

2016年9月23-25日 日本哺乳類学会2016年度大会

動物移動軌跡の時間軸分析

GPSテレメトリデータへの新たなアプローチ

Timeline Analysis of Animal Tracks

A new approach to GPS telemetry data

平川 浩文

(森林総合研究所 北海道支所)

(野生生物研究技術開発)

高畠 千尋・瀧井 暁子・泉山 茂之

(信州大学 山岳科学研究所)

要旨

GPSにより定期的を取得した動物の位置データを対象に、時間経過に伴う移動パターンの変化を分析する手法を提案する。本手法により移動パターンがどの時点でどう変化したかを客観的に把握できる。このため、季節や月など、暦による人為的な期間区分ではなく、移動パターンそのものに基づく期間区分が可能となる。本手法は特定の移動モデルを必要とせず、欠測の補間もしない。このため、分析のために事実が歪められる危険がない。

分析は次のように行う。複数の測位区間を含む評価期間を設定、期間内の軌跡の特徴を数量化、期間を測位間隔分シフトしながら、その変化を視覚化する。評価期間の長さを変えれば、任意の時間スケールで分析できる。数量化は複数の方法で行い、複数の数量の動きを併せて見ることで、定型的な移動パターンの抽出も可能となる。移動時刻の分析にも応用できる。

本手法は現在、TrackAnalyserと名付けたエクセルファイルで開発中で、分析にはマクロを利用する。データ書式の作成、データの加工・チェック、軌跡描画、日周性分析、分析対象期間の選択など、関連機能を備える。

現在、12種類の数量化を行い、各数量の意味・有用性を検討しているが、4個の数量だけでもかなりの分析が可能。しかし、他の数量の可能性も引続き、検討したい。

本手法はGPSデータをまず**無垢な目**で徹底的に眺めるための道具として有用だろう。

問題 1 : 土地利用分析

1) 期間区分

季節や月などで区分：

人為的、正当性に疑問

行動域で区分：

域内変化は考えず

2) 期間内

空間的配置のみ考慮：

時間の流れは無視

時間データはほとんど活かされず

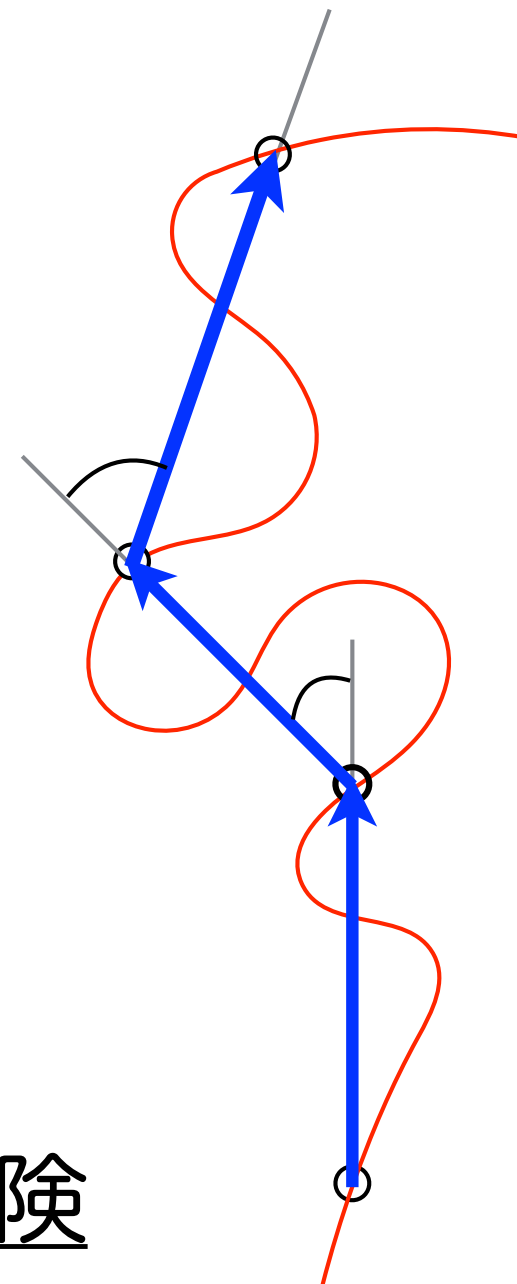
問題2：移動分析

1) 移動モデルを使用

例：距離と角度のモデル
モデルの枠に嵌める

しかし、

事実はモデルよりも奇なり



2) 欠測を補間

データの穴埋め：嘘の混入

分析のために事実を歪める危険

問題3：深く分析せず

- 1) どこどこへ行っていました！のみ
高コスト・高品質の豊かな情報を活かせず

コラム

GPSデータ：歴史的価値ある資料

メタデータ（データの背景情報）を付加して保存を！

メタデータ：

個体情報（種・性別・体重など）

捕獲情報（年月日時・位置・方法など）

調査実施者情報（組織名・責任者氏名など）

機器情報（メーカー名・機種名・バージョンなど）

機器設定情報（測位間隔など）

本手法の特長

1) 時間を軸に空間を眺める

時間が基本

●時間を活かす

2) モデル不要

想定を置かず、想定外を作らず

●事実を活かす

3) 欠測：除外も補間もせず

欠測にも意味がある

●欠測を活かす

分析手順

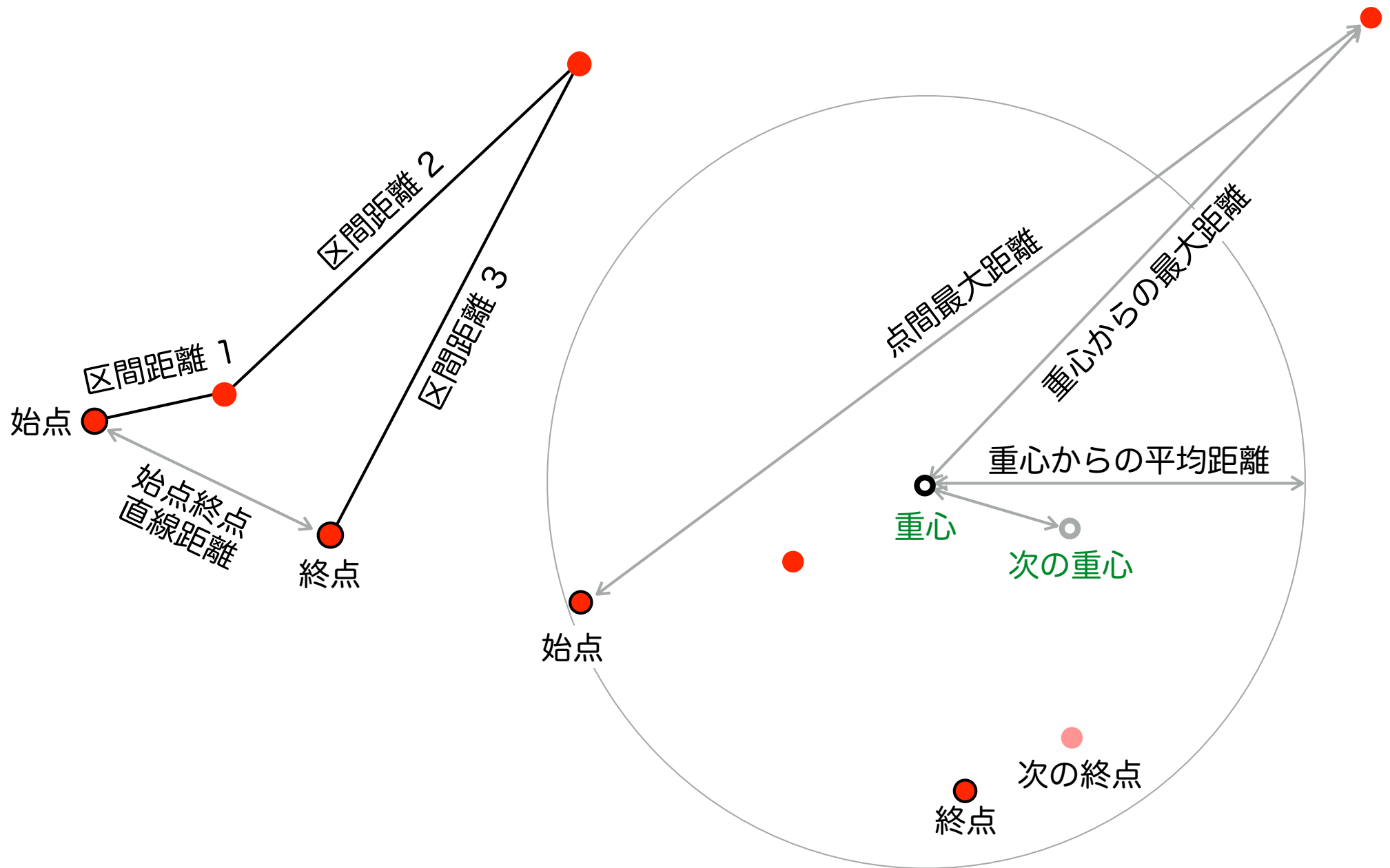
- 1) 複数の測位区間を含む評価期間を設定
- 2) 次を全データ期間について反復
 - a) 評価期間内の軌跡の特徴を数量化*
 - b) 評価期間を1測位間隔分ずらす
- 3) 変化を視覚化

さらに、

これを評価期間の長さを変えて行う

(*数量化は複数の方法で)

数量化の方法：3区間4測位点の例



点の配置に基づく数量化

重心からの平均距離・*

重心からの最大距離・*

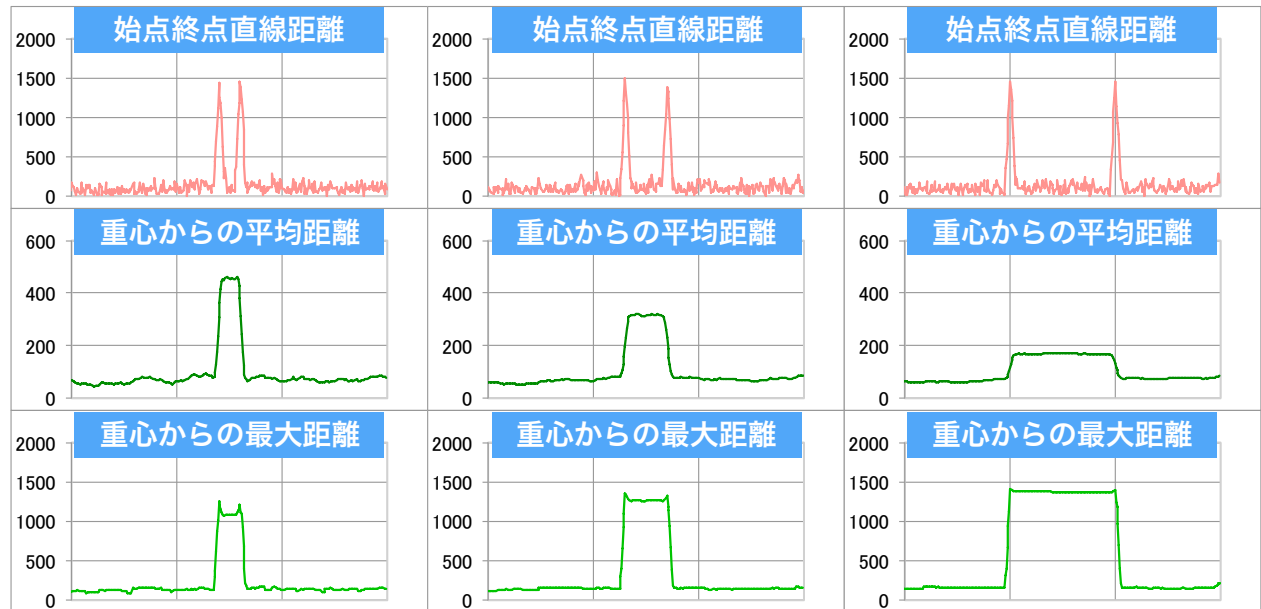
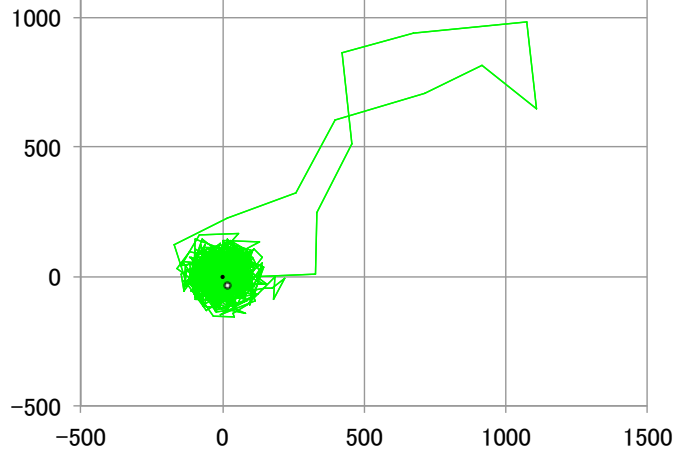
重心からの平均最大距離比
点間最大距離・*

