

猛禽類の鳴き声による位置推定システム： 音声レーダーの開発

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

岩見 聡

共同研究：石川県立大学 緑地環境学研究室

上野裕介准教授

1. 音声レーダー開発の経緯

■ 猛禽類調査の位置づけ

高次消費者

動物を食べる

猛禽類(オオタカ等)

消費者

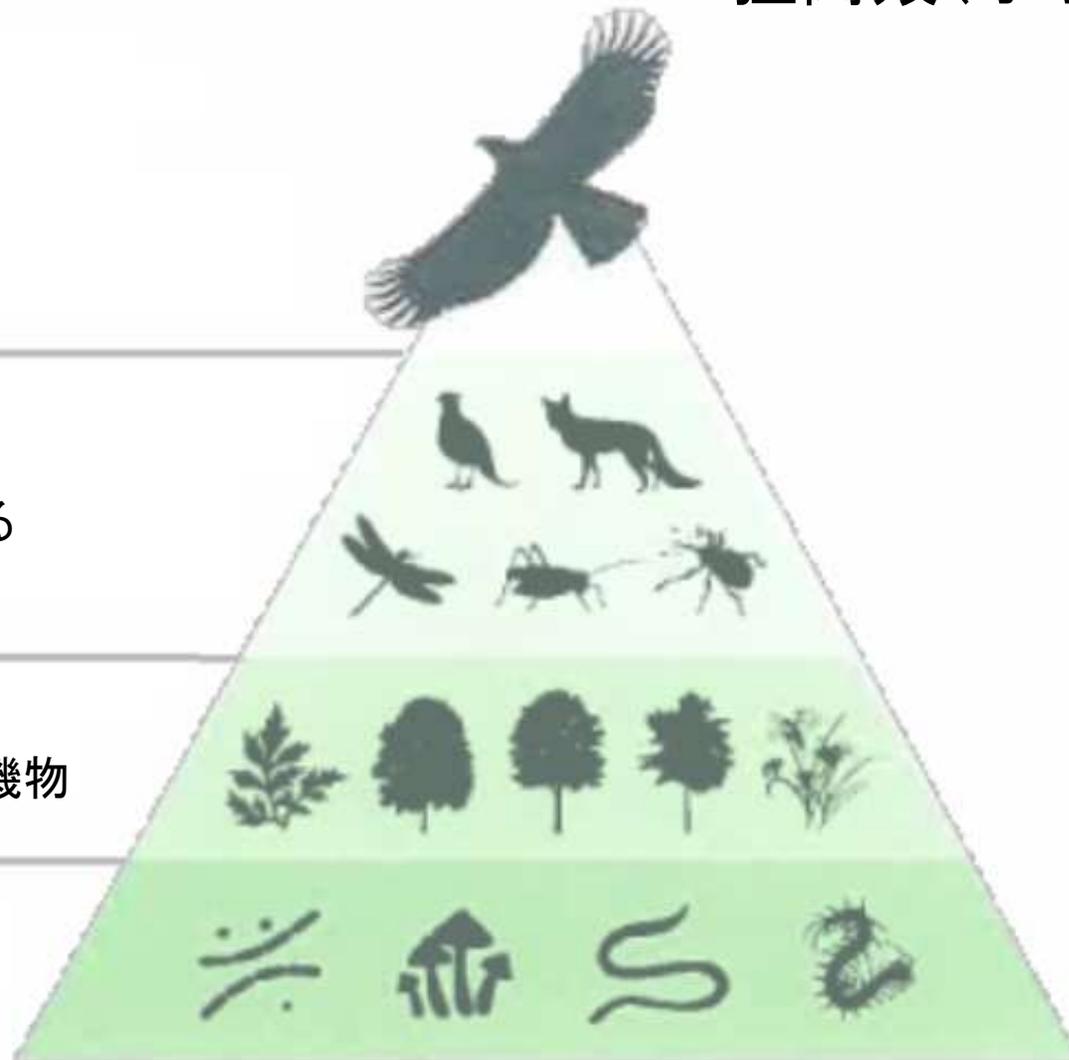
動物や植物を食べる

生産者

光合成等により有機物を作る

分解者

有機物を分解して養分を作る



1. 音声レーダー開発の経緯

■ 猛禽類調査(目視での観察)



