

動物の「まばたき(瞬き)」に関する研究 ～草食(被食)動物の瞬きは素早い?～



愛知県安城市立篠目中 3年 大見聡仁

1. 研究の動機

昨年の夏休みに父が勤める自動車部品メーカーを見学し、開発中の製品を紹介してもらった。未来を感じさせられる様々な製品にいろいろ興味を持ったが、中でも「居眠り運転防止装置」には驚かされた。ドライバーの眠気を検出し、その度合いに応じて注意喚起をしたり覚醒させたりするものであった。その原理は、ドライバーの瞬き状態から眠気が推定できるという説明だった。ドライバーの顔をカメラで撮影し、それを画像処理して開眼状態や閉眼状態をリアルタイムに検出していた。僕もシートに座って体験させてもらい、眠そうな演技をしたら見事に警報が鳴った。

これまであまり意識したことはなかったが、周りの人間を注意して観察してみると、僕は顔表情から喜怒哀楽などの感情を自然に感じ取っていること、顔の中でも眼から受ける印象が強いことを感じた。「目は口ほどにものを言う」ということわざがあるが、まさにその通りと実感し、眼の発する情報に興味を持った。

では対象が人間ではなく動物の場合はどうだろうか？僕は疑問に思った。早速我が家のペット達を観察してみた。するとイヌは頻繁に瞬きをするのに対して、ウサギは全く瞬きをしないことに気がついた。この違いは何からくるのだろうか。僕の中で謎が深まっていった。インターネットで調べたがほとんど情報は得られなかった。そこで僕は、夏休みを利用して動物の瞬きについて研究することにした。

2. 研究の目的

動物の種類と状態によって瞬きにどのような差異があるのか、様々な動物の瞬きを観察することによって調べる。やみくもに動物を観察するのを避けるため、仮説を立ててそれを検証する方法を取ることとした。

(本研究は昨年度も実施したが、酷暑の時期であったため動物に元気がなく満足いく結果が得られなかったため、再実施したものである。本レポートでは今年のデータを中心に昨年度の結果も含めて考察する)

3. 事前調査

確度の高い仮説を立てるためには基礎知識を有することが重要であり、瞬きの必要性やメカニズムについてインターネットで調べた。主なものを以下にまとめる。

1)瞬きとその必要性

まばたき(瞬き、瞬目)とは、まぶたを閉じて開ける一連の動作のことである。人間の瞬きの速さは平均で100～150ミリ秒と言われており、回数は子供では1分間につき約5～18回、大人では男性が20回、女性が15回程度といわれている。瞬きにより目の表面にある涙を流し出し、また新たな涙で潤して、目の表面の乾きや汚れを防いでいる。また、突然何かが目の前に現れたり、カメラのフラッシュやゴミが飛んできたときには、無意識に瞬時にまぶたを閉じる。睡眠時にもまぶたを閉じて乾燥を防いでいる。このように瞬きは本能的に目を守る非常に重要な機能を担っている。

2)瞬きの種類

瞬きには三つの種類があり、普段我々が無意識におこなう周期性まばたきと、目に光が差し込んだときにおこなう反射性まばたき、そして意識的におこなう(ウインクのような)随意的まばたきがある。

3)肉食動物と草食動物の目

動物の分類に肉食動物と草食動物がある。トラやライオンは肉食動物に分類され、他の動物を食べて生きている。目をよく見ると顔の前に二つ並んでいる。これは、獲物を捕らえようとする時に、相手との距離を見定めるためである。

一方、シマウマやビッグホーンは草食動物に分類され、木や草を食べて生きている。二つの目は離れていて、顔の両側にある。これは肉食動物に食べられないために、前だけではなく周囲を見渡すためである。

4. 研究の仮説

前項で調べた瞬きの役割と、肉食／草食による違いから、動物の瞬きについて以下の仮説を立てた。

仮説①・・・目を保護するためにどんな動物も瞬きをする。

仮説②・・・同じ個体でも活動状態(眠い、空腹など)により瞬きの種類(回数、速度)、頻度は異なる。

仮説③・・・被食される草食動物は、天敵の発見遅れが命取りになるため周囲に対して注意深く、捕食する肉食動物に比べて閉眼時間が短い。すなわち、瞬き回数が少なく、速度が速い。

