

オーロラと太陽の活動に関係性はあるのか

研究動機

- ・ オーロラの発生する理由が太陽にあることを知り
オーロラと太陽の間には相関性があるのではないかと
思った
- ・ 相関性がわかればいつオーロラが出るか予想でき、
オーロラを見に行く人たちの助けになると思った

オーロラについて

- ・ 地上から100～500kmの、電離圏というところで光っている
- ・ 高緯度ほど見られるというわけではなくオーロラ帯またはオーロラベルトと呼ばれる場所で見ることが出来る(地磁気緯度、約65～75度の場所)太陽風は磁力線にそって地球に流れ込むため

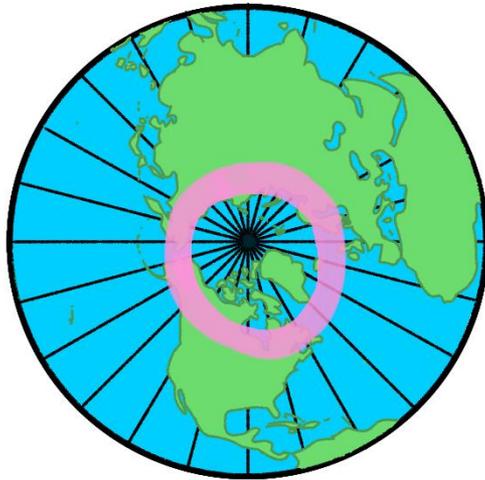


図1 北半球のオーロラ帯

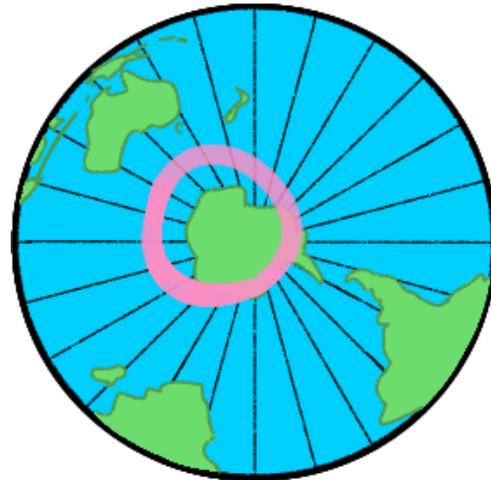


図2 南半球のオーロラ帯

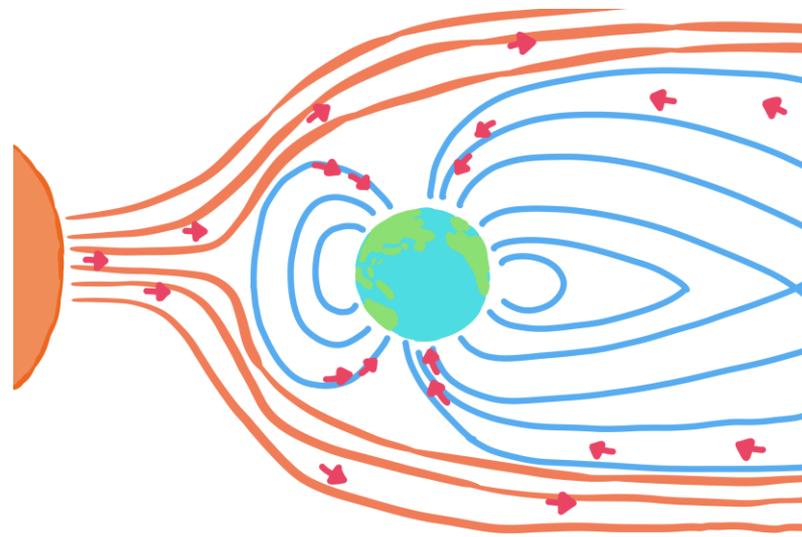


図3 太陽風と地球の
磁力線の様子

オーロラの発光原理

- ・ オーロラとは太陽風と呼ばれる太陽から放出されたプラズマの流れが極地の大気と衝突して発する光のこと
- ・ 大きな太陽フレアが起きたときやコロナホールから高速の太陽風がふきだす
↓
- ・ 太陽の活動とオーロラの関係性を調べるためには太陽フレアかコロナホールについて調べる必要がある

