

政策フォーラム発表論文

# ケニア・モンバサ港における 港湾効率化政策

2025年 11月

秋山琉哲

池田遙紀

大木奈々

原太一

藤原広奈

## 要約

本研究は、東アフリカに位置するケニア・モンバサ港の港湾効率性に影響を与える要因を、定性的および定量的な両側面から検証することを目的としている。近年、開発途上国において港湾の効率性と物流ネットワークの最適化は、経済成長と貿易促進の中核的課題となっている。港湾は国際物流の起点として、輸出入の円滑化と地域統合の深化に直結する重要なインフラであり、特に東アフリカ地域では、港湾の整備水準と運用効率が周辺内陸国を含む広域経済圏の発展を左右する。

モンバサ港はケニア共和国南東部のインド洋岸に位置する天然の深水港であり、東アフリカおよび中央アフリカにおいて最大級かつ最も繁忙な国際港湾である。同港は北部回廊の海側起点として、ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ、南スーダン、コンゴ民主共和国東部など、広範な内陸市場へのゲートウェイ機能を担っている。こうした戦略的重要性にもかかわらず、モンバサ港の港湾効率性は国際的に十分な評価を得ているとは言い難い状況にある。港湾効率性の向上は、東アフリカ地域全体の発展に直結するため、その実態解明と改善策の提示が求められている。

本研究における「港湾効率性」は、港湾が投入資源を最適に配分し、限られた設備・人員・資金のもとで最大限の成果を上げる能力と定義されている。この定義は、技術的効率性と配分効率性を含む経済的効率性を基礎としつつ、港湾運営のスピードや時間的損失の最小化といった時間的効率性をあわせて捉える包括的な概念として構築されている。なお、モンバサ港の取扱貨物の7割以上を輸入貨物が占めるという実態を踏まえ、本研究では輸入貨物取扱業務に焦点を絞って港湾効率性を検討するアプローチを採用している。

港湾効率性の定量的な測定には、DEA (Data Envelopment Analysis:データ包絡分析法) という手法を用いる。DEA は、複数の投入要素と産出要素を持つ組織や施設の相対的効率性を評価する非パラメトリックな手法であり、港湾研究において広く活用されている。本研究では、DEA を用いてモンバサ港の技術的効率性を測定し、さらに制度改革の導入が効率性に与えた影響を差の差法 (Difference-in-Differences : DID) によって検証する。これにより、各改革の効果を定量的に評価し、どの政策介入が効率改善に寄与したかを明らかにする。

本研究の示唆は、単にケニア国内の港湾政策にとどまらず、日本をはじめとする先進国が発展途上国、特にアフリカ諸国に対して効率的かつ持続的な港湾支援を実施する際の実践的指針となることを目指している。開発援助の文脈において、港湾インフラへの投資は大きな比重を占めるが、その効果を最大化するためには、単なるハードインフラ面の整備だけでなく、運営効率を左右するソフト面の要因を総合的に理解することが不可欠である。フィールドワークに基づき港湾運営上の具体的な課題を抽出し、既存研究を踏まえた分析枠組みの構築と実証分析を通じて、政策的含意を提示する。

本研究はモンバサ港の長期的かつ持続可能な運営効率の向上に資する知見を提示し、広く港湾政策の改善に寄与することを最終的な目的としている。定性的・定量的な両面からの分析を通じて、モンバサ港が直面する課題を明らかにし、実効性のある政策提言を行うことで、東アフリカ地域全体の経済発展に貢献することが期待されている。

以上の定義と方法に基づき、本研究は、制度・運用の統合による効率化の具体的方策として Port Community System (PCS) に焦点を定め、DEA と DID の組み合わせにより検証する。PCS は、港湾・税関・船会社・フォワーダー・荷主など関係主体間で分断されがちな

手続き・データを单一基盤上で連結し、重複処理と情報遅延を縮減することを目的とするメタ・プラットフォームである。外生的参考事例として Djibouti Port Community System (DPCS) の導入を用いた推計では、DEA 分析により算出される総合効率が約 9.6 ポイント改善（10% 水準で有意）し、紙業務の縮減と情報連携の強化を通じた投入節約型の改善が示唆された。これらの知見は、PCS 導入の政策的有効性を支持し、段階的モジュール化、KPI 連動による持続的運営スキームを備えた実装設計の有用性を裏づける。特に、地域のハブ港としての機能強化は、複数の内陸国の経済活動に波及効果をもたらすため、その意義は極めて大きい。

# 目次

## 第1章 本稿の目的・背景

- 第1節 本稿の目的
- 第2節 港湾効率性
- 第3節 本稿の研究背景
  - 第1項 モンバサ港の経済状況
  - 第2項 日本とケニアの関係性
- 第4節 モンバサ港とは
  - 第1項 モンバサ港の概要と地域的役割
  - 第2項 ハードインフラとソフトインフラ
  - 第3項 ハードインフラ(物理基盤)
  - 第4項 ソフトインフラ(情報基盤)

## 第2章 現状と問題意識

- 第1節 港湾取扱量の推移
- 第2節 港湾 KPI の推移
- 第3節 問題意識

## 第3章 先行研究と本稿位置づけ

- 第1節 先行研究とその限界
  - 第1項 モンバサ港の戦略的重要性
  - 第2項 港湾効率性に関する先行研究とその限界
- 第2節 本研究の新規性と貢献
  - 第1項 本研究の枠組み
  - 第2項 本研究の新規性とその貢献

## 第4章 実証分析

- 第1節 DEA 分析とは
- 第2節 DEA 分析の複数のモデル
  - 第1項 CCR モデル・BCC モデルと規模効率
  - 第2項 入力志向と出力志向
  - 第3項 DEA 分析および入力志向の BCC/CCR モデルを選択した理由
- 第3節 DEA 分析の概要
  - 第1項 分析対象港とデータ
  - 第2項 DEA モデルの定式化と推計方法
- 第4節 DEA 分析の結果
- 第5節 DEA-TOBIT 分析の概要
  - 第1項 TOBIT 分析の役割
  - 第2項 データとモデル

- 第6節 DEA-TOBIT 分析の結果および全体考察
  - 第1項 前11港パネルの結果
  - 第2項 モンバサ港の結果
  - 第3項 含意の整理

## 第5章 フィールドワーク

- 第1節 調査の意義と概要
  - 第1項 調査の意義
  - 第2項 調査の概要
- 第2節 フィールドワークの内容
  - 第1項 電子制度の現場運用
  - 第2項 運用上の摩擦と非公式取引の残存
  - 第3項 港湾業務における人員不足

## 第6章 政策提言

- 第1節 PCSについて
  - 第1項 ソフトインフラの重要性とPCS導入の意義
  - 第2項 PCSの機能体系と成熟度の差異
  - 第3項 モンバサ港における既存ソフトインフラとPCSの関係
- 第2節 ジブチ港におけるPCS導入の事例
  - 第1項 導入の背景と経緯
  - 第2項 システム構成と機能の特徴
  - 第3項 導入効果と政策的示唆
- 第3節 DID分析に基づくPCS導入効果の検証
  - 第1項 分析目的と背景
  - 第2項 推定モデルと識別戦略
  - 第3項 制御変数の設計と採用理由
  - 第4項 推定結果と考察
  - 第5項 理論的示唆と政策的応用
- 第4節 モンバサ港におけるPCS導入の展望
  - 第1項 モンバサ港とジブチ港の構造的類似性と導入の意義
- 第5節 日本の支援可能性および支援実施の政策的意義
  - 第1項 日本が有する二層支援の実践的基盤
  - 第2項 PCS支援がもたらす日本への政策的メリット
  - 第3項 政策提言のまとめ

## 第7章 おわりに

### 参考文献・データ出典 付録

# 略語集

略称	正式名称	意味
A109	A109 Mombasa-Nairobi Highway	モンバサ港からナイロビをつなぐ幹線道路。
Bonded CFS	Bonded Container Freight Station	保税区域に位置し、税金・関税を納付保留にしたまま貨物の積卸し・検査ができるコンテナ貨物ステーション。
CFS	Container Freight Station	コンテナ輸送された貨物を降ろして小口貨物を集約・保管し、通関手続きを行う施設。
CPPI	Container Port Performance Index	コンテナ船が港湾内に停泊している時間を計測し、その短さをもって港湾効率・サービスレベルを示す指標。
DEA	Data Envelopment Analysis	複数の入力（資源）と出力（成果）を用いて、各対象の相対的な効率性を数理的に評価する手法。
DMU	Decision Making Unit	DEAで効率性を評価する際の比較単位。同種の資源を用いて成果を生み出す組織や施設などを指し、相対的な効率性を測定する基準となる。
DPCS	Djibuti Port Community System	ジブチで利用されている PCS の名称。
EAC	East African Community	1999年に署名された「EAC 設立条約」に基づき発足した地域経済共同体。関税同盟・共同市場を通じた域内物流の一体化を推進する。
ESWS	Electronic Single Window System	貿易関連書類を一元的に電子処理するシステムで、輸出入時の多様な行政手続きを单一のオンライン窓口で処理できるようにし、国際物流・貿易の効率化と円滑化を実現するもの。
ICD	Inland Container Depot	港湾とは別の内陸部に設置されたコンテナ検査・通関の拠点で、港を離れて貨物を処理する施設。
iCMS	Integrated Customs Management System	KRA が導入した、従来の税関申請手続きを一元化・効率化する IT システム。

ISCOS	Intergovernmental Standing Committee on Shipping	1967年にケニア・タンザニア・ウガンダ・ザンビア4国が設立した海運協力の常設機関。加盟国間の海上輸送および港湾運営に関する政策調整・協議を行う。
ISPCA	International Port Community Systems Association	世界各国のPCSやSingle Windowを運営する組織・港湾当局などが加盟しする団体。港湾・物流分野での電子情報交換の標準化やルールを作りを行う。
KenTrade	Kenya Trade Net	ケニア政府が導入したESWSの一種。
KPA	Kenya Ports Authority	ケニアの港湾を維持・運営・改善・規制する政府機関。
KPI	Key Performance Indicators	組織や業務プロセスが目標に対して、どの程度成果を上げているかを評価する定量的指標。
KRA	Kenya Revenue Authority	ケニア政府の税関行政機関で、税金・関税などの収入の査定・徴収・徴税業務を行う機関。
LPI	Logistics Performance Index	世界銀行が2年ごとに公表する国別物流効率の指標。通関手続・輸送インフラ・配送サービス品質・物流の信頼性など複数要素から各国の物流パフォーマンスを総合評価する。
LSCI	Liner Shipping Connectivity Index	国連貿易開発会議が公表する定期コンテナ航路ネットワークへの接続度合いを示す指標。港湾に寄港するコンテナ船の数・座荷容量・最大船舶規模・航路数など複数要素から算出される。
MGR	Meter Gauge Railway	幅1,000mmの旧式の鉄道網。
NEWTOS	New Terminal Operation system	KWATOSを置き換わって導入された港湾システム。港湾の入出門・ヤード・岸壁などもデジタルで一元管理ができる。
ODA	Official Development Assistance	経済協力開発機構・開発援助委員会が指定する開発途上国に対し、経済開発や福祉向上を目的に政府が行う無償資金協力や技術協力などの公的援助。
PCS	Port Community System	港湾関連企業・物流業者・税関などが電子的に情報を共有するデジタルプラットフォーム。

PTE	Pure Technical Efficiency	外的要因を除いた生産性評価で、資源投入に対する純粋な技術効率性を示す。
RECTS	Regional Electronic Cargo Tracking System	東アフリカ地域で導入された、通関貨物の輸送ルートを電子的にリアルタイム追跡するシステム。
RRA	Rwanda Revenue Authority	ルワンダ政府の税関行政機関で、税金・関税などの収入の査定・徴収・徵税業務を行う機関。
SACU	Southern African Customs Union	南アフリカ、ナミビア、ボツワナ等による関税共通政策を運用する地域経済統合体。
SCT	Single Customs Territory	EAC 加盟国で貨物を目的地で一括通関する仕組み。国境ごとの再通関を不要とする。
SGR	Standard Gauge Railway	1,435mm 幅の新鉄道。世界で最も使用される軌間。
SIMBA	SIMBA Custom System	ケニアの税関通関 ICT システム。貨物の事前電子申告などを可能にする。
TANCIS	Tanzania Customs Integrated System	タンザニアに導入された税関業務を統合する電子申告・処理システム。
TFP	Total Factor Productivity	資本や労働などすべての投入要素を総合的に考慮した生産性評価の指標。
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	日本主導で開催されるアフリカ支援に関する国際会議。
TOS	Terminal Operating System	コンテナターミナルの荷役・在庫・搬出入を管理する統合型 ICT システム。
TTCA-NC	Transit and Transport Coordination Authority of the Northern Corridor	北部回廊のインフラ整備と政策調整を担う東アフリカ諸国の地域組織。
URA	Uganda Revenue Authority	ウガンダ政府の税関行政機関で、税金・関税などの収入の査定・徴収・徵税業務を行う機関。

# 第1章 本稿の目的・背景

## 第1節 本稿の目的

近年、港湾の効率性と物流ネットワークの最適化は、開発途上国における経済成長と貿易促進の中核的課題となっている。港湾は国際物流の起点であり、輸出入の円滑化、地域統合の深化、そして国家財政の強化に直結する重要なインフラである。特に東アフリカ地域では、港湾の整備水準と運用効率が、周辺内陸国を含む広域経済圏の発展を左右する要因として注目されている。

本研究では、東アフリカに位置するケニア・モンバサ港を分析対象とする。モンバサ港はケニア共和国南東部のインド洋岸に位置する天然の深水港であり、東アフリカおよび中央アフリカにおいて最大級かつ最も繁忙な国際港湾である。同港は、世界80以上の港と接続する海上ネットワークを基盤に、北部回廊(Northern Corridor)<sup>1</sup>の海側起点として、ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ、南スーダン、コンゴ民主共和国東部、タンザニア北部、ソマリア、エチオピアなどに広がる内陸市場のゲートウェイ機能を担っている。すなわち、モンバサ港は港湾機能と道路・鉄道・パイプラインといった複合輸送ネットワークを通じて外洋と内陸を結ぶ、地域経済の生命線である。しかしながら、こうした戦略的重要性に反して、モンバサ港の港湾効率性は国際的に十分な評価を得ているとは言い難い。

そこで本研究は、モンバサ港の港湾効率性に影響を与える要因を、定性的および定量的な両側面から検証することを目的とする。さらに、得られた結果を踏まえ、東アフリカのハブ港としてのモンバサ港の効率性向上に資する政策的提言を提示する。本研究の示唆は、単にケニア国内の港湾政策にとどまらず、日本をはじめとする先進国が発展途上国、特にアフリカ諸国に対して効率的かつ持続的な港湾支援を実施する際の実践的指針となることを目指す。本稿は、背景と目的(第1章)、現状と課題(第2章)、フィールドワークによる課題抽出(第3章)、分析枠組み・実証・政策含意(第4章以降)で構成する。

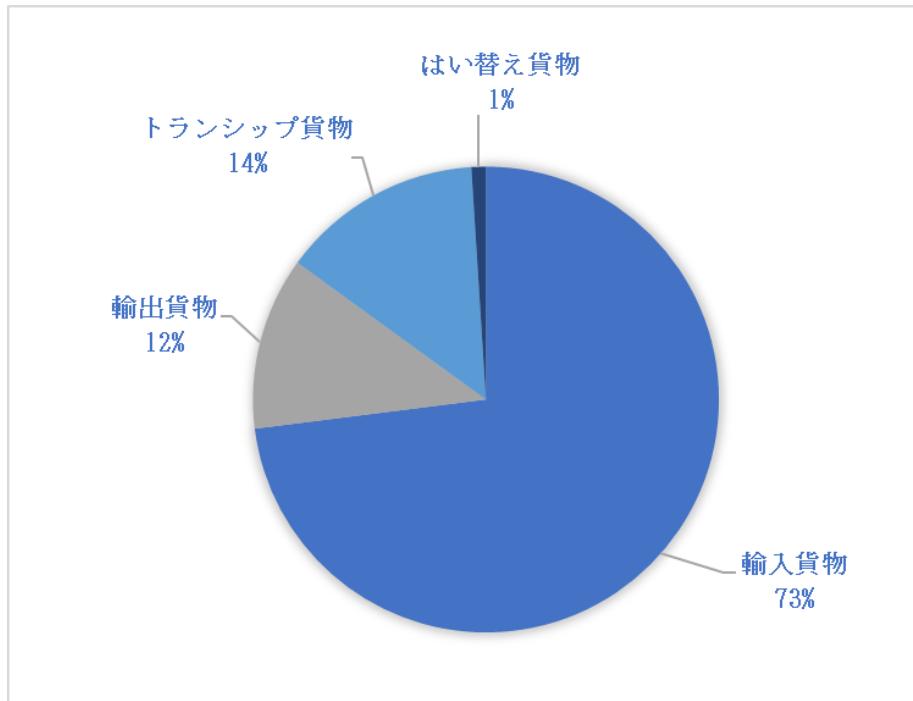
## 第2節 港湾効率性

本稿における「港湾効率性」とは、港湾が投入資源を最適に配分し、限られた設備・人員・資金のもとで最大限の成果を上げる能力を指す。技術的・配分的効率(経済的効率)に加え、運営スピードや時間損失の最小化(時間的効率)を含む包括概念である(Zhang et al., 2024)。

---

<sup>1</sup> 【脚注】ケニアのモンバサ港と、ブルンジ、コンゴ民主共和国、ルワンダ、ウガンダ、南スーダンといった加盟国の内陸部とを結ぶトランジット貨物の流通を円滑化するための多国間条約(NorthernCorridor, 2007)

(図表 1-1) モンバサ港取扱貨物の輸出入比率(2024 年)



(NCTTCA, 2025) より筆者作成

なお、本研究では、モンバサ港の取扱貨物の 7 割以上を輸入貨物が占める(図表 1-1)を踏まえ、輸入貨物取扱業務に焦点を絞り、港湾効率性を検討する。

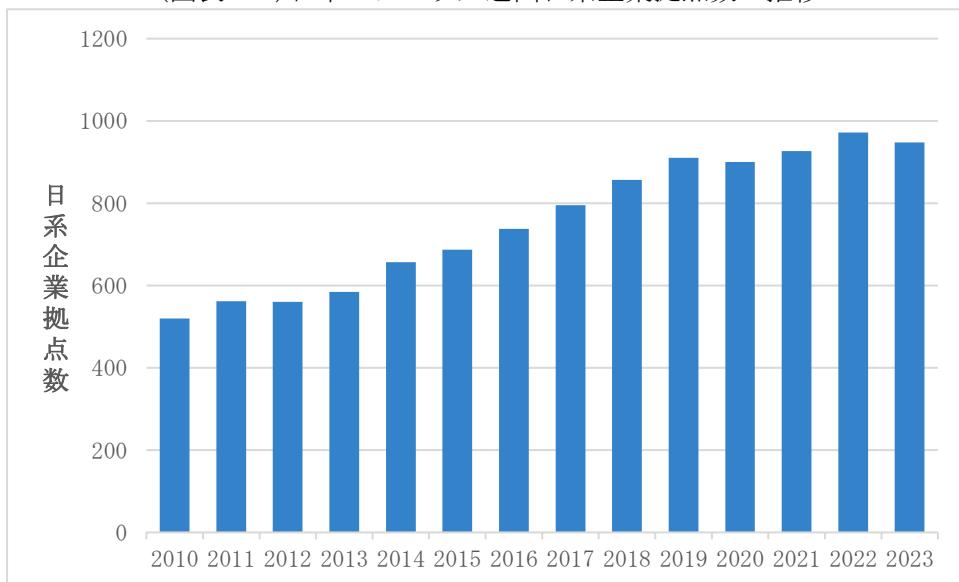
### 第 3 節 本稿の研究背景

#### 第 1 項 モンバサ港の経済状況

モンバサ港は、ケニアおよび東アフリカ地域物流の中核であり、その運営効率は地域経済のパフォーマンスに直結する。近年、ケニアは 5% 前後の安定成長を維持しているが、財政・物流制度面に構造的課題が残ると指摘されている(World Bank, 2025)。持続的成长のためには、港湾を中心とした国際物流の強化が不可欠である。

