

気象サイエンスカフェさいたま

# 『熊谷vs多治見』暑いのはどっち？

8月7日(水)

18:00 ~20:00 (17:30開場)

場所: With You さいたま

埼玉県さいたま市中央区新都心2-2

JRさいたま新都心駅から徒歩5分

定員: 30名 (先着順)

(飲み物は各自ご用意ください)

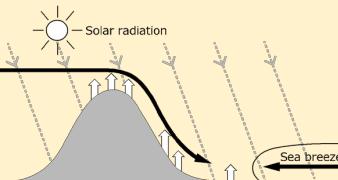
事前登録制

参加無料



熊谷と多治見はどちらも「**暑さの国内チャンピオン**」として有名です。では熊谷と多治見、実際にはどちらが暑い（真の国内チャンピオンとしてふさわしい）のでしょうか？また、両都市はなぜ暑いのでしょうか？実はこれまでの研究により、両都市の暑さには、共通した、ある特殊な「**風**」が関わっていることが分かってきました。

今回の気象サイエンスカフェでは、都市の気候や局地風の専門家である高根さんを講師として迎え、気象キャスターである田代さん（ファシリテーター）とともに、熊谷と多治見のそれぞれの暑さについて分かりやすくお話しします。最も暑い季節に熱い話をしませんか？



スピーカー

高根 雄也 (たかね ゆうや)  
(産業技術総合研究所 主任研究員)



ファシリテーター

田代 大輔 (たしろ だいすけ)  
(オフィス気象キャスター株式会社)

共催: 日本気象学会(教育と普及委員会)、日本気象予報士会、埼玉県環境科学国際センター

問い合わせ先: msj-ed\_2019@metsoc.jp

あつべえ



熊谷市HPより

あついぞ！熊谷 © 熊谷市

VS



うながっぱ

多治見市HPより

## 「熊谷vs多治見」暑いのはどっち？

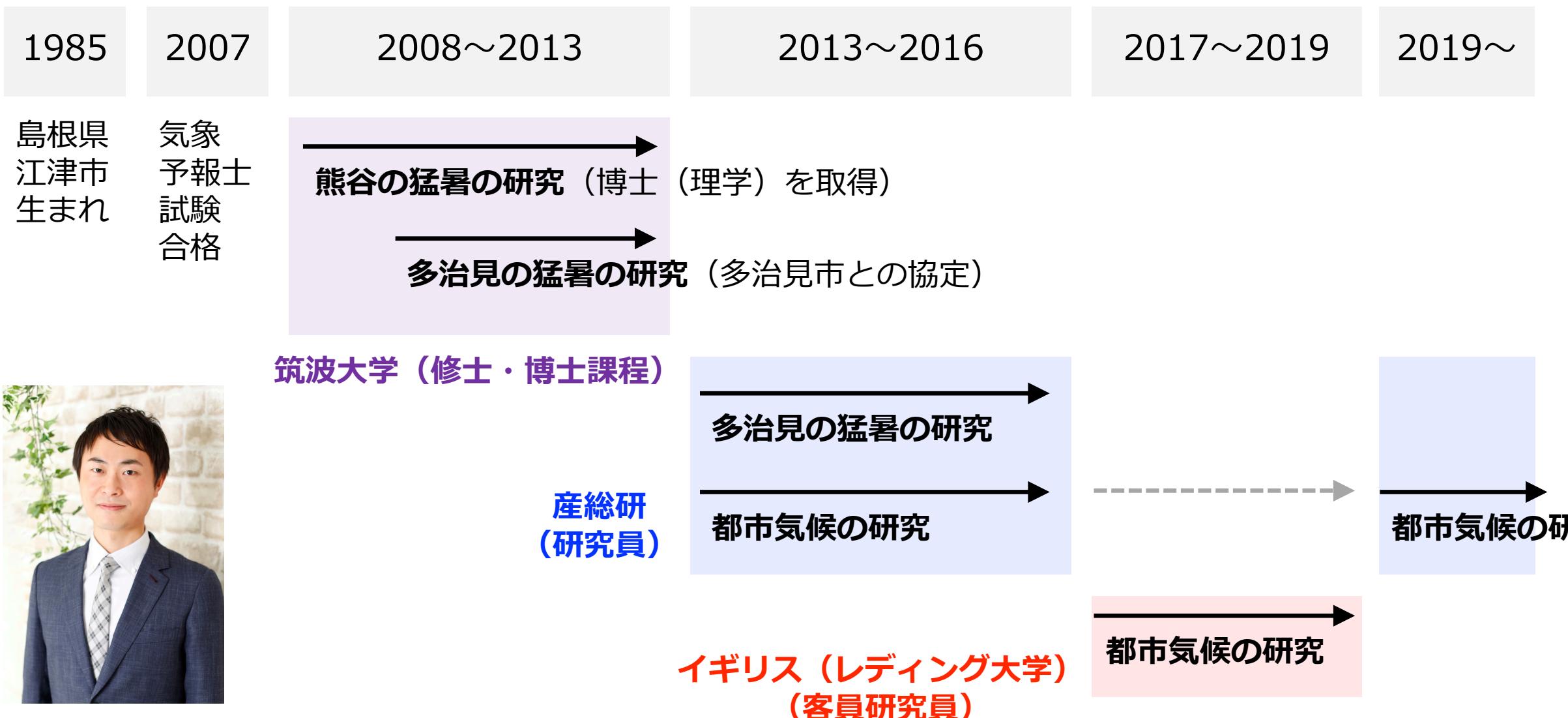
国立研究開発法人産業技術総合研究所 主任研究員 高根雄也

オフィス気象キャスター株式会社 気象キャスター 田代大輔

# 本日の発表内容

- ・自己紹介（高根&田代）
- ・熊谷 vs 多治見、戦い？の歴史
- ・みなさんへの問題（Question）
- ・問題への解答（Answer）
- ・質問タイム

# 自己紹介（高根雄也）



# 自己紹介（田代大輔）

1972 1995 1998～2006 2007 2008～2013 2014～ 2018 2019

東京都  
武藏野市  
生まれ

気象  
予報士  
試験  
合格

1998～2006

2007

2008～2013

2014～

2018

2019



**NHK出演**  
(おはよう日本など)



**とちぎテレビ出演**



**TBS出演**  
(あさチャン！臨時)



**日本気象協会  
内勤**



**NPO  
気象キャスター  
ネットワーク**



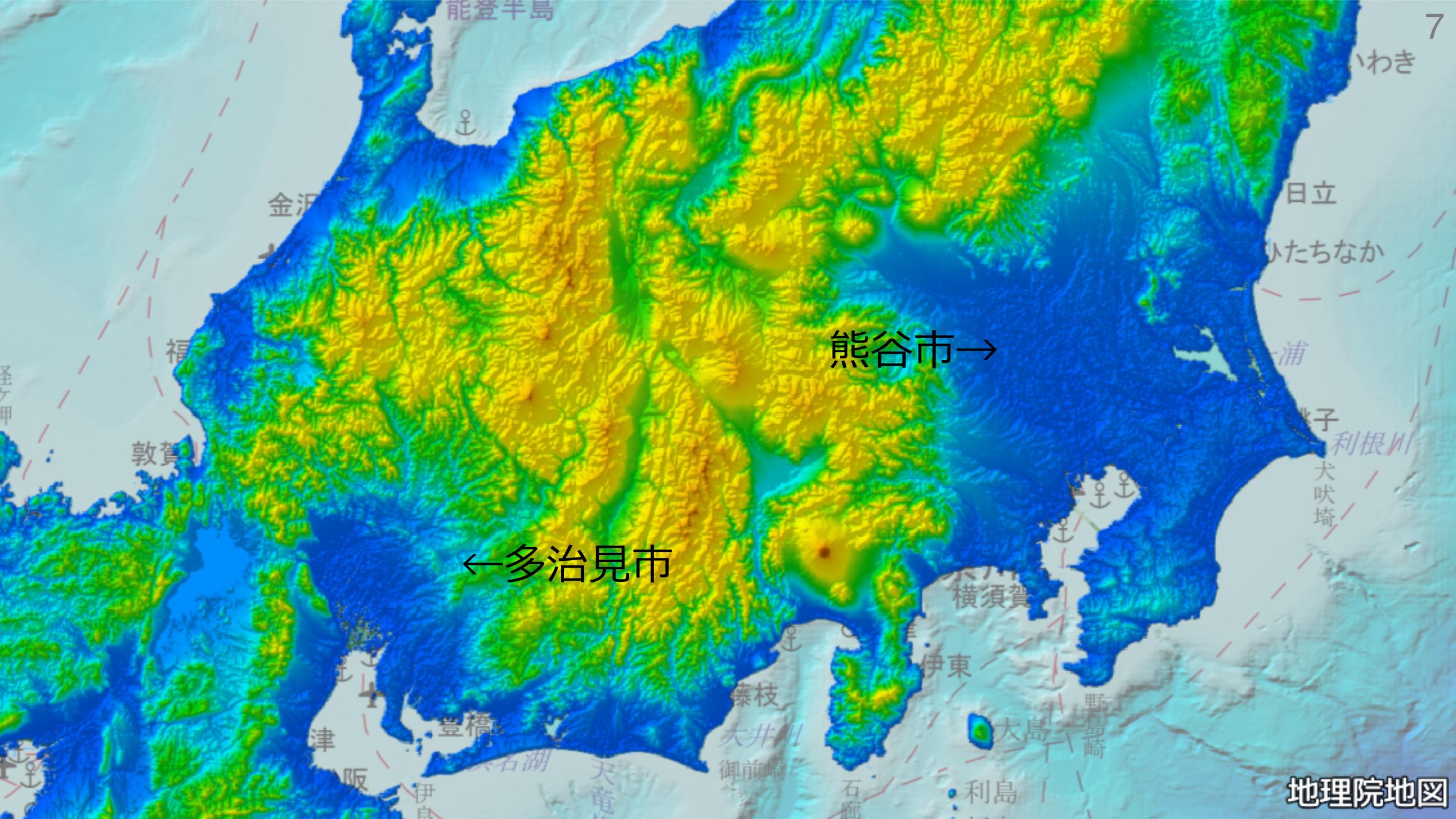
**オフィス気象キャスター  
株式会社  
代表取締役**

**2004年  
台風10個上陸  
東京超熱帯夜  
(暫定)**

**2007年  
熊谷40.9℃**

**2015年  
関東・東北豪雨  
(栃木に特別警報)**

# 熊谷 VS 多治見、 戦い？の歴史



7

地理院地図

# 熊谷 vs 多治見、戦い？の歴史（熊谷の3勝8敗1分？）

西暦	熊谷	勝敗	多治見	参考
1933	 37.0 °C	-	-	<b>40.8 °C (山形)</b>
2007				
2008				
2009				
2010				
2011				
2012				
2013				
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				

# 熊谷 vs 多治見、戦い？の歴史（熊谷の3勝8敗1分？）

西暦	熊谷	勝敗	多治見	参考
1933	37.0 °C	-	-	<b>40.8 °C</b> (山形)
74年の時を経て...				
2007	<b>40.9 °C</b>	=	<b>40.9 °C</b>	宿命のライバル！？
2008	37.3 °C	<	<b>39.0 °C</b>	
2009	36.8 °C	<	<b>37.6 °C</b>	
2010	38.0 °C	<	<b>39.4 °C</b>	多治見3連覇（4連覇）
2011	<b>39.8 °C</b>	>	38.1 °C	熊谷がリベンジ
2012	37.8 °C	<	<b>38.5 °C</b>	多治見がリベンジ返し
2013	39.3 °C	<	<b>39.5 °C</b>	<b>41.0 °C</b> (江川崎)
2014	38.8 °C	<	<b>39.3 °C</b>	
2015	38.6 °C	<	<b>39.9 °C</b>	
2016	37.3 °C	<	<b>39.7 °C</b>	多治見5連覇！
2017	<b>37.8 °C</b>	>	36.5 °C	熊谷がリベンジ
2018	<b>41.1 °C</b>	>	40.7 °C	熊谷日本一奪還 & 連覇
2019	<b>38.4 °C</b>	>	38.3 °C	2019/8/7時点

Takane et al.  
(2015) QJ

原因がいまいち  
はっきりしない

ここでみなさん問題 (Question)

問題①：熊谷と多治見はなぜ暑いのでしょうか？

# 問題①：熊谷と多治見はなぜ暑いのでしょうか？

- ・会場の皆さんの意見
- ・大都市が近くの内陸だから
- ・山からのフェーン現象と都会からの風がぶつかるから
- ・そこが計測している場所だから

問題②：熊谷と多治見、どっちが暑いでしょうか？

## 問題②：熊谷と多治見、どっちが暑いでしょうか？

- ・会場の皆さんのお意見
- ・熊谷一択！！
- ・熊谷過半数、多治見5名くらい
- ・なんで熊谷？

問題③：熊谷と多治見以外にも  
国内で暑い場所があるでしょうか？

## 問題③：熊谷と多治見以外にも国内暑い場所があるでしょうか？

- 会場の皆さんのお意見
- 甲府
- 新潟
- 日田
- 旭川
- 川口（観測地点はないけど）

## 問題①～③の解答（現時点）

**問題①：熊谷と多治見はなぜ暑いのでしょうか？**

**解答：特殊な「風」がダメ押しになっています。**

熊谷と多治見、それぞれの高温のメカニズムについて説明します。

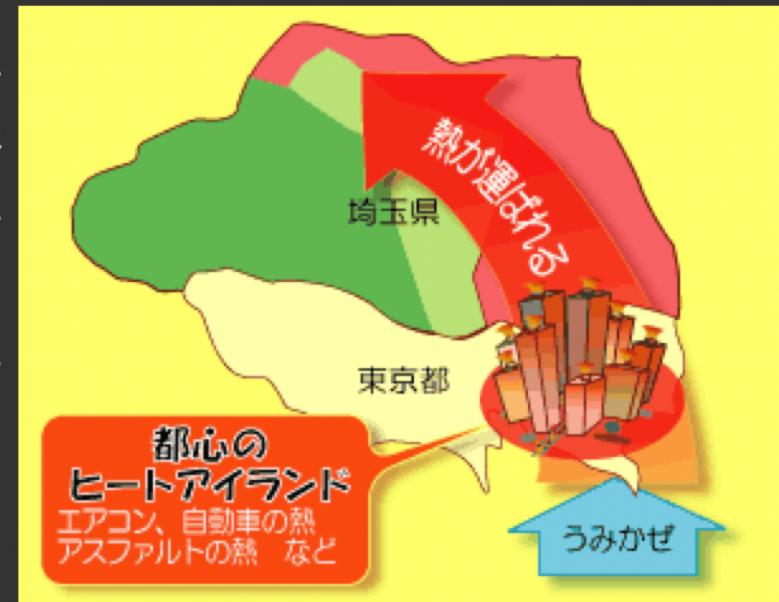
熊谷はなぜ暑いか？

# 熊谷地方気象台に聞いてみよう！

南風があたためられながら運ばれてくる！

昼間にふく、南よりの風が、東京などの大きな都市をとおってくる間に、どんどんあたためられて、熊谷付近に来たときには、とても熱い風となって気温を上げます。

これには、大都市で人工の熱などのために気温が高くなる、「ヒートアイランド現象」も影響していると考えられます。



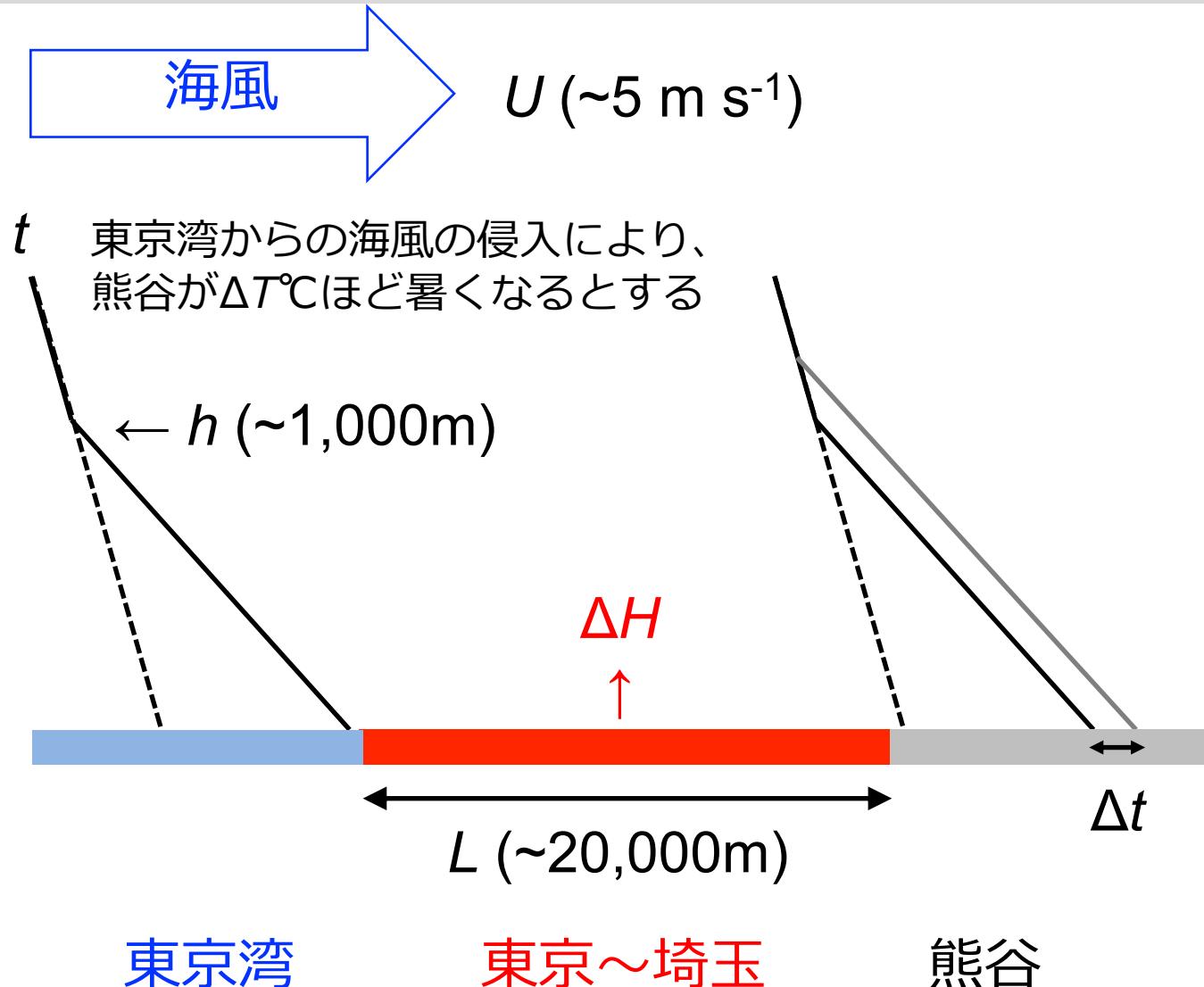
(以前の) 熊谷地方気象台HPより

ほんと？

## 簡単な計算この仮説をしてみよう！

気象のプロ（予報士）でも  
簡単に言ってしまいがち...

# 気象台の説明は本当？ →チラシの裏計算



$$\Delta H = \Delta t \left[ \frac{(C_p \rho h U)}{L} \right] \quad (\text{水環境の気象学})$$

1,004 1.14 1,000 5  
4 (-2°C冷却効果を相殺して、風下の昇温 (+2°C) をもたらす)  
20,000

**$\Delta H = 1,145 \text{ W m}^{-2}$  !**

真夏の太陽放射の最大値よりも大きい値

→ 海風到達時の熊谷の昇温はない！  
と考えた方が自然

## 南風があたためられながら運ばれてくる！

昼間にふく、南よりの風が、東京などの大きな都市をとおってくる間に、どんどんあたためられて、熊谷付近に来たときには、とても熱い風となって気温を上げます。

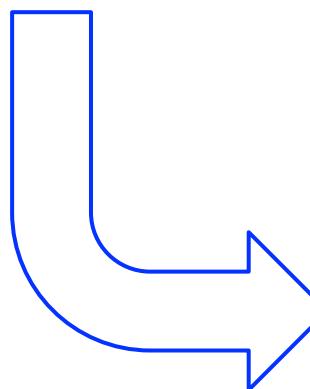
これには、大都市で人工の熱などのために気温が高くなる、「ヒートアイランド現象」も影響していると考えられます。



## 以前の気象台の説明

気温の上昇を抑える冷涼な海からの南風が暖められながら運ばれてくる！

中西幹郎先生  
@防衛大（当時）  
の天気の記事



## 現在の気象台の説明

高気圧に覆われて晴れた夏の日中は、陸地は海に比べて日射により暖まりやすく、その温度差によって気圧差が生じるために、海から陸に向かって冷涼な海風が吹きます。このため、海に近いところでは海風により気温の上昇が抑えられますですが、海から遠い所では海風の進入が遅くなることから気温が上がりやすくなります。

埼玉県の平野部は、関東平野の奥まった所に位置し、南からの海風の進入が遅くなります。また、海風は東京などの大きな都市を通ってくる間に暖められて、気温の上昇を抑える効果が小さくなります。

このため、埼玉県の平野部は周りに比べて暑くなります。これには、大都市で人工の熱などのために気温が高くなる、「ヒートアイランド現象」も影響していると考えられます。



## 気象談話室

1092 (海風；冷却効果；体感温度：赤外放射)

海から遠いから内陸は暑い  
—本当に暑いのは都心かも—

中 西 幹 郎\*

### 1.はじめに

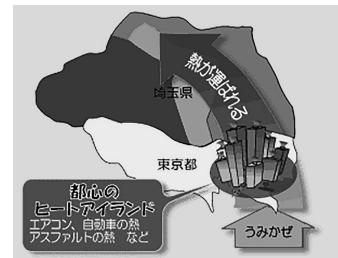
関東平野の北西内陸部は日本一暑い（気温が高い）と言われ、なぜそこはほかの地域よりも暑いのかという質問を、インターネット上でよく見かける。この解答として、例えば熊谷地方気象台（2017）（以下、熊谷2017）は「昼間にふく、南よりの風が、東京などの大きな都市をとおってくる間に、どんどんあたためられて、熊谷付近に来たときは、とても熱い風となつて気温を上げます」と述べている（第1図）。この説明は、東京の中心部（以下、都心）などを通過する間に都市による熱で暖まった熱風が、都心よりも、さらには日本一、熊谷の気温を押し上げる原因であると誤解させないだろうか。

熊谷2017が言う「太平洋高気圧におおわれる夏」はよく晴れて、日射を受けた陸は海に比べて暖まりやすく、海陸間に生じた温度差（気圧差）を解消するために冷涼な海風が吹く。この海風が陸上を移流する間に、高温になった陸面や都市に起因する熱で暖められるのは当然である（例えば大和ほか 2011）。しかし、その昇温を考慮しても海風が吹く限りは、標高の低い平野内であれば、海から遠い内陸のほうがもとから気温は高い。すなわち、都心の熱があろうがなかろうが、熊谷の気温は都心よりも高いのが自然であり、日本一広い関東平野の地勢から日本一高くなることもあります。

第1図の背景には、熊谷は“都心よりも暑い”よりも“昔よりも暑い”理由を説明したいという思いがあるのだろうか。それなら改めて説明するまでもなく、近年の地球温暖化や都市化によって、多くの場所で昔

\* Mikio NAKANISHI, 防衛大学校地球海洋学科.  
naka@nda.ac.jp  
© 2017 日本気象学会

2017年9月



第1図 熊谷の気温が上昇する説明図。熊谷地方気象台（2017）より引用。

9

中西（2017）天気

日本気象学会機関誌「天気」



日本気象学会

TENKI

### コンテンツ

- ・記事検索
- ・電子投稿
- ・気象のABC
- ・投稿規程
- ・投稿案内
  - 送り状
  - 著作権譲渡手続き
- ・原稿執筆要領
  - 天気原稿テンプレート(word)
- ・内容分類番号
- ・学位論文
- ・更新履歴
- ・ホームページ

### リンク

- ・気象学会
- ・気象集誌(JMSJ)
- ・SOLA(電子レター誌)

## 日本気象学会機関誌「天気」(TENKI)



「天気」は日本気象学会の機関誌で、年12回発行され、これまでの掲載記事は、検索ページよりオンラインで読み取れます。投稿についての詳細は、[投稿案内](#)と[原稿執筆要領](#)をご覧ください。

天気への投稿、心よりお待ちしております。  
(天気編集委員より)



機関誌「天気」  
6件のツイート

日本気象学会機関誌「天気」

日本気象学会

TENKI



フォロー中

### 機関誌「天気」

@TENKI\_metsoc

日本気象学会 (@metsocjp) 機関誌「天気」毎月末日発行

2019年5月からTwitterを利用しています

3 フォロー中 112 フォロワー

フォローしているFumichikaUNOさん、山下陽介さん、他16人にフォローされています

ツイート

ツイートと返信

メディア

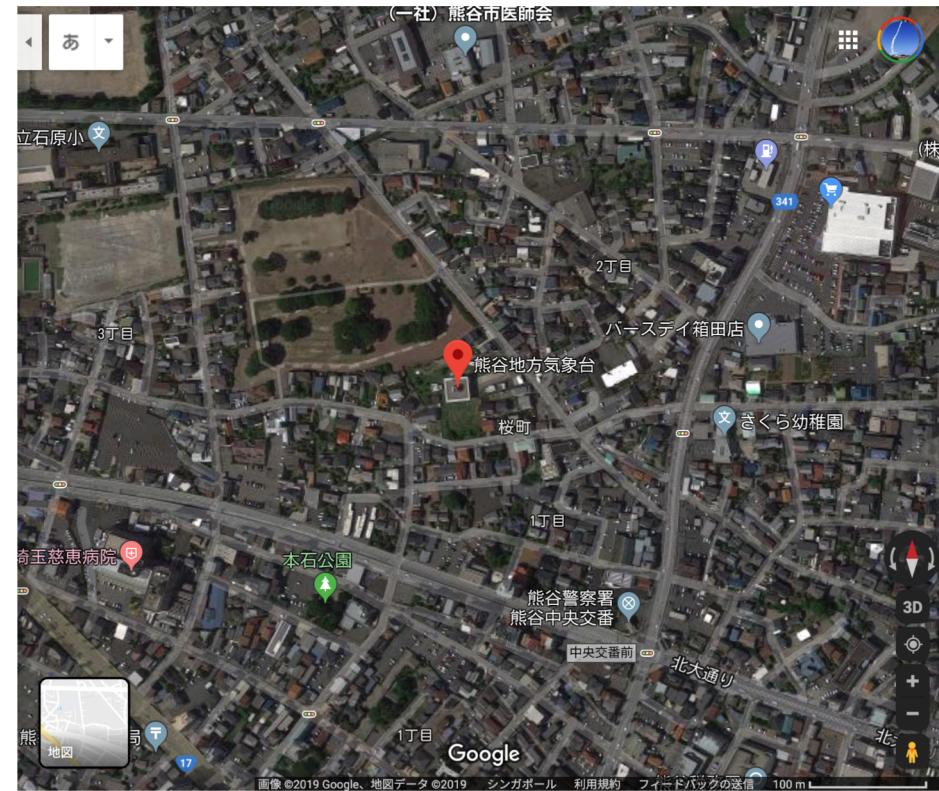
いいね

機関誌「天気」 @TENKI\_metsoc · 7月31日

7月号です。薄いです 😅。でも、昨年開催された「エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」の報告や、非静力国際WSの報告、昨夏の熱中症被害概要、大気放射学専門書の書評など、興味深い記事満載です。是非、目を通して下さい。

