

気候変動の 健康影響と適応策

本田 靖

筑波大学体育系

23 June, 2025

今日の内容

- はじめに：気候変動は起きているか
- 健康影響とは
- 熱関連死亡
- 熱中症救急搬送
- 将来影響予測
- 最近の話題
- 適応策

気候変動に関する政府間パネル (IPCC)

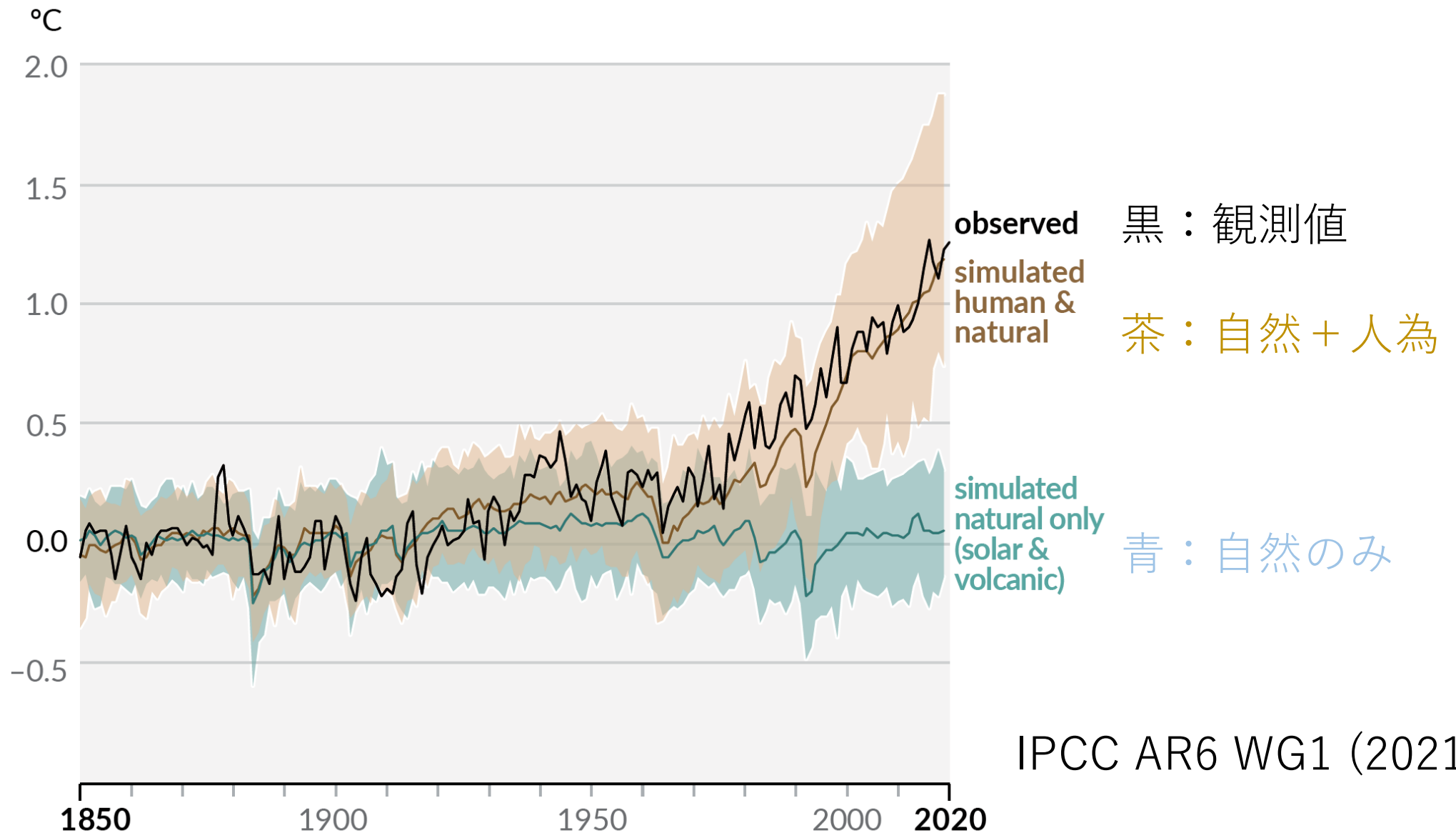
- 国際連合が主導
 - 世界195か国が参加
 - 研究者が文献を調査して現状を評価，数年ごとに報告書
 - 参加国が承認
-
- 報告書の原稿は基本的にすべての研究者が批判でき，すべての批判に対して著者が対応しなければならない。

気候変動懐疑派について

- 学術誌での反論はほとんどないし、あれば採用されるはず
自分の専門外の議論が多い（部分的に正しい->えせ科学！）
台風は巨大化はするが頻度は高くない
- 白に近い灰色を黒と言いくるめる
「気候モデルは不完全で信頼できない」とか
現状のCO2排出で、モデルの差はあっても気温が上昇しないという予測はない
- IPCCの報告書に対する批判は、なされていないか、なされても著者が適切に対応した結果が参加国に承認されている。

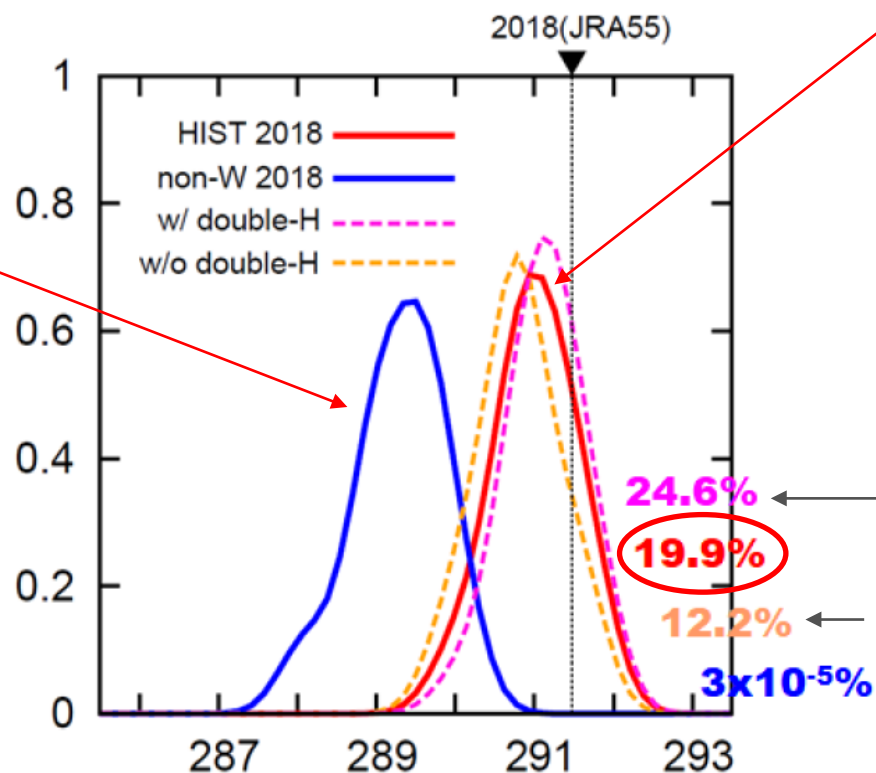
人為起源の気温上昇に疑う余地はない by IPCC

人為的気候変動は起きている！



2018年の熱波

人為起源の気候
変動なし



人為起源の気候
変動あり

二重高気圧あり

二重高気圧なし

Imada et al.

The July 2018 high temperature event in Japan could not have happened without human-induced global warming.

SOLA, 2019, Vol.15A, 8-11(TBA), DOI: 10.2151/sola.15A-002

健康影響とは

- もっとも極端な影響は死亡
- 病気は資料がないことも多い
- 症状などは調査しないとわからない
- 集団のレベルでは死亡をとらえるのが最も確実

すべての影響は健康に

- 暑い -> 熱中症, 死亡
 - 暑い -> 睡眠不足・集中力低下 -> 事故増加
 - 洪水 -> 溺死, 避難所生活でのストレス・病気の蔓延
 - 干ばつ・洪水・熱波 -> 農業生産低下, 経営破綻 -> 自殺
 - 干ばつ・洪水・熱波 -> 農業生産低下 -> 飢餓 -> 低栄養
-
- 気温上昇 -> 生態系の変化 -> 病原体を持つ動物との接触
 - 気温上昇 -> ツンドラの溶解 -> 古い(病原)微生物との接触

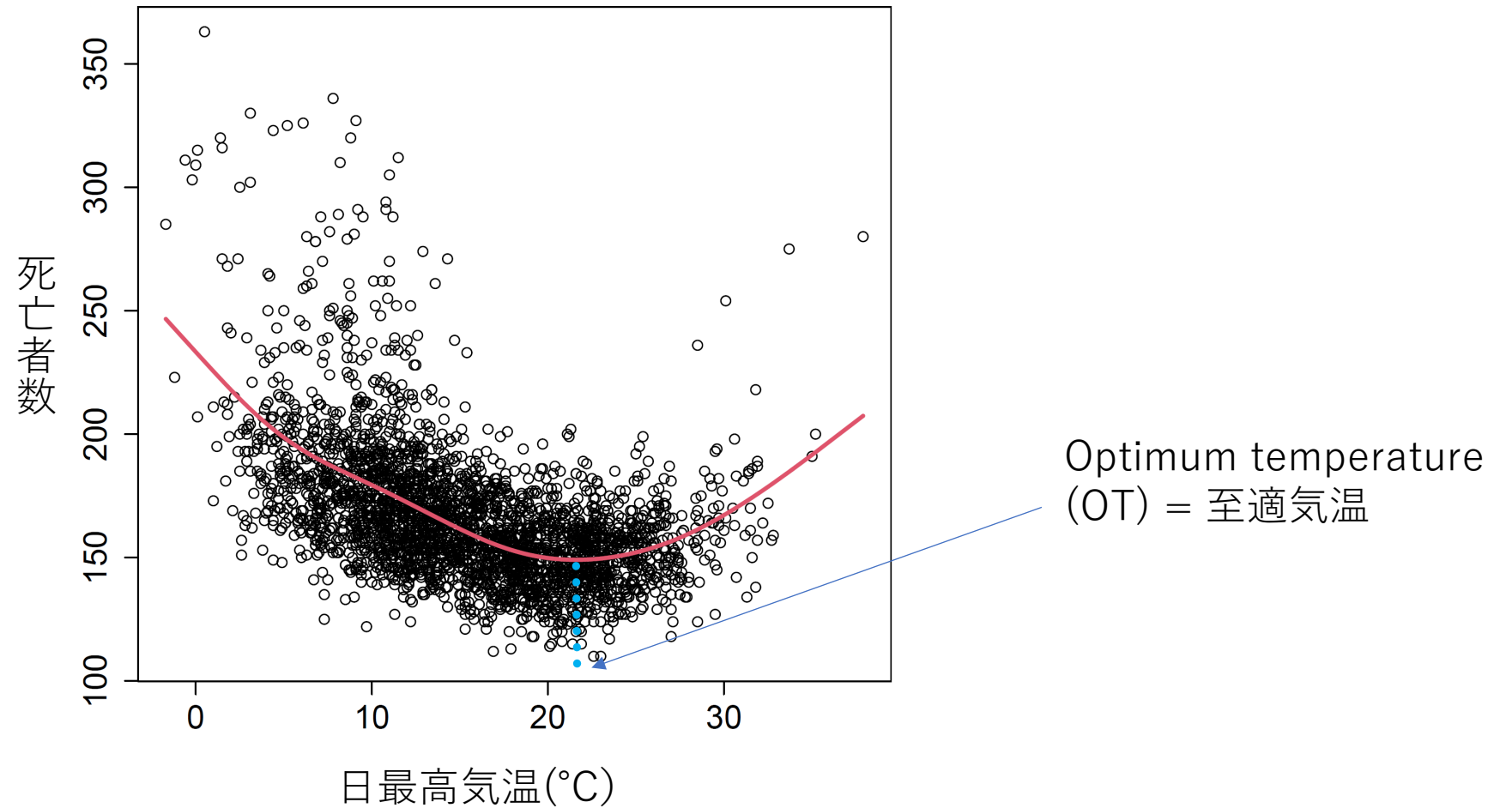
高気温による影響

- もっとも考えやすいのが熱中症

しかし

集団を対象とした気温と総死亡の関連

ロンドン, 1996-2003



高気温のリスクと熱中症

非外因死亡に、熱中症その他を加えたものが総死亡

東京, 1972-2012年

Tmax-OT	非外因死亡のリスク					総死亡のリスク						
0	1					1						
5	1.06	(	1.05	–	1.07	)	1.06	(	1.05	–	1.07	)
10	1.20	(	1.15	–	1.25	)	1.22	(	1.17	–	1.27	)
15	1.39	(	1.28	–	1.51	)	1.41	(	1.31	–	1.53	)
20	1.60	(	1.42	–	1.81	)	1.65	(	1.46	–	1.85	)

