認することは可能か（チャンドラアスリ）
⇒NDTで検査可能。ただし、材料損傷は様々なため、損傷に合った検査手法を用いる必要がある。例えば、クラックは表面にできる損傷のため、渦流探傷法や磁粉探傷法が有効

3)-3 プラントオーナーの懸念事項

- 日本でのSCによる液レベル測定の事例が紹介されたが、同様の検査は今回C/Pに供与されたSCでも可能か（チャンドラアスリ）
⇒C/Pに供与済みのSCでは放射線源が小さすぎてこの検査はできない。液レベル測定の検査を行うには新たに放射線源を購入する必要があるがソフトは共通である。なお、日本ではセシウム11ギガベクレルの放射線源を使用している。

4) SCに関する評価と期待

- WSでの質疑、アンケートへの回答から、SCに対する評価と期待を取り纏めた（表48参照）。
- SCがパイプの材質に関わらず測定可能な点、保温材に覆われている場合も測定可能な点が評価されている。他方、大口径への対応、連続測定への対応などが期待として指摘された。
- また、測定対象として、海底パイプライン、蒸気タービンのジェネレータースケール測定など新規の測定対象への技術対応の期待が示された。

表 48 SC に対する評価と期待（プラントオーナー）

現仕様で評価されている事項	機能改善／追加が期待された事項
<ul style="list-style-type: none"> ・大型口径、大型タワー／カラムへの対応可能（大型 SC と大きな放射線源を用いれば可能） ・パイプの材質に関わらず測定可能 ・保温剤に覆われていても測定可能 ・スケール（シリカ、カルサイト）測定可能 ・腐食検査も可能（大幅な減肉がある場合） 	<ul style="list-style-type: none"> ・肉厚測定の精度向上 ・クラック検査への対応 ・海底パイプラインの検査 ・蒸気タービンジェネレーターのスケール測定

出典：当社により作成

- 3-3. 将来的な機器販売・検査サービス事業に係る提携候補先企業とその役割分担の検討、業務フローの明確化を行い、NDT サービスの普及に向けた調査・検討を行う。

本活動においては、1) 将来の NDT 業務市場調査、2) ビジネスモデルの検討、3) マーケットプライス調査の実施、4) 競合製品調査、5) 各種規制調査を行っている。さらに、それらを踏まえた、6) C/P との包括的な連携について協議を行った。

3-3-1) 将来の NDT 業務市場調査

【実施事項】

2-3-2) で想定した、現状の NDT 業務市場規模想定に、将来変動要素を加味して、将来の NDT 業務市場推定を行った。

【成果】

下記 a~c の変動要素を加味することで将来の NDT 業務市場の推定を行った。

a. 直近の市場動向

- ・ ヒアリングによると、NDT 市場・NDT 機器市場とも、直近では市場が縮小傾向であることが判明
- ✓ NDT 市場・NDT 機器販売市場とも、売上は国際石油価格の動向に左右されることが判明。機器販売代理店である Global Solution Technology (GS) 社においては、2012-13 年にかけては、NDT 機器の販売は好調であったが、2014 年は石油価格の影響を受け、30%程度落ち込んだ。2015 年も少し減少すると想定している。
- ✓ NDT 価格についても石油価格の低下によって同様に下げ圧

力が加わっており、C/P からの情報では、例えばシェブロンは、同一検査における単価の削減を要望してきている。

- ・ ジョコ大統領に政権交代し、財政規律維持のため、特に Oil&Gas 産業に対する政府支出の抑制が強まっている。その結果、部品供給やメンテナンスに関する新規契約が凍結され、既存契約の維持のみが契約獲得のチャンスとなっている。既存契約の維持の場合であっても金額水準は維持か減少であり、厳しい状況である。
- ・ 経年 30 年以上のプラントの点検義務化については、今のところあまり NDT 業務受注量に影響を与えていない。今後、SKK Migas がプラントの継続運転に対する認証を出す際の一つの条件として、点検義務化を条件にしてくれば、市場が広がる可能性はある。

b. 中長期的な市場動向

- ・ 一方で、インドネシア政府は「国家産業開発マスタープラン」(RIPIN 2015-2035 年)において、製油所新增設により原油処理能力を 8 割引き上げること、ならびに天然ガス、石炭など自国産の非在来型原料を活用した化学産業の拡大策を打ち出している。
- ・ 日本の専門誌である化学工業日報によると、プルタミナは 2024 年にかけてカリマンタン島など 3 ヶ所で製油所を新設するほか、既存の 4 製油所を拡張する計画であり、新製油所の処理能力は各 30 万バレルを想定、そのうち 2 ヶ所はカリマンタン島南部ボンタンとジャワ島東部ツバンに立地先がほぼ決まっており、残り 1 ヶ所は同国石化最大手チャンドラアスリペトロケミカル (CAP) のコンビナートがあるジャワ島西部チレゴンなどが有力視されていると報じている。また、石油化学産業についても、小規模なものを含めて 9 つの製油所のうち、石化事業と統合されているのは現状バロンガン、チラチャブなど 4 ヶ所に留まっており、プルタミナが進める製油所の新増設計画でも石化産業との統合が重要なテーマになると報じている。

c. 予防保全の普及浸透

- ・ 本事業を通じた予防保全の普及浸透や、インドネシア社会全体の成熟化に伴う国際標準への漸近化に伴い、単位能力あたりの検査費用が増加していくと想定される。

以上により、短期的には現状ないし現状を若干下回る水準となるものの、10 年後程度の中期的には、①石油精製プラント・石油化学プラントが現状の 2 倍

程度になり、②単位能力あたりの検査費用が現在の日本並みの水準に近づくとすると、NDT市場は最大で、1,300億円×1/5×2倍=520億円まで拡大する可能性が考えられる。プラント増設計画については特に資金面の手当てについて懐疑的な意見もあること、予防保全の普及浸透の速度がそれほど進まない可能性があること等を考慮すると、10年後の市場規模は、200億円程度と考えられる。この検討結果は事業計画策定のへのインプットパラメータとした。

3-3-2) ビジネスモデルの検討

【実施事項】

ビジネスモデルについては、a) NDT サービス・b) SC 販売の両面で検討した。

a. NDT サービス

- ・ ビジネスモデル構築の前提として、現状のC/Pの一般的な受注形態について、ジャカルタ支店を例としてヒアリングを行った。
- ・ 現地法人設置によるサービス提供の前段階として、日本からの検査員派遣によるサービス提供を検討しているが、その派遣形態について整理を行った。

b. SC 販売

- ・ SC販売については、C/Pの子会社であるSUCOFINDO EPISIに関する情報収集と、C/Pとも取引実績のある民間検査機器販売会社GS社に対するヒアリングを行った。

【成果】

a. NDT サービス

- ・ 一般的な受注形態に関するヒアリング結果は以下の通り。

【発注形態】

- ほとんどが直発注。一部コンソーシアムを組んで受注するケースもある。
- 工事と検査を一つの契約で発注し、工事会社が元請・検査会社が下請というケースはほとんどない。

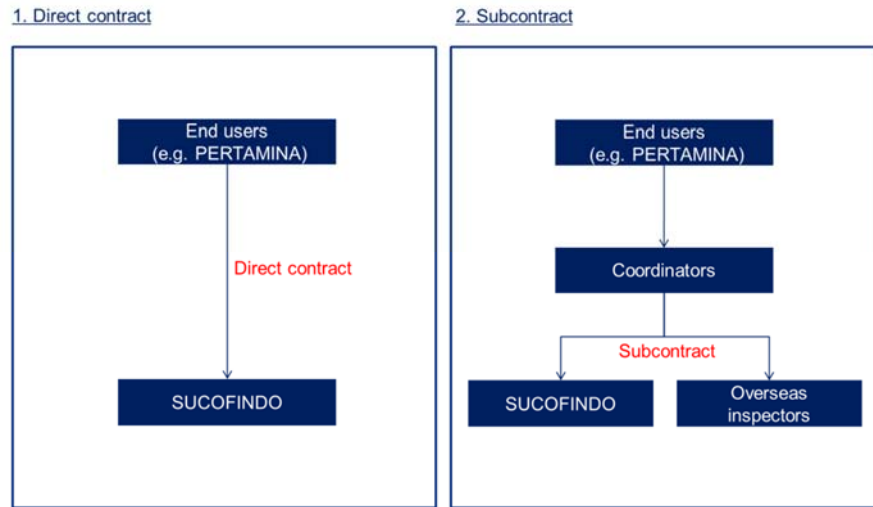


図 20 発注形態

出典：当社にて作成

【発注時期】

- 個別定例発注方式が多い（下図の 2）。例えば 2 年間の内に何回でいくら、といった形態である。
- 年間包括契約や個別発注も少しはある。

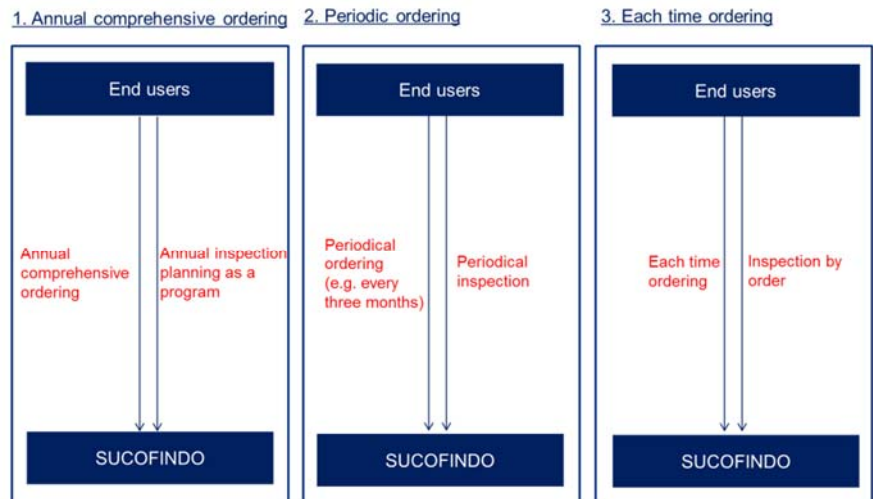


図 21 発注時期

出典：当社にて作成

【発注範囲】

- 主要設備単位の発注が多い（下図の 2）。
- 高度な NDT の場合には個別パーツ単位の発注も一部ある。

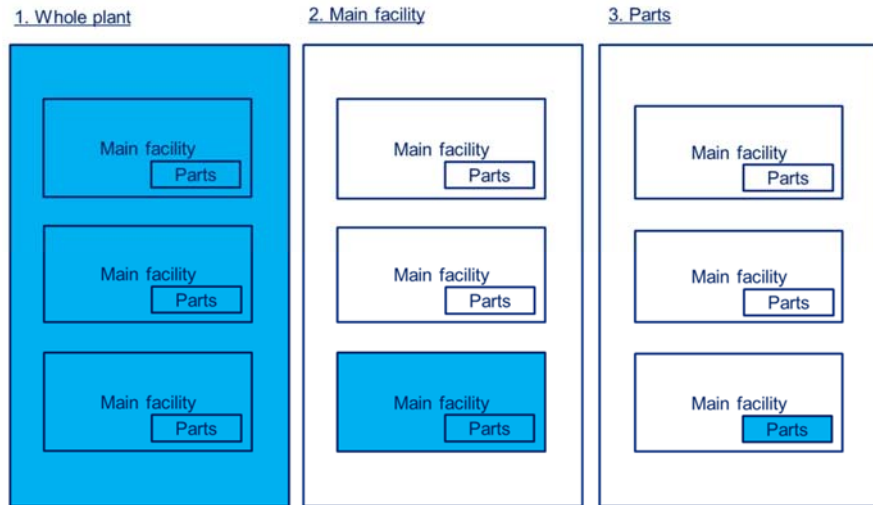


図 22 発注範囲

出典：当社にて作成

【発注内容】

- 検査全般の一括発注が多く（下図の2）、閉塞状態だけをチェックする依頼はほとんどない

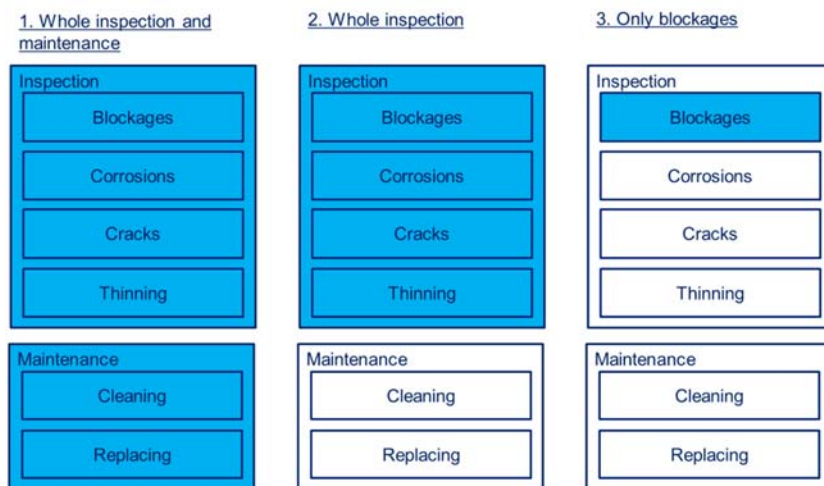


図 23 発注内容

出典：当社にて作成

【受入態勢】

- 一部テンポラリストッフを活用する方式である（下図の2）
- ジャカルタ支店の正社員 150 名に対し、繁忙期では 300 名程度を活用している（繁忙期は 6～12 月）
- RT (Radiographic Testing: 放射線透過検査) に関しては BAPETEN (原子力規制庁) の規定により正社員が対応する

