

論文

横浜キャンパス施設屋上に設置された 太陽光発電パネル周辺の鳥類の飛翔状況

鈴木 大翔 北村 亘

太陽光発電は急速に普及している代替エネルギー源であり、その拡大が進む中で、鳥類への影響についての理解が不足している。本研究では、大学施設屋上に設置された太陽光発電パネルが周辺の鳥類の飛翔に与える影響を明らかにすることを目的とした。調査は東京都市大学横浜キャンパスで実施され、太陽光パネル建設前後の鳥類の飛翔個体数を調査した。結果として、太陽光発電施設の建設が鳥類の飛翔個体数に有意な影響を与えないことが示された。特に、ムクドリとメジロの飛翔方向や停止地点に変化は見られず、施設周辺での鳥の生息にも明確な変化はなかった。これにより、屋上設置型太陽光パネルはその周辺の鳥類に対して影響を及ぼさないことが示唆され、今後の太陽光発電施設の設置において鳥類の保護対策を進める上で重要な基礎データとなると考えられた。

キーワード：ソーラーパネル、鳥類への影響、太陽光エネルギー、化石燃料、環境影響評価

1. はじめに

太陽光発電は化石燃料の代替エネルギーとして注目されており、今後も急速な太陽光発電施設の開発が見込まれる^[1]。世界の太陽光発電容量は2018年から3年間で倍増し、2022年4月には総容量が1TWに到達した。その3年後である2025年には世界の太陽光発電容量が2倍以上の2.3TWになると予測されている^[2]。また、2021年に世界で設置された再生可能エネルギー容量302GWの56%を占める168GWが太陽光発電である^[2]。しかし、太陽光発電施設の鳥類への影響はいまだによく理解されていない^[3]。

太陽光発電施設建設が鳥類に与える影響として、海外では水鳥が太陽光パネルを水域と勘違いし着陸しようとして衝突するリスクや、グレアと偏光により昆虫を引き寄せることで食虫性鳥類の集団が施設への衝突するリスクが挙げられている^[4]。また逆に、太陽光発電パネルに鳥が住み着き、糞等が堆積することで過熱箇所が生じ、太陽光発電の出力が低下するといった、鳥類が太陽光発電に影響を与える恐れもある^[5]。これらのリスクが日本においても定量的に確認できる可能性があるが、太陽光発電周辺の鳥類の飛翔数を調査し、その影響を検討した研究が不足しているのが現状である。

東京都市大学横浜キャンパスではDX事業の一環として2号館屋上に太陽光発電を設置する計画が立てられた。

この発電設備により学内の電力の一部を貯えることになり、教育にも利用されることとなっている。しかし、この設置により周囲に生息する鳥類へ悪影響を与えることは計画の本意でないため、その影響の程度を調べる必要がある。

そこで、本研究では、屋上への太陽光発電パネルの設置による鳥類の飛翔状況への影響を調査することを目的として行う。太陽光発電の設置は2023年12月におこなわれたが、本研究では設置する前から鳥類の飛翔頻度に関する調査を実施することができた。太陽発電の設置により飛翔頻度の変化が生じるか事前事後の比較をすることができた数少ない研究である。

2. 方法

2.1 調査地

神奈川県横浜市都筑区にある東京都市大学横浜キャンパスにて調査を実施した。東京都市大学では、文部科学省による「デジタルと専門分野の掛け合わせによる産業DXをけん引する高度専門人材育成事業」の一環として、再生可能エネルギーの発電施設を横浜キャンパス内に設置し、デジタル技術を駆使した省エネルギー・再生可能エネルギーの活用法を習得するための人材教育を実践している。この目的のために横浜キャンパス2号館屋上には2023年1月に、107枚のパネルからなる総発電量41,195kWhの太陽光発電施設と、付属する73kWhの蓄電池が設置された。この設置に伴う鳥類の影響を調査するために屋上の太陽光パネル建設地点周辺を調査地とした(図1, 2)。

