

令和2年度環境省委託事業

令和2年度脱炭素社会実現のための  
都市間連携事業委託業務

(令和2年度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脱炭素化支援調査事業)

報告書

令和3年3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. 業務の目的と内容 .....	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. 調査の準備 .....	10
2-1. 情報収集 .....	10
(1) レムチャバン港の概要とコロナ禍での影響 .....	10
(2) タイ国におけるモーダルシフト促進に関する最新情報 .....	15
2-2. コロナ禍における調査実施方法の確認 .....	19
(1) 本調査の進め方 .....	19
3. 検討結果 .....	20
3-1. 現地調査・ヒアリング調査等の概要 .....	20
(1) 第1回 PAT とのオンラインミーティング .....	20
(2) 第2回 PAT とのオンラインミーティング .....	22
(3) 第3回 PAT とのオンラインミーティング .....	24
(4) レムチャバン港モーダルシフト用ターミナルの現況 .....	25
3-2. モーダルシフト用ターミナルオペレーション効率化の検討 .....	31
(1) シミュレーターによる検討モデルの構築と検討ケースの設定 .....	31
(2) シミュレーションによるケーススタディーの実施 .....	35
(3) シミュレーション結果の整理 .....	39
(4) 自動化（遠隔操作化）技術導入による更なる効率化に関する情報収集 .....	44
3-3. モーダルシフト促進による GHG 排出削減効果の検討 .....	47
(1) 省エネ型荷役機器導入による GHG 排出削減効果の検討 .....	47
(2) モーダルシフトによる GHG 排出削減効果の検討 .....	48

3-4. 鉄道やインランドデポ（ICD）等との連携による効率化の検討 .....	52
(1) タイ国鉄（SRT）やラッカバン ICD 運営者等に関する情報収集 .....	52
3-5. モーダルシフト促進に向けた支援策の検討 .....	54
(1) モーダルシフト促進のためのロードマップの作成および ロードマップ実現のための方策や課題の整理 .....	54
(2) モーダルシフト促進のための支援策の検討 （事業スキーム、ファイナンス、調達方法等） .....	57
4. まとめ .....	61
資料編 .....	63
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 オンラインミーティング （2020 年 10 月 19 日 キックオフミーティング） .....	資料編 7
(2) 第 2 回 オンラインミーティング（2020 年 12 月 4 日 中間報告） .....	資料編 17
(3) 第 3 回 オンラインミーティング（2021 年 2 月 19 日 最終報告） .....	資料編 26
資料 3：脱炭素都市の構築に向けた都市間連携セミナー （2021 年 2 月 1 日 事業紹介） .....	資料編 33
資料 4：シミュレーション条件及び結果 .....	資料編 36

## 1. 業務概要

### 1-1. 業務の目的と内容

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。

今年度は、昨年度実施した基礎調査を基に以下4項目について検討し、モーダルシフトをより一層促進させるための効率的なオペレーション方法や荷役機器配置計画等を立案し、脱炭素・低炭素な物流体系へと移行を支援するための調査を行う。

- (1) モーダルシフト用ターミナルオペレーション効率化の検討
- (2) モーダルシフト促進による GHG 排出削減効果の検討
- (3) 鉄道やインランドデポ等との連携による効率化の検討
- (4) モーダルシフト促進に向けた支援策の検討

## 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設立された港湾管理者で、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 (Bangkok Port、Larm Chabang Port、Chiang Saen Commercial Port、Chiang Khong Port、Ranong Port) の管理運営を行っており、2021 年には設立 70 周年を迎える。



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 月にパートナーシップ連携に関する覚書を締結し (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、上記覚書の元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た。

現在 PAT では、“To be World Class Port with Excellent Logistics Services for Sustainable Growth in 2030” (2030 年に持続可能な成長による卓越した物流サービスとともにワールドクラスの港になる) との目標のもとで様々な政策に取り組んでおり、環境分野においては、“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きた。この計画では、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た。残念ながら 2019 年末時点で目標には届かず 2020 年に期間を延長し取り組むとともに、今後さらに環境への取組みを強化すべく新たな計画作りを進めている。

## (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た。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、2016 年 1 月 YPC を分割する形で、国・横浜市・川崎市で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、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った。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た。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）に係る相互支援であった。さらに、当初は5年間の時限的なパートナーシップ連携の関係性であったが、2016年から本調査を開始し、継続して縦横的に調査範囲が広がり、2019年3月には、パートナーシップ連携の覚書については、新たな協力内容での更新を行った。新たな協力内容は、①Port technology and innovation（港のテクノロジーとイノベーション）、②Port sustainable development and environmental issues（港の持続可能な開発と環境に関すること）、③Trend of shipping trade between ports（相互の港における貿易に関すること）、④Technical partnership（技術的なパートナーシップ）、⑤Port management and challenges（港の管理と課題）、⑥Promotion port and shipping marketing（港のプロモーションと航行マーケティング）、⑦Collaboration in any other areas that may be mutually decided upon by participants（その他双方により決定された領域に関する連携）であり、連携分野は多岐にわたる。

覚書の履行について、先の覚書に関しては、2015年1月19日に、具体的な取組項目についての基本合意書を締結し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）を行うこととした。また、更新された覚書については、2019年3月に履行のための具体的な取組の基本合意書を締結し、①Training、②Technical Exchanges、③Information Exchanges や相互にセミナーや会議、プロモーションを行うことについて取り決めを行った。基本合意書については、2024年3月に見直しを行うこととしている。

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おり、主な取組内容については以下のとおりである。

令和2年度においては、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により、具体的な交流が行うことができず、当環境下における港湾の課題などについて情報交換が主な交流となっている。



- ① 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。
- ② 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。
- ③ 2015年1月19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。

2015年1月20日、PAT主催のセミナー。横浜市港湾局長が「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。

- ④ 2015年11月10日～11月13日、横浜市は、PATとの覚書、基本合意書に基づき、PAT研修団を受け入れ、研修実施。
- ⑤ 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。
- ⑥ 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。
- ⑦ 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。
- ⑧ 2017年8月、PATが主催したバンコクでのワークショップ「Yokohama Port Challenges for the 21st Century」に、横浜市港湾局が講師として招待され、プレゼンテーションを実施。
- ⑨ 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。

- ⑩ 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。
- ⑪ 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。
- ⑫ 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。
- ⑬ 2020年4月、「令和2年度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促進による脱炭素化支援調査事業」が「令和2年度脱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の検討を継続。

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

「安全・安心で環境にやさしい港」を取組方針の1つに掲げる 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、将来の船舶陸電装置導入に向けた準備等の取組を進めてきた。また、コンテナターミナル内で使用する荷役機器のハイブリッド化、LNG バンカリング拠点形成に向けた専用船待機バースの準備等をサポートしている。

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、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 者でバンコク港を主な調査対象とした「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」を実施した。

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、採択を受けて事業を開始した (案件名:「タイ/バンコク港への省エネ設備の導入」)。

2018 年からは、タイ国最大の港湾であるレムチャバン港を調査対象とした「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」を実施、翌 2019 年には、調査範囲を港湾及びその背後圏へと広げモーダルシフト促進による低炭素、脱炭素化に向けた調査「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」を開始、今回はその 2 か年目の調査である。

先に述べた、「JCM 設備補助事業」(「タイ/バンコク港への省エネ設備の導入」) は、タイ国内の経済動向の変化等によりバンコク港の再整備プロジェクト自体が見直しとなったために設備導入にまで至らず終えることとなったが、これまでのプロセスを通じて PAT と多くの課題を共有することができたことから、この経験を活かし、より実効性のある取組の実施について引き続き PAT と協働し取り組んでいるところである。

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団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団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：「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「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」として採択される。

2020年1月：YPC、横浜市、GP が PAT を訪問し、上記令和元年度の結果について最終報告。

2020年4月：本調査「令和2年度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脱炭素化支援調査事業」が「令和2年度脱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。

2020年6月：平成29年度 JCM 設備補助事業（案件名：「タイ／バンコク港への省エネ設備の導入」）の事業を廃止。

2021年2月：YPC、横浜市、GP がオンライン会議にて PAT に上記令和2年度の調査結果を最終報告。

## 2. 調査の準備

### 2-1. 情報収集

#### (1) レムチャバン港の概要とコロナ禍での影響

##### 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年に開港したタイ国最大の国際貿易港である。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2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。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：<https://www.slideshare.net/boinyc/laem-chabang-port-development-project>

図2 レムチャバン港全体図

##### 2) レムチャバン港の管理・運営主体

バンコク港はPAT自らがターミナルの整備からオペレーションまでを行う直営港湾であるが、レムチャバン港はPATが港湾管理者として土地を所有し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するLandlord型の港湾である。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運営されているターミナルおよびそのオペレーターを表 1 に示す。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。

表 1 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 (m <sup>2</sup> )	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	13,410

出典：Annual Report 2018, Port Authority of Thailand, 2019

### 3) レムチャバン港のパフォーマンス

#### a) コンテナ貨物取扱量

タイ商業省が発表した 2020 年の貿易統計によると、タイ国からの輸出は前年比 6%減の 2,314 億ドルで 2 年連続の減少となった。輸入も 12%減の 2069 億ドルと 2 年連続の減少だった。

COVID-19 の影響で、世界的なコンテナ不足や原材料不足等も影響した。輸出は、主力の自動車・部品が 22%減少したが、一方でリモートワーク需要の高まりを受けコンピューター・部品は 2%増えた。輸入は、燃料需要の減少と油価の低下で原油が 20%減少、工業生産の低迷により機械・部品は 13%減少した。

次に、レムチャバン港に限って見てみると、コンテナ貨物取扱量は年々増加し、2019 年は 8.06 百万 TEU 毎年 20%近く増加していたが、2020 年の取扱量(速報値)は 7.59 百万 TEU と 2019 年比マイナス 5.8%程度の減少となっている。また、レムチャバン港の入港隻数も 2019 年の 10,686 隻から 2020 年は 9,833 隻とマイナス 7.98%、取扱貨物量も 2019 年の 90,156,359 トンから 2020 年は 84,349,749 トンとこちらもマイナス 6.44%となった。

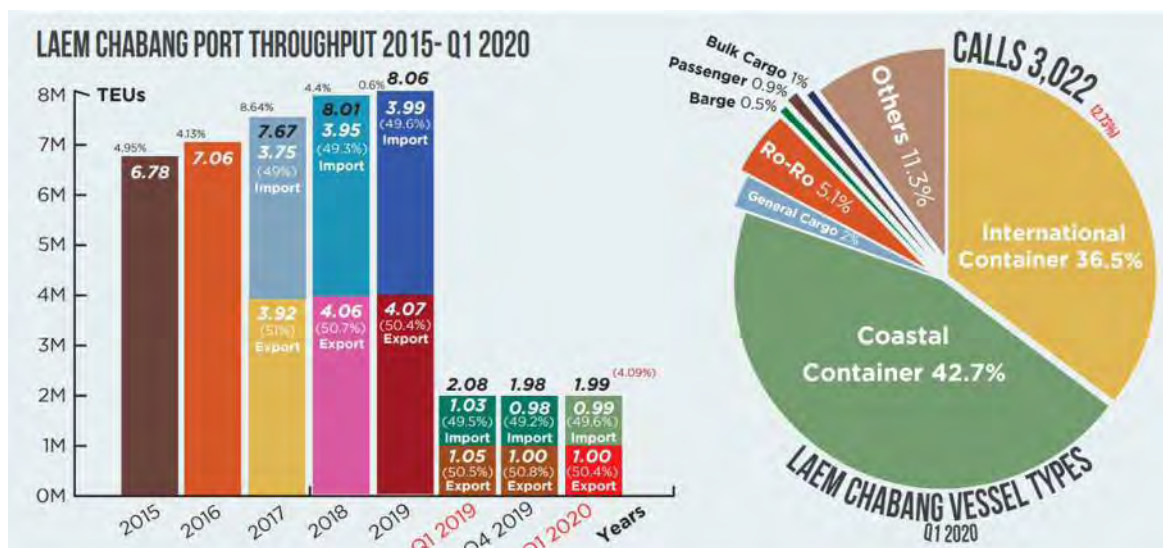
表 2 バンコク港及びレムチャバン港の取扱量 (PAT 提供速報値)

ผลการดำเนินงาน กทท.		หน่วย	Fiscal Year		
			2019	2020	%
Vessel	เที่ยว		14,509.00	13,654	-5.89%
Carzo	ตัน		111,611,786.03	105,795,455	-5.21%
Container	ตู้คอนเทนเนอร์		9,515,114.50	9,033,559	-5.06%

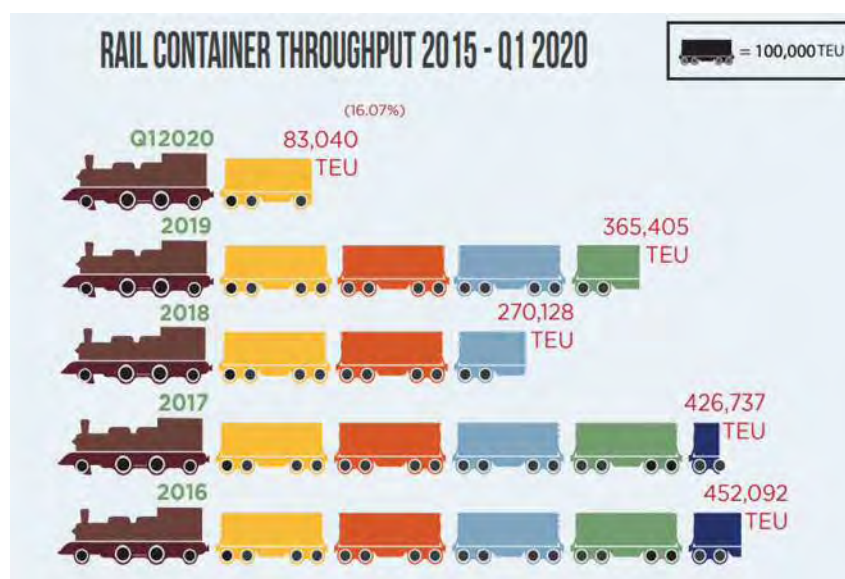
		BKP			LCP						
Vessel	สินค้า	เที่ยว	1,833.00	1,747	-4.69%	สินค้า	เที่ยว	5,538.00	5,289	-4.50%	
	ขาฝั่ง	เที่ยว	1,990.00	2,074	4.22%	ขาฝั่ง	เที่ยว	5,148.00	4,544	-11.73%	
	รวม		3,823.00	3,821	-0.05%	รวม		10,686.00	9,833	-7.98%	
Cargo	เข้า	ตัน	13,273,829.00	13,161,157	-0.86%	Cargo	ทั่วไป/บรรทุก	ตัน	89,202,391.96	82,692,611	-7.30%
	ออก	ตัน	8,179,598.00	8,284,549	1.28%		ผ่านท่าอ่าว	ตัน	953,967.07	1,657,138	73.71%
	รวม		21,453,427.00	21,445,706	-0.03%		รวม		90,156,359.03	84,349,749	-6.44%
Container	FCL	ตู้คอนเทนเนอร์	1,206,386.00	1,217,352	0.89%	Container	ตู้สินค้า	ตู้คอนเทนเนอร์	6,414,844.75	6,012,786	-6.26%
	LCL	ตู้คอนเทนเนอร์	198,655.00	187,523	-6.12%		ตู้เปล่า	ตู้คอนเทนเนอร์	1,567,230.25	1,462,997	-6.65%
	MTY	ตู้คอนเทนเนอร์	45,890.00	55,190	23.32%		สินค้าผ่านท่า	ตู้คอนเทนเนอร์	82,308.50	122,711	49.09%
รวมสินค้า	ตู้คอนเทนเนอร์		1,451,131.00	1,455,065	-1.11%	รวมสินค้า	ตู้คอนเทนเนอร์		8,063,083.50	7,598,494	-5.77%
สินค้าขาฝั่ง	ตู้คอนเทนเนอร์		131,112.00	145,358	9.43%						





出典：「STATISTICS OF LAEM CHABANG PORT Q1 2020」（レムチャバン港 HP、2021 年 1 月閲覧）

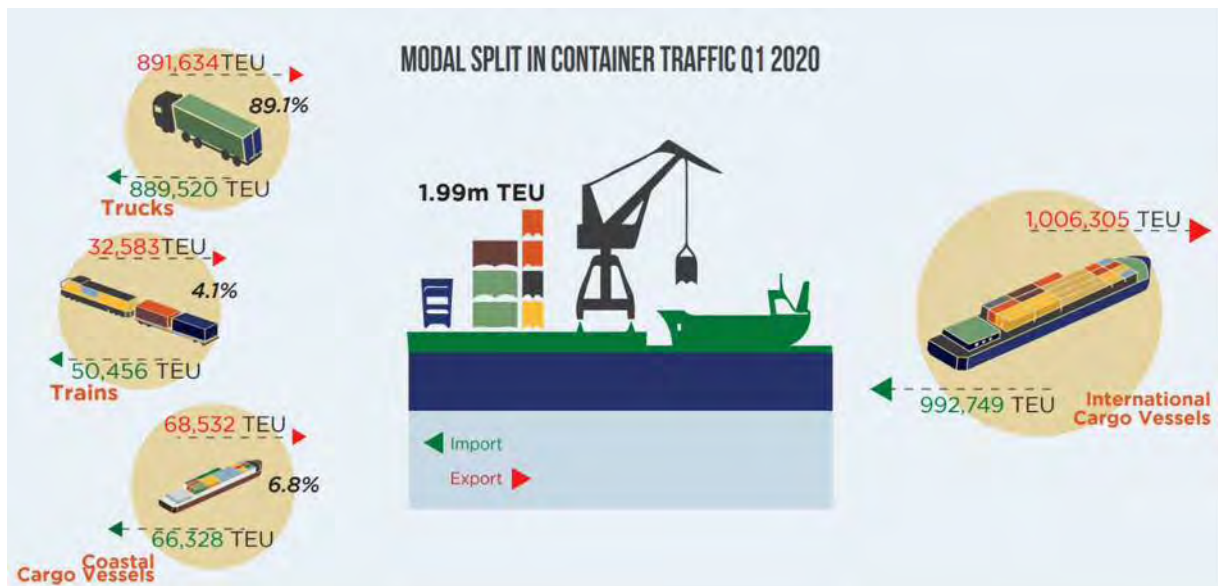
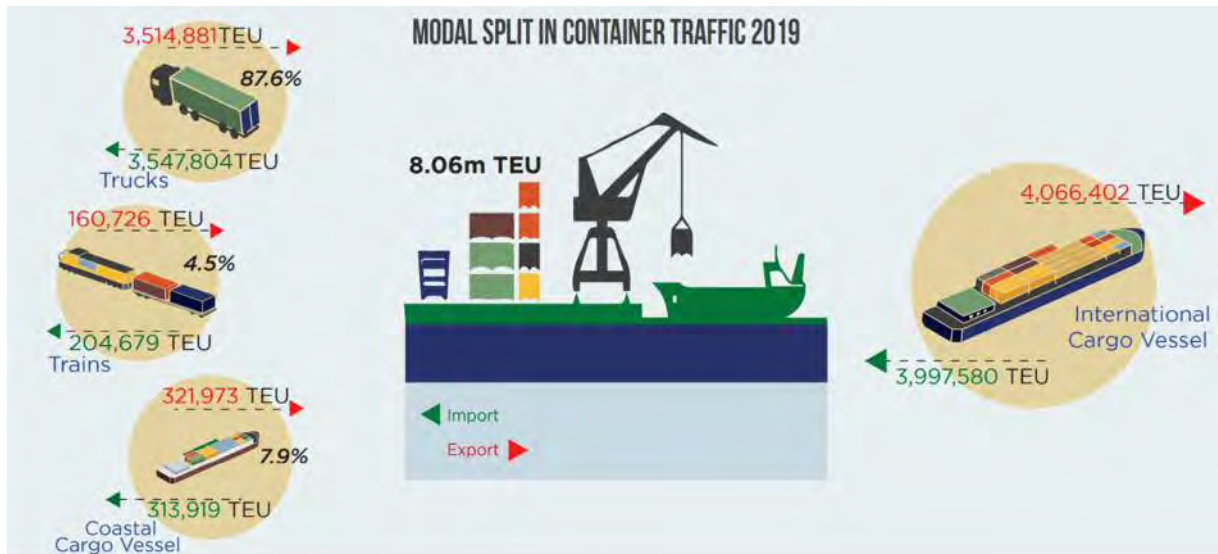
図 3 レムチャバン港のコンテナ貨物取扱量（スループット）の推移



出典：「STATISTICS OF LAEM CHABANG PORT Q1 2020」（レムチャバン港 HP、2021 年 1 月閲覧）

図 4 鉄道によるコンテナ取扱量（2016 年~2020Q1）

次に、レムチャバン港の輸送モードに着目してみると、2019 年のコンテナ取扱量 806 万 TEU のうち、トラック輸送が 87.6%、鉄道輸送が 4.5%、内航船が 7.9% となっている。これに対し、四半期分のデータではあるが 2020 年第一四半期の割合は、トラック輸送が 89.1%、鉄道輸送が 4.1%、内航船が 6.8% でありモーダルシフトが促進されているとは言えない。



出典：「STATISTICS OF LAEM CHABANG PORT Q1 2020」（レムチャバン港 HP、2021年1月閲覧）

図 5 コンテナ輸送のモダルスプリット（輸送手段の比率）

COVID-19 の影響は、世界的なコンテナ不足も招いている。新聞報道によれば、主に中国から欧米への輸出は増えているものの、COVID-19 の影響により欧米からアジアへの輸出が滞り、輸送用コンテナが滞留している。また、中国やベトナムの荷主（輸出業者）の間に、上乘せ料金を払って空きコンテナを確保する動きが広がっているため、コンテナ不足が深刻化している。この問題に対しタイ国政府は、中古コンテナの再利用やコンテナを使用しない輸出を推進するとし、関係機関等との話し合いにより、商務省・PAT・民間事業者が空コンテナの確保で協力、中古コンテナを国内で修理し再利用、コンテナを使用しない輸出を推進、中小企業の数社合同のコンテナ事前予約を奨励、東部レムチャバン港で受け入れる船舶の全長の限度を 300 メートルから 400 メートルに拡大、空コンテナを低コストで輸入する方法を模

索、の 6 つの取組みを推進するとしている。また、輸出業者の負担軽減に向けて PAT では、20 フィートコンテナ 1 台当たり 1,800 パーツ（約 6,230 円）かかるサービス料を、来年 1～6 月に減免するなど各種手数料の見直しを進めている。

## b) 自動車取扱量

タイ工業連盟（FTI）の発表によれば、2020 年のタイの年間自動車生産台数が 19 年比 29%減の 142 万 6970 台だった。COVID-19 の影響で主要メーカーが工場を一時操業停止にしたことなどが響き、リーマン・ショックの影響で生産が落ち込んだ 09 年以来、11 年ぶりの低水準となった。輸出は 32%減の約 70 万 4 千台、国内向けは 26%減の 72 万 2344 台だった。COVID-19 よる世界経済の減速のほか、タイの通貨パーツ高が続いたことが影響した。ただし、20 年 12 月単月は前年同月比 7%増の 14 万 2969 台と 2 カ月連続で前の年の実績を上回っており回復基調も見える。

## (2) タイ国におけるモーダルシフト促進に関する最新情報

### 1) バンコク都内の大気汚染

タイ国におけるモーダルシフトの促進は、大気汚染対策、渋滞対策、CO2 削減対策等を目的に進められ、PAT もタイ政府からモーダルシフトを促進するよう指示を受けている。毎年 12 月から 2 月にかけて特に大気汚染が深刻化しており、バンコク都民の関心も高い。

新聞報道によれば、タイの天然資源・環境省公害管理局（PCD）が首都バンコクで調査を実施したところバスやトラックなどの大型車両のうち 36%が排ガス基準を満たしていなかったことが明らかとなった。調査は 2019 年 10 月から 2020 年 9 月にかけて実施され、排ガス基準違反者に対し罰金を科した。PCD は、大型車両は PM2.5 を排出する原因の 1 つだとして警察や運輸省と連携して検問所を設置し監視を徹底する等、バンコクでの取り締まりを実施している。

### 2) EEC 等との接続性確保

タイ国政府は、国内ならびに周辺国との接続性を確保・向上させるプロジェクトを掲げている。これは、モーダルシフト促進の観点にも合致するものが多い。以下にこれらに関する最近の情報を整理する。

2020 年 10 月、タイ東部 3 県（チョンブリ、ラヨン、チャチュンサオ）の経済特区（SEZ）「東部経済回廊（EEC）」の開発を統括する EEC 政策委員会（委員長：プラユット首相）は、EEC と南部の接続性向上に向けて、新たに 3 つのプロジェクトの実行可能性調査を進めることを承認した。実行可能性調査を行うのは、チャチュンサオ県などでの内陸コンテナ基地（インランドコンテナデポ（ICD）、ドライポート）

開発、タイ湾とアンダマン海の接続性向上のための深水港・高速道路・複線鉄道の整備、チョンブリ県と南部ペチャブリ県を海底トンネルで結ぶ「タイ・ブリッジ」建設の3つのプロジェクトで、詳細は次の通り。

#### <内陸コンテナ基地（ICD）の開発>

物流と税関のワンストップサービスとして ICD と鉄道を開発し、レムチャバン港の混雑や道路の渋滞を緩和する計画。ICD はチャチュンサオ、東北部コンケン、同ナコンラチャシマの3県に開発する計画で、チャチュンサオは2021年中、コンケンとナコンラチャシマは22年までにそれぞれ調査を終え、その後2年ほどで完成させる予定。

#### <タイ湾とアンダマン海の接続性向上のための深水港、高速道路、複線鉄道の整備>

タイ南部のタイ湾に面するチュンポン県と、アンダマン海に面するラノン県に深海港を開発するとともに、両港湾をつなぐ都市間高速道路や複線鉄道を整備して物流コストを削減し、「ベンガル湾多分野技術経済協カイニシアチブ」（BIMSTEC、タイ、ミャンマー、インド、バングラデシュ、スリランカ、ネパール、ブータンで構成）や南シナ海との接続性を向上させる計画。完成目標は、深水港と高速道路が2025年、複線鉄道を2027年としている。

#### <チョンブリ県と南部ペチャブリ県を海底トンネルで結ぶ「タイ・ブリッジ」建設>

首都バンコクを迂回して EEC と南部を結ぶタイ・ブリッジ。ラノン港を物流拠点として整備することで、マラッカ海峡を経ない新たな国際物流ルートの開拓につながるとしている。完成目標は2032年。

ラノン港は PAT が運営する港で、既に改修に向けた検討が開始されている。4,180万バーツ（約1億4,000万円）を投じ、ラノン港の2つの埠頭を改修。第1埠頭は岸壁延長130メートルで、防舷材を設置するなどして12,000DWT（載貨重量トン）の船舶も接岸できるようにする。第2埠頭は岸壁延長150メートルで、65トンのクレーン、22輪トラックに対応できるようにもする。2つの埠頭は連絡橋で結ぶ。



出典：bangkok post 紙の図を元に YPC 作成

図 6 タイ国内の接続性確保に向けた計画

このほか、タイ運輸省港湾局は、タイ東部チョンブリ県サタヒープ港と南部プラチュアプギリカン県バンサパン港を結ぶフェリーを 2021 年に運航する計画。また、チョンブリ県レムチャバン港とバンサパン港を結ぶ輸送トラック用フェリーの運航も検討している。

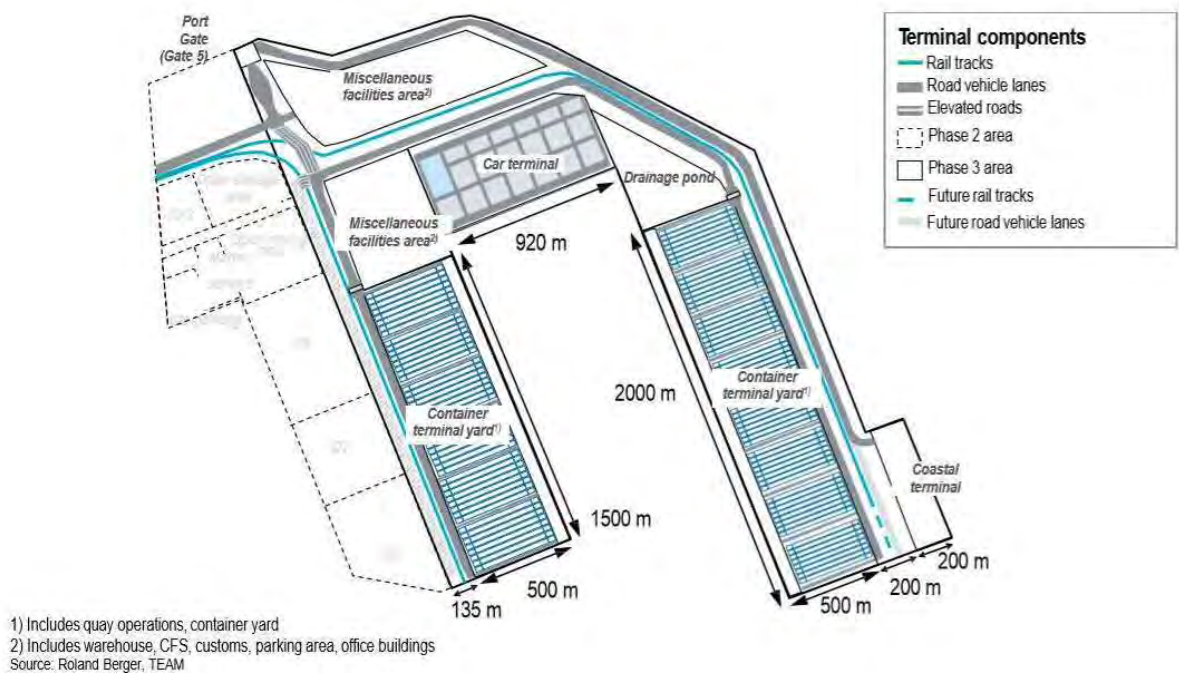
### 3) Phase3 の整備や契約情報

東部経済回廊 (EEC) 開発計画の中に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 3 期拡張事業である。事業規模は総額 1,140 億バーツ (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。第 3 期のコンテナ処理能力は年間 700 万 TEU (20 フィートコンテナ換算) で、その結果レムチャバン港のコンテナ処理能力は年間 1,800 万 TEU に拡大する。

