



空間モデルを使った中国保険市場分析

神谷信一

南洋理工大学

Nanyang Technological University

Singapore

2015年11月20日

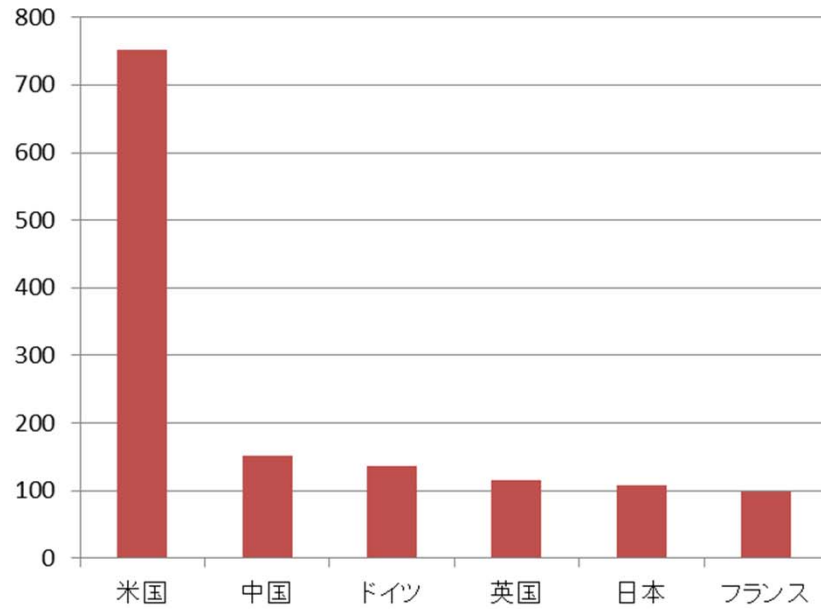
東京

研究目的

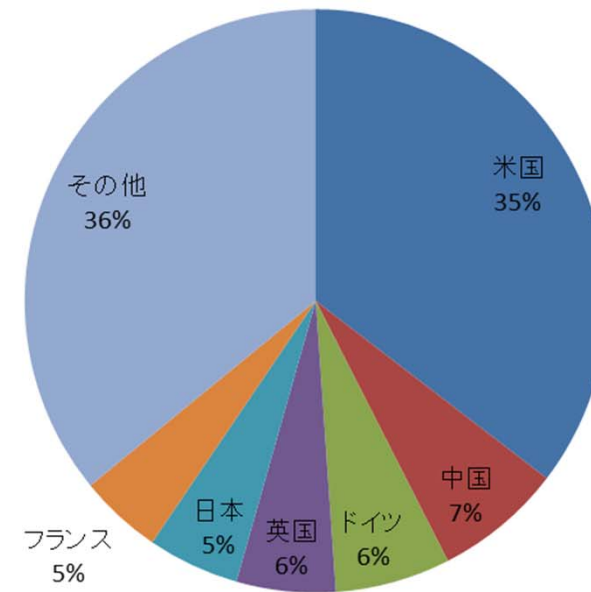
- 中国の損害保険市場の発展に関連する要因の特定
- 観測不能要因による省略変数バイアス (omitted variable bias)
- 空間モデルを用いた推定

世界損害保険市場

保険料 (billion USD)



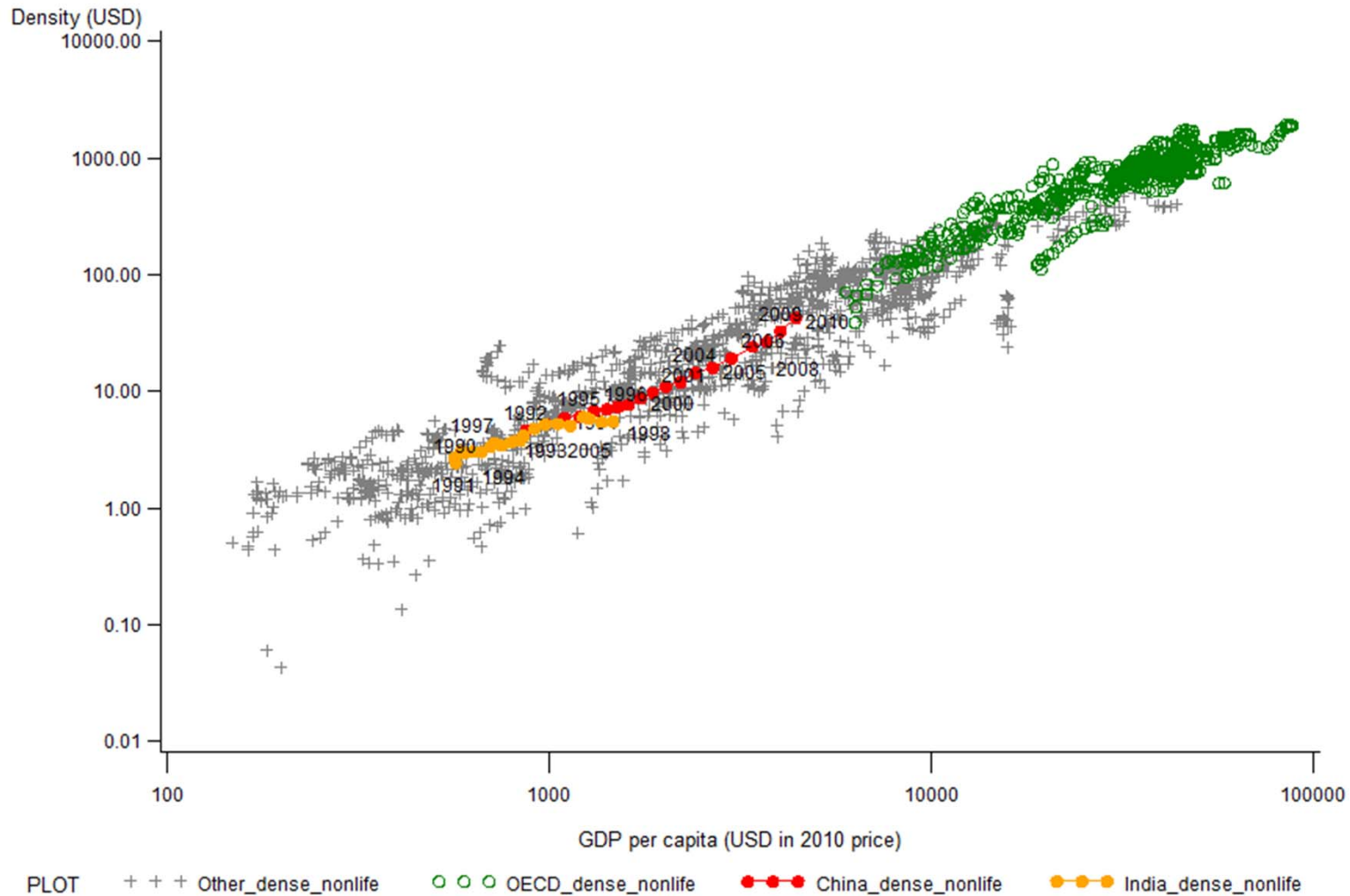
市場シェア



(Source: Swiss Re Sigma 2015)

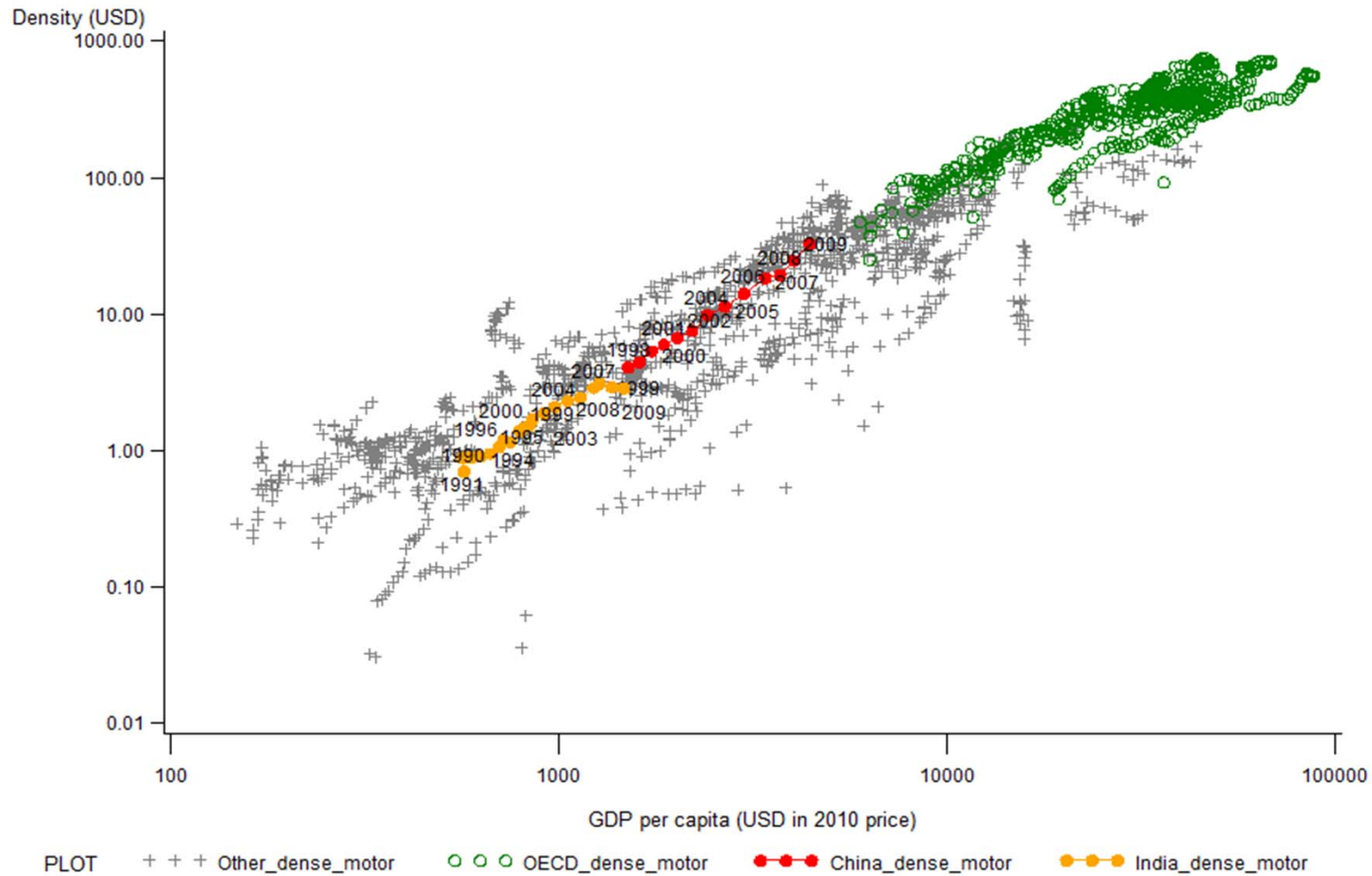
1人あたりGDP vs 1人あたり損害保険保険料

(Source: AXCO Global Statistics)



