

## 日本港湾における労働生産性向上への示唆 ～中国とタイの自動化・遠隔化導入の取り組みを参考に～

産業調査部 芦名 優一

### 要旨

- 日本では、新型コロナや地政学的なリスクに加えて、モーダルシフト推進政策により主要港だけでなく地方港の役割にも期待が高まっている。
- しかし、日本の港湾労働者の数は人口減少に伴って今後も減少する見込みであり、労働生産性の向上と労働者の流出防止のために、自動化や遠隔化の導入が求められる。
- 港湾の自動化・遠隔化は世界的なトレンドであるが、日本では整備途上にある。一部自動化から始め、各工程が一気通貫でつながる全自動港湾の導入を目指していくことが望ましい。
- 自動化の導入はコストが多いため、それぞれの港湾で導入するのは限界がある。そのため、各港湾の機能や役割を再構築して、設備投資をしていく必要がある。

DBJ Research No.419『日本のコンテナ航路拡大に向けた「個性」と「磨き上げ」による地方港戦略(2024年5月)』では、アジア諸国の港湾に比べて国際競争力が低下している日本において、地方港が果たす役割も重要であると述べた。近年では、外部環境の変化によっても主要港だけでなく地方港において果たす役割への期待も高まっている。港湾においても人手不足という課題がある中、今後、その運営の効率化が求められよう。本稿では、近隣であるアジアの港湾における先進的な取り組みを紹介し、国内港湾の労働生産性向上について考察する。

### 1. 港湾に高まる期待

日本の港湾では新型コロナの影響を受け、サプライチェーン強化のために基幹航路の重要性が再認識されている。これを受け、京浜港などの国際コンテナ戦略港湾では、コンテナ貨物の集約などさまざまな戦略が展開されている。

また、トラックドライバーの時間外労働規制を受け、トラック輸送の短距離化が物流業界全体の課題となり、消費地や生産地に近い地方港の利用も活性化している。例えば、十勝港で18年ぶりに就航した定期コンテナ航路は、道東から運ばれる農作物のトラック輸送負荷軽減に寄与している。

さらに政府によるモーダルシフトの推進も港湾利用増加の追い風となる可能性がある。ここで、「モーダルシフト」という考え方を振り返ってみたい。1980年代に生まれた「モーダルシフト」は、トラックや車両による輸送から、鉄道や船舶、航空機など他の輸送手段への切り替えを促すものである。第二次石油危機の中で石油消費抑制を目的に端を発し、1997年には、政府により地球温暖化対策として2010年までにモーダルシフト率を40%から50%に引き上げる方針が決定された。近年では、物流2024年問題の解決策として輸送モードの転換が推進されている。政府は2023年10月に公表した「物流革新緊急パッケージ」の中で、鉄道・内航海運の輸送量と分担率を今後10年間で2倍にすることを目標として掲げている(図表1)。トラック輸送から船舶へのモーダルシフトには、主にトラックの荷台ごと輸送できるフェリーやRORO船の活用が想定されていたが、コンテナ船においても一定の貢献が期待される。このように港湾の利用向上が企図される中、その効率的な運営も重要な課題であり、次節以降では、海外の先進事例を参考とした国内港湾の効率化策について述べていきたい。

図表1 モーダルシフト推進の背景

時期	施策	概要
1981年	運輸政策審議会答申【省エネ対策】	第二次石油危機の中で石油消費を抑制することを目的として、モーダルシフトを記載
1997年	地球温暖化問題への国内対策に関する関係審議会合同会議【環境対策】	2010年までにモーダルシフト化率を現行の40%から50%に引き上げる方針を決定
2023年	物流革新緊急パッケージ【労働力不足対策】	鉄道・内航海運の輸送量と分担率を今後10年間程度で2倍にする

(備考)国土交通省「物流をめぐる状況について」により日本政策投資銀行作成

に移行し、量よりも港湾運営の効率化を重視する方向へと転換してきている。それにより、各地の港湾再編成と、自動化や遠隔操作機器などの導入が進んでいる。

2019年に山東省政府の認可を受けた国有企業グループである山東省港口集団が設立された。この会社は青島港、煙台港、日照港など7港湾の一体運営を統括している。同社は、これら港湾の管理分散や重複投資、各港湾の類似性といった課題に対処し、各港湾の特色を活かした効率運営を実現するために設立された。この一体運営の地理的規模は、日本で比較すると、東京を中心として東は福島小名浜港、西は静岡清水港の範囲に及ぶ巨大なものである(図表2-1)。同社の一体運営では、山東省の港湾は青島港をメインの港とし、煙台港と日照港を青島港のフィーダー港として役割分担させ、青島港を起点に各港との海上輸送サービスを強化している。その結果、以前は陸路で遠く青島港に運ばれていたコンテナが、より生産地や工場に近い煙台港や日照港を経由して海上輸送されるようになり、それぞれの港でコンテナ取扱量が増加、相互の活性化につながっている(図表2-2)。この役割分担による効率化で得られた利益で自動化機器へ再投資を行っており、さらなる効率向上の好循環に至っている。

