

国際開発学会
「工学と国際開発」研究部会第1回研究会
2012.4.18

交通開発学とは？

What is Transport Development Studies?
— 途上国成長に寄与する交通 —

花岡伸也

東京工業大学 大学院理工学研究科
国際開発工学専攻
准教授

hanaoka@ide.titech.ac.jp

キーワード

- 新技術の応用: Leapfrog Effect (一足飛び効果)
- 適正技術の応用: D-Lab (MIT)
- 情報通信技術の援用
- 技術標準と工業振興
- 評価手法の適用
- 工学分野の高等教育協力を含む科学技術外交
- 工学的価値観と国際開発との関係

etc

アプローチ

- 開発援助: ODA, 国際機関(UN, WB, ADB, AfDB, etc)
- 民間援助: Social Business, Social entrepreneurship, BOP, etc.

工学とは？

- 数学と自然科学を基礎とし、ときには人文科学・社会科学の知見を用いて、公共の安全、健康、福祉のために有用な事物や快適な環境を構築することを目的とする学問。(工学における教育プログラムに関する検討委員会, 1998)

国際開発学とは？

- (開発途上地域における)開発に関連して生起する諸問題の解決を目指す学際的な学問。(国際開発学入門, 勁草書房, 2009)

参考: 国際開発学会は、経済学、経営学、政治学、社会学、文化人類学、農学、工学、医学等、従来各学問分野で発展してきた開発問題に関する知識、経験体系を集約し、「国際開発学会」という横断的な学術的研究組織として活動を展開しています。

途上国の多様性

経済的な分類

- 先進国 (developed countries) 約30カ国, 約10億人
- 開発途上国 (developing countries) 約60億人
 - 新興国 (NIES, BRICs, NEXT11など) BRICsだけで約30億人
 - 成長過程にある途上国
 - 後発開発途上国 / 最貧国 (LDC: Least developed countries) 約50カ国 約10億人 (bottom billion)

地域格差

新興国でも都市(首都)と地方(農村)で大きく異なる。
>「国」で判断することが難しくなっている。

地理的な分類

- 内陸開発途上国 (LLDC: Landlocked developing countries) 30カ国
- 小島嶼開発途上国 (SIDS: small island developing states) 51カ国・地域

最貧国の特徴(一事例)

トーマス・ラインズ: 貧困の正体, 2009

- 貧困は農民・農村地域に集中.
- 人口が少ない／人口密度が小さいことから, 市場が小さい. 規模の経済が働かない. 海外市場に依存せざるを得ない.
- 内陸国／島嶼国はグローバル市場から離れている.
- 一次産品(農産物)輸出の依存.
- グローバル市場進展により, 農産物価格低下, 「自由貿易の罠」.

＞経済発展のため, 海外マーケットへ展開. 伝統的品目から非伝統的品目への輸出産業の転換. 輸送のためのインフラ整備, ロジスティクス, サプライチェーンの構築.

Landlocked Countries (内陸国)

「内陸国の罨」 は貧困の罨の1つ

(ポールコリア:最底辺の10億人, 2008)

(紛争の罨, 天然資源
の罨, 小国の罨)

Asia (10):

Afghanistan, Bhutan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Lao_PDR, Mongolia, Nepal, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan

Europe (16):

Austria, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Czech Republic, Hungary, Liechtenstein, Luxembourg, Republic of Moldova, Kosovo, Republic of Macedonia, San Marino, Serbia, Slovakia, Switzerland, Vatican City,

Africa (15):

Andorra, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Central_African_Republic, Chad, Ethiopia, Lesotho, Mali, Niger, Malawi, Rwanda, Uganda, Swaziland, Zambia, Zimbabwe

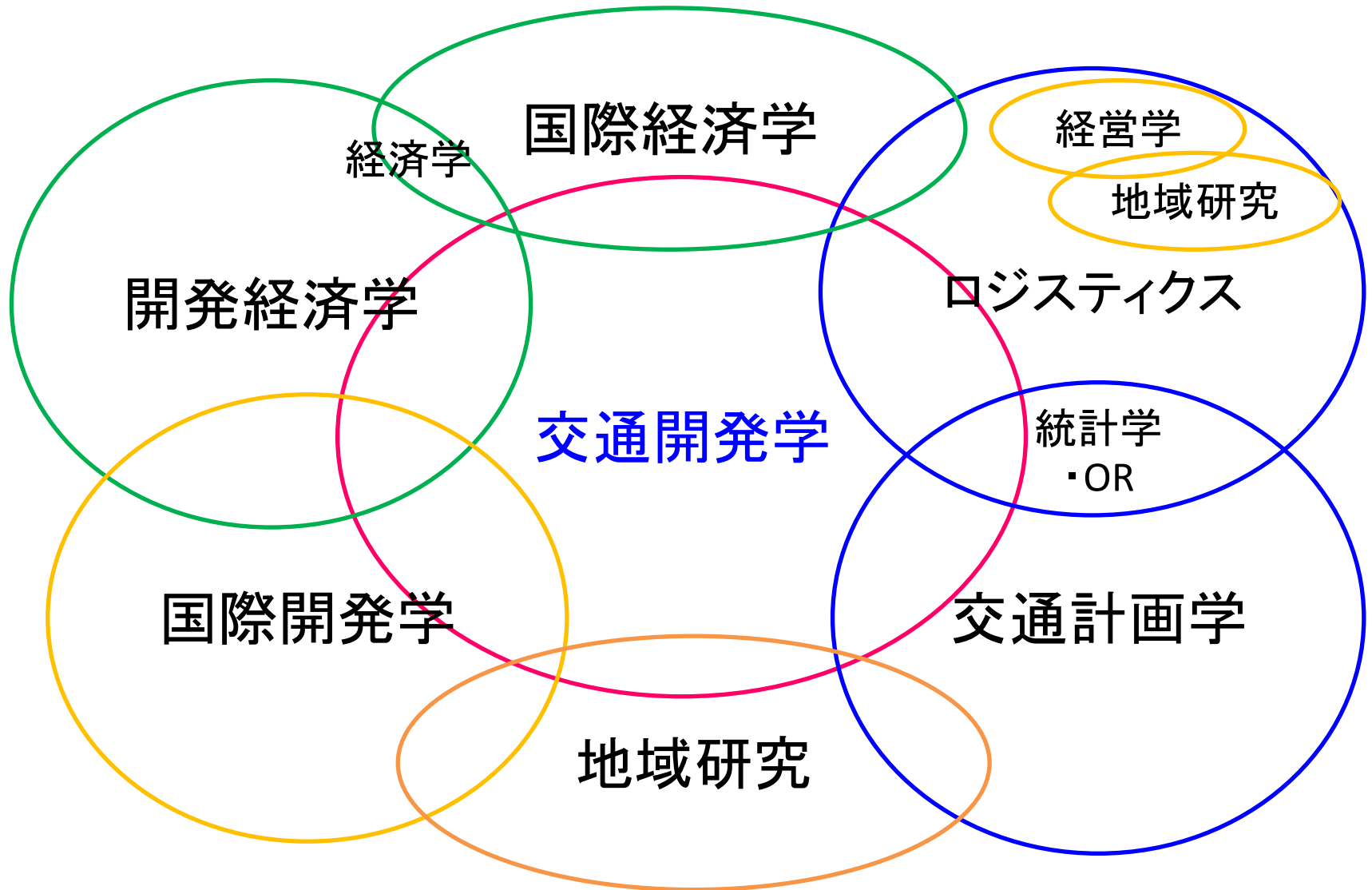
South America (2):