## 第2項 日本とケニアの関係性

(図表 1-2) 日本のアフリカ進出日系企業拠点数の推移



JETRO(2024)「地域・分析レポート」(JETRO, 2024)より筆者作成

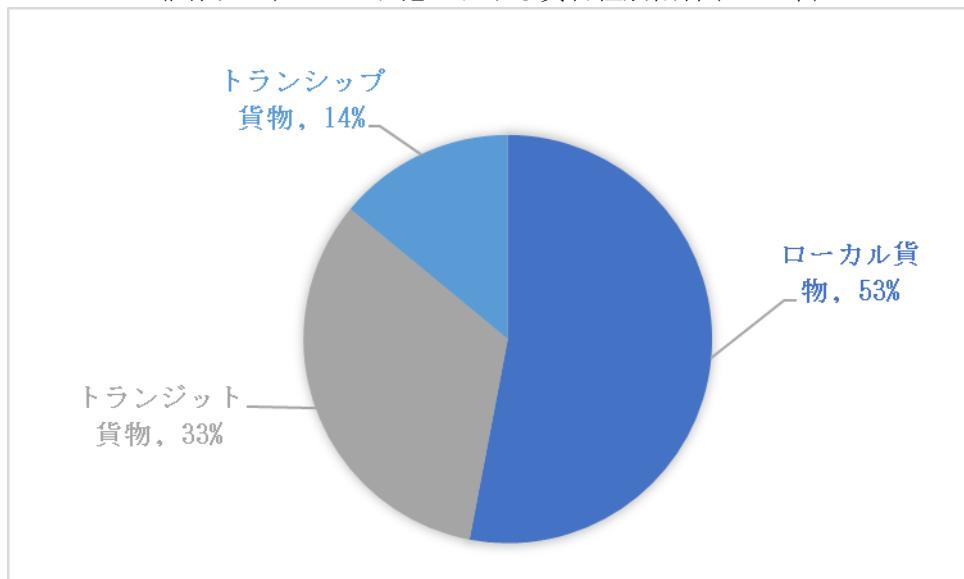
ケニアは日本の対サブサハラ ODA の主要受益国であり、日系企業拠点も増加傾向にある (図表 1-2 ; 外務省, 2025 ; JETRO, 2024)。日本は TICAD 等を通じ、輸送インフラを含む支援を継続し、2024 年には約 1200 拠点となり、過去最高を更新している(外務省, 2025)。

以上の背景から、ケニアにおける港湾分野への支援は、日本の対アフリカ協力の観点でも政策的意義を有する。

## 第4節 モンバサ港とは

### 第1項 モンバサ港の概要と地域的役割

(図表 1-3) モンバサ港における貨物種別割合(2024 年)



KPA へのフィールドワーク訪問時に直接入手したデータより筆者作成

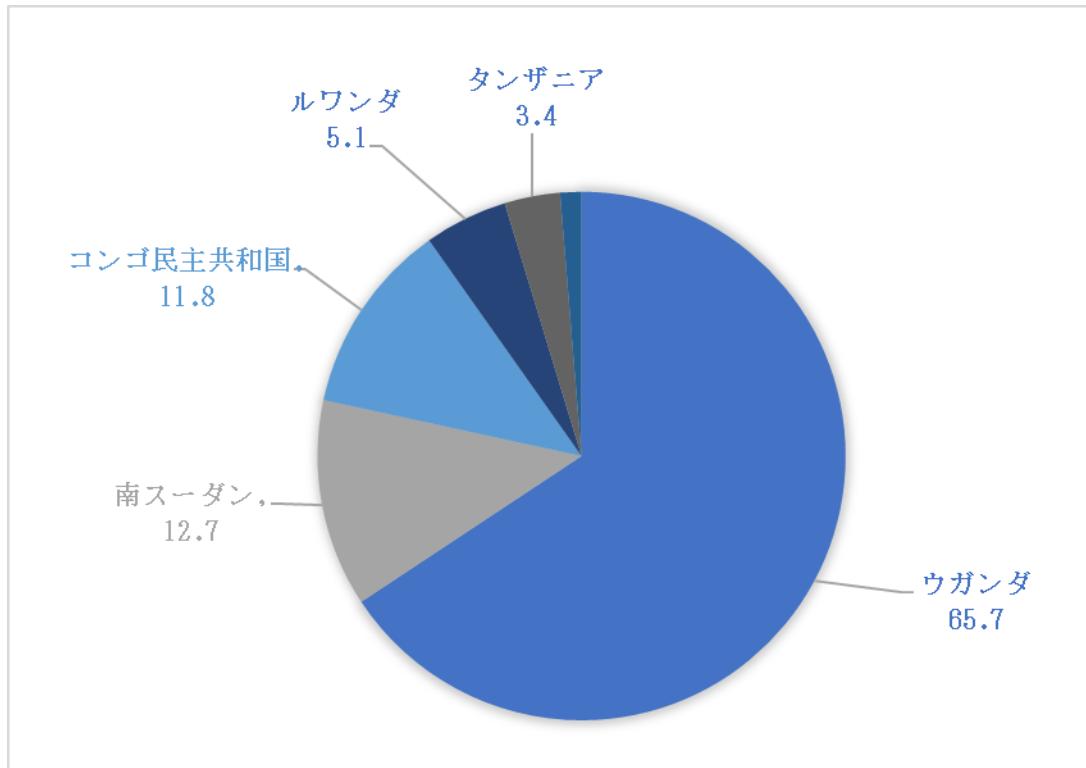
モンバサ港は、コンテナ港としての機能を中核としつつ、一般貨物・液体・自動車等に対応する多用途港として運用されている。貨物はローカル貨物(Local cargo)<sup>2</sup>、トランジット貨物(Transit cargo)<sup>3</sup>、トランシップ貨物(Tranship cargo)<sup>4</sup>の3区分で、本稿は前二つを扱う（図表 1-3）。トランジットの主要仕向地はウガンダである（図表 1-4）。配分は回廊輸送網（道路・鉄道・パイプライン）で行われる。

<sup>2</sup> 輸入後に国内で消費・流通される貨物。港を最終仕向地とし、国内市場向けに取り扱われる。（Maritime Administration, 2008）

<sup>3</sup> 他国へ再輸送される内陸国向けの貨物。港を経由地として、陸路や鉄道で最終仕向地の内陸国へ向かう。（Maritime Administration, 2008）

<sup>4</sup> 港で一度船を積み替えて、別の国や港へ再出荷される貨物。海上輸送ルート上での中継貨物を指す。（Republic of the Philippines department of finance bureau of customs, 2019）

(図表 1-4) トランジット貨物の仕向国割合(2024 年)



KPA へのフィールドワーク訪問時に直接入手したデータより筆者作成

## 第 2 項 ハードインフラとソフトインフラの概念

(図表 1-5) ハードインフラとソフトインフラの関係図式



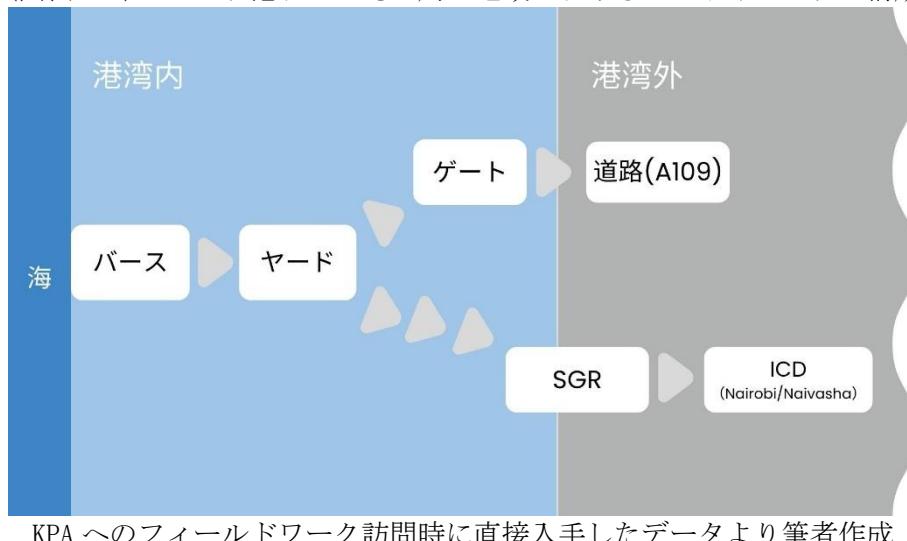
(筆者作成)

モンバサ港の運営は、ハードインフラ(物理基盤)とソフトインフラ(情報基盤)の両輪によって支えられている。港湾機能は、港湾内の設備にとどまらず、その背後に広がる輸送ネットワークや、それを統括・管理する情報システムによって成立している。港湾効率は物理処理能力だけでなく、情報基盤との統合度に規定される。ハードインフラは施設・設備と背後輸送網、ソフトインフラは港湾運営・通関・輸送調整を支える制度・情報システムである。これら二層は、貨物の流れと情報の流れの相互連携によって機能し、電子的な指示や承認が実際の荷役・搬出入・輸送行動を誘発するという相互依存的な関係にある。

したがって、港湾運営の効率性は、物理的基盤と情報基盤の統合的な運用によって決定づけられる。次節以降では、まず港湾内外の構造と接続関係を形成するハードインフラ、続いてそれを統制・支援するソフトインフラの実態を整理し、最後に、両層の統合によつて生じる運営成果を測定する主要業績指標(Key Performance Indicators: KPI)を検討する。

### 第3項 ハードインフラ(物理基盤)

(図表 1-6) モンバサ港およびその周辺地域におけるハードインフラの構成



KPAへのフィールドワーク訪問時に直接入手したデータより筆者作成

(図表 1-6)は、モンバサ港の港内および背後地域におけるハードインフラの構成を示したものである。港湾内では、ベース<sup>5</sup>・ヤード<sup>6</sup>・ゲート<sup>7</sup>といった荷役および搬出入の中核施設が整備され、これらが連続的に配置されることで、海上から陸上への貨物流動が円滑に行われる仕組みとなっている。

<sup>5</sup> 船舶が接岸して荷役を行う岸壁部分。クレーンなどの設備を備えており、「船の停留場所」としての役割を持つ。(Maritime Administration, 2008)

<sup>6</sup> 港湾で貨物やコンテナを一時的に保管・仕分けをする広場。(Maritime Administration, 2008)

<sup>7</sup> 港と、外部道路や鉄道をつなぐ出入口。車両や貨物の搬出入を管理し、通関やセキュリティチェックを行う場所。(Maritime Administration, 2008)

(図表 1-7) 北部回廊の簡略図



(筆者作成)

港湾外では、幹線道路(A109)<sup>8</sup>や標準軌鉄道(Standard Gauge Railway: SGR)<sup>9</sup>が内陸部の内陸コンテナ基地(Inland Container Depot: ICD, ナイロビ/ナイバシャ)<sup>10</sup>へと接続し、港湾と内陸経済圏を結ぶ物流回廊を形成している(図表 1-7)。

モンバサ港のハードインフラは、船舶の大型化や貨物構成の変化に対応して、段階的に近代化が進められてきた。バース延長や水深の拡張<sup>11</sup>、ガントリークレーン<sup>12</sup>の増設などが進められ、港湾処理能力の向上が図られている。また、背後輸送を担う SGR の開通により、コンテナ貨物の一括搬出や港外での通関処理<sup>13</sup>が可能となり、港内ヤードの滞留削減にも寄与した。さらに、旧式の狭軌鉄道(Metre Gauge Railway: MGR)も補完的に運行され、分流輸送を担っている(図表 1-7)。

一方で、道路網は港湾ゲートを介して幹線道路および北部回廊の指定ルートに接続しており、内陸諸国への輸送需要を支えている。特に、ナイロビやウガンダ方面への幹線区間では、SGR による鉄道輸送とトラック輸送の併用が進み、モードミックスによる効率化が

<sup>8</sup> モンバサ港からナイロビをつなぐ幹線道路

<sup>9</sup> 1,435mm 幅の新鉄道。世界で最も使用される軌間。

<sup>10</sup> 港湾とは別の内陸部に設置されたコンテナ検査・通関の拠点。ケニアでは、首都のナイロビとケニア西部のナイバシャに設置されている。(Northern Corridor, 2020)

<sup>11</sup> 大型船の入港に対応するために行われる。

<sup>12</sup> コンテナ船と陸上ヤードを結ぶ荷役設備。(Dublin port company, 2019)

<sup>13</sup> 通常は港湾内にて貨物の通関処理が行われる。

図られている(Northern Corridor Transit And Transport Coordination Authorit, 2022)。

このように、モンバサ港のハードインフラは、港湾内外の連続的な物理ネットワークとして、地域物流の基盤的役割を果たしている。

(写真 1-1) モンバサ港のバース・ヤードの様子



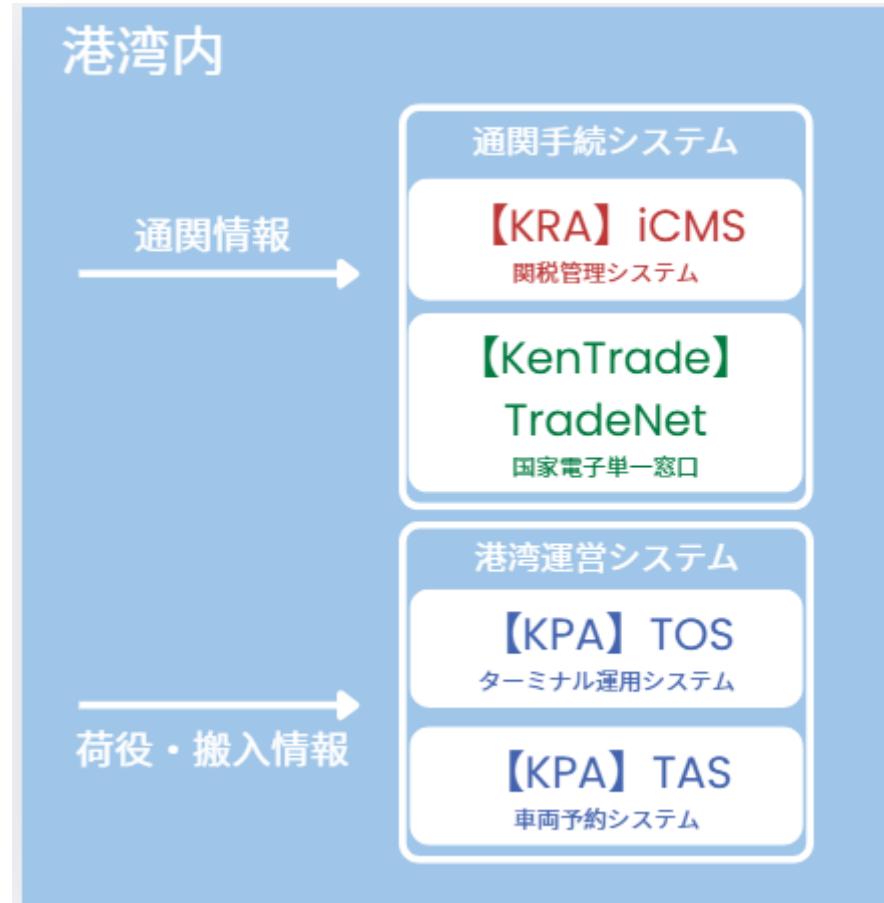
2025年9月3日筆者撮影

#### 第4項 ソフトインフラ(情報基盤)

本稿では、ソフトインフラ(情報基盤)を、港湾運営・通関・域内輸送を統括・管理するための制度的・技術的仕組みと定義する。これには、港湾管理を担うケニア港湾公社(Kenya Ports Authority: KPA)、通関を所管するケニア歳入庁(Kenya Revenue Authority: KRA)、国家電子単一窓口を運営するKenya Trade Network Agency(KenTrade)、および域内通関の調整を担う東アフリカ共同体(East African Community: EAC)といった組織的主体に加え、それぞれが導入・運用する情報システム群が含まれる。すなわち、各機関がそれぞれの職務権限に応じて独自のシステムを構築している。

2010年代初頭までのモンバサ港では、各機関が紙ベースの申告や手動承認に依存していたため、(1)重複、(2)情報の分断、(3)貨物追跡の欠如、という三重の非効率構造が存在した(ISCOS, 2025)。その結果、輸入通関には平均7~10日を要し、港湾混雑、滞船、非公式取引などの非効率が顕在化していた。こうした状況を背景に、ケニア政府は電子化・一元化・地域連携を基本方針として掲げ、通関・港湾・域内輸送に関わる各システムのデジタル化を段階的に進めてきた。

(図表 1-7) モンバサ港のソフトインフラ構成と情報の流れ



ISCOS (2017) より筆者作成

### (1) 港湾運営システム (KPA・TAS・VBS)

港湾の運営主体は KPA であり、港内の計画・オペレーション・出入管理を統括している。その主要な情報基盤として、ターミナル運用システム(Terminal Operating System: TOS)が導入されており、船舶・バース割当、ヤード配置、作業実績記録などの情報を統合的に管理している。TOS は 2008 年に導入された港湾運営システムであり、以降、設備拡張やデータ連携機能の追加などを通じて段階的に更新が進められてきた。2020 年には NEWTOS の導入が発表され、既存の TOS に新たな機能として車両予約システム (TAS: Truck Appointment System) が接続された(Northern Corridor and Transport Coordination Authority, 2020)。これにより、予約枠の割当、電子ゲートパスの発行との連携を通じて、ゲートおよびトラック滞在時間の平準化が図られている(Northern Corridor and Transport Coordination Authority, 2020)。また、港内で発生するリアルタイムの作業情報(荷役完了、搬出入許可、ゲート通過など)は、後述の通関層およびトランジット層へ時刻情報として供給され、物理オペレーションと行政手続きの整合を支える役割を担っている。もっとも、システム間の情報同期は完全ではなく、現場オペレーションの遅延が上位システムの処理に反映されるまでに時間差が生じるなど、連携面の課題も残る。こうした

港内オペレーションの情報は、上位層である通関・貿易システムに逐次連携され、貨物処理の行政プロセスと物理オペレーションの整合性を確保している。次節では、この上位層を構成する通関および貿易手続システムの構造を検討する。

#### (2) 通関・貿易手続システム (KRA・KenTrade)

通関業務の執行主体は KRA であり、その主要システムが統合関税管理システム (Integrated Customs Management System: iCMS) である。iCMS は、旧 SIMBA2005 に代わる新関税管理システムとして 2019 年に本格運用が開始され、港湾での通関プロセス(申告・審査・区分・リリース)を電子化・自動化している。貨物リスト情報のリアルタイム共有、事前申告、貨物審査のデジタル化を特徴とし、2018 年時点で通関手続き時間は 2~3 時間、2025 年上半期には「immediately(即時)」と報告されるケースも確認されている (Northern Corridor Transport Observatory, 2022)。

一方、国家電子単一窓口 (National Electronic Single Window System: NESWS) を運営する KenTrade は、TradeNet System (TradeNet) を通じて港湾・税関・検査機関など 42 機関以上を接続し、関係情報の電子的交換を仲介する情報ハブとして機能している。TradeNet は、輸出入および通過に係る各種書類の一括電子申請とオンライン決済を可能にする中核プラットフォームであり、KenTrade は同システムの運営に加え、官民システムの統合、統計・データベース整備、電子データ交換 (EDI) の標準化<sup>14</sup>、人材育成・調査研究などの機能を担っている (KenTrade, 2022)。

KRA の iCMS が貨物単位の通関処理を縦方向に管理するのに対し、KenTrade の TradeNet は承認・照会・支払情報を横断的に処理することで、両者の相互補完的関係を形成している。ただし、すべての関係機関が完全電子接続に移行したわけではなく、一部には紙・オフライン処理やシステム間の非同期が残存している (ISCOS, 2025)。

以上のように、モンバサ港の運営はハードインフラとソフトインフラの統合で成り立つが、整備の非同期により能力と運用成果のギャップが残る。次章では、その関係を定量的に検証する。特に、港湾の成長と効率化の関係に焦点を当て、両者の間に存在する不均衡の実態とその背景要因を明らかにすることを目的とする。

## 第 2 章 現状と問題意識

### 第 1 節 港湾取扱量の推移

モンバサ港の近年の動向は、取扱量の拡大と運用面の停滞が併存するという対照的な様相を示している。

---

<sup>14</sup> 異なる組織間で取引や物流などの業務データを電子的にやり取りするための共通ルール (フォーマットや通信手順)

(図表 2-1) 2020～2024 年の 5 年間の取扱量の推移

指標	年平均成長率 (%)	2020	2021	2022	2023	2024
総取扱貨物量 (百万トン)	4.7	34.12	34.55	33.88	35.98	41.1
トランジット貨物量 (百万トン)	7.1	10.17	9.54	10.23	11.41	13.4
コンテナ貨物量 (百万TEU)	10.2	1.36	1.44	1.45	1.62	2.01
総寄港船舶数 (隻)	3.7	1621	1635	1561	1835	1873

KPA へのフィールドワーク訪問時に直接入手したデータより筆者作成

第一に、取扱量の面からみると、2020～2024 年の 5 年間で総取扱貨物量、トランジット貨物量、コンテナ貨物量、総寄港船舶数のいずれも増加基調にある(図表 2-1)。特にコンテナ貨物は年平均約 10% の伸びを示し、地域貿易需要の増大を反映している。

このような増加傾向は、短期的な景気変動によるものではなく、中長期的な需要拡大の構造的趨勢として捉えられる。ケニア政府の『Kenya Vision 2030 Scorecard (2024/25)』によれば、モンバサ港の貨物取扱量は 2007 年の約 1,596 万トンから 2024 年には 4,110 万トンへと増加し、地域貿易拠点としての機能を拡大させている(Kenya Vision 2030 Delivery Secretariat, 2024)。また、『Ministry of Energy & Petroleum Strategic Plan 2023-2027』は、「モンバサ港を含む港湾について、「貿易量の増加および地域市場の拡大により需要が高まっており、その能力と効率の強化が経済成長を支える国家的優先課題である」と明示している(Ministry of Energy & Petroleum, 2023)。

すなわち、モンバサ港の貨物需要は今後も拡大することが国家計画上も予見されており、その持続的成長を支えるためには、港湾運営の効率性を高めることが喫緊の課題となっている。

