

タイ国

タイ国
品質の安定した鉄道車両メンテナンス
部品供給及び品質管理能力向上のための
案件化調査

業務完了報告書

平成 31 年 4 月

(2019 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

上田ブレーキ株式会社

民連
JR (P)
19-039

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

写真

NSTDA 訪問



NSTDA ヒアリング



KMUTT 大学 訪問



KMUTT 大学 研究施設見学



SRT 訪問



マッカサン工場 視察



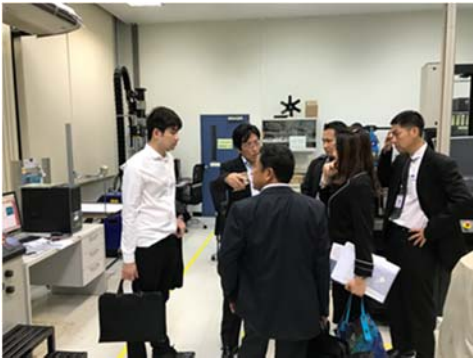
制輪子制作状況



マッカサン工場 制輪子工場 視察



M-TEC 施設視察



M-TEC 施設視察



TSUCHIYOSHI 視察



制輪子原材料 確認



Asia Engineering Service 視察



Asia Engineering Service 視察



Thaiheng 社 視察



Thaiheng 社制作制輪子



目 次

要約		
	要約	i
	ポンチ絵	vi
はじめに		
	調査名	vii
	調査の背景	vii
	調査の目的	vii
	調査対象国・地域	vii
	調査期間、調査工程	vii
	調査団員構成	xviii
第1章 対象国・地域の開発課題		
	1-1 対象国・地域の開発課題	1
	1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	12
	1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	22
	1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	23
第2章 提案企業、製品・技術		
	2-1 提案企業の概要	25
	2-2 提案製品・技術の概要	26
	2-3 提案製品・技術の現地適合性	29
	2-4 開発課題解決貢献可能性	45
第3章 ODA 案件化		
	3-1 ODA 案件化概要	47
	3-2 ODA 案件内容	47
	3-3 C/P 候補機関組織・協議状況	49
	3-4 他 ODA 事業との連携可能性	56
	3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	56
	3-6 環境社会配慮等	58
	3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果	58
第4章 ビジネス展開計画		
	4-1 ビジネス展開計画概要	59
	4-2 市場分析	63
	4-3 バリューチェーン	65
	4-4 進出形態とパートナー候補	68
	4-5 収支計画	68
	4-6 想定される課題・リスクと対応策	68

	4-7	ビジネス展開を通じて期待される開発効果	70
	4-8	日本国内地元経済・地域活性化への貢献	73
要約（英訳）			
		要約（英訳）	76
		ポンチ絵（英訳）	80
別添資料			
		別添資料	

図リスト

図 1-1	国内旅客及び貨物輸送量における交通機関分担率（2012年）	3
図 1-2	タイの都市間鉄道の路線網（2018年現在）	4
図 1-3	タイにおける鉄道事故に係る統計データ	5
図 1-4	SRT の組織図（2018年現在）	6
図 1-5	バンコクの都市間鉄道の路線網（2017年現在）	7
図 1-6	タイにおける鉄道車両及びその部品の輸入額と部品の構成割合の推移	9
図 1-7	タイにおける鉄道車両及びその部品の輸出額と部品の構成割合の推移	9
図 1-8	交通開発マスタープラン（2011～2020）におけるビジョンと目標	12
図 1-9	交通セクター全体の投資計画（2017年）	13
図 1-10	都市間鉄道路線における複線化事業の位置	14
図 1-11	タイの都市間高速鉄道の路線網計画	15
図 1-12	バンコク都市圏の都市鉄道マスタープラン（M-MAP：2011～2029）と各路線の進捗状況	16
図 1-13	バンコク都市圏の都市鉄道に係る将来計画図	17
図 1-14	20カ年国家戦略とその他の政策の関係	18
図 1-15	20カ年国家戦略における2037年のビジョンとそれに向けた戦略	18
図 1-16	“Thailand 4.0” の概念	19
図 1-17	“Thailand 4.0” におけるターゲット産業 10 業種	20
図 2-1	鋳鉄制輪子寸法測定箇所	36
図 2-2	マッカサン工場製硬さ測定位置と測定結果(HBW10/3000)	39
図 2-3	VKC 製硬さ測定位置と測定結果(HBW10/3000)	39
図 2-4	制動初速度（試験速度）と制動距離	42
図 2-5	SRT 現用鋳鉄制輪子図面	44
図 3-1	SRT 路線図	49
図 3-2	TISTR RTTC 施設パース	50
図 4-1	鉄道用制輪子のビジネスモデル及びバリューチェーン	62
図 4-2	タイ及び周辺国における鉄道車両数	64
図 4-3	スマイルカーブの概念図	66
図 4-4	（参考）バンコクにおける製造業の区分別総付加価値	67
図 4-5	経済波及効果のイメージ	69
図 4-6	産業連関分析の手法	70
図 4-7	経済波及倍率 $([I - [I - M^A]A]^{-1})$	72
図 4-8	経済波及効果額（百万円）	73

表リスト

表 1.1	各交通機関の国内旅客輸送量と交通機関分担率.....	2
表 1.2	各交通機関の国内貨物輸送量と交通機関分担率.....	2
表 1.3	タイにおける鉄道事故に係る統計データ.....	5
表 1.4	タイ国鉄（SRT）の財務状況.....	6
表 1.5	タイの鉄道案件に対する円借款（2015年6月末までの貸付契約額）.....	8
表 1.6	タイにおける鉄道部品調達の問題.....	11
表 1.7	交通開発マスタープランにおける鉄道サブセクターの目標や戦略等.....	13
表 2.1	上田ブレーキ株式会社概要.....	25
表 2.2	製品技術のスペック.....	27
表 2.3	上田ブレーキ株式会社の特許取得実績表.....	28
表 2.4	国内の販売実績.....	28
表 2.5	海外輸出の実績.....	29
表 2.6	鋳鉄制輪子寸法測定結果.....	35
表 2.7	化学成分測定結果.....	39
表 2.8	SRTにおける制動試験結果の概要.....	40
表 2.9	実物大ブレーキ試験機の試験条件.....	41
表 2.10	上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪子の代表化学成分値.....	41
表 2.11	摩擦試験結果.....	42
表 2.12	貢献可能性の項目と内容.....	46
表 3.1	想定される普及・実証・ビジネス化事業の内容.....	47
表 3.2	タイ側機関の役割分担.....	54
表 3.3	ODA 案件形成における課題と対応策.....	57
表 4.1	アジア各国における鉄道車両数とその内訳.....	63
表 4.2	本調査におけるバリューチェーン.....	65
表 4.3	（参考）バンコクにおける製造業の区分別総付加価値.....	66
表 4.5	ビジネス展開上で想定される課題と対応策.....	68
表 4.6	逆行列係数表作成の作業ステップ.....	71

写真リスト

写真 1-1	疲労試験機	11
写真 1-2	シャルピー衝撃試験機	11
写真 1-3	現地調査により確認された SRT 製造の鋳鉄制輪子	11
写真 2-1	三田事務所	25
写真 2-2	岡山事業所	25
写真 2-3	鉄道車両用制輪子	26
写真 2-4	鉄道車両用制輪子	27
写真 2-5	キュポラの稼働状況	30
写真 2-6	造形金型	30
写真 2-7	製造ラインの一部（不用品が雑多に放置されている）	31
写真 2-8	原材料（コークス）	31
写真 2-9	原材料（Fe-Si）	31
写真 2-10	造形機	32
写真 2-11	造形作業	32
写真 2-12	制輪子金具	32
写真 2-13	制輪子プレート	32
写真 2-14	解枠後 1	32
写真 2-15	解枠後 2	32
写真 2-16	ショット後 1	33
写真 2-17	ショット後 2	33
写真 2-18	古制輪子	34
写真 2-19	副資材	34
写真 2-20	キュポラでのスラグ排出の様子	34
写真 2-21	前炉	34
写真 2-22	溶解試験設備全景	35
写真 2-23	小型キュポラ	35
写真 2-24	小型高周波電気炉	35
写真 2-25	マッカサン工場製鋳鉄制輪子外観	36
写真 2-26	VKC 製（入札購入品）鋳鉄制輪子外観	37
写真 2-27	マッカサン工場製材質調査位置	37
写真 2-28	VKC 製摺動面表層材質調査位置	37
写真 2-29	マッカサン工場製表層部角	38
写真 2-30	マッカサン工場製摺動面表層	38
写真 2-31	マッカサン工場製中央部	38
写真 2-32	VKC 製表層部角	38
写真 2-33	VKC 製摺動面表層部	38
写真 2-34	VKC 製表層部角	38

写真 2-35	最高速度からの試験後制輪子摺動面	42
写真 2-36	同型の造型機と分析機器（新東工業（株）、Thermo Fisher Scientific の HP より）	43
写真 3-1	NSTDA 施設写真.....	49
写真 3-2	SRT 本社建屋.....	49
写真 3-3	KMUTT Mechanical Engineering 室内.....	50
写真 3-4	NSTDA ヒアリング（12/6）	51
写真 3-5	SRT ヒアリング（11/15）	52
写真 3-6	KMUTT 集合写真（12/6）	53

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAN	Association of South□East Asian Nations	東南アジア諸国連合
AUN/SEED-Net		
	ASEAN University Network/Southeast Asia Engineering Education Development Network	さくらサイエンス・プラン
BCP	Business Continuity Plan	事業継続計画
BEM	Bangkok Expressway and Metro Public Company Limited	バンコク・メトロ
BMA	Bangkok Metropolitan Administration	バンコク都庁
BTSC	Bangkok Mass Transit System Public Company Limited	バンコク・スカイトレイン
C/P	C/P Counterpart	カウンターパート
DIP	Department of Intellectual Property	商務省知的財産局
DL	Diesel Locomotive	ディーゼル機関車
DMU	Diesel Multiple Unit	気動車
EMU	Electric Multiple Unit	電車
ESCAP	Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	国連アジア太平洋経済社会委員会
FC	Freight Car	貨車
FS	Feasibility Survey	案件化調査
GDP	Gross Domestic Product	国民総生産
JDI	Joint Declaration of Intent	共同意思宣言
JDT	JICA DESIGN TEAM	JICA 調査団
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人 日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JRS	Japan Railway Specification	旧国鉄規格（国有鉄道技術規格仕様書）
KMUTT	King Mongkut's University of Technology Thonburi	キングモンクット大学
M-MAP	20-Year Mass Rapid Transit Master Plan for Bangkok Metropolitan Region (2010 – 2029)	バンコク首都圏都市鉄道マスタープラン
M-MAP2	2 nd Mass Rapid Transit Master Plan for Bangkok Metropolitan Region	バンコク首都圏都市鉄道マスタープラン改定
MOI	Ministry of Industry	タイ工業省
MOU	memorandum of understanding	覚書
MRT	Mass Rapid Transit	大量高速輸送
MRTA	Mass Rapid Transit Authority of Thailand	タイ高速度交通公社
M-TEC	National Metal and Materials Technology Center	タイ国立金属材料技術研究センター
NCPO	National Council for Peace and Order	国家平和秩序評議会
NESDB	National Economic and Social Development Board	タイ国家経済社会開発委員会

NSTDA	National Science and Technology Development Agency	タイ国立科学技術開発庁
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
OTP	Office of Transport and Traffic Policy and Planning	タイ運輸省 交通政策計画局
PC	Passenger Car	客車
PCKK	PACIFIC CONSULTANTS CO., LTD.	パシフィックコンサルタンツ株式会社
PPP	Public Private Partnership	官民連携
PSO	Public Service Obligation	公共サービス 輸送義務
RTTC	Railway Transportation System Testing Center	鉄道システム検証センター
SL	Steam Locomotive	蒸気機関車
SRT	State Railway of Thailand	タイ国鉄
SRTET	State Railway of Thailand Electric Train	タイ国鉄鉄道子会社
TIS	Thailand Industrial Standard	タイ工業規格
TISTR	Thailand Institute of Scientific and Technological Research	タイ科学技術研究所
UB	UEDA BRAKE CO.,LTD	上田ブレーキ株式会社
VKC	WISAN SAPCHAROEN CO., LTD.	ウィサン サプチャロエン株式会社
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

要 約

1 対象国・地域の開発課題

1.1 対象国・地域の開発課題

タイでは、今後も早いスピードで鉄道インフラの整備が進められようとしていることから、鉄道関連産業に対して様々な需要が見込まれる。特に、路線網の充実や拡充とともに車両数の増加が必要であり、多くの鉄道車両やその部品の調達が見込まれる。そのため、それらをタイで生産する裾野産業の育成が求められるが、タイには鉄道車両メーカーは存在せず、また車両の部品を製造するメーカーも少ないことにより、これらの多くを諸外国からの輸入に頼っているのが現状である。この点がタイの鉄道関連産業の課題である。

一方、諸外国からの輸入品に対して自国が要求する技術性能を協議する上でも、自国内の関連技術力の向上が必至である。これを担う人材の効率的な育成には鉄道分野の研究開発機関の設立が重要であるが、実務的に遅々として進んでいないことも大きな課題である。

制輪子部品においても上述のことは例外でなく、本調査および 2015 年からの上田ブレーキ株式会社独自の調査に基づく、特に国内最大の鉄道事業者であるタイ国鉄 (SRT) における鑄鉄制輪子の調達においては、調達方法、使用技術基準、需給のいずれも課題が多い。

1.2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1.2.1 都市間鉄道（主にタイ国鉄 SRT）関係の将来計画

2011 年に策定された交通開発マスタープランでは、既存路線の複線化や軌道改良、信号・通信設備改良、橋梁改修、車両調達等、多くの事業が掲げられており、特に複線化事業（14 区間・計 2,476km）が計画・推進されている。また、新線整備（14 区間・計 3,100km）も計画されており、現在（4,071km）に比べて約 75%増加する。さらに、高速鉄道建設計画（約 2,440km）も計画されており、4 区間（約 50km）は 2022 年頃までの完成を目指している。

1.2.2 鉄道関連産業の育成に係るタイ政府の方針

国家戦略を具現化するための 5 ヶ年の行動計画である「国家経済社会開発計画（2017～2021）」（NESDB、2017 年 7 月）において、計画の目標とターゲットを実現するための 10 の開発戦略のひとつに「Strategy for Advancing Infrastructure and Logistics」が含まれている。この戦略のガイドラインの中に「輸入品を減らしてタイの経済的な機会を増やすために、国内の鉄道関連産業の育成を促進すること」が掲げられている。また、これを実現する方策として、調達方法の改善や技術移転の増加、鉄道関連の人材能力の育成、投資インセンティブの改善、鉄道関連の研究開発の促進が示されている。

1.2.3 鉄道関連事業への優遇制度

タイ投資委員会は、2019 年 1 月に鉄道関連産業の育成を目的に新たな優遇措置として、法人税の全額免除期間（5～8 年）の後に 3～5 年の半額免除期間を設けると発表した。本邦以外であるが、複数の車両メーカーが工場建設に興味を示しているとの報道もあり、この優遇措置がタイ国内の鉄道関連産業の育成に貢献すると想像される。

1.3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力量針

『対タイ王国 国別援助計画』（2012 年 12 月）に示されている重点分野の 1 つである「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」の開発課題（小目標）『対タイ王国 事業展開計画』（2016 年 4 月）で示されている「競争力強化のための基盤整備」、日タイ連携による「研究能力向上、研究機関や研究者間のネットワーク強化」への貢献、および ODA 事業のひとつである「質の高いインフラ輸出」の効果を高めるための貢献に繋がる。

1.4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

バンコクにおける都市鉄道の建設資金のうち、タイ政府予算以外の資金に占める我が国の借款の割合は最大である。一方、そのほとんどが一般アンタイドであることから、車両調達に関して本邦企業連合の受注は、パープルライン及びレッドラインに留まる。

また、他ドナーの動向としては、中国によるバンコク～ナコンラチャシマ間の高速鉄道建設や

一帯一路構想、ADB 等の提唱による大メコン圏の鉄道路線網整備（昆明とシンガポールを結ぶ鉄道路線構想）などがあり、これらへの支援を中国は推進すると考える。さらに、2016年にはドイツ・タイ政府間で鉄道分野の発展に向けた協力支援に関する共同声明が結ばれている。

2 提案企業、製品・技術

2.1 提案企業の概要

上田ブレーキ株式会社は、1910年の創業以来100年有余の歴史を有し、トップシェアの制輪子専門メーカーとして鉄道車両用の鋳鉄制輪子、合成制輪子、増粘着制輪子、増粘着研磨子、当面修正子などを製造販売している。事業拠点としては、大坂の本社・工場を中心として東京支店、岡山事業所、三田事業所などがある。国内市場では約90%の鉄道事業者・関係企業との取引があるが、取引先拡大としては飽和している。海外での製品販売・生産による事業拡大を今後の重要方針の一つとして位置づけている。

2.2 提案製品・提案技術の概要

制輪子は、図 2.1 に示すように鉄道車両のブレーキ装置の一部であり、車輪踏面やブレーキディスクに押し付けて摩擦により制動力を得る部品である。本調査において提案している製品は、「鋳鉄制輪子」及び「合成制輪子」である。

提案製品の国内スペックは、JRS（旧日本国有鉄道規格）を現在も参照している。タイにおける現地生産では50%程度のコストダウンを想定している。

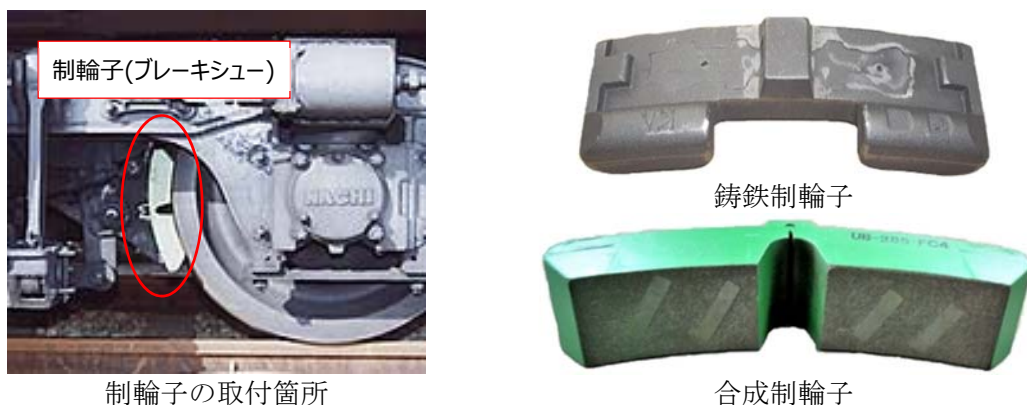


図 2.1 制輪子

2.3 提案製品・技術の現地適合性

これまで様々な気候・使用条件下の国内鉄道事業者へ提供してきた製品の製造ノウハウおよび高い品質管理技術に基づいて、熱帯地域や局所豪雨など気候の影響が大きいところで使用されているタイの鉄道車両の特性に合致する制輪子を供給する現地適合性を有する。また、現地大学、公的機関および現地企業と連携することにより、高い耐久性を有する制輪子の開発と現地生産・供給体制を構築し、品質・ライフサイクルコストで競争力のある製品を供給できる。

2.3.1 SRT マッカサン工場での製造の現状

マッカサン工場での鋳鉄制輪子の製造の現状は、設備の老朽化により生産能力が著しく低下し需要からの必要数を賄っていない状況である。SRT に対する技術支援というアプローチも考えられるが、現状を考慮すると効率的に目的を達せられるとは思われない。

2.3.2 大学（KMUTT：キングモンクット工科大学トンブリ校）との連携

小型のキュボラと高周波電気炉および発光分光分析器を保有しており、材料開発を行う上で必要な設備が整っている。KMUTT と連携することは、タイ政府が希望している鉄道関連技術者の育成や国内で鉄道関連産業の振興という課題への貢献が可能である。

2.3.3 現地連携候補企業

品質が安定した製品を製造可能な企業が存在することを把握した。設備は必ずしも最新ではな

いが管理状態が良く生産には問題ない。

表 2.1 貢献可能性の項目と内容

項目	内容
品質の良い制輪子の安定提供と供給者の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・タイ政府は鉄道産業の育成に力を入れつつあり、本邦鉄道関連企業の進出に期待。 ・日本での制輪子開発の知見を基に ASEAN で要望される鉄道用制輪子の開発の現地化。 ・現在タイでは存在しない「サプライヤー」の創出に寄与。 ・他産業の製造業における安定供給の地盤を活用。 ・制輪子の生産を通じた鉄道産業の技術者育成の一助。
波及効果	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道インフラの輸出や技術供与の一環であり、部品産業の先鞭。 ・一部品（制輪子）であるが、欧中に対抗する本邦規格の展開の一起点。
技術評価体制の確立および能力向上	<ul style="list-style-type: none"> ・現地性能試験方法、耐久性試験方法、製品分析装置の提供などを通じて、現地鉄道関連事業者の技術評価体制及び能力向上。 ・適切な技術基準の導入により安全性に直結する部品の健全な調達・利用に関する課題解決。 ・タイ側の機関で製品認証をおこなう機関（TISTR）との協力による適正な規格決定と試験・評価方法の導入。

3 ODA 案件化

3.1 ODA 案件化概要

想定する今後の ODA 案件は、普及・実証事業である。実証活動としては、品質が安定し、かつ、必要な仕様を満たす鋳鉄制輪子が現地生産でき、鉄道車両に利用されること、また、普及活動としては、鉄道部品の調達における評価技術・評価体制が向上することを目標とし、これらを鉄道事業者（SRT）、大学（KMUTT）、公的技術開発・評価機関（TISTR、NSTDA）および現地企業の協力のもとに実施していく。さらに、現地生産した制輪子がタイ近隣の国々に輸出されることも最終的な目標とする。

3.2 ODA 案件内容

具体的な実証活動として、以下を想定する。

- ①上田ブレーキ株式会社製の制輪子を試験体として提供して SRT の車両に実装し、制動性能および耐久性について SRT の現用品との比較を行うことで優位性を提示する。
- ②大学（KMUTT）と協働して、本邦とは異なる構成成分を有する現地入手可能な原材料に基づき、仕様（化学成分、強度・硬度）を満足する製品製造が可能であることを提示する。

具体的な普及活動として、以下を想定する。

- ①持続的な製品の普及を実現するために、現地企業と協力し、良質な現地生産品が継続して製造供給される体制を構築する。
- ②持続的な製品仕様の普及を実現するために、公的技術開発・評価機関（TISTR、NSTDA）と協働して、タイの鉄道に必要な技術仕様等の草案提案を行い、技術普及に必要な適切な基準整備に貢献する。
- ③技術普及に必要な持続的な技術支援環境を実現するために、大学（KMUTT）および公的技術開発・評価機関（TISTR、NSTDA）に品質検査に必要な特殊な機材の供与を行うとともに、人材育成のために本邦招聘を含むトレーニングを行う。

3.3 C/P 候補機関組織・協議状況

本調査は、主に SRT において実証に必要な情報提供や現車試験が行えるかどうかことが重要であるため、一般的には SRT がカウンターパート（C/P）候補となることが考えられる。しかし、SRT への技術協力と一線を画し、品質が安定し、かつ、必要な仕様を満たす鋳鉄制輪子が現地生産可能であり、これが継続されること、さらに適切に鉄道事業者（主には SRT）から調達されることが主な目的であることから、当初、鉄道関連技術開発および適切な調達方法の導入普及（例えば Offset Program）を担っている公的機関（NSTDA）を C/P 候補として検討した。

今回の調査結果からは、普及・実証事業を実施する場合、NSTDA と同じ科学技術省の傘下ではあるが、TISTR を C/P 候補とするのが良いとの印象を持った。TISTR は、タイ現地企業への技術移転要素を重視し、また、認証機関としての役割も担っており、鉄道分野の性能試験能力も有するためである。他の KMUTT、SRT、NSTDA は、協力機関として、それぞれ目的に応じた協働を

依頼することを想定した。各機関の役割を表 3.1 に示す。

表 3.1 関係機関に対する調査結果の概要

機関	貢献可能性
SRT	・内製能力を向上させるより、調達能力と健全化の促進が重要。実列車による製品性能の評価フィールドを提供してもらうために今後とも協力関係が必要。
NSTDA	・タイの鉄道総研となることを志向しており、持続的な技術開発への協力が期待されるため、普及への協力を期待。
KMUTT	・タイにおける原材料を利用した製品開発に技術面から貢献可能であり、ほぼ必要な設備がある。実証：普及への貢献が可能である。ただし、特殊な試験機などの提供が必要。
TISTR	・製品認証機関を志向しており、性能試験、規格開発に貢献可能なため、今後のカウンターパートとして有力である。
現地企業	・他産業への製品供給能力などを踏まえると、連携可能な企業候補はある。
現地政府	・極最近、鉄道裾産業の醸成を志向し始めた。SRT を指導する立場の省庁へのアプローチが今後必要。カウンターパートとして立場的には適切であるが、協定を結ぶことが難しいとされる。

3.4 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

ODA 案件形成における課題・リスクとして認識・対応策を検討しなければならない事柄としては、制度面では知的財産権の保護、体制面ではカウンターパート間の役割分担と協働方法の明確化、インフラ・技術面では、現車への実装による制輪子の性能・耐用試験の実施可否と協議が想定される。

3.5 ODA 案件を通じて期待される開発効果

課題への貢献①：品質の良い制輪子の安定提供と供給業者の育成

タイの地場企業への制輪子製造の技術供与と育成により、ASEAN で要望される品質の良い制輪子の現地生産と安定供給をする体制を築き、現在タイ国内では存在しない鉄道部品サプライヤーの創出とその育成の先駆けとなる。また、近隣諸国への同部品の供給が将来可能となる。

課題への貢献②：技術評価体制の確立及び能力向上

日本国内で経験のある技術要件（仕様）の紹介と導入、ブレーキ性能試験方法や耐用試験方法の紹介と導入、及び製品分析装置に用いる標準資料の提供や使用指導を通じ、タイ国鉄（SRT）やタイ科学技術開発庁（NSTDA）の技術評価体制及び能力向上及び適切な技術要件（仕様）の導入のための技術協力により、安全性に直結する保守部品の健全な調達に関する課題の解決を図る。

課題への貢献③：幅広い国内販売実績に基づく、汎用性の高い製品製造ノウハウの提供

使用環境や車両種別が多岐に亘る国内鉄道事業者の 9 割以上の長年の取引実績がある当社の豊富な経験とノウハウを活かして、タイで求められる様々な制輪子の現地生産に関する技術供与を行うことが可能である。

4 ビジネス展開計画

4.1 タイ及び周辺国の市場状況

タイ国内において上田ブレーキ株式会社が当面市場とするのは、SRT の約 8 割の車両（都市間鉄道路線）で使用されている鑄鉄制輪子である。一方、将来の市場として SRT が導入しつつある車両やタイの交通開発マスタープランにより導入計画している車両で用いられる合成制輪子も対象と考えている。このため将来の市場は、周辺国の保有車両を考慮するとタイ国内の数十倍の規模が想定される。

4.2 ビジネス展開計画概要、バリューチェーン

本事業のバリューチェーンは、(1)メンテナンス部品供給事業、(2)品質管理能力向上事業の大き

く2つのフェーズからなる。また、今後のビジネス展開の方針は、「短期的には鑄鉄制輪子の普及・現地生産等による市場参入を足がかりとし、中長期的に中・高速鉄道の導入など将来に向けた合成制輪子、研磨子等の市場開拓の基盤を作る」ことである。図 4.1 にビジネス展開におけるバリューチェーンと、ビジネス展開概要を示す。

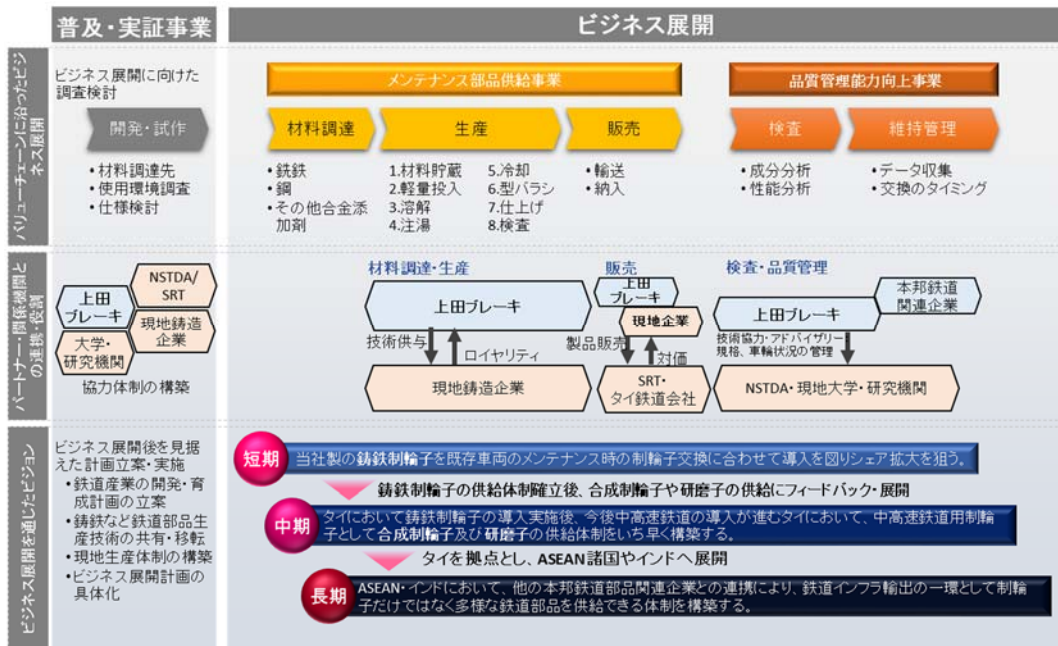


図 4.1 鉄道用制輪子のビジネスモデル及びバリューチェーン

4.3 販売計画

非公開

4.4 想定される課題・リスクと対応

ビジネス展開上で想定される課題は、知的財産権の保護、タイの法制面においては外国人事業法、外国人職業規制法、投資奨励法、労働者保護法、民商法典、各種税法等を踏まえた各省庁の許認可を適切に得ること、それらの運用面の不統一性を考慮することが必要と考える。また、ビジネス面では、支払習慣の違いなどを踏まえる必要がある。

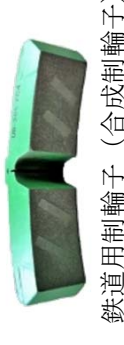
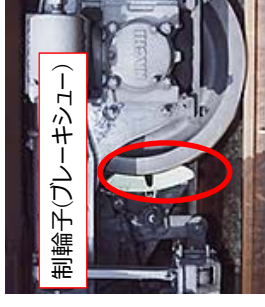
4.5 期待される開発効果

ODA 案件化及びビジネス展開により、主に中小企業で構成される本邦鉄道部品関連企業の海外進出の後押し、促進が期待でき、最終的にはタイにおいて本邦企業を中心とした鉄道部品産業育成を図り、高品質且つ低コストでの鉄道事業運営の実現に貢献、本邦鉄道インフラ輸出に貢献することができる。

タイ国：品質の安定した鉄道車両メンテナンス部品供給 及び品質管理能力向上のための案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：上田ブレーキ株式会社
- 提案企業所在地：大阪府大阪市
- C/P機関：タイ国鉄(SRT)、タイ国立科学技術開発庁(NSTDA)、タイ科学技術研究所(TISTR)、KMUTT大学等



タイ国の開発課題

- 鉄道車両や維持管理部品はほぼ全てを諸外国に頼っている現状。
- 現在のSRTには供給される部品が技術基準を満足したものかどうか適切に評価する体制及び技術が不足。
- 結果として粗悪な鉄道部品を調達し、ライフサイクルコストを考慮すると経済的な部品調達となっていない可能性がある。

中小企業の技術・製品

- 当社は都市部から山間部まで全国各地の鉄道車両に導入した実績を有すことから、日本国内の様々な環境に適合した製造ノウハウを活かした希少性の高い製品の製造が可能である。
- 多種多様な制輪子の製造ノウハウ及び高い品質管理技術を保持している。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

【ODA事業：普及・実証・ビジネス化事業】

【目的】

- タイで現地材料により生産された制輪子を製造。
- 鑄鉄制輪子等の品質評価技術・評価のノウハウの伝授

【期待される効果】

- タイ国内鉄道網の安全・安心・円滑な鉄道輸送の確立に貢献する。
- タイ国内の鉄道関連産業の育成、タイにおける新たな産業の高度化に貢献する。
- 品質検査体制の構築及び能力の向上に貢献する。

日本の中小企業のビジネス展開

- 短期ビジョン：当社製の鑄鉄制輪子を既存車両のメンテナンス時の制輪子交換に併せて導入を図りシェア拡大を狙う。
- 中期ビジョン：今後の中高速鉄道の導入に合わせて、中高速鉄道用として合成制輪子及び研摩子の供給体制を構築する。
- 長期ビジョン：ASEAN・インドにおいて、他の本邦鉄道部品関連企業との連携により、鉄道、インフラ輸出の一環として制輪子だけでなく多様な鉄道部品を供給できる体制を構築する。

はじめに

1. 調査名

品質の安定した鉄道車両メンテナンス部品供給及び品質管理能力向上のための案件化調査
Feasibility Survey for Stabilized Quality Parts Supply for Railway Vehicle Maintenance and Quality Management
Capacity Improvement

2. 調査の背景

タイは ASEAN の中においても鉄道車両数が多い国であり、今回の調査対象となっている上田ブレーキ株式会社が専門とする製品のひとつである鋳鉄制輪子は、そのうちの約 80%の車両に用いられている。

タイ国内の鉄道車両のメンテナンスを行う役割は、国営企業である SRT (State Railway of Thailand) が多くを担っている。しかしながら、鉄道の安全運行に直結し、随時交換が必要な鉄道車両の制輪子の SRT での調達、実態に合わない製品規格によって入札が行われ、なおかつ価格重視となっていることから、中国製などの低品質・低価格の制輪子しか落札されない状況となっているとともに、SRT 内製品については、品質管理及び製造能力とも低く、恒常的な供給不足の状況であった。

一方で、タイ科学技術省の傘下で鉄道関連の技術開発等の役割を担うとしている NSTDA (National Science and Technology Development Agency) は、この問題を懸念しており、早急に鉄道分野の技術向上を図りたいと考えていた。このような中、2017 年 3 月からタイ政府は新たな公共調達方法として“Offset Program”と呼ばれる価格だけでなく、タイへの技術移転・人材育成支援などの提案を点数化して調達先を決められる方式の導入を検討しており、NSTDA が中心的な役割を果たしていた。