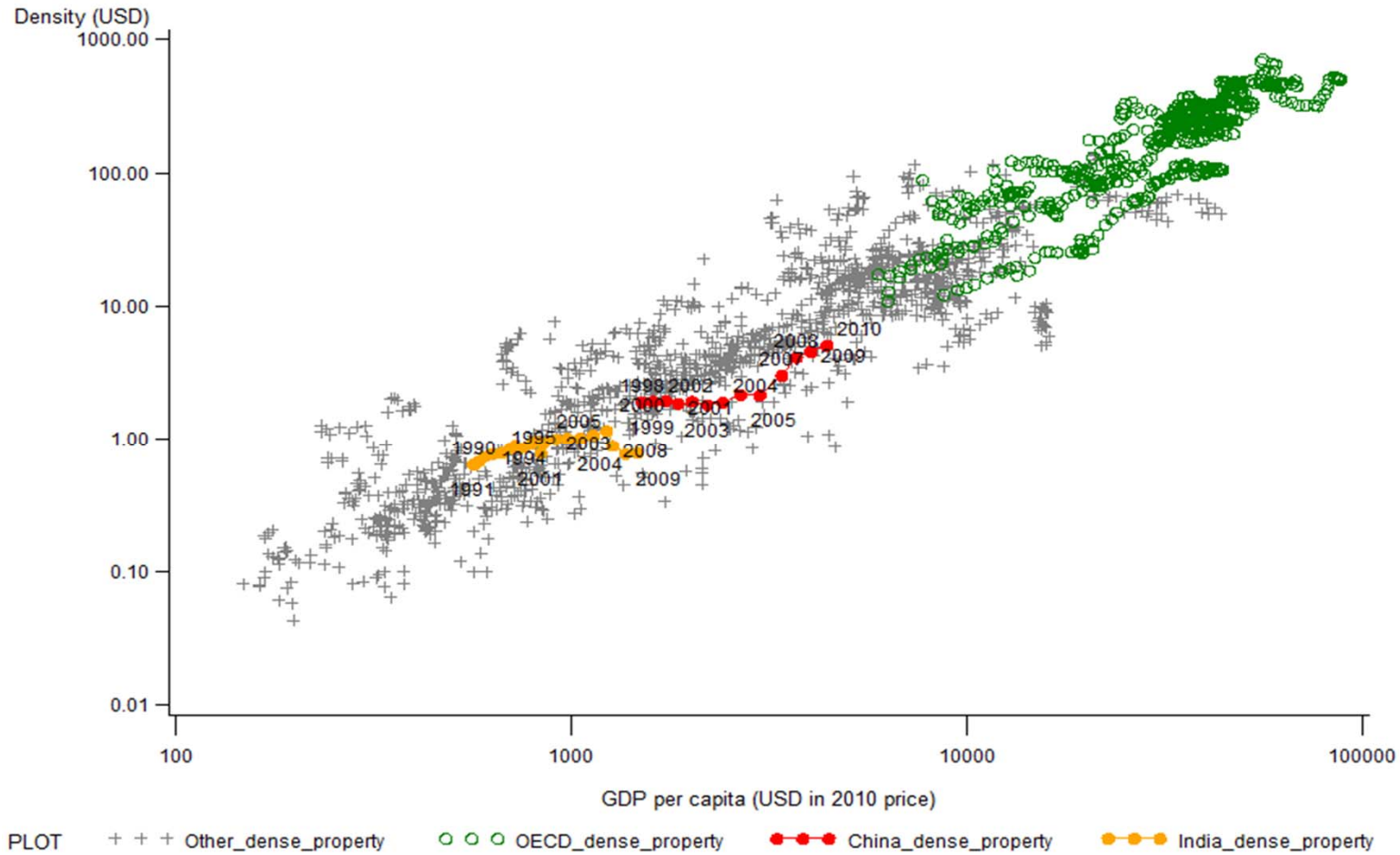
1人あたりGDP vs 1人あたり自動車保険保険料

(Source: AXCO Global Statistics)



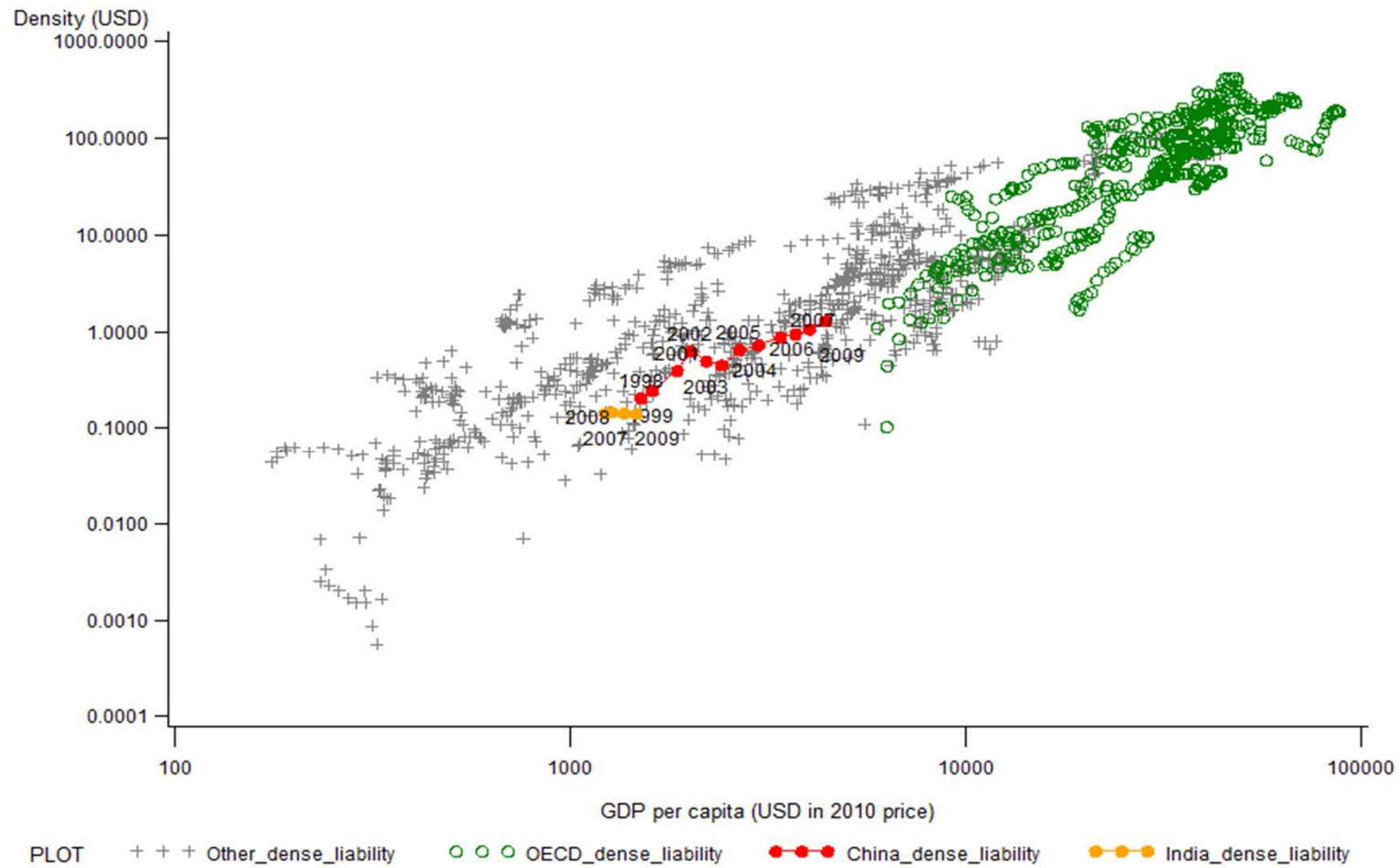
1人あたりGDP vs 1人あたりProperty保険保険料

(Source: AXCO Global Statistics)



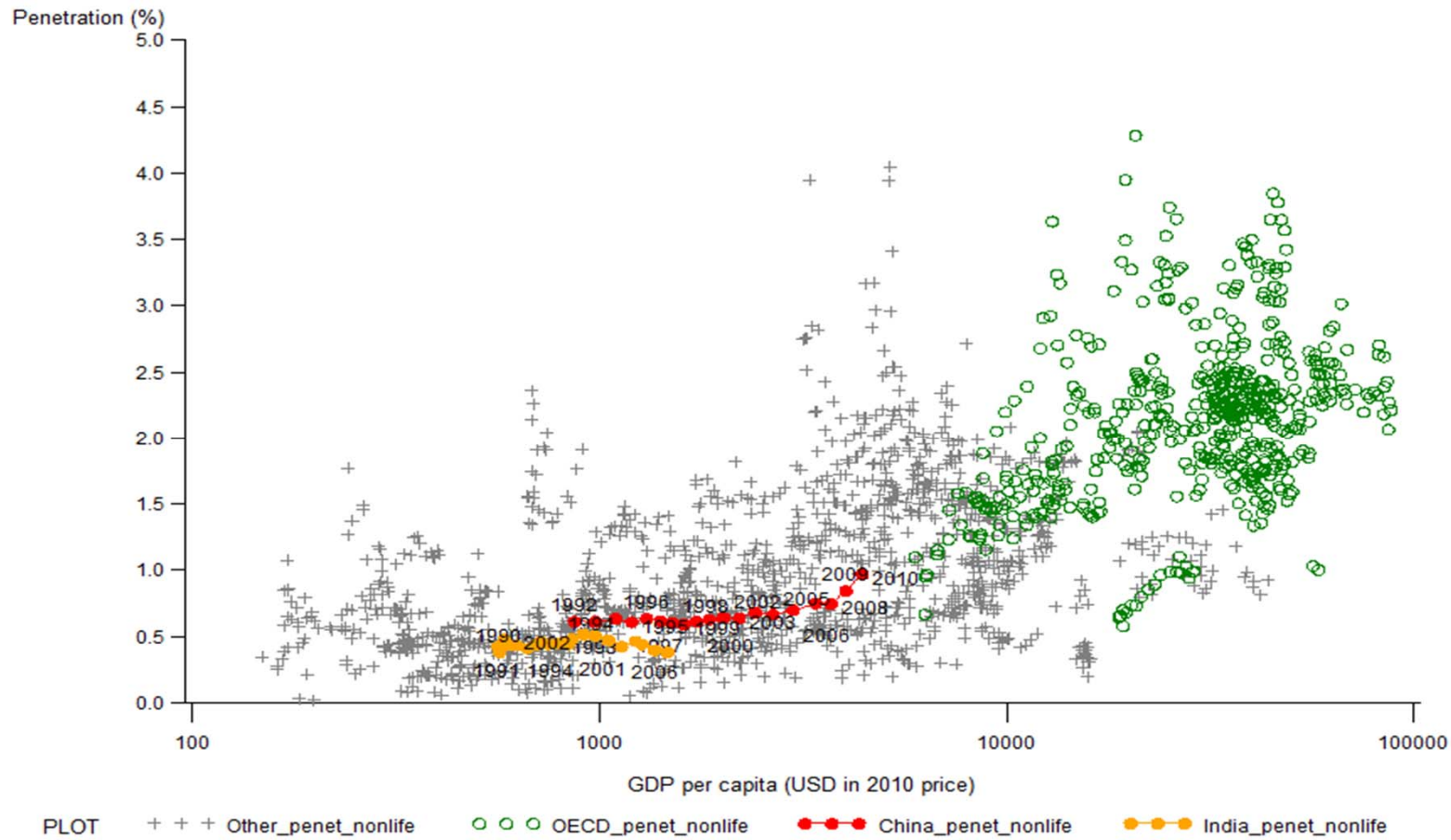
1人あたりGDP vs 1人あたり賠償保険保険料

(Source: AXCO Global Statistics)