Bolivia, Paraguay

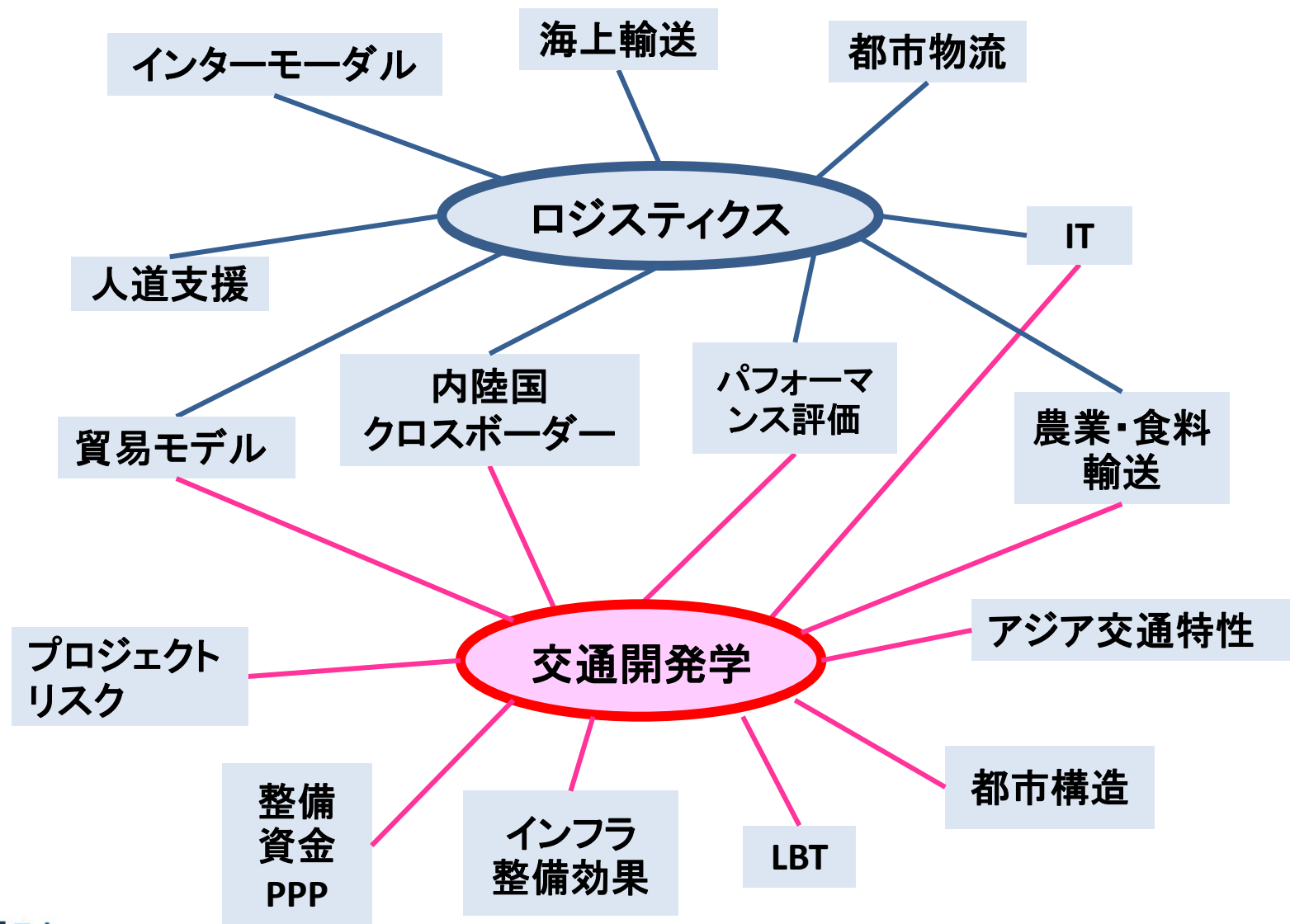
交通開発学に向けて

- 定義(仮): 開発途上国の貧困問題と成長阻害要因を交通・ロジスティクス分野から解決する学問.
- 開発経済学・国際開発学の多くの研究では, 共に貧困削減手段としてインフラの重要性を説いているものの, 交通インフラを主対象とした研究は十分ではない. ロジスティクス・輸送問題の重要性にはほとんど触れていない.
- 3つの柱
 - 1) ロジスティクス, 2) 交通インフラ投資効果と資金調達,
 - 3) 政策評価・実践 (都市交通問題も平行して)
- アプローチ・手法
 - 1次・2次統計の丁寧な解釈(統計学と計量経済学が主体).
例: 中国における道路整備と地域経済発展の関係
 - 政策評価, 政策提案, 政策実践(最適化手法, フィールド調査)

学際的研究としての交通開発学



交通開発学とロジスティクス



経済成長に対するロジスティクスの寄与

- ボトルネックの解消
 - インフラ(港湾, 道路, 鉄道など)
 - 結節点(国境, 港, 内陸港[ICD])
 - 制度(国内制度, 国際協定)
 - ガバナンス・政治
- 最貧国と新興国・成長途上国では対策が異なる.
 - 最貧国: 成長可能な環境の整備. 産業政策との連携.
 - 新興国・成長途上国
成長過程で生じている問題の解決 e.g. 都市交通, 低炭素社会
Sustainable Growth, Smart Growth

Logistics Performance Index (LPI)

