

自作した聴診器マイクロホンおよび プログラミングによる子牛の肺音解析の検討

秋田県農業共済組合 県北家畜診療所

伊藤 岳文

はじめに

子牛の呼吸器病を肺音聴診により正しく診断できている？
どう勉強したらよい？

人医療での肺音分析方法

- ①サウンドスペクトログラム (SS : Sound Spectrogram)
- ②時間軸拡大波形 (TEA : time-expanded waveform)

子牛の肺音を録音し、これらの解析が可能なのか検討した。

肺音の分類

呼吸音：正常 一 肺泡呼吸音
 气管支呼吸音
 气管音

下に行くほど呼気が明瞭になり、より高周波数（高い音）になる

異常 — 減弱・消失、呼気延長、**気管支呼吸音化**

副雑音：ラ音 — 断続性ラ音 — 水泡音（コース・クラックル） ＊粗い
捻髪音（ファイン・クラックル） ＊細かい

一 連続性ラ音 一 高音性 一 笛様音 (ウィーズ)

* スクォーク : 0.1秒程の吸気ウィーズ

低音性 — いびき様音（**ロンカイ**）

その他 一胸膜摩擦音

ハマナズ・サイン

聴診器マイクロホンの作成



聴診器はリットマンのクラシックⅢ	15,000円
スマホ用ピンマイク (SONY ECM-SP10)	2,500円
Y字管とチューブ	2,000円
スマホ	
録音用アプリ	

リットマンの聴診器は
膜面を軽く当てると低周波数（心音）
強く当てると高周波数（呼吸音）

→呼吸音を強調するために
強く押し付けて録音した。

録音した肺音の編集

音声編集ソフト「Wave Pad」による編集

a. 以下2つをフィルタリング

①録音した環境音

②2,000Hz以上の周波数

b. 解析したい部分を5秒間に切り取り



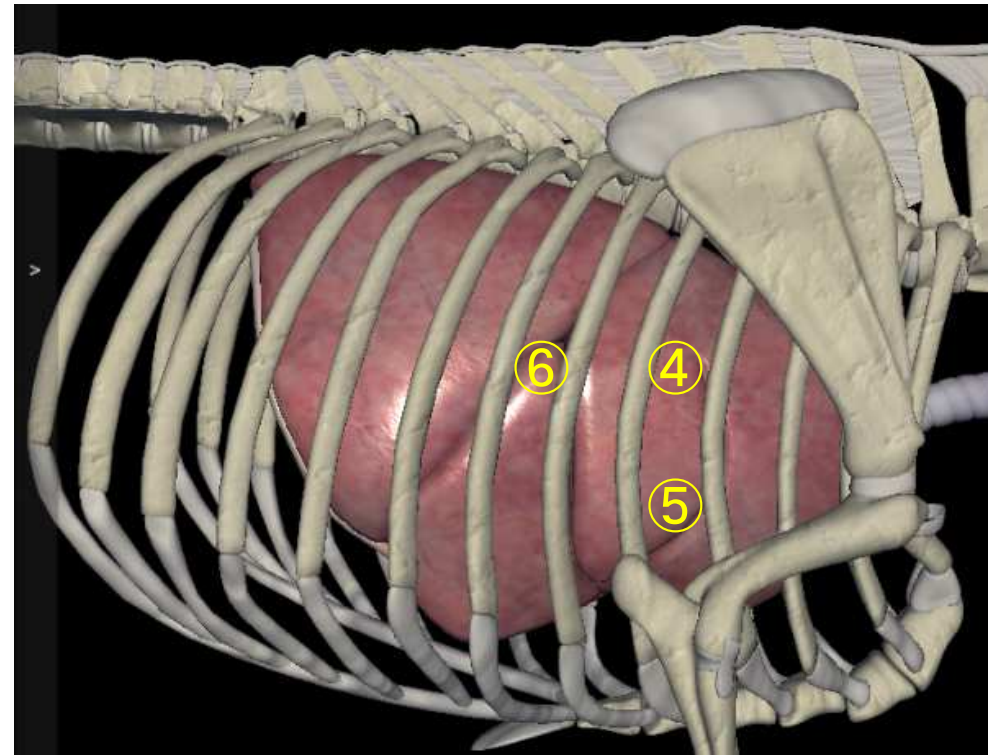
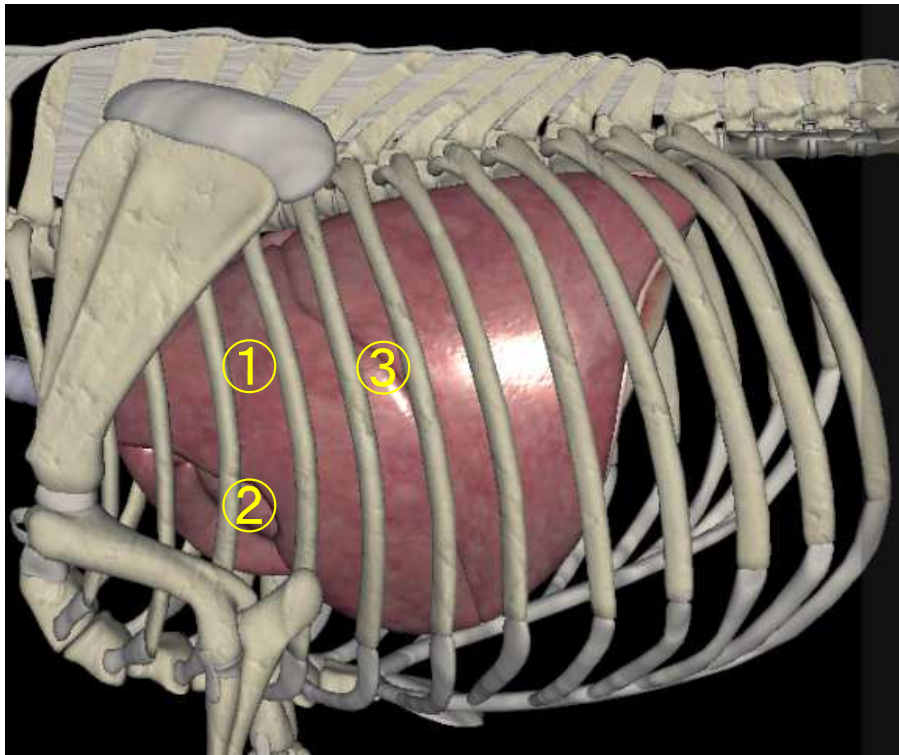
「Python」で自作したプログラムで処理して以下の画像を表示

サウンドスペクトログラム (SS : Sound Spectrogram)

時間軸拡大波形 (TEA : time-expanded waveform)

録音箇所

	左肺	右肺
第4肋間の胸深の腹側から約1/2の高さ :	①	④
第4肋間の胸深の腹側から約1/3の高さ :	②	⑤
第6肋間の胸深の腹側から約1/2の高さ :	③	⑥



実際の肺音解析

健康な子牛：1カ月齢、50kg

A：肺炎で死亡した牛：3カ月齢、80kg

聴感では初診時より、コースクラックル＋ロンカイ
抗生剤＋ステロイド等投与するも改善なく
第45病日に死亡（咳がひどくミルク飲めない）

フロルガン、マイシリン、ドラクシン、マルボシル

メタカム2%、デキサメサゾン

B：治療で副雑音が消失した牛：4カ月齢、100kg弱

発熱ないが咳が強く、痩せ気味

フロルガン、レスフロール

メタカム2%

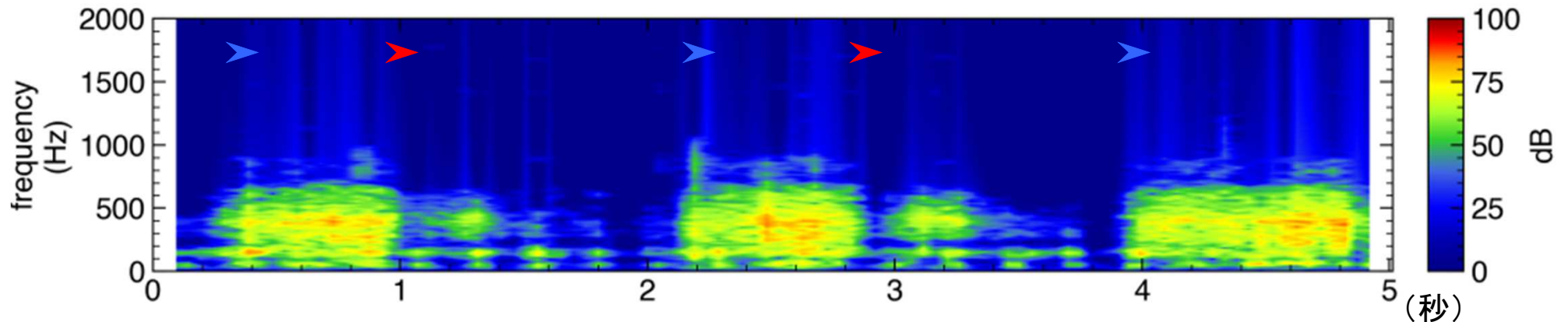
健康子牛：①

吸気：▶、呼気：▶

サウンドスペクトログラム (SS : Sound Spectrogram)

x=時間 (秒)、y=周波数 (Hz)、z=音圧 (デジベル[dB]に対数変換)

