

*Tourism and Mobility Planning Laboratory
Department of Tourism Science
Graduate School of Urban Environmental Science
Tokyo Metropolitan University
<http://www.comp.tmu.ac.jp/DTS-Shimizu/index.html>*

Presented at the 13th Global Forum on Tourism Statistics on November 18, 2014

An Analysis of Monetary Production and **CO₂** **Emission** in Tourism Industries in Japan and Korea Using **Input-Output Model**

Tetsuo SHIMIZU, Ph.D., Professor

Seunghwan IN, MS in Tourism Science

Department of Tourism Science

Graduate School of Urban Environmental Studies

Tokyo Metropolitan University

t-sim@tmu.ac.jp

<http://www.comp.tmu.ac.jp/DTS-Shimizu/index.html>

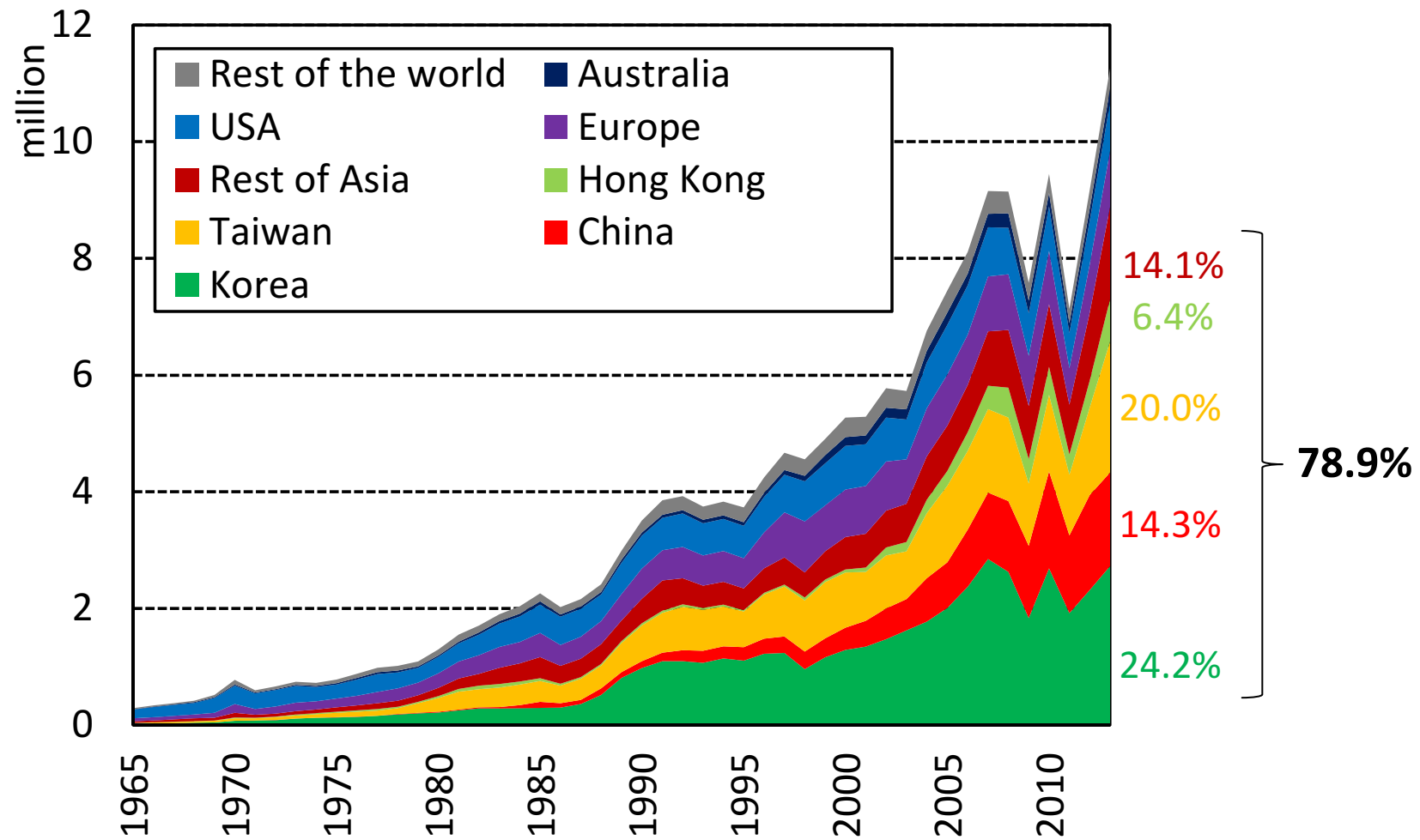
Contents

- Background & Objectives
- Data/Method
- Making of input-output table with tourism industry in monetary production & CO₂ emission base
- Backward and forward linkage effect analyses
- Conclusion & Further study

Backgrounds

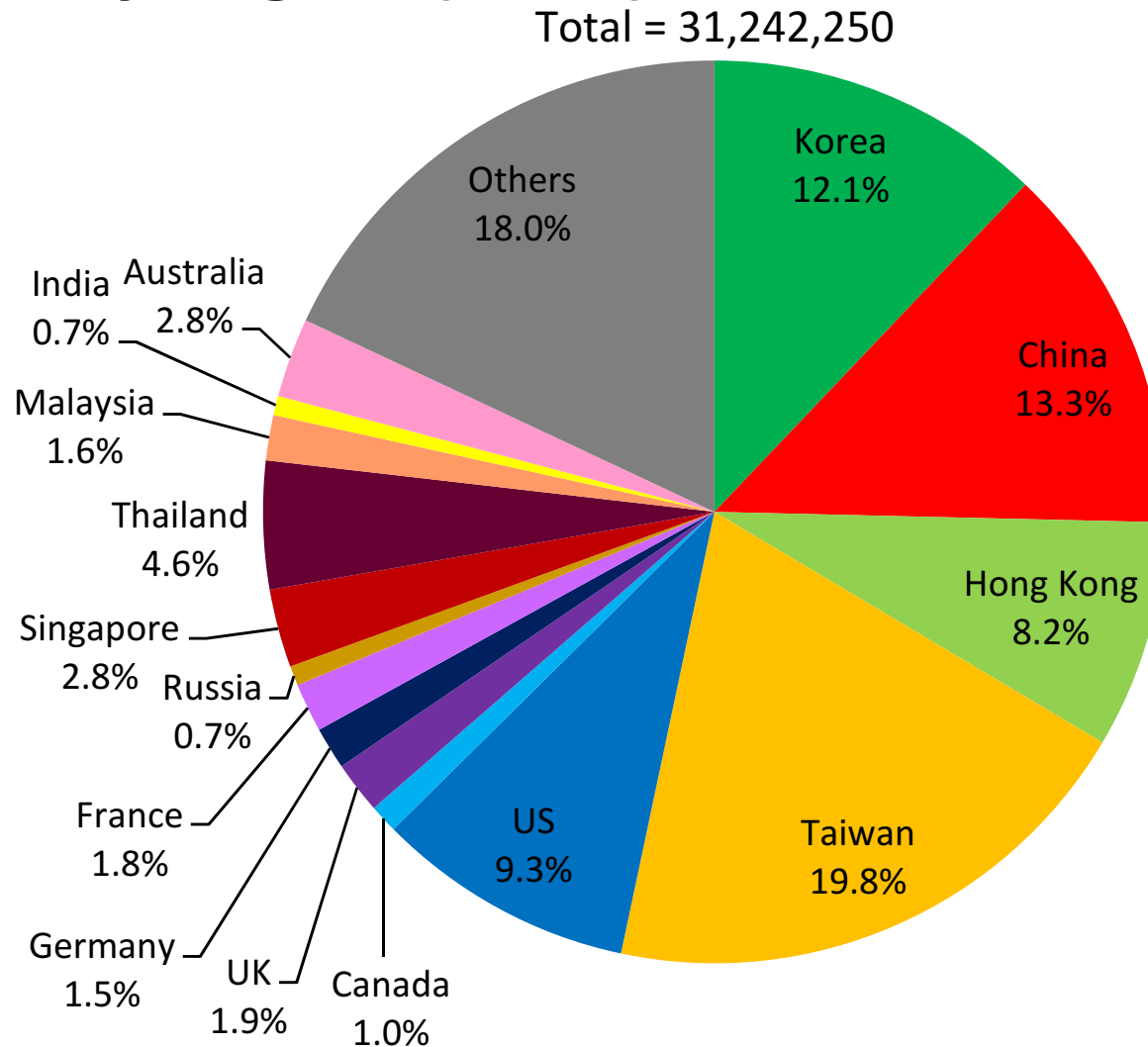
- Number of international tourism arrivals becomes 1.5 times for seven years, and radical growth will be expected in Asia and Africa (Tourism 2020 Vision, UNWTO)
- World's CO₂ emission from tourism industry covers **4.9%** (UNWTO 2008)
- Researches on carbon footprint at tourism destinations in energy consumption base by national/regional research organizations
- Researches on carbon footprint of closed country/region using input output model framework (e.g. Munday *et al* 2013, Sun 2014)
- Few researches have dealt carbon footprint analysis **in multi-countries context**

