

# PM2.5による健康影響

京都大学大学院 医学研究科

金谷 久美子

kanatani.kumiko.2r@kyoto-  
u.ac.jp

# 本日の内容

## 1. どんな疾患の可能性？（15分）

1. 過去の事例から
2. 実験結果から
3. 疫学調査から

## 2. どんな症状？

## 3. 影響を受けやすい人って？

## 4. どうしたらリスクを下げられる？

## 5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？

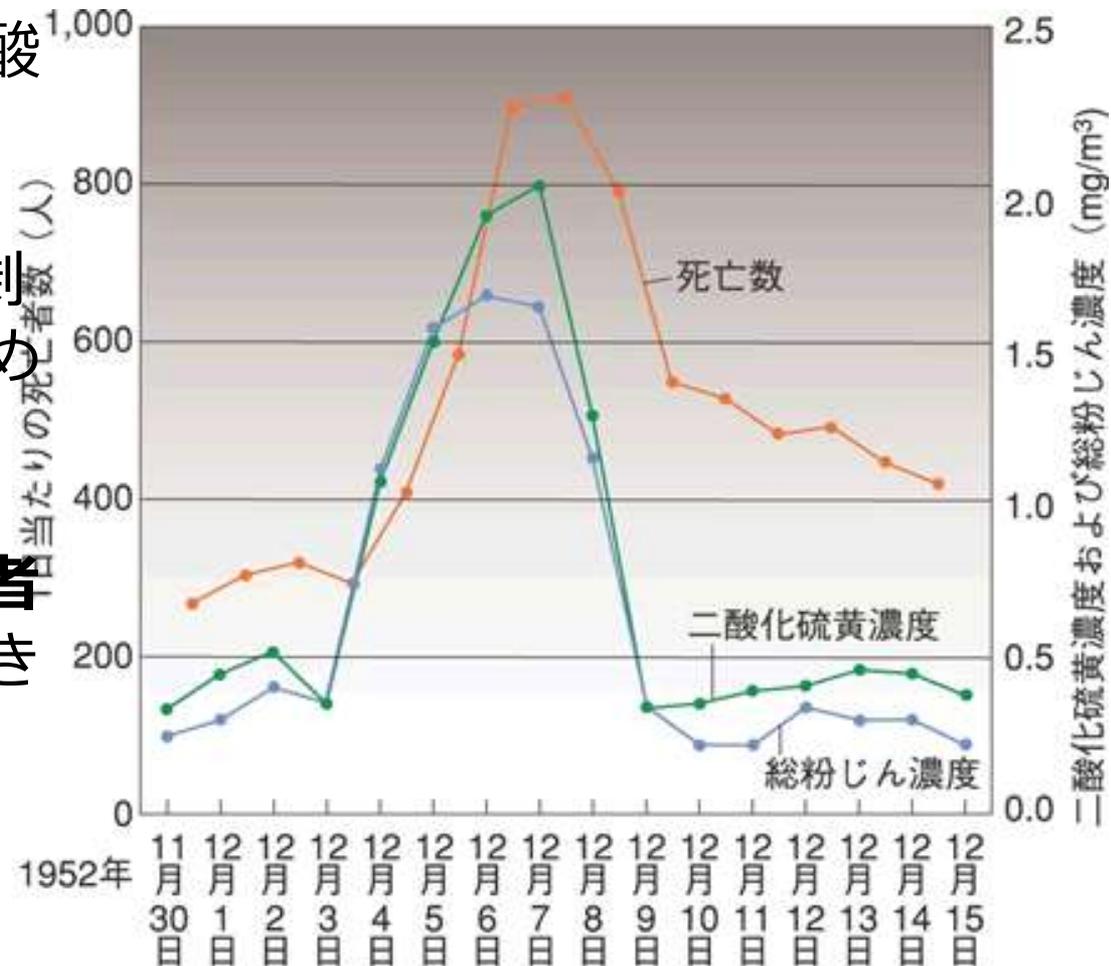
## 6. 無事に帰ってきたあとは？

# ロンドンスモッグ事件（1952.12）

石炭暖房による高濃度二酸化硫黄の発生

2週間で約4,000名の過剰死亡（その後の影響を含めると12,000名）

老人・子供や慢性疾患患者（肺・心臓）に影響が大きかった



出典：Wilkins E.T. „Air pollution and the London fog of December, 1952. J.Royal. Sanitary Institute. 74(1):1-21(1954)

# 四日市ぜんそく

- 石油化学コンビナートからの大気汚染による健康影響事件（硫黄酸化物が一番影響が強かった原因と考えられている）



# 四日市ぜんそく

- 汚染地区では約4割が何らかの症状を訴えており、中でも**アレルギー疾患・心臓病・慢性気管支炎**などの症状が多かった
- 汚染地区の小4の身体症状調査では、**8割以上**が**異臭時の、頭痛、喉の痛み、眼の痛み、吐き気**などを経験していた

## 【38才 喘息死亡例の症例経過】

29才11月頃より風邪をひく程度の咳

30才夏頃より1日2回程度喘息発作

31才3月に入院

38才死去

# 本日の内容

## 1. どんな疾患の可能性？

1. 過去の事例から：喘息、心臓病、頭痛、目・喉の痛み・・・
2. 実験結果から
3. 疫学調査から

## 2. どんな症状？

## 3. 影響を受けやすい人って？

## 4. どうしたらリスクを下げられる？

## 5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？

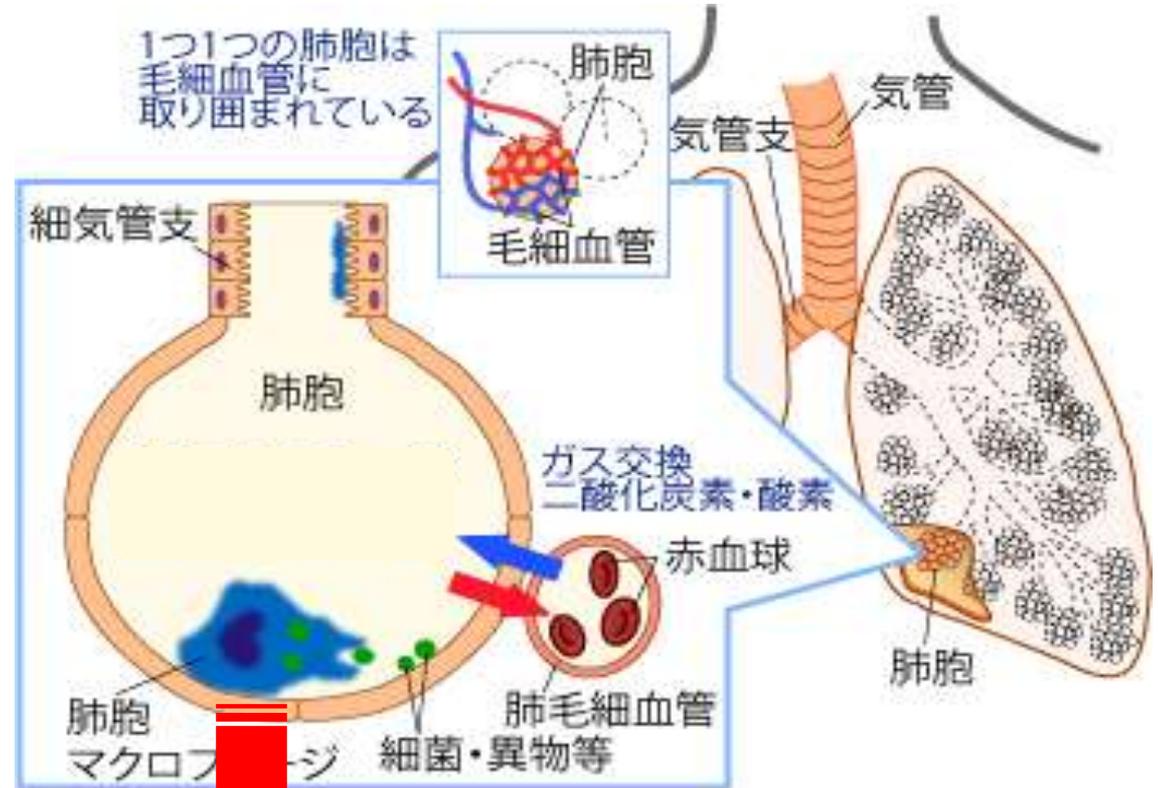
## 6. 無事に帰ってきたあとは？

# 毒性実験の結果から

- ヒトの気道や肺に炎症反応を誘導する (DEP, CAPs, Znヒューム)
  - 気道反応性を亢進させて喘息やアレルギー性鼻炎を悪化させる
  - 呼吸器感染の感受性を増加させる
- 不整脈が増加する (CAPs, ROFA)
  - 血液の凝固系を促進する (CAPs, DEP)
  - 動脈硬化病変を悪化させる (CAPs, ROFA)
- DNA損傷を引き起こし、発がんに関与する (DEP)

