

1
2 光化学オキシダントの短期曝露による健康影響のうち
3 死亡をエンドポイントとした定量評価に資する
4 信頼できる疫学研究知見のとりまとめ結果（案）
5

6 1. 短期曝露による健康影響について死亡をエンドポイントとした疫学研究について

7 第2回光化学オキシダント健康影響評価検討会（令和4年5月17日開催）において示した
8 方法（参考資料6）に基づいて収集・整理した科学的知見（参考資料7）のうち、疫学研究
9 分野においては、短期の光化学オキシダント（Ox）またはオゾン（O₃）曝露による健康影響
10 として、死亡をエンドポイントとした知見が得られている。

11 なお、短期曝露影響と長期曝露影響の区分については、日最高1時間値や日最高8時間値等
12 の平均化時間に基づき数日間までの汚染物質濃度の平均値を用いて解析を行ったものを短
13 期曝露影響、1カ月よりも長い期間の汚染物質濃度の平均値を用いて解析を行ったものを長
14 期曝露影響とした。

15 表1では、得られた知見において評価しているエンドポイントごとに、曝露量の指標（曝
16 露指標）、影響の評価指標、知見数を示す。

17 エンドポイントとしては、各国や各都市における統計・登録データ、医療機関における記
18 録等に基づく全死亡（非事故死亡）、循環器疾患死亡（心血管疾患死亡、脳血管疾患死亡）、
19 呼吸器疾患死亡（肺炎死亡、COPD死亡）、その他の疾患（がん、糖尿病、腎臓病）による
20 死亡があり、その他に救急車の出動記録や消防庁の登録データに基づく院外心停止につい
21 ても報告がされている。

22 影響の評価指標としては、単一都市から大規模複数都市における各死因による日死亡数
23 とのO₃曝露の関係について、単位濃度当たりの相対リスクの増加割合や、その結果をメタ
24 解析により統合したものが主である。

25 曝露指標としては、影響評価の実施又は影響の発生日から数日前における日最高1時
26 間値、日最高8時間値、日平均値などの日単位の濃度指標が主である。

27 知見数としては全死亡（非事故死亡）に関する知見が最も多く270報、次いで循環器疾患
28 死亡に関する知見が162報、呼吸器疾患死亡に関する知見が138報、その他の疾患（がん、
29 糖尿病、腎臓病）による死亡に関する知見が13報、院外心停止に関する知見が3報得られ
30 た。

31 研究デザインとしては、特定地域における大気汚染物質濃度の変動が地域集団における
32 健康影響に与える影響を解析する時系列研究が数多く報告されている。解析手法としては、
33 一般化線形モデル、一般化加法モデル、階層ベイズモデルなどの統計モデルを用いて、気象
34 因子などの時間変動因子を考慮した解析が行われている。

表 1 死亡をエンドポイントとした疫学知見における
曝露指標・影響の評価指標・知見数

エンドポイント	全死亡 非事故死亡	循環器疾患死 亡	呼吸器疾患死 亡	その他の疾患 による死亡	院外心停止
曝露指標	日最高 1 時間値、日最高 8 時間、日平均値等の日単位濃度指標値				
影響の 評価指標	単一都市から大規模複数都市における各死因による日死亡数または院外心停止との関係について単位濃度当たりの相対リスクの増加割合、またその結果をメタ解析により統合したもの				
知見数	270 報	162 報	138 報	13 報	3 報

上記の科学的知見を対象に、第 2 回光化学オキシダント健康影響評価検討会において「光化学オキシダントの健康リスクに関する定量評価について（案）」（参考資料 8）に示した考え方にに基づき、信頼できる科学的知見を抽出し、その詳細を、国内及び海外研究それぞれについて、影響ごとに「光化学オキシダントの曝露による健康影響のうち死亡をエンドポイントとした定量評価に資する信頼できる疫学研究知見の抄録集（案）」（参考資料 4）としてとりまとめた。

本資料では、抽出された信頼できる科学的知見のうち、国内研究についてはすべての研究、海外研究については数十都市以上を対象とした大規模な複数都市研究や、複数国や複数地域における研究をシステムチックレビューにより選定しそのリスク推定値をメタ解析で統合した研究を中心にその概要をとりまとめた。

なお、疫学研究知見においては、研究が行われた地域の濃度範囲において線形関係を前提として解析が行われたものが主であり、 O_3 と死亡との関連性については、ほとんどが単位濃度あたりの影響推定値で示されている。本資料の整理においては、単位濃度あたりの推定値と 95%信頼区間または 95%事後区間が示された知見のみ図を作成し、特に言及のない場合、図における影響推定値は O_x または O_3 の 10 ppb 上昇あたりの値として換算した。

年齢による区分については、主に 18 歳以下を「未成年」、19 歳以上 64 歳以下を「成人」、65 歳以上を「高齢者」として分類した。

評価対象物質 (O_3 と O_x の区別) については、基本的に、文献中の表記をそのまま記載した。

2. 知見の整理結果

2.1. 死亡をエンドポイントとした短期曝露影響

2.1.1. 国内研究及び日本を含む研究

死亡をエンドポイントとした O_3 の短期曝露影響に関する知見については、日本国内地域又は日本を含む複数地域において、全年齢及び成人（表 2）、高齢者（表 5）を対象とした研究が計 7 報報告されている。これらの研究では、厚生労働省や各国の統計省庁などにおける日死亡データを用いて、対象者ごとや季節ごとの解析が行われている。また、救急車の出動記録等を利用した院外心停止についての研究も 2 報報告されている（表 8）。

全年齢又は成人を対象とした研究では、日単位の O_3 濃度と全死亡、循環器疾患死亡、呼吸器疾患死亡に正の関連性がみられており、夏季において関連性が強まることが報告されている。また、気温の上昇によって O_3 濃度と日死亡の関連性が強くなることが報告されている。また、いくつかの研究では、濃度-反応関数の形状について線形モデル又は非線形モデルへの当てはまりを統計学的に評価するとともに、閾値についての検討が行われている。高齢者を対象とした研究においても、研究数は少ないものの、 O_3 濃度と全死亡、循環器疾患死亡、呼吸器疾患死亡に正の関連性がみられており、春季（3～5 月）及び秋季（9～12 月）において、共存汚染物質の調整後も関連性が維持されたことが報告されている。一方、虚血性脳卒中死亡については、 O_3 濃度との間に負の関連性がみられたことが報告されている。また、院外心停止について評価した研究では、年齢別の解析により、高齢者でのみ O_3 濃度との間に正の関連性がみられたことが報告されている。

全年齢又は成人を対象とした研究のうち、国内地域のみを対象とした研究は 1 報、日本を含むアジアの複数国における地域を対象とした研究は 4 報ある（表 2）。Turin *et al.* (2012a) では、滋賀県高島郡において脳卒中又は心筋梗塞による死亡と発症後 28 日以内の平均 Ox 濃度について解析したが、関連性はみられなかった。Chen *et al.* (2014c) では、日本を含む東アジア 21 都市において、全地域における季節を限定しない通年での解析では 8 時間（10～18 時）平均 O_3 濃度の同日と前日の移動平均値と全死亡に正の関連性がみられた。季節別の解析では夏季（6～9 月）で IQR あたりの関連が最も強かった。日本の 7 都市に限定した解析においても通年で正の関連性がみられるとともに、季節別では春季（3～6 月）で最も強い関連がみられた（表 3）。Bae *et al.* (2015) では、日本及び韓国の 13 都市を対象に 30 歳以上の日死亡について解析し、全死亡について 7 都市で線形モデルよりも、 O_3 を 3 次スプライン処理した値を用いた非線形モデルに当てはまる傾向がみられ、都市ごとに統計学的に探索した閾値以上では大邱市、釜山市、東京、北九州において日平均 O_3 濃度と全死亡の過剰死亡リスクに正の関連性が、閾値以下ではソウル、大邱市、釜山市、東京、名古屋において負の関連性がみられた（表 4）。Huang *et al.* (2019) では、日本、韓国、台湾の計 13 都市を対

1 象に非事故死亡について、非線形モデルを用いた解析により、単一汚染物質モデルで、台湾、
2 韓国、日本それぞれ日最高 8 時間 O₃ 濃度で約 40、50、40ppb を超える濃度域において、非
3 事故死亡と正の関連性がみられた (表 2)。Lee *et al.* (2019b) では、日本・韓国・台湾の計
4 16 都市を対象として解析を行い、高温時(平均気温の 2 日間移動平均値の 99 パーセント
5 ル値及びそれ以上)において、高濃度 O₃(2 日間移動平均値の 90 パーセント値及びそれ
6 以上)曝露では低濃度 O₃(同 10 パーセント値及びそれ以下) 曝露に比べて、全年齢での
7 全死亡、呼吸器疾患死亡、心血管疾患死亡の相対リスクが増加した。また、低温時(平均気
8 温の 2 日間移動平均の 90 パーセント値)と比較して、高温時(同 99 パーセント値)
9 では、O₃ 曝露による全死亡の相対リスクが増加した (表 2)。

10

11 高齢者を対象とした研究は 2 報ある (表 5)。Yamazaki *et al.* (2007)では、日本の 13 都市
12 における 65 歳以上の脳内出血死亡及び虚血性脳卒中死亡について解析し、4~9 月の死亡前
13 24 時間平均 Ox 濃度と虚血性脳卒中死亡との間に負の関連性がみられたが、SPM 及び NO₂
14 について調整を行うと関連性は失われた (表 6)。Ng *et al.* (2013)では、日本の 20 都市にお
15 ける 65 歳以上の原因別死亡について、春季 (3~5 月) 及び秋季 (9~12 月) では死亡の当
16 日から 2 日前の日最高 8 時間 O₃ 濃度と全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡に正の関
17 連性がみられ、PM_{2.5} 及び NO₂ 調整後も関連性が維持されたが、夏季 (6~8 月) では呼吸器
18 疾患死亡に正の関連性がみられたが、共存汚染物質の調整により関連性は失われた。冬季
19 (12~2 月) では、呼吸器疾患死亡についてのみ正の関連性がみられ、PM_{2.5} 及び NO₂ 調整後
20 も関連性が維持された (表 7)。

21

22 院外心停止についての報告は 2 報ある (表 8)。Yorifuji *et al.* (2014b)では、岡山市の救急
23 車の出動記録を用いて解析を行い、全年齢及び 65 歳以上において通年のラグ 3~4 日の日
24 平均 O₃ 濃度と院外心停止に正の関連性がみられたが、65 歳未満では関連性はみられなかつ
25 た (表 9)。Zhao *et al.* (2020) では、消防庁全日本心肺蘇生登録データを用いて解析を行い、
26 単一汚染物質モデル及び PM_{2.5} との 2 汚染物質モデルいずれにおいてもラグ 1 日の日平均
27 Ox 濃度と全院外心停止に正の関連性がみられたが、院外心停止のうち心臓由来については
28 Ox 曝露との関連性はみられなかった (表 10)。

1 2.1.1.1. 死亡をエンドポイントとした国内研究

2

表 2 全年齢及び成人を対象とした国内研究【5報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Turin <i>et al.</i> (2012a)	日本：滋賀県高島郡	1988年1月～2004年12月	高島郡に居住し期間中に脳卒中、急性心筋梗塞で高島郡内病院に入院または郡外3次医療機関を受診した登録者(それぞれ2,038人, 429人)のうち発症後28日以内の脳卒中死亡者：307人(男性153人(平均年齢71.0歳), 女性154人(76.4歳)) 急性心筋梗塞死亡者：142人(男性94人(72.5歳), 女性54人(78.6歳))	高島循環器疾患発症登録研究の脳卒中登録、心筋梗塞登録の患者について毎年、死亡届の提出有無、死亡の場合は死因を確認	Ox：日平均値	高島郡の期間中平均値(SD): 28.4(12.1) ppb	発症時年齢, 性別, 高血圧, 糖尿病, 肥満, 喫煙, 飲酒, 季節, 暦年	単一汚染物質モデル, 複数汚染物質モデル, 候補因子をすべて調整したモデルのいずれにおいても Ox と脳卒中又は急性心筋梗塞による死亡リスクとの関連性はみられなかった。
Chen <i>et al.</i> (2014c)	東アジア 21 都市：中国 4 都市(北京, 蘇州, 上海, 香港), 台湾 3 都	1979～2010 年 都市により異なるが, 大部分は 10	各都市の日死亡者数	日死亡データ 中国：Municipal Center for Disease Control and Prevention	O ₃ ：8 時間平均値(10～18 時)	通年の都市平均値の範囲 36.6～132.5 μg/m ³	気温, 相対湿度, 経時トレンド, 曜日, インフルエンザ流行	21 都市全体での解析において、ラグ 0-1 日の 8 時間平均 O ₃ 濃度の IQR 増加あたり全死亡は、直前 2 週間(ラグ 0-14 日)の気温について調整後に増加した。季節ごとでは夏 (6～8 月) が

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
	市(台北, 台中, 高雄), 韓国 7 都市(釜山, 大邱, 大田, 光州, 仁川, ソウル, 蔚山), 日本 7 都市(福岡, 北九州, 名古屋, 大阪, 札幌, 仙台, 東京)	年以上の追跡		香港: Census and Statistics Department 台湾: Department of Health 日本: 厚生労働省 韓国: Korea National Statistics Office		季節別の都市 平均値範囲 冬: 15.2~138.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 春: 35.9~132.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 夏: 25.3~117.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 秋: 34.6~169.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		最も増加が大きかった。PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ との2汚染物質モデルでも O ₃ との関連は維持された。日本に限定した解析では、通年、季節別ともに正の関連性がみられたが、春(3~5月)で最も関連が強かった。
Bae <i>et al.</i> (2015)	日本, 韓国 13 都市: 日本 6 都市(札幌, 東京, 名古屋, 大阪, 北九州, 福岡)、韓国 7 都市(ソウル, 仁川, 大邱, 大田, 光州, 釜山, 蔚山)	2000年1月~2009年12月	30歳以上の日死亡者数(全死亡(非事故死亡), 呼吸器疾患死亡, 心血管系疾患死亡)	日本: 総務省統計局 韓国: Statistics Korea	O ₃ : 日平均値	期間中の都市平均値の範囲 22.0~29.4 ppb	日平均気温, 相対湿度, 暦日, 季節, 年, 曜日, 祝日, 年間人口	全死亡については、ラグ 0-1 日の日平均 O ₃ 濃度と全死亡の濃度反応関係について 7 都市において非線形モデルの方が線形モデルよりも AIC(赤池情報量基準)に基づく当てはまりが良く、都市により 11~34 ppb に閾値があると推定された。 AIC に基づく当てはまりが最大となる O ₃ 濃度として求めた閾値以上では大邱市, 釜山市, 東京, 北九州において正の関連性がみられ、閾値以下ではソウル, 大邱市, 釜山市, 東京, 名古屋で負の関連性がみられた。13 都市を統合すると 30~40 ppb に閾値を

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
								有する J 型の濃度反応関係がみられた。心血管疾患死亡では全死亡と類似の傾向がみられた一方、呼吸器疾患死亡については非線形モデルの優位性を示すエビデンスは得られなかった。
Huang <i>et al.</i> (2019)	台湾 3 都市(台北, 台中, 高雄), 韓国 7 都市(ソウル, 仁川, 大田, 大邱, 光州, 釜山, 蔚山), 日本 7 都市(札幌, 仙台, 東京, 名古屋, 大阪, 北九州, 福岡)	台湾: 1994 ~2007 年 韓国: 1999 ~2010 年 日本: 1979 ~2010 年	非事故死亡者。都市による日死亡数平均の範囲 11~147 人 (日本: 13~147 人, 韓国: 11~103 人, 台湾: 32~77 人), 死亡率平均の範囲は 1,000 人あたり 3.7~17.9 人 (日本: 9.5~17.9 人, 韓国: 3.7~5.1 人, 台湾: 4.5~5.6 人)	台湾の国家死亡登録, 韓国統計庁, および日本の厚生労働省から収集	O ₃ : 日最高 8 時間値	国ごとの都市別平均値の範囲 台湾: 32.6~46.3 ppb 韓国: 23.2~30.0 ppb 日本: 17.4~24.9 ppb	気温, 相対湿度, 暦日, 曜日-	単一汚染物質モデルによる曝露-反応曲線から、台湾、韓国、日本それぞれ約 40 ppb, 50 ppb, 40 ppb を超える濃度域において、日最高 8 時間 O ₃ 濃度の上昇に伴う死亡率増加がみられた。粒子状物質調整後も台湾、日本については正の関連性が維持された。
Lee <i>et al.</i> (2019b)	日本 6 都市, 韓国 7 都市, 台湾 3 都市	日本: 1979 ~2012 年, 韓国: 1999 ~2015 年, 台湾: 1994 ~2014 年	16 都市での全死亡 6,890,982 人(日本: 4,065,716 人, 韓国: 1,662,422 人, 台湾: 1,162,844 人)。呼吸器疾患死亡 688,746 人(日	日本: 厚生労働省から取得 韓国: 統計庁から取得 台湾: 国家死亡登録データを取得	O ₃ : 日平均値の 2 日間移動平均値(6~9 月)	日本: 中央値: 19.4ppb, 都市別平均値の範囲: 17.4~24.2ppb 韓国: 中央値: 21.2ppb,	気温, 相対湿度, 曜日, 時刻	季節変動、曜日、気温、湿度を調整した解析の結果、高温時(平均気温の 2 日間移動平均値の 99 パーセントイル値及びそれ以上)において、低濃度 O ₃ 曝露(同 10 パーセントイル値及びそれ以下)時に比べて、高濃度(2 日間移動平均値の 90 パーセントイル値及

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
			本:471,555 人, 韓国:106,215 人, 台湾:110,976 人, 心血管疾患死亡 2,041,262 人(日本:1,388,914 人, 韓国:389,601 人, 台湾: 262,747 人)。			都市別平均値の範囲:17.7～25.6ppb 台湾: 中央値: 32ppb, 都市別平均値の範囲:30.6～37.0ppb		びそれ以上) の大気中 O ₃ への曝露により、全年齢を対象とした全死亡の相対リスクが増加した。低温時(平均気温の 2 日間移動平均の 90 パーセンタイル値)と比較して、高温時(同 99 パーセンタイル値)では、O ₃ 曝露による相対リスクが増加した。全年齢の全死亡において、高温と O ₃ 曝露には相乗作用がみられた。

1
2

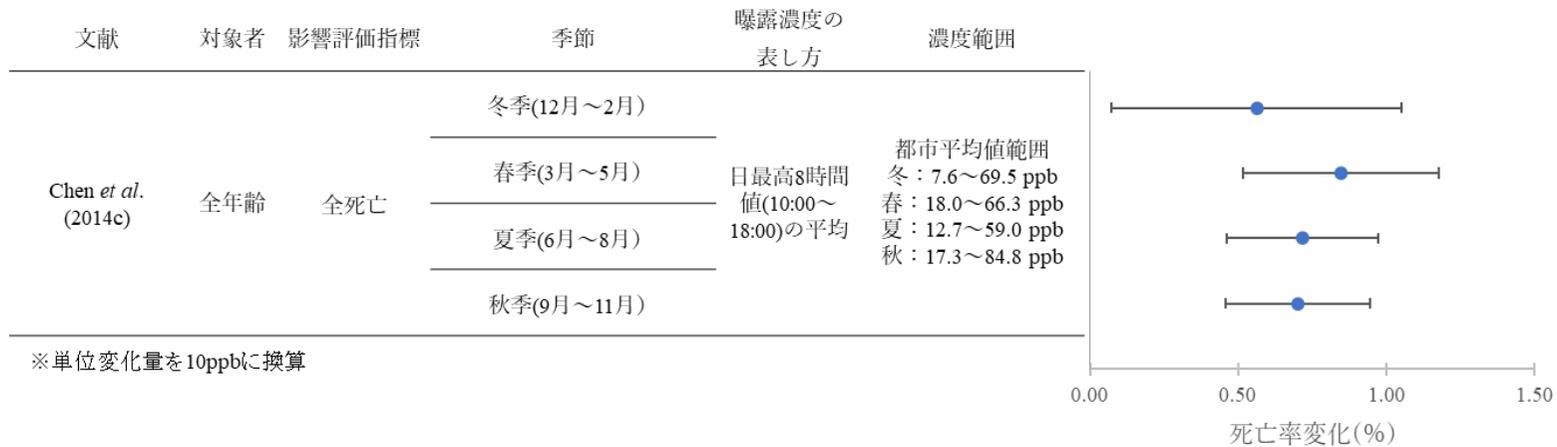
1

表 3 全年齢及び成人を対象とした Chen *et al.* (2014c)の解析結果 (死亡率変化)

2

(表 2 に示す Chen *et al.* (2014c)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変化(%)	95%PI		調整汚染物質	備考	
Chen <i>et al.</i> (2014c)	全年齢	全死亡	冬季(12月～2月)	日最高8時間値 (10:00～18:00)の平均	0-1日	11.0	0.62	0.08	1.16	-	全地域(中国、台湾、 日本、韓国、21都市)	
			春季(3月～5月)			17.2	1.46	0.89	2.03			
			夏季(6月～8月)			22.3	1.60	1.03	2.17			
			秋季(9月～11月)			16.0	1.12	0.73	1.51			
			冬季(12月～2月)			記載なし	0.25	-0.63	1.13			日本(7都市)
			春季(3月～5月)				1.16	0.45	1.86			
			夏季(6月～8月)				1.06	0.19	1.93			
			秋季(9月～11月)				0.55	0.26	0.84			



3

4

5

6

図 1 Chen *et al.* (2014c)における解析結果
(表 3 に示す Chen *et al.* (2014c)における解析結果のまとめ)

1
2
3

表 4 全年齢及び成人を対象とした Bae et al. (2015)の解析結果
(表 2 に示す Bae et al. (2015)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価 指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	過剰死亡 リスク(%)	95%CI		調整汚染物質	備考
Bae et al. (2015)	ソウル特別市	全死亡	通年	日平均値	0-1 日	1	0.02	-0.02	0.06	PM ₁₀ (韓国の都市の PM ₁₀ は実測値, 日本 の都市の PM ₁₀ は SPM×1.16 で近似値 を算出)	閾値以上
	大邱 (テグ) 広域市						0.08	0.00	0.16		
	釜山 (プサン) 広域市						0.12	0.06	0.18		
	札幌市						0.00	-0.06	0.06		
	東京都						0.17	0.09	0.25		
	名古屋市						0.06	-0.04	0.16		
	北九州市						0.17	0.05	0.29		
	ソウル特別市						-0.43	-0.57	-0.29		閾値以下
	大邱 (テグ) 広域市						-0.32	-0.60	-0.05		
	釜山 (プサン) 広域市						-0.46	-0.68	-0.24		
	札幌市						-1.14	-2.35	0.07		
	東京都						-0.12	-0.16	-0.08		
	名古屋市						-0.18	-0.30	-0.06		
	北九州市						-0.08	-0.20	0.04		

4

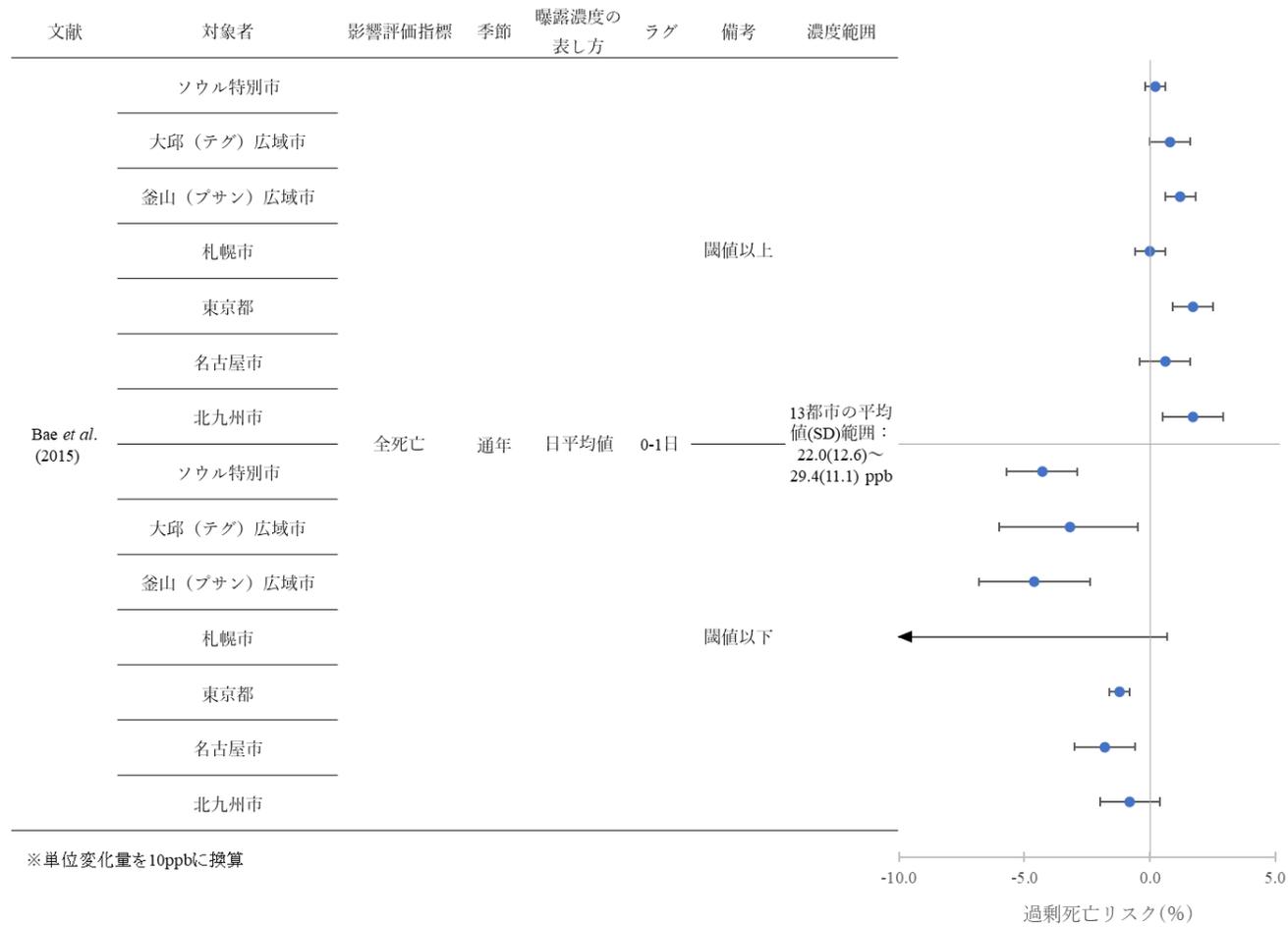


図 2 Bae *et al.* (2015)における解析結果
(表 4 に示す研究における解析結果のまとめ)

1
2
3

表 5 高齢者を対象とした国内研究【2報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Yamazaki <i>et al.</i> (2007)	日本：13 都市(千葉市, 福岡市, 広島市, 川崎市, 北九州市, 神戸市, 京都市, 名古屋市, 大阪市, 札幌市, 仙台市, 東京首都圏, 横浜市)	1990 年 1 月～1994 年 12 月	65 歳以上の脳内出血死亡者 17,354 人及び虚血性脳卒中死亡者 46,370 人	厚生労働省より入手	Ox : 1 時間値. 24 時間移動平均値	都市別平均値の範囲 温暖期(4～9 月): 13.3～29.5 ppb 寒冷期(10～3 月): 10.7～24.7 ppb	気温, 相対湿度 1 時間 Ox 濃度との関連の分析でのみ 24 時間平均 Ox 濃度	単一汚染物質モデルにおいて、温暖期(4～9 月)の死亡前 24 時間平均 Ox 濃度と虚血性脳卒中死亡との間に負の関連性がみられたが、SPM 及び NO ₂ について調整を行うと関連性は失われた。脳内出血死亡、虚血性脳卒中死亡のいずれも 1 時間 Ox 濃度との関連性はみられなかった。
Ng <i>et al.</i> (2013)	20 都市(東京, 大阪, 名古屋, 札幌, 神戸, 福岡, 川崎, 仙台, 堺, 尼崎, 倉敷, 市川, 上越, 大田, 森口, 取手, 戸田日向, 蓮田, 涌谷)	2002 年 1 月～2007 年 12 月	65 歳以上の死亡者 791,507 人	厚生労働省の日死亡データ	O ₃ : 日最高 8 時間値	全対象都市の中央値(10～90 パーセントイル値) 夏季(6～8 月): 38.4 ppbv (19.2～67.3ppbv) 冬季(12～2 月): 31.1ppbv (17.3～40.2ppbv) 春秋(3～5 月, 9～11 月): 40.8 ppbv (22.9～59.3ppbv)	経時トレンド, 曜日, 気温, インフルエンザ流行(冬季のみ)	曜日、季節、気温、湿度、インフルエンザを調整した結果、死亡の当日から 2 日前の日最高 8 時間 O ₃ 濃度上昇と全死亡増加の正の関連性は春秋にのみみられ、PM _{2.5} 及び NO ₂ 調整後も維持された。 心血管疾患死亡増加との正の関連性は、O ₃ 単独では春秋にのみみられたが、PM _{2.5} について調整を行うと夏季においてもみられた。 呼吸器疾患死亡との正の関連性は、夏季、冬季、春秋いずれにおいてもみら

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
								れたが、PM _{2.5} を調整するとみられなくなった。

1
2
3

表 6 高齢者を対象とした Yamazaki *et al.* (2007)の解析結果 (オッズ比)

(表 5 に示す Yamazaki *et al.* (2007)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	OR	95%CI		調整汚染物質
Yamazaki <i>et al.</i> (2007)	65 歳以上 (死亡時)	脳内出血による死亡	4~9 月	死亡前 24 時間平均値	-	10	0.996	0.961	1.033	-
		虚血性脳卒中による死亡					0.975	0.955	0.996	
		脳内出血による死亡	10~3 月				1.010	0.950	1.033	
		虚血性脳卒中による死亡					1.006	0.970	1.044	
		脳内出血による死亡	4~9 月				1.000	0.962	1.039	SPM, NO ₂
		虚血性脳卒中による死亡					0.979	0.957	1.001	
		脳内出血による死亡	10~3 月				1.000	0.938	1.066	
		虚血性脳卒中による死亡					1.012	0.975	1.052	

4

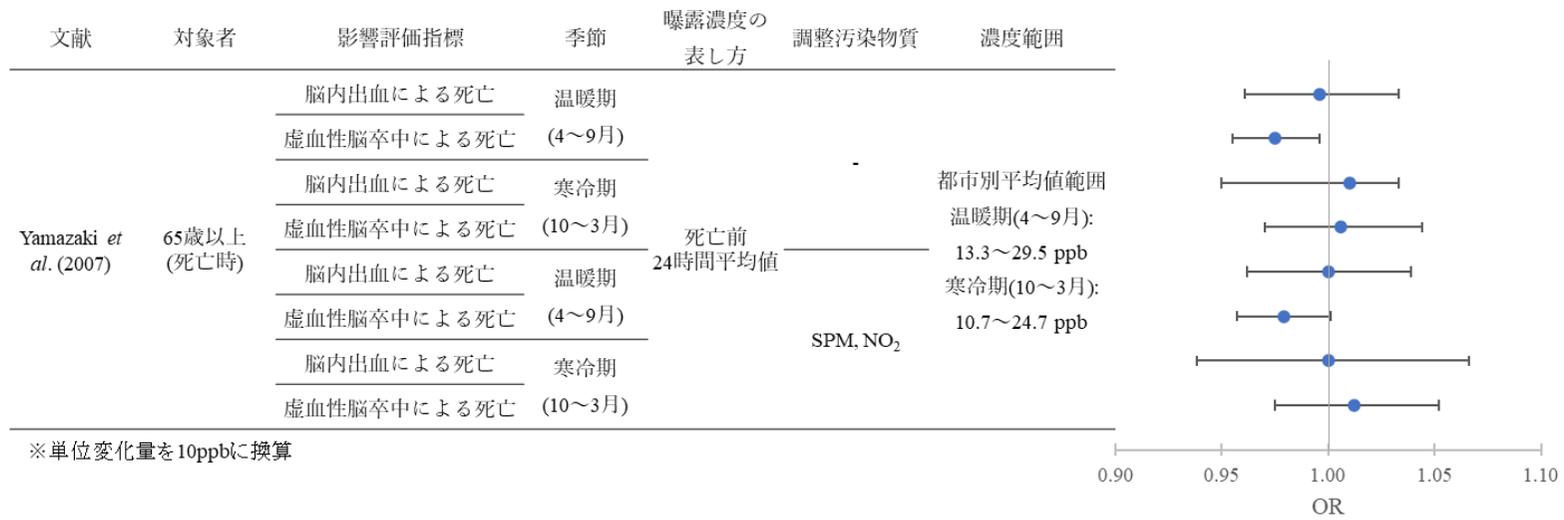


図 3 Yamazaki *et al.* (2007)における解析結果
(表 6 に示す Yamazaki *et al.* (2007)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4

