



鳥はなぜ夜明けに歌うのか？ — 鳴鳥における「夜明けのコーラス」のメカニズムと機能

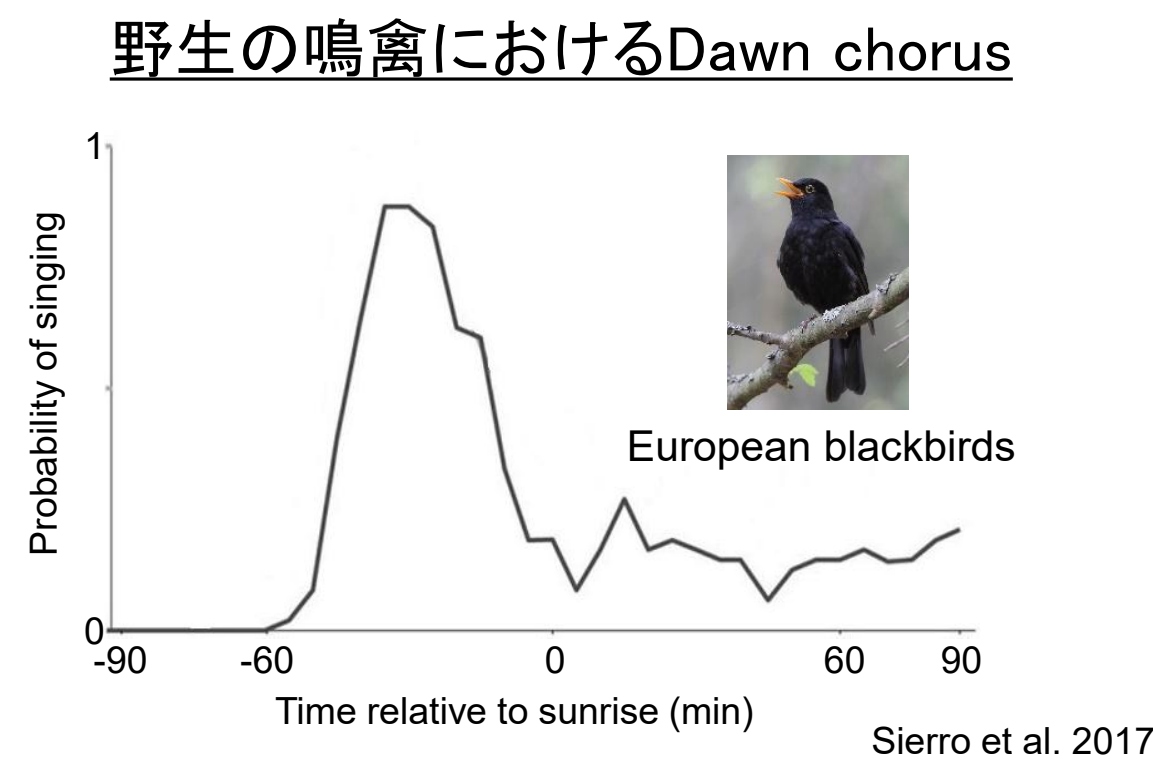
○小島哲¹、Ednei dos Santos¹、Yunbok Kim¹、森千紘²、Joowon Kim¹