第 3 期拡張事業 (ターミナル F) は、タイ政府が直接投資する政府事業 4 件と官民連携 (PPP) 事業 1 件に分かれている。このうち海岸の埋め立て・掘削などを行う海岸整備事業は、2023 年の完工を目指し 2021 年初めに着工する予定。電子入札で海運大手プリマ・マリンが主導するコンソーシアム「CNNC ジョイントベンチャー」が

受注しており、事業費は 207 億バーツ（約 717 億円）。2023 年に完工させた後、PPP 事業者に明け渡す予定。政府事業の残り 3 件のうち、港や道路などインフラ整備とビル建設（事業費 74 億 2,500 万バーツ）は、2 回目のパブリックヒアリングが実施された。

同エリアにも鉄道用ターミナル（SRTO 2）が整備されるが、ターミナル整備（同 6 億バーツ）と機械・通信設備整備（22 億バーツ）は、2024 年頃に入札実施の見通し。PPP 事業はクレーンやコンテナ置き場など港湾システムの整備および運営（35 年間）で、コンソーシアム「GPC ジョイントベンチャー」が落札している。



出典：www.laemchabangportphase3.com/ HP より

図 7 Phase III 計画

## 2-2. コロナ禍における調査実施方法の確認

### (1) 本調査の進め方

調査開始当初は、調査期間中に 2 回程タイへ出張し現地調査並びに PAT 幹部とのミーティングを実施することと想定して調査スケジュールを組んでいた。ただし、COVID-19 の影響が長引く中、現地に赴いての実施が難しい状況が続くことも想定し、以下の通りアレンジして調査を進めた。

#### <日本からの調査>

調査開始に先立ち、PAT とはオンラインミーティングにて調査を進めること、ミーティングはこれまで同様に事務レベル、幹部レベル、などの階層を分けて実施することを提案し実施した。今回は、ターミナルオペレーションに係るシミュレーターを用いたトライアンドエラーを繰り返す検討作業も予定していたことから、実際にオペレーションを担当する PAT スタッフと一緒にシミュレーション検討を行うテクニカルミーティングを新たに設け、計 3 階層に分けて打合せを実施した。ミーティングだけでは十分でない部分はメールベースで調査を行った。

また、PAT 以外のステークホルダー等へのヒアリングもオンラインにより実施した。

#### <現地での調査>

PAT への細部の相談や、タイ国政府系機関（TGO 等）、専門家（大学教授や専門コンサルタント等）へのヒアリングは、我々調査チームの現地事務所スタッフが担当した。とはいえタイ国内も COVID-19 対策により対面での打合せを控えていたため、オンラインでのヒアリングが中心であった。

#### <調査対象サイトの確認>

モーダルシフト用のターミナルの状況については、これまでは現地サイトにて実施していたが、今回は PAT スタッフへのヒアリング調査と PAT スタッフから提供を受けた現地写真データ等を用いて実施した。

### 3. 検討結果

#### 3-1. 現地調査・ヒアリング調査等の概要

##### (1) 第1回 PAT とのオンラインミーティング

今年度の調査項目が、昨年度最終ミーティングで確認したものから一部変更となったため、その内容について説明し、合わせて今年度の調査の進め方について共有した。また、既に検討を進めているシミュレーション検討について経過を報告した。

なお、当日の説明資料は資料編の資料2（1）に示す。

##### 1) 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 ミーティング日時・出席者

日時	2020年10月19日 12:00～14:30（日本時間）	
場所	Web会議（Zoomにて）	
面談相手	Port Authority of Thailand (PAT)	Mr. Ud Tuntivejakul, Chief of Cargo Operation, SRTO Division Mr. Nuttapon Boonchokchuray, Chief of Cargo Operation, Coastal Terminal Division Ms. Suphattra Phisaisawat, Technical Officer 12 (Environment) Ms. Mayuree Deeroop, Technical Officer 11
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 〃 漆原健 〃 岡田爽
	横浜市港湾局 (COY)	政策調整課 村田裕樹、正岡千尋 物流企画課 中泉陽成、江宮文音 賑わい振興課 沖野彩子、大窪理乃
	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 取締役副社長 藤森真理子 コンサルタント Darnp Phadungsri コンサルタント 後藤亨子
通訳		Mr. Pornthep Lersaktanadorn



## 2) 主な確認内容、及び確認された課題等

### <今年度の検討項目の確認について>

- ・ 自動化/遠隔操作化の具体的な検討は今年度の対象とはせず、次年度以降の課題とすることを確認した。
- ・ 今年度の検討のアウトプットについて、以下のイメージを共有した。
  - レムチャバン港 (Laem Chabang Port : LCP) の検討結果から、取扱量と設備投資、CO2 削減効果の関係を記したロードマップを作成し LCP 代表に報告すること、加えて、設備投資に係る JCM 活用の可能性についても報告する。
  - JCM 活用のための課題、実現の可能性が高まる調達方法等について PAT とともに議論し整理する。
- ・ 本調査の進め方およびスケジュールについて、COVID-19 の影響も含め、確認した。

### <鉄道ターミナル (SRTO) の調達計画とオペレーション方法について>

- ・ 鉄道ターミナル (SRTO) の最新の設備調達計画及び現在のオペレーション方法と荷役実績量を確認した。
- ・ B 突堤の各ターミナルと鉄道ターミナル (SRTO) 間のコンテナ運搬をするトラクターヘッドとシャーシー (外来トレーラー)、及び SRTO における RTG の調達予定の有無について確認した。
- ・ 内航船ターミナル (Coastal-A) における荷役方法をダイレクト型から蔵置型に切り替えたことによる荷役の効率化の状況を確認した。

### <シミュレーション検討について>

- ・ 鉄道ターミナル (SRTO) におけるシミュレーション検討は、現状の課題を解決するためではなく、将来的に取扱量を増やすための検討という位置づけを確認した。
- ・ 既に作業を進めている鉄道ターミナル (SRTO) のシミュレーション検討について、これまでの結果 (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をシミュレーションした結果 (CASE1、CASE2)) および追加実施した CASE3 の説明を行った。
- ・ また、あわせて最適なユニットでの設備調達計画について、次回部長級会合にて提案予定の内容を説明した。

### <CO2 削減量に関する考えについて>

- ・ ターミナルにおける CO2 削減量について、PAT が設定し用いている原単位等の数値等はないことを確認した。

- ・ タイ国公表の原単位をもとに CO2 削減量を算出するため、PAT からレムチャバン港で扱うコンテナの重量の統計値、内航船の諸元や SRT が調達したディーゼル機関車の諸元等の提供を受けることとなった。

#### <JCM を適用するための課題>

- ・ 日本の来年度の JCM 補助制度を利用する場合、調達契約を締結できるのは 7~8 月頃となる見込みである。タイと日本では年度の時期がずれており、JCM を活用するためには、日本の年度に合わせてタイでの発注時期をやや遅らせる必要がある。
- ・ JCM のルールが変更になり、入札参加者の応札額に補助金の効果が直接発揮できる仕組みとなるよう、リースによる調達も対象となった。一方で PAT は基本的に設備調達においてリース方式は採用しておらず、PAT が今までのスキームを変更して、リースによる JCM 適用にチャレンジするかどうかは、今後の経営層の判断次第である。
- ・ リースによる調達の場合、JCM 申請者が財産を保有するため、日本企業とタイ企業がコンソーシアムを組むことになる。この場合、PAT と YPC はコンソーシアムを組む必要はない。
- ・ RTG のハイブリッド化や電動化だけでは JCM の補助率が低いため、別の低炭素機器の組合せが必要と考えられ、太陽光発電や荷役用の EVトラックの導入が想定される。
- ・ PAT 経営層への説明資料として、太陽光発電や荷役用の EVトラックを導入する場合のコストメリット、調達のスケジュール等と、PAT 側でやるべきタスクをまとめた表を YPC から PAT へ示す必要がある。

## (2) 第 2 回 PAT とのオンラインミーティング

これまでの横浜港との取組内容、今年度の検討内容及び調査状況について、中間報告を行った。

なお、当日の説明資料は資料編の資料 2 (2) に示す。

### 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 ミーティング日時・出席者

日 時	2020年12月4日 12:00～14:00（日本時間）	
場 所	Web 会議（Zoom にて）	
面談相手	Port Authority of Thailand (PAT)	Mr. Tanabodee Toopteanrat, Assistant Managing Director Mr. Veerachart Puttharaksa, Director Office of Operation Mr. Ud Tuntivejakul, Chief of Cargo Operation, SRTO Division Mr. Nuttapon Boonchokchuray, Chief of Cargo Operation, Coastal Terminal Division Ms. Suphattra Phisaisawat, Technical Officer 12 (Environment) Ms. Praew Ruttikarn, Scientist 10
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 理 事 高木勇一 理 事 小泉哲也 技術部長 隈元幸治 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 他
	横浜市港湾局 (COY)	政策調整部長 新保康裕 政策調整課長 成田公誠 政策調整課担当係長 竹ノ内真行 政策調整課 正岡千尋
	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 取締役副社長 藤森真理子 コンサルタント Darnp Phadungsri
通訳		Mr. Pornthep Lersaktanadorn

## 2) 主な確認内容、及び確認された課題等

### <中間報告>

- ・ シミュレーションの結果からオペレーションを効率化させる荷役方法や荷役機器配置計画を提案した。また、取扱量の増加に伴い荷役機器の配置台数が増えた際には、荷役機器を遠隔操作化することがより一層効果的であることを説明した。
- ・ TGO から公表されているトレーラー、船舶、鉄道それぞれの EF (Emission factors) を使用して試算した、モーダルシフトによる GHG 排出削減効果を報告した。
- ・ 鉄道ターミナル (SRTO) 内のオペレーションによる GHG 排出量の算出可否について PAT から質問を受け、算出済みであること、また、その結果は ICD からレムチャバン港の各ターミナルまでの輸送にて排出される全体量に対して数%程度の割合であることを説明した。
- ・ PAT では、フェーズ3では自動化を位置付けており、鉄道ターミナル (SRTO) でも自動化に向け、改善・改造は必要と考えていた。そのため、自動化への改造を予め想定しておく場合と、想定しない場合の採用構造や費用の違い、入札による差額などの大まかな違いを説明した。

- ・ 荷役機器の配置や将来の遠隔操作化に関する詳細の議論はメール等で後日行うこととした。

### <その他>

- ・ 来年度以降の PAT と横浜市のパートナーシップについて、具体的にどんなテーマで活動していくかについて、別途意見交換する機会を設けることとなった。

### (3) 第3回 PAT とのオンラインミーティング

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。

なお、当日の説明資料は資料編の資料2（3）に示す。

#### 1) 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 ミーティング日時・出席者

日時	2021年2月19日 12:30～14:00（日本時間）	
場所	Web会議（Zoomにて）	
面談相手	Port Authority of Thailand (PAT)	Research and Organization Development Division Ms. Theerakarn Suriyakul, Na Ayudhaya, Director of Research and Organization Development Division Ms. Pitinoot Kotcharat, Assistant Director of Research and Organization Development Division Ms. Preaw Ritthirungrat, Chief of International Affairs Section Ms. Chutarat Nakthong, Technical Officer of International Affairs Section Environmental division Ms. Suphattra Phisaisawat, Technical Officer (Environment) Ms. Mayuree Deeroop, Technical Officer Ms. Ruttikarn Chamsub, Scientist Laem Canbang Port Mr. Ud Tuntivejakul, Chief of Cargo Operation, SRTO Division Mr. Nuttapol, Chief of Cargo Operation, Coastal Terminal Division
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 他
	横浜市 (COY)	政策調整課長 成田公誠 政策調整課担当係長 竹ノ内真行 政策調整課 正岡千尋 賑わい振興課 大窪理乃
	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 取締役副社長 藤森真理子 コンサルタント Darnp Phadungsri
通訳		Mr. Pornthep Lersaktanadorn

## 2) 主な確認内容、及び確認された課題等

### <最終報告>

- ・今年度の調査（①ターミナルオペレーション効率化、②CO2削減効果、③鉄道やICD等との連携による効率化、④モーダルシフト促進に向けた支援策）の結果について報告した。
- ・オペレーションの効率化検討については、PATメンバーと共にシミュレーターを用いて実施した。SRTOの荷役方式をダイレクト型から蔵置型へ変更し、荷役機器の適正な配置と取扱量の増加に合わせた追加調達の計画を立案した。また、取扱量150万TEU/年を目安に自動化技術を導入することを提案した。
- ・CO2排出量は、タイ国で公表されている原単位のうちトレーラーは新しいが船舶と鉄道は古いこともあり、トレーラーから鉄道へのモーダルシフトによる削減効果が数値で現れない結果となった。ただし、他国の原単位を用いて試算するなどした結果、タイ国鉄が現在進めているディーゼル電気機関車の更新が進めば、タイ国公表の原単位が見直され、効果は確実に表れることが確認できた。
- ・コンテナ輸送に係る関係者間の連携においては、ラッカバンインランドコンテナデポ（ラッカバンICD）やSRTO、B突堤コンテナターミナルのコンセッション契約が中々進まずにいる状況にあるが、モーダルシフトを促進させる上で連携は特に重要であることをPATに伝えた。
- ・SRTOでの取扱量150万TEU/年を見越し、SRTOとCoastal-Aの両ターミナルにおいて自動化技術導入を進めるためのロードマップと、導入に向けた支援策、その課題についてPATと共有した。

## (4) レムチャバン港モーダルシフト用ターミナルの現況

PATへのヒアリングやPATスタッフの協力による現地調査、またPAT以外の関係者へのヒアリング等により、モーダルシフト用ターミナルに関する最新の情報を収集した。その結果を以下に整理する。

### <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）に整備された内航船ターミナル（写真1）は、運用開始予定の2019年5月を過ぎてもオペレーションが開始されない状況が続いていたが、ようやくオペレーション作業会社がJWD社（レムチャバンで危険品を扱う会社）に決定（契約期間は5年間）し、2020年3月13日より供用を開始した。PAT担当者の話によれば、7月15日の関係者会議にて、レムチャバン港を利用する内航船は、Coastal-Aのみ利用することをルール化することを決定した。このルールが施行されることにより、早期に目標である30万TEUに達する

とみている。また現在は、1日に4隻程度（コンテナクレーンのある岸壁に3隻、モバイルハーバークレーンのある岸壁に1隻）が着岸し500本程度を扱っているが、将来的には1日の取扱量を700本まで増やす計画としている。

当初は、内航船から取り卸したコンテナを一時的にヤードに蔵置することなく直接各ターミナルへ運搬する、或いは各ターミナルから搬入したコンテナを直接内航船に積み込む、いわゆるダイレクトオペレーションをメインにと考えていたが、実際にはヤードに蔵置することを原則とし、急ぎの場合にのみダイレクトオペレーションの対応をしている。ダイレクトオペレーションの割合は全体の5～10%程度。PATによれば、オペレーション方式を、当初予定していたダイレクトからヤード蔵置方式主体へと変更した理由は、本船荷役の作業時間を短縮化することでバースに船舶が滞留することを避けるためである。ヤード蔵置期間は3日間までは無料で、それを超える場合は超過料金を徴収する。内航船着岸予定時間の24時間前から荷繰りを開始。リーファーの利用頻度も高く、現在は54口だが2022年までに18口追加する予定。

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。荷役機械は、現状はSTS1基、モバイルハーバークレーン1基、RTG2基であるが、バンコク港輸出用CFS建設プロジェクトにて調達予定であったハイブリッドRTG2基をCoastal-Aで活用することが決まっている。先日までは、同プロジェクトの白紙化に伴いレムチャバン港SRTOに1基、Coastal-Aに1基納品することに変更されていたが、2基ともにCoastal-Aに納入することに再変更された。ただし納期については、COVID-19の影響もあり2021年2月頃の予定が同年6月頃に遅れる見込みである。

上記についてレムチャバン港のオペレーターにヒアリングしたところ、一部からは、全ての内航船をCoastal-Aで扱うとなると、内航船が直接各ターミナルの岸壁に着岸して荷役する方式に比べダブルハンドリングになる分だけ料金アップとなるため、荷主の了解が得られないのではとの声も聞こえており、今後の動向に注意が必要である。



写真提供：PAT

写真 1 内航船ターミナル (Coastal-A) (全景)



写真提供：PAT

写真 2 内航船ターミナル (Coastal-A) の作業状況

### < 鉄道ターミナル (Single Rail Transfer Operator : SRT0) >

B 突堤と C 突堤の間に整備された鉄道ターミナル (SRTO) は、2018 年 9 月より暫定供用を開始し、コロナ禍にある現在も月に 1 万～2.4 万 TEU を扱っている。

荷役は B-1～5 とのダイレクトオペレーションのみで、B 突堤の一部オペレーターが運営しているレムチャバン港内のバンプールとは直接やりとりしていない。このため、現在ある荷役機器 RMG2 基 (60t 吊、ツインスプレッド)、ケーブルリール式 RTG1 基のうち、RTG1 基は使用されないままである。

トレーラーは B-1～5 のユーザー側で用意しており、サイクルタイムは、SRTO 内での滞在時間が 5 分程度、各ターミナルとの行き来およびターミナル内での荷役作業が 25 分程度、計 30 分程度となっている。

ターミナル内には同時に 4 車列まで引き込み荷役を行っている。1 車列が SRTO に入構してから出ていくまでに 12 時間を要しており、うち約 8 時間は荷役作業ではなく通関手続きおよび手続き待ちに要している。このため PAT では、2020 年 6 月にタイ国鉄 (SRT) と協議を開始し、取扱量の更なる増加に向けて車列を 5 本、6 本と増やせないか協議を開始したとのことであるが、根本となる通関手続きに関する改善の見通しは今のところない模様。

次に、オペレーション作業を担うオペレーターの確保についてであるが、入札不調が続いていたため、2020 年 1 月まではバンコク港に所属する PAT スタッフが暫定的に出張ベースで対応していた。これを、2020 年 2 月からの半年間、次に 8 月からの半年間と労務のみの短期間契約に切り替え、2 月からは B3 ターミナルのオペレーターである ESCO 社、8 月からは B4 ターミナルのオペレーターである TIPS がそれぞれ受託した。

入札不調の主な要因は、PAT が示す荷役単価の上限値が低いことにある。PAT 担当者によれば、入札時に設定された単価の上限値は、タイ政府からの指示によって実際に PAT が試算した単価よりも約 20% 低く設定された。PAT では、再入札に向けてタイ政府とも話し合いながら上限値の見直しを進め、2020 年 10 月にパブリックヒアリング、12 月上旬に入札を実施した。1 月にはその結果を公表する見込みであったが、2021 年 1 月末現在も審査が続けられている。このため PAT では、短期間契約を結ぶ TIPS との契約期限を 2021 年 1 月末から 4 か月延長することを決めた。





写真提供：PAT

写真 3 鉄道ターミナル（SRTO）（全景）



写真提供：PAT

写真 4 鉄道ターミナル（SRTO）の作業状況



写真提供：PAT

写真 5 鉄道ターミナル（SRTO）の作業状況

### 3-2. モーダルシフト用ターミナルオペレーション効率化の検討

鉄道ターミナル（SRTO）の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の達成を目指すこととし、現設備（RMG2基、RTG1基）からどのように設備導入を進め、どのようなオペレーション方法に変更すれば効率的なオペレーションができるのか、荷役機器の基数、配置、動線、オペレーション方式等についてシミュレーターを用いて確認した。また、レムチャバン港の既存コンテナターミナルの蔵置スペースが限られている中、既に用意されたSRTOの広大な蔵置スペースを生かすため、コンテナ蔵置型のオペレーション方式を前提に検討を行った。

ちなみに、日本国内ではシミュレーターの活用が本格化していないが、海外ではコンテナターミナルのレイアウト決定や、オペレーション最適化、自動化への切替に向けて、検討段階でシミュレーターを用いることが一般的となっている。

#### (1) シミュレーターによる検討モデルの構築と検討ケースの設定

昨年度に構築したシミュレーションモデル(表6、表7参照)の前提条件をもとに、PATとの打合せ（テクニカルミーティング）を重ねながらシミュレーションモデルを修正した。その上で、最適な荷役機器の基数、配置等を確認するため、シミュレーターを用いたトライアンドエラーを繰り返しながら、以下のフローに示す手順で検討を重ねた。

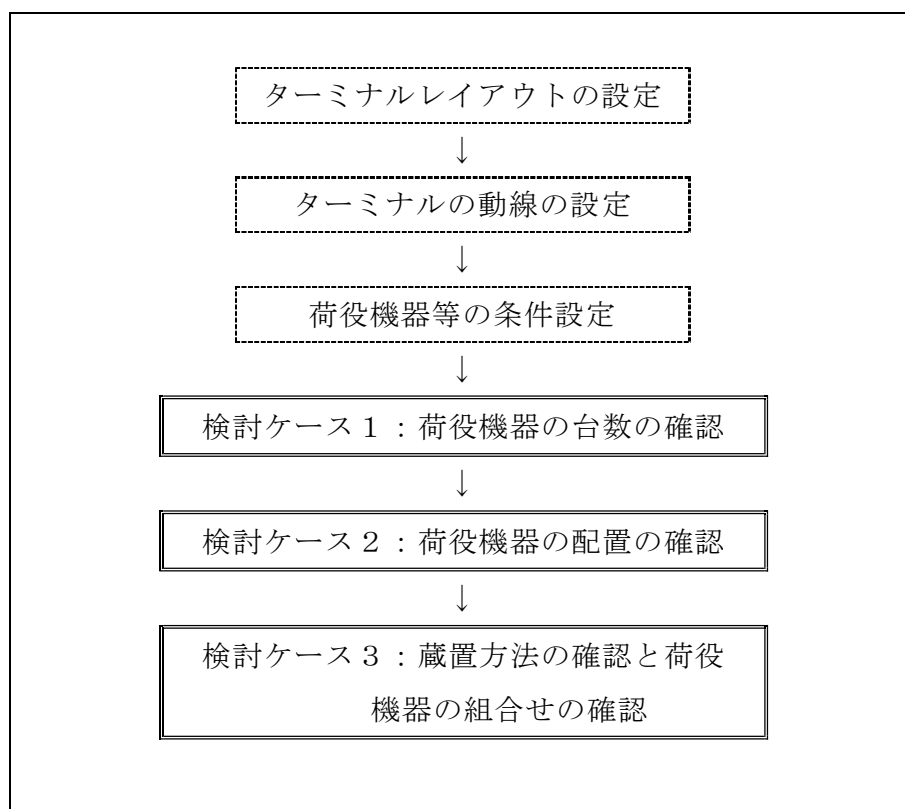


図8 シミュレーターを用いた検討フロー

表 6 シミュレーションモデル (SRTO)

設備等	条件等
鉄道ターミナル	レイアウト：図 10 のとおり IN ゲート：2 箇所 OUT ゲート：2 箇所 ※ターミナル内の動線は図 9 のとおり 鉄道用軌道：6 本 ※軌道 1 本に鉄道 2 車列が配置可能、外側の 4 本は荷役用、内側 2 本は引込用とする。
鉄道	1 車列 (1 便)：32 両 (64TEU) 1 車列 1 基の RMG で荷役を実施とする。
トレーラー	100 台を用意 うち構内用トレーラーを RMG1 基あたり 4 台配置し、残りを外来用トレーラーとする。

※すべて 40f コンテナにて実施とする。(20ft はツインリフトで対応と想定)

※輸入：輸出の割合は、50：50 とする。(実績データを参考に設定)



図 9 鉄道ターミナルの動線と現在の荷役機器の配置

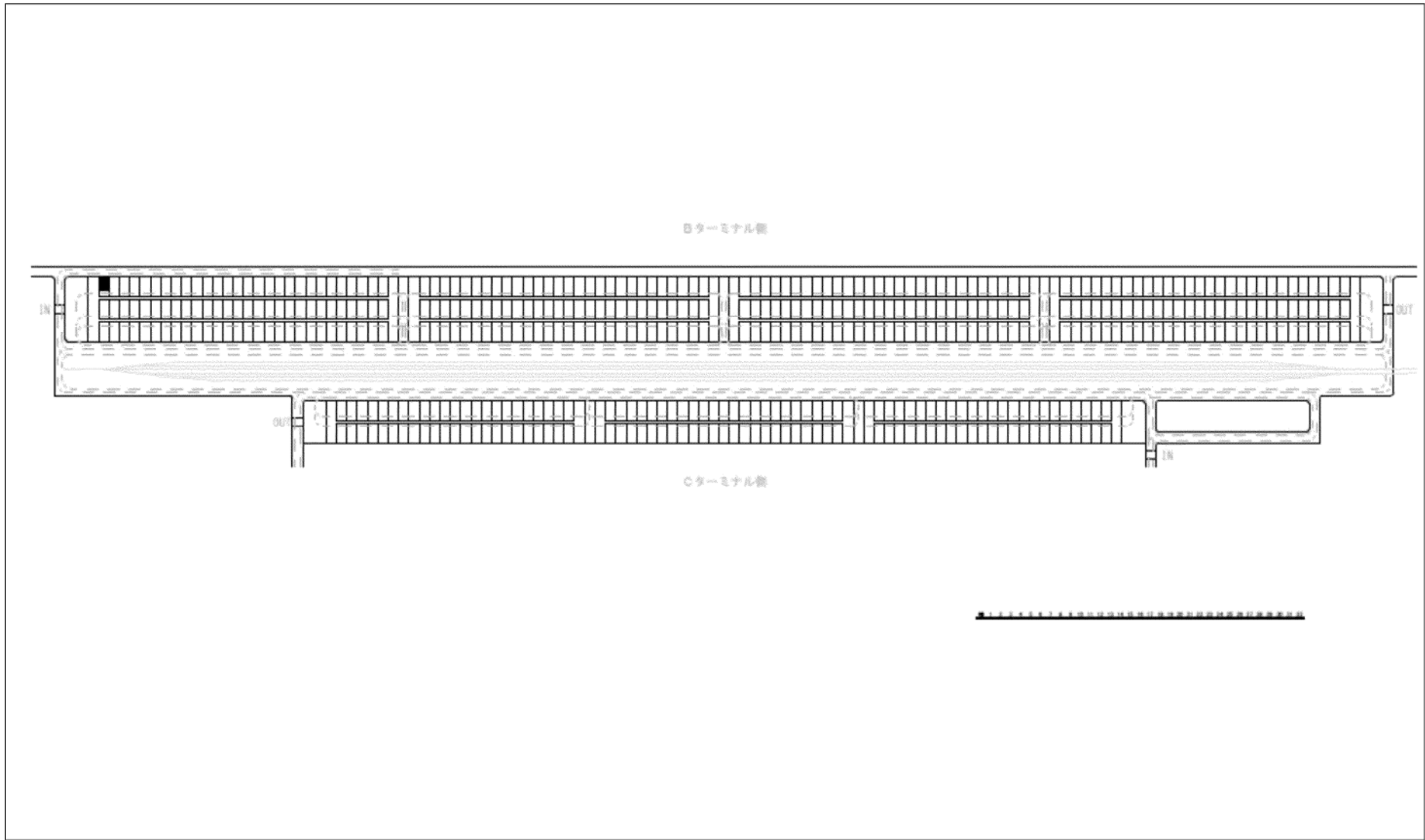


図 10 鉄道ターミナルのレイアウト

表 7 荷役機器等の設定

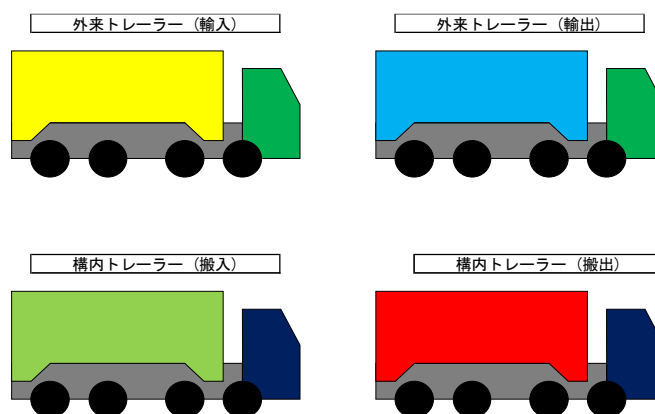
設備等	条件等
RMG	移動速度：7.2km/h (2m/s) サイクルタイム：134s/move (移動含む)
RTG	移動速度：7.2km/h (2m/s) サイクルタイム：92s/move 荷繰り時間：180s(1階層)、120s(2階層)、60s(3階層)、0(4階層) ※外来用のみ
鉄道	ターミナル内走行速度：30km/h
トレーラー	ターミナル内走行速度：30km/h