(*: 区間平均距離との比)

[illegible]

移動パターン1：出戻り Sally

活動域からの出戻り (区間数：14)

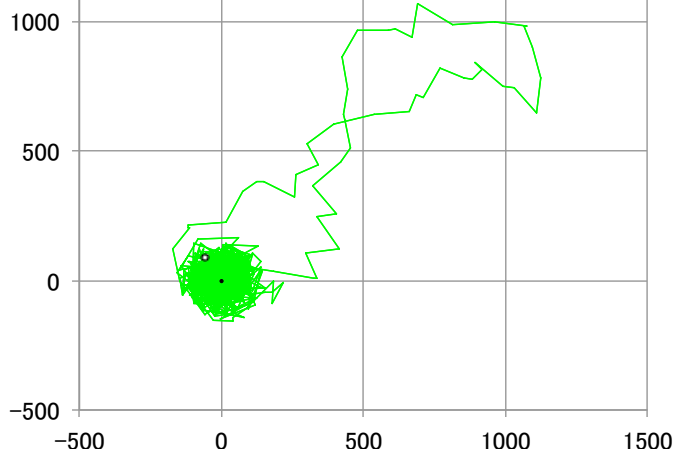


評価期間：24 区間

評価期間：48 区間

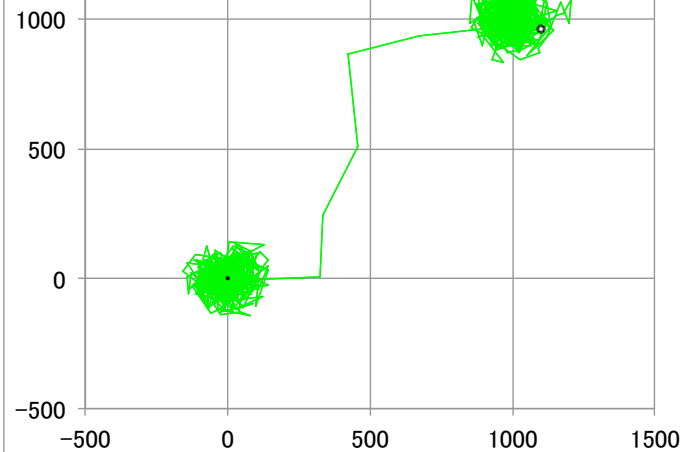
評価期間：120 区間

活動域からの出戻り (区間数：54)

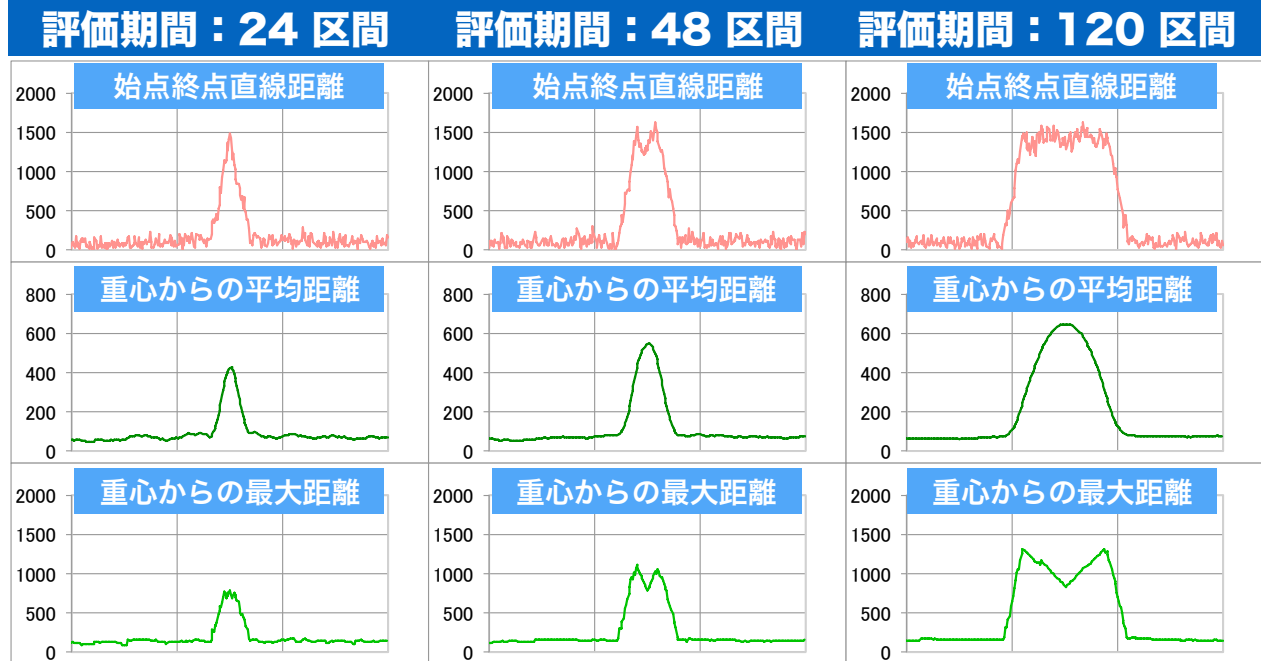
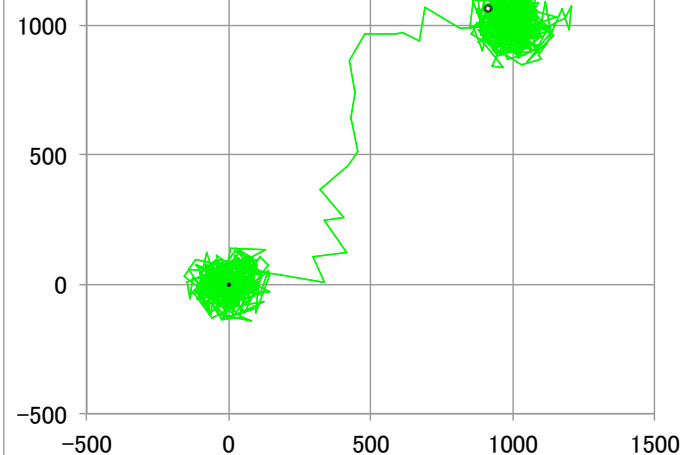


移動パターン 2: 渡り Migration

活動域の変更 (区間数: 6)



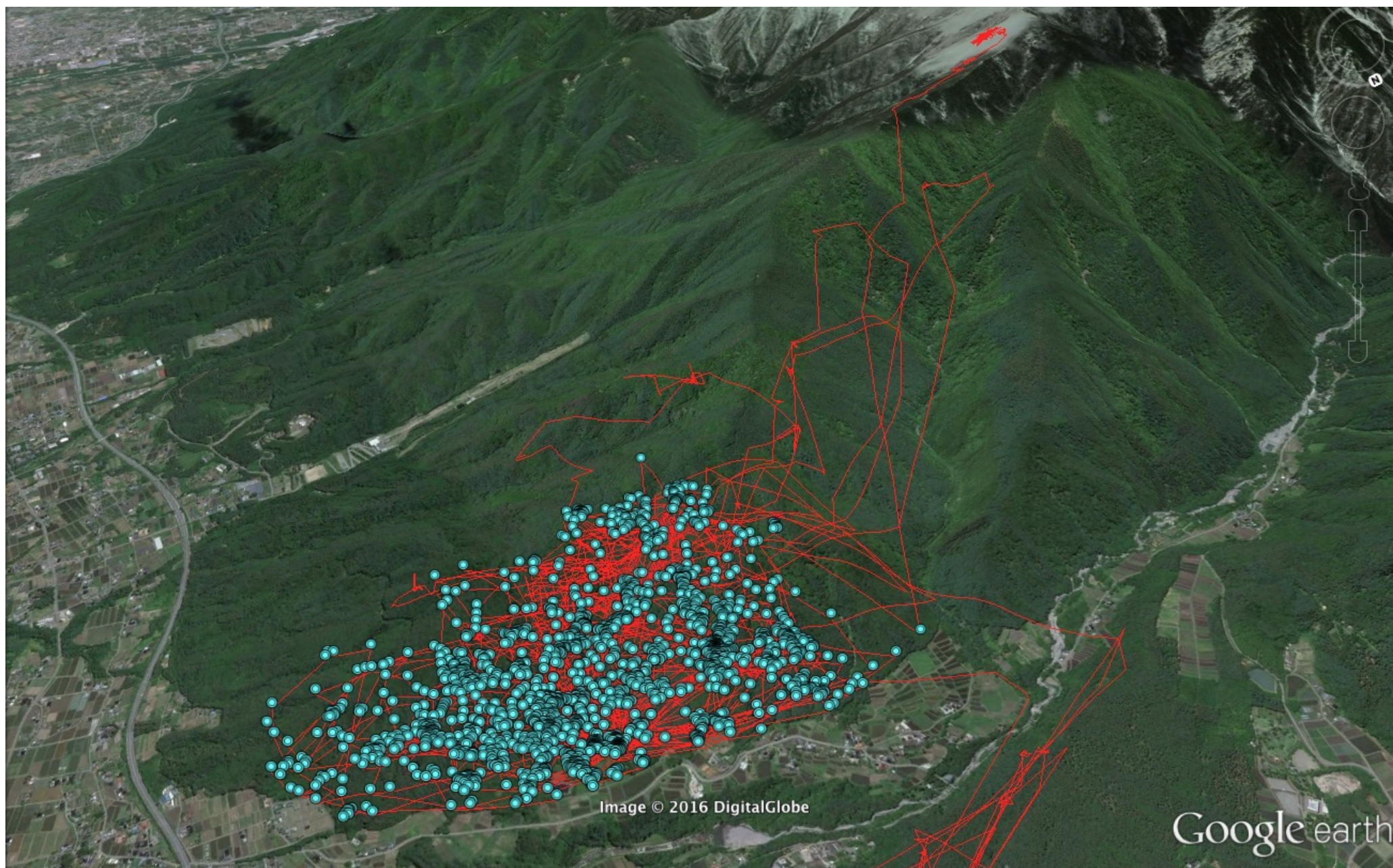
活動域の変更 (区間数: 24)