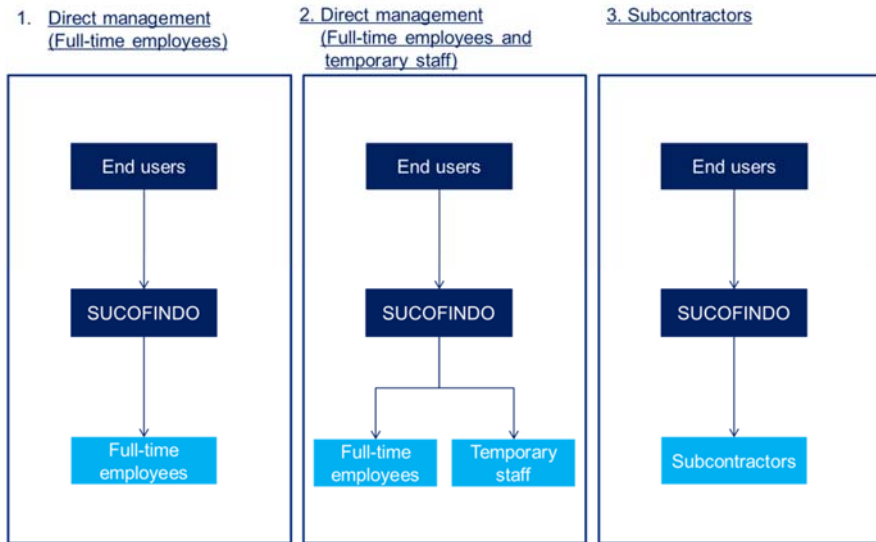


図 24 受入態勢

出典：当社にて作成

- ・ 検査員の派遣形態について以下の 4 種類について整理した。

【ケース 1】

プラントオーナーと当社間の個別業務契約に基づき、日本から当社の技術者を個別業務の遂行のために出張させるケースであり、契約単位での短期間の作業で、日系企業からの単発検査業務を想定している。

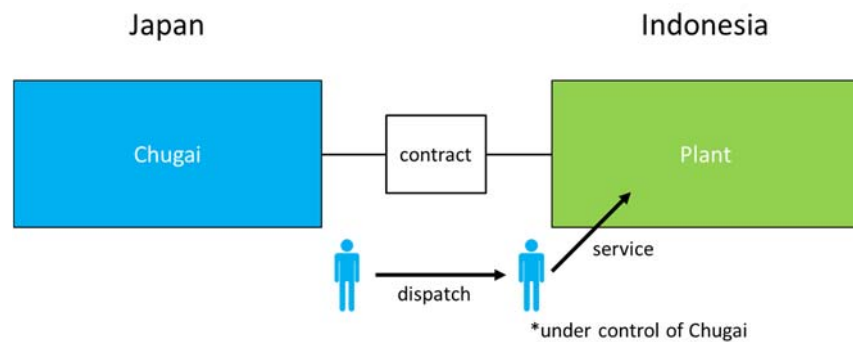


図 25 検査員の派遣形態（ケース①）

出典：当社にて作成

【ケース 2】

プラントオーナーと当社間の期間契約に基づき、インドネシアのプラントに日本からプラントオーナーの指揮下に入って業務を行う技術者を派遣するケース。最大 1 年程度の期間の契約を想定。日系企業からの年間派遣業務を想定。C/P からのヒアリングによ

ると、インドネシア国内では、このようなケースはまれであると聞いている。

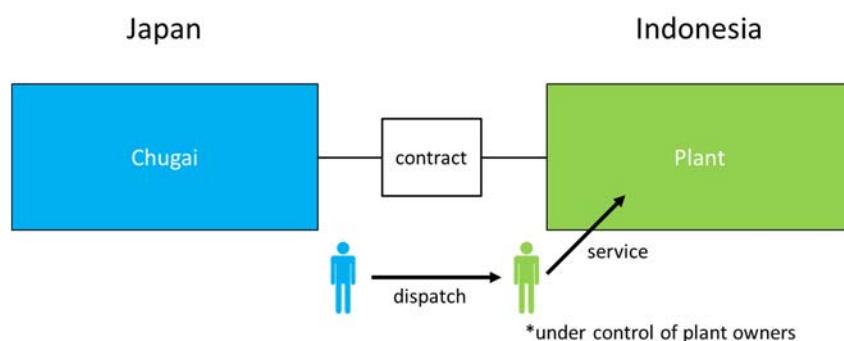


図 26 検査員の派遣形態（ケース②）

出典：当社にて作成

【ケース 3】

プラントオーナーと C/P 間の個別業務契約の一部について、当社が再契約を受け、日本から当社の技術者を個別業務の遂行のために出張させるケース。契約単位の短期作業（最長 1 ヶ月以内）を想定。C/P が取引実績のあるローカル企業や外資企業からの単発検査業務を想定。

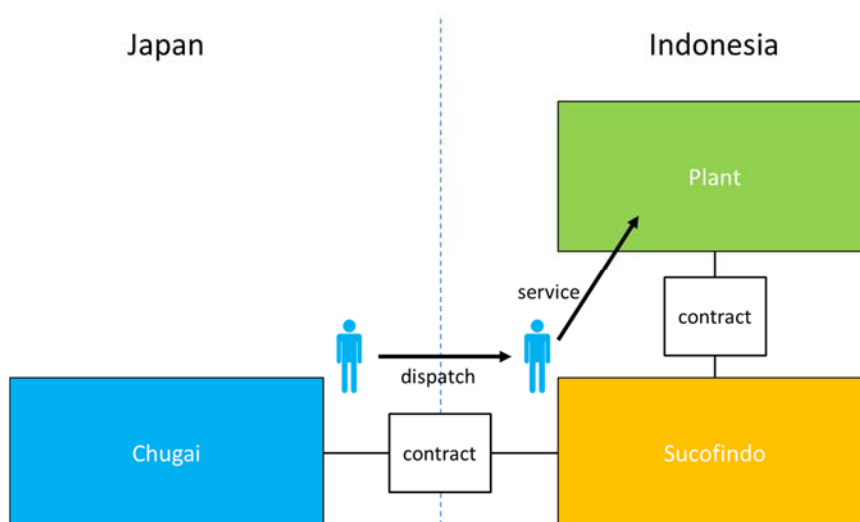


図 27 検査員の派遣形態（ケース③）

出典：当社にて作成

【ケース 4】

C/P と当社間の期間契約に基づき、日本から C/P の指揮下に入った上で複数のプラント事業者から複数の個別業務を行う技術者を派遣するケース。最大 1 年程度の期間の契約であり、C/P からの

年間派遣業務を想定している。C/Pからのヒアリングによると、このようなケースはまれであると聞いている。

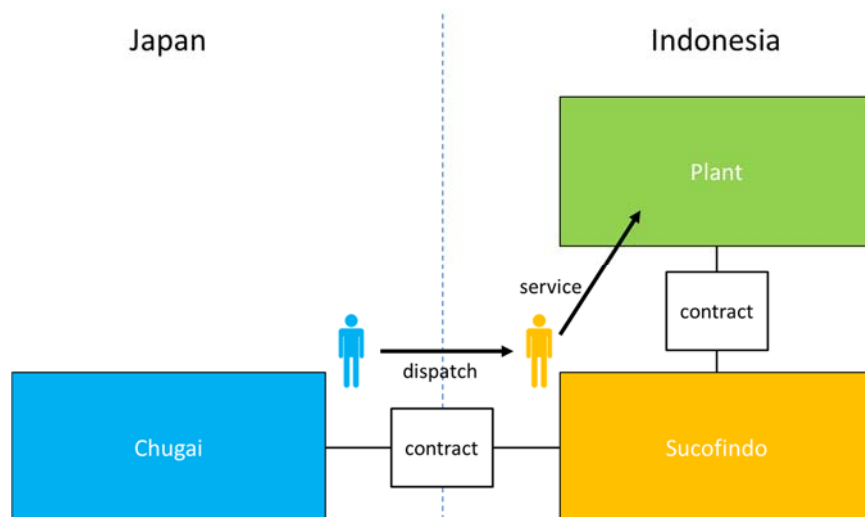


図 28 検査員の派遣形態（ケース④）

出典：当社にて作成

- ・ 検査員の派遣形態の4種類のうち、最も実現可能性が高いのはケース3である。C/Pとの協議を通じ、検査業務の主契約による役務提供は、インドネシア企業が参加できるAPITINDO会員企業が役務提供することが想定されている。このため、当社はC/Pを主契約者とするサブコントラクトによりNDT会社をサポートするケース3を当初の事業形態として採用する。

b. SC販売

SC販売代理店は、SCの活用に関する意欲、税関手続に精通していること、習得した技術等を総合勘案して、SUCOFINDO EPISIを指名するに至った。

(SUCOFINDO EPISI社)

- ・ SUCOFINDO EPISIはSCが故障した場合の対応を懸念しており、修理技術者の養成を希望していたため、修理の一次対応は本事業での現地研修に参加して習得してもらった。

3-3-3) マーケットプライス調査の実施

【実施事項】

NDT機器ならびにNDTサービスに関するマーケットプライス調査を実施した。

- ・ NDT機器の実勢価格・流通形態につき、GS社からヒアリングを行った。

- ・ NDT サービスに関する実勢価格につき、日系プラントオーナー・日系エンジニアリング会社、独立系機器販売会社（GS 社）、C/P から情報収集を行った。

【成果】

得られたマーケット情報は以下の通りである。NDT 機器の販売価格水準を表 49 に示す。

(NDT 機器)

- ・ インドネシア国では NDT 機器を製造しているメーカーは無く、原則すべて輸入であることが判明した。
- ・ NDT 機器の相場感についてもいくつかの装置で確認したが、日本価格と概ね同水準程度であった。SC についても著しく低価格でなければ販売できない、ということはない感触を得られた。

表 49 NDT 機器の販売価格水準

機器名	インドネシア国での販売価格水準	日本での販売価格水準
Radio Flex 300 EGM	400 万円程度	定価 390 万円
Eco Chip III (硬度計)	120 万円程度	定価 182 万円
Handy Magna (MT)	7 万円程度	定価 10~14 万円
Black Light (紫外線照射)	8.5 万円程度	定価 15~19 万円
Scan-X (Computed Radiography) (ソフト込み)	700 万円程度	メーカーは異なるが 同一形状のもので 600~1,000 万円
AGFA D7 4×10 100 枚入り (フィルム)	1 万円程度	販売価格 4.8 万円
γ線プロジェクター	145 万円程度	定価 350 万円
イリジウム Ir192 線源	10Ci で 32 万円程度	10Ci で 26.2 万円

出典：GS 社へのヒアリングならびに日本での機器カタログに基づき当社にて作成

(NDT サービス)