Vol.66, No.7

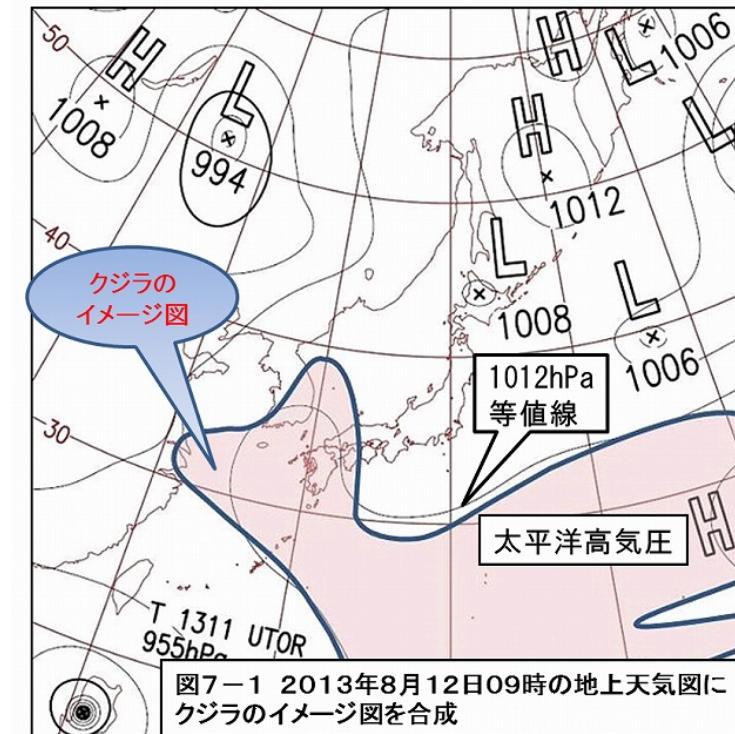
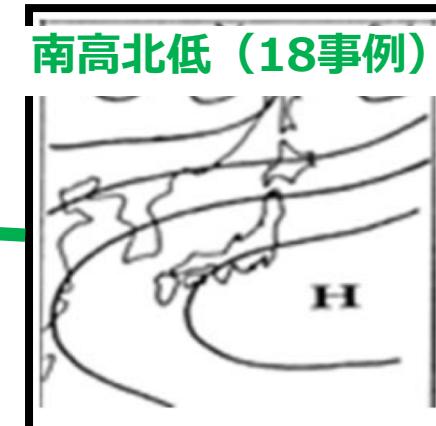
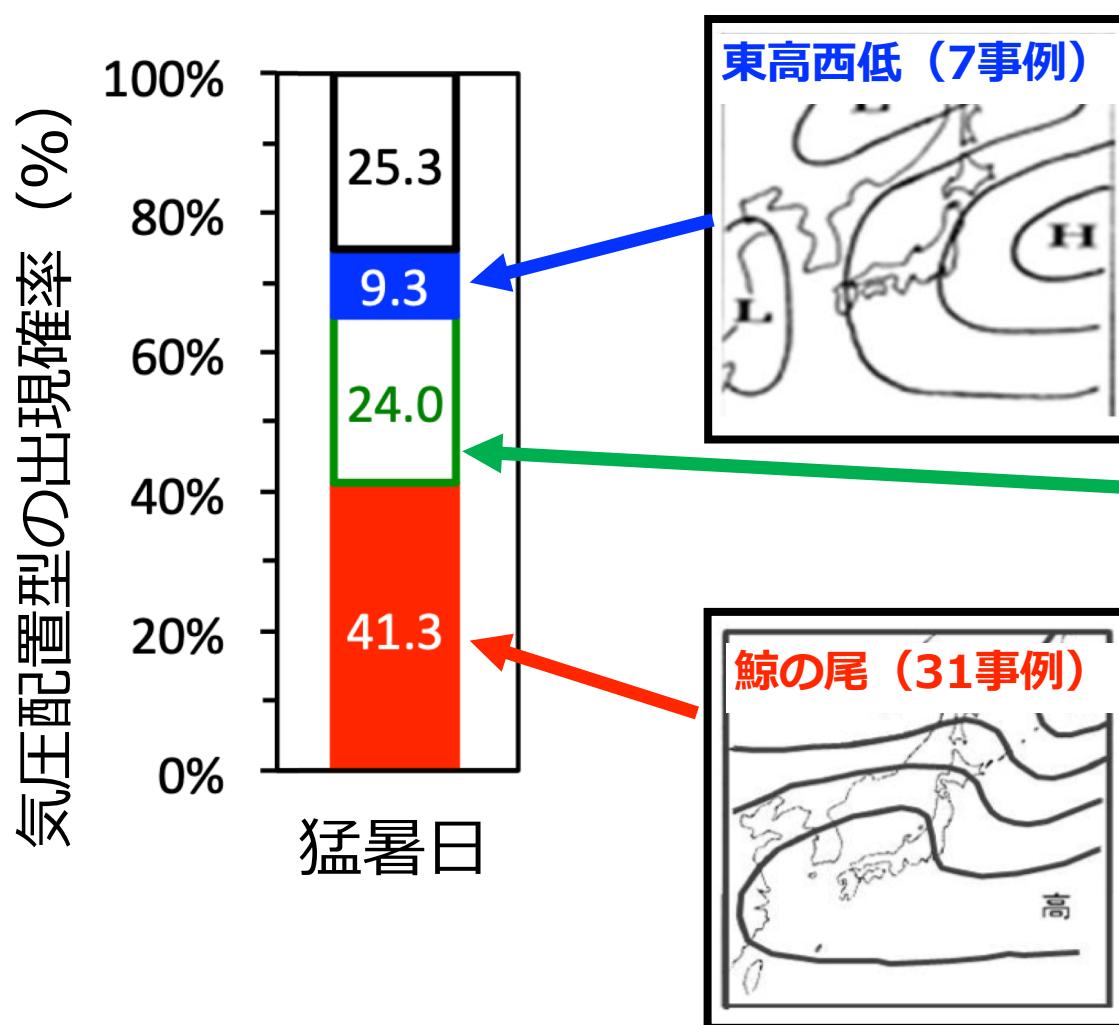
# 熊谷の気温はどこで測定されているか？



しっかりとした環境

# 熊谷が熱くなるときの特徴

1990~2011年6~8月（66ヶ月分）の地上天気図を分類



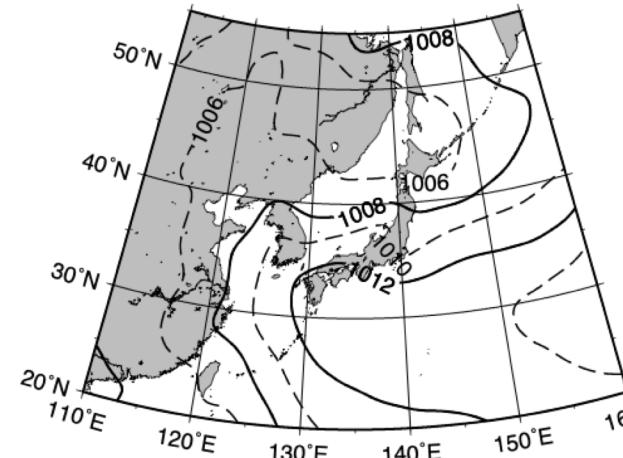
福岡管区気象台HPより

Takane et al. (2014) IJC

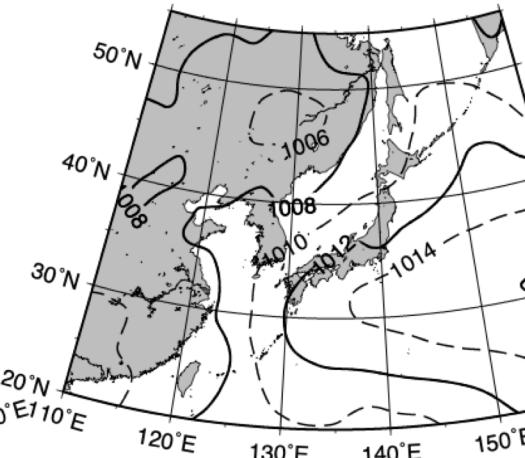
# 鯨の尾型 → 北西寄りの一般風・高い気温

**鯨の尾 (31事例)**

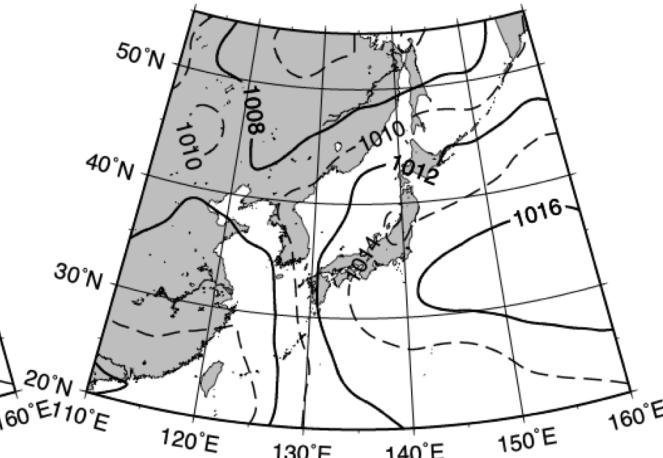
地上天気図



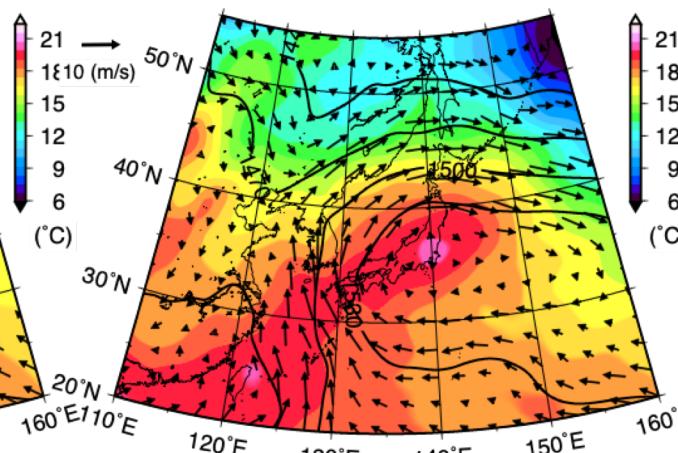
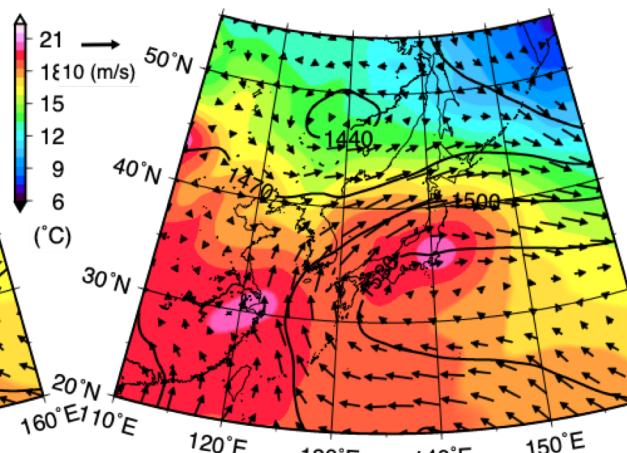
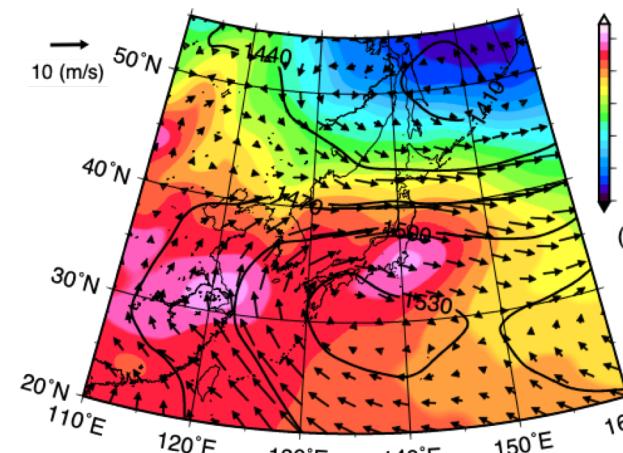
**南高北低 (18事例)**



**東高西低 (7事例)**



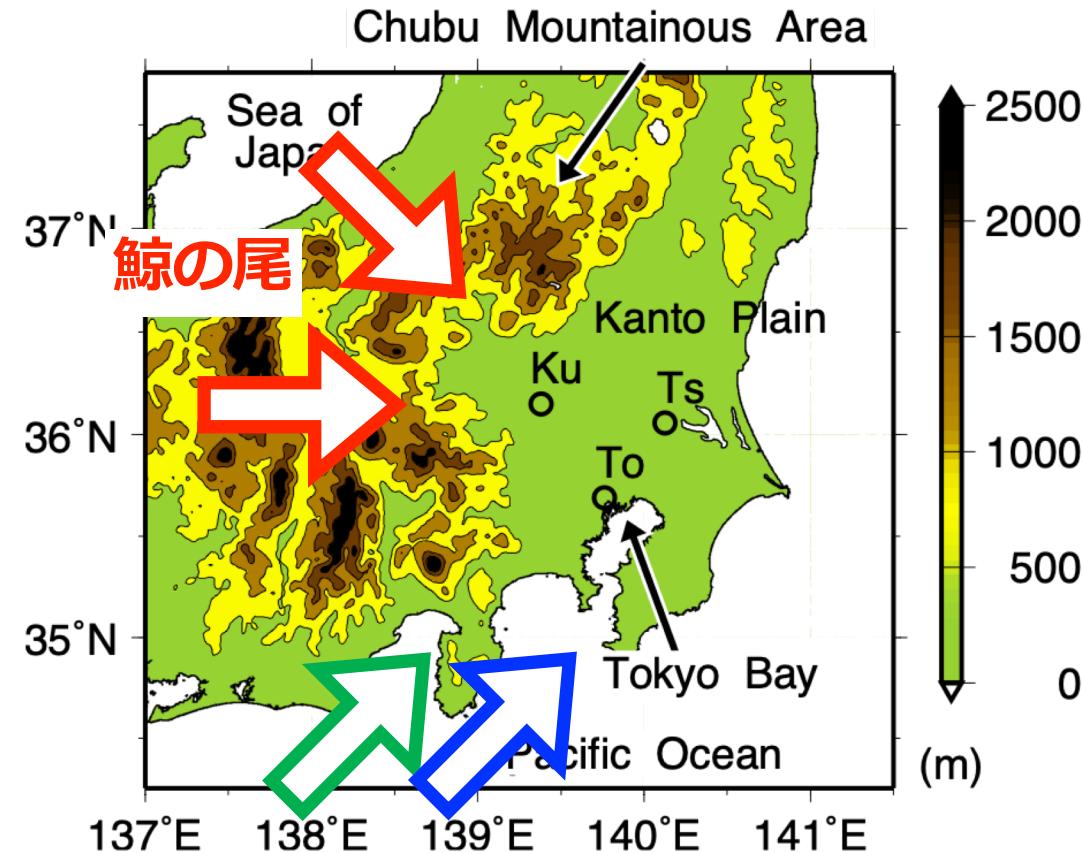
850 hPa気温・高度・風



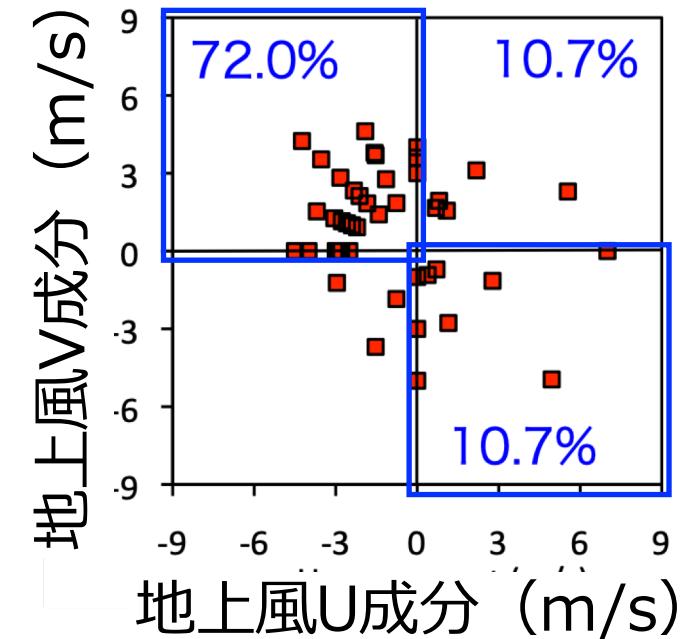
※JRA-25、猛暑日でコンポジット

Takane et al. (2014) IJC

# 鯨の尾型の時、関東では北西寄りの風が吹きやすい



猛暑発生日における  
熊谷の地上風



北西寄りの風が吹く頻度が非猛暑日と猛暑日では異なる  
(猛暑日には、北西寄りの風が吹きやすい)

Takane et al. (2014) IJC

# 日最高気温が39°C以上の記録的な高温事例

年月日	日最高気温 (°C)	タイプ
2007年8月16日	40.9	鯨の尾, 北西, 4+
1997年7月5日	39.9	鯨の尾, 北西, 0-1
2011年6月24日	39.8	鯨の尾, 北西, 0-1
2001年7月13日	39.6	鯨の尾, 南東, 4+
2007年8月15日	39.4	鯨の尾, 南東, 4+
2004年7月20日	39.2	鯨の尾, 北西, 0-1
1995年8月4日	39.0	-

2018年7月23日  
41.1°C 鯨の尾、北西、4+

8事例中5事例

# 日本が最も暑かった日（当時）：2007年8月16日の猛暑

## プレスリリース

記者会見資料

平成23年7月21日  
筑波大学

日本が最も暑かった日—2007年8月16日の熊谷猛暑 40.9℃の要因解明（新説）

発表者 筑波大学計算科学研究センター 准教授 日下 博幸  
大学院生命環境科学研究科（博士後期課程）地球環境科学専攻2年 高根 雄也

### ポイント

- ・2007年8月16日、埼玉県熊谷市で日本の観測史上最高気温となる40.9℃を記録しました。
- ・この要因は、[REDACTED] であると一般的には考えられていました。
- ・しかしながら、筑波大学計算科学研究センターの日下博幸研究室に所属する高根雄也大学院生（大学院生命環境科学研究科（博士後期課程）地球環境科学専攻2年）が、熊谷猛暑のメカニズム解明に取り組んだ結果、[REDACTED] とは異なる、おもに3つのメカニズムによって記録的な猛暑となったことがわかりました。

### 概要

筑波大学の高根雄也大学院生（大学院生命環境科学研究科（博士後期課程）地球環境科学専攻2年）と、筑波大学計算科学研究センターの日下博幸准教授は、2007年8月16日に熊谷猛暑<sup>1</sup>が起こったメカニズムについて新説を提案しました。

2007年8月16日の14時42分、埼玉県熊谷市で日本の観測史上最高気温となる40.9℃を記録しました。この熊谷猛暑は、これまで、上空の空気塊の断熱圧縮によって風下側の地上付近の気温上昇がもたらされる [REDACTED] が主な要因と考えられていました。

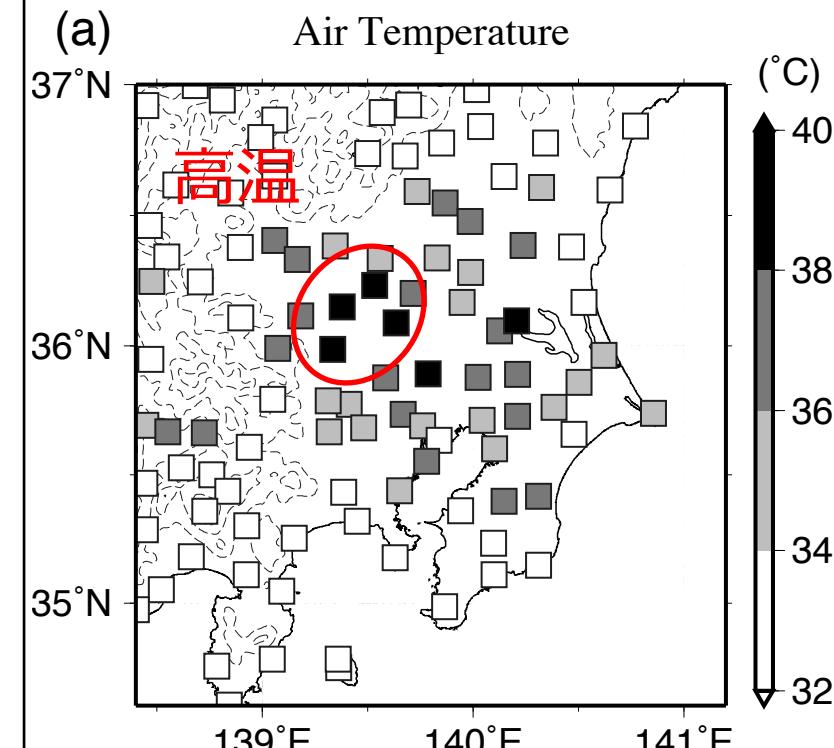
とをつきとめました。これらは、過去11年間の観測データを用いた統計解析や領域気象モデルと、筑波大学計算科学研究センターのスーパーコンピュータ「T2K-Tsukuba」を使った数値実験によって明らかになりました。

この研究成果は、米国気象学会の学術誌「Journal of Applied Meteorology and Climatology」に受理され、現在、同学会のウェブサイトに掲載されています。

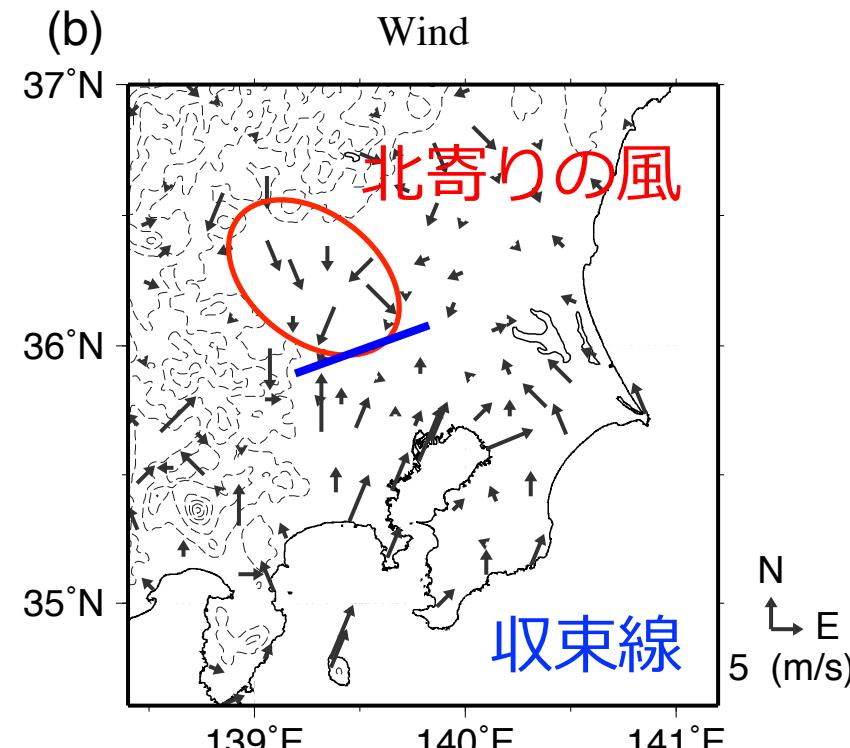
<sup>1</sup>

## 気象庁アメダス（14:40）

### 地上の気温



### 地上の風

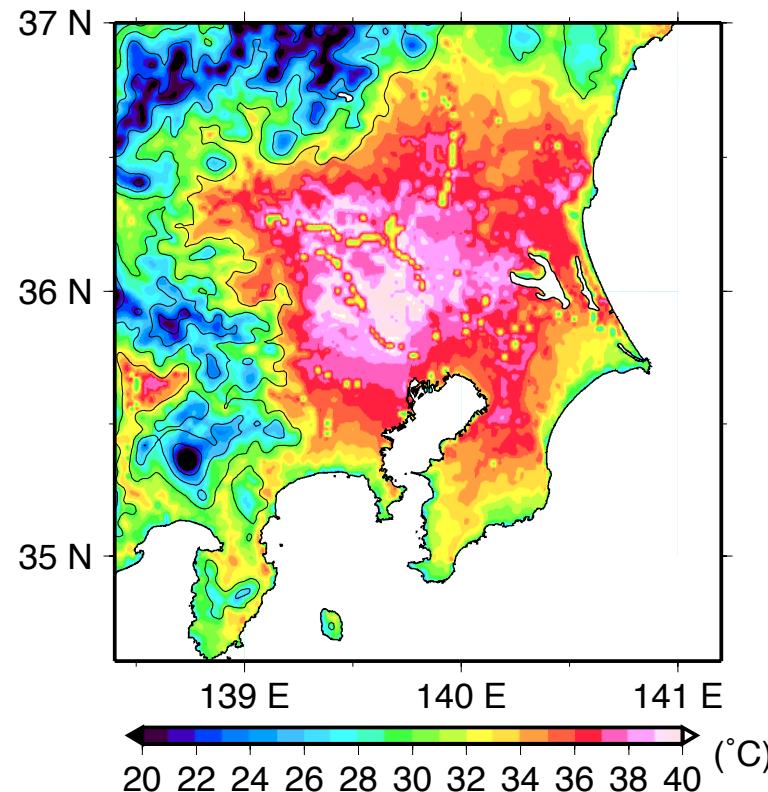


Takane & Kusaka (2011) JAMC

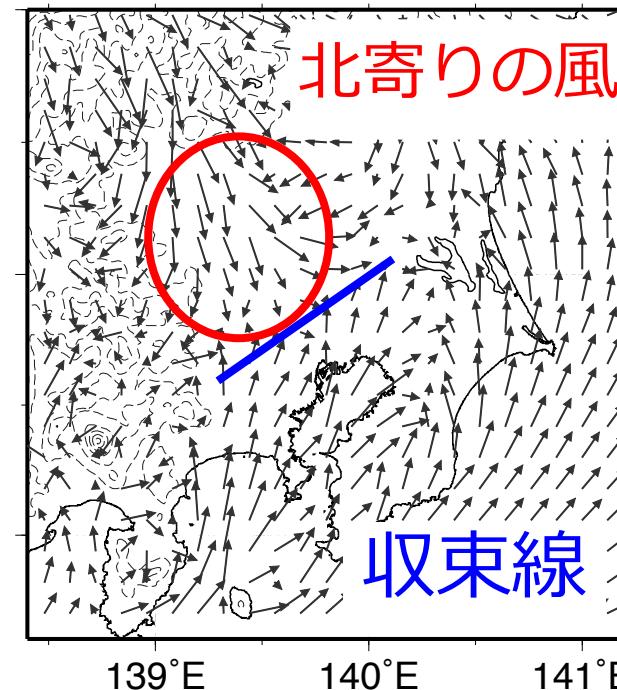
渡来ほか (2009) 生気象学学会誌

# 数値シミュレーションで熊谷猛暑を再現

地上の気温



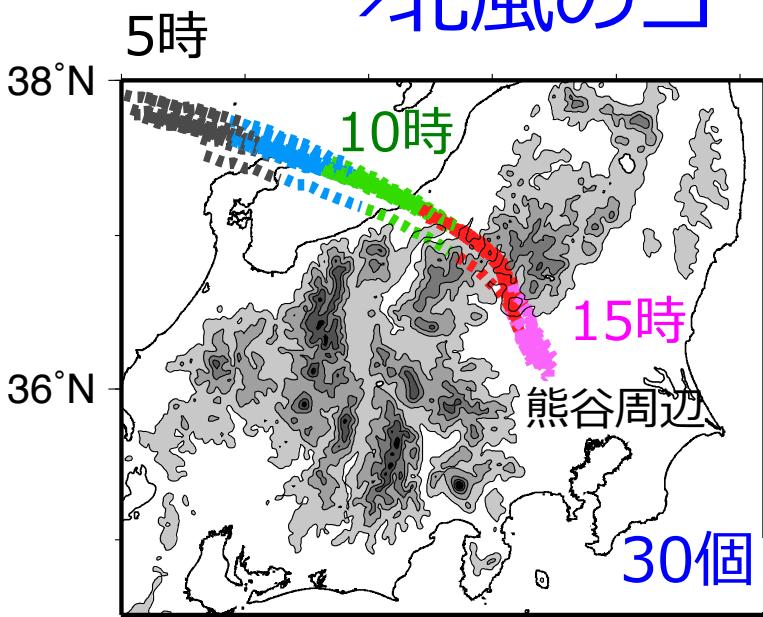
地上の風



Takane & Kusaka (2011) JAMC

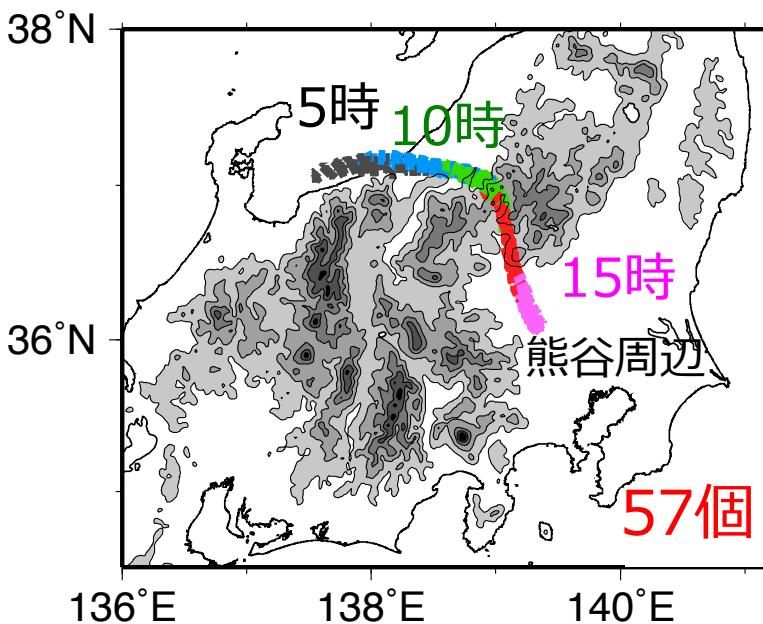
- ・連続晴天と北風は重要
- ・北風はどの高度から吹いてきているのか？

# 熊谷周辺の20km四方から空気塊を100個放出 →北風のコースはおもに2つ



時空間的に高密度な独自の  
シミュレーションによって明らかに

日本海上空の  
高い高度を通るコース  
30個



富山湾上空の  
低い高度を通るコース  
57個

※残りの13個は他のコース

# フェーンって何？（気象庁に聞いてみよう！）

質問コーナー  
はれるんライブラリー

しつもん かいたう  
質問＆回答  
しつもんへ移動

てきをし  
天気を知る

風、竜巻（たつまき）、雷（かみなり）、ひょう

しつもん  
質問

フェーン現象って何？

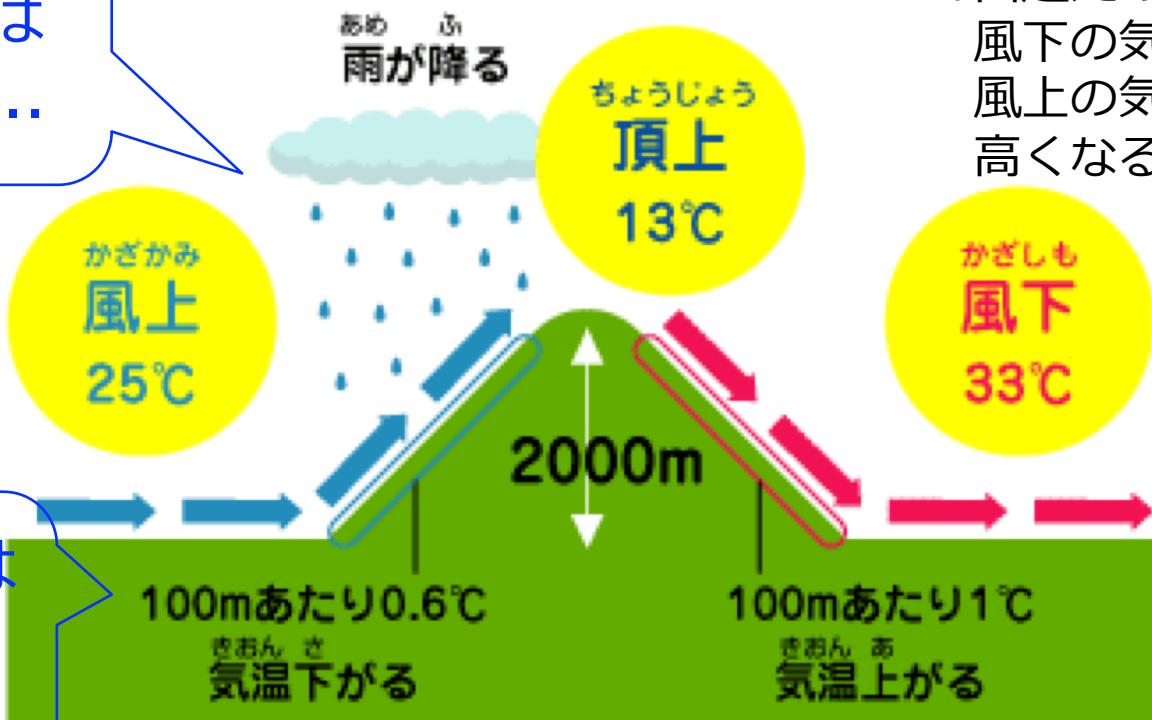
かいとう  
回答

風がふいてきて、山にぶつかると、風は山のしゃ面にそって、山を登り、またしゃ面にそって山を下り、山の向こうへと進んでいきます。このとき、山のこちら側と向こう側で気温が大きくなっています。「フェーン現象」が起きていると考えられます。次の図を見てください。