3. 調査の目的

本調査では、日本のブレーキ部品メーカーの有する技術・製品の供給及び品質管理能力向上のノウハウに基づいた支援によるタイでの裾野産業の育成、及び鉄道の安全運行に直結したメンテナンス部品の安定供給を実現し、安全・安心な鉄道輸送体制の構築の端緒となることを目指した。このような取組みを通して、鉄道裾野産業の育成が遅れているタイにおいて地場産業の育成、さらに長期的には、タイ国外への部品供給体制の構築につながることを期待されるため、「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」「質の高いインフラ輸出」への貢献を目的とした。

4. 調査対象国・地域

タイ国 バンコク近郊

5. 契約期間、調査工程

契約期間：2017 年 9 月 29 日～2019 年 5 月 31 日

調査工程

(1) 第1回現地調査

(a) 期間：2017年10月2日（月）～2017年10月7日（土）

(b) 渡航メンバー UB：上田博之、宮地豊、松島守、PCKK：松本信之、松本貴久、高田雄暉

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
10/2(月)			渡航(日本→タイ)
10/3(火)	10:00	JETRO タイ事務所 長谷場純一郎	○タイの鉄道産業動向 ・産業振興・産業人材の育成、発展性 ・輸出入情報:HS コードの有用性 ・パートナー企業選定の難易性
	13:00	JICA タイ事務所 酒井	○中小企業海外展開支援事業 ・課題:事業への理解度向上 ・C/P との MOU 締結の課題
10/4(水)	10:00	NSTDA Dr. Kittinan Annanon (Division Director) Dr.Chayakorn Piyabunditkul 他	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・C/Pとして協力依頼 →継続協議役割分担の明確化 ・MTEC 試験装置による試験実施依頼 ○NSTDA から Offset Program の進捗状況 ・2017 年発表の公共調達法のツールとして研究 ・2018 年 2 月に取組状況を公表(報告) 予定
	15:00	KMUTT Dr. Anak Khantachawana (Assistant Professor) Dr. Sombun Charoenvilaisir Dr. Phromphong Pandee 他	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・タイ調達可能再生材料による目的規格品の開発に対する協力の可否→可 ・関係機関(SRT・NSTDA)との連携調整→可 →継続協議:長期計画、詳細実施事項
10/5(木)	10:30	SRT Mr.Watcharachan Sirisuwanatash (Chief) Dr. Thana Phuphuakrat (Engineer) Mr. Suchart Keeratipong (Divisional Technician) 他	○挨拶・調査概要・協力依頼 ・調査概要、上田ブレーキ事業概要説明 ・供試体提供、現車耐久試験への協力 ○SRT 側からの情報 ・制輪子関係の現状、現車試験の実施状況 ・MOU 関連(締結機関は SRT と JICA レベル)
	15:00	NSTDA Mr. Janekrishna Kanatharana Dr. Kittinan Annanon Ms. Jirawadee Matoon JICA 酒井	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・C/Pとして協力依頼→理解 →継続協議:関係機関との役割分担の明確化 ・MTEC 試験装置による試験実施依頼→諾
10/6(金)	10:30	Exedy	○タイ国内鉄製メーカー状況分析 ○関係機関の役割分担、スケジュール関係資料の調整及び作成作業
10/7(土)			帰路(タイ→日本) 帰着

※敬称略



(a) NSTDA



(b) KMUTT



(c) SRT Head Office



(d) Exedy

(2) 第2回現地調査

(a) 期間：2017年11月12日（日）～2017年11月17日（金）

(b) 渡航メンバー UB：上田博之、宮地豊、松島守

PCKK：松本信之、松本貴久、高田雄暉、河井英次、若林哲男

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
11/12(日)			渡航(日本→タイ)
11/13(月)	10:00	Thai Heng(鋳鉄メーカー) Mr. Patanasak Hoontrakul (President) Mr. Nithi Jaroenrat (Vice President)	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ○工場視察 ・鋳鉄製品製造技術の確認
	13:00	Exedy	○翌日以降の協議内容に関する会議
11/14(火)	10:00	KMUTT Dr. Sakarindr Bhumiratana (President) Dr. Anak Khantachawana Dr. Phromphong Pandee	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・タイ調達可能再生材料による目的規格品の開発に対する協力の可否→諾 ・関係機関(SRT・NSTDA)との連携調整→諾 →継続協議:MOU内容
	13:00		○大学構内生産技術学科研究設備視察
11/15(水)	13:00	SRT Mr. Watcharachan Sirisuwanatash (Chief) Dr. Thana Phuphuakrat (Engineer) 他	○SRT側からの情報提供 ・SRTにおける制輪子需要・供給の現状説明 ○調査概要 ・スケジュールに関する説明 ○MOU ・締結方法についての協議→継続
	14:00		○マッカサン工場視察
11/16(木)	10:30	NSTDA Dr. Kittinan Annanon 他 KMUTTより Dr. Prompphonry Pandee	○協力依頼 ・タイチームとしてNSTDAは、KMUTTと共に協力→諾 ○MOU ・締結方法について協議→継続(個別機関ごとよりタイチーム 一体で締結の希望あり)
			帰路(タイ→日本)
11/17(金)			帰着

※敬称略



(a) Thai Heng



(b) KMUTT



(c) SRT Head Office



(d) SRT Makkasan Depot



(e) NSTDA



(f) MTEC

(3) 第3回現地調査

(a) 期間：2017年12月3日（月）～ 2017年12月8日（木）

(b) 渡航メンバー UB：上田博之、宮地豊、松島守、PCKK：松本信之、松本貴久、高田雄暉、

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
12/3(日)			渡航(日本→タイ)
12/4(月)	15:30	Tschiyosi Matec(鑄造用材料製造・販売会社) 浜端(Managing Director) 野(Assistant Manager)	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・タイ現地企業の鉄鑄物副資材の現況調査 ・タイ現地企業の金属回収業者の現況調査 ・タイでの鉄鑄物の品質に関する現況調査
12/5(火)	10:00	チーム内協議	○協議概要 ・タイ側機関への説明資料の作成及び打合せ
	17:00	同上	○現地視察 ・BTSなどの視察(市内乗車)
12/6(水)	13:00	NSTDA Mr. Wattana Mr. Somrit Mr. Saangchom KMUTT Dr. Phromphong Pandee	○協力依頼 ・タイチームとして NSTDA は、KMUTT と共に協力→諾 ・タイチームにおける役割分担の確認
	16:15	Kyowa Dengyo(センサーメーカー) Mr. Pichai (General Manager) 船木 Mr. Nithipol	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・保有技術の理解、普及・実証・ビジネス化事業における協力可能性確認
12/7(木)	13:30	Asia Engineering & Service (AES) (鉄道車両メンテナンス事業者) Mr. Chalernsap 他	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・保有技術の理解、普及・実証・ビジネス化事業における協力可能性確認
12/8(金)			帰路(タイ→日本)

※敬称略



(a) Tschiyoshi Matec



(b) NSTDA/ KMUTT



(c) AES

(4) 第4回現地調査

(a) 期間：2018年2月12日（月）～2018年2月16日（金）

(b) 渡航メンバー UB：松島守

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
2/12(月)			渡航(日本→タイ)
2/13(火)	10:00	チーム内協議	○調査概要 ・日程確認 ・調査機関ヒアリング内容確認
	13:00	SRT Dr. Thana Phuphuakrat (Engineer)	○調査概要 ・SRT 現用品に関する調査・ヒアリング ・現車試験の試験方法 ・現社試験での使用機材
2/14(水)	09:00	JICA タイ事務所 木内	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・関係機関との MOU 締結に関する調整の確認
2/15(木)	10:00	東洋ビジネス BKK 中尾	○協力依頼・ヒアリング ・調査概要説明 ・タイ現地企業等の財務状況
	13:00	JETRO タイ事務所 長谷場	○調査概要・協力依頼 ・調査概要説明 ・タイ鉄道産業 ・タイ現地支援企業の紹介
2/16(金)			帰路(タイ→日本)

※敬称略

(5) 第5回現地調査

(a) 期間：2018年3月26日（月）～2018年4月7日（土）

(b) 渡航メンバー UB：上田博之、宮地豊、松島守、岡英也

PCKK：松本信之、松本貴久、高田雄暉

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
3/26(月)			渡航(日本→タイ)①
3/27(火)	終日	2018 RISE Railway Asia Expo	○準備
3/28(水)	終日	2018 RISE Railway Asia Expo	○ブース出展・説明
3/29(木)	終日	2018 RISE Railway Asia Expo	○ブース出展・説明
3/30(金)	終日	—	○文献整理・アポイントメント調整
3/31(土)	終日	—	○文献整理・アポイントメント調整
4/1(日)	終日	—	○文献整理・アポイントメント調整
4/2(月)		—	○文献整理・アポイントメント調整 ○渡航(日本→タイ)②
4/3(火)	15:00	JICA タイ事務所 木内、久保	○進捗状況報告・協力依頼 ・調査対象機関の候補(TISTR) ・MOMの締結調整進捗 ・SRTへの協力要請レター
4/4(水)	10:00	東洋ビジネス タイ 中尾	○協力依頼・ヒアリング ・タイのビジネス環境・タイ現地進出形態 ・タイにおけるビジネス習慣や文化
	13:30	NSTDA Mr. Kittinan Annanon Mr. Yhotsawat	○協力依頼・進捗報告 ・MOMにかかる情報共有 ・NSTDAの普及・実証・ビジネス化事業における役割 ・タイの工業規格
4/5(木)	09:30	SRT Mr. Watcharachan Sirisuwannatash Dr. Thana Phuphuahant Mr. Somsak Lamud	○協力依頼・進捗報告 ・MOMにかかる情報共有 ・SRTへの情報提供依頼
	13:00	KMUTT Mr. Sakarindr Bhumiratana Mr. Phrompong Pandee	○協力依頼・進捗報告 ・MOMにかかる情報共有 ・普及・実証・ビジネス化事業における提供予定機材の調整 ・現用品の分析方法
	17:00	TISTR Mr. Wirach Chantra Mr. Anat Hasap	○調査概要・施設視察 ・調査概要説明 ・TISTR活動概要説明 ・TISTR施設の視察
4/6(金)	終日	チーム内協議	○協議概要 ・C/P、事業実施体制 ・今後の予定、調査内容
4/7(土)			帰路(タイ→日本)

※敬称略



RISE 2018

(6) 第6回現地調査

(a) 期間：2018年7月24日（火）～2018年7月28日（土）

(b) 渡航メンバー UB：上田博之、松島守、岡英也

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
7/24(火)			渡航(日本→タイ)
7/25(水)	13:00	<u>EFM</u> Mr.Tomoaki Goto (President) Mr.Chet Nakyo (Assistant Manager)	○現地状況確認 ・現地での鑄鉄メーカーについて ・企業調査概要ヒアリング
7/26(木)	09:00	<u>SRT</u> Dr. Thana Phuphuahant	○協力依頼・進捗確認 ・覚書に関する状況確認 ・局内の進め方の支援依頼
	14:00	<u>Thai Heng(鑄鉄メーカー)</u> Mr. Patanasak Hoontrakul (President) Mr. Klot Juijareon (Manager)	○協力依頼 ・案件化調査状況説明 ・鑄鉄制輪子生産への興味の確認
7/27(金)	10:00	<u>EFM</u> Mr.Tomoaki Goto (President) Mr.Chet Nakyo (Assistant Manager)	○現地状況確認 ・現地鉄道関連について ・現地情報ヒアリング ・SRTの内部情報
		<u>EFM</u> Mr.Tomoaki Goto (President) Mr.Shinya Omori (Manager)	○現地状況確認 ・現地鉄道関連について ・現地情報ヒアリング
7/28(土)			帰路(タイ→日本)

※敬称略

(7) 第7回現地調査

(a) 期間：2018年11月5日（月）～2018年11月9日（金）

(b) 渡航メンバー UB：松島守
 PCKK：松本貴久

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
11/5(月)			渡航(日本→タイ)
11/6(火)	14:00	JICA タイ事務所	○進捗状況報告・協力依頼 ・MOMの締結調整進捗 ・SRTへの協力要請レター
11/7(水)	11:00	<u>SRT</u> Mr. Chatchawal Kanitayou	○協議概要 ・SRTとのMOUにかかる確認 ・MOUの文言調整 ・MOUにかかるSRT内部プロセス
11/8(木)	14:00	<u>KMUTT</u> Prof. Somboon Dr. Pandee	○協議概要 ・KMUTTへブレーキ部品成分分析進捗状況確認 ・分析、検討の進め方
	23:00		帰路(タイ→日本)
11/9(金)			帰路(タイ→日本)

※敬称略

(8) 第8回現地調査

(a) 期間：2018年12月10日（月）～2018年12月14日（金）

(b) 渡航メンバー UB：上田博之、松島守

PCKK：松本貴久、高田雄暉

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
12/10(月)			渡航(日本→タイ)
12/11(火)	10:00	JICA タイ事務所 木内	○協力依頼・進捗報告 ・SRT との MOU にかかる進捗状況共有 ・現社試験実施可否 ・調査の進め方
12/12(水)	10:00	SRT Mr. Chatchawal Kanitayou	○協議概要 ・SRT との MOU にかかる確認 ・MOU の文言調整 ・MOU にかかる SRT 内部プロセス
12/13(木)	09:30	NSTDA Mr. Simrit Buddhanbut Mr. Yjotsawat Settakulsit	○協議概要 ・案件化調査の進捗共有 ・NSTDA との協力体制 ・NSTDA のオフセットプログラムの現状
	10:00	KMUTT Prof. Somboon Dr. Pandee	○協議概要 ・KMUTT へ依頼のブレーキ部品成分分析 ・分析、検討の進め方
12/14(金)			帰路(タイ→日本)

※敬称略

(9) 第9回現地調査

(a) 期間：2019年2月20日（水）～2019年2月23日（土）

(b) 渡航メンバー PCKK：松本信之、高田雄暉

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
2/20(水)			渡航(日本→タイ)
2/21(木)	10:00	調査団内会議	SRTとの協議の進め方
2/22(金)	13:00	SRT Deputy Governor Dr. Siripong Preutthipan	○協議概要 ・SRTとのMOUの文言調整 ・今後のスケジュール
	16:00	JICAタイ事務所 酒井	○協力依頼・進捗報告 ・SRTとのMOUに関する進捗状況 ・今後のスケジュール
			帰路(タイ発)
2/23(土)			帰着(→日本)

※敬称略

(10) 第 10 回現地調査

(a) 期間：2019 年 3 月 5 日（火）～ 2019 年 3 月 9 日（土）

(b) 渡航メンバー UB：松島守

PCKK：松本貴久、高田雄暉、河井英次、若林哲男

(c) 調査概要

月日(曜)	時間	協議機関・面談者	実施概要
3/5(火)			渡航(日本→タイ)
3/6(水)	10:00	JICA タイ事務所 酒井	○協力依頼・進捗報告 ・SRT との MOU に関する進捗状況 ・12 日の業務報告会について
3/7(木)	10:00	SRT Deputy Governor Dr. Siripong Preutthipan	○協議概要 ・SRT との MOU の文言調整 ・SRT の資料収集
3/8(金)	10:00	KMUTT	○協議概要 ・KMUTT へ依頼のブレーキ部品成分分析結果確認
	未定	TISTR	○協議概要 ・TISTR の現在の状況 ・RTTC の現地状況確認
3/9(土)			帰路(タイ→日本)

※敬称略

6. 調査団員構成

本調査の実施体制は下表に示すとおり、上田ブレーキ株式会社が業務実施総括と製品に係る技術検討を行う。外部人材として、パシフィックコンサルタンツ株式会社が現地における鉄道事業やタイの社会的な情報収集・分析を行う。

表 事業実施体制

企業・団体名	役割	氏名	担当業務	業務内容
上田ブレーキ株式会社	提案法人	上田 博之	業務主任者	業務の全体統括
		宮地 豊	生産設備検討	現地企業の課題抽出、施設検討
		松島 守	現地既存使用品材質調査	現地製品の課題抽出、課題の整理
		岡 英也	現地調達原料調査	現地調達関連の調査・分析
		旭 明男	現地現車仕様確認	現地鉄道車両と製品の適合性確認
		加藤 一登	市場・予測販売先調査	現地市場の把握、課題整理
		阿部 智行	現地調達原料調査	現地製品規格の確認・整理
パシフィックコンサルタンツ株式会社	外部人材	松本 信之	チーフアドバイザー	業務全体のサポート、報告書の作成
		河井 英次	鉄道事業調査/ニーズ・分析	現地鉄道計画の把握、製品ニーズ分析
		若林 哲男	市場/競合調査・分析	現地市場及び競合企業の調査・分析
		松本 貴久	現地調整・プロジェクト運営	関係者との協議、全体サポート、報告書の作成
		高田 雄暉	投資環境分析・業務調整	投資環境の確認・整理、業務調整、報告書の作成
		阿部 雅浩	ビジネス展開検討	現地投資環境等ビジネス環境の調査・分析

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

1-1-1 対象国の概況

(1) タイ国の概観と経済概況

タイの国土面積は、514,000km²（日本の約1.4倍）であり、人口は2015年のタイ国勢調査では6,572万人とされている。首都はバンコクである。民族の大部分はタイ族（約85%）であるが、華人及びマレー族などがある。言語はタイ語である。宗教は、仏教徒が94%、イスラム教徒が5%とされる。

タイの国の基礎は13世紀のスコータイ王朝より築かれた。その後アユタヤ王朝（14～18世紀）、トンブリー王朝（1767～1782）を経て、現在のチャックリー王朝（1782～）に至るが、1932年に立憲革命が起こり、絶対君主制から立憲君主制に移行している。この間現在に至るまでタイは独立国を守り続けており、欧米列強の植民地となった経験がない。

主要産業は農業であり、就業者の約40%弱を占めるが、GDPでは12%にとどまる。一方、製造業の就業者は約15%だが、GDPの約34%、輸出額の90%弱を占めている。

経済活動としては、GDPが名目4,069億ドル（国家経済社会開発委員会（NESDB）、2016年）であり、一人当たりは6,033ドル（NESDB、2016年）である。経済成長率は3.2%（NESDB、2016年）となっている。このGDPは東南アジアでインドネシアに次ぐ経済規模であり、日本の九州よりやや小さい経済規模である。一方で、一人当たりのGDPは隣国のカンボジアやラオス、ミャンマーに比べると遥かに高いものの、マレーシアに比べると低い水準である。経済成長率に関しては、過去半世紀にわたって年平均でおよそ6%を維持してきたが、通貨経済危機（1997年）以降の2000年から2016年の間でみると年平均は約2.5%と鈍化傾向にあり、中所得国の罠に陥っているのではないかという見方が出てきている。

貿易に関しては、総貿易額で輸出が2,153億ドル、輸入が1,947億ドル（2016年、NESDB）であり、主要貿易品目は、輸出が主にコンピューター・同部品、自動車・同部品、機械器具、農作物、食料加工品、輸入が主に機械器具、原油、電子部品である。主要貿易相手国・地域は、輸出に関しては、1位が米国、2位が中国、3位が日本であり、輸入に関しては1位が中国、2位が日本、3位が米国となっている。

(2) タイと日本との文化及び経済交流

日タイ両国は600年にわたる交流の歴史を有し、伝統的に友好関係が維持されている。近年は両国の皇室・王室間の親密な関係を基礎に、政治、経済、文化などの幅広い面で緊密な関係が築かれており、人的交流が活発である。タイにおける在留邦人は72,754人（2017年、海外在留邦人数調査統計（外務省））、タイへの日本人渡航者は約154万人（2017年、日本政府観光局）にのぼる。

一方、経済交流に関しては、円高を背景として1980年代以降に日本企業が積極的にタイに進出しており、タイの経済発展にも貢献している。在バンコク日本人商工会議所への加盟企業は2017年4月現在で約1,750社を数えるに至っている。通貨経済危機（1997年）に関して、日本は大規模な資金的・人的協力を実施しているほか、2007年の日タイ経済連携協定の発効（2007年）により、両国の経済関係の更なる緊密化が期待されている。

(3) 交通セクターと鉄道

タイ国内の旅客及び貨物輸送の輸送量及び交通機関分担率を表 1.1、表 1.2 及び図 1-1 に示す。

旅客輸送では、総輸送量が減少しているが、これは自動車の輸送量のデータがないためである。この点に留意しながらデータをみると、まずバス（都市内も含む）の分担率が約 80%と圧倒的に高い。ただし、バス・都市間鉄道・内陸水運は減少傾向にあり、特にバスの減少量が大きく（4年間で約 27%減）、分担率も 7ポイント減少した。一方で、都市鉄道・内航海運・航空は増加傾向にあり、特に航空の増加率が高い（4年間で約 46%増）が、1.7ポイント程度増加するにとどまる。分担率の増加では、都市鉄道の 3.4ポイント増加が最も大きい。

貨物輸送では、道路の分担率が約 82%とこちらも圧倒的に高く、輸送量も増加傾向にあるが、分担率はほぼ横ばいで推移している。そのほかには、内航海運の輸送量が増加傾向にあり、分担率も 1ポイント増加したが、一方で鉄道（都市間のみ）と内陸水運は減少傾向にあり、分担率も減少した。

ここで、鉄道の輸送量に着目すると、旅客輸送では都市鉄道が路線の整備とともに増加傾向にあるが、都市間鉄道は減少する傾向にある。また、貨物輸送でも鉄道（都市間のみ）は減少傾向にある。後述する交通開発マスタープランでは、持続可能な交通を目指すというビジョンが掲げられており、鉄道は重要な役割を担うことが求められているが、現状ではそのビジョンに貢献できるほどの分担率であるとは言えない状況である。

表 1.1 各交通機関の国内旅客輸送量と交通機関分担率

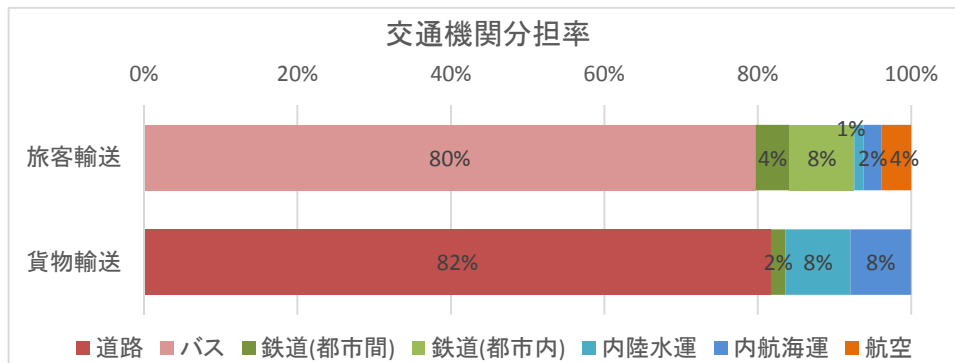
旅客輸送 交通機関	旅客輸送量（千人）					交通機関分担率				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
自動車	（データなし）					-	-	-	-	-
バス	1,036,007	833,098	823,427	786,311	759,378	86.6%	83.6%	83.6%	81.7%	79.7%
鉄道（都市間）	47,834	47,938	44,534	44,054	41,760	4.0%	4.8%	4.5%	4.6%	4.4%
鉄道（都市内）	61,418	63,419	64,553	69,502	80,602	5.1%	6.4%	6.6%	7.2%	8.5%
内陸水運	13,140	13,979	11,797	9,740	11,562	1.1%	1.4%	1.2%	1.0%	1.2%
内航海運	13,533	12,056	13,985	21,442	22,601	1.1%	1.2%	1.4%	2.2%	2.4%
航空	24,907	26,420	26,935	31,184	36,325	2.1%	2.7%	2.7%	3.2%	3.8%
合計	1,196,839	996,909	985,231	962,232	952,227	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

（出典：Common Templates Transport Statistics Data、ASEAN-Japan Transport Partnership、2016年8月）

表 1.2 各交通機関の国内貨物輸送量と交通機関分担率

貨物輸送 交通機関	貨物輸送量（千トン）					交通機関分担率				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
道路	424,456	423,677	456,448	442,667	458,781	81.5%	82.7%	82.6%	81.7%	81.7%
鉄道	12,807	11,133	11,399	10,864	10,758	2.5%	2.2%	2.1%	2.0%	1.9%
内陸水運	47,687	41,561	48,185	46,932	47,422	9.2%	8.1%	8.7%	8.7%	8.4%
内航海運	35,982	35,692	36,731	41,273	44,261	6.9%	7.0%	6.6%	7.6%	7.9%
航空	106	104	121	131	130	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
合計	521,038	512,167	552,884	541,867	561,352	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

（出典：Common Templates Transport Statistics Data、ASEAN-Japan Transport Partnership、2016年8月）



(出典：Common Templates Transport Statistics Data、ASEAN-Japan Transport Partnership、2016年8月)

図 1-1 国内旅客及び貨物輸送量における交通機関分担率 (2012年)

(4) 鉄道サブセクター

ア タイ国鉄 (SRT)

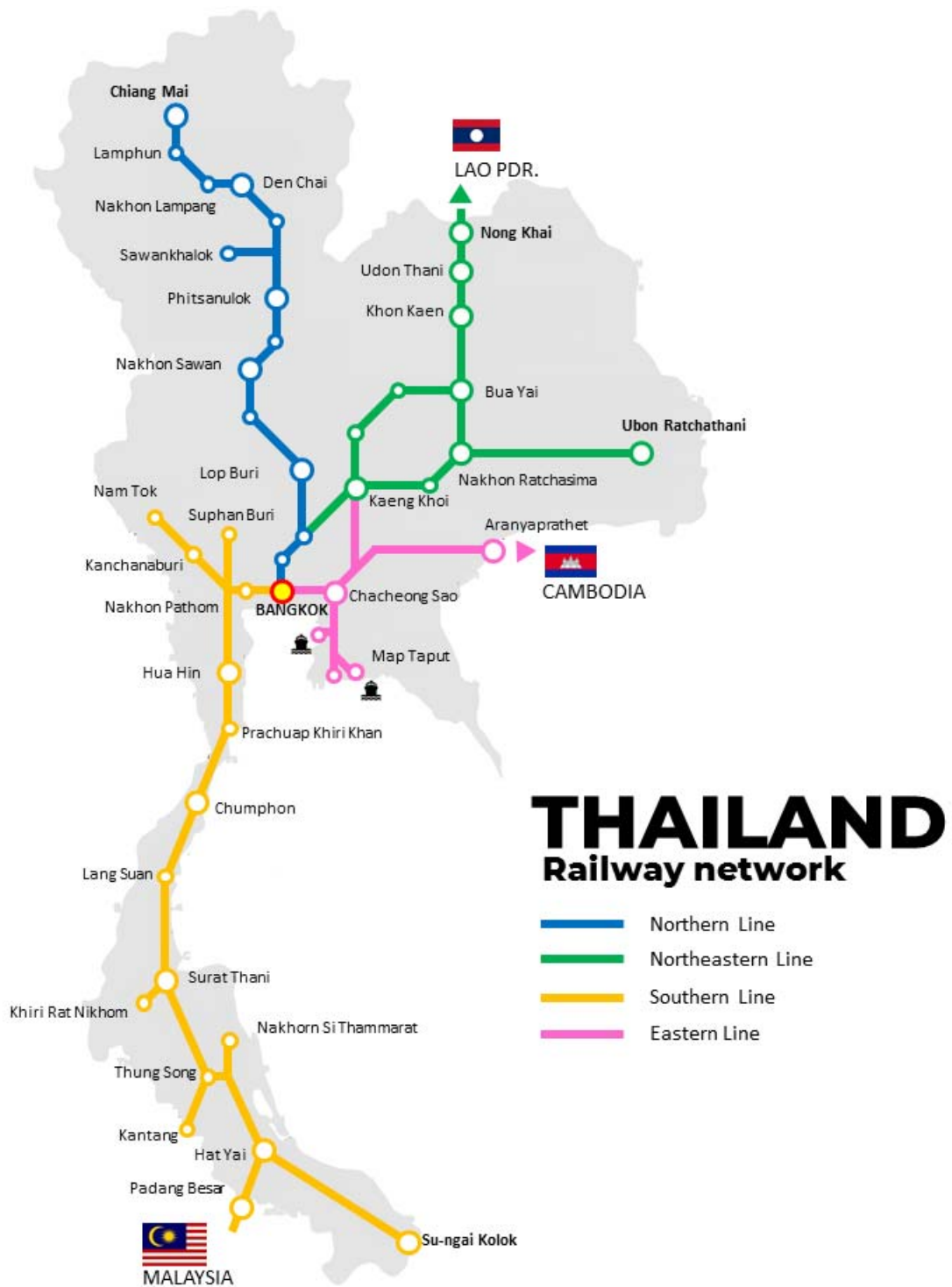
タイの全国の鉄道運営は、1896年に創業をしたタイ国鉄 (SRT : State Railway of Thailand) が行っており、営業キロとして4,062kmの路線網を保有している。この内、軌間1,000mmの都市間鉄道が4,034km (全線非電化、単線区間が約94%)であり、バンコクのスワンナプーム国際空港とパヤタイ駅を結ぶエアポート・レール・リンクの28km (軌間1,435mm、複線・電化AC25kV・50Hz)をSRTの子会社 (SRTET : State Railway of Thailand Electric Train) が運営している。

タイの都市間鉄道路線網を図1-2 タイの都市間鉄道の路線網 (2018年現在)

に示す。これらの路線はバンコクを中心に放射状に伸びており、北本線、北東本線、南本線、東本線、メークロン線の5線区に大別される。総延長4,034kmのうち、2018年現在で単線区間が3,685kmと約91%を占める。そのため、列車の行違いによる待ち時間が多くを占めるほか、旅客輸送が優先されるために貨物輸送の能力及び効率性が著しく低いのが現状である。さらに、60%以上の軌道が保守または改良がないままに30年以上使われ続けているなど、鉄道インフラ全般が老朽化している。

保有車両数のうち、運用可能な車両数は、都市間鉄道用にはディーゼル機関車220両、気動車226両、客車1,018両、貨車4,617両、蒸気機関車5両とされ、この他にエアポート・レール・リンク用に電車31両を保有する (いずれも2018年、SRT資料)。このうち、例えば機関車の35%が老朽化や整備不良等による故障が原因で使用できない状況にあるなど、車両も老朽化が進んでいる。一方で、SRTによると、長距離旅客列車用に気動車184両と客車273両、近郊列車用に気動車216両を喫緊に調達する計画がある。

なお、車両はバンコク地区に集中して配置されて各地に向けての運行が行われているが、終点での折り返し時間の余裕がないためにバンコク行列車の遅延の一因となっているとの指摘もある。



	Northern	Northeastern	Southern	Eastern	Maeklong	TOTAL
Route Length	781 km.	1,092 km.	1,569 km.	527 km.	65 km.	4,034 km.
No. of Stations	104 stations	113 stations	176 stations	44 stations	7 stations	444 stations
No. of Halts	33 Halts	42 Halts	94 Halts	36 Halts	25 Halts	230 Halts
Connectivity	-	Lao PDR.	Malaysia	Cambodia (Soon)	-	3 countries

(出典：SRT 資料)

図 1-2 タイの都市間鉄道の路線網（2018 年現在）

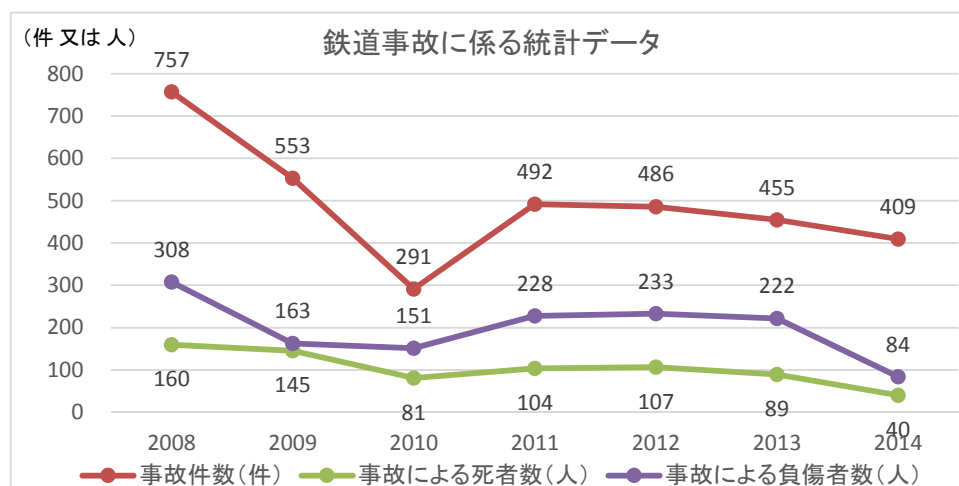
2017年の年間旅客輸送量は約3,500万人（対前年+4.2%）、年間貨物輸送量は約1,191万トン（対前年+2.42%）であり、前述のとおり、旅客・貨物ともに近年は増加傾向にある。ただし、2010年代前半は減少傾向にあった。インフラ及び車両の老朽化を考慮すると、以前の輸送量の動向は輸送サービスの低下に加え、効率性・信頼性の低下も影響していると考えられることから、インフラ及び車両の適切な保守・管理が課題である。この点は様々な報告書等で指摘されており、後述する開発計画で目標としている分担率の向上や持続可能な交通を目指す中で求められている役割を達成するために、また近年の増加傾向にある需要に対して確実にサービスを提供するためにもは重要な課題であると考えられる。

ここで、鉄道事故に係る統計データを表 1.3 及び図 1-3 に示す。事故件数は2010年に291件と、それまでに比較して大幅に減少したものの、2011年に492件と再増加した。その後は、緩やかに減少傾向であるが、高止まりの状況である。同様に死者数及び負傷者数についても2010年まで減少したが、2011年に再増加し、2014年まで緩やかに減少している傾向が見て取れる。しかし、多少の変動があることを考慮すると、2011年以降は、概ね横ばいで推移しているとも考えられる。事故の要因までは把握できていないが、適切な保守がなされていないことによる故障が原因の事故が多く含まれていると考えられ、改善の余地が相当にあると考える。

表 1.3 タイにおける鉄道事故に係る統計データ

項目	単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
事故件数	件	757	553	291	492	486	455	409
事故による死者数	人	160	145	81	104	107	89	40
事故による負傷者数	人	308	163	151	228	233	222	84

（出典：Common Templates Transport Statistics Data、ASEAN-Japan Transport Partnership、2016年8月）



（出典：Common Templates Transport Statistics Data、ASEAN-Japan Transport Partnership、2016年8月）