定点観察



林内踏査

昼間、夜間<フクロウ調査等>

1. 音声レーダー開発の経緯

■ オオタカのライフサイクル



非繁殖期

求愛

求愛・造巢期

造巢

繁殖期

9月

3月

分散

産卵

抱卵期

巣立ち

孵化

巣外 巣内

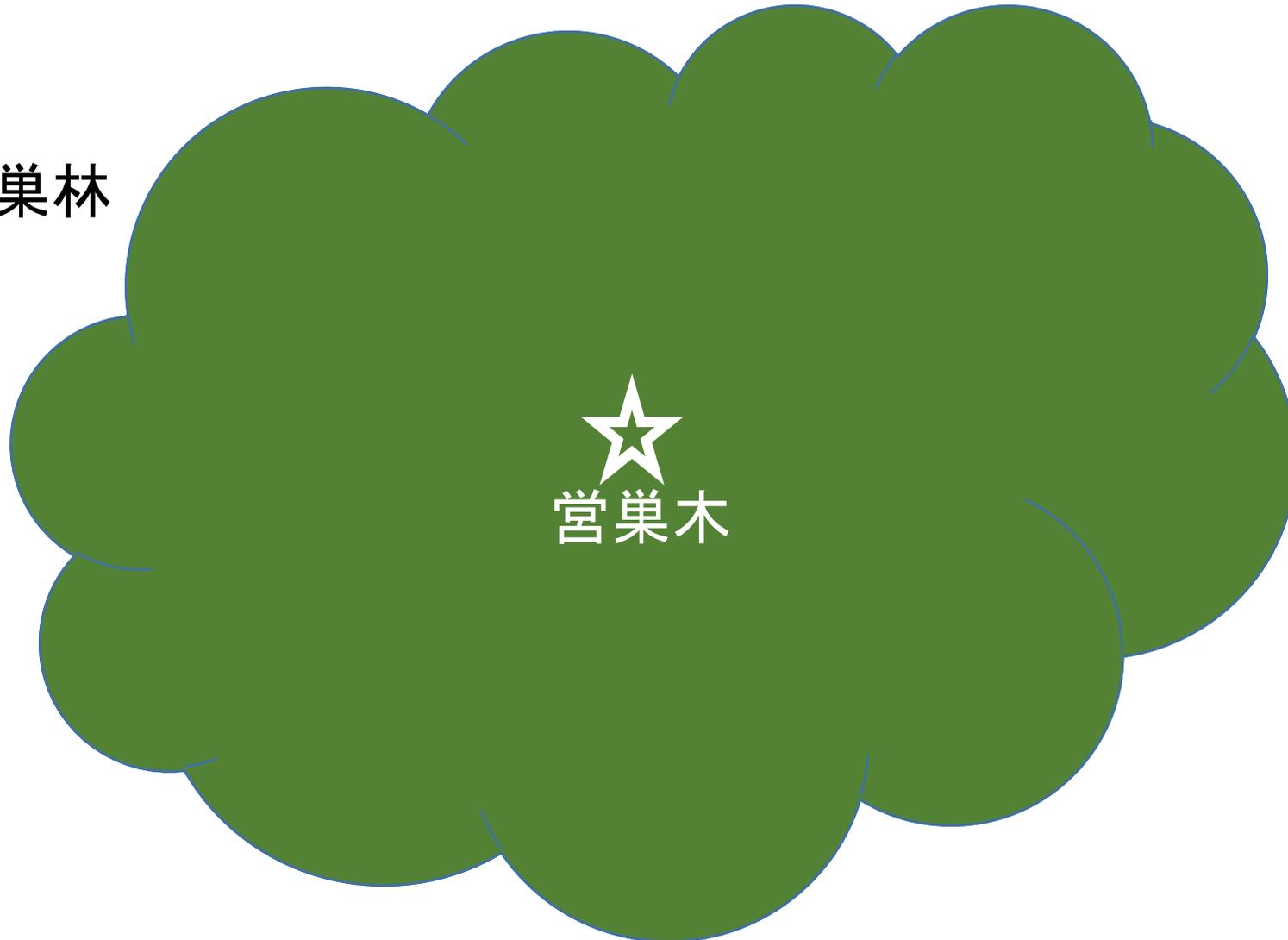
育雛期

6月

1. 音声レーダー開発の経緯

■ 巣外育雛期におけるオオタカ幼鳥の行動パターン

