



# 地域社会の風習・慣習および経済規模と 感染症の発現・拡散リスクとの関連

グループ1班

(元山・高堀・永作)

担当教官：庄司 学 講師

# 発表の流れ

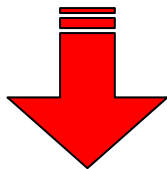
1. はじめに
2. 感染症およびケーススタディ地域の選定
  - 感染症について
  - ケーススタディ地域の選定
  - SARSについて
3. SARSの発現・拡散
  - 発現メカニズム
  - 拡散メカニズム
4. 経済指標とSARS感染リスク
5. まとめと今後の課題

# 背景

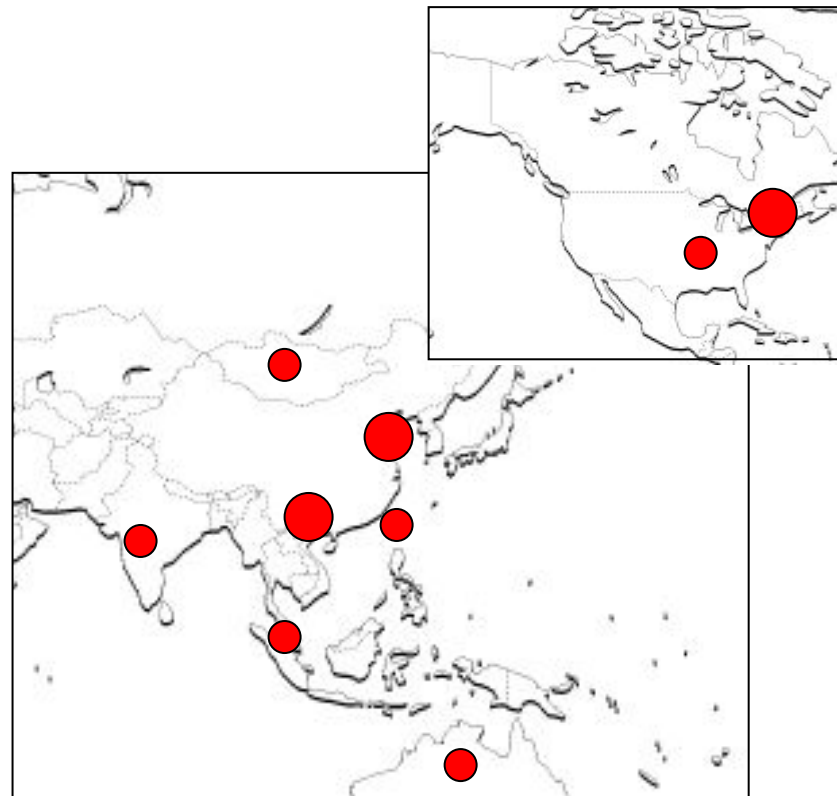
近年, 地域固有の感染症が世界中に蔓延するようになった

ボーダーレス化に伴う, 人や物の移動, 人口の過密など経済規模が原因と考えられている

**感染症はもはや地域特有のものではない**



**感染症について再考する必要性がある**



SARSの代表的拡散地

# 演習の目的

1. 感染症を一例取りあげ、発現・拡散のメカニズムについて分析する.
2. 経済規模や人や物の流動性, 生活習慣に関する定量的な指標と感染症におけるリスクとの相関を分析する.
3. 感染症におけるリスクをマッピングし, 明示化する.
4. リスクマネジメント的観点から考察する.

# 感染症について

## 感染症とは・・・

環境〔水, 土, 空気, 動物(人も含む)〕に存在する病原体が, 人の体に進入することによって引き起こされる疾患.

## 何が原因で発現・拡散するのか？

飲食, 動物との関係 …… 49%

人間同士の接触 …… 20%

感染症の感染原因

感染経路	症例数
飲食, 糞口感染	35
空気感染, 飛沫感染	22
動物媒介	19
輸血, 性交, 傷口	15
不明, その他	22
計	110

**飲食**や, 人と接する機会が多い都市部(**経済規模の大きさ**)の観点から感染症を分析することが重要

# ケーススタディ地域の選定

## 近年大きな問題となったSARSと中国の関係 について取り上げる

### 経済的観点

- 経済成長が著しい地域
- 人口密度が高い

### 飲食, 動物に関する観点

- 動物と密接な生活
- 独特の食習慣

# SARS(重症急性呼吸器症候群)とは

- 2002年11月頃より, 中国の広東省から世界中に蔓延した新興感染症
- 新種のコロナウィルスが原因
- 全世界で8000人以上の感染者(中国, 香港で約7000人), 800人以上の死亡者を出した近年を代表する感染症

## 臨床症状

- ー 2~7日の潜伏期間後発症
- ー 発熱, 咳, 息切れ, 呼吸困難  
(10~20%が重症化)

## 感染経路

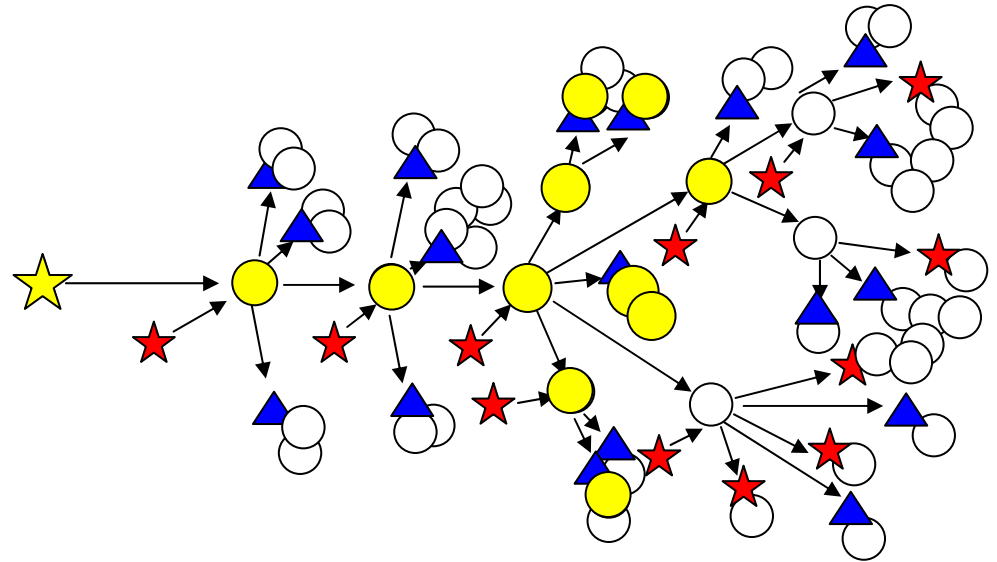
- ー 主に飛沫感染, 接触感染  
(旅行者を介して拡大)

# SARS感染伝播の概念図

★ 感染の有無に関わらずウイルスを媒介するもの  
保菌動物, 動物の糞, 料理

○ 感染の可能性のある人々

▲ SARSに感染したときに発生.  
ウイルスを媒介するもの



ウイルスを媒介するものとの関わりを持つ人から

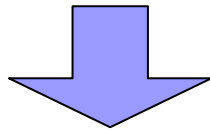
発現 → 拡散

発現・拡散のメカニズムを明らかにする

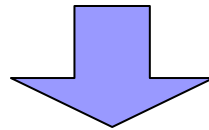


# 3, SARSの発現・拡散

1, メカニズムの概念的把握



2, イベント・ツリー解析(ETA)

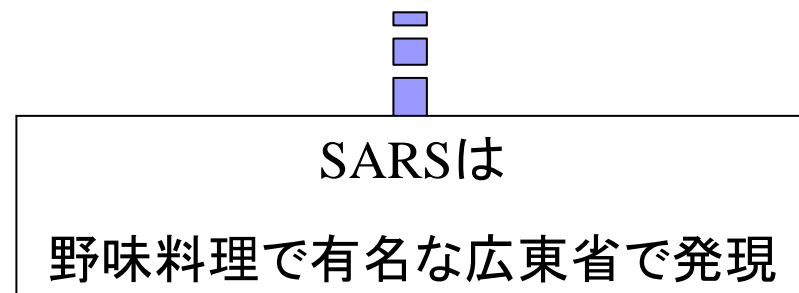


3, ETAに関する考察

# SARSの発現メカニズム

SARS発現経路は明らかになっていないが...

動物がウィルスを媒介した説が有力



食用動物がウィルスを運んだと仮定してイベント・ツリー解析(ETA)を行う

ウィルスに感染している、もしくは感染した経験のある者の割合(抗体陽性率)

- 動物販売者13%
- 一般成人:1.2~2.9%

取扱動物別の動物販売者の抗体陽性率:

- ハクビシン:73%
- イノシシ:57%
- シカ:56%
- 野ウサギ:46%
- キジ:33%

# SARS発現に関わる主体の仮定



飼育場  
捕獲



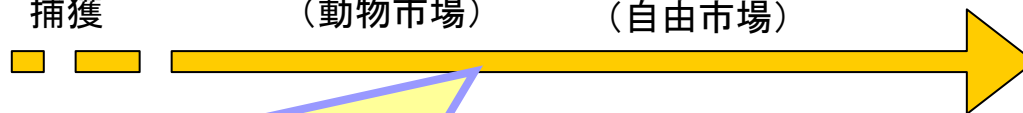
卸売り  
(動物市場)



小売店  
(自由市場)