荷役機器の組合せは、鉄道と蔵置エリアとの間のコンテナの受け渡しに係る荷役機器として RMG1 基・RTG1 基・トレーラー4 台を一つのグループとして配置した。また、外部ターミナルから SRTO に搬入されるコンテナや SRTO から外部ターミナルに搬出するコンテナの受け渡しに係る荷役機器には、これとは別に RTG とトレーラーを用意することを前提とした。

シミュレーションにおいて、トレーラーの動線を確認し易くするため、コンテナを表 8 のとおりに色分けした。

表 8 目的別コンテナの色分け

目的	シミュレーション上でのコンテナの色分け
輸入	外部ターミナル→SRTO <span style="color: yellow;">■</span> ：黄色
輸出	SRTO→外部ターミナル <span style="color: cyan;">■</span> ：青色
搬入	鉄道→SRTO <span style="color: green;">■</span> ：緑色
搬出	SRTO→鉄道 <span style="color: red;">■</span> ：赤色



また、SRTO の取扱能力を最大化させるため、鉄道との受け渡し作業を最優先とし、鉄道との受け渡しに使用する蔵置エリアは出来るだけ線路から近いブロックとした。鉄道の運行は、100 万 TEU の取扱貨物量を行うには、1 時間に着 1 便、発 1 便の定期運航を行う

こととした。《1 車列 (64TEU) × 2 便 (着・発) × 24 時間 × 365 日 = 1,121,280TEU > 100 万 TEU》

## (2) シミュレーションによるケーススタディーの実施

先に記したフロー図にある通り、検討ケース 1、2、3 の 3 ケースについてスタディを実施した。

コンテナターミナルにおける荷役機器の稼働量 (荷役回 (move) 数 / 時間) や稼働率 ((荷役時間 + 移動時間) / 時間) は、オペレーションの方法や扱うコンテナの種類 (ローカルカーゴとトランシップカーゴの割合等) により異なるが、稼働量は 1 時間あたり 20move から 30move、稼働率は 50% から 60% が標準的であり、評価する際の目安とすることが出来る。なお今回実施したシミュレーションは 24 時間の作業を再現したもので、翌日の荷役にむけてターミナル内に蔵置されたコンテナの積み順を入れ替えたり、別の蔵置ブロックに移動したりするいわゆる“荷繰り作業”は含んでいない。荷繰り作業はオペレーションの方法によりそのボリュームが異なるが、ここでは RTG の稼働率に荷繰り作業分として 10% 程を加算して評価することとした。なお実稼働率については、荷役機器のメンテナンス性等を考慮し 65% 程度が適正な範囲と設定し評価した。

以降に、各ケースの検討結果を記す。

### < ケース 1 (RMG4 基、RTG18 基、年間 100 万 TEU) >

鉄道ターミナル (SRTO) の蔵置スペース 18 ブロックのすべてに RTG を計 18 基配置し、全エリアを使用するケースについてシミュレーションを実施した。

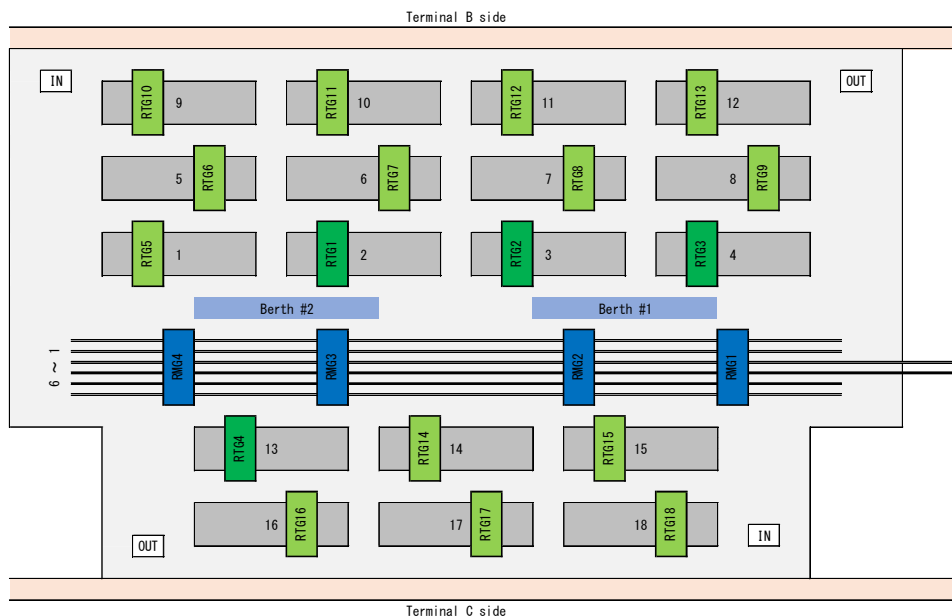


図 11 ケース 1

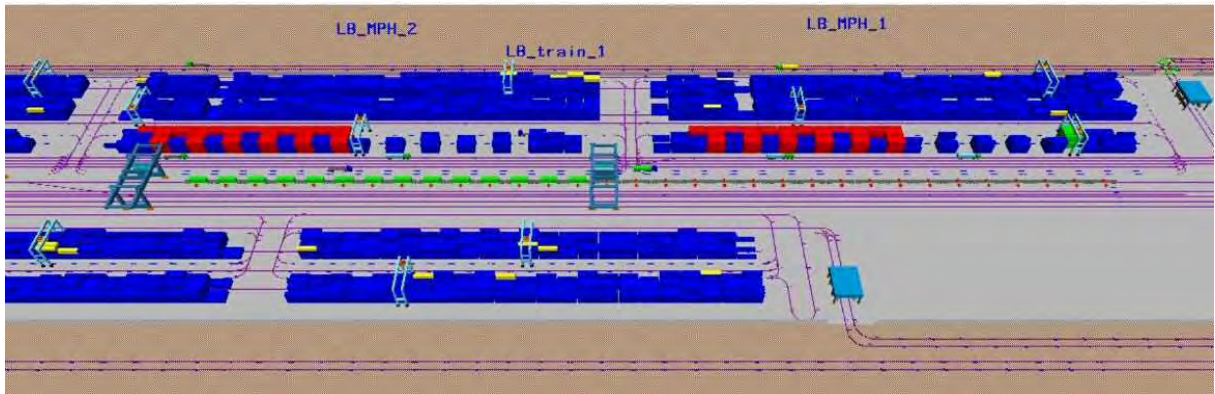


図 12 ケース 1 のシミュレーション

シミュレーションの結果、RMG (4 基) については、1 時間当たり 22move から 25move 程度の稼働量であり適正な配置と考えられる。しかし、RTG (18 基) については、3move から 5move 程度の稼働量で、稼働率も 14%から 28%程度と極めて低い。このため、年間 100 万 TEU を扱うことは可能であるが、荷役機器は過大配置 (基数) であると言える。

<ケース 2 (RMG4 基、RTG12 基、年間 100 万 TEU) >

ケース 1 の結果から、RTG を 18 基から 12 基に変更したケースについてシミュレーションを実施した。なお、蔵置エリアは全面使用することとし、図 13 の通り 1 基の RTG が複数のゾーンを受け持つこととした。

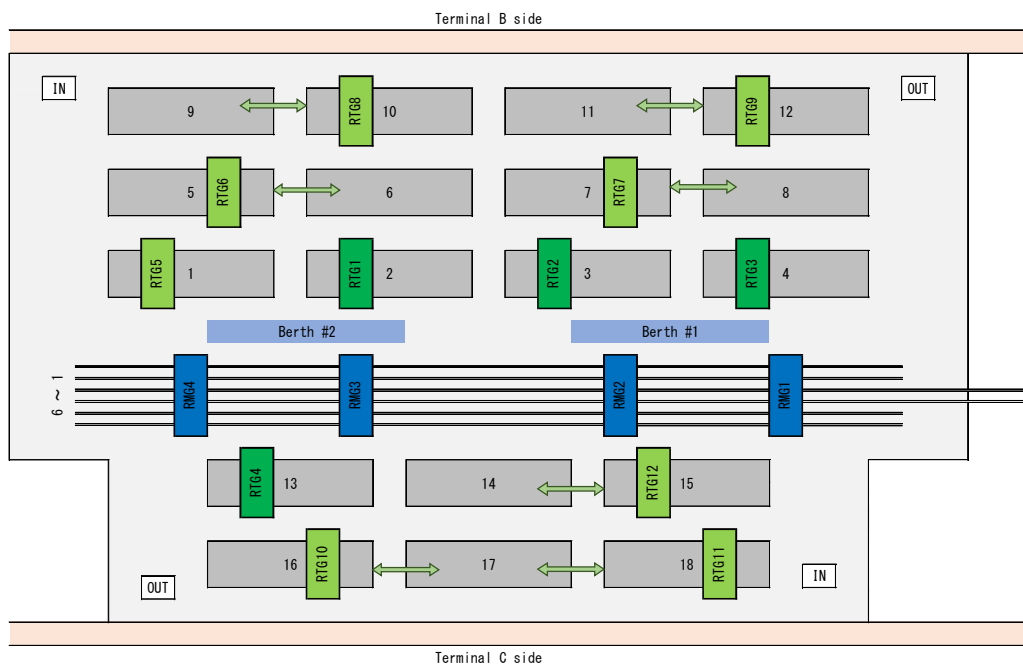


図 13 ケース 2



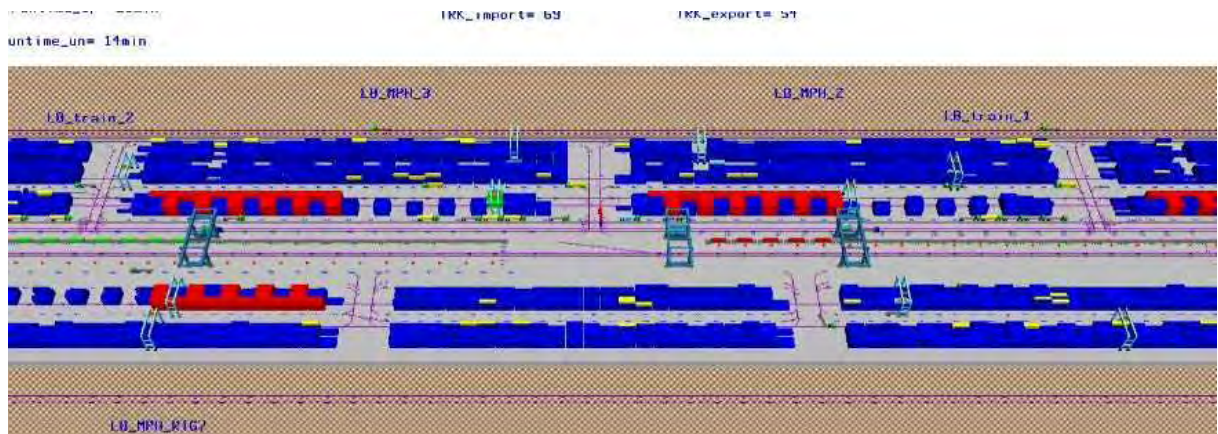


図 14 ケース 2 のシミュレーション

シミュレーションの結果を RTG に着目して見てみると、1 時間当たりの稼働量は 4move から 10move 程度であるが、稼働率は 27% から 92% とばらつきが大きいことがわかった。一部で高い稼働率を示した要因は、ケース 1 では全てのブロックに RTG を配置したので移動距離が 6km から 15km 程度で済んでいたのに対し、ケース 2 では 1 基の RTG が複数のブロックを受け持つこととなり移動距離が 16km から 91km と極端に長くなったことにある。一日当たりの走行距離 91km は非現実的である。

### < ケース 3 (RMG4 基、RTG10 基、年間 100 万 TEU、CASE-A、B、C) >

ケース 1、ケース 2 の検討結果から、次のポイントを反映してケース 3 のシミュレーションを行った。

- 使用する蔵置スペースを取扱量に応じて敢えて限定
- 蔵置スペースを目的別に区分
- 荷役機器の配置パターンを複数設定し、より最適な配置ケースを確認

蔵置スペースの目的別区分については、使用するエリアを限定することで動線が煩雑となることに対して、蔵置スペースの利用を目的別（輸入／輸出、搬出／搬入）に区分することで動線をシンプルにするのが狙いである。

また、このモデルの中で荷役機器の配置パターンを A、B、C と 3 ケース設定し、表 9 のように荷役機器を配置することでより最適な配置ケースの検証を試みた。

表 9 エリア分け

	取扱貨物量	RMG	鉄道からの荷役を行う RTG	外部ターミナルとの荷役を行う RTG
CASE-A	年間 50 万 TEU	2 基	2 基	2 基
CASE-B	年間 25 万 TEU	1 基	2 基	2 基
CASE-C	年間 25 万 TEU	1 基	1 基	2 基

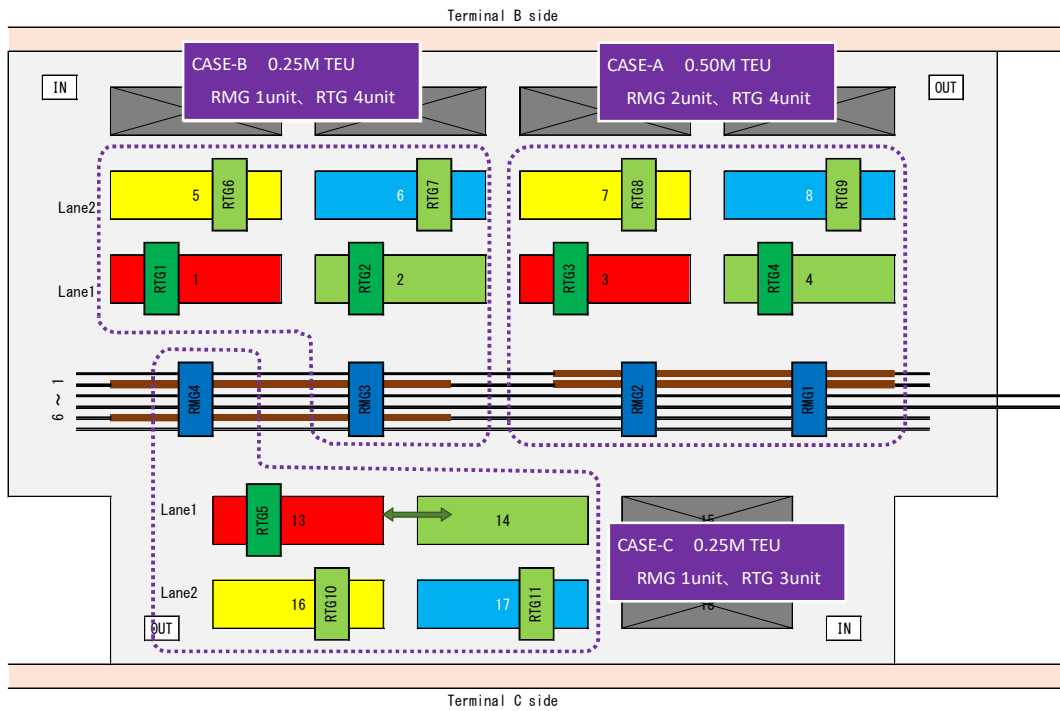


図 15 ケース 3

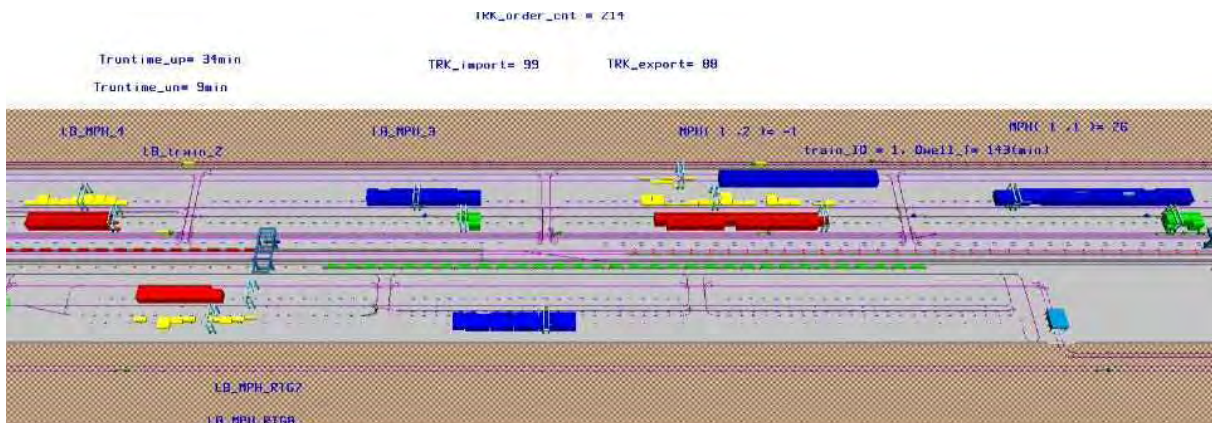


図 16 ケース 3 のシミュレーション

シミュレーションの結果を表 10 に示す。

CASE-A では、外部ターミナルと荷役を行う RTG の稼働率が 65% から 81% と高く、非現実的な数値となった。一方、CASE-B では、鉄道からの荷役を行う RTG の稼働率が 20% 程度と極端に低く効率が良いとは言えない。

CASE-C は、鉄道との荷役、搬出入の荷役、ともに RTG の稼働率は 28% から 41% で、走行距離も長くなく、またばらつきも少ない。荷繰り作業を考慮すると稼働率は 50% 程度で概ね適正と言える。

表 10 ケース 3 結果

CASE	RMG	RTG Lane1	RTG Lane2	Target (TEU/Year)	RTG Unit Average (Lane1 : RTG - RMG)			RTG Unit Average (Lane2 : RTG - External Trucks)		
					Handling Count (move/Day·unit)	Traveling distance (km/Day·unit)	Operating Rate (24h)	Handling Count (move/Day)	Traveling distance (km/Day·unit)	Operating Rate (24h)
A	2	2	2	500,000	384.0	0.30	41.1%	409.0	28.61	<u>73.2%</u>
B	1	2	2	250,000	192.0	0.20	<u>20.6%</u>	234.0	8.76	38.0%
C	1	1	2	250,000	320.0	3.36	36.0%	214.0	9.11	35.2%

(注意：表中の稼働率は荷繰り作業分を考慮する前の値)

### (3) シミュレーション結果の整理

#### <荷役効率>

ケース 1 からケース 3 のシミュレーション結果を整理する。

最も効率的なオペレーションは、ケース 3 の C である。具体的に言えば次の通りとなる。

- ・取扱量に応じて使用するエリアを限定する
- ・目的別に蔵置エリアを区分する
- ・荷役機器の組み合わせは RMG1 基と RTG3 基を 1 セット
- ・1 セット当たりの年間取扱い量は 25 万 TEU 程度とする

つまり、年間 100 万 TEU を扱う場合には、この荷役機器の組合せを 4 セット、150 万 TEU を扱う場合には 6 セット用意すればよいことになる。

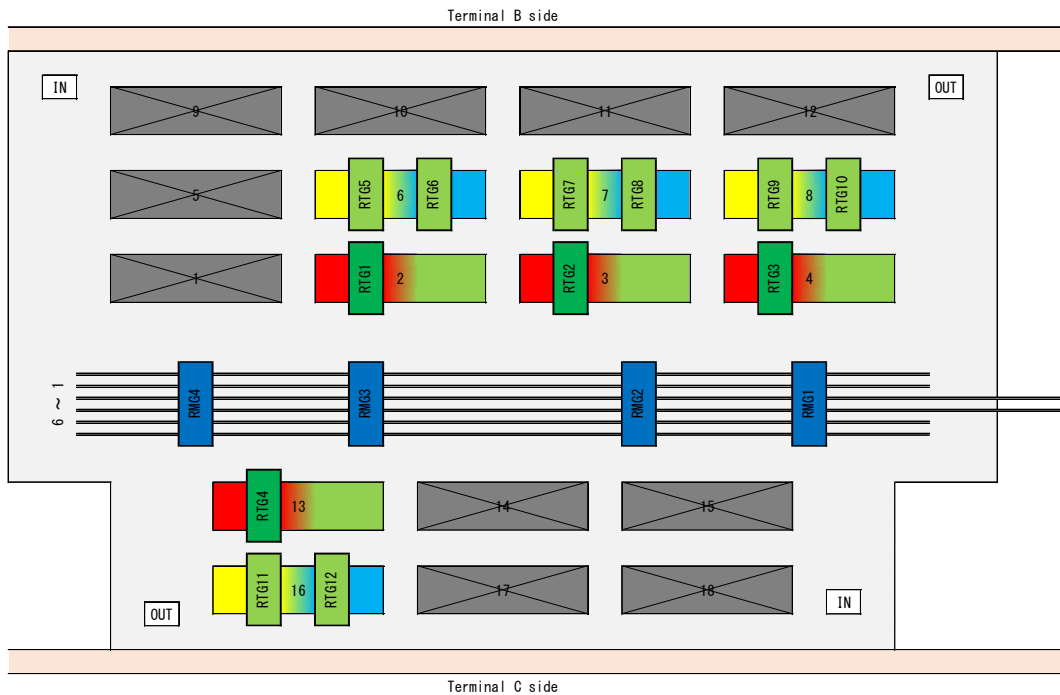


図 17 100 万 TEU を扱う場合に最も効率的な荷役方式と荷役機器の配置 (イメージ)

### <荷繰り作業の最小化>

今回実施したシミュレーションでは、翌日の作業のための荷繰り作業は含んでおらず、評価に際しては荷繰り分として稼働率に 10% を加算するとした。実際には、荷繰り作業が発生するが、出来るだけその作業を少なくすることが効率化に繋がる。

シミュレーションでは、鉄道との荷役を行う蔵置エリアを線路から最も近い 1 列目の蔵置ブロックとたが、常にそのブロックでと固定してしまうと、翌日の荷役に向けて 1 列目と 2 列目 (外部ターミナルとの荷役を行うエリア) の全てのコンテナを入れ替える荷繰り作業が必要となり非効率である。しかも SRTO は 24 時間稼働のターミナルであるのでそもそも空き時間は発生しない。

そこで我々は、鉄道との荷役を行う蔵置ブロックを、1 日目は 1 列目、2 日目は 2 列目、3 日目は 1 列目、というように 1 日毎に役割を入れ替えることにより荷繰り作業を極力発生させない方法を考えた。この方法を採用することにより更なる効率化が進み、構内の荷役作業により排出される GHG の削減にもつながる。

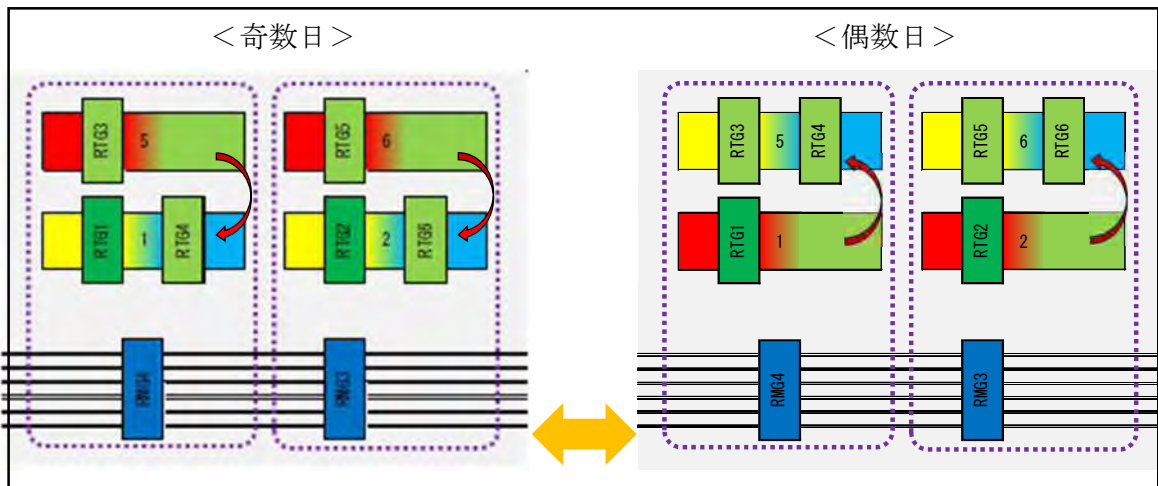


図 18 荷繰り作業を減らすオペレーション方法のイメージ

### <動線と走行距離>

前述の荷役効率、荷繰り作業最小化を達成する場合の荷役機器の動線と走行距離についても整理しておく。

RMG については、移動範囲は軌道上に限られており動線に問題はなく、またコンテナを順序良く積み下ろしするため走行距離も最小である。

RTG については、シミュレーション結果からより最適な方法を選択したので大きな問題はないが、荷繰りを最小化させるために蔵置ブロックの役割を日々入れ替えるとした場合、それに合わせて RTG も別のブロックへと配置替えるいわゆるレーンチェンジが必要になる。SRTO に導入予定の RTG はケーブルリールタイプの電動 RTG であることから、レーンチェンジする際にこのケーブルを外し、レーンをチェンジする動力を別途確保しておく必要がある。また、既に導入された RTG1 基のケーブルはアスファルト舗装上にむき出しに這わせ置きするタイプのため、トレーラーの動線を遮る支障となることから、改善が必要である。

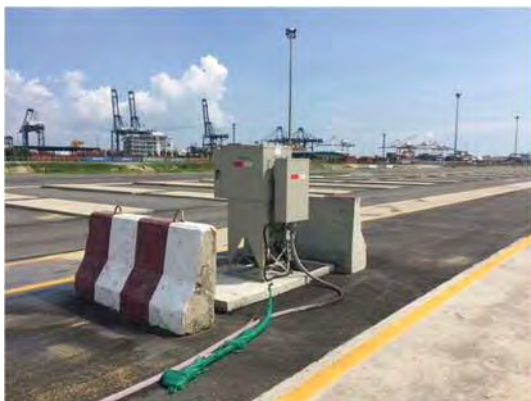


写真 6 鉄道ターミナルの電動 RTG の給電設備（現状）

トレーラーについても、走行距離が増えればそれだけ荷役効率が悪くなる。また、走行距離が伸びる程にトレーラーのライフサイクルコストが増加するほか、エネルギー消費も増して環境面、経済面共に不利となる。このため、広大なヤードを持つ鉄道ターミナル（SRTO）ではあるが敢えて取扱量に応じた蔵置スペースに限定して使用し、そこに荷役機器を配置することは、トレーラーにとっても効果的である。

今回のシミュレーションでは、各ケースでのトレーラーの走行距離も算定している。この値を用いることで、最も効率的と評価したケース3におけるトレーラーの走行距離と、トレーラーから排出されるCO2量を試算することが可能である。

以下に、ケース3における各荷役機械の走行距離を整理する。

表 11 (1) ケース3における各荷役機械の走行距離

RMG	distance (m)
A-3	7,800
A-4	6,500
B-2	7,800
C-1	7,800

RTG	Total_distance_traveled
A-1-3	302.4
A-1-4	302.4
A-2-8	31,235.4
A-2-9	25,993.8
B-1-1	201.6
B-1-2	201.6
B-2-6	8,341.2
B-2-7	9,185.4
C-1-5	3,364.2
C-2-10	9,051.5
C-2-11	9,172.8

表 11 (2) ケース 3 における各荷役機械の走行距離

YARD TRACK

TRK_no	distance(1day)
1	130,067 m
2	130,067 m
3	130,067 m
4	134,747 m
5	130,697 m
6	126,017 m
7	126,017 m
8	126,017 m
9	143,400 m
10	143,400 m
11	143,400 m
12	148,080 m
13	135,052 m
14	135,012 m
15	133,062 m
16	132,373 m

TOTAL 2,147,474 m  
 2,147 km  
 1,472 unit  
 1.46 km/unit

EXTERNAL TRACK

TRK_no	distance
1	2.558 km
2	1.874 km
3	2.556 km
4	1.854 km
5	2.558 km
6	2.558 km
7	1.874 km
8	2.556 km
9	1.854 km
10	2.558 km
11	2.548 km
12	2.556 km
13	2.548 km
14	2.558 km
15	1.874 km
16	1.854 km
17	2.556 km
18	1.854 km
19	2.558 km
20	1.874 km
...	...
1,689	2.556 km
1,690	2.558 km
1,691	1.874 km
1,692	2.548 km
1,693	2.556 km
1,694	2.558 km
1,695	2.548 km
1,696	2.548 km
1,697	2.558 km
1,698	2.556 km
1,699	2.558 km
1,700	2.556 km
1,701	1.874 km
1,702	2.558 km
1,703	1.874 km
1,704	2.558 km
1,705	1.874 km
1,706	2.556 km
1,707	2.558 km
1,708	1.874 km

