

インドネシア共和国
運輸省鉄道総局

インドネシア国
南スマトラ鉄道
(ラハット～クレタパティ路線)
輸送力増強事業準備調査
(PPP インフラ事業)

ファイナル・レポート
(公開版)

平成 24 年 8 月
(2012 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

双日株式会社
日本交通技術株式会社

民連
JR (先)
12-038

目 次

	ページ
第1章 事業の背景	
1.1. インドネシアの概要	1- 1
1.1.1. 国概要	1- 1
1.1.2. 社会経済状況	1- 8
1.1.3. 開発課題及び政府の開発計画	1-11
1.1.4. PPP 政策と関連法規	1-14
1.1.5. 環境影響評価関連法	1-18
1.1.6. 外資による投資許認可にかかる法制度	1-19
1.2. インドネシアの鉄道政策	1-22
1.2.1. 鉄道セクター概況	1-22
1.2.2. 既存インフラの現状と課題	1-31
1.2.3. 鉄道料金政策	1-34
1.2.4. 政府の整備計画	1-36
1.2.5. 鉄道整備財源にかかる政府方針	1-42
1.2.6. PPP をめぐる鉄道セクターの現状	1-43
1.3. インドネシアのエネルギー政策	1-47
1.3.1. 国際エネルギー市場概観	1-47
1.3.2. インドネシアの状況	1-48
1.3.3. 開発課題及び政府の開発計画	1-52
1.4. 南スマトラ州	1-54
1.4.1. 地域概要	1-54
1.4.2. 事業地周辺の自然環境	1-55
1.4.3. 国の開発計画における位置づけ	1-56
1.4.4. 今後の開発計画	1-57
第2章 事業の必要性	
2.1. 南スマトラ州の石炭産業	2- 1
2.1.1. 概況	2- 1
2.1.2. 開発計画と課題	2- 5
2.1.3. 民間活動の動向	2- 7
2.2. 南スマトラ州の鉄道	2- 9
2.2.1. 地域における鉄道の位置づけと課題	2- 9
2.2.2. 鉄道整備財源にかかる州政府の方針	2- 9
2.2.3. 鉄道料金政策にかかる州政府の方針	2-10
2.3. 事業の正当性	2-10

2.3.1. 事業の優先度・実施意欲	2-11
2.3.2. 事業に関する国内外企業の関心と動向	2-12
2.3.3. 事業に関する他ドナーの関心と動向	2-13
2.3.4. 上位計画・政策と本事業との整合性	2-14
2.4. PPP方式の活用の必要性	2-16

第3章 事業規模の設定

3.1. 事業対象線区の需要予測	3- 1
3.1.1. 南スマトラ州の陸上交通の現状	3- 1
3.1.2. 需要予測の対象と方法論	3-16
3.1.3. 石炭輸送の需要予測	3-18
3.1.4. 石炭以外の貨物・旅客輸送の需要予測	3-24
3.2. 施設規模の検討課題	3-29
3.2.1. 輸送力強化のための既存施設改良の要否	3-29
3.2.2. SPCが保有すべき設備	3-32
3.2.3. 港湾荷役設備建設の必要性	3-34

第4章 事業計画の策定

4.1. 建設予定地と既存施設の現状把握	4- 1
4.1.1. 現状の軌道構造と使用軌道材料	4- 4
4.1.2. 土木構造物の現況	4- 8
4.1.3. 地質概要	4-13
4.1.4. 電力・信号・通信	4-17
4.1.5. 石炭取扱設備	4-19
4.2. 需要予測結果への技術的対応	4-22
4.2.1. 事業規模決定に係る課題と技術的対応	4-22
4.2.2. 輸送力増強のためのオプション	4-23
4.3. 運転計画	4-26
4.3.1. 前提条件	4-26
4.3.2. 運転曲線	4-30
4.3.3. 車両運用計画	4-32
4.3.4. 車両配置計画	4-34
4.4. 施設規模の提案	4-35
4.4.1. 現場条件と技術的課題	4-35
4.4.2. 事業規模の決定方針	4-44
4.4.3. 施設仕様決定上の留意事項	4-48
4.5. 概略設計計画	4-51
4.5.1. 線形計画	4-51

4.5.2.	軌道計画	4-62
4.5.3.	土木計画	4-64
4.5.4.	駅・信号所計画	4-80
4.5.5.	電気・機械計画	4-81
4.5.6.	信号計画	4-82
4.5.7.	通信計画	4-82
4.5.8.	車両計画	4-84
4.5.9.	車両基地計画	4-89
4.5.10.	石炭荷役設備計画	4-90

第5章 事業実施計画

5.1.	施工計画	5- 1
5.1.1.	施工条件	5- 1
5.1.2.	検討条件	5- 1
5.1.3.	施工手順	5- 4
5.1.4.	施工要領	5- 8
5.2.	実施スケジュール	5-13
5.2.1.	第1段階の実施スケジュール	5-15
5.2.2.	第2段階の実施スケジュール	5-16
5.2.3.	第3段階の実施スケジュール	5-17
5.3.	資機材調達パッケージ	5-18
5.3.1.	調達パッケージ分け	5-18
5.3.2.	本邦企業の参入機会	5-23
5.4.	事業費積算	5-26
5.4.1.	第1段階の事業費	5-27
5.4.2.	第2段階の事業費	5-27
5.4.3.	第3段階の事業費	5-28
5.4.4.	長期的対応の事業費（参考）	5-30
5.5.	コンサルタント雇用計画	5-31
5.5.1.	コンサルタントの業務範囲	5-31
5.5.2.	第1段階のコンサルティングサービス実施スケジュール	5-33
5.5.3.	第2段階のコンサルティングサービス実施スケジュール	5-34
5.5.4.	第3段階のコンサルティングサービス実施スケジュール	5-35
5.5.5.	コンサルティングサービスの規模	5-35

第6章 事業実施・運営体制

6.1.	事業実施体制	6- 1
6.1.1.	実施機関の法的位置づけ	6- 1

6.1.2.	業務分掌	6- 2
6.1.3.	組織構造	6- 2
6.1.4.	人員体制	6- 3
6.1.5.	技術力	6- 6
6.1.6.	実施機関への技術支援	6- 7
6.2.	運営・維持管理体制	6- 7
6.2.1.	維持管理計画	6- 7
6.2.2.	運営・維持管理機関の法的位置づけ	6-12
6.2.3.	業務分掌	6-14
6.2.4.	組織構造	6-14
6.2.5.	人員体制	6-15
6.2.6.	技術力	6-15
6.2.7.	運営・維持管理機関の会計分析	6-17
6.2.8.	運営・維持管理機関への技術支援	6-26

第7章 経済・財務・リスク分析

7.1.	費用	7- 1
7.1.1.	概算事業費	7- 1
7.1.2.	年度別資金需要	7- 2
7.1.3.	財務的・経済的費用	7- 3
7.2.	便益	7- 7
7.2.1.	財務便益	7- 7
7.2.2.	経済便益	7- 8
7.3.	事業全体の経済・財務分析	7-10
7.3.1.	分析の枠組みとパラメータ	7-10
7.3.2.	分析の結果及び感度分析	7-12

第8章 事業性の評価

8.1.	運用・効果指標の設定	8- 1
8.2.	事業の技術面の評価と提言	8- 3
8.2.1.	技術面	8- 3
8.2.2.	環境・社会面	8- 5
8.2.3.	組織制度面	8- 6
8.3.	気候変動の緩和効果の推計	8- 7

第9章 環境・社会配慮

9.1.	環境配慮	9- 1
9.1.1.	法制度の概観	9- 1

9.1.2.	事業地の現状	9- 4
9.1.3.	事業実施に伴う環境への正・負の影響	9-11
9.1.4.	環境影響評価作成の準備	9-16
9.2.	社会配慮	9-20
9.2.1.	法制度の概観	9-20
9.2.2.	事業地の現状	9-24
9.2.3.	住民移転計画作成の準備	9-31

地 名		
インドネシア語表記		日本語表記
Baai Coal Terminal	バアイ港	
Baturajya	バツラジャ	
Kertapati	クレタパティ	
Lahat	ラハット	
Lampung	ランプン州	
Muaraenim	ムアラエニム	
Palembang	パレンバン	
Prabumulih	プラブムリー	
Simpang	シンパン	
Sumatra	スマトラ	
Tanjung Api Api	タンジュンアピアピ	
Tanjung Karang	タンジュンカラン	
Tanjung Enim	タンジュンエニム	
Tarahan	タラハン	
駅名略号		地名

LT	Lahat
SCT	Sukacinta
BJI	Baniarsari
ME	Muaraenim
MRL	Muaragula
UJM	Ujanmas
PGR	Penanggiran
GNM	Gunungmegang
BIB	Blimbingpendopo
NRU	Niru
PNM	Penimur
X6	Prabumulih X6
PBM	Prabumulih
LEB	Lembak
KED	Karangendah
GLB	Gelumbang
SDN	Serdang
PYK	Payakabung
SIG	Simpang
KPT	Kertapati

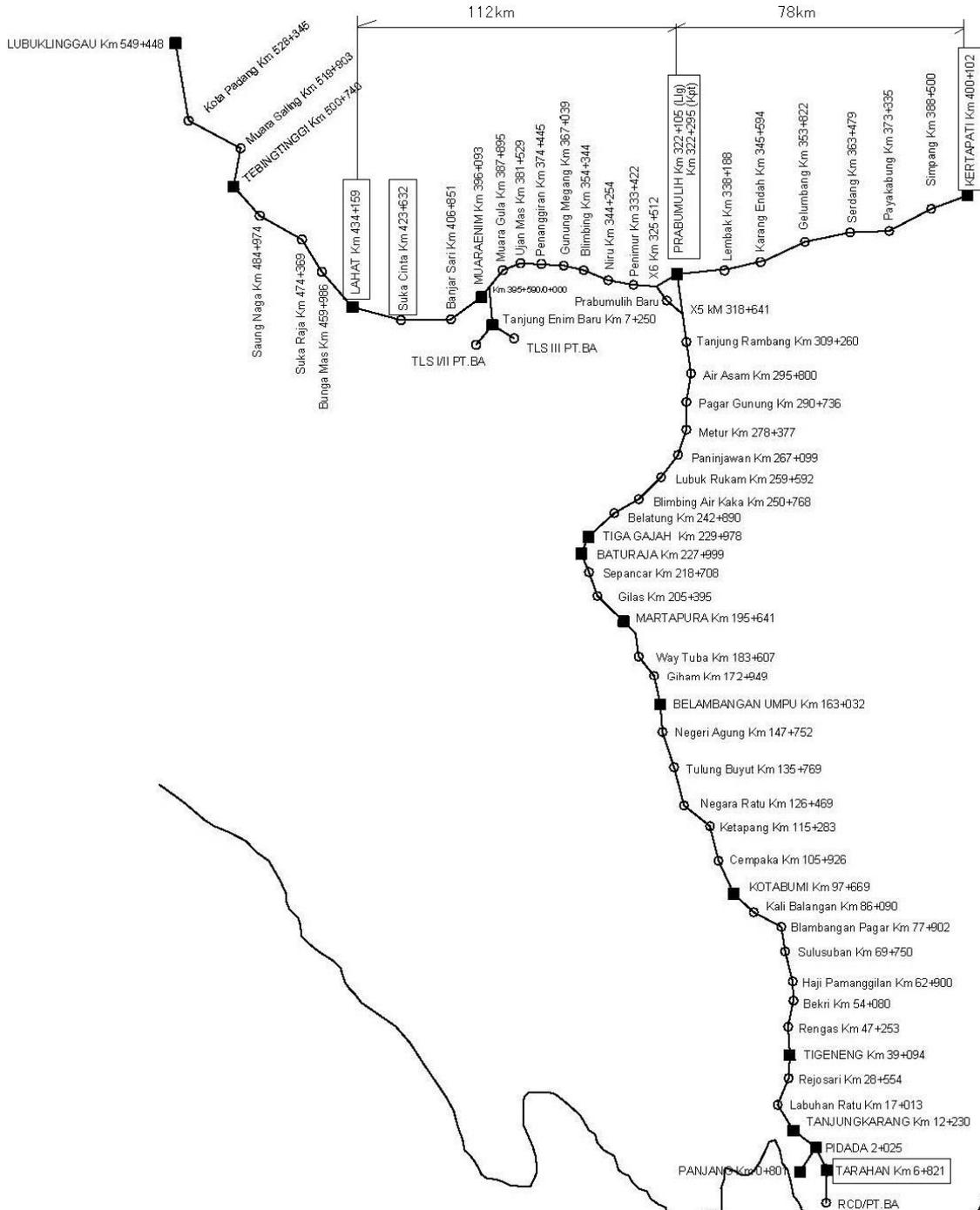
略 号	
略語	説明
A	
ADB	アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
ADSCR	平均可処分所得債務返済比率 (Average Debt Service Credit Ratio)
AMDAL	インドネシアの環境影響評価制度 (EIA)
APBN	インドネシア国家予算
AUAID	豪州援助機関 (Australian Agency for International Development)

B	
B to B	民間企業どうしの商談 (Business to Business)
BOD	生物化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand)
BAPEDAL	インドネシアの環境管理庁 (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan)
BAPPEDA	南スマトラ州地域開発計画庁
BAPPENAS	インドネシア国家開発企画庁
BKPM	投資調整庁 (Capital Investment Coordinating Board のインドネシア語)
BOO	PFI (Private Finance Initiative) の1手法 (Build, Operate and Own)
BOQ	費用積算のための数量表 (Bill of Quantity)
BOT	PFI (Private Finance Initiative) の1手法 (Build, Operate and Transfer)
BT	PFI (Private Finance Initiative) の1手法 (Build and Transfer)
C	
C.O.D.	化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand)
CAPEX	資本費用 (Capital Expenditure)
CAPM	(自己資本収益率のための) 基準値推定式 (Capital Asset Pricing Model)
CCTV	映像監視システム (Closed-circuit Television)
CDM	クリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism)
CRP	国の市場リスク (Country Risk Premium)
D	
DEL	電気式ディーゼル機関車 (Diesel Electric Locomotive)
DFID	英国の援助機関 (UK Department For International Development)
DGR	インドネシア運輸省鉄道総局 (Directorate General of Railways)
Divre3	PT. KAI の南スマトラ鉄道管理局
DMO	国内供給義務規制
DPD	インドネシア地方代表議会
DPR	インドネシア国会
DSCR	可処分所得債務返済比率 (Debt Service Coverage Ratio)
DSR	債務比率 (Debt Service Ratio)
E	
EIA	環境影響評価 (Environmental Impact Assessment)
EIRR	経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return)
EMD	アメリカの世界第2の機関車製造会社 (Electro-Motive Diesel)
ENPV	経済的純便益額 (Economic Net Present Value)
EPC	設計、調達、建設の流れ (Engineering, Procurement and Construction)
EPP	輸出平価額 (Export Parity Price)
Equity FIRR	自己資本収益率
F	
FIRR	財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return)
FNPV	財務的純便益額 (Financial Net Present Value)
G	
GCA	PPPの受け皿となる政府側パートナー (Government Contracting Agency)
GDP	国内総生産 (Gross Domestic Production)
GHG	温室効果ガス (Green House Gas)
GMR	国際市場リスク (Global Market Premium)
GOI	インドネシア政府 (Government of Indonesia)
H	
HTT	手持ち型バラスト整正器 (Handheld Tie Tamper)
IEDC	インドネシア経済回廊 (Indonesia Economic Development Corridor)
I	
IEE	初期環境調査 (Initial Environmental Examination)
IIF	インドネシアのインフラ事業保証機関 (Indonesia Infrastructure Finance)

IMF	国際通貨基金 (International Monetary Fund)
IMO	政府が PT. KAI に支払う維持管理費 (Infrastructure Maintenance and Operation)
IPP	独立発電事業者 (Independent Power Producer)
IRR	内部収益率 (Internal Rate of Return)
ISO	国際標準化機構 (International Organization for Standardization)
J	
JBIC	国際協力銀行 (Japan Bank for International Cooperation)
JICA	国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
JR	日本国鉄分割民営化後の各社の総称 (Japan Railways)
JTC	日本交通技術(株) (Japan Transportation Consultants Ltd.)
K	
KA-ANDAL	AMDAL (インドネシアの EIA) 作成のための TOR (業務範囲)
KALOG	PT. KAI の子会社で施設調達を担当 (PT. KAI Logistics)
KNKT	国家運輸安全委員会 (National Transportation Safety Committee の印尼語)
L	
L/A	借款協約 (Loan Agreement)
LARAP	土地取得住民移転計画書 (Land Acquisition and Resettlement Action Plan)
LLCR	純現在価値額債務総額比率 (Loan Life Cover Ratio)
LNG	液体天然ガス (Liquid Natural Gas)
M	
MOSOE	国営会社省 (The Ministry of State Owned Enterprises)
MP3EI	インドネシアの経済開発加速化・拡充マスタープラン
MPE	限界輸出性向 (Marginal Propensity of Export)
MPR	インドネシア国民協議会
MTPA	百万トン/年 (Million Ton Per Annum)
MTT	車両型バラスト整正器 (Multiple Tie Tamper)
N	
NC	数値制御 (Numerical Control:) 型のプレス
NEXI	日本貿易保険 (Nippon Export and Import Insurance)
NPV	純現在価値額 (Net Present Value)
O	
O&M	維持管理 (Operation and Maintenance)
OCC	資本の機会費用 (Opportunity Cost of Capital)
OD	起終点 (Origin and Destination)
ODA	政府開発援助 (Official Development Assistance)
P	
P/Q	事前資格審査 (Pre-qualification)
PAPs	プロジェクトにより影響を受ける人々 (Project Affected People)
PC	プレストレストコンクリート (Pre-stressed Concrete)
PER	世界銀行による鉄道部門の公共支出管理レビュー (Public Expenditure Review)
PERSERO	インドネシアの国有会社の総称
PII	インドネシアのインフラ事業保証会社 (PT. Penjamin Infrastruktur Indonesia)
PIU	事業実施専属部署 (Project Implementation Unit)
PLN	インドネシア電力公社 (Perseroan Listrik Negara)
PMU	事業進捗管理部署 (Project Management Unit)
PPP	官民連携枠組み (Public Private Partnership)
PROPENAS	インドネシア国家中期開発計画
PSC	事業調整機関 (Project Steering Committee)
PSIF	JICA 海外直接投融資資金 (Private Sector Investment Finance)
PSO	低額に設定された旅客運賃に対する政府補助金 (Public Service Obligation)
PT. BA	インドネシアの国営石炭会社 (PT. Tambang Batubara Bukit Asam Tbk)

PT. BAU	インドネシアの民間石炭会社の一つ (PT. Bara Alam Utama)
PT. INKA	インドネシアの国営車両製造会社
PT. KAI	インドネシアの国有鉄道会社
PWC	マネージメントコンサルタンツ会社 (Price Water House Coopers Co.)
R	
R	線路線形における曲線半径 (Radius)
R42	レール規格の一つで 1m 長さあたりの重量が 42kg のもの
R54	レール規格の一つで 1m 長さあたりの重量が 54kg のもの
RCD	貨車ごと回転させて石炭を降ろす方式 (Rotary Car Dumper)
RENSTRA	インドネシアの運輸計画戦略
RJPP	PT. KAI の中期計画 (Rencana Jangka Panjang Perusahaan)
RKL	インドネシアの環境管理計画
ROE	投下資本回収 (Return On Equity)
Rp.	インドネシアの通貨ルピア (Rupiah) の略号
RPJMN	インドネシアの国家中期開発計画
RPJPN	インドネシアの国家長期開発計画
RPL	インドネシアの環境監視計画
S	
SIL. 4	世界信号システム技術レベル第 4 段階 (Safety Integration Level 4)
SDR	社会的割引率 (Social Depreciation Rate)
SEA Games 26	第 26 回東南アジア競技会 (South East Asia Games 26)
SISTRANAS	インドネシア国家運輸システム計画
SOP	有害廃棄物管理に関する標準作業手順 (Standard Operation Procedure)
SPC	PPP 事業会社 (Special Purpose Company/Vehicle)
STEP	円借款における本邦技術活用条件 (Special Terms for Economic Partnership)
T	
TAC	鉄道事業者が支払う政府所有インフラの使用料 (Traffic Access Charge)
TATRALOK	インドネシアの地方レベル運輸計画
TATRANAS	インドネシアの国レベル運輸計画
TATRAWIL	インドネシアの州レベル運輸計画
TOR	業務範囲 (Terms of Reference)
TSL	直接政府にではなく国営銀行などを通じた二段階の借款 (Two Step Loan)
TSP	(粒子の大きさに関係ない) 全浮遊粉じん (Total Suspended Particle)
TSS.	全浮遊物質 (Total Suspended Solid)
U	
UIC	国際鉄道連合 (International Railway Union のフランス語)
UKL	インドネシアの環境管理計画書 (Upaya Pengelolaan Lingkungan)
UNFCCC	気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change)
UPL	インドネシアの環境モニタリング計画書 (Upaya Pemantauan Lingkungan)
V	
VAT	付加価値税 (Value Added Tax)
VOC	車両の維持管理費 (Vehicle Operation Cost)
W	
WACC	加重資本費用 (Weighed Average Cost of Capital)

对象路線略图



図・表・写真一覧

第1章

ページ

< 図 >

【図 1-1-1】	インドネシア全体図	1- 1
【図 1-1-2】	地震震源地分布図（1990～2006 年）	1- 2
【図 1-1-3】	インドネシアにおける 6 つの経済回廊	1-13
【図 1-1-4】	インドネシアにおけるインフラ整備フロー	1-15
【図 1-1-5】	PPP 案件の進捗フロー	1-16
【図 1-1-6】	PPP 事業権入札にかかる進捗フロー（Solicited ベース）	1-17
【図 1-2-1】	運輸省の組織図	1-24
【図 1-2-2】	DGR の組織図	1-25
【図 1-2-3】	PT. KAI の組織図	1-27
【図 1-2-4】	鉄道路線図	1-32
【図 1-2-5】	PSO-IMO-TAC の関係図	1-35
【図 1-2-6】	国家開発計画・土地利用計画・運輸開発計画の関連性	1-37
【図 1-3-1】	経済成長とエネルギー消費の相関性	1-47
【図 1-3-2】	世界のエネルギー資源可採年数	1-48
【図 1-3-3】	インドネシア一次エネルギーの比率	1-49
【図 1-3-4】	インドネシアの石油の輸出・輸入量推移	1-49
【図 1-3-5】	インドネシアの LNG 輸出量推移	1-50
【図 1-3-6】	インドネシアの石炭生産量・輸出量推移	1-51
【図 1-3-7】	インドネシアの電源別発電の割合（2008 年）	1-52
【図 1-3-8】	インドネシアの地域別石炭資源量	1-52
【図 1-4-1】	南スマトラ州の位置図	1-54
【図 1-4-2】	インドネシア泥炭湿地の分布	1-56

< 表 >

【表 1-1-1】	インドネシアの人口	1- 4
【表 1-1-2】	インドネシア経済状況統計データ	1- 9
【表 1-1-3】	輸出・輸入額（2006～2010）	1-10
【表 1-1-4】	2011 年国家予算	1-11
【表 1-1-5】	開発計画一覧	1-11
【表 1-1-6】	国家長期開発計画の段階目標	1-12
【表 1-2-1】	実質国民総生産（2000 年市場価格）における鉄道セクターの位置づけ	1-23
【表 1-2-2】	インドネシアにおけるモード別輸送量とそのシェア（2010 年）	1-29
【表 1-2-3】	最近の鉄道旅客及び貨物輸送量	1-30

【表 1-2-4】	鉄道路線延長	1-32
【表 1-2-5】	PT. KAI における貨物運賃 (2010～2011 年)	1-36
【表 1-2-6】	インフラ投資計画規模 (2009～2013 年)	1-40
【表 1-2-7】	インフラ投資額 (2009～2013 年)	1-41
【表 1-2-8】	収支計画 (2009～2013 年)	1-42
【表 1-2-9】	運輸省の年間予算額	1-43
【表 1-2-10】	PPP ブック第 1 版 (発行 2009 年) に掲載された案件	1-44
【表 1-2-11】	PPP ブック第 2 版 (発行 2010 年) に掲載された案件	1-45
【表 1-2-12】	PPP ブック第 3 版 (発行 2011 年) に掲載された案件	1-45
【表 1-2-13】	特定 4 PPP 案件の現状	1-46
【表 1-3-1】	インドネシアの発電量と電源構成	1-51
【表 1-3-2】	インドネシアの石炭生産計画	1-53

第 2 章

<図>

【図 2-1-1】	スマトラ島の炭田位置	2- 1
【図 2-1-2】	南スマトラ州の PT.BA 関連インフラ位置図	2- 4
【図 2-1-3】	ムアラエニム及びラハット地区からの鉄道輸送能力増強の検討プロジェクト	2- 8
【図 2-2-1】	南スマトラ州の鉄道予算推移 (実質価格)	2-10
【図 2-3-1】	PT. IIF の株主構成	2-14

<表>

【表 2-1-1】	インドネシアの地域別石炭資源量	2- 2
【表 2-1-2】	スマトラ島の州別石炭資源量	2- 2
【表 2-1-3】	インドネシアの地域別石炭生産量	2- 3
【表 2-1-4】	スマトラ島の企業別石炭生産量	2- 3
【表 2-1-5】	南スマトラ州の企業別石炭生産量	2- 3
【表 2-1-6】	ムアラエニム及びラハット地区の炭鉱生産能力	2- 5
【表 2-3-1】	南スマトラの石炭鉄道輸送計画	2-12

第 3 章

<図>

【図 3-1-1】	鉄道の貨物輸送量 (2000 年=100%)	3- 3
【図 3-1-2】	鉄道の貨物輸送品目別の輸送量割合 (2011 年)	3- 3
【図 3-1-3】	鉄道の旅客輸送人員 (2000 年=100%)	3- 6
【図 3-1-4】	鉄道旅客輸送の車両等級別の輸送人員割合 (2011 年)	3- 6
【図 3-1-5】	鉄道旅客輸送の車両等級別の収入割合 (2010 年)	3-10
【図 3-1-6】	南スマトラ州の道路ネットワーク (2010 年)	3-12

【図 3-1-7】	南スマトラ州の自動車登録台数（2000年＝100%）	3-16
【図 3-2-1】	プロジェクトの路線概略図	3-29
<表>		
【表 3-1-1】	鉄道の貨物輸送量	3- 2
【表 3-1-2】	貨物列車の運行区間と運行本数	3- 4
【表 3-1-3】	鉄道の旅客輸送人員	3- 5
【表 3-1-4】	旅客列車の運行区間と運行本数	3- 8
【表 3-1-5】	旅客列車の平均乗車率（2008～2010年）	3- 8
【表 3-1-6】	輸送人員と収入における車両等級別割合の比較（2010年）	3-10
【表 3-1-7】	南スマトラ州の道路管理者別道路延長	3-11
【表 3-1-8】	南スマトラ州の道路表面損傷状況別道路延長（2009年）	3-12
【表 3-1-9】	南スマトラ州の輸送機関別石炭輸送量（2010年）	3-14
【表 3-1-10】	南スマトラ州の自動車登録台数	3-15
【表 3-1-11】	ラハット地区の民間石炭会社	3-19
【表 3-1-12】	2014年の民間石炭会社の輸送需要	3-20
【表 3-1-13】	タラハンへの石炭輸送力増強計画の概要	3-22
【表 3-1-14】	PT. BA の石炭輸送の将来需要量	3-23
【表 3-1-15】	鉄道貨物輸送の輸送力に関するモニタリング指標（案）	3-23
【表 3-1-16】	石炭以外の貨物輸送の将来需要量	3-25
【表 3-1-17】	旅客輸送量と各種指標の回帰分析結果	3-26
【表 3-1-18】	南スマトラ州の実質 GRDP（2000年価格）の推定	3-27
【表 3-1-19】	旅客輸送の将来需要量	3-28
【表 3-2-1】	第1段階で SPC が保有する設備	3-32
【表 3-2-2】	第2段階で SPC が保有する設備	3-33
【表 3-2-3】	第3段階で SPC が保有する設備	3-33
<写真>		
【写真 3-1-1】	エコノミークラス列車（ルブクリンガン行）の混雑状況	3- 9
【写真 3-1-2】	トラックによる石炭輸送状況（2011年11月）	3-13

第4章

<図>

【図 4-1-1】	計画路線略図	4- 1
【図 4-1-2】	地質平面図	4-14
【図 4-1-3】	シンパン・ケラマサン駅の土質状態	4-15
【図 4-1-4】	盛土構造物の標準断面	4-15
【図 4-3-1】	現行の列車速度における線路容量と所要列車本数	4-28
【図 4-3-2】	列車速度を 65km/h にした場合の線路容量	4-30
【図 4-3-3】	機関車運用表	4-33

【図 4-4-1】	駅間勾配	4-36
【図 4-4-2】	第1段階の対象工事箇所模式図	4-47
【図 4-4-3】	第2段階の対象工事箇所模式図	4-47
【図 4-4-4】	第3段階の対象工事箇所模式図	4-48
【図 4-5-1】	ラハット～クレタパティ間の配線略図	4-52
【図 4-5-2】	ラハット～クレタパティ間の線路縦断線形略図	4-54
【図 4-5-3】	列車編成長と線路有効長	4-55
【図 4-5-4】	ラハット機関区の配線略図	4-56
【図 4-5-5】	列車停車位置と線路有効長の関連図	4-56
【図 4-5-6】	第2段階の配線略図	4-58
【図 4-5-7】	クレタパティ駅石炭積降施設の平面略図	4-59
【図 4-5-8】	スカチンタ～クレタパティ間の複線化線路配線略図	4-61
【図 4-5-9】	設計列車荷重	4-65
【図 4-5-10】	第1段階（単線改良）の計画略図	4-67
【図 4-5-11】	既設路盤改良図	4-67
【図 4-5-12】	駅部有効長延伸の盛土部標準図	4-68
【図 4-5-13】	駅部有効長延伸の切土部標準図	4-68
【図 4-5-14】	第2段階（部分複線化）の計画略図	4-69
【図 4-5-15】	パヤカブン～クレタパティ間盛土増設部のパイルネット工法図	4-70
【図 4-5-16】	メラピ～ストックヤード間新線部の盛土部標準図	4-70
【図 4-5-17】	メラピ～ストックヤード駅部の盛土部標準図	4-70
【図 4-5-18】	第3段階（全線複線化）の計画略図	4-71
【図 4-5-19】	複線化区間の盛土部標準図	4-72
【図 4-5-20】	複線化区間の盛土部パイルネット工法図	4-72
【図 4-5-21】	複線化区間の切土部標準図	4-73
【図 4-5-22】	複線化区間の橋梁部施工図	4-74
【図 4-5-23】	延伸ルート位置図	4-75
【図 4-5-24】	ムシ川延伸ルート略図	4-76
【図 4-5-25】	一般部の新設盛土標準図	4-76
【図 4-5-26】	駅部の新設盛土標準図	4-77
【図 4-5-27】	シンパン～マリアナ延伸ルート略図	4-77
【図 4-5-28】	オガン川、コメリン川橋梁横断図	4-78
【図 4-5-29】	シンパン～ガシン延伸ルート略図	4-79
【図 4-5-30】	桁式高架橋横断図	4-79
【図 4-5-31】	ムシ川橋梁横断図	4-80
【図 4-5-32】	電気・機械・信号・通信設備の設備概要図	4-83
【図 4-5-33】	CC205型機関車特性曲線	4-86
【図 4-5-34】	車両基地配置及び業務分担	4-90

<表>

【表 4-1-1】	駅間距離及び有効長	4- 3
【表 4-1-2】	区間別最大設計速度	4- 3
【表 4-1-3】	区間別平面交差する踏切	4- 3
【表 4-1-4】	区間別曲線数	4- 4
【表 4-1-5】	区間別橋梁数	4- 4
【表 4-1-6】	現地調査時の軌道設備状態	4- 5
【表 4-1-7】	現状の軌道構造と使用軌道材料（2011年現在）	4- 7
【表 4-1-8】	曲線半径別のレール長	4- 8
【表 4-1-9】	既設橋りょうの一覧表	4-11
【表 4-1-10】	横断管路・函渠一覧表	4-12
【表 4-1-11】	軟弱地盤対策工法の選定表	4-16
【表 4-2-1】	各段階の目標輸送量とその根拠	4-25
【表 4-3-1】	列車運行本数（2011年10月1日現在）	4-26
【表 4-3-2】	輸送増強計画と必要な措置	4-29
【表 4-3-3】	基準運転時分表	4-31
【表 4-3-4】	輸送力増強計画と具体的措置	4-32
【表 4-3-5】	車両投入計画	4-35
【表 4-4-1】	鉄筋の種別	4-41
【表 4-4-2】	鋼材の種別	4-41
【表 4-4-3】	コンクリート種別	4-41
【表 4-4-4】	路盤材料の種別	4-42
【表 4-4-5】	盛土材料の種別	4-42
【表 4-4-6】	各段階の輸送力増強対応策（第1段階）	4-45
【表 4-4-7】	各段階の輸送力増強対応策（第2段階・第3段階）	4-46
【表 4-5-1】	ラハット〜クレタパティ間の駅間距離と線路有効長	4-53
【表 4-5-2】	プラブムリー〜クレタパティ間の信号所新設位置及び線路有効長延伸	4-57
【表 4-5-3】	輸送量増強に伴う既設線の軌道改良計画	4-63
【表 4-5-4】	駅部有効長延伸案	4-66
【表 4-5-5】	機関車性能比較	4-84
【表 4-5-6】	車両投入計画	4-89

<写真>

【写真 4-1-1】	現地調査時の軌道設備状態	4- 6
【写真 4-1-2】	噴泥発生の状況	4- 9
【写真 4-1-3】	既設駅の状況	4-10
【写真 4-1-4】	367k461m付近のBH No.837 トラス橋（L=50m）	4-10
【写真 4-1-5】	小規模横断管路の状況	4-12
【写真 4-1-6】	踏切の状況	4-13

【写真 4-1-7】	シンパン駅の太陽光発電設備とプラブムリー信号通信機器室の買電方式による設備	4-17
【写真 4-1-8】	プラブムリー信号通信機器室設備とグヌンメガン駅の機械式信号設備	4-18
【写真 4-1-9】	パレンバン指令所の通信設備とクレタパティの信号扱所連絡用通信設備	4-18
【写真 4-1-10】	スカチンタの現状	4-19
【写真 4-1-11】	クレタパティの現状	4-20
【写真 4-1-12】	PT. BAU の現状	4-21
【写真 4-5-1】	EMD 製の CC205 型 (GT38C-AC) 機関車	4-84
【写真 4-5-2】	PPCW 型コンテナ貨車	4-87
【写真 4-5-3】	日本のコンテナによるバラ荷輸送	4-87
【写真 4-5-4】	台湾のコンテナによるバラ荷輸送	4-88
【写真 4-5-5】	アメリカのコンテナによるバラ荷輸送	4-88
【写真 4-5-6】	コンテナの積み込み	4-89

第5章

<図>

【図 5-1-1】	盛土工標準断面図	5- 9
【図 5-1-2】	切土工標準断面図	5- 9
【図 5-1-3】	パイルネット工法概要図	5- 9
【図 5-1-4】	盛土工施工要領図	5-10
【図 5-1-5】	下路トラス橋架設要領図	5-11
【図 5-1-6】	プレートガーダー架設要領図	5-12
【図 5-2-1】	基本スケジュール	5-13

<表>

【表 5-1-1】	施工条件	5- 1
【表 5-1-2】	事業概要	5- 3
【表 5-1-3】	工事内容	5- 4
【表 5-2-1】	調達スケジュール (L/A 締結後の経過月数)	5-14
【表 5-2-2】	第1段階の実施スケジュール	5-15
【表 5-2-3】	第2段階の実施スケジュール	5-16
【表 5-2-4】	第3段階の実施スケジュール	5-17
【表 5-3-1】	実施段階別工事費	5-18
【表 5-3-2】	第1段階区間別工事費	5-19
【表 5-3-3】	第1段階の調達パッケージ	5-20
【表 5-3-4】	第2段階区間別工事費	5-20
【表 5-3-5】	第2段階の調達パッケージ	5-21
【表 5-3-6】	第3段階区間別工事費	5-22

【表 5-3-7】	第3段階の調達パッケージ	5-22
【表 5-3-8】	各実施段階別の外貨額	5-23
【表 5-3-9】	本邦調達可能品目（第1段階）	5-25
【表 5-3-10】	本邦調達可能品目（第2段階）	5-25
【表 5-3-11】	本邦調達可能品目（第3段階）	5-26
【表 5-4-1】	第1段階の総事業費	5-27
【表 5-4-2】	第2段階までの総事業費	5-28
【表 5-4-3】	第3段階までの総事業費	5-29
【表 5-4-4】	シンパン～マリアナ間新線建設案の総事業費（延長 35km）	5-30
【表 5-4-5】	シンパン～ガシン間新線建設案の総事業費（延長 45 k m）	5-31
【表 5-5-1】	第1段階のコンサルティングサービス実施スケジュール	5-33
【表 5-5-2】	第2段階のコンサルティングサービス実施スケジュール	5-34
【表 5-5-3】	第3段階のコンサルティングサービス実施スケジュール	5-35
【表 5-5-4】	エンジニアリングサービススタッフ構成	5-36

第6章

<図>

【図 6-1-1】	鉄道法における運行主体と輸送主体の関係	6- 2
【図 6-1-2】	SPC の組織モデル	6- 2
【図 6-1-3】	機関車乗務員運用行路モデル	6- 5
【図 6-2-1】	PT. KAI Sumatera Selatan（Divisi Regional III）の組織図	6- 9
【図 6-2-2】	PT. KAI Sumatera Selatan（Sub Divisi Regional III.1）の組織図	6-10
【図 6-2-3】	運営・維持管理組織概要	6-15
【図 6-2-4】	ジャワとスマトラ島の貨物・旅客輸送量推移（2006～2010年）	6-17
【図 6-2-5】	収益・費用及び当期純利益の推移（名目）（2006～2010年）	6-18

<表>

【表 6-1-1】	機関車乗務員所要数	6- 6
【表 6-2-1】	主な保有機器	6-10
【表 6-2-2】	基準類の有無	6-11
【表 6-2-3】	要約損益計算書（2006～2010年）	6-19
【表 6-2-4】	要約損益計算書（名目・実質）（2006～2010年）	6-20
【表 6-2-5】	要約貸借対照表（2006～2010年）	6-22
【表 6-2-6】	会計比率（2006～2010年）	6-24
【表 6-2-7】	要約キャッシュフロー表（2006～2010年）	6-25
【表 6-2-8】	施設・設備の維持管理の課題	6-26
【表 6-2-9】	維持管理支援組織の構築スケジュール	6-28

第7章

<図>

【図 7-2-1】	国際石炭価格及びインドネシア経済実質成長率（2000～2010 年）	7- 9
【図 7-2-2】	インドネシアのマクロ経済推移（1980～2010 年）	7- 9
【図 7-2-3】	インドネシアのマクロ経済指標推移（1980～2010 年）	7- 9
【図 7-3-1】	第 1 段階の経済的費用・輸出平価便益・EIRR	7-12
【図 7-3-2】	第 2 段階の経済的費用・輸出平価便益・EIRR	7-13
【図 7-3-3】	第 3 段階の経済的費用・輸出平価便益・EIRR	7-13

<表>

【表 7-1-1】	第 1 段階の概算事業費	7- 1
【表 7-1-2】	第 2 段階の概算事業費	7- 1
【表 7-1-3】	第 3 段階の概算事業費	7- 2
【表 7-1-4】	第 1 段階の概算事業費年度区分	7- 2
【表 7-1-5】	第 2 段階の概算事業費年度区分	7- 3
【表 7-1-6】	第 3 段階の概算事業費年度区分	7- 3
【表 7-1-7】	財務費用（第 1 段階）	7- 4
【表 7-1-8】	財務費用（第 2 段階）	7- 4
【表 7-1-9】	財務費用（第 3 段階）	7- 5
【表 7-1-10】	経済費用（第 1 段階）	7- 6
【表 7-1-11】	経済費用（第 2 段階）	7- 6
【表 7-1-12】	経済費用（第 3 段階）	7- 7
【表 7-3-1】	分析の枠組みとパラメータ	7-11
【表 7-3-2】	実施段階別 EIRR 及び ENPV	7-12
【表 7-3-3】	実施段階別 FIRR 及び FNPV	7-14
【表 7-3-4】	第 1 段階についての FIRR 感度分析結果	7-14
【表 7-3-5】	第 2 段階についての FIRR 感度分析結果	7-14
【表 7-3-6】	第 3 段階についての FIRR 感度分析結果	7-14
【表 7-3-7】	第 1 段階の FIRR と EIRR 要約キャッシュフロー表	7-15
【表 7-3-8】	第 2 段階の FIRR と EIRR 要約キャッシュフロー表	7-15
【表 7-3-9】	第 3 段階の FIRR と EIRR 要約キャッシュフロー表	7-16

第 8 章

<表>

【表 8-1-1】	事業の運用・効果の直接的指標	8- 1
【表 8-1-2】	直接的指標のモニタリング	8- 2
【表 8-1-3】	事業の運用・効果の間接指標とその設定の考え方	8- 3
【表 8-1-4】	事業の運用・効果の間接指標のモニタリング	8- 3
【表 8-3-1】	温室効果ガス排出削減効果の定量化に用いるデータ （ベースライン排出量）	8- 9

【表 8-3-2】	温室効果ガス排出削減効果の定量化に用いるデータ (プロジェクト排出量)	8-10
【表 8-3-3】	温室効果ガス排出削減効果	8-10

第9章

<図>

【図 9-1-1】	大気、水質、騒音の測定地点	9-10
【図 9-2-1】	PT. KAI の用地取得・住民移転の監督チーム	9-23
【図 9-2-2】	PT. KAI の用地取得・住民移転現場実施班	9-24

<表>

【表 9-1-1】	インドネシア国における環境関連法	9- 2
【表 9-1-2】	南スマトラ州における環境関連法	9- 3
【表 9-1-3】	インドネシア国における環境影響評価の実施手順	9- 4
【表 9-1-4】	大気環境濃度測定結果	9- 6
【表 9-1-5】	水質濃度測定結果	9- 7
【表 9-1-6】	騒音測定結果	9- 8
【表 9-1-7】	事業実施に伴う負の影響項目のスコーピング	9-12
【表 9-1-8】	事業実施に伴う負の影響項目のスコーピング (第1段階)	9-13
【表 9-1-9】	事業実施に伴う負の影響項目のスコーピング (第2段階)	9-14
【表 9-1-10】	事業実施に伴う負の影響項目のスコーピング (第3段階)	9-15
【表 9-1-11】	AMDAL の対象となる鉄道整備事業	9-16
【表 9-1-12】	本事業の実施計画	9-17
【表 9-1-13】	主な環境管理計画の内容	9-19
【表 9-1-14】	南スマトラ州における鉄道関連の AMDAL 作成事業の概要	9-20
【表 9-2-1】	南スマトラ州の行政区分現況	9-26
【表 9-2-2】	ラハット〜クレタパティ間に位置する主要村落	9-28
【表 9-2-3】	社会環境のスコーピングによる影響評価及び軽減対策	9-30
【表 9-2-4】	パレンバン市の主要な社会経済特徴	9-31
【表 9-2-5】	複線工事に伴う駅間毎の移転家屋数	9-32
【表 9-2-6】	駅間別の調査村落と世帯数	9-35
【表 9-2-7】	事業地における村落が直面する問題と要望	9-36

<写真>

【写真 9-1-1】	事業地周辺の典型的風景	9- 5
【写真 9-1-2】	事業地周辺の河川	9- 5
【写真 9-1-3】	線路周辺の廃棄物	9- 8
【写真 9-1-4】	都市部の踏切	9- 9
【写真 9-2-1】	クレタパティ駅及び沿線の農村状況	9-27
【写真 9-2-2】	社会調査とクレタパティ地区の住民説明会	9-34

第1章

事業の背景

1.1. インドネシアの概要

1.1.1. 国概要

(1) 国のあらまし

① 位置

インドネシアの国名はインドネシア共和国と呼ばれ、その名前はインドを意味する「Indos」と島を意味する「Nesos」のギリシャ語からきている。北緯 6 度 8 分から南緯 11 度 15 分、東経 94 度 45 分から 141 度 5 分の間位置し、東西及び南北の距離は、それぞれ約 5,100km、約 1,760km となっている。世界で最大の群島国家といわれているようにインドネシアは 17,508 の大小の島々からなっており、そのうち約 6,000 の島が有人である。国土は約 186 万 k m^2 に達し世界で 16 番目に広い国で日本の約 5 倍の国土を持つ。それらの島のうち、最大の島はカリマンタン島 (53 万 9 千 k m^2) で、スマトラ島 (42 万 6 千 k m^2)、イリアンジャヤ島 (42 万 2 千 k m^2)、スラウェシ島 (17 万 4 千 k m^2)、ジャワ島 (12 万 9 千 k m^2) と続く。【図 1-1-1】に東西、南北に広がるインドネシアの全体図を示す。

ジャカルタはインドネシア共和国の首都でジャワ島の北西部沿岸に位置しインドネシアの中心都市となっている。スラバヤはインドネシア第 2 の都市でジャワ島の東端に位置する。その他の都市として、バンドン、メダン、スマラン、ジョグジャカルタ、デンパサール、パダン、パレンバン、マッカサール、モナド、バンジャルマシン、バリックパパン、ジャヤプラなどがある。



(出典：Coordination Agency National Survey and Mapping (Bakosurtanal), Indonesia)

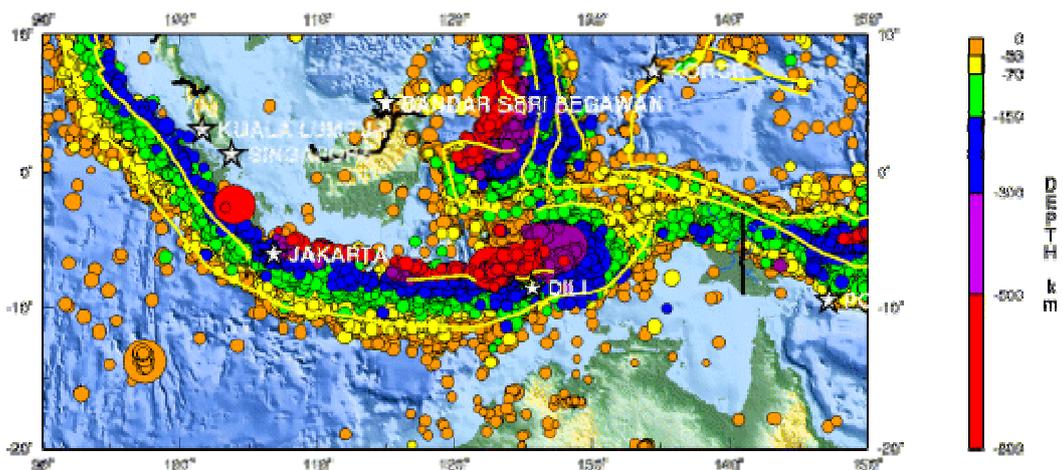
【図 1-1-1】インドネシア全体図

② 地勢

全領土は約 980 万 k m^2 と見積もられており、そのうち 81% が海、残り 19% が陸地となっている。インドネシアは世界で最大の海岸線を有する国とされておりその延長は 54,716km になる。さらに、インドネシアは世界最大の火山帯である環太平洋火山帯に属しているため、スマトラからジャワ、バリ、ロンボック、スンバワ、フローレスにひろがる地域に多くの火山（400 から 450）があり、そのうち約 130 が活火山となっている。インドネシアの最高峰はパプアにあるジャヤウイジャヤ山で、標高は海拔約 5,000m、年中雪に覆われている。国内最大の湖はスマトラにある広さ 1,100 k m^2 のトバ湖であり、また、国内最大級の河川はカリマンタン島にあるマハカム川やバリト川があげられ地域の交通手段として利用されている。インド洋に面するほとんどの海岸線は急な断崖からなっており砂丘などは一部である。一方、北側に位置する島々の海は長年の堆積作用によって生じた比較的平らなものとなっている。

③ 地震

インドネシア南部に広がるインド洋付近で、インド・オーストラリアプレートがユーラシアプレートの下に入り込んでいるため、インドネシアではプレート境界型の地震が数多く発生する。最近では 2004 年 12 月 26 日（マグネチュード 9.3）及び 2005 年 3 月 29 日（マグネチュード 8.7）発生のスマトラ地震、2006 年 5 月 27 日（マグネチュード 6.2）発生のジョグジャカルタ地震などがある。【図 1-1-2】にアメリカ地質調査所が公表している地震震源地分布図（1990～2006 年）を示す。この図で示されているように、インドネシア全土で地震が発生している。



Seismicity of Indonesia, 1990 - 2006

(出典：USGS : United States Geological Survey)

【図 1-1-2】地震震源地分布図（1990～2006 年）

④ 気候

インドネシアは赤道付近に位置するため熱帯性気候に属しており季節の変化はなく、乾期と雨期の二つの季節に分かれているだけである。太陽の相対位置が地球の北半球上にある時は南東からの乾いた風が全国的に吹く。一方、太陽の位置が南半球上の時は北東からの比較的湿った風が吹く。乾期は大体6月から9月まで続き、雨期は12月から3月までである。4月、5月、10月、11月は二つの季節の変わり目とみなされている。平地の気温は、2008年の年間平均では23℃から28℃となっている。相対湿度は比較的高く、2008年のデータでは、71.0%から88.0%の間で観測されている。降雨はほとんど一年中あり乾期でも降る。雨量は月や場所によって異なる。2008年の平均では949.1mmから5652.0mmの範囲となっている。平地の気温は、ジャカルタでみると2010年の年間平均は25℃から32℃となっている。相対湿度は比較的高く、2010年の平均は74%と観測されている。降雨量はほとんど一年中あり乾期でも降り、2010年の平均は1,779mmとなっている。

⑤ 人口

インドネシアの人口状況を【表 1-1-1】に示す。この表に示すように、インドネシアの総人口は2010年で約2億3,800万人、世界で4番目の人口多数国である。総人口に対する地域別の人口割合をみると、国土の7%のジャワ島に半分以上(51.1%)の人口が集中している。一方、他の島の人口割合は、スマトラ島(25.2%)を除き、1桁(1.8%~6.3%)である。このような状況を反映して単位面積当たりの人口密度ではジャワ島が一番大きく、全国平均の約8倍を示している。

【表 1-1-1】インドネシアの人口

地域	面積 (千km ²) (2010)	人口 (千人)		人口密度 人/km ² (2010)
		2000	2010	
1. スマトラ				
(1) アチェ州	58.0	3,929	4,487 (1.7%)	77
(2) 北スマトラ州	73.0	11,643	12,985 (4.9%)	178
(3) 西スマトラ州	42.0	4,249	4,846 (1.8%)	115
(4) リアウ州	87.0	3,908	5,543 (1.6%)	64
(5) リアウ群島州	8.2	1,040	1,686 (0.4%)	206
(6) ジャンビ州	50.1	2,407	3,089 (1.0%)	62
(7) 南スマトラ州	91.6	6,211	7,446 (2.6%)	81
(8) バンカ=ブリトゥン州	16.4	900	1,223 (0.4%)	75
(9) ベンクル州	19.9	1,456	1,713 (0.6%)	86
(10) ランプン州	34.6	6,731	7,596 (2.8%)	220
合計	480.8 (25.2%)	42,473	50,614 (17.9%)	105
2. ジャワ	129.4 (6.8%)	121,294	136,563 (51.1%)	1,055
3. バリ島・テンガラ島	73.1 (3.8%)	10,982	13,068 (4.6%)	179
4. カリマンタン	544.2 (28.5%)	11,308	13,773 (4.8%)	25
5. スエアウエシ	188.5 (9.9%)	14,882	17,359 (6.3%)	92
6. マルク・パプア	495.0 (25.9%)	4,195	6,180 (1.8%)	12
合計	1,910.9 (100%)	205,133	237,556 (100%)	124

(出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2010)

家族計画などの高人口成長抑制プログラムの実施により、人口成長率は、1990年から2000年の間の1.45%から、2000年～2005年の1.24%、2005年～2010年の1.08%と次第に減少している。しかしながら、移住などの実施により人口を均等に分散させることは政府の対策の努力にもかかわらず、上記の人口状況で示すようにあまり進展していないように思われる。

