Colloquium

第123回 運輸政策コロキウム

長距離貨物輸送における複合一貫輸送の実態と労働生産性

～長距離フェリー等のコモンキャリアを利用した複合一貫輸送に注目して～

平成30年3月15日　運輸総合研究所　大会議室

1. 講師――――――加藤博敏　運輸総合研究所主任研究員

2. コメンテータ――根本敏則　一橋大学大学院商学研究科名誉教授
敬愛大学経済学部教授

3. 司会――――――山内弘隆　運輸総合研究所所長

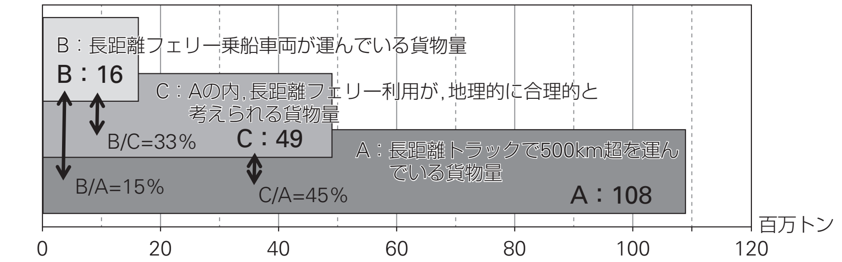
■講演の概要

1――研究の背景と目的

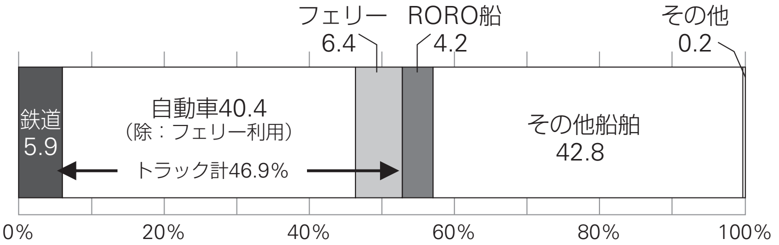
生産年齢人口が77％（2015年，ピーク期比1割減）まで低下し，各産業で人手不足が顕在化している．国内貨物輸送の9割（トンベース）を担っているトラックは，厳しい経営環境・労働条件に，2013年以降，ドライバーの労働基準順守の動きなどが加わり，労働力不足が顕著となっている．特に，ドライバーの労働条件の厳しい長距離輸送において，トラック頼みの状態が続く場合，2017年から顕在化し始めた「運びたいけど運べない」状態が更に進み，慢性化する恐れがある．

同じく労働力不足にあったバブル景気の1990年，長距離輸送の幹線区間を海運・鉄道が担う複合一貫輸送が注目された．この複合一貫輸送について，労働生産性の定量化を行った研究成果を報告する．

まず，複合一貫輸送の中でも，特に輸送実態の捉えづらい長距離フェリーを中心に，複合一貫輸送の輸送実態を確認する．次に，複合一貫輸送の労働生産性を定量的に評価する指標を提案し，この指標などから明らかにした労働生産性向上のための取り組みの着目点や，近年，取り組みが進められる施策の生産性改善効果などの評価例を紹介する．



■図―1　長距離トラック貨物輸送のうち長距離フェリー利用の割合



■図―2　物流センサスから求めた長距離貨物輸送の代表機関別分担率

講師：加藤博敏

コメンテータ：根本敏則

2――長距離フェリーによる貨物輸送の実態

複合一貫輸送を担う機関の内，フェリーは，法令上，旅客船に位置づけられている．貨物統計において，複合一貫輸送を担う他の内航RORO船や貨物鉄道と異なり，経路の一部としてトラックの輸送実績に包含され，フェリーによる輸送実績は確認できない．

そのため，まず長距離貨物輸送における複合一貫輸送の輸送実態の把握などを行った[1)]．例えば，長距離フェリーのト

ラック航走台数と，長距離フェリー利用トラック1台あたりの平均貨物積載量から，長距離フェリー利用トラックの年間貨物輸送量16百万トン（2013〜15年平均）を求め，これが，500km超の長距離トラック貨物輸送量108百万トンの15％を占めることを明らかにした（図―1）．

なお，2015年10月に実施された物流センサス[2]から，500km超（都道府県庁間距離）の長距離輸送の代表機関別割合（トンベース）を求めると，長距離フェリー（6.4%）はトラック輸送（46.9%）の14%と，前記結果とほぼ同じ値となり，複合一貫輸送を担う他の代表機関の鉄道（5.9%），RORO船（4.2%）より高い割合を担っている（図―2）．

