



日本周辺海域における環境水中音把握の取組 －全国10海域の水中音響調査－

○藪内哲郎¹ 高見京平²

(¹アジア航測株式会社 ²株式会社KANSOテクノス)

はじめに

- 洋上風力発電をはじめとした海域における開発行為に際し、施工・供用時に発生する水中音の海生生物へ及ぼす影響を懸念する声が多い。
- 上述の事業に伴う水中音による海生生物への影響を把握するためには、まず、海域の水中音の現況を把握する必要がある。
- しかしながら、わが国の沿岸海域の水中音の状況について、統一的な手法により測定された情報は存在せず、その特性を総合的に整理し体系的に把握することの重要性が高まっている。



- 環境省委託業務「令和2年度海域における水中音響調査委託業務」により、現況の海域の水中音のデータを統一的な手法により取得し、比較解析することを目的とした全国調査(10海域)を実施した。

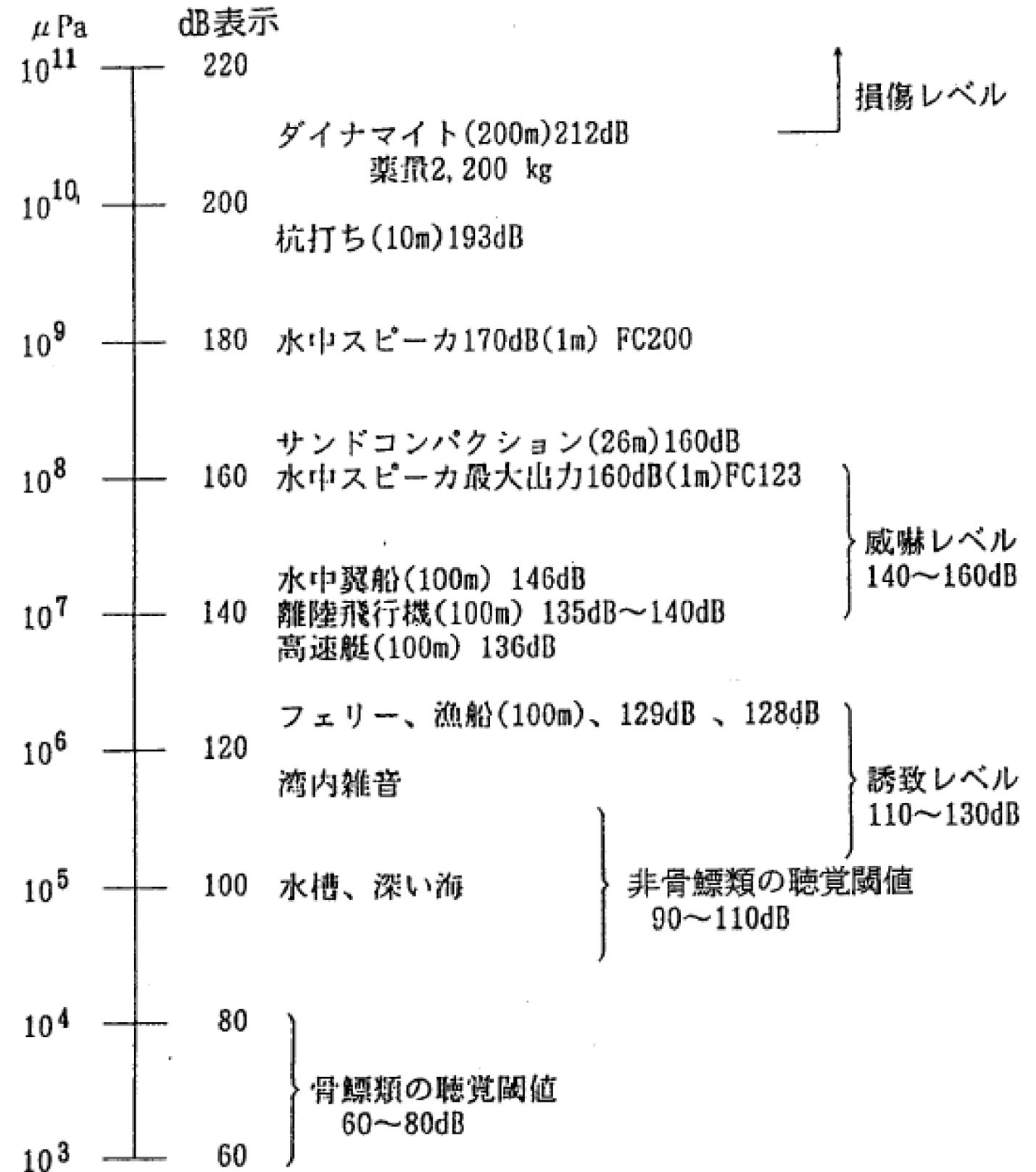
水中音について

■ 基準音圧が空気中と水中で異なる

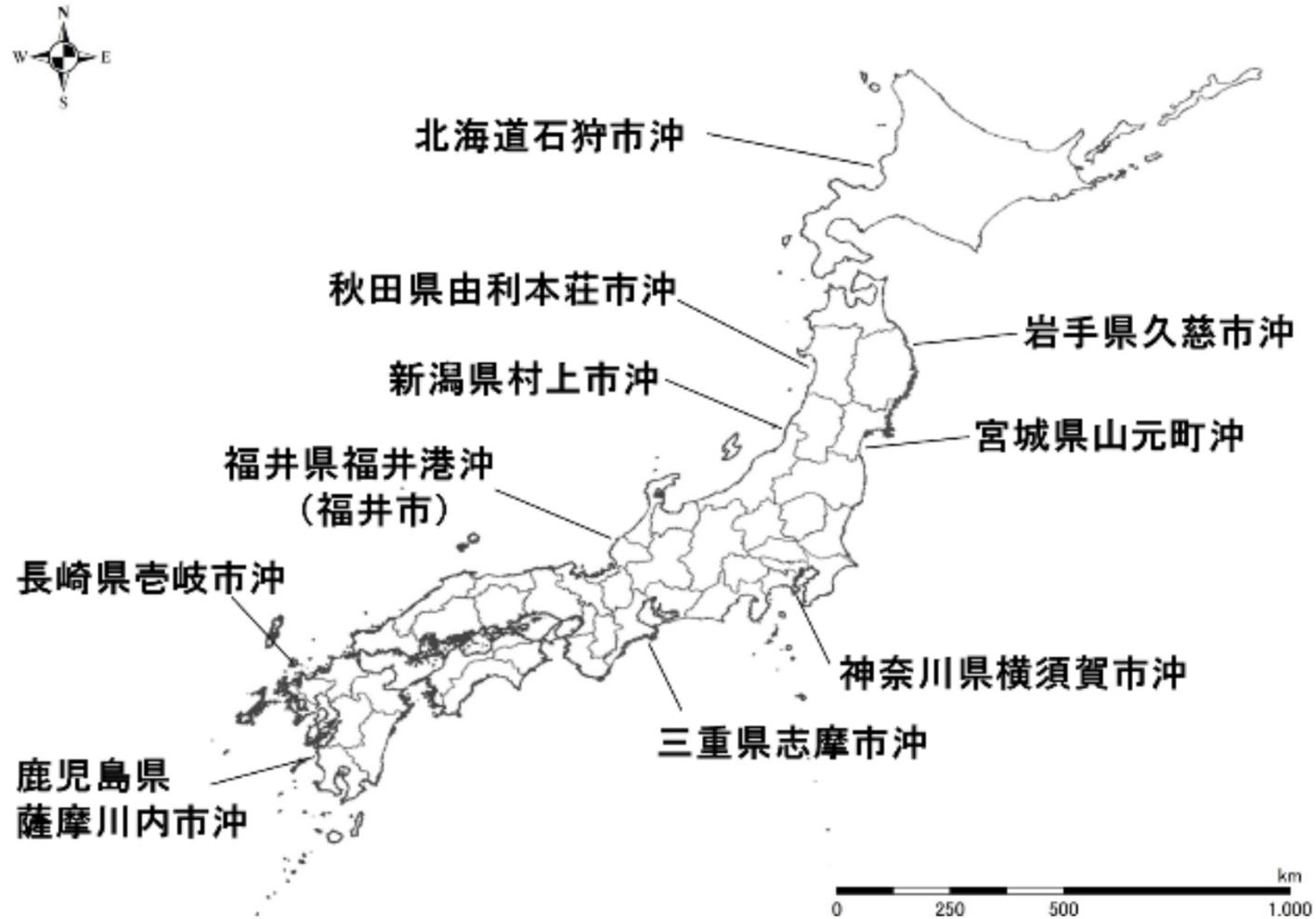
$$\text{空気中の音圧レベル} : 20 \log_{10} \frac{P}{2 \times 10^{-5}}$$