# 推定されているメカニズム

- ①炎症をおこす
- ②血流に直接侵入？
- ③神経を介した影響？



国立環境研究所HP  
平野靖史郎より

他の免疫細胞に  
「炎症をおこす」命令を出す

# 本日の内容

## 1. どんな疾患の可能性？

1. 過去の事例から：喘息、心臓病、頭痛、目、喉の痛み
2. 実験結果から：呼吸器系、循環器系、がん
3. 疫学調査から

## 2. どんな症状？

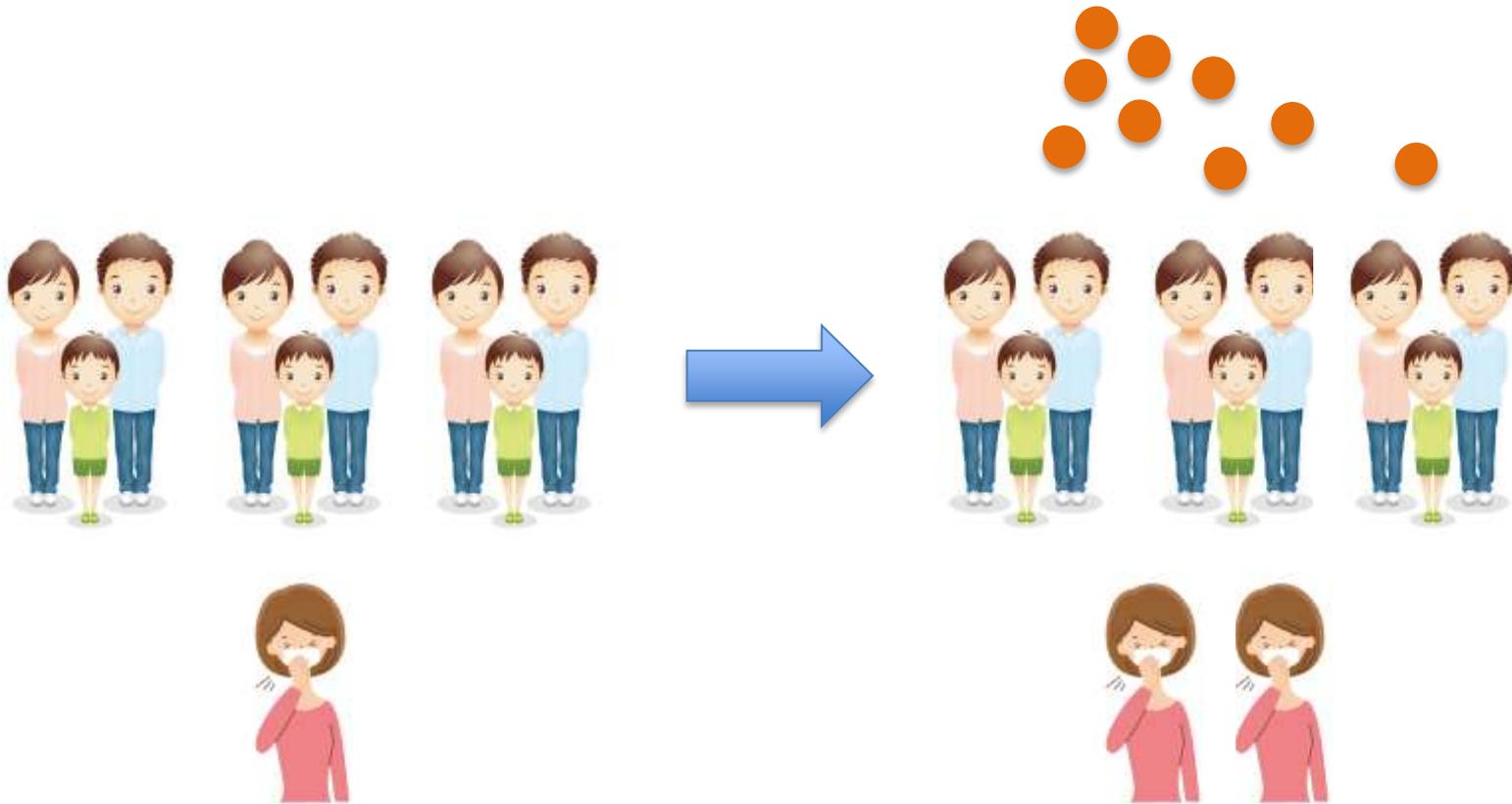
## 3. 影響を受けやすい人って？

## 4. どうしたらリスクを下げられる？

## 5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？

## 6. 無事に帰ってきたあとは？

# 疫学調査って・・・？



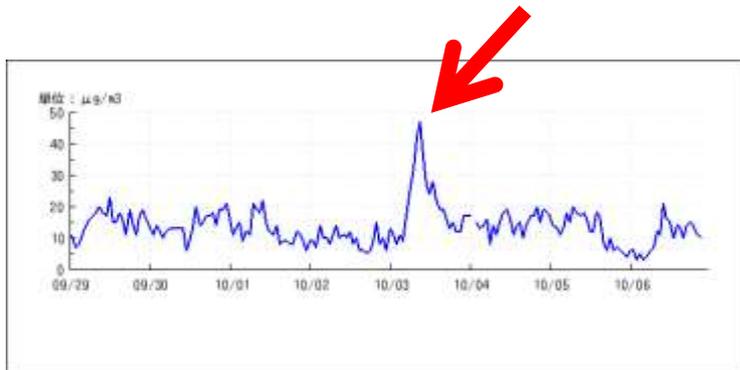
# 短期影響 と 長期影響



呼吸器系



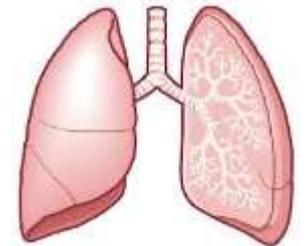
循環器系



呼吸器系  
肺がん



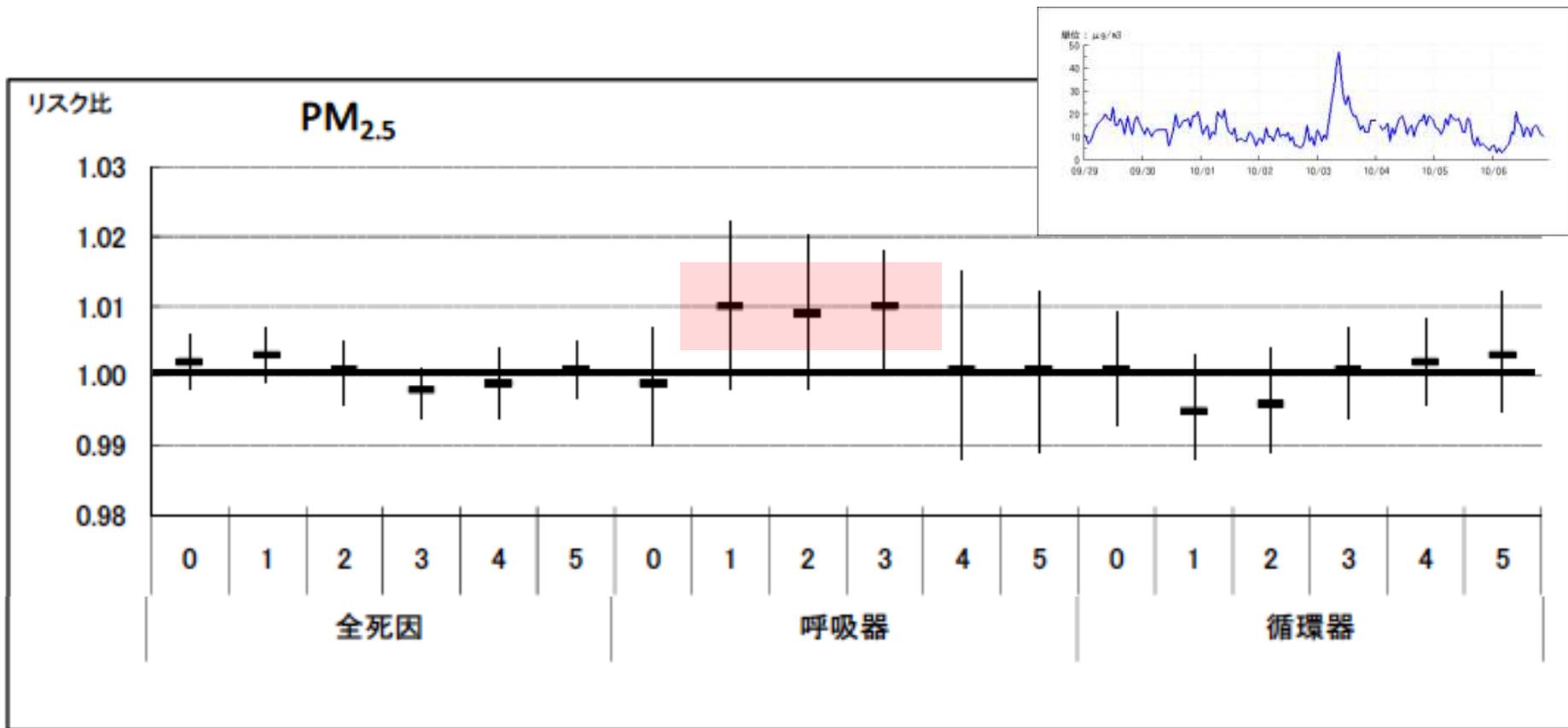
循環器系



肺機能発達の遅れ



# 1、呼吸器疾患で死亡する人が増える



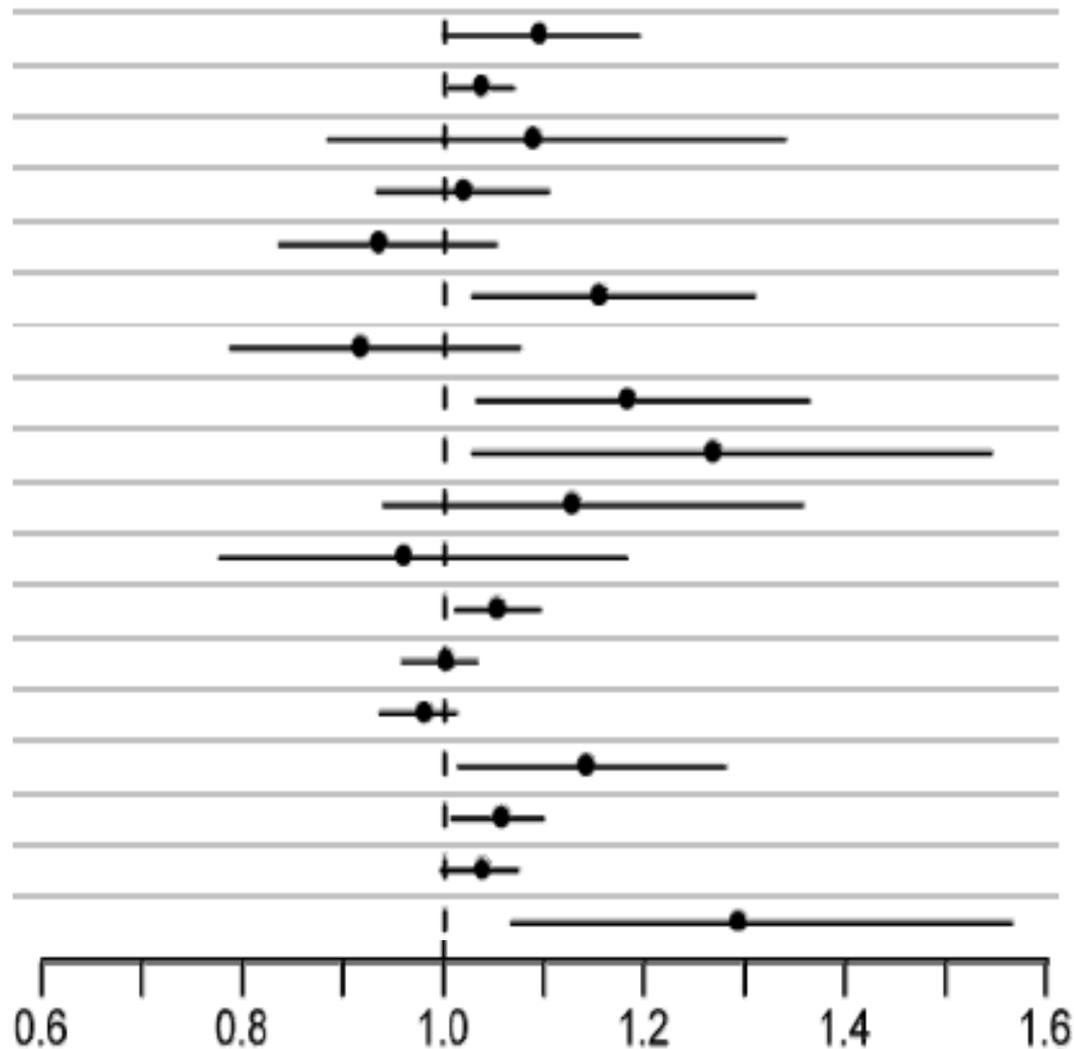
呼吸器系の死亡で  
リスクの上昇がみられた  
(1%増)