消費者



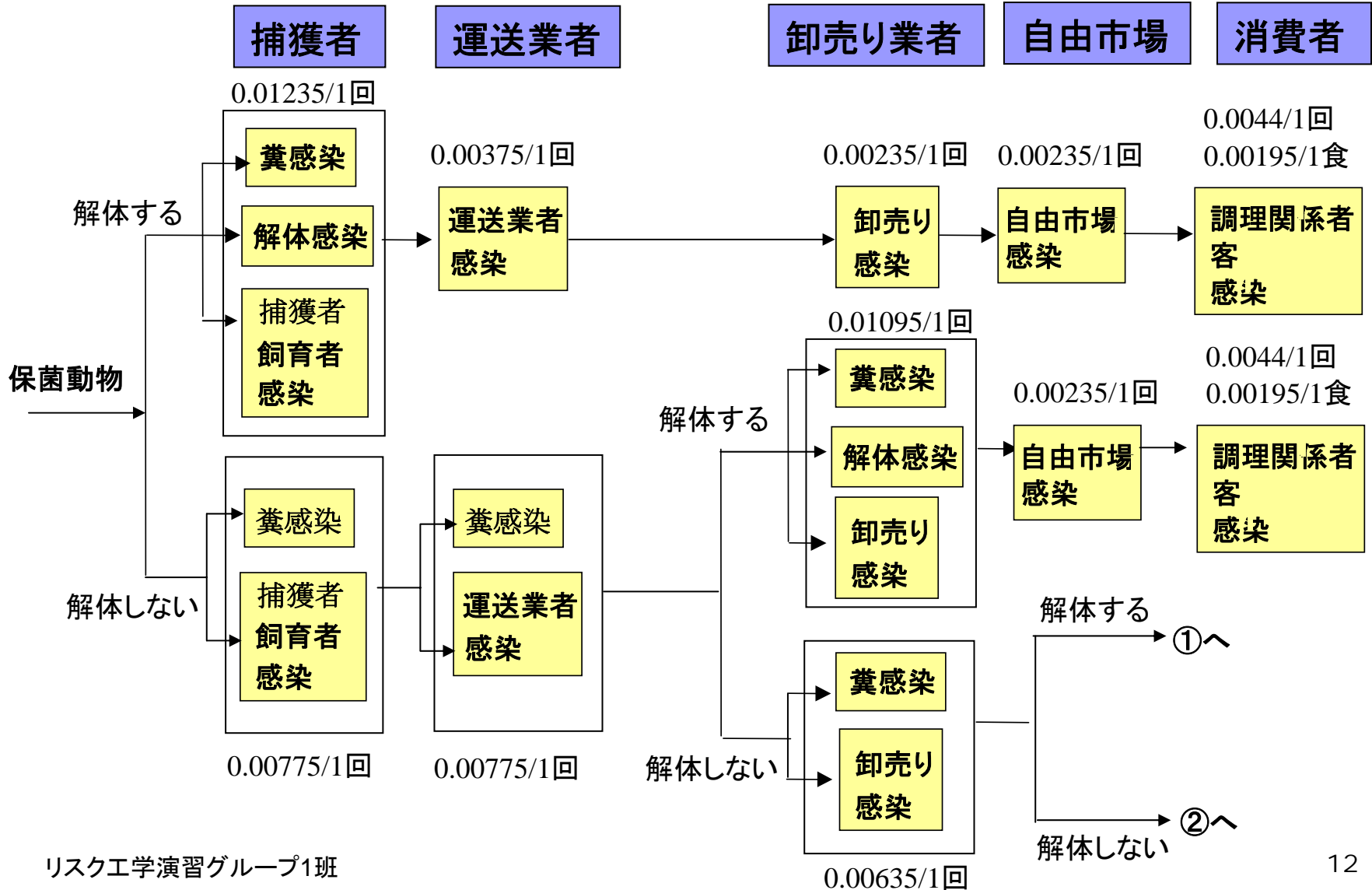
感染経路

1. 捕獲者, 飼育者
2. 運送業者
3. 動物肉の販売関係者
4. 動物肉の購入者
5. 調理関係者
6. 食事を摂取する者

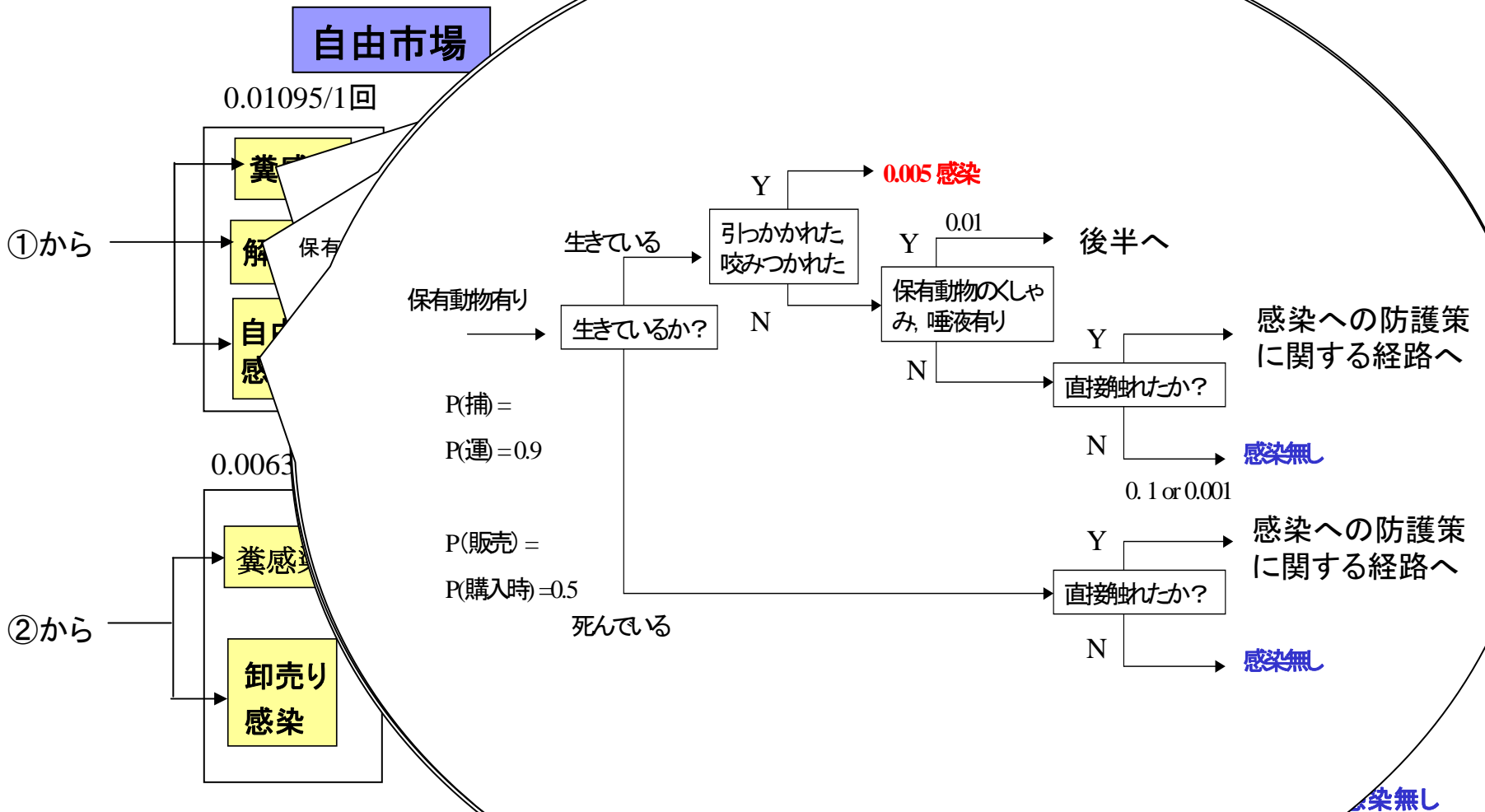
接触感染  
飛沫感染  
傷口感染

解体を原因とする感染  
糞を原因とする感染

# SARS発現の全体的な流れ(1)



# SARS発現の全体的な流れ(2)



# SARS発現に関するETAの考察

- SARS発現の流れに従い、各主体の最大感染率の総和を求めた。

1匹の保菌動物から感染者が出る確率:  
2.715% ~ 4.29%

SARS発生当初の感染率:3%, (NEDO, 2004)

- 保菌動物に触れることに高いリスクが存在。
- 未殺菌の食器を使用したり、生で食さない限り、食事による感染リスクは低い。

各主体から感染者が出る最大確率

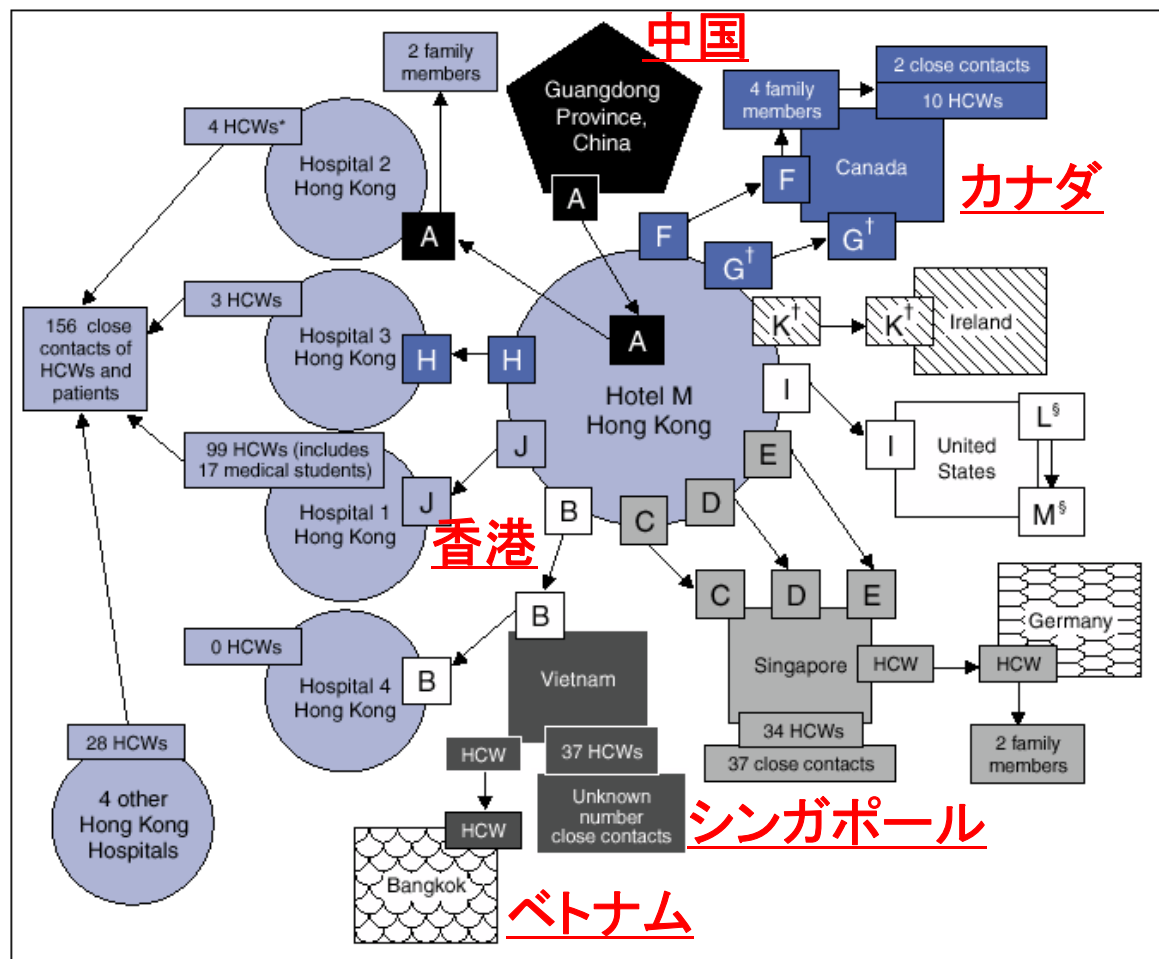
主体(感染対象)	感染確率	感染経路
捕獲, 飼育者	0.01235	捕獲者経路 糞, 解体
運送業者	0.00775	運送者経路 糞
食肉販売者	0.01095	販売者経路 糞, 解体
購入者	0.01095	購入者経路 糞, 解体
調理関係者	0.009	調理者経路 糞, 解体
食事を摂取する者	0.00195	食事経路

# SARSの拡散メカニズム

- SARS拡散の主な要因は、**人から人**への感染である。
- SARSの感染経路は、人がくしゃみなどをした際に飛び散る**飛沫を介した感染**が主である。
- 特に、「**濃密な接触**」において最も感染のリスクが高いといわれている。
  - 介護をする
  - 一緒に生活
  - キス, 抱擁
  - 食器などを共有する食事

# SARS拡散事例(香港)

FIGURE 1. Chain of transmission among guests at Hotel M — Hong Kong, 2003



香港のホテルに泊まった人から、カナダ、シンガポール、ベトナムなど、世界的に感染が拡大していった。

(出展: CDC・MMWR  
2003年 3月28日)

\* Health-care workers.

† All guests except G and K stayed on the 9th floor of the hotel. Guest G stayed on the 14th floor, and Guest K stayed on the 11th floor.

§ Guests L and M (spouses) were not at Hotel M during the same time as index Guest A but were at the hotel during the same times as Guests G, H, and I, who were ill during this period.



# 人から人へのSARS感染経路の仮定

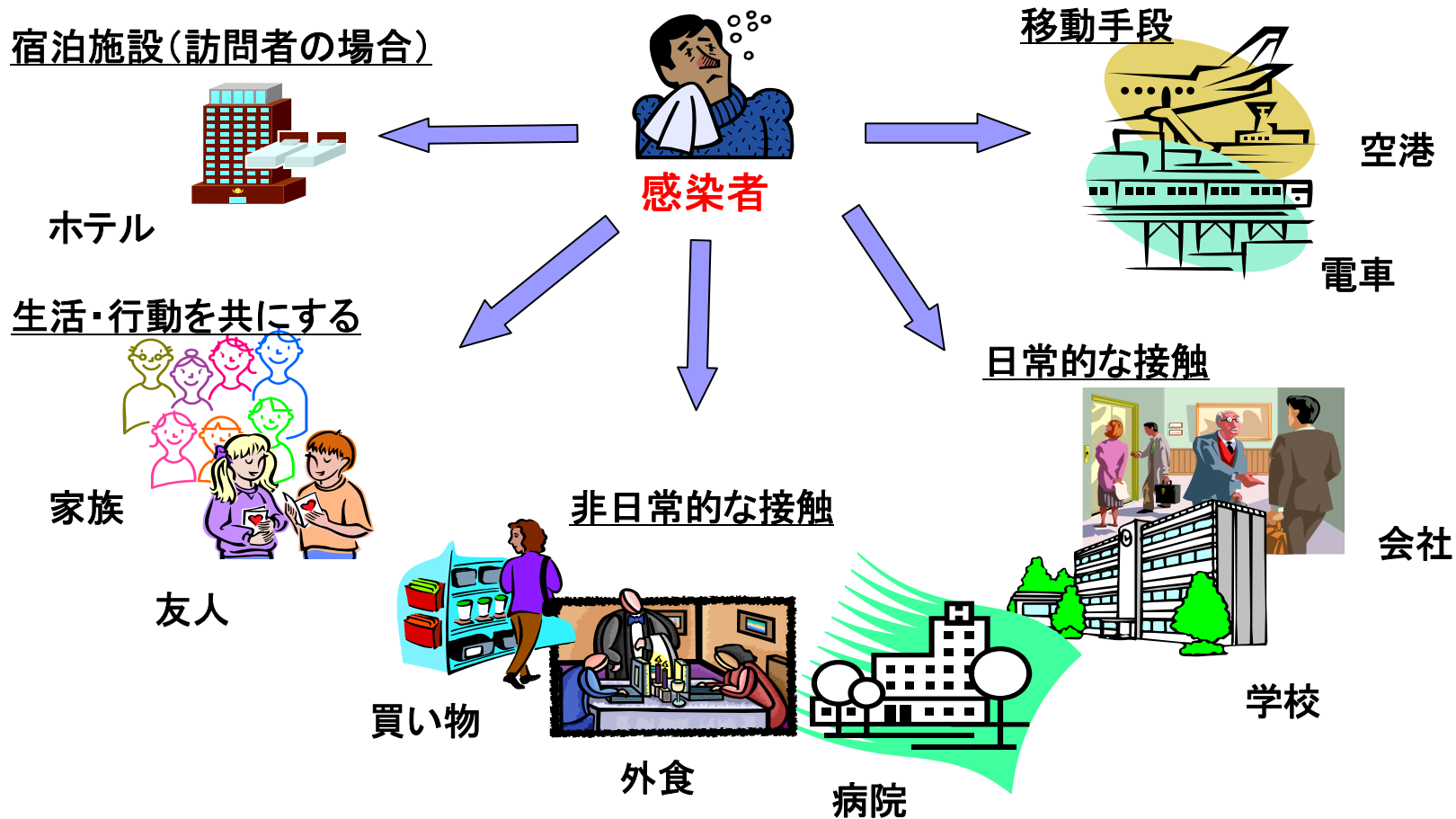
## ■ 直接的な感染経路

- 感染者との接触による感染
- 感染者と同じ空間を共有することによる感染

## ■ 間接的な感染経路

- 感染者と環境を共有することによる感染

# 直接的な感染



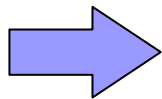
人によって様々な感染ケースが考えられる

# 間接的な感染



## ■ 環境の共有による感染

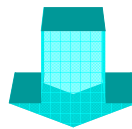
- 生活をするのに必要な環境(空調設備, 下水処理設備など)を共有することによる感染.
- 例: アモイ・ガーデン(香港)における集団感染
  - 排水管を介して, 感染が広まった.



