

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2006-2008
 課題番号：18560526
 研究課題名（和文） アジア圏マルチモード・ネットワークのダイナミズムと
 国際物流予測モデル構築
 研究課題名（英文） Dynamism of Asian Multimode Network and Development of International
 Logistics Forecasting Model
 研究代表者
 渡部 富博 (WATANABE TOMIHIRO)
 国土交通省国土技術政策総合研究所・港湾研究部・港湾システム研究室長
 研究者番号：10356040

研究成果の概要：国際海上コンテナだけでなく、国際ユニットロード輸送・陸上越境輸送、さらには端末・背後輸送としての陸上・水上輸送も取り込み、荷主や輸送企業により実際的な行動を織り込んだ、総合的な国際貨物流動を対象としたモデルを構築した。また、構築したモデルを用いて、中国やアセアン地域におけるインフラ投資などの国際交通政策シミュレーションやSCM進展のシミュレーションを行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,800,000	0	1,800,000
2007年度	900,000	0	900,000
2008年度	800,000	0	800,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	0	3,500,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学，交通工学・国土計画

キーワード：交通減少分析，国際物流，インターモーダル，コンテナ

1. 研究開始当初の背景

日本・韓国・中国・ASEAN などから構成される東アジア地域においては、近年の急速な経済発展を背景に、国際貿易額が増加してきた。これに伴い、国際海上コンテナをはじめとする国際物流量が飛躍的に増大しており、世界のトップクラスの取扱量を誇る港湾や空港の大半は、いまや香港・シンガポールをはじめとする東アジア地域各国の諸港で占められており、この地域が世界の物流の中心であることは疑いない。

さらに最近では、中国の経済的な台頭や国際的な分業体制の確立により、従来の対北米・欧州貿易に加え、東アジア域内の貿易も

急速に拡大している。さらに、東アジア域内外諸国間におけるFTA（自由貿易協定）やEPA（経済連携協定）の交渉が進められており、域内経済統合化の流れは今後一層加速するものと考えられる。これは、国際物流の観点からみれば、東アジア-北米・欧州間の長距離輸送が主流であった時代から、東アジア域内の短・中距離輸送についても、同程度かそれ以上に重視される時代への変化を意味している。

研究代表者らは、これまでに、わが国および周辺諸国における港湾整備政策の評価を行うことを最終的な目標として、国際海上コンテナ貨物流動のモデル化を行ってきた。し

かしながら、モデル化の対象は国際海上輸送および日本国内の背後輸送のみであり、現在着実に増加している航空貨物輸送や、東アジア地域の今後の発展を検討するうえで欠かせない中国の国内輸送の状況、あるいは北東アジアやASEAN諸国における陸上越境輸送の進展等について考慮することができない。

2. 研究の目的

以上の問題意識をもとに、申請時における本研究の目的は以下の4点であった。

- (1) 日本を含む東アジア地域における国際貨物輸送の現状に関する詳細調査・分析
- (2) 国際海上コンテナだけでなく、航空貨物輸送や国際ユニットロード輸送・陸上越境輸送、さらには端末・背後輸送としての陸上・水上輸送も取り込んだ、総合的な国際貨物流動を対象としたモデルの構築
- (3) より現実的な輸送企業の行動原理および市場競争環境を考慮した輸送企業サブモデルの構築
- (4) SCMなどの物流一貫管理システムの進展を考慮した荷主サブモデルの構築

3. 研究の方法

- (1) 東アジア地域における国際貨物輸送の現状に関する詳細調査・分析
主に以下の4点につき調査分析を行った。
 - ① 東アジア地域の陸上越境輸送や国内輸送ネットワークの現状・将来動向調査
 - ② 国際貨物の輸送機関選択に関わる情報収集・データベース構築と分析
 - ③ 荷主企業の行動や、輸送企業の競争環境などに関わる資料の収集・分析
 - ④ 日本の国内輸送ネットワークの精緻化と輸送経路選択行動の分析
- (2) 輸送機関選択や端末輸送も内包した総合的な国際貨物流動モデルの構築
既存モデル（アジアを中心とした世界の国際海上輸送ネットワークおよび日本の背後輸送ネットワークを対象としたモデル）に、東アジア地域（特に中国および東南アジア）の陸上・水上輸送ネットワークを組み込むことで、国際ユニットロード輸送・陸上越境輸送、さらには端末・背後輸送としての陸上・水上輸送も取り込んだ、総合的な国際貨物流動を対象としたモデルを構築した。なお、航空貨物輸送についてはかなり性質が異なることから、別途モデルを構築するにとどめた。
- (3) より現実的な輸送企業の行動原理および市場競争環境を考慮した輸送企業サブモデルの構築
既存モデルにおいては、各輸送企業（外航コンテナ船社）は、企業グループごとに総輸送費用を最小化するとして定式化されてい