Trend of number of inbound tourist



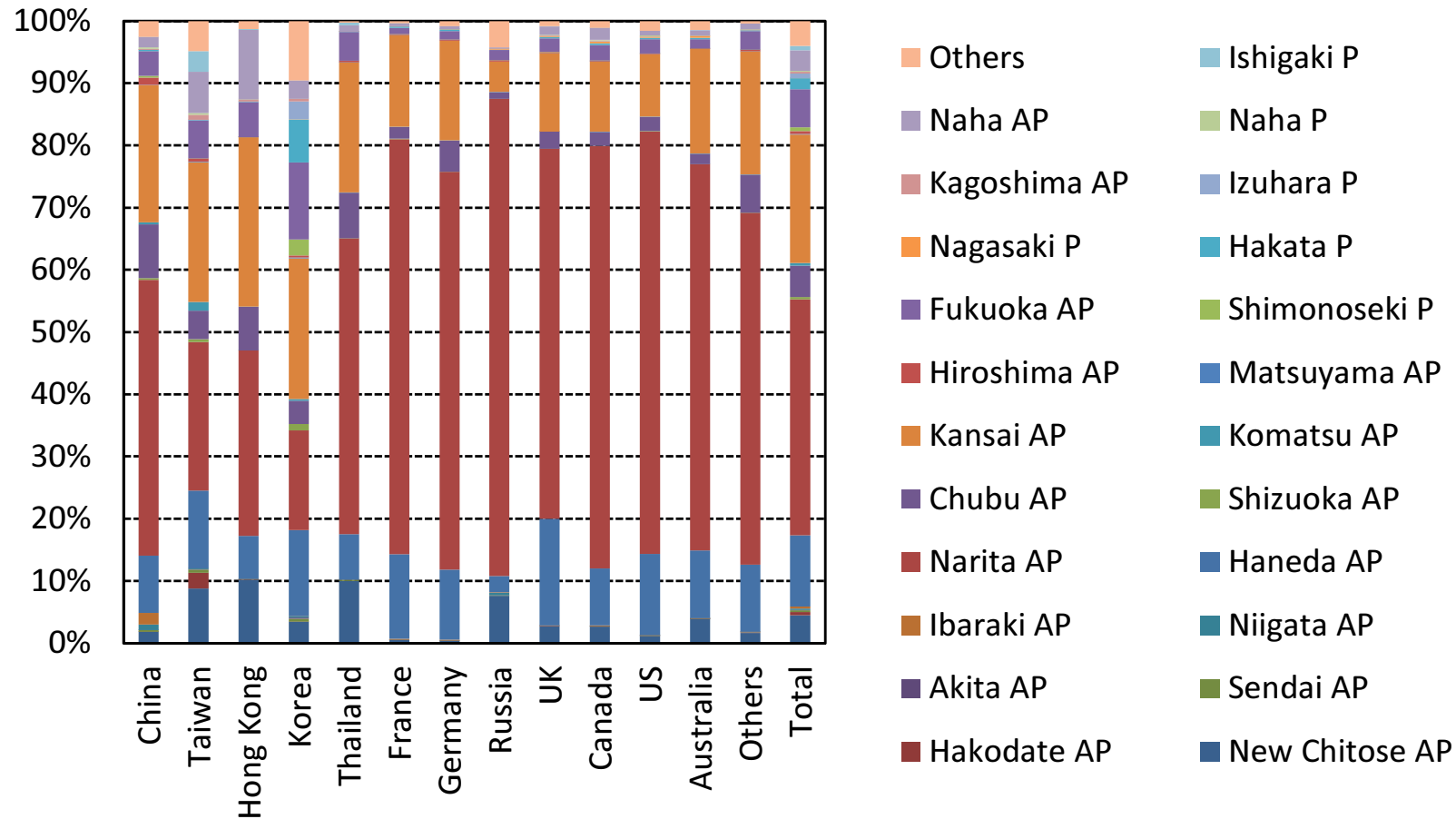
Statistical Survey on Legal Migrants, Ministry of Justice

Distribution of number of accommodations by country/region (2013)



Accommodation Survey, Japan Tourism Agency <http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/shukuhakutoukei.html>

Distribution of entry ports by nationality (2013)



Statistical Survey on Legal Migrants, Ministry of Justice

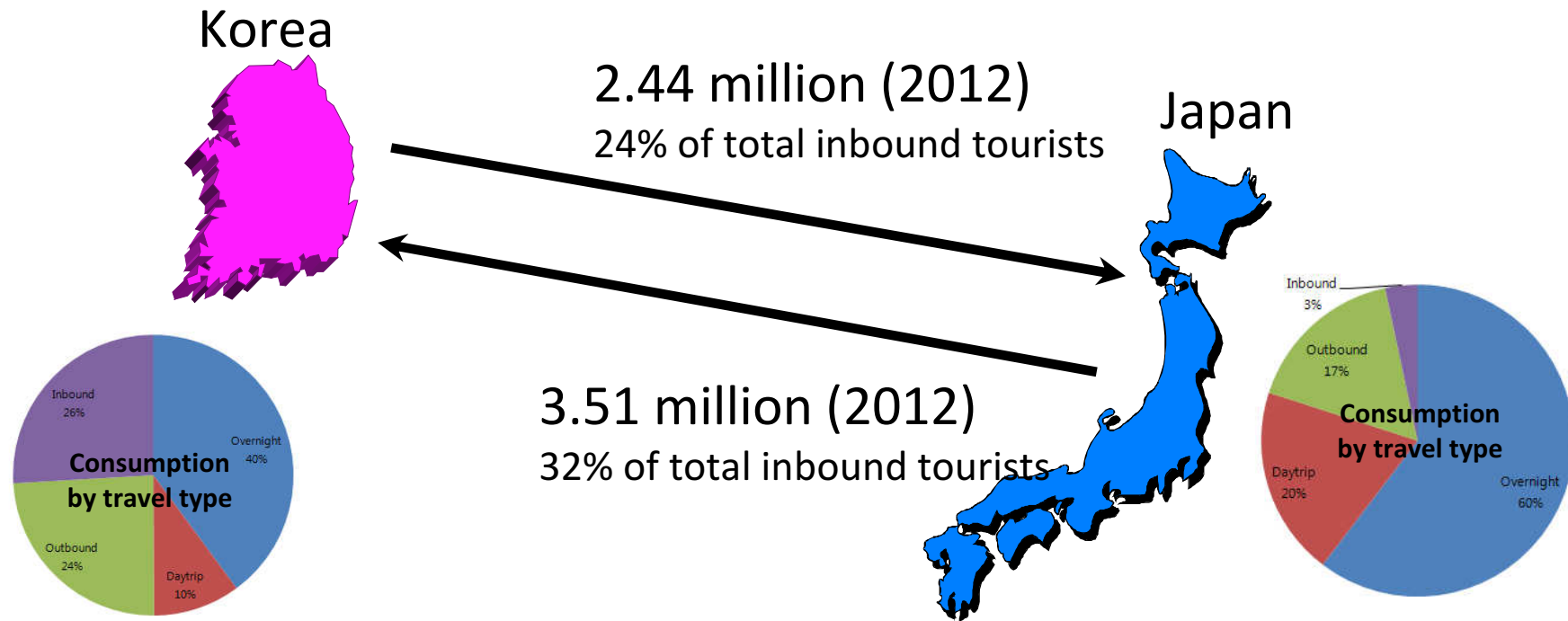
30 million inbound tourists to Japan: How?

- 60-80% from Eastern Asia?
- Short and frequent visit from adjacent country/region?
- More use of regional airports?
- Associated with car-oriented travel in regions?