3――長距離貨物輸送の物流労働生産性指標の提案

3.1 “物流総合施策推進プログラム”に掲げられた労働生産性の向上目標

2017年7月に閣議決定された“総合物流施策大綱2017–2020”の推進のため，2018年1月に“総合物流施策推進プログラム”がまとめられた．ここで，“物流事業の労働生産性を将来的に全産業平均並みに引き上げることを目標として，2020年度までに2割程度向上させる”とされた．

投入量に対する産出量で示される生産性は，投入量と産出量の組合せで様々なものがある．この内，労働生産性は，労働投入量に対する付加価値額による付加価値労働生産性を指す場合が多い．プログラムにおいても，付加価値労働生産性の向上を目指している．

付加価値労働生産性の算出式を，物流業の取扱貨物量に注目して2項に分解すると，生産性向上は，“取扱貨物量あたりの付加価値額”と“労働投入量あたりの取扱貨物量”の積を大きくすることで可能となる（図―3）．2項の内，人手不足に対応した生産性向上で，輸送サービスの量を維持・確保するためには，“労働投入量あたりの取扱輸送量”を見る“物的労働生産性”に注目することが重要と考えた．

また，物流においても，指標管理などが進められている[3]が，複合一貫輸送は，トラック，鉄道，長距離フェリー，内航海運，港湾運送など，様々な事業者が関わっており（図―4），その輸送実態を網羅的に把握出来ている者は限られている．これを労働生産性の観点から，長距離トラック輸送と比較しながら評価できる方法は存在しない．

3.2 長距離貨物輸送の物流労働生産性指標

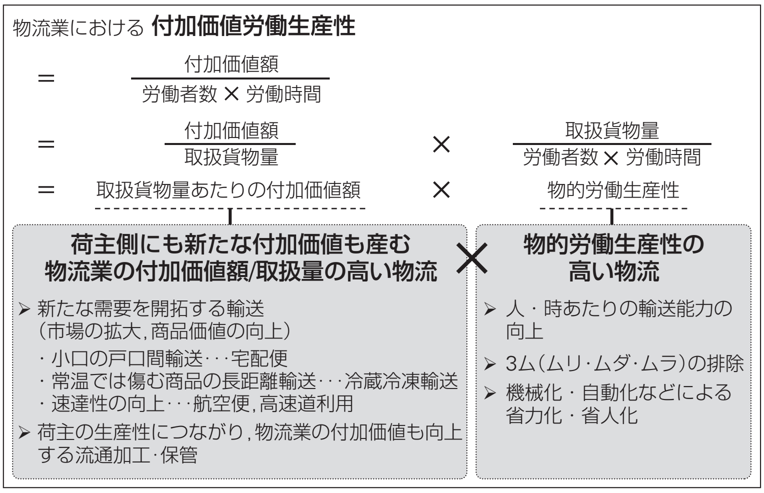
複合一貫輸送を，①発地のドライバーによる積込，②トラックの道路走行，③駅・港湾での積替作業，④鉄道や海運による幹線輸送，⑤駅・港湾での積替作業，⑥トラックの道路走行，⑦手待ち，⑧着地のドライバーによる荷卸の8工程として捉え，これら全工程の物的労働生産性を，“物流労働生産性指標*LPI*”として定式化した（表―1）[3]．

北海道と九州から，東京・大阪の流通センターや青果市場までの輸送8ケースの*LPI*の計算結果を整理したものが図―5である．

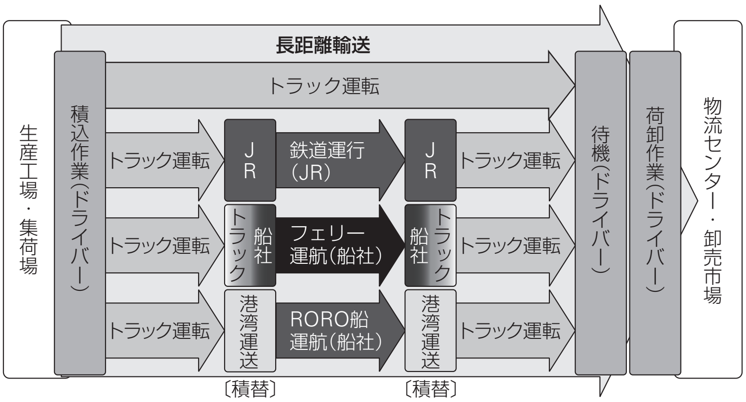
図―5で，東京から札幌・熊本に相当する1,200kmでは，代表輸送機関毎の*LPI*が，長距離トラックの道路走行による輸送の590に対し，鉄道や海運（輸送ルートに占める道路走行の割合が2割以上を占めるものを除く．）を利用した複合一貫輸送では2,800程度と，約5倍もの高い労働生産性を示すことが確認できる．