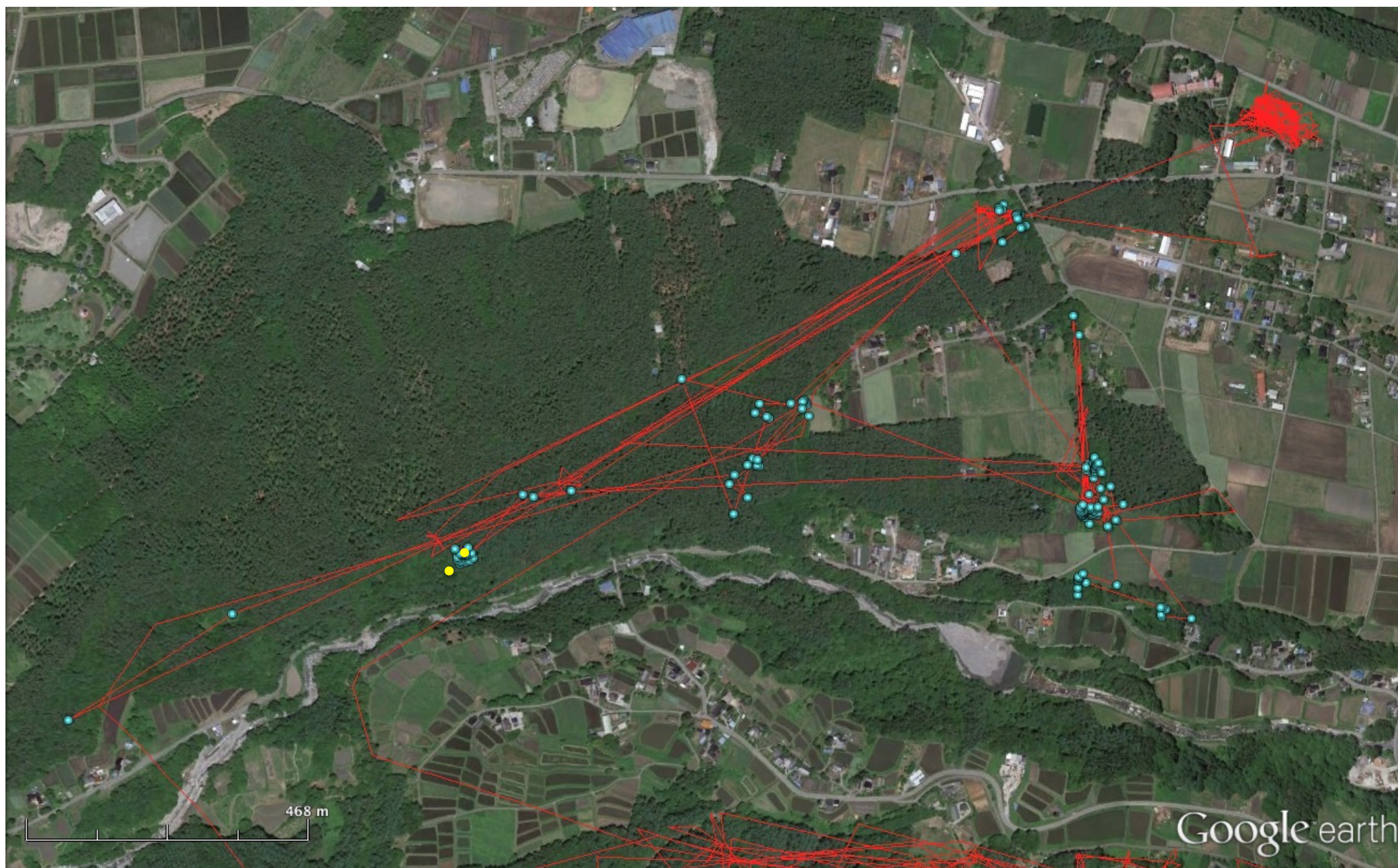
適用例：伊那のクマ Yurie



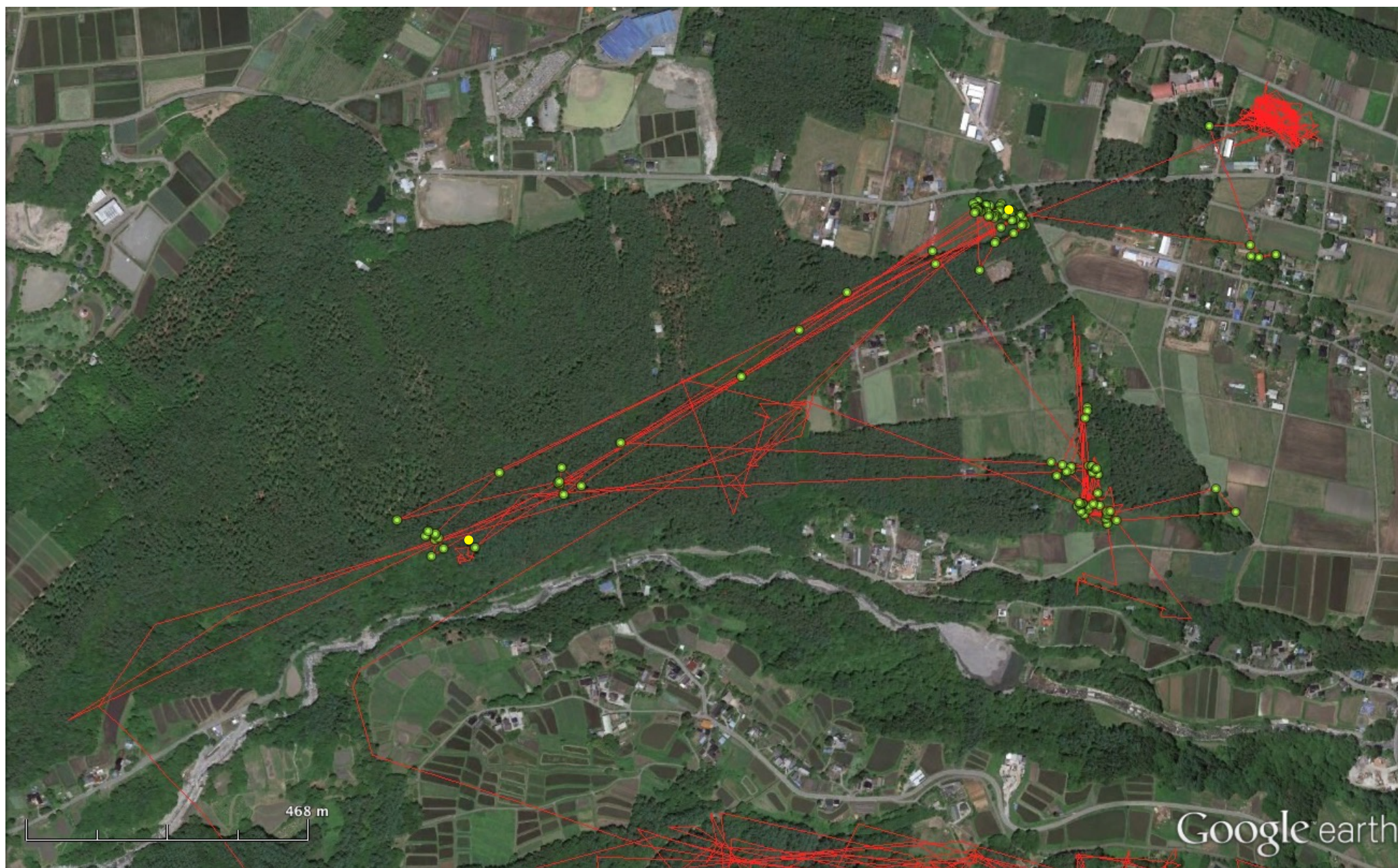
山前期 6/30 19:00~9/12 20:00



里 | 期 9/12 21:00~9/18 21:00



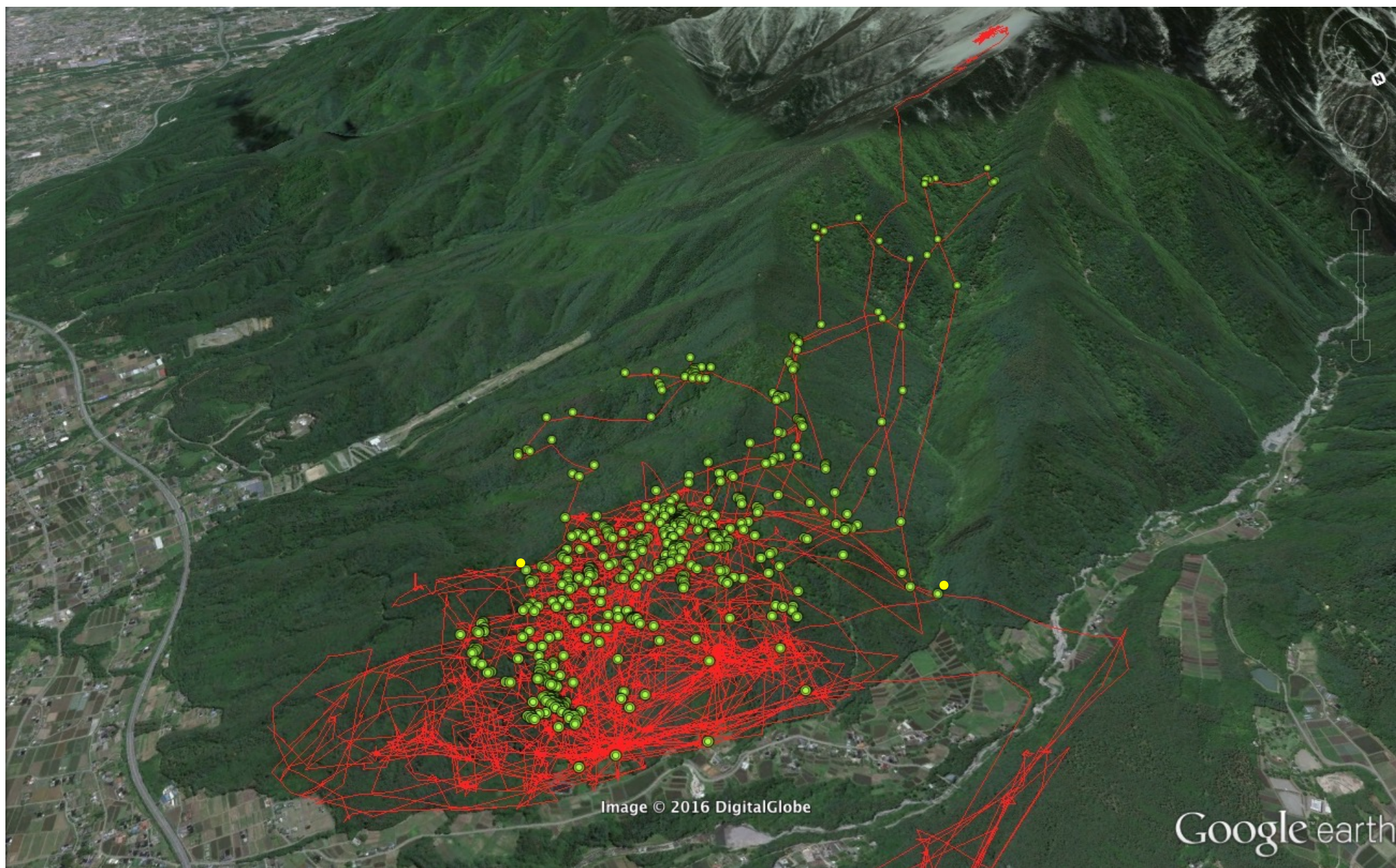
里Ⅱ期 9/19 17:00~9/25 3:00



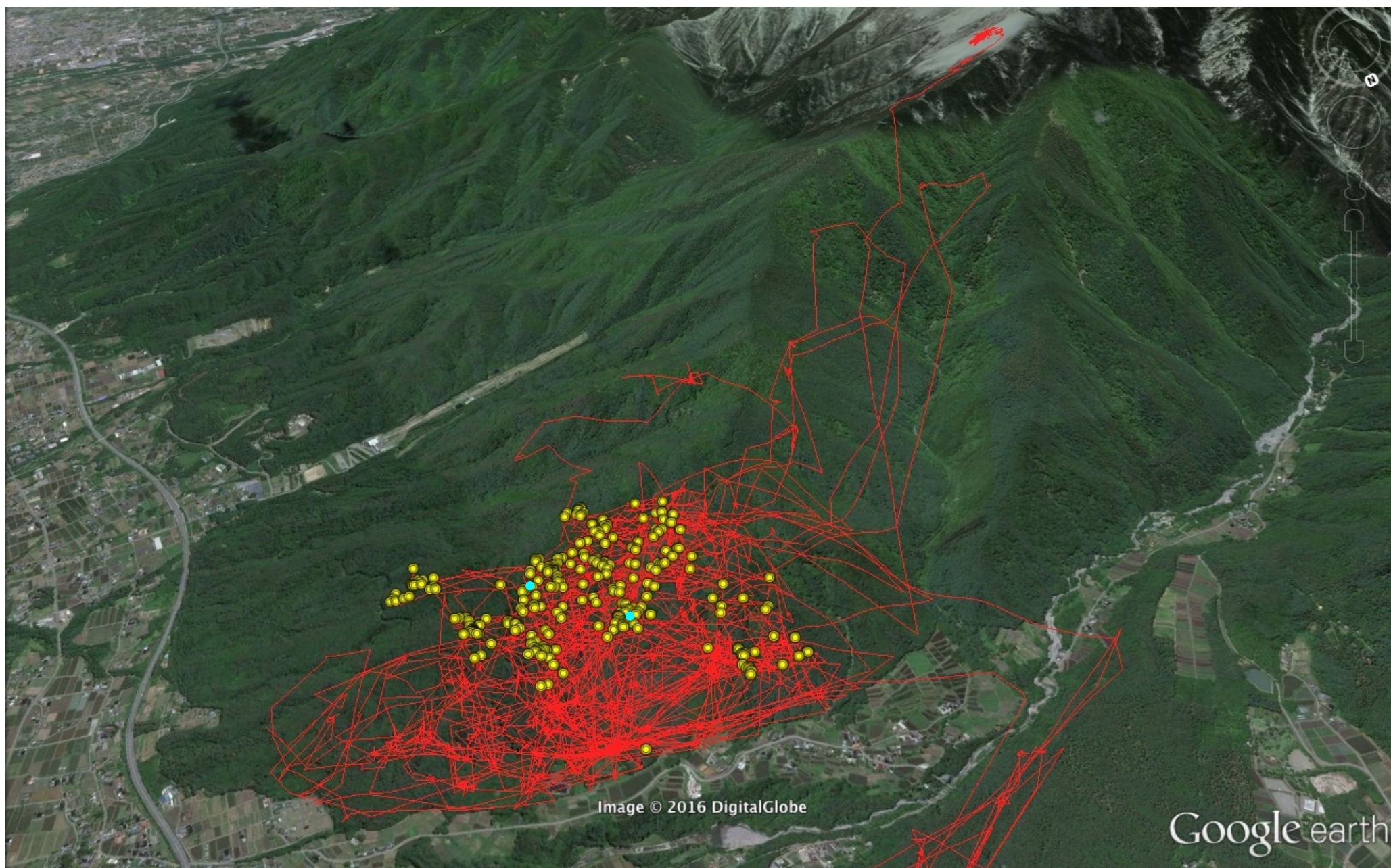
里川期 9/25 4:00~10/08 20:00