図 1-3 タイにおける鉄道事故に係る統計データ

ところで、SRTは、第1次オイルショック後の1974年以降、連続して赤字経営が続いており、2012年には累積損失が約986億バーツとなっている。2000年から2012年までのSRTの財務状況を表 1.4 に示す。しかし、国の政策により低運賃が設定されており、運賃の引き上げが困難な状態となっている。このような経営状況により、各分野の予算の確保が困難な状況となり、前述のように適切な保守・管理が行われない原因となっているものと考えられる。なお、1998年からはやむを得ない赤字に対して必

要経費を国が支出する PSO（Public Service Obligation）制度が導入され、部分的な救済措置もなされている。一方、タイ政府は、後述するように貨物輸送量増強を中心とした複線化計画を含む路線近代化を自国の鉄道産業発展のための長期計画における重要事項と位置づけている。

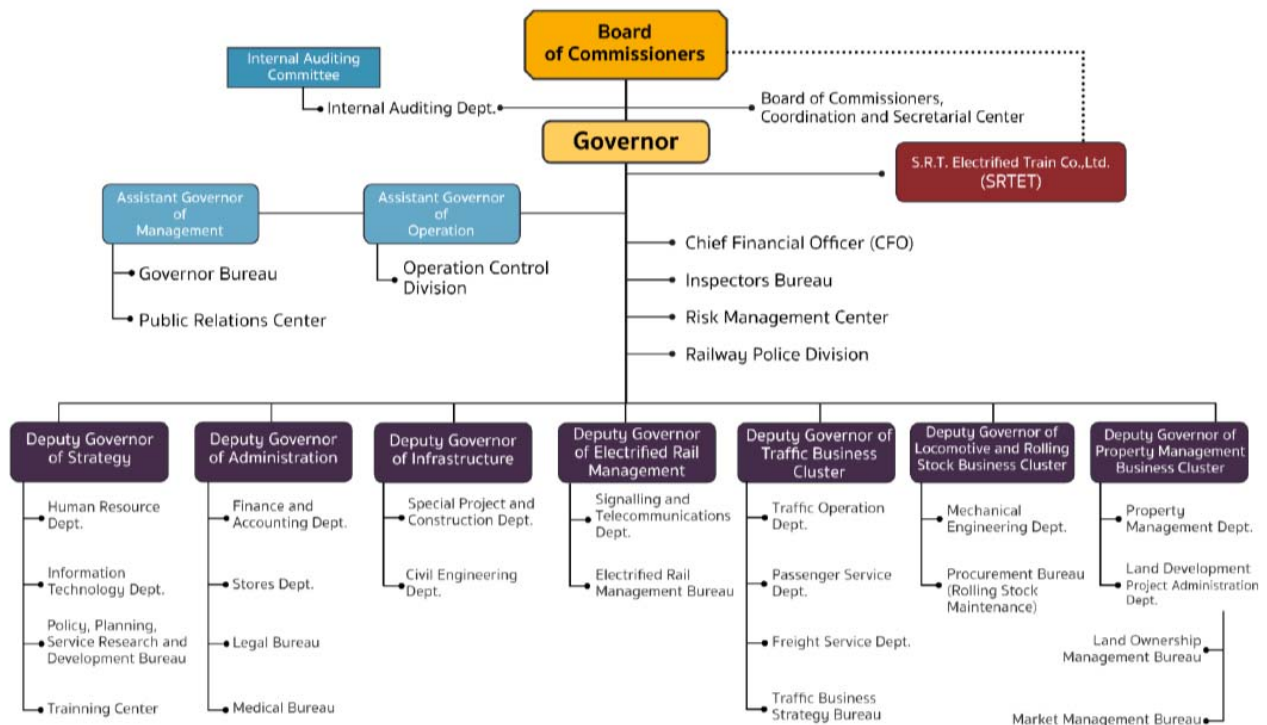
SRT の最近の動きとしては、2010 年にタイ財務省及び運輸省の協力の下で組織改革をはじめており、交通部門、不動産部門及び車両保守部門の 3 つの部門（ビジネスユニット）が立ち上げている。SRT の組織図を図 1-4 に示す。これらの部門は現在、政府保有であるが、将来は民間セクターとすることも計画されている。さらなる SRT の将来計画については後述するが、広範囲な既存路線の複線化や在来線の新設、高速鉄道の建設、国連アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP）が主導しているアジア横断鉄道（Trans-Asia Railway）のタイ～ミャンマー間（延長 263km）などが計画されている。そのため、路線網の充実及び拡充とともに鉄道関連産業に対しても様々な需要が見込まれ、保守領域での技術開発・技術援助が求められると考える。

表 1.4 タイ国鉄（SRT）の財務状況

(単位：百万バーツ) 出典：JICA (2000-2009) 出典：ADB (2010-2012)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		2010	2011	2012
営業収入	7,535	7,835	8,064	8,653	8,647	8,489	8,967	9,040	8,649	8,453	営業収入	11,119	11,510	11,171
営業費用	8,266	8,756	8,879	8,633	8,562	9,412	10,542	10,571	11,649	10,956	営業費用	12,033	12,995	13,380
営業利益	-731	-921	-815	20	85	-923	-1,575	-1,531	-3,000	-2,503	営業利益	-913	-1,484	-2,209
営業外収入	278	523	145	206	10	37	1,995	1,088	0	0	営業外収入	2,061	2,040	2,479
営業外費用	4,901	4,376	4,700	5,852	7,909	5,502	6,822	7,422	7,205	7,733	営業外費用	9,045	10,026	11,428
純損失	5,354	4,773	5,370	5,627	7,814	6,388	6,403	7,864	10,205	10,236	純利益	7,897	9,471	11,158
累計損失 (2000 年以降)	5,354	10,127	15,497	21,124	28,938	35,326	41,729	49,593	59,798	70,034		77,931	87,402	98,559

(出典：世界鉄道市場便覧 タイ編、日本鉄道システム輸出組合、2016 年 2 月)



(出典：SRT 資料)

図 1-4 SRT の組織図 (2018 年現在)

イ バンコク都市圏の都市鉄道

バンコク都市圏の都市鉄道路線網を図 1-5 に示す。バンコク・スカイトレイン (BTSC : Bangkok Mass Transit System Public Company Limited) が運営する BTS Skytrain (スクムヴィット線 (モーチャット・サムローン間)、シーロム線 (国立競技場・バーンワー間)、軌間 1,435mm、直流 750V 第三軌条方式、合計延長約 37km)、バンコク・メトロ (BEM : Bangkok Expressway and Metro Public Company Limited) が運営する MRT (ブルーライン (フワランポーン・タオープン間、(約 20km、2004 年営業開始) 及びパープルライン (バンパイ運河・タオープン間 (約 23km、2016 年営業開始))、いずれも軌間 1,435mm、直流 750V 第三軌条方式、合計延長約 43km) 及び SRT の子会社 (SRTEET : State Railway of Thailand Electric Train) が運営するエアポート・レール・リンク (パヤタイ・スワンナプーム国際空港間 (約 29km)、軌間 1,435mm、交流 25kV・50Hz 架空線方式) がある。

これらのバンコク市内の都市鉄道は、バンコク首都圏において増加する輸送需要への対応及び慢性的な交通渋滞の緩和を図り、タイの経済発展と温室効果ガスの排出削減を通じて、都市環境の改善に寄与する目的で建設された。鉄道運営は民間会社の BTSC・BEM と SRT の子会社の SRTEET が行っているが、路線の建設や施設の保有は国営のタイ高速度交通公社 (MRTA) が行っており、上下分離方式を採用している。

バンコク市内の都市鉄道の将来計画については後述するが、今後 BTS (グリーンライン) の延伸、ブルーラインの延伸、レッドライン・オレンジライン・ピンクライン・イエローラインの整備など、数多くの建設整備が予定されており、マスタープランに基づく着実な実施が見込まれる。

Mass Rapid Transit in Bangkok

5 Lines: in Operation (108 km)

- **Airport Rail Link**
(Phaya Thai – Suvarnabhumi Airport) 28.5 km
- **Blue Line**
(Hua Lam Phong – Bang Sue) 20 km
- **Dark Green Line**
(Mochit – Samrong) 29 km
- **Light Green Line**
(Nation Stadium – Bang Wa) 7.5 km
- **Purple Line**
(Taopoon – Bang Yai) 23 km



(出典 : Railway Development and Long Term Plan in Thailand (プレゼン資料)、OTP、2017 年 11 月)

図 1-5 バンコクの都市間鉄道の路線網 (2017 年現在)

ウ タイの鉄道整備に対する我が国の貢献

タイにおけるインフラ海外展開として、日本は高速鉄道・都市鉄道整備をはじめとする各種案件について官民を挙げて売り込みを実施している。高速鉄道については、2012 年締結された日タイ政府間の

MOI に基づく鉄道ワーキンググループにおいて実務的な協議を実施しているほか、都市鉄道については、パープルラインの鉄道システム及びメンテナンス事業を日本企業連合が受注している。

なお、タイの鉄道案件に対しては、これまでに多くの円借款が供与されてきた。具体的には、表 1.5 に示すように 2015 年 6 月末までで約 5,118 億円が供与され、加えて 2016 年 9 月にはレッドラインの第 3 次（土木・システム・車両の調達等）として約 1,669 億円が供与され、合計で約 6,787 億円となった。

種々のインフラ・プロジェクトについて協議を進める中で、タイのような中進国でのインフラ海外展開では、価格面も含め相手国のニーズへの柔軟な対応の重要性が強く認識されるようになってきている。また、インラック政権は 2020 年までの 7 年間のインフラ整備予算として GDP の約 20% に匹敵する総額約 2 兆バートの予算案策定を進めていたが、NCPO による軍政（プラユット暫定政権）の下では在来鉄道複線化や都市鉄道・道路整備等、直近で優先度の高いものに絞り込む動きがみられている。

表 1.5 タイの鉄道案件に対する円借款（2015 年 6 月末までの貸付契約額）

JICA 資料より作成

	鉄道関連 案件名	借款金額 百万円	本体部分		コンサルタント部分		償還期間		事業実施者名
			金利	調達条件	金利	調達条件	年	措置 期間	
1969-09	国鉄整備 *備考欄参照	2,836	5.57%				18	5	タイ国有鉄道
1981-04	鉄道車両購入計画	8,300	3.00%	一般アンタイド			30	10	タイ国有鉄道
1982-07	SRT 通勤輸送力増強計画	9,330	3.00%	一般アンタイド			30	10	タイ国有鉄道
1983-09	SRT 信号改良近代化計画	12,800	3.00%	一般アンタイド	3.00%	部分アンタイド	30	10	タイ国有鉄道
1984-09	SRT 長距離輸送力・指令電話改良計画 第 1 次	6,401	3.50%	一般アンタイド	3.50%	部分アンタイド	30	10	タイ国有鉄道
1987-09	国鉄長距離輸送力増強 第 2 次	3,937	3.00%	一般アンタイド			30	10	タイ国有鉄道
1988-09	シラチャ・レムチャパン 鉄道建設事業	1,013	2.90%	一般アンタイド	2.90%	部分アンタイド	30	10	タイ国有鉄道
1988-09	サタヒップ・マブタブット 鉄道建設事業	3,002	2.90%	一般アンタイド	2.90%	部分アンタイド	30	10	タイ国有鉄道
1990-02	クローンシップカオ・ケンコイ 鉄道建設事業	8,158	2.70%	一般アンタイド	2.70%	部分アンタイド	30	10	タイ国有鉄道
1991-09	国鉄輸送力増強事業 第 1 次	10,711	3.00%	一般アンタイド			25	7	タイ国有鉄道
1993-01	国鉄軌道改良事業 第 1 次	10,331	3.00%	一般アンタイド	3.00%	一般アンタイド	25	7	タイ国有鉄道
1993-09	国鉄輸送力増強事業 第 2 次	13,631	3.00%	一般アンタイド			25	7	タイ国有鉄道
1994-09	国鉄軌道改良事業 第 2 次	7,651	3.00%	一般アンタイド	3.00%	一般アンタイド	25	7	タイ国有鉄道
1996-09	国鉄軌道改良事業 第 3 次	7,973	2.70%	一般アンタイド	2.30%	一般アンタイド	25	7	タイ国有鉄道
1996-09	バンコク地下鉄建設事業 第 1 次	26,586	2.70%	一般アンタイド			25	7	首都圏高速鉄道公社
1997-09	バンコク地下鉄建設事業 第 2 次	32,659	2.70%	一般アンタイド			25	7	首都圏高速鉄道公社
1998-07	既往案件内資融資事業 (バンコク地下鉄建設事業)	29,792	0.75%	一般アンタイド			40	10	首都圏高速鉄道公社
1998-07	既往案件内資融資事業 (国鉄軌道改良事業)	2,979	2.20%	一般アンタイド			25	7	タイ国有鉄道
1998-09	バンコク地下鉄建設事業 第 3 次	23,343	0.75%	一般アンタイド			40	10	首都圏高速鉄道公社
1999-09	バンコク地下鉄建設事業 第 4 次	64,228	0.75%	一般アンタイド			40	10	首都圏高速鉄道公社
2000-09	バンコク地下鉄建設事業 第 5 次	45,818	0.75%	一般アンタイド			40	10	首都圏高速鉄道公社
2008-03	バンコク大量輸送網整備事業 (パープルライン) 第 1 次	62,442	1.40%	一般アンタイド	0.01%	部分アンタイド	25	7	タイ高速度交通公社
2009-03	バンコク大量輸送網整備事業 (レッドライン) 第 1 次	63,018	1.40%	一般アンタイド	0.01%	部分アンタイド	25	7	タイ国有鉄道
2010-09	バンコク大量輸送網整備事業 (パープルライン) 第 2 次	16,639	1.40%	一般アンタイド	0.01%		25	7	タイ高速度交通公社
2015-06	バンコク大量輸送網整備事業 (レッドライン) 第 2 次	38,203	0.40%	一般アンタイド	0.01%	部分アンタイド	20	6	タイ国有鉄道
総額		511,781	百万円						

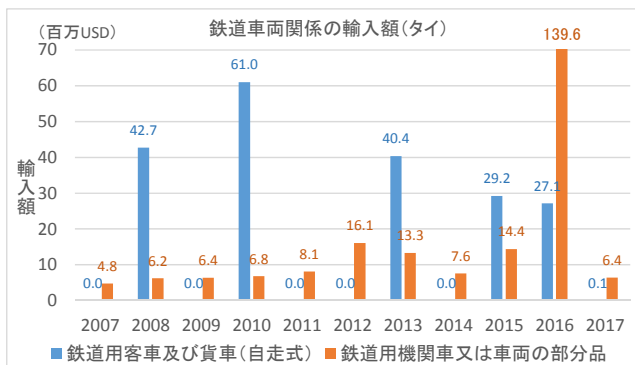
(出典：世界鉄道市場便覧 タイ編、日本鉄道システム輸出組合、2016 年 2 月)

1-1-2 開発課題

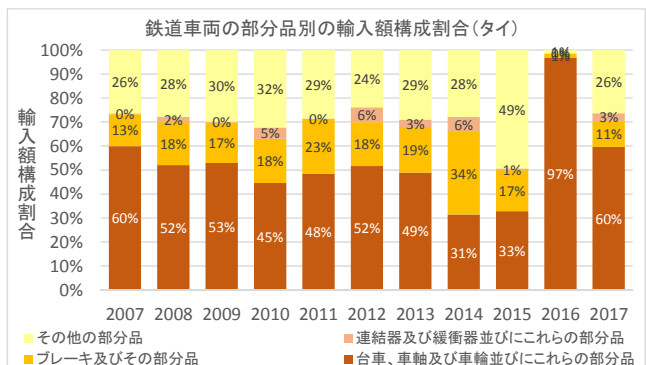
(1) 鉄道メンテナンス部品需要

前述のように、タイでは、今後とても早いスピードで鉄道インフラの整備が進められようとしていることから、鉄道関連産業に対しては様々な需要が見込まれる。特に、路線網の充実・拡充とともに車両数の増加が必要であり、多くの鉄道車両やその部品の調達が見込まれるため、それらをタイで生産する裾野産業の育成が求められるところである。しかし、タイには、鉄道車両メーカーは存在せず、また車両の部品を製造するメーカーも少ないため、これらの多くを諸外国からの輸入に頼っているのが現状である。この点がタイの鉄道関連産業の課題となっている。

タイにおける鉄道車両及びその部品の輸入額と輸出額の推移を図 1-6 及び図 1-7 に示す。年によって変動があるものの、輸入額が輸出額を大きく上回る状況が続いていることに、この課題の一端が表れている。このような現状を踏まえ、後述するように、国家開発計画において、国内の鉄道関連産業の育成が交通インフラを支える重要な要素として政策に掲げられており、課題解決の必要性が認められる。



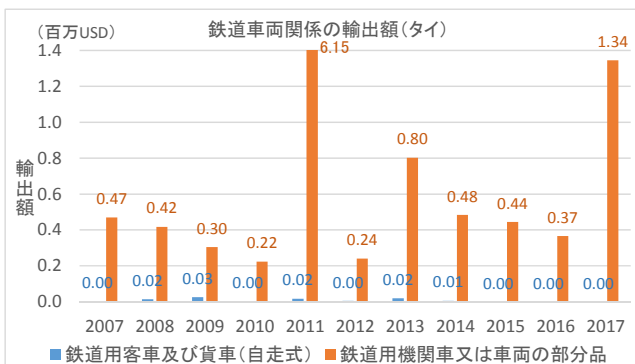
(鉄道車両とその部品の輸入額—輸入)



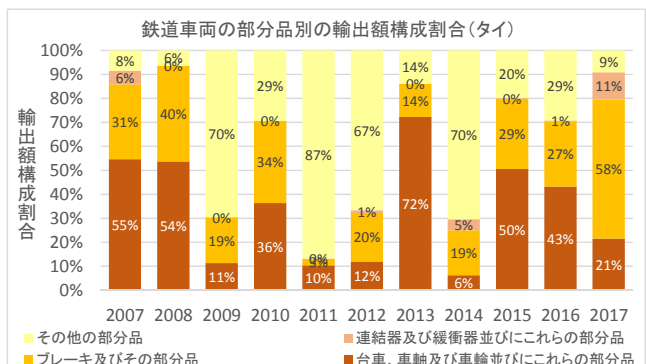
(鉄道車両の部分品—輸入)

(出典：Foreign Trade Statistics of Thailand、タイ商務省)

図 1-6 タイにおける鉄道車両及びその部品の輸入額と部品の構成割合の推移



(鉄道車両とその部品の輸入額—輸出)



(鉄道車両の部分品—輸出)

(出典：Foreign Trade Statistics of Thailand、タイ商務省)

図 1-7 タイにおける鉄道車両及びその部品の輸出額と部品の構成割合の推移

(2) 鉄道技術開発機関

鉄道の裾野産業より部品の安定供給を実現させるためには、鉄道事業者の将来計画などに応じた普段の技術開発も重要であり、日本では、そのような役割を鉄道総合技術研究所（RTRI）が国鉄時代を含めて担ってきており、鉄道事業者が求める技術開発のみならず、鉄道産業界に対する常々の技術指導も行っている。

これまでにタイにおいて鉄道の裾野産業がないということは、それらの技術分野に対する設計思想が自国内では希薄で醸成されておらず、もっぱら諸外国に依存しているとの証である。鉄道インフラ拡充を推進するためには、自国で関連技術を育成しなければならないことは、タイ政府機関も気づいており、鉄道の車両メーカーや部品産業育成に向けた基本計画をタイ運輸省も作成しているというメディア情報もある。ただし、これに対する本邦の具体的な関連は示されておらず、欧州や中国の影響が強く感じる。

本調査では、科学技術省傘下の2つの異なる研究機関を訪問した。これらを踏まえると、数年で鉄道産業が興るとは考え難いが、諸外国に対応し自国が要求する技術的な部分を協議する上で、鉄道技術開発機関の設立は重要であり、これらによる鉄道関連産業の人材育成が大きな課題であると考えられる。

ア NSTDA

タイでは、前述の日本の RTRI に相当する機関の設立を NSTDA が本調査を開始される以前より模索・志向していた。このため調査団は、NSTDA をタイにおける将来の鉄道産業界の技術支援を持続的に担う政府機関となり得るし、本調査及び将来の普及・実証・ビジネス化事業における適切な C/P として考え、数回の会合を実施した。協議の内容としては、鉄道の安全運行に直結するメンテナンス部品であるブレーキ制輪子に関する評価ユニットの設置などにより、NSTDA が志向する鉄道技術研究所への端緒となることを推薦した。

しかし、協議の結果、NSTDA は、鉄道技術研究所の設立に関して志向はしているものの、具体的な構築活動には至っておらず、その段階ではないと感じられた。

イ TISTR

前述のように NSTDA の現状を踏まえ、調査団としても他機関との接触を試み、本調査中に JICA タイ事務所から紹介を受けて TISTR を訪問した。TISTR は製品認証機関を志向しており、自動車部品の性能試験などをタイ国内外のメーカーより受託している。視察時には、保有試験機として、インストロン式万能試験機、疲労試験機、鉄鋼材料の試験が可能なシャルピー衝撃試験機など多くをみることができた。また、鉄道車両用ブレーキ試験機の導入を 2018 年 12 月に計画しており、性能評価試験の重要性についても熟知しているように感じた。



(出典：調査団)

写真 1-1 疲労試験機



(出典：調査団)

写真 1-2 シャルピー衝撃試験機

(3) ブレーキ部品

前述のように、タイにおける最大の鉄道事業者は SRT であり、現在使用されている鑄鉄制輪子の内、1/4～1/3 程度を SRT が内製しており、その他は海外からの調達により所要数量を賅っている。本調査及び 2015 年からの上田ブレーキ株式会社の独自調査に基づく、SRT における鑄鉄制輪子の課題は、表 1.6 に示すようなものであり、調達方法、使用技術基準、需給のいずれも課題が多いといえる。

表 1.6 タイにおける鉄道部品調達の課題

項目	課題内容
調達方法	競争入札による部品調達が行われており、落札業者は価格のみで決定されている。一方、調達基準がタイの現状とは合わない高いものとなっている。
技術基準	現在の SRT には供給される部品が調達基準を満足したものであるかどうか適切に評価する体制及び能力が無い。結果として、粗悪な部品を調達している。そのため、ライフサイクルコストを考慮した経済性で比較すると、経済的な部品調達となっていない。
需給	制輪子は定期的な交換が必要な部品であり、継続的に高品質な制輪子を供給できる体制を構築することが鉄道輸送の安全性を確保するために必要不可欠である。 SRT で必要とする制輪子の数は約 12,000 個/月であるが、社内での製造能力は 3,000～4,000 個/月と需要の 1/4～1/3 を満たすに過ぎないほか、(出典：調査団) 写真 1-3 に示すように粗悪品が多い。不足分は部外調達であり、海外からの輸入品に頼っている。

(出典：JICA 調査団作成)



(出典：調査団)

写真 1-3 現地調査により確認された SRT 製造の鑄鉄制輪子

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1-2-1 開発計画及び政策

(1) 鉄道関係の開発計画

ア 交通セクターのマスタープランと鉄道サブセクターの戦略

タイの交通開発マスタープラン（2011～2020）で掲げられたビジョンと目標を図 1-8 に示す。また、これに基づく鉄道サブセクターの目標や戦略等を表 1.7 に示す。

交通開発マスタープランでは、持続可能な交通を目指すというビジョンが掲げられているとともに、効率的で良好なサービス水準とアクセシビリティの提供や安全性の向上、エネルギー消費及び環境親和性の改善、公共交通利用の促進等の目標に対しては鉄道が重要な役割を果たす必要がある。これは実際の交通セクター全体の 2017 年予算において鉄道サブセクターが約 82%を占めている（図 1-9 参照）ことにも現れており、具体的には都市間鉄道の複線化に約 23%、都市鉄道の整備に約 28%、高速鉄道の整備に約 31%が割り当てられる予定である。

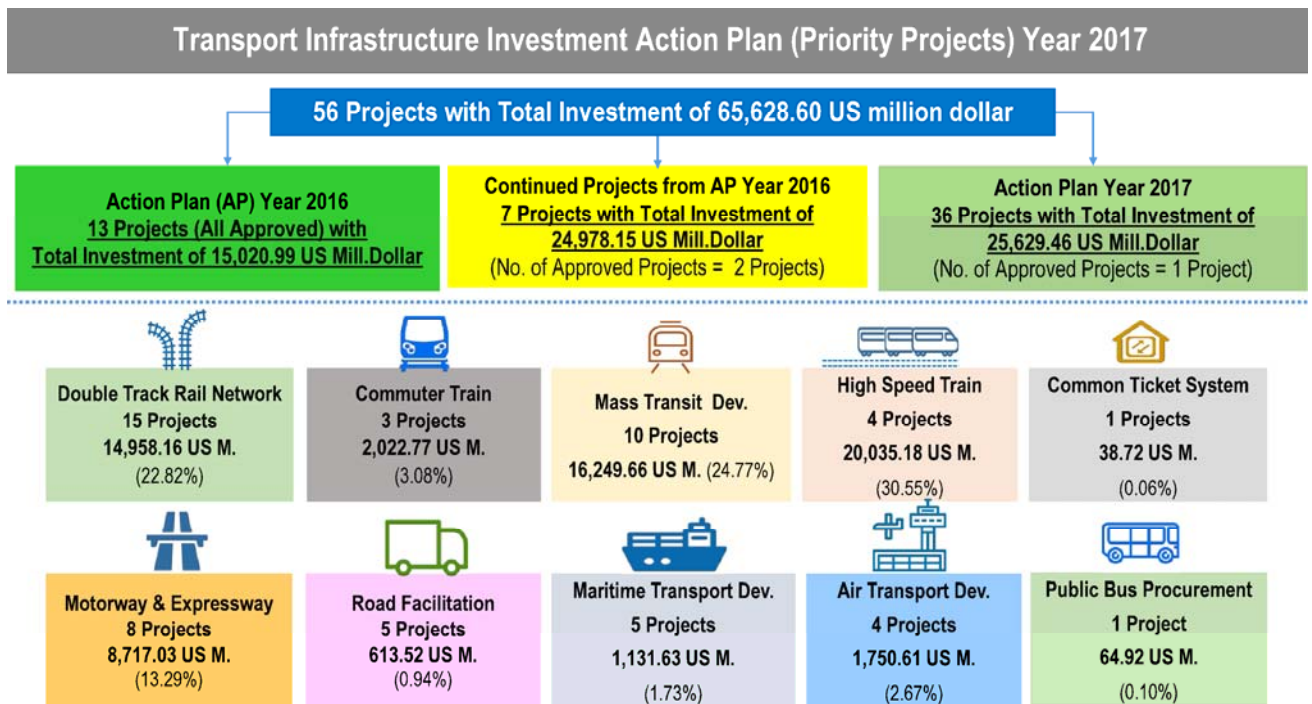


（出典：Study on Transport & Traffic Development M/P – Summary Report、OTP、2011 年 2 月）
図 1-8 交通開発マスタープラン（2011～2020）におけるビジョンと目標

表 1.7 交通開発マスタープランにおける鉄道サブセクターの目標や戦略等

目 標	戦 略	成 果	主な指標
1. 国際貨物輸送網への鉄道の接続	1.1 国際貨物輸送拠点へ接続するための鉄道網の整備・改良	- より利便性、速達性及び信頼性が高い国際貨物輸送の構築	- Lat Krabang ICD を経由する鉄道の国際貨物輸送量
2. 全国の物流システムを支える輸送機関としての鉄道の促進	2.1 経済特区への鉄道の接続 2.2 列車運行の再構築 2.3 効率性向上のための新技術の利用促進	- 経済特区間の利便性、速達性及び信頼性が高い旅客及び貨物輸送 - 運行及び運営の効率性向上	- 旅客及び貨物の輸送量 - 列車の定時運行率 - 列車の平均運行速度 - SRT の経営状況 (赤字の削減)
3. 鉄道の安全性の向上	3.1 施設・設備の保守の改善 3.2 列車運行上の事故防止	- 事故件数、死傷者及び輸送中の貨物損傷の減少	- 事故件数 - 死傷者数
4. 鉄道へのモーダルシフトの促進	4.1 鉄道による旅行及び貨物輸送の促進	- 旅客及び貨物の輸送量の増加 - 交通セクターからの大気汚染物質の排出削減	- 鉄道の輸送分担率 - 交通セクターからの温室効果ガスの排出量
5. アクセスしやすい交通手段としての鉄道の構築	5.1 鉄道へのアクセシビリティの向上	- 交通弱者の鉄道へのアクセシビリティの向上 - 利用者の満足度向上	- BTS、MRT 及び SRT の輸送人員 - 利用者の満足度

(出典：Study on Transport & Traffic Development M/P – Summary Report、OTP、2011年2月)



Source : Ministry of Transport / Remark : FX 1 US Dollar = 35 Baht and US M. = US Million Dollar

(出典：Railway Development and Long Term Plan in Thailand (プレゼン資料)、OTP、2017年11月)

図 1-9 交通セクター全体の投資計画 (2017年)

イ SRT（都市間鉄道）関係の将来計画

2011年に策定された交通開発マスタープランでは、既存路線の複線化や軌道改良、信号・通信設備改良、橋梁改修、車両調達等、多くの事業が掲げられている。特に、複線化事業は優先順位が高く、全国で14区間・計2,488kmでの実施が計画されており（図1-10参照）、全ての事業が完成すると既存路線の複線区間の割合は70%まで増加する計画である。また、14区間・計3,100kmの新線整備も計画されており、全区間が完成すると全体の路線延長は7,100km程度まで増加する。このように複線化や新線整備の事業が続くと当然列車本数が増え、車両もその分必要となることから、輸送サービスの水準と効率性・安全性の維持・向上に対して今後車両の適切な保守・管理がより重要となると考える。



(出典：SRT 資料、2018 年)

図 1-10 都市間鉄道路線における複線化事業の位置

前述のマスタープラン以外にも図 1-11 に示すように、4 路線 8 区間（北線 2 区間、東北線 2 区間、東線、南線 3 区間）で計 2,766km の高速鉄道路線が計画されており、短期計画に位置付けられている 4 区間は 2022 年までの完成を目指している。このうち、北線（バンコク～チェンマイ）に関しては我が国が協力準備調査を実施し、計画を支援している。また、東北線のバンコク～ノンカイは中国が支援しており、一部区間の建設が 2017 年 12 月に開始された。加えて、東線（バンコク～ラヨン）は PPP の実施が検討されている。



(出典：SRT 資料、2018 年)

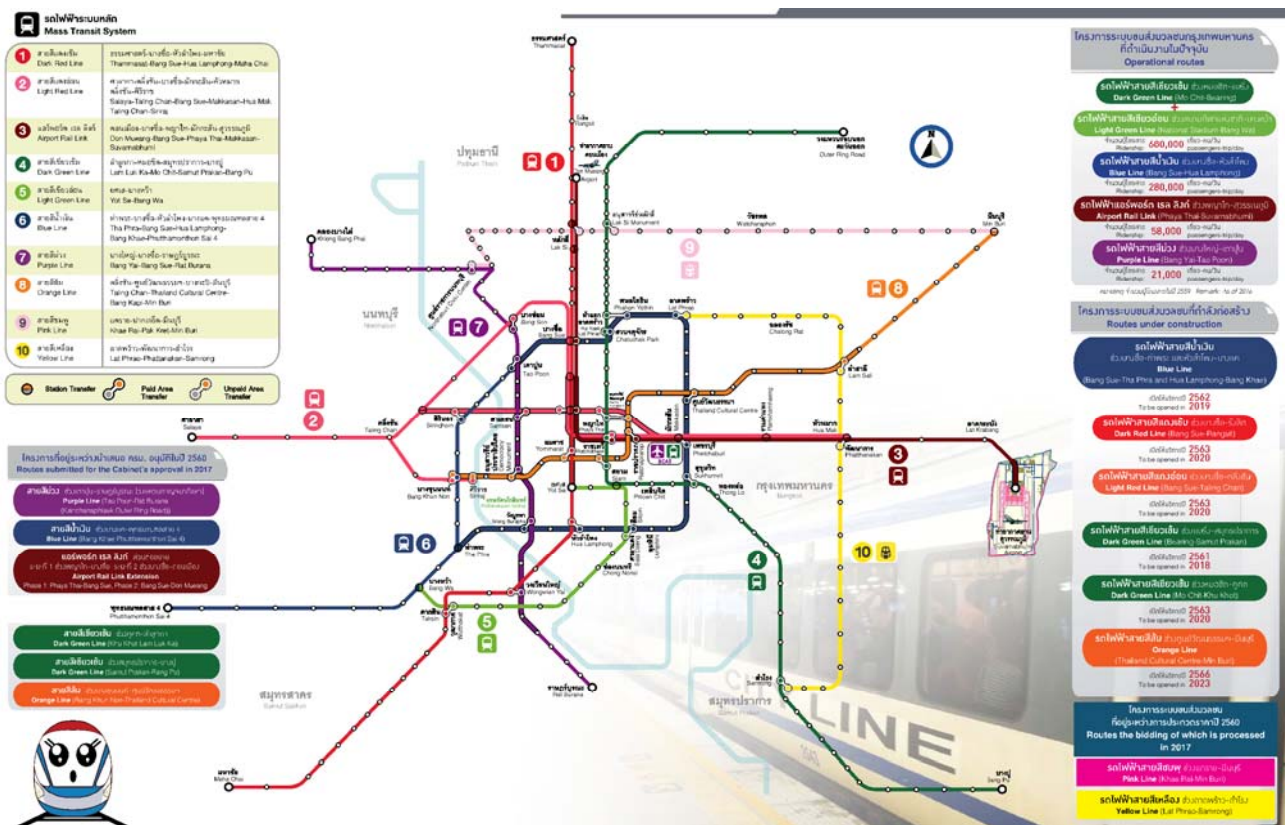
図 1-11 タイの都市間高速鉄道の路線網計画

(2) バンコク都市圏の都市鉄道関係の将来計画

バンコク都市圏の都市鉄道では、図 1-12 に示すバンコク首都圏都市鉄道マスタープラン (M-MAP) が 2011 年に策定され、着実に整備が進められている。

現在は、ブルーライン延伸・レッドライン・オレンジラインが建設中、ピンクラインとイエローライン (両路線ともモノレール) が入札の実施、パープルライン延伸が政府の承認、グレーラインとゴールドラインは Bangkok Metropolitan Administration (以下、BMA) が計画という段階である。