たが、本研究においては、グループごとの利潤最大化を行動原理とするよう変更し、国際海上コンテナ輸送という寡占市場における運賃競争（収入最大化原理に基づく寡占競争下での運賃決定）も考慮することとした。また、従来モデルでは固定されていた消席率（ロードファクター）についても、費用が最小となるよう航路ごとに決定されるものと修正した。

(4) SCMなどの物流一貫管理システムの進展を考慮した荷主サブモデルの構築

本研究においては、荷主の実際の行動をより反映するために、輸出入港湾や陸上輸送経路の選択と国際海上輸送時の外航輸送船社の選択の2段階選択モデルへ変更した。また、SCMの進展により、貨物の時間評価値（単位時間単位貨物あたりの金銭評価額）や、輸送費用に対する感度が増加した場合、貨物流動パターンに及ぼす影響についてシミュレーションを行った。

4. 研究成果

- (1) 東アジア地域における国際貨物輸送の現状に関する詳細調査・分析
 - ① 東アジア地域の陸上越境輸送や国内輸送ネットワークの現状・将来動向調査
 - ・ 欧米と東アジアにおける国際海上コンテナの背後輸送環境の比較については、発表論文③・⑨および図書①に取りまとめられている。
 - ・ 韓国における国際海上コンテナのトラック輸送の現状と我が国への示唆については、発表論文⑥および学会発表④・⑫で報告されている。
 - ・ 中国における国際海上コンテナ（特に45ftコンテナ）のトラック輸送の現状については、学会発表⑥・⑧で報告されている。
 - ・ 東南アジア地域における陸上越境輸送についても多数現地調査を実施するなどして情報を収集した。その一部は学会発表①・②・⑩などで報告されている。
 - ② 国際貨物の輸送機関選択に関わる情報収集・データベース構築と分析
 - ・ 国際貨物の輸送機関選択に関わる分析は、発表論文④・⑭および学会発表③で報告されている。
 - ・ 東アジア地域における国際RORO船輸送の現状や将来ポテンシャルについては、発表論文⑤・⑦および学会発表⑤で報告されている。
 - ③ 荷主企業の行動や、輸送企業の競争環境などに関わる資料の収集・分析
 - ・ 荷主企業の観点からみたシームレスアジアの重要性については、発表論文⑧に取りまとめられている。
 - ・ 外航船社の競争環境変化等に伴う外航コン

テナ船の船舶サイズ、積卸率やトランシップ率の推移については、発表論文②・⑬や学会発表⑨で報告されている。

- ・中国におけるコンテナ港湾の競争環境については、発表論文⑩・⑪・⑫に取りまとめられている。
- ④日本の国内輸送ネットワークの精緻化と輸送経路選択行動の分析
- ・日本における国際海上コンテナの国内輸送における現状と課題については、発表論文⑮や学会発表⑦で報告されている。

