

# 社会の安定を支えるという観点からの グローバル物流ネットワークの再考



東京大学大学院 工学系研究科  
レジリエンス工学研究センター  
技術経営戦略学専攻(システム創成学兼任) 准教授  
柴崎 隆一

## 研究テーマ

### 世界的視野に立った国際物流シミュレーション/ 分析モデル

- ①貨物(コンテナ)から見た物流モデル:世界規模の  
インターモーダル国際物流ネットワークモデル
- ②船から見た物流モデル:  
船舶動静データを活用した物流分析
- ③国際貿易モデルを活用した国際物流政策等の  
経済インパクト計測

# コロナ禍で物流は逼迫していたか？

マスクの品切れ

**マスク・体温計  
アルコール消毒液  
は品切れ中です**



トイレトペーパーの買い占め騒動



航空貨物輸送の停止

3

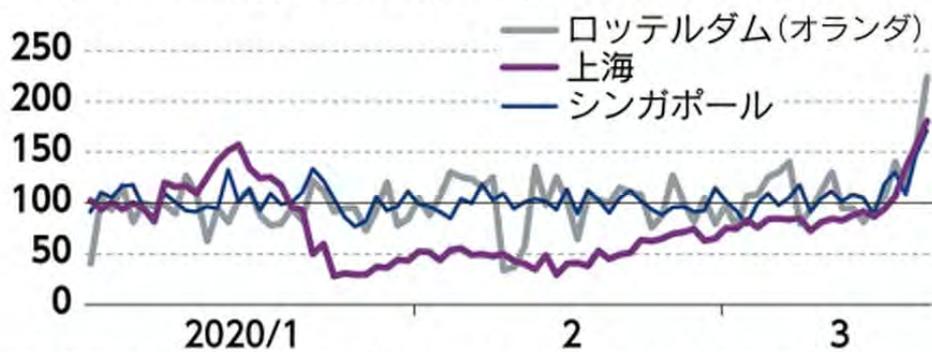
この半年間、日用品で何か買えなかったものはありますか？



4

# 物流は、世界中で止まっていません

## 上海など主要港を出港する船舶数は急伸 (日経新聞, 20/03/29付け)



(出所)米オービタルインサイト (注)2019年平均=100として指数化



農水省HP



令和2年4月8日 千葉市小麦の輸入状況

## もちろんその裏には通常時以上の努力があります

FOCUS  
ON TRANSPORT AND LOGISTICS

HOME FEATURES REGULARS MARKETPLACE DIGITAL MAGAZINE

HOW COUNTRIES CAN LEVERAGE  
TRADE FACILITATION TO DEFEAT  
THE COVID-19 PANDEMIC



### BORDER POST MELTDOWN!



A disaster is looming on the borders in southern Africa – as some truck drivers are being quarantined (often in horrific conditions), others are queuing for up to 90 km, others are having their passports confiscated and others are terrified of being injected with a so-called Covid-19 vaccine.

It's a right royal mess – and people could die.

We are being inundated with reports from regional transport authorities, transport operators and



UNCTAD  
47237029

<http://www.focusontransport.co.za/border-post-meltdown/>

新型コロナウイルスの影響で上陸できない15万人もの船員たちが、  
いまでも海を“漂流”し続けている

<https://wired.jp/2020/05/20/pandemic-strands-ship-crews-sea-others-shore/>

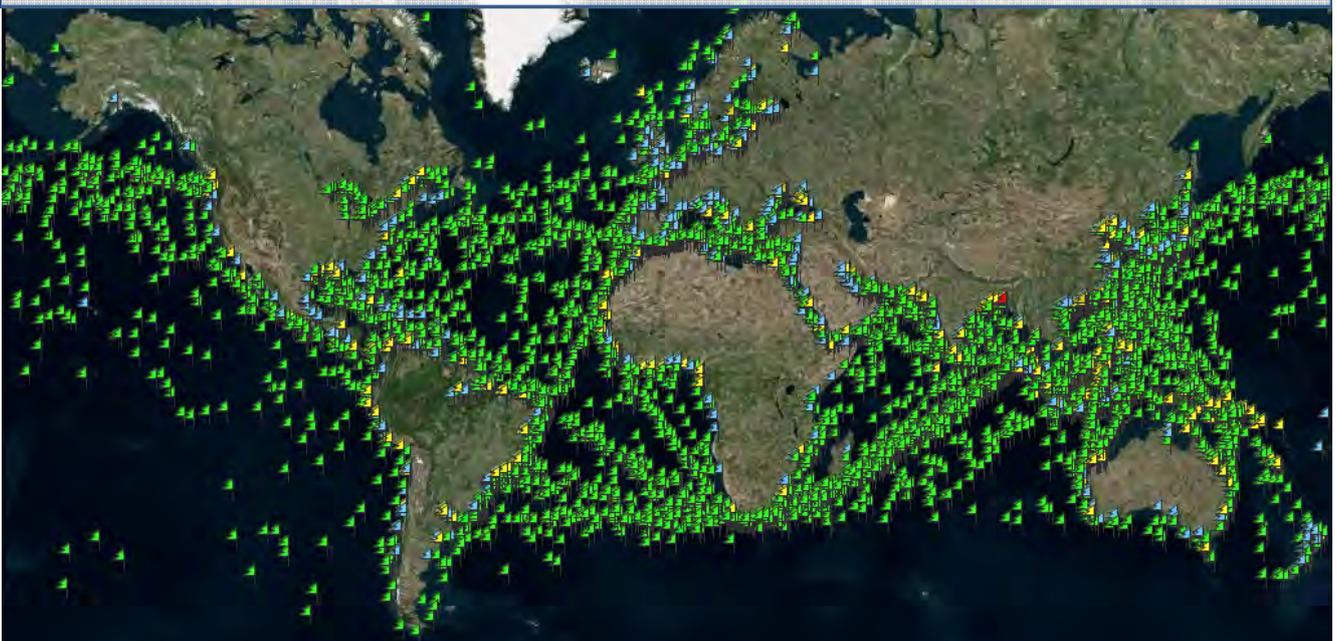
✓ 貿易バランスの変化による港湾混雑の悪化

東京港、バンプール混雑。空コンテナ増加、作業効率悪化  
(日本海事新聞5/21)