営巣林



1. 音声レーダー開発の経緯

■ 巣外育雛期におけるオオタカ幼鳥の行動パターン

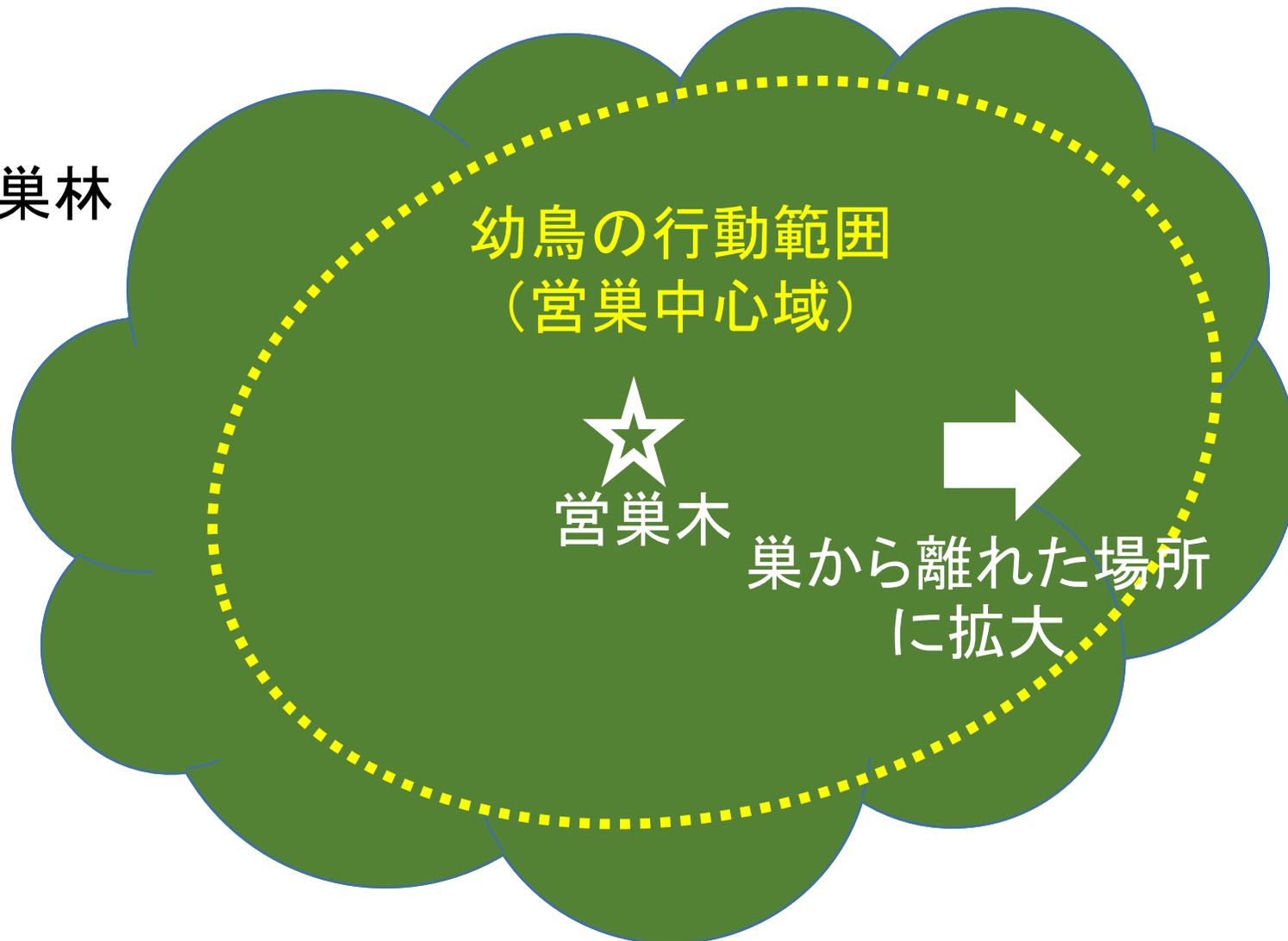
営巣林



1. 音声レーダー開発の経緯

■ 巣外育雛期におけるオオタカ幼鳥の行動パターン

営巣林



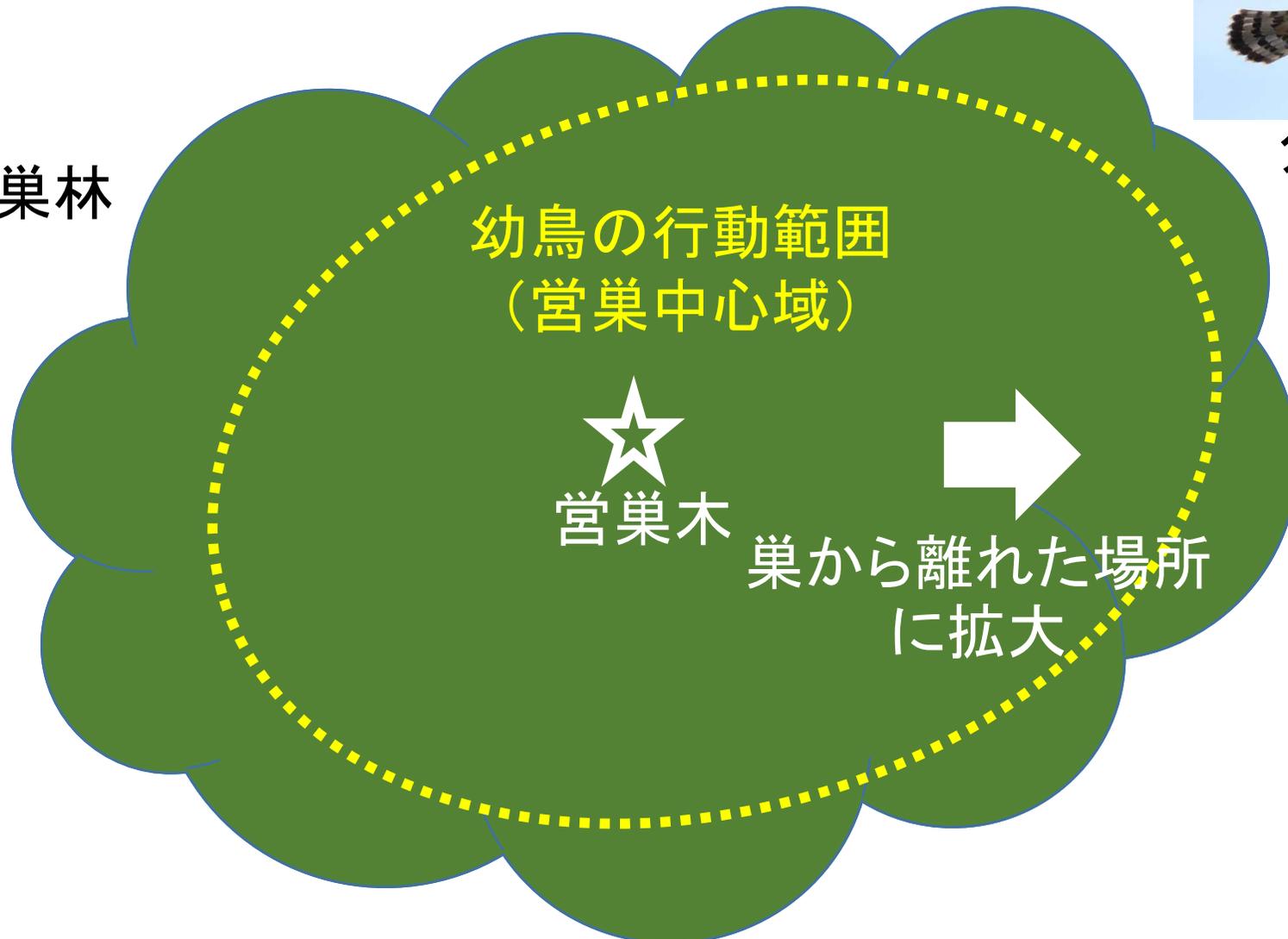
1. 音声レーダー開発の経緯

■ 巣外育雛期におけるオオタカ幼鳥の行動パターン