(2)~(4)輸送企業サブモデルや荷主サブモデルを改良し、輸送機関選択や端末輸送も内包した総合的な国際貨物流動モデルの構築とシミュレーション

モデルの全体概要を図1に示す。

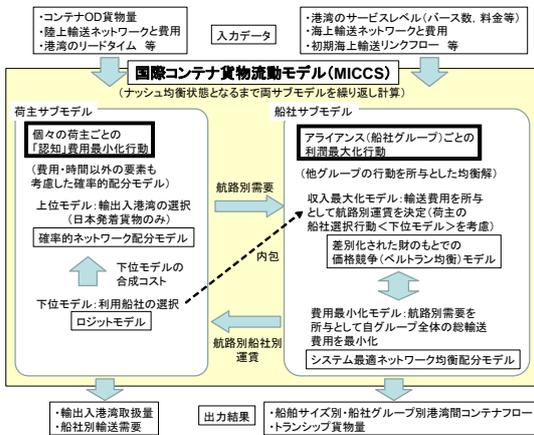


図1 本研究におけるモデルの全体概要

①モデル再現性の確認

モデル改良後の日本各港湾における輸出入コンテナ貨物取扱量における現状再現性(実績値とモデル推計値との比較)を図2に、アジア各港湾におけるトランシップ(積替)コンテナ貨物量における現状再現性を図3に示す。両図より、本研究で改良されたモデルにおいて、港湾取扱量の再現性が高いことがわかる。また図4に、各港湾間の海上コンテナ輸送フローのモデル推計結果を示す。

さらに、中国・東南アジアの陸上・水上輸送ネットワークを含めた拡張モデルにおける、アジア各港の、輸出入コンテナ貨物取扱量とトランシップコンテナ貨物量の現状再現性を図5・6に示す。図より、図2・3に示した拡張前モデルよりは再現性が低いものの、シミュレーションモデルとして最低限必要な再現性は確保されているものと判断される。また図7に、中国・東南アジアにおける国際貨物の陸上輸送フローのモデル推計結果を示す。