* 音響校正をしていないためここでは相対音圧



吸気は最大600Hz程に広がり、一部400Hz程に強いスペクトルがある。

呼気はほとんど見られないが、吸気と同様に400Hz帯が強い。

心音は0～200Hz帯で認められる。

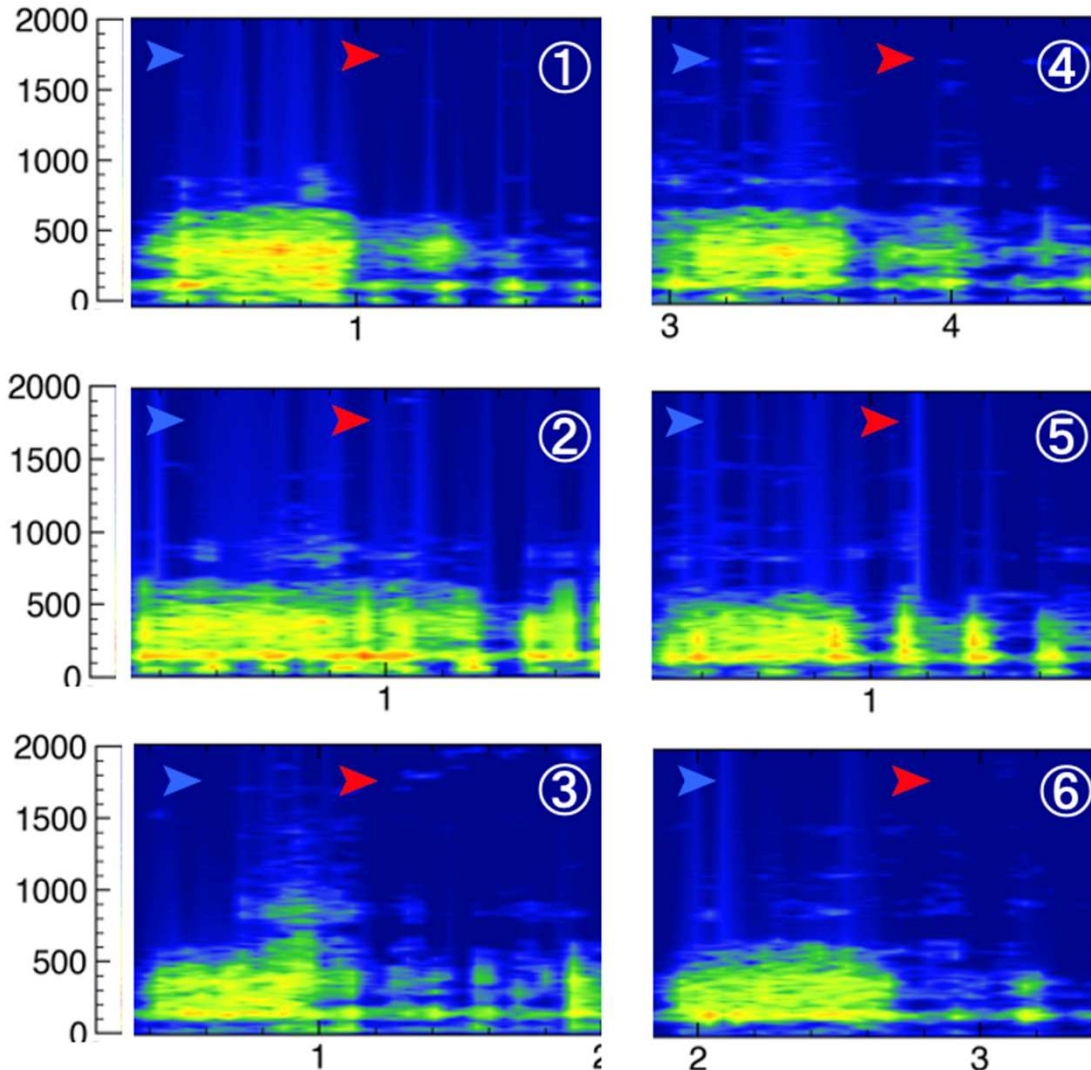
0～100Hz帯は弱く録音されている。

(参考) 人の肺胞呼吸音 : 吸気400Hz、呼気200Hz

気管支呼吸音 : 吸気600Hz、呼気400Hz

健康子牛：①～⑥

吸気：▶、呼気：▶



①と④ / ②と⑤ / ③と⑥
で左右差はほぼない

②と⑤
心音が明瞭で0～300Hzの縦線
吸気・呼気の周波数帯は①や④と
同程度

③と⑥
吸気は最大500Hz弱
心音は弱い記録されている。

心音はノイズだが、呼吸音の特徴
を捉えることができる程度には録
音できている。

実際の肺音解析

健康な子牛：1カ月齢、50kg

A：肺炎で死亡した牛：3カ月齢、80kg

聴感では初診時より、コースクラックル＋ロンカイ
抗生剤＋ステロイド等投与するも改善なく
第45病日に死亡（咳がひどくミルク飲めない）

フロルガン、マイシリン、ドラクシン、マルボシル

メタカム2%、デキサメサゾン

B：治療で副雑音が消失した牛：4カ月齢、100kg弱

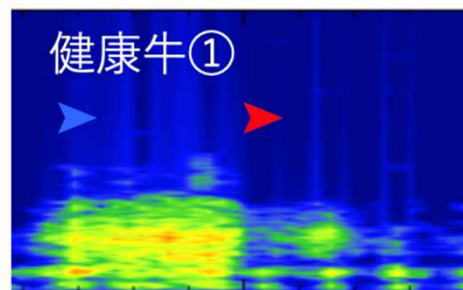
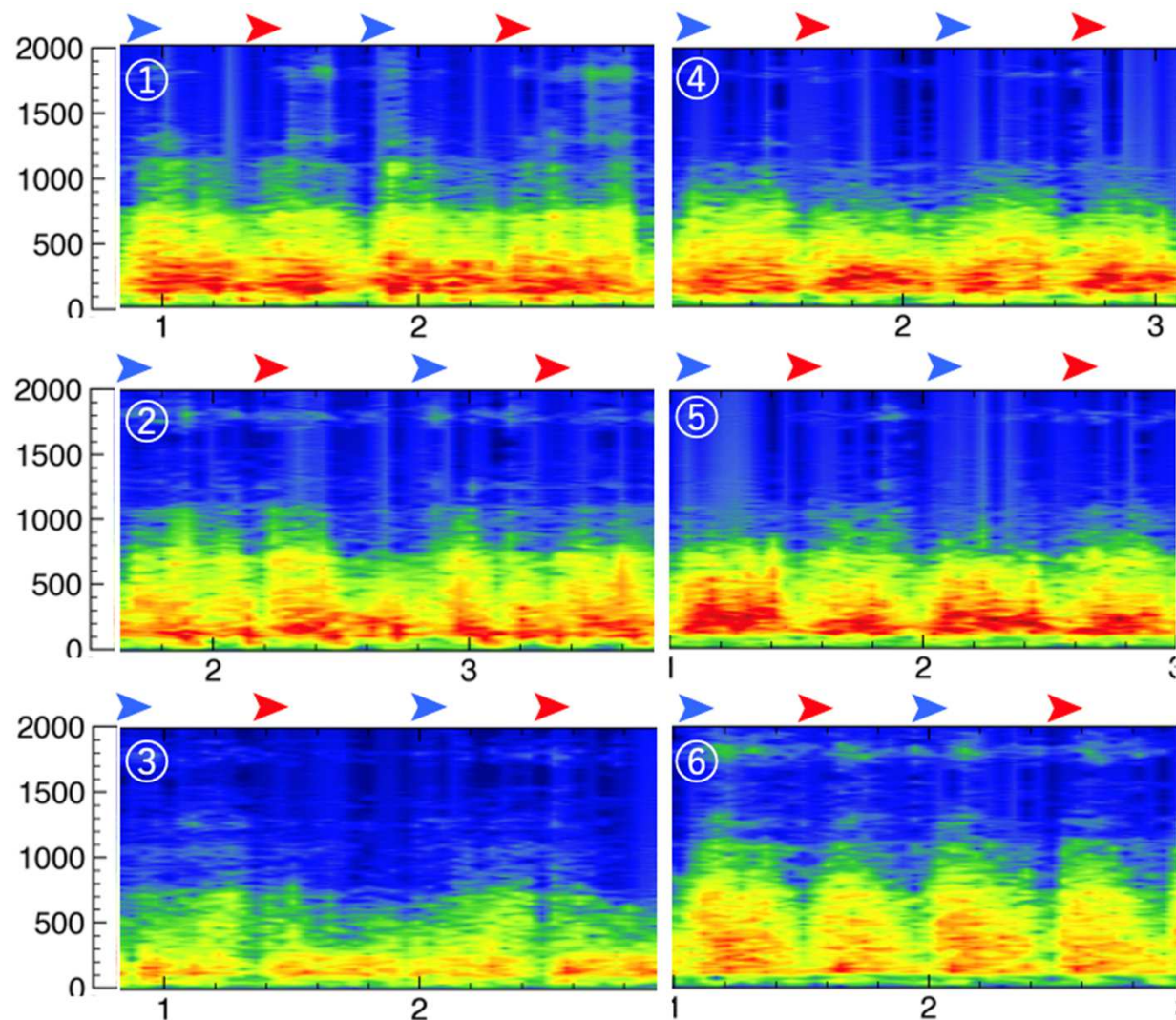
発熱ないが咳が強く、痩せ気味

フロルガン、レスフロール

メタカム2%

A : 第31病日①～⑥

吸気 :  、呼気 : 



呼吸音に注目

どの部位でも呼気増強
(**気管支呼吸音化**)
色の広がりが高周波数化

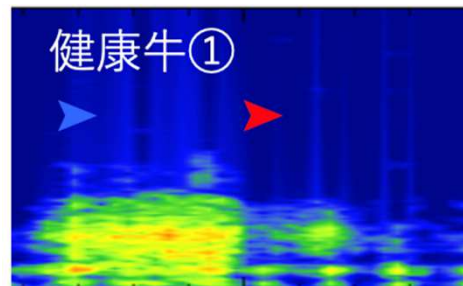
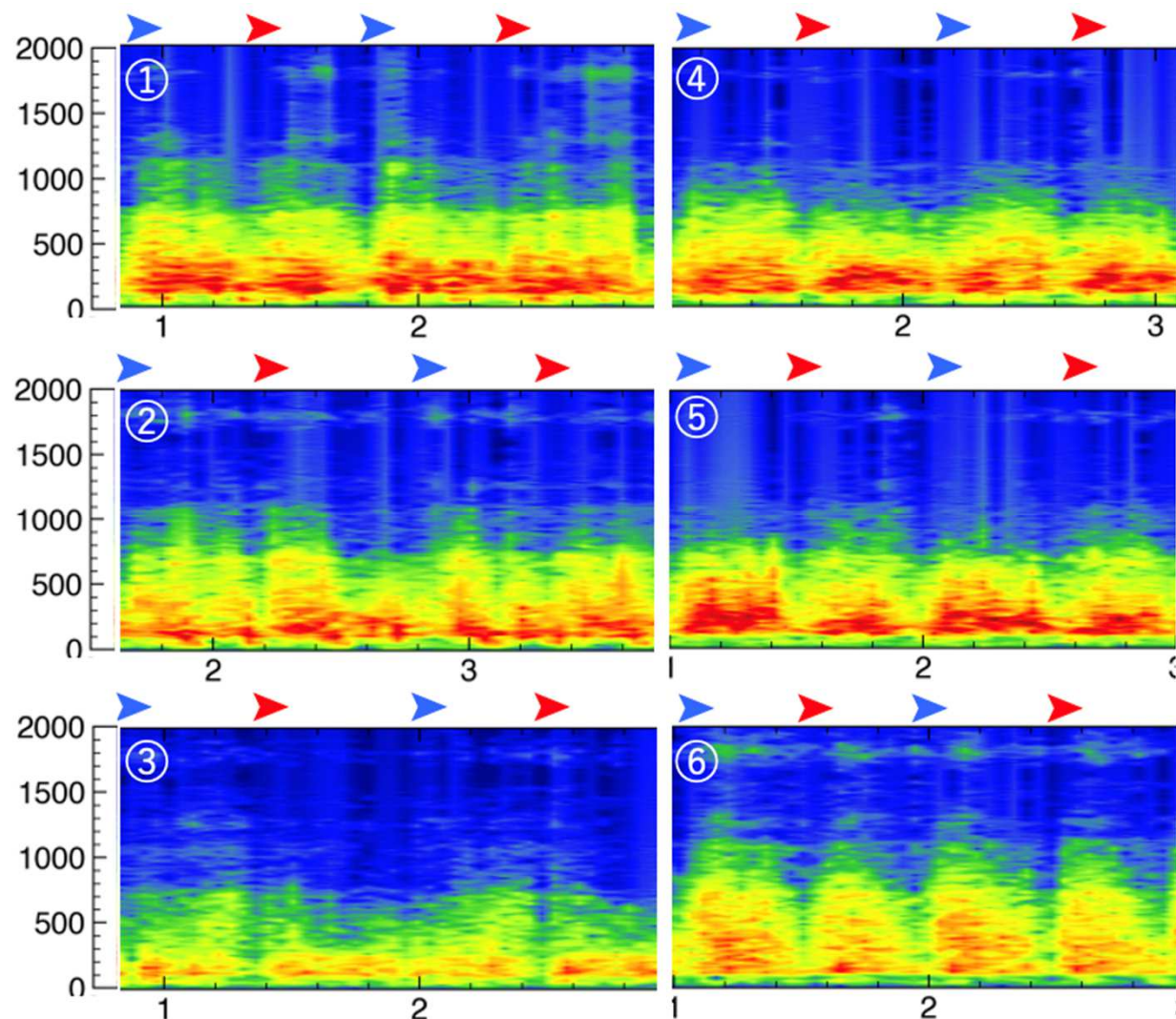
②③より⑤⑥の方が
強いスペクトル



