

衝突率の推定方法

横浜国立大学 大学院環境情報学府



背景

あわらし市風力発電
建設予定地(10基)

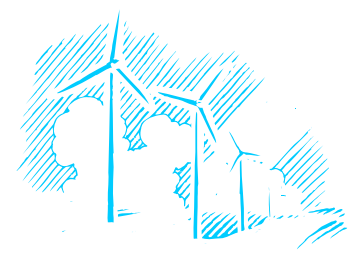
ねぐら
加賀市片野鴨池
(ラムサール条約指定湿地)

マガンの移動ルート

採餌場

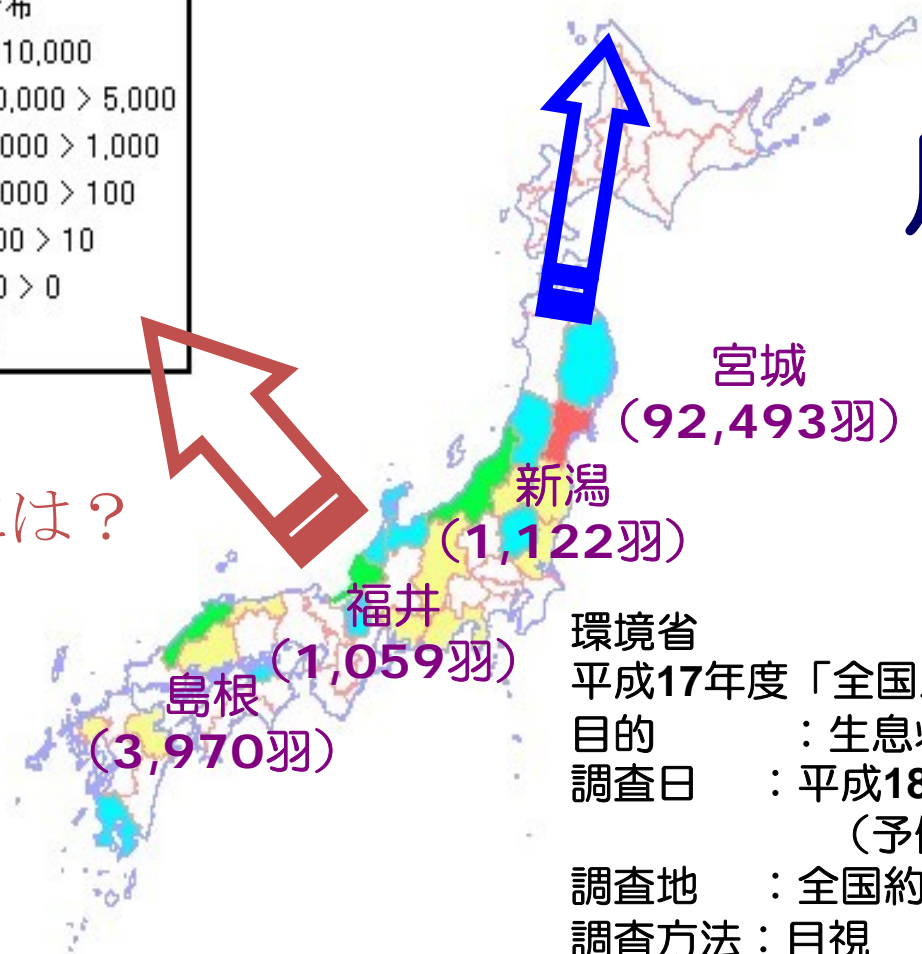
マガン・ヒシクイ
の越冬地





マガンの分布

国土地理院承認 平14総複 第149号



加賀市
片野鴨池
 約3000羽

宮城
 (92,493羽)

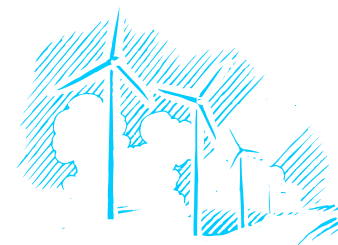
新潟
 (1,122羽)

福井
 (1,059羽)

島根
 (3,970羽)

遺伝的には？

環境省
 平成17年度「全国ガンカモ科一斉調査」
 目的：生息状況の把握
 調査日：平成18年1月15日
 (予備日：1月8～22日)
 調査地：全国約9000地点の湖沼等
 調査方法：目視



マガンの生活史

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12月

越冬

渡り

繁殖期

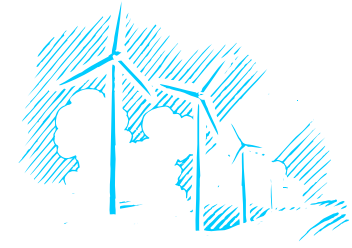
渡り

越冬

[2]