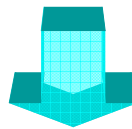
すべての感染経路を  
特定するのは非常に困難

# SARS拡散メカニズムの イベント・ツリーによるモデル化

実際のSARS拡散経路は、かなりの複雑なメカニズムであり、完全なモデル化は困難である。



1人の感染を起点としたシナリオを作成。



シナリオに基づきイベント・ツリーの作成, 分析

# SARS拡散の一般的なシナリオ

SARSの感染者が発現



潜伏期(2~7日)

- 旅行者の場合はこの間に、長距離の移動が考えられる



発熱, 咳などの症状が出始める



一般の人との接触, 感染拡大



症状の悪化(高熱, 呼吸困難等)により  
医療機関へ行く



医療関係者への感染,  
院内感染,  
感染者の隔離



10%~20%の人が重症化  
それ以外の方は、一週間ほどで  
症状が改善し回復する

# 拡散イベント・ツリー

各事象における  
感染確率

人の感染



感染者

生活環境の  
共有



各ルートへの  
到達確率

$P(\text{Env})=0.1$

有0.0025

A1

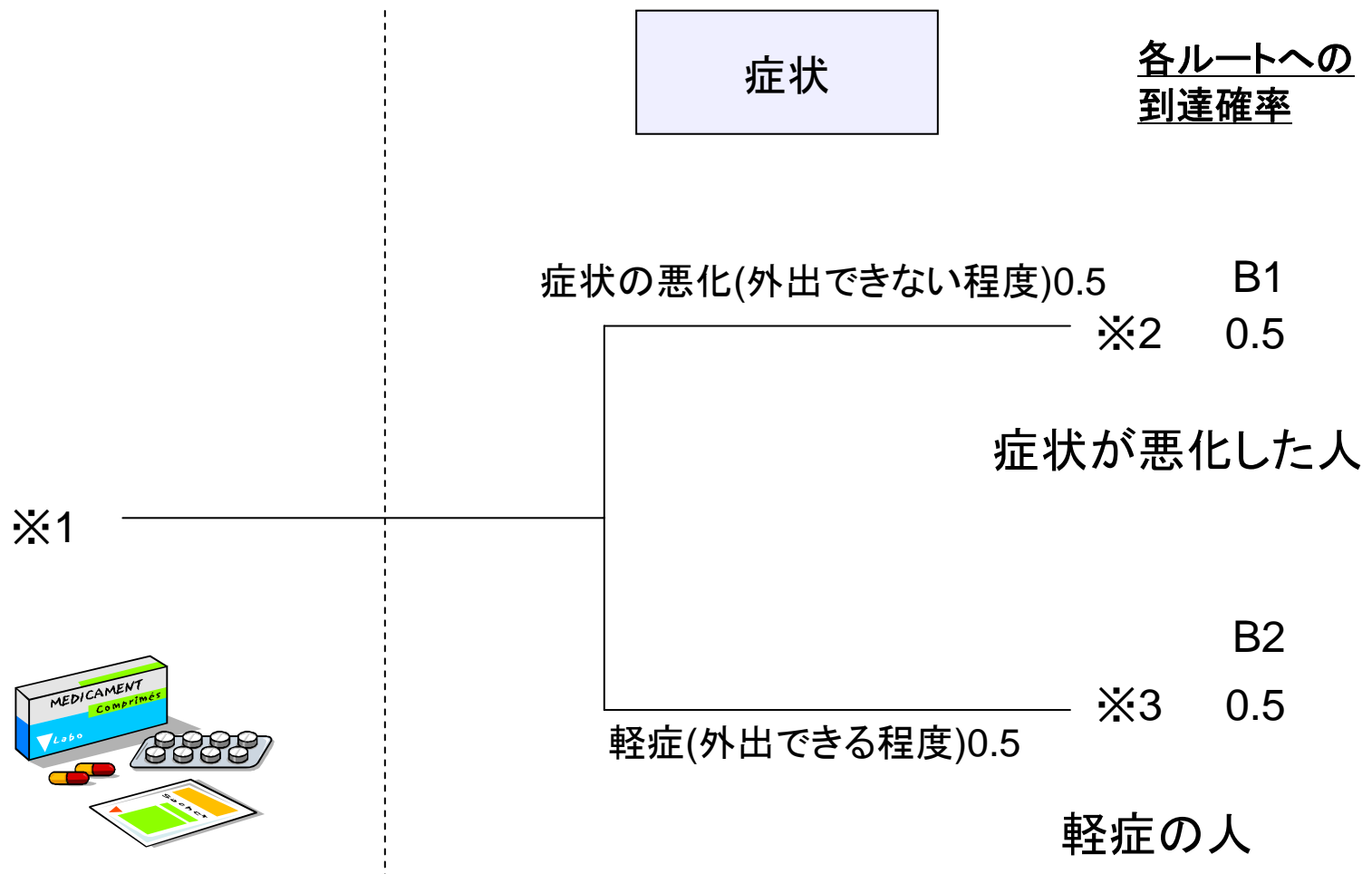
※1 0.0025  
症状へ

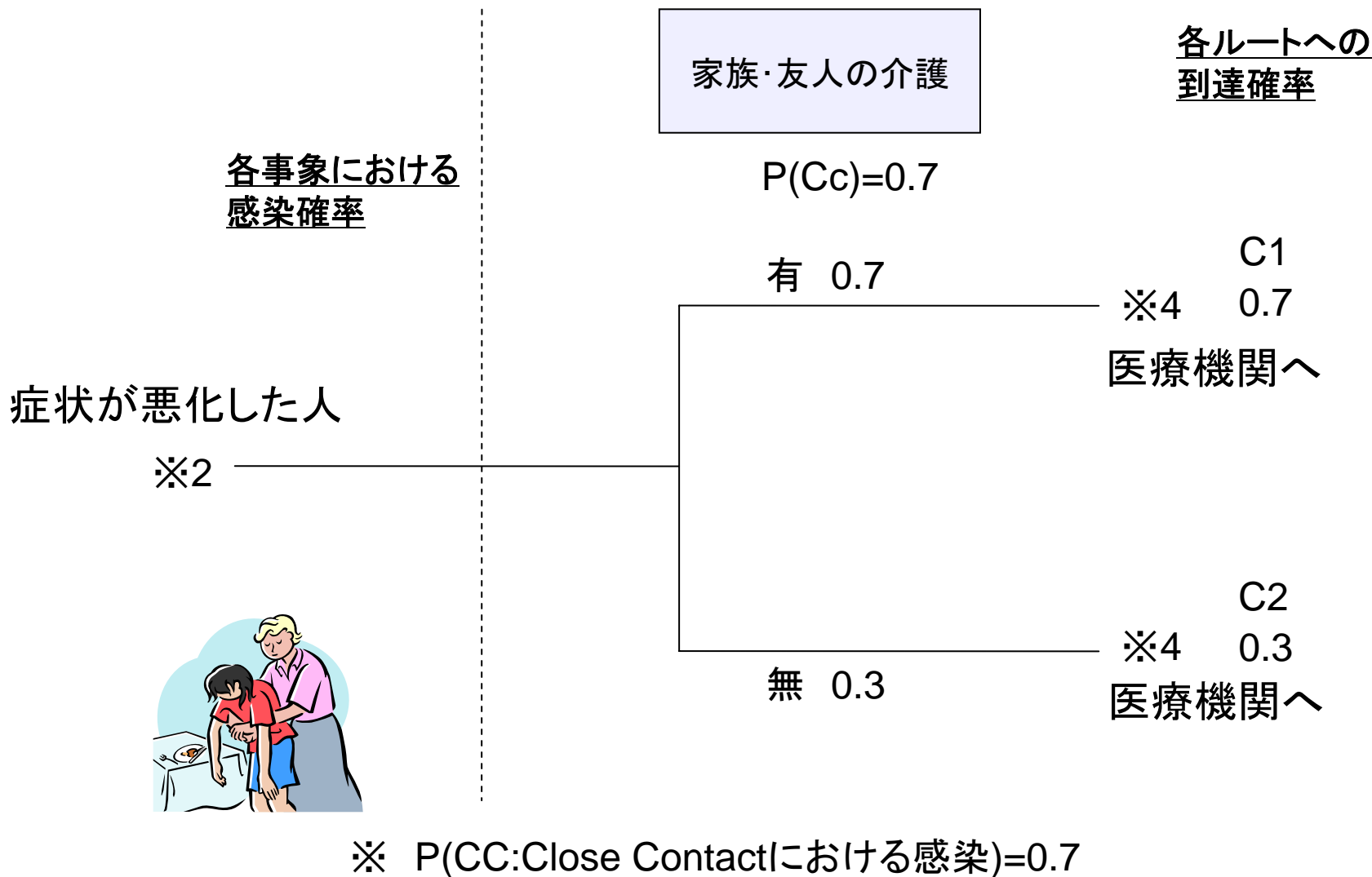
無0.9975

A2

※1 0.9975  
症状へ

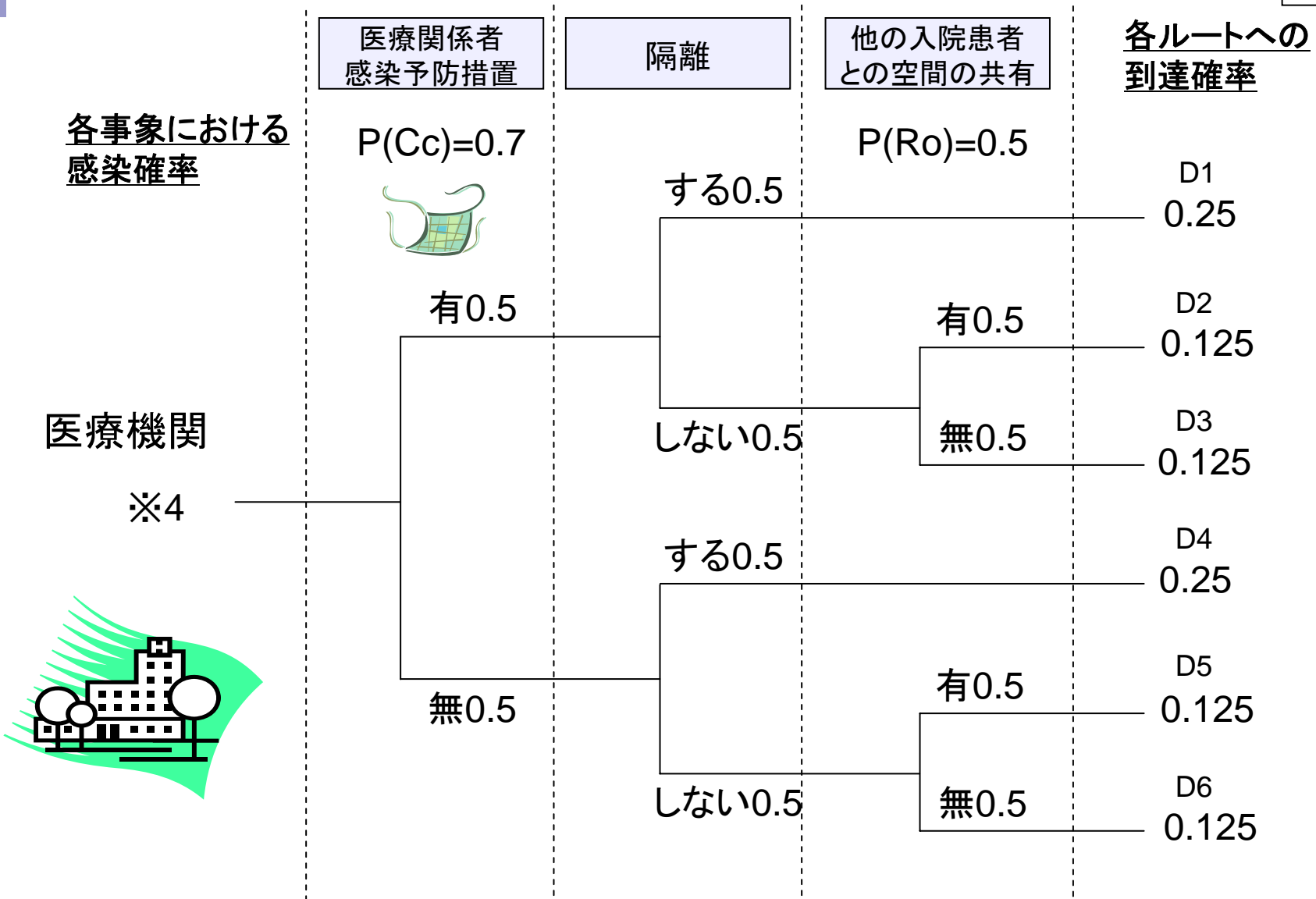
※  $P(\text{Env}: \text{生活環境を共有している人への感染})=0.1$