<https://www.jmd.co.jp/article.php?no=257227>

7

## AISデータを用いたCOVID-19感染拡大の 海運への影響分析(速報)

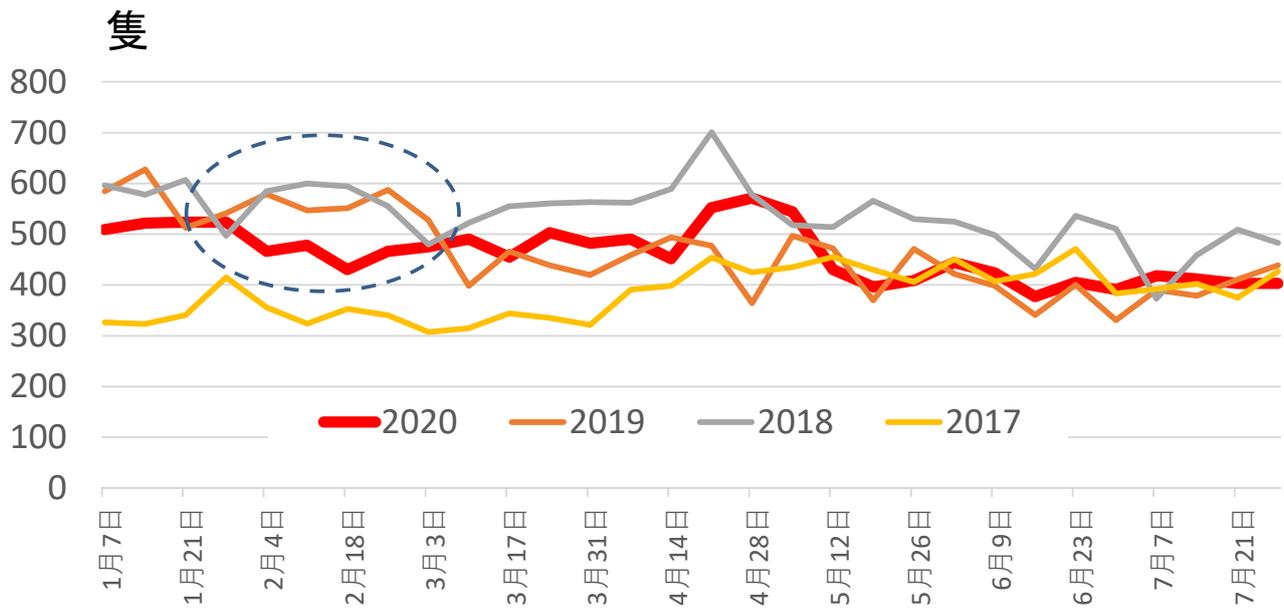


東京大学工学部システム創成学科

柴崎隆一・安田広大・中島陽斗・浅野輝・北村裕彬・甲田明寛・紫垣龍征・園田拓也・中島諒・  
平方澄天・福田学爾・星野俊樹・松本泰平・森山健一・山田航平・吉川達馬

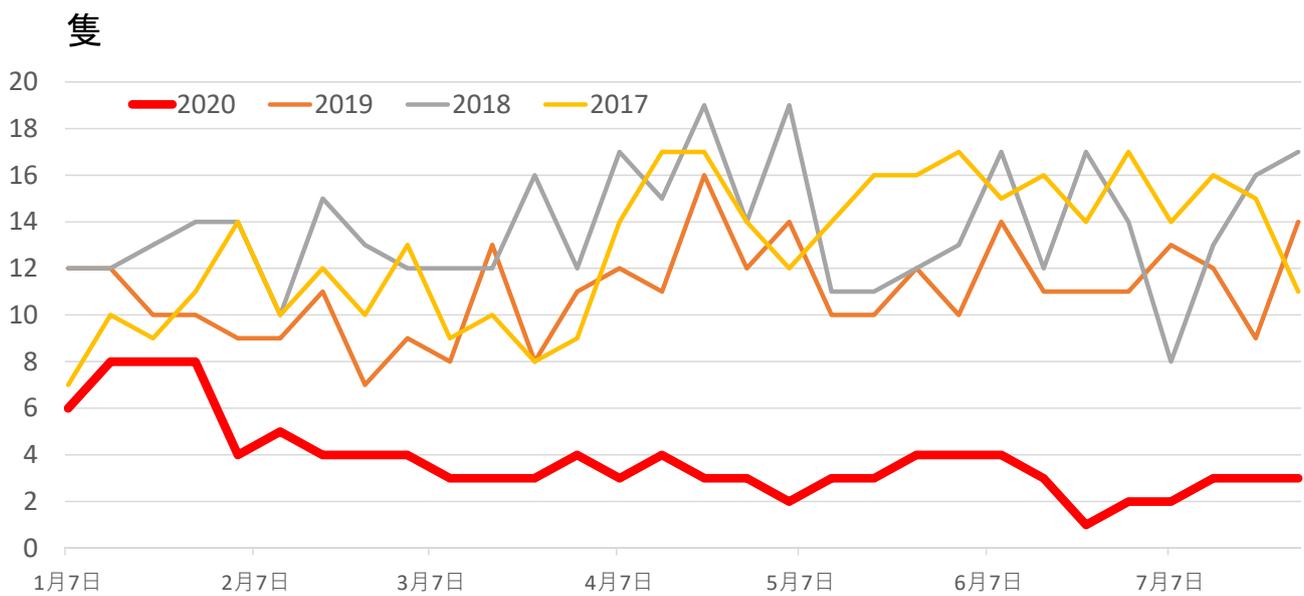
\*柴崎研究室HPで結果公開中 [http://webpark1967.sakura.ne.jp/shiba/?page\\_id=1179](http://webpark1967.sakura.ne.jp/shiba/?page_id=1179)