	マガン	ヒシクイ	
学名	<i>Anser albifrons frontalis</i>	<i>Anser fabalis</i>	[1]
天然記念物	○	○	[1]
一腹卵数	5~6	4~6	[1]
繁殖地	ユーラシア大陸	ユーラシア大陸のツンドラ地帯からタイガ地帯	[1]
越冬地	中国・朝鮮半島・日本	中国・朝鮮半島・日本	[1]
食性	植食性	植食性	[1]
繁殖開始齢	3歳 [2]	参考文献なし	
鴨池生息数	約 3000 羽	約 500 羽	[3]

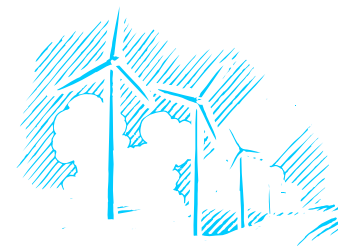
([1] 樋口ら、1996. [2] 牛山ら、2006. [3] 野鳥の会、2006)



風力発電が鳥へ与える影響

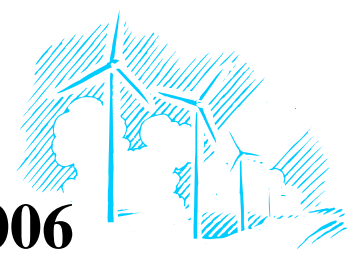
1. 衝突 (collision)
2. 生息地攪乱による放棄 (displacement due to disturbance)
3. 障壁効果 (barrier effects)
4. 生息地の喪失 (habitat loss)

(Drewitt et al. 2006)