風は左から右に向かってふいています。このとき、風のふいてきたほう（風上側）の気温は25°Cです。この風が高さ2000メートルの山を越えるとき、気温は100メートルあたり0.6°C下がるので、この2000メートルの山の頂上では、風上側の平地より12°Cすこしい13°Cになります。さて、この空気の気温が下がるとき、ある変化が起こります。どんな空気も、水蒸気をふくんでいますが、この空気が冷やされると、ある程度の水蒸気は、水になってしまことがあります。小さな水のつぶができる、空気中をただよいします。これが「霧（きり）」や「雲」なのです。山のしゃ面では、このようにしてできた雲から雨が降ります。

厳密に言うと  
この解説図は  
間違ってる…

## フェーン現象



「山越えの気流に伴って  
風下の気温が  
風上の気温に比べて  
高くなる現象」（意訳）

[http://www.jma.go.jp/jma/kids/faq/a3\\_04.html](http://www.jma.go.jp/jma/kids/faq/a3_04.html)

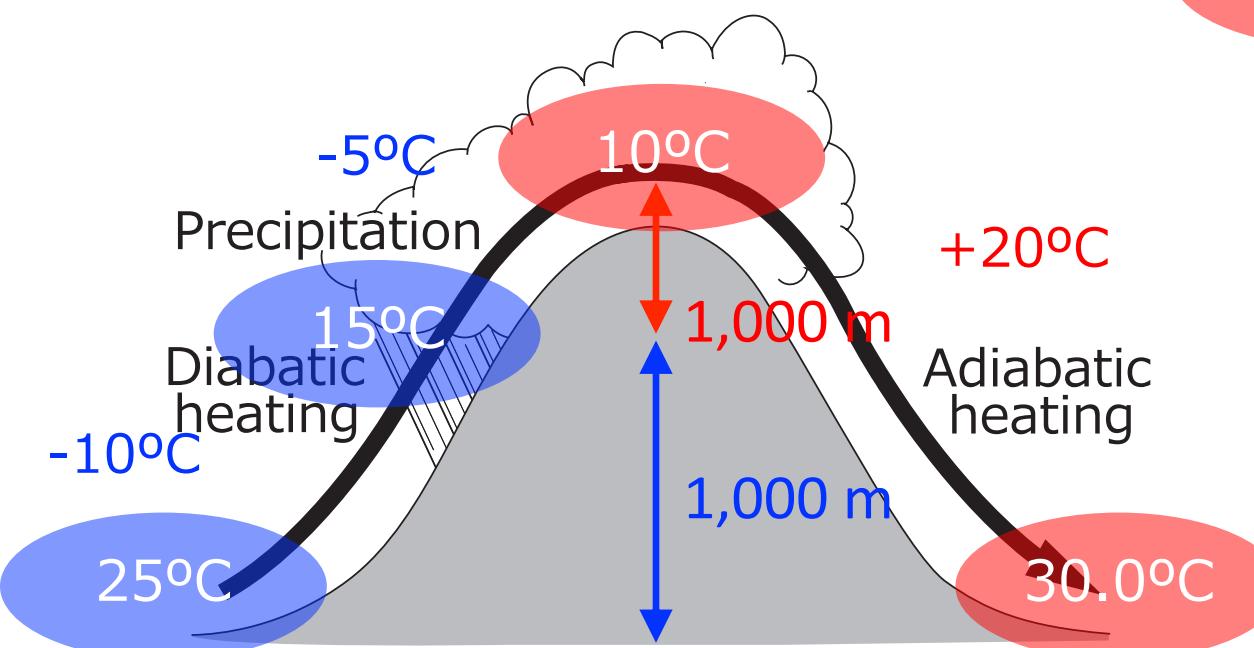
気象庁のキッズ向け解説ページ  
(はれるんライブラリー)

乾燥断熱減率 :  $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$   
 湿潤断熱減率 :  $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

# フェーンって何？

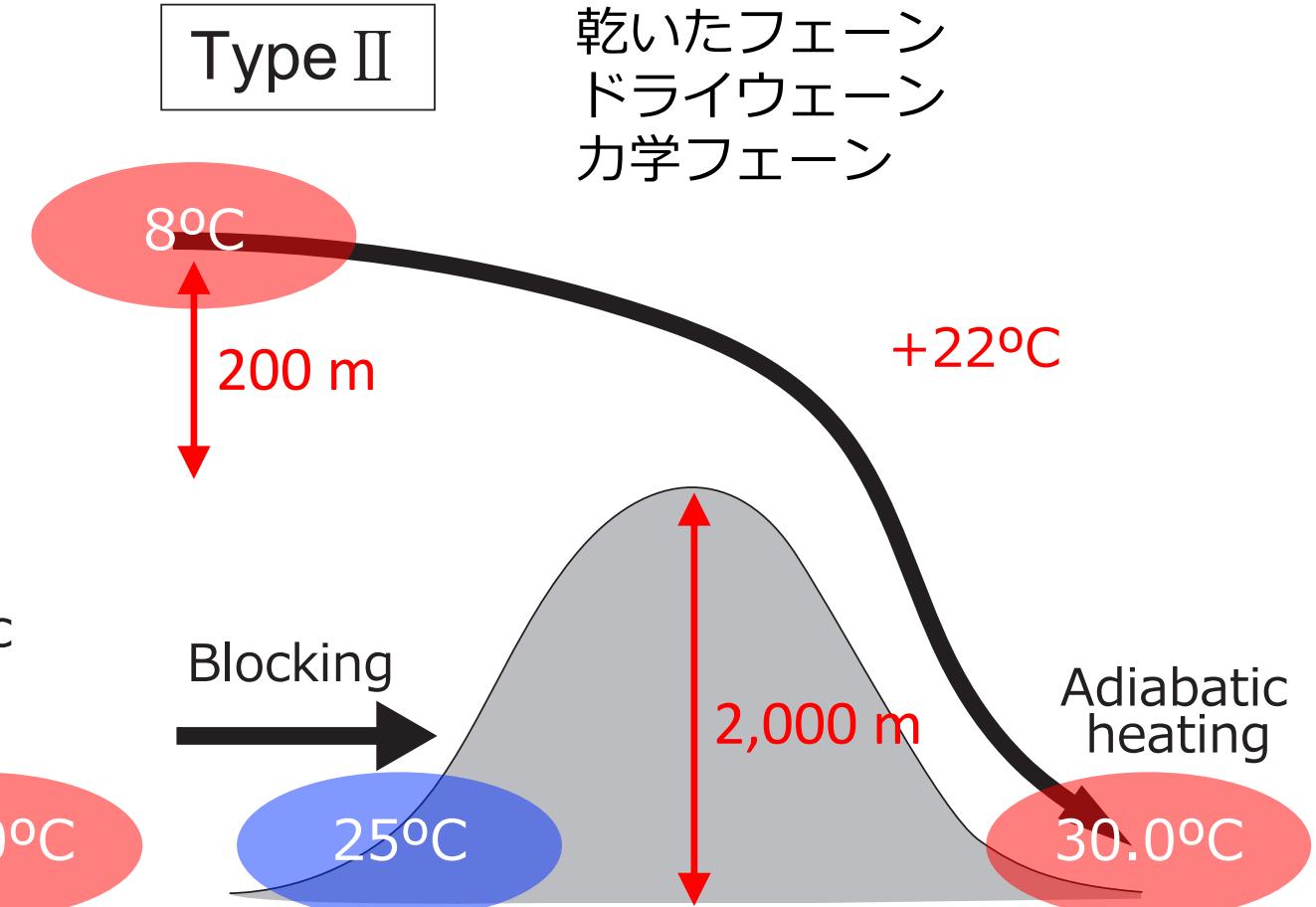
Type I

湿ったフェーン  
ウェットウェーン  
熱力学フェーン

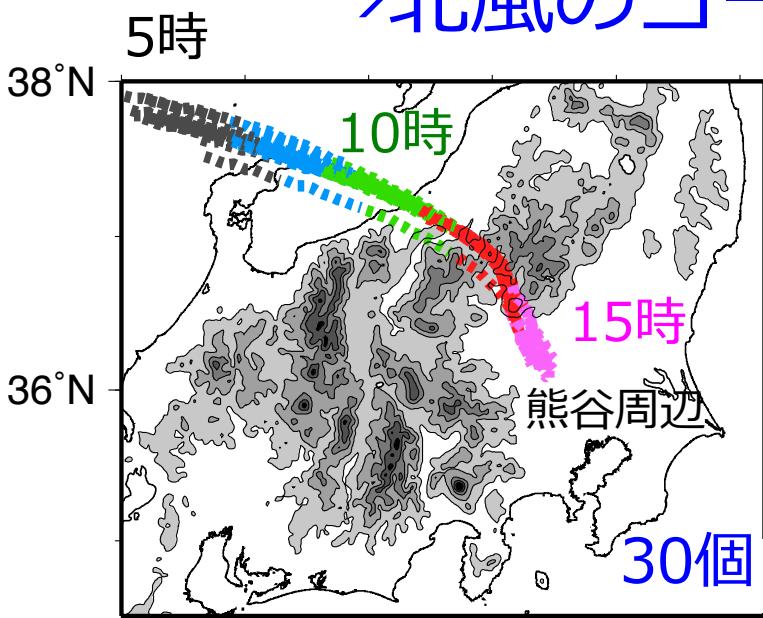


Type II

乾いたフェーン  
ドライウェーン  
力学フェーン

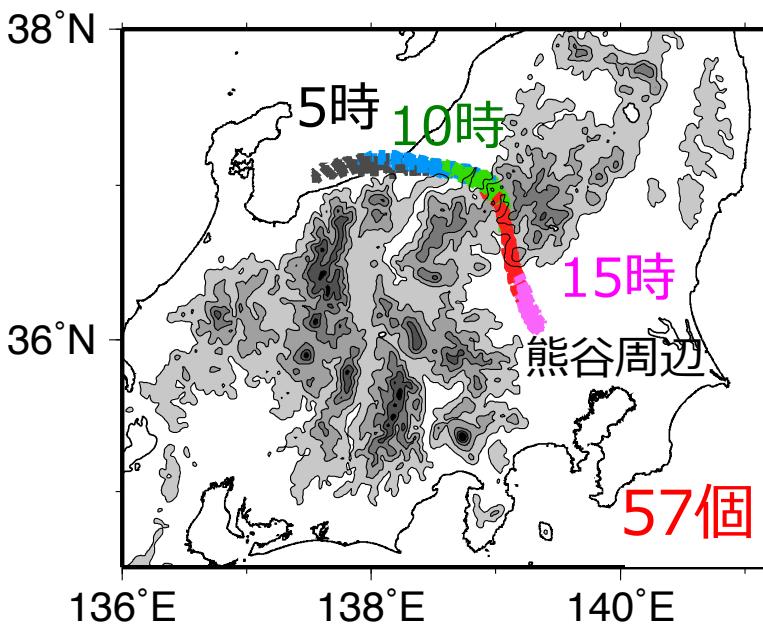


# 熊谷周辺の20km四方から空気塊を100個放出 →北風のコースはおもに2つ



時空間的に高密度な独自の  
シミュレーションによって明らかに

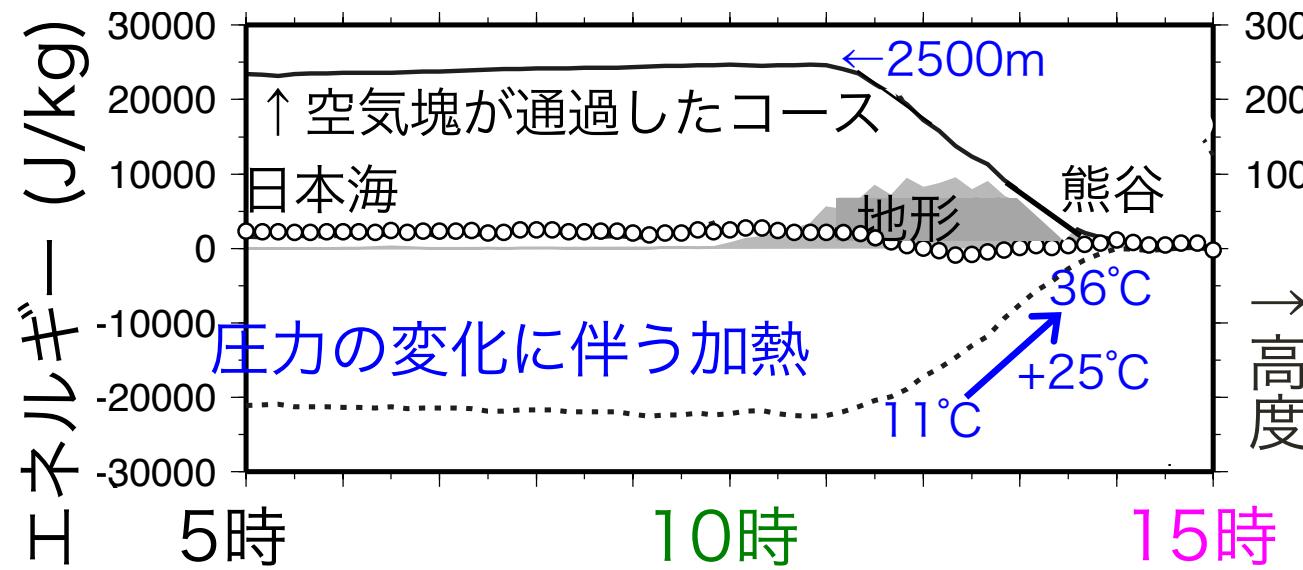
日本海上空の  
高い高度を通るコース  
30個



富山湾上空の  
低い高度を通るコース  
57個

※残りの13個は他のコース

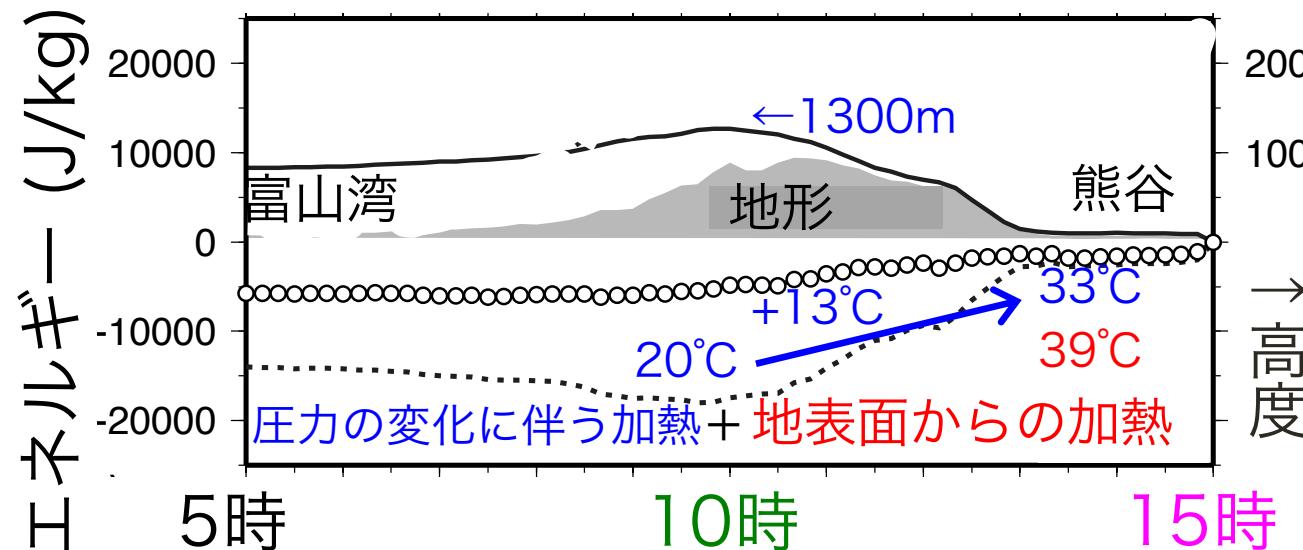
# 2つのコースに沿ったエネルギー収支



圧力の変化に伴う加熱  
100m下降すると約1°C上昇

11°Cの空気塊が  
圧力の変化により  
25°C昇温

36°Cまでしか  
気温上昇しない

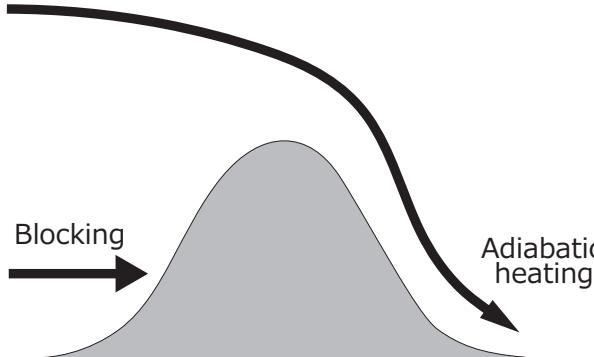


20°Cの空気塊が  
圧力の変化により  
13°C昇温、  
地表面からの加熱  
により6°C昇温

39°Cまで気温  
上昇できる

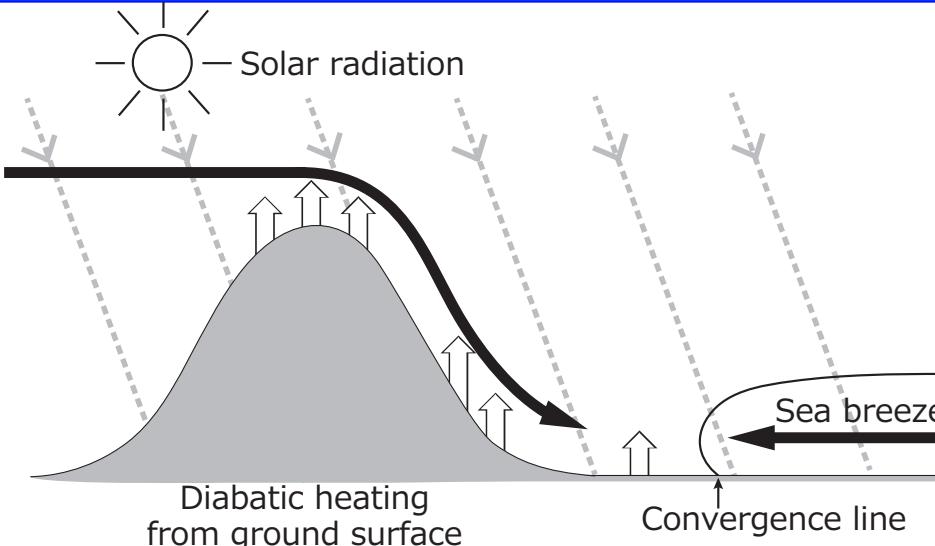
# 猛暑のメカニズムは地表面からの加熱を伴うフェーン

## 教科書に載っているドライフェーン



気象庁の説

## 地表面からの加熱を伴うフェーン



新しい説

# プレスリリース文で要点を復習

記者会見資料

平成 23 年 7 月 21 日  
筑 波 大 学

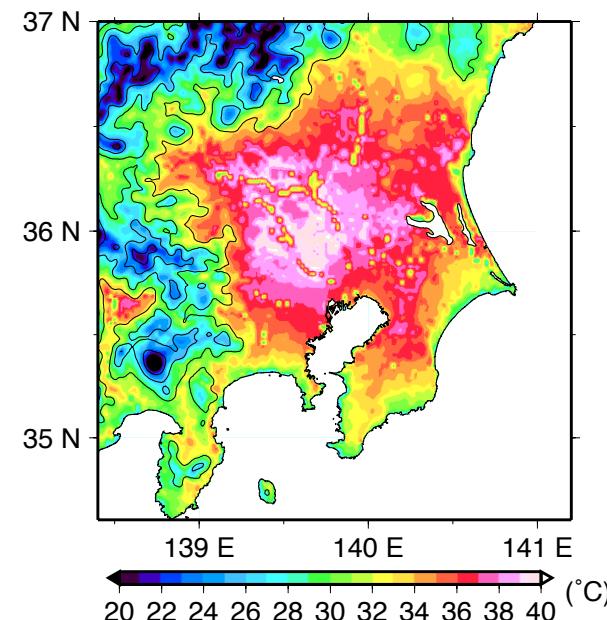
## 日本が最も暑かった日—2007 年 8 月 16 日の熊谷猛暑 40.9°C の要因解明（新説）

発表者 筑波大学計算科学研究センター 准教授 日下 博幸  
大学院生命環境科学研究科（博士後期課程）地球環境科学専攻 2 年 高根 雄也

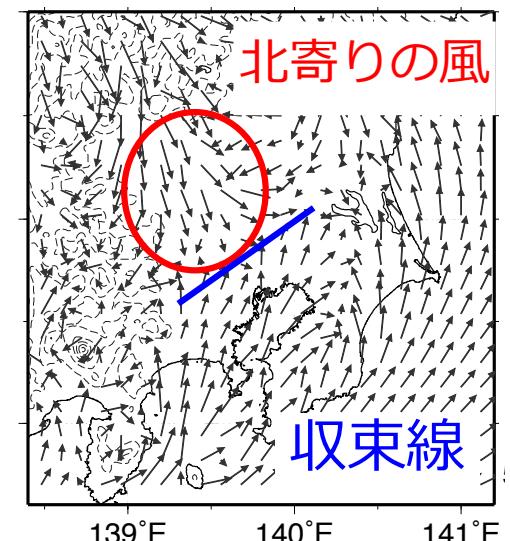
### ポイント

- ・2007 年 8 月 16 日、埼玉県熊谷市で日本の観測史上最高気温となる 40.9°C を記録しました。
- ・この要因は、断熱昇温によるフェーン現象「力学的フェーン」であると一般的には考えられていました。
- ・しかしながら、筑波大学計算科学研究センターの日下博幸研究室に所属する高根雄也大学院生（大学院生命環境科学研究科（博士後期課程）地球環境科学専攻 2 年）が、熊谷猛暑のメカニズム解明に取り組んだ結果、力学的フェーンとは異なる、おもに 3 つのメカニズムによって記録的な猛暑となつたことがわかりました。
- ・①フェーンに類似しているが、それとは異なるタイプの山越え気流の現象（foehn-like wind）が発生していた。②前日までの連続した晴天が、このフェーンに似た現象を強めていた。③このフェーンに似た風が、東京湾や相模湾からの海風と「収束線」を形成していた。

地上の気温



地上の風



高温の位置は、フェーンを伴う山越えの北風と東京湾からの海風の微妙なバランスで決まる

北風がより強い → さいたま・東京猛暑！  
海風がより強い → 群馬猛暑！

先行研究とは異なるメカニズム（新説）を提唱  
→論文・新聞掲載・ヒートアイランド学会最優秀発表賞

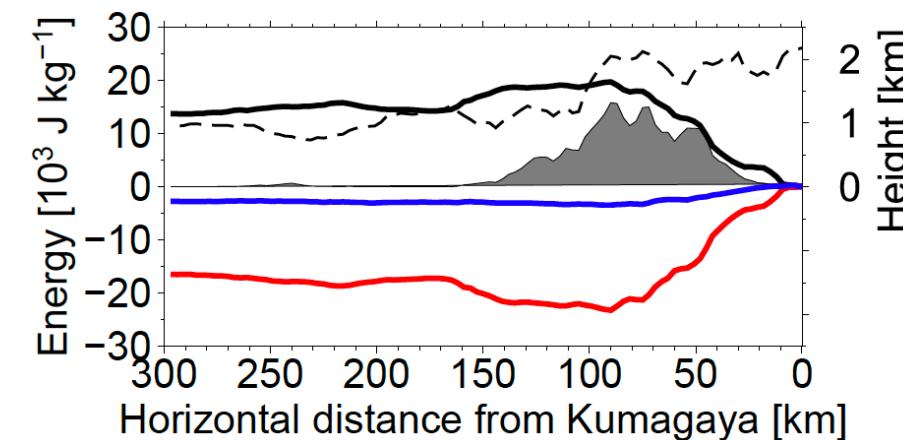
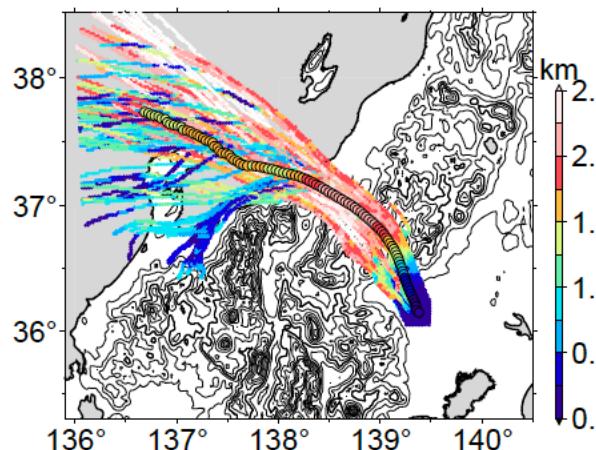
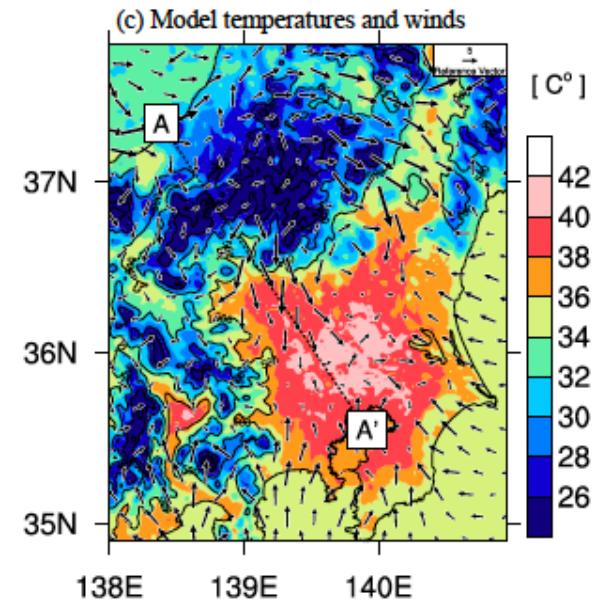
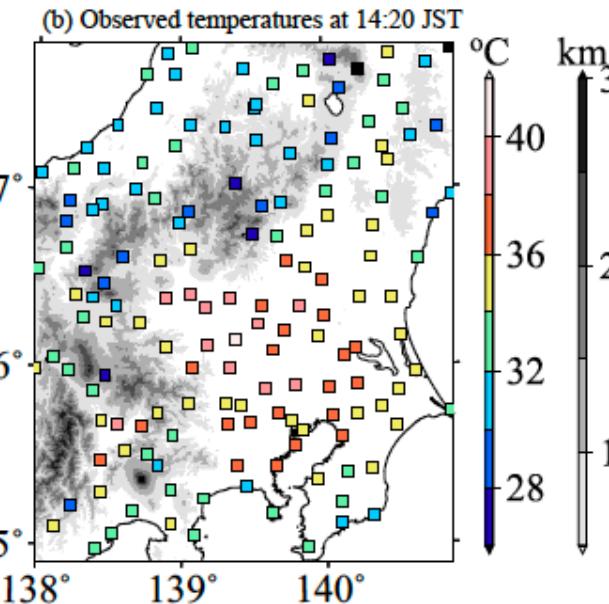
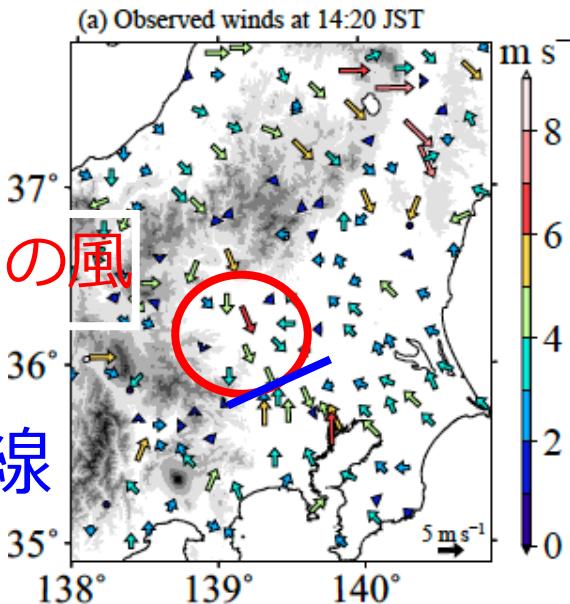
毎日新聞  
(2011年7月22日夕刊)