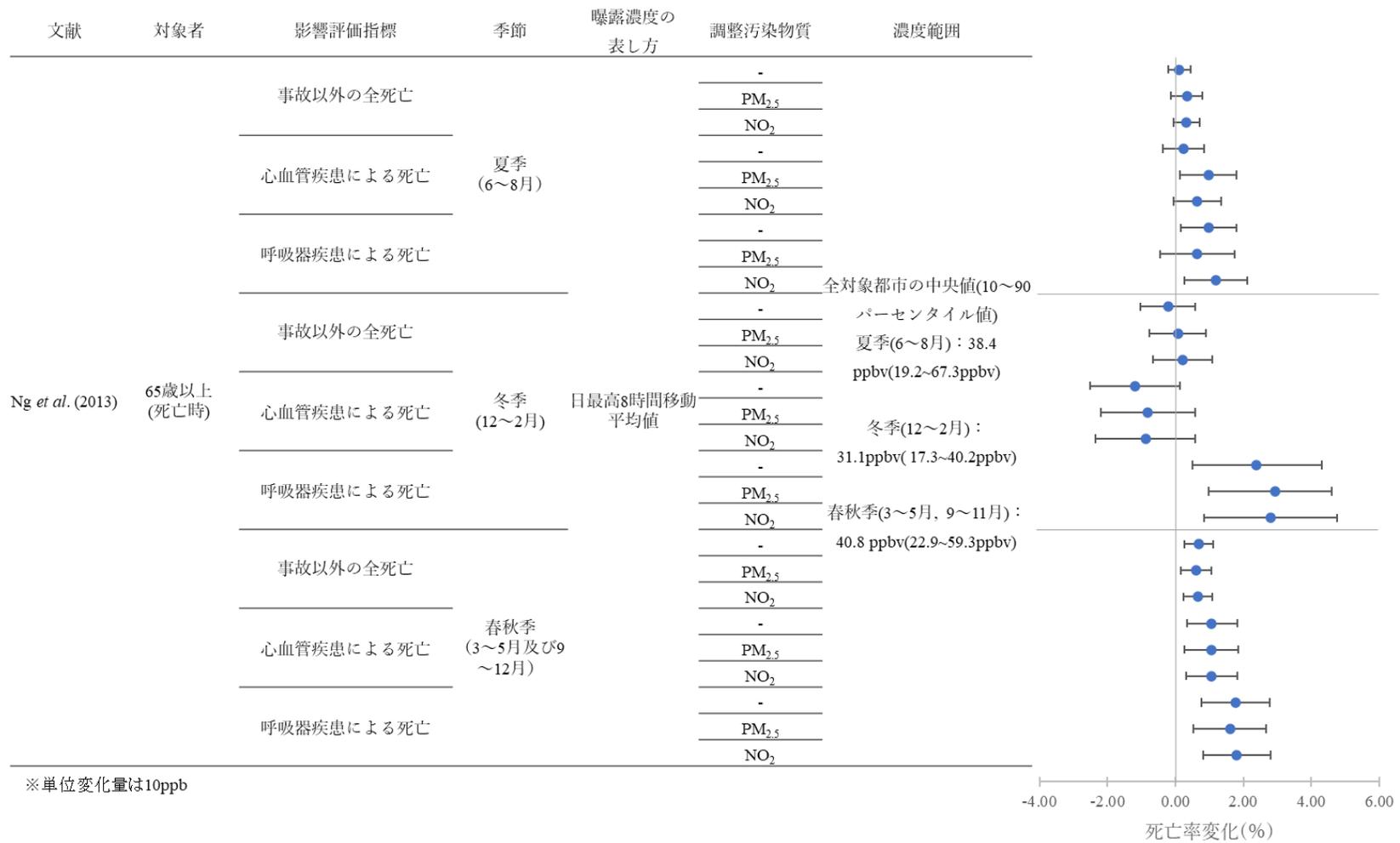
1
2

表 7 高齢者を対象とした Ng *et al.* (2013)の解析結果 (死亡率変化)
(表 5 に示す Ng *et al.* (2013)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の 表し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整汚染物質
Ng <i>et al.</i> (2013)	65 歳以上(死 亡時)	事故以外の全死亡	夏季 (6~8 月)	日最高 8 時間移 動平均値	0-2 日	10	0.12	-0.22	0.46	-
							0.34	-0.12	0.80	PM _{2.5}
		0.33					-0.05	0.71	NO ₂	
		0.23					-0.38	0.84	-	
		0.97					0.14	1.81	PM _{2.5}	
		0.64					-0.06	1.34	NO ₂	
		0.97					0.16	1.79	-	
		0.64					-0.44	1.74	PM _{2.5}	
		1.18					0.27	2.11	NO ₂	
		冬季(12~2 月)					-0.22	-1.02	0.58	-
			0.07	-0.76	0.91	PM _{2.5}				
			0.20	-0.67	1.09	NO ₂				
			-1.20	-2.52	0.14	-				
			-0.81	-2.19	0.58	PM _{2.5}				
			-0.88	-2.34	0.59	NO ₂				
			2.38	0.50	4.30	-				
			2.94	0.97	4.59	PM _{2.5}				
			2.8	0.86	4.77	NO ₂				
			春秋(3~5 月 及び 9~12 月)	事故以外の全死亡	0.69	0.27	1.10	-		
		0.61		0.16	1.06	PM _{2.5}				
0.67	0.25	1.09		NO ₂						
1.07	0.34	1.82		-						
	心血管疾患による死亡									
	呼吸器疾患による死亡									
	心血管疾患による死亡									
	呼吸器疾患による死亡									

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の 表し方（平均化 時間、等）	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整汚染物質
							1.06	0.27	1.86	PM _{2.5}
							1.07	0.33	1.82	NO ₂
		呼吸器疾患による死亡					1.77	0.78	2.77	-
							1.60	0.53	2.68	PM _{2.5}
							1.81	0.82	2.81	NO ₂

1



1
2
3

図 4 Ng *et al.* (2013)における解析結果
(表 7 に示す Ng *et al.* (2013)における解析結果のまとめ)

1 2.1.1.2. 院外心停止をエンドポイントとした研究

2

表 8 院外心停止をエンドポイントとした国内研究【2報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Yorifuji <i>et al.</i> (2014b)	日本：岡山市	2006/1～2010/12	病院外での心臓停止によって救急救命室を受診した人 558 人 (65 歳以上 435 人、65 歳未満 123 人)	岡山市消防局救急課の救急車の出動記録電子データ	O ₃ : 日平均値	岡山市の平均値(SD) : 25.9(17.9) ppb 暖期 : 31.4(19.5) ppb 寒期 : 20.5(14.2) ppb	気温、相対湿度	ラグ 72～96 時間平均 O ₃ 濃度と院外心停止には正の関連性がみられ、65 歳以上ではより強い影響がみられた。
Zhao <i>et al.</i> (2020)	日本：全都道府県	2014 年 1 月 1 日～2015 年 12 月 31 日	2014 年 1 月 1 日～2015 年 12 月 31 日に消防庁の全日本ウツタイン様式に登録された 249,372 人 (平均(SD) 74.7(17.4)歳)。このうち心臓由来は 149,838 人。	総務省消防庁の原因別院外心停止登録データ	Ox : 日平均値	全観測点の平均値: 30.51 ppb 範囲: 2.22～79.20 ppb	気温、相対湿度	単一汚染物質モデルではラグ 1 日、ラグ 0-1 日、ラグ 0-3 日の日平均 Ox 濃度と全院外心停止との間に正の関連性がみられたが、PM _{2.5} との 2 汚染物質モデルではラグ 1 日の Ox のみ正の関連性がみられた。院外心停止のうち心臓由来は 149,838 人と推定され、Ox 曝露との間に関連性はみられなかった。

3

1

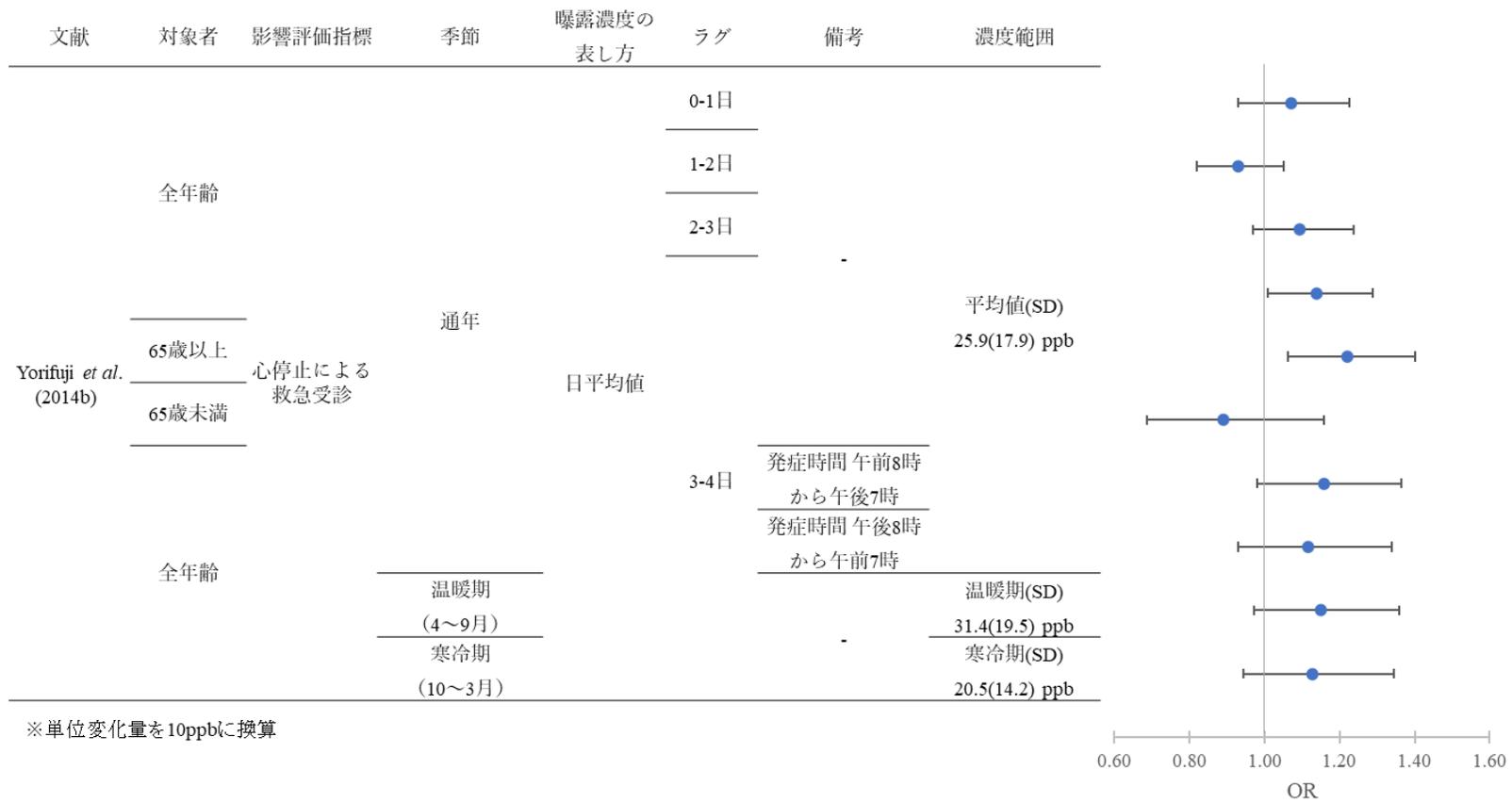
表 9 Yorifuji *et al.* (2014b)の解析結果

2

(表 8 に示す Yorifuji *et al.* (2014b)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の 表し方 (平均 化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	OR	95%CI		調整汚染物 質	備考					
Yorifuji <i>et al.</i> (2014b)	全年齢	心停止による 救急受診	通年	日平均値	0-1 日	25.8	1.19	0.83	1.69	-	-					
					1-2 日		0.83	0.60	1.14							
					2-3 日		1.26	0.92	1.73							
					3-4 日		1.40	1.02	1.92							
	65 歳以上				1.67		1.17	2.39								
	65 歳未満				0.74		0.38	1.46								
	全年齢				1.46		0.95	2.23								
					1.33		0.83	2.12								
			1.43		0.93		2.21									
			1.36		0.86		2.15									
					温暖期 (4~9 月)											
					寒冷期 (10~3 月)											
										発症時間 午前 8 時から午後 7 時						
										発症時間 午後 8 時から午前 7 時						
										-						

3



1
2
3
4

図 5 Yorifuji *et al.* (2014b)における解析結果
(表 9 に示す Yorifuji *et al.* (2014b)における解析結果のまとめ)

1
2

表 10 Zhao *et al.* (2020)の解析結果
(表 8 に示す Zhao *et al.* (2020)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	OR	95%CI		調整汚染物質	
Zhao <i>et al.</i> (2020)	全年齢	全原因による院外心停止	通年	日平均値	0 日	10	1.006	0.999	1.013	-	
					1 日		1.009	1.003	1.016		
					0-1 日		1.011	1.003	1.019		
					0-3 日		1.011	1.0006	1.021		
		心原性の院外心停止			0 日		0.999	0.991	1.009		
					1 日		1.007	0.998	1.016		
					0-1 日		1.005	0.995	1.015		
					0-3 日		1.008	0.995	1.021		
		全原因による院外心停止			0 日		1.004	0.998	1.011		PM _{2.5}
					1 日		1.008	1.001	1.015		
					0-1 日		1.007	0.999	1.015		
					0-3 日		1.0004	0.99	1.011		
	心原性の院外心停止	0 日	0.998	0.99	1.007						
		1 日	1.005	0.997	1.014						
		0-1 日	1.001	0.99	1.011						
		0-3 日	0.997	0.984	1.011						

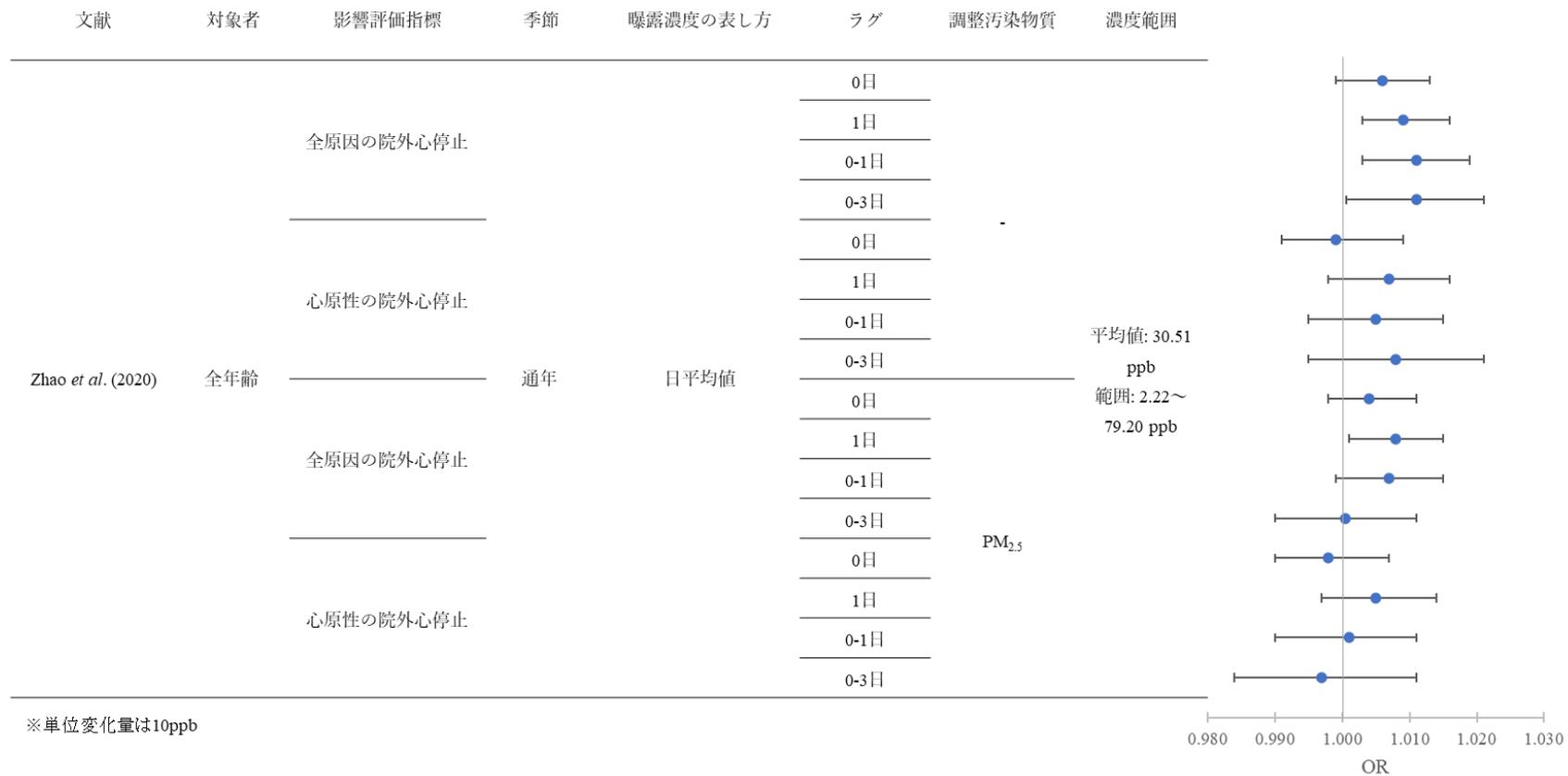


図 6 Zhao *et al.* (2020)における解析結果
 (表 10 に示す Zhao *et al.* (2020)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4
5

1 2.1.2. 海外研究

2 2.1.2.1. 大規模複数都市を対象とした研究

3 死亡をエンドポイントとした海外研究のうち、数十都市以上を対象として解析を行った
4 研究は 21 報ある。そのうち、米国を対象とした研究が 14 報（表 11、表 20、表 24）、欧州
5 を対象とした研究が 3 報（表 26）、中国を対象とした研究が 1 報（表 30）、世界各地域に
6 おける複数国を対象とした研究が 3 報(表 32)ある。

7 これらの研究では、全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡及びその他疾患別死亡と O₃
8 濃度の間に正の関連がみられており、季節を限定した解析では夏季や温暖期に関連性がみ
9 られたとする報告が多く、また気温の上昇により関連性が強まることを報告した研究もあ
10 る。いくつかの研究では高齢であるほどより強い関連性がみられた。共存汚染物質の影響に
11 ついては、PM₁₀ の調整により関連性が失われたとする研究がある一方、多くの研究では共
12 存汚染物質について調整しても関連性が維持された。

13
14 米国を対象とした研究としては、NMMAPS¹のデータセットを使用した研究が 10 報ある
15 （表 11）。Samet *et al.* (2000a)では、全米 90 都市を対象とした時系列解析を行い、このうち
16 人口上位 20 都市を対象とした解析では、PM₁₀、O₃ 及び CO の 3 汚染物質モデルにおいて、
17 ラグ 2 日の日平均 O₃ 濃度と全死亡に正の関連性がみられた（図示のみ）。また、90 都市全体
18 における全年齢を対象とした解析では、冬季（12～2 月）の日平均 O₃ 濃度と全死亡に負の
19 関連性がみられた（表 12）。Dominici *et al.* (2003)及び Dominici *et al.* (2005)では、Samet ら
20 による報告の 90 都市における全年齢を対象とした時系列データを用いた再解析を行ったと
21 ころ、通年および夏季(6～8 月)の日平均 O₃ 濃度と全死亡変化率に正の関連性がみられた(表
22 11)。Bell *et al.* (2004)では、更新された NMMAPS のデータを用いて米国 95 都市を対象と
23 し、通年の日平均 O₃ 濃度と全死亡、心血管疾患または呼吸器疾患による死亡に正の関連性
24 がみられた。また、全死亡における年齢層別の解析では、65～74 歳で最も強い正の関連性
25 がみられ、年齢による感受性差が示唆された(表 13)。Bell *et al.* (2006)、Bell *et al.* (2007)、
26 Bell and Dominici (2008) では、全米 98 都市を対象とし、いずれも通年の日平均 O₃ 濃度と全
27 死亡に正の関連性がみられた(表 14、表 15、表 16)。Bell *et al.* (2006) では日最高 8 時間
28 O₃ 濃度が 84 ppb 未満の日や、日平均 O₃ 濃度が 15 ppb 未満の日に限定した解析においても
29 関連性がみられたことから、著者らは閾値が存在するとしてもバックグラウンドに近いレ
30 ベルであることが示唆されたとした(表 14)。共存汚染物質については、Bell *et al.* (2007)
31 では、PM₁₀ の調整により日平均 O₃ 濃度と全死亡の正の関連性が失われたが(表 15)、Bell
32 and Dominici (2008)では PM₁₀ 及び PM_{2.5} いずれについて調整しても関連性は失われなかった
33 (表 16)。Ren *et al.* (2008) では、米国東部 60 地域を対象とし、米国東部 60 地域全域を対
34 象とした解析において日平均 O₃ 濃度と全死亡に関連がみられるとともに、気温の上昇に伴

¹ National Morbidity, Mortality and Air Pollution Study (死亡率データは National Center for Health Statistics のデータを使用した研究)

1 う死亡率の上昇がみられた。東部を北東地区と南東地区に分けて同様の解析を行ったところ、北東地区においてのみ、日平均 O₃ 濃度と全死亡の関連性における、気温の上昇に伴う
2 死亡率の上昇がみられ、気温による修飾効果が地域ごとに異なることが示唆された(表 17)。
3 *Ren et al.* (2009) では、全米 95 都市を対象とし、気温を三分位に分けた解析により、高気温
4 において温暖期(5~10月)の日平均 O₃ 濃度と循環器疾患死亡リスクに正の関連性がみら
5 れた(表 18)。*Smith et al.* (2009b) では、全米 98 都市を対象とし、通年、温暖期(4~10
6 月)ともに日最高 8 時間 O₃ 平均値と全死亡に正の関連性がみられ、いずれも PM₁₀ につい
7 て調整後も正の関連性が維持された(表 19)。
8

9
10 National Center for Health Statistics mortality tapes のデータを用い、米国 48 都市を対象とし
11 た研究は 3 報ある(表 20)。*Medina-Ramon and Schwartz* (2008) では、米国 48 都市におい
12 て、温暖期(5~9月)の日中 8 時間平均値 O₃ 濃度と死亡率増加に正の関連性がみられた。
13 また、高齢者、黒人、女性、心房細動患者において、それぞれ非高齢者、非黒人、男性、非
14 心房細動患者と比較して死亡率増加がみられた(表 21)。*Zanobetti and Schwartz* (2008a) で
15 は、全年齢の春季(3~5月)と夏季(6~8月)において 8 時間平均 O₃ 濃度と全死亡に正の
16 関連性がみられ、年代別では 50 代以上で正の関連性がみられた(表 22)。*Zanobetti and*
17 *Schwartz* (2008b) では、夏季(6~8月)の死亡当日の 8 時間平均 O₃ 濃度との間には全死亡に
18 加え、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡、脳卒中死亡についても正の関連性がみられた(表
19 23)。
20

21 高齢者を対象とした研究としては、メディケアのデータを用いて米国全土を対象とした
22 *Di et al.* (2017a) があり(表 24)、温暖期(4~9月)の日最高 8 時間 O₃ 濃度と全死亡につ
23 いて PM_{2.5} 調整の有無に関わらず正の関連性がみられた。年齢層別の解析においては、年齢
24 が高いほど関連性が強かった(表 25)。
25

26 欧州を対象とした研究は 3 報あり(表 26)、そのうち APHEA2 プロジェクトとして実施さ
27 れた研究は 2 報である。*Gryparis et al.* (2004)では、欧州 23 都市において、通年では日最高 1
28 時間及び日最高 8 時間 O₃ 濃度による死亡への影響はみられなかったが、温暖期(4~9月)で
29 は日最高 1 時間及び日最高 8 時間 O₃ 濃度上昇と全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡
30 に正の関連性がみられ、全死亡については共存汚染物質について調整を行っても関連性は
31 維持された(表 27)。*Samoli et al.* (2009) では、欧州 21 都市を対象とし、夏季(6~8月)
32 において全死亡、心血管疾患死亡についてはラグ 0 日、ラグ 0-1 日の日最高 8 時間 O₃ 濃度
33 と正の関連性がみられ、呼吸器疾患死亡についてはラグ 0-1 日のみ正の関連性がみられた
34 (表 28)。欧州におけるその他の研究としては、イタリア 25 都市を対象とした *Alessandrini*
35 *et al.* (2013)があり、温暖期(4~9月)の日最高 8 時間 O₃ 濃度と呼吸器疾患死亡、全自然死
36 亡、心疾患死亡、脳血管疾患死亡いずれについても関連性はみられなかった(表 29)。

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

アジアでは中国を対象とした研究が 1 報ある(表 30)。Yin *et al.* (2017) では、中国 272 都市全体での解析において、通年の 8 時間平均 O₃ 濃度と全死亡、心血管疾患死亡、高血圧死亡、冠動脈疾患死亡、脳卒中死亡と正の関連性がみられたが、呼吸器疾患死亡、COPD による死亡とは関連性がみられなかった。なお、各地域間、季節間、年齢層間、性別間、学歴間における O₃ と全死亡との関連性について統計学的な差はみられなかった (表 31)。

世界各地域にわたる複数国を対象とした研究は 3 報あり(表 32)、そのうちの 2 報は NMMAPS、APHEA2 及びカナダ 12 都市のデータを用いた APHENA プロジェクトの報告である。

Katsouyanni *et al.* (2009) では、米国 90 都市(NMMAPS)、欧州 31 都市(APHEA2)、カナダ 12 都市を対象として、日最高 1 時間 O₃ 濃度と死亡について解析を行った。通年では、米国において呼吸器疾患死亡と O₃ 濃度に負の関連性がみられたが、欧州では全死亡、カナダでは全死亡及び心血管死亡と O₃ 濃度に正の関連性がみられた。温暖期(4~9 月)では、米国および欧州において全死亡、心血管死亡、呼吸器疾患死亡いずれも O₃ 濃度と正の関連性がみられたが、カナダでは全死亡及び呼吸器疾患死亡と O₃ 濃度に正の関連性がみられた。全体の傾向として、米国および欧州では通年と比較して温暖期においてより O₃ 濃度と死亡に正の関連性がみられた (表 33)。

Peng *et al.* (2013) では、米国 86 都市(NMMAPS)、欧州 23 都市(APHEA2)、及びカナダの 12 都市研究のデータを用いた解析を行い、3 地域統合、欧州、カナダ、米国いずれも通年、温暖期 (4~9 月) とともに日最高 1 時間 O₃ 濃度と全死亡に正の関連性がみられたが、通年と比較すると温暖期のほうが強い関連性がみられた (表 34)。また、カナダでは気温の上昇により死亡リスクの増加がみられた。

APHENA プロジェクト以外としては、世界 20 カ国 406 都市を対象とした Vicedo-Cabrera *et al.* (2020) では、対象都市全体を統合した解析において、ラグ 0-1 日の日最高 8 時間 O₃ 濃度と全死亡に正の関連性がみられ、温暖期(北半球 6~8 月, 南半球 12~2 月)、寒冷期(北半球 1~5, 9~12 月, 南半球 3~11 月)に限定した解析や、PM₁₀、NO₂、相対湿度それぞれについて調整した解析においても、正の関連性は失われなかった (表 35)。

1
2

表 11 米国における NMMAPS のデータを用いた海外研究【10報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Samet <i>et al.</i> (2000a)	米国、NMMAPS(National Morbidity, Mortality and Air Pollution Study)の対象の90都市	1987～1994年	90都市の都市別範囲は人口160,976人～900万人、全死亡者数1.9～190.9人/日、心肺疾患死亡者数0.8～108.3人/日。20都市の都市別範囲は人口1,185,394人～900万人、全死亡者数17.5～190.9人/日、心肺疾患死亡者数8.8～108.3人/日	NMMAPSデータベース(National Center for Health Statistics (NCHS)のデータを取得)	O ₃ : 日平均値	都市別平均値の範囲: 11.8～35.9 ppb	高卒未満率、公共交通機関利用出勤率、世帯収入、測定局間の中央値相互相関	人口が多い上位20都市を対象とした解析において、ラグ2日の日平均O ₃ 濃度と全死亡はPM ₁₀ 、COを含めた3汚染物質モデルにおいて正の関連性がみられた(図示のみ)。90都市全体の解析においては、冬季(12～2月)において負の関連性がみられた。
Dominici <i>et al.</i> (2003), Dominici <i>et al.</i> (2005)	米国、NMMAPSの対象90都市	1987～1994年	米国全土90都市の都市別全死亡者数(事故や外傷を除く)範囲: 1.9～190.9人/日 心肺疾患死亡者数範囲: 0.8～108.3人/日	NMMAPSデータベース(NCHSのデータを取得)	O ₃ : 日平均値	都市別平均値の範囲: 11.8～35.9 ppb	年齢層、曜日、長期トレンド、気温、露点	Samet <i>et al.</i> (2000a)による報告の時系列データを用いて、体系的な統計モデルによる再解析をしたところ、全死亡については、90都市全体でのO ₃ 単一汚染物質モデルによる解析において、でラグ0日及びラグ1日の日平均O ₃ 濃度10 ppb上昇あたりの死亡変化率は、およそ0.4%及び0.2%の増加であった。夏季(6～8月)のラグ0日の日平均O ₃ 濃度10

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
								ppb 上昇あたり死亡変化率はおよそ 0.5%の増加であった。
Bell <i>et al.</i> (2004)	米国、 NMMAPS の対象 95 都市	1987～2000 年	都市別の全死亡者数 範囲 2.2～190 人/日 (平均 20 人/日)	NMMAPS データベース(NCHS のデータを取得)	O ₃ : 日平均値, 日最高 8 時間 値, 日最高 1 時間値	95 都市平均 値 : 26 ppb	長期トレンド, 季節, 呼吸器 感染症, 曜 日・祝日, 平 均気温, 平均 相対湿度	死亡前 1 週間の分布ラグモデル (distributed-lag model)による日平均 O ₃ 濃度と日死亡変化率は、全死亡、心血管・呼吸器疾患による死亡で正の関連性がみられた。この結果はラグ 0 日、ラグ 1 日の単一日の O ₃ 濃度による死亡変化率よりも大きく、また他の時間変動要因(PM、気温、季節、長期トレンド)を調整しても結果は変わらなかった。 分布ラグモデル O ₃ 濃度と 65～74 歳における日死亡数(全死亡)増加との正の関連性がみられ、その影響は 65 歳以下、75 歳以上より大きく、年齢による感受性の差が示唆された。
Bell <i>et al.</i> (2006)	米国、 NMMAPS の対象 98 都市	1987～2000 年	対象地域居住者の外 因性を除く全死亡	NMMAPS データベース(NCHS のデータを取得)	O ₃ : 日平均値, 日最高 8 時間 値	記載なし	気温, 露点, 曜日, 暦日	日最高 8 時間平均値が 84ppb(当時の米国基準)を下回る日に限定した解析で、死亡当日および前日の平均の日平均 O ₃ 濃度と全死亡の死亡率に正の関連性がみられ、死亡当日・前日平均値が 15 ppb 未満の日に限定した解析でも O ₃ と死亡との関連性がみられたことから、閾値が存在するとしても米国および国際的基

