

基礎 8 気温の変動 指導資料

1 目的

過去の気象観測データから、数十年～百年のオーダーでの気温の変動の様子を確かめ、温暖化と都市化の影響を考える。

2 中学校までの既習事項

中学では、気温を天気との関係、特に前線の通過に伴う変化という点から扱っているが、経年変化については扱っていない。ただし「自然環境の調査と環境保全」の中で触れるものの一つに地球温暖化が挙げられており、地球温暖化についての学習や記録・資料を使った調べ学習に取り組んだ経験を持つ生徒もいるかもしれない。

3 実習間のつながり

直接的につながる実習はないが、気象分野を一通り学び、気象と人間の活動との関わりへと展開する際に行うと良い。本実習では過去 120 年間（実習 C はデータの関係上過去 80 年間）の気温変動について見る中で、地球全体の温暖化とヒートアイランド現象を識別し、東京の著しい気温の上昇はヒートアイランドの要素が大きいことを理解させたい。

4 準備するもの

定規（本体が透き通ったものがよい）

5 実習の所要時間

実習 A 10 分程度、 実習 B 15 分程度、 実習 C・まとめ 20～25 分程度

6 実習上の留意点

実習 A では、世界の年平均気温偏差の変動の様子から、温暖化を読み取るものである。気温偏差の変動グラフにその傾向を表す直線（近似線）を引かせることで、全体の傾向をつかみやすくする。ばらつくデータを近似線でグラフ全体に定規を当てて動かしながら、全体の傾きと合い、直線の上下にほぼ同じように山が入る位置が見つかったら、直線を引くと良い。

実習 B は、東京と銚子の気温変化の様子を読み取り、比べるものである。これもそれぞれ傾向を表す直線を引かせることで、全体の傾向をつかみやすくする。120 年間の変動量は大きく違っているが、各年の上昇・低下の様子は共通する点も押さえない。これは両都市が関東平野という同一の気象圏の中にあることを示している。一方、変動量の違いでは、銚子がほぼ世界平均並みなのに対し、東京の気温変動は、実習 A で確認した地球平均の温暖化を大きく上回る点に注目させたい

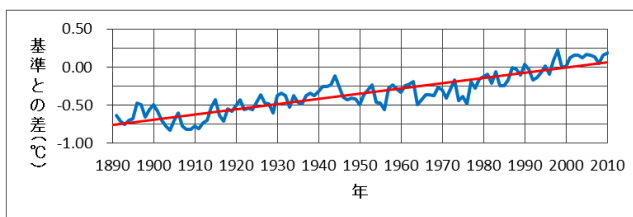
実習 C では、東京と銚子について、「最高気温が 0℃未満の日（冬日）」と「最低気温が 25℃以上の日（ほぼ熱帯夜に相当）」の日数の変化を読み取り、比べるものである。冬日の減少も“熱帯夜”の増加も、熱が逃げにくくなり、夜間に冷え切らなくなってきたことを示している点を指摘し、ヒートアイランドの原因について考えさせると、人間による熱の発生以外の原因に気づきやすい。東京では早くから、銚子では最近になって影響が目立ち始めていることから、ヒートアイランドの範囲が広がってきていることもわかる。

7 解答・解説

実習 A

- (1) 右図の通り。
- (2) 全体として、徐々に気温が上昇する傾向にある（気象庁によれば、100 年間に 0.68℃の上昇傾向）。もう少し詳しく見ると、次のように 4 つの局面になるように思われる。

- ① 1891 年～1910 年ごろ低下傾向
- ② 1910 年代～1940 年代初めは上昇傾向
- ③ 1940 年代半ば～1970 年代半ばはほぼ横ばい
- ④ 1970 年代後半～現在は上昇傾向

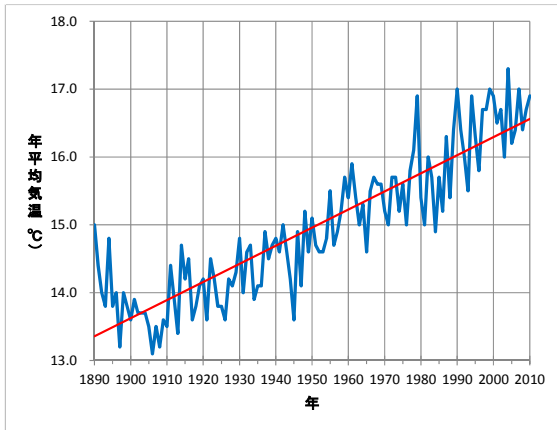


実習 A 解答：世界の年平均気温偏差の変化の近似線

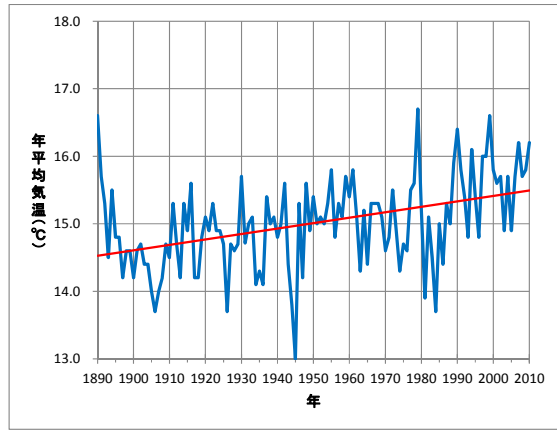
- (3) 1891年が-0.75、2010年が0.05として、
 $0.05 - (-0.75) = 0.8$ 答：0.8°C