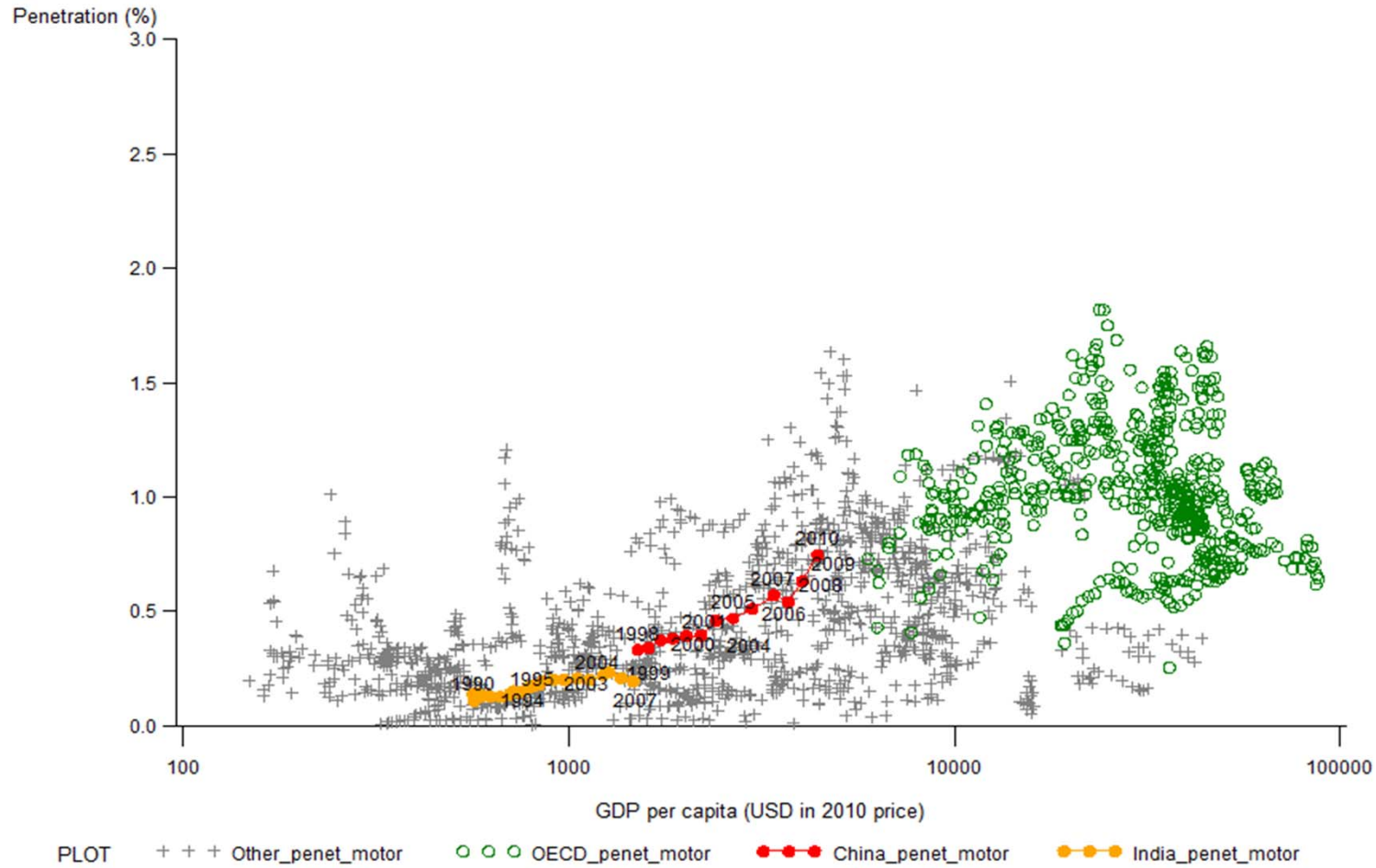
1人あたりGDP vs 損害保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



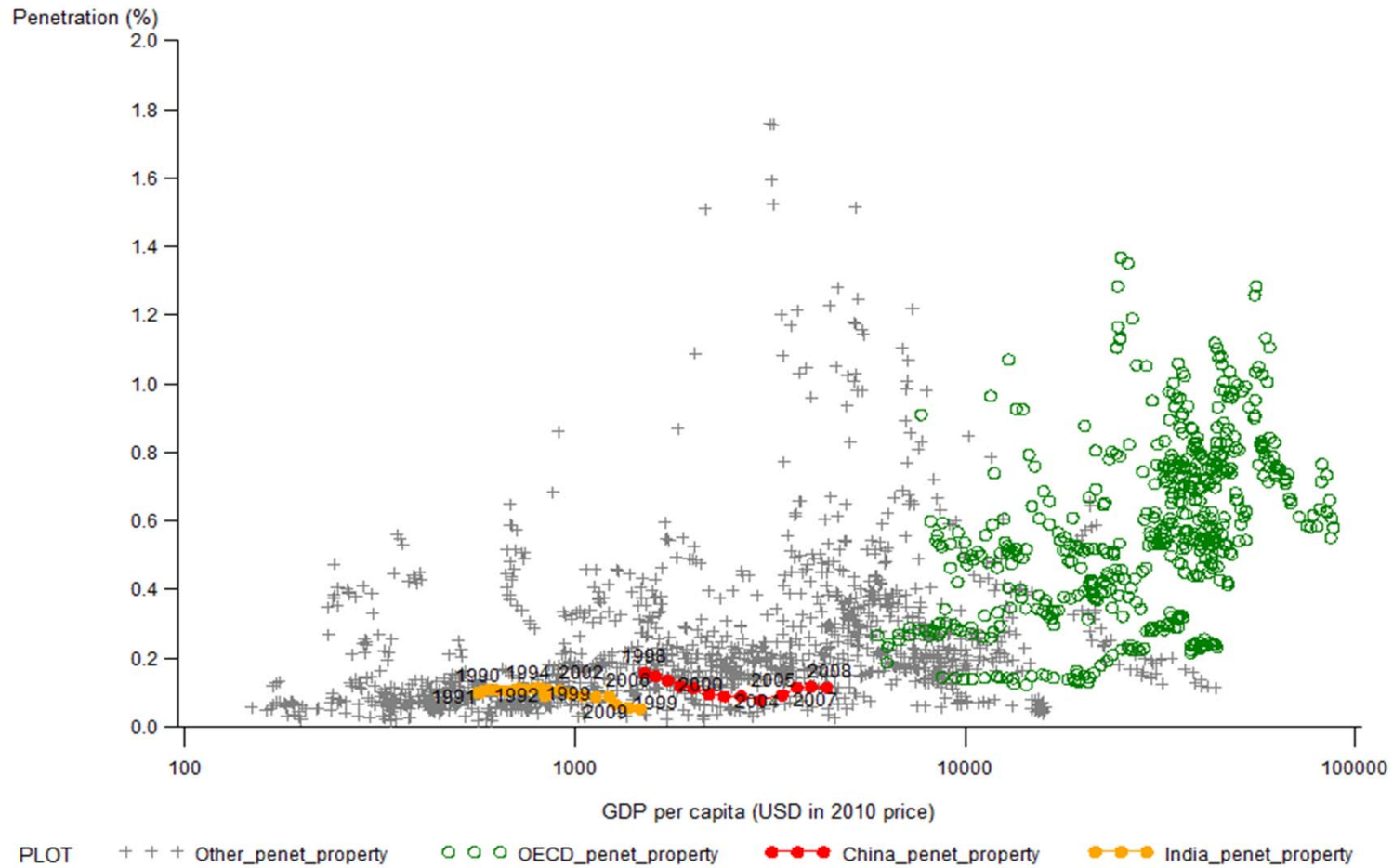
1人あたりGDP vs 自動車保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



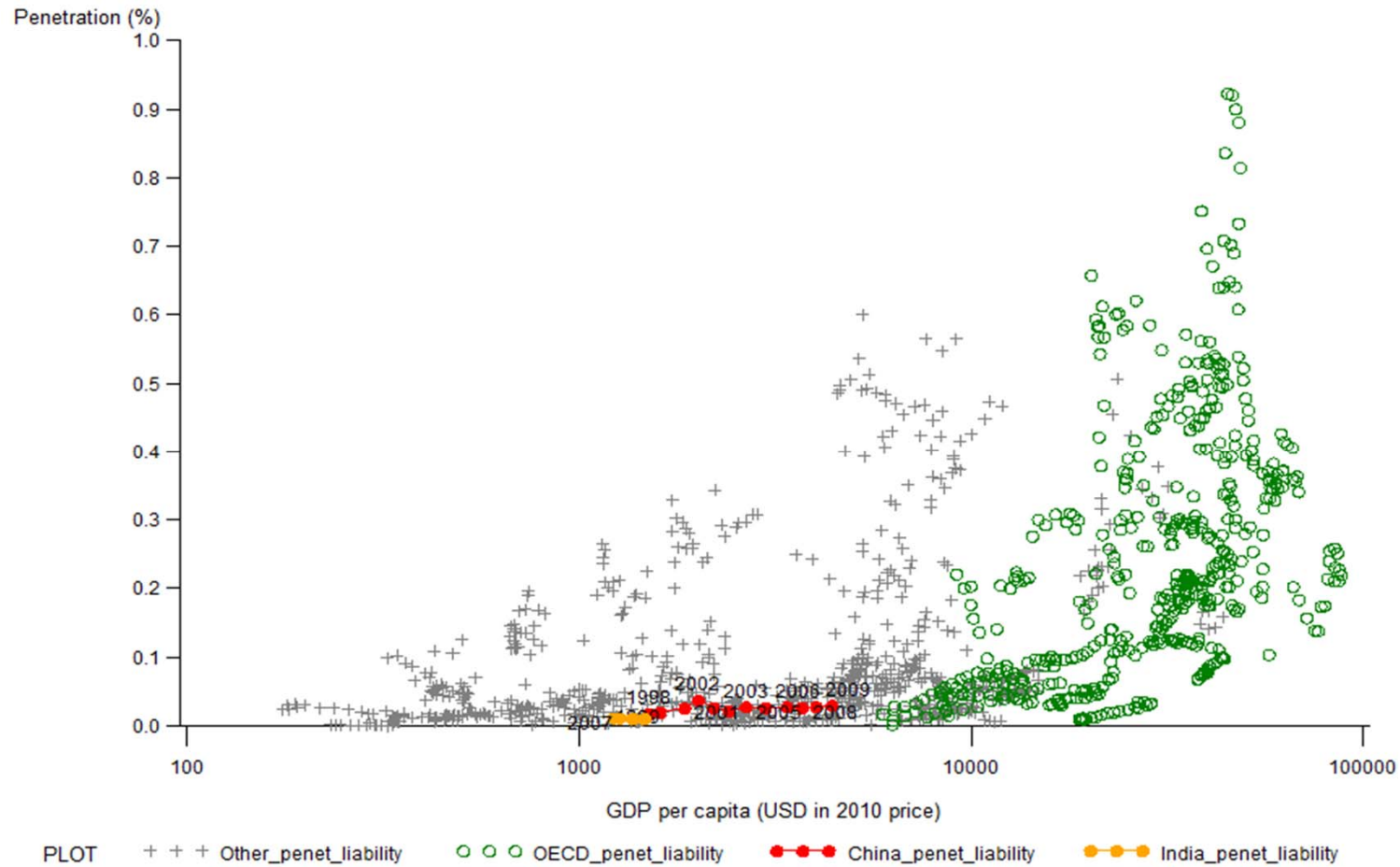
1人あたりGDP vs Property保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