### 3, SARSの発現・拡散



※P(CC:Close Contactにおける感染)=0.7, P(Ro:同じ部屋の共有による感染)=0.5

### 3, SARSの発現・拡散

各事象における  
感染確率

家族・友人との接触  
・空間の共有

$$P(Cc)=0.7$$



有0.7

感染者の自的  
予防手段



する0.5

しない0.5

する0.5

しない0.5

各ルートへの  
到達確率

E1

※4 0.35

医療機関へ

E2

※5 0.35

外出

E3

※4 0.15

医療機関へ

E4

※5 0.15

外出

軽症の人

※3

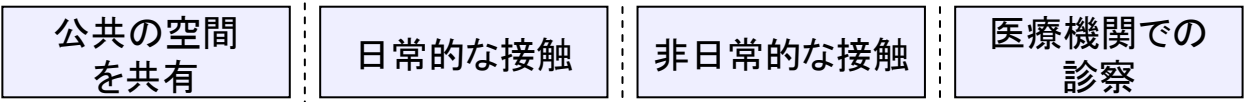
無0.3

※ 感染者本人がマスク着用等の自覚があれば、他の人への感染危険性が極めて小さくできるはずであるので、※4へ飛ぶと考える。

### 3, SARSの発現・拡散

1  
2  
3

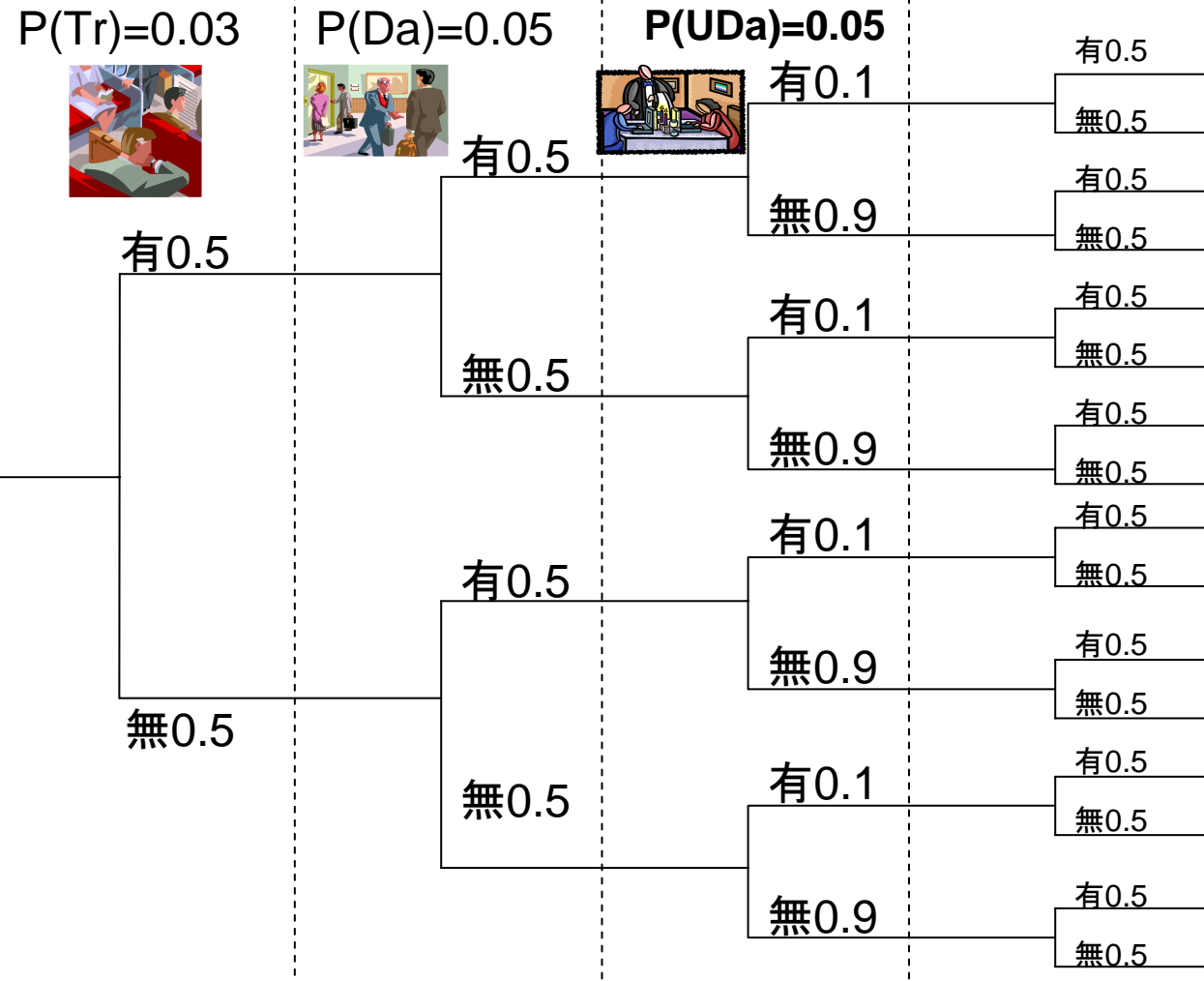
各事象における  
感染確率



各ルートへの  
到達確率

外出する人

※5



※4	0.0125	F1
※1	0.0125	F2
※4	0.1125	F3
※1	0.1125	F4
※4	0.0125	F5
※1	0.0125	F6
※4	0.1125	F7
※1	0.1125	F8
※4	0.0125	F9
※1	0.0125	F10
※4	0.1125	F11
※1	0.1125	F12
※4	0.0125	F13
※1	0.0125	F14
※4	0.1125	F15
※1	0.1125	F16

※ P(Tr:公共機関における感染)=0.03, P(Da:日常的な接触における感染)=0.05  
P(UDa:非日常的な接触における感染)=0.05

医療機関(※4)  
症状(※1)へ

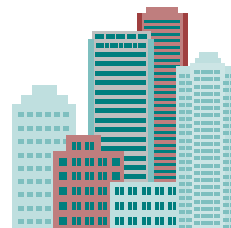
# SARS拡散に関するETAの考察

- 家族・友人への感染確率が最も高い。
- その次に医療関係者へ感染する確率が高い。
- 確率は低いが、1人の感染者が十数人にも感染させるケースも存在する。
- 通常、0～2人へ感染

被感染者		感染確率
間 接 的	生活環境を共有している人への感染	0.00025
直 接 的	家族・友人	0.55~0.60
	医療関係者	0.35
	他の入院患者	0.125
	日常的に接触する人への感染	0.0073
	非日常的に接触する人への感染	0.0013
	公共の空間を共有している人への感染	0.0045

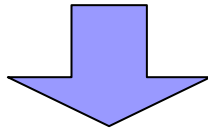
# SARS拡散メカニズムに対する考察

- 家族・友人，医療関係者への感染が起こりやすい。
- 人と人との接触の機会が多いほど，感染を拡散させるリスクが高い。
- 多くの人と接する機会が多い都市部において，特に拡散リスクが高いことが考えられる。

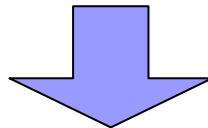


# 4, 経済指標とSARS感染リスク

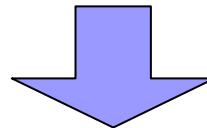
1, 単回帰分析



2, 重回帰分析



3, 感染リスクのマッピング



4, リスクマネジメント的観点からの考察

# 経済指標とSARS感染リスクとの関連分析

統計的なデータからSARS感染リスクを導くため、中国の行政区ごとの地域特性を表すデータと、SARS感染者数との関係进行分析する。

データ名	特徴
SARS感染者数	—
人口、人口密度	人口学的指標
GDP、実質GDP成長率、一人あたりGDP	マクロ経済規模
旅行外貨収入、外国人旅行者受入数	「人の移動」の指標
人口1万人あたり公共トイレ数	衛生状況

# 使用データ

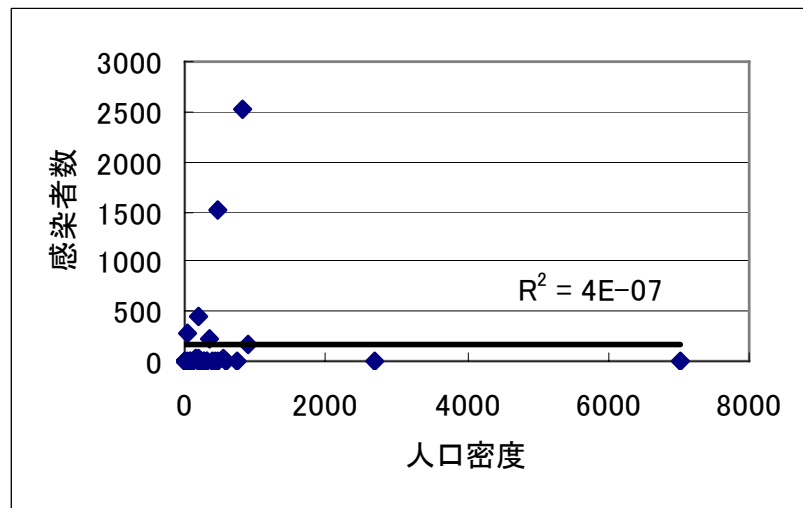
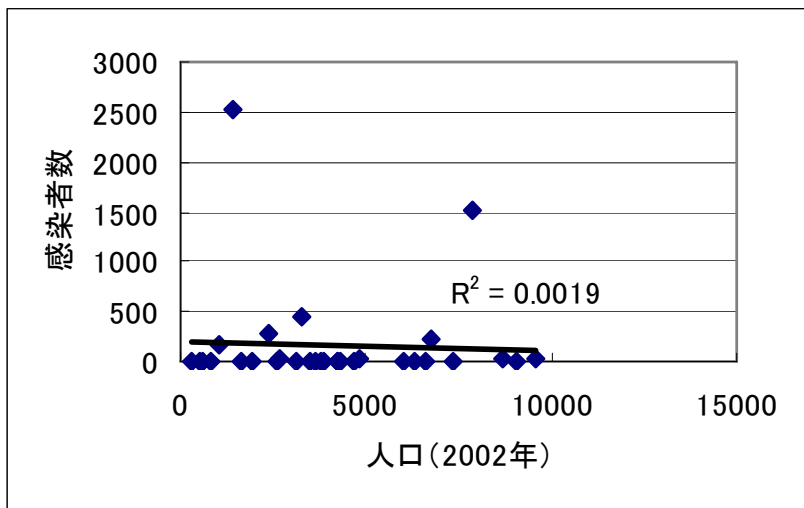
中国情報局<http://searchchina.ne.jp>より作成

行政区	SARS 感染者数	人口(万人) (2002年)	人口密度(人/km <sup>2</sup> ) (2002年)	GDP(億元) (2002年)	実質GDP 成長率%	1人あたり GDP(元)	旅行外貨収入 (百万ドル)(2002年)	外国人旅行者受入数 (万人)(2002年)	人口1万人あたり 公共トイレ数
黒龍江省	0	3813	78.66	3882.2	10.3	10235	297	66.95	2.7
吉林省	35	2699	145.88	2246.1	9.5	8322	86	25.94	2.3
遼寧省	7	4203	290.87	5458.2	10.2	13000	550	79.42	2.2
北京市	2521	1423	822.62	3212.7	10.2	27746	3115	266.45	3.7
天津市	175	1007	885.84	2051.2	12.5	22068	342	45.32	2.7
山東省	1	9082	593.4	10552.1	11.6	10465	472	74.14	0.5
山西省	448	3294	211.35	2017.5	10.8	6098	75	16.15	1.0
河北省	215	6735	354.95	6122.5	9.6	9047	167	42.70	1.0
河南省	15	9613	554.25	6168.7	9.5	6431	145	25.45	0.5
上海市	8	1625	2700	5408.8	10.9	40627	2275	215.94	0.8
江蘇省	7	7381	724.95	10631.8	11.6	14397	1050	138.97	1.3
浙江省	4	4647	459.43	7796.0	12.3	16570	928	121.08	0.7
安徽省	10	6338	430.65	3569.1	8.9	5817	124	23.88	0.7
湖北省	7	5988	321.66	4975.6	9.1	8319	284	75.57	0.9
江西省	1	4222	248.5	2450.5	10.5	5827	72	6.57	0.4
福建省	3	3466	289.25	4682.0	10.5	13510	1100	52.80	0.4
広東省	1512	7859	464.62	11769.7	10.8	14908	5091	298.06	0.7
湖南省	6	6629	306.67	4340.9	9.0	6565	311	22.38	0.4
海南省	0	803	231.47	604.1	9.2	8054	92	16.52	0.4
広西チワン族自治区	22	4822	189.97	2455.4	10.3	5062	321	65.93	0.2
陝西省	12	3674	175.85	2036.0	9.7	5523	351	71.81	0.3
甘肅省	8	2593	56.93	1161.4	9.4	4493	54	16.27	0.4
青海省	0	529	7019	341.1	12.4	6424	10	1.91	0.5
内蒙古自治区	282	2379	20.08	1734.3	11.6	7233	149	43.45	1.7
寧夏回族自治区	5	572	84.64	329.3	10.2	5800	2	0.41	1.7
新疆ウイグル自治区	0	1905	12.03	1598.3	8.1	8365	99	23.37	0.9
重慶市	3	3107	376.83	1971.3	10.3	6353	218	31.09	0.8
貴州省	0	3837	207.35	1185.0	9.1	3140	80	8.45	0.5
四川省	20	8673	170.68	4875.1	10.6	5766	200	41.15	0.4
雲南省	0	4333	108.83	2232.3	8.1	5178	419	78.13	0.3
チベット自治区	0	267	2.15	161.4	12.8	5983	52	12.96	0.4