## 第 2 節 港湾 KPI の推移

(図表 2-2) ケニア港湾局が設定した業績指標

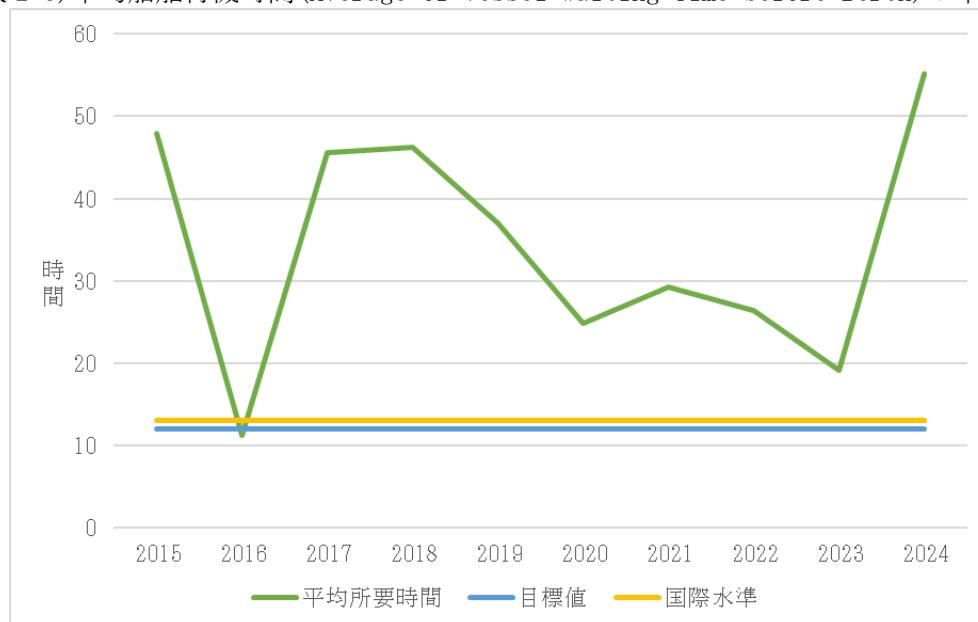
英語名	日本語名	備考
Vessel Waiting Time (VWT)	船舶待機時間	船舶が港外または入港待機状態から「最初のバース(着岸)/作業開始」までに要する時間
Ship Turnaround Time (STT)	船舶回転時間	船舶が「入港から出港まで」に要する時間
Import Container Dwell Time	貨物滞留時間	貨物が「船から陸揚げされた後、港門または最終引取/出荷地に出るまで」に要する時間

Northern Corridor Transport Observatory, 2022 ; Ogollah, Kennedy, Amakobe, and Rucha (2023) より筆者作成

他方で、取扱量の増加が運用効率の改善に結びついているかについては慎重な検討が必要である。KPA は、港湾運営の実績を定量的に評価するため、主要港湾業績指標 (Key Performance Indicators: KPI) を設定している。これらの KPI は iCMS を通じて統合的にモニタリングされ、港湾運営と通関プロセスを一体的に管理する仕組みを構成している (Northern Corridor Transport Observatory, 2022)。

(図表 2-2) に示す KPI は、港湾運営全体の各プロセスにおける時間的効率を測定するものであり、その水準は結果的にハード・ソフトインフラの整備度や運用能力を反映する。したがって、KPI の改善は単なる容量拡大ではなく、物理的基盤と情報基盤の統合的運用によって初めて実現される。しかしこれらの値は、過去数年にわたり目標値との乖離を解消しきれておらず、改善傾向は限定的である。

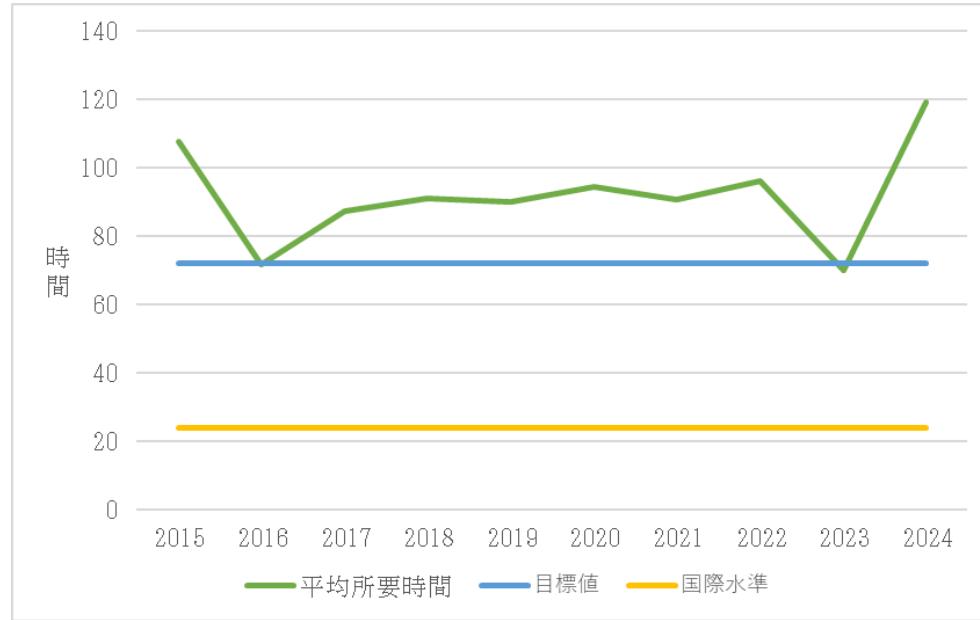
(図表 2-3) 平均船舶待機時間 (Average of Vessel Waiting Time before Berth) の年次推移



Northern Corridor Transport Observatory (2025 年 9 月 2 日閲覧) より筆者作成

船舶待機時間 (Vessel Waiting Time before Berth: VWT) は、2019 年の平均 28.8 時間から 2023 年に 19.2 時間へと改善がみられたものの、目標値 (12 時間) には届かず、近年では再び上昇傾向にある (図表 2-3)。

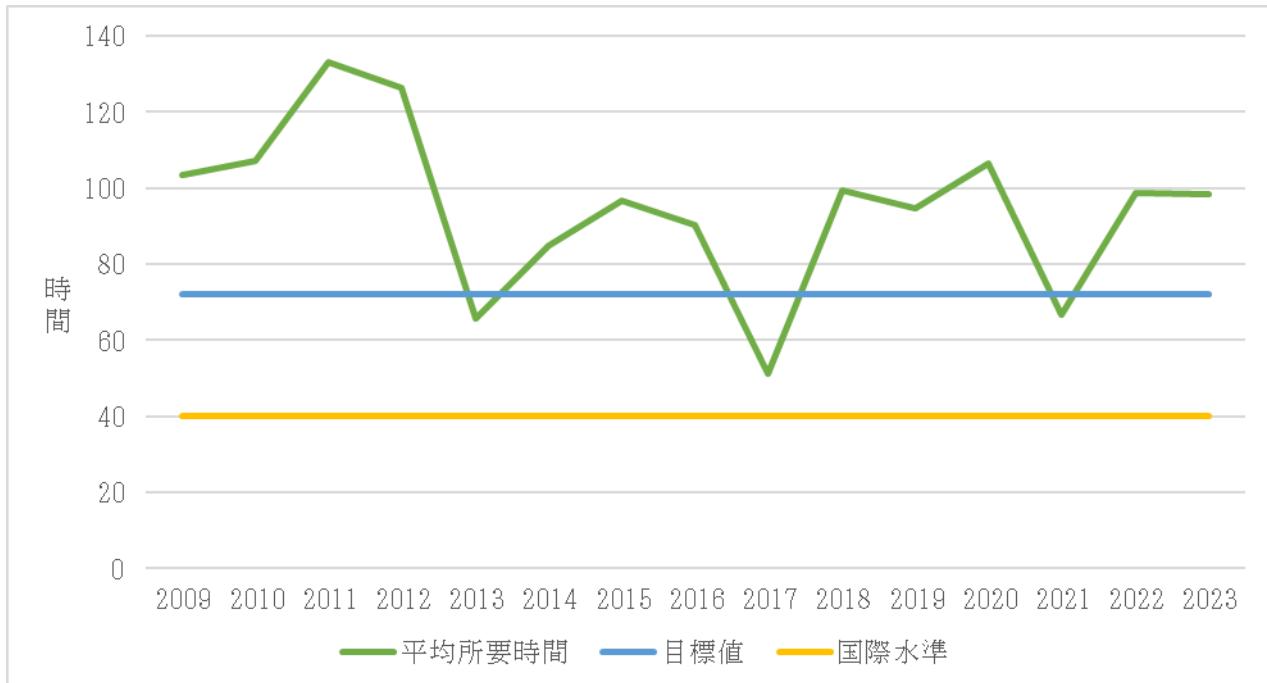
(図表 2-4) 平均船舶回転時間(Average of Ship Turnaroung Time)の年次推移



Northern Corridor Transport Observatory (2025 年 9 月 2 日閲覧) より筆者作成

船舶回転時間(Ship Turnaround Time: STT)も同様に、2018～2020 年の約 90 時間から、2023 年へ約 70 時間をたたき出し、一時的に目標値に達したものの、国際水準(24 時間)とは依然として大きな乖離がある(図表 2-4)。月次データでは、2020～2022 年にかけて一時的に 90 時間を超える月も見られ、季節性や混雑の影響を受けやすい構造的な脆弱性が残存している。

(図表 2-5) 平均コンテナ滞留時間(Average of Import Container Dwell Time)の年次推移

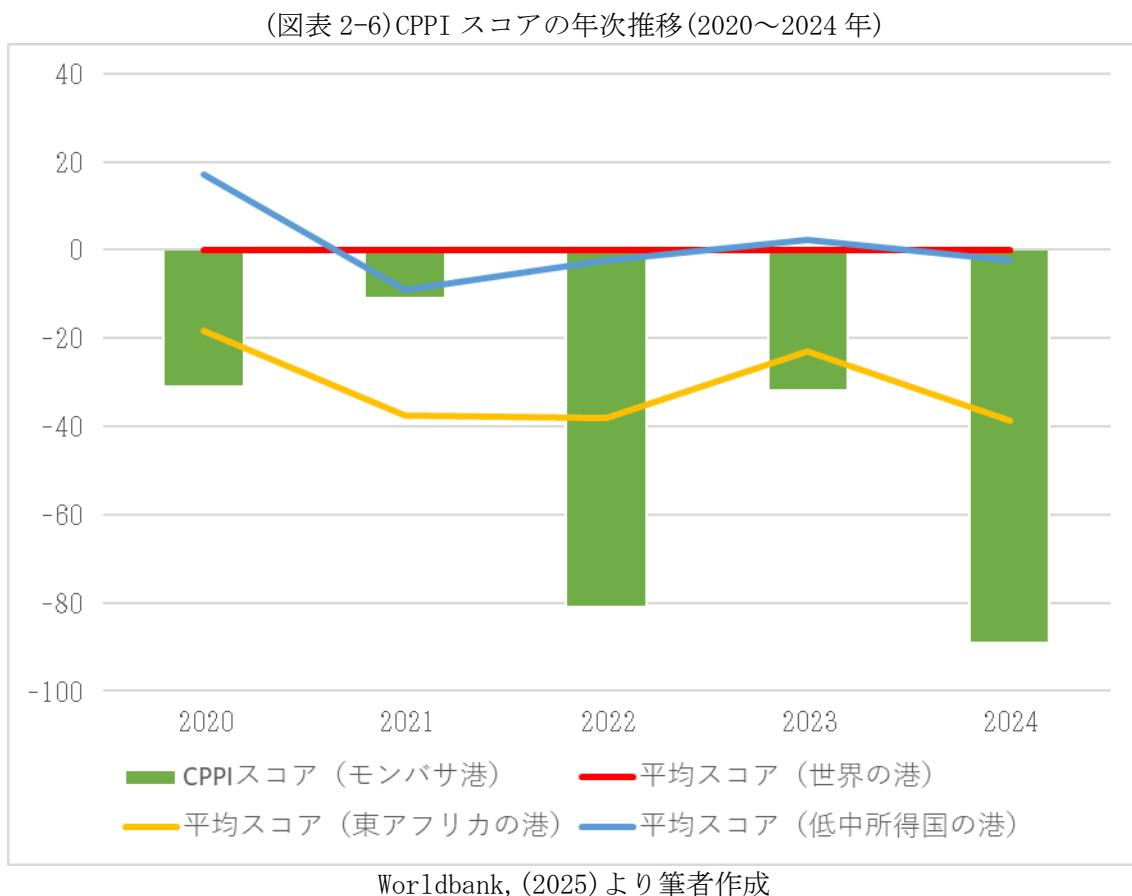


Northern Corridor Transport Observatory (2025年9月2日閲覧)より筆者作成

さらに、貨物滞留時間(Import Container Dwell Time: ICDT)は、2013年、2017年、2021年に目標値を達成しているが、2023年9月に貨物量の増加から、一時的に200時間を超える急上昇が観測されており、年間平均時間は約98時間を記録している(図表2-5)。これにより、モンバサ港における時間的な港湾効率性は、取扱量の上下に脆弱であることが分かる。年単位だけでなく、四半期ベースでみてもばらつきが大きく、これらの変動は、港湾運営の「時間信頼性」が依然として不安定であることを示している。

### 第3節 問題意識

このように、モンバサ港の主要KPIは依然としてKPAの目標値を下回り、季節変動や需給ショックに脆弱な構造が続いている。これは単なる港内処理能力の問題ではなく、貨物処理・通関・輸送といった各段階の統合度が不十分であることを示している。すなわち、ハードインフラの拡張のみでは、制度・運用・情報面を担うソフトインフラが追隨しない限り、KPIは安定的に改善しない。



取扱量が増加する時期に KPI の悪化が同時に観測されることもあり、ヤード混雑や通関遅延、背後輸送の制約など、複合的なボトルネックの存在がうかがえる。言い換えれば、「取扱量の成長」に対して「パフォーマンスの改善」が追随していないという構図である。

この傾向は国際比較でも確認される。世界銀行(World Bank)の Container Port Performance Index(CPPI)によれば、モンバサ港の 2024 年順位は世界 405 港中 375 位と、前年より 89 位下落し、ダルエスサラーム港<sup>15</sup>(367 位)など近隣主要港よりも低い。さらに CPPI スコア(平均滞在時間を標準偏差単位で示す相対効率指標)では、モンバサ港の-89 は東アフリカ平均(-38.6)を大きく下回る。

このように、モンバサ港は取扱量の拡大という量的成長を遂げる一方で、運営効率の改善が遅れており、制度間連携や情報統合の遅れが構造的制約となっている。次章では、この乖離の背景を明らかにするため、現地フィールドワークを通じて制度運用と現場実態を検証する。

<sup>15</sup> タンザニア東部インド洋沿岸に位置する港。タンザニアの国際貿易量の 95%を取り扱う。(World Bank, 2017)

# 第3章 先行研究と本稿位置づけ

## 第1節 先行研究とその限界

### 第1項 モンバサ港の戦略的重要性

先述の通り、モンバサ港は東アフリカ最大の港湾であり、内陸国にとって極めて重要な役割を担っている。港湾効率性の改善が経済活動に良好な影響をもたらすことは理論的・実証的に示されており、モンバサ港においてもその効率性を高める取り組みが国全体の貿易競争力向上に直結する。

本節では、これまでに行われたモンバサ港および関連港湾に関する効率性分析の先行研究を整理し、その限界を踏まえて本研究の位置づけと新規性を明確にする。以下では、代表的な4つの研究を取り上げ、その内容と限界を整理する。

### 第2項 港湾効率性に関する先行研究とその限界

Ndambuki (2018) は、ケニア・モンバサ港における輸入貨物の通関遅延要因を明らかにすることを目的としており、文書手続き・人員・ICT システムの3要因が貨物クリアランス時間にどの程度影響するかを実証的に検証している。使用データは、モンバサに拠点を置く KIFWA 登録の通関業者を対象にしたアンケート調査によって得られた。そこで得られたデータを記述統計(平均・標準偏差)とピアソン相関分析を用いて分析している。分析の結果、モンバサ港における平均通関日数は 6.47 日であり、目標日数の 2.56 日を大幅に上回っていることが明らかになった。回答者の多くが、遅延規模が大きいと評価しており、モンバサ港における遅延の大きさが顕著であることが確認された。要因別に見ると、文書手続きは複数承認による遅延、人員面では、担当職員の不足、関税分類など専門知識の欠如、判断の遅れなどが遅延に影響しているとされた。さらに ICT 要因では、システムのダウンタイム、書類リンクの不具合などが遅延を引き起こすと評価された。これらは要因による遅延の拡大は通関効率を低下させており、モンバサ港の平均的なクリアランス時間は国際的基準からみて著しく長い。効率性を改善する政策として、(1)書類手続きの簡素化と部門横断的な重複削減、(2)職員の増員と技能訓練、(3)ICT システムの安定化・バックアップ強化を提言している。しかし、分析は通関処理プロセスに限定された相関分析にとどまり、港湾全体の効率やハードインフラが要因として扱われていない。

Al-Eraqi, Mustafa, Khader, Barros (2008) は、中東および東アフリカに位置する 22 港を対象に、2000~2005 年の年次データを用いて港湾の相対的効率性を評価した研究である。両地域の港湾を比較し、港ごとの効率水準と時間変動を把握することで、地域間の格差と改善余地を明らかにすることを目的としている。分析モデルは本研究でも採用する DEA 分析であり、主な発見は三つである。第一に、多くの港が「技術的には比較的うまく運営されている」が、「規模の非効率」を抱えていること、第二に、港によっては年次の分析結果の上下動が大きく、規模や需要ショックに左右され得ること、第三に、単純な設備拡張が必ずしも効率向上に結びつかないこと、むしろ適正規模の選択や既存資源の最適活用が重要であることが示唆された。総じて、同一地域内でも港湾間の差は大きく、小規模港で

あっても高い相対効率を達成するケースが確認され、管理スキルや資源配分など、運営の巧拙が効率を大きく規定しうると結論づけている。また、政策の方向性としては、(1)「ハードインフラの量的拡張」よりも「規模の最適化」と既存設備の活用改善、(2)入港隻数・取扱量の拡大を通じた規模効率の改善、(3)同業他港のベンチマー킹に基づく運営改善が挙げられる。一方で、(1)投入・産出の変数がハード中心で、ソフトインフラ面を扱っていないこと、(2)DEA分析スコアを被説明変数にした二段目の「決定要因分析」(Tobit や fractional logit 等)を実施していないことが同研究の限界点としてあげられる。

Kunambi & Zheng(2024)は、設備量だけでは捉えきれない運用上の非効率や地域貿易の外部性を同時に評価し、港湾運営の改善余地を特定する目的で執筆された。東アフリカの主要玄関口であるモンバサ港(ケニア)とダルエスサラーム港(タンザニア)を対象に、データ包絡分析(DEA分析)と文脈付加価値アプローチ(CVA)を統合したハイブリッド DEA 分析-CVA モデルで相対効率を比較したものである。2016～2021 年の年次データを用いて各年の効率スコアを算定し、さらに内陸諸国の輸出入総額(貿易量)を外生変数として、効率との関係を回帰・相関分析で検証している。非効率の主因が「投入資源の不足」ではなく「既存資源の活用度合い」にあることを指摘している。すなわち、モンバサ港における課題は新規設備投資よりも既存インフラの運用効率にあり、外生的な需要変動に加え、内部的な運営改善が鍵であると結論づけた。ただし、同研究は外部要因との相関を中心に据えており、具体的にどの施策が効率を高めるかという要因分析には踏み込んでいない。

Matekenya & Siyanda(2025)はモンバサ港ではなく、南部アフリカ関税同盟(SACU)加盟国に属する港湾を研究対象として、技術的効率性を定量的に評価した研究である。著者らは 2014～2023 年の 10 年間にわたり、南アフリカ共和国の 8 港とナミビアの 2 港を対象に、DEA 分析と Tobit 回帰を組み合わせて、港湾効率とその決定要因を検証した。分析した要因はクレーン台数、タグボート数、岸壁延長、水深、バース数である。結果、Durban 港は対象期間を通じてほぼ完全効率を維持し、地域のベンチマークとなっている一方、一貫して低効率を示した港も多数あり、これらの港では、老朽化した設備、規模の不適合、マネジメント上の問題が非効率の主要因とされた。さらに、分析全体から、SACU 港湾間には規模効率のばらつきが大きく、最適規模からの乖離が多数確認された。すなわち、単なる設備拡張ではなく、規模の最適化が鍵となることが示唆された。第 2 段階の Tobit 分析では、クレーン台数と岸壁延長は負の影響を持ち、設備過多や運用複雑化が効率を低下させることが確認された。一方で、水深とバース数は正の影響を示し、特に深い水深は大型船受入能力を高め、規模効率を向上させる。タグボート数も規模効率に有意な正の効果を持ち、港全体の処理能力を高める要因となった。これらの結果は、港湾インフラの単純な増強よりも、運用最適化とバランスの取れた投資が重要であることを示している。これは、単純な設備投資ではなく、規模最適化と運用改善の必要性を示した重要な研究であるが、ソフト施策や運営制度といった非物的要因までは扱っていない。