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
								準よりもはるかに低くバックグラウンドに近いレベルであることが示唆された。
Bell <i>et al.</i> (2007)	米国、 NMMAPS の対象 98 都市	1987～2000 年	全死亡者	NMMAPS データのうち O ₃ と PM ₁₀ /PM _{2.5} の測定データのある調査日を対象とした再解析)	O ₃ : 日平均値	記載なし	曜日、気温、露点、長期トレンド、季節	通年のラグ 0-1 日の日平均 O ₃ 濃度と死亡率変化間に正の関連性がみられた。O ₃ と PM ₁₀ の両方のデータが得られた地域に限定すると、死亡率変化と正の関連性はみられたが、PM ₁₀ の調整により関連性は失われた。また、O ₃ と PM _{2.5} の両方のデータが得られた地域では、PM _{2.5} の調整有無に関わらず関連性はみられなかった。
Bell and Dominici (2008)	米国、 NMMAPS の対象 98 都市	1987～2000 年	対象地域居住者の調査期間中の全死亡	NMMAPS データベース(NCHS のデータを取得)	O ₃ : 週平均値 (日平均値ベース)	対象期間の都市間平均値・範囲 通年 平均値 : 26.8ppb 範囲 : 15.8～37.3ppb 夏季 平均値 30.0 ppb 範囲 : 14.4～47.2 ppb	季節、長期トレンド、曜日、大卒率、都市部/非都市部、失業率、黒人比率、単独運転/公共交通機関利用、セントラル空調普及率、気温、熱波、露点	全都市における死亡率変化は、死亡前 1 週間の日平均 O ₃ 濃度と正の関連性がみられた。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Ren <i>et al.</i> (2008)	米国、 NMMAPS の対象の東 部 60 都市	1987～2000 年の 4～10 月	全死亡者(非外因性)	NMMAPS データベース(NCHS のデータを取得)	O ₃ : 日平均値	記載なし	露点, 最高気温, 季節, 曜日, 年, 年齢区分	ラグ 0-2 日の日平均 O ₃ 濃度と全死亡率変化の間に、北東部では正の関連性がみられ、気温による影響の差もみられた。南東部では関連性はみられず、明確な気温の修飾効果はみられなかった。
Ren <i>et al.</i> (2009)	米国、 NMMAPS の対象 95 都市	1987～2000 年の 5～10 月	心血管疾患死亡者 430 万人以上	NMMAPS データベース(NCHS のデータを取得)	O ₃ : 日平均値	記載なし	露点, 最高気温, 季節, 曜日, 年, 年齢区分	死亡前 3 日間平均の O ₃ 濃度と心血管疾患死亡率変化は、三分位に分けた気温が高温時にのみ正の関連性がみられた。
Smith <i>et al.</i> (2009b)	米国、 NMMAPS の対象 98 都市	1987～2000 年	死亡者	NMMAPS データベース(NCHS のデータを取得)	O ₃ : 日最高 1 時間値, 日最高 8 時間値, 日平均値	記載なし	気温, 露点, 季節, 曜日, 長期 トレンド	98 都市全体では、通年、夏季ともに O ₃ 曝露と全死亡率変化に正の関連性がみられ、いずれも PM ₁₀ について調整後も正の関連性が維持された。死亡率の変化は地域ごとで差が大きく、通年については北東部が最大、北中西部が最小であり、夏季についても同様であった。

1
2

1
2
3
4
5
6
7

表 12 Samet *et al.* (2000a)における解析結果
(表 11 に示すにおける Samet *et al.* (2000a)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整 汚染物質	備考
Samet <i>et al.</i> (2000a)	全年齢	全死亡	夏季(6~8月)	日平均値	0日	10	0.41	-0.20	1.01	-	90 都市全体の 解析
			冬季(12~2月)				-1.86	-2.70	-0.96		

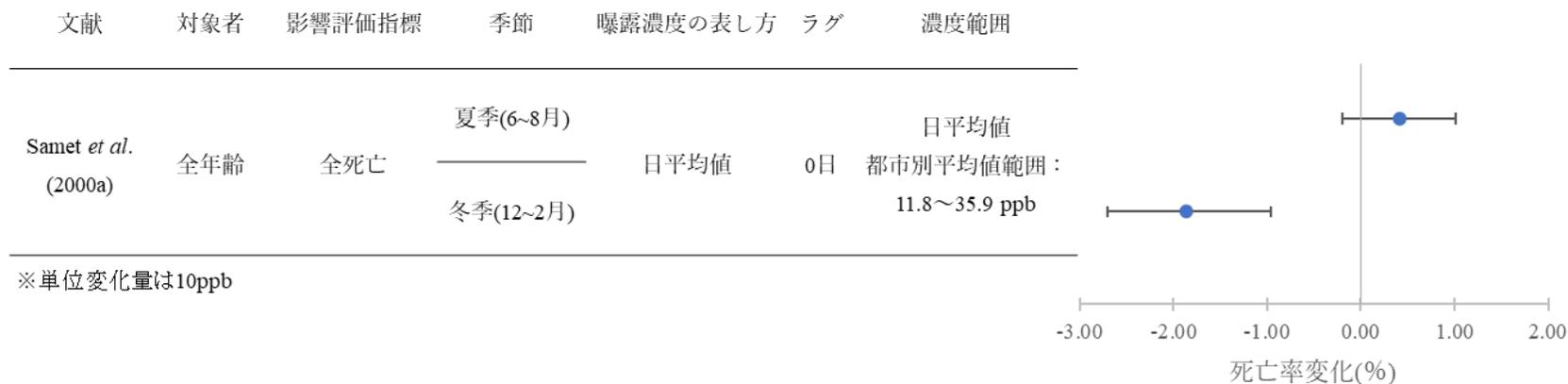


図 7 Samet *et al.* (2000a)における解析結果
(表 12 に示す Samet *et al.* (2000a)における解析結果のまとめ)

1
2
3

表 13 Bell *et al.* (2004)における解析結果
(表 11 に示す Bell *et al.* (2004)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率 変化 (%)	95%PI		調整 汚染物質	備考	
Bell <i>et al.</i> (2004)	全年齢	全死亡	通年	日平均値	制約付き 分布ラグ モデル (0-6 日)	10	0.52	0.27	0.77	-	-	
	高齢者(65~ 74 歳)						0.70	0.28	1.12			
	成人(<65 歳)						0.50	0.10	0.92			
	高齢者(≥75 歳)						0.52	0.18	0.87			
	全年齢						0.25	0.12	0.39			
		心血管・呼吸器 疾患死亡						0.18	0.06	0.30		
								0.64	0.31	0.98		
		全死亡		温暖期(4~10 月)		制約付き 分布ラグ モデル (0-6 日)		0.39	0.13	0.65		4 月から 10 月まで、全地 域
				通年				0.48	0.16	0.78		年間を通じてオゾンデ ータの得られた 55 地域
					日最高 8 時間値		15	0.64	0.41	0.86		-
				日最高 1 時間値		20	0.67	0.42	0.92		-	

4

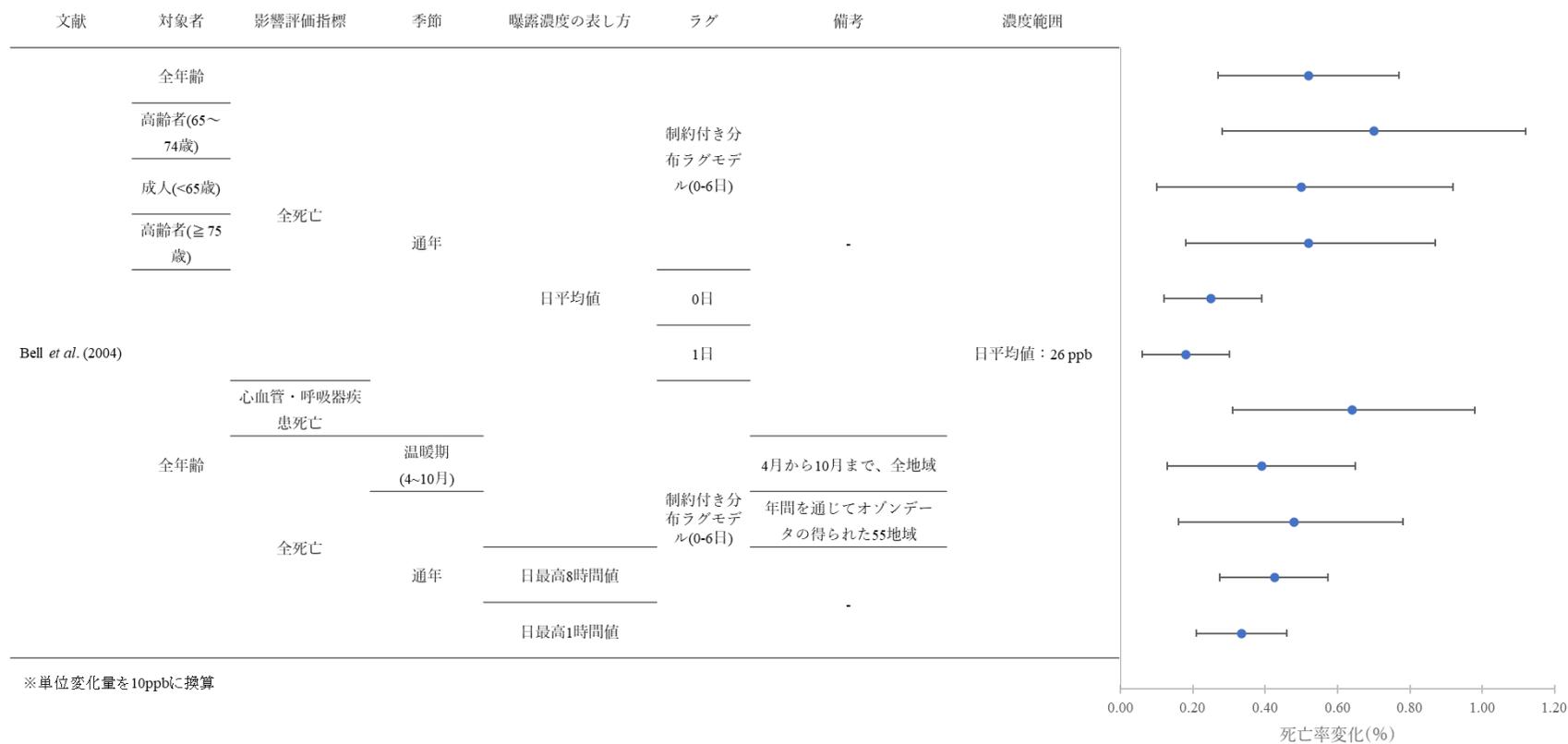


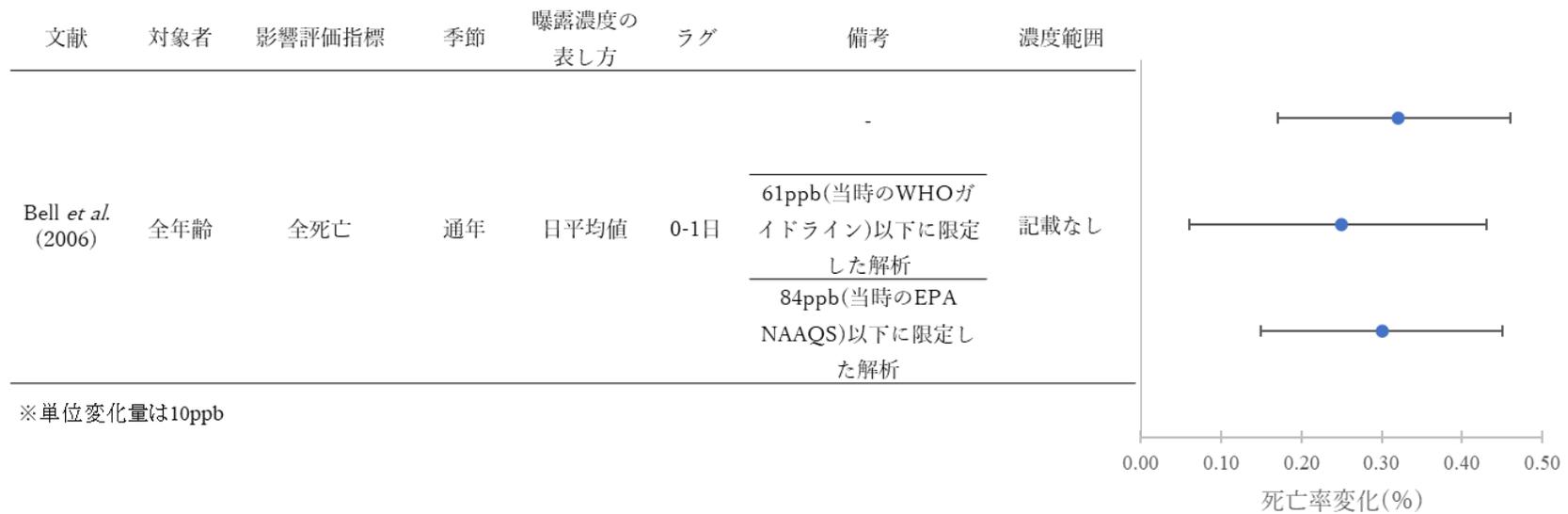
図 8 Bell *et al.* (2004)における解析結果
 (表 13 に示す Bell *et al.* (2004)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4

1
2

表 14 Bell *et al.* (2006)における解析結果
(表 11 に示す Bell *et al.* (2006)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価 指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	95%PI			調整 汚染物質	備考
							死亡率変化 (%)				
Bell <i>et al.</i> (2006)	全年齢	全死亡	通年	日平均値	0-1日	10	0.32	0.17	0.46	-	-
							0.25	0.06	0.43		61ppb(当時の WHO ガイドライン)未満に限定した解析
							0.30	0.15	0.45		84ppb(当時の EPA NAAQS)未満に限定した解析



3
4
5

図 9 Bell *et al.* (2006)における解析結果
(表 14 に示す Bell *et al.* (2006)における解析結果のまとめ)

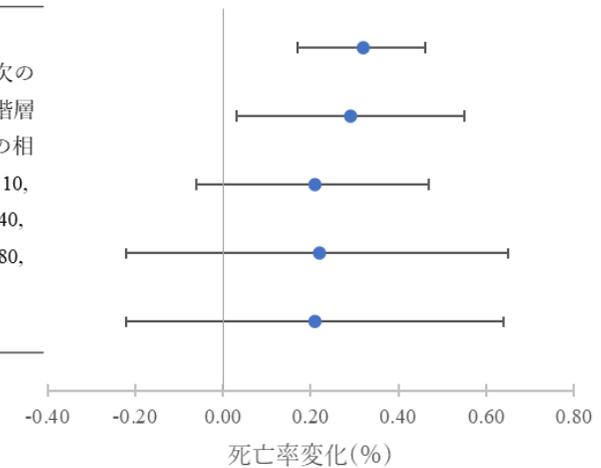
1
2

表 15 Bell et al. (2007)における解析結果
(表 11 に示す Bell et al. (2007)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変化 (%)		95%PI	調整汚染物質	備考
							0.17	0.46			
Bell et al. (2007)	全年齢	全死亡	通年	日平均値	0-1日	10	0.32	0.17	0.46	-	全地域(98都市)
							0.29	0.03	0.55	-	PM ₁₀ データの得られた地域に限定(93都市)
							0.21	-0.06	0.47	PM ₁₀	PM ₁₀ データの得られた地域に限定(93都市)
							0.22	-0.22	0.65	-	PM _{2.5} データの得られた地域に限定(62都市)
							0.21	-0.22	0.64	PM _{2.5}	PM _{2.5} データの得られた地域に限定(62都市)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方	ラグ	調整汚染物質	備考	濃度範囲
Bell et al. (2007)	全年齢	全死亡	通年	日平均値	0-1日	PM ₁₀	全地域(98都市)	記載なし (次の濃度区分で階層化し, PMとの相関を検証(< 10, 10~20, 20~40, 40~60, 60~80, > 80 ppb))
							PM ₁₀ データの得られた地域に限定(93都市)	
							PM _{2.5} データの得られた地域に限定(62都市)	
							PM _{2.5}	

※単位変化量は10ppb



3
4
5

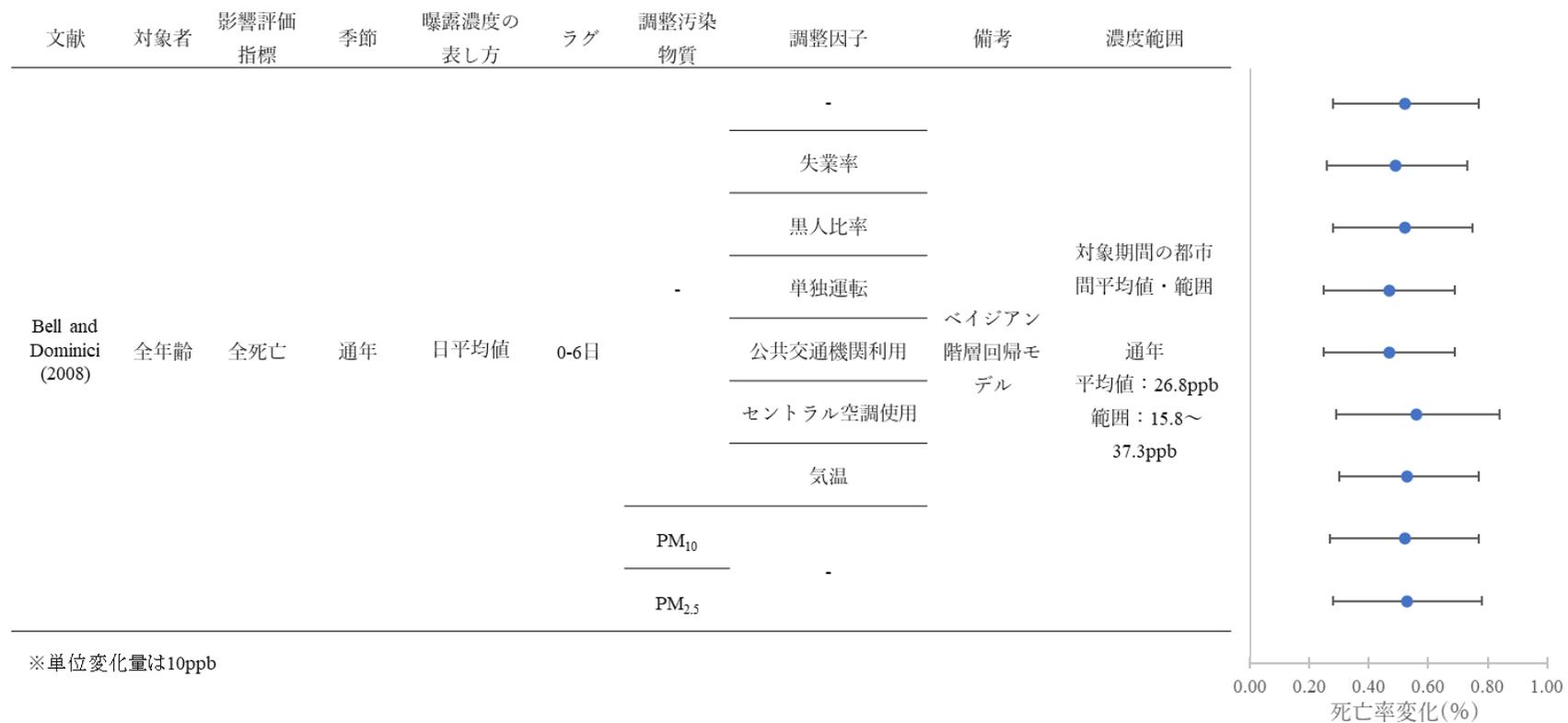
図 10 Bell et al. (2007)における解析結果
(表 15 に示す Bell et al. (2007)における解析結果のまとめ)

1
2
3

表 16 Bell and Dominici (2008)における解析結果
(表 11 に示す Bell and Dominici (2008)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	死亡率変化(%)	95%PI		調整汚染物質	調整因子	備考
Bell and Dominici (2008)	全年齢	全死亡	通年	日平均値	0-6 日	10	0.52	0.28	0.77	-	-	ベイジアン階層回帰モデル
							0.49	0.26	0.73		失業率	
							0.52	0.28	0.75		黒人比率	
							0.47	0.25	0.69		単独運転	
							0.47	0.25	0.69		公共交通機関利用	
							0.56	0.29	0.84		セントラル空調使用	
							0.53	0.30	0.77		気温	
							0.52	0.27	0.77		PM ₁₀	
							0.53	0.28	0.78	PM _{2.5}		

4



1
2
3
4

図 11 Bell and Dominici (2008)における解析結果
(表 16 に示す Bell and Dominici (2008)における解析結果のまとめ)

1

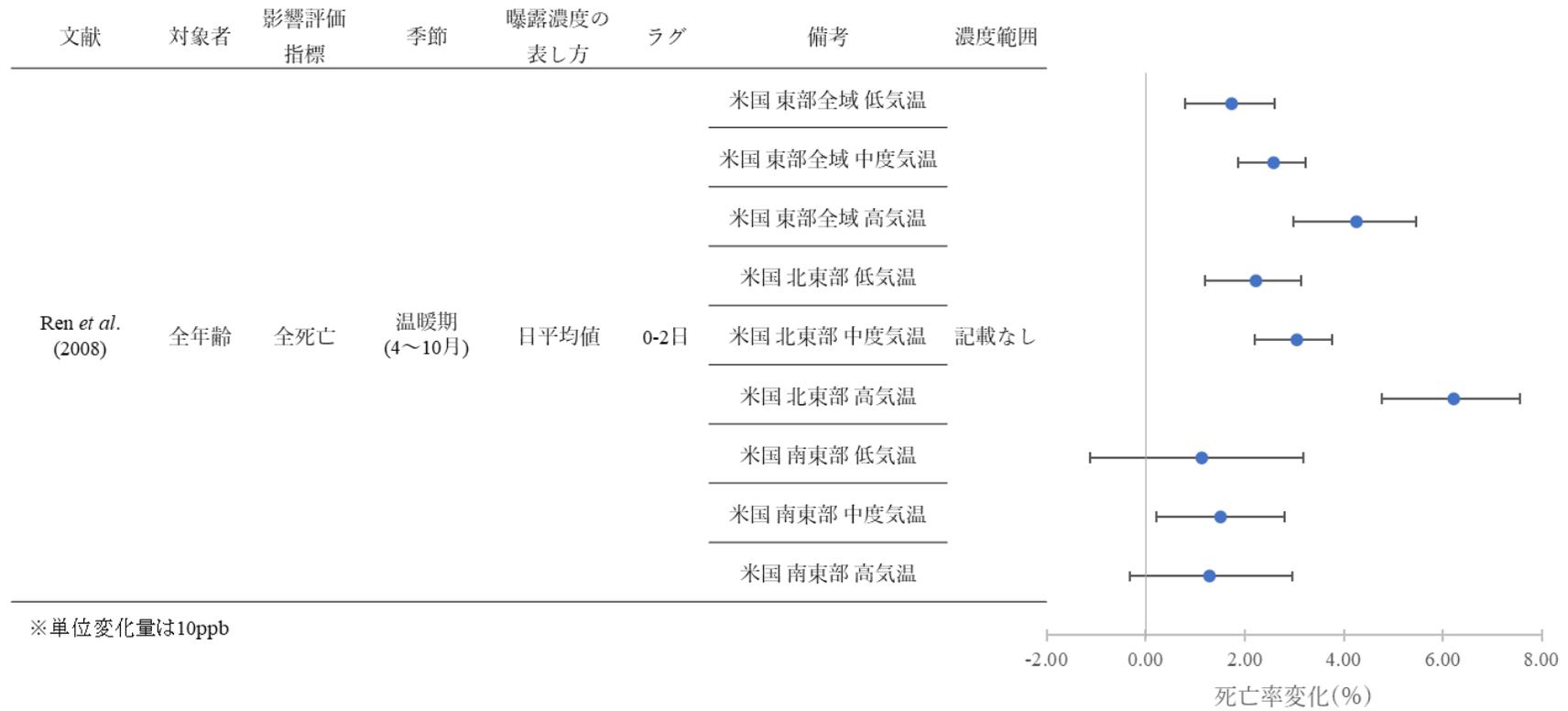
表 17 Ren *et al.* (2008)における解析結果

2

(表 11 に示す Ren *et al.* (2008)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の 表し方 (平均 化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変 化(%)		95%PI		調整 汚染物質	備考
Ren <i>et al.</i> (2008)	全年齢	全死亡	温暖期(4 ~10月)	日平均値	0-2日	10	1.74	0.80	2.61	-		米国東部全域 低気温
							2.58	1.87	3.24			米国東部全域 中度気温
							4.26	2.99	5.47			米国東部全域 高気温
							2.22	1.19	3.13			米国北東部 低気温
							3.06	2.21	3.76			米国北東部 中度気温
							6.22	4.77	7.56			米国北東部 高気温
							1.13	-1.12	3.18			米国南東部 低気温
							1.50	0.22	2.81			米国南東部 中度気温
							1.29	-0.33	2.96			米国南東部 高気温

3



1
2
3

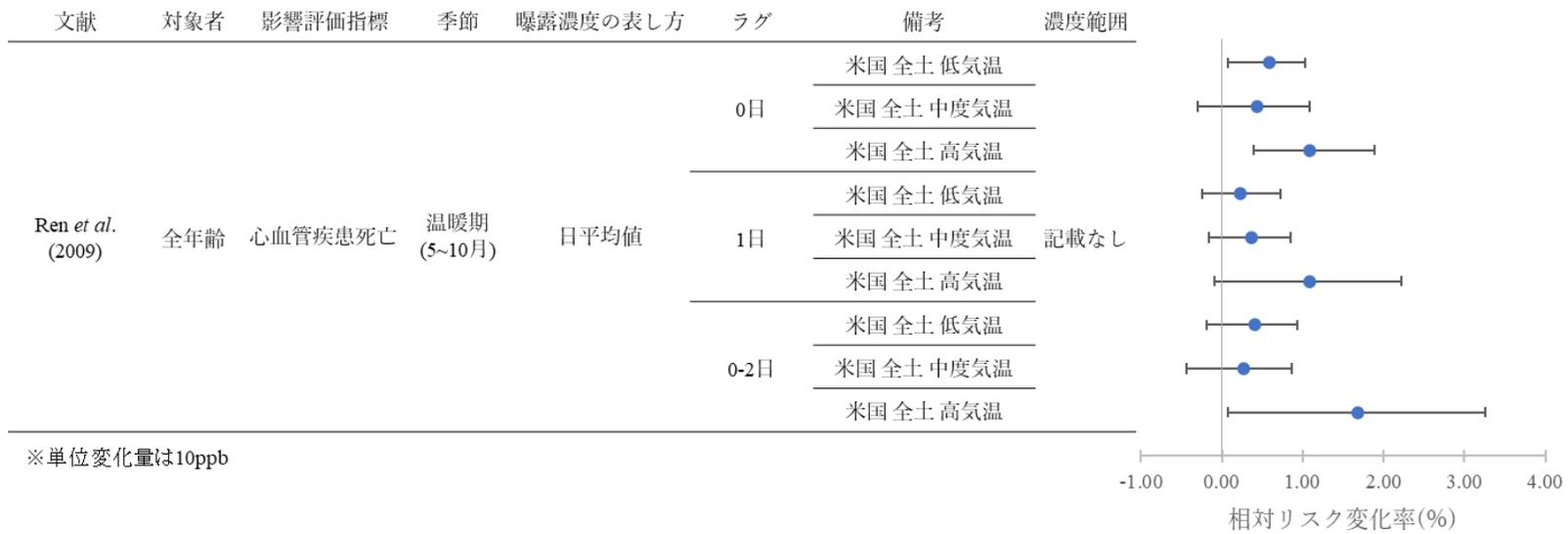
図 12 Ren *et al.* (2008)における解析結果
(表 17 に示す Ren *et al.* (2008)における解析結果のまとめ)

1
2
3

表 18 Ren *et al.* (2009)における解析結果
(表 11 に示す Ren *et al.* (2009)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	相対リスク 変化率(%)			調整 汚染物質	備考
							95%PI				
Ren <i>et al.</i> (2009)	全年齢	心血管疾患死亡	温暖期 (5~10月)	日平均値	0日	10	0.58	0.07	1.03	-	米国全土 低気温
							0.43	-0.30	1.08		米国全土 中度気温
							1.08	0.39	1.89		米国全土 高気温
					1日		0.22	-0.25	0.72		米国全土 低気温
							0.36	-0.16	0.85		米国全土 中度気温
							1.08	-0.09	2.22		米国全土 高気温
					0-2日		0.41	-0.19	0.93		米国全土 低気温
							0.27	-0.44	0.87		米国全土 中度気温
							1.68	0.07	3.26		米国全土 高気温

4



1
2
3

図 13 Ren *et al.* (2009)における解析結果
(表 18 に示す Ren *et al.* (2009)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4

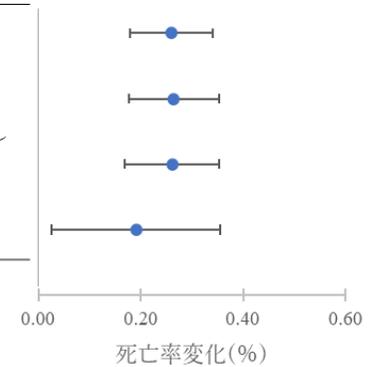
表 19 Smith *et al.* (2009b)における解析結果
(表 11 に示す Smith *et al.* (2009b)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	死亡率変化(%)	95%PI		調整汚染物質	調整因子	備考
Smith <i>et al.</i> (2009b)	全年齢	全死亡	通年	日最高8時間値	0-1日	10	0.260	0.180	0.340	-	気温, 露点, 季節, 曜日, 長期トレンド	人口加重平均による都市統合
			温暖期*				0.265	0.177	0.353			
			通年				0.191	0.026	0.356	PM ₁₀		
			温暖期*				0.190	0.002	0.378			

*4~10月

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方	ラグ	調整汚染物質	調整因子	備考	濃度範囲
Smith <i>et al.</i> (2009b)	全年齢	全死亡	通年	日最高8時間値	0-1日	PM ₁₀	-	気温, 露点, 季節, 曜日, 人口加重平均による都市統合 長期トレンド	記載なし
			温暖期						
			(4~10月)						
			温暖期						
			(4~10月)						

※単位変化量は10ppb



5
6
7

図 14 Smith *et al.* (2009b)における解析結果
(表 19 に示す Smith *et al.* (2009b)における解析結果のまとめ)

表 20 米国における National Center for Health Statistics mortality tapes のデータを用いた海外研究【3報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Medina-Ramon and Schwartz (2008)	米国：48都市	1989～2000年の5～9月	全死亡 2,729,640 人 呼吸器疾患死亡：231,016 人、心血管疾患死亡：994,446 人、がん死亡：717,670 人	National Center for Health Statistics mortality tapes から取得	O ₃ ：日中8時間平均値(時間帯記載なし)	都市別温暖期中央値の範囲：16.1～58.8 ppb	体感気温、曜日	48 都市全体において、ラグ 0-2 日平均の日中8時間 O ₃ 濃度と死亡率変化の間には正の関連性がみられた。集団別に比較すると、65 歳以上では 64 歳以下と比較して、黒人は非黒人と比較して、女性は男性と比較して死亡率が増加した。また、O ₃ 濃度が低い都市ほど感受性因子の影響が顕著にみられた。慢性疾患の有無に関しては、心房細動患者は非患者と比較して O ₃ 曝露による死亡率の増加がみられた。
Zanobetti and Schwartz (2008a)	米国：48都市	1989～2000年	全年齢の全死亡 6,951,395 人(5～9月：2,754,176 人)	National Center for Health Statistics の死亡データ	O ₃ ：8時間平均値(時間帯記載なし)	全都市での平均値の平均(範囲) 春: 41.6 (6.1~91.4)ppb 夏: 47.8 (7.4~103.0)ppb 秋: 33.5 (3.2~91.2)ppb 冬: 16.5 (1.8~40.6)ppb	体感気温、曜日	季節別解析の結果、秋季、冬季には O ₃ 濃度と全死亡率変化との関連性はみられず、春季と夏季には全死亡率変化との間に正の関連性がみられた。夏季の月別では、死亡率変化は5月と6月は同程度、7月に上昇したが、8月には顕著に低下し、9月では O ₃ と全死亡との関連性はみられなくなった。年齢別では、50 歳以下では関連性はみられず、51～80 歳まで同レベルの正の関連性がみられ、81 歳以上で影響が低下した。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Zanobetti and Schwartz (2008b)	米国：48都市	1989～2000年の6～8月	全死亡 1,614,124件	National Center for Health Statisticsの死亡データ	O ₃ ：8時間平均値(時間帯記載なし)	都市別平均値の75パーセンタイル値の範囲：19.8～75.9 ppb	季節、曜日、体感気温	夏季の死亡当日の8時間平均O ₃ 濃度と死亡率変化の間には、全死亡、呼吸器疾患死亡、心血管疾患死亡、脳卒中死亡で正の関連性がみられた。