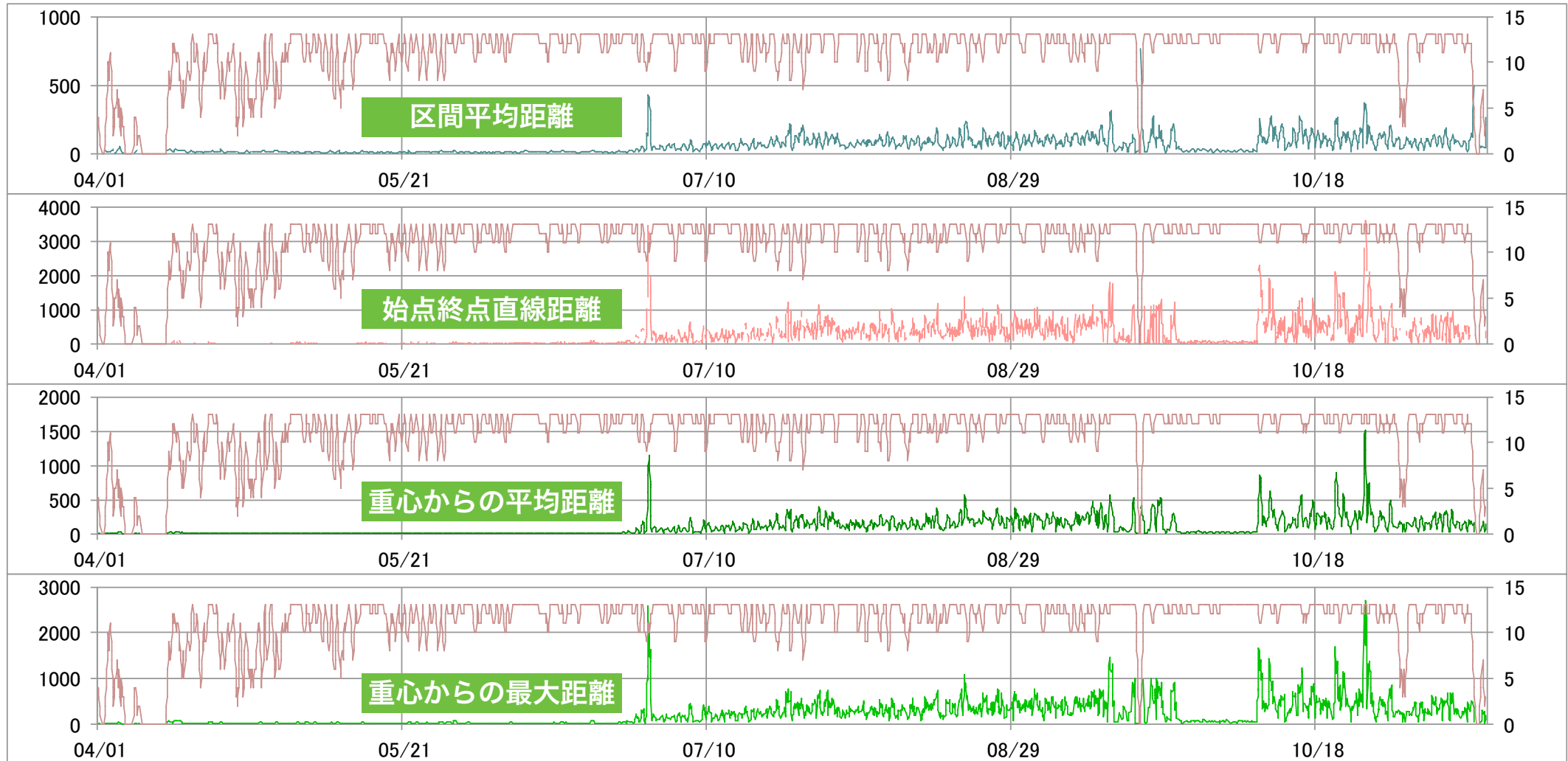
山後期 10/09 5:00~10/31 21:00



山終期 11/02 5:00~11/15 9:00



全期区分：1時間刻みを12時間で評価



低活動期

山前期

里期

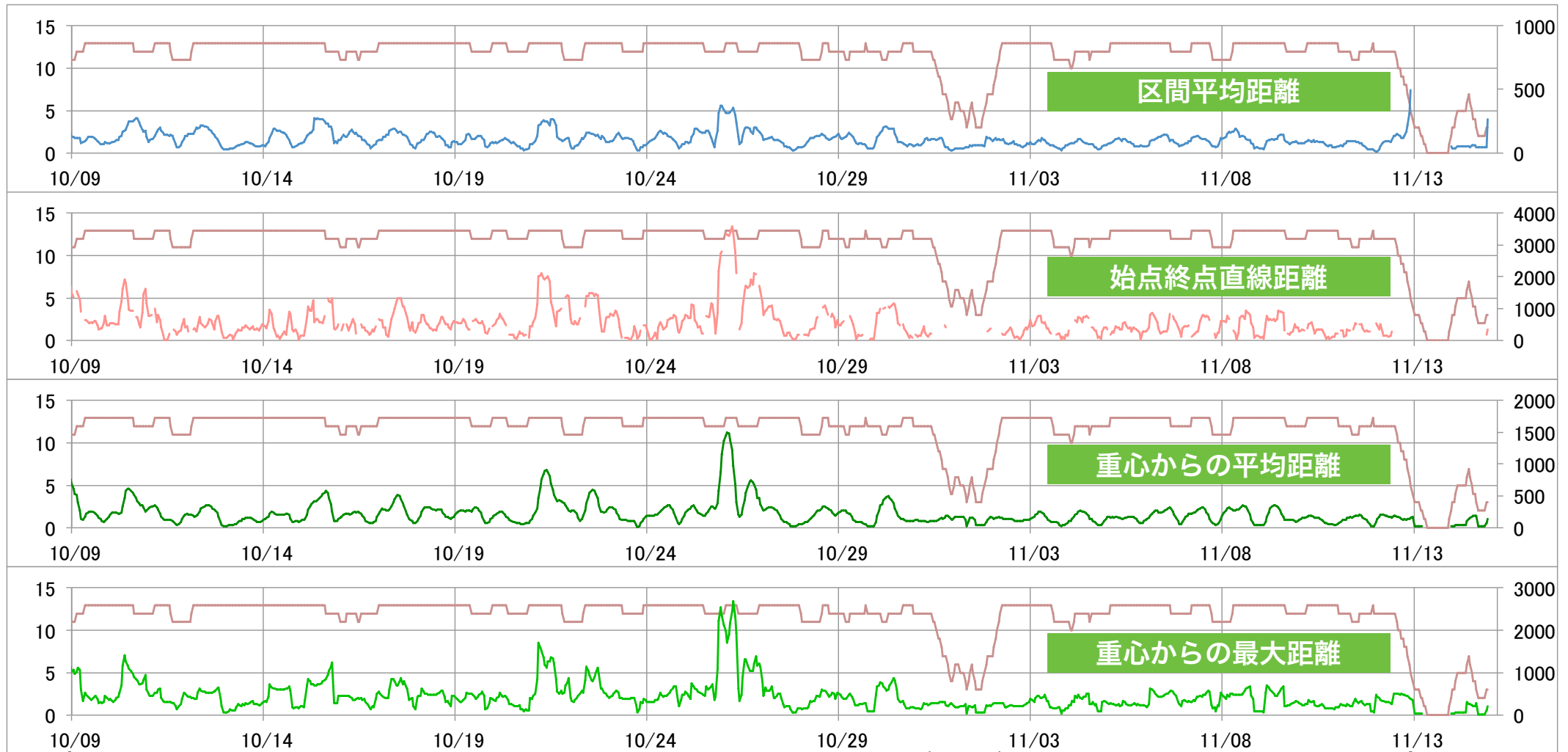
山後期

山終期

冬眠穴利用中

冬眠穴近く
滞在

山後終期：1時間刻みを6時間で評価

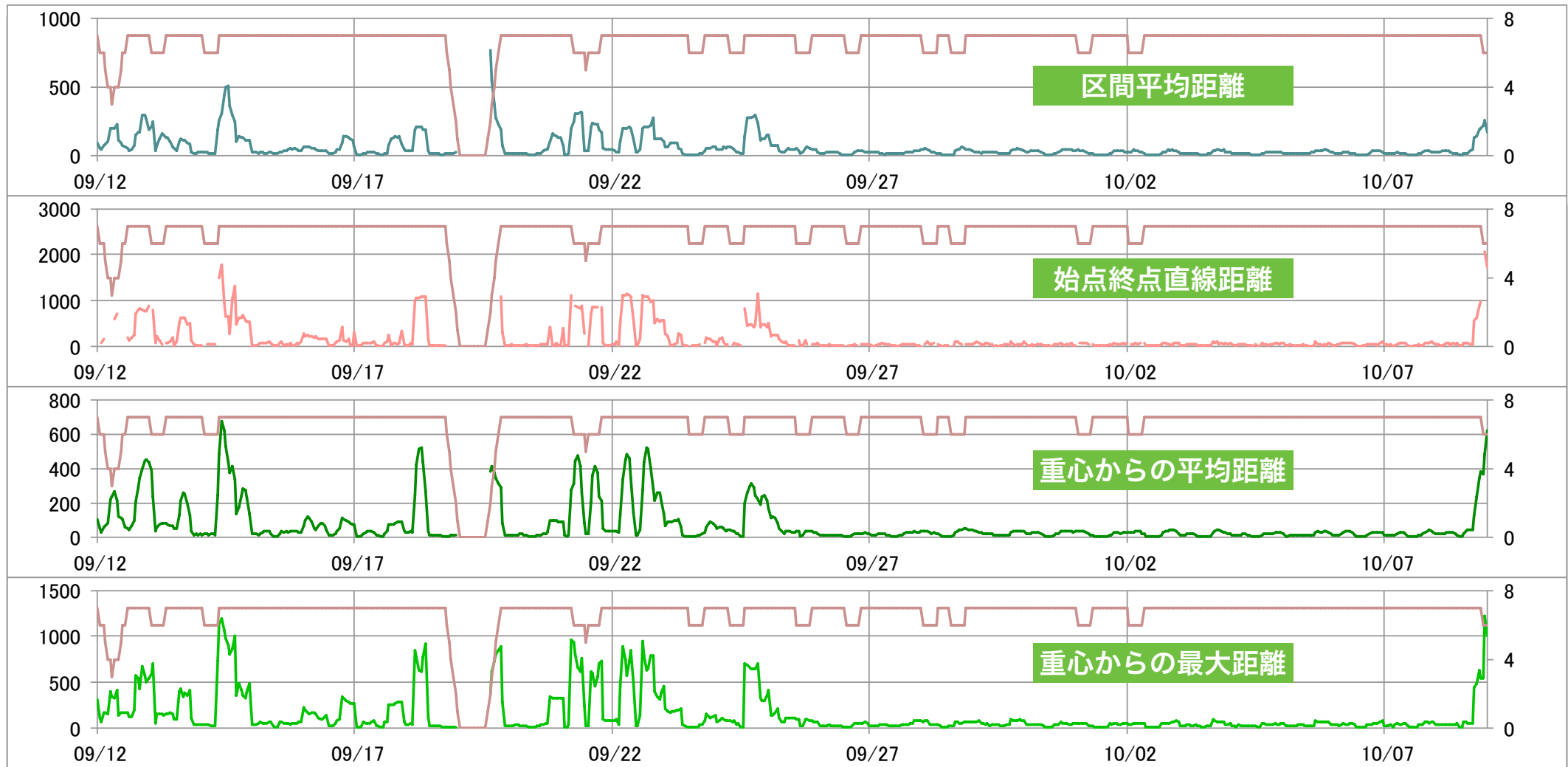


山後期

謎の欠測

山終期

里期区分：1時間刻みを6時間で評価