図表2-1 山東省港湾の一体運営の規模  
(日本との比較イメージ)



(備考) 日本政策投資銀行作成

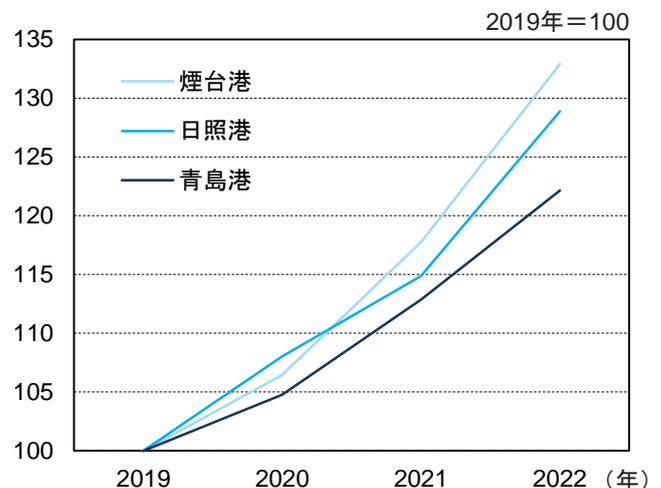
## 2. 海外の港湾における取り組み事例

海外の港湾においても、運営効率化のためにさまざまな取り組みが展開されている。ここでは、コンテナ取扱量における世界トップ港を多く有する中国の港湾運営と、京浜港と近似のコンテナ取扱量を持ち、近年自動化を導入し、安定稼働を実現しているタイにおける自動化の取り組みを紹介する。

### (1) 中国 複数港の広域一体運営がもたらす互繁栄

以前、中国では貨物の増加に応じた設備拡充が主な方針だったが、現在は経済が安定成長期

図表2-2 山東省港湾のコンテナ取扱量推移  
(2019年=100)



(備考) 中国交通運輸部「全国港口集装箱吞吐量TOP20」により日本政策投資銀行作成

## (2) 中国 港湾オペレーションの一気に通貫での自動化

中国では、港湾従業者の高齢化や若年層の港湾職離れが進んでおり、将来の労働者不足に備え、港湾作業の自動化に先行投資を行っている。青島港では、船の荷役作業からヤード内のコンテナの移動、外来トラックへのコンテナの積卸まで、全てが自動化されている(図表2-3、2-4)。さらに、A-TOSという独自のシステムによって最適な作業計画が策定され、それに従って荷役機器は作業を行う。この一気に通貫の自動化と作業計画の実施により、従来のターミナルと比較して、ヤード全体の人員は8割減、作業時間や量などの業務効率は3割程度向上、外来トラックの待ち時間は半分に短縮されたという。自動機器とシステムの導入により、海側と陸側作業の両方で効率が向上している。

図表2-3 自動ガントリークレーンとAGV



(備考) 日本政策投資銀行撮影

図表2-4 自動RTG (タイヤ式門型クレーン)



(備考) 日本政策投資銀行撮影

## (3) タイ 自動運転と人力運転の混合交通方式導入

タイのレムチャバン港では、中国とは異なり、既存のコンテナターミナルへの自動化導入を実現している。同港Dターミナルを運営するHutchison Ports Thailand社は、2020年に中国製の自動運転トラックを導入した。自動運転トラックと人力運転トラックの運行エリアは通常区別されるが、Dターミナルはタイで唯一混合交通方式を導入している(図表2-5)。本方式の導入に際しては、自動運転トラックも交差点での一時停止や速度制限、一方通行など、人力運転トラックと同様の交通ルールを順守するよう設定されている。共通の交通ルールを適用することで、人力運転トラックのドライバーも、短時間の教育で混合交通方式に適応できるようになっている。