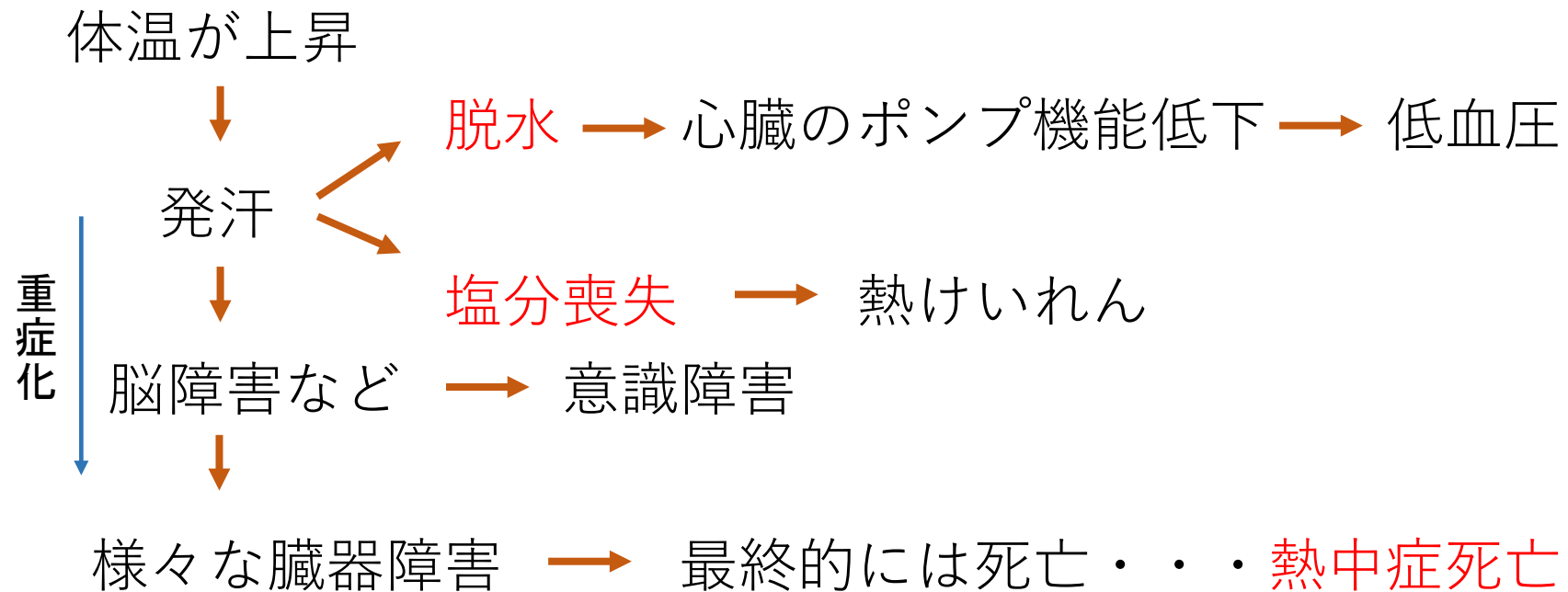
Tmax-OT: 死亡数最低の気温から何℃高いか

(本田他 日本衛生学会総会 Mar.2015)

ただし最近では熱中症の割合が増加

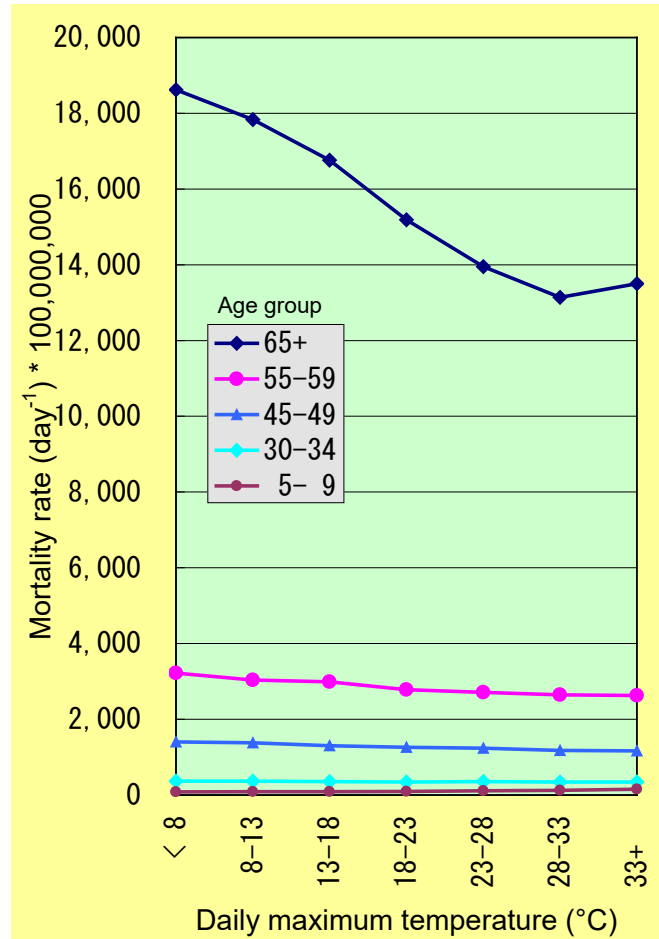
熱中症とはいうものの・・・

高気温でどのような影響があるのか？

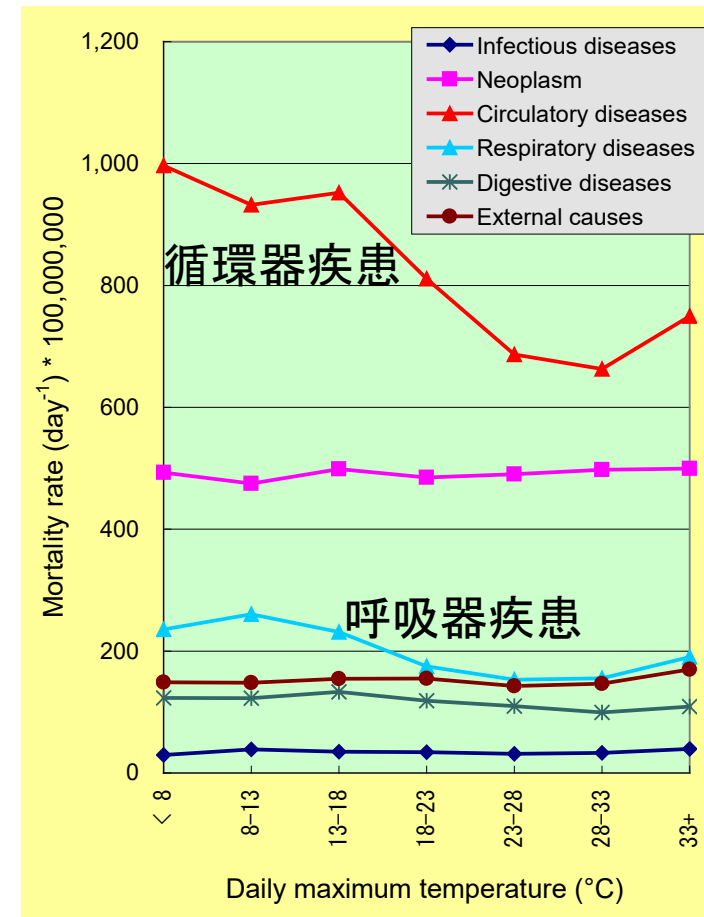


気温と死亡に関連する要因

年齢



死因



(九州1972-1990)

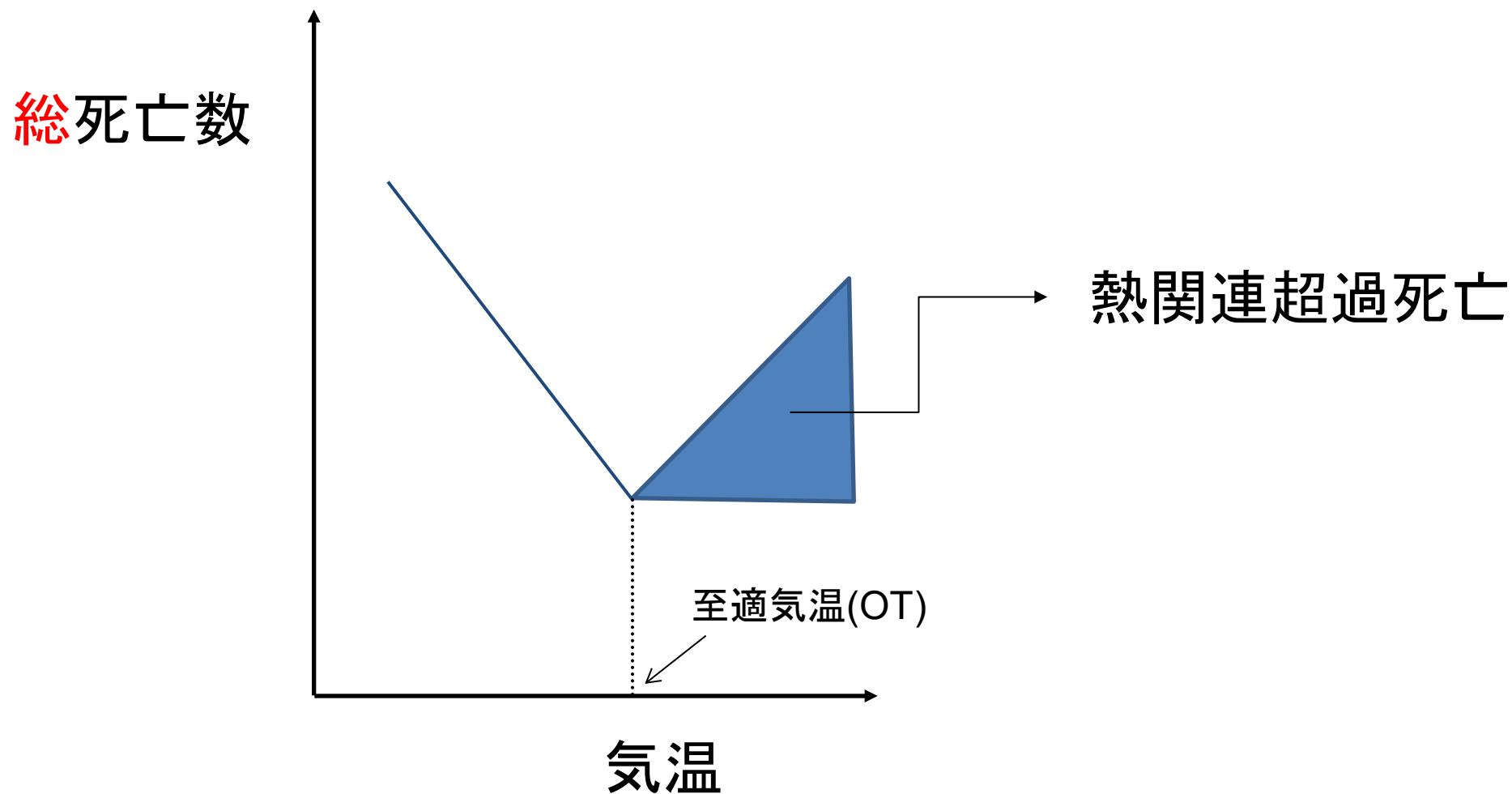
つまり . . .