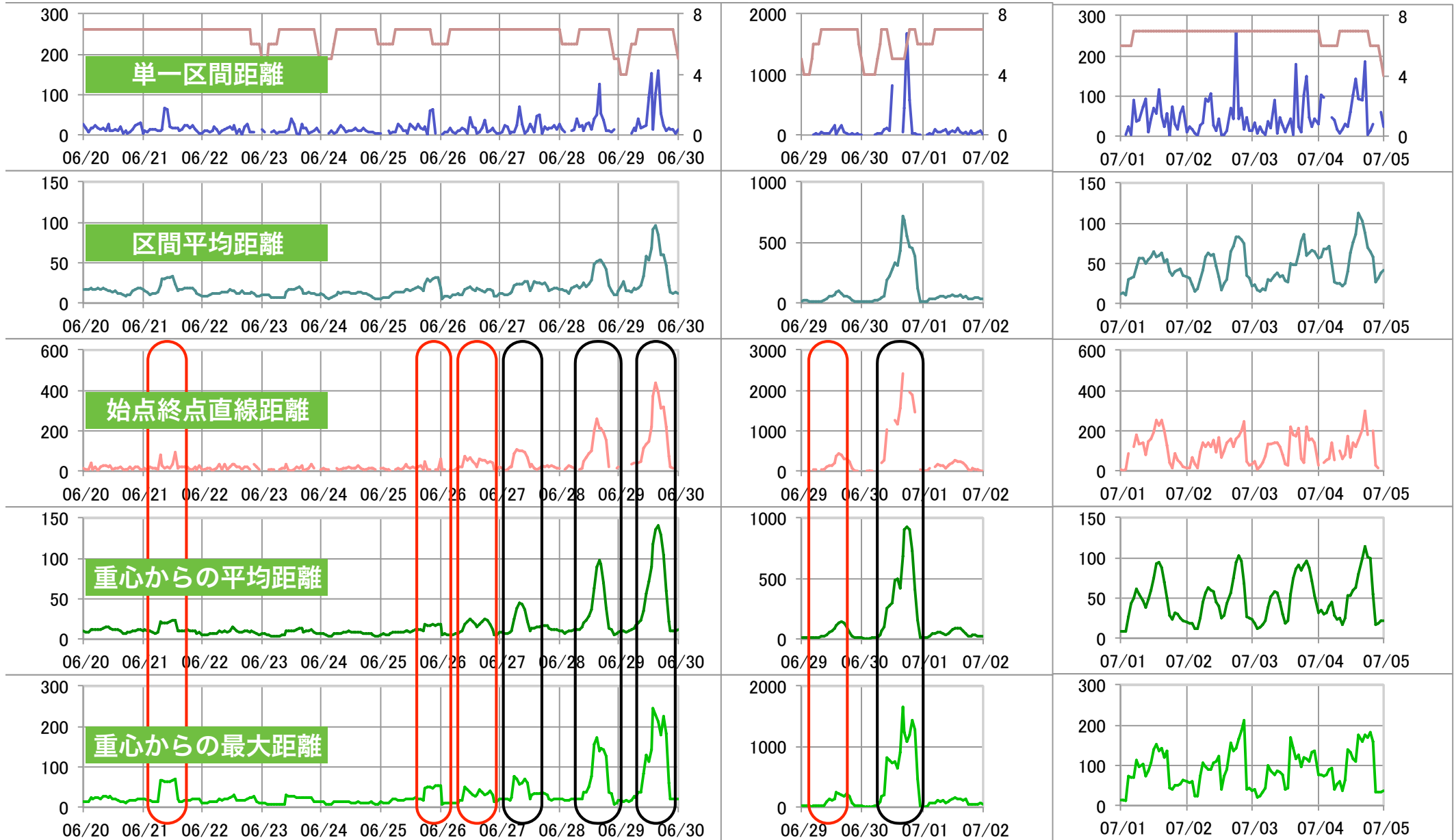
I 期

謎の欠測

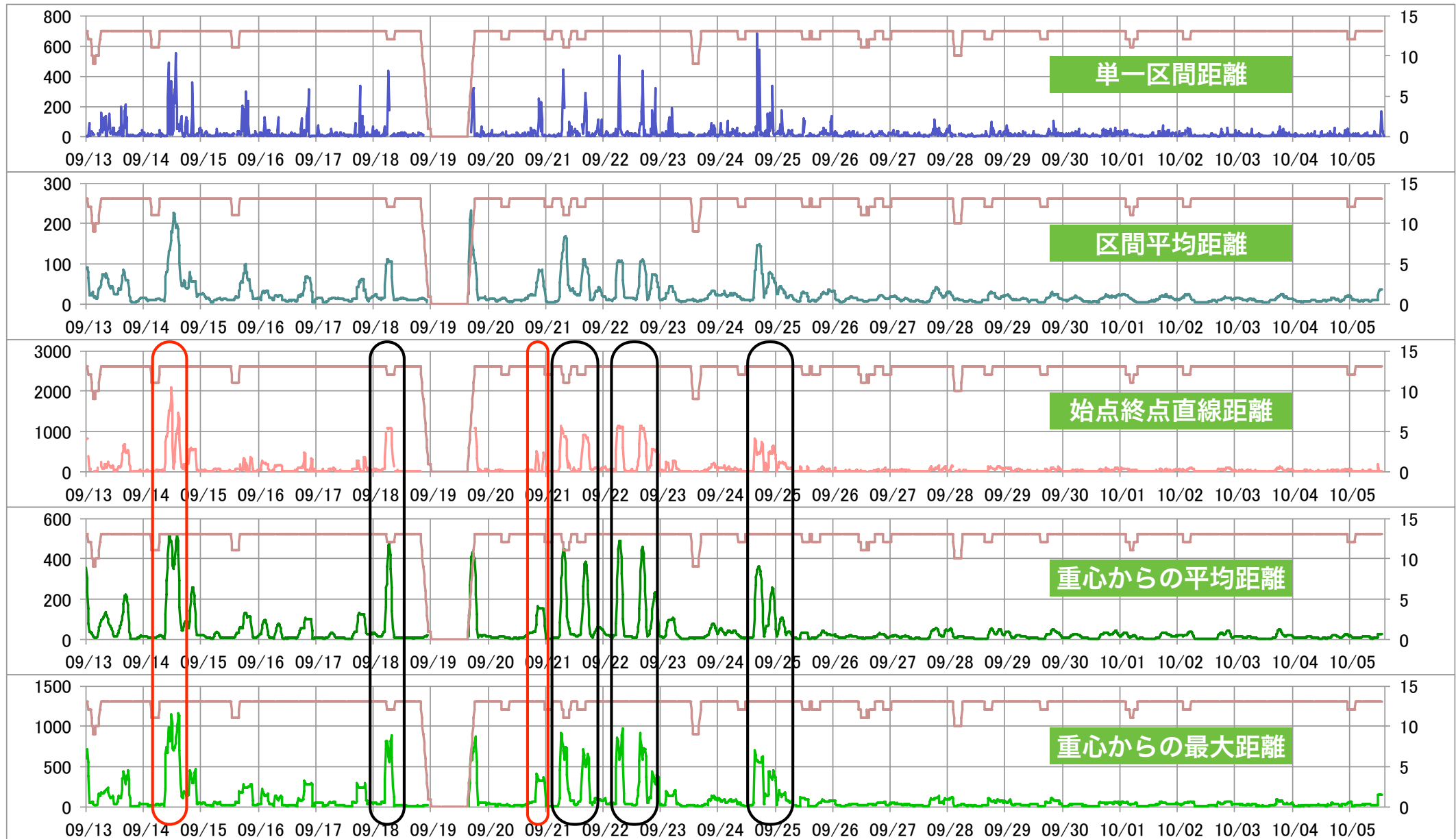
II 期

III 期：デントコーン畑1.0 ha
13.5 日間滞在

下り前後：1時間刻みを6時間で評価



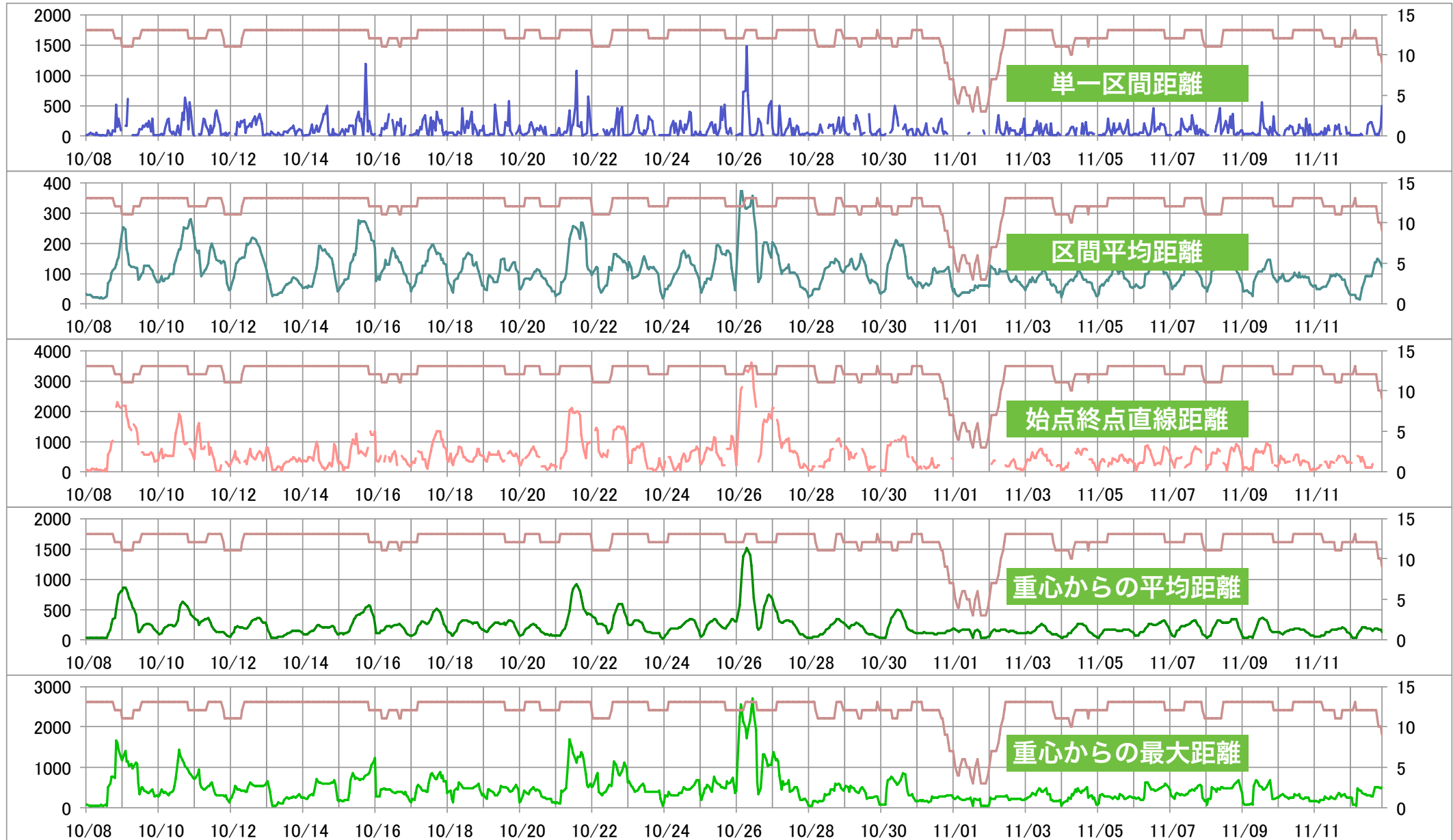
里期：15分刻みを3時間で評価



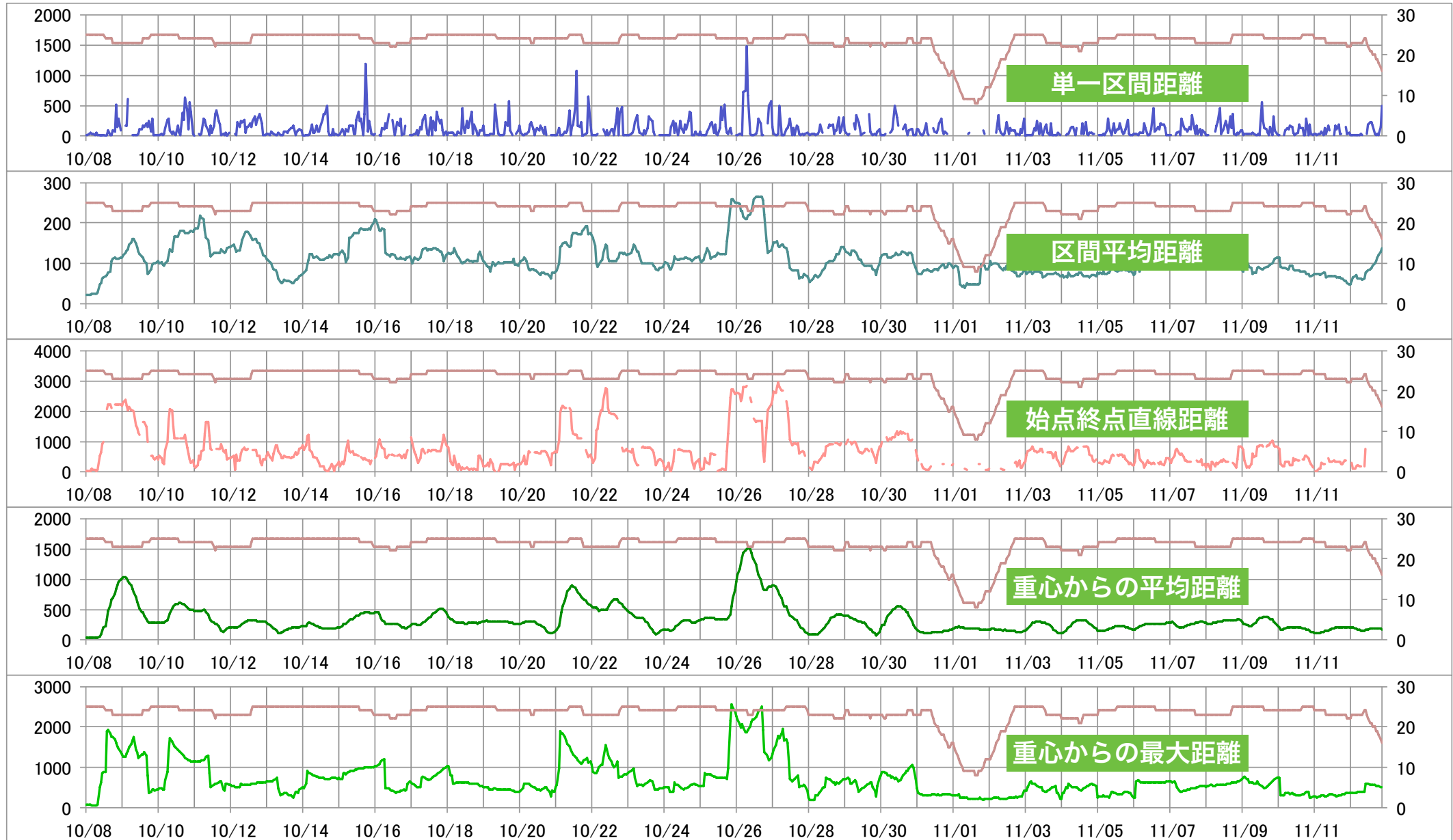
山後・終期：1時間刻みを6時間で評価



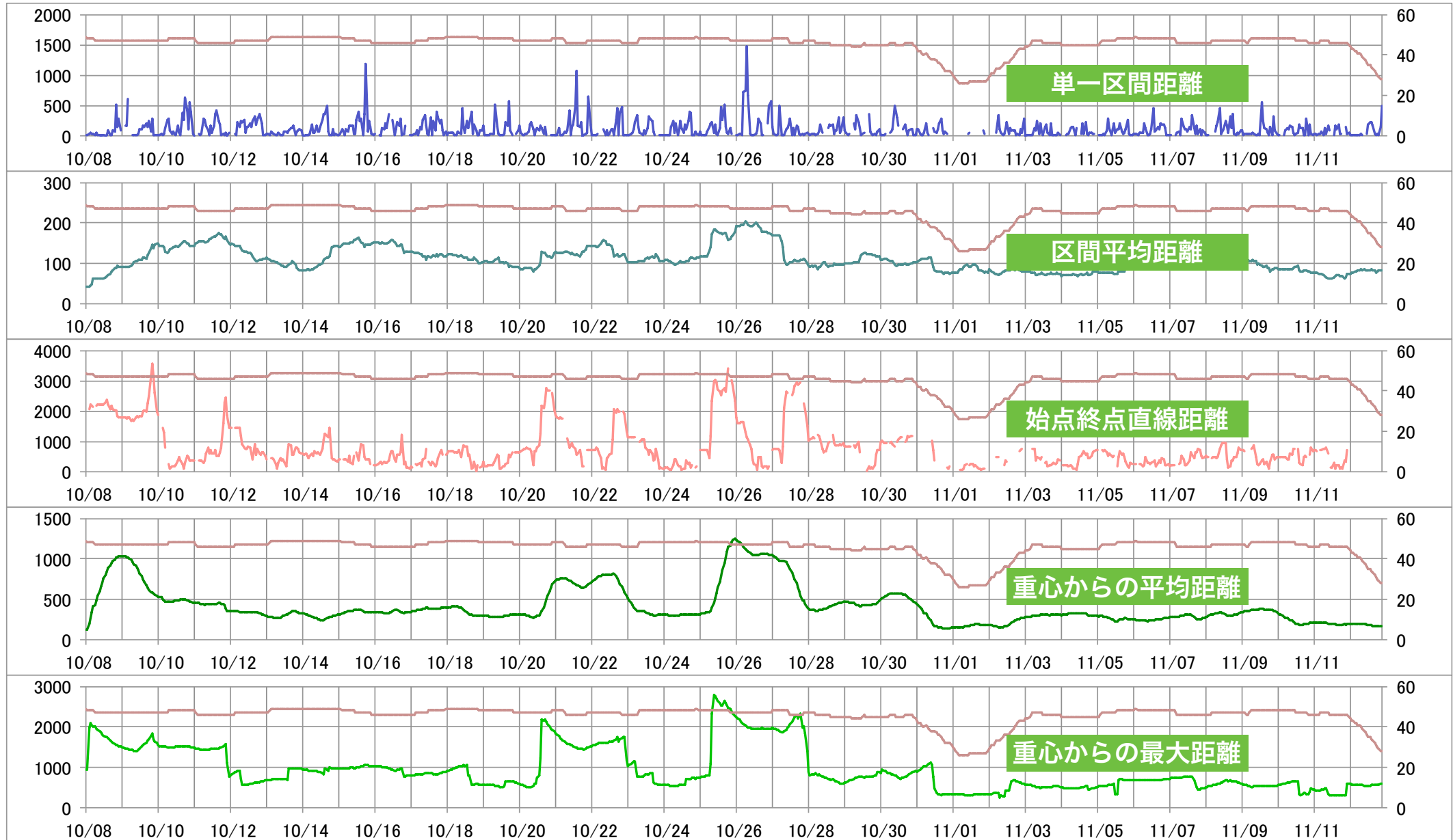