一方で、自動運転の導入にはメリット同様、デメリットもあり、そのバランスをとりつつ対策を講じることが重要である。同社の経営陣は、現在の自動運転トラックの技術では、人間のドライバーの技術を上回ることは難しいと認識している。そのため、自動化の導入を判断する際には、作業の安定性や労働生産性改善のため、一定程度の局所的な効率低下はやむを得ないとし、その基準を明確化した。具体的には、自動運転トラックと人力運転トラックのターンアラウンドタイム差が15%以内であれば、自動化を導入する意味があると結論付けた。また、先述の通り、レムチャバン港のコンテナターミナルは既存のターミナルのレイアウトをそのまま使用して自動化を導入したため、自動運転導入に伴うヤードの停止などは発生しないものの、自動運転トラックにとって十分な回転半径が取れず、図表2-6の赤枠で示したように、トラックがヤードクレーンの位置に対して水平にならない場所がある。その際は、遠隔操作によりRTG (Rubber Tired Gantry crane)を微調整する必要があり、効率が低下する可能性がある。

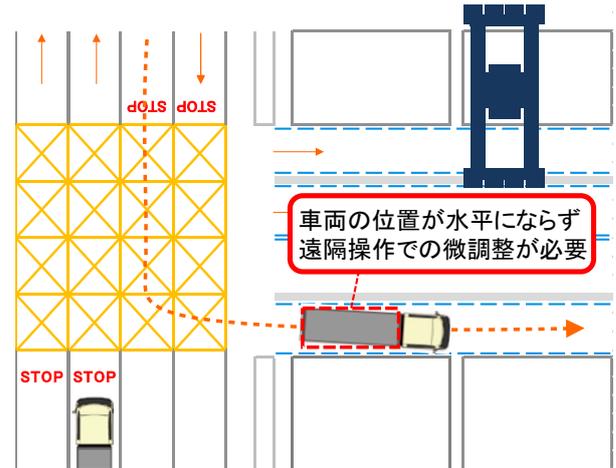
自動運転トラックによる効率化には、ヤードの広さや混雑などが影響を及ぼす。ターミナル内の外来トラックの数が増えると、より多くの障害物が検出され、停止や待機回数が増えるため、自動運転トラックのパフォーマンス、ひいてはターミナル全体のパフォーマンスも低下する。そのため、Dターミナルでは外来トラックの入場には事前予約を必須とし、コンテナの搬出入は1時間の予約枠内で行う。これにより、外来トラックの流入量を制御・分散することができ、船舶業務が大量に発生する場合でも効率が維持されている。

図表2-5 自動運転と人力運転トラックの混合交通の様子



(備考) Hutchison Ports Thailand社より提供

図表2-6 自動運転トラックのデメリット(イメージ)