脆弱集団（高齢者，循環器・呼吸器疾患患者など）が，
脱水や電解質異常の軽度・中等度の影響で死亡する



対策としては
水分補給と室温調整が最重要

結局、**熱関連超過死亡**を評価するべき

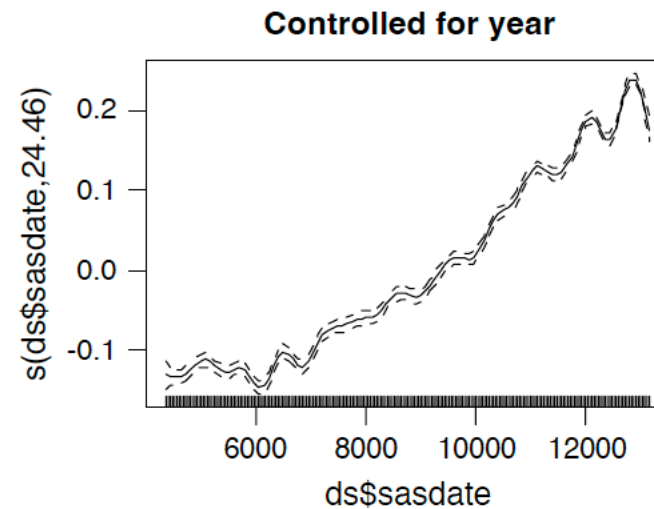
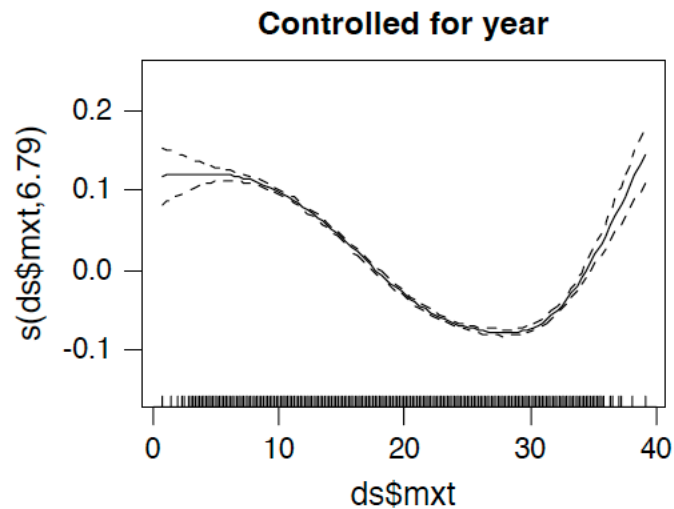


ただし！

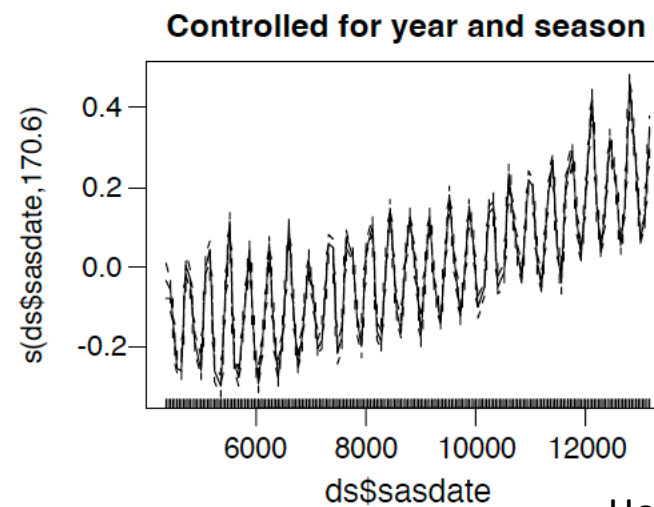
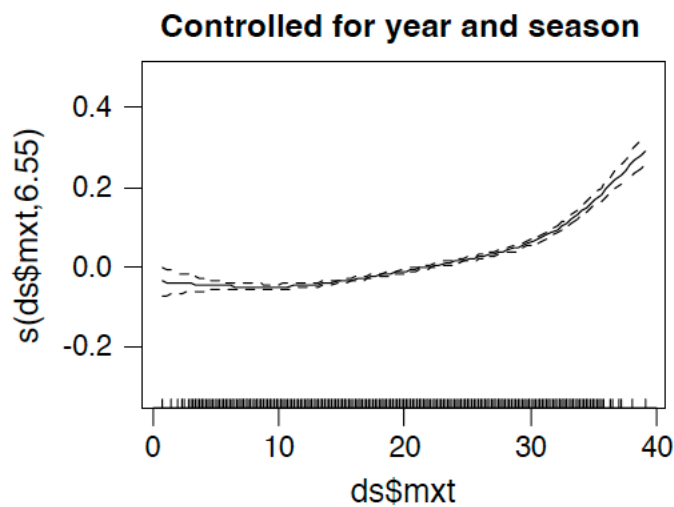
知りたいのは日ごとの気温の影響

考慮すべき問題点をいくつか.

季節の影響

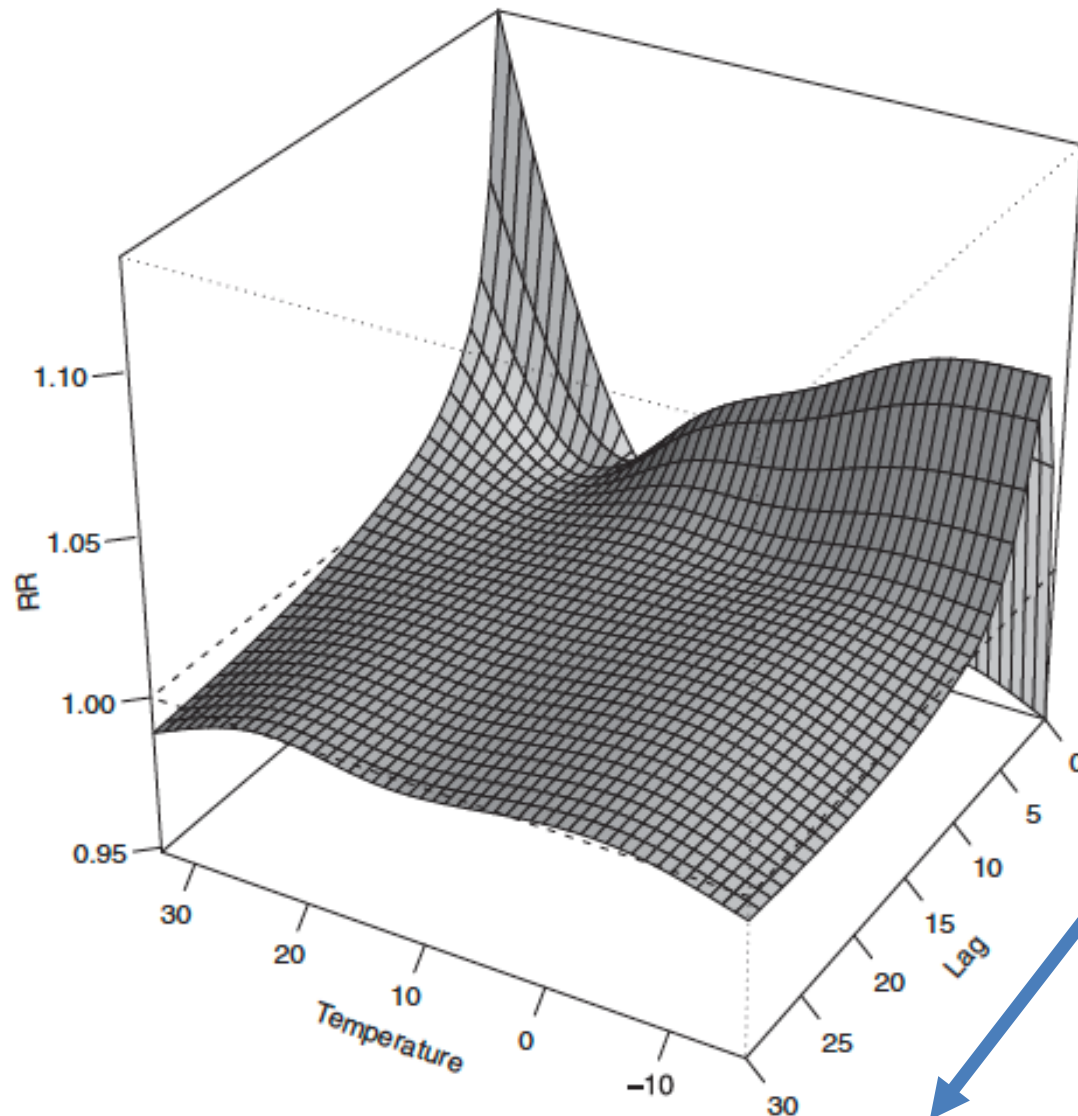


年次変化のみを調整



年次変化と季節を調整

Lag(持ち越し)の影響



分散ラグ非線型モデル

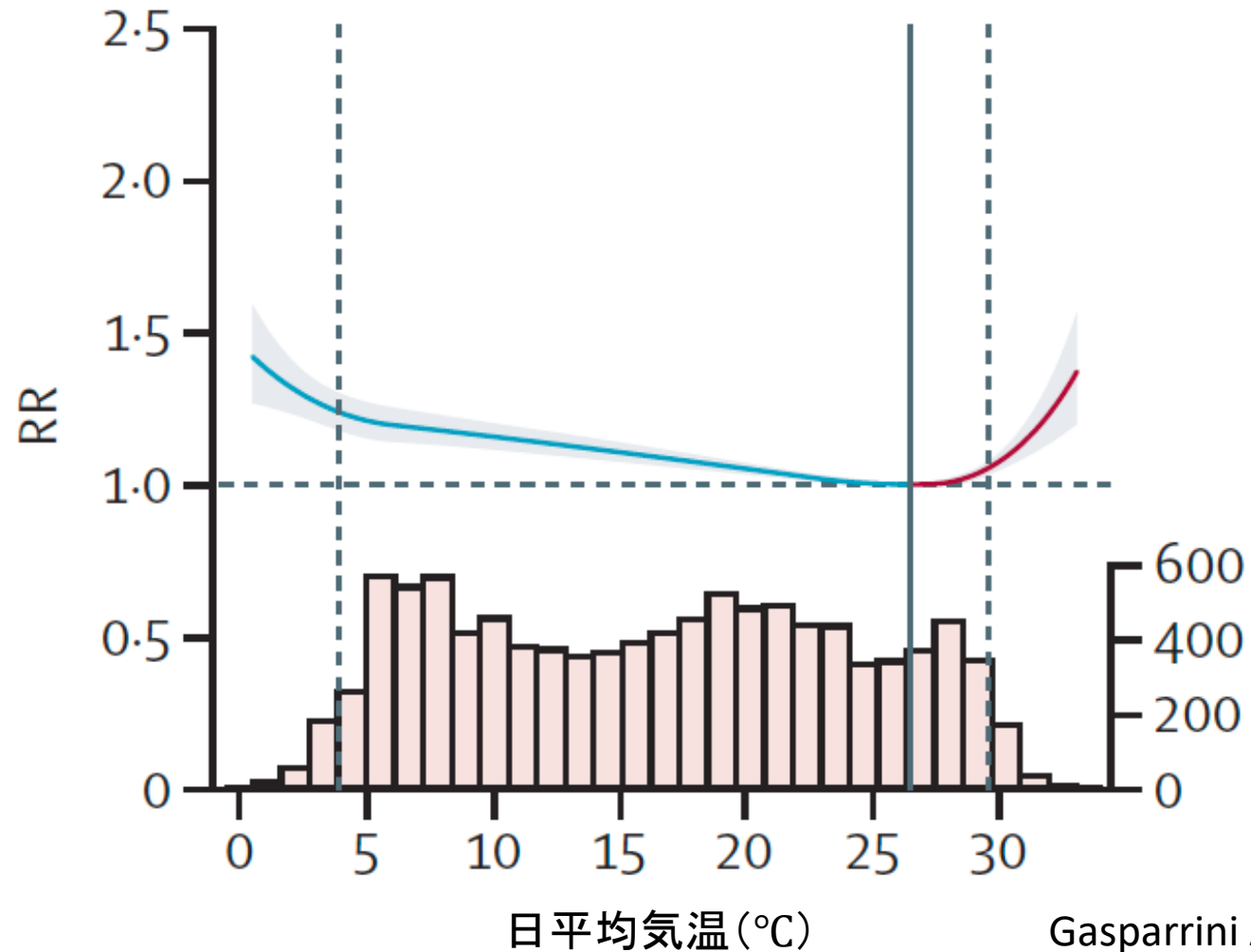
Distributed lag non-linear model (dlnm)

developed by Armstrong B. (Epidemiology 2006)

R package developed by Gsparrini A. et al.