AVE= 2.383 km

#### (4) 自動化（遠隔操作化）技術導入による更なる効率化に関する情報収集

前述の通り、年間 100 万 TEU を取り扱う場合は RMG1 基、RTG3 基のセットを 4 セット用意すればよく、さらに 150 万 TEU を扱うとなると 6 セットの配置が最適となる。図 19 に 6 セットの配置をした場合のイメージ図を示す。

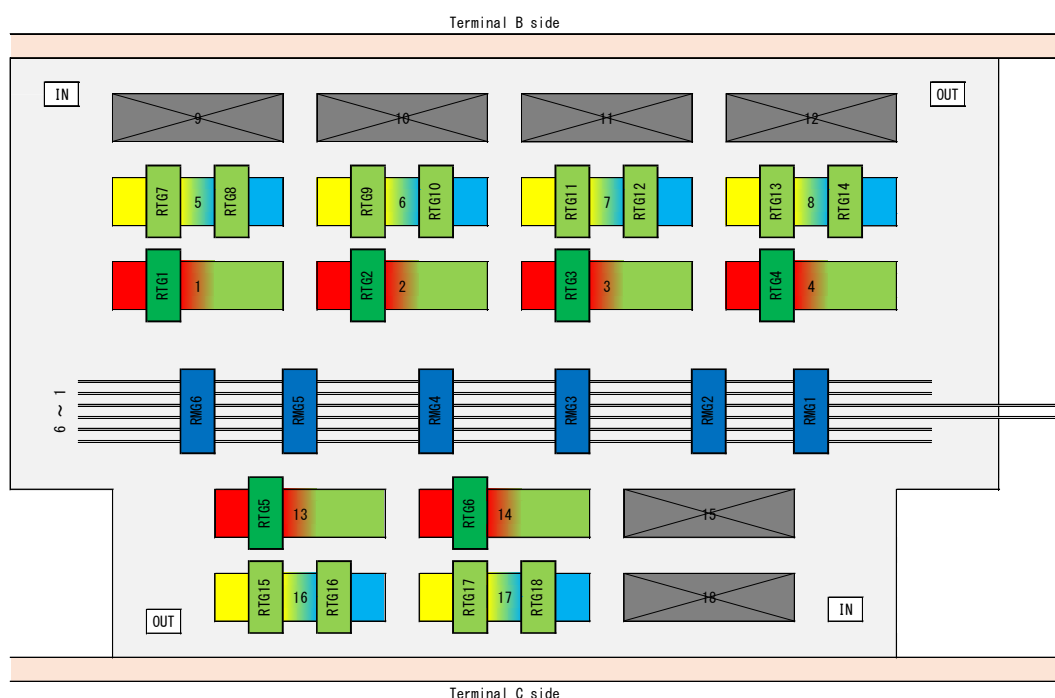


図 19 150 万 TEU を扱う場合に最も効率的な荷役方式と荷役機器の配置（イメージ）

6 セットとなると、RMG は計 6 台、RTG は計 18 台と相当な荷役機械の台数となっている。また、内航船ターミナル（Coastal-A）にも RTG が 4 基配置されており、これも含めると RTG は計 22 台となる。この規模まで増えれば、RMG と RTG を自動化（遠隔操作化）することによるコストメリットと安全性の向上が期待される。

そこで、自動化（遠隔操作化）に関する情報収集を行った。

#### <日本国内の動向>

労働組合の反対等の理由から、日本国内では 2005 年に名古屋港飛島コンテナターミナルが自動化ターミナルとして供用を開始したのみで、それに続く 2 例目が現れないまま長い時間が過ぎた。しかし、2020 年 10 月に懸案だった国内コンテナターミナルへの遠隔操作 RTG 導入に関し、雇用・職域確保と必要な港運料金確保を条件に、労使が遠隔操作 RTG 導入の必要性を確認するなどの内容で合意した。また 12 月には、遠隔操作 RTG 導入について、横浜、清水、神戸 3 港の地区労使確認を中央として了承・確認。これを受け国土交通省が、3 港で合計 42 基の遠隔操作 RTG を導入する今年度の支援対象事業の採択を公表



した。

国交省は、2021年度の国土交通省港湾局関係予算として、港湾政策の柱である国際コンテナ戦略港湾関連に454億円（対前年度比1.02倍）を計上した。戦略港湾の実現を目指すとともに、COVID-19の拡大を踏まえ、「ヒトを支援するAIターミナル」の機能強化を図るなど、国内コンテナターミナルの高度化に引き続き取り組む内容となっている。AIターミナルの実現に向けた「高度化実証事業」は引き続き取り組みを進め、昨年度から事業者向けに創設された遠隔操作RTGの導入支援も継続している。

このようなことから、国内での遠隔操作化の動きが一機に加速する可能性がある。

### <タイ国への自動化技術導入の可能性>

タイ国内で自動化技術が導入されたターミナルは、レムチャバン港D-1~3を借り受けるハチソンのターミナルのみである。ここでは、遠隔操作によるコンテナクレーン、RTGが既に導入され稼働している他、昨年には電動構内トレーラーの自動走行テストが開始されている。これら機器はいずれも中国メーカー製である。

また、今後整備されるレムチャバン港フェーズ3のEターミナル、Fターミナル、更には検討が進むバンコク港の新コンテナターミナルでも自動化技術の導入が前提とされている。

本調査の対象となっているSRTOやCoastal-Aについても、PAT担当部署は自動化技術の導入に関心を示しているが、今のところ具体的な検討には着手していない。前述の通りSRTOで150万TEU/年、Coastal-Aで30万から50万TEU/年の取扱い量となれば、自動化による次なる効果が期待される。

- 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

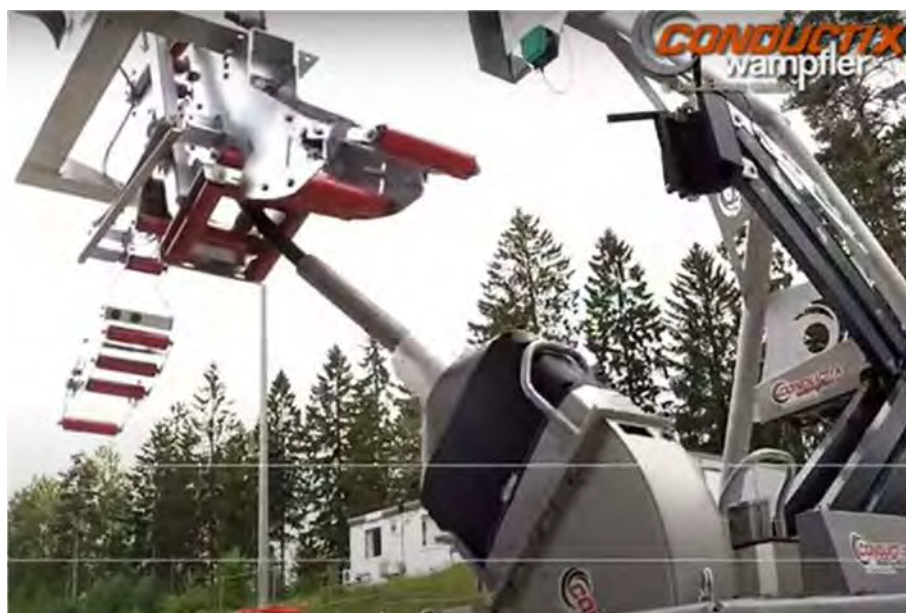
ただし、導入に向けては、既存設備の自動化への改造に関する課題や、PATが自ら整備する際の調達方法（入札法による制約）の課題などがある。

### <既存設備の自動化への改造に関する課題>

新たに調達する荷役機械は、自動化に必要なセンサーやカメラ通信装置等を予め考慮して設計製作することが可能であるが、既に使用中の荷役機器の改造は、機種ごとに仕様ごととなるため容易ではない。特に、仕様に関する情報が開示されない場合は改造出来ないケースも存在する。このため、出来ることならば近い将来の自動化技術導入を見据え、予めそれに合った仕様を設定しておきたいところであるが、どのメーカーのどんな自動化技

術を採用するかが定まらない状況では、対応が難しいのが現実である。

また、SRTO に既に納入された RTG は、前述の通りケーブルタイプの電動 RTG であるため、レーンチェンジにはケーブルの脱着が必要となる。自動化エリアにその作業のためだけに作業員が立ち入ることは安全上難しく、一時的に荷役作業の停止を伴うなど効率にも影響する。これについては、まだ開発中の技術であるがケーブルの脱着作業も無人化する等により解消される可能性がある。



出典：Conductix Wampfler 社 HP

図 20 給電ケーブル自動脱着の例

また、自動化技術導入においては、センサーやカメラからの情報を遠隔操作を行うオペレーションルームにリアルタイムで提供する必要があるが、大容量のため今のところ有線により実施するほかない。しかし、既存ターミナルに導入とした場合は、埋設管路を新たに敷設するなどが必要となる。これを解決する方法として、ローカルエリア内に限って使用する 5G の活用が期待される。

#### <PAT が自ら整備する際の調達方法（入札法による制約）の課題>

自動化技術の導入は、荷役機械の追加調達、既存荷役機器の改造、通信施設の整備、遠隔操作卓の用意、自動化のためのソフトウェアの開発、ターミナルオペレーションシステムやゲートシステム等既存システムとの連携など、様々な整備が必要で複数年にわたって取り組むビッグプロジェクトである。これを、オペレーションを担当する民間オペレーターが調達する場合には色々な方法が考えられるが、公的機関である PAT が自ら行うとした場合、タイ国の入札法に関する制約などがあり課題も多い。

### 3-3. モーダルシフト促進による GHG 排出削減効果の検討

#### (1) 省エネ型荷役機器導入による GHG 排出削減効果の検討

##### < 電動 RTG 導入による GHG 削減効果 >

鉄道ターミナル（SRTO）の取扱貨物量の増大に応じ増設される RTG について、ここでは、ディーゼル式の RTG を電動式とするケースについて検討した。

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想定した。

検討の結果を表 12 に示す。

表 12 RTG に関する検討結果

		電動 RTG
想定仕様・数量	数量	1 基
	定格荷重	40.6t
	列、段積	列 6+1、段 1over6
	法定耐用年数	12 年
事業採算性評価	イニシャルコスト(A)	47,287,356THB (164,559,998 円)
	CO2 削減量(B)	4,514t-CO2/12 年 (376.2t-CO2/年)
	JCM 補助額(C)	5,154,321THB (17,937,037 円)
	JCM 費用対効果(C)/(B)	1,141THB/t-CO2 (3,970 円/t-CO2)
	JCM 補助率	10.9%
	ランニングコストの収益性 (削減燃料コスト)	10,062,850THB/12 年 (35,018,718 円)
	評価	○

※本調査に用いた為替レートは、1THB=3.48 円と設定

電動 RTG を導入する場合は、1 基あたりイニシャルコストが約 47 百万 THB、CO2 削減量が約 4,514t-CO2/12 年、JCM 補助額が 5.2 百万 THB、JCM 費用対効果が約 1,141THB(3,970 円)/t-CO2、JCM 補助率 10.9%、ランニングコストの収益性が 10 百万 THB/12 年となる。

電動 RTG の導入に際しては、RTG への電力供給の為のインフラ（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、今後の自動化（遠隔操作化）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) モーダルシフトによる GHG 排出削減効果の検討

### 1) モーダルシフトの全体像

本調査では、現在はトラック輸送をメインとしているコンテナ貨物について、レムチャバン港 SRTO-ラッカバン ICD 間においては鉄道輸送、レムチャバン港 Coastal-A-バンコク港間については内航船にモーダルシフトすることによる GHG 排出削減効果を検討することを目的とした。

検討対象としたモーダルシフトのイメージを、図 21 に示す。

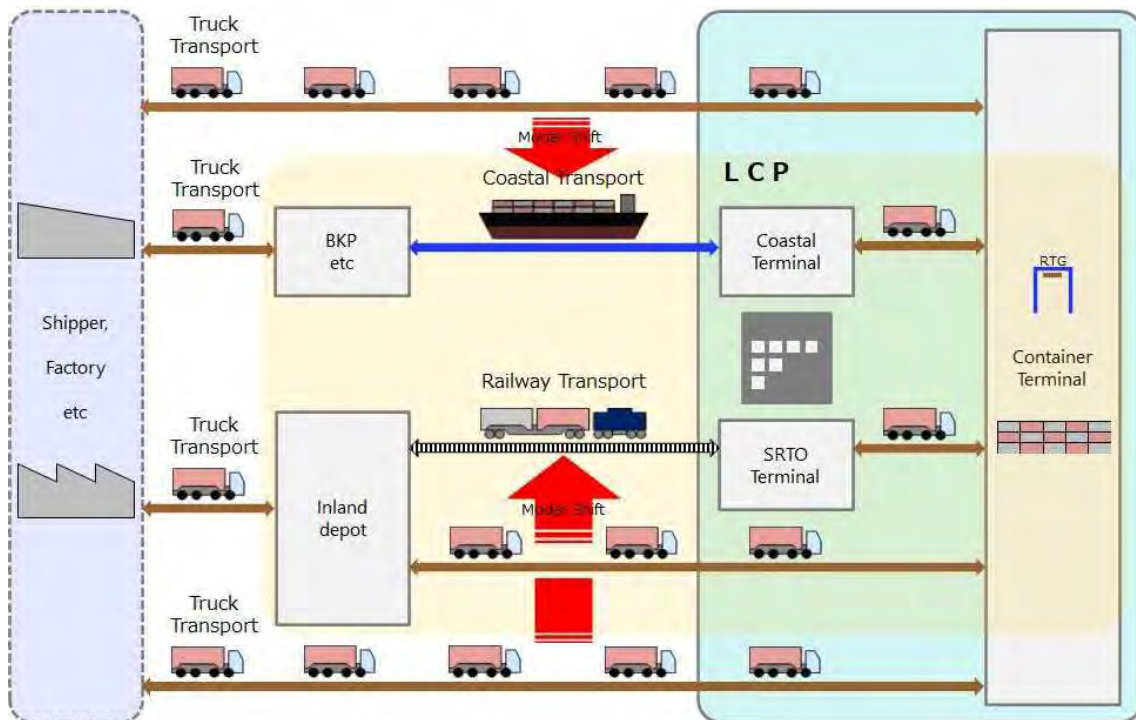


図 21 本調査におけるモーダルシフトの全体像

### 2) 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。

#### <鉄道へのモーダルシフト>

$$\text{CO2 Emission Reduction} = A - B$$

A: CO2 emission by Truck

$$= \text{CEF}^{\ast 1} \text{ of Truck (t-CO2/ton-km)} \times \text{Transport Distance of Truck (ton-km/year)}$$

B: CO2 emission by Railway (R)

$$= \text{CEF of R (t-CO2/ton-km)} \times \text{Transport Distance of R (ton-km/year)} + E_{\text{opt}}^{\ast 2} + E_{\text{ikt}}^{\ast 3}$$

### <内航船へのモーダルシフト>

$$\text{CO2 Emission Reduction} = A - B$$

A: CO2 emission by Truck

$$= \text{CEF of Truck (t-CO2/ton-km)} \times \text{Transport Distance of Truck (ton-km/year)}$$

B: CO2 emission by Coastal ship (CS)

$$= \text{CEF of CS (t-CO2/ton-km)} \times \text{Transport Distance of CS (ton-km/year)} + E_{\text{opt}} + E_{\text{tk}}$$

※1: CEF = Carbon Emission Factor

※2:  $E_{\text{opt}}$  = CO2 emission by operation facilities in terminal

※3:  $E_{\text{tk}}$  = CO2 emission by track in terminal

本検討では、SRTO のコンテナ取扱量を 100 万 TEU/年、Coastal-A のコンテナ取扱量を 30 万 TEU と想定した。また、コンテナの重量は、PAT や B ターミナルのオペレーターからヒアリングした統計資料に基づき、20 フィートコンテナは 16t/本、40 フィートコンテナは 18t/本と設定した。

なお、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。内航船へのモーダルシフトの場合は、「Coastal-A 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。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、「Negligible」として排出量を算定しないが、本検討ではこれらの CO2 排出量を含めて CO2 削減量を算定した。SRTO 内のオペレーションによる CO2 排出量の算定には、シミュレーション解析から得たターミナル内の荷役機器の走行距離データ等を活用した。



### 3) トレーラー、船舶、鉄道の CO2 排出原単位の設定

本検討では、上記の通りレムチャバン港 SRTO - ラッカバン ICD 間の鉄道、レムチャバン港 Coastal-A - バンコク港間の内航船のコンテナ貨物のモーダルシフトを想定し、鉄道、内航船、及びトラックについて、タイ国の政府機関による CO2 排出原単位（トン・CO2/トン・km）の公表値を調査した。

その結果、Thailand GHG Management Organization (TGO) が、タイにおける CO2 排出原単位を公表していることが明らかになった。表 13 に、TGO が公開している CO2 排出原単位を示す。

表 13 TGO が公表しているトラック、船舶、鉄道の CO2 排出原単位

トラック(40" TEU size, 18-wheel, 32-ton max capacity を抜粋)<sup>1</sup>

No.	Vehicle Type	Performance	Loading (%)	Fuel	Unit	EF (kgCO2e/unit)
146	 Semi-trailer (Flatbed/side wall)	Common use	0%	Diesel	km	0.8215
147		Common use	50%	Diesel	tkm	0.0803
148		Common use	75%	Diesel	tkm	0.0577
149		Common use	100%	Diesel	tkm	0.0449
150		Heavy duty	0%	Diesel	km	0.9963
151		Heavy duty	50%	Diesel	tkm	0.0914
152		Heavy duty	75%	Diesel	tkm	0.0655
153		Heavy duty	100%	Diesel	tkm	0.0523
162		 Semi-trailer (container)	Common use	0%	Diesel	km
163	Common use		50%	Diesel	tkm	0.0802
164	Common use		75%	Diesel	tkm	0.0568
165	Common use		100%	Diesel	tkm	0.0443
166	Heavy duty		0%	Diesel	km	1.0657
167	Heavy duty		50%	Diesel	tkm	0.0975
168	Heavy duty		75%	Diesel	tkm	0.0687
169	Heavy duty		100%	Diesel	tkm	0.0533

注: Reference for truck = Thai National LCI Database, THS-MTEC-NSTDA

船舶<sup>1</sup>

No.	Vehicle Type	Unit	EF (kgCO2e/unit)	Reference
256	Transport, barge (river)	tkm	0.0446	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a

鉄道<sup>2</sup>

No.	Vehicle	Unit	EF (kgCO2e/unit)	Reference
N/A	Train	tkm	0.111	Train I, IDEMAT

鉄道の CO2 排出原単位に関しては、出典が 2012 年と古いことから、最新の CO2 排出原単位の有無や更新の予定等を、TGO 及び National Metal and Materials Technology Center : MTEC) にヒアリングして確認した。その結果、最新値への更新予定はないことが明らかになった。

PAT の協力のもと、タイの運輸分野の温暖化対策の専門家である Dr. Jakapong Pongthanaisawan (チュラロンコン大准教授) の指導を得て、鉄道の CO2 排出原単位に関連する情報収集を行ったところ、SRT (State Railway of Thailand) が 2020 年にディーゼル機関車 50 台を新規入札し、中国企業が落札していることが明らかになった。

以上を踏まえて、TGO が 2020 年に公表した CO2 排出原単位のリストに鉄道がなかったこと、タイにおける鉄道の CO2 排出原単位の公表値は 2011 年であり、ディーゼル機関車を新規導入しているタイの鉄道輸送の現状には合わない可能性があること等を勧告して、本調査における鉄道の CO2 排出原単位は文献値を用いることとした。

既存文献等の調査を行った結果、ディーゼル機関車の CO2 排出原単位については、カ

<sup>1</sup> TGO, Emission Factors, February 2020: [http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts\\_117a1351b6.pdf](http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_117a1351b6.pdf)

<sup>2</sup> TGO, Guideline for Carbon Footprint Organization, page 70, 2011: <http://library.psu.ac.th/GreenLib/files/แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร.pdf>

ナダの事例が本調査に適していることが確認された。カナダの鉄道協会が2016年に公表した「Locomotive Emissions Monitoring Program 2016」(Railway Association of Canada)には、約20年前から最近までの排出係数の変遷が詳しく述べられており、「1990年に0.025 t-CO<sub>2</sub>/tkmであったCO<sub>2</sub>排出原単位が、2016年には0.014 t-CO<sub>2</sub>/tkmとなった」と記載されている。







本調査では、タイのディーゼル機関車のCO<sub>2</sub>排出原単位の最新値が得られなかったことから、上記のカナダの文献を参照して鉄道輸送のCO<sub>2</sub>排出原単位を設定することとした。その際に、代替値を適用することの不確実性を鑑み、CO<sub>2</sub>排出原単位に一定の幅(0.025 t-CO<sub>2</sub>/tkm~0.014 t-CO<sub>2</sub>/tkm)を持たせてGHG排出削減効果の試算することとした。

#### 4) モーダルシフトによるGHG排出削減効果の試算

表14に、モーダルシフトによるGHG排出削減効果の試算結果を示す。

モーダルシフトのGHG排出削減効果は、Coastal Aのトラック輸送<sup>3</sup>から内航船輸送で17,000 t-CO<sub>2</sub>/年、トラック輸送からSRTOの鉄道輸送で69,000~82,000 t-CO<sub>2</sub>/年程度となっている<sup>4</sup>。

表14 モーダルシフトによるGHG排出削減効果の試算結果

	Project Scenario (Modal shift)			Reference Scenario (Truck)	GHG Emission Reduction
	Ship	Others	Total		
Coastal-A	15,614 	 1,879	17,043	34,080 	17,037
SRTO	15,834 ~28,275 	 6,954	22,788 ~35,229	104,614 	81,826 ~69,385

Source of emission factor by train: Locomotive Emissions Monitoring Program 2016, Railway Association of Canada  
0.025 t-CO<sub>2</sub>e in 1990 and 0.014 t-CO<sub>2</sub>e in 2016.

<sup>3</sup> トラック輸送における荷物の積載率や移動距離等の詳細については、タイで運輸関係の事業を行っている日本企業の協力を得て設定した。

<sup>4</sup> 図中の「Others」には、鉄道へのモーダルシフトでは「SRTO内のオペレーションによるCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量」、内航船へのモーダルシフトでは「Coastal-Aターミナル内のオペレーションによるCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量」が含まれている。いずれのケースも、船舶輸送や鉄道輸送から発生するCO<sub>2</sub>排出量に比較して少ない排出量となっている。

### 3-4. 鉄道やインランドデポ（ICD）等との連携による効率化の検討

#### (1) タイ国鉄（SRT）やラッカバン ICD 運営者等に関する情報収集

##### 1) タイ国鉄（SRT）

タイ国鉄（SRT）では、2020年8月にディーゼル電気機関車50台調達の契約をSFR ジョイントベンチャーと締結したほか、2021年初めにもディーゼル電気機関車57台を調達するための入札を実施する予定としている。現在使用している機関車は古いものが多くGHG排出量も多いが、2025年までに老朽化した車両と順次置き換えることで、運航の効率化と運行時間の正確性向上、GHG削減が期待される。

また、ラッカバンに次ぐICDおよび鉄道敷設の計画もあり、これらも見越して現段階から連携策を検討しておくことが有効と考えられる。

ただし、ラッカバンICDの契約更新に向けた手続きが長引いている状況からもわかるように、タイ政府の影響が強く独自に意思決定することは困難。また決定には長期を要するため連携強化は容易ではない。

##### 2) ラッカバン ICD

ラッカバンICDは、6区画から1区画へとオペレーションを変更する予定で、昨年初めに入札が行われALG（企業体）が交渉権を得たものの、契約には至っておらず現在も6区画のままそれぞれのオペレーターが運営している。

2020年のラッカバンICDの取扱量はCOVID-19の影響もあってやや減少し、年間取扱量は120~130万TEU程度となる見通し。鉄道利用率も2割程度に減少している。

ラッカバンICD関係者にヒアリングしたところ、「新たな契約についてはその後進展なく、SRTではどうにもできない模様。このため、ALGによるオペレーションのスタートについては見通しが持てない」とのことであった。昨年度の調査にて6区画から1区画へとオペレーションが変更されることを想定し、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）などの導入可能性に触れたが、運営者が定まらない状況では依然として詳細検討に着手出来ない状況が続く。或いは今後は、6区画のまま継続されることも想定しSRTOとの連携を模索する必要も生じてくるかもしれない。

##### 3) 連携強化策

モーダルシフトを促進させるためには、多くの関係者の連携が重要である。ここで言う関係者とは、内航船社、Coastal-A、ラッカバンICD、タイ国鉄、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、トラック運送事業者等である。ラッカバンICDやSRTO、B突堤コンテナターミナルのコンセッション契約が中々進まずにいる状況にあるが、PATにはモーダルシフトを促進させる上で連携は特



に重要であることを伝え、会議の場を設けることを PAT に提案した。

モーダルシフトの促進には、各々の施設を強化することに加え、これら関係者が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。モーダルシフトの促進に役立つことはもちろんだが、コンテナ情報を共有することで、コンテナを搬入しにレムチャバン港へ来たトレーラーが、帰りに別のコンテナを載せて搬出するなどトレーラーの実車率を向上させることにもつながり、この点でも GHG 削減効果が期待される。

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。

### 3-5. モーダルシフト促進に向けた支援策の検討

#### (1) モーダルシフト促進のためのロードマップの作成およびロードマップ実現のための方策や課題の整理

##### <モーダルシフト促進のための荷役機器追加導入>

レムチャバン港に整備したモーダルシフト促進のためのターミナルのうち、内航船ターミナル (Coastal-A) は昨年春からの供用開始以降順調に推移している。また、追加調達予定の RTG2 基についても、諸事情によりバンコク港向けに調達中の 2 基をこちらに転用することとなったことから、更なる設備投資は今のところ必要ない。一方、鉄道ターミナル (SRTO) は整備完了から数年経過するも様々な要因が重なり未だ暫定供用のままである。また、広大なヤードスペースを効果的に活用することができずにいる。このため、モーダルシフト促進のための荷役機器追加導入は、SRTO を中心に検討することが肝要である。

前述のシミュレーション結果や、PAT が既に持つ調達計画も参考に、表 15 の通りロードマップを作成した。

表 15 荷役機器追加導入によるモーダルシフト促進のロードマップ

		2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025		2026		2027		2028		2029		2030			
		1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7
<b>(SRTO)</b>										● 0.3M TEU				● 0.5M TEU				● OVER1.0M TEU																					
		RMG : 2 RTG : 1												RMG : 4 RTG : 5				RMG : 4 RTG : 12				RMG : 4 RTG : 12																	
SRTO	RMG	既存	RMG-1																																				
		既存	RMG-2																																				
		新規	RMG-3					●製作																															
			RMG-4					●製作																															
	RTG	既存	RTG-1																																				
		新規	RTG-2					●製作																															
			RTG-3					●製作																															
			RTG-4					●製作																															
			RTG-5					●製作																															
		新規	RTG-6	●リファービッシュ								●製作																											
			RTG-7	●リファービッシュ								●製作																											
			RTG-8	●リファービッシュ								●製作																											
RTG-9									●製作																														
RTG-10									●製作																														
RTG-11									●製作																														
RTG-12									●製作																														

(課題)

PAT では、予てからの荷役機器調達計画があり、このうち RMG2 基、RTG4 基の新規調達と、RTG3 基のリファービッシュについては 2020 年 10 月からの新年度予算に計上されているが、本章での検討結果から、マイルストーンとする取扱量である 100 万 TEU を達成するにはさらに追加の設備調達が必要であると考えられる。このため、これら既存計画や実際の入札状況などをチェックしながら、新たな調達計画へと移行させる必要がある。

(RTG3 基リファービッシュのための入札は 2020 年 1 月に締め切られたが、その結果はまだ公表されていない。RMG2 基、RTG4 基の新規調達については、既にパブリックヒアリングが終了し一旦は入札が公示された。しかし、その後入札の中止が発表され、2021 年 2 月末現在に至る。)

### <モーダルシフト促進のための自動オペレーション技術導入>

次に、モーダルシフトの更なる促進に向けて、自動オペレーション技術を導入する場合のロードマップを表 16 に示す。

自動化技術を導入しオペレーションするためには、追加投資に相応したスケールの取扱貨物量が必要である。このため自動化の導入時期は、SRTO の取扱量が 150 万 TEU に達する時期に合わせる計画とした。また、更なるスケールメリットを発揮するため、Coastal-A も自動化の対象に加え、SRTO にある管理棟内オペレーションルームにて遠隔オペレーションする想定である。

既に調達済みの荷役機器や、上述のロードマップに記した荷役機器は、自動化に向けて現地で改造する。一方、その後調達する荷役機器については予め自動化を想定して製作する。荷役機器の製作と平行して、自動化のためのシステム開発や遠隔操作のための操作卓等を整備する。

自動化プロジェクトは供用をつづけながらの取組みとなるため、改造は数基ずつに分けオペレーションへの影響を最小化することとなり、相応の期間を設けての実施となる。

(課題)