SUZUKI Taiga
東京都市大学環境学部環境創生学科2023年度卒業生
KITAMURA Wataru
東京都市大学環境学部環境創生学科准教授



図1 調査範囲。調査地点（黄点）から視認可能な縦160m、横200mの長方形を調査範囲とした



図2 設置された太陽光パネル

2.2 調査期間

鳥類への影響を明らかにするために、太陽光パネルの設置前と設置後に調査を実施し、利用状況を比較することとした。事前調査として2022年5月31日～2022年7月31日に計12回の調査を、事後調査として太陽光パネル設置後の2023年5月31日～2023年7月31日にできるだけ同じ日程で、同じく12回の調査を行った。この時期は多くの鳥類にとって重要な時期とされる繁殖期にあたる^[6]。

2.3 調査手法

一定の地点から鳥類の飛翔頻度を把握する、ポイントセンサス調査を実施した。屋上の一地点（図1、黄点）から、太陽光発電施設の設置方向（図1、赤点）に向かい立ち、に立ってポイントセンサスを行った（図3）。調査範囲内（図2、赤枠）を通過して飛翔したり、樹木や構造物とまつりした鳥類の種、個体数および出現位置をその時刻とともに記録した（図4）。調査は鳥類の活動が活発になる早朝の時間に30分間実施した。



図3 2022年の事前調査の様子

No.	Species	Individual count	Observation
1	Mukodori	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
2	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
3	"	2	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
4	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
5	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
6	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
7	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
8	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
9	"	3	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
10	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
11	"	2	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
12	"	1	15:45 (Mukodori) (ムクドリ)
13			
14			
15			
16			
17			
18			

図4 調査データの記入例

2.4 分析方法

全24回（事前調査12回、事後調査12回）の調査で得られた飛翔軌跡を5mメッシュごとに集計し、飛翔しやすい地点の傾向を明らかとした。特に飛翔回数が多かったムクドリとメジロはそれぞれの種ごとに飛翔方向と停止位置を比較し、種の飛翔の特性が設置前と設置後で変化したか比較した。分析には地理情報システムソフトQGIS version 3.28.2及び国土地理院地図^[5]を使用した。

太陽光パネルの設置前後でパネル周辺を飛翔する個体数に変化があるかを調べるために、マンホイットニーのU検定を行った。各調査回で観測できた全出現個体数を事前調査と事後調査で比較し、また、飛翔個体数が多かったムクドリとメジロはそれぞれの種ごとでも同様の比較をおこなった。分析にはR version 4.1.3を使用した。

3. 結果

3.1 全体の飛翔状況

事前調査期間全体での総観察個体数は165羽であり、最も数が多かったのがムクドリの74羽（45%）で、次いでメジロの29羽（18%）が多かった（表1）。事後調査全体の総観察個体数は160羽であり、ムクドリとメジロがそれぞれ45羽（28%）と41羽（26%）で、この2種が多い傾向に変わりはなかったが、メジロは事前調査より数が増加していた。また、キジバトとシジュウカラの観測個体数はおよそ4倍に増加していた。

表1 事前調査と事後調査における総観測個体数

種名	学名	事前	事後
ムクドリ	<i>Spodiopsar cineraceus</i>	74	45
メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>	29	41
ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	14	3
スズメ	<i>Passer montanus</i>	10	5
ホンセイインコ	<i>Psittacula krameri</i>	9	0
ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>	7	9
ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>	5	2
キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>	5	19
カルガモ	<i>Anas zonorhyncha</i>	3	0
シジュウカラ	<i>Parus cinereus</i>	3	14
ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	2	7
コゲラ	<i>Yungipicus kizuki</i>	1	5
ツミ	<i>Accipiter gularis</i>	1	0
アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>	1	0
カワラバト（ドバト）	<i>Columba livia</i>	1	8
ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	0	1
セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i>	0	1
合計		165	160

事前調査では1メッシュで最も多く鳥類が通過した回数は13回であった(図5)。2号館の北側にある林に重なる部分の飛翔が多く、また、南西から北東にかけた部分も多かった。事後調査において1メッシュで最も多く鳥類が通過した回数は23回であった(図6)。事前調査と同様、2号館の北側にある林に重なる部分と南西から北東にかけた部分の飛翔が多くかった。全体としては事前調査と比べて2号館の北側周辺に、より多くの個体が飛翔していた。