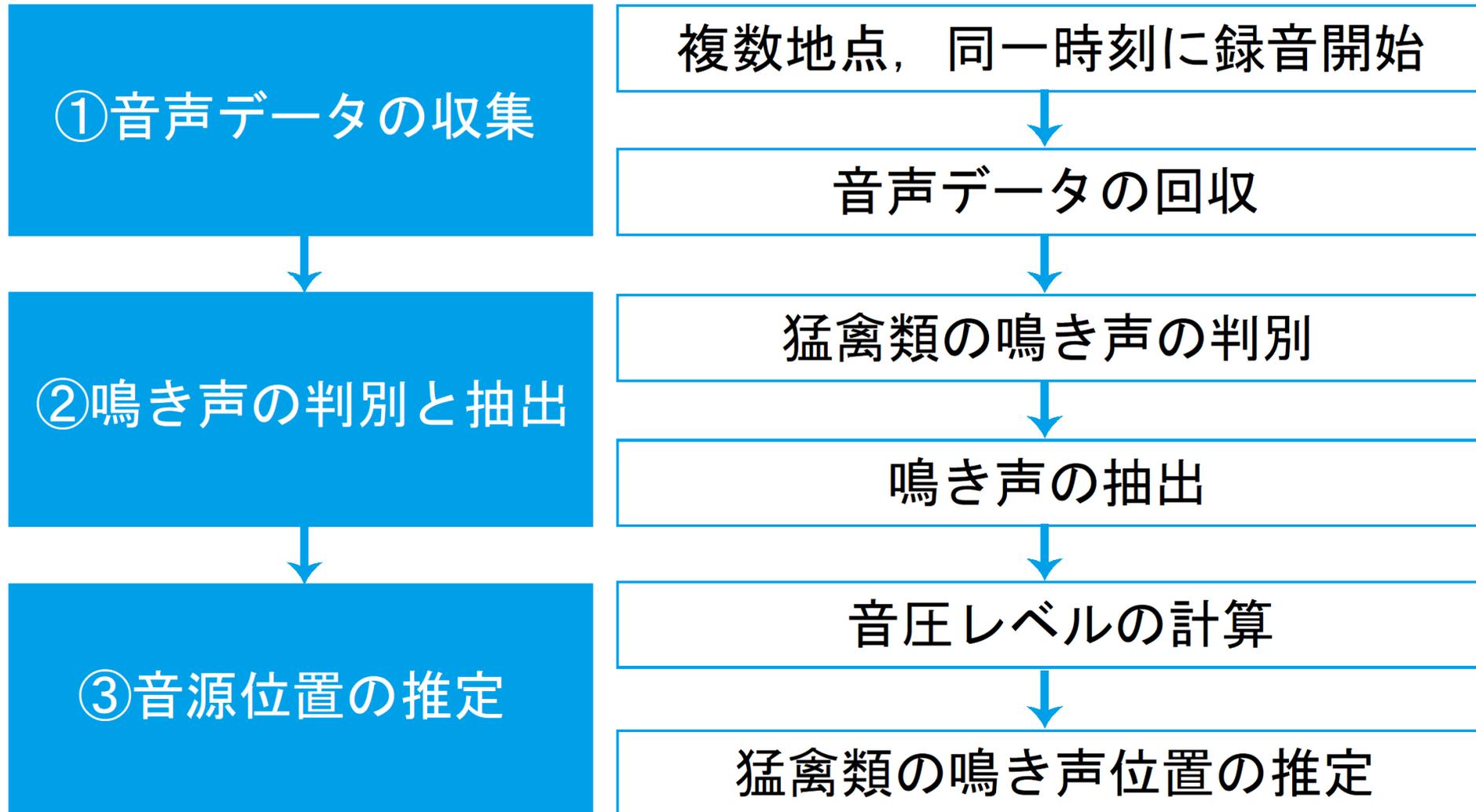
分散

営巣林



2. 音声レーダーとは

■ 音声レーダーの構成



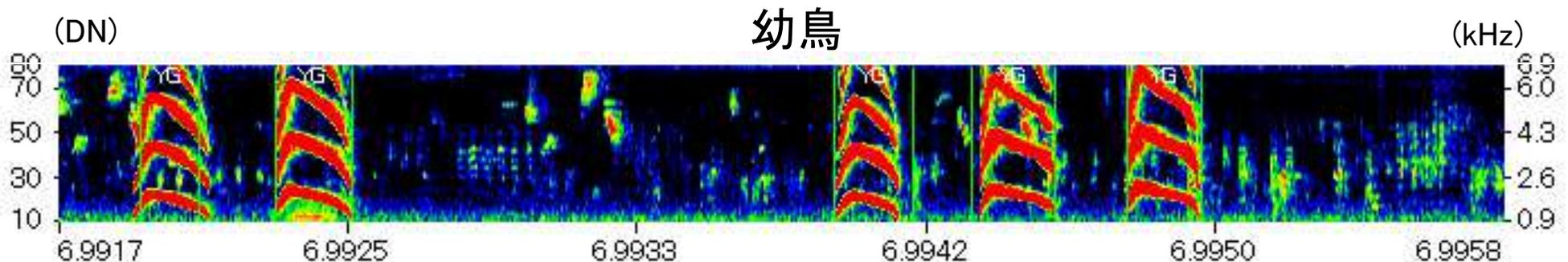
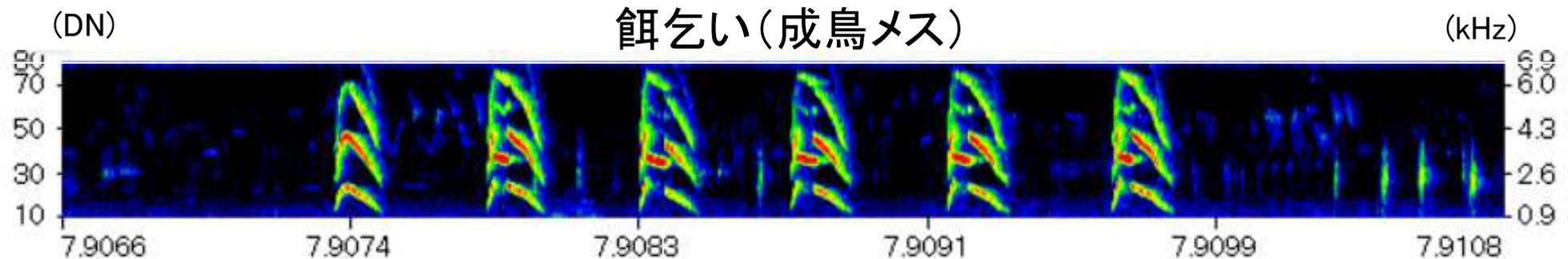
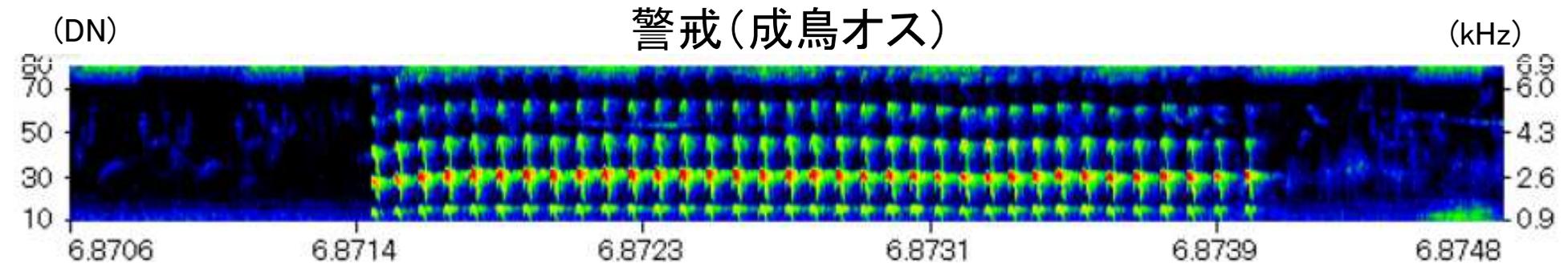
2. 音声レーダーとは