# 船舶自動識別装置（AIS）データに基づく 全世界から日本（4島）への入港船舶数



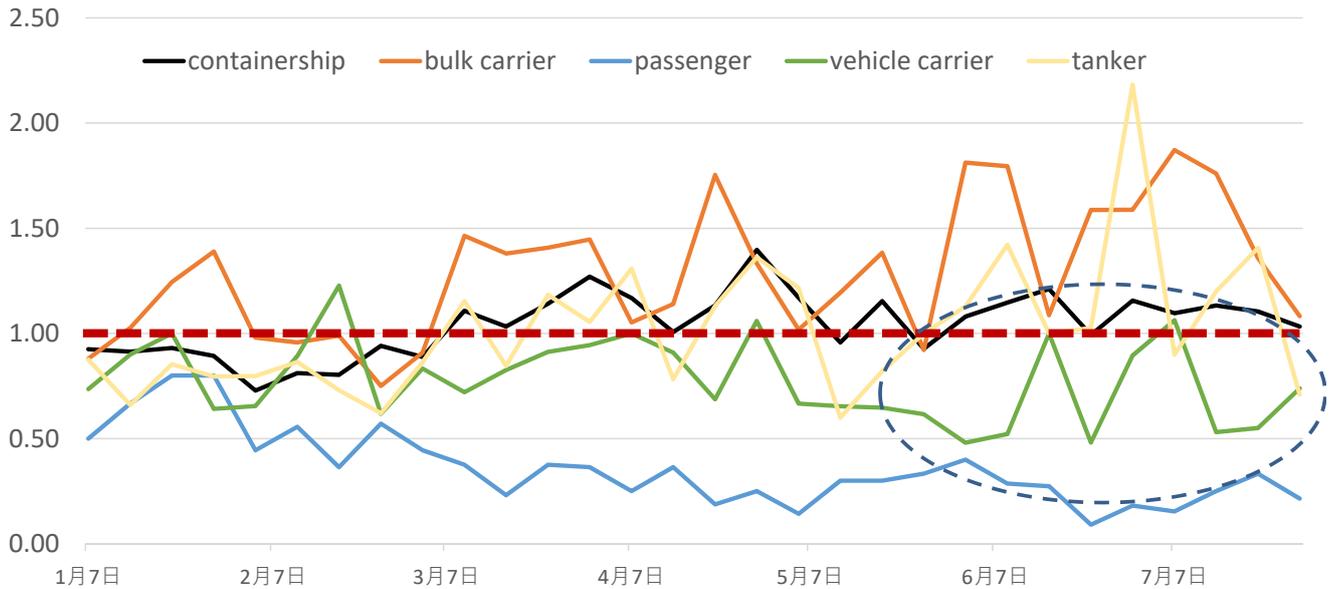
9

# 日本への旅客船（クルーズ、フェリー）入港船舶数



10

# 日本への船種別入港船舶数（対2019年同週比）



- ✓ 旅客船を除けば、影響は限定的
- ✓ ただし最近の自動車航送船にみられるように、経済の混乱を受けた海上物流量の変化はこれから本格化すると予想される
- ✓ 海上物流量は資源価格・燃料価格の変動の影響も大きく受ける

## 原油先物価格（WTI）が史上初のマイナスを記録（2020.4.20）

[https://gigazine.net/news/20200514-suez-canal-cape-of-good-hope/?fbclid=IwAR0pkqdwPBWigiVqC6Er0wndb-oybug9h7hn5iN30JyhIRZwiGMReRuum\\_s](https://gigazine.net/news/20200514-suez-canal-cape-of-good-hope/?fbclid=IwAR0pkqdwPBWigiVqC6Er0wndb-oybug9h7hn5iN30JyhIRZwiGMReRuum_s)

Googleはこの広告の表示を停止しました

2020年05月14日 17時00分

**あまりの燃料安でスエズ運河を渡るよりアフリカ大陸を回った方が安くなり交通量が激減してしまう**

エジプトのスエズ海峡に位置する人工運河の**スエズ運河**は、ヨーロッパとアジアをつなぐ海運の要衝です。しかし、記録的な原油安によりアフリカ大陸を回る**喜望峯**ルートの方が流通コストが安くなってしまうスエズ運河の交通量が激減、通航料引き下げを迫られる事態となっています。

# COVID-19パンデミックの教訓

## ➤ グローバル化の功罪

- ✓ グローバル化の進展がもたらす感染拡大の加速
- ✓ モノ, カネ, 情報の世界を跨ぐシームレスな流通・伝播

## ➤ 人と物の移動需要／バランスの劇的な変化

- ✓ オンライン化による出張・通勤不要論
- ✓ 宅配（EC）需要の増大
- ✓ 移動における人と物の優先順位の逆転？（ex. 航空輸送需要）

## ➤ レジリエントな経済／サプライチェーンネットワークの重要性

- ✓ 投資の分散 vs 集中
- ✓ 先進国への回帰？ 新興国への進出？

13

# レジリエントな物流ネットワーク

## ➤ 複数の拠点

## ➤ 複数の輸送ルート

## ➤ 複数の輸送モード

...

14

# インターモーダル国際物流モデルを用いた ユーラシア大陸横断鉄道輸送ルート競合分析 ～モンゴルに着目して～



出典：モンゴル外務省

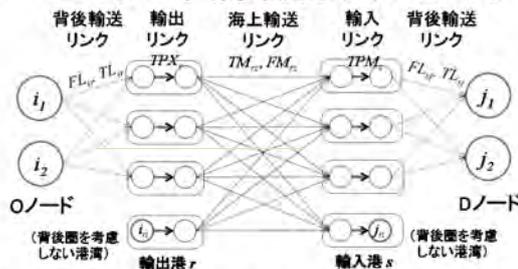
2週間隔離 承知のうえで訪中 モンゴル大統領, 友好誇示  
(東京新聞 2020/2/29)

<https://www.tokyo-np.co.jp/article/26315>

# モデルの全体構成

地域間輸送需要(OD貨物量)  $Q^{ij}$

## インターモーダル国際物流ネットワークモデル



上位  
問題

- ・仮想的なインターモーダルネットワーク上において、両サブモデルの結果 (一般化輸送費用=輸送時間×時間価値+運賃)を基に配分
- ・モデル構築者の観測できない要因(誤差項)を考慮した、確率的ネットワーク配分モデル (一番安いルート以外のルートにも一定の確率で配分される)

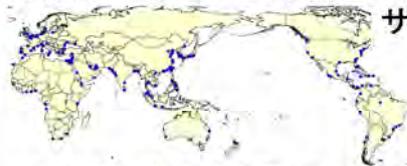
輸送時間・費用  
 $FM_{rs}, TM_{rs}$

海上(港湾間)OD  
 $q^{rs}$

輸送時間・費用  
 $FL_{ir} + vt \cdot TL_{ir}, FL_{sj} + vt \cdot TL_{sj}$

陸上(発着ゾーン~  
港湾間)OD  $q^{ir}, q^{sj}$

### 国際海上コンテナ貨物輸送ネットワークサブモデル



- ・全世界約150港(年間取扱量50万TEU以上)+対象地域の地方港, 世界20大船社+対象地域のローカル船社
- ・MDSデータより航路サービスごとにネットワークデータ(頻度, 寄港地, 船舶サイズ等)作成
- ・輸送費用と運賃の相違を考慮
- ・船舶のキャパシティを考慮した輸送時間に基づく配分(利用者均衡配分)