左で減弱 vs 右で増強
どっちが主病変？

A : 第31病日①～⑥

吸気 :  、呼気 : 



副雑音に注目

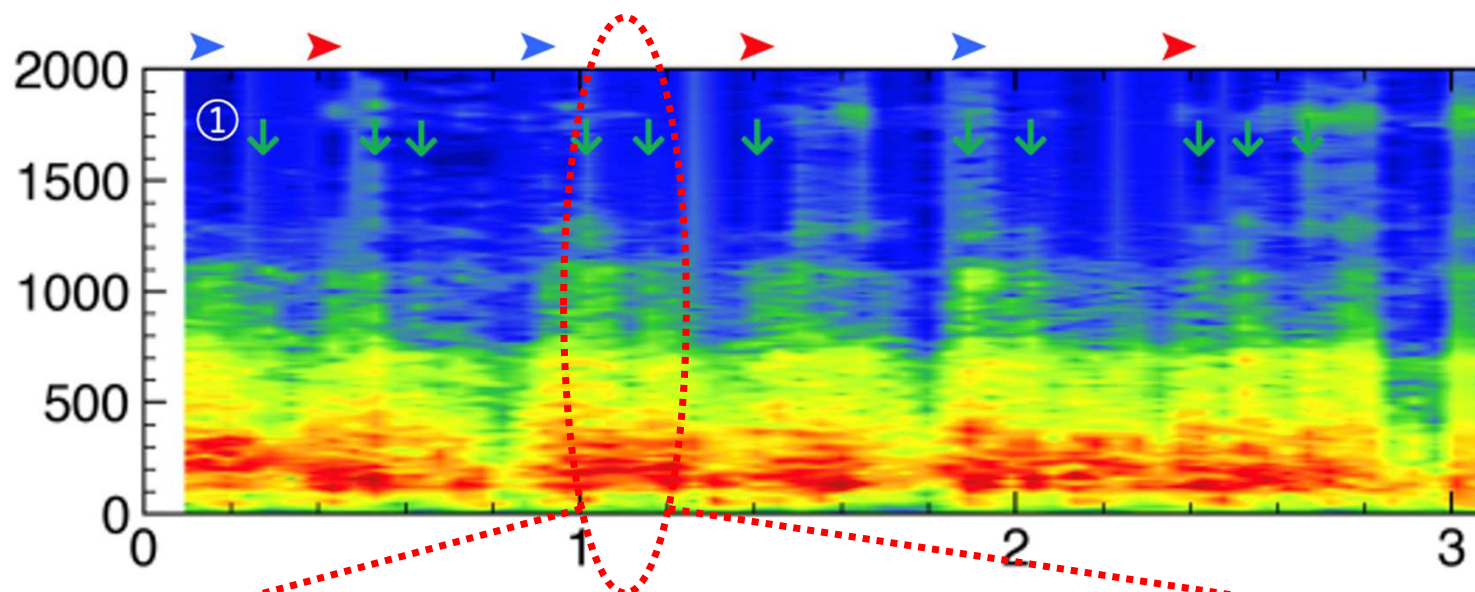
聴感上①②で
吸気・呼気ともに
コース・クラックル明瞭
(粗い断続性ラ音、水泡音)
④⑤は比べて弱い

コース・クラックルは
気管支の閉塞をしている分泌物の
膜の破裂音。



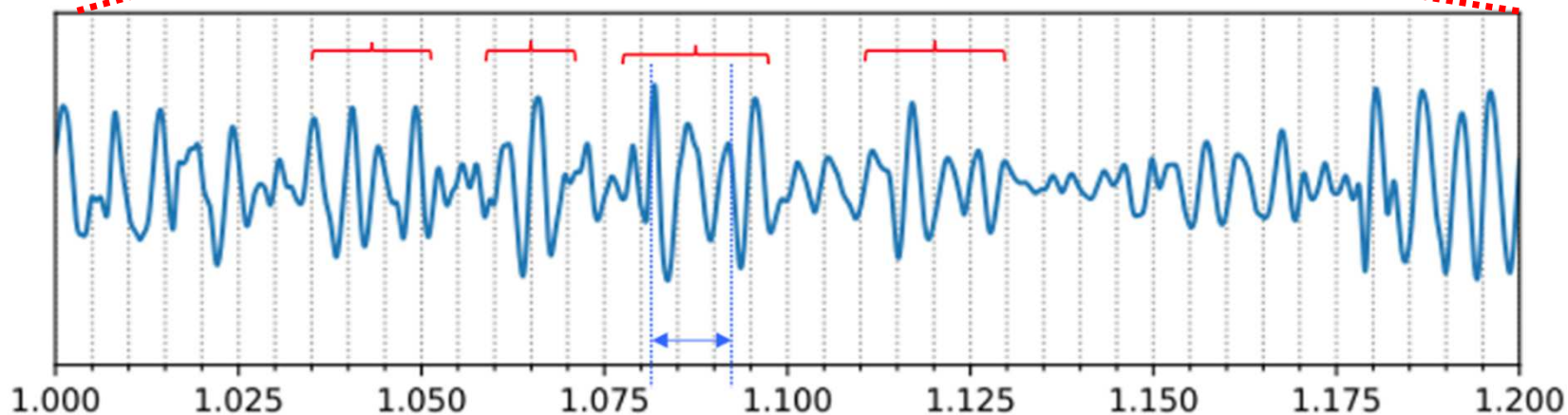
左で減弱 vs 右で増強
②と③は分泌物による閉塞？
⑤と⑥は線維化による高音化？
→エコーで確認すべきだった…

時間軸拡大波形（TEA）で副雑音解析



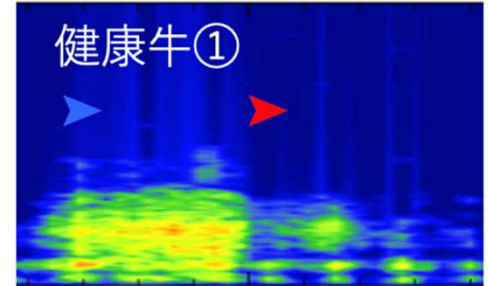
1.0s～1.2sをTEAでみると
分かりにくいが
クラックル波形あり

波形2周期が
>10msでコース・クラックル
（水泡音）
<10msでファイン・クラックル
（捻髪音）



A : 第42病日①～③

吸気 :  、呼気 : 



