

令和元年度環境省委託事業

令和元年度低炭素社会実現のための
都市間連携事業委託業務

(タイ国港湾における
モーダルシフト及びターミナルの効率化の
促進による低炭素化支援調査事業)

報告書

令和2年2月

横浜港埠頭株式会社

横浜市

株式会社グリーン・パシフィック

目 次

1. 業務概要.....	1
1-1. 業務の内容.....	1
1-2. これまでの都市間連携事業の取組.....	2
(1) タイ港湾庁（PAT）について.....	2
(2) タイ港湾庁（PAT）と横浜市の関係.....	3
(3) タイ港湾庁（PAT）と横浜港埠頭株式会社（YPC）の関係.....	7
2. 現地調査等.....	10
2-1. 現地調査等の概要.....	10
(1) 第1回現地調査.....	10
(2) 第2回現地調査及び現地中間報告.....	12
(3) 第3回現地調査及び現地最終報告.....	13
2-2. レムチャバン港.....	16
(1) レムチャバン港の概要.....	16
(2) レムチャバン港のパフォーマンス.....	17
(3) レムチャバン港の管理・運営主体.....	19
(4) レムチャバン港の今後の開発計画.....	20
2-3. モーダルシフト用ターミナルのオペレーション状況の把握.....	25
(1) 対象ターミナルの現地確認及び調査の実施.....	25
(2) ターミナル運営者（タイ港湾庁）へのヒアリングの実施.....	31
(3) タイ国内における港湾施設の整備や維持管理に関する規定やマニュアルの確認.....	34
2-4. ラッカバンコンテナインランドデポ（ラッカバン ICD）の概要.....	36
(1) サイトの概要.....	36
(2) 効率化に向けた動き.....	37
(3) 運営者等へのヒアリングの実施.....	38
(4) タイ国内の鉄道に関する情報の収集・分析.....	38
3. 調査結果.....	42
3-1. モーダルシフト用ターミナルのオペレーション効率化に向けた検討.....	42
(1) 想定するオペレーション方法の確認.....	43
(2) シミュレーションによる確認.....	45
(3) 荷役機器の自動化（遠隔操作化）導入に向けた検討.....	50
3-2. タイ国鉄による鉄道輸送や民間オペレーターが運営するラッカバン ICD との連携 による効率化の検討.....	54
(1) ラッカバン ICD への低炭素設備導入の検討.....	54

(2) 連携強化に向けた課題の抽出	57
3-3. モーダルシフトの定量化手法の確立に関する課題抽出と解決策検討	59
(1) モニタリング項目の設定	59
(2) 各種データの取得可能性の調査	62
(3) 課題と解決策の検討	63
(4) モーダルシフトによる CO2 削減効果の試算	64
3-4. 検討結果の総括と今後の展望	67
資料編	69
資料 1 : PAT との協力覚書等	資料編 1
(1) PAT と横浜市のパートナーシップに関する覚書	資料編 1
(2) PAT と横浜市の覚書履行のための基本合意書	資料編 3
資料 2 : PAT との打合せ資料	資料編 7
(1) 第 1 回打合せ資料 (キックオフミーティング)	資料編 7
(2) 第 2 回打合せ資料 (中間報告)	資料編 10
(3) 第 3 回打合せ資料 (最終報告)	資料編 18
資料 3 : 低炭素社会の構築に向けた都市間連携セミナー セッション資料	資料編 28
資料 4 : シミュレーション条件及び結果	資料編 31
(1) シミュレーション条件	資料編 31
(2) シミュレーション結果	資料編 36

1. 業務概要

1-1. 業務の内容

本業務は、横浜市とタイ港湾庁（以下「PAT」）との都市間連携のもと、横浜市や横浜港埠頭株式会社（以下「YPC」）による横浜港でのモーダルシフト促進の取組み、低炭素化の実績、知見等を活用し、また株式会社グリーン・パシフィック（以下「GP」）が四半世紀にわたって取組んできた国内外の温暖化対策の経験を活用し、PAT が管理するレムチャバン港及びバンコク港を利用するコンテナ物流のタイ国内輸送モードをトラックから鉄道または内航船へとシフトする『モーダルシフト』を促進させ、港湾物流の低炭素化を図るための支援策を明確化するものである。日本の優れた技術を活用してターミナルの効率化を図ることによりモーダルシフトをより一層促進させることに加え、関連する内陸コンテナデポ等において JCM を活用して低炭素な荷役機器等設備を導入することについても合わせて調査する。

我々は、PAT の“Green Port Project”への支援について、先ず第1ステップとしてバンコク港で JCM を活用した低炭素設備導入事業を実現させ、次に第2ステップとしてそれをレムチャバン港等の PAT 管理港湾に水平展開し、中長期的にはタイ国港湾を ASEAN 域内における低炭素スマート物流拠点として発展させる段階的なアプローチで進めてきた。昨年度は、この一連の取組における第2ステップのスタートとして、レムチャバン港を対象に、JCM を活用して日本の優れた低炭素技術・製品等を導入する事業の可能性を調査した。

具体的には、レムチャバン港のコンテナターミナル及び多目的ターミナル、さらには PAT が整備を進めている内航船ターミナル（Coastal-A）や鉄道ターミナル（SRTO）を対象に、JCM を活用した低炭素荷役機器の導入や再生エネルギー活用などの事業の実現可能性調査を行った。

本業務は、低炭素化の取組対象を、レムチャバン港の中だけでなく、レムチャバン港と結ぶ物流ネットワークへと拡大するものであり、これは、中長期的には今後のレムチャバン港フェーズ III 拡張計画も視野に入れつつタイ国港湾を ASEAN 域内の低炭素スマート物流拠点として発展させることに資するものである。

1-2. これまでの都市間連携事業の取組

(1) タイ港湾庁 (PAT) について

タイ港湾庁PATは1951年に、タイ運輸省の管轄下にある港湾管理者として設立された。国際港であるバンコク港、レムチャバン港など、タイ国内の5港を管理運営する (Bangkok Port、Larm Chabang Port、Chiang Saen Commercial Port、Chiang Khong Port、Ranong Port の計5港 (図1))。

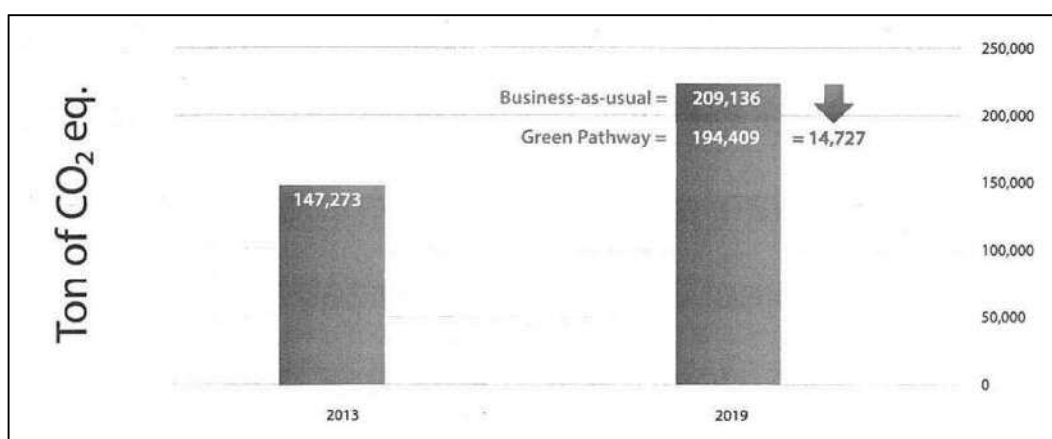


出典：Laem Chabang Port's Infrastructure Development & Connectivity, Dec. 2016, Laem Chabang Port, PAT

図1 PATの管理運営する5港の位置図

横浜市港湾局とは、2014年4月に協力覚書を締結し(後述)、2015年1月にその履行のための基本合意書を締結した。YPCとは、上記覚書の中で継続的な協力関係にあり、2015年からはJCM活用についても共同検討を行ってきている。

現在PATでは、“Green Port Project”と題した5か年計画(2015年~19年)による環境配慮型港湾の推進に組織を挙げて取り組んでいる。この計画の中では、2019年時点でPATの事業活動により排出すると想定されるCO2排出量から、2013年の同排出量の10%にあたるCO2排出を削減することを目標に掲げている(図2)。このように環境保護に関する意識が極めて高く、JCMを活用した低炭素化設備の導入にも強い関心を有している。



出典：PAT 資料

図 2 PAT “Green Port Project” の CO2 排出量削減目標

本調査では、PAT をタイにおけるカウンターパートとして連携し、タイ政府関係当局等との調整や現地調査への協力を行うと共に、適用技術や案件可能性評価等につき YPC 等日本側実施主体と共同検討を行った。また、2017 年度 JCM 補助事業では、国際コンソーシアムにおける現地事業者にもなっている。

(2) タイ港湾庁 (PAT) と横浜市の関係

本事業における本邦自治体である横浜市は、バンコク都同様に、その国の首都圏に位置する中核的な港湾都市であり、過去に急速な都市化や人口増加を経験し、またさまざまな都市課題に直面し、これらに取り組んで着実に解決してきた。こうした取組を通して蓄積した都市マネジメントやインフラ整備に関する専門的知識・ノウハウを活かし、さらに横浜の有する各種の資源・技術を活用して、公民連携による国際技術協力 (Y-PORT 事業) を 2011 年から推進している。この Y-PORT 事業では特に、アジアを始めとする新興国の都市づくりへの支援を積極的に行っている。

横浜市は、バンコク都によるマスタープラン策定の過程で、JICA 及びバンコク都に技術的な助言を行った。また、バンコク都の急速な都市化に伴い、気候変動以外にも廃棄物、下水、大気汚染などの都市問題が生じていることを背景に、2013 年 10 月にはバンコク都との間で「持続可能な都市発展に向けた技術協力に関する覚書」を締結し、Y-PORT 事業による都市間連携のもとで、都市づくりに関する横浜市の知見や市内企業の優れた技術を活用した技術協力を行ってきている。さらに 2017 年 12 月には、上記マスタープランの実施に向け、JICA と連携して新たに「バンコク都気候変動マスタープラン 2013-2023 実施能力強化プロジェクト」を開始し、横浜市の都市づくりの知見・経験のバンコク都職員への共有及びキャパシティ・ビルディングに取り組んでいる。

港湾分野に目を向けると、横浜港は2010年8月に京浜港を構成する港湾として国により「国際コンテナ戦略港湾」に選定され、国による集中的な投資により国際競争力を強化する取組が進められることになった。国際コンテナ戦略港湾政策は、近年アジア主要港が発展する中で相対的に我が国港湾の地位が低下しつつある中、その対応策として、コンテナ物流におけるハブ港を日本に形成することを目指す、わが国政府が推進している国家的な港湾政策である。この国際コンテナ戦略港湾政策のもと、当初横浜港、川崎港、東京港がコンテナターミナル運営事業を統合する予定であったが、その後東京港が離脱、2016年1月 YPC を分割する形で、横浜港を中心とする横浜川崎国際港湾株式会社(以下「YKIP」)が設立された。

2010年以降、横浜港では国際コンテナ戦略港湾政策の3つの基本施策である「集貨」「創貨」「国際競争力強化」に基づき、港湾管理者である横浜市港湾局が YPC と連携して、様々な集貨施策や新規コンテナターミナルの整備等の取組を推進してきた。特に、最重要課題の一つである取扱貨物量の増加に向けては、成長著しい東南アジア各国との連携の強化を進め、横浜市港湾局は2014年4月22日に、タイ国を代表する国際港であるバンコク港、レムチャバン港をはじめ地方港を含む国内主要5港を管理運営するタイ港湾庁(PAT)と、横浜港及びタイ国内諸港の発展に有益な関係構築を目指すパートナーシップに関する覚書を締結した。

このパートナーシップは、従来の姉妹港関係とは異なり、双方にメリットのある具体的な取組を目的とし、特定の分野において、随時効果を測りながら期間を設けた協力体制を構築するものである。特に、貨物量増加のための協力取り付けや技術情報交換に重点を置き、分野を絞って具体的な取組を実施していくことと定めている。主な協力内容には、①両者発展のための情報交換(港湾経営、海運動向、国際貿易、IT化、技術や環境対策)、及び②ポートセールス(港湾の取扱貨物量の増加、利用促進のためのプロモーション及びマーケティング活動)に係る相互支援がある。

さらに2015年1月19日には、その履行のため、以下の具体的な取組項目についての基本合意書を締結した。主な合意内容には、①情報の提供、人材の交流を通じた相互支援(人材育成、技術交流、情報交換)、及び②ポートセールスに関する協力(セミナー、プロモーションの相互実施)がある。この協定に基づき、横浜港と PAT は、様々な課題解決のための研修実施、視察の受入れ、港湾セミナーの開催及び定期的な意見交換等の取組を以下のとおり継続的に行っている。

- ① 1986 年~1989 年、レムチャバン港の開発支援のため、横浜市港湾局より JICA 専門家として、タイ国東部臨海開発委員会へ職員を派遣。
- ② 2013 年、横浜市は独立行政法人国際協力機構（JICA）が実施する「バンコク都気候変動マスタープラン（2013 年ー2023 年）」（以下、マスタープラン）の策定へ協力。マスタープランの策定にあたっては「横浜市地球温暖化対策実行計画」がモデルとされ、横浜市は、複数局による支援体制を構築し、多角的に協力。なお、マスタープラン策定への横浜市の協力について、外務省の「平成 27 年度開発協力白書」に掲載。
- ③ 2013 年 10 月 21 日、横浜市はバンコク都と、バンコク都における環境に配慮した持続可能な都市発展に向けた技術協力に関する覚書を締結。
- ④ 2014 年 4 月 22 日、横浜市は PAT と、横浜港及びタイ国内の諸港の発展に有益な関係構築をめざす、パートナーシップに関する覚書を締結。
- ⑤ 2014 年 8 月 4 日～8 月 5 日、タイ港湾庁レムチャバン港・タマサート大学からの視察受入。MM21 地区、再開発計画等についてレクチャー実施。
- ⑥ 2015 年 1 月 19 日、PAT 主催のセミナー。横浜市港湾局伊東局長が YPC 菅野理事とともに参加。「国際ハブ ポート化に向けた横浜港の取組み」についてプレゼンテーションを実施。
- ⑦ 2015 年 1 月 20 日、横浜市は PAT と、前項覚書での協定履行のため、具体的な以下取組項目についての基本合意書を締結。
- ⑧ 2015 年 5 月、タイ・チュラーロンコーン大学教授の横浜港視察受け入れ。タイ港湾庁関連のウォーターフロント開発研究に関し、情報提供。
- ⑨ 2015 年 11 月 10 日～11 月 13 日、横浜市は、PAT との覚書、基本協定書に基づき、PAT 研修団を受け入れ、研修実施。
- ⑩ 2016 年 4 月、平成 28 年度低炭素社会実現のための都市間連携に基づく JCM 案件形成可能性調査事業委託業務（タイ国における JCM を活用した港湾の低炭素・スマート化支援調査事業）が採択され、PAT との協力の下にバンコク港の輸出用 CFS を対象とした調査を開始。
- ⑪ 2016 年 7 月、YPC、横浜市温暖化対策本部、横浜市国際局が PAT を訪問、現場調査と JCM について協議。

- ⑫ 2017年4月、「タイ国におけるJCMを活用した港湾の低炭素・スマート化支援調査事業」が「平成29年度低炭素社会実現のための都市間連携に基づくJCM案件形成可能性調査事業委託業務」として採択され、PATとの協力の下に、前年度の輸出用CFSに引き続きバンコク港の輸入用CFSを対象とした調査を開始。
- ⑬ 2017年8月、PATが主催したバンコクでのワークショップに、横浜市港湾局が講師として参加。
- ⑭ 2018年5月、「タイ国におけるJCMを活用した港湾の低炭素・スマート化支援調査事業」が「平成30年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務」として採択され、PATとの協力の下に、レムチャバン港の各ターミナルでの低炭素設備導入事業想定スキームの検討開始。
- ⑮ 2018年7月、PATの要望により横浜港でセミナー開催。PATレムチャバン港代表他12名が来訪。
- ⑯ 2019年3月、PATとの「パートナーシップに関する覚書」および「基本合意書」を更新。
- ⑰ 2019年4月、「タイ国港湾におけるモーダルシフト及びターミナルの効率化の促進による低炭素化支援調査事業」が「平成31年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務」として採択され、PATとの協力の下に、モーダルシフト促進に向けた検討を開始。

港湾の環境対策分野では、横浜港の港湾計画で掲げる「安全・安心で環境にやさしい港」の方針のもとで、横浜市及びYPCは、港湾の低炭素化・スマート化及び災害に強い（レジリエント）港づくりに関する取組を推進してきており、その知見・経験を活かしたPATへの技術協力として、PATが推進する環境対策の取組への支援につき議論を行っている。この地道かつ継続的な取組が、PATが積極的にJCM事業の実現化に向けて乗り出す契機となった。

(3) タイ港湾庁 (PAT) と横浜港埠頭株式会社 (YPC) の関係

港湾施設の低炭素・スマート化の見本となる横浜港は、港湾計画の方針として、「安全・安心で環境にやさしい港」を3つの柱の1つに掲げている。その方針の元 YPC では、これまでに横浜港内コンテナターミナルのゲートハウスや管理棟、コンテナフレイトステーション (CFS: コンテナ貨物の搬出入作業を行う施設) の屋根への太陽光発電パネル設置、ヤードへの LED 照明の導入等の取組を進めてきた。また横浜市港湾局では、大黒ふ頭の公共上屋の屋根への太陽光発電パネル設置、大黒ふ頭横浜港流通センターへの自立型水素燃料電池システムの設置等を行った。この他、横浜港関係者の取組として、ハイブリッドタグボート、LNG 燃料タグボートの運航、LNG バンカリング拠点形成に向けた専用船の建造等が開始されている。

YPC は、PAT と横浜市の協力パートナーシップに基づき、PAT と継続的に良好な協力関係を有しており、横浜港における環境対策の知見と実績を活かして PAT の環境計画“Green Port Project”の推進を積極的に支援してきた。

2015 年からは JCM を活用したバンコク港での低炭素設備導入事業の可能性につき PAT と協議を重ね、2016 年及び 2017 年には、YPC、GP、一般財団法人海外環境協力センター (以下「OECC」) の3者で「タイ国における JCM を活用した港湾の低炭素・スマート化支援調査事業」(以下「前年度調査」) を共同提案し、「低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務」に採択された。

さらに、その成果をもとに、YPC、PAT、GP の3者で国際コンソーシアムを結成し、PAT がバンコク港の輸出用 CFS (Container Freight Station の略。コンテナに貨物を積み降ろしする作業を行うための施設。) などに導入する低炭素設備を対象に、「平成 29 年度から平成 31 年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 (二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業)」(以下「JCM 設備補助事業」) に申請し、2018 年 1 月に交付決定を受けて事業を実現した (案件名:「タイ/バンコク港への省エネ設備の導入」)。

YPC では PAT の“Green Port Project”への支援について、まず第1ステップとしてバンコク港で JCM を活用した低炭素設備導入事業を実現させ、次に第2ステップとしてそれをレムチャバン港等の PAT 管理港湾に水平展開し、中長期的にはタイ国港湾を ASEAN 域内における低炭素スマート物流拠点として発展させる段階的なアプローチで進めてきた。

2018 年は、第2ステップの第1段としてレムチャバン港へと検討対象を移し、レムチャバン港における JCM 活用による低炭素化の検討を実施した。本調査は、その続きとして JCM 活用だけでなくモーダルシフトの促進によりレムチャバン港を利用するタイ国内サプライチェーンにおける低炭素化が図られるよう更なる調査にチャレンジするものである。

このような活動は、ASEAN 地域をはじめとする他国港湾への今後の水平展開の可能性にも通ずるものであり、その意義は極めて大きい。

YPC が、横浜市港湾局等と共に、PAT と長年にわたり良好な協力関係を継続発展させてきた協力パートナーシップ締結以降の具体的な活動実績は、以下のとおりである。

【協力パートナーシップ締結以後の主な取組】

- 2014 年 4 月： PAT より長官代理をトップとした代表团 8 人が横浜港訪問。
- 2014 年 8 月： タイ港湾庁レムチャバン港・タマサート大学からの視察受入。
- 2015 年 1 月： PAT に横浜市港湾局長をトップとして YPC の経営幹部を含む代表团 8 人が訪問、タイ日貿易及び港湾に関するセミナーを開催。
- 2015 年 7 月： 横浜市国際局が PAT を訪問、タイ・バンコク都との都市づくりに関する技術協力に関するヒアリングを実施。
- 2015 年 10 月： 横浜市会海外行政視察、PAT 訪問。また、YPC が PAT を訪問、JCM について協議。
- 2016 年 7 月： YPC、温暖化対策統括本部、横浜市国際局が PAT を訪問、現場調査と JCM について協議。
- 2016 年 9 月： PAT 管理港湾における JCM 案件形成可能性調査（PAT 協力のもと YPC が代表事業者として実施）が環境省「平成 28 年度低炭素社会実現のための都市間連携に基づく JCM 案件形成可能性調査事業」に採択される。
- 2017 年 2 月： YPC、横浜市、GP が PAT を訪問し、上記平成 28 年度調査事業の結果につき最終報告。
PAT が横浜港を訪問。横浜市港湾局が研修実施（人材育成、人事制度等）。
PAT がタイ・チェンライで開催されたハイレベルセミナーに参加、PAT の環境計画である“Green Port Project”につきプレゼンテーションを実施。
- 2017 年 4 月： 横浜市が共同事業者として参画する、PAT 管理港湾における JCM 案件形成可能性調査（PAT 協力のもと YPC が代表事業者として実施）が環境省「平成 29 年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務」に採択される。
- 2017 年 5 月： PAT がバンコク港へ導入する設備について、YPC、PAT 及び GP で国際コンソーシアムを結成して平成 29 年度 JCM 設備補助事業に申請（案件名：「タイ／バンコク港への省エネ設備の導入」）。2018 年 1 月に交付決定を受ける。
- 2018 年 2 月： YPC、横浜市、GP が PAT を訪問し、上記平成 29 年度調査事業の結果について最終報告。

- 2018年5月：横浜市が共同事業者として参画する、レムチャバン港におけるJCM案件形成可能性調査（PAT協力のもとYPCが代表事業者として実施）が環境省「平成30年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務」に採択される。
- 2018年10月：環境省「低炭素社会の構築に向けた都市間連携セミナー」への出席のためPATが来日。
- 2019年1月：YPC、横浜市、GPがPATを訪問し、上記平成30年度の結果の結果について最終報告。
- PATとYPC、GPは「二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業」を活用したタイ国バンコク港のスマートポートプロジェクトの実施に向け、国際コンソーシアム協定書を締結。
- 2019年4月：本調査「タイ国港湾におけるモーダルシフト及びターミナルの効率化の促進による低炭素化支援調査事業」が「平成31年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務」として採択される。

2. 現地調査等

2-1. 現地調査等の概要

(1) 第1回現地調査

1) レムチャバン港

本年度都市間連携事業のキックオフミーティングを行い、YPCより2019年度から最長3年間の都市間連携事業の概要について説明し、その後今年度実施予定の調査内容（内航船ターミナル（Coastal-A）ならびに鉄道ターミナル（SRTO）におけるオペレーション遠隔操作化の検討を想定）について意見交換を行った。

a) 日時・出席者

ミーティング日時及び出席者は表1のとおりである。

表1 調査日時・出席者

日時	2019年7月10日 ①10:15~11:15 (PAT レムチャバン港の開発計画についての説明) ②13:30~15:30 (ミーティング)	
場所	①PAT LCP ホール ②PAT レムチャバン鉄道ターミナル(SRTO)管理棟	
面談相手	PAT	① Ms.Porntipa Taweenuch ② • Lt.Jg. Yutana Mokekhaow,R.T.N. Managing Director, Laem Chabang Port • Ms. Porntipa Taweenuch Director, General Affair Division, Laem Chabang Port • Mr. Ud Tuntivejakal Chief, Cargo Operation, Laem Chabang Port • Ms. Suphattra Phisaisawat Technical Officer 12, Corporate Strategy Planning Department, Port Authority of Thailand • Ms. Mayuree Deeroop Technical Officer 11, Corporate Strategy Planning Department, Port Authority of Thailand
日本側出席者	横浜港埠頭株式会社(YPC)	代表取締役社長 伊東慎介 技術部部長代理 芝崎康介 技術部技術企画課課長 尾崎克行 " 係長 櫻井貴廣
	横浜市	港湾局建設保全部建設第一課長 牧野仁志
	株式会社グリーン・パシフィック(GP)	取締役副社長 藤森 真理子 コンサルタント Darnp Phadungsri

b) 主な確認内容、及び確認された課題等

<PAT レムチャバン港の開発計画について>

- ・ PAT のレムチャバン港の開発計画ならびに輸送モードの現状などについて、ビデオ視聴とパワーポイントにより説明を受けた。

<2019年度からの都市間連携事業について>

- ・ 本事業で検討するトラック輸送から鉄道や内航船による輸送モードに転換していくために必要な調査の内容や検討の進め方について双方で確認した。

<内航船ターミナル (Coastal-A) 及び鉄道ターミナル (SRTO) の最新情報について>

- ・ 内航船ターミナル (Coastal-A) 及び鉄道ターミナル (SRTO) の供用状況、運用状況を確認した。
- ・ 鉄道ターミナル (SRTO) における RTG 及び RMG の導入状況、調達予定を確認した。
- ・ 目標取扱量に対する荷役機器の処理能力や人員配置の状況等を確認した。

<自動化 (遠隔操作化) の検討について>

- ・ YPC より遠隔操作化に関して概要を説明し、本事業における PAT の意向と検討方針を確認した。

<その他>

- ・ 鉄道ターミナル (SRTO) からの鉄道輸送における需要見込みや課題について確認した。

2) ラッカバン ICD

a) 日時・出席者

ミーティング日時及び出席者は表 2 のとおりである。

表 2 調査日時・出席者

日 時	2019年7月9日 14:00~16:00	
場 所	ラッカバン ICD ESCO オフィス 3F 会議室	
面談相手	ESCO	Vice President 菊野 成光
日本側出席者	横浜港埠頭株式会社 (YPC)	技術部部長代理 芝崎康介 技術部技術企画課課長 尾崎克行 " 係長 櫻井貴廣
	株式会社グリーン・パシフィック(GP)	取締役副社長 藤森 真理子 コンサルタント Darmp Phadungsri

b) 主な確認内容

ラッカバンの ICD の現在の運営者であり、先の入札により優先交渉権を得たコンソーシアム ALG のメンバーでもある ESCO（菊野副社長）に、最近のラッカバンの取扱量や、入札後の状況、さらにはレムチャバン港 B ターミナルの今後の契約更改に関する情報などについてヒアリングした。内容は 2-4(3)参照。

3) Ocean Network Express (Thailand)Ltd.

a) 日時・出席者

ミーティング日時及び出席者は表 3 のとおりである。

表 3 調査日時・出席者

日時	2019 年 7 月 11 日 13:30~14:00	
場所	Ocean Network Express (Thailand)Ltd. office	
面談相手	Ocean Network Express (Thailand)Ltd.	代表取締役社長 床並 喜代志 取締役副社長 池田 易隆 Assistant General Manager 鈴木 拓己
日本側出席者	横浜港埠頭株式会社(YPC)	代表取締役社長 伊東慎介 技術部部長代理 芝崎康介 技術部技術企画課課長 尾崎克行 " 係長 櫻井貴廣
	横浜市	港湾局建設保全部建設第一課長 牧野仁志

b) 主な確認内容

レムチャバン港およびラッカバン ICD を利用する船会社であり、先の入札により優先交渉権を得たコンソーシアム ALG のメンバーでもある ONE タイランドにレムチャバン港利用の現状やモーダルシフトを促進させる上での課題などについてヒアリングした。内容は 2-4(3)参照。

(2) 第 2 回現地調査及び現地中間報告

レムチャバン港のモーダルシフト促進のための FS に関する打合せ及びレムチャバン港の内航船ターミナル (Coastal-A)、鉄道ターミナル (SRTO) の現地視察を行った。

1) 日時・出席者

ミーティング日時及び出席者は表 4 のとおりである。

表 4 調査日時・出席者

日 時	①2019年11月25日 13:00～16:30 (打ち合わせ) ②2019年11月26日 13:00～16:00 (現地視察)	
場 所	①PAT オフィス 10 階会議室 (打ち合わせ) ②レムチャバン港 内航船ターミナル (Costal-A) 及び鉄道ターミナル (SRTO) (現地視察)	
面談相手	PAT	<ul style="list-style-type: none"> • Mr. Ud Tuntivejakal Chief, Cargo Operation, Laem Chabang Port • Mr. Nattapong Laem Chabang Port • Ms. Suphattra Phisaisawat Technical Officer 12, Corporate Strategy Planning Department, Port Authority of Thailand • Ms. Mayuree Deeroop Technical Officer 11, Corporate Strategy Planning Department, Port Authority of Thailand • Ms. Rattikarn Chamsap Scientist10, Corporate Strategy Planning Department, Port Authority of Thailand
日本側出席者	横浜港埠頭株式会社(YPC)	技術部部長代理 芝崎康介 技術部技術企画課課長 尾崎克行 // 主任 伊藤直文

※上記の他、クレーンメーカー担当者も打合せ、現地確認に同行した。

2) 主な確認内容、及び確認された課題等

<打合せ>

- ・ 内航船ターミナル (Costal-A)、鉄道ターミナル (SRTO) につき、レイアウト、動線、想定するオペレーションの方法、今後の荷役機器調達の計画などにつき確認した。
- ・ 荷役機器の自動化を検討する具体的なステップとアウトプットのイメージを共有した。
- ・ 自動化の検討対象とする施設、自動化するレベルなどについて確認した。
- ・ 検討に必要な様々なデータについて PAT にて用意することを確認した。

<現地確認>

- ・ 現地視察にて自動化検討に必要な各種条件を確認した。

(3) 第3回現地調査及び現地最終報告

1) レムチャバン港

レムチャバン港のモーダルシフト促進のための詳細打合せ及び本年度の最終報告を行った。

a) 日時・出席者

ミーティング日時及び出席者は表 5 のとおりである。

表 5 調査日時・出席者

日時	2020年2月6日 ①10:00~12:00 (最終報告に向けた担当者間のミーティング) ②13:30~16:00 (最終報告)	
場所	①PAT レムチャバン事務所 ②PAT レムチャバン事務所	
面談相手	PAT	<ul style="list-style-type: none"> ・ Lt.Jg.Yuttana Mokekhaow, RTN. (午後のみ出席) Managing Director, Laem Chabang Port ・ Ms. Porntipa Taweenuch Director, General Affair Division, Laem Chabang Port ・ Mr. Ud Tuntivejakal Chief, Cargo Operation, Laem Chabang Port ・ Mr. Nattapong Laem Chabang Port ・ Ms. Natananta Jindapongjaroen Cargo Operation Officer 12, Laem Chabang Port ・ Ms. Suphattra Phisaisawat Technical Officer 12, Corporate Strategy Planning Department, Port Authority of Thailand
日本側出席者	横浜港埠頭株式会社(YPC)	常務取締役 岸村英憲 技術部部長代理 芝崎康介 技術部技術企画課課長 尾崎克行 // 係長 櫻井貴廣
	横浜市	港湾局港湾管財部管財第二課長 坂本敏幸
	株式会社グリーン・パシフィック(GP)	代表取締役社長 山田和人 コンサルタント Darmph Phadungsri

b) 主な確認内容、及び確認された課題等

<事前ミーティング>

今年度実施した調査の内容につき担当者間で共有するとともに、次年度に向けた課題の整理、レムチャバン港代表への報告の仕方などについて事前の確認を行った。

<最終報告>

今年度実施した調査について以下の通り報告した。

- ・ 内航船ターミナル (Costal-A) および鉄道ターミナル (SRTO) のレイアウトや動線、PAT が想定するオペレーションの方法についてヒアリングにより確認した内容の報告。