⑥ 言語・宗教・民族

インドネシア語が公用語として一般的に使用されている。しかしながら、人種や地方により約150から250の数多くの地方言語もあり、同じ人種同士では日常会話に使用されている。

インドネシアでは憲法 29 条の規定により信仰の自由は保証されている。言語の状況と同様、多くの宗教が地方の地勢の違いに応じて広がっている。例えば、ヒンズー教はバリ島のほとんどの地区に広まっており、カトリックはスラウェシ島の北部、プロテスタントはニューギニア島も含めて東インドネシア諸島、そしてイスラム教は全国ほとんどの地区などである。統計データによれば、イスラム教徒は約 86%、次いでキリスト教徒が 9%、ヒンズー教徒 3%、仏教徒 2%、その他となっている。この国のイスラム教徒は 1 億 7,000 万人を超えており、世界で一番イスラム教徒の多い国となっている。

人口のほとんどはマレー系に属しているがその中でも数種の種族で構成されている。例えば、ジャワ族は 45%（中部ジャワ、東ジャワ）、スンダ族 14%（西ジャワ）、マドラ族 8%、その他などである。一方、人口の約 5%は中国系インドネシア人の華人である。

⑦ 歴史

インドネシアの歴史は幾つかの節目に分けることができる。即ち、先史時代、ヒンズー教や仏教の伝来、イスラム教の広がり、オランダ植民地、民族主義の目覚め、日本軍の占拠、独立宣言、スカルノによる指導される民主主義、スハルトによる新体制、改革を目指すポストスハルトなどに分けられる。以下は節目ごとの概略である。

紀元前 1 世紀ごろからヒンズー教の影響を受けた独自の文化がインドの商人の伝来によって広まった。7 世紀からは、スリウィジャヤやシャイレンドラなどの仏教王国、マタラムのヒンズー王国がジャワ島で建国された。特に、1292 年に築かれたマジャパイト王国は、1350 年から 1390 年にかけてのガジャマダの強い指導力の下で大いに繁栄した。

13 世紀になると、香料を求めてやってきたインド人やアラブ人によってイスラム教が入り、15 世紀後半にはほとんどの地域に広まった。ヨーロッパ人も香料の交易のためにインドネシアを訪れるようになり、オランダは 1800 年に植民地として直接統治し始めた。オランダ人による農園事業拡大に伴い抵抗運動が起きたが全て鎮圧された。20 世紀になって植民地政策はより緩やかなものに転換したことを機に民族主義運動が拡大し始めた。

1942 年 2 月、オランダの植民地支配は日本軍の侵攻と占拠によって終わりを告げ、1945 年 8 月 17 日、スカルノがインドネシアの独立を宣言し大統領に指名された。オランダは再植民地化を試みたが、武装したインドネシア人の闘争によって失敗に終わり、1949 年 12 月、最終的にオランダはインドネシアの独立を認めた。1957 年、指導された民主主義と指導された経済をベースとするスカルノ構想を打ち立て、軍隊と共産党の支持の下で反帝反植民地政策を發展させたためにインドネシアは国際社会から次第に孤立していった。国内経済はインフレによる物価高騰に見舞われながら急速に悪化してき、1965 年 9 月 30 日の共産党クーデター未遂事件をきっかけに 1968 年、スハルトが大統領に任命された。

新体制期と呼ばれているスハルトの時代に入ると、スハルトはスカルノ時代の外交政

策を転換し西欧諸国との接近を図った。さらに、スハルトは外国からの投資を積極的に受け入れ、それらが30年間におよぶ持続的な経済発展を生み出した。スハルト時代には、その経済成長率が平均6.7%の高い成長を示し、スハルトは経済的及び政治的な安定を確立することに成功した。しかしながら、1997年のアジア通貨危機がインドネシアに経済の麻痺を招いた。これをきっかけにスハルト政権に対する一般民衆の不満が爆発し、それらが人々を血塗られた暴力や暴動に走らせた。その結果、スハルトは1998年5月21日に大統領を辞任し時の副大統領ハビビにとって代わられた。ハビビは、政治活動の自由化、言論や集会の自由、政治犯の釈放、地方分権化など数多くの政治改革を進めた。しかしながら、1999年6月の選挙で選ばれた新しいメンバーによる国民協議会(MPR)はハビビの大統領再任を否決し、大統領にアブドゥルラフマン・ワヒド、副大統領にメガワティ・スカルノプトゥリを選出した。ワヒド大統領は、多数の政党メンバーで構成された内閣を2度組閣しながら更なる民主主義や経済成長を進めようと試みたが、国会(DPR)との対立などのために政治状況は常に混乱をしていた。ワヒド大統領はそれらの混乱を終息すべく有効な対策を取ることができなかった。ついには、2001年7月23日、ワヒド大統領は国民協議会(MPR)の議決により解任され、副大統領メガワティが憲法の規定により大統領に昇格した。

メガワティ大統領は、ハビビやワヒド時代に始められた民主化への改革をさらに進めたが、その政治方針はむしろ国家の統一性や安定性に重点が置かれた。しかしながら、メガワティは多くの問題点、例えば、汚職・癒着・縁故主義の蔓延、地方の分離・独立運動、経済改革の遅れ、債務問題などに直面した。それらの問題に直面していたにもかかわらず、適切な手段が取られないままメガワティは国民の信頼を徐々に失っていった。そして2004年、史上初の大統領直接選挙でスシロ・バンバン・ユドヨノが再選された。

ユドヨノ大統領はその就任後多くの災害に見舞われた。例えば、スマトラやジョグジャカルタでの地震、メラピ山の火山爆発、鳥インフルエンザの流行、シドアルジョ泥流噴出などである。さらには、世界的な原油高騰の影響を受け燃料の値上げなど痛みの伴う経済政策を取らざるを得なかった。前述の問題がありながらも、ユドヨノは2009年から2014年まで第二期の大統領に選出された。なお、副大統領はブディオノ氏で、インドネシア中央銀行元総裁である。

(2) 政治・行政のあらまし

① 政治

インドネシアの政体は立憲共和国である。1945年憲法はこれまで4回改正された。インドネシアは多数の言語、種族、宗教で代表されるようにその多様性で特徴づけられるため、憲法では、「多様性の中の統一」(Bhinneka Tunggal Ika)をインドネシアの国のモットーとしている。

スハルトが1998年大統領を辞任した後、多くの政治改革が行われた。行政、立法、司

法の分離もその中の一つである。大統領は国家元首で行政の長も兼ねる。大統領の下に副大統領がおかれているが首相職はない。1945年憲法の改正によって大統領単独での権限行使は制限された。例えば、大統領の法律制定権の廃止、議会議員の任命権の廃止、人事についての議会との協議の必要性などである。

立法府としては、国会（DPR）、地方代表議会（DPD）、国民協議会（MPR）があり、そのうち、総選挙によって選ばれた5年任期の550人の議員で構成される国会のみが法律の制定権限を有している。国会のほかの権限としては、国家予算の決定、政府への監視機能などである。地方代表議会は、2004年、地方管理の課題のために新しく設置されたもので、各州から選ばれた地方代表議員によって構成されている。国民協議会は、現在、国会と地方代表議会で構成された2院議会として位置づけられており、憲法の改正や正・副大統領の罷免議決権行使などの機能を有している。大統領選挙を含む総選挙は2014年実施の予定である。

② 外交

独立を確保した直後のインドネシアは外交の基本を非同盟主義においた。このような方針を「自主積極」（Bebas Aktif）と呼んでいる。外交史上のいろいろな場面で変化がみられるものの、この基本は常に保持されていた。また、スハルト新体制期以降の、日本も含む西欧諸国との経済的・政治的関係も外交の基本となっていた。その結果、多くの経済援助が援助国からもたらされ、インドネシアの経済発展に大いに貢献した。インドネシアは、東南アジア諸国連合（ASEAN）、非同盟運動（NAM）、イスラム諸国会議機構（OIC）など、多くの国際機関のメンバーになっている。日本との関係では、インドネシアと日本の外交が1958年に開始され2008年が50周年記念の年にあたり、これを記念した多くのイベントが各分野で開催された。

③ 国防と治安

約30万人の国軍軍人がインドネシアの国防を担当しており、陸軍、海軍、空軍からなっている。国軍の最高指揮権は大統領の手に置かれている。また、国防の直接責任に関しては、国防大臣が軍政について、また、軍令については国軍司令官が担っている。国軍の中でもさまざまな改革が進められており、議会での代表議席も2004年撤廃された。一方、国の治安は国家警察に任されている。スハルト時代は国軍の下に置かれていたが、1999年国軍から分離され、今は大統領の直接指揮下にある。

④ 行政

大統領がインドネシア政府の長であり、内閣が国の行政権を行使するための最高の合議機関として設置されている。正・副大統領に加えて、内閣は3人の調整大臣、20人の各省大臣、10人の国务大臣及び3人の非大臣の高官で構成されている。それらの大臣は大統領に任命され、それぞれの分野で大統領を補佐する。現在の内閣はインドネシア統

一内閣と呼ばれ 2004 年 10 月に設置され、2005 年 12 月、2007 年 5 月、2011 年 10 月に内閣改造が行われた。

一方、スハルト政権崩壊後、地方レベルにも政治的な民主化を確立するために地方分権が進められ、法律 No. 22 が地方政治の基本法として 1999 年に制定され、さらにこの法律は法律 No. 32 として 2004 年に改正された。これらの法律によれば、地方政府の行政区分は、州 (Provinsi)、県 (Kabupaten) 及び市 (Kotamadya) と規定されている。その中で、国は複数の州から、州は複数の県と市から構成されており、それぞれの州、県、市は独自の地方政府と議会を持つことができる。さらには、それらの地方政府は、中央政府が管轄する外交、国防、宗教、司法、財政方針などを除くほとんどの分野において、それぞれの地域で、自分たちの役割を以前より広範囲に果たすことができるとも規定されている。また、地方政府にとって他の重要なことがら、例えば、地方首長の直接選挙、中央政府と地方政府の行政機能の分離、地方開発計画の立案などの実施についても可能なように規定された。現在、33 の州、349 の県、91 の市がある。県や市の下には区 (Kecamatan) が設置されており各区は村 (Desa) と隣組 (Kelurahan) に分けられている。

1.1.2. 社会経済状況

(1) 社会経済状況

1987 年から 1997 年にかけて、インドネシアは、当時の政権が雇用機会創造の促進、非石油分野での輸出増などに重点をおいた政策を進めた結果、年平均 7% 近くの高い経済成長率を維持した。しかしながら、1997 年のアジア通貨危機によって、インドネシアは非常に大きな経済的打撃を経験した。例えば、ドルに対するルピア安、新規投資の落ち込み、不安定な通貨レートから来る輸入減少などである。その結果、1998 年の GDP 成長率はマイナス 13% にまで落ちた。その後、政府による経済改革の実施や好調な国内消費によって、GDP 成長率は、【表 1-1-2】に示されるように、最近では世界金融危機があった 2009 年を除き 6% 台となっている。そのような状況から、1997 年の通貨危機以後のインドネシアの経済は回復しているといえる。

しかしながら、その経済構造を見てみると、民間消費が全体 GDP の 60% 以上も占めている。そのような経済構造はその時々々の景気によって容易に影響される。従って、今後政府が目標としている年平均 7~8% の経済成長率を達成するためには、民間消費主導から投資主導に変えていく必要があるといわれている。

【表 1-1-2】インドネシア経済状況統計データ

項目	単位	2006	2007	2008	2009	2010
1. 国内総生産 (GDP) (*1)	Rp10 ⁹	3,339.2	3,950.9	4,951.4	5,613.4	6,241.8
2. 1人あたりGDP (*1)	Rp10 ⁶	15.00	17.50	21.70	24.30	
	US\$	1,636	1,916	2,237	2,327	3,015
3. GDP成長率 (*2)	%	5.5	6.3	6.0	4.5	6.1
4. 分野別GDP (*1)						
(1) 農業・畜産・林業	%	14.2	13.8	13.7	13.6	13.2
(2) 鉱工業	%	9.1	8.7	8.3	8.3	8.1
(3) 製造業	%	27.8	27.4	26.8	26.2	25.8
(4) 電気・ガス・水道	%	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
(5) 建設	%	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5
(6) 貿易、ホテル、飲食業	%	16.9	17.3	17.5	16.9	17.3
(7) 運輸通信業	%	6.8	7.2	8.0	8.8	9.4
(8) 金融、不動産、ビジネスサービス	%	9.2	9.3	9.5	9.6	9.5
(9) サービス	%	9.2	9.3	9.3	9.4	9.4
5. 対GDP比(*1)						
(1) 個人消費	%	59.9	57.6	57.3	57.3	56.9
(2) 公的部門消費	%	8.0	7.8	8.1	9.0	8.5
(3) 固定資産形成	%	21.8	22.5	23.7	23.4	24.0
(4) 輸出	%	47.0	48.0	49.6	42.8	46.4
(5) 輸入	%	37.6	38.6	40.0	32.5	36.0
6. 物価上昇率	%	6.6	6.6	11.1	2.8	7.0
7. 失業率	%	10.3	9.1	8.4	7.8	7.1
8. 貧困ライン以下の人口	%	17.6	16.6	15.4	14.2	13.3

注) *1: 現在市場価格

*2: 2000年固定市場価格

(出典: The World Bank, Statistical Yearbook of Indonesia 2010 とジェトロのウェブサイト)

一方、製造業分野は全 GDP の約 30% を占めており、それに商業分野、農林水産業などが続いている。これら 3 分野の全 GDP に対する割合は 50% を超えている。インドネシアは GDP 面でみれば既に工業国になっていると言っても過言ではない。石油や天然ガスを含む鉱業分野の GDP 構成割合は 8% 台となっている。インドネシアは世界で石油やガスを産出する国の一つになっているが、油井施設の老朽化、石油やガス産出部門への新規投資不足、石油燃料の国内需要の急激な伸びなどのため、2004 年以来、石油輸入国になっている。石油やガスのほか、インドネシアはボーキサイト、銀、スズ、銅、ニッケル、金など数多くの鉱物も産出している。特に石炭の産出については、石炭分野を外国投資に開放することによりその産出能力を拡大しているところである。

インフレ率に関しては、インドネシアは、2005 年 17.1% と 2 桁のインフレ率を経験した。これは、2005 年 10 月に実施された政府の燃料補助金削減からくる燃料の値段を平均 126% 値上げしたことによるものであった。その後のインフレ率は安定していたが、2008 年 5 月に平均 28.7% の燃料再値上げにより、2008 年のインフレ率は再び 2 桁台となり 11.06% になった。【表 1-1-2】に示すように非雇用者や貧困レベル以下の人たちの割合は依然として高い。これらの状況を少しでも改善していくためには、政府は 7% から 8% の高い経済成長率が必要だとしている。そのために、インドネシア政府は、投資や貿易

の促進、雇用機会の拡大などを焦点にした経済成長パッケージを進めている。さらには、民間との提携によるインフラ開発や代替燃料の研究開発などのエネルギー管理などを、重要かつ優先度の高い課題としてリストアップしている。

【表 1-1-3】にインドネシアの最近の貿易状況を示す。2009 年の輸出額は 1,165 億ドルに達し、輸入額は 969 億ドルであった。2008 年まで輸出額・輸入額とも増加傾向であったが 2009 年から減少に転じている。貿易収支はこの表で示されているように常に黒字であり、その額は 2009 年では 197 億ドルだった。借入金の利子、保険料や運賃、外国投資の利益などを含むサービス収支を差し引いた経常収支は 2008 年に若干赤字に落ちたものの、2009 年は黒字となった。

【表 1-1-3】 輸出・輸入額 (2006～2010)

(単位:十億US\$)

		2006	2007	2008	2009	2010 (*1)	平均年上昇率 (%)
輸出	石油ガス以外	79.6	92.0	107.9	97.5	59.4	7.7
	石油とガス	21.2	22.1	29.1	19.0	13.2	0.4
	石炭	6.1	6.7	10.5	13.8	-	32.7
	合計	100.8	114.1	137.0	116.5	72.5	6.1
輸入	石油ガス以外	42.1	52.5	98.6	77.8	49.8	30.5
	石油とガス	19.0	21.9	30.6	19.0	13.1	5.7
	石炭	0	0	0	0	-	0
	合計	61.1	74.5	129.2	96.9	62.9	23.5
貿易収支	石油ガス以外	37.5	39.5	9.3	19.7	9.6	
	石油とガス	2.2	0.2	(1.5)	0	0.1	
	石炭	6.1	6.7	10.5	13.8	-	
	合計	39.7	39.7	7.8	19.7	9.7	
経常収支		10.9	10.5	(0.6)	3.5	1.2	

注) *1: 2010年6月まで

(出典: Statistical Yearbook of Indonesia 2010 とジェトロのウェブサイト)

(2) 財政状況

【表 1-1-4】に 2011 年の国家予算を示す。歳入は 1,105 兆 Rp.、歳出は 1,230 兆 Rp. と見積もられており、125 兆 Rp. の財政赤字を見込んでいる。歳入は税収、税外収入及び助成から成り立っており、税収では、所得税、付加価値税やその他で歳入の 77%を、天然資源の売り上げや国家企業の利益などからの税外収入では、歳入の 23%をそれぞれ見込んでいる。一方、歳出については約 70%を中央政府に配布予定であるが、その 58%は国の借金の利子や政府補助金に支払われる予定となっている。歳出の残り 30%は地方政府への移転を計画している。国家予算の財政赤字状況はここ当分続くものと考えられており、政府はより一層厳しい国家予算の管理を実施していくことが望まれている。

【表 1-1-4】2011 年国家予算

項目		金額 (兆Rp.)
1. 歳入	1. 税収	850.3
	2. 税外収入	250.9
	3. 無償	3.7
	合計	1,104.9
2. 歳出	1. 中央政府	836.6
	2. 地方政府交付金	393.0
	合計	1,229.6
3. 差		(124.7)
4. 借り入れ	1. 国内	125.3
	2. 外国	(0.6)
	合計	124.7

(出典 : Ministry of Finance)

1. 1. 3. 開発課題及び政府の開発計画

インドネシアの地方政府は州 (33、特別州等を含む)、市 (都市的自治体、91)・県 (農村的自治体、349) の 3 層構造である。各政府は、国家開発計画システム法 (法律 2004 年第 25 号) に基づく社会経済開発計画と空間計画法 (法律 2007 年第 26 号) に基づく空間計画を策定する権限を有し、これらの計画を中心として開発を進めている。

インドネシアの国家レベルの開発計画 (社会・経済開発計画) は、【表 1-1-5】に示すとおり 20 年計画である国家長期開発計画 (RPJPN) と五ヵ年計画である国家中期開発計画 (RPJMN) 及び実施計画 (年次計画) によって構成されている。開発計画は、国家開発企画庁 (BAPPENAS) の所管である。

現行の長期計画 (法律 2007 年第 17 号) は 2005～2025 年、中期計画 (政令 2005 年第 7 号) は 2004～2009 年を計画期間としている。

【表 1-1-5】開発計画一覧

計画	国家レベル	地方レベル
長期計画	国家長期開発計画 RPJP Nasional RTRN	地方長期開発計画 RPJP Daerah RTRW
中期計画	国家中期開発計画 RPJM Nasional	地方中期開発計画 RPJM Daerah
実施計画	中央政府実施計画 RKP	地方政府実施計画 RKP Daerah

(出典 : 調査団)

(1) 長期計画

国家長期開発計画は、20年間にわたるビジョン、使命、政策の方向性を指し示す役割をもつ。中期開発計画は、5年毎に国民の直接選挙で選ばれる大統領が、就任後間もなく、自らの施政方針に従って国家開発戦略、マクロ経済フレーム、及び5年間の優先的取組施策を示すものである（長期開発計画との整合性には配慮しつつ）。

【表 1-1-6】に示すとおり、政府は国家長期開発計画で定めた20年間をさらに5年毎の4つの時期に区分し、段階を追ってそれぞれの目標を定めている。

【表 1-1-6】国家長期開発計画の段階目標

第1期	2005～2009年	安全・平和・平等・民主的なインドネシアの再建と成長を目指す。
第2期	2010～2014年	科学・技術の発展と経済競争力の向上を含めた人材の質的向上に重点を置き、さらなる再建を目指す。
第3期	2015～2019年	自然資源と人材の優位性と成長し続ける科学・技術力に基づいた経済的競争力を達成することで包括的な成長を促進する。
第4期	2020～2024年	競争力を持った人材により、競争上の優位性に基づいた強力な経済を構築することで、加速する成長を通じて、独立的・進歩的で公平で、繁栄した社会を作り上げる。

(出典：調査団)

また国家長期開発計画には、インドネシア経済回廊（後述）で示される地域間の連携及び相互開発の目標が重点課題として、下記のように掲げられている。

① 分散的な地域開発を促進するための戦略的枠組み

- 既存のインフラの活用を強化することで開発を調整し、都市部と地方部の連携を強める。
- 新しい成長中心地（農業都市地区を含む）におけるインフラ整備を加速する。

② 領域的な独立性を促進するための戦略的枠組み

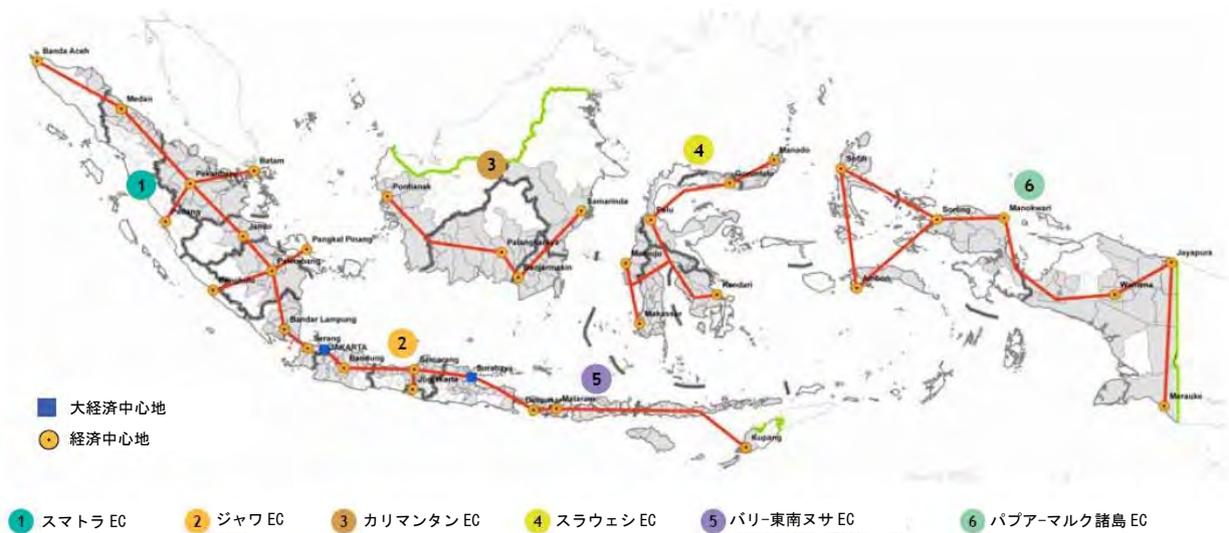
- 国境地区を国家戦略中心地として開発し、国境の両側にある主要都市を連携させる。
- 地元資源に基づき輸出志向の経済開発地域を開発する。
- 国境地域を平時及び有事にダイナミックな安全保障地域として活用する。
- 国境近くの外縁部にある島について保護、開発を行う。
- 該当地区についてサービスの向上とインフラの改善を行う。

③ MP3EI について

2010年1月、インドネシアのハッタ・ラジャサ経済調整大臣と直嶋正行経済産業大臣(当時)との間で、インドネシア経済回廊(IEDC:Indonesia Economic Development Corridor)プロジェクトの実現について協力を進めていくことを確認し、日・インドネシアの経済関係に、新たな一歩を踏み出した。この経済回廊をもとに、特定された重点産業の振興とインフラ整備を総合的に進め、インフラ(道路、鉄道、港湾、発電所等)のPPP(官民連携)による整備を総合的に推進することが構想として掲げられている。

インドネシア経済回廊の構想を実現するために、インドネシア政府は2011年5月27日、経済開発加速化・拡充マスタープラン(MP3EI)を発表した。このマスタープランは、2011~2025年の長期計画の中心をなすものであり、2010年後半から政府内部で検討され、特に長期経済開発目標達成のためのインフラ整備の戦略的プランを策定することに力点が置かれた。この中では具体的な案件もリストアップされている。

MP3EIでは、全国に6つの経済回廊を設定し、各回廊内及び各回廊間の連携強化のためのインフラ整備を目指している。これらの経済回廊は、【図 1-1-3】に示すとおり、①スマトラ、②ジャワ、③カリマンタン、④スラウェシ、⑤バリ-東南ヌサ、⑥パプア-マルク諸島で構成されている。特に、スマトラ経済回廊とジャワ経済回廊の開発が最重点と位置づけられており、その最大のインフラ事業は、両島を結ぶスダ海峽大橋の整備である。



(注) EC: 経済回廊 (Economic Corridor)

(出典: MP3EI)

【図 1-1-3】 インドネシアにおける6つの経済回廊

また、MP3EI において南スマトラ地域に関する鉄道案件については以下のとおり示されている。

- タンジュンエニム～ランプーン間とタンジュンエニム～クレタパティ間の鉄道整備
- クレタパティ～シンパン～タンジュンアピアピ間の鉄道建設
- 南スマトラ～ランプーン間の鉄道石炭輸送
- ムアラエニム～タンジュンカラット間の鉄道建設

南スマトラ地域の石炭生産に関しては、採掘場所が港湾から内陸へ遠く離れており、陸上輸送に当たる鉄道・道路の交通インフラが重要であるにもかかわらず、輸送能力が不十分な点が課題として挙げられている。石炭埋蔵量が豊富なこの地でありながら、このことが今後の石炭開発を促進していく上で大きな妨げとなっている。そのため、輸送効率性・地球環境の観点から鉄道のインフラを整備していくことが重要な戦略であると指摘している。

(2) 中期計画

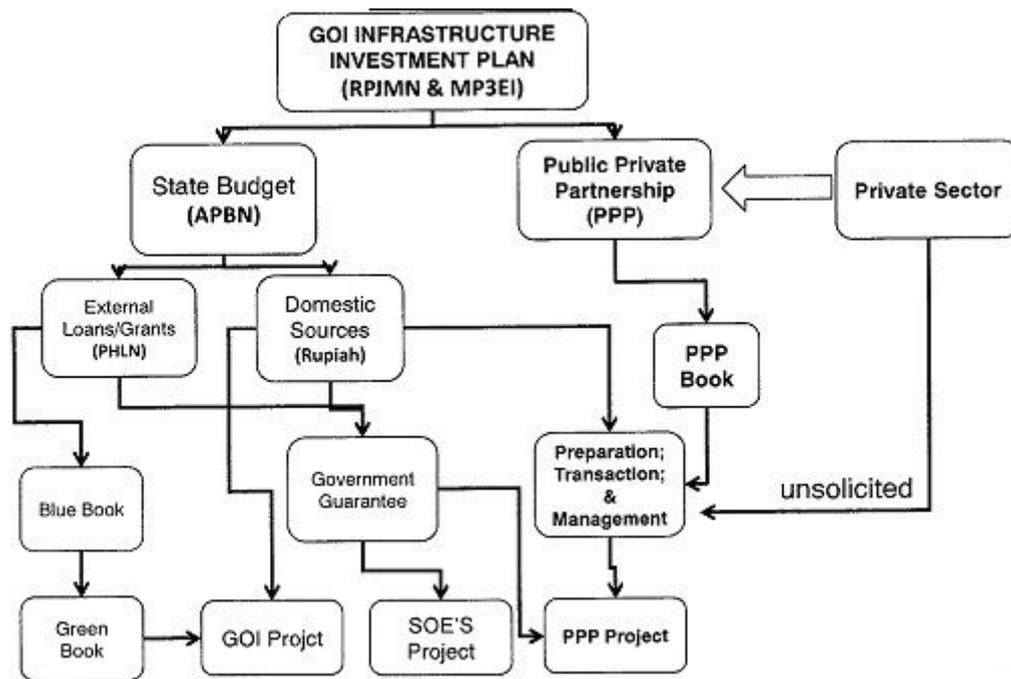
2010～2014年を計画期間とする新しい国家中期開発計画が大統領令 2010 年第 5 号として施行された。長期開発計画（2005～2024 年）の第 2 期目にあたる同計画では、インドネシアはスマトラ地震をはじめとする自然災害や世界的な経済危機を克服しつつある等と前計画を評価し、その方針を発展させる形で、国家ビジョンとして「自立的、進歩的、公正かつ豊かなインドネシア」をあげ、9 の分野別の開発方針を示している。特に、同計画は、これらの全体・分野別の開発方針に加え、ボトムアップ的に集約された州毎の開発方針が示されている点が新しい。

インドネシア政府は、この計画で 2014 年の目標として経済成長率 7% (2010 年 6.0%)、失業率 5～6% (2010 年 7.4%)、貧困率 8～10% (2010 年 13.3%) と定めている。

1.1.4. PPP 政策と関連法規

インドネシアにおけるインフラ整備は、政府が実施するものと、PPP スキームにて実施するものとに大別され、その進捗プロセスは以下のフローチャートに整理される。

【図 1-1-4】において、図の左側は政府主導にて政府資金にて実施するインフラ事業。他方、図の右側は政府が定める PPP 制度の下、官民連携スキームにて実施されるインフラ事業である。

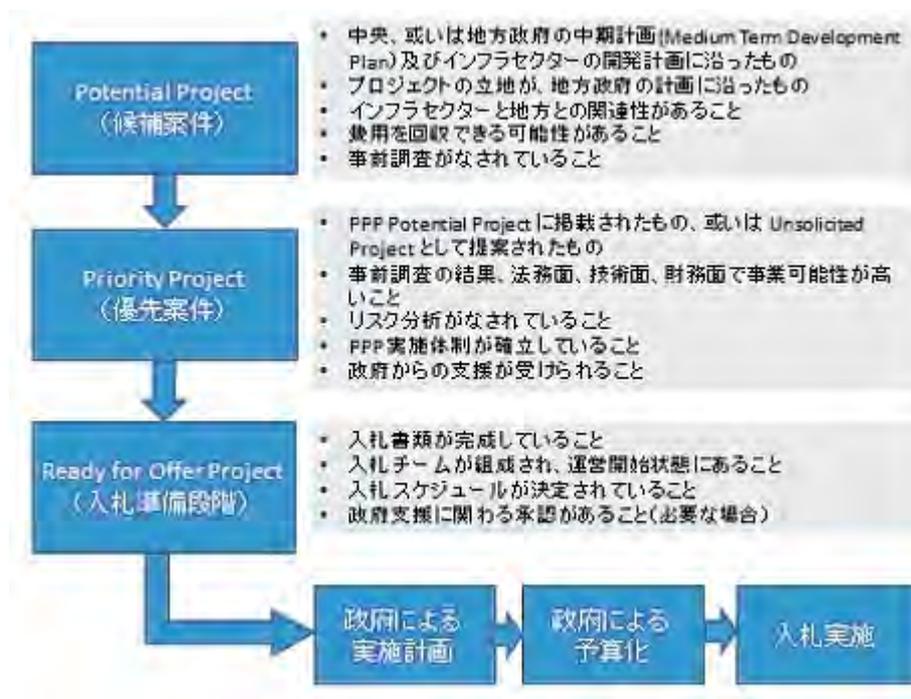


(出典：BAPPENAS 資料)

【図 1-1-4】 インドネシアにおけるインフラ整備フロー

即ち、PPP プロジェクトに関しては、政府の投資計画やマスタープランに含まれている案件を、民間が政府パートナーである GCA (Government Contracting Agency) と協力のうえ、国家開発計画庁 (National Development Planning Agency=BAPPENAS) が取り纏めを行っている “Public Private Partnerships - Infrastructure Projects Plan in Indonesia” という表題のついた冊子、所謂、「PPP ブック」への掲載を進めることになる。

なお、PPP ブックにおける案件の進捗分類は 3 種類あり、【図 1-1-5】 に示す整理となっている。



(出典：PPPブック)

【図 1-1-5】PPP 案件の進捗フロー

BAPPENAS へのヒアリングの結果、PPPブックへの掲載は、インドネシア側の担当窓口である GCA (General Contracting Agency) による申請があれば、審査のうえ、新規掲載、再掲載ともに可能とのことである。一度掲載され、その後、未掲載となった案件は、掲載後の過去一年間に進捗がなかった案件が主であり、GCA による再申請があれば審査に応じること。PPPブックに掲載された鉄道案件の状況については、1.2.6. (P. 1-43) を参照のこと。

PPPブックは過去3年で、毎年1回の頻度で更新されており、BAPPENAS が GCA からの要請或いはヒアリング結果に基づき案件の更新を行っている。これまでの更新状況については、1.2.6. (P. 1-43) に記載の通り。

なお、BAPPENAS 発行の関連資料、及びインドネシア最大手の弁護士事務所である Hadiputranto, Hadinoto & Partners によれば、PPP商談の具体的な進め方は以下のとおりである（【図 1-1-6】参照）。なお、GCA が PPP商談を主導する場合を「Solicited」という。

(1) 案件組成段階

GCA が具体的案件を発掘し、自らが優先順位を決定したうえで、適宜 BAPPENAS とも協議のうえ、PPPブックへの登録を進める。その上で、Pre-F/S を行い、入札への準備を行う。

(2) 入札準備段階

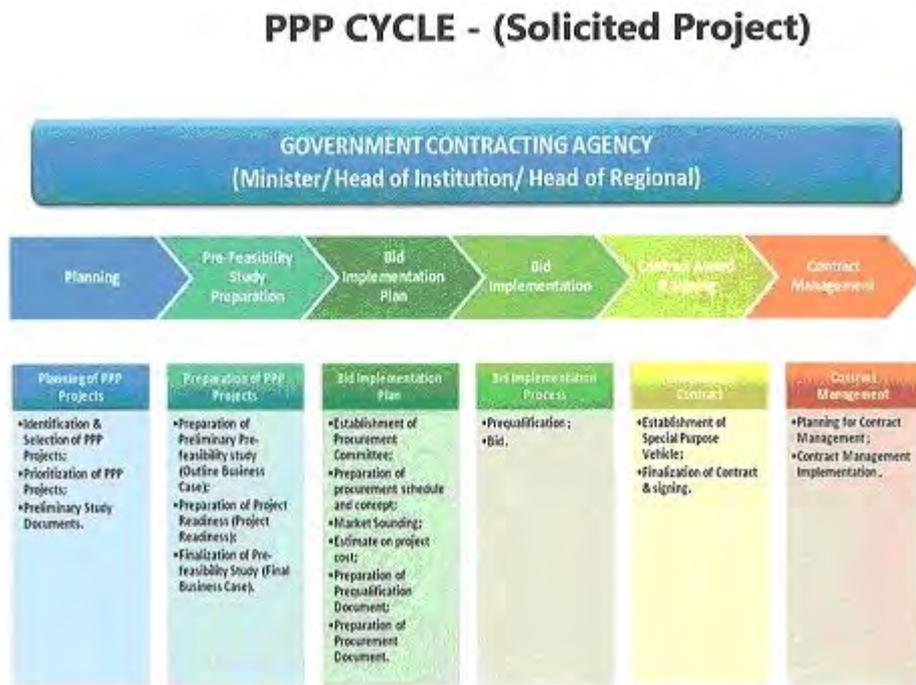
GCA が調達委員会 (Procurement Committee) を組成し、調達・入札に向けたプロセスを策定する。必要に応じて、市場関係者へのヒアリングを行い、プロジェクト予算を策定する。その上で、資格審査関連書類、入札関連書類を作成する。

(3) 入札段階

GCA が資格審査、入札を公示し、評価を経て、発注先を決定する。

(4) 契約段階

GCA は、適宜、当該案件の実施機関として Special Purpose Company (SPC) を組成し、発注先との契約を締結する。当該 SPC にて契約履行・監督を行う。



(出典 : BAPPENAS 資料)

【図 1-1-6】 PPP 事業権入札にかかる進捗フロー (Solicited ベース)

他方、民間企業が主体となる場合を「Unsolicited」といい、民間提案企業が GCA と協議のうえ F/S を作成し、GCA が公示する競争入札に参加した場合には、①10%のボーナス評価ポイントが与えられる、②最低価格応札者に価格を合わせるか否かの権利、③知的所有権を含めた当該プロジェクトを購入する権利、のいずれかが与えられる。

上述のように、インドネシアにおける PPP 案件組成への体制整備は進められているものの、現時点で成立している PPP 案件は中部ジャワの石炭火力発電所事業のみである。鉄道セクターについては、1.2.6. (P. 1-43) に記載のとおり、中央カリマンタン鉄道、及びスカルノハッタ空港線（南回り線）に進展がみられるが、未だ実現していない。

インドネシアにおいて、現在まで PPP 事業の成立が少ない理由としては、官民の責任・リスク分担の考え方が不明確であることや、インドネシア側に PPP 候補案件の形成能力が不十分であることなどが挙げられ、結果として政府負担部分に必要な予算がうまく措置されないことや、民間側の投資判断材料が少ないといった課題が残っている。しかしながら、中央カリマンタン鉄道、及びスカルノハッタ空港線に対しては、PII (PT. Penjamin Infrastruktur Indonesia) が保証を提供することで合意しており、民間投資家の参入を促す動きもある。さらに、JICA の協力の下、PPP インフラの関連政府機関を対象とした機能強化プロジェクトが進行している。当プロジェクトにより、PPP 事業に関する政府負担部分について、政府予算が適正に措置されるメカニズムを構築し、かつ、PPP 関連法制度の整備がなされれば、PPP モデル事業の実施を通じて関係機関の能力が強化でき、インフラ整備への民間投資の促進が期待できる。

但し、本事業については、調査期間中の PT. KAI 等との交渉の結果、PT. KAI と事業会社間の「B to B ビジネス」（企業（business）間の取り引き）にスキームが変更となった為、上述の PPP のフレームワークに該当しない旨を BAPPENAS にも確認済。

1.1.5. 環境影響評価関連法

(1) 国家レベル

環境行政の中心に有るのは環境省と、1990 年に大統領令によって設置され 1994 年に機能強化が図られた環境管理庁（BAPEDAL : Badan Pengendalian Dampak Lingkungan）である。環境省が環境行政の立案を行い、環境管理庁が環境影響評価の審査を始め環境対策の実施と規制を行っている。BAPEDAL は地方の強化を図って地方組織整備を行っている。

インドネシア環境影響評価に関係する法律は年々改正されて整備されてきている。本プロジェクトでは環境影響評価（EIA=AMDAL）の作成が必要になることから以下に関連する法令を示す。

- 環境大臣令 No. 02/2000 : EIA 文書評価のためのガイドラインについて規定している。
- 環境大臣令 No. 45/2005 : EIA に必要な書類である環境マネジメント計画（RKL）と環境モニタリング計画（RPL）の目的、スコープ及び記載されるべき内容が述べられている。
- 環境大臣規則 No. 08/2006 : EIA 書類作成のための、ガイドラインが述べられている。
- 環境大臣規則 No. 11/2006 : EIA 実施が必要な事業の種類と規模を定めている。
- 環境大臣規則 No. 12/2007 : RKL 及び RPL を必要としない事業の種類と規模を定め

ている。

(2) 州レベル

本プロジェクトは幾つかの県を跨ぐために、EIA の監督官庁は州の環境管理庁 (BAPEDAL) になる。州レベルでの環境影響評価に関わる法令は以下のとおりである。本事業では EIA の作成が必要であり実施にあたり考慮する必要がある。

- BAPEDAL 長官決定 No. 299/11/1996 : EIA 作成における社会環境調査に関する技術ガイダンスが述べられている。
- BAPEDAL 長官決定 No. 127/12/1997 : EIA 作成における地方住民の健康調査に関するガイダンスが述べられている。

(3) 環境関連法

本事業では EIA の作成が必要であり、EIA 作成にあたって関係する法令は以下のとおりである。

- 法令 No. 05/1990 : インドネシアの生態系保護に関する法律である。
- 法律 No. 05/1992 : 文化遺産保護に関する法律である。
- 法律 No. 23/1997 : インドネシアの環境管理に関する法律である。
- 政府規則 No. 28/1985 : 森林保護に関する規則である。
- 政府規則 No. 20/1990 : 水質に関する規則である。
- 政府規則 No. 27/1991 : 湿地帯に関する規則である。

(4) 土地収用関連制度

土地収用や住民移転は、その地域の伝統・文化を配慮した総合的な手順で進めなければならない。幾つか関連する法令を以下のとおり示す。本事業では第 3 段階で住民移転が発生するので考慮する必要がある。

- 法律 No. 05/1960 : インドネシアの土地基本法である。
- 大統領令 No. 55/1993 : 公共事業のための土地収用に関して定めている。
- 大統領令 No. 36/2005 : 公共事業開発のための土地使用に関して定めている。
- 大統領令 No. 65/2006 : 大統領令 No. 36/2005 公共事業開発のための土地使用令の改訂令である。
- 国家土地局長規則 (Kepala BNP) No. 03/2007 : 大統領令 No. 65/2006 の大統領令 No. 36/2005 公共事業開発のための土地使用令の改訂令に基づく実施細則である。

1.1.6. 外資による投資許認可にかかる法制度

(1) インドネシアにおける外国投資法の概要

インドネシアには 1967 年に外国投資法 (Law No. 1/1967 on Foreign Investment) が

制定され(その後、1994年に改正)、その後は外国資本による企業設立が認められている。外国投資法は、外国資本に事業の経営を認め、その資本を保護し、輸入関税の免除等の優遇処置を与える法的根拠となる。また、利益の海外送金、所有権の移転、及び国有化等の措置に対する外国資産の保障、外国人技術者雇用などについて規定している。

外国投資による企業の設立は、インドネシアの法律に基づき、株式会社として設立することが条件となる。1994年の政令により外資100%も認められているが、業種によっては外国側出資比率についての制限がある。後述のとおり、インドネシアにおける鉄道運営事業は現地資本との合弁が条件となっており、具体的には、外資は最大で49%までとなっている(残り51%はインドネシア資本が必要)。

現在は、個人または法人の外国資本と国内資本による企業の設立の手続きは、石油・天然ガス、金融・保険部門を除いて、投資調整庁(BKPM=Capital Investment Coordinating Board)が受付け窓口となっている。

しかしながら、1.1.4.(P.1-14)にも記載の通り、調査期間中のPT. KAIとの交渉により、本事業は「B to Bスキーム」に変更となり、運営事業自体はPT. KAIが実施する事から、事業会社への外資規制はない事を現地会計士に確認した。

(2) 鉄道輸送事業における外国投資法

インドネシアの大統領令第36号(2010年ネガティブリスト)では、外資の出資比率についての制限を含む投資禁止や規制業種を定めている。当リストによれば、運輸分野では、コンテナ貨物輸送や一般貨物輸送における外資比率は最高49%と明記されているが、その後変更となった事業スキームでは、外資規制はない事を現地会計士に確認した。リース会社・インフラ開発会社の設立、及び業務を行うことにかかる法制度・外資規制や必要な許認可については、今後の案件形成段階において法律事務所等を通じて確認する必要がある。なお、当リストはジェトロ(日本貿易振興機構)のウェブサイト日本語訳が掲載されている¹。

(3) 鉄道法

全19章218条から成る鉄道法No.23/2007は2007年4月に発布された。この新鉄道法の主な目的は中央政府のみならず地方政府及び民間企業の鉄道事業への参画に門戸を開くことに置かれている。即ち、今後、地方政府及び本プロジェクトのSPCを含む民間企業もインドネシアの鉄道事業に参加することが可能になる。

現在はPT. KAIがインドネシアの鉄道事業を独占しているが、これが実現すれば、今後は複数の鉄道事業者が出現しその間でお互いに競争することになり、それが鉄道輸送サービスの質的向上につながるものと期待されており、新しく鉄道法を制定したもう一

¹ http://www.jetro.go.jp/jfile/country/idn/invest_02/pdfs/indonesia_list.pdf

つの目的にもなっている。この鉄道法の主な内容を要約すると次のようになる。

- 役割の面から、鉄道を公共鉄道と特別鉄道とに分け、公共鉄道はさらに都市間鉄道と都市内鉄道に分けている。特別鉄道とはある特定の鉄道企業のみが使用する鉄道で、その企業の主たる活動を支援するためのものである。
- 中央政府と地方政府（県や市）は、それぞれの地域における上位計画や開発計画との整合性を取りながら、公共鉄道整備のための鉄道マスタープランを整備する。
- 中央政府は、鉄道整備政策の立案、鉄道の規制や監督、鉄道事業の開発や活性化などを行う権限を持っており、そのために必要な規則の制定や地方政府などへの指導や支援を行う。
- 地方政府は、それぞれの地域での鉄道の開発や監督を行うと同時に、下部組織や住民などへの指導や支援を実施する。
- 公共鉄道の線路、駅設備、運転設備などのインフラ整備や保守は中央政府や地方政府が行うが、場合によっては国営企業、公営企業や民間企業に委託することができる。
- 公共鉄道の車両調達原則として国営企業、公営企業や民間企業が行うが、特別な場合は中央政府によることも可能である。
- 公共鉄道の車両の運行や保守は国営企業、公営企業や民間企業が行う。

また、上記鉄道法発布以降に GR56/2009、GR27/2009 といった鉄道関連法が発布されており、これらに則り鉄道事業を行うことになる。

なお、鉄道用地の所有については、第 23 条から第 53 条において土地の取得や維持管理について規定されているものの、具体的な運用については別途政府が定めた規則によることが示されているのみである。鉄道施設の運営や維持管理については鉄道法の第 5 章と第 6 章に規定されており、第 5 章の 13 条から 22 条では、鉄道インフラの運用、維持管理及び取得については、国あるいは地方政府または鉄道事業者が個別に若しくは協働して行うことができることが期待されている。

(4) 主な税制・会計

- インドネシアにおける法人税率は、2008 年 9 月 23 日付け第 36 号法律による所得税法第 3 次改正に伴い 25%となった。また、日本とインドネシアの間には租税条約が締結されており、事業配当への源泉税率は 10%である。
- 建設やサービス等を提供するインドネシアの国内業者への代金支払に際しては、2～6%の源泉税が適用される。
- 借り入れ利息の支払いに際しては、通常、15%（国内）、20%（海外）の源泉税が適用されるが、銀行の場合には源泉税は免除される。また、日本とインドネシア間の租税条約に則り、日本の政府機関である JICA への利息支払い時における源泉税は免除される。

- インドネシア国内でのサービス提供、物品の売買、建設契約、O&M 契約、などに伴って付加価値税 (VAT) 10%が賦課される。
- インドネシアでは、固定資産はその製品の種類によって 4~20 年の耐用年数に分類され、耐用年数に応じた減価償却が認められている。なお、鉄道車両については、2009 年 5 月 15 日付財務省令 No. 96/PMK. 03/2009 により、耐用年数を 20 年として定率法・定額法のいずれかでの償却が認められている。
- インドネシアにおける鉄道車両の輸入税は、ディーゼル機関車、貨車ともに無税である。ただし、輸入税率に関わらず、輸入については VAT が 10%と源泉税が 2.5% 賦課されることが一般的である。
- 一般的に、リース事業については、財務省規約 1169/KMK. 01/1991 が適用される。

上述のとおり、鉄道セクターにおいても、民間企業の参入を促進する各種制度が整備されつつある。しかし、インドネシア側の縦割り行政や州を中心とする複数の自治体を跨ぐ案件の場合の自治体間の諸調整などの問題があり、PPP 案件を管掌する国家開発計画庁 (BAPPENAS=National Development Planning Agency) や投資調整庁 (BKPM=Investment Coordinating Board) には調整の役割を期待されている。

また、1.2.6. (P. 1-43) に記載のとおり、先行する一部の鉄道セクター事業では、PII による保証提供が決定しており、制度変更などに対する民間側の懸念を低減する動きも出始めていることは評価できる。

1.2. インドネシアの鉄道政策

1.2.1. 鉄道セクター概況

(1) 運輸セクターにおける位置づけ

最近 5 年間の実質 GDP (2000 年市場価格) における運輸セクターの割合を【表 1-2-1】に示す。この表に示されるように、GDP における運輸セクターは、2006 年から 2010 年にかけて 3.5%から 3.8%の間で上下し、2010 年は 3.7%であり、他の産業と比べるとその率はそれほど大きくない。運輸セクターの中で一番大きい部門は道路輸送で、海上輸送と航空輸送部門がそれに続いている。インドネシアは広大な国土を所有する国であると同時に群島国家であることを考えればこれは自然な結果である。

一方、運輸セクターの GDP の年間成長率は、2007 年と 2008 年に下降したものの過去 6% 以上を維持してきている。しかし、国の目標である年間成長率 7%近くを確保するためには、運輸セクターで約 10%の成長が必要であるといわれている。

【表 1-2-1】実質国民総生産（2000年市場価格）における鉄道セクターの位置づけ

	2006年			2007年			2008年			2009年			2010年			
	GDP		年成長率 (%)													
	Rp.10 ⁶	%		Rp.10 ⁶	%		Rp.10 ⁶	%		Rp.10 ⁶	%		Rp.10 ⁶	%		
1. 交通機関																
(1) 鉄道	0.623	0.03%	-	0.631	0.03%	1.28	0.639	0.03%	3.98	0.634	0.03%	-3.35	0.611	0.03%	-3.60	
(2) 道路	29.774	1.61%	-	30.860	1.57%	3.65	31.986	1.53%	4.93	34.412	1.57%	5.12	36.313	1.57%	5.50	
(3) 内陸水路	2.432	0.13%	-	2.513	0.13%	3.33	2.597	0.12%	3.94	2.860	0.13%	5.93	3.043	0.13%	6.40	
(4) 海運	9.497	0.51%	-	9.238	0.47%	#####	9.490	0.45%	5.05	12.381	0.57%	8.06	14.307	0.62%	9.05	
(5) 空運	11.466	0.62%	-	12.419	0.63%	8.31	13.451	0.64%	5.32	16.660	0.76%	14.47	19.260	0.83%	15.61	
(6) 交通関連サービス	17.014	0.92%	-	17.116	0.87%	0.60	17.219	0.82%	0.41	20.405	0.93%	8.40	22.252	0.96%	9.10	
(7) 小計	70.806	3.83%	-	72.777	3.71%	2.78	75.382	3.61%	2.71	87.352	3.99%	7.60	95.786	4.15%	6.72	
2. その他	1,776,494	96.17%	-	1,891,193	96.29%	6.46	2,012,068	96.39%	6.39	2,101,868	96.01%	4.46	2,213,844	95.85%	5.33	
3. GDP合計	1,847,300	100.00%	-	1,963,970	100.00%	6.32	2,087,450	100.00%	6.06	2,189,220	100.00%	5.10	2,309,630	100.00%	5.50	

(出典：運輸省 2010 年行動プログラムをもとに作成)