下位  
問題

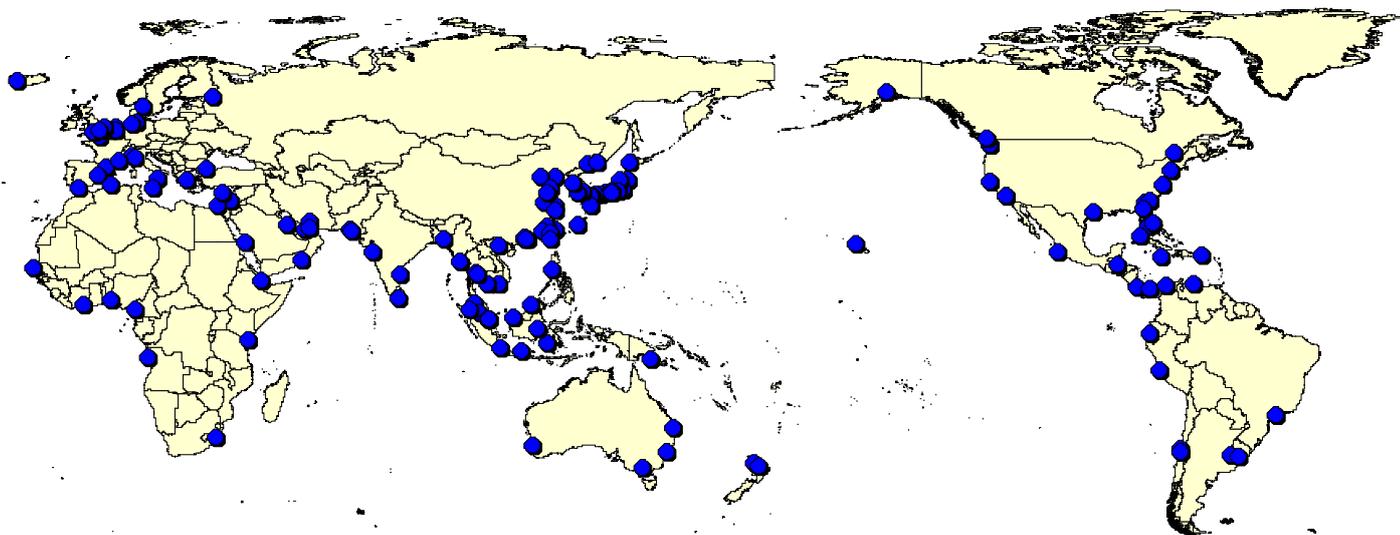
### 陸上貨物輸送ネットワークモデル



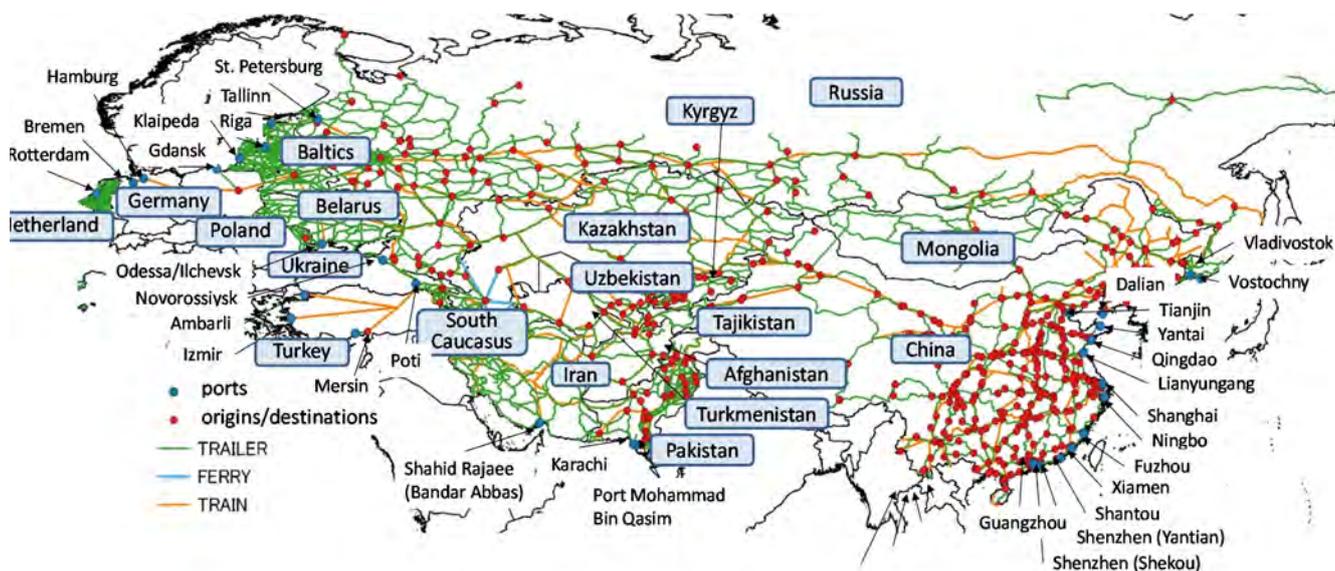
- ・道路, 鉄道, 域内水運を含む
- ・対象とする地域のネットワークのみを考慮
- ・GISソフト(ADC Worldmap)よりネットワークデータ作成
- ・各輸送機関のキャパシティを考慮した一般化費用に基づく配分(利用者均衡配分)

# 港湾

世界の主要173港湾(年間取扱量50万TEU以上)