## 第 2 節 本研究の新規性と貢献

### 第 1 項 本研究の枠組み

本研究は、こうしたギャップを補う形で、三段階構成によって港湾効率を多層的に捉える。第一に、DEA 分析を用いて 2005～2023 年の長期パネルを構築し、モンバサ港を含むア

アフリカ 11 港の効率を定量的に比較する。第 2 に、DEA 分析スコアを被説明変数とした Tobit 分析を行い、ハードおよびソフトインフラの導入の影響を同一モデル内で検証することで、両者が効率性に与える影響を統計的に明示する。さらに、Tobit 分析の結果から平均限界効果(Average Marginal Effects: AME)を算出し、モンバサ港を含む各港の平均限界効果を比較することで、港湾間の異質性を定量的に識別する。これにより、「モンバサ港ではどの要因が特に効いているのか」を明らかにし、単なる地域平均では捉えられない港別の政策含意を導き出す。第 3 に、ジブチ港の Port Community System(PCS)導入を対象に DID 分析を行い、その導入効果を定量化した上で、同様の施策をモンバサ港に適用すべき政策的根拠を提示する。このように、DEA・TOBIT・DID 分析を段階的に連結し、効率測定から要因の特定、そして政策提言へと一貫して展開することで、港湾効率分析の理論と実践を橋渡しする包括的な枠組みを提示している点に本研究の独自性がある。

## 第 2 項 本研究の新規性とその貢献

さらに、本研究の新規性は、既存研究が抱える三つの限界①ハードおよびソフトの要因を同時に比較できていないこと、②効率測定にとどまり要因分析が不十分であること、③政策施策の効果を実証的に裏づけていないこと——を克服するものであり、以下の三つの側面で新たな学術的貢献を示す。

第一に、ハードインフラとソフトインフラを同一の DEA-Tobit モデルで扱い、その効果を比較可能な形で推定する点である。従来研究では、Matekenya & Siyanda(2025)や Al-Eraqi et al. (2008)がハード要因に、Muli(2018)や Ndambuki(2018)が人的・制度的要因にそれぞれ焦点を当ててきたが、本研究はこれらを統合し、「設備」と「制度・運営」を同じ枠組みで評価する。

第二に、Tobit 回帰後に平均限界効果を算出し、港湾全体の平均効果だけでなく、モンバサ港固有の限界効果を明示する点である。これにより、「一般的に何が効くか」に加えて、「モンバサ港ではどの要因がどれだけ効くか」を定量的に示し、港湾ごとの異質性を踏まえた政策含意を導出する。

第三に、ジブチ港の PCS 導入を対象とする DEA-DID 分析によって、ソフト施策の政策効果を統計的に検証し、その結果をモンバサ港への政策提言に結び付けている点である。単に効率スコアを算出して制度改革の必要性を示すにとどまらず、具体的な施策の導入効果を数値として示すことで、港湾効率研究を実証政策分析へと発展させている。

以上の点から、本研究は、港湾効率の測定・要因分析・政策評価を結び付ける包括的な枠組みを提示し、モンバサ港を含むアフリカ港湾の実務的な政策形成に資する知見を提供するものである。

(図表 4-1)先行研究一覧

論文名（英文）	“FACTORS AFFECTING CLEARANCE OF IMPORTED GOODS AT THE PORT OF MOMBASA”	“Efficiency of Middle Eastern and East African Seaports: Application of DEA Using Window Analysis”	“Technical efficiency of Southern African Customs Union ports: a data envelopment analysis approach”	本稿
論文名（日文）	「モンバサ港における輸入貨物の通関に影響する要因」	「中東および東アフリカ港湾の効率性分析：ウインドウDEA分析を用いる」	「SACU港湾の技術効率性のDEA分析を用いた評価」	
著者	Ndambuki (2018)	Al-Eraqi, Mustafa, Khader, Barros (2008)	Matekenya & Siyanda (2025)	
研究内容	モンバサ港の通関プロセスの遅延に影響する要因として、次の3つ①書類手続②検査・確認に関わる人員配置・能力③ICTシステム上の問題を取り上げ、どの程度遅延を引き起こすかを把握。	中東・東アフリカの22港を対象に、2000-2005年の年次データでDEA (CCR/VRS) とDEAウインドウ分析を用い、港湾の相対的効率性とその時系列的な動きを評価。クロスセクション分析とパネル（ウインドウ）分析の両方で比較している。	SACU地域（南ア+ナミビア）の主要港（南ア8港・ナミビア2港）について、2014-2023年の技術効率（TE）を測定し、効率の決定要因を特定。	
対象港にモンバサを含むか	○ (1港)	○ (22港)	× (10港)	○ (11港)
対象効率	時間指標	DEA効率スコア	DEA効率スコア	DEA効率スコア
対象要因	ソフトインフラ (通関プロセス関連のみ)		ハードインフラ	ハードインフラ ソフトインフラ
対象年数	2018年	2000～2005年	2014～2023年	2005～2023年
分析手法	記述統計+ピアソン相関	DEA分析	DEA-TOBIT	DEA-TOBIT
要因分析の有無	○	×	○	○
研究結果	モンバサ港の平均通関日数は理想値（2.56日）を大きく上回る6.47日で、遅延の大きさが高いことが確認された。主な要因は、複雑な書類手続・人員の不足や判断遅れ・ICTシステム障害であり、いずれも通関効率を低下させていた。	中東・東アフリカ22港のDEA・ウインドウ分析により、モンバサ港を含む多くの港が規模の非効率を抱えており、物理的拡張よりも運営効率の改善が重要である。	港の効率性を高めるのは、バース数と水深の拡充。一方で、クレーンや岸壁の過剰整備はむしろ非効率につながる。タグボート数は規模効率（SE）にプラスで、港湾全体の処理能力を高める要因。	

(筆者作成)

# 第4章 実証分析

## 第1節 DEA 分析とは

本稿で使用するデータ包絡分析(Data Envelopment Analysis, DEA 分析)は、複数の類似する組織や事業体(分析対象単位, Decision Making Unit : DMU)の相対的な効率性を評価するための非パラメトリック手法<sup>16</sup>である。港湾のように、多種類の投入(インプット)と成果(アウトプット)を同時に扱う必要がある場合に広く用いられている。(Charnes et al., 1978; Cheon et al., 2010)

DEA 分析では、生産関数の具体的な形を仮定せず、観測された DMU のデータから「最良事例フロンティア<sup>17</sup>」を構成し、そこからの距離として効率性を評価する。基本的な考え方として、各 DMU について

$$\text{効率性} = \frac{\text{重み付けされたアウトプットの合計}}{\text{重み付けされたインプットの合計}} \quad \text{式(1)}$$

という指標を設定し、この比率が最大となるような重みを求めて各 DMU の効率性スコアが得られる。ただし、すべての DMU について同一の重みを適用した場合に効率性が 1(100%) を超えないよう、制約を課すことで、効率的フロンティア上の DMU の効率性を 1 に正規化する。(Charnes et al., 1978)。さらに、他の DMU はその相対的位置に応じて 0 ~ 1 の範囲で評価される(Kunambi, 2024)。

たとえば、n 個の DMU があり、それぞれ m 種類のインプットと s 種類のアウトプットを持つとする。ある DMU<sub>0</sub> の効率性スコアを評価する場合、アウトプット r に対する重み  $u_r$ 、インプット i に対する重み  $v_i$  を変数として、以下の比率を最大化する。

$$E_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \leq 1, \quad (u_r \geq 0, v_i \geq 0) \quad \text{式(2)}$$

この線形計画を各 DMU について解くことで、それぞれの効率性スコアと最適な重みが得られる。最適化の結果、効率スコアが 1 の DMU は効率的フロンティア上に位置し、1 未満の場合は非効率的と判断され、値が低いほど効率性に改善の余地が大きいことを示す。

<sup>16</sup> 生産関数の形を仮定せず、観測データから直接、最良事例フロンティアを構築して効率性を推定する手法。

<sup>17</sup> DEA で効率性を測定する際に、最も効率的と判断された分析対象 (DMU) を結んで形成される仮想的な生産可能境界線。他の DMU の効率は、このフロンティアからの距離によって評価される。

以上のように DEA 分析は、複数の評価指標がある場合にも、それらに適切な重みを内生的に決定して DMU の効率性を評価できる柔軟な手法である。

## 第2節 DEA 分析の複数のモデル

### 第1項 CCR モデル・BCC モデル

DEA 分析にはいくつかの拡張モデルが存在し、代表的なものに CCR モデルと BCC モデルがある。CCR モデル(Charnes, Cooper, and Rhodes, 1978)は、DEA の基本形として提案されたもので、規模に関して収穫一定(Constant Returns to Scale: CRS)を仮定し、包括的な技術効率(Technical Efficiency: TE)を測定する。ここで CRS とは、投入量(インプット)を 2 倍にすればアウトプット(産出量)も比例的に 2 倍となるという前提を意味する。

このとき得られる効率性スコアには、純粹な技術的効率性と規模の不適切さに起因する効率性の双方が含まれる。したがって、CCR モデルの効率値が 1 未満である場合、その原因が技術的な非効率によるのか、あるいは規模の不経済によるのかを区別することはできない。

一方、BCC モデル(Banker, Charnes, and Cooper, 1984)は、CCR モデルを拡張し、規模に関して収穫可変(Variable Returns to Scale: VRS)の仮定を導入したものである。BCC モデルでは、以下のように凸性制約を追加することにより、各 DMU の規模の違いを考慮して効率性を評価できる。

$$\sum_{p=1}^n \lambda = 1 \quad \text{式(3)}$$

この凸性制約により、同一規模の仮想的な混合 DMU と比較する形で、純粹技術効率(Pure Technical Efficiency: PTE)が算出される(Banker et al., 1984)。直感的には、「同じような規模帯の仮想的な混合 DMU」と比較することで、規模の有利・不利を取り除いた上で運営の効率だけを測っているイメージである。CCR と BCC の関係は次のようにまとめられる。

$$\begin{aligned} \text{CCR 効率(TE)} &= \text{純粹技術効率(PTE)} \times \text{規模効率(SE)} \\ \text{BCC 効率(PTE)} &= \text{純粹技術効率(PTE)} (\text{規模の影響を除いた部分}) \end{aligned} \quad \text{式(4)}$$

### 第2項 入力志向と出力志向

DEA 分析にはもう一つの分類軸として、効率化の方向に応じて入力志向(Input-Oriented)および出力志向(Output-Oriented)の二つの志向がある。(Ji and Lee, 2010)。

入力志向 DEA 分析はアウトプット水準を維持したまま、インプットの削減余地に着目するモデルである。各 DMU が現在のアウトプットを損なわずにどれだけ無駄な投入資源を圧縮・削減できるかが効率性評価のポイントとなる。一方、出力志向 DEA 分析はインプットを所与として、アウトプットを最大限に増やす余地に着目するモデルである。各 DMU が与えられた資源でどれだけアウトプットを拡大できるかが効率性評価のポイントとなる。

### 第3項 DEA 分析および入力志向の BCC/CCR モデルを選択した理由

前述の通り港湾は多投入・多産出の生産システムであり、岸壁延長、ガントリークレーン数、タグボート数、最大喫水、バース数といったインプットの組合せにより、貨物取扱量、寄港船舶数等のアウトプットが同時に生成される。このような環境では、単一指標の生産性や単回帰モデルでは資源配分の相対効率を適切に評価できない。そのため、多次元の投入-産出を同時に評価できる DEA 分析を採用した。

本研究では以下の理由から、入力志向の BCC/CCR 両モデルを主要な分析の枠組みとして採用した。

#### (1) 需要制約への適合

アフリカの主要港では、世界的な交易需要や配船計画の多くが外生的に決まるため、アウトプット(船舶寄港数や貨物量)の増加幅には一定の制約がある。一方、同一水準のアウトプットをより少ない投入で達成する運営改善は現実的であり、費用削減効果とも直結する。このため、本研究では需要を所与としつつ投入側の効率性を評価する入力志向 DEA モデルを採用した。

#### (2) CCR/BCC による分解可能性

CCR、BCC を併用することで、「総合効率」だけでなく、「運営上の非効率」にも分解できる。この分解は、後の節で行う DEA-Tobit 分析において、ハード・ソフトインフラ施策のどちらが運営効率を改善し、何が総合効率に寄与しているのかを検討する上で重要である。

## 第3節 DEA 分析の概要

### 第1項 分析対象港とデータ

本研究では、モンバサ港を含むアフリカ 11 港を DMU として設定し、2005～2023 年の年次パネルデータを構成した(図表 4-1)。

(図表 4-1) DEA 分析対象港一覧

No.	港湾名	所在国	地域区分
1	ダーバン港	南アフリカ	南アフリカ
2	ケープタウン港	南アフリカ	南アフリカ
3	ウォルビスベイ港	ナミビア	南アフリカ
4	モンバサ港	ケニア	東アフリカ
5	ダルエスサラーム港	タンザニア	東アフリカ
6	ジブチ港	ジブチ	紅海沿岸
7	ポートスーザン港	スーザン	紅海沿岸
8	ラゴス港	ナイジェリア	西アフリカ
9	ルアンダ港	アンゴラ	西アフリカ
10	アビジャン港	コートジボワール	西アフリカ
11	テマ港	ガーナ	西アフリカ

(筆者作成)

これら 11 港を選定した理由は、第 1 に、モンバサ港と同程度の取扱規模を有する港を中心とし、規模が極端に異なる港を除くこと、第 2 に、アフリカ各地域における国際貿易上の主要ゲートウェイ・ハブ港を含め、モンバサと同様の機能を持つ港との比較を可能にすること、第 3 に、2000 年代半ば以降について、港湾インフラと取扱パフォーマンスの統計が継続的に入手可能であることの 3 点である。これにより、DEA および後続の DEA-Tobit 分析に必要なパネル構造を確保した。

また本研究では、Matekenya and Siyanda, (2025) を参考に、5 つのインプット変数と 2 つのアウトプット変数を設けた(図表 4-2)(図表 4-3)。

(図表 4-2) DEA 分析のインプット変数一覧

変数名	解説
ガントリークレーン数 (台)	コンテナ船からの積み下ろしを行う岸壁クレーンの台数。荷役能力の中核をなす。
タグボート数 (隻)	船舶の入出港・接岸を補助するタグボートの隻数。入出港能力・操船安全性に関わる。
岸壁総延長 (隻)	コンテナ・一般貨物船が接岸可能なバースの総延長。同時接岸可能隻数の上限を規定する。
最大喫水 (m)	港内・バースで許容される最大喫水。受け入れ可能な船型(サイズレンジ)を示す。
バース数 (バース)	同時に接岸可能なバース数。ピーク時の処理能力に関わる。

(筆者作成)

(図表 4-3) DEA 分析のアウトプット変数一覧

変数名	解説
総貨物取扱量 (トン)	当該年に港で取扱われた貨物量。ハードインフラがどれだけ貨物処理に使われたかを示す。
総船舶寄港数 (隻)	当該年に港へ入港した商船の隻数。船社・荷主による利用度合い、入出港オペレーション能力を反映する。

(筆者作成)

## 第2項 DEA モデルの定式化と推計方法

DEA モデルの定式化は、Ji and Lee, (2010)を参考にし、CCR・BCC の 2 通りを推計した。ここでは代表例として、CCR モデルを示す。

n 個の港(DMU)について、各港 p が m 種類のインプット  $x_{ip}$ 、s 種類のアウトプット  $y_{rp}$  を持つとする。評価対象港を DMU0 とすると、入力志向の CCR の DEA は次の線形計画問題として定式化される。

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{s.t. } & \theta x_{i0} - \sum_{p=1}^n \lambda_p x_{ip} \geq 0 (i = 1, \dots, m) \\ & \sum_{p=1}^n \lambda_p y_{rp} \geq y_{r0} (r = 1, \dots, s) \end{aligned}$$

$$\lambda_p \geq 0 (p = 1, \dots, n) \quad \text{式(5)}$$

ここで  $\theta$  は  $DMU_0$  の投入縮減率(効率スコア)を表し、最適値  $\hat{\theta}\epsilon(0,1)$  が得られる。 $\hat{\theta} = 1$  なら  $DMU_0$  はフロンティア上にあり効率的、 $\hat{\theta}<1$  なら同じアウトプットを維持したままインプットを  $(1 - \hat{\theta}) \times 100\%$  削減できる余地があることを意味する。このモデルに対して、可変規模収穫(VRS)を仮定する BCC モデルでは、上記制約に式(3)の凸性制約を追加する。これにより、 $DMU$  の規模差を考慮したフロンティアが構成され、得られる効率スコアは規模の影響を除いた純粹技術効率となる。

## 第4節 DEA 分析の結果

(図表 4-4) モンバサ港の DEA 分析の結果

年	純粹技術効率	総合効率
2005	1.000000	0.638145
2006	0.861326	0.645145
2007	0.883224	0.693371
2008	0.887657	0.698048
2009	0.939323	0.789215
2010	0.935021	0.770180
2011	0.917809	0.768111
2012	0.958348	0.840654
2013	0.896815	0.745323
2014	0.941496	0.821939
2015	0.969128	0.862348
2016	0.964394	0.843310
2017	0.942993	0.878812
2018	0.927757	0.881085
2019	0.951761	0.915892
2020	0.965809	0.943220
2021	1.000000	1.000000
2022	0.932125	0.875991
2023	0.963833	0.940156

(筆者作成)

まず、純粹技術効率の推移に着目すると、サンプル全体の中で概ね中位からやや上位に位置づけられる水準にある。2005 年には 1 を記録しており、その後も概ね 0.86~0.96 の範囲で推移している。多くの年で効率値 1 には達していないものの、著しく低い値を示す年度は限られており、一定の運営効率は維持されてきたと解釈できる。一方、恒常的な高効率には達していない。このことから、モンバサ港の純粹技術効率は、サンプル内で相対的には一定の水準にあるものの、同規模の他港と比較して際立って優位とは言い難く、改善の余地を残している水準にとどまっていると評価できる。

次に、総合効率の推移を見ると、モンバサ港の全体的な位置付けが中位止まりであることが確認できる。2005～2023 年のモンバサ港の総合効率は、1 年を除き 1 を下回っている。2005 年時点では 0.638 であり、同規模の他港と比較してもやや低い水準からスタートしている。その後、2000 年代後半から 2010 年代にかけては 0.7～0.8 台前半で推移し、一部の年ではやや改善が見られるものの、依然として完全効率との差は小さくない。2010 年代後半から 2020 年代にかけては、港湾インフラ整備や運営改善の影響もあり、総合効率は 0.8 台後半～0.9 台前半まで徐々に上昇する。対象期間中、総合効率が 1 に達したのは 2021 年のみであり、その後は低下しており、恒常的な完全効率は達成できていない。すなわち、総合効率の観点から見ると、モンバサ港は明確な非効率ではないが、先進的な港には一步届かない中位クラスにとどまっていると言える。

純粋技術効率に比べて総合効率が低いという結果は、ハードインフラの整備水準に対して需要やオペレーションが追いつかず、設備能力がフルに活かし切れていない可能性を示唆しており、「規模と運営のミスマッチ」がボトルネックとなっていることを意味する。こうした DEA 分析の結果を踏まえ、次節以降、港湾のハードおよびソフトインフラがモンバサ港の効率性にどのように影響してきたのかを、DEA-Tobit 分析によってより詳細に検証する。

## 第 5 節 DEA-TOBIT 分析の概要

### 第 1 項 TOBIT 分析の役割

第 1～4 節で示した DEA 分析は、港湾運営の結果としての効率水準を相対的に比較することができる(Charnes et al., 1978; Banker et al., 1984)。しかし、DEA の第 1 段階だけでは、「なぜその港の効率性が高いのか」「どのような要因が効率性の差を生み出しているのか」といった決定要因の分析はできない。

そこで本研究では、第 2 段階として DEA スコアを被説明変数とする Tobit 回帰を推定し、ハードインフラ(物理基盤)およびソフトインフラ(情報基盤)が効率性に与える影響を定量的に検証する。これにより、物理的拡張による規模効果と、運営改革による技術効率の改善効果を同一の枠組みで比較し、どの施策が効率性の向上に寄与しているかを明らかにする。また先述の通り、DEA スコアは 0～1 区間に制約され、特に効率値 1 に観測値が集中する右側打切りの特徴を持つ。そのため、通常の OLS 回帰では係数推定量にバイアスが生じる可能性が高い。これに対して Tobit モデルは、潜在的な連続効率性  $y_{pt}^*$  が 0 および 1 で打ち切られた結果として観測される効率スコア  $y_{pt} \in [0, 1]$  を前提とするものであり、DEA 分析の分布特性に整合的な第 2 段階モデルといえる。(Tsagkaris and Moschovou, 2025; Cheon et al., 2010)。

なお本研究では、モンバサ港を含むアフリカ 11 港の効率スコアを一括して分析対象とし、モンバサ港が他港と比較してどの要因により強く影響を受けているかを明らかにすることを目的とする。