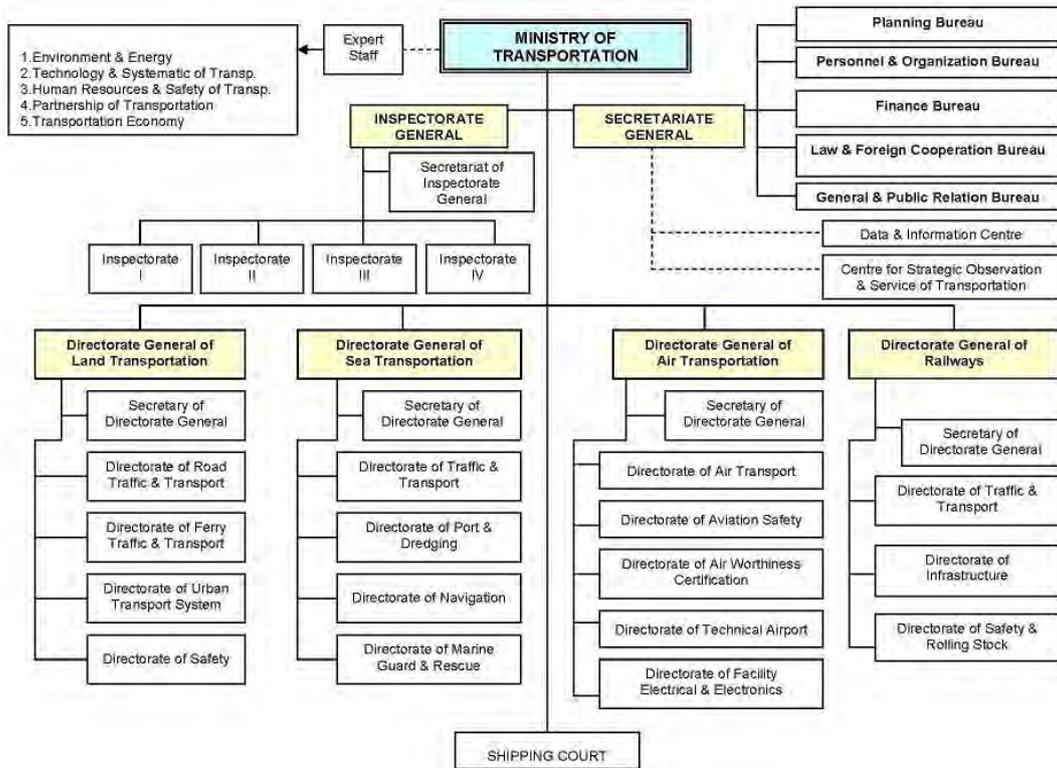
(2) 鉄道分野の法体系

鉄道運輸に関して、地方自治体や民間にも鉄道事業に参加できるよう門戸を開放することを目的とした新法 No. 23/2007 が、旧法 No. 13/1992 に代わって 2007 年 4 月に制定された（詳細には 1.1.6. の(3) (P. 1-20) 参照）。

(3) 運輸省・PT. KAI の組織

① 運輸省

インドネシアにおける運輸行政は国の 20 ある省の 1 つである運輸省が担当している。現在の運輸省の組織図を【図 1-2-1】に示す。この図で示されているように、組織は、官房及び陸運、海運、空運、鉄道からなる 4 つの総局、監察局から構成されている。運輸事故の調査や同じような事故の再発防止のための提案などをまとめる国家運輸安全委員会 (KNKT=National Transportation Safety Committee) が、運輸省内に独立した機関として 1999 年に組織化された。2007 年の運輸省の職員数は 3 万 1,200 人を数え、2006 年と比較すると 8%の増加である。全体の約 59%は海運総局に配属されており空運総局がそれに続く。

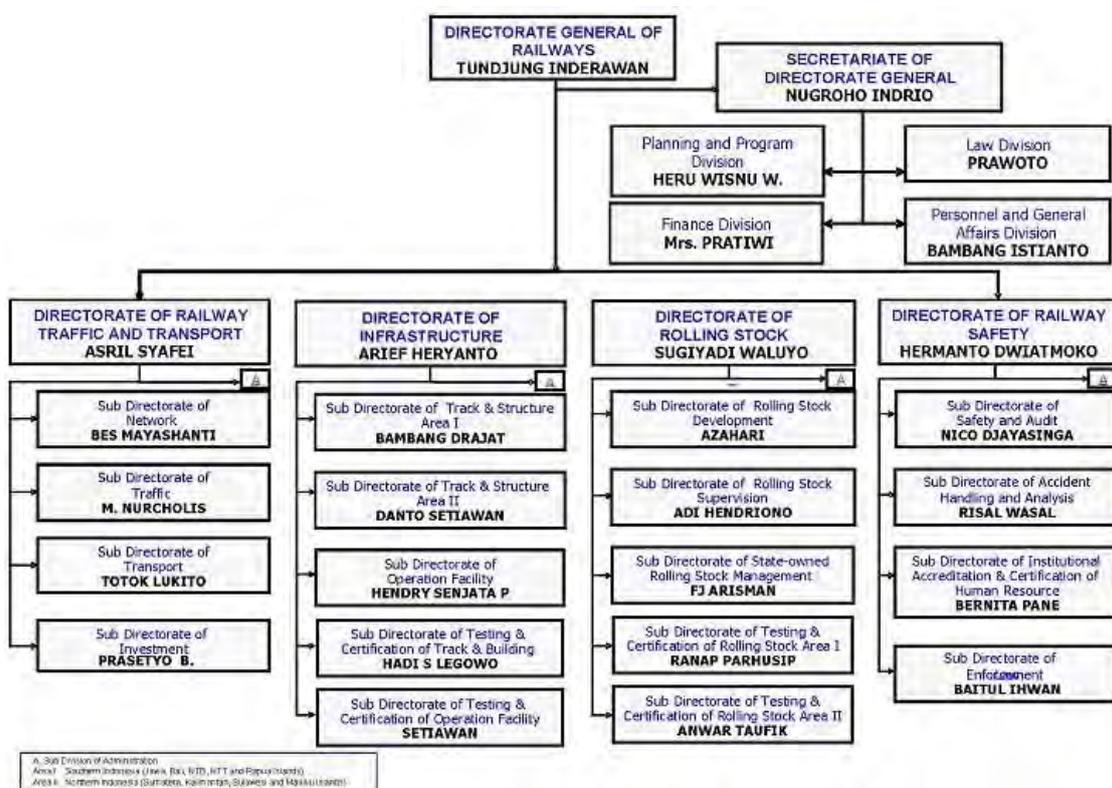


(出典：運輸省)

【図 1-2-1】 運輸省の組織図

② DGR

鉄道総局は現在、官房のほか、交通運輸局、インフラ局、車両局、安全局の4局体制となっている。各局の下には部があり、交通運輸局はネットワーク開発部、都市内ネットワーク運輸部、都市間ネットワーク運輸部、事業開発部の4部、インフラ局には土木施設一・二部、運転設備部、土木設備検査部、運転設備検査部の5部、車両局は開発部、管理部、車両運用部、車両検査一・二部の5部、安全局は安全監査部、事故処理分析部、人材管理部、法執行部の4部から構成されている。



(出典：DGR)

【図 1-2-2】DGR の組織図

③ PT. KAI

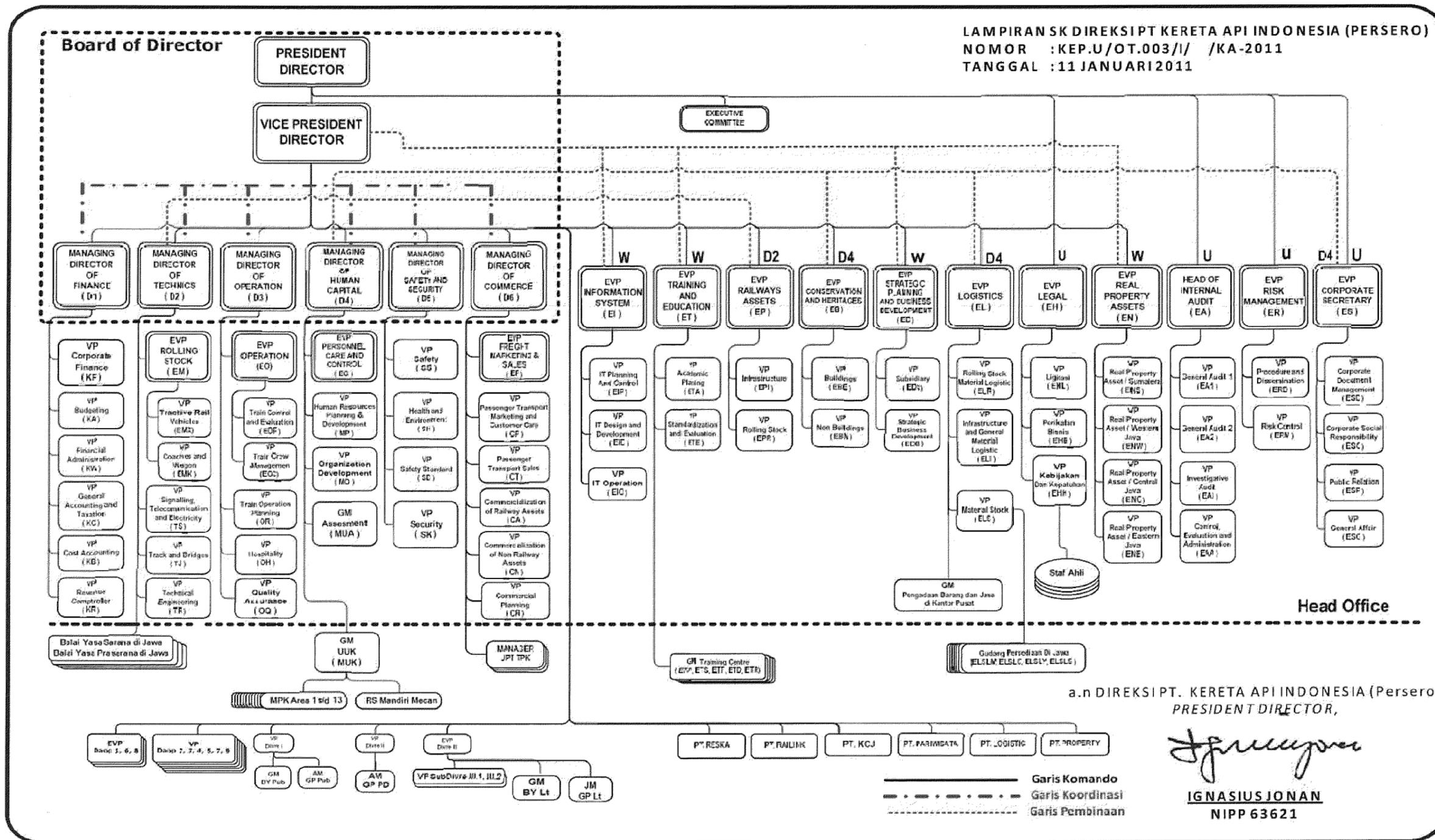
PT. KAI（インドネシア鉄道会社）の組織図を【図 1-2-3】に示す。インドネシアの鉄道事業者の経営形態は、その管理権が独立後インドネシア政府に移された後、その時々
の必要性に応じて、国有鉄道、鉄道公社を経て国営鉄道から現在の鉄道会社までと変遷
してきた。現在の経営形態は、政府が100%の株を保有する1999年6月に設立されたPT.
KAIと呼ばれる鉄道会社である。PT. KAIは、現在ただ一つの鉄道事業者としてインドネ

シアの鉄道を運営・管理する、いわば独占企業となっている。しかしながら、2007年4月に新鉄道法 No. 23 が発布されたのを機に同じ軌道上での複数の運営者やオープンアクセスなどが新鉄道法の中では許されることから、そのような独占状態は今後なくなるものと考えられている。

かかる状況下、PT. KAI には鉄道経営についての全面的な改革や経営者の意識改革などが期待されている。ジャボタベック鉄道の PT. KAI からの分離はそのような改革の結果の一つといえる。PT. KAI からジャボタベック鉄道を分離させる計画は、通常の鉄道経営とは異なる通勤鉄道事業に専念させるべく、かねてより考えられていた。分離そのものは、多くの議論を経て最終的に2008年8月に PT. KAI の子会社として実現した。

鉄道経営形態が、1999年に鉄道公社 (Perumka) から鉄道会社 (PT. KAI) に変わった時に、鉄道施設も基本的に2つに分けられた。即ち、軌道、構造物、運転設備などのインフラ (上下分離で言う下) と、駅や車両などのインフラ外 (上下分離で言う上) である。そして、前者は政府所有、後者は PT. KAI の所有とされた。

ORGANIZATION STRUCTURE OF PT. KAI



(出典 : PT. KAI)

【図 1-2-3】 PT. KAI の組織図

(4) 鉄道運輸状況

① 鉄道のシェア

2010年の全国における道路、鉄道、海運、航空、内陸水路（フェリーや河川）など、各モードの旅客と貨物の輸送量とそのシェアを【表 1-2-2】に示す。この表に示されるように、道路での輸送量が、旅客及び貨物とも全モードの中で最大の輸送シェアを示しており、それぞれ 84%、89%になっている。2 番目にシェアの大きい交通モードは、旅客では鉄道、貨物では海運となっているが、数量はそれぞれ 8%、10%ほどでそれほど大きくない。他の交通モードはわずかで、5%以下あるいはほとんど 0 に近い。一般的には輸送量は各モードの交通ネットワークの長さや輸送容量に比例するといわれており、このことから、上記の状況はインドネシアにおける運輸部門の現状をよく表している。

【表 1-2-2】インドネシアにおけるモード別輸送量とそのシェア（2010年）

交通手段	旅客		貨物	
	輸送量 (10 ⁶ 人)	シェア (%)	輸送量 (10 ⁶ ton)	シェア (%)
1. 道路	2,144.2	84.32	3,208.7	89.18
2. 鉄道	201.9	7.94	18.9	0.53
3. フェリー	59.2	2.33	13.5	0.38
4. 海運	16.8	0.66	354.3	9.85
5. 空運	117.2	4.61	2.2	0.06
6. 内陸水運	3.5	0.14	0.2	0.01
合計	2,542.9	100	3,597.9	100

(出典：インドネシア運輸省のウェブサイト)

② 鉄道輸送量

最近の鉄道旅客及び貨物輸送量を【表 1-2-3】に示す。旅客輸送量では 2010 年に 2 億 200 万人に達し 5 年間で年平均 5.8% 増加している。旅客輸送のほとんどは人口が密集し、大中クラスの都市が西から東に連続的に存在しているジャワ島で発生している。ジャワ島の旅客輸送の約 70% は、鉄道通勤システムが既に確立しているジャカルタ首都圏（ジャボタベック地区）で発生している。今やジャボタベック地区の鉄道は人々の日常生活にとってなくてはならない交通手段になっている。人口の集中により交通渋滞や車の排気ガスによる空気汚染など、モータリゼーションによって引き起こされている問題が深刻となり、汚染を軽減しようとする目的で鉄道通勤システムを取り入れようとする計画が、スラバヤ、バンドン、メダン、ジョグジャカルタなど他の都市でも広がりつつある。旅客輸送はスマトラ島でも行われているが、その量はわずかである。

貨物輸送量は、年間約 1,800 万トン前後で推移しており、そのうちのほとんど(約 90%)

は、石炭、セメント、燃料油、農産物が占めている。特に、石炭は全貨物輸送量の 50～60%を占め、年々輸送量が増加している。また、全貨物輸送量の約 70%がスマトラ島で発生しており、その約 76%が、特に南スマトラに集中している石炭輸送である。政府方針の燃料消費節約にあわせて石炭の増産も計画されており、増産した石炭を鉄道で運搬すべく、現在線の改良や新線の建設など、特に南スマトラでの鉄道整備事業が現在計画されている。

2008 年 2 月に改定された列車ダイヤによれば、スマトラとジャワで定期的に運行されている列車本数は、1 日あたり 811 本の旅客列車と 233 本の貨物列車の合計 1,044 本に達する。2007 年のそれと比較すると、旅客列車では 1.6%の増加、貨物列車では 12%の減少となっている。811 本のうち約 95%はジャワで運転されており、その内訳は優等クラス（ビジネスやエクゼクティブ）列車が 330 本、エコノミークラス列車が 441 本となっている。残り 40 本の旅客列車はスマトラで運転され、内訳は 12 本の優等クラス列車、28 本のエコノミークラス列車となっている。一方、233 本の貨物列車のうち 108 本はジャワで残り 125 本はスマトラで運転されている。

【表 1-2-3】最近の鉄道旅客及び貨物輸送量

旅 客	輸送量 (千人)					年平均 伸び率
	2006	2007	2008	2009	2010	
1 ジャワ・スマトラ (JABOTABEK圏を除く)						
(1) 優等	25,190	24,199	30,599	31,202	32,216	+ 6.34%
(2) 一般	31,674	33,162	40,475	45,296	46,959	+10.35%
2 JABOTABEK圏	104,425	111,096	126,700	130,632	122,756	+ 4.13%
合計	161,289	168,457	197,774	207,130	201,931	+ 5.78%

貨 物	輸送量 (千トン)					年平均 伸び率
	2006	2007	2008	2009	2010	
1 燃料油	2,892	2,966	2,624	2,470	1,825	-10.87%
2 肥料	156	69	35	4	0	-100.0%
3 セメント	3,448	3,143	2,974	2,750	2,443	- 8.25%
4 石炭	8,942	8,542	10,926	11,030	11,147	+ 5.66%
5 農産物	532	644	645	1,038	993	+16.89%
6 コンテナ	476	271	266	111	123	-28.70%
7 珪砂	44	29	29	28	7	-36.84%
8 ゴム	14	15	7	0	0	-100.0%
9 速達貨物	98	101	106	98	87	- 2.93%
10 旅客列車による荷物輸送	34	41	57	76	130	+39.84%
11 その他	847	930	1,595	858	2,186	+26.75%
合計	17,483	16,751	19,264	18,463	18,941	+ 2.02%

(出典：DGR)

(5) 鉄道セクターにおける本プロジェクトの課題

1999年に設立されたPT. KAIは、2007年の新鉄道法公布により、軌道上での複数の運営者やオープンアクセスなどが許され、運行主体側の民営化が進められることから、民間参入が可能となった。

南スマトラを始めインドネシアでは石炭の世界需要の高まりを背景に、採掘量の増産が計画されており、採掘場から港湾までの輸送需要の増加が見込まれている。鉄道貨物にとって石炭は比較的収益性の高い輸送品目であるため、PT. KAIは積極的に石炭輸送の確保に努めているところである。しかし、インフラ整備は基本的に公的主体が担うことになっていることから、インドネシア政府が中心となって、今後増大していく石炭需要に応じて必要となる輸送力を確保していくことが重要な視点である。

1.2.2. 既存インフラの現状と課題

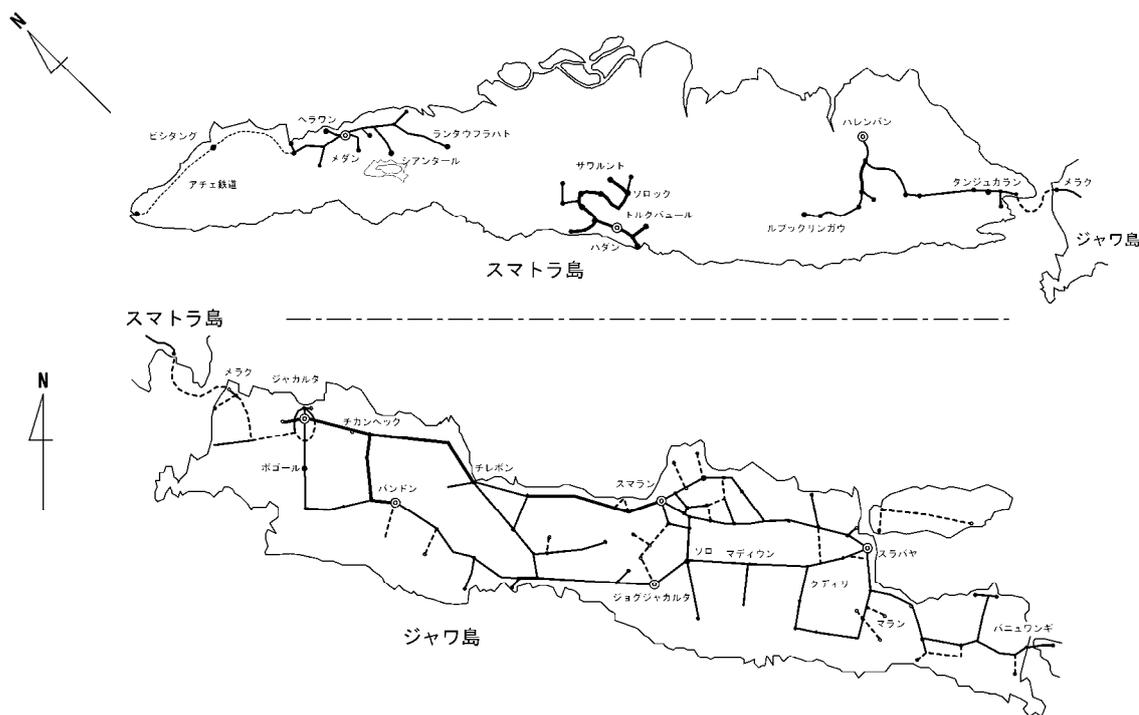
(1) 鉄道施設の現状

① 鉄道路線

インドネシアの鉄道はジャワ島、スマトラ島に路線を有している。現在、路線の総延長は約8,000kmで大部分の路線が単線である（複線区間は400kmにも満たない状況にある）。

ジャワ島の主要幹線は、北幹線、南幹線、及びバンドン線である。北幹線は、首都ジャカルタ～チレボン～スマラン～インドネシア第2の大都市であるスラバヤ間を結び、延長は約730kmである。南幹線は北幹線のチレボン駅から分岐し、古都のジョクジャカルタ～ソロ～スラバヤ間を結び、延長は約830kmである。バンドン線は首都ジャカルタとPT. KAIの本社のある学園都市、高原都市であるバンドンを結び延長は約180kmである。

都市鉄道は、ジャカルタ首都圏が約161km、スラバヤ都市圏が約25kmとなっている。このうち電化区間はジャボタベック圏のみで、圏内156kmが電化されている。



(出典：調査団)

【図 1-2-4】鉄道路線図

【表 1-2-4】鉄道路線延長

地域	線路延長(km)	軌間(mm)	営業区間(km)	非営業区間(km)	複線区間(km)
ジャワ	4,787	1,067	3,216	1,116	373
スマトラ	1,705	1,067	1,348	336	—
計	7,984	—	4,564	1,452	373

(出典：Report of Performance and Operation Condition of PT. KA)

② 構造物

インドネシア鉄道の橋梁は約 90%が鋼製であり、その形式は I ビーム、プレートガーター、長スパン橋りょうではスルードラス、デックトラス形式が多い。車両の軸重増加に伴い鉄桁の改修が行われている。橋りょうの保守が悪いことや汚物の垂れ流し等から、橋りょう部材の劣化や塗装の劣化が激しい。塗装については、その保守方法の考え方が理解されていないため、むらが出て塗装効果が発現されていないところがある。このようなことから、塗装の保守については、塗装の考え方から理解をさせる基礎的な研修が必要がある。

下部工はオランダ植民地時代に造られた石積み形式がほとんどであり、基礎の根周り

部分の浮き、洗掘、劣化が著しく、補修、取替時期が来ているものが多い。

北幹線では、補修が迫られている危険性の高い橋梁について修復工事が行われている。バンドン線で最大の橋りょうであるチソマン橋も既に建設から約 100 年経過しており、オーストリアの援助により 2004 年に完成して供用されている。インドネシア鉄道の橋りょうの材料別総延長は、鋼橋が 52,000m、コンクリート橋が 6,000m となっている。

トンネルは少なく、現在使われている線区では 18 箇所、そのほとんどはジャワ島にある。最も長いものは西スマトラにあり約 1,100m である。トンネルの多くは覆工コンクリートが巻かれていない。

プラットホームの高さは、18、20、43cm と日本に比べて低く、乗降にはステップを介して行われている。ジャボタベック鉄道においては、近代化工事により 84cm、95cm に変更されているものの、まだ一部では低床ホームが残っている。

③ 軌道

使用レールは 54～25.75kg/m の 6 タイプ (54kg/m、50.4kg/m、42.59kg/m、41.52kg/m、33.4kg/m、25.75kg/m) である。主要幹線は R42 (kg/m) から UIC54 (kg/m) と重量化が図られているが、依然として幹線でも 33kg/m レールの区間があり、支線には 25kg/m レールの区間が残っている状況にある。まくらぎは木まくらぎが主体であるが、地方では鉄まくらぎも多く残っている。幹線についてはコンクリートまくらぎが主となりつつある。締結装置は 3 形式あるが、最近は保守の軽減を計るためコンクリートまくらぎ化の時にバンドロール型を採用している。その他、DE クリップ型、KA クリップ型 (国産) がある。

路線の多くは軌道敷設後数 10 年が経過しており、レール、まくらぎ、締結装置ともに交換時期を迎えている。まくらぎを支える道床 (バラスト) は、路盤土へのめり込み、雨水による流失のために全体的に量が不足し、バラスト機能劣化 (軌道ばね硬化) によるまくらぎのひび割れや浮きまくらぎによる噴泥が発生している箇所がある。また、輸送量の増加に伴い重いレールへの交換 (重軌条化) による軌道強化も必要となっている。現状においては温度上昇時のレール張出し (レールの縦方向への座屈による軌道の蛇行) やレール損傷など、列車運行に支障をきたす重大な事故を起こさないよう軌道材料交換と適切な軌道の維持管理体制を構築することが課題である。

④ 踏切

ジャワ島、スマトラ島の DAOP (地方鉄道管理局) 別踏切総括リストによれば PT. KAI の総踏切数は 5,585 箇所、内訳は、有人踏切 (警備員あり) 1,125 (20%)、無人踏切 3,836、違法踏切 (認知されていない踏切) 624 である。これらのうち電気保安設備を持つものは 845 (15%)、機械式保安設備を持つものは 280 (5%) 箇所である。ジャワ島内では、問題のある踏切で事故が多発しているために、地方自治体から保安設備の改善を要求され

ているが、予算不足のため改良計画は立てられていない。

⑤ 信号通信設備

信号設備は、近年、種々の電子連動装置が設備されてきており、現在では過半数の駅に設置されている。しかし、電子連動装置は 3 タイプに分かれるが、設備仕様の不統一のために保守を困難にしている。信号改良工事完成時に提供されたスペアパーツの大部分は海外調達品であり、信号部品の購入費用が不足し、故障箇所を満足に修理することができていない。故障品のうち、簡易なものは国内で修理しており、その努力は評価できるが、修理費不足のため抜本的な問題は解決されていない。信号改良工事以前から保守予算がもともと潤沢ではなかったわけであり、今後のプロジェクト実施において保守上の問題を残している。必要最低限の保守予算確保が緊急的、かつ重要な課題である。また、インドネシアでは、雨季を中心に雷が多く、その対策なども考慮した仕様が必要である。

以上を考慮し、鉄道の安全の観点から、安全の中核である信号の保守が満足にできるように、政府として保守予算の配布方策等について早急に検討すべきである。また、インドネシア鉄道が自らメンテナンスを手掛けられるように、信号システムの国産化とインドネシア仕様の開発が必須である。

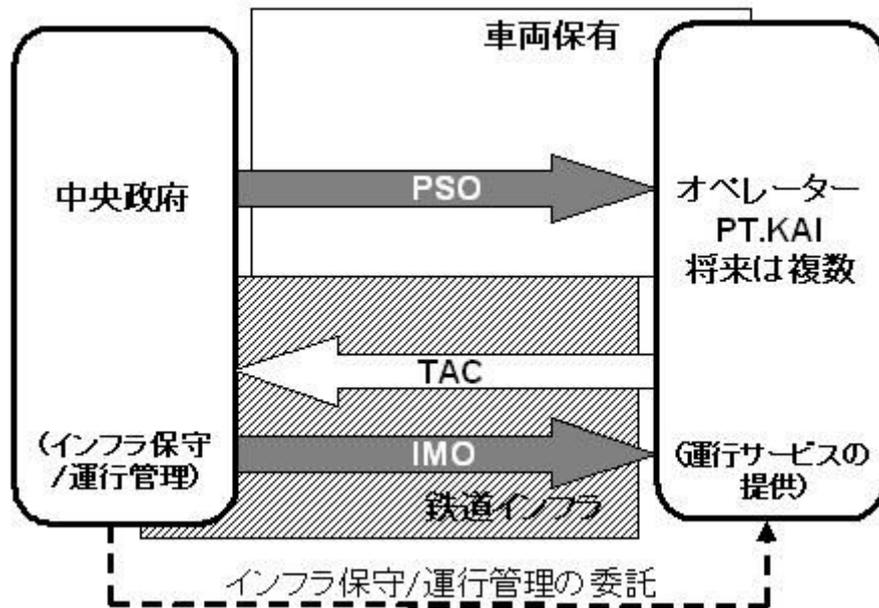
(2) 本プロジェクトに係る鉄道施設の課題

鉄道インフラである構造物、軌道、踏切、通信信号設備等の各施設は、改良に必要とする十分な予算が確保されていないため老朽化が急速に進んでいる。それに加え、施設の維持管理についても管理能力、人材、部品調達等の面で全体的に不足しているため、鉄道運行で最も重要とされる安全性が確保されていない。その結果、車両がいかに高性能であっても軌道等の走行条件が良くなければ、車両性能を十分に発揮できず走行速度の向上が図ることができない。また、故障、事故、緊急保守などにより定時運行が確保されていないといった課題もある。今後、石炭輸送等の増加する需要に応じて十分な輸送力を確保するためには、鉄道施設の改良、維持管理の徹底が不可欠である。

1.2.3. 鉄道料金政策

旅客運賃に関して、低運賃での運行を余儀なくされているエコノミークラスによる PT. KAI への財政負担を軽くするために、PSO-IMO-TAC システムと呼ばれる政府から PT. KAI への財政補助体系が確立された。PSO (Public Service Obligation) は、政府が PT. KAI に要求している低運賃でのエコノミークラス輸送に伴う経費増を補填するために政府から PT. KAI に支払われる補助金である。IMO (Infrastructure Maintenance and Operation) は、政府所有のインフラ設備の保守・運営を政府は PT. KAI に委託しているので、政府が PT. KAI に支払う委託料である。上記の 2 つの代わりに、PT. KAI は政府所有のインフラ上で列車を運行 (鉄道事業) しているので、PT. KAI は政府にインフラ使用料を支払わ

なければならない。これが TAC (Track Access Charge) である。そして、これら 3 つの差額が PT. KAI への政府補助金となる。【図 1-2-5】にこれらの関係を示す。



(出典：調査団)

【図 1-2-5】 PSO—IMO—TAC の関係図

貨物運賃については、PT. KAI と荷主（民間）の間で輸送品目毎に運行経路を設定し、輸送距離と重量で契約していることが基本となっており、政府等の許認可は必要としない。貨物運賃の具体例として、PT. KAI における 2010～2011 年の貨物運賃を【表 1-2-5】に示す。

石炭輸送に限ってみれば、積込み・積降ろしを荷主側で行うのか、PT. KAI 側で行うかによって運賃設定が異なるほか、トラック輸送との競合性をみながら運賃が決められている。本プロジェクトでの石炭輸送運賃の設定は今後の収益性に影響を及ぼすことも考えられ、極めて重要な要素となる。

【表 1-2-5】 PT. KAI における貨物運賃（2010～2011 年）

輸送品目	運賃 (Rp.)	単位	備考
石 炭	250～590	t-km	
燃料油	600	Kl-km	
セメント	230～290	t-km	
クリンカー	390	t-km	
パルプ	210～310	t-km	
荷物車	640～1, 170	t-km	
コンテナ	1, 750～2, 010	TEU-km	コンテナ単位
現 金	3, 310～4, 410	t-km	
パーム油	230～1, 020	t-km	
けい砂	230	t-km	

(注) TEU : Twenty Foot Equivalent Unit (20 フィートコンテナ 1 個分の単位)

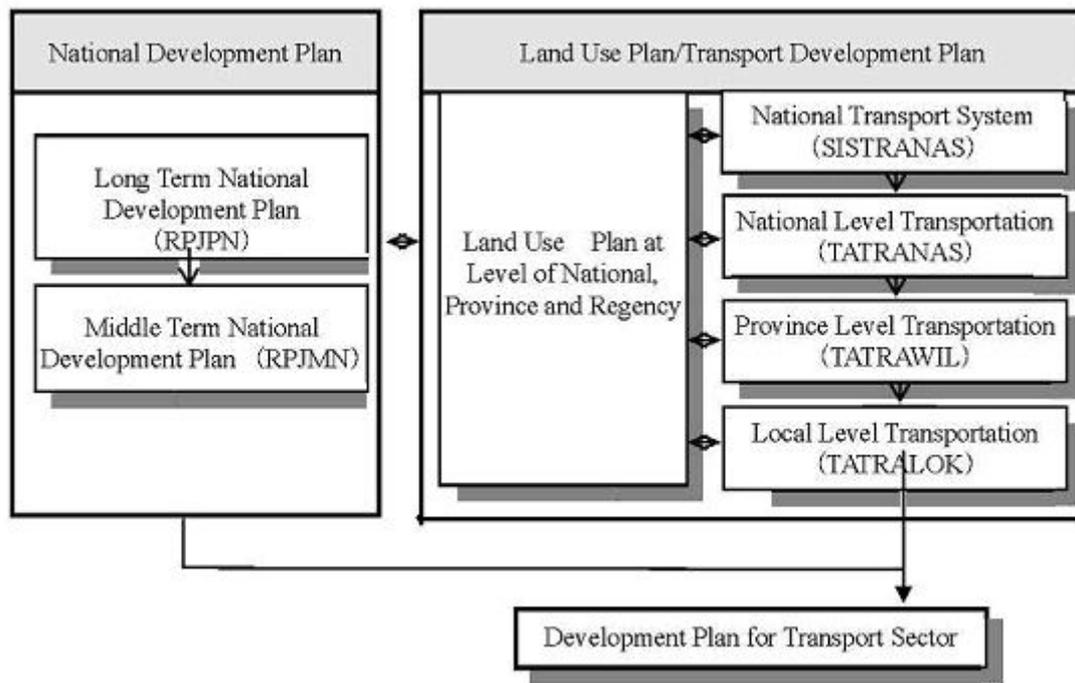
(出典 : 調査団)

1.2.4. 政府の整備計画

(1) 運輸開発計画

運輸部門の開発計画は、国家開発計画に応じて、国家運輸システム (SISTRANAS)、国レベル運輸 (TATRANAS)、州レベル運輸 (TATRAWIL)、地方レベル運輸 (TATRALOK) で構成される開発計画が策定されている。SISTRANAS と TATRANAS は大統領令、TATRAWIL は州条例、TATRALOK は地方令などで制定される。SISTRANAS は、交通モード毎の開発基本構想が定めており、それぞれの交通システムのインフラ、サービス、需要、安全や保安、財政・運営・組織などが盛り込まれている。これはインドネシアで運輸システムを計画、開発、運営するためのガイドラインとして使われる。また、国家計画やその他の計画、例えば国家開発長期計画 (RPJPN) や運輸計画戦略 (RENSTRA) などの計画の中で、運輸開発計画について記述する際の参考としても利用される。

SISTRANAS で定めた運輸政策を実現のために、中央政府から県・市までの各レベルにおいて運輸セクターに関する中期や長期の開発計画が、TATRANAS、TATRAWIL 及び TATRALOK として制定される。それらは、中央政府や地方政府のそれぞれのレベルにおいて関連する全ての開発計画と整合性を保って作成され、少なくとも 5 年毎に見直される。当然のことながら、これらの計画は、それぞれのレベルでの土地利用計画とも整合性を保って作成される。以上の関係を【図 1-2-6】に示す。



(出典：調査団)

【図 1-2-6】 国家開発計画・土地利用計画・運輸開発計画の関連性

(2) 鉄道開発計画

① 国家鉄道マスタープラン (2011～2030)

また国家鉄道マスタープラン (2011～2030) として、オーストラリアの国際開発協力庁 (AUAID) の支援の下で運輸省が 2010 年に作成した鉄道開発長期計画 (Rencana Induk Perkeretaapian Nasional) がある。

2030 年まで鉄道の全体的な目標は、「2030 年の国全体の運輸において、鉄道は市場全体のうち旅客が 11～13%、貨物が 15～17% を担う」としている。目標を実現するために、マスタープランでは戦略的かつ具体的な目標が記載されている。各戦略は以下のとおりである。

- 鉄道ネットワークとサービスの向上
 - ・ 鉄道延長は、都市鉄道 3,800km を含めて 12,100km とする (ジャワ～バリ、スマトラ、カリマンタン、スラウェシ、パプアへ拡大)。
 - ・ 旅客列車の車両数は、機関車が 2,840 両、都市間列車用が 28,335 両、都市内列車用が 6,020 両とする。
 - ・ 貨物列車の車両数は、機関車が 1,985 両、貨車が 39,645 両とする。
- 鉄道の安全対策
 - ・ 2030 年までの期間、鉄道の事故率を 2010 年の 50% までに縮小する。

- 技術移転と鉄道産業の発展
 - ・ 輸入する技術インフラは最大 25%まで、また部品の調達は少なくともローカル仕様を 85%、国内生産は最低 90%とし、技術習得の実現を図る。
- 人材開発
 - ・ 専門性が高く有能な管理者及び運営会社の人材開発。
- 施設事業者・運営会社の開発
 - ・ 施設事業者は最低 8 社、各主要島（スマトラ島・ジャワ島 - バリ島・カリマンタン島・スラウェシ島、パプア島）に最低 1 社、大都市に最低 3 社。
 - ・ 運営会社は最低 5 社。
 - ・ 施設事業者と運営会社の管理者。
- 鉄道への投資者
 - ・ 鉄道建設事業に強力な民間投資を図り、投資目標を 672.195 億米ドルとする。政府と民間の資金率をそれぞれ 30%、70%とする。

② 鉄道戦略プラン（2010～2014）

DGR では RENSTRA（2010-2014、Rencana Strategis=Strategy Plan）を作成しており、南スマトラについては以下の 6 つのプロジェクトが計画されている。

- Sukacinta～Kertapati（延長 190km の複線化）
- Tanjung Enim～Padang（延長 50km の単線）
- Padang～Pulau Baai（延長 160km の新線）
- Muara Enim～Tanjung Api-api（延長 256km の新線）
- Banko Tengah～Srengsem（延長 280km の新線）
- Tanjung Enim～Baturaja（延長 78km の短絡線）

(3) 政府外の計画（PT. KAI の計画）

PT. KAI は、2 年毎に 5 ヶ年計画を策定し、それに基づき事業を進めている。現在、PT. KAI 中期計画（2009～2013、RJPP=Rencana Jangka Panjang Perusahaan=Company Long Term Plan）が事業実施の根拠となっている。

RJPP の目的は、国家経済や政策プログラムを支援するため、鉄道による高品質な輸送サービスと高い競争力を提供し、国内外に市場を拡大することにある。また、鉄道インフラ施設の維持管理を効果的に実施し、円滑な旅客・貨物輸送を行うことを目的としている。RJPP では、以下に示す 5 項目に焦点を当てている。

- 顧客ニーズに対応した鉄道輸送サービスと政府に要求される公共サービスの提供
- 現有資産の最大活用
- 生産性の効率化と鉄道関連ビジネスの拡大
- 会社の資産管理の最適化

- Divre3（南スマトラ鉄道管理局）における石炭輸送事業の強化

RJPP では計画期間内において、PT. KAI 全体の旅客輸送量を年平均 4%の増加を見込み、収益を 10%増加することを目標としている。貨物輸送については、収益を年平均 44%増加し、中でも Divre 3 の石炭輸送による収益は年平均 55%の増加を目標としている。またジャワの貨物輸送では、現在の 250 コンテナ/月から 1,000 コンテナ/日への増加を見込んでいる。ただし、この目標値は政府による設備改良の投資シナリオが順調に進んだ場合に達成可能となるものである。

PT. KAI は、計画目標を達成するためには、鉄道施設・インフラ・人材への投資が不可欠とし、特に輸送安全性の向上のため、老朽化した軌道の改良や自動列車停止装置の設置が必要であると計画の中で明示している。また、計画の具体的なデータとして、2009 年から 2013 年までの PT. KAI の投資計画の規模、投資額及び収支計画を公表しており、その具体的な内訳は【表 1-2-6】、【表 1-2-7】、【表 1-2-8】に示すとおりである。

【表 1-2-6】インフラ投資計画規模（2009～2013年）

（単位：十億 Rp.）

NO	項目	場所	2008		2009	2010	2011	2012	2013
			既存	追加					
1.	車両								
	a. 調達								
	a. 機関車 (CC 205)	Divre3	6	-	-	24	20	-	-
	b. 機関車 (CC 204)	Jawa	2	10	10	12	15	13	12
	c. 客車 K1 (Executive)	Jawa	10	16	-	-	-	8	8
	d. 客車 K2 (Business)	Jawa	-	-	10	10	10	10	27
	e. 客車 K3 (Economy)	Jawa	-	-	-	36	36	52	63
	f. KM 1/M1 (食堂車)	Jawa	-	2	-	2	2	4	4
	g. KM 2/KMP2	Jawa	-	-	1	4	4	8	10
	h. KM 3/KMP3	Jawa	4	-	-	6	6	10	10
	i. BP	Jawa	-	2	-	5	5	10	12
	j. B	Jawa	20	20	-	-	-	-	-
	k. KKW	Ja-Sum	70	-	-	-	-	-	-
	l. KKBW (50 ton)	Divre3	130	-	-	466	369	661	-
	m. PPCW (50 ton)	Divre3	-	-	-	60	-	50	50
	n. PPCW (44 ton)	Jawa	38	20	50	-	20	-	30
	o. その他 (式)	Ja-Sum	1	-	1	1	1	1	1
	b. 車両改修他								
	a. 機関車 DH	Divre1	-	-	-	5	5	5	5
	b. K1/展望車	Ja-Sum	15	-	6	-	4	4	-
	c. KM 1	Ja-Sum	2	-	-	-	2	2	2
	d. BP/B	Ja-Sum	-	-	-	-	2	2	-
2.	インフラ								
	a. Longsiding	Divre3		-	4	-	3	-	-
	b. 複線化	Divre3		-	-	85	100	99	35
	c. 標識	Divre3		-	1	-	-	-	-
	d. 駅(新設と改修)	Ja-Sum		-	2+8	10	5	8	10
	e. 車両検修基地 (式)	Ja-Sum	1	-	1	1	1	1	1
	f. 橋梁修復	Divre1	-	-	-	8	8	10	17
	g. レール(km)	Ja-Sum	-	-	-	200	200	300	300
	h. 分岐器(unit)	Ja-Sum	-	-	-	50	50	75	100
	i. 信号装置 (式)	Ja-Sum	-	-	-	1	1	1	1
	j. 教育施設 (式)	Jawa	-	-	-	1	1	1	1
	k. その他 (式)	Ja-Sum	1	-	-	1	1	1	1
3.	設備								
	a. 検修基地用機器	Ja-Sum	1	-	1	1	1	1	1
	b. Mesin-2 インフラ	Ja-Sum	1	-	1	-	2	-	1
	d. 溶接設備	Ja-Sum	2	-	-	2	1	2	-
	e. 視聴覚教育設備	Jawa	-	-	-	1	1	1	-
	f. その他 (式)	Ja-Sum	1	-	1	1	1	1	1
4.	IT (式)	-	-	1	-	1	1	1	1
5.	人材 (式) (新規雇用と育成)	Ja-Sum	-	-	-	1	1	1	1
6.	安全計画	Ja-Sum	ATS						

(出典：RJPP 2009-2013)

【表 1-2-7】インフラ投資額 (2009～2013 年)

(単位：十億 Rp.)

NO	項目	場所	2008		2009	2010	2011	2012	2013
			既存	新設					
1.	車両								
	1) 調達								
	a. 機関車 CC205	Divre 3	244,96	-	-	960,00	800,00	-	-
	b. 機関車 CC204	Jawa	35,60	192,50	173,94	231,00	288,75	250,25	231,00
	c. 客車 K1 (エグゼクティブ)	Jawa	41,40	79,01	-	-	-	40,00	40,00
	d. 客車 K2 (ビジネス)	Jawa	-	-	27,50	27,50	27,50	27,50	74,25
	e. 客車 K3 (エコノミー)	Jawa	-	-	-	90,00	90,00	130,00	157,50
	f. KM1/M1 食堂車	Jawa	-	9,59	-	10,00	10,00	20,00	20,00
	g. KM2/KMP2	Jawa	-	-	3,30	13,20	13,20	26,40	33,00
	h. KM3/KMP3	Jawa	10,80	-	-	16,20	16,20	27,00	27,00
	i. BP	Jawa	-	15,31	-	38,27	38,27	76,54	91,85
	j. B	Jawa	40,00	39,91	-	-	-	-	-
	k. KKW	Ja-Sum	52,50	-	-	-	-	-	-
	l. KKBW (50 ton)	Divre 3	106,60	-	-	419,40	332,10	594,90	-
	m. PPCW (50 ton)	Divre 3	-	-	-	42,00	-	35,00	-
	n. PPCW (45 ton)	Jawa	20,90	13,00	32,50	-	13,00	-	19,50
	o. Others	Ja-Sum	20,03	-	53,41	20,00	20,00	20,00	20,00
	小計 a)		572,79	349,32	290,65	1.867,57	1.649,02	1.247,59	749,10
	2) 車両延命改修								
	a. DH 機関車	Divre 1	-	-	-	40,00	40,00	40,00	40,00
	b. K1 客車	Ja-Sum	33,00	-	20,00	-	8,80	8,80	-
	c. KM1 食堂車	Ja-Sum	4,40	-	-	-	4,40	4,40	4,40
	d. BP/B 貨車	Ja-Sum	-	-	-	-	3,00	3,00	-
	小計 b)		37,40	-	20,00	40,00	56,20	56,20	44,40
	小計		610,19	349,32	310,65	1.907,57	1.705,22	1.303,79	793,50
2.	インフラ								
	a. Longsiding	Divre 3	-	-	-	-	24,54	-	-
	b. 複線化	Divre 3	-	-	-	858,50	1.010,00	999,90	353,50
	c. 標識	Divre 3	-	-	-	-	-	-	-
	d. 停車場(新設・改良)	Ja-Sum	-	-	221,22	169,00	10,00	16,00	20,00
	e. 車両検修基地	Ja-Sum	4,64	-	4,43	50,00	50,00	50,00	50,00
	f. 橋梁	Divre 1	-	-	-	80,00	80,00	100,00	170,00
	g. レール	Ja-Sum	-	-	-	140,40	140,40	210,60	210,60
	h. 分岐器	Ja-Sum	-	-	-	40,00	40,00	60,00	80,00
	i. 信号	Ja-Sum	-	-	-	50,00	50,00	50,00	50,00
	j. 教習機関	Jawa	-	-	-	25,00	25,00	25,00	-
	k. その他	Ja-Sum	0,20	-	70,50	10,00	10,00	10,00	10,00
	インフラ数		4,84	-	296,14	1.422,90	1.439,94	1.521,50	944,10
3.	設備								
	a. 検修基地用機材	Ja-Sum	22,64	-	40,98	50,00	50,00	50,00	50,00
	b. インフラ設備	Ja-Sum	7,35	-	26,79	-	100,00	-	75,00
	d. 溶接設備	Ja-Sum	2,61	-	-	3,00	1,50	3,00	-
	e. 視聴覚区養育設備	Jawa	-	-	-	25,00	25,00	25,00	-
	f. その他	Ja-Sum	4,68	-	3,40	15,00	15,00	15,00	15,00
	設備数		37,27	-	71,16	93,00	191,50	93,00	140,00
4.	IT	Ja-Sum	5,25	-	20,00	31,30	12,00	9,00	-
5.	人材育成 (新規雇用と教育)	Ja-Sum	-	-	-	25,00	25,00	25,00	-
6.	安全強化策	Ja-Sum	-	-	-	-	100,00	100,00	100,00
	投資語形		657,56	349,32	697,95	3.479,77	3.473,66	3.052,29	1.977,60

(出典：RJPP 2009-2013)

【表 1-2-8】収支計画（2009～2013 年）

（単位：十億 Rp.）

No	項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1.	営業収入						
	a. 旅客	1.987,75	2.357,93	2.593,72	2.853,10	3.138,41	3.452,25
	b. 貨物	1.328,07	1.786,24	2.417,87	3.659,49	4.588,20	6.696,12
	c. Supporting operation	109,98	212,77	234,05	257,45	283,20	311,52
	d. PSO	544,67	459,17	460,04	487,64	516,90	547,92
	e. IMO	886,64	922,01	998,15	1.235,28	1.412,43	1.758,71
	f. Jabotabek 子会社より	-	280,00	338,00	439,40	571,22	742,59
	g. 旅客より	-	12,42	32,93	64,90	114,78	259,30
	営業収入	4.857,10	6.030,54	7.074,77	8.997,27	10.625,14	13.768,40
2.	営業支出						
	a. 人件費	1.374,36	2.000,30	1.945,47	2.188,66	2.407,52	2.648,28
	b. 燃料費	862,83	796,81	895,90	958,61	1.025,72	1.097,52
	c. 維持管理費：						
	- 車両	842,28	1.064,61	1.173,31	1.407,97	1.689,57	2.027,48
	- インフラ	487,04	573,94	612,46	780,32	927,37	1.186,72
	d. 償却	155,05	184,11	257,41	506,29	707,91	907,85
	e. 関連業務	207,07	239,58	275,94	298,64	323,26	349,98
	f. 保険	8,25	9,49	10,44	11,48	12,63	13,89
	g. 一般	227,36	281,19	300,80	323,42	347,78	374,01
	h. 利子	-	32,70	325,63	844,17	1.266,66	1.403,95
	i. TAC	886,64	922,01	998,15	1.235,28	1.412,43	1.758,71
	営業支出	5.050,88	6.104,74	6.795,52	8.554,85	10.120,84	11.768,38
	営業損益	-193,78	-74,20	279,24	442,41	504,29	2.000,02
3.	営業外収入						
	a. 不動産	118,45	221,53	243,69	420,91	799,73	1.203,49
	b. 利子	82,42	81,08	89,19	125,97	245,34	507,62
	c. その他	26,95	16,91	18,51	20,26	22,19	24,32
	営業外収入計	227,81	319,53	351,38	567,14	1.067,26	1.735,43
	収入計(1+3)	5.084,91	6.350,07	7.426,15	9.564,41	11.692,39	15.503,83
4.	営業外支出						
	- 営業外支出	19,41	30,73	34,24	47,94	73,97	122,34
	課税前損益	14,62	214,59	596,39	961,62	1.497,58	3.613,11
5.	税金	4,39	60,09	149,10	240,40	374,40	903,28
	ネット損益	10,24	154,50	447,29	721,21	1.123,19	2.709,83

（出典：RJPP 2009-2013）

(4) 整備計画にみる本プロジェクトの位置づけ

本プロジェクトは、DGR 計画の RENSTRA に示されている、スカチンタ〜クレタパティ間の複線化計画（延長約 190km）に相当するもので、政府方針に合致したものである。また PT. KAI による 5 ヶ年計画によれば、南スマトラの石炭輸送事業の達成を経営方針において明確にされている。本プロジェクトに対して、インドネシア政府・PT. KAI とともに協同して取り組むことが可能である。

1.2.5. 鉄道整備財源にかかる政府方針

外国借款を含む運輸省における年間予算の合計額を【表 1-2-9】に示す。この表に示されるように、予算額は平均 17% で年々増加しており、2007 年からは 2 桁の兆ルピアに達した。また、2010 年予算は約 15.8 兆ルピアとなっている。港湾、空港、鉄道へのイン

フラ整備のための政府予算は十分でないため、PPP方式や国営企業によるインフラ整備を推進するなどして資金調達を図る必要がある。既存鉄道インフラの近代化は円借款等を原資とする公共投資で実施中だが、収益性が見込める分野では民間投資が期待されている。インドネシアではPPP方式の活用が促進されているが、まだ電力セクターにしか適用実績はなく、本件が実現すれば鉄道セクターのパイロットプロジェクトになり得るものである。

【表 1-2-9】運輸省の年間予算額

目的	年間予算配布額 (10億Rp)					年平均成長率 (%)
	2006	2007	2008	2009	2010	
1. 人件費	697	977	1,214	1,273	1,280	16.41
2. 資材調達	1,360	1,686	1,991	2,486	2,898	20.82
3. インフラ開発	6,444	8,547	12,094	13,218	11,655	15.97
合計	8,501	11,210	15,299	16,977	15,833	16.82

(出典：インドネシア運輸省のウェブサイト)

1.2.6. PPPをめぐる鉄道セクターの現状

昨今、鉄道業界では、世界規模での地球温暖化問題への関心の高まりに伴い鉄道インフラ整備に関心を寄せる政府が増えているが、財政難から鉄道プロジェクトでもPPP方式を採用する動きがある。一般にPPPプロジェクトの形成では、まずパイロットプロジェクトを形成し、経験を積みながら順次拡大していく戦略をとっている。一方で鉄道プロジェクトにおけるPPP方式は、需要見通しの不確実性がとりわけ高いことから、その採用件数は発電や港湾プロジェクトに比べて少なく、未だに公共事業方式や、政府が鉄道運営を民間に委託する欧州を中心としたグローバルオペレーター方式や、営業保証付きの民間による鉄道営業の例が多い。なお、インドネシアにおいては、2011年12月現在までにPPP方式で成立している鉄道プロジェクトは存在しない。