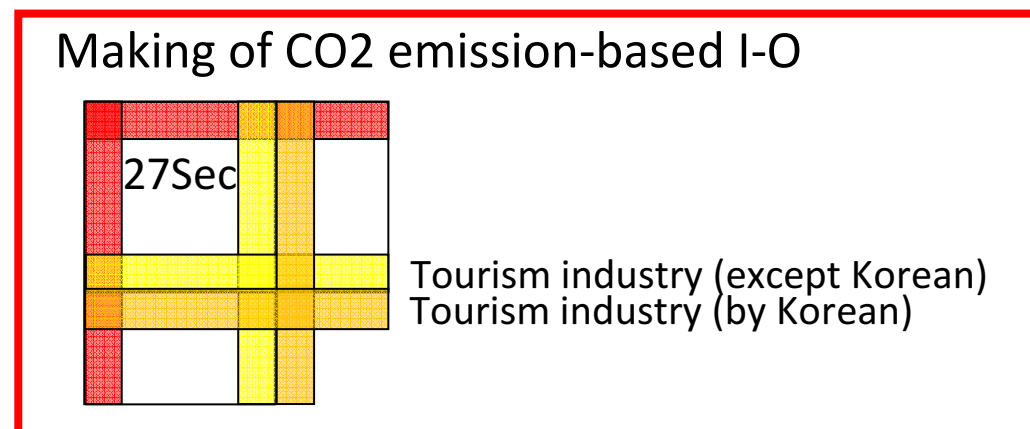
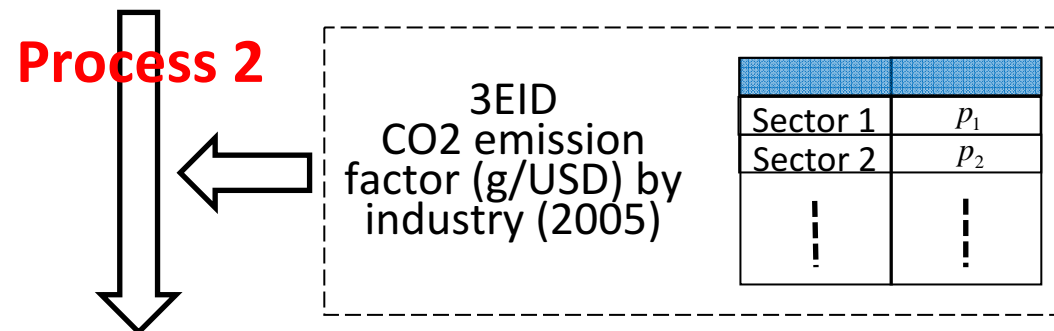
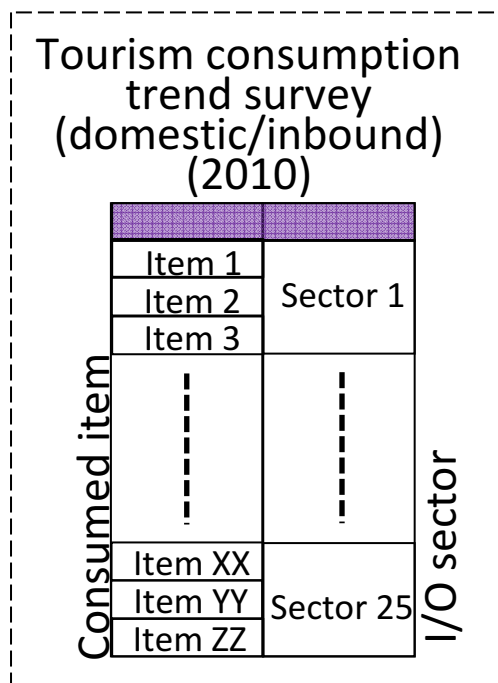
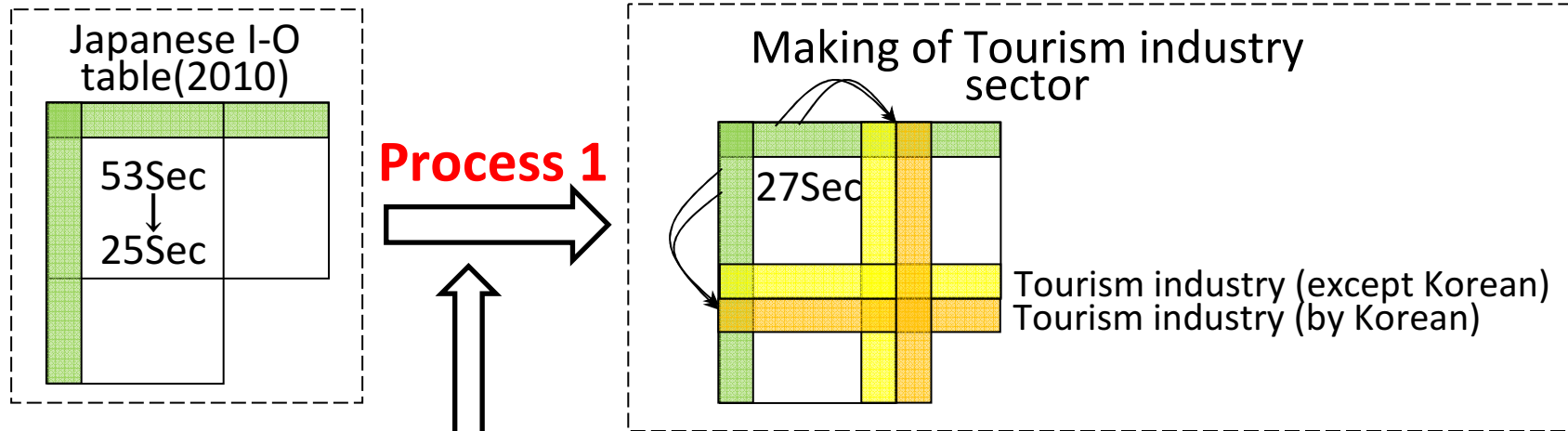
Objectives

- To compare monetary consumption and CO2 emission from tourism industries of multi-country region (Japan and Korea) using input output model framework
 - national input output tables (NO tourism industry sector is involved)
 - statistics or official research result on tourism consumption
 - statistics or official research result on GHG emission factor
- Especially to check impact of major **inbound tourism market**
 - impact of Korean tourists on Japanese tourism industry
 - impact of Japanese tourists on Korean tourism industry

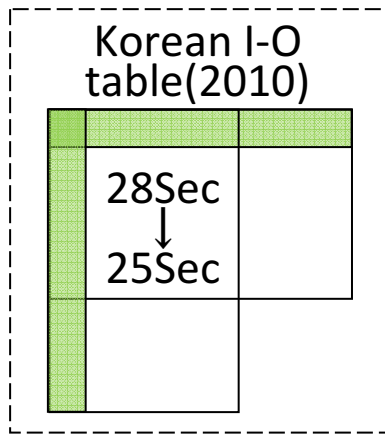
Study area: Japan & Korea



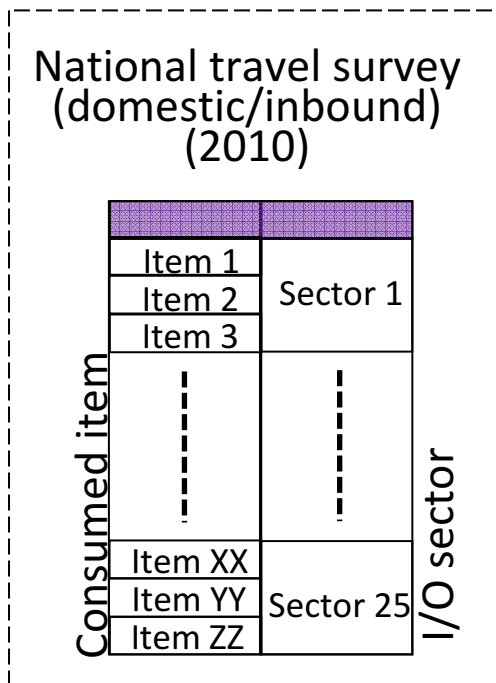
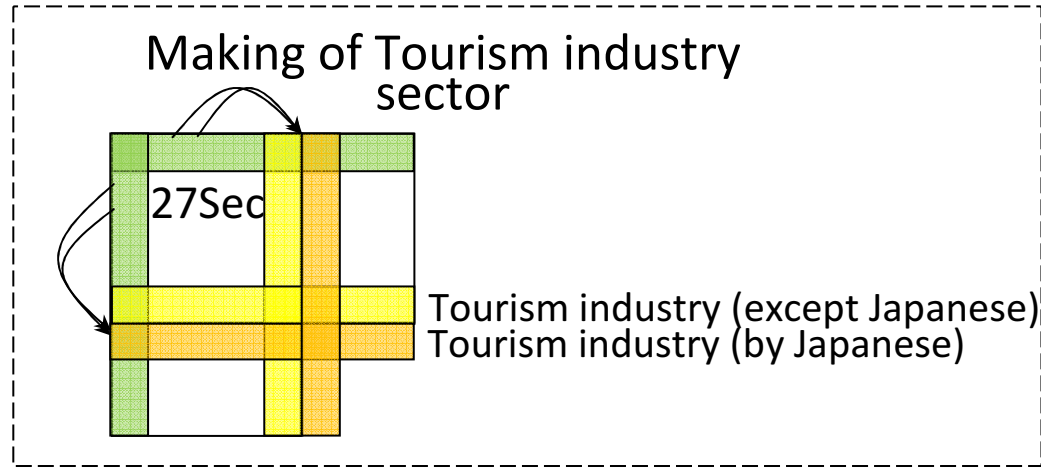
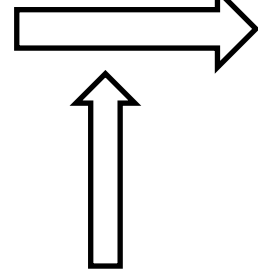
- Existence of national I-O table (without tourism industry)
- Existence of tourism consumption statistics
- Existence of CO₂ emission data by industry