- ・ 鉄道ターミナル (SRTO) については想定する方法にて目標取扱量を効率的にオペレーションできるかのシミュレーターによる確認結果を報告。
- ・ 自動化の検討をするにはそれ以前のオペレーション方法の検討が必要であることの説明と、今年度を実施した自動化導入に向けた概略検討結果の報告。
- ・ モーダルシフト促進による CO2 削減効果の概略検討結果と、詳細検討のための課題について報告。
- ・ 更には、来年再来年に向けて協同で実施すべき調査内容を提案し、双方にて合意した。

2) Eastern Economic Corridor Office of Thailand (EEC)

a) 日時・出席者

ミーティング日時及び出席者は表 6 のとおりである。

表 6 調査日時・出席者

日 時	2020 年 2 月 7 日 14 : 00 ~ 16 : 00	
場 所	EEC	
面談相手	EEC (Eastern Economic Corridor Office of Thailand)	<ul style="list-style-type: none"> ・ Muk Sibunruang Executive Director, Investment Strategy and Promotion Division ・ Kornvica Pimukmanaskit, Ph.D Deputy Director, Investment Strategy and Promotion Division ・ Angsutorn Wasusun Assistant Director, Investment and International Affairs Group
日本側出席者	横浜港埠頭株式会社(YPC)	技術部部長代理 芝崎康介 技術部技術企画課課長 尾崎克行 // 係長 櫻井貴廣
	横浜市	港湾局港湾管財部管財第二課長 坂本敏幸

b) 主な確認内容

タイ東部経済回廊オフィス (EECO) を訪問し、計画に位置付けられているインフラ整備計画の内容 (主としてレムチャバン港 Phase III や鉄道の複線化、インランドコンテナデポなど) について、新聞報道やインターネットを通じて YPC が収集した情報が正しいか、また変更はないかなどヒアリングを行った。

EECO は整備主体ではないが、計画の内容や進捗状況などについて今後も継続して情報交換していく。

2-2. レムチャバン港

(1) レムチャバン港の概要

レムチャバン港は、1986年から建設が開始され、1991年に開港した国際貿易港であり、1997年にバンコク港の貨物取扱量を抜き、タイ国最大の港湾となった。港全体で年間806万TEU（2019年）のコンテナ貨物の取扱があり、コンテナ以外にもバルク船、自動車専用船のターミナルも併設されている。

レムチャバン港全体図は図3のとおりであり、ターミナルは、これまでのA～Cの3区画に加え、2019年半ばからはD区画の一部ターミナルが供用を開始した。D区画はHutchisonグループが自動化ターミナルとして整備を進め、将来的には3バースを一体的に運用する計画である。

また、将来的には東部経済回廊（EEC）のプロジェクトにも位置づけられているレムチャバン港第三期拡張（E及びF区画のターミナル開発）も計画されている。



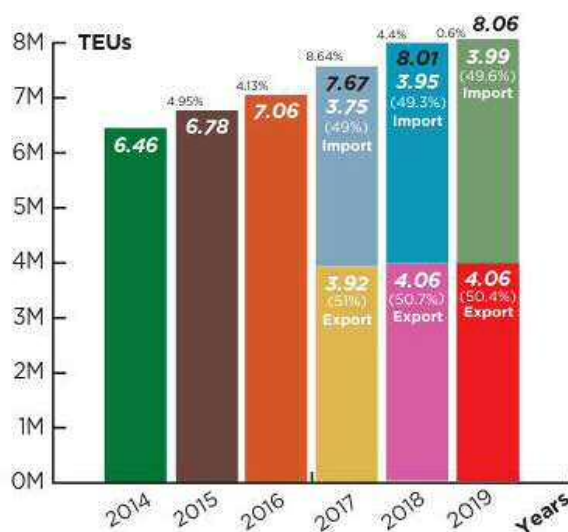
出典：STIC THAILAND HP より作成

図3 レムチャバン港全体図

(2) レムチャバン港のパフォーマンス

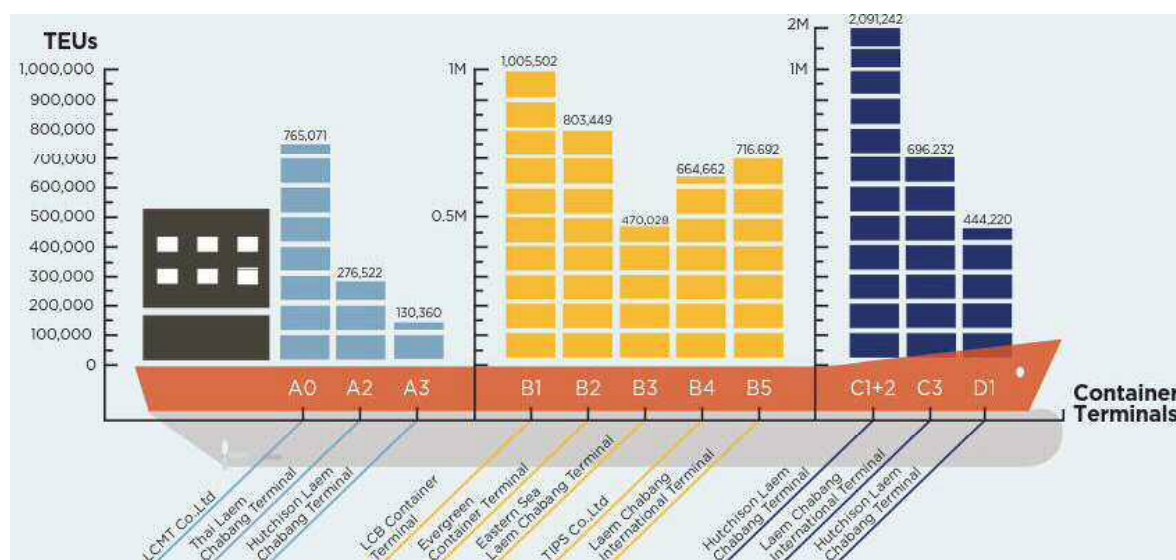
1) コンテナ貨物取扱量（スループット）

レムチャバン港の2014年から2019年のコンテナ貨物取扱量の推移を図4及び図5に示す。コンテナ貨物取扱量は年々増加し、2019年は8.06百万TEUと2014年と比較して25%の増加となっている。また、2019年の取扱量は輸出取扱量が50.4%、輸入取扱量が49.6%とやや輸出取扱量のほうが多い。



出典：「STATISTICS OF LAEM CHABANG PORT 2019」（レムチャバン港 HP、2019年12月閲覧）

図4 レムチャバン港のコンテナ貨物取扱量（スループット）の推移

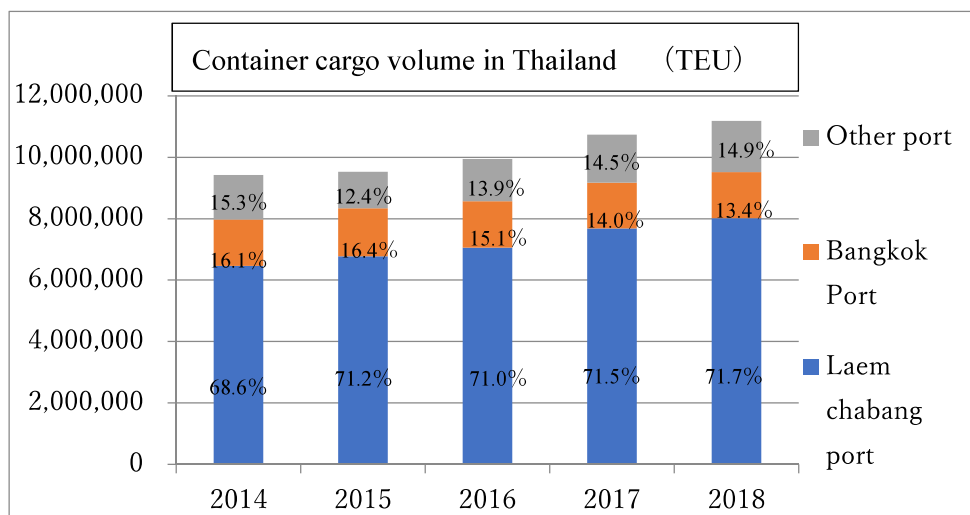


出典：「STATISTICS OF LAEM CHABANG PORT 2019」（レムチャバン港 HP、2019年12月閲覧）

図5 各ターミナルにおけるコンテナ取扱量（2019年）

2) コンテナ取扱量に関する市場シェア

2019年の最新情報はまだ公表されていないが、2018年のコンテナ取扱量に関する市場シェア（図6）を見てみると、タイ国内で取り扱うコンテナのうち、レムチャバン港の取扱量は約71%、バンコク港の取扱量は13.4%となっている。



出典：レムチャバン港 HP 等より

図6 タイ国内におけるレムチャバン港の市場シェア

3) 入港船舶数

レムチャバン港の2013年度から2018年度の入港船舶数の推移を表7に示す。入港数は2013～2016年度では外航コンテナ船が最も多く、2017年度、2018年度では内航コンテナ船が最も多い。2018年度の外航コンテナ船の割合は35.6%、内航コンテナ船の割合は43.4%で、両者合わせてコンテナ船が約8割を占めている。

直近で内航船が増えている理由についてPAT担当者に確認したところ、陸上の交通支障が著しいことや、タイ国内において最大積載重量の制限が強化（陸上で20ft2本となると重量オーバーとなる可能性あり）されたことなどが起因しているのではないかとのことであった。また、レムチャバン港とつなぐ内航船の寄港先としては、約8割はバンコク港で、残り2割はタイ南部の（スラタニ港やサンタク港などPAT管轄ではない）港であり、特に南部の港との取扱量が増えているとのことであった。

表 7 入港船舶数の推移

(単位：隻)

船舶の種類 \ 会計年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018
コンテナ船	6,443	9,242	9,889	10,075	10,862	10,521
外航(国際)コンテナ船	4,922	4,888	5,153	5,159	4,723	4,738
内航コンテナ船	1,521	4,354	4,736	4,916	6,139	5,783
一般貨物船	390	382	371	344	352	301
RO-RO 船* ¹	670	629	659	665	696	714
バージ(はしけ)	77	68	94	91	60	106
客船	41	36	42	56	59	80
ばら積み船	230	320	122	92	86	104
その他	749	1,298	1,301	1,284	1,346	1,484
合計	8,600	11,975	12,478	12,607	13,461	13,310

出典：「レムチャバン港の通期業績概況(สรุปผลการดำเนินงานของท่าเรือแหลมฉบัง ปีงบประมาณ)」
(レムチャバン港 HP、2019 年 12 月閲覧)

(3) レムチャバン港の管理・運営主体

バンコク港においては、PAT はターミナルの整備からオペレーションまでを自営で行っている。それに対し、レムチャバン港では PAT が港湾管理者として土地を所有し、港湾全域を管理しているが、各ターミナルの運営権は長期リース契約により民間事業者が付与し、上物の整備およびオペレーションはターミナルごとに権益を得たオペレーターが行っている(コンセッション契約)。現在、コンセッション契約により民間会社によって運営されているのは A~C の 3 区画のターミナルおよび D の一部であり、そのオペレーターは表 8 のとおりである。

物流拠点としてのレムチャバン港の重要性から、本邦企業も多数進出しており、A1 に日本郵船(株)、B2 に三井物産(株)、B3 に丸紅(株)及び(株)上組、B4 に日本郵船(株)及び(株)商船三井、C0 に日本郵船(株)がそれぞれ参画している。

*¹ RO/RO 船：貨物を積んだトラックやシャーシ(荷台)ごと輸送する船舶。

表 8 供用中のターミナルにおけるオペレーター一覧

ターミナル	オペレーター	面積 (m2)	ターミナルの使 用目的	コンテナ蔵置 能力[Ground Slot] (TEU)
A0	LCMT CO., LTD.	170,000	多目的、内航貨物	3,551
A1	NYK AUTO LOGISTICS THAILAND CO., LTD.	31,500	Ro-Ro、旅客	—
A2	THAI LAEMCHABANG TERMINAL CO., LTD.	170,000	多目的	2,970
A3	HUTCHISON PORTS (THAILAND) LTD.	170,000	多目的	1,688
A4	AAWTHAI WAREHOUSE CO., LTD.	128,000	糖蜜及び砂糖	—
A5	NAMYONG TERMINAL PUBLIC CO., LTD.	240,000	一般貨物、Ro-Ro	—
B1	LCB CONTAINER TERMINAL 1 CO., LTD.	120,000	コンテナ	2,362
B2	EVERGREEN CONTAINER TERMINAL (THAILAND) LTD.	105,000	コンテナ	1,742
B3	EASTERN SEA LAEM CHABANG TERMINAL CO., LTD.	105,000	コンテナ	1,522
B4	TIPS CO., LTD.	105,000	コンテナ	1,908
B5	LAEM CHABANG INTERNATIONAL TERMINAL CO., LTD.	82,089	コンテナ	2,892
C0	LAEM CHABANG INTERNATIONAL RORO TERMINAL CO., LTD.	315,400	一般貨物、Ro-Ro、旅客	—
C1-2	HUTCHISON PORTS (THAILAND) LTD.	540,000	コンテナ	9,540
C3	LAEM CHABANG INTERNATIONAL TERMINAL CO., LTD.	231,668	コンテナ	3,278
D1, D2, D3	HUTCHISON PORTS (THAILAND) LTD.	765,000	コンテナ	整備中につき不明

出典：Annual Report 2018, Port Authority of Thailand, 2019 ECT 案件概要

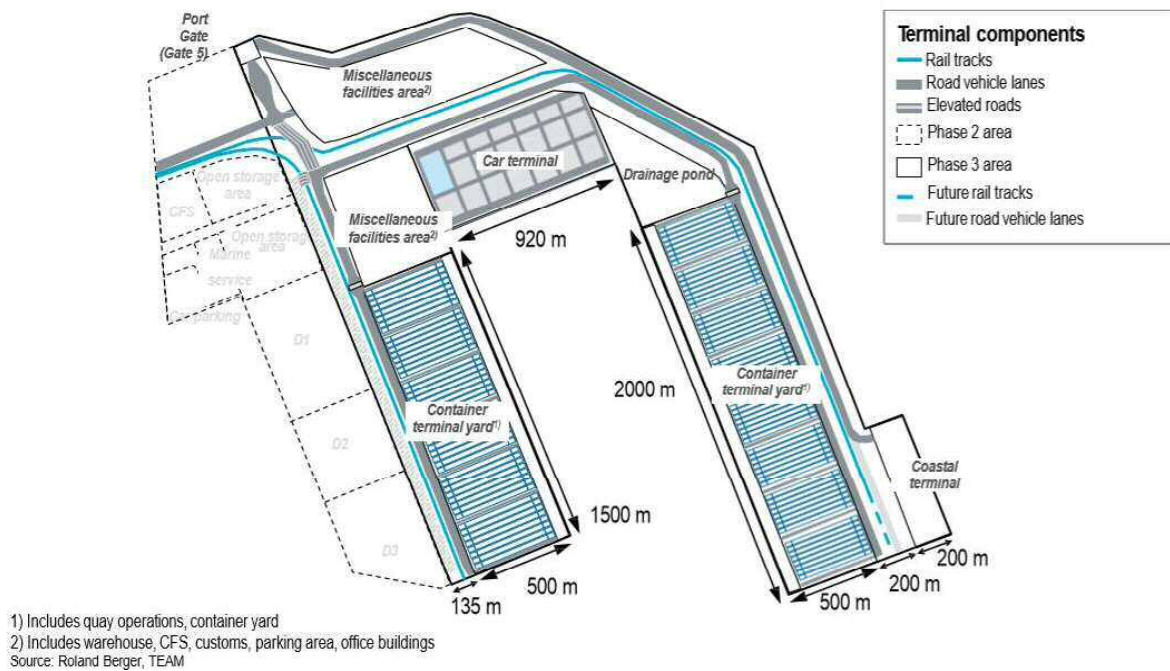
(4) レムチャバン港の今後の開発計画

1) 第三期拡張計画 (Phase III)

タイ国では、長期的に目指すべき経済社会のビジョンとして「タイランド 4.0 (Thailand 4.0)」を 2015 年に示し、その重要な施策の一つとして東部経済回廊 (EEC) 開発計画を推進中である。この EEC 開発計画は、チャチェンサオ、チョンブリ、ラヨンの東部 3 県において交通・運輸インフラなどを集中的に整備することにより重点産業を誘致する取組で、5 つある大型インフラ整備事業の一つが、レムチャバン港の第三期拡張事業である。

事業規模は総額 1,140 億バツ (約 4,104 億円) で、新たに海域を埋め立てて E、F 区画にコンテナターミナルや多目的ターミナルを整備するほか、鉄道ターミナルや内航船専用ターミナルの整備が計画されている。これらのプロジェクトが実施された場合、レムチャバン港は表 9 に示すキャパシティに増強されると期待されている。

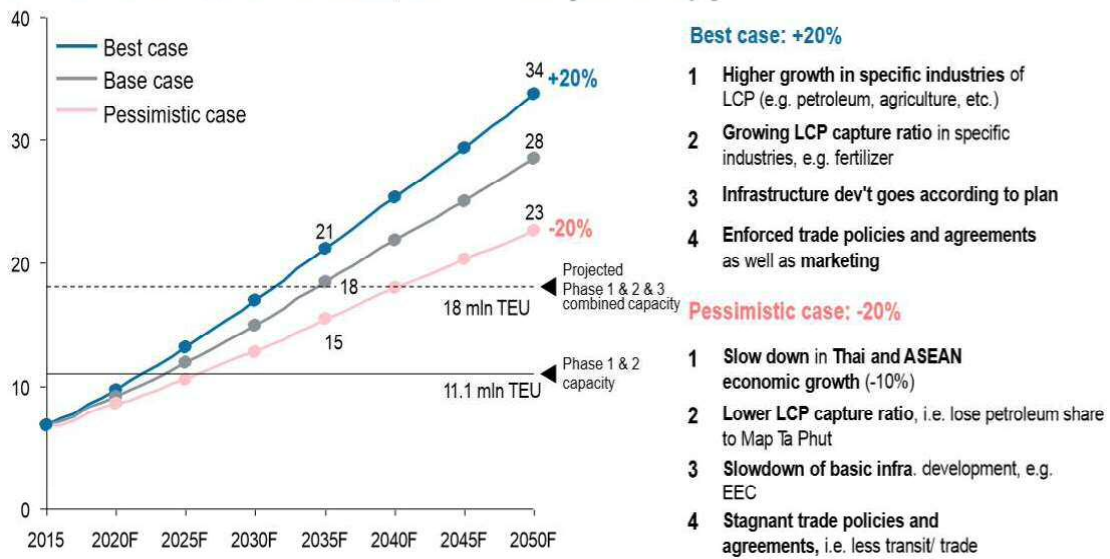
同事業に関連し、上物設備およびターミナル運営を行う民間企業について 2019 年に入札が行われ、NPC ジョイントベンチャー (石油・化学品輸送ナタリン・グループ、石油化学製品販売のアソシエート・インフィニティ、海運プリマ・マリン、港湾サービスの PHS オーガニック・ヒーリング、中国鉄建=CRCC=) と、GPC ジョイントベンチャー (国営石油 PTT 子会社の PTT タンク・ターミナル、独立発電事業者=IPP=ガルフ・エナジー・デベロップメント、中国港湾工程=CHCC=) の 2 コンソーシアムが応札した。どちらのコンソーシアムにも中国国営の建設会社が参加しているのが特徴で、審査を経て 2020 年早期に契約に至る見込みである。



出典：www.laemchabangportphase3.com/ IIP より

図 7 Phase III 計画

LCP container demand forecast, 2015 – 2050 [mln TEU/yr]



出典：www.laemchabangportphase3.com/ HP より

図 8 レムチャバン港の取扱量の将来予測

表 9 レムチャバン港のキャパシティ

単位：百万 TEUs

Ro/Ro ターミナルにおいては車両台数 単位：百万台

項目	Phase I+II	Phase III
コンテナターミナル	11.1	7.0
Ro/Ro ターミナル	1.98	1.0
鉄道ターミナル	2	4.0
内航船ターミナル	0.6	1.0

出典：2019年1月 PAT 打合せより

表 10 レムチャバン港の現況及び今後の整備予定

開発 Phase	取扱能力 (万 TEU/年)	該当ターミナル	供用状況	備考
Phase I	430	A0~A5、B1~B5	1991年より供用開始	Bターミナルは、2020年にPATとの賃貸借契約が満了。その後B突堤再編の予定。
Phase II	680	C0~C3、D1~D3	2007年より供用開始	D1~3バースは現在整備が進められ、一部暫定供用を開始した。
Phase III	700	E1、E2、F1、F2	2025年供用開始予定	環境影響調査の実施に向け協議中。
その他	—	鉄道ターミナル (SRTO)、内航船ターミナル	2019年供用開始 (暫定)	PAT 運営ターミナルによる、モーダルシフトの推進の一環として整備されている。

出典：PAT Annual Report 2018 及び PAT からのヒアリングによる

2) モーダルシフトの推進

PATは、タイ中央政府からの強い要請により、現在供用中のエリア（A～D区画）においてもトラック輸送の削減に向けた取組みを進めている。具体的には、バンコク港とレムチャバン港双方に内航船用のバースやターミナルを整備して内航船へのモーダルシフトを促進させること、またレムチャバン港に鉄道ターミナルを整備して、近隣のインランドデポや工業団地との輸送を鉄道にシフトさせようというものである。

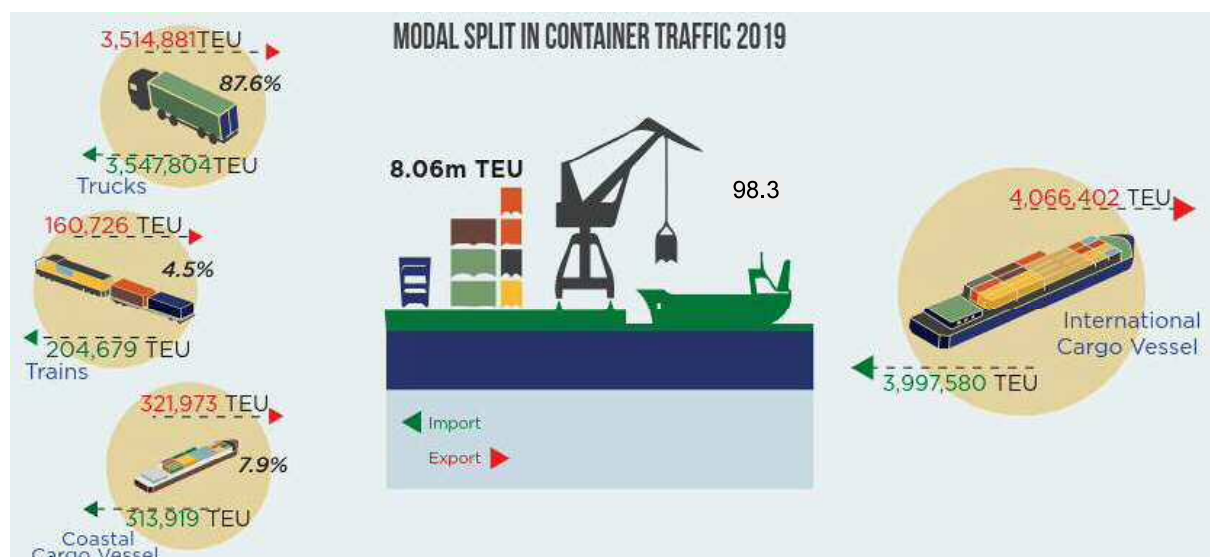
レムチャバン港においては、B区画とC区画の間に鉄道ターミナル（SRTO）、A区画の基部に内航船ターミナル（Coastal-A）をそれぞれ整備し、本格運用に向けた準備を進めている。



出典：Google MAP より

図 9 内航船ターミナル（Coastal-A）及び鉄道ターミナル（SRTO）の位置

レムチャバン港における 2019 年のコンテナ輸送のモーダルスプリット（輸送手段の比率）の内訳は、図 10 のとおり国内輸送の 87.6%をトラックが占めており、内航船は 7.9%、鉄道は 4.5%となっているが、PAT では、モーダルシフトを促進させることで、内航船の割合を 10%、鉄道の割合を 9%（最終的には 18%）まで増やす計画としている。



出典：「STATISTICS OF LAEM CHABANG PORT 2019」（レムチャバン港 HP、2019 年 12 月閲覧）

図 10 コンテナ輸送のモーダルスプリット（輸送手段の比率）（2019 年）

2-3. モーダルシフト用ターミナルのオペレーション状況の把握

(1) 対象ターミナルの現地確認及び調査の実施

<内航船ターミナル (Coastal-A) >

A0 バースと A1 バースの間にある空き地 (約 17.5 エーカー) に内航船ターミナル (写真 1) を整備。岸壁は水深 10m×延長 120m のバースが 2 つあり、3,000 DWT 級の内航船を着岸できる。年間の取り扱い目標は 30 万 TEU で、供用に向けて既にターミナルや岸壁の整備を終え、2018 年にコンテナクレーン 1 基 (写真 2)、RTG2 基 (写真 4) を調達したほか、2019 年にはモバイルハーバークレーン 1 基 (写真 3) の調達も終えている。ただし、当初計画では 2019 年 5 月に運用開始の予定であったものの荷役作業の委託先が定まらず、またターミナルオペレーション用システムの開発も必要なことから供用開始が遅れている。



出典：Annual Report 2018

写真 1 内航船ターミナル (Coastal-A) (全景)



写真 2 内航船ターミナル (Coastal-A) に設置されたコンテナクレーン



写真 3 内航船ターミナル (Coastal-A) に設置されたモバイルハーバークレーン



写真 4 内航船ターミナル (Coastal-A) に設置された RTG



写真 5 内航船ターミナル (Coastal-A) の岸壁

< 鉄道ターミナル (Single Rail Transfer Operator : SRTO) >

B 突堤と C 突堤の間に鉄道ターミナルを整備し、2018 年秋から暫定運用を開始している。ターミナル内の蔵置能力はグランドスロット値で約 4,000TEU 蔵置可能であるが、現在は、ヤード内への蔵置は一切せずに隣接のコンテナターミナルから運んできたコンテナを直接鉄道に載せ、鉄道から降ろしたコンテナを直接隣接するコンテナターミナルへと運んでいる。

目標取扱量は年間 100 万 TEU (将来的には 200 万 TEU) であるが、PAT 内ではそれを実現させるための具体的なオペレーション方法について十分な検討がなされていないようである。したがって本検討においては、効率的な運用に向けてはどのようなオペレーションとするかの検討からスタディーする必要がある。



写真 6 鉄道ターミナル (SRTO) へ向かう貨物列車



写真 7 鉄道ターミナル (SRTO) (全景)

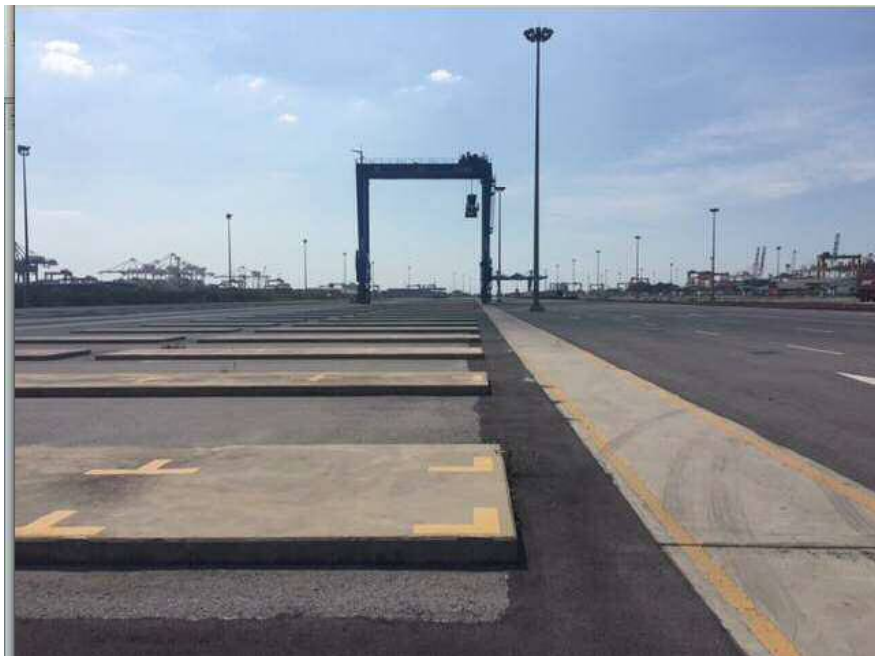


写真 8 鉄道ターミナル (SRTO) に設置された RTG



写真 9 鉄道ターミナル（SRTO）に設置された RMG



写真 10 鉄道ターミナル（SRTO）における荷役状況

(2) ターミナル運営者（タイ港湾庁）へのヒアリングの実施

そこで、まずは PAT に対しターミナルレイアウトやターミナル内の動線、将来的に導入予定の荷役機器の台数や配置などについてヒアリングを行った。

<内航船ターミナル（Coastal-A）>

- ・ ターミナルのレイアウト及び動線は図 11 の通り。
- ・ 既存設備は、コンテナクレーン 1 基、モバイルハーバークレーン 1 基、RTG2 基となっている。
- ・ 今後、RTG2 基を追加の予定。
- ・ トレーラーは PAT が用意する予定で、供用開始段階では 33 台で運用する計画。
- ・ 基本的なオペレーションとしては、内航船から直で搬出入を行う予定で、直接搬出の調整がつかなかった場合のみヤードに蔵置する計画。
- ・ 既存の RTG についてもハイブリッド化を検討している。
- ・ 岸壁に近い側 2 レーンの一部にはリーファーコンテナ蔵置エリアが設けられている。