目的

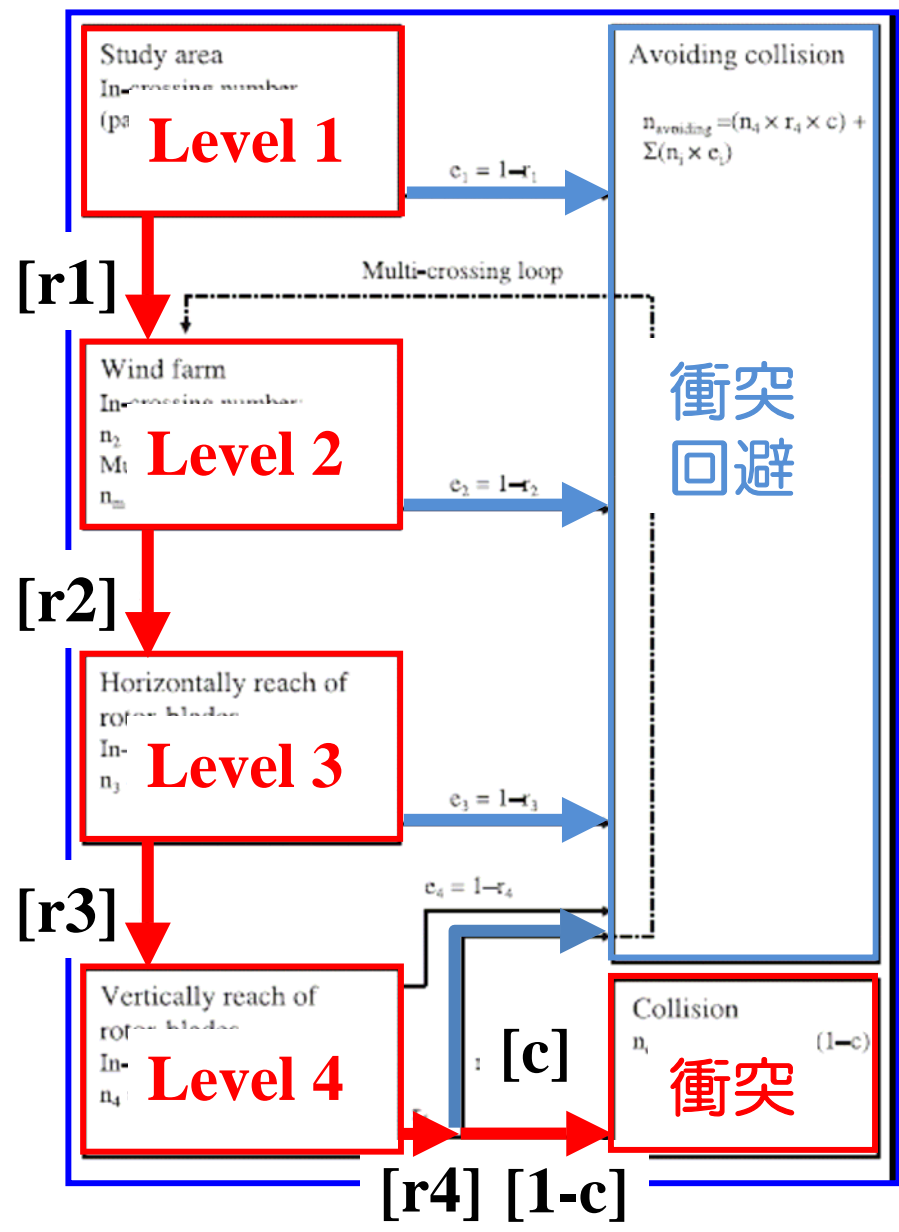
- 風車への衝突率を推定する

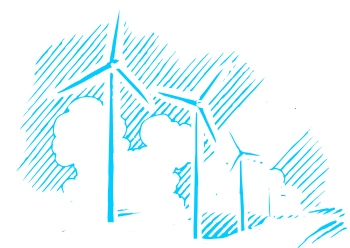


Desholm et al. 2006

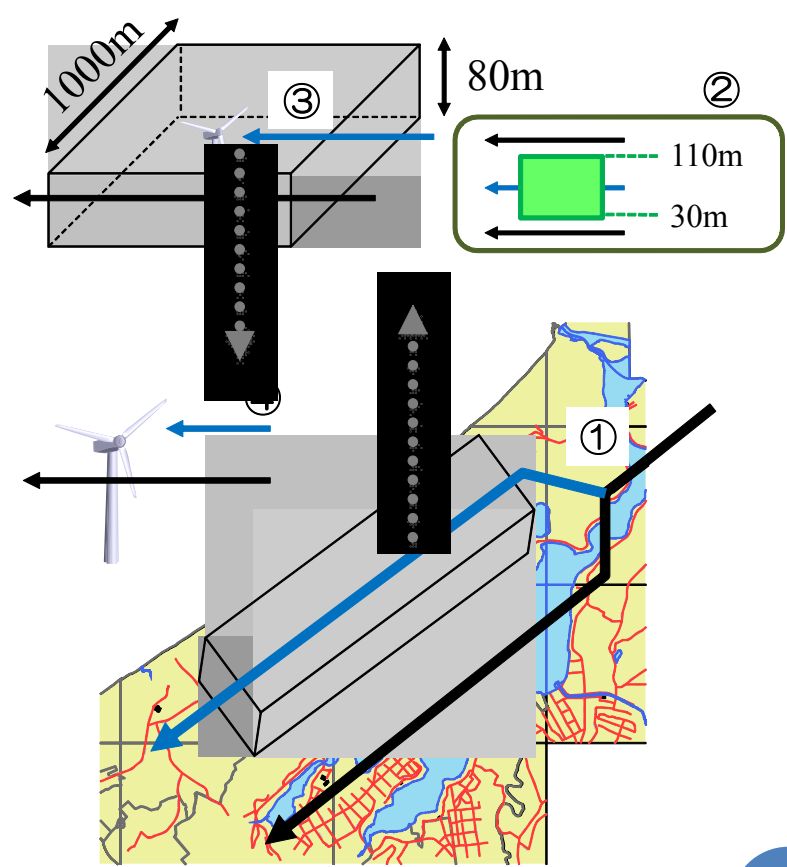
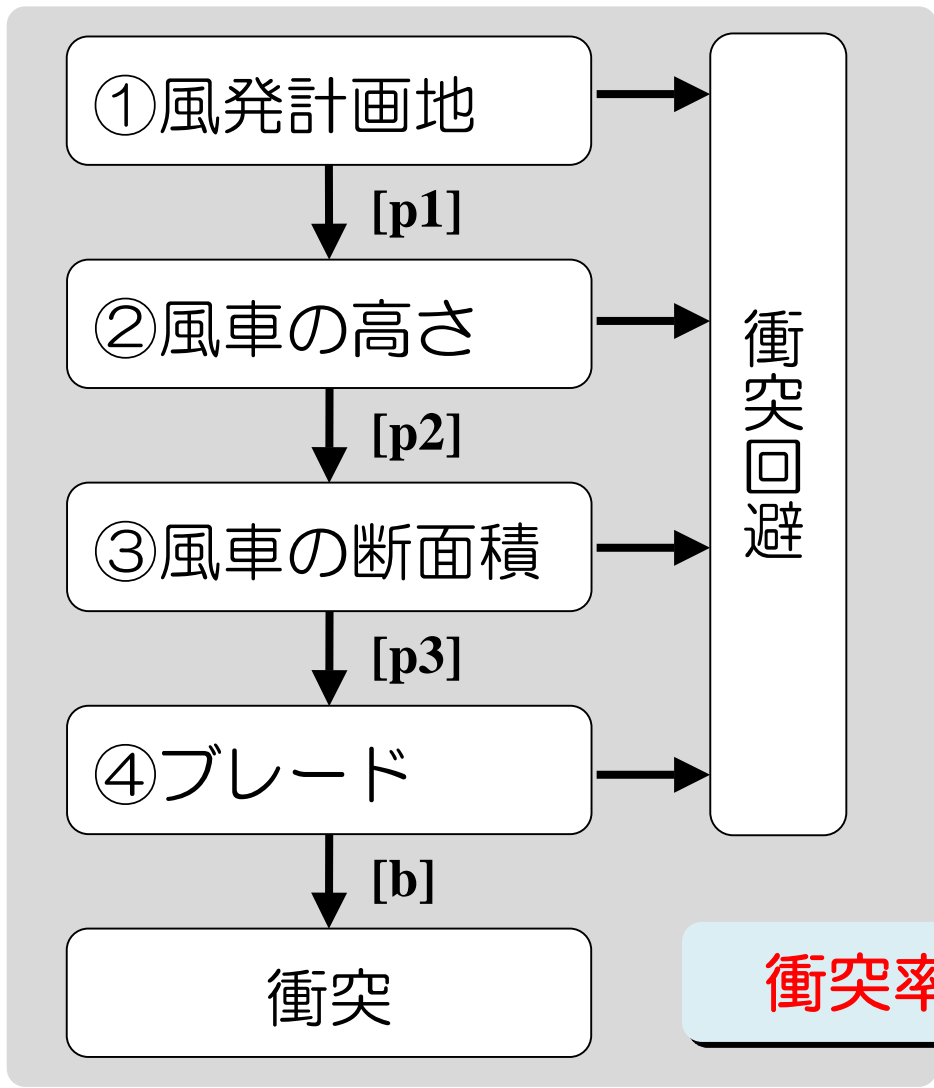
- level 1.
個体／群れが対象地を通過 [r1]
- Level 2.
風力発電施設を通過 [r2]
- Level 3.
風車の横幅内に侵入 [r3]
- Level 4.
風車の高さ範囲に侵入 [r4]
- ブレードの間を通過 [c]