### 第 2 項 データとモデル

本分析では、DEA 分析で使用した 11 港(図表 4-1)から得られた各港の効率スコア

$y_{pt} \in [0,1]$ (港 p、年 t)を被説明変数とし、次のような両側打切りトービットモデルを推定した。

$$\begin{aligned} y_{pt}^* &= X_{pt}\beta + \delta_t + \varepsilon_{pt}, \quad \varepsilon_{pt} \sim N(0, \sigma^2) \\ &\quad 0 (y_{pt}^* \leq 0) \\ y_{pt} &= \begin{cases} y_{pt}^* & (0 < y_{pt}^* < 1) \\ 1 & (y_{pt}^* \geq 1) \end{cases} \end{aligned} \quad \text{式(6)}$$

ここで  $y_{pt}$  港 p・年 t における DEA 効率スコアである。 $y_{pt}^*$  は効率性の「潜在変数」であり、これが 0 と 1 で打ち切られたものとして  $y_{pt}$  が観測されると仮定する。 $X_{pt}$  は港 p・年 t における港湾インフラおよびソフトインフラ施策に関する説明変数であり、 $\beta$  はその係数である。 $\delta_t$  は年固定効果であり、燃料価格の変動、世界貿易量の景気循環、国際的なコンテナ市況など、前項共通の年次ショックを取り除く役割を持つ。 $\varepsilon_{pt}$  は誤差項で、分散  $\sigma^2$  の正規分布に従うと仮定する。説明変数には、ハードインフラ指標として、DEA 分析で使用した変数(図表 4-2)を含めた。加えて、以下の(図表 4-5)に記載した 5 つの変数をソフトインフラ政策イベントとして使用した。

(図表 4-5) ソフトインフラ政策イベント変数

変数名	解説
通関单一窓口	当該年において、港湾手続きの単一窓口システム (Single Window) / ワンストップ電子申請窓口が本格稼働している場合に1、それ以前は0。
通関電子システム	通関手続の電子申告システムの導入や税関業務の改善 (事前申告等) が運用されている年に1、それ以前は0。
オペレーションシステム	TOSシステムが導入され、ヤード配置・クレーン作業・ゲート処理などの運営がICTにより管理されている年に1、それ以前は0。
その他	上記以外の港湾運営に関する主要な制度変更 (港湾公社の組織改革、料金体系の見直し等) が行われた年を1、それ以前を0。

(筆者作成)

これにより、ハードインフラの増設・拡張が効率性に与える影響と、ソフトインフラ施策の導入・高度化が効率性に与える影響を同一フレーム上で比較できる。推定は 11 港パネル全体を対象とし、誤差分散の不均一性等を考慮してロバスト標準誤差を用いた。

係数  $\beta$  自体は潜在変数  $y^*$  に対する効果であり、観測される効率スコア  $y_{pt} \in [0,1]$  の限界効果は  $x$  の値に依存する非線形関数となる。そのため本研究では、全 11 港パネルについて推定を行ったのち、打切りを考慮した期待値  $E[y_{pt} | x_{pt}]$  を算出し、そこから説明変数ごとの平均限界効果(Average Marginal Effect: AME)を求めている。さらに、モンバサ港に限定した AME を別途算出することで、モンバサ港におけるインフラ・施策 1 単位あたりの

効果他港平均と比較できるようにした。

## 第6節 DEA-TOBIT分析の結果および全体考察

本節では、Tobit分析で得られた結果(図表4-6)のうち、とくに平均限界効果の符号と大きさに着目して、ハードインフラおよびソフトインフラが港湾効率性に与える影響を整理する。

(図表4-6) 全11港パネルおよびモンバサ港のDEA-TOBIT分析の結果

変数	純粹技術効率 (11港)	純粹技術効率 (モンバサ港)	総合効率 (11港)	総合効率 (モンバサ港)
ガントリークレーン数	-0.00216*** (0.0006)	-0.00220*** (0.0007)	0.00285* (0.0016)	0.00247* (0.0013)
タグボート数	-0.01759*** (0.0037)	-0.01796*** (0.0039)	-0.06519*** (0.0086)	-0.05653*** (0.0078)
岸壁総延長	-0.00003*** (0.0000)	-0.00004*** (0.0000)	-0.00004*** (0.0000)	-0.00003*** (0.0000)
最大喫水	0.00042 (0.0018)	0.00042 (0.0018)	0.00843 (0.0054)	0.00731 (0.0047)
バース数	0.00135*** (0.0005)	0.00138*** (0.0005)	0.00992*** (0.0012)	0.00860*** (0.0013)
通関单一窓口	0.02911*** (0.0099)	0.02971*** (0.0104)	0.16868*** (0.0295)	0.14627*** (0.0252)
通関電子システム	0.01914 (0.0123)	0.01954 (0.0126)	0.11829*** (0.0329)	0.10257*** (0.0295)
その他	-0.05129*** (0.0110)	-0.05236*** (0.0126)	-0.11101*** (0.0275)	-0.09626*** (0.0247)
オペレーションシステム	0.01933* (0.0115)	0.01973* (0.0109)	0.06757** (0.0299)	0.05859** (0.0251)
年固定効果	Yes	Yes	Yes	Yes
観測数	205	19	205	19

括弧内はロバスト標準誤差。

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

(筆者作成)

## 第1項 全11港パネルの結果

まず、全11港について推計した平均限界効果についてである。純粋技術効率を被説明変数とした場合、ハードインフラについては次のような傾向が確認される。

ガントリークレーン、タグボート、岸壁総延長を増加させると効率スコアはいずれも低下する。一方、バース数は唯一、約0.0014ポイントで正に有意となっており、同時接岸能力の拡大のみが純粋技術効率を押し上げている。

他方で、ソフトインフラ政策ダミーは、多くが純粋技術効率に対して正の効果を示している。単一窓口導入は約0.0291ポイント、オペレーションシステムは約0.0193ポイントのプラスとなっている。一方、通関電子化・税関改革ダミーは有意ではなく、その他の制度改革ダミー10%水準で有意ではあるものの係数がマイナスとなっており、必ずしも全ての改革が効率性を高めているわけではないことが示唆される。

次に、総合効率を被説明変数としたモデルをみると、いくつかの点で純粋技術効率とは異なる特徴が現れる。とくにクレーンについては、正に有意となっており、クレーンの増設は純粋技術効率にはマイナスでも、総合効率にはプラスに働いている。

一方、タグボート、岸壁総延長、最大喫水は有意なマイナスを示している。バース数は正に有意であり、純粋技術・総合効率どちらも改善効果をもつ。

ソフトインフラについては、単一窓口、通関電子システム、オペレーションシステムの三ついずれも正に有意である。純粋技術効率では有意ではなかった通関電子システムは総合効率では5%水準で正に有意となっており、運営面よりも総合効率の面で効果を発揮していると解釈できる。これに対し、その他の制度改革ダミーは負で有意となっており、必ずしも全てのソフトインフラ改革が効率性を高めているわけではないことが示唆される。

## 第2項 モンバサ港の結果

次に、モンバサ港だけに限定した限界効果(図表4-6)をみると、純粋技術・総合効率いずれにおいても全11港パネルと非常によく似たパターンが現れる。

純粋技術効率モデルでは、ハードインフラのうちクレーン、タグボート、岸壁総延長はすべて負の係数を持ち、効率性を悪化させる方向に働いている。一方、バース数だけが約0.0014で正に有意となっており、モンバサ港においても同時接岸能力の拡張は純粋技術効率を改善している。他方、ソフトインフラ側では、単一窓口導入、オペレーションシステムいずれも正に有意であり、モンバサ港においてもソフトインフラ施策が純粋技術効率を押し上げていることが明瞭である。

総合効率モデルについても、ハードインフラは概ねマイナス、ソフトインフラはプラスという構図に変わりはない。11港パネルの場合と同様、クレーン数およびバース数の拡張と主要なソフト施策の導入・高度化が、モンバサ港における効率性改善に寄与している一方、タグボートの増強、岸壁の延長などは、効率性をむしろ押し下げる可能性がある。

## 第3項 含意の整理

以上の結果から、次のような点が示唆される。

(1) ハードインフラのみの拡張は効率性にマイナスに働くことが多い。クレーン、タグボート、岸壁総延長などの物理的な能力拡張は、例外的にバース数を除けば、総合・純粋技術効率のいずれに対しても負の影響を持つケースが多い。これは、ハードインフラ投資に

よって「処理容量の上限」や「受け入れ可能な船型」は拡張されるものの、その追加能力を十分なアウトプットに変換し切れない場合には、設備だけが増えてアウトプットが追いつかず、効率性スコアが低下することを意味する。過度な岸壁延長や深喫水化は、設備過多を通じて非効率を生むリスクがある。

(2) ソフトインフラの導入、高度化は概ね効率性を押し上げる。単一窓口、通関電子化、TOS といったソフトインフラ施策は、両効率指標のいずれにおいても、概ね正の効果を示した。とくに総合効率に対しては、単一窓口・通関電子システム・オペレーションシステムがかなり大きな正の影響を与えており、既存ハードの潜在能力を実際のアウトプットに返還できる可能性が高いと解釈できる。一方で、「その他の制度改革」は効率性に負の影響を与えることから、すべての改革が自動的に効率性を高めるわけではなく、その設計や運用次第では現場の混乱や手続きの重複を招きうることも示唆される。

(3) モンバサ港でも同様のパターンが確認される。モンバサ港だけを対象とした平均限界効果でも、ハードインフラの一部が効率性にマイナス、ソフトインフラ施策がプラスというパターンはほとんど一致していた。その他 10 港と同様に、ソフトインフラ施策はモンバサにおける効率性の改善に貢献している一方、ハードインフラの拡張は、効率スコアを押し下げている可能性がある。さらに、本章で示した DEA-Tobit 分析の結果は、モンバサ港で実施したフィールドワークから得られた知見とも整合的である。この調査では、通関手続きの実務フローや情報システムの運用実態、現場レベルでの調整メカニズムを確認したが、その中で明らかになったボトルネックの多くが、定量分析で示唆された「ハードの整備水準に比べて効率性が伸び悩む」というものと一致する。

これらを総合すると、モンバサ港および比較対象 11 港の現在の状況は、ハードインフラはすでに一定程度整備されているが、ソフトインフラの改善にはある程度の余地が残っており、そのポテンシャルを十分に引き出すプロセス側の調整が追いついていないと解釈できる。すでにモンバサでは、単一窓口、通関電子化、TOS といったソフトインフラが導入されているものの、課題としてあげられているシステム間の接続性不足や二重手続き、汚職やヒューマンエラーなどが依然として残存している。DEA-TOBIT 分析の結果は、この「ハードとソフトのミスマッチ」が効率性低下として統計的に表れていることを裏付けている。

こうしたフィールドワークで得られた具体的な観察結果については次章で詳述する。

## 第5章 フィールドワーク

### 第1節 調査の意義と概要

#### 第1項 調査の意義

既存の統計資料や政策報告書は、港湾の貨物取扱量、バース能力、設備投資、回廊整備計画など、制度設計と成果指標に基づくマクロ的な把握を主眼としている。これらはモンバサ港を含む東アフリカ地域の港湾発展を分析する上で重要な基礎を提供するが、同時に限界もある。それらが示すのは、あくまで制度整備と数値的成果という「外形」にすぎず、

制度が現場でどのように運用され、どのような判断や制約のもとで機能しているのかを十分に説明するものではない。

実際の港湾運営は、制度的に定義されたプロセスの背後で、日々の判断・調整・慣行といったミクロな運用層によって支えられている。したがって、制度の導入や改善が必ずしも効率性の上昇に直結しない背景を理解するためには、この現場層に踏み込む必要がある。

本研究のフィールドワークは、こうした既存資料の限界を補い、制度設計と実際の運用のあいだに存在する乖離を明らかにすることを目的として実施した。特に、第1章で述べたモンバサ港のソフトインフラが、制度上は高度化が進む一方で、現場での接続・連携面で十分に機能していない点に焦点を当てる。これらの制度が「どのように使われ」「どの段階で停滞し」「どのように現場の判断に影響しているか」を明らかにすることで、港湾効率性を制約する実際的要因を把握することを狙いとする。

## 第2項 調査の概要

本フィールドワークは、2025年8月25日から9月4日にかけて、ケニア共和国ナイロビおよびモンバサ港周辺で実施した。調査は主にインタビュー形式で行い、各機関の担当者や現場責任者から、①港湾情報システム(iCMS・TOS・KenTrade等)の実装状況、②通関・貨物処理プロセスの運用実態、③非公式取引の発生状況、④人員体制、⑤今後のモンバサ港に期待することの五点を中心に聞き取りを行った。

(図表 5-1) フィールドワークの調査対象一覧

企業名	企業区分	役割	事業内容
CFAO Kenya Limited	日系	実務運用	アフリカで港湾・物流インフラ事業に参画。
Consolidated Logistics Company (CLC)	現地	実務運用	港湾物流、通関、コンテナ保管などを担当。
IntraSpeed Hankyu Hanshin Express	日系	実務運用	国際物流・通関・倉庫サービスを提供。
Japan Cooperation Cooperation Agency Kenya Office	日系	制度設計	国際協力として港湾開発・運用改善を支援。
Kenya Ports Authority (KPA)	現地	制度設計	ケニア主要港の運営・管理を行う港湾公社。
Koei Africa Co.Ltd.-Kenya	日系	制度設計	港湾インフラの技術コンサルティングを実施。
MOL Logistics Holdings(Europe)B.Y.Nairobi Branch	日系	実務運用	海運事業に加え、ケニアで物流拠点を運営。
Nippon Express Europe GMBH Kenya Branch	日系	実務運用	国際・国内物流、フォワーディングを行う。
Nisomar Limited	現地	実務運用	船舶代理店業務と港湾データサービスを提供。

注：企業名は公式英語社名に基づきアルファベット順に配列。略称は正式名称に準拠して並べ替えた。なお、図表は各社ホームページより筆者作成

調査対象は、港湾運営や制度設計に関する公的機関と、実務運用に携わる民間企業の双方である(図表 5-1)。この構成により、政策の意図と現場の実態を対比的に把握できる体制を整えた。また、企業訪問時には港湾統計、運用マニュアル、現地配布資料などの一次文書やデータを参照し、発言内容との整合性を確認した。

次節では、これらの調査結果をもとに、モンバサ港の現場で認識されている課題を、電子化制度の運用、汚職の構造、人員配置の観点から整理する。

## 第2節 フィールドワークの内容

### 第1項 電子化制度の現場運用

第1章で論じたように、モンバサ港では通関手続きの電子化を目的とした TradeNet、港湾オペレーションを統合管理する TOS、貨物管理システムである iCMS といった複数の電子化システムが導入されている。これらは制度上、港湾業務の効率化と透明性向上を目的として設計されているが、現場での実際の運用状況を検証する必要がある。

まず、TradeNetについて、Intraspeedの担当者は「画面設計は改善され、操作は容易になったが、情報が他のシステムに自動的に反映されないため、その後の過程で同一情報を複数回入力している」と述べた。日本通運も同様に、「通関申告を完了しても、iCMS側で再入力が必要となる場合がある」と証言しており、TradeNetとiCMSの間でデータ連携が不十分であることが明らかになった。この接続不全は、二重手続きと作業負担の増加を引き起こしている。

次に、TOSについて、Intraspeedの担当者は「TAS機能はシステムとしては優れているが、現場では実際にはほとんど活用されておらず、港湾周辺は未だ大渋滞が発生している。」と証言している。TOSが本来の機能を発揮すれば、こうした物理的な移動や確認作業は不要となるはずであるが、実際にはシステムと現場作業が分離している。

他方で、システムの安定性については、Nisomorの担当者が「近年のシステム障害は限定的であり、致命的停止は少ない」と一定の評価を示している。

以上の証言から、モンバサ港の電子化システムは個別には技術的に優れた機能を備えているものの、システム間のデータ連携が不十分であり、情報の重複入力や紙媒体との併用を余儀なくされている実態が明らかになった。電子化の効果が十分に発揮されるためには、システム単体の性能向上だけでなく、制度間のインターフェース整備と運用体制の統合が不可欠であることが示唆される。

### 第2項 運用上の摩擦と非公式取引の残存

電子化制度の導入により、手続きの透明化・迅速化が期待されたが、ヒアリングでは依然として運用段階での非公式な調整や支払いが残存していることが確認された。Intraspeedは「システムが何らかの原因で停止すると、通関処理が紙ベースに戻り、その際に優先処理を求めるやり取りが発生する」と述べた。日本工営も同様に、「制度停止時には人手を介した処理が復活し、旧来の慣行が再出現する」と指摘している。

これらの証言から、電子化は制度上の不正防止を強化したものの、システムの稼働保証が不十分である限り、紙手続きや人的裁量が再発する構造が残存していると考えられる。透明性を担保するには、制度設計だけでなく、通信インフラと運用体制を含めた持続的稼働の保証が必要である。

### 第3項 港湾業務における人員不足

港湾運営における人的要素は依然として重要な課題である。KPAの担当者は「バース拡

張や取扱量の増大に対し、作業員と監督官の増員が追いついていない」と述べ、「一人が複数業務を兼務しており、交代制勤務が維持できていない」と指摘した。

一方で、日本通運の担当者は、「もし今あるシステムを100%生かすことができるのならば、港湾作業に必要な人員は20~30%削減できるだろう」と述べる。

第2章でも論じたように、モンバサ港の需要は今後ますます増加していくことが見込まれる。港湾作業員が不足しているという現状も踏まえれば、より強いシステム統合を達成し、港湾作業の効率化をすることが求められるだろう。

## 第6章 政策提言

### 第1節 PCSについて

#### 第1項 ソフトインフラの重要性とPCS導入の意義

第4章で行ったDEA-TOBIT分析の結果から、港湾の効率性に対しては、ハードインフラ整備よりもソフトインフラの導入がより強い影響を及ぼすことが実証的に確認された。特に、情報共有や手続きの電子化といったソフトインフラは、港湾運営の非効率要因である手続き遅延や重複入力を緩和し、全体の生産性を向上させる傾向が明らかとなった。これらの結果は、港湾における物理的容量の拡張よりも、情報流通と制度接続の改善が効率性向上の鍵を握ることを示唆している。したがって、本章では、こうした分析結果を踏まえ、港湾の情報基盤を統合的に整備する政策的方策として、Port Community System(PCS)の導入を提言する。

PCSとは、港湾運営に関与する公的および私的主体の間で、船舶、貨物、通関、検疫、物流に関する情報を中立かつ安全に共有するための電子的基盤である。国際PortCommunitySystems協会(International Port Community Systems Association: IPCSA)は、PCSを「中立かつオープンな電子プラットフォームで、公共および民間の関係者が安全かつ高度に情報を交換できるもの」と定義しており、港湾におけるデータ流通を単一の枠組みで統合することを目的としている(IPCSA, 2015)。また、世界銀行の共同報告書も、PCSを「多様な港湾関係者間の情報・データ交換を円滑にし、サプライチェーン全体の透明性と効率を向上させるデジタル基盤」と位置づけている(World Bank, 2023)。

#### 第2項 PCSの機能体系と成熟度の差異

PCSの機能は、どの港湾でも基本的な構造は共通している。すなわち、(1)船舶管理、(2)貨物情報管理、(3)通関・検査管理、(4)料金・課金管理、(5)情報分析・レポート機能の5つが核となる。これらは港湾のデジタル運営に不可欠な共通機能群であり、いずれの港湾においてもPCS導入の際にはこの体系に沿ってモジュール化される(World Bank/IAPH, 2023)。港湾ごとの差異は、機能そのものの有無ではなく、実装の深度と自動化の範囲にある。すなわち、どの港湾も同様の機能体系を備えるが、その運用段階に応じて成熟度が異なる。高所得国の港湾では、PCSが港湾運営の中核に位置づけられ、AIによ

るバース割当の最適化、リアルタイム貨物追跡、電子決済の自動承認など、システム全体が高水準に統合されている。シンガポール港では PortNet が AI を活用して港湾全体をデジタルツイン上で可視化しており、運営情報の共有と作業順序の自動調整を同時に実行している (World Bank, 2023)。

一方で、低中所得国では、同じ機能体系を保ちながらも、基礎的機能の段階にとどまる場合が多い。各港湾は自国の制度的・財政的制約、取扱貨物量、及び貿易構造に応じて、段階的に機能を深化・拡張していくことが求められる。

### 第3項 モンバサ港における既存ソフトインフラと PCS の関係

モンバサ港のシステムを用いて、既存ソフトインフラと PCS の関係を考えてみると、TradeNet は貿易関連の行政手続をオンライン化する国家単一窓口として機能しているが、その統合範囲は通関申請・検査・認可といった政府機関間のやり取りに限定されている。iCMS は貨物単位の通関処理を自動化する税関基幹システムであり、また TOS や TAS は港湾側で船舶入出港やヤード作業、ゲート通過を管理する運用システムである。これら三つはいずれも個別には稼働しているものの、データベースやイベント履歴の共有がなされておらず、貨物情報の流れは手続の段階ごとに分断されている。したがって、モンバサ港の現状は、電子化が進んでいるにもかかわらず、行政・通関・港内運営の各システムが縦割りで存在している状態にある。PCS は、こうした既存システムの上位層に位置し、それぞれの情報を共通データ辞書に基づいて同期させる「統合ハブ」として機能することが期待されている。すなわち、PCS は新しいシステムを追加構築するものではなく、既存の TradeNet、iCMS、TOS を相互接続し、同一貨物情報を单一の識別子で連続的に追跡可能にする仕組みである。この統合により、通関許可から船積み、搬出までの一連のプロセスをリアルタイムに可視化できるようになり、重複入力や非同期処理による遅延が根本的に解消されると考えられる。