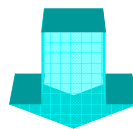


# 各指標と感染者数との相関

## ①人口及び人口密度



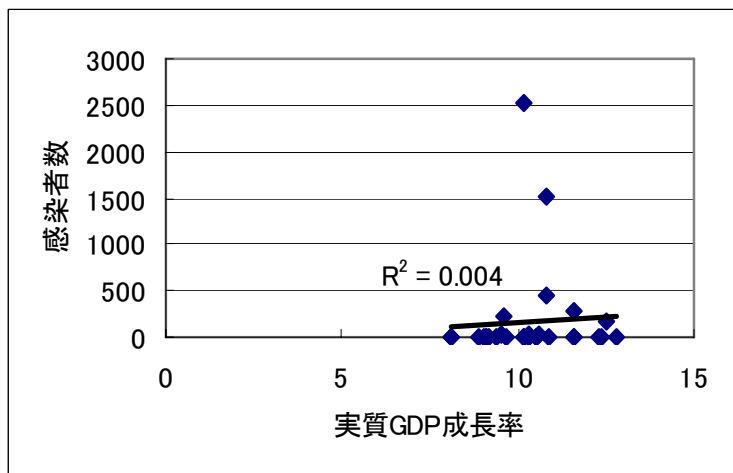
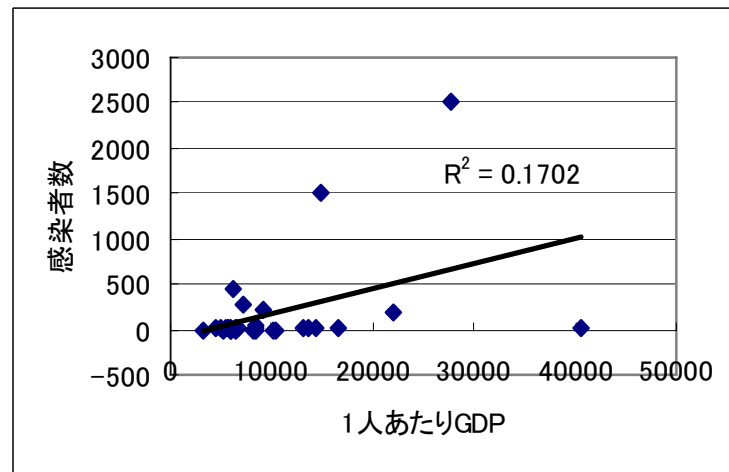
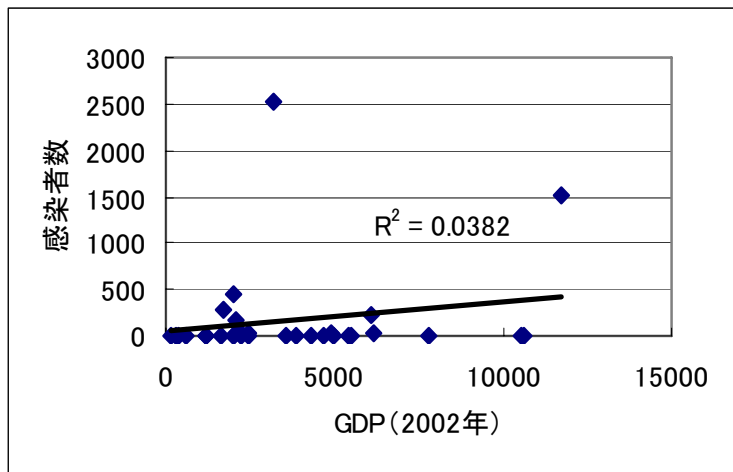
人口及び人口密度と感染者数の間に、  
相関は見られない。



中国のあらゆる地域に感染症のリスクが潜在している。

# 各指標と感染者数との相関

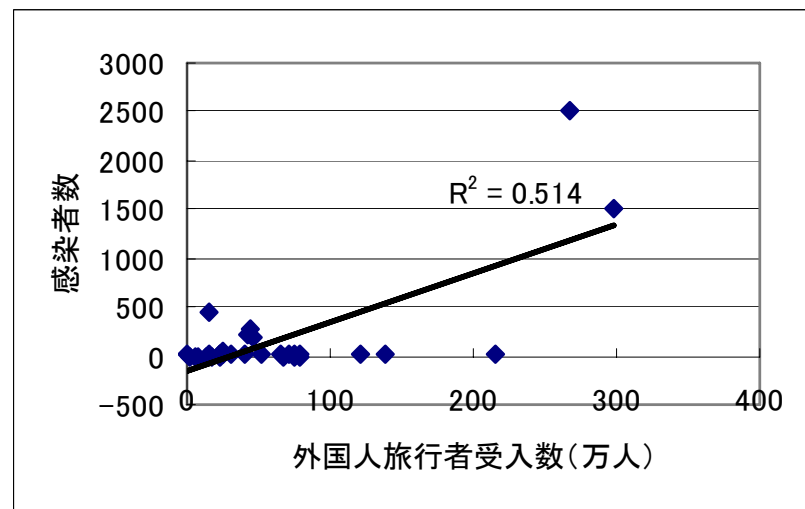
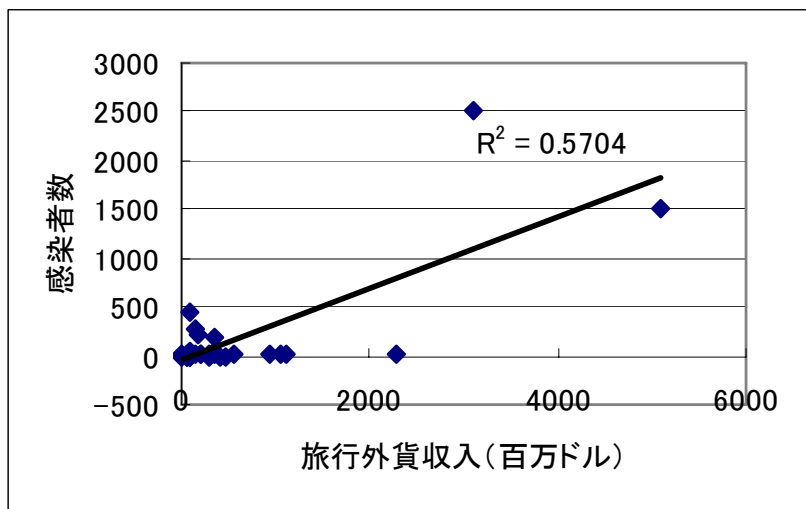
## ②GDP、実質GDP成長率及び1人あたりGDP



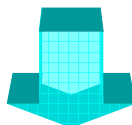
GDPと感染者数にも相関は見られない。

# 各指標と感染者数との相関

## ③旅行外貨収入及び外国人旅行者受入数



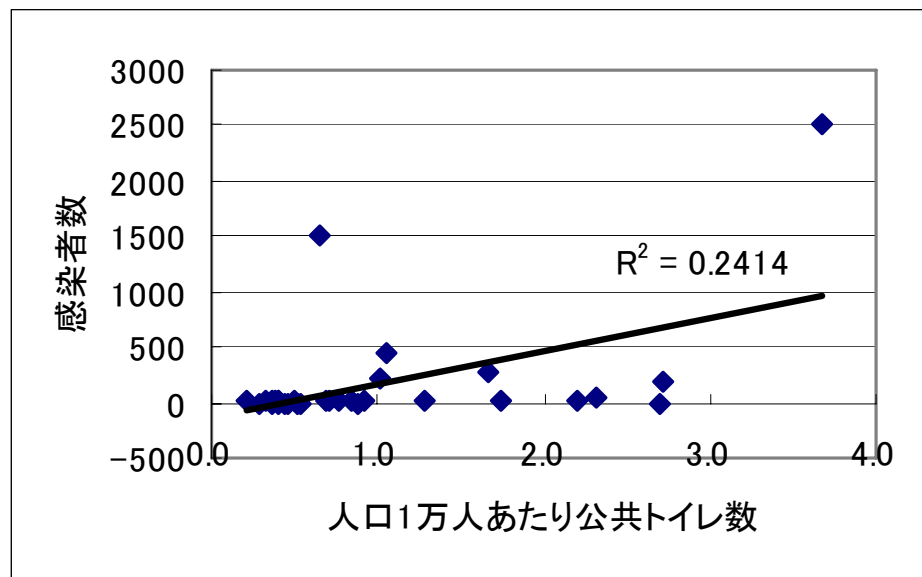
$R^2 \doteq 0.5$ 程度の相関がある。



「人の移動の活発さ」と感染者数との間に何らかの  
関係がある。

# 各指標と感染者数との相関

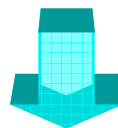
## ④人口1万人あたり公共トイレ数



衛生状況を表す指標と感染者数との間にも相関は見られない。

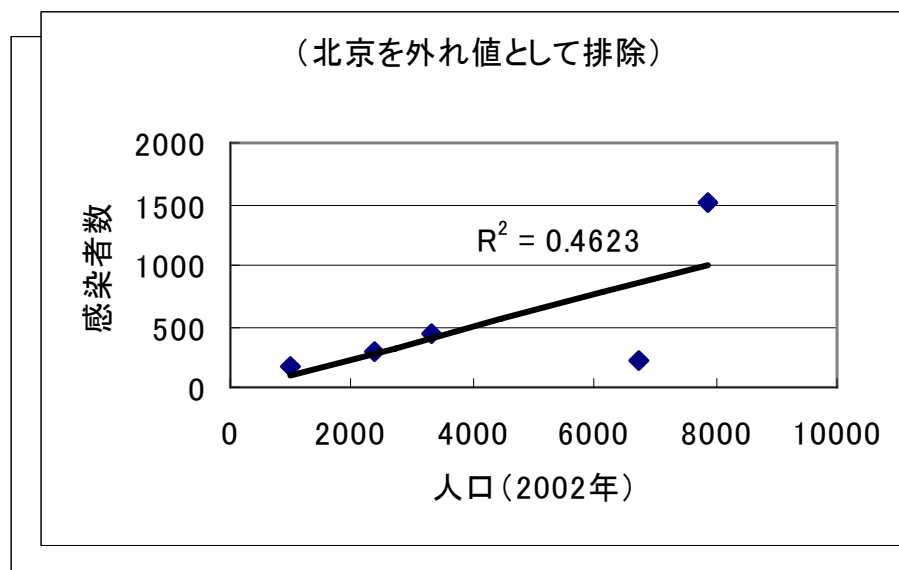
# 感染者数による絞り込み

中国全土にSARSが蔓延したわけではないので、すべての行政区を同じ標本として扱うことには問題がある。



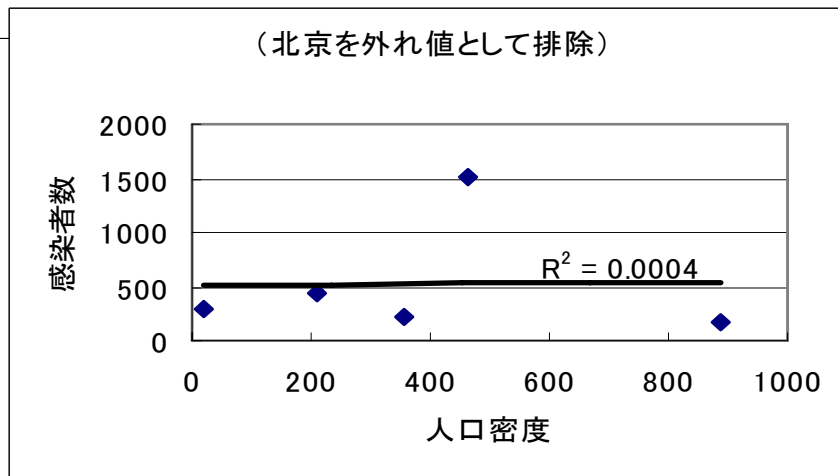
感染者数100人以上の行政区で相関を調べる。

## ①人口

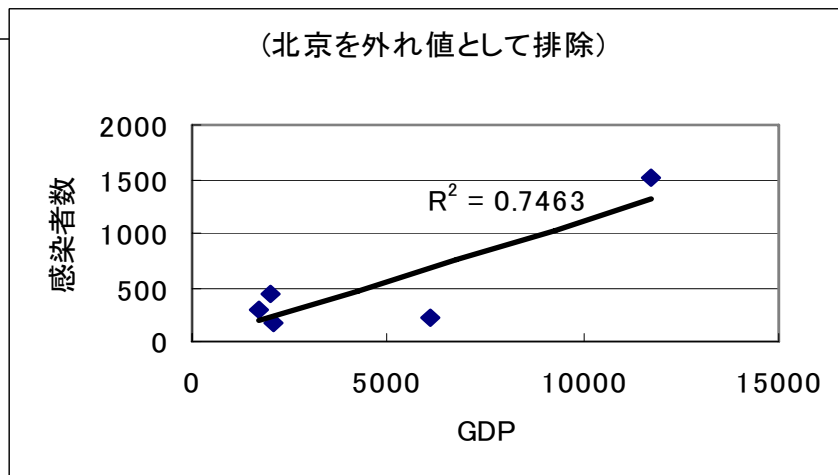


# 感染者数による絞り込み

## ②人口密度

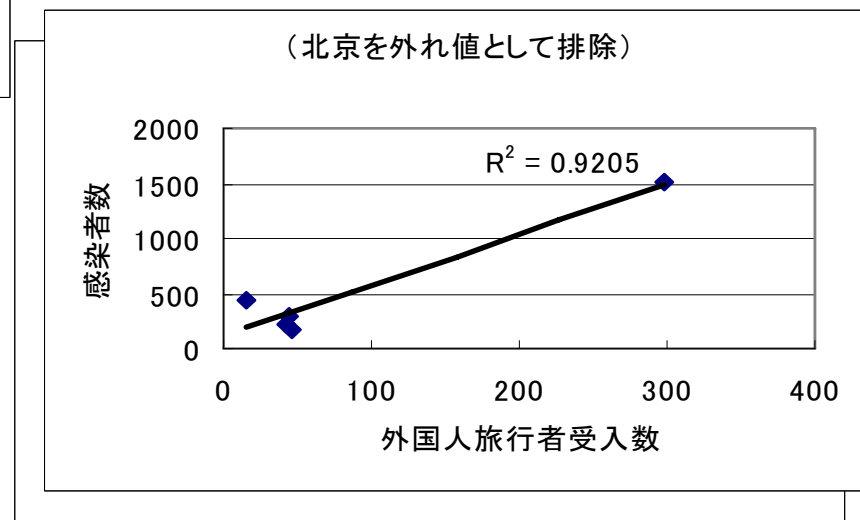
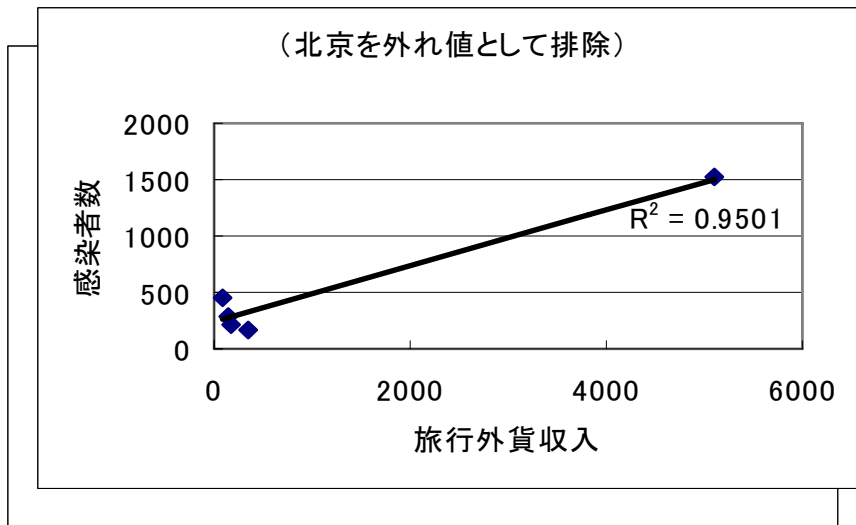


## ③GDP



# 感染者数による絞り込み

## ④ 旅行外貨収入、外国人旅行者受入数



# 重回帰分析

感染者数とある程度( $R^2 > 0.4$ )の相関が見られた人口, GDP および旅行外貨収入について, 感染者数が100人以上で, 且つ北京市を外れ値として排除したデータを用い, ステップワイズ法による重回帰分析を行った.