5. 仮説検証の手順

1)多種多様な動物の目を撮影

撮影日時:2009年5月30日(土)晴れ

※ここが重要⇒昨年は8月の酷暑の中で撮影したため

動物が元気なかつたことへの反省で春に撮影

撮影場所:豊橋総合動植物公園のんほいパーク、自宅

機材:ソニー製デジタルビデオカメラ DCR-TRV27

撮影時間:各動物3分以上



<撮影中>

撮影対象:草食、肉食、雑食動物

※園舎を行き来して同じ動物での状態変化(漫然～興奮)を捉える

撮影領域:目を含む領域をズームして撮影

2)映像をパソコンに取り込み

フレームレート:30コマ/秒

3)映像を編集

取り込んだ3分以上の映像から顔向きによる目隠れシーンを取り除いて、1分間(1800コマ)の映像に編集

使用ソフトウェア:Ulead 社製 Video Studio

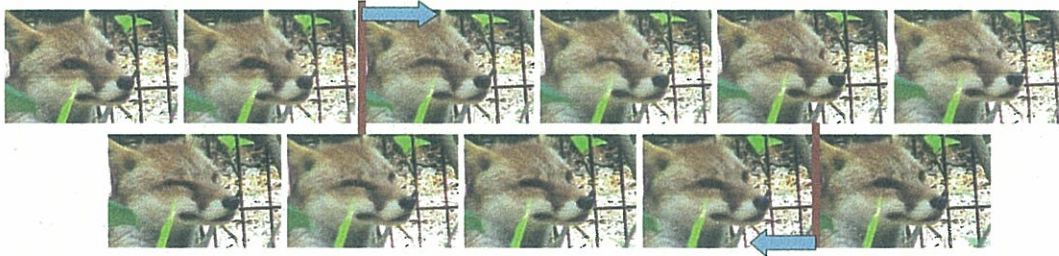


<編集中>

4)瞬き(開眼状態と閉眼状態)を判定

画像を1コマずつ送りながら眼の状態を目視で確認し、コマごとの開閉眼を判定

(例)キツネの瞬きの様子:1コマあたり30ミリ秒なので、240ミリ秒の閉眼と判定



5)1分間あたりの瞬き回数や瞬き1回あたりの閉眼時間を計算

④の判定結果から、1分間の瞬き回数と1回あたりの瞬き時間を集計

6)計算結果に基づき仮説を検証

仮説①・・・全動物を対象に瞬きの有無をまとめる

仮説②・・・特定の動物の活動状態(興奮、沈静)ごとの瞬き状態(瞬き回数や速度)の傾向を分析

仮説③・・・草食/雑食/肉食に分類し、瞬き状態(瞬き回数や速度)傾向を分析

6. 実験結果

今回撮影した17種類、23状態の動物の解析結果を食別に分類して表1に示す。

表1 食ごとに分類した各動物の瞬き回数、瞬き時間、累積閉眼時間一覧

食	種類	1分間の	平均瞬き時間	1分間の累積
		瞬き回数[回]	[ms]	閉眼時間[ms]
草食	モルモット	3	187	561
	ウサギ	0	-	-
	ヤギ	8	305	2,442
	ヒツジ	2	446	891
	ロバ	3	330	990
	木曾ウマ	9	352	3,168
	エランド	5	363	1,815
	ラクダ	3	583	1,749
	ラクダ(食事中)	10	462	4,620
	キリン	0	-	-
	シロサイ	14	316	4,422
	アジアゾウ	13	327	4,257
	肉食	ミニブタ	27	277
ラッコ		12	358	4,290
ライオン		7	457	3,201
ライオン(獲物を求める目)		0	-	-
ライオン(雄叫び)		0	-	-
ライオンメス		11	582	6,402
ライオンメス(活動的)		5	310	1,551
トラ		7	415	2,904
トラ(活動的)		10	465	4,653
雑食	マレーグマ	14	217	3,036
	ヒグマ	10	231	2,310

7. 結論および考察

仮説ごとに結果、結論および考察を述べる。

1) 仮説①の検証…目を保護するためにどんな動物も瞬きをする

結果…×:1分間で1回も瞬きをしない動物が2種類いた

瞬きは目を保護するための本能的行為であるため、全ての動物が瞬きすると考えたが、表1に示したようにウサギやキリンは全く瞬きをしなかった。1分間と短時間のデータであるため、結論付けは早計であると考え、映像編集前の3分間のデータを再解析してみたが、結果は同じであり、仮説を証明できなかった。昨年度(真夏)の結果と同様であった。まぶたがある以上は瞬きをしないわけではないと思うので、なぜ長時間瞬きをしなくても平気なのかについて、今後さらに調べる必要があると思った。