インドネシアにおいてPPP方式で先行する鉄道プロジェクトとしては、2012年2月現在で、「南ジャカルタ・マンガライ駅～スカルノハッタ空港間鉄道事業（北回り線）」及び「中央カリマンタン石炭鉄道」が存在する。これらの進捗としては、共に資格審査まで進んでいるが、長らく評価後の動きがないか、または評価中といった状況である。これは、保証形態等が確立されておらず、つまりは最終的な事業形態が固まらないまま資格審査に進んでいるため、結局入札が途中で止まっており、インドネシアにおいては鉄

道案件に限らずよくみられる現象である。なお、空港線には南回り線の計画もあり、こちらも PPP 方式でプロジェクトが進められる予定であったが、最近になって国営企業である PT. KAI を事業者とする旨の大統領令が発令された（2011 年 11 月 30 日付け大統領令 No. 83/2011）。

なお、1.1.4.（P. 1-14）に記載した「PPP ブック」は、これまでに 3 回発行されており、掲載された案件は以下のとおりである。

【表 1-2-10】 PPP ブック第 1 版（発行 2009 年）に掲載された案件

（単位：件）

	鉄道	水運	航空	陸運	道路	水	電力	産廃
入札準備 段階	2 ● Palaci-Bangkuang, Central Kalimantan (※1) ● Soekarno Hatta Airport - Manggarai (※2)	1	0	0	3	1	1	0
優先案件	0	0	0	0	8	8	0	2
候補案件	13 ● Kualanamu ● West Sumatera ● Simpang - Tanjung Api-Api ● Tanjung Enim - Batu Raja ● Lahat - Kertapati ● Railway Facility - Blue/Green Line (Jakarta Monorail) ● Gedebage, Bandung, Integrated Terminal (Railway) ● Bangkuang - Lupak Dalam ● Kudangan - Kumai ● Puruk Cahu - Kuala Pembuang ● Tumbang Samba - Nanga Bulik ● Kuala Kurun - Palangka Raya - Kuala Kapuas ● East Kalimantan (Puruk Cahu - Balikpapan)	5	3	1	21	11	7	0

（出典：PPP ブック）

【表 1-2-11】PPP ブック第 2 版（発行 2010 年）に掲載された案件

(単位：件)

	鉄道	水運	航空	陸運	道路	水	電力	産廃
入札準備段階	0	1	0	0	0	0	0	0
優先案件	0	0	0	0	18	6	0	3
候補案件	9	11	7	2	17	18	5	3
	<ul style="list-style-type: none"> ● Jakarta Monorail (再掲) ● Padang Monorail (新規) ● Gedebage, Bandung, Integrated Terminal (再掲) ● Bangkuang - Lupak Dalam (再掲) ● Kudangan - Kumai (再掲) ● Puruk Cahu - Kuala Pembuang (再掲) ● Tumbang Samba - Nanga Bulik (再掲) ● Kuala Kurun - Palangka Raya - Kuala Kapuas(再掲) ● Maratuhup - Kalipapak - Balikpapan (新規) 							

(出典：PPP ブック)

【表 1-2-12】PPP ブック第 3 版（発行 2011 年）に掲載された案件

	鉄道	水運	航空	陸運	道路	水	電力	産廃
入札準備段階	0	2	1	0	2	6	0	2
優先案件	0	0	0	0	17	0	2	2
候補案件	3	4	7	2	3	18	4	4
	<ul style="list-style-type: none"> ● Rantau Prapat - Duri - Tl. Kuantan - Muaro (新規) ● Gedebage, Bandung, Integrated Terminal (再掲) (※3) ● Maratuhup - Kalipapak - Balikpapan (再掲) (※4) 							

(出典：PPP ブック)

以下に、第 1 版にて「Project Ready for Offer（入札段階）」と指定された 2 案件（※1、※2）、及び過去 3 版全てに掲載されている 2 案件（※3、※4）の状況を整理する。

【表 1-2-13】特定4 PPP 案件の現状

案件名	Contracting Agency	現状
Palaci-Bangkuang, Central Kalimantan (※1)	中央カリマンタン州	<ul style="list-style-type: none"> ● 2008年度(平成20年度) JETRO 地球環境適応型・本邦技術活用型産業物量インフラ整備事業調査にて採択され、日本交通技術が調査実施済。 ● 2010年5月に実施された資格審査には、伊藤忠商事をはじめ、15社が参加。現時点では、 <ol style="list-style-type: none"> 1) Itochu - Toll Consortium 2) Drydocks World LLC - PT MAP Resources Indonesia Consortium 3) PT Bakrie - SNC Lavalin - Tyssencrupp Consortium 4) China Railway Group Limited - PT Mega Guna Ganda Semesta - PT Royal Energi Consoritum 以上の4グループが、2012年第二四半期に公示予定の入札に向けて準備中。 ● 2011年11月にPT Penjamin Infrastruktur Indonesia (PII) が本件への保証を提供することで、中央カリマンタン政府と合意。
Soekarno Hatta Airport - Manggarai (※2)	運輸省	<ul style="list-style-type: none"> ● 空港線事業はマンガライ駅と空港を結ぶ北回り線(別名 Express line)、南回り線(別名 Commuter line)の2種類の路線計画。 ● 北回り線は総延長33kmの高架で総事業費は7.6兆Rp。マンガライから22km地点までは既に運行中の路線であり、残り11kmが延伸となる。事業者は、土地収用、建設、運行等全てを行う。既にPQが行われており、7社がPQに参加も評価後進捗なし。 ● 北回り線では、PT Penjamin Infrastruktur Indonesia (PII)からの保証が決定しており、総事業費の1.5%の保証料を支払い、事業収入の対する保証、土地収用に対する保証等の8つの保証とのことであるが、詳細は不明。 ● 他方、南回り線は、2011年11月に発効された大統領令 No. 83/2011によりPT KAIが事業者となることが決定された。既存の鉄道ネットワークと空港を接続するために新規に7kmの接続線を建設、総工費\$250 Mil (Rp 2.25 trillion)。PT. KAIは国内の銀行(PT. BNI, PT. BRI, PT. Bank Mandiri)と全額金額の85%に対する融資組成に関し協議中で、返済期間10年程度を想定。15%はPT. KAIによる自己資金とする計画。
Gedebage, Bandung, Integrated Terminal (※3)	バンドン市	主な進捗なし。
Maratuhup - Kalipapak - Balikpapan (※4)	東カリマンタン州	主な進捗なし。

(出典：調査団)

上述のとおり、中央カリマンタン鉄道とスカルノハッタ空港線(南回り線)は、PT. Penjamin Infrastruktur Indonesia (PII)による保証提供が決定するなど、今後の更なる進展が期待されるが、中央カリマンタン鉄道については1.1.4. (P. 1-14)に記載のとおり、競争入札となるため、案件を先行的に提案した企業が必ずしも受注できる制度にはなっておらず、民間企業による案件組成の促進を部分的にも阻害しているものと思われる。また、スカルノハッタ空港線についても、北回り線での資格審査などが進展した一方で、南回り線でも、大統領令の発効により、PT. KAIによる建設・運営が認可される等の動きもあり、必ずしも広く民間企業に市場が開放されているとは言い難い。

また、2012年5月現在では非公表なるも、PPPブック第4版(2012年版)をBAPPENASより非公式に入手した。入札準備段階案件(Ready to Offer)は3件、優先案件(Priority Project)は26件、候補案件(Potential Project)は29件が登録されているが、鉄道関連案件は候補案件(Potential Project)に3件(Rantau Prapat-Muaro Railway, Bundung

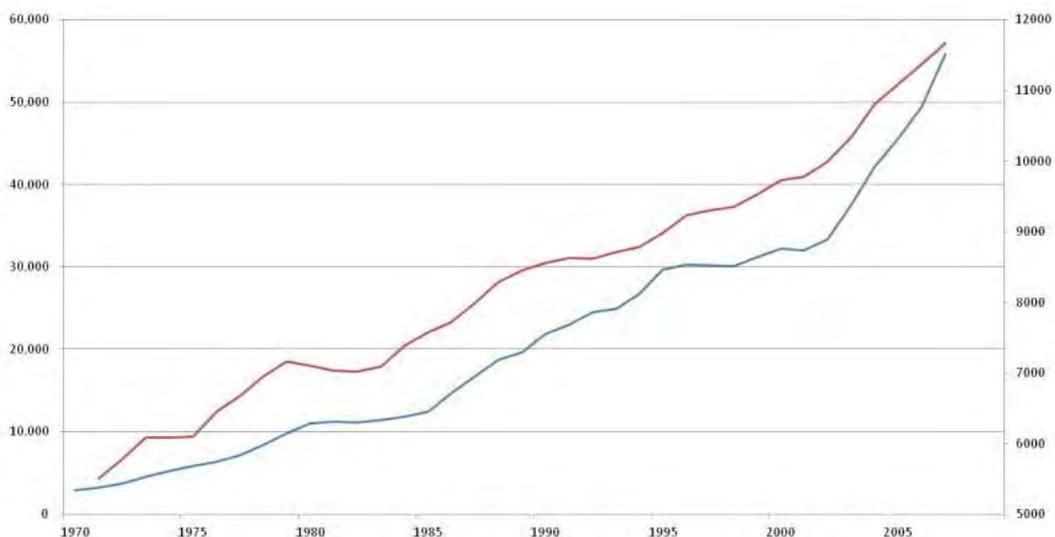
Railway Terminal, DI Yogyakarta Rail Station) となっており、第3版(2011年版)同様に、鉄道案件は非常に少ない状況である。BAPPENASによると、BAPPENASが取捨選択しているのではなく、本来公的要素の極めて高い鉄道案件をPPPで実現するのは難易度が高く、GCAや民間企業よりの申請が上ってこないとのことである。

1.3. インドネシアのエネルギー政策

1.3.1. 国際エネルギー市場概観

(1) 世界の経済成長とエネルギー消費の関係

世界のエネルギー消費量は経済成長と共に1970年代から年平均2%以上で増加し続けている。近年のエネルギー消費量の伸びは、開発途上地域の経済成長に伴うエネルギー消費が堅調に増加してきたことが大きな理由と思われる。



(出典：平成22年度エネルギー白書)

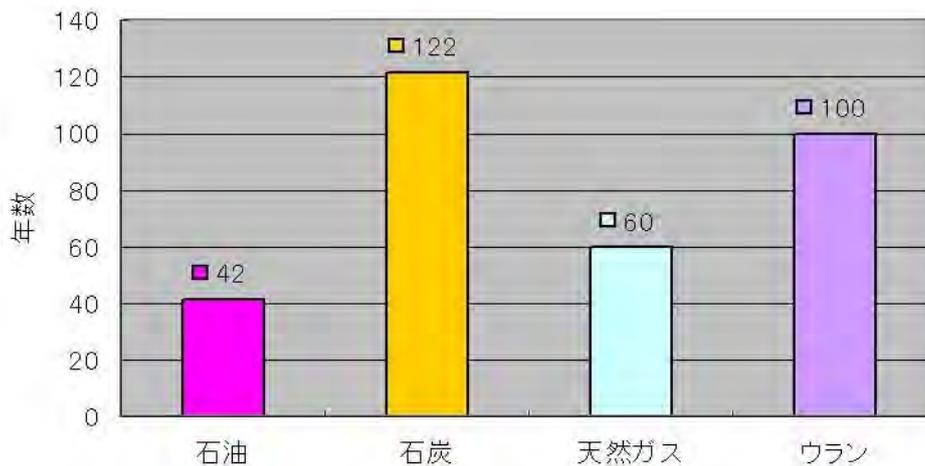
【図 1-3-1】 経済成長とエネルギー消費の相関性

(2) 世界のエネルギー消費量見通し

世界のエネルギー消費量は2030年には2007年の1.4倍に増加し、アジア太平洋地域(OECD諸国を除く)が約半分を占める見込みである。消費されるエネルギーの中でも、石油や石炭、天然ガスといった化石燃料需要が大幅に増加すると見込まれている。

(3) 世界のエネルギー資源可採年数

有限な資源である化石燃料の現時点での確認可採埋蔵量は【図 1-3-2】の通りである。石油は42年で枯渇すると試算されている。世界情勢の動向に供給が大きく左右される化石燃料を積極的に確保していくと共に、長期的視野に立った新エネルギーの開発が要求されている。



(出典：資源エネルギー庁「日本のエネルギー2010」)

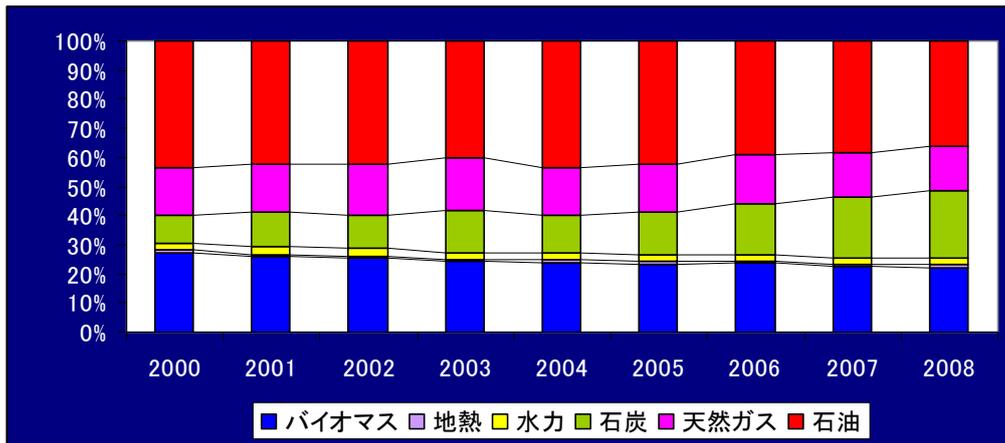
【図 1-3-2】世界のエネルギー資源可採年数

1.3.2. インドネシアの状況

(1) 一次エネルギーの比率

インドネシアにおける2000年の一次エネルギー供給量は石油換算9億9,600万バレルで、石油が43.4%、天然ガスが16.5%、石炭が9.4%、バイオマスが27%を占めていた。

その後、一次エネルギー供給量は年々増加し、2008年の供給量は2000年の約1.3倍となる石油換算12億6,000万バレルに達した。2008年の一次エネルギー供給比率は石油が36.2%、天然ガスが15.3%、石炭が23.0%、バイオマスが22.2%であり、一次エネルギー供給量増加の大半は石炭の供給量が増加したことに起因しており、その比率も上昇している。



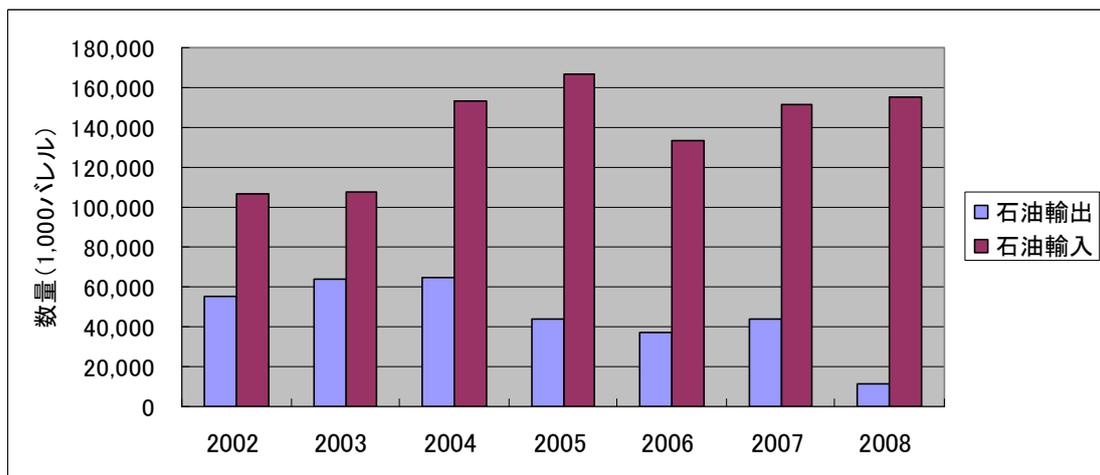
(出典：「2009 Handbook of Energy & Economics Statistics of Indonesia」より作成)

【図 1-3-3】インドネシア一次エネルギーの比率

(2) 石油の動向

インドネシアはアジアでは中国に次ぐ原油生産国であるが、原油の生産量は徐々に減少し、2000年時点で5億1810万バレル、2008年は3億5810万バレルまで減産している。

また、国内の精製能力は国内需要の伸びに追いつかず、インドネシアでは2004年以降、石油の輸入量が輸出量を上回り、ネット石油輸入国となっている。石油の輸入に対して政府が補助金を負担しており、これが政府財政の大きな圧迫材料となっている。政府は2006年のエネルギー政策の中で石油の消費削減を大きな目標の一つとして掲げている。

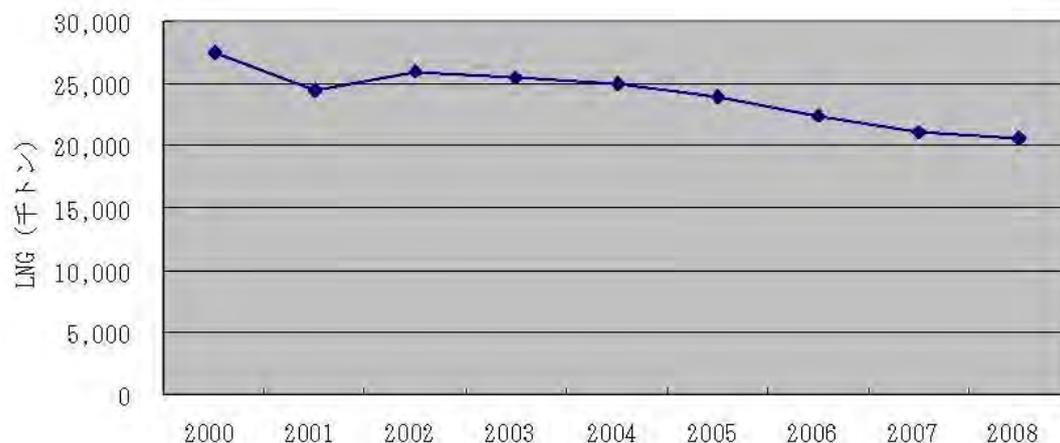


(出典：「2009 Handbook of Energy & Economics Statistics of Indonesia」より作成)

【図 1-3-4】インドネシアの石油の輸出・輸入量推移

(3) 天然ガスの動向

インドネシアの主な天然ガス生産地は、東カリマンタン、南スマトラ、イリアンジャヤで、近年の生産量は2003年をピークに減少傾向にある。また、インドネシアは液体天然ガス（LNG）の輸出国であり、アルン、ボンタン基地に加えて近年タンゲー基地の建設により、今後 LNG 生産量や輸出量の増加が見込まれる。また、生産量の増加に合わせ、政府により国内ガスパイプライン網の建設が計画されている。



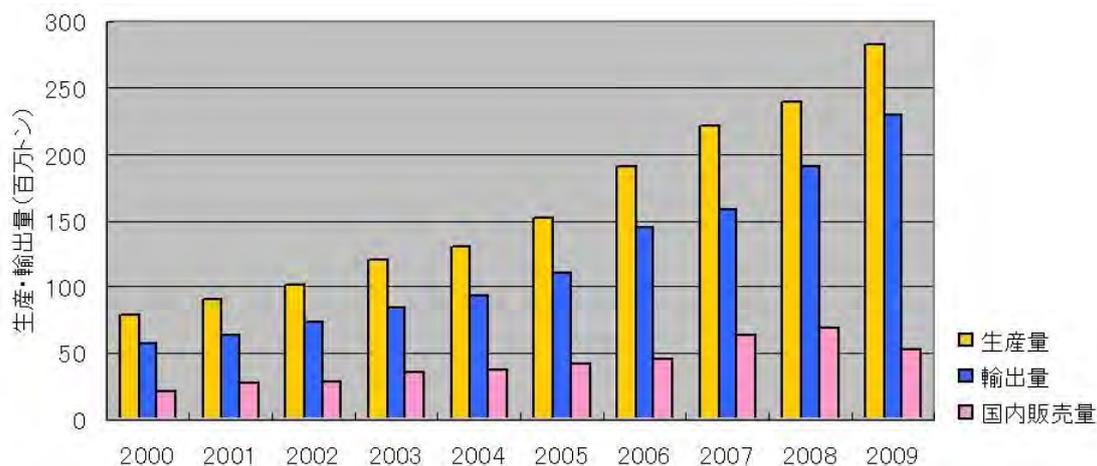
(出典：「2009 Handbook of Energy & Economics Statistics of Indonesia」より作成)

【図 1-3-5】インドネシアの LNG 輸出量推移

(4) 石炭の動向

世界第1位の一般炭輸出国であるインドネシアは、2000年代に入り年間平均10%以上のペースで生産及び輸出を伸ばしている。これは主要な石炭輸入国であった日本、韓国、台湾に加え、近年、中国、インド等の新興国の台頭によりアジアでの石炭輸入需要が大幅に伸び、これに合わせてインドネシアの既存炭鉱の生産拡大や新規炭鉱の開発が進んでいるため、今後も生産量は着実に伸びて行くと思込まれる。

一方、インドネシア国内でも消費量が急速に伸びている。国内供給義務（DMO）規制により国内供給が優先されているため、今後も石炭輸出量が安定して増加するかは見通しづらい。



(出典：「2009 Handbook of Energy & Economics Statistics of Indonesia」より作成)

【図 1-3-6】 インドネシアの石炭生産量・輸出量推移

(5) 電力の動向

インドネシアでは電力公社 PLN (Perseroan Listrik Negara) が国内の電力供給責任を担っており、PLN 独自で発電を行うと共に、国内 IPP (Independent Power Producer) から一括して電力を買い取り、全て PLN の送電網を通じて電力供給が行われている。

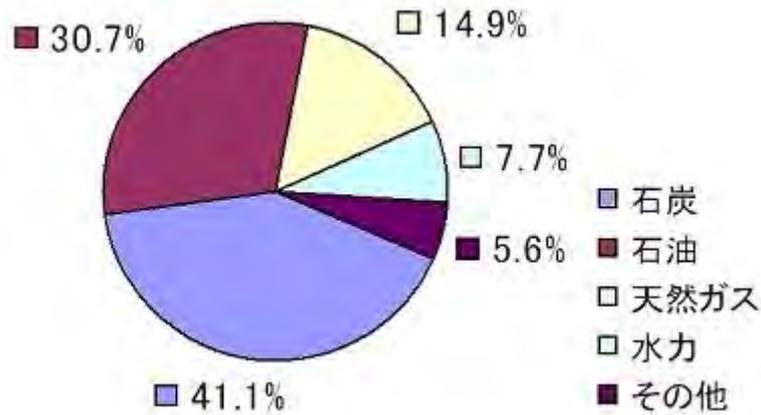
また、電力に対する政府補助金が政府財政を圧迫する要因となっており、補助金削減のために、政府では 2015 年までに段階的に 960 ルピア/kWh まで値上げする計画がある。

電源別に見ると、石油の占める割合は年々減少し、2008 年は 31% となっている。逆に石炭は増加傾向にあり、2003 年以降は 40% 以上を占めている。天然ガスはやや増加傾向にあり、2008 年は約 15% を占め、今後も主要な燃料の一つになると思われる。また、最近では地球温暖化対策等から水力、地熱、太陽光等の再生可能エネルギーの開発も進行している。

【表 1-3-1】 インドネシアの発電量と電源構成

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
総発電量 (Gwh)	108,217	114,467	120,163	127,371	133,109	142,440	149,441	
電源別 発電量 (%)	石炭	39.7	40.6	40.1	40.7	44.0	44.8	41.1
	石油	34.8	32.8	33.6	31.0	29.7	28.5	30.7
	天然ガス	10.6	13.2	12.7	14.7	14.0	13.8	14.9
	水力	9.2	7.9	8.1	8.4	7.2	7.9	7.7
	その他	5.8	5.5	5.6	5.2	5.0	5.0	5.6

(出典：「2009 Handbook of Energy & Economics Statistics of Indonesia」より作成)



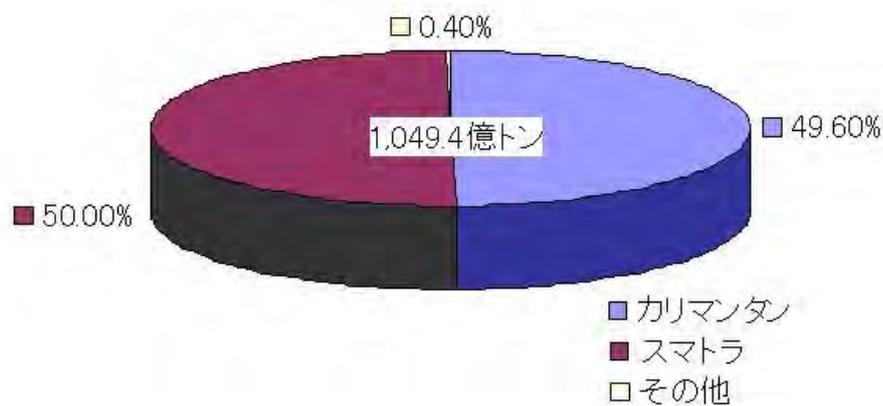
(出典：「2009 Handbook of Energy & Economics Statistics of Indonesia」より作成)

【図 1-3-7】インドネシアの電源別発電の割合 (2008 年)

1.3.3. 開発課題及び政府の開発計画

(1) 石炭資源量、埋蔵量

インドネシアの総石炭資源量は 1,049.4 億トン。その内、カリマンタンには 521 億トン (全国の 49.6%)、スマトラには 524.5 億トン (50.0%) が存在し、これら 2 地域がほとんどを占める。技術的に採掘可能とされる石炭埋蔵量は 124.7 億トンと推定されている。まだ未調査の区域が多く存在することから、石炭資源量、埋蔵量は今後さらに増加すると思われる。



(出典：「Indonesia Coal Book 2010/2011」より作成)

【図 1-3-8】インドネシアの地域別石炭資源量

(2) 石炭生産計画

インドネシア政府の石炭生産計画は【表 1-3-2】の通りである。新規炭鉱開発による生産の拡大、及び既存の大規模炭鉱の生産拡大が計画通りに進むかがポイントになる。

【表 1-3-2】 インドネシアの石炭生産計画

(単位：百万トン)

年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030
生産量	270	280	290	297	321	321	361	405	430

(出典：「旧鉱物石炭地熱局 (2009年版)」より抜粋)

(3) 石炭開発計画

東・中央カリマンタンでの BHP ビリトンと PT. Adaro Energy との合弁による Maruwai プロジェクト、MEC (Minerals Energy Commodities) Holding による East Kutai Coal プロジェクトが年産 2,000 万トンを超える大規模な新規炭鉱開発プロジェクトである。

既存の大規模炭鉱でも生産拡大が計画されており、Adaro、Arutmin、Kidco の大手 3 炭鉱の増産が計画通りに進めば約 1 億トンの増産が可能となる。

(4) 開発課題

2009 年の新鉱業法の施行に伴う操業上の大きな問題はないが、既存炭鉱の増産区域や新規炭鉱の開発区域は内陸部へと移行せざるを得ない。現在、森林地域の使用許可 (IPPKH) 取得が困難となっており、今後の内陸部への開発拡大に支障を及ぼさないか懸念される。

一方、輸送インフラの整備が生産拡大のペースに合わせて整っていない地域も多い。今後も河川を利用したバージ輸送が中心となるが、乾期には河川の水位が低下することが輸送の大きな障害となっている。増加するインドネシア国内、アジア地域の需要を満たすためにも、既存の輸送量を大きく改善するための石炭輸送専用の鉄道建設が望まれている。

(5) 石炭資源開発の促進に向けて

前述の MP3EI や IEDC で示されているように、とりわけ南スマトラ地域における石炭資源開発は、豊富な埋蔵量と世界需要の高まりからインドネシア国の経済発展に大きく寄与するものと位置づけられている。その貴重な石炭資源を効率的に輸送するためには、鉄道を中心とした輸送インフラの整備が急務となっている。今後インフラ整備を円滑に

進めるためには、各開発計画の中で謳われているように、インドネシア政府の財政負担軽減と民間資金活用の観点から、PPP 事業とすることも有効な方式と考えられる。

1.4. 南スマトラ州

1.4.1. 地域概要

(1) 地理

スマトラ島はインドネシアで 2 番目に大きな島で、国の最西端に位置する。南スマトラ州はスマトラ島の南部に位置する州で【図 1-4-1】の緑色の地域である。南スマトラ州の面積は 60,303 km²でスマトラ島の 10 州の中で 3 番目に大きい面積の州である。隣接する州は北にジャンビ州、西にベンクルー州、南にランブン州、東にバングカ海峡に面している。



(出典：Wikipedia)

【図 1-4-1】南スマトラ州の位置図

(2) 人口、人種、言語、宗教

南スマトラ州の州都はムシ川の河口にある人口 100 万人を超えるパレンバン市である。州の人口増加率は 2005 年以降、年 1.3%以上の人口増加率で 2010 年時点では人口が 740 万人に到達している。また年齢構成は約 60 %が 24 歳以下という若年層が人口の多くを

占める構成となっている。民族はマレー人（31%）、ジャワ人（27%）を中心に、多くの地域少数民族が存在する。また言語はインドネシア語だが各地域に地方言語が存在し独自の方言も使っている。また宗教はムスリム（96%）、キリスト教（2%）、仏教（2%）の割合となっている。

(3) 産業、貿易、交通

南スマトラ州は天然資源に恵まれ、古くから開発が進んできた州である。主な産業は石炭及び石油の採掘、セメント、尿素肥料、ゴム栽培、木材関連産業などの天然資源加工業が中心である。

南スマトラ州からの主要輸出品は石炭・石油の鉱産物のほか、コーヒー、胡椒、魚、小エビなどの農水産物、肥料、ゴムなどの工業製品がある。

交通システムに関しては、道路は隣接する各州及び州内部のすべての地区を結ぶ道路網があるが整備状態が良くない道路もある。鉄道は貨物輸送が中心となっており、南スマトラ州内の路線は西のラハット地区から東のパレンバン市（クレタパティ駅）を結ぶ東西線と途中のプラブムリから南のランプン州・タラハン、パンジャン港方面につながる南北線がある。南スマトラの主要輸送品の多くはこの鉄道を使って運搬・輸出されているが石炭が全輸送量の90%以上を占めている。航空はパレンバン市中心から北20kmの位置に主要都市を結ぶ大型機（B737クラス）が離着陸している空港がある。

1.4.2. 事業地周辺の自然環境

(1) 地形

南スマトラ州の西部は、スマトラ島を南北に縦断するバリサン山脈につながっており、海拔3,200mまでの大小さまざまな高さの山地が広がっている。主な山はデンポ山（3,159m）、ナンティ山（1,619m）、ペサギ山（2,231m）などがある。

炭田があるラハット地区の西方も急勾配斜面の山が連なる山岳地帯となっている。一方、東部は低地が広がりバングカ海峡に面して泥炭湿地帯を形成し、海外線にはマングローブ地帯がある。

(2) 土壌

南スマトラ州の東部の海岸、河川沿いには泥炭湿地と呼ばれる低湿地帯が広がっている。下記の【図 1-4-2】で赤色が泥炭湿地を表す。雨季には冠水した状態になる。またムシ川、レマタン川沿いの土壌は河川堆積物として形成された沖積土となっている。



(出典：Wetlands International)

【図 1-4-2】 インドネシア泥炭湿地の分布

(3) 気候

年間降水量が 2,200 mm から 3,000 mm の範囲にあるモンスーン気候にある。ほとんどの降雨は 10 月から 4 月に集中しており、過去の統計では 1 月が最も降水量が多く乾季は少量の降水量が期待できるのみで河川の水位に影響を及ぼしている。気温は 26°C から 32°C の範囲であるが、日中は 30°C を超える日が多い。相対湿度は 78% ~ 88% の範囲で、年間を通して高温多湿の地域といえる。

(4) 水系

南スマトラ州の大きな河川は、ムシ川とレマタン川であり、両河川は大型船の航行が可能である。大部分の河川はバリサン山脈を水源とし、東方に下りバングカ海峡に流入している。一方、東部パレンバン周辺地域のオガン川、コメリン川、レマタン川、ケリンギ川、ラキタン川、ラワス川のすべてがムシ川に合流している。

1.4.3. 国の開発計画における位置づけ

インドネシア運輸省鉄道総局 (DGR) の全国鉄道マスタープランにおいて 2030 年までに達成する目標が記載されている。南スマトラの鉄道開発は国家計画において以下の方針が述べられている。

- スマトラ島はカリマンタン島と並び貨物輸送サービスが鉱産物などの天然資源開発と密接に結んでいる。政府は鉱物資源の最大限の開発、生産に対応するべく鉄道輸送能力拡張事業の実施を積極的に奨励する。
- 2007 年発効の新鉄道法 23 条により、地方州政府が州内での鉄道施工の承認する権限を委譲されることになった。本事業は一つの州内で完結する事業にて、承認は南スマトラ州政府の管轄となる。

- 2030 年に向けた鉄道の投資計画は財務状態改善のため民間投資を大幅に増やすことで 672 億ドルの投資を達成する。尚、投資の割合は政府投資 30%、民間投資 70%を目標とする。

1.4.4. 今後の開発計画

南スマトラ州・地域開発計画庁（BAPPEDA）の 5 か年開発計画によると、同州の鉄道開発計画について以下のとおり述べられている。

- 南スマトラの鉄道開発は目標に達しておらず、同地域の石炭生産にも大きな影響を及ぼしている。
- 古いレールとコンクリート枕木の取り替え工事、複線化工事、新駅の増設、などによって石炭輸送量は早急に年間 22 百万トンまで増やすことが可能である。
- 2009 年 5 月に中央政府は南スマトラの鉄道複線化事業に対する支援を約束したが大幅に工事が遅れており、工事を加速することで早急に目標の年間 22 百万トンの石炭輸送を実現することが望まれる。

同じく BAPPEDA の長期 20 か年開発計画（2005 年～2025 年）によると、交通システム開発の 3 大目標として以下が挙げられている。

- 東部～中部地域の道路建設
- 貨物ターミナルの開発
- パレンバン～タンジュンアピアピ港までの鉄道網建設

上記の鉄道網建設は本石炭輸送事業の最終地点でもあるタンジュンアピアピ港までの鉄道輸送を目指している。本事業は現時点で最も効果的と考えられる「鉄道輸送⇒河川バージ輸送⇒タンジュンアピアピ港沖積替え」ルートの輸送量増強計画にて、南スマトラ州政府の長期開発計画の中の段階的開発計画として位置づけられる。

第2章

事業の必要性

2.1. 南スマトラ州の石炭産業

2.1.1. 概況

インドネシアでは各地に炭田が分布しているが、重要な炭田はカリマンタン島とスマトラ島に分布している。中でもスマトラ島はインドネシアの約半分に匹敵する石炭が賦存しており、主な炭田は南スマトラ州からジャンビー州、リアウ州にかけて分布する中央・南スマトラ炭田、西スマトラ州のオムビリン炭田、及びベンクール州のベンクール炭田である。中央・南スマトラ炭田では、新第三紀に属する厚い石炭が賦存し、埋蔵量も多く採掘条件が優れているものの、大部分の石炭は亜瀝青炭であるため、従来はPT. BA（国営炭鉱会社）等により一部で採掘されているに過ぎなかった。しかしながら、近年は低品位炭に対する需要が急激に高まっていることから、中央・南スマトラ炭田は最も有力な供給候補地の一つとして注目が集まっている。ただし、石炭輸送インフラの能力不足が生産拡大のボトルネックとなっており、早急な対策が必要となっている。



(出典：NEDO)

【図 2-1-1】スマトラ島の炭田位置

(1) 石炭の資源量

インドネシア石炭鉱業協会が編纂した『Indonesian Coal Book 2010/2011』によれば、インドネシアの石炭資源量は約 1,049 億トンとなっている。そのうち、スマトラ島には約 525 億トンと全体の 50%の石炭が賦存しており、カリマンタン島の約 521 億トンと並びインドネシアの殆どの石炭が集中して賦存している。

【表 2-1-1】インドネシアの地域別石炭資源量

地 域	資源量 (百万トン)	比率 (%)
スマトラ島	52,449.87	50.0
カリマンタン島	52,100.79	49.6
その他	389.55	0.4
合計	104,940.21	100.0

(出典: Indonesian Coal Book 2010/2011 より作成)

スマトラ島内においては、南スマトラ州に石炭資源の賦存が集中しており、全体の 90% 近くを占めている。

【表 2-1-2】スマトラ島の州別石炭資源量

州 名	資源量 (百万トン)	比率 (%)
南スマトラ	47,085.07	89.77
バンテン	13.31	0.03
ランプン	106.95	0.20
ベンクール	198.65	0.38
ジャンビー	2,069.07	3.94
西スマトラ	732.16	1.40
リアウ	1,767.54	3.37
北スマトラ	26.97	0.05
ナンゴロ アチェ	450.15	0.86
合計	52,449.87	100.00

(出典: Indonesian Coal Book 2010/2011 より作成)

(2) 石炭の生産

石炭資源量ではスマトラ島がインドネシア国内でも最大の規模を誇るものの、生産の大半はカリマンタン島が占めている。

【表 2-1-3】 インドネシアの地域別石炭生産量

(単位:千トン)

地域	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
スマトラ島	11,035	12,360	12,098	17,415	19,180
カリマンタン島	154,558	184,179	204,832	222,818	211,377
合計	165,593	196,539	216,930	240,233	230,557

(出典: Indonesian Coal Book 2010/2011 及び石炭年鑑 2011 より作成)

また、スマトラ島での石炭生産の過半は、PT. BA によるものとなっている。

【表 2-1-4】 スマトラ島の企業別石炭生産量

(単位:千トン)

企業	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
PT. BA	8,607	9,292	8,555	10,099	10,831
その他	2,428	3,068	3,543	7,316	8,349
合計	11,035	12,360	12,098	17,415	19,180

(出典: Indonesian Coal Book 2010/2011 及び石炭年鑑 2011 より作成)

さらに、南スマトラ州に限って見た場合、PT. BA の生産が占める割合が大幅に上昇する。

【表 2-1-5】 南スマトラ州の企業別石炭生産量

(単位:千トン)

企業	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
PT. BA	8,607	9,292	8,555	10,099	10,831
その他	-	-	-	656	1,054
合計	8,607	9,292	8,555	10,755	11,885

(出典: Indonesian Coal Book 2010/2011 及び石炭年鑑 2011 より作成)

(3) 石炭の輸送・積出インフラ

南スマトラ州における最大の石炭生産量を誇る PT. BA の炭鉱はタンジュンエニムに位置している。PT. BA が採掘した石炭はパレンバンにあるクレタパティの河川積出港及び南スマトラ州に隣接するランプーン州のタラハン港まで PT. KAI により鉄道輸送され、積出が行われている。



(出典:NEDO)

【図 2-1-2】南スマトラ州の PT. BA 関連インフラ位置図

一方で、PT. BA の炭鉱に近接するムアラエニムやラハット地区では多くの民間企業が鉱区権を保有しており、その一部が石炭生産を行っている。それらの民間企業が生産した石炭は、基本的に公道を使いクレタパティ、ないしはその他の河川積出港にトラック輸送された上で積出されている。

従って、南スマトラ州の交通機関別石炭輸送量は、【表 2-1-5】(P. 2-3)において PT. BA を鉄道、その他をトラックに置き換えることと同義である。2007 年までは PT. BA のみが石炭を生産していたため鉄道の分担率は 100%であったが、2008 年からは民間会社が生産を開始したことからトラックの分担率が増加してきている。その結果、2009 年には鉄道が約 91%、トラックが約 9%である。

2.1.2. 開発計画と課題

(1) 開発計画

低品位炭に対する旺盛な需要を受けて莫大な資源量が眠るスマトラ島への注目が高まっており、南スマトラ州でも増産及び開発計画が目白押しとなっている。その中でも、ムアラエニムとラハット地区で計画されている炭鉱の生産能力の拡張は【表 2-1-6】の通りとなっている。

【表 2-1-6】 ムアラエニム及びラハット地区の炭鉱生産能力

(単位:千トン)

企業/炭鉱名	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
PT. BA	12,500	12,500	12,500	12,500	12,500
Bara Alam Utama	-	800	2,500	4,000	4,000
Reliance	-	-	-	2,700	5,500
Pendopo	-	-	-	-	200
Batualam Selaras	200	500	500	500	500
Batubara Lahat	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
合計	13,700	14,800	16,500	20,700	23,700

(出典: Indonesian Coal Book 2010/2011 及び各社公表内容より作成)

(2) 課題

南スマトラ州のムアラエニム及びラハット地区では前述の通り 2014 年までに現行の石炭生産能力をほぼ倍増させる計画があるものの、輸送インフラ面での制約がこれを阻む要因となりかねない状態となっている。

鉄道による石炭の輸送は、PT. BA の石炭でほぼ能力一杯となっており輸送余力に乏しい。また、公道を利用した石炭のトラック輸送も、通行時間帯を 17 時～翌 8 時に、積載量を 10 トン/台に制限する通行制限措置が取られていることから、自ずと限界がある。これは、南スマトラの道路ネットワーク（【図 3-1-6】参照）で見るとおり、石炭輸送トラックはラハットとパレンバンを結ぶ国道に集中することになり、維持管理が追いつかずに道路の損傷が進むことに加え、石炭粉塵・騒音・振動等による環境問題が発生しているためである。結果として、【表 3-1-8】に示すように国道の約 37%が損傷を受けている。また、【図 3-1-7】に示すように自動車登録台数が近年急激に増加しており、今後も自動車が増加すれば道路交通量も増加し、道路の維持管理とトラックによる環境問題はさらに深刻になることが予想される。

従って、ムアラエニム及びラハット地区にある炭鉱の生産能力の拡大は、石炭の輸送能力の増強を伴う必要があり、輸送インフラの整備が課題として存在する。



(出典：南スマトラ州公共事業局)

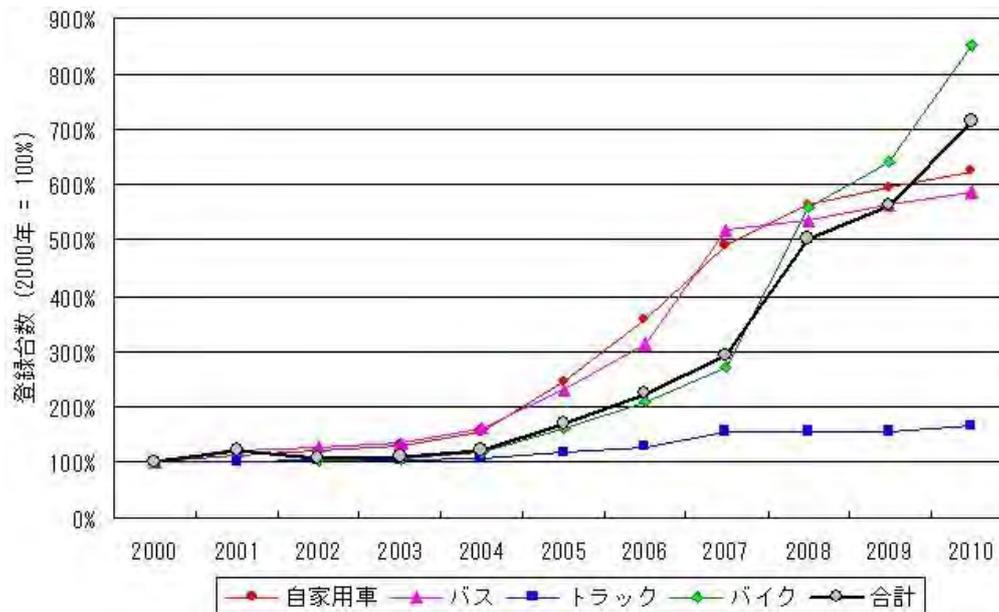
【図 3-1-6】(再掲) 南スマトラ州の道路ネットワーク (2010 年)

【表 3-1-8】(再掲) 南スマトラ州の道路表面損傷状況別道路延長 (2009 年)

(単位：km)

道路表面 損傷状況	国道		州道		県・市道		合計	
	延長(km)	割合(%)	延長(km)	割合(%)	延長(km)	割合(%)	延長(km)	割合(%)
良好	827.1	63.7	495.4	28.3	9,514.4	62.6	10,836.9	59.4
一部損傷	424.8	32.7	608.3	34.8	—	—	1,033.1	5.7
軽度損傷	46.3	3.6	498.0	28.5	3,900.1	25.6	4,444.4	24.3
重度損傷	—	—	146.8	8.4	1,788.0	11.8	1,934.8	10.6
合計	1,298.2	100.0	1,748.5	100.0	15,202.5	100.0	18,249.2	100.0

(出典：南スマトラ州中期開発計画 2008～2013)

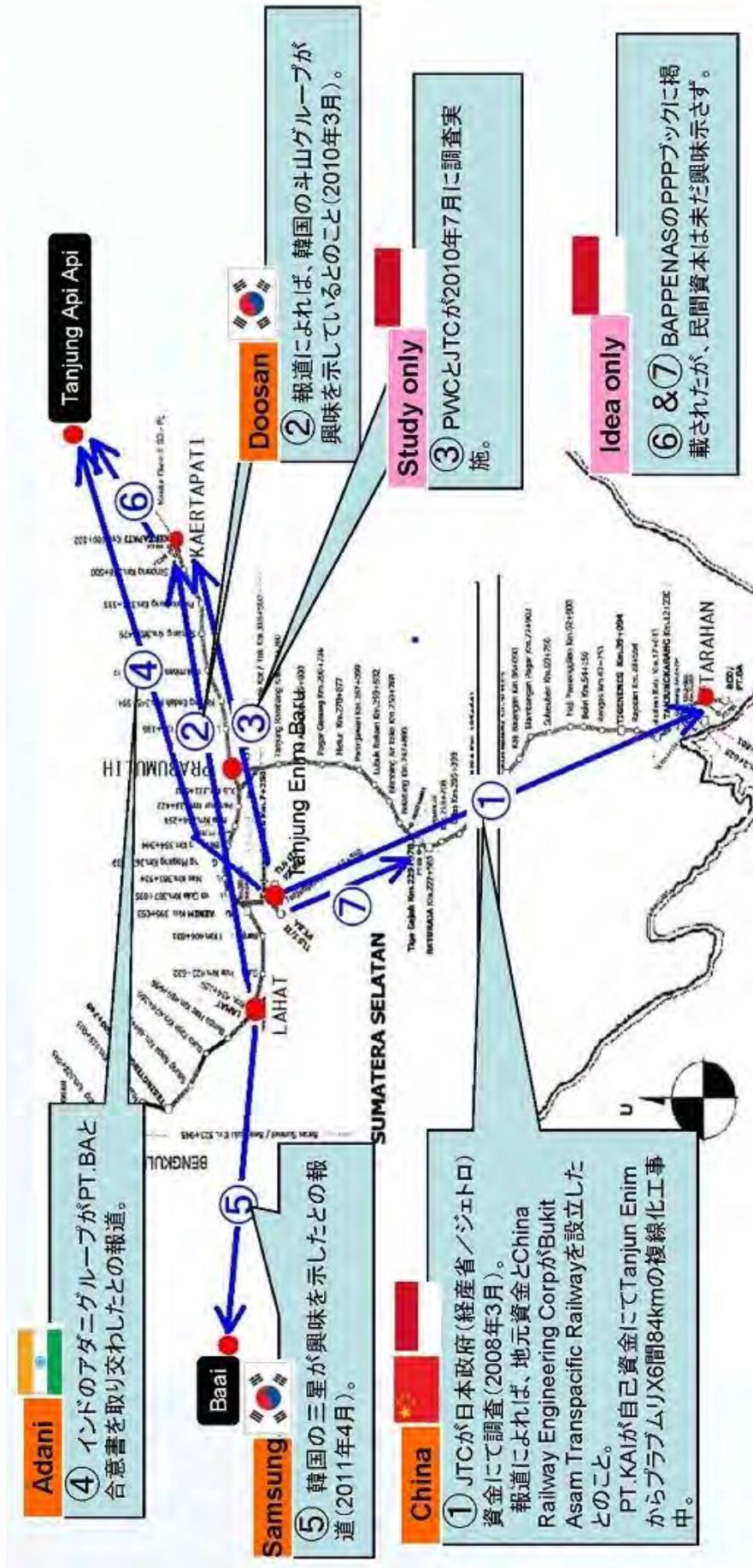


(出典：インドネシア統計年鑑 2000 年版～2011 年版)

【図 3-1-7】(再掲) 南スマトラ州の自動車登録台数 (2000 年=100%)

2.1.3. 民間活動の動向

前述の状況を受けて、ムアラエニム及びラハット地区からの石炭の鉄道輸送能力の増強に関する調査が数多く行われている。しかしながら、それらは依然として調査に留まっており、具体的な増強計画は現段階では存在しない。その主な理由として、石炭の引取権獲得が増強投資の大前提となっていることや BOT の事業形態が前提となっていることが挙げられる。例えば、Adani Group (インド) や三星物産 (韓国)、及び CREC (中国) の 3 グループは何れも PT. BA の石炭を対象とした BOT 契約を目指している。尚、各グループの計画詳細は 2.3.2. (P. 2-12) を参照されたい。



(出典：調査団)

【図 2-1-3】ムアラエニム及びバラハット地区からの鉄道輸送能力増強の検討プロジェクト

2.2. 南スマトラ州の鉄道

2.2.1. 地域における鉄道の位置づけと課題

インドネシアの鉄道貨物輸送量の約 7 割がスマトラ島での輸送となっている。主な輸送品目は石炭、パルプ、肥料、燃料、セメントなどで全体の 90%以上を占めている。南スマトラ州で輸送貨物の 90%以上を占める石炭輸送の現状は、国营石炭会社 PT. BA が、石炭鉱山があるタンジュンエニムから南方のタラハン方面に 10.0MTPA (=1,000 万トン/年)、東方のクレタパティ方面に 2.0MTPA を輸送しているが、鉄道輸送能力の限界で民間石炭会社は PT. BAU がクレタパティ方面に 0.5MTPA 輸送しているのみ。それ以外の民間石炭会社は全量トラックによる道路輸送を強いられているのが実情である。大型トラックによる石炭の道路輸送は、輸送量・道路破損、交通渋滞・環境・等の面から限界があり、既に夜間の時間帯に輸送が制限されるなど影響が出ている。鉄道整備による輸送力増強で早急に道路輸送から鉄道輸送へ転換することが今後の課題となっている。

一方、南スマトラ州政府としては石炭の積み出し基地として将来タンジュン・アピアピ地域に石炭積出ターミナル港建設、鉄道の延伸計画を含む地域開発計画を持っている。但し同地域は湿地帯で軟弱地盤であるためと鉄道敷設には巨額の事業費と時間がかかると見られている。

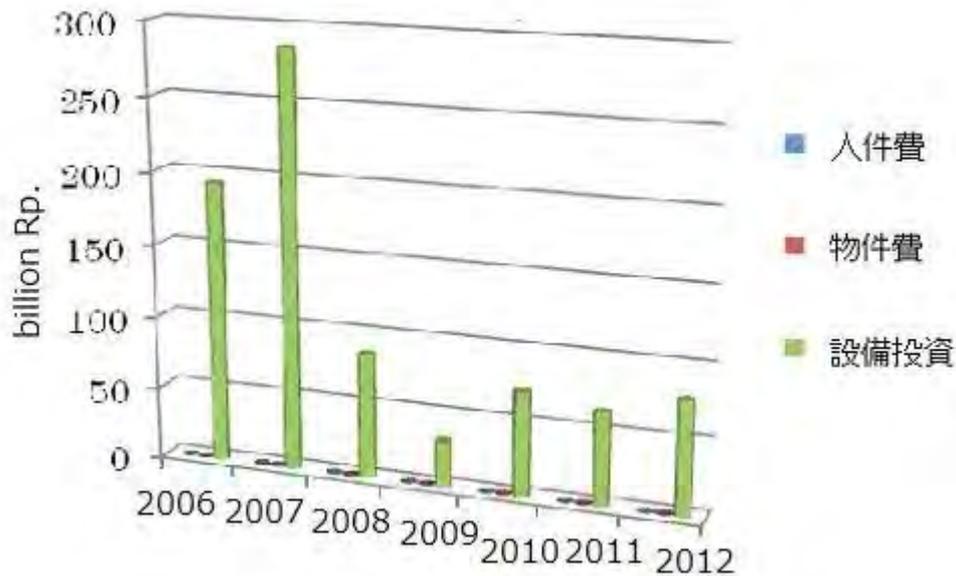
2.2.2. 鉄道整備財源にかかる州政府の方針

鉄道整備に係わる予算配分の責任は主として中央政府にあり、2010 年度鉄道分野関連予算は中央政府 356.1 億円 (3,916.9billion Rp.) に対し、南スマトラ州政府は 2.2%相当額の 7.8 億円 (86.4billion Rp.) であった。中央政府・州政府とも予算のほとんどがインフラ整備に充当され、その割合は同年度で中央及び南スマトラ政府別に各々 98.4% 及び 100%であった¹。