また、我が国が支援して現在実施中のバンコク首都圏都市鉄道マスタープランの改定 (M-MAP2) においては、さらに計画路線が追加される見込みであり、今後もバンコク首都圏で数多くの都市鉄道路線の整備が計画及び実施されていくと考えられる。なお、このマスタープランの改訂スケジュールは、2018 年春までに需要予測を実施し、その結果を受けて各路線の評価を 2019 年末までに実施し、2020 年初めに計画が承認される予定である。ここで、タイ投資委員会のホームページに掲載されていたバンコク都市圏の都市鉄道の将来計画図を図 1-13 に示す。図 1-13 は図 1-12 の内容よりもさらに路線が追加されていることから、前述のマスタープランの改定案 (M-MAP2 のドラフト) にもそれらの路線が追加されると推測される。



(出典 : Development of the 2nd Blueprint for M-MAP2, OTP・JICA、2017 年 7 月)

図 1-12 バンコク都市圏の都市鉄道マスタープラン (M-MAP : 2011~2029) と各路線の進捗状況



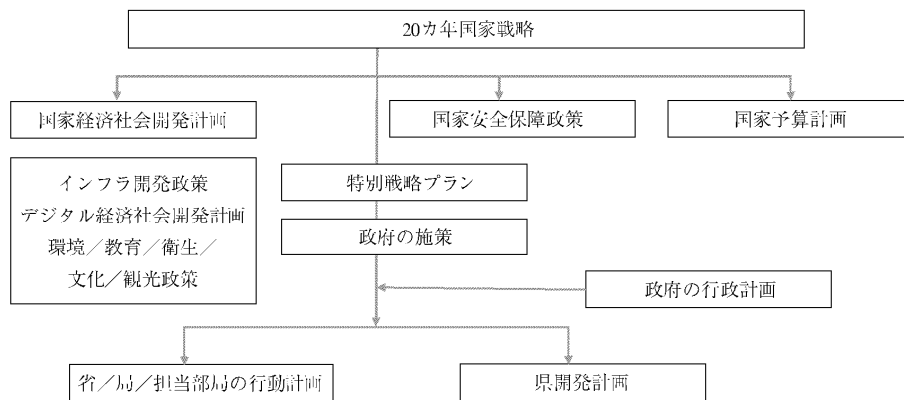
(出典：タイ投資委員会ホームページ、2018年12月現在)

図 1-13 バンコク都市圏の都市鉄道に係る将来計画図

(3) 鉄道関連産業の育成に係る方針

ア 国家戦略における鉄道関連産業の位置づけ

2014年5月の軍のクーデターで発足したプラユット暫定政権は、政治社会の安定を確保し、民政移管へのプロセスを推進する一方で、経済社会の長期的な開発政策を含む国家再建にも着手してきた。その中で、20ヵ年国家戦略を2017年4月に公布・施行された新憲法に規定する最上位の国家計画と位置付けた。また、20ヵ年国家戦略とその他の政策の関係を図 1-14 に示す。



(資料) NESDB (2016b)

(出典: 「タイランド 4.0」とは何か (前編)、日本総研、2017年8月)

図 1-14 20カ年国家戦略とその他の政策の関係

最新の20カ年国家戦略“National Strategy 2018-2037”は国家経済社会開発委員会（NESDB）が策定し、2018年10月に公表した。この国家戦略が策定された背景には、これまでの政治不安の中で長期的な開発戦略が議論されてこなかったことへの反省や今後の政権交代に伴う変更や遅延等の回避、現首相自身が国家再建に意欲的であったこと等が挙げられ、その姿勢は先述のように鉄道関連のプロジェクトが着実に進むようになったこと等にも十分に表れている。

具体的に、“National Strategy 2018-2037”では、2037年には先進国入りすることがビジョンとして掲げられている（図 1-15 参照）とともに、以下に示す6つの戦略が示されている。



(出典: National Strategy 2018-2037、NESDB、2018年10月)

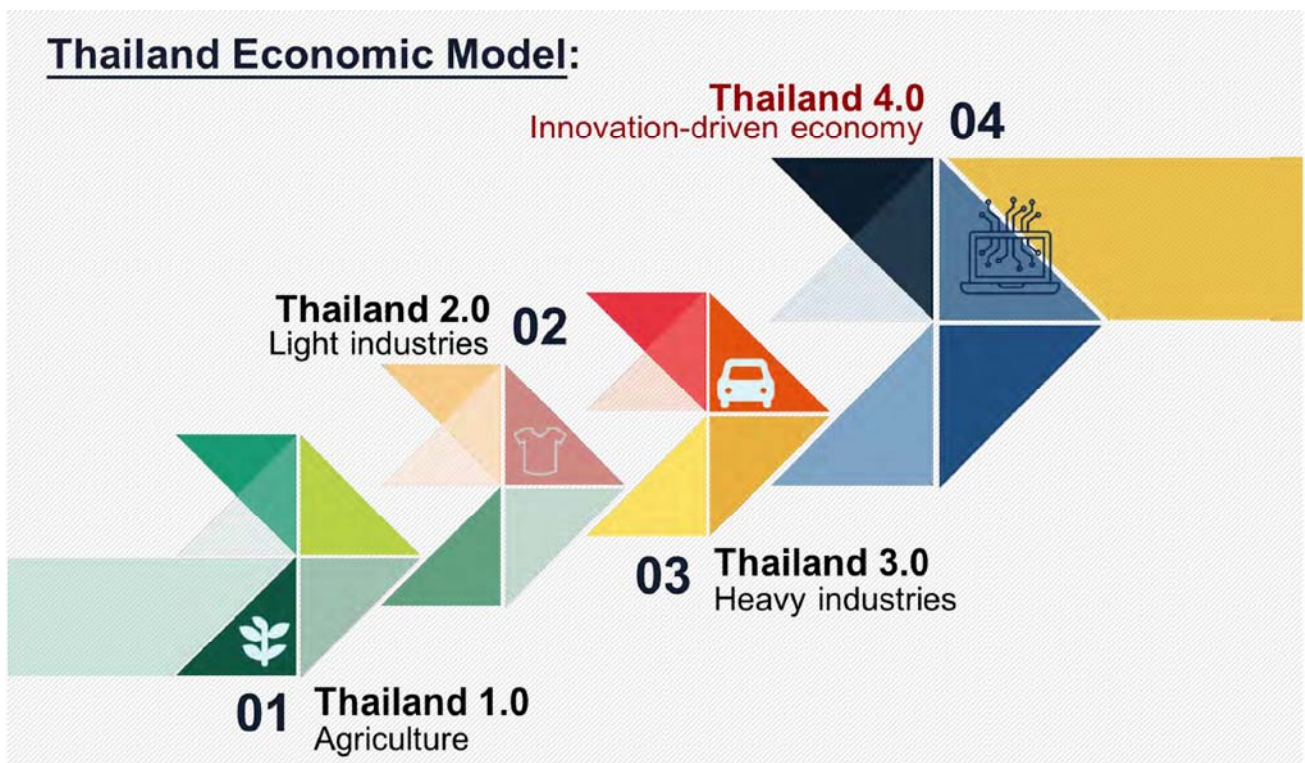
図 1-15 20カ年国家戦略における2037年のビジョンとそれに向けた戦略

< Six Key Strategies of the National Strategy 2018-2037 >

- | | |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| (1) National security | (4) Social cohesion and just society |
| (2) <u>National competitiveness enhancement</u> | (5) Eco-friendly development and growth |
| (3) Human capital development and strengthening | (6) Public sector rebalancing and development |

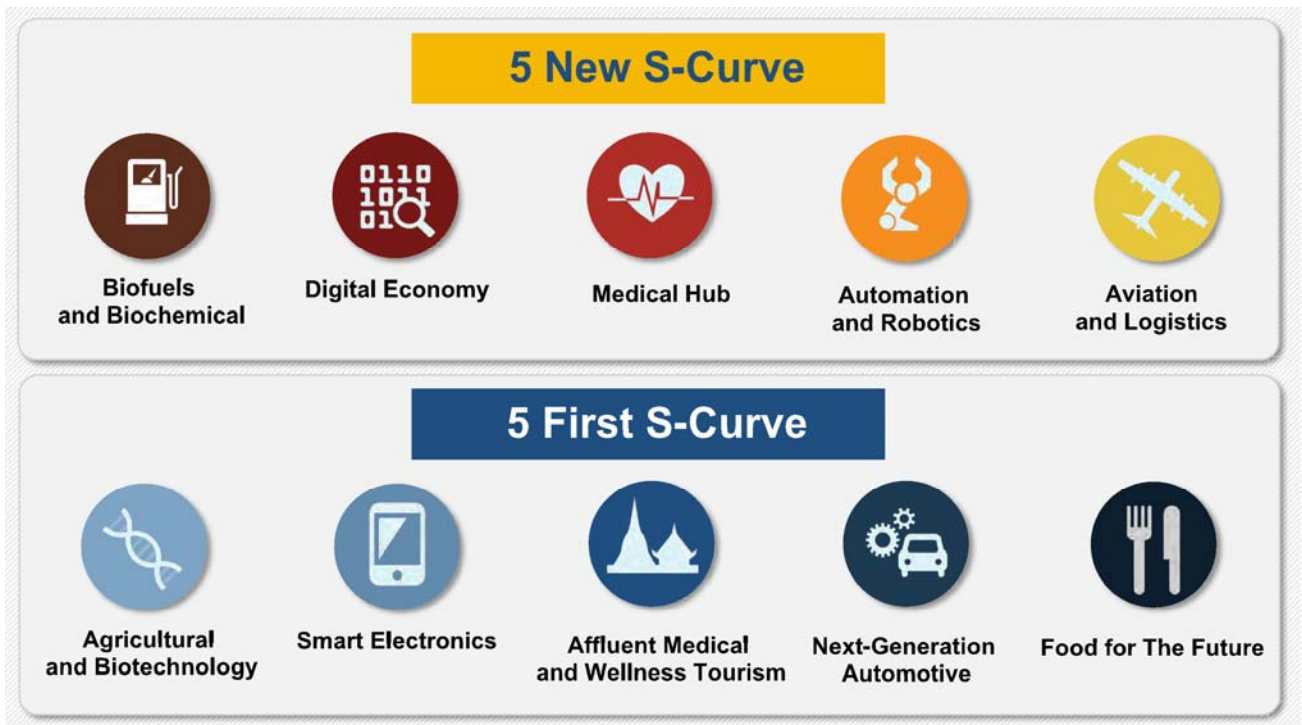
これら戦略の中で、鉄道関連産業に関係するものは2つ目の「国家競争性の増大」となり、その開発ガイドラインの中で成長のエンジンとなり得る将来の産業を創出するための育成対象として“交通と物流の産業とサービス”がそれらの1つに位置付けられている。

なお、“National Strategy 2018-2037”のビジョンを示すものとして、“Thailand 4.0”は国家戦略よりも先に2016年に策定された。これは今までのタイの経済社会を3段階に区分し、今後目指す目標を第4段階として示したものであり（下図参照）、イノベーション、生産性、サービス貿易をキーワードとする付加価値を持続的に創造する社会経済を目指し、国家戦略に沿って経済成長を加速させて先進国入りを果たすというビジョンである。また、ターゲットとする産業として、既存の産業を5業種、将来の産業を5業種と定め、重点的に育成を図ることとしており、広く捉えると鉄道は物流の一部に位置付けられると考えられる。



(出典：タイ投資委員会資料、2017年9月)

図 1-16 “Thailand 4.0” の概念



(出典：タイ投資委員会資料、2017年9月)

図 1-17 “Thailand 4.0”におけるターゲット産業 10 業種

イ 国家経済社会開発計画における鉄道関連産業の位置付けと戦略

次に、20 ヲ年国家戦略の下位にある国家経済社会開発計画は、先の国家戦略を具現化するための 5 ヲ年の行動計画である。最新の“The Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017-2021)” (NESDB、2017年7月)では、計画の目標とターゲット(国家戦略の6つの戦略とほぼ同様)を実現するための10個の開発戦略のうち、戦略7 (Strategy for Advancing Infrastructure and Logistics) に対する開発ガイドラインの中で鉄道関連産業の育成が挙げられており、同産業はタイ国内でも育成が必要な分野と位置付けられている。

具体的には、今後計画されている交通インフラの整備を支える産業の成長を促進する1つの方向性として「輸入品を減らしてタイの経済的な機会を増やすために、国内の鉄道関連産業の育成を促進すること」が掲げられている。これを実現するために、調達方法の改善や技術移転の増加、鉄道関連の人材能力の育成、投資インセンティブの改善、鉄道関連の研究開発の促進が方策として示されている。この部分の抜粋を以下に示す。

< Development Guidelines of the Strategy 7 (Strategy for Advancing Infrastructure and Logistics) > 【抜粋】

- Transportation Infrastructure Development

- Improvement of Supporting Factors for Transportation Infrastructure

1. Encourage the growth of infrastructure-induced industries by:

1) Supporting the research and development of transportation-related technology and innovation

2) Accelerating the development of the domestic rail industry to reduce imports and increase economic opportunities for the country by:

- (1) improving the procurement process for railway infrastructure, system and rolling stock;
- (2) increasing knowledge transfer into and between Thailand's public and private operators;
- (3) increasing the capacity of railway-related human resources in Thailand;
- (4) improving investment incentives for railway-related businesses; and
- (5) encouraging more railway-related research, development, and innovation.

2. Improve transportation management structures

- Logistics Advancement
- Energy Sector Development
- Growth of the Digital Economy
- Water Supply System Improvement

ウ 鉄道関連事業への優遇制度

タイ投資委員会（BOI : Board of Investment）は、2019年1月に鉄道関連産業の育成を目的に新たな優遇措置を発表した。今後、在来線の複線化や電化、高速鉄道も含めて 6,000km 以上の建設が計画されている（現在は SRT の路線網だけで 4,071km）中で、将来的に増加する需要への対応と鉄道システムの輸入の削減のためにタイ国内の鉄道関連産業の育成を目指す。具体的な優遇措置としては、法人税の全額免除期間（5～8年）の後に、3～5年の半額免除期間を設けるとされる。

新聞報道によると、シーメンスが車両組み立て工場の建設に興味を示していることや、ボンバルディアがこの5年でタイ国内での売り上げを10倍に伸びており、ローカルスタッフも大幅に増やしていること、中国やフランスの企業等が高速鉄道の入札に参加する意向であることなどが報道されている。また、先述の将来計画に沿って鉄道の路線網が拡充される中で、今後1万両の車両が必要となるという試算も新聞報道にあった。将来的にも鉄道システムの需要も旺盛であることから、この新たな優遇措置がタイ国内の鉄道関連産業の育成に貢献するものと考えられる。

エ 新たな公共調達方法の提案と鉄道技術研究所設立の構想

タイにおいては、国営企業である SRT がタイ国内の都市間鉄道車両のメンテナンスを行う役割を担っている。ただし、前述のとおり、随時交換が必要な鉄道車両の制輪子の調達は、実態に合わない製品規格によって入札が行われ、なおかつ、価格重視となっていることから、中国製などの低品質・低価格の制輪子しか落札されない状況である。

タイ科学技術省の傘下で技術開発等の役割を担っている NSTDA（National Science and Technology Development Agency）は、近年の中国製などの低品質・低価格の工業製品の流通に関する問題を懸念しており、2017年3月からタイ政府は新たな公共調達方法として”Offset Program”と呼ばれる価格だけでなく、タイへの技術移転・人材育成支援などの提案を点数化して調達先を決められる方式の導入を検討している。

また、NSTDA は、日本の鉄道総合技術研究所をイメージとしてタイ国内の鉄道技術研究所を設立し、鉄道分野の早急な技術向上を図りたいと考えている。

1-2-2 法令等

公共調達法に関して、2017年8月には公共調達法が改正され、公共調達におけるプロセスの透明性が高まったほか、価格重視ではなく、製品のライフサイクルコストを含めた品質も点数化される総合評価方式での公共調達手法が制度化された。ただし、法律が施行されて間もないために、その運用の実績や有効性については慎重に見ていく必要がある。

公共調達法の改正に伴い、公正かつ効率的な公共調達を達成するための各種インセンティブ制度等も政府内で検討されている。現在、政府内では、タイの軍需産品を対象とした Offset Program のような、自国産業への技術移転要素を評価するインセンティブ制度も検討している段階である。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

1-3-1 国の開発協力方針

我が国とタイは、政治、経済、文化等幅広い分野で緊密な関係を築いており、人的交流も極めて活発である。特に、経済面において非常に強い結びつきを有しており、タイにとって我が国は、貿易総額、海外からの投資額及び援助額ともに第一位となっている。タイは自動車産業や電気・電子産業等の一大集積地であり、多くの日系企業が進出する（バンコク日本人商工会議所の会員だけで約1,750社）など、我が国にとっても、重要な経済活動のパートナーである。

タイは中進国入りしたものの、持続的に社会・経済を発展させていくためには、競争力強化を通じた更なる経済成長、環境・気候変動問題、高齢化問題、社会的弱者支援といった国内の課題への取組、2011年の大洪水を踏まえた洪水対策への取組等が必要である。

また、インドシナ半島の中心に位置するタイは、ASEAN 共同体の設立に向け中核的役割を担うとともにメコン地域の発展の鍵となっている。当該地域におけるタイの戦略的重要性を踏まえ、同地域における ASEAN 連結性強化、格差是正といった域内共通課題への取組にタイと協力して積極的に取り組んでいくことが必要である。

2012年には、政治・経済・社会の各分野における二国間並びに地域的及び国際的な問題に取り組むため、両国間の戦略的パートナーシップを更に強化することを両国首脳が確認している。また、援助国でもあるタイと、開発パートナーとして、両国の強みを活用した協力を展開することは、中進国に対する開発協力のモデル構築の観点からも効果的である。

2012年12月に策定された『対タイ王国 国別援助計画』における援助の基本方針（大目標）として「戦略的パートナーシップに基づく双方の利益増進及び地域発展への貢献の推進」が掲げられており、日本とタイの政治・経済・社会面での緊密な関係を踏まえた戦略的パートナーシップに基づき、双方の利益増進につながる協力を推進するとともに、ASEAN・メコン地域の均衡のとれた発展に貢献することが示されている。

さらに、中目標のひとつとして、「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」が挙げられており、日タイ双方の経済・社会面の利益に資するよう、産業人材の育成や日タイ経済連携の強化、我が国の新成長戦略の実現等を通じた競争力強化のための基盤整備、日タイ連携による研究能力向上、研究機関や研究者間のネットワーク強化の支援を行うことが示されている。

1-3-2 本調査の方針

本調査は、中小企業にとっては新たな市場の開拓、タイにとっては新たな産業の創出・産業の高度化に繋がるものであり、先述の国別援助計画における援助の基本方針（大目標）にある「戦略的パートナーシップに基づく双方の利益増進及び地域発展」へ貢献するものである。

また、将来的にはタイを拠点として ASEAN 域内外への部品・技術供給を目指すものであり、協力の成果が他国への協力を活用され、ASEAN 地域の均衡の取れた発展に貢献するものである。

具体的には、先述の国別援助計画に示されている重点分野の1つである「(1) 持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」に関する開発課題（小目標）として『対タイ王国 事業展開計画』（2016年4月）に示されている新成長戦略の実現等を通じた「競争力強化のための基盤整備」、日タイ連携による「研究能力向上、研究機関や研究者間のネットワーク強化」に貢献するものである。また、現在実施されている ODA 事業の効果をさらに発揮させることに繋がることから、「質の高いインフラ輸出」に貢献するものである。

加えて、在タイ日本大使館が掲げる政策目標（2016年11月）の中で、「産業の高付加価値化への協力」「人材育成・研究開発への協力」「質の高いインフラ整備と連結性の向上への協力」にも貢献するものである。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

1-4-1 関連する ODA 事業

タイに対する我が国の ODA は 1954 年の技術協力に始まり、1968 年に円借款、1970 年に無償資金協力が開始（1993 年度をもって一般プロジェクト無償資金協力は卒業）され、タイの経済発展と我が国との二国間関係の発展に貢献してきた。我が国はタイに対する最大の援助国（累計ベース）である。

その中で、タイの鉄道分野における我が国の ODA 事業としては、バンコクのグリーンライン、ブルーライン、エアポート・レール・リンク（以上、実施済）、パープルライン、レッドライン（以上、実施中）が挙げられ、バンコクの都市鉄道整備事業を継続的に支援してきた。また、高速鉄道の北線に位置付けられるバンコク-チェンマイ高速鉄道整備事業（協力準備調査）やバンコク首都圏都市鉄道マスタープラン改定（M-MAP2）（情報収集・確認調査）も現在支援している。

これまでのバンコクにおける都市鉄道の建設資金のうち、タイ政府予算以外の資金に占める我が国の借款の割合は最大であり、そのほとんどが一般アンタイトドである。これら対象路線の車両調達に関して、近年のパープルライン及びレッドラインでは本邦企業連合が受注したが、それ以前はシーメンスが受注していた。

円借款の供与条件が 2017 年 10 月に見直され、ハイスpek 条件（質の高いインフラを推進すると特に認められる案件）では 0.7%、優先条件（環境・気候変動分野）では 1.5%、一般条件では 1.7%（いずれも固定金利、償還 30 年、うち据置 10 年）である。通貨スワップによりパーツ建てになる時点で、優先条件や一般条件の金利では 3.5% 前後となるが、タイの国債金利（20 年：2.94%、2018 年 1 月、タイ中央銀行）よりも高くなる恐れがある。そのため、実質的に市中で資金を調達する場合の条件の方が良くなるほか、タイには様々なファンドが存在して資金の貸し手が多く存在する状況であり、円借款の需要は現時点で多くない。

以上より、我が国が今後支援する可能性が高い事業はハイスpek 条件の適用が可能な案件となり、鉄

道セクターでは高速鉄道の建設事業が該当すると考えられる。

1-4-2 他ドナーの動向

他ドナーの動向としては、中国とタイが結んだ鉄道に関する協力覚書に基づき、高速鉄道の東北線（バンコク～ノンカイ：約 870km）の建設事業が進められている。事業は遅延しているものの、その第 1 区間としてバンコク～ナコンラチャシマ間（約 250km）の設計・施工管理の契約が 2017 年 9 月に結ばれ、最初の区間（約 3.5km）の起工式が 2017 年 12 月に実施された等、建設に向けた具体的な進展がみられる。

このほか、2016 年にはドイツとタイの政府間で鉄道分野の発展に向けた協力支援に関する共同声明（Joint Declaration of Intent, JDI）が結ばれた等の動きもある。

我が国が今後支援する可能性が高い高速鉄道建設事業に関して、中国が支援する事業は既に建設段階に入っており、高速鉄道を支える各種システムや車両において中国の技術が導入されていくこととなる。また、バンコク～ノンカイ間は ADB 等が提唱する大メコン圏の鉄道路線網整備の中で昆明とシンガポールを結ぶ鉄道路線構想の一部であるほか、中国が掲げる一帯一路構想にも関係することから、今後も中国はこのような路線への支援を推し進めるものと考えられる。

以上より、中国が高速鉄道の建設事業で先行する中で、バンコク～チェンマイ間の高速鉄道の建設事業が実際に設計・建設段階に到達するまでに日本の新幹線技術の導入が確実に進められるよう様々な配慮が必要であると考えられる。

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

2-1-1 企業情報

上田ブレーキ株式会社は、表 2.1 に示すように日本国内で 100 年以上の歴史を持ち、その高い品質を誇る鉄道車両用制輪子製造専門メーカーである。また、顧客は JR 各社をはじめ、全国の国内鉄道会社のうち約 90%の企業との取引実績を有する会社である。

表 2.1 上田ブレーキ株式会社概要

項目	概要
創立	明治 43 年 1910 年
資本金	3,000 万円
代表者	代表取締役社長 上田 博之
事業内容	鉄道車両用各種鑄鉄制輪子・鉄道車両用各種合成制輪子・鉄道車両用各種増粘着制輪子・鉄道車両用各種増粘着研磨子・鉄道車両用各種車輪踏面修正子（エメリーシュー）その他関連部品の製造販売
本社・工場	大阪市都島区友渕町 2 丁目 10 番 19 号
東京支店	東京都品川区西五反田 8 丁目 1 番 2 号 第 2 平森ビル 7 階
岡山事業所	岡山県瀬戸内市邑久町北島 338 番地
三田事業所	兵庫県三田市福島 501-66

(出典：JICA 調査団作成)



写真 2-1 三田事務所



写真 2-2 岡山事業所

2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ

上田ブレーキ株式会社は、創業以来 100 年有余の歴史を有する制輪子専門メーカーとしてトップシェアを持つメーカーとして事業を拡大してきた。国内外の具体的な販売実績については、次節で示すが、前述のとおり国内市場としては、約 90%の鉄道事業者、関係企業との取引があり、需要としては飽和しているといわざるを得ない。社業拡大に向け、国内におけるシェア拡大及び保有技術を活用した新たな商品開発・市場創出に加え、海外での製品販売・生産による事業拡大を今後の重要方針の一つとして位置付けている。

海外においては、今後益々鉄道ネットワークの構築が唱えられており、我が国も海外支援の大きな柱のひとつになっており、車両メーカーの海外展開も増えつつある。このような中、海外における競争力を保ちつつ、日常の安全運行の確保に直結する保守部品を所要の性能を保ちつつ安定供給することは、鉄道先進国である我が国の責務であるといっても過言でない。

上田ブレーキ株式会社が保有している技術である鉄道車両用制輪子は、主に材料や適用範囲から鑄鉄制輪子と合成制輪子に分類され、さらに鉄道車両用製品として製造している研摩子と呼ばれる新幹線用の部品があり、これら製品はいずれもタイヤにおいて展開の可能性を有している。ビジネス展開の方針は、鑄鉄制輪子の普及・現地製造等による市場参入を足がかりとし、高速鉄道の導入など将来に向けた合成制輪子、研摩子等の市場開拓の基盤をつくることである。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 鉄道用制輪子

制輪子（Brake shoe）は、鉄道車両のブレーキ装置の一部であり、車輪踏面やブレーキディスクに押し付けて摩擦により制動力を得る部品である。

車輪踏面ブレーキは、ブレーキが掛けられると車輪の踏面に制輪子が押し当てられる。これにより制動力を得るだけでなく、車輪の踏面を擦ることにより、その表面を綺麗に整える効果もある。踏面ブレーキ用の制輪子は当初は木で作られていたが、現代では「鑄鉄制輪子」、「合成制輪子」、「焼結合金制輪子」などが用いられている。

鑄鉄制輪子は鑄鉄で作られており、安価でブレーキ効果に優れ、天候によるブレーキ効果の変化が少なく、粘着係数が高いこともあり古くから広く用いられている。欠点としては、摩耗量が多く他の制輪子に比べて頻繁に交換が必要であること、及び制輪子そのものの重量が重いことである。また速度によってブレーキ効果が大きく変動し、高速域では効きにくく、低速になるに従って急激にブレーキ効果が高くなるため、高速鉄道では扱いにくいことも挙げられる。一方、摩耗量を減らすためにマンガンやクロムを添加した特殊鑄鉄制輪子がある。この制輪子は、高速域での摩擦特性が改善されており、高速鉄道や降雪地域などにおいて広く採用されている。

合成制輪子は、合成樹脂に金属粉末や黒鉛を混合して加熱整形した制輪子である。普通鑄鉄制輪子の3分の1ほどの重量であるため、軽量であること、摩耗量が少なく、速度による摩擦係数の変化が少なく高速域にも対応できることが特徴である。

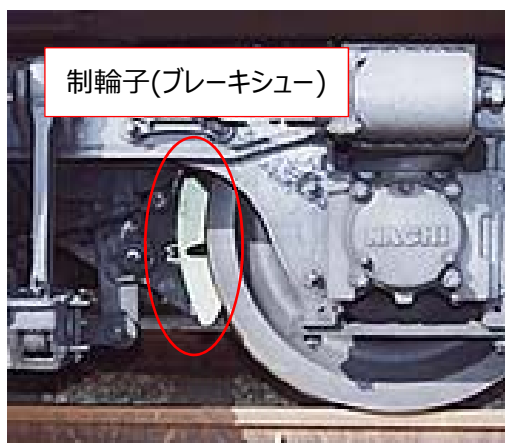
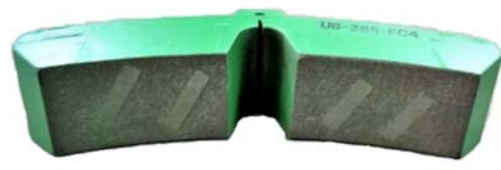


写真 2-3 鉄道車両用制輪子



鉄道用制輪子（鋳鉄制輪子）



鉄道用制輪子（合成制輪子）

写真 2-4 鉄道車両用制輪子

本調査において提案している製品は、「鋳鉄制輪子」及び「合成制輪子」である。

「鋳鉄制輪子」は、電気炉等で鋳鉄、鋼材、合金等を溶解して製造するものである。鋳鉄制輪子の主な特徴は、相手材である車輪の摩擦面（踏面）が粗状となり、粘着特性にすぐれ、天候に左右されず、鉄道車両の高い制動力とブレーキによる車輪への影響が少ないことである。このため、ディーゼル車両、環境の厳しい山間部の鉄道車両、中低速の地方鉄道の車両等に主に用いられている。

また、「合成制輪子」は、金属粉末、合成樹脂、無機材を主体とし、加熱加圧成型された中高速の電車、都市圏の高速大量輸送用車両に用いられているものである。合成制輪子の主な特徴は、高摩擦係数を実現する材料設計が可能であり長寿命化も加味でき且つ、鋳鉄に比べ軽量なことである。

2-2-2 製品技術のスペック・価格

提案製品の国内スペックは、JRS（日本国有鉄道規格）が基本になっている。現在、JRS は廃止されているが、実質的には、そこで定められた規定を準用して製品が製造されている。

表 2.2 製品技術のスペック

製品	スペック（種別など）
鋳鉄制輪子	1)普通鋳鉄制輪子：片状黒鉛が晶出した組織をもち、特殊元素を配合していない一般鋳鉄で製造した制輪子 2)高磷鋳鉄制輪子：普通鋳鉄制輪子に比較し、磷の添加が多い制輪子 3)特殊鋳鉄制輪子：普通鋳鉄制輪子に比し、磷が比較的多く、その他特殊元素の添加が行われている制輪子（JRS には、1 種、2 種、3 種が規定されている） ・1 種：一般用（最高速度 95km/h 以下の車両用） ・2 種：高速用（最高速度 95km/h を超えて運用する車両用） ・3 種：機関車用
合成制輪子	合成制輪子スペックを規定した JRS には 1～6 種のタイプがある。 ・1 種：高速用（最高速度 95km/h を超えて運用する車両用） ・2 種：一般用（最高速度 95km/h 以下の車両用） ・3 種：通勤電車用（減速度が高く、ブレーキ頻度の高い車両用） ・4 種：耐雪用（雪や水が介入しても摩擦係数が低下しない制輪子） ・5 種：気動車用（低摩擦係数のもの） ・6 種：制動分担式（踏面、ディスク制動分担式ブレーキ機構をもつ車両の踏面に使用するもので、制動力のほか粘着を増大させる働きをもつもの）

（出典：JICA 調査団作成、ただし日本国有鉄道規格 JRS を編集）

制輪子の国内販売単価は、鋳鉄制輪子が約 4,500 円/個程度、合成制輪子が約 6,000 円/個程度である。

タイ国内においては、鋳鉄製品の製造を行っていることは確認しており、現地生産を実現することで、50%程度のコストダウンを想定している。

2-2-3 製品・技術における特許

上田ブレーキ株式会社が取得している特許について表 2.3 に示す。

表 2.3 上田ブレーキ株式会社の特許取得実績表

特許番号	特許の名称
284860	制輪子用合金鋳鉄
844315	制輪子用合金鋳鉄
897399	鉄道車両用鋳造アルミ合金制輪子
816038	ブレーキ・シュー
850545	制輪子用合金鋳鉄
1118044	鉄道車両用鋳造合金制輪子
1105058	増粘着部材を有する鉄道車両用合成制輪子
審査請求中	弾性体介装型合成制輪子
審査請求中	鉄道車両用制輪子

(出典：JICA 調査団作成)

2-2-4 国内外の販売実績

上田ブレーキ株式会社の国内販売実績は、JR 各社、私鉄各社、車両メーカー各社、自治体交通局等、100 社以上の納入実績を有する（表 2.4 参照）。また、国外についても表 2.5 に示すように、これまで多数の納入実績を有する。

表 2.4 国内の販売実績

納入先別売上金額推移（千円）				主な納入先（順不同）
会社名	2015 年度	2016 年度	2017 年度	
JR グループ	1,176,371	1,102,124	1,165,412	北海道旅客鉄道株式会社 東日本旅客鉄道株式会社 東海旅客鉄道株式会社 西日本旅客鉄道株式会社 四国旅客鉄道株式会社 九州旅客鉄道株式会社 日本貨物鉄道株式会社 京浜急行電鉄株式会社 京成電鉄株式会社 京王電鉄株式会社 東京地下鉄株式会社 東京急行電鉄株式会社 東京都交通局 名古屋電鉄株式会社 阪急電鉄株式会社 阪神電気鉄道株式会社 大阪市交通局 京阪電気鉄道株式会社 南海電気鉄道株式会社 西日本鉄道株式会社 株式会社総合車両製作所 日本車輛製造株式会社 近畿車輛株式会社 川崎重工業株式会社 北大阪急行電鉄株式会社 他 約 100 社以上
大手民間鉄道	503,981	510,029	428,591	
車両メーカー	76,041	49,969	52,297	
その他	270,451	275,370	300,794	
合計	2,026,844	1,937,492	1,947,094	
製品別売上金推移（千円）				
鋳鉄制輪子	488,314	473,312	461,975	
合成制輪子	999,305	930,861	856,192	
研磨子	510,222	503,327	597,122	
その他	29,003	29,992	31,805	
合計	2,026,844	1,937,492	1,947,094	

(出典：JICA 調査団作成)

表 2.5 海外輸出の実績

年月	国名	製品名	個数	経由メーカー	備考
2017年6月～	インドネシア	合成制輪子	約 850	日本車輛	MRT ジャカルタ 継続使用中
2006年4月～	台湾	研磨子 U3-B 形	約 3,000	近畿車輛	台湾在来線特急 継続使用中
2005年12月	中国	研磨子 V6 形	約 4,000	KYB	中国新幹線
2003年9月～	台湾	研磨子 V1 形	約 90,000	KYB	台湾新幹線 継続使用中
2001年1月	エジプト	合成制輪子 UB-121	約 3,000	近畿車輛	カイロ地下鉄
～1993年7月	タイ	鑄鉄制輪子タイ DEL	約 1,000	川崎重工	
1988年8月	ビルマ	鑄鉄制輪子ビルマ DL	約 1,000	川崎重工	
1988年8月	マレーシア	鑄鉄制輪子マレーシア	約 1,000	川崎重工	
1988年3月	スーダン	鑄鉄制輪子スーダン DEL	約 1,000	住金・東芝	
～1988年10月	中国	鑄鉄制輪子中国 EL	約 4,000	川崎重工	
～1986年7月	インドネシア	鑄鉄制輪子インドネシア	約 1,000	川崎重工	
～1985年10月	ソ連	鑄鉄制輪子ソ連	約 1,000	富士重工・住金	