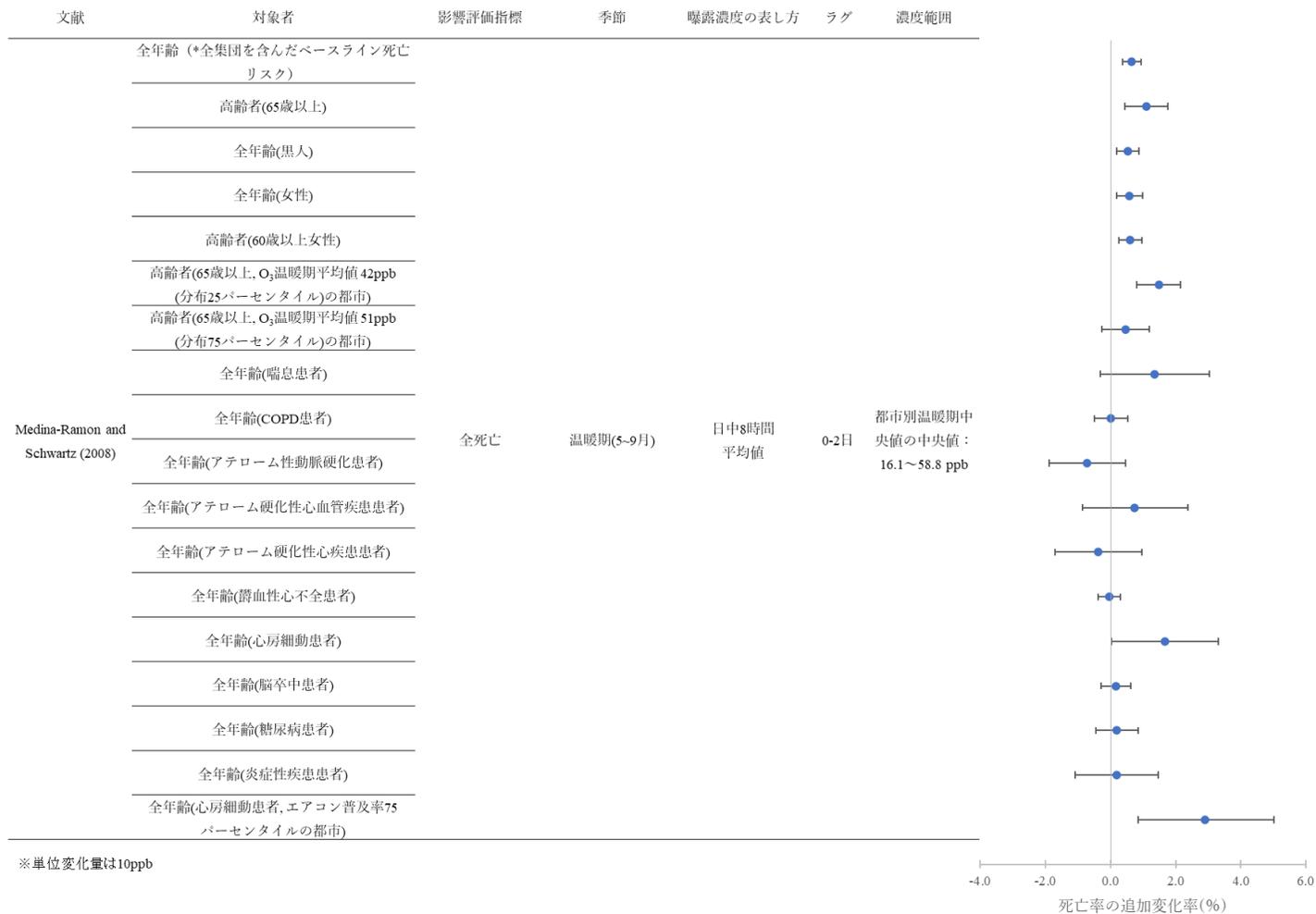
1

2

1
2

表 21 Medina-Ramon and Schwartz (2008)における解析結果
(表 20 に示す Medina-Ramon and Schwartz (2008)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価 指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変 化量 (ppb)	死亡率の 追加変化 率(%)	95%CI		調整 汚染物質	備考
Medina- Ramon and Schwartz (2008)	全年齢 (*全集団を含んだベースライン死亡リスク)	全死亡	温暖期 (5~9月)	日中8時間平 均値	0-2日	10	0.65	0.38	0.93	-	-
	高齢者(65歳以上)						1.10	0.44	1.77		非高齢者との比較
	全年齢(黒人)						0.53	0.19	0.87		非黒人との比較
	全年齢(女性)						0.58	0.18	0.98		男性との比較
	高齢者(60歳以上女性)						0.60	0.25	0.96		同年齢の男性との比較
	高齢者(65歳以上, O ₃ 温暖期平均値 42ppb(分布25パーセントイル)の都市)						1.48	0.81	2.15		非高齢者との比較
	高齢者(65歳以上, O ₃ 温暖期平均値 51ppb(分布75パーセントイル)の都市)						0.45	-0.27	1.19		
	全年齢(喘息患者)						1.35	-0.31	3.03		非患者との比較
	全年齢(COPD患者)						0.01	-0.49	0.52		
	全年齢(アテローム性動脈硬化患者)						-0.72	-1.89	0.45		
	全年齢(アテローム硬化性心血管疾患患者)						0.74	-0.86	2.37		
	全年齢(アテローム硬化性心疾患患者)						-0.38	-1.70	0.96		
	全年齢(鬱血性心不全患者)						-0.04	-0.39	0.30		
	全年齢(心房細動患者)						1.66	0.03	3.32		
	全年齢(脳卒中患者)						0.17	-0.28	0.62		
	全年齢(糖尿病患者)						0.19	-0.46	0.84		
	全年齢(炎症性疾患患者)						0.18	-1.09	1.46		
全年齢(心房細動患者, エアコン普及率75 パーセントイルの都市)	2.91	0.86	5.01								



1
2
3

図 15 Medina-Ramon and Schwartz (2008)における解析結果
(表 21 に示す Medina-Ramon and Schwartz (2008)における解析結果のまとめ)

1

表 22 Zanobetti and Schwartz (2008a)における解析結果

2

(表 20 に示す Zanoobetti and Schwartz (2008a)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変化 (%)	95%CI		調整 汚染物質
Zanobetti and Schwartz (2008a)	全年齢	全死亡	春季(3~5月)	8時間平均値(時間帯 記載なし)	0日	10	0.35	0.16	0.54	-
			夏季(6~8月)				0.50	0.38	0.62	
			秋季(9~11月)				0.05	-0.14	0.24	
			冬季(12~2月)				-0.13	-0.56	0.29	
			5月				0.48	0.28	0.68	
			6月				0.46	0.24	0.68	
			7月				0.65	0.47	0.82	
			8月				0.28	0.11	0.46	
			9月				-0.09	-0.35	0.16	
	0~20歳	通年	0.08	-0.42	0.57					
	21~30歳		0.10	-0.67	0.87					
	31~40歳		0.07	-0.38	0.52					
	41~50歳		0.08	-0.27	0.43					
	51~60歳		0.54	0.19	0.89					
	61~70歳		0.38	0.16	0.61					
	71~80歳		0.50	0.32	0.67					
	80歳<		0.29	0.13	0.44					

3

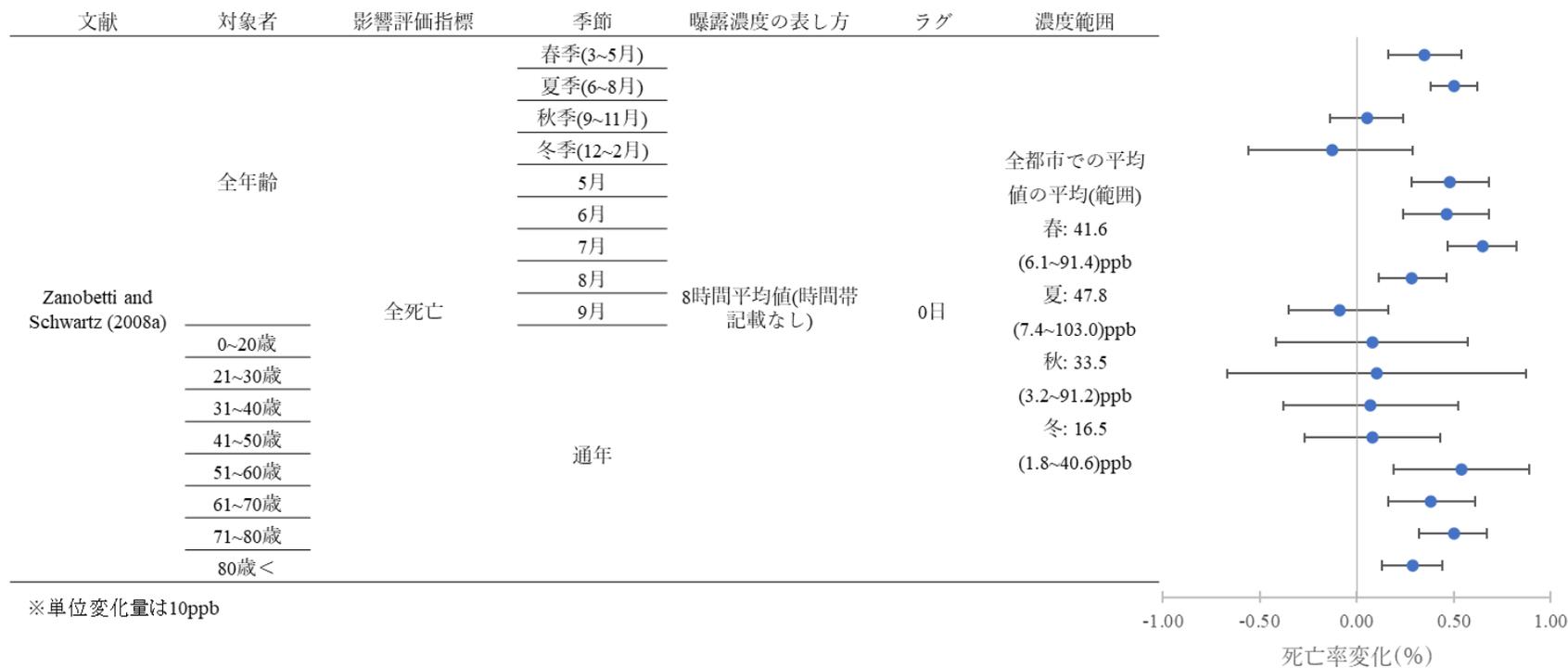


図 16 Zanobetti and Schwartz (2008a)における解析結果
(表 22 に示す Zanobetti and Schwartz (2008a)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4

1
2
3
4
5
6
7

表 23 Zanobetti and Schwartz (2008b)における解析結果
(表 20 に示す Zanobetti and Schwartz (2008b)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率 変化(%)	95%CI		調整汚染物質
Zanobetti and Schwartz (2008b)	全年齢	全死亡	夏季(6~8月)	8時間平均値(時間帯 記載なし)	0日	10	0.32	0.20	0.43	-
		心血管疾患死亡					0.47	0.30	0.64	
		呼吸器疾患死亡					0.54	0.26	0.81	
		脳卒中死亡					0.37	0.01	0.74	

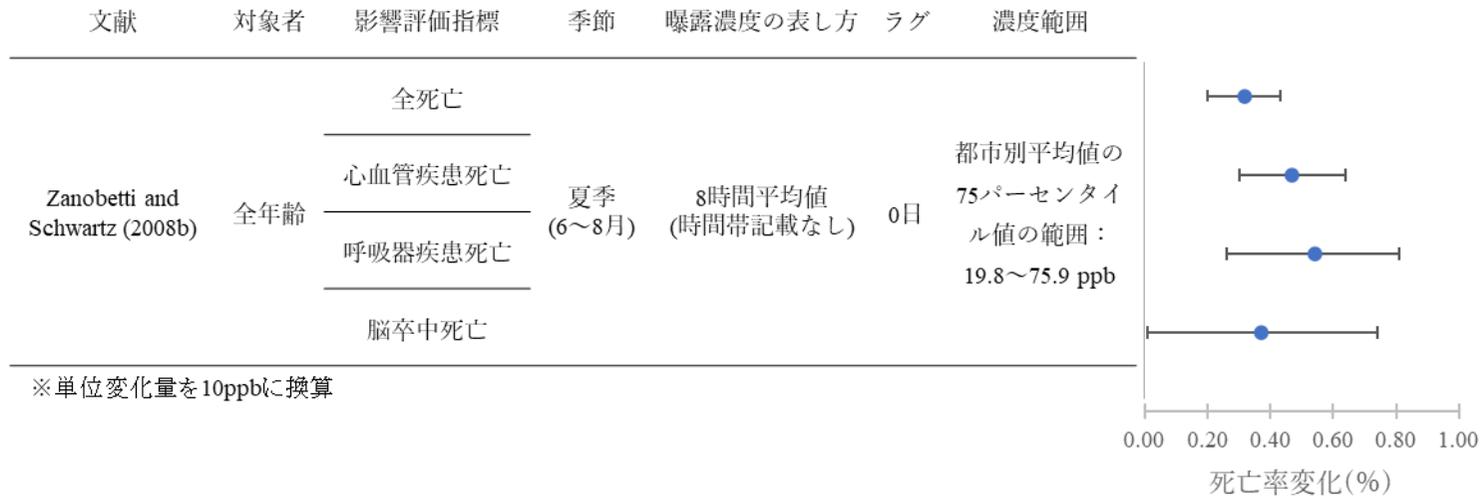


図 17 Zhanobetti and Schwartz (2008b)における解析結果
(表 23 に示す Zhanobetti and Schwartz (2008b)における解析結果のまとめ)

1

表 24 米国におけるメディケアのデータを用いた海外研究【1報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Di <i>et al.</i> (2017a)	米国全土	2000～2012年(通年, 温暖期(4～9月))	MediCare 受給者 (65歳以上) の期間中の死亡 22,433,862 人	Centers for Medicare & Medicaid Services への Medicare 請求記録	O ₃ : 日最高 8 時間値	具体的な数値なし 全期間中の 91.1% の日で O ₃ 濃度は 60ppb 未満 ※EPA, 衛星等による測定値とニューラルネットワークによる値から 1 km×1 km 単位で日最高 8 時間 O ₃ 濃度を推定	気温, 露点, ケースクロスオーバーデザインの対照日設定により曜日, トレンド, 季節	PM _{2.5} 調整後のラグ 0-1 日平均の温暖期日最高 8 時間 O ₃ 濃度と日死亡に正の関連性がみられた。60ppb 未満の日に限定した解析においてはより強い正の関連性がみられた。年齢層別では全年齢層で O ₃ との関連性がみられ, 年齢が高いほどより強い関連性がみられた。濃度反応関数はほぼ線形であり, 閾値を示す証拠は得られなかった。

2

3

1

表 25 Di et al. (2017a)における解析結果

2

(表 24 に示す Di et al. (2017a)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の 表し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	相対リスク 増加率(%)		95%CI		調整 汚染物質
Di et al. (2017a)	全死亡	高齢者 (65 歳以上)	温暖期(4~ 9 月)	日最高 8 時間値 (モデル)	0-1 日	10	0.55	0.48	0.62	-	
							0.51	0.41	0.61		
							0.35	0.19	0.51		
		0-1 日			0.55		0.38	0.72			
					0.69		0.17	1.21			
					1.18		0.73	1.63			
		70~74 歳			1.30		1.03	1.57			
		75~84 歳			1.83		1.55	2.11			
		85 歳 ≤			0.58		0.46	0.70			
		高齢者(65 歳以上、O ₃ < 60ppb の日に限定)		0.35	0.28		0.41				
高齢者 (65 歳以上)	日最高 8 時間値 (実測)										

3

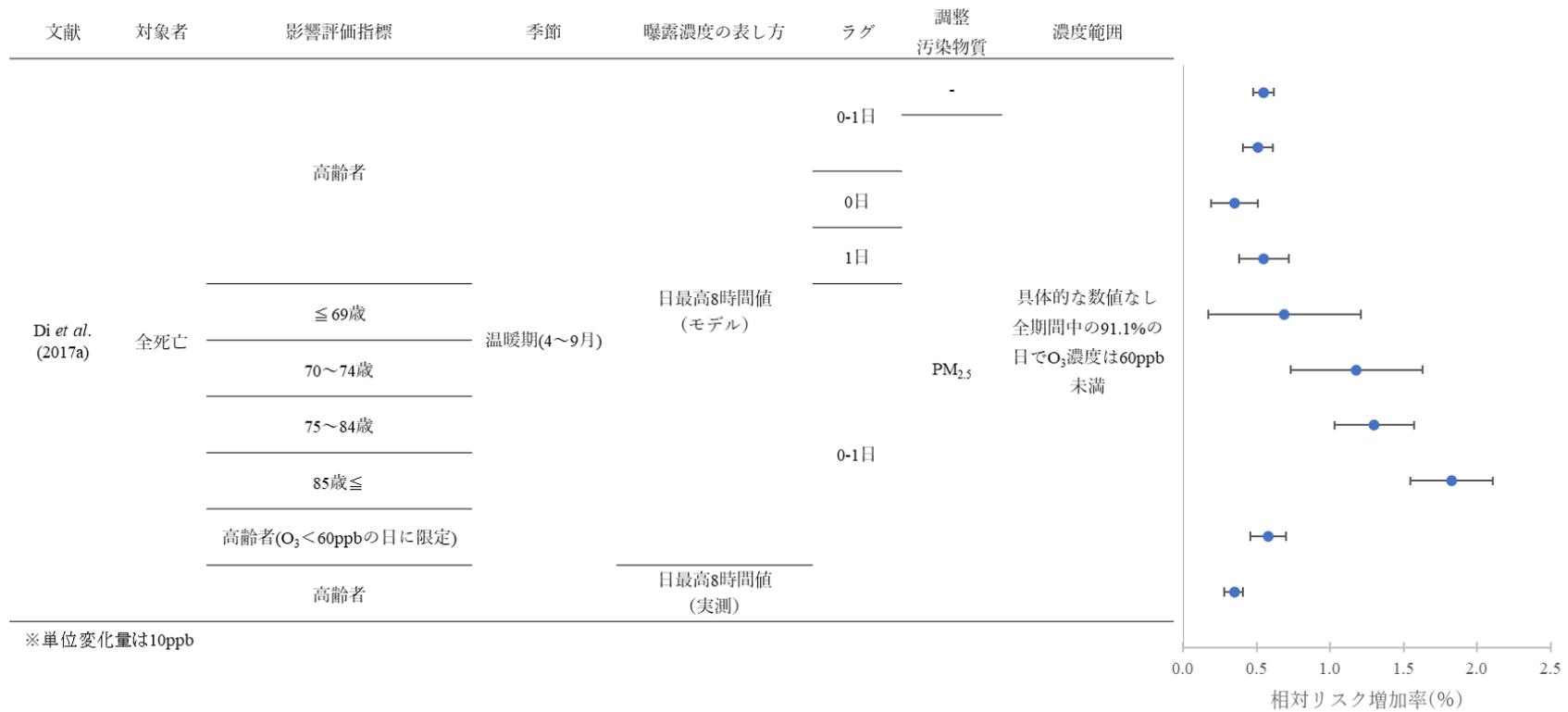


図 18 Di et al. (2017a)における解析結果
(表 25 Di et al. (2017a)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4

表 26 欧州地域を対象とした海外研究【3報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Gryparis <i>et al.</i> (2004)	欧州：23 地域	1990～1997 年 各地域で3年以上	23 地域の居住者の研究期間中の日平均死亡者数は地域により6～347 人/日	各地域から入手	O ₃ ：日最高1時間値，日最高8時間値	地域別の日最高1時間値の中央値 範囲：11～117 μg/m ³ 日最高8時間値の中央値 範囲：8～99 μg/m ³	長期トレンド，季節，曜日，気温，露点	通年の O ₃ と死亡の関連性はほとんどみられなかったが、ランダム効果モデルによる全地域の解析の結果、温暖期(4～9月)の日最高1時間 O ₃ 濃度と全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡の間には正の関連性がみられた。一方、寒冷期(10～3月)には関連性はみられなかった。 日最高8時間 O ₃ 濃度による影響推定値も日最高1時間 O ₃ 濃度による値と同程度であった。
Samoli <i>et al.</i> (2009)	欧州：21 都市	1990～1997 年の6～8月 (都市により3～8年)	全死亡 571,798 人	APHEA-2 で収集されたデータ	O ₃ ：日最高8時間値	都市別夏季中央値の範囲：39.2～123.2 μg/m ³	季節，長期トレンド，曜日，相対湿度，気温	全都市の統合解析では全死亡，心血管疾患死亡について、夏季 O ₃ 濃度との正の関連性がラグ 0 日，ラグ 0-1 日でみられ，ラグ 0 日では固定効果モデル，ランダム効果モデルで死亡率変化に違いが無かったが、ラグ 0-1 日では変動がみられた。0-20 日の制約無し分布ラグモデル，罰則付き分布ラグモデルの O ₃ 濃度との関連性はみられなかった。呼吸器疾患死亡は制約無し分布ラグモデルで正の関連性がみられたが、ラグ 0-1 日では関連性は弱く、ラグ 0 日では関連性はみ

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
								られなかった。また、固定効果モデルとランダム効果モデルで呼吸器疾患死亡率変化の差はみられなかった。
Alessandri ni <i>et al.</i> (2013)	イタリア 25 都市	2006 年～ 2010 年	35 歳以上の全自然死亡（全都市期間中合計 422,723 人。1.4～57.4 人/日）および死因のうち心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患による死亡者	各都市の死亡登録からデータを取得	日最高 8 時間値（4～9 月）	記載なし	気温、気圧、夏季人口減少、祝日、インフルエンザ流行	温暖期の日最高 8 時間 O ₃ 濃度は全自然死亡、呼吸器疾患死亡、心疾患死亡、脳血管疾患死亡のいずれとも関連性はみられなかった。

1
2

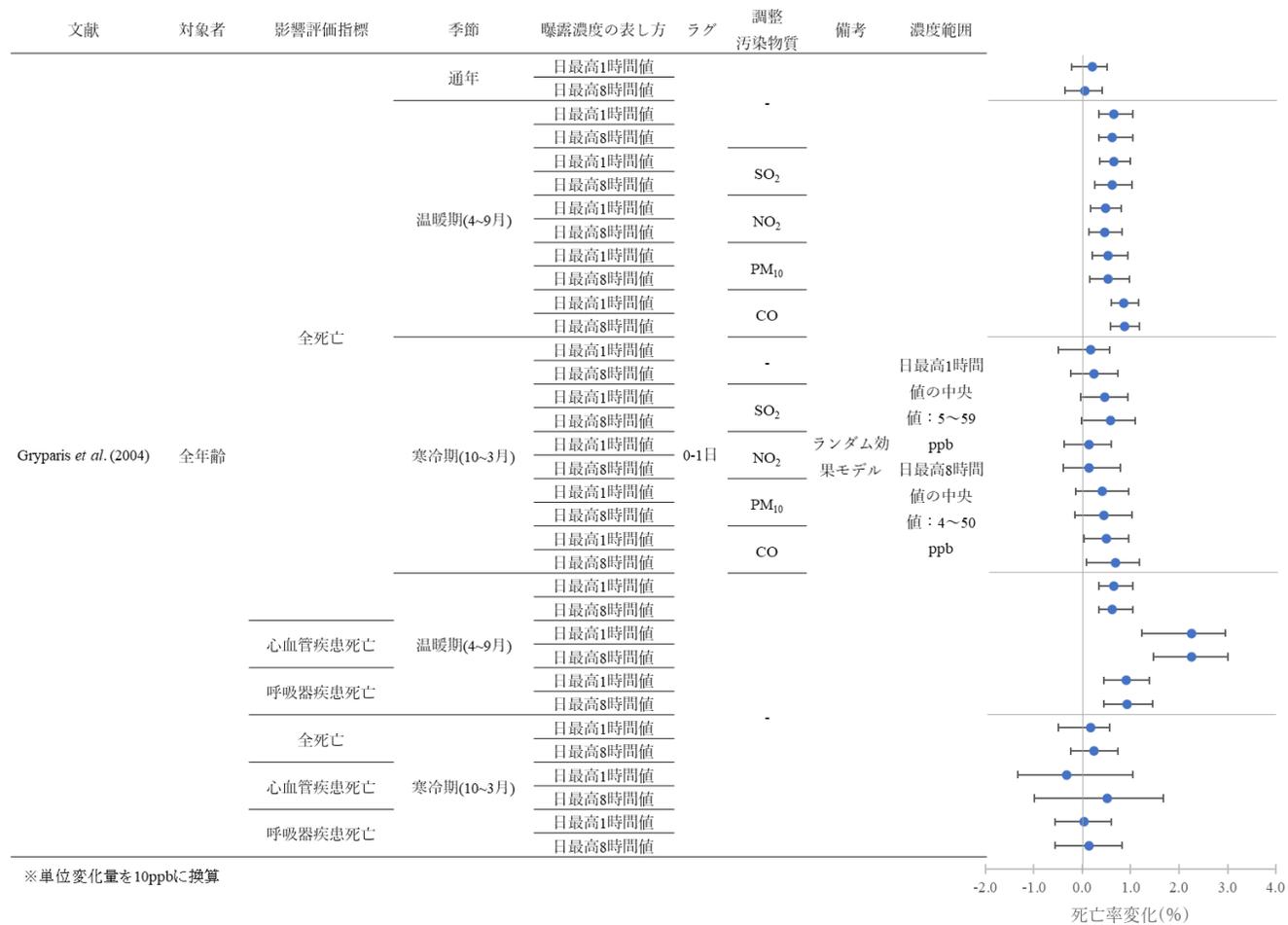
1
2
3

表 27 Gryparis *et al.* (2004)における解析結果
(表 26 に示す Gryparis *et al.* (2004)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整 汚染物質	備考		
Gryparis <i>et al.</i> (2004)	全年齢	全死亡	通年	日最高1時間値	0-1日	5.011	0.10	-0.11	0.26	-	ランダム効果 モデル		
				日最高8時間値			0.03	-0.18	0.21				
			温暖期(4~9 月)	日最高1時間値			0.33	0.17	0.52				
				日最高8時間値			0.31	0.17	0.52				
				日最高1時間値			0.33	0.18	0.50			SO ₂	
				日最高8時間値			0.31	0.13	0.51				
				日最高1時間値			0.24	0.09	0.40			NO ₂	
				日最高8時間値			0.23	0.07	0.41				
				日最高1時間値			0.27	0.10	0.47			PM ₁₀	
				日最高8時間値			0.27	0.08	0.49				
				日最高1時間値			0.43	0.30	0.58			CO	
				日最高8時間値			0.44	0.29	0.59				
				寒冷期(10~3 月)			日最高1時間値	0.09	-0.25			0.28	-
							日最高8時間値	0.12	-0.12			0.37	
			日最高1時間値				0.23	-0.02	0.47			SO ₂	
			日最高8時間値				0.29	-0.01	0.55				
			日最高1時間値				0.07	-0.19	0.30			NO ₂	
			日最高8時間値				0.07	-0.20	0.39				
			日最高1時間値				0.21	-0.07	0.48			PM ₁₀	
			日最高8時間値				0.22	-0.08	0.51				
日最高1時間値	0.25	0.02	0.48	CO									

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整 汚染物質	備考
			温暖期(4~9 月)	日最高8時間値			0.34	0.04	0.59	-	
				日最高1時間値			0.33	0.17	0.52		
		日最高8時間値		0.31			0.17	0.52			
		心血管疾患死亡		日最高1時間値			1.13	0.62	1.48		
				日最高8時間値			1.13	0.74	1.51		
		呼吸器疾患死亡		日最高1時間値			0.45	0.22	0.69		
				日最高8時間値			0.46	0.22	0.73		
		全死亡		寒冷期(10~3 月)			日最高1時間値	0.09	-0.25		
				日最高8時間値			0.12	-0.12	0.37		
		心血管疾患死亡		日最高1時間値			-0.16	-0.67	0.52		
				日最高8時間値			0.26	-0.50	0.84		
		呼吸器疾患死亡		日最高1時間値			0.02	-0.28	0.30		
				日最高8時間値			0.07	-0.28	0.41		

1



1
2
3

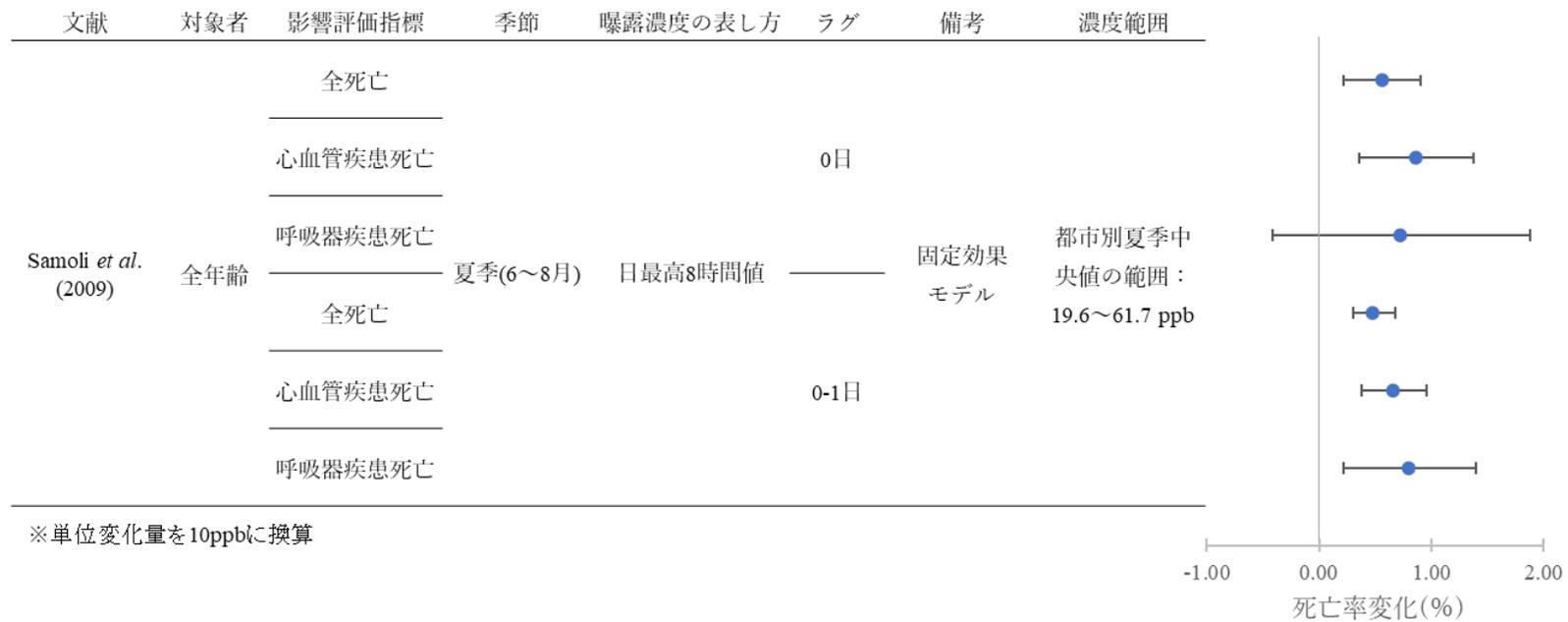
図 19 Gryparis *et al.* (2004)における解析結果
(表 27 Gryparis *et al.* (2004)における解析結果のまとめ)