過去 5 年間 (2006~2010 年度) における中央及び南スマトラ州政府の鉄道部門予算の平均年次成長率は、実質ベース (2006 年度価格ベース) で各々 4.1% 及び -19.8% であった²。一方、州政府の 2012 年度予算は 2011 年度 5.7 億円 (63.2billion Rp.) から 7.1 億円 (78.7billion Rp.) 名目ベースで 21.5% 増えることとなっている。実質ベースの州政府鉄道予算推移 (2006~2011 年) は【図 2-2-1】の通りである。

¹ インフラ整備費以外の予算項目として人件費並びに資機材調達費があり、中央政府 2010 年度予算では各々 18.2billion Rp. (0.6%) 及び 34.3billion Rp. (1.0%) であった (出典: DGR)。

² 2007 年から 2011 年までの一般物価上昇率は各々 6.4%、10.3%、4.9%、5.1%、5.4% である (出典: Bank of Indonesia)。



(出典：Project Management of S. Sumatra)

【図 2-2-1】南スマトラ州の鉄道予算推移 (実質価格)

2.2.3. 鉄道料金政策にかかる州政府の方針

鉄道分野規制緩和に関する「2007年新鉄道法 27号」において地方政府及び民間部門の鉄道事業参加の重要性が認識されている一方、地方政府の鉄道料金制度に対する行政的関与はほとんどない。旅客運賃は「運輸省規則 34号 (2011)」にて以下の料金策定手順が明示されている。一方、貨物運賃は運営維持管理機関である PT. KAI と顧客との協議により設定される。

$$\text{基本料金} = (1 + \text{適正利益率}) \times \text{基礎的費用 (資本費用・運行維持管理費用)} \div (\text{ロードファクター (該当路線区の乗客比率)} \times \text{積載乗客数} \times \text{時間距離})$$

2.3. 事業の正当性

本プロジェクトはラハット地域に集積する民間炭田の産出する石炭の運搬能力を增強することにより、同地区の石炭の増産を支援するものである。従って、通常は民間プロジェクトとして形成することが多い。事実、【図 2-1-3】に示すように多くの民間プロジェクトが計画されているが、現時点で実現性の確かなものは存在しない。ここに本プロジェクトを、ODA 資金を活用した PPP 方式で実施することを提案している所以がある。

第一に、鉄道プロジェクトに顕著である初期投資の大きさと投資回収期間の長さがあ

り、多くの鉄道プロジェクトは公的セクターが主導するのが通例である。第二に、南スマトラ特有の問題であるが、石炭産業が地元経済に与える影響の大きさがある。さらにインドネシアにおける 2 大石炭産出地域である南スマトラの石炭を増産することは、インドネシア経済そのものへの経済効果も大きい。第三に、パレンバンに集中した南スマトラの発展形態において、地方貧困対策の観点から、パレンバンへの安価で確実な旅客交通手段を提供することは ODA の目的にかなうものである。

以下、個別に事業の正当性を確認する。

2.3.1. 事業の優先度・実施意欲

調査にてヒアリングを行った結果は以下の通りである。

(1) 南スマトラ州関係者

石炭鉱山の開発という資源の有効利用は南スマトラ州政府にとって最優先の課題であり、鉄道輸送事業の優先度も極めて高いといえる。本調査で面談した南スマトラ州政府の開発投資企画庁 (BAPPEDA)、インドネシア鉄道公社 (PT. KAI)、国営石炭会社 (PT. BA)、民間石炭会社である PT. BAU、全ての関係者が鉄道輸送力増強による石炭鉱山開発の促進を強く希望していることが確認できた。

(2) BAPPEDA の中期 5 か年計画 (2008 年～2013 年)

コンクリートまくらぎの取替え、鉄道橋梁の修復、軌道の改良及び複線化、新駅の建設等で 22MTPA の石炭輸送を 2010 年までに達成することを目標に挙げている。実際に同州の鉄道の維持管理を担当する PT. KAI PT. KAI の予算配分の優先順位のために実行が遅れているものの、石炭が主要産業である南スマトラ州政府としては本事業の優先度、及びそれを支援する姿勢は高いといえる。ただし、実際の事業費については石炭会社を中心とする民間に期待するところが多い。

(3) PT. KAI の最新の石炭輸送計画

PT. BA の石炭をタラハン向けに 20MTPA、クレタパティ向けに 2.7MTPA の輸送を 2014 年までに達成することを目標としており、現在、自己資金によるムアラエニム～プラブムリー-X6 間の複線化工事中である。上記に加え PT. KAI は民間石炭会社の石炭輸送需要に対応するため、クレタパティ駅東側の土地をストックヤードとして開発する計画、マリアナまでの新線建設計画等を計画している。

さらに、その後の PT. KAI 幹部からのヒアリングにより、以下の構想がある事が判明した。

- 2020 年には、ラハット～クレタパティ間 5MTPA、ラハット～マリアナ間 15MTPA、ラハット～タラハン間 20 MTPA、ラハット～スレングセン間 30 MTPA の合計 70 MTPA の

輸送力を実現する。

- さらには、その先には、年間 100MTPA を実現する。

以上のヒアリング結果を踏まえ、PT. KAI によるマスタープランに参画する形で事業化をする事が最も望ましいとの判断に立ち、SPC が自ら鉄道運営を行うのではなく、SPC が PT. KAI に対し、「B to B スキーム」の下、輸送力増強を目的とした車両増備及びインフラ整備を実施する事とした。

2.3.2. 事業に関する国内外企業の関心と動向

現在、新鉄道法に規定される特別鉄道として、インド、中国及び現地財閥企業による新線の BOT 事業計画が挙がっているが、土地取得、巨額な事業投資、PT. BA の石炭の取扱い条件等の課題があり、2017 年以降の運営開始を目指して検討中の事業計画である。

また、これらの BOT 事業は全て国営石炭会社 PT. BA の石炭鉄道輸送を目指した計画であり、これらの事業が実現しても PT. BAU をはじめとする民間石炭会社の石炭鉄道輸送を目指している本事業とは、需要の面で競合することはない。

一方で本事業調査は、既存線の複線化を目指す PT. KAI の輸送力増強計画の促進を目的としたもので、上記の新線 BOT の事業と比べるとより実現性が高い事業計画である。

現時点では【表 2-3-1】に示す事業計画があり、調査、申請、資金調達検討等を各グループ独自に行っている。

【表 2-3-1】南スマトラの石炭鉄道輸送計画

事業主体	路線計画	輸送量	事業費	事業形態	備考
PT.KAI (輸送力増強計画)	1) Lahat-Kertapati(190km) (東ルート)複線化 2)Lahat-Tarahan(390km) (南ルート)複線化	1) 2.7MtPA 2) 20MtPA	未定	自己資金 (現地銀行 から借入)	Muara Enimu-X6間 部分複線化工事中
Tranpacific :80% PT.BA :10% CREC(中国):10%	Lahat-Tarahan(390km) (南ルート)新線建設	25MtPA	48億ドル	BOT20年	【資金】検討中 CDB/ICBC/中国EXIMなど
Adani Group (インド):98% 南スマトラ州政府 :2%	Lahat-Tanjung ApiApi (270km) 新線(単線)+港湾設備 T.Apiapi港までの(北東ルート)	35MtPA	16億ドル	BOT30年	【石炭取扱い条件】 ADANI/BA: 60%/40% 湿地帯の横断鉄道
三星物産(韓国)	Tanjung Enim-Baai Port (120km) (西ルート)新線建設	25MtPA	15億ドル	BOT	ブンクル州へ2000m級の山 越線(トンネル案を検討中)

(出典：調査団)

2.3.3. 事業に関する他ドナーの関心と動向

(1) アジア開発銀行 (ADB)

ADB としてインドネシアにおける PPP 事業支援の経験はまだない。また、PPP 事業も含め、一般的に石炭輸送鉄道・火力発電も含む石炭事業に投融資・技術協力を行うことはできない。定款等での禁止条項はないが、理由として、①ADB Environment Policy (Web で引用可) に抵触すること、②世界銀行が南アフリカでの石炭事業支援に対する環境面からの批判から同分野支援を自粛している。この世銀動向を受け、ADB でも今年 1 月から理事会が石炭事業支援に反対している。

(2) 世界銀行 (The International Bank for Reconstruction and Development)

世界銀行は 2000 年代当初から道路セクター (高速有料道路) の PPP 事業に対する支援を行っている。鉄道部門に対する世銀支援は 2000 年に実施された DGR Restructuring に係わる技術協力 (Advisory TA) が最後である。石炭事業に対する支援 (投融資・技術協力) は PPP 事業も含め、① 環境保全・世界的気候変動の政策課題、及び ② 世銀のエネルギー政策 (原油・石炭から再生可能エネルギーへの転換) の理由から理事会に拒否反応がある。なお、気候変動に関しインドネシア政府大統領は 2025 年までに CO₂ の 26% 削減に政策的コミットを行っているが、その実現は困難であるとの観測を WB 担当者は示している。

鉄道法第 23 号 (2007) による分権化・権限移譲に伴う PT. KAI 南スマトラ管理局 (Divisi Regional (Divre III) South Sumatra) の分離・子会社化 (2008 年度) について、WB はすでに政策アジェンダから外れているのではないかとの見解を持っている。理由として ①インドネシア政府内で議論されていないこと、また、②鉄道部門はマクロ経済 (GDP) ・道路・航空・港湾部門の高い年間需要成長率 (約 5, 6~10%) に対し、ほぼゼロ成長と絶対的劣位にある不採算部門である一方、南スマトラ州石炭輸送は唯一の黒字部門であることから PT. KAI として同地域を手放すことはないと思われることである。

インドネシア鉄道部門の運営がいまだに非効率的であることから、世界銀行は鉄道部門を対象とする Public Expenditure Review (PER: 公共支出管理レビュー) をインドネシア国財務省の同意のもとに来年 1 月公開する予定である。同文書により運輸省・PT. KAI も含む公的鉄道分野の政策・運営・財政等に係わる政策諸課題の洗い出しと世銀・IMF の支援を視野に入れた政策条件 (トリガー・コンディショナリティー) の設定が行われる。また世界銀行 PPP tool kit (技術・財務経済分析キット) が先の港湾部門に続き鉄道部門でも準備中であり、来年早々にも無料で世銀サイトからダウンロードできるとのことである。

(3) 国際金融公社（IFC）

IFCは第2世銀として途上国民間部門による雇用創出・資本市場強化等を目的に、投融資・アドバイザー・サービスを行っている。他の世銀グループ諸機関と同じく、IFCも環境問題から石炭関連事業への支援は行わない。

(4) インドネシア・インフラファイナンス（IIF）

IIFは2010年に、インドネシア民間部門によるインフラ建設事業に対するルピア建て長期信用を提供することを目的に設立された、投融資の上限はプロジェクト総額の20%である。鉄道セクター事業への参加はもちろん可能であり、石炭関連事業も同様である。しかしながらIIF投融資に係わる意思決定は、理事会承認後に株主の承諾を得る必要がある。この際にADB/IFCがどのような判断を下すかは不明である。投融資・財務顧問事業を主体とするNon-bank（預貯金業務を伴わない）金融機関である。

株主構成は財務省100%出資のSMI（40%）の他、アジア開発銀行・世界金融公庫・ドイツ開発投資公庫（各々20%）である（【図 2-3-1】参照）。



（出典：PT. IIF）

【図 2-3-1】 PT. IIF の株主構成

2.3.4. 上位計画・政策と本事業との整合性

(1) 上位計画・政策との整合性

20年間にわたるビジョンを描いた国家長期開発計画に沿って、インドネシア政府は2011年5月27日、経済開発加速化・拡充マスタープラン（MP3EI）を発表した。このマスタープランは、2011～2025年の長期計画の中心をなすものであり、この中で、南スマトラ地域の石炭生産に関しては、採掘場所が港湾から内陸へ遠く離れており、陸上輸送に当たる鉄道・道路の交通インフラが重要であるにもかかわらず、輸送能力が不十分な

点が課題として挙げられている。石炭埋蔵量が豊富なこの地でありながら、このことが今後の石炭開発を促進していく上で大きな妨げとなっている。そのため、輸送効率性・地球環境の観点から鉄道のインフラを整備していくことが重要な戦略であると指摘している。具体的には以下の4事業が掲げられ、本事業は①に相当する。

- ① タンジュンエニム～ランプーン間とタンジュンエニム～クレタパティ間の鉄道整備
- ② クレタパティ～シンパン～タンジュンアピアピ間の鉄道建設
- ③ 南スマトラ～ランプーン間の鉄道石炭輸送
- ④ ムアラエニム～タンジュンカラット間の鉄道建設

(2) 新鉄道法

新鉄道法 No. 23/2007 が 2007 年に発布された。この新鉄道法の主な目的は中央政府のみならず、地方政府及び民間企業の鉄道事業への参画を認めたもので、これが実現すればこれまでの PT. KAI の鉄道事業独占から、複数の鉄道事業者が出現し競争することになる。これによって鉄道輸送サービスの質的向上につながると期待されている。

- ① 新鉄道法において運輸省鉄道総局 DGR の役割は以前の法律と同様、国の鉄道行政を行う役割を有している。しかし、地方政府及び鉄道インフラや車両保有者など新たに鉄道事業への参加を許可された機関への指導や鉄道開発実施にあたっての監督などが必要のため、その役割は以前の場合よりもますます重くなる。さらに、中央政府はインフラや車両についての適合証明を中央政府自ら、あるいは政府認定機関による試験合格を経て発行する役割をも有している。
- ② 一方、地方政府も、地方鉄道関連に限定されるが鉄道行政執政者としての役割を果たさなければならない。また民間企業の鉄道事業への参加は、更なる鉄道開発のための中央政府や地方政府の資金負担をできるだけ軽くする役割が期待されている。
- ③ 本事業は新鉄道法の下、南スマトラ州政府 BAPPEDA の中期 5 か年計画及び PT. KAI の輸送力増強計画に沿った既存線の複線化を行う公共鉄道の輸送力増強事業計画である。公共鉄道の開発に民間事業者が参画することにより資金面、技術面が強化され迅速な輸送力増強計画の実行可能になる。その結果、民間石炭会社の石炭輸送は道路輸送から鉄道輸送へ早期転換が期待される。
- ④ 2.3.2. (P. 2-12) で述べたとおり、現在、南スマトラでの石炭鉄道輸送に係わる開発計画は新鉄道法の下、幾つかの計画が重複しているが、管轄州政府であり最大の地場産業である石炭産業発展の大きな受益者である南スマトラ州政府が地元経済振興のために率先して DGR、PT. KAI、PT. BA、民間鉄道事業者の関係者間で鉄道開発計画の優先順位、段階的な計画実施の調整を行うことで、より迅速な事業実現が期待できる。
- ⑤ 2.3.1. (P. 2-11) に記載の通り、その後の PT. KAI 幹部との面談を通じ、PT. KAI が計画する輸送力増強計画に SPC として参画する事は最も望ましいとの判断となり、「B

to B スキーム」による事業モデルに変更し、PT. KAI 幹部のみならず、DGR 総局長よりの了承を得ている。

2.4. PPP 方式の活用の必要性

関係各方面からのヒアリングを通じて、ラハット～クレタパティ間の鉄道による石炭輸送の需要は極めて高いことが確認でき、また、既に採掘・販売を実施している民間鉱山が複数存在することから、早期に鉄道輸送能力を向上させることが喫緊の課題となっている。

南スマトラ地域においては、①PT. KAI による輸送力増強、②中国、インド、韓国企業などによる石炭鉄道建設計画、などの動きがみられるが、①についてはランパン州タラハン向け路線への増強が優先されており、タラハンには石炭公社 (PT. BA) が保有する石炭ターミナルがあることから、民間鉱山から採掘される石炭はタラハン方面には輸送されない状態にあること、さらに②については複数の計画があるものの、いずれの案件も用地買収を含む新線建設の案件であり、その実現にはかなりの時間を要するものと思われる。

他方、本調査対象については、既に採掘が開始されている民間鉱山からの石炭輸送であり、その大多数が東のクレタパティ方面にトラックで輸送されている現状においては、インドネシア政府のみ、或いは民間企業のみによる輸送インフラ整備を目指すのではなく、インドネシア国の経済発展を目的した ODA 資金の活用と、民間参入によるインドネシア側の負担軽減を目的とした官民連携スキームによる案件組成が望ましい。

本調査では、事業実現までの即効性・実現可能性を考慮し、現状の非電化単線路線であるラハット～クレタパティ間の輸送力を 3 段階に分けて増強する。第 1 段階においては事業実現までの即効性を優先するが、現時点でインドネシア政府が ODA 資金を利用した事業実施に難色を示していることから、鉄道インフラ整備についても民間資金による実施を提案する。しかし、鉄道プロジェクトは初期投資が大きく投資回収期間が長いことから公的セクターが主導するのが一般的であり、本プロジェクトにおいて民間資金を呼び込むためには公的セクターの貢献が必要である。本プロジェクトは石炭輸送力の増強を主眼とするものの、鉄道整備により地域開発にも貢献することから公的セクターの参加が正当化でき、従って、本プロジェクトを PPP 事業として形成することが妥当である。第 2、第 3 段階においては第 1 段階に比べさらにインフラ整備費用が増大することから、これら段階においてはインフラ整備部分については公的セクターに依存することを提案する。

(1) 第1段階

単線のままの状態では限界まで輸送能力を増強する。民間企業が主体となって組成する特別事業会社（SPC）が、既存路線を改修し、石炭積込・積降設備の最小限の増強を施し、かつディーゼル機関車・貨車を調達・保有し、PT. KAI との長期リース契約において、PT. KAI による運営を実施する。本プロジェクトは、後述の財務分析でも分かるとおり、本来であれば、典型的な円借款型事業であるが、事業実現までの即効性・実現可能性を考慮し、この第1段階では、SPC が既存路線の改修、またその資金調達をも含めて対応することで喫緊の課題に対応する。

(2) 第2、第3段階

第2段階では、部分複線化を施すことにより限界まで輸送能力を増強し、第3段階では完全複線化により需要予測で得られた 20MTPA を実現する。第1段階において、喫緊の課題に対応するために単線を維持しつつ輸送力を増強するが、安定的な列車運行を確保し、かつ輸送能力を増強して将来輸送需要両に対応するためには、第1段階からの発展として、次の第2段階、第3段階に移行することが望ましい。また、第2段階では部分複線化、第3段階では完全複線化を行うことになり、工事費の追加が発生する他、それぞれの段階に応じて引込線の建設や信号所の増設が必要となる。そのため、第2段階、第3段階においては、インフラ部分の資金調達に円借款を用いるスキームとなる。

インドネシアに限ったことではないが、長距離にわたる貨物鉄道を建設するには、用地買収や住民移転への対応、環境問題対応、事業ライセンスや許認可取得など、民間企業のみでは、その実現には到底及ばないのが実態である。さらに、本事業対象でもある石炭は、インドネシア国の経済発展にも大きく寄与する物資であり、本事業をインドネシアと日本の協力による早期に推進することにより、両国間の経済関係をさらに強固にすることができる。

第3章

事業規模の設定

3.1. 事業対象線区の需要予測

3.1.1. 南スマトラ州の陸上交通の現状

(1) 鉄道

① 貨物

PT. KAI 南スマトラ管理局管内の貨物輸送の実績（2000年～2011年）を以下に整理する。鉄道による貨物輸送量の実績を【表 3-1-1】、2000年を100%とした場合の貨物輸送量を【図 3-1-1】、2011年における輸送品目別の輸送量割合を【図 3-1-2】に示す。

品目別の貨物輸送量では石炭が特に多く、2011年の輸送量はタンジュンエニム～タラハン間が9.37MTPA（＝937万トン/年）、タンジュンエニム～クレタパティ間が2.11MTPAである。石炭の輸送量は2007年までは横ばいで推移していたが、2008年を境に増加傾向に転じている。なお、2011年からPT. BA以外の石炭輸送が開始され、2011年は0.146MTPAを輸送している。

また、燃料油、パルプ、クリンカーの2011年の輸送量はそれぞれ0.49MTPA、0.39MTPA、0.34MTPAである。燃料油は横ばいで推移しており、2011年は2000年に比べて約8%増加している。パルプとクリンカーは変動が大きいものの、2011年は2000年に比べて約20%増加している。過去にはセメントと肥料を輸送していたが、肥料は2008年、セメントは2010年に取り扱いを終了した。

2011年の全貨物輸送量に対する品目別の割合では、石炭の輸送量が90%を占め、特にタンジュンエニム～タラハン間の石炭輸送は72%と高い。その他では、燃料油、パルプ、クリンカーが各3～4%を占める。

貨物列車の運行区間と運行本数を【表 3-1-2】に示す。

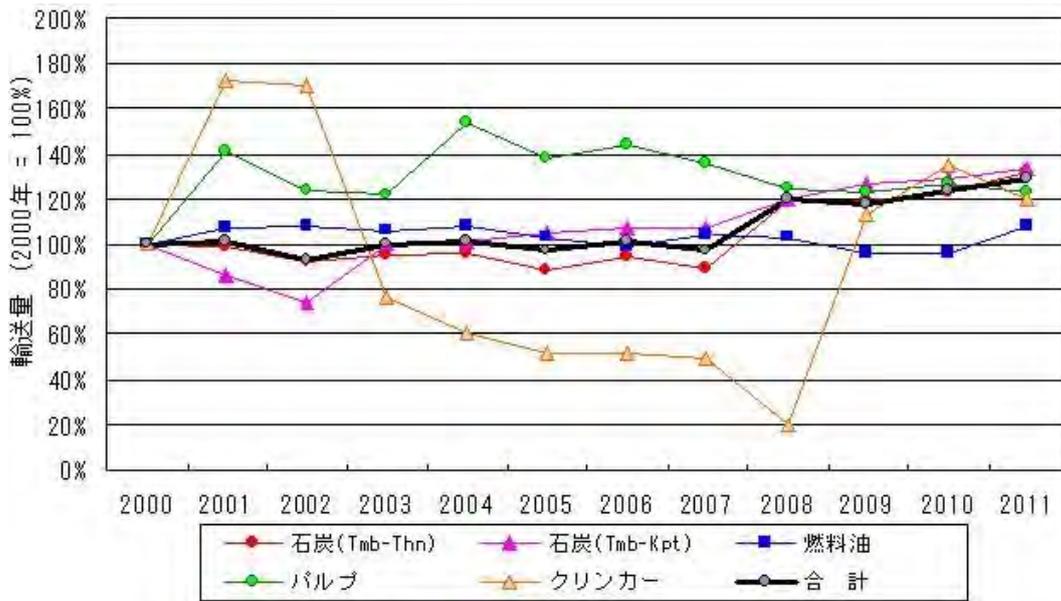
【表 3-1-1】 鉄道の貨物輸送量

(単位：トン/年)

年	石炭 (PT, BA)			石炭 (PT, BAU)			輸送物資						合計
	Tmb-Thn	Tmb-Kpt	Tmb-Tjth	石炭 (PT, BAU)	燃料油	パルプ	クレンカー	セメント	肥料	その他			
2000	7,116,100	1,580,189	26,610	-	457,130	321,298	286,240	28,820	0	213,789	10,030,176		
2001	7,068,750	1,359,238	71,640	-	489,544	450,779	493,740	24,780	0	130,889	10,089,360		
2002	6,539,600	1,168,650	105,660	-	491,994	396,341	486,593	18,310	0	171,840	9,378,988		
2003	6,788,850	1,579,500	112,020	-	483,649	391,669	217,051	296,790	2,244	130,724	10,002,497		
2004	6,806,350	1,593,062	123,411	-	491,729	491,504	173,833	287,197	9,408	125,431	10,101,925		
2005	6,263,050	1,653,901	138,085	-	472,350	442,618	148,139	311,316	9,574	328,443	9,767,476		
2006	6,690,650	1,684,140	139,080	-	451,147	462,791	146,190	322,750	13,753	181,277	10,091,778		
2007	6,322,400	1,695,690	136,330	-	473,813	437,099	142,710	311,910	15,140	235,184	9,770,276		
2008	8,480,300	1,897,490	125,850	-	472,089	402,185	56,580	255,240	4,650	274,819	11,969,203		
2009	8,477,600	1,995,085	119,470	-	438,903	394,550	323,490	9,420	0	71,797	11,830,315		
2010	8,712,100	2,041,190	112,735	-	437,800	406,311	386,120	8,970	0	259,741	12,364,967		
2011	9,368,000	2,108,710	87,810	145,934	492,447	393,889	343,860	0	0	8,055	12,948,705		

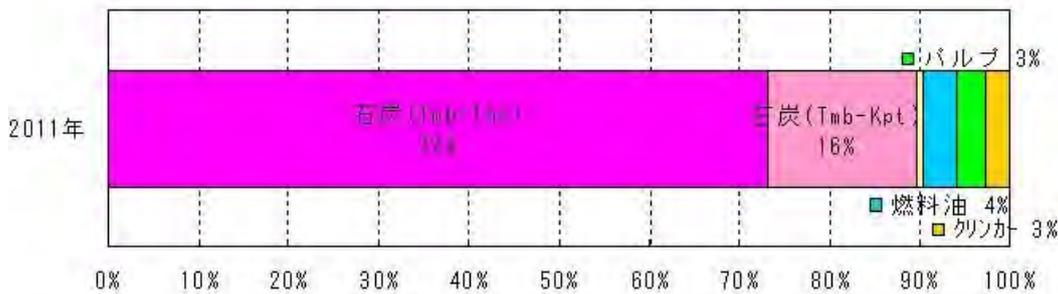
注) Tmb: タンジュンエニム、Thn: タラハン、Kpt: クレタパテイ、Tjth: テイガガジャ

(出典: PT. KAI 南スマトラ管理局)



(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

【図 3-1-1】 鉄道の貨物輸送量 (2000年=100%)



(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

【図 3-1-2】 鉄道の貨物輸送品目別の輸送量割合 (2011年)

現在の輸送品目の他に、過去にはセメント・肥料等を輸送する定期列車が運行されていたが2008年に廃止された。現在は年間契約をしている輸送品目のみを取り扱っており、PT. BAU の石炭輸送が新たに2011年4月から開始された。

運行本数は石炭輸送列車が特に多く、2011年はPT. BA のタラハン方面が36本/日、クレタパティ方面が16本/日、ティガガジャ方面が2本/日、PT. BAU のクレタパティ方面が12本/日、合計で66本/日が設定されている。2011年の運行本数は、2010年に比べてタラハン方面が6本/日、クレタパティ方面が12本/日、それぞれ増加している。これらの列車は全て毎日運行されていない。

ムアラエニム～プラブムリー間、プラブムリー～クレタパティ間には多くの列車が運行されており、これらの区間の運行本数は線路容量を超えている状況にある。

【表 3-1-2】貨物列車の運行区間と運行本数

輸送品目	運行区間	距離 (km)	契約 条件	運行本数 ¹⁾ (本/日)					備考	
				2002	2004	2006	2008	2010		2011
石炭 - PT. BA	Tanjungenim Baru (Tmb) Tarahan (Thn)	403.2	年間契約	22	22	24	28	30	36	
	Tanjungenim Baru (Tmb) Kertapati (Kpt)	159.0		14	12	14	16	16	16	
	Tanjungenim Baru (Tmb) Tigagajah (Tjh)	169.4		2	2	2	2	2	2	
石炭 - PT. BAU	Sukacinta (Sct) Kertapati (Kpt)	179.3	年間契約	-	-	-	-	-	12	2011年4月より運行開始
	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2	年間契約	2	2	2	4	4	4	
	Kertapati (Kpt) Lahat (Lh)	189.9		2	2	2	0	0	0	
	Kertapati (Kpt) Tigagajah (Tjh)	170.1		2	2	2	2	2	2	
パルプ - PT. TEL	Niru (Nru) Tarahan (Thn)	344.1	年間契約	2	2	2	2	2	2	
	Tigagajah (Tjh) Kertapati (Kpt)	170.1	年間契約	4	6	4	2	4	4	
クリンカー - PT. SB	Tigagajah (Tjh) Pidada (Pid)	228.0		2	2	2	2	0	0	2008年11月で運行終了
	Tigagajah (Tjh) Pidada (Pid)	228.0	年間契約 ²⁾	2	2	2	2	0	0	2008年11月で運行終了
セメント - PT. SB	Kertapati (Kpt) Pidada (Pid)	398.1	年間契約	2	2	2	2	0	0	2008年11月で運行終了
	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2		2	2	2	2	0	0	
肥料	Kertapati (Kpt) Pidada (Pid)	398.1	非年間契約	2	2	2	2	0	0	2008年11月で運行終了
	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2		2	2	2	2	0	0	
混載貨物列車	Bekri (Bki) Kertapati (Kpt)	346.0								
	Bekri (Bki) Lubuklinggau (Llg)	491.4								
	Bekri (Bki) Kertapati (Kpt)	346.0								
	Panjang (Pjn) Tigagajah (Tjh)	229.2								
	Lubuklinggau (Llg) Kertapati (Kpt)	305.2								
	Tebingtinggi (Ti) Kertapati (Kpt)	256.4								
	Kertapati (Kpt) Pidada (Pid)	397.7								
旅客列車による 荷物輸送	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	302.6								
	Kertapati (Kpt) Tanjungkarang (Tnk)	387.9	非年間契約	2	2	2	2	0	0	2009年12月で運行終了
	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2		2	2	2	2	0	0	

注1) 運行本数は GAPEKA (PT. KAI の時刻表) をもとに計上した。

2) セメントは 2008 年 12 月より年間契約ではない輸送品目となった。

(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

② 旅客

PT. KAI 南スマトラ管理局管内の旅客輸送の実績(2000年～2011年)を以下に整理する。鉄道の旅客輸送人員の実績を【表 3-1-3】、2000年を100%とした場合の旅客輸送人員を【図 3-1-3】、2011年における車両等級別の輸送人員割合を【図 3-1-4】に示す。

旅客輸送人員の合計は2004年まで減少していたが、2005年から増加に転じ、2011年で約201万人/年を輸送している。車両等級別にみると、エグゼクティブクラスは2008年まで横ばいで推移していたが、2009年に減少した後に再度増加に転じ、2011は2000年に比べて約10%減少し約13万人を輸送している。ビジネスクラスは2001年から2003年間に約半分に減少した以降も微減傾向が続き、2011年は2000年に比べて約53%減少し約39万人を輸送している。エコノミークラスは2005年まで横ばいで推移していたが2006年から増加に転じ、2011年は2000年に比べて約88%増加し約103万人を輸送している。2008年から運行を開始したローカルエコノミークラスは増加を続けており、2011年は2008年の2倍以上増加し約45万人を輸送している。

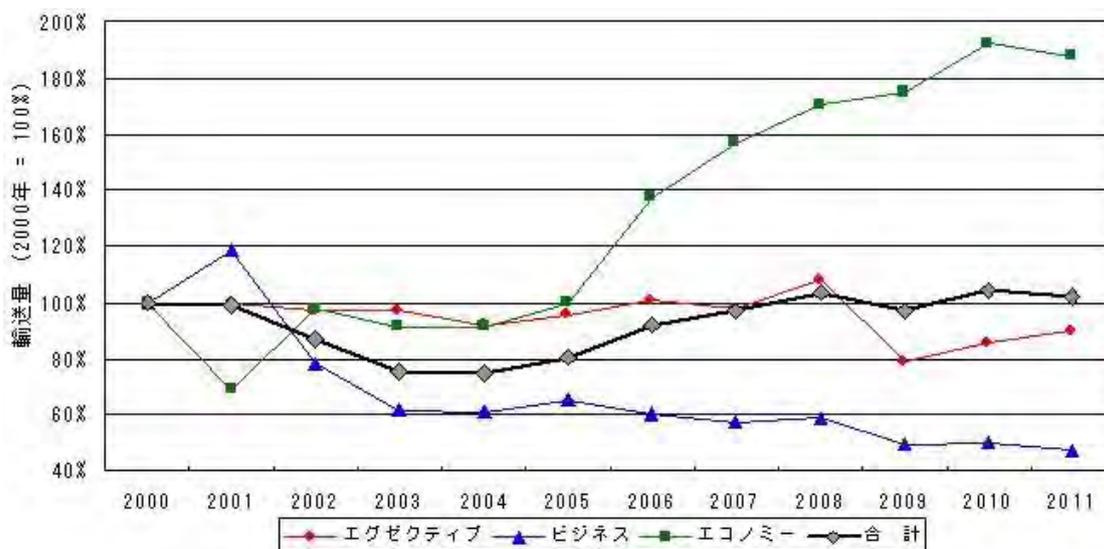
2011年の全旅客輸送人員に対する車両等級別の割合は、エグゼクティブクラスが6%、ビジネスクラスが19%、エコノミークラスが51%、ローカルエコノミークラスが23%であり、エコノミークラスが半分以上を占めている。

【表 3-1-3】 鉄道の旅客輸送人員

(単位：人/年)

年	車両等級				合計
	エグゼクティブ	ビジネス	エコノミー	ローカルエコノミー	
2000	144,411	831,006	549,271	—	1,524,688
2001	143,647	987,106	379,367	—	1,510,120
2002	140,371	650,638	535,755	—	1,326,764
2003	139,672	509,164	500,742	—	1,149,578
2004	132,712	507,277	500,542	—	1,140,531
2005	137,695	542,231	549,203	—	1,229,129
2006	144,811	501,826	752,199	—	1,398,836
2007	141,054	474,795	859,154	—	1,475,003
2008	156,081	489,840	934,428	221,784	1,802,133
2009	113,614	407,447	960,743	262,434	1,744,238
2010	123,131	414,825	1,055,258	346,764	1,939,978
2011	129,581	390,849	1,032,907	457,639	2,010,976

(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)



(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

【図 3-1-3】 鉄道の旅客輸送人員 (2000年=100%)



(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

【図 3-1-4】 鉄道旅客輸送の車両等級別の輸送人員割合 (2011年)

旅客列車の運行区間と運行本数を【表 3-1-4】、2008年～2011年の旅客列車別平均乗車率を【表 3-1-5】に示す。

旅客列車の運行区間は主にクレタパティ～タンジュンカラン間とクレタパティ～ルブクリンガン間であり、それぞれ夜行のエグゼクティブ・ビジネスクラスと昼行のエコノミークラスの列車が各1往復/日、計2往復/日運行されている。この他に、2008年から運行を開始したローカルエコノミークラスの列車が、タンジュンカランとクレタパティの近郊で各2往復/日が運行されている。

運行本数は、最近 10 年間に於いてエグゼクティブ、ビジネス、エコノミーの各車両等級とも変化がなかった。しかし、ローカルエコノミークラスの列車は、バトラジャ～コタブミ間の 1 往復/日が減ったが、タンジュンカランとクレタパティの近郊で各 2 往復/日が増加した。ローカルエコノミークラス以外の列車の運行本数に変化がない理由としては、石炭輸送列車の運行本数が多く、線路容量に余裕がないために増発が困難であることが挙げられる。

各旅客列車の平均乗車率は高い水準にあり、特にエコノミークラスの平均乗車率が高い。2011 年の乗車率はエグゼクティブクラスが 75～85%、ビジネスクラスが 70～80%、エコノミークラスが 100%以上であり、特にタンジュンカラン～クレタパティ間のエコノミークラスの列車は 157%と極めて高い乗車率となっている。

【表 3-1-4】旅客列車の運行区間と運行本数

列車名	車両等級	列車編成 2010年	運行区間	距離 (km)	運行本数* (本/日)				備考	
					2002	2004	2006	2008		2010
Sriwijaya	エグゼクティブ・ビジネス	2K1-4K2-1KM2	Kertapati (Kpt) Tanjung Karang (Tnk)	387.9	2	2	2	2	2	夜行列車
Sindang Marga	エグゼクティブ・ビジネス	2K1-4K2-1BP	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2	2	2	2	2	2	夜行列車
Raja Basa	エコノミー	6K3-1KP3	Kertapati (Kpt) Tanjung Karang (Tnk)	387.9	2	2	2	2	2	
Bukit Sarelo	エコノミー	5K3-1KM3	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2	2	2	2	2	2	
Elok	ローカルエコノミー	-	Batraja (Bta) Kotabumi (Kb)	130.3	2	2	2	2	0	2008年11月で運行終了
Ruwahuruan	ローカルエコノミー	2KD3	Kotabumi (Kb) Tanjung Karang (Tnk)	85.4	-	-	4	4	4	
Seruni	ローカルエコノミー	2KD3	Kertapati (Kpt) Indralaya (Idr)	25.6	-	-	4	4	4	

注) * 運行本数は GAPRKA (PT. KAI の時刻表) をもとに計上した。

(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

【表 3-1-5】旅客列車の平均乗車率 (2008～2010 年)

列車名	運行区間	距離 (km)	車両等級	平均乗車率				備考
				2008	2009	2010	2011	
Sriwijaya	Kertapati (Kpt) Tanjung Karang (Tnk)	387.9	エグゼクティブ ビジネス	103%	66%	85%	85%	夜行列車
Sindang Marga	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2	エグゼクティブ ビジネス	95%	86%	90%	78%	夜行列車
Raja Basa	Kertapati (Kpt) Tanjung Karang (Tnk)	387.9	エコノミー	101%	36%	69%	76%	
Bukit Sarelo	Kertapati (Kpt) Lubuklinggau (Llg)	305.2	エコノミー	101%	90%	89%	69%	
Ruwahuruan	Kotabumi (Kb) Tanjung Karang (Tnk)	85.4	ローカルエコノミー	144%	112%	138%	157%	
Seruni	Kertapati (Kpt) Indralaya (Idr)	25.6	ローカルエコノミー	111%	109%	108%	112%	
				139%	65%	77%	101%	
				42%	18%	14%	20%	

(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

エコノミークラス列車の乗車率は高いことから、クレタパティ駅でエコノミークラスの列車の混雑状況について調査した（【写真 3-1-1】参照）。



注：クレタパティ駅にて 2011 年 11 月撮影

(出典：調査団)

【写真 3-1-1】エコノミークラス列車（ルブクリンガン行）の混雑状況

クレタパティ駅で調査した列車は、ルブクリンガン行（ラハット方面）のエコノミークラスの列車（クレタパティ駅 9 時 20 分発）である。駅舎の外では切符を入手できない旅客が切符を求めており、調査当日の当該列車の切符は売り切れていた。またホーム上では多数の乗客が暑さをしのぎながら列車の発車を待っており、車内ではほとんどの座席が埋まっていた。1 列車を見た限りでも旅客の混雑状況を把握することができた。

このようにエコノミークラスの列車が混雑する要因の一つには、エコノミークラスの運

賃が政策的に安価に抑えられている点が挙げられる。鉄道は都市間を安価で移動するための重要な交通機関として利用されている。

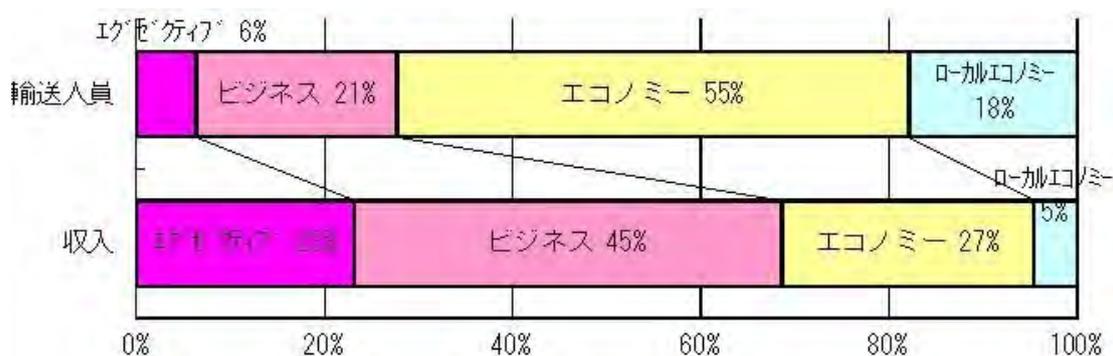
一方で、輸送人員と収入における車両等級別割合を 2010 年のデータで比較すると、エコノミークラスとローカルエコノミークラスの合計は輸送人員で 73%を占めるが、収入では 33%を占めるに過ぎない（【表 3-1-6】及び【図 3-1-5】参照）。この現象の最も大きな要因はエコノミークラスの運賃が政策的に安価に抑えられていることであり、エコノミークラスの旅客需要の増加は経営的に大きく貢献するものではない。

以上より、エコノミークラスの列車は一般市民の生活の足として利用されていることが確認できた。また、本プロジェクトによる輸送力増強が実現し、旅客列車の増発が可能となれば、エコノミークラスの旅客需要は増加する可能性があるものと想定される。先述のとおり、エコノミークラスの旅客需要の増加は経営的に大きく貢献するものではないが、社会全体への貢献は期待できる。

【表 3-1-6】輸送人員と収入における車両等級別割合の比較（2010 年）

車両等級	輸送人員割合 (A)	収入割合 (B)	差分 (=B-A)
エグゼクティブ	6%	23%	+17%
ビジネス	21%	45%	+24%
エコノミー	55%	27%	-28%
ローカルエコノミー	18%	5%	-13%

(出典：調査団)



(出典：調査団)

【図 3-1-5】鉄道旅客輸送の車両等級別の収入割合（2010 年）

(2) 道路

① 道路ネットワーク

南スマトラ州の道路管理者別の道路延長（2004年～2010年）を【表 3-1-7】、2010年の道路ネットワークを【図 3-1-6】に示す。

道路管理者別の道路延長より、2010年の道路延長は国道が1,444km、州道が1,748km、県・市道が13,443kmである。総道路延長に対する割合は、国道が約9%、州道が約11%、県・市道が約80%を占める。

2010年の道路ネットワークをみると、国道は、南側のランブン州と北側のジャンビ州を南北に結ぶ2路線と東西方向に結ぶ2路線で構成され、南スマトラ州の道路ネットワークの骨格を形成している。州道は、国道を補完する形で南部や西部に路線が広がっている。民間石炭会社が多く分布するラハット及びムアラエニムと、石炭をバージに積み替える河川港があるパレンバンとともに国道で結ばれている。

【表 3-1-7】 南スマトラ州の道路管理者別道路延長

(単位：km)

年	国道	州道	県・市道	合計
2004	1,290	1,621	9,981	12,892
2005	1,290	1,621	11,269	14,180
2006	1,290	1,621	10,485	13,396
2007	1,290	1,621	11,153	14,064
2008	1,290	1,621	12,141	15,052
2009	1,444	1,748	13,215	16,407
2010	1,444	1,748	13,443	16,635

(出典：インドネシア統計年鑑 2005年版～2011年版)



(出典：南スマトラ州公共事業局)

【図 3-1-6】南スマトラ州の道路ネットワーク（2010年）

南スマトラ州の道路表面の損傷状況別道路延長（2009年）を【表 3-1-8】に示す。特に州道の損傷状況が悪く約72%が損傷を受けており、国道や県・市道でも36~37%となっている。今後道路交通量の増加が見込まれる中で、道路の維持管理が課題となっている。

【表 3-1-8】南スマトラ州の道路表面損傷状況別道路延長（2009年）

(単位：km)

道路表面 損傷状況	国道		州道		県・市道		合計	
	延長(km)	割合(%)	延長(km)	割合(%)	延長(km)	割合(%)	延長(km)	割合(%)
良好	827.1	63.7	495.4	28.3	9,514.4	62.6	10,836.9	59.4
一部損傷	424.8	32.7	608.3	34.8	—	—	1,033.1	5.7
軽度損傷	46.3	3.6	498.0	28.5	3,900.1	25.6	4,444.4	24.3
重度損傷	—	—	146.8	8.4	1,788.0	11.8	1,934.8	10.6
合計	1,298.2	100.0	1,748.5	100.0	15,202.5	100.0	18,249.2	100.0

(出典：南スマトラ州中期開発計画 2008~2013)

民間石炭会社の石炭をラハットからムアラエニム経由でパレンバン方面へトラックで輸送する場合、輸送経路はムアラエニムとパレンバンを結ぶ国道を利用する経路と、ベリンビンやプラブムリーで別れる州道を利用する経路に限定される。ラハット～ムアラエニム～ベリンビン間にトラックが集中するため、この区間の通行台数が多い。石炭輸送トラック（【写真 3-1-2】参照）に関する問題点は以下のとおりであり、石炭輸送トラックの通行時間帯を 17 時～翌 8 時、積載量を 10 トン/台に制限する通行制限措置が取られている。

- 維持管理が十分ではないため、道路の損傷が進んでいる。
- 石炭を運搬するトラックの走行速度が遅いため、一般車の通行を妨げている。
- 石炭輸送中の石炭粉塵や騒音、振動等が激しく環境問題が生じている。



(出典：調査団)

【写真 3-1-2】トラックによる石炭輸送状況（2011 年 11 月）

② 道路交通量

南スマトラ州内の道路交通量に関する資料が存在しないため、ここでは民間石炭会社の石炭輸送トラック台数をもとに推定することとする。また、これを 3.1.3. の (1) ② (P. 3-20) に示すトラックの交通容量と比較して道路交通の現状を把握する。

2010 年の南スマトラ州全体の輸送機関別石炭輸送量を【表 3-1-9】に示す。石炭輸送に鉄道を利用していた石炭会社は 2010 年までは PT. BA のみであったため、それ以外の民間石炭会社の石炭はトラックで輸送していたことになる。

【表 3-1-9】南スマトラ州の輸送機関別石炭輸送量（2010 年）

区 分	石炭輸送量	根拠
南スマトラ州全体 (A)	15.300MTPA	南スマトラ州統計年鑑 2011 年版 による石炭生産量
鉄道輸送量 (PT. BA) (B)	10.866MTPA	PT. KAI 南スマトラ管理局の実績
民間石炭会社トラック輸送量 (C)	4.434MTPA	(A-B)

(出典：調査団)

表のとおりトラック輸送量は 4.434MTPA と見込まれ、これを以下の式によりトラック台数に換算すると 1,417 台/日と想定される。

石炭輸送のトラック台数の推定（2010 年）
$\text{トラック台数} = 4.434\text{MTPA} \div 10 \text{ トン/台} \div 313 \text{ 日/年} = 1,417 \text{ 台/日}$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 10 トン/台：トラックの最大積載重量（通行制限措置より設定） ● 313 日/年：年間稼働日数（PT. KAI の貨物輸送の運用実績より想定）

次に、トラック台数 1,417 台/日をトラックの交通容量と比較すると、以下に示すとおり約 2 倍になっており、計算上はトラックの交通量が限界を超えていることがわかる。

- 民間石炭会社が多く分布するラハットまたはムアラエニムの周辺からパレンバンへの輸送経路は、鉱山の周辺ではほぼ 1 本の国道（片側 1 車線）に限定されている。
- トラックの通行時間帯は 17 時～翌 8 時に制限されていることに加えて、鉱山から積出港への所要時間（約 8 時間）を考慮すると、トラックが輸送経路上の任意の箇所を通過可能な時間は概ね 7 時間である（3.1.3. の (1) ② (P. 3-20) 参照）。従って、1 時間当たりのトラック台数は約 202 台/時（ $=1,417 \text{ 台} \div 7 \text{ 時間}$ ）となる。
- 鉱山周辺の国道（片側 1 車線）におけるトラックの交通容量は、3.1.3. の (1) ② (P. 3-20) によれば 100 台/時/1 車線となる。
- 以上より、2010 年の石炭輸送のトラック台数（202 台/時）は、トラックの交通容量（100 台/時/1 車線）を大幅に超過している。

③ 自動車登録台数

南スマトラ州の自動車登録台数（2000 年～2011 年）を【表 3-1-10】に、2000 年を 100% とした場合の自動車登録台数を【図 3-1-7】に示す。2011 年の南スマトラ州の自動車登録

台数は、自家用車が 38.3 万台、バスが 7.2 万台、トラックが 10.7 万台、バイクが 267.6 万台である。各車種の占める割合は、バイクが 83%、自家用車が 12%、トラックが 3%、バスが 2%である。

2000 年からの自動車登録台数の推移をみると、自家用車及びバスは 2004 年頃から増加し、2011 年は 2000 年に比べて約 6 倍に増加している。バイクについても同様に 2007 年頃から急激に増加し、2011 年は 2000 年に比べて 8.5 倍となっている。一方で、トラックは他の車種に比べて増加のペースは低く、2011 年は 2000 年に比べて 1.6 倍の増加となっている。このように車種別の自動車登録台数の推移から道路の交通量を推測すると、貨物よりも旅客の方が大幅に増加しているものと思われる。

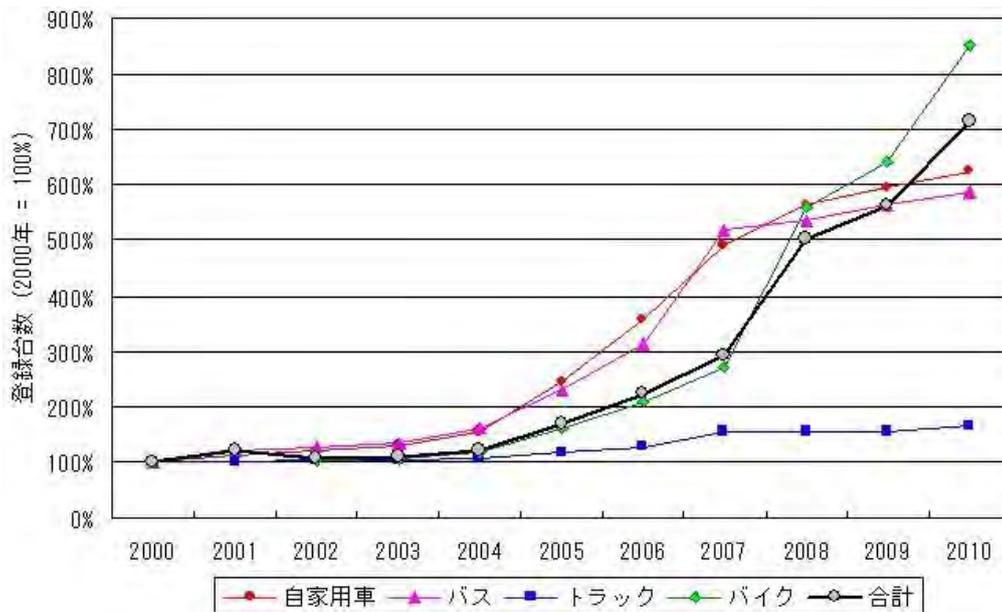
【表 3-1-10】南スマトラ州の自動車登録台数

(単位：台)

年	自家用車	バス	トラック	バイク	合計
2000	61,409	12,283	64,830	313,996	452,518
2001	69,515	14,616	65,519	392,755	542,405
2002	73,913	15,589	66,644	325,757	481,903
2003	79,721	16,627	67,788	334,395	498,531
2004	94,866	19,747	69,120	364,998	548,731
2005	150,733	28,477	76,599	508,150	763,959
2006	218,782	38,223	83,312	663,154	1,003,471
2007	301,955	63,891	99,861	850,639	1,316,346
2008	346,968	65,611	100,033	1,757,324	2,269,936
2009	365,540	69,407	100,722	2,013,404	2,549,073
2010*	383,175	72,077	107,245	2,676,318	3,238,815

注) *: 暫定値を表す。

(出典：インドネシア統計年鑑 2000 年版～2011 年版)



(出典：インドネシア統計年鑑 2000 年版～2011 年版)

【図 3-1-7】南スマトラ州の自動車登録台数 (2000 年=100%)