① 音声データの収集



2. 音声レーダーとは

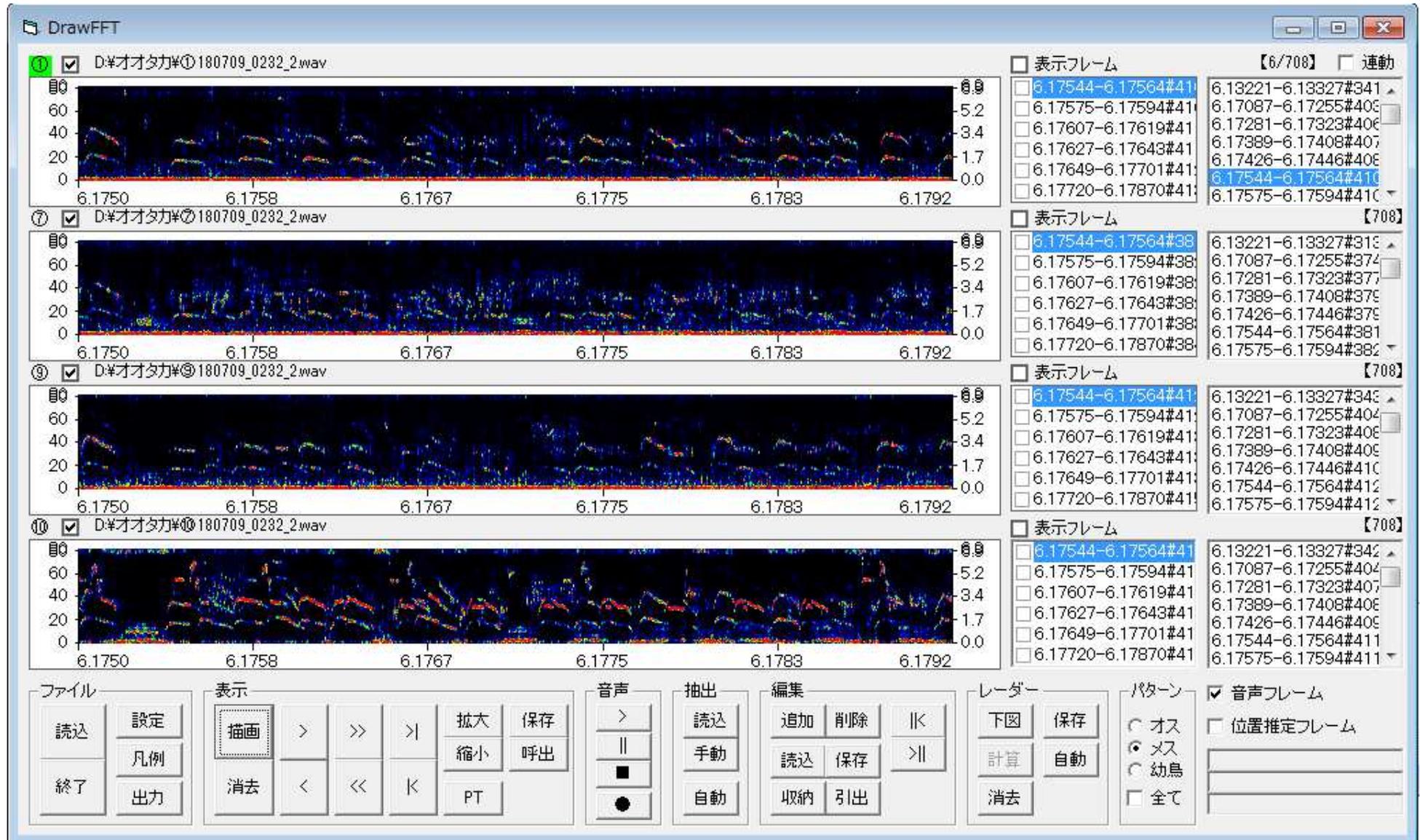
②鳴き声の判別と抽出



オオタカの鳴き声のスペクトログラム

2. 音声レーダーとは

③音源位置の推定



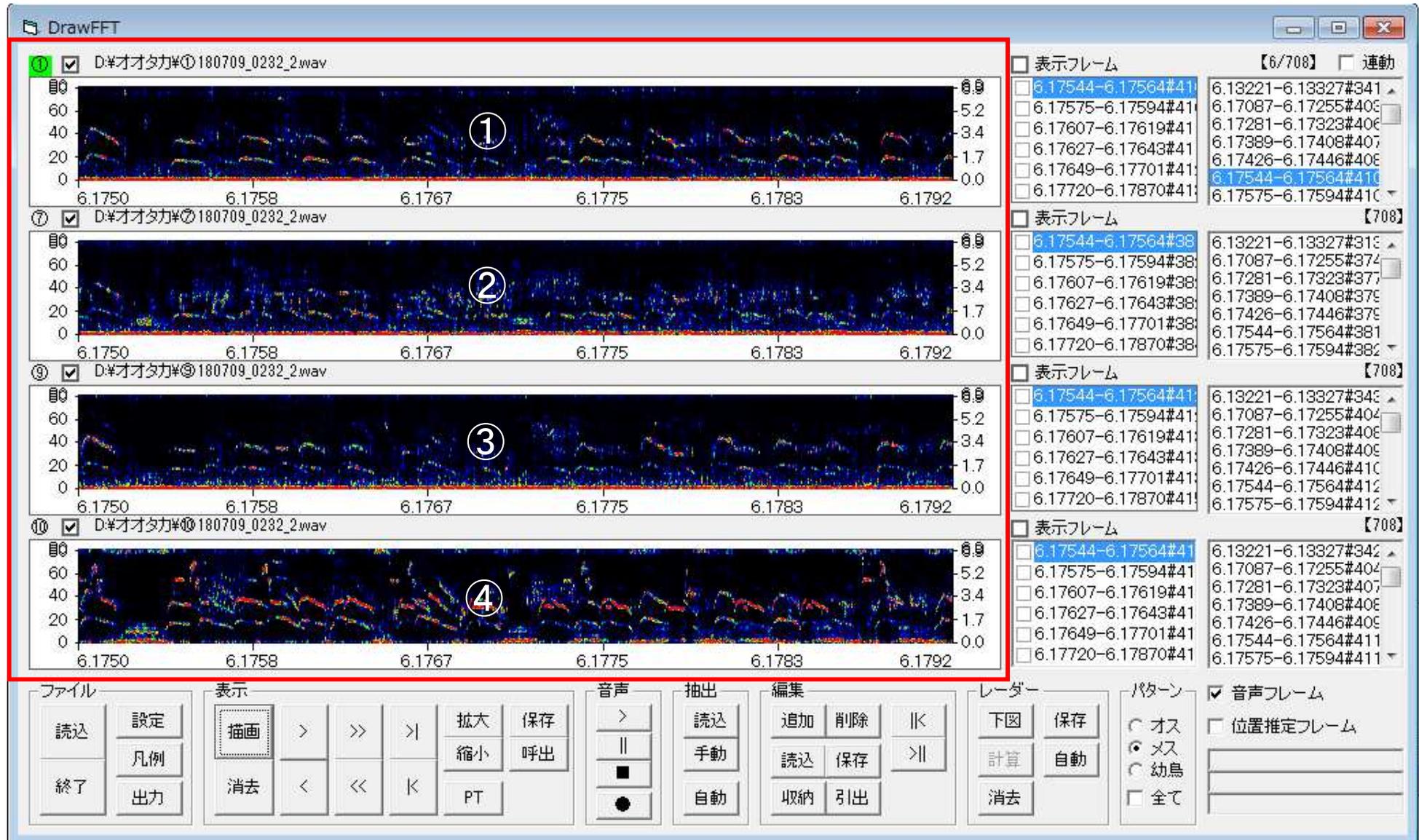
The screenshot displays the DrawFFT software interface. It features four spectrograms stacked vertically, each showing frequency content over time. The x-axis for all spectrograms represents time, with labels at 6.1750, 6.1758, 6.1767, 6.1775, 6.1783, and 6.1792. The y-axis represents frequency, with labels at 0, 20, 40, 60, and 80. The spectrograms show various frequency components, with some peaks highlighted in red and yellow. Below the spectrograms is a control panel with several sections:

- ファイル:** 読込, 設定, 凡例, 終了, 出力
- 表示:** 描画, 拡大, 保存, 縮小, 呼出, 消去, <, <<, >, >>, K, PT
- 音声:** >, ||, ■, ●
- 抽出:** 読込, 手動, 自動
- 編集:** 追加, 削除, ||<, 読込, 保存, >||, 収納, 引出
- レーダー:** 下図, 保存, 計算, 自動, 消去
- パターン:** オス, メス, 幼鳥, 全て
- 音声フレーム:** 音声フレーム, 位置推定フレーム

On the right side of the interface, there are two lists of time intervals. The top list is titled "表示フレーム" and has a "連動" checkbox. The bottom list is also titled "表示フレーム" and has a "【708】" label. Both lists contain time ranges and corresponding frame numbers.

2. 音声レーダーとは

③音源位置の推定



The screenshot displays the DrawFFT software interface. The main window shows four spectrograms of the audio file "D:\オオタカ#\180709_0232_2.wav". Each spectrogram is labeled with a circled number (1, 2, 3, 4) indicating the estimated source location. The x-axis represents time in seconds, ranging from 6.1750 to 6.1792. The y-axis represents frequency in kHz, ranging from 0.0 to 6.0. The spectrograms show the frequency spectrum over time, with the estimated source location marked by a vertical line and a small icon.

On the right side, there is a list of frames (表示フレーム) with checkboxes and time ranges. The frames are grouped into three sections, each labeled "表示フレーム" and "【708】". The frames are listed as follows:

- Section 1: 6.17544-6.17564#41, 6.17575-6.17594#41, 6.17607-6.17619#41, 6.17627-6.17643#41, 6.17649-6.17701#41, 6.17720-6.17870#41. Corresponding time ranges: 6.13221-6.13327#341, 6.17087-6.17255#406, 6.17281-6.17323#406, 6.17389-6.17408#407, 6.17426-6.17446#406, 6.17544-6.17564#410, 6.17575-6.17594#410.
- Section 2: 6.17544-6.17564#38, 6.17575-6.17594#38, 6.17607-6.17619#38, 6.17627-6.17643#38, 6.17649-6.17701#38, 6.17720-6.17870#38. Corresponding time ranges: 6.13221-6.13327#316, 6.17087-6.17255#374, 6.17281-6.17323#374, 6.17389-6.17408#375, 6.17426-6.17446#375, 6.17544-6.17564#381, 6.17575-6.17594#382.
- Section 3: 6.17544-6.17564#41, 6.17575-6.17594#41, 6.17607-6.17619#41, 6.17627-6.17643#41, 6.17649-6.17701#41, 6.17720-6.17870#41. Corresponding time ranges: 6.13221-6.13327#343, 6.17087-6.17255#404, 6.17281-6.17323#406, 6.17389-6.17408#406, 6.17426-6.17446#410, 6.17544-6.17564#412, 6.17575-6.17594#412.