衝突率 = $r1 * r2 * r3 * r4 * (1-c)$

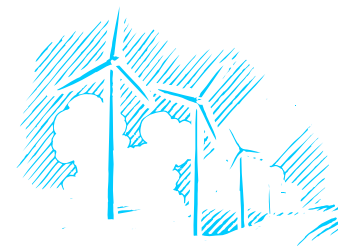




方法 (Desholm et al. 2006 改)



衝突率 $[C] = p1 * p2 * p3 * b$

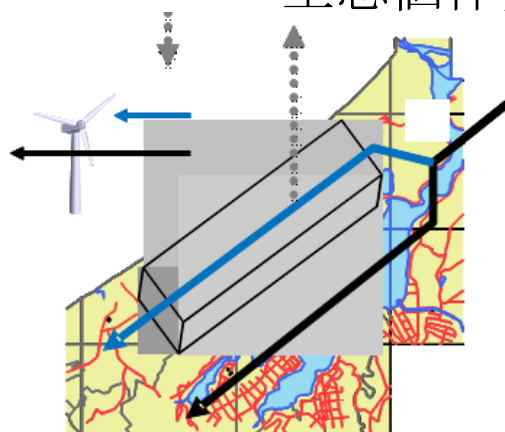


方法

①風発計画地 [p1]

- p1 : 計画地飛行確率

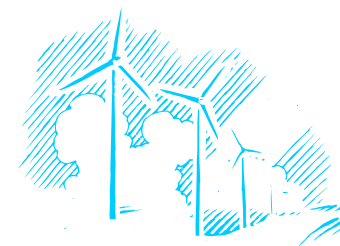
$$p1 = \frac{\text{計画地飛行回数}}{\text{全調査回数}} \times \frac{\text{平均計画地飛行個体数}}{\text{生息個体数}}$$



パラメータ

	マガン	ヒシクイ
全調査回数	103	103
計画地飛行回数	2	7
生息個体数	3000	500
平均計画地飛行個体数	200	12
p1 [%]	0.1	0.2

※JPECの結果のみ使用

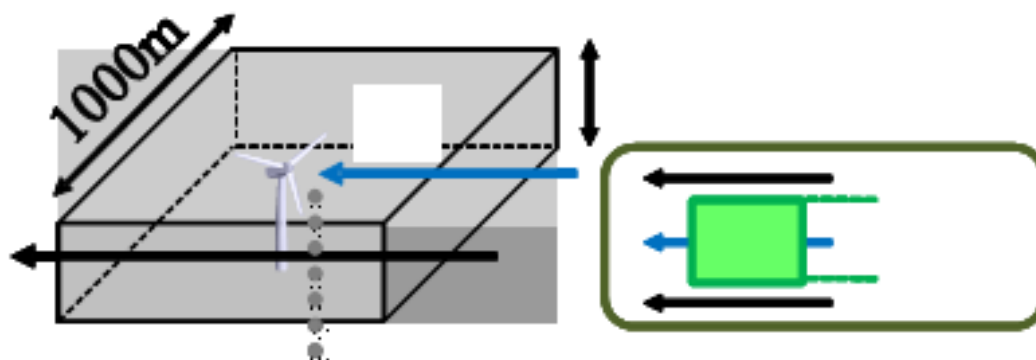


方法

②風車の高さ [p2]