3.1.2. 需要予測の対象と方法論

本調査の需要予測の対象は、(1) 民間石炭会社の石炭、(2) PT. BA の石炭、(3) 石炭以外の貨物、(4) 旅客の 4 つとし、各需要の予測方法を以下に示す。

(1) 民間石炭会社の石炭

石炭のようなバラ荷は発地・着地が限定されていることから、荷主の生産計画から直接交通機関別 OD 輸送量を求める場合が多い。南スマトラにおける民間石炭会社の石炭輸送においても同様の方法で将来の輸送量を想定するが、現地の鉄道、道路の輸送力の状況を勘案して需要予測を行った。

鉄道は、PT. BA の石炭を優先的に輸送していることにより線路容量に余裕がなく、民間石炭会社の石炭輸送は PT. BAU のみを取り扱っている状況であり、十分な輸送力が確保されていない。

一方、道路は、3.1.1. の(2) (P. 3-11) で述べたように、トラックによる石炭輸送が環境面に問題があることから、石炭輸送のトラックの通行時間帯を 17 時～翌 8 時、積載量を 10 トン/台に制限する通行制限措置が取られている。そのため、トラックによる石炭の輸送力は将来的に限界がある。

中央政府及び州政府の各種開発計画の内容や、石炭輸送トラックの問題点を踏まえると、鉄道の輸送力増強に対する期待は非常に高く、鉄道による石炭輸送需要は増加していくものとする。そこで、鉄道と道路による将来の輸送需要はそれぞれ以下のように想定した。

- 鉄道：ラハット地区及びムアラエニム地区の輸送需要市場調査を実施し、石炭の輸送需要を把握する。将来の輸送量はトラックよりも鉄道が優先するものと考え、本プロジェクトの輸送力増強に伴って増加するものと想定する。なお、石炭の輸送需要が鉄道輸送力を上回った場合、道路による輸送とする。
- 道路：トラックの輸送力は道路の交通容量で設定する。日本における交通容量の考え方に則って1時間当たりの交通容量を仮定する。交通容量の算定に当たっては南スマトラ州の一部で実施されている通行制限措置を考慮し、年間稼働日数を乗じて年間の限界輸送量（交通容量）とする。

(2) PT. BA の石炭

PT. BA の石炭は全生産量が PT. KAI との年間契約により鉄道で輸送されており、PT. BA の生産計画が直接鉄道の輸送量となっている。そのため、PT. KAI へのヒアリングを実施し、その結果から将来の輸送量を想定した。

具体的に、タラハンへの輸送量は、PT. KAI 及び PT. BA が実施中の輸送力増強計画（タンジュンエニム～プラブムリーX6 の複線化等）の内容及び完成時期を把握し、完成後の計画輸送量を将来の輸送量とした。また、クレタパティへの輸送量は、現在の計画輸送量と将来の改良計画の有無を把握し、その結果をもとに将来の輸送量を想定した。

(3) 石炭以外の貨物

3.1.1. (P. 3-1) でも述べたように、南スマトラにおける鉄道貨物輸送は石炭が9割を占めているため、石炭以外の貨物輸送には限界がある。また、石炭以外の輸送品目はその大半がバラ荷で年間契約の品目に絞られているため、石炭と同様に荷主の意向が強い。

石炭以外の貨物の将来輸送量については、PT. KAI へのヒアリングを実施して既存の輸送品目における将来の計画生産量（または計画輸送量）を把握する。また、輸送力増強により線路容量が増加し、計画されている石炭輸送が確保され輸送力に余力があれば、新規で取り扱う輸送品目とその計画輸送量を把握し、これを将来輸送量とした。

(4) 旅客

旅客輸送量の予測は、一般的に沿線の人口変動や自動車・バイクの保有率などの変化を基に需要予測モデルを構築することが望ましい。しかし、本調査では旅客交通量データ（OD調査データ）は入手できたものの、以下の理由により需要予測モデルを構築することは困難と判断した。

1つ目の理由は、道路と鉄道の選択をサービス水準（所要時間・費用）では説明できず、信頼性の高い需要予測モデルが構築しにくい点である。鉄道の運賃は政策的に安く設定されているが、石炭輸送を優先する上で旅客列車の運行本数を抑えているため、旅客輸送量が限定的である（安価な運賃である鉄道を選択しても乗車できない）。また、運行本数が

少ないため、鉄道での移動において移動時間帯を選択する自由度がなく、所要時間で鉄道を選択しているとは考えにくい。

2つ目の理由は、OD 調査データの信頼性に不安があることが挙げられる。OD 調査は全国の各交通機関を対象に5年毎に実施されており、本調査では2001年と2006年のデータを入手した。この2時点で南スマトラ州の道路交通の総発生交通量を比較すると、2006年は2001年から約60%も減少している。しかし、自動車登録台数や人口の増加、経済成長等を考慮すると輸送量の減少は考えられないため、OD 調査データの精度は高くないと判断した。

3つ目の理由は、鉄道へ需要転換が考えられるバスの輸送量に関する情報が無いことである。このため、需要予測モデルを構築しても満足な精度が得られない。

以上より、旅客の将来輸送量については、PT. KAI へのヒアリングで本プロジェクト実施により線路容量が増加する場合の旅客列車の増発に対する意向を把握し、輸送量と人口変動・経済指標の実績から回帰分析を行って予測することとする。

3.1.3. 石炭輸送の需要予測

(1) 民間石炭会社の石炭輸送

① 輸送需要市場調査

民間石炭会社の炭田が集まるラハット地区において、探査～試掘を開始している炭田は【表 3-1-11】に示す17箇所である。調査の結果、【表 3-1-11】の中で2014年に鉄道輸送需要があるのはPT. Bara Alam Utama (4.0MTPA) とPT. Batubara Lahat (1.0MTPA) の2社である。

【表 3-1-11】ラハット地区の民間石炭会社

No.	石炭会社名	政府許可発行日	鉱区面積 (ha)
1	PT. Baniasari Pribumi	2010年3月10日	519.84
2	PT. Bara Alam Utama	2010年4月29日	799.60
3	PT. Batubara Lahat	2010年3月23日	500.00
4	PT. Budi Gema Gempita	2010年4月29日	1,524.00
5	PT. Bumi Merapi Energi	2010年4月27日	1,881.00
6	PT. Dizamatra Powerindo	2010年4月29日	971.00
7	PT. Duta Alam Sumatera	2010年4月27日	357.00
8	PT. Golden Great Boreno	2010年3月10日	1,913.00
9	PT. Muara Alam Seiahtera	2010年4月27日	1,745.00
10	PT. Mustika Indah Permai	2010年4月29日	2,000.00
11	PT. Priamanaya Energi	2010年4月29日	1,000.00
12	PT. Aman Toebillah Batubara	2010年11月1日	687.00
13	PT. Andalas Bara Seiahtera	2010年5月14日	150.00
14	PT. Bukit Telunuuk	2010年5月21日	500.00
15	PT. Dianrana Petrojasa	2010年6月2日	1,011.00
16	PT. Dianrana Petrojasa	2010年6月2日	994.60
17	PT. Satria Mayangkara Seiahtera	2010年6月3日	730.00

(出典：インドネシア国エネルギー鉱物資源省)

一方、ムアラエニム地区に石炭鉱区を保有する民間石炭会社の中では、以下の会社で鉄道輸送需要がある。

- Reliance Group (ムアラエニムに石炭会社3社を保有)
 - PT. Brayana Bintang Tiga Energi (12,960 ha)
 - PT. Sriwuaya Bintang Tiga Energi (10,600 ha)
 - PT. Sugico Pendragon Energi (13,060 ha)
- PT. Pendopo Energi Batubara (面積不明)
- PT. Prima Mulia Sarana Seiahtera (513 ha)

以上に加え、現在トラック輸送のみに依存している会社も含めると2014年時点における鉄道輸送需要は【表 3-1-12】に示すとおり12.2MTPAと推定される。2014年以降については、トラックを含めた石炭の陸上輸送能力に依存するために、どの石炭会社も明確な増産計画は持っていない。いわば、輸送能力が増えた分だけ増産するという状況である。

【表 3-1-12】2014 年の民間石炭会社の輸送需要

No.	石炭会社名	炭田の地区	輸送需要量 (MTPA)
1	PT. Bara Alam Utama (PT. BAU)	ラハット	4.0
2	PT. Batubara Lahat (PT. BL)	ラハット	1.0
3	PT. Batubara Selaras (PT. BS)	ラハット	0.5
4	PT. Pendopo Energi Batubara (PT. PEB)	ムアラエニム	0.2
5	Reliance Group (3 社合計)	ムアラエニム	5.5
6	PT. Prima Mulia Serana Seiathera (PT. PMSS)	ムアラエニム	1.0
		合 計	12.2

(出典：インドネシア石炭年鑑 2010/2011 年版及び各社公表内容)

② 輸送需要の想定

民間石炭会社の輸送需要市場調査の結果より、今後鉄道の輸送需要が 20MTPA まで増加することが見込まれ、輸送需要は十分に存在することが推定される。その理由としては、1 つ目に 3.1.1. の(2) (P. 3-11) で述べたようにトラックによる石炭輸送には幾つかの問題点があるために、トラックによる石炭の輸送力には限界があることが挙げられる。2 つ目の理由に、ラハット地区及びムアラエニム地区から港への輸送で本プロジェクトと別の鉄道建設計画があるが、これらは 2.1.3. (P. 2-7) で述べたように具体的に実現する可能性が薄いことが挙げられる。よって、本プロジェクトにより鉄道の輸送力が増強される場合には、①に示した 20MTPA の輸送需要は鉄道の輸送量となり得る。そこで、鉄道の将来輸送量は 20MTPA を上限とし、後述する本プロジェクトの輸送力増強計画に従って増加するものとした。

ところで、PT. KAI は独自計画として、2020 年迄にラハット～ケルタパティ/マリアナ方面への輸送能力を 20MTPA まで増強する計画を持っており、本調査にて想定する最大 20MTPA に合致する。尚、PT. KAI は南方ルート（ラハット～タラハン/スレングセン）には 2020 年までに 50MTPA まで増強する計画。

他方、道路の限界輸送量は、ラハット及びムアラエニム周辺で輸送経路が国道の 1 路線（2 方向 2 車線）に限定されていることを勘案し、具体的には以下のように想定する。ただし、トラックの交通容量 (C_T) の想定では、大型車混入率 (P_T) に日本の調査結果の平均値を用いているため、ラハット及びムアラエニム周辺の対象時間帯の実際的大型車混入率 (P_T) が入手できる場合には、トラックの限界交通量を再度算出する必要がある。

- トラックの交通容量 C_T (台/時/2 車線) の想定

(出典：日本道路協会，道路の交通容量，1984 年 9 月)

$$C_T = (C_B \times \gamma_I) \times S \times P_T \div E = 2,500 \times 0.85 \times 0.75 \times 0.25 \div 2 = 199.22 \approx 200 \text{ 台/時/2 車線}$$

ここに、

- ▶ 基本交通容量 $C_B = 2,500$ pcu/時/2 車線 (2 方向 2 車線道路)

pcu : Passenger Car Unit

- ▶ 可能交通容量 $C = C_B \times \gamma_I$

γ_I : 沿道状況による補正 = 0.85 (平地、2 車線以下)

- ▶ 設計交通容量 $C_D = C \times S$

S : 計画水準の補正率 = 0.75 (計画水準 1^{*}、地方部)

※計画水準 1 : 予想される年間最大ピーク時間交通量が可能交通容量を突破することがない水準。高いサービスが求められる道路に適用。

- ▶ P_T : 大型車混入率 $\approx 25\%$ (日本の一般国道の全国平均-H17 道路交通センサス)
- ▶ E : 大型車の乗用車換算係数 = 2.0

●トラックによる石炭の限界輸送量

- ▶ トラックによる輸送時間 : 8 時間 = $240\text{km} \div 30\text{km/h}$ (メラピ→ガシン)
- ▶ 鉱山からの発送可能時間帯 : 17 時～24 時 = 7 時間 (最後のトラックが鉱山を 0 時に出て 8 時間後の 8 時までにガシンに到着すると仮定)
- ▶ 発送可能なトラック台数 : 700 台/日 = トラックの交通容量 $CT \div 2 \times 7$ 時間
- ▶ トラックによる限界輸送量 : $2.2\text{MTPA} \approx 700 \text{ 台/日} \times 10 \text{ トン/台} \times 313 \text{ 日/年}$ (年間稼働日数は PT. KAI の貨物輸送の運用実績をもとに約 85%と想定)

なお、本プロジェクトが実施されない場合の将来輸送量は、現在 PT. BAU の石炭輸送量である 0.15MTPA とする。GAPEKA 2011 (列車時刻表) によれば民間石炭会社用には列車 6 往復/日が記載されており、これが実現すれば 1.5MTPA となる。しかし、実際には軌道不良等の問題によりダイヤ通りの列車運行が実現できていないため、現在の輸送量に留まっている。

PT. KAI の輸送力増強計画は、現時点では本プロジェクトと関係なく実施されるものである。しかし、PT. KAI の輸送力増強計画が予定どおりに進まない場合には、線路容量が逼迫し本プロジェクトが想定する鉄道の輸送需要 (20MTPA) が確保できないという点に留意する必要がある。

(2) PT. BA の石炭輸送

PT. KAI へのヒアリングによれば、現在実施中の PT. BA と PT. KAI の石炭輸送力増強計画は【表 3-1-13】に示すとおりであり、2014 年までに完成する予定である。この計画により、PT. KAI はタラハンへの石炭輸送の列車編成を新型機関車 2 両と 50 トン積載貨車

60両に変更し、20往復/日を運行する予定である。タラハンへの石炭輸送量は、現在の約940トン/年から20.0MTPAへ増加する予定である。

また、クレタパティへの石炭輸送量は、列車本数とクレタパティの河川運搬バージ用バースの処理能力で制約を受けているが、2014年までに2.73MTPAを輸送することを計画している。この計画輸送量は2012年の計画輸送量でもあり、施設や設備の改良計画を特に必要としていない。【表3-1-13】に示す輸送力増強計画によりタンジュンエニム～プラブムリーX6間の線路容量に余裕ができることで、2.73MTPAを達成することが可能となる。ティガガジャへの石炭輸送量についても同様に2014年までに2012年の計画輸送量（約0.24MTPA）が達成されると想定する。

【表 3-1-13】 タラハンへの石炭輸送力増強計画の概要

タラハンへ 20.0MTPA を輸送		
実施者	実施内容	実施箇所
PT. BA	積み出し設備の増強 (3→4 箇所)	タンジュンエニム
	積み降ろし設備の増強 (2 貨車同時に積み降ろす設備を2 箇所新設) ※既存の設備は1 貨車用が2 箇所	タラハン
PT. KAI	複線化	タンジュンエニム～プラブムリーX6
	部分複線化	プラブムリーX6～タラハン
	駅構内有効長の延伸	プラブムリーX6～タラハン

注) 上記計画は2014年までに完成する計画である。

(出典：調査団)

以上より、PT. BA の石炭輸送の将来需要量は【表3-1-14】に示すとおりである。タラハンへの石炭輸送量は、タンジュンエニム～プラブムリーX6の複線化が完成していくに従い列車の遅れが減り、現状の計画輸送量を輸送できるようになって、2013年に計画輸送量（約13.21MTPA）を達成すると想定する。また、その後のPT. KAIの輸送力増強は2014年に完成するとし、その翌年の2015年に計画輸送量（20.0MTPA）が達成するとした。なお、2014年（輸送力増強完成年）の輸送量は、線路施設・設備をフル稼働することは難しいと考え、2013年と2015年の計画輸送量の中間値とした。

【表 3-1-14】 PT. BA の石炭輸送の将来需要量

年	石炭 - PT. BA (単位:トン/年)			合計
	Tmb~Thn間	Tmb~Kpt間	Tmb~Tjh間	
2010	8,712,100	2,041,190	112,735	10,866,025
2011	9,368,000	2,108,710	87,810	11,564,520
2012	11,288,125	2,315,140	140,140	13,743,405
2013	13,208,250	2,521,570	192,470	15,922,290
2014	16,604,125	2,728,000	244,800	19,576,925
2015	20,000,000	2,728,000	244,800	22,972,800
2016	20,000,000	2,728,000	244,800	22,972,800
2017	20,000,000	2,728,000	244,800	22,972,800
2018	20,000,000	2,728,000	244,800	22,972,800
2019	20,000,000	2,728,000	244,800	22,972,800
2020	20,000,000	2,728,000	244,800	22,972,800
2021以降	20,000,000	2,728,000	244,800	22,972,800

注) Tmb: タンジュンエニム、Thn: タラハン、Kpt: クレタパティ、
Tjh: ティガガジャ

(出典: 調査団)

なお、【表 3-1-13】に示したタラハンへの石炭輸送力増強計画は本プロジェクトによるクレタパティへの輸送需要（または輸送力）に大きく影響するほか、PT. KAI 南スマトラ管理局管内の鉄道貨物輸送全体にも影響を与える。そのため、その輸送力増強計画の進捗状況を把握し、場合によっては本プロジェクトの輸送需要を適宜見直す必要があることから、PT. KAI へのヒアリングや質問票を通じて【表 3-1-15】に示すモニタリング指標等を把握することを提案する。

【表 3-1-15】 鉄道貨物輸送の輸送力に関するモニタリング指標（案）

分類	項目	指標
タラハンへの石炭輸送力増強計画の進捗状況	荷役設備の能力向上	<ul style="list-style-type: none"> 積み出し設備の整備個所数 積み下ろし設備の整備個所数
	鉄道の輸送力向上	<ul style="list-style-type: none"> 複線化済み延長（複線化率） 駅構内有効長延伸の整備駅数（整備率）
鉄道貨物輸送全体の輸送力改善状況	輸送力増強	<ul style="list-style-type: none"> 品目別 OD 別貨物輸送量（トン・トンキロ）
	生産性向上	<ul style="list-style-type: none"> 品目別 OD 別運行本数（計画） 品目別 OD 別運行本数（実績） 稼働率（＝実績／計画）
	安定性向上	<ul style="list-style-type: none"> 品目別 OD 別定時運行本数 定時運行率（＝定時運行本数／計画本数）

(出典: 調査団)

ちなみに、PT. KAI のマスタープラン本体は入手できなかったものの、ヒアリング¹による PT. KAI の 2020 年における石炭需要見込みは全体で 70.0MTPA と膨大な量になっている。その内訳は以下の通りであり、これによれば、本調査対象区間のうち、ラハット～シンパン（クレタパティの一つ手前の駅）間の見込みは 20.0MTPA（=500+1,500）と本調査見込みより十分大きな量を想定している。

- ① Lahat-Kertapati 間……………5.0MTPA
- ② Lahat-Mariana 間（新線）……………15.0MTPA
- ③ Lahat-Tarahan 間……………20.0MTPA
- ④ Lahat-Slengsen 間（新線）……………30.0MTPA

(3) 本調査で用いる石炭需要量

現在、クレタパティ方面への石炭の鉄道輸送は PT. BA の石炭 2.1MTPA であり、これを将来 PT. KAI が実施中の複線化工事が完成した際には 2.73MTPA まで増加する計画がある。他方、PT. BAU も 2011 年より石炭輸送を開始しており現在 0.15MTPA を輸送している。

本プロジェクトでは民間鉱山の石炭輸送の増強を目指している。民間炭田の輸送需要は 2014 年で既に 12.2MTPA あるものの、現状、石炭産出量はトラックを含めた陸上輸送能力によって抑制されている状態といえる。即ち、鉄道輸送需要は鉄道施設の能力を超えている。従って、本調査における便益を算出するもととなる需要はどの石炭を優先的に運搬するかによって施設規模を決定するという、通常需要予測とは逆の方法をとることとする（ただし、第 3 段階は通常需要予測に基づく）。具体的には、現状の 0.15MTPA から、第 1 段階で 2.5MTPA に、第 2 段階で 5.0MTPA に、第 3 段階で 20.0MTPA への増加であるが、その根拠は 4.2.2.（P. 4-23）にて説明する。

3.1.4. 石炭以外の貨物・旅客輸送の需要予測

(1) 石炭以外の貨物輸送

PT. KAI へのヒアリングを実施した結果、既存の輸送品目は荷主の工場の生産能力を勘案すると今後輸送量が大幅に増加する見込みがないこと、新規の輸送品目は 2012 年から木材（タラハン→ニル）を年間契約により輸送する予定であること、木材以外に新規に取り扱う可能性がある品目がないことを把握した。

新規の輸送品目がない理由として、年間契約により荷主側が列車単位で輸送量を確保しなければならないこと、また新規の輸送品目のために荷主の負担により貨車の調達が必要であること（機関車の調達が必要な場合もある）などが挙げられる。

¹ 2012 年 3 月 15 日に行った PT. KAI 社長へのヒアリングによる。

木材の輸送については、PT. KAI は PT. TEL と契約済みで 1 往復/日を用意する予定であるが、貨車が調達できておらず、運賃も決まっていない状況である。加えて、木材の輸送は南スマトラでの木材需要が不足する場合において実施される契約で、実際の輸送量は石炭に比べて極めて少ない。これらを踏まえ、本調査では考慮すべき新規の輸送品目はないものとした。

以上より、石炭以外の貨物輸送の将来需要量は【表 3-1-16】に示すとおりである。各品目の将来需要量は、PT. KAI の輸送力増強計画が完成する 2014 年までに 2012 年の計画輸送量まで増加し、その後は一定で推移するものとした。

なお、本プロジェクトが実施されない場合でも【表 3-1-16】の輸送量に変化がないものとした。ただし、PT. BA の石炭輸送と同様に PT. KAI の輸送力増強計画が予定どおりに進まない場合には、線路容量が逼迫しているために【表 3-1-16】の輸送量は実現できないと考えられる。

【表 3-1-16】石炭以外の貨物輸送の将来需要量

年	輸送物資(単位:トン/年)				合計
	燃料油	バルブ	クリンカー	その他	
2010	437,800	406,311	386,120	259,741	1,489,972
2011	492,447	393,889	343,860	8,055	1,238,251
2012	532,898	433,593	365,240	10,000	1,341,731
2013	573,349	473,296	386,620	10,000	1,443,265
2014	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800
2015	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800
2016	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800
2017	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800
2018	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800
2019	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800
2020	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800
2021以降	613,800	513,000	408,000	10,000	1,544,800

(出典：調査団)

(2) 旅客輸送

旅客輸送量は社会経済指標との回帰分析により予測した。目的変数はローカルエコノミークラスを除く旅客全体の 2004～2010 年の輸送量とする。説明変数は将来予測値が得やすいことを考慮し、南スマトラ州の人口、実質 GRDP (2000 年価格) の 2 つとした。

目的変数についてローカルエコノミークラスを除く旅客全体に設定した理由は次のとおりである。即ち、本プロジェクトの対象区間と鉄道輸送特性を考慮すると、中長距離の旅客が対象となり、エグゼクティブ、ビジネス、エコノミーの 3 クラスに分類されるが、

旅客列車の運行本数が少なく、しかも輸送量をクラス別に分類してもその絶対量が少ないため、旅客全体の輸送量を目的変数とする方が旅客輸送の傾向を捉えやすいからである。

旅客輸送量と各種指標の回帰分析の結果を【表 3-1-17】に示す。説明変数を実質 GRDP とする対数近似が統計的に最もあてはまりの良い結果となったことから、以下の近似式を旅客輸送量の予測式とした。

$\text{旅客輸送量 (人/年)} = 1,484,037 \times \text{Ln}(\text{実質 GRDP (10 億ルピア)}) - 14,783,510$
--

【表 3-1-17】旅客輸送量と各種指標の回帰分析結果

説明変数	評価項目	近 似 式			
		線 形	多項 2 次式	多項 3 次式	対 数
人口	決定係数 R ² 注)	0.775	0.865	0.821	0.787
	有意 F 値	0.00556	0.00806	0.04421	0.00482
	t 値	全て 2 以上	全て 2 以上	全て 2 未満	全て 2 以上
	P 値	全て 5% 未満	全て 5% 以上	全て 5% 以上	全て 1% 未満
実質 GRDP	決定係数 R ² 注)	0.805	0.907	0.888	0.834
	有意 F 値	0.00382	0.00385	0.02223	0.00256
	t 値	一部 2 未満	全て 2 以上	全て 2 未満	全て 2 以上
	P 値	一部 5% 以上	一部 5% 以上	全て 5% 以上	全て 1% 未満

注)・決定係数は回帰式のあてはまりの良さの尺度である。1 に近いほど精度が良く、一般的に 0.5 以上で精度が良いとされる。

- ・有意 F 値とは回帰式全体の有意性を示す確率であり、一般的には 5% 未満で回帰式が予測に役立つとされる。
- ・t 値とは説明変数の有意性を示す値であり、一般的に絶対値が 2 以上で説明変数が有意であるとされる。
- ・P 値とは説明変数が有意であるとの判断が誤っている確率であり、一般的には 5% 未満で統計的に良いとされる。

(出典：調査団)

次に、説明変数である、南スマトラ州の将来の実質 GRDP (2000 年価格) を推定した。具体的には、公表されているインドネシア国全体の経済成長率の予測値を用いて、2000～2010 年のインドネシア国と南スマトラ州の両者の平均経済成長率の比率は一定と仮定し、南スマトラ州の将来の実質 GRDP を推定した。推定結果を【表 3-1-18】に示す。なお、インドネシア国全体の経済成長率の予測値は、IMF の『World Economic Outlook Database (2011 年 9 月版)』、内閣府の『世界経済の潮流 (2010 年 5 月)』、ADB の『Asia 2050 - Realizing the Asian Century (2011 年 8 月)』より引用した。

【表 3-1-18】南スマトラ州の実質 GRDP（2000 年価格）の推定

区分	年	インドネシア国の 経済成長率 注)	南スマトラ州 の経済成長率	南スマトラ州 の実質GRDP (10億Rp.)
算出式	—	(A_n)	$(B_n)=(A_n)*b/a$	$(C_n)=(C_{n-1})*(B_n)$
実績値	2000～2010	平均5.22%(=a)	平均4.73%(=b)	—
	2010	6.10%	5.43%	63,736
予測値	2011	6.40%	5.80%	67,435
	2012	6.30%	5.71%	71,288
	2013	6.70%	6.08%	75,620
	2014	7.00%	6.35%	80,420
	2015	7.00%	6.35%	85,525
	2016	7.00%	6.35%	90,954
	2017	5.70%	5.17%	95,656
	2018	5.70%	5.17%	100,601
	2019	5.70%	5.17%	105,801
	2020	5.20%	4.72%	110,790
	2021	5.20%	4.72%	116,015
	2022	5.20%	4.72%	121,486
	2023	5.20%	4.72%	127,215
	2024	5.20%	4.72%	133,214
	2025	5.20%	4.72%	139,496
	2026	5.20%	4.72%	146,074
	2027	5.20%	4.72%	152,962
	2028	5.20%	4.72%	160,176
	2029	5.20%	4.72%	167,729
	2030	4.80%	4.35%	175,030
	2031	4.80%	4.35%	182,649
	2032	4.80%	4.35%	190,600
	2033	4.80%	4.35%	198,897
	2034	4.80%	4.35%	207,555
	2035	4.80%	4.35%	216,590
	2036	4.80%	4.35%	226,018
	2037	4.80%	4.35%	235,856
	2038	4.80%	4.35%	246,123
	2039	4.80%	4.35%	256,837
	2040	4.80%	4.35%	268,017

注) 2011～2016 年は IMF の「World Economic Outlook Database (2011 年 9 月版)」、
2017～2029 年は内閣府の「世界経済の潮流 (2010 年 5 月)」、2030～2040 年は ADB
の「Asia 2050 - Realizing the Asian Century (2011 年 8 月)」より引用した。

(出典：調査団)

以上より、将来の旅客需要量は【表 3-1-19】に示すとおりである。なお、PT. KAI への
ヒアリングにより、旅客需要は現状の輸送力を上回る場合には車両の増結や列車の増発で

対応するとの意向を把握した。ただし、現在、プラブムリー～クレタパティ間では線路容量以上の運行本数が設定されているため、本プロジェクトを実施しない限り旅客列車の増発は困難であると考えられる。また、輸送量が増加していく過程の初期段階では車両の増結（7両→10両）で対応することが可能とするが、それ以上の輸送量が見込まれる場合には列車の増発が必要となる（本予測では2017年以降の時点で列車増発が必要）。

【表 3-1-19】 旅客輸送の将来需要量

(単位：人／年)

年	車両等級			合計
	エグゼクティブ	ビジネス	エコノミー	
2010	123,131	414,825	1,055,258	1,593,214
2011	132,727	447,154	1,137,499	1,717,380
2012	139,100	468,623	1,192,112	1,799,834
2013	145,865	491,415	1,250,092	1,887,372
2014	152,924	515,197	1,310,590	1,978,711
2015	159,983	538,979	1,371,088	2,070,050
2016	167,042	562,761	1,431,586	2,161,389
2017	172,823	582,235	1,481,126	2,236,184
2018	178,603	601,710	1,530,667	2,310,980
2019	184,384	621,184	1,580,207	2,385,775
2020	189,669	638,989	1,625,501	2,454,159
2021	194,954	656,794	1,670,794	2,522,542
2022	200,239	674,599	1,716,088	2,590,926
2023	205,524	692,404	1,761,381	2,659,309
2024	210,809	710,209	1,806,675	2,727,692
2025	216,094	728,014	1,851,968	2,796,076
2026	221,379	745,819	1,897,261	2,864,459
2027	226,664	763,624	1,942,555	2,932,842
2028	231,949	781,429	1,987,848	3,001,226
2029	237,234	799,234	2,033,142	3,069,609
2030	242,121	815,698	2,075,024	3,132,843
2031	247,008	832,162	2,116,906	3,196,076
2032	251,895	848,626	2,158,789	3,259,310
2033	256,782	865,090	2,200,671	3,322,543
2034	261,669	881,554	2,242,554	3,385,777
2035	266,556	898,019	2,284,436	3,449,010
2036	271,443	914,483	2,326,319	3,512,244
2037	276,330	930,947	2,368,201	3,575,477
2038	281,217	947,411	2,410,083	3,638,711
2039	286,104	963,875	2,451,966	3,701,944
2040	290,990	980,339	2,493,848	3,765,178

(出典：調査団)

3.2. 施設規模の検討課題

3.2.1. 輸送力強化のための既存施設改良の要否

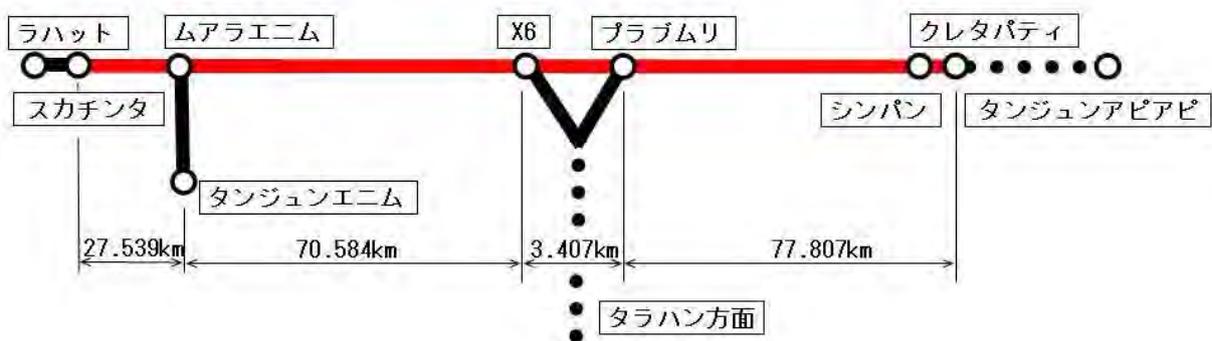
(1) 事業対象区間

本プロジェクトの検討対象区間は、【図 3-2-1】に示すようにラハットからクレタパティまでの 189.864km であるが、石炭輸送はスカチンタ～クレタパティ間で行われるので輸送力増強事業の対象区間はスカチンタ～クレタパティ間とする。この区間は下記のとおり大きく 3 つの区間に分けられ、ムアラエニム～プラブムリーX6 区間は、既に PT. KAI が複線化事業を開始していることから、検討の対象としない。なお、運転速度、車両軸重、曲線半径等はインドネシア鉄道技術標準によって建設されるため、当該区間の建設の技術仕様は、本プロジェクトで提案するものと整合性がとれている。

PT. KAI が計画する複線化事業計画概要を入手したが、これに対して、ヒアリングでは、建設資金計画及び鉄道建設用地確保についても問題なく進んでいると説明された。しかし、2012 年 3 月時点では TLP～プラブムリーX6 間の 28km のみが完成している。これは、2010 年度完成予定箇所であり、事業計画と比較して 2 年程度の遅れが生じている。今後の進捗状況によっては、本プロジェクトからの支援が必要となるかもしれない。

スカチンタ駅近傍に石炭積込施設、クレタパティに石炭積降施設があり、実質の事業対象区間の延長は 108.753km である。

- スカチンタ～ムアラエニム間 (27.539km)
- ムアラエニム～プラブムリーX6 間 (70.584km)
- プラブムリーX6～クレタパティ間 (81.214km=3.407km+77.807km)



(出典：調査団)

【図 3-2-1】プロジェクトの路線概略図

(2) 施設改良の要否判断のための輸送力目標設定

本プロジェクトの主な目的は、ラハット地域からクレタパティまでの鉄道による石炭輸送量の強化を行うことである。輸送量の最終目標値は、3.1.3. (P. 3-18) の通り民間石炭会社の石炭運搬需要である 12.2MTPA から、トラックによる限界輸送量想定の 2.2MTPA を差し引いた 10.0MTPA である。しかし、現在のクレタパティ方面への鉄道輸送量は PT. BA の石炭輸送である 1.9MTPA 程度と、最近開始した民間石炭会社である PT. BAU の石炭がわずかあるだけである。これを、民間石炭会社の石炭輸送だけで一気に 20.0MTPA に引き上げるためには第 4 章で詳述するように全線複線化工事以外に方法が無く、これでは事業費が大きくなり、また工事期間中に石炭輸送量収益が見込めないことから得策ではない。従って、本調査では 2.4. (P. 2-16) で述べた通り、輸送量を段階的に強化する方法を採用する。具体的には以下の通りである。

① 第 1 段階

単線のままの状態に限界まで輸送能力を増強する。具体的には 4.4. (P. 4-35) に詳述するとおり、列車速度の向上と列車の長大編成化に伴う施設の改良である。従って、第 1 段階における目標輸送量は需要量を満たすことはできず、専ら単線のままで施設改良を行った場合の運転計画上の石炭輸送量の限界増強量 (PT. BAU の石炭輸送量からの増分) である。詳細には 4.3. (P. 4-26) にあるが、結果は目標輸送量の増分が 2.5MTPA である。

② 第 2 段階

部分複線化を施すことにより限界まで輸送能力を増強する。具体的には 4.4. (P. 4-35) に詳述するとおり、列車速度の向上と列車の長大編成化に伴う信号設備を含む施設の改良である。従って、第 2 段階においても目標輸送量は需要量を満たすことはできず、専ら部分複線化を行った場合の運転計画上の限界増強量 (PT. BAU の石炭輸送量からの増分) である。詳細には 4.3. (P. 4-26) にあるが、結果は目標輸送量の増分が 5.0MTPA である。

③ 第 3 段階

完全複線化により輸送能力を増強する。第 3 段階における輸送需要は 20.0MTPA (PT. BAU の石炭輸送量からの増分) である。完全複線化が実現すれば、運転計画上の輸送力はこれよりもかなりの程度大きくなるが、ここでは必要無いので計算はしていない。

以上の通り、第 1 段階では喫緊の課題に対応するために単線を維持しつつ輸送力を増強するが、安定的な列車運行を確保し、かつ輸送能力を増強して将来輸送需要量に対応するためには、第 1 段階からの発展として、次の第 2 段階、第 3 段階に移行することが望ましい。

なお、旅客輸送については、第 1 段階と第 2 段階においては石炭貨物列車が混んでいることから、旅客需要増に対しては現行の旅客列車の編成両数を増やして対応するものとする。第 3 段階においては線路容量に余裕が出るため、現行の約 2 倍と見込まれる旅客需要

に対して列車本数を増やすことを想定している。

(3) 施設改良の実施方針

現地調査及び収集資料から判断すると、スカチンタ駅に隣接した石炭積込施設では 10 万トンの貯炭が可能で、1 日当り 2 編成の列車で 1,280t (0.46MTPA 程度) の鉄道輸送を行っている。しかし、本プロジェクトの最初の目標とする 2.5MTPA の処理さえ対応できないのが現状である。このため、石炭積込積ヤードの拡張が必要となる。

クレタパティの石炭ストックヤードでは、列車の本数やバージのサイズによって石炭積込量が制約されているが、高性能のベルトコンベアーやローダーの導入によって石炭のバージ積込量を増やすことが可能である。

石炭荷役設備増強の基本的な考え方は、即効性のある短期の対応として既存貯炭施設の拡張と取扱設備の増設、中長期的な対応として炭田に近い場所に積込設備を建設し、バージ輸送を行う河川沿いに石炭積降設備と専用線を建設することとし、最終目標を達成することとなる。

一方、石炭輸送力の現状は、運行ダイヤから見る現状の貨物列車運行本数は、ラハット～ムアラエニム間では 8 本、ムアラエニム～プラブムリー間で 1 日当り 55～58 本、プラブムリー～クレタパティ間では 1 日当り 34～38 本、である。理論上の線路容量 (0.6) と比較すると、ニルからプラブムリーX6 付近では貨物列車の運行だけでも適正な線路容量を超過していることがわかる。その他の区間では若干の余裕があるが、本プロジェクトで増える列車本数増を処理しきれないため、対応が必要となる。

一般的に、輸送量を増やす方策としては新たな線路を増設することになるが、新たな線路の増設には長い工事期間が必要となり、タイムリーな対応には適していない。従って、本プロジェクトを最も効率よく安全に進めるために、段階的に輸送量増を図ることが望ましい。これは、早期に輸送力を増強し、徐々に設備増強を図りながら、徐々に最終目標の輸送量を確保する方策である。短期的に営業を開始できるため、事業的にも経済的にも効果的である。

段階的輸送力増強の最初の対策は、運行列車の速度向上と列車長の延伸であるが、現地調査の結果から判断すると、現状の軌道ではこの方法に対応できていない。【図 3-2-1】に示す区間のうち、PT. KAI によって複線化工事が実施されているムアラエニム～プラブムリーX6 間を除く、約 108km の区間の軌道の補修補強が優先されなければならない。

次に、線路容量増強のため、停車場 (駅と信号所) における線路有効長延伸、信号所構築など施設の増設が必要となる。

最終的には、石炭積込・積降設備の拡張・増強を行い、新たな線路の増設とともに、信号通信設備の近代化を行うことが必要となる。

3.2.2. SPC が保有すべき設備

(1) 石炭積込・積降に関する施設

石炭の積込みや積降ろしに関して SPC が保有すべき設備としては、石炭を貨車に積込む際のホイールローダーとリーチスタッカー、そして自走式のベルトコンベアーとする。地面据付式のベルトコンベアーのように移動ができない設備については、軌道や信号同様に PT. KAI 若しくはインドネシア政府の保有とし、SPC としては保有しないこととする。石炭積込み・積降ろし設備に関しても、基本的には上下分離の法則に則り、移動が可能であるものは SPC の保有、地上に据え付けられ固定資産となるものについては SPC の保有としないことにする。

特に、SPC が保有しない設備(資産)について、原則は DGR での保有とする。下記に、各段階における設備について、SPC が保有する設備(資産)、SPC が保有しない設備(資産)を其々示す。

① 第1段階 (2.5MTPA)

【表 3-2-1】 第1段階で SPC が保有する設備

種別	目標石炭輸送量	2.5MTPA
SPC が保有するもの	機関車 (CC205 型)	11 両 (本線 8 両+入換 2 両+予備 1 両)
	貨車 (20t コンテナ×2/両)	210 両 (コンテナ 420 個)
	ホイールローダー	1 台
	ベルトコンベアー (自走式)	1 基 (クレタパティ用)
	リーチスタッカー	1 基 (クレタパティ駅構内)
SPC は保有しない が投資すべきもの	<ul style="list-style-type: none"> ● プラブムリー-X6 駅~クレタパティ駅間の軌道強化 (42kg レールを 54 kg レールへ取替え) ● 信号システムの改良 ● クレタパティ駅構内石炭積降線 25 両対応工事 ● ラハット機関車デポ建設 (定期検査、重要部検査、修繕設備) 	

(出典：調査団)

② 第2段階 (5.0MTPA)

【表 3-2-2】 第2段階でSPCが保有する設備

種別	目標石炭輸送量	5.0MTPA
SPCが保有するもの	機関車 (CC205型)	15両 (本線13両+入換1両+予備1両)
	貨車(20t コンテナ×2/両)	420両 (コンテナ840個)
	ホイールローダー	1台
	ベルトコンベアー (自走式)	2基 (クレタパティ用2基)
	リーチスタッカー	3基 (クレタパティ駅構内)
SPCは保有しないが投資すべきもの	<ul style="list-style-type: none"> ● メラピから貯炭場への新線建設 (0.7 km) 及びベルトコンベアー ● クレタパティ駅から PT. BAU 貯炭場への引込線 ● クレタパティ駅構内石炭積降線 40 両化対応工事 	

(出典：調査団)

③ 第3段階 (20.0MTPA)

【表 3-2-3】 第3段階でSPCが保有する設備

種別	目標石炭輸送量	20.0MTPA
SPCが保有するもの	機関車 (CC205型)	36両 (本線27両+入換6両+予備3両)
	貨車 (50t ワゴン)	840両
	ホイールローダー	2台
	ベルトコンベアー (自走式)	4基 (クレタパティ用4基)
	リーチスタッカー	6基 (クレタパティ駅構内)
SPCは保有しないが投資すべきもの	<ul style="list-style-type: none"> ● メラピから貯炭場への新線建設 (0.7 km) 及びベルトコンベアー ● クレタパティ駅から BAU 石炭ストックヤードへの引込線 ● クレタパティ駅東側からムシ川の石炭ストックヤードまでのベルトコンベアー3基 ● クレタパティ～ラハット間複線化工事 	

(2) 列車運行に関する施設

列車運行に関する土木施設として、駅舎とプラットホーム及び橋梁保守点検設備があるが、特別な仕様ではないため SPC が保有する必要はない。

(3) 軌道の保守に関する施設

① 保守用車両基地

PT. KAI は本プロジェクト対象区間用に 2 機の MTT (マルチプルタイタンパー) を運用しているが、複線化が完了した後の軌道保守は 2 機では処理しきれなくなる。SPC が保有すべき施設や設備は最小限にすることが望ましいため、PT. KAI に増設を促すが、状況によっては SPC が MTT 及び保守用車両基地を保有し PT. KAI に貸与する方法も考えられる。

② ロングレール溶接基地及び輸送車両

現在の PT. KAI では、レール溶接は現場溶接 (テルミット溶接) によっているが、溶接不良箇所で噴泥が発生していることから、新たに R54 レールによるロングレールを敷設するクレタパティ～プラブムリー間 (約 80km) においては、全てを現場溶接するよりも、基地または工場で信頼性の高いフラッシュバット溶接等で一次溶接し 150m 程度の長尺レールにした後、現場に専用のロングレール輸送車両で運搬した方が施工上効率的で、コスト面でも有利となる。長尺レールの製作のためにはロングレール溶接基地と輸送車両が必要であり、保守を委託する PT. KAI にこれらの設備の保有を促すが、状況によっては SPC が保有して貸与する方法も考えられる。

(4) 信号通信に関する施設

電気施設分野は、将来にわたって必要最小限の設備だけ保有することが合理的である。すなわち SPC は設備を保有せず、運行にかかわる設備や保守設備全てを PT. KAI が保有する。その他インフラは、DGR が保有することが基本である。

SPC が自ら列車を運行する場合にも同様に、電気関連施設については必要最小限のものだけ保有することが合理的である。すなわち SPC は、クレタパティ運行管理センターにおいて運行にかかわる設備のみ保有する。そのことによって、SPC は運行にかかわる駅出発時間や到着予定時間等の全てを把握できる。さらに PT. KAI と協力的な運行管理ができる。

また、本体設備や保守機器を SPC が保有する場合には、保守管理をする専門の会社を設立し、自らの設備や保守機器を保有するだけでなく、PT. KAI の設備の保守を受託することによって、より高度な管理・運営ができることを目指すべきである。

3.2.3. 港湾荷役設備建設の必要性

鉄道輸送能力を強化するだけでは、石炭の輸送能力は増強できたとしても、そのまま石炭出荷量の増大には結びつかない。即ち、始点における石炭のコンテナ積込み積降ろし設

備と終点におけるバージへの積込み能力も、鉄道輸送能力の増大に伴って増強させる必要があるからである。

現在のスカチンタ駅構内での石炭の貨車への積込み設備、クレタパティ駅構内におけるコンテナからの積降ろし設備、そしてクレタパティ近郊の石炭ストックヤードからバージへの石炭積込み設備は、年間 2.5MTPA からさらに 10.0MTPA の取扱量増加には対応できない。現状の具体的な能力と、今後の鉄道輸送能力向上に伴いどれだけの設備の増強が必要かを下記にまとめる。

- スカチンタ駅構内におけるコンテナへの石炭積込みに関しては、現在はホイールローダーで石炭を積込むという、いわば原始的な方法を採用している。現在の 2 編成/日という石炭の積込みをこなすことは可能であるが、今後 2.5MTPA の増加を達成するには、追加で 1 台のホイールローダーを配置する必要がある。またその次の目標である 5.0MTPA の増加を達成するためには、スカチンタ駅構内ではなく、炭田のあるメラピまで本線から引込線を敷設し、石炭ストックヤードを整備してベルトコンベアーとサイロを建設し、効率良いコンテナの積込みを行う必要がある。また年間 20.0MTPA の増加を超えるためには、さらに追加で 2 台のベルトコンベアーの設置が必要となる。
- クレタパティ駅構内では、現在リーチスタッカー 1 台で貨車からコンテナをトラックに乗せる（空のコンテナをトラックから貨車に乗せる）作業を行っているが、1 編成分の取り扱いに約 3 時間を要している。これを 1 日 2 回繰り返すことで 1,280 トン/日の積降ろしをしている。今後 2.5MTPA の増加に対応するには追加で 1 台のリーチスタッカーを配置して 2 台体制とする必要がある。また、500 万トン/日の増加に対応するためには、引込線を追加で 1 本敷設し、さらにリーチスタッカーを 2 台配置することで、現在の実質 250 万トン/日の 2 倍の設備に強化する必要がある。また、20.0MTPA の増強を達成する際には、リーチスタッカーによる対応では追いつかず、ベルトコンベアーを追加で 6 台配備することで、面積を 20hr まで拡張した石炭ストックヤードから直接バージに積込む必要がある。
- クレタパティ駅近郊に位置するバージへの石炭積込みを行う PT. BAU の石炭ストックヤードでは、現状旧式（首が振れない形で固定式）のベルトコンベアーが使用されており、石炭積込み能力はもとより、バージ内で石炭を四方にならす作業が必要となるために効率が悪く、400～500 トン/時以下のバージ積込み能力しかない。また、土地が狭いため、バージ長がストックヤードに隣接するムシ川の岸壁からはみ出ている。今後 2.5MTPA の増加を達成するためには、追加で 1 基のベルトコンベアーを設置する必要があるが、その形式としては首振り型（スウィング型）でかつ、狭い土地を効率よく動きながらバージ積込みが行えるように自走式であることが求められる。5.0MTPA の増加の場合にも、同様の自走式ベルトコンベアーを追加で 1 基設置してバージへの積込み能力を増強する。

第4章

事業計画の策定

4.1. 建設予定地と既存施設の現状把握

本プロジェクトが対象とするスカチンタ～クレタパティ間の現地調査、収集資料から得られた設備の現状を以下にまとめる。

対象区間は全区間が土工区間（切土、盛土）である。鉄道土木構造物の種類は、駅ホーム、橋りょう、小規模な横断管路及び踏切である。なお、【図 4-1-1】に示すようにムアラエニム～プラブムリーX6間ではPT. KAIによって複線化工事が実施中である。



(出典：調査団)

【図 4-1-1】計画路線略図

【表 4-1-1】に駅間距離と各駅の線路有効長を示す。線路有効長はほとんどの駅で700m未満であり、輸送力増強のために1列車あたりの連結貨車数を増やせば、必要線路有効長が不足することになる。長期的には、線路有効長は1kmを確保することが必要になる。現状の駅はほぼ水平区間に設置されているが、ラハットからクレタパティに向かって駅間勾配を見ると5%～10%の下り勾配となっているため、有効長の延伸距離を計画する際には勾配変更の必要性を考慮した詳細な検討が必要となる。あわせて、有効長延伸の対象となる駅では、各駅前後に配置されている踏切との干渉の有無についても精査しなければならない。

最大設計速度は【表 4-1-2】に示すように、全区間で70km/hで設計されている。しかし、目視ではあるが実際には45km/h程度の速度で運行されている。この低速走行の原因が軌道側に起因するのか、車両側にあるのか、または旧式の信号設備の問題かについては精査が必要である。原因を除去し改良工事を施せば、当該線区の線形では65km/h程度

の高速走行は可能となるはずである。

踏切については、【表 4-1-3】に示すように簡易な構造で道路と平面交差する遮断機のないものが多く、安全運行のためには踏切改良は必要である。

線路線形については、【表 4-1-4】に示すように、平面曲線半径が 500m 以下の速度規制対象の区間も多く、これが高速走行のボトルネックとなっているため、輸送力増強のためには制限箇所を特定した上で曲線改良も不可欠である。

橋りょうについては、【表 4-1-5】に示すように数が多く鋼橋である。鋼橋は既に架替えたとのことであり、列車荷重に対する耐力の問題はないことになっているが、軌道構造が開床式のため、まくらぎと桁とをボルト等で締結しなければならない構造であるにもかかわらず、現地調査でサンプル的に視察した鋼橋では、締結ボルトが欠落し無締結状態になっている箇所が多数存在した。この原因は不明だが、橋りょう上の軌道保守のノウハウが不足しているものと推測される。

また、踏切前後では多量の噴泥現象が見られ、これが列車の高速走行の障害となっている。軌道材料は長期間交換されていないようであり、またレールとまくらぎの全てが旧式であることから、輸送力増強のためにはこれらの交換が必要となる。

信号設備は機械式であり、かつ老朽化している。潤滑油等の塗布は行われているようだが、機関車や信号関連設備の故障によって列車ダイヤの乱れが多発している現状を考慮すれば、将来的な輸送力増強のためには、電気式自動信号機を導入して閉塞区間を縮めたり、ATS や ATC などの保安設備を導入することが必要となる

【表 4-1-1】 駅間距離及び有効長

No	駅名		位置	駅間 (m)	線路有効長 (m)	
					本線	側線
1	Lahat	LT	434+159	10,527	402	342
2	Sukacinta	SCT	423+632	16,781	175	137
3	Baniarsari	BJI	406+581	10,758	263	225
4	Muaraenim	ME	396+093	8,198	402	342
5	Muaragula	MRL	387+895	6,366	1,283	1,284
6	Ujanmas	UJM	381+529	7,929	1,490	1,491
7	Penanggiran	PGR	373+600	6,561	1,000	1,000
8	Gunungmegang	GNM	367+039	12,695	1,550	1,550
9	Blimbingpendopo	BIB	354+344	10,090	1,415	1,415
10	Niru	NRU	344+254	10,832	1,114	1,114
11	Penimur	PNM	333+422	7,913	1,335	1,335
12	Prabumulih X6	X6	325+512	3,407		
13	Prabumulih	PBM	322+105 (To LT) 322+295 (To KPT)	15,893	452	508
14	Lembak	LEB	338+188	7,406	661	661
15	Karangendah	KED	345+594	8,228	461	461
16	Gelumbang	GLB	353+822	9,657	700	700
17	Serdang	SDN	363+479	9,856	700	700
18	Payakabung	PYK	373+335	15,165	493	493
10	Simpang	SIG	388+500	11,602	706	706
20	Kertapati	KPT	400+102		1,335	1,335

(出典：調査団)

【表 4-1-2】 区間別最大設計速度

区間	最大設計速度 (km/h)
LT - ME	70
ME - PBM	70
PBM - KPT	70

(出典：調査団)

【表 4-1-3】 区間別平面交差する踏切

(単位：箇所)