3.3 労働生産性指標からわかる生産性向上のポイント

図―5の計算例の内，北海道北見市と佐賀県白石町から東京の大田市場まで



■図―3 付加価値労働生産性を向上させる要因



■図―4 様々な事業者が関わる複合一貫輸送

の輸送例2ケースを例に，各8工程における輸送に従事した人数×従事時間の割合を，①鉄道や海運による“幹線輸送”，②発着地と①の間のトラックによる“道路走行”，③①前後のターミナルにおける“積替”，④発着地における積込·荷卸と作業待機の“積卸”の4つにまとめて，図―6に示した．鉄道輸送ルートでは，5割以上を発着地における“積卸”が，また，北見市発の海運利用ルートでは，6割以上を“道路走行”が占め，幹線輸送を担う鉄道や海運の労働生産性の高さを十分に活かし切れていないことがわかる．

北見市発のフェリー輸送ルートの例で，8工程を，各工程毎の労働生産性を高さとし，工程毎に投入される労働投入量を幅として，発地から着地まで，左から並べたものが図―7である．

図中の四角形の面積合計は，発着地間の輸送距離に相当する．発着地間全体の労働生産性は，図―7全体の横幅を小さくする取り組みによって向上できる．

図―7から，労働生産性向上には，個々の工程において，工程単位で行う

1) 生産性を産まない，又は，生産性の低い工程の従事時間の短縮．

2) 各工程の生産性の向上．

も有効であるが，全体を俯瞰的に見て，

3) 工程毎の労働生産性が大きく異なる工程の組合せ方の見直し．

に取り組むことで，図―7全体の横幅の大幅な縮小，すなわち，労働生産性の大幅な向上ができることがわかる．

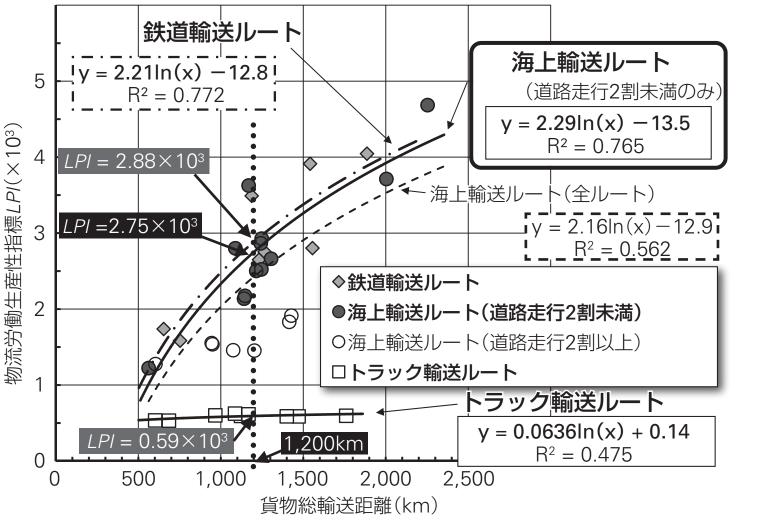
■表―1　物流労働生産性指標*LPI*

物流労働生産性指標

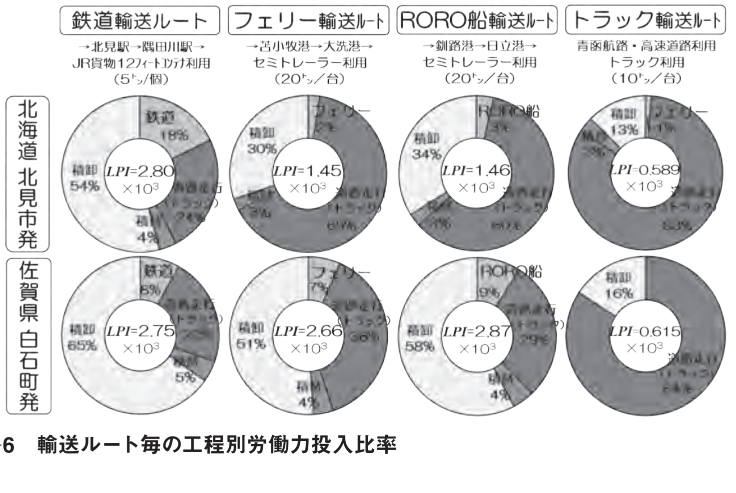
$$= \frac{\text{輸送貨物量（重量トン）×輸送距離（km）}}{\text{当該輸送に従事した人数×従事時間（人・時）}}$$