- p2 : 風車の高さ内を飛行する確率

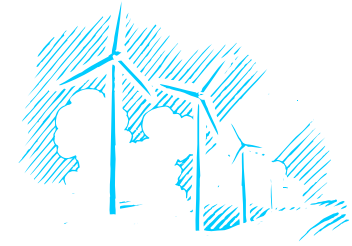
$$p2 = \frac{30\sim 110\text{m 飛行回数}}{\text{全飛行回数}}$$



パラメータ

	マガン	ヒシクイ
全飛行回数	133	62
30~110飛行回数	105	46
p2 [%]	78.9	74.2

※定点観察の結果のみ使用

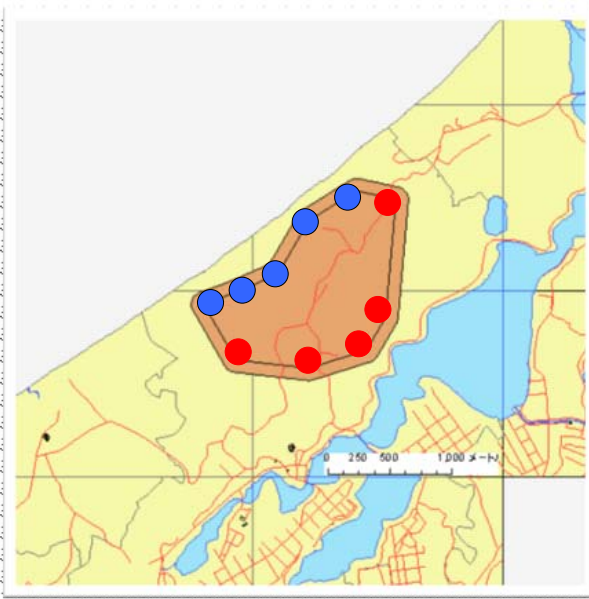


方法

③風車の断面積 [p3]

- p3 : 風車の断面積内を飛行する確率

$$p3 = \frac{\text{風車の断面積} \times 2}{\text{計画地断面積}}$$



パラメータ

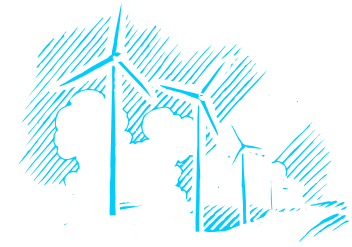
	マガン・ヒシクイ
計画地断面積 [m2]	80000 (80 * 1000)
風車の断面積 [m2]	5027 (40 * 40 * π)
p3 [%]	12.6

※風車10基、2列と仮定
風車の壁は5つ

方法

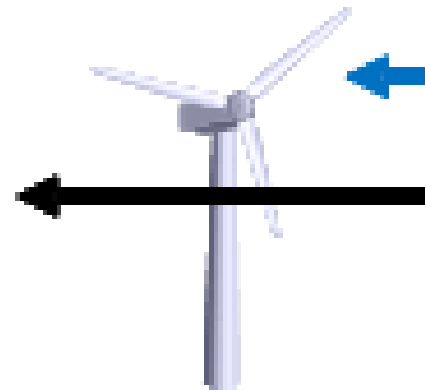
④ブレード [b]

- b : ブレード衝突確率
(Band et al. 2007 in press)



パラメータ

	マガン	ヒシクイ
衝突確率 [%]	13.0	14.5



衝突モデル

(Band et al. 2007 in press)

$$T_p = \frac{1}{\pi R^2} \iint p(r, \varphi) r \, dr \, d\varphi$$

$$= 2 \int p(r) \left(\frac{r}{R} \right) d \left(\frac{r}{R} \right)$$

$$p(r) = (b\Omega / 2 \pi v)$$

$$\times [K | c \sin \gamma + \alpha c \cos \gamma | + \xi]$$

$$\xi = \begin{cases} 1 & \text{for } \alpha < \beta \\ \alpha w F & \text{for } \alpha > \beta \end{cases}$$