### 第2節 ジブチ港における PCS 導入の事例

#### 第1項 導入の背景と経緯

ここでは、アフリカ地域における PCS 導入の先行事例として、ジブチ港の Djibuti Port Community System(DPCS)を取り上げる。ジブチ港は紅海とインド洋を結ぶ戦略的な中継拠点に位置し、エチオピアをはじめとする内陸国の物流ゲートウェイとして機能している。DPCS が導入された背景として、近年、ジブチ港では貨物取扱量の増加に伴い、輸出入関連手続において複数の行政機関や民間事業者の間で情報が分断され、紙媒体に依存した非効率な手續が多数存在していた。その結果、船舶の入港手続に数日を要するなど、業務の遅延やコスト増加が生じていた。とくに、税関、港湾オペレーター、船会社、フォワーダー間で情報のリアルタイムな共有が行われておらず、書類の提出や申請が重複するケースが常態化していた。こうした現状を踏まえ、ジブチ政府は貿易関連手続の電子化と情報の一元化を進める必要性を認識し、2017 年に Port Community System(DPCS)構築プロジェクトを開始した。

プロジェクトにおいては、シンガポールの IT 企業 CrimsonLogic 社が技術提供者として

選定され、プラットフォームの設計と構築に関与した。また、世界銀行(World Bank)は、制度設計の参考事例としてこの取り組みを国際的な事例研究に取り上げており、ジブチ政府のデジタル貿易推進に対する技術的・制度的支援も行っている。このような体制の中で、2018年にはシステムの運用が開始され、港湾・物流関連機関との段階的な接続が進んだ(World Bank, 2023)。

## 第2項 システム構成と機能の特徴

DPCSは、前節で述べたPCSの5つの基本機能体系を備え、港湾、税関、フリーポート、船会社などの主要主体を一つの電子プラットフォーム上で結ぶことを目的として設計されている。(World Bank, 2023)。とりわけ、税関システムである「ASYCUDA」との統合により、税関データと港湾オペレーション情報が自動的に同期され、通関許可から搬出・積み込みまでのプロセスを一貫して追跡できるようになった。さらに、港湾運営会社やターミナル事業者の既存システムとも電子データ交換によって接続され、港湾内でのデータの一元化が進められている。また、五つの銀行がオンライン決済機能に参加し、電子的な料金支払いが可能となった点も特筆される。一方で、DPCSは欧州の高機能型PCSのようにAIによる予測分析や自動最適化アルゴリズムを搭載しておらず、情報統合の範囲は港湾運営・通関・物流業者を中心とする中間統合型モデルにとどまっている。それでも、従来分断されていた情報を単一のプラットフォームに集約し、データ共有の標準化とリアルタイム性を高めた点は、発展途上国の港湾における実装可能なモデルとして高く評価されている(World Bank, 2023)。

## 第3項 導入効果と政策的示唆

DPCS導入後、従来は紙書類によって実施されていた港湾証明書発行、請求書処理、乗員名簿の提出などの手続が電子化された。これにより、船会社代理店が港湾施設を訪問する必要がなくなり、移動や手續に伴う時間的・金銭的コストの削減が実現した。それと同時に、配送指示と輸送指示が同一システム上で連携するようになり、ターミナルオペレーターは貨物配送計画をより精緻に立案できるようになったと報告されている。(DPCS, 2019)

一方で、こうした評価の多くは現場報告や定性的分析に基づくものであり、DPCS導入が港湾全体の運営効率にどの程度寄与したかについては、統計的な検証が十分には行われていない。そのため、PCS導入の政策的効果をより厳密に把握するためには、導入前後の港湾運営データを用いた実証分析が必要である。

次節では、ジブチ港でのDPCS導入を一つの処置事例(treatment)として位置づけ、港湾効率性への影響を差の差(Difference-in-Differences: DiD)分析によって定量的に検証する。これにより、PCS導入が港湾運営に与えた実質的な効果を、他港との比較を通じて明らかにすることを目的とする。第3節 DID分析に基づくPCS導入効果の検証

## 第2節 DID分析に基づくPCS導入効果の検証

### 第1項 分析目的と背景

本研究では、ジブチ港におけるPCSの導入を、他港では未導入であったという外生的な

制度変化として捉え、港湾の運用効率に対する因果的影響を DID によって推定する。PCS は、物理的な港湾能力を拡張することなく、情報の共有化や手続きの標準化を通じて業務プロセスを統合し、情報遅延や重複作業といった非効率を削減する仕組みである。そのため、投入資源の節約を通じて技術効率を向上させる効果が期待される。

分析に用いる被説明変数は、第 5 章で算出した DEA に基づく投入志向効率スコアである。DEA の理論的枠組みについては前章で詳述したが、ここでは「産出を一定としたときに、投入をどれだけ効率的に減らせるか」を測る指標として位置づける。特に本研究は、港湾運営における投入削減型の効率改善という視点に焦点を当てており、PCS 導入がこの側面に与える影響を実証的に検証する。すなわち、本章の分析は DEA モデルの説明ではなく、その成果を政策介入の効果測定ツールとして応用する段階に当たる。

## 第 2 項 推定モデルと識別戦略

分析に用いる DID モデルは次式で表される。

$$y_{pt} = \alpha_p + \delta_t + \beta D_{pt} + \gamma' X_{pt} + \varepsilon_{pt} \quad \text{式(7)}$$

ここで、 $y_{pt}$  は港  $p$ ・年  $t$  における入力志向 DEA スコアである。 $\alpha_p$  は港固定効果であり、地理的位置や初期設備水準などの時不变の港湾特性を制御する。 $\delta_t$  は年固定効果で、燃料価格の変動や世界貿易の景気循環といった共通ショックを除去する。 $D_{pt}$  は PCS 導入ダミーであり、PCS が導入された年以降のジブチ港について 1、それ以前および PCS 未導入港については 0 と定義する。誤差項  $\varepsilon_{pt}$  は年次でクラスタ化したロバスト分散推定量によって補正した。 $\gamma' X_{pt}$  は、共変量ベクトル  $X_{pt}$  (同時期に進行した他の制度・設備改革や年次に変化し得る港固有の要因をまとめたもの) と、係数ベクトル  $\gamma'$  の転置  $\gamma'$  との内積である。具体例として、各港の Single Window/税関システム (ESWS・NSW・iCMS 等)、港内 ICT (TOS・IPMS・JOC 等)、新バース供用・増深・クレーン更新、鉄道接続などを、導入年以降=1 となるステップ(段階)ダミーやレベル変数として右辺に投入する。これにより、PCS と同時並行の改革による交絡を抑え、 $\beta$  のバイアスを回避しつつ推定精度を高める。なお、後決定性を避けるため、アウトカムに内生的に決まる量は含めない。

本推定で注目する係数は  $\beta$  であり、これは導入前後のジブチ港と対照港の変化の差として、PCS の平均処置効果 (ATT) を表す。DEA スコアは [0, 1] に正規化されているため、 $\beta$  はパーセント・ポイントの差として解釈できる。

この枠組みは、港湾の観測不可能な特性が時間的に一定である限り、PCS 導入前後の変化を対照港の変化と比較することで、PCS 導入の平均処置効果を識別できる (Angrist & Pischke, 2009)。平行トレンド仮定の妥当性は、導入前のトレンドの可視化やリード(導入前年)ダミーの検定で確認した。また、同時期の他制度・設備改革による搅乱を避けるため、年固定効果に加えて必要に応じて他港イベント・ダミーや共変量を右辺に投入する。

### 第3項 制御変数の設計と採用理由

PCS 効果を厳密に識別するには、同時期に各港で進行した他の「ハードインフラ/ソフトインフラ」改革を明示的に制御する必要がある。なぜなら、これらのイベントが DEA 効率スコアに独立の影響を与える可能性があるためである。

本研究では、各港での主要な政策・設備イベント<sup>18</sup>をステップ関数型ダミー<sup>19</sup>として作成し、式(5)の制御変数ベクトル Xpt に同時投入した。

すなわち、これらの変数群は、PCS 効果を「同時代的な港湾改革トレンド」から分離し、PCS 特有の制度的衝撃の影響を明確化するために不可欠である。

### 第4項 推定結果と考察

(図表 6-1) DEA-DID 分析の結果

変数	BCC入力志向	CCR入力志向
did_pcs	-0.049 -0.066	0.096* -0.034
Constant	0.967* -0.007	0.732* -0.022
観測数	205	205
調整済みR <sup>2</sup> 乗値	0.895	0.88
港固定効果	Yes	Yes
年固定効果	Yes	Yes
標準誤差	年ごとにクラスタ化	年ごとにクラスタ化
括弧内にロバスト標準誤差		
* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01		

(筆者作成)

(図表 6-1)の推定結果によれば、入力志向 CCR モデルでは、PCS の導入を示すダミー変数の係数が 0.096 (SE=0.034) と推定され、10%水準で統計的に有意であった。これは PCS 導入後、港湾の入力志向・総合技術効率が約 9.6%改善したことを意味する。推定には港固定効果と年固定効果を含め、標準誤差は年単位でクラスタ・ロバストに算出している（観測数=205、Adj. R<sup>2</sup>=0.88）。表には主要係数のみを報告し、統制変数と固定効果の係数は紙幅の都合上省略したが、いずれの仕様でも統制変数はすべて含めており、完全な係数一覧は付録 B に掲載している。

一方、入力志向 BCC モデルでは、PCS 導入ダミーの係数は-0.049 (SE=0.066) と推定され、有意な効果は確認されなかった。すなわち、PCS は短期的には運用プロセスの調整や

<sup>18</sup> 紙幅の関係上、イベントダミーは付録 B に掲載する。

<sup>19</sup> ある施策（例：PCS 導入）の採用年を境に 0→1 へ恒久的に切り替わる二値変数である。導入前年まで 0、導入年以降は 1 とし、水準シフト（恒久的な平均差）を識別する目的で推定式に投入する。

情報連携の改善を通じて総合的な入力効率を押し上げるもの、その効果が純粋技術効率の単独の改善として明確に識別される段階には至っていないと解釈できる。

この結果は、Cheon (2010) が指摘する「制度改革が運用効率を押し上げるメカニズム」に整合的である。DEA の入力志向の文脈では、PCS による情報統合や待機・手戻りの削減は「不要な投入 (slack) の縮小」として現れ、結果として純粋技術効率および総合技術効率の向上に帰着する (Banker et al., 1984)。

## 第 5 項 理論的示唆と政策的応用

DID の枠組みにおいて港固定効果と年固定効果を導入しているため、本分析の推定値は、港湾固有の時不变要因および世界的ショックを除いたうえで、PCS 稼働に伴う制度的ショックの純粋効果を捉える。したがって、ここで得られた正の効果は、PCS という情報基盤改革が、ジブチのような低中所得国の港湾においても、短期的な運用効率の改善をもたらし得ることを示す。

さらに、この結果は港湾ガバナンス研究の理論的蓄積に対しても新たな視角を与える。本研究は「情報統合という制度設計の質」が運用効率を決定する重要な要素であることを実証的に示した。

## 第 4 節 モンバサ港における PCS 導入の展望

### 第 1 項 モンバサ港とジブチ港の構造的類似性と導入の意義

前節の DEA 分析により、ジブチ港における DPCS 導入が港湾運営の効率性を定量的に向上させたことが明らかになった。本項では、モンバサ港と PCS 導入以前のジブチ港の構造的類似性を検討し、同様の効果がモンバサ港でも期待できるかどうかを論じる。

両港の共通点を考えてみると、①地理的構造、②制度構造、③発展過程の三つに整理できる。

第一に、地理的な共通性である。両港とも複数の内陸国にとって国際貿易の主要な玄関口となっており、地域経済を結ぶ戦略的拠点として機能している。モンバサ港の背後には Northern Corridor、ジブチ港の背後には Djibouti-Addis Corridor<sup>20</sup>という陸上輸送回廊が形成され、港湾を起点とする物流ネットワークが国境を越えて広がっている。このような地理的条件において、港湾の効率性は自国だけでなく、地域全体の物流の信頼性を決める重要な要素となっている。

第二に、制度的な共通性である。PCS 導入前のジブチ港では、税関、港湾当局、物流事業者がそれぞれ別々の情報システムを使用しており、情報が分断されていた。現在のモンバサ港も同様の状況にある。貿易関連の KenTrade、税関の iCMS、港湾運営の TOS などが別々に稼働しており、システム間の連携が不十分である。その結果、同じ貨物の情報を複数の機関が別々に処理することになり、手続きの遅延や確認作業の重複が発生している。

---

<sup>20</sup> ジブチ港とエチオピア首都アディスアベバを結ぶ同国最大の国際貿易回廊で、幹線道路網と エチオピア-ジブチ標準軌鉄道（2018 年営業）を中心とする物流ルートである。

両港とも、電子化は進んでいるものの、システム間の統合ができていないという課題を抱えていた、あるいは抱えている。

第三に、発展過程の共通性である。両港とも2000年代以降の貨物量増加に対応するため、バースの拡張や道路整備といった物理的なインフラ整備を優先してきた。一方で、情報システムの整備は後回しにされ、施設の拡張に比べて情報処理体制の近代化が遅れた。その結果、港湾全体の運営効率が十分に向上していない。このような「施設は拡張したが情報システムが追いついていない」という状況は、発展途上地域の港湾に共通して見られる課題である。

以上の三点から、モンバサ港が現在抱える構造的状況は、PCS導入前のジブチ港と極めて類似している。DEA分析で定量的に示されたように、ジブチ港はDPCS導入によって行政・通関・港湾運営を統合し、情報の分断を解消することで効率性を大幅に向上させた。モンバサ港も同様の構造的課題を抱えていることから、PCS導入は制度的な分断を解消し、ジブチ港と同様に港湾運営の効率性を向上させる効果が期待できる。

## 第2項 技術的・財政的障壁と国際支援の必要性

前項で示したように、モンバサ港はPCS導入前のジブチ港と構造的に類似しており、DEA分析で明らかになったような効率性向上の効果が期待できる。しかし、自国単独での実装には高いハードルが存在する。PCSは単なる電子申請システムではなく、港湾を構成する多主体(行政機関、港湾公社、通関当局、民間事業者)を包括的に結び付ける情報連携基盤であり、技術・財政の両面で複雑な調整を要する。

第一に、技術的制約である。PCSの導入には、既存システム間を相互接続するための技術設計や共通データ基盤の構築、リアルタイム通信を可能にするサーバー環境の整備が不可欠である。モンバサ港では、KenTrade、iCMS、TOSがそれぞれ異なる設計思想で構築されており、現行システムを横断的に統合するには高度な情報通信技術が必要となる。ジブチ港のDPCSでは、シンガポールのCrimsonLogic社が技術設計を担当し、既存の税関システムとの統合やリアルタイム貨物追跡機能を実装した。モンバサ港においても、同様の専門企業による外部技術協力を導入初期段階で取り入れることが望ましい。

第二に、財政的制約である。PCSの構築・運用には多額の初期投資が必要であり、サーバー・通信網・人材育成を含めたトータルコストは港湾単体で負担できる規模を超える。実際に、ジブチ港のDPCSプロジェクトの総費用は約500万米ドルと推定されており、長期的な資金供給体制の確保が重要であることが示されている。この事例が示すように、低中所得国ではPCS導入を自国予算の範囲内で完結させることは現実的でなく、国際的な資金支援による体制が不可欠である。

これら技術と財政の両面での支援は相互に補完的であり、いずれか一方を欠いてもPCSの導入と運用は安定的に機能しない。技術的支援が財政支援の有効性を担保し、財政支援が技術導入を可能にするという循環構造のもとで、両要素を段階的かつ統合的に整備することが重要である。したがって、モンバサ港におけるPCS導入は、技術協力と資金援助を包括的に組み合わせることによって、初めて実効性をもつ政策として実現される

## 第 5 節 日本の支援可能性および支援実施の政策的意義

### 第 1 項 日本が有する二層支援の実践的基盤

日本は、港湾情報化および貿易手続の電子化において長年の経験と豊富な支援実績を有しており、モンバサにおける PCS の導入を支える技術的支援と財政的支援の両面で包括的な能力を備えている。

第一に、技術的支援である。日本は情報通信技術(ICT)分野で高い国際競争力を持ち、港湾分野でも電子データ交換(EDI)や API 連携設計に関する専門的ノウハウを確立している。代表的な事例が、JICA が主導したインドネシアのタンジュン・プリオク港での支援プロジェクト「The Project on Port EDI Enhancement Strategy in the Republic of Indonesia」である(JICA, 2019)。同プロジェクトでは、インドネシアの PCS である「INAPORTNET<sup>21</sup>」を開発し、手続時間を平均 40%短縮、通関・船積みデータの一元管理を実現した。この過程で、日本側専門家は API 設計、データ標準化、運用マニュアル整備を支援し、PCS に準じた港湾情報基盤の構築を実現している。

第二に、財政的支援である。日本は開発金融の分野でも長い実績を有し、JICA や国際協力銀行(JBIC)を通じて、港湾分野の無償資金協力・円借款・技術協力を組み合わせた複合支援スキームを展開している。インドネシア案件においても、JICA が事業実施費用の約 80%を技術協力および円借款の形で負担しており、残余を現地政府が拠出する形で持続的な運用体制を確立した(JICA, 2019)。このような「技術と資金を一体化した支援モデル」は、PCS のように長期的運用を前提とする事業において極めて有効である。

以上のように、日本は PCS 導入に必要な技術的知見と財政供給力を相互補完的に提供できる基盤をすでに有している。したがって、モンバサ港においても、既存の支援スキームを転用・応用することにより、導入から運用までを包括的に支援することが十分に可能である。

### 第 2 項 PCS 支援がもたらす日本への政策的メリット

日本がモンバサ港をはじめとするアフリカ港湾に対して PCS 導入を支援することは、単なる技術協力にとどまらず、日本の経済的関与と国際的役割拡大の両面において意義を有している。

第一に、港湾の効率化を通じて、日本企業がアフリカ市場に進出しやすい環境を整えることができる。港湾の混雑や情報分断は、現地の物流コストを押し上げ、企業活動の大きな障壁となっている。PCS の導入によって手続きが簡素化され、貨物の動きがより透明で予測可能になれば、製造業や商社を中心とする日本企業が安定した供給網を構築しやすくなる。港湾を「不確実性の高い現場」から「信頼できる中継拠点」へと転換することは、

---

<sup>21</sup> INAPORTNET は、インドネシア運輸省が港湾手続のオンライン一元化を目的に運用する Port Community System で、入出港申請、バース割当、タグ・パイロット手配、料金決済等を単一プラットフォーム上で処理する仕組み

日本の対アフリカ投資を促す土台づくりとなる。

第二に、モンバサ港での支援経験は、他の港湾にも応用可能な「モデル」として機能する。現在、東アフリカではタンザニアのダルエスサラーム港やナイジェリアのレッキ港などでも PCS 導入の検討が進められている。モンバサ港で蓄積された知見を活かすことで、日本はこうした他港の整備にも柔軟に対応できる体制を築くことができる。つまり、ひとつの港湾支援が連鎖的に波及し、地域全体の港湾ネットワーク形成に寄与することが期待される。

このように、PCS 支援は、アフリカの港湾の近代化と同時に、日本企業の活動基盤を広げる契機ともなる。港湾という共通のインフラを通じて経済と協力の両輪を動かすことができる点にこそ、その政策的な価値があるといえる。

### 第3項 政策提言のまとめ

本章では、前章での DEA-Tobit 分析を踏まえ、港湾効率化の方策として PCS の導入を提言した。PCS は、港湾に関わる行政・税関・港湾運営・物流事業者など、複数の主体を横断的に接続する情報基盤であり、ハードインフラ拡張に依存せず運用効率を高める制度的枠組みとして機能する。

ジブチ港の DPCS 事例および DEA-DID 分析の結果から、PCS 導入は港湾の効率性を向上させ、情報の分断や重複処理といった非効率の根本的な解消に寄与することが確認された。また、モンバサ港はその制度構造において DPCS 導入前のジブチ港と類似しており、同様の効率化効果を得られる可能性が高い。

もっとも、PCS の実装には高度な技術的調整と多額の初期投資を要するため、自国単独での導入には限界がある。そのため、国際協力を通じた外部支援、とりわけ日本による二層的支援（技術・財政両面）の活用が不可欠であることを指摘した。日本が有する港湾情報化支援の経験は、モンバサ港のみならず、アフリカ地域全体の港湾デジタル化を牽引するモデルとして応用可能である。

以上の検討から、PCS 導入は港湾効率化における核心的政策手段であり、その実現に向けた国際的枠組みの構築が今後の課題である。次章では、本研究全体を総括し、今後の研究および政策への展望について述べる。

## 第7章 おわりに

本稿では、ケニア・モンバサ港を事例に、港湾効率化の要因を分析し、実証結果と現地調査を踏まえて政策提言を行った。研究の目的は、港湾の非効率がどこに起因するのかを明らかにし、その改善に資する制度設計を示すことであった。分析の結果、モンバサ港の課題は設備不足よりも、情報の分断や制度運用の不統一にあることが明確となった。