実習B

- (1) 下の図の通り。
 (2) 東京 3.2°C程度 銚子 0.9°C程度



東京



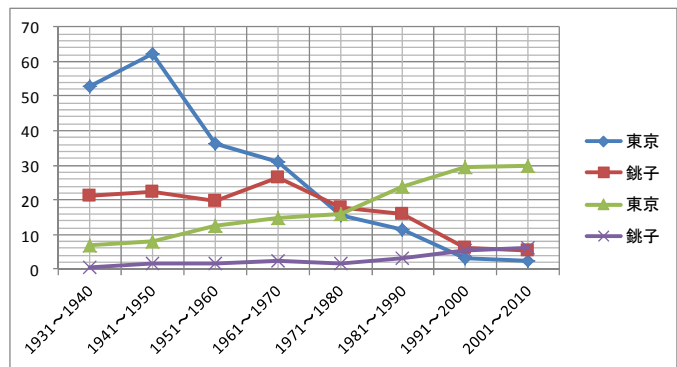
銚子

- (3) 上がった年 東京 1979年 銚子 1979年
 下がった年 東京 1945年 銚子 1945年
- (4) 気温の上下変動の様子(山の位置)が同じである。全体としては、気温が上昇する傾向にある。
- (5) 東京は気温が大きく上昇する傾向を示すが、銚子は気温上昇がそれほど大きくない。
- (6) 東京の気温の上昇率は、120年間で3.2°C程度と世界の平均を大きく上回る。また、世界の平均では上昇傾向が停滞している時期(1940年代半ば~1970年代半ば)もあり影響がなく、上昇を続けている。一方、銚子の気温の上昇率は、120年間で0.9°C程度とほぼ世界平均並である。
- また、東京と銚子では気温の上昇・低下がきれいに連動しているが、世界平均とは必ずしも一致しないこともわかる。

実習C

作業 右図の通り。

- (1) 共通点：どちらも冬日の日数が減少し、最低気温25°C以上の日数が増加している。
 相違点：東京は1950年代以降大きく変化しているが、銚子では1990年代以降変化が目立つようになる。銚子は冬日はかなり減少したが、最低気温25°C以上の日数は大きくは増えていない。
- (2) 東京は人口密集地の中央にあって、人間が気温に与える影響が大きい。銚子は太平洋に面しており、海によって気温変化が小さく抑えられていると考えられる。
- (3) 東京は、都市化の影響を強く受け、ヒートアイランド現象が起きていると考えられる。



作業解答：東京・銚子の冬日・“熱帯夜”の変化

- (3) 東京は、都市化の影響を強く受け、ヒートアイランド現象が起きていると考えられる。
 ヒートアイランド現象の原因としては、① 人間の活動(生活・生産)による大量の熱放出、② 大気汚染物質による温室効果、③ 高い建築物の凹凸による熱吸収割合の増加、④ 地面が舗装道路やビルなど、水を通さないもので覆われ、緑も少ないために、水の蒸発によって熱を逃がす作用が弱い、などが挙げられる。

8 補足

●世界の平均気温偏差

実習Aでは気象庁が公表している「世界の平均気温偏差」のデータを使っている。赤道付近の熱帯から極地近くの寒帯まである中でどのように世界平均を算出しているのだろうか。気象庁によれば、おおよそ以下のようなものである。