- ・ 需給が緩い場面では、人件費はローカル水準（3,000~10,000 円/日）程度であるが、逼迫すると国際水準（25,000 円/日）程度に跳ね上がり、更に特殊技能で代替が利かない要員の場合は、更に高騰する可能性がある。
- ・ C/P の人件費標準単価表では、250 ドル/日程度と記載している職種もあるものの、Pertamina 等からの業務は基本的には競争入札となるため、競合の動向を踏まえて Discount を行うことから標準単価はあまり意味をな

さない。

- ・ Pertamina 等のローカル企業と、Chevron 等の外資からでは同じ業務を受注しても単価が大きく異なることがある。SUCOFINDO ジャカルタ支店では、ConocoPhilips からの単価が最も高く、受注量が多いため、上顧客となっている。
- ・ 市場調査活動としてのデモ検査、ワークショップ等の機会を通じてサービス価格水準についての情報収集を行った。検査会社としてインドネシアの多様なプラント企業へ検査サービスを提供する C/P や GS 社などの検査会社へのヒアリングに基づく検査作業員の標準日額賃金は表 50 の通りである。

表 50 NDT 作業員の標準日額賃金

作業員職種	標準日額賃金
Radio Graphy Operator	50 万 IDR/日
Radio Graphy AR	85~100 万 IDR/日
MT・PT (LEVEL2)	30 万 IDR/日
UT (LEVEL2)	50~70 万 IDR/日

出典：GS 社へのヒアリングに基づき当社にて作成

- ・ サービス価格調査と C/P との協業で当社がサービス提供する場合のサービスプライスを検討し、事業計画を策定するための情報として反映させた。

3-3-4) 競合製品の調査

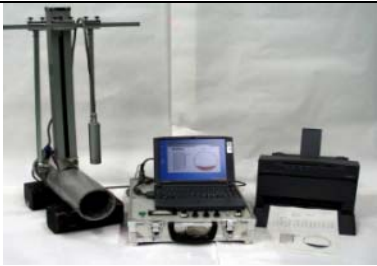



【実施事項】

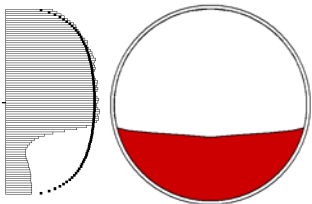

- ・ 石油メジャーの一つである ConocoPhilips のジャカルタオフィスを訪問した際に、SC とよく似た原理を用いた Lixi Profiler という装置を用いて、腐食とスケールを同時に検査していることが判明した。C/P でも使用した実績があることを確認した。
- ・ Lixi Profiler に関する基本情報について文献にて調査を行った。

【成果】

- ・ Lixi Profiler に関する基本情報は、以下のとおりである。

表 51 Lixi Profiler の概要

名称	SC		Lixi Profiler	
製造	中外テクノス株式会社		Lixi Inc.	
製造国	日本		アメリカ合衆国	
用途	石油・化学プラント配管の詰まりを微弱な放射線源で診断する安全な NDT 機器。		同左	
スペック	使用する放射線源	Cs137 (3.7 メガベクレル×1 個 半減期 30 年、エネルギー0.66Mev (ミリオン・エレクトロン・ボルト))		Gd153
	装置	 <p>計測部約 10kg 330W×330D×140H</p>	 <p>(サイズ・重量不明)</p>	
	設置場所	固定設置ではなく、検査を行いたい場所に運んで使用。		同左
計測イメージ				

検査結果	 <p>パイプの断面図化</p>	 <p>線量投下量グラフ化のみ</p>
駆動治具	モーター駆動 16B 迄 (流体なし)	手動
計測パイプサイズ	16 インチまで	18 インチまで
計測パイプ厚	17mm	25mm まで
精度	誤差 5-10%	1mm 以上
検査スピード	15 分/箇所 (8 時間で 32 箇所/day)	20-150m/day (測定地点 200 箇所/day)
価格	非公開	18 億 IDR
実績	国内：石油・化学プラント 103 台 国外：中国、オーストラリア、タンザニア、インドネシア (日系企業向け) の 5 台	インドネシア：石油精製プラント、石油化学プラントで試行実施実績あり

出典：当社作成、Gamma Graphics 社ホームページ

- ・ Lixi Profiler は、スケールの付着と腐食の程度を同時に測定することができるものとされているものの、原理的にスケール付着量か腐食の進行具合のどちらか一方を所与の値としなければ、他方の定量化はできないはずであり、精度は高くない。
- ・ Lixi Profiler は、検査装置価格が SC と比べて数倍高い。また線源にガドリニウム 153 という放射線源を使用するが、半減期が 240 日±10 日程度であるため、SC のほうがランニングコストが低い。さらに、配管詰まりの検知は手動で詰まり部分を探査 (SC は自動で配管検知できる) するため誤差が大きくなる。加えて分析の結果は線グラフのみの結果表示しかできず、詰まり度合いをグラフィカルに表示できない。SCOFINDO 側も SC の線源の長寿命性や誤差が少ないことにメリットを感じており、SC の優位性の理解が進んでいるところである。

3-3-5) 各種規制調査

【実施事項】

外資規制に関し、日本国内で開催されたインドネシア国投資セミナーやWeb情報等を活用して情報収集・整理を行った。投資規制に関しては、2016年5月12日付大統領規定2016年第44号にて、投資が禁止・制限されている業種が定められており、その分類は以下の通りである。

表 52 投資規制分類

事業分類	内容
投資が制限されている事業	大統領規定添付資料Ⅰに記載の事業（アルコール製造・旅客ターミナル・カジノ 等）
中小零細企業・協同組合のために留保されている或いはパートナーシップが条件付けられている事業	大統領規定添付資料Ⅱに記載の事業（25Ha未満の面積の栽培・種苗・プランテーション事業等の農林水産業、製造業、サービス業等）
特定の条件付で参入可能な事業	大統領規定添付資料Ⅲに記載の事業（25Ha以上の面積の栽培・種苗・プランテーション事業等の農林水産業、製造業、サービス業等で上記添付資料Ⅱに記載のない事業）
特定条件に制限されず参入可能な事業	大統領規定添付資料Ⅰ・Ⅱ・Ⅲに記載のない事業

出典：JETRO ホームページ 外資に関する規制

https://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/invest_02.html

2016年の改訂で新たに追加された業種を含み、当社事業が該当しそうな業種の分類は、表52における「条件付で参入できる業種」における、「外資比率が制限される分野」あるいは「内資100%に限定される分野」のいずれかに該当することが予想される。その詳細を表53に示す。

表 53 当社の該当が予想される投資規制業種分類

<p>外資比率が制限される分野 (a. 外資最高 67% b. アセアン加盟国からの投資家の場合、最高 70%)</p> <p>G. 公共事業セクター</p> <p>175. 高度な技術を利用した及び/或いは高リスク及び/或いは工事金額が 100 億ルピア超の建設コンサルティングサービス石油ガスサポートサービス：石油ガスデザイン・エンジニアリングサービス</p>
<p>内資 100%に限定される分野</p> <p>D. エネルギー・鉱物資源セクター</p> <p>139. 石油ガスサポートサービス：石油ガスデザイン・エンジニアリングサービス</p> <p>140. 石油ガスサポートサービス：技術検査サービス</p> <p>H. 商業セクター</p> <p>200. エンジニアリングを含む技術・工業調査サービス</p> <p>203. 破壊/非破壊検査サービス</p> <p>205. 品質検査サービス</p>

出典：JETRO ホームページ 2016 年ネガティブリスト（ジェトロ仮訳）

https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/country/idn/invest_02/pdfs/idn7A020_negativelist.pdf

なお、経済特区に立地した場合は、表 52 における「特定の条件付で参入可能な事業」での進出が可能となるが、現状では経済特区のインフラ整備が不十分であり、今すぐの進出は現実的でない状況である。

また、現地駐在員事務所を設立する方法もある。駐在員事務所は、販売促進、市場調査、商品展示会出展などの業務を行うことはできるが自己名義での契約締結や輸出入取引などの営業活動はできない等の制限がある。

上記までの情報を整理すると、インドネシアへの進出方法としては、以下の場合分けが考えられる。

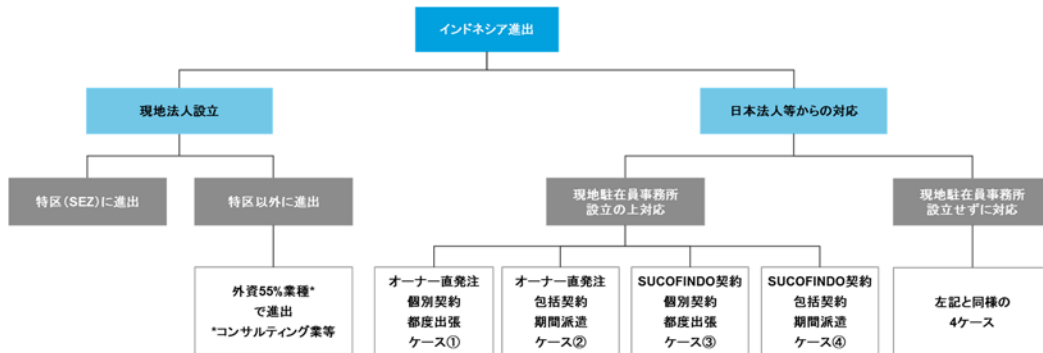


図 29 インドネシアへの進出形態の場合分け

出典：当社にて作成

インドネシア投資調整庁 (BKPM) への具体的な相談により、インドネシア進出・役務提供において、検査業界ではコンサルティング業として拠点を置いて NDT サービスをアドバイザーとして実施 (NDT サービスの直接の役務を提供しないサービス) することであれば役務提供が可能であることを把握した。しかし、インドネシアにおける当社 NDT サービス事業を推進するためには NDT アドバイザー業務のみでは事業を大きくできず、インドネシアへの NDT 技術の移転を進めることにも大きな貢献ができないと判断し、高度な技術を有する外国人技術者としての C/P のサブコントラクトによる直接の役務提供を基本方針とした。なお、2016 年 5 月に改訂されたネガティブリスト改訂は 2~3 年に一度行われるが、その間にインドネシアへ進出する場合は、その時点のルールに従わざるを得ない。その後規則改正があっても進出した時点の法制度が適用される Grand-Father 制となっている。そのため、まずは管轄担当省庁と予め連絡・調整を図るなどの準備が必要であることを把握した。

以上のインドネシア進出における各種規制の制約から、当社の当面の事業計画は、図 27 のケース③を基本とし、規制緩和等の時期を見定めつつ現地法人等の設立を計画案に反映することとした。

3-3-6) C/P との包括的な連携に関する協議

【実施事項】

C/P との包括的な連携に関する協議に関連し、以下活動を実施した。

- ・ SUCOFINDO Cibitung Laboratorium において、インドネシア最大となるラボを訪問し、その業務範囲ならびに協業の可能性について確認した。
- ・ SC 以外にも C/P にとって有用と思われる多くの検査機器を保有していると思われるため、機器販売の可能性について確認した。
- ・ C/P の検査技術者養成の一つの方法として、年度単位での日本の当社

への技術者派遣について、C/P に提案した。

- ・ 上記を含め、C/P の President 及び Heru 氏を含む 3 名の Director 及び本件の担当者が一堂に会し、NDT 事業を含む当社との包括的な連携について協議した。

【成果】

(ラボ機能確認)

- ・ 全体で 27 のラボを保有しており、大きくは、キャリブレーション（校正）部門と化学部門にわかれる。化学部門は更に、環境・一般・石油ガスの 3 部門からなる。当社の最大部門である環境事業関連のラボも多くあり、広くアライアンスの可能性があると確認できた。
- ・ 概要説明並びにラボ見学により、以下の機能を有していることを確認した。
 - 石油ガス・石油化学・肥料等の成分分析
 - 排水・土壌等の成分分析
 - 飲料水・農産物食品の成分分析
 - 薬品・化粧品等の成分分析
 - 輸入玩具の成分分析・強度試験
 - セラミックス・金属の成分分析
 - 鉱物・石炭の成分分析
 - 重量・温度・長さ等のキャリブレーション
 - 照度・電磁界・エネルギー消費効率の分析
 - コンセントの抜き差しに関する繰り返し検査
 - 防塵性能検査 等
- ・ ラボと支店の違いとして、支店はフロント機能のみであるのに対し、ラボはミドル・バックを含めた 3 つの機能を有している。具体的には、①自身でセールターゲットを持って収益を上げる（フロント）、②他支店では困難な分析のサポート（ミドル）、③人材育成機能（バック）の 3 点。総じてラボの職員のほうが勤勉で能力が高い印象である。