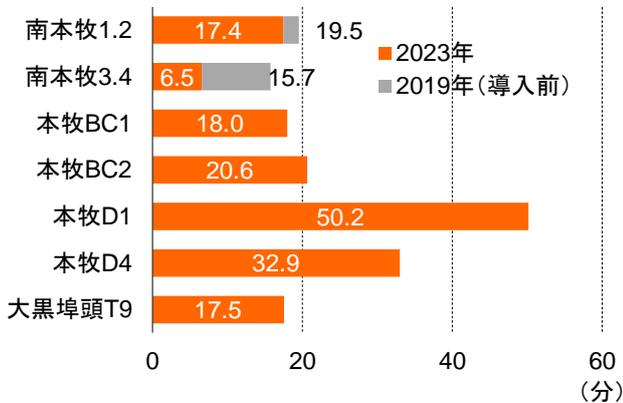


(備考) 日本政策投資銀行作成

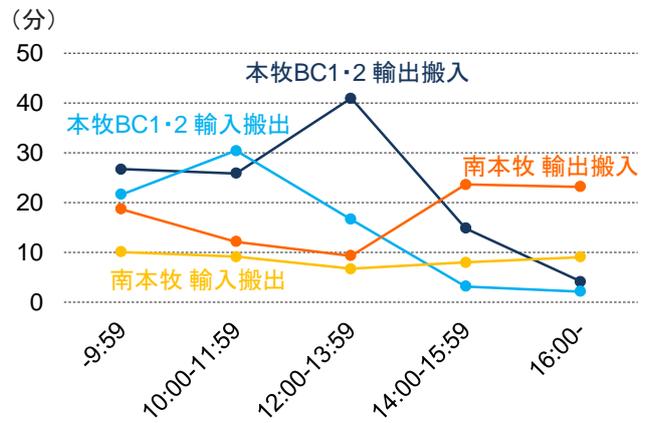
### 3. 国内の取り組み事例と現状

国内でも、港湾の作業効率向上のために遠隔荷役機器やシステムの導入が進んでいる。京浜港や神戸港では、遠隔操作RTGの導入が計画されている。遠隔操作RTGは、作業者が天候の影響を受けずに室内で作業でき、作業環境の改善につながるだけでなく、一人で複数台のRTGを操作することができるため、労働生産性も向上する。また、コンテナヤード混雑やターミナルゲート処理時間の削減に関して、政府は、CONPAS (Container Fast Pass) と呼ばれる新たな港湾情報システムの導入を推進している。このシステムにより、搬出入予約制度を導入すれば、コンテナ搬出入時間が平準化し、車両の待機時間も削減される。また、貨物情報を紐づけたPS (Port Security) カードの利用により、車両のゲート処理時間短縮も可能となる。さらに、搬出入車両接近情報を活用することで、車両が到着する前に該当コンテナを準備できるため、コンテナヤードでの車両滞在時間を短縮することができる。

図表3-1は、横浜港で発生している車両の平均待機時間(並び始めてからターミナルゲート到着まで)をヤード別に示したものである。横浜港でCONPASを導入しているのは南本牧ターミナルだけであり、導入により平均待機時間が減少していることがわかる。図表3-2は南本牧ターミナルと本牧BC1・2ターミナルでの車両平均待機時間を時間帯や作業内容別に示したものである。これをみると、南本牧では1日を通じて待機時間が平準化されている一方で、BC1・2は時間帯や作業内容によって車両の待機時間に大きな差が生じている。システム導入が、待機時間全体の削減だけでなく、時間帯や作業内容による待機時間の平準化に寄与することも示唆している。国内港湾では、このような取り組みが進展してきており、今後さらに導入を拡大すれば、港湾の作業効率は一層向上するだろう。

**図表3-1 横浜港におけるヤード別の  
車両平均待機時間**


(備考) 神奈川県トラック協会「横浜港各コンテナターミナルにおける海上コンテナ車両の待機時間調査」により日本政策投資銀行作成

**図表3-2 南本牧と本牧BC1・2における  
時間帯・作業内容別の待機時間**


(備考) 神奈川県トラック協会「横浜港各コンテナターミナルにおける海上コンテナ車両の待機時間調査」により日本政策投資銀行作成

#### 4. 日本の港湾の国際競争力向上のための課題と対策

日本の港湾では、物流2024年問題などの要因により利用向上が見込まれるとともに、持続可能な物流の維持も期待されている。しかしながら、港湾労働者の数は人口減少に伴って今後も減少する見込みである。仮に労働人口減少と同程度に港湾労働者数が減少する場合、2040年には現在よりも1万人減少する可能性がある(図表4-1)。さらに、物流2024年問題により、国内ではトラック輸送能力の減少が懸念されている。港湾においても、船と蔵置場所間のコンテナ輸送の際にトラックが使われており、コンテナヤードの輸送を担当するトラックドライバー不足が発生する可能性がある。港湾労働者やトラックドライバーが不足すると、船の荷役が滞り、絶え間ない物流が損なわれる。実際、今回の調査の過程で、物流2024年問題の影響により十分なトラックドライバーが確保できず、深夜の荷役作業を行えない港の事例も明らかになった。

このような課題を解決する方法として、省力化による労働生産性の向上と、労働環境の改善による港湾労働者の流出防止の二つが挙げられる。

一つ目の労働生産性の向上については、前述の海外事例が参考になる。タイにおける自動運転トラックと人力運転トラックの混在利用では、ヤード内コンテナ輸送における省力化が実現している。また、中国においては、港湾オペレーションの一気通貫での自動化を行っており、人員削減と業務効率向上を同時に達成している。

二つ目の港湾労働者の流出防止については、人口減少によるマクロ的な動向に加え、港湾労働は「暑い」、「寒い」などの厳しい環境下であり、そもそも人材の定着が難しいとされる。国土交通省の調査(2021年「港湾労働者不足に関する実態調査」)によると、労働環境が港湾労働者の退職理由の4割を占めており、労働環境の改善が、港湾労働者の確保に資すると考えられる。前述の遠隔操作RTGの導入推進は、天候の影響を受けない室内での遠隔作業を可能とし、労働環境の改善を通じて労働者の定着を促すだろう。