¹韓国脳研究院・感覚運動システム, ²帝京大学・薬学部

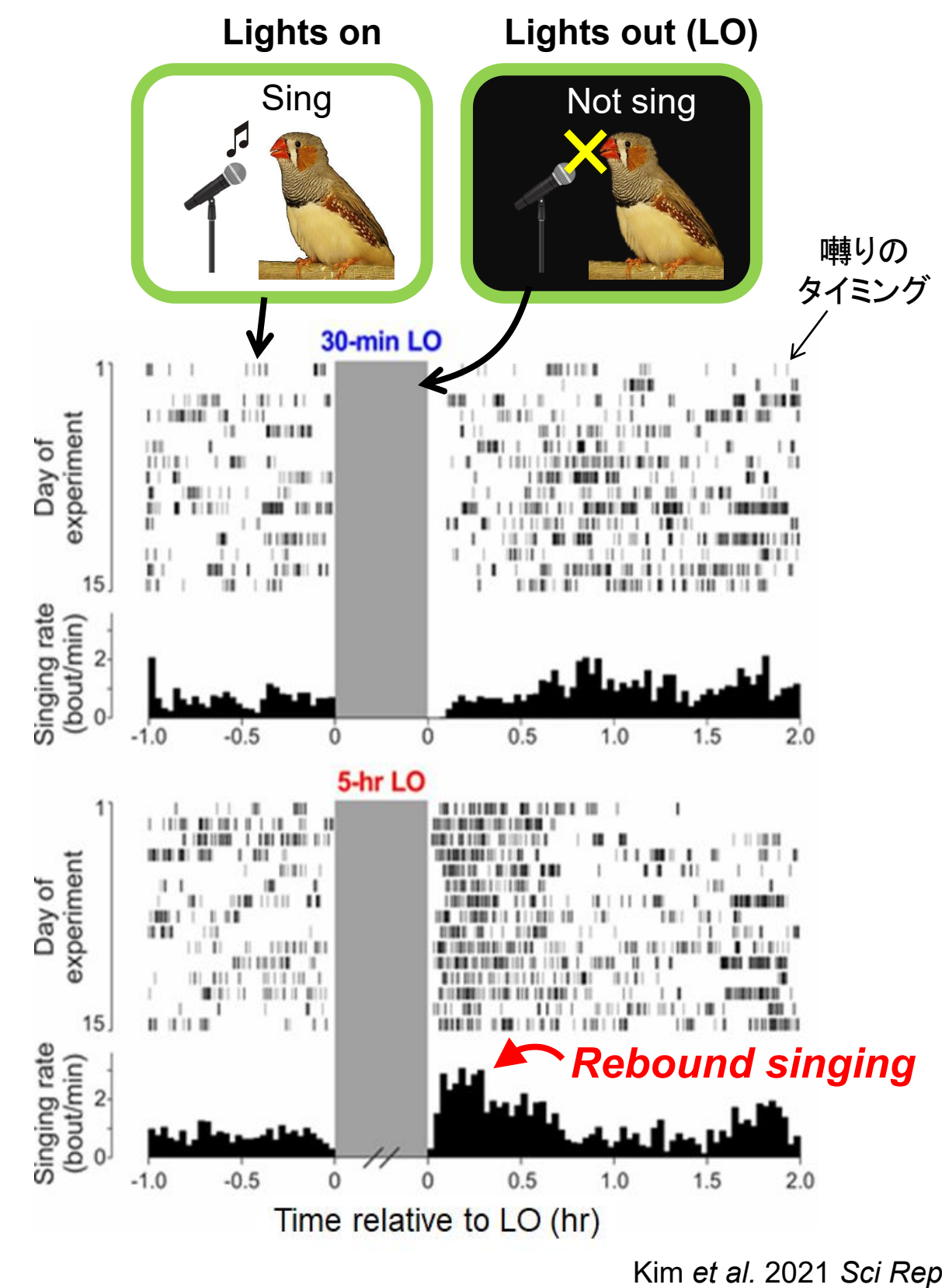


Introduction

キンカチョウにおいて、暗闇による囀りの抑制後に見られるRebound singingは、多くの野鳥で見られる「Dawn chorus(夜明けのコーラス)」に良く似ている。