この結果を踏まえ、本稿は PCS の導入を港湾効率化の中核的手段として提案した。PCS は、行政機関・港湾公社・通関当局・民間事業者をつなぐ共通情報基盤として機能し、手続きの簡素化、重複入力の削減、そして貨物情報の一元管理を可能にする。制度と運用を両輪

で整備することにより、港湾の透明性と予測可能性を高め、待機時間や業務コストを着実に削減できると考えられる。

さらに、日本がモンバサ港をはじめとするアフリカ港湾に対して PCS 導入を支援することは、単なる技術協力にとどまらず、制度運用の改善を通じた持続的な開発支援のモデルとなる。これは、地域の物流効率を高めると同時に、日本の国際的役割と経済的関与を拡大する政策的意義をもつ。

今後は、PCS 導入後の運用実績を踏まえた効果検証を進め、港湾間・回廊間を含む広域的な制度統合を視野に入れることが求められる。本研究で得られた知見が、東アフリカの港湾運営の改善と、持続可能な国際協力政策の形成に資することを期待して結びとする。

本研究の執筆にあたり、現地フィールドワークでインタビューにご協力くださった企業・機関の皆様に、心より感謝の意を表する。

# 参考文献

- Al-Eraqi, Ahmed Salem, Adil Mustafa and Ahamad Tajudin Khader (2008)" Efficiency of Middle Eastern and East African Seaports: Application of DEA Using Window Analysis," *European Journal of Scientific Research*, 23(4):1450–1466. ([https://www.researchgate.net/publication/230554337\\_Efficiency\\_of\\_Middle\\_Eastern\\_and\\_East\\_African\\_Seaports\\_Application\\_of DEA\\_Using\\_Window\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/230554337_Efficiency_of_Middle_Eastern_and_East_African_Seaports_Application_of DEA_Using_Window_Analysis))
- Angrist, Joshua D. and Jörn-Steffen Pischke (2009)" *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*, Princeton University Press, " (<https://www.dsecoaching.com/pdf/2008%20Angrist%20Pischke%20MostlyHarmlessEconometrics.pdf>)
- Angrist, J. D. and J. S. Pischke. (2009)" Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion," Princeton University Press
- Banker, R. D. and A. Charnes, W. W. Cooper. (1984)" Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, 30(9), pp. 1078–1–92.
- Banker, R. D. (1984)" Estimating most productive scale size using data envelopment analysis," *European Journal of Operational Research*, 17(1), pp. 35–44.
- Bureau of Customs (2019) "Customs Administrative Order No. 12-2019: Transshipment of Goods," Department of Finance, Republic of the Philippines( [https://customs.gov.ph/wp-content/uploads/2023/01/cao-12-2019-Transshipment\\_of\\_Goods.pdf](https://customs.gov.ph/wp-content/uploads/2023/01/cao-12-2019-Transshipment_of_Goods.pdf)), 2025/5/25 データ取得
- Charnes, A. and W. W. Cooper, E. Rhodes. (1978)" Measuring the efficiency of decision making units," *European Journal of Operational Research*, 2(6), pp. 429–444.
- Cheon, S., D. E. Dowall, & D.-W. Song. (2010) "Evaluating Impacts of Institutional Reforms on Port Efficiency Changes: Ownership, Corporate Structure, and Total Factor Productivity Changes of World Container Ports," *Transportation Research Part E*, 46(4), pp. 546–561.
- Cheon, S., D. E. Dowall and D.W. Song. (2010)" Evaluating impacts of institutional reforms on port efficiency changes: Ownership, corporate structure, and total factor productivity changes of world container ports," *Transportation Research Part E*, 46(4) pp. 546–561

Chung, K. C. (1993) "Port Performance Indicators," Washington D.C.: The World Bank, (<https://documents1.worldbank.org/curated/en/303501468337289364/pdf/81609OBRI0Infr00Box379840B00PUBLIC0.pdf>)

Dublin Port Company (2020) "MP2 Project: A Description of Operations in Dublin Port," Dublin Port Company (<https://dublinportmp2foreshoreconsent.ie/wp-content/uploads/2020/07/3-AppB-Description-of-Port-Operations.pdf>), 2025/9/28 データ取得

East African Community(2002) "The Treaty for the Establishment of the East African Community, Arusha: East African Community," ([https://www.eala.org/uploads/The\\_Treaty\\_for\\_the\\_Establishment\\_of\\_the\\_East\\_Africa\\_Community\\_2006\\_1999.pdf](https://www.eala.org/uploads/The_Treaty_for_the_Establishment_of_the_East_Africa_Community_2006_1999.pdf)), 2025/9/22 データ取得

Gani, A. (2017) "The Logistics Performance Effect in International Trade," The Asian Journal of Shipping and Logistics, 33(4), pp. 279–288.

Hausman, Warren, Hau L. Lee, and Subramanian, Uma (2013) "The Impact of Logistics Performance on Trade" *Production and Operations Management*, 22(2): 236–252, DOI:10.1111/j.1937-5956.2011.01312.x ([https://www.researchgate.net/publication/264483671\\_The\\_Impact\\_of\\_Logistics\\_Performance\\_on\\_Trade](https://www.researchgate.net/publication/264483671_The_Impact_of_Logistics_Performance_on_Trade))

ISCOS SECRETARIAT(2025) "A Review of Factors Associated with Seamless Flow of International Trade through Terminals: A Case of Dar es Salaam and Mombasa Ports," ([Review-of-Factors-associated-with-Seamless-Flow-of-International-Trade-through-Terminals-Mombasa-Dar-es-Salaam1.pdf](https://www.iscos-secretariat.org/Review-of-Factors-associated-with-Seamless-Flow-of-International-Trade-through-Terminals-Mombasa-Dar-es-Salaam1.pdf)), 2025/9/30 データ取得

JETRO(2024) "日本企業のアフリカへの進出動向、拠点数は増加傾向," ([日本企業のアフリカへの進出動向、拠点数は増加傾向 | アフリカでのビジネス事例 - 特集 - 地域・分析レポート - 海外ビジネス情報 - ジェトロ](https://www.jetro.go.jp/jetweb/industry/region/african/report/)), 2025/5/8 データ取得

Ji, Y., C. Lee. (2010) "Data envelopment analysis," The Stata Journal, 10(2), pp. 267–280.

JICA magazine(2022) 「国境を超える回廊開発で発展」 ([https://jicamagazine.jica.go.jp/article/?id=202206\\_4f](https://jicamagazine.jica.go.jp/article/?id=202206_4f)), 2025/10/22 データ取得

KenTrade(2020) "Strategic Plan 2020/21–2022/23," (<https://www.kentrade.go.ke/wp-content/uploads/2020/10/Kentrade-Strategic-Plan-2020-2023-Final.pdf>), 2025/9/28 データ取得

KenTrade (2022) "Our Journey The KenTrade Story," ([https://www.kentrade.go.ke/wp-content/uploads/2022/10/KenTrade-Memoir\\_v1.6\\_Screen-2\\_compressed.pdf](https://www.kentrade.go.ke/wp-content/uploads/2022/10/KenTrade-Memoir_v1.6_Screen-2_compressed.pdf)),  
2025/10/21 データ取得

Kenya National Highways Authority (2014) *Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) Report: Dualling of Mombasa-Mariakani (A109) Road*, Nairobi: Kenya National Highways Authority (<https://www.eib.org/attachments/registers/57406119.pdf>), 2025/10/22  
データ取得

Kenya Railways (2024) "Kenya Railways Strategic Plan 2023/2024-2027/2028," (<https://krc.co.ke/wp-content/uploads/2024/06/KR-STRATEGIC-PLAN-2022-2027-FINAL2.pdf>), 2025/9/28 データ取得

Kenya Revenue Authority (2022) "KPA Annual Report and Financial Statements," ([https://newsite.treasury.go.ke/sites/default/files/financial%20statements/Kenya-Ports-Authority-2021\\_2022.pdf](https://newsite.treasury.go.ke/sites/default/files/financial%20statements/Kenya-Ports-Authority-2021_2022.pdf)), 2025/9/28 データ取得

Kenya Vision 2030 Delivery Secretariat (2024) "Kenya Vision 2030 Scorecard 2007-2024, Government of Kenya," ([https://vision2030.go.ke/wp-content/uploads/2025/10/Scorecard-FY-2024\\_25.pdf](https://vision2030.go.ke/wp-content/uploads/2025/10/Scorecard-FY-2024_25.pdf)), 2025/10/24 データ取得

Kunambi, M. M., H. Zheng. (2024) "Contextual Comparative Analysis of Dar es Salaam and Mombasa Port Performance by Using a Hybrid DEA Analysis (CVA) Model," Logistics, 8(2).

Maritime Administration (2008) "Glossary of Shipping Terms, U.S. Department of Transportation," (<https://www.maritime.dot.gov/sites/marad.dot.gov/files/docs/resources/3686/glossaryfinal.pdf>), 2025/10/11 データ取得

Matekenya, W., B. Siyanda. (2025) "Technical efficiency of Southern African Customs Union ports: a data envelopment analysis approach," Journal of Shipping and Trade, 10(19).

Ministry of Energy and Petroleum (2023) "Strategic Plan 2023-2027, Government of Kenya," (<https://energy.go.ke/sites/default/files/KAWI/strategicplan/MoE%26P%20Final%20Draft%20Strategic%20Plan%202023-2027.pdf>), 2025/9/17 データ取得

Muli, Carolyn Mueni (2018) "Factors Influencing Container Terminals Efficiency in Kenya: A Case of Mombasa Port," Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (<https://ikesra.kra.go.ke/server/api/core/bitstreams/799c82a9-63c7-418b-8bd2-3a2593af5a14/content>)

Ndambuki, Lucy Mbula (2018) "Factors Affecting Clearance of Imported Goods at the Port of Mombasa," Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (<https://ikesra.kra.go.ke/server/api/core/bitstreams/1b808d5c-22e2-42cd-ac8a-20210b3340e2/content>)

Niavis, Spyros and Theodore Tsekeris (2012) "Ranking and causes of inefficiency of container seaports in South-Eastern Europe," *European Transport Research Review* 4(4), pp. 235-244. (<https://doi.org/10.1007/s12544-012-0080-y>)

Northern Corridor and Transport Coordination Authority (2020) "A new Terminal Operating System to boost Port Efficiency," (<https://www.ttcanc.org/new-terminal-operating-system-boost-port-efficiency>), 2025/10/21 データ取得

Northern Corridor Transit And Transport Coordination Authority (2022) "Annual Transport Observatory Report 2021," (<https://www.ttcanc.org/sites/default/files/2023-01/The%20Northern%20Corridor%20Annual%20Transport%20Observatory%20Report%20Issue%20No-1.pdf>), 2025/7/28 データ取得

Northern Corridor Transit and Transport Coordination Authority (2007) "Northern Corridor Transit and Transport Agreement," (<https://www.ttcanc.org/sites/default/files/2022-11/The%20Northern%20Corridor%20Transit%20Agreement.pdf>), 2025/5/25 データ取得

Northern Corridor Transit and Transport Coordination Authority (2020) "Report of the Survey of Naivasha Inland Container Depot," (<https://www.ttcanc.org/sites/default/files/2023-01/Report%20of%20the%20Survey%20of%20the%20Naivasha%20Inland%20Container%20Depot%20%28English%29.pdf>), 2025/9/28 データ取得

Northern Corridor Transport Observatory (2024) "2024 Performance Report," ([https://top.ttcanc.org/uploads/attachments/cmc8vgxa41ro3m9oad2oqch1w\\_en-20th-edition-northern-corridor-transport-observatory-report.pdf](https://top.ttcanc.org/uploads/attachments/cmc8vgxa41ro3m9oad2oqch1w_en-20th-edition-northern-corridor-transport-observatory-report.pdf)), 2025/5/25 データ取得

Ogoliah, K., David F Amakobe and Kingsford Rucha (2023) "Analogy of Glass and Straw: Understanding the Structure and Functions of Mombasa Port in East Africa's Transportation Networks," ([https://www.researchgate.net/publication/374912377\\_Analogy\\_of\\_Glass\\_and\\_Straw\\_Understanding\\_the\\_Structure\\_and\\_Functions\\_of\\_Mombasa\\_Port\\_in\\_East\\_Africa's\\_Transportation\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/374912377_Analogy_of_Glass_and_Straw_Understanding_the_Structure_and_Functions_of_Mombasa_Port_in_East_Africa's_Transportation_Networks))

Tsagkaris, P. and T. P. Moschovou(2025)" The Impact of Automation on the Efficiency of Port container Terminals," Future Transp., 5(155)

Turner, H., R. Windle and M. Dresner. (2004)" North American containerport productivity: 1984-1997," Transportation Research Part E, 40, pp. 339-356

World Bank (2023) "Djibouti Port Community Systems (DPCS)," (<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099100324110049720/pdf/P176587-d74ced2b-ada2-4759-8588-13d850389b9f.pdf>), 2025/10/21 データ取得

World Bank Group(2025)" The Container Port Performance Index 2020 to 2024," (<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/695e8bdc-eb9a-439a-a8d5-228593831ce8/content>), , 2025/10/3 データ取得

World Bank(2017) *Project Appraisal Document on a Proposed Scale Up Facility Credit in the Amount of US\$345 Million for the Dar es Salaam Maritime Gateway Project*, Washington D. C. : The World Bank (<https://documents1.worldbank.org/curated/en/789801499047361859/pdf/TANZANIA-Dar-es-Salaam-Maritime-Gateway-Project-P150496-Project-Appraisal-Document-FINAL-June-8-2017v2-06132017.pdf>), 2025/9/22 データ取得

World Bank(2024)" Port Community Systems: Lessons from Global Experience," Washington D. C. : The World Bank (<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099092624152038561/pdf/P176587-54dd3e7b-e083-43cc-9df3-10b441697c0d.pdf>), 2025/9/27 データ取得

World bank(2025)" Despite Improvements, Kenya's Fiscal Path is Fragile Amid High Debt Vulnerabilities and Weak Revenue Growth," (<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/05/27/despite-improvements-afe-kenyas-fiscal-path-is-fragile-amid-high-debt-vulnerabilities-and-weak-revenue-growth>), 2025/5/25 データ取得

Yangailo, T. (2024)" The Impact of Logistics Performance on Trade Efficiency and Economic Growth: a Global Comparative Study," *Economia Aziendale Online*, 15(4), pp. 733-756, Pavia University Press

Yangailo, Tryson (2024) "The Impact of Logistics Performance on Trade Efficiency and Economic Growth: a Global Comparative Study," (<https://www.researchgate.net/publication/387517358>)

Yen, B. T. H., Ming-Jiu Huang, Hsin-Ju Lai, Hung-Hsuan Cho and Yi-Ling Huang (2021)" How smart port design influences port efficiency: A DEA-Tobit approach," *Research in Transportation Business &*

Management, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539522000839>)

外務省(2024)「対ケニア共和国 事業展開計画」,  
(<https://www.mofaj.go.jp/mofaj/gaiko/oda/fies/000072383.pdf>), 2025/5/8 データ取得

外務省(2025) “The Ninth Tokyo International Conference on African Development (TICAD 9),” ([100896828.pdf](https://www.mofaj.go.jp/region/africa/kenya/data.html)), 2025/5/8 データ取得

外務省(2025) 「Japan-Kenya Relations (Basic Data)」, (<https://www.mofaj.go.jp/region/africa/kenya/data.html>), 2025/5/8 データ取得

外務省(2025) 「海外進出日系企業拠点数調査」 ([海外進出日系企業拠点数調査 | 外務省](#)), 2025/5/8 データ取得

原口孝子(2019)「2019 年度 外部事後評価報告書 円借款「モンバサ港開発事業」」 JICA

## データ出典

KwaZulu-Natal Department of Agriculture and Environmental Affairs & Oceanographic Research Institute (2014), “Maritime Transport and Harbours,” ([https://www.coastkzn.co.za/wp-content/uploads/2024/12/Chapter6\\_The-Human-Dimension-pdf.io2\\_.pdf](https://www.coastkzn.co.za/wp-content/uploads/2024/12/Chapter6_The-Human-Dimension-pdf.io2_.pdf)), 2025/10/23 データ取得

Ports Regulator(2016) ” Port Benchmarking Report: SA Terminals 2015/16,” ([https://thecoalhub.com/wp-content/uploads/attach\\_737.pdf](https://thecoalhub.com/wp-content/uploads/attach_737.pdf)), 2025/10/23 データ取得

Transnet National Ports Authority(2011) ” Maritime Transport Sector Study Part 1,” (<https://www.transnetnationalportsauthority.net/document/pdf/Ngqura%20fact%20sheet.pdf>), 2025/10/23 データ取得

Transnet National Ports Authority(2017) ” Summary of cargo Handled at Ports Of South Africa, apr 2013-MAR 2014,” ([https://pccsa.org.za/wp-content/uploads/2019/07/fin-year-2013\\_14-cargo.pdf](https://pccsa.org.za/wp-content/uploads/2019/07/fin-year-2013_14-cargo.pdf)), 2025/10/23 データ取得

Africa Global Logistics(2025) ” Côte d’ Ivoire Terminal strengthens its operational capacities with the acquisition of 2 quay gantry cranes and 9 park gantry cranes,” (<https://www.aglgroup.com/en/121598/>), 2025/10/30 データ取得

APM Terminals(2020) "Tema Port expansion works finalised two months ahead of schedule," (<https://www.apmterminals.com/en/news/news-releases/2020/200507-celebrating-success-tema-port-expansion-works-phase-one-finalised>), 2025/10/30 データ取得

APM Terminals(2022) "Construction begins for the new Côte d' Ivoire Container Terminal," (<https://www.apmterminals.com/en/cit/News/news-and-updates/201007-construction-begins-for-the-new-ivory-coast-container-terminal>), 2025/10/30 データ取得

APM Terminals(2022) "Côte d' Ivoire Terminal officially launches operations," (<https://www.apmterminals.com/en/cit/News/news-and-updates/221107-cote-d-ivoire-terminal-officially-launches-operations>), 2025/9/29 データ取得

APM Terminals(2023) "Second phase of Tema Port Expansion dubbed 'New Era in Ghana's maritime industry' , " (<https://www.apmterminals.com/en/news/news-releases/2023/231117-tema-expansion>), 2025/10/25 データ取得

Baird Maritime(2020) "Ghana Ports welcomes tug trio into service," (<https://www.bairdmartime.com/security/emergency-services/firefighting/ghana-ports-welcomes-tug-trio-into-service>), 2025/10/25 データ取得

Baltic Container Terminal Ltd. (2023) "Section 6.1 technical Specification for two (2) Quayside Container Cranes (qc)," ([https://cdnweb.bct.gdynia.pl/s3fs-public/inline-files/SIWZ%20STS%20EU%2032\\_2024%20Za%C5%82acznik%205%20Technical%20Specification%20STS%20KPO%202\\_17.07.2024\\_.pdf](https://cdnweb.bct.gdynia.pl/s3fs-public/inline-files/SIWZ%20STS%20EU%2032_2024%20Za%C5%82acznik%205%20Technical%20Specification%20STS%20KPO%202_17.07.2024_.pdf)), 2025/10/10 データ取得

Banque Mondiale(2012) "Étude sur la régulation des opérateurs privés au port de Djibouti," (<https://documents1.worldbank.org/curated/en/655261468258552560/pdf/AAA800EWS0P1260outi0June020120FINAL.pdf>), 2025/10/10 データ取得

Central Corridor Transit Transport Facilitation Agency(2015), "Central Corridor Transport Observatory Annual Report 2014(2015)" (<https://centralcorridor-ttfa.org/download/cctfa-newsletter-q4-2014-english-2/?wpdmld=2346&refresh=68eedb3a744b01760484154>), 2025/9/26 データ取得

Central Corridor Transit Transport Facilitation Agency(2022) "Central Corridor Transport Observatory 2021 Annual Report," ([Central-Corridor-Transport-Observatory-Annual-Report-2021-English-Version.pdf](https://central-corridor-transport-observatory-annual-report-2021-english-version.pdf)), 2025/9/26 データ取得

Central Corridor Transit Transport Facilitation Agency(2024) ”Central Corridor Transport Observatory Annual Performance Monitoring Report,” ([CCTO REPORT.indd](#)), 2025/9/26 データ取得

Central Corridor Transport Observatory(2021) ”Central corridor Transport Observatory 2021 Annual Report (<https://centralcorridor-ttfa.org/wp-content/uploads/2022/07/Central-Corridor-Transport-Observatory-Annual-Report-2021-English-Version.pdf>)”, 2025/10/1 データ取得

Chairman of Djibouti Ports and Free Zones Authority(2012) ”Infrastructure & Investment of Ports and Free Zones,” ([https://www.icafrica.org/fileadmin/documents/ICA\\_sponsored\\_events/IGAD\\_HoA\\_Conf\\_2012/DJIBOUTI\\_IGAD\\_Conf\\_March2012.pdf](https://www.icafrica.org/fileadmin/documents/ICA_sponsored_events/IGAD_HoA_Conf_2012/DJIBOUTI_IGAD_Conf_March2012.pdf)), 2025/10/10 データ取得