At the bottom, there is a control panel with various buttons and options. The "表示" (Display) section includes buttons for "挿入" (Insert), "拡大" (Zoom In), "縮小" (Zoom Out), and "消去" (Delete). The "音声" (Audio) section includes buttons for "音声" (Audio), "手動" (Manual), and "自動" (Automatic). The "抽出" (Extract) section includes buttons for "抽出" (Extract), "手動" (Manual), and "自動" (Automatic). The "編集" (Edit) section includes buttons for "追加" (Add), "削除" (Delete), "読込" (Load), "保存" (Save), "収納" (Store), and "引出" (Extract). The "レーダー" (Radar) section includes buttons for "下図" (Bottom Diagram), "計算" (Calculate), and "消去" (Delete). The "パターン" (Pattern) section includes buttons for "オス" (Male), "メス" (Female), "幼鳥" (Juvenile), and "全て" (All). The "音声フレーム" (Audio Frame) section includes a checkbox for "音声フレーム" (Audio Frame) and a checkbox for "位置推定フレーム" (Position Estimation Frame).

2. 音声レーダーとは

③音源位置の推定

時間(秒)

周波数(Hz)

時間毎、周波数毎の音量を色表示

DrawFFT

D:\オオタカ\180709_0232_2.wav

表示フレーム 【6/708】

表示フレーム 【708】

表示フレーム 【708】

表示フレーム 【708】

ファイル

表示

音声

抽出

編集

レーダー

パターン

設定

凡例

出力

挿入

拡大

縮小

保存

呼出

消去

読込

手動

自動

追加

削除

読込

保存

収納

引出

下図

保存

計算

自動

消去

音声フレーム

位置推定フレーム

オス

メス

幼鳥

全て

2. 音声レーダーとは

③音源位置の推定

The screenshot displays the DrawFFT software interface. The main area contains four spectrogram windows, each showing frequency (0-60 kHz) over time (6.1750-6.1792 seconds). A large white text box is overlaid on the top spectrogram with the text: **同時刻の音量から位置を推定** (Estimate position from volume at the same time).

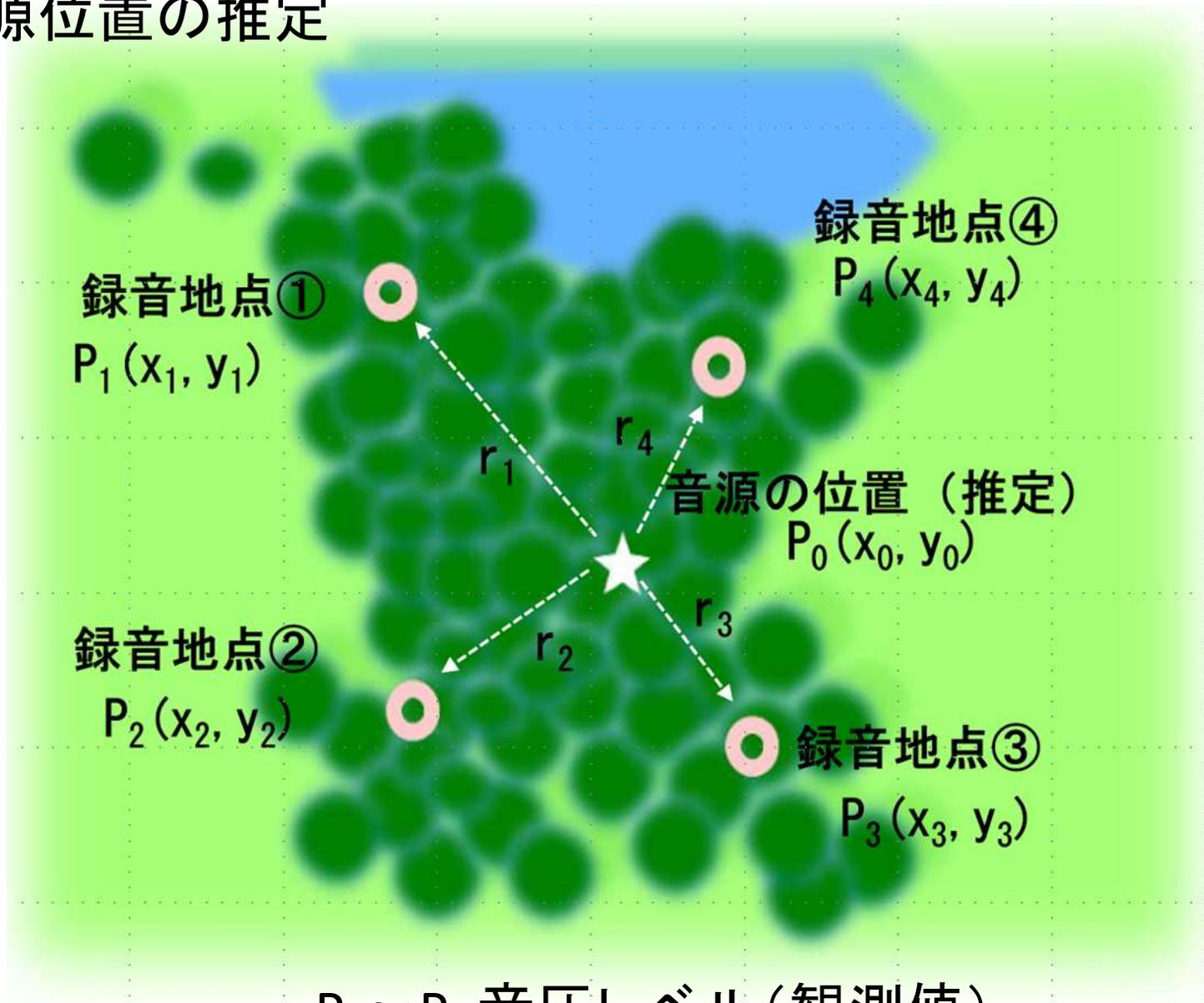
On the right side, there are three lists of time intervals, each with a '表示フレーム' (Display Frame) checkbox. The first list is for frame 6/708, the second for 708, and the third for 708. The selected frames are highlighted in blue.