飼育下のキンカチョウで見られる、囀り抑制後のRebound singing



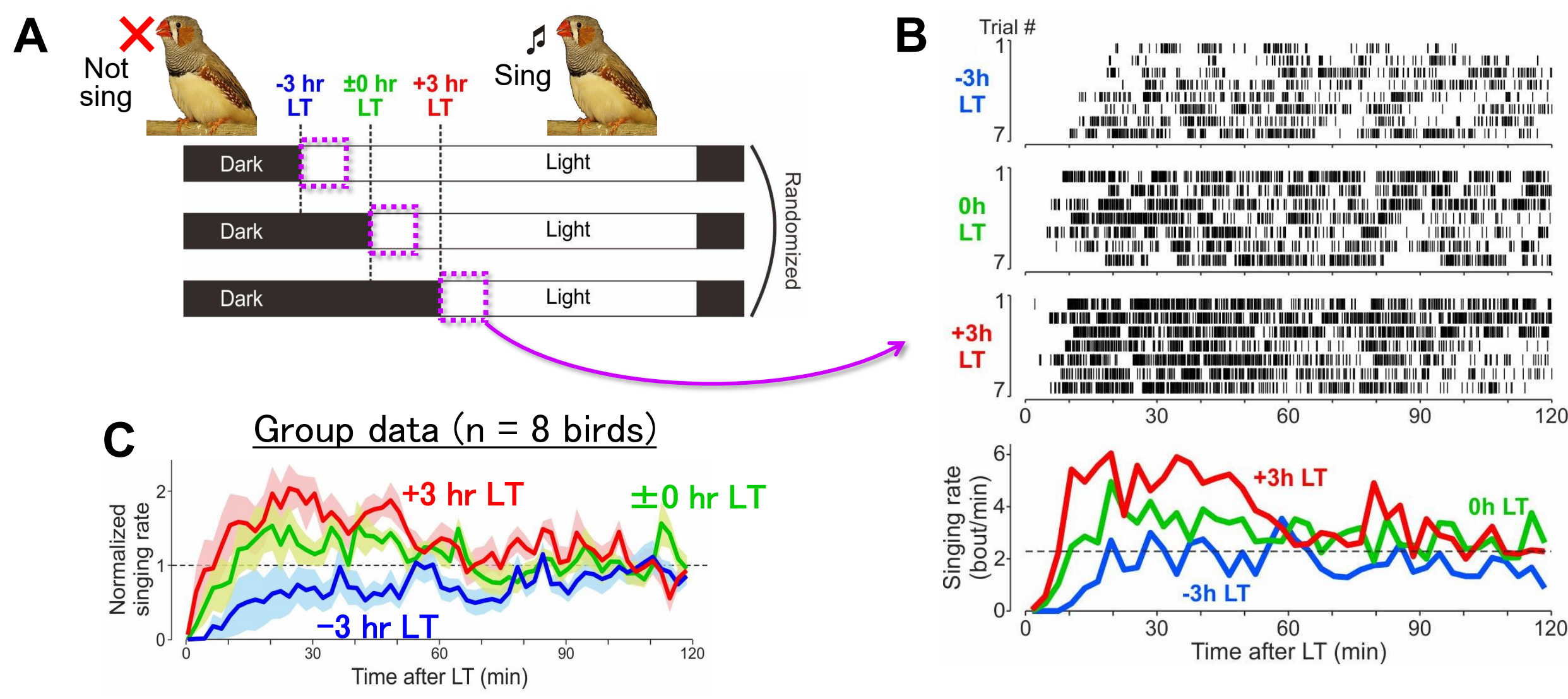
□鳥のDawn chorus(夜明け頃に集中的に発せられる鳴き声)は、古代から人々を魅了してきた。しかし、その機能やメカニズムは不明な点が多い。

□我々は以前、飼育下のキンカチョウ(zebra finch)において、暗闇(Lights-out, LO)により自発的な囀りを一時的に抑制すると、その直後にDawn chorusに似たRebound singingが生じることを示した(Kim *et al.*, 2021 *Sci Rep*)。