約26dB水中では大きくなる

$$\text{水中の音圧レベル} : 20 \log_{10} \frac{P}{1 \times 10^{-6}}$$

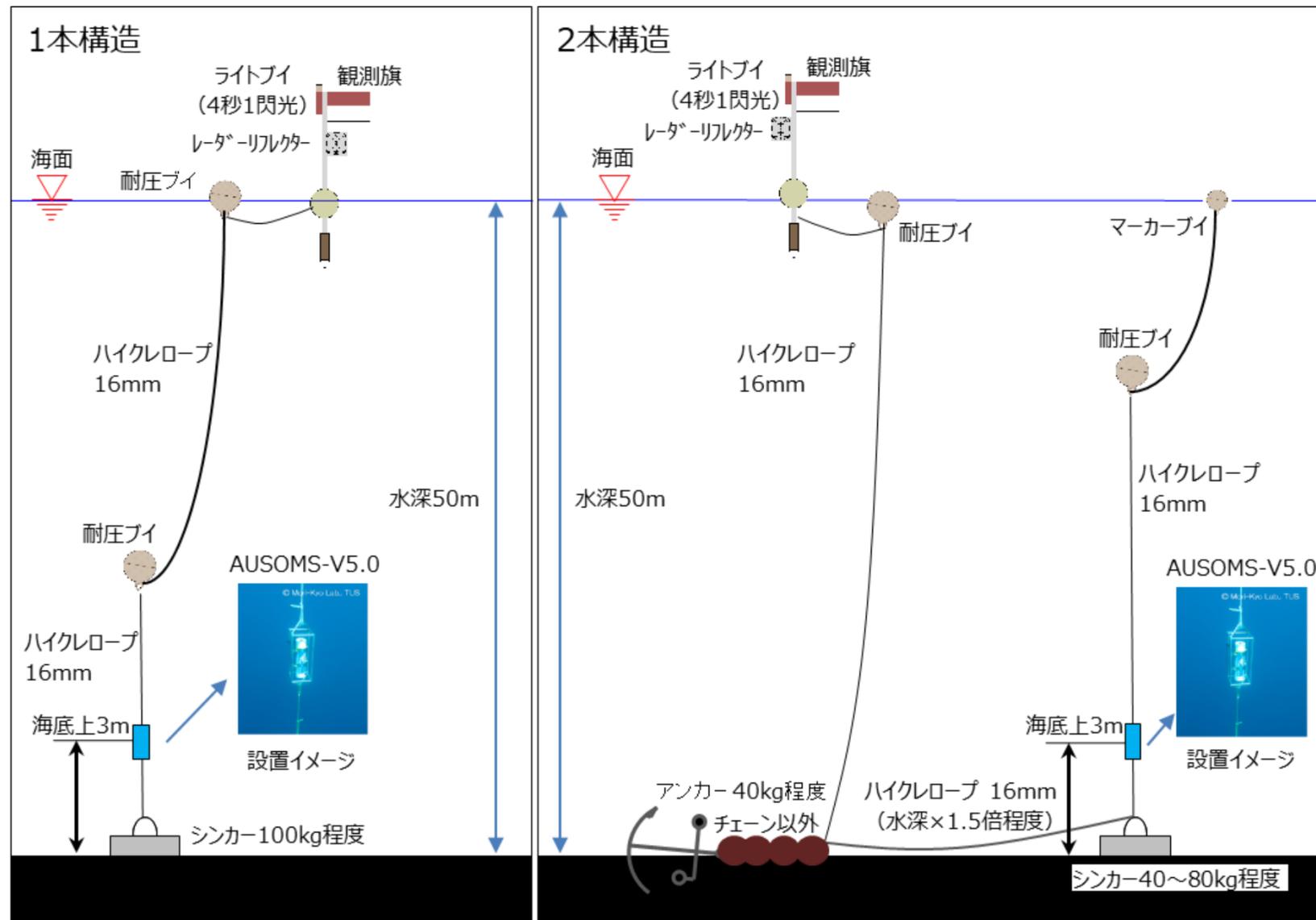


調査概要



- 調査地点：全国10海域
- 調査時期：2020年度の夏季及び冬季
各期15日間(台風接近時は一時回収)
- 調査項目：水中音

調査手法及び使用機器



係留系図



水中音圧計

録音パラメータ

録音パラメータ	設定値	備考
サンプリング周波数	44.1kHz	収録可能周波数上限約22kHz
量子化bit数	16bit	
ローパスフィルタ	なし	
ハイパスフィルタ	20Hz	録音周波数範囲20Hz~約22kHz
アンプゲイン	40dB	収録上限約150dB re 1 μPa

調査手法及び使用機器



解析手法

■ 周波数分析手法

- 短時間フーリエ変換 (STFT)