(NDT サービスの普及に向けた包括的な連携について協議)

- ・ C/P は、プルタミナと MOU を交わし、石油関連業務の上流から下流まで幅広い業務を多数受注する可能性がある状況であり、当社の協力を期待していることが確認された。
- ・ また、インドネシア政府が、25 年以上使用している幅広い分野の機械類や、老朽化が進むインフラの検査を義務付けたことにより、これに対応したいと考えており、これについても、当社の協力を期待していた。

- ・ 本事業での連携はもとより、事業終了後も MOU を交わすなどして、NDT を含め幅広く連携していく意向を確認した。
- ・ C/P は当社との提携により、NDT 技術の移転を促進することに加え、日系化学プラントの NDT 業務の受注拡大を意図している。このため日系企業からの NDT 業務の発注があった場合の実施体制を強化する必要がある。そこで当社は、日系化学プラントの要望する日本の検査会社が実施するような水準の NDT が実施できるインドネシア人キーマンの養成を引き受けることを基礎として検討するものとした。
- ・ 検査サービスでの協業を中心とした包括的な業務提携に含めるべき項目と内容の精査を行い、具体的な提携に向けた調整を行った。その結果当社は、2016 年 9 月 29 日付けで、C/P と、協業の覚書を締結した。協業分野は、高度な NDT、インドネシア国内での環境分析、新規事業、人材教育の 4 つである。

(C/P の NDT 業務の現状の確認)

- ・ C/P は、2015 年の売上が約 2 兆 IDR であり、このうち NDT や NDT 関連サービス (NDT 結果の認証など) を含めた NDT 事業全体で 5400 億 IDR (売上の 27%)、NDT 単独ではそのうちの 10% の 500-600 億 IDR ほどの市場規模である。C/P の NDT 事業について、現地調査の結果と当社の貢献可否の検討結果を表 54 に示す。
- ・ 「NDT 結果の認証・証明業務」は、他社が実施した NDT の結果を認証・証明する業務である。これは C/P の収益源であるが、当社はこのような C/P が実施する認証・証明業務に強みを持たないため、参入を検討しない。
- ・ 「NDT 計画立案・サービス実施・プラント管理サポート」は、NDT の計画立案と、NDT サービスの提供、NDT 実施後の管理方法、改善策の検討といった、NDT サービスの実行にあたって必要な計画と NDT の実施、実施後の提案を含めたアドバイザリーサービスである。当社が本邦で強みとする領域であるが、C/P も現在インドネシアにおいて強みとしており、補完・協業を検討していく領域となる。当社の事業計画においては直接の事業ターゲットとしてではなく、計画立案や NDT 結果の管理等、補完的に技術提供の可能性を検討すべき領域であると考え
- ・ 「高度な NDT サービス提供」は、上記の NDT 計画立案・サービス実施・プラント管理サポートのオプションとなる高度な NDT サービスで、C/P を含めてインドネシア国内で推進されつつあるサービスである。C/P は NDT の最新機材を購入・レンタルするなどし、新しい NDT に取り組んでいる。このような高度な NDT においては、当社が直接貢献できる業務が多々あり、当社がパートナーとなり実施・連携し

ていく業務を増やすことのできる領域である。C/P は先端的な NDT サービスの導入を希望しており、具体的には、大型 SC を用いた蒸留塔の内部状況の確認などの Advanced NDT（先進的非破壊検査）などが提供技術候補として考えられる。NDT 業務では、プラントが運転中でも実施できる検査のニーズが大きいため、この市場は今後大きく伸びる可能性がある。

表 54 C/P の NDT 事業と当社の貢献可否検討結果

売上項目	金額 [百万ルピア]	当社の貢献可否評価
NDT 事業全体	540,000	-
NDT 結果の認証・証明業務	351,000	認証・証明業務は当社が強みを持つ領域ではないため参入を検討しない
NDT 計画立案・サービス実施・プラント管理サポート	108,000	当社が本邦で強みとする領域であるが、C/P もインドネシアにおいて強みとしており、特に計画立案の支援において、補完・協業を検討していく領域
高度な NDT サービス提供	54,000	当社が本邦で強みとする領域であるが、C/P もインドネシアにおいて事業拡大に注力しており、当社がパートナーとなって実施できる業務を増やしていく領域
その他	27,000	-

- ・ 表 54 にある、高度な NDT サービス提供の売上のうち、運転中検査（定期点検（必須と任意共））が 60% であり、シャットダウンメンテナンスが 15%、緊急・突発点検（修理を含む）が 20%、その他が 5% 程度となっている。
- ・ また、同表の高度な NDT サービス提供は、クライアント別の市場規模として、インドネシア系製油所が 50%、インドネシア系化学プラントが 40%、日系化学プラントが 10% 程度の割合である。
- ・ NDT のクライアント別の定期点検の検査頻度は、いずれも 2 - 4 年である。シャットダウンメンテナンスは 3 年毎に 2 か月程度の期間をかけ行なっている。一方、運転中検査の定期点検は、毎年の頻度であるが、その対象は、圧力がかかる箇所、安全弁バルブ、ポンプ、コンプレッサー等かなり限定される。

(2) 事業目的の達成状況

活動1：NDT技術に係る技術普及

1-1. C/PにSCを導入する。

<達成状況>

2015年11月25日に、第2回本邦受入活動参加者によってSC3台の輸送を完了した。現在は現地研修を実施した3拠点（ジャカルタ、チラチャップ、バリクパパン）に1台ずつ配分し、保管されている。

1-2. 現地研修を通じて、C/Pの検査技術者に対して、SCの活用や予防保全に必要なNDTの計画・検査技術を普及する。

<達成状況>

2016年2月に第1回目の現地研修をC/P本部（ジャカルタ）で実施した。その後、2016年7月に第2回目（チラチャップ）、2016年9月に第3回目（バリクパパン）の計3回実施した。その結果、研修参加者は当初予定の30名を超える合計38名に達した。この増員はC/Pからの要望によって生じており、C/PのSCに対する期待の高さが窺えた。また、研修員全員が研修目標を達成し、修了書が授与された。

1-3. C/Pの予防保全のためのNDT技術（計画、検査、データ解析）の習得を目的に本邦受入活動を実施する。

<達成状況>

2015年9月に第1回目、2015年11月に第2回目の本邦受入活動を実施した。なお、各回5名、総勢10名の参加者は、予防保全のためのNDT技術を習得し、全員が修了証を授与された。

1-4. 現地パイロットプラントにて、SCの活用によるパイロット検査を実施・指導する。なお、現地パイロットプラントはC/Pの主要顧客であるPertamina（国営石油企業）が保有する製油所や、大手化学プラントから候補を決定する。

<達成状況>

現地パイロットプラントにおけるパイロット検査は、チラチャップのPertamina製油所にて実施した。またジャカルタならびにバリクパパンでは、C/Pの所在する建物の配管検査で代替した。

活動2：SCを活用したNDTの有用性にかかる実証・普及活動

2-1. 活動1-3を通じ、SCを活用したNDTの効果や有用性を確認し、そのフィードバックを通じて現地普及に要求される仕様を確認する。

<達成状況>

活動1-3の実施時に現地普及に要求される製品仕様に対する意見を確認した結果、10名中1名から①配管の厚みの計測も可能となること、②防水性を確保すること、の提案があった。いずれの改良案も検討の余地はあるものの、速やかに対応できることではないため、現時点では貴重な意見として捉える。なお、その他の9名の参加者からは現仕様のままインドネシア展開可能であるとの見解を得た。

また、活動1-2の現地研修に参加した研修員に「インドネシアにおけるSC活用可能性」に対するアンケート調査を行ったところ、SCの機能性、操作性、作業性、機動性、安全性、保管方法は、現行仕様のままで良いと判断できる結果となった。

加えて、活動2-2のAPITINDO向けワークショップ、活動3-2のプラントオーナー向けワークショップでも現行仕様への追加機能について意見を聴取した。その結果、APITINDO会員企業からは、①検査結果の3D表示、②アームの広さの調整機能、プラントオーナーからは①配管の厚みの計測も可能となること、②防水性を確保すること、③クラックや気泡等を検査できるようになることが挙げられた。クラックへの対応はSCではなく他の方法で対応する必要があるが、これら要望はインドネシア関係者の貴重な意見のため、他のアンケート結果と合わせて今後の参考にする事とした。

2-2. APITINDO に対して、SC の特性や有効性を説明し、現地における普及の可能性を確認する。

<達成状況>

2016年4月21日にC/P本部において、当社、APITINDO、JICAの共催でワークショップを実施した。アジェンダは、①本事業の紹介、②当社の業務概要、③SCのデモンストレーション、④SCの我が国での活用事例、⑤我が国におけるプラントの安全性と法制度整備、⑥質疑応答とした。ワークショップには16社(23名)が参加し活発な質疑が行われ、SCへの期待と関心が示された。

2-3. SC を活用した NDT の需要ならびに SC の購入需要等を把握し、優先普及対象と普及に向けた方策を調査・検討する。

<達成状況>

優先普及対象市場については、当初から想定していた石油精製・石油化学プラントに加えて、地熱発電所もターゲットとなることを確認した。また、現在の検査市場規模について推計を行った。その中で、具体的なターゲット顧客についてロングリスト・ショートリストの作成を行った。

活動3：予防保全・NDTに係る普及活動

- 3-1. 現在、エネルギー鉱物資源省では、予防保全に関する規則の制定を検討している。これに関わる政策決定者に対し、日本の予防保全に関する法制度や規則に関する情報をワークショップ形式にて提供し、政策上流から必要な概念が根付くように働きかける。

<達成状況>

行政官向けワークショップを当社、C/P および JICA の共催により、2017年2月22日9時30分から12時まで、ESDM本部15階会議室で開催した。アジェンダは、①本事業の紹介、②当社の業務概要、③SCの原理と特徴、④本事業の活動と研修の成果、⑤SCの我が国での活用事例、⑥我が国におけるプラントの安全性と法制度整備、⑦質疑応答とした。インドネシア行政機関から19名の参加があった。約1時間の質疑が行われSCに対する関心の高さが示された、また、ESDMから、プラントの安全に向けた検査のためインドネシア検査員の育成の重要性が表明されるなど、事業を通じた安全性への関心の共有が示された。

- 3-2. プラントオーナーに対して日本の予防保全の実情等や予防保全がもたらす中・長期的なメリット等を説明する等の啓発ワークショップを開催し、予防保全に係る考え方・知識の普及を図る。

<達成状況>

2016年4月20日にC/P本部において、当社、C/P、JICAの共催で実施した。アジェンダは、①本事業の紹介、②当社の業務概要、③SCのデモンストレーション、④SCの我が国での活用事例、⑤我が国におけるプラントの安全性と法制度整備、⑥デモンストレーション検査の説明、⑦質疑応答とした。ワークショップには大手企業を含む8社（14名）が参加し、予定時間を越えて活発な質疑が行われる等、SCへの関心の高さが示された。また、SCのデモンストレーション検査には8社中5社が興味を示した。

- 3-3. 将来的な機器販売・検査サービス事業に係る提携候補先企業とその役割分担の検討、業務フローの明確化を行い、NDTサービスの普及に向けた調査・検討を行う。

<達成状況>

将来の検査市場規模について、現在のインドネシアにおける産業インフラの増設計画等を基に想定を行った。ビジネスモデルの構築については、SC販売についてはSUCOFINDO EPICIとの販売代理店契約の締結を、NDTサービスについてはC/Pとの協議により、包括的なMOUの締結を完了した。その成果の公表として、図30のように、当社HPにおいて紹介を行った。



出典：当社ホームページ (<http://www.chugai-tec.co.jp/article/show/id/94.html>)

図 30 インドネシア国営検査企業 (SUCOFINDO) とのコラボレーション・アグリーメントを締結

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

配管等の産業インフラの安全性・信頼性は、社会経済的損失に直接影響を及ぼす関係にあり、安全性を高く保つには、産業インフラの製品や設備の信頼性を維持する取り組みが必要である。

産業界にとっては、生産拠点であるプラント等の産業インフラの信頼性を高め、寿命を長くすること、不慮の事故等を起こさないよう定期検査を行うことが必要であるが、その一方で検査方法によっては設備の操業を止める必要もあり、都度操業を止めることは経済損失となってしまう。