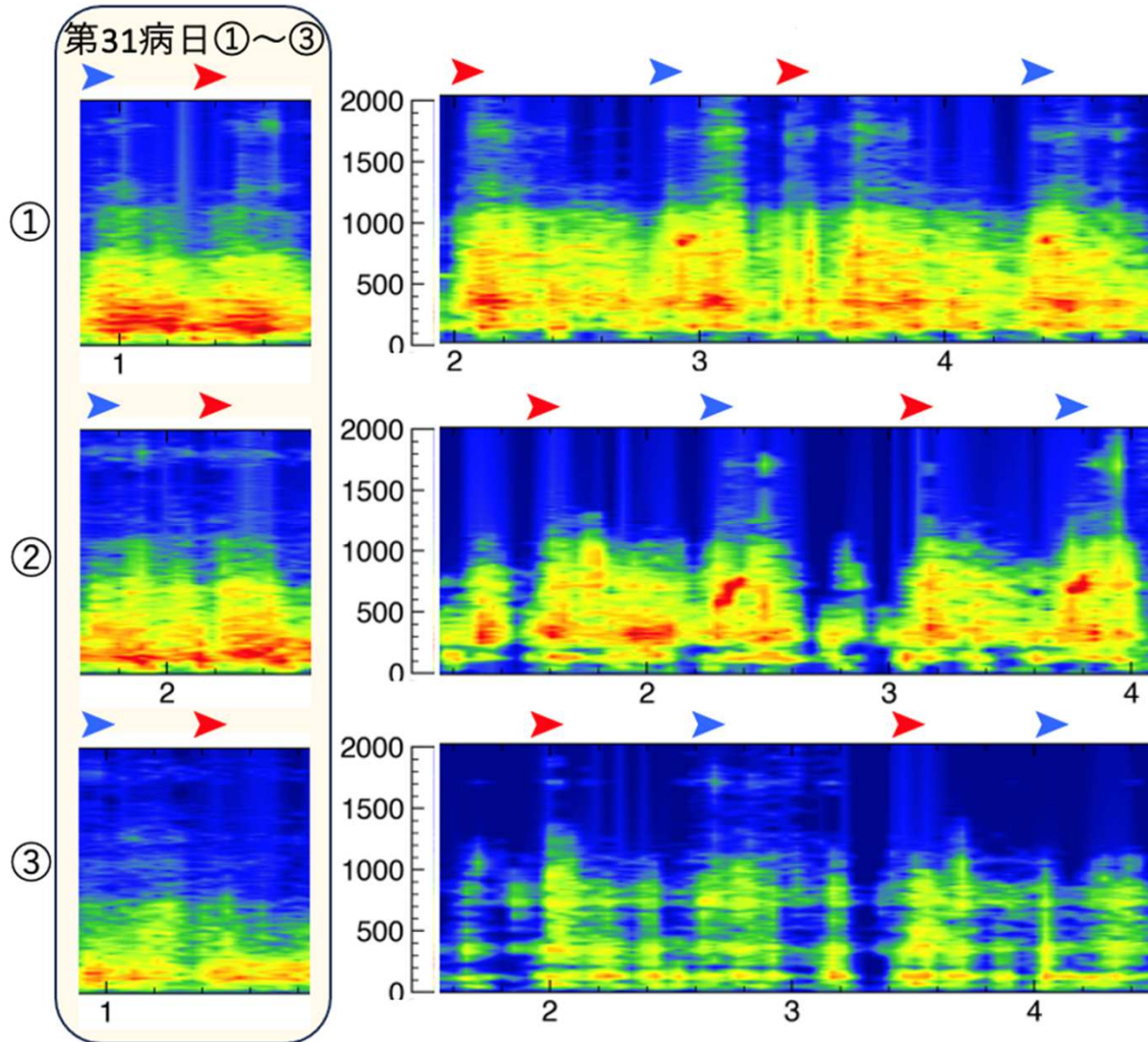
露舌・開口呼吸をして立つのも
やっとな状態

呼吸音に注目

さらに高周波数化
1,000Hz前後でも黄色に

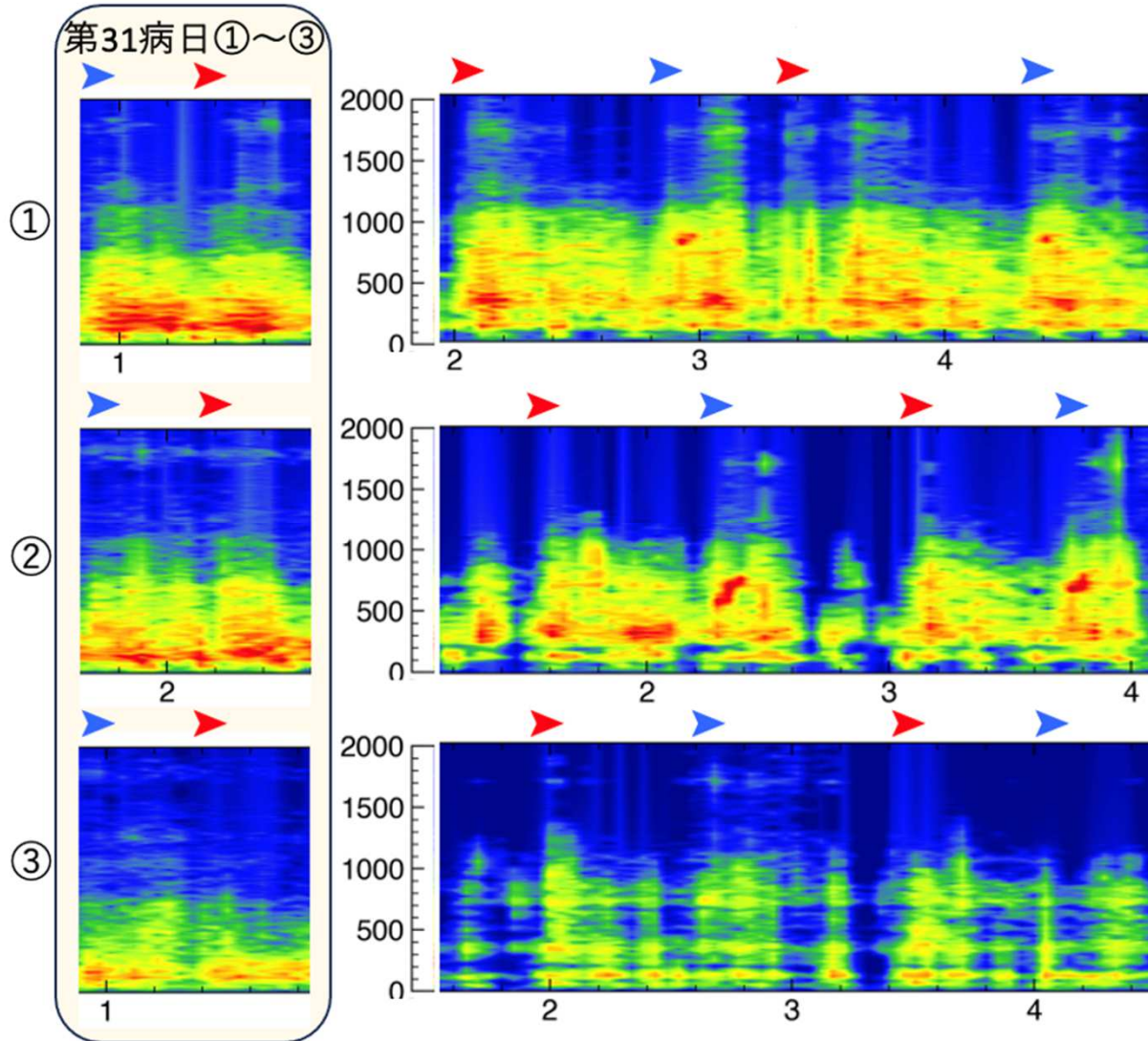
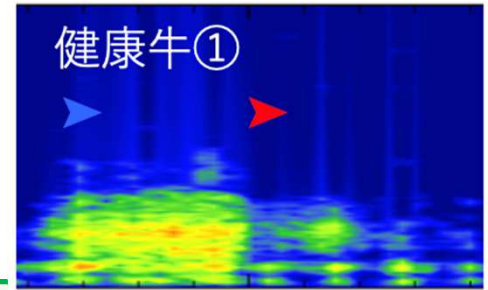
②と③では呼吸音が
途切れ途切れにこもって聞こ
える

息を吸っても肺が膨らんでい
ないような印象



A : 第42病日①～③

吸気 :  、呼気 : 



副雑音に注目

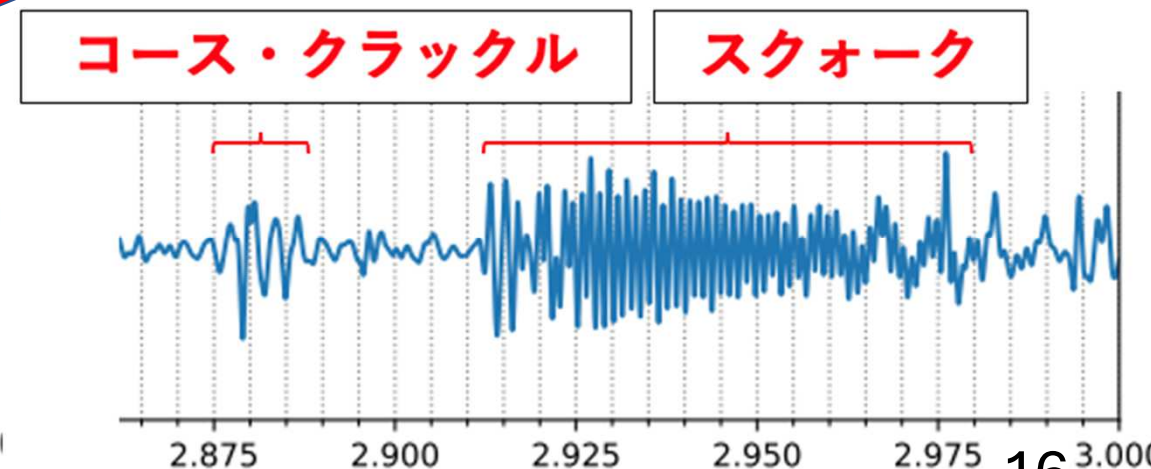
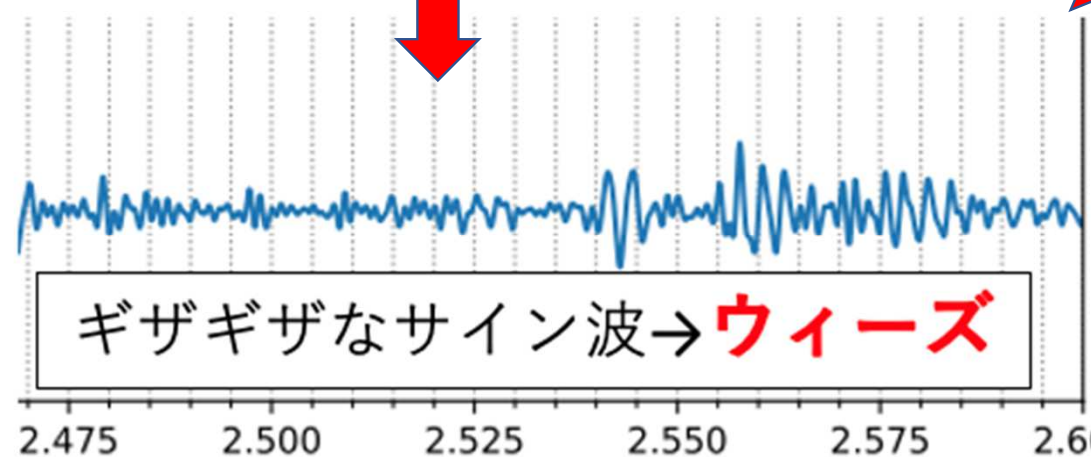
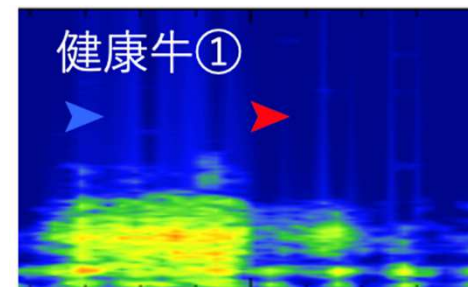
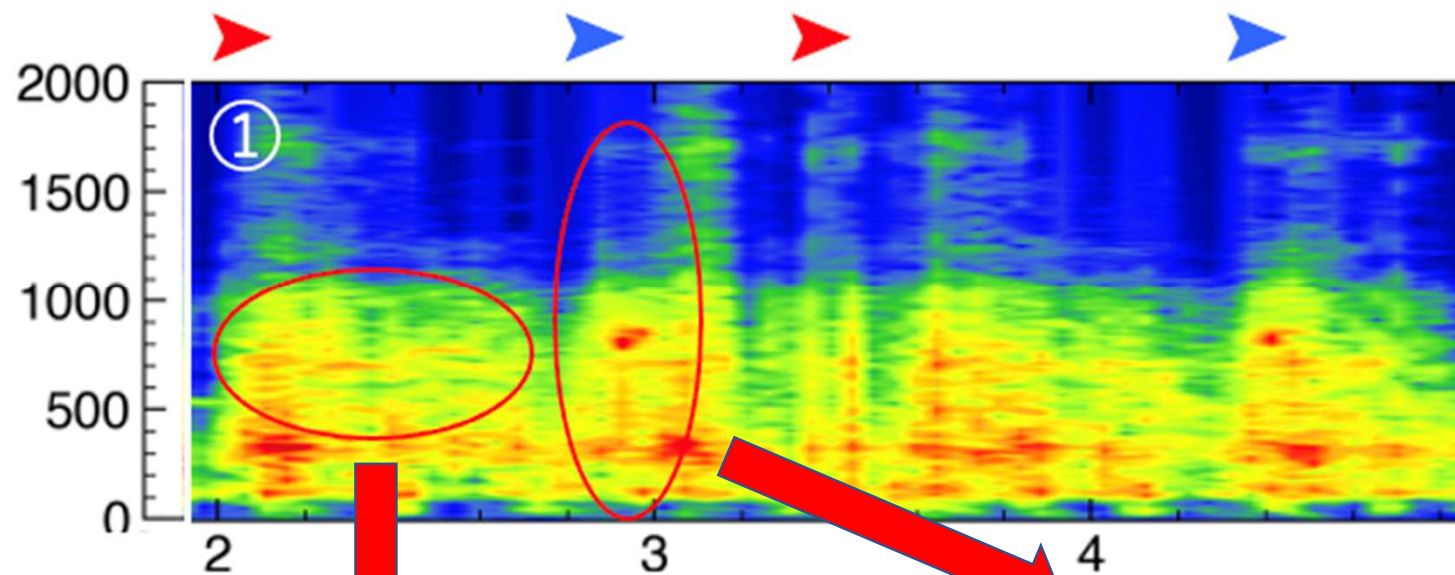
①で
呼気にウィーズ : 700Hz程
(高音性連続性ラ音、笛音)
吸気のスコーク : 800Hz程
(吸気の短いウィーズ)