日本経済新聞  
(2011年7月22日朝刊)

その他、日本経済新聞、朝日新聞、  
中日新聞、茨城新聞、毎日小学生新聞に掲載

# 2018年7月23日の熊谷猛暑 (41.1°C) も同じメカニズム！

北寄りの風  
収束線



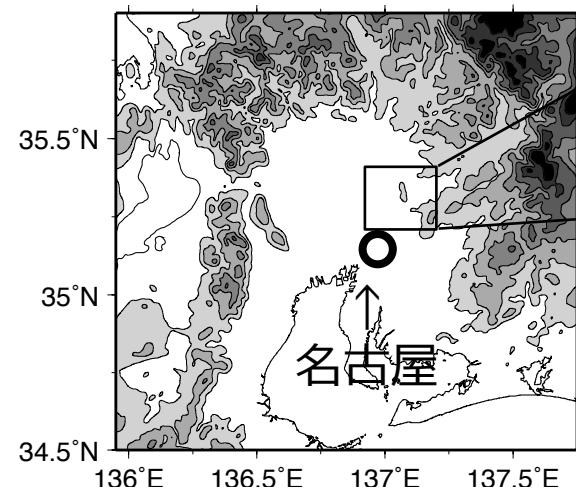
Nishi & Kusaka (2019) SOLA

北海道での高温にも寄与  
Mori & Sato (2014) JMSJ

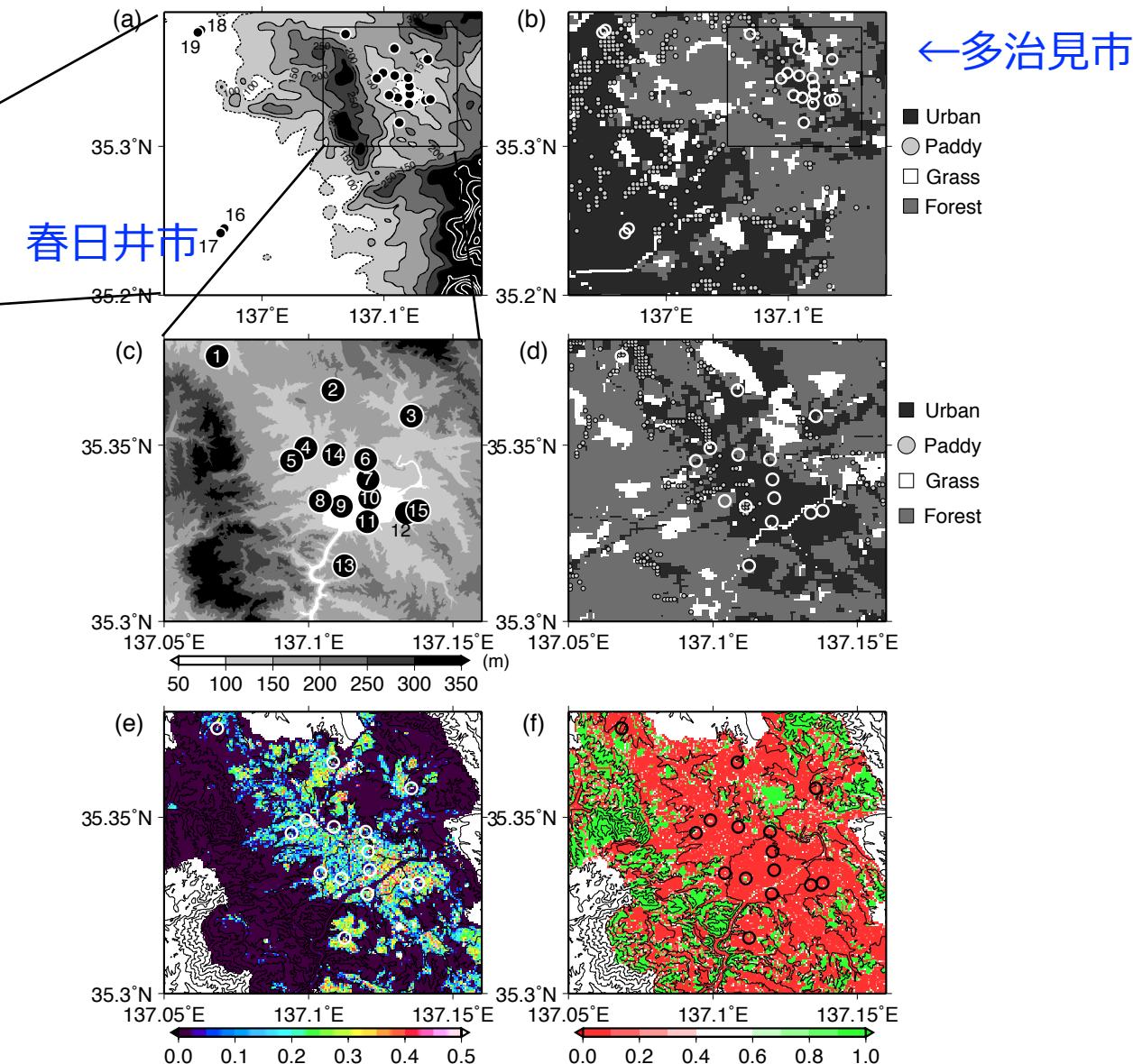
多治見はなぜ暑いか？

# 多治見は小さい盆地の中にあります

濃尾平野



周辺を200 m前後の山々で  
囲まれた小規模盆地  
(盆地の直径10 km程度)



# 多治見の気温はどこで測定されているか？



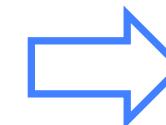
熊谷に比べてたら気温は高く出そうだが、  
設置環境として劣悪ではない



消防署の駐車場

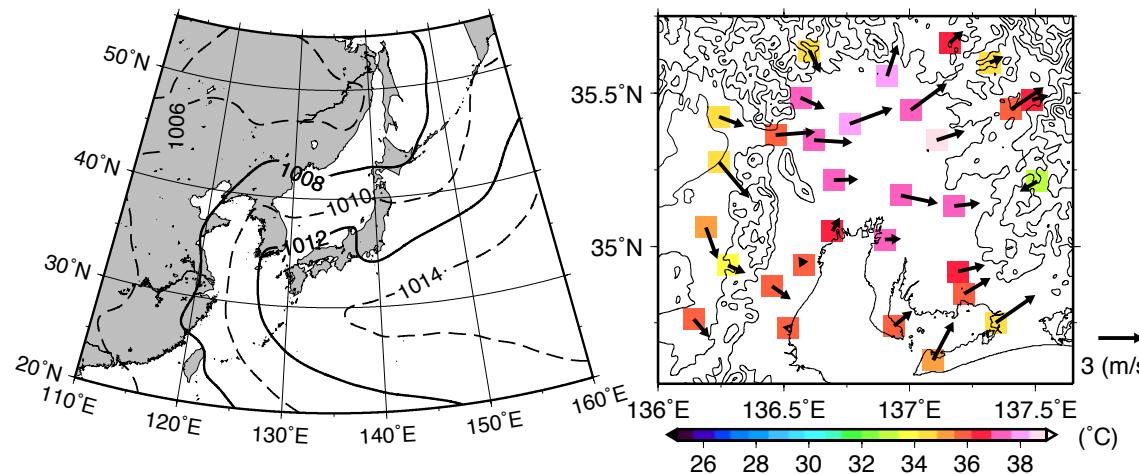
# なぜ多治見は暑いの？ 様々な仮説があります

多治見が暑くなる理由（様々な仮説がある）

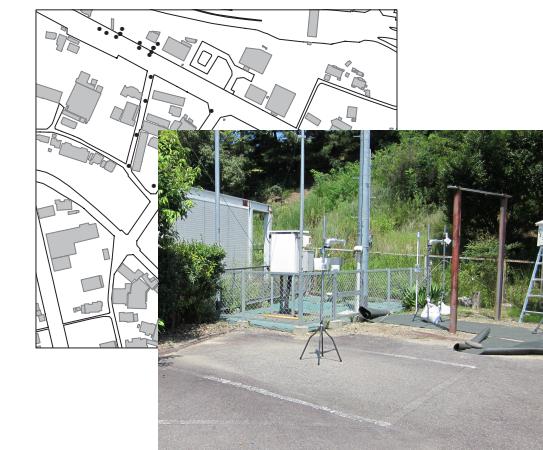
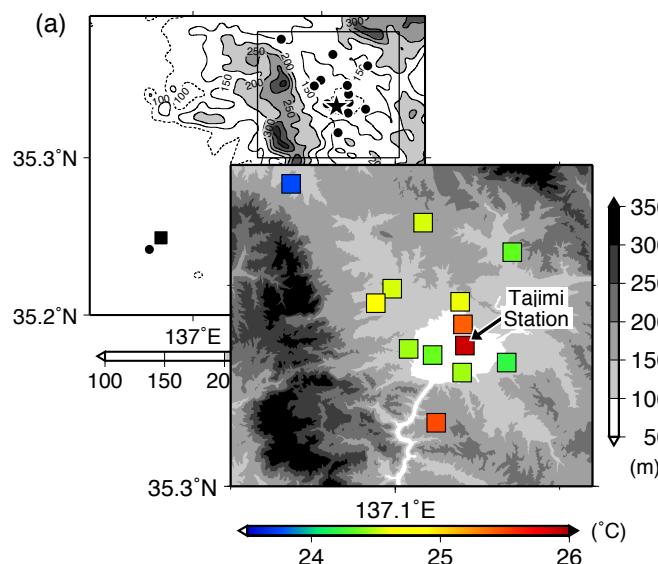


3年の観測結果を基に検証

現象のスケール大



現象のスケール小



①特定の気圧配置

②北西／西側の山から  
の山越え気流  
③名古屋からの熱輸送

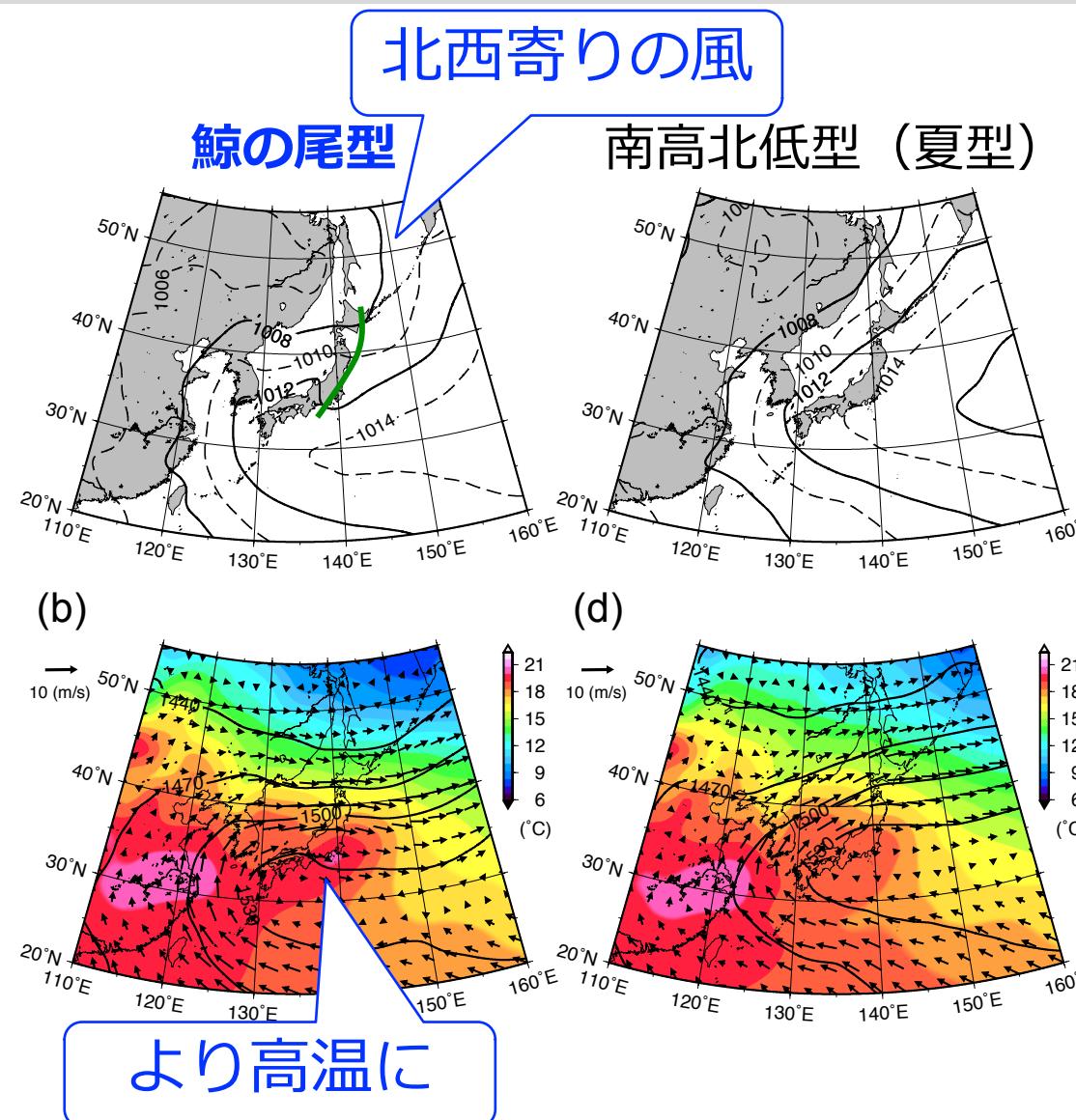
④盆地効果

⑤ヒートアイランド  
⑥晴天日数・連続晴天

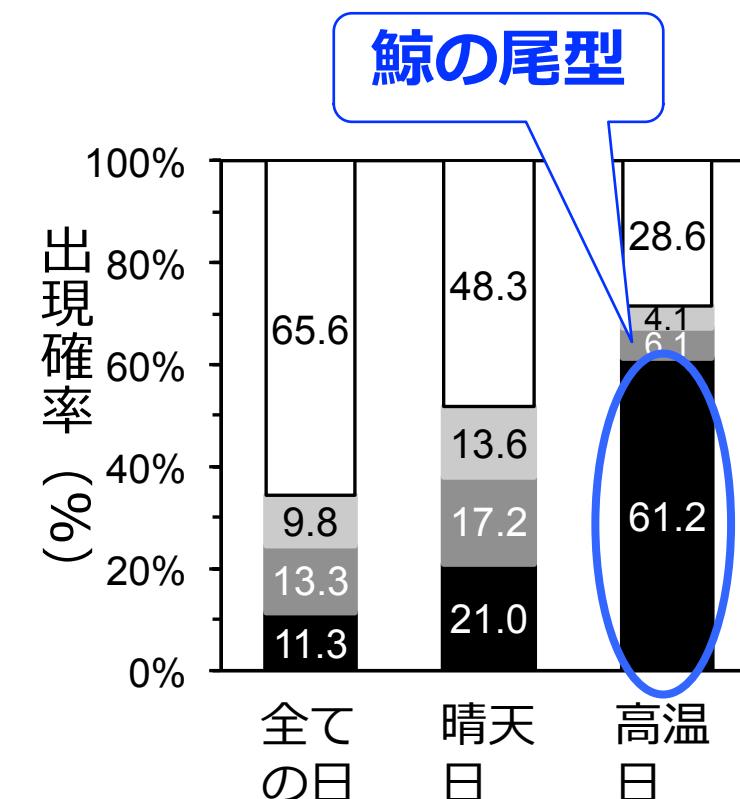
⑦多治見アメダス  
周辺の熱環境

## 仮説①

## 鯨の尾型のときに暑くなりやすい



過去22年間の夏のデータ

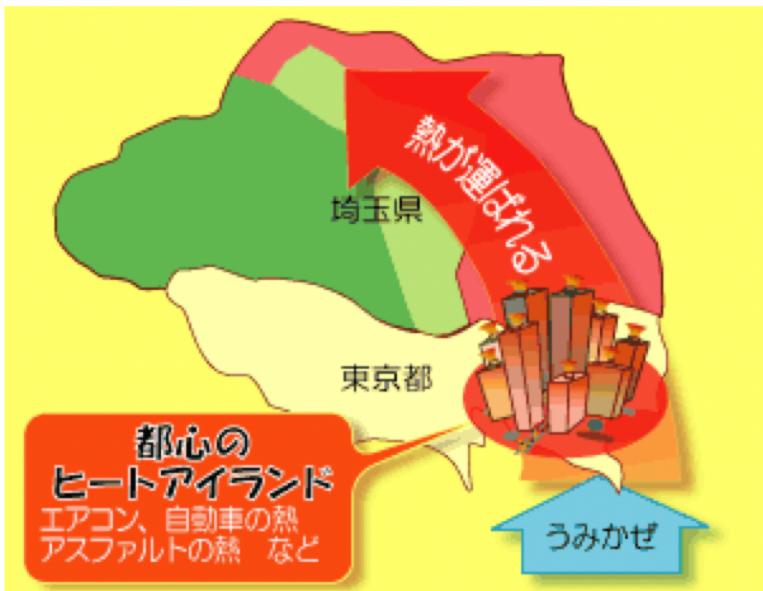


仮説②、③

# フェーンっぽい西風？それとも名古屋からの熱風？<sup>45</sup>



これを思い出そう！

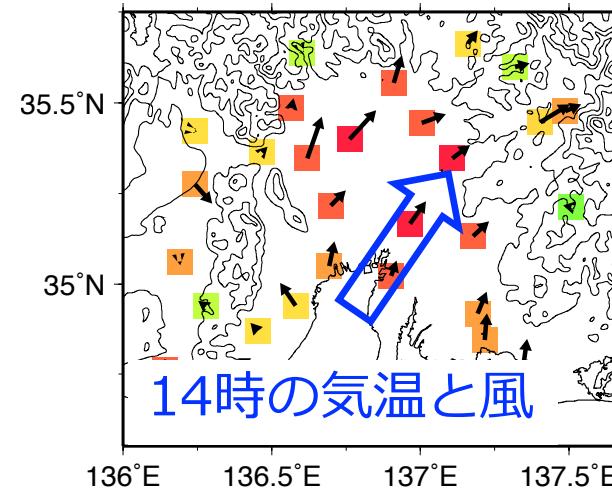


仮説②、③

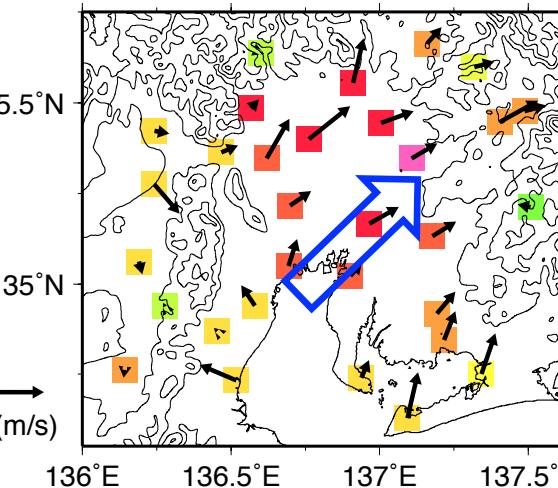
# フェーンっぽい西風が多治見の高温に寄与

過去22年間

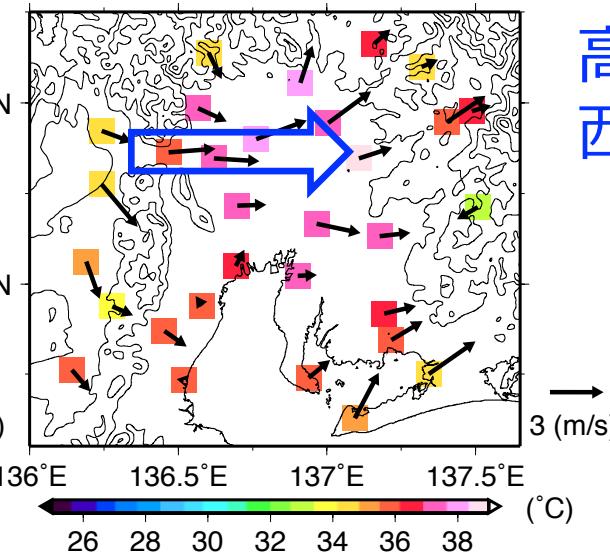
全ての日（1426日）の平均



晴天日（553日）の平均



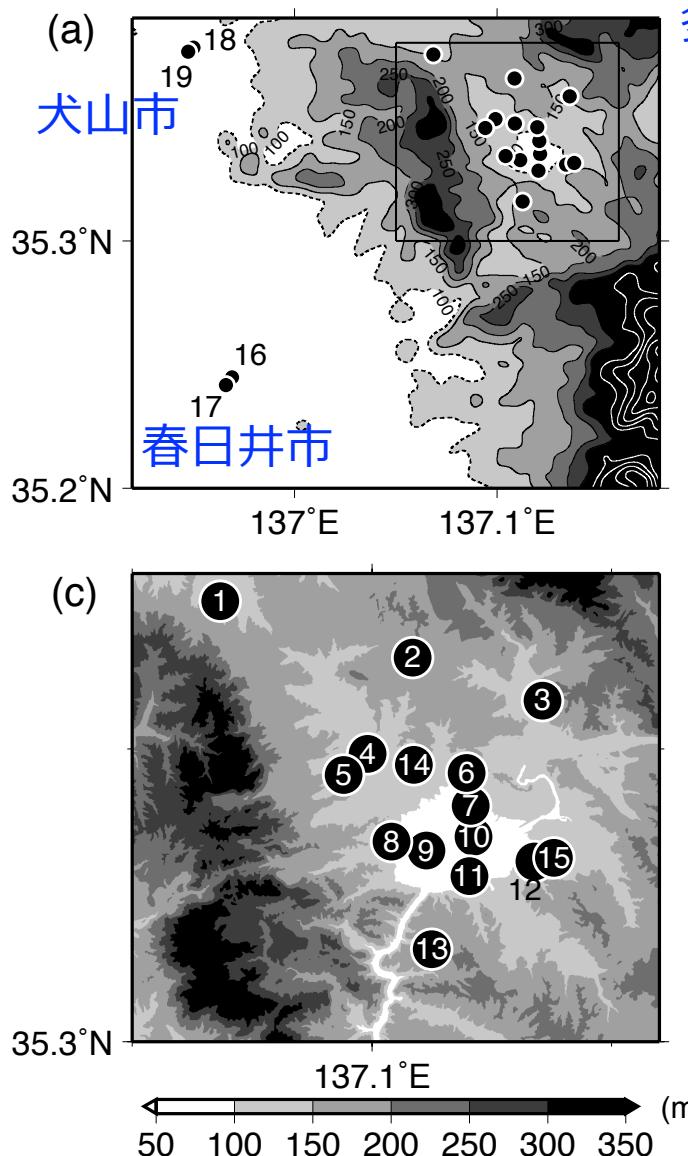
高温日（49日）の平均

高温日には  
西寄りの風

多治見が暑くなるとき、  
空気が北西や西の山を越えてくる → ○  
名古屋から熱が運ばれてきている → ×

## 仮説④

## 盆地の効果は？



多治見市

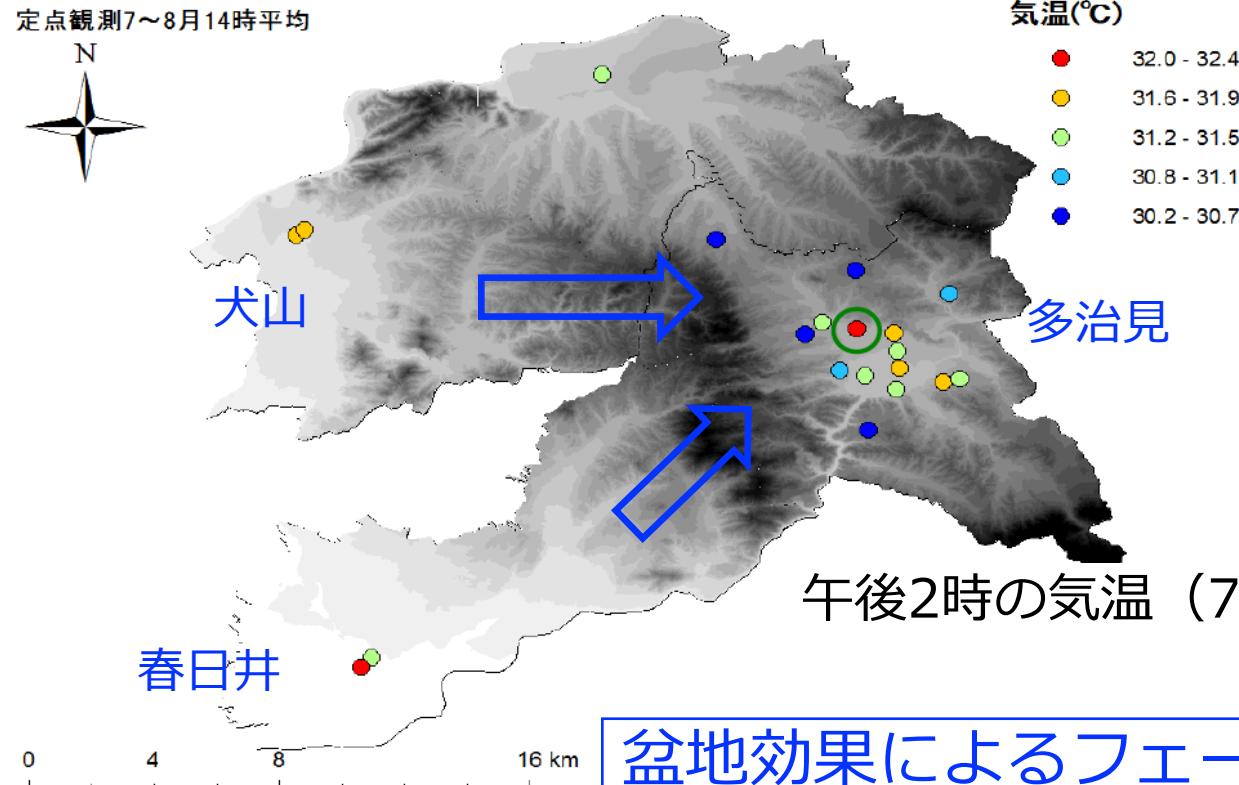
盆地の内外で気温を観測



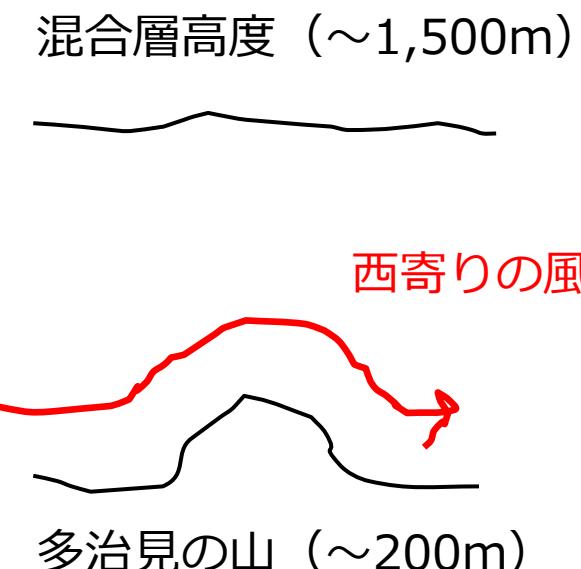
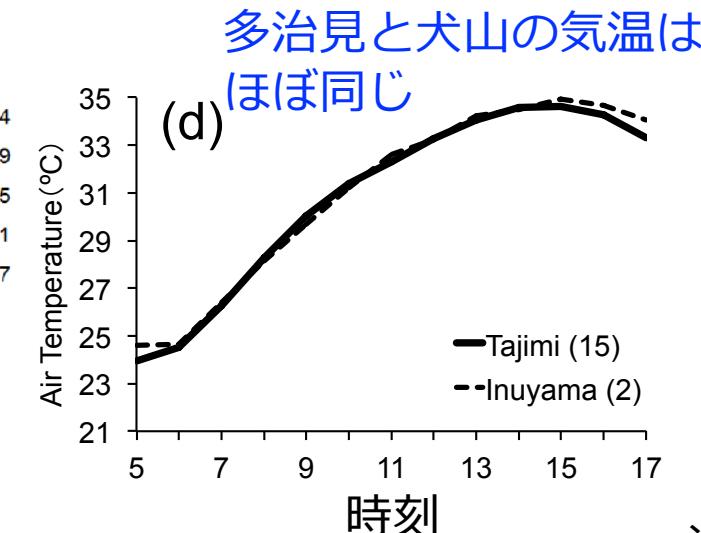
仮説④