自動化技術の導入は、省人化や安全性向上による経済性向上が期待されるが、一方でスケールメリットを発揮するためには相応の取扱貨物量とイニシャルコストが必要である。SRTO のオペレーターが決定しない状況が続く現状、COVID-19 による先行き不透明な現状等を考慮すると PAT が自動化技術導入の判断できるにはもう少し時間を要すものと推察される。

また、このような状況が続く間に、PAT が調達を進める荷役機器は毎回入札により調達されるため、メーカーや仕様が都度異なることとなり、いざ自動化への改造をしようとなった際に改造が難しいケースが生じることが危惧される。

表 16 自動化技術導入によるモーダルシフト促進のロードマップ

		2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025				2026		2027		2028		2029		2030	
		1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7
<b>(S R T O)</b> <b>(CoastalA)</b>						● 0.3M TEU				● 0.3M TEU ● 0.5M TEU				● 0.5M TEU				● OVER1.0M TEU				● OVER1.5M TEU																	
		RMG : 2 RTG : 1												RMG : 4 RTG : 6				RMG : 4 RTG : 12				自動オペレーション RMG : 6 RTG : 18																	
S R T O	R M G	既存	RMG-1																																				
			RMG-2																																				
		新規	RMG-3																																				
			RMG-4																																				
		新規	RMG-5																																				
			RMG-6																																				
	R T G	既存	RTG-1																																				
		新規	RTG-2																																				
			RTG-3																																				
			RTG-4																																				
			RTG-5																																				
		新規	RTG-6																																				
			RTG-7																																				
			RTG-8																																				
			RTG-9																																				
			RTG-10																																				
			RTG-11																																				
		新規	RTG-12																																				
RTG-13																																							
RTG-14																																							
RTG-15																																							
RTG-16																																							
RTG-17																																							
RTG-18																																							
						RTG : 2				RTG : 4												自動オペレーション RTG : 4																	
C O A S T A L - A	R T G	既存	RTG-1																																				
			RTG-2																																				
	新規	RTG-3																																					
		RTG-4																																					

(2) モーダルシフト促進のための支援策の検討（事業スキーム、ファイナンス、調達方法等）

表 15、表 16 に示す通り、SRTO では今後 RTG を追加調達する計画となる。追加調達によって SRTO の取扱能力が向上し、これに合わせてモーダルシフトが促進されれば GHG 削減へと繋がるが、SRTO の RTG は全て電動式とする計画のため基数の増加により使用電力量も増加する。SRTO 構内で使用する電力を再生可能エネルギー由来とすることで一層の低炭素化が期待される。

以上より、電動 RTG の調達とレムチャバン港への太陽光発電設備導入を組み合わせ、JCM を活用するケースについて以下に整理する。

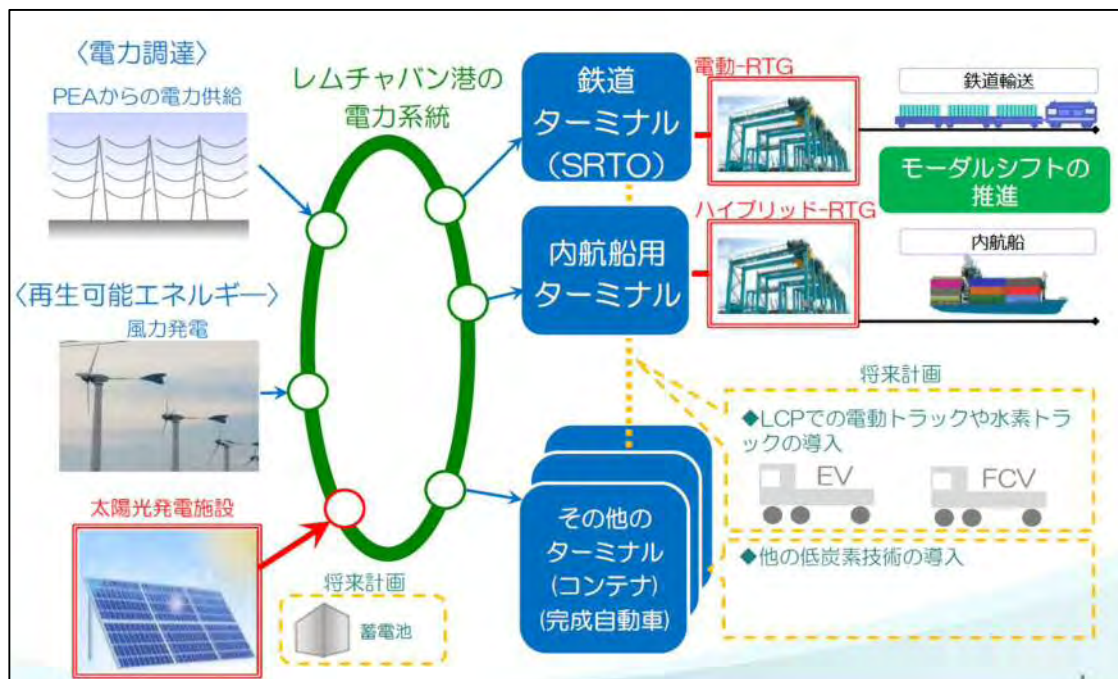


図 22 レムチャバン港における省エネと再エネの組合せイメージ

表 17 電動 RTG と太陽光発電設備を組合わせた場合の検討結果

	RTG	PV
法定耐用年数	12	17
数量	7基	1セット (2.73MW)
イニシャルコスト (A)	1,151,919,992 円	400,426,200 円
JCM 補助額 (B)	125,559,260 円	96,100,200 円
JCM 補助率 (C)	10.9%	24.0%
CO2 削減量 (D)	31,603 t-CO2/12年 (2,633.6 t-CO2/年)	35,370 t-CO2/17年 (2,080.6 t-CO2/年)
JCM 費用対効果 (B)/(D)	3,973 円/t-CO2	2,717 円/t-CO2
削減額	1,205,820,000 円	391,446,046 円
JCM 補助額計	221,659,460 円	
JCM 補助率	14.3%	

表 17 の通り、この場合の CO2 削減量は 66,973t-CO2、補助率は 14.3%となった。仮に太陽光発電した電力を電動 RTG で使用すると仮定しても補助率の上昇は僅かであり、いずれにせよ補助率は高いとは言えない。荷役機器導入によりモーダルシフトが促進されることによる間接的な CO2 削減効果を加味して評価できなければ、JCM の適用は難しいレベルと言える。

また、事業スキーム上も課題が残る。PAT が自らの事業として実施する場合、タイ国の法律に基づき入札により行うため、バンコク港でのプロジェクトの時のように PAT が自らコンソーシアムメンバーとなり JCM を適用させ、且つ一般競争入札で調達しようとした場合、JCM の補助金の効果が入札時に発揮されない。これを解消する方法としては図 23 に示す 2 つのアイデアが考えられる。

まず、上記の補助金効果の問題を解消するために、PAT は国際コンソーシアムに入らず、コンソーシアムメンバーはあくまで入札参加者として、独自に想定した補助相当額を考慮して入札に参加する方法が考えられる。ただしその場合、想定した補助額と実際の補助額に差異が生じる可能性もあり、そのリスクは入札参加者が負うこととなる。また、導入した設備の所有権はあくまで PAT となるため、コンソーシアムメンバーが所有しないという点で JCM のルールを逸脱する。そこで、この所有権の問題をクリアするために、PAT が調達からリースへと切り替えるというアイデアが考えられる。ただし、JCM を適用できるか否かは入札の結果次第であるため、PAT が入札の結果が出る前から調達の方法をリース

に切り替えることを意思決定することは難しい。

もう一つは、PAT が自ら調達することを辞め、ターミナルのオペレーション作業を担う事業者が荷役機器を調達し現地に納め使用するケース。PAT による調達ではなくなるため、調達手法の自由度が広がる。ただし、現段階で PAT が考えるオペレーション作業の委託期間は 5 年程度であるが、このケースでは資金回収等の期間を考慮して長期間の契約に切り替える必要がある。レムチャバン港はランドロード型の港湾にも拘らず SRTO と Coastal-A については PAT が自ら運営する方針を掲げていることを考えると、これを民間への長期コンセッションに委ねると決断する可能性は低い。

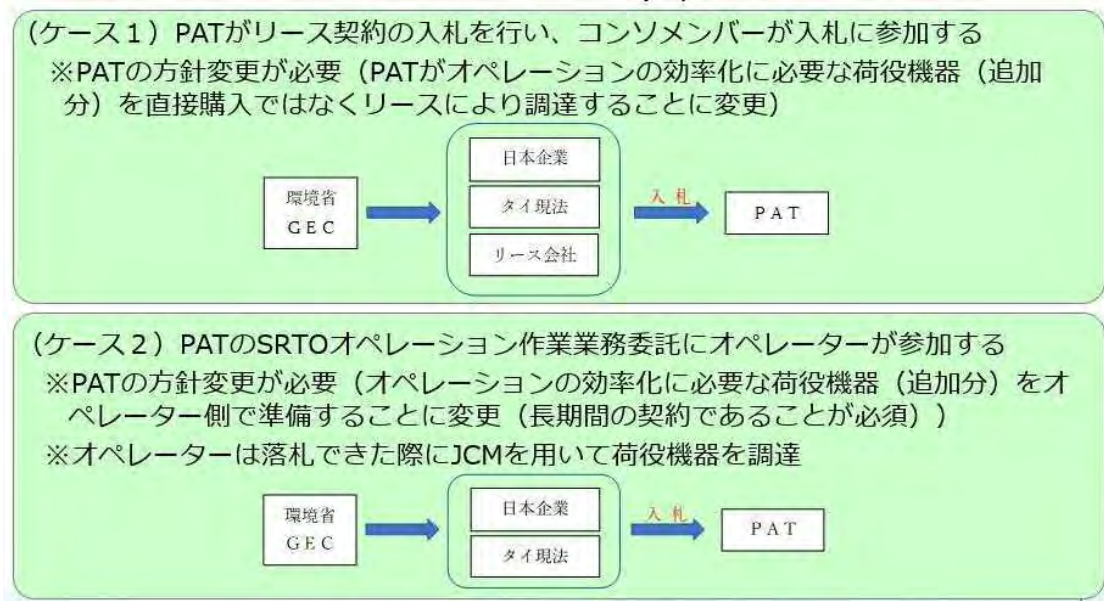


図 23 調達方法に関するアイデア (イメージ)

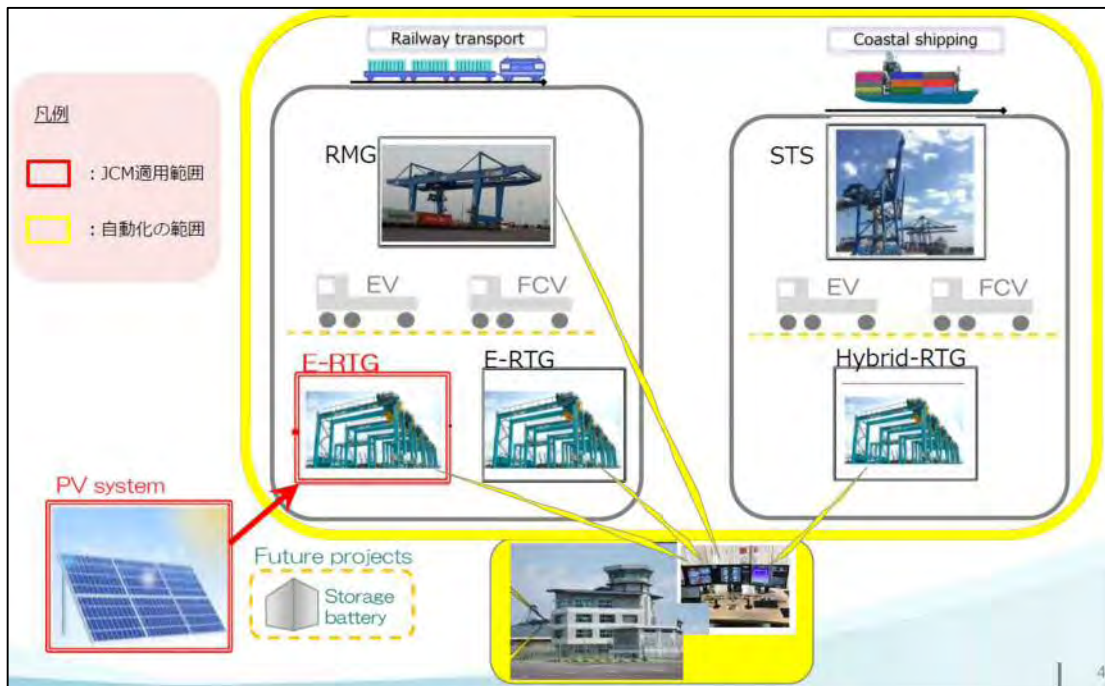


図 24 自動化技術導入プロジェクトと JCM の組合せ (イメージ)

次に、自動化技術導入と JCM を組合わせたプロジェクトとする場合について述べる。イメージは図 24 の通り。自動化技術導入自体では CO2 削減の効果はないが、取扱量が一定規模以上となると自動化による経済性、安全性、安定性が発揮され、更なるモーダルシフト促進につながると期待される。取扱量増加のトレンドを見ながら、荷役機器の追加調達と自動化技術の導入を行うが、このうち低炭素な荷役機器の調達に JCM を適用、自動化技術導入は PAT が自ら実施 (或いは別の支援スキームを適用) することが考えられる。



#### 4. まとめ

本調査では、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、タイ国内コンテナ貨物のモーダルシフト促進を実現できるオペレーション方法とその効果の確認、実装に向けた検討を行った。

オペレーションの効率化については、管理運営者である PAT の担当者と一緒にシミュレーターを用いた複数ケースの検証を実施し、モーダルシフトを促進させる上で最も効率的な荷役機器の配置とオペレーションの方法を明らかにした。また、取扱量が増えた段階で日本メーカーが持つ自動化技術を導入することが効率性や COVID-19 等の感染症対策の観点等からも有効であることを確認した。

モーダルシフト促進による CO2 削減効果については、モーダルシフトを実現することにより新たに生じるモーダルシフト用ターミナルからの CO2 排出量を算定した上で、バンコク港とレムチャバン港間の輸送モードをトラックから船舶に、ラッカバン ICD とレムチャバン港 B 突堤の各コンテナターミナル間の輸送モードをトラックから鉄道にそれぞれシフトした際の削減量を算定し、その効果を確認した。

タイ国鉄（SRT）が進めるディーゼル電気機関車の入替が進めば着実にモーダルシフトによる CO2 削減効果が発揮されることから、引き続き PAT と原単位や実データの収集等につき連携していく。

コンテナ輸送に係る関係者間の連携においては、ラッカバン ICD や SRTO、B 突堤コンテナターミナルのコンセッション契約更改が中々進まず、今後の連携強化に向けた具体的な対策を打ち出すことが難しい状況にある。ただ、現状を見ても例えば鉄道貨物の通関手続きに長時間を要していることが SRTO の運営の効率化を進めるうえでの課題となっているなど、今後モーダルシフトを促進させる上で関係者間の連携が極めて重要であることは明らかである。そこで、PAT に対しては、関係者が一堂に会するラウンドテーブルミーティングを設け、モーダルシフト促進に向けて連携・協力を進めるためのプラットフォームとして活用することを PAT に提案した。

また、モーダルシフト促進に向けてはハード整備だけでなく、オペレーションに係るコンテナの位置情報や荷主とトレーラーのマッチング機能など情報プラットフォームの構築による効率化が重要であることも確認した。トレーラーが片道だけでなく行きも帰りもコンテナを積んで走ることでドライバー不足と CO2 削減の両面で効果が発揮される。

最後に、今後 PAT がモーダルシフトを進めるための支援策として、取扱量の増大に合わせて PAT が進める荷役機器調達についてロードマップを作成し、今後の計画について PAT と協議した。COVID-19 による経済への影響が続く状況にあるが、今後の機器調達のタイミングに合わせて、JCM の活用を含めた低炭素な設備の導入支援、自動化技術導入支援が図られるよう引き続き PAT と調整を進めていく。また、横浜港での検証が進む国土交通省が中心となって取り組んでいる CONPAS 等のソフト施策やカーボンニュートラルポート施策について

も、その成果を PAT とも共有しながらタイ国港湾の脱炭素化実現に向けて引き続き連携していく予定である。



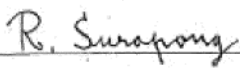
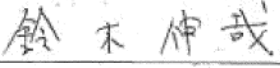
## 資料編



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

	<b>Memorandum of Understanding between The Port Authority of Thailand and The City of Yokohama</b>	
<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"><li>1. Both parties agree to exchange information on issues regarding:<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Port management</li><li>(2) Trend of shipping trade</li><li>(3) International trade</li><li>(4) Introduction of IT</li><li>(5) Technology and environmental issues</li></ol></li><li>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.</li></ol>		
<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>		
<b>For and on behalf of the Port Authority of Thailand</b>	<b>For and on behalf of the City of Yokohama</b>	
		
<b>DEPUTY DIRECTOR GENERAL</b>	<b>DEPUTY MAYOR</b>	



**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.

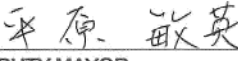
The MOU will come into effect on the date of signing and continue to be effective until terminate by either Participant giving written notice to the other Participant at least ninety (90) days before the date of proposed termination and the termination of the MoU shall take effect upon written agreement 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 21<sup>st</sup> 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



**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 31<sup>st</sup> MARCH, 2019**

Following the Memorandum of Understanding between the Port Authority of Thailand and the City of Yokohama dated 31<sup>st</sup> 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 31<sup>st</sup> 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 31<sup>st</sup> March, 2019 and will be valid until the end of March 2024.

For and on behalf of  
the Port Authority of Thailand,

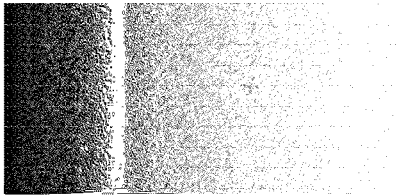
For and on behalf of  
the Port of Yokohama,

Director General  
Port Authority of Thailand

Director General  
Port and Harbor Bureau,  
City of Yokohama

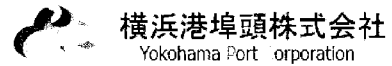
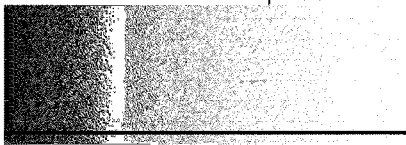
資料 2 : PAT との打合せ資料

(1) 第 1 回 オンラインミーティング (2020 年 10 月 19 日 キックオフミーティング)



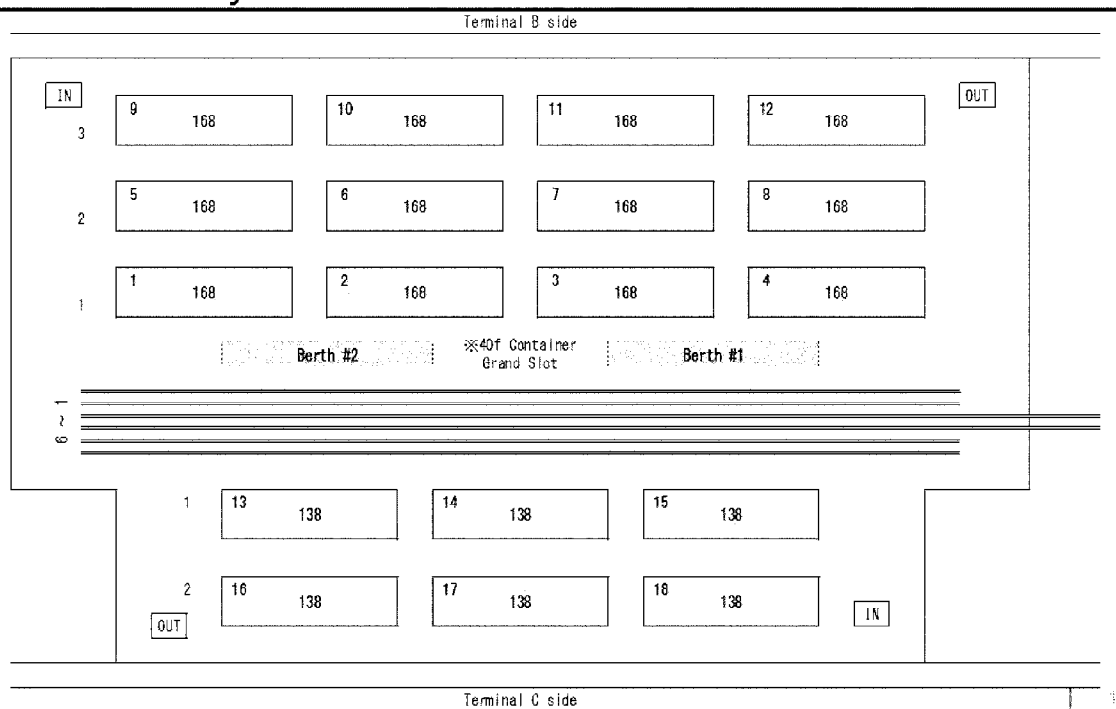
# LCP SRTO Simulation Results

19th Oct 2020  
Yokohama Port Corporation  
City of Yokohama  
Green Pacific Co., Ltd.



Yokohama Port Corporation

## LCP SRTO Layout



## Simulation for SRT0 : Preconditions

- Settings of Terminal Equipment

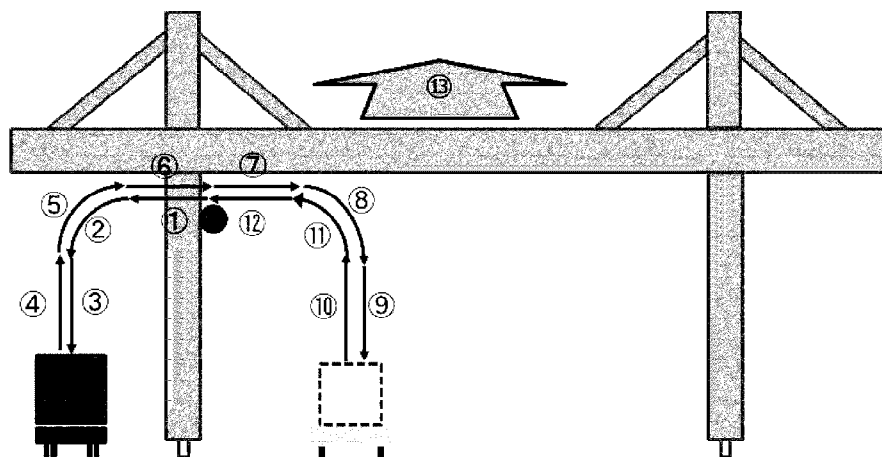
- ❑ Train velocity 30 km/h (8.333m/s)
- ❑ Truck velocity 30km/h (8.333m/s)
- ❑ RMG traveling velocity 7.2km/h (2m/s)
- ❑ RTG traveling velocity 7.2km/h (2m/s)
- ❑ RMG cycle time (One car traveling) 134 sec
- ❑ RTG cycle time (No traveling) 92 sec
- ❑ RTG re-handling time 180(tier1), 120(tier2), 60(tier3), 0(tier4) sec

- Settings of Railroad operation

- ❑ 1 train operation per hour (64TEU×23unit×2)  
2,944 TEU/Day × 365 Day = 1,074,560 TEU/year > 1.0M TEU
- ❑ 1 train operation per 2 hours (64TEU×12unit×2)  
1,536 TEU/Day × 365 Day = 560,640 TEU/year > 0.5M TEU

2

## RMG cycle time



$$\text{RMG pickup time} = \textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{4} + \textcircled{5} + \textcircled{6}$$

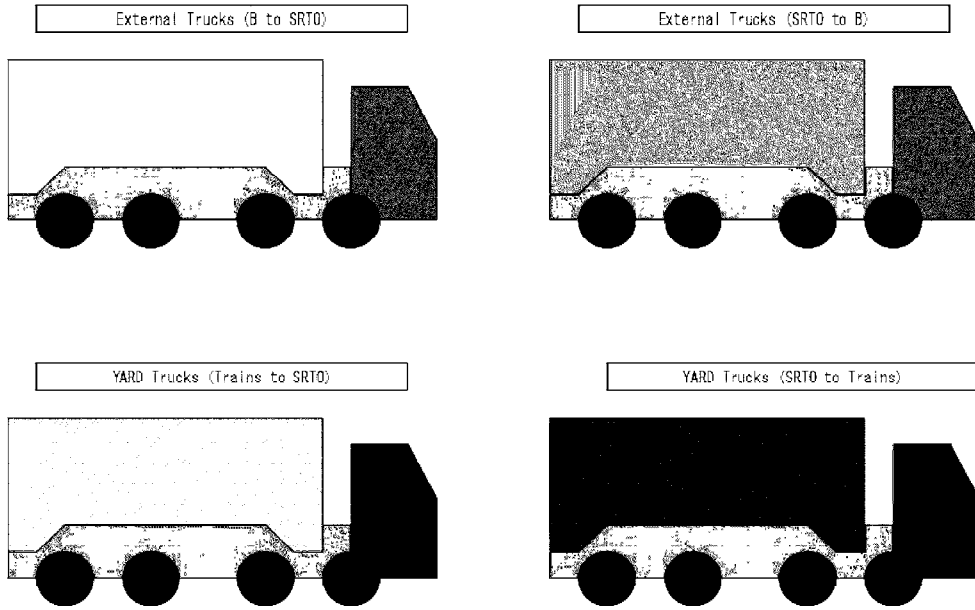
$$\text{RMG set down time} = \textcircled{7} + \textcircled{8} + \textcircled{9} + \textcircled{10} + \textcircled{11} + \textcircled{12}$$

$$\text{RMG travel time (1 bay move)} = \textcircled{13}$$

$$\text{RMG cycle time} = \text{RMG pickup time} + \text{RMG set down time} + \text{RMG traveling time}$$