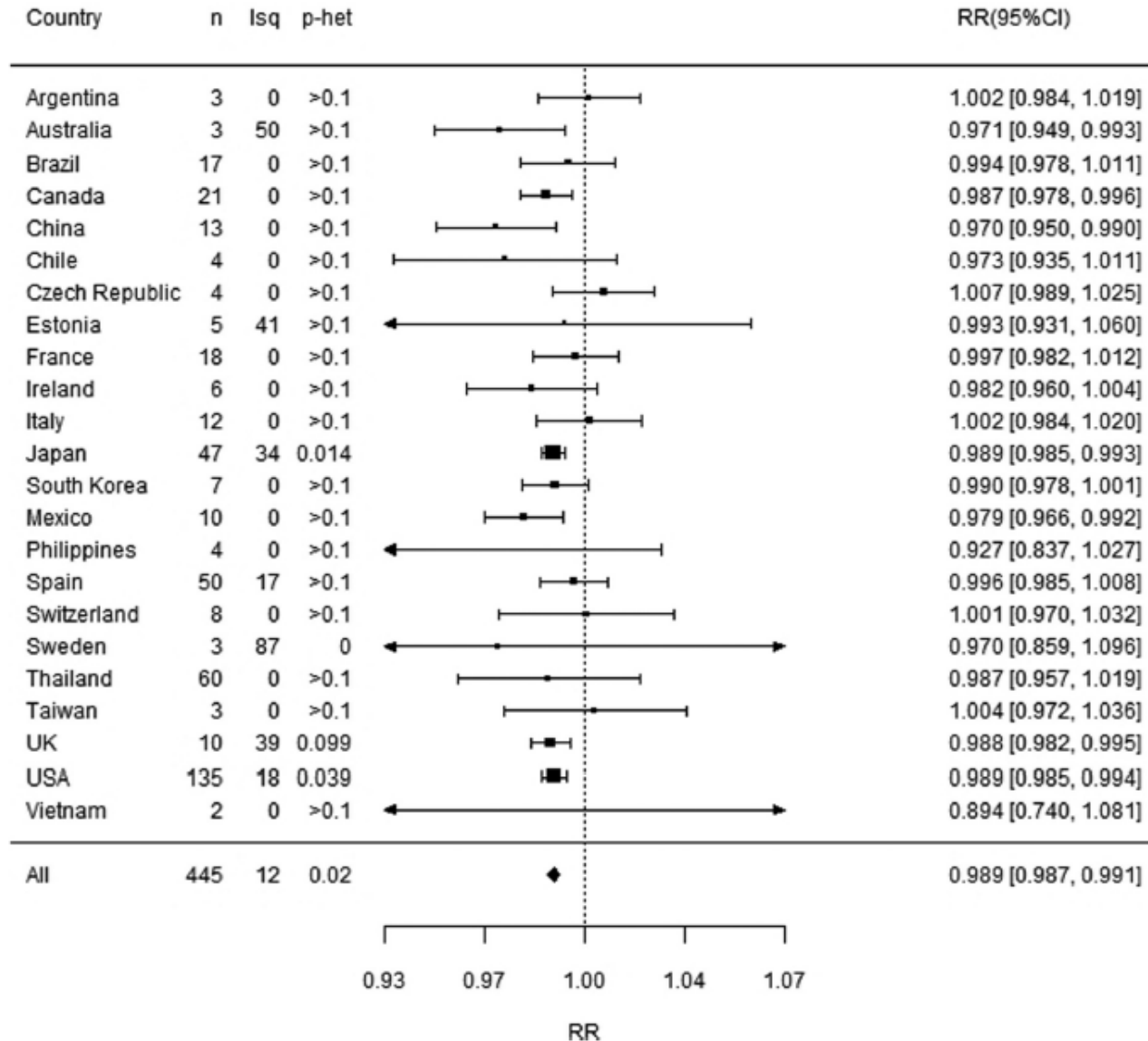
Lag方向に影響を合計

結局、東京では



Gasparrini A. et al. Lancet 2015.

湿度の影響



相対湿度23.4%上昇で
死亡率1.1%減少

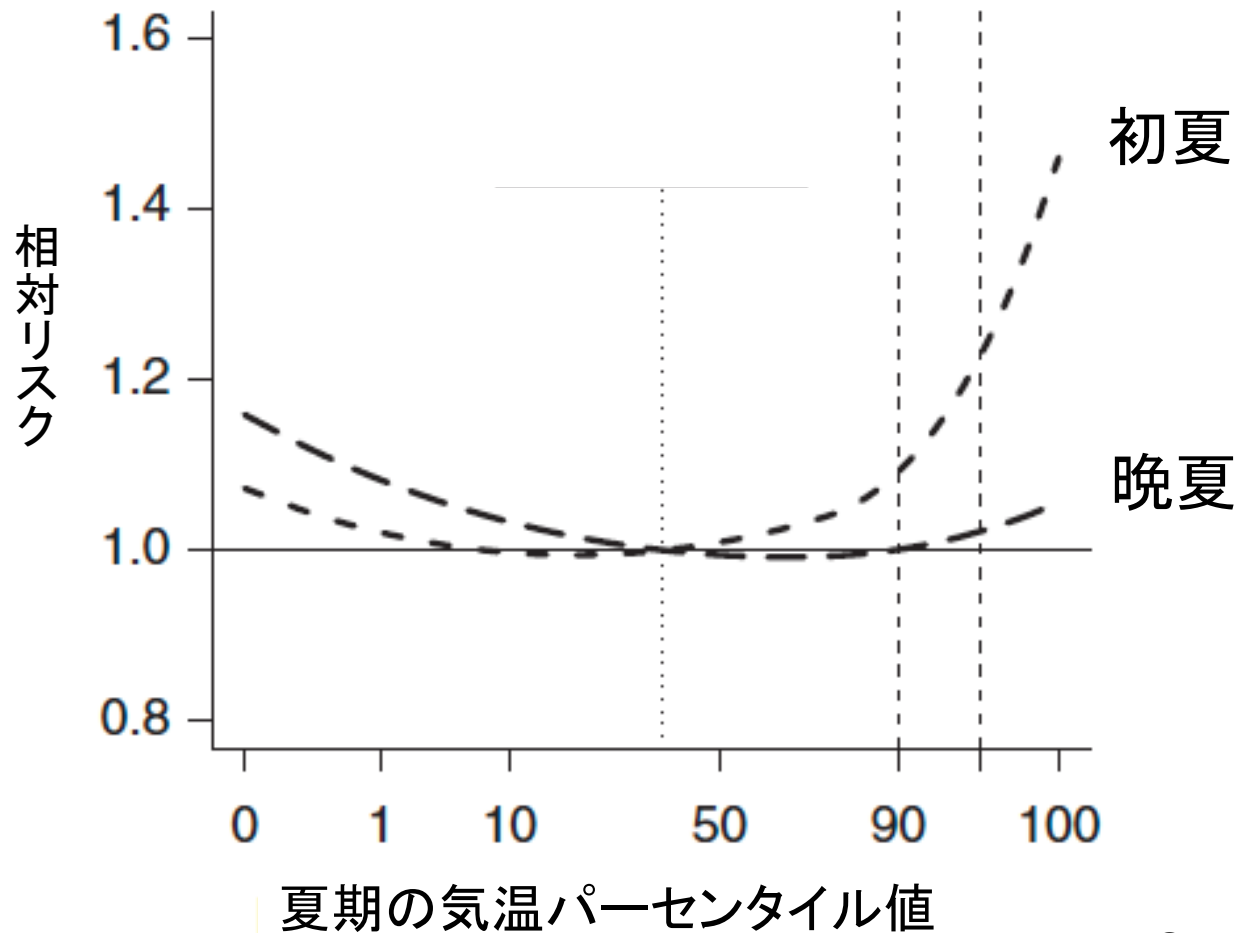


湿度をモデルに入れなくても
大きな違いはない

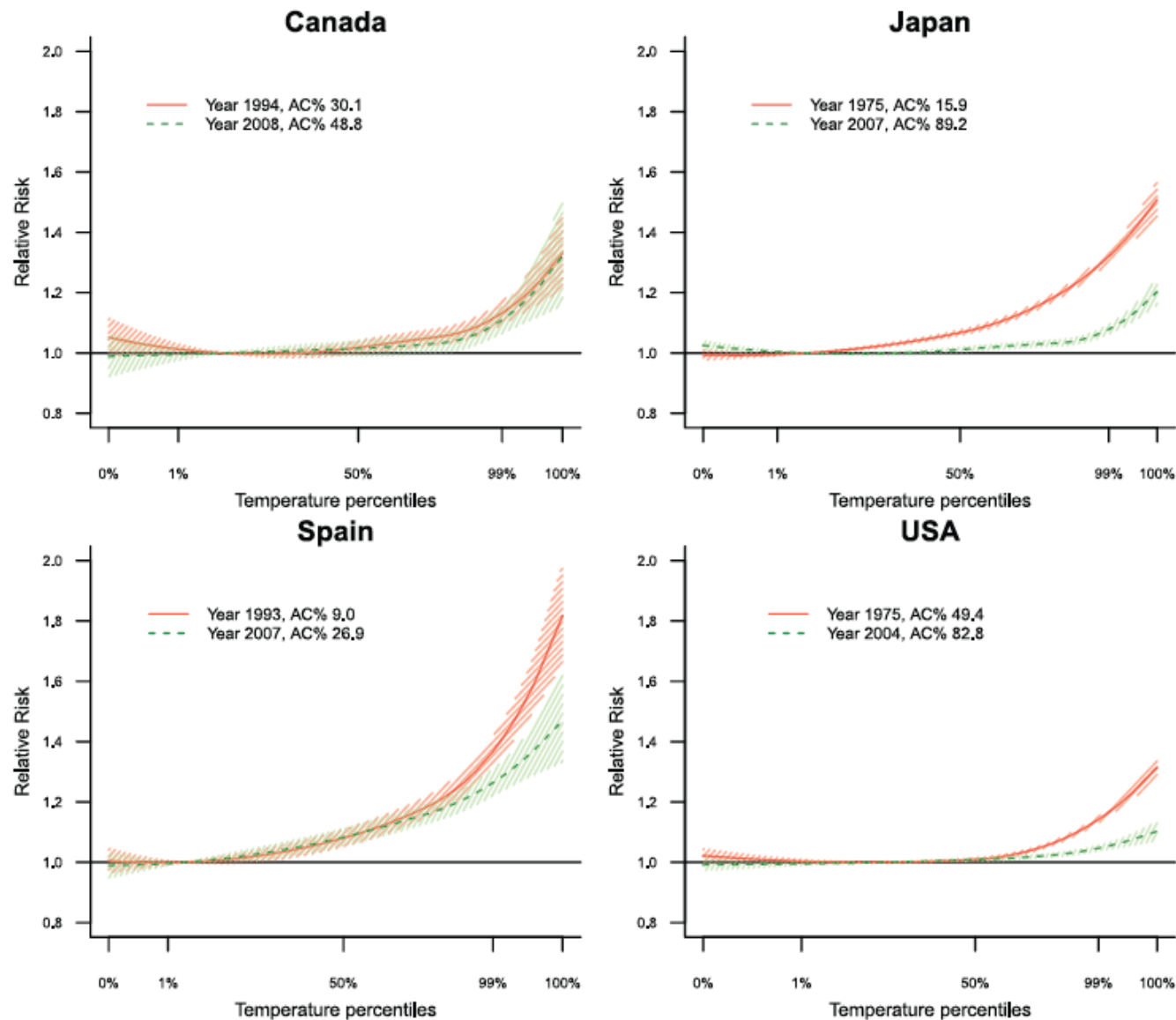
Armstrong B. et al. EHP 2020.