(出典：JICA 調査団作成)

2-3 提案製品・技術の現地適合性

2-3-1 現地適合性に関する基本的な考え

基本的に上田ブレーキ株式会社が、これまで様々な気候・使用条件下の日本全国の鉄道事業者へ提供してきた製品の製造ノウハウ、及び高い品質管理技術を活かし、熱帯地域や局所豪雨など気候の影響が大きいタイの鉄道車両の特性に合致して、高い耐久性を有する制輪子の開発と現地生産・供給体制を構築することで、品質・ライフサイクルコストで競争力のある製品を供給できる現地適合性を有するものとする。

一方、海外メーカーの制輪子の販売方法はカタログ販売が主であり、現地仕様を考慮していない。タイにおける鑄鉄制輪子は、主に SRT の自社製造品、あるいは中国製の低品質・低価格の製品が用いられており、その調達にはほぼ価格のみで評価されるため、鉄道の安全性の低下が懸念されている。また、欧米企業製品も現地で使われているが、ブレーキシステムとのセット販売のため、高価なものになっている。

ユーザー側に対するこれらの理解を得るために、JICA 調査団の現地調査の度に、タイ国内の鉄道部品の主なユーザーである SRT の車両部門の責任者と面談し、以下の説明による製品紹介や議論を通して確認を行った。なお、現地適合性に関するさらに詳細な検討を行うために必要な技術情報の提供依頼を SRT に行っている。

また、現地生産をするために必要な原材料の供給状況や、品質管理体制が整っている企業の有無について調査を実施した。

ここで、特に原材料に関しては、国内に高炉や電気炉から鉄鋼製品を供給できる製鋼会社が存在しないタイでは、使用後の鑄鉄制輪子はリサイクル可能な重要な材料であるとする。これらを有効活用し、継続可能な生産体制は求められる姿である。また、使用後の制輪子が廃棄物にならないことは、理想的な再利用手法と言える。

2-3-2 現地適合性確認結果（技術面）

（1）技術面の適合性確認に関する考え方

本調査での技術面での適合性確認については、SRT の協力を得て、車両諸元などの技術情報の収集、現用制輪子の入手による化学成分分析、SRT が現在行っている高速車両を用いた制輪子性能試験への試用品提供による基本性能の確認を行おうと試みた。

しかし、SRT との覚書締結の進行状況により、試用品提供による基本性能の確認は断念した。また、車両諸元などの技術情報については提供待ちである。

ここでは、技術面の適合性確認として、これまでに行った現地調査及び現用制輪子の化学成分分析結果について以下に示す。

ア SRT マッカサン工場での製造の現状

マッカサン工場での鑄鉄制輪子の製造の現状は、設備の老朽化により生産能力が著しく低下し必要数を賄えていない状況である。

生産技術的な視点で工場を見ると、調達基準では鑄鉄制輪子の化学成分が定められているが、それらを確認する分析機器類を保有していない。

このほかにも、原材料を計量する秤量機器類が見当たるところがなく、鑄鉄制輪子の硬さを測定する硬さ測定機も見当たらなかった。



写真 2-5 キュポラの稼働状況



写真 2-6 造形金型

工場見学の中で、設備の老朽に伴いラインの停止が多く発生していると聞いた。しかし、製造ラインでは清掃されている様子になく、メンテナンス状態が悪いことも稼働率の悪さを助長していると思われる。



写真 2-7 製造ラインの一部（不用品が雑多に放置されている）

必要な原材料の管理状態も悪く、鋼製の箱の外に材料がはみ出していた。質疑の中ではそれらは恒常的に使用されているとのことであった。このあたりの気概は重要保安物品である制輪子を製造している職場のそれではないと感じられた。



写真 2-8 原材料（コークス）



写真 2-9 原材料（Fe-Si）

造形機は型番が不明であるが本邦の設備メーカーである新東製。砂で固めた型の内部に鋼製の部品を挿入している。部品の前処理は無く、注湯による熱影響が心配される。



写真 2-10 造形機



写真 2-11 造形作業



写真 2-12 制輪子金具

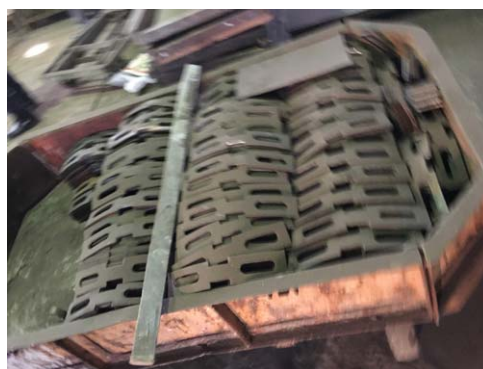


写真 2-13 制輪子プレート

造形機により造られた砂型内部に溶湯を流し込み、鑄鉄制輪子が製造される。砂型内部で冷却された制輪子は砂型と分離され、ショットブラスト内部で制輪子表面に付着している鑄型の砂を除去する。マツカサン工場でもこのような行程を経ているが、製品外観は歪なものも散見され、砂落ちの状態も悪い。



写真 2-14 解枠後 1



写真 2-15 解枠後 2



写真 2-16 ショット後1



写真 2-17 ショット後2

ショット(造形に用いた砂を冷却後の鑄鉄製品表面から除去する作業)後の状態を写真 2-14,15 に示す。鑄鉄制輪子に凹部が生じているものも見られる。これらは充填不良や注湯時に巻き込んだ空気が上手く排出されないなど複数の要因が考えられる。その一つとして写真解砕後2にみられる注入口(セキ口)が小さいことも考えられる。制輪子の体積とも関係するが、一般的な機械鑄物に比べ鑄鉄制輪子の素材は合金添加量が多く溶湯の粘性が高くなることも考えられる。このあたりの、バランスを考慮し金型設計することが製品の出来栄に左右する為重要な設計要素である。

そこで、具体的にこれら課題の改善を把握するための指標としては、制輪子の購入品における粗悪品の割合の低下やSRTの制輪子の製造能力の向上等が直接的な指標になり得ると考える。また、間接的には、車両の故障に起因する事故件数や列車の定時運行率なども指標になり得ると考える。

さらに、化学成分(添加材量)の管理は制輪子に求められる摩擦摩耗性能に大きく関与する部分であり、設備が老朽化し操業に影響が出ているマッカサン工場では不安を感じる。

溶解炉にキュボラ(熱源にコークスの燃焼熱を利用した縦型溶解炉)を使用しているため、合金鉄の歩留まりや溶解された鑄鉄材料(溶湯)の成分管理は容易ではない。それに加え、溶湯成分を確認する分析機器を保有していないことは現代の製品管理において考え難い。キュボラを用いた溶解の特徴は、炉頂から原材料を投入し下部で燃焼しているコークスを熱源としている。燃焼しているコークスに接触しながら溶湯が滴流することで炭素を吸収し鑄鉄となる(学術上鑄鉄の炭素量2.14~6.67%)。

流出しているスラグを見る限り粘性が高い様にみられる。工場内で質問した際、「石灰系副資材~~を~~を使用している」との言もある。使用されている原材料の管理も良くなく、露天保管による錆の発生が見られている。スラグの粘性が高いとキュボラの操業に影響を与えることから、使用原料に鉄酸化物(正確には錆は水酸化物の分類)が多いため石灰(CaO)を使いスラグの粘性を下げるには止むを得ない処置であると想像する。

化学成分の調整はキュボラ溶解では困難で、キュボラを出た溶湯を「前炉」(キュボラより排出された溶湯を溜めることで溶湯の均質化を図る容器)で受け、取鍋へ分湯し鑄型へ注湯し鑄鉄制輪子を製造する。キュボラは連続溶解でありバッチ毎の処理は不可能であり造形作業からの鑄型供給が伴わないと工場全

体の操業が困難になる。



写真 2-18 古制輪子



写真 2-19 副資材



写真 2-20 キュポラでのスラグ排出の様子



写真 2-21 前炉

イ KMUTT との連携

現地での材料開発などを検討する為、キングモンクット工科大学トンブリ校 (KMUTT) と面談・協議を実施した。同校は小型のキュポラと高周波電気炉及び、発光分光分析器を保有しており材料開発を行う上で必要な設備が整っていることが分かった。KMUTT と共同し材料開発を行うことは、タイにおいて持続的に材料開発が可能な環境への後押しとなる。また、鑄鉄制輪子は単に鑄鉄系材料というものではなく「摩擦材」として考えなければならない。相手材は車輪であり、レールと転動している「踏面」が制輪子の作用面となる。このため、通常使用以外で発生した摩擦熱による過大な熱エネルギーを局部的に車輪に与えることは、車輪の材質変化を促し車輪踏面表層を損傷させてしまう恐れがある。このような事象が車輪踏面に発生すると、部分的な剥離などが生じ本来は円筒状である車輪が多角形様となり、円滑な転動を阻害する。車輪自身の損傷も助長するが、軸受けなど台車 (走り装置) への影響も大きくその結果重大な車両故障を引き起こす原因になりかねない。KMUTT であれば、民間企業と異なり「制輪子」の性能ばかり追求せず、相手材である車輪への影響も考慮した、タイで使用する上で最適な材料開発が可能と考えられる。このようなことから、KMUTT と連携することは、タイ政府が希望している鉄道関

連技術者の育成や、国内で鉄道関連産業の振興という課題へ貢献が可能と考えられる。開発した技術を民間企業に移管する際にも、単に日系企業と協業し技術移転するのではなく、タイ国内で技術開発した要素を民間に移管するという意味は小さくない。



写真 2-22 溶解試験設備全景



写真 2-23 小型キュボラ



写真 2-24 小型高周波電気炉

(2) 現用制輪子の成分

SRT マッカサン工場製と SRT が入札で購入している鑄鉄制輪子を手し、化学成分分析をおこなった。入手した鑄鉄制輪子は全長が 250mm であるが、320mm 程度の大きなタイプも使用されている。材質は、両者同じであるが、車両形式により使い分けている。入手した数量は、それぞれ 1 個ずつである。主要部分の寸法を表 2.6 に示す。

表 2.6 鑄鉄制輪子寸法測定結果

	寸法測定箇所							
	A	B	C	D	E	F	G	H
図面表記	54	32	16R	35	8	250	170	45
マッカサン	測定不可	測定不可	OK	測定不可	9.15	250.11	179.83	46.69
VKC	53.56	31.06	OK	36.40	9.33	250.88	179.74	43.76
	I	J	K	L	M	N	O	P
図面表記	40	25	78	560R	76	22	24	8
マッカサン	39.54	21.78	77.12	OK	80.59	測定不可	測定不可	6.76
VKC	39.87	23.06	71.05	OK	76.94	23.06	22.84	6.62
	Q	R	質量(kg)					
図面表記	68	12R	-					
マッカサン	67.44	OK	6.67					
VKC	70.33	OK	6.53					

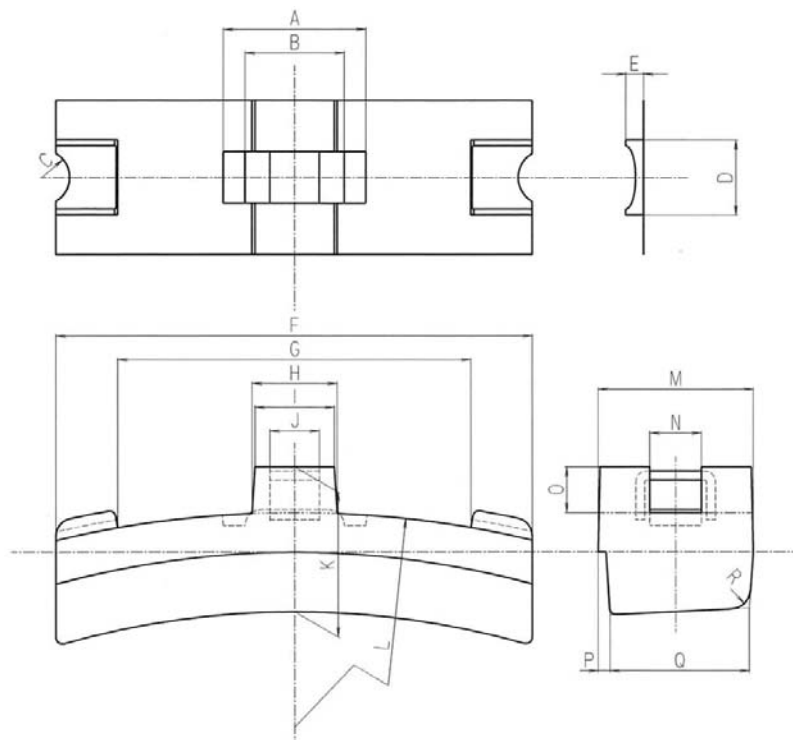


図 2-1 鋳鉄制輪子寸法測定箇所

表 2.6 中に朱書きで測定不可と記した部分は、マッカサン工場製で形が歪で測定不可能な箇所である。写真で見て取れるように購入品では受け入れ難いような様相である。



写真 2-25 マッカサン工場製鋳鉄制輪子外観



写真 2-26 VKC 製（入札購入品）鋳鉄制輪子外観

外観の良し悪しは歴然としており、VKC 製では製造管理番号と思われる 6 桁の数字も製品に表記されており、製品としての品位も感じ取れる。制輪子表面の状態も大きく異なり、マッカサン工場製では工場全体のタイミングで溶湯温度が変化し、湯流れの悪さによる形状不具合が生じていると思われる。操業の影響は製品品質に大きく影響し、特に金属組織との関係は顕著である。鋳鉄は含有する炭素が冷却時に晶出（析出）し、金属組織中に固体且つ単体で存在していることに特徴を持つため、適切な温度で溶解され型に注湯されない場合には、炭素の析出を阻害することや鉄-炭素が結合することで意図しない金属層が現れることも考えられる。そのような場合には、金属組織や硬さは想定している値や様相と異なったものになってしまう。今回調査した金属組織と切断面硬さを次に示す。金属組織では、マッカサン工場製に純鉄に近く柔らかいフェライトが散見され、表層では析出している黒鉛も中央部に比べ小さいことが見られた。一方、VKC 製は表層近くでも黒鉛の析出は大きく、全体にフェライトの析出も見られなかった。



写真 2-27 マッカサン工場製材質調査位置



写真 2-28 VKC 製摺動面表層材質調査位置

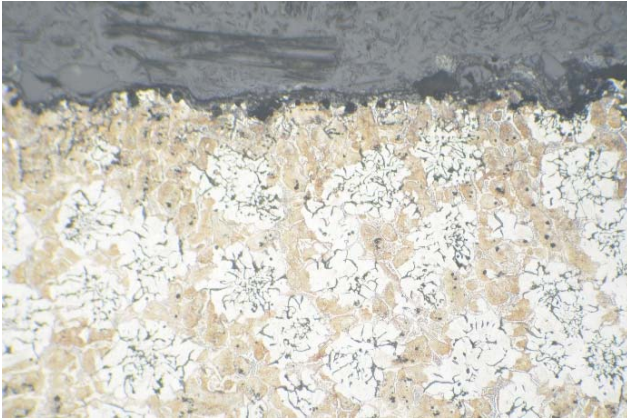


写真 2-29 マッカサン工場製表層部角

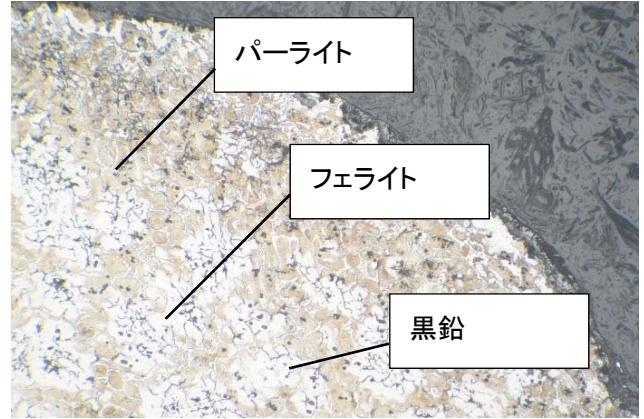


写真 2-30 マッカサン工場製摺動面表層

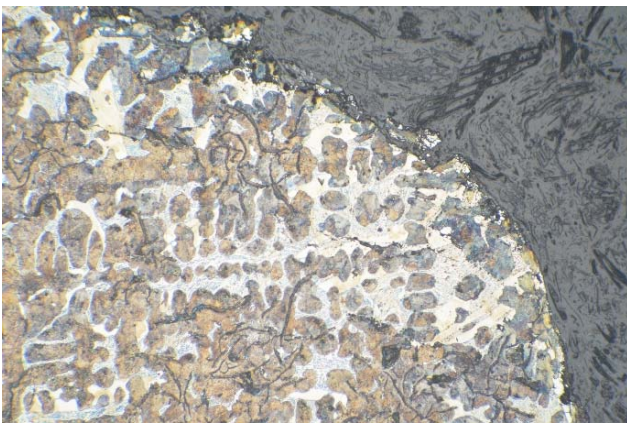


写真 2-31 マッカサン工場製中央部

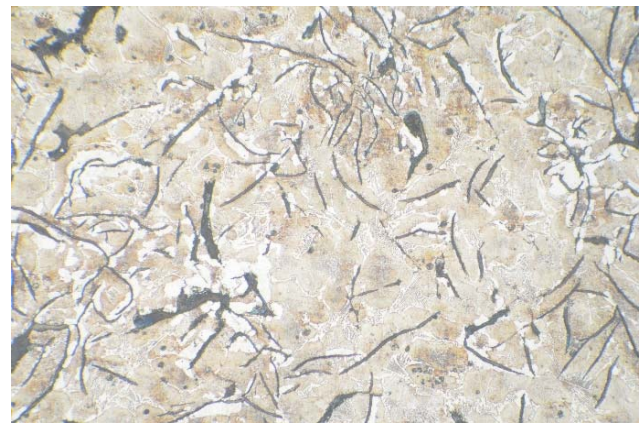


写真 2-32 VKC 製表層部角

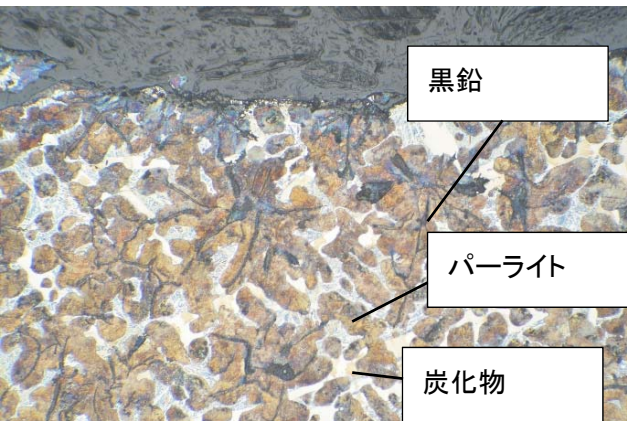


写真 2-33 VKC 製摺動面表層部

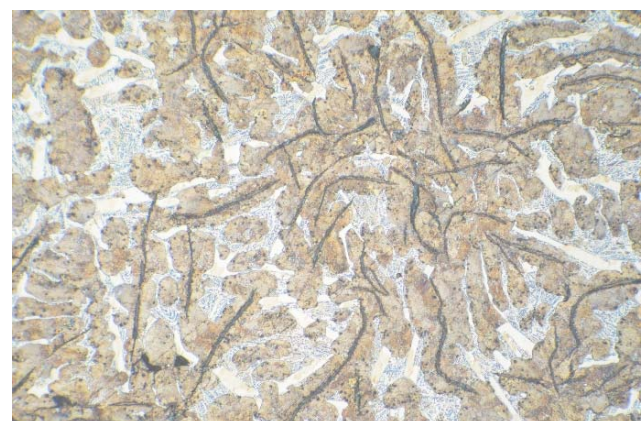


写真 2-34 VKC 製表層部角

硬さに関しては、金属組織に関係しているため、前述の写真に示すフェライトが析出していることやパーライトと炭化物の割合、黒鉛の析出などにより、ある程度決定される。制輪子の切断面硬さの測定結果を下表に示す。マッカサン工場製の方が低い硬さを示している。



197	179	192	201
190	170	170	197
209	179	167	207

(出典：JICA 調査団作成)

図 2-2 マッカサン工場製硬さ測定位置と測定結果(HBW10/3000)



265	255	258	255
265	251	255	269
302	269	269	269

(出典：JICA 調査団作成)

図 2-3 VKC 製硬さ測定位置と測定結果(HBW10/3000)

日鉄住金テクノロジー株式会社に委託し、化学成分を調査した結果を表 2.7 に示す。

表 2.7 化学成分測定結果

	化学成分値 (%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
マッカサン工場製	3.16	1.52	0.48	1.86	0.059	0.11
VKC 製	3.23	1.75	0.47	1.62	0.036	1.46

(出典：JICA 調査団作成)

入手した SRT の図面の記述は次のとおりである。

- 1) ALL DIMENSIONS GIVEN ARE FINISHED SIZE
- 2) MATERIAL FOR MARK ① SHALL BE GRAY CAST IRON (FC-20) TO JIS G 5501(1956) or HIGH PHOSPHORUS CAST IRON (P=2.5~3.5%)
- 3) COEFFICIENT OF FRICTION :0.13

この中で、「HIGH PHOSPHORUS CAST IRON (P=2.3~3.5%)と材質が明記されているが実際には両者ともに2%に満たない値である。

(3) 現用制輪子に対する位置づけ

SRT の実車による上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪子を用いた現地性能試験は、覚書の締結に時間を有したため実施できなかった。このため、摩擦性の優位性は実証できてはいないが、マッカサン工場見学を通じて、挿入する部品の管理状態や、化学成分の確認を行わないなど、製品の設計思想が確認できなかった。これは設備の老朽化に伴い生産管理が十分できないことなど、仕方のない一面もあるが、例えば、挿入する鋼製の部品の意図を管理状況から感じ取れないなどがある。

鋳鉄制輪子はブレーキ力が必要であるため多くの合金を含む鋳鉄材であり、普通機械鋳物より靱性は低くなる。繰り返し使用される中で、時には高温の摩擦熱に晒されるなど使用環境は厳しい。特に、熱や制動作用時の衝撃や走行に伴う振動を常に受けているため、亀裂発生は常態化するものである。しかし、万が一にでも落失はあってはならないため、それを防止するために鋼製パーツを鋳包んでいる。靱性がある鋼においても鋳鉄の溶解温度(1400~1500℃)を受けるなどで金属組織が変化し、脆化する可能性が高い。それゆえ、管理状態には十分気を配ることが必要であるが、そのあたりをSRT側が理解しているようには面談の中からはくみ取れず、製造現場においても同様であった。日本では国有鉄道時代より研究所が設立され、鉄道技術の向上、安全の探求を行うとともに工場部門はそれに応えるべく研鑽し、設計思想や製造モラルを今日まで引き継いできたものである。しかしながら、SRTには牽引すべき研究所が国鉄設立よりないことが、今日の体制に影響していると思われる。

(4) 制動距離に関する検討

ア SRTでの使用鋳鉄制輪子

SRTは、現在、非定期にマッカサン工場製の鋳鉄制輪子及び現在の購入品のブレーキ距離に関する性能試験を、韓国製車両(ADP60)を用いて実施している。その結果概要(120km/hからの制動距離)を表2.8に示す。

表 2.8 SRTにおける制動試験結果の概要

使用鋳鉄制輪子	制動距離 (m)
マッカサン工場製造品	912
購入品	850
購入品	850

(出典：JICA 調査団作成)

イ 上田ブレーキ株式会社製による比較試験

SRTによる制動試験結果及び韓国製車両(ADP60)の車両諸元について、2017年11月の第2回現地調査時にSRTから情報提供がされた。このため、実物大ブレーキ試験機を用いて、これらに呼応する試験条件により、上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪子の性能の概略の比較を行った。実物大ブレーキ試験機の試験条件を表2.9に示す。

表 2.9 実物大ブレーキ試験機の試験条件

項目	内容
試験機	実物大ブレーキ試験機
慣性モーメント	1300kg・m ²
制輪子押付方式	両抱
車輪	一体圧延車輪 STY-80W-2S
空走時間	設定圧力の 65%迄達する時間が 1 秒
押付力	24.5kN×2
制動初速度	35,65,95,110,125(km/h)
車輪温度測定位置	車輪側面より 50mm 且つ摺動面より 10mm 下
試験開始車輪温度	車輪温度 60℃以下
試験回数	各速度 5 回
試験順序	35→65→95→110→125km/h

(出典：JICA 調査団作成)

上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪子による実物大ブレーキ試験では、満車時（満員乗車時）に対しての制動距離は 650m となることが得られた。

SRT による現車制動試験は定員に満たない試験条件であるとされるため、制動距離に関しては有利となる。一方、ブレーキ力が加わるまでの空走距離を考える必要があるが、空走時間を 6 秒（時速 120km/h の走行距離 200m に相当）としても、実物大ブレーキ試験の結果から、上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪子は、表 2.8 に示した購入品より短い制動距離で停止でき、必要十分な性能となるものと考えられる。

次に、上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪子の化学成分代表値を表 2.10 に示す。

表 2.10 上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪子の代表化学成分値

	化学成分値 (%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
JR 向汎用品	3.0	2.0	1.2	1.9	0.1>	0.5

(出典：JICA 調査団作成)

JR 各社等向けの実績などを考慮し、本邦内で運用されている気動車特急用鋳鉄制輪子の材質が上記表に示すものである。特徴としては燐 (P) を多く添加することでブレーキ材として重要な摩擦係数を付与し、Mn と Cr で摩耗特性を考慮している。表 2.9 に示す実物大試験機の試験条件に基づいた試験を行った結果を次に図示する。実際の鉄道車両では、100km/h 以上からの非常制動（機械ブレーキ装置のみのブレーキ扱い）では空気圧を増圧し、高速度域での制動力（減速度）を確保するのが常である。しかし、本試験ではその部分を加味せず、1 ブレーキ装置で 24.5kN の押付力を与えるのみの試験である。試験装置では条件が分かれば、現車同様の増圧を付与することも可能であるが、SRT のヒアリングでは情報提供がされなかったため、このように条件を設定した。実際の車両で増圧がされていればより短距離で車両を停止することが可能である。また、高速で走行している車両を停止させるためには作用面に発生する摩擦熱も大きなものとなる（表中参照）。試験最高速度 125km/h 後の上田ブレーキ株式会社製の鋳鉄制輪

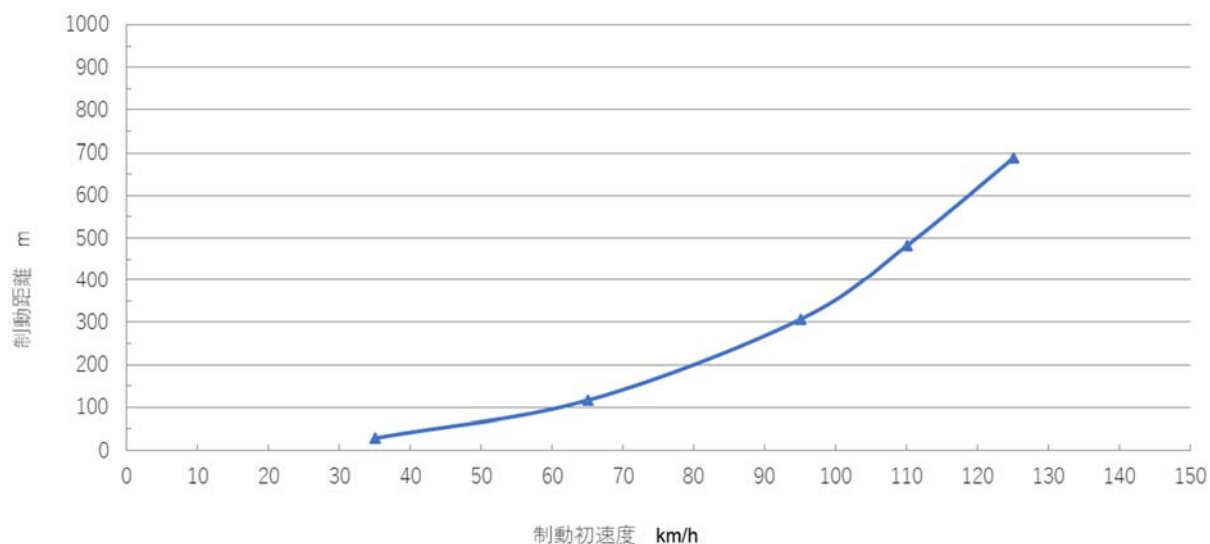
子摺動面を添付している。摩擦熱により青く変色している部分が確認できるが、その近辺において大きく開口している亀裂の発生は無く負荷の高い使用条件下でも安心して使用できる材質であることが見て取れる。

表 2-12 の結果から、現車において 120km/h からのブレーキ試験で 800m 以内での停止は可能と考える。

表 2.11 摩擦試験結果

押付力 (kN)	制動初速度 (km/h)	制動距離 (m)	平均減速度 (km/h/s)	平均摩擦係数 (fms)	車輪温度(°C)		制輪子温度(°C)	
					開始	最高	開始	最高
24.5 × 2	35	28.75	5.79	0.235	32.5	41.4	43.6	83.4
	65	116.53	5.00	0.201	32	67.3	57.5	210.3
	95	307.34	4.61	0.161	41.6	117.0	56.4	299.1
	110	483.06	3.45	0.136	42.4	142.2	56.7	453.2
	125	689.29	3.12	0.124	35.1	130.0	56.8	598.3

(出典：JICA 調査団作成)



(出典：JICA 調査団作成)

図 2-4 制動初速度（試験速度）と制動距離



写真 2-35 最高速度からの試験後制輪子摺動面

(5) 現地製品試験能力

マッカサン工場以外の現地鑄鉄製造企業を訪問したところ、品質が安定した企業が存在することを把握した (Thai Heng 社)。キュポラ溶解ではなく高周波誘導炉にて溶解し、造形機も最新型ではないものの管理状態が良く生産には問題ないと考えられた。工場は2014年に新設しているとのことで設備面では問題ない。造形機は日本の新東工業(株)製 HSP-10 型で上田ブレーキ株式会社同様に造形型は上下分割方式である。造形にはアルミ型を用いており、困難な形状でない限り社内保有の加工機器で自作できるとのことである。成分管理のための発光分光分析装置や金属組織確認のための装置一式 (金属顕微鏡及び試料研磨装置)、硬さ測定機を保有し日常的に稼働している様子が見られた。但し、成分分析では鑄鉄制輪子に含まれる磷 (P) が一般の鑄鉄材には意図的に添加されることが少なく、値を決定する検量線が高値側で不十分であると考えられる。三次元測定機も保有しており技術的にも向上し新しいものへの取り組む社風が感じられた。ブレーキシュー用の鑄鉄素材を製造する為、一般的な機械鑄物素材と異なり、多種類の添加物を使用する為成分管理などが難しいが、分析装置を保有している為、上田ブレーキ株式会社からの技術指導を実施することで鑄鉄制輪子に関する品質管理は可能と感じた。



写真 2-36 同型の造形機と分析機器 (新東工業 (株)、Thermo Fisher Scientific の HP より)

現時点では、十分な技術仕様書も入手できていないが、本調査以前に SRT より鑄鉄制輪子の一部の図面を入手している。図面には、磷の添加量や摩擦係数が記載されている。しかしながら、マッカサン工場製や入札購入品においてもその成分値を満足するものではない。これも前述のとおりであるが、寸法においても満足できるものではない。形状が歪であることは必要な強度が保証されていない箇所も生じることや、使用中に不測の事故を招きかねない事柄である。

2-4 開発課題解決貢献可能性

2-4-1 貢献可能性の基本的な考え方

鉄道用鋳鉄制輪子の製造については民間企業との連携を考えており、現地調達可能な原材料を用いた摩擦材としての鋳鉄材の開発には KMUTT と共同で行うことを目指す。大学と連携することで現地での技術力向上を図り、民間企業のみでは地道な調査やそれらを根拠とした知見の蓄積をタイとして共有できないと考える。我々の目的は自社が新たな市場を開拓若しくは参入することで利益を得ることも重要であるが、課題解決を望む近隣国の技術支援も重要と考える。現地ではこれまでに専門メーカーが不在であるため、欧州企業などからの提案に準ずるしか技術導入ができなかった。しかし、我々からの技術導入が呼び水となり鉄道関連産業が根付くことで、必要な技術力が醸成し設計思想を自ら持つことで諸外国の技術者と、自国に必要な技術を議論することが可能となる。そのような基盤は、自国での問題は自国技術で解決可能となり、それは継続可能な開発が可能となると考える。また、このことが我々の提案する鉄道関連裾野産業育成の具体例となり、その他多くの鉄道技術を支える産業育成の先駆けとなると考える。

2-4-2 具体的な貢献可能性

案件化調査を通して、科学技術開発当局や鉄道事業者（NSTDA、TISTR、SRT）の技術評価体制の構築と評価能力の向上の重要性、及び適切な技術仕様の規定と遵守の重要性の理解を高めている。

上田ブレーキ株式会社が保有する制輪子の SRT 車両への適用、現状利用されている制輪子に対する上田ブレーキ株式会社製品の品質的優位性を検証による理解促進、さらに制輪子の現地生産の技術力向上とその品質を確保することにより、表 2.12 に示す貢献を図ろうとしている。

前述の表 2-12 の結果から、現車において 120km/h からのブレーキ試験で 800m 以内での停止は可能と考えられ摩擦性能は同等以上に有している。

摩耗量に関しては、現地品を同じ試験条件で試験していないため直接比較は不可能である。しかし、現車における上記材質は 90 日間の寿命であり、その間の走行距離は大よそ 30,000~40,000km である。日本での現車調査結果の一例を挙げると、10mm/万 km という結果がある。SRT 現用品や図面から考察する制輪子の使用代は 39mm あるため、そこから算出される走行距離は 10,000km の 3.9 倍で 39,000km となる。前述のバンコク-チェンマイ往復距離は約 1,400km であり、この材質が 1 往復で摩耗するとは考え難く経済性に優れると想像するに難しくない。