# 多治見の西の山は低く、フェーンにはならない

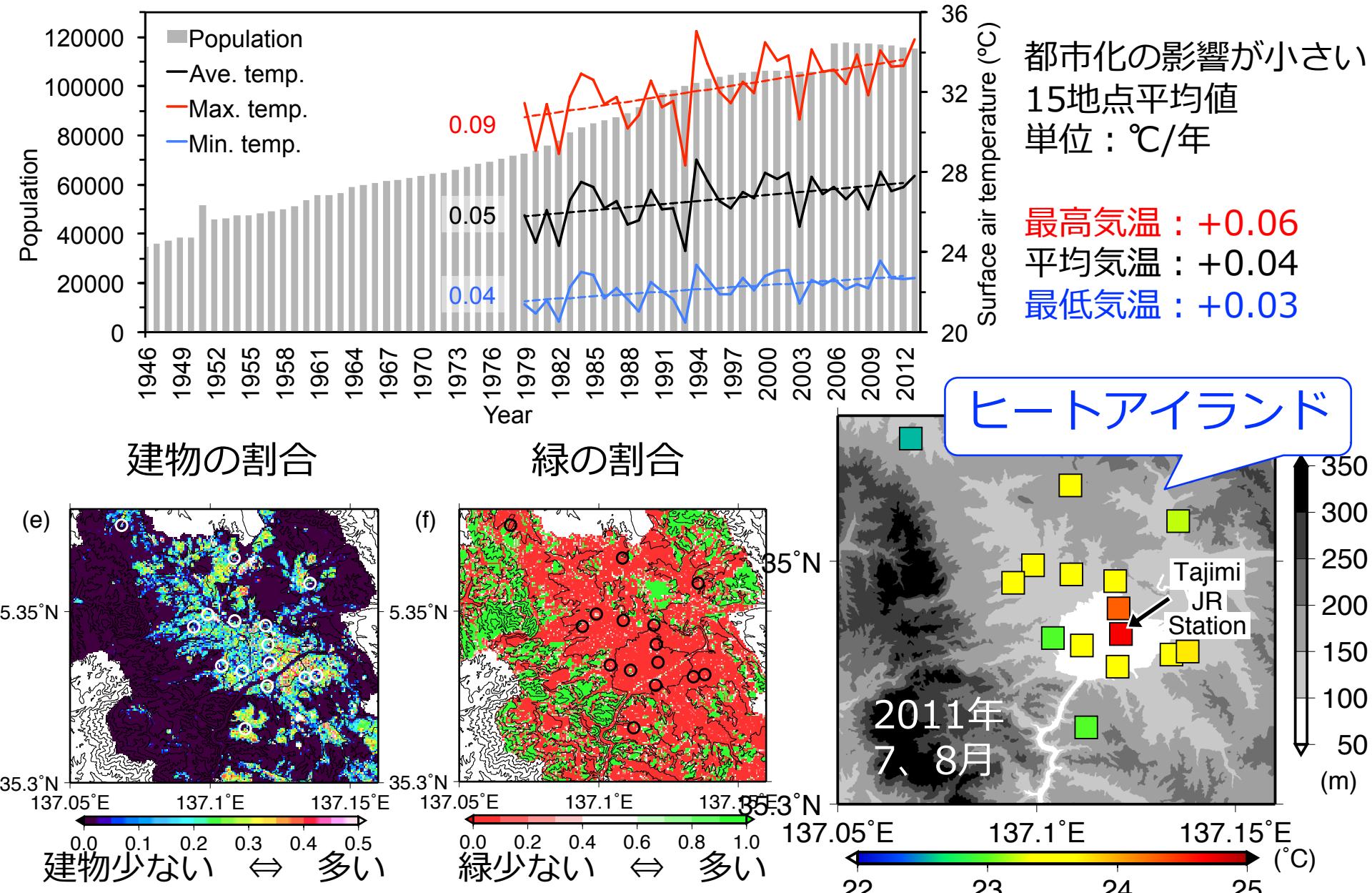
フェーン現象の場合、空気が降りてくる高度差（落差）が大きいほど昇温する



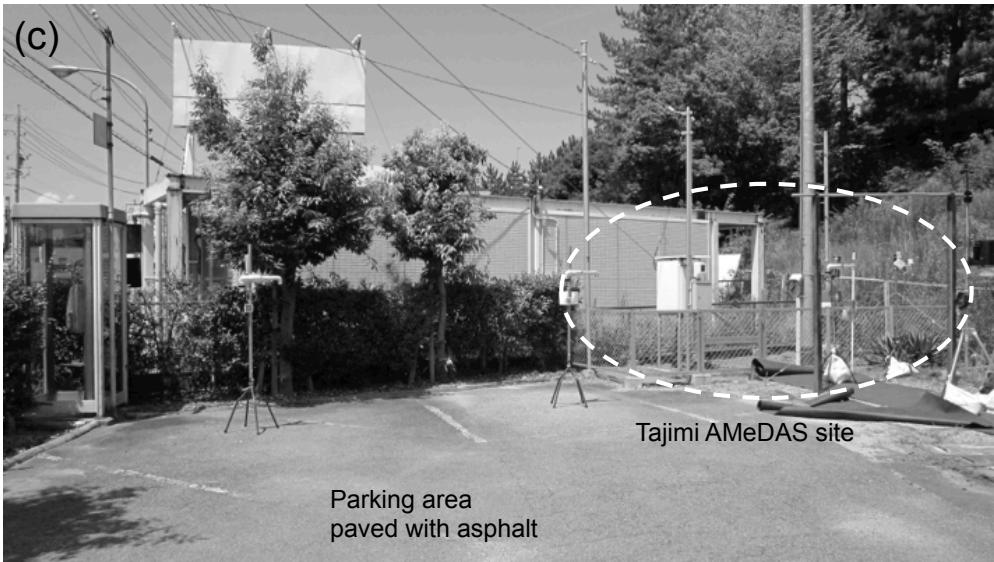
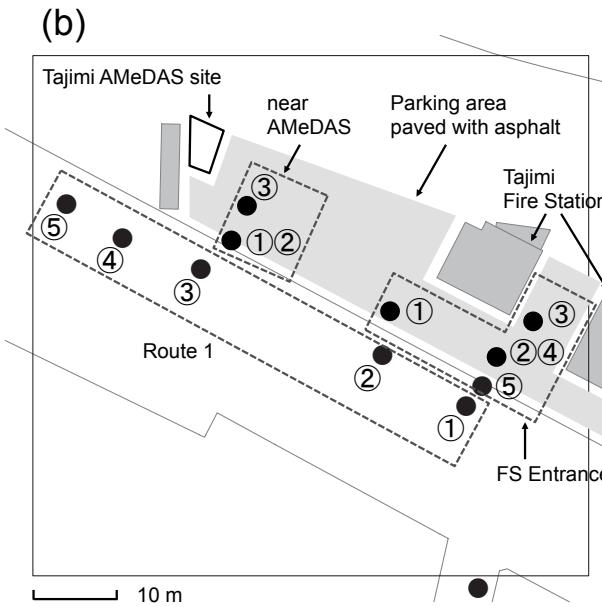
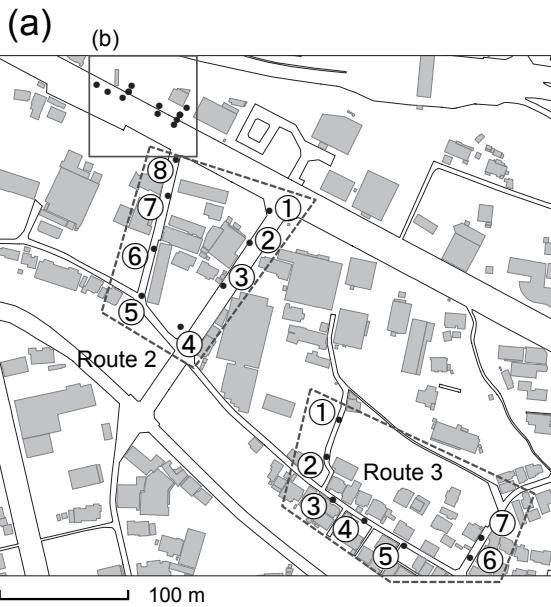
盆地効果によるフェーン説に疑問  
仮説④ : ×



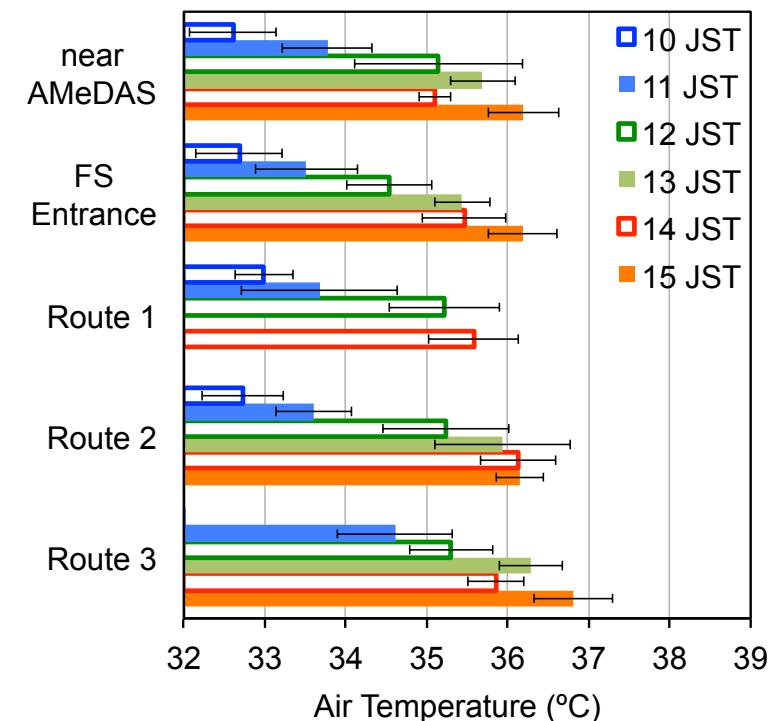
# 多治見はどんどん暑くなっています(>\_<)



# 消防署の駐車場だけが暑いわけではない



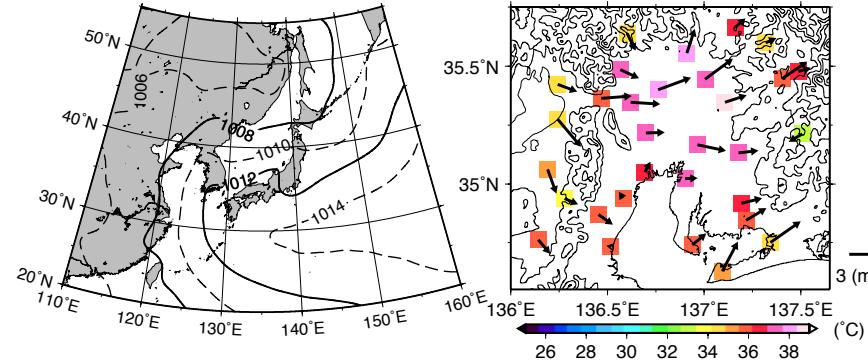
数mスケールで暑い  
というよりは、  
数百m（街区スケール）  
で暑い



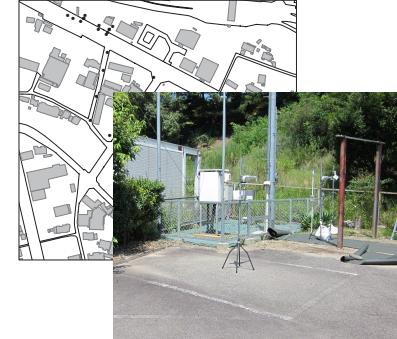
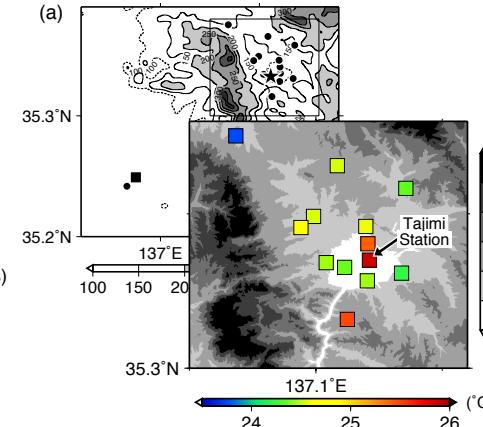
# 多治見が暑い理由 まとめ

多治見が暑くなる理由（様々な仮説がある） → 気候学的・観測的に検証

現象のスケール大



現象のスケール小



①特定の気圧配置

②北西／西側の山からの気流

③名古屋からの熱輸送

④盆地効果

⑤多治見のUHI？

⑥晴天日数・連続晴天

⑦多治見アメダス周辺の熱環境

バックグラウンドの要因

多治見が周辺地域よりも高温となる要因

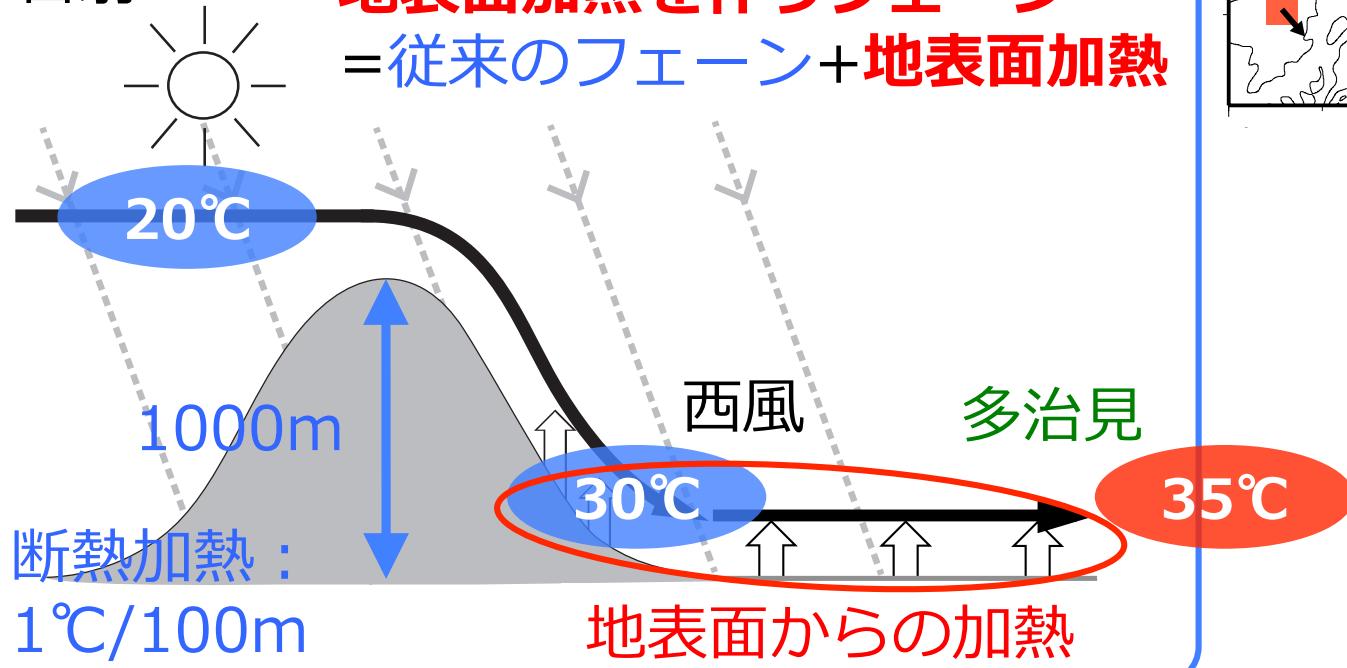
「北西／西側の山からの気流」って結局何なの？

# フェーンっぽい西風の正体

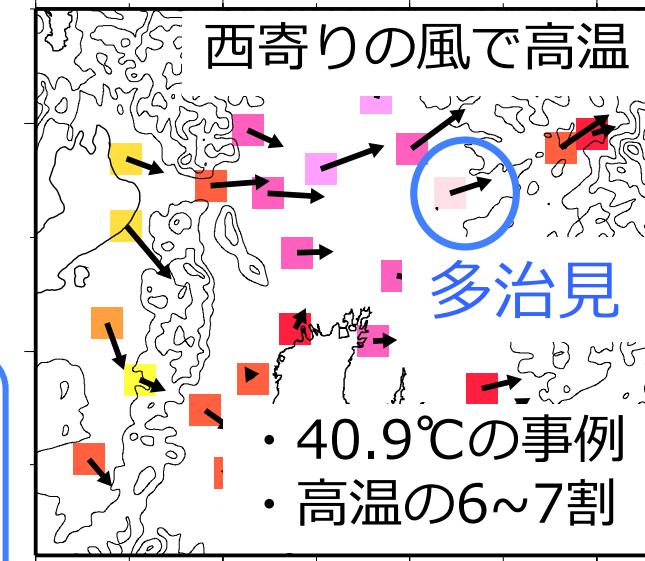
2007年8月16日の熊谷猛暑の一要因

仮説：地表面加熱を伴うフェーン

日射

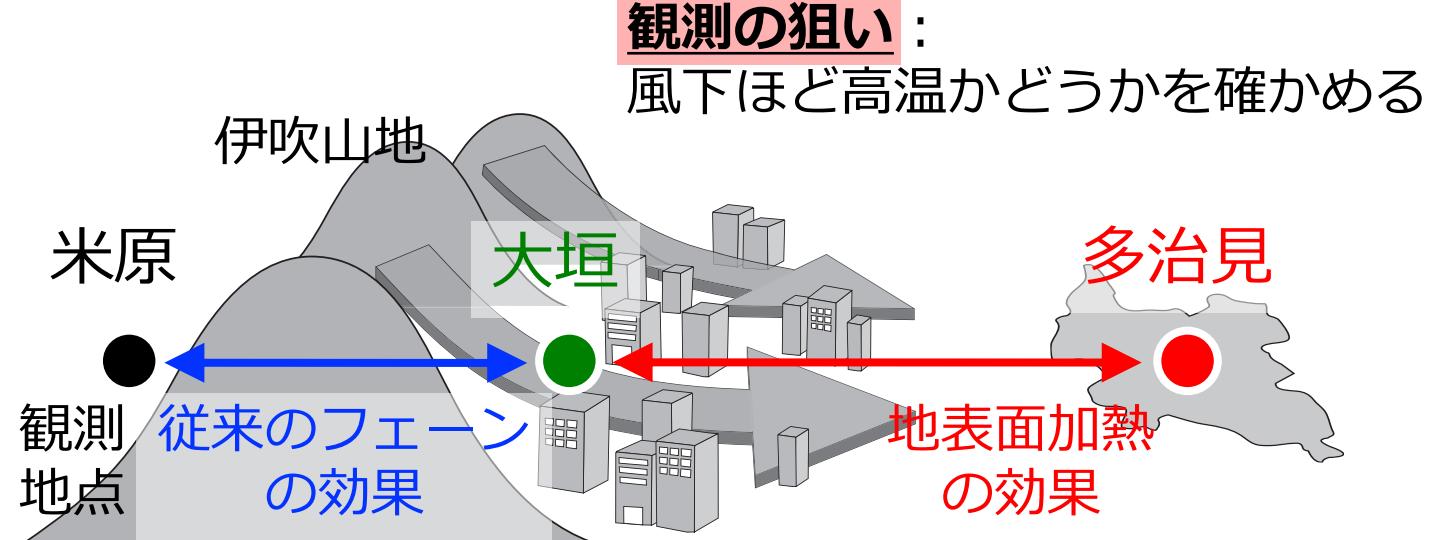


アメダスの気温・風分布



# 2015年の現地観測：「地表面加熱を伴うフェーン説」を検証

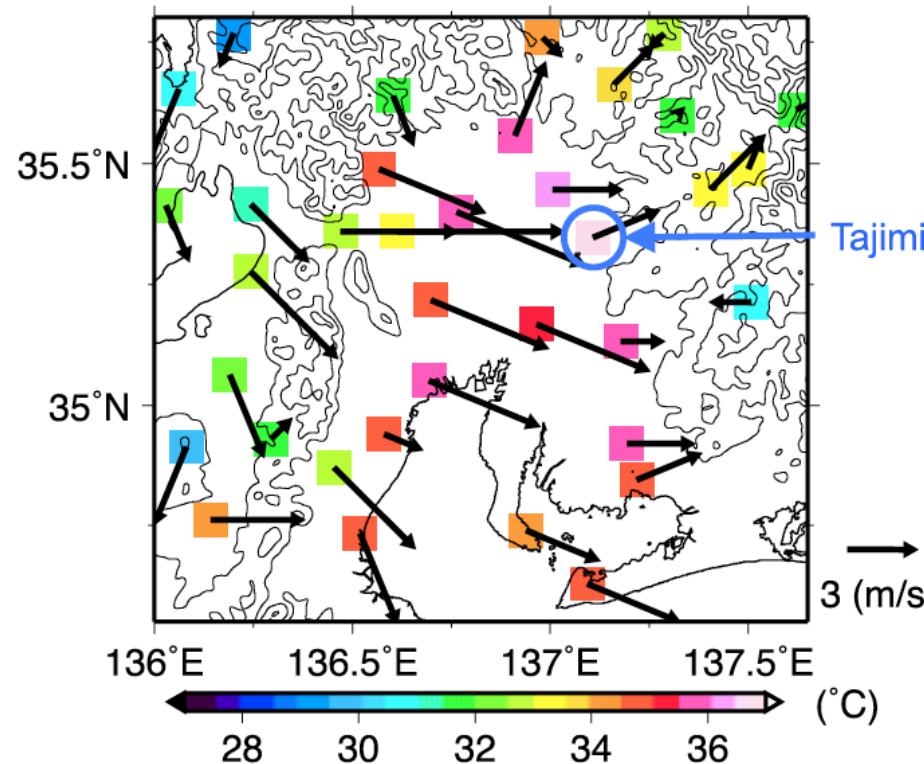
53



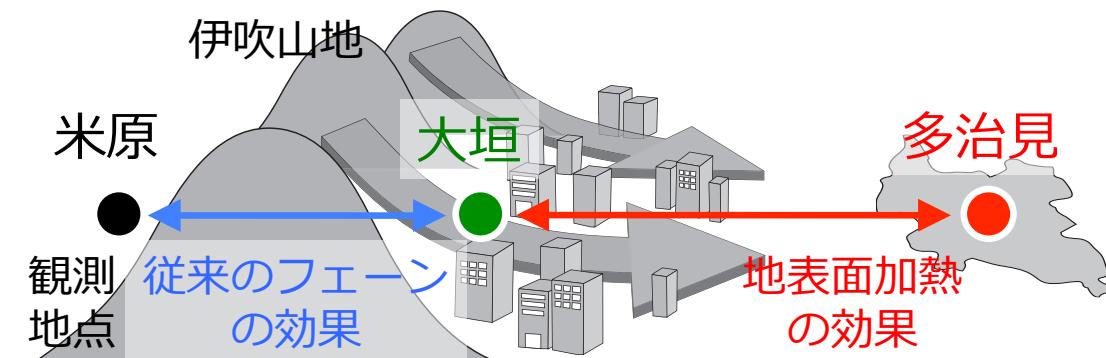
# 風下ほど高温に

アメダスの気温・風分布  
(2015年8月11日 14時)

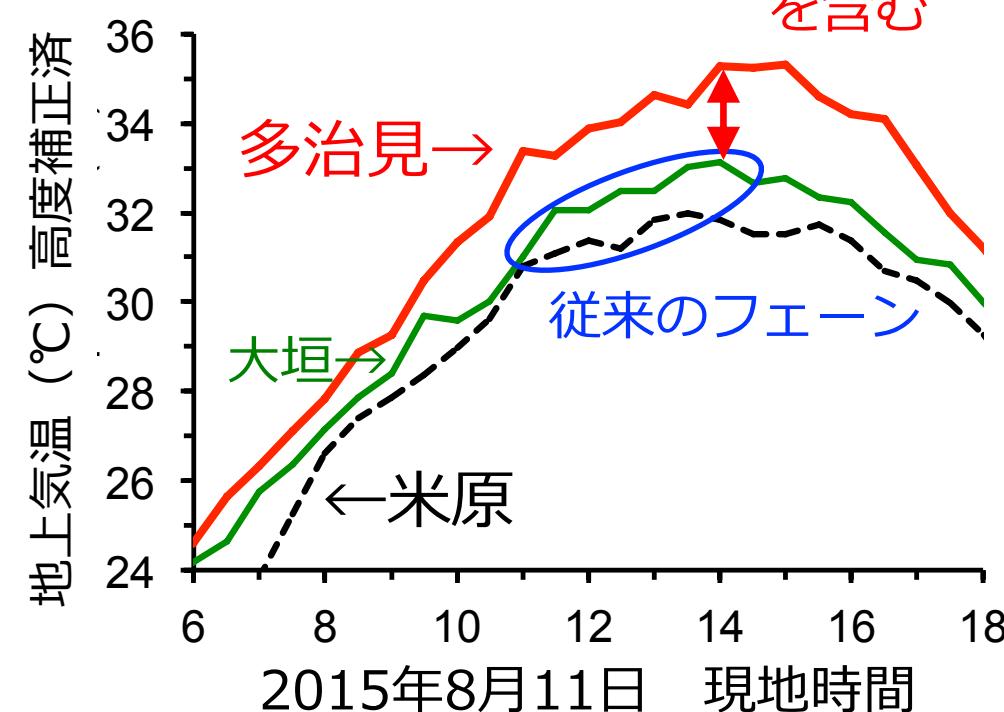
西寄りの風



他の3事例でも同様の傾向

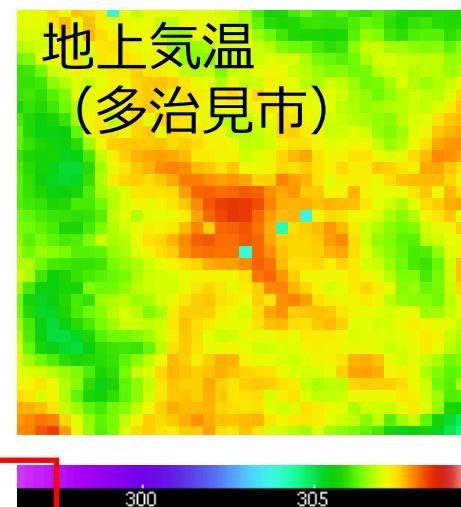
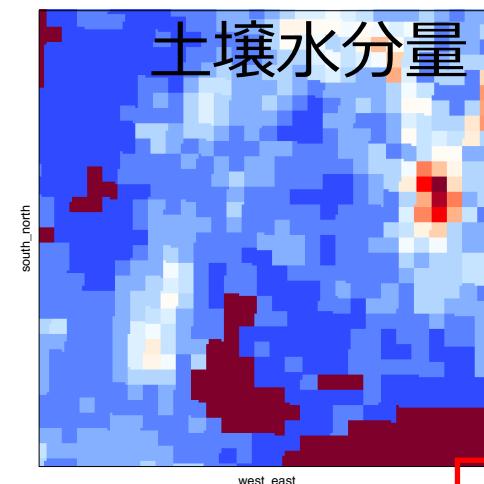


時間変化

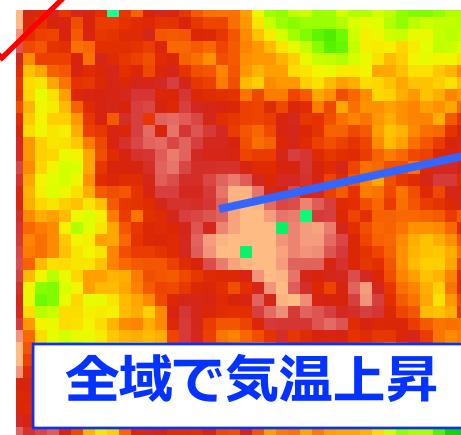
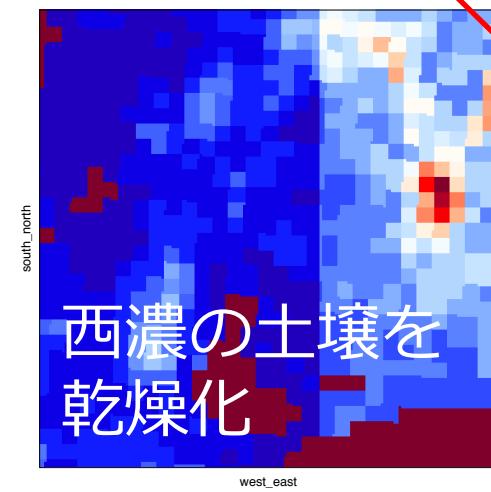