したがって、操業を止めずに検査できる NDT に関する製品・技術を導入し、プラント等の安全性・信頼性を保ち、不測の事故の予防策を施すことは、開発課題の解決に貢献できるものである。

操業を止めずに検査できる製品・技術を導入し、かつそのような製品・技術の効果的な活用が推進されるためには、まず産業インフラのリスク対策や予防保全に対する認識が共有されることが前提であり、政策サイドや産業界に対する啓発も重要である。

インドネシアは、環太平洋地震地帯に属するなど日本と類似の自然環境にあり、製油所、化学プラント等は、地震等の自然災害が起因する事故が発生する潜在的なリスクを抱えている。また日常的な操業時にも、設備の劣化や配管等の亀裂などから事故に発展する恐れは十分にあり、近隣住民の生活を脅かすのみならず、地域や国家の経済損失に繋がりがねないリスクである。このような潜在的なリスクを回避し続けることが、国民の生活を守るとともに、インドネシアの持続的な経済発展にも繋がる貢献となる。

潜在的なリスクは顕在化してはならず、未然に防止し、リスクを回避する確率が高ければ高いほど安全性・信頼性も高くなることを意味する。このような潜在的リスクはインドネシア国内で操業している多数のプラント等に潜んでいる課題でもある。したがって、政策サイドや産業界での予防・保全の認識が向上することにより、リスク回避を高める効果が期待できる。

なお、産業インフラの予防保全にかかる検査市場が拡大されれば、雇用機会の拡大にも期待できる。検査技術を身につけた者は雇用機会が得られ、また高度な検査技術者が育成されることで、産業インフラの安全性・信頼性も一層高まるサイクルが生み出される。

【直接効果】

表 55 開発課題解決の観点から見た貢献と効果測定指標

直接効果	効果測定指標
① 「SC」の使用による予防保全検査機会の拡大	検査数量
② インフラ検査業界における高等検査人員の育成	高等検査人員の増加数
③ インフラ整備が求められる中での予防・保全知識の普及	ワークショップ参加者数
④ 社会経済的に大きな損失を生む事故の未然防止	アンケート

【間接効果】

- ① 石油産業における民間主導の経済成長の後押し
- ② 検査業界における雇用機会の創出
- ③ プラントの長期活用による廃棄物削減

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業を通じ、地方経済・地域活性化に対して、以下の貢献ができると考えられる。

- ・ 当社が地域企業のアジア成長市場への進出モデルとなる
当社の事業領域は、地元経済の幅広い領域に及んでおり、1,000社を超える多様な顧客と信頼関係を構築している。海外事業展開で、現顧客に適切な海外情報を提供するなど新規事業の展開に寄与する可能性は高いと考える。また、地元自治体等が主催する海外進出セミナー等で情報提供をすることで、自治体と連携した形での地域活性化への貢献が期待できる。
- ・ 当社の海外市場獲得により、当社の雇用人員の増加が可能となる
当社は、1,000名弱の従業員を抱え、地元の学生を多く採用している。当社がインドネシア国でのビジネス展開を深めていく中で、海外事業に関心の高い語学力と活力のある地元学生の雇用を進めていくことで、地域への貢献が期待できる。
- ・ インドネシア企業による広島県内、当社訪問の機会が創出されることで情報の交換が活性化され、新事業創出の機会が生まれる
当社は、これまでベトナムでの現地拠点設立準備において、平成24年度広島県環境浄化産業クラスター形成事業補助金により広島県から支援を受けており、それに関連して、ベトナム人を社員として雇用・育成している。本事業ならびにその後の事業展開の中でも、インドネシア国からも研修生の受入や社員としての雇用・育成を実施していくことが想定され、社員との交流や地元他企業との交流を通じて、あらたなビジネス機会の発現が期待できる。

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

本事業においては、本邦受入活動ならびに現地研修において、マネジメント層10名・検査技術者層30名以上と、要員として十分幅のある対象に対して、各階層で必要な技術を機材と共に移転した。C/Pには資料や教材を共有しており、本事業後も自組織内で技術維持ができる状態を確保してきた。さらに、本事業後に当社とビジネス上の共同業務を展開することで、技術のアップデートについても継続的に行える仕組みを整えていく。また、共同業務を展開する上での有望顧客を数社見出したことから、事業の持続可能性をC/P側・当社側共に高めていく。

上記をベースとして、C/Pが自立的に持続可能な活動を実施する体制・技術・財務的な枠組みができるよう、本事業終了後にも継続して事業を推進していく。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

非公開

(2) 想定されるリスクと対応

本事業での実証及び普及活動の結果に基づいたリスクについては、本事業開始当初から抽出されているリスクとして、外資規制リスクがある。現状は検査業務をC/Pとの協働によって推進していくことで、これを受容することとなるが、将来的に規制が緩和される可能性もあり、政策動向について継続的な動向把握に努めることとなる。また、製品・技術の模倣リスクについては、当社のサービスはSCの適切な取扱いに加え、検査結果の高度な分析・読解能力が伴って初めて価値が生まれるものであり、模倣による当社の優位性がただちに損なわれるリスクは少ないと想定している。当社は本邦で培ったSCによるNDT技術をさらに高めるとともに新たな技術開発を推進する方針であり、この点において優勢をただちに損なうとは考えていない。ただし、形をまねた質の悪いSCを模倣した検査機器が出回ることについては留意が必要である。その他、想定されるリスクとその対応策を整理した結果を表56に示す。

表 56 想定されるリスクと対応策

リスク	発生シナリオ案	対応策
投資規制	NDT 等検査事業への外国企業の投資規制が強化される	現状が内資 100%に限定されることから、これ以上の投資規制の強化は想定できないが、さらなる外資規制が導入された場合は現地法人設立を延期し、代理店を経由した SC 販売と保守・技術サポートを継続する
許認可	NDT サービスのアドバイザーとしてプラント入構許可が必要になる、または入構許可の取得が困難になる	アドバイザーとしてのプラント入構においては、労働ビザは必要ないと考えられるが、インドネシア側の規制担当者によって、法律の具体的な解釈が異なることがあるため、必要な書式や必要な手続について、C/P やプラントオーナーとのコミュニケーションを頻繁に行う必要がある
知財・模倣	配管の詰まりを診断する技術が模倣される	特許は日本国内限定であり、模倣のリスクは排除できない。インドネシア内の検査会社による SC に類似・近似する技術を定期的にモニタリングすることで動向を把握する
環境社会配慮	プラント建設で環境社会配慮が強化され、新設が困難になる	当社の NDT サービスはプラント建設後にそのプラント内において検査する業務であり、既設施設を導入対象とするため影響はほとんどないと考えられる
人材確保	当社製品、技術の普及に貢献できる優秀な技術者の確保が困難になる	C/P の検査技術者は定期的な採用と育成が体系的に実施されているため影響は少ないと考えられるが、当社との NDT サービス事業推進に優秀な技術者を引き続き配置してもらうためには C/P との継続的な信頼関係の構築をさらに図ることにより対応が可能になると考えられる
業界の競争環境	競合他社が同様の製品・技術領域での参入を加速する	ドローンや IoT を活用した NDT の技術開発が進んでいるなど、NDT 技術の進歩は日進月歩であり、インドネシアにおける NDT 市場の拡大により競合が参入加速することはある程度受容せざるを得ない。しかし当社は同様の技術領域で競合他社より先進的な技術開発・導入を検討しており、本邦において実績のある NDT 技術をさらに高め、技術的な優位性、信頼度、品質を高めることで差別化していきたい。
自然災害	大雨、洪水、竜巻などの自然災害が多発し、事業展開に支障が出る	結果的には当社のプラント予防保全技術の重要性が増すため、影響はない。

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

インドネシアの石油精製・化学プラント内には、配管詰まりを事前に把握する高いニーズがあることが本普及・実証事業を通して確認された。それは現場の検査技術者にとどまらず、プラント技術者、プラントオーナーからも確認することができた。このような高いニーズのある技術を事業化することで次のような開発効果の獲得が期待できると考えられる。

まず、SCを活用できる高等検査技術者がさらに現場でのOJTや実践を通して、配管詰まりの検査のためのNDT技術を身につけることで、インドネシア国内の石油精製・化学プラントのNDT技術水準が高まり、多くのプラントに技術が広まることにより、プラント内の事故や故障を減少することにつながる。事故や故障の減少は、プラント稼働率の向上に寄与することから、サービスの受益者にとっても大きなメリットがある。SC販売による検査機器の普及と、NDTサービス事業によるインドネシア国内での技術水準の向上によって、プラント内の事故や故障の減少と、プラント稼働率の向上を大きく推進することができると考えられる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

本事業からは、下記の点で成果をあげられた事例であると言える。

- ・ 当社は、C/P を早期に定めて相互の利益拡大を十分に協議し、具体的な協業の方法を検討しあうことができた。このため、C/P の積極的な協力を得ることができ、これにより包括的な MOU の締結へ本事業中にスムーズに進むことができた。
- ・ SC という、NDT や予防保全に対するイメージを可視化しやすい装置の導入とそのデモンストレーションを行い、綿密に計画された研修において技術移転を繰り返した。これによって、「当社 = SC」という、C/P への NDT や予防保全のイメージづくりが実現できた。
- ・ 研修の対象は、技術者に限らず、マネージャー層を含めた参加者を集め、粘り強く時間をかけて丁寧にキャパビルを実行することで、C/P の現場・経営陣ともに信頼関係と良好な関係の構築を図ることができた。この結果、当社は C/P を当社事業の推進のための“味方”にでき、事業推進の助言や情報提供に積極的に関与してもらうことができるようになった。

一方で、インドネシアにおける NDT 事業をより大きく推進していくにあたり、本事業で得られた教訓としては、

- ・ 当社が C/P のアドバイザーとして NDT サービス提供を推進するフォーメーションを制度的な制約条件に基づき早期提示したことで、その位置づけがやや固定化してしまった感がある。当社が NDT サービスをより発展的に推進するためには、中長期的に C/P とのバランスのとれた提携関係を継続していく必要があり、新規業務分野における適切なフォーメーションによる企画提案は、今後もこれまでの体制にとらわれず継続する必要があると考えている。政策・制度のモニタリングやインドネシア政府等への当社の立場としてのロビー活動は継続実施していく必要があると考えている。

最後に、本事業の実施に基づく JICA への提言として次の 3 点を提示したい。

1. SC の供与による NDT サービスの供与国側による単独展開が加速してしまう可能性
SC を無償で C/P 側へ供与する本件業務では、当社のような中小企業の持つ技術が規模の大きな C/P に渡り、C/P が当社の把握できる範囲を超えて独自に事業を展開したり、技術を改良して独自の収益を上げたりすることが可能になる。SC を供与するのではなく、貸与したり、C/P による購入の助成をすることによって、単独展開をある程度は避けることができたり、当社による一定の管理が可能になったりする。当社の技術が当社の知るすべなく現地の事業振興に活用されることは、当社にとっての本来の事業機会を棄損することにもつながるため、技術によって供与のほかに選択肢を用意することが中小企業の事業推進にとって重要になるものと考えている。

2. 輸出入制度に関するアドバイス

SCの供与や自社SCを用いた現地でのデモの実施においては、輸出入手続きが生じる。このような場合に対して、EPAやATAカルネのような関税の減免制度に関して事前にアドバイスをいただけると事業の効率化につながった可能性があると考えている。

3. 中小企業が事業拡大を図る方法に対する柔軟な支援

中小企業が新興国において事業を拡大するためには、中小企業の規模に合わせた事業計画やビジネスモデルが必要である。したがって、中小企業の海外展開支援では、当初の事業規模は小さくとも、事業の継続や確実な収益源の確保といった企業体力に合わせた計画を柔軟に受容し、支援することが必要である。それは大企業が事業を行うのとは異なり、ODAが目指す開発効果や対象国の裨益は間接的であったり、その影響は小さいものであったりする。しかし、中小企業は自らが保有する技術の優位性を見極めて、現地に適合する技術・製品・サービスの提供を小さな規模ではあるが、大企業よりも速いスピードで柔軟に対応できる。このような差異を見極めたうえで、事業計画の蓋然性や開発効果・対象国の裨益に関するインパクトの評価は柔軟に受容していくことが重要になると考える。