図5 事前調査における飛翔個体数密度



図6 事後調査における飛翔個体数密度

2022年の各調査回の飛翔個体数の平均値(±SD)は 13.92 ± 9.87 であり、2023年は 13.42 ± 9.59 であった。マンホイットニーのU検定の比較では両者の間に有意な差はなかった($p=0.954$)。

3.2 ムクドリの飛翔状況

ムクドリは事前と事後の双方の調査において南西から北東にかけた飛行が多くみられることがあきらかとなった(図7, 8)。また、どちらの調査でも太陽光パネルや周囲の樹などに停止する個体は見られず、上空を通過するのみであった。



図7 事前調査におけるムクドリの飛翔軌跡



図8 事後調査におけるムクドリの飛翔軌跡

2022年のムクドリの飛翔個体数の平均値は 6.17 ± 7.95 羽であり、2023年は 3.75 ± 3.96 羽であった。マンホイットニーのU検定で比較した結果、両者の間に有意な差はなかった($p=0.859$)。

3.3 メジロの飛翔状況

事前と事後の調査において、メジロは2号館の北側にある林の上を東西にかけた方向で飛翔する姿が多くみられた(図9, 10)。また、2号館北側にある林でとまる姿がよく確認できたが、太陽光パネルにとまることはなかった。

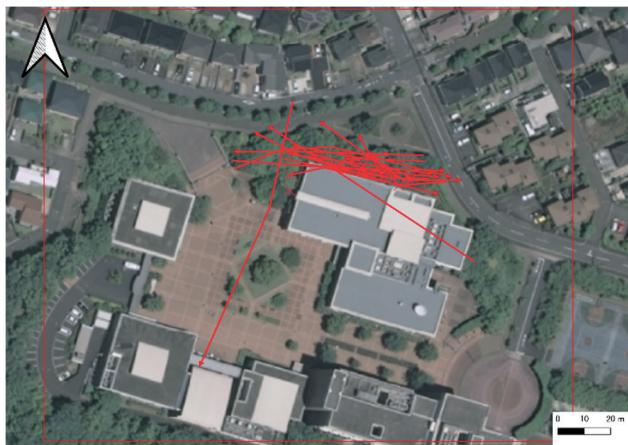


図9 事前調査におけるメジロの飛翔軌跡

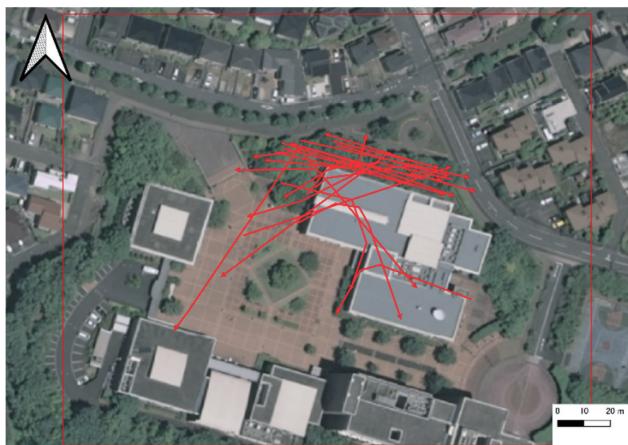


図10 事後調査におけるメジロの飛翔軌跡

2022年のメジロの飛翔個体数の平均値は 2.42 ± 2.07 羽であり、2023年は 3.50 ± 3.63 羽であった。マンホイットニーのU検定で比較した結果、両者の間に有意な差はなかった ($p=0.599$)。

4. 考察

本研究では太陽光パネルの設置前後において周辺を飛翔する鳥類の種や個体数に変化があるかを明らかとしようとした。その結果、飛翔個体数は前後で変化がなく、また飛翔しやすい地点も前後で大きな違いは確認されなかつた。いくつかの鳥種において前後で出現個体数に違いが見られたものの、観測誤差の範囲と考えられる。全体として太陽光発電施設は周辺の鳥類の飛翔状況に影響を与えるなかつたと結論づけることができる。