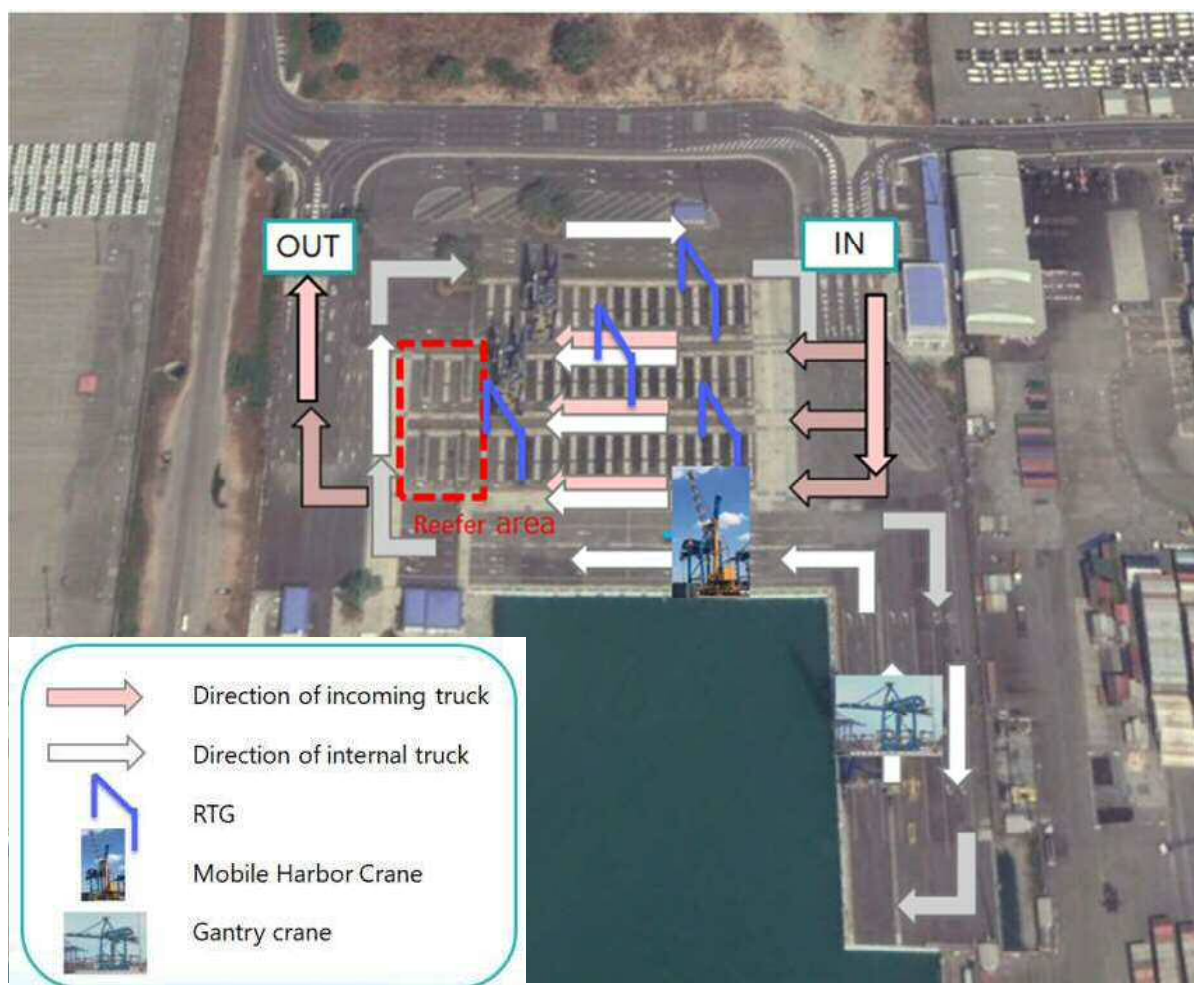


図 11 内航船ターミナル（Coastal-A）のレイアウト及び動線



写真 11 内航船ターミナル (Coastal-A) のリーファーエリア



写真 12 内航船ターミナル (Coastal-A) のリーファープラグ

< 鉄道ターミナル (SRTO) >

- ・ ターミナルのレイアウト及び動線は図 12 の通り。
- ・ ターミナル内の軌道は 6 本あり、このうち中央の 2 本は通行用、両サイドの 2 本ずつ計 4 本は荷役用である。レールの延長は約 1.7km あり、1 本の軌道上に 2 便の鉄道を直列に並べることが出来るので、物理的には同時に 8 便の鉄道を停車させることが可能。
- ・ 既存設備は RMG2 基、RTG1 基であるが、将来は RMG2 基、RTG7 基を導入し計 RMG4 基、RTG8 基とする予定である。新規調達だけでなく、レムチャバン港内に仮置きしてある中古 RTG3 基を修理して 5 年程度利用することや、バンコク港から移設することなども検討している。



図 12 鉄道ターミナル (SRTO) のレイアウト及び動線

- ・ 既に導入された RTG1 基はケーブルタイプの電動式である。また、今後調達する RTG も電動タイプを想定しており、いずれもレーンチェンジはしない方針である。ヤード内には RTG の給電ケーブルを埋設する溝は設けられておらず、舗装上にケーブルを這わせる置きする方式の為、現状のままではトレーラーの追い抜きはできない。



写真 13 ヤード舗装上に這った状態の RTG ケーブル

- ・ 現在の列車は 32 両編成であるが、今後取扱量が増加した場合には 40 車両編成まで増やすことが可能。ただしその場合は RMG のケーブルが短く一部荷役出来ないエリアが存在するため、ケーブルの延長（交換）を合せて行う必要がある。
- ・ トレーラーは PAT が準備し、供用開始時点では 50 台で運用を始める計画。
- ・ ヤードにコンテナを蔵置する際は、例えば B-1 ターミナルのコンテナはこのエリアなどといった特定はせず、SRTO のオペレーションに合わせて蔵置エリアを設定する予定。
- ・ 列車は SRTO から数キロのところ待機場があるので、そこで時間調整が可能。現在も SRTO のオペレーション状況に合わせて列車の入替えや時間の調整を行っている。よって、必ずしもラッカバンの発着順と SRTO の発着順を同一とする必要はない。

(3) タイ国内における港湾施設の整備や維持管理に関する規定やマニュアルの確認

PAT をはじめとするタイ国内の多くの機関では、設計や計画、積算に関する基準として The Engineering Institute of Thailand (EIT) の EIT-Thailand Engineering Standard (図 13) を活用している。

PAT 担当者のコメントによれば、これら基準の中には日本の基準を参考とした部分も含まれているとのことである。

一方、自動化技術導入による安全面の基準（日本では労働安全衛生法に基づく基準など）は定められておらず、これらは設計者に委ねられているとのことである。

参考として数ある EIT-Thailand Engineering Standard のうち、鉄筋コンクリート建物および電気設備に関する基準を図 13 に示す。



鉄筋コンクリート建物の基準書

電気設備の基準書

出典 : <https://eitstandard.com/>

図 13 タイにおける建築・設備の基準書

2-4. ラッカバンコンテナインランドデポ（ラッカバン ICD）の概要

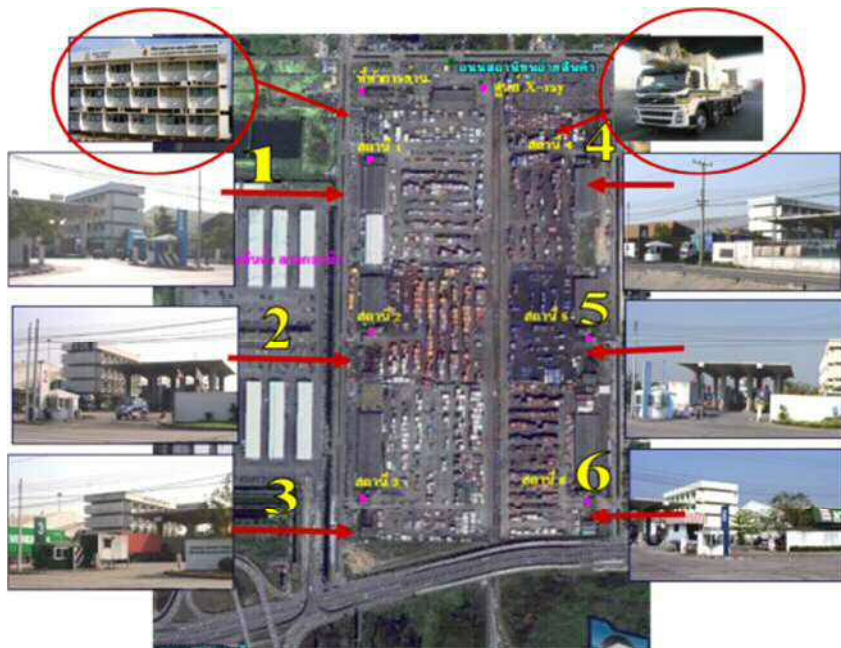
(1) サイトの概要

インランドコンテナデポとは、内陸に設けられたコンテナの通関・保税蔵置施設である。ここで、荷主は海港と同じようにコンテナの搬入・搬出を行うことができる。

ラッカバンコンテナインランドデポは、バンコク市内から約 30 キロ東、スワンナプーム国際空港に近接しており、レムチャバン港と鉄道で結ばれ、アユタヤなど内陸荷主にとって貴重な物流中継拠点である。ラッカバン港を利用する貨物の輸送モードをトラックから鉄道へとシフトする上で、特に重要なインランドデポである。

ラッカバン ICD では、タイ鉄道公社（State Railway of Thailand : SRT）が基盤整備を行い、運営している。ラッカバン ICD の総面積は約 104 ヘクタールであり、このうち約 60 ヘクタールを 6つの借受者が SRT と 15 年間のコンセッション契約を取り交わし、上屋や荷役機器等を設置し利用している（図 14 参照）。各借受者が運営する活動場所（モジュール）では、借受者と契約したオペレーターが、それぞれを専用的に利用する。このため、ゲートなども個別に設置され周辺道路の渋滞もあって効率が悪いようである。モジュール以外の残り 44 ヘクタールは、共用設備として税関、検疫等の関係機関事務所に利用されている。

- モジュール 1 : Siam Shoreside Services
- モジュール 2 : ESCO (丸紅・PSA・上組の JV)
- モジュール 3 : Evergreen
- モジュール 4 : TIFFA (タイの事業者)
- モジュール 5 : Thai Hanjin
- モジュール 6 : NYK Distribution Service



出典：LICD 提供資料を一部加工

図 14 ラッカバンインランドコンテナデポ（LICD）（全景）



写真 14 ラッカバン ICD での荷役状況 (1)



写真 15 ラッカバンでの荷役状況 (2)

(2) 効率化に向けた動き

SRT と現在の借受者 6 社との本体契約は、現状では既に期限が切れており、暫定契約のまま運営を継続している状態。SRT では、契約満了に伴い 6 区画をまとめて一体的に運営し効率化を図りたい考え。このため昨年初めには一体運営に関する入札を実施し、丸紅・PSA・上組の合弁会社である ESCO や邦船コンテナ会社 ONE (Ocean Network Express) などが参画するコンソーシアム ALG (Asia Logistics Group) が優先交渉権を得た。SRT と ALG は 2020 年 1 月現在も正式契約には至っていないが、入札の条件として取扱量の 50%

(現行の取扱量が 140 万 TEU なのでそのうち 70 万 TEU) 以上を鉄道利用とすることや、荷役のために門型クレーンを 2 基以上導入することなどが盛り込まれているとの話もあり、契約の後にはコンテナデポの効率化に向けた取組みが行われると考えられる。

(3) 運営者等へのヒアリングの実施

先の入札により優先交渉権を得たコンソーシアム ALG のメンバーであり現在の運営者でもある ESCO や、新たに ALG に参加する ONE へのヒアリングを行った。ヒアリングした内容は以下の通り。

ラッカバン ICD は、鉄道ターミナル (SRTO) を接続点としてレムチャバン港 B 区画の各コンテナターミナルと接続しており、入札した ALG の構成メンバーはほとんどがレムチャバン港 B 区画を借受けている企業からなる。

まだ契約には至っていないが、契約締結後にはこれまでの 6 区画の運営から 1 区画へと変更する。まずはフェンス等を取り払うのみでの運営となるが、いずれはより効率的な運営が行えるようハード・ソフトの両面から再整備を検討する考え。

ただし、入札から 1 年近く経過しても契約に至らないことから、今現在も具体的な設備投資の検討が出来ない状況が続いている。

また、レムチャバン港 B 区画の各ターミナルは、既に契約満了を迎え暫定利用しているかまたは契約更改の時期が近付いている状況にあるが、いつ頃契約更改されるか、5 つあるターミナルがどのように再編成 (5 つから 2 つあるいは 3 つに変更される可能性が高い) されるかなどが明らかにされていないこともあり、B ターミナルを引き続き利用できることが明らかになるまでは、ラッカバンについても設備投資の判断が難しい状況となる。

鉄道化率 50% は、ターミナルだけでなく鉄道の運行によるところが大きく、タイ国鉄側のダイヤやサービスの見直しとセットでなければ実現は難しい。

荷主からコンテナをラッカバンで受渡しする場合も、レムチャバン港にて受渡しする場合と同じ料金しか取れない船会社が多く、鉄道を介した輸送モードの低コスト化が求められる。

(4) タイ国内の鉄道に関する情報の収集・分析

タイ国内の鉄道は、タイ王国運輸省下のタイ国有鉄道が管理・運営しており、その総延長は約 4,000 km あり東南アジア最大の鉄道網である。主な路線は以下の 4 線。



(<http://www.thairailways.com/train-and-travel.map.html> より)

図 15 タイ国内の主要鉄道網

現在のタイ国内における鉄道網は約 90%が単線であり、行き違いの度に待機時間が必要なことから効率が悪く、貨物・旅客共に利用率が低い状況にある。コンテナ貨物の鉄道輸送に関しては、バンコク中心部から約 30km 東に位置するラッカバン ICD があり、レムチャバン港との約 100 km の間を鉄道で結んでいるが、運行状況は、32 両編成（一回に 64TEU を運搬できる車列）が 1 日 10 往復程度、不定期に運行されており、鉄道利用率は 2 割程度（約 27 万 TEU/年）と決して高くない。

①北本線（Northern Line）

【左図中 ■】

バンコク～チェンマイ間的高速鉄道計画を日本と実施予定だが、採算性などを理由に計画延期中。

②南本線（Southern Line）

【左図中 ■】

バンコク～ナコーンラーチャシーマー間で高速鉄道を計画中。PPP にて開発予定。マレー鉄道に接続可能。

③東北本線（Northeastern Line）

【左図中 ■】

バンコク～ノンカーイ／ウボンラチャタニー間的高速鉄道計画を中国と実施中。2023 年開通予定。ラオス鉄道に接続可能。

④東本線（Eastern Line）

【左図中 ■】

バンコク～フアヒン間で高速鉄道を計画中。PPP にて開発予定。カンボジア鉄道に接続可能。

タイでは現在、鉄道利用を促進させるため、東部のコンケン県からラオス国境のノンパノム県までの約 350 キロの複線鉄道計画（670 億バーツ）を含む大規模なインフラ整備が計画されており、2024 年の運用開始を目指している。また、既存のラッカバン ICD 以外に、4 か所（東部チャチュンサオ県、東部コンケン県、東部ナコンラチャシマ県、北部ナコンサワン県）の新規 ICD 設置も計画されている。

High Speed Train

4 Routes in 2022



* Open for Public-Private Partnership (PPP)

Dual track railways Initiative

Project	Distance (KM.)	Budget (Million Baht)	Duration
1) Jira Station, Nakhon Ratchasima - Khon Kaen	185	26,007	2015 - 2018
2) Prachuap Khiri Khan - Chumporn	167	17,293	2015 - 2018
3) Nakhon Pathom - Hua Hin	165	20,038	2015 - 2018
4) Map Ka Bao - Nakhon Ratchasima	132	29,855	2016 - 2020
5) Lop Buri - Pak Nam Pho, Nakhon Sawan	148	24,842	2016 - 2020
6) Hua Hin - Prachuap Khiri Khan	90	9,437	2016 - 2020
Total	887	127,472	

出典：タイ投資委員会 (Thai board investment) HP より

図 16 タイ国鉄道の将来計画

上記計画が完了すれば、平均運行速度 30km/h から 60km/h に、併せて運行本数（客車も含む）も約 230 便/日前後から約 800 便/日前後へと大幅に増加し、利用率も上昇する見込みである。また、ラッカバン ICD は既にタイ国鉄東線・南本線を経由してマレー鉄道へ接続されており、クラン港（クアラルンプール）に向かう国際コンテナ便も存在しているため、タイ国内路線の複線化や ICD 整備により鉄道貨物輸送網が強化されれば、トラックに代わる極めて効率の良い輸送手段になると思われる。

3. 調査結果

3-1. モーダルシフト用ターミナルのオペレーション効率化に向けた検討

レムチャバン港におけるモーダルシフトの概要を図 17 に示す。

本モデルの特徴は、PAT がレムチャバン港に整備した内航船ターミナル (Coastal-A) および鉄道ターミナル (SRTO) は、いずれもコンテナターミナルとは別の位置にある点にある。

このため、例えばトラックから内航船へとシフトした場合は、トラック輸送により排出される CO2 と比べる対象は、内航船から排出される CO2 と内航船ターミナルでのオペレーションにより排出される CO2、更には内航船ターミナルと各コンテナターミナル間のトラック輸送により排出される CO2 の合計値となる。同様に、トラックから鉄道へとシフトした場合は、トラック輸送により排出される CO2 と比べる対象は、鉄道から排出される CO2 と鉄道ターミナルでのオペレーションにより排出される CO2、更には鉄道ターミナルと各コンテナターミナル間のトラック輸送により排出される CO2 の合計値となる。

つまりは、内航船ターミナルや鉄道ターミナルでのオペレーションを効率化し、コンテナ 1 本当りに要す時間やコストを減らすことでモーダルシフト促進に貢献することは勿論であるが、オペレーションを効率化させること自体もターミナルから排出される CO2 の削減に寄与すると言える。

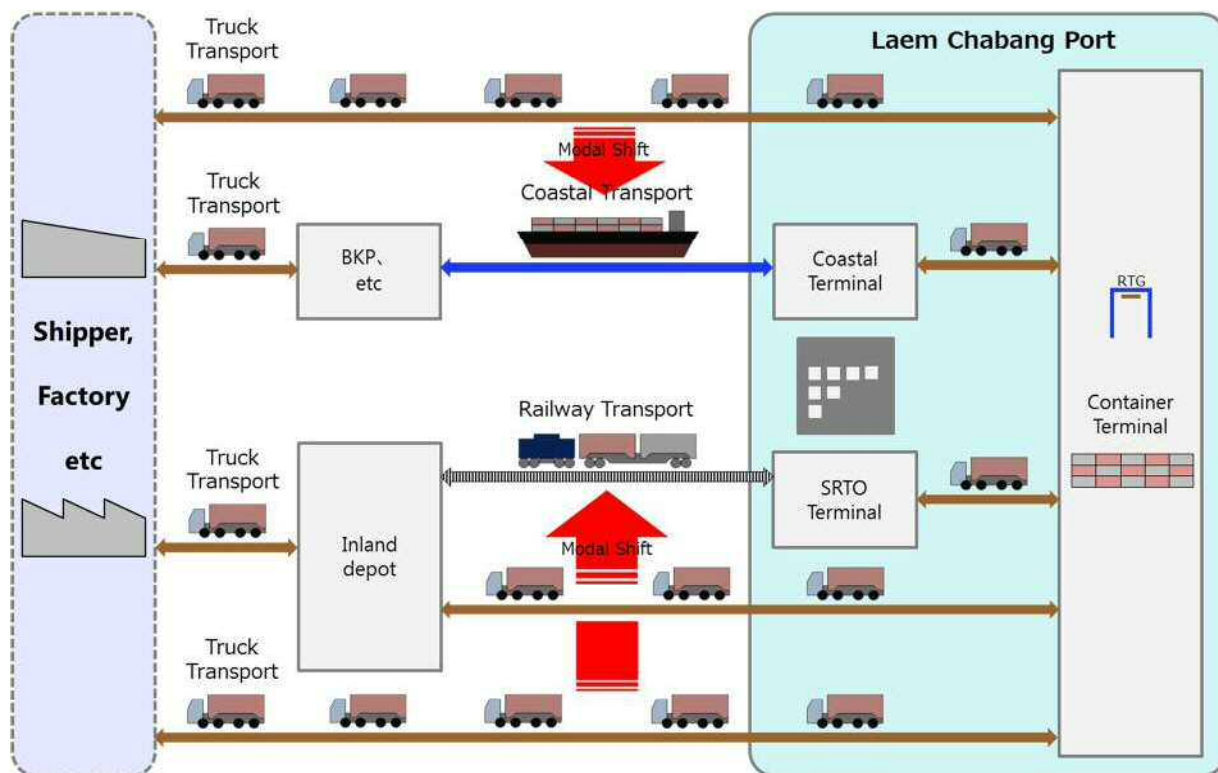


図 17 トラックから鉄道及び内航船へのモーダルシフトのイメージ

(1) 想定するオペレーション方法の確認

ここでは、第2章2-3にて確認した現況やPATからのヒアリング結果を基に、目標取扱量を扱うためのオペレーション方法について確認を行った。

<内航船ターミナル (Coastal-A) >

年間取扱目標は30万TEUに対し365日24時間稼働と想定すると、1日当りの取扱量は822TEU ($30 \text{ 万 TEU} \div 365 \text{ 日} = 822 \text{ TEU/日}$)、1時間当りの取扱量は34TEU ($822 \text{ TEU} \div 24 \text{ 時間} = 34 \text{ TEU/時間}$)となる。

ターミナル内には2バースあり、それぞれに1基のクレーン(コンテナクレーン1基、モバイルハーバークレーン1基)が設置されていることから、クレーン1基当たり1時間当りに求められる能力は、17TEU(全て20ftの場合は17move、40ftの場合は8.5move)となる。

また、ヤード内には4基のRTGがあるが、こちらは1本のコンテナにつきトレーラーから降ろす際と載せる際の2回の作業が発生する。よって、RTG1基当たり1時間当りに求められる能力は、18TEU ($34 \text{ TEU} \times 2 \text{ 回} \div 4 \text{ 基} = 18 \text{ TEU/時間} \cdot \text{基}$)となる。

横浜港における荷役スピードは、コンテナクレーン1基当たり40moveから60moveと世界トップレベルであるので比較対象とするには適さないが、一般には、船との荷役は1時間当たり20moveから30moveが平均的な扱い量と言えよう。上記試算では、コンテナクレーン、モバイルハーバークレーンは、それよりも少ない。また、RTGについても15moveから25move程度が平均的であるが、上記の通りそれよりも少ない。さらには、このターミナルでは内航船から降ろしたコンテナをヤードに蔵置せず直接各コンテナターミナルへ運搬し、また各コンテナターミナルからのコンテナを直接内航船に積み込む予定で、タイミングの合わないコンテナのみをヤードに蔵置する計画であることを考えれば、RTGに求められる能力は一層低くなる。以上より、想定する荷役機器の配置で、年間30万TEUを扱うことが可能であると考えられる。

<鉄道ターミナル (SRTO) >

最終的な年間取扱目標は200万TEUであるが、まずは当面の目標として100万TEUを扱うこととし確認を進める。

貨物列車の編成は1便当たり32両(64TEU)であるので、年間に100万TEUを扱うためには、1日に43便 ($100 \text{ 万 TEU} \div 365 \text{ 日} = 2,740 \text{ TEU/日}$ 、 $2,740 \text{ TEU/日} \div 64 \text{ TEU/便} = 43 \text{ 便/日}$)を扱う必要があり、これは概ね1時間に1便を到着させ1便を出発させるというペースである。

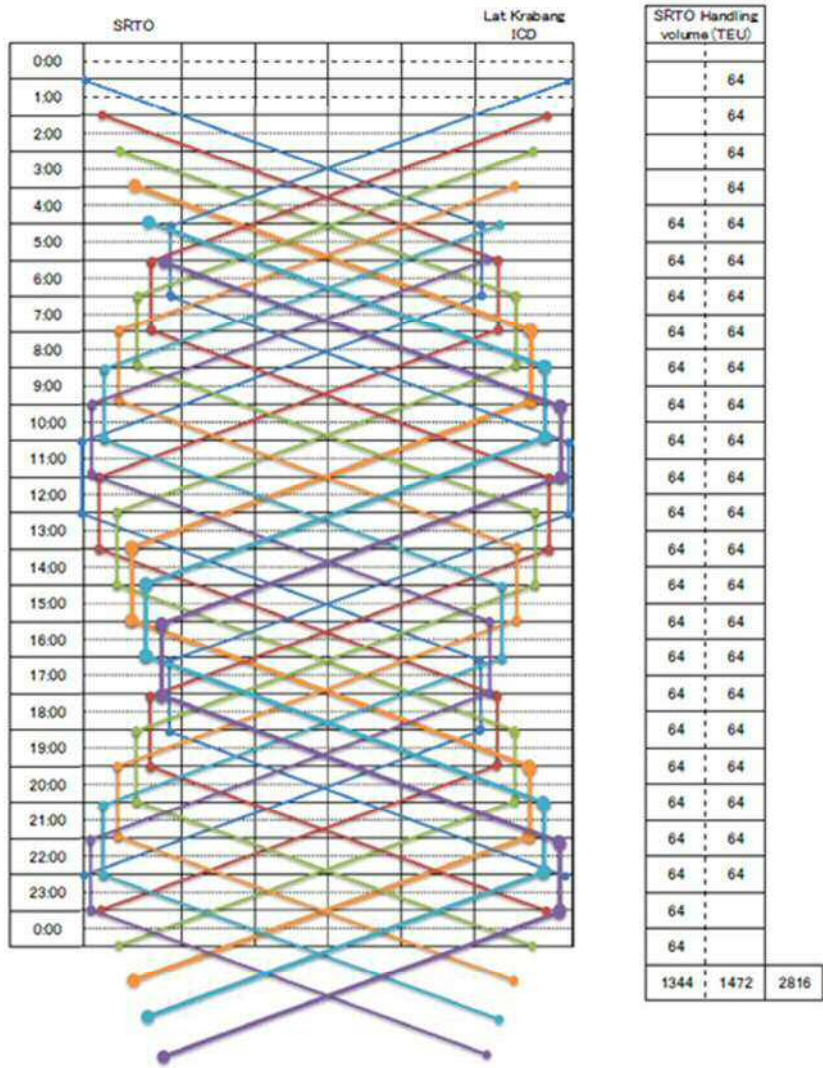


図 18 目標達成に必要な運行ダイヤグラムの案

また、これに合わせてRMGやRTGの能力を検討すると、計算の上ではRMGは1時間当たり29TEU、RTGは15TEU扱えば良いこととなるが、実際にこの数値を満足できるかは疑問である。何故ならば、鉄道ターミナル(SRTO)は一般的なレイアウトと異なり、軌道に合わせて計画されているため極端に延長が長い。このため、RTGに求められる走行距離が長くなって効率が低下し、RTGが不足することが懸念されるためである。また、その影響でトレーラーの待機時間が長くなり、ターミナル内に渋滞が発生することによる更なる効率低下も心配される。

(2) シミュレーションによる確認

このため、鉄道ターミナル（SRTO）については、単に計算上のチェックだけでは不十分であり、シミュレーションによるオペレーション計画の確認が必要と判断した。そこで、PAT が想定する荷役機器の基数及び配置にて目標取扱貨物量を効率的にオペレーションできるかシミュレーターを用いて確認した。

因みに我が国ではこれまで、コンテナターミナルのレイアウトを検討する段階でシミュレーターを用いるケースは少なかったが、海外では自動化が進むに合わせてシミュレーターを用いることが一般的となっている。自動化ターミナルの場合は、アナログの場合以上に地中に埋設するインフラが多く必要となるなど供用後の変更が極めて困難であるため、予めシミュレーターによる確認が重要と考えられている。

シミュレーションの条件を以下に記す。

表 11 シミュレーションの条件（SRTO）

設備等	条件等
鉄道ターミナル	レイアウト：図 20 の通り IN ゲート：2 箇所 OUT ゲート：2 箇所 鉄道用軌道：6 本
鉄道	1 車列（1 便）32 両（64TEU） 1 時間に着 1 便、発 1 便の定期運航 1 車列 2 基の RMG で荷役を実施
荷役機器	RMG4 基（荷卸し・荷揚げ各 60 秒で実施） RTG8 基（荷卸し・荷揚げ各 90 秒で実施※荷繰りを含む） ※RTG はレーンチェンジしない ※RMG1 基+RTG2 基+トレーラー4 台を 1 チームとする
トレーラー	100 台を用意 うち構内用トレーラー：RMG1 基あたり 4 台=16 台 残り 84 台は、ターミナル接続読用トレーラーとする
取扱貨物量	コンテナ取扱貨物量：年間 100 万 TEU（すべて 40f で実施） 輸入:輸出の割合は 50：50 とする
ゾーニング	鉄道との荷役と各コンテナターミナルとの荷役のエリアを区分。また、レーン間のコンテナの移動は見込まない。 （図 19 参照）

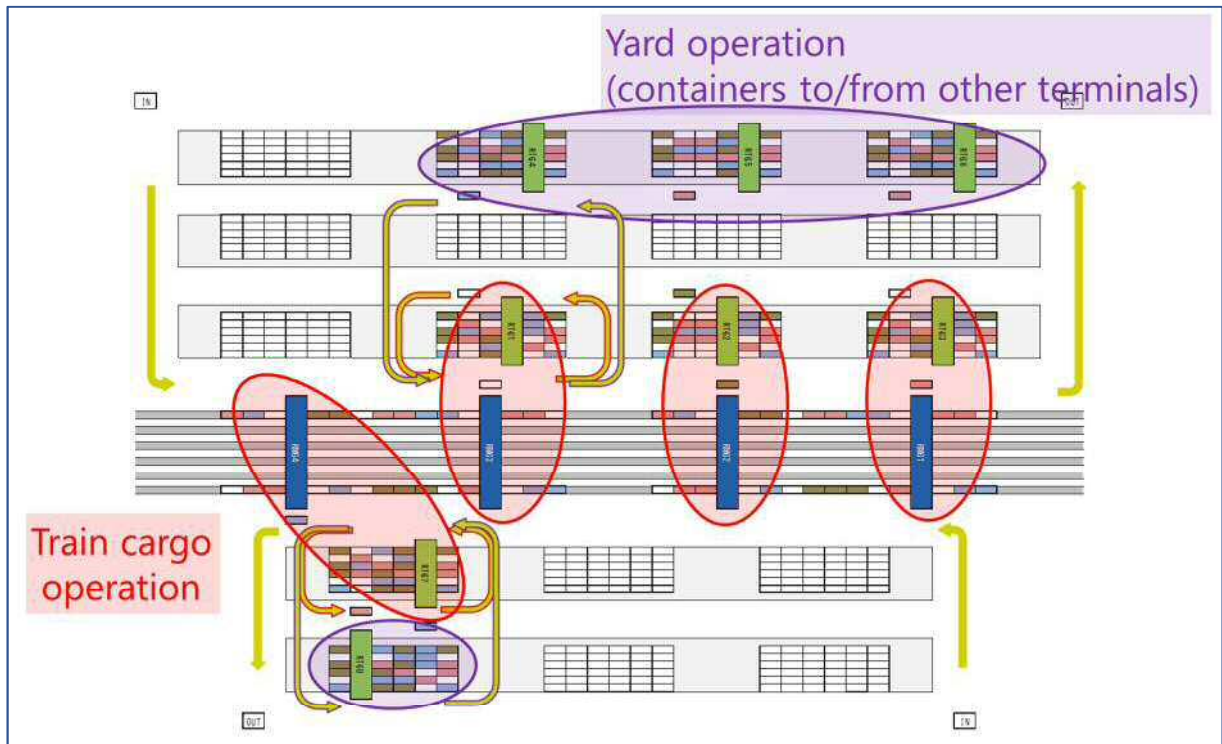


図 19 シミュレーションにおけるゾーニング

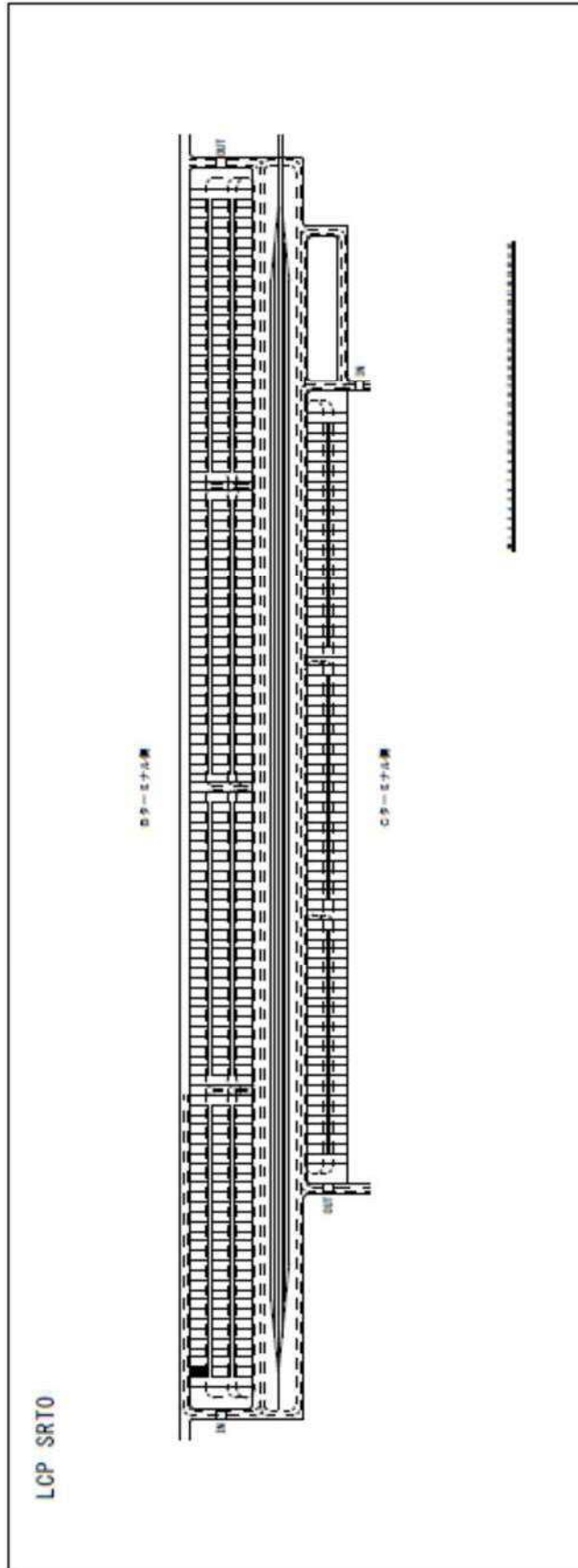


図 20 シミュレーターにて再現した鉄道ターミナルのレイアウト

シミュレーションの結果を表 12 に整理する。

表 12 シミュレーションの結果 (SRTO)