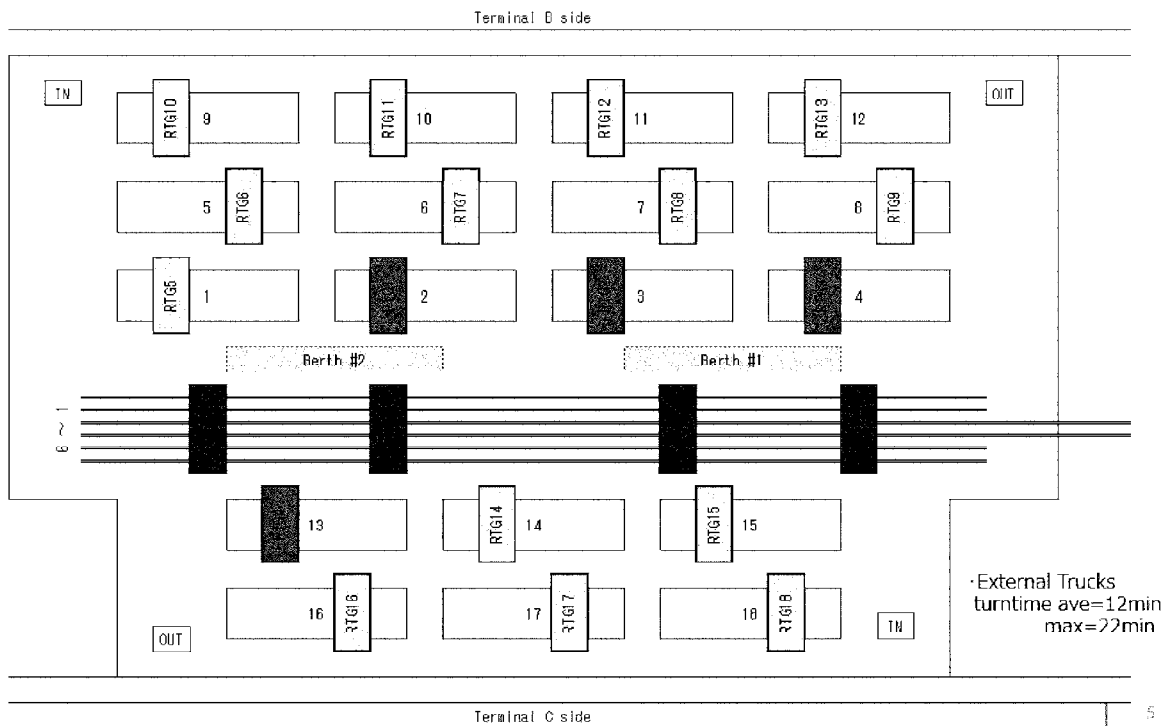
3

# Container and Trucks



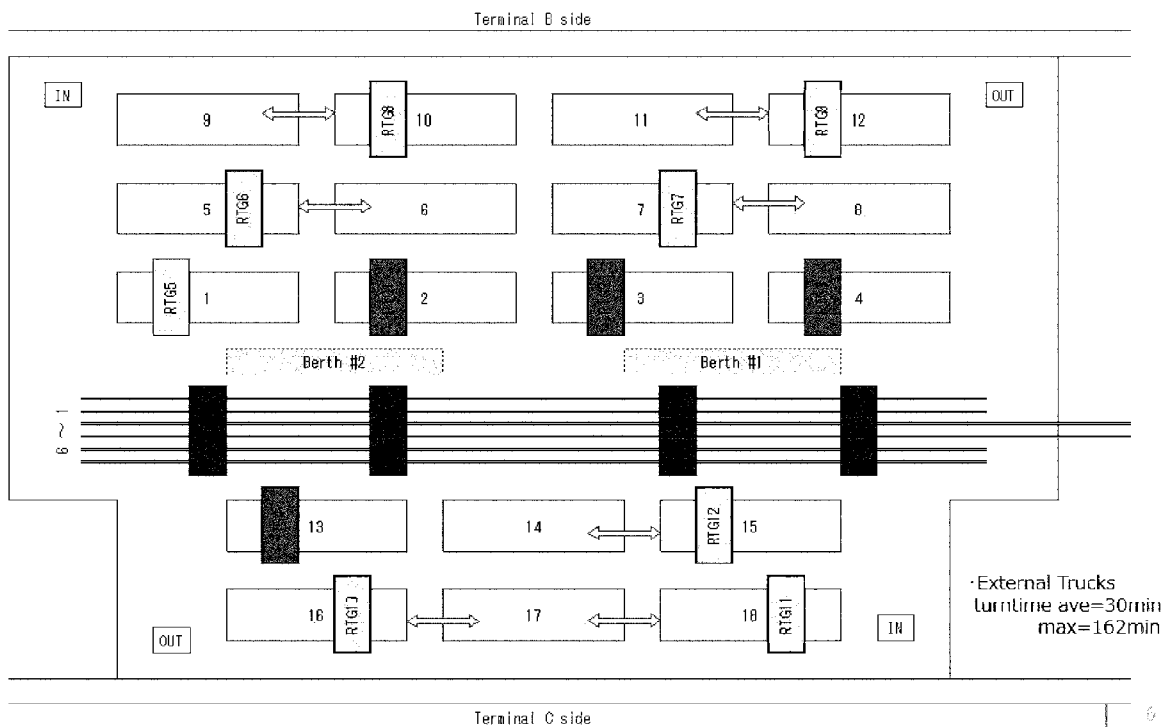
4

# CASE1 Layout RMG4:RTG18 1.0M TEU (Last time)



5

## CASE2 Layout RMG4:RTG12 1.0M TEU (Last time)

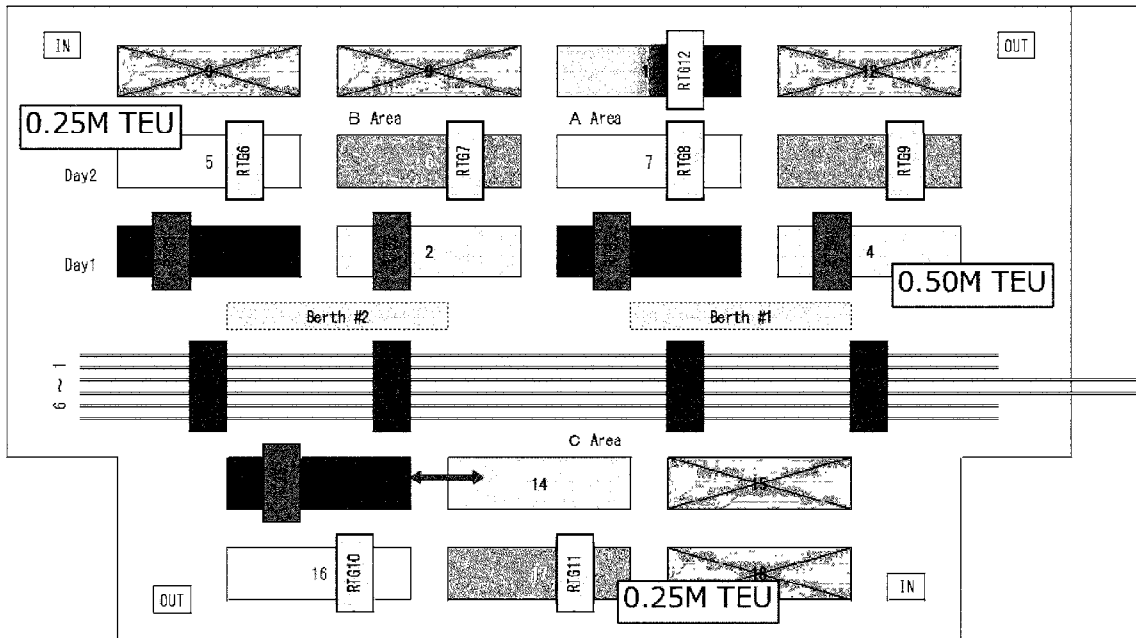


## Notes: Results of the Study using Simulator

- Terminal operation will become ineffective when using whole yard which is huge  
→Use the limited area of the yard
- Terminal operation will become ineffective when travel distance of cargo handling equipment becomes longer  
→Use designated storage area according to the purpose
- Need to secure more than 3 days for free storage time  
→Effective use of storage area  
→Rehandling by RTGs (need ample capacity of RTG)

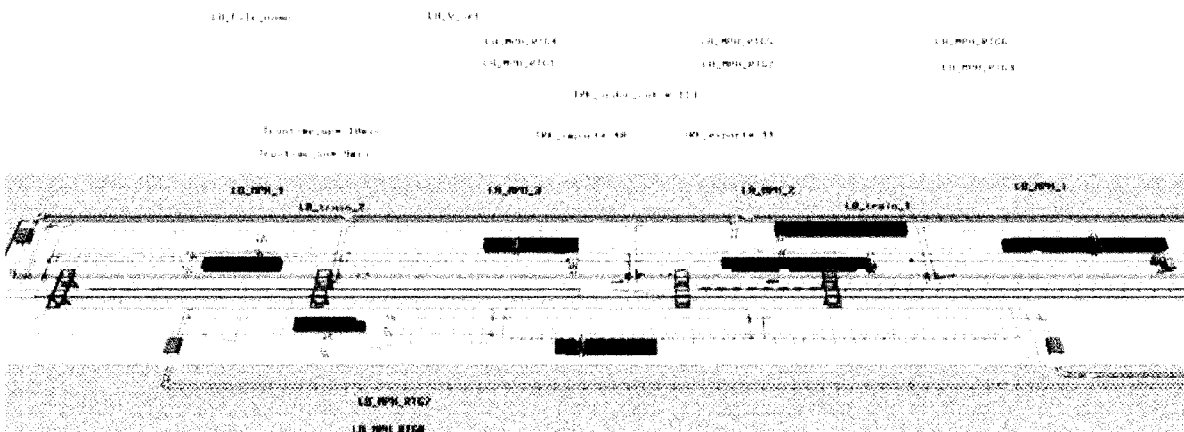
# CASE3 Layout RMG4:RTG11+1 1.0M TEU

Terminal B side

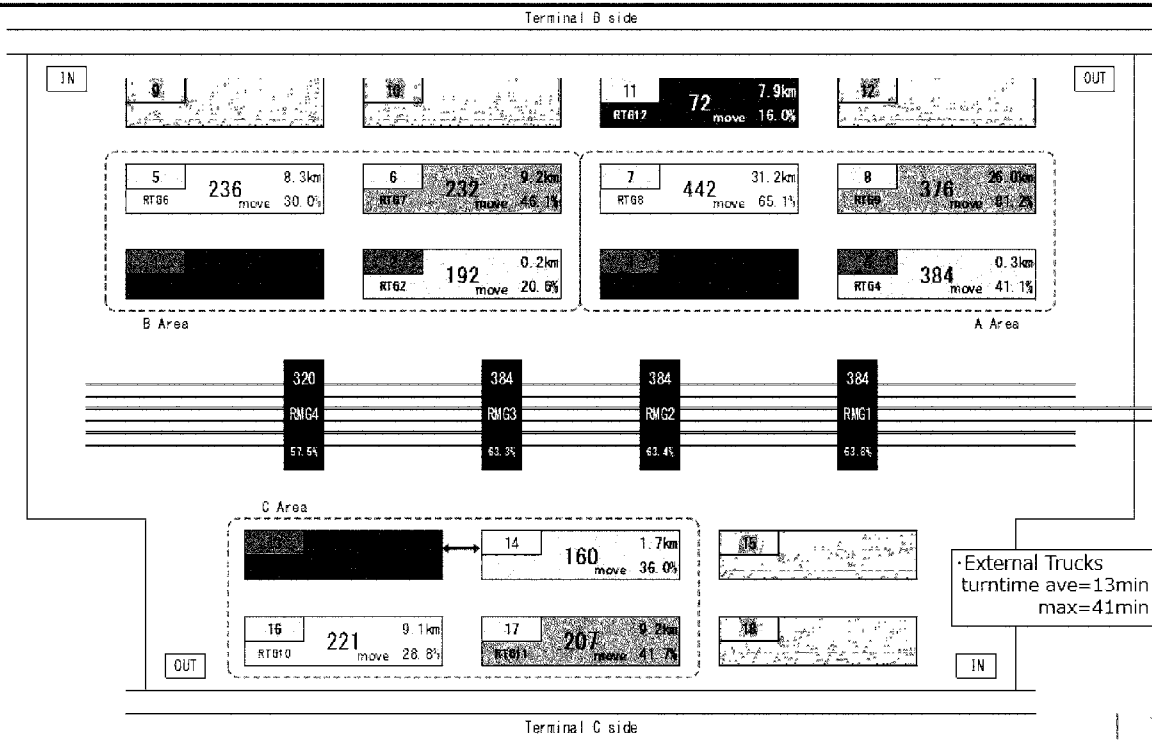


Terminal C side

# Simulation Model



# CASE3 Result RMG4:RTG11+1 1.0M TEU



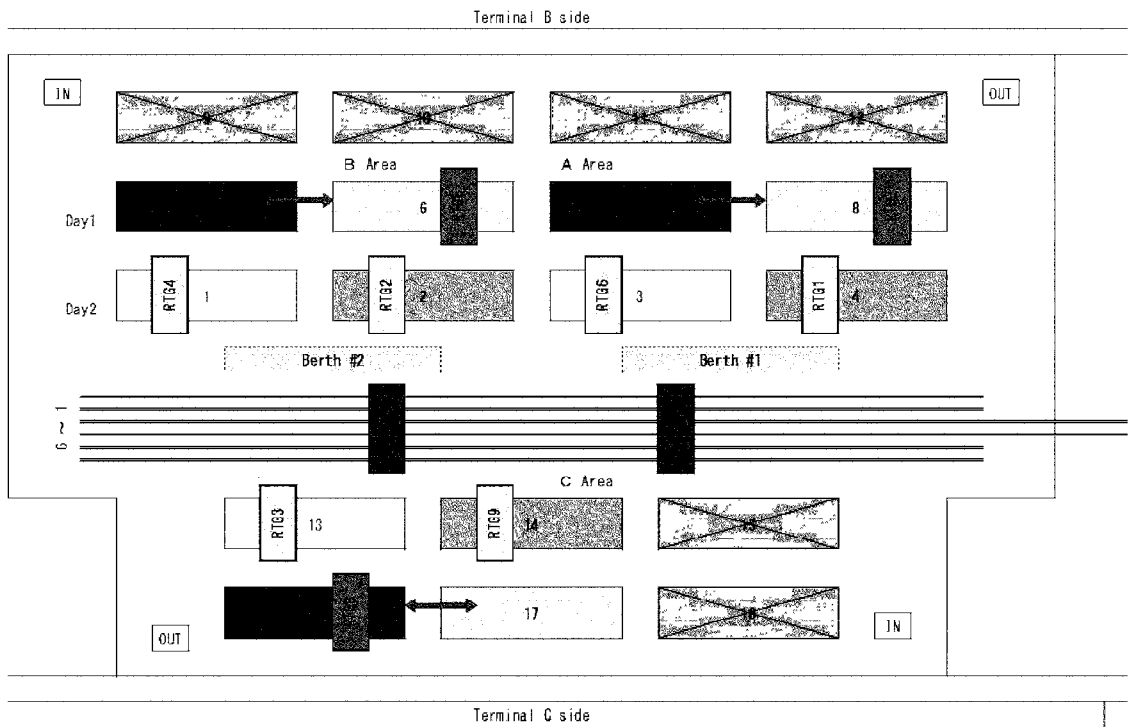
# CASE3 Results

	RMG	RTG1	RTG2	Target (TEU)	RTG (I)			RTG (II)			
					move	distance (km)	Operating_rate	move	distance (km)	Operating_rate	
CASE3	A Area	2	2	2	500,000	768.0	0.6	41.1%	818.0	57.2	73.2%
	B Area	1	2	2	250,000	384.0	0.4	20.6%	468.0	17.5	38.0%
	C Area	1	1	2	250,000	320.0	3.4	36.0%	428.0	18.2	35.2%
		4	5	6	1,000,000	1,472.0	4.4		1,714.0	93.0	
11 lane			1					72.0	7.9	16.0%	

11



# CASE4 Layout RMG2:RTG9 0.5M TEU



12

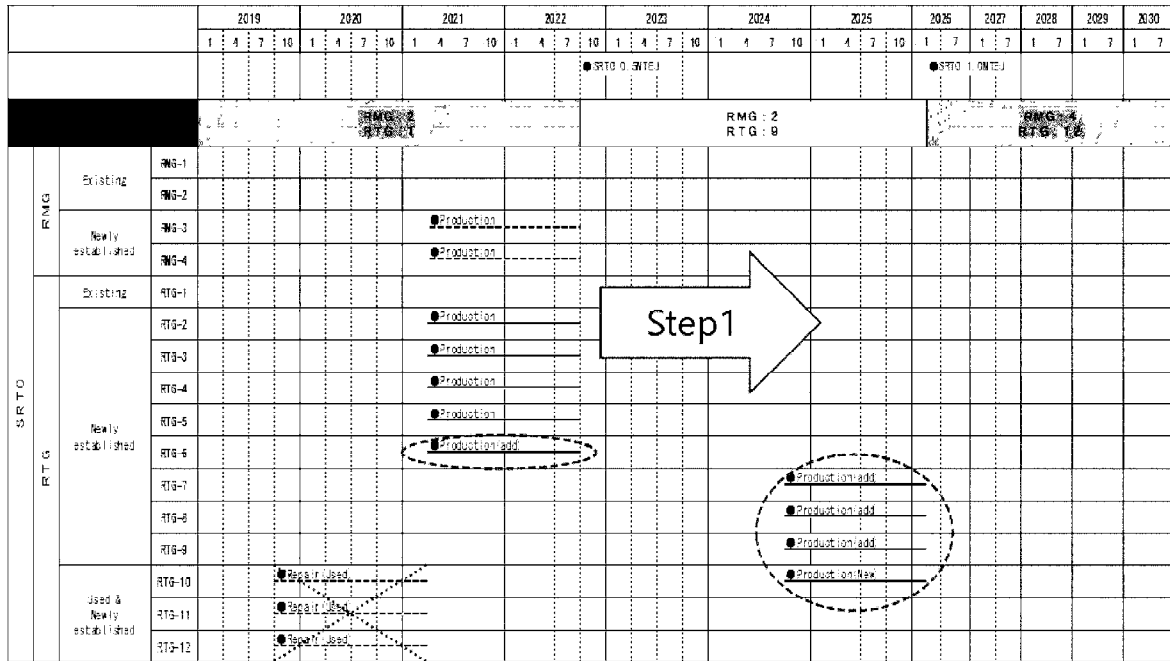
# CASE4 Results

	RMG	RTG1	RTG2	Target (TEU)	RTG (I)			RTG (II)			
					move	distance (km)	Operating_rate	move	distance (km)	Operating_rate	
CASE4	A Area	1	1	2	250,000	384.0	4.5	43.5%	398.0	13.9	32.2%
	B Area	1/2	1	2	125,000	192.0	2.1	21.7%	222.0	4.4	17.1%
	C Area	1/2	1	2	125,000	192.0	2.0	21.6%	232.0	4.2	17.4%
	2	3	6	500,000	768.0	8.5		852.0	22.5		

13



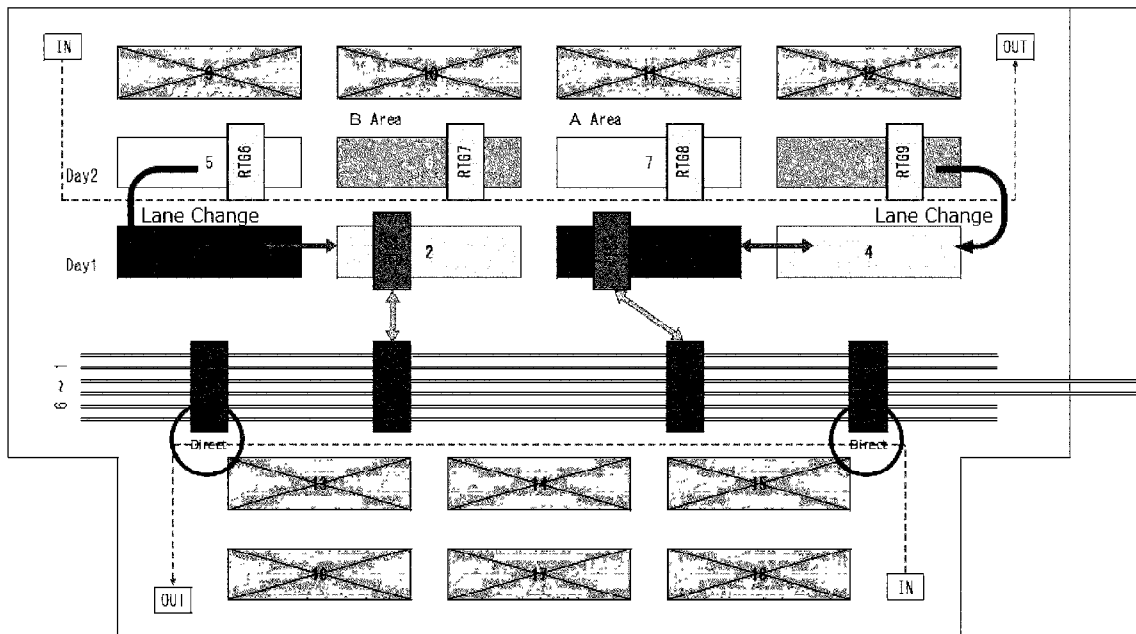
# Equipment introduction Schedule (YPC's plan)



16

## Step1 RMG4:RTG6 0.5M TEU~

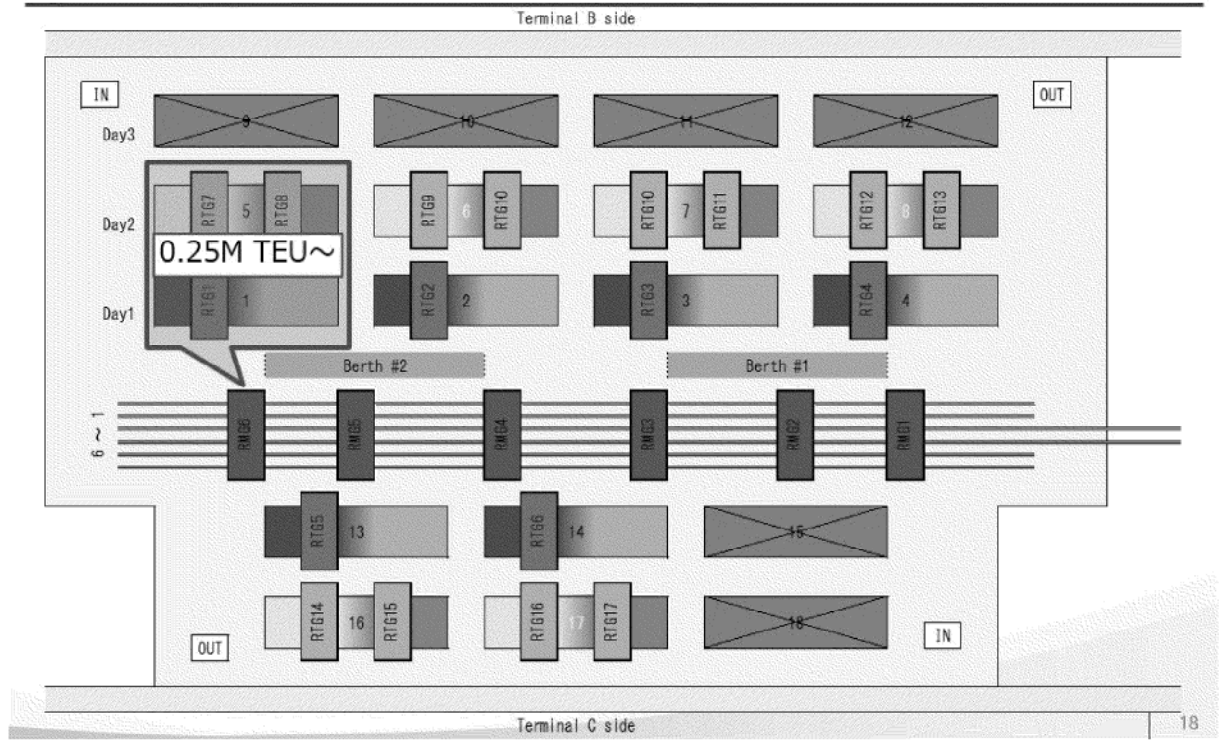
Terminal B side



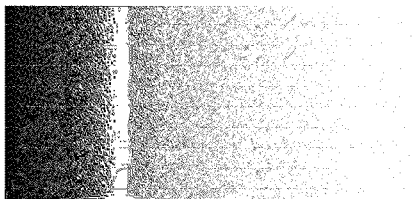
Terminal C side

17

# Near future ~1.5M TEU RMG1:RTG1:RTG2 × 6sets



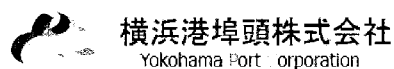
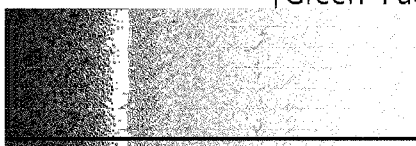
(2) 第2回オンラインミーティング (2020年12月4日 中間報告)



# FY2020 Feasibility Study with PAT

## Interim report

4th December 2020  
Yokohama Port Corporation  
City of Yokohama  
Green Pacific Co., Ltd.



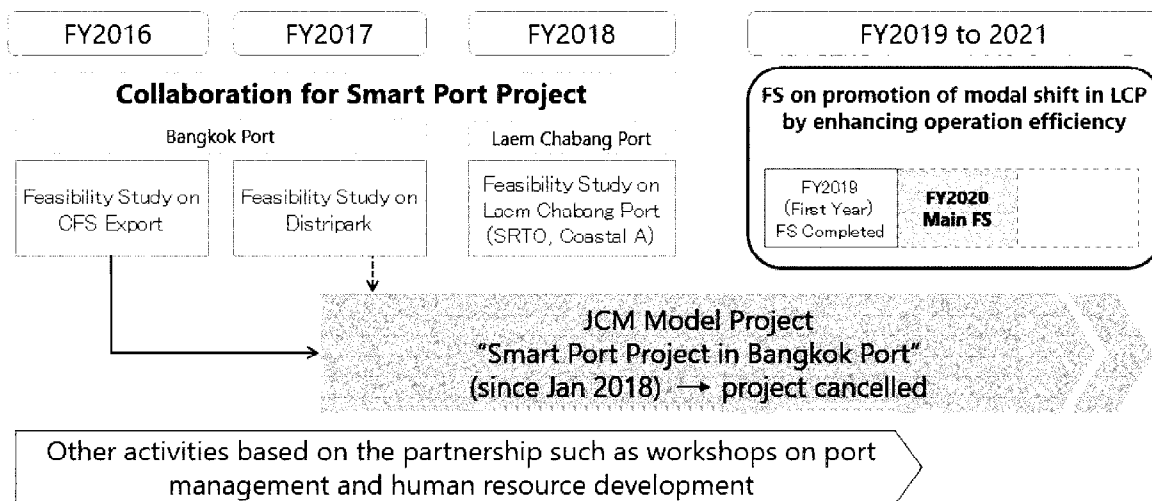
Yokohama Port Corporation

### History of Collaboration between PAT and Port of Yokohama

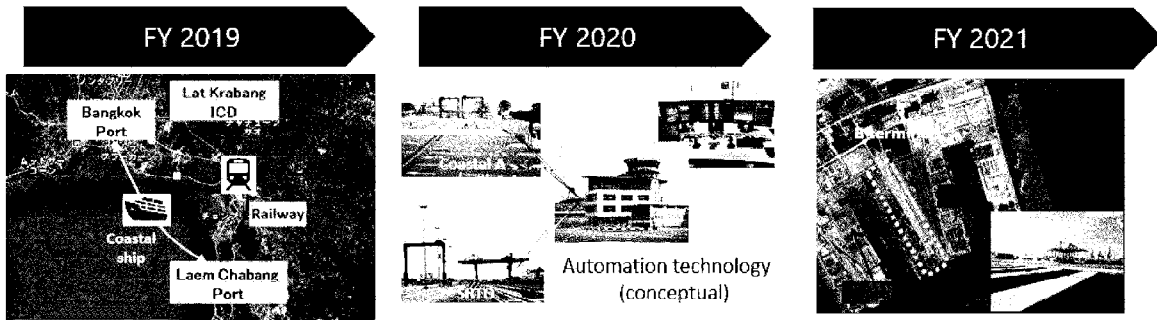
Apr. 2014 MOU on partnership between PAT and City of Yokohama (CoY)

Jan. 2015 LOI between PAT and CoY

Mar 2019 PAT and CoY renewed the MOU and LOI



## Three-year Project Plan FY2019 to FY2021



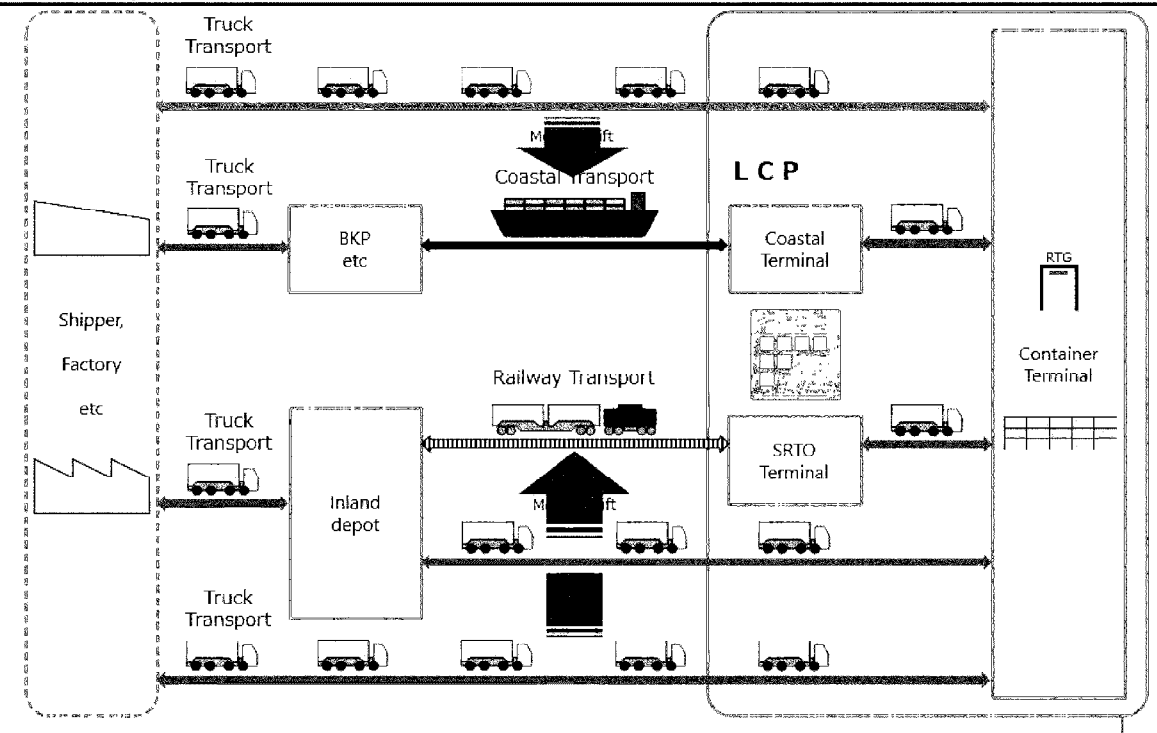
- Study on current situation
  - Challenges for enhancing operation efficiency
  - Plan and target of modal shift in LCP

- Study on enhancing efficiency of terminal operation through modal shift
- Study on CO2 reduction effects by promoting modal shift
- Study on enhancing efficiency by cooperation between container terminals, SRTO and ICD
- Study on introduction of support measures for promoting modal shift

- Demonstration experiment at SRTO



## Concept of Modal Shift in Ports in Thailand



## Outline of FS

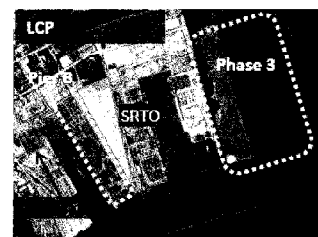
### Study content of 2020FS

1. Study on efficiency improvement of terminal operation for modal shift
2. Study on CO2 reduction effect through promotion of modal shift
3. Study on efficiency improvement through collaboration with railways and ICD etc.
4. Study on support measures for promoting modal shift

4

## Current Situation (Coastal-A)

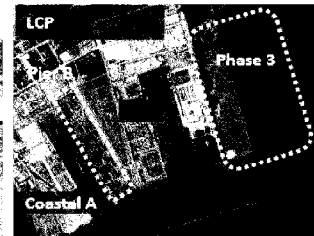
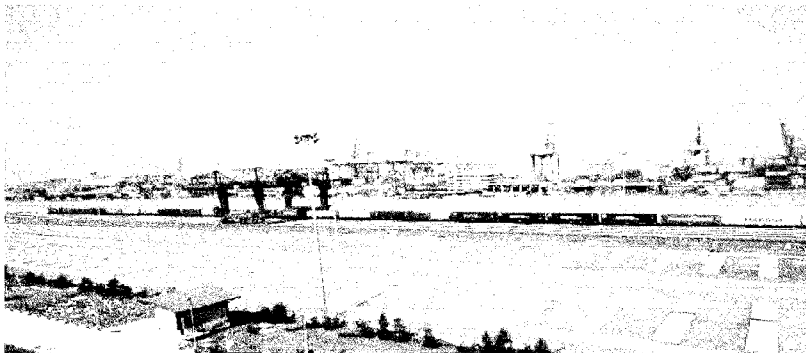
- Started a full-scale operation on March 13, 2020 and will achieve annual target of 0.3 mil TEU throughput in an early stage.
- The cargo handling method is yard storage instead of direct transportation, to keep vessel schedule. (Cargo must be delivered 24h prior to vessel cargo handling. Storage is free of charge for 3 days)
- 2 units of RTG will be introduced in June 2021 which were initially planned to be installed in Bangkok Port.