ウサギ



キリン

2) 仮説②の検証・・・同じ個体でも活動状態(眠い、空腹)により瞬きの種類(回数、速度)、頻度は異なる

結果・・・○:通常状態と興奮状態で瞬き回数に明らかに異なった。しかし、瞬きが増加する動物とした動物があり、どのような理由で差が生じたかについてはわからなかった

図1に、同じ動物における通常状態と興奮状態とを対比して示す。瞬き1回あたりの閉眼時間にはほとんど差がなかったことから、1分間の累積閉眼時間を代表例として示す。すなわち瞬き回数も図1に近い結果である。図からわかるように、通常状態と比較して、興奮状態では明らかに瞬き回数に差が生じている。

しかしながら、ラクダは食事中に瞬き回数が増える結果となったのに対し、ライオンは獲物を求めて徘徊していたり雄叫びをあげているときは全く瞬きをしなくなった。一方、トラは活動的な状態では瞬き回数が増大した。活動状態により瞬きに差が生じるとの仮説は正しかったが、活動内容と瞬きの増減についての因果関係については、今回の調査では明確にできなかった。

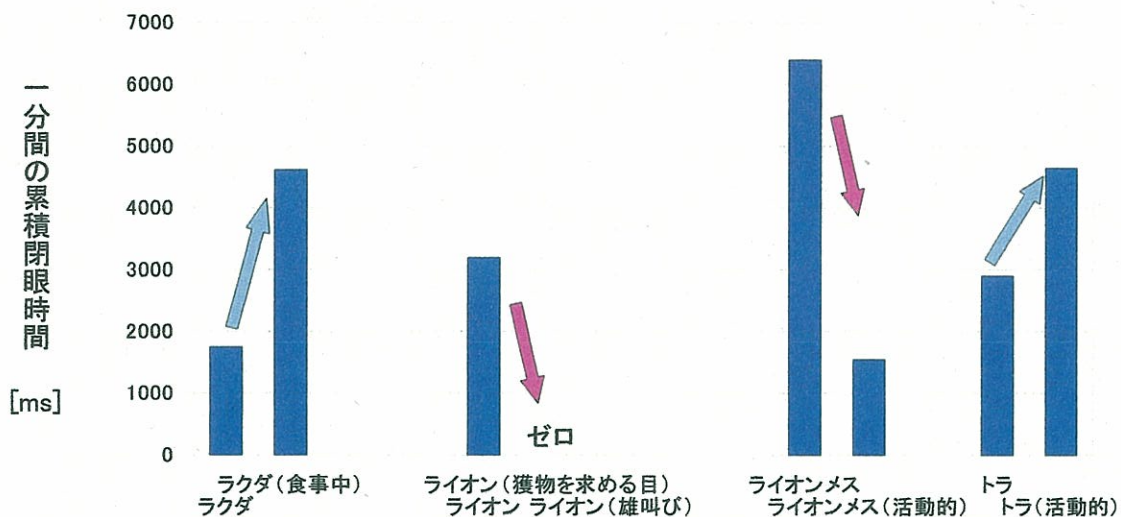


図1 同じ動物の活動状態による瞬き(1分間の累積閉眼時間)の比較

さらに、自宅で飼っているイヌを対象に追加調査を実施した。これは普段から一緒に生活しているペットの方が心理状態を把握しやすかったからである。状態は、ボーっとした状態/食事している状態/興奮して吠えている状態の3状態とした。その結果、1分間の瞬き回数は、それぞれ、18回/30回/25回であった。このことから、イヌの場合は興奮状態の方が漫然状態に比べ瞬き回数が多くなる傾向にあった。また、瞬き1回あたりの平均瞬き時間は、90ms/33ms/33msであり、興奮状態の方が明らかに素早い瞬きであることもわかり、前記結果と異なることから、まだまだ追加実験が必要であることを痛感した。



ボーっとした状態



食事している状態



興奮して吠えている状態

3) 仮説③の検証・・・被食される草食動物は、捕食する肉食動物に比べて瞬き回数が少なく、速度は速い

結果・・・△:瞬き回数は少なかった。瞬き速度は平均的には速いが動物によりマチマチであった

図2に1分間の瞬き回数を示すが、草食動物は肉食動物、雑食動物に比べて平均的には明らかに瞬き回数は少ないと言える。図では左から順に体格が大きくなるように並べたが、草食動物の中でも体格の大きなシロサイやゾウは比較的瞬き回数が多かった。草食でも体格の大きな動物は天敵が少ないことが影響しているかもしれない。