黒点相対数

- ・ 黒点相対数とは太陽全面に現れる黒点による太陽活動を表す指標
- ・ 11年周期で増減を繰り返している

$R = k(10g + s)$ で求められる。

R: 黒点相対数

k: 観測方法、観測装置性能など観測者の個差を補正するための係数

g: 黒点群数

S: 全黒点数

2000年～2018年一か月ごとの平均



図5 黒点相対数の折れ線グラフ

国立天文台の三鷹太陽観測施設で観測された黒点相対数のデータをExcelでグラフにした。
提供 国立天文台

AE指数について

- AEとはAuroral Electrojetの略
- AE指数は右の絵にあるオーロラの観測される12の観測所の平均的な地磁気変動量から出した地磁気変動指数のこと
- オーロラの活動度を示す指標として利用されている
- 数値が高いほうがオーロラが出ている

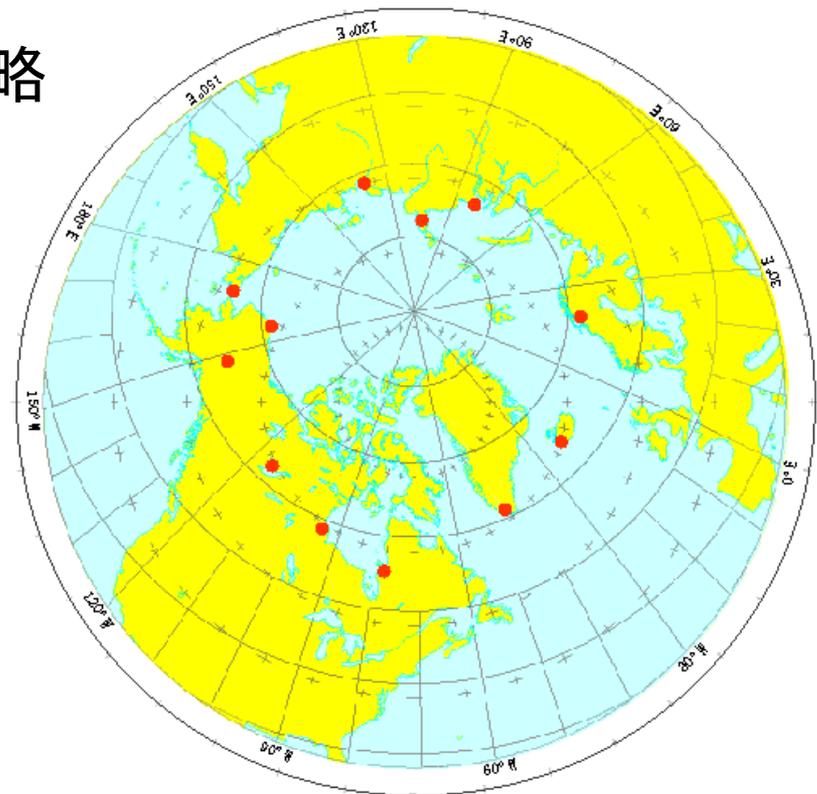
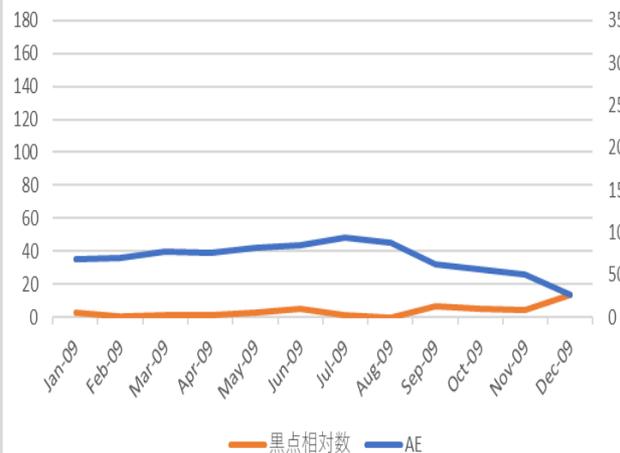