暑熱馴化の影響

日本



エアコンの効果：死亡リスクの減少



ただしエアコンで説明できるのは：

カナダ： 17%

日本： 20%

スペイン： 14%

USA： 17%

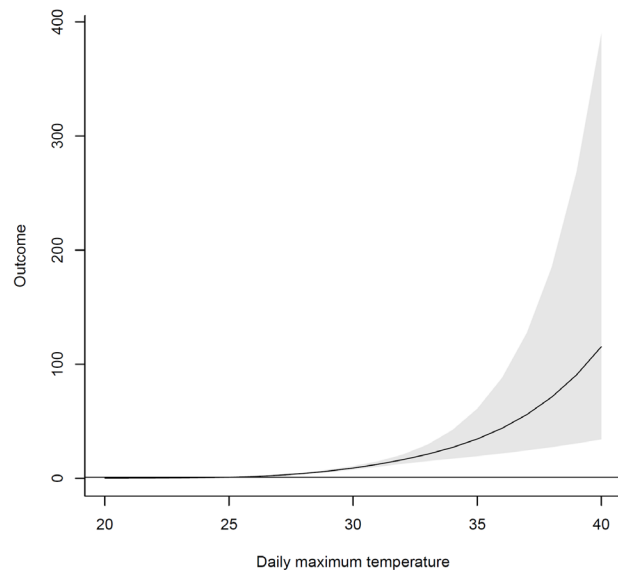
Sera F. et al. Epidemiology 2020

熱中症救急搬送

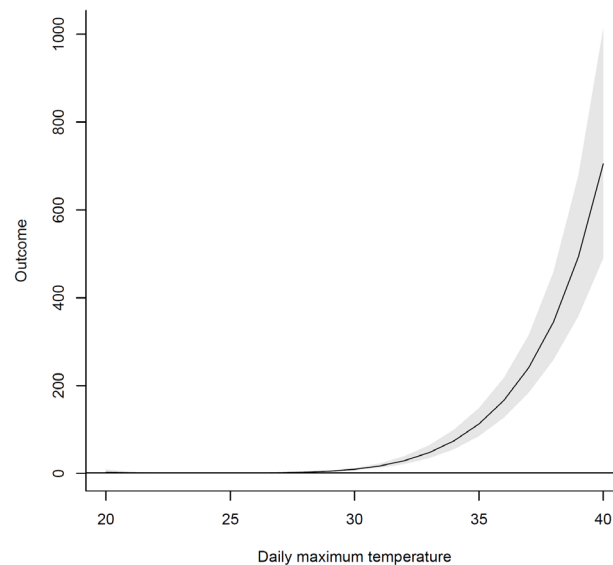
- 死に至らない影響を評価
- 消防庁のサイトから日別データをダウンロードできる

日最高気温と熱中症救急搬送数の関連 (累積リスク)

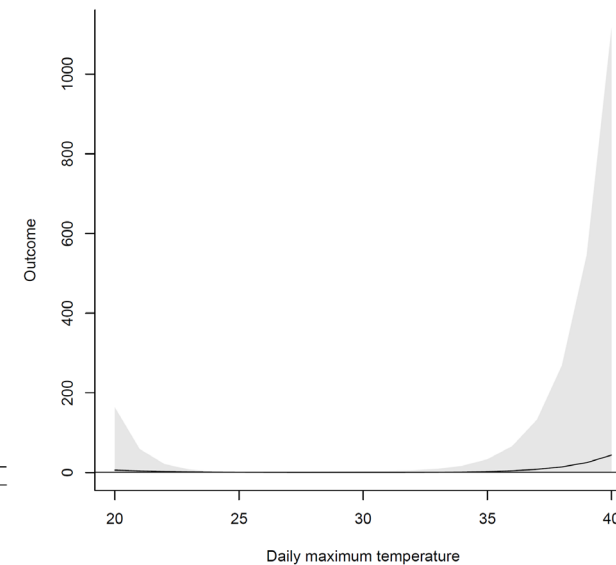
北海道



東京都

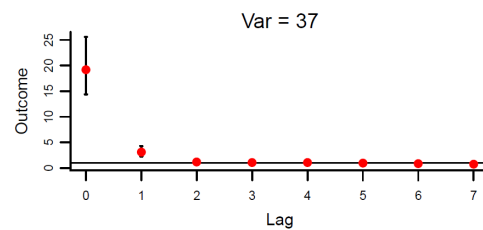
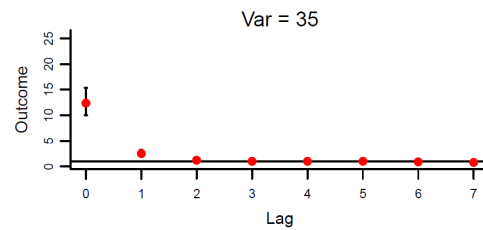
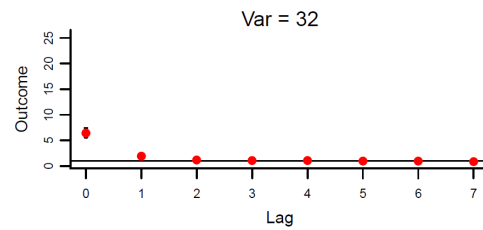
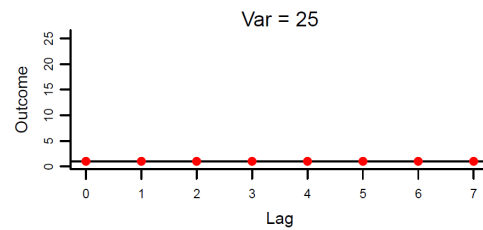


沖縄県

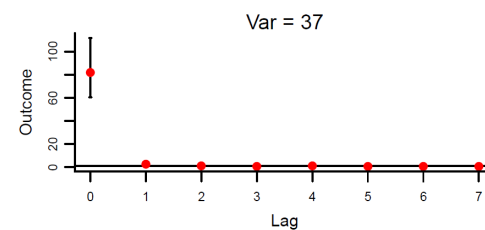
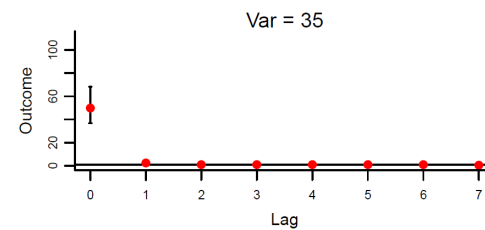
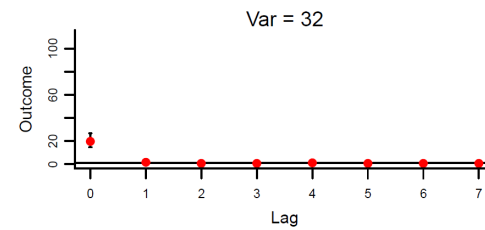
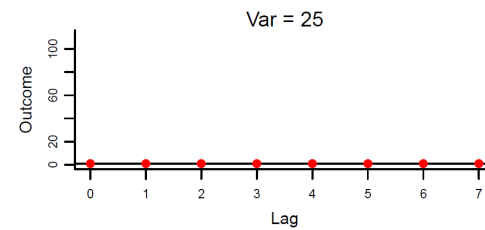


日最高気温と熱中症救急搬送数の関連 (Lag pattern)

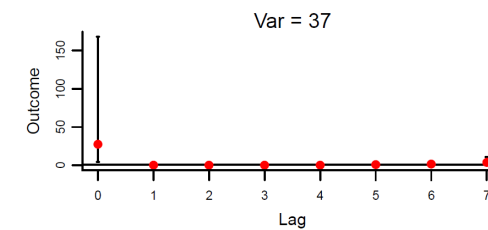
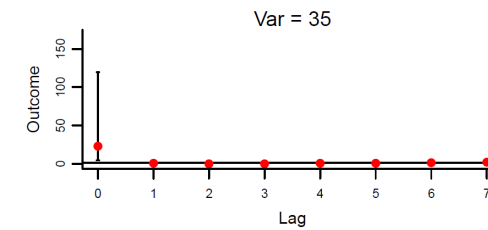
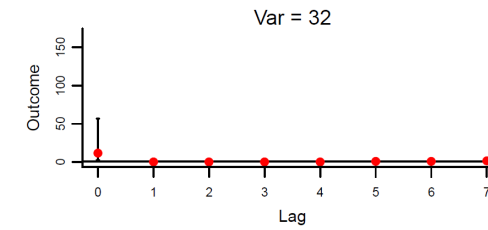
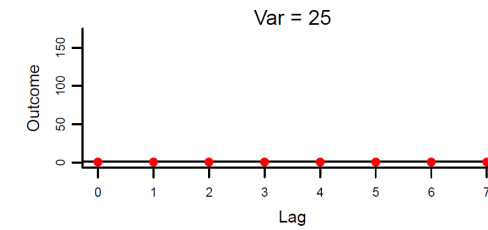
北海道



東京都

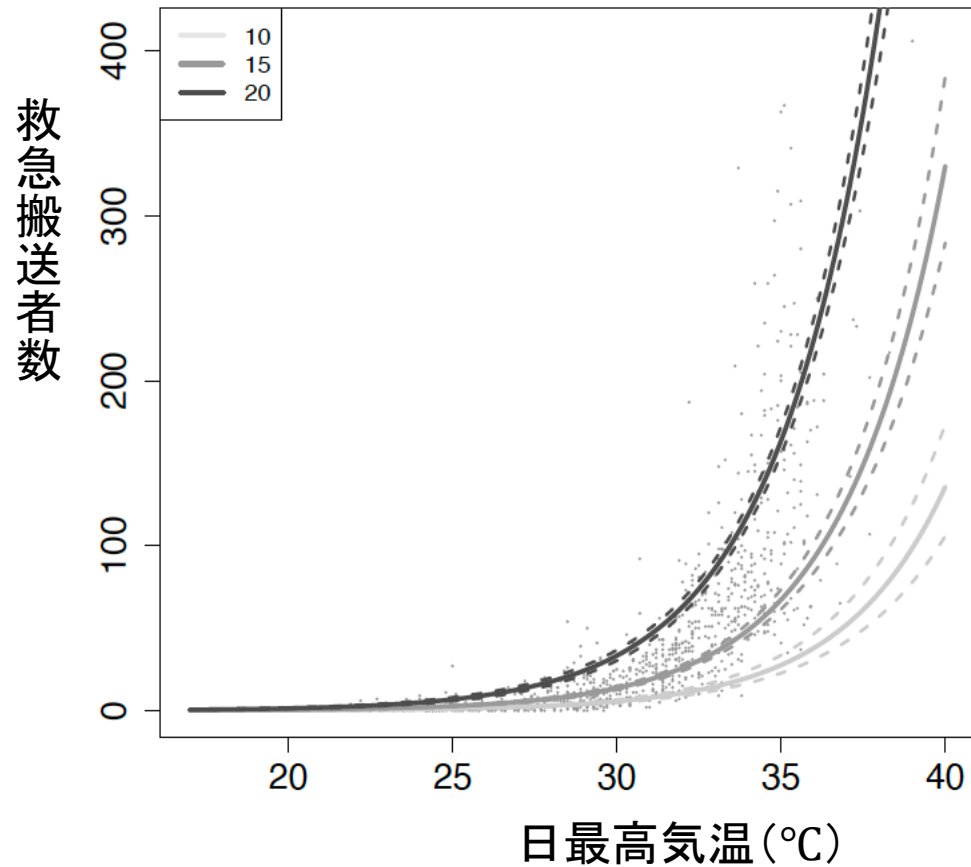


沖縄県



絶対湿度(比湿)の影響

東京, 2010-2019 (夏期)