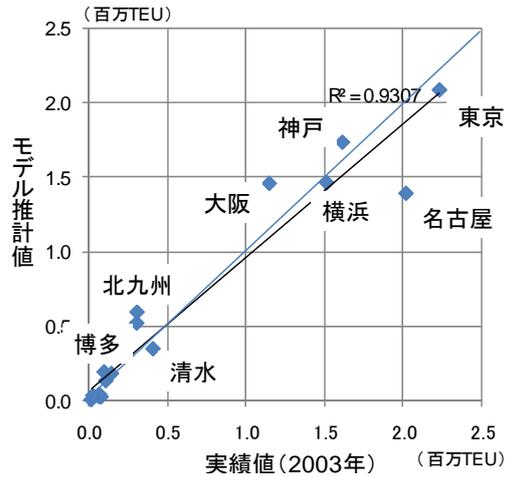


図2 改良モデルにおける日本港湾の輸出入コンテナ貨物取扱量の再現性

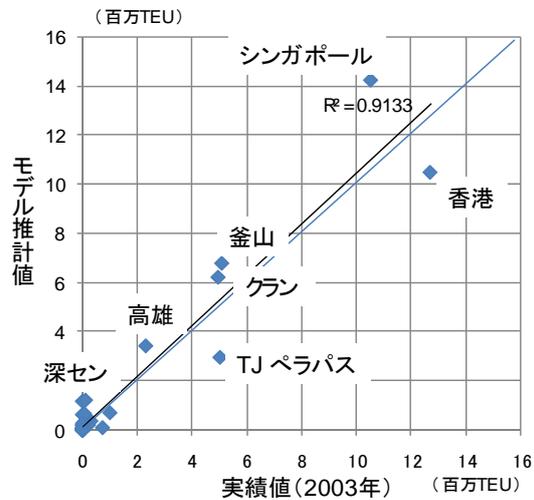


図3 改良モデルにおけるアジア各港湾のトランシップコンテナ貨物取扱量の再現性

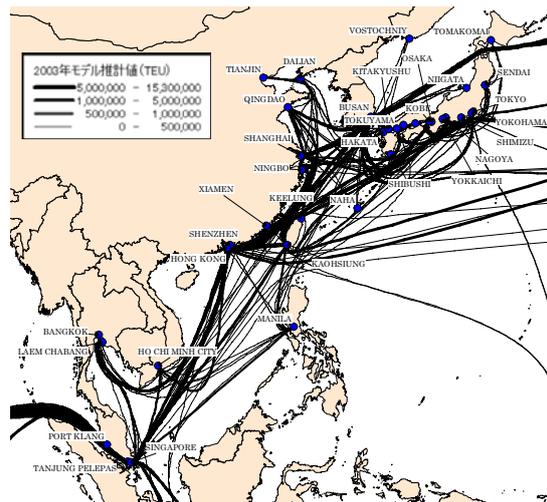


図4 海上コンテナ輸送フローのモデル推計結果

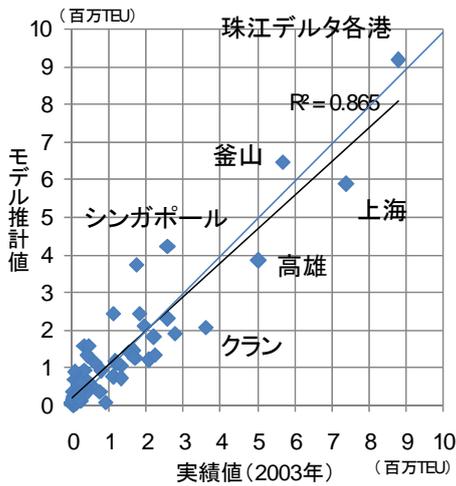


図5 拡張モデルにおけるアジア各港湾の輸出入コンテナ貨物取扱量の再現性

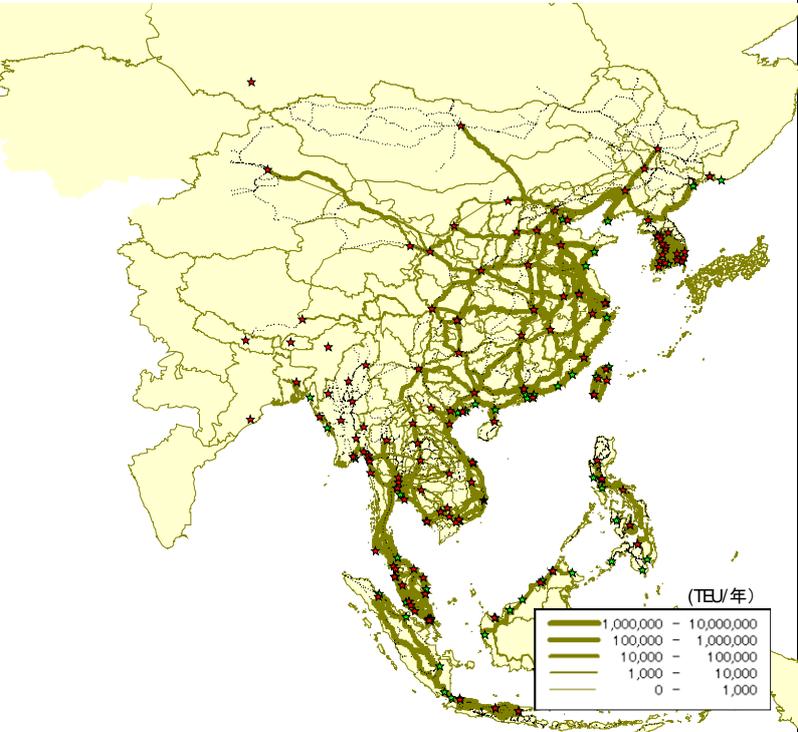
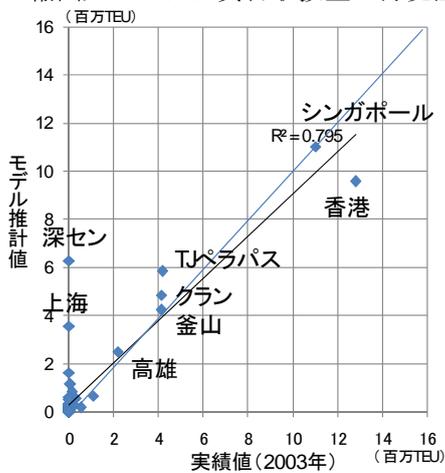