5

## Current Situation (SRTO)

- Tentative service has started in September 2018. It currently handles 10,000 to 24,000 TEUs /month.
- Cargo handling requires 12 hours per a train including waiting time for customs clearance, while 4 trains can park at the same time.
- Operation method is direct transportation between Terminal B.
- 2 RMGs and 1 RTG is introduced, but the RTG has not been used.
- Additional 2 RMGs and 4 RTGs are to be introduced.



## Suggestions from YPC: Operation Method of SRTO

We suggest the operation method to be changed from direct transport to yard storage for upgrading service quality of SRTO in terms of cargo throughput and punctuality.

### Operation by direct transportation



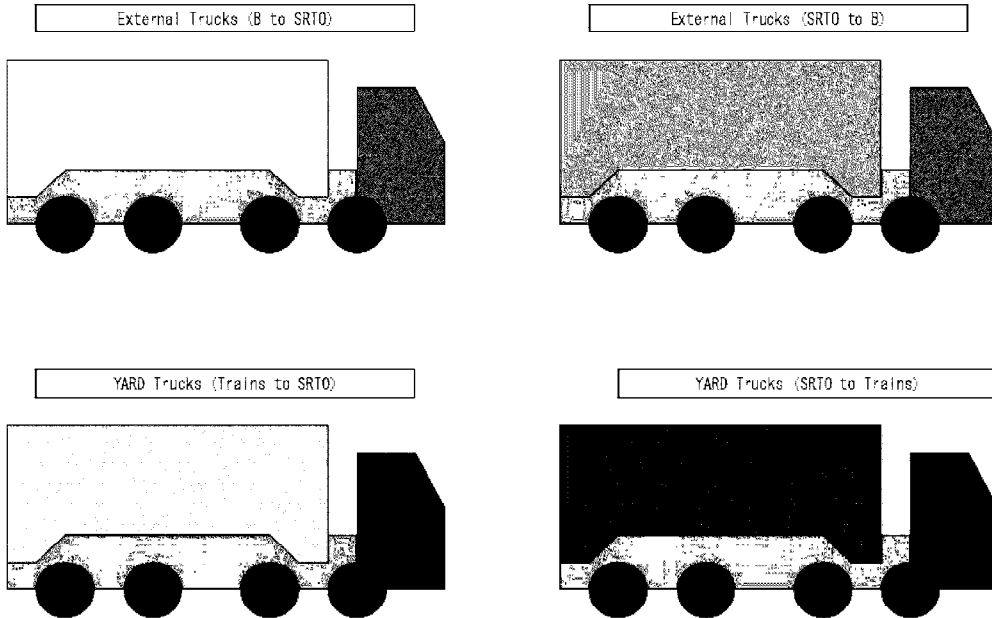
- Efficiency of railway cargo handling depends on trucks from outside.
- Burden on B terminals operators is large. (e.g. need of arranging many trucks and prioritized gate operation for them, etc.)
- Large storage area of SRTO has not been used effectively.

### Operation by yard storage

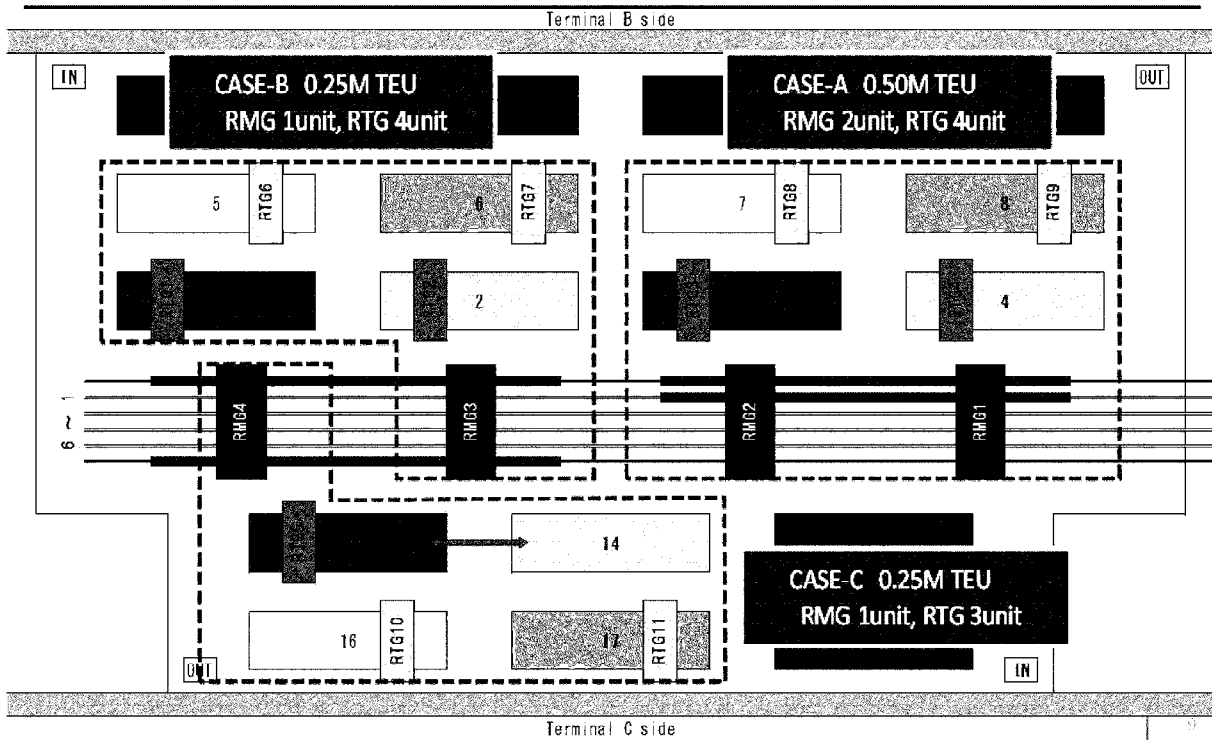
- Efficiency of operation will be enhanced by giving priority to railway cargo handling.
- Burden on B terminals operators would be small.
- Large storage area of SRTO can be used effectively.



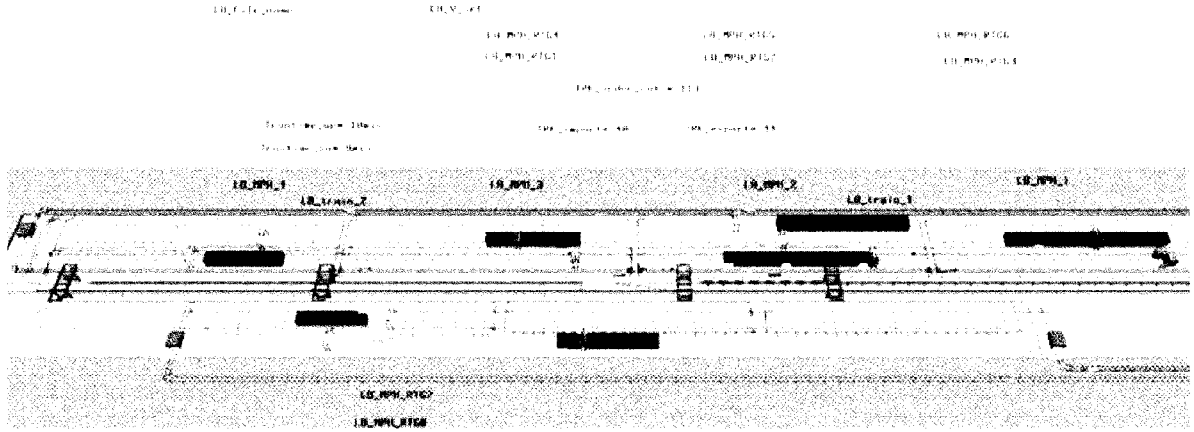
## Simulation: Colors of Container and Trucks



## Simulation: Case A, B and C

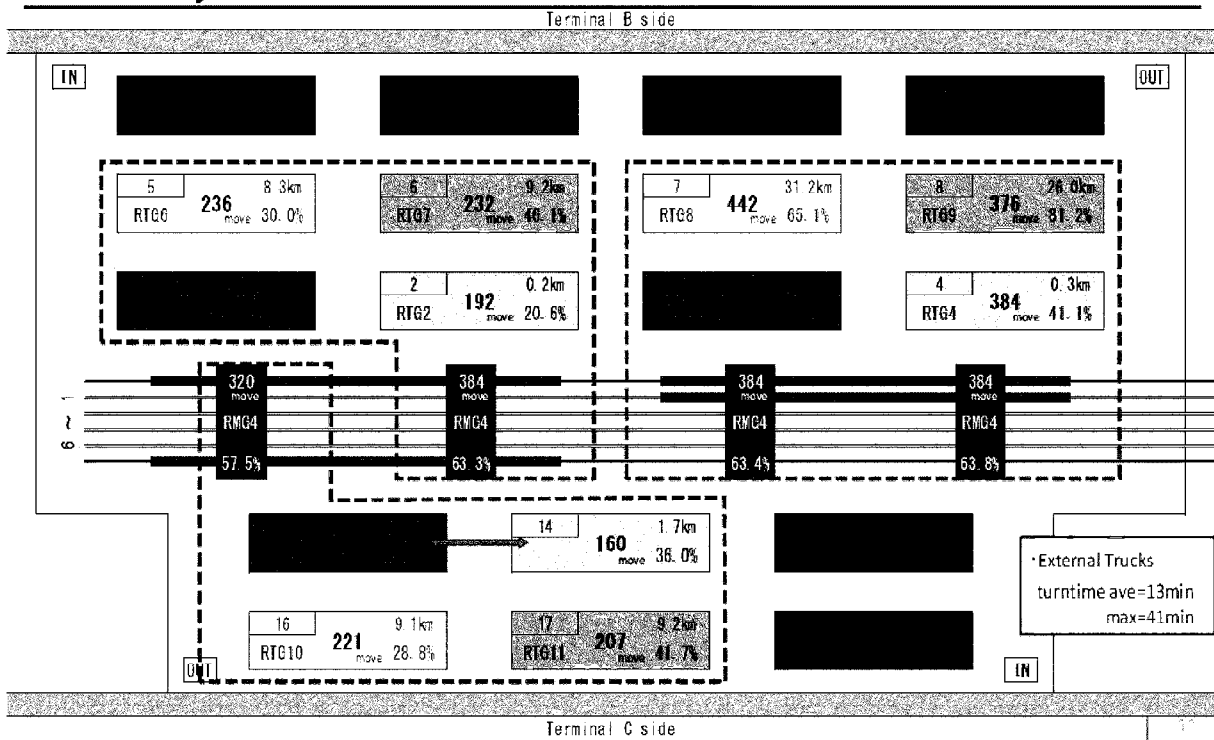


# Simulation Model



10

# Summary of Simulation Results



11

## Analysis on RTG in each case

CASE	RMG	RTG Lane1	RTG Lane2	Target (TEU/Year)	RTG Unit Average (Lane1 : RTG - RMG)			RTG Unit Average (Lane2 : RTG - External Trucks)		
					Handling Count (move/Day·unit)	Traveling distance (km/Day·unit)	Operating Rate (24h)	Handling Count (move/Day)	Traveling distance (km/Day·unit)	Operating Rate (24h)
A	2	2	2	500,000	384.0	0.30	41.1%	409.0	28.61	<u>73.2%</u>
B	1	2	2	250,000	192.0	0.20	<u>20.6%</u>	234.0	8.76	38.0%
C	1	1	2	250,000	320.0	3.36	36.0%	214.0	9.11	35.2%

| 12

## Proposal on Arrangement of Cargo Handling Equipment

Optimal combination : 1 RMG + 3 RTGs 0.25M TEU/set

Present) 2 RMGs + 1 RTG

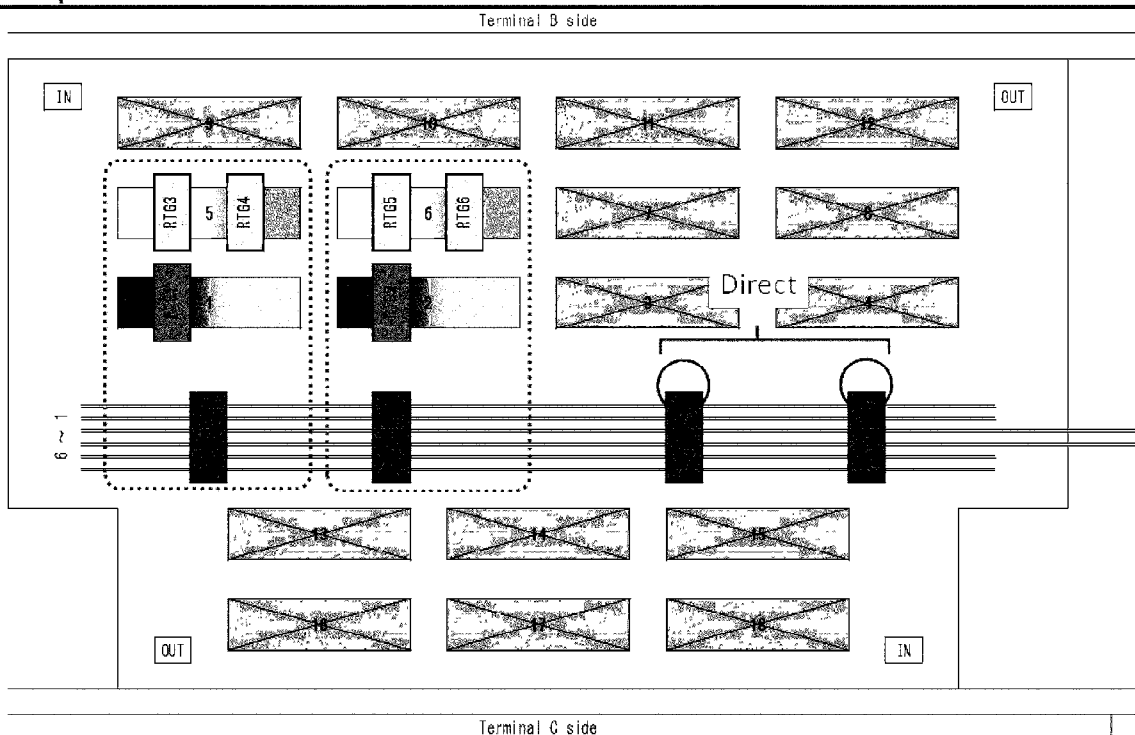
STEP1 ) 2 RMGs + 4 RTGs

+ 1 RTG ~0.5M TEU

STEP2 ) + 6 RTGs ~ 1M TEU

| 13

# Step1 2 RMGs +6 RTGs :0.5MTEU + 2 RMGs(Direct)

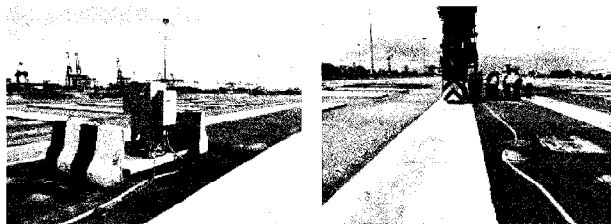


14

## Suitable equipment for changing operation method

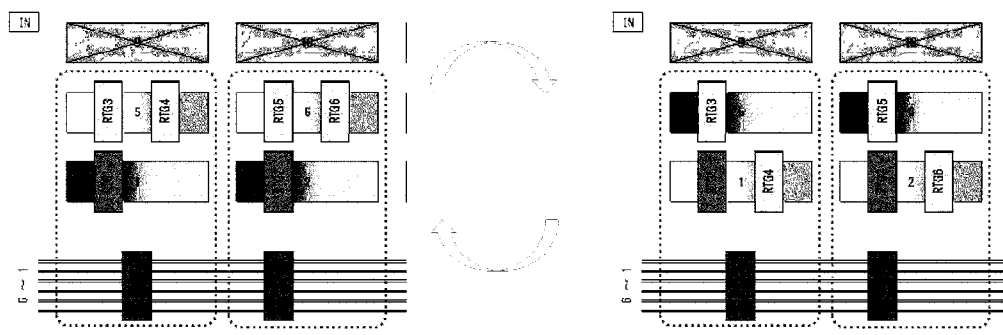
Reference

Cables of RTG must not interfere truck traffic



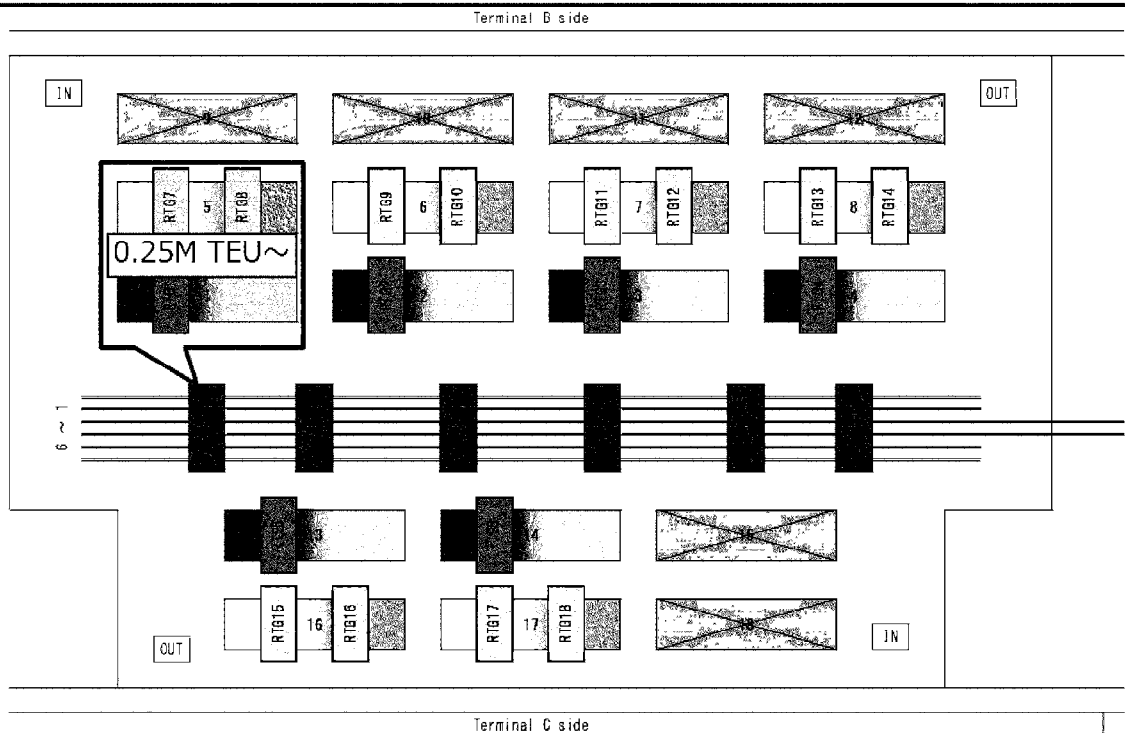
RTG must be able to change lanes

Drive-in type  
<https://www.youtube.com/watch?v=vF2nbbRA4k>  
 Auto plug-in type  
<https://www.youtube.com/watch?v=nYxHHZRXRsA>



15

## Near future (1 RMG, 1 RTG, 2 RTGs) × 6 sets



## Our view toward Realization of Efficient Cargo Operation

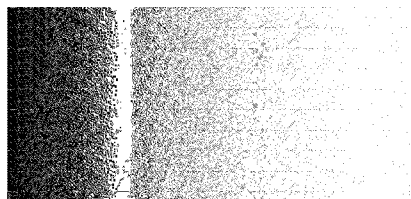
1. Changing operation method and reviewing procurement plan (number of units) is necessary!
2. Introducing remote operation in near future is effective!

- 1) Preparing cargo handling equipment which is suitable for changing operation method
- 2) Preparing cargo handling equipment which is modifiable for remote operation

This leads to increase of initial cost, so our suggestion is...

- To introduce suitable technologies with support of Japanese government
- To consider utilizing JCM program

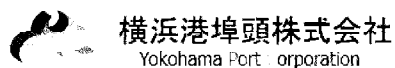
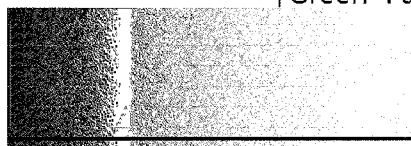
(3) 第3回オンラインミーティング (2021年2月19日 最終報告)




# FY2020 Feasibility Study with PAT

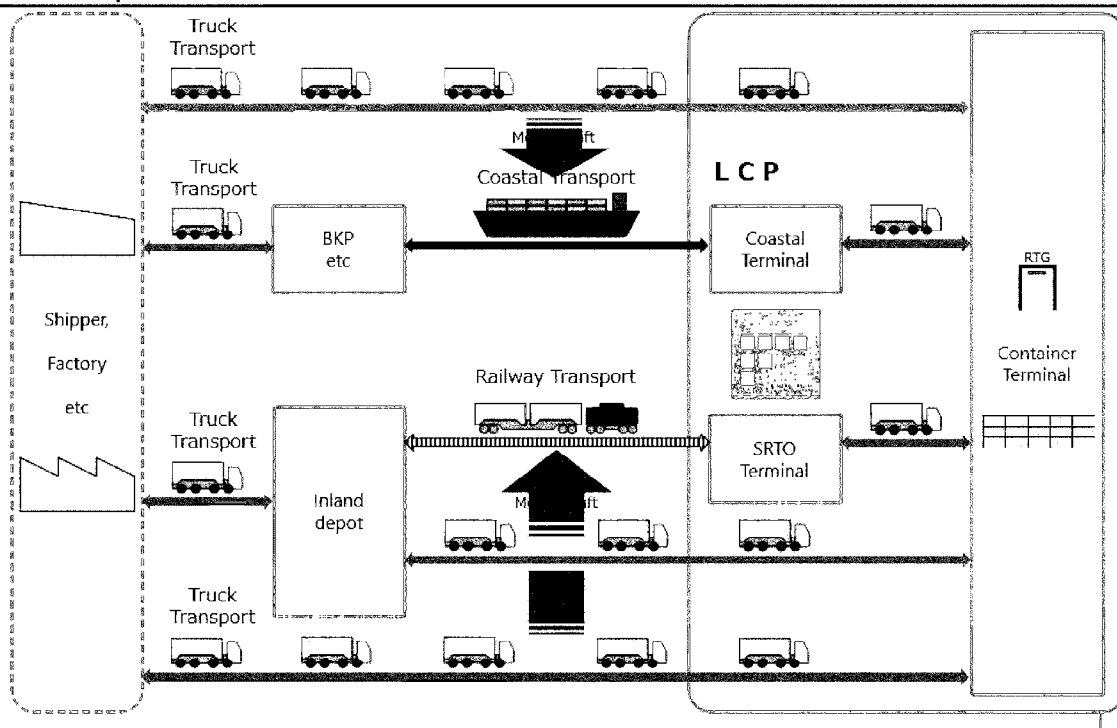
## Final report

19th February 2021  
Yokohama Port Corporation  
City of Yokohama  
Green Pacific Co., Ltd.



Yokohama Port Corporation 

### Concept of Modal Shift in Ports in Thailand



## Outline of FS

### Study contents of 2020 FS

1. Study on efficiency improvement of terminal operation for modal shift
2. Study on CO2 reduction effect through promotion of modal shift
3. Study on efficiency improvement through collaboration with railways and ICD etc.
4. Study on support measures for promoting modal shift

2

## Suggestions from YPC: Operation Method of SRTO

We suggest the operation method to be changed from "direct transport" to "yard storage" for upgrading service quality of SRTO in terms of cargo throughput and punctuality.

### Operation by direct transportation



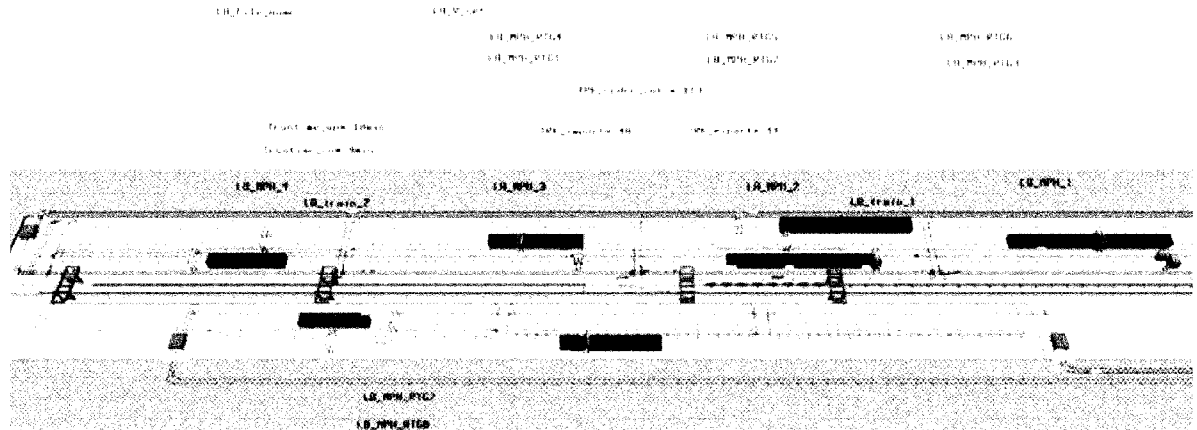
- Efficiency of railway cargo handling depends on trucks from outside.
- Burden on B terminals operators is large. (e.g. need of arranging many trucks and prioritized gate operation for them, etc.)
- Large storage area of SRTO has not been used effectively.

### Operation by yard storage

- Efficiency of operation will be enhanced by giving priority to railway cargo handling.
- Burden on B terminals operators would be small.
- Large storage area of SRTO can be used effectively.