At the bottom, there is a control panel with several sections:

- ファイル** (File): 読込 (Load), 設定 (Settings), 凡例 (Legend), 終了 (End), 出力 (Output)
- 表示** (Display): 挿入 (Insert), 消去 (Delete), navigation arrows (>, >>, >|, <, <<, <|), 拡大 (Zoom In), 縮小 (Zoom Out), 保存 (Save), 呼出 (Call), PT
- 音声** (Audio): play, stop, volume controls
- 抽出** (Extract): 読込 (Load), 手動 (Manual), 自動 (Automatic)
- 編集** (Edit): 追加 (Add), 削除 (Delete), 読込 (Load), 保存 (Save), 収納 (Store), 引出 (Extract)
- レーダー** (Radar): 下図 (Bottom Diagram), 計算 (Calculate), 消去 (Delete), 保存 (Save), 自動 (Automatic)
- パターン** (Pattern): 音声フレーム (Audio Frame), 位置推定フレーム (Position Estimation Frame), オス (Male), メス (Female), 幼鳥 (Juvenile), 全て (All)

2. 音声レーダーとは

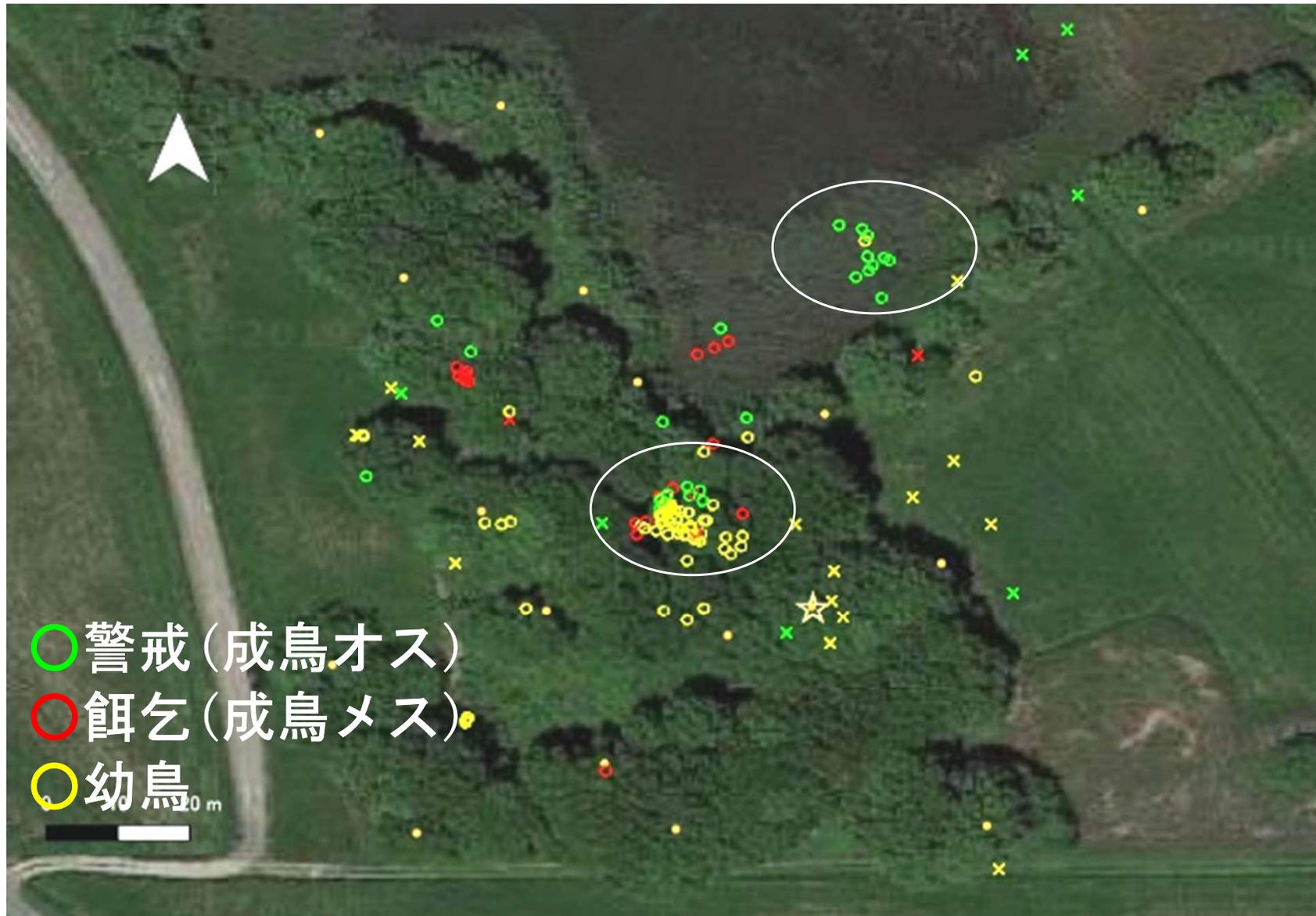
③音源位置の推定



$P_0 \sim P_4$ 音圧レベル(観測値)
 $r_1 \sim r_4$ 音源からの距離 $x_0 \sim x_4$ X座標 $y_0 \sim y_4$ Y座標