図7 国際貨物の陸上輸送フローのモデル推計結果

②モデルを用いたシミュレーション例

A. 貨物時間価値の変化

本モデルにおいては、荷主にとっての貨物の時間評価値（単位時間単位貨物あたりの金銭評価額）は、「港湾投資の評価に関する解説書 2004」を参考に、全貨物共通で1,348（円/TEU・時）に設定されていた。最近では、コンテナ化の進展に伴い、コンテナ内の貨物単価が低下しているといわれている。一方で、SCMの進展等により、貨物の時間価値が増加することも考えられる。そこで、荷主の時間価値が、上記設定値よりも10%低下した場合（ $vt_{shpr} - 10\%$ ）、および10%上昇した場合（ $vt_{shpr} + 10\%$ ）のシミュレーションを行った結果のアジア各国のトランシップ貨物量を図9に示す。図より、荷主の時間価値が低下するに従って、多くの港湾でトランシップ貨物量が増加することがわかる。すなわち、荷主の時間価値が低下すると、輸送時間が多少かかってより金銭費用の安い航路やルートに貨物がシフトし、トランシップ貨物が増加する。一方、時間価値が増加すると、輸送時間の短い直行便で輸送される貨物が増加し、トランシップ貨物は減少する傾向にあることがわかる。

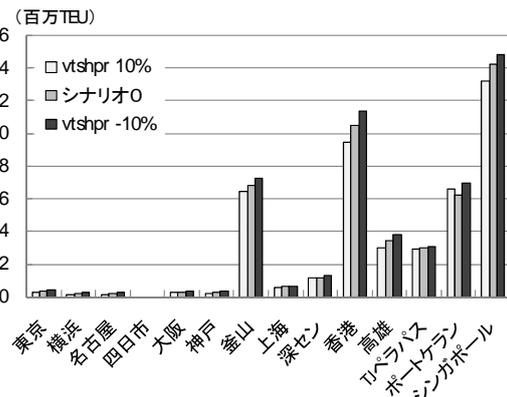


図8 時間価値変化シミュレーションの結果（アジア主要港のトランシップ貨物量）

B. アセアン地域の物流インフラ整備シミュレーション

アセアンでは、アセアン全体の発展や、域内の複数国の発展に資するという観点から、2007年に、77の物流インフラ主要プロジェクト(Major Projects on ASEAN Logistics Development)を策定した。本シミュレーションは、各プロジェクトの輸送費用削減効果を定量的に把握することを目的とするものである。なお、本シミュレーションは、当研究課題および「統合型国際経済・交通政策評価モデルに基づく国際交通ネットワーク戦略立案の支援方策」（基盤研究(B), 課題番号20310084, 研究代表者：東京大学家田教授）の総合的な成果である。

シミュレーション計算の結果、アセアン発着貨物における全プロジェクトおよび域内CBTA実施の便益（輸送費用削減効果）は、年間約4.9兆円と試算された。これは、当該貨物における総輸送費の11.0%に相当する。また、陸上プロジェクト（合計48プロジェクト）のみの便益、港湾プロジェクト（17）のみの便益、CBTAの便益は、それぞれ、約2.8兆円、1.1兆円、1.8兆円と試算された。

また、表1に各国発着貨物ごとの輸送費用削減便益と総輸送費に対する費用削減率を示す。表より、ラオス発着貨物における港湾プロジェクト、ブルネイの陸上プロジェクト、フィリピン・ベトナムのCBTAの便益等、輸送モード・政策別にみると、内陸国で港湾を持たない・陸上面積が小さい・陸路で国境を接していない等、各国の抱える事情により便益がほとんど発生しない場合もあることがわかる。一方、全プロジェクトおよびCBTAを同時に実施した場合は、少なくとも5%程度の輸送費用削減効果が期待できることがわかる。このことより、各国が比較的公平に政策実施の恩恵を受けるためにも、また域内諸国でプロジェクト実施の合意を形成するためにも、各輸送モードのプロジェクトやCBTAの実施を同時に実施することが重要であることが示唆される。

表1 各国発着貨物の輸送費用削減便益と総輸送費（シナリオ1）に対する削減率

	全プロジェクト + CBTA		全港湾プロジェクト	全陸上プロジェクト	CBTA
	便益 (億円/年)	輸送費用削減率	輸送費用削減率	輸送費用削減率	輸送費用削減率
フィリピン	2,660	8.0%	3.9%	3.2%	0.6%
ベトナム	5,358	9.5%	1.2%	9.9%	0.1%
ラオス	436	22.8%	0.3%	8.7%	18.9%
カンボジア	638	14.7%	1.6%	7.5%	4.8%
タイ	18,405	16.9%	3.1%	12.3%	2.8%
マレーシア	14,407	9.4%	1.1%	4.0%	5.6%
シンガポール	13,254	20.1%	2.6%	9.6%	18.0%
ミャンマー	265	4.6%	3.0%	11.3%	3.3%
インドネシア	8,102	9.1%	6.3%	1.2%	1.6%
ブルネイ	225	7.3%	2.6%	0.3%	2.6%