湿度が高い方が救急搬送者数が多い

将来影響予測

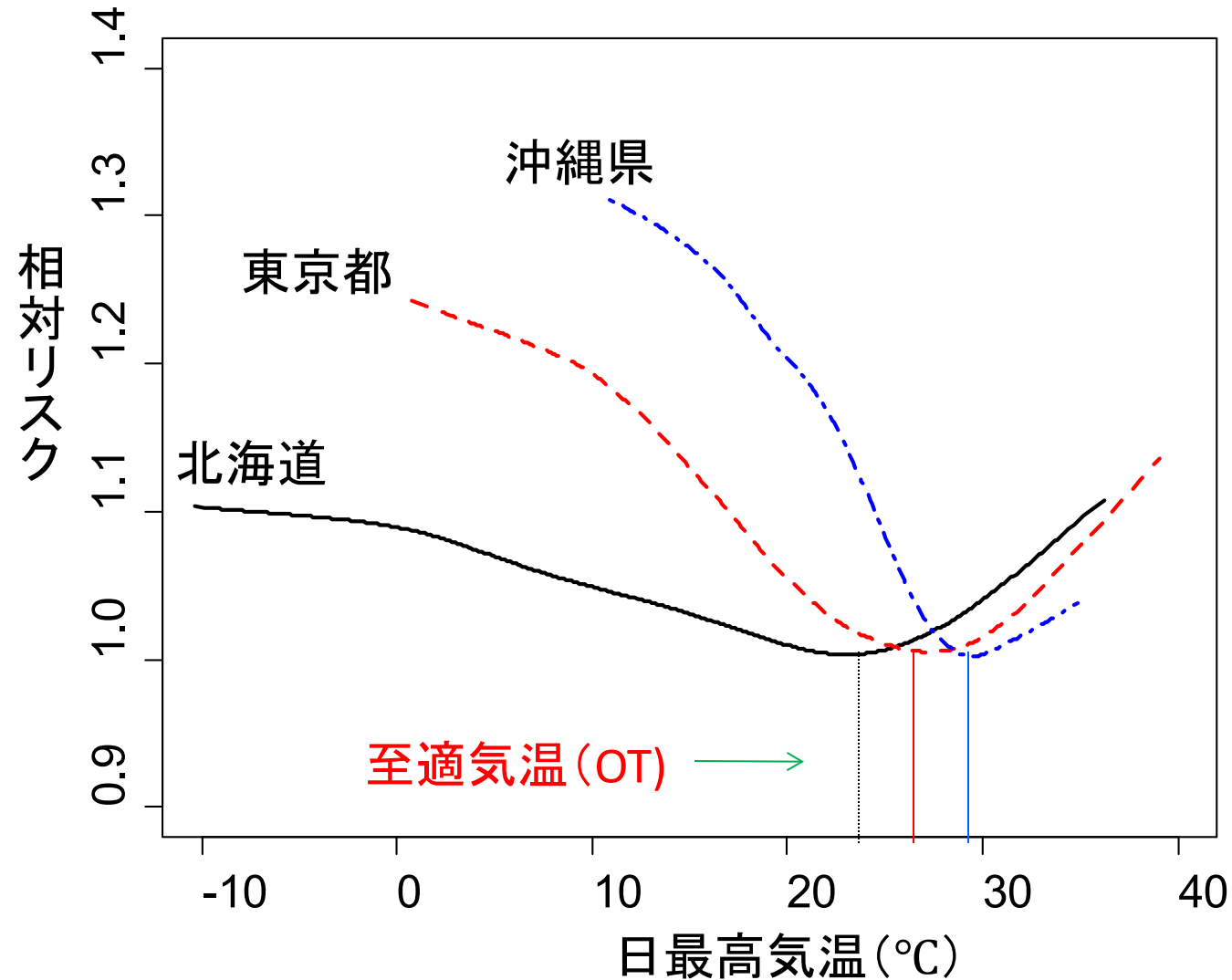
気候変動は全世界共通の問題



全球の予測が必要

問題点は？

問題点1: OTは気候で異なる



パーセンタイル値

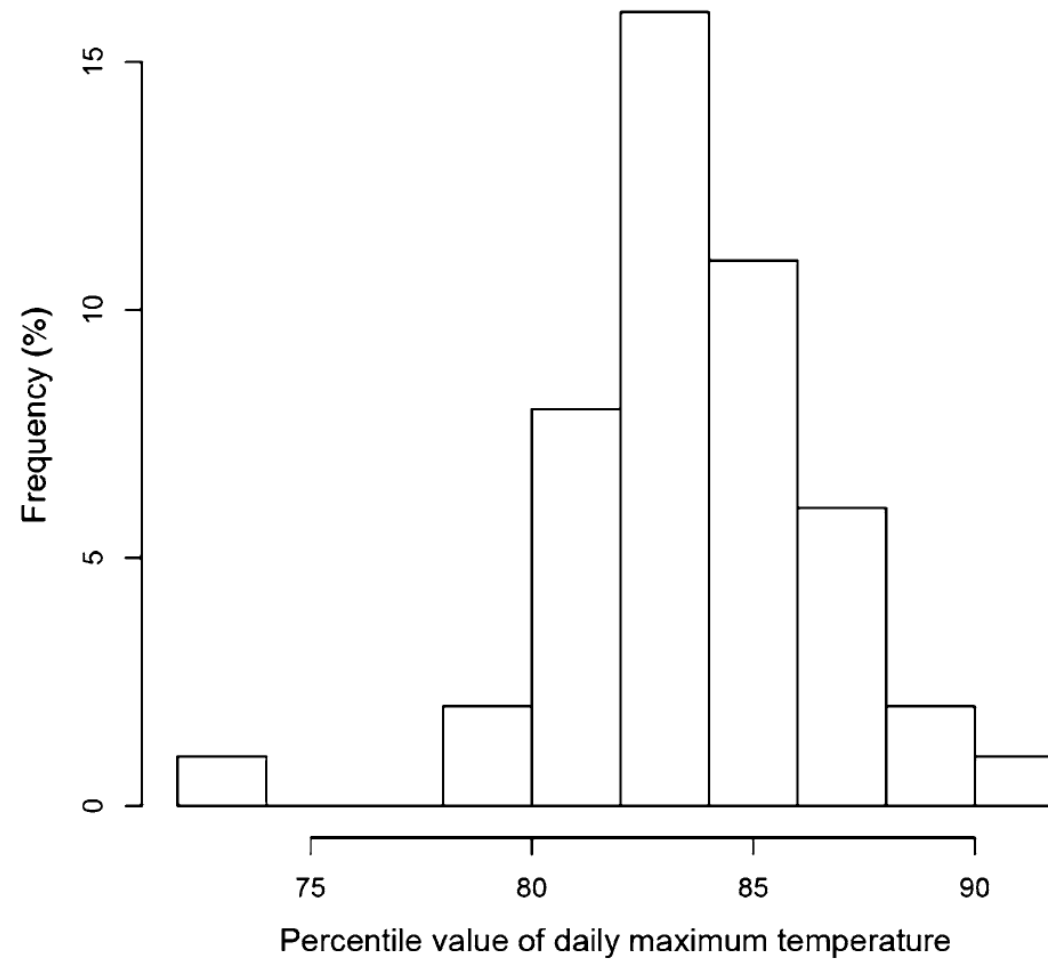


Fig. 4 Distribution of optimum temperature (expressed as percentile value of daily maximum temperature) in Japan

Honda et al.
EHPM(2014)

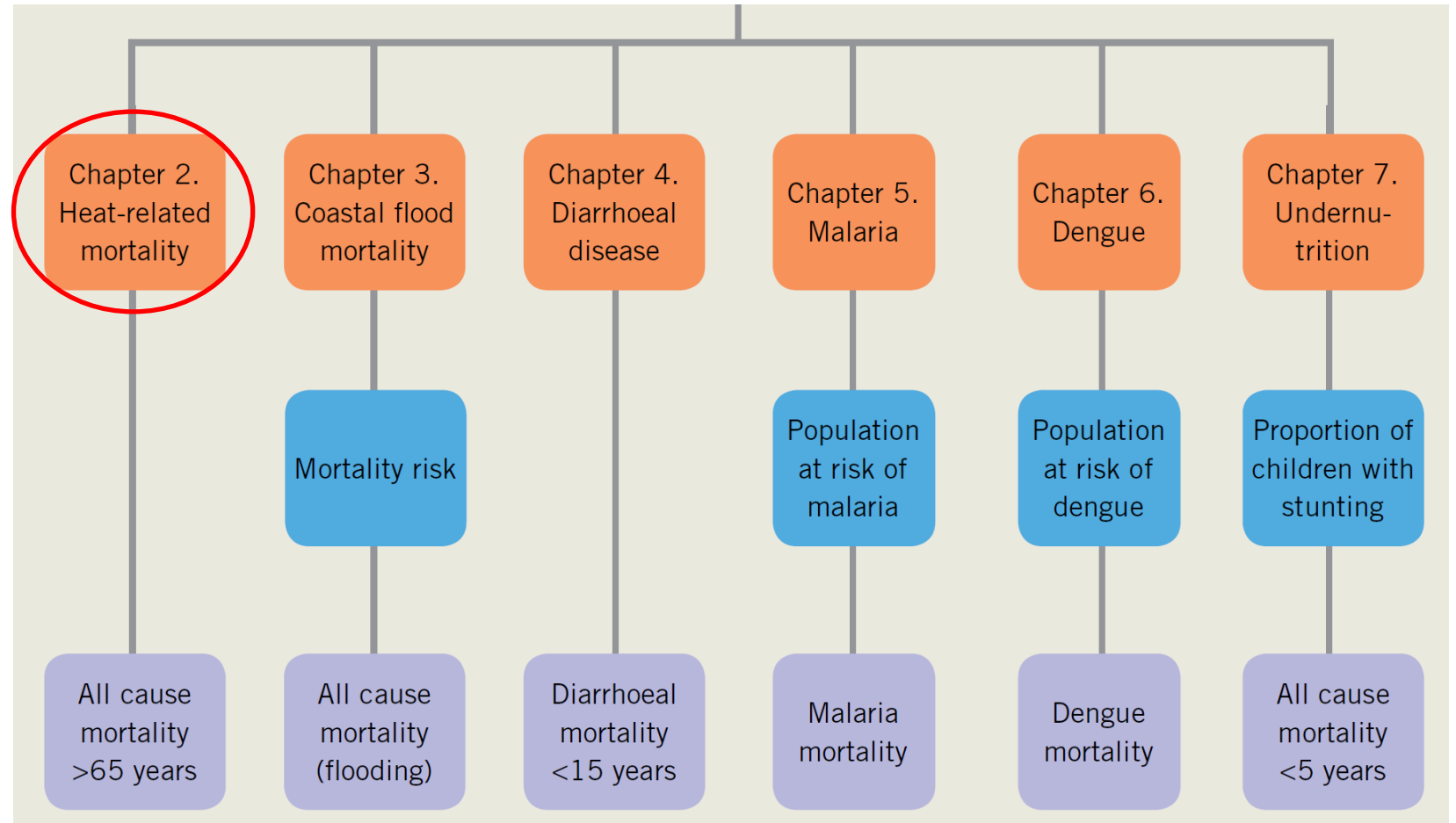
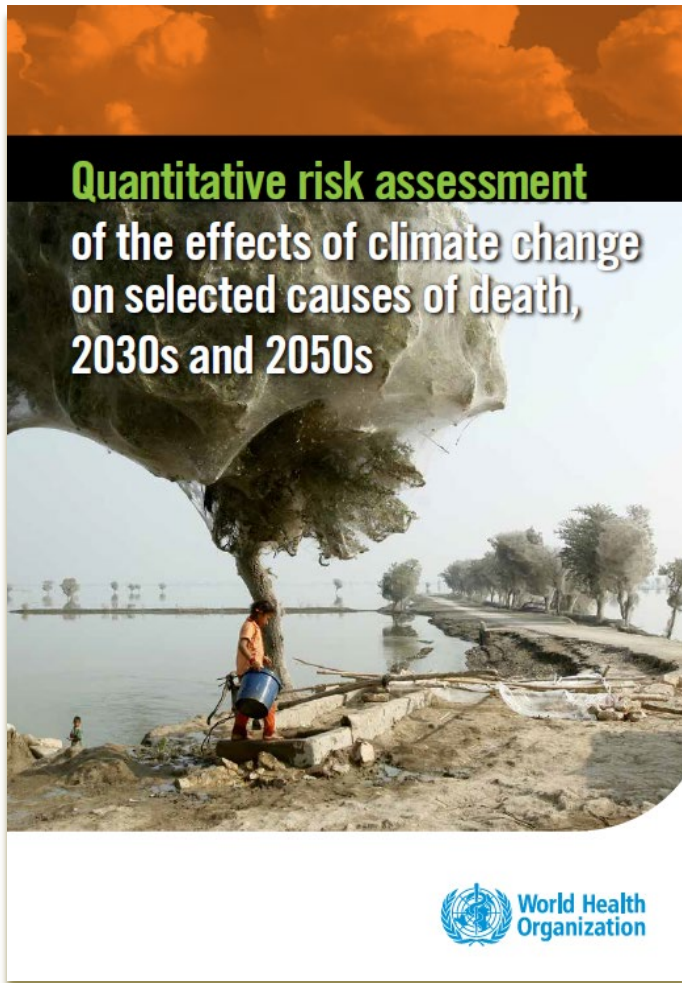
問題点2: 途上国でも得られる情報

死因別の情報収集は困難・不正確



総死亡

Global level Health impacts: WHO Climate Change Risk Assessment (2014)