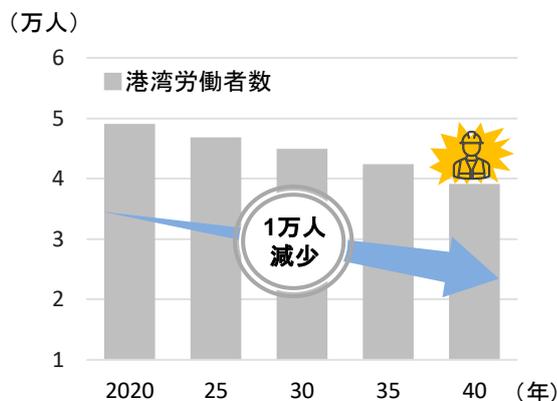
自動化・遠隔化の取り組みは港湾運営の世界的なトレンドとなっている。実際にコンテナ取扱量で世界トップの20港のうち18港が、港湾作業の一部または全部の自動化・遠隔化を採用している。日本では、名古屋港と横浜港で一部導入がなされているものの、全国的には整備の途上にある。日本でも、導入が比較的容易な一部自動化から始め、各工程が一気通貫でつながる全自動港湾の導入を目指していくことが

望ましい。同時に、CONPASなどのシステム導入促進により、港湾への搬出入トラックの作業改善を通じ、物流業界全体の効率化にも貢献していくことが求められる。

自動化・遠隔化やシステムの導入は初期投資やランニングコストが多いため、各港がそれぞれ導入するには限界がある。そのため、日本中に点在している港の機能や役割を再構築して、設備投資を選択的に行う必要があるだろう。その過程で、各港の連携や機能の明確化は不可避なテーマとなる。日本においては自港のコンテナ取扱量が減少するという危惧から同じ地域に属する港間での競争意識が強いことや、連携を推進する主体の不在により、こうしたテーマへの取り組みがあまり進んでこなかった可能性がある。中国の事例では、港湾の連携を国の主導により推進した結果、相互活性化が実現している例もある(図表2-2)。中国とは運営主体の違いはあるものの、今後の日本における港湾連携への示唆を与えるものとなる。

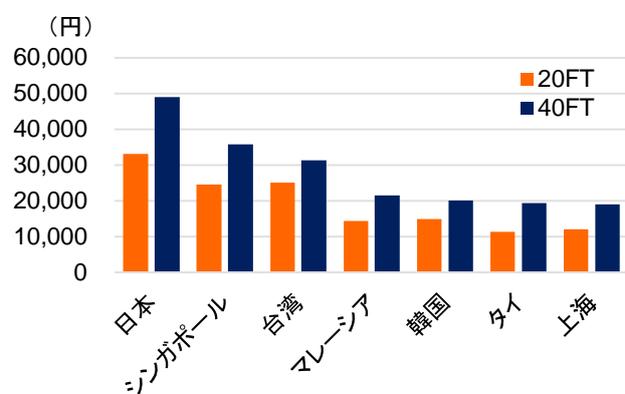
こうした諸々の取り組みにより、24時間365日の港湾荷役が実現すれば、中国やシンガポール並みとはいかないものの、それらに近い港湾利便性の向上が期待できる。また、現在では、人件費割増に伴い深夜休日の荷役料金が高くなるケースがある。自動化の導入により、いつでも同一料金で荷役サービスを受けられる可能性も増えるだろう。最終的にコンテナの取り扱いにかかる費用が減少すれば、国際的に高い水準となっている我が国のTHC(Terminal Handling Charge:図表4-2)をアジア諸国並みに低く抑えられる可能性があり、日本港湾の国際競争力の向上も期待されるだろう。

図表4-1 港湾労働者数の推計



(備考)内閣府「令和4年版高齢社会白書」、国土交通省「港湾運送事業の現況」、「港湾労働者不足対策アクションプラン」により日本政策投資銀行作成

図表4-2 日本とアジア諸国のTHC



(備考)1. 一般社団法人国際フレイトフォワーダーズ協会「国際コンテナ戦略港湾政策への提言」により日本政策投資銀行作成  
2. 料金は全てドライコンテナで船会社により異なる  
3. 換算レートは2023年3月時点

©Development Bank of Japan Inc.2024

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引などを勧誘するものではありません。本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部

Tel: 03-3244-1840

e-mail(産業調査部): report@dbj.jp