②で
吸気のスコーク
500～800Hz

ウィーズは気管支狭窄
スコークは閉塞した気管支の急激な開放音

↓
炎症的な肥厚・分泌物により気管支の狭窄が進行し、より閉塞が強まった？

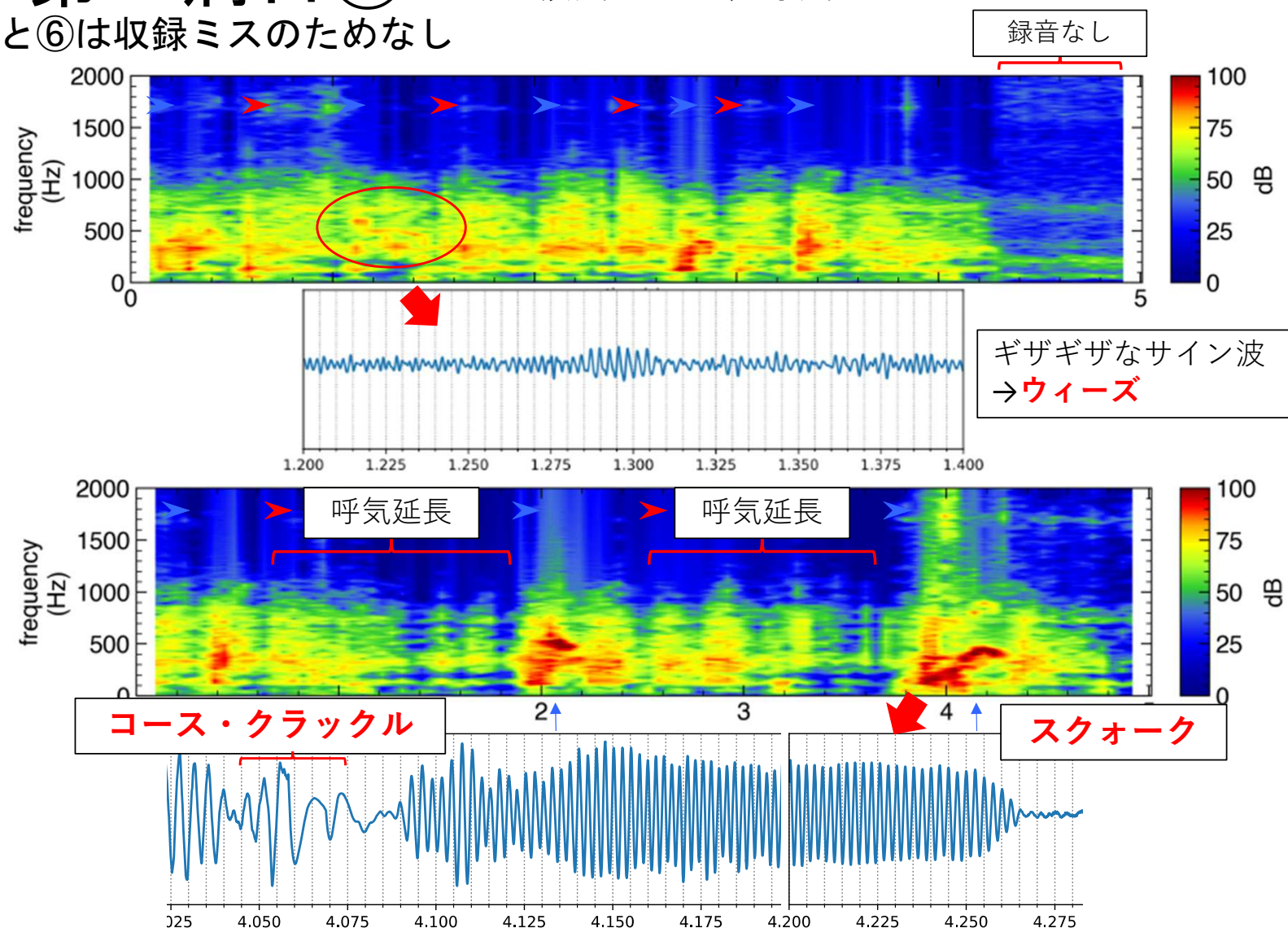
TEAで副雑音解析



A : 第42病日④

⑤と⑥は収録ミスのためなし

吸気 : ➤ 、呼気 : ➤



実際の肺音解析

健康な子牛：1カ月齢、50kg

A：肺炎で死亡した牛：3カ月齢、80kg

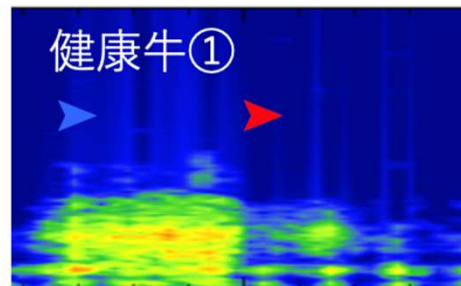
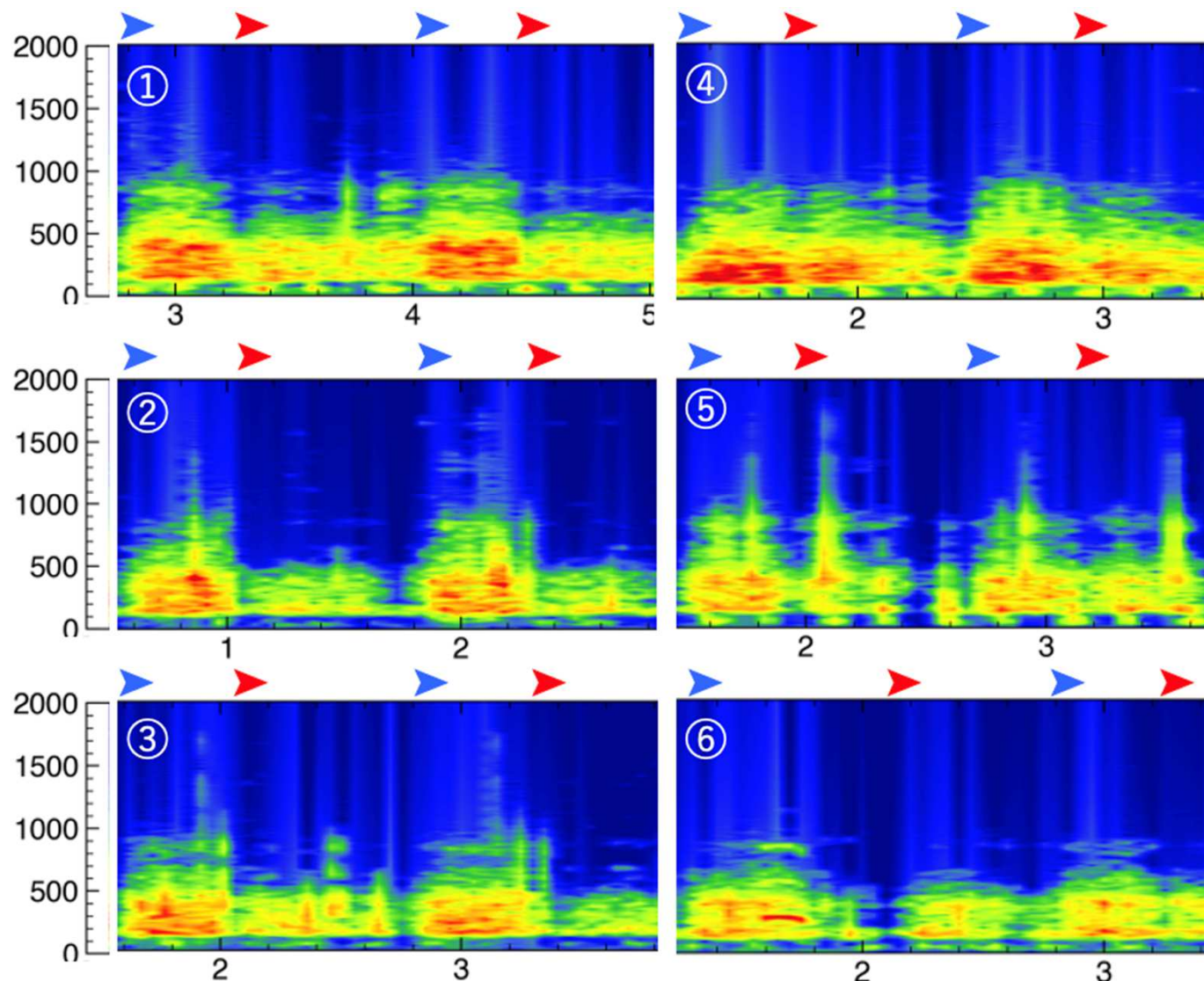
聴感では初診時より、コースクラックル＋ロンカイ
抗生剤＋ステロイド等投与するも改善なく
第45病日に死亡（咳がひどくミルク飲めない）