区間	遮断機のある踏切	遮断機のない踏切
LT - ME	7	9
ME - PBM	11	20
PBM - KPT	9	16

(出典：調査団)

【表 4-1-4】 区間別曲線数

区間	R ≤ 200m		200m < R < 500m		R ≥ 500m		合計	
	No	延長 (m)	No	延長 (m)	No	延長 (m)	No	延長 (m)
LT - ME	1	211	23	6.758	16	5.206	40	12.175
ME - PBM	0	-	23	4.923	65	19.629	88	24.552
PBM - KPT	0	-	0	-	32	10.428	32	10.428

(出典：調査団)

【表 4-1-5】 区間別橋梁数

(単位：箇所)

区間	鋼橋	コンクリート橋	下部工		橋梁数	ボックスカルバート等
			橋台	橋脚		
LT - ME	9	2	12	5	6	125
ME - PBM	10	8	34	1	17	177
PBM - KPT	16	0	32	0	16	76

(出典：調査団)

4.1.1. 現状の軌道構造と使用軌道材料

現地調査により確認された軌道設備の状態を【表 4-1-6】に示す。また、軌道の現状を代表する写真を【写真 4-1-1】に示す。

【表 4-1-6】現地調査時の軌道設備状態

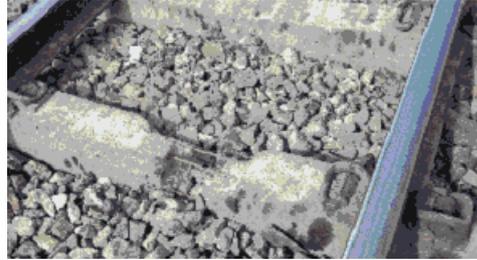
線区	調査地点	キロ程	レール種別	軌道状態
PBM ・ KPT 間	KPT 駅構内	400+102 付近	R42	<ul style="list-style-type: none"> ● まくらぎがバラストで隠れている（道床内へのめり込みと思われる）。 ● 道床内に土砂が混入している。
	SIG 駅	388+500 付近	R42	<ul style="list-style-type: none"> ● PC まくらぎが老朽化し、約 30%のまくらぎにひび割れがあり、鉄筋が露出しているものもある。 ● まくらぎ端から道床肩にかけての道床（バラスト）表面に細粒化した石炭が堆積しているが、バラスト内部へ混入はないようである。
	KED 駅起点方踏切付近	350+000 付近	R42	<ul style="list-style-type: none"> ● PC まくらぎの約 5%にひび割れが生じており、鉄筋が露出しているものもある。 ● 道床肩部等で所定の道床形状が維持されていない（バラストが不足している）。
	PBM 駅終点方踏切付近	320+000 付近	R42	<ul style="list-style-type: none"> ● PC まくらぎにひび割れは見られない。 ● 所定の道床形状が維持されていない（バラスト不足）。
	PBM 駅	322+706 付近	R42	<ul style="list-style-type: none"> ● 締結装置が老朽化し、レール締結装置が脱落している箇所がある。 ● まくらぎがバラストで隠れている（埋没している）。 ● 道床内に土砂が混入している。 ● 道床肩部等で所定の道床形状が維持されていない（バラストが不足している）。
LT ・ PBM 間	PBM (X6) 終点方踏切付近	330+000 付近	R54	<ul style="list-style-type: none"> ● レール溶接部で溶接不良による噴泥が発生している。 ● PC まくらぎにひび割れは見られない。 ● 複線化工事中（路盤工事中）。
	NRU 駅付近踏切前後	360+000 付近	R54	<ul style="list-style-type: none"> ● 踏切前後に噴泥が発生している。
	GNM 駅	367+039 付近	R54	<ul style="list-style-type: none"> ● 雨水で道床が流出している。 ● 締結装置が老朽化し、軌道パットは本来の弾性が喪失している。レール締結装置が一部で脱落している。 ● PC まくらぎの一部にひび割れが見られる。
	GNM 駅終点方踏切付近	367+500 付近	R54	<ul style="list-style-type: none"> ● PC まくらぎの約 10%にひび割れが発生しており、鉄筋が露出しているものもある。 ● 踏切前後及びレール溶接部で噴泥が発生している。
	GNM 駅終点方鋼橋 (L=50m)	367+500 付近	R54	<ul style="list-style-type: none"> ● 橋まくらぎ（木まくらぎ）が老朽化により割れている。 ● 鉄桁の脱線防止レールをまくらぎに定着するボルトが全て脱落している。
	SCT 駅起点方踏切前後	423+000 付近	R54	<ul style="list-style-type: none"> ● 踏切前後で噴泥が発生している。 ● 道床厚が不足していると推定される。
	SCT 駅	423+632 付近	R54	<ul style="list-style-type: none"> ● PC まくらぎは新しく、ひび割れは発生していない。 ● 道床は新しく更新されている。 ● 本線部の分岐器には R42 レールが使用されている。 ● 継目ボルトの緩みや脱落が見られる。

注) KPT : クレタパティ、SIG : シパン、KED : カレンダ、PBM : プラブム、GNM : グヌガン、SCT : スチタ

(出典 : 調査団)



PC まくらぎの道床へのめり込み状況
(シンパン駅構内・クレタパティ駅方面)



PC まくらぎのひび割れ状況
(カランゲンダー駅起点方踏切付近 350+)



道床 (バラスト) の不足状況
(カランゲンダー駅起点方踏切付近 350+)



道床 (バラスト) の不足状況
(プラブムリー駅終点方踏切付近 320+)



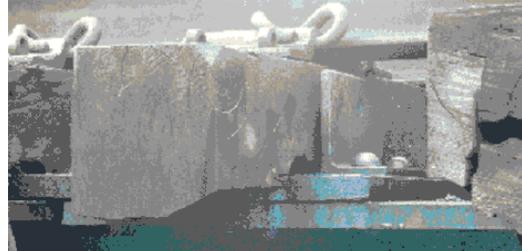
道床内への土砂混入状況
(プラブムリー駅構内 323+)



締結装置の老朽化状況
(プラブムリー駅構内 323+)



レール溶接部の噴泥状況
(プラブムリーX6 終点方踏切付近 330+)



橋まくらぎの老朽化状況
(グヌンメガン駅終点方鋼橋 368+)



雨水による道床流失と締結装置の脱落
(グヌンメガン駅付近 368+)



軌道パッドの老朽化
(グヌンメガン駅付近 368+)

(出典：調査団)

【写真 4-1-1】 現地調査時の軌道設備状態

ラハット～クレタパティ間の軌道構造と使用材料種別を【表 4-1-7】に示す。

【表 4-1-7】現状の軌道構造と使用軌道材料（2011年現在）

区間 (延長) (km)	通トン (100万 t/年)	線路 等級	最小 曲線 半径 (m)	設計 軸重 (kN)	レール 種別	レール 敷設 年	ロングレール	道床厚 (cm)	道床 肩幅 (cm)	まく らぎ 種別	締結 装置	分岐器
PBM・KPT (77.4)	16.1	2	600	180	R42	1963	ロングレール	30	40	PC	二重 弾性	R42
ME・PBM (73.8)	43.8	1	234	180	R54	1970	ロングレール 一部定尺	30	50	PC	二重 弾性	R42
LT・ME (38.1)	2.9	4	264	180	R54	2007	ロングレール 又は定尺	30	50	PC	二重 弾性	R42

注) KPT：クレタパティ、PBM：プラブムリー、ME：ムアラエニム、LT：ラハット

線路等級は通トンによる区分を示す。

(出典：調査団)

- 軌道構造から分類される線路等級区分は、ラハット～ムアラエニム間（延長 38.1km）とムアラエニム～プラブムリー間（延長 73.8km）については、道床肩幅が 50cm あることから 1、2 級線に区分される。プラブムリー～クレタパティ間（延長 77.4km）は道床肩幅 40cm のため 3 級線に区分される。
- 通過トン数から分類される線路等級区分は、ラハット～ムアラエニム間が 4 級線（290 万 t/年）、ムアラエニム～プラブムリー間が 1 級線（4,380 万 t/年）、プラブムリー～クレタパティ間が 2 級線（1,610 万 t/年）である。
- 軌道敷設の年代は、ラハット～ムアラエニム間が 2007 年、ムアラエニム～プラブムリー間が 1970 年、プラブムリー～クレタパティ間が 1963 年であり、ムアラエニム～クレタパティ間は軌道敷設後 40～50 年が経過している。
- レール種別は、ラハット～ムアラエニム間及びムアラエニム～プラブムリー間が R54 レール（UIC54 レール）、プラブムリー～クレタパティ間が R42 レールである。
- ロングレール化は曲線半径が 600m 以上の区間で適用されており、半径 600m 以下では定尺レールが敷設されている。プラブムリー～クレタパティ間は全線ロングレール化されているが、ラハット～ムアラエニム間は急曲区間線が多いため、全延長の半分以上が定尺レールの敷設区間である。また、ムアラエニム～プラブムリー間は一部区間に定尺レールが敷設されている。ロングレール及び定尺レールのレール長を示したものが【表 4-1-8】である。

【表 4-1-8】 曲線半径別のレール長

曲線半径	レール長(m)	備考
R \geq 600m	300	緩衝レールなし
R<600m	100	

(出典：調査団)

- レール締結装置には、二重弾性締結装置（eクリップ）が使用されている。
- まくらぎの種別は、本線の一般区間ではポストテンション方式PCまくらぎが使用され、レール継目部分には木まくらぎが使われている。側線では、PCまくらぎの他に鉄または木まくらぎが使用されている。
- まくらぎ間隔は60cmで、レール継目部のまくらぎ配置は掛け継ぎ方式が採用されている。
- 鋼橋（無道床橋りょう）区間では、橋まくらぎ（木まくらぎ）直結軌道が採用されている。
- 分岐器の種別は、本線ではR42レールを使った分岐器が採用されている。

4.1.2. 土木構造物の現況

(1) 土工区間（切土、盛土）

上記のように軌道では噴泥発生箇所が多く見られた（【写真 4-1-2】参照）が、その原因としては、基礎地盤性状と路盤の排水不良が考えられ、軌道改良工事にあわせて路盤と排水設備の改築が必要となる。

(2) 駅ホーム

クレタパティ駅、プラブムリー駅、スカチンタ駅ではホーム高さが500mmから700mmのコンクリートスラブ構造で、特段補強を必要とするような不良箇所は見られなかった（【写真 4-1-3】参照）。しかし、縦断・平面線形の変更や列車編成長の延長に伴い、ホーム長とホーム幅の改築が発生する。

(3) 橋りょう

本計画区間には27箇所の橋梁あり、橋梁種別は、桁長10m以下についてはRC桁（K300）とI型鋼桁（SS400）が、10m以上～20m以下についてはプレートガーダー（SS400）が、20m以上につえはトラス（SS400）構造が採用されている（【表 4-1-9】参照）。橋りょうの設計では、列車軸重が13t（1911年の設計基準）で設計された旧桁を、列車軸重が18t（1921年の設計基準で【図 4-5-9】（P. 4-65）参照）に対応可能なように修正設計が行なわれている。修正設計に基づき新しく架け替えが行われたのは1991年～2003年であり、これらについては軸重18tの機関車を導入しても橋りょうの耐力に問題はない。

下部工の橋脚（K350）・橋台（K250）についても、上部工と同時期に列車軸重 18t に対応するための補強設計が行なわれている。工法は、コンクリート巻きによるく体補強と基礎拡幅補強であり、これらが完了しているとのことから問題がないとは考えられるが、本調査では全ての橋梁の状態と竣工図を確認できなかったため、実施設計段階では全数確認と工法の精査が必要である。

(4) 小規模横断管路と函渠

本計画区間には、【表 4-1-10】に示すように 208 箇所で見種類の函渠・管路・水路が線路を横断している。

これら線路横断構造物のうち、ボックスカルバートは橋梁と同様に列車軸重 18t（1921 年の設計基準）で修正設計が行なわれ、1996 年～2003 年に新しく施工されたものであるとのことから本プロジェクトで列車荷重を増強しても耐力に問題がない。その他の管路等については、1911 年の設計基準（列車軸重 13t）で設計され、1913 年に施工された状態のままであるため、実施段階では全数確認と工法の精査が必要である。

(5) 踏切

プロジェクト対象区間の多くの踏切の構造は、横断する道路に合わせたアスファルト舗装、または H 鋼を並べただけの簡易な構造である（【写真 4-1-6】参照）。そのためレールは土砂で埋もれ、頭部のみが露出した状態で、軌道部と道路部との境界に段差が形成されており、維持管理もなされていない状態である。従って、軌道改良にあわせて踏切の改良も必要となる。さらに、多くの踏切では遮断機が設置されておらず安全対策も不足している。



(出典：調査団)

【写真 4-1-2】噴泥発生状況



クレタパティ駅



シンパン駅



プラブムリー駅



スカチンタ駅

(出典：調査団)

【写真 4-1-3】 既設駅の状況



(出典：調査団)

【写真 4-1-4】 367k461m 付近の BH No. 837 トラス橋 (L=50m)

【表 4-1-9】既設橋りょうの一覧表

DLJ.No.52			LINTAS : PRABUMULIH - LAHAT							
No Urut	B H No	Letak Km	Bentang (m)			MACAM	No. Seri	Berat Jemb baja kg	Vol.Jemb Bet.m3	Volume Pa/Pi m3
			hulu	hilir	Emp	B A				
MUARAENIM KM. 396 + 091										
	915	396+427	25			Dd.rk.IIb	B.no.872/B.77	49,824	-	
			50			Dd.rk.ttp	B.no.880/B.101	127,417	-	2,470
			25			Dd.rk.IIb	B.no.872/B.77	49,824	-	
	935	401+161	30			Dd.rk.ttp	B.no.874/B.78b	57,996	-	540
	953	406+316	10			Bet.Com	B.Com.	-	31	340
Banjarsari Km. 406 + 831										
	958	407+628	6			Bet.bert	Byb.no.812	-	13	106
	987	416+902	20			Ras.rk	B.no.871/B.82	28,258	-	131
	998	419+893	60			Dd.rk.ttp	B.no.882/B.79a	193,527	-	
			40			Dd.rk.ttp	B.no.878/B.92	88,258	-	
			30			Dd.rk.ttp	B.no.874/B.78b	57,996	-	
			30			Dd.rk.ttp	B.no.874/B.78b	57,996	-	
Sukacinta Km. 423 + 632										
L A H A T KM. 434 + 159										

DLJ.No.51			LINTAS : PRABUMULIH - KERTAPATI							
No Urut	B H No	Letak Km	Bentang (m)			MACAM	No. Seri	Berat Jemb baja kg	Vol.Jemb bet m3	Volume Pa/Pi m3
			hulu	bj	Emp	B A				
Gelumbang Km. 353 + 833										
	686	358+875	15	15		Ras.dl	B.no.410 Aus	18,722	-	288
Serdang Km. 363 + 479										
Payakabung Km. 373 + 335										
	714	382+325	8	8		Ras.dl	B.no.386/Ab.8-8	7,039	-	260
	715	383+121	13	13		Ras.dl	B.no.443c/Aus	16,282	-	275
	716	383+835	15	15		Dind.pel	B.no.438 Aus	33,927	-	269
	717	385+753	12	12		Dind.pel	B.no.415 Aus	24,488	-	228
	718	387+038	40	40		Dd.rk.ttp	B.no.428 Aus	135,650	-	408
Simpang Km. 388 + 500										
	720	389+872	8	8		Ras.dl	B.no.386/B.8-8	9,900	-	163
	721	390+786	12	12		Dind.pel	B.no.415 Aus	24,488	-	212
	722	392+765	20	20		Dind.pel	B.no.483 Aus	47,440	-	504
	723	393+609	12	12		Ras.dl	B.no.443 Aus	13,318	-	280
	724	394+259	8	8		Ras.dl	B.no.386/Ab.8-8	7,039	-	292
	725	394+757	15	15		Ras.dl	B.no.410 Aus	18,722	-	330
	726	395+574	15	15		Dind.pel	B.568/B.719 Ais	25,166	-	332
	727	396+192	8	8		Ras.dl	B.no.386/B.8-8	9,900	-	259
	728	397+047	8	8		Ras.dl	B.no.386/Ab.8-8	7,039	-	322
	729	397+609	8	8		Ras.pel	B.no.563	5,975	-	308
KERTAPATI KM. 399 + 915										

(出典 : PT. KAI)

【表 4-1-10】横断管路・函渠一覧表

(単位：箇所)

Lahat～Muaraenim、Pbm X6～Prabumulih 合計			Prabumulih～Kertapati 合計		
横断管路他	ボックスカルバート	1	横断管路地	ボックスカルバート	6
	1径間レール橋	17		1径間レール橋	32
	H鋼桁	0		H鋼桁	7
	鉄管	2		鉄管	1
	無筋コンクリート管(Buis Beton)	0		無筋コンクリート管(Buis Beton)	15
	無筋コンクリート管(Koker)	41		無筋コンクリート管(Koker)	15
	円形ライナープレート	6		円形ライナープレート	1
	コンクリート版桁	17		コンクリート版桁	0
	鉄筋コンクリート管	14		鉄筋コンクリート管	0
	赤レンガ函渠	33		赤レンガ函渠	0
	Lt～Pbm間合計	131		Pbm～Kpt間合計	77

(出典：PT. KAI)



(出典：調査団)

【写真 4-1-5】小規模横断管路の状況



(出典：調査団)

【写真 4-1-6】踏切の状況

4.1.3. 地質概要

プロジェクト対象区間の地質の状況については、【図 4-1-2】に示す地質平面図 (Geographic Map of the Lahat Quadrangle, South Sumatra 1986) により推定した。これによれば、ラハット～クレタパティ間の地質は、次の 3 区域に分類されるが、現状ではこれらの地質調査資料が存在しないということであり、実施設計段階では地質調査資料の有無の再確認と、必要な場合には追加調査が必要となる。

(1) ラハット～ムアラエニム間、グヌンメガン～プラブムリー間

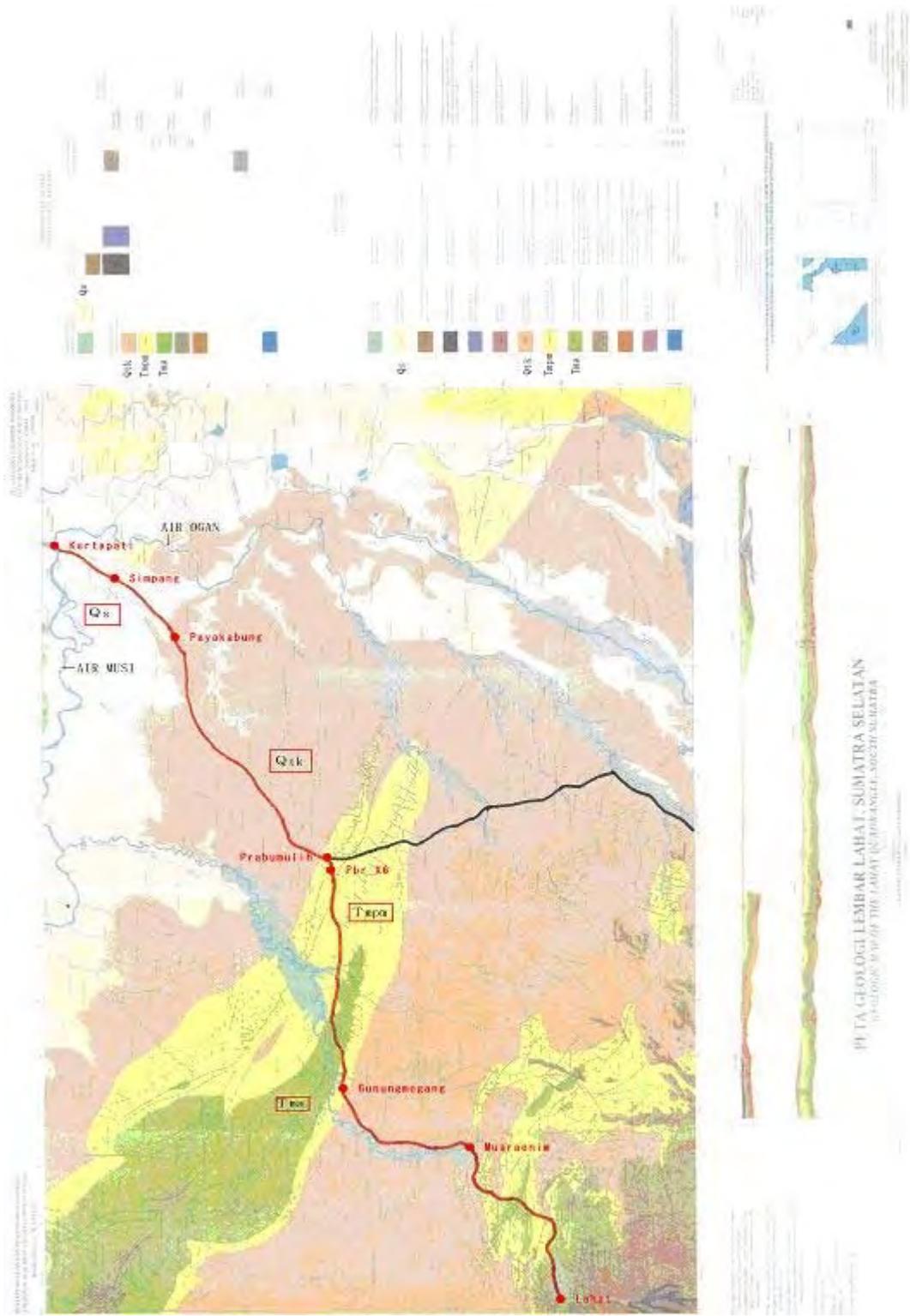
Air Banakat 層 (Tma) と Muaraenim 層 (Tmpm) の堆積岩が分布する。Air Banakat 層 (Tma) は、大部分が石灰質と炭素成分を含んだ粘板岩と頁岩の互層からなり、Muaraenim 層 (Tmpm) は、石炭を介在した凝灰質粘板岩、シルト岩、砂岩からなる地層を示す。

(2) ムアラエニム～グヌンメガン間、プラブムリー～パヤカブン間

Kasai 層 (Qtk) の堆積岩が分布する。Kasai 層 (Qtk) は、軽石質凝灰岩、砂質凝灰岩、凝灰質砂岩からなる地層を示す。

(3) パヤカブン～クレタパティ間

ムシ川 (Musi) とオガン川 (Ogan) に挟まれた扇状地に位置し、沖積層 (Qs) の低湿地堆積土がテーブル層に分布する。沖積層 (Qs) は、泥、シルト、砂が堆積した軟弱な地層を示す。



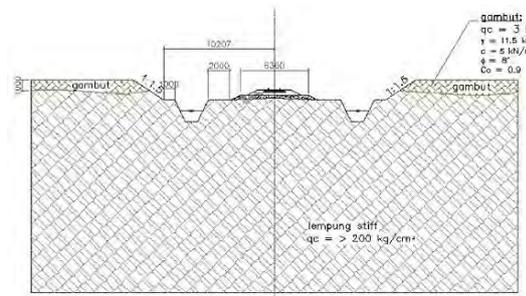
(出典：調査団)

【图 4-1-2】地質平面图

土質強度を推定するための参考として、『Railroad Coal Transport System of PT. Bara Alam Utama/ Sojitz Corporation South Sumatra 2009年』を用いた。これにより、軌道基盤の支持強度として【図 4-1-3】に示す値を得た。

基礎の支圧強度

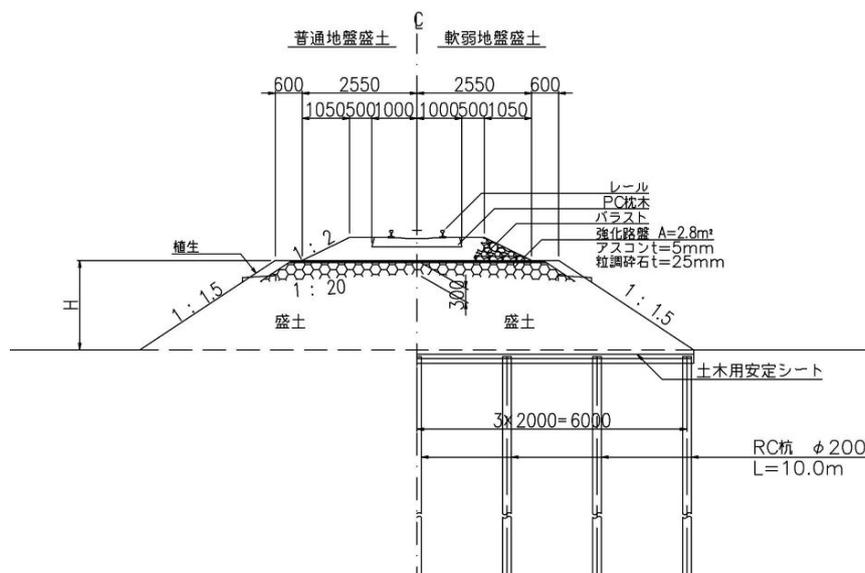
- ・ 沖積層 (Qs)0, 80-6, 40t/m²
- ・ Muaraenim 層 (Tpm)10, 40t/m²
- ・ Air Banakat 層 (Tma) ..0, 40-13, 60t/m²



(出典：調査団)

【図 4-1-3】シンパン・ケラマサン駅の土質状態

プロジェクト対象区間の土木構造物は盛土と切土が大部分を占めるが、特に盛土構造物は地盤により構造形式に大きな違いが生じる。盛土区間であるパヤカブン〜クレタパティ間は、表層に沖積層 (Qs) が数メートル堆積した軟弱地盤と想定され、盛土の沈下抑制と安定性確保のために対策工が必要となる。軟弱地盤対策工法としては、沈下防止と安定化対策を目的とし、近隣構造物に与える影響が少なく、10m 程度の粘性土地盤の改良に一般的に用いられる工法を採用する。【表 4-1-11】に対策工法の選定表を示すが、ここではパイルネット工法が適切であると判断した。



(出典：調査団)

【図 4-1-4】盛土構造物の標準断面

【表 4-1-11】 軟弱地盤対策工法の選定表

地盤改良工法 設計条件		地盤改良による軟弱地盤対策工法													
		置換		載荷重法			圧縮杭		固結工法			構造物による工法			
		掘削置換	強制置換	プレロード	大気圧工法	地下水低下工法	クラベルコンパクション	サンドコンパクション	攪拌混合杭	石灰パイル	薬注工法	パイルスラブ	パイルネット工法	シートパイル締切	
改良目的	沈下対策	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	◎	○	○	
	安定対策	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	◎	○	○		
	路床強化	◎	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×		
	液状化対策	×	×	×	×	×	◎	○	○	×	○	×	×	○	
改良効果	沈下対策	促進	×	×	◎	◎	◎	△	△	×	×	×	×	×	
		抑制	◎	◎	×	×	×	○	○	◎	○	○	◎	○	△
	安定対策	強度増加	○	○	×	×	×	○	○	◎	○	○	○	○	○
		強度促進	×	×	○	○	○	△	△	×	△	×	×	×	×
		荷重軽減	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	路床改良	○	○	×	×	×	×	×	×	△	△	×	×	×	
液状化対策	×	×	×	×	×	◎	○	△	×	○	×	×	○		
施工条件	土質	粘性土	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
		腐食土	○	○	○	○	○	×	×	○	○	×	○	○	○
		砂質土	×	×	×	×	×	◎	○	○	×	○	×	×	○
	軟弱層厚	3m未満	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	
		3~10m	×	×	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	
		10m以上	×	×	○	○	○	△	△	○	×	×	○	△	△
	近接構造物への影響	○	×	×	×	×	×	×	◎	△	△	◎	◎	○	
	騒音振動の影響	◎	×	◎	○	○	×	×	○	△	○	△	△	△	
	盛土高	低盛土	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		高盛土	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
作業能率(工期)	△	△	×	×	×	○	○	△	○	△	△	○	×		

(注) ◎:条件に特に適合する。 ○:原則的に条件に適合する。

△:条件に適合するためには検討を要する。 ×:原則として適合しない。

(出典 : 調査団)

4.1.4. 電力・信号・通信

(1) 現在の電力設備

シンパン駅には太陽光発電設備が設置されてあった。現状のように電気を特に大きく消費しない機械式設備が多い状態であれば、このままで問題がないと思われる。ただし、これらの設備が設置されてから長期間経過していることと、設備の近代化により将来電気を多く消費することを考えれば設備の増強が必要である。

他方、プラブムリー信号通信機器室やプラブムリー駅近くの踏切では、商業電力の買電から受電する設備が設置されている。



(出典：調査団)

【写真 4-1-7】シンパン駅の太陽光発電設備とプラブムリー信通機器室の買電方式による設備

(2) 信号設備の現状

プラブムリー信通機器室を除いては機械式信号設備が設置されていた。列車本数が少ない現状ではこれで特に問題ないと思われる。しかし設備の維持管理や更新頻度が少ないようであり、さらに、肝心な設備そのものが設置されてから長期間経過しており、この機会に設備更新が必要である。

プラブムリー信通機器室では、第1種電気継電連動装置や通信設備がまもなく使用開始されるという状況であった。



(出典：調査団)

【写真 4-1-8】 プラブムリー信号通信機器室設備とグヌンメガン駅の機械式信号設備

(3) 通信設備の現状

パレンバン指令所から各駅に対する運行に関する連絡業務では、無線による通信が行われていた。また各駅から踏切詰所までの連絡業務では、電話回線による通信が行われていた。

他の設備同様に通信設備においても、機器の維持管理や更新頻度が少ないように見え、さらに肝心の設備そのものが設置後長期間を経過していることから、この機会に設備更新が必要である。



(出典：調査団)

【写真 4-1-9】 パレンバン指令所の通信設備とクレタパティの信号扱所連絡用通信設備

4.1.5. 石炭取扱設備

(1) スカチンタ側

ラハット～クレタパティ間（延長 189.270km）において、スカチンタ駅周辺とクレタパティ駅周辺における現地調査、収集資料活動から得られた設備の現状を以下にまとめる。

スカチンタ駅構内に PT. BAU が 7.2ha の土地を石炭ストックヤードとして確保しており、ここに最大 10 万トンの石炭を積み置くことが可能である。またこの石炭ストックヤードにはスカチンタ駅の本線から引込線が敷かれており、石炭を直接コンテナ貨車に積込むことが可能となっている。炭鉱が位置するメラピ地区からこのスカチンタ駅構内の石炭ストックヤードまでは約 10km の距離があり、トラックにて石炭を運搬している。ストックヤードに積み置かれた石炭はホイールローダーによってコンテナ貨車に積込まれる。コンテナトラックによって運ばれた石炭の場合はそのままコンテナ貨車積み替えられる。現在一日当たり 2 編成分で 1,280 トン（640 トン×2 編成）の搬出を行っている。



スカチンタ駅構内の石炭ストックヤード



メラピからスカチンタ間を走るトラック

（出典：調査団）

【写真 4-1-10】 スカチンタの現状

(2) クレタパティ側

次にクレタパティ駅構内における貨車から石炭を降ろす作業に関しては、PT. BA は側面が開くタイプの貨車（ホッパー車）を使用しているため、その貨車がベルトコンベアーで挟まれた引込線に入って停車し、ホッパー車の扉を開いて石炭を降ろし、下に落ちた石炭がそのままベルトコンベアーで運ばれていくという方式となっている。ベルトコンベアーに乗った石炭は、川岸にバージが着いている場合にはそのままバージに積み込まれ、バージが着いていない場合には隣接する石炭ストックヤードに一旦仮置きされる。現状では、クレタパティ駅近郊の石炭ストックヤード（川岸）には一基のみのベルトコンベアーが稼働しており、1 時間当たり 1,000 トンのバージへ積み込みが可能となっている。



ベルトコンベヤからバージへの積み込み風景



貨車からの石炭積降ろし設備

(出典：調査団)

【写真 4-1-11】クレタパティの現状

また PT. BAU の取り扱う石炭(1,280 トン/日)については、貨車からの積降ろし、トラックでの川岸までの石炭輸送、ベルトコンベアーでのバージ積み込みの一連の作業は全て PT. KAI Logistics (KALOG)が行っている。手順は下記のとおり。

- ①石炭が入ったコンテナを積んだ貨車が引込線に入ると、リーチスタッカーにてコンテナを持ち上げ、待ち受けるトラックの荷台に乗せる。



貨車からコンテナを持ち上げる



そのままトラックの荷台へ

- ②トラックは貨車の引込線がある場所から約100m離れた石炭ストックヤードまでを一般道路を使って運搬し、石炭を積降ろす。なお、このストックヤードは約1hrの小さなもの。



石炭を積んだコンテナはトラックで輸送



そのまま川岸の石炭ストックヤードへ

- ③ストックヤードに積み置かれた石炭は、ホイールローダーによりベルトコンベアーに乗せられ、そのままバージへ積み込まれる。



石炭ストックヤードのホイールローダー



石炭ストックヤード



ベルトコンベアー



バージに積み込まれる石炭

(出典：調査団)

【写真 4-1-12】 PT. BAU の現状

4.2 需要予測結果への技術的対応

4.2.1. 事業規模決定に係る課題と技術的対応

鉄道輸送力は列車本数を増やし 1 列車の編成数を増やせば増強できるが、それを実現するためには線路側の対応も必要となる。通常は軌道を複線化して線路容量を増やすが、複線化により運転計画が容易になるために、単線のままに比べて（単線併用運転をしない限り）単純に軌道の数が増えた以上の飛躍的な列車本数の増加が期待できる。しかし複線化するためには工事の費用が大きくなり、また工事完成までに時間がかかるという問題もある。

本プロジェクトの場合、3.1.3. (P. 3-18) で述べたとおり鉄道による石炭運搬輸送能力増強は緊急を要する課題であり、複線化が完成するまでの間にも何らかの手当てが求められている。したがって、既存の単線鉄道を最大限に活用した運転を可能とする対応から、徐々に全線複線化に向けて施設改良を行うのが現実的である。

既存の単線鉄道の状況については 1.2.1. (P. 1-22) で述べたとおりの種々の課題があり、これが支障となって実際の輸送量が理論上の単線の輸送量を下回っている現実がある。それは列車速度に代表される。即ち、高速で走行すれば到達時間が短くなるために列車本数を増やすことができる。そのためには、本プロジェクトの線区では施設の資料によれば設計速度が 70km/h なので必要はないが、カーブや勾配を緩やかにするなどの路線の平面・縦断の両面における線形改良が必要になる。また、高速走行のためには列車を支える軌道構造が強靱である必要がある。さらに、安定した運行を実現するためには、高速走行を支えるレール自体の重量化（重軌条化工事と呼ぶ）も必要となる。

1 列車の編成両数を増やすことでも輸送力は増強できる。しかし単線の場合、対向列車とすれ違わなければならないが、現在のすれ違い施設では長い列車に対応できないため、これを改良する必要がある（有効長の延伸と呼ぶ）。また、すれ違いが適時にできるようにすることで列車密度を高くすることができ、ひいては輸送量の増加につながる。従って、すれ違いができる設備を増やすことも有効である（信号所の増設と呼ぶ）。また、これらの条件や制約（機関車の性能、平面・縦断線形、信号所の位置、など）を考慮した運転曲線（ランカーブ）に基づく合理的な運転計画の立案も輸送力増強に貢献する。

さらに、石炭を列車に積み込む設備と、終点で積み降ろす設備の能力が不十分であれば、いくら列車本数を増やしても積載する石炭が不足したり、終点側で列車が渋滞したりすることとなり、結果として全体的な輸送力の増強にならない。

以上、輸送力増強策をまとめると以下のようなになる。ただし、これらは互いに因果関係にあるものもあるため論理的なまとめ方ではなく、後の説明の参考までに列記したものである（線路容量増加策については 4.3.1. の(4) (P. 4-28) 参照）。

- 高性能機関車を導入して牽引力を強化し、列車編成長を長くする。
- 車両（機関車、貨車）数を増やし、列車本数を増やす。
- 車両基地の能力を増強し、車両の稼働率を上げる。
- 高性能機関車を導入し、加速・減速能力を高め、かつ列車走行速度を向上する。
- 線路の平面・縦断線形改良を行い、高速走行を可能にする。
- 合理的な運転計画を立案し、列車密度を向上する。
- 信号所を増設し、単線区間におけるタイムリーな列車すれ違いを可能にする。
- 路盤改良を行い、高速走行・重編成列車の走行を可能にする。
- レールの重軌条化を行い、高速走行・重編成列車の走行を可能にする。
- 信号システムの近代化を行い、列車スケジュールの乱れの発生を減らし、また乱れからの回復を速やかにする。
- 通信システムの近代化を行い、列車運行の正確さを向上する。
- 保安装置を増強し、事故発生のを減らす。
- 維持管理の品質を向上し、事故や運転制限などの発生機会を減らす。
- 石炭積込施設の取扱能力を増強し、計画どおりに列車が出発できるようにする。
- 石炭積降設備の取扱能力を増強し、列車の渋滞がないようにする。
- 貯炭場の面積を拡張し、計画どおりに列車への石炭積み込みや、列車からの石炭積降が可能ないようにする。

4.2.2. 輸送力増強のためのオプション

4.2.1.において、本プロジェクトの緊急性に鑑み段階的に実施する旨を提案し、輸送力を増強するための技術的対応の例を説明した。これらの対応のうち、鉄道インフラ側の対応については、本調査では以下に示す3つのオプションにまとめた。

- ① 単線のままオプション：既存の単線軌道を最大限活用して列車本数を増加する方法。
- ② 部分複線化オプション：さらに列車本数を増加するために列車行き違いのための信号所を設ける方法。
- ③ 全線複線化オプション：さらに列車本数を増加するために全線複線化し、かつ複線での列車運行を合理的に管理するための近代的信号システムを導入する方法。

本調査では、以上の3つのオプションによる対応を、輸送需要の増加に応じて連続的に3段階で実施することを提案する。同時に、鉄道インフラ以外の対応についても、各オプションに合ったものを採用することとする。ここで、連続的という意味は、工事自体について、第1段階の工事が完工した直後に第2段階の工事を着工し、第2段階の工事が完工した直後に第3段階の工事を着工するという意味であり、それぞれの工事実施のための調達手続きは前段階の工事実施中に行うことで工事時間の中断をなくすものである。

本プロジェクトによる鉄道輸送の対象は民間石炭会社の石炭全量であるが、それは

2014年時点でトラック輸送分を除いて既に10.0MTPAあり、全量に対応することはできない。従って、ここでは目標量を定める目的でPT. BAUの石炭輸送需要をとりあげることとする。各段階の目標輸送量は、基本的にはPT. BAUの需要量の伸びに対応できるように設定した。しかし、①～③のオプションによる対応が目標輸送量を満たすことができるか否かを確認しなければならない。そこで以下のような検討プロセスを経て最終的に目標輸送量を決定している。

即ち、まず、①単線のままのオプションでは、列車速度を向上しかつ列車編成数を増やし、現実的な運転計画の範囲内で限界まで列車本数を増やした場合に、目標輸送量に達するか否かをチェックして、これを第1段階の目標値とした。次に、②部分複線化のオプションでは、必要最小限の列車行き違いのための信号所の増設を行った場合で、さらに列車編成数を増やし、現実的な運転計画の範囲内で限界まで列車本数を増やした場合に、目標輸送量に達するか否かをチェックして、これを第2段階の目標値とした。第3段階は全線複線化のオプションであるので、かなり余裕を持った列車本数を確保することができるが、石炭産出量と積込積降設備の能力の限界を考慮して第3段階の目標値とした。その結果以下の表の値をそれぞれの段階の石炭輸送能力の目標値として採用する。

【表 4-2-1】各段階の目標輸送量とその根拠

段階	目標輸送量	算定根拠
第1段階	2.5MTPA	<ul style="list-style-type: none"> ●PT. BAU の石炭輸送需要が 2014 年に 4.0MTPA になるが（ただし、民間石炭会社全量では 12.2MTPA）、当面はトラック輸送に一部を依存せざるをえない。現在の道路の混雑度や道路の損傷を考慮すれば、トラックによる輸送量の限界は 1.5MTPA であることから、その差の 2.5MTPA を鉄道による輸送量の目標値とする。従って、これ以上の道路の損傷が進行したり通行規制がなされたりする場合には、道路輸送能力が小さくなるため、石炭増産に制限が出る恐れがある限界の目標値である。 ●旅客輸送については、石炭貨物列車が混んでいることから、旅客需要増に対しては現行の旅客列車の編成両数を増やして対応するものとする。
第2段階	5.0MTPA	<ul style="list-style-type: none"> ●PT. BAU の石炭輸送需要は 2014 年に 4.0MTPA になるが、この頃には道路の損傷がさらに進行するものの修復計画が未定、道路輸送に対する通行規制強化などの、トラック輸送に対する不安要素が増大していることが見込まれる。また、他の民間石炭会社も鉄道の利用を志向すると考えられるため、1.0MTPA を見込み合計 5.0MTPA とした。従って、PT. BAU は全量を、安定輸送が期待できる鉄道輸送に切り替えることが見込まれる。道路輸送量はゼロになることはなく、他の中小石炭鉱山が利用することになる。 ●旅客輸送については、石炭貨物列車が混んでいることから、旅客需要増に対しては現行の旅客列車の編成両数を増やして対応するものとする。
第3段階	20.0MTPA	<ul style="list-style-type: none"> ●スカチンタ近辺の民間石炭鉱山の全体輸送需要は、3.1.3. の【表 3-1-12】（P. 3-20）で見た通り既に 12.20MTPA の輸送需要がある。これが今後どのように伸びるかは鉄道輸送能力の伸び次第であるが、PT. KAI の 2020 年までの東ルートを増強計画によれば 20.0MTPA となっていることから、ここではこれを目標値とする。ちなみに、完全複線化による鉄道輸送力はこの値よりはるかに大きい。 ●旅客輸送については、線路容量に余裕が出るため、現行の約 2 倍と見込まれる旅客需要に対して列車本数を増やすことを想定している。

（出典：調査団）

さらに、本調査では PPP プロジェクトとして経済的にも財務的にも実行可能性が高くなる必要があることから、上記 3 つの段階のうち、どこまでを実施するかについても提案する。その判断基準は第 7 章における経済・財務分析である。

4.3. 運転計画

4.3.1. 前提条件

(1) 運行の現状

2011 年 10 月 1 日付の列車ダイヤによれば、ラハット～クレタパティ間の列車の運行本数は【表 4-3-1】のとおりである。

【表 4-3-1】列車運行本数（2011 年 10 月 1 日現在）

列車種別	列車本数					
	LT-ME	ME-NUR	NUR-X6	X6-PBM	PBM-PYK	PYK-KRT
旅客	4	4	4	4	8	12
貨物	16	70	72	32	38	38
合計	20	74	76	36	46	50

LT：ラハット NRU：ニル PYK：パヤカブン
 ME：ムアラエニム PBM：プラブムリ KPT：クルタパティ

(出典：PT. KAI 南スマトラ管理局)

【表 4-3-1】に示す通り、プラブムリーX6～ムアラエニム間に列車が集中していることがわかるが、これは同区間に、タンジュンカララン～ムアラエニム間を運行する PT. BA 社の石炭列車が運行されているためである。

(2) 線路容量

一般に単線区間における線路容量は以下の式で求められる。

$$N = \frac{1,440}{(t+s)} \times d \dots\dots\dots(4-1)$$

t : 駅間の平均運転時分 (分)

s : 駅における運転取扱時間 (分)

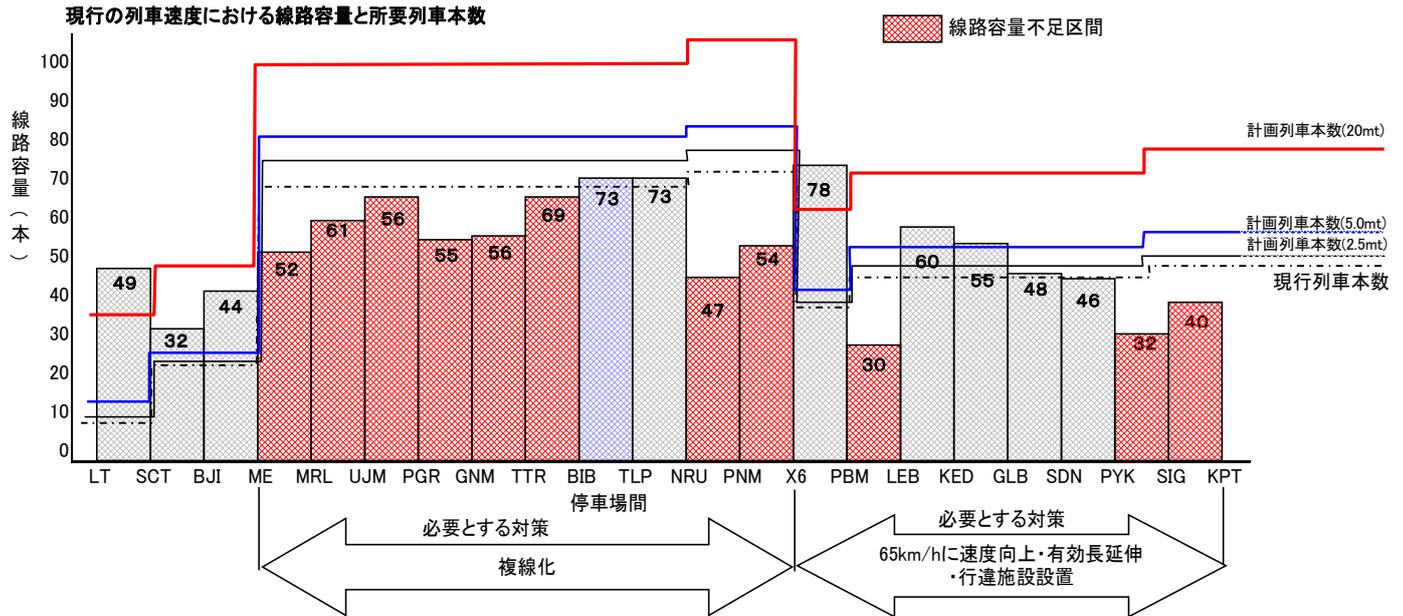
d : 線路利用率

ここに、運転取扱時間 s は、ある方向からの列車が駅に到着した後、分岐器を転換して進路を構成し、その方面への出発信号機に進行信号が表示されて、実際に反対方向の列車が出発できるようになるまでの合計の時間のことである。この値は、非自動閉塞区間では 2.5 分が標準とされている。

次に、線路利用率 d は、1 日 24 時間のうち実際に線路を利用する時間帯の割合である。この値は、保線作業や列車を設定する時間帯の制約などを考慮して 55%~75%程度とされているが、速度の異なる列車が混在している路線では一般的に 60%が標準値である。

式(4-1)によって、現行ダイヤを前提条件として各区間別線路容量を計算し、現行列車本数と計画輸送量ごとの列車本数を記入したものが【図 4-3-1】である。図で明らかのように、既に 11 の区間において線路容量が不足している。線路容量が不足すると、列車の運行ダイヤにひずみが生じるため、以下のような輸送上の問題が発生する。

- 列車の行き違いや追越し機会が増えるために列車の表定速度（拠点間の平均速度）が低下すると同時に、列車の遅延が生じやすくなる。
- 運行ダイヤが乱れたときに列車の遅延を吸収することができず、後続列車や対向列車に遅れが波及することで線区全体の慢性的列車遅延を引き起こす。
- 運行ダイヤに余裕がないために線路保守作業などの維持管理のための時間の確保が困難となり、鉄道施設の損傷の進行を早める。



(出典：調査団)

【図 4-3-1】 現行の列車速度における線路容量と所要列車本数

(3) 輸送力増強策

本プロジェクトでは主に PT. BAU の石炭増産計画に対応するため、ラハット（スカチンタ）～クレタパティ間の輸送力増強を計画している。一般的に輸送力を増強するためには、①列車の連結両数を増やす「増結」と、②増結せずに列車本数を増やす「増発」の2つの方法が考えられるが、その実施には以下のような点に配慮する必要がある。

- 停車場（駅や信号所）の線路有効長を延長するなどの線路改良工事が発生する。
- 機関車の牽引力を大きくするか、または勾配を改良する必要がある場合もある。
- 「増発」の場合で、既に線路容量一杯まで列車ダイヤが設定されている場合には効果が期待できない。

(4) 単線の線路容量を増やす方法

輸送力を根本から増強する方法は線路容量を大きくすることである。一般に、単線区間の線路容量を増やすには以下の方法がある。

① 停車場間の距離を短縮する。

- 待避線の無かった中間駅に列車すれ違いのための待避線を新設する。
- 停車場（駅や信号所）間の距離の長い区間の中間に、列車行き違いのための停車場を新設する。
- 線路容量が不足している区間を部分的に複線化する。

② 停車場間の平均運転時分を短縮するために、列車の運転速度を向上して表定速度を向上する。

③ 運転取扱時分を短縮する。

- 信号装置を自動化する。
- 停車場構内の信号システムを継電連動化する。

④ 抜本的対策として全線を複線化する。

(5) 輸送計画

PT. BAU の石炭生産計画に対応した輸送計画と、その実現に必要な措置をまとめたものが【表 4-3-2】である。

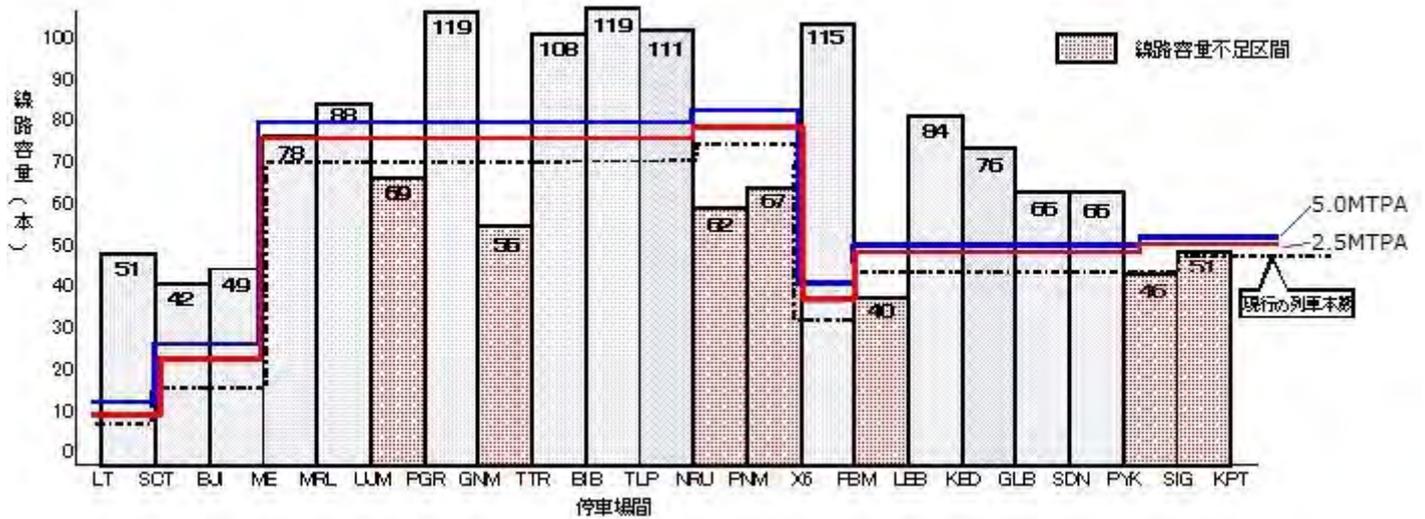
また、ムアラエニム～クルタパティ間の列車運転速度を 65km/h に向上した場合の区間毎の線路容量と、2.5MTPA 及び 5.0MTPA 輸送に対応した列車本数を比較した図を【図 4-3-2】に示す。この図から、列車運転速度を 65km/h に向上するとプラブムリ～クレタパティ間の線路容量不足は改善されることがわかる。

しかし、同区間のうち比較的駅間距離の長い 2 区間は途中に行き違い施設が必要と思われる、さらにプラブムリ～X6～グヌンメガン (GNM) 間では、容量の不足が改善されないため、同区間の複線化は必要であると考えられる。