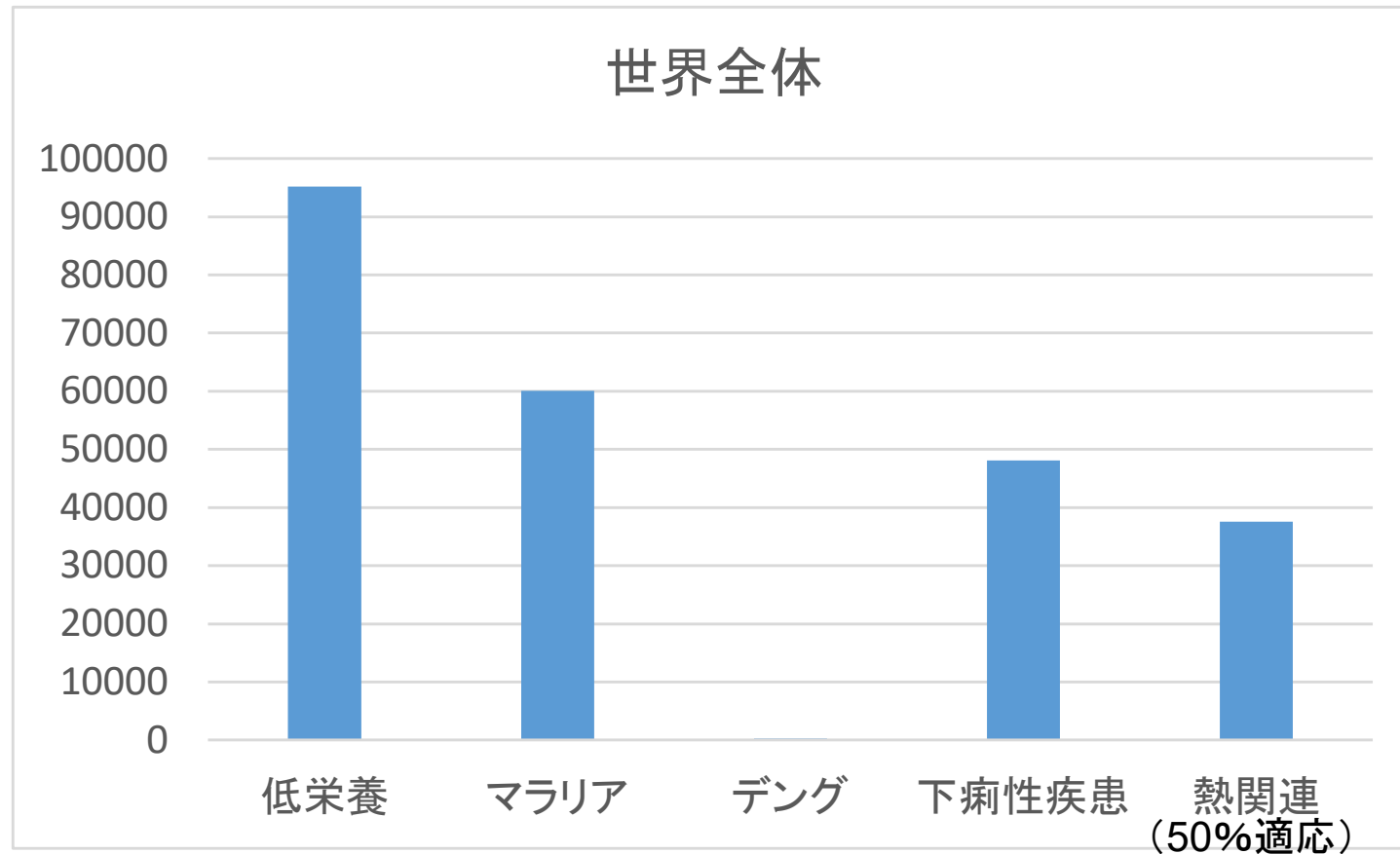


WHO報告書2014 仮定

- Counter factual (基準):
SRES A1Bシナリオによる将来の人口・経済状況
1961-1990の気候
- 5つの全球気候モデルによる将来予測
- 各地域の熱関連超過死亡の至適気温はその地域の気温の84パーセンタイル値
- 84パーセンタイル値: 気候変動とともに移動
適応がない場合は現時点のもの
100%適応の場合は将来のもの
上記の平均を50%適応とする
- リスクは日本の47都道府県から計算

主な結果

気候変動による追加的死亡数 (SRES A1b, 2030)



主な結果

気候変動による追加的死亡数 (SRES A1b, 2030)



得られる教訓

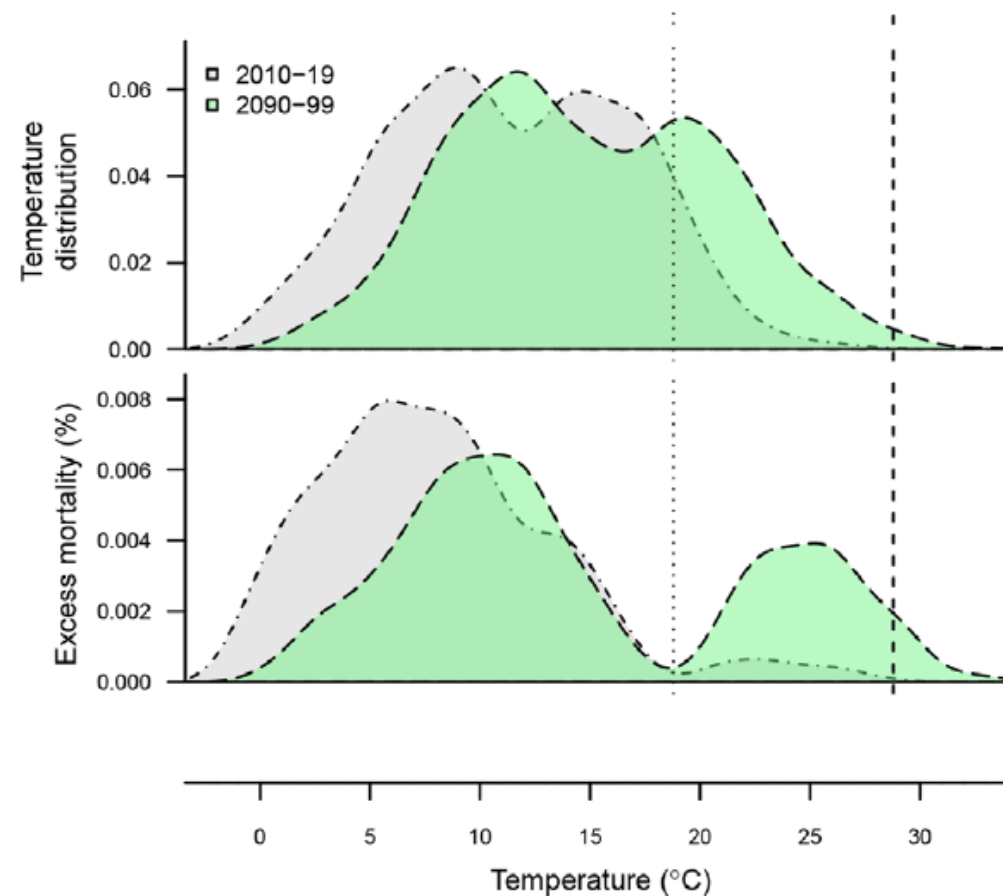
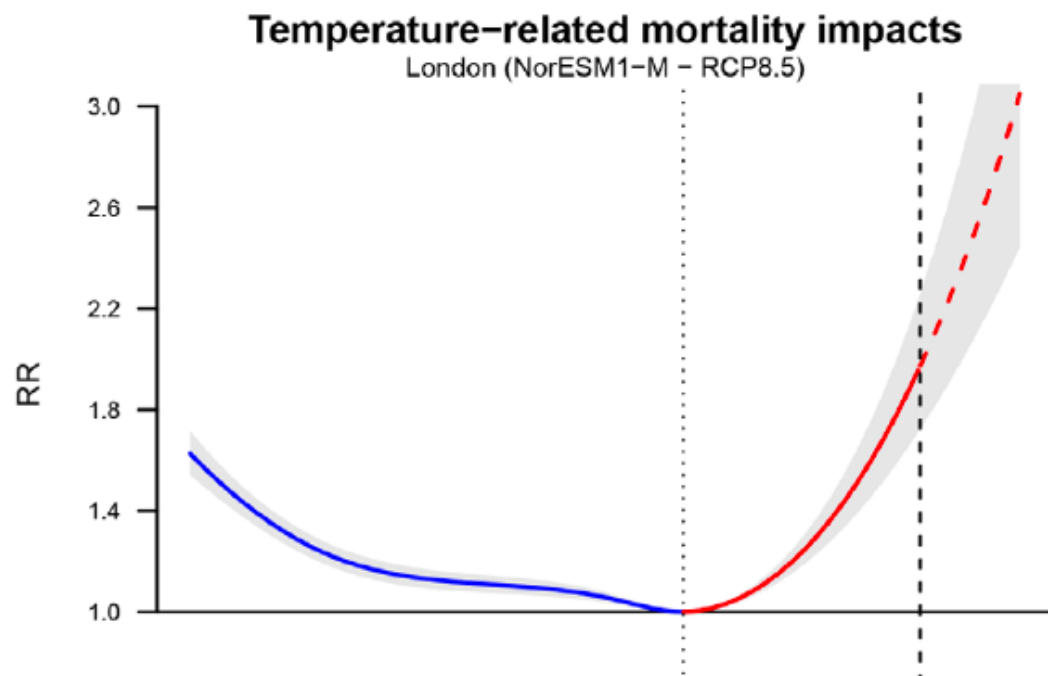
- 温室効果ガス排出の少ない途上国で被害甚大
- 先進国も影響を受ける

最近の将来予測

Vicedo-Cabrera et al.
Epidemiology (2019)

ORIGINAL ARTICLE

Hands-on Tutorial on a Modeling Framework for Projections of Climate Change Impacts on Health



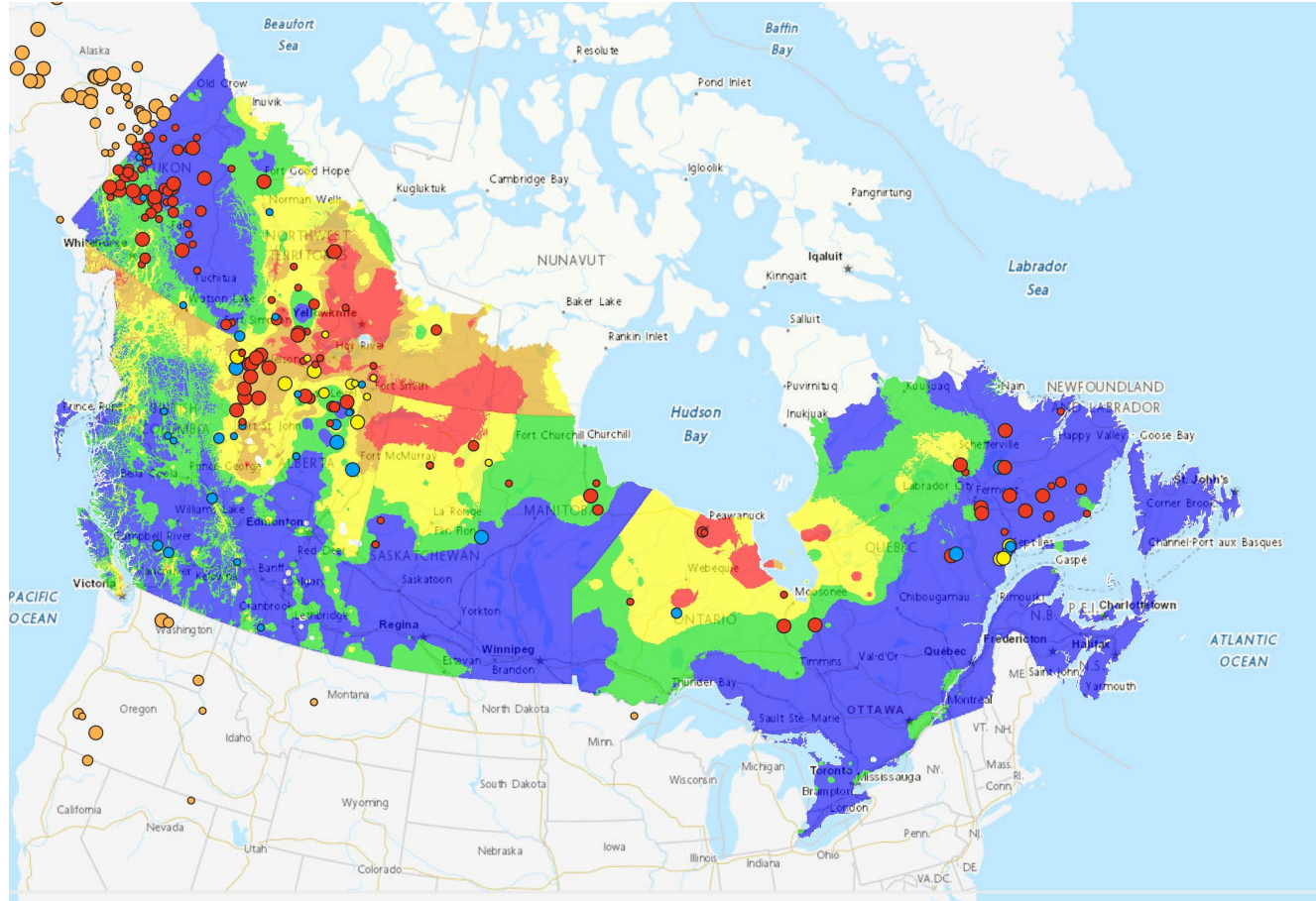
最近のトピック

- 熱帯夜
- 野火（日本では山火事）
- 今後の問題

日平均気温に加えて熱帯夜の影響

Cause-specific mortality		RRs (95% CI)	
		HN ₂₅ ^a	HN _{95th} ^b
All-cause	総死亡	1.09 (1.08, 1.10)	1.10 (1.09, 1.11)
CVD	循環器疾患	1.17 (1.15, 1.19)	1.17 (1.15, 1.19)
IHD		1.25 (1.21, 1.30)	1.24 (1.20, 1.29)
CBVD		1.13 (1.11, 1.15)	1.13 (1.10, 1.15)
CH		1.09 (1.05, 1.13)	1.10 (1.06, 1.14)
CIN		1.14 (1.11, 1.18)	1.15 (1.12, 1.19)
RD	呼吸器疾患	1.09 (1.07, 1.12)	1.12 (1.09, 1.14)
Pneumonia		1.08 (1.06, 1.11)	1.12 (1.09, 1.16)
COPD		1.11 (1.04, 1.19)	1.13 (1.06, 1.21)
Asthma		1.17 (1.06, 1.30)	1.11 (0.99, 1.25)
Renal disease		1.08 (1.03, 1.13)	1.04 (1.00, 1.09)
Advanced age		1.16 (1.12, 1.21)	1.14 (1.10, 1.19)