フロルガン、マイシリン、ドラクシン、マルボシル
メタカム2%、デキサメサゾン

B：治療で副雑音が消失した牛：4カ月齢、100kg弱

発熱ないが咳が強く、痩せ気味
フロルガン、レスフロール
メタカム2%

B : 第1病日①～⑥

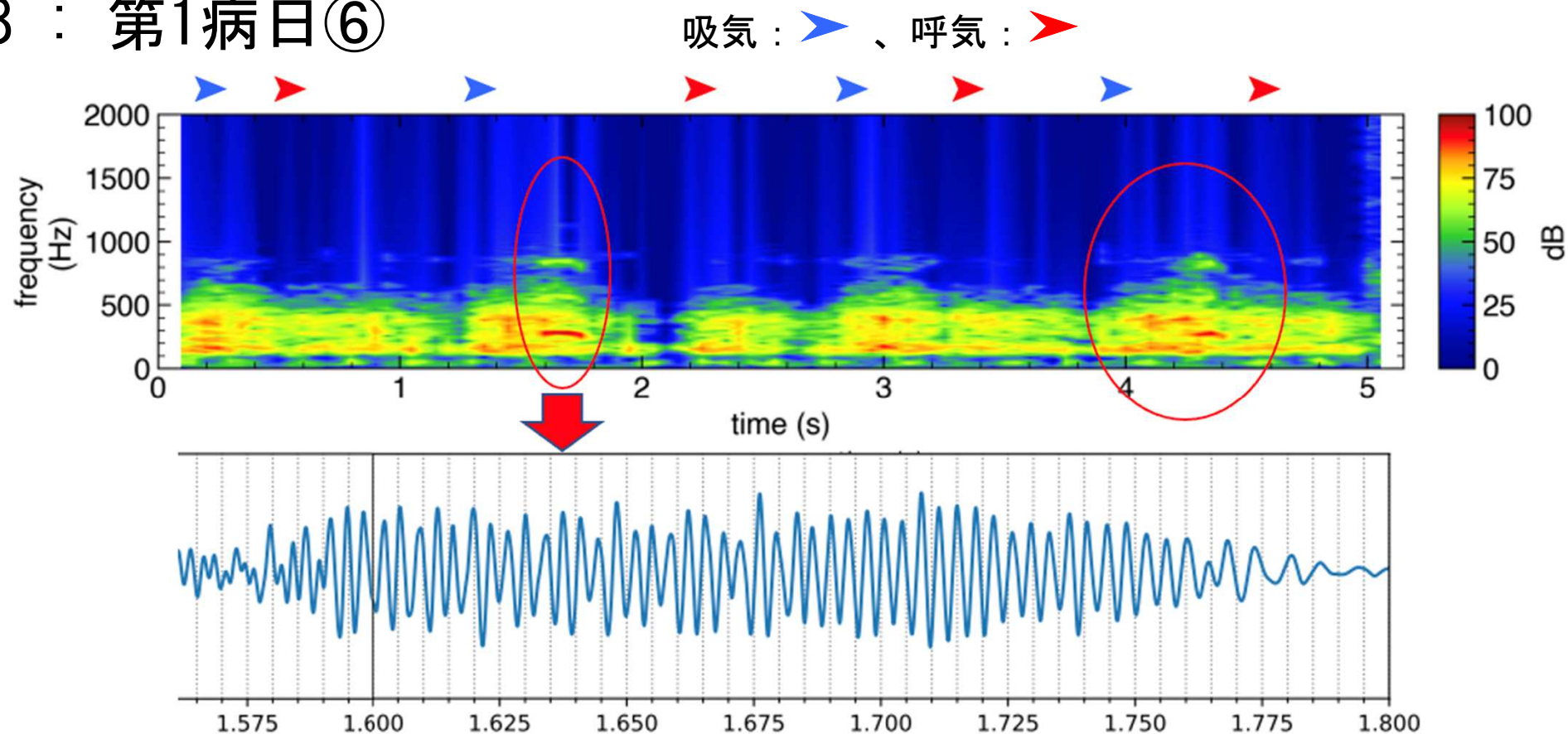


呼気増強あり
①より④が少し強い
周波数は吸気>呼気

縦線は雑音

⑥で吸気ウィーズ

B : 第1病日⑥

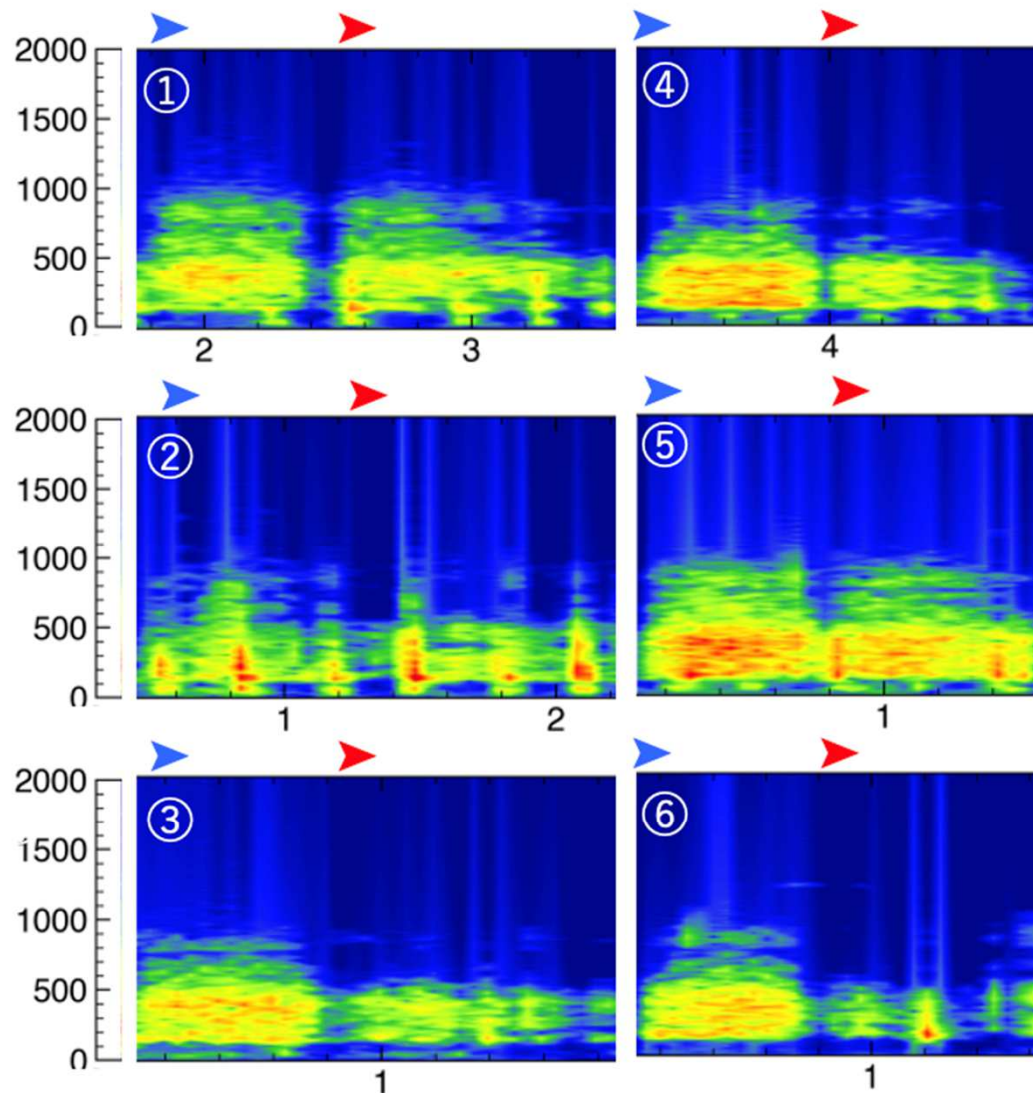
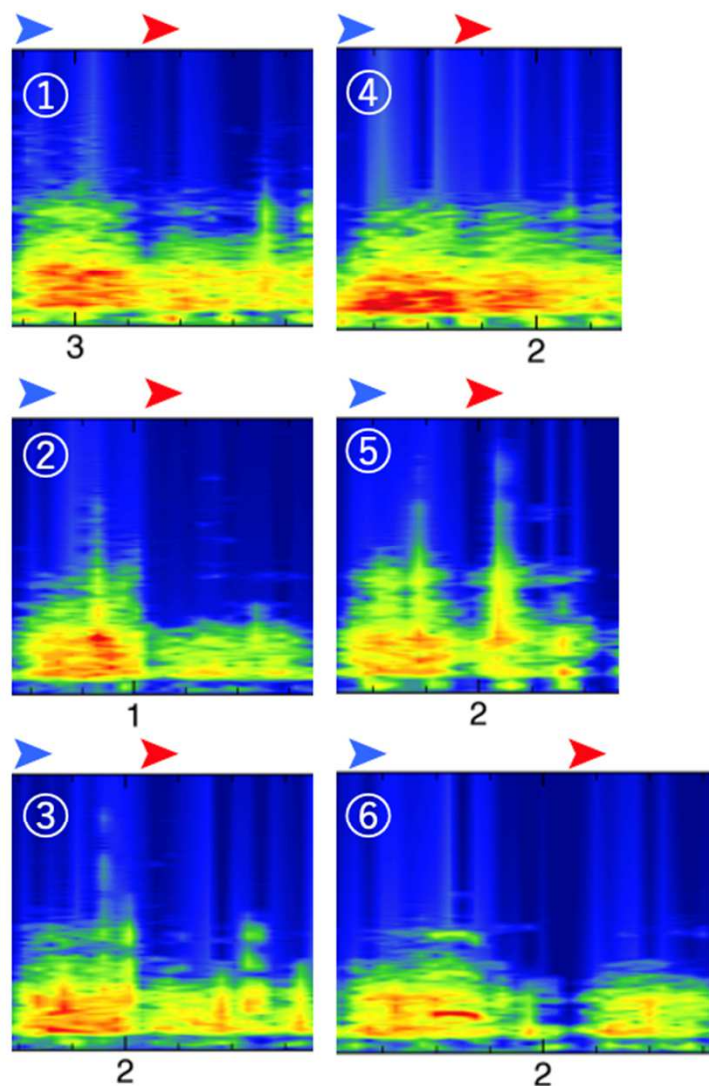