設備等	結果等
鉄道	待機時間：89～110分/車列（荷卸し・荷揚げ）
荷役機器	【RMG】作業効率：18～22move/時間
	【RTG】構内用 作業効率：35～39move/時間 移動距離：252～3,062m/日
	外来用 作業効率：14～15move/時間 移動距離：37,069～41,076m/日 ※構内・接続入替（荷繰り）なし
トレーラー	24時間で1,396台の入退出 ターンタイム：平均85分（最大300分）
取扱貨物量	シャーシでの入退出が1,396台あったことから、 2,792TEU/日 2,792TEU × 365日 = 1,019,080TEU（100万TEU）

コンテナターミナルでは、ゲートでのコンテナチェック作業に時間を要したり、エラー発生によりさらに時間がかかり渋滞が発生するなど、ゲートがボトルネックとなるケースが多いが、今回はゲートでのチェック項目も少ないためゲートはボトルネックとはならない。

一方、鉄道ターミナル（SRTO）のレイアウトの特徴でもある延長の長さが災いし、RTGの走行距離が1日に40kmにもおよび非現実的な数値となった。このため、作業効率が悪いことは勿論、機械へのダメージも大きく早期に故障すると推察される。

また、RTGの作業効率が悪いためにトレーラーの渋滞を招き、隣接するコンテナターミナルとの運搬を担うトレーラーは、INゲートを通過してからRTGとコンテナの受渡しを終えてOUTゲートまで到達するまでの時間（ターンタイム）に最大で300分を要す結果となった。

更には、ターミナルの渋滞により他の動線へも影響を与え、一層の効率悪化を助長している。

鉄道は1時間に着1便、発1便のペースを確保し、24時間の取扱量は目標である2,740TEUを上回る結果となつてはいるが、そのためには24時間フル稼働する必要があり、機器のメンテナンスやヒューマンエラーによるロスが全く許されないなど実現させることが難しいことがわかった。また、今回実施したシミュレーションでは、レーン間のコンテナの移動（荷繰り）は反映させていないことから、実際には今回のシミュレーション結果よりも一層非効率的なオペレーションになると推察される。

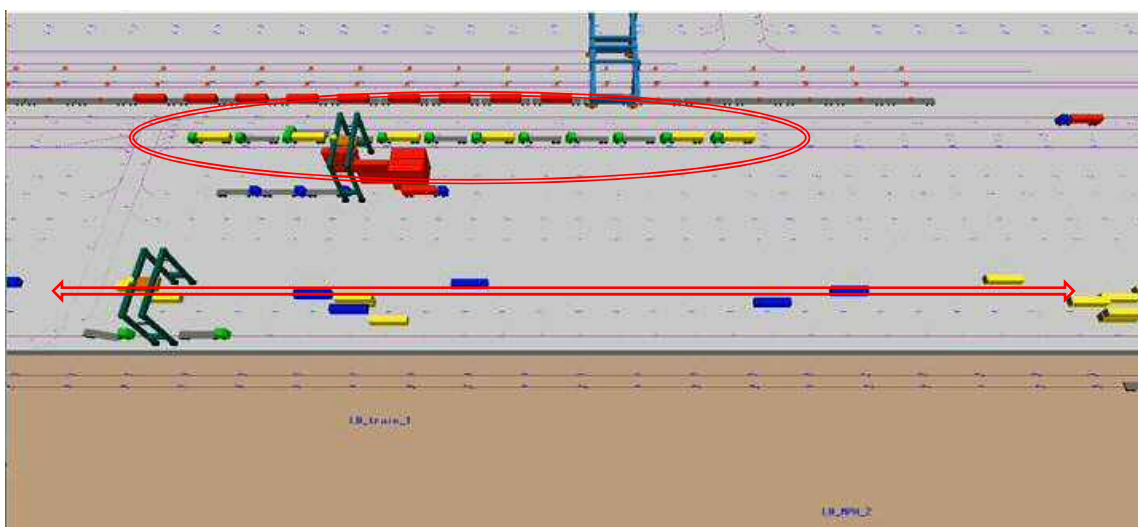
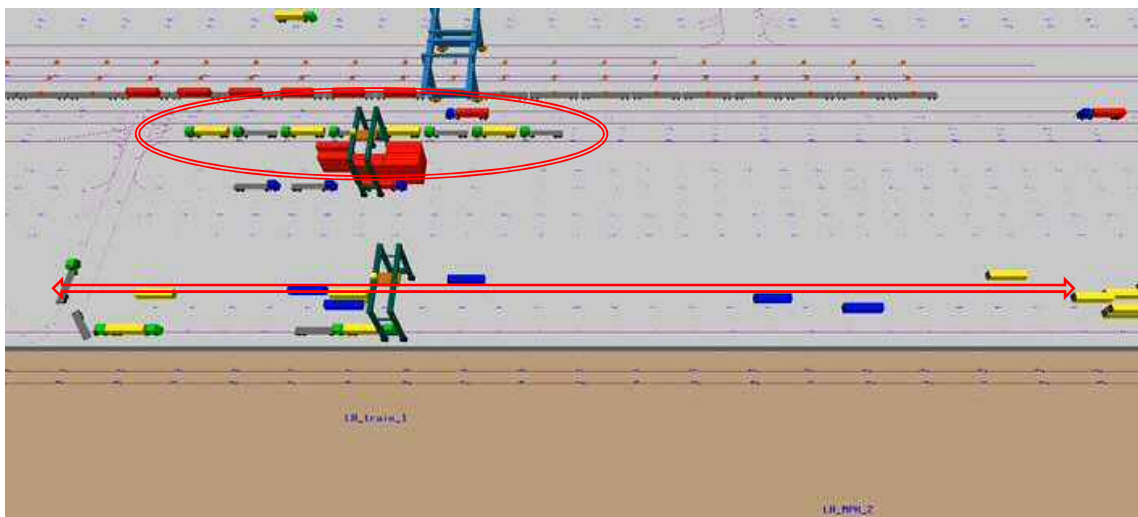
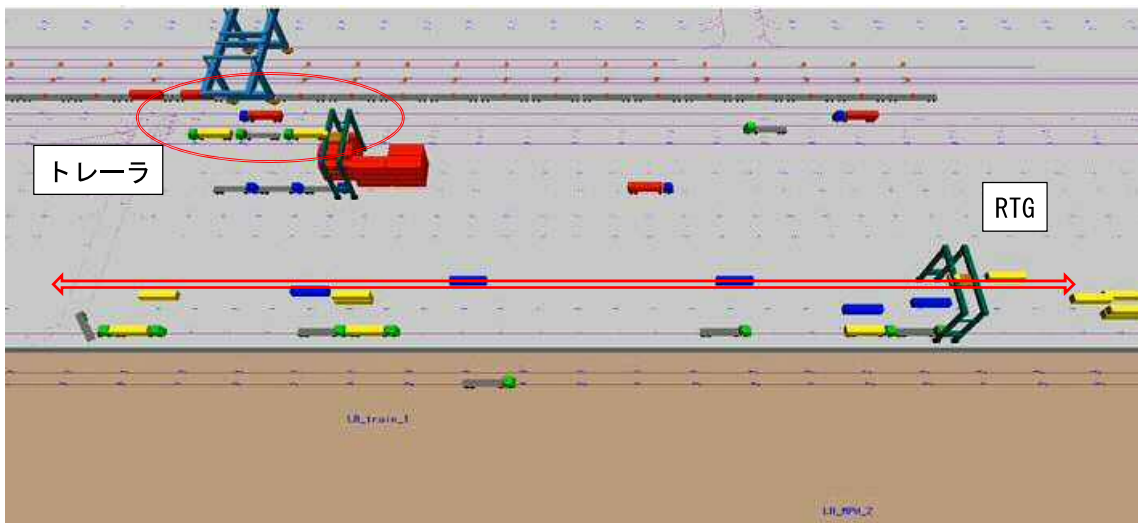


図 21 シミュレーション結果の一例
 (RTG が大きく移動している様子及びトレーラーの構内待機列が伸びていく様子)

(3) 荷役機器の自動化（遠隔操作化）導入に向けた検討

シミュレーションによる結果からも分かる通り、自動化技術導入の検討に入る前に、最適なオペレーション方法についての更なる検討が必要な状況にはあるが、ここでは最適なオペレーションとするため鉄道ターミナル（SRTO）の機器配置計画に RTG を 4 基追加すると仮定し、自動化する場合の概略検討を実施した。

1) 自動化の適用範囲

PAT とも協議を重ね、自動化の対象は内航船ターミナル（Coastal-A）の RTG4 基、鉄道ターミナル（SRTO）の RMG4 基、RTG12 基（PAT 計画の 8 基に上述の 4 基を追加）のみとし、構内トレーラーは対象外とした。また、荷役機器の自動化の適用範囲は図 22 の通りとし、有人のトレーラーとのコンテナの積卸しの際は、日本や香港と同じく自動ではなく有人にて遠隔操作すると想定した。ただし、PAT へのヒアリングによればタイ国内法等では特別の制限はないとのことであるので、今後の検討次第では全てを自動化することもあり得る。

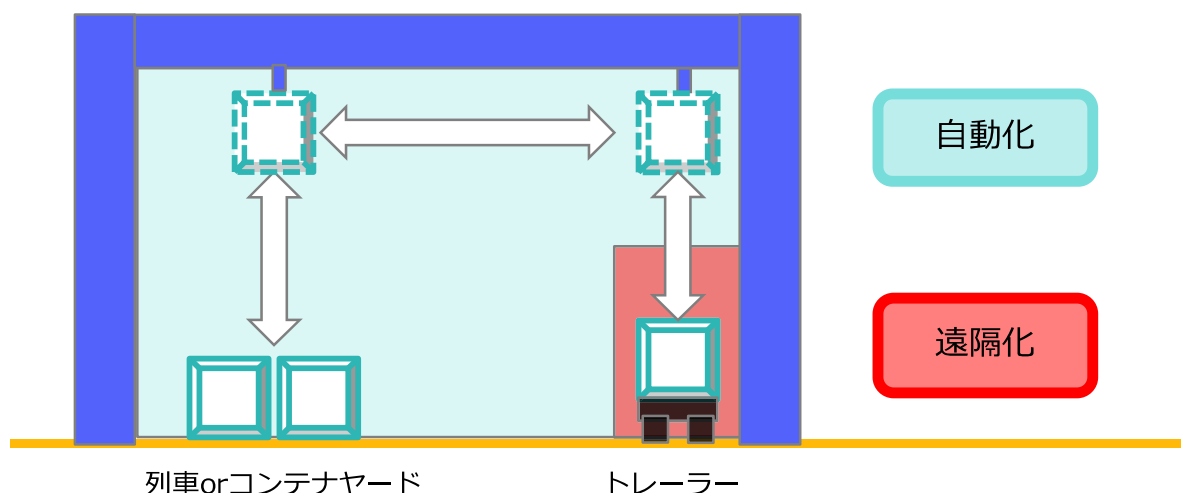


図 22 自動化の適用範囲

2) 自動化技術の導入

国内メーカーによる自動化技術の導入にあたっては、基本となる管理制御システムのほか、クレーン本体に設置する各種機器制御システム（センサー、カメラ等）や、ヤードに各設備を埋設する基礎工事、管理棟内に設置する遠隔操作盤、これらを繋ぐ通信システム等が必要となる。代表的な自動化設備を図 23、図 24 に示す。

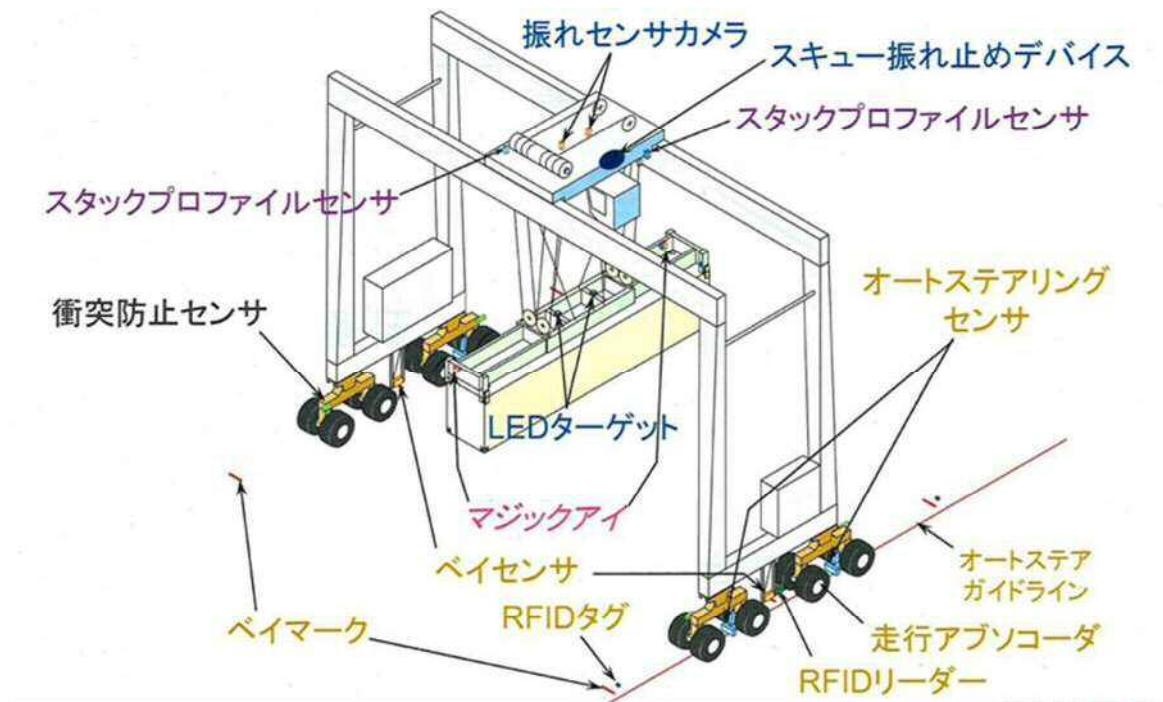


図 23 自動化に必要な設備の例



図 24 遠隔操作盤

3) 自動化の導入に向けた課題と期待される効果

自動化技術の導入にあたっては、以下の様な課題があることがわかった。

<鉄道ターミナル (SRTO) >

- ・ 効率的なオペレーション方法を検討した上での自動化導入検討が必要。

<内航船ターミナル (Coastal-A) >

- ・ 安全確保の観点から、リーファーエリア (有人エリア) と自動化エリア (無人エリア) とを物理的に区分する必要がある。場合によってはレイアウトの変更が必要。
- ・ 内航船ターミナル (Coastal-A) だけではヤードの規模が小さく自動化によるコストメリットは期待できない。ただし、鉄道ターミナル (SRTO) と共通で RTG を監視することによるメリットが期待できる。

一方で、自動化技術の導入により期待される効果として以下のようなことが挙げられる。

- ・ 自動化システム導入によるターミナルコストの抑制
- ・ 効率性・生産性の向上 (処理能力の向上、省力化)
- ・ 安定性の向上 (自然環境に左右されない安定した荷役能力の実現)
- ・ 労働環境の改善 (クレーン上での作業から室内での作業へ)
- ・ 環境負荷の軽減、CO2 排出量の削減

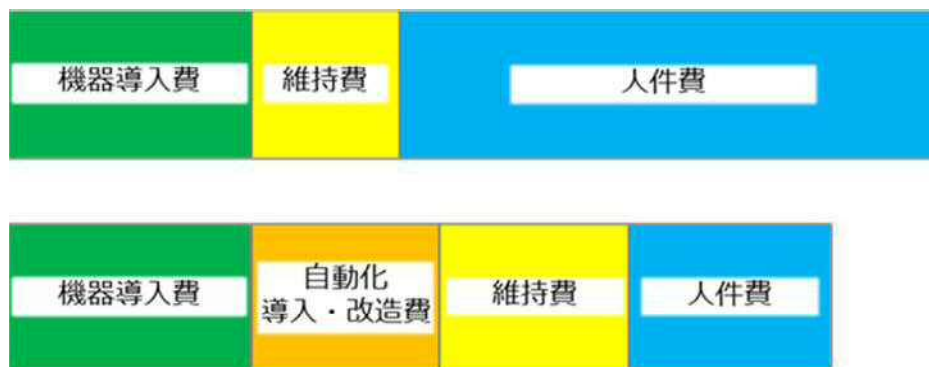


図 25 自動化導入によるコストメリットのイメージ

本検討では、自動化設備導入に必要な概算費用の算出までは実施したものの、最適なオペレーションに必要な機器配置が確認出来ていないこと、このために実際に要す人件費の算定が十分にできていないことなどから、ターミナルコストの抑制効果を正しく把握するまでには至らなかった。

また、課題に挙げた有人エリアと無人エリアの分離についても、対応方法によっては追加の整備が必要となるなどもあり、今後これらについても検討していく必要がある。

4) 導入スケジュールの検討

PAT では、内航船ターミナル (Coastal-A) に RTG2 基を追加導入し計 4 基とする予定である。また、鉄道ターミナル (SRTO) では、RMG2 基、RTG4 基を追加導入することに加え、レムチャバン港内に仮置きしてある中古 RTG3 基を修理して計 8 基で運用する計画であったが、今回の検討においては、最適なオペレーションのために RTG 4 の追加が必要と仮定した。つまりは、RMG4 基、RTG16 基を対象に自動化のための設備工事を実施するとし、供用を続けながら導入していくためのスケジュールを検討した。

具体的な導入スケジュール案を図 26 に示す。

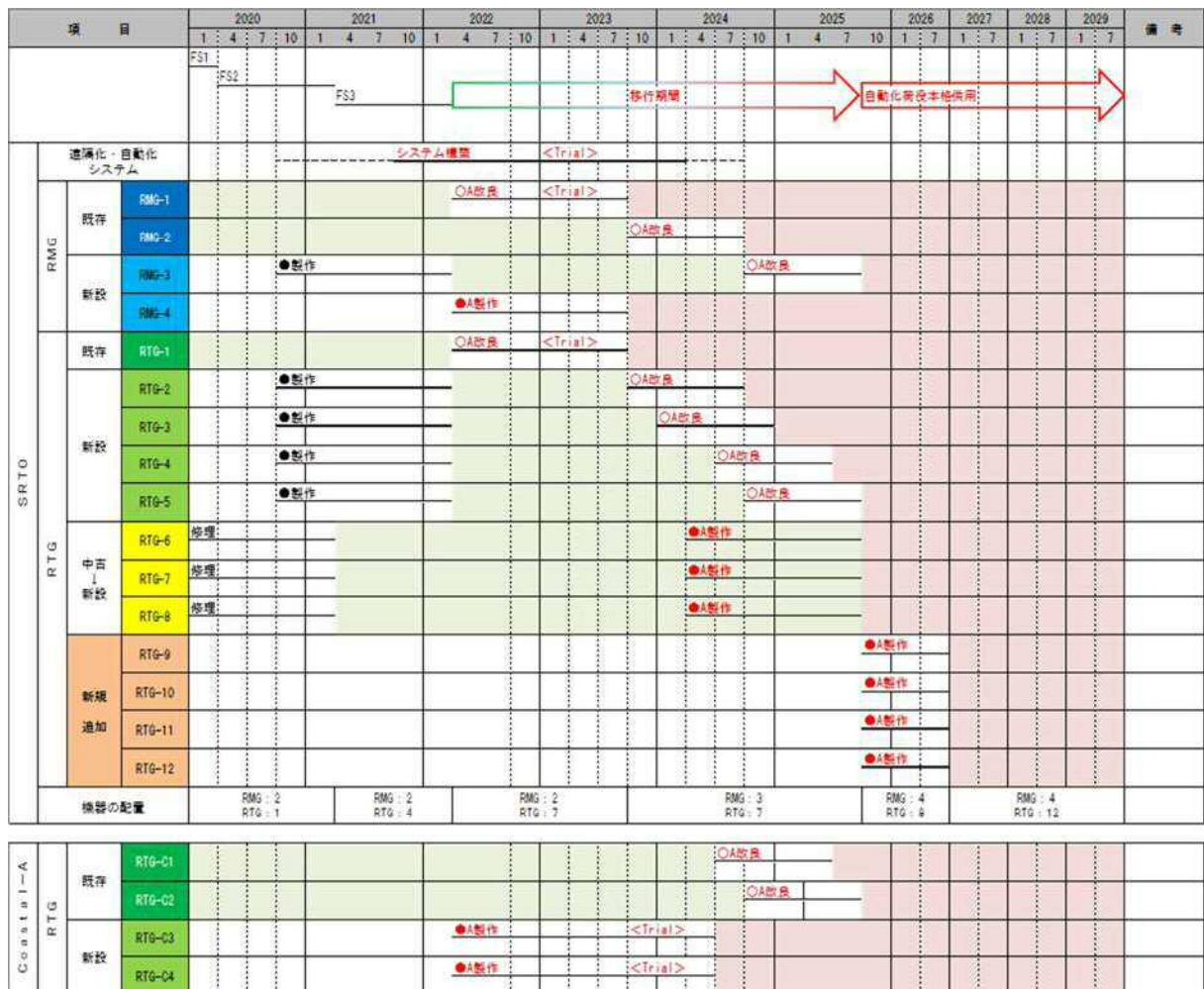


図 26 自動化導入のスケジュール案

3-2. タイ国鉄による鉄道輸送や民間オペレーターが運営するラッカバン ICD との連携による効率化の検討

(1) ラッカバン ICD への低炭素設備導入の検討

ラッカバン ICD の運営者については、現行の 6 区画を一体化して新たに 1 区画として効率的に運用するための入札が昨年実施されたものの、2020 年 2 月現在、契約に至ったとの情報は得られていない。

本検討当初は、6 区画から 1 区画へとオペレーションを変更することに合わせてターミナルの再整備が行われると想定し、優先交渉権を得た ALG（企業体）の構成企業へのヒアリングなどを進めたが、再整備計画の詳細を検討できる状況には至らなかったため、概略検討までを実施した。

1) 対象とする設備・荷役機器等

6 区画から 1 区画へとオペレーションを変更するラッカバン ICD において、再整備に合わせて導入が検討される可能性のある設備としては、荷役機器の調達や遠隔化、管理棟やゲートハウス、上屋等の建築物の建替え、ターミナル内通信設備（5G による通信ネットワークの構築含む）などが挙げられる。また、JCM 設備補助制度を活用できる可能性のある設備・機器としては、屋上等に設置する太陽光発電設備や上屋内に使用する LED 照明、オフィスや倉庫内で使用される省エネ型空調機器等が考えられる。しかし、先にも述べた通り運営者が決定していない現状では、既存施設・設備を残すのかあるいは新規で新規施設・設備を導入するのも含めて未定であることから、検討をすることはあまり意味をなさない。そこで今回は、関係者へのヒアリングをもとに、入札条件の一つにもなっている門型クレーンについて、JCM 設備補助制度を活用してより低炭素な機器を導入することについて検討を行った。

ラッカバン ICD に導入される可能性のある門型クレーンには、RMG と RTG の 2 種類が考えられるが、RMG の導入にはレーン部分の地盤強度の検討なども必要となり、ハードルが高いことから、ここではディーゼル式の RTG をハイブリッド式または電動式とするケースについて検討した。



図 27 ラッカバン ICD に導入される可能性のある設備・機器

2) 検討結果

検討対象とする RTG は、定格荷重 40.6 トン、コンテナ 6 段・6 列蔵置できるタイプの一般的なスペックとし、基数は 2 基と想定した。

検討の結果を表 13 に示す。

表 13 RTG に関する検討結果

		ハイブリッドRTG	電動RTG
想定仕様・数量	数量	2基	2基
	定格荷重	40.6t	40.6t
	列、段積	列6+1、段1over6	列6+1、段1over6
	法定耐用年数	12年	12年
事業採算性評価	イニシャルコスト(A)	84,265,908THB (296,615,996円)	92,692,500THB (326,277,600円)
	CO2削減量(B)	5,771 t-CO2/12年 (480.9t-CO2/年)	8,971 t-CO2/12年 (747.5t-CO2/年)
	JCM補助額(C)	6,488,474THB (22,839,428円)	10,196,175THB (35,890,536円)
	JCM費用対効果(C)/(B)	1,124THB(3,956円) /t-CO2	1,136THB(3,998円) /t-CO2
	JCM補助率	7.7%	11.0%
	ランニングコストの収益性 (削減燃料コスト)	61,809,454THB/12年 (217,569,278円)	20,073,454THB/12年 (70,658,558円)
	評価	○	○

※本調査に用いた為替レートは、1THB=3.52円と設定。

ハイブリッドRTGを導入する場合は、イニシャルコストが約84百万THB、CO2削減量が約5,771 t-CO2/12年、JCM補助額が約6.4百万THB、JCM費用対効果が約1,124THB(約3,956円)/t-CO2、JCM補助率7.7%、ランニングコストの収益性が約61百万THB/12年である。

一方、電動RTGを導入する場合は、イニシャルコストが約92百万THB、CO2削減量が約8,971 t-CO2/12年、JCM補助額が10.1百万THB、JCM費用対効果が約1,136THB(3,998円)/t-CO2、JCM補助率11.0%、ランニングコストの収益性が20百万THB/12年となる。

以上の点を比較すると、電動RTGを導入するほうが、イニシャルコストは大きいものの、燃費等の効率がよく、また環境への負荷が少ないことから、長期的に見た場合のメリットが大きいといえる。

ただし、電動RTGの導入に際しては、RTGへの電力供給のためのインフラ(変電設備や電気配線、埋設管路、RTGと接続するための専用機器等)が別途必要であり、場合によっては、ラッカバンICDの電気設備を根本から再整備する必要が生じる可能性もあるため、実現に向けては運営者が確定した上で詳細な検討を行い判断する必要がある。

(2) 連携強化に向けた課題の抽出

レムチャバン港とラッカバン ICD 間のモーダルシフトを促進させるためには、レムチャバン港の鉄道ターミナル (SRTO) とラッカバン ICD のターミナル、それぞれにおいて施設を充実させオペレーションを効率化させることが重要であるが、加えてこれらを含む連携を強化させることが重要である。

以下に連携強化に向けた課題を整理する。

① 鉄道運行の改善

ラッカバン ICD とレムチャバン港の鉄道の運行スケジュールが不定時運行でありこれを改善する必要がある。現在の運行方法は定時ごとに出発する方式ではなく、ラッカバン ICD にて全ての貨車にコンテナが積まれると出発する運行方式であることから、定時サービスとなっておらず、時間的に余裕のあるコンテナ以外はトラック輸送を選択せざるを得ない状況にあり、船会社や荷主のニーズに十分に応えられていない。

これに関しては、鉄道の運行者であるタイ国鉄から協力を得ることが必要となる。既存の運行規則の変更は容易ではないと推察されるが、これにより定時性の改善が実現すれば到着時間の不確実性を理由にトラックを利用している荷主を取り込むことができると推察できる。今後は定時運行した場合の貨物増加予測やそれに伴うコスト比較などの検討が必要であると考えられる。

② オペレーションの連携強化

ラッカバン ICD、鉄道、レムチャバン港鉄道ターミナル (SRTO)、更にはレムチャバン港内各コンテナターミナル、これらオペレーションを担う関係者がコンテナに関する情報を共有し無駄のないオペレーションの連携を実現させることが重要である。

現在のレムチャバン港鉄道ターミナル (SRTO) では、ラッカバンを出発した列車を順番通り受け入れて荷役を行っているわけではなく、レムチャバン港の手前にある待機場で列車を待機させて、貨物の搬出・搬入の調整のついた列車から SRTO 構内に引き込み荷役を開始するといったオペレーション方式を採用しており、鉄道ターミナル (SRTO)、ラッカバン ICD それぞれが独自に荷役ルールやオペレーションスケジュールを定めて運用している。

今後モーダルシフトを促進させて取扱目標を達成していくためには、相互の連携を図り、鉄道輸送モード全体の効率性を強化することが重要になってくることは明白である。現在、それぞれが独自で運用している荷役ルールやオペレーションルールを修正し、取り扱うコンテナに関する情報の共通化を図ることがポイントになる。これには、共通のシステムを導入する方法や、プラットフォーム機能を持たせたシステムを設けて、それぞれのシステムと連携させる方法などが考えられる。システムの導入コストは必要にな

るが、荷役の効率化と効率化により削減できるコストや削減できる CO2 排出量なども検討し、総合的に判断していくことが重要である。

ラッカバン ICD の入札にて優先交渉権を得た企業体のメンバーの中には、レムチャバン港の B 突堤にあるコンテナターミナルの運営者が多く含まれている。鉄道ターミナル (SRTO) にて扱うコンテナの多くは B 突堤のコンテナターミナルと接続される計画であるので、この点は連携を図りやすい環境にあると言える。ただ、B 突堤の各コンテナターミナルも契約更改を数年後に控えており、今すぐ設備投資をできる環境にないことから解決に時間を要すことになる可能性がある。