	2002年人口	旅行外貨収入	GDP	累計感染数
合計	22697	8939	26907.98	5153
平均	3782.83	1489.83	4484.66	858.83
標準偏差	2608.13	1935.48	3581.10	873.03

精度	
決定係数	0.8468
修正済決定係数	0.7446
重相関係数	0.9202
修正済重相関係数	0.8629

相関行列	2002年人口	旅行外貨収入	GDP	感染者数
2002年人口	1.0000			
旅行外貨収入	0.4193	1.0000		
GDP	0.8807	0.7688	1.0000	
感染者数	-0.0184	0.7935	0.3121	1.0000

重回帰式						
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判定
旅行外貨収入	0.6106	1.3537	14.6720	3.8304	0.0314	*
GDP	-0.1776	-0.7287	4.2513	2.0619	0.1313	
定数項	745.8022		5.3726	2.3179	0.1033	



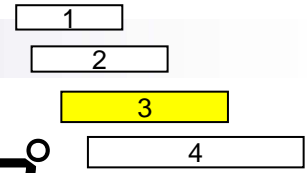
# 重回帰分析

分析結果において、感染者数を感染リスクと読み替えると、以下の式が得られる。

$$\text{SARS感染リスク} = 0.61 \times (\text{旅行外貨収入}) - 0.18 \times (\text{GDP}) + 745.8$$

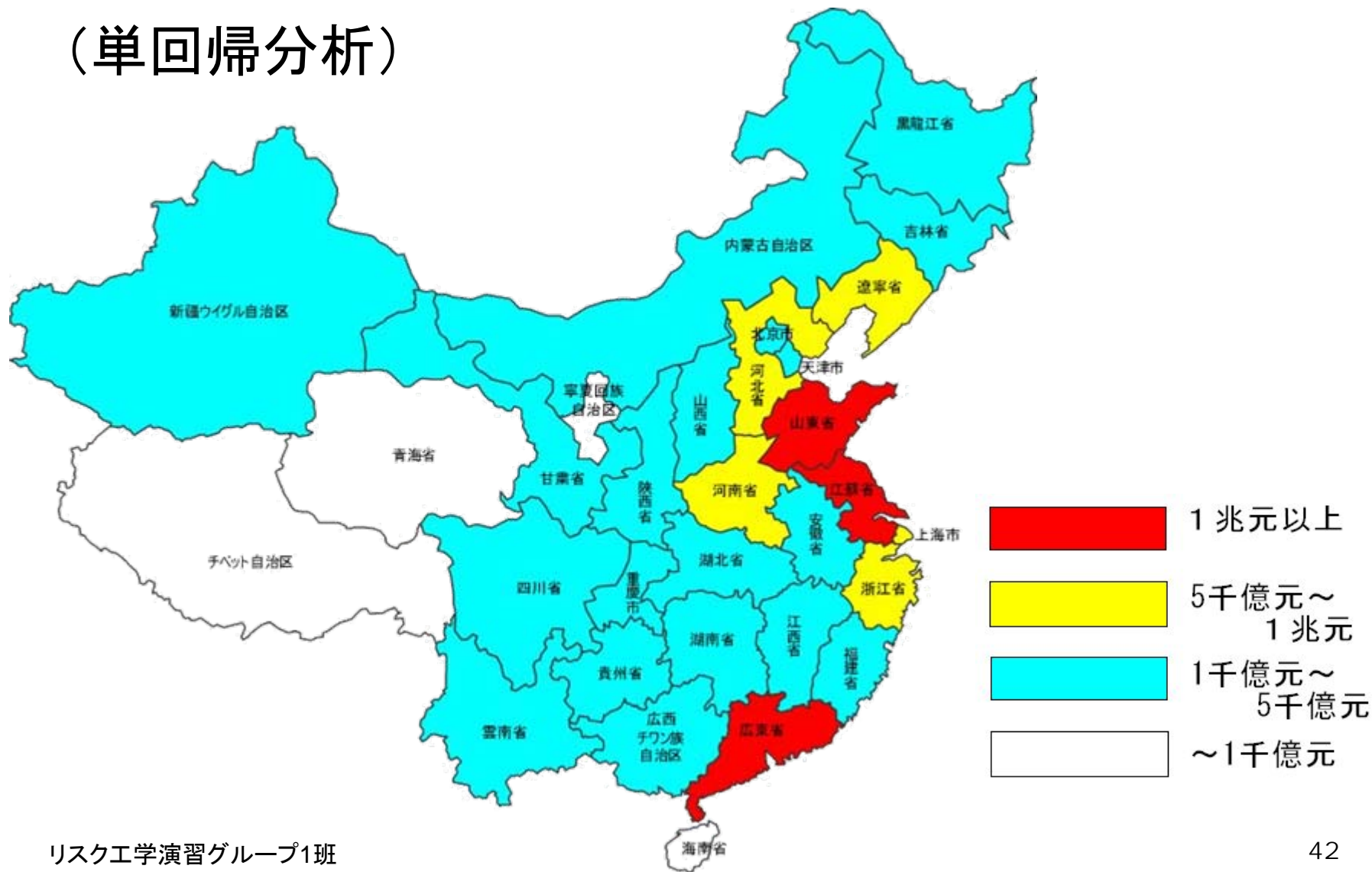
行政区	SARS感染リスク
黒龍江省	927
吉林省	792
遼寧省	1080
北京市	2192
天津市	923
山東省	1034
山西省	711
河北省	809
河南省	832
上海市	2132
江蘇省	1385
浙江省	1311
安徽省	820
湖北省	918
江西省	790
福建省	1416

行政区	SARS感染リスク
広東省	3579
湖南省	934
海南省	802
広西チワン族自治区	938
陝西省	958
甘肅省	777
青海省	752
内蒙古自治区	786
寧夏回族自治区	746
新疆ウイグル自治区	806
重慶市	878
貴州省	795
四川省	864
雲南省	1001
チベット自治区	778

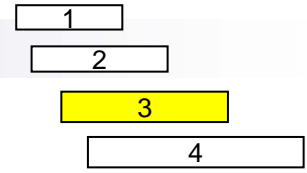


# GDPを指標とした感染リスクマップ

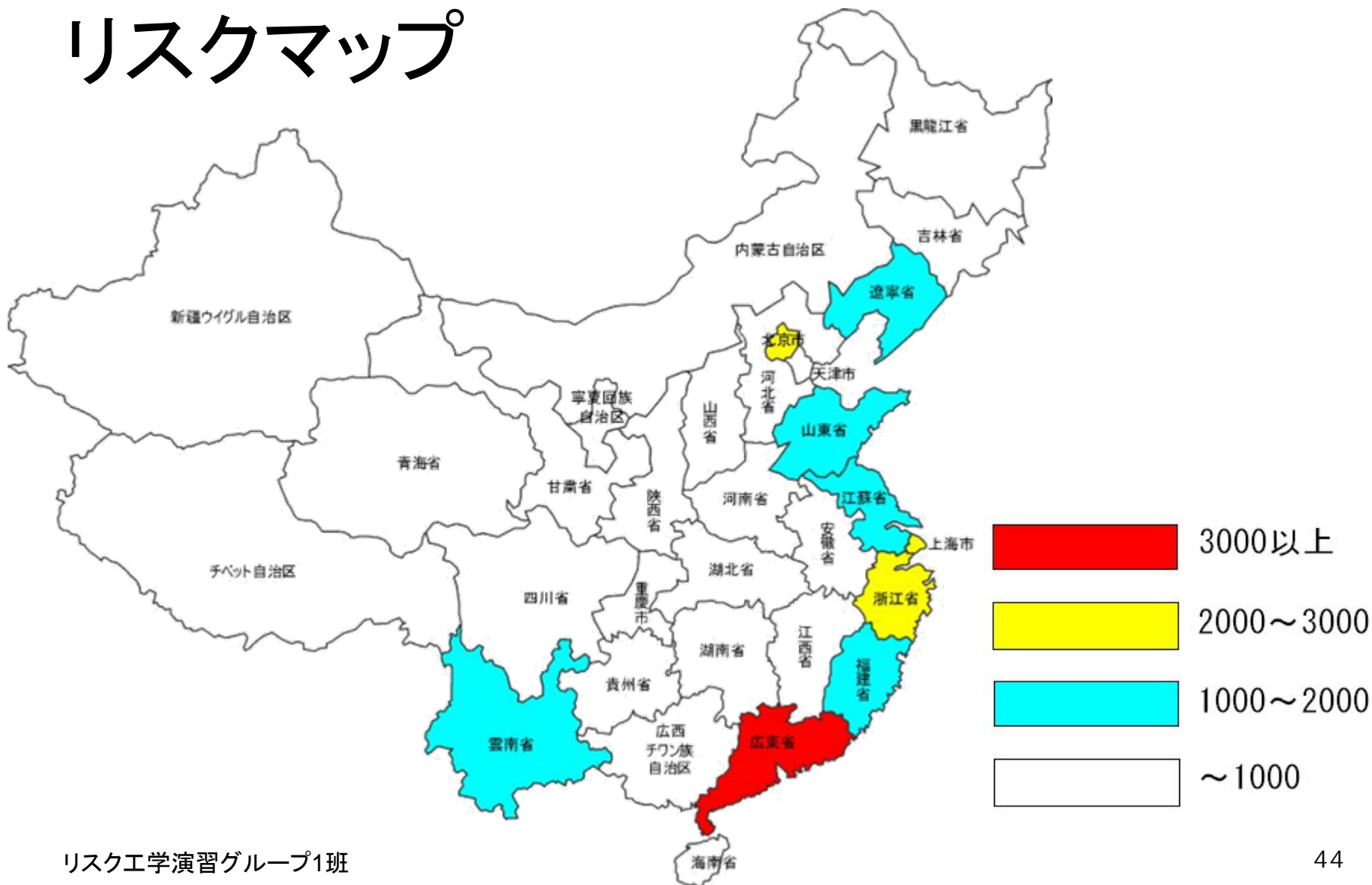
(単回帰分析)







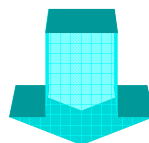
# 重回帰分析結果による感染 リスクマップ



# 感染リスクの定性的評価

統計データによる分析から、SARS感染リスクが高いと評価された地域でも、実際は感染者が発生していなかったり、ごく少数だった場合がある。

	感染リスク	実際の感染者
北京市	高い	多い(2521人)
上海市	高い	少ない(8人)



北京市と上海市を例にとり、リスクマネジメント的な視点から、定性的な比較を行う。

## ■北京市 感染拡大後の 封じ込め

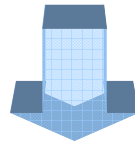
## ■上海市 市内への流入制限 による予防

	北 京	上 海
医療	<ul style="list-style-type: none"> <li>○院内感染をうけ、北京人民病院宿舎で隔離措置をとった。</li> <li>○感染者が就業していた工事現場自体を封鎖。</li> <li>○感染者の住居の区画を封鎖。</li> <li>○感染者が在学していた大学(学生寮)を封鎖。</li> <li>○大学内の規制を強化し、全ての帰国生を一定期間学生寮に隔離。</li> </ul>	
旅行・出入境		<ul style="list-style-type: none"> <li>○4月23日、厳格な流入制限。</li> <li>○旅行・出入境者に対し、5月8日の通告で以下を義務化。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・上海市内への入境地点で体温測定・健康申告表を記入する。</li> <li>・発熱・体調異常の場合、病院で入院観察を受ける。</li> <li>・体調に異常がない場合は自宅(旅行者は旅行先)での2週間の医療観察を受ける。</li> <li>・団体でSARS発症地域への会議、旅行、視察を行った場合、組織の責任者が一括して参加者に集団医療観察を受けさせる。</li> </ul> </li> <li>○市政府が定める感染地域からの宿泊者は1フロアに固め、毎日の健康記録と外出記録の記入を義務化。</li> <li>○到着者・出境者全員に24時間以内の公的機関への届け出を義務づけた。</li> </ul>
市内・公共機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>○市内の娯楽施設、図書館、スポーツ施設を一時閉鎖。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○休業したホテル数は国内一。</li> <li>○航空機、列車、バス、タクシー等の公共交通機関での毎日の消毒を義務化。</li> <li>○行政の衛生の監督検査を強化し、規定不適合の業者の営業停止を極限に盛り込んだ。</li> <li>○建築現場の宿舎、カラオケ、ダンスホール、学校、劇場、映画館、デパートも公共交通機関と同等の衝動区と消毒時間の掲示などの措置を義務化。</li> <li>○省や市をまたがる会議など、市の公共のイベントは全て中止</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>○4月23日(WHOの渡航延期勧告)まで具体的な対策は打ち出されなかった。</li> </ul>	

# 感染リスクの定性的評価

## ■中国政府の対応・・・

集団発生の初期の情報を隠蔽した.