Logistics Performance evaluated by World Bank

- Evaluated by 5 levels for 155 countries' international logistics performance

Int.	Country	LPI	Customs	Infrastructure	International shipments	Logistics competence	Tracking & tracing	Timeliness
1	Germany	4.11	4.00	4.34	3.66	4.14	4.18	4.48
2	Singapore	4.09	4.02	4.22	3.86	4.12	4.15	4.23
3	Sweden	4.08	3.88	4.03	3.83	4.22	4.22	4.32
4	Netherlands	4.07	3.98	4.25	3.61	4.15	4.12	4.41
5	Luxembourg	3.98	4.04	4.06	3.67	3.67	3.92	4.58
6	Switzerland	3.97	3.73	4.17	3.32	4.32	4.27	4.20
6	Japan	3.97	3.79	4.19	3.55	4.00	4.13	4.26
8	United Kingdom	3.95	3.74	3.95	3.66	3.92	4.13	4.37
9	Belgium	3.94	3.83	4.01	3.31	4.13	4.22	4.29
10	Norway	3.93	3.86	4.22	3.35	3.85	4.10	4.35
20	Taiwan	3.71	3.35	3.62	3.64	3.65	4.04	3.95

- (1) Efficiency of the clearance process in customs
- (2) Quality of infrastructure
- (3) Easiness of arranging competitively priced shipments
- (4) Competence and quality of logistics services
- (5) Ability to track and trace consignments
- (6) Timeliness of shipments

Source: World Bank (2010)

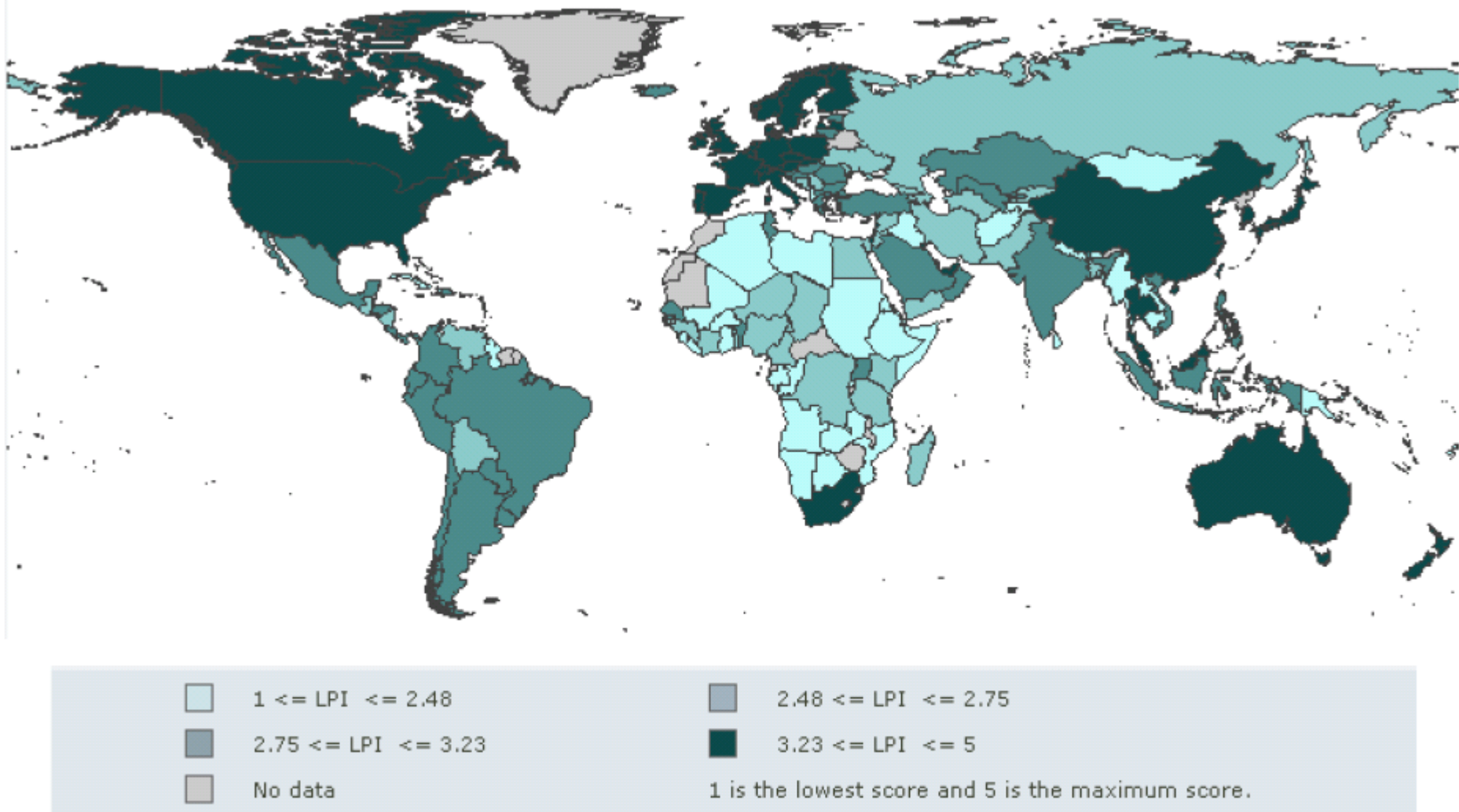


図 8 : 世界の LPI

出典 : World Bank (2010)

「実践的」研究の可能性

医学との対比

医学		工学	
医学	病気のメカニズムを解明. 診断・予防・治療のための体系的学問.	工学	工学に関わる問題・現象の解明や技術の開発. 問題解決のための体系的学問.
医術	診察・治療の技術.	技術	各工学分野の技術
医療	治療, 臨床.	実践	工学・技術の実践

- 新規性の求められる「研究」にしづらいのは事実.
- 防災分野では(大震災以前から)実践的研究が増えている.
- 実践的研究も「走りながら」やってみる.