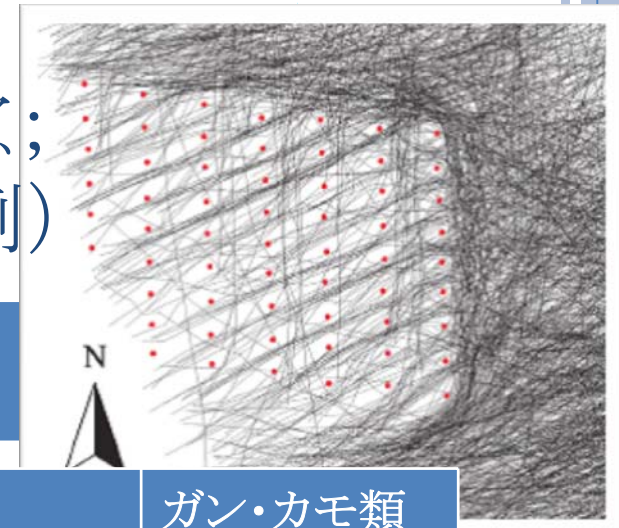
パラメータ		値: マガン	
K	1D or 3D (0 or 1)	1	※
b	ブレード数	3	
c	ブレードの最大幅 (m)	2.8	※
γ	ピッチ角 (度)	15	※
l	鳥の全長 (m)	0.8 ^[2] (1.0) ^[1]	
w	鳥の翼開長 (m)	0.8 ^[2] (1.0) ^[1]	
F	羽ばたき (1)、滑空 (2/π)	1	※
v	鳥の飛行速度 (m/sec)	16.7	
R	回転面の半径 (m)	40	
s	回転周期 (sec)	2.46	※
β	鳥の縦横比	1.0 (1.0)	
Ω	角速度 (rad/s)	2.55	※
r	鳥の通過地点の半径		
α	ブレードの進入角	$v / (r^* \Omega)$	

※ : デフォルト
 () : ヒシクイ

([1] 樋口ら、1996. [2] 牛山ら、2006)



方法（「風車を避ける効果」の考慮； デンマーク洋上風力発電の事例）



⑤回避確率

パラメータ

- Af : 風発施設を回避する確率

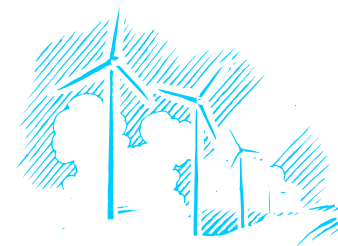
$$A_f = 1 - (0.045 / 0.404)$$

- At : 一基の風車を回避する確率

$$A_t = 1 - (1 - (1 - 0.123)^{1/8}) \times (480 / 100)$$

	ガン・カモ類
設置基数 [基]	72 (9 * 8)
風車接近距離 [m]	50
列間隔 [m]	850
行間隔 [m]	480
計画地飛行確率 [%]	40.4
施設飛行確率 [%]	4.5
施設内で50m接近 [%]	12.3
全50m接近 [%]	0.6
施設回避確率 [%]	88.9
風車回避確率 [%]	92.2

生き物のシンポジウム



結果

P1 計画地飛行確率*

P2 風車の高さ内を飛行する確率

P3 風車の断面積内を飛行する確率

Cn : 衝突率 (避けない場合)

Tp : ブレード衝突確率

Af : 風発施設を回避する確率

Ca : 衝突率 (避けた場合)

At : 一基の風車を回避する確率

Cn : 衝突率 (避けない場合)

Ca : 衝突率 (避けた場合)