地域ごとに対策の違いが生じた.

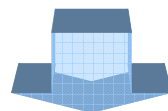
北京市: 具体的な対策の遅れ. 隔離や閉鎖による封じ込め.

上海市: 初期の対応に成功. 市内への人口流入制限による予防.

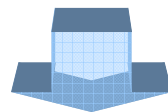
# SARS感染リスクの考察

感染症への対策は・・・

人の移動を完全に掌握・制限するのがベスト



人や物の移動が複雑かつ活発な現代社会においては困難



行政の情報管理能力  
(情報収集及び徹底した情報公開)



# まとめ

本研究では・・・

感染症（SARS）の発現・拡散メカニズムをイベント・ツリーで解明し，経済的な指標からリスクを評価した。

- SARSの発現には，（保菌）動物との接触が重要な要素となる。
- 日常生活においてSARSの拡散を完全に防ぐことは難しいため，正確な情報を得ることが必要である。
- 人の移動が活発な地域は，潜在的に感染を拡大させるリスクを有している。

# 今後の課題

## ■ イベント・ツリーの検証

- 実データ等に基づき, 各イベント発生確率を精査する.

## ■ 地域特性と経済指標

- 「産業連関表」を読み解き, 地域間の人や物の移動を表す指標を抽出する.

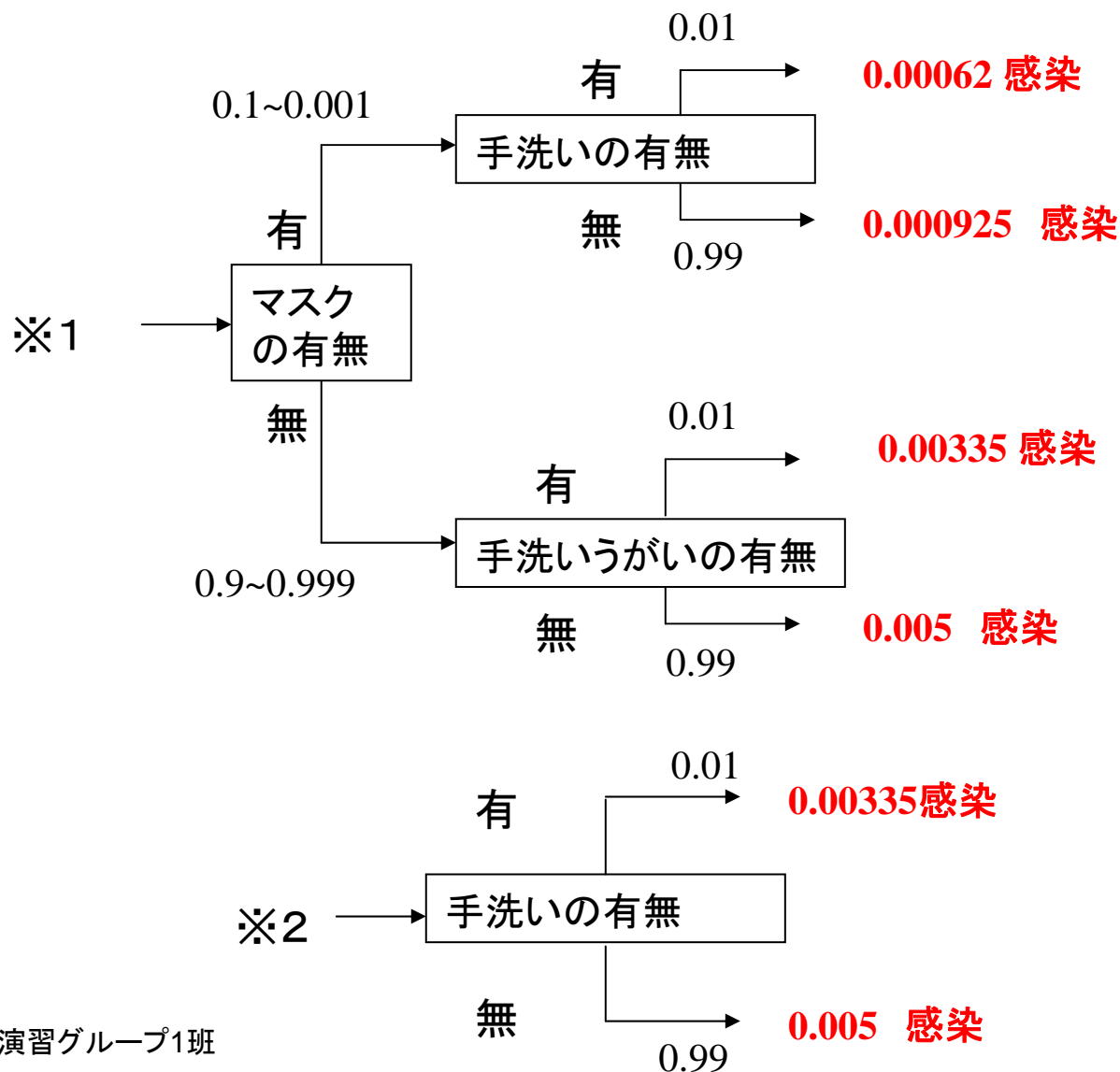
Thank you

ご清聴、ありがとうございました。

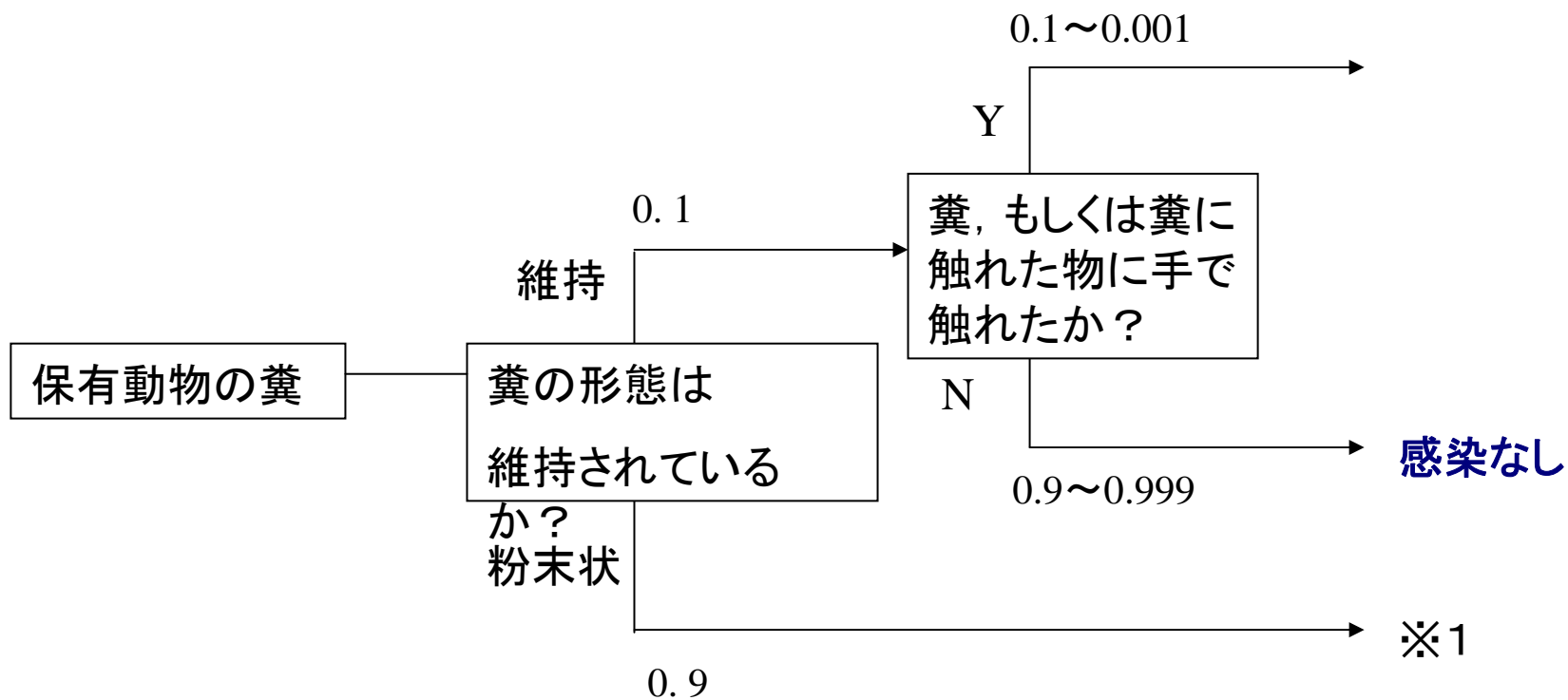
グループ1班(元山、高堀、永作)

以下, 予備資料

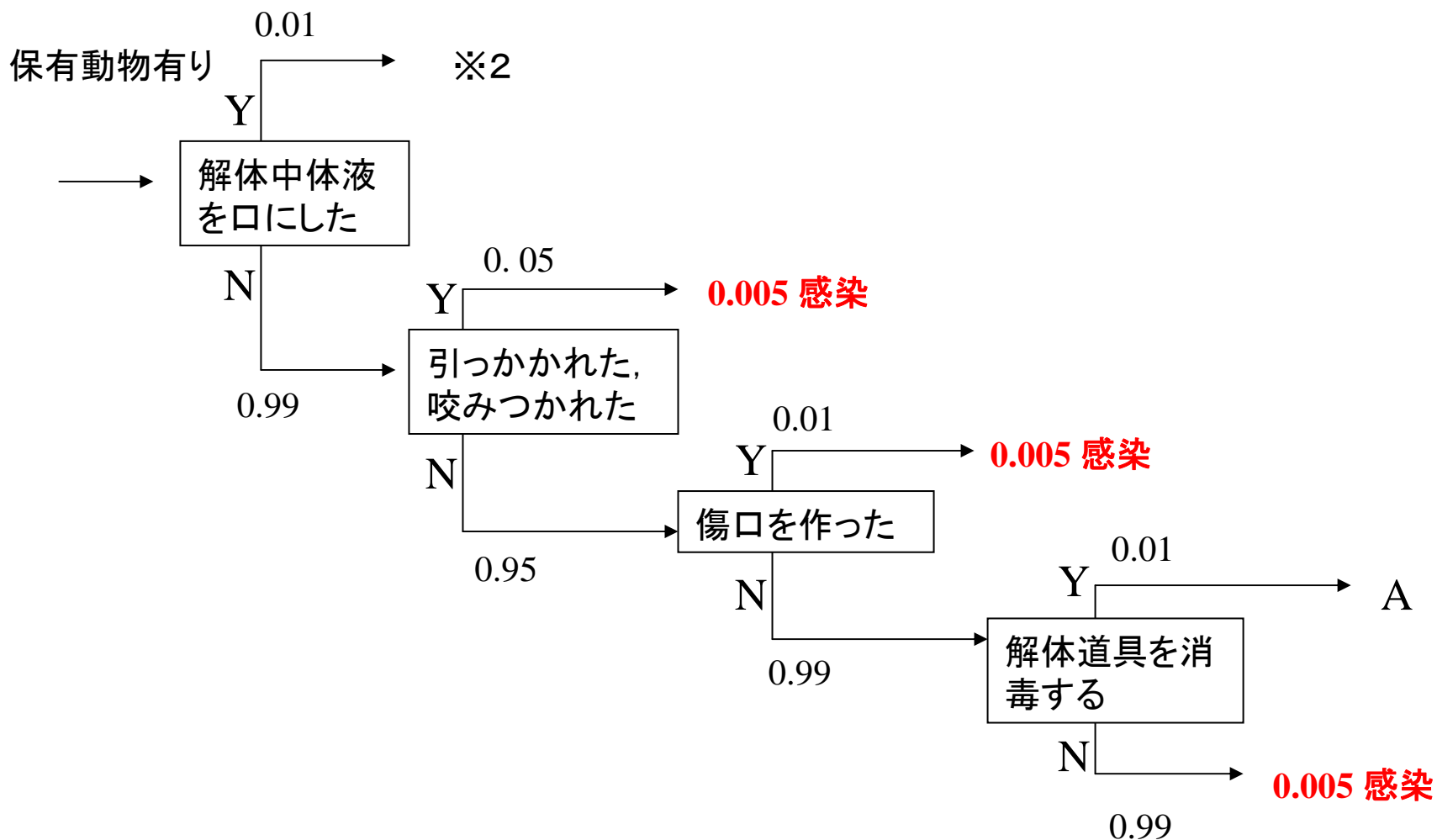
# 感染への防護策に関する経路



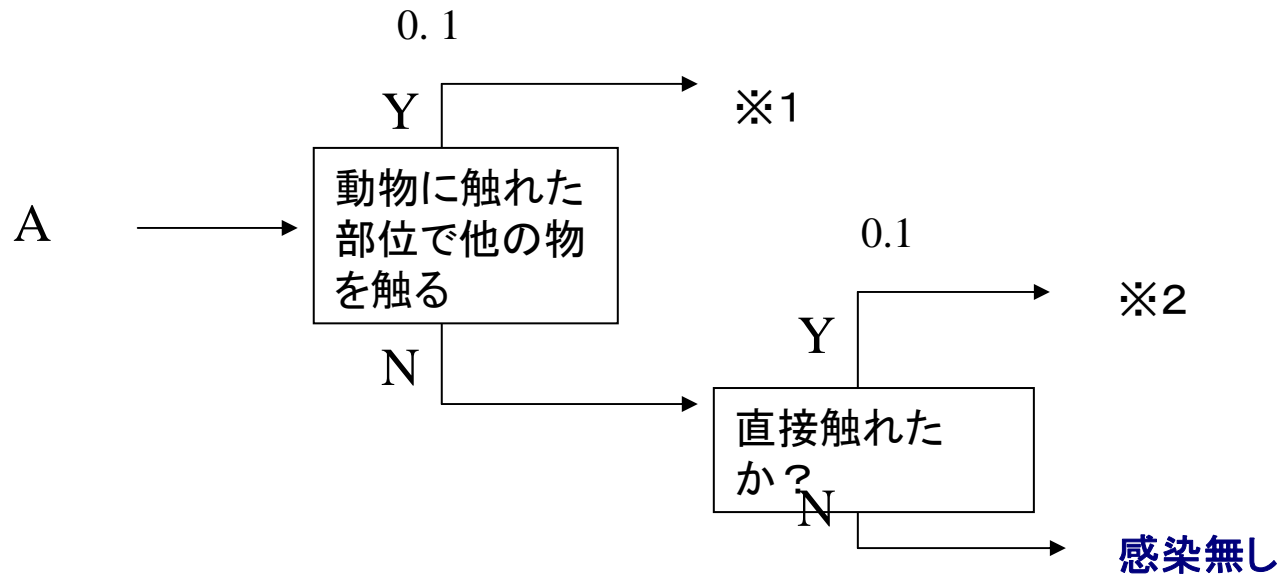
# 糞を媒介とする感染経路 (1)