■ 解析内容

- 長期間スペクトログラム図の作成
- OA値濃淡図の作成
- 録音データを聴取し音源について整理

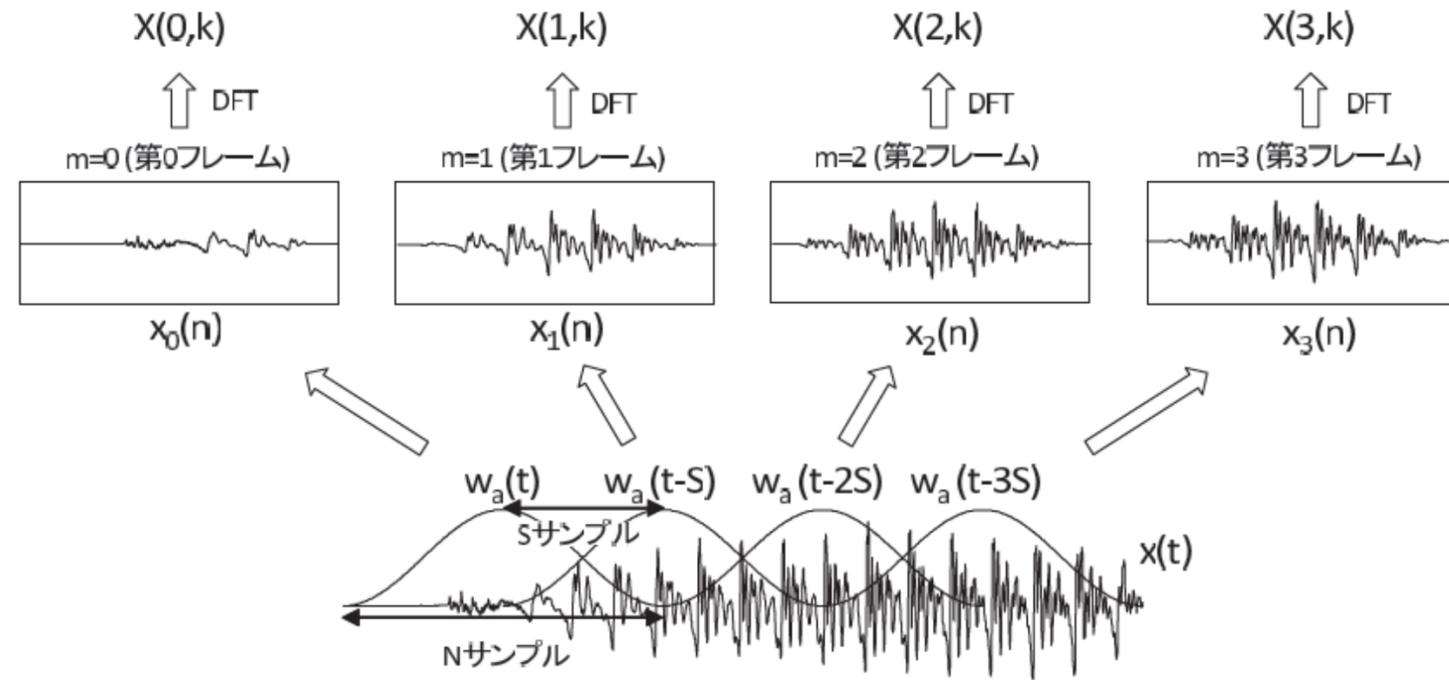


図-1 短時間フーリエ変換の処理の流れ