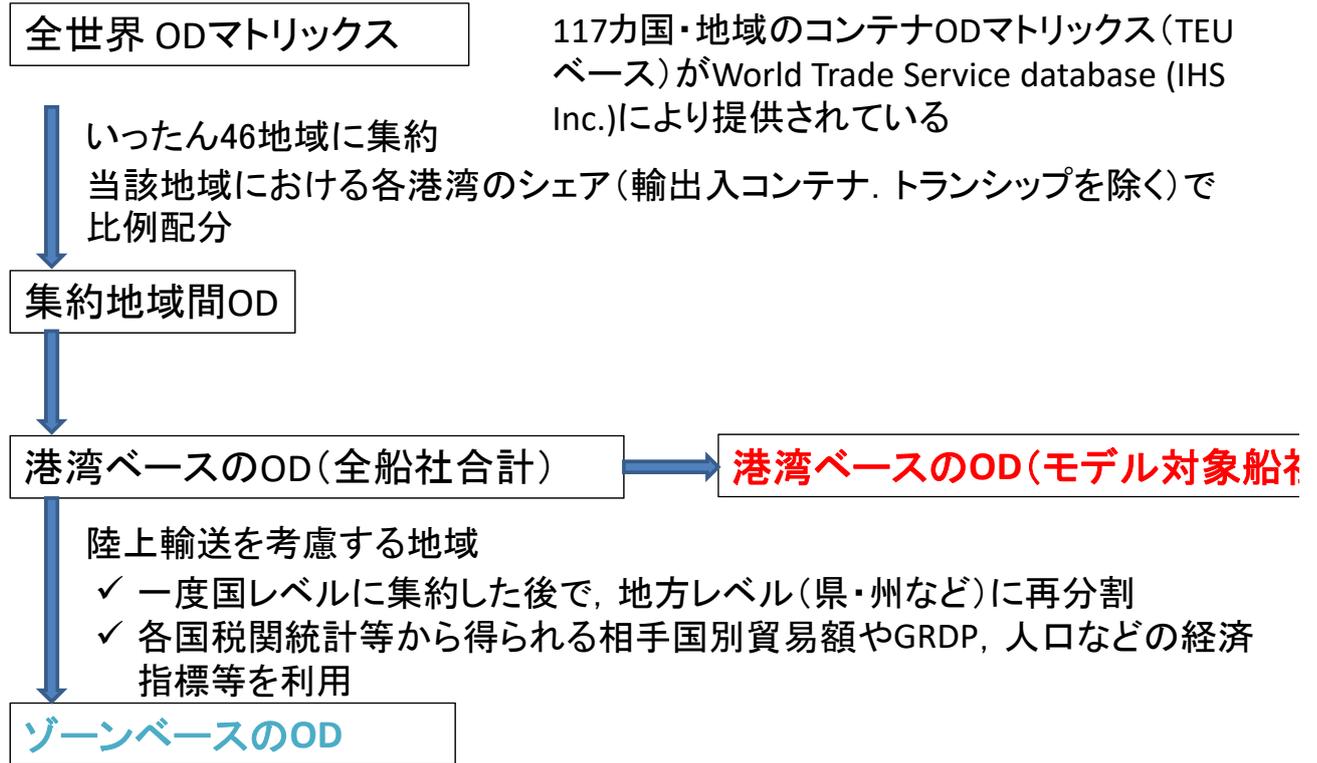


# ユーラシア大陸の陸上輸送ネットワーク

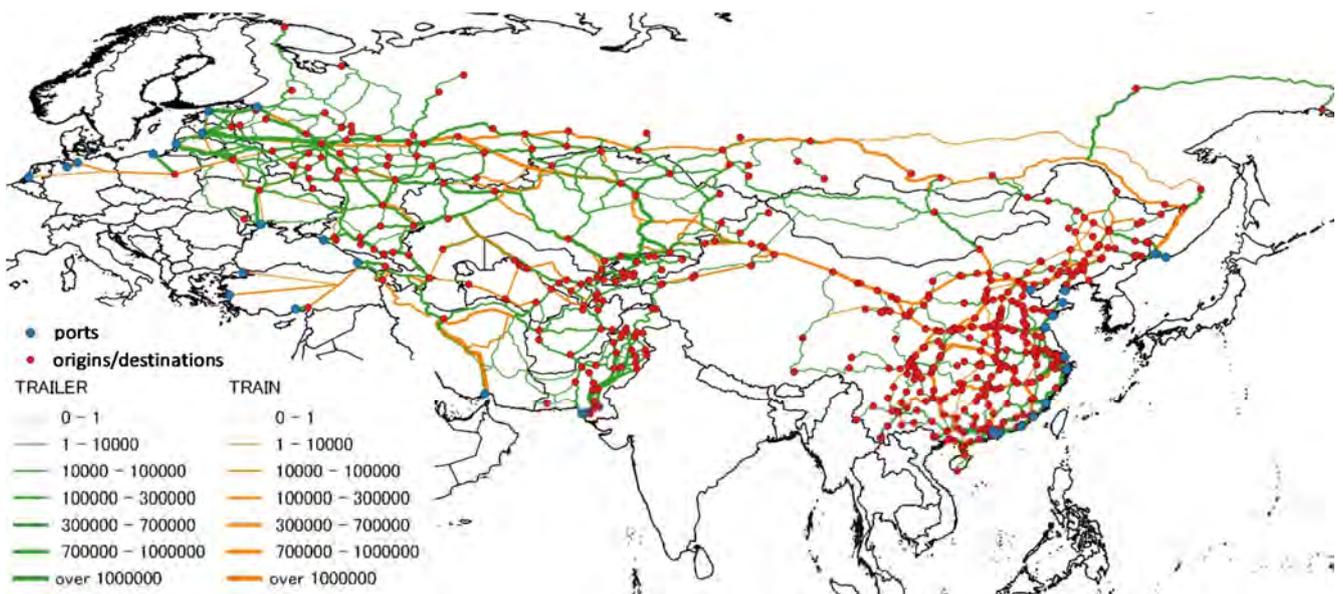


24 countries, 42,554 links

# ゾーン間貨物輸送需要の推計 (ODマトリックスの作成)



## モデルによる現状推計: 陸上貨物輸送フロー



# シナリオ設定 モンゴルの鉄道政策に関する追加的シナリオ

## S-5: モンゴル追加政策シナリオ①

S-3の設定に加え,

- モンゴル国内の鉄道運賃をさらに50%割引
- モンゴルの鉄道容量(頻度)をさらに5倍

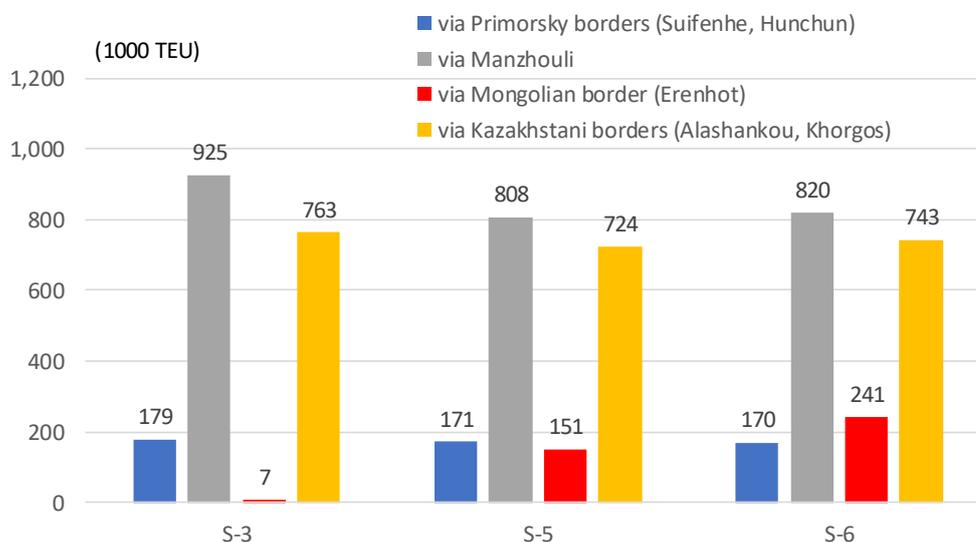
## S-6: モンゴル追加政策シナリオ②

S-5の設定に加え,

- モンゴルがEAEUに加盟したと想定(モンゴル-ロシア間の国境抵抗が従来の1/3)
- モンゴルの鉄道容量(頻度)を10倍に変更
- ロシア鉄道の鉄道容量(頻度)をさらに3倍