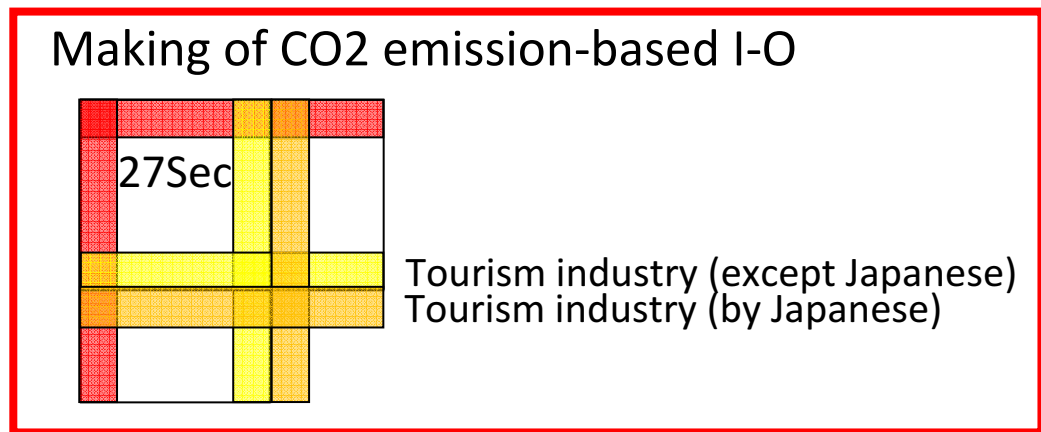
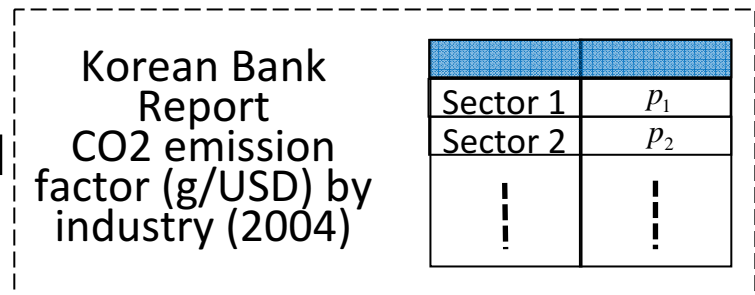
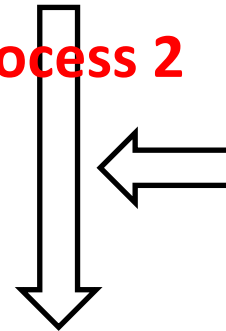
Method (Japan)



Process 1



Process 2



Method (Korea)

I-O model with tourism industries for monetary production: in case of Japan

Original model (25sec)

$$\mathbf{y}^J = \mathbf{W}^J \mathbf{i} + \mathbf{g}^J$$



Converted model (27sec)

$$\mathbf{x}^J = \mathbf{Z}^J \mathbf{i} + \mathbf{f}^J$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Z}^J &= \mathbf{\Sigma}^J \mathbf{W}^J \mathbf{\Sigma}^{J^T} \\ \mathbf{x}^J &= \mathbf{\Sigma}^J \mathbf{y}^J \\ \mathbf{f}^J &= \mathbf{\Sigma}^J \mathbf{g}^J \end{aligned} \quad \mathbf{\Sigma}^J = \begin{pmatrix} 1 - S_1^J - S_1^{JK} & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 - S_i^J - S_i^{JK} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & \cdots & 1 - S_{25}^J - S_{25}^{JK} \\ S_1^J & \cdots & S_i^J & \cdots & S_{25}^J \\ S_1^{JK} & \cdots & S_i^{JK} & \cdots & S_{25}^{JK} \end{pmatrix}$$

Proportion of tourism-related production in the original industry

Calculation of proportion of tourism-related production in the original industry

Tourism Consumption Trend

Survey for Japanese(2010)

表番号	表名	表例	集計事項
(旅行・観光の消費活動内)			
第1表	旅行目的(3区分)、観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	観光地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額、旅行平均消費、旅行乗車、平均消費
第2表	旅行目的(3区分)、観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第3表	旅行目的(3区分)、観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第4表	旅行目的(3区分)、観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第5表	旅行目的(3区分)、観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第6表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第7表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	観光地(47区分)、主要観光地(16区分)	旅行消費額(旅行内容記入あり)-国内旅行
第8表	男女(2区分)	年齢(9区分)、居住地(10区分)	人口
(国内旅行の消費)			
第9表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第10表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第11表	旅行目的(3区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額-国内旅行
第12表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)、品目(大分類)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第13表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)、旅行形態(2区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額-国内旅行
第14表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)、旅行形態(2区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第15表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)、旅行形態(2区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額-国内旅行
(国内旅行の旅行消費内)			
第16表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)、旅行形態(2区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)	旅行消費額-国内旅行
(国内旅行の乗車活動内)			
第17表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	居住地(47区分)	旅行消費額-国内旅行
第18表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	主要観光地(16区分)	旅行消費額-国内旅行
第19表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	目的地(47区分)	旅行消費額-国内旅行
第20表	観光の消費(2区分)、主要観光地(10区分)	観光地(10区分)	旅行消費額-国内旅行
第21表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	観光地(47区分)	旅行消費額-国内旅行
第22表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	主要観光地(16区分)	旅行消費額-国内旅行
第23表	観光の消費(2区分)、旅行目的(3区分)	観光地(47区分)	旅行消費額-国内旅行
(海外旅行の消費)			
第24表	旅行目的(3区分)	旅行形態(2区分)、出国先(13区分)	旅行消費額-海外旅行
第25表	旅行目的(3区分)、品目(大分類)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第26表	旅行目的(3区分)、旅行形態(2区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第27表	旅行目的(3区分)、品目(大分類)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
第28表	旅行目的(3区分)、旅行形態(2区分)	年齢(9区分)、男女(2区分)、居住地(10区分)、主要観光地(16区分)、旅行消費(諸)	旅行消費額
(海外旅行の旅行消費内)			
第29表	旅行目的(3区分)	主要観光地(16区分)	旅行消費額-海外旅行
第30表	旅行目的(3区分)	主要観光地(16区分)	旅行消費額-海外旅行

Data file can be downloaded in <https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/shouhidoukou.html>