1
2
3

表 28 Samoli *et al.* (2009)における解析結果
(表 26 に示す Samoli *et al.* (2009)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変化 (%)		95%CI		調整 汚染物質	備考
Samoli <i>et al.</i> (2009)	全年齢	全死亡	夏季(6~8 月)	日最高8時間 値	0日	5.011	0.28	0.11	0.45	-	固定効果モデル	
		心血管疾患死亡					0.43	0.18	0.69			
		呼吸器疾患死亡					0.36	-0.21	0.94			
		全死亡			0-1日		0.24	0.15	0.34			
		心血管疾患死亡					0.33	0.19	0.48			
		呼吸器疾患死亡					0.40	0.11	0.70			

4



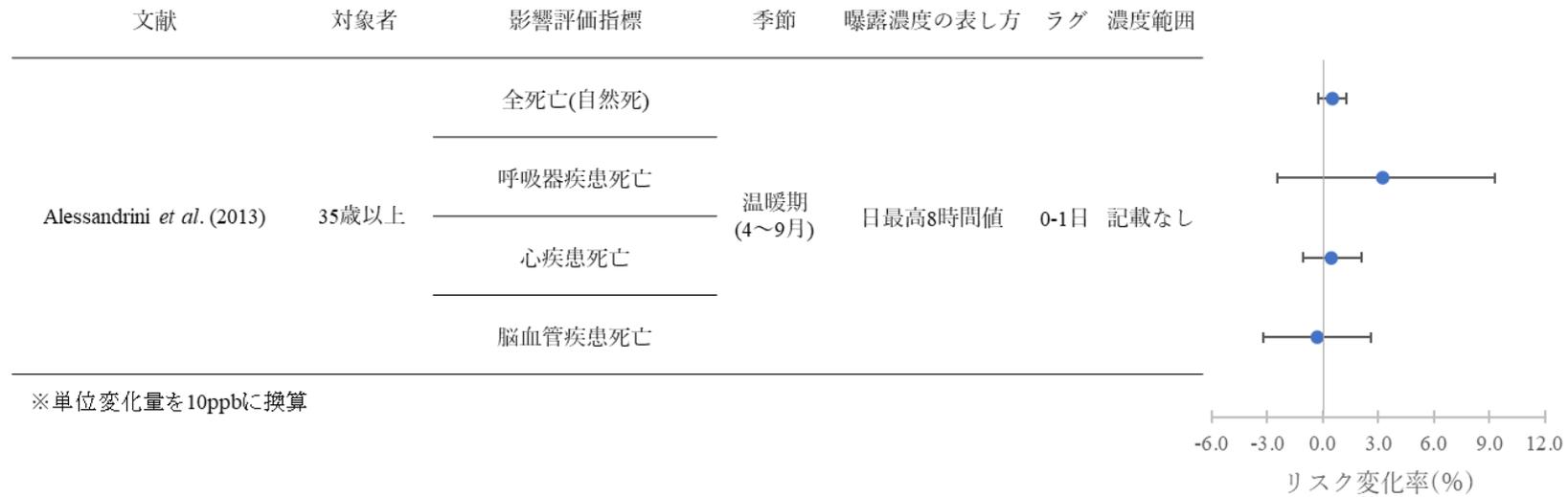
1
2
3
4

図 20 Samoli *et al.* (2009)における解析結果
(表 28 に示す Samoli *et al.* (2009)における解析結果のまとめ)

1
2

表 29 Alessandrini *et al.* (2013)における解析結果
(表 26 に示す Alessandrini *et al.* (2013)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	リスク変 化率(%)	95%CI		調整 汚染物質
Alessandrini <i>et al.</i> (2013)	35 歳以上	全死亡(自然死)	温暖期 (4~9 月)	日最高 8 時間値	0-1 日	5.011	0.26	-0.13	0.65	-
		呼吸器疾患死亡					1.6	-1.25	4.54	
		心疾患死亡					0.24	-0.55	1.03	
		脳血管疾患死亡					-0.17	-1.62	1.30	



3
4
5
6

図 21 Alessandrini *et al.* (2013)における解析結果
(表 29 に示す Alessandrini *et al.* (2013)における解析結果のまとめ)

1

表 30 中国を対象とした海外研究【1報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Yin <i>et al.</i> (2017)	中国：272 都市	2013～2015 年	全年齢の日平均死亡数(SD) 全死亡: 16(16)人/日、 呼吸器疾患死亡: 2(3) 人/日、 心血管疾患死亡: 8(7) 人/日	China's Disease Surveillance Points System(DSPS)から入手	O ₃ : 日最高 8 時間値	全国期間中 平均値(SD): 77(14) µg/m ³ 期間中範囲: 36～113 µg/m ³ 地域別平均 値の範囲: 75 ～79 µg/m ³	暦日、曜日、 気温、相対 湿度	中国全体で、多項分布ラグ(PDLM)0-3 日の日最高 8 時間 O ₃ 濃度と、暦年、曜日、 気温、湿度調整後の日死亡率変化の間には、全死亡、心血管疾患死亡、高血圧死亡、冠動脈疾患死亡、脳卒中死亡にて正の関連性がみられた一方、呼吸器疾患、 COPD による日死亡は O ₃ 濃度との関連性はみられなかった。O ₃ と全死亡との関連性について、地域間、季節間、年齢間、性別間、学歴間による統計学的な差はみられなかった。

2

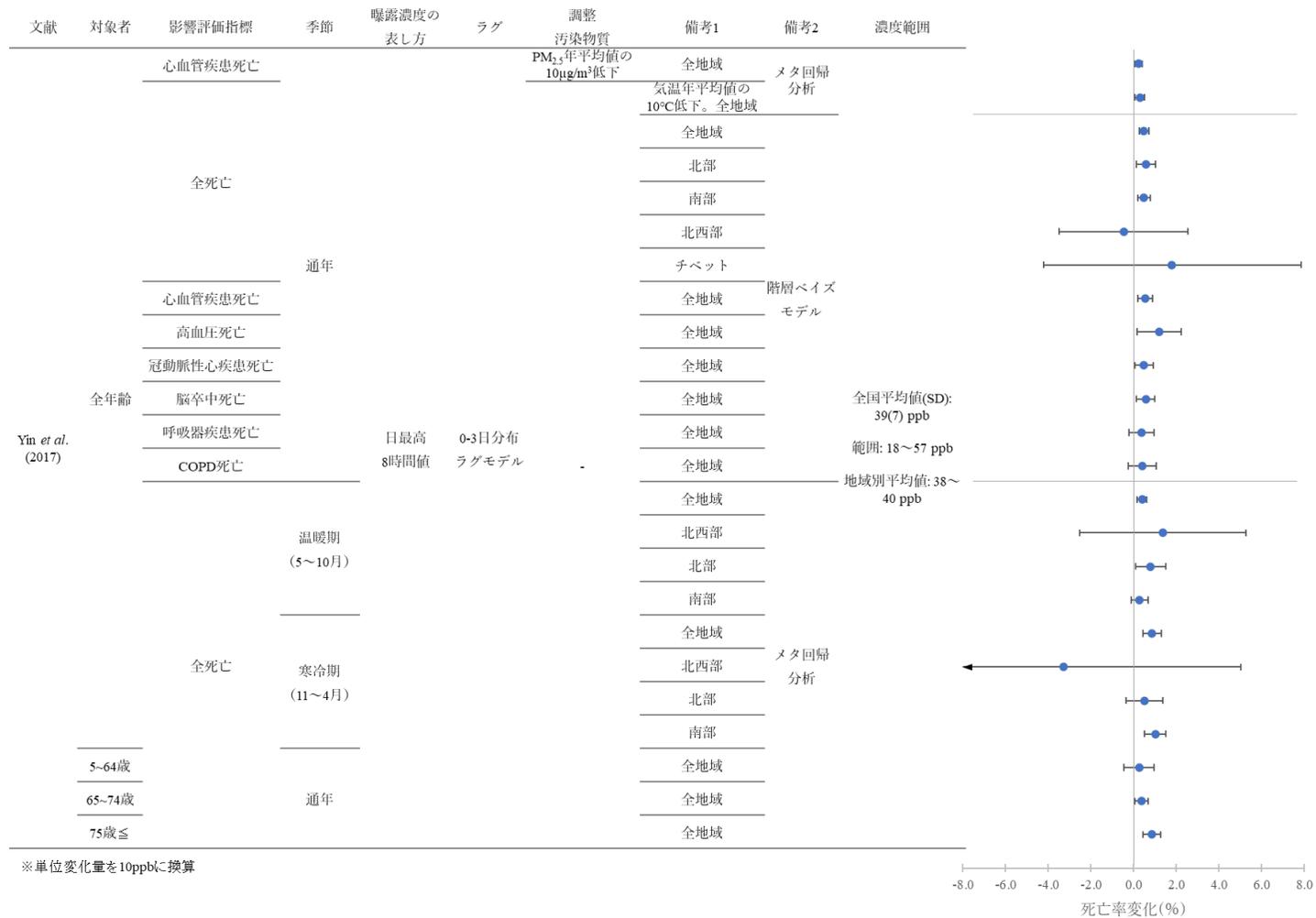
3

1
2

表 31 Yin *et al.* (2017)における解析結果
(表 30 に示す Yin *et al.* (2017)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の 表し方 (平 均化時間、 等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%PI		調整 汚染物質	備考 1	備考 2	
Yin <i>et al.</i> (2017)	全年齢	心血管疾患死亡	通年	日最高 8 時 間値	0-3 日分 布ラグモ デル	5.011	0.11	0.02	0.20	PM _{2.5} 年平均 値の 10µg/m ³ 低下	全地域	メタ回帰分 析	
		全死亡					0.14	0.02	0.25		-		気温年平均値 の 10°C低下。 全地域
		心血管疾患死亡					0.24	0.13	0.35	-	全地域		階層ベイズ モデル
		高血圧死亡					0.28	0.06	0.51		北部		
		冠動脈性心疾患死亡					0.24	0.09	0.39		南部		
		脳卒中死亡					-0.24	-1.75	1.28		北西部		
		呼吸器疾患死亡					0.90	-2.12	3.93		チベット		
		COPD 死亡					0.27	0.1	0.44		全地域		
		全死亡					0.6	0.08	1.11		全地域		
							0.24	0.02	0.46		全地域		
							0.29	0.07	0.50		全地域		
							0.18	-0.11	0.47		全地域		
							0.20	-0.13	0.53	全地域			
							0.20	0.08	0.31	全地域	メタ回帰分 析		
							0.69	-1.27	2.64	北西部			
			0.39	0.04	0.75	北部							

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の 表し方（平 均化時間、 等）	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%PI		調整 汚染物質	備考 1	備考 2	
			寒冷期 (11~ 4月)				0.13	-0.06	0.33		南部		
							0.43	0.21	0.65		全地域		
							-1.65	-5.81	2.51		北西部		
							0.25	-0.18	0.68		北部		
							0.51	0.26	0.76		南部		
							0.13	-0.23	0.48		全地域		
	5~64 歳 65~74 歳 75 歳 ≤	通年						0.19	0.03		0.34		全地域
								0.42	0.21		0.64		全地域



1
2
3

図 22 Yin *et al.* (2017)における解析結果
 (表 31 に示す Yin *et al.* (2017)における解析結果のまとめ)

表 32 複数国を対象とした海外研究【3報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Katsouyan ni <i>et al.</i> (2009)	APHENA の対象 米国：90 都市 カナダ：12 都市 欧州：死亡 31都市(18 ヶ国)(内 O ₃ &/or PM ₁₀ デー タ有は24 都市)	米国：1987～ 1996年。 欧州：1990～ 1997年(連続 3年以上), カナダ：死亡 1987～1996 年	都市による1日の全 年齢全死亡者数範 囲： 米国：5～198人/日 欧州：6～169(蘭347) 人/日 カナダ：3～49人/日	米国は National Center for Health Statistics, カナ ダは Canada Vital Statistics Information System, Canadian Institute for Health Information 等, 欧州は各都市に おける研究実施 団体から入手	O ₃ ：日最高1 時間値	米国都市別 中央値範 囲：26～75 μg/m ³ 欧州都市別 中央値範 囲：36～82 μg/m ³ カナダ都市 別中央値範 囲：13.1～ 16.5 μg/m ³	気温, 季節, 月, 曜日・祝 日	米国では、通年では、全死亡、心血管 死亡、呼吸器疾患死亡いずれも日最高1 時間 O ₃ 濃度と負の関連性がみられた。 夏季では、全死亡、心血管死亡、呼吸 器疾患死亡いずれも O ₃ 濃度と正の関連 性がみられたが、PM ₁₀ の調整を行うと いずれも関連性は失われた。 欧州では、通年では、全死亡でのみ O ₃ 濃度と正の関連性がみられた。夏季で は、全死亡、心血管死亡、呼吸器疾患 死亡いずれも O ₃ 濃度と正の関連性がみ られたが、PM ₁₀ の調整を行うと心血管 死亡、呼吸器疾患死亡との関連性は失 われた。 カナダでは、通年では、全死亡、心 管死亡と O ₃ 濃度に正の関連性がみられ たが、PM ₁₀ の調整を行うと心血管死亡 との関連性は失われた。夏季では、全 死亡、呼吸器疾患死亡と O ₃ 濃度に正の 関連性がみられた。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方(平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Peng <i>et al.</i> (2013)	欧州 23 都市, 米国 86 都市(温暖期), 50 都市(通年), カナダ 12 都市	欧州: 1990~1997 年 米国: 1987~1996 年 カナダ: 1987~1996 年	期間中の全死亡者(全年齢、外傷による死亡を除く) 都市による日死亡数はカナダ: 3~49 人/日, 欧州: 6~347 人/日, 米国: 5~198 人/日	APHENA プロジェクト (NMMAPS, APHEA, カナダ複数都市研究)の提供データ(ICD-9 により定義)	O ₃ : 日最高 1 時間値	都市別中央値の範囲 欧州: 28.0~82.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 米国: 13.0~38.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ カナダ: 6.6~9.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	長期トレンド・季節パターン, 曜日, 祝日, 気温	O ₃ 曝露による死亡リスクの間には欧州、米国、カナダにおいて正の関連性がみられ、どの地域でも温暖期の O ₃ 曝露による効果が通年 O ₃ 曝露によるリスクより高かった。通年のカナダと米国における関連性については、PM ₁₀ について調整すると失われた。気温の影響については、カナダにおいて平均気温分布の 75 パーセンタイルでは 25 パーセンタイルと比較して、死亡リスクが増加した。
Vicedo-Cabrera <i>et al.</i> (2020)	世界 20 カ国, 406 都市	1985~2015 年の間で各都市 3 年間以上(都市平均 13 年間)	対象都市における期間中の死亡者(全死亡または非外因性死亡), 計 45,165,171 人	Multi-city Multicountry (MCC) Collaborative Research Network のデータベースから抽出	O ₃ : 日最高 8 時間値	O ₃ : 日最高 8 時間値 国別中央値の範囲: 31.2~109.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	長期トレンド, 季節, 曜日, 気温, 相対湿度	ラグ 0-1 日の日最高 8 時間 O ₃ 濃度と 406 都市全体を統合した全死亡は O ₃ 濃度との正の関連性がみられ、温暖期(北半球 6~8 月, 南半球 12~2 月)、寒冷期(北半球 1~5, 9~12 月, 南半球 3~11 月)に限定した解析、PM ₁₀ 、NO ₂ 、相対湿度それぞれについて調整した解析においても、正の関連性は失われなかった。O ₃ 濃度が 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える日に限定した解析では、O ₃ と全死亡の濃度反応関係に非線形性はみられなかった。

1
2

1
2

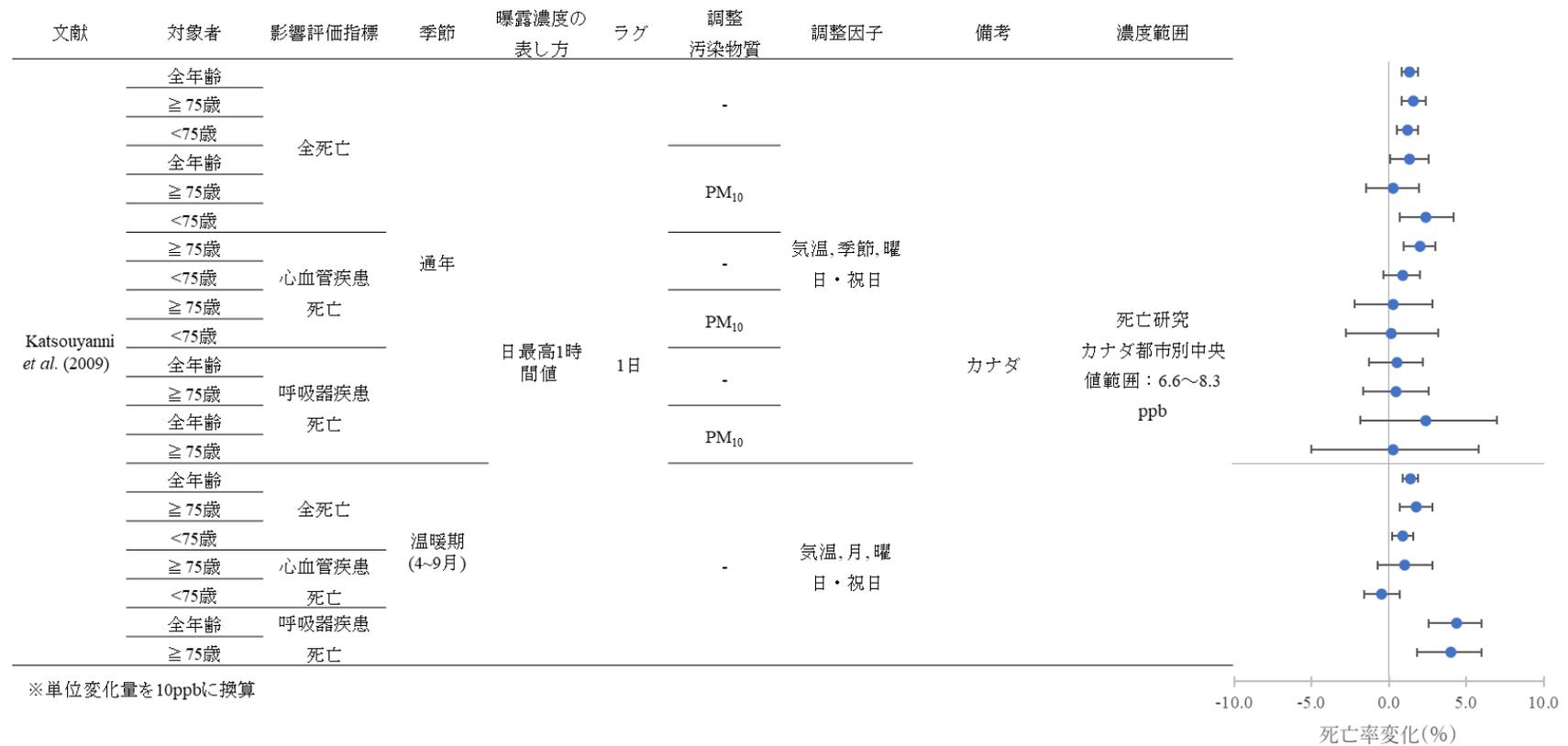
表 33 Katsouyanni *et al.* (2009)における解析結果
(表 32 に示す Katsouyanni *et al.* (2009)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方(平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	死亡率変化(%)	95%CI		調整汚染物質	調整因子	備考								
Katsouyanni <i>et al.</i> (2009)	全年齢	全死亡	通年	日最高1時間値	1日	5.011	0.68	0.43	0.94	-	気温, 季節, 曜日・祝日	カナダ								
	≥75歳						0.79	0.42	1.2											
	<75歳						0.61	0.26	0.95											
	全年齢	心血管疾患死亡					温暖期(4~9月)						0.67	0.052	1.3	PM ₁₀				
	≥75歳												0.13	-0.73	0.99					
	<75歳												1.2	0.37	2.1					
	全年齢	呼吸器疾患死亡															1	0.48	1.5	-
	≥75歳																0.44	-0.17	1	
	<75歳																0.15	-1.1	1.4	
	全年齢	全死亡																		
	≥75歳		0.25	-0.63	1.1															
	全年齢		0.23	-0.84	1.3															
	全年齢	全死亡									1.2	-0.92								
	≥75歳						0.14	-2.5	2.9											
	全年齢						0.71	0.46	0.95											
	全年齢	全死亡									0.88	0.35								
	≥75歳										0.45	0.12	0.78							
	<75歳										0.51	-0.36	1.4							
	全年齢	心血管疾患死亡													-0.23	-0.81				
	≥75歳														2.2	1.3	3			
<75歳	2														0.93	3				
全年齢	呼吸器疾患死亡																	2.2	1.3	3
≥75歳			2	0.93	3															
全年齢			2.2	1.3	3															
全年齢	全死亡		通年			1日												5.011	0.09	0.01

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方(平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	死亡率変化(%)	95%CI		調整汚染物質	調整因子	備考
	≥75歳			日最高1時間値			0.04	-0.09	0.16	PM ₁₀	気温, 季節, 曜日・祝日	
	<75歳						0.15	0.04	0.26			
	全年齢						0.09	0	0.18			
	≥75歳						0.05	-0.07	0.16			
	<75歳						0.19	0.06	0.31			
	≥75歳						0.06	-0.14	0.25			
	<75歳						0.12	-0.1	0.33			
	≥75歳						0.06	-0.15	0.28	PM ₁₀		
	<75歳						0.21	-0.04	0.45			
	全年齢						0.02	-0.3	0.35	-		
	≥75歳						0.02	-0.38	0.42			
	全年齢						0.04	-0.25	0.33	PM ₁₀		
	≥75歳	-0.06	-0.44	0.31								
	全年齢	0.29	0.19	0.39	-	気温, 月, 曜日・祝日						
	≥75歳	0.3	0.17	0.44								
	<75歳	0.27	0.13	0.41								
	全年齢	0.19	0.07	0.32	PM ₁₀							
	≥75歳	0.19	0	0.34								
	<75歳	0.24	0.07	0.4	-							
	≥75歳	0.39	0.13	0.65								
	<75歳	0.22	-0.08	0.52								
	≥75歳	0.24	-0.04	0.52	PM ₁₀							
	<75歳	0.21	-0.12	0.54								
	全年齢	0.58	0.25	0.91	-							

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方(平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	死亡率変化(%)	95%CI		調整汚染物質	調整因子	備考				
	≧75歳	呼吸器疾患死亡					0.49	0.11	0.88	PM ₁₀						
	全年齢						0.2	-0.19	0.58							
	≧75歳	全死亡	通年	日最高1時間値	1日	5.011	0.05	-0.39	0.5	-	気温, 季節, 曜日・祝日	米国				
	全年齢						-0.57	-0.89	-0.26							
	≧75歳						-0.79	-1.22	-0.37							
	<75歳						-0.41	-0.7	-0.11							
	全年齢						-0.75	-1.2	-0.3							
	≧75歳						-0.9	-1.57	-0.24							
	<75歳						-0.57	-1.06	-0.08							
	全年齢						-0.85	-1.37	-0.33							
	≧75歳						-0.51	-0.9	-0.11							
	<75歳						-0.97	-1.83	-0.11							
	全年齢	心血管疾患死亡								-						
	≧75歳												-0.17	-0.8	0.46	
	全年齢	呼吸器疾患死亡								-						
	≧75歳												-1.29	-2.17	-0.41	
	全年齢									PM ₁₀						
	≧75歳												-1.74	-2.75	-0.74	
	全年齢	全死亡	温暖期(4~9月)								-	気温, 月, 曜日・祝日				
	≧75歳													0.49	0.29	0.69
	<75歳													0.58	0.32	0.84
全年齢	0.4													0.16	0.64	
≧75歳	0.27													-0.07	0.61	
<75歳	0.26													-0.24	0.76	
全年齢	0.27													-0.17	0.71	
≧75歳	0.49													0.15	0.83	

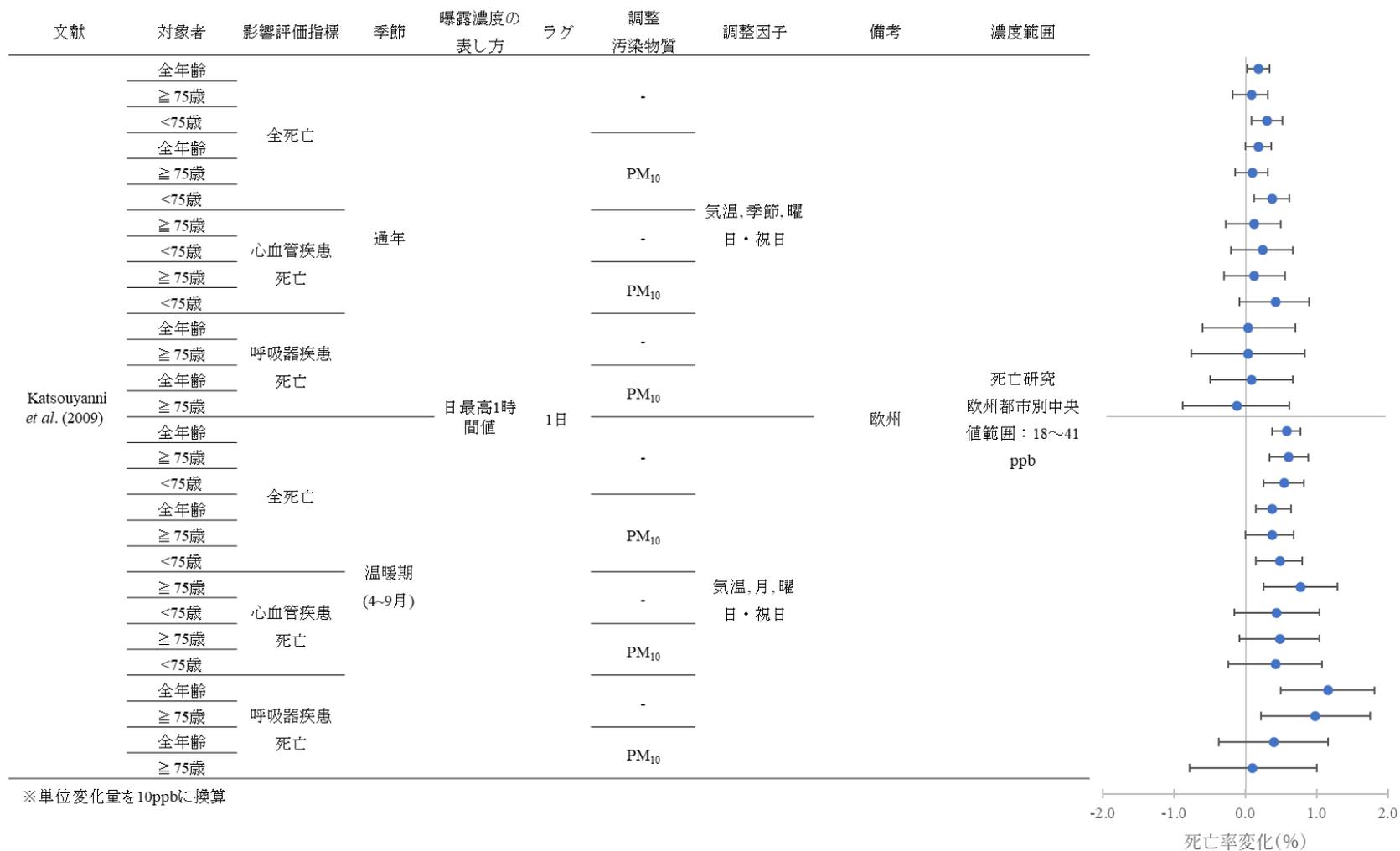
文献	対象者	影響評価 指標	季節	曝露濃度の表 し方（平均化 時間、等）	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整 汚染物質	調整因子	備考
	<75 歳	心血管疾 患死亡					0.45	0.09	0.81	PM ₁₀		
	≥75 歳						-0.09	-0.75	0.57			
	<75 歳	0.22					-0.52	0.96	-			
	全年齢	0.77					0.17	1.37				
	≥75 歳	0.71					-0.07	1.49	PM ₁₀			
	全年齢	0.99					-0.33	2.31				
	≥75 歳	0.72	-0.88	2.32								
	全年齢	全死亡	通年	日最高1時間 値	0-1 日	5.011	0.36	0.12	0.59	-	気温, 季節, 曜 日・祝日	カナダ。平均気温 25 パーセンタイル
							0.44	0.28	0.61			カナダ。平均気温 75 パーセンタイル
							0.20	0.05	0.36			欧州。平均気温 25 パーセンタイル
							0.20	0.04	0.35			欧州。平均気温 75 パーセンタイル
							0.27	0.17	0.37			米国。平均気温 25 パーセンタイル
							0.00	-0.10	0.10			米国。平均気温 75 パーセンタイル



1

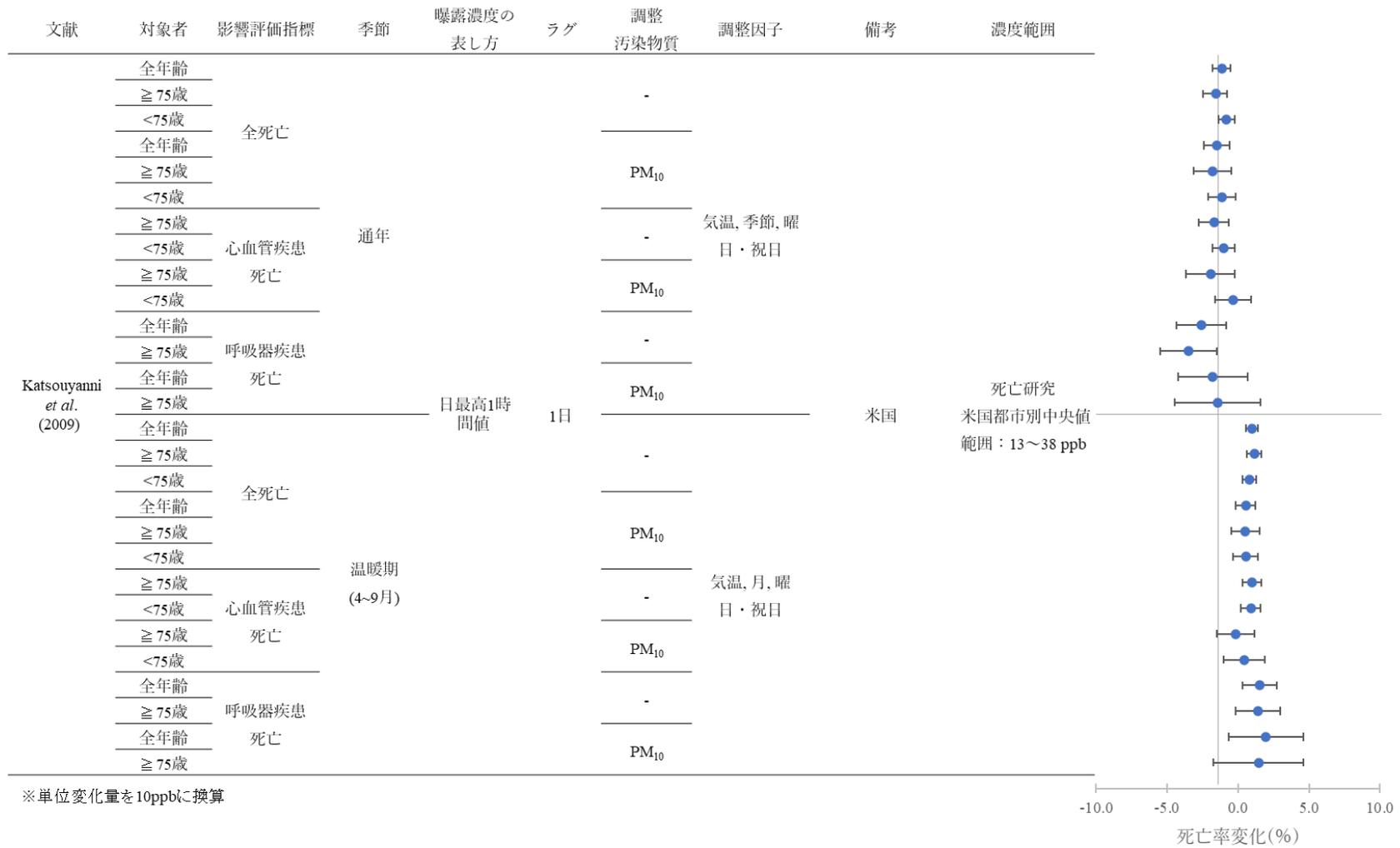
2

図 23 Katsouyanni *et al.* (2009)における解析結果 (カナダ) (続く)