3. 音声レーダーによる解析例

■音声レーダーによる推定位置



3. 音声レーダーによる解析例

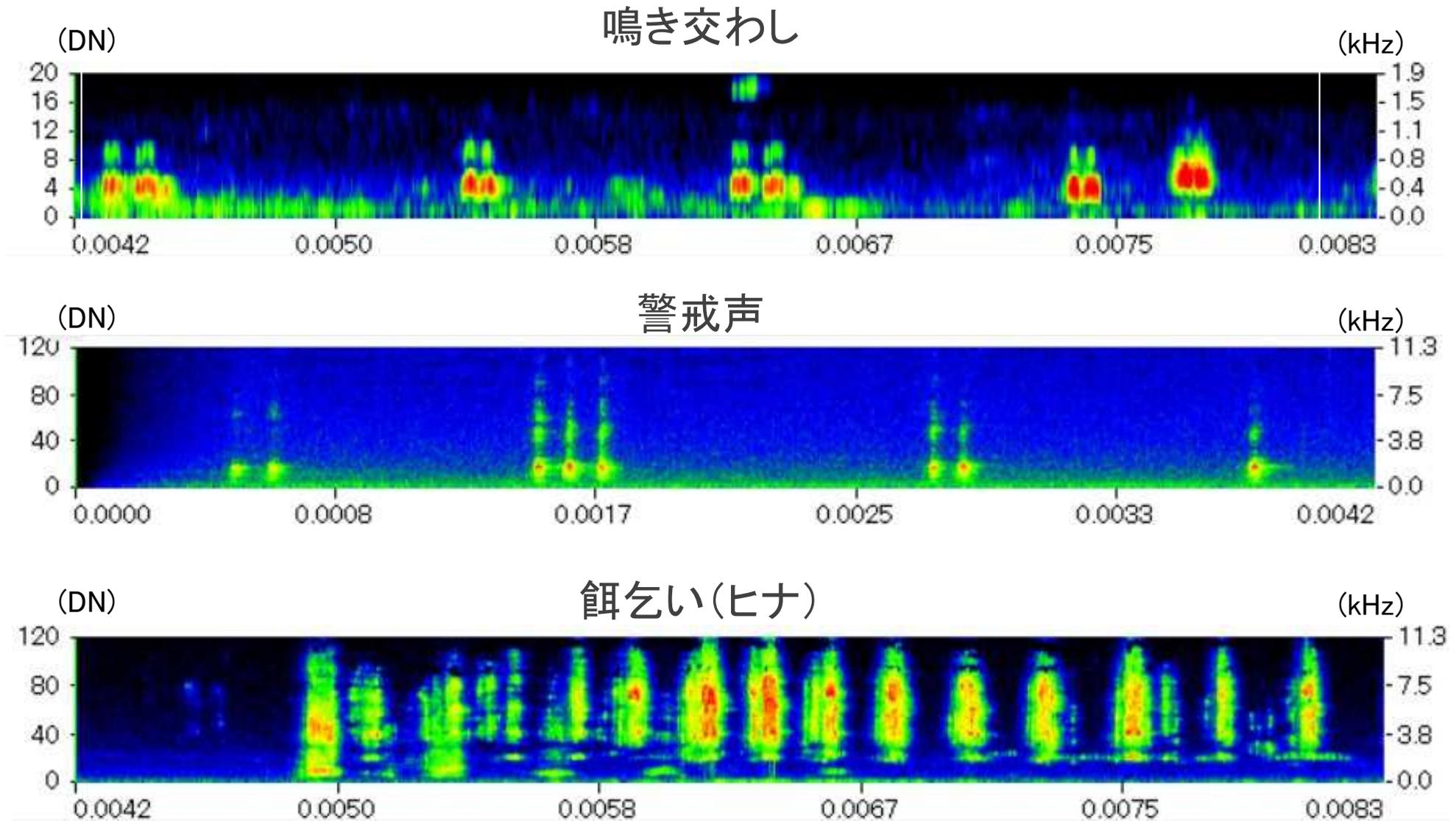
■ 音声レーダーによる推定位置



4. 今後の展望

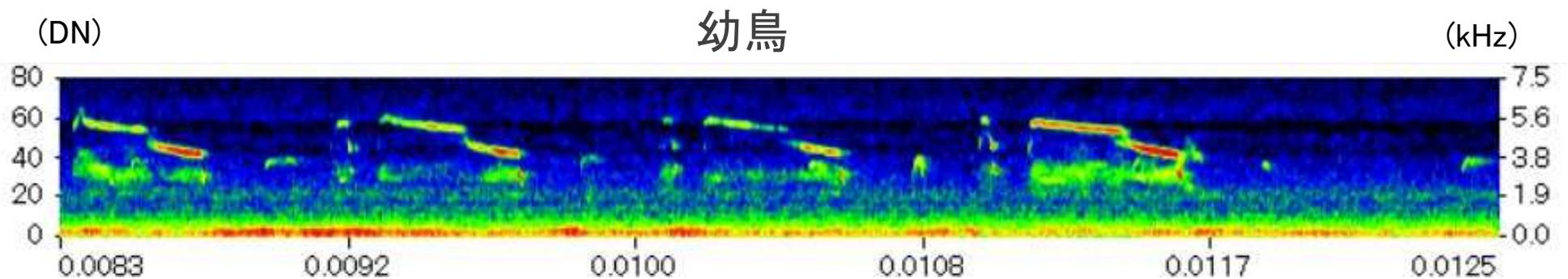
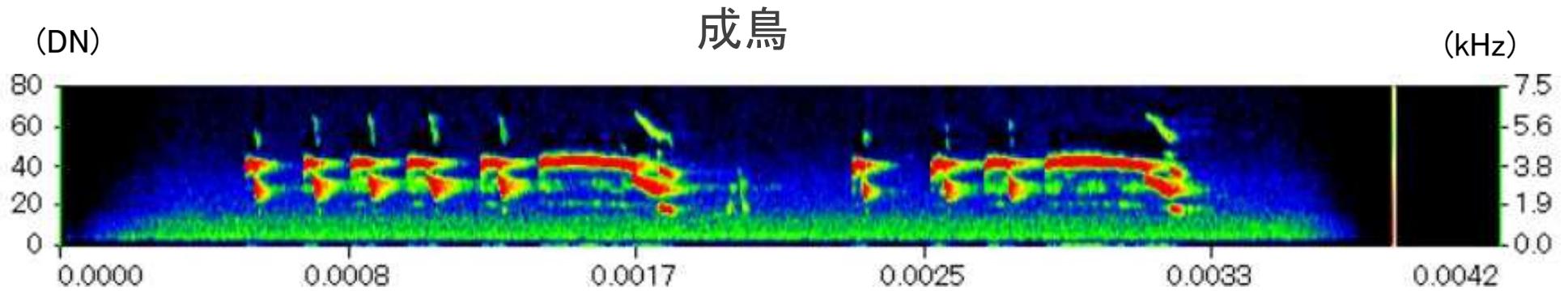
今後、様々な地域や録音条件で音声データを収集し、精度検証を重ねるとともに、オオタカ以外の猛禽類(クマタカ、サシバ、フクロウ等)にも適用範囲を拡大し、調査精度の向上、調査員の安全確保と同時に調査コストの縮減を目指す。

4. 今後の展望



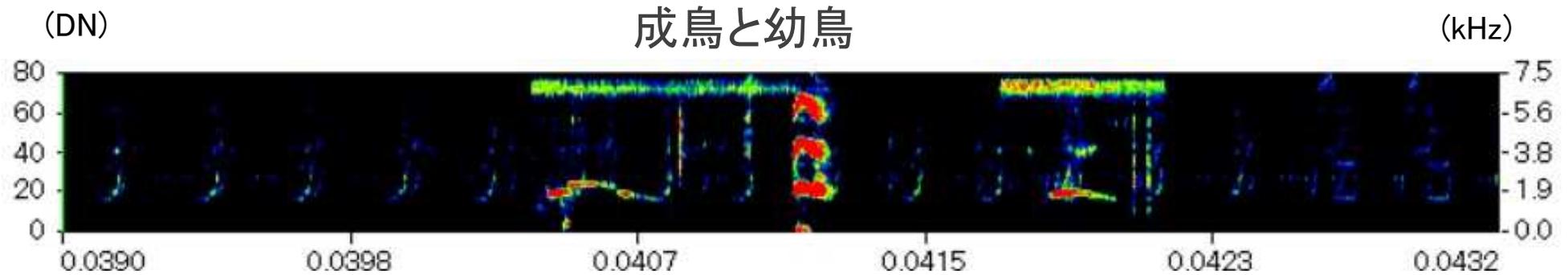
フクロウのスペクトログラム

4. 今後の展望

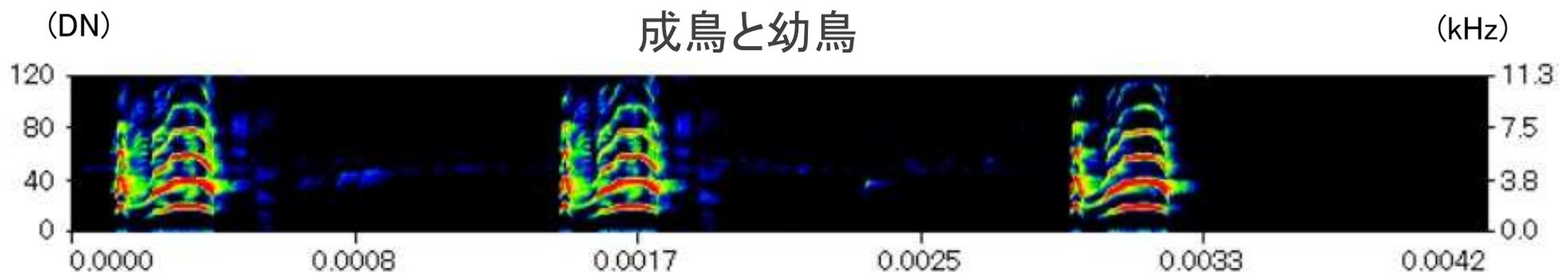


クマタカのスペクトログラム

4. 今後の展望



ハチクマのスペクトログラム



サシバのスペクトログラム