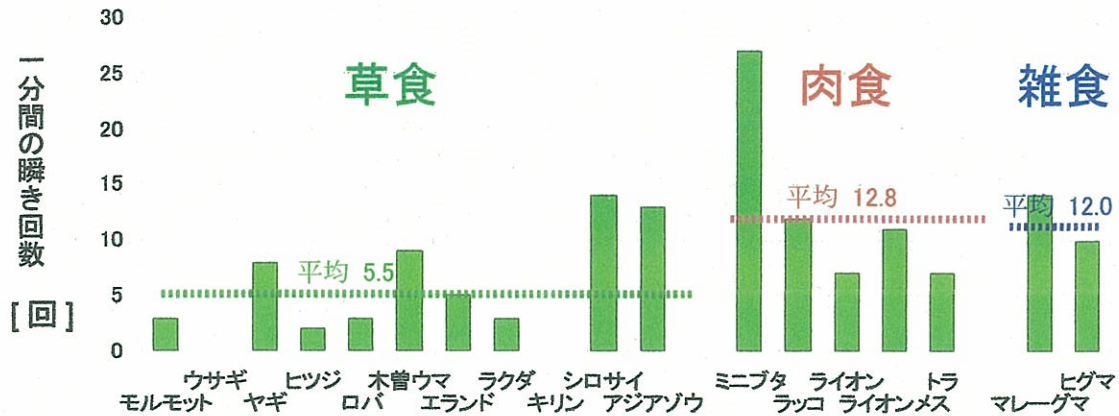


図2 食ごとの瞬き回数比較

図3には、1分間のトータルの閉眼時間を示す。後に示すように、1回の瞬き時間は草食も肉食動物も大きな差が見られなかったことから図2と同様の結果となった。この結果からも、草食動物は平均的には外界を見ている時間は長く、周囲に注意を払っていることが考えられる。

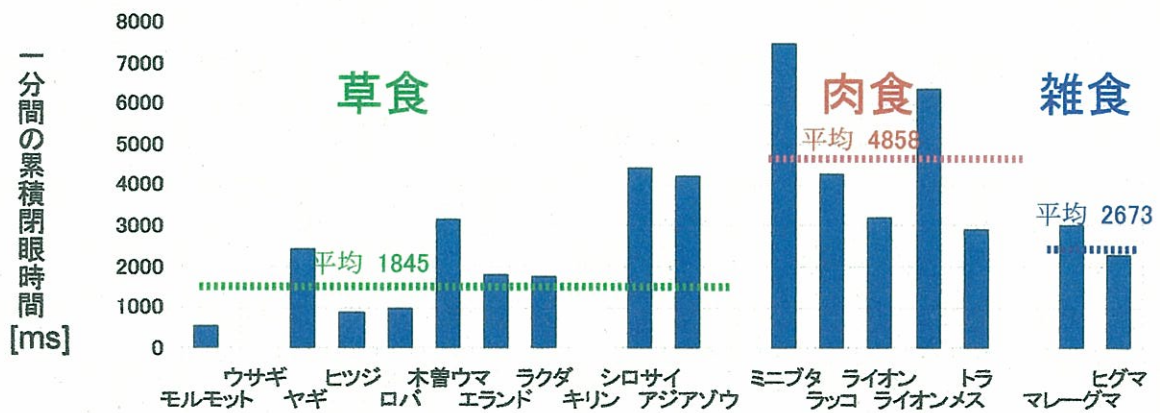


図3 食ごとの1分間の累積閉眼時間比較

図4には、瞬き1回あたりの瞬き時間を示す。食による瞬き速度は平均値としては草食動物のほうが若干速いと認められるが、個別に見ると顕著な差は認められなかった。しかし体格が大きくなるにつれ瞬き速度が遅くなる結果は、非常に興味深い。また、その傾向は草食動物、肉食動物に共通しており、瞬きのメカニズムなどを今後の研究対象にすると面白いと思われる。