1
2

図 23 Katsouyanni *et al.* (2009)における解析結果 (欧州) (続く)



1
2

図 23 Katsouyanni *et al.* (2009)における解析結果 (米国) (続く)

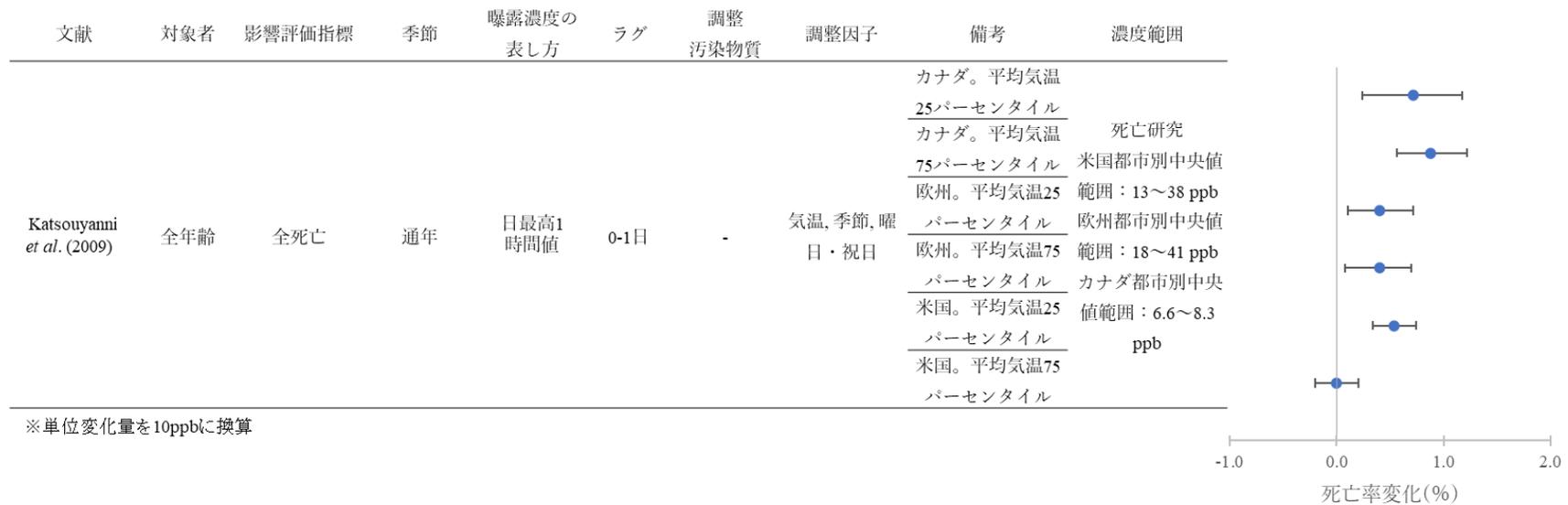


図 23 Katsouyanni *et al.* (2009)における解析結果 (平均気温の分布ごと) (続き)
(表 33 に示す Katsouyanni *et al.* (2009)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4
5

1
2

表 34 Peng *et al.* (2013)における解析結果
(表 32 表 32 に示す Peng *et al.* (2013)における解析結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	過剰相対リスク (%)	95%CI		調整汚染物質	備考
Peng <i>et al.</i> (2013)	全年齢	全死亡	通年	日最高1時間値	0-1日	5.011	0.26	0.15	0.37	-	欧州+カナダ+米国
					1日		0.17	0.09	0.25		欧州
							0.56	0.28	0.83		カナダ
							0.18	0.00	0.35		米国
							0.19	0.10	0.28	PM ₁₀	欧州
							0.48	-0.18	1.20		カナダ
							0.13	-0.18	0.44	米国	
					≥75歳		0.14	0.04	0.24	-	欧州
							0.61	0.22	1.00		カナダ
							0.21	-0.04	0.46		米国
	0.16	0.05	0.28	PM ₁₀		欧州					
	-0.07	-0.99	0.87			カナダ					
	<75歳	0.12	-0.39	0.63	米国						
		0.18	0.07	0.29	-	欧州					
		0.52	0.14	0.89		カナダ					
		0.15	-0.07	0.37		米国					
		0.24	0.12	0.37	PM ₁₀	欧州					
	1.00	0.11	2.00	カナダ							
	全年齢	温暖期(4~9月)	0.12	-0.33	0.56	米国					
			0.29	0.19	0.39	-	欧州				
0.71			0.46	0.95	カナダ						

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	過剰相対リスク (%)	95%CI		調整汚染物質	備考	
	≥75 歳	心血管疾患死亡	通年				0.49	0.29	0.69		米国	
							0.30	0.17	0.44		欧州	
							0.88	0.35	1.40		カナダ	
							0.58	0.32	0.84		米国	
	<75 歳						0.27	0.13	0.41		欧州	
							0.45	0.12	0.78		カナダ	
							0.40	0.16	0.64		米国	
	≥75 歳						0-1 日	0.35	0.12		0.58	欧州
							分布ラグモデル	1.20	0.18		2.30	カナダ

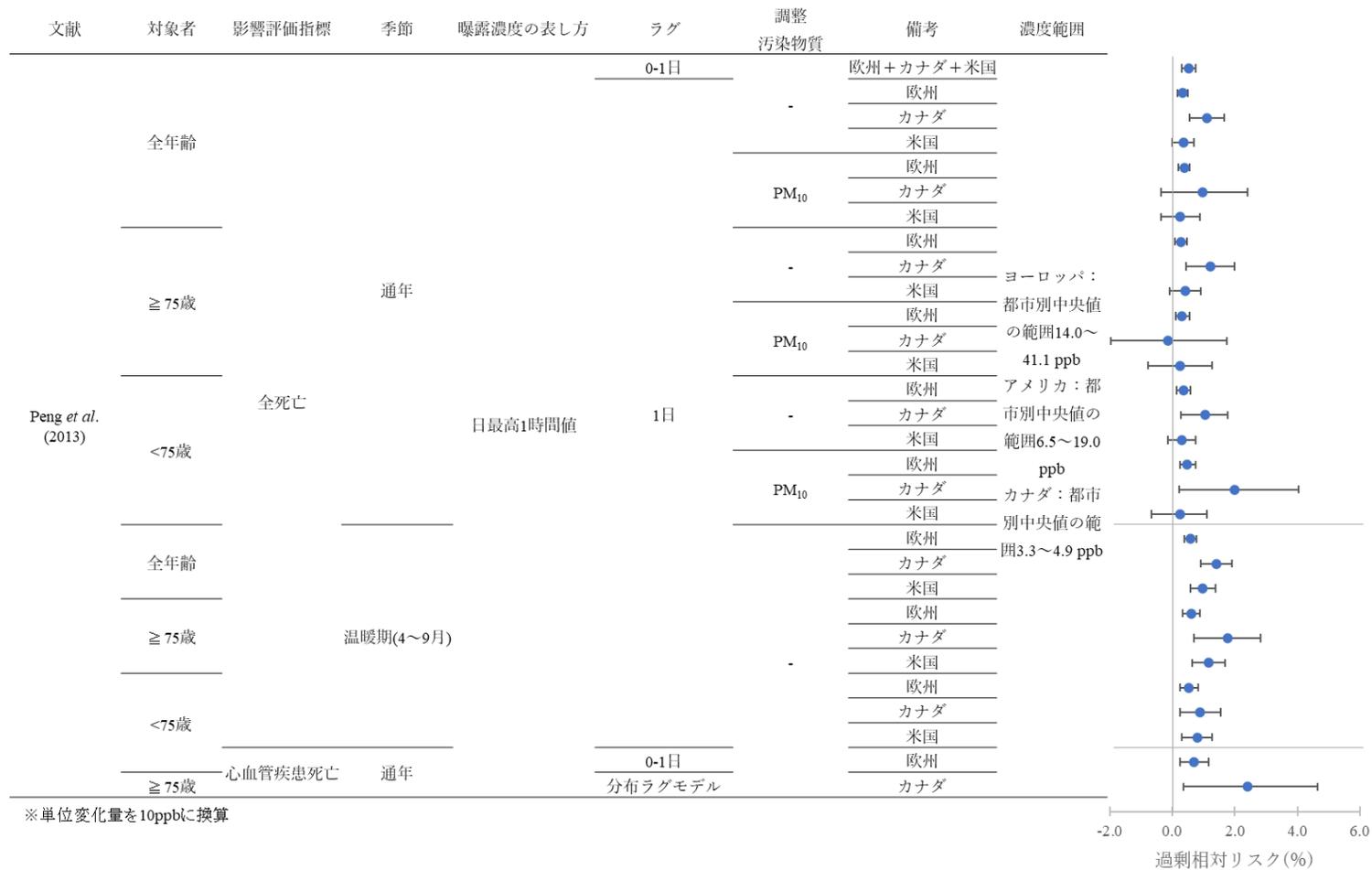


図 24 Peng *et al.* (2013)における解析結果
(表 34 に示す Peng *et al.* (2013)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4

1
2

表 35 Vicedo-Cabrera *et al.* (2020)における解析結果
(表 32 に示す Vicedo-Cabrera *et al.* (2020)における解析結果のまとめ)

文献	対象都市数	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	相対リ スク	95%CI		調整 汚染物質	調整因子
Vicedo- Cabrera <i>et al.</i> (2020)	406 都市	全死亡	通年	日最高 8 時間値	0-1 日	5.011	1.0018	1.0012	1.0024	-	-
			温暖期(北半球 6~8 月, 南半球 12~2 月)				1.0012	1.000	1.0026		
			寒冷期(北半球 1~5, 9~12 月, 南 半球 3~11 月)				1.0015	1.0006	1.0024		
	228 都市		通年				1.0015	1.0007	1.0024		
	269 都市	1.0014		1.0010	1.0019	NO ₂					
	317 都市	1.0026		1.0017	1.0035	-	相対湿度				

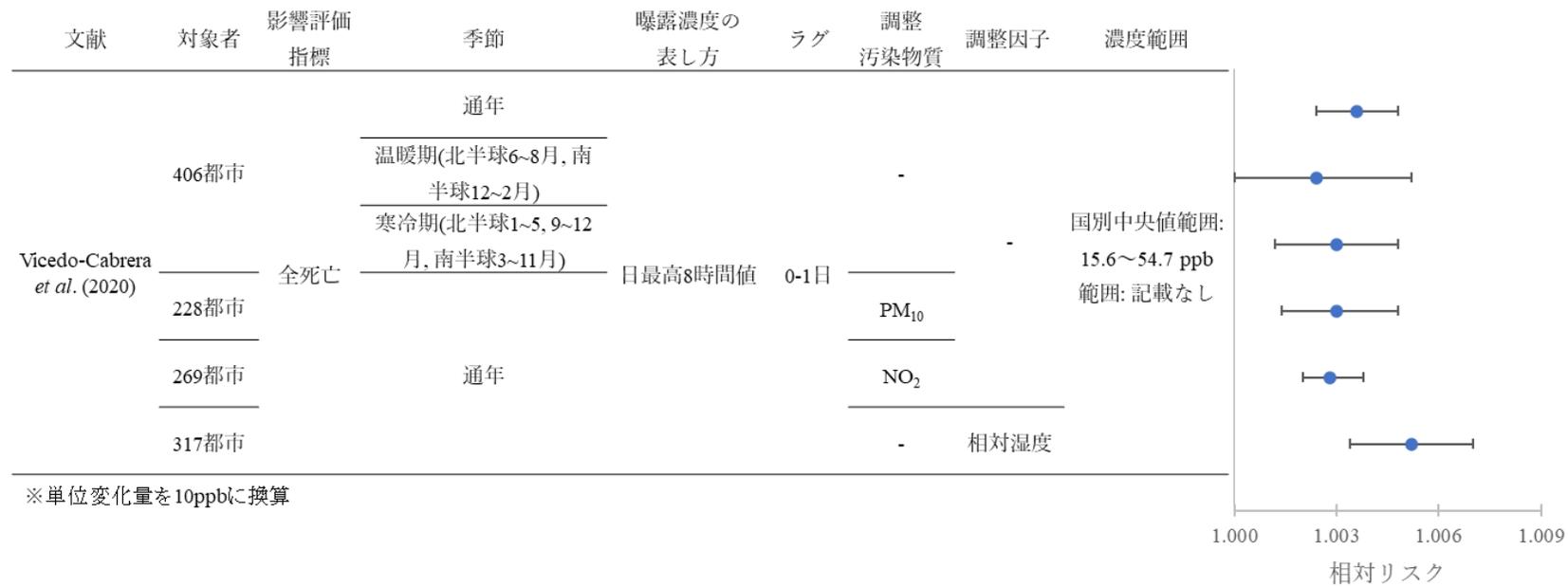


図 25 Vicedo-Cabrera *et al.* (2020)における解析結果
(表 35 に示す Vicedo-Cabrera *et al.* (2020)における解析結果のまとめ)

1
2
3
4

1

2 2.1.2.2. システマチックレビューによるメタ解析研究

3 システマチックレビューにより収集した知見の解析結果をメタ解析により統合した研究
4 は 17 報ある。そのうち、北米、欧州、アジアなどの複数国における研究を対象とした報告
5 が 13 報あり（表 36）、中国国内の複数地域における研究を対象とした報告が 3 報ある（表
6 52）。また、院外心停止をエンドポイントとした研究が 1 報ある。

7 複数国における研究を対象としたメタ解析研究では、全死亡、循環器疾患死亡については
8 O₃ 濃度と正の関連性がみられた研究が多くあるが、呼吸器疾患死亡については正の関連性
9 がみられたとする報告もある一方、関連性がみられなかったことを報告した研究もある。疾
10 患別の解析では、脳卒中死亡について正の関連性がみられたことが報告されている。共存汚
11 染物質の影響については、調整により関連性が失われたとする報告がある一方、関連性が維
12 持されたとする報告もある。季節別の解析を行った研究では、夏季や温暖期に正の関連性が
13 みられたことが報告されている。なお、一部の研究では出版バイアスの存在や異質性指数が
14 高いことが言及されている。

15 中国国内の複数地域における研究を対象としたメタ解析研究では、いずれの研究におい
16 ても、O₃ 濃度と全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡について正の関連性が報告され
17 ている。疾患別死亡では、脳血管疾患死亡について正の関連性がみられたことが報告されて
18 いる。

19 これらの研究において報告されている全死亡に関する影響推定値の統合結果は、死亡率
20 については-0.46~1.75%、相対リスクについては 1.006~1.0084 であった。

21

22 複数国における研究を対象とした報告は 13 報ある（表 36）。Stieb *et al.* (2002)は、北米、
23 西欧、メキシコ、アジア、オーストラリアにおいて報告された O₃ について解析した時系列
24 解析研究 23 報についてメタ解析を行い、単一汚染物質モデルでは日最高 1 時間 O₃ 濃度と
25 全年齢及び高齢者の全死亡、全年齢の循環器疾患死亡に正の関連性がみられた。全年齢の全
26 死亡について複数汚染物質モデルで解析したところ関連性はみられなかった（表 37）。Stieb
27 *et al.* (2003)は、Stieb *et al.* (2002)で収集した時系列解析 23 報から得られた影響推定値を GAM
28 による解析で得られた値と GAM 以外のモデル解析で得られた値を分けてそれぞれについ
29 てメタ解析を行った。単一汚染物質モデルでは、GAM、GAM 以外どちらの影響値を統合し
30 た場合でも、日最高 1 時間 O₃ 濃度と全年齢の全死亡に正の関連性がみられたが、複数汚染
31 物質モデルではいずれも関連性はみられなかった（表 38）。Anderson *et al.* (2004)は、欧州
32 における 12 報についてメタ解析を実施したところ、8 時間平均 O₃ 濃度と全年齢の全死亡、
33 心血管疾患死亡に正の関連性がみられたが、呼吸器疾患死亡との関連性はみられなかった
34 （表 39）。Bell *et al.* (2005)は欧米その他における時系列研究 39 報についてメタ解析を行っ
35 たところ、全年齢の呼吸器疾患死亡については日平均 O₃ 濃度との関連性はみられなかった
36 が、全死亡及び心血管疾患については、通年、温暖期（5~10 月）いずれも正の関連性がみ

1 られた。また、高齢者の全死亡についても正の関連性がみられた。ただし、著者らは出版バ
2 イアスがある可能性を示唆している（表 40）。Ito *et al.* (2005) では、北米、中南米、オセア
3 ニア、欧州、アジアを対象とした 43 の単一都市研究²についてメタ解析を行い、各都市の結
4 果を統合すると、全年齢の日平均 O₃ 濃度と通年の全死亡に正の関連性がみられた。季節ご
5 との解析を行った 10 報に限定した解析では、通年と比較して夏季（6～8 月）でより強い関
6 連性がみられた。ただし、いずれの統合結果についても、異質性指数が高かった。粒子状物
7 質濃度のデータが得られた 15 研究について PM₁₀ 濃度を考慮して解析しても過剰死亡推計
8 値はほぼ変化しなかった（表 41）。Levy *et al.* (2005) では、北米・欧州の 48 都市を対象と
9 した 21 報についてメタ解析を行い、単一汚染物質モデルにおいて通年および 5～10 月の日
10 最高 1 時間 O₃ 濃度と全年齢の全死亡に正の関連性がみられた。都市ごとでは、空調設備普
11 及率が低い都市で影響が大きい傾向がみられた（表 42）。Smith *et al.* (2009a) では、米国、
12 メキシコ、欧州、韓国、中国、オーストラリアにおける単一都市時系列研究(全死亡 22 値、
13 心血管疾患死亡 19 値、呼吸器疾患死亡 19 値)³を対象としてメタ解析を行った結果、8 時間
14 平均 O₃ 濃度と全年齢の全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡に正の関連性がみられた
15 （表 43）。Atkinson *et al.* (2012a) では、アジア 8 カ国の都市において実施された疫学研究
16 から得られた解析値（全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡についていずれも 4 値）を
17 メタ解析を行ったところ、通年の 8 時間平均 O₃ 濃度と全年齢の呼吸器疾患死亡に正の関連
18 性がみられたが、全死亡、心血管疾患死亡には関連性がみられなかった（表 44）。Mustafic
19 *et al.* (2012) では、アフリカを除く世界 19 地域を対象とした疫学研究 34 報についてメタ解
20 析を行った。このうち O₃ を対象に含む文献 19 報について統合した結果、O₃ 濃度と全年齢
21 の心筋梗塞の発症と心筋梗塞による死亡を合計した心筋梗塞リスクとの関連性はみられな
22 かった（表 45）。Shah *et al.* (2013) では、北米・ヨーロッパ・アジアを対象とした 35 報の
23 うち O₃ に関して解析を行った 18 報の結果をメタ解析を行ったところ日平均 O₃ と全年齢の
24 心不全による死亡または入院との間に関連性はみられなかったが（表 46）、心不全による
25 死亡を解析した 3 報のみを統合した結果では日平均 O₃ 濃度との増加に正の関連性がみられ
26 た（図示のみ）。Yang *et al.* (2014) では、日本、韓国、中国、米国、カナダ、欧州を対象と
27 した 34 報において、O₃ との関連を検討した研究 20 報で報告された影響推定値をメタ解析
28 により統合した結果、通年の日平均 O₃ 濃度と全年齢の全脳卒中による入院又は死亡、全脳
29 卒中による死亡との関連はみられなかったが、虚血性脳卒中による入院又は死亡と正の関
30 連性がみられた。（表 47）。Shah *et al.* (2015) では、28 カ国を対象とした 103 報において、
31 O₃ に関する文献 41 報についてメタ解析を行ったところ、全年齢の脳卒中による死亡につい
32 ての 19 値を統合すると正の関連がみられた（表 48）。Song *et al.* (2016) では、北米、欧州、
33 アジアを対象とした 25 報のうち O₃ について解析した 10 報についてメタ解析を行い、通年

² 「2.1.2.1.大規模複数都市を対象とした研究」のうち Dominici *et al.* (2003)を含む

³ 「2.1.2.1.大規模複数都市を対象とした研究」のうち Gryparis *et al.* (2004)を含む

1 の日平均 O₃ 濃度と全年齢又は高齢者の不整脈による入院または死亡、不整脈による死亡と
2 の間に関連性はみられなかった（表 49）。

3
4 Zhao *et al.* (2017) では、北米・欧州・オーストラリア・アジアを対象とした 15 報のうち
5 について解析した 11 報⁴について、O₃ の日単位の濃度と全年齢及び高齢者における院外心
6 停止に正の関連性がみられた（表 51）。

7
8 中国国内の複数地域を対象とした研究を対象とした報告は 3 報ある（表 52）。Lai *et al.*
9 (2013) では、中国 24 地域における短期曝露と全死亡に関する 16 報、心血管疾患死亡に関
10 する 15 報、呼吸器疾患死亡に関する 13 報の解析結果をメタ解析により統合したところ、
11 全年齢の全死亡、呼吸器疾患死亡、心血管疾患死亡いずれについても、通年の日平均 O₃ 濃
12 度と正の関連性がみられた（表 53）。Shang *et al.* (2013) では、中国の中～大規模都市を対
13 象とした 33 報において、全死亡への O₃ の影響に関しては 7 報から得られた 8 影響推定値、
14 呼吸器疾患死亡及び心血管疾患死亡についてはそれぞれ 8 報から得られた影響推定値 9 値
15 をメタ解析により統合し、8 時間平均 O₃ 濃度と全年齢の全死亡、呼吸器疾患死亡、心血管
16 疾患死亡に正の関連性がみられた（表 54）。Yan *et al.* (2013) では、中国 7 都市を対象とし
17 た O₃ 短期曝露と死亡について検討を行った 5 報についてメタ解析を行い、通年の日最高 8
18 時間 O₃ 濃度と全年齢の非事故死亡、呼吸器疾患死亡、心血管疾患死亡に正の関連性がみら
19 れた（表 55）。

20

⁴ 「2.1.2.1.大規模複数都市を対象とした研究」のうち Yorifuji *et al.* (2014b)を含む

1
2

表 36 世界各国を対象とした死亡に関するメタ解析研究【13 報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Stieb <i>et al.</i> (2002)	カナダ 13 都市、米国 38 都市、南米 3 都市、西欧 18 都市、東欧 8 都市、アジア 10 都市、オセアニア 4 都市。全 94 都市	1985 年～2000 年 12 月までに公表された時系列研究 研究期間: 1958～1999 年	全年齢死亡者 (全死亡, 呼吸器疾患死亡, 循環器疾患死亡)	各種文献データベース, 主要誌, 関連文献参考文献リストから選択した 109 報 (O ₃ の解析は 23 報) の影響推定値, 単一汚染物質モデル 25 値, 複数汚染物質モデル 11 値	O ₃ : 日最高 1 時間値	地域別平均値の範囲: 23.7～95.1 ppb	経時サイクル, 気象因子(最低限として気温, 相対湿度の一方)	単一汚染物質モデルでは日最高 1 時間 O ₃ 濃度と、全死因による死亡リスク、循環器疾患死亡リスクとの間に正の関連性がみられたが、呼吸器疾患死亡については O ₃ 濃度との関連性はみられなかった。全死亡について複数汚染物質モデルで解析したところ関連性はみられなかった。
Stieb <i>et al.</i> (2003)	Stieb <i>et al.</i> (2002)の再解析	1985 年～2000 年 12 月までに公表された時系列研究 研究期間: 1958～1999 年	死亡者(全死亡, 呼吸器疾患死亡, 循環器疾患死亡)	Stieb <i>et al.</i> (2002)の再解析。109 報 (O ₃ の解析は 23 報) の影響推定値, 単一汚染物質モデルの GAM ベー	O ₃ : 日最高値	記載なし	経時サイクル, 気象因子	Stieb <i>et al.</i> (2002)の再解析として、GAM による解析で得られた値と GAM 以外のモデル解析で得られた値に分けメタ解析を行った結果、単一汚染物質モデルでは、日最高 1 時間 O ₃ 濃度と GAM による 15 の影響推定値を統合した全死亡の過剰死亡リスクの間に正の関連性がみられた。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
				ス推定値 15 値, 非 GAM ベース 10 値、複数汚染物質モデルの GAM ベース推定値 4 値, 非 GAM ベース 7 値				GAM 以外による 10 の影響推定値を統合した全死亡の過剰死亡リスクにおいても正の関連性があったが、GAM による解析結果より影響は小さかった。複数汚染物質モデルではいずれも関連性はみられなかった。
Anderson <i>et al.</i> (2004)	欧州	2003 年 2 月にデータベースからそれまでに発行された時系列研究, パネル研究を抽出。調査期間 1982~1999 年	全年齢死亡者 (全死亡, 呼吸器疾患死亡, 心血管疾患死亡)各文献の対象者数の記載なし。	Medline, Embase, Web of Science から収集された全死亡 15 値、呼吸器疾患死亡 12 値、心血管疾患死亡 13 値。	O ₃ : 8 時間平均値(対象時刻不明) ラグは文献により異なる(原著者が言及、有意な結果、最大推定値のラグ、ラグ 0 または 1 日)	記載なし	記載なし	8 時間平均 O ₃ 濃度と呼吸器疾患死亡の間には関連がみられなかったが、全死亡、心血管疾患死亡との間には関連がみられた。
Bell <i>et al.</i> (2005)	複数国(米国, その他で比較)	1990 年~2004 年 6 月 21 日まで発表・登録された時系列研究	全年齢死亡者 (全死亡, 呼吸器疾患死亡, 心血管疾患死亡)	NMMAPS に基づく研究を除外した時系列研究論文 39 報 144 影響推定値。	O ₃ : 日平均値 (10~20 時の最高 1 時間値, 最高 8 時間値から最高 1 時間値: 最高 8	記載なし	気温	米国内外で、通年の呼吸器疾患死亡リスクを評価した 17 報の解析結果 23 値を統合すると、ラグ 0 日~2 日の単独日あるいは連続 2 日間平均の日平均 O ₃ 濃度と死亡リスクの間に関連性はみられなかった。全死亡について

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
					時間値：日平均値=20：15：8として変換)			は、通年で32報41値の統合した死亡リスク、温暖期で10報11値の統合した死亡リスクにおいて正の関連性がみられた。心血管疾患死亡については、通年で18報25値の統合した死亡リスク、温暖期で4報5値の統合した死亡リスクにおいて正の関連性がみられた。なお、著者らは本解析結果について、出版バイアスがあることを示唆している。
Ito <i>et al.</i> (2005)	メタ解析 北米, 中南米, 欧州, アジア, オーストラリア	1993～2003年に出版されたEPA PM, O ₃ クライテリアドキュメント等, 過去のレビューの参考文献, MEDLINE検索で得られた文献	全年齢の全死亡者	全年齢, 65歳以上, 通年の単一汚染物質モデルによって得られた全死亡影響推定値43値。夏季10値, 冬季9値。PMとの2汚染物質モデルによる推定値15値。	O ₃ : 日平均値(日最高1時間値, 日最高8時間平均値, 日平均値の比を40：30：20として指標を変換)	記載なし	ファンネルプロットの非対称性	各都市の結果を統合すると、日平均O ₃ 濃度と全死亡率変化の間に正の関連性がみられた。各都市の推定値の大部分は正であったが、異質性指数は77%と高かった。季節ごとの解析を行った10報に限定した解析では、O ₃ 濃度と、通年、夏季(6～8月)で死亡率の間に正の関連性がみられ、都市ごとでも冬季(12～2月)よりも夏季で過剰死亡リスクが大きかった。異質性指数は通年で92%、夏季で81%と高かった。粒子状物質濃度のデータが得られた15研究について、PM ₁₀ 濃度を考慮して解析して