データは世界各地の陸域の観測データと海面水温解析データ(COBE-SST)を利用している。

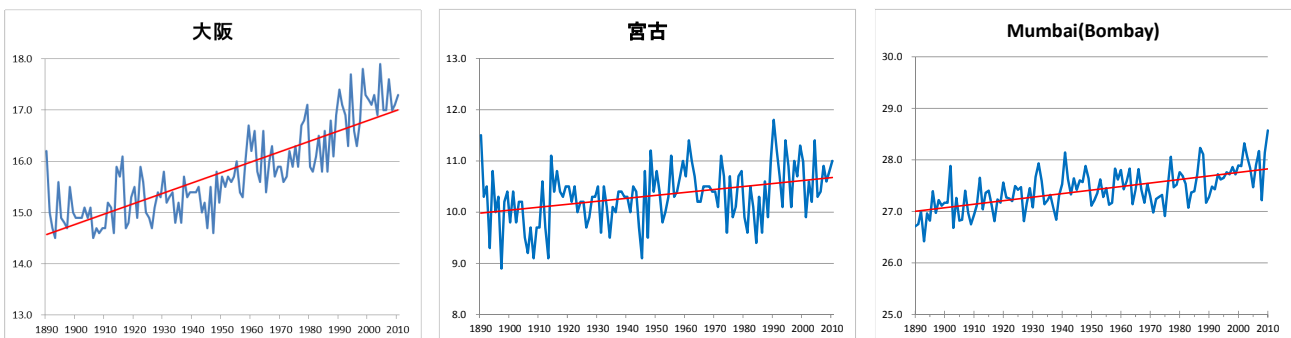
- ① 地球上を緯度方向 5° 、経度方向 5° の格子に分け、各格子の月平均気温の偏差を算出する。偏差は平均気温から1971～2000の30年平均値を引いたもの。
- ② ①に緯度による面積の違いを考慮した重みを付け、世界全体について平均する。
- ③ 1981～2010の30年間の世界平均と、1971～2000の30年間の世界平均との差を②から差し引き、その月の世界の月平均気温の偏差とする。
- ④ ③を年で平均し、それを世界の年平均気温偏差とする。

実測値でなく偏差を使うのは、① 実測値では地点による差が大きく、どの地点を選ぶかによって異なる値になってしまうなど、正確な見積りが難しい、② 気候変動の監視を目的としているため、気温が平均的な値からどの程度離れているかという偏差の方が重要である、という理由による。

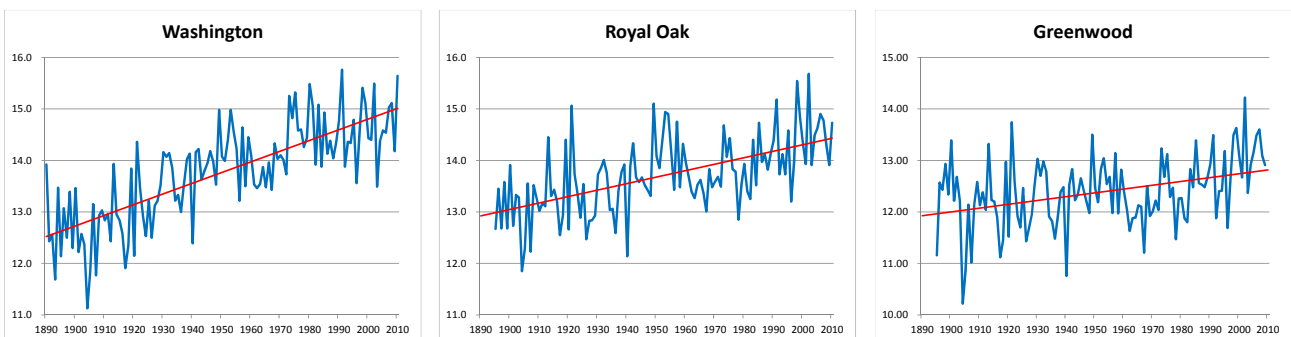
●ヒートアイランド

ヒートアイランド現象は世界各地の大都市域で見られ、東京と同様に気温の上昇率は大きい。下に大阪（人口2,779,000人）と宮古（人口62,000人）の年平均気温を示す。大阪自体も大都市だが、神戸・京都、さらに名古屋など中京地区の大都市も近く、120年間で 2.4°C と大きな上昇率を示している。ただし東京が1910年代以降上昇傾向なのに対し、1950年代以降に目立つようになる点で相違が見られる。一方、近くに大都市がなく太平洋に面した宮古では120年間で 0.7°C と上昇率は小さく、対照的である。

また、熱帯に位置するインドのムンバイ（ボンベイ：人口5,910,000人）は大都市だが、あまり目立たない。これは、東京と銚子の冬日・“熱帯夜”で見たように、温度が下がるべき時（冬季・明け方）に熱が逃げにくいことが、ヒートアイランドの大きな要因であることを示していると思われる。



ヒートアイランドの影響は都心で強く郊外へ行くほど弱くなる。東京と銚子の関係がちょうどそうであろう。同様の関係は世界でも見られる。下に示したのはアメリカ東海岸のワシントン（人口3,734,000人）、チェサピーク湾をはさんで東に約70km離れたロイヤル・オーク（人口10,000人未満）、チェサピーク湾対岸の半島内で東に約135km離れたグリーンウッド（人口10,000人未満）の年平均気温の変化である。中心部のワシントンからグリーンウッドへと気温の上昇率が小さくなっているのがわかる。



●参考文献・サイト

- ・世界の年平均気温偏差：気象庁 http://www.data.kishou.go.jp/db/cpdinfo/database_temp.html
- ・日本の気温データ：気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- ・世界の気温データ：アメリカ航空宇宙局 ゴダード宇宙科学研究所（NASA GISS）
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp>
- ・「ヒートアイランド」尾島俊雄（2002）東洋経済新報社
- ・「日本の風土」松井 健・小川 肇編・著（1987）平凡社・カラーシリーズ日本の自然 2