**10µg/m<sup>3</sup>**あたりのリスク

環境省 「微小粒子状物質曝露影響調査報告書」より

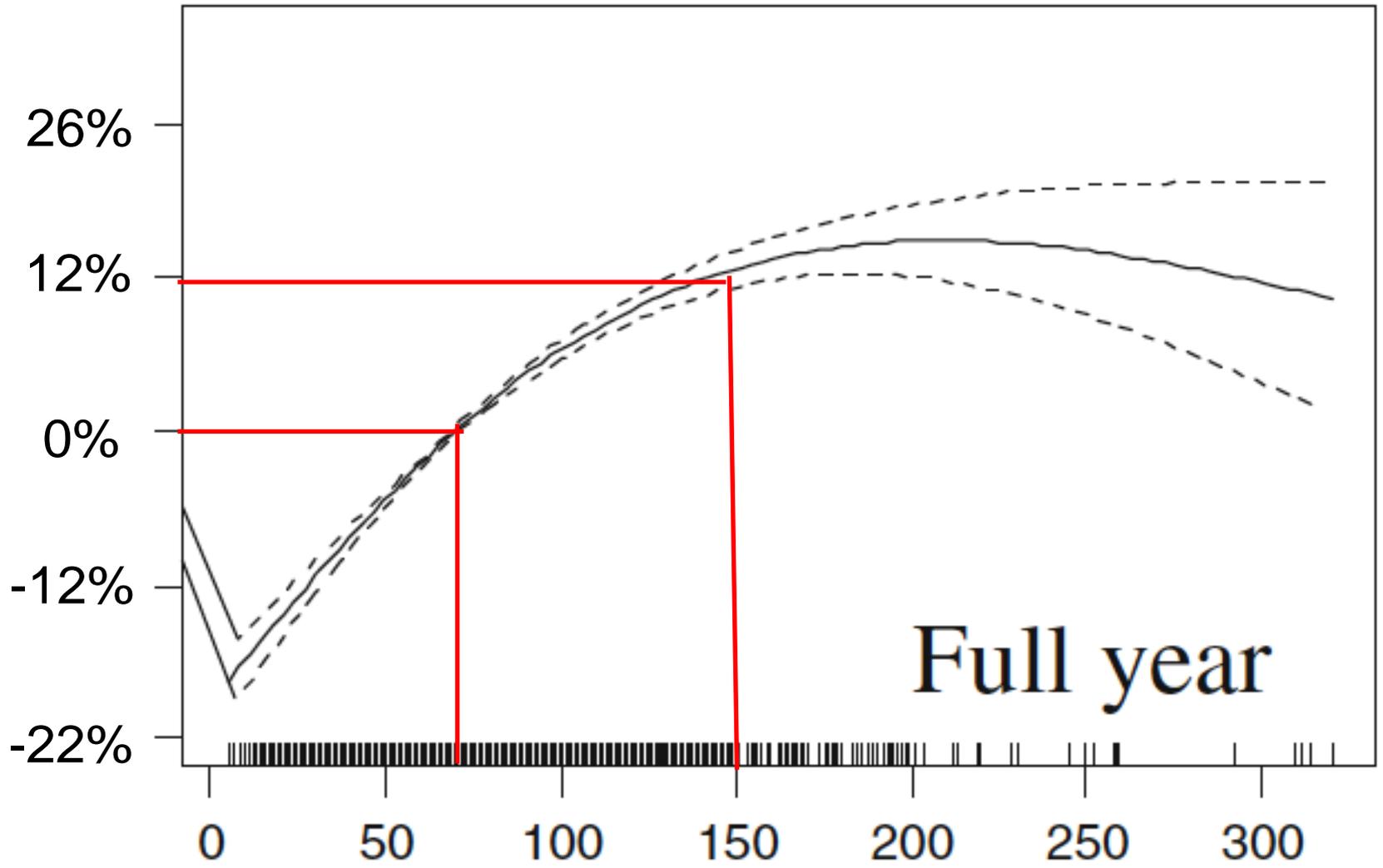
# 海外では、循環器疾患への影響も

8.5	27.3	循環器疾患 救急受診
8.5	27.3	呼吸器疾患 救急受診
8.5	24.0	出血性脳卒中 入院
8.5	24.0	虚血性脳卒中 入院
8.5	24.0	一過性脳虚血 入院
9.6		呼吸器感染症 入院
9.8	25.8	呼吸器症状
9.8	25.8	呼吸器症状
9.8		心室性不整脈
9.8		心室性不整脈
10.3		喘息の悪化
10.6	29.3	虚血性心疾患 入院
10.7		循環器疾患 入院
10.8	29.6	呼吸器疾患 救急受診
10.8	44.5	心不全 入院
11.1		心筋梗塞 入院
11.1		肺炎 入院
12.1	28.2	心筋梗塞 入院



呼吸器系（症状・感染症）や循環器系（心筋梗塞・不整脈）で、リスクが上昇していた（受診/入院で  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ あたり10%増程度）

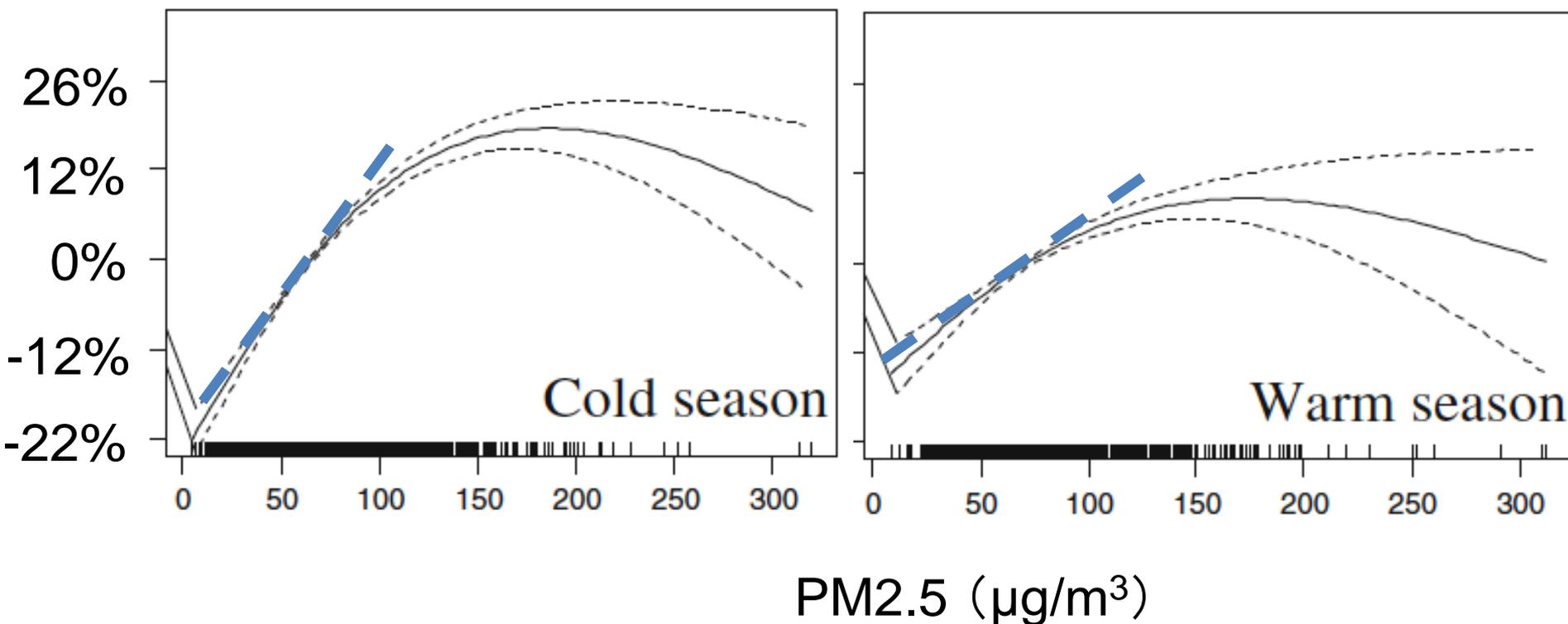
# 呼吸器系の死亡リスク増加 (2004-2009年 北京)