Table 15: Consumption by item for domestic travel

Table 28: Consumption by item for outbound travel

品目(小分類)	宿泊旅行		
	個人旅行	バック	団体旅行
旅行前	15,372,266	10,613,801	4,758,465
カメラ・眼鏡・時計	118,796	84,286	34,510
フィルム	9,954	6,702	3,251
繊維製品	559,083	381,525	177,558
靴・カバン類	265,842	177,487	88,354
医薬品・化粧品	78,206	52,982	25,224
菓子類	294,192	243,657	50,534
その他の食料品	355,658	295,522	60,137
出版物	54,868	42,599	12,269
スポーツ用具・CD・文具	51,965	39,879	12,086
電気機器・関連商品	138,402	100,727	37,675
レンタル料	29,875	19,014	10,861
郵便・通信料	9,597	7,822	1,775
宅配便	58,264	43,141	15,122
飲食費	71,382	47,692	23,690
旅行保険・クレジット入金金	9,603	3,302	6,302
美容室・理容室	178,878	123,760	54,918
その他	71,868	63,143	8,725
旅行後	158,240	98,823	59,417
写真の現像・プリント	82,520	49,466	33,054
クリーニング	47,242	34,756	12,486
その他	26,478	15,615	10,862
旅行中	12,856,905	8,780,722	4,076,183
参加費	4,389,721	2,939,021	1,450,700
交通費	3,907,213	3,364,822	3,425,911
飛行機(国内線)	792,611	774,091	18,520
新幹線	1,044,090	983,584	60,506
鉄道(新幹線を除く)	363,667	315,939	47,728
バス	157,509	115,498	42,010
タクシー・ハイヤー	126,793	103,507	23,286
船舶(内航)	85,558	69,328	16,232
レンタル代	152,374	121,110	31,265
ガソリン代	693,710	638,852	56,859
駐車場・有料道路料金(高速道路料金を除く)	140,297	117,274	23,023
高速道路料金	350,605	327,442	23,162
宿泊費	7,129,880	3,958,854	171,226
飲食費	3,878,233	1,834,023	234,210
土産・買物代	1,987,874	1,439,874	548,000
農産物	85,108	64,693	20,415
農産加工品	69,049	50,361	18,689
水産物	153,746	107,243	46,503
水産加工品	141,952	94,991	46,961
菓子類	893,132	491,406	201,726
その他の食料品	338,242	260,014	78,228
繊維製品	182,514	135,721	46,794
靴・カバン類	85,533	67,795	17,738
陶磁器・ガラス製品	46,363	30,376	15,988
出版物	25,558	22,639	2,918
木製品・紙製品	22,109	14,160	7,950
医薬品・化粧品	20,335	15,919	4,416
フィルム	2,370	1,704	667
電気機器・関連商品	23,556	13,205	10,350
カメラ・眼鏡・時計	8,108	7,079	2,028
その他の製造品	90,989	62,368	28,630
入場料・娯楽費・その他	664,158	523,749	140,409
立寄温泉・宿泊施設・エステ	54,489	46,740	7,749
遊園地・娯楽会	167,388	141,208	26,180
美術館・博物館・動植物園・水族館	85,976	66,678	19,298
スポーツ施設	51,113	38,265	12,848
スキー場リフト代	21,321	19,349	1,972
キャンプ場 1)
スポーツ用具・芸術鑑賞	39,938	34,866	4,972
展示会・コンベンション参加費	22,448	20,849	1,599
観光費用	5,758	4,105	1,653
遊漁船	13,353	9,638	3,716
ガイド料	16,346	9,926	6,420
レンタル料	15,812	12,738	3,074
マッサージ	43,811	29,050	14,761
写真撮影代	22,838	12,802	9,834
郵便・通信料	6,001	4,942	1,059
宅配便	52,465	38,262	14,202
その他	45,273	34,531	10,742

Classified into one specific industry of I-O table

proportion of tourism-related production in the original industry

	industry	S_i^J	S_i^{JK}	S_i^K	S_i^{KJ}
1	agriculture, forestry and fishing	0.0292	0.0000	0.0000	0.0000
2	mining	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	food and beverage	0.0739	0.0002	0.0261	0.0000
4	pulp, paper and wood products	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000
5	chemical products	0.0481	0.0003	0.0000	0.0000
6	petroleum and coal products	0.0000	0.0000	0.0228	0.0000
7	ceramic products	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000
8	steel and non-ferrous metal	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	metallic products	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	machinery	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	electric machinery	0.0114	0.0006	0.0000	0.0000
12	transport machinery	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	precision machinery	0.0717	0.0035	0.0000	0.0000
14	other engineering products	0.0758	0.0009	0.0000	0.0000
15	construction	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	essential utilities	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	commerce	0.0000	0.0000	0.0245	0.0108
18	finance and insurance	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000
19	transport	0.2233	0.0005	0.1681	0.0011
20	telecommunication	0.0029	0.0001	0.0000	0.0000
21	public services	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000
22	medical and social welfare services	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000
23	real estate and business services	0.0000	0.0000	0.0011	0.0005
24	retail services	0.0079	0.0003	0.0810	0.0000
25	others	0.3481	0.0058	0.0261	0.0124

Larger share in
transport sub-industry

Process2: CO2 emission factor by industry

3EID for Japan Using I-O Table (2005)

産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)

掲載データ	2005年(平成17年)
対象年次	403部門(内生部門)+2部門(最終需要部門)
部門数	生産者価格基準および購入者価格基準
原単位計算方法	
ワークシート名	掲載内容
A	各部門における原燃料消費量を掲載
B	原燃料種別の負荷寄与率を掲載(エネルギー転換用や原料用となる場合は環境負荷への寄与率を0と設定する)
C1	原燃料種別の発熱量を掲載
C2	原燃料種別のCO ₂ 排出係数を掲載
D_Ene	原燃料種別の直接エネルギー消費量を掲載(ワークシートAの消費量、ワークシートBの負荷寄与率およびワークシートC1の発熱量を乗じる)
D_CO2	原燃料種別の直接CO ₂ 排出量を掲載(ワークシートD_Eneのエネルギー消費量にワークシートC2のCO ₂ 排出係数を乗じる)
D_neCO2	国家インベントリ区分別の直接CO ₂ 排出量(エネルギー、石灰石起源以外)を掲載
D_CH4	国家インベントリ区分別の直接CH ₄ 排出量を掲載
D_N2O	国家インベントリ区分別の直接N ₂ O排出量を掲載
D_HFCs	国家インベントリ区分別の直接HFCs排出量を掲載
D_PFCs	国家インベントリ区分別の直接PFCs排出量を掲載
D_SF6	国家インベントリ区分別の直接SF ₆ 排出量を掲載
E	部門別直接エネルギー消費量および各種GHG排出量、エネルギー原単位およびGHG原単位を掲載
F1_物質名	「物質名」原単位(I-A) ¹ 型(輸入品国産仮定型)の発生要因別(原燃料種別または国家インベントリ区分別)の内訳を掲載
F2_物質名	「物質名」原単位(I-(I-M)A) ¹ 型(輸入品控除型)の発生要因別(原燃料種別または国家インベントリ区分別)の内訳を掲載
G1_物質名	「物質名」原単位(I-A) ¹ 型の誘発部門別の内訳を掲載
G2_物質名	「物質名」原単位(I-(I-M)A) ¹ 型の誘発部門別の内訳を掲載
H1_物質名	「物質名」原単位(I-A) ¹ 型の投入部門別の内訳を掲載
H2_物質名	「物質名」原単位(I-(I-M)A) ¹ 型の投入部門別の内訳を掲載
I1_物質名	購入者価格基準の「物質名」原単位(I-A) ¹ 型を掲載(番号+a(生産者)から番号+j(倉庫)までは購入者価格基準原単位の内訳を示す)
I2_物質名	購入者価格基準の「物質名」原単位(I-(I-M)A) ¹ 型を掲載(番号+a(生産者)から番号+j(倉庫)までは購入者価格基準原単位の内訳を示す)

Table E: GHG Emission factor for 403 sectors

Converting to 25 sectors emission factor

Converting to 2010 year's emission factor

引用方法について

本データを利用した分析結果等を学会や論文等で報告する場合には、下記の引用例のように記載をお願いします。

日本語の引用例

南斉規介、森口祐一(2012)産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID): 2005年表、独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター、<http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index-j.html>

英語の引用例

Keisuke Nansai, Yuichi Moriguchi (2012) Embodied energy and emission intensity data for Japan using input-output tables (3EID): For 2005 IO table, CGER, National Institute for Environmental Studies, Japan, <http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index.html>

推計方法の概要

2005年表では、エネルギー消費量および京都議定書におけるGHG(CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs and SF₆)排出量を対象としています。ただし、森林、農地等土地利用による吸収・排出を扱う「Lund use, land use change and forestry (LULUCF)による排出は含みません。エネルギー消費とCO₂排出量(エネルギー起源、石灰石起源)については、各種統計表を参照し各部門の原燃料消費量(ワークシートA)を算定し、それに負荷寄与率(ワークシートB)、発熱量(ワークシートC1)および排出係数(ワークシートC2)を乗じて消費量および排出量の推計をしています。一方、その他のGHG排出量については、国家インベントリの報告書であるNational Greenhouse Gas Inventory Report of Japan (NIR)に掲載の排出量(tCO₂eq換算値)を各部門へ配分して部門別排出量を設定しました。なお、排出量は2009年度提出インベントリの2005年度値を使用しています。国家インベントリにおける区分別排出量をどのように各部門へ配分しているかをワークシートD_GHG名に掲載しています。原単位を利用した分析結果を解釈する際には、各部門の原単位が、この配分方法に大きく依存していることをご留意下さい。なお、推計方法の詳細については、文書ファイルの「環境負荷原単位の推計方法の解説」をご参照下さい。

Data file can be downloaded in
<http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/jpn/datafile/embodied/2005/403.htm>

I-O model with tourism industries for CO₂ emission: in case of Japan

Monetary production model
(25sec)

$$\mathbf{x}^J = \mathbf{Z}^J \mathbf{i} + \mathbf{f}^J$$



CO₂ emission model
(25sec)

$$\mathbf{e}^J = \mathbf{V}^J \mathbf{i} + \mathbf{h}^J$$

emission factor
input-output coefficient
total final demand

$$\gamma_i^J = e_i^J / x_i^J$$

$$v_{ij}^J = z_{ij}^J / \gamma_i^J$$

$$h_i^J = f_i^J / \gamma_i^J$$

CO₂ emission factor by industry (ton/million US\$)