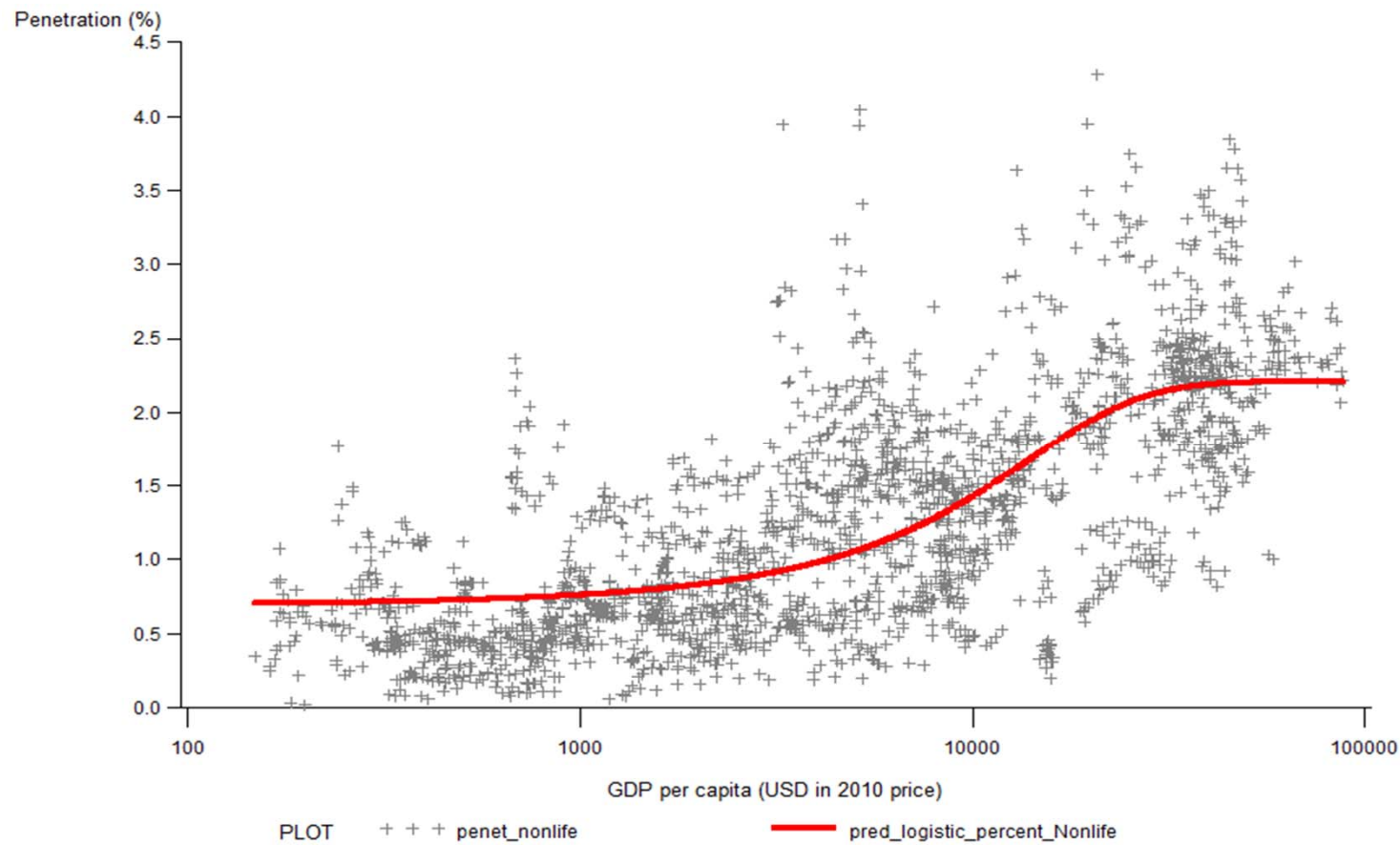
1人あたりGDP vs 賠償保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



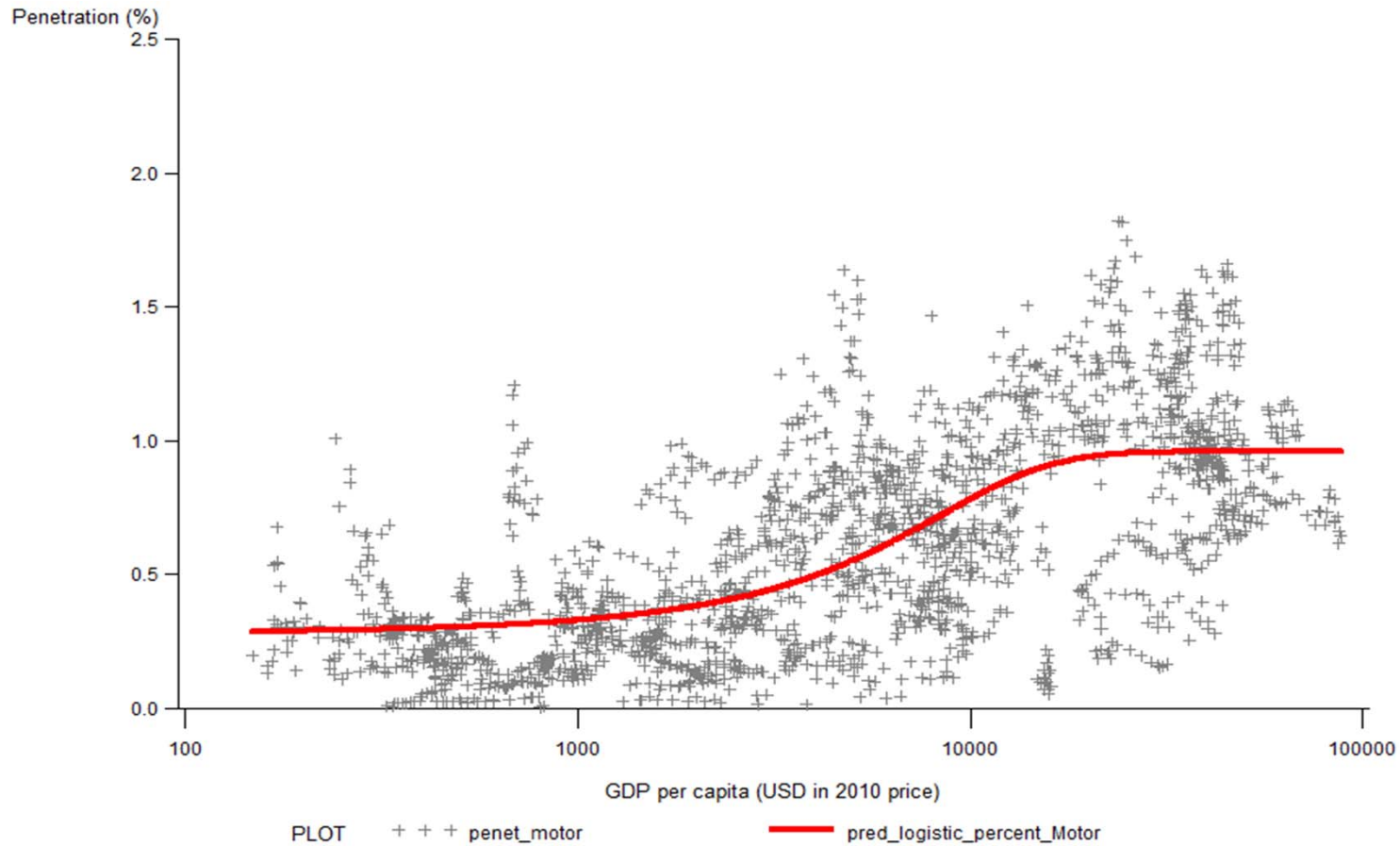
1人あたりGDP vs 損害保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



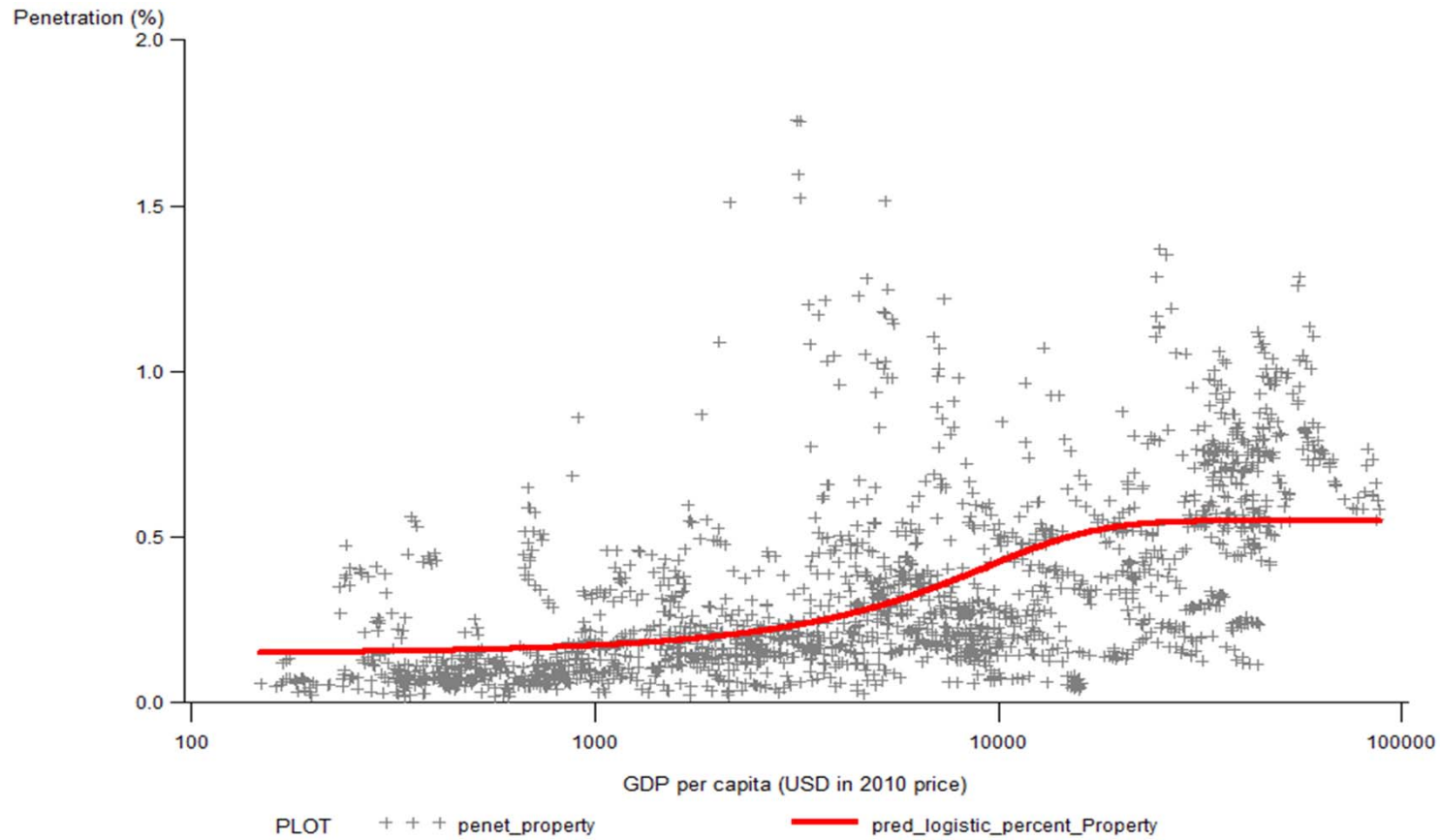
1人あたりGDP vs 自動車保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