カンボジア北部ポレンピア地方でワイルドハニーを採取する農家を訪れたARUN代表の功徳さん(左端)

ARUNが投資しているワイルドハニーや有機米の販売を行っているNGOセダックの店舗



ARUN合同会社

社会的投資で 途上国のビジネスを支援

自分のお金が見える形で開発途上国の人々の役に立つ。援助でも寄付でもない新しい支援の形、それが「社会的投資」だ。ARUN合同会社はJICAと連携し、カンボジアでのBOPビジネスの可能性を高める支援を行っている。



採取したハチミツをタンクからボトルに詰め、ラベルを貼って製品に。すべての製品の質が一定になるよう品質管理も支援

ハチミツを採取するため、容器を片手に木に登る農家。その先に垂れ下がった野生のハチの巣がある

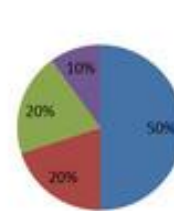


社会的投資会社

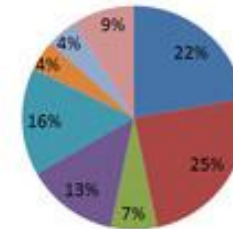
- カンボジアの中小企業ビジネスを実施している社会的起業家に投資.
- 援助, 寄付とは異なる自立支援.
- JICAのBOPビジネス調査に採択.
- 個人投資者約70名, 1投資会社.
- 4件のビジネスに出資中.
 - 有機米栽培
 - 天然蜂蜜
 - 美容院
 - ITビジネス

ARUN出資者構成推移

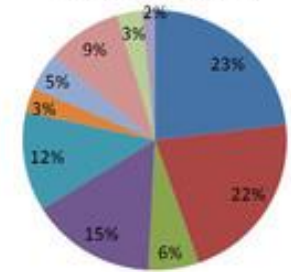
2009年12月末
出資者 : 10名
総出資額 : 1,600万円



2010年12月末
出資者 : 45名
総出資額 : 3,850万円



2011年12月末
出資者 : 65名 + 1法人
総出資額 : 5,350万円



■ 国際協力関連 ■ コンサル関連 ■ 教育関連 ■ 金融関連 ■ 自営業
■ 貿易関連 ■ メディア関連 ■ メーカー関連 ■ IT関連 ■ その他

これまでの経験から

- ブータンの新車輸入 > 20台ぐらい集団で山道を登ってくる。インド国境から首都ティンブーまで6時間。
- フォワーダー・ロジスティクスサービス業者
 - > 一国の経済発展の核となる貿易構造や産業構造を理解。
- 途上国では都市および都市人口が増加
 - > 先進国が辿ってきた都市交通問題を事前に防止できるか？
 - > 多くのアジアの途上国は同じ「過ち」を繰り返している。
モータリゼーションを止められない。Sustainableな都市交通システムになっていない。研究者は富裕層が多く、公共交通を使わない。
- 交通にLeapfrog Effectはあるのか？
 - > 例：フィーダー輸送・パラトランジットの電気化

Wide variety of public transport modes in Asia



Wide variety of public transport modes in Asia



研究事例

国際貨物輸送による内陸国の特性分析

Landlocked Countries: LLCs

43 countries in the world



Asia (10):

Afghanistan, Bhutan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Lao PDR, Mongolia, Nepal, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan

Europe (17):

Andorra, Austria, **Armenia, Azerbaijan**, Belarus, Czech Republic, Hungary, Liechtenstein, Luxembourg, **Republic of Moldova**, Kosovo, **Republic of Macedonia**, San Marino, Serbia, Slovakia, Switzerland, Vatican City,

Africa (14):

Botswana, Burkina Faso, Burundi, Central African Republic, Chad, Ethiopia, Lesotho, Mali, Niger, Malawi, Rwanda, Uganda, Swaziland, Zambia, Zimbabwe

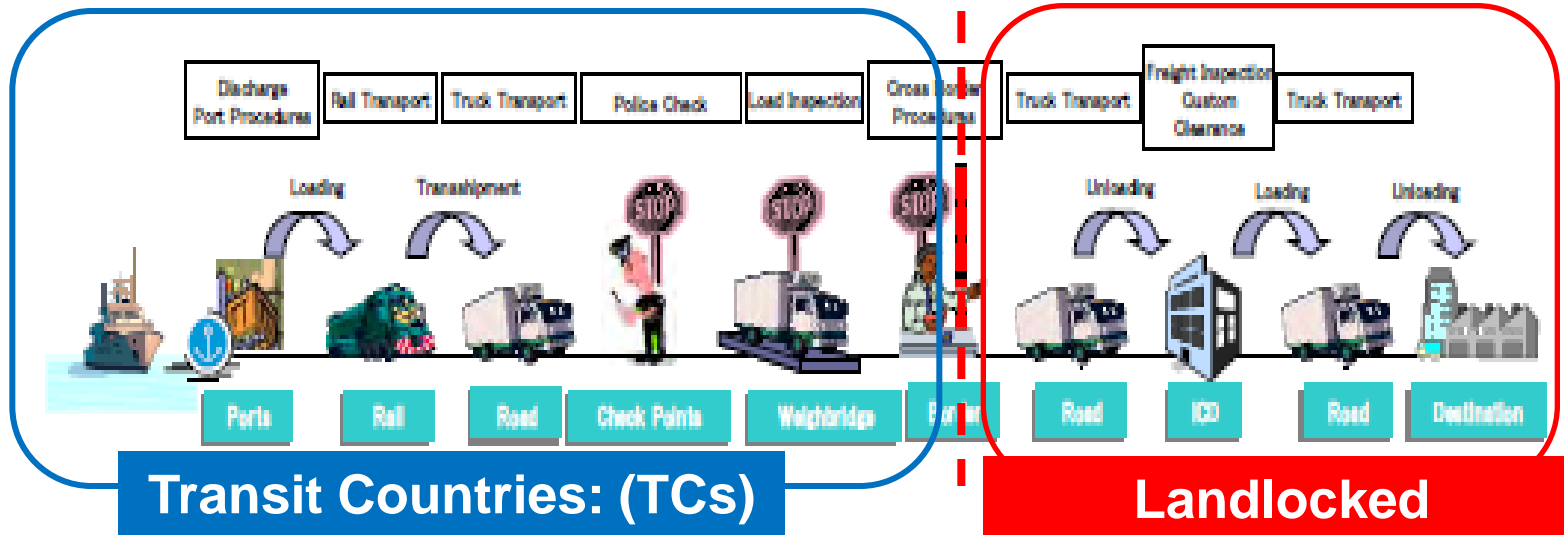
South America (2):

Bolivia, Paraguay

Bold: Landlocked Developing Countries (LLDC)

Problems on Freight Transport in LLCs

Inland Route: Seaport to LLC



Source: JICA (2009)

Bottlenecks

- Inadequate Transport Infrastructure (of LLCs and TCs)
- Long waiting time at borders
- Frequent cargo inspection in TCs (police check)
- Inefficient customs procedure systems
- Loading and unloading etc.