ID	industry	Japan	Korea
1	agriculture, forestry and fishing	117.77	640.36
2	mining	200.47	1883.15
3	food and beverage	37.96	96.58
4	pulp, paper and wood products	143.29	370.45
5	chemical products	141.37	175.11
6	petroleum and coal products	203.85	175.11
7	ceramic products	954.09	140.53
8	steel and non-ferrous metal	420.87	257.05
9	metallic products	34.78	1157.18
10	machinery	12.08	140.53
11	electric machinery	19.15	54.84
12	transport machinery	17.40	54.84
13	precision machinery	34.66	901.25
14	other engineering products	19.36	140.53
15	construction	23.95	43.93
16	essential utilities	1478.94	2621.35
17	commerce	18.31	131.12
18	finance and insurance	4.60	56.37
19	transport	445.51	299.48
20	telecommunication	6.41	299.48
21	public services	40.35	87.01
22	medical and social welfare services	26.14	83.16
23	real estate and business services	5.63	42.86
24	retail services	39.78	134.54
25	others	51.45	134.54
26	tourism (except Korean/Japanese)	230.20	207.92
27	tourism (by Korean/Japanese)	88.38	135.92
	total	116.92	223.30

- Japanese tourism industry may be larger CO₂ producer
- Korean tourism industry will be larger CO₂ producer if its domestic travel market grows up in the future?

Monetary production-based I-O tables with tourism industries

Japan

Japan I-O table (27 sectors, million USD)			producers as consumers					final demand	total	
	industry		1	2-16	17-25	26	27	total		
	producer	1	primary industry	16,395	76,734	14,661	8,266	36		116,093
2-16		secondary industry	32,687	1,947,380	626,830	62,362	550	2,669,808	1,461,239	4,131,047
17-25		tertiary industry (except tourism)	16,093	709,687	1,324,127	64,615	464	2,114,986	3,507,190	5,622,176
26		tourism (except Korean/Japanese)	3,601	66,783	69,392	9,551	0	149,327	141,989	291,315
27		tourism (by Korean/Japanese)	11	450	477	0	0	938	1,064	2,002
		total	68,788	2,801,033	2,035,486	144,794	1,051	5,051,152	5,134,883	10,186,034
value added	28	employees	14,542	717,654	1,959,825	83,513	542	2,776,076		
	29	capital	51,670	433,691	1,454,071	48,461	327	1,988,220		
	30	government	4,495	178,668	172,794	14,547	82	370,586		
		total	70,706	1,330,013	3,586,690	146,521	951	5,134,883		2.88%
total			139,494	4,131,047	5,622,176	291,315	2,002	10,186,034		

0.68%

2.88%

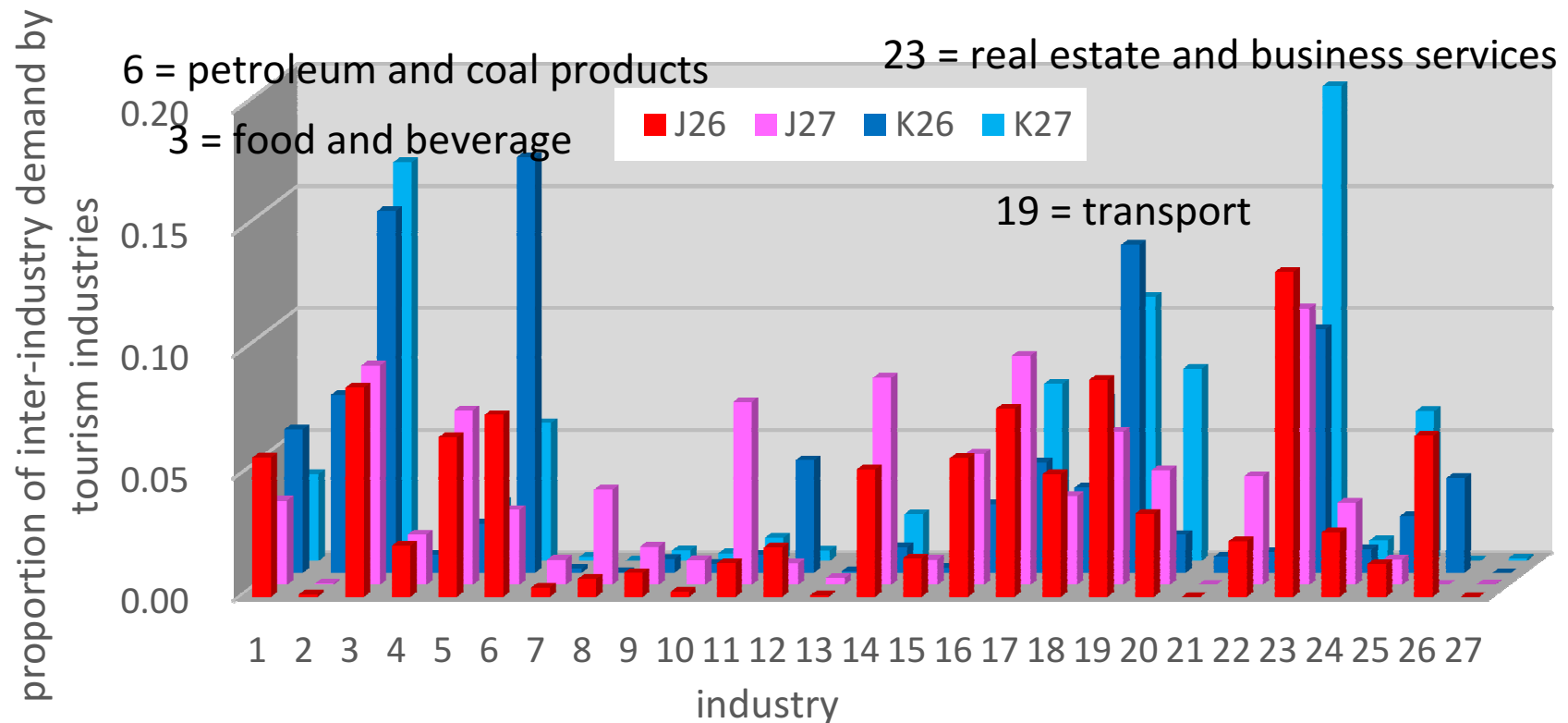
Korea

Korean I-O table (27 sectors, million USD)			producers as consumers					final demand	total	
	industry		1	2-16	17-25	26	27	total		
	producer	1	primary industry	2,988	29,103	5,569	1,380	38		39,078
2-16		secondary industry	14,096	980,684	153,394	12,331	382	1,160,886	424,811	1,585,697
17-25		tertiary industry (except tourism)	4,216	176,714	293,346	8,867	645	483,788	546,901	1,030,689
26		tourism (except Korean/Japanese)	346	7,012	12,077	910	0	20,344	17,412	37,756
27		tourism (by Korean/Japanese)	18	588	562	0	1	1,169	1,166	2,334
		total	21,664	1,194,101	464,947	23,487	1,066	1,705,265	996,956	2,702,221
value added	28	employees	3,063	162,823	281,918	6,904	512	455,220		
	29	capital	20,237	171,076	247,719	5,673	595	445,300		
	30	government	781	57,698	36,104	1,788	65	96,436		
		total	24,081	391,596	565,742	14,365	1,172	996,956		1.48%
total			45,744	1,585,697	1,030,689	37,853	2,238	2,702,221		

5.82%

1.48%

Major suppliers to tourism industries



J26 = Japanese tourism industry for those except Korean

J27 = Japanese tourism industry for Korean

K26 = Korean tourism industry for those except Japanese

K27 = Korean tourism industry for Japanese

CO₂ emission-based I-O tables with tourism industries

Japan

Japan I-O table (27 sectors, thousand ton)			producers as consumers					final demand	total	
producer	industry		1	2-16	17-25	26	27	total		
	1	primary industry		1,931	9,037	1,727	973	4	13,672	2,756
2-16	secondary industry		4,694	465,328	207,720	17,972	139	695,852	178,471	874,323
17-25	tertiary industry (except tourism)		1,392	44,147	52,254	6,450	36	104,278	130,752	235,030
26	tourism (except Korean/Japanese)		829	15,374	15,974	2,199	0	34,375	32,686	67,061
27	tourism (by Korean/Japanese)		1	40	42	0	0	83	94	177
	total		8,846	533,925	277,716	27,594	179	848,260	344,759	1,193,019