$$= \frac{\boldsymbol{w \times \sum_{i=1} d_i}}{\boldsymbol{\sum_{i=1}(\sum_{j=1} m_{w_{ij}} \times t_{ij})}} \quad \begin{matrix}\cdots\text{（輸送トンキロ）}\\ \cdots\text{（従事時間）}\end{matrix}$$

i　：各発地の積込から着地の荷卸までの各輸送工程（本稿では標準的な8工程とする．）
j　：各輸送工程 i における作業
　道路走行：道路の種別（高速道路，一般道の別），地区（都内，大都市，その他の別）毎に，走行速度を設定．
　積　替：シャーシの搬出入の切り離し・連結，トラックの乗下船待機，トラックの乗下船の運転，トラックの乗下船の誘導・固縛・固縛解放，鉄道コンテナの搬出入，鉄道コンテナの積卸
　運　航：船舶の離接岸作業，機関車・船舶の運行（運航）青函トンネル通過など，一部経路における機関車の交換
　その他工程においては，単一の作業のみ．
w　：各当該輸送ルートにおける輸送ロットに応じた**単位輸送貨物量（重量トン）**
d_i　：各輸送工程の**輸送距離（km）**
$m_{w_{ij}}$　：各輸送工程・作業で，直接的に当該輸送に従事する，単位輸送貨物量（w）あたりの**従事者人数（人）**
t_{ij}　：各輸送工程・作業で，直接的に人が当該輸送に**従事する時間（時間）**



■図―5　輸送距離・輸送ルート別の労働生産性指標*LPI*



■図―6　輸送ルート毎の工程別労働力投入比率

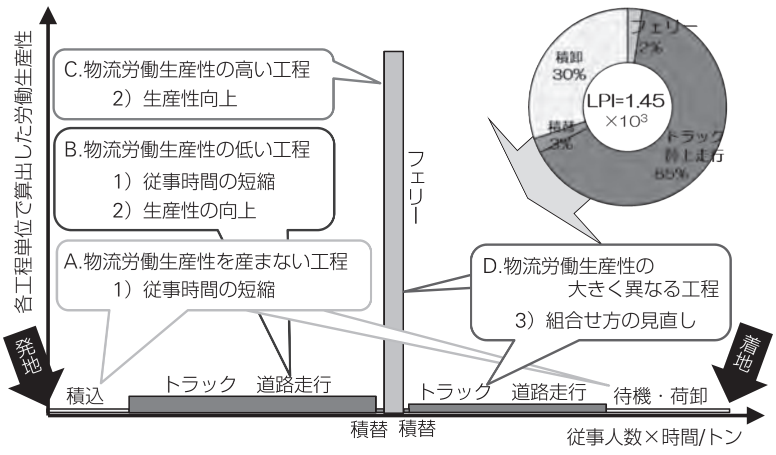
4——指標*LPI*を用いた施策等の労働生産性分析

4.1 荷役作業のパレット化·機械化等による生産性改善効果

“総合物流施策推進プログラム”においても，パレット化による機械荷役への転換促進，荷待ち時間·荷役時間の短縮策が掲げられている．図―6の北見市から大田市場への輸送で，パレット化·機械化を行うことで，海運利用ルートで1.27~1.31倍，鉄道輸送ルートで1.56倍に，指標*LPI*は向上することが定量的に確認できた[4]．これは，労働投入量としては，それぞれ2割強，3分の1以上の抑制に相当する．

4.2 工程毎の生産性向上の効果

工程毎の生産性向上の例として，ドライバー1人あたりの輸送量を増大させる



■図―7　輸送ルートを構成する各工程の労働投入構造と生産性向上の着目点

ダブル連結トラック運行や，トラックの隊列走行の社会実験が進められている．

表―2に，福岡流通団地から東京流通センターまで輸送する場合の指標*LPI*を，13トン積トラックを基準として示した．

ダブル連結トラックにより，1人あたり26トン輸送することで，指標*LPI*は1.9倍に向上する．一方，隊列走行については，高速道路区間のみをドライバー1人による隊列走行とし，他の一般道の走行や荷役は，1台毎に乗務するドライバーが行う条件としたことから，指標*LPI*は上昇するものの，10台が隊列走行しても5.0倍に留まった．