表 2.12 貢献可能性の項目と内容

項目	内容
品質の良い制輪子の安定提供と供給者の育成	<p>タイ国内の鉄道関連産業の育成が不十分であり、タイ政府は鉄道産業の育成に力を入れつつあり、本邦鉄道関連企業の進出が期待されているところである。タイ政府からの上田ブレーキ株式会社の進出及び上田ブレーキ株式会社技術に対する関心は高く、タイの産業の多様化、高度化に寄与することが想定される。</p> <p>日本国内で JR をはじめ各民間鉄道事業に採用されまた、要求される性能を有する制輪子を開発してきた知見を基に ASEAN で要望される鉄道車両用制輪子の開発を現地化する。</p> <p>タイは製造業が安定しており且つ、自動車産業に求められる高い品質管理体制を有している国である。この地盤を活用し、これから ASEAN で発達する鉄道インフラ運営に不可欠な「鉄道車両用制輪子」をタイで生産供給できる体制を築くことはタイのみならず近隣の国へ同部品の供給が可能となると考える。</p> <p>制輪子の生産を通じて、鉄道産業の技術者育成を一助する。技術者の育成は自ら問題解決可能なことを意味し、自国の環境を考慮した設計開発が可能となる。</p> <p>それにより、現在タイ国内では存在しない「供給者=サプライヤー」の創出に寄与できると考えている。</p>
波及効果	<p>日本から鉄道インフラの輸出や技術供与がなされている他案件でも、部品産業までは展開されていないのが現状であることから本案件はそれらの先鞭を打つ機会となる。</p> <p>欧米や中国のとも競合する鉄道インフラ案件のオプション的な効果も有していると考え</p> <p>一部品である制輪子であるが、ASEAN が目指す鉄道輸送網に採用されることで欧州や中国に押され気味の鉄道案件において本邦よりの規格が根ざす起点となり得る。</p>
技術評価体制の確立及び能力向上	<p>国内で経験のある技術仕様の紹介・導入、現地性能試験方法、耐久性試験方法の紹介・導入、及び製品分析装置の提供や使用指導などを通じて、現地鉄道関連事業者（SRT、NSTDA）の技術評価体制及び能力向上、また適切な技術基準の導入のための技術協力により安全性に直結する保守部品の健全な調達・利用に関する課題の解決を図ることができる。</p> <p>タイ側の機関で鉄道用実物大ブレーキ試験機の導入を計画している TISTR と協力することで、適正な規格決定と試験・評価方法の導入立ち上げを促進する。</p>

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

想定する今後の ODA 案件は、普及・実証・ビジネス化事業である。普及・実証・ビジネス化事業では、SRT に対して上田ブレーキ株式会社製の制輪子を試験品として、現地の鉄道車両に実装し、タイで用いている製品と比べた性能の検証・評価を行う。また現地で製造を開始することを目的に、KMUTT 及び NSTDA や TISTR と協働し、現用制輪子の材質確認試験を行うとともに、今後上田ブレーキ株式会社が現地生産を行う製品のプロトタイプを作成とその特性と性能の分析、及び現車試験に係る分析等を行う。また一方で、制輪子含む鉄道車両部品の公共調達に適正かつ効率的になされるよう、KMUTT と NSTDA 及び TISTR と仕様草案の策定を含めた技術要件検討を行う。

上記に加え、現地鋳鉄メーカー企業とビジネス化を前提とした、現地生産のための体制構築と技術支援を行う。

3-2 ODA 案件内容

想定する今後の ODA 案件は、普及・実証・ビジネス化事業である。具体的な目的、成果、活動内容を表 3.1 にまとめて示す。

表 3.1 想定される普及・実証・ビジネス化事業の内容

目的：	上位目標 ・タイの鉄道関連産業育成の先駆けとして制輪子が国内調達されること プロジェクト目標 ・適切かつ所要の技術要件（仕様）を満足する鋳鉄制輪子がタイで現地生産され、タイの鉄道車両に利用されること ・鋳鉄制輪子等の調達における評価技術・評価体制が向上すること
成果：	活動：
成果 1: 現地生産の実施 タイ現地の使用環境に適合した現地製造の鋳鉄制輪子が製作されること。	活動 1-1： KMUTT、NSTDA 及び TISTR との協働による現地で入手可能な原材料の入手 原材料に関する化学成分分析の実施と活用可能性の検証の実施
	活動 1-2： KMUTT が中心となり、製品プロトタイプを大学内設備で製作
	活動 1-3： 現地生産パートナー企業の技術・財務面の審査及び選定、技術提携と生産に係る契約
	活動 1-4： 現地試作品及び他社製の現用品の性能分析（大学所有の発光分析器の較正に必要な特定元素を多く含む標準試料を供与）、強度・硬度試験の実施
	活動 1-5： 現地生産用の所定の製法及び原材料配合等を基に耐用試験用の制輪子の製造

	<p><u>活動 1-6:</u> 現地生産パートナー企業への技術指導の実施</p>
<p><u>成果 2:</u> 現地生産品の性能確認 現車実験において本調査で開発するタイ現地生産の制輪子の制動性能、耐久性能面での優位性が実証されること。</p>	<p><u>活動 2-1:</u> SRT 現車での耐用試験に関する計画（約 1 ヶ月、1000km 程度の走行）の立案、試験条件等の調整及び関係者間調整</p>
	<p><u>活動 2-2:</u> SRT 現車での上田ブレーキ株式会社技術供与による現地生産品及び現用品（他社製）の耐用試験の実施（試験前後の車輪状態の把握に供与する車輪形状測定器・車輪直径測定器を使用。耐用試験には同様に各種センサー及びデータ記録装置を使用）</p>
	<p><u>活動 2-3:</u> 耐用試験の結果に基づき、制動性能、耐久性能及び鉄道車輪を含む周辺部品への影響度に関する取りまとめ</p>
	<p><u>活動 2-4:</u> 耐用試験の結果に基づき、鉄道事業者、車両メーカー及びメンテナンス事業者等に対する上田ブレーキ株式会社技術供与による現地生産品の優位性の普及活動の実施</p>
<p><u>成果 3:</u> 品質検査能力の向上 持続的に良質な現地生産品が供給される体制（ビジネス化を前提とした現地生産体制）が構築されること。</p>	<p><u>活動 3-1:</u> 鋳鉄制輪子の技術要件（仕様）の策定、国家規格への採用に向けた普及活動の実施</p>
	<p><u>活動 3-2:</u> KMUTT との協働による簡易な品質検査手法の策定</p>
	<p><u>活動 3-3:</u> NSTDA、TISTR が所有する試験機材による品質検査体制の構築として発光分析器の較正に必要な特定元素を多く含む標準試料の供与と測定方法の技術指導の実施</p>
	<p><u>活動 3-4:</u> NSTDA、TISTR への小型ブレーキ試験機の導入と活用に関する技術指導の実施。鋳鉄制輪子に関する技術開発の持続的な実施を行うための体制構築の支援</p>
<p><u>成果 4:</u> 鉄道技術組織・制度に係る理解醸成 鉄道関連産業の持続的発展に向け鉄道技術研究機関の形成と適正公共調達制度の必要性が理解されること</p>	<p><u>活動 4-1:</u> NSTDA、TISTR 及び KMUTT の技術者の本邦招聘及び研修の実施</p>
	<p><u>活動 4-2:</u> NSTDA 及び TISTR が目指す鉄道技術研究所の構築構想に協力し、技術開発能力の醸成支援</p>
	<p><u>活動 4-3:</u> NSTDA、TISTR が取り組んでいるタイ政府内で検討中の新しい公共調達手法（技術協力要素をインセンティブとして組み込む手法）の鉄道保守部品への利活用の検討</p>

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

3-3-1 C/P 候補機関概要

(1) NSTDA

タイ国立科学技術開発庁は、タイ王国 内閣科学技術省監督下の独立研究所である。1991年12月30日に設立され、タイ王国における科学全般の研究開発、技術移転、人材育成を担っている。タイ国家科学技術開発庁とも呼ばれている。

科学技術を通じた知識基盤社会の鍵となるパートナーとしてのビジョンを持ち、研究開発、設計及びエンジニアリング及び技術移転を強化し、効率的な内部管理によって促進される必要な科学技術人材育成及びインフラストラクチャー開発をサポートする施設としての役割を担っている。



写真 3-1 NSTDA 施設写真

(2) SRT

タイ国有鉄道（State Railway of Thailand）は、1951年にタイ国有鉄道法に基づいて設立された100%政府出資の公団で、タイ王国運輸省の下位組織である。総延長は4,041km（エアポート・レール・リンクを除く）で、東南アジア最大規模である。

主な路線は、主要4線（北本線、南本線、東北本線、東本線）と独立線区であるメークローン線及び空港連絡鉄道のエアポート・レール・リンクに分類される。



写真 3-2 SRT 本社建屋



図 3-1 SRT 路線図

(3) KMUTT キングモンクット工科大学トンブリー校

キングモンクット工科大学は、タイ王国の首都バンコク都トゥンクル区にあるタイを代表する国立の

工科大学であり、1960年に設置された。通称「バンモッド」と呼ばれている。当該大学は、バンコク都内に2か所とラーチャブリー県チョームブン郡に1か所の合計3か所のキャンパスを有している。キングモンクット工科大学の歴史は、1960年2月4日に教育省職業訓練課によって設置されたトンブリー単科大学に遡る。この単科大学は技術者の養成を目的とし、1971年には、トンブリー技術大学（現在のキングモンクット工科大学トンブリー校）ノースバンコク技術大学（現在のキングモンクット工科大学ノースバンコク校）、ノンタブリー電気通信大学（現在のキングモンクット工科大学ラカバーン校）に分割され現在に至る。大学の名前はタイにおける「科学技術の父」と言われるモンクット王（ラーマ4世）に由来する。



写真 3-3 KMUTT Mechanical Engineering 室内

(4) TISTR (Thailand Institute of Scientific and Technological Research)

タイ科学技術研究所は、タイ王国 内閣科学技術省管轄の研究所である。タイ政府の科学技術政策上の特別国家事業に位置づけタイ応用科学研究所 (ASRCT) として1963年5月25日に設立されたタイ初の国立科学技術研究所である。持続的な社会経済発展に資する産業技術研究のために設立された国立研究機関であり、研究は主に食品、健康関連、医療機器、代替エネルギー及び環境関連などを研究している。TISTR 内に鉄道システムをテストするため、RTTC (Railway Transportation System Testing Center) があり、鉄道に関連する研究も実施されている。



図 3-2 TISTR RTTC 施設パース

3-3-2 協議の過程

(1) NSTDA

本案件化調査当初時においては、NSTDA を C/P として考えていた。その理由としては、NSTDA では、タイ科学技術省の傘下で鉄道関連の技術開発等の役割を担っており、早急にこの分野の技術向上を図りたいと考えている組織であること、2017年3月からタイ政府は新たな公共調達方

法として Offset Program と呼ばれる価格だけでなく、タイへの技術移転・人材育成支援などの提案を点数化して調達先を決められる方式の導入検討を NSTDA が担っており、他国製の低品質の鑄鉄制輪子であるが安価な制輪子と競合しなければならない状況を Offset Program を活用してコスト効率面及び安全面から、現地の使用環境に適合した高品質な制輪子の導入を協力して進めることができる組織として考えていた。

ア 協議状況

2017年10月4日に実施した NSTDA へのヒアリングでは、NSTDA からは、鉄道運営会社である SRT を C/P に据えるのが適切では、という意見が出た。JDT は、SRT も既に体制に含めていること、NSTDA の公的研究機関という立場上ふさわしいこと、及びそれを JICA も認めていることを伝え、NSTDA から一定の理解を得た。現在 Offset Program は 2017 年に発表された Procurement Act (公共調達法) のツールとして、検討段階であり、EEC (Eastern Economic Corridor) プロジェクト等でパイロット的に実証していく予定であり、国の政策として確立する意向である。2018年2月に Offset Program の取り組みに関して報告を行う予定とのヒアリング結果であった。

2017年11月16日のヒアリングでは、NSTDA としては、JICA 案件化調査について役割分担調整を行っていくとともに、定めた役割分担に応じて協力を行っていく意向である。また、役割分担につき、KMUTT の Sakadimr 先生と事前協議した通り、KMUTT、MTEC を含むタイチームの一員として、柔軟に対応していく基本方針についても NSTDA として承知しているとの回答をいただいた。

2017年12月6日のヒアリングでは、NSTDA、KMUTT、SRT の役割分担の方向性について確認した。NSTDA には、普及・実証・ビジネス化事業ステージに入った場合の役割として、実現試験と運用を担当し、現地生産された制輪子の成分の試験や、品質評価に関する試験手法の検討を行うことで了解を得た。



写真 3-4 NSTDA ヒアリング (12/6)

“Offset Program”について、タイ政府の中で検討段階であり、従って正式名称も定まっていなかった。

2018年4月のヒアリングでは、普及・実証・ビジネス化事業において NSTDA に、C/P として関わる意向を改めて確認し、また C/P として調査の中で提供される機器の管理等を行うことについて了承を得た。

普及・実証・ビジネス化事業調査の中で、NSTDA には C/P として、関係者間で本調査にかかる進捗状況の確認や課題について定期的に協議を行う場として、検討委員会を設置することについて協議した。NSTDA としては調査に積極的に協力する意向であるが、一方で、人員計画な

などを策定するにあたり、NSTDA が調査で担うべき役割の詳細について把握する必要がある。この点については引き続き協議を行うことを確認した。

(2) SRT

SRT はメンテナンス事業者及び将来的な顧客として、制輪子の維持管理ノウハウの提供、職員の能力強化を行うための C/P として計画していたが、直接の顧客となるため、他の鉄道事業者への顧客を考えると直接の C/P となることは難しく協力機関として位置付けている。

ア 協議状況

2017年10月4日に実施した SRT へのヒアリングでは、調査の C/P として協力し、調査において必要な各種情報や機器の提供、及び実証段階においては現車試験への協力を求めたい意向を伝え、タイ現地製品の開発研究については、大学や研究機関の協力を仰ぎ、SRT にはその製品の現車テストで協力してもらう方針を確認した。また、上田ブレーキ株式会社製品の仕様書 (specification) の共有に関して SRT より要望があった。また、自前で部品の性能テストをすることに関心があり、上田ブレーキ株式会社が有する試験機と同様の機械の購入を検討したい意向を示した。

2017年11月15日に実施したヒアリングでは、SRT が所有しているマッカサン工場の視察を実施した。マッカサン工場で生産している制輪子は、鋳鉄製制輪子のみであった。施設は、長い間稼働しており、施設の老朽化により生産効率が落ち込んでいた。特にブレーキシュー生産機械については、金型製作の機械の故障が多く、不良品の原因になっていた。(具体的な状況は



写真 3-5 SRT ヒアリング (11/15)

1-1-2 開発課題に記述) マッカサン工場の移転、もしくは設備の更新による生産能力強化も検討されているが、具体計画については未定である。

午後のヒアリングでは、鋳鉄制輪子の需要として、タイ全体で 12,000 個/月がある。そのうち、マッカサン工場で生産される個数としては 3,000 から 4,000 個/月程度である。不足分は外注もしくは民間からの調達によって賄われている。SRT において生産されている部品について、評価・検査する体制がないことが課題であるとのことであった。

SRT への上田ブレーキ株式会社製製品の供給可能性についてヒアリングしたところ調達の際は、基本的には競争入札 (Open bidding) となることを確認した。

2018年4月5日に実施したヒアリングでは、SRT と案件化調査において SRT の車両を用いた上田ブレーキ株式会社の鋳鉄制輪子の性能試験を行う場合は、調査費負担が (JICA 案件化調査からの支払いでなく) SRT 負担である場合には、JICA と MOU を結ぶ必要があることを確認した。また、SRT は民間企業とは MOU が結ばず、日本側の署名は JICA タイ事務所であればならない。また、SRT の将来計画の情報提供や SRT が使用している制輪子の提供等の対応には現

車試験同様に MOU が必要であるとの回答だった。

2019年3月7日に実施したヒアリングでは MOU の締結に向けた最終調整及び SRT からの情報提供があった。

(3) KMUTT

本案件化調査開始時期の 2017 年 10 月においては、大学研究機関の KMUTT、国の研究・認証機関等の NSTDA、TISTR と協働し、現用制輪子の材質及び強度試験を行うとともに、今後上田ブレーキ株式会社が現地生産を行う製品のプロトタイプを作成とその特性と性能の分析、及び現車試験に係る分析等を行うための協力機関として位置付けている。

協議状況

2017 年 10 月 4 日のヒアリングでは、KMUTT としては、鋳鉄製ブレーキシューの開発研究について、協力の意向があることを確認した。NSTDA 傘下の材料研究機関の MTEC とのデマケーション案については、KMUTT が基礎的な材料開発に係る分析を行い、MTEC が検査を行うことが想定できる。KMUTT の見解としては、MTEC は上流側の研究機関なので、MTEC がローカル企業へ実際に技術移転 (technology transfer) を主体的に行うことは難しいと思われ、その部分は、KMUTT が担うことが可能である。

2017 年 11 月 14 日のヒアリングでは、KMUTT として、NSTDA と協同で、タイ側のチームとして、本 JICA 案件化調査に全面的に協力したいという KMUTT の意向を確認し、現時点では、大学側は材料分析やプロトタイプの製作などを行い、NSTDA 側は Offset Program を含む公共調達に係る基準や評価の部分を担当するという役割分担を想定している。KMUTT、NSTDA との住み分けの詳細については、KMUTT、NSTDA、JICA 調査団の 3 者会合などの場を設け、そこで調整する。

2017 年 12 月 6 日の NSTDA との合同のヒアリングでは、NSTDA/MTEC と KMUTT との間では数回打合せを行っており、NSTDA-KMUTT の二者については本調査における役割分担が固まりつつある状況であった。NSTDA、KMUTT、SRT のタイチームにおいては、役割分担の案として、KMUTT は Product Development を担当し、プロトタイプ



写真 3-6 KMUTT 集合写真 (12/6)

の開発を行う部分を担っていただくことを確認した。

2018 年 4 月 5 日のヒアリングでは、KMUTT として、案件化調査を行うにあたっては、必要に応じ MOM のサインなどに対応することを確認した。普及・実証・ビジネス化事業調査における提供機材等について普及・実証・ビジネス化事業に向けて考えている JICA スキームについて説明を行った。KMUTT を含めてタイ側のチームに提供される機材、その分担方法については、

継続して協議を行うことを確認した。

2018年12月13日のヒアリングでは、KMUTTへ依頼の分析の検討状況について確認した。今後の進め方についてKMUTTが現在分析・検討している内容について、報告書を取りまとめ、提出する。

2019年3月8日に実施したヒアリングでは、KMUTTへの依頼の分析結果を確認した。その結果、制輪子の成分分析は、KMUTTでも可能であることが確認できた。

(4) TISTR

TISTRは科学技術省のもと、技術の検査機関としての役割を担っている。当初C/Pの候補として挙げていなかった。鉄道分野への機能拡大、機械の導入の計画があることから、動向や展望についてJICAタイ事務所からC/Pの候補として調査を進められ、ヒアリングを実施した。TISTRは拡大中で、近く既存設備の6倍以上の設備を整備する計画があり、TISTRは、NSTDAのような研究機能よりも、検査の機能の色が強く、またタイ現地企業への技術移転要素を重視している印象である。必要に応じ普及・実証・ビジネス化事業調査のC/P候補や調査実施体制に組み込むことを検討する。

ア 協議状況

2018年4月5日に実施したヒアリングでは、TISTRの組織・活動概要を確認した。TISTRは農業や再生可能エネルギー、マテリアル、自動車、鉄道等幅広い分野に渡り、科学技術の試験、認証、研究開発を行う機関である。民間企業への技術移転や、研究開発及びイノベーションの推進の役割を担うことを目指しているとの説明を受けた。鉄道分野については、RTTC (Railway Transportation System Testing Center) という研究所を有しており、一定の製品試験を行うことができるとのことだった。新しい施設の建設を行っている段階であり、10月に完成予定である。また車両、サスペンション、制輪子などの試験機器を購入するための予算申請を行っている。

予算は、運輸省や公共事業省等からの予算があるほか、民間企業からの検査費で成立しているとのこと。JICA調査団との連携可能性について意見交換を実施し、今後も引き続き協議していくことを確認した。TISTRはTIS (Thailand Industrial Standard) のTechnical Advisory Committeeの一員として規格づくりに関わっている。

2019年3月8日に実施したヒアリングでは、再度TISTRへの組織・活動概要及び普及・実証・ビジネス化事業のパートナーとしての意向等を確認した。またRTTCの建設状況等を確認した。

3-3-3 タイ側C/P候補機関に求める役割分担

本調査におけるNSTDA、KMUTT、SRT、TISTRのタイチームのC/Pにおいては、具体的な役割分担案として、表3.2に示すものを想定している。現在、NSTDAにImplementationとApplicationを担当し、現地生産された制輪子の成分の試験や、品質評価に関する試験手法の検討を行うことを役割分担としているが、今回の調査において、TISTRも同様な役割を担うことが可能であるということが確認できた。

表 3.2 タイ側機関の役割分担

機関名	役割
KMUTT	Product Development を担当し、プロトタイプの開発を行うこととする。
NSTDA	Implementation と Application を担当し、現地生産された制輪子の成分の試験や、品質評価に関する試験手法の検討を行うこととする。
SRT	On-site test を担当し、現地生産された鋳鉄制輪子の現車実験を行うこととする。
TISTR	Implementation と Application を担当し、現地生産された制輪子の成分の試験や、品質評価に関する試験手法の検討を行うこととする。

3 - 3 - 4 普及・実証・ビジネス化事業に向けた体制について

案件化調査の開始時期の2017年10月においては、NSTDA、SRT、KMUTTのタイチームとして上記の役割を担ってもらい普及・実証・ビジネス化事業実験に向けた協力体制を考えていた。今回の案件化調査においてTISTRへもヒアリングを実施し、NSTDAよりもTISTRは、科学技術の試験、認証、研究開発を行う機関であり、民間企業への技術移転や、研究開発及びイノベーションの推進の役割を担うことを目指している。タイで入手できると考えられる原材料を用いてタイ製の制輪子を製造するにあたり、試験・認証・研究開発という部分でマッチしている機関である。そのため、普及・実証・ビジネス化事業実験に向けた実施体制については、今後検討し、最適なC/Pとの体制を構築していく。

このような考えに至るには、現地調査でTISTRを訪問した際の彼らの姿勢による部分も含まれる。

NSTDAは自らが研究しそれを普及しようと考えているが、鉄道に関してこれまで具体的に研究を行ってこなかった事実があり、タイ政府の方針に「鉄道産業に係る人材育成」を標榜しているが、自ら行動するに至っていない様に感じられる。対してTISTRはこれまで自動車産業発達と関与しており、「民間企業からの委託試験を行い、評価する機関」であると発言している。また、2018年12月には鉄道用実物大ブレーキ試験機を導入するとの説明もあった。しかし、早期立ち上げには助言があることは歓迎する旨の態度を明らかにしており、我々が評価方法や試験に関する視点や知見を提供することは歓迎される素地を有している。これらの事から、ODA案件を進めるうえでTISTRはタイ国側のパートナーとして重要な位置にあると捉えている。

実際に、鋳鉄制輪子を生産するパートナーとしてはSRTがアドバイスを欲しているが、設備の老朽化や溶解設備や分析器を保有していないことが致命的であると感じる。

SRT マッカサン工場が有している溶解設備は「キューボラ」であり前項で説明したように成分調整に苦勞する設備である。また、化学成分も添加原材料の量比に依存しており、生産した実態からの確認を実施できていない。

今後、質の良い鋳鉄制輪子の提供を継続するためには、分析器を保有することは必須であり、またその運用に知見が必要である。

タイ国政府が掲げている「鉄道産業に係る人材育成」の観点からも民間企業の底上げは不可欠であり、制輪子についてもSRTのみに依存するのではなく民間企業の登用は不可欠と考える。近い将来、制輪子も高寿命且つ摩擦性能の設計幅が大きい合成制輪子の適用が増加すると考えられる。このことを勘案しても、早期に民間企業が知見を得て自国に必要な技術を習得し「持続可能な開発課題」を自ら継続することが必要である。また、OTP (Office of Transport and Traffic Policy and Planning) へのヒアリングでは、MOTの下にある研究センターをKhlung Bang Phaiに設立する予定であるとの情報を得ることができた。また、OTPからRailway Development Officeを独立させる形で鉄道局(DOR)が設立される予定であるとの

情報が得られた。

今後、普及・実証・ビジネス化事業を実施することになる場合は、MOT、DOR を含めた体制について検討していく。

3 - 4 他 ODA 事業との連携可能性

我が国が今後支援する可能性が高いと考えられる事業は、先述の通りに高速鉄道建設事業である。まずは、バンコクとチェンマイを結ぶ高速鉄道路線に新幹線の技術が採用される場合には、後述するように制輪子の技術を活用した研摩子という新幹線車両用の部品の製造において連携の可能性が考えられる。また、その他の在来高速鉄道路線が開業する場合には、その路線で使用される在来高速鉄道車両に係る部品の製造等も視野に入る。

3 - 4 - 1 鉄道インフラ整備支援 ODA 案件

【相乗効果】 インフラ整備支援された鉄道網の保守部品の供給体制の充実

タイの鉄道分野における我が国の ODA 事業としては、バンコクのグリーンライン、ブルーライン、エアポート・レール・リンク（実施済）、パープルライン、レッドライン（実施中）が挙げられ、都市鉄道整備事業を継続的に支援してきている。また、高速鉄道の北線に位置づけられるバンコクーチェンマイ高速鉄道整備事業（協力準備調査）やバンコク首都圏都市鉄道マスタープラン改定（M-MAP2）（情報収集・確認調査）も支援している。また、バンコクとチェンマイを結ぶ高速鉄道建設事業において新幹線の技術が採用される場合には、新幹線車両用の部品である研摩子の製造において連携の可能性が考えられる。また、その他の在来高速鉄道路線が開業する場合には、その路線で使用される高速鉄道車両に係る合成制輪子などの部品の製造等も視野に入れている。

3 - 4 - 2 産業育成 ODA 案件

【連携・相乗効果】 工学系高等教育ネットワーク経験者のフォローアップ

一方、タイでは、「第 11 次国家経済社会開発計画」に基づいて実施された「国際協力強化のため高付加価値の製品開発や産学連携による研究開発を担う人材育成を重視した活動」が行われており、現在も継続中である。これに対応する JICA の ODA プロジェクトとして「アセアン工学系高等教育ネットワーク」（AUN/SEED-Net、さくらサイエンス・プラン）があり、本事業において協力機関となる予定のキングモンクット工科大学が上記プロジェクトに参加しているとともに、日本では上田ブレーキ株式会社と共同研究を行った実績のある大阪大学が国内支援大学となっている。このため、そこでの留学経験のあるキングモンクット工科大学の関連分野の教員や学生を対象に、上田ブレーキ株式会社においてフォローアップのインターンシップ等を実施して人材育成に寄与することが可能である。

3 - 5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

ODA 案件形成における制度面、体制面、インフラ・技術面での課題と対応策について表 3.3 にまとめて示す。

表 3.3 ODA 案件形成における課題と対応策

項目	内容
制度面でのリスク	<p>【課題】 知的財産権の保護</p> <p>【対応策】</p> <p>タイは 1995 年以來、WTO メンバーとして、知的財産権について国際基準に準じた法の施行と運用がなされている。知的財産権関連法としては、1999 年特許法や 2000 年商標法がある。タイ現地生産品に係る知的財産権については必要に応じて適宜担当政府機関である商務省知的財産局 (DIP) への問合せ、及び届け出等を行うこととする。</p> <p>【課題】 知的財産権の保護</p> <p>【対応策】 タイ企業への技術提携の際の技術ライセンス付与</p> <p>提携先現地企業によって提供技術が適切に運用されることを担保することが必要である。これにあたっては、提携先企業等との技術ライセンス付与時にはライセンス技術の範囲、定義、供与条件、運用、責任等の事項を規定し、またライセンス契約の中で秘密保持条項を設ける対策が考えられる。タイでは、企業とライセンス契約を結ぶ際には法的には商務省知的財産局への登録が必要とされているが、実態として登録件数は少ないようである。リスクへの対応策として、実際に現地企業との提携の際に専門家や JETRO 等機関と協議し方針を決めることとする。</p>
体制面でのリスク	<p>【課題】 C/P 間の役割分担や協働方法</p> <p>【対応策】 前述の通り、実証調査においては多岐にわたる活動を行い、その中で、NSTDA、SRT、KMUTT の三者の C/P と協力機関と調整と協力をしながら調査を進めていく必要がある。その中で、C/P 及び協力機関間の役割分担や責任の所在等に関して双方の誤解等トラブルが生じるリスクがある。このリスクに対しては、先に述べた通り、MOU を各機関と個別に結ぶのではなく、NSTDA、SRT、KMUTT の三者からなる”タイチーム”を編成することにより、各機関とのコミュニケーション円滑化と役割の相互補完の効果が発揮されることで、リスクが低減されると期待される。</p>
インフラ・技術面でのリスク	<p>【課題】 現車への実装による制輪子性能試験</p> <p>【対応策】</p> <p>日本とタイにおいては制輪子の使用条件、インフラ、ブレーキ周辺機器の状態など、使用環境が大きく異なると考えられる。現車での実証実験は、上田ブレーキ株式会社製品の性能の優位性を示す上では最も重要な活動の一つであると認識している一方で、実験結果は現地の条件の影響も大きいと思われることから、周辺機器の状況等の使用環境については、視察や現地 C/P からの情報提供を通して精査し、周辺機器等などの外部要因がもたらす影響などについて検討・対策を取ることとする。</p>

3-6 環境社会配慮等

本調査で提案する製品及び調査に関連する活動は、既存の鉄道車両や設備を利用するものであり、JICA 環境社会配慮ガイドラインのカテゴリーA 及び B に該当しないものと判断している。

また、本調査に直接関わる環境社会配慮とは別に、鑄鉄制輪子の現地生産にあたり提携先現地パートナー等がタイ国内の環境ガイドラインに沿った生産活動を行っているかという点については、提携先選定審査時に精査することとする。

3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果

- タイで今後急速に整備が進められている鉄道網の安全・安心・円滑な鉄道輸送の確立に貢献する。
- タイ国内における鉄道関連産業の育成が図られ、タイにおける新たな産業創出、産業の高度化、NSTDA 又は TISTR などでの品質検査体制の構築及び能力向上が図られる。
- 重要保安物品である制輪子の品質向上がなされることは、鉄道利用者全体が裨益者となり広範囲にわたる安全が供給される。

3-7-1 課題への貢献①：品質の良い制輪子の安定提供と供給業者の育成

日本国内で JR をはじめ多くの民鉄に採用され、様々な技術要件（仕様）を満たす制輪子を開発してきた知見と、タイ国内の自動車産業に代表されるように、高い品質管理体制に基づき安定した部品供給活動のできる産業基盤を利用し、タイの地場企業への制輪子製造の技術供与と育成により、ASEAN で要望される品質の良い制輪子の現地生産と安定供給をする体制を築き、現在タイ国内では存在しない鉄道部品サプライヤーの創出とその育成の先駆けとなる。また、近隣諸国への同部品の供給が将来可能となる。

3-7-2 課題への貢献②：技術評価体制の確立及び能力向上

日本国内で経験のある技術要件（仕様）の紹介と導入、ブレーキ性能試験方法や耐用試験方法の紹介と導入、及び製品分析装置に用いる標準資料の提供や使用指導を通じ、タイ国鉄（SRT）やタイ科学技術開発庁（NSTDA）の技術評価体制及び能力向上及び適切な技術要件（仕様）の導入のための技術協力により、安全性に直結する保守部品の健全な調達に関する課題の解決を図る。

3-7-3 課題への貢献③：幅広い国内販売実績に基づく、汎用性の高い製品製造ノウハウの提供

タイの鉄道分野の裾野産業の育成のために、日本国内において鑄鉄及び合成双方の制輪子を製造・販売している国内唯一のメーカーであり、使用環境や車両種別が多岐に亘る国内鉄道事業者の 9 割以上との長年の取引実績がある上田ブレーキ株式会社の豊富な経験とノウハウを活かして、タイで求められる様々な制輪子の現地生産に関する技術供与を行うことが可能である。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要、バリューチェーン

タイ国においては第3章までに述べてきたようにアセアン諸国の中心国として発展を遂げてきた。こと交通インフラと言う観点からは他のアセアン諸国と同様に自動車偏重となっており、鉄道開発を置き去りにしてしまった感は否めない。タイ国の鉄道の歴史は100年以上あり、ほぼ日本と同等の歴史を有るにも関わらず鉄道関連の裾野産業は育っておらずその技術も国外に頼っているのが現状である。タイ国政府も近年交通渋滞の解消も含めて鉄道整備の重要性を深く認識しており、その整備計画は既に述べたように目白押しと言っても過言ではないが、鉄道インフラの出遅れを招いた理由としては鉄道を産業としてとらえた場合、そのマーケットボリュームが自動車と比べて比較にならないほど小さいため企業が参入するには魅力に欠ける点が大きいと思われる。しかしながら、自動車の交通渋滞が引き起こす環境問題と移動時間の無駄が引き起こす経済損失などに政府機関も気づき、タイ国も鉄道インフラの必要性を痛感し様々な鉄道整備計画を打ち出すに至っている。とは言え鉄道網の整備には完成後その状態を維持発展させるため、鉄道産業係わる裾野企業の国内産業化とその育成も重要な政策となることに気づいてはいるが、必ずしも順調とはいえない状況である。言い換えれば、鉄道が車両と線路及びその関連施設だけ整えば良い物ではなく、その裾野産業たる各種メーカーが国内に根付かなければ部品調達など「外国頼り」を脱することは出来ず真に国内産業化として根付かせることは不可能と言える点にある。

タイ国内の鉄道整備を進める上で最も重要なことが線路と車両などハードと運行技術・メンテナンスなどソフトの両方を整え、合わせて安全運行に必要な不可欠な最重要部品であるブレーキシューや車輪、集電部品等の安全に直結する保守消耗品について検討する必要があるのは議論の余地はない。

上田ブレーキ株式会社が保有している製品は日本で運行される機関車から新幹線までありとあらゆる鉄道車両を「止める」ためのブレーキシューでありその関連製品である。また、上田ブレーキ株式会社は国内唯一のブレーキシュー専門メーカーであり、国内他社にはないタイ国に必要な鋳鉄と合成樹脂素材で製品化出来る技術を一社で保有する唯一のメーカーでもある。その技術は鉄道車両用制輪子では、主に材料や適用範囲から鋳鉄制輪子と合成制輪子・合成系ディスクパッドに分類され、さらに鉄道用製品として上田ブレーキ株式会社が製造している研磨子と呼ばれる部品もあり新幹線の安全運行に必要な不可欠である。これらの製品はいずれもタイにおいて現在から将来に渡ってタイ国の鉄道の発展過程においてそれぞれの領域で展開の可能性を有している。