図6 AE指数の観測所
提供 京都大学大学院理学研究科附属
地磁気世界資料解析センター

2000年黒点相対数とAE指数



2009年黒点相対数とAE指数



2011年黒点相対数とAE指数



図7 2000年の黒点相対数とAE指数の折れ線グラフ

図8 2009年の黒点相対数とAE指数の折れ線グラフ

図9 2011年の黒点相対数とAE指数の折れ線グラフ

縦軸左:黒点相対数 縦軸右:AE指数

- ・ 一番黒点相対数が高い2000年のAE指数が高い
- ・ その次に黒点相対数が高い2011年のAE指数がその次に高い
- ・ 一番黒点相対数が低い2009年が最もAE指数が少ない
- ・ 黒点相対数が低いのにAE指数が高いときがあり、黒点相対数が高いのにAE指数が低いときもある

○相関係数とは

- 相関関係の強さを表す指標の一つ
- 相関係数は0から1の値になる
- 0に近いほど相関が弱く、1に近いほど相関が強い

○散布図から見える相関関係

- 散布図とは縦軸と横軸に一つずつ要素をとり、ふたつの要素の関係性を示すもの

〈散布図が右肩上がり〉

- 一方の値が増加すればもう一方の値も増加する傾向にあることが分かる
- 正の相関という

〈散布図が右肩下がり〉

- 一方の値が増加したときもう一方の値は減少する傾向にあることが分かる
- 負の相関という