山後・終期：1時間刻みを12時間で評価



山後・終期：1時間刻みを24時間で評価



山後・終期：1時間刻みを48時間で評価

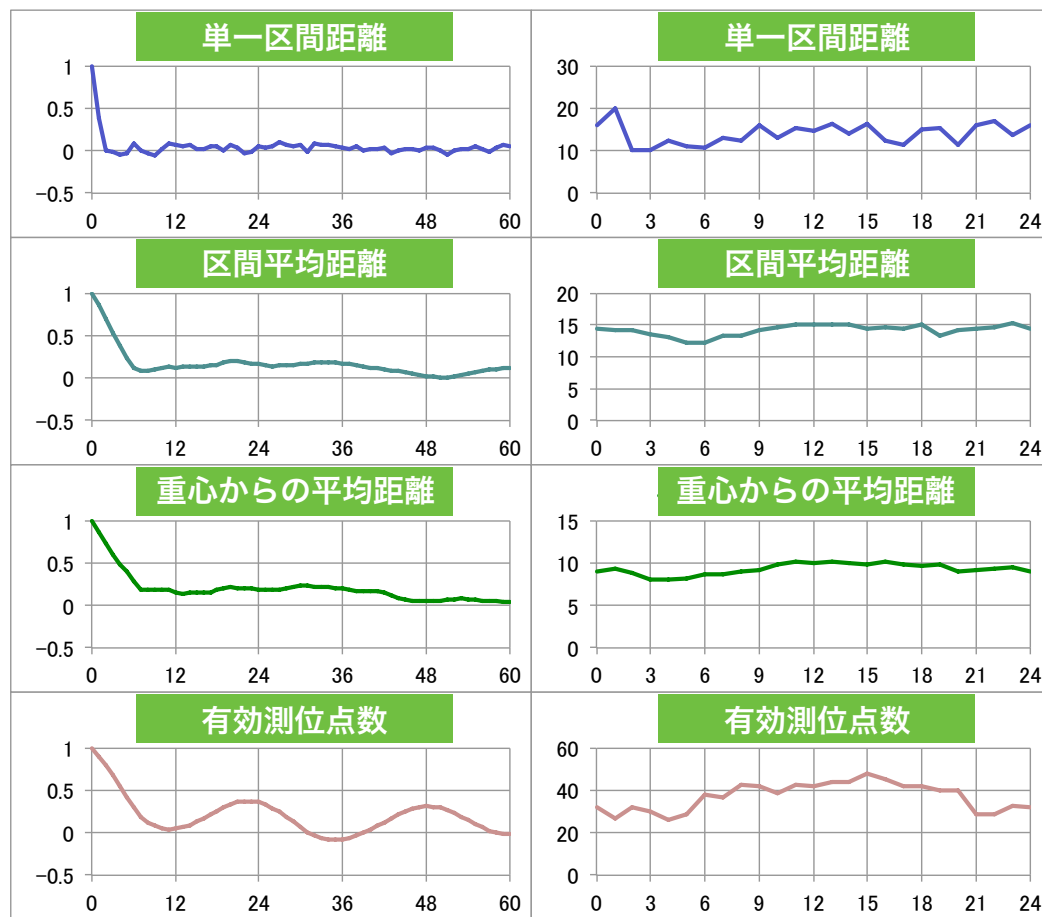


移動時刻分析：低活動期

冬眠穴利用中

周期性の有無

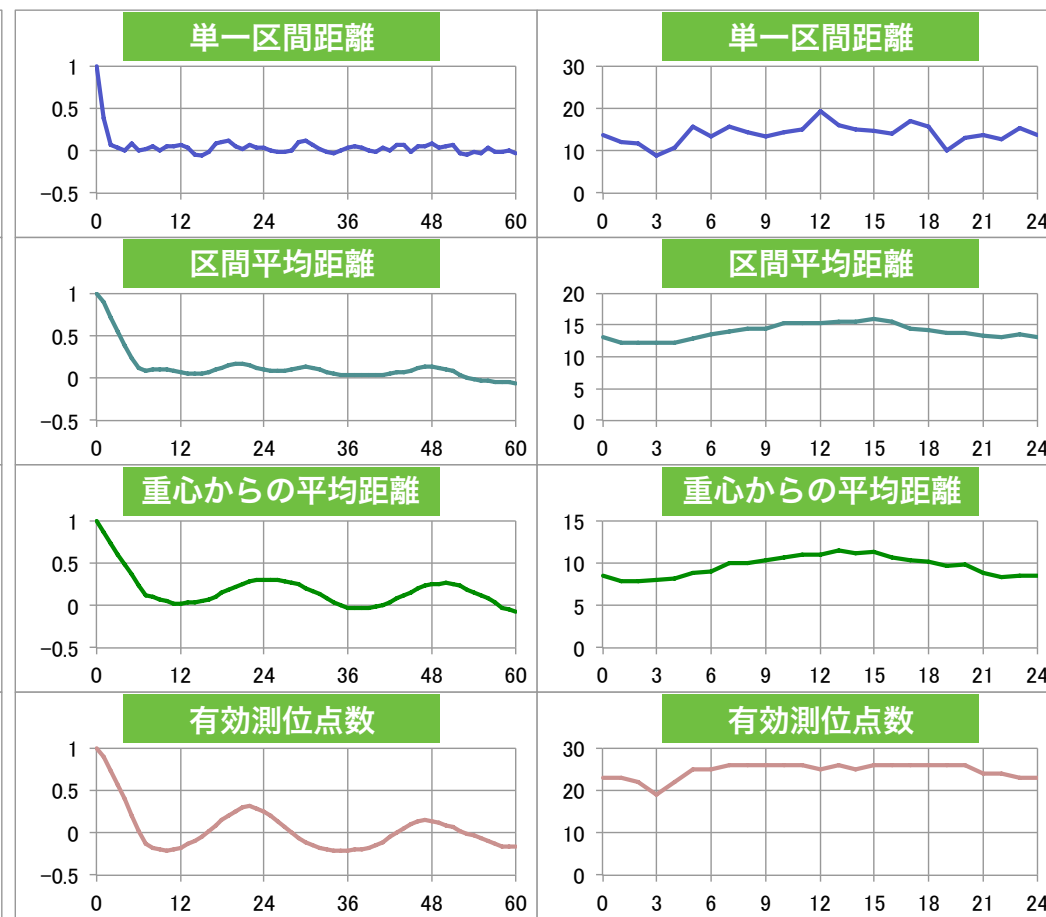
時刻別平均



その近くに滞在

周期性の有無

時刻別平均



47.4日間 (4月12日15時～5月30日0時)

26.0日間 (5月31日0時～6月26日0時)

1時間刻みデータを6時間で評価 (6区間 7測位点)