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
								も、過剰死亡推計値はほぼ変化しなかった。
Levy <i>et al.</i> (2005)	北米, 欧州 (計 11 カ国 38 都市/地域)	EPA PM クライ テリアドキュメント, 2001 年発行のメタ解析 2 報の参考文献, 2003 年 10 月の MEDLINE 検索結果等から得られた 28 時系列研究 各研究対象期間は都市により 1973~1999 年の間, 2~16 年	全年齢の全死亡者	都市別影響推定値 46 値(48 値中 2 値を極値として除外) 夏季 14 値, 冬季 10 値	O ₃ : 日最高 1 時間値 (日最高 1 時間値, 日最高 8 時間 平均値, 日平均値の比を 4:3:2 として指標を変換)	記載なし	ラグ日数, 空調普及率(中央値以上/未満), O ₃ -NO ₂ 回帰係数	46 値のうち、都市ごとの解析において O ₃ との正の関連性がみられていたのは 18 値であった。各研究の平均化時間を換算して全都市を統合すると単一汚染物質モデルで日最高 1 時間 O ₃ 濃度と全死亡の間に正の関連性がみられた。季節別では 5~10 月は正の関連性があり、11~4 月では関連性がみられず、O ₃ と全死亡の関連は空調設備普及率の低い都市、O ₃ と NO ₂ に正の相関がある都市で大きく、当日の濃度はそれ以前の濃度よりも影響が大きかった。
Smith <i>et al.</i> (2009a)	米国: ジョージア州, メキシコ: メキシコシティ, 欧州 16 都市/地域, 韓国: 仁川, 中国: 香港, 武漢, 上海,	2009 年 5 月までに発行された単一都市時系列研究を The Air Pollution Epidemiology Database (APED) で検索	全年齢死亡者(全死亡, 心血管疾患死亡, 呼吸器疾患死亡)。	全死亡 15 報 22 推定値, 心血管疾患死亡 12 報 19 推定値, 呼吸器疾患死亡 12 報 19 推定値	O ₃ : 8 時間平均値	都市別平均値 または中央値 15.4~94.0 µg/m ³	記載なし	単一都市時系列研究(全死亡 22 値、心血管疾患死亡 19 値、呼吸器疾患死亡 19 値)を対象とすると、8 時間平均 O ₃ 濃度と全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡の間に正の関連性がみられた。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
	オーストラリア：ブリスベン							
Atkinson <i>et al.</i> (2012a)	中国, 韓国, インド, 日本, 台湾, タイ, シンガポール, マレーシア	Public Health and Air Pollution in Asia: Science Access on the Net (PAPA-SAN)データベース, Air Pollution Epidemiology Database (APED)から得られた1980年から2007年9月の間に発行の時系列研究文献。調査期間は全体で1990～2004年	全年齢死亡者 (全死亡, 心血管疾患死亡 呼吸器疾患死亡)	全死亡 15 報, 心血管疾患死亡 10 報, 呼吸器疾患死亡 9 報。メタ解析に使用されたのはそれぞれ 4 値。	O ₃ : 日最高 8 時間値	記載なし	季節, 長期トレンド, 気象条件(これらについて適切な調整を試みている文献を選択)	メタ解析による統合の結果、8時間平均 O ₃ 濃度と呼吸器疾患死亡リスクの間に正の関連性がみられた(固定効果、ランダム効果モデルいずれにおいても同じ推定値)。一方、全死亡及び心血管疾患については、固定効果モデル、ランダム効果モデルのいずれによる統合結果においても、O ₃ 濃度と日平均死亡者数に関連性はみられなかった。
Mustafic <i>et al.</i> (2012)	アフリカを除く世界各地	EMBASE, MEDLINE, EBM Reviews のデータベースを 2011 年 11 月 28 日までについて検	全年齢、一部文献については高齢者における心筋梗塞発症者または心筋梗塞によ	O ₃ と心筋梗塞発症または心筋梗塞死亡との関連性を評価した 19 報 (ケースクロス	O ₃ : 平均値またはピーク値 (詳細の記載なし)	記載なし	研究による(長期トレンド, 季節, 気温, 湿度, 気圧, 曜日・祝日, インフルエンザ流行の調整有無に基づき	心筋梗塞の発症及び心筋梗塞による死亡を合計した心筋梗塞リスクと大気汚染物質との関連をランダム効果モデルによって解析した結果、O ₃ については関連性がみられなかった。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
		索、さらにレビュー文献の参考文献リスト確認、Google 検索等も実施。	る死亡者、文献により 399～302,153 人	オーバー9 報、時系列 10 報)			コア化, 研究の質の判定に使用)	
Shah <i>et al.</i> (2013)	複数国(北米：欧州, アジア等)	1948 年～2012 年 7 月 15 日に発行された大気汚染物質と急性心不全死亡, 入院との関連を報告したケースクロスオーバー, 時系列研究文献を 5 つのデータベースから検索。最終的に抽出された文献全体での調査期間 1980～2005 年	全年齢または高齢者の急性心不全による入院者または死亡者	大気汚染物質と急性心不全死亡, 入院との関連性を報告する 35 報うち O ₃ については 18 報の影響推定値 25 値 (死亡のみについては 3 値)。各文献は死亡証明書, 死亡登録, 病院の入退院記録 関連省庁, Medicare 記録等からデータ取得。	O ₃ : 日平均値 (他指標は変換)	研究毎の平均値の中央値 : 23.5 ppb (25～75 パーセントイル : 17.6～32.0 ppb	出版バイアス, 研究による調整因子 (気象因子, 長期トレンド, 季節など)	O ₃ と心不全による入院・死亡との関連性について報告した 18 報の時系列研究、ケースクロスオーバー研究のメタ解析の結果、O ₃ と心不全による死亡または入院との間に関連性はみられなかった。心不全による死亡についての 3 値のみを統合すると O ₃ と心不全死亡との正の関連性がみられた(図示のみ)。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Yang <i>et al.</i> (2014)	日本, 韓国, 中国, 米国, カナダ, 欧州	PubMed, Embase, Web of Science データベースから 2013 年 10 月までの時系列, ケースクロスオーバー研究を検索。 34報全体の対象期間は1987～2009年	脳卒中による死亡者および入院患者。年齢層は文献により全年齢または成人・高齢者, 高齢者	34 報(時系列 20, ケースクロスオーバー 14。死亡 10 報)。うち O ₃ について検討されているのは 20 報(研究デザインやアウトカムによる内訳記載なし)。解析に使用した影響推定値数記載なし	O ₃ : 日平均値	日平均値の研究毎の中央値, 中央値範囲 アジア対象研究: 22.0ppb 20.1～23.8ppb 欧州対象研究: 24.8ppb, 11.2～64.8ppb 北米対象研究: 21.8ppb, 3.0～35.7ppb	文献質の評価において気温, 季節, 長期トレンド, 相対湿度, 曜日, 祝日, インフルエンザ流行の調整有無によるスコアを考慮	O ₃ との関連を検討した研究 20 報で報告された影響推定値を統合した結果、O ₃ と全脳卒中入院又は死亡リスク、全脳卒中死亡リスクとの関連はみられなかったが、虚血性脳卒中については日平均 O ₃ 濃度と入院又は死亡には正の関連性がみられた。地域別の解析ではアジア諸国においてのみ O ₃ と全脳卒中入院又は死亡との正の関連性がみられた。
Shah <i>et al.</i> (2015)	28 カ国(北米, 中南米, 欧州, アジア (O ₃ については日本を含まない), オーストラリア)	検索期間1948～2014年1月21日で ケースクロスオーバー, 時系列研究について Medline, Embase, Global Health, Cumulative Index to Nursing and Allied Health	脳卒中による死亡および入院, 計 620 万 イベント。O ₃ に関しては 1,234,335 イベント	メタ解析対象 94 報。O ₃ について 41 報, 影響推定値 53 値 (うち死亡は 19 値)	O ₃ : 記載なし	研究毎の値の中央値: 24.2 ppb, 濃度範囲 : 12.3～53.9 ppb	出版バイアス, 研究による因子(気象因子, トレンド, 季節, インフルエンザ流行等)	41 報が報告した O ₃ の影響推定値 53 値のうち、日平均 O ₃ 濃度と、脳卒中による死亡についての 19 値を統合した相対リスクの間に正の関連性がみられた。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
		Literature (CINAHL), Web of Scienceを検索						
Song <i>et al.</i> (2016)	北米, 欧州, アジア	5 データベースを用いて 2015 年 6 月 20 日までに出版されたケースクロスオーバー, 時系列研究を検索 23 報全体の対象期間は 1980~2011 年	不整脈による死亡および入院。文献により全年齢または成人・高齢者, 高齢者	不整脈データを植込み式除細動器, 家庭用モニター等で収集した文献は除外。メタ解析対象 23 報中 O ₃ については 10 報, 影響推定値は 11 値(死亡については 3 値)	O ₃ : 記載なし	研究毎の値の中央値: 23.793 ppb	研究による(気象因子, 時間トレンド, インフルエンザ流行, 季節の調整有無を研究の質判定に使用)	O ₃ の影響について 10 報が 11 の影響推定値を報告しており, これらを統合したところ, 通年の日平均 O ₃ 濃度と不整脈による入院及び死亡との間に関連性はみられなかった。 また, 不整脈による入院についての 9 値のみを統合した場合, 不整脈による死亡についての 3 値のみを統合した場合, いずれも O ₃ 濃度との関連性はみられなかった。

1
2

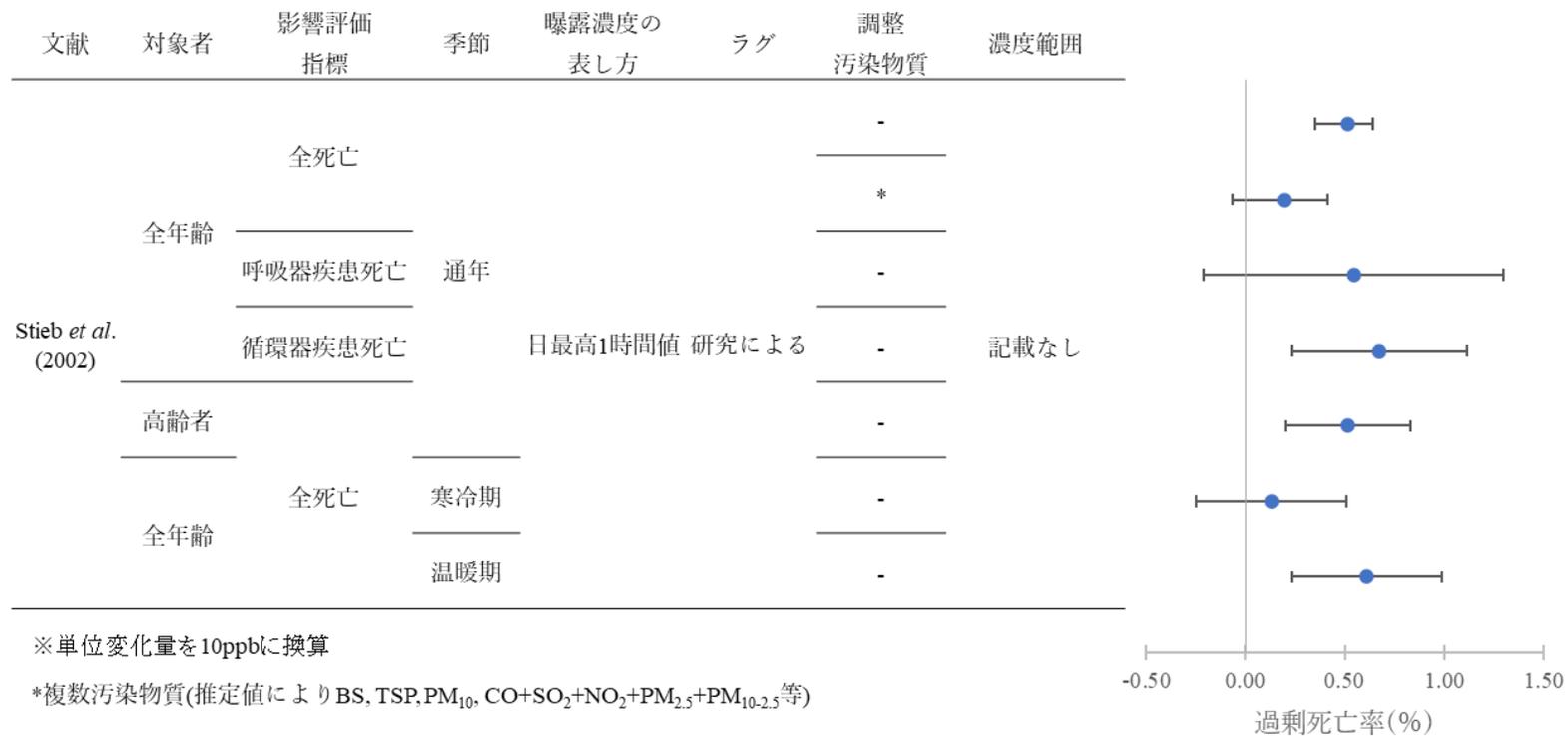
1
2

表 37 Stieb *et al.* (2002)におけるメタ解析による統合結果
(表 36に示すStieb *et al.* (2002)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	過剰死亡率(%)	95%CI		調整汚染物質
Stieb <i>et al.</i> (2002)	全年齢	全死亡	通年	日最高1時間値	研究による (詳細不明)	31.2	1.6	1.1	2.0	-
							0.6	-0.2	1.3	複数汚染物質(推定値により BS, TSP, PM ₁₀ , CO+SO ₂ +NO ₂ +PM _{2.5} +PM _{10-2.5} 等)
		1.7*					-0.7	4.1	-	
		2.1*					0.7	3.5	-	
	高齢者	全死亡	寒冷期** 温暖期**				1.6*	0.6	2.6	-
	全年齢						0.4*	-0.8	1.6	-
								1.9*	0.7	3.1

3 *95%信頼区間は標準誤差から算出

4 **具体的な月は記載なし



1
2
3
4

図 26 Stieb *et al.* (2002)におけるメタ解析による統合結果
 (表 37 に示す Stieb *et al.* (2002)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1

表 38 Stieb *et al.* (2003)におけるメタ解析による統合結果

2

(表 36 に示す Stieb *et al.* (2003)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	過剰死亡 率(%)	95%CI		調整 汚染物質	備考
Stieb <i>et al.</i> (2003)	全年齢	全死亡	記載なし	日最高値	記載なし	31.2	1.4	0.4	2.4	-	非 GAM による 解析結果のみ を統合
							0.8	-0.4	2.0	複数汚染物質モデル (物質は研究による)	
							1.7	1.1	2.2	-	GAM による解 析結果のみを 統合
							0.4	-0.8	1.5	複数汚染物質モデル (物質は研究による)	

3

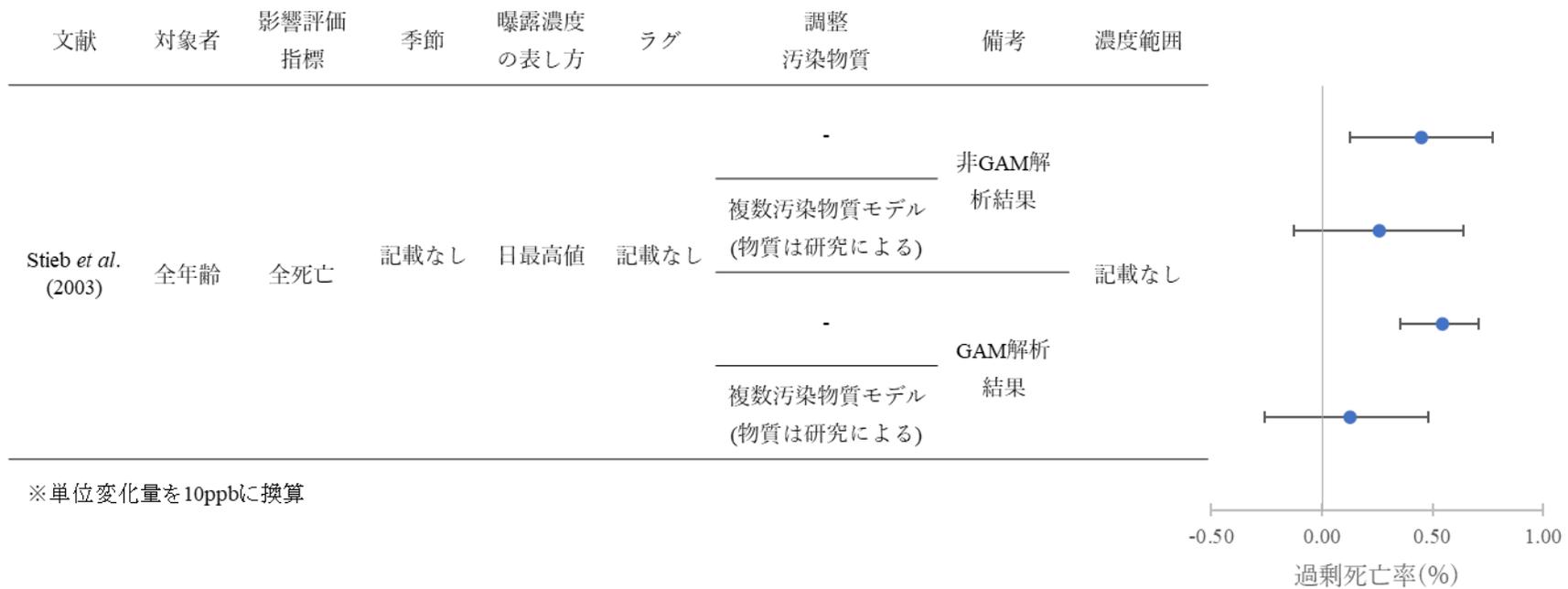


図 27 Stieb *et al.* (2003)におけるメタ解析による統合結果
 (表 38 に示す Stieb *et al.* (2003)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2
3
4

1
2
3
4
5
6
7

表 39 Anderson *et al.* (2004)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Anderson *et al.* (2004)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	相対リスク	95%CI		調整汚染物質	備考
Anderson <i>et al.</i> (2004)	全年齢	全死亡	通年	8時間平均値(時間帯記載なし)	0, 1, 2, 0-1日, 不明	5.011	1.003	1.001	1.004	-	15 値
		心血管疾患死亡					1.004	1.003	1.005		13 値
		呼吸器疾患死亡					1.000	0.996	1.005		12 値

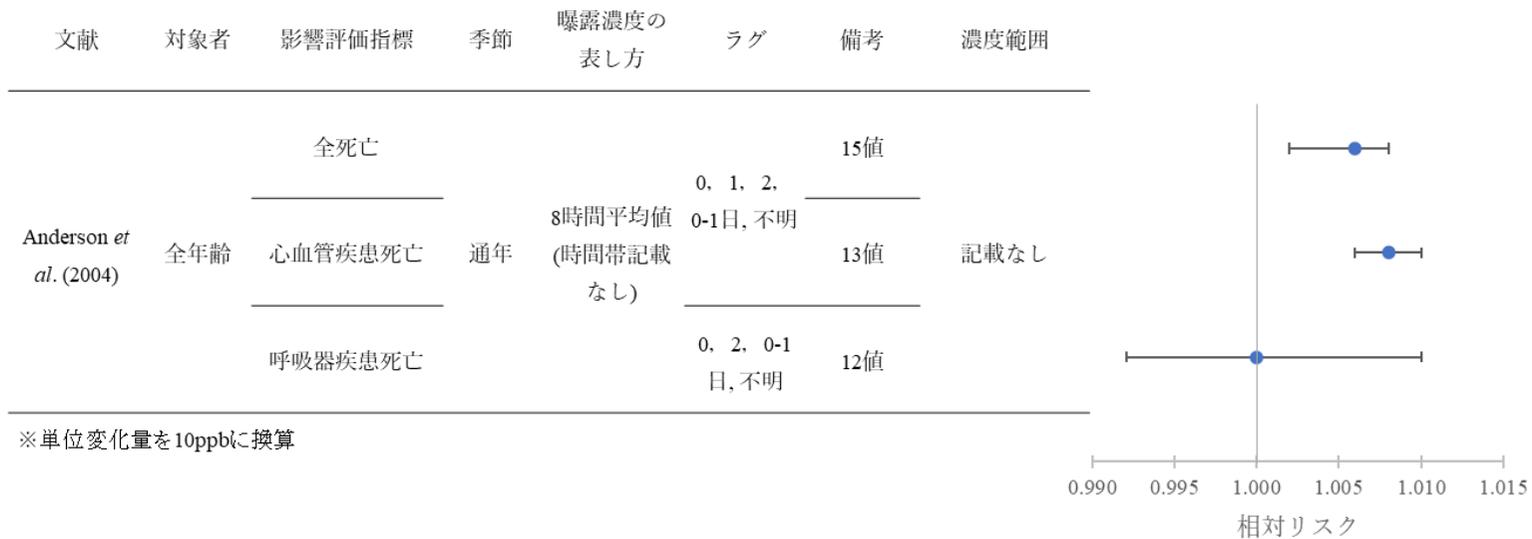


図 28 Anderson *et al.* (2004)におけるメタ解析による統合結果
(表 39 に示す Anderson *et al.* (2004)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2

表 40 Bell *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Bell *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%PI		調整 汚染物質	備考				
Bell <i>et al.</i> (2005)	全年齢	全死亡	通年	日平均値	0, 1, 2 日, 0-1, 1-2 日	10	0.87	0.55	1.18	-	米国内外 41 値を含 めた解析結果				
							0.84	0.48	1.20			米国内 11 値			
							0.92	0.47	1.38				米国外 30 値		
							0.97	-0.03	1.98					PM(PM ₁₀ ま たは PM _{2.5})	
							0.74	0.06	1.43						米国内外 11 値
							1.11	0.68	1.53						
		0.85					-0.66	2.39	-						
		1.09					0.61	1.58		米国内外 25 値					
		0.47					-0.51	1.47			米国内 5 値				
		0.65					-1.84	3.21				米国外 20 値			
		0.45					-0.74	1.65					米国内外 23 値		
		0.81					0.47	1.15						米国内 4 値	
	1 日	0.58	0.07	1.09	米国外 19 値										
	高齢者	全死亡	温暖期(5~ 10 月または 夏季)	0 日		0.81	0.47	1.15	20 値						
				1 日		0.58	0.07	1.09		19 値					
				全年齢		0, 1, 2 日, 0-1, 1-2 日	1.45	0.67			2.23	米国内外 10 値			
1.50						0.72	2.29	米国内外 11 値							
全年齢	心血管疾患死亡	温暖期(5~ 10 月または 夏季)	0, 1, 2 日, 0-1, 1-2 日	1.34		-0.45	3.17		米国内 4 値						
			2.45	0.88	4.10	米国内外 5 値									



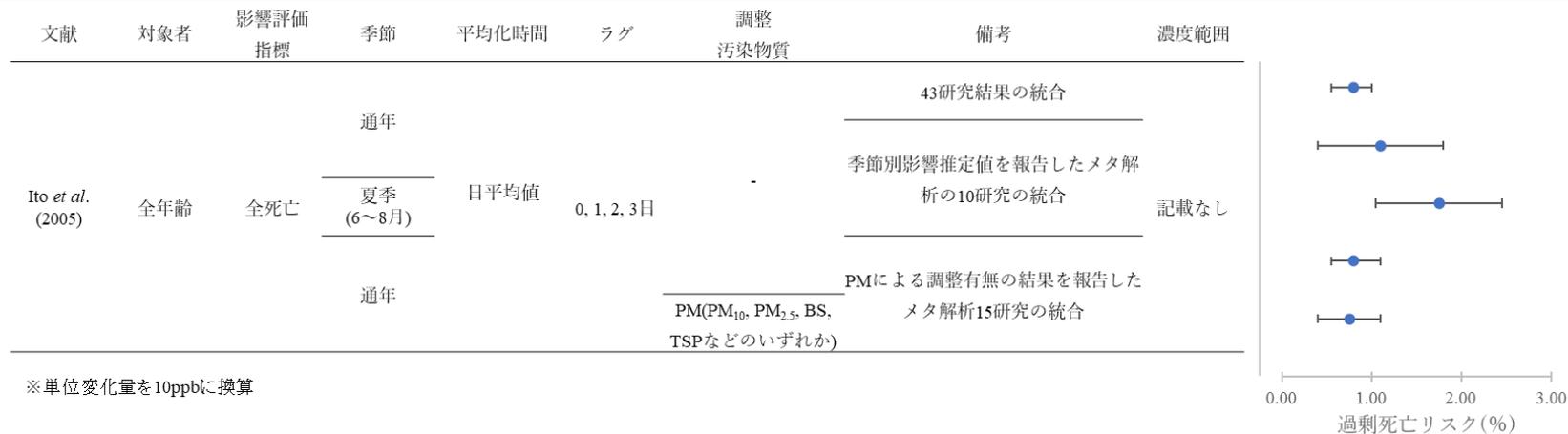
1
2
3

図 29 Bell *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果
(表 40 に示す Bell *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2

表 41 Ito et al. (2005)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Ito et al. (2005)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	過剰死亡リスク(%)	95%CI		調整汚染物質	備考
Ito et al. (2005)	全年齢	全死亡	通年	日平均値	0, 1, 2, 3 日	20	1.6	1.1	2.0	-	43 研究結果の統合
							2.2	0.8	3.6		
			夏季(6~8月)				3.5	2.1	4.9		
			通年				1.6	1.1	2.2	PM(PM ₁₀ , PM _{2.5} , BS, TSP などのいずれか)	PM による調整有無の結果を報告したメタ解析 15 研究の統合
	1.5	0.8	2.2								



3
4
5

図 30 Ito et al. (2005)におけるメタ解析による統合結果
(表 41 に示す Ito et al. (2005)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

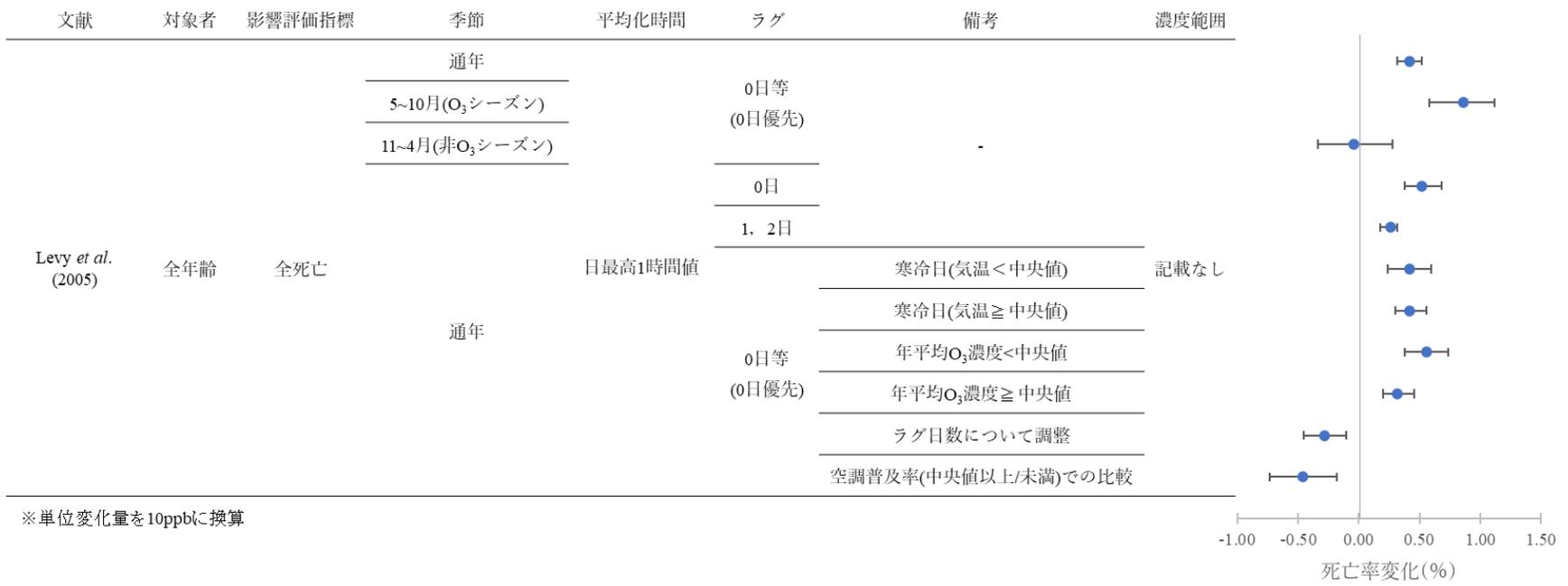
1
2

表 42 Levy *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Levy *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価 指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整 汚染物質	備考	
Levy <i>et al.</i> (2005)	全年齢	全死亡	通年	日最高1時間 値	0日等(0 日優先)	5.011	0.21	0.16	0.26	-	-	
			5~10月(O ₃ シ ーズン)				0.43	0.29	0.56			
			11~4月(非O ₃ シーズン)				-0.02	-0.17	0.14			
			通年				0日	0.26	0.19			0.34
							1, 2日	0.13	0.09			0.16
							0日等(0 日優先)	0.21	0.12			0.3
								0.21	0.15			0.28
								0.28	0.19			0.37
								0.16	0.10			0.23
			-0.14*				-0.23	-0.05	ラグ日数による単位O ₃ 濃度あたりの死亡変化 率の変化			
			-0.23*				-0.37	-0.09	空調普及率(中央値以上/ 未満)での比較			

3 注) *: 95%信頼区間は標準誤差から算出

4



※単位変化量を10ppbに換算

1
2
3
4

図 31 Levy *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果
(表 42 に示す Levy *et al.* (2005)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2
3
4
5
6

表 43 Smith *et al.* (2009a)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Smith *et al.* (2009a)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	死亡率変化(%)	95%CI		調整汚染物質	備考
Smith <i>et al.</i> (2009a)	全年齢	全死亡	記載なし	8時間平均値(時間帯記載なし)	記載なし	0.5011	0.03	0.02	0.04	-	22都市推定値のメタ解析(ランダム効果モデル)
		心血管疾患死亡					0.04	0.03	0.05		19都市推定値のメタ解析(ランダム効果モデル)
		呼吸器疾患死亡					0.04	0.01	0.07		

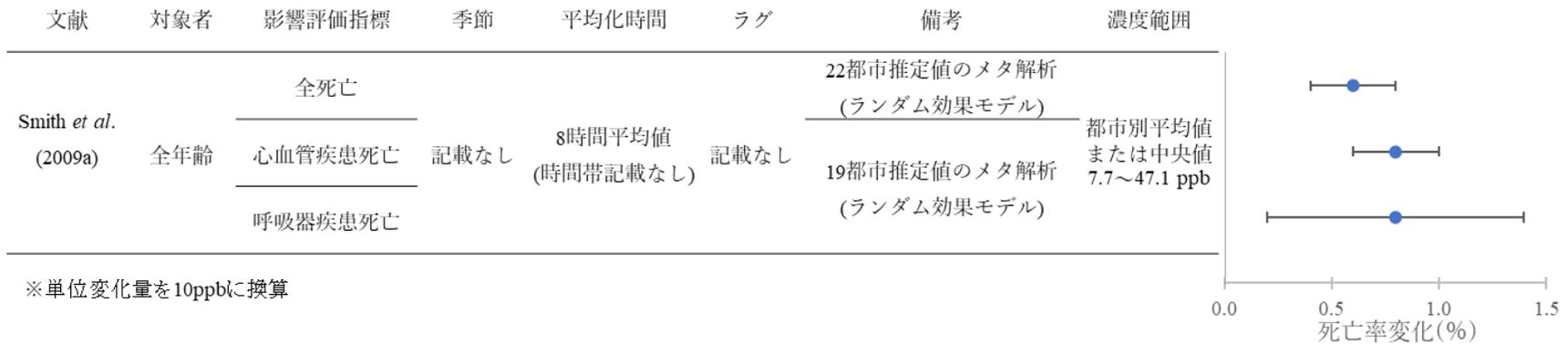


図 32 Smith *et al.* (2009a)におけるメタ解析による統合結果
(表 43 に示す Smith *et al.* (2009a)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1

表 44 Atkinson *et al.* (2012a)におけるメタ解析による統合結果

2

(表 36 に示す Atkinson *et al.* (2012a)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方(平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	死亡率変 化(%)	95%CI		調整 汚染物質	備考
Atkinson <i>et al.</i> (2012a)	全年齢	全死亡	通年	8時間平均値 (対象時刻不明)	研究に よる	5.011	0.07	-0.16	0.3	-	ランダム効果モデ ルによる解析結果
	不明(年齢欄が空 欄、65歳以上と推 測される)	全死亡					0.14	-0.19	0.47		
	全年齢	心血管疾患死亡					0.12	-0.29	0.54		
		呼吸器疾患死亡					0.73	0.3	1.16		

3



※単位変化量を10ppbに換算

4

図 33 Atkinson *et al.* (2012a)におけるメタ解析による統合結果

5

(表 44 に示す Atkinson *et al.* (2012a)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

6

1
2
3
4
5
6
7
8

表 45 Mustafic *et al.* (2012)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Mustafic *et al.* (2012)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	相対リスク	95% CI		調整汚染物質
Mustafic <i>et al.</i> (2012)	全年齢	心筋梗塞発症+心筋梗塞による死亡	記載なし	日平均値またはピーク値	研究による(複数ラグの推定値報告の場合は使用最多のラグを採用)	5.011	1.003	0.997	1.01	研究による(単一汚染物質モデル, 複数汚染物質モデルのいずれかの研究, 両方の研究がある)
					0日		0.992	0.982	1.002	-

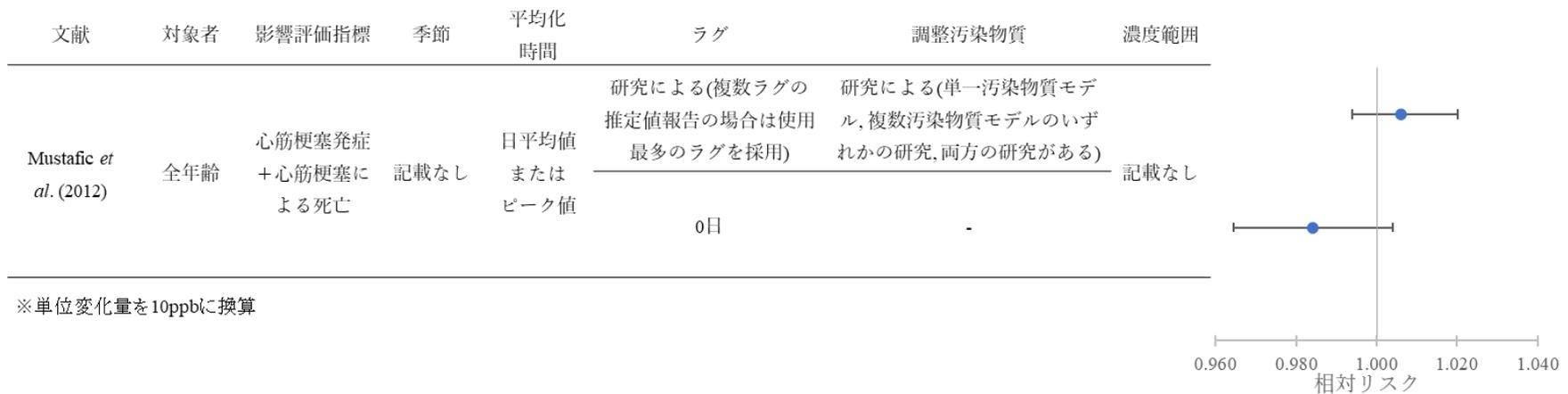


図 34 Mustafic *et al.* (2012)におけるメタ解析による統合結果
(表 45 に示す Mustafic *et al.* (2012)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1