2000年、2009年、2011年の相関係数

黒点相対数

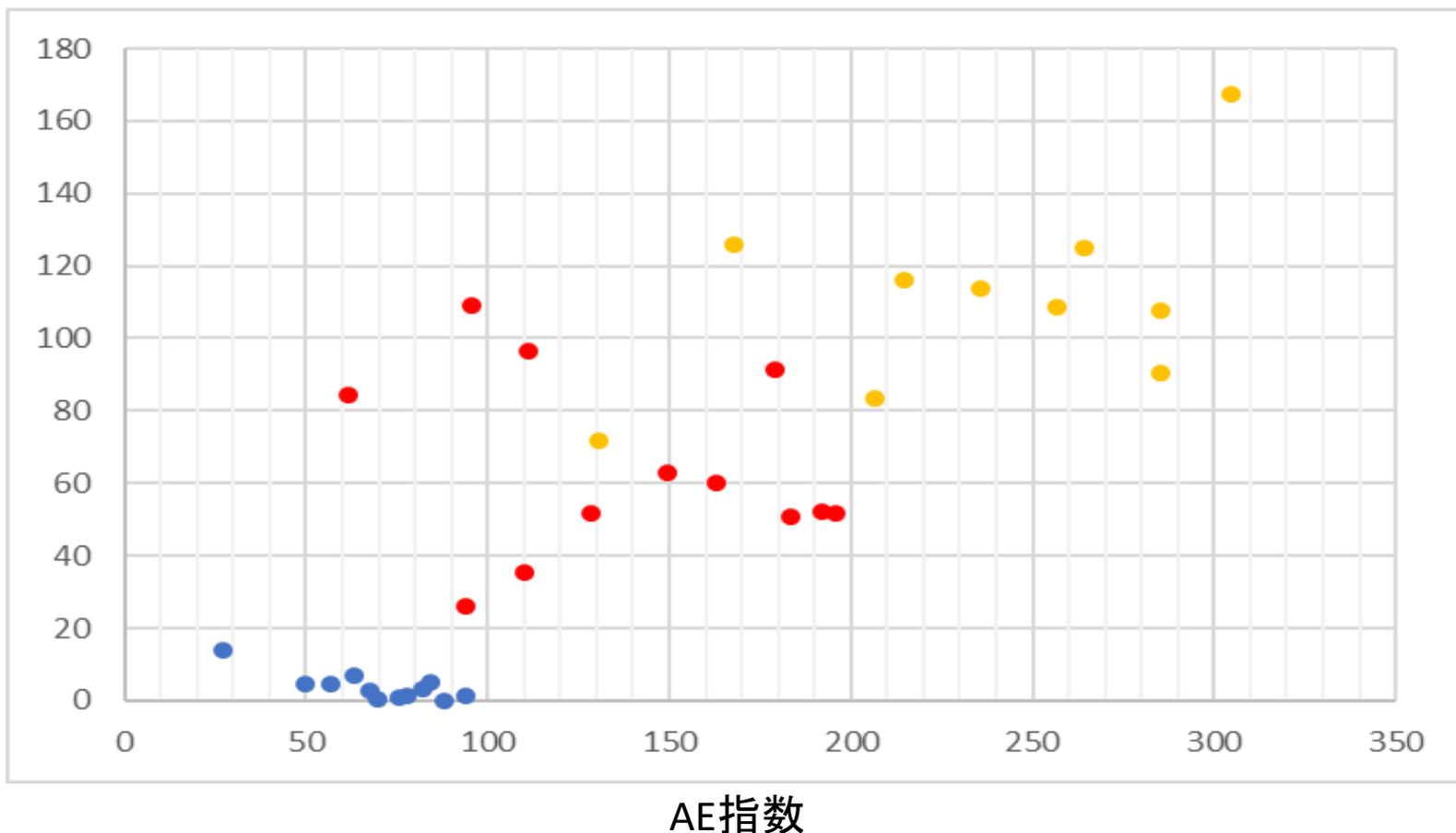


図10 黒点相対数とAE指数の散布図

相関係数 0.7949893

黄:2000年 青:2009年 赤:2011年

- ・ 黒点相対数とAE指数の相関係数は約0.8で散布図が全体的に右肩上がりになっているので正の相関があることが分かる

2000年～2017年の相関係数

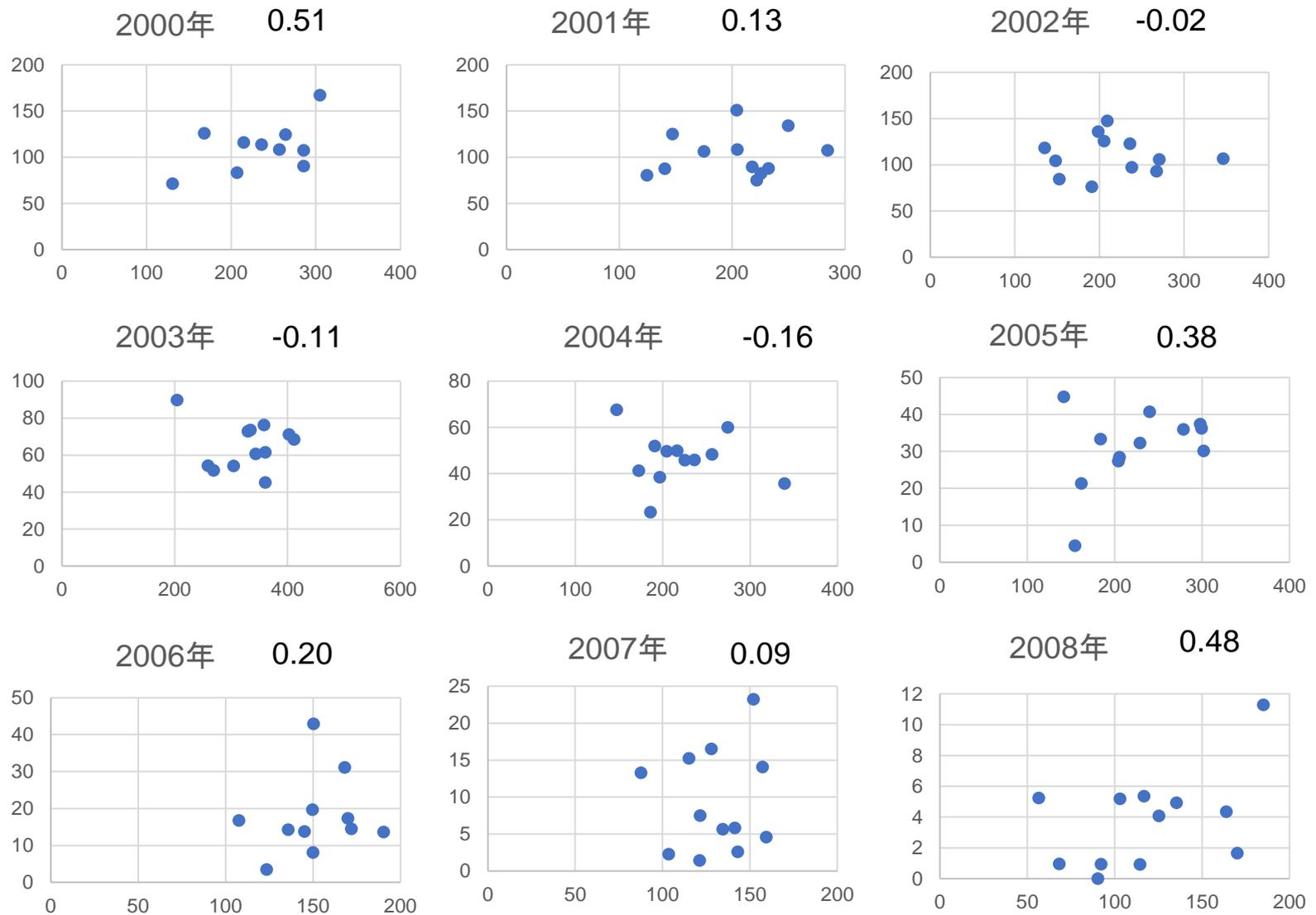
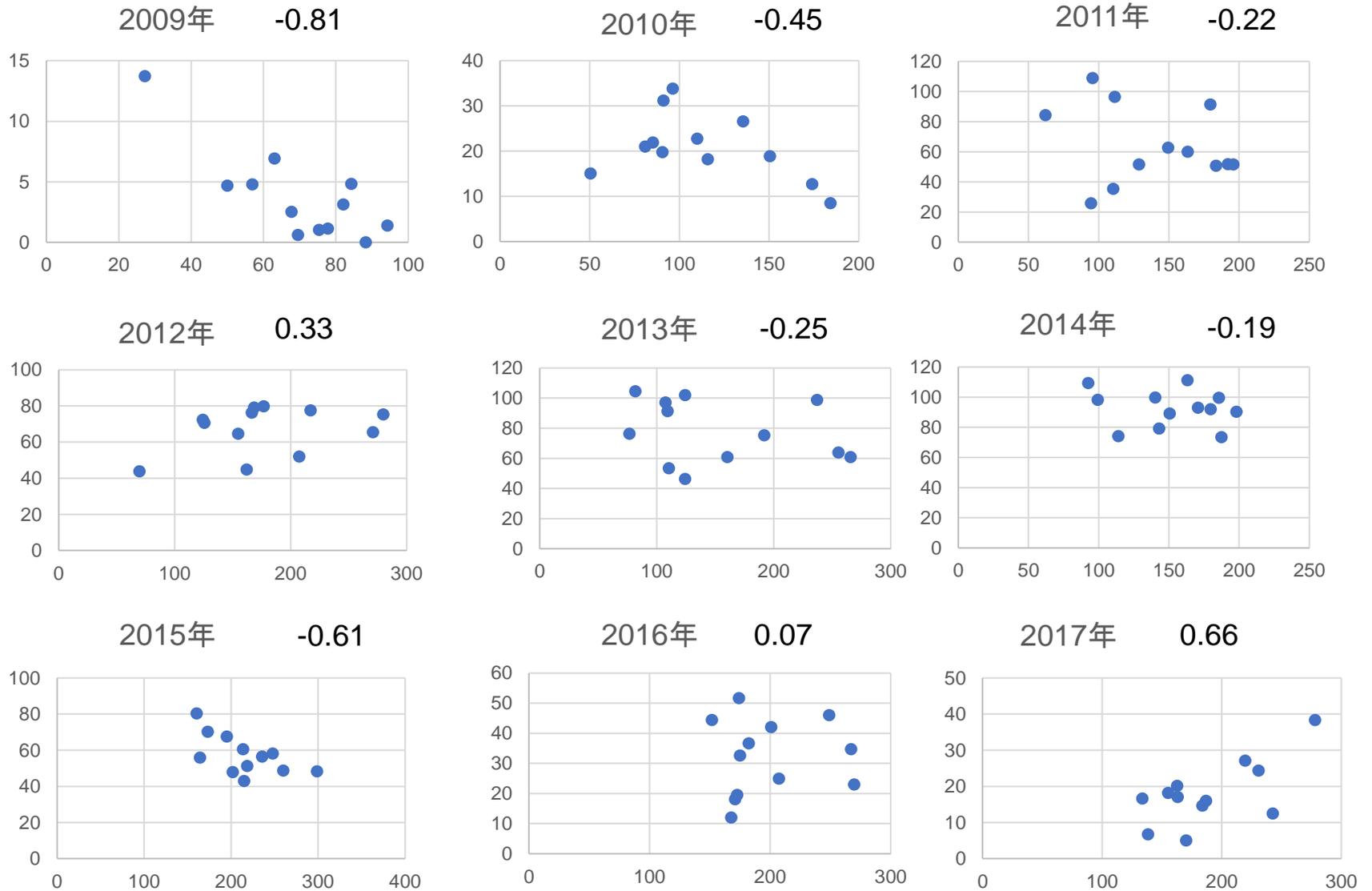