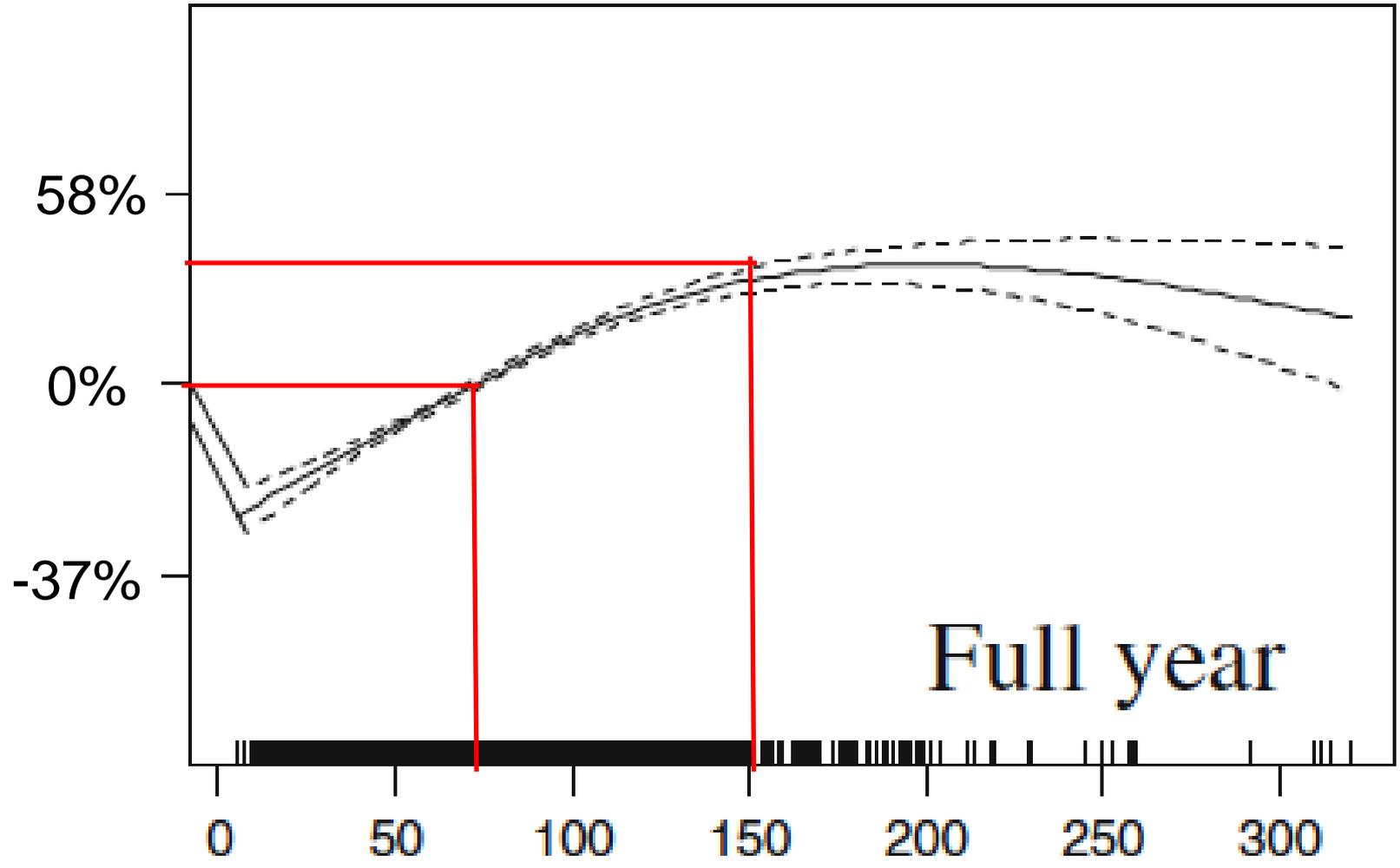
Full year

# 呼吸器系の死亡リスク増加 (2004-2009年 北京)

特に冬に影響が大きい

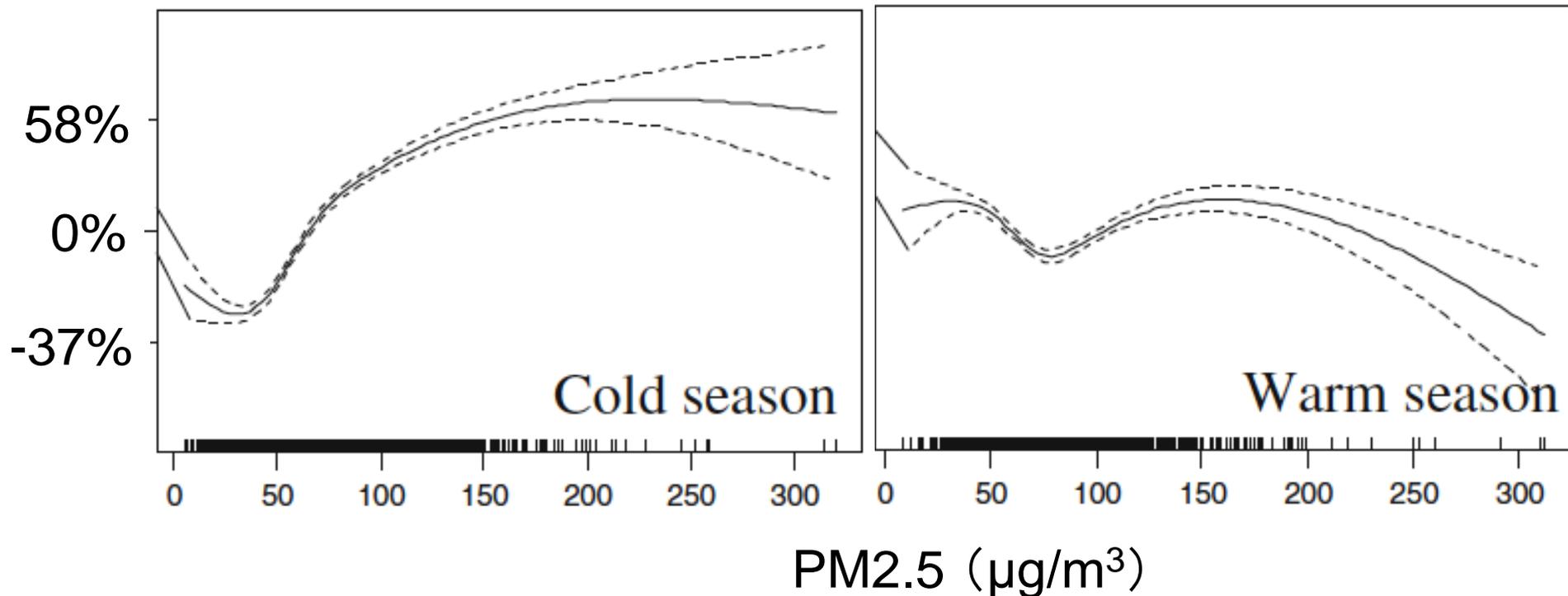


# 呼吸器疾患受診リスク増加 (2004-2009年 北京)



# 呼吸器系疾患受診リスク増加 (2004-2009年 北京)

特に冬に影響が大きい



# 中国発 メタアナリシス

## PM2.5 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ あたりのリスク増加 (%)

報告者	調査市	調査期間	循環器死亡	呼吸器死亡
Li Pli	北京	2004-2009	—	—
Venner S	重慶	1995	—	0.69 (0.54-0.85)
Yang	広州	2007-2008	1.22 (0.63-1.68)	0.97 (0.16-0.79)
Geng	上海	2007-2008	0.78 (0.10-1.43)	0.07 (-1.29-1.38)
Chen	上海	2001-2008		
Huang	上海	2004-2005	0.39 (0.12-0.66)	0.71 (0.05-1.37)
Song	上海	2002	1.54 (0.37-2.72)	2.02 (1.14-2.91)
Ma	上海	2006-2008	0.53 (0.09-0.97)	0.97 (0.01-1.94)
Huang	西安	2004-2008	0.27 (0.08-0.46)	0.19 (-0.20-0.59)
<b>合計</b>	—		<b>0.63 (0.35- 0.91)</b>	<b>0.75 (0.39-1.11)</b>