表 46 Shah *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果

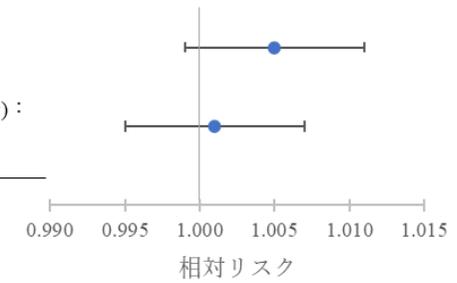
2

(表 36 に示す Shah *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

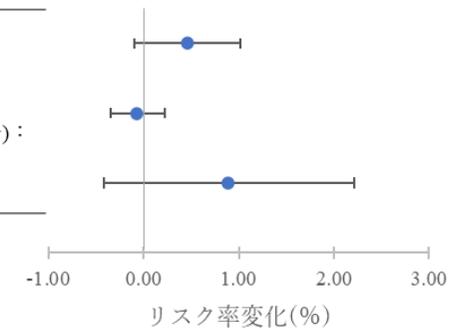
文献	対象者	影響評価 指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	推定値	推定値種 類	95%CI		調整 汚染物質	調整因子	備考				
Shah <i>et al.</i> (2013)	全年齢・ 高齢者	急性心不 全入院ま たは死亡	記載な し	日平均値	記載なし	10	1.005	相対リス ク	0.999	1.011	-	研究による(気象因 子, 長期トレンド, 季節など)	25 値				
							1.001		0.995	1.007							
							0.46	リスク率 変化%	-0.10	1.02				研究による(気象因 子, 長期トレンド, 季節など)	25 値		
							0 日		-0.07	-0.35						0.22	15 値
							1 日		0.89	-0.41						2.21	5 値

3

文献	対象者	影響評価指標	季節	平均化時間	ラグ	調整因子	濃度範囲
Shah <i>et al.</i> (2013)	全年齢・高齢者	急性心不全入院・死亡	記載なし	日平均値	記載なし	研究による(気象因子, 長期トレンド, 季節など) 出版バイアス, 研究による調整因子(気象因子, 長期トレンド, 季節など)	研究毎の平均値の範囲: 23.5 ppb 範囲(25~75パーセンタイル): 17.6~32.0 ppb



文献	対象者	影響評価指標	季節	平均化時間	ラグ	備考	濃度範囲
Shah <i>et al.</i> (2013)	全年齢・高齢者	急性心不全入院・死亡	記載なし	日平均値	研究による(0日、1日、その他の全体)	25報	研究毎の平均値の範囲: 23.5 ppb 範囲(25~75パーセンタイル): 17.6~32.0 ppb
					0日	15報	
					1日	5報	



※単位変化量を10ppbに換算

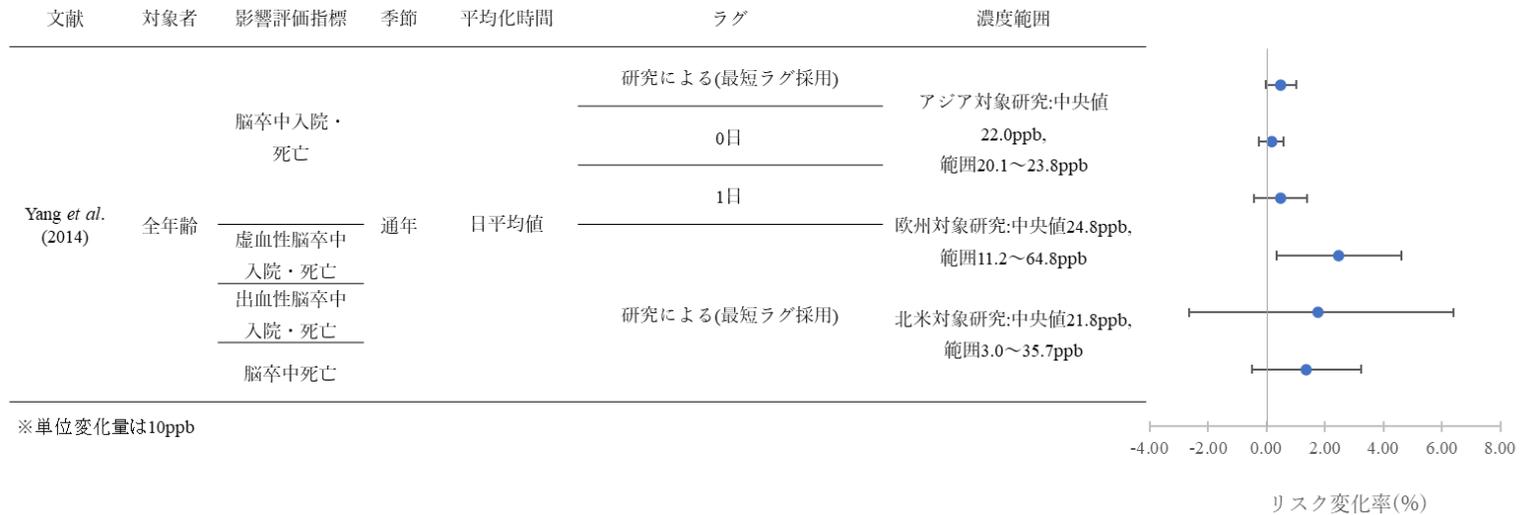
1
2
3
4
5

図 35 Shah *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果
(表 46 に示す Shah *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2

表 47 Yang et al. (2014)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Yang et al. (2014)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	リスク率変 化(%)	95%CI		調整 汚染物質	
Yang et al. (2014)	全年齢	脳卒中入院・死亡	通年	日平均値	研究ごとの最も短 いラグを採用	10	0.48	-0.04	1.01	-	
							0日	0.16	-0.25		0.57
							1日	0.47	-0.43		1.39
		虚血性脳卒中入院・死亡			研究ごとの最も短 いラグを採用		2.45	0.35	4.60		
							出血性脳卒中入院・死亡	1.77	-2.65		6.38
							脳卒中死亡	1.35	-0.49		3.22



3
4
5

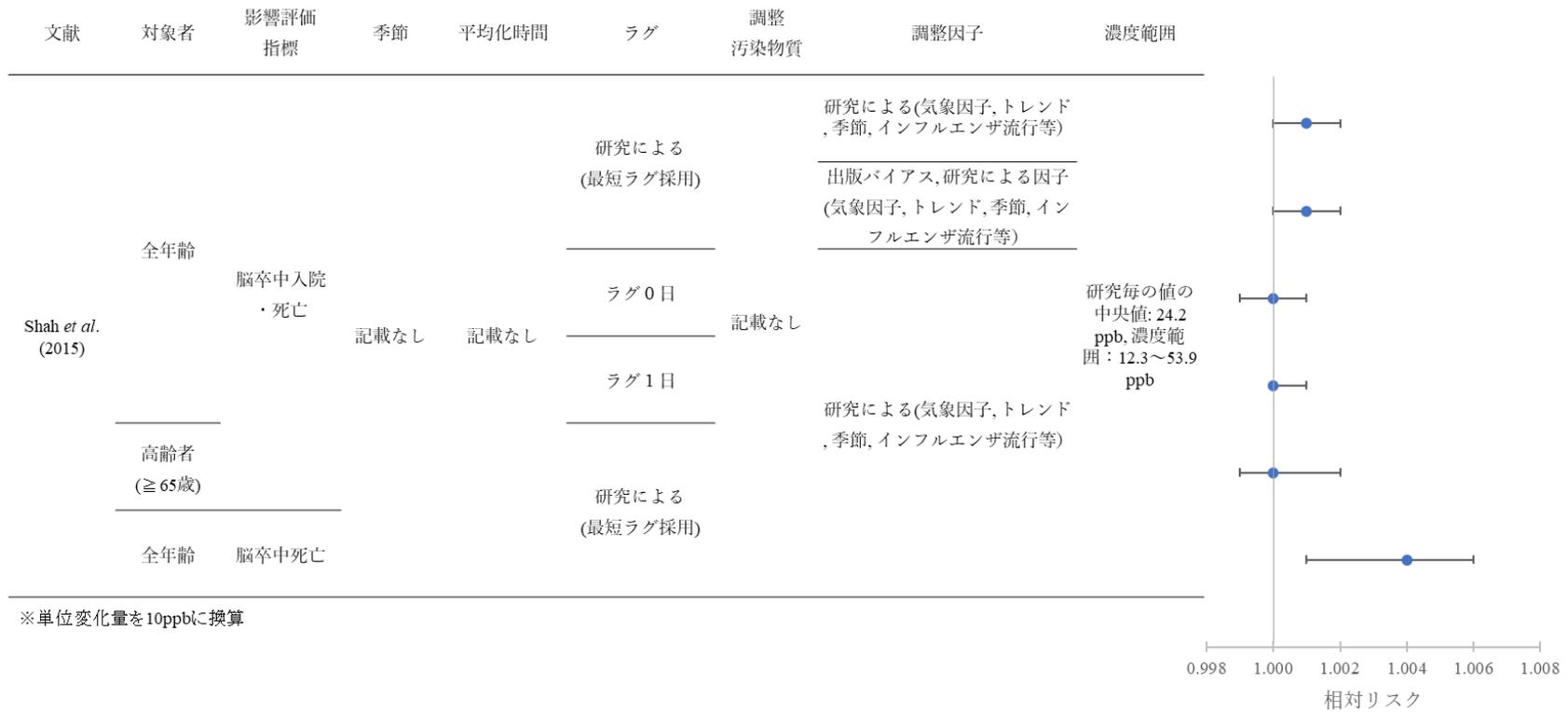
図 36 Yang et al. (2014)におけるメタ解析による統合結果
(表 47 に示す Yang et al. (2014)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2
3

表 48 Shah *et al.* (2015)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Shah *et al.* (2015)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	相対リスク	95%CI		調整汚染物質	調整因子						
Shah <i>et al.</i> (2015)	全年齢	脳卒中入院・死亡	記載なし	記載なし	研究による (最短ラグ採用)	10	1.001	1.000	1.002	-	研究による(気象因子, トレンド, 季節, インフルエンザ流行等)						
							1.001	1.000	1.002			出版バイアス, 研究による因子 (気象因子, トレンド, 季節, インフルエンザ流行等)					
							ラグ0日	1.000	0.999				1.001				
	高齢者(≥65歳)				全年齢		脳卒中死亡	記載なし	記載なし			研究による (最短ラグ採用)	10	1.000	1.000	1.001	研究による(気象因子, トレンド, 季節, インフルエンザ流行等)
														1.000	0.999	1.002	
														1.004	1.001	1.006	

4



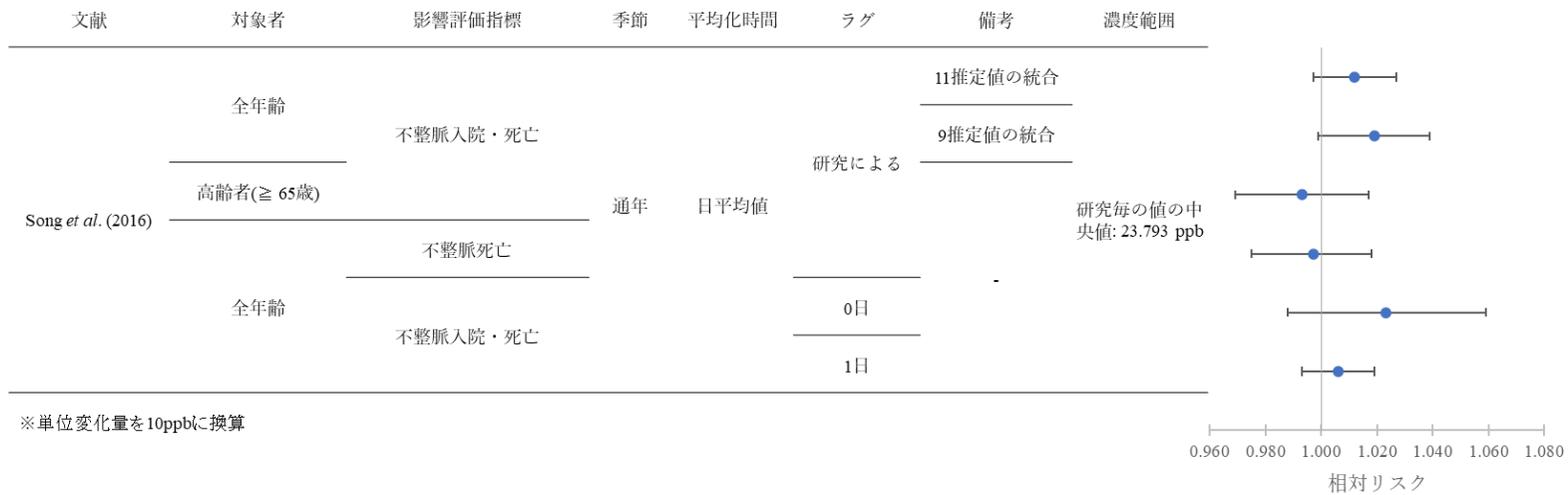
1
2
3
4

図 37 Shah *et al.* (2015)におけるメタ解析による統合結果
(表 48 に示す Shah *et al.* (2015)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2

表 49 Song et al. (2016)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 に示す Song et al. (2016)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	相対リスク	95%CI		調整汚染物質	備考
Song et al. (2016)	全年齢	不整脈入院・死亡	通年	日平均値	研究による	10	1.012	0.997	1.027	-	11 推定値の統合
							1.019	0.999	1.039		9 推定値の統合
	高齢者(≧ 65歳)						0.993	0.969	1.017		-
	全年齢	不整脈死亡						0.997	0.975		1.018
		不整脈入院・死亡					0日	1.023	0.988		1.059
							1日	1.006	0.993		1.019



3
4
5

図 38 Song et al. (2016)におけるメタ解析による統合結果
(表 49 に示す Song et al. (2016)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1

表 50 世界各国を対象とした院外心停止に関するメタ解析研究【1報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Zhao <i>et al.</i> (2017)	北米, 欧州, オーストラリア, アジア	6 データベースを用いて 2016 年 7 月 1 日までに出版されたケースクロスオーバー, 時系列研究を検索。 対象研究全体での対象期間 1985 ~2013 年	院外心停止者。大部分は全年齢が対象だが一部は成人を対象	院外心停止は救急医療サービスを主として, その他, 救急心臓発作登録, 消防救急部門, 病院救急部門等から入手。 メタ解析対象は 15 報(O ₃ については 11 報, 11 影響推定値)	O ₃ : 記載なし	研究毎の平均値 or 中央値の範囲: 27.0 ~ 60.00 µg/m ³	出版バイアス, 研究により気象因子, 長期トレンド, 季節, 曜日等	O ₃ の影響を調べている 11 報で得られた結果を統合したところ, O ₃ の日単位の濃度変動と, 院外心停止には正の関連性がみられた。

2

3

4

5

6

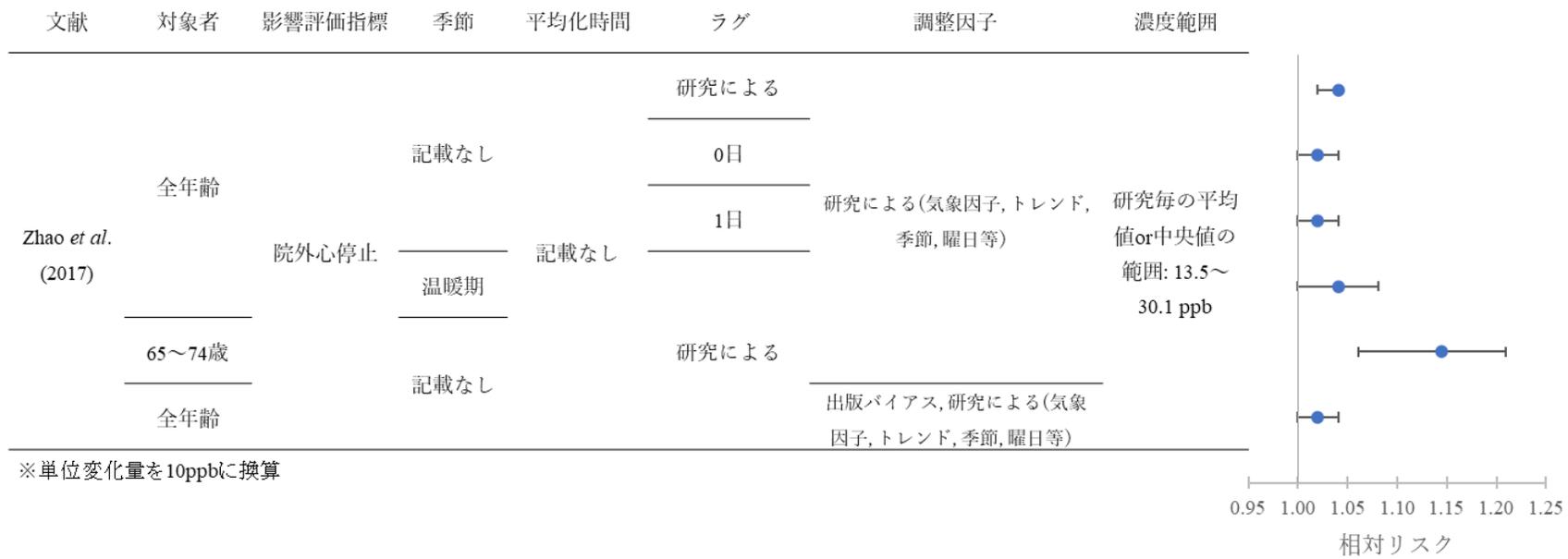
7

1
2

表 51 Zhao *et al.* (2017)におけるメタ解析による統合結果
(表 36 表 50 に示す Zhao *et al.* (2017)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化 量(ppb)	相対リス ク	95%CI		調整 汚染物質	調整因子	
Zhao <i>et al.</i> (2017)	全年齢	院外心停止	記載なし	記載なし	研究による	5.011	1.02	1.01	1.02	-	研究による(気象因子, トレンド, 季節, 曜日 等)	
							0 日	1.01	1.00			1.02
							1 日	1.01	1.00			1.02
	65~74 歳		温暖期*	研究による	1.02		1.00	1.04				
			記載なし		1.07		1.03	1.10				
					1.01		1.00	1.02				
全年齢										出版バイアス, 研究に よる(気象因子, トレ ンド, 季節, 曜日等)		

3 *具体的な期間の記載なし



1
2
3
4
5

図 39 Zhao *et al.* (2017)におけるメタ解析による統合結果
(表 52 に示す Zhao *et al.* (2017)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

表 52 中国を対象とした死亡に関するメタ解析研究【3報】

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
Lai <i>et al.</i> (2013)	中国：26 地域(香港・台湾を含む)。O ₃ 短期曝露による全死亡に関しては 10 地域	2012 年 6 月 30 日に PubMed で検索。選択された大気汚染の健康影響に関する 48 報全体の対象期間 1989-2010 年	さ特定の高リスク集団や年齢層ではない死亡者(全死亡、死因別死亡)各文献の対象者数の記載なし。	26 報(全死亡 16 報, 心血管疾患死亡 15 報, 呼吸器疾患死亡 13 報)の単一汚染物質モデルによる影響推定値。O ₃ 短期曝露と全死亡については 10 推定値	O ₃ : 日平均値	研究毎の年平均値の範囲: 34 ~86 µg/m ³ 日平均値: 記載なし	記載なし	短期曝露と全死亡(16 報)、心血管疾患死亡(15 報)、呼吸器疾患死亡(13 報)との関連性について解析した報告の結果をまとめたところ、日平均 O ₃ 濃度と全死亡、心血管疾患死亡、呼吸器疾患死亡において、正の関連性がみられた。
Shang <i>et al.</i> (2013)	中国：中～大規模都市。O ₃ と死亡についてのメタ解析では上海、香港、武漢、珠江デルタ、重慶)	1990 年 1 月～2012 年 7 月発行の英語、中国語の査読論文を PubMed, Web of Science, China National Knowledge Infrastructure で検索。メタ解析対象文献全体の	死全年齢死亡者(全死亡、死因別死亡)	メタ解析では 2002 年以降に解析の実施された時系列研究 33 報、うち O ₃ の影響推定値は全死亡 7 報 8 値、呼吸器疾患死亡、心血管疾患死亡それぞれ 8	O ₃ : 8 時間平均値(時刻の記載なし)	研究毎の平均値の範囲 : 56 ~86 µg/m ³	研究による(気温、相対湿度)	O ₃ の全死亡影響推定値 8 値を統合すると、8 時間平均 O ₃ 濃度と全死亡リスクの間には正の関連性がみられた。呼吸器疾患死亡、心血管疾患死亡の影響推定値それぞれ 9 値を統合すると 8 時間平均 O ₃ 濃度 と、呼吸器疾患死亡リスク、心血管疾患死亡リスクの間に正の関連性がみられた。

文献	対象国・対象地域	対象期間	対象者	健康影響の測定方法 (データソース)	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	濃度範囲	調整因子	結果
		調査期間は 1995 ～2008 年		報 9 値のデー タを使用				
Yan <i>et al.</i> (2013)	中国：蘇州 市，武漢市， 上海市，広州 市，仏山市， 中山市，珠海 市	1990年以降に出 版された文献を PubMed, SCI, Chinese National Knowledge Infrastructure, Wanfang Databaseを用い て検索。解析対 象全体の調査期 間2000～2008年 寒冷期，温暖期 のみ解析した研 究は除外	非事故死亡， 心血管疾患死 亡，呼吸器疾 患死亡	5 報から非事 故死亡の影響 推定値 9 値， 心血管疾患死 亡 10 値，呼吸 器疾患死亡 10 値。	O ₃ ：日最高 8 時間値(他指標 は日最高 1 時 間値：日最高 8 時間値：日 平均値=2： 1.5：1 で換算)	文献，都市に より 8 時間平 均値(時間帯記 載なし)の範囲 63.3～85.7 μg/m ³ ，1 時間 値 (1 報) 77.4 μg/m ³ 、日平均 値 (1 報) 35.7 μg/m ³ 等	解析対象全報が気 温を調整	5 報のメタ解析の結果、日最高 8 時間 O ₃ 濃度と死亡リスクの間には、非事 故死亡、呼吸器疾患死亡、心血管疾 患死亡において正の関連性がみられ た。 呼吸器疾患死亡については、GAM に よる推定値 3 値のみを統合、GLM に よる推定値 7 値のみを統合すると結 果に変動がみられ、元の研究の統計 モデルが統合リスク推定値に影響を 与えることが示された。出版バイア スはいずれのアウトカムでもみられ なかった。

1
2
3

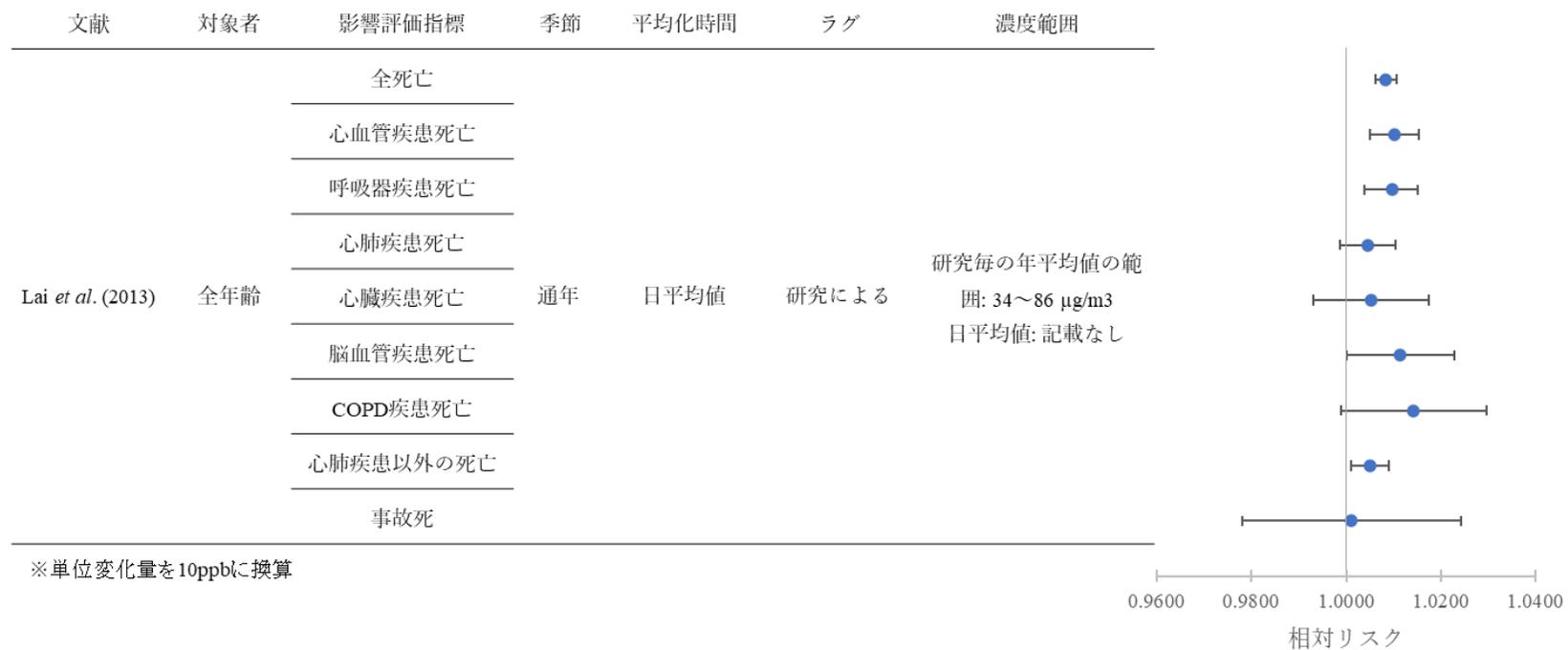
1
2
3

表 53 Lai et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果
(表 52 に示す Lai et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表 し方 (平均化 時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	相対リスク	95% CI		調整 汚染物質
Lai et al. (2013)	全年齢	全死亡	通年	記載なし日平 均値	研究による	5.011	1.0042	1.0031	1.0053	-
		心血管疾患死亡					1.0051	1.0025	1.0077	
		呼吸器疾患死亡					1.0048	1.0019	1.0076	
		心肺疾患死亡					1.0023*	0.9994	1.0052	
		心臓疾患死亡					1.0026*	0.9965	1.0087	
		脳血管疾患死亡					1.0057*	1.0000	1.0114	
		COPD 疾患死亡					1.0071*	0.9995	1.0147	
		心肺疾患以外の死亡					1.0025*	1.0005	1.0045	
事故死	1.0005*	0.9889	1.0121							

4 注) *: 95%信頼区間は標準誤差から算出

5



1
2
3
4
5
6

図 40 Lai et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果
(表 53 に示す Lai et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2
3

4
5
6
7

表 54 Shang *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果
(表 52 に示す Shang *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量(ppb)	過剰死亡リスク(%)	95%CI		調整汚染物質
Shang <i>et al.</i> (2013)	全年齢	全死亡	記載なし	8時間平均値(時間帯記載なし)	研究による(影響推定値最大, 有意性最大等)	5.011	0.48	0.38	0.58	-
		心血管疾患死亡					0.45	0.29	0.6	
		呼吸器疾患死亡					0.73	0.49	0.97	

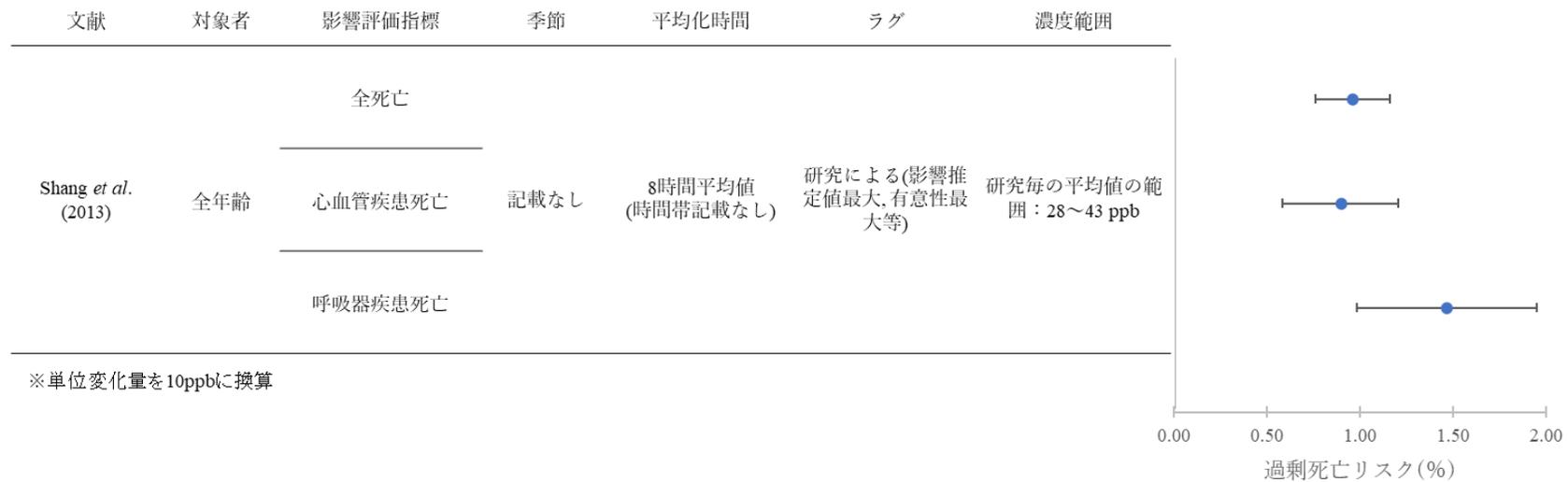


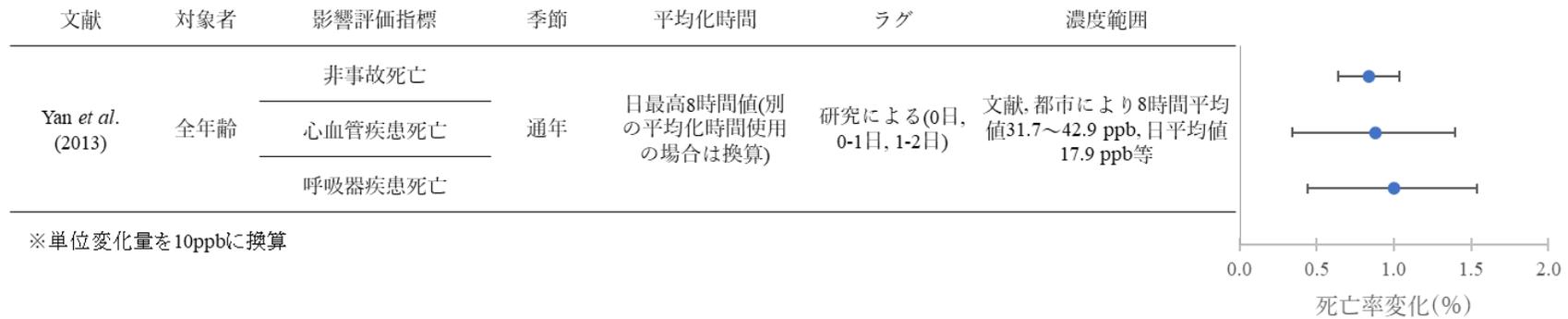
図 41 Shang *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果
(表 54 に示す Shang *et al.* (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

1
2
3

表 55 Yan et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果
(表 52 に示す Yan et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)

文献	対象者	影響評価指標	季節	曝露濃度の表し方 (平均化時間、等)	ラグ	単位変化量 (ppb)	死亡率変化 (%)	95%CI		調整 汚染物質
Yan et al. (2013)	全年齢	非事故死亡	通年	日最高8時間値(別の 平均化時間使用の場 合は換算)	研究による (0日, 0-1 日, 1-2日)	5.011	0.42	0.32	0.52	-
		心血管疾患死亡					0.44	0.17	0.7	
		呼吸器疾患死亡					0.50	0.22	0.77	

3



4
5
6

図 42 Yan et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果
(表 55 に示す Yan et al. (2013)におけるメタ解析による統合結果のまとめ)