□本研究では、同様なDawn chorus様の囀り行動が朝にも引き起こされるかどうかを調べ、さらにその生理メカニズムおよび行動学的機能も解析した。

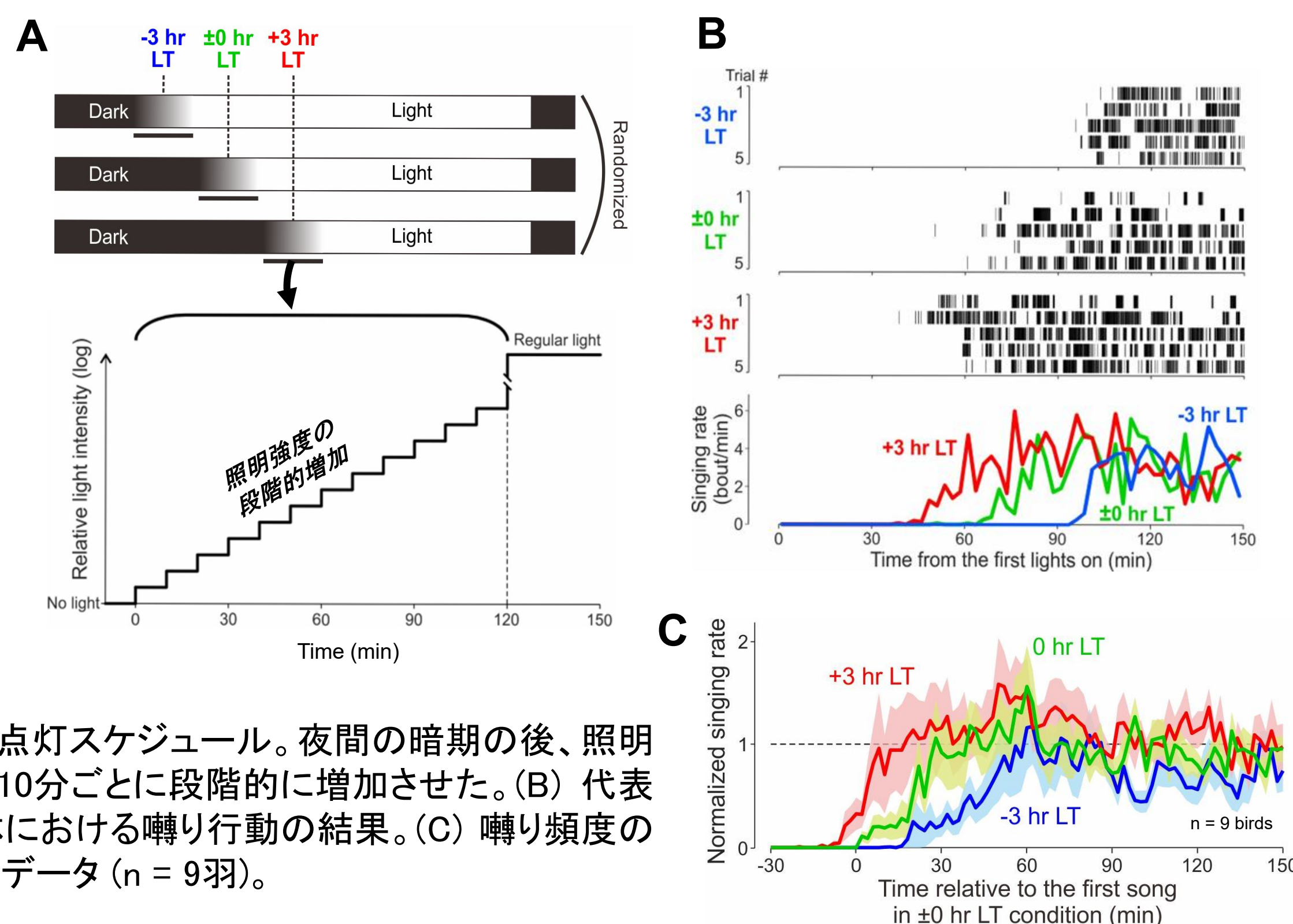
Results

1. 朝の照明点灯時刻(LT)を遅らせることにより、Dawn chorus様の高頻度の囀りが生じる。



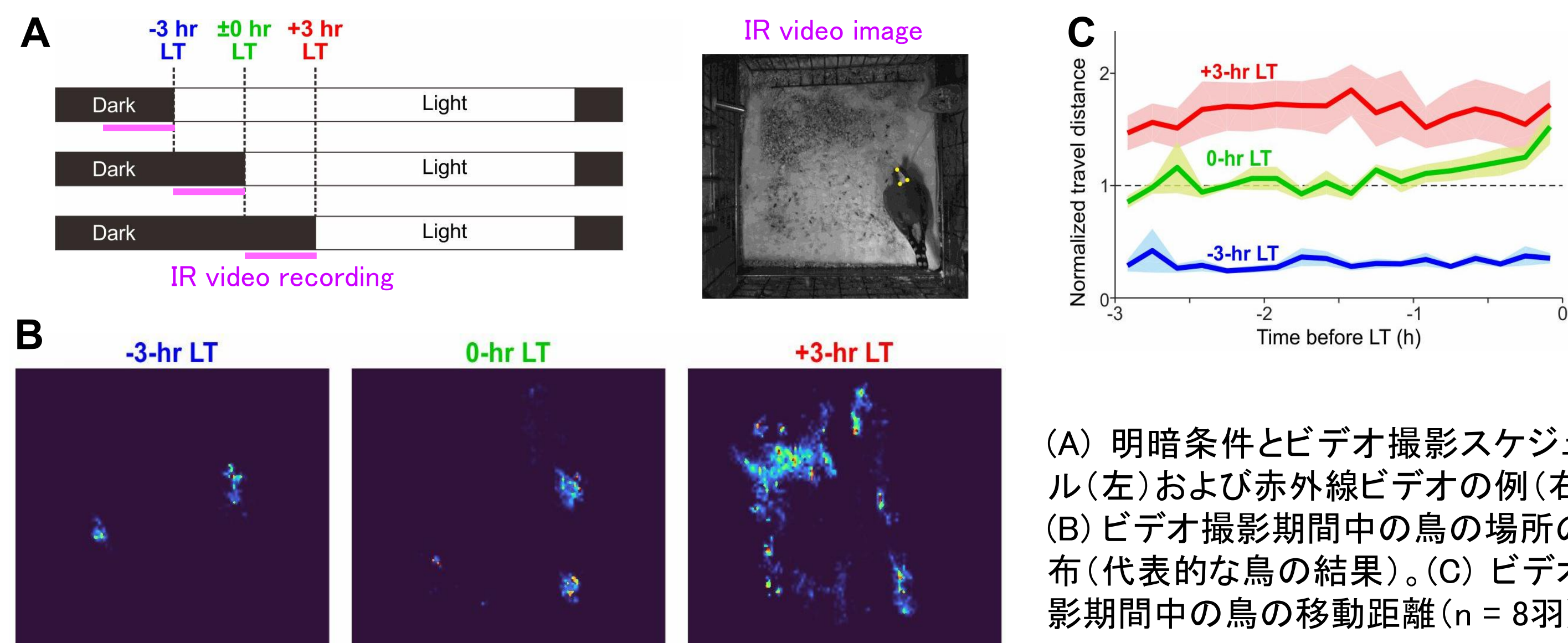
(A) 3つの異なるLT条件の明暗スケジュール。(B) 代表的な個体における囀り行動の結果。(C) 囀り頻度のグループデータ(n = 8羽)。