➔ **Long transport time**

Economy and Freight in Landlocked Countries

Disadvantage of LLDCs:

- High shipment cost
Maritime transport/ seaport (high economies of scale) is not available
- - 0.5% of economic growth (Sachs, 2005)
- 14% of export earning is paid to transit countries (UNCTAD, 2003)
- Border crossing is necessary for seaport access

GDP/capita (nominal) in European landlocked countries (CIA, 2009):

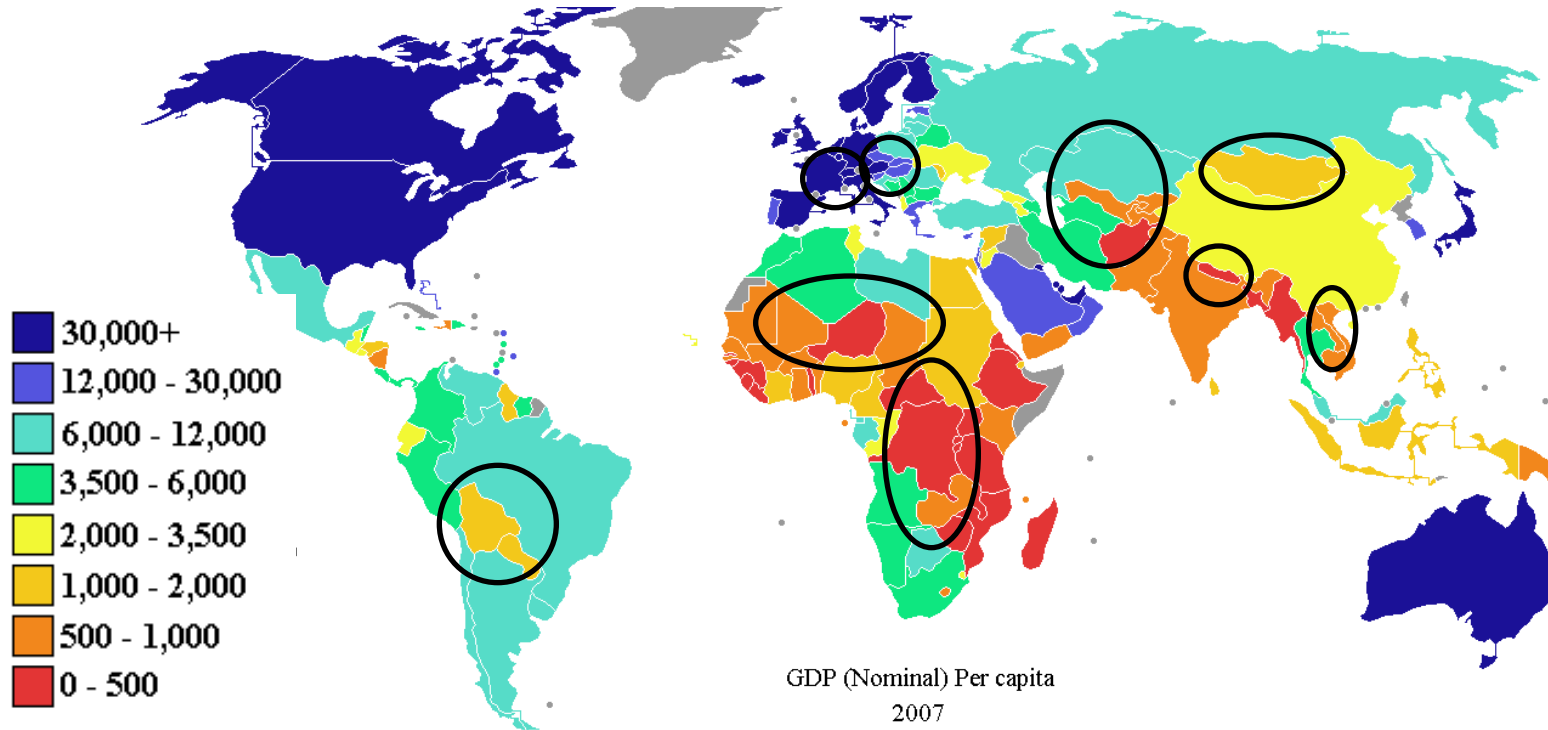
Switzerland (5th), Austria (12th), Czech (37th) Hungary (50th), etc.

- Infrastructure condition is good
- Efficient cross border system (Schengen Treaty, TIR, etc.)
- Neighbor countries are a big market for export and import

 Efficient system for inland freight transport is highly required in LLDCs

Differences in Economic condition among LLCs

Comparison of Economic Condition Between LLCs and Coastal Countries



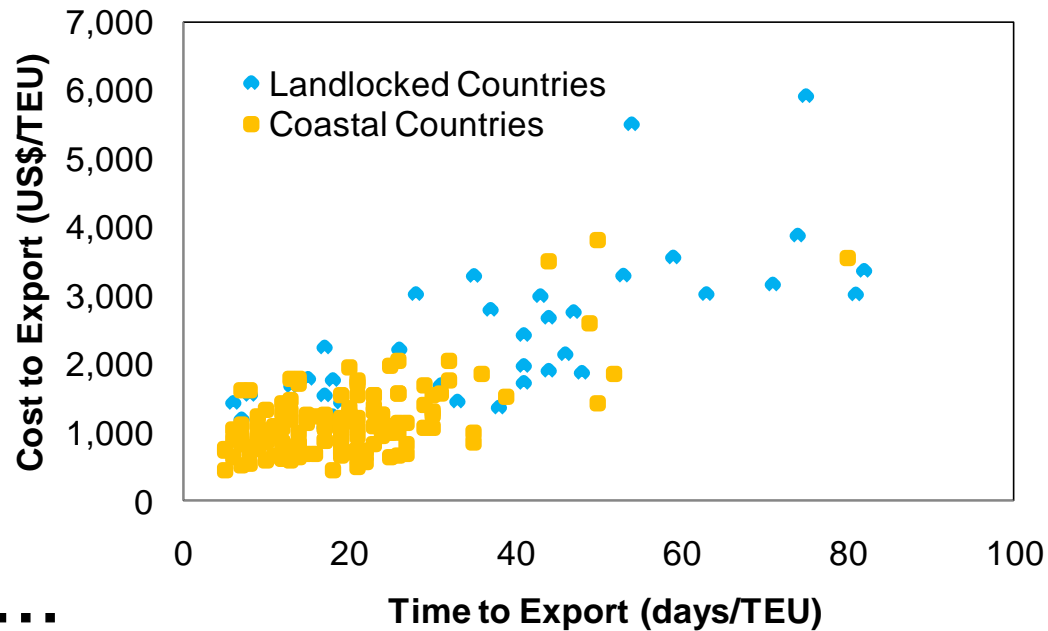
➤ Greater than neighboring coastal countries

Austria, Switzerland, Azerbaijan, Luxembourg, Rwanda, Botswana, Slovak Republic, Czech Republic

➤ Less than neighboring coastal countries

Central African Republic, Zimbabwe, Mali, Uganda, Ethiopia, Burkina Faso, Chad, Niger, Malawi, Burundi, Lesotho, Belarus, Moldova, Bolivia, Paraguay, Mongolia, Nepal, Afghanistan, Kyrgyz Republic, Tajikistan, Turkmenistan

Differences in Trade Environment



Source:
World Bank (2011)

Among LLCs.....