パラメータ

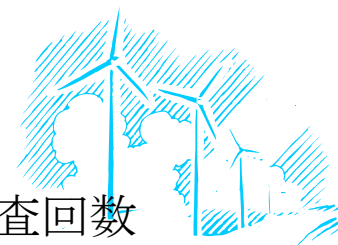
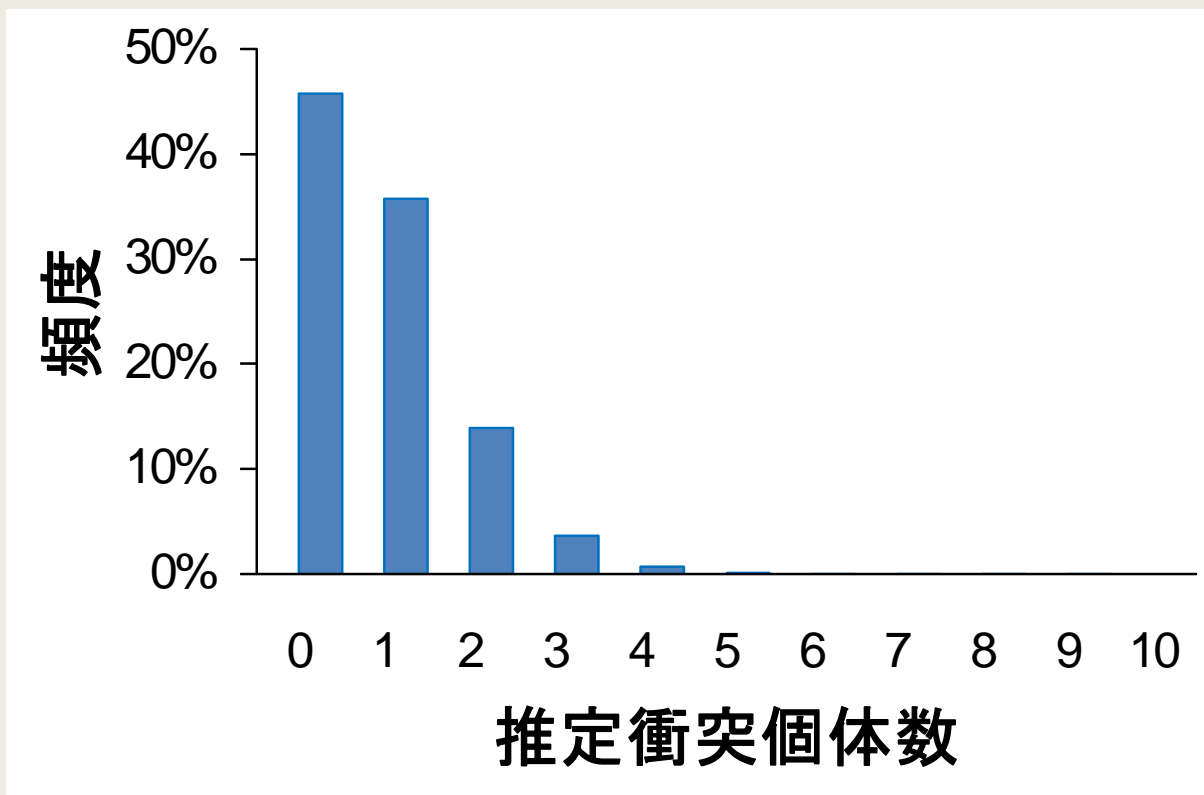
	マガン	ヒシクイ
p1*	0.1	0.2
p2	78.9	74.2
p3	12.6	12.6
Tp	13.0	14.5
Af	88.9	88.9
At	92.2	92.2
Cn *	0.0081	0.0106
Ca *	0.0001	0.0001

*JPECの調査結果の場合

マガン：推定衝突個体数（JPEC 調査）

風車を避けた場合（0.78羽）

風車を避けない場合（87.1羽）



全調査回数

103

計画地飛行回数

2

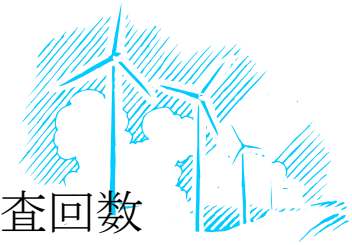
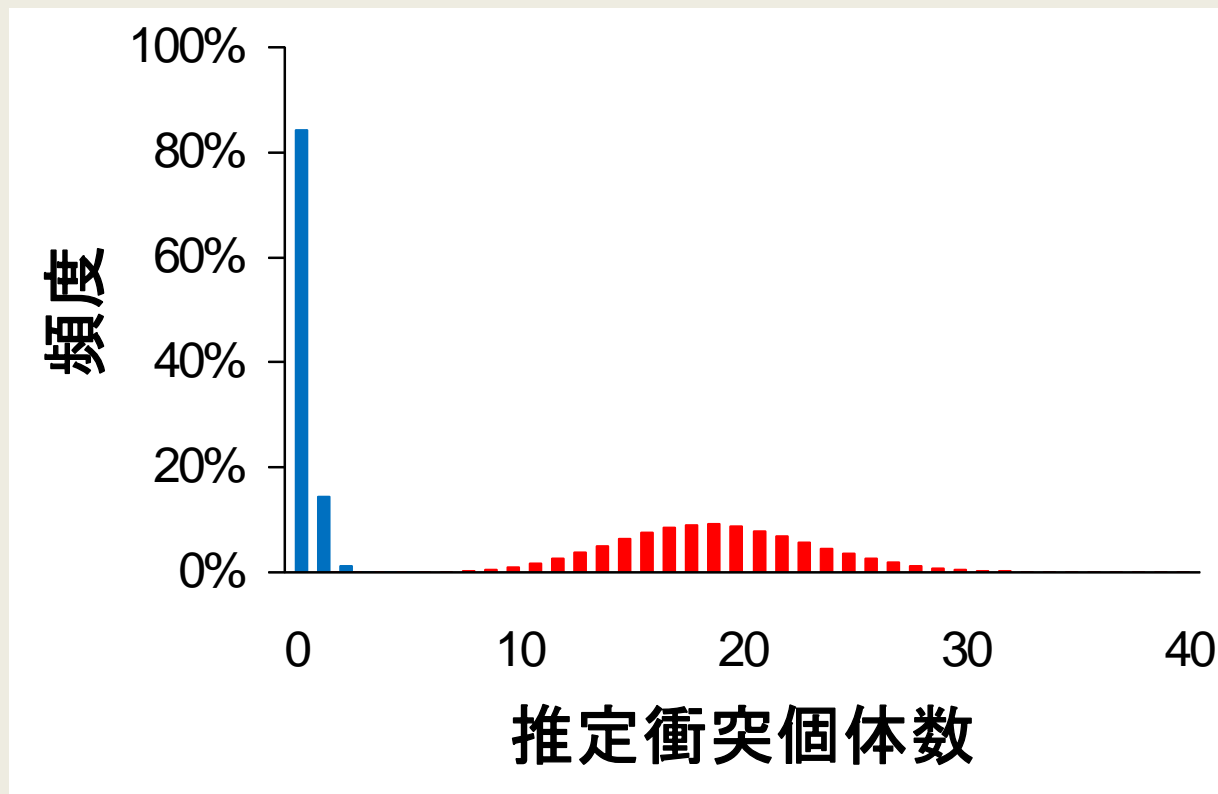
平均群れサイズ