4-1-1 短期ビジョン

(1) 鋳鉄制輪子

本調査及び準備段階の調査を踏まえると、タイ国で使用されている鋳鉄制輪子は安価であるが、品質や耐摩耗性において決して性能が高いものではないため、SRT が持つ現在の問題点を明らかにし、その解決策を提示し、鋳鉄制輪子と言う安全に係わる最重要部品をモデルにタイ国で鉄道産業を健全に発展させ、その裾野産業となる企業を国内に育成させるために必要な提案を行い、その具体例として SRT が管轄する市場へ鋳鉄製品での参入をモデルに、実証することが最良であることが考えられる。

掛かる結論に至った理由として説明をさらに加えると、以下のような要因が考えられる

I. 設備の老朽化と必要設備への転換の遅れと技術不足

- ① SRT は外注と内製で必要な鋳鉄シューを賄ってきたが、鋳鉄工場の設備は40年以上を経過しており抜本的に設備更新を必要とするがその予算が無い。
- ② 鋳鉄工場の有るマッカサン工場はバンコク中心部の一等地にあり、その全体の敷地は広大であり、再開発計画も含めて工場全体の移転計画が有るため現在地での工場設備の設備投資は認められない。
- ③ 取り分け設備的な問題としては鋳鉄シューを内製する溶解設備はキュポラを使用しており、現状の設備で SRT が指定する規格成分を満足するシューを製造するのは極めて困難であり、そのために、日本では不良品レベルの物を製品として生産している状況である。
- ④ マッカサン工場に関しては移転も含めて労使問題も多く存在し、鋳鉄工場においてもその例外ではないので移転し設備を更新することも困難と思われる。

II. 入札による外部からの調達

- ① このような現状で SRT はこと鋳鉄シューについてだけでも、自社で必要な数量を確保できず、外部からの購入に頼っている。
- ② SRT では一定額以上の物品購入は入札に掛ける規則が有るが、その判断基準は現実として「価格のみ」となっている。
- ③ 以前はタイ国内鋳鉄メーカーからも入札後、購入が行われていたようであるが、現在では低価格を求めるあまり、一定レベルの企業からの応札はなくなり、国内外の「規格を満たさないシュー」を作るコンプライアンス意識の低いメーカーや必要な設備や技術を持たないメーカーからの購入となっているようである。

III. SRT が本当に必要とする規格設定と確認技術の取得

- ① SRT では現状鋳鉄シューの規格については実際には必要のない高いレベルの仕様としているが、そのレベルの製品購入は出来ていない。このことは実際には鋳鉄シューの使用条件が低レベルなため問題が顕在化しにくい状況であると推察される。
- ② 今後、現在建設中の線路の複線化や列車運行速度の中・高速化が実現されれば現在使用中の鋳鉄シューでは性能不足と低品質により様々な問題が顕在化するばかりか最悪の場合には重大な事故につながる可能性が大きい。
- ③ 上記事故の可能性を無くす唯一の方法は、安全部品であるブレーキシューに関していえば、適正な規格・仕様の制定とその規格を満足する製品の開発及び継続的生産を支える生産技術と品質管理技術である。
- ④ 安全な規格を満足した製品を購入するためには、SRT の担当部署あるいは外部機関において購入製品の品質チェックを行える知見と技術を備えた組織の確立が欠かせない。

なお、タイでは運輸省のもとに鉄道局の設立と、鉄道事業法の策定に向けて検討がなされており、これにより鉄道の運行や調達に関して法制度化が進められると期待されているところである。今後はこうしたタイの政策的な動向を踏まえ、SRT への働きかけと並行して、ブレーキシューの適正な規格・仕様の策定の支援と、それを適正に運用し評価する仕組みの構築に向けて、運輸省、科学技術省、及びその他の関連機関と連携を取っていくことが重要である。

4-1-2 中期ビジョン

(1) 合成制輪子

現在の SRT ではあまり使用されていないが、今後の SRT の複線化計画、路線拡大計画及び中・高速化計画があることから、将来の合成制輪子の需要拡大は確実に見込まれることも確認できた。

また、SRT は貨物用車両を 5,549 両保有しており、これらの車両には合成制輪子が使用されている。これに対する合成制輪子使用個数は年間推定 88,000 個有り、将来の路線拡大を考慮すると 150,000 個程度が予想される。このことはタイ国に限らずアセアン各国でも同様であり、特にインドネシアなどが有望である。また、貨物車両に関して言えばインドは桁違いに多く 244,731 両を現在でも保有しておりアセアン諸国以外では特に大きな市場である。まずはタイ国を手始めにタイのローカル企業との協業も含め現在タイには存在しない合成制輪子メーカーを作り、アセアン近隣諸国及びインドに市場を広げることは可能であり大変有望であると考え。鉄道車両の保守を行うという観点から、鑄鉄制輪子は車輪に相性が良く、古くより使用されてきただけの利点は有するものの、より軽量で取り扱いが楽で長寿命が図れる合成制輪子は日本同様、各国で今後の市場拡大が見込まれる。

(2) 研磨子等

研磨子は、新幹線などで滑走防止及び軌道回路の短絡感度向上の目的で使用される車輪踏面清掃装置部品である。2015 年 5 月の日・泰両国の合意にもとづき、新幹線方式での高速鉄道計画が進行中であり、上田ブレーキ株式会社は 1964 年東海道新幹線の開業以来、増粘着研磨子において国内唯一の供給者となっている。増粘着研磨子は新幹線運行上必要不可欠な部品であるため、将来タイでの新幹線開業後は現地での需要が見込まれ、受注機会が極めて高いと想定される。

4-1-3 長期ビジョン

ASEAN・インドにおいて、上田ブレーキ株式会社としては先ず、タイを起点として鑄鉄制輪子及び合成制輪子の供給体制を確立すべく、タイ国内においてローカル企業又は日系の進出企業との協業を進め、すべてを自社で投資を行うリスクを最小限に抑えつつ、且つタイ側から見れば自国に鉄道関連の裾野企業の育成となる様に計画を進めたい。このことはタイ国が進めるタイランド 4.0 を実現する担い手産業と指定されている「物流と航空機産業」の根幹を支える企業の育成とも言える。なお、上田ブレーキ株式会社としては合わせて技術供与によるロイヤリティ収入などを検討しボランティアとならぬよう慎重に進めることも必要と考える。

その後、制輪子で築いた販売ルートを活用し、他の本邦鉄道部品関連企業との連携により、鉄道インフラ輸出の一環として制輪子だけではなく多様な鉄道部品を供給できる体制をタイ国内に構築する。

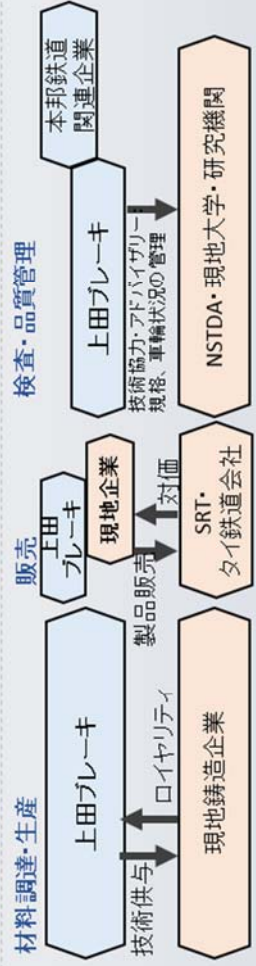
また、タイ国での生産拠点を活用し、日本への逆輸入出来る製品開発をおこなうことで、国内生産ではなしえない価格メリットや BCP 活動の一環として生産拠点の複線化をも目指したい。

4-1-4 ビジネス展開方針

今後の海外ビジネス展開計画の方針は、「鑄鉄制輪子の普及・現地製造等による市場参入を足がかりとし、高速鉄道の導入など将来に向けた合成制輪子、研磨子等の市場開拓の基盤を作る」ことである。

上記を踏まえ、ビジネス展開におけるバリューチェーン及びパートナー企業とその役割について、下図に示す。

ビジネス展開



短期 当社製の鑄鉄制輪子を既存車両のメンテナンス時の制輪子交換に合わせて導入を図りシェア拡大を狙う。

中期 鑄鉄制輪子の供給体制確立後、合成制輪子や研磨子の供給にフィードバック・展開
 タイにおいて鑄鉄制輪子の導入実施後、今後中高速鉄道の導入が進むタイにおいて、中高速鉄道用制輪子として合成制輪子及び研磨子の供給体制をいち早く構築する。

長期 タイを拠点とし、ASEAN 諸国やインドへ展開
 ASEAN・インドにおいて、他の本邦鉄道部品関連企業との連携により、鉄道インフラ輸出の一環として制輪子だけでなく多様な鉄道部品を供給できる体制を構築する。

図 4-1 鉄道用制輪子のビジネスモデル及びバリエーション

(出展：JICA 調査団作成)

4-2 市場分析

バンコク首都圏の都市鉄道路線では、全ての車両がディスクブレーキを採用していることを把握できたことから、当面は上田ブレーキ株式会社が提案する鉄道車両用制輪子は、SRT が運行する都市間鉄道路線で使用する車両を当初のターゲットとするが、SRT が現在導入しつつある車両には合成制輪子を使用している車両もある。また、先に述べたタイ国の交通開発マスタープランにより導入される車両には合成制輪子を使う車両も多く含まれると推察する。

そこで、市場規模を示す例として、タイ及び周辺国における鉄道車両数をに

表 4.1 示す。タイは ASEAN の中においても車両数が多い国であり、鑄鉄制輪子はそのうちの約 80% の車両に用いられている。

表 4.1 アジア各国における鉄道車両数とその内訳

国名	車両数内訳	
タイ	合計車両数	7,309 両
	貨車	5,549 両
	客車	1,244 両
	ディーゼル機関車	254 両
	その他	262 両
インドネシア	合計車両数	7,681 両
	貨車	5,233 両
	客車	1,514 両
	ディーゼル機関車	328 両
	その他	606 両
ベトナム	合計車両数	5,959 両
	貨車	4,613 両
	客車	1,040 両
	ディーゼル機関車	298 両
	その他	8 両
ミャンマー	合計車両数	5,369 両
	貨車	3,374 両
	客車	1,319 両
	ディーゼル機関車	405 両
	その他	271 両
カンボジア	合計車両数	224 両
	貨車	185 両
	客車	23 両
	ディーゼル機関車	16 両
インド	合計車両数	325,849 両
	貨車	244,731 両

国名	車両数内訳	
	客車	62,924 両
	ディーゼル機関車	5,345 両
	その他	12,849 両

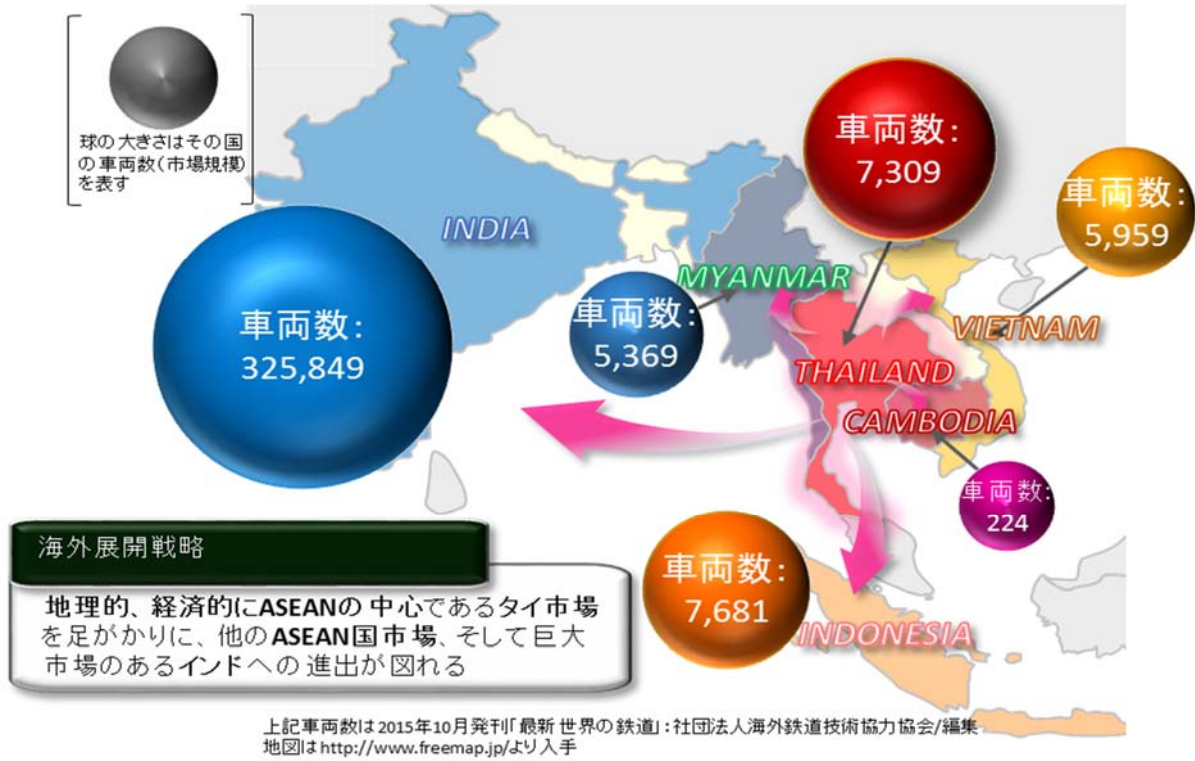


図 4-2 タイ及び周辺国における鉄道車両数

具体的に、SRT が全体で必要とする鋳鉄制輪子は月に約 1 万 2,000 個であり、まずはこれがターゲットとなる需要である。このうち、SRT のマッカサン工場で生産されるのは月に 3,000~4,000 個程度であり、鋳鉄制輪子の製造施設の老朽化による生産効率の低下が問題となっている。そのため、マッカサン工場の生産分も含めてターゲットとなり得ると考えられる。

また、タイは ASEAN 中心国のうちの 1 つであり、導入されている鉄道車両数も多く、先述の通りに今後も数多くの都市間鉄道の整備が進められる計画となっており、大きなマーケットの 1 つとなることが予見される。

一方で、タイ国内鉄道関連産業が育っておらず、タイ政府は鉄道産業の育成に力を入れつつあり、本邦鉄道関連企業の進出が期待されているのは先に述べたとおりであるが、タイ政府からの上田ブレーキ株式会社の進出及び同社技術に対する関心は高く、タイの産業の多様化、高度化に寄与することが想定される。

さらに、日系製造業の進出企業が多く、製造業の基盤が整っており、上田ブレーキ株式会社に必要なパートナー企業の発掘が比較的容易な国である他、本邦企業連合が鉄道事業として ASEAN・インドに進出する上で、タイに拠点を置くことが低価格で安定した品質の部品を調達するための一助となると考えら

れる。また、上田ブレーキ株式会社としても ASEAN 諸国やその周辺国、インドなどの鉄道事業者へ直接・間接に売り込むなどの進出も視野に入れることができる。

加えて、上田ブレーキ株式会社が製造している鉄道車両用製品に研摩子という新幹線用の部品があるが、バンコク-チェンマイ高速鉄道整備事業に新幹線が採用される場合には、この製品のタイにおける展開の可能性がある。

4-3 バリューチェーン

本調査におけるバリューチェーンは表 4.2 に示すように、(1) 開発・試作調査検討、(2) メンテナンス部品供給事業、(3) 品質管理能力向上事業の大きく 3 つのフェーズからなると考える。

表 4.2 本調査におけるバリューチェーン

項目	内容
開発・試作調査検討	KMUTT や SRT と協力しながらタイにおける材料調達先の把握、使用環境の把握、仕様の検討を行い、現地においてビジネスを展開するために必要な条件の把握と体制構築を行う。
メンテナンス部品供給事業	SRT をメインターゲットとしてその他、BTS、MRT などタイ国内鉄道事業者への展開を検討する。また、将来においてはタイを起点として周辺 ASEAN 諸国及びインド（特にミャンマー、ベトナム、カンボジア及び東西経済回廊からのインド）への輸出を視野に入れる。
品質管理能力向上事業	NSTDA に対しても車輪状況確認ノウハウも含め技術指導協力と製品供給を行う体制を構築する。また、他の本邦鉄道部品関連企業との連携により、制輪子だけでなく多様な鉄道部品を供給できる体制を構築する。

なお、製造業のビジネス領域において、バリューチェーンとその収益性の関係性について「スマイルカーブ」が知られている。これは、バリューチェーンの流れのなかで、研究開発・ブランディングに当たる上流のプロセス、設計デザイン、製造・組み立て、流通に当たる中流のプロセス、及びマーケティング、販売、アフターサービスの下流のプロセスのうち、上流と下流で比較的収益性が高く、一方で、中流の過程での収益性が低くなるという傾向が一般的な製造業ビジネスにおいて指摘されている（下図）。

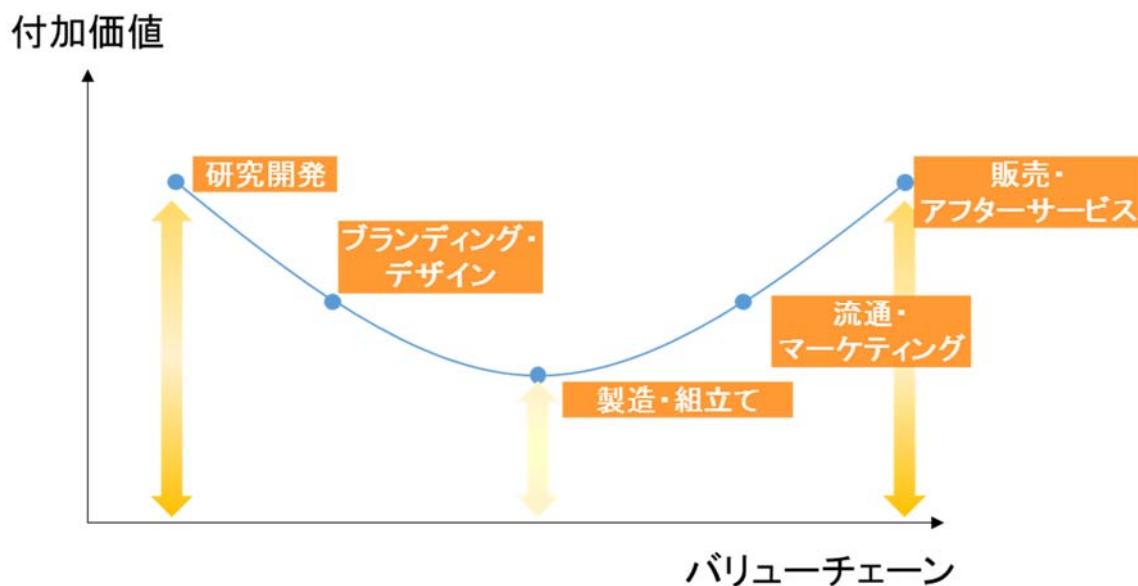


図 4-3 スマイルカーブの概念図

表 4.3 (参考) バンコクにおける製造業の区分別総付加価値

産業区分	企業数	従業者数	企業あたり従業者数	総付加価値額 (百万バーツ)	従業者数あたり付加価値 (百万バーツ)	
上流側 ↑ バリューチェーン	科学分野の研究開発*	23	1,588	69.0	660.0	0.416
	建築やエンジニアリング、技術実験活動	580	20,176	34.8	12,534.5	0.621
	工業製品の製造**	9290	182,816	19.7	90,279.8	0.537
	広告、マーケティング調査・研究*	1,286	16,800	13.1	12,473.6	0.742
	卸売・流通業(自動車を除く)*	22,858	324,552	14.2	248,456.0	0.766
下	機械修理・搬入設置*	605	5,924	9.8	4,790.2	0.809

出展：統計局 (National Statistics Office) データをもとに JICA 調査団作成

*統計局 (National Statistics Office) “Business Trade and Service Survey 2014”

**統計局 (National Statistics Office) “Business and Industrial Census 2012”. “Fabricated Metal”, “computers and electronics”, “electrical equipment”, “machinery”, “motor vehicles”, “other transport equipment”の合計値

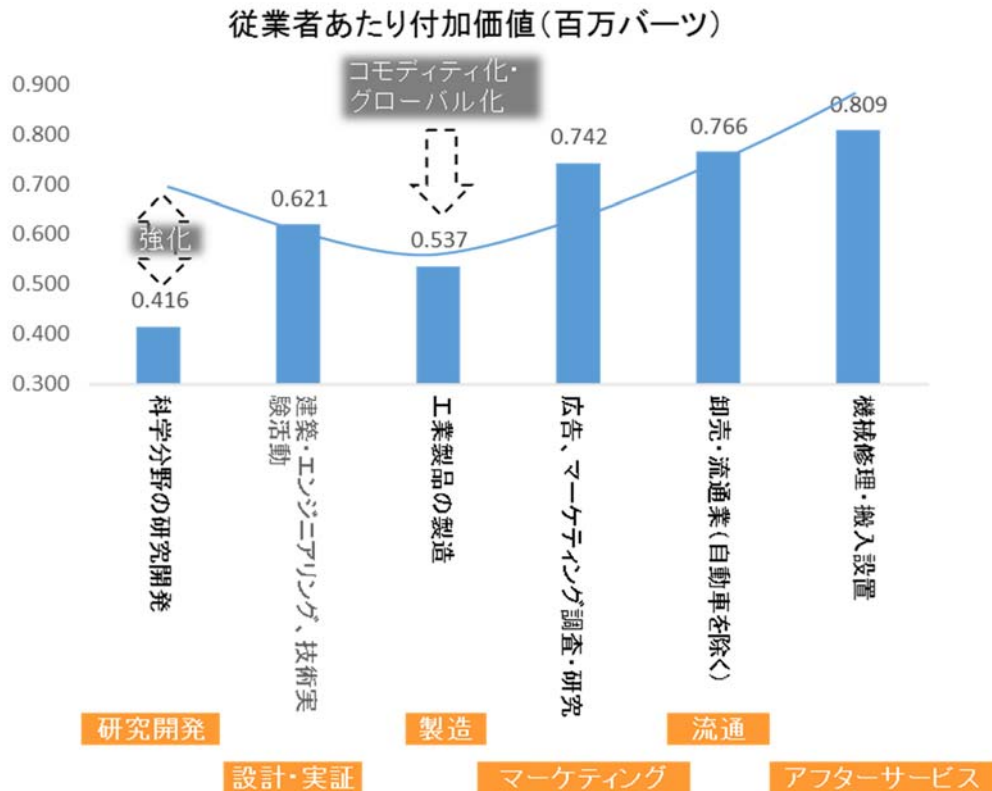


図 4-4 (参考) バンコクにおける製造業の区分別総付加価値

バンコクにおける製造業企業を、バリューチェーン別に整理し、従業者数あたりの付加価値を比較すると、製造業での付加価値が、設計・実証などの上流プロセス及び、マーケティング、流通・アフターサービスの下流プロセスよりも一人あたり付加価値が低くなっており、スマイルカーブで指摘される傾向が現出していることが伺える。また、急速に進むミャンマー、カンボジア、ベトナムなどの東南アジアの国々での工業化を背景に、コモディティ化が進む工業製品の製造に関しては付加価値が下落していくことが懸念される。このような背景からも、タイで推進されている国家経済開発戦略である Thailand 4.0 でも、産業の高度化、及び研究開発分野の強化が重要課題として位置づけられているところである。

このようなことも踏まえ、タイでのビジネス展開において、製造のプロセスにおいてはコモディティ化が進む鋳鉄制輪子だけでなく合成制輪子や研磨子などタイの市場に新しい製品の製造を行うこと、そして、製造以外では、研究開発・設計の上流側プロセス、及びアフターサービスの下流側プロセスに入り込むことが重要である。

一方でタイ SRT において鋳鉄制輪子のコモディティ化が進んでいるとは言え、日本で使用されている鋳鉄制輪子に比べてまだまだ改良の余地を残すものであり、この数年に見られる SRT の軌道改良（高架化や複線化を含む）に応じて現有車輛でも運行速度向上の計画が見込まれ、鋳鉄制輪子の仕様や規格又は評価及び検査体制を見直すことが安全な鉄道運行には欠かせない。このような状況を鑑みタイ国においては SRT のみならず、研究機関として大学や NSTDA、規格認証・検査機関として TISTR などが本邦あるいはタイ国企業が上手く連携を取れる体制づくりが必要であり、また、将来の研究開発・設計にも生かされるものである。

4-4 進出形態とパートナー企業

進出形態は鑄鉄制輪子の現地生産体制の構築による輸出製品コストダウンを図る。また、現地政府・大学等の研究機関との協力関係を構築し、政府として製品の導入の実現に向けた連携を図る。

パートナー企業については、本調査で数社を検討の対象としているが、これらの内、現地製造が可能な能力を有する企業を選定し、技術移転及び育成を含む現地生産体制の構築を図ることとする。現地調査時に訪問視察を行っている。また、ロイヤリティ・アドバイザーフィーと技術供与・技術協力を対価としたビジネスの展開を図ることを念頭にしている。

4-5 収支計画

非公開

4-6 想定される課題・リスクと対応策

調査段階における課題と共通するものもあるが、ビジネス展開上で想定される課題と対応策について、表 4.4 にまとめて示す。

表 4.4 ビジネス展開上で想定される課題と対応策

課題項目	内容と対応策
知的財産権	<p>【課題】 権利保護</p> <p>【対応策】</p> <p>独自技術は特許を取得し、盗用・模倣から防衛する。必要に応じて国際出願し、進出先国での特許を取得する。</p>
法制度面	<p>【課題】 法務・税務処理の難しさ</p> <p>タイにおいては、外資系企業は外国人事業法、外国人職業規制法、投資奨励法、労働者保護法、民商法典、各種税法等の多くの法律の規定に基づき、各省庁の特別の許認可を得て、様々な制約の中で事業を行うこととなる。ただし、これら法令等の用語の具体的解釈や適用の仕方が担当者により異なる等、運用面で統一されていない事例が多く、進出企業を悩ませている。</p> <p>【対応策】</p> <p>タイ進出企業等からのヒアリングなどを踏まえ、法令等の熟知を心がける。</p>
ビジネス面	<p>【課題】 支払い習慣</p> <p>タイの企業には基本的に入手できるものを極力早く入手し、支払いを極力遅らせるという習慣があるということが挙げられる。そのため、納入したものやサービスへの対価を全て受け取ることが難しく、本邦企業も苦勞されている。技術やノウハウを提供する場合は特に難しいとされるため、制輪子の製造に置き換えると、部分完成品をタイへ輸出してタイで最終加工だけを実施する等の対応も必要となる場合も考えられる。</p> <p>【対応策】</p> <p>客先への恒常的な理解促進</p>

課題項目	内容と対応策
政治・経済面	<p>【課題】 政治・社会の混乱</p> <p>2006年のタクシン政権崩壊以降の政治・社会の混乱が収束していないことが挙げられる。2014年の軍事クーデターにより発足した軍事政権により2017年に新憲法が施行される等、現在は比較的安定しているが、タクシン派と反タクシン派の対立は根深く残っている。民政移管へのプロセスにおいてはこの対立が再燃する可能性があり、政治・社会の安定性については引き続き留意が必要である。</p> <p>2019年3月に予定されている選挙後の動向に注目</p> <p>【対応策】</p> <p>JICA及び商社等と連絡を密にとり安全に留意する。</p>

4-7 期待される開発効果

ODA案件化及びビジネス展開により、主に中小企業で構成される本邦鉄道部品関連企業の海外進出の後押し、促進が期待でき、最終的にはタイにおいて本邦企業を中心とした鉄道部品産業育成を図り、高品質かつ低コストでの鉄道事業運営の実現に貢献、本邦鉄道インフラ輸出に貢献することができる。

製品の販売だけでなく、現地生産による鉄道産業育成への貢献、品質管理能力の向上への取組みを実施することで、今後必要となる規格の見直しをSRTが行う事を技術面からサポートを行い、またSRTに納入される製品の品質チェックが行えるシステム構築を行う事で、将来のSRT中・高速化に向けた計画を安全面からサポートできる案件として、他の本邦鉄道関連企業のタイ進出の先鞭をつけることが可能となる。

4-7-1 ビジネス展開による経済波及効果

事業化により、タイにおいて現地生産がなされれば、従来は輸入に頼っていた製品の製造が行われる分だけタイ経済への経済効果が創出され、製造企業の従業員所得向上、雇用創出につながる。また、鋳鉄製品の需要が高まれば、その原材料の供給先である鉄鋼産業や鋳工業産業への波及効果が生み出される。以下ではビジネス展開時での、鋳鉄制輪子の現地生産による経済波及効果を定量化するため、産業連関表を用いた産業連関分析を行った。

(1) 産業連関分析の概要

産業連関分析とは、ある地域（国、都道府県、市町村など）で取引された財・サービス・金銭について、投入・産出・分配先まで詳細に整理した表（産業連関表）を用いた経済波及効果分析である。ここでの取引には、産業間の原材料や財・サービスの売買だけでなく、従業員への給与支払い、消費者への商品やサービスの販売、地域外への移輸出、地域内への移輸入なども含んでいる。本調査ではタイの国単位の産業連関表を用いた産業連関分析を行うことによって、事業活動（鋳鉄制輪子の製造）が、産業間取引を通して産業全体にもたらすプロセスとその効果を定量化することができる。



図 4-5 経済波及効果のイメージ

(参考) 産業連関分析による経済波及効果の算出

■ 産業連関分析の仕組み

- ・ 上記では輸移入・輸移出を考慮した経済における産業連関表について説明したが、ここでは、便宜上最も簡単な産業連関モデルとして、輸移入・輸移出を考慮しない閉鎖経済モデルを例に産業連関分析のしくみについて説明する。
- ・ 下図のような閉鎖経済モデルの経済連関表において、産業部門の行列を x 、最終需要ベクトルを F 、総生産ベクトルを X とすると、国内生産額についてのバランス式は、行方向にみて、

$$AX + F = X$$

と表すことができる。ここにおいて、行列 A は、 $a_{ij} = x_{ij}/X_j$ を ij 成分に持つ行列で、あり、投入係数行列とよぶ。このとき、総生産ベクトル X は、

$$X = (I - A)^{-1}F$$

と表される。 $(I - A)^{-1}$ は逆行列係数と呼ばれ、すなわち最終需要 F によって誘発される総生産 X を導く乗数である。

投入		内生部門			最終需要 (F)	総生産 (X)
		P_1	.....	P_n		
産出	P_1	x_{11}	.....	x_{1n}	F_1	X_1
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	P_n	x_{n1}	.....	x_{nn}	F_n	X_n
付加価値 (V)		F_1	.....	F_n		
総生産額 (X)		X_1	.....	X_n		

図 4-6 産業連関分析の手法

産業連関表を用いた経済波及効果分析においては通常、 F として直接効果を示すベクトルを設定し、 $(I - A)^{-1}F$ を一次波及効果とする。また、本分析ではこの一次波及効果による雇用者所得増から誘発される新たな需要増分を、第二の波及プロセスととらえ、二次波及効果を計測する。

(2) 産業連関分析の前提条件

▪ 分析に用いる産業連関表

産業連関表は、OECD が公表するタイ国全体の産業連関表（2011）を用いる。

▪ 想定する経済モデル

- 輸出入を考慮する開放経済モデルを適用する。これは輸入係数を対角化した行列 M 、輸出ベクトル E 、国内最終需要ベクトル $F_{(D)}$ としたときに、

$$X = AX + F_{(D)} - M(AX + F_{(D)})$$

の恒等式で表される。つまり、モデル式としては、

$$X = [I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)F_{(D)} + E]$$

として表される。

- 閉鎖経済モデルでは、全ての波及効果が国内に生ずることとなり、開放経済モデルでは輸入によって調達した分だけ、経済波及が国外に流出することを前提とした計算となる。本業務では、实体经济に合わせて開放経済モデルを用いることとした。
- 閉鎖経済モデルのモデル式における $(I - A)^{-1}$ や、開放経済モデルのモデル式における $[I - (I - M)A]^{-1}$ といった逆行列の係数表は、ある産業に「1 単位」の最終需要（生産）が発生した場合に、各産業の生産が究極的にどれだけ必要になるかという、直接・間接の最終的な生産波及の大きさ（倍率）を示す係数で、産業連関分析において重要な数値の一つである。
- 下図において、タイにおける最終需要が一単位増加した時のタイ国内、及びタイ国外に生じる生産増加額を表す、経済波及倍率を示す。これによると、金属製品工業にて 1 単位の生産が、最終的な波及効果として、経済全体に 1.52 倍の効果を生むことがわかる。

表 4.5 逆行列係数表作成の作業ステップ

作業のステップ	記号・数式	備考
①投入係数行列作成	A	中間投入額÷都内総生産額
②単位行列作成	I	「1」を表す対角行列
③輸入率行列作成	M^{\wedge}	輸入額/(内生部門+国内最終需要)
④自給率行列作成	$[I - M^{\wedge}]$	単位行列②-輸入率行列③
⑤国内産品による投入係数行列作成	$[I - M^{\wedge}]A$	自給率行列④×投入係数行列①
⑥国内産品によるアクティビティ行列作成	$[I - [I - M^{\wedge}]A]$	単位行列①-国内産品投入行列⑤
⑦逆行列係数表の作成	$[I - [I - M^{\wedge}]A]^{-1}$	⑥の逆行列を計算