3-3. モーダルシフトの定量化手法の確立に関する課題抽出と解決策検討

タイ国内の輸送及び物流は、輸送モード別にみると道路輸送に大きく依存している（道路：92.6%、水路：6.4%、鉄道 1%）²。タイの鉄道インフラの整備はシンガポールやマレーシアに比較して遅れていることを鑑み、タイ政府は 2015 年に Thailand Transport Infrastructure Development Plan 2015-2022 を策定して、鉄道の近代化を進めている²。自動車から鉄道へのモーダルシフトは、上記計画に従って策定された運輸交通政策計画局（OTP：The Office of Transport and Traffic Policy and Planning）の重要戦略の一つに挙げられている。また、船舶輸送に関しては、港湾施設の老朽化や浚渫の予算不足等の課題を抱えているが、Master Plan for Development of Transportation System（2017-2036）において、水路輸送の割合を 19%に引き上げる計画である³。

本調査では、レムチャバン港 - ラッカバン ICD 間（鉄道）、レムチャバン港 - バンコク港間（内航船）のコンテナ貨物のモーダルシフトの促進を目指して、タイ国に適したモーダルシフトの CO₂ 削減効果の定量化手法に関する課題を抽出し、それらの解決策を検討することを目的とした。

(1) モニタリング項目の設定

タイにおいて、モーダルシフトの効果については、北部の砂糖の鉄道輸送、南部のゴムの鉄道輸送に関するケーススタディの学術論文が複数存在するが、CO₂ の削減効果に関しては検討が行われていない。水路輸送の強化（道路から水路輸送へのモーダルシフト）に関しても、様々な取組が行われているが、CO₂ の削減効果に関してはやはり検討が行われていない³。なお、モーダルシフトの CO₂ 削減効果については、タイの全国レベルでの試算値は算定されているが、ケーススタディレベルの取組は行われていない。

従って、本調査では国連のクリーン開発メカニズム（CDM）や日本の二国間クレジット制度（JCM）等の事例を参照して、まずモーダルシフトの CO₂ 削減量算定の基本式を構築し、モニタリング項目を設定することとした。

² Railway development and long term plan in Thailand（OTP, 2017）

³ Integrating Inland Waterways and Coastal Shipping as Part of Logistics Network: Experience of Thailand（TIFFA, 2018）

1) モーダルシフトの CO₂ 削減量算定の基本式

モーダルシフトの CO₂ 削減量算定の基本式は、以下のとおりである。

CO₂ emission reduction = A - B

A: CO₂ emissions from truck transport

= CEF of truck transport (t-CO₂/ton-km) x transport distance of truck transport (ton-km/year)

B: CO₂ emissions from rail (R) or coastal ship (CS) transport

= CEF of R or CS (t-CO₂/ton-km) x transport distance of R or CS (ton-km/year)

*CEF = Carbon Emission Factor

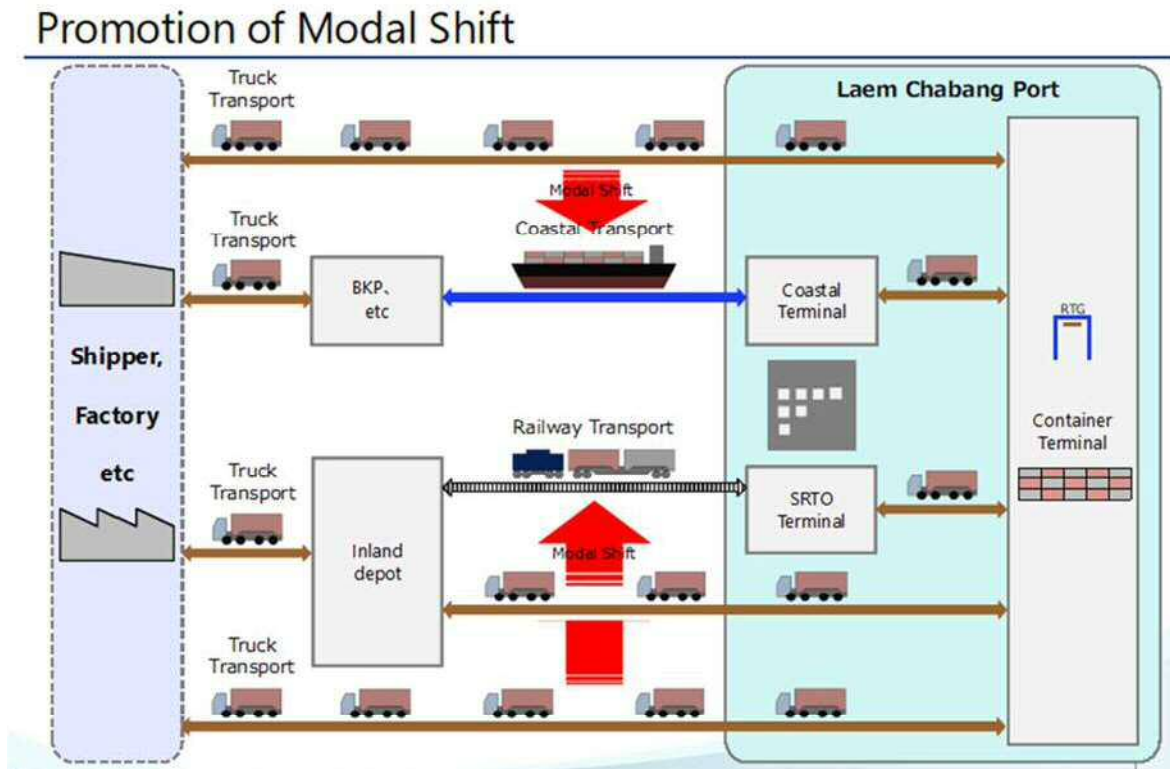


図 28 トラックから鉄道及び内航船へのモーダルシフトのイメージ

なお、内航船へのモーダルシフトの場合は、「Coastal-A ターミナル内のオペレーションによる CO₂ 排出量」と「Coastal-A から各ターミナルまでのトラック輸送による CO₂ 排出量」が新たに発生する。鉄道へのモーダルシフトの場合は、「SRTO 内のオペレーションによる CO₂ 排出量」と「SRTO から各ターミナルまでのトラック輸送による CO₂ 排出量」が新たに発生する。一般的に、これらの CO₂ 排出量が総排出量の 5%程度（以下）であれば、「無視できる（算定不要：Negligible）」として排出量を算定しない。従って、上記の基本式にはこれらの CO₂ 排出量の算定は含めていないが、今後の検討によりこれ

らの CO2 排出量が総排出量の 5%以上になる可能性がある場合は、上記算定式を改定する必要がある。

モーダルシフト（トラックから鉄道、又は内航船）の CO2 削減効果の定量化に必要なデータは、トラック、及び鉄道と内航船の CO2 排出係数（kg-CO2/TEU/km）である。これらの排出係数は、以下の方法により設定することができる。

① 最も信頼性の高い方法：

<鉄道へのモーダルシフト>

レムチャバン港からラッカバン ICD までのコンテナ貨物輸送に関して、トラックの走行距離と燃料消費量、及び鉄道の走行距離と燃料消費量を実測、または聞き取り調査によりデータを収集する。

<内航船へのモーダルシフト>

レムチャバン港からバンコク港までのコンテナ貨物輸送に関して、トラックの走行距離と燃料消費量、及び内航船の走行距離と燃料消費量を実測、または聞き取り調査によりデータを得る。

② 代替案 A：

<鉄道へのモーダルシフト>

タイ国内の既存資料から、レムチャバン港からラッカバン ICD までのコンテナ輸送と類似性の高い区間におけるトラックの走行距離と燃料消費量、及び鉄道の走行距離と燃料消費量に関するデータを収集する。

<内航船へのモーダルシフト>

タイ国内の既存資料から、レムチャバン港からバンコク港までのコンテナ輸送と類似性の高い区間におけるトラックの走行距離と燃料消費量、及び内航船の走行距離と燃料消費量に関するデータを収集する。

③ 代替案 B：

<鉄道へのモーダルシフト>

海外（日本を含む）の既存資料から、レムチャバン港からラッカバン ICD までのコンテナ輸送と類似性の高い区間におけるトラックの走行距離と燃料消費量、及び鉄道の走行距離と燃料消費量に関するデータを収集する。

<内航船へのモーダルシフト>

海外（日本を含む）の既存資料から、レムチャバン港からバンコク港までのコンテナ輸送と類似性の高い区間におけるトラックの走行距離と燃料消費量、及び内航船の走行距離と燃料消費量に関するデータを収集する。

上記①～③の方法でトラック、及び鉄道と内航船の CO2 排出係数 (kg-CO2/TEU/km) が設定できれば、モニタリング項目はトラック、及び鉄道と内航船の年間輸送距離 (km) となる。

(2) 各種データの取得可能性の調査

上記①については、コンテナ貨物輸送トラックの所有者及びタイ国鉄 (SRT) の協力要請になる。②及び③については、データの取得可能性、レムチャバン港からラッカバン ICD (内航船の場合はバンコク港) までのコンテナ輸送と類似性の高い区間の想定手法が課題となる。タイの運輸分野の温暖化対策の専門家である Dr. Jakapong PONGTHANAISAWAN (チュラロンコーン大准教授) に対して、類似性の高い区間の想定手法に関してインタビューを実施した結果、②については「想定が困難である」というアドバイスを受けた。

1) SRT からのデータ取得

鉄道輸送に関するデータ (走行距離、燃料消費量) の取得については、SRT への電話インタビュー等により、以下の手順が必要であることが明らかになった。

○ SRT への依頼状の作成・提出

SRT の担当機関 (Director of Freight Service Department of SRT) に対して、可能であればタイ側の機関 (PAT、SRTO、LCP 等) から本事業の内容の説明を含む正式な依頼状 (タイ語及び英語) を作成して提出する。送付先は以下の通り。

Director of Freight Service Department of State Railway of Thailand (SRT)

1 Rongmuang Road, Rongmuang, Pathumwan, Bangkok 10330

Tel: 02-220-4272 or 02-220-4255 (direct line)

Fax: 02-220-4255

email: blackman353@gmail.com (to contact for our project, attention to K. Raneechon)

○ SRT との面談

依頼状を提出したのちに、タイ側機関 (PAT、SRTO、LCP 等) と日本側機関 (YPC、GP) が SRT を訪問して、ミーティングを実施する。このミーティングは、SRT とデータ提供依頼者の相互理解を深めるために実施する。

○ SRT による審査

SRT のハイレベルにより、データの提供を含む本事業への協力の可否が判断される。一部のデータは、秘匿性が高い可能性が高い場合があり、データ提供が拒否される可能性がある。

2) コンテナ貨物輸送トラックの所有者からのデータ取得

電話インタビューによれば、トラック輸送会社は民間企業であり、燃料消費量や走行距離（ルート含む）は秘匿情報として開示したとしない可能性があるとの助言を受けた。Dr. Jakapong PONGTHAN AISAWAN（チュラロンコン大准教授）からは、国家機関が実施した調査等の中で、コンテナ貨物輸送トラックの燃料消費量や走行距離（ルート含む）に関するデータが取得可能なものがあるという助言を受けた。

(3) 課題と解決策の検討

タイ国に適したモーダルシフトの CO₂ 削減効果の定量化手法に関して最も重要な課題は、コンテナ貨物輸送トラック、鉄道輸送、内航船輸送における CO₂ 排出係数（kg-CO₂/TEU/km）を設定するためのデータ取得であることが明らかになった。運輸交通系の各種計画のみならず、NDC 等の気候変動対策計画において、モーダルシフトは重要な施策であることが明記されている一方で、個別の事業における CO₂ 削減効果の定量化に必要な各種データが未整備であることは、今後のモーダルシフトの推進に際して重要な課題となり得る。

課題の解決策としては、モーダルシフトを推進する立場にある政府機関である SRT や PAT が、本事業を通じてモーダルシフトの CO₂ 削減効果の定量化の重要性を理解し、積極的に意見交換しつつ、必要となるデータを取得して共有するプラットフォームを構築することが、第一のステップとして重要であることが示唆された。

また、技術的な課題として、本事業に伴った新たに発生する CO₂ 排出量の算定方法の確立が挙げられる。先に述べた通り、内航船へのモーダルシフトの場合は「Coastal-A ターミナル内のオペレーションによる CO₂ 排出量」と「Coastal-A から各ターミナルまでのトラック輸送による CO₂ 排出量」が、鉄道へのモーダルシフトの場合は「SRTO 内のオペレーションによる CO₂ 排出量」と「SRTO から各ターミナルまでのトラック輸送による CO₂ 排出量」が新たに発生する。これらの活動の CO₂ 排出量は、各オペレーションの状況や各ターミナルまでのトラック輸送の状況が想定できれば、大まかに把握することは可能である。実現性の高いオペレーションやトラック輸送のシナリオを複数設定して、これらの活動の CO₂ 排出量を算定する方法を確立することが望ましい。

(4) モーダルシフトによる CO2 削減効果の試算

タイ国に適したモーダルシフトの CO2 削減効果の定量化手法に際して、モーダルシフトの CO2 削減効果を大まかに把握しておくことは、上記の課題解決のための一歩として、SRT や PAT にその効果を説明する際に有用である。

レムチャバン港における 2018 年のコンテナ輸送のモーダルスプリット（輸送手段の比率）の内訳は、図 29 のとおり国内輸送の 714 万 TEU（89.1%）をトラックが占めており、内航船は 60 万 TEU（7.5%）、鉄道は 27 万 TEU（3.4%）となっている。

また、PAT はフェーズ II までで年間の取り扱い目標を 1,100 万 TEU としている。

Assumption of LCP container cargo

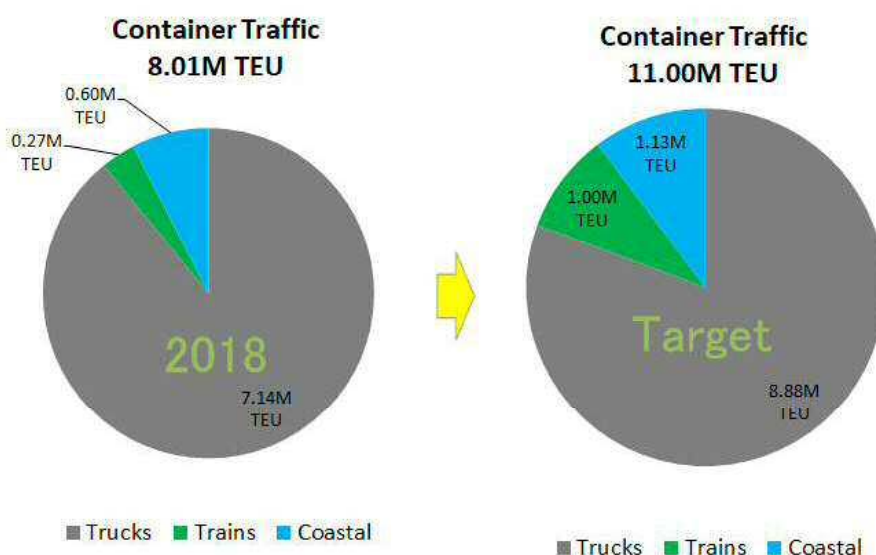


図 29 コンテナ輸送のモーダルスプリット

そこで、鉄道ターミナル（SRTO）にて目標としている 100 万 TEU のうち、2018 年の鉄道の割合（3.4%）と同等分（37 万 TEU）は自然増分とし、本事業により増加する鉄道輸送量を 63 万 TEU と設定した。また、内航船輸送量は、内航船ターミナル（Coastal-A）にて目標としている 30 万 TEU のみを本事業により増加する内航船輸送量と設定し、モーダルシフトによる CO2 削減効果の試算を行った。試算方法及び試算結果を以下に示す。

1) 鉄道輸送へのモーダルシフト

<CO2 削減効果の試算方法>

前提条件：

・ 輸送距離：	100 km (トラック、鉄道)
・ CO2 排出原単位 (トラック) ⁴ ：	173 g-CO2/ton/km
・ CO2 排出原単位 (鉄道) ⁵ ：	25 g-CO2/ton/km
・ 増加する鉄道輸送量：	630,000 TEU/年
・ コンテナ (2 TEU) 重量：	24.4 ton

<試算結果>

・ 鉄道輸送による CO2 排出量	19,215 ton-CO2/年
・ トラック輸送による CO2 排出量	132,968 ton-CO2/年
・ CO2 削減量	113,753 ton-CO2/年

2) 内航船輸送へのモーダルシフト

<CO2 削減効果の試算方法>

前提条件：

・ 輸送距離 (トラック)：	130 km
・ 輸送距離 (内航船)：	100 km
・ CO2 排出原単位 (トラック) ⁴ ：	173 g-CO2/ton/km
・ CO2 排出原単位 (内航船) ⁶ ：	48.9 g-CO2/ton/km
・ 増加する内航船輸送量：	300,000 TEU/年
・ コンテナ (2 TEU) 重量：	24.4 ton

<試算結果>

・ 内航船輸送による CO2 排出量	17,897 ton-CO2/年
・ トラック輸送による CO2 排出量	82,313 ton-CO2/年
・ CO2 削減量	64,416 ton-CO2/年

⁴ ロジスティクス分野における CO2 排出量算定方法共同ガイドライン Ver. 3.1 (平成 28 年 3 月、経済産業省、国土交通省)

⁵ Locomotive Emissions Monitoring Program 2016 (Railway Association of Canada)

⁶ 国土技術総合政策研究所資料 (平成 21 年、2009 年)

表 14 モーダルシフトの CO2 削減効果の試算結果のまとめ

	2018		目標		TEU増加量		CO ₂ 排出削減量 (t-CO ₂ /year)
	TEU	%	TEU	%	TEU	%	
トラック	7.14M TEU	89.1%	8.87M TEU	80.6%			
内航船	0.60M TEU	7.5%	1.13M TEU	10.3%	0.83M TEU	7.5%	
					0.30M TEU	2.7%	64,416
鉄道	0.27M TEU	3.4%	1.00M TEU	9.1%	0.37M TEU	3.4%	
					0.63M TEU	5.7%	113,753
合計	8.01M TEU		11.00M TEU				178,169

3-4. 検討結果の総括と今後の展望

本調査では、レムチャバン港を利用するコンテナ貨物を中心に、タイ国港湾におけるモーダルシフトを促進させるために必要な各ターミナルのオペレーションの効率化について、またこれらの連携についての検討を行った。

レムチャバン港においては、モーダルシフト用の鉄道ターミナル（SRTO）及び内航船ターミナル（Coastal-A）について、管理運営者である PAT が計画しているオペレーションの有効性についてシミュレーター等を用いて検証し、課題を抽出し PAT との共有を図った。また、一層の効率化策として期待される日本メーカーが持つ自動化技術の導入についても概略検討と課題の抽出を行った。

ラッカバン ICD においては、コンセッション契約の更新手続きがタイ側の事情で保留となっており、次期運営者が未だ決定されていない。そのため詳細な検討には至らなかったものの、今後運営を行う可能性のある日系企業へのヒアリング等を行って情報収集を進めるとともに、契約締結後に実施されるであろうターミナル再整備に向けて、具体的な荷役機械の導入を想定して JCM 設備補助制度の活用の可能性について確認した。

モーダルシフト促進による CO2 削減効果については、その削減ポテンシャルを算出した結果、ターミナル内の各設備を低炭素化するよりもはるかに大きな削減効果が期待できることは明らかとなった。今後に向けては、削減効果をより詳細に把握するために必要な情報（タイ国内におけるコンテナのトラック輸送、内航船輸送、鉄道輸送に関する詳細な個別データ）の収集が課題である。

今後は、本年度の検討で明らかになった課題を踏まえて、レムチャバン港モーダルシフト用ターミナルを効率的・安全に稼働させ、モーダルシフト促進を実現できるオペレーション方法について、自動化技術の導入による効率化策も含めより詳細な検討を実施し PAT と共有する予定である

ラッカバン ICD についても引き続き情報収集に努め、再整備計画における低炭素設備の導入やモーダルシフト促進のための連携策についての具体的な検討を進めたい。



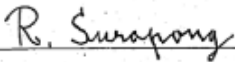
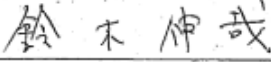
CO2 削減効果の検証においては、原単位を算定するための調査を進めモーダルシフト促進による削減量算定の精度を高めることに加え、各ターミナルでのオペレーション効率化により得られる直接的な CO2 削減効果についても検証を進める予定である。

資料編

資料 1 : PAT との協力覚書等

(1) PAT と横浜市のパートナーシップに関する覚書

当初締結版

	Memorandum of Understanding between The Port Authority of Thailand and The City of Yokohama	
<p>The Port Authority of Thailand and the City of Yokohama hereby establish a Memorandum of Understanding to mutually benefit both parties through promoting trade and port maritime cooperation.</p> <p>The Port Authority of Thailand and the City of Yokohama will be involved in discussing issues relating to the development and promotion of each port, and make every effort to intensify growth of the other, through friendship and mutual cooperation.</p> <p>The cooperation, which is called "Memorandum of Understanding between the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama", embraces the following issues:</p>		
<ol style="list-style-type: none">1. Both parties agree to exchange information on issues regarding:<ol style="list-style-type: none">(1) Port management(2) Trend of shipping trade(3) International trade(4) Introduction of IT(5) Technology and environmental issues 2. Both parties agree to assist each other in exploring the local and regional market, by facilitating and promoting cooperation with potential local partners/customers.		
<p>It is understood that the above endeavors are in no way imperative or have any limiting or legal binding character. The cooperation activities will be established and reviewed from time and amended or expanded in accordance with the Memorandum of Understanding of both partners. Costs involved in any of the above activities shall be borne by both partners on a case-by-case basis as agreed in advance.</p> <p>This Memorandum of Understanding will initially be based on mutual respect and friendship inspired by the long - standing and friendly relationship between both countries.</p> <p>On behalf of the two parties, we, the undersigned, hereby formally agree to the establishment of the Memorandum of Understanding between the Port Authority of Thailand and The City of Yokohama. This Memorandum of Understanding is done in duplicate in English and Japanese on 22nd April 2014, and will be valid until the end of March 2019 with the option to renew the Memorandum of Understanding after evaluation, and consent of the Parties.</p>		
For and on behalf of the Port Authority of Thailand	For and on behalf of the City of Yokohama	
		
DEPUTY DIRECTOR GENERAL	DEPUTY MAYOR	



**Memorandum of Understanding
Between
the Port Authority of Thailand and
The City of Yokohama**



The Port Authority of Thailand and the City of Yokohama hereby establish a Memorandum of Understanding to mutually benefit both ports through promoting trade and port maritime cooperation.

The Port Authority of Thailand and the City of Yokohama will be involved in discussing issues relating to the development and promotion of each port, and make every effort to intensify growth of the other, through friendship and mutual cooperation.

The cooperation is called "Memorandum of Understanding between the Port Authority of Thailand and the Port of Yokohama"

The Port Authority of Thailand and the City of Yokohama, hereinafter referred to as "Both Participants".

1. The Participants agree to cooperate in the following areas.

- (1) Port Technology and innovation
- (2) Port sustainable development and environmental issues
- (3) Trend of shipping trade between ports
- (4) Technical partnership
- (5) Port management and challenges
- (6) Promoting port and shipping marketing
- (7) Collaboration in any other areas that may be mutually decided upon by the participants.

2. Both Participants agree to assist each other in exploring the local and regional market, by facilitating and promoting cooperation with potential local partners/customers.

It is understood that the above endeavors are in no way imperative or have any limiting or legal binding character. The cooperation activities will be established and reviewed from time and amended or expanded in accordance with the Memorandum of Understanding of both Participants. Costs involved in any of the above activities will be borne by both Participants on a case-by-case basis as agreed in advance.

This Memorandum of Understanding will initially be based on mutual respect and friendship inspired by the long - standing and friendly relationship between both countries.

The MOU will come into effect on the date of signing and continue to be effective until terminate by either Participant giving written notice to the other Participant at least ninety (90) days before the date of proposed termination and the termination of the MoU shall take effect upon written agreement of the other Participant. Whereas, any implementation of obligation/activities under this MoU that have been done prior to the date of the termination will be considered and agreed upon in advance on a case by case basis.

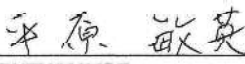
This MoU is made in two (2) duplicate originals in English language, both texts being equally authentic and each Participant holding one copy. Both Participants have read and fully understood the contents therein and thereafter duly signed the MoU on 21st March 2019.

For and on behalf of
the Port Authority of Thailand



DIRECTOR GENERAL
PORT AUTHORITY OF THAILAND

For and on behalf of
the Port of Yokohama



DEPUTY MAYOR
CITY OF YOKOHAMA

(2) PAT と横浜市の覚書履行のための基本合意書

当初締結版



**LETTER OF INTENT
ON THE IMPLEMENTATION OF
THE MEMORANDUM OF UNDERSTANDING BETWEEN
THE PORT AUTHORITY OF THAILAND AND THE CITY OF YOKOHAMA
DATED APRIL 22, 2014**

Following the Memorandum of Understanding between the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama dated April 22, 2014, the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama (hereinafter collectively referred to as "Both parties") agreed on the following program for the implementation of the Memorandum of Understanding.

1. Both parties shall reciprocally assist each other by providing documentation, information, and personnel exchanges.
 - (1) **TRAINING:** Both parties shall jointly set up short-term training programs. During the program period in Japan, the City of Yokohama shall provide transportation support for staff of the Port Authority of Thailand. During the program period in Thailand, the Port Authority of Thailand shall provide transportation support for staff of the Port of Yokohama. The extent of the support provided shall be discussed by Both parties in advance.
 - (2) **TECHNICAL EXCHANGES:** Both parties shall organize workshops and technical visits on specific issues. The issues of workshops and each technical visit shall be discussed by Both parties in advance.
 - (3) **INFORMATION EXCHANGES:** Both parties shall reciprocally assist each other by providing documentation and information on Port Technology, Marketing Research and Port Development.
2. Both parties shall assist each other to explore the local and regional market, by facilitating and promoting cooperation with potential local partners / customers.



(1) SEMINARS: Both parties shall establish a seminar every year and each party shall take turn to be the host. The subjects of each seminar shall be set by Both parties.

(2) PROMOTION: At all appropriate conferences or exhibitions, Both parties shall continue to mutually promote each other by distributing promotion materials such as brochures, newsletters, leaflets etc., and by exchanging information during those events. In this regard, the documentation and exhibition materials shall be updated.

It is understood that the above endeavors are in no way imperative or have any limiting or legal binding character to the implementation of the Memorandum of Understanding.

The costs involved in the implementation of the above shall be borne by Both parties. This shall be considered and agreed upon in advance on a case by case basis.

Both parties reiterate that the cooperation between the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama is based on a mutual friendship and respect inspired by the long-standing friendly relationship between the countries and their people.

On behalf of the two ports, we, the undersigned, hereby formally agree to the establishment of the Letter of Intent on the Implementation of the Memorandum of Understanding between the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama on the nineteenth day of January 2015, in the Japanese and the English languages, both texts being equally authentic.

For the Port Authority of Thailand,

For the Port and Harbor Bureau
City of Yokohama,

Adisorn Anothaisitavee
Assistant Director General
Asset Management and Business
Development
Port Authority of Thailand

Shinsuke Itoh
Director General
The Port and Harbor Bureau
City of Yokohama



**LETTER OF INTENT
ON THE IMPLEMENTATION OF
THE MEMORANDUM OF UNDERSTANDING BETWEEN
THE PORT AUTHORITY OF THAILAND AND THE CITY OF
YOKOHAMA
DATED 31st MARCH, 2019**

Following the Memorandum of Understanding between the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama dated 31st March, 2019, both Participants agreed on arranging on the following program for the implementation of the Memorandum of Understanding.

The Port Authority of Thailand and the City of Yokohama, hereinafter referred to as "Both Participants".

1. Both Participants will reciprocally assist each other by providing documentation, information, and personal exchanges.
 - (1) TRAINING: Both Participants will jointly set up short-term training programs. During the program period in Japan, the City of Yokohama will provide transportation support for staff of the Port Authority of Thailand. During the program period in Thailand, the Port Authority of Thailand will provide transportation support for staff of the City of Yokohama. The extent of the support provided will be discussed by Both Participants in advance.
 - (2) TECHNICAL EXCHANGES: Both Participants will organize workshop and technical visits in the specific issues. The issues of workshops and each technical visit will be discussed by Both Participants in advance.
 - (3) INFORMATION EXCHANGES: Both Participants will reciprocally assist each other by providing documentation and information on port technology, marketing research and port development.
2. Both Participants will assist each other to explore the local and regional market, by facilitating and promoting cooperation with potential local participants / customers.
 - (1) SEMINARS/CONFERENCES: In order to achieve objectives of the MoU, both Participants will establish seminar mutually and each party will take turn to be the host. The subjects of each seminar will be set by Both Participants.



(2) PROMOTION: At all appropriate conferences or exhibitions, Both Participants will continue to mutually promote each other by distributing promotion materials such as brochures, newsletters, leaflets etc., and by exchanging of information during those events. In this regard, the documentation and exhibition materials will be updated.

It is understood that the above endeavors are in no way imperative or have any limiting or legal binding character to the implementation of the Memorandum of Understanding.

The costs involved in the implementation of the above will be borne by Both Participants. This will be considered and agreed upon in advance on a case by case basis.

Both Participants reiterate that the cooperation between the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama is based on a mutual friendship and respect inspired by the long-standing friendly relationship between countries and their people.

Both participants agree that this Letter of Intent is a part of the Memorandum of Understanding signed on 31st March, 2019. This Letter of Intent is made in two (2) duplicate originals in English language, both texts being equally authentic and each Participant holding one copy. Both Participants have read and fully understood the contents therein and thereafter duly signed the MoU on 31st March, 2019 and will be valid until the end of March 2024.

For and on behalf of
the Port Authority of Thailand,

For and on behalf of
the Port of Yokohama,

Director General
Port Authority of Thailand

Director General
Port and Harbor Bureau,
City of Yokohama

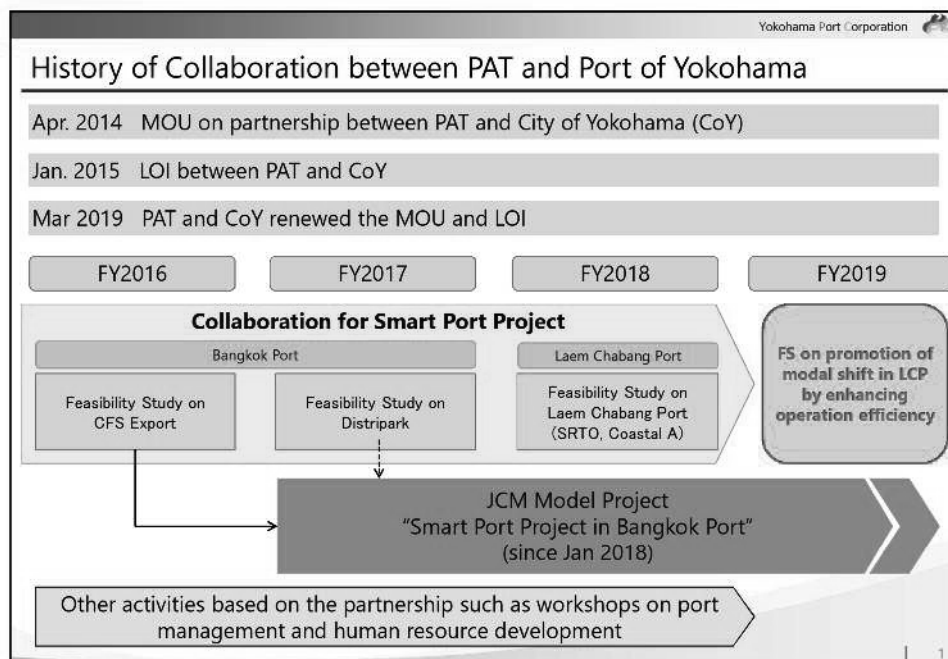
資料 2 : PAT との打合せ資料

(1) 第 1 回打合せ資料 (キックオフミーティング)

FY2019 Feasibility Study with PAT
Kick-off

10th July 2019
Yokohama Port Corporation
City of Yokohama
Green Pacific Co., Ltd.