4.3 生産性の大きく異なる工程の組合せの見直し

表―2下段には，4.2と同様の条件で，海運や鉄道を利用した複合一貫輸送による指標*LPI*を示した．

労働生産性の高い海運や鉄道を利用する複合一貫輸送ルートの指標*LPI*は，トラック10台による隊列走行の44百を大きく上回る63～76百に及び，13トン積トラック1台による輸送の7倍以上の高い生産性を示す．

図―1に示すとおり，トラックを利用して500km超を運ぶ長距離輸送量108百万トンの内，長距離フェリーを既に利用しているBは15％相当の16百万トンに留まるものの，45％に相当するCの49百万トンが，既存の長距離フェリー航路の利用も候補になる府県間輸送である．

これ以外の55％相当（=A－C）は，4.2で例示したドライバー1人あたりの輸送量を増大する施策で生産性を向上させる一方，他の府県間輸送では，長距離フェリーなど，複合一貫輸送の利用向上を図っていくことが，長距離輸送の労働生産性向上に有効と考えられる．

そのほか，海運を利用した複合一貫輸送においては，図―6のような例では，道路走行距離割合を短縮出来るように利用航路を転換することで，労働生産性は向上可能である．長距離輸送に求められる速達性と，労働生産性の兼ね合いも見ながら，発着地近傍に寄港する航路選択ができるような環境整備も期待される．

■表―2　福岡流通団地から東京流通センターまでの労働生産性指標*LPI*

トラックの運行方法		13トン トラック	ダブル連結 (26トン/車)	隊列走行3台 13トン車×3台	隊列走行10台 13トン車×10台
トラックの道路走行	(×10³)	0.881	1.69	2.17	4.44
	対13トン車比	1.0倍	1.9倍	2.5倍	5.0倍
他の輸送ルート		鉄道	フェリー	RORO船	
既存能力	(×10³)	6.25	6.50	7.58	
	対13トン車比	7.1倍	7.4倍	8.6倍	

5――おわりに

5.1 結論

- 複合一貫輸送を含めた，長距離輸送のルート毎の物的労働生産性を比較・評価できる“物流労働生産性指標*LPI*”を提案した．
- 指標*LPI*に加え，従事人数×時間／トン（注：紙面制約より本稿では事例紹介を割愛した．）を併用し，輸送ルートを構成する工程分析を行うことで，（道路走行ルート含め）輸送ルート全体の“労働生産性”を改善するための注目点の把握，改善策の効果検証なども行える．
- 指標*LPI*を用いた分析により，長距離フェリーやRORO船等を利用する複合一貫輸送の高い労働生産性を確認した．
- 法令上旅客船であることなどから貨物輸送統計などで把握しづらい長距離フェリーが，長距離トラック輸送量の15％相当で利用されていることを確認した．

5.2 今後の展望

報告した“物流労働生産性指標*LPI*”の逆数“1/*LPI*”は，トンキロあたりの労働投入量に相当する．別途，各工程毎の労働投入コストの原単位を把握することによって，輸送ルート毎のコスト比較への適用展開なども考えられる．

参考文献

1) 加藤博敏・相浦宣徳［2018］，“長距離ユニットロード輸送における長距離フェリーの担う役割と各輸送機関の特徴”，「運輸政策研究」，Vol.20, pp.49～60.
2) 国土交通省［2017］，『全国貨物純流動調査（物流センサス）報告書』.
3) 例えば，国土交通省［2015］，『物流事業者におけるKPI導入の手引き』.
4) 加藤博敏・相浦宣徳・根本敏則［2017］，“長距離貨物輸送の物流労働生産性指標の提案と生産性向上に向けた考察”，「日本物流学会誌」，第25号，pp.79～86.

■コメントの概要

1——論文の骨子

本日説明された論文は，総合物流施策推進プログラムにおける政府目標「物流の付加価値労働生産性を2割向上」を念頭に，物流の中の「輸送」に着目した，ミクロ積み上げ型の物的労働生産性指標を提案したものである．

また，同指標を用いて，代表的なインターモーダル輸送手段を比較するとともに，労働生産性向上方策を検討している．さらに，総合物流施策推進プログラムの複数の施策を評価し，同指標の有用性を検証している．

生産性とはアウトプットをインプットで割ったものだが，物流が生み出す付加価値という円ベースのものを労働投入量で割るという方法もあり，政府はこの指標を用いている．一方で，輸送生産量（トンキロ）を割ることも考えられ，この論文は，こちらのほうが役に立つことを示そうとするものである（表—1）．