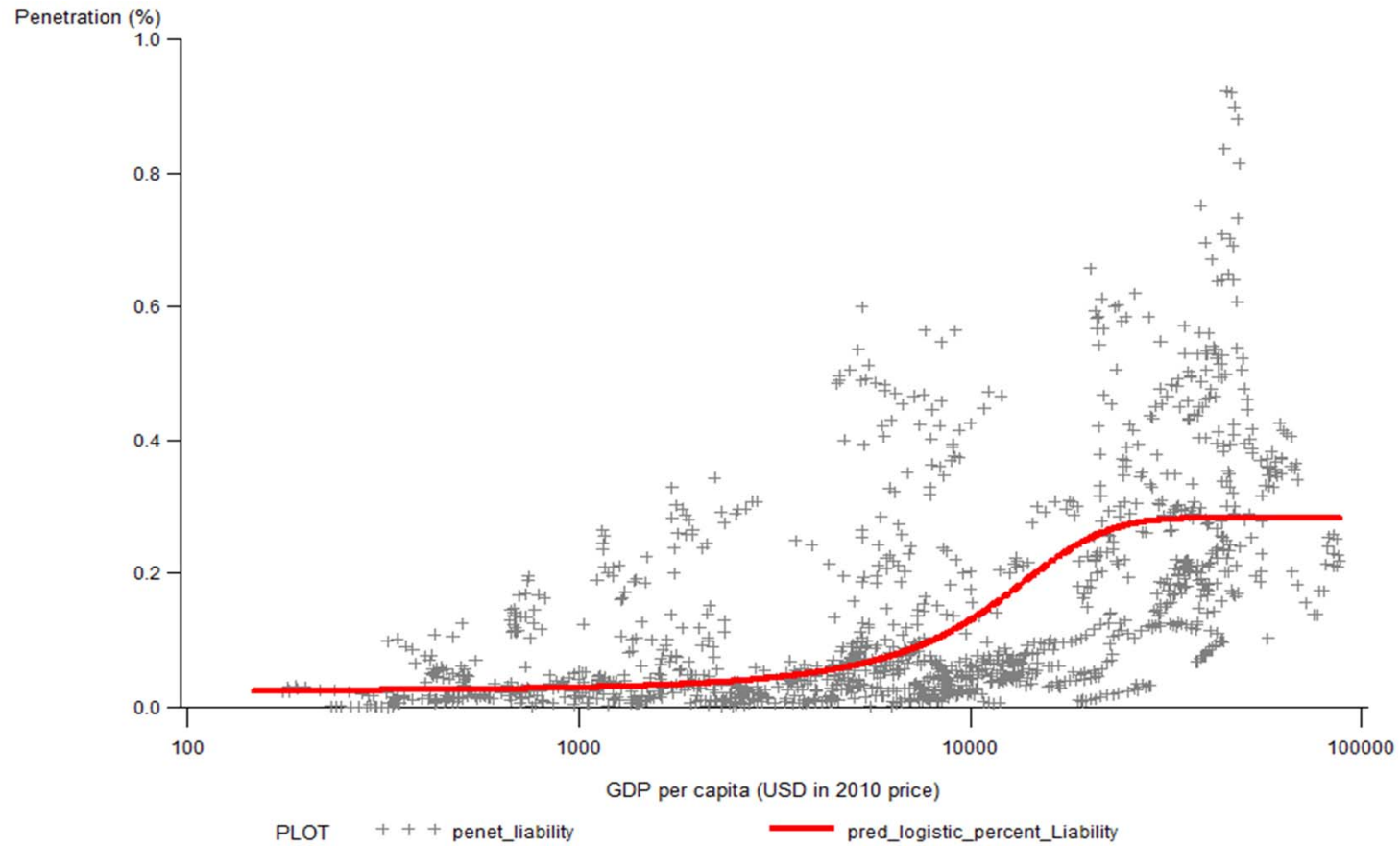
1人あたりGDP vs 財産保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



1人あたりGDP vs 賠償保険保険料/GDP

(Source: AXCO Global Statistics)



2013年中国損害保険市場：種目シェア (一人当たりの保険料)

保険種目	人民元	日本円	シェア
自動車保険	3,931	76,252	71%
財産保険	347	6,738	6%
農業保険	295	5,732	5%
賠償保険	203	3,944	4%
信用保険	159	3,087	3%
貨物保険	99	1,927	2%
その他	493	9,587	9%
損害保険合計	5,528	107,268	

(Source: China Insurance Yearbook 2014)

中国損害保険市場：2013年保険会社シェア

公司名称 Name of Company		保费 (人民币百万元) Premium (RMB 1,000,000)	
中文简称	英文名称	合計	シェア
人保财险	PICC Property and Casualty Insurance Co., Ltd	223,103	34.8%
平安产险	Ping An Property & Casualty Insurance Company of China, Ltd.	115,365	18.0%
太保产险	China Pacific Property Insurance Co., Ltd. (CPIC Property)	81,613	12.7%
国寿财险	China Life Property & Casualty Insurance Company Limited	31,848	5.0%
中华联合	China United Insurance Holding Company	29,695	4.6%
大地	China Continent Property & Casualty Insurance Co.,Ltd	19,885	3.1%
阳光产险	Sunshine Property & Casualty Insurance Co., Ltd.	13,600	2.1%
太平财险	China Taiping General Insurance Co., Ltd.	10,808	1.7%
三井住友	Mitsui Sumitomo Insurance Co.Ltd.	1,133	0.2%
日本财险	Sompo Japan Insurance (China) Co., Ltd.	602	0.1%
东京海上	Tokio Marine & Nichido Fire Insurance Company (China) Limited.	467	0.1%

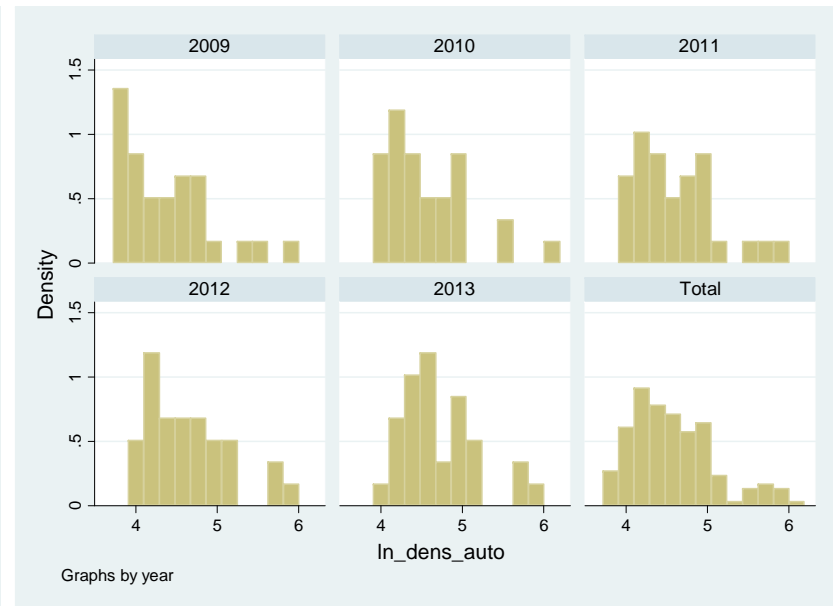
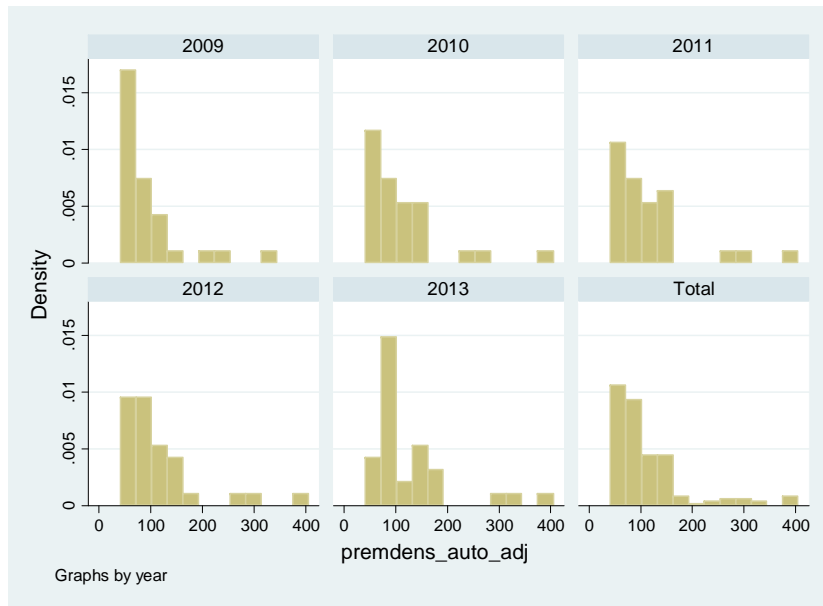
(Source: China Insurance Yearbook 2014)

研究目的

- 中国の損害保険市場の発展に関連する要因の特定
- 観測不能要因による省略変数バイアス (omitted variable bias)
- 空間モデルを用いた推定