参考文献

No	作成者	資料タイトル
1	インドネシア共和国 エネルギー・鉱物資源省	UU No. 1 1970
2	インドネシア共和国 エネルギー・鉱物資源省	12024/18. 05/DMT/2013
3	インドネシア共和国 石油ガス総局長令	43. P/382/ DDJM/1992
4	インドネシア共和国 石油ガス総局長令	SK 84K / 1998
5	インドネシア共和国 投資調整庁	インドネシア・ビジネスフォーラム（2015年3月24日）「新しい政権・新しい希望」講演資料
6	外務省	インドネシア共和国基礎データ
7	外務省	ODA 国別データブック 2014
8	外務省	国別援助方針 インドネシア
9	外務省	事業展開計画 インドネシア
10	外務省	インドネシア共和国 産業インフラ設備検査技術改善・向上を目的とした ODA 案件化調査
11	経済産業省	「平成 26 年度新興国市場開拓事業 相手国の産業政策・制度構築の支援事業（インドネシア：経済政策動向・課題検討）」調査報告書
12	国際協力機構	JICA ナレッジサイト
13	国土交通省国土政策局	政策局各国の国土政策の概要 インドネシア
14	日本貿易振興機構	外資に関する規制
15	日本貿易振興機構	2014 年ネガティブリスト（ジェトロ仮訳）
16	株式会社三菱化学テクノロジー リサーチ	インドネシアにおける石油化学産業及び油脂化学産業に関するミッション派遣事業報告書
17	JETRO アジア経済研究所	JETRO アジア経済研究所専門講座 「ジョコ・ウィドド新政権の下でインドネシアはどう変わるのか」ジョコウィ政権の経済課題と政策の方向性
18	Pertamina	PT Pertamina Annual Report 2014

添付資料

別添1 現地研修 研修スケジュール

日付	時刻		所要 (時間)	形態	詳細・テーマ
	始	至			
初日	9:00	10:00	1.0	オリエンテーション	講義の意義説明、自己紹介 等
	10:30	12:00	1.5	座学	日本の保全検査(損傷による検査手法)
	13:30	14:30	1.0	座学+実演	スケールチェッカー 基本編(概要・ハード)
	15:30	17:00	1.5	座学+実演	スケールチェッカー 基本編(ハード、ソフト)
2日目	9:00	10:00	1.0	座学	スケールチェッカー 取扱い注意事項
	10:30	12:00	1.5	実演	鋼管+コンクリート・スケール(1セット)による実演
	13:30	15:00	1.5	実習	鋼管+コンクリート・スケール(2セット)による実習
	15:30	17:00	1.5	実習	鋼管+コンクリート・スケール(2セット)による実習
3日目	9:00	10:00	1.0	座学+実演	スケールチェッカー 応用編+模擬タワ-のレベル測定
	10:30	12:00	1.5	実習	鋼管+コンクリート・スケール(2セット)による実習
	13:30	14:30	1.0	確認	トラブル対応(トラブルシューティング、運搬方法等)
	15:00	16:00	1.0	連絡	今後の進め方、トラブル時の連絡先について
	16:00	17:00	1.0	確認	研修アンケート、終了証授与

別添2 本邦受入活動 各テーマにおける評価概要

<p>日本の予防保全 SDM, OSI/日本の法令 (KHK 等) の説明/損傷に対する検査手法の JPI 規格, KHK ベースの説明</p>	<h3 style="text-align: center;">日本の予防保全、法令、検査手法</h3>
<p>【最も活用できる点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 予防保全の考え方 ● 今日の講義内容は補修方法を決める際の参考になる ● 損傷部分の検査手法 ● 日本における予防保全のコンセプトと関連法規 ● 日本で行われている検査手法に関する説明 <p>■ 予防保全の意味合いがとても明確になったこと</p> <p>■ 予防保全と日本の法規・規格を学べたこと</p> <p>■ 特に検査に関するより高度な知識</p> <p>■ NDT のシステム、方法、現場での実施方法</p> <p>■ 検査管理システムおよびその運用方法</p> <p>■ CAE (FEM) ソフトウェア</p> <p>■ 損傷と検査手法に関するケーススタディ</p>	<p>評価軸①、②、③、④では全テーマ平均を下回る結果となった。日本とインドネシアにおける法律の違いを理解するには時間が足りない点、ならびに各講義に時間変更が生じ、計画通りに進行できなかった点によるものと推測される。</p> <p>なお、第2回目の開催では評価軸⑥が改善されている。これは第1回目より開示可能な配布資料の量を増やしたり、投影量を増やすなどの工夫が起因していると考えられる。</p>

*表の見方：左上段=テーマ名称 / 左下段=最も活用できる点

右上段=本テーマにおける評価軸レーダーチャート / 右下段=想定される評価の原因やコメント

凡例 ● 第1回本邦受入活動 ■ 第2回本邦受入活動

<p>検査指示書・レポートの紹介/検査目的と着眼点の説明</p>	<h3 style="text-align: center;">検査指示書・レポート、検査手法</h3>
<p>【最も活用できる点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 検査レポート、検査目的および検査目標 ● 検査前、検査中および検査後のレポート作成方法 ● 今日の講義は検査手法を決定する際に役立つことができる。また、検査レポートの改善方法を学んだ ● 日本における様々な検査レポートの説明 ● この講義で学んだことは仕事に活用でき、また、自分の参考にすることもできる <p>■ PDCA サイクルが検査実施に有効であること</p> <p>■ 検査の質の管理方法</p> <p>■ 検査方法と報告書の作成方法を学べたこと</p> <p>■ 報告書の作成フロー</p> <p>■ NDT 関連のシステム</p> <p>■ 腐食の防止方法</p>	<p>全評価軸において全テーマ平均を上回る結果となった。特に第2回では評価軸④を除く全ての評価軸で第1回から改善が見られる結果となった。</p>

<p>原因調査の必要性：トレパニング, SUMP, SEM</p>	<div data-bbox="826 280 1380 772" style="text-align: center;"> <h3>原因調査の必要性</h3> <table border="1"> <caption>原因調査の必要性 - 評価軸とスコア</caption> <thead> <tr> <th>評価軸</th> <th>総合平均値</th> <th>第1回</th> <th>第2回</th> <th>本テーマ平均値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 内容の理解度</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>2. 内容構成</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>3. 時間配分</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>4. 研修のペース</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>5. 講師の知識</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>6. 研修資料</td> <td>3.5</td> <td>3.0</td> <td>3.0</td> <td>3.0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>評価軸①、②、⑤、⑥では全テーマ平均を下回る結果となった。これは、本テーマがインドネシアでは実施されていない新たな技術であることから、完全習得するには時間が足りず、また参加者が望む資料、分かりやすい説明が十分提供できなかったことが考えられる。</p> <p>ただし、第1回目で低評価を得ていた評価軸⑥は第2回目に大幅改善した。</p>	評価軸	総合平均値	第1回	第2回	本テーマ平均値	1. 内容の理解度	4.0	3.5	3.5	3.5	2. 内容構成	4.0	3.5	3.5	3.5	3. 時間配分	4.0	3.5	3.5	3.5	4. 研修のペース	4.0	3.5	3.5	3.5	5. 講師の知識	4.0	3.5	3.5	3.5	6. 研修資料	3.5	3.0	3.0	3.0
評価軸	総合平均値	第1回	第2回	本テーマ平均値																																
1. 内容の理解度	4.0	3.5	3.5	3.5																																
2. 内容構成	4.0	3.5	3.5	3.5																																
3. 時間配分	4.0	3.5	3.5	3.5																																
4. 研修のペース	4.0	3.5	3.5	3.5																																
5. 講師の知識	4.0	3.5	3.5	3.5																																
6. 研修資料	3.5	3.0	3.0	3.0																																
<p>【最も活用できる点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●強度テストの道具と、自分たちが以前使っていた道具よりもずっと使いやすいということ ●溶接不良や破損の原因調査をすることによって物体の欠損を分析する様々な方法 <ol style="list-style-type: none"> 1. 強度テストは、物質の検査にも応用可能 2. ミクロ・マクロ構造は、現行の検査設備の参考になり得る 3. SUMP 法は Balikpapan における新しい検査方法の参考になる、または/かつ応用する参考になり得る <ul style="list-style-type: none"> ●金属の構造検査「SUMP」法は、自分の仕事に適応可能でとても役立つ <p>■ 損傷の原因調査の重要性</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 例え構造物に欠陥がないと考えられる場合においても、原因究明のための追加検査を行うべきであること、またその方法 ■ 応力、腐食/浸食、環境、溶接時のミスといった様々な要因で、溶接時に母材に割れが発生するリスクがあること ■ SEM と SUMP に関する新たな知識 ■ SUMP によって、サンプルを用いて物質の組織を確認することができること ■ トレパニングでサンプル検査をすることができること（トレパニングについてはこれまで全く知らなかった） ■ これまで自分が行ってきた NDT 業務は非常に限られたものであり、より広く専門的な領域が存在することに気づけたこと 																																				

<p>出光興産/中外テクノス環境技術センター 視察</p>	<div data-bbox="826 1339 1380 1832" style="text-align: center;"> <h3>出光興産、環境技術センター視察</h3> <table border="1"> <caption>出光興産、環境技術センター視察 - 評価軸とスコア</caption> <thead> <tr> <th>評価軸</th> <th>総合平均値</th> <th>第1回</th> <th>第2回</th> <th>本テーマ平均値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 内容の理解度</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>2. 内容構成</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>3. 時間配分</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>4. 研修のペース</td> <td>4.0</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>5. 講師の知識</td> <td>3.5</td> <td>3.0</td> <td>3.0</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>6. 研修資料</td> <td>3.5</td> <td>3.0</td> <td>3.0</td> <td>3.0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>評価軸⑤、⑥において全テーマ平均を下回る結果となった。出光興産で投影されたプレゼンテーションが日本語であったため、通訳の解説のみに依存することとなった。これにより、取得できる情報量が限られてしまったことが想定される。</p>	評価軸	総合平均値	第1回	第2回	本テーマ平均値	1. 内容の理解度	4.0	3.5	3.5	3.5	2. 内容構成	4.0	3.5	3.5	3.5	3. 時間配分	4.0	3.5	3.5	3.5	4. 研修のペース	4.0	3.5	3.5	3.5	5. 講師の知識	3.5	3.0	3.0	3.0	6. 研修資料	3.5	3.0	3.0	3.0
評価軸	総合平均値	第1回	第2回	本テーマ平均値																																
1. 内容の理解度	4.0	3.5	3.5	3.5																																
2. 内容構成	4.0	3.5	3.5	3.5																																
3. 時間配分	4.0	3.5	3.5	3.5																																
4. 研修のペース	4.0	3.5	3.5	3.5																																
5. 講師の知識	3.5	3.0	3.0	3.0																																
6. 研修資料	3.5	3.0	3.0	3.0																																
<p>【最も活用できる点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●出光方式の予防保全 ●予防保全は自分の仕事に活用でき、参考になるような役立つ内容であった ●保全のシステムは検査方法の決定の参考になる ●出光の精製プロセスの説明 <p>■ リスクに配慮した保全のための検査計画</p> <p>■ 検査会社には” R and D” が重要であること</p> <p>■ NDT（特に腐食）に関する知識を増やせたこと</p> <p>■ 石油精製のプロセスとラボでの解析</p> <p>■ ラボでの解析と環境/廃棄物処理システム（マネジメントシステム、サンプル分析、焼却、コンサルティング 等）</p>																																				

<p>熱交チューブ 抜管検査、極値解析、余寿命診断</p>	<p style="text-align: center;">熱交チューブ極値解析、余寿命診断</p> <p>全評価軸において全テーマ平均を上回る結果となった。 参加者に馴染みのない新たな検査・解析方法であったが、本研修で学んだ理論に加え、シンプルで誰にでも実施可能なことから、インドネシア検査ビジネスにプラスの価値を高められる期待値があった。なお、実際に解析を行う等の実技研修も求められている可能性がある。</p>
<p>【最も活用できる点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●熱交チューブの極値解析を用いたサンプル検査の手法および当社の環境ビジネス ●熱交チューブの極値解析に関する説明 ●肉厚測定により腐食率の予測、ひいては余寿命診断が可能であること ●熱交チューブの極値解析は自分の仕事の参考にできる <ul style="list-style-type: none"> ■抜管検査の方法を知ることができたこと ■抜管検査の準備方法 ■熱交換器、Fin Fan クーラー、HRSG(ボイラー)の保全プログラムに有効活用することができる新しい検査方法として、抜管検査を学べたこと ■抜管検査は方法も容易でシンプルなため誰にでも実施可能なことから、検査ビジネスにプラスの価値を与えることが可能 ■抜管検査は NDT よりもより精度が高い情報を提供でき、クライアントにも自信をもって結果を説明できること ■抜管検査は C/P にとって新しい検査サービスになりうること ■極値検査の方法と腐食の深さの測定方法 	