Time to export BEST 10 (day/TEU)		Cost to export BEST 10 (US\$/TEU)		Time to export WORST 10 (day/TEU)		Cost to export WORST 10 (US\$/TEU)	
Luxembourg	6	Czech Republic	1,060	Tajikistan	82	Chad	5,902
Austria	7	Austria	1,180	Kazakhstan	81	Central African Republic	5,491
Switzerland	8	Hungary	1,225	Chad	75	Afghanistan	3,865
Macedonia, FYR	12	Bhutan	1,352	Afghanistan	74	Niger	3,545
Serbia	12	Macedonia, FYR	1,376	Uzbekistan	71	Tajikistan	3,350
Armenia	13	Serbia	1,398	Kyrgyz Republic	63	Zimbabwe	3,280
Belarus	15	Luxembourg	1,420	Niger	59	Rwanda	3,275
Czech Republic	17	Bolivia	1,425	Central African Republic	54	Uzbekistan	3,150
Kosovo	17	Paraguay	1,440	Zimbabwe	53	Botswana	3,010
Slovak Republic	17	Slovak Republic	1,530	Lao PDR	48	Kyrgyz Republic	3,010

Comparison in Asian Countries

Source: World Bank (2010)

Country	Shipment Time (days)		Shipment Cost (USD/TEU)		No. of Documents	
	Export	Import	Export	Import	Export	Import
Nepal	41	35	1,960	2,095	9	10
Bhutan	38	38	1,352	2,665	8	11
India	17	20	1,055	1,025	8	9
Lao PDR	50	50	1,750	1,930	9	10
Cambodia	37	46	722	852	11	11
Singapore	5	3	416	367	4	4
Thailand	17	14	615	786	7	9
Vietnam	24	23	669	881	6	8
Japan	10	11	989	1,047	4	5
China	21	24	390	430	7	6
Korea	8	8	742	742	3	3

Shipment Time: Average time from receiving order till leaving seaport (e.g. export case) excluding shipment time of maritime transport

Shipment Cost: Average cost for import/export excluding maritime fare

Documents: Average number of documents required for import/export

Research Objectives

- To identify the disparity among LLCs
 - Which factor is good condition? Which factor is the bottleneck?
- To understand factors affecting transport time
 - To determine the factors of transport time of LLCs

Determinants of Inland Transport Time of LLCs (Our Hypothesis)

Factors may affect inland transport time of LLCs:

1. Infrastructure Condition of LLCs (*LLC Infra*) and of TCs (*TC Infra*)
 - Composite variable by principal component analysis (rate of paved roads, density of roads and rail)
 - Data from CIA The World Factbook, TCs selected based on Uprety (2005)
2. Distance to seaport (*Dist*)
 - Capital to seaport (UNCTAD, 2006)
3. Country risk of LLCs (*LLCCR*) and of TCs (*TCCR*)
 - Indicator of efficiency of Bureaucracies (Euromoney Country Risk)
4. Geographic Characteristics
 - A) Altitude of LLC's capital (GPS Visualizer) (*Altitude*)
 - B) Indicator of mountainous land form of LLCs (*LLC forest*) and of TCs (*TC forest*) (FAO, 2009)

Correlation of Potential Explanatory Variables

	<i>Dist</i>	<i>LLC Infra</i>	<i>TC Infra</i>	<i>LLCCR</i>	<i>TCCR</i>	<i>Altitude</i>	<i>LLC Forest</i>	<i>TC Forest</i>
<i>Dist</i>	1							
<i>LLC Infra</i>	-0.224	1						
<i>TC Infra</i>	-0.275	0.926	1					
<i>LLCCR</i>	-0.366	0.796	0.770	1				
<i>TCCR</i>	-0.537	0.680	0.745	0.644	1			
<i>Altitude</i>	-0.085	-0.402	-0.356	-0.191	-0.082	1		
<i>LLC Forest</i>	-0.429	0.132	0.206	0.218	0.360	0.189	1	
<i>TC Forest</i>	-0.205	-0.034	-0.063	0.020	-0.046	-0.257	0.322	1

4 models:

1. $TT = f(\text{Dist}, \text{LLCInfra}, \text{Altitude}, \text{LLCforest}, \text{TCforest})$
2. $TT = f(\text{Dist}, \text{TCInfra}, \text{Altitude}, \text{LLCforest}, \text{TCforest})$
3. $TT = f(\text{Dist}, \text{LLCCR}, \text{Altitude}, \text{LLCforest}, \text{TCforest})$
4. $TT = f(\text{Dist}, \text{TCCR}, \text{Altitude}, \text{LLCforest}, \text{TCforest})$

Not significant (low t-value)

Determinants of Inland Transport time of LLCs

Dependent Variable: Inland transportation time (<i>TT</i>)								
	1		2		3		4	
	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value
<i>Constant</i>	2.085	0.921	2.458	1.100	12.054	3.393	11.542	1.873
<i>Dist</i>	0.009	5.977	0.009	5.827	0.008	5.531	0.008	4.570
<i>LLC Infra</i>	-2.341	-1.730						
<i>TC Infra</i>			-2.902	-2.163				
<i>LLC CR</i>					-0.712	-3.617		
<i>TC CR</i>							-0.510	-1.770
<i>Adjusted R2</i>	0.548		0.568		0.645		0.550	
<i>Observations</i>	37		37		37		37	