非説明変数

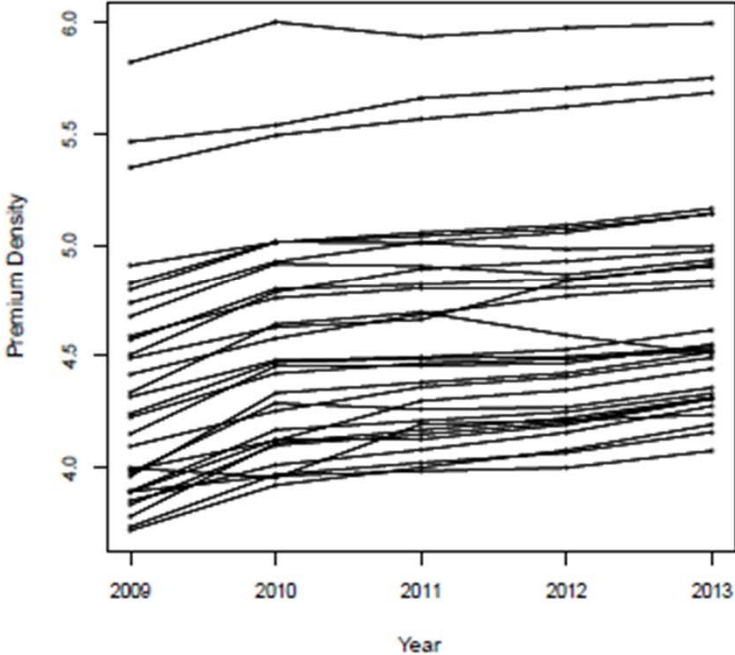
省レベルの一人当たり自動車保険料



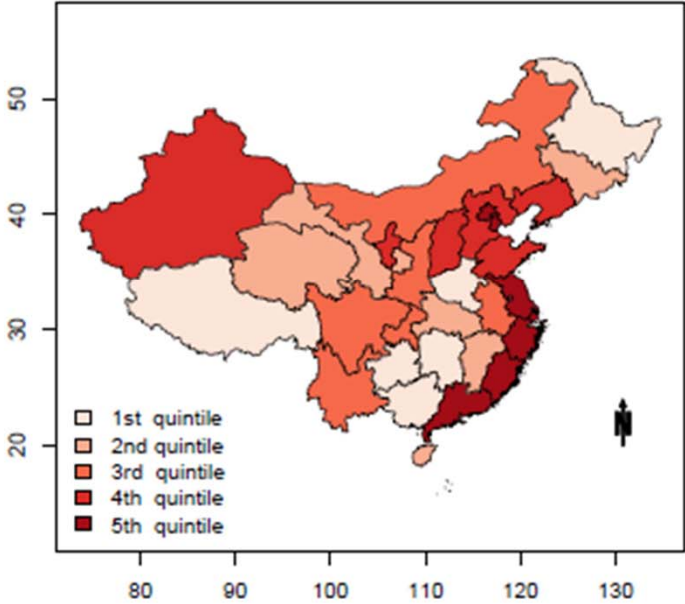
中国自動車保険市場：一人当たり自動車保険料



Multiple Time Series Plot



Distribution of Insurance Consumption

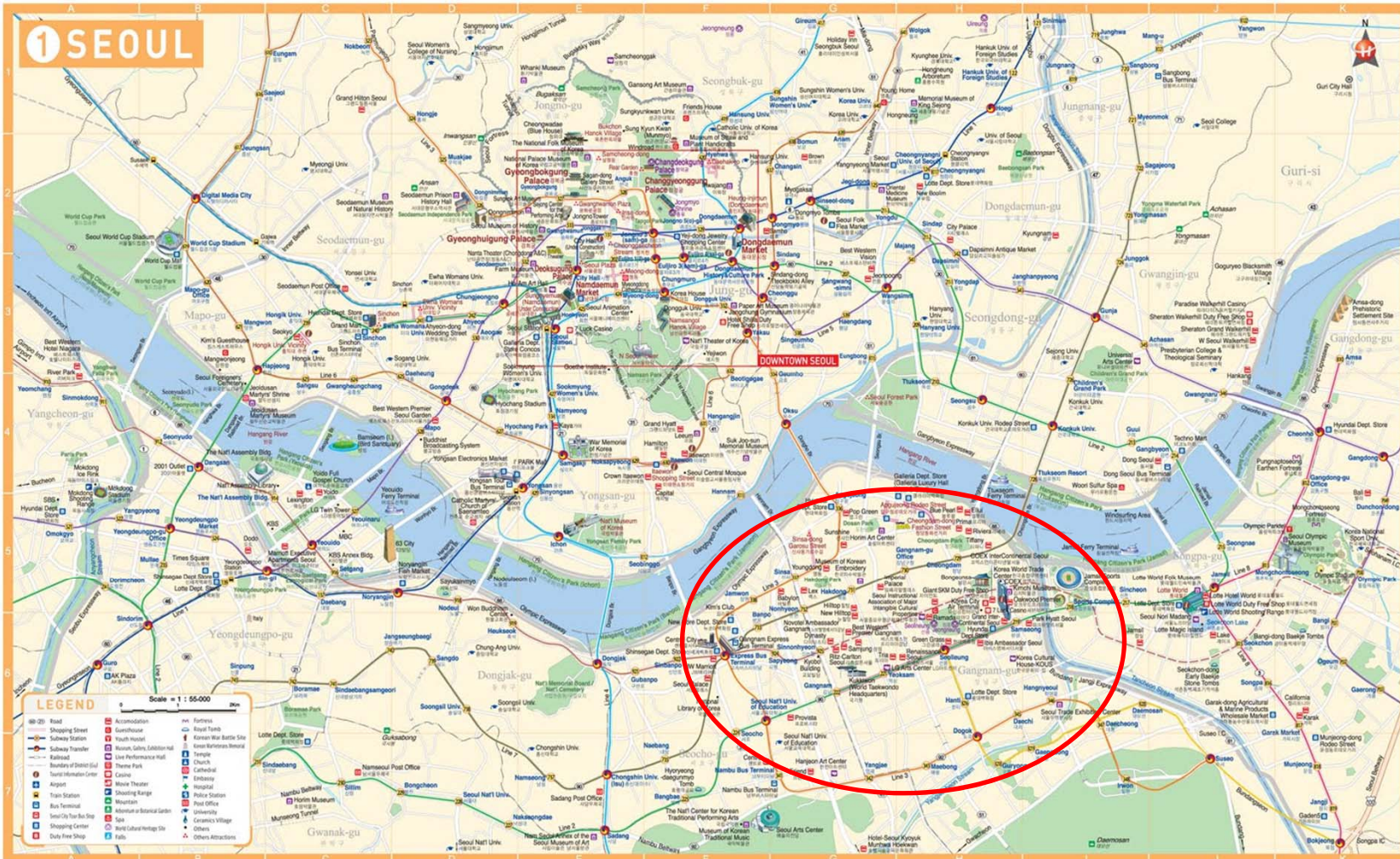


なぜ空間モデルが有益か？ 観測不能要因による省略変数バイアス

需要側の要因

- 損害に関する共通要因があるため保険料に共通要因がある
例：自動車ライフスタイル、公共交通機関や自然災害 (Okhrin et al., 2013)
- 災害のスピルオーバー効果
例：米国ハリケーン災害後に、損害のない隣接州の保険購入が増加 (Fier and Carson, 2010)
- 高級車の外部性 (Park and Han, 2015)
高級車の高い修理費によって国産車の保険料が増加

高級車の外部性 (Park and Han, 2015) ソウル 江南地区



Retrieved from <http://www.mapsofworld.com/china/provinces/hebei/map-of-hebei.jpg>

なぜ空間モデルが有益か？ 観測不能要因による省略変数バイアス

供給側の要因

- 保険会社や代理店の営業活動は行政管理区域に限定されない (Aggregation bias)
- 保険会社のマーケティング活動は隣接する地域に影響を与える



Retrieved from
<http://www.mapsofworld.com/china/provinces/hebei/map-of-hebei.jpg>

空間パネルデータモデル

$$y = \lambda(I_T \otimes W)y + X\beta + \nu$$

$$\nu = (\iota_T \otimes I_N)\alpha + u$$

$$u = \rho(I_T \otimes W)u + \varepsilon$$

- y_{it} = 一人当たり保険料 ($i = 1, \dots, N$)省、($t = 1, \dots, T$)年
- $\mathbf{y}_t = (y_1, \dots, y_N)'$
- $\mathbf{y} = (\mathbf{y}'_1, \dots, \mathbf{y}'_T)'$
- I_T, I_N = 単位行列
- ι_T = 要素1のベクトル
- W = 行の合計が1に標準化された隣接行列

隣接行列



Province	ID	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	28	29	30	31
Beijing	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tianjin	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hebei	3	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shanxi	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Inner Mongolia	5	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	
Liaoning	6	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jilin	7	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heilongjiang	8	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shanghai	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jiangsu	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zhejiang	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhui	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fujian	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jiangxi	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shandong	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Henan	16	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Hubei	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Hunan	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Guangdong	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guangxi	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Hainan	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chongqing	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Sichuan	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Guizhou	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Yunnan	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Tibet	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
Shaanxi	27	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Gansu	28	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
Qinghai	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
Ningxia	30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Xinjiang	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0



Retrieved from http://www.travelchinaguide.com/map/china_map.htm

隣接行列



Province	ID	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	28	29	30	31	
Beijing	1	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tianjin	2	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hebei	3	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Shanxi	4	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	
Inner Mongolia	5	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0	
Liaoning	6	0	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Jilin	7	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Heilongjiang	8	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Shanghai	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jiangsu	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0.3	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zhejiang	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhui	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fujian	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jiangxi	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shandong	15	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Henan	16	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0
Hubei	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0
Hunan	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
Guangdong	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.2	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guangxi	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0
Hainan	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chongqing	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0	0
Sichuan	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
Guizhou	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
Yunnan	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0
Tibet	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0.3	0	0.3
Shaanxi	27	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0
Gansu	28	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0.2	0.2	0.2
Qinghai	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0.3
Ningxia	30	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0
Xinjiang	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0.3	0	0

空間自己相関係数：保険料データ

Moran's I

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}}$$

$$= \frac{N}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$$

2013年一人当たり保険料

	I	E(I)	sd(I)	z	p-value
損害保険	0.263	-0.033	0.107	2.769	0.003
自動車保険	0.304	-0.033	0.109	3.094	0.001
財産保険	0.166	-0.033	0.101	1.986	0.024
賠償保険	0.067	-0.033	0.097	1.037	0.150
健康保険	0.190	-0.033	0.114	1.963	0.025

空間自己相関係数：自動車保険料データ

Moran's local index:

$$I_i = \sum_{j=1}^N w^s_{ij} \left(\frac{(y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sigma^2_y} \right)$$

province	li	E(li)	sd(li)	z	p-value*
Guangdong	-0.276	-0.033	0.379	-0.64	0.261
Jiangxi	-0.161	-0.033	0.341	-0.374	0.354
Hainan	-0.333	-0.033	0.895	-0.335	0.369
Ningxia	-0.119	-0.033	0.503	-0.171	0.432
Anhui	-0.062	-0.033	0.341	-0.083	0.467
Fujian	0.4	-0.033	0.503	0.862	0.194
Hunan	0.346	-0.033	0.341	1.113	0.133
Guizhou	0.389	-0.033	0.379	1.115	0.132
Beijing	0.702	-0.033	0.624	1.178	0.119
Hubei	0.386	-0.033	0.341	1.23	0.109
Jiangsu	0.604	-0.033	0.43	1.484	0.069
Zhejiang	1.05	-0.033	0.379	2.861	0.002
Shanghai	3.292	-0.033	0.624	5.325	0

空間自己回帰パネルデータモデル

$$y = \lambda(I_T \otimes W)y + X\beta + \nu \quad \text{特定可能}$$

$$\nu = (\iota_T \otimes I_N)\alpha + u \quad \text{特定不能}$$

$$u = \rho(I_T \otimes W)u + \varepsilon$$

- λ = 空間自己回帰パラメータ ($\lambda = 0$ なら保険料は空間的に独立)
- ρ = 残差項における空間依存パラメータ
- β = 回帰係数
- α = 地域固定効果係数 (Hausman testはランダム効果モデルを棄却)
- u = ランダム効果