図11 2000年～2008年の黒点相対数とAE指数の散布図

図12 2009年～2017年の黒点相対数とAE指数の散布図



正の相関関係がある年、負の相関がある年、どちらでもない年があり
 一年間の中で見たときに正の相関関係が必ずあると言えない

2000年～2017年の散布図

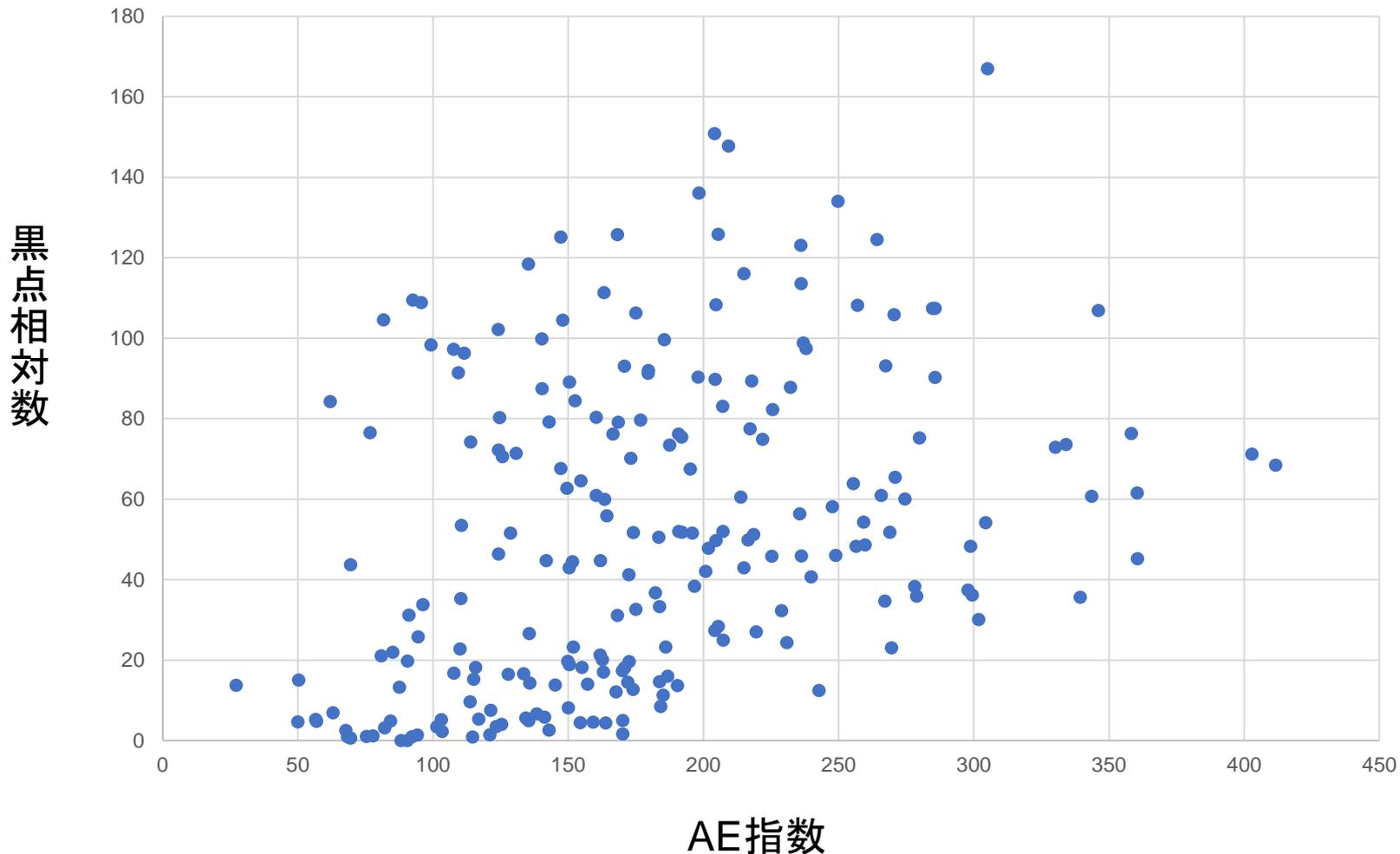


図13 2000年～2017年の黒点相対数とAE指数の散布図

相関係数 0.3624601 弱い正の相関があることが分かる

考察

- ・ 図7, 8, 9が示す通り、黒点相対数が高い時必ずAE指数が高くなるわけではないことが分かった
黒点相対数は太陽の活動度の指標であり
必ずフレアの数が増えたり
規模が大きくなるわけではないため、
このような結果になったのではないか
- ・ 一か月の平均のデータを照らし合わせたため、黒点相対数が高い時必ずAE指数が高くないという結果が出たのではないか

- 図10より、黒点相対数とAE指数の間には正の相関関係があることが分かった
- 図11、図12から1年の中では正の相関関係がすべての年で見られなかった
- 図10、図11、図12、図13より黒点相対数はオーロラの予報をするのには向いておらず、その年にオーロラが発生しやすいかどうかという目安になるものだと分かった

今後の展望

- オーロラの予報をするのが最終目標なので次は月の平均ではなく一日一日での変化を調べていく
- 黒点相対数ではなく黒点群数と照らし合わせて相関性がないか調べる
- 黒点相対数以外の数値でAE指数との相関性がないか調べる

参考文献

- 提供 国立天文台 www.nao.ac.jp
- 天文学辞典 astro-dic.jp
- 太陽・太陽風 50のなぜ?
<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/naze/sun/index.html>
- オーロラ 50のなぜ
<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/naze/aurora/index.html>
- World Data Center for Geomagnetism, Kyoto
<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/wdc/Sec3-j.html>
- ISAS/JAXA <http://www.solar.isas.ac.jp/>
- 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index-j.html>