横浜港埠頭株式会社
Yokohama Port Corporation



Feasibility Study (F/S) for LCP in FY 2019

Points of the study

1. Possibilities of enhancing operational efficiency of **SRTO and Coastal A** terminal by utilizing **automation technology**
2. Effect of **CO2 emission reduction** by modal shift in LCP
3. Effective way of **promoting modal shift in LCP** in line with the re-development of Lat Krabang ICD

Participants

- Yokohama Port Corporation (YPC)
- City of Yokohama (CoY)
- Green Pacific Co., LTD (GP)

Period

- From Jul 2019 to Feb 2020
- * May be extended until Feb 2022 subject to contract with MOEJ

Cost

- Funded by MOEJ (and YPC & GP)



➤ There is no obligation to form any actual project based on this F/S.

Details of the study points with Laem Chabang Port

1. Enhancing operational efficiency of SRTO and Coastal A terminal

- Study on remote control system for RMG and RTG for promoting modal shift

Example of necessary infrastructure

- positioning and communication system for RMG and RTG
- cameras and sensors on RMG and RTG
- control room equipped with remote control system


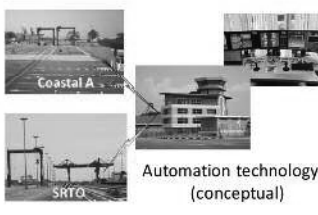



2. Calculation of CO2 emission reduction by modal shift

3. Possible collaboration with operators in Lat Krabang ICD




3-year plan of our FS


FY 2019	FY 2020	FY 2021
		
<ul style="list-style-type: none"> • Study on current situation <ul style="list-style-type: none"> - Challenges for enhancing operation efficiency - Plan and target of modal shift in LCP 	<ul style="list-style-type: none"> • Study on introduction of automation technology • Study on efficient cooperation between container terminals, SRTO and ICD 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration experiment at SRTO and Lat Kraban ICD

(2) 第 2 回打合せ資料（中間報告）

FY2019 Feasibility Study with PAT

25th Nov. 2019
Yokohama Port Corporation
City of Yokohama
Green Pacific Co., Ltd.

 横浜港埠頭株式会社
Yokohama Port Corporation

Yokohama Port Corporation 

Feasibility Study (F/S) for LCP in FY 2019

Points of the study

1. Possibilities of enhancing operational efficiency of **SRTO and Coastal A** terminal by utilizing **automation technology**
2. Effect of **CO2 emission reduction** by modal shift in LCP
3. Effective way of **promoting modal shift in LCP** in line with the re-development of Lat Krabang ICD

Participants


- Yokohama Port Corporation (YPC)
- City of Yokohama (CoY)
- Green Pacific Co., LTD (GP)

Period

- From Jul 2019 to Feb 2020
- * May be extended until Feb 2022 subject to contract with MOEJ

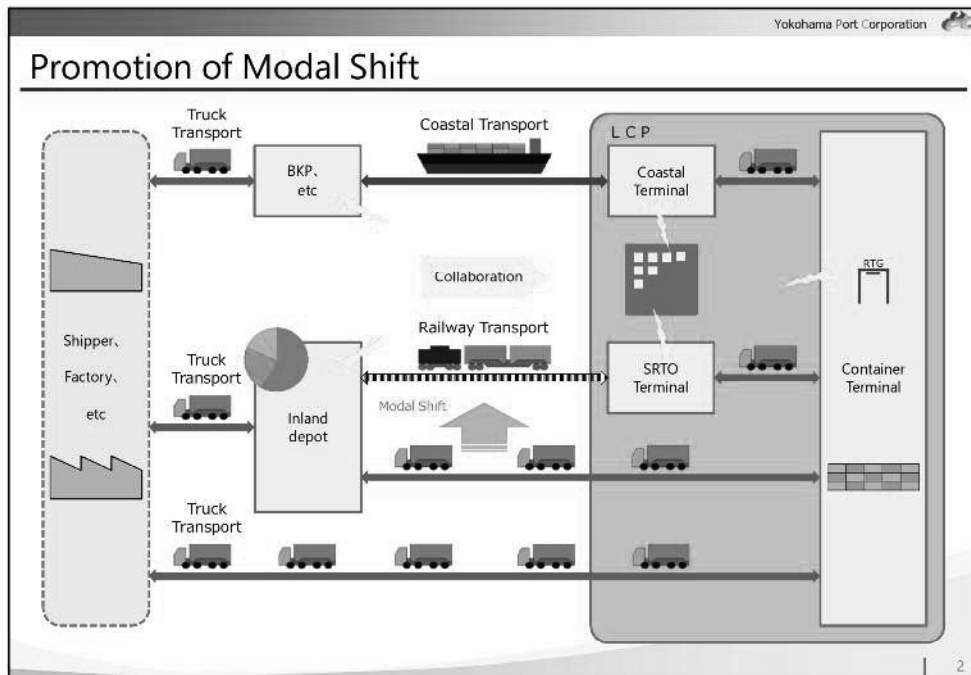
Cost

- Funded by MOEJ (and YPC & GP)



➤ There is no obligation to form any actual project based on this F/S.

1



Yokohama Port Corporation

Details of the study points with Laem Chabang Port





1. Enhancing operational efficiency of SRTO and Coastal A terminal

- Study on remote control system for RMG and RTG for promoting modal shift

Example of necessary infrastructure

- positioning and communication system for RMG and RTG
- cameras and sensors on RMG and RTG
- control room equipped with remote control system

2. Calculation of CO2 emission reduction by modal shift

3

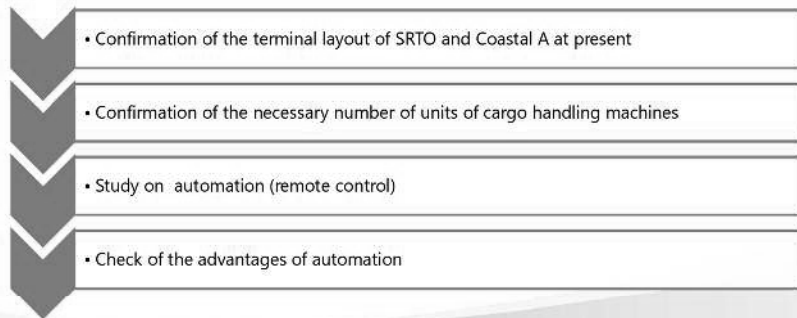
Study on automation

<Decision at the last meeting in July>

- Conduct study on introduction of automation technology (remote control) for cargo handling machines in this year's FS. (Start with Coastal A terminal.)

YPC's proposal ->Extend the scope of the study to both Coastal A and SRTO

<Steps>



4

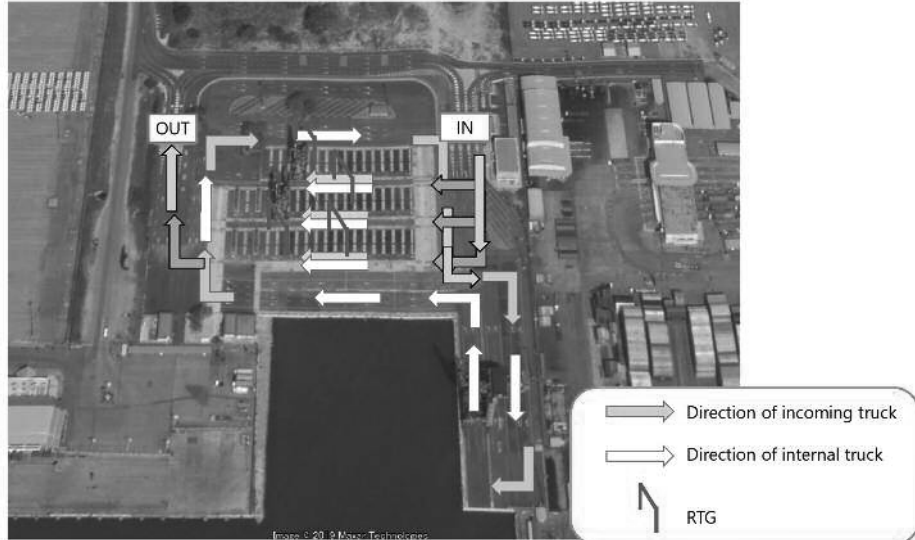
Confirmation of the terminal layout of SRTO and Coastal A at present

<Points>

- Location of the gates (in/out)
- Traffic lines of trucks incoming and internal
- Whether incoming trucks directly receive container from the ship (and the ratio of such operation if any)

5

Confirmation of the terminal layout (Coastal A)



6

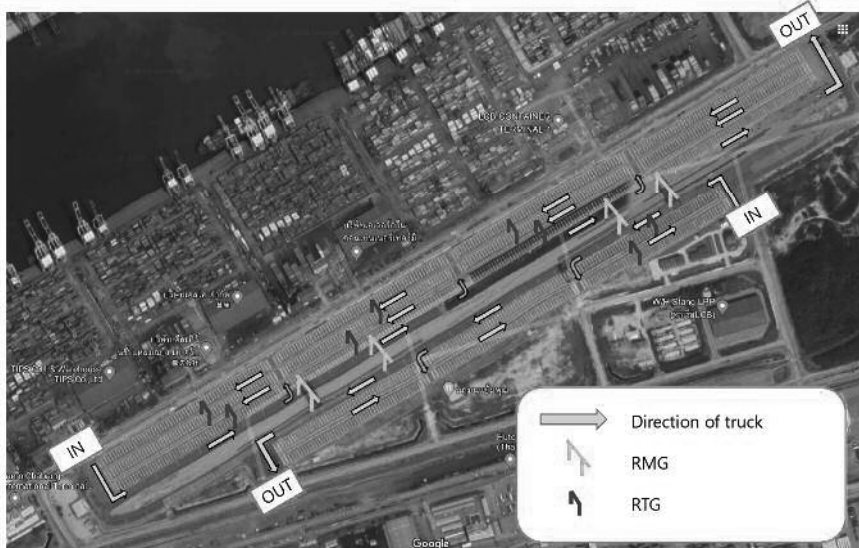
Confirmation of the terminal layout (SRTO)

<Points>

- Location of the gates (in/out)
- Traffic lines of trucks incoming and internal
- Location of cargo storage area for B terminals and C terminals
- Rules to decide the location of the storage area for loaded containers and empty containers
- Operation rule for 6 lanes of the train rail
- Whether incoming trucks directly receive container from the train (and the ratio of such operation if any)

7

Confirmation of the terminal layout (SRTO)



Confirmation of necessary number of cargo handling machines (Coastal A)

To handle 300,000 TEU containers/year (target)

1) $300,000 \text{ TEU} / 365 \text{ days} \approx 822 \text{ TEU} / \text{day}$

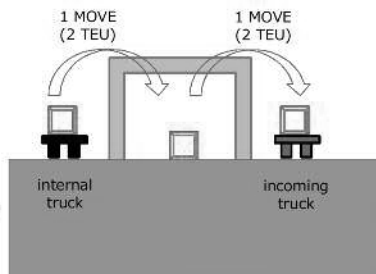
2) $822 \text{ TEU} / 4 \text{ units} \approx 206 \text{ TEU} / \text{unit}$

3) $206 \text{ TEU} / 16 \text{ hours} \approx 13 \text{ TEU} / \text{hour}$

• Per 1 unit of RTG $\approx 13 \text{ TEU} / \text{hour}$

-> 13 moves / hour

2 moves of RTG will be necessary to carry 1 container



Confirmation of necessary number of cargo handling machines (SRTO)

To handle 1,000,000 TEU containers/year (target)

1) $1,000,000 \text{ TEU} / 365 \text{ days} \approx 2,740 \text{ TEU} / \text{day}$

2)-1 RMG : $2,740 \text{ TEU} / 4 \text{ units} \approx 685 \text{ TEU} / \text{unit}$

2)-2 RTG : $2,740 \text{ TEU} / 8 \text{ units} \approx 343 \text{ TEU} / \text{unit}$

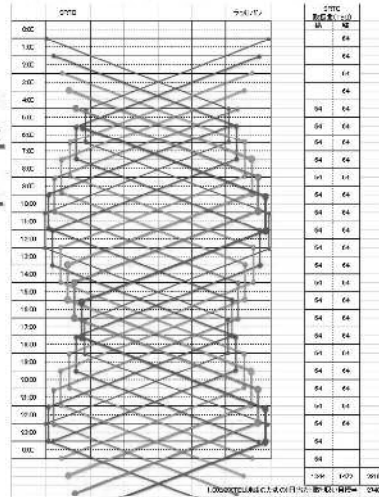


• Per RMG
 $685 \text{ TEU} / 24 \text{ hours} \approx 29 \text{ TEU} / \text{hour}$
 $\rightarrow 14.5 \text{ moves} / \text{hour}$

• Per RTG
 $343 \text{ TEU} / 24 \text{ hours} \approx 14.5 \text{ TEU} / \text{hour}$
 $\rightarrow 14.5 \text{ moves} / \text{hour}$

Seems difficult to achieve...

Train operation diagram (YPC's calculation)



Calculation of necessary number of the machines by computer simulation

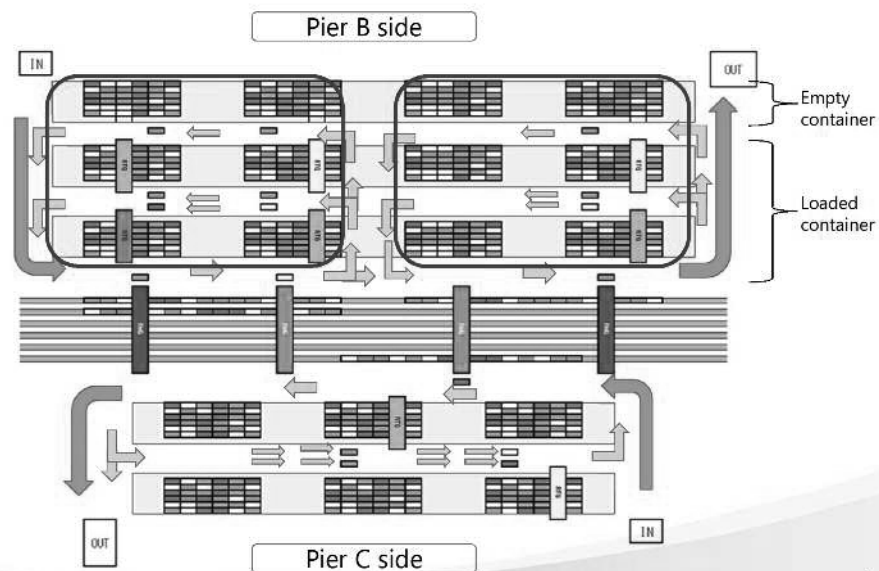
Movie clip

Temporary conditions for the computer simulation

< Temporary conditions >

- Speed of the trucks in the terminal will be 30 km/hour
- Cargo handling machines (RMG and RTG) can achieve 16 moves/hour
- Storage areas are decided according to the type of cargo
- RTGs do not change the lane
- Operation on pier B side will be done by 2 groups of machines
- Some of the truck traffic lanes are changed
- RTG can move 2 TEU containers at once
- Gate processing times are set based on actual data of other ports

Confirmation of the conditions of operation (SRT0)

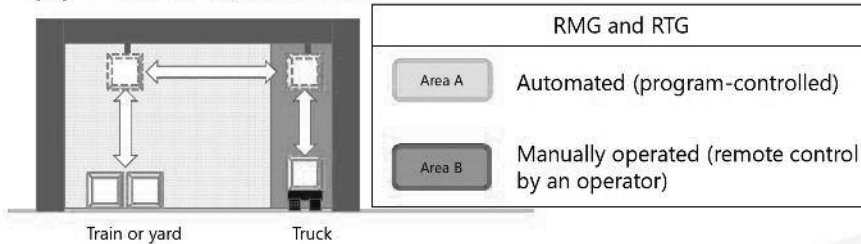


Confirmation on automation (remote control)

(1) Coverage of automation

- > RMG/RTG will be automated (remotely controlled)
- > Internal trucks are manned

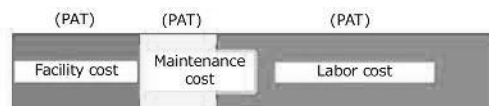
(2) Level of automation



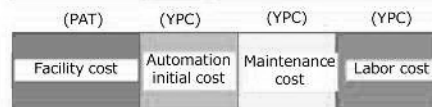
Check of the advantage of automation

(1) Cost calculation

1) Manual operation



2) Automation (remote control)

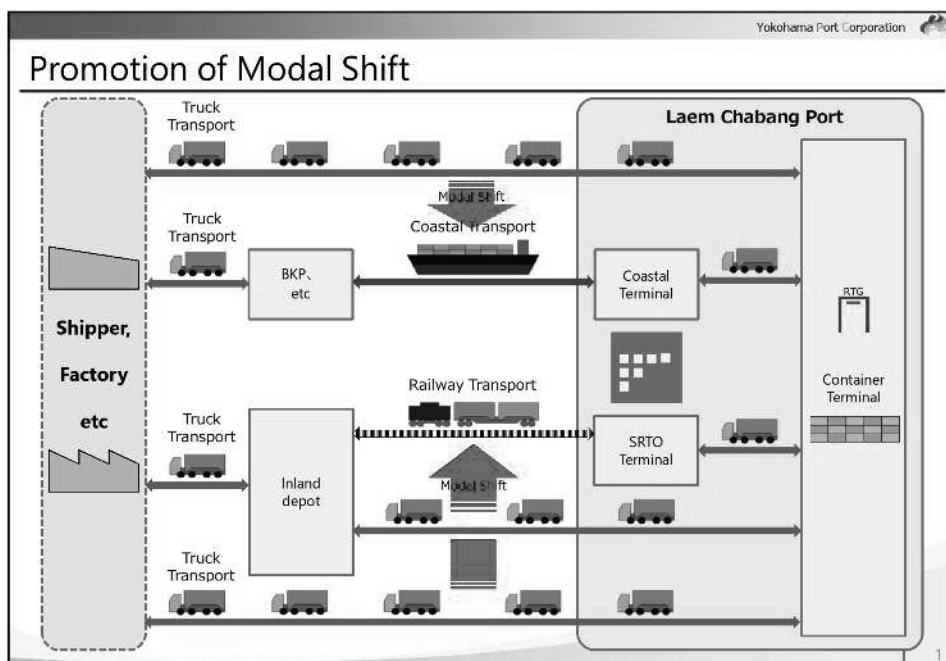
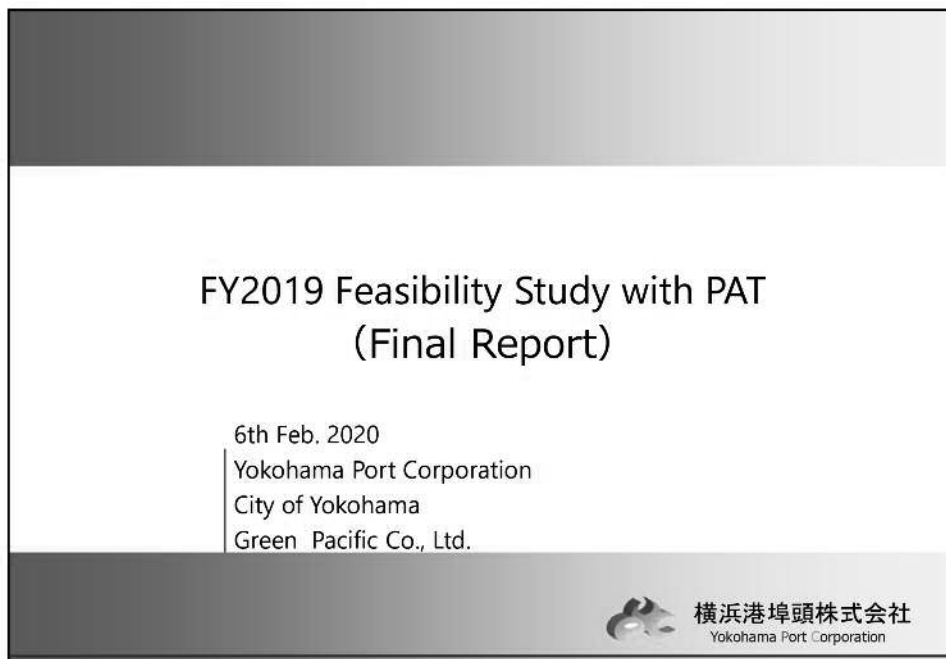


Please provide information for the expected cost of manual operation

(2) Amount of CO2 reduction

To be estimated

(3) 第3回打合せ資料（最終報告）



Feasibility Study (F/S) for LCP in FY 2019

Points of the study

1. Possibilities of enhancing operational efficiency of **SRTO and Coastal A** terminal by utilizing **automation technology**
2. Effect of **CO2 emission reduction** by modal shift in LCP
3. Effective way of **promoting modal shift in LCP** in line with the re-development of Lat Krabang ICD

Participants

- Yokohama Port Corporation (YPC)
- City of Yokohama (CoY)
- Green Pacific Co., LTD (GP)

Period

- From Jul 2019 to Feb 2020
- * May be extended until Feb 2022 subject to contract with MOEJ

Cost

- Funded by MOEJ (and YPC & GP)



➤ There is no obligation to form any actual project based on this F/S.

2

Study on automation for enhancing terminal efficiency

<Decision at the meeting in July>

- Conduct study on introduction of automation technology (remote control) for cargo handling machines in this year's FS. (Start with Coastal A terminal.)

<YPC's proposal at the meeting in November>

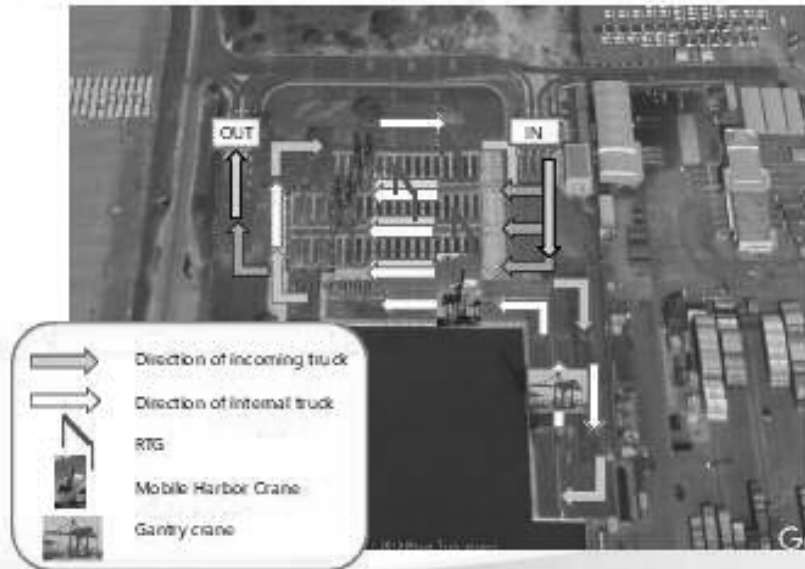
- Extend the scope of the study to both Coastal A and SRTO

<Steps>

- Confirmation of the terminal layout of SRTO and Coastal A at present
- Confirmation of the necessary number of units of cargo handling machines
- Study on automation
- Check of the advantages of automation

3

Confirmation of the terminal layout (Coastal A)



Confirmation of necessary number of cargo handling machines (Coastal A)

- Target container throughput : 300,000 TEU / year

1) $300,000 \text{ TEU} / 365 \text{ days} \approx 822 \text{ TEU} / \text{day}$

2) $822 \text{ TEU} / 24 \text{ hours} \approx 34 \text{ TEU} / \text{hour}$

3)-1 STS Crane: $34 \text{ TEU} / 2 \text{ units} \approx 17 \text{ TEU} / \text{hour} \cdot \text{unit}$

3)-2 RTG: $34 \text{ TEU} \times 2 / 4 \text{ units} \approx 18 \text{ TEU} / \text{hour} \cdot \text{unit}$

- It is expected most containers are directly loaded to trucks from vessels by the STS cranes. Therefore cargo handling by RTG will be less than usual container terminal
- Considering above, it is considered that 300,000 TEU can be handled with the existing facilities

Confirmation of the terminal layout (SRTO)



6

Confirmation of necessary number of cargo handling machines (SRTO)

- Target container throughput : 1,000,000 TEU /year
- Gate processing time will be short
- The yard is horizontally long and moving distance of RTG will become long accordingly. So additional RTGs may be required
- Travelling distance of truck seems long and the number of RTGs may be insufficient as mentioned above. So congestion of truck may occur in the yard, which will decrease terminal efficiency

We did computer simulation to check the moves and operations of cargo handling machines and trucks

7

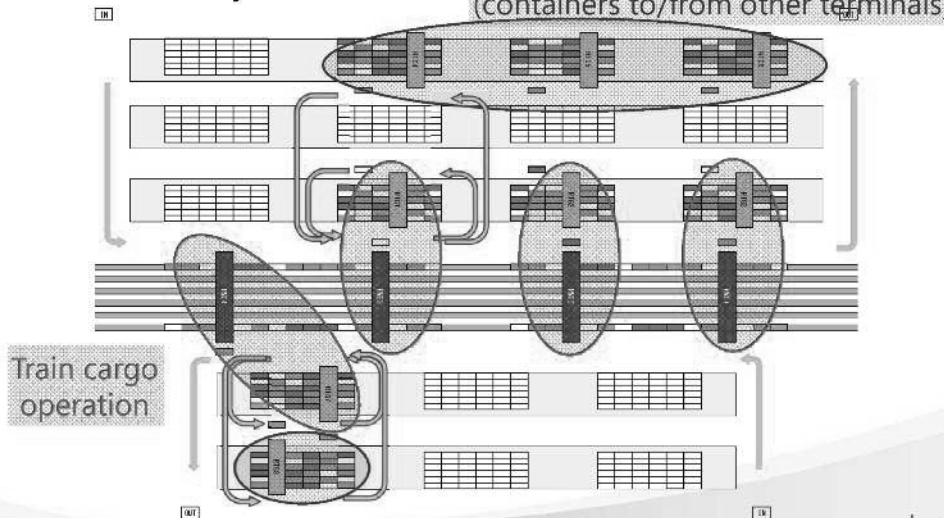
Simulation for SRTO : Preconditions

Facilities	Numbers etc
Terminal (SRTO)	<ul style="list-style-type: none"> Gates: 2 for IN, 2 for OUT Rail lanes: 6
Cargo train	<ul style="list-style-type: none"> 32 cars (64TEU) per train Arrive 1 train / Depart 1 train every hour 2 RMG work on 1 train
Cargo handling machines	<ul style="list-style-type: none"> 4 units of RMG: velocity 7.2km/h (2m/s) 8 units of RTG: velocity 3.6km/h (1m/s) *RTGs will not change the lanes
Truck	<ul style="list-style-type: none"> 100 units in total 4 trucks serve for 1 RMG = 16 units for 4 RMG The other 84 units work for carrying containers to/from B or C terminals
Cargo throughput	<ul style="list-style-type: none"> 1 million TEU (all 40' container) Import/Export = 50-50

Simulation for SRTO : Preconditions

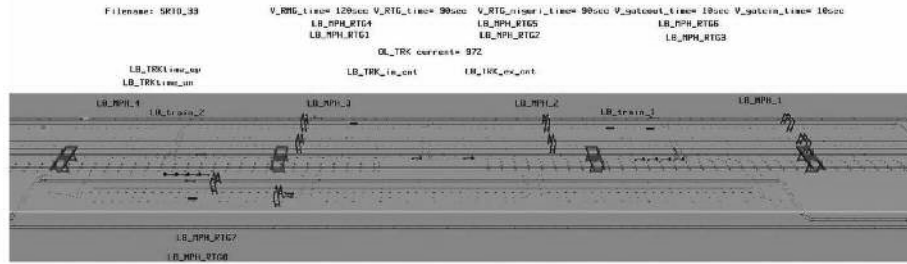
Terminal Layout

Yard operation
(containers to/from other terminals)



Result of the simulation

24-hour operation



Movie clip

10

Summary of the simulation result

Facilities	Results
Train	Turnaround time : 89 - 110 min / unit
RMG	Operation efficiency : ☆☆☆
RTG	Train cargo operation efficiency : ☆☆☆☆☆
	Moving distance : 252 - 3,062 m / day
Truck	Yard operation efficiency : ☆
	Moving distance : 37,069 - 41,076 m / day
	1,396 units in/out in 24 hours (2,792TEU / day) *2,792TEU × 365day = 1,019,080TEU (1 million TEU) Turnaround time : average 85min (300min at maximum)

- Moving distance of RTG for yard operation is as long as 40 km/day, which decrease terminal operation efficiency
- Heavy congestion of truck occurred in the yard and turnaround time was 300 minutes at maximum
- 24 hour-operation is necessary to cover the low efficiency of the operation. This means any loss of time can not be allowed such as maintenance or human error
- There will be no time for cargo relocation, so operation must be reviewed

11

Proposal on Further study for enhancing operation efficiency

We propose that we conduct further study in next year on following items.