<p>SCを活用した検査・デモンストレーション</p>	<p style="text-align: center;">SCを活用した検査</p> <p>全評価軸において全テーマ平均を上回る結果となった。 事業者の独自製品であり、講師の知見は当然ながら、説明資料も十分であり、高評価を得る結果となった。 今後は実践的な手法に関する研修が求められている</p>
<p>【最も活用できる点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●C/Pのクライアントの多くは製油所を有しており、予防保全の考え方はこれらのクライアントにとって有用な考え方の一つであることを学べた ●NDEの検査機器、検査手法および放射線を用いた検査の代替手段について新たな知識を得られた ●地上に設置されたパイプラインで pig trap を探す際に利用できる ●SCを用いた配管検査はインドネシアの石油化学、石油、天然ガス業界でも活用できる可能性がある ●SCを用いた検査手法は配管検査、特に石油探査において流体が未精製のため石油とスラッジが混在する場合に活用できる <ul style="list-style-type: none"> ■SCの原理と操作方法 ■SCを用いた検査の仕方を学べたこと ■SCの操作手法は非常に容易であること 	

PT. SUCOFINDO

Summary Report

The Republic of Indonesia

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies
for Improvements and Upgrading of
Inspection Technique on Industrial
Infrastructure Equipment

April, 2017

Japan International Cooperation Agency

Chugai-technos Corporation

1. BACKGROUND

The Republic of Indonesia has invested huge amount of money in industrial infrastructures since the 1970's.

The Master Plan for Acceleration and Expansion of Indonesia's Economic Development (MP3EI) from 2010 to 2025 shows that Indonesia will continue to invest in its infrastructure. Yet, some infrastructures such as oil refineries and chemical plants constructed in the 1990s and those are at the stage of retrofits and rehabilitations. Thus the maintenance and safety of oil and gas pipelines and various manufacturing factories in particular, are one of the most urgent issues to be addressed in the current situation since oil and gas play a significant role in Indonesia in terms of exports.

Under such background, in the study conducted in 2013, it is confirmed that preventive maintenance inspection techniques which Chugai-technos provides can contribute to infrastructures and engineering skill development in Indonesia. The Survey conducts pilot projects aiming for the improvement of preventive maintenance inspection skills and raising the awareness of such skills through installing non-destructive test (NDT) method using Scale Checker (SC) developed by Chugai-technos.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

The purpose of the Survey is to improve and upgrade the inspection techniques on industrial infrastructure equipment by installing NDT method using the SCs and other testing equipment. Through this survey, the concept of the importance of preventive technique and conservation activities will be recognized to SUCOFINDO and other institutions connected with industrial infrastructure.

(2) Activities

Activities 1: Disseminating activities of NDT

- 1-1) To introduce the SC to SUCOFINDO.
- 1-2) To disseminate the application of the SC and necessary inspection plan and techniques for preventive maintenance to SUCOFINDO's inspectors through inspection trainings in Indonesia.
- 1-3) To implement trainings in Japan for SUCOFINDO's inspectors, for the purpose of sharing NDT, including of planning, inspections and data analysis, on preventive maintenance.
- 1-4) To implement and instruct pilot inspections with applying the SC at pilot plants

in Indonesia. The pilot plants have been selected among the refineries owned by PERTAMINA and leading chemical plants which are the major client of SUCOFINDO.

Activities 2: Verification and Dissemination activities on the utility of NDT utilizing the SC

- 2-1) To confirm the utility of the SC through the Activities 1-3. Feedback is obtained through the Activities and used to specify the required specifications for the SC to disseminate in Indonesia.
- 2-2) To explain the characteristic and utility of the SC to APITINDO (an association of local inspection companies) and confirm a potential of dissemination in Indonesia.
- 2-3) To understand the potential demand of NDT by utilizing the SC and of purchasing the SC, etc., and research/consider the prior target and measures to disseminate.

Activities 3: Dissemination activities for preventive maintenance and NDT

- 3-1) To provide information about Japanese law systems and regulations of preventive maintenance to regulatory decision makers of the relevant directorate of the Ministry of Energy & Mineral Resources that are currently reviewing to enact preventive maintenance regulations in Indonesia. The information has been provided through workshops. In this way, the significant concept of preventive maintenance has been shared by the upper class of the government. The government can expand the concept into Indonesia.
- 3-2) To hold workshops for plant owners to explain the reality and preventive maintenance merits of the middle and long term operations in Japan. As a result, the concept and knowledge of the dissemination can be ensured.
- 3-3) To examine future cooperation candidates for equipment sale and inspection service business and its sharing roles and clarify work flow. The dissemination of NDT service is researched and considered as well.

(3) Information of Product/ Technology to be provided

- 1) SC: to inspect the residues in the pipe of oil refineries and other chemical plants with weak radiation. The equipment introduced in Table 1 has been developed by Chugai-technos.

Table 1: Outline of SC

Product name	Scale Checker (SC)	
Specification	Radiation source (Cs137)	3.7 MBq (Mega Becquerel) x 1 Radioactive half-life period: 30 years Energy: 0.66 Mev (Million electron volts)
	Device	Detector approx. 10kg, 330×330×140H (mm)
	Driving Device	Motor Drive up to 24B (without fluid) (Pipes up to 24 inches)
Features	<p>SC is an inspection tool which allows inspectors to examine the inside of oil and gas pipes from outside by transmitting feeble radiation.</p> <p>Main features are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> - to measure the scale inside pipes from outside without stopping plant operation - portable inspection device which is adequate for multi-inspection <p>This device occupies 70% market share in the whole of Japan whereas the sales result abroad is small quantity so far.</p>	
Comparison of SC with other devices	<p>SC has the following properties;</p> <ul style="list-style-type: none"> - to inspect without stopping plant operation, - portable system, - to image the measured data on site, and - to utilize Cs137 for radiation source which is more feeble and safer than others. 	
Sales performance	<p>Domestic: 103 units (oil and chemical plants)</p> <p>Overseas: 5 units in China, Australia, Tanzania and Indonesia (for Japanese companies)</p>	
Size	Detector 10kg, 330×330×140H (mm)	
Installation site	Installation is not required.	
Quantity for this verification survey	3 units	

2) The necessity of NDT for preventive maintenance: it can inspect future defects and malfunctions before stop operating facilities.

(4) Counterpart Organization

Indonesian Side: SUCOFINDO

Coordination Committee: For the effective implementation of the Survey, Coordination Committee will be formed by the following members: Chugai-technos Corp, JICA, SUCOFINDO and The Ministry of Industry and The Ministry of Energy and Mineral Resources.

This project will be implemented by the organizations as shown in Table 2.

Table 2: Respective Roles by Organizations

Activities		Chugai-technos	Deloitte	System Science Consultants	Shinko Plantech	Yokohama National Univ.	SUCOFINDO
Verification	Marketing survey	Planning and Implementation	Support for planning and implementation	-	-	Market evaluation	Making appointments
Dissemination	Training in Indonesia and Japan	Planning and Implementation	-	Support for planning and implementation	Support for Implementation	-	Attending lectures
	Workshop	Planning and Implementation	-	Support for planning and implementation	Lecturer	Lecturer	Attendance and assistance
Coordination Committee		Planning and Implementation	-	Support for planning and implementation	-	-	Attendance and assistance

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area: Jakarta, Cilacap, Balikpapan

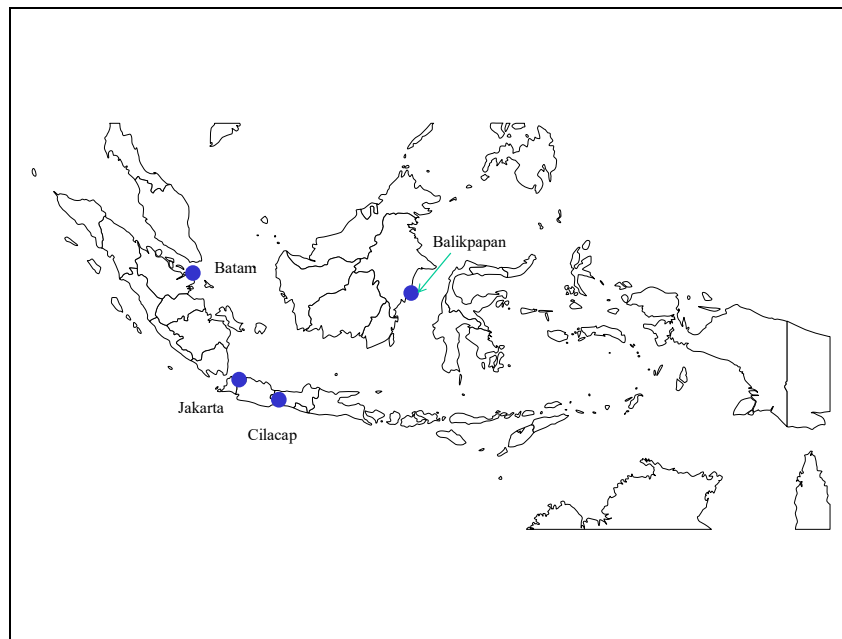


Figure 1: Target Area

Beneficiaries: Officials of SUCOFINDO, APITINDO, the Ministry of Industry, the Ministry of Energy and Mineral Resources

(6) Duration

From January 2015 to May 2017

(7) Progress Schedule

Table 3: Progress Schedule

Activities	2015												2016												2017				
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Activities 1: Disseminating activities of non-destructive inspection techniques																													
1-1) To introduce the Scale Checker to SUCOFINDO.	Plan																												
	Actual																												
1-2) To disseminate the application of the Scale Checker and necessary inspection plan and techniques for preventive maintenance to SUCOFINDO's inspectors through inspection trainings in Indonesia.	Plan																												
	Actual																												
1-3) To implement trainings in Japan, for SUCOFINDO's inspectors, for the purpose of sharing non-destructive inspection techniques, including of planning, inspections and data analysis, on preventive maintenance.	Plan																												
	Actual																												
1-4) To implement and instruct pilot inspections with applying the Scale Checker at pilot plants in Indonesia. The pilot plants will be selected from the refineries owned by PT. Pertamina or leading chemical plants which are the major client of SUCOFINDO.	Plan																												
	Actual																												
Activities 2: Verification and Dissemination activities on the utility of non-destructive inspection techniques utilizing the Scale Checker																													
2-1) To confirm the utility of the Scale Checker through the Activities 1-3. Feedback is obtained through the Activities and used to specify the required specifications for the Scale Checker to disseminate in Indonesia.	Plan																												
	Actual																												
2-2) To explain the characteristic and utility of the Scale Checker to APITINDO (an association of local inspection companies) and confirm a potential of dissemination in Indonesia.	Plan																												
	Actual																												
2-3) To understand the demand of non-destructive inspection by utilizing the Scale Checker and of purchasing the Scale Checker, etc. and research/consider the prior target and measures to disseminate.	Plan																												
	Actual																												
Activities 3: Dissemination activities for preventive maintenance and non-destructive inspection																													
3-1) To provide information about Japanese law systems and regulations of preventive maintenance to regulatory decision makers of the relevant directorate of the Ministry of Energy & Mineral Resources that are currently reviewing to enact preventive maintenance regulations in Indonesia. The information will be provided through workshops. In this way, the significant concept of preventive maintenance will be shared by the upper class of the government. The government can expand the concept into Indonesia.	Plan																												
	Actual																												
3-2) To hold workshops for plant owners to explain the reality and preventive maintenance merits of the middle and long term operations in Japan. As a result, the concept and knowledge of the dissemination can be ensured.	Plan																												
	Actual																												
3-3) To examine future cooperation candidates for equipment sale and inspection service business and its sharing roles and clarify work flow. The dissemination of non-destructive inspection service is researched and considered as well.	Plan																												
	Actual																												