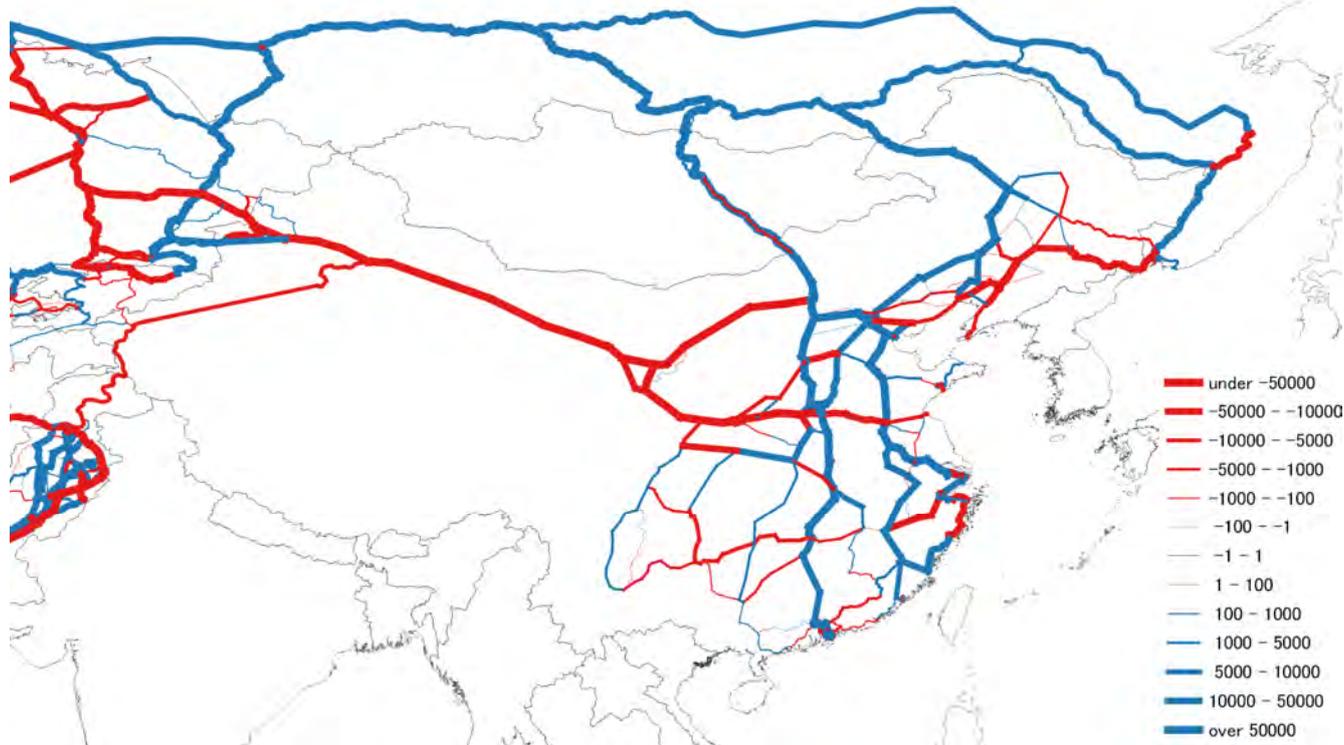
## 分析結果②：モンゴル鉄道政策

### シナリオ5・6における各輸送ルート<sup>①</sup>の通過貨物量



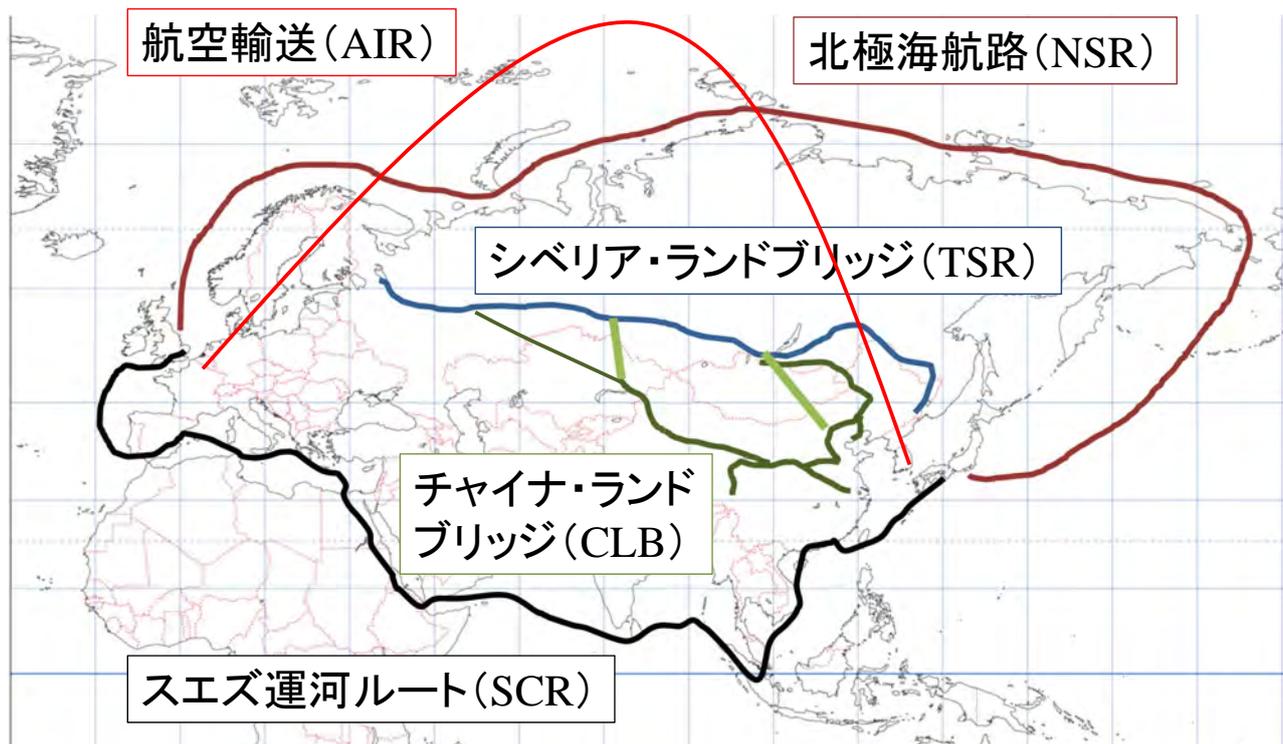
## 分析結果②：モンゴル鉄道政策

S-3からS-6に変化させた時の陸上輸送貨物量の変化



## 東アジア＝欧州間の主要輸送ルート

International Shipping Route between East Asia and Europe

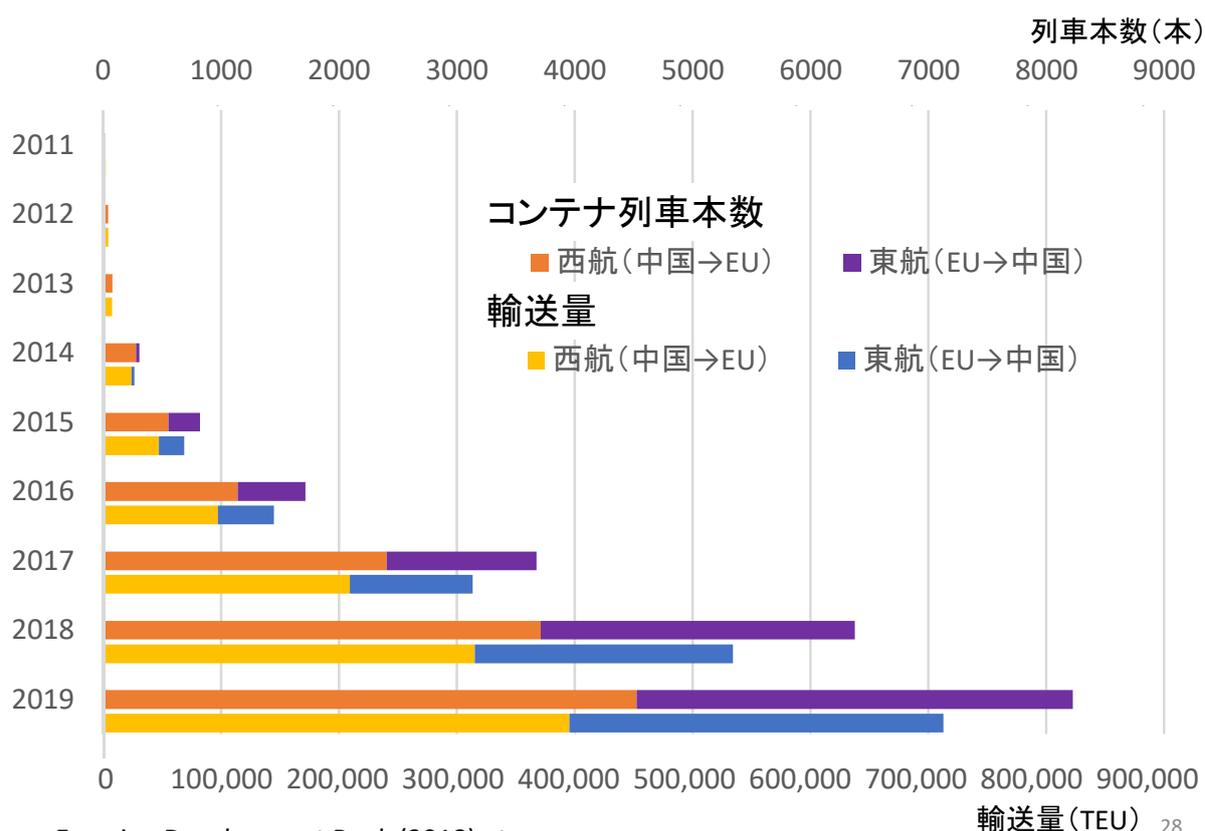


## Example of shipping Cost and time from Wuhan to Hamburg

Mode	Cost (USD/FEU)	Time (Door-to-door)
Air	14,000~15,000	4~5 days
Rail	4,000~5,000	around 20 days
Truck+Sea	> 4,000	40 days
River+Sea	2,000	51 days

Source: Tsuji (2016)

## History of China-Europe Railway Express (中欧班列)



Source: Eurasian Development Bank (2018) etc.