2. 朝の照明点灯時刻が遅いと、鳥はより薄暗い条件で囀り始める。



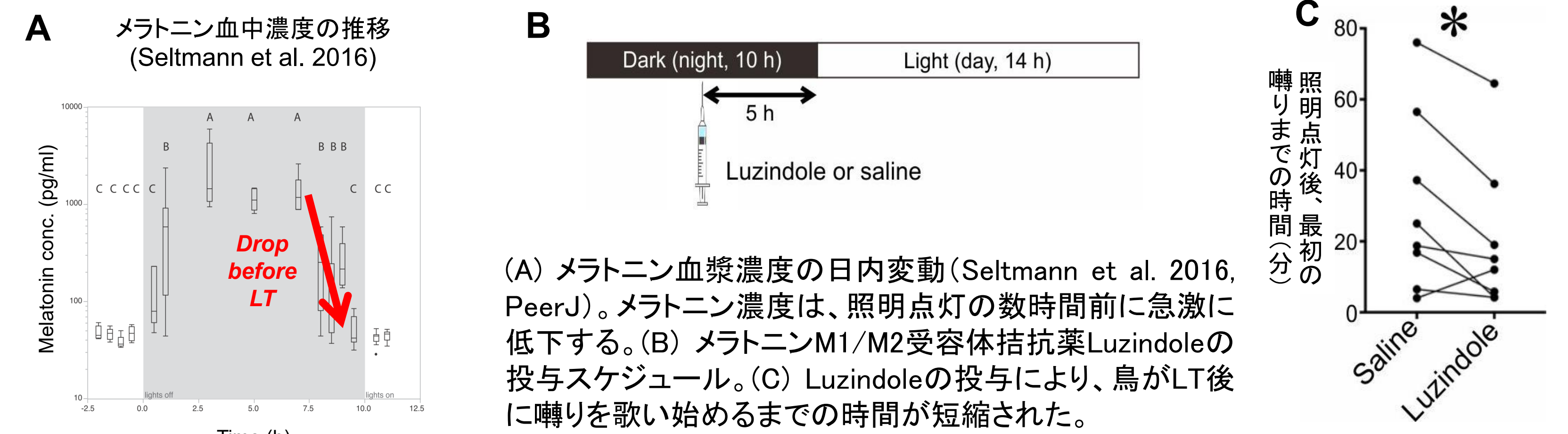
(A) 照明点灯スケジュール。夜間の暗期の後、照明の強さを10分ごとに段階的に増加させた。(B) 代表的な個体における囀り行動の結果。(C) 囀り頻度のグループデータ(n = 9羽)。