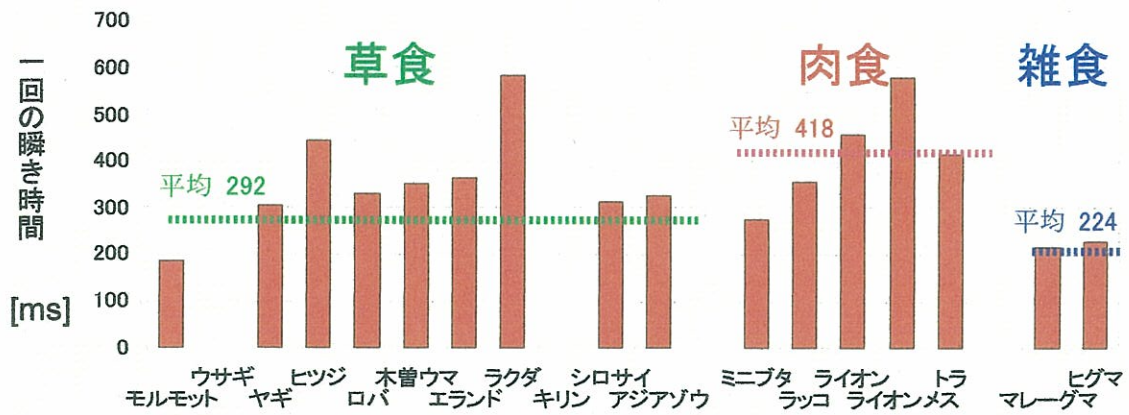


図4 食ごとの1回の瞬き時間比較

ここで参考までに、昨年行った真夏の観察結果の1例を図5に示す。対象動物は異なるが傾向としては図2と同様に、ばらつきはあるものの平均的には草食動物の瞬き回数は少なかった。他は省略するが、累積の閉眼時間も同様の結果であり、仮説とした、被食される草食動物は油断大敵のためか捕食する肉食動物に比べて瞬き回数や閉眼時間が短い結果となり、仮説は証明されたと考えている。

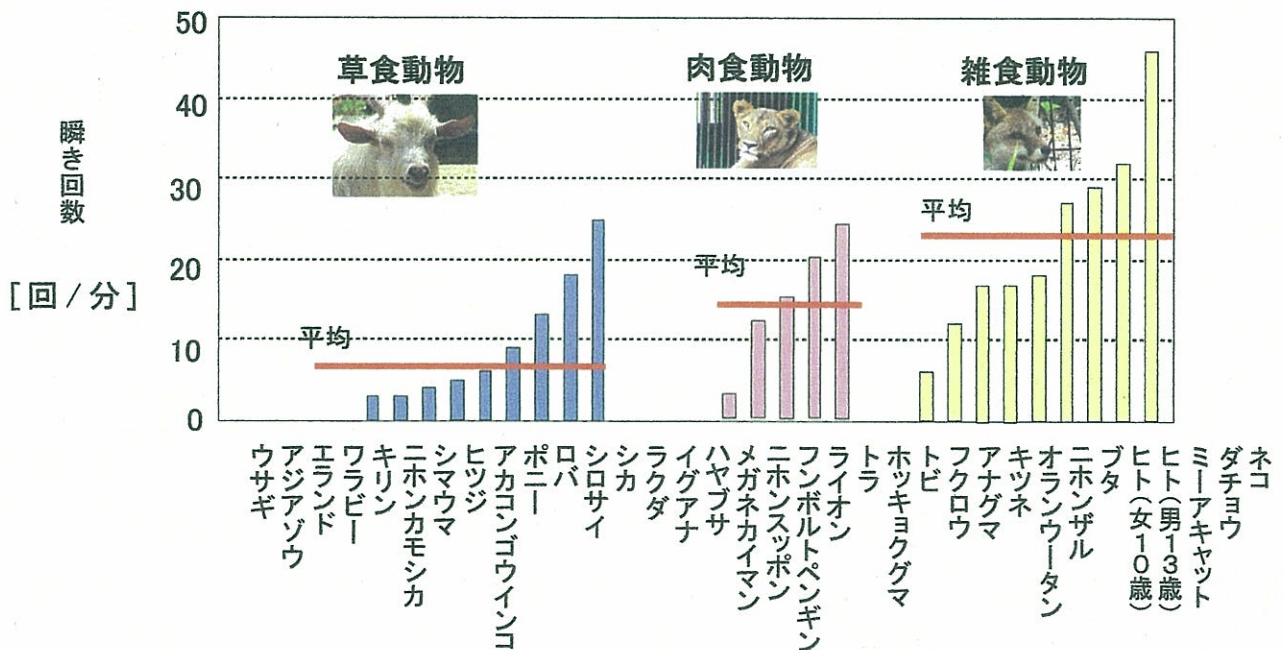


図5 食区分による瞬き回数比較

8. まとめ

昨年に引き続き、動物の瞬きについて研究した。今回は真夏を避けて涼しい時期の動物の姿を観察することで、より正しい結果を導けたと考えている。

草食動物の瞬きは明らかに速かったと言い切れる結果でなかったことは少し残念であったが、トータルの閉眼時間が短いという被食動物らしい結果が得られたことには満足している。しかし、仮説②の検証結果が示すように、動物はその時々活動状態が大きく変化し、それによって瞬きの様子も変化することがわかったので、結論を確実なものにするためにはさらに多くのデータが必要である。