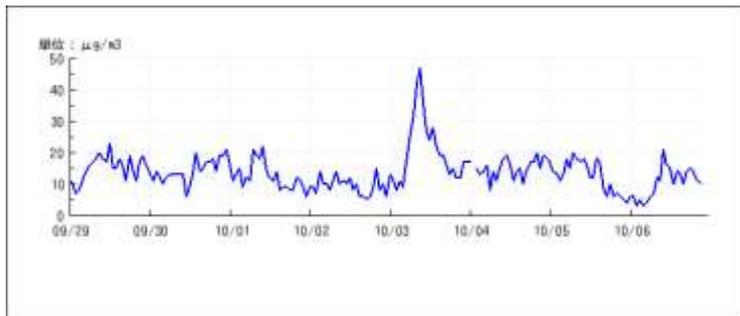
# 短期影響 と 長期影響



呼吸器系



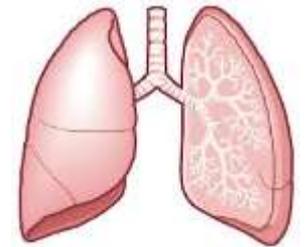
循環器系



呼吸器系  
肺がん



循環器系



肺機能発達の遅れ



# 肺がんリスク + 18%

三府県コホート（大阪・愛知・宮城）

1984~1993年

PM2.5 15~35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度範囲

PM2.5 **年平均値10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** 毎に

肺がん死

**+ 18%**



# 海外の知見（長期影響）

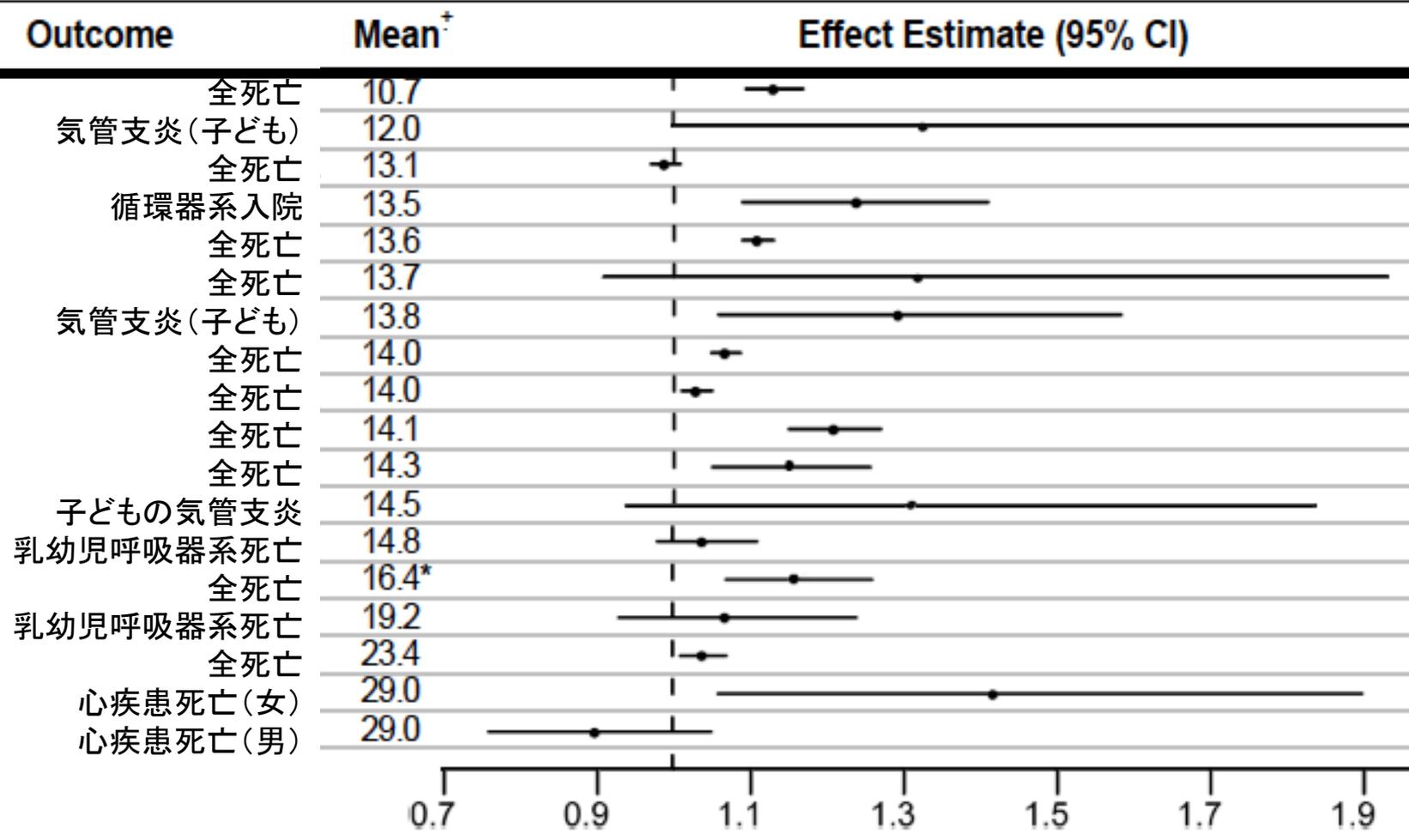
Study	Cohort	Location	Years	Analysis subgroup	Effect Estimate (95% CI)
<b>MORTALITY - PM<sub>2.5</sub></b>					
Dockery et al. (1993, <a href="#">044457</a> ) <sup>†</sup>	Six-Cities	Six cities across the U.S.	1974-1991		1.18 (0.89-1.57)
Krewski et al. (2000, <a href="#">012281</a> ) <sup>†</sup>	Six-Cities-Re-analysis	Six cities across the U.S.	1974-1991		1.16 (0.86-1.23)
Laden et al. (2006, <a href="#">087605</a> )	Six-Cities	Six cities across the U.S.	1974-1998		1.27 (0.96-1.69)
Beelen et al. (2008, <a href="#">156263</a> )	NLCS	Netherlands	1987-1996	Full Cohort	1.06 (0.82-1.38)
Beelen et al. (2008, <a href="#">156263</a> )	NLCS	Netherlands	1987-1996	Case Cohort	0.87 (0.52-1.47)
Brunekreef et al. (2009, <a href="#">191947</a> )	NLCS-Re-analysis	Netherlands	1987-1996	Full Cohort	1.06 (0.82-1.38)
Brunekreef et al. (2009, <a href="#">191947</a> )	NLCS-Re-analysis	Netherlands	1987-1996	Case Cohort	0.87 (0.52-1.47)
Pope et al. (1995, <a href="#">045159</a> ) <sup>†</sup>	ACS	U.S.	1982-1989		1.01 (0.91-1.12)
Pope et al. (2002, <a href="#">024689</a> ) <sup>†</sup>	ACS	U.S.	1982-2000		1.13 (1.04-1.22)
Jerret et al. (2005, <a href="#">087600</a> )	ACS-LA	Los Angeles	1982-2000	Intra-metro Los Angeles	1.44 (0.98-2.11)
Krewski et al. (2009, <a href="#">191193</a> )	ACS-Re-analysis	U.S.	1982-2000		1.11 (1.04-1.18)
Krewski et al. (2009, <a href="#">191193</a> )	ACS-Re-analysis	New York City	1982-2000	Intra-metro New York City	0.90 (0.29-2.78)
Krewski et al. (2009, <a href="#">191193</a> )	ACS-Re-analysis	Los Angeles	1982-2000	Intra-metro Los Angeles	1.31 (0.90-1.92)
McDonnell et al. (2000, <a href="#">010319</a> ) <sup>†</sup>	AHSMOG	California	1973-1977	Men	1.39 (0.79-2.46)
Naess et al. (2007, <a href="#">090736</a> )		Oslo, Norway	1992-1998	Men, 51-70 yrs	1.18 (0.93-1.52)
Naess et al. (2007, <a href="#">090736</a> )		Oslo, Norway	1992-1998	Men, 71-90 yrs	1.18 (0.93-1.52)
Naess et al. (2007, <a href="#">090736</a> )		Oslo, Norway	1992-1998	Women, 51-70 yrs	1.83 (1.36-2.47)
Naess et al. (2007, <a href="#">090736</a> )		Oslo, Norway	1992-1998	Women, 71-90 yrs	1.45 (1.05-2.02)

海外でも、肺がんリスクの上昇がみられている

**10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 毎**のリスク

U.S. EPA 2009

# 海外の知見（長期影響）

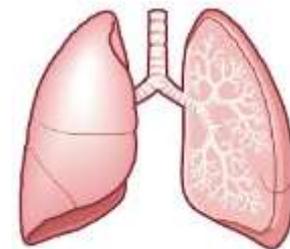
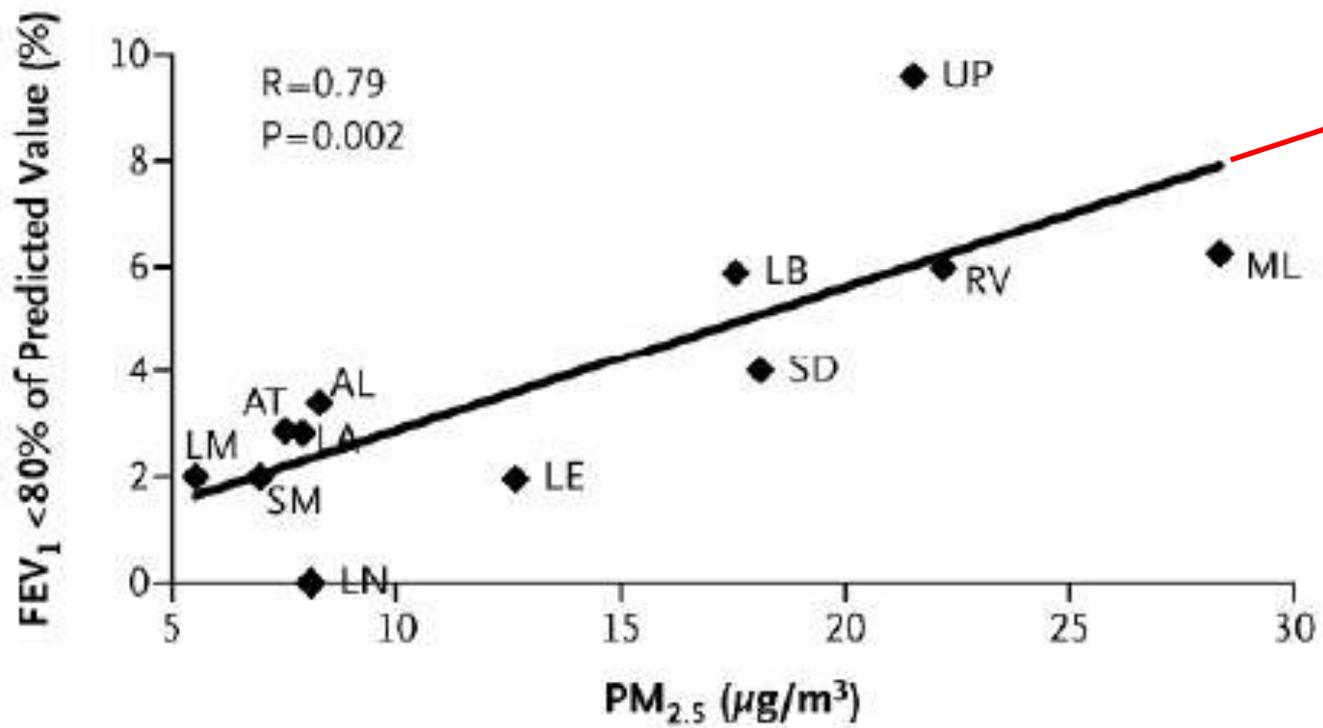


死亡・循環器系死亡・子どもの呼吸器系入院の  
リスク上昇が観察された（10~20%増）

**10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 毎のリスク**

U.S. EPA 2009

# 子どもの肺機能の発達の遅れ



肺機能の発達が遅れた子が、PM2.5の高い地域で多く観察された（**10µg/m<sup>3</sup>ごとに、数%増**）

# EPA: 米国環境保護庁

曝露期間	健康影響	因果関係
長期曝露	死亡	明確
	心血管系	明確
	呼吸器系	ほぼ明確
	生殖・発達	示唆
	発がん、変異原性、遺伝毒性	示唆
短期曝露	死亡	明確
	心血管系	明確
	呼吸器系	ほぼ明確
	中枢神経系	不十分