LLC Infra: Infrastructure index of LLCs < TC Infra: Infrastructure index of TCs

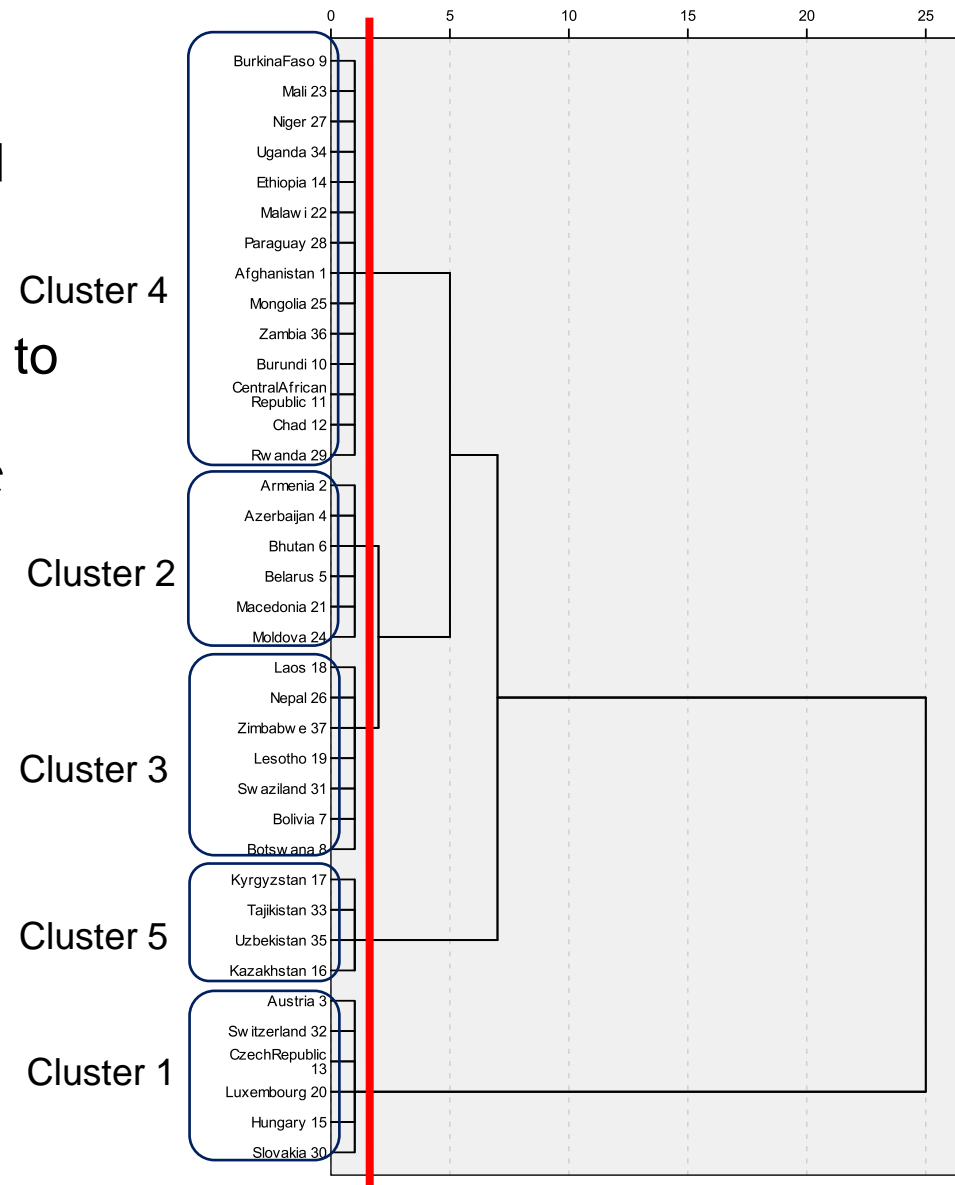
➔ Inland transport time of LLCs is more affected by TCs' Infrastructure than by LLCs infrastructure

Disparity among LLCs (Cluster Analysis)

Variables:

Based on the determinants confirmed by Regression Analysis

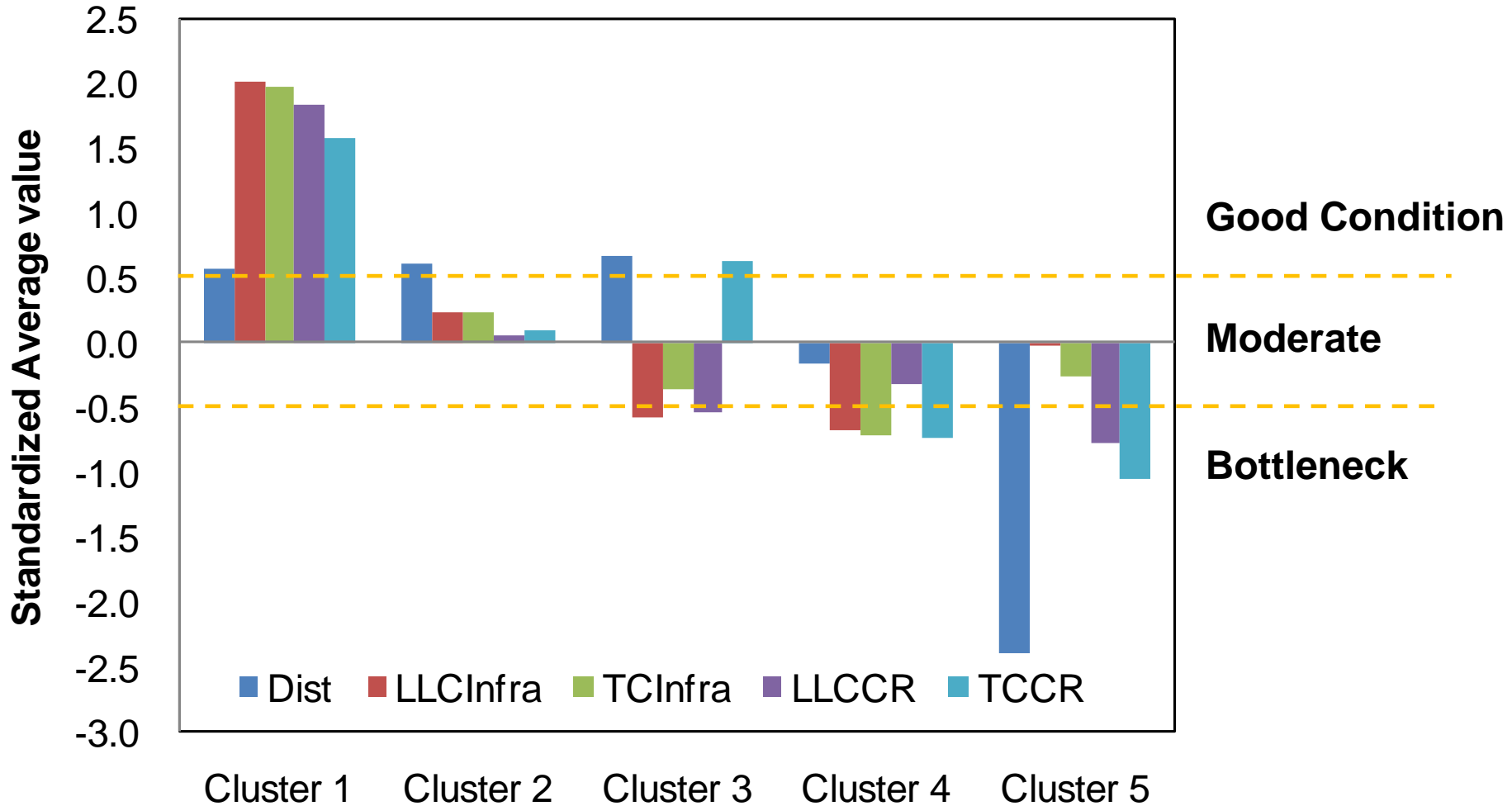
1. Distance from the capital of LLCs to seaports of TCs (*Dist*)
2. Infrastructure index of LLCs (*LLC Infra*)
3. Infrastructure index of TCs (*TC Infra*)
4. Country risk of LLCs (*LLC CR*)
5. Country risk of TCs (*TC CR*)