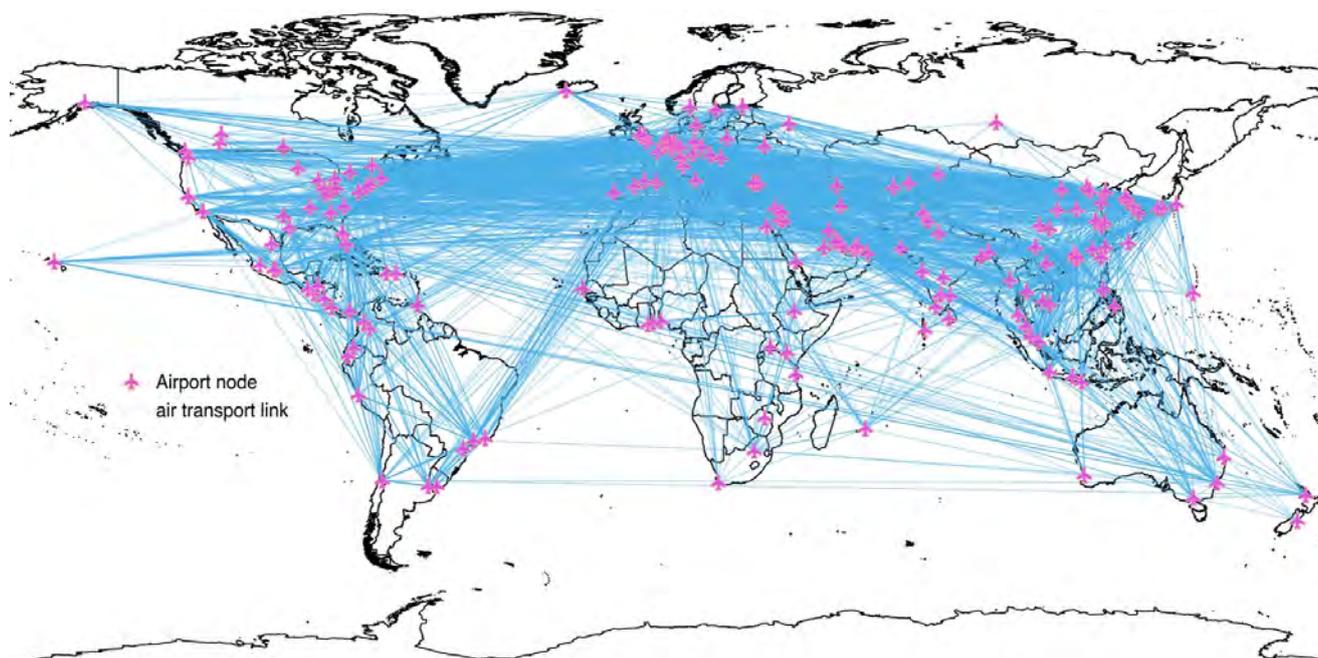
日刊Cargo 2020/5/21

2か月連続過去最高, 4月1000便迫る  
中国—欧州鉄道「中欧班列」

<http://www.daily-cargo.com/new/news/139348/>

31

## 航空輸送ネットワークの追加



2020/7/29

航空輸送リンク: 6825本  
空港ノード: 184空港

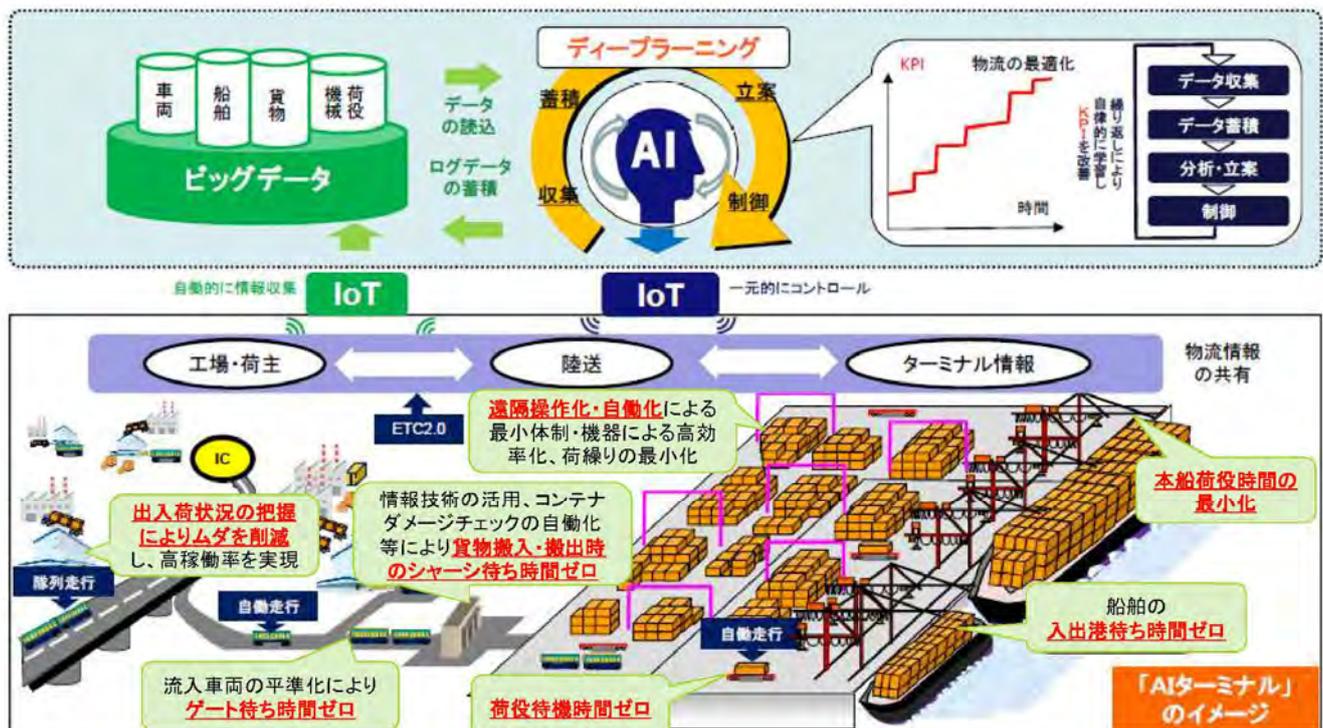
32

# COVID-19パンデミックを受けた 物流分野における今後の研究の方向性

- サプライチェーンの観点から見た投資の分散と集中のトレードオフ
- 物流ターミナルや輸送におけるさらなるIT化, 省人化, 無人化
- ECの発展が物流や都市のあり方をどう変えるか?
- 世界経済の画一化/レジリエンス性の向上に伴う世界経済の発展の方向性 (regional tradeの進展, ブロック経済化の進行)
- 社会の安定化装置としての物流の役割

33

## AIターミナル構想

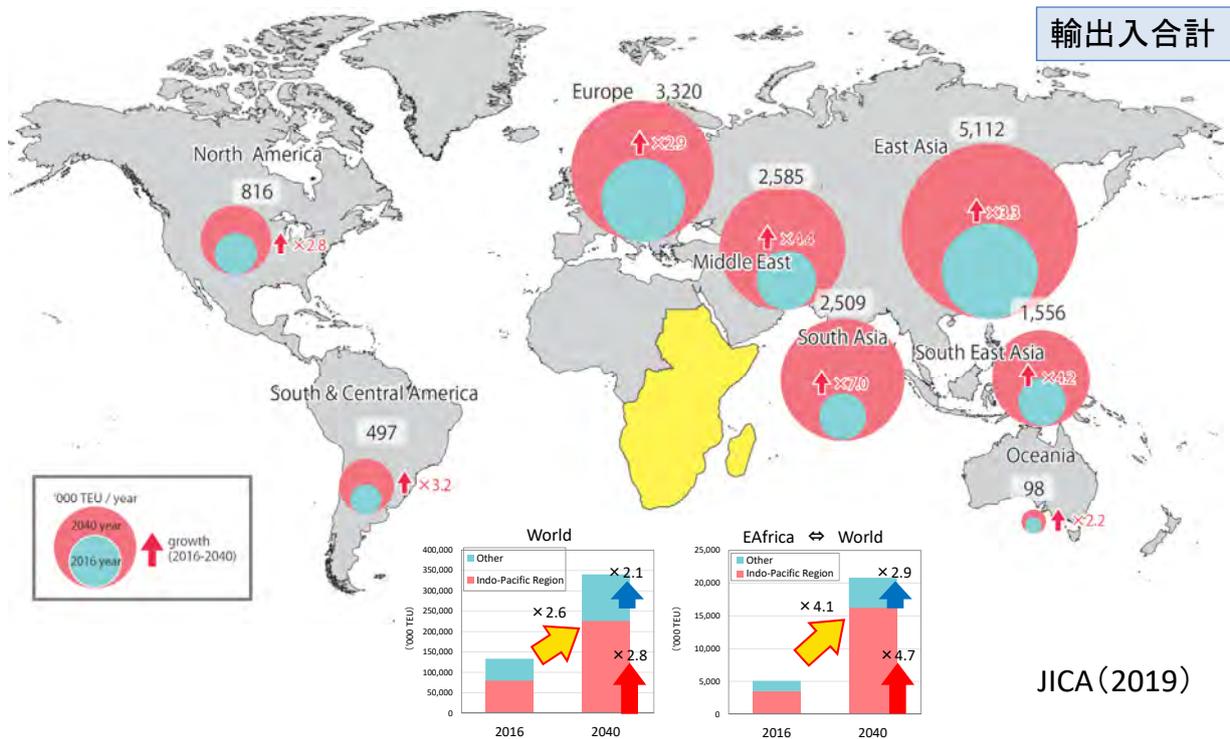


出典: 国土交通省港湾局

34

### 3.1 GTAPモデル分析概要(将来予測結果イメージ)

➤ アフリカ東岸と世界各地の輸出入量の変化(2016→2040)



### 社会の安定化装置としての物流の役割

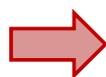
✓ 物流機能の低下, 停止