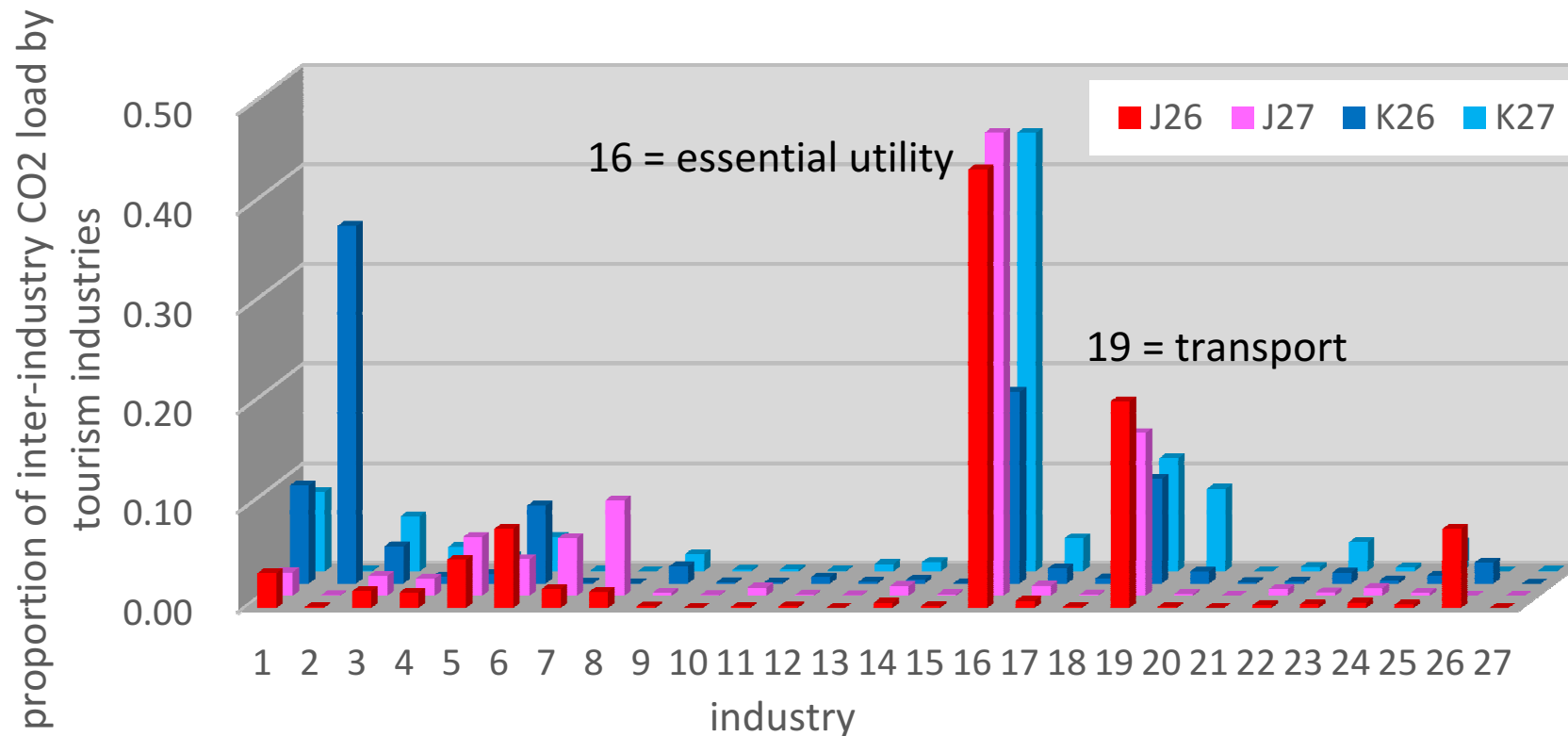
5.64%

Korea

Korean I-O table (27 sectors, thousand ton)			producers as consumers					final demand	total	
producer	industry		1	2-16	17-25	26	27	total		
	1	primary industry		1,913	18,637	3,566	884	24	25,024	4,269
2-16	secondary industry		2,819	495,434	71,626	6,425	185	576,489	-128,421	448,068
17-25	tertiary industry (except tourism)		546	19,379	36,858	1,473	94	58,351	59,535	117,885
26	tourism (except Korean/Japanese)		72	1,458	2,511	189	0	4,230	3,620	7,850
27	tourism (by Korean/Japanese)		2	80	76	0	0	159	158	317
	total		5,353	534,987	114,637	8,971	304	664,252	-60,839	603,414

1.35%

Major CO₂ emitter for supplying to tourism industries



J26 = Japanese tourism industry for those except Korean

J27 = Japanese tourism industry for Korean

K26 = Korean tourism industry for those except Japanese

K27 = Korean tourism industry for Japanese

Backward and forward linkage effect analyses

$[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{A}]^{-1}$ type inverse matrix as the total requirement matrix

industry	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1 agriculture, forestry and fishing	1.136	0.000	0.560	0.036	0.016	0.001	0.002	0.007	0.002	0.006	0.013	0.015	0.001	0.034	0.021	0.005	0.019	0.007	0.007	0.018	0.006	0.057	0.016	0.142	0.004	0.080	0.000
2 mining	0.017	1.003	0.035	0.022	0.110	0.543	0.032	0.360	0.036	0.048	0.060	0.106	0.004	0.034	0.112	0.295	0.076	0.012	0.064	0.026	0.035	0.091	0.045	0.047	0.009	0.047	0.000
3 food and beverage	0.048	0.000	1.183	0.004	0.012	0.001	0.001	0.005	0.002	0.004	0.008	0.009	0.001	0.008	0.008	0.003	0.014	0.006	0.005	0.013	0.004	0.040	0.011	0.137	0.002	0.041	0.000
4 pulp, paper and wood products	0.034	0.001	0.103	1.347	0.073	0.002	0.020	0.031	0.012	0.027	0.066	0.060	0.005	0.121	0.266	0.024	0.124	0.036	0.039	0.125	0.025	0.122	0.091	0.057	0.078	0.050	0.000
5 chemical products	0.031	0.001	0.045	0.027	1.378	0.003	0.012	0.029	0.009	0.023	0.059	0.082	0.004	0.161	0.037	0.014	0.023	0.010	0.009	0.026	0.012	0.331	0.037	0.028	0.009	0.048	0.000
6 petroleum and coal products	0.026	0.005	0.041	0.015	0.160	1.054	0.012	0.110	0.015	0.025	0.036	0.060	0.003	0.037	0.093	0.076	0.092	0.013	0.103	0.028	0.037	0.100	0.045	0.044	0.011	0.066	0.000
7 ceramic products	0.007	0.000	0.030	0.017	0.033	0.002	1.087	0.075	0.015	0.047	0.154	0.146	0.024	0.026	0.455	0.020	0.025	0.007	0.010	0.015	0.014	0.049	0.062	0.022	0.010	0.018	0.000
8 steel and non-ferrous metal	0.003	0.001	0.018	0.012	0.017	0.001	0.007	1.872	0.156	0.176	0.163	0.345	0.010	0.023	0.165	0.008	0.016	0.005	0.010	0.009	0.013	0.022	0.045	0.009	0.007	0.013	0.000
9 metallic products	0.008	0.002	0.072	0.021	0.036	0.003	0.010	0.018	1.065	0.125	0.102	0.113	0.009	0.034	0.495	0.019	0.047	0.008	0.015	0.017	0.029	0.036	0.066	0.028	0.007	0.024	0.000
10 machinery	0.001	0.000	0.002	0.002	0.002	0.000	0.001	0.003	0.002	1.196	0.019	0.044	0.002	0.004	0.019	0.004	0.009	0.004	0.003	0.007	0.003	0.007	0.081	0.005	0.003	0.004	0.000
11 electric machinery	0.001	0.000	0.003	0.001	0.003	0.000	0.001	0.003	0.002	0.039	1.265	0.091	0.013	0.005	0.018	0.003	0.010	0.004	0.004	0.010	0.009	0.010	0.040	0.004	0.002	0.006	0.000
12 transport machinery	0.003	0.000	0.004	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.003	1.721	0.000	0.002	0.005	0.002	0.007	0.003	0.023	0.005	0.025	0.006	0.058	0.003	0.002	0.011	0.000
13 precision machinery	0.001	0.000	0.002	0.001	0.004	0.000	0.001	0.002	0.001	0.027	0.014	0.017	1.010	0.003	0.004	0.002	0.024	0.002	0.001	0.006	0.006	0.091	0.013	0.005	0.001	0.003	0.000
14 other engineering products	0.013	0.001	0.057	0.026	0.039	0.002	0.007	0.045	0.010	0.041	0.085	0.150	0.008	1.165	0.060	0.024	0.077	0.042	0.018	0.075	0.047	0.092	0.091	0.037	0.019	0.038	0.000
15 construction	0.003	0.000	0.006	0.004	0.009	0.001	0.003	0.012	0.004	0.006	0.011	0.012	0.001	0.006	1.012	0.028	0.022	0.007	0.011	0.013	0.016	0.027	0.072	0.011	0.002	0.008	0.000
16 essential utilities	0.011	0.002	0.042	0.029	0.057	0.011	0.013	0.089	0.018	0.033	0.055	0.080	0.004	0.038	0.049	1.072	0.104	0.017	0.038	0.039	0.055	0.135	0.051	0.094	0.010	0.041	0.000
17 commerce	0.009	0.001	0.039	0.014	0.020	0.002	0.004	0.026	0.008	0.025	0.036	0.052	0.003	0.024	0.045	0.010	1.037	0.008	0.009	0.020	0.011	0.055	0.033	0.039	0.007	0.017	0.000
18 fainance and insurance	0.015	0.003	0.037	0.017	0.033	0.006	0.009	0.039	0.012	0.031	0.041	0.057	0.005	0.033	0.066	0.032	0.198	1.115	0.049	0.054	0.018	0.089	0.236	0.045	0.073	0.037	0.000
19 transport	0.014	0.001	0.046	0.019	0.034	0.018	0.010	0.049	0.013	0.026	0.044	0.065	0.003	0.042	0.070	0.024	0.077	0.023	1.087	0.037	0.030	0.063	0.043	0.040	0.010	0.052	0.000
20 telecommunication	0.005	0.001	0.016	0.008	0.025	0.002	0.004	0.018	0.007	0.020	0.035	0.032	0.002	0.017	0.036	0.025	0.120	0.066	0.020	1.146	0.043	0.084	0.166	0.039	0.010	0.021	0.000
21 public services	0.002	0.000	0.003	0.001	0.001	0.000	0.001	0.003	0.001	0.002	0.003	0.003	0.000	0.002	0.005	0.002	0.008	0.002	0.002	0.005	1.001	0.009	0.007	0.003	0.041	0.002	0.000
22 medical and social welfare services	0.002	0.000	0.006	0.003	0.032	0.001	0.003	0.011	0.003	0.016	0.050	0.047	0.003	0.011	0.008	0.007	0.009	0.003	0.003	0.011	0.003	1.025	0.011	0.005	0.003	0.006	0.000
23 real estate and business services	0.006	0.001	0.022	0.009	0.025	0.003	0.005	0.020	0.007	0.021	0.036	0.044	0.003	0.019	0.058	0.027	0.100	0.048	0.030	0.078	0.025	0.073	1.094	0.032	0.007	0.023	0.000
24 retail services	0.003	0.001	0.012	0.006	0.015	0.002	0.003	0.013	0.005	0.012	0.021	0.021	0.001	0.013	0.021	0.010	0.042	0.018	0.012	0.048	0.012	0.046	0.038	1.029	0.003	0.013	0.000
25 others	0.039	0.002	0.073	0.026	0.037	0.005	0.016	0.067	0.018	0.059	0.068	0.073	0.005	0.042	0.119	0.041	0.196	0.058	0.058	0.136	0.032	0.219	0.165	0.070	1.010	0.050	0.000
26 tourism (except Korean)	0.018	0.001	0.059	0.016	0.046	0.008	0.007	0.030	0.008	0.021	0.039	0.054	0.003	0.048	0.047	0.016	0.057	0.020	0.043	0.037	0.021	0.074	0.042	0.047	0.008	1.041	0.000
27 tourism (by Korean)	0.009	0.001	0.032	0.011	0.037	0.003	0.005	0.021	0.006	0.027	0.057	0.069	0.004	0.047	0.038	0.015	0.052	0.023	0.026	0.046	0.021	0.072	0.054	0.035	0.007	0.009	1.000