移動時刻分析：山期 1

低活動期

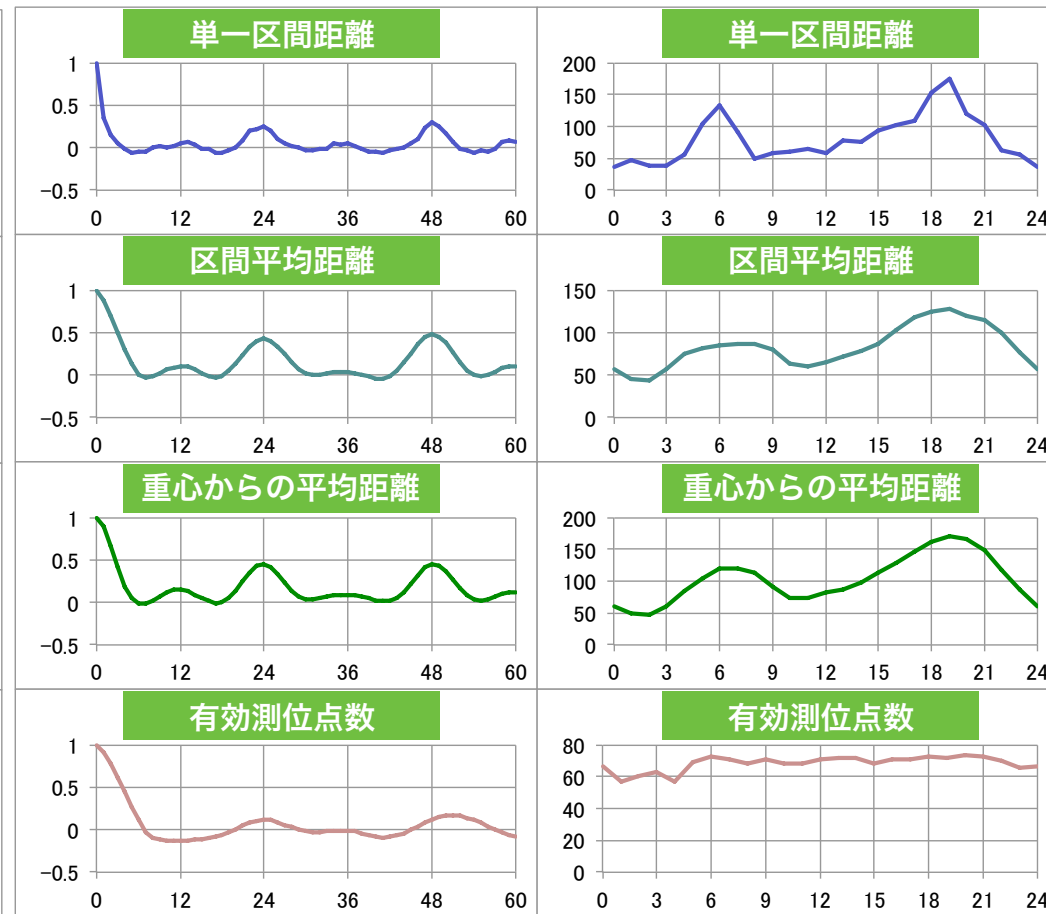
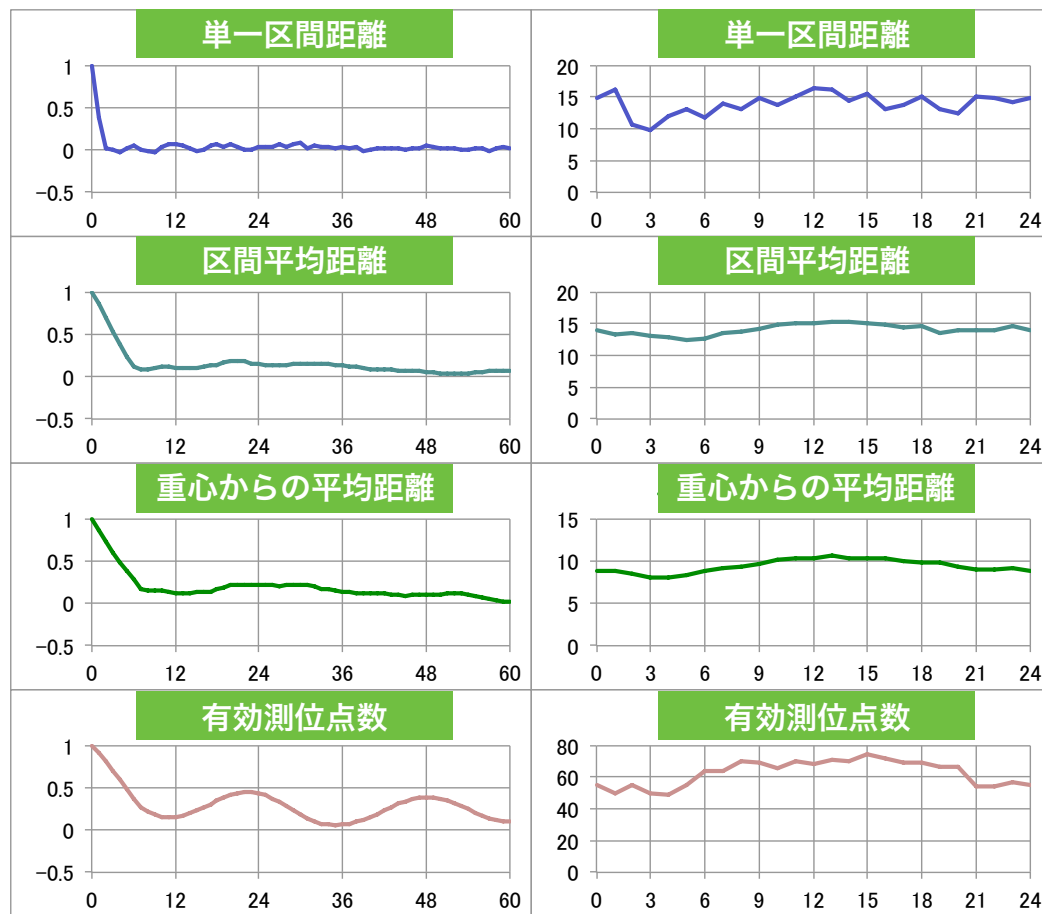
活動期（前期）