Legend: ■ Domestic work ■ Field work

(8) Manning Schedule

Table 4: Manning Schedule

Responsibility	Name	Company	Plan/Actual	2015												2016												2017					Total								
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Site	Domestic							
Project leader	Etsuko Kaimi	Chugai-Techonos	Actual	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.90	2.20	
Market creation C/P Training	Masahiko Takawa	Chugai-Techonos	Actual	9	2	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1	3	3	4	7	3	5	4	2	1	3	4	1	5	5	6	1	4	4	4	4	4	4	4	2.75	5.55
Market creation C/P Training	Shotaro Ishitaka	Chugai-Techonos	Actual			6	8	8		6	8						6	8	8		6	8	8				6	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2.43	2.20
C/P Training	Hideki Sato	Chugai-Techonos	Actual	4	8	2		2				2	2	2	2	4		2	2	4	8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	8	3	1	1	1	1	1	1	1.75	2.20
C/P Training	Yasuhiko Shoyama	Chugai-Techonos	Actual	3	1	1	3	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.75	2.20
C/P Training	Shigeru Kato	Chugai-Techonos	Actual	3	8	1	3			1	1	3	3	6	4		1	4	4		2	1	8	1	1	1	2	1	1	7								1.10	2.75		
C/P Training	Junichi Kono	Chugai-Techonos	Actual			1	3				1	2	7	6	4		2	2	8	4						1													0.00	0.00	
C/P Training	Yuji Shibata	Chugai-Techonos	Actual														2	2							1	2	3	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.75	0.73
C/P Training	Yuji Iida	Chugai-Techonos	Actual																																					0.00	0.00
Market creation	Youchi Izukawa	Chugai-Techonos	Actual	8	4	8	8		8							8					8	8																	1.07	2.20	
Workshop Committee	Yuka Matsubara	Chugai-Techonos	Actual	1	8	1	2	2	3	3	2	1	2	4	6		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.67	2.20
Chief advisor	Masatoshi Nishimoto	Deloitte Touche Tomatsu	Actual	1	2	3	2	2		2							2																							0.55	1.00
Business development	Hiroshi Fujiwara	Deloitte Touche Tomatsu	Actual	2	2	3	3	2	3	2	2					3	8	2	2		3	3																		0.53	2.05
Business development	Tsunetoshi Horie	Deloitte Touche Tomatsu	Actual	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	5		1	7	3	1	2	1	1																0.47	1.53
Project promotion(1)	Mehio Kanda	System Science Consultants	Actual	8														2	2	1																			0.97	0.90	
Project promotion(2) Training plaining(1)	Shinichiro Takeda	Carbon Free Consulting	Actual	6	1										4		4	2			6	3	1			6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.75	2.20
Training plaining(2)	Aiko Kaiho	System Science Consultants	Actual	1	1	1	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1	2	4	4	2	3	2	4	2	3	2	4	2	2	2	3								0.97	2.95	
C/P Training Workshop support	Yasuhiko Sasaki	Shinko Plantech	Actual	4	1								6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.75	2.00
C/P Training Workshop support	Jun Kobayashi	Shinko Plantech	Actual	1	1	1	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1	1	2	4	4	2	3	2	4	2	3	2	4	2	2	2	2	3						0.97	2.95	
C/P Training Workshop support	Kazuhiro Tsuno	Shinko Plantech	Actual	4	1								6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.75	2.00
C/P Training Workshop support	Yuji Terasawa	Shinko Plantech	Actual	1	1	2							3	3	4	6		5	4	3	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.00	2.75
C/P Training Workshop support	Shoichi Muranaka	Shinko Plantech	Actual	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.97	0.90
C/P Training Workshop support	Takumi Sakagami	Shinko Plantech	Actual	1																																				0.00	0.00
C/P Training Workshop support	Hanako Kubo	Shinko Plantech	Actual	1																																				0.00	0.00
Workshop and Committee support	Naoya Kasai	Yokohama National University	Actual										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.25	0.93	

(9) Implementation System

The installation of SCs was completed in November 2015. Such tools were stored in the Head Office of the SUCOFINDO and distributed to each location after the pilot inspection was completed alongside the local training at the Cilacap and Balikpapan branches. Table 5 is a list of implemented location.

Table 5: A list of implemented location

System	unit	date	Implemented location
SC	3	Nov. 2015	SUCOFINDO Head Office
			SUCOFINDO Cilacap Branch
			SUCOFINDO Balikpapan Branch

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

1) Verification and Dissemination Activities

The SCs were shipped and arrived in Indonesia at the end of November 2015. On the other hand, there was a delay in the purchasing of the radiation source necessary for SC, but as a result it was obtained at the end of January 2016, and implementation was completed.

After the local implementation of SC, local training were conducted in February 2016 (Jakarta), July 2016 (Cilacap), and September 2016 (Balikpapan). There were total of 38 participants, which exceeded the expected number of 30 participants. Active questions and answers were conducted between the instructors on the Japanese side and the SUCOFINDO inspectors, and there was a high expectation for the SC. A survey for comprehensibility check was conducted, and the “How to Use SC and the Transfer of NDT technology” was completed for all participants.

Regarding implementation of training activities in Japan, the dates were changed upon taking into consideration the SUCOFINDO’s request, and the activities were implemented two times. The targeted “Technology Transfer regarding Advanced Inspection/Data Analysis for the Preventative Maintenance for Plant Owners for the Management Class and Inspection Leaders” was completed for 10 people.

The PERTAMINA refinery in Cilacap was chosen as the location for the pilot inspection. The pilot inspection was a joint coordination among PERTAMINA staff, local inspectors at the SUCOFINDO, and the JICA team. On the other hand, the pilot inspections in Jakarta and Balikpapan were conducted for pipes in buildings.

Furthermore, a workshop (WS) for plant owners was held on April 20th, 2016, and a total of 8 companies (14 people) participated. Of the 8 companies, 5 companies expressed interest in SC demonstration inspection for within its own plants.

Additionally, a workshop was conducted for APITINDO (Association of Technical Inspection Companies in Indonesia) on April 21st, 2016, of which 17 companies (23 people) participated. The participants from the APITINDO member companies expressed their high expectations for SC. The workshop for policy decision makers was held on February 22nd 2017 jointly with SUCOFINDO targeting ESDM.

Photos from the workshop for policy decision makers is shown on Figure 2.

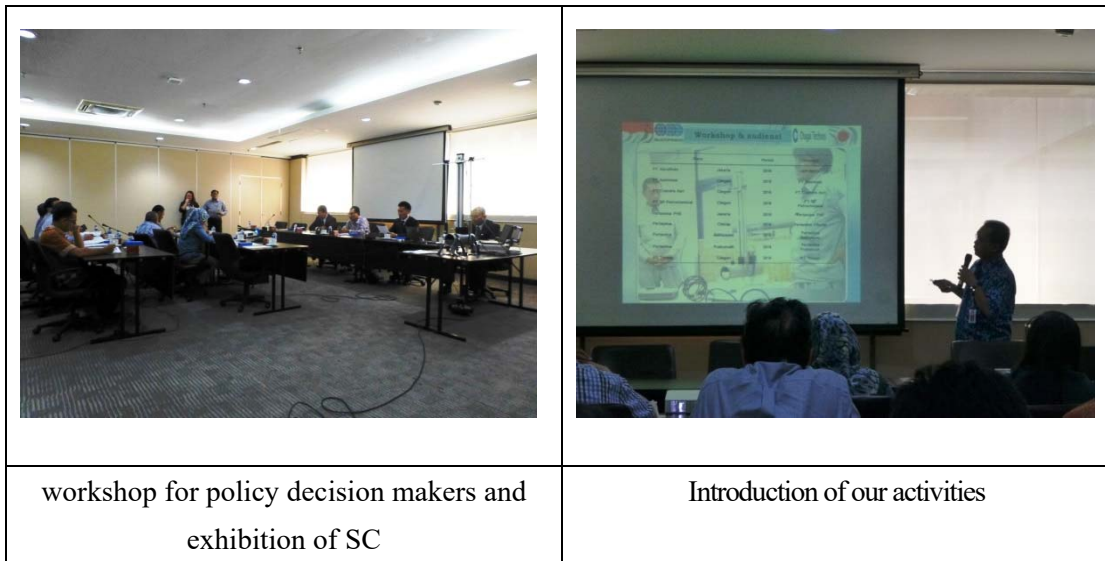


Figure 2: Workshop for policy decision makers

2) Business Expansion Plan

Research on market size, potential customers, market price, competing products, and regulations and design of business models were conducted. The results of the business model plan are as follows:

- The SC sales entered into a distributorship agreement with SUCOFINDO EPISI
- Upon negotiations with the SUCOFINDO, a comprehensive MOU was signed regarding NDT Services. The results are laid out on the company website as shown in Figure 3



Source: Company website (<http://www.chugai-tec.co.jp/article/show/id/94.html>)

Figure 3: Collaboration Agreement signed with SUCOFINDO

3) Outcome

The safety and reliability of the industrial infrastructure equipment such as piping etc. may directly lead to a socioeconomic interest, and in order to maintain safety, it is necessary to maintain industrial infrastructure products and equipment reliability.

It is important to conduct periodic inspections to prevent accidents. On the other hand, periodic inspections require a temporary halt in operations, which leads to socioeconomic loss.

In order to implement inspection for products and technology without halting operations in addition to promoting such products and technology, an industry infrastructure risk measures and preventative maintenance must be universalized, and education on policy and the industry is also necessary.

Indonesia is similar to Japan in that they both are within the Pacific Rim earthquake zone, and carry the potential risk of accidents occurring in refineries and processing plants due to natural disasters. Also, in daily operation, there are risks in deterioration of facilities and explosion of pipelines, and carry a potential in not only in threatening the daily lives of neighboring residents, but also negatively impacting the country's region and economy. Averting these types of potential risks will lead to protecting the lives of the citizens and to the sustainable economic development of Indonesia.

Potential risk should not be actualized, but should be prevented. The higher the probability of averting risk, the higher the safety and reliability will be. These types of potential risks exist among numerous plants operated throughout Indonesia. Therefore, by increasing the recognition of preventive maintenance among policymakers and within the industry, risk aversion could be expected.

Therefore, if the market on inspection for preventive maintenance for industry infrastructure is expanded, employment opportunities would increase for people with the technical skills for inspection, and with more advanced trained staff in the inspection field, a greater cycle of safety and reliability of industry infrastructure could be expected.

4) Direct Effects

Direct effects are shown below.

- Increased preventative maintenance inspection opportunities through use of SC
- Development of advanced inspectors in the infrastructure inspection market
- Dissemination of prevention/maintenance knowledge in the demand for infrastructure preparation
- Prevention of accidents that would cause large socioeconomic loss

5) Indirect Effects

- Boost in economic growth led by the private sector oil industry
- Creation of employment opportunities in the inspection industry
- Decreased waste through long-term use of plants

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

- SUCOFINDO has continuously increased inspectors who can use SC through on-the-job training.
- As a leading inspection services company in Indonesia, SUCOFINDO has continuously promoted the importance of preventative maintenance to plant owners through the use of SC.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business

Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

We confirmed that there are strong demands from oil refinery and oil chemical companies to check clogged pipes in the plant. These demands are not only limited to inspection engineers on-site but also from plant owners and plant operators. By commercializing the technology that meets these high demands, the following development effects can be expected. First, SUCOFINDO will increase advanced inspectors who can utilize SC within SUCOFINDO through their own on-the-job training and B to B collaboration between SUCOFINDO and Chugai-technos. Second, the merit for preventing clogging pipes will be recognized by plant owners in Indonesia through B to B collaboration between SUCOFINDO and Chugai-technos. Third, continuing the B to B collaboration will enhance recognition and awareness for preventative maintenance in plant operation by plant owners in Indonesia.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

We express our utmost gratitude to SUCOFINDO for their cooperation in the execution of this project as a C/P.

We would like SUCOFINDO to make an effort to recognize the importance of preventative maintenance as a distinguished leading company towards plant owners in Indonesia. Also, we would like SUCOFINDO to propose the enactment of relevant policies regarding preventative maintenance in plants towards government institutions such as ESDM.

It is a great honor for us to work with SUCOFINDO on this project, and we learned

significant lessons in the process of this project. We hope to develop this business collaboration further as a BtoB partner.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