# 本日の内容

## 1. どんな疾患の可能性？

1. 過去の事例から
2. 実験結果から
3. 疫学調査から

**呼吸器系**（喘息、肺炎、肺がん等）  
**循環器系**（心筋梗塞・脳梗塞等）

## 2. どんな症状？

1. 喘息
2. 狭心症・心筋梗塞
3. 脳梗塞

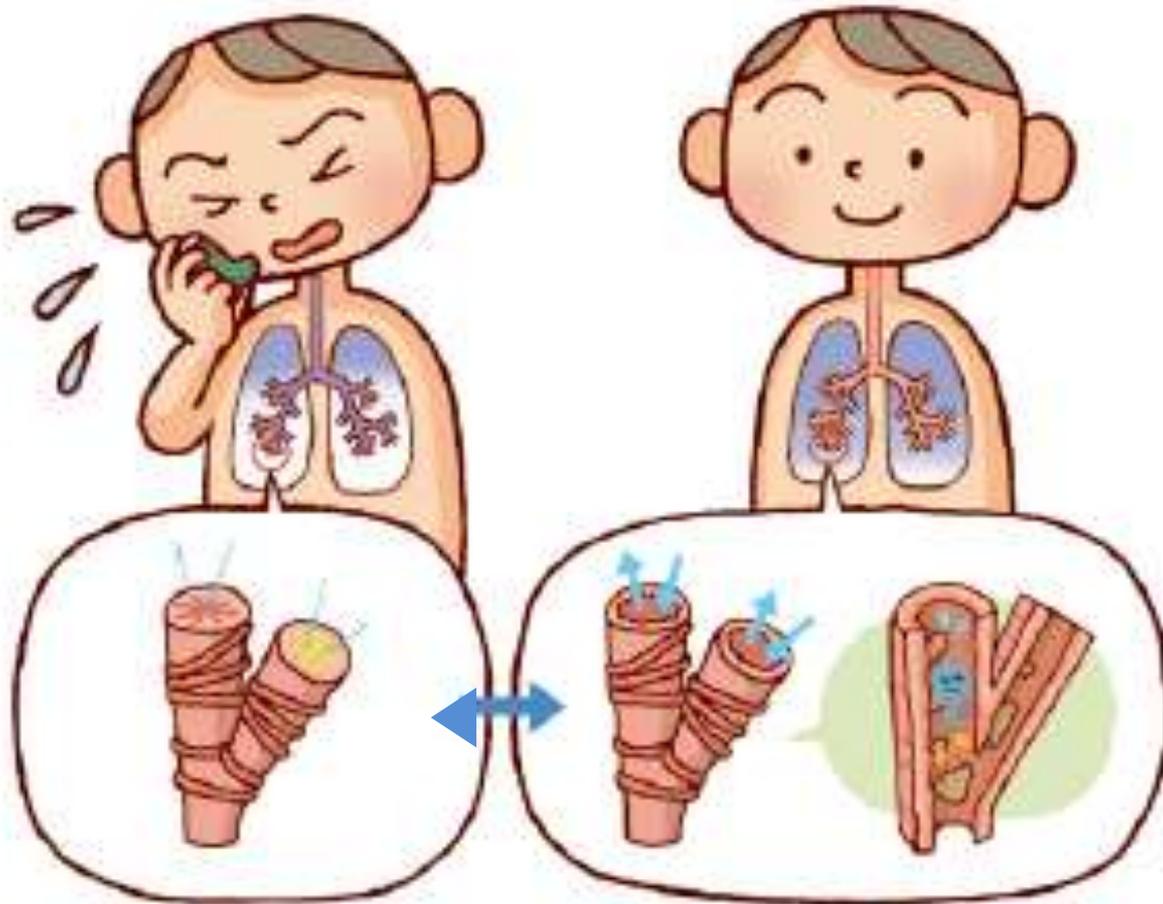
## 3. 影響を受けやすい人って？

## 4. どうしたらリスクを下げられる？

## 5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？

## 6. 無事に帰ってきたあとは？

# 喘息（ぜんそく）って・・・？



環境再生保存機構HPより

日本では小児の5～7%、成人では3～5%が罹っています。

# どんな症状が出たら・・・？

- 咳がなかなかとれない
- 息苦しい
- ヒューヒューゼーゼーという



環境再生保存機構HPより

# 喘息の気はない？

## ～こんな方は要注意～

- **小児ぜんそく**と言われたことがある
- 季節のさかい目に**咳が出る**など体調を崩しやすい
- **アトピー体質**と言われたことがある
- 花粉症・アレルギー性鼻炎  
・アトピー性皮膚炎など**アレルギー疾患**がある



# アレルギー体質と喘息

PICK UP COLUMN

ピックアップコラム

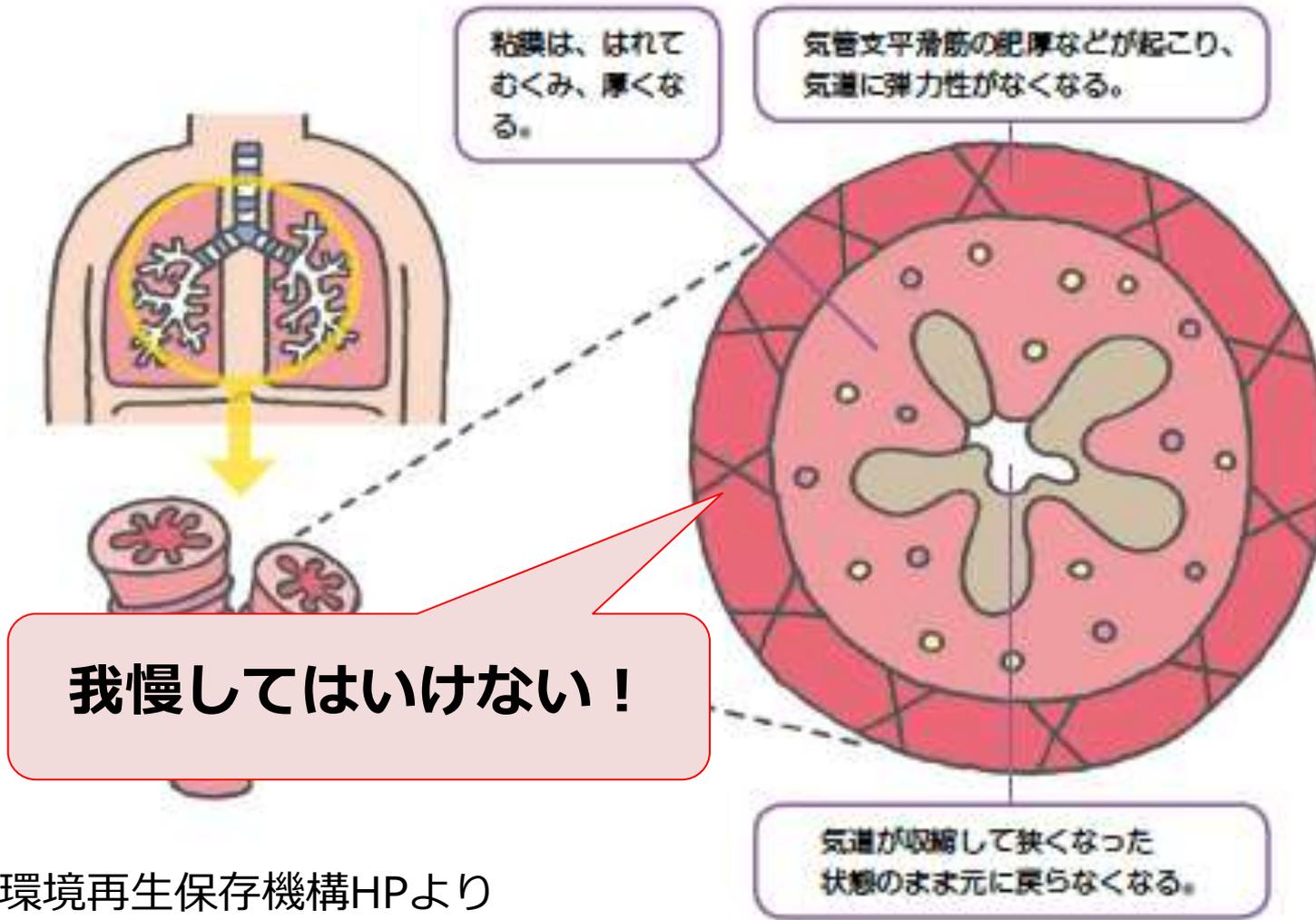
## 家族のアレルギー歴との関係は？

小児ぜん息の多くは、アレルギーが要因となり発症しますが、アレルギーは遺伝しやすいことがわかっています。アレルギーを起こしやすい体質かどうかは、家族のアレルギー歴から予想することができます。家族にぜん息の人、あるいはぜん息だった人がいると、子どももぜん息になりやすいといわれています。

もし、家族にアレルギー体質の人、ことにぜん息の人、あるいはぜん息だった人がいるようなら、環境整備によりアレルゲンを排除する、かぜなどの感染症にかからないように注意する、たばこは吸わないなど、家族ぐるみでぜん息の発症予防にとり組むようにしましょう。(→ Part 5 P36 ~ 41 参照)



# 火事は小さいうちに消す！



# 四日市ぜんそく

- 汚染地区では約4割が何らかの症状を訴えており、中でもアレルギー疾患・心臓病・慢性気管支炎などの症状が多かった
- 汚染地区の小4の身体症状調査では、8割以上が異臭時の、頭痛、喉の痛み、眼の痛み、吐き気などを経験していた