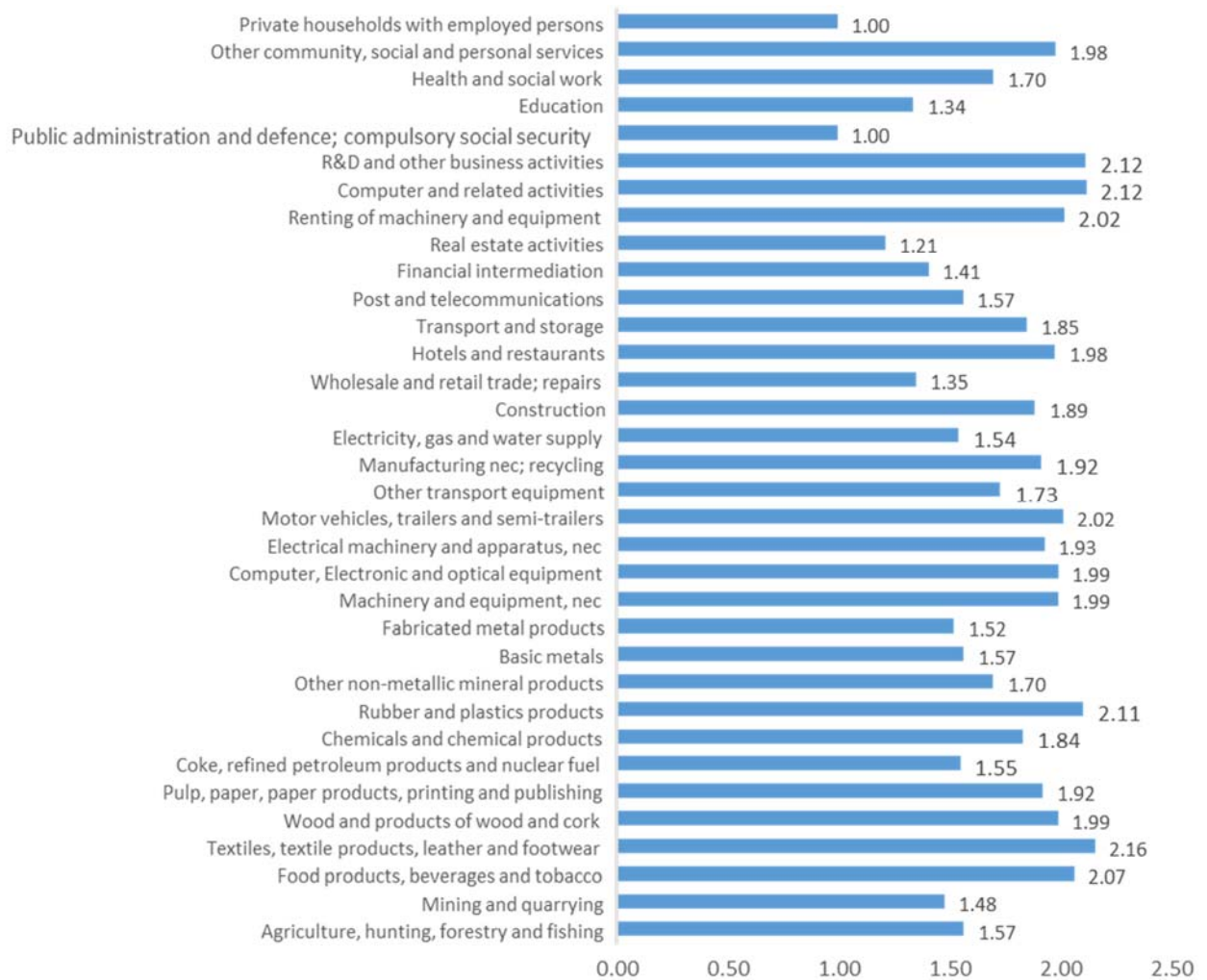


図 4-7 経済波及倍率 ($(I-[I-M^*]A)^{-1}$)

- 経済波及効果の算出にあたる前提条件
 - 分析対象：鋳鉄制輪子製造ビジネスによる経済効果 (SRT 鉄道鋳鉄制輪子のシェア 30%ベース)
 - 可処分所得に占める消費割合：48.2% (世銀データより)
 - 企業の生産付加価値額に占める従業員給与支払い額割合：29.9% (タイ統計省より、2014年)
 - 平均年収：16万6,500バーツ (タイ統計省より、2017年)

- 経済波及効果の概要
 - 総合効果：262 (百万円/年)
 - 所得増加額：26 (百万円/年)
 - 雇用創出：47 (人/年)
 - 各産業への波及効果：金属製品工業へ123 (百万円)、ベースメタル工業へ23.3 (百万円)、卸売・小売業へ14.0 (百万円) の効果が生じる。

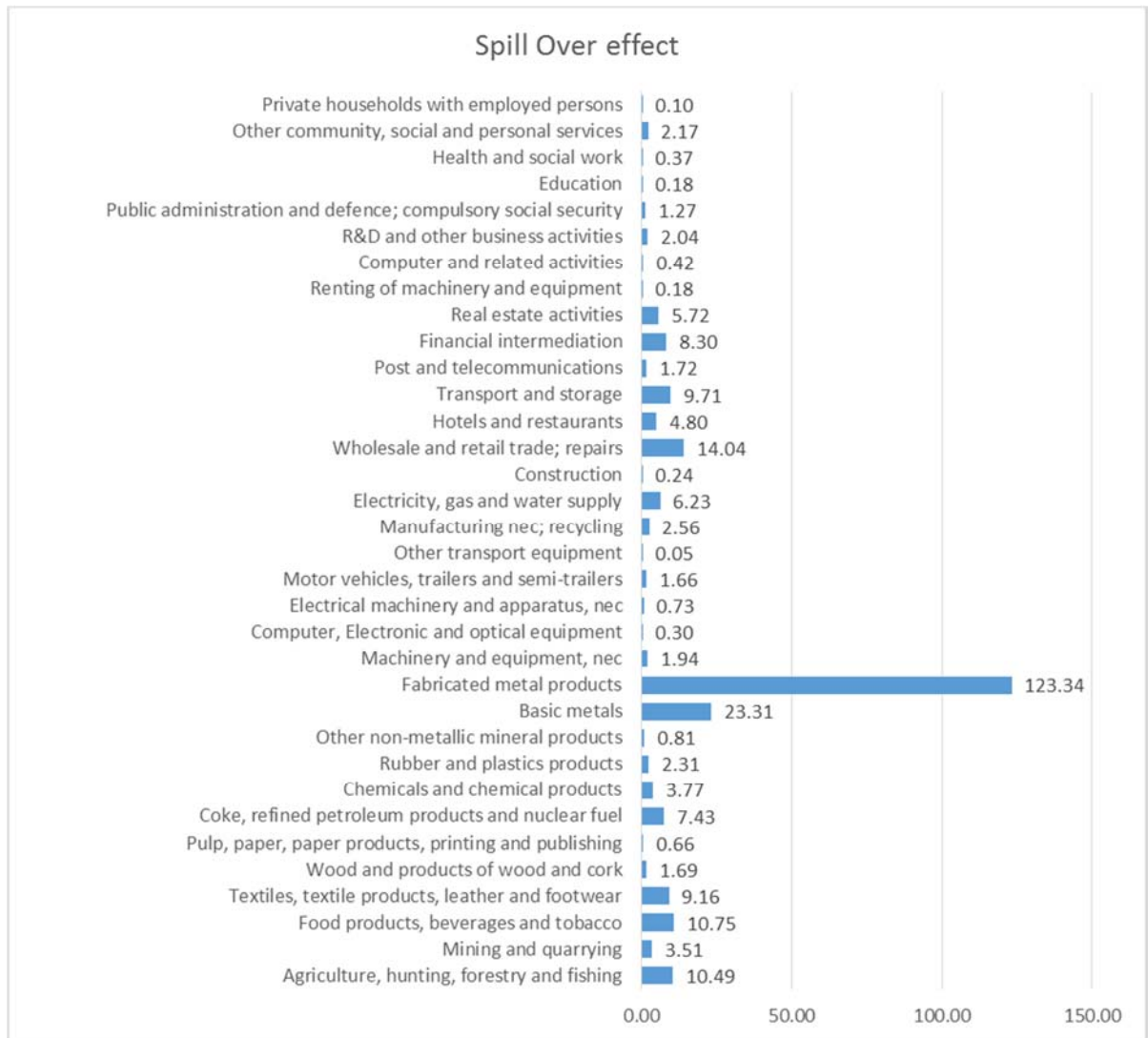


図 4-8 経済波及効果額（百万円）

4 - 7 - 2 ビジネス展開による安全性向上及び産業高度化への貢献

ODA 案件化及びビジネス展開により、主に中小企業で構成される本邦鉄道部品関連企業の海外進出の後押し、促進が期待でき、最終的にはタイにおいて本邦企業を中心とした鉄道部品産業育成を図り、高品質且つ低コストでの鉄道事業運営の実現に貢献、本邦鉄道インフラ輸出に貢献することができる。

製品の販売だけでなく、現地生産による鉄道産業育成への貢献、品質管理能力の向上への取組みを実施することで、今後必要となる規格の見直しを SRT が行う事を技術面からサポートを行い、また SRT に納入される製品の品質チェックが行えるシステム構築を行う事で、将来の S R T 中・高速化に向けた計画を安全面からサポートできる案件として、他の本邦鉄道関連企業のタイ進出の先鞭をつけることが可能となる。

4 - 8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

これまでに述べた通り、上田ブレーキ株式会社は、全国で運行されている鉄道車両に向けたブレーキ部品の供給を行っている。また近年地方都市では都市内輸送モードとして路面電車が見直されているが、

上田ブレーキ株式会社はその国内の路面電車に多く採用されている鑄鉄制輪子のほとんどを1社で供給している為、地方都市の公共交通機関の存続に欠かせない企業であり、地方鉄道において、メンテナンス能力が乏しく自社で車輪転削メンテナンスが行えない事業者に向けて、車輪への影響を最小限に抑える製品開発を通じて、運行状況や車両状況に適合した小ロット及び専用形状制輪子の供給も行っている点でも他社に代替の利かない企業である。この点においても地方鉄道への制輪子供給を通じて地域への貢献を果たしている。

また、都市部においては公共交通指向型（都市）開発（TOD：Transit Oriented Development）の見本として日本が世界から注目されているが、その大都市圏の鉄道会社のほとんどに制輪子供給を行う事でアジア諸国に多くみられる過度に自動車に依存し過ぎない都市の維持にも役立っているものと考えられる。

一方、鑄鉄制輪子をはじめとするブレーキ部品の製造において原材料や部品を日本国内から調達している。こうした事業活動は、日本の地域経済に少なからず寄与しているものと考えられる。

また、以下に上田ブレーキ株式会社がこれまで取り組んできた日本国内の地元経済・地域活性化への貢献について示す。

【地方自治体との連携・貢献実績】

1999～2000	都島産業会青年経営者協議会	会長
2003～2004	大阪市青年経営者連合会	会長
2007～2009	大阪府都島警察署協議会	会長
2009～現在	社団法人都島産業会	副会長
2013～2014	公益財団法人岡山県産業振興財団	
	(晴れの国 岡山BCPブランド化による経営革新チャレンジ事業)	

【経済団体等との連携・貢献実績】

2010～現在	関西経済同友会
---------	---------

【日本政府、省庁の取り組みに合致】

<経済産業省・近畿経済産業局:中小企業ものづくり基盤技術の高度化> {認定}

2010 高度医療デバイス開発に向けたレアメタルフリー・高強度チタンの製造技術開発

<経済産業省:国内立地推進事業費補助金> {採択}

2011 増粘着研磨子（新幹線用）の生産拠点の分散化

<経済産業省:戦略的基盤技術高度化支援事業> {採択}

2012 高度医療デバイス用レアメタルフリー・高強度チタン粉末焼結対の製造技術開発

<経済産業省 中小企業庁:ものづくり中小企業支援事業> {採択}

2012 複合成形による車輪フランジ摩耗低減型研磨子(清掃子)の試作開発

2013 鉄道車両用集電部品の製造・量産化のための加工設備及び検査ラインの構築

<経済産業省 はばたく中小企業小規模事業者300社>受賞

2018 需要獲得部門

<経済産業省 中小企業庁:ものづくり中小企業支援事業> {採択}

- 2018 ディスクライニング市場への参入に向けた品質の安定
＜中小企業基盤整備機構 海外ビジネス戦略推進支援事業＞ {採択}
2018 拠点設立型 進出コース

【その他】

- 1962： 日本より初めて西ドイツ連邦国有鉄道に合成制輪子を輸出
1964： 増粘着研磨子が新幹線電車に採用され黄綬褒章受章
1972： 勲五等双光旭日章受章
1978： 発明考案賞大阪知事賞受賞
1996： 大阪市中小企業快適工場表彰受賞
2007： 大阪府経営革新計画承認
2010： 大阪府経営革新計画承認

本調査で記したようなビジネス展開が実現した際には、本邦鉄道メンテナンス部品技術の優位性がタイで広く認知されることにより、タイにおける本邦鉄道技術の信頼性がより高まり、制輪子のみならず、他の本邦鉄道部品の製造技術に関する信頼性にもつながると考えられる。したがって、本事業を鉄道部品生産の裾野産業育成におけるパイロットプロジェクトとして成功させることにより、他の**本邦鉄道部品メーカーも同様の手法を用いることにより、今後海外展開への参画が容易となること**が見込まれる。

さらに、ASEANへ展開されてゆく ODA などによる鉄道網建設に伴い、メンテナンスに必要な品質の安定した部品を比較的安価に供給する拠点をタイで形成することで、本邦企業の鉄道輸出価格に対してもコスト面での貢献が図れることとなり、鉄道インフラ輸出推進の後押しとなることが見込まれる。

Summary

1 Development Issues in Target Country/Region

1.1 Development issues in target country/region

Since Thailand intends to continue promoting the development of railway infrastructure at a fast pace, a variety of demands are expected to arise for railway-related industries. In particular, because of the necessity of increasing the number of railway rolling stocks along with the improvement and expansion of railway networks, a large number of railway rolling stocks and their parts and components will be procured. Accordingly, it is required to develop supporting industries to produce them in Thailand. However, as Thailand has no railway rolling stock manufacturer and has only a few manufacturers of railway rolling stock components, most of the railway rolling stocks and components are currently imported from foreign countries. This is one of the issues of the railway-related industries in Thailand.

On the other hand, in order to discuss the technical performance required by Thailand with respect to the imports from foreign countries, it is absolutely necessary to improve the technical capabilities in the related fields within the country. For efficient development of human resources, which is the key to this, it is important to establish an organization for railway-related research and development, but no substantial progress has been made in this regard due to delays in practical work, which is also a major issue.

The description above is also applicable to brake shoe parts. According to this survey and the survey independently conducted by Ueda Brake Co., Ltd. from 2015, procurement of cast iron brake shoes by the State Railway of Thailand (SRT), which is the biggest railway operator in the country, involves a lot of issues in terms of procurement method, technical standards in use and demand and supply.

1.2 Development plans, policies, laws and regulations concerning the development issues

1.2.1 Future plans relating to inter-city railways (mainly of SRT)

The Transport Development Master Plan, which was formulated in 2011, covers many projects such as double-tracking and track improvement of existing lines, improvement of signals and communication equipment, repair of bridges and railway rolling stock procurement, and a particular focus is placed on the planning and implementation of the double-tracking project (14 sections, 2,476 km in total). Development of new lines (14 sections, 3,100 km in total) is also planned to increase the current length (4,071 km) by about 75%. In addition, construction of high-speed railways (about 2,440 km) is also planned, aiming to complete four sections (about 50 km) by around 2022.

1.2.2 Policies of Thai government concerning development of railway-related industries

The National Economic and Social Development Plan (2017-2021) developed by the National Economic and Social Development Board (NESDB) in July 2017 is a five-year action program to embody the national policies, and it includes “Strategy for Advancing Infrastructure and Logistics” as one of the 10 development strategies to accomplish the goals and targets of the plan. The guideline of this strategy sets forth “facilitation of the development of domestic railway-related industries in order to reduce imports and increase the economic opportunities of Thailand”. It also indicates improvement of procurement method, increase of technology transfer, development of railway-related human resource capabilities, improvement of investment incentives and facilitation of railway-related research and development as the means to achieve this.

1.2.3 Preferential incentive scheme for railway-related businesses

In January 2019, the Board of Investment of Thailand announced that, as a new incentive for the development of railway-related industries, it would establish a period of half exemption for corporate tax (3-5 years) after the period of full exemption (5-8 years). As it has been reported that multiple railway rolling stock manufacturers, albeit not Japanese manufacturers, are interested in building a plant, it is considered that this incentive will contribute to the development of railway-related industries in Thailand.

1.3 Japan's country assistance policy relating to the development issues

This project will contribute to the resolution of development issues (sublevel target) for “sustainable development of economy and coping with maturing society”, which is a priority area in the “Country Assistance Policy for the Kingdom of Thailand” (December 2012), and “development of foundation for enhancing competitiveness” and “advancement of research capabilities and networking of research institutes and researchers” through partnership between Japan and Thailand, which are described in the “Action Plan for the Kingdom of Thailand” (April 2019). It will also contribute to the enhancement of the effectiveness of “export of high-quality infrastructure”, which is one of the Japanese diplomatic strategies.

1.4 Analysis of ODA projects and prior projects by other donors relating to the development issues

Loans provided by Japan account for the largest in the funds for construction of urban railways in Bangkok, excluding the funds from the Thai government budget. On the other hand, since most of them are general untied loans, as far as the procurement of railway rolling stocks is concerned, Japanese company consortiums have received orders only for the Purple Line and the Red Line.

With respect to the trends of other donors, it may be worthwhile to mention the project of China for construction of a high-speed railway between Bangkok and Nakhon Ratchasima, the Belt and Road Initiative and the project for connecting the railways of the Greater Mekong Subregion (initiative for building a railway line connecting Kunming to Singapore) proposed by ADB and other parties. It is considered that China will step up its effort to assist these projects. Moreover, in 2016, a joint communique was reached between the governments of Germany and Thailand concerning cooperation and assistance to achieve development in the railway field.

2 Proposing Company and Its Products and Technology

2.1 Overview of proposing company

Established in 1910, Ueda Brake Co., Ltd. has a history of over 100 years as a manufacturer specialized in railway brake shoes. The company is engaged in the manufacture and sale of cast iron brake shoes, composite brake shoes, increased adhesion brake shoes, abrasive blocks and wheel tread emery shoes for railway rolling stocks, enjoying the top share in the market. The business locations include the Head Office and Plant in Osaka, Tokyo Branch, Okayama Office and Sanda Office. In the domestic market, it has business transactions with about 90% of the railway operators and their affiliated companies, but it has reached a saturation point in terms of customer base expansion. As such, business expansion by overseas product sales and production is laid out as one of the important policies in the years ahead.

2.2 Overview of proposed product and proposed technology

As shown in Fig. 2.1, a brake shoe is a part of a brake system of a railway rolling stock, and it presses against the wheel tread or the brake disk to provide braking force by friction. The products proposed in this survey are “cast iron brake shoes” and “composite brake shoes”.

The domestic standards of the proposed products reference the old Japanese National Railways Standards (JRS) even today. Cost reduction of about 50% is assumed when localizing the production of these products in Thailand.

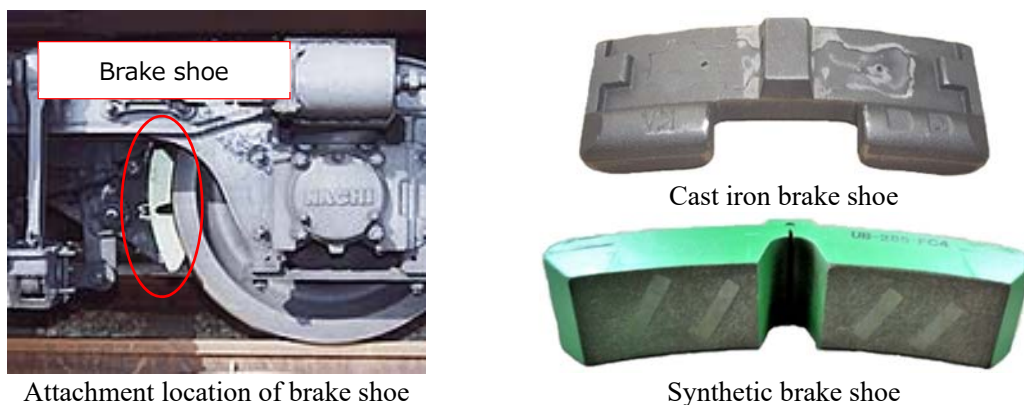


Fig. 2.1 Brake shoe

2.3 Local suitability of proposed products and technology

With the manufacturing expertise and high level of quality control technology developed through the experience of providing the products to domestic railway companies that use them under diverse climatic and usage conditions, the company is capable enough to supply brake shoes suitable for the characteristics of the railway rolling stocks in Thailand, which are used in tropical regions and areas often affected by localized torrential rain and other climatic conditions. Also, by partnering with local university, public institute and local company, the Company can establish a structure for development and local production and supply of highly durable brake shoes to supply products that are competitive in terms of quality and lifecycle cost.

2.3.1 Current status of manufacturing at SRT Makkasan Plant

Currently, Makkasan Plant is not able to manufacture the sufficient amount of cast iron brake shoes to meet the demands due to the significant reduction of production capacity caused by equipment deterioration. It may be possible to take the approach of providing technical support to SRT, but considering the current situation, it will not serve the purpose efficiently.

2.3.2 Partnering with university (King Mongkut’s University of Technology Thonburi: KMUTT)

Having a small cupola, a high frequency electric furnace and an emission spectrophotometer, the university is equipped with the equipment necessary for material development. Partnering with KMUTT will contribute to tackling the issues as requested by the Thai government, such as development of railway-related engineers and promotion of railway-related local industries.

2.3.3 Candidate for local corporate partner

Existence of companies capable of manufacturing products of stable quality was identified. The equipment is not necessarily state-of-the-art, but it is well-maintained and has no problem for production.

Table 2.1 Items and details of contribution possibilities

Item	Details
Stable provision of quality brake shoes and supply development	<ul style="list-style-type: none"> • Thai government is focusing on the development of railway industry and expects Japanese railway-related companies to operate in Thailand. • Localized development of railway brake shoes as requested by ASEAN based on the expertise of brake shoe development in Japan. • Contribution to creation of “suppliers” that do not currently exist in Thailand. • Utilization of stable supply base in other manufacturing industries. • Help in developing engineers in the railway industry through brake shoe production.
Ripple effect	<ul style="list-style-type: none"> • Part of export and technology transfer of railway infrastructure and a trailblazer of the parts industry. • Starting point for expanding the use of Japanese standards, competing against European and Chinese standards, although the project addresses only one part, which is the brake shoe.
Establishment of technical evaluation structure and capacity building	<ul style="list-style-type: none"> • Improvement of technical evaluation structure and capacity building of local railway-related businesses through provision of local performance test method, durability test method and product analysis systems. • Resolution of issues concerning sound procurement and use of safety critical parts by introducing appropriate technical standards. • Decision of appropriate standards and introduction of test and evaluation methods by cooperation with the Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), the agency for product certification in Thailand.

3 ODA Project Formation

3.1 Outline of ODA project formation

It is assumed that a project for dissemination and demonstration may be implemented as an ODA project going forward. The demonstration activity should aim at achieving the local production of cast iron brake shoes of stable quality, conforming to the necessary specifications and the use of such brake shoes for railway rolling stocks, and the dissemination activity should aspire to improve the evaluation technology and structure for the procurement of railway parts and components. These activities should be implemented under the cooperation of the railway operator (SRT), university (KMUTT), public organizations for technological development and evaluation (TISTR, NSTDA) and local company. In addition, the project should ultimately aim at exporting locally-produced brake shoes to neighboring countries of Thailand.

3.2 Details of ODA project

The following activities are assumed as specific demonstration activities.

- 1) Demonstrate the advantages of the brake shoes manufactured by Ueda Brake Co., Ltd. by providing samples for attachment to the SRT railway rolling stocks and comparing them with the brake shoes currently used by SRT.
- 2) Demonstrate the possibility of producing products satisfying the specifications (chemical composition, strength and hardness) by using locally available material of different components from the material used in Japan in collaboration with the university (KMUTT).

The following activities are assumed as specific dissemination activities.

- 1) Establish a structure for continuous manufacture and supply of high-quality local products in cooperation with the local company to achieve sustainable product dissemination.

- 2) Propose drafts for technical specifications necessary for the railways in Thailand in collaboration with the public organizations for technological development and evaluation (TISTR, NSTDA) and contribute to the development of appropriate standards necessary for the dissemination of technology to achieve sustainable dissemination of product specifications.
- 3) Provide special equipment necessary for quality testing to the university (KMUTT) and the public organizations for technological development and evaluation (TISTR, NSTDA) and conduct training for human resource development, including training in Japan to create sustainable technical support environment necessary for dissemination of technology.

3.3 Status of C/P organization candidates and discussion

Since whether or not SRT is able to provide information necessary for the demonstration and perform testing by using actual railways is important, it is generally considered that SRT should be the counterpart (C/P) candidate. However, as the project should be treated separately from the technical cooperation to SRT and its major objective is to ensure continued local production of cast iron brake shoes of stable quality that satisfy the necessary specifications and appropriate procurement of such brake shoes by railway operators (mainly by SRT), initially, the National Science and Technology Development Agency (NSTDA), which is responsible for development of railway-related technologies and introduction and dissemination of appropriate procurement method (*e.g.* Offset Program), was examined as a C/P candidate.

From the result of this survey, the survey team gained an impression that in implementing the project for dissemination and demonstration, TISTR should be chosen as the C/P candidate, although it is also under the umbrella of the Ministry of Science and Technology, which is the same as NSTDA. This is because TISTR places an importance on the element of technology transfer to local companies in Thailand, assumes the role of a certification body and has the ability to perform performance testing in the railway field. Other organizations, namely, KMUTT, SRT and NSTDA, are assumed to be positioned as cooperative organizations that will be requested to collaborate according to objectives. Roles of each organization are shown in Table 3.1.

Table 3.1 Outline of the survey results of relevant organizations

Organizations	Contribution possibilities
SRT	• For SRT, it is more important to improve the procurement capability and ensure soundness than to increase the in-house production capacity. It is necessary to maintain the cooperative relationship to have them provide the field for product performance evaluation using actual railways.
NSTDA	• As NSTDA aims to become Thai version of Japan's Railway Technical Research Institute and is expected to offer cooperation to sustainable technological development, cooperation in the dissemination activities may be expected.
KMUTT	• KMUTT can make technical contribution to product development using raw materials available in Thailand and is equipped with most of the necessary equipment. Contribution to the demonstration and dissemination activities is possible. However, provision of special testing systems is necessary.
TISTR	• TISTR is a leading candidate for future counterpart as it aims to become a product certification body and is able to contribute to performance testing and development of standards.
Local company	• Considering the product supply capability to other industries, there is a candidate company to partner with.
Thai government	• Only recently, Thai government has started to show an interest in nurturing the supplier industry for railway operators. Going forward, it is necessary to approach the ministry and agencies providing guidance to SRT. The government may well be qualified as a counterpart, but it is considered difficult to conclude an agreement with them.

3.4 Issues and risks in ODA project formation and response measures

In the formation of ODA projects, the following matters need to be perceived as issues and risks, requiring the consideration of response measures. Protection of intellectual property rights in terms of the system, clarification of role sharing and collaboration method among the counterparts in terms of the structure, and possibility of and discussion for the implementation of performance and durability testing of brake shoes by

attaching them to actual railway rolling stocks in the aspects of infrastructure and technology.

3.5 Contributions expected from ODA project

Contribution to resolution of issues (1): Stable provision of high quality brake shoes and development of suppliers

By transferring the technology for manufacturing brake shoes and practicing human resource development for local companies in Thailand, a structure for local production and stable supply of high-quality brake shoes that are demanded in the ASEAN region will be established. This will make the start for creation and development of railway parts suppliers that are currently non-existent in Thailand and will also make it possible to supply such parts to neighboring countries.

Contribution to resolution of issues (2): Establishment of technical evaluation system and capacity building

By introducing and implementing technical requirements (specifications) that have been used in Japan as well as brake performance test and durability test methods and by providing standard samples for product analysis systems and conducting training in the use of such systems, the technical evaluation system of SRT and NSTDA will be improved and capacity building will be achieved in these organizations. Also, by means of technical cooperation for the implementation of appropriate technical requirements (specifications), resolution of issues concerning the sound procurement of safety critical parts will be attempted.

Contribution to resolution of issues (3): Provision of expertise in manufacturing highly versatile products proven by diverse domestic sales records

It is possible to conduct technology transfer for local production of a wide variety of brake shoes as required in Thailand by drawing on the ample experience and expertise of the Company with a long track record in doing business with more than 90% of the domestic Japanese railway operators using brake shoes in diverse environments and different types of railway rolling stocks.

4 Business expansion plan

4.1 Market condition of Thailand and neighboring countries

For the time being, Ueda Brake Co., Ltd. is targeting the market of cast iron brake shoes that are used in about 80% of the SRT railway rolling stocks (for inter-city lines). On the other hand, as a future market, the Company is also considering the market of composite brake shoes, which will be used in the railway rolling stocks that are being introduced by SRT and are scheduled to be introduced according to the Transport Development Master Plan of Thailand. Accordingly, it is assumed that the future market will be several tens of times larger than the domestic market of Thailand, taking into account the railway rolling stocks owned by neighboring countries.

4.2 Outline of business expansion plan, value chain

The value chain of this project broadly consists of two phases; 1) maintenance parts supply project and 2) quality control capability improvement project. The policy for future business expansion is to “enter the market and create a foothold by disseminating and producing cast iron brake shoes locally on a short-term basis, and build a foundation for the development of the market of composite brake shoes, abrasive blocks, etc. in the future to prepare for the introduction of medium- and high-speed railways on a medium- and long-term basis”. Fig. 4.1 shows the value chain in business expansion and the outline of business expansion.

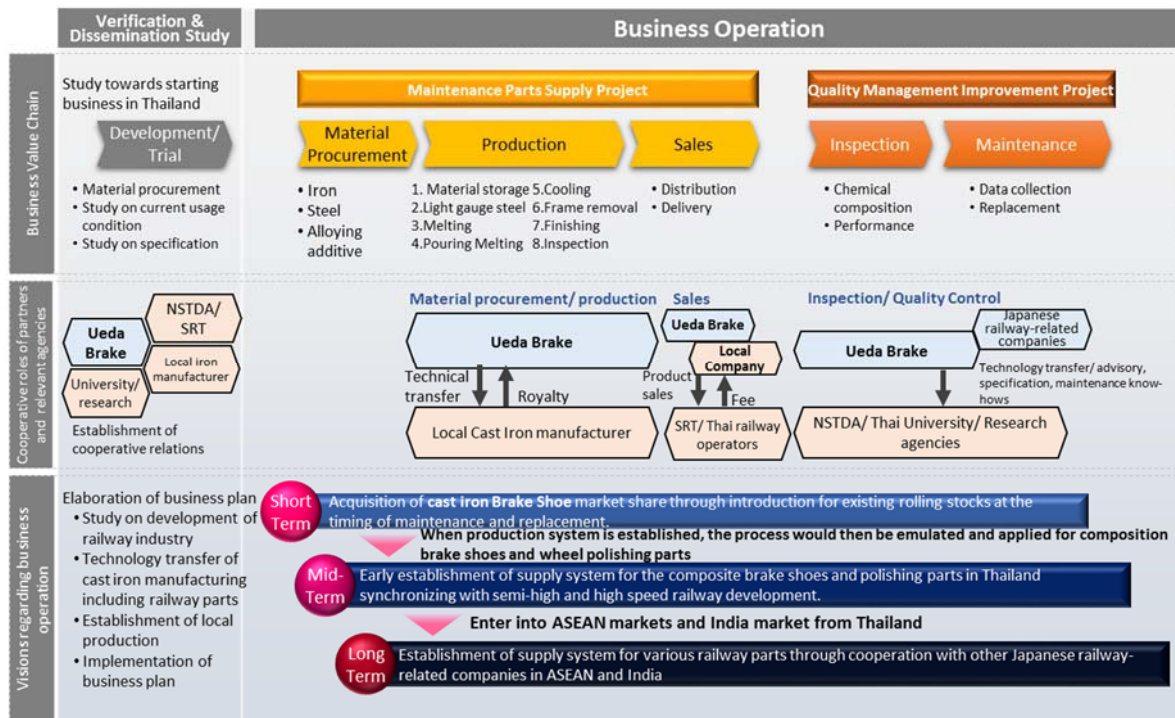


Fig. 4.1 Business model and value chain of brake shoes for railways

4.3 Sales plan

Unpublished

4.4 Anticipated challenges and risks and measures

One of the challenges anticipated in business expansion is the protection of intellectual property rights. In the aspect of laws and regulations in Thailand, it is necessary to appropriately obtain licenses and permits from different ministries and agencies in connection with Foreign Business Act, Alien Employment Act, Investment Promotion Act, Labor Protection Act, the Civil and Commercial Code of Thailand and various taxation acts and to take into consideration the inconsistencies in the implementation of these laws. Also, in terms of business practice, it is necessary to note the difference in the payment practice.

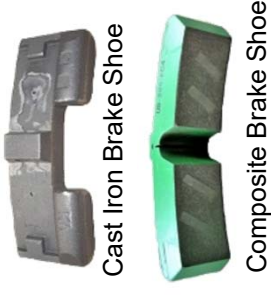
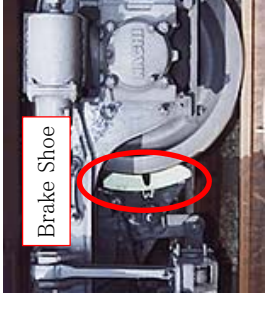
4.5 Expected development effectiveness

It is expected that formation of ODA project and business expansion will facilitate the overseas business expansion of Japanese railway parts manufacturers, which are mainly small and medium enterprises, and will ultimately result in the development of railway parts industry centered on Japanese companies, contributing to high-quality, low-cost operation of railway businesses in Thailand and export of Japanese railway infrastructure.

Feasibility Survey for Stabilized Quality Parts Supply for Railway Vehicle Maintenance and Quality Management Capacity Improvement in Thailand

SMEs and Counterpart Organization

- **Name of SME:** Ueda Brake Co., Ltd
- **Location of SME:** Osaka , Japan
- **Counterpart Organization:** State National Railway (SRT), National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) , King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)



Concerned Development Issues

- Almost all railway vehicle and maintenance parts used in Thailand are from other countries.
- There is a lack of inspection technology and human capacity to sufficiently control and evaluate the quality of railway mechanical parts that are supplied to SRT.
- As a consequence, there is a possibility that poor-quality parts are being supplied, which could negatively affect life cycle cost.

Products and Technologies of SMEs

- Ueda Brake's brake shoe has been applied to various railways in Japan. Ueda Brake is capable of developing a high quality product which is adaptable to various conditions and environment.
- Ueda Brake have manufacturing know-how for brake shoe as well as advanced quality control technologies.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

By establishing a **supply and production system** in Thailand, and **capacity development support for improving quality control and check system**, following impacts are expected:

- Contribute to the establishment of safe, secure and smooth railway transportation in Thailand's railway network.
- Contribute to the development of railway related industries in Thailand and the advancement of new industries in Thailand.
- Contribute to the establishment of quality inspection system and improvement of the capacity.

別添資料

非公開