2——物的労働生産性指標の有用性

物的労働生産性指標の有用性について，トラックの大型化に係る規制緩和を例として示す．

戦後，ヨーロッパ，日本ともに，許可なく走行できるトラックの総重量は20トン程度だったが，その後ヨーロッパ等では大型化が進んできた．一方，日本では道路のネットワークを広げることに注力した結果，普及が進む海上コンテナを積載するトラック，すなわち総重量40トン，積載重量25トンのトラックの走行には，特殊な許可を要する状況にある．

そのような中で，この2月に重要物流道路制度を盛り込んだ道路法等の改正案が閣議決定されたところである．重要物流道路とは，国土交通大臣が物流上重要な輸送網として指定するもので，そこでは，海上コンテナを積んだ総重量40トンのトラック等の通行に係る許可は不要となる（図—1）．

その一方で，日本の高速道路の大型トラック制限速度は，80km/h（暫定2車線70km/h）であるのに対して，韓国では100km/h，米国では90km/h，ドイツでは80km/hである．

このような状況を踏まえて，海上コンテナを積んだ総重量40トンのトラックが高速道路を走行した際の物的労働生産性指標を算出すると，日本と韓国・ドイツとでは大きな差があることが示される（表—2）．

こういう単純なことも，明快に示されることは，物流効率化を考える上で，重要なことと考えられる．

3——今後の課題

3.1 物的全生産要素生産性への拡張

今回，物的労働生産性指標が提案されたが，その次の段階として，他の生産要素も含んだ，物的全生産要素生産性への拡張が考えられる．

過去の取り組みでは，資本の評価が問題になってきた．例えば，産業別で集計する場合，1企業内でも車両等の取得原価や償却の程度はまちまちで，それらを統一的に比較することが難しかった．

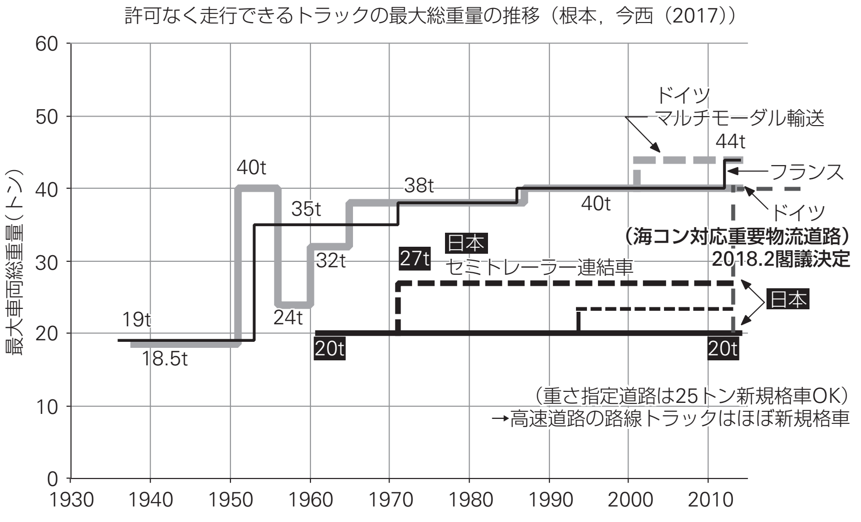
その点，今回の研究のように，ミクロ，しかも新規投資を行うという前提で比較を行えば，統一的な評価が可能となると考えられる（表—3）．

それによって，インターモーダル輸送

■表—1

生産性＝アウトプット/インプット

	輸送生産量（トン・キロ）		物流付加価値（円）
労働投入量（人・時）	物的 労働生産性 （トン・キロ/人・時） 加藤	⬅	付加価値 労働生産性 （円/人・時） 政府



高速道路の大型トラック制限速度80km/h（暫定2車線70km/h）
c.f. 韓国100km/h，米90km/h，独80km/h

■図—1

■表—2

物的労働生産性は国際比較，時系列比較，各種代替案の比較（規制緩和の効果検証など）にも有用

	総重量	実重量	最高速度	物的労働生産性（指数）
現状	25トン	15トン	80km/h	1,200トン・キロ/人・時（100）
速度緩和	25トン	15トン	100km/h	1,500トン・キロ/人・時（125）
ドイツ型	40トン	25トン	80km/h	2,000トン・キロ/人・時（166）
韓国型	40トン	25トン	100km/h	2,500トン・キロ/人・時（208）

高速道路の大型トラック制限速度80km/h（暫定2車線70km/h）
c.f. 韓国100km/h，米90km/h，独80km/h

■表―3

3.1 物的全生産要素生産性への拡張

	輸送生産量（トン・キロ）	物流付加価値（円）
労働投入量（人・時）	物的 労働生産性 （トン・キロ/人・時） ↓	付加価値 労働生産性 （円/人・時）
生産要素（労働，資本，原材料等）すべて（円）	物的全生産 要素生産性 （トン・キロ/円）	付加価値全生産 要素生産性 （円/円）