Index of power of dispersion (PDI) ← backward linkage

Index of sensitivity of dispersion (SDI) ← forward linkage

PDI & SDI for CO₂ emission

Total requirement (inverse) matrix for CO₂ emission is **same** as that for monetary production...



Definition of power and sensitivity of dispersion in CO₂ emission

$$PDC_i^J = \gamma_i^J PDM_i^J \quad \leftarrow \text{power of sensitivity for monetary production}$$

$$SDC_i^J = \gamma_i^J SDM_i^J \quad \leftarrow \text{sensitivity of sensitivity for monetary production}$$



Definition of PDI and SDI in CO₂ emission

$$PDIC_i^J = \frac{27 PDC_i^J}{\sum_{i=1}^{27} PDC_i^J} \quad SDIC_i^J = \frac{27 SDC_i^J}{\sum_{i=1}^{27} SDC_i^J}$$

PDI & SDI calculation

	industry	PDI_M_J	PDI_C_J	PDI_M_K	PDI_C_K	SDI_M_J	SDI_C_J	SDI_M_K	SDI_C_K
1	agriculture, forestry and fishing	0.730	0.549	0.712	1.494	1.103	0.635	1.159	1.602
2	mining	0.512	0.655	0.493	3.043	1.630	1.598	1.620	6.587
3	food and beverage	1.269	0.307	1.179	0.373	0.782	0.145	0.948	0.198
4	pulp, paper and wood products	0.844	0.772	0.820	0.995	1.466	1.027	1.454	1.163
5	chemical products	1.125	1.015	1.553	0.891	1.220	0.844	1.133	0.428
6	petroleum and coal products	0.836	1.087	0.921	0.528	1.150	1.147	1.084	0.410
7	ceramic products	0.635	3.866	0.710	0.327	1.181	5.514	1.222	0.371
8	steel and non-ferrous metal	1.475	3.963	1.541	1.298	1.557	3.207	1.426	0.791
9	metallic products	0.717	0.159	0.862	3.267	1.199	0.204	1.107	2.766
10	machinery	1.040	0.080	1.043	0.480	0.711	0.042	0.772	0.234
11	electric machinery	1.266	0.155	1.946	0.350	0.772	0.072	0.777	0.092
12	transport machinery	1.778	0.197	1.474	0.265	0.944	0.080	0.713	0.084
13	precision machinery	0.563	0.125	0.582	1.718	0.618	0.105	0.760	1.478
14	other engineering products	0.995	0.123	0.966	0.445	1.132	0.107	0.834	0.253
15	construction	1.660	0.254	1.451	0.209	0.651	0.076	0.536	0.051
16	essential utilities	0.902	8.514	0.786	6.753	1.089	7.883	1.264	7.154
17	commerce	1.288	0.151	1.058	0.455	0.775	0.069	0.961	0.272
18	finance and insurance	0.782	0.023	0.882	0.163	1.171	0.026	1.083	0.132
19	transport	0.845	2.404	0.899	0.882	0.967	2.107	0.947	0.612
20	telecommunication	1.022	0.042	0.752	0.738	0.980	0.031	1.079	0.698
21	public services	0.775	0.200	0.747	0.213	0.552	0.109	0.500	0.094
22	medical and social welfare services	1.506	0.251	0.979	0.267	0.638	0.082	0.545	0.098
23	real estate and business services	1.353	0.049	1.225	0.172	0.905	0.025	0.989	0.092
24	retail services	1.025	0.260	1.217	0.536	0.707	0.138	0.839	0.244
25	others	0.675	0.222	1.023	0.451	1.337	0.337	1.339	0.389
26	tourism (except Korean/Japanese)	0.881	1.295	0.688	0.468	0.902	1.016	0.955	0.429
27	tourism (by Korean/Japanese)	0.501	0.283	0.493	0.219	0.861	0.372	0.954	0.280

PDI and SDI in tourism industries

PDI	Japan		Korea	
	MP	CO ₂	MP	CO ₂
tourism (except Korean/Japanese)	0.881	1.295	0.688	0.468
tourism (by Korean/Japanese)	0.501	0.283	0.493	0.219

SDI	Japan		Korea	
	MP	CO ₂	MP	CO ₂
tourism (except Korean/Japanese)	0.902	1.016	0.955	0.429
tourism (by Korean/Japanese)	0.861	0.372	0.954	0.280

- PDI/SDI for monetary production are less than 1.0 = Japanese & Korean tourism industries buy/provide less products of/to other industries for their service provision
- PDI/SDI for CO₂ emission in Japan are more than 1.0 = promotion of Japanese tourism industry may contribute to increase CO₂ emission through their production activities

Conclusions

- Analysis of monetary production and CO₂ emission from tourism industries in Japan and Korea using input output model framework
 - Tourism industries are newly created in I-O tables for monetary production and CO₂ emission using various dataset
- Following major findings are obtained
 1. Both Japanese and Korean tourism industry are the large CO₂ producer
 2. promotion of Japanese tourism industry may contribute to increase CO₂ emission through their production activities

Expected further trials

1. creation of multi-region input output table
2. In depth analysis of the effect of transport services on CO₂ emission structure in Japanese and Korean tourism market
3. Implementation of the same consumption survey both in Japan and Korea