200

ヒシクイ：推定衝突個体数（JPEC 調査）

風車を避けた場合（0.17羽）

風車を避けない場合（19.1羽）



全調査回数

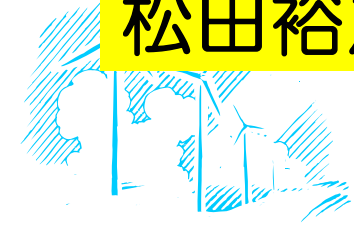
103

計画地飛行回数

7

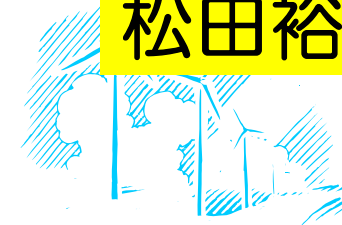
平均群れサイズ

12



野鳥の会の観察結果との比較(マガン)

避ける効果	JPEC	野鳥の会
調査回数 n	103	39
計画地飛来回数 m	2	4
平均群れ数 p	200	1632
1日通過数 mp/n	3.9	167.4

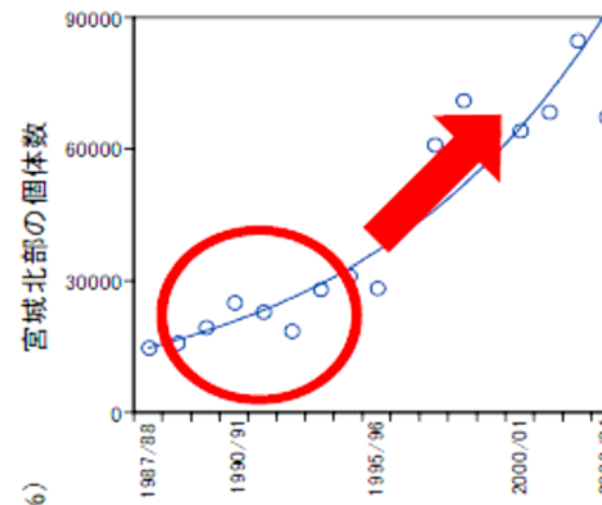


まとめ 推定衝突個体数

避ける効果	あり	なし
マガン(JPEC 調査)	0.8	87.1
マガン(野鳥の会 調査)	33.7	(3754.2)
マガン(合計)	10.3	1151.3
ヒシクイ(JPEC 調査)	0.2	19.1

「許容衝突数」と 順応的リスク管理(案)

- 米国で海獣類の生物学的許容除去数PBRを援用
$$PBR = N_{min}/2 \times R_{max} \times F_r \quad (\text{Barlow et al. 1995})$$
- ヒシクイPBR = $300/2 \times 0.12 \times 0.5 = 10$ 羽
- マガンPBR = $3000/2 \times 0.12 \times 0.5 = 90$ 羽
- 衝突数が許容限度を超えた場合か主たる採餌場が変わった場合には、稼働率を調節してリスクを減らす
 - 例:朝夕の移動時刻、風発施設に飛来した場合に風車を止める
 - 大群が上空に来たときだけ止める
 - 小さな群れが来ても止める
 - 毎日止める など
 - 事業採算性の範囲での対応



風力発電施設と自然環境保全に関する研究会

(第3回) 議事録 2007.5.29 松田の発言

- 風力開発という技術は将来の投資であると思います。今、採算が合うとか合わないとかいうのではなくて、風力の利用というのは化石資源の枯渇に備えた国策なのである。それを今民間企業がやっている
- 自然環境への配慮というのも国策であります。これを全部民間企業に丸投げということでは、環境にやさしく、しかも風力もつくるというふうにはなかなか進まないという現状があります。
- 民間企業に委託している以上、採算割れしない方策というのをちゃんと国策として担保すべきだ