インターモーダル代替案（鉄道vsフェリーなど）の比較可能資本は産業集計量，企業集計量ではなく，ミクロ新規投資アプローチで推計？

についても，例えば，JR貨物における線路使用料の計算等の問題は存在するものの，鉄道輸送とトラック＋フェリーの輸送について，効率性を比較すること等が可能になるものと考えられる．

3.2 付加価値労働生産性への拡張

次に，より困難と考えられる，付加価値労働生産性について考えてみる．

例えば，流通業が100円で仕入れたものを150円で販売した場合について，流通業者の付加価値を30円，支払い物流費を20円とし，そのうち10円はガソリン代とする．

このように，流通で生み出す流通付加価値は，流通業者である荷主と物流がシェアリングしている状況にあり，先ほどの例でいうと，100円で仕入れたものを150円で販売した差額からガソリン代を除いた40円を，荷主と物流とでシェアしているとみなすことができる．

一方，流通業の付加価値は，小売価格の決定権がメーカーから流通業へシフトしたものの，薄利多売の業態が力を付けるに連れて，流通業の付加価値も減少してきた．さらに，アマゾンがシェアを高めた結果，ますます流通業の付加価値は減少している．

このように流通業の付加価値が減少している中で，自営業の廃業や中高年のリストラ等が，物流業者やドライバーの供給源となってきたところであり，荷主との流通付加価値のシェア争いにおいて，物流が弱い立場にたたされている．

それが，最近ではドライバー不足や物流業の廃業によって物流の付加価値の増加も現実味を帯びてきている（図―2）．

このように減少している流通業の付加価値を，荷主と物流業とで奪い合っている不幸な図式を変え，流通付加価値自体を増加していく必要があると考えられる．

シュムペーターは，新しい販路や新しい調達先というのはイノベーションに含まれると指摘している．500年程度前に，喜望峰ルートの新しい航路が開発された結果，アジアからヨーロッパへの香辛料の流通ルートが開拓されたように，ロジスティクスのイノベーションが流通のイノベーションのもとになることが考えられる．

例えば，成長著しい越境ネット通販の場合だと，荷姿がまちまちで物流面で困難なだけでなく通関も伴うことから，どういうプラットフォームをつくるかということが，成功の一つの条件となっている．

そのため，香港に設置した通販サイトと保税区によるプラットフォームを構築したアリババグループに利益が集中する一方で，日本の物流事業者等の利幅は薄い状況にある．

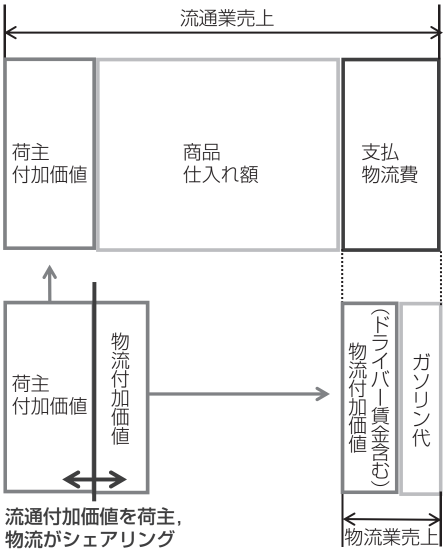
このような状況を見ると，単に輸送の効率化を図るだけではなく，クール便の国際バージョンのような新サービスを提供するようなことが求められている．