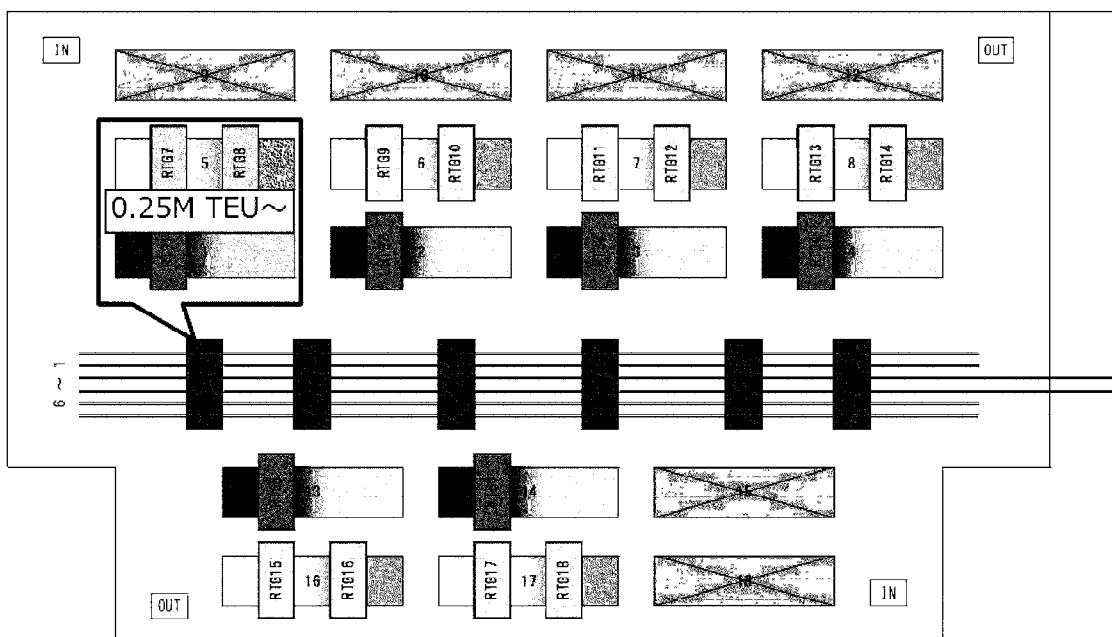
3

# Simulation Model



## Near future (1 RMG, 3RTGs) × 6 sets = 1.5M TEU

Terminal B side



Terminal C side



## Proposal on Arrangement of Cargo Handling Equipment

Optimal combination : 1 RMG + 3 RTGs 0.25M TEU/set

Present) 2 RMGs + 1 RTG

STEP1 ) 2 RMGs + 4 RTGs

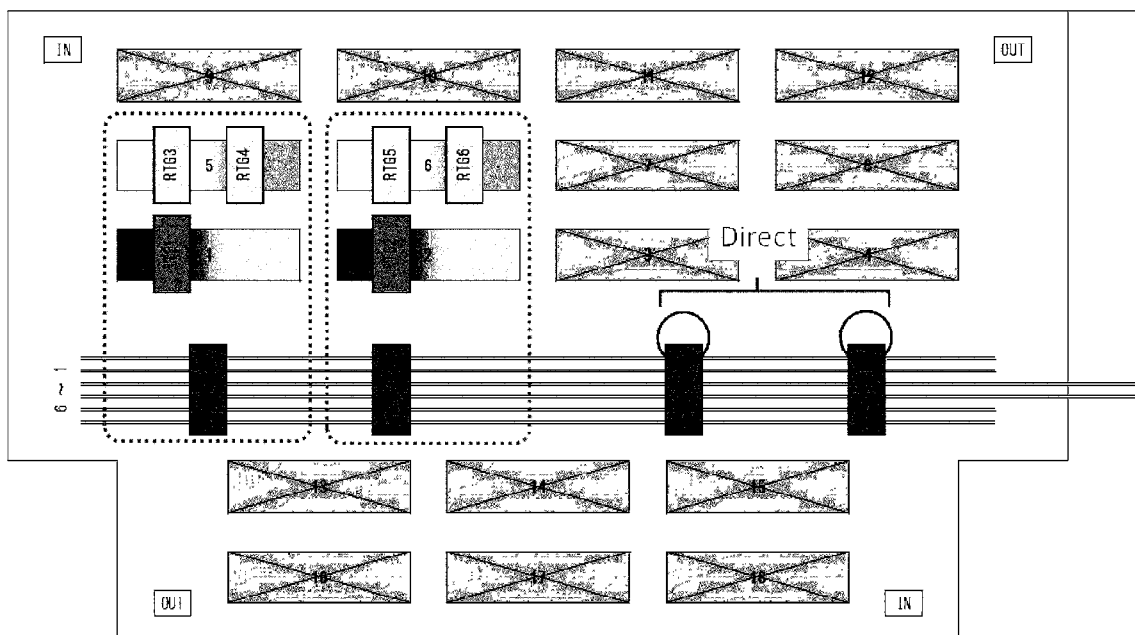
STEP2 ) + 1 RTG ~0.5M TEU

+ 6 RTGs ~ 1M TEU

STEP3 ) 2 RMGs + 6 RTGs ~1.5M TEU

### Step1 2 RMGs + 6 RTGs : 0.5MTEU + 2 RMGs(Direct)

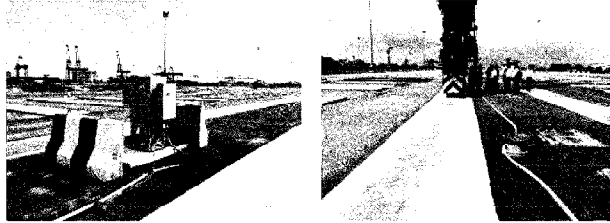
Terminal B side



Terminal C side

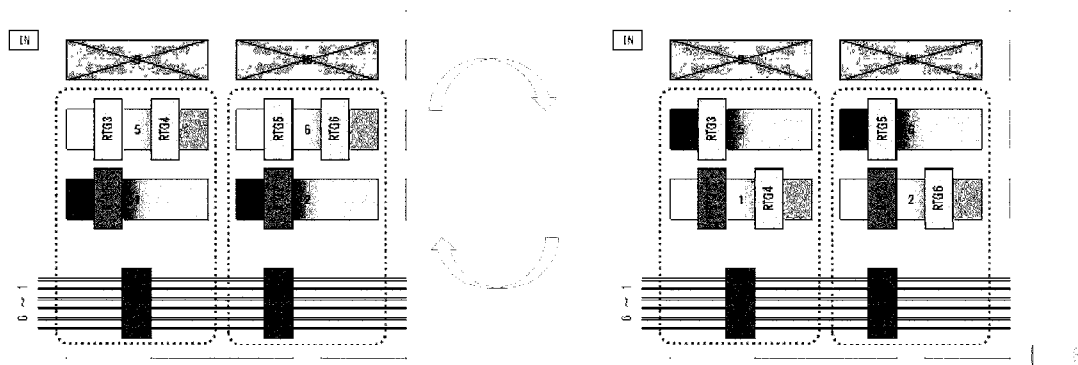
# Suitable equipment for changing operation method

## Cables of RTG must not interfere truck traffic



Drive-in type  
<https://www.youtube.com/watch?v=vjF2nbBRA4k>  
 Auto plug-in type  
<https://www.youtube.com/watch?v=nYxHHZRX6A>

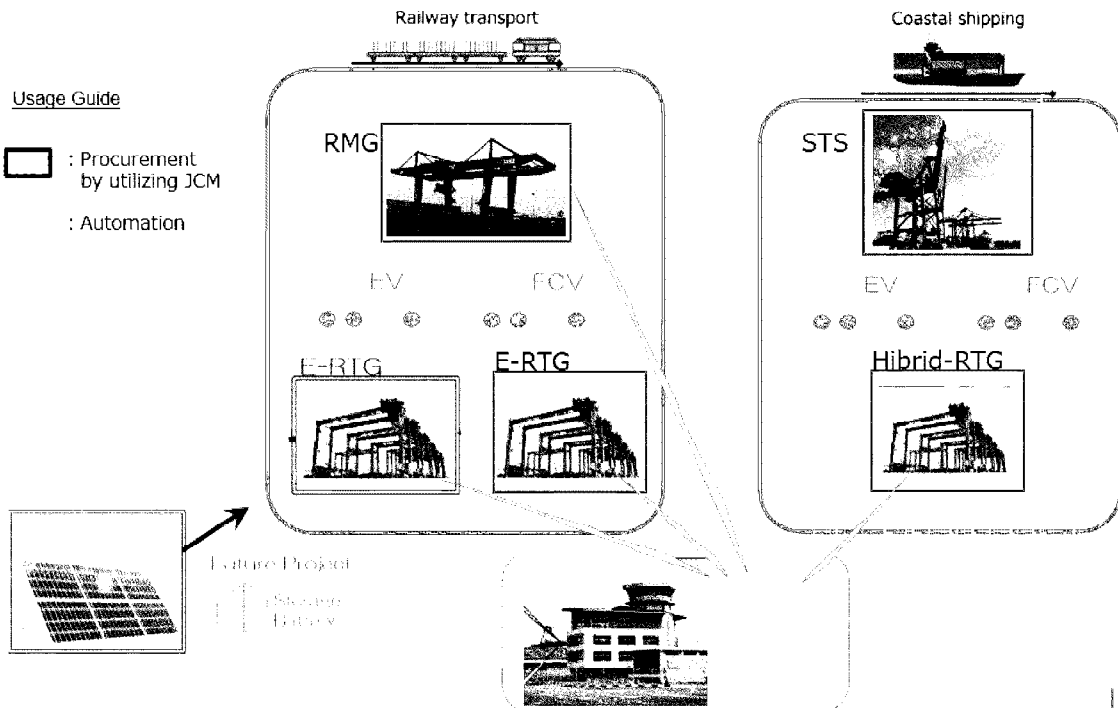
## RTG must be able to change lanes



# Roadmap

		2015				2020				2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029				2030																							
		1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10																								
SRTG	(SRTG)					● 2015.11				● 2021.11				● 2022.11				● 2023.11				● 2024.11				● 2025.11																																											
	RMG	Existing RMG-1																																																																			
		Newly established RMG-2									● Production																																																										
		Existing RMG-3																																																																			
		Newly established RMG-4									● Production																																																										
		Existing RMG-5																																																																			
		Newly established RMG-6									● Production																																																										
		Existing RMG-7																																																																			
		Newly established RMG-8									● Production																																																										
		Existing RMG-9																																																																			
		Newly established RMG-10									● Production																																																										
		Existing RMG-11																																																																			
		Newly established RMG-12									● Production																																																										
		Existing RMG-13																																																																			
		Newly established RMG-14									● Production																																																										
		Existing RMG-15																																																																			
		Newly established RMG-16									● Production																																																										
		Existing RMG-17																																																																			
Newly established RMG-18										● Production																																																											
COASTAL	Existing COASTAL-1																																																																				
	Newly established COASTAL-2									● Production																																																											
	Existing COASTAL-3																																																																				
	Newly established COASTAL-4									● Production																																																											

## Image of the project









10

## Estimation of procurement by utilizing JCM

	RTG	PV
Legal durable years	12	17
Quantity	7 unit	1set (2.73MW)
Initial cost (A)	331,011,492 THB	115,065,000 THB
JCM subsidy (B)	36,080,247 THB	27,615,000 THB
Percentage of subsidy (C)	10.9%	24.0%
CO2 reduction (D)	31,603 t-CO2/12year (2,633.6 t-CO2/year)	35,370 t-CO2/17year (2,080.6 t-CO2/year)
JCM cost effectiveness (B)/(D)	1,142 THB/t-CO2	781 THB/t-CO2
Cost saving	346,500,000 THB	112,484,496 THB
Total JCM subsidy	63,695,247 THB (221,659,460 JPY)	
Total Percentage of subsidy	14.3%	

11

## CO2 reduction effort through promotion of Modal shift

	Project Scenario (Modal shift)			Reference Scenario (Truck)	GHG Emission Reduction t-CO2e/year
	Ship	Others	Total		
Coastal-A (0.3M TEU/y)	15,164 	1,879 	17,043	34,080 	17,037
SRTO (1.0M TEU/y)	15,834 ~28,275 	6,954 	22,788 ~35,229	104,614 	81,826 ~ 69,385

Source of emission factor by train: Locomotive Emissions Monitoring Program 2016, Railway Association of Canada  
0.025 t-CO2e in 1990 and 0.014 t-CO2e in 2016.

12

## Conclusion

### 1. Terminal Operation

- ✓ It is efficient to gradually increase a set of “1 RMG +3 RTGs” depending on the handling volume.
- ✓ Introduction of automation is desirable when handling volume reaches 1.5M TEU/year.

### 2. CO2 reduction

- ✓ It is important to make the best mix of mode of transportation while promoting zero emissions for ships, railroads, and trucks.

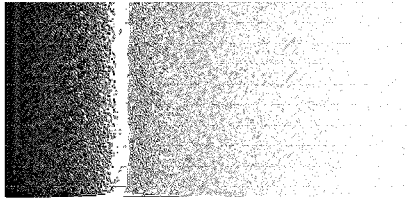
### 3. Collaboration

- ✓ Cooperation between PAT, Lat Krabang ICD, SRT and B Terminals would be important. A round-table meeting by these parties may facilitate good coordination.

### 4. Support measures

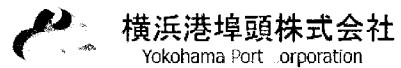
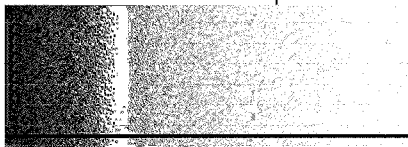
- ✓ There is a possibility to start a project for introducing automation, which may incorporate JCM in some areas.


13



## Promotion of Modal Shift and Enhancement of Terminal Efficiency of Ports in Thailand

Yokohama Port Corporation  
City of Yokohama  
Green Pacific Co., Ltd.



Yokohama Port Corporation 

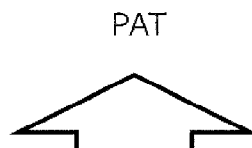
### Introduction

#### Collaboration between the Cities

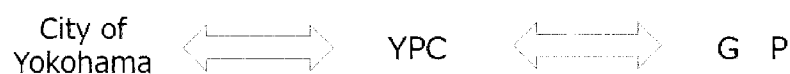
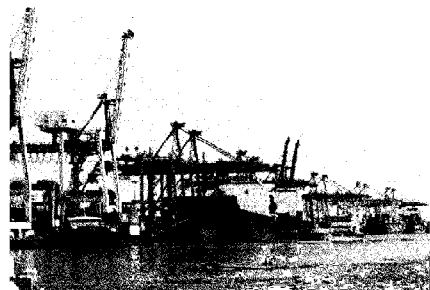
- **Memorandum of Understanding** for partnership between **Port Authority of Thailand (PAT) and City of Yokohama** (2014)
- **Letter of Intent** of the Implementation of the MOU (2015)
- **Renewal of the MOU and LOI** (2019)



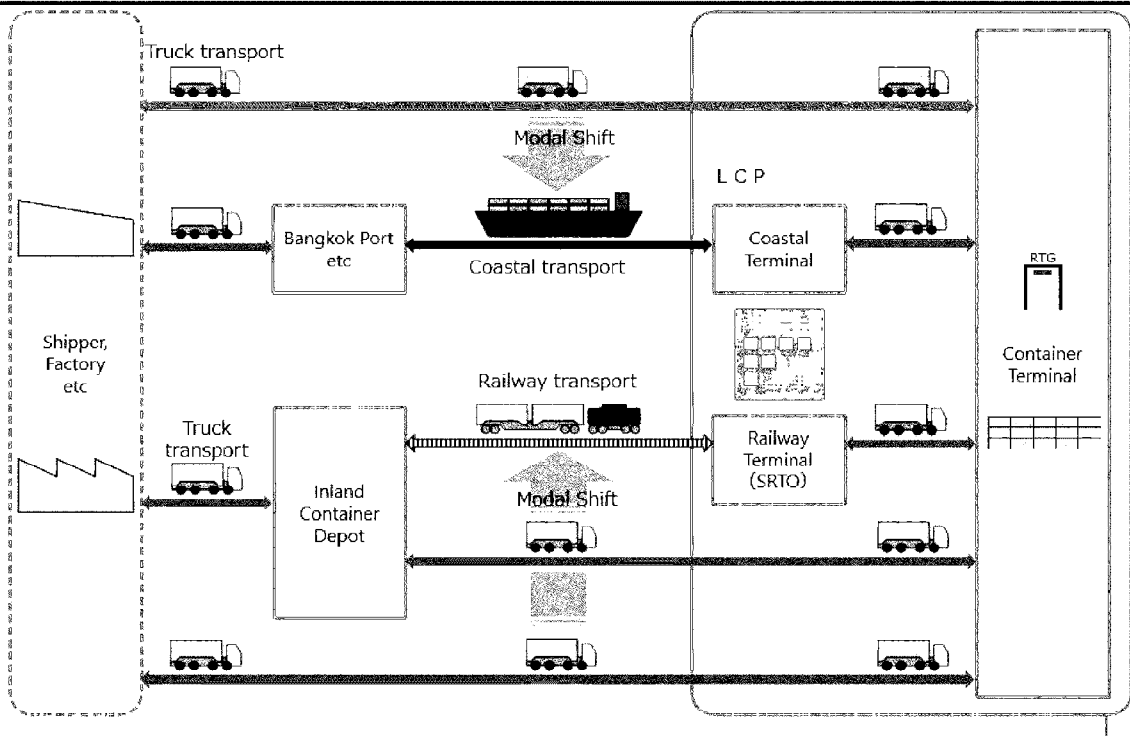
Memorandum of Understanding for partnership between PAT and City of Yokohama



City-to-city collaboration making use of knowhow and experience at Yokohama Port



## Concept of Modal Shift in Ports in Thailand

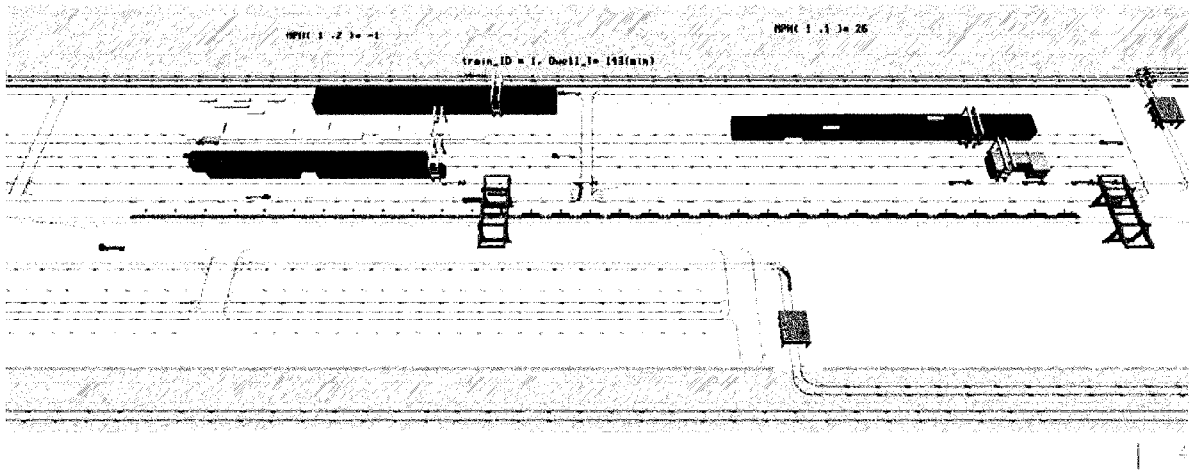


## Three-year Project Plan FY2019 to FY2021

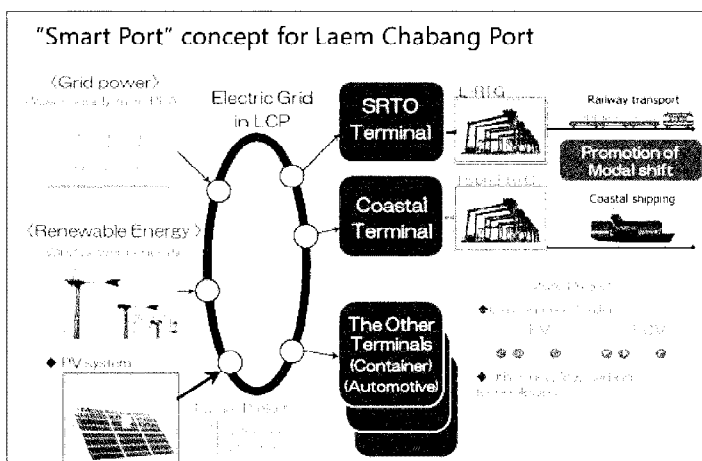
FY 2019	FY 2020	FY 2021
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study on current situation                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Challenges for enhancing operation efficiency</li> <li>- Plan and target of modal shift in LCP</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study on enhancing efficiency of terminal operation through modal shift</li> <li>• Study on enhancing efficiency by cooperation between container terminals, SRTO and ICD</li> <li>• Study on CO2 reduction effect by promoting modal shift</li> <li>• Study on introduction of support measures for promoting modal shift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration experiment at SRTO</li> <li>• Study introduction of Japanese technologies (both infrastructure and system) for the railway terminals and coastal terminal to be built in the Phase3 Development plan of LCP under the EEC</li> </ul>

Completed

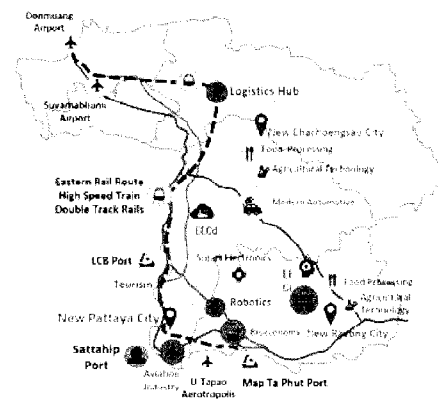
## Study on Efficiency Improvement of Terminal Operation by using Simulator



## Future Prospect



### Eastern Economic Corridor (EEC)



Source: Royal Thai Embassy, U.S.  
<https://thaiembdc.org/eastern-economic-corridor-eeec/>

資料 4 : シミュレーション条件及び結果

<CASE-1>

Train dwelltime

	train_dwell_time (min)	RMG_no
1	146.74	RMG1
2	148.76	RMG3
3	148.10	RMG2
4	159.53	RMG4
5	150.79	RMG1
6	152.34	RMG3
7	152.96	RMG2
8	158.71	RMG4
9	155.81	RMG1
10	154.02	RMG3
11	157.63	RMG2
12	159.78	RMG4
13	159.46	RMG1
14	155.68	RMG3
15	160.85	RMG2
16	161.10	RMG4
17	160.52	RMG1
18	157.32	RMG3
19	164.15	RMG2
20	158.23	RMG4
21	166.93	RMG1
22	161.06	RMG3
23	168.20	RMG2

AVE= 157.33

MAX= 168.20

MIN= 146.74



RMG MPH

RMG1_MPH	RMG2_MPH	RMG3_MPH	RMG4_MPH
25.68	25.45	25.07	23.43
25.00	24.65	24.50	23.54
24.21	23.93	24.24	23.39
23.66	23.46	23.99	23.20
23.51	23.00	23.75	23.61
22.62	22.46	23.21	

RTG MPH

RTG_no	RTG_handling_cnt	MPH	Total_distance_traveled
1	384	17.06	1,864.8
2	384	16.94	1,864.8
3	384	16.97	1,864.8
4	320	17.40	1,386.0
5	136	5.24	15,472.8
6	139	5.20	14,250.6
7	135	5.16	14,112.0
8	145	5.85	14,515.2
9	129	4.93	13,986.0
10	127	4.95	14,364.0
11	142	5.39	14,566.6
12	138	5.26	15,850.8
13	115	4.49	13,154.4
14	78	3.00	6,438.6
15	87	3.42	7,988.4
16	83	3.23	8,706.6
17	81	3.09	7,106.4
18	93	3.54	9,046.8
AVE=	172	7.28	9,807.8
MAX=	384	17.40	15,850.8
MIN=	78	3.00	1,386.0

<CASE-2>

Train dwelltime

	train_dwell_time (min)	RMG_no
1	146.74	RMG1
2	148.76	RMG3
3	148.10	RMG2
4	159.49	RMG4
5	150.79	RMG1
6	152.34	RMG3
7	152.96	RMG2
8	158.68	RMG4
9	155.81	RMG1
10	154.02	RMG3
11	157.63	RMG2
12	159.86	RMG4
13	159.46	RMG1
14	155.68	RMG3
15	160.85	RMG2
16	161.06	RMG4
17	160.52	RMG1
18	157.32	RMG3
19	164.15	RMG2
20	158.25	RMG4
21	166.93	RMG1
22	161.06	RMG3
23	168.20	RMG2

AVE= 157.33

MAX= 168.20

MIN= 146.74

RMG MPH

RMG1_MPH	RMG2_MPH	RMG3_MPH	RMG4_MPH
25.68	25.45	25.07	23.43
25.00	24.65	24.50	23.55
24.21	23.93	24.24	23.38
23.66	23.46	23.99	23.21
23.51	23.00	23.75	23.61
22.62	22.46	23.21	

RTG MPH

RTG_no	RTG_handling_cnt	MPH	Total_distance_traveled
1	384	17.06	1,864.8
2	384	16.94	1,864.8
3	384	16.97	1,864.8
4	320	17.40	1,386.0
5	131	5.34	16,014.6
6	273	10.36	82,391.4
7	242	9.29	71,265.6
8	278	10.41	91,737.3
9	269	10.08	82,958.4
10	122	4.77	20,298.7
11	121	4.71	20,865.6
12	182	6.85	39,375.0
AVE=	258	10.85	35,990.6
MAX=	384	17.40	91,737.3
MIN=	121	4.71	1,386.0

<CASE-3>

Train dwelltime

train_no	train_dwell_time (min)	RMG_no
1	143. 2337	RMG1
2	143. 6231	RMG3
3	143. 8887	RMG2
4	158. 2445	RMG4
5	145. 9030	RMG1
6	145. 3933	RMG3
7	146. 0832	RMG2
8	159. 4155	RMG4
9	151. 4705	RMG1
10	148. 2647	RMG3
11	147. 5496	RMG2
12	163. 1473	RMG4
13	152. 6036	RMG1
14	146. 7808	RMG3
15	149. 7335	RMG2
16	161. 3745	RMG4
17	154. 4184	RMG1
18	149. 5319	RMG3
19	154. 6738	RMG2
20	163. 9755	RMG4
21	155. 2282	RMG1
22	152. 5500	RMG3
23	154. 8323	RMG2

MAX= 163. 9755 min

MIN= 143. 2337 min

AVE= 151. 8226 min

RMG MPH

RMG1_MPH	RMG2_MPH	RMG3_MPH	RMG4_MPH
26.2943	26.1772	25.9441	23.6116
25.8223	25.7913	25.6374	23.4428
24.8904	25.5398	25.1552	22.9206
24.7090	25.1741	25.4021	23.1658
24.4238	24.3844	24.9481	22.8079
24.2986	24.3599	24.4683	

RTG MPH

RTG_no	RTG_handling_cnt	MPH	distance (m)
1	192	9.0059	201.6000
2	192	9.1359	201.6000
3	384	16.4176	302.4000
4	384	16.7031	302.4000
5	320	17.2979	3,364.2000
6	236	9.2103	8,341.2000
7	232	8.6752	9,185.4000
8	442	17.1830	31,235.4000
9	376	14.6169	25,993.8000
10	221	8.5781	9,051.4651
11	207	8.1570	9,172.8000

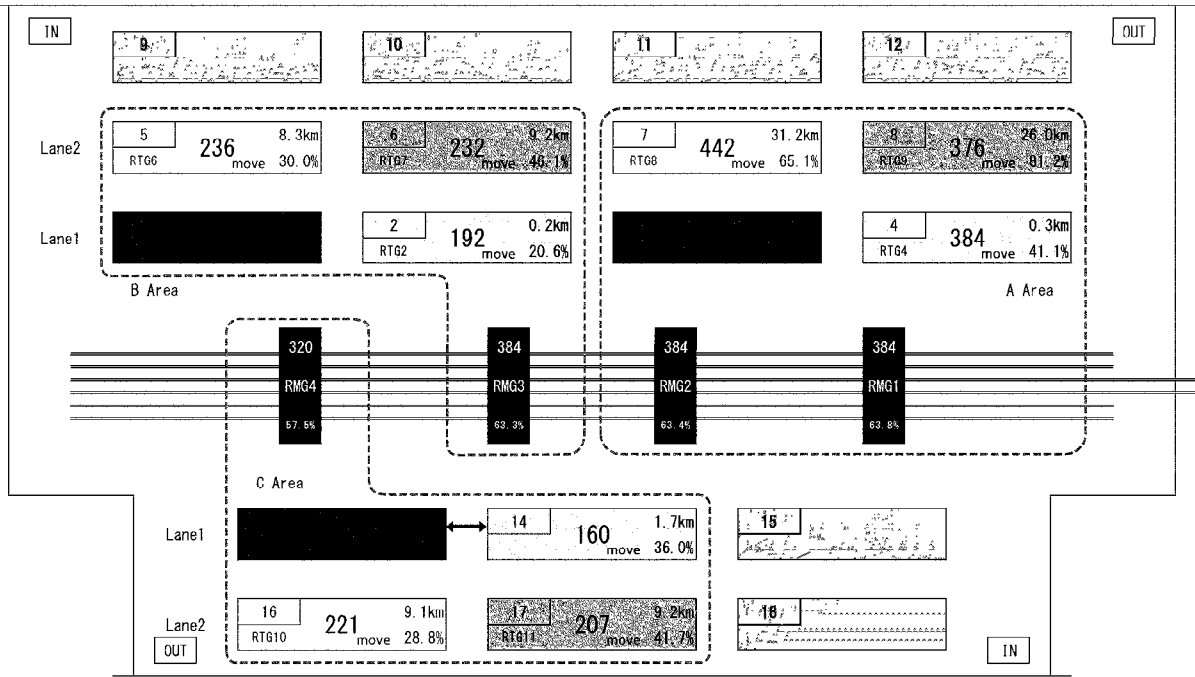
MAX= 17.2979 31,235.4000

MIN= 8.1570 201.6000

AVE= 12.2710 8,850.2059

# CASE3 Result

Terminal B side



Terminal C side

LB\_File\_name LB\_V\_svt  
 LB\_MPH\_RTG1 LB\_MPH\_RTG5 LB\_MPH\_RTG6  
 LB\_MPH\_RTC1 LB\_MPH\_RTG2 LB\_MPH\_RTG3

TRK ardee cnt = 125

Trunkline\_upw 11min TRK\_imports 79 TRK\_exports 69  
 Trunkline\_down 12min