1. Study on continuous operation with efficiency and safety
 - Terminal operation
 - Necessary number and location of cargo handling machines
 - Possibilities of introduction of automation
2. Study on ways to reduce CO2 emission
 - Confirmation of the emission reduction effect by modal shift
 - Emission reduction by enhancing terminal operation efficiency
 - Emission reduction by introduction of e-truck

12

Details of the study points with Laem Chabang Port

1. Enhancing operational efficiency of SRTO and Coastal A terminal

- Study on remote control system for RMG and RTG for promoting modal shift

Example of necessary infrastructure

- positioning and communication system for RMG and RTG
- cameras and sensors on RMG and RTG
- control room equipped with remote control system



2. Calculation of CO2 emission reduction by modal shift



13

Challenges for automation (remote control)

- SRTO
 - Efficient operation method must be established prior to introduction of automation

- Coastal-A
 - Reefer area (manned) and automation area (unmanned) must be separated due to safety reasons
 - The size of Coastal-A is relatively small, so cost advantage will not be gained by Coastal-A only
- ➔ Need to study on introduction of common system with SRTO to monitor RTGs

14

Study for enhancing terminal efficiency by automation

Expected advantages by automation (remote control)

- Reduction of terminal operation cost
- Enhancement of terminal efficiency (improved cargo handling capability and labor-saving)
- More stable operation (not influenced by nature conditions)
- More safety (reduction of fatal accidents)
- Better labor conditions
- Lower GHG emission (with low-carbon facilities and efficient terminal operation)

15

CO₂ Emission Reduction by Promoting Modal Shift

Simplified Formula of CO₂ Emission Reduction by Modal Shift

$$\text{CO}_2 \text{ Emission Reduction} = A - B$$

A: CO₂ emission by Truck

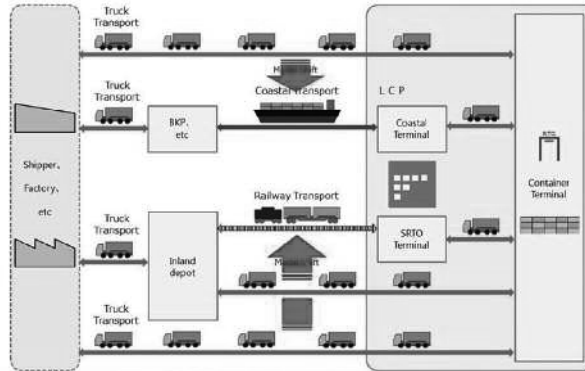
CEF of Truck (t-CO₂/ton-km)

× Transport Distance of Truck (ton-km/year)

B: CO₂ emission by Railway or Coastal ship

CEF of T/S (t-CO₂/ton-km)

× Transport Distance of R or CS (ton-km/year)



16

CO₂ Emission Reduction by Promoting Modal Shift

Modal shift from truck to railway/coastal ship

The data required to quantify the CO₂ reduction effect by modal shift (from truck to railway or coastal ship) is the CO₂ emission factor (kg-CO₂/TEU/km) of trucks, railways and coastal ships. These data can be set by the following methods:

- (1) Regarding container freight transportation from Laem Chabang Port to Ladkrabang ICD (or to Bangkok Port in case of coastal ship), actual measurements or interviews will be conducted on truck mileage and fuel consumption, and railway/ship mileage and fuel consumption (electricity consumption in the case of electric trains). Based on the data, we can calculate the most plausible CO₂ emission factors (kg-CO₂/TEU/km).
- (2) In case the method (1) is difficult, try to collect the data about truck mileage and fuel consumption, railway/ship mileage and fuel consumption (electricity consumption in the case of electric trains) in a section similar to container transport from Laem Chabang Port to Ladkrabang ICD (Bangkok Port in case of coastal ship) from existing data in Thailand. Based on the data, we can estimate the second best CO₂ emission factors (kg-CO₂/TEU/km).
- (3) In case the method (2) is difficult, try to collect the data about truck mileage and fuel consumption, railway/ship mileage and fuel consumption (electricity consumption in the case of trains) in a section similar to container transport from Laem Chabang Port to Ladkrabang ICD (Bangkok Port in case of coastal ship) from existing data in other countries (including Japan). Based on the data, we can estimate an alternative CO₂ emission factors (kg-CO₂/TEU/km).

Regarding the method (1), which provides the most accurate CO₂ emission factors (kg-CO₂/TEU/km), the cooperation of the container freight truck owner and the State Railway of Thailand (SRT) is necessary.

17



CO₂ Emission Reduction by Promoting Modal Shift

Result of Estimation of CO₂ Emission Reduction (tentative)

Target of Modal Shift in Leam Chabang Port and Effect of CO₂ Emission Reduction

	2018		Target		Increase of TEU		CO ₂ emission reduction (t-CO ₂ /year)
	TEU	%	TEU	%	TEU	%	
Trucks	7.14M TEU	89.1%	8.87M TEU	80.6%			
Coastal	0.60M TEU	7.5%	1.13M TEU	10.3%	0.83M TEU	7.5%	
					0.30M TEU	2.7%	64,416
Trains	0.27M TEU	3.4%	1.00M TEU	9.1%	0.37M TEU	3.4%	
					0.63M TEU	5.7%	113,753
Total	8.01M TEU		11.00M TEU				178,169

**Study for ports in Thailand to reduce GHG
emission by advancing modal shift**

16th Jan. 2020
Yokohama Port Corporation
City of Yokohama
Green Pacific Co., Ltd.

 横浜港埠頭株式会社
Yokohama Port Corporation

Yokohama Port Corporation 

Introduction

Yokohama Port Corporation (YPC)

- Playing the major role in **Development, Leasing and Maintenance** of facilities at the port of Yokohama for 50 years
- Promoting the **environmentally friendly initiatives** at the port



Port Authority of Thailand (PAT)

- Established in 1951 as an **port management body** under the general supervision of the Ministry of Transport
- **Managing 5 ports** in Thailand including **Bangkok Port** and **Lam Chabang Port**
- Implementing "**Green Port Project**"

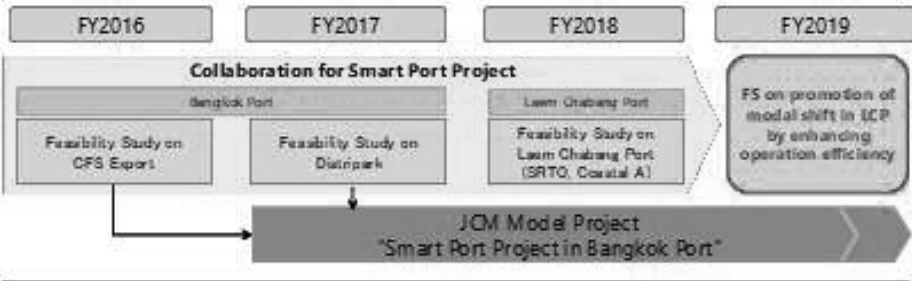


Collaboration between the Cities

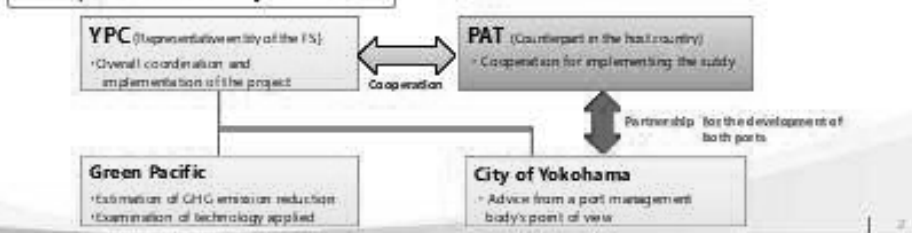
- **Memorandum of Understanding** for partnership between **PAT and City of Yokohama** (2014)
- **Letter of Intent** of the implementation of the MOU (2015)
- Renewed the MOU and LOI (2019)



Collaboration between PAT and Port of Yokohama



Participants in the study in FY 2019



3-year plan of the study

Outline

- Provide support to PAT to promote modal shift utilizing SRTO (railway transport terminal) and coastal terminal
- Conduct study on the measures to realize low-carbon transportation network connected with Larn Chaabang Port, mainly focusing on enhancement of terminal operation of LCP including collaboration with the operators of Larn Chaabang Inland Container Depot.

FY 2019	FY 2020	FY 2021
<ul style="list-style-type: none"> • Study on current situation and challenges about modal shift in ICP • Study on collaboration with the operators of Larn Chaabang ICD to enhance railway transportation • Study on utilization of JCM in Larn Chaabang ICD • Identifying challenges on establishing methodology of GHG emission reduction by modal shift 	<ul style="list-style-type: none"> • Study on introduction of automation technology to enhance operation of the railway transportation terminal and coastal terminal in LCP • Establishment of methodology of GHG emission reduction by modal shift and study of applying it to JCM 	<ul style="list-style-type: none"> • Study on utilization of JCM in line with the renovation plan for Wharf B of LCP • Study on utilization of excellent low-carbon technologies to railway transportation terminal and coastal terminal which are planned to develop under Phase 3 expansion plan of LCP under ESC Project • Study on applying the methodology to cases of modal shift in other countries

Activity in FY 2019

Points of the study

1. Possibilities of enhancing operational efficiency of **SRTO and Coastal A** terminal by utilizing **automation technology**
2. Effect of **CO2 emission reduction** by modal shift in LCP
3. Effective way of **promoting modal shift in LCP** in line with the re-development of Lat Krabang ICD



About Laem Chabang Port
 Area : 1,014ha (2,505ac)
 Location : 130km south of Bangkok
 Handling volume : 8,016,000 TEU (2018)
 : 8,649,000 Ton (2018)

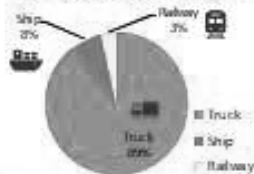


Modal Shift and Reduction CO2 emission

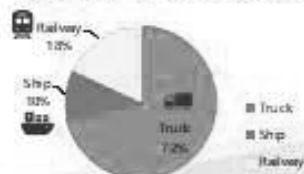


Modal Split of Laem Chabang Port

2018 (8.02mil TEU)



Near future (11.0mil TEU)

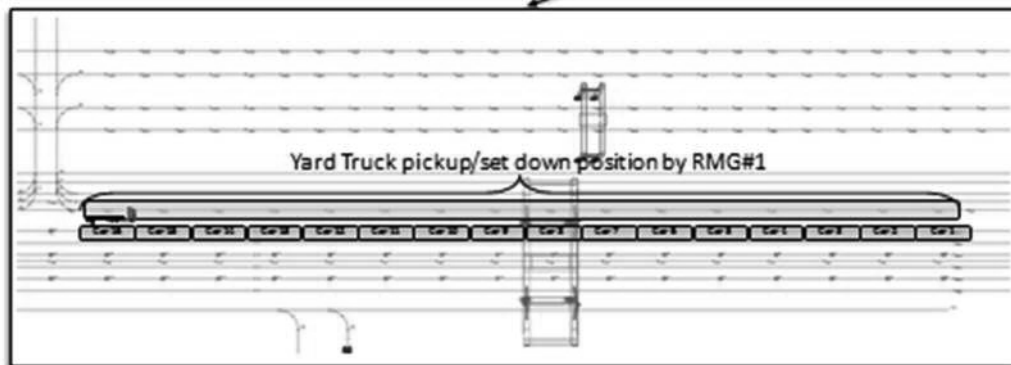
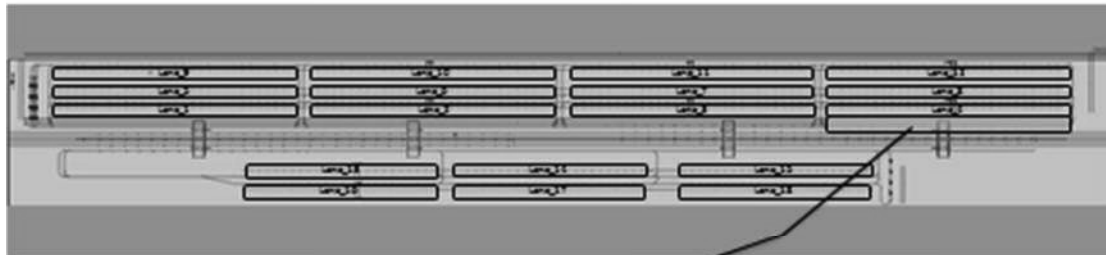


資料4：シミュレーション条件及び結果

(1) シミュレーション条件

Terminal Layout

Combination of Equipment : 4RMG+16YTs+8RTG

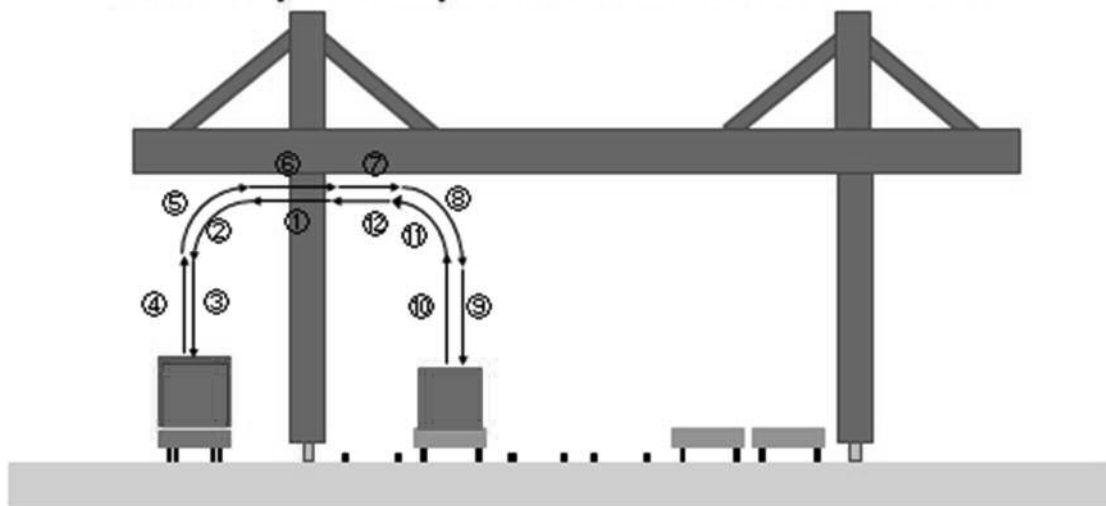


Settings of Terminal Equipment

- RMG velocity 7.2km/h(2m/s)
- RMG pickup time 60 sec
- RMG set down time 60 sec
- Truck velocity 30km/h (8.333m/s)
- RTG traveling velocity 3.6km/h (1m/s)
- RTG pickup time 45 sec
- RTG set down time 45 sec
- RTG re-handling time 90 sec
(Only for cargo pickup external truck)

9

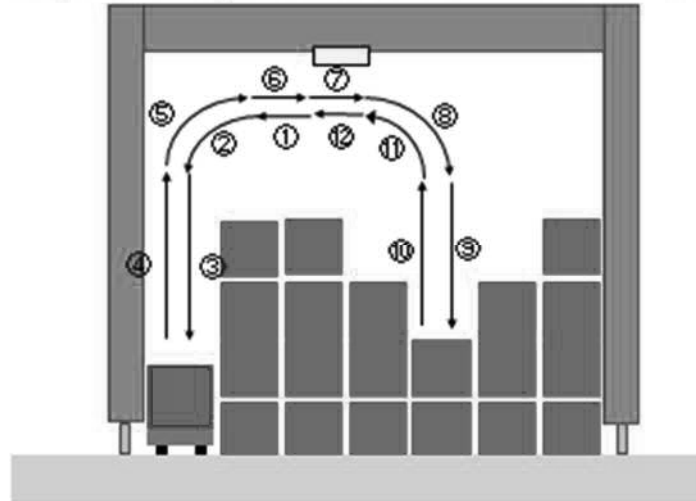
RMG pick up and set down time



Automod RMG pickup time = ① + ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥ = 60sec

Automod RMG set downtime = ⑦ + ⑧ + ⑨ + ⑩ + ⑪ + ⑫ = 60sec

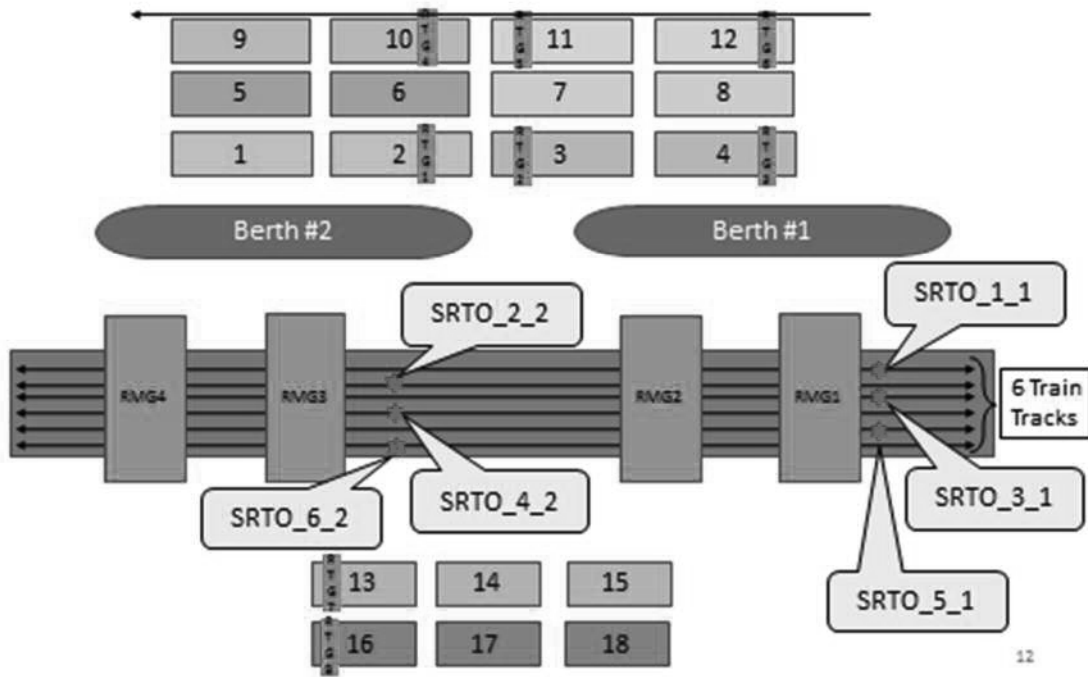
RTG pick up and set down time



Automod RTG pickup time = ① + ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥ = 90sec

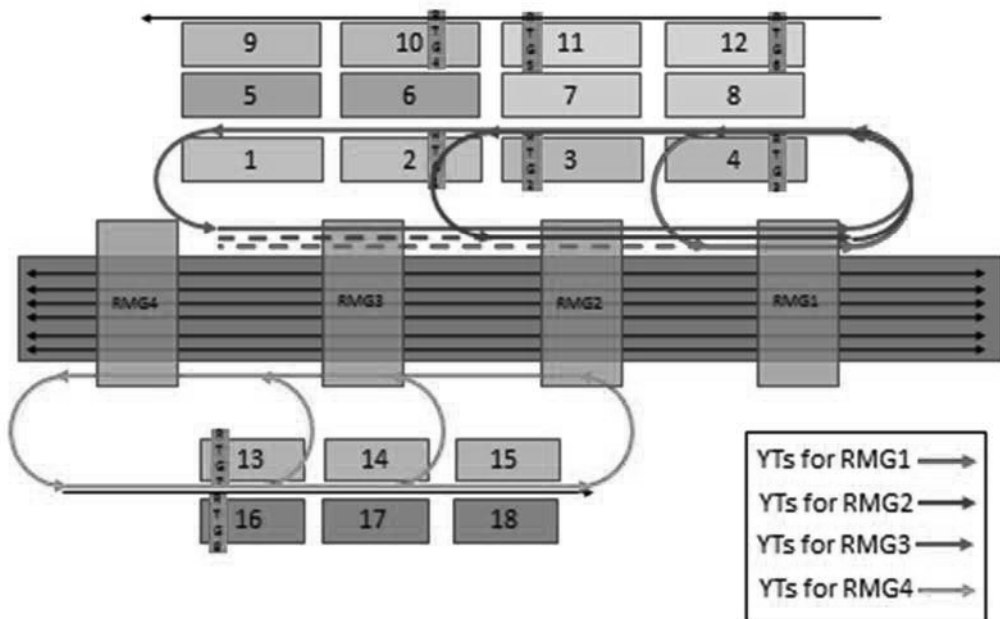
Automod RTG set down time = ⑦ + ⑧ + ⑨ + ⑩ + ⑪ + ⑫ = 90sec

Terminal Layout



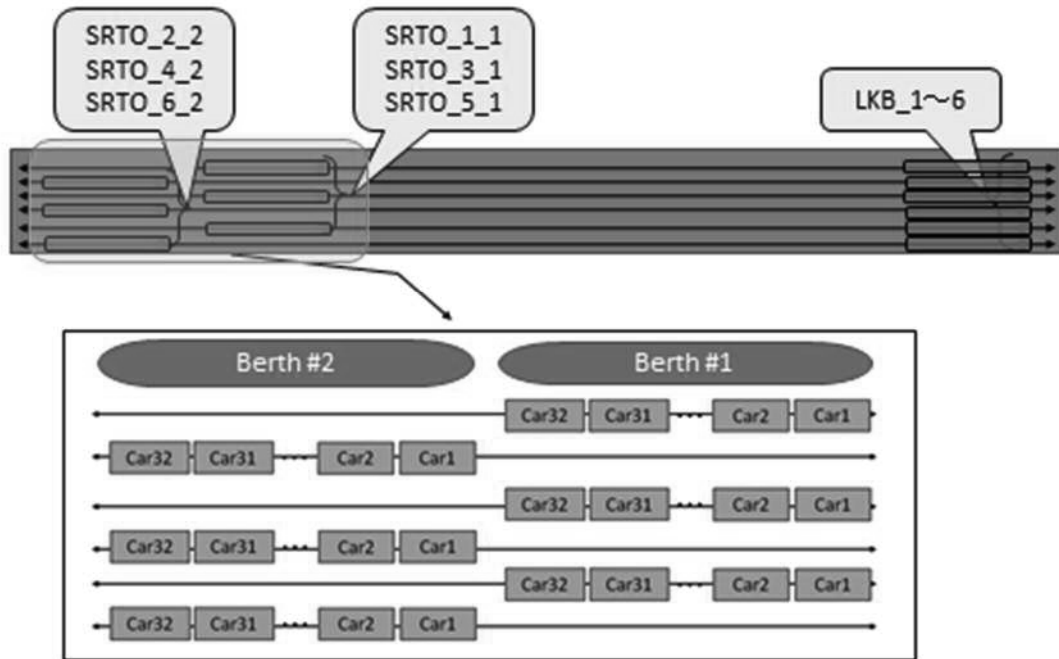
12

YT path mover layout



13

Train path mover layout



14

(2) シミュレーション結果

・ SRTO RMG MPH

RMG1	MPH
train_ID	
1	18.86
3	18.45
5	18.69
7	18.71
9	18.77
11	18.80
13	18.68
15	18.81
17	18.61
19	18.77
21	18.65
23	18.63

RMG2	MPH
train_ID	
1	18.23
3	17.60
5	17.80
7	17.82
9	17.88
11	17.90
13	17.80
15	17.92
17	17.72
19	17.86
21	17.76
23	17.74

RMG3	MPH
train_ID	
2	21.36
4	21.69
6	21.65
8	21.72
10	21.73
12	21.58
14	21.72
16	21.49
18	21.68
20	21.59
22	21.59

RMG4	MPH
train_ID	
2	20.68
4	20.64
6	20.81
8	20.98
10	21.16
12	21.26
14	20.79
16	21.53
18	21.69
20	21.78
22	20.25

・ SRTO RTG MPH

RTG	MPH
1	39
2	35
3	39
4	14
5	14
6	14
7	35
8	15

※24h平均

• SRTO TRAIN Dwell Time

	(min)
MAX=	109.07
MIN=	88.55
AVE=	99.85
train_ID	V_train_dwell_time
1	105.32
2	92.82
3	109.07
4	93.02
5	107.85
6	92.27
7	107.74
8	91.52
9	107.39
10	90.76
11	107.24
12	90.31
13	107.86
14	92.34
15	107.12
16	89.36
17	108.35
18	88.55
19	107.49
20	88.94
21	108.10
22	94.80
23	108.22

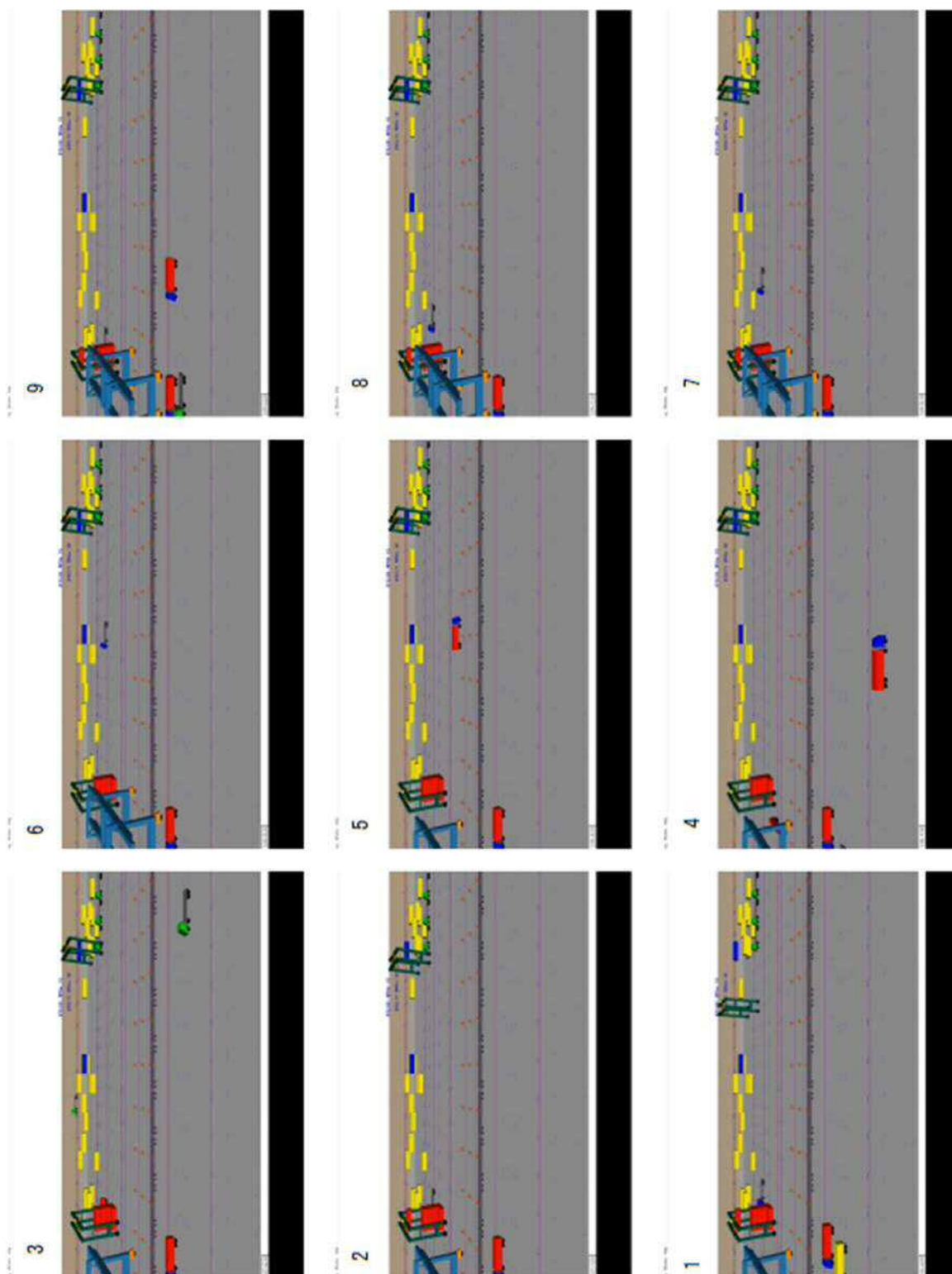
・ SRTO TRACK Turne Time date (抜粋)

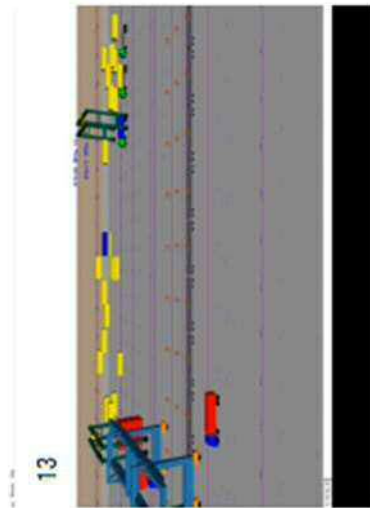
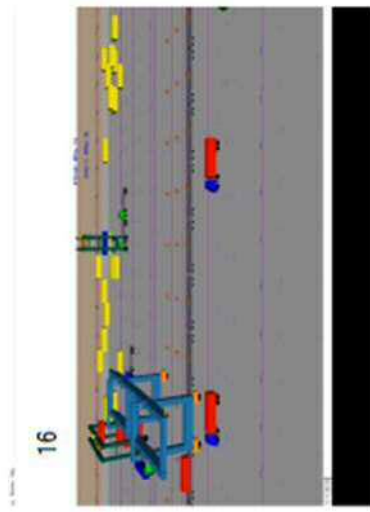
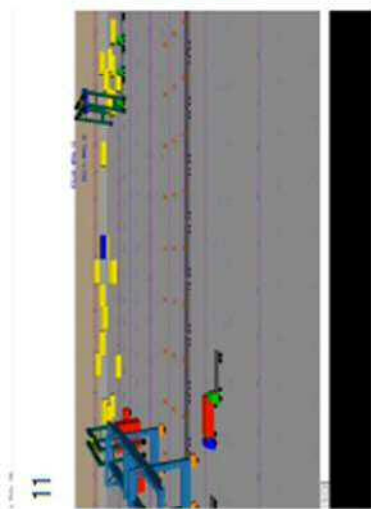
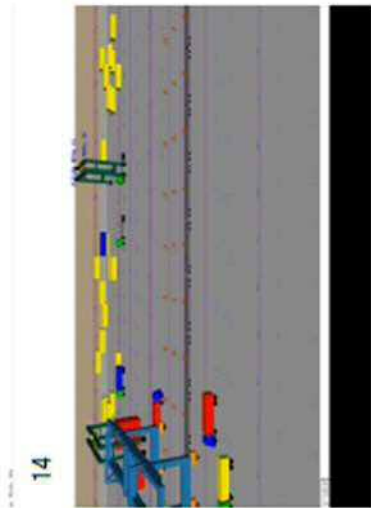
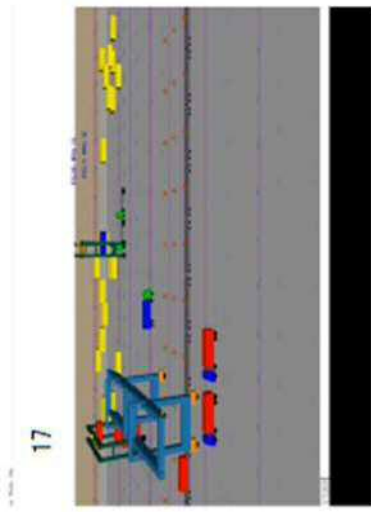
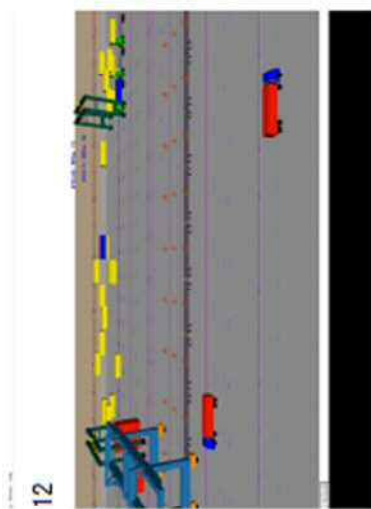
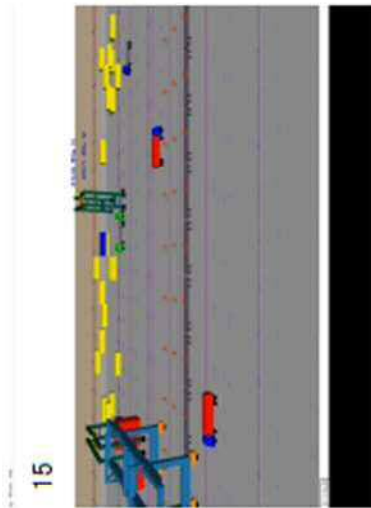
(min)
 MAX= 300.61
 MIN= 8.05
 AVE= 84.74