## 【38才 喘息死亡例の症例経過】

29才11月頃より風邪をひく程度の咳

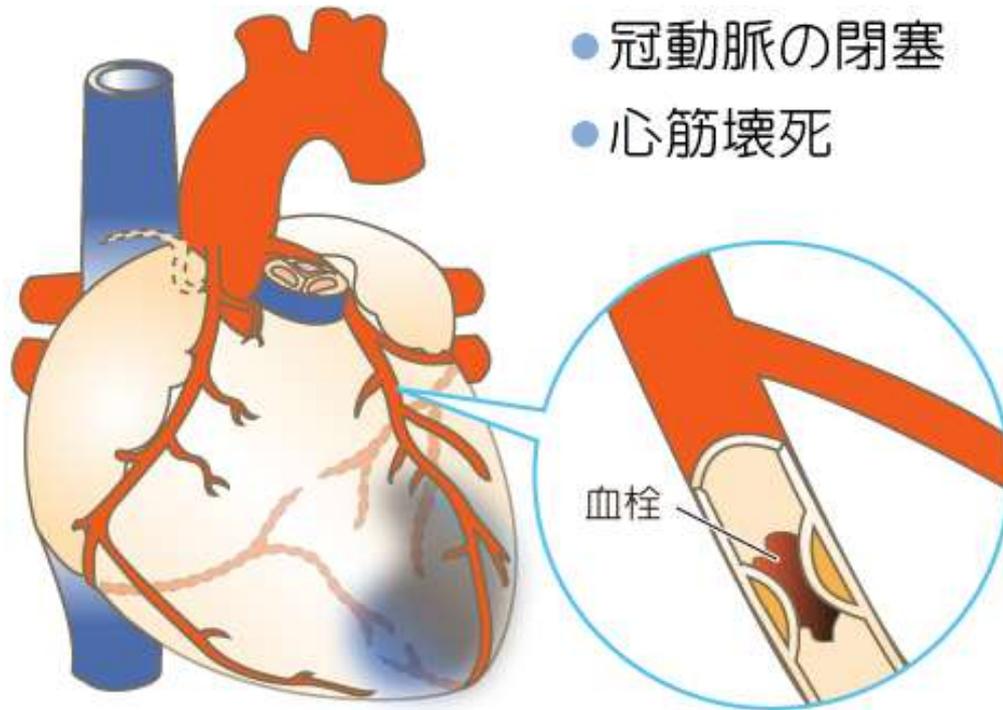
30才夏頃より1日2回程度喘息発作

31才3月に入院

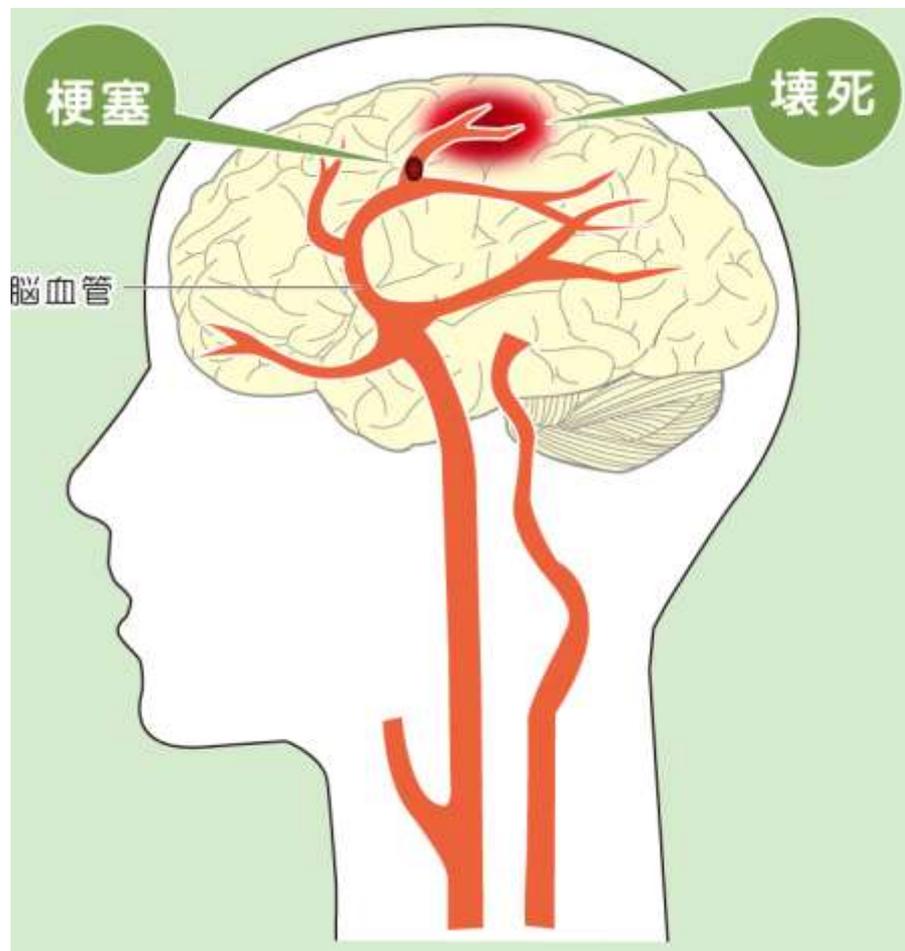
38才死去



# 狭心症・心筋梗塞・って？

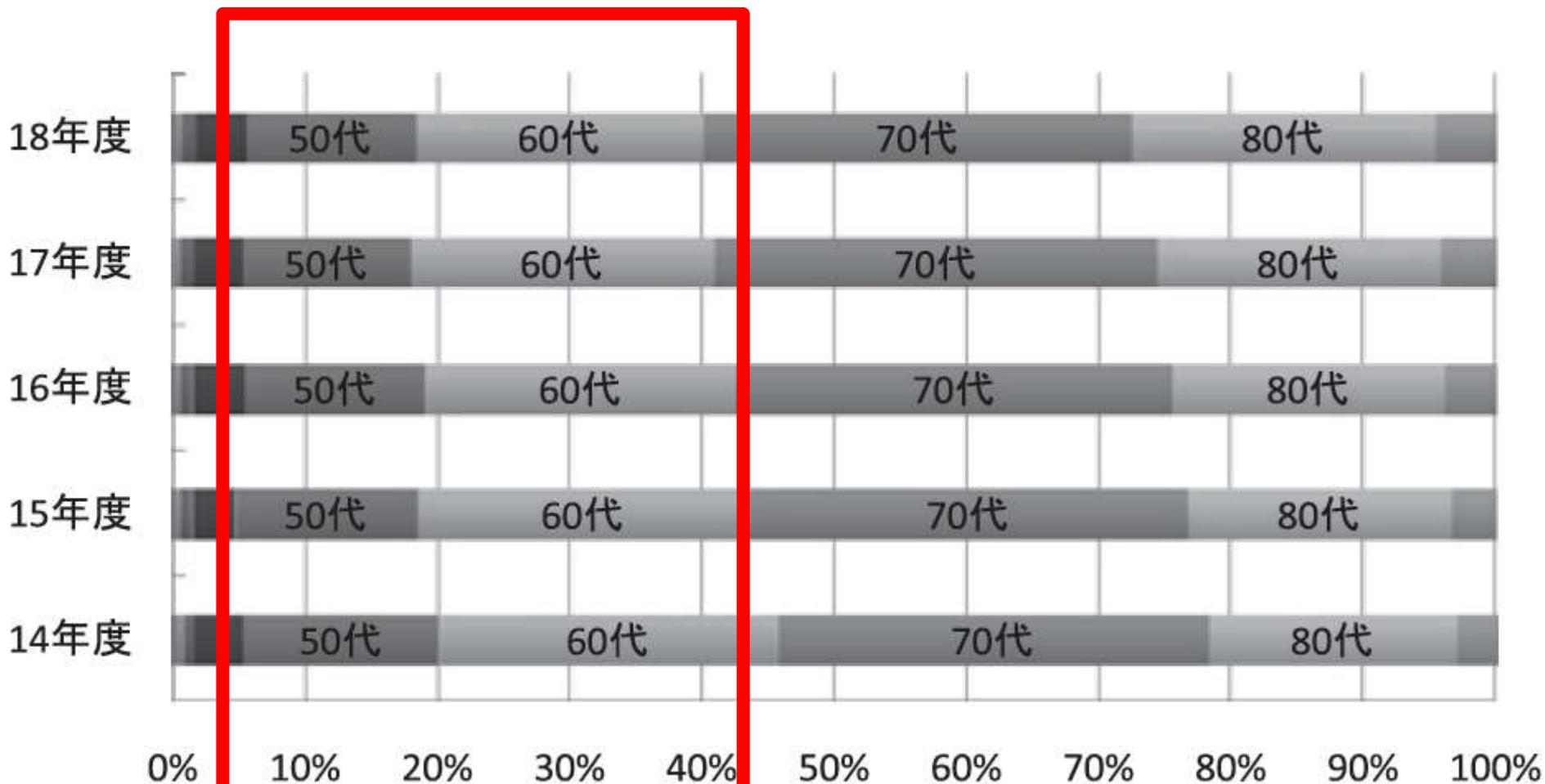


# 脳梗塞って・・・？



# 50代・60代の脳梗塞もある

■ 10代 ■ 20代 ■ 30代 ■ 40代 ■ 50代 ■ 60代 ■ 70代 ■ 80代 ■ 90代 ■ 100代



何かへん……おかしいな……もしかして…… **脳卒中**…!?

# 時間が勝負！

脳梗塞では、発症してから、**4.5時間**以内の患者さんのみに行える特殊な治療があります。



## Face 顔の麻痺



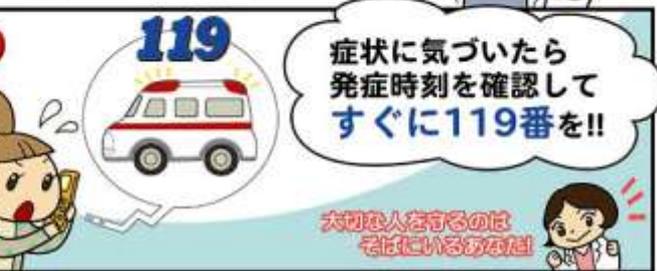
## Arm 腕の麻痺



## Speech ことばの障害



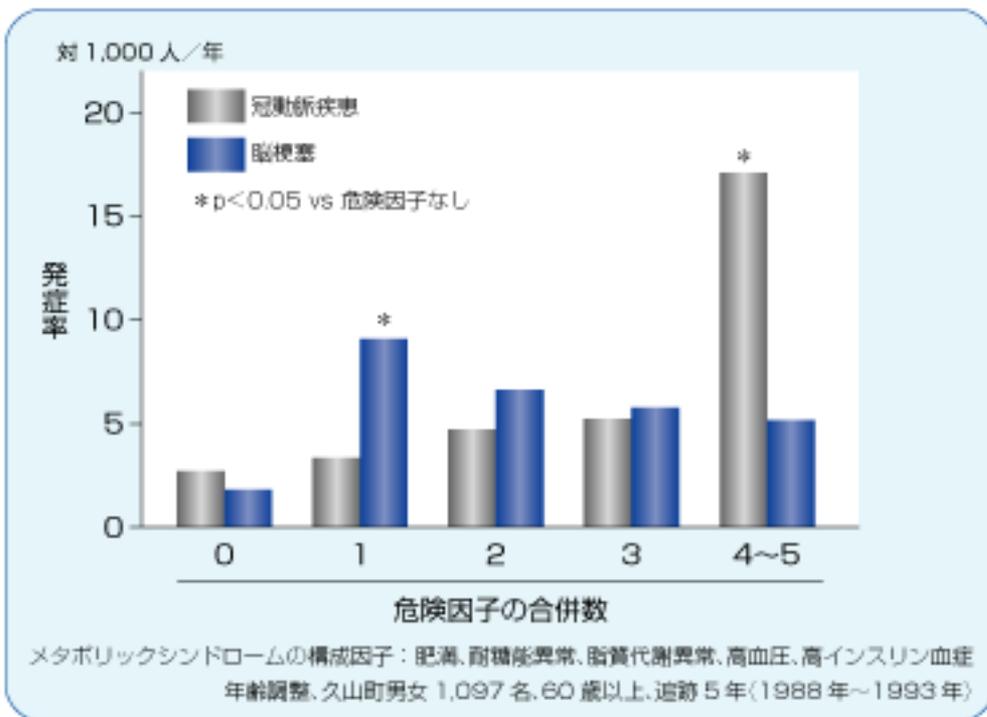
## Time 発症時刻



平成22年度循環器病研究開発費  
「新しい脳卒中医療の開拓と  
均てん化のためのシステム構築に  
関する研究」より

# 心筋梗塞・脳梗塞の危険因子

肥満、糖尿病、高血圧、脂質異常、たばこ



日本動脈硬化学会HPより

**0%**

狭心症を防ぐための生活とは？

- 1 禁煙する
- 2 塩分・糖分・脂肪分を控える
- 3 バランスのよい食事を摂る
- 4 適度な運動を続ける
- 5 規則正しい生活を心がける
- 6 ストレスを避ける
- 7 強い胸痛を感じたら、すぐに病院へ
- 8 定期的に健康診断を受ける