空間自己回帰パネルデータモデル

$$y = \lambda(I_T \otimes W)y + X\beta + \nu \quad \text{特定可能}$$

$$\nu = (\iota_T \otimes I_N)\alpha + u \quad \text{特定不能}$$

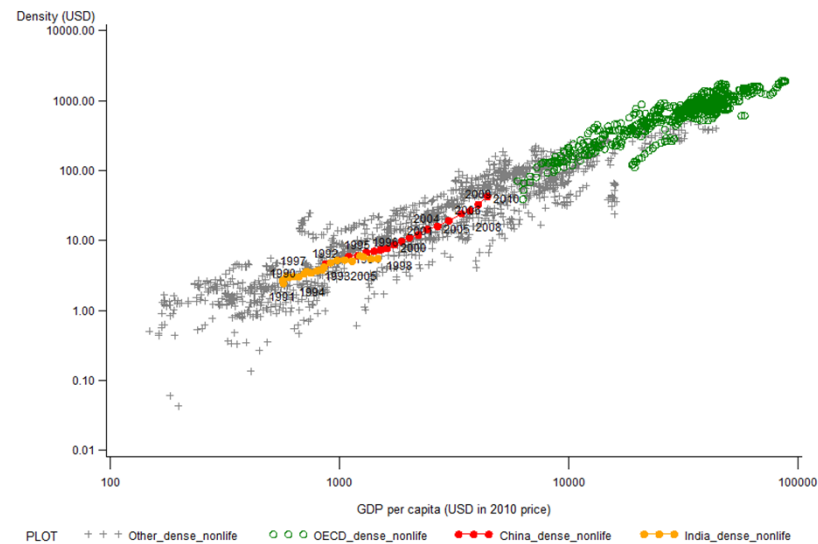
$$u = \rho(I_T \otimes W)u + \varepsilon$$

$$y_{it} = \alpha + \alpha_i + \alpha_t + \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^K x_{itk} \beta_k + \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} u_{jt} + \varepsilon_{it}$$

Spatial Autoregressive Model with Auto Regressive disturbances (SAC)

説明変数－収入レベル

- 保険購入と経済レベルの間の強い正の関係(Outreville, 2012)
- 一人当たりGDP
- 一人当たりGNP (Browne and Kim, 1993; Brown et al., 2000)
- 恒常所得 (Outreville, 1980, 1985; Beck and Webb, 2003)
- 可処分所得 (Outreville, 2012).



説明変数－資産

資産と保険需要の関係はリスク回避と資産と保険の代替関係による

- 増加的风险回避 --- 資産増加とともに保険需要は増加
- 減少的风险回避 --- 資産増加につれて保険需要は減少
- 資産は保険を代替し、資産増加につれて保険需要は減少(Mossin, 1968)
- 保険はstate contingent savings --- 保険購入は現在の消費を将来の消費に変える貯蓄であり、資産と保険需要には正の関係がある(Rampini and Viswanathan, 2015)

説明変数－所得格差

- 資産レベルの合計と損害保険需要には正の関係が予測される。資産のジニ係数に代えて所得ジニ係数を利用し、負の関係を調査するが予想される実証結果は得られなかった(Nakata and Sawada (2007))。
- 所得レベル上位20%の人口によってもたれる収入でも収入格差と保険需要の関係は見られなかった(Feyen et al. (2011))
- 所得ジニ係数は0から1の値をとり、係数の値が大きいほど格差が大きい。

国	2013年ジニ係数 (WB)
中国	46.8(中国のデータ)
ブラジル	59.2
フランス	33.1
日本	55.3(2011年厚生労働省)
アメリカ	41.1
警戒ライン	40

説明変数ーマクロ経済指標

インフレーション

- インフレーションと損害保険消費に正の関係がある (Feyen et al. (2011))
- 将来支払保険金とコストの上昇

失業率

- ビジネスサイクルの変化による保険需要への影響
- 設備投資の増減
- 貸付基準の変化

農業比率

- 保険需要と工業化の正の関係 (Millo and Carmeci, 2011)

説明変数－保険価格

- 保険価格と保険需要の負の関係（自動車保険：Browne et al., 2000）
- 保険価格に関する規制
- 市場の競争・寡占（Feyen et al., 2011; Park and Lemaire, 2011）
- 外資系保険会社の参入障壁による自国保険会社の保護（Browne et al., 2000）

province	foreign (prem %)	numinsurer (N)
Beijing	4.72	40
Tianjin	1.71	22
Hebei	0.90	25
Liaoning	5.49	24
Jilin	0.03	15
Heilongjiang	1.05	17
Shanghai	10.38	43
Jiangsu	2.38	39

説明変数－自動車

自動車保険は自動車所有にかかるリスクに対する派生商品であり、保険需要は自動車購入に強い影響を受ける

渋滞解消や大気汚染対策のための対策：

- 自動車購入制限(北京市、上海市、貴陽市、広州市)：数量規制や入札
 - 2014年上海ナンバープレート入札価格：7-10万元(150-200万円)
- 購入制限検討(深セン市、杭州市、家荘市、重慶市、青島市、武漢市など)

province	2009	2010	2011	2012	2013
Beijing	368.11	449.72	<u>470.53</u>	<u>493.56</u>	<u>517.11</u>
Hebei	395.8	492.88	607.19	728.51	816.29
Shanghai	147.11	175.51	194.75	212.66	234.91
Shandong	553.51	705.89	851.12	1027.16	1199.71
Sichuan	284.69	354.97	422.17	493.22	573.03

説明変数－人口

- 保険は大数の法則によるものであり、人口が大きければ一人当たりの保険料は期待値に近づき、合計保険需要は増加する(Nakata and Sawada (2007))。

国	2014年人口（億人；WB）
中国	13.6
ブラジル	2.06
フランス	0.66
日本	1.27
アメリカ	3.19
インド	13.0

説明変数－都市化

- 都市化と:
 - 一人当たりの自動車保険購入とに負の関係 (Browne et al. 2000)
 - 一人当たりの賠償保険購入とに正の関係 (Browne et al. 2000)
- 都市化と損害保険合計とに正の関係 (Esho et al, 2004, Millo and Carmeci, 2011; Park and Lemaire, 2011)

国	2014年都市人口比率 (WB)
中国	54%
ブラジル	85%
フランス	79%
日本	93%
アメリカ	81%
インド	32%

説明変数一都市化

- 人的資本増加に寄与する都市化とそうでない都市化と生命保険購入（生命保険保険料/GDP）の関係（Shi and Yan, 2015）
- 人的資本発展指標：平均寿命、教育、一人当たりのGNIで算出

Variable	[1]	[2]
<i>Log GDP per capita</i>	-15.261 (-1.20)	-98.474** (-2.10)
<i>Log GDP per capita, squared</i>	3.683 (0.132)	20.574** (2.29)
<i>Log GDP per capita, cube</i>	-0.379* (-1.85)	-1.819** (-2.42)
<i>Log GDP per capita, quartic</i>	0.014** (2.28)	0.058** (2.53)
<i>Urbanization</i>	0.023*** (3.27)	-0.214** (-2.53)
<i>Urbanization*D</i>		0.286*** (3.06)

説明変数ーリスク回避

教育レベルをリスク回避のプロキシとして用いる。

- 高校以上の教育 (Browne et al., 2000; Park and Lemaire, 2011)
- 高校教育修了 (Esho et al., 2004; Millo and Carmeci, 2011)
- 高校入学 (Lee and Chiu, 2012)

説明変数－金融機能の発展

- 保険需要とファイナンスの関係(例えば、自動車ローン、住宅ローン)
- 効率的な金融システムは保険需要を増加させる(Feyen et al., 2011)

空間自己回帰パネルデータモデル

回帰係数の意味合いが通常の回帰モデルと異なることに注意

$$\begin{pmatrix} E(y_{1t}|X_{1t}, \alpha_1) \\ \vdots \\ E(y_{Nt}|X_{Nt}, \alpha_N) \end{pmatrix} = \sum_{k=1}^K \begin{pmatrix} B_k(W)_{11} & \cdots & B_k(W)_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_k(W)_{N1} & \cdots & B_k(W)_{NN} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1tk} \\ \vdots \\ x_{Ntk} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{pmatrix}$$

ここで $B_k(W) = (I_N - \lambda W)^{-1} \beta_k$

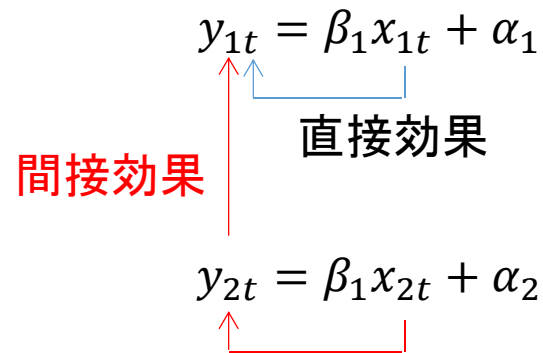
k番目の説明変数の限界効果は

$$\frac{\partial E(y_{it}|X_{it}, \alpha_i)}{\partial x_{jtk}} = B_k(W)_{ij} = \begin{cases} i = j: \text{直接効果} \\ i \neq j: \text{間接効果} \end{cases}$$

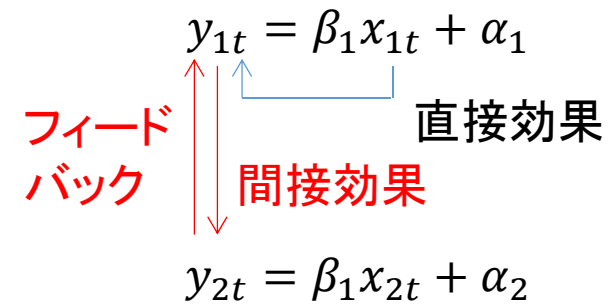
- 直接効果: 地域 i における説明変数 k の1単位の変化に対する、地域 i の1人当たり保険料の変化
- 間接効果: 地域 j における説明変数 k の1単位の変化に対する、地域 i の1人当たり保険料の変化

空間自己回帰パネルデータモデル

直接効果と間接効果の違い



回帰係数(β_1)と直接効果の違い
(直接効果のフィードバック)



直接効果と間接効果

直接効果と間接効果は各省ごとに算出されるが、それぞれ次の計算式で求められる平均値で報告。

- $\bar{M}_{total}(k) = N^{-1}l'_N B_k(W)l_N$
- $\bar{M}_{direct}(k) = N^{-1}tr(B_k(W))$
- $\bar{M}_{indirect}(k) = N^{-1}[l'_N B_k(W)l_N - tr(B_k(W))]$

限界効果は直近の隣接地域とそこに隣接する地域... 全ての効果の総和になる:

$$B_k(W) = I_N \beta_k + \lambda W \beta_k + \lambda^2 W^2 \beta_k + \lambda^3 W^3 \beta_k + \dots$$

データ

- 中華人民共和国 省レベルパネルデータ 2009-2013年
- 31省(省+特別行政区)、計155データポイント

Variable name	Definition
premdens	auto premium density
percapgdp	per capita regional GDP in Chinese yuan
population	population in 10,000
urbanpop	percentage of urban population
unemployment	unemployment rate in urban area
cpi	consumer price index
foreign	market share of foreign insurers in terms of total premiums
edunormal	percentage of age 20-24 enrolled in normal courses in higher education
edushort	percentage of age 20-24 enrolled in short-cycle courses in higher education
saving	percentage of household savings per regional GDP
loan	percentage of loan balance in financial institutions per regional GDP
agriculture	percentage of regional GDP from agriculture industry
gini	province Gini index based on two population (urban and rural)
percapmotor	number of civil motor vehicles per capita
numinsurer	number of insurers