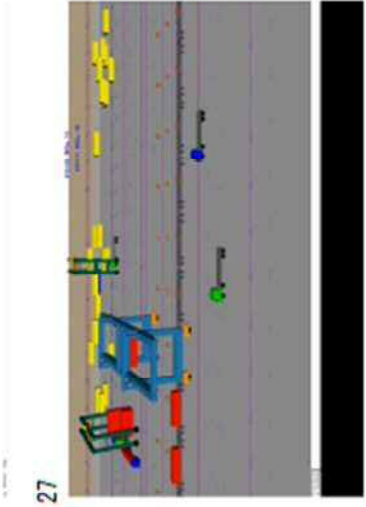
TRK_ID	Ue	export_num	turntime
1	2	2	10.79
2	1	1	13.17
3	5	2	13.91
4	4	1	12.64
5	10	2	10.88
781	670	1	209.72
782	842	2	52.87
783	674	1	209.00
784	810	1	83.64
785	844	2	54.96
786	807	1	87.06
787	812	1	85.92
788	851	2	52.74
789	677	1	212.78
790	809	1	90.23
791	819	1	82.24
792	811	1	91.07
793	815	1	88.39
794	679	1	217.04
795	823	1	83.31
796	856	2	55.36
797	818	1	90.93
798	688	1	213.75
799	863	2	54.04
991	1,018	1	103.56
992	870	1	242.52
993	874	1	240.07
994	1,100	2	31.94
995	1,007	1	117.47
996	1,026	1	100.25
997	1,013	1	115.71
998	1,109	2	29.12
999	881	1	240.62
1,251	1,086	1	295.60
1,252	1,379	2	41.34
1,253	1,298	1	48.34
1,254	1,277	1	23.13
1,255	1,382	2	40.75
1,256	1,281	1	12.49
1,257	1,253	1	51.76
1,258	1,383	2	42.01
1,259	1,098	1	300.61
1,260	1,254	1	53.69
1,261	1,087	1	296.39
1,262	1,333	1	15.23
1,263	1,385	2	45.40
1,264	1,260	1	37.53
1,265	1,107	1	292.65
1,266	1,092	1	292.76
1,267	1,261	1	39.76
1,268	1,387	2	48.90
1,269	1,108	1	295.62
1,270	1,308	1	44.05
1,386	1,439	1	19.42
1,387	1,420	1	36.00
1,388	1,237	1	270.25
1,389	1,527	2	60.83
1,390	1,404	1	36.02
1,391	1,535	2	54.60
1,392	1,443	1	22.21
1,393	1,193	1	273.31
1,394	1,414	1	32.77
1,395	1,430	1	28.52
1,396	1,544	2	35.85

ハッチング部分はシミュレーション上でターンタイムが最も長くなった車両

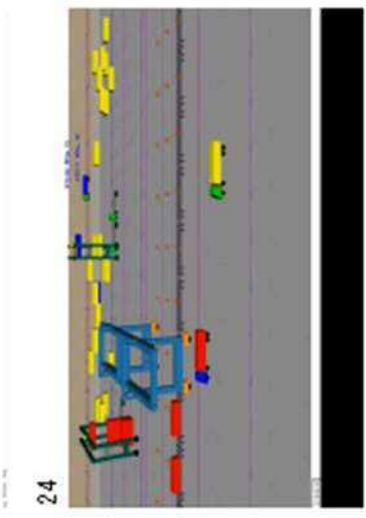
<シミュレーション結果の一例>



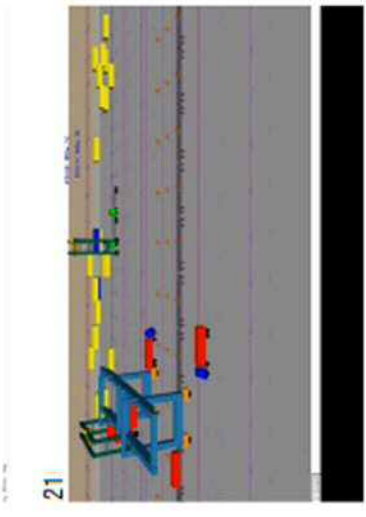




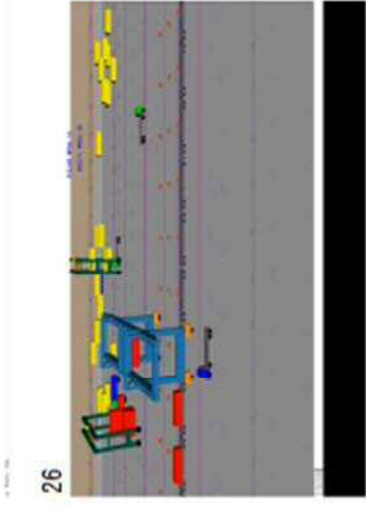
27



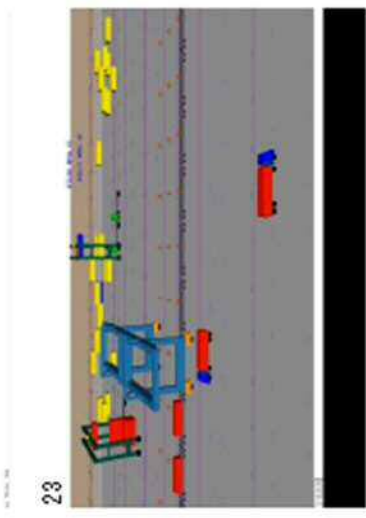
24



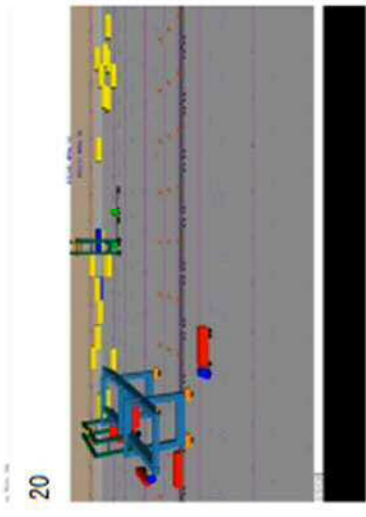
21



26



23



20



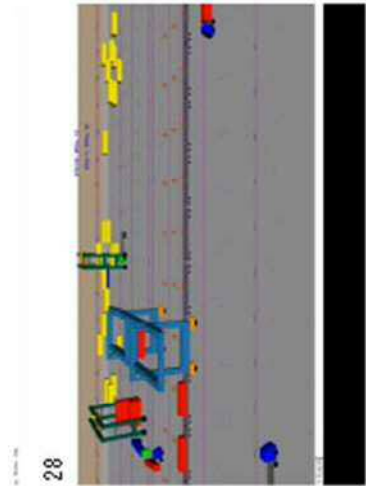
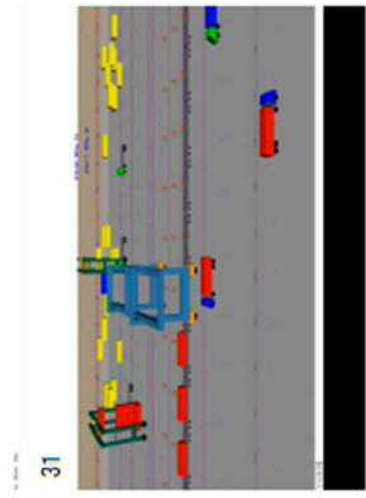
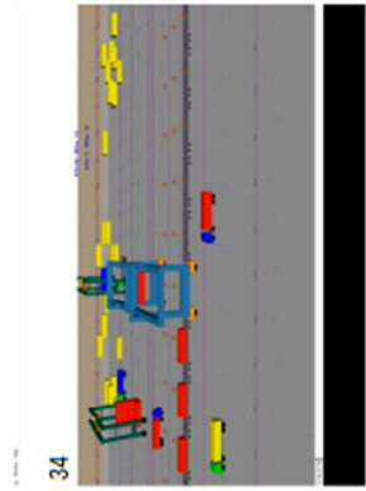
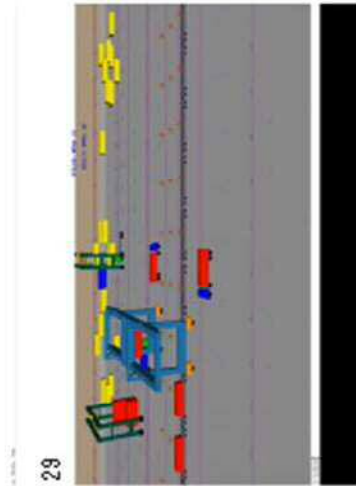
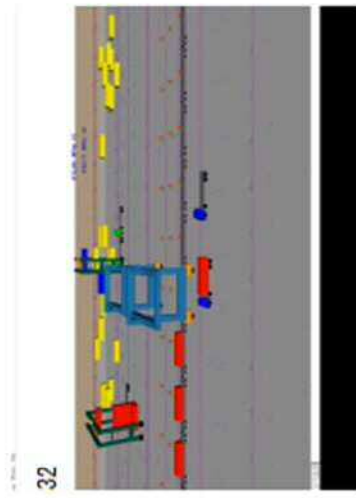
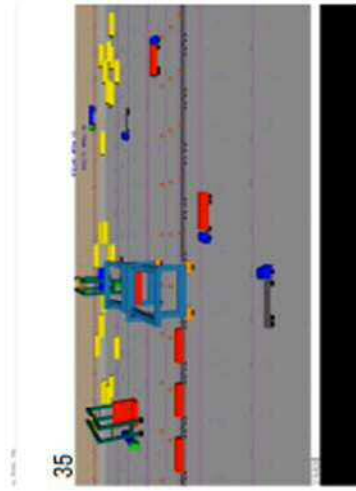
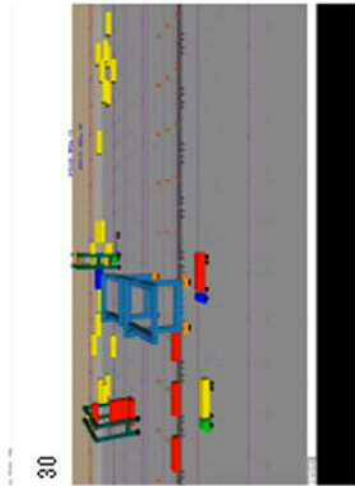
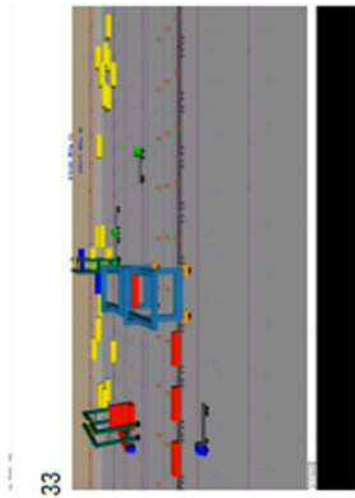
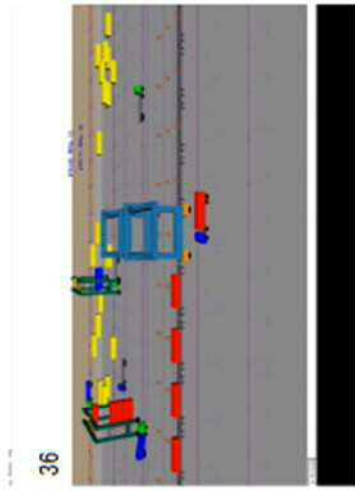
25

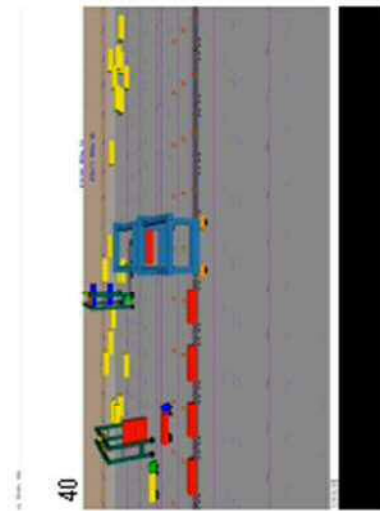
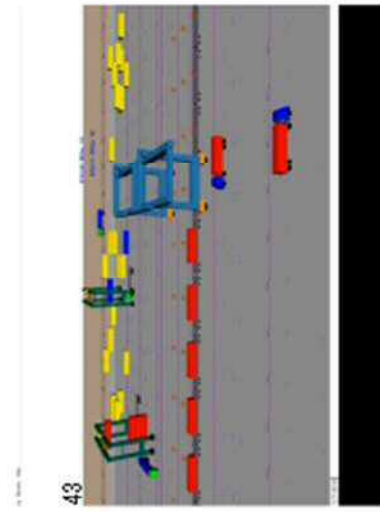
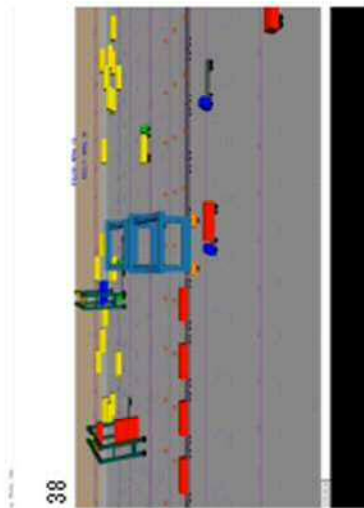
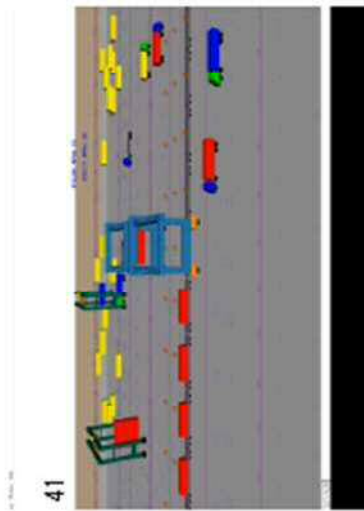
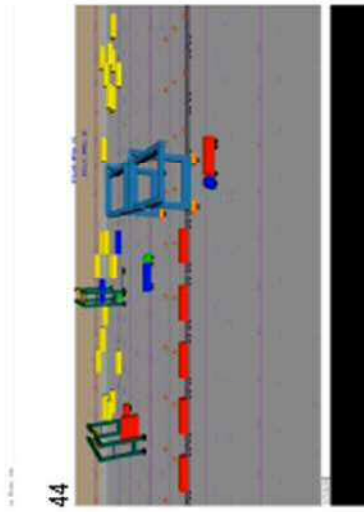
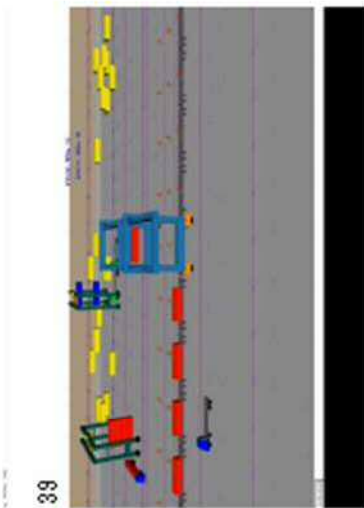
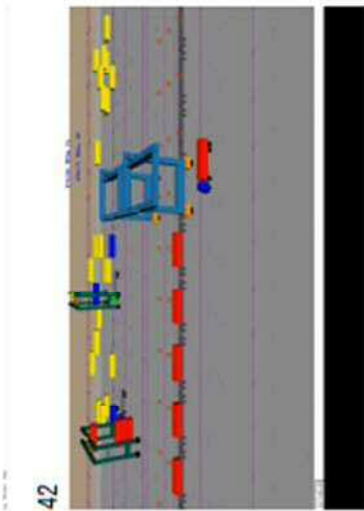
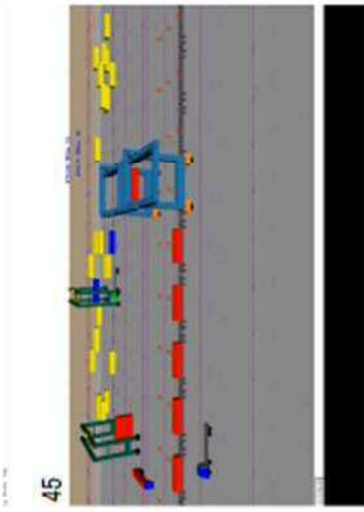


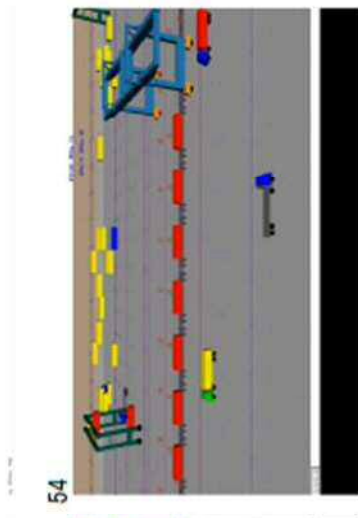
22



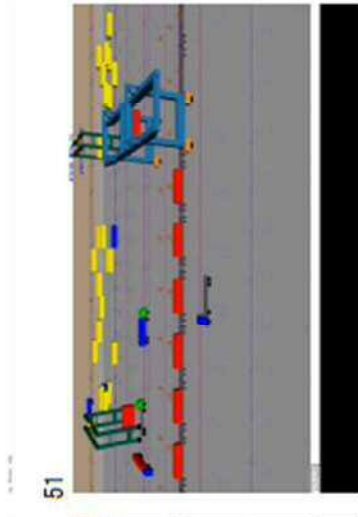
19



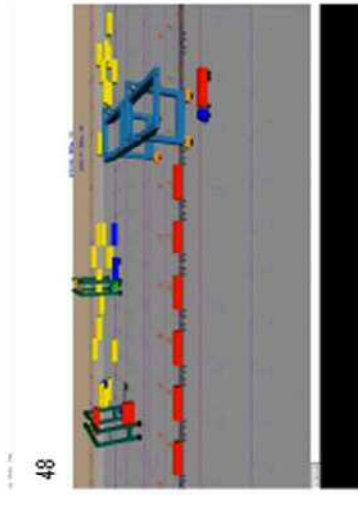




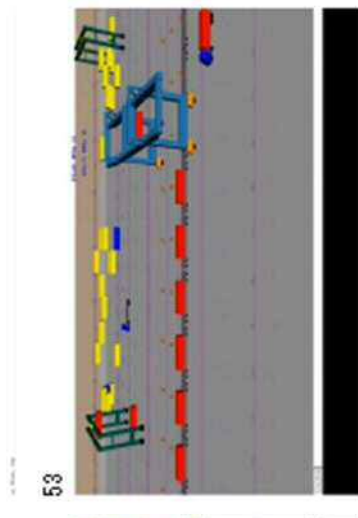
54



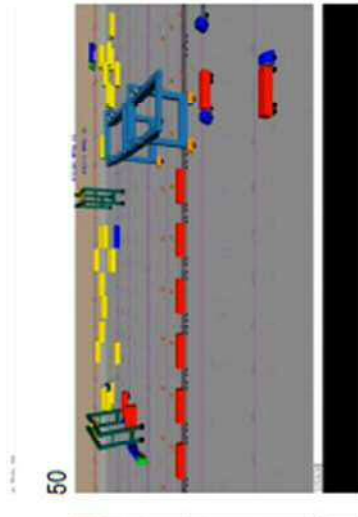
51



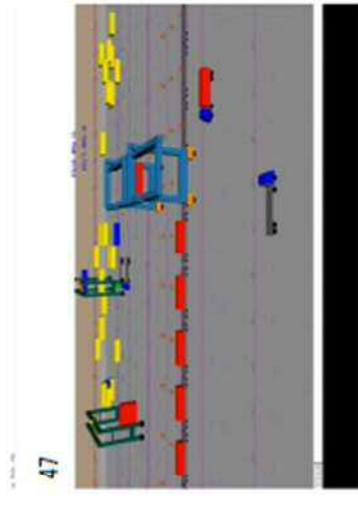
48



53



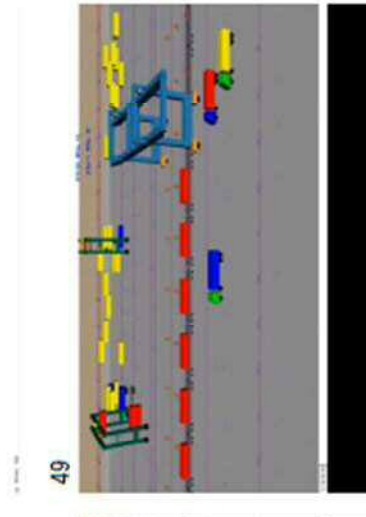
50



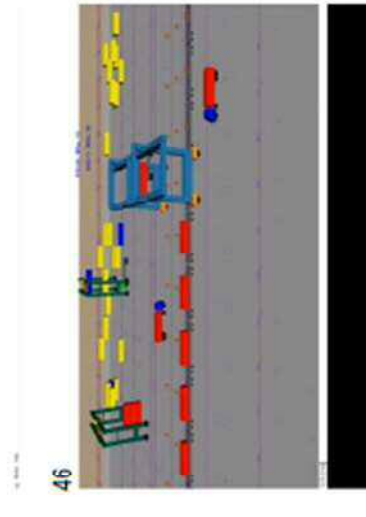
47



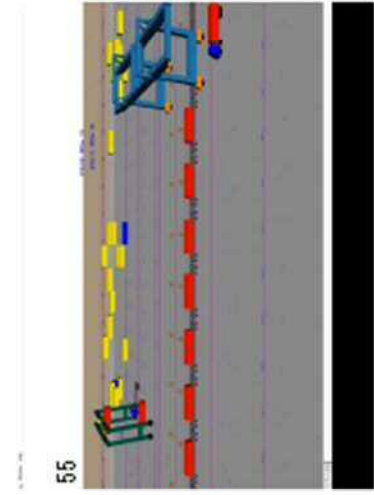
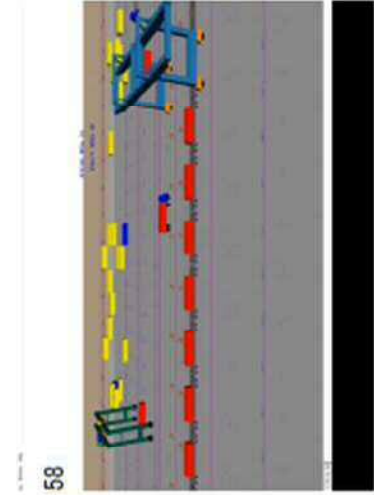
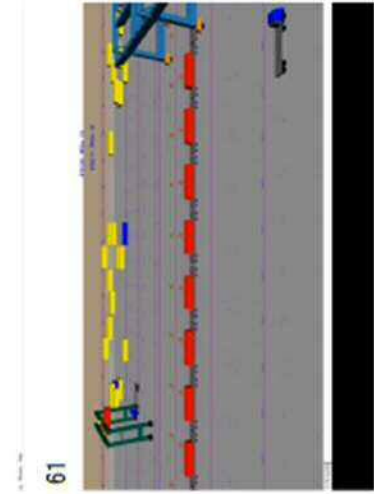
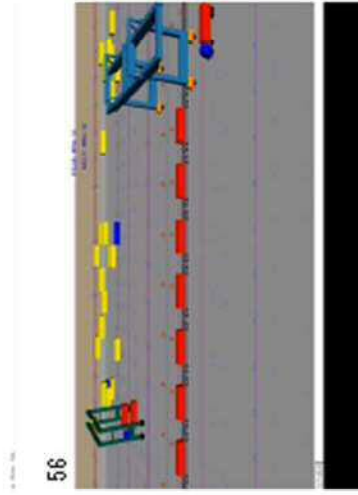
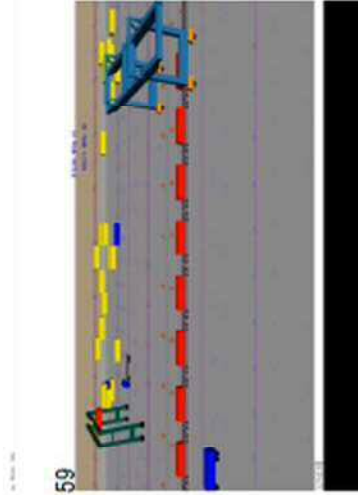
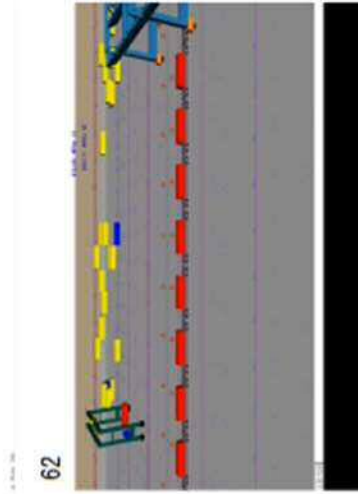
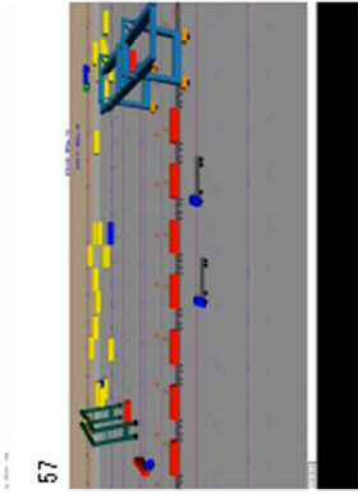
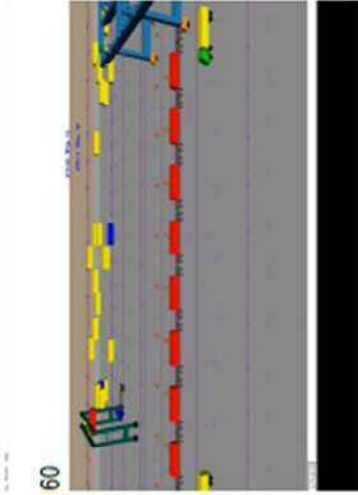
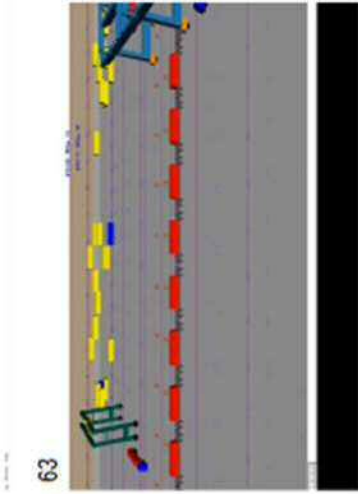
52

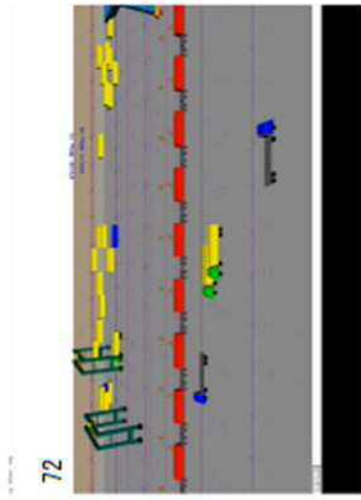


49

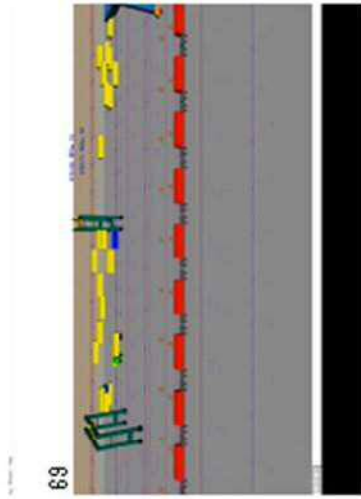


46

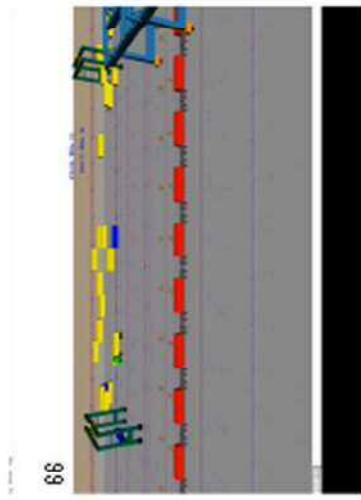




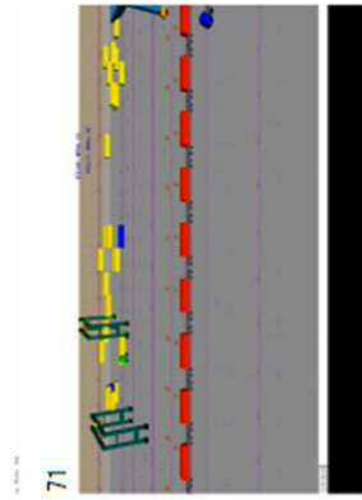
72



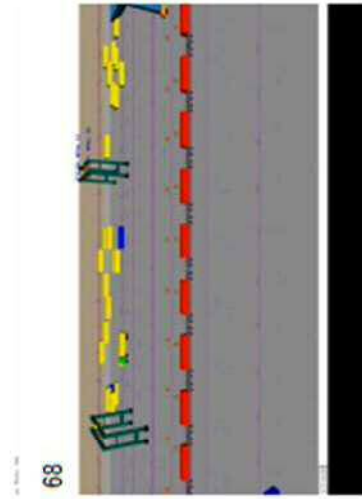
69



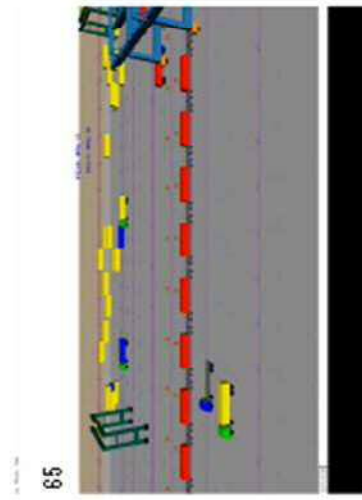
66



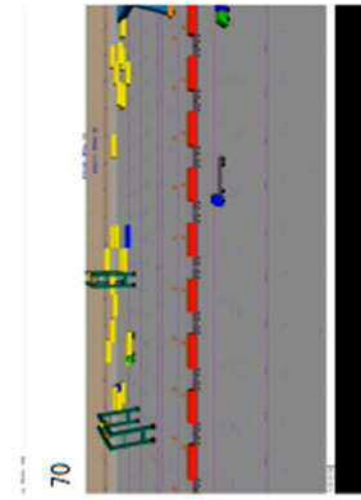
71



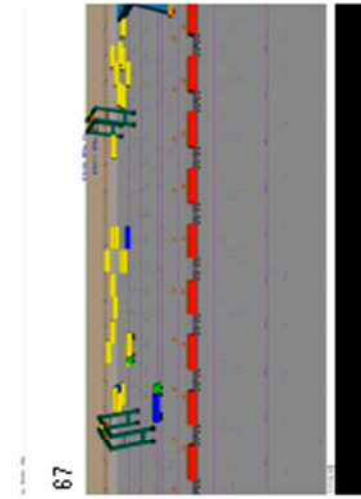
68



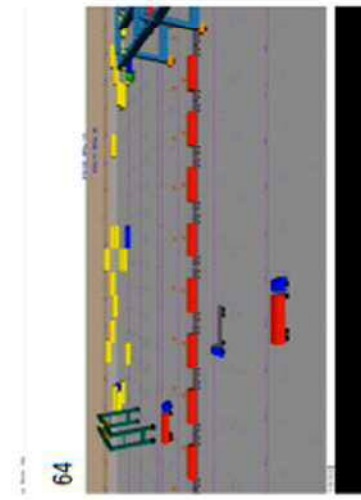
65



70



67



64