# 動物の解体に関する感染経路(1)



# 動物の解体に関する感染経路(2)

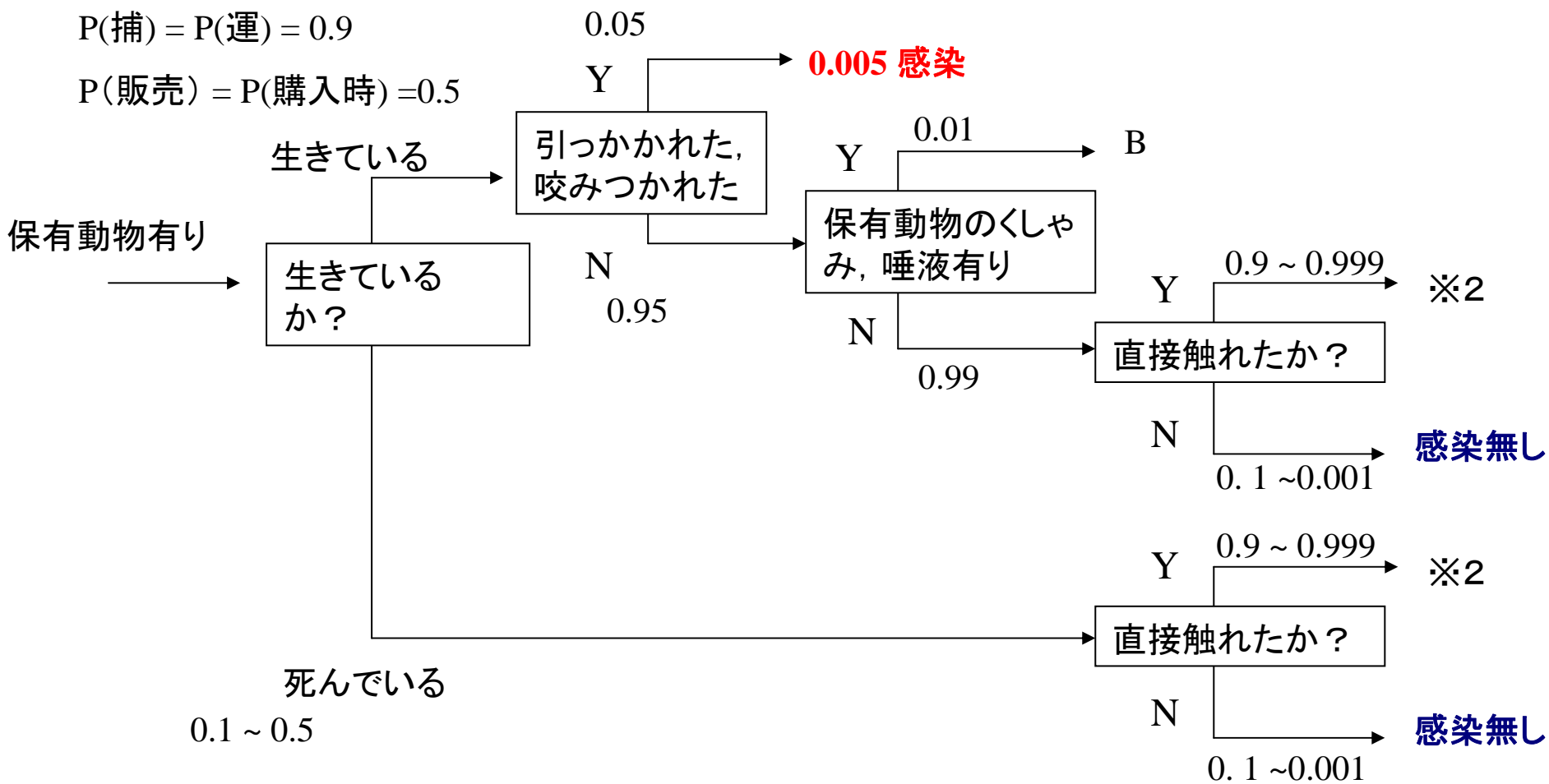




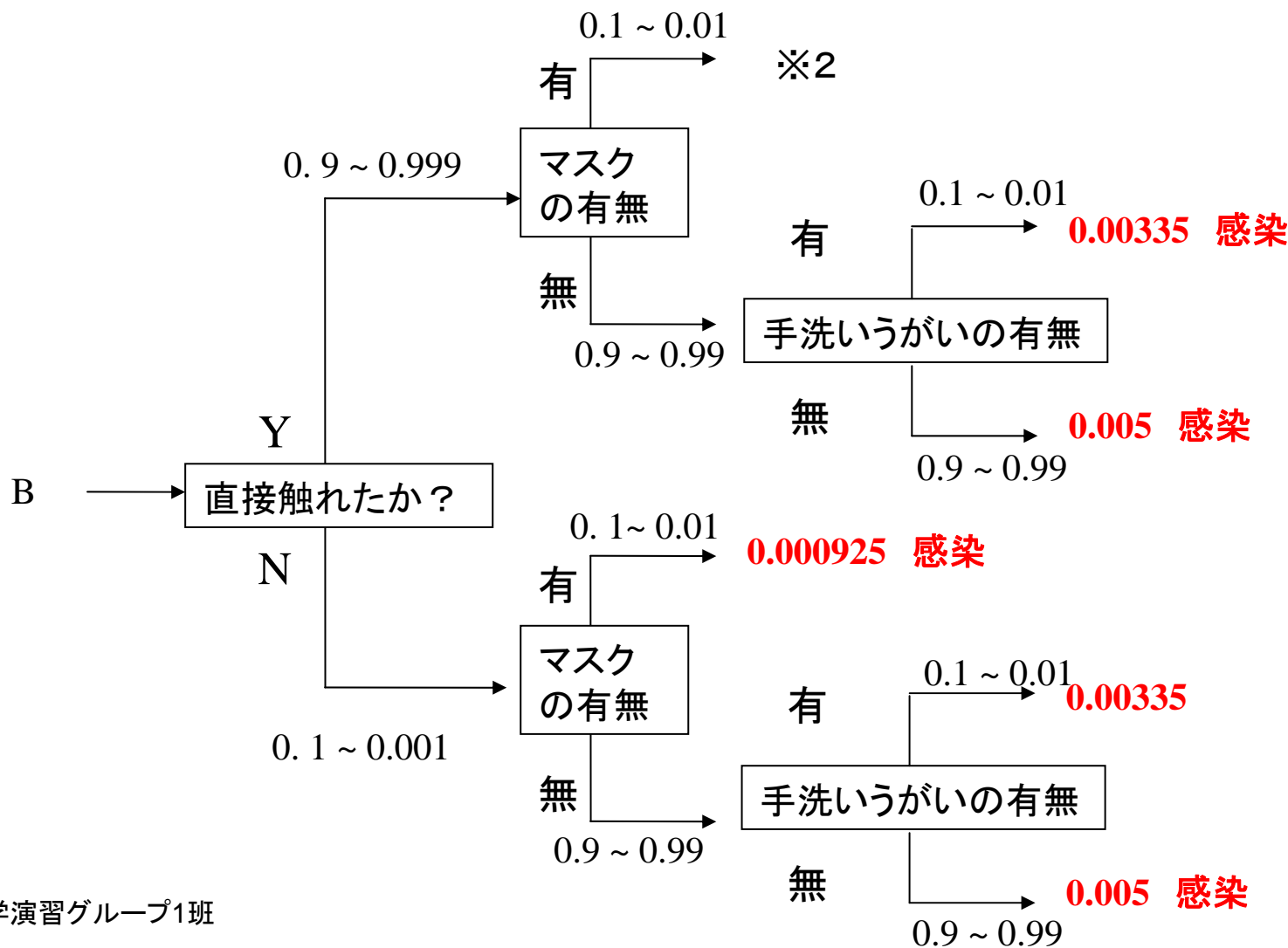
# 捕獲者, 運送業者, 販売者, 購入者 に関する感染経路 (1)

$P(\text{捕}) = P(\text{運}) = 0.9$

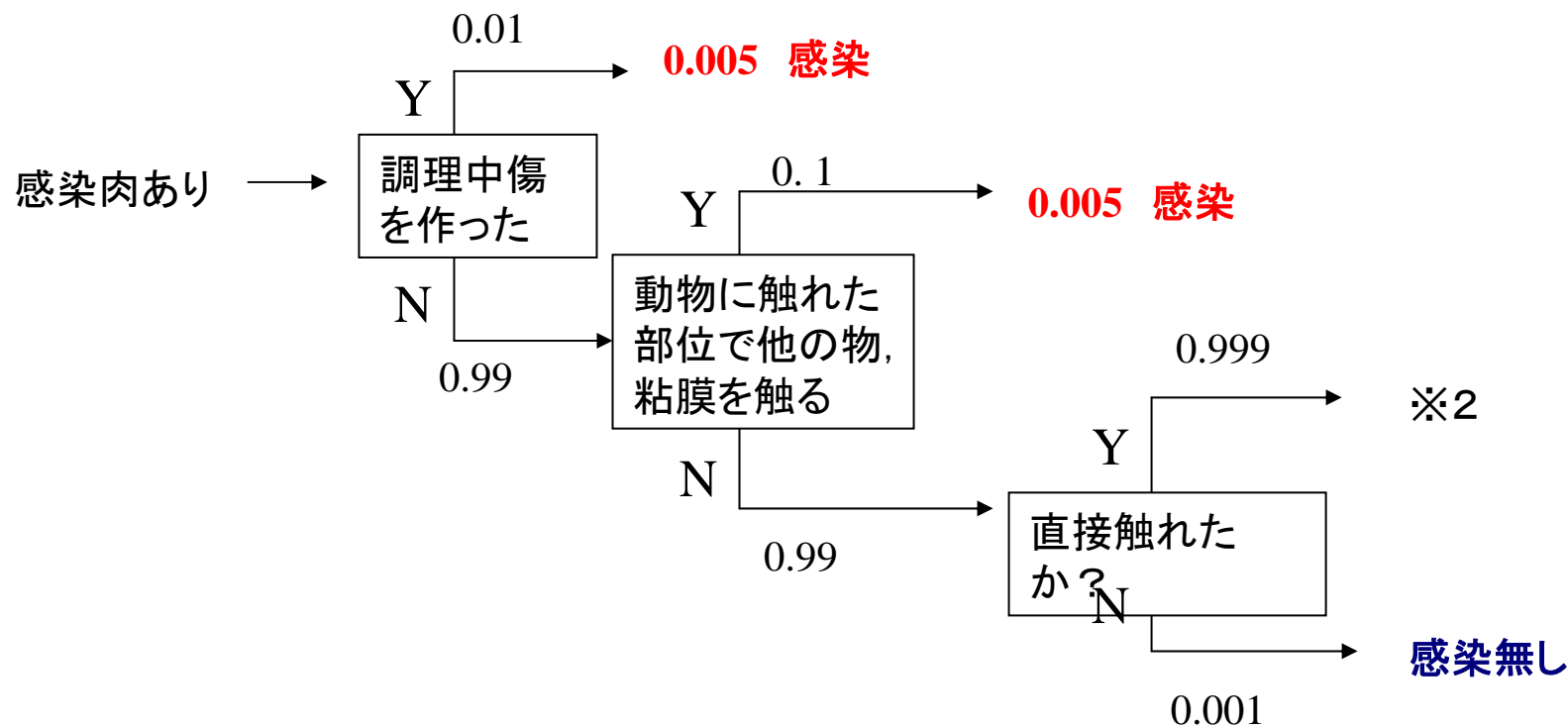
$P(\text{販売}) = P(\text{購入時}) = 0.5$



# 捕獲者, 運送業者, 販売者, 購入者 に関する感染経路 (2)



# 調理に関する感染経路



# 食物摂取に関する感染経路