データ

- 中華人民共和国 省レベルパネルデータ 2009-2013年
- 31省(省+特別行政区)、計155データポイント

variable	2009		2010		2011		2012		2013		Total	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
premdens	91.7	64.9	110.6	74.6	115.6	73.9	119.6	77.1	126.8	79.2	112.9	74.1
percapgdp	28006	15221	33054	16675	39243	18515	43181	19473	46832	20512	38063	19193
population	4272	2748	4303	2765	4324	2769	4348	2779	4372	2786	4324	2733
urbanpop	0.493	0.147	0.509	0.147	0.522	0.145	0.534	0.142	0.545	0.139	0.521	0.143
unemployment	0.037	0.006	0.036	0.006	0.035	0.006	0.033	0.006	0.033	0.007	0.035	0.006
cpi	1.119	0.025	1.135	0.018	1.125	0.020	1.110	0.018	1.099	0.014	1.118	0.023
foreign	0.025	0.027	0.021	0.026	0.021	0.028	0.023	0.027	0.023	0.025	0.022	0.026
edunormal	0.128	0.061	0.119	0.051	0.112	0.046	0.123	0.048	0.133	0.049	0.123	0.051
edushort	0.092	0.029	0.081	0.024	0.072	0.020	0.075	0.020	0.079	0.021	0.080	0.024
saving	0.719	0.164	0.700	0.160	0.667	0.156	0.703	0.159	0.725	0.158	0.703	0.159
loan	1.065	0.341	1.075	0.344	1.042	0.326	1.100	0.333	1.202	0.394	1.097	0.348
agriculture	0.115	0.057	0.110	0.054	0.106	0.053	0.106	0.052	0.105	0.051	0.109	0.053
gini	0.248	0.070	0.237	0.069	0.228	0.068	0.223	0.067	0.216	0.065	0.230	0.068
percapmotor	0.051	0.033	0.062	0.037	0.073	0.038	0.085	0.039	0.097	0.041	0.074	0.041
numinsurer	0.170	0.071	0.182	0.080	0.203	0.090	0.218	0.097	0.222	0.097	0.199	0.089

推定結果:モデル比較

説明変数:ln_premdense



自動車保険	固定効果	空間残差	空間自己 回帰	空間残差+ 自己回帰
ln_percapgdp	0.711 ***	0.731 ***	0.711 ***	0.829 ***
ln_population	0.468	0.489	0.471	0.665 **
urbanpop	-0.847	-0.878	-0.859	-1.382 ***
unemployment	0.292	0.240	0.266	-0.534
cpi	0.131	0.123	0.124	-0.085
foreign	-0.731 *	-0.687	-0.729 *	-0.455
edunormal	0.606	0.611	0.609	0.746
edushort	-2.563 ***	-2.725 ***	-2.558 ***	-2.855 ***
saving	0.516	0.477	0.517 *	0.376
loan	-0.077	-0.070	-0.077	-0.063
agriculture	-0.874	-1.096	-0.857	-1.368 *
gini	2.735 ***	2.842 ***	2.745 ***	3.222 ***
ln_percapmotor	0.396 ***	0.407 ***	0.396 ***	0.390 ***
numinsurer	-0.194	-0.106	-0.203	0.016
rho	-	-0.120	-	-0.314 *
lambda	-	-	0.117 *	0.436 ***
N	155	155	155	155
aic	-547.8	-546.6	-551.8	-558.1

推定結果：直接効果と間接効果



	固定効果モデル		空間残差+自己回帰モデル		
	回帰係数	回帰係数	直接効果	間接効果	効果合計
ln_percapgdp	0.711 ***	0.829 ***	0.879 ***	0.671	1.550 ***
ln_population	0.468	0.665 **	0.719 **	0.524	1.244 **
urbanpop	-0.847	-1.382 ***	-1.454 ***	-1.107	-2.561 **
unemployment	0.292	-0.534	-0.544	-0.812	-1.356
cpi	0.131	-0.085	-0.032	-0.095	-0.127
foreign	-0.731 *	-0.455	-0.405	-0.206	-0.611
edunormal	0.606	0.746	0.779	0.453	1.233
edushort	-2.563 ***	-2.855 ***	-3.104 ***	-2.166 *	-5.270 ***
saving	0.516	0.376	0.375	0.195	0.570
loan	-0.077	-0.062	-0.066	-0.035	-0.101
agriculture	-0.874	-1.368 *	-1.506 **	-1.173	-2.679 *
gini	2.735 ***	3.222 ***	3.443 ***	2.779	6.222 **
ln_percapmotor	0.396 ***	0.390 ***	0.426 ***	0.332	0.758 **
numinsurer	-0.194	0.016	-0.003	-0.004	-0.007

推定結果：損害保險合計保険料



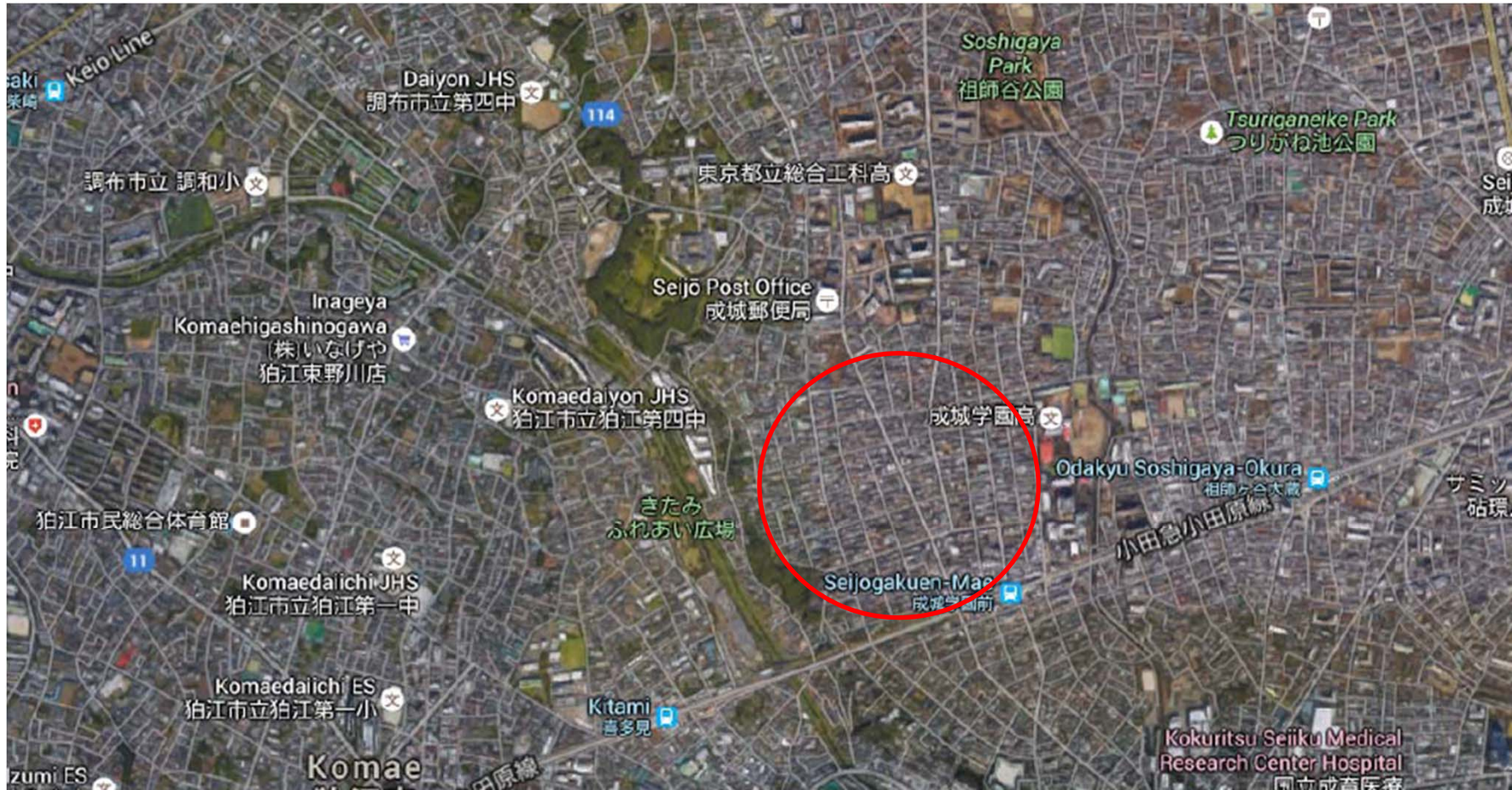
損害保險合計	固定効果	空間残差	空間自己 回帰	空間残差+ 自己回帰
ln_percapgdp	0.382	0.386	0.386	0.365
ln_population	-0.028	-0.049	-0.042	-0.087
urbanpop	-1.535 ***	-1.516 ***	-1.577 ***	-1.608 ***
unemployment	-4.587 ***	-4.488 ***	-4.631 ***	-4.706 ***
cpi	0.566	0.575	0.526	0.502
foreign	0.798	0.780	0.807	0.817
edunormal	0.262	0.265	0.305	0.383
edushort	-2.198 ***	-2.103 ***	-2.236 ***	-2.334 ***
saving	0.858 ***	0.881 ***	0.856 ***	0.828 ***
loan	-0.008	-0.011	-0.010	-0.013
agriculture	-0.744	-0.692	-0.720	-0.803
gini	-0.934	-1.025	-0.916	-0.732
ln_percapmotor	0.363 ***	0.342 ***	0.348 ***	0.331 ***
numinsurer	0.160	0.112	0.126	0.102
lambda	0.1	0.071		-0.101
rho			0.0707	0.124
N	155	155	155	155
aic	-600.8	-599.0	-599.4	-599.6

推定結果：まとめ



- 中国の損害保険購入に関連する要因を検討
- 空間残差・自己回帰モデルを固定効果モデルと比較
- 直接効果：収入(+)、人口(+)、都市化(-)、農業(-)、ジニ係数(+)、自動車所有(+)
- 直接効果に5-10%程度のフィードバック効果
- 間接効果として単独で統計的に有意な変数はedushort(-)：隣接する地域の教育レベルが当該地域の保険購入に影響
- 効果合計では直接効果の1.7-1.8倍の効果
- 全ての地域で収入が1%上昇した場合、当該地域の一人当たり保険料が
 - 固定効果モデル： 0.71%上昇
 - 空間モデル： 直接効果で0.88%上昇、合計1.55%上昇

保険プライシングへの応用



保険プライシングへの応用



自動車保険の場合

$$y_{1t} = f(30\text{歳}, \text{男性}, \text{狛江}, 10\text{年}, \text{カローラ}, \dots)$$

↑
間接効果

$$y_{2t} = f(30\text{歳}, \text{男性}, \text{成城学園}, 10\text{年}, \text{ベンツ}, \dots)$$

賠償保険の間接効果

- 修理工場の工賃単価
- 外車の修理費用
- 休業損害・逸失利益
- 事故率？

将来的にはGPSデータから走行地域