# コンピュータシミュレーションの結果

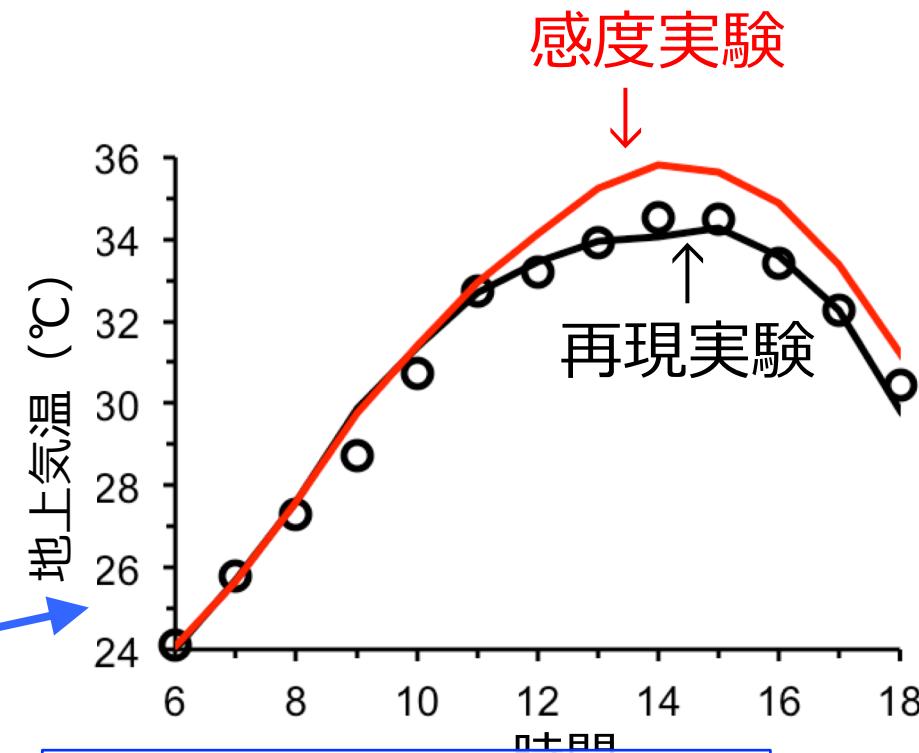
## 再現実験



感度実験



多治見市の地上気温  
(2015年8月11日)

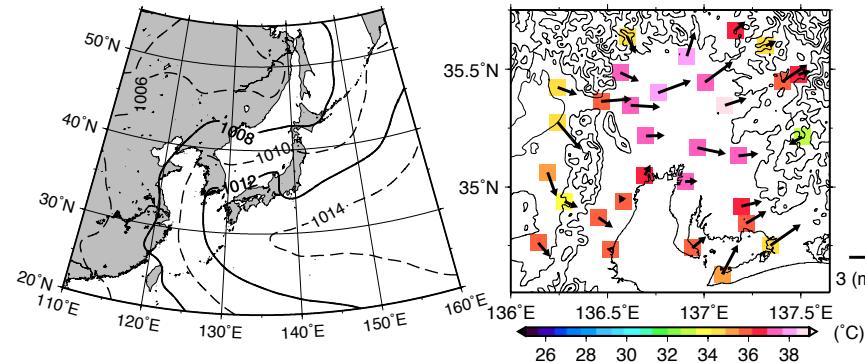


仮説が検証できた

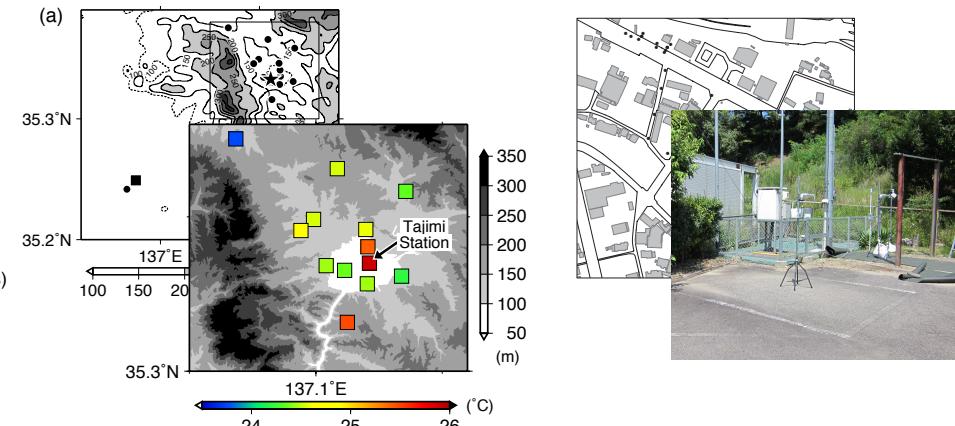
# 多治見が暑い理由 まとめ

多治見が暑くなる理由（様々な仮説がある） → 気候学的・観測的に検証

現象のスケール大



現象のスケール小



①特定の気圧配置

②地表面加熱  
を伴うフェーン

③名古屋からの熱輸送

④盆地効果  
⑤多治見のUHI ?  
⑥晴天日数・連続晴天

⑦多治見アメダス  
周辺の熱環境

バックグラウンドの要因

多治見が周辺地域よりも高温となる要因

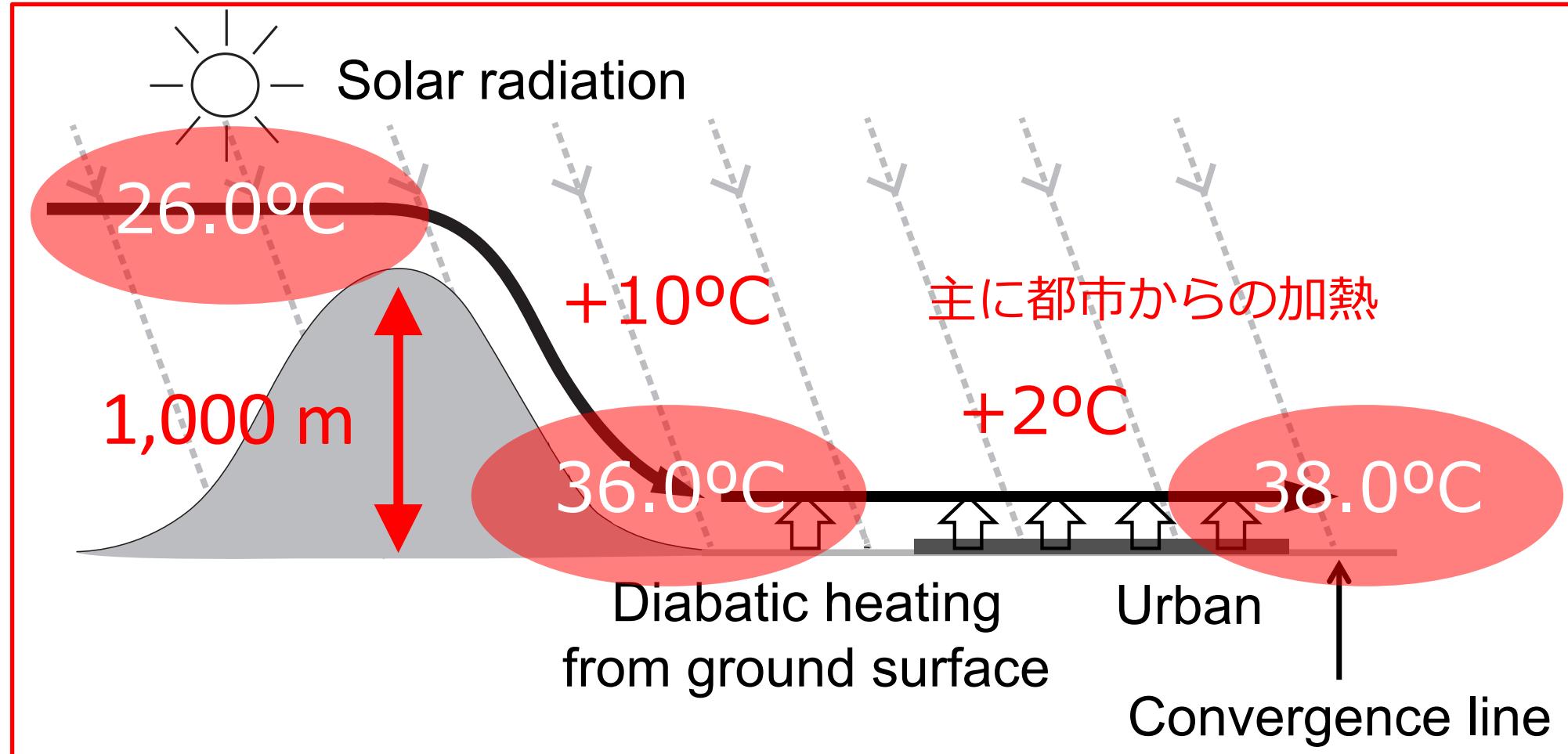
都市スケールから街区スケールの対策が高温に対して有効

科学的根拠

多治見市の暑さ対策（施策）へ

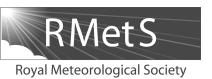
# 地表面加熱を伴うフェーン (多治見バージョン)

57



# 成果が学術論文に掲載（4本）

INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY  
Int. J. Climatol. 37: 1456–1473 (2017)  
Published online 15 June 2016 in Wiley Online Library  
(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.4790



## Factors causing climatologically high temperatures in a hottest city in Japan: a multi-scale analysis of Tajimi

Yuya Takane,<sup>a,\*</sup> Hiroyuki Kusaka,<sup>b</sup> Hiroaki Kondo,<sup>a</sup> Maki Okada,<sup>c,†</sup> Midori Takaki,<sup>c,‡</sup>

Shiori Abe,<sup>c,§</sup> Shota Tanaka,<sup>c,¶</sup> Kenji Miyamoto,<sup>d</sup> Yukino Fujii<sup>d</sup> and Toru Nagai<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Environmental Management Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan

<sup>b</sup> Center for Computational Sciences, University of Tsukuba, Japan

<sup>c</sup> Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan

<sup>d</sup> Environmental Division, Tajimi City Government, Japan

## 多治見市環境課の職員の皆さんと共に著

**ABSTRACT:** In this study, multi-scale climatological features of extreme high temperature (EHT) events in Tajimi, the hottest cities in Japan, were investigated using observational data collected by the Japan Meteorological Agency over the past 23 years, and original data observed by the authors over the last 3 years. Results revealed the background factors that lead to climatologically high temperatures in Tajimi: the occurrence of a characteristic pressure pattern called 'whale'; the synoptic-scale factors, and the urbanization of Tajimi; the meso- $\eta$ -scale factors. In addition, the high temperatures measured in Tajimi are affected by the foehn-like westerly airflow coming from the mountains located in the northwest/west towards the Nobi Plain where Tajimi is located at the east end: the meso- $\beta$ -scale factors, and the location of the Tajimi observation site, which is within an urbanized area where the highest temperatures tend to be observed: the micro-scale factors. In contrast, statistical analysis demonstrated that the small-scale basin effects and soil dryness around Tajimi were of lesser importance than aforementioned factors, in the occurrence of EHT events in Tajimi.

**KEY WORDS:** extreme high temperature; heat wave; foehn wind; statistical analysis; urban climate

Received 25 May 2015; Revised 28 April 2016; Accepted 6 May 2016

## 日本で最も暑い町として全世界に紹介

EHT events of 2003 caused dry conditions, which continuously reduced soil moisture content. This dry surface condition contributed to the high temperatures in Europe during the summer of 2003, enhancing the surface sensible heat flux. Takane *et al.* (2013) showed that the inflow of sensible heat transported by synoptic-scale winds from the Tropics under a typical summer pressure pattern in Japan is one of the factors causing meso-scale high temperatures in the Osaka and Kyoto urban areas. Urban heat islands (UHI) in the metropolitan areas (Grossman-Clarke *et al.*, 2010; Li and Bou-Zeid, 2013), and foehn winds associated with airflow over the mountains (Takane and Kusaka, 2011; Takane *et al.*, 2015), have been classified as meso-scale factors. Deteriorated ventilation due to the construction of buildings, tree growth, and other effects on the localized temperature increase around observation sites [the 'Hidamari (suntrap) effect'] have been suggested by Kondo (<http://www.asahi-net.or.jp/~RK7J-KNDU/>) (in Japanese) as micro-scale factors.

EHT events are generally known to be triggered by multi-scale factors at global, synoptic, meso-, and micro-scales. From a global-scale perspective, Schär *et al.* (2004) and Beniston (2004) showed that the European warm anomaly during the summer of 2003 was statistically unusual at three times the standard deviation, and that the anomaly was related to a deep tropospheric phenomenon (Chase *et al.*, 2006). Looking from the synoptic-scale standpoint, Black *et al.* (2004) and Fink *et al.* (2004) stated that anticyclonic synoptic weather during the

\* Correspondence to: Y. Takane, Environmental Management Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan. E-mail: takane.yuya@ast.jst.go.jp

<sup>†</sup> Current affiliation: Japan Weather Association, Tokyo, Japan.

<sup>‡</sup> Current affiliation: City of Yokohama, Japan.

<sup>§</sup> Current affiliation: Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan.

<sup>¶</sup> Current affiliation: NHN Enterprises Inc., Tokyo, Japan.

International Journal of Climatology

© 2016 The Authors. International Journal of Climatology published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of the Royal Meteorological Society. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial-NoDerivs License, which permits use and distribution in an unmodified format without prior permission or adaptations are made.

世界中どこでも観覧可能

## 米国気象学会 「Journal of Applied Meteorology and Climatology」

JULY 2017

TAKANE ET AL.

2067

### Foehnlike Wind with a Traditional Foehn Effect plus Dry-Diabatic Heating from the Ground Surface Contributing to High Temperatures at the End of a Leeward Area

YUYA TAKANE,<sup>a</sup> HIROAKI KONDO,<sup>a,b</sup> HIROYUKI KUSAKA,<sup>c</sup> JIN KATAGI,<sup>d,b</sup> OSAMU NAGAFUCHI,<sup>c,f</sup> KOYOMI NAKAZAWA,<sup>c,g</sup> NAOKI KANEYASU,<sup>a</sup> AND YOSHIIRO MIYAKAMI<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Environmental Management Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan

<sup>b</sup> Japan Weather Association, Tokyo, Japan

<sup>c</sup> Center for Computational Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan

<sup>d</sup> College of Agro-biological Resource Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan

<sup>e</sup> Kyushu University Museum, Kyushu University, Fukuoka, Japan

<sup>f</sup> Comprehensive Research Organizations of Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, Japan

<sup>g</sup> Environmental Division, Tajimi City Government, Tajimi, Japan

(Manuscript received 20 July 2016, in final form 27 March 2017)

### ABSTRACT

A foehn wind is an important factor in the occurrence of many extreme high-temperature events in geographically complex regions. In this study, the authors verified the hypothesis that a foehn-like wind contributes to high temperatures at the end of the leeward (eastward) area using three different approaches: field experiments, numerical experiments, and statistical analyses. According to the hypothesis, a foehn-like wind has the features of the sum of a traditional foehn effect with adiabatic heating, plus dry-diabatic heating from the ground surface along the fetch of the wind. Field experiments conducted at several observational points on Nobi Plain, Japan, where a mesoscale westerly wind blew, revealed that the westerly wind clearly had the features of a traditional foehn effect in the eastern part of the Nobi Plain. In addition to field experiments, numerical experiments using a mesoscale model also showed that the westerly wind was further heated by dry-diabatic heating (ensible heat flux) from the ground surface along the fetch (especially in urbanized areas in the eastern region of the Nobi Plain) of the wind. This diabatic heating effect along the fetch of the wind on the high temperature at the end of the leeward area was also supported by both additional numerical experiments and a statistical analysis. These results proved that the hypothesis is correct and indicated that ground conditions and the land use and land cover in the windward area were strongly related to air temperature at the end of the leeward area, where an extremely high temperature was observed.

### 1. Introduction

Extreme high-temperature (EHT) events, including heat waves relating to climate change, have recently occurred frequently in many parts in the world (e.g., IPCC 2013), such as the European heat wave in the summer of 2003 and the EHTs of over 50°C observed in India during June 2016.

EHT events are triggered not only by global and synoptic-scale factors (e.g., Schär *et al.*, 2004; Chase *et al.*, 2006; Black *et al.*, 2004; Fink *et al.*, 2004), but also by meso- and micro-scale factors. With regard to mesoscale factors,

<sup>a</sup> Current affiliation: Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan.

<sup>b</sup> Corresponding author: Yuya Takane, takane.yuya@ast.jst.go.jp.

DOI: 10.1175/JAMC-D-16-0257.1

© 2017 American Meteorological Society. For information regarding reuse of this content and general copyright information, consult the AMS Copyright Policy ([www.ametsoc.org/PUBSRciseLicenses](http://www.ametsoc.org/PUBSRciseLicenses)).

## 日本気象学会 「天氣」

109 : 304 (ヒートアイランド；地上気象観測)

夏季における岐阜県多治見市の気温分布調査

岡田 牧<sup>\*1</sup>・日下 博幸<sup>\*2</sup>・高木 美彩<sup>\*3</sup>・阿部 紫織<sup>\*4</sup>  
高根 雄也<sup>\*5</sup>・富士 友紀乃<sup>\*6</sup>・永井 徹<sup>\*6</sup>

### 要旨

2010年当時の国内最高気温40.9℃が8月に多治見市並びに愛知県春日井市盆地底に位置する多治見市町域などと日最低気温が25°C以上の日数（熱帯れやけ早い早い年の気温分布においても、の間よりは低温になりやすい、しか形成に多治見市の都市化が影響している

）

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

。

</

# 新聞報道

2016年8月30日付 朝日新聞朝刊

2016年10月26日付 中日新聞朝刊

ここで一息（事前に頂いた質問に回答します）

# 事前の質問への回答 その1

**質問**：気象台の発表は体感温度とはかなり違っているのではないか  
(気象庁が予測する、あるいは観測している気温は体感温度とはかなり  
違っているのではないか、と解釈)

**解答**：二つの意味で異なります。

1. 我々は普段気象台にいませんので、気象台の気温と我々の体感温度は当然  
異なります（気象台の気温はその地域を代表すると見なせますが、我々の  
生活空間の気温とはどうしてもずれてしまいます）。
2. 気象庁の予報や気象台で観測された物理量は「気温」なので、「体感温  
度」とは明確に異なります。一般的に体感温度は、「気温」だけではなく、  
気温以外の気象要因：「湿度」、「気流」、「放射」と、人体条件：「服  
装」、「代謝量」、「年齢」、「性別」、「健康状態」等で決まります。

# 事前の質問への回答 その2

**質問**：フェーン現象により高温になったとしばしば聞くが、フェーンが吹く場所によって高温になる影響は変わってくるのか？フェーンの吹き始め地域が強く影響がでるのか？、フェーンが吹く範囲の中間あたりの地域が強く影響をうけるのか？フェーン現象が気温に影響を与える範囲はどのぐらいなのか？

**解答**：教科書に載っているフェーン（I型とII型）ならば、風が平野に吹き降りた最初の場所が最もフェーンの影響を受ける（昇温する）、と言って良いと思います（興味がある方は「ハイドロリックジャンプ」あるいは「跳ね水現象」で検索してみてください）。

ただし、地表面加熱を伴うフェーンの場合は、その性質上、吹き降りた最初の場所ではなく、最後の場所（風の終着点）でその影響が大きくなります。

フェーンが影響を与える範囲は、基本的にはフェーンを伴う風が届く範囲です。

ここで、Q&A と休憩

## 問題②：熊谷と多治見、どっちが暑いでしょうか？

- ・会場の皆さんのお意見
- ・熊谷一択！！
- ・熊谷過半数、多治見5名くらい
- ・なんで熊谷？

## 問題②：熊谷と多治見、どっちが暑いでしょうか？

解答：どちらも暑いですが、性質が異なります。  
手数が少ないが日本一のハードパンチャー熊谷選手と  
手数が多くかつそこそこのハードパンチャー多治見選手。

最高気温の高い方から (各地点の観測史上1位の値を使ってランキング)

順位	都道府県	地点	観測値	
			°C	起日
1	埼玉県	熊谷 *	41.1	2018年7月23日
2	岐阜県	美濃	41.0	2018年8月8日
〃	岐阜県	金山	41.0	2018年8月6日
〃	高知県	江川崎	41.0	2013年8月12日
5	岐阜県	多治見	40.9	2007年8月16日
6	新潟県	中条	40.8	2018年8月23日
〃	東京都	青梅	40.8	2018年7月23日
〃	山形県	山形 *	40.8	1933年7月25日
9	山梨県	甲府 *	40.7	2013年8月10日
10	和歌山県	かつらぎ	40.6	1994年8月8日
〃	静岡県	天竜	40.6	1994年8月4日
12	山梨県	勝沼	40.5	2013年8月10日
13	新潟県	三条	40.4	2018年8月23日
〃	埼玉県	越谷	40.4	2007年8月16日
15	愛知県	名古屋 *	40.3	2018年8月3日
〃	群馬県	館林	40.3	2007年8月16日
〃	群馬県	上里見	40.3	1998年7月4日
〃	愛知県	愛西	40.3	1994年8月5日
19	千葉県	牛久	40.2	2004年7月20日
〃	静岡県	佐久間	40.2	2001年7月24日
〃	愛媛県	宇和島 *	40.2	1927年7月22日

気象庁HPより

圧倒的なパンチ力

日常的に最高気温が高い

最高気温 (平年値 8月) 平均気温 (平年値 8月) 最低気温 (平年値 8月)

順位	地点	気温	順位	地点	気温	順位	地点	気温
1	岐阜県多治見	33.7	1	沖縄県石垣島	29.2	1	沖縄県石垣島	27.1
2		33.5	2		28.8	2	沖縄県那覇	26.6
3		33.4	3	沖縄県那覇	28.7	3	鹿児島県沖永良部	26.3
3		33.4	4	沖縄県名護	28.6	3	沖縄県宮古島	26.3
5		33.3	4	沖縄県久米島	28.6	5	沖縄県名護	26.2
6		33.2	4	沖縄県波照間	28.6	5	沖縄県伊原間	26.2
6	大分県日田	33.2	7	鹿児島県鹿児島	28.5	5	沖縄県与那国島	26.2
6	熊本県熊本	33.2	7	沖縄県宮古島	28.5	5	沖縄県波照間	26.2
9	愛媛県大洲	33.1	7	沖縄県伊原間	28.5	9	沖縄県久米島	26.1
10	岐阜県岐阜	33.0	7	沖縄県与那国島	28.5	10	沖縄県伊是名	26.0
10	熊本県岱明	33.0	11	鹿児島県名瀬	28.4	11	東京都父島	25.9

91位 熊谷

気温と雨量の統計HPより

# 40°Cを記録した回数：熊谷2回 vs 多治見6回

気象庁HPより

要素名／順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	統計期間
<b>熊谷</b>											
	<b>過去に2回</b>										
日最高気温の高い方から (°C)	41.1 (2018/7/23)	40.9 (2007/8/16)	39.9 (1997/7/5)	39.8 (2011/6/24)	39.7 (2000/9/2)	39.6 (2001/7/13)	39.4 (2007/8/15)	39.3 (2013/8/10)	39.2 (2004/7/20)	39.1 (1987/7/24)	1896/12 2019/8
<b>多治見</b>											
	<b>6回！</b>										
日最高気温の高い方から (°C)	40.9 (2007/8/16)	40.8 (2007/8/17)	40.7 (2018/7/23)	40.7 (2018/7/18)	40.4 (2018/8/6)	40.2 (2018/8/2)	39.9 (2018/8/3)	39.9 (2015/8/1)	39.9 (2001/8/1)	39.8 (1994/8/5)	1978/11 2019/7

あつべえ



熊谷市HPより

<  
?