吸気にスクォークとウィーズの中間のような280Hz程の連続性ラ音
吸気のウィーズは末梢の気道狭窄を示す。
10秒程で2回聴取した。

B : 第1病日①～⑥



B : 第3病日①～⑥



全体的に弱くなったが、
右の方が増強している

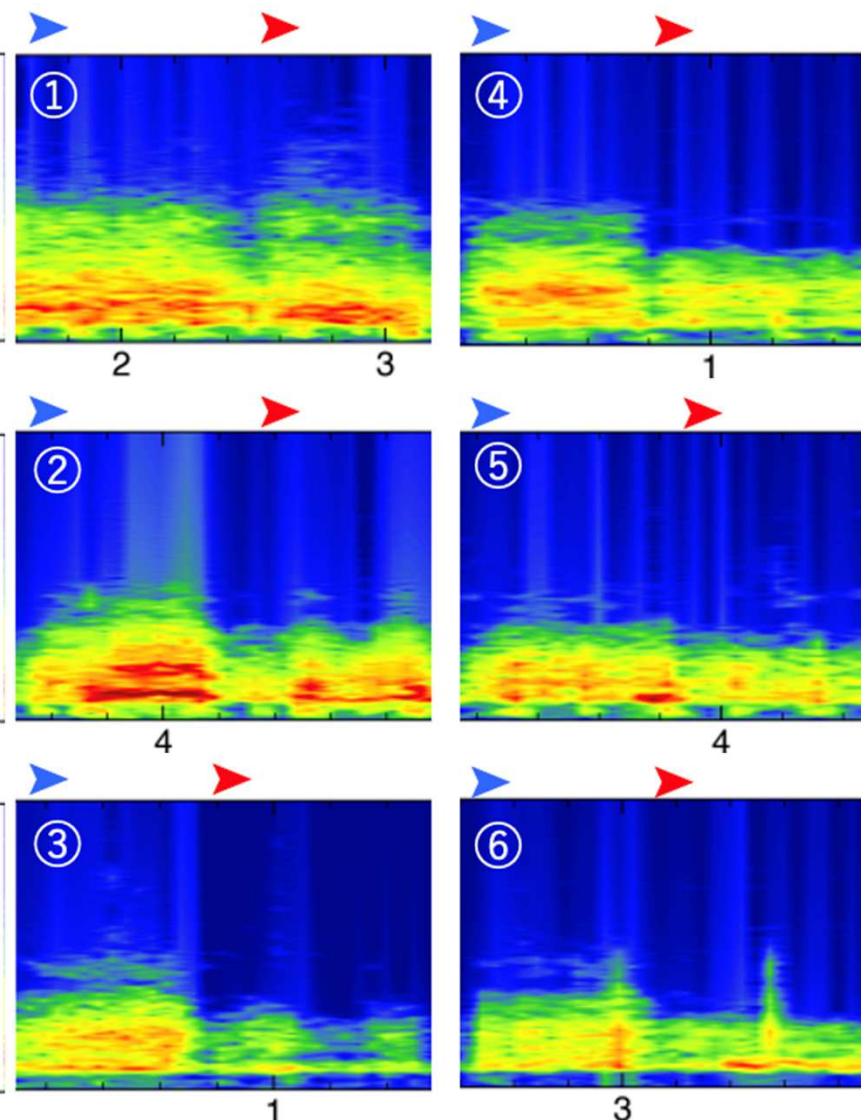
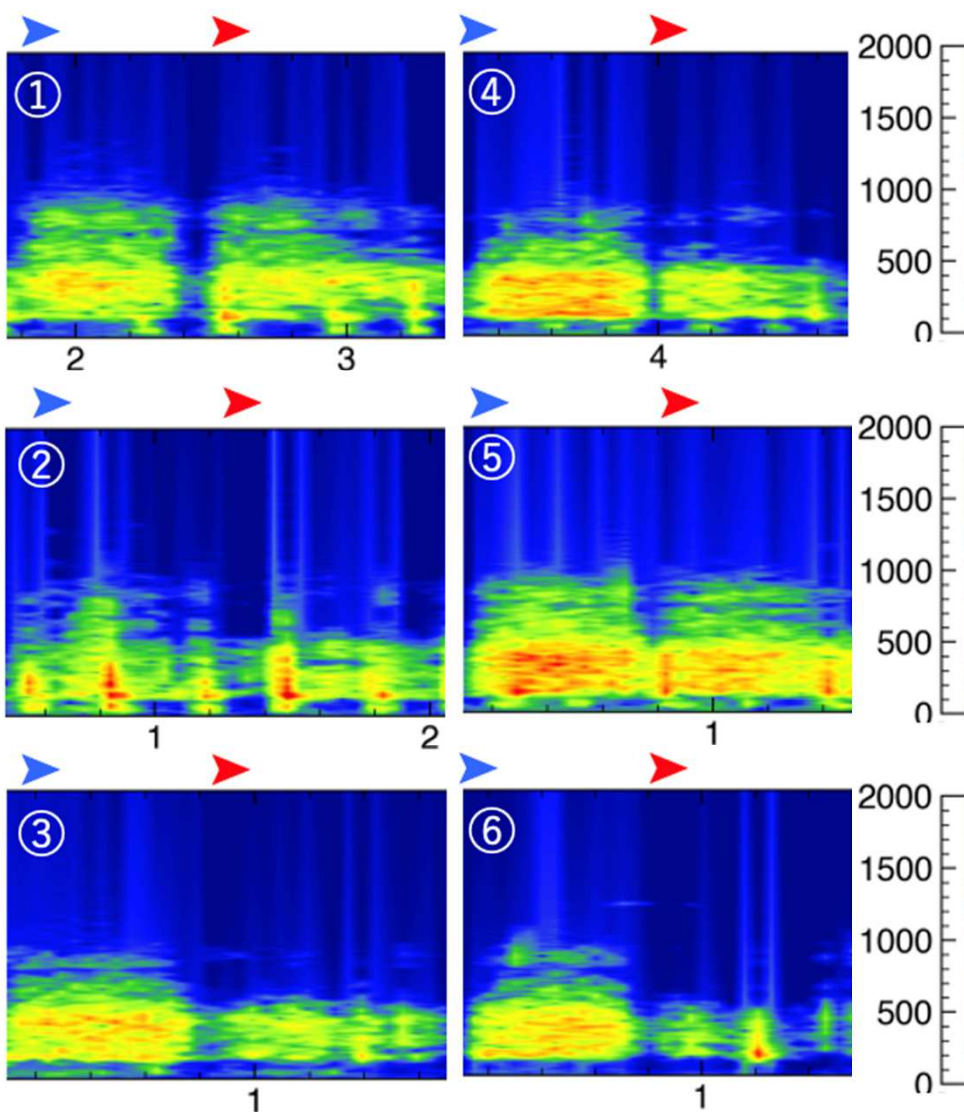
⑥のウィーズ
が消失した

↓
抗生剤を投与
して経過観察
としたが…

B : 第3病日①～⑥



B : 第25病日①～⑥



左の増強がより強くなっている

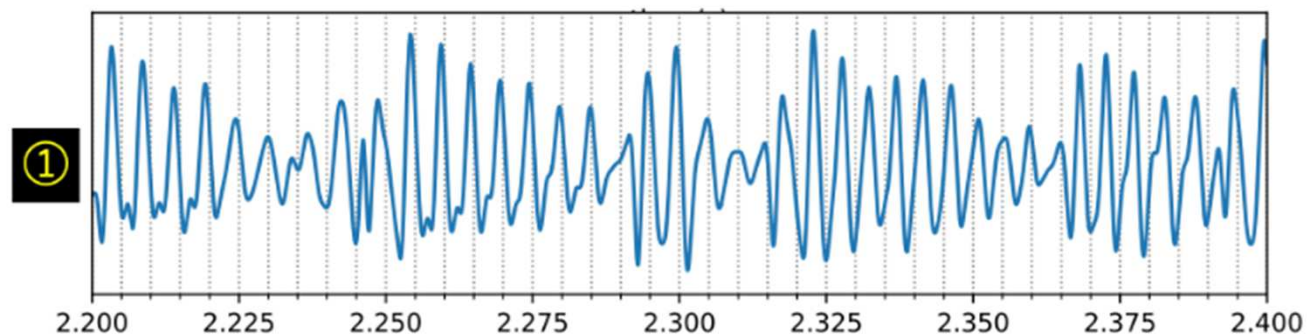
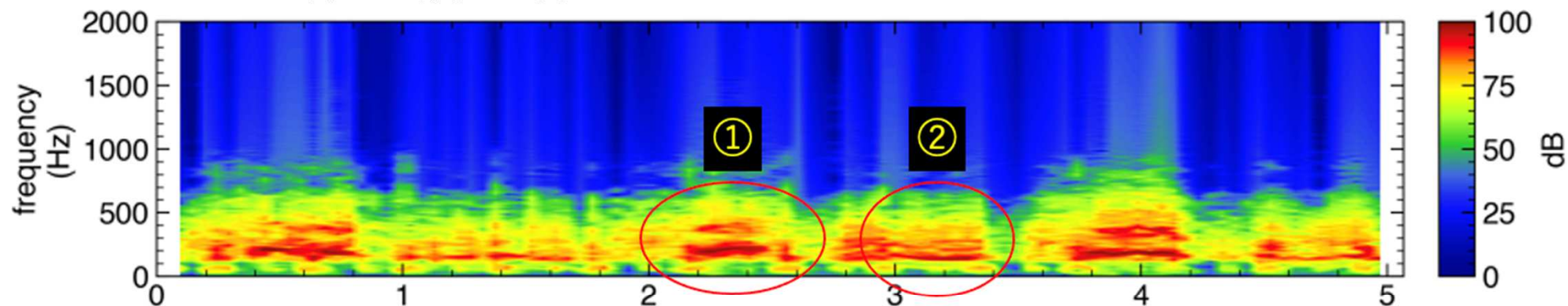
②でロンカイが明瞭