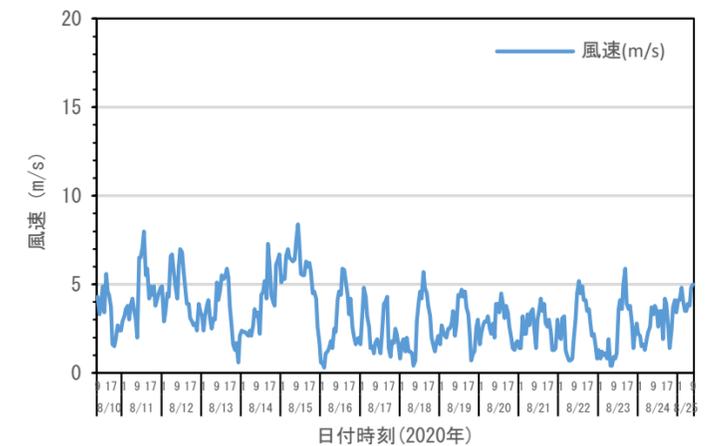
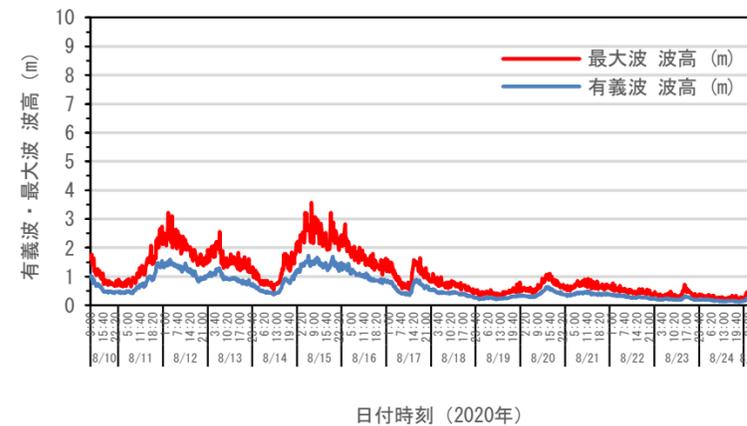
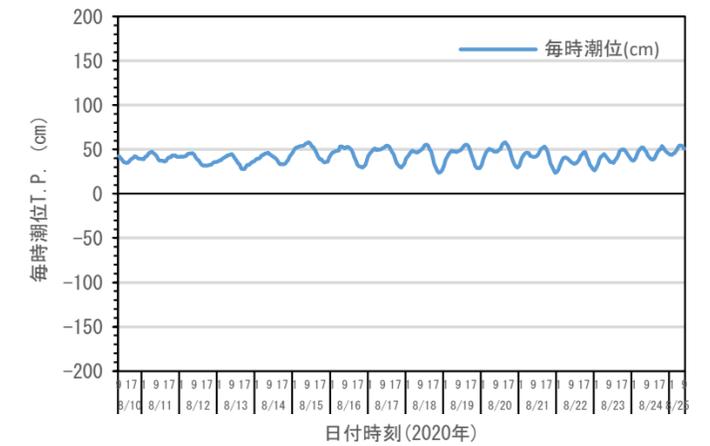
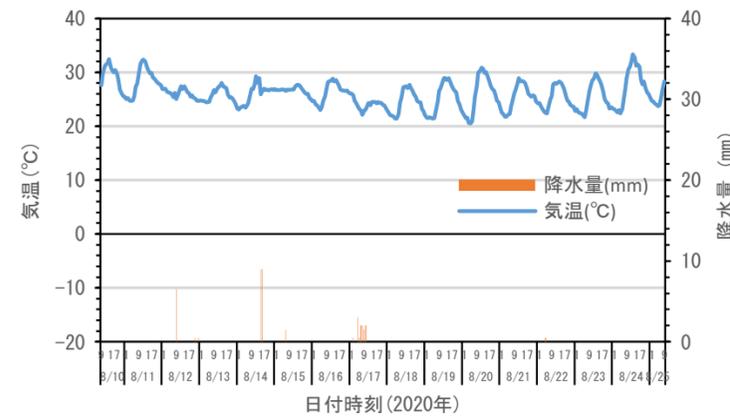