3. 照明点灯時刻が遅い場合、鳥は照明が点灯する前に(暗闇中で)覚醒している。



(A) 明暗条件とビデオ撮影スケジュール(左)および赤外線ビデオの例(右)。(B) ビデオ撮影期間中の鳥の場所の分布(代表的な鳥の結果)。(C) ビデオ撮影期間中の鳥の移動距離(n = 8羽)。

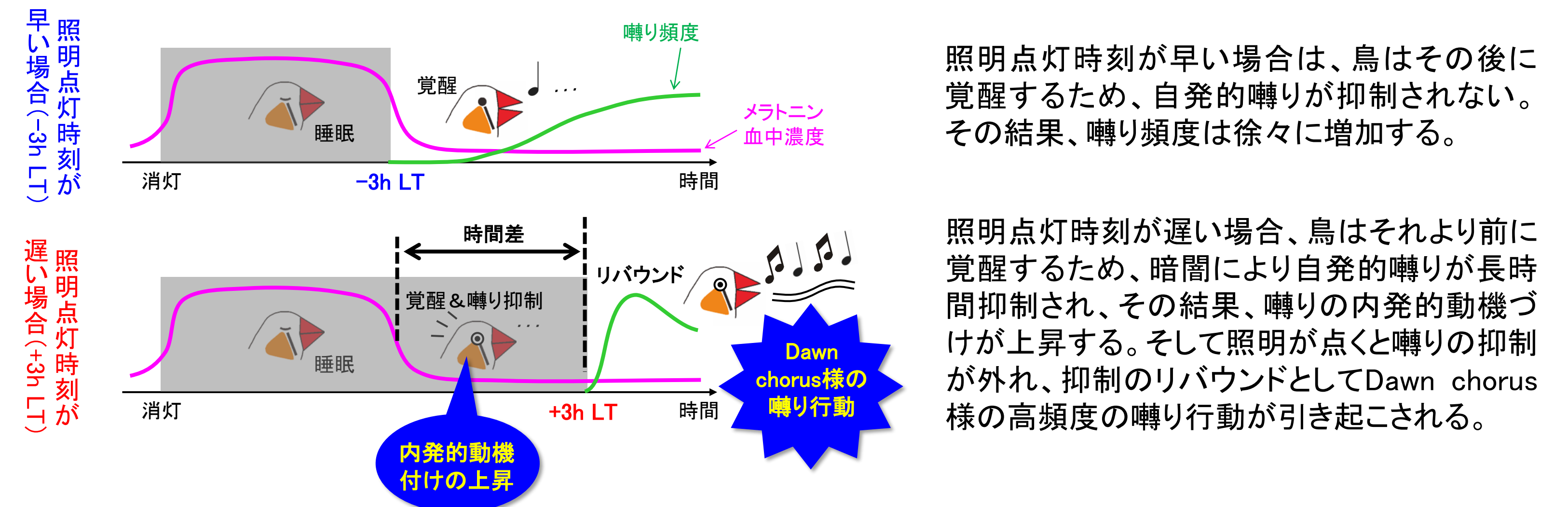
4. 照明点灯前の鳥の覚醒は、メラトニン血中濃度の低下によることが示唆される。



(A) メラトニン血漿濃度の日内変動(Seltmann *et al.* 2016, PeerJ)。メラトニン濃度は、照明点灯の数時間前に急激に低下する。(B) メラトニンM1/M2受容体拮抗薬Luzindoleの投与スケジュール。(C) Luzindoleの投与により、鳥がLT後に囀りを歌い始めるまでの時間が短縮された。

5. 以上の結果から示唆されるDawn chorusのメカニズム(Rebound singing仮説)