すなわち，流通付加価値をより増加させる観点から，流通全体の最適化を図ることが必要と考えられる．（図―3）．

したがって，流通付加価値をまず把握した上で，その中での物流の貢献度を考えながら，物流付加価値を求めていくという考え方が必要ではないか．

そのため，物流は単なる輸送業から物的流通業（輸送プラス在庫管理等），さらにロジスティクスへと転換する中で，物流付加価値の増加を目指すべきと考えられる．

また，将来の課題としては，車両の走行時収集データ等物流業が保有している商流・物流データ，ビッグデータをうまく活用することも検討する必要がある（表―4）．

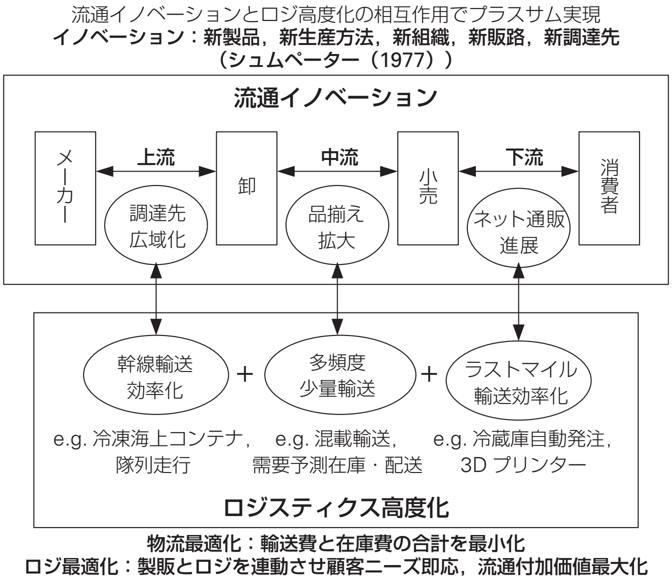


1. 流通の主導権が「松下電器」→「ダイエー」→「ヤマダ電機」→「アマゾン」に移り，流通業の付加価値が減少
2. 流通（商流＋物流）で生み出す
   流通付加価値を荷主，物流がシェアリング
   付加価値のゼロサム状況 → 荷主悪玉論
3. 差別化できない単純な輸送サービスを多数の物流業者が提供可能なら，物流付加価値が減少（自営業廃業・中高年リストラが，物流業・ドライバーの供給源 → 供給過剰）

↓

今後のドライバー不足が物流業の廃業を促進？
賃金上昇が物流付加価値を増加？

■図―2　物流付加価値とは



■図―3

■表―4
3.2 付加価値労働生産性への拡張

	輸送生産量（トン・キロ）	流通付加価値（円） ↓物流・ロジ貢献度 物流付加価値（円）
労働投入量（人・時）	物的 労働生産性 （トン・キロ/人・時）	付加価値 労働生産性 （円/人・時）
生産要素（労働，資本，原材料等）すべて（円）	物的全生産 要素生産性 （トン・キロ/円）	付加価値全生産 要素生産性 （円/円）

・物流業は「輸送業」から「物的流通業（輸送＋在庫）」，さらに「ロジスティクス」に転換できれば物流付加価値は増加．
・商流・物流データ，走行時収集データは収益を生む？

最後に，今回の物的労働生産性は，非常に興味深く，それだけでも有益と考えられるが，これからますます発展させてもらいたいと思うとともに，物的全生産要素生産性及び付加価値労働生産性への拡張の可能性についても検討していただきたい．

■質疑応答（A：加藤）

Q　物流に係る労働力不足について，特にどのモードの労働力不足が問題となっているのか，ご教示いただきたい．

A　今回の説明では，ドライバーについて説明した．しかし，船員や港湾運送事業の方が，より深刻との話も聞く．網羅的な把握が必要と感じている．

Q　海運が上手く活用されていない一番の要因は，何と考えているのか．

A　2000年代のアンケート等では，費用が割高になる，所要時間が長くなる，貨物量がまとまらないとシステムに合わない，などが挙げられている．昨今のドライバー不足や労働基準順守の動向により費用や時間の問題は緩和されている．

量がまとまらない点については食品メーカー同士の共同輸送が始まっている．私は中小荷主も使えるシステムの構築・普及が重要と考え取り組んでいる．

その他，船舶の運航に係る情報がわかりにくいとの声に対し，昨年末より官民で検討が始まっている．

Q　フェリーのロードファクターは，どれくらいなのか教えてほしい．

A　2013年度通年で見ると，北海道航路で7割，九州航路で8割程度．但し上り下り，曜日，季節などによる変動は非常に大きい．

Q　生産性の評価において，地点間の輸送においての評価だけではなく，輸送時間が短ければその時間を他の輸送に回せるといった観点を，生産性の評価に反映することは考えられないか．

A　生産性算定の分母は労働者数と労働時間の積であり，余った時間は勘定に入れていない．その時間は別途働けることを前提にしており，その意味でご指摘の趣旨は，生産性の計算に含まれている．

Q　運送会社としては，付加価値生産性は，荷主が支払ってくれるかどうかで評価するのが実感である．

そのため，繁忙期の引っ越しのように，労働生産性は低いのに付加価値生産性は高い状況もあるのだが，このような関係を整理できないか．

A　引っ越しのような荷姿が様々な貨物の運送の物的生産性は低い一方で，付加価値生産性が高いことは理解できる．今後の研究においても留意したい．

（とりまとめ：加藤博敏，林田拓人）