Result of Cluster Analysis

Country	Good condition	Bottleneck	Characteristics
Austria, Switzerland, Czech Republic, Luxembourg, Hungary, Slovakia	<i>LLCInfra, TCInfra, LLCCR, TCCR, Dist</i>		<ul style="list-style-type: none"> • High income in Europe • Few bottlenecks
Armenia, Azerbaijan, Belarus, Macedonia, Moldova, Bhutan	<i>Dist</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Second best condition • Middle income in Europe + Bhutan
Zimbabwe, Lesotho, Swaziland, Botswana, Laos, Nepal , Bolivia	<i>Dist, TCCR</i>	<i>LLCInfra, TCInfra, LLCCR</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Relatively good condition • Southern African and Asian countries + Bolivia
Burkina Faso, Mali, Niger, Uganda, Ethiopia, Malawi, Zambia, Burundi, Central African Republic, Chad, Rwanda, Paraguay, Afghanistan, Mongolia		<i>LLCInfra, TCInfra, TCCR</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Africa and Asia
Kyrgyzstan, Tajikistan, Uzbekistan, Kazakhstan		<i>Dist, TCInfra, LLCCR, TCCR</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Central Asia

Comparison of Average Value of Each Cluster



Summary and Conclusion

- Identified (1) disparity among LLCs in terms of inland transport time and (2) determinants of inland transport time
 - Need to consider country specific problems for analyzing LLC disadvantage.
- (1)Transport Infrastructure, (2)efficient bureaucracies and (3)distance to the seaport are important factors for transport time of LLCs
- Infrastructure condition in TCs is more important than LLCs.
 - LLCs heavily dependent of TCs, Long travel distance in LLCs

ネパール・ブータン現地調査

2011.9.15-19 ネパール:カトマンズ,ビルガンジ(インドとの国境)

2011.9.19-24 ブータン:ティンパー,プンツオリン(インドとの国境)



詳細位置関係 <http://g.co/maps/3cgkx>

主な調査結果

輸出	Documents preparation		Customs clearance and technical control		Ports and terminal handling		Inland transportation and handling	
	所要時間 (日)	所要費用 (US\$/TEU)	所要時間 (日)	所要費用 (US\$/TEU)	所要時間 (日)	所要費用 (US\$/TEU)	所要時間 (日)	所要費用 (US\$/TEU)
Bhutan	16	110	3	180	6	350	13	712
Nepal	14	285	4	300	4	275	19	1100
輸入								
Bhutan	17	110	4	180	6	350	11	2025
Nepal	14	270	5	300	4	275	12	1250

2012データ
変動あり

Source: WB DoingBusiness: Trading Across Bordersから抽出

- ・港湾へのアクセスルート: 両国ともインドのKolkata・Haldia港にほぼ依存。
- ・カトマンズから1250km, ティンパーから775km。
- ・総輸出入量のうち、ビルガンジ経由がネパールの約60%
 プンツオリン経由がブータンの82%
- ・コルコタ港の港湾使用料は、カトマンズからコルコタまでの輸送費用を上回る。
- ・ビルガンジDry Port: カトマンズから空路20分、陸路5時間。輸入ほとんどで輸出なし。
- ・コルコタ港からビルガンジDry Port(70km)の輸送手段は鉄道75%、トラック25%。
- ・輸送時間は3-4日だが、港湾で「不当に」留め置きされている。最低4-5日、長いと7-12日。
- ・ビルガンジに旅客・貨物Integrated Check Postが建設中。
- ・ブータン: プンツオリン以北はコンテナ車が入れないため、国境に積み替えヤードあり。
- ・プンツオリンからバングラデシュのチッタゴン港は距離は近いが、港湾施設の質が低いので、使う予定はない。
- ・ブータンのトラックは許可を得るとアッサム州・西ベンガル州に行けるが、Extra Chargeや賄賂を取られるので、行くことはない。
- ・ブータンとインド・バングラデシュは、Trade Agreementにより、通関プロセスが短い。

Reference

- Arvis, J-F., Raballand, G. and Marteau, J-F. (2007): The Cost of Being Landlocked: Logistics Costs and Supply Chain Reliability, Policy, Research working paper,4258.
- Asian Development Bank, Key Indicators, 2007 [Available online].
- Banomyoung, R. (2004): Multimodal Transport Corridors in South East Asia: A Case Study Approach, PhD Thesis, University of Wales.
- Central Intelligent Agency (2009), The WORLD FACT BOOK, CIA [Available online].
- Daganzo C.F. (1998): Queue Spillovers in Transportation Networks with Route Choice, Transportation Science 32 (1), 3-11
- International Monetary Fund (2009) World Economic Outlook, 2009 [Available online].
- Raballand et al. (2005): Central Asia's Transport Cost Burden and Its Impact on Trade, Economic
- Sachs, J. D. et al. (2004): The Challenges Facing Landlocked Developing Countries, Journal of Human Development, Vol. 5, No. 1, pp31-68.
- World Bank (2008): Doing Business, WB [Available online].
- World Bank (2010):Logistics Performance Index [Available online]