仮説①の結果も不本意であるが、ウサギもキリンも無駄にまぶたが備わってはいないと思うので、さらに長時間の観察を行えば必ず瞬きするものと考えており、機会があれば再チャレンジしたい。

また、今回の観察を通して、面白い現象に気付いた。それは、多くの動物において、瞬きと同時に顔を方向転換させるなど、顔向きと瞬きが連動していることがわかった。非常に興味深い事象なので、今後の研究対象にしていきたいと思う。さらに今後は季節変動に伴う動物の体調や状態をも考慮し、動物本来の姿である野生状態で、動物を刺激しないよう遠方から撮影を行いたいと考えている。また、夜行性かなどの視点で分析をするのも面白いと考えており、今後の課題としていきたい。

<参考文献>

<http://wikipedia.atpedia.jp/wiki/%E3%81%BE%E3%81%B0%E3%81%9F%E3%81%8D>

<http://www.nidek.co.jp/mabuta.html>

他

<付録1:今回の対象動物一覧>

草食動物	写真	肉食動物、雑食動物	写真
モルモット		ミニブタ	
ウサギ		ラッコ	
ヤギ		ライオンオス	
ヒツジ		ライオンメス	
ロバ		トラ	
木曾ウマ			
エランド		マレーグマ	
ラクダ		ヒグマ	
キリン			
シロサイ			
アジアゾウ			

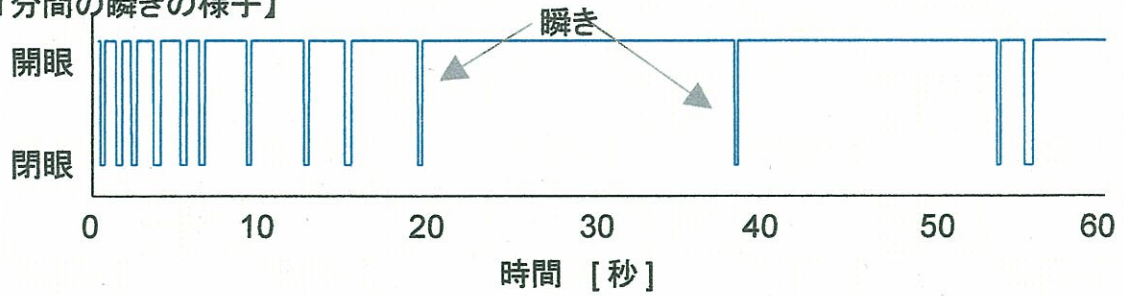
<付録2:データまとめ一例>

アジアゾウ

行性	夜・昼
科	ゾウ科
食性	草食

瞬き回数	13回
瞬き1回の平均時間	0.33秒

【1分間の瞬きの様子】



【1回の瞬きの様子(約0.6秒間の画像)】

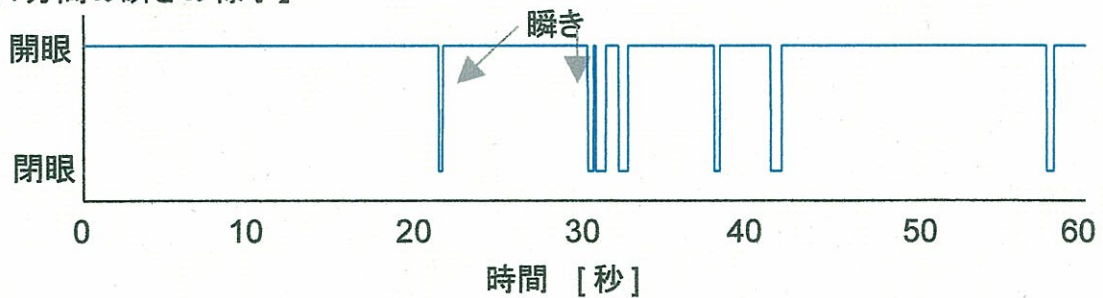


ライオンオス

行性	昼・夜
科	ネコ科
食性	肉食

瞬き回数	7回
瞬き1回の平均時間	0.46秒

【1分間の瞬きの様子】



【1回の瞬きの様子(約0.6秒間の画像)】