調査で最も多く確認できたムクドリは南西から北東にかけた飛行が多くみられ、調査範囲内で停止は全く見られなかつた。そのため、ムクドリにとって調査地や周辺の樹木は、目的地への通過点だと考えられる。調査地の南西には水場を含む大きな自然公園である山崎公園がある(図11)。ムクドリの食性は動物質では昆虫やミミズなどを、植物質では木や草の果実を食べるため^[8]、山

崎公園は餌場に適していると考えられる。また、ムクドリの繁殖期は3月下旬～7月であることや、何調査中にムクドリが餌生物をくわえて移動する姿を確認したことから、ムクドリは山崎公園もしくはその周辺にいる雛へ餌を届けるために周辺を飛翔していたと考えられた。しかし、このような行動は太陽光パネルの設置前後で変化することはなく、ムクドリのようにパネルの上空を通過するのみの種には影響が小さいと考えられた。



図11 調査地と周辺の緑地の位置関係

メジロも事前と事後の調査において太陽光パネル周辺で観測した個体数に差はなかつた。メジロは2号館の北側にある林の上を東西にかけた飛行が多く見られ、この林でよくとまる姿が確認された。この林には建物の上よりも昆虫などの餌が豊富であると考えられ、メジロが林の上を通過しながら採餌していた傾向があつたと考えられる。飛翔方向からは、烏山公園や牛久保公園から飛んできているとも考えられた。メジロは日本では全国の平地から山地の林に生息するとされており^[9]、2号館北側の林に営巣するなどしている可能性も高い。東京都市大学横浜キャンパス2号館屋上に設置した太陽光パネルはメジロの飛翔個体数に影響を及ぼさなかつたことから、屋上設置型太陽光パネルはその周辺に停止し、周辺に生息する種にも影響を及ぼさないと考えられた。

謝辞

本研究を行うにあたって、大高広平氏には早朝の調査を手伝って頂いた。また、屋上での調査という危険性から、環境学部の飯島健太郎教授と加用現空准教授および総務課の小澤章裕氏と廣澤勇太郎氏には安全確認や緊急連絡先担当として温かいサポートを頂いた。ここに深くお礼申し上げる。また、本研究は文部科学省「デジタルと専門分野の掛け合わせによる産業DXをけん引する高度専門人材育成事業」による「カーボンニュートラルを実現するための高度デジタル・環境・エネルギー人材育成プログラム」の一環として実施された。

引用文献

- [1] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2014) NEDO再生可能エネルギー技術白書 第2版第2章太陽光発電, <https://www.nedo.go.jp/content/100544817.pdf>, 2025年3月10日確認.
- [2] Solar Power Europe, Global Market Outlook For Solar Power 2022–2026, <https://www.solarpowereurope.org/>, 2025年3月10日確認.
- [3] Visser, E., Perold, V., Ralston-Paton, S., Cardenal, A. C., & Ryan, P. G. (2019). Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa. *Renewable energy*, 133, 1285-1294.
- [4] Kagan RA, Viner TC, Trail PW, Espinoza EO (2014) Avian mortality at solar energy facilities in Southern California: A preliminary analysis. National Fish & Wildlife Forensics Laboratory, Ashland. <https://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/04/avian-mortality.pdf>, 2025年3月10日確認.
- [5] Ghazi, S., Sayigh, A., & Ip, K. (2014). Dust effect on flat surfaces—A review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 742-751.
- [6] 鳥類繁殖分布調査会 (2021) 全国鳥類繁殖分布調査報告 日本の鳥の今を描こう 2016-2021年. 鳥類繁殖分布調査会, pp. 186.
- [7] 国土地理院, <https://maps.gsi.go.jp>, 2025年3月10日確認.
- [8] 農林水産省 (2024) 野生鳥獣被害防止マニュアル【鳥類編】. プランドウ・ジャパン, pp. 80.
- [9] サントリーホールディングスサントリーの愛鳥活動, <https://www.suntory.co.jp/eco/birds/>, 2025年3月10日確認.