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計15件）

- ① Liqliang MA, Ryuichi SHIBASAKI, Hitoshi IEDA: Simulation of the International Container Cargo Movement in Chinese Ports by Incorporating Chinese Land Transport Network, The Fifth International Conference on Traffic & Transportation Studies 5, 1048-1058, 2006, 査読あり
- ② Ryuichi SHIBASAKI, Hironao NAKAJIMA, Shingo MAESAKI, Tomohiro WATANABE: Several Analyses For Foreign Transshipment Of International Maritime

Container Cargo Imported To/ Exported From Japan, International Association for Maritime Economists 2006 Conference, 1048-1058, 2006, 査読あり

- ③ 柴崎隆一: 欧米における国際海上コンテナの背後輸送に関する一考察とわが国の輸送環境への示唆, 海運経済研究, 40, 167-176, 2006, 査読あり
- ④ 石倉智樹, 神波泰夫, 柴崎隆一: 東アジアの貿易における貨物単価特性と機関分担に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, 34 (CD-ROM), 2006, 査読なし
- ⑤ 冢田仁, 切通良太, 馬立強, 柴崎隆一: シームレスアジア時代における国際RORO船輸送の将来性分析, 土木計画学研究・講演集 34 (CD-ROM), 2006, 査読なし
- ⑥ 柴崎隆一・渡部富博・越智大介・杉山信太郎: 韓国釜山港との比較によるわが国における国際海上コンテナ用車両の通行に関わる課題と示唆, 土木計画学研究・講演集 34 (CD-ROM), 2006, 査読なし
- ⑦ 小野寺仁・神波泰夫・柴崎隆一: 国際ROR船航路の就航動向と航路成立条件に関する分析, 土木計画学研究・講演集, 35 (CD-ROM), 2007, 査読なし
- ⑧ Motohisa ABE, Tomihiro WATANABE: Significance of Seamless Logistics in Asia: from SCM Perspective, International Conference on Transportation Logistics, 2-206, 2007, 査読あり
- ⑨ Ryuichi SHIBASAKI, Tomohiro WATANABE: Comparative Analysis Of Hinterland Transport Of International Maritime Containers, International Conference on Transportation Logistics, 2-209, 2007, 査読あり
- ⑩ 柴崎隆一: 深圳港ダチャン湾CTの開発 ～珠江デルタ地域～, 雑誌「港湾」, 36-37, 2007.7月号, 査読なし
- ⑪ 柴崎隆一: 中国における港湾開発と港湾間競争, 運輸政策研究, 10-2, 55-59, 2007, 査読なし
- ⑫ 柴崎隆一: 中国主要地域におけるコンテナターミナルの競争環境に関する考察, 土木計画学研究・講演集, 36 (CD-ROM), 2007, 査読なし
- ⑬ 赤倉康寛・渡部富博: 東アジア域内航路の船型動向に関する分析 - 基幹航路の大型化によるカスケード効果の影響 -, 運輸政策研究, 11, 19-26, 2008, 査読あり
- ⑭ 石倉智樹・丹生清輝・磯野文暁・大石礎: 近年の国際航空貨物の単価および機関分担特性, 土木計画学研究・講演集, 38 (CD-ROM), 2008, 査読なし
- ⑮ 杉山信太郎・柴崎隆一・渡部富博・藤原健一郎・五十嵐一智: 国際海上コンテナの国