カナダの公式サイト: 2024年7月1日の野火



赤: 制圧不能
黄: 制圧中
青: 制圧

カナダでは日常的な問題！

Natural Resources Canada, Interactive map
(<https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/interactive-map?zoom=0.8¢er=400000%2C1000000&month=7&day=1&year=2024#iMap>)

今後の問題

- 日本の大きな問題は熱関連死亡/疾病と台風・洪水

複合災害

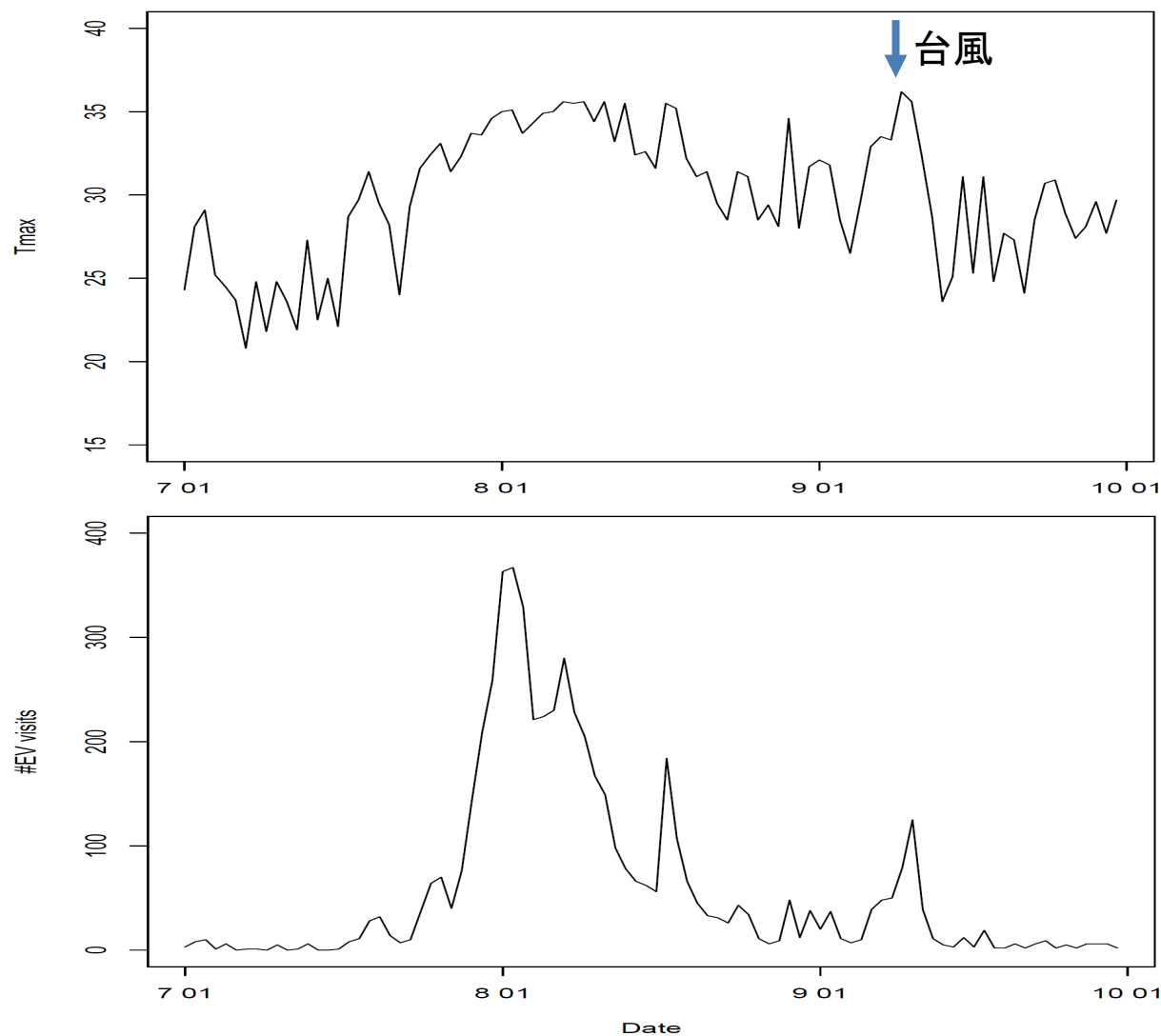
台風・洪水に続く熱波

複合災害の例

- 2019年，台風15号による千葉県での大規模停電
しかし東京都はほとんど影響なし
- 直後に猛暑日

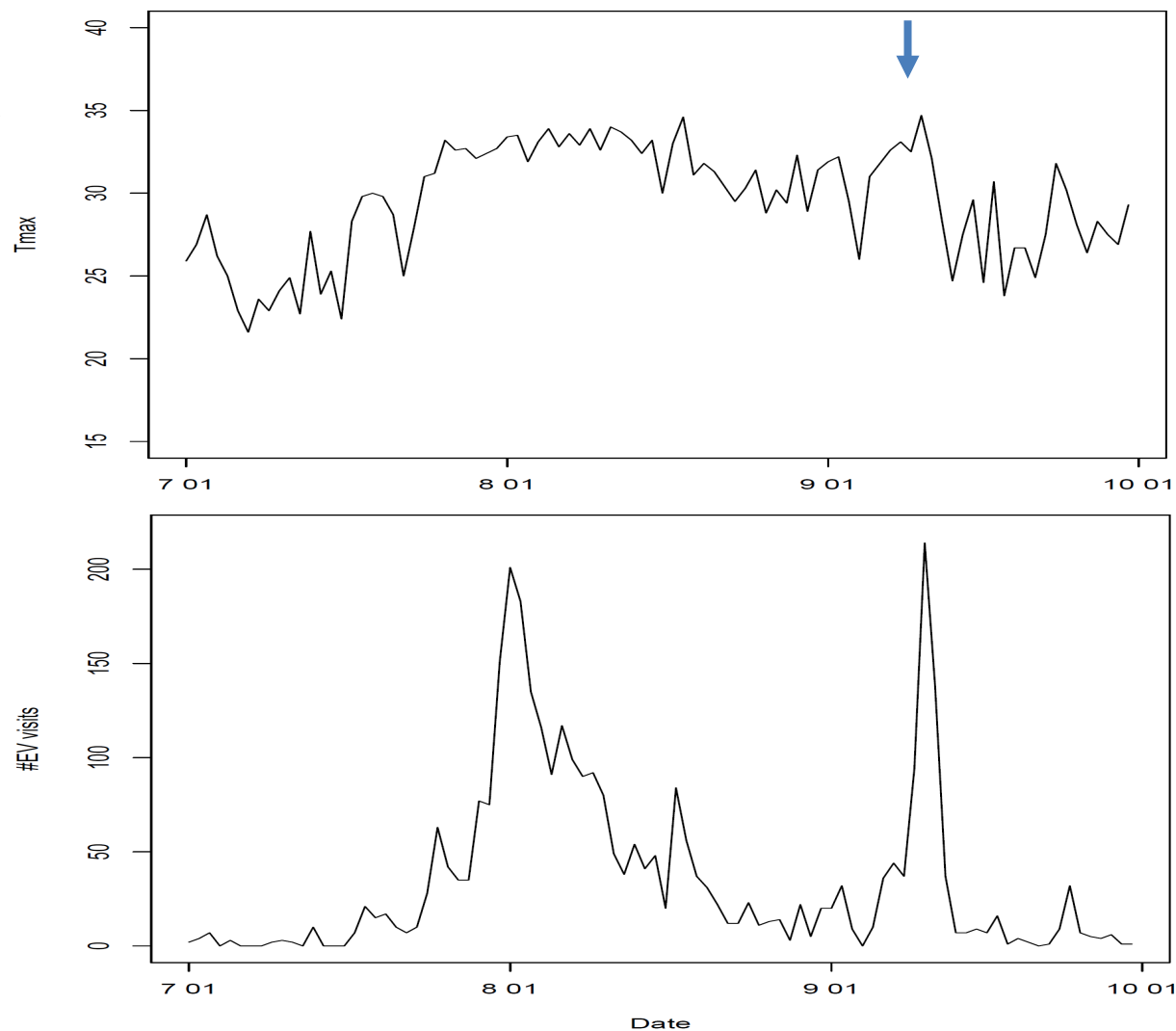
気温と熱中症救急搬送者数の推移 #1

東京都



気温と熱中症救急搬送者数の推移 #2

千葉県



気候変動への適応策

- 緩和策と適応策
- なるべく多くの人に届くメッセージ
- 今後の方向

緩和策と適応策

- 緩和策：温室効果ガスを減らす方策
- 適応策：気温上昇に対する影響を減らす方策

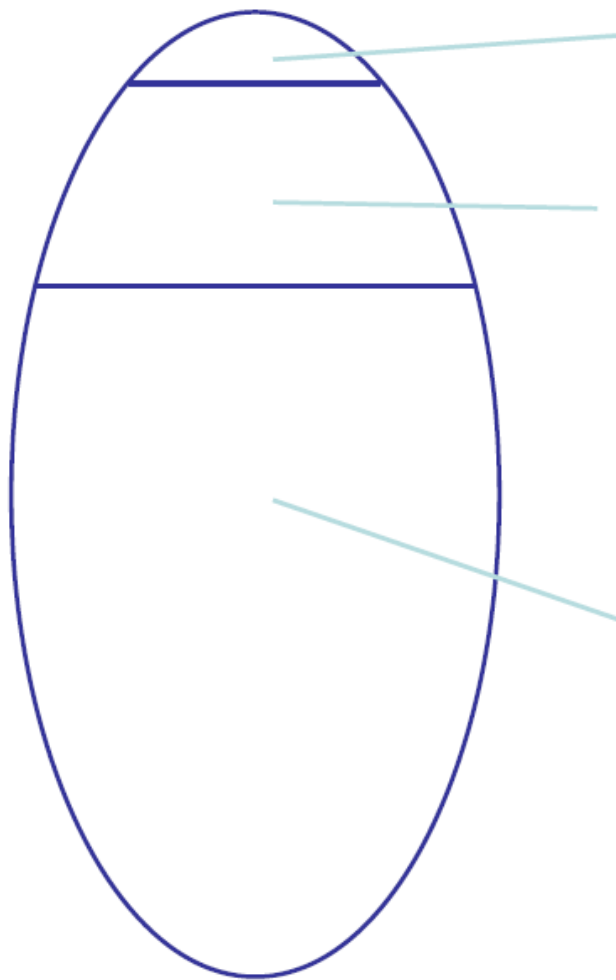
両方を考慮することが必要

熱関連死亡・救急搬送：わかったこと

- 気候によって同じ暑さ指数のリスクが異なる
- 夏の初期と晩期でもリスクが異なる
- 日本全国，夏の全期間に同じ暑さ指数（WBGT）の基準では対応できない
- しかし基準がバラバラでは混乱を招く

暑さ指数から影響指数へ

自分たちでできること



病人

医療スタッフに任せる

脆弱高齢者 …自分では無理な場合

コミュニティで守る

介護者・町内会・家族が
水分補給と室温管理を

それ以外の一般市民

とりあえず二つのことだけ実行

1. 食事と食事の間にコップで水を飲む
2. 室温が30℃以下になるようエアコンを使う

ちなみに・・・

- 夜間は工場などで電力を使わないので朝までエアコンOK
- 扇風機を併用すれば設定温度を上げられる
- 3度の食事が摂れない場合はその分の水分・栄養補給を！

ご清聴ありがとうございました！