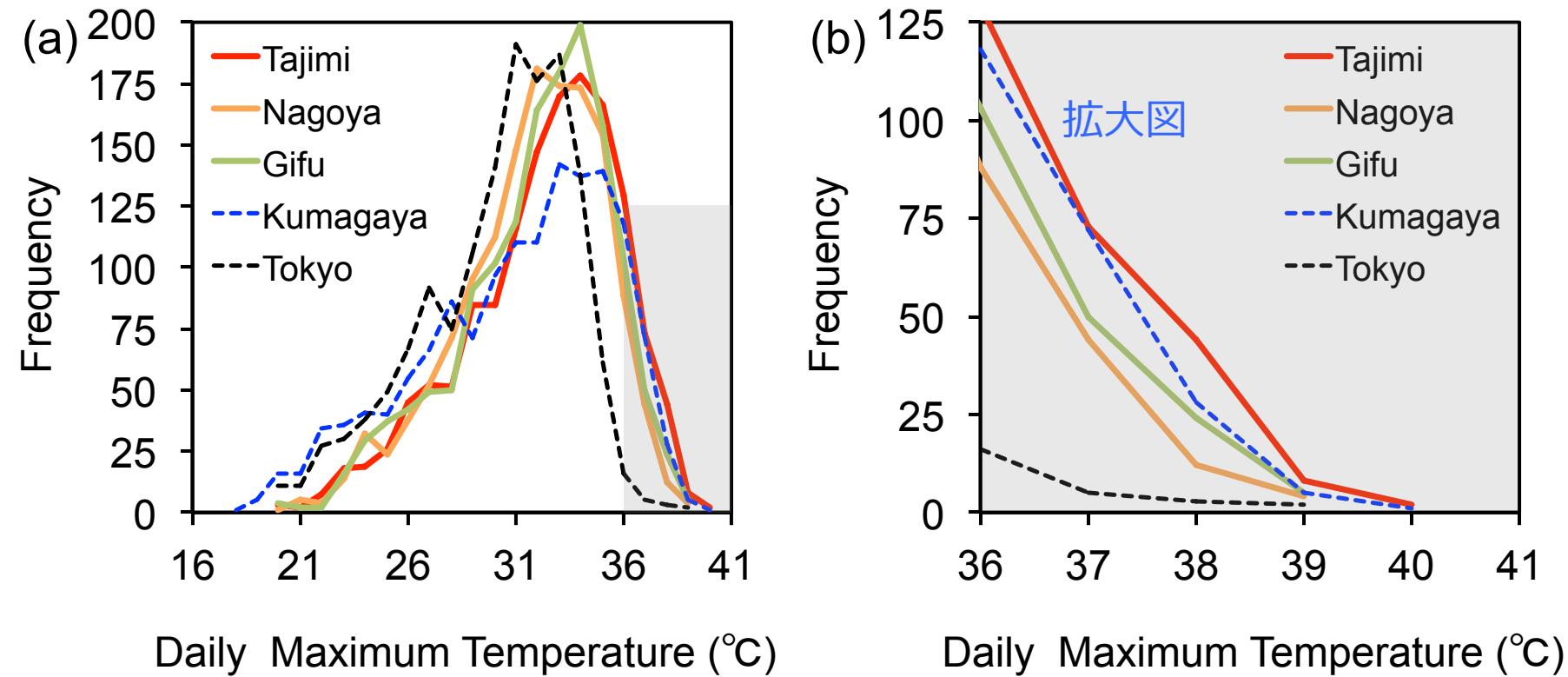
うながっぱ



多治見市HPより

# 気候学的にみたら多治見の方が暑いです

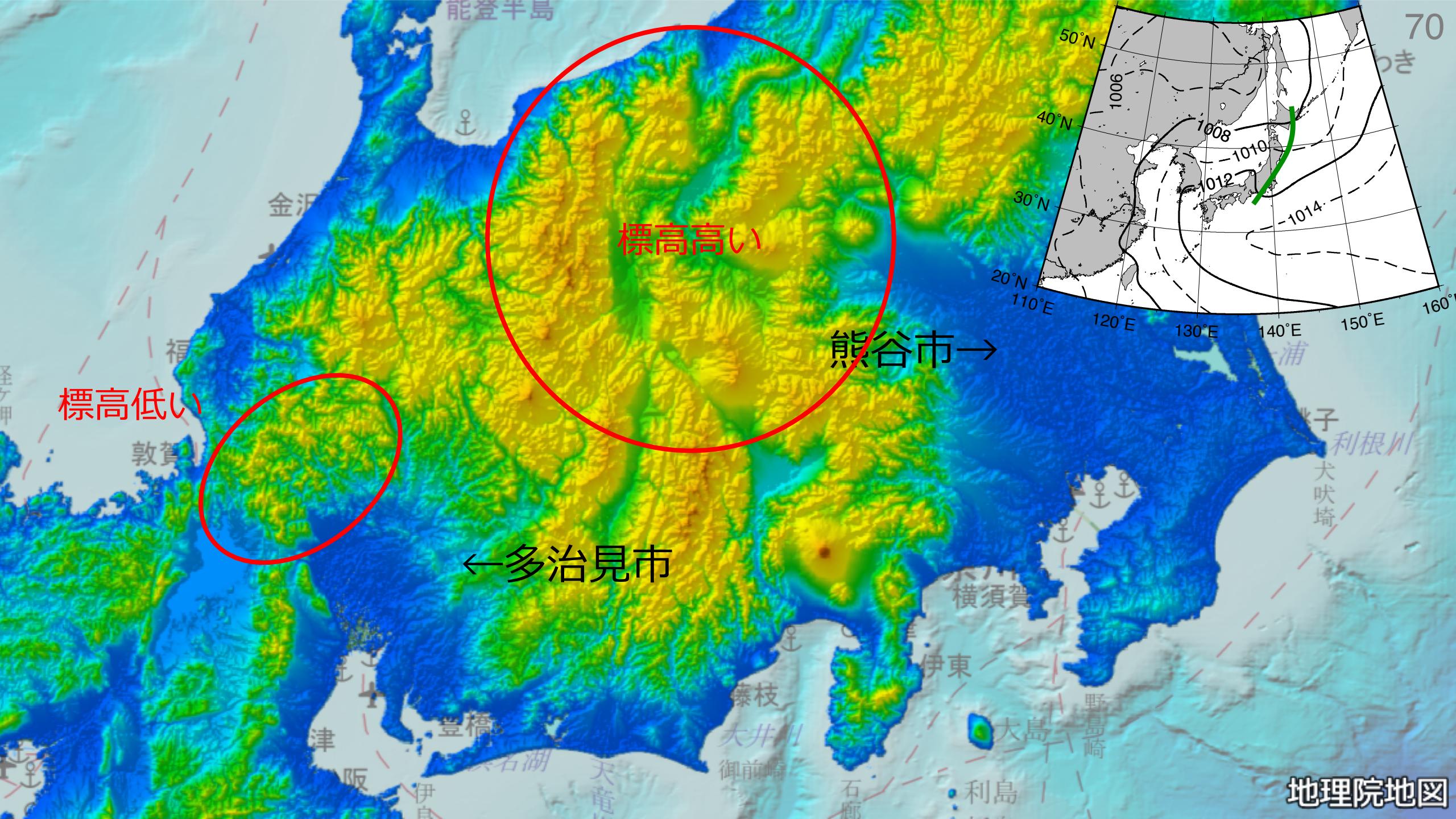
1990~2012年7~8月（1426日）の日最高気温のヒストグラム



だけど、日本一の記録を持っているのは熊谷…結局どっちが暑いの？

## 問題②：熊谷と多治見、どっちが暑いでしょうか？

解答：どちらも暑いですが、性質が異なります。  
手数が少ないが日本一のハードパンチャー熊谷選手と  
手数が多くかつそこそこのハードパンチャー多治見選手。



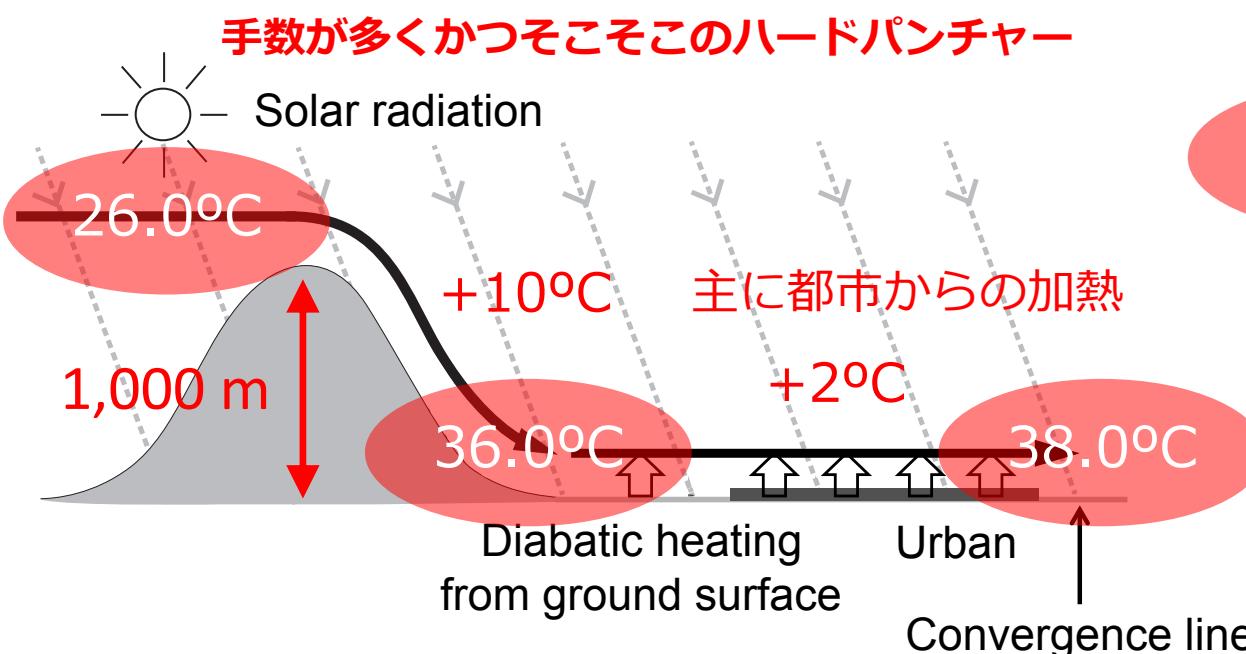
# 熊谷 vs 多治見 フェーンの発生頻度と破壊力の関係

71

## 多治見の状況

- 風上の山が低いためフェーンが発生しやすい。
- 都市からの加熱量はいつも大きいので、**都市からの追加的な加熱も起きやすい**。
- ただし、風上の山が低いので**フェーン自体の破壊力はまあまあ**。

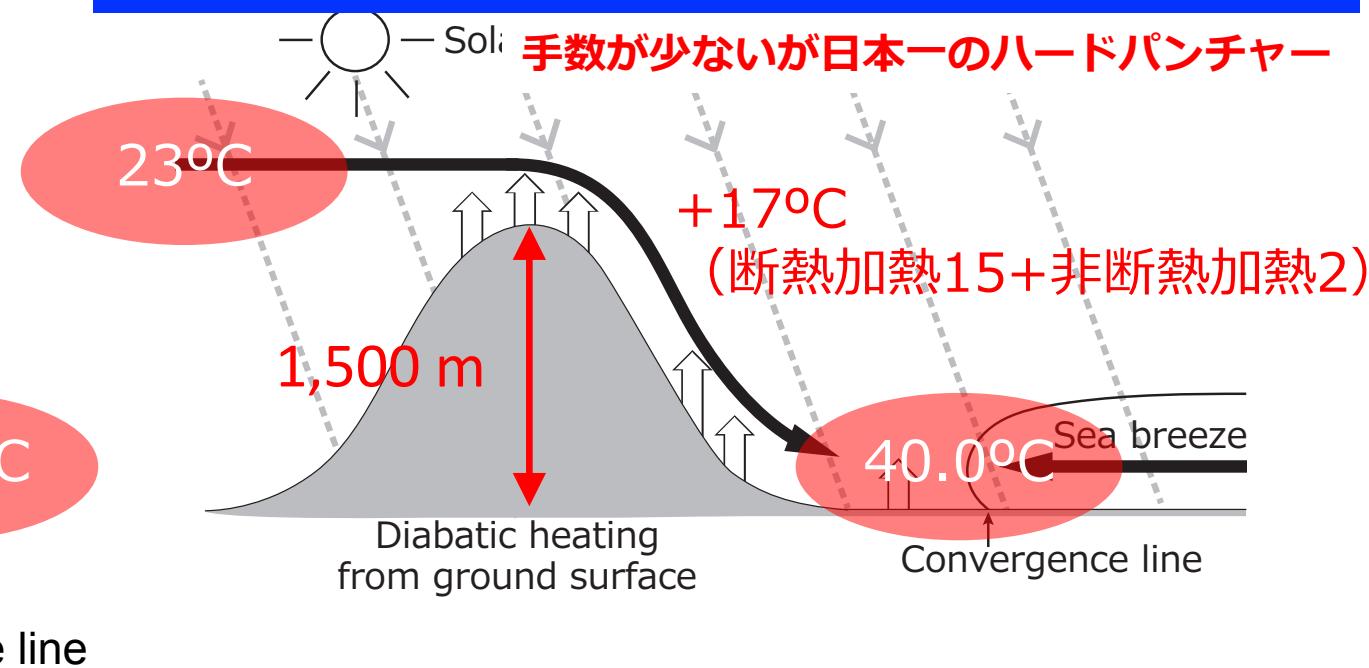
## 安定的に高い気温が出やすい環境



## 熊谷の状況

- 風上の山が高いためフェーンが発生しにくい。
- 山肌からの加熱量は前日までの天候に依存**してしまう。  
(晴天が連續していたら加熱量大)
- ただし、風上の山が高いので**フェーン自体の破壊力は大**。

## フェーンが発生しにくいが発生したら凄い



## 問題②：熊谷と多治見、どっちが暑いでしょうか？

解答：どちらも暑いですが、性質が異なります。  
手数が少ないが日本一のハードパンチャー熊谷選手と  
手数が多くかつそこそこのハードパンチャー多治見選手。

## 問題③：熊谷と多治見以外にも国内暑い場所があるでしょうか？

- 会場の皆さんのお意見
- 甲府
- 新潟
- 日田
- 旭川
- 川口（観測地点はないけど）

問題③：熊谷と多治見以外にも  
国内で暑い場所があるでしょうか？

解答：大阪がとても暑いです（総合力No.1？）。

最高気温の高い方から (各地点の観測史上1位の値を使ってランキング)

順位	都道府県	地点	観測値	
			°C	起日
1	埼玉県	熊谷 *	41.1	2018年7月23日
2	岐阜県	美濃	41.0	2018年8月8日
〃	岐阜県	金山	41.0	2018年8月6日
〃	高知県	江川崎	41.0	2013年8月12日
5	岐阜県	多治見	40.9	2007年8月16日
6	新潟県	中条	40.8	2018年8月23日
〃	東京都	青梅	40.8	2018年7月23日
〃	山形県	山形 *	40.8	1933年7月25日
9	山梨県	甲府 *	40.7	2013年8月10日
10	和歌山県	かつらぎ	40.6	1994年8月8日
〃	静岡県	天竜	40.6	1994年8月4日
12	山梨県	勝沼	40.5	2013年8月10日
13	新潟県	三条	40.4	2018年8月23日
〃	埼玉県	越谷	40.4	2007年8月16日
15	愛知県	名古屋 *	40.3	2018年8月3日
〃	群馬県	館林	40.3	2007年8月16日
〃	群馬県	上里見	40.3	1998年7月4日
〃	愛知県	愛西	40.3	1994年8月5日
19	千葉県	牛久	40.2	2004年7月20日
〃	静岡県	佐久間	40.2	2001年7月24日
〃	愛媛県	宇和島 *	40.2	1927年7月22日

気象庁HPより

圧倒的なパンチ力

日常的に最高気温が高い

最高気温 (平年値 8月) 平均気温 (平年値 8月) 最低気温 (平年値 8月)

順位	地点	気温	順位	地点	気温	順位	地点	気温
1	岐阜県多治見	33.7	1	沖縄県石垣島	29.2	1	沖縄県石垣島	27.1
2		33.5	2		28.8	2	沖縄県那覇	26.6
3		33.4	3	沖縄県那覇	28.7	3	鹿児島県沖永良部	26.3
3		33.4	4	沖縄県名護	28.6	3	沖縄県宮古島	26.3
5		33.3	4	沖縄県久米島	28.6	5	沖縄県名護	26.2
6		33.2	4	沖縄県波照間	28.6	5	沖縄県伊原間	26.2
6	大分県日田	33.2	7	鹿児島県鹿児島	28.5	5	沖縄県与那国島	26.2
6	熊本県熊本	33.2	7	沖縄県宮古島	28.5	5	沖縄県波照間	26.2
9	愛媛県大洲	33.1	7	沖縄県伊原間	28.5	9	沖縄県久米島	26.1
10	岐阜県岐阜	33.0	7	沖縄県与那国島	28.5	10	沖縄県伊是名	26.0
10	熊本県岱明	33.0	11	鹿児島県名瀬	28.4	11	東京都父島	25.9

19	鹿児島県鹿児島	25.6
19	沖縄県南大東(南大東島)	25.6
21		25.4
21	高知県清水	25.4

気温と雨量の統計HPより

最高気温の高い方から (各地点の観測史上1位の値を使ってランキング)

順位	都道府県	地点	観測値	
			°C	起日
1	埼玉県	熊谷 *	41.1	2018年7月23日
2	岐阜県	美濃	41.0	2018年8月8日
〃	岐阜県	金山	41.0	2018年8月6日
〃	高知県	江川崎	41.0	2013年8月12日
5	岐阜県	多治見	40.9	2007年8月16日
6	新潟県	中条	40.8	2018年8月23日
〃	東京都	青梅	40.8	2018年7月23日
〃	山形県	山形 *	40.8	1933年7月25日
9	山梨県	甲府 *	40.7	2013年8月10日
10	和歌山県	かつらぎ	40.6	1994年8月8日
〃	静岡県	天竜	40.6	1994年8月4日
12	山梨県	勝沼	40.5	2013年8月10日
13	新潟県	三条	40.4	2018年8月23日
〃	埼玉県	越谷	40.4	2007年8月16日
15	愛知県	名古屋 *	40.3	2018年8月3日
〃	群馬県	館林	40.3	2007年8月16日
〃	群馬県	上里見	40.3	1998年7月4日
〃	愛知県	愛西	40.3	1994年8月5日
19	千葉県	牛久	40.2	2004年7月20日
〃	静岡県	佐久間	40.2	2001年7月24日
〃	愛媛県	宇和島 *	40.2	1927年7月22日

気象庁HPより

圧倒的なパンチ力

日常的に最高気温が高い

最高気温 (平年値 8月) 平均気温 (平年値 8月) 最低気温 (平年値 8月)

順位	地点	気温	順位	地点	気温	順位	地点	気温
1	岐阜県多治見	33.7	1	沖縄県石垣島	29.2	1	沖縄県石垣島	27.1
2	大阪府堺	33.5	2	大阪府大阪	28.8	2	沖縄県那覇	26.6
3	大阪府豊中	33.4	3	沖縄県那覇	28.7	3	鹿児島県沖永良部	26.3
3	大阪府大阪	33.4	4	沖縄県名護	28.6	3	沖縄県宮古島	26.3
5	京都府京都	33.3	4	沖縄県久米島	28.6	5	沖縄県名護	26.2
6	大阪府枚方	33.2	4	沖縄県波照間	28.6	5	沖縄県伊原間	26.2
6	大分県日田	33.2	7	鹿児島県鹿児島	28.5	5	沖縄県与那国島	26.2
6	熊本県熊本	33.2	7	沖縄県宮古島	28.5	5	沖縄県波照間	26.2
9	愛媛県大洲	33.1	7	沖縄県伊原間	28.5	9	沖縄県久米島	26.1
10	岐阜県岐阜	33.0	7	沖縄県与那国島	28.5	10	沖縄県伊是名	26.0
10	熊本県岱明	33.0	11	鹿児島県名瀬	28.4	11	東京都父島	25.9