Cornelder de Moçambique(2020) ”Port of Beira 2019–2020,” (<https://api.cornelder.co.mz/publications/1581546335.pdf>), 2025/10/25 データ取得

CPCS(2018), ”Private Sector Participation in an Integrated Transport System in Lagos, Nigeria - Truck Parking and Port Access Facility Project” (<https://www.lamata-ng.com/wp-content/uploads/2025/04/TPPAF-Final-Assessment-Report.pdf>), 2025/9/29 データ取得

Dredging Today(2019) ”Abidjan Port expansion: Vridi Canal dredging wrapped up,” (<https://www.dredgingtoday.com/2019/03/06/abidjan-port-expansion-vridi-canal-dredging-wrapped-up/>), 2025/10/30 データ取得

Ghana Ports and Harbours Authority(2025) ”Navigation Information,” (<https://www.ghanaports.gov.gh/page/index/7/9YTNXVYZ/Navigation-Information>), 2025/9/19 データ取得

Ghana Ports and Harbours Authority(n. d.) ”TEMA AND TAKORADI PORT STATISTICS 2014–2024,” (<https://singlewindowcompany.azurewebsites.net/publications/ee8b88d3f70e4c4bb364aff767ca714a.pdf>), 2025/9/19 データ取得

Husain, S. (2006) ”DP World to build Dh1.1b Djibouti container facility,” *Gulf News*, (<https://gulfnews.com/business/dp-world-to-build-dh11b-djibouti-container-facility-1.231464?> )

Ikeogu, V. N., Anyanwu, O. J., Ikeogu, C. C., Erumaka, O. P. F., and Nwosu, E. N. (2025) ”The impact of operational factors on seaport performance: A case study of Lagos Port Complex, Nigeria,” *International Journal of Maritime and Interdisciplinary Research* ([https://www.researchgate.net/publication/394872095\\_THE\\_IMPACT\\_OF\\_OPER](https://www.researchgate.net/publication/394872095_THE_IMPACT_OF_OPER))

ATIONAL\_FACTORS\_ON\_SEAPORT\_PERFORMANCE\_A\_CASE\_STUDY\_OF\_LAGOS\_PORT\_COMPLEX\_NIGERIA)

Institut de la Statistique de Djibouti(2024) "Annuaire Statistique," ([https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/instad-dj.appspot.com/o/Annuaire%20statistique%2F2024%2FAnnuaire\\_Statistique\\_E2024\\_VF.pdf?alt=media&token=8b8ff01b-c4da-4737-a11d-6e84c87ff00c](https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/instad-dj.appspot.com/o/Annuaire%20statistique%2F2024%2FAnnuaire_Statistique_E2024_VF.pdf?alt=media&token=8b8ff01b-c4da-4737-a11d-6e84c87ff00c)), 2025/10/5 データ取得

Japan International Cooperation Agency(2011) "The Preparatory Survey On Nacala Port Development Project In The Republic Of Mozambique Final Report," ([https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12030847\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12030847_01.pdf)), 2025/10/9 データ取得

Japan International Cooperation Agency(2012) "Relatório do estudo preparatório do projecto de emergência de reabilitação para o desenvolvimento do Porto de Nacala na Repúblida de Moçambique," (<https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12084836.pdf>), 2025/10/4 データ取得

Japan International Cooperation Agency(2014) "Comprehensive Transport and Trade System Development Master Plan in the United Republic of Tanzania - Building an Integrated Freight Transport System - Final Report Volume 2 Current Issues," ([12150512\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12150512_01.pdf)), 2025/9/24 データ取得

Japan International Cooperation Agency(2015) "Final Report Mombasa Port Master Plan including Dongo Kundu," ([12246674\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12246674_01.pdf)), 2025/9/13 データ取得

Japan International Cooperation Agency, The Government of the Republic of Namibia, National Planning Commission(2015) "Master Plan For Development Of An International An International Logistics Hub For SADC Countries In Republic Of Namibia," ([Logistics-Hub-Master-Plan.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12345678_01.pdf)), 2025/10/9 データ取得

Kenya National Bureau of Statistics(2013) "2013 Statistical Abstract," ([2013 Statistical Abstract – Kenya National Bureau of Statistics](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12345678_01.pdf)), 2025/6/21 データ取得

Kenya National Bureau of Statistics(2014) "Economic Survey 2014," ([Economic-Survey-2014-4.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12345678_01.pdf)), 2025/6/21 データ取得

Kgare, T., G. Raballand, H. W. Ittmann. (2011) "Cargo Dwell Time in Durban: Lessons for Sub-Saharan African Ports," World Bank Policy Research Working Paper, 5794.

Kwame Owusu Kwateng, Archibald Donkoh, Abdul Samed Muntaka(2017) "Evaluation of dry port implementation in Ghana," *Maritime Business Review*, 2(3), pp.261-

278, (<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MABR-01-2017-0005/full/html>)

Ministère de l' Equipment et des Transports(2011)" Rapport de l' impact du réseau de transport sur le commerce et le tourisme à Djibouti," (<https://www.comcec.org/wp-content/uploads/2021/07/Djibouti.pdf>), 2025/10/10 データ取得

Namibian Ports Authority(2019)" Namibia: Namport Acquires Cranes Worth N\$440 Million," (<https://www.namport.com.na/news/231/Namibia-Namport-Acquires-Cranes-Worth-N-440-Million#:~:text=Walvis%20Bay%20E2%80%94%20Namport%20has,new%20container%20terminal%20starts%20operating>), 2025/10/18 データ取得

Namibian Ports Authority(2020)" Integrated Annual Report 2019/20," ([https://www.namport.com.na/files/documents/af7\\_Annual%20Report%2012%20months%20ended%2031%20March%202020.pdf#:~:text=commissioning%20of%20the%20new%20container,space%20for%20general%20cargo%20operations](https://www.namport.com.na/files/documents/af7_Annual%20Report%2012%20months%20ended%2031%20March%202020.pdf#:~:text=commissioning%20of%20the%20new%20container,space%20for%20general%20cargo%20operations)), 2025/10/18 データ取得

National Bureau of Statistics(2017)" Shipping and Port Activities(2013–2016)," ([https://www.nigerianstat.gov.ng/pdfuploads/Q4\\_2016\\_Port\\_Activities\\_compressed.pdf](https://www.nigerianstat.gov.ng/pdfuploads/Q4_2016_Port_Activities_compressed.pdf)), 2025/10/12 データ取得

Nigeria Ports Authority(2017)" Lagos Pilotage Direction," (<https://nigerianports.gov.ng/wp-content/uploads/2017/01/LAGOSp.pdf>), 2025/10/12 データ取得

Nigerian Ports Authority(2019)" Nigeria Ports Handbook 2018–2019," (<https://issuu.com/landmarine/docs/nigerianporthandbook2018?e=1056874/64405127>), 2025/10/12 データ取得

Container News(2020)" APM Terminals Apapa launches major upgrade with new cranes," (<https://container-news.com/apm-terminals-apapa-launches-major-upgrade-with-new-cranes/>), 2025/10/12 データ取得

Nigerian Ports Authority(2024)" NPA-Handbook," (<https://nigerianports.gov.ng/wp-content/uploads/2024/07/NPA-HANDBOOK.pdf>), 2025/10/5 データ取得

Nigerian Ports Authority" Amaechi Commissions Tug Boats At The Ports - As It Aids Ease Of Doing Business," (<https://nigerianports.gov.ng/2020/06/21/amaechi-commissions-tug-boats-at-the-ports-as-it-aids-ease-of-doing-business/>), 2025/9/19 データ取得

Njoku, I., Aggrey, S.O., and Akpudo, C.U. (2021) "Appraisal of channel management and port performance: A case study of Apapa port complex, Lagos state, Nigeria," ([https://www.discoveryjournals.org/engineering/current\\_issue/2021/v18/n50/A20.pdf](https://www.discoveryjournals.org/engineering/current_issue/2021/v18/n50/A20.pdf))

Northern Corridor Transit and Transport Coordination Authority(2020), "Central Corridor Transit Transport Facilitation Agency *"Joint Northern And Central Corridors Performance Report,"* ([EN-Joint CCTTFA and NCTTCA Corridors Report](#)), 2025/9/26 データ取得

Northern Corridor Transport Observatory(2025) "Performance Report 2024," ([cmc04wrg20o19m9oa2bg14h9b-en-20th-edition-northern-corridor-transport-observatory-report.pdf](#)), 2025/9/13 データ取得

Northern Corridor Transport Observatory" Indicators," (<https://top.ttcanc.org/indicators>), 2025/8/30 データ取得

Offshore Energy(2020)" Tema Port Expansion Completed Ahead of Schedule," (<https://www.offshore-energy.biz/tema-port-expansion-completed-ahead-of-schedule/>), 2025/10/30 データ取得

OMA Ghana LTD(2022)" Port Information Tema, Ghana," (<https://ghana.omagroup.com/wp-content/uploads/sites/3/2022/11/OMA-Ghana-Tema-Port-Information-September22.pdf>), 2025/9/29 データ取得

PAA(2023)" The Board Of Directors Of Paa Visits The Modernization Sites Of The Abidjan Port," (<https://www.portabidjan.ci/en/news/board-directors-paa-visits-modernization-sites-abidjan-port>), 2025/10/30 データ取得

Port Technology International and Bolloré Africa Logistics(2023)" Côte D'ivoire: A Second Container Terminal For The Port Of Abidjan," ([https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2023/01/27161601/012-014\\_PTI128\\_Bollore\\_v5.pdf](https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2023/01/27161601/012-014_PTI128_Bollore_v5.pdf)), 2025/9/29 データ取得

Sea Port Corporation(2017)" Statistics and Tariff System," ([https://sudanports.gov.sd/portal/statistics/statistics\\_list.php?menuItemId=2&q=%28Type%20equals%20Statistics%29](https://sudanports.gov.sd/portal/statistics/statistics_list.php?menuItemId=2&q=%28Type%20equals%20Statistics%29)), 2025/10/18 データ取得

South Africa National Department of Transport(2011)" Liner companies trading to South Africa," (<https://mpaforum.org.za/wp-content/uploads/2016/08/Growth-of-SA-maritime-transport-sector-Rep.pdf>), 2025/10/10 データ取得

Tanzania Ports Authority(2016)" Annual Report& accounts 2016,"  
<https://uploads4.craft.co/uploads/source/document/898624/2b5ccfa48bd84b92.pdf#:~:text=A%20total%20of%2014,The%20total%20cargo%20handled%20comprises>),  
 2025/10/5 データ取得

Tanzania Ports Authority" Dar es Salaam Port,"  
<https://www.ports.go.tz/index.php/en/ports/dar-es-salaam-ports>), 2025/10/1 データ取得

The United Republic of Tanzania(2021)" Statistical Abstract 2021,"  
[https://www.nbs.go.tz/uploads/statistics/documents/en-1705577123-Statistical\\_Abstract\\_2021.pdf](https://www.nbs.go.tz/uploads/statistics/documents/en-1705577123-Statistical_Abstract_2021.pdf)), 2025/10/5 データ取得

Trade And Industry Chamber(2008)" Administered Prices Study on Economic Inputs Ports Sector," (<https://www.thedtic.gov.za/wp-content/uploads/Ports.pdf>),  
 2025/10/9 データ取得

Trade and Industry Chamber(2008)" Fund For Research Into Industrial Development, Growth And Equity (Fridge)," (<https://www.thedtic.gov.za/wp-content/uploads/Ports.pdf>), 2025/

Transnet National Ports Authority(2021)" Summary Of Cargo Handled At Ports Of South Africa,"  
[https://www.transnetnationalportsauthority.net/Commercial%20and%20Marketing/Port%20Cargo%20Statistics/CARGO%20-%20Jan%20to%20Dec%202021%20\(Calender%20Yr\).pdf](https://www.transnetnationalportsauthority.net/Commercial%20and%20Marketing/Port%20Cargo%20Statistics/CARGO%20-%20Jan%20to%20Dec%202021%20(Calender%20Yr).pdf)), 2025/10/4 データ取得

Transnet(2012)" Transnet Port Terminals African Seaports Expansion Summit,"  
<https://www.transnetportterminals.net/Media/Publications%20Paper%20and%20Presentation/African%20Seaports%20Expansion%20Summit.pdf>), 2025/9/24 データ取得

USAID(2012)" Logistics Review of the Beira & Nacala Corridors (Final Report),"  
<https://www.acismoz.com/wp-content/uploads/2017/06/Logistics%20Review%20on%20Beira%20%20Nacala%20Corridors%20Final%20Report%20March%202013.pdf>), 2025/10/4 データ取得

World Bank(2012)" Republic Of Namibia Regional Transport And Trade Logistics In Namibia A Policy Note,"  
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099548204142242603/pdf/IDU023ef38c60b636047b109ad90e3ab4808ca8b.pdf#:~:text=harbor%2C%20managed%20by%20Nam%02port%2C%20and, Namport%20has%20launched%20the>), 2025/10/18 データ取得

World Trade Organization(2022)" Trade Policy Review: Report by the Secretariat - Djibouti,"

([https://www.wto.org/english/tratop\\_e/tpr\\_e/s430\\_e.pdf#:~:text=1%2C200%20m%20of%20quay%20line%2C,3%20m%20%28plans%20for%204%2C130](https://www.wto.org/english/tratop_e/tpr_e/s430_e.pdf#:~:text=1%2C200%20m%20of%20quay%20line%2C,3%20m%20%28plans%20for%204%2C130)), 2025/10/1 データ取得

## 付録 A

(図表 A-1) DEA 分析の各港の結果

アビジャン港		ケープタウン港		ダルエスサラーム港	
年	純粋技術効率	総合効率	純粋技術効率	総合効率	純粋技術効率
2005	1.000000	0.787866	1.000000	1.000000	1.000000
2006	1.000000	0.791774	1.000000	0.882063	1.000000
2007	1.000000	0.892948	1.000000	0.876558	1.000000
2008	0.984401	0.916155	1.000000	0.916546	1.000000
2009	1.000000	1.000000	1.000000	0.930874	1.000000
2010	0.998743	0.993241	1.000000	0.738916	1.000000
2011	0.962179	0.735212	1.000000	0.765467	1.000000
2012	0.992414	0.959226	1.000000	0.821266	1.000000
2013	0.990458	0.948712	1.000000	0.784765	1.000000
2014	0.947980	0.706987	1.000000	0.864636	1.000000
2015	0.955046	0.744376	1.000000	0.886643	0.990225
2016	0.952107	0.737578	1.000000	0.837591	0.981137
2017	0.957704	0.768169	1.000000	0.679676	0.985923
2018	0.975563	0.822552	1.000000	0.587361	0.994596
2019	0.995019	0.873537	1.000000	0.685863	1.000000
2020	0.991128	0.863340	1.000000	0.610006	0.941892
2021	0.989968	0.961910	1.000000	0.595768	0.910411
2022	0.783478	0.644867	1.000000	0.610665	0.955507
2023	0.854388	0.768135	1.000000	0.616586	1.000000
ジブチ港		ダーバン港		ラゴス港	
年	純粋技術効率	総合効率	純粋技術効率	総合効率	純粋技術効率
2005	1.000000	0.401609	1.000000	1.000000	
2006	1.000000	0.440857	0.935772	0.781490	1.000000
2007	1.000000	0.524045	1.000000	1.000000	1.000000
2008	1.000000	0.647663	0.976482	0.934680	1.000000
2009	0.981915	0.651971	1.000000	1.000000	1.000000
2010	0.962478	0.530426	1.000000	1.000000	1.000000
2011	0.980471	0.765094	0.840227	0.833331	1.000000
2012	0.976156	0.771121	0.965160	0.959612	1.000000
2013	0.977426	0.787619	1.000000	1.000000	1.000000
2014	0.9878	0.881084	0.835334	0.791817	1.000000
2015	1.000000	0.953174	0.811817	0.719332	1.000000
2016	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
2017	0.890936	0.655059	0.986477	0.978028	0.971727
2018	0.844898	0.571736	1.000000	1.000000	0.984331
2019	0.846008	0.602852	0.805683	0.687868	0.987909
2020	0.844828	0.560942	0.775473	0.618018	0.970987
2021	0.844828	0.470255	0.793392	0.651139	0.980018
2022	0.844828	0.441902	0.812921	0.696882	1.000000
2023			0.808203	0.688455	0.919789

ルアンダ港		モンバサ港		ポートスチードン港		
年	純粹技術効率	総合効率	純粹技術効率	総合効率	純粹技術効率	総合効率
2005	0.984445	0.426886	1.000000	0.638145	1.000000	0.603162
2006	0.987524	0.520873	0.861326	0.645145	1.000000	0.560417
2007	0.987313	0.620328	0.883224	0.693371	1.000000	0.546347
2008			0.887657	0.698048	1.000000	0.569063
2009	0.991124	0.734377	0.939323	0.789215	0.984319	0.465216
2010	0.989239	0.706668	0.935021	0.77018	0.984319	0.532703
2011	0.993173	0.807002	0.917809	0.768111	0.987666	0.603403
2012	0.998746	0.963356	0.958348	0.840654	0.991499	0.619074
2013	1.000000	1.000000	0.896815	0.745323	0.974723	0.612749
2014	1.000000	1.000000	0.941496	0.821939	0.969122	0.568033
2015	0.989762	0.707387	0.969128	0.862348	0.974522	0.60762
2016	0.987343	0.626315	0.964394	0.84331	0.981791	0.657252
2017	0.985275	0.589206	0.942993	0.878812	0.985404	0.684238
2018	0.986449	0.705608	0.927757	0.881085	1.000000	0.780414
2019	0.985955	0.771751	0.951761	0.915892	0.970905	0.772385
2020	0.970973	0.739959	0.965809	0.94322	0.77926	0.62446
2021	0.958809	0.787642	1.000000	1.000000	0.826225	0.717315
2022	0.981419	0.89498	0.932125	0.875991	0.777317	0.623264
2023	0.969929	0.882872	0.963833	0.940156	0.761371	0.592196

ウォルビス港		
年	純粹技術効率	総合効率
2005	1.000000	0.395959
2006	1.000000	0.410736
2007	1.000000	0.48972
2008	1.000000	0.525827
2009	1.000000	0.632225
2010	1.000000	0.629691
2011	1.000000	0.640049
2012	1.000000	0.718207
2013	1.000000	0.761036
2014	1.000000	0.786536
2015	1.000000	0.803078
2016	1.000000	0.805511
2017	0.969246	0.547834
2018	0.972139	0.552
2019	0.851343	0.315548
2020	0.851343	0.298078
2021	1.000000	0.288242
2022	0.851343	0.307376
2023	0.851343	0.356885

## 付録 B

(図表 B-1) DEA-DID 分析の投入イベント一覧

港湾名	導入年	主なイベント
Mombasa	2009	KWATOS (港湾運営情報システム)
	2014	TradeNet (電子通関窓口)
	2016	CT1 (コンテナターミナル2一部拡張)
	2018	SGR (標準軌鉄道開通)
	2019	iCMS (統合通関管理システム)
	2022	CT2 (ターミナル2全面稼働)
Dar es Salaam	2014	TANCIS (通関情報システム)
	2017	DSMGP (港湾改修プロジェクト)
	2020	ESWS (電子単一窓口)
Walvis Bay	2022	Berth (バース拡張)
	2014	ASYCUDA (電子通関システム)
	2018	STS (Ship-to-Shoreクレーン導入)
	2019	New Terminal (新コンテナターミナル開設)
	2021	NSW (国家単一窓口システム)
	2007	Pier 1 (新バース設立)
Durban	2010	Deepen (浚渫工事)
	2012	Pier 2 (バース増設)
	2014	Operation Phakisa (港湾効率化政策)
	2015	iPMS (統合港湾管理システム)
	2017	JOC (港湾統合管制センター)
	2020	JOC拡張 (JOC設備・機器更新)
Cape Town	2013	RTG (ラバートラ ns ファークレーン導入)
	2014	JOC (港湾統合管制センター)
	2015	iPMS (統合港湾管理システム)
	2021	Navis N4 (最新TOS導入)

	2006	Concession (港湾民営化)
	2008	Dredge (浚渫)
Lagos	2013	PAAR (事前評価制度)
	2015	NSW (電子単一窓口)
	2021	eProcurement (電子調達制度)
	2010	Dredge (浚渫)
	2019	JUCE (通関単一窓口)
Luanda	2021	Redev (再開発)
	2022	TRAC (港湾モニタリングシステム)
	2011	SPCT (新ターミナル)
	2012	Dredge (浚渫)
	2017	Reorganization (港湾再編)
Sudan	2018	ASYCUDA (通関自動化)
	2018	Gate Operation (電子ゲート化)
	2013	GUCE (単一窓口導入)
	2018	Navis TOS (新ターミナル運営システム)
	2019	Vridi Canal (運河拡張)
Abidjan	2020	Gate Automation (ゲート自動化)
	2022	CIT (コンテナターミナル整備)
	2013	Terminal Expansion (埠頭拡張)
	2016	WestBlue (電子通関)
	2017	Paperless (書類無化)
Tema	2019	Cranes (ガントリークレーン導入)
	2020	iCUMS (統合税関管理システム)