【表 4-3-2】輸送増強計画と必要な措置

実施段階		第1段階				第2段階				第3段階			
PT. BAU年間生産目標		250万t				500万t				2,000万t			
年間輸送目標		250万t				500万t				2,000万t			
貨車編成両数(列車長)		25両(395m)				40両(615m)				60両(930m)			
所要列車本数		8本				10本				21本			
年間最大輸送量		260万t				520万t				2,040万t			
車両所要数	機関車	本線	入換	予備	計	本線	入換	予備	計	本線	入換	予備	計
		8両	0両	3両	11両	9両	3両	3両	15両	26両	5両	5両	36両
	貨車(コンテナ車)	使用	予備	計	使用	予備	計	使用	予備	計			
		200両	10両	210両	400両	20両	420両	840両	20両	860両			
コンテナ	使用	予備	計	使用	予備	計	使用	予備	計				
	400個	20個	420個	800個	40個	840個	-	-	-				
輸送力増強に必要な措置		列車の編成長はMEを除く各駅の有効長以内								KRT-X6間駅構内有効長延伸必要			
		KRT-X6間速度向上せずにダイヤ設定可能				全線65km/hに速度向上必要							
		X6-GNM間複線化必要。PGR-UJM間中間行き違い施設必要											

(出典：調査団)



(出典：調査団)

【図 4-3-2】列車速度を65km/hにした場合の線路容量

4.3.2. 運転曲線

運転計画を立てるにあたり、ラハット～クレタパティ間をCC205型機関車1両で1,400トンを牽引し、空車貨車回送はCC201型機関車1両で1,100トンを牽引するとし、最高速度を65km/hとする条件で運転曲線と基準運転時分表を作成し、それに基づき列車運行ダイヤを立案した。その結果、同区間では列車速度を向上することによって1日10往復の列車増発が可能であることが確認できた。従って、【表 4-3-3】の輸送計画は妥当なものであり、実現の可能性は大きいと考える。

【表 4-3-3】 基準運転時分表

クレタパティ→ラハット					区間		ラハット→クレタパティ					
標準 勾配 (%)	石炭列車(空車回送)				駅名	駅間 距離 (km)	石炭列車					標準 勾配 (%)
	CC201						CC205					
	1,100 ton						1,400 ton					
L		13:15 =	—	12:00	Kertapati (KPT)	11.6		—	12:00		13:45 =	L
-0.9		17:00 =	—	15:30	Simpang (SIG)	15.2	14:00	—	15:00	15:15 =	16:15 =	0.9
L		12:15 =	—	11:00	Payakabung (PYK)	9.9	9:00	—	10:15	10:30 =	12:00 =	L
-0.5		14:45 =	—	12:30	Serdang (SDN)	9.7	9:15	—	10:30	10:45 =	12:00 =	0.5
L		10:45 =	—	9:30	Gelumbang (GLB)	8.2	8:00	—	9:15	9:15 =	10:30 =	L
0.2		9:15 =	—	8:15	Karangendah (KED)	7.4	7:15	—	8:30	8:30 =	10:00 =	-0.2
-1.6		18:15 =	—	16:45	Lembak (LEB)	15.9	15:00	—	16:15	16:30 =	17:30 =	1.6
2			—	4:15	Prabumulih (PBM)	3.4	3:30	—	4:30			-2
8.6			—	14:45	X6 (Pbrx6)	7.9	7:15	—	8:00			-8.6
2.5		12:30 =	—	11:00	Penimur (PNM)	10.8	10:30	—	12:00	11:45 =	13:15 =	-2.5
-0.1		12:15 =	—	11:00	Niru (NRU)	10	9:30	—	12:00	10:15 =	13:00 =	0.1
4		17:15 =	—	16:30	Blimbingpendopo(BIB)	12.7	12:30	—	14:30	13:30 =	15:15 =	-4
7.6		12:15 =	—	11:15	Gunungmegang(GNM)	6.5	6:30	—	8:00	7:45 =	8:45 =	-7.6
7.6		15:45 =	—	13:45	Penanggiran(PGR)	7.9	8:00	—	9:45	9:00 =	10:45 =	-7.6
-4.7		8:45 =	—	6:45	Ujanmas (UJM)	6.4	6:45	—	8:30	8:45 =	10:00 =	4.7
4.8		12:00 =	—	11:00	Muaragula (MRL)	8.2	7:45	—	9:15	9:00 =	10:45 =	-4.8
9.3		22:00 =	—	21:00	Muaraenim (ME)	10.8	10:30	—	11:45	11:30 =	13:00 =	-9.3
1.8		19:15 =	—	18:30	Banjarsari (BJI)	16.8	16:00	—	17:00	17:00 =	18:15 =	-1.8
-1.8		13:00 =	—	11:30	Sukacinta (SCT)	10.5		—	11:30	11:30 =	12:15 =	1.8
					Lahat (LT)							
				189.15	合計	189.8	219.45					
				60.2	平均速度	===	51.8					

(出典：調査団)

以上の輸送計画に対応した各実施段階の輸送力増強策をまとめたものが【表 4-3-4】である。

【表 4-3-4】輸送力増強計画と具体的措置

実施段階	第1段階	第2段階	第3段階
BAU年間生産目標	2.5MTPA	5.0MTPA	20.0MTPA
年間輸送目標	2.5MTPA	5.0MTPA	20.0MTPA
貨車編成両数(列車長)	25両(395m)	40両(615m)	60両(930m)
所要列車本数	8本	10本	21本
年間最大輸送量	2.6MTPA	5.2MTPA	20.4MTPA
輸送力増強に必要な措置	列車の編成長はMEを除く各駅の有効長以内	KPT-X6間駅構内有効長延伸必要	
	KPT-X6間速度向上せずにダイヤ設定可能	全線65km/hに速度向上必要	
	X6-GNM間複線化必要。PGR-UJM間中間行き違い施設必要		

(出典：調査団)

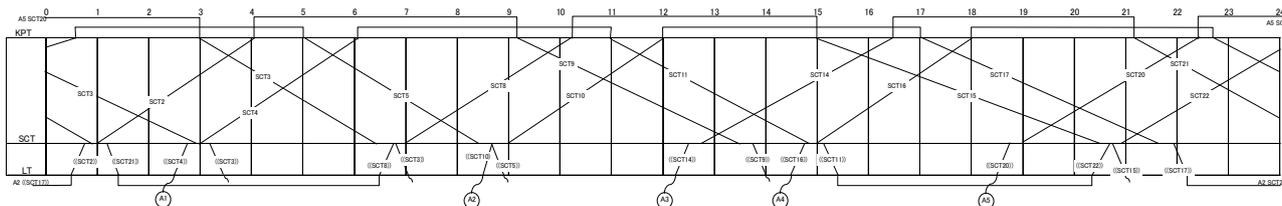
行き違い設備の増設や部分複線化と列車の「増結」及び「増発」で石炭輸送量を年間500万トンまで増強することは可能と考えるが、これを越える輸送需要が発生する場合には、線路容量を増やすために全線複線化が必要となる。

4.3.3. 車両運用計画

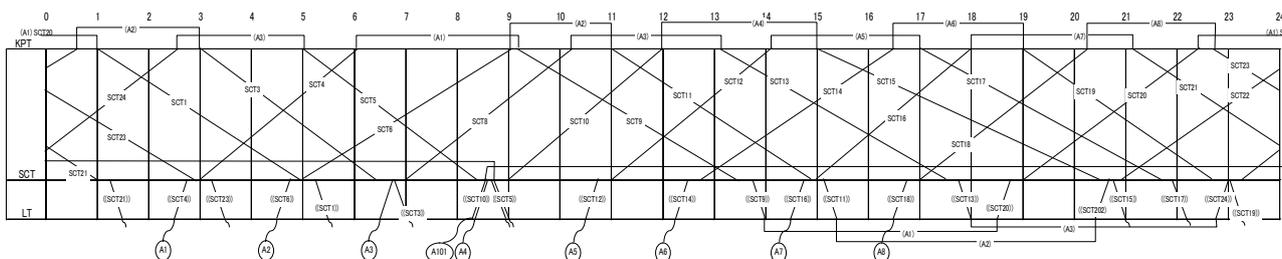
(1) 機関車運用計画

CC205型機関車1両で貨車40両までの牽引は可能であるが、それ以上に「増結」する必要が発生した場合には機関車2両で重連運転する必要がある。SPCで使用する機関車はSPCが独自に調達することになるが、車両の点検整備、車両の運用、乗務員の取扱などを考えると、PT、KAIとの技術的統一化を図ることが合理的であることから、効率、環境、経済性、技術基準を考慮して最新のCC205の採用が妥当であると考え。機関車は本線、入換のいずれもCC205型を使用することで車両保守管理の一元化を図る。各段階の機関車運用ダイヤを示したものが【図 4-3-3】である。

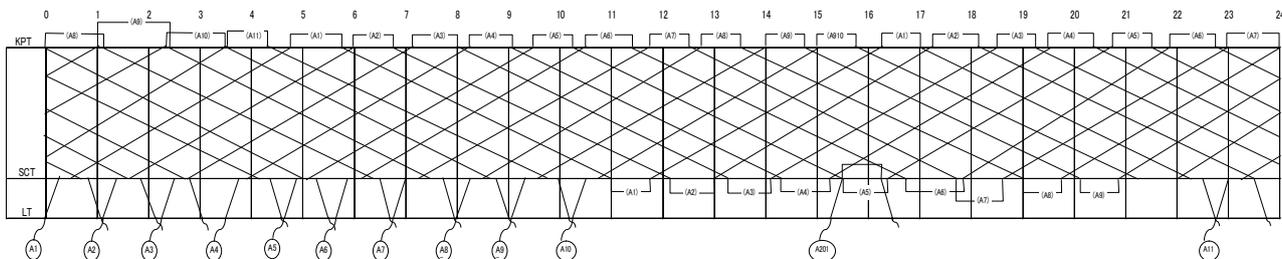
第1段階



第2段階



第3段階



注) 第1段階 8 往復、第2段階 10 往復、第3段階 21 往復の機関車運用ダイヤ

(出典：調査団)

【図 4-3-3】機関車運用表

機関車の運用は、第2段階までは乗務員の運用に関連してラハット～スカチンタ間を単行機関車回送とし、スカチンタ～クレタパティ間を本列車として運転する形態とする。機関車の日常点検、定期検査はラハットで行われる。第3段階では、列車本数が21本に増加するため、機関車を効率よく運用するためにスカチンタ折り返しを基本として、機関車がラハットに戻るの、水及び燃料補給のためと、定期検査のための場合に限定する。

(2) 貨車運用計画

貨車の形式選定については、現行の PT. BAU の石炭取扱方式を考慮して、実施の第2段階まではコンテナ貨車とするが、第3段階では現行より大規模な石炭取扱を想定して50トン積載の石炭専用貨車とする。

4.3.4. 車両配置計画

(1) 機関車

機関車の配置について、運用効率の優位性から基本的にはラハットの機関車基地を拡張した上で配置し、PT. KAI に運行を委託する。現在、ラハットには PT. KAI の車両工場があり、重要部検査及び全般検査の PT. KAI への委託が可能である。SPC が調達する機関車は最終的には第 3 段階で 36 両になるが、それに対応した施設の拡張と乗務員及び保守要員の増員が段階的に必要になる。PT. KAI ラハット機関車工場への聞き取りによると、CC205 型機関車の点検整備業務は外注化する計画があるとのことであった (PT. KAI 本社ではその計画は無いとのこと)。その場合には、SPC 保有の機関車もその外注先に委託することになる。

将来、石炭の列車からバージへの積替施設を、シンパンから北方に 7km ほど離れたムシ川の岸に新設し、シンパンから当該施設まで石炭専用線を敷くという計画が存在することを PT. KAI クラタパティから示された。この計画を実施する場合には、専用線敷地内に SPC 専用の機関車及び貨車基地を建設して、そこで重要部検査と全般検査までを独自に行うことが考えられ、そこで PT. KAI 保有の CC205 型機関車の重要部検査と全般検査を受託実施することも可能である。

入換用機関車は、現行の 1.0MTPA の輸送レベルである間は牽引機関車が入換作業をすることで対応可能であるが、年間 2.5MTPA 以上の輸送に対応するためには、構内作業の効率化を図る必要があるため、ラハット駅とクレタパティ駅に入換機関車を配置する必要がある。

(2) 貨車

貨車の形式選定については、現行の PT. BAU における石炭取扱形態と輸送形態を踏襲してコンテナ輸送対応のものを採用する。貨車は両数が多く使用環境も過酷であるため、良好な状態で運用するためにラハットとクレタパティの両駅に配置する。また、貨車に付随するコンテナも両駅に配置し、それらが適宜保守管理される体制を構築する。

以上の検討の結果、車両の所要数をまとめたものが【表 4-3-5】である。

【表 4-3-5】車両投入計画

実施段階		第1段階				第2段階				第3段階			
BAU年間生産目標		2.5MTPA				5.0MTPA				20.0MTPA			
年間輸送目標		2.5MTPA				5.0MTPA				20.0MTPA			
貨車編成両数(列車長)		25両(395m)				40両(615m)				60両(930m)			
所要列車本数		8本				10本				21本			
年間最大輸送量		2.6MTPA				5.2MTPA				20.4MTPA			
車両所要数	機関車	本線	入換	予備	計	本線	入換	予備	計	本線	入換	予備	計
		8両	0両	3両	11両	9両	3両	3両	15両	26両	5両	5両	36両
	貨車(コンテナ車)	使用	予備	計	使用	予備	計	使用	予備	計			
		200両	10両	210両	400両	20両	420両	840両	20両	860両			
	コンテナ	使用	予備	計	使用	予備	計	使用	予備	計			
		400個	20個	420個	800個	40個	840個	*****	****	****			

(出典：調査団)

4. 4. 施設規模の提案

4. 4. 1. 現場条件と技術的課題

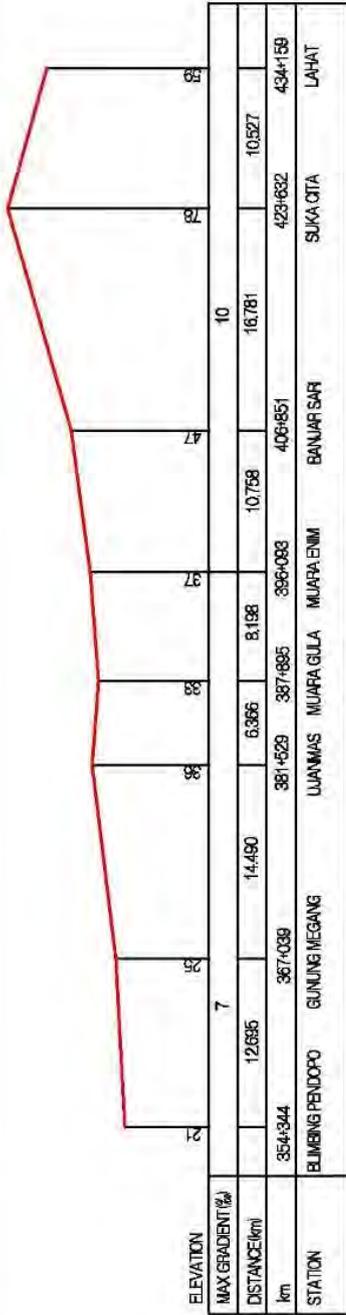
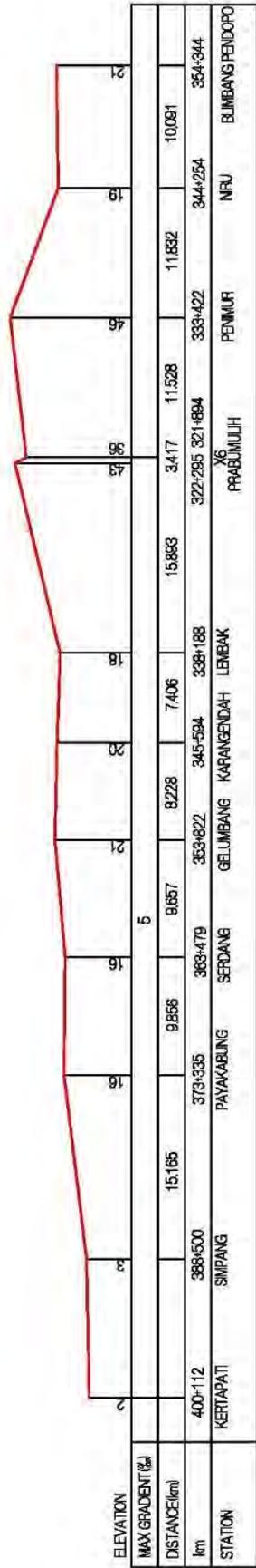
ラハット～クレタパティ間の鉄道は、標高 78m のスカチンタから下り勾配で標高 43m のラブムリーを經由して標高 2m のクレタパティに向かって下っている。地形的には、ラハット～ムアラエニム間は山間部、ムアラエニム～パヤカブンは丘陵部、パヤカブ～シンパン間は平野部に区分できる。

ラハット～ムアラエニム間是最急勾配である 10‰の区間が多く、平面曲線半径 500m 以下のカーブ区間が多い。地質は普通地盤で、Air Banakat 層 (Tma) と Muaraenim 層 (Tmpt) の堆積岩が分布する。拠点駅付近では市街地や村落が形成されているが、中間では人家は少ない。

ムアラエニム～パヤカブンは平均の勾配が 5‰程度の下りを基本とする地形にアップ・ダウンを繰り返しており、平面曲線半径が 1,000m 以上の緩やかなカーブ区間が多くなっている。地質は普通地盤で、Kasai 層 (Qtk) の堆積岩が分布する。拠点駅付近では市街地や村落が形成されているが中間では人家は少ない。

パヤカブからクレタパティ間は、ムシ (Musi) 川とオガン (Ogan) 川に挟まれた扇状地に位置し、標高 2～3m の一定勾配区間で、平面曲線半径が 1,000m 以上の緩やかなカーブ区間が多い。地質は軟弱地盤で、沖積層 (Qs) の低湿地堆積土が表層に分布する。湿地帯部の人家は少ないが、クレタパティ近郊は市街化され人家が密集している。

鉄道構造物については、ラハット～クレタパティ間の全区間は土工区間 (切土、盛土) であり、土木鉄道構造物は、駅ホーム、橋りょう、小規模な横断管路及び踏切である。



【图 4-4-1】 駅間勾配

(出典：調査団)

以上の現場条件をもとに詳細な線形計画と設備計画を策定するには、測量を実施して停車場平面図、線路平面図及び線路縦断図を作成する必要がある。停車場における線路有効長を延伸する必要がある箇所では、停車場構内の勾配が2.5%以下でなければならないことから、延伸区間における線路勾配が2.5%以下になるよう設計する必要がある。また、複線化工事において線増する新設線の位置を決めるには詳細な現地調査が必要である。

現地調査時によれば、レール頭部と側面の磨耗が発生し、列車脱線の影響によるの कारणは不明だがコンクリートまくらぎの折損又は損傷が発生し、道床バラストが不足し、さらには路盤不良に起因する墳泥が発生するなど、鉄道インフラの面でも、安定した輸送量確保にとって悪影響を及ぼす要因が数多く見受けられた。PT. KAI の現地維持管理責任者に対するヒアリングによれば、3本までのまくらぎ破損ならば軌間（ゲージ）に支障を与えないので問題がないとの説明であったが、間違った認識である。以上のように軌道は、整備不足、まくらぎの配置不良、及び締結装置の欠落など、安全・安定輸送面で問題となる箇所が多いため、これらの修復は喫緊の課題である。

踏切については、多くの箇所で遮断機が設置されていないなど簡易な構造であり、路面の維持管理が適切に行われていない状態である。軌道改良にあわせ踏切の改良が必要となる。

信号・通信設備については、多くが既に老朽化しているため、これが列車速度向上を困難にしている原因のひとつになっていると思われる。将来的には近代的な電気式設備への更新が必要である。

本プロジェクトでは、軌道修復工事として上記のような状態にあるレール、まくらぎ、道床（バラスト補充）、分岐器及び軟弱路盤改良の全数を対象とするが、これらを一度に実施するには膨大な工事費と工期が必要なるのに加え、主な軌道材料は外国からの調達となるため割高である。十分な資金確保と計画的な資機材調達が必要となる。

本プロジェクトでは、路盤改良も修復の対象とするが、建設に先立ち盛土材料調査を行い、排水性の高い適正な材料を選定すべきである。

以上概観したように、現行鉄道インフラや設備には多くの問題があるが、軌道構造や信号設備を含め、これらを全線に亘って一度に更新するには膨大な事業費と時間を必要とするため、段階的に緊急性の高いものから順次実施していくことが望ましい。

さらに、これらのインフラや設備の修復を終えても、現状のように適切な時期に適切な方法で保守が行われていない状態が続けば、いずれ列車の高速運転に耐えられなくなる。計画保守・予防保全の考え方の教育と、適切な保守要員の人材教育もあわせて実行する必要がある。

以下に、施設ごとの修復工事実施にあたって考慮すべき事項について説明する。

(1) 軌道材料の交換

① レール交換

- プラブムリー～クレタパティ間のレール種別は R42 レールで、レール敷設後約 50 年が経過している。R42 レールを含む 40kg/m 級レールの摩耗や疲労による交換周期の目安は、累積通過トン数（通トン）で約 3 億トンであるが、現在、年間の通トン数が 1,600 万トンに達していることから、レール交換が必要な時期を迎えていると推定される。
- レールを交換する場合のレール種別は、通トンから区分される線路等級が 2 級線に分類されるため、R54 レールに重軌条化する必要がある。
- 重軌条化により、レールの長寿命化（レール交換周期の延伸）が図られるとともに、速度向上により増加する列車衝撃荷重を分散させ、軌道破壊（軌道狂い）の緩和が期待できる。
- ムアラエニム～プラブムリー間のレール種別は R54 レールであるが、レール敷設後 40 年が経過している。R54 を含む 50kg/m 級レールの摩耗、疲労による交換周期の目安は、累積通トンで 3～4 億トンであるが、現在、同区間の年間の通トン数は 4,300 万トン・年であることから、ほぼ限界状態にあると推定される。

② まくらぎ・締結装置の交換

- プラブムリー～クレタパティ間の PC まくらぎは敷設後 50 年が経過しており、PC 鋼棒の露出等、不良率が全体の 30%程度と見積もられ、かなり老朽化が進んでいる。また、締結装置の軌道パッドは、ほぼ全ての箇所弾性が失われていると共に、締結クリップの脱落も散見される。従って、このままの状態では放置すれば、まくらぎ及び締結装置に求められているレールから伝わる列車荷重の道床（バラスト）への均等な分散やレール座屈に対する抵抗等の機能が失われ、レール張出し事故やレール損傷といった事故を引き起こし列車運転に重大な支障を起す恐れがあるため、これらの交換が必要となっている。
- PC まくらぎ用締結装置の交換については、まくらぎ交換後も既設の R42 レールを継続して使用する区間では、将来 R54 レールに交換することを考慮すべきである。即ち、まくらぎと締結装置抑えクリップとの間のインシュレーターの交換をすだけにとどめることにより、同一まくらぎに種別の異なるレールが締結可能にする。
- ムアラエニム～プラブムリー間は、軌道敷設後約 40 年が経過し、まくらぎと締結装置の老朽化が進んでいるため、破損した PC まくらぎや締結装置の交換が必要である。また硬化の進んだ軌道パットは全数交換が必要である。
- 現状では、ひび割れた PC まくらぎや締結クリップの脱落したレール締結装置がそのまま放置されて運用されているが、これら軌道材料の交換後は適切な材料管理を確実にを行い、軌道構造を健全な状態に維持し、事故防止と保守管理の効率化に勤める努力が必要である。

③ 道床交換

- 標高が2～3mと低く軟弱な地盤が約20kmに亘って続くキロ程375+000付近からクレタパティ駅の間では、路盤不良により路盤土に道床（バラスト）がめり込み、バラストに土砂が混入していると推定される。
- ラハット～シンパン間の踏切前後を含む軟弱地盤箇所では、バラストが路盤土にめり込んでいるが、高い剛性を持ったレールがバラストの変形に抵抗するため、まくらぎがレールに締結装置を介してぶら下がった状態、即ち「浮きまくらぎ」の状態となり、噴泥が発生している。
- 噴泥やバラスト内への土の混入により、バラストに求められている、列車荷重の路盤への分散、まくらぎの保持、温度上昇時のレール張出しに対する抵抗、軌道の排水性の保持といった機能が失われ、レール張出し事故を誘発し、軌道の必要保守頻度を大幅に増やすことになるため、これらの箇所では新しいバラストに置き換える道床交換が必要である。
- 道床交換を行うにあたっては、路盤圧力を軽減して軟弱地盤に与える負荷を軽減するために、道床厚を現在の30cmから35～40cm程度に増加させるのが有効である。
- 踏切前後において道床厚を35～40cmに増加する場合は、踏切道のレールレベルも5～10cmこう上させる必要がある。

④ 道床補充

- 路盤が軟弱なためにバラストが路盤にめり込んで所定の道床厚が維持されていないと推定される箇所を中心に、道床厚や道床状態（バラストの細粒化の有無や土砂混入度）のサンプル調査を実施し、道床厚が足りない区間では道床補充を行う必要がある。
- プラブムリー～クレタパティ間では、重軌条化に合わせて道床肩幅を現行の40cmから50cmに道床補充する。
- ラハット～プラブムリー間では、主に道床肩部で道床厚が不足しているため、道床補充により道床肩幅(500mm)を確保し、所定の道床横抵抗力が得られるようにすることでロングレールの座屈防止に努めることが必要である。
- 雨水でバラストが線路外へ流失している区間では、排水設備の機能が本来期待されている容量を満足しているか否かを調査し、満足していない場合には排水設備の改良または新規設置が必要である。

⑤ 橋まくらぎ交換

- 無道床橋りょう（トラス橋）用の木まくらぎは、老朽化してひび割れていると共に、橋桁定着用ボルトが全て脱落し、軌きょう（レール及びまくらぎ）が橋りょうから完全に浮いた状態となっている。このため、まくらぎを交換し締着ボルトによりまくらぎを橋桁に固定する必要がある。

⑥ 継目板の管理

- レールを接合する継目板には、ボルトの緩み、ボルト抜けの箇所がみられ、ロングレールの遊間管理と継目落ち防止との観点から、保守作業においてはボルトの確実な締結状態管理が必要である。

⑦ レール溶接

- ロングレール化のためのレール溶接部では、溶接不良によるレールの角折れが原因でバラストが繰り返し叩かれて噴泥が発生しているため、レールの現場溶接（テルミット溶接）の作業品質を向上させると同時に、非破壊検査を用いたレール溶接の品質管理を確実にを行う必要がある。

⑧ その他

- 異種レール（本件の場合 R42 と R54）の接続には中継レールを介すことが必要であるが、現場では異種レール同士を直接溶接で繋いでおり、これが運行に悪影響を与え保守品質を悪化させている。
- 短尺レールの長さは 5m 以上とすることが必要であるが、現場では 5m 以下のレールが使われているため、車両のボギーに悪影響を及ぼす恐れがある。
- ロングレール端には 25m 長の緩衝レールを 3 スパン設けることとなっているが（Indonesian Railway Technical Standard on Track Design, Installation and Maintenance による）、現場はそうになっていないため、温度伸縮によりレールの張り出し事故が発生する可能性がある。

(2) 土木材料

土木材料は、『Consulting Engineering Service for Improvement of Maintenance and Operation (April 2006)』に定める下記の材料種別を使用することで特に問題はない。

土木材料のうち鋼橋以外の材料については国内で調達を行い、鋼橋については国外で製作されたものを組立架設するため、この規格以上の強度を保有する材料の選択が必要となる。

① 鉄筋・鋼材

・鉄筋

【表 4-4-1】鉄筋の種別

区 分	種 別	降伏強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²
異形棒鋼	SD345	345	490
	SD390	390	560

(出典：調査団)

・鋼材

【表 4-4-2】鋼材の種別

鋼 種	SS400	SM490
	SM400	
	SMA400	
基本強度 N/mm ²	235	315

(出典：調査団)

② コンクリート・骨材

【表 4-4-3】コンクリート種別

種別	構造種別	設計基準 強度 (N/mm ²)	セメント の種別	粗骨材の 最大寸法 (mm)	水セメント比 の上限値 (%)
鉄筋コン クリート	橋台	21	普通	25	60
	橋脚	24	普通	25	60
	場所打ち杭	30	普通	25	50
	ボックスカルバート	24	普通	25	55

(出典：調査団)

③ 路盤材料

【表 4-4-4】路盤材料の種別

強化路盤	材料	厚さ (mm)	粒度 (mm)	配合
上部路盤	アスファルトコンクリート	150	最大粒径 20	アスファルト量 4.5～6.0%
下部路盤	粒度調整砕石 M-40	300	40～0	---

(出典：調査団)

④ 盛土材料

【表 4-4-5】盛土材料の種別

群記号	土質及び岩質
A 群 (K_{30} 値 $\geq 110\text{MN/m}^3$)	礫、シルト混じり礫、粘土混じり礫、火山灰質土混じり礫、シルト質礫、シルト混じり砂、粘土混じり砂、硬岩ずり（剥離製の著しいものを除く）
B 群 (K_{30} 値 $\geq 110\text{MN/m}^3$)	有機質土混じり礫、粘土質礫、火山灰質土混じり砂、有機質土混じり砂、砂、シルト質砂、粘土質砂、硬岩ずり、軟岩ずり（剥離製の著しいもの）、脆弱岩ずり

(出典：調査団)

(3) 電力・信号・通信・機械設備

① 電力供給

第1段階と第2段階では、一部新設する信号所を除いては、電力設備は現状の設備で十分である。

第3段階では、信号通信設備の近代化に伴い大きな容量の電力を必要とするので、電力会社からの買電が必要になる。

② 信号設備

第1段階では、全線において十分に維持管理ができているので、現状の信号設備で問題はない。

第2段階では、列車編成長の延伸に伴い停車場において有効長延伸が必要になり、信号機や転轍器の移転がある。この段階においては、機械式信号設備で制御できる長さを

越えた区間が出てくる場合がある。その場合には、新たに信号所を設備しなければならない。

踏切設備については、交通量の多い所では列車通過の直前横断が多いために、列車や車の監視を兼ねた踏切警手が必要であり、警手を配置した現状の設備が合っている。現状は列車の運転本数が少ないためこれで問題ないが、列車本数が増えてくると現状の踏切設備や警手の能力を超えてくるため自動化が必要になる。費用を考えると、全ての踏切について一斉に自動化をするのではなく、運転本数の多くなる段階から自動化に着手すべきである。ただし、新たに自動化した時点から一定期間中は、踏切の直前横断の監視や新しい踏切設備に対する通行人の教育の観点から、踏切警手の配置が必要である。

③ 通信設備

できるだけ早い段階で、機関士と運輸指令との間で故障頻度の少ない明瞭な通話環境を提供するために、光ケーブルを用いた通信幹線網の設置が必要である。光幹線網は、明瞭な通話環境を整えるだけでなく、大容量のデータ転送が可能な特性を利用して、携帯電話による指定席券の予約や、映像監視システム（CCTV）の利用が可能となる。

この映像監視システムの導入により、画像で運転状況を確認できるだけでなく、各駅の混雑状況の確認、さらには施設設備に監視カメラを設備して盗難対策が可能になる。

④ 機械設備

通信設備に光幹線網を設置すれば、インターネットを介して携帯電話でも列車の指定券の予約ができることになる。

(4) 石炭取扱設備

① 石炭積み込み設備

現在、スカチンタで石炭の積み込みに使っている機器はホイールローダーのみであり、原始的な積み込み方法といえる。現状の1日あたり1,280トンの積み込みであればこれで問題はないが、今後、石炭列車の便数が増えて積み込み量が増えていけばホイールローダーの台数を増やすだけでは間に合わなくなる。

以下に、石炭積み込み設備の増設、建設に当たって考慮すべき事項について説明する。

- スカチンタ駅構内の土地の制約上、石炭積込施設用敷地として最大でも7.2haまでしか拡張できない。現状のようにホイールローダーが土地内を縦横無尽に走り回るよりも、石炭を仮置きする場所を確保し、石炭積込用のサイロを建設し、その間をベルトコンベアーで石炭を移動することで効率的なコンテナへの石炭積み込みが可能となる。
- トラックの輸送経路を確保することで効率化が可能である。現状は土地に余裕があるためトラックは自由に構内に入り石炭を降ろして出ていくことが可能だが、明確にト

ラック専用道路として仕切る必要がある。

- ベルトコンベアーからコンテナに石炭に積込む際は、コンテナ内の石炭を平準にならす必要があるが、スペースの制約から追加の機器の導入が難しい。従って、首振り型（スウィング式）のベルトコンベアーを導入することで石炭を平準化しながら石炭をコンテナに積込むことが可能である。

② 石炭積降ろし設備

クレタパティ側における石炭積降ろし設備は、PT. BA とその他の民間石炭会社とでは、その規模や方法が異なっており、今後もそれぞれの会社により手法も変わってくると考えられるが、本プロジェクトでは PT. BAU（民間石炭会社）が保有する設備や土地を基本に、今後の石炭積降ろし設備を導入するに当たっての考慮すべき事項について説明する。

- 貨車からの石炭コンテナを積降ろす作業に関しては、2.5MTPA までの量であれば、現在の1本の引込線のままで、リーチスタッカーの数を増やすだけで対応が可能である。しかし、5.0MTPA 以上の量を達成するためには、クレタパティ駅構内で現在倉庫が建っている場所にもう1本の引込線を引く必要がある。その際、倉庫跡の敷地面積の制約から線路有効長を確保できない都合上、それぞれに引込線には、40両のコンテナ貨車を2分割して20両ずつ進入する形とし、リーチスタッカーをそれぞれの引き込み線に配備する。また引込線を増設するためには既存の倉庫を取り壊す、または移設する必要があるが、この倉庫が文化遺産に指定されているので事前に州政府の許認可を得る必要がある。
- 現在、石炭コンテナを積んだトラックは、積降し場所から100m先の石炭ストックヤードまで一般道路を使って運んでいるが、この道路を壊して石炭ストックヤードにする計画や、ベルトコンベアーを設置して引込線のある場所から石炭ストックヤードまでつなげる計画もある。その場合、100m区間の一般道路周辺には住居があり人が住んでおり、州政府の許認可が必要であることなど実現には大きな課題がある。またベルトコンベアーでつなぐ案についても、炭塵が舞うなどの環境面での問題があり、容易には進められない。
- 石炭ストックヤードの川岸部分にはバージが停泊できるようになっているが、この長さが約50mと短くバージがはみ出てしまう。PT. BAUの石炭ストックヤードは、民間石炭会社であるPMSSの石炭ストックヤードとモスクに挟まれており、モスクは取り壊しができないため、石炭ストックヤードを拡張するためにはPMSSと協力する必要がある。

(5) 運行管理

運転指令室では光幹線網の設置に伴い、故障頻度の少ない明瞭な通話環境を整えることができる。さらには各箇所に設備した監視カメラを用いて、運転状況の確認が視覚的にも可能になる。

4.4.2. 事業規模の決定方針

以上は、本プロジェクトに円借款を利用する可能性は2014年まではないというDGRの見解に基づき、第1段階の輸送力強化策を全てSPC資金にてまかなうことを前提に立案したものである。そのため、第1段階で実施するのが望ましい部分的な軌道交換を第2段階にて実施することにより工事費を縮小している。このことで第1段階の輸送力に影響を及ぼすことはないが、事業期間である20年という長期間にわたって安定輸送を確保することには不安がある。

第2段階の工事は第1段階の工事が終了した直後に開始することを考えている。第1段階では既に軌道の道床交換工事を実施済みであるから、レール交換工事の実施時期を前倒しすることで極力レール交換前での列車走行期間を短縮することが可能である。具体的には5.2.2. (P. 5-16) に示すとおり、第1、第2段階の工事期間である4.5年を待つ必要はなく、2年間でレール交換工事は完成する。従って、この2年間は、慎重な列車運転が求められる。

以上のとおり、本調査では、長期間にわたった安定輸送を確保するために、最低限でも第2段階までの工事実施を前提にしていることを強調したい。以上まとめると、各段階の輸送力増強策は以下のとおりである。

【表 4-4-6】各段階の輸送力増強対応策（第1段階）

段階	輸送力増強策
第1段階	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸送量の目標=2.5MTPA ● 列車本数を増やす。 <ul style="list-style-type: none"> →列車本数の増加=8列車/日（片道） →車両基地の増強 ● 列車編成長を長くする。 <ul style="list-style-type: none"> →列車編成長の延長=395m=機関車（1両）+貨車（25両） →既存線の有効長を列車長395mに対応して延長 ● 列車走行速度を向上する。 <ul style="list-style-type: none"> →列車走行速度の向上=65km/h ● 石炭積込施設の取扱能力を増強する。 <ul style="list-style-type: none"> →スカチンタ駅における石炭積込施設の強化 ● 石炭積降設備の取扱能力を増強する。 <ul style="list-style-type: none"> →クレタパティ駅におけるPT.BAUの石炭積降施設の強化 ● 貯炭場の面積を拡張する。 <ul style="list-style-type: none"> →なし。

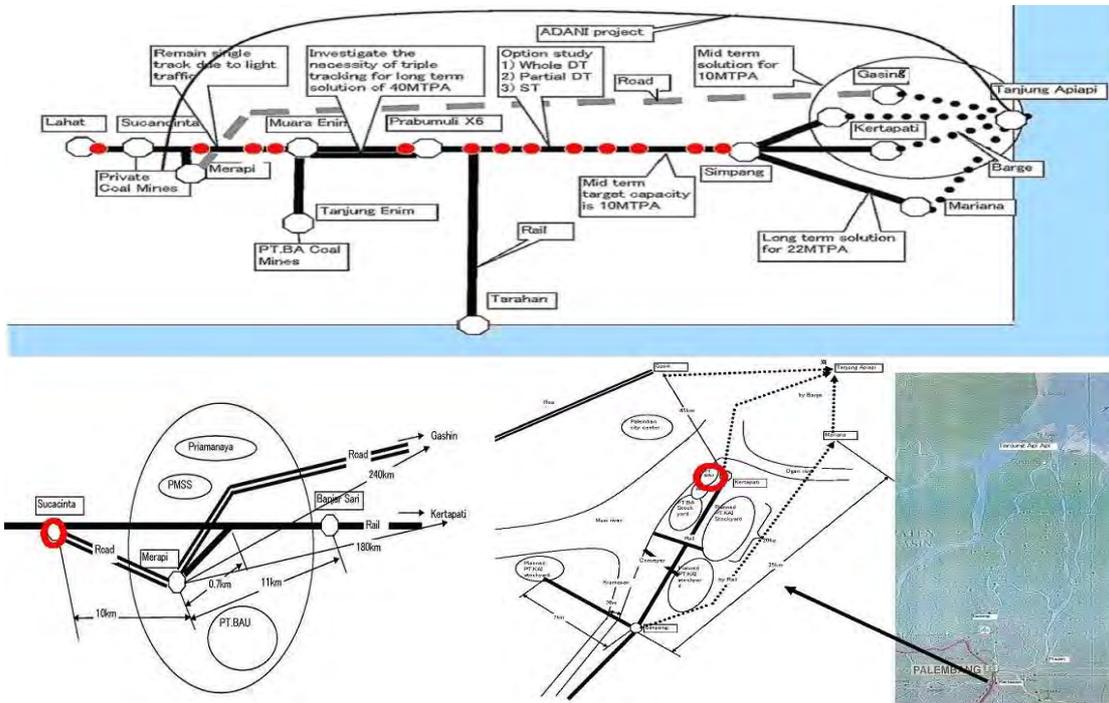
（出典：調査団）

【表 4-4-7】 各段階の輸送力増強対応策（第2段階・第3段階）

段階	輸送力増強策
第2段階	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸送量の目標=5.0MTPA ● 列車本数を増やす。 <ul style="list-style-type: none"> →列車本数の増加=10列車/日（片道） →車両基地の増強 →ムアラエニム～プラブムリーX6間の複線化工事完成 →信号所の増設2箇所 ● 列車編成長を長くする。 <ul style="list-style-type: none"> →列車編成長の延長=615m=機関車（1両）+貨車（40両） →既存線の有効長を列車長615mに対応して再延長 ● 列車走行速度を向上する。 <ul style="list-style-type: none"> →<u>既存線の軌道改良と部分的なレール交換</u> ● 石炭積込施設の取扱能力を増強する。 <ul style="list-style-type: none"> →スカチンタ駅付近のメラピ（Merapi）から本線への引込線新設=700m ● 石炭積降設備の取扱能力を増強する。 <ul style="list-style-type: none"> →クレタパティ駅構内の北端における石炭積降施設の新設 ● 貯炭場の面積を拡張する。 <ul style="list-style-type: none"> →クレタパティ駅構内の北端における石炭積降施設の新設
第3段階	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸送量の目標=20.0MTPA ● 列車本数を増やす。 <ul style="list-style-type: none"> →列車本数の増加=21列車/日（片道） →車両基地の増強 →スカチンタ～クレタパティ間の全線複線化 →継電連動化信号システムの導入 ● 列車編成長を長くする。 <ul style="list-style-type: none"> →列車編成長の延長=930m=機関車（2両）+貨車（60両） ● 列車走行速度を向上する。 <ul style="list-style-type: none"> →変更なし。 ● 石炭積込施設の取扱能力を増強する。 <ul style="list-style-type: none"> →変更なし。 ● 石炭積降設備の取扱能力を増強する。 <ul style="list-style-type: none"> →クレタパティ駅東側の鉄道用地20haからムシ川までのベルトコンベアー敷設 ● 貯炭場の面積を拡張する。 <ul style="list-style-type: none"> →クレタパティ駅東側の鉄道用地20haの貯炭場開発

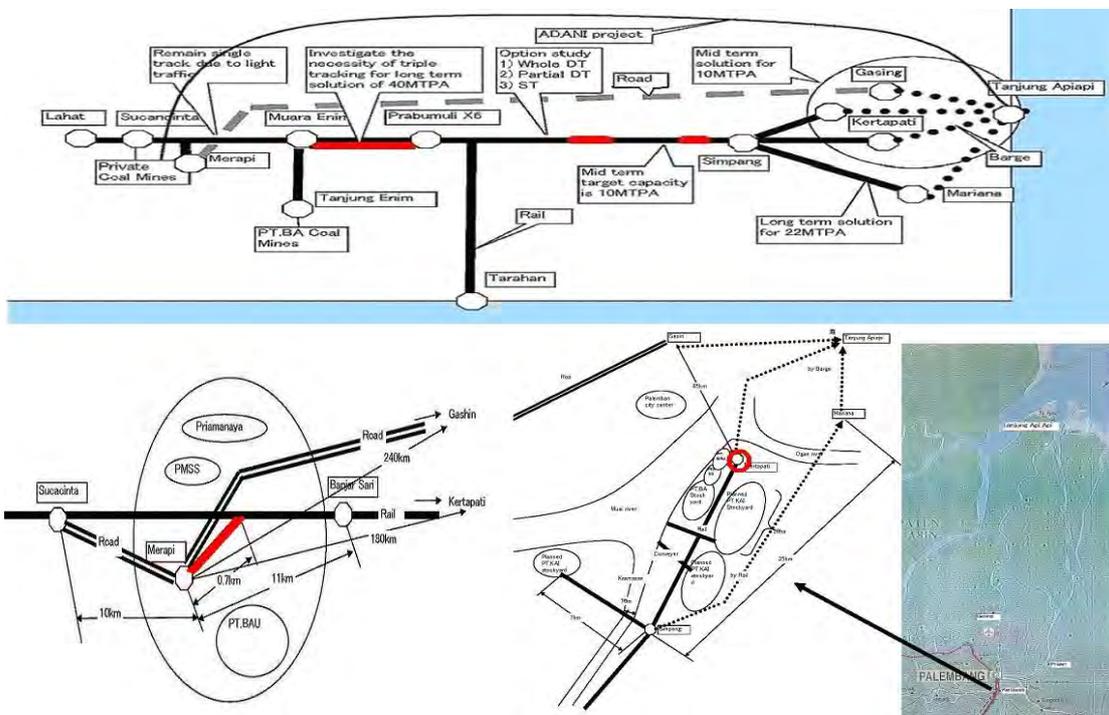
（出典：調査団）

以上の各実施段階に対応した施設増強策を略図にしたものを以下に示す。



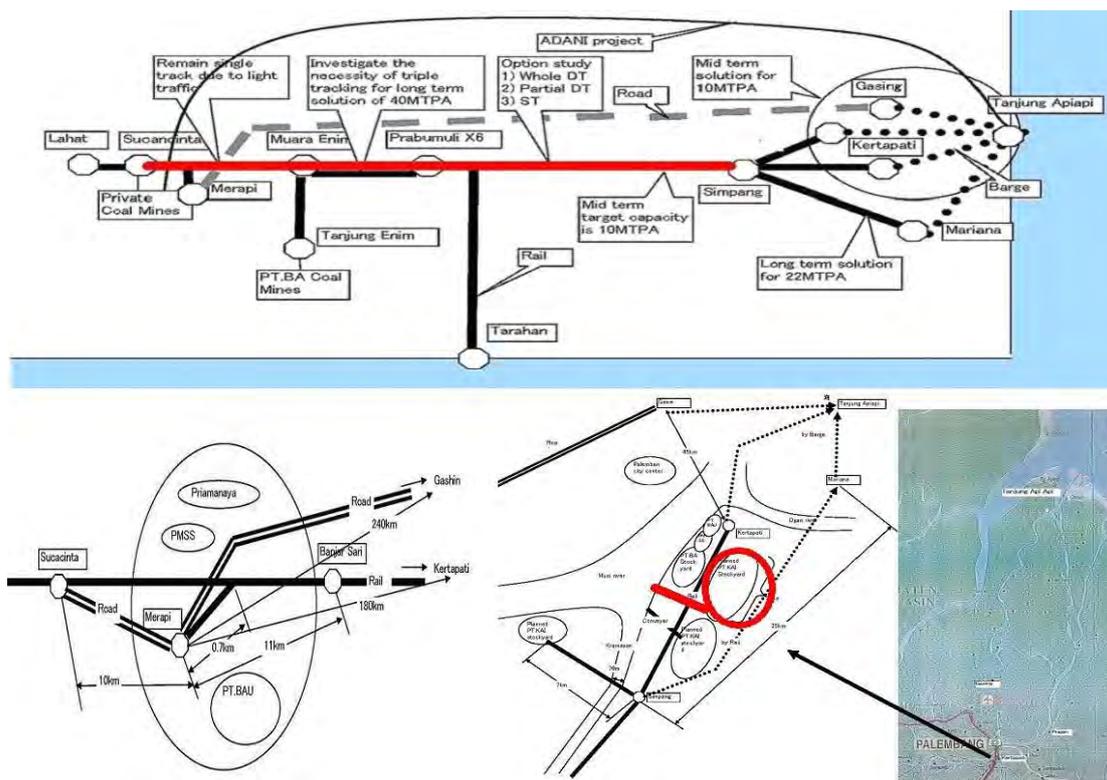
(出典：調査団)

【図 4-4-2】第1段階の対象工事箇所模式図



(出典：調査団)

【図 4-4-3】第2段階の対象工事箇所模式図



(出典：調査団)

【図 4-4-4】 第3段階の対象工事箇所模式図

4.4.3. 施設仕様決定上の留意事項

既存施設の改良及び新規構築するにあたり、本調査でとった原則は以下の通りである。

- 初期投資の費用対効果：費用的に妥当な仕様を提案する。
- 維持管理の費用対効果：軌道メンテナンスフリー化を推奨するが、費用とのバランスを考えて仕様を選ぶ。
- スペアパーツの入手：消耗部品についてはインドネシア国内で継続調達し保守可能な仕様とする。
- 近隣線区との維持管理共通化：近隣線区と極端に違った仕様とはしない。
- 日本仕様の適用可能性：日本仕様とする場合はその優位性を説明する。

以下、個別の検討結果を説明する。

(1) 軌道

- 分岐器用まくらぎは、木まくらぎより耐久性があり、かつ国内調達が可能なPCまくらぎとする。

- 無道床橋りょう用まくらぎは、初期コストが木まくらぎより嵩むが、PC まくらぎ並みに耐久性があり、維持管理上有利（省力化）な合成まくらぎを使用する。
- 無道床橋りょう用締結装置は、桁への縦抵抗力低減のため、抑え力の小さい無道床橋りょう用締結装置を使用する。
- 急曲線の曲線外側レールでは一般部に比べ著しい側摩耗が発生するが、熱処理を施し硬度を大きくした頭部熱処理レールを使用することで、保守量の低減・コスト削減が期待できる。頭部熱処理レールは一般に曲線半径 300～500m 以下の急曲線の外軌レールまたは内・外軌レールで使用されている。
- レールは、安定的列車運行のために現行の R42 レールを R54 レール（UIC54 レール）に交換するが、時期については第 1 段階の中、または遅くても第 2 段階工事開始後可及的速やかに実施する。

(2) 土木施設

- コンクリート構造物を構築するセメント、骨材、鉄筋等主な材料の調達はインドネシア国内で容易に低価格でできるため、インドネシア国内仕様とする。
- RC 構造物の鉄筋種別は、構造物寸法の縮小及び鉄筋重量の軽減が図られる高強度の SD390 の使用を可能とする。
- 上部工の鋼橋構造物の鋼材種別は、桁高の縮小及び鋼材重量の軽減が図られる高強度の SM490 の使用を可能とし、腐食防止のため耐構性鋼板とする。
- スパン 12m 程度以上で板厚 12mm 以上の鋼板を使用する中規模鋼橋及び大規模橋梁の製作及び材料は、製作技術上の問題から国外調達にする。設計方法と制作方法については一体であるため、設計・製作は必ず同一国としなければならない。
- 軟弱地盤における盛土補強対策工法のパイルネット工法に使用する杭種別については、PC 杭や H 型鋼に比べ安価となる RC 杭を採用する。

(3) 電力・信号・通信・機械

① 電力設備

第 2 段階までは初期投資の節減ならびに、容易な維持管理が可能な現状の設備を継承する。

第 3 段階では信号通信設備の近代化を図るため、大きな容量の電力が必要となる。電力設備を自家発電で賄うことも可能であるが、現状の設備でも一部で行っている電力会社からの買電がはるかに低コストである。それにより、設備の維持管理の簡素化と共通化が図られる。ただし、現状では電力会社からの買電による電力供給を行っていない設備があるので、その設備がある停車場などへ電力会社の電力線の引込みが必要になる。

さらに、インドネシア国内で製造されている電気製品が使用できるのか、検討が必要である。

② 信号設備

全線が同じ共通仕様の設備であることが前提である。そのことにより、容易で均質な維持管理が実現できる。スペアパーツは、第2段階までの機械式信号設備では、ジャワ島の使用しなくなった信号設備を修繕することで容易に入手可能なので、これを転用することが可能である。

第3段階の第1種電気式継電連動装置は、プラブムリーで現在使用開始されている信号設備と共通仕様の設備とする。そのことにより、容易で共通な維持管理が実現でき、さらにスペアパーツの在庫管理も最小限にできる。

第1種電気式継電連動装置は、電磁両立性を含め、国際的な性能基準やシステム保証基準に適合し、安全性が高く、高湿度環境に耐える湿気対策を施してある日本仕様が適切である。

③ 通信設備

第3段階において、光ケーブルを使用した光幹線網を設備する。通信機器の性能に見合った光ケーブルを使用する必要がある。それには製品性能の基準が厳しい日本製を使用する方が適切である。

さらに、映像監視システムを設備して列車や乗客、踏切監視などに使用する。

④ 機械設備

第3段階において、光幹線網のシステムを用いて大容量のデータを送受信できるほか、携帯電話を使用した座席指定券の予約システムを設備する。

(4) 石炭積込し積降設備

- リーチスタッカーはコンテナの4段積み可能なもので、スプレッダーが20ftと40ftの両種類での対応が可能なものとする。また、クレタパティ駅構内の土地が狭く、搬入が困難であることから、リーチスタッカーは現地組み立て可能なものとする。
- ベルトコンベアーは首振り型(スウィング式)とし、コンテナやバージへの石炭積込みの際に自ら動くことで箱の中に万遍なくかつ効率よく石炭が詰めるものとする。また、クレタパティ駅川岸でのバージへの積込み用ベルトコンベアーについては、土地が狭いため、自由に土地内を移動できるよう自走式のものとする。
- 第3段階で使用するベルトコンベアーは、環境問題の発生を防止するためにコンベアー部分の周りをカバーで囲ったものとする。