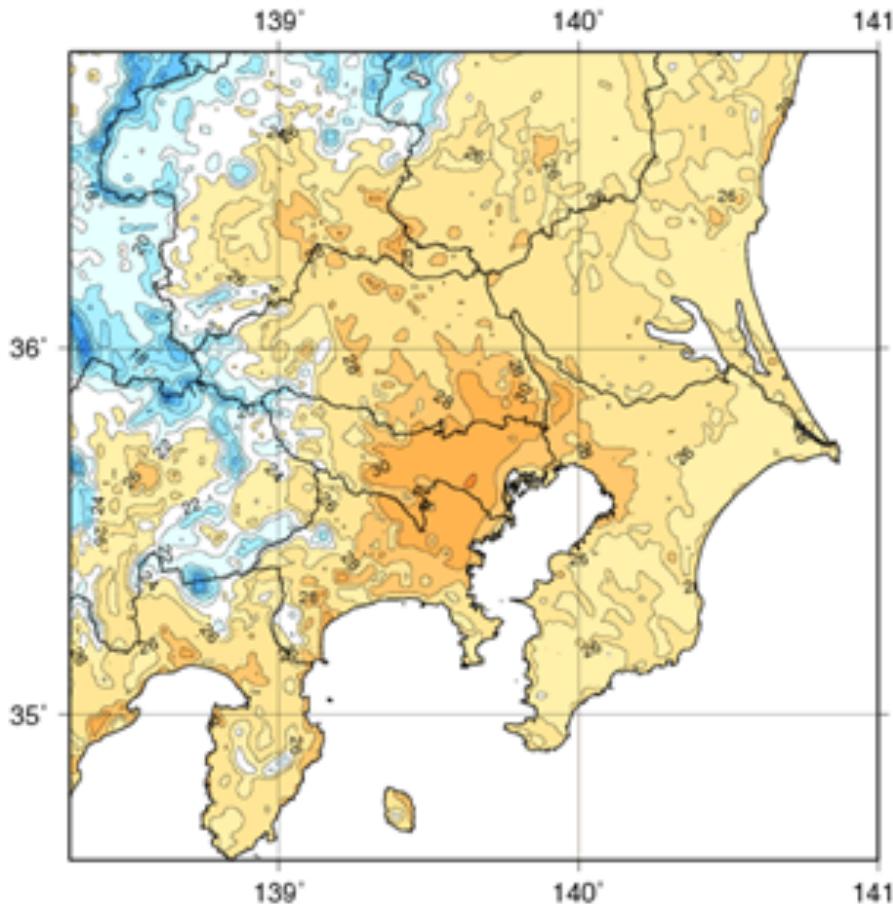
日常的に最高・最低気温が高く、平均気温も高い

19	鹿児島県鹿児島	25.6
19	沖縄県南大東(南大東島)	25.6
21	大阪府大阪	25.4
21	高知県清水	25.4

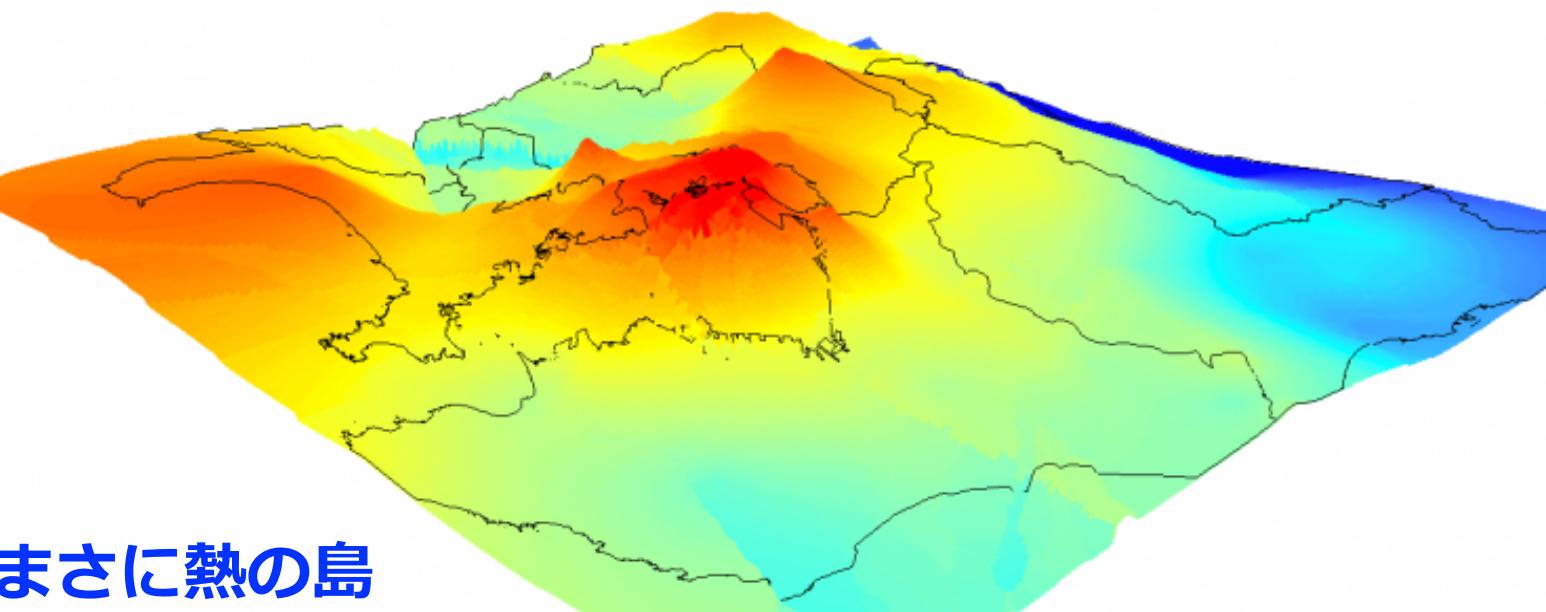
気温と雨量の統計HPより

# 都市はなぜ暑い？ →ヒートアイランド（熱の島）

2013/08/11-05JST

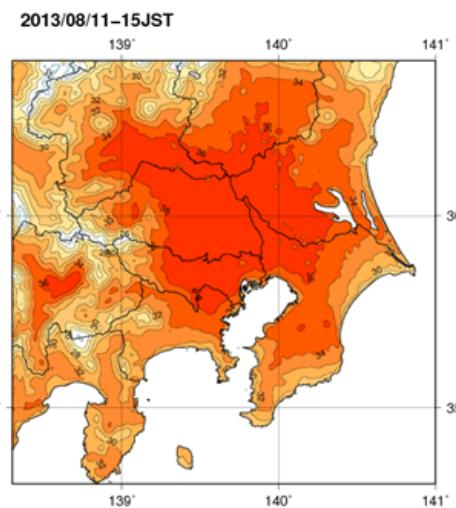


気象庁HPより

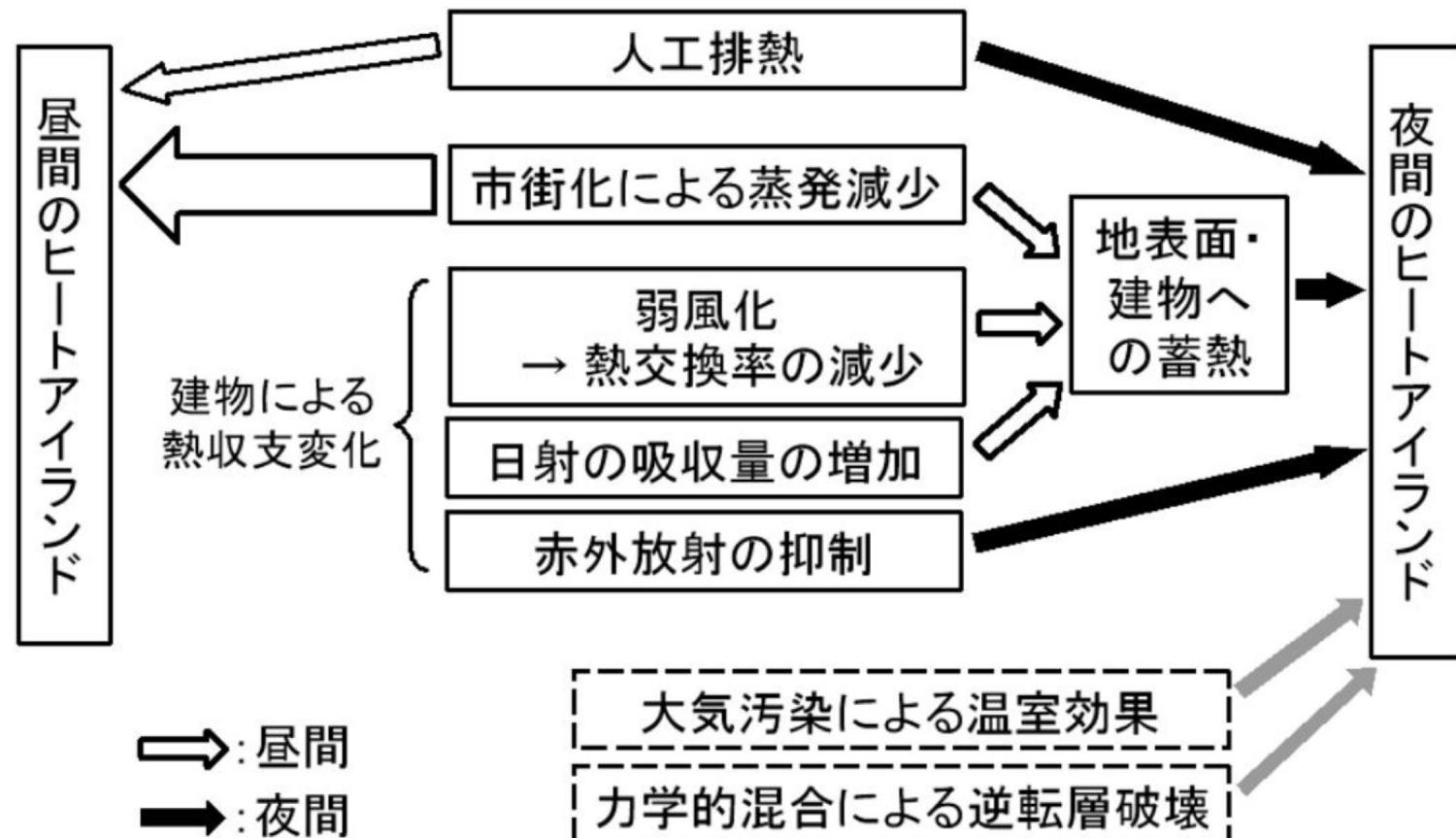


埼玉県環境科学国際センターHPより

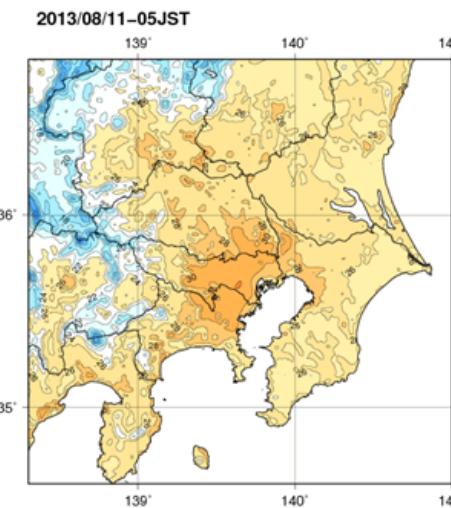
# 都市はなぜ暑い？ →ヒートアイランド（熱の島）



気象庁HPより

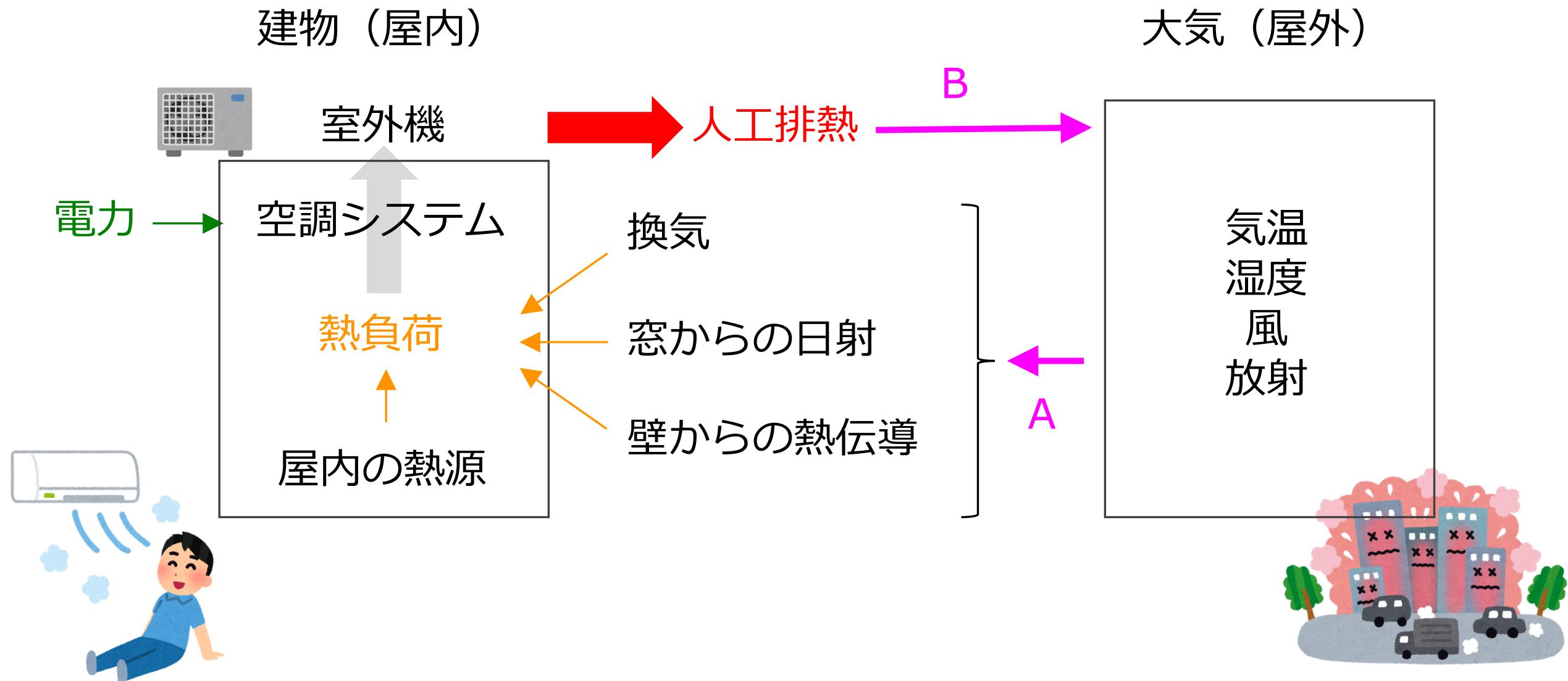


藤部（2007）天気

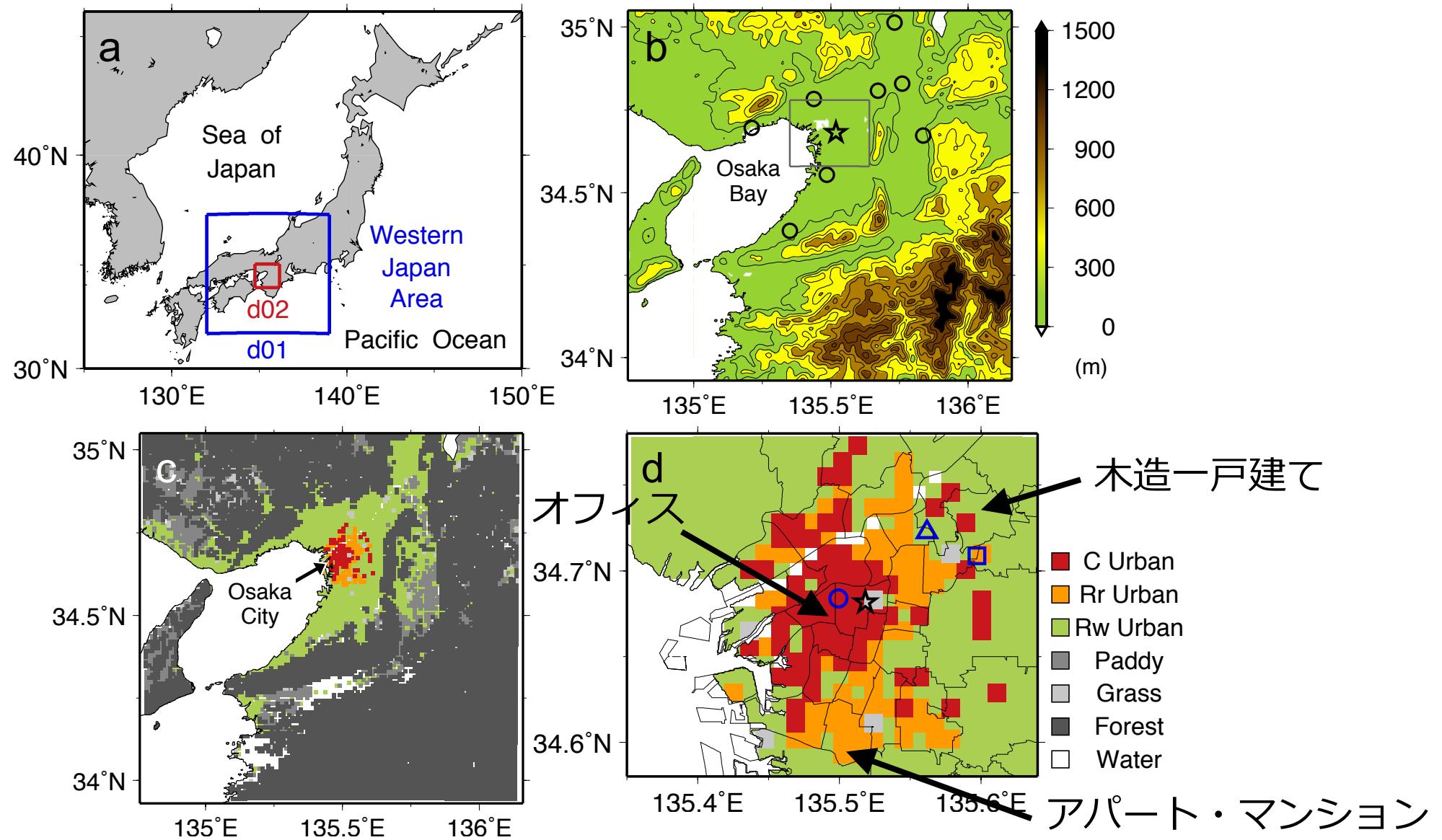


ヒートアイランドは昼間と夜間で違う表情を見せる

# ヒートアイランドと人間活動（エアコン使用）の悪循環<sup>79</sup>

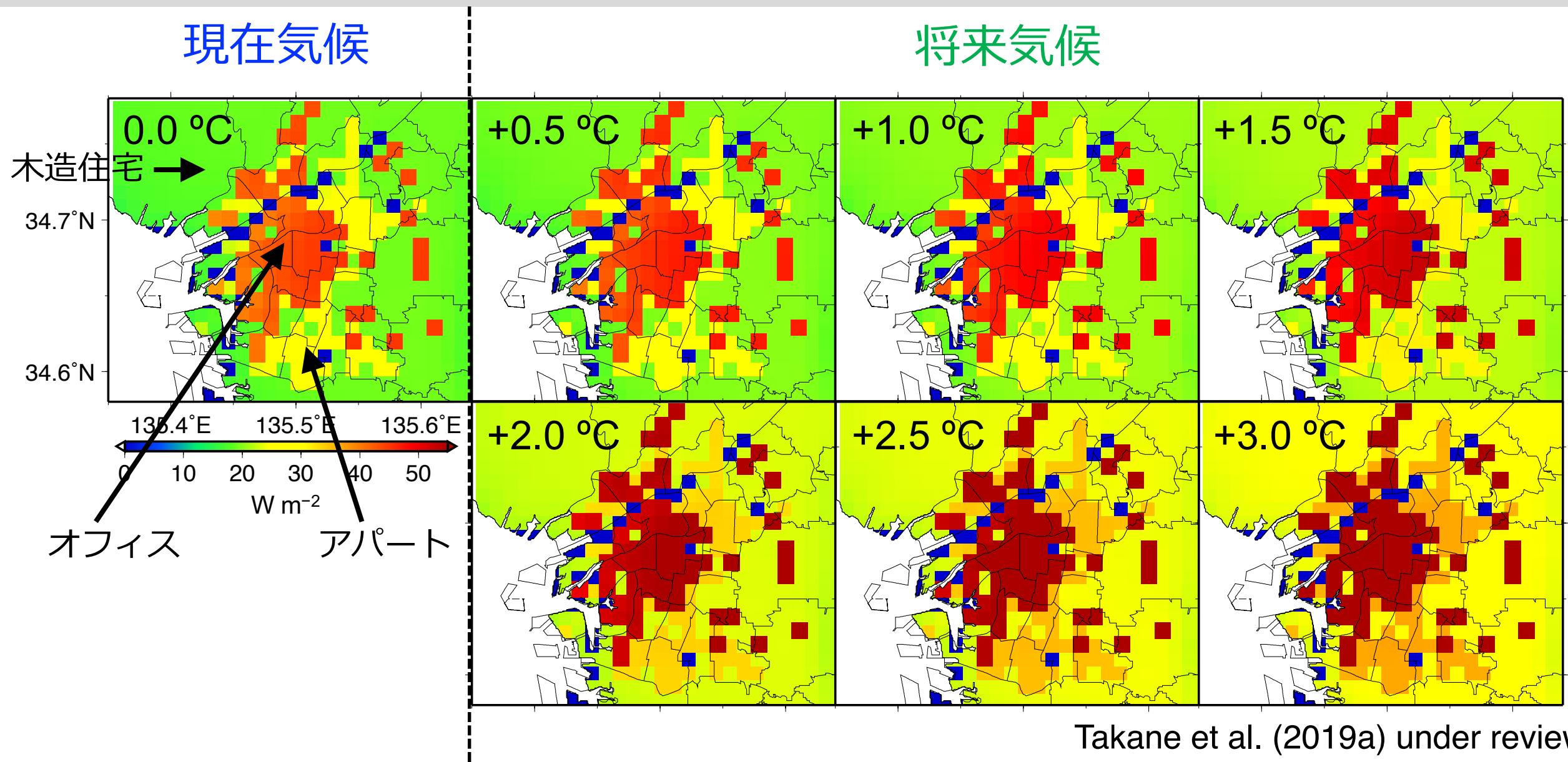


# 大阪市 (人口約2,000万人)



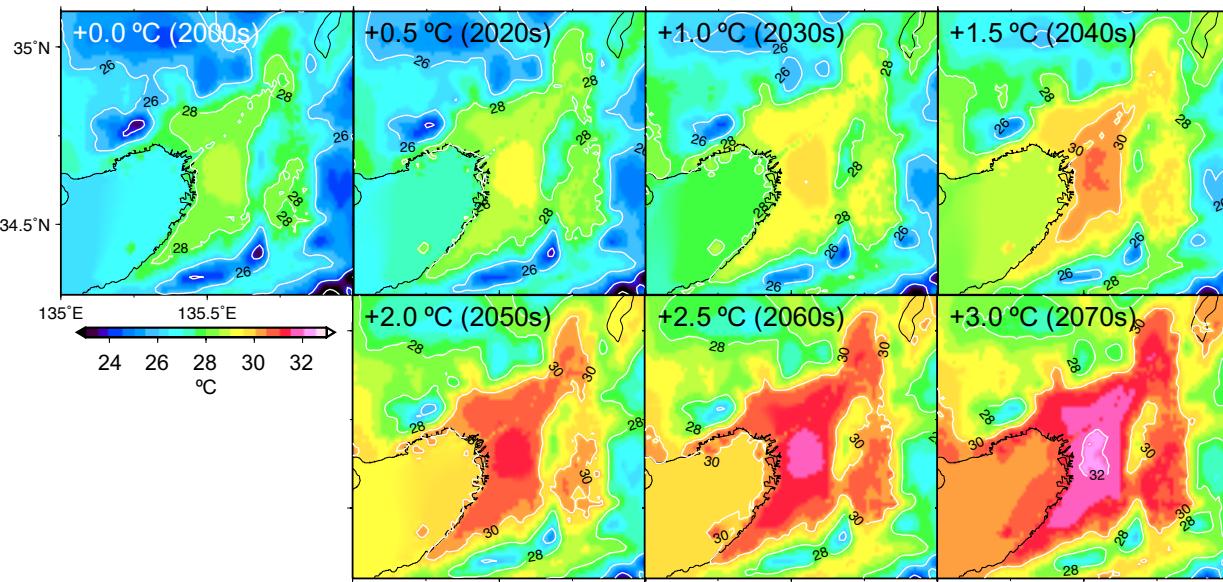


# 地球温暖化に伴い人工排熱が増加（14時の結果）

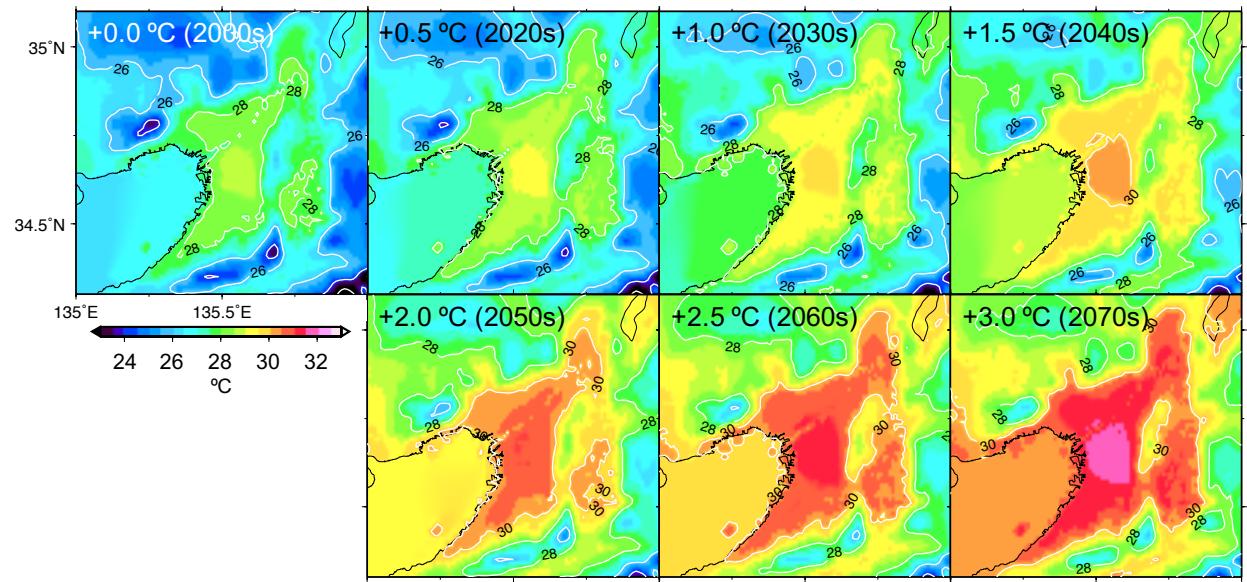


# 地球温暖化に伴い都市も温暖化

熱汚染有り

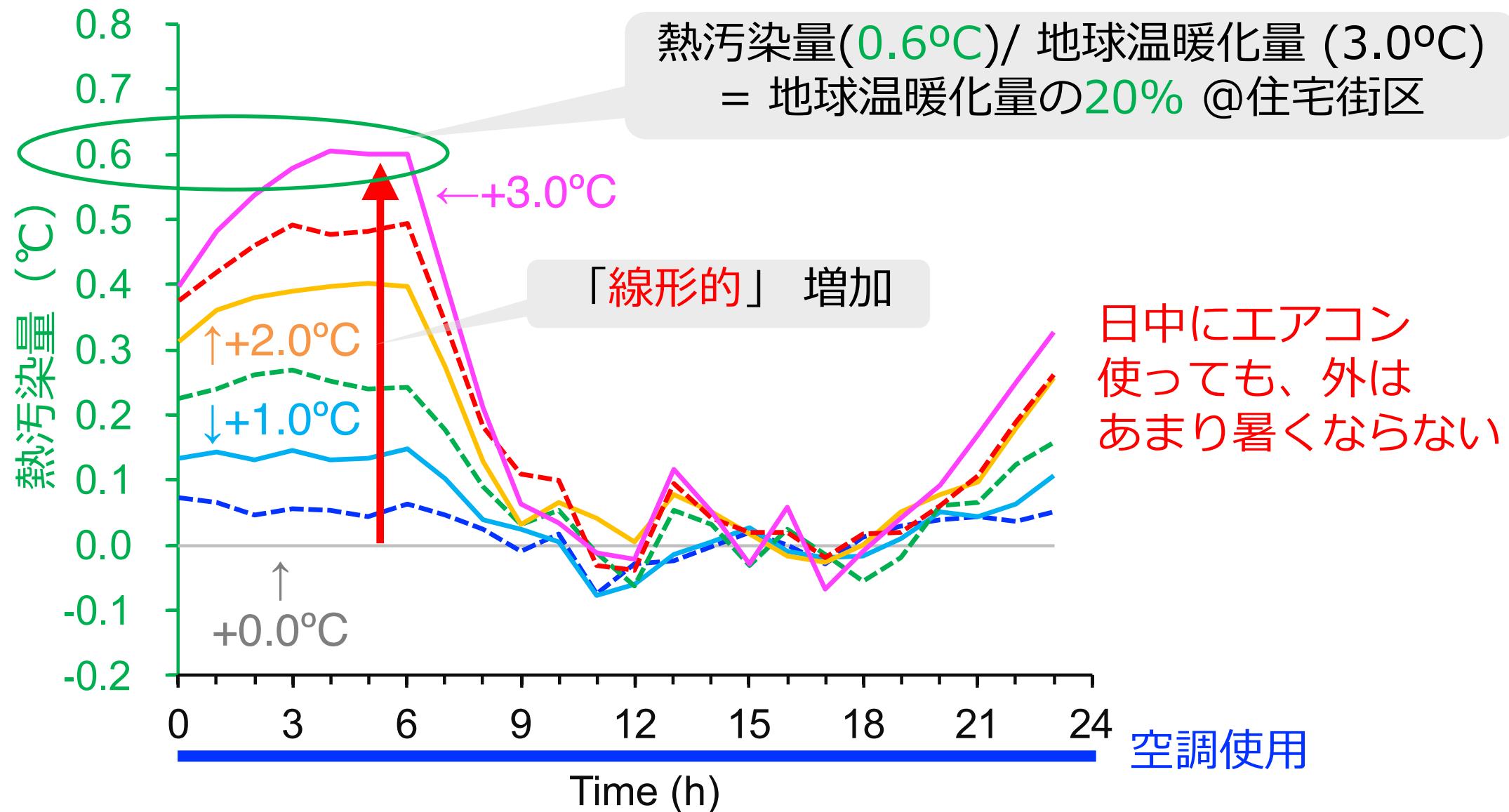


人工排熱（熱汚染）なし



都市温暖化量の違い = 热汚染量

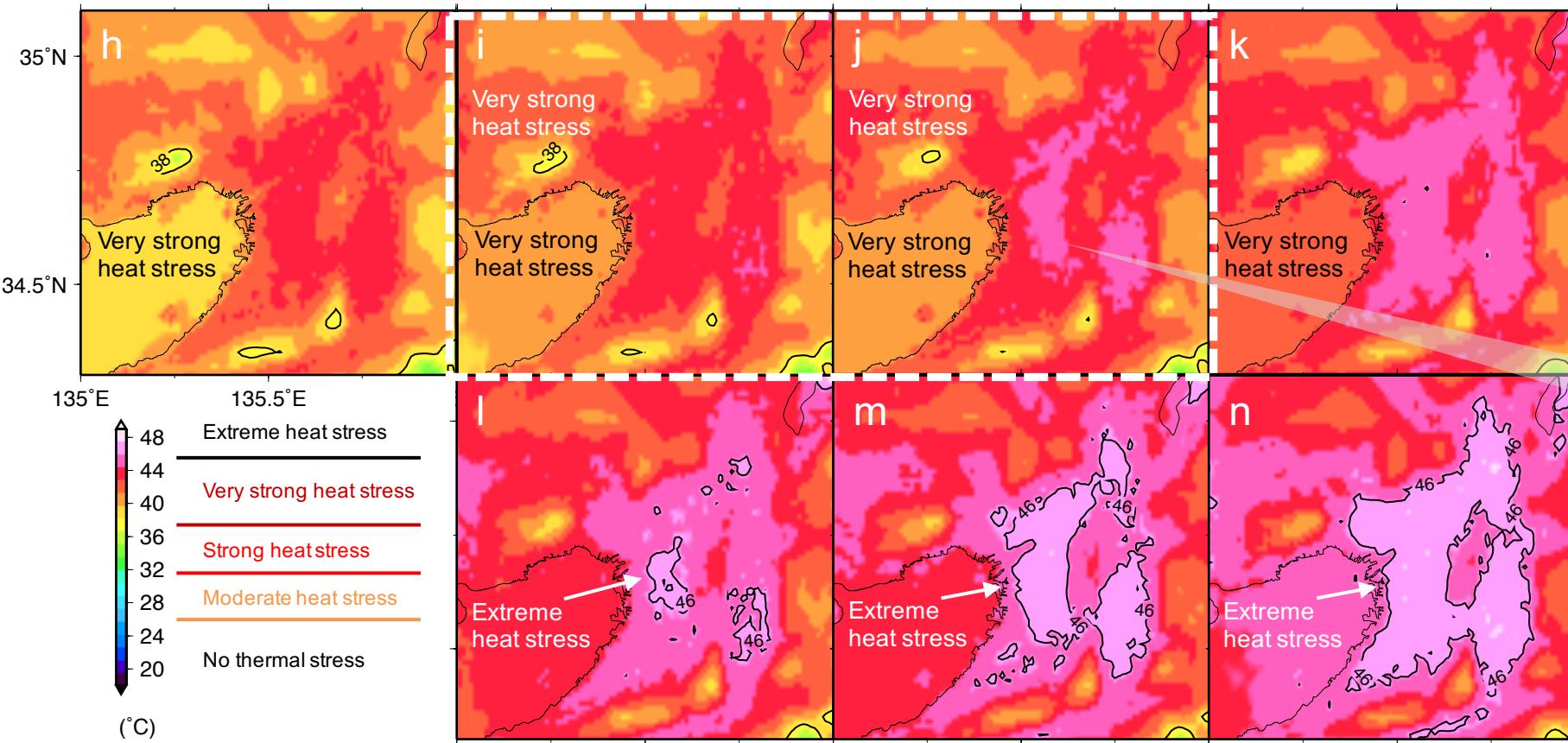
# 熱汚染量は最大0.6°C



# 熱ストレスがやばい！

8月の12時平均

UTCI、というWBGTよりも複雑な指標



Increase in core temperature at 30 min

# まとめ

問題①：熊谷と多治見はなぜ暑いのでしょうか？

解答：どちらも特殊な風：「**地表面加熱を伴うフェーン**」の（教科書に載っているフェーン現象ではない！）がダメ押しになっています。「都市から熱が運ばれて高温になる仮説」はすごく怪しいです。

問題②：熊谷と多治見、どっちが暑いでしょうか？

解答：**どっちも暑いですが、性質が異なります。**手数が少ないが日本一のハードパンチャー熊谷選手と手数が多くかつそこそこのハードパンチャー多治見選手。

質問③：熊谷と多治見以外にも暑い場所があるでしょうか？

解答：**大阪がとても暑いです（総合力No.1？）。**要因としてはヒートアイランドが考えられます。エアコンを使用すると大阪がさらに暑くなりますが、**健康のため使用を控えることはやめた方がよいでしょう。**技術発展に期待しましょう（そのために科学を応援してください）。

# もっと詳しく知りたい方は...

安全工学会（JSSE）

## 安全工学会

Japan Society for safety Engineering

### 「気象災害」特集記事 今なら無料で読めます

- ホーム
- 本会案内
- 最新情報
- 掲示板・記事
- 行事
- 出版物
  - 会誌「安全工学」
  - 会誌「安全工学」特集号
  - 年間購読
  - 刊行物
  - その他刊行物
- 「気象災害」特集・小特集の公開にあたって
- 安全工学会では、昨年の12月（No.6）及び今年の2月（No.1）発行の『安全工学』誌で、「気象災害」の特集を組みました。西日本豪雨（平成30年7月豪雨）災害や、長引く異常な豪雨にあたって、半年余の時間差は生じておりますが、諸般の活動に少しでも貢献することを願い、安全工学会ホームページを通じて期間限定で公開いたします。
- 学会著作物の転載許諾

**■ 気象災害 特集号 2017年12月発行 Vol.56 No.6 (321) 目次**

文献番号	表題	著者名(敬称略)
566408	「気象災害」特集にあたって	三隅 良平
566409	近年の気象災害の様相と問題点	三隅 良平
566416	気象災害への危機意識を伝えるための気象庁・気象台の取り組み	倉内 利浩
566424	気象・災害情報に対する住民の受容性について	本間 基寛
566430	都市のヒートアイランド現象と猛暑	常松 展充
566439	擬似温暖化実験による台風強度に関する将来予測技術について	吉野 純
566447	わが国で発生する豪雨災害の特徴と洪水により被災した住宅地の土地利用変遷	山本 晴彦
566455	局地的大雨のメカニズムと予測技術	加藤 実平
566463	降雨に伴う土砂災害発生メカニズムとその予測手法	榎上 徹
566470	2015年鬼怒川水害の外力に対する被災地関係主体の初動応答	坂本 貴啓
566475	気象災害予測のための最新のレーダー技術	足立 透
566482	竜巻の発生メカニズムと事例	下瀬 健一

**■ 気象災害 小特集号 2018年2月発行 Vol.57 No.1 (322) 目次**

文献番号	表題	著者名(敬称略)
571009	日本における地域スケールの猛暑	高根 雄也
571015	近年の河川堤防被害状況と堤防強化技術	二瓶 実輔
571022	平成26年8月20日広島豪雨における土砂災害現象について	土志田 正二

### 気象分野外のプロ向けの文章（解説）

総 説 小特集：気象災害

#### 日本における地域スケールの猛暑

高根 雄也 †

近年、気候変動に関連し世界中で猛暑が頻発しており、これらの猛暑の発生頻度は今後ますます増加すると予測されている。猛暑は人間健康や電力需要、農業等へ悪影響をもたらすため、これらの具体的な対策を立てる必要がある。そのためには猛暑の特徴を理解することが望ましい、そこで本稿では近年国内で発生した地域スケールの猛暑の特徴について解説する。

キーワード：猛暑、フェーン、山岳、都市、将来予測

**1. はじめに**

近年、気候変動に関連し世界中で猛暑（熱波）が頻発している<sup>1)</sup>。例えば、2003年の夏にはヨーロッパで熱波が発生し、世界保健機関（WHO: World Health Organization）<sup>2)</sup>によるとその影響による死者はフランス、ポルトガル、イタリアだけでも15 000人を超えた<sup>3)</sup>。また、2016年6月にはインドで50°Cを超える熱波も発生した。IPCC<sup>4)</sup>によると今後も地球の平均気温は上昇し、これら高溫の発生数はさらに増加すると予測されている。

こうした傾向は国内でも例外ではない。上記の例とは現象のスケールが異なるものの、国内でも過去に日最高気温が35°C以上となる地域スケール<sup>5)</sup>の高温<sup>6)</sup>が頻繁に発生しており、これらの猛暑の日数は過去に比べて上昇傾向にあることがわかっている<sup>4), 5)</sup>。この上昇傾向の原因は主に気候変動と都市化だと考えられている。このような気温上昇傾向の中、2007年8月16日には埼玉県熊谷市と岐阜県多治見市において、ともに当時の日最高気温の記録を74年ぶりに更新する40.9°Cを観測した。また、2013年には高知県四万十市でこれらの最高気温の記録をさらに更新する41.0°Cが観測された（表1）。これら国内の記録的な猛暑に関しては社会的関心も高く、猛暑が発生した場合には連日のように報道される。世間では猛暑の発生要因についてさまざまに言及されるが、その言及された要因についてこれまであまり科学的に根拠のある説明はなされてこなかった。しかし近年、観測データの充実や領域気象モデルの普及に伴い詳細な解析が行われるようになり、徐々にその要因が明らかになりつつある。

本稿では、日本において地域スケールで発生した高温に関して、著者らがその特徴を調べた結果を中心に、その結果を解説する。第2章では、記録的な猛暑の特徴を国内でも暑い町として知られている埼玉県熊谷市と岐阜県多治見市を例に解説する。第3章では、日本の都市圏における猛暑の将来予測の結果について解説する。熊谷市や多治見市等で発生する猛暑の特徴は必ずしもそのまま世界で発生する猛暑に適用できる結果ではない上、本解説は主に理学的視点に基づくものではあるが、著者の専門と紙面の都合を考慮した結果であることをご了承いただきたい。国内では注目度

\*1 例えば関東平野のようにある地域に限定される現象のスケールのことを目指す。気象学では新規メソスケールに相当する。

\*2 本稿ではこの高温のことを単に猛暑と呼び、明確に定義しないが、気象庁が定義している猛暑日（日最高気温が35°C以上の日）のような高温をイメージしていただけで差し支えない。

\*3 本稿ではこの高温のことを単に猛暑と呼び、明確に定義しないが、気象庁が定義している猛暑日（日最高気温が35°C以上の日）のような高温をイメージしていただけで差し支えない。

\*4 本稿ではこの高温のことを単に猛暑と呼び、明確に定義しないが、気象庁が定義している猛暑日（日最高気温が35°C以上の日）のような高温をイメージしていただけで差し支えない。

\*5 本稿ではこの高温のことを単に猛暑と呼び、明確に定義しないが、気象庁が定義している猛暑日（日最高気温が35°C以上の日）のような高温をイメージしていただけで差し支えない。

\*6 本稿ではこの高温のことを単に猛暑と呼び、明確に定義しないが、気象庁が定義している猛暑日（日最高気温が35°C以上の日）のような高温をイメージしていただけで差し支えない。

† 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 環境管理研究部門：〒305-8569 埼玉県比企郡小川町大字小川16-1 産総研つくばセンター西事業所  
E-mail : takane.yuya@aist.go.jp

Vol.57 No.1 (2018)

高根 (2018) 安全工学

# 謝辞

- ・ 日下博幸教授@筑波大学とチーム多治見メンバー（熊谷と多治見の研究）
  - ・ 多治見市・筑波大学計算科学研究センターの連携協定
  - ・ 産総研 大気環境動態評価研究グループメンバー
  - ・ 科学研究費補助金 若手研究（A）
  - ・ 日本学術振興会 海外特別研究員
- 
- ・ 日本気象学会 教育と普及委員会
  - ・ 日本気象予報士会
  - ・ 埼玉県環境科学国際センター

# Any question?

何か質問等ありましたら、ご連絡ください。

高根雄也

E-mail: [takane.yuya@aist.go.jp](mailto:takane.yuya@aist.go.jp)  
Twitter: [@uya\\_takane](https://twitter.com/uya_takane)

※この資料は2019年8月7日開催の  
気象サイエンスカフェ in さいたまで行った  
講演資料を修正したものです。