内自動車輸送における交差点通行上の制約と迂回損失に関する分析，土木計画学研究・講演集，39，2009，査読なし，掲載決定済

〔学会発表〕（計 12 件）

- ① Ryuichi SHIBASAKI, Liqiang MA, Hitoshi IEDA, Lixin MIAO: International Freight Flow Modeling considering Cross-Border Transport Especially Focused in Mekong River Area, International Seminar "Freight Transport In Landlocked Developing And In Transition Countries", 2006.9, Ulaanbaatar, Mongolia
- ② Ryuichi SHIBASAKI, Liqiang MA, Hitoshi IEDA: International Freight Flow Modeling considering Cross-Border Transport, 1st T-LOG/EASTS Logistics IRG Seminar, 2006.9, Shenzhen, PRC
- ③ Tomoki ISHIKURA: Commodity Aspects of International Air Cargo in East Asia, 1st T-LOG/EASTS Logistics IRG Seminar, 2006.9, Shenzhen, PRC
- ④ 越智大介・杉山信太郎・柴崎隆一・渡部富博：釜山港および周辺地域における国際海上コンテナのトラック輸送の実態分析，土木学会第 61 回年次学術講演会，2006.09，立命館大学（滋賀県草津市）
- ⑤ Hitoshi ONODERA, Yauso KANNAMI, Ryuichi SHIBASAKI: An Analytical Study on International RORO Services and its Formation Condition, The 2nd International Conference on Transportation Logistics, 2007.07, Shenzhen, PRC
- ⑥ Minglei LIU, Ryuichi SHIBASAKI, Jiaqi LI: Several Analyses On 45-Foot International Maritime Container Especially Focused In China, The 2nd International Conference on Transportation Logistics, 2007.07, Shenzhen, PRC
- ⑦ Tomihiko WATANABE, Ryuichi SHIBASAKI, Hironao NAKAJIMA, Shintaro SUGIYAMA, Daisuke OCHI, Yasuhiro AKAKURA: An Analysis on Bottlenecks for Domestic Vehicular Transportation of International Maritime Container Cargos in Japanese Hinterland, The Fifth International Conference on City Logistics, 2007.7, ギリシャ・クレタ島
- ⑧ 柴崎隆一・劉明磊・中嶋宏直・渡部富博：中国における 45 フィートコンテナの利用状況に関する考察，土木学会第 62 回年次学術講演会，2007.9，広島大学
- ⑨ 二田義規・赤倉康寛・渡部富博：五大港における国際コンテナ貨物の航路別積卸率に

関する分析，土木学会第 63 回年次学術講演会，2008.09，東北大学

- ⑩ Ryuichi SHIBASAKI: International Cargo Simulation Modelling and Application in North East Asia, The Northeast Asia Logistics Society (NALS) Conference 2008, 2008.11, 中国・桂林市
- ⑪ 柴崎隆一：東アジアを中心とした国際海上コンテナ貨物流動のシミュレーションモデル，日本OR学会 2009 春季研究発表会，2009.3，筑波大学
- ⑫ Ryuichi SHIBASAKI, Tomihiko WATANABE: Comparison and Implications for the Semi-Trailer Transport of International Maritime Container Cargo in Japan and South Korea, The Sixth International Conference on City Logistics, 2009.6, メキシコ・プエルトバジャルタ（発表決定済）

〔図書〕（計 1 件）

- ① 柴崎隆一（分担執筆）：東海大学出版会，国際海上コンテナ輸送概論 第 5 章 国際海上コンテナの背後輸送，2008，217-257

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡部 富博 (WATANABE TOMIHIRO)
国土交通省国土技術政策総合研究所・港湾
研究部・港湾システム研究室長
研究者番号：10356040

(2) 研究分担者

赤倉 康寛 (AKAKURA YASUHIRO)
国土交通省国土技術政策総合研究所・港湾
研究部・主任研究官
研究者番号：70462629

(3) 連携研究者

家田 仁 (IEDA HITOSHI)
東京大学大学院・工学系研究科・教授
研究者番号：90168089

安部 智久 (ABE MOTOHISA)

国土交通省国土技術政策総合研究所・管理
調整部・国際業務研究室長
研究者番号：30370795

柴崎 隆一 (SHIBASAKI RYUICHI)

国土交通省国土技術政策総合研究所・港湾
研究部・主任研究官
研究者番号：50323514

石倉 智樹 (ISHIKURA TOMOKI)

東京大学大学院・工学系研究科・講師
研究者番号：30356050