✓ 輸送費用の極端な上昇



✓ 物価の上昇



✓ パニックの発生



✓ 厚生の低下



✓ 治安の悪化, 政治不安の増大  
(カタストロフなリスク)

# 物流データセンシング／モニタリングによる 世界経済システムの診断

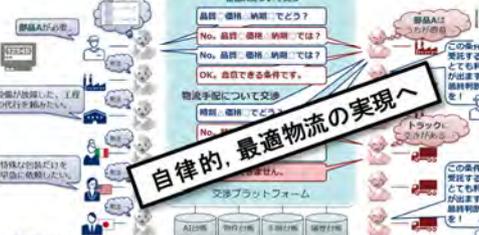
## 物流のモニタリング

物流データの集約、ビックデータ活用



## 物流プロブデータの活用 (富士通交通・道路データサービス)

それぞれの内部オペレーションを最適化している経済主体間で、受発注条件の自動交渉を通じてWin-Win条件を探り、互恵関係を成立させる業界標準で記述

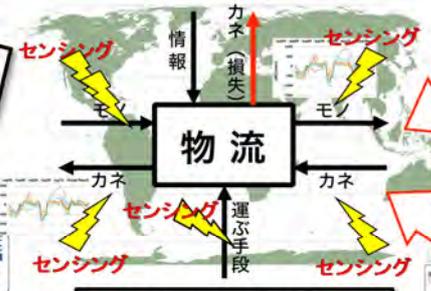


NEDO「AI間連携基盤技術」  
(NEC, 和泉研究室@シス創協力)

## グローバルな物量のダイナミクス把握



船舶動静(AIS)データによる  
コンテナ船の位置情報(seasearcher)



統計データからの推計(柴崎@シス創)

## (人体の診断) バイオセンシングによる次世代医療

## (人工物の診断) インフラシステム・構造物の維持管理

ご清聴ありがとうございました

東京大学大学院 工学系研究科

レジリエンス工学研究センター  
技術経営戦略学専攻  
(システム創成学兼任)  
准教授

柴崎 隆一

shibasaki@erc.t.u-tokyo.ac.jp  
shibasaki@tmi.t.u-tokyo.ac.jp  
shibasaki@sys.t.u-tokyo.ac.jp