抗生剤を再投与して良化。

B : 第25病日②

吸気 : ▶ 、呼気 : ▶



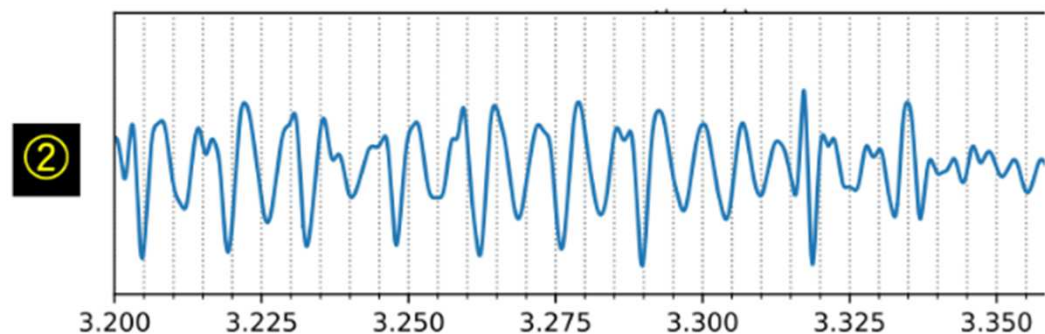
周期的な波形

ロンカイ

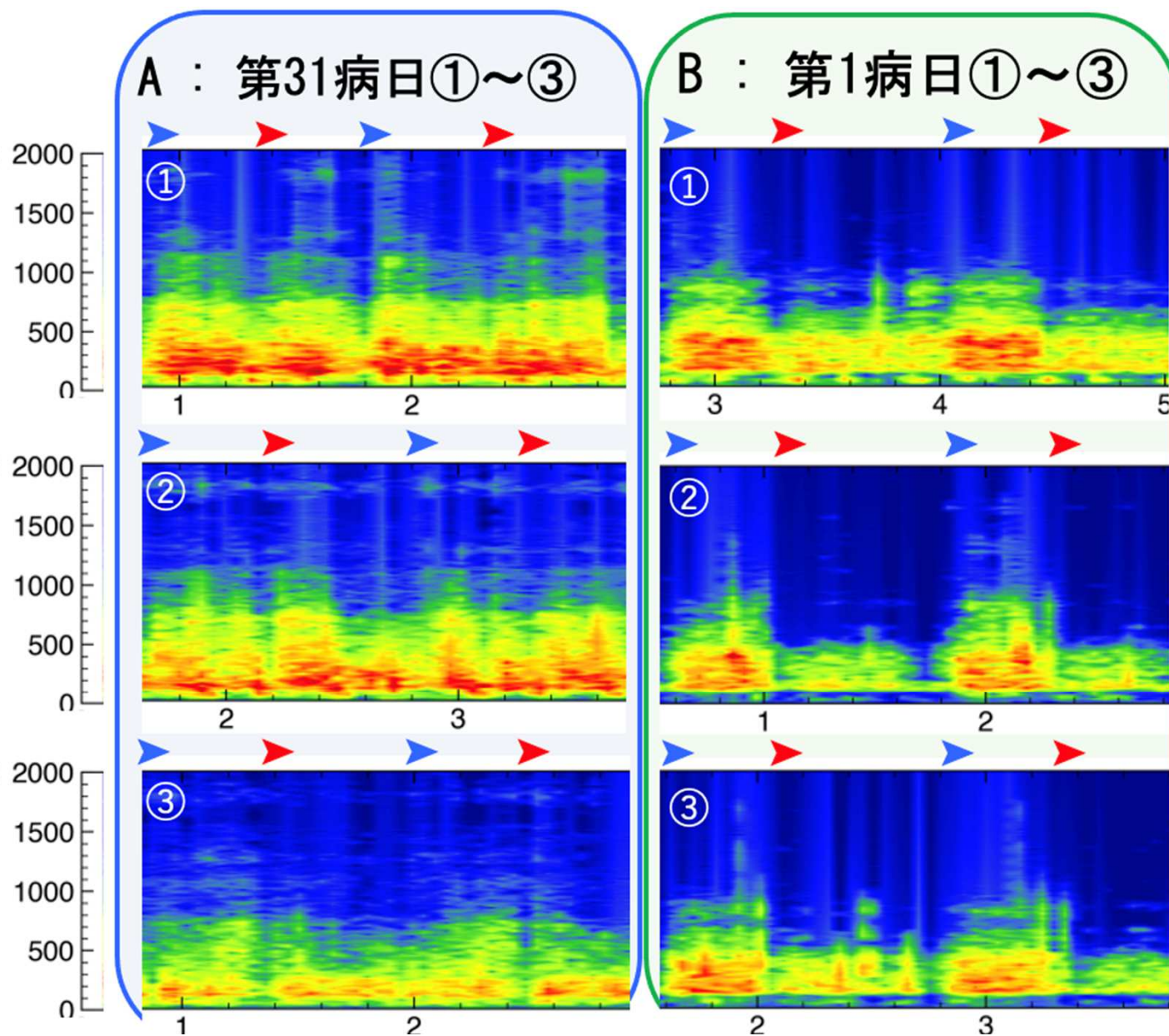
(低音性連続性ラ音、
いびき音)

吸気・呼気に

①210Hz程



気道分泌物の存在
を示唆



考察：SSは病態を反映
できているか？

死亡牛はより
高周波数に色が広がり、
呼気増強が明瞭



肺の線維化と気管支狭窄
を疑う所見

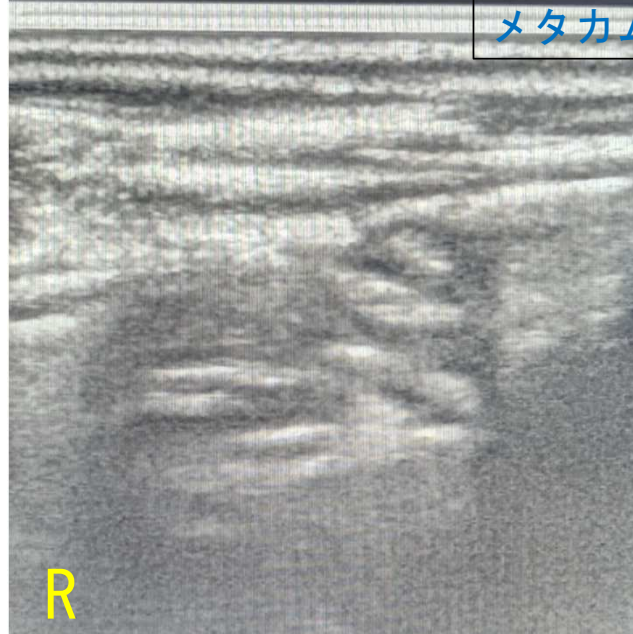
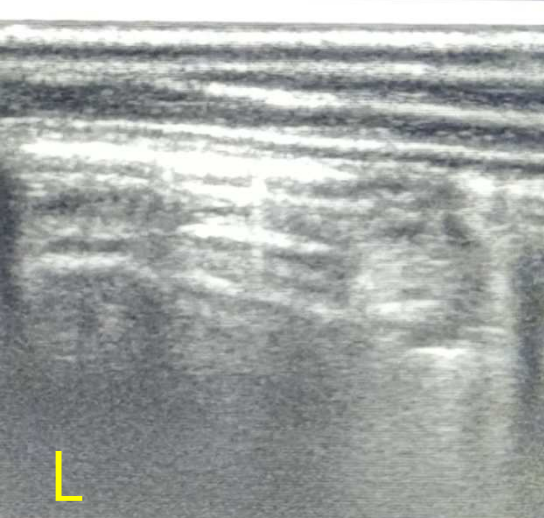
サウンドスペクトログラ
ムで特徴を捉えられたと
言える

第4病日(2診目):初診時より発熱続く

フロルガン
メタカム

タイロシン
ネオアス

第11病日(6診目)

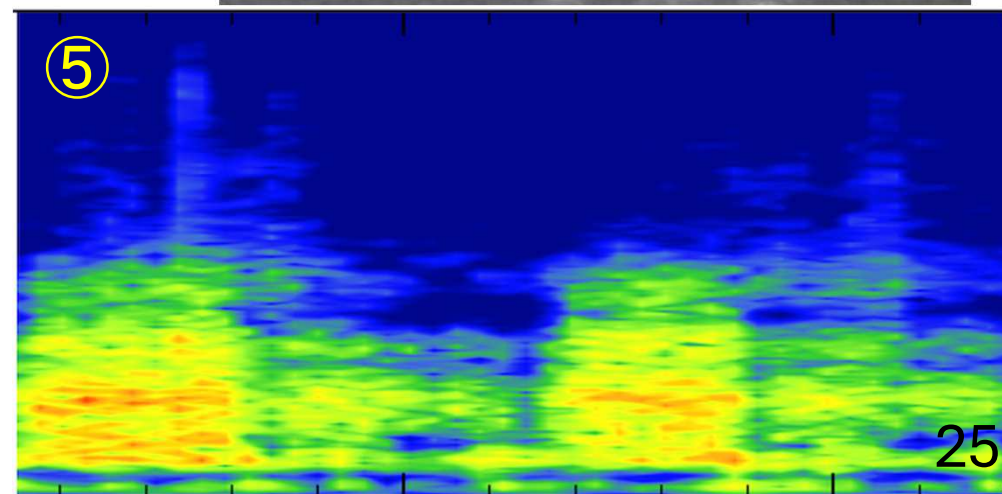
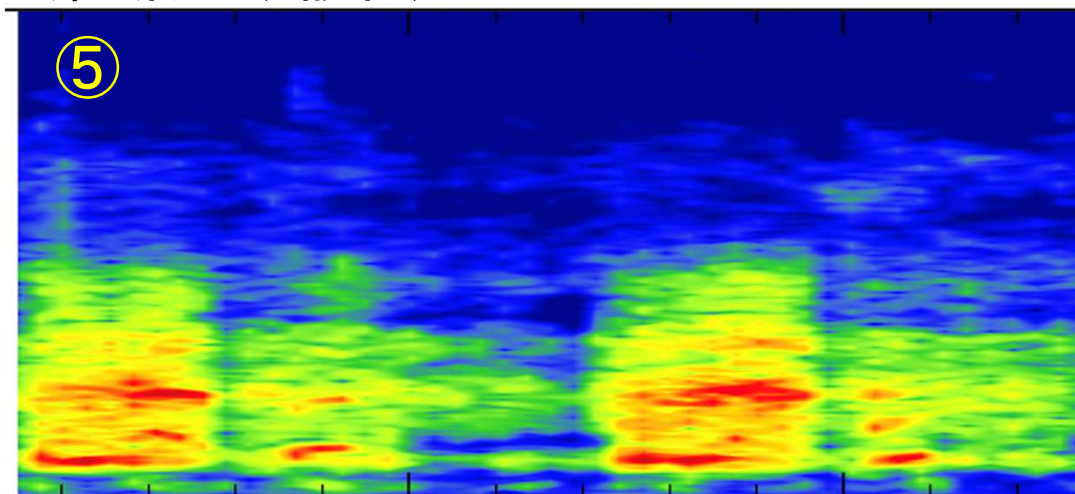


7日後



抄録記載なし

第5病日(3診目)



まとめ

録音方法やプログラム内容に課題はあるが…

- ・ 自作聴診器マイクロホンでも聴診音は録音可能。
- ・ SSやTEAで記録を残すことで、左右差や治療後に改善したかを明確にすることができ、病態や予後を判断する手助けにもなる。



診療の補助になれるよう、超音波や血液ガス等も含めてデータ収集に努めていきます。