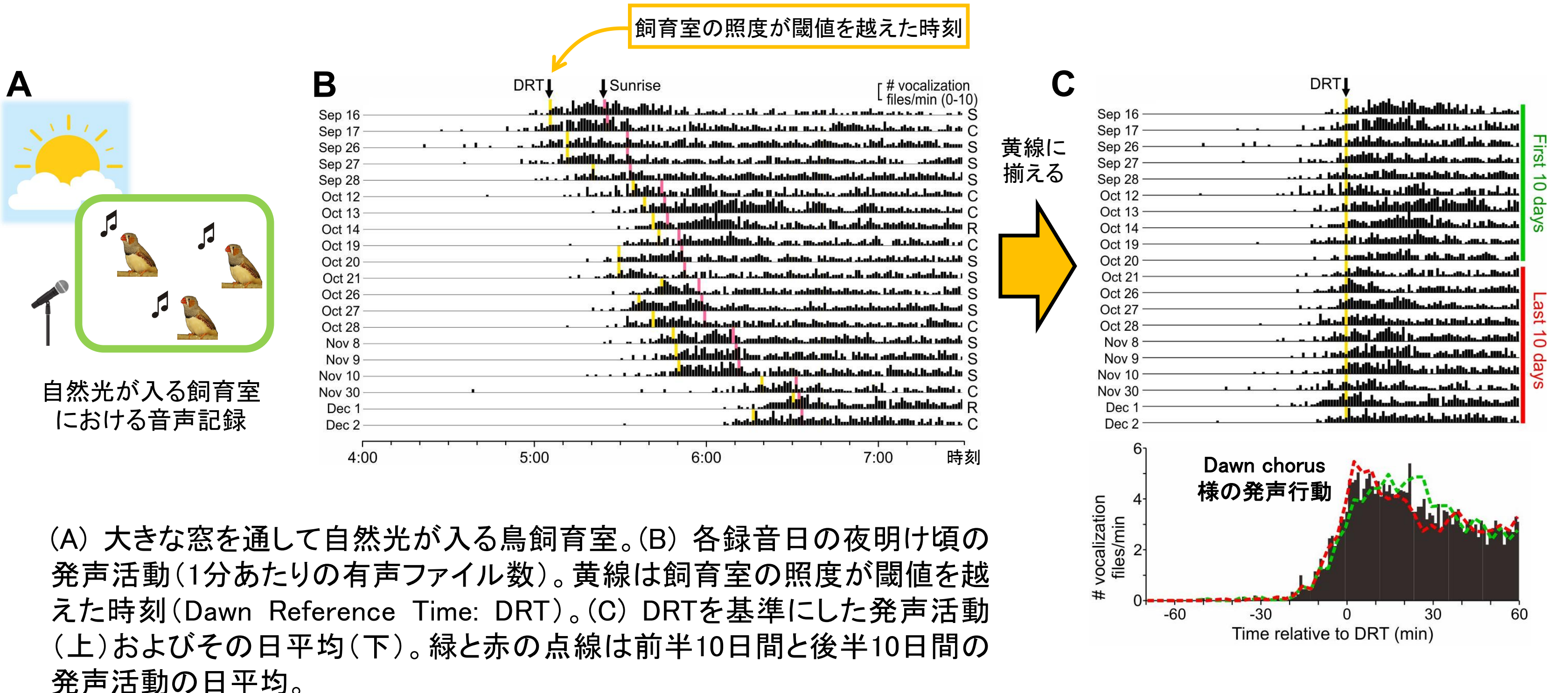
メラトニン濃度低下と照明点灯時刻との時間差によりDawn chorus様の囀り行動が生じる。