日本心臓財団HPより

# 本日の内容

1. どんな疾患の可能性？

2. どんな症状？

1. 喘息
2. 狭心症・心筋梗塞
3. 脳梗塞

早期発見！早期対処！  
リスクの高い人は避けて



3. 影響を受けやすい人って？

4. どうしたらリスクを下げられる？

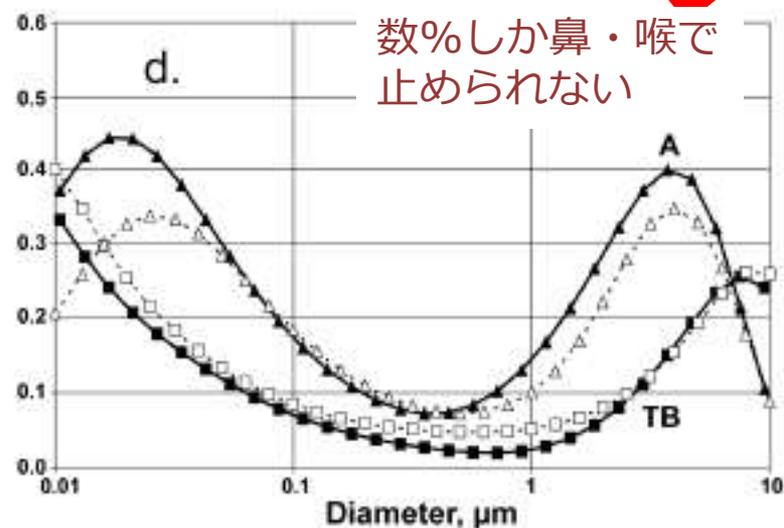
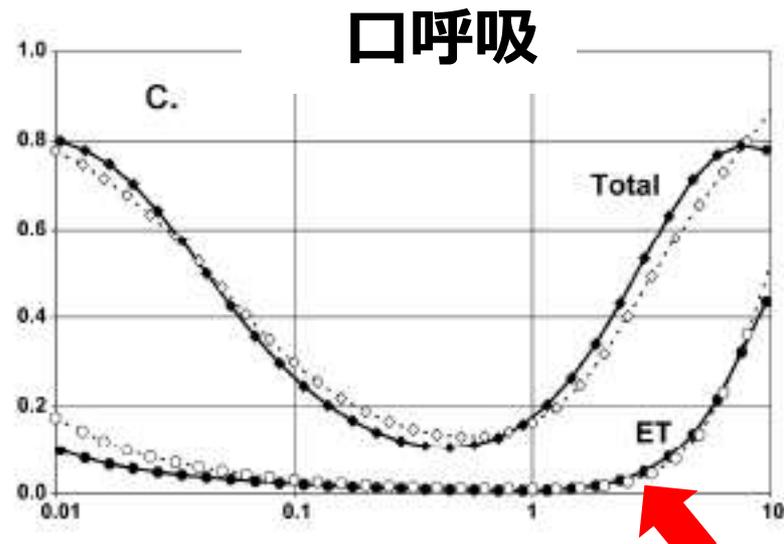
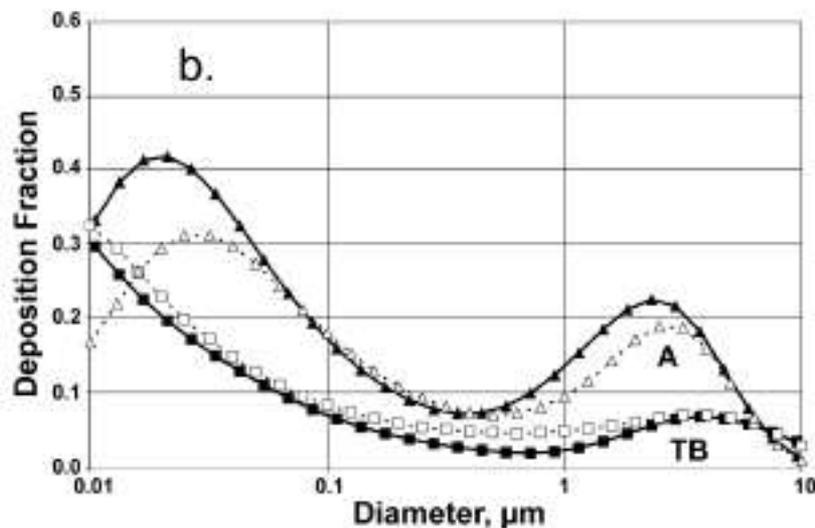
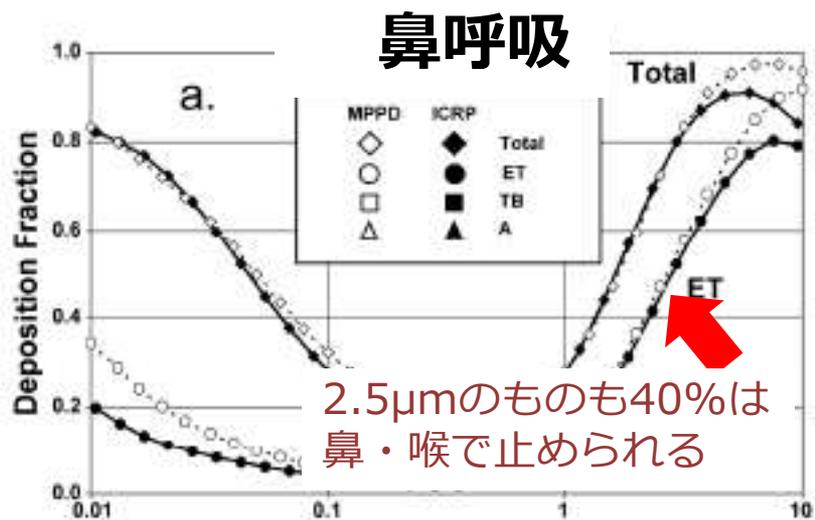
5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？

6. 無事に帰ってきたあとは？

# 影響が出やすいのはどんな人？

- **子ども・老人**
- **喘息などの呼吸器疾患**をお持ちの方
  - アレルギー疾患をお持ちの方
  - 小児ぜんそくと言われていた方
  - 親族にアレルギー疾患が多い方
- **心臓病などの循環器疾患**をお持ちの方
  - 肥満の方
  - 糖尿病の方
  - 高血圧の方
  - 脂質異常症の方
- **(口呼吸の方)**

# 鼻呼吸と口呼吸で沈着率が変わる



# 人選の際には・・・

## 問診

自覚症状（咳/痰/呼吸困難/喘鳴、動悸/息切れ/胸痛などの有無）

## 現病歴

喘息/アレルギー疾患、肥満/糖尿病/高血圧/高脂血症/不整脈

## 既往歴

小児喘息/アレルギー疾患、喫煙歴

## 身体所見

呼吸音異常、肥満/高血圧/不整脈/浮腫の有無など

## 検査

採血（血糖/HbA1c/脂質）、肺機能検査、心電図、胸部レントゲン

# 本日の内容

1. どんな疾患の可能性？
2. どんな症状？
3. 影響を受けやすい人って？

老人・子ども  
呼吸器疾患・循環器疾患  
アレルギー体質

## 4. どうしたらリスクを下げられる？

1. 曝露を下げる
2. 健康管理
3. 早期受診

5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？
6. 無事に帰ってきたあとは？

# リスクを低減する方法

- 敵を知り、己を知る（居住地のPM2.5と体調をチェック）
- 曝露を減らす
  - 空気清浄機
  - マスク
  - 鼻呼吸
  - 運動するタイミングを選ぶ
  - 通勤経路の工夫
- バランスのよい食生活と睡眠、**禁煙**
- 持病の管理（喘息・糖尿病など）
- 変調に気付いたら**早めに受診**

# 本日の内容

1. どんな疾患の可能性？
2. どんな症状？
3. 影響を受けやすい人って？
4. どうしたらリスクを下げられる？
  1. 曝露を下げる
  2. 健康管理
  3. 早期受診
5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？
6. 無事に帰ってきたあとは？

# こんな症状があれば、受診！

- 咳が長引いているような・・・
- 夜中・早朝に息苦しくて目が覚める
- 呼吸時に音が出る
- 前胸部の強い痛み
- 早朝の胸の痛み
- 一時的に意識を失う
- **FAST**



# 本日の内容

1. **どんな疾患の可能性？**
2. **どんな症状？**
3. **影響を受けやすい人って？**
4. **どうしたらリスクを下げられる？**
5. **どんな症状があったら、受診・帰国すべき？**
6. **無事に帰ってきたあとは？**

# 健康診断として推奨される項目

## 問診

自覚症状（咳、痰、呼吸困難、喘鳴、動悸、息切れ、胸痛などの有無）

## 身体所見

高血圧、不整脈、呼吸音異常、浮腫の有無など

## 検査

採血（一般的な成人病スクリーニング検査）

肺機能検査、心電図、胸部レントゲン

# 詳細な検査として検討される項目

**呼吸器疾患：（喘息、肺気腫、肺がんなど）**

症状に応じて、採血、胸部レントゲン、胸部CT、肺機能検査など。

**心血管系疾患：（狭心症、不整脈、動脈硬化など）**

症状に応じて、採血、胸部レントゲン、心電図、エコー検査、CT検査、心臓カテーテル検査など。

\* 症状によって検査の内容は異なります。また、以上は一般的な検査であり、**PM2.5と疾病発症の因果関係を証明することは現在の医療レベルでは困難**なことがほとんどであると考えられます。

# 本日の内容

1. どんな疾患の可能性？
2. どんな症状？
3. 影響を受けやすい人って？
4. どうしたらリスクを下げられる？
5. どんな症状があったら、受診・帰国すべき？
6. 無事に帰ってきたあとは？

呼吸器系（喘息・肺がん）  
循環器系（心筋梗塞・脳梗塞）

喘息/アレルギー疾患既往  
肥満/糖尿病/高血圧/  
脂質異常症

呼吸機能検査、肺がん検診

しつこい咳  
息苦しさ  
ひゅーひゅーぜいぜい  
胸痛  
TIA



肺がん検診受けてね！