周期性の有無

時刻別平均

周期性の有無

時刻別平均



74.4日間（4月12日15時～6月26日00時）

74.0日間（6月30日19時～9月12日20時）

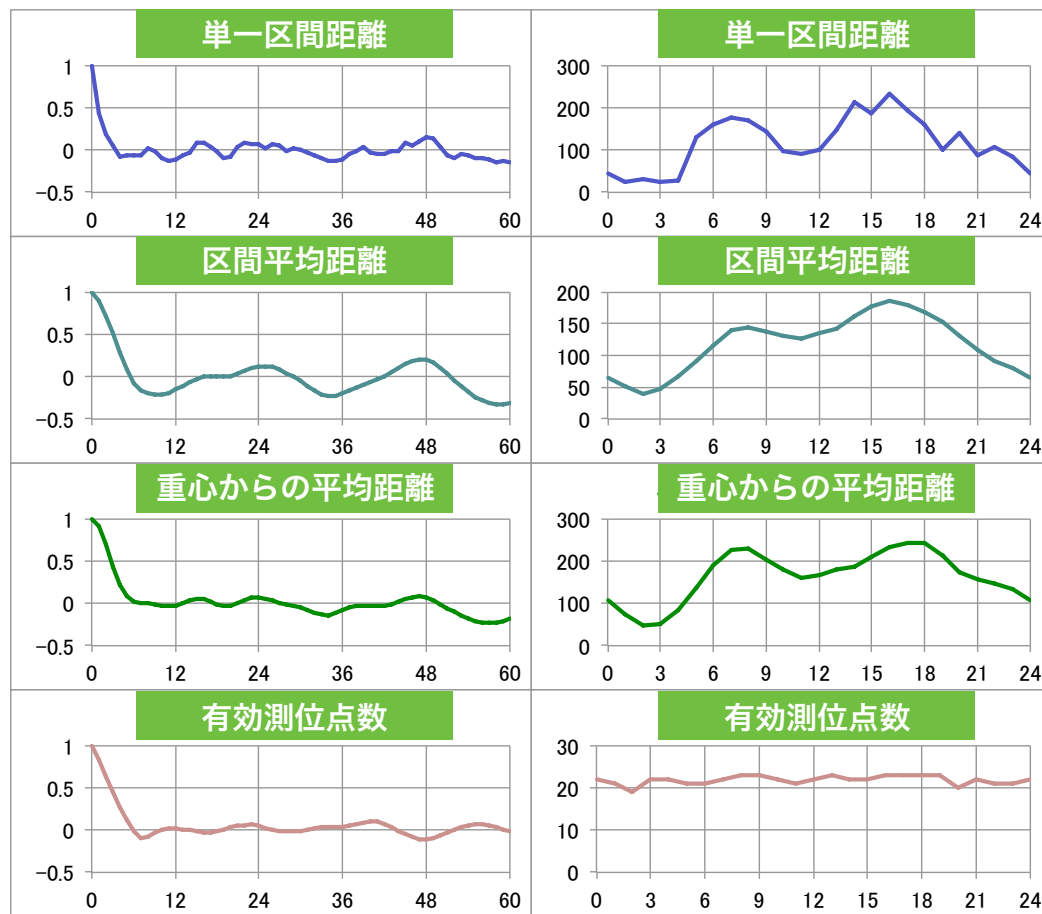
1時間刻みデータを6時間で評価（6区間 7測位点）

移動時刻分析：山期2

活動期（後期）

周期性の有無

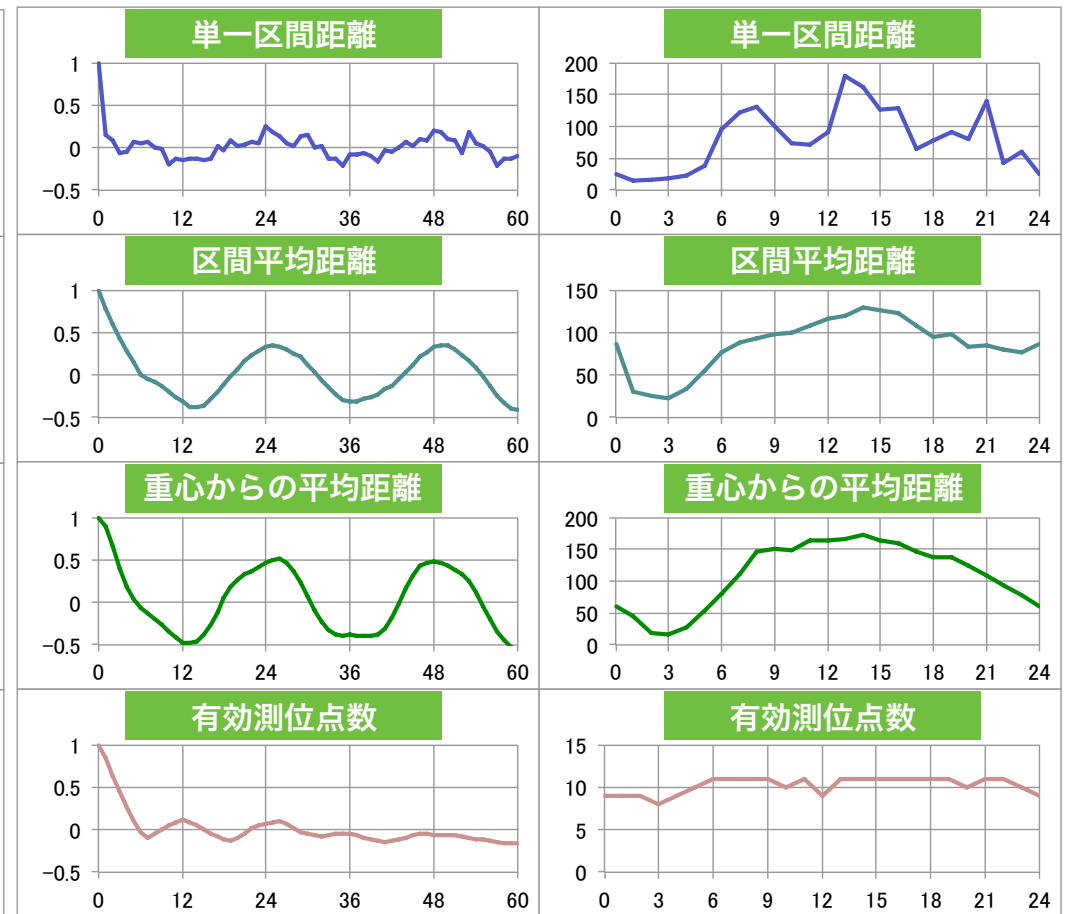
時刻別平均



活動期（終期）

周期性の有無

時刻別平均



22.7日間（10月9日5時～10月31日21時）

10.7日間（11月2日5時～11月12日22時）

1時間刻みデータを6時間で評価（6区間 7測位点）

移動時刻分析：里期 1

I 期

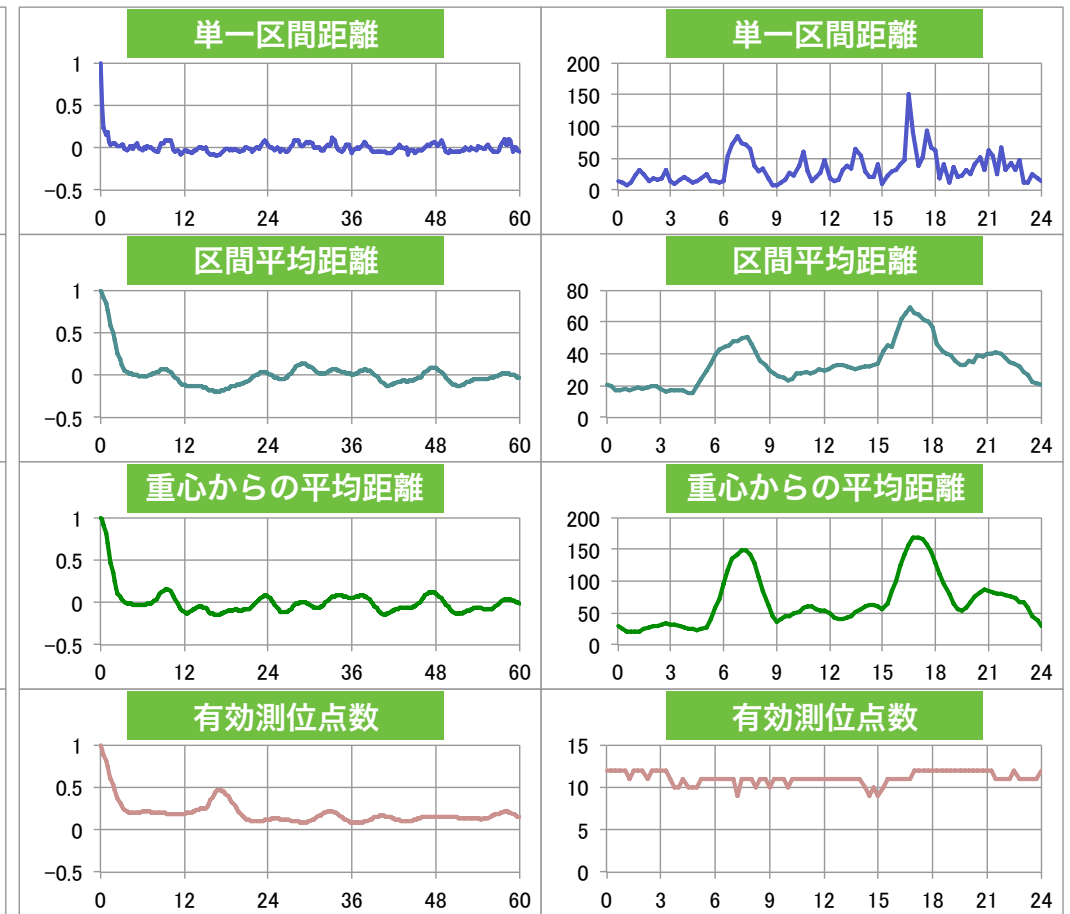
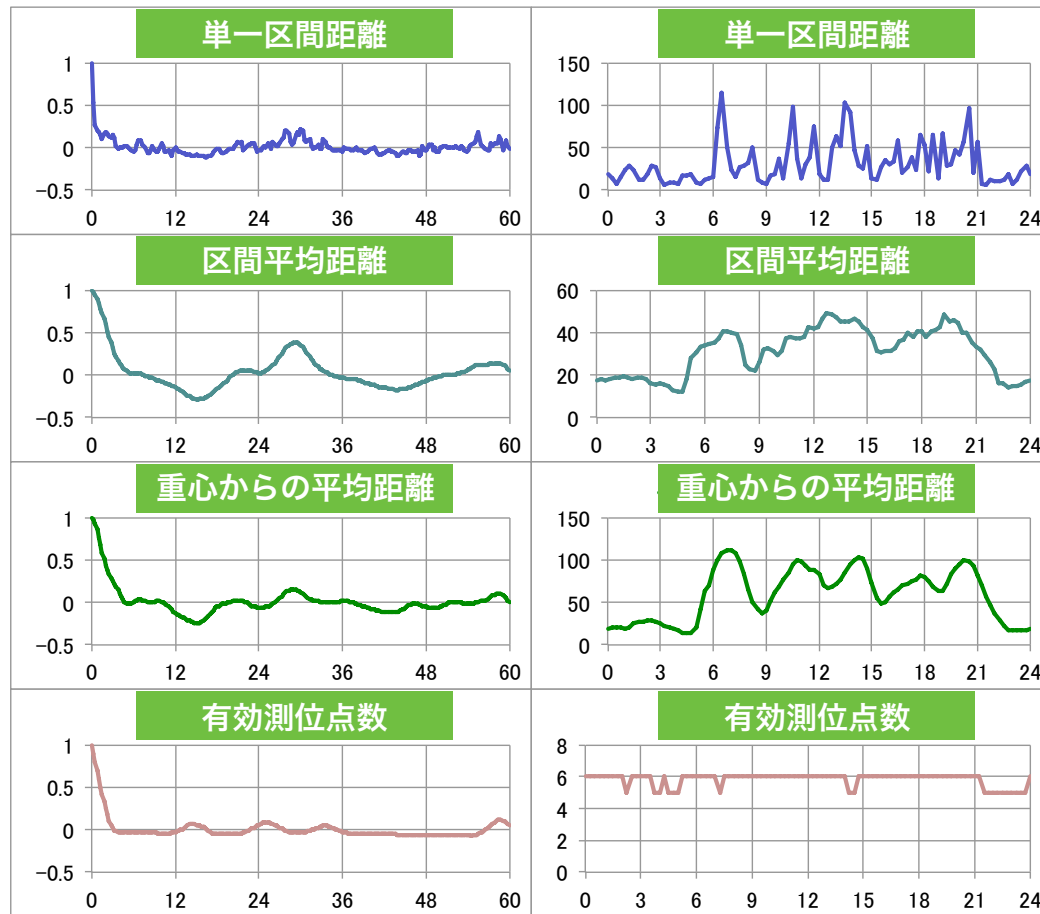
I + II 期

周期性の有無

時刻別平均

周期性の有無

時刻別平均



5.9日間 (9月13日0時～9月18日21時)

12.1日間 (9月13日0時～9月25日3時)

15分刻みデータを3時間で評価 (12区間 13測位点)

移動時刻分析：里期2

II 期

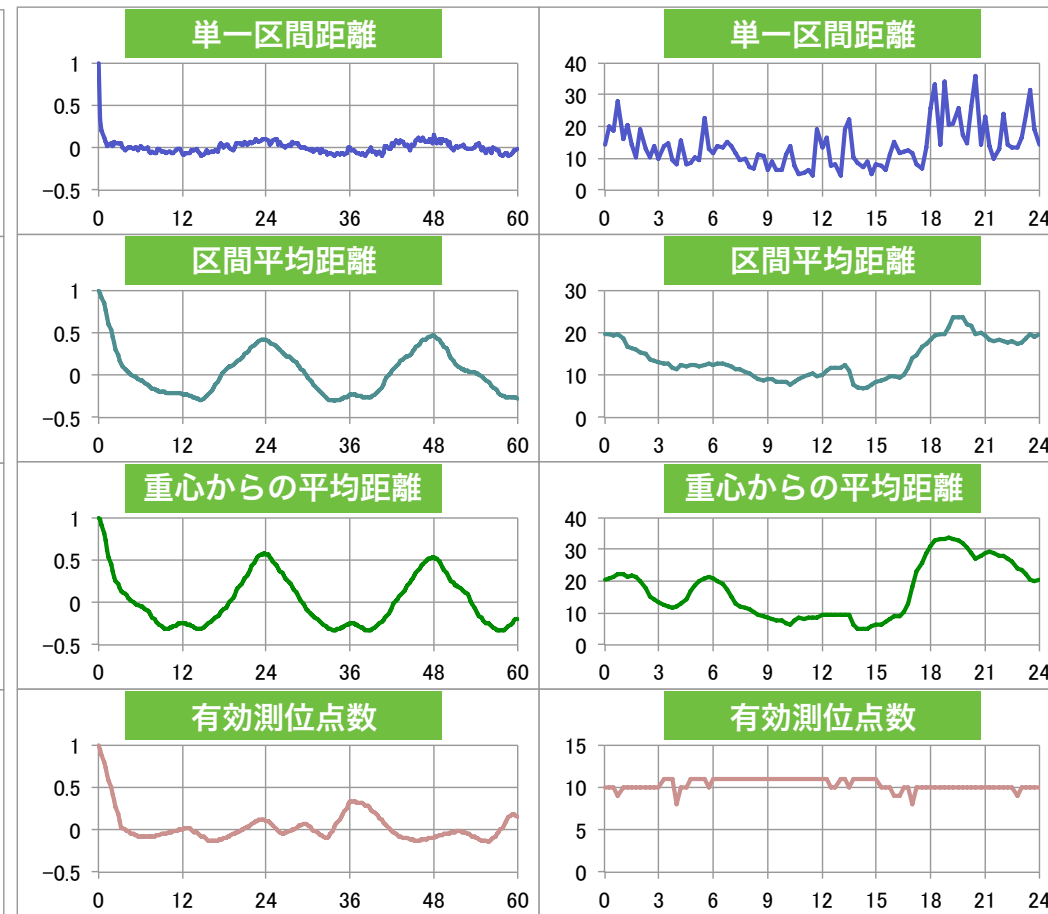
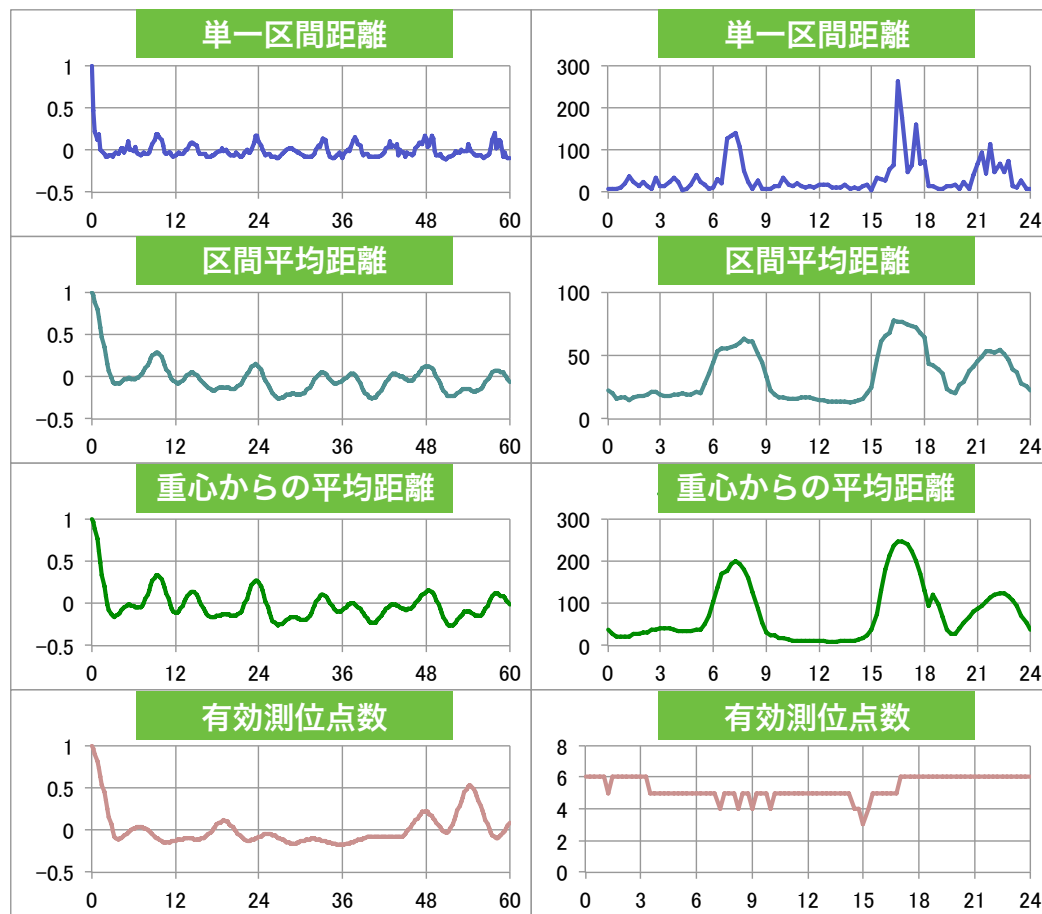
III 期

周期性の有無

時刻別平均

周期性の有無

時刻別平均



5.4日間 (9月19日17時～9月25日3時)

10.5日間 (9月25日3時～10月5日15時)

15分刻みデータを3時間で評価 (12区間 13測位点)

適用例のまとめ

1) 移動活動変化の詳細を把握

- 謎の欠測期間の発見を含む

2) 山と里で移動時刻に差

- 基本：夜より昼：夕方と明け方にピーク
- 山ではどの時期でも基本変わらず
- 里では変化大きい

3) 低活動期、欠測に日周リズム

ねぐら穴の影響？

技術論的まとめ

- 1) 軌跡特性：4個の一次値が有力
区間平均距離、重心からの平均距離・最大距離
始点終点直線距離（<- 欠測に弱い）
- 2) 評価期間：6区間7測位点以上が望ましい
短いと欠測の影響大
長いと計算に時間（間引きの可否？）
- 3) 移動時刻分析：評価期間0.5日以下で
3時間程度が最適か
重心からの平均距離が適
周期性(自己相関)・時刻別平均：二面から分析必要

方法論のまとめ

- 1) 移動活動の変化を一目で把握
変化だけでなく、**特定パターンの把握**も
- 2) 広義の 探索的データ解析 (狭義: 統計学Tukey1960)
 - 徹底してデータを眺める
データの謎 → **新しい事実の発見へ** (科学の醍醐味!!!)
 - 的確な分析の枠組みを探る
まず適用すべし
- 3) 自在なグラフ化 : 鍵
- 4) 読み取り : 習熟も必要
心電図と類似?

探索的データ解析とは？



[トップ](#) > [製品概要](#) > 探索的データ解析

Ⅰ 探索的データ解析 (Exploratory data analysis)とは？

探索的データ解析は、1960年ごろより有名な統計学者J.W.Tukeyによって提唱されたもので、データの解釈にあたっては「まずモデルありき」ではなく、モデルを仮定する前に現実的な立場で、データの示唆する情報を多面的に捉えるという、解析初期のフェーズを重視したアプローチです。

株式会社NTTデータ数理システム
のウェブサイト（下記）より



<http://www.msi.co.jp/splus/products/eda.html>