照明点灯時刻が早い場合は、鳥はその後に覚醒するため、自発的な囀りが抑制されない。その結果、囀り頻度は徐々に増加する。

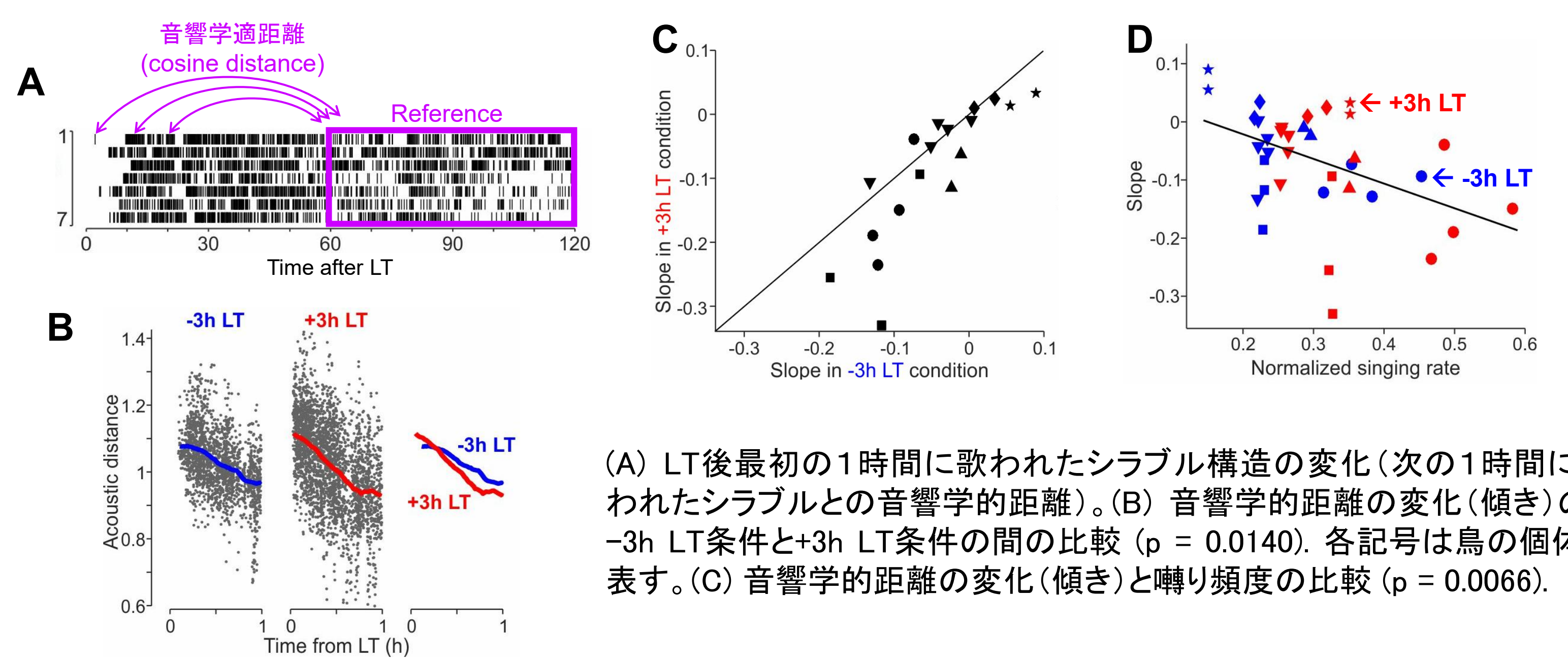
照明点灯時刻が遅い場合、鳥はそれより前に覚醒するため、暗闇により自発的な囀りが長時間抑制され、その結果、囀りの内発的動機づけが上昇する。そして照明が点くと囀りの抑制が外れ、抑制のリバウンドとしてDawn chorus様の高頻度の囀り行動が引き起こされる。

6. 自然光条件で飼育されたキンカチョウもDawn chorus様の発声活動を示す。



(A) 大きな窓を通して自然光が入る鳥飼育室。(B) 各録音日の夜明け頃の発声活動(1分あたりの有聲ファイル数)。黄線は飼育室の照度が閾値を越えた時刻(Dawn Reference Time: DRT)。(C) DRTを基準にした発声活動(上)およびその日平均(下)。緑と赤の点線は前半10日間と後半10日間の発声活動の日平均。

7. Dawn chorus様の高頻度の囀りはシラブル構造の朝の微小変化を早める。



(A) LT後最初の1時間に歌われたシラブル構造の変化(次の1時間に歌われたシラブルとの音響学的距離)。(B) 音響学的距離の変化(傾き)の、-3h LT条件と+3h LT条件の間の比較(p = 0.0140)。各記号は鳥の個体を表す。(C) 音響学的距離の変化(傾き)と囀り頻度の比較(p = 0.0066)。

→ Dawn chorusは夜間の発声練習の欠如を補うため、囀り構造を迅速に最適化する機能がある？

Conclusions

□飼育下のキンカチョウにおいて、朝の照明点灯時刻を遅らせることにより、Dawn chorus様の高頻度の囀りが観察され、さらにその行動・生理メカニズム(至近要因)も明らかとなった。

□自然光条件下で飼育されているキンカチョウにおいても同様な高頻度の発声活動が見られることから、今回明らかとなった高頻度囀り活動のメカニズムは、多くの野鳥で見られるDawn chorusのメカニズムにも当てはまる可能性が示唆された。

□Dawn chorus様の高頻度の囀りはシラブル構造の朝の微小変化を早めることが明らかとなった。したがって、Dawn chorusには夜間の発声練習の欠如を補い、囀りの構造を迅速に最適化する機能があることが示唆された(究極要因)。その機能は鳥の繁殖成功率を高め、適応度を上げると考えられる。

□以上の結果は、Dawn chorusという行動現象をメカニズム(至近要因)と機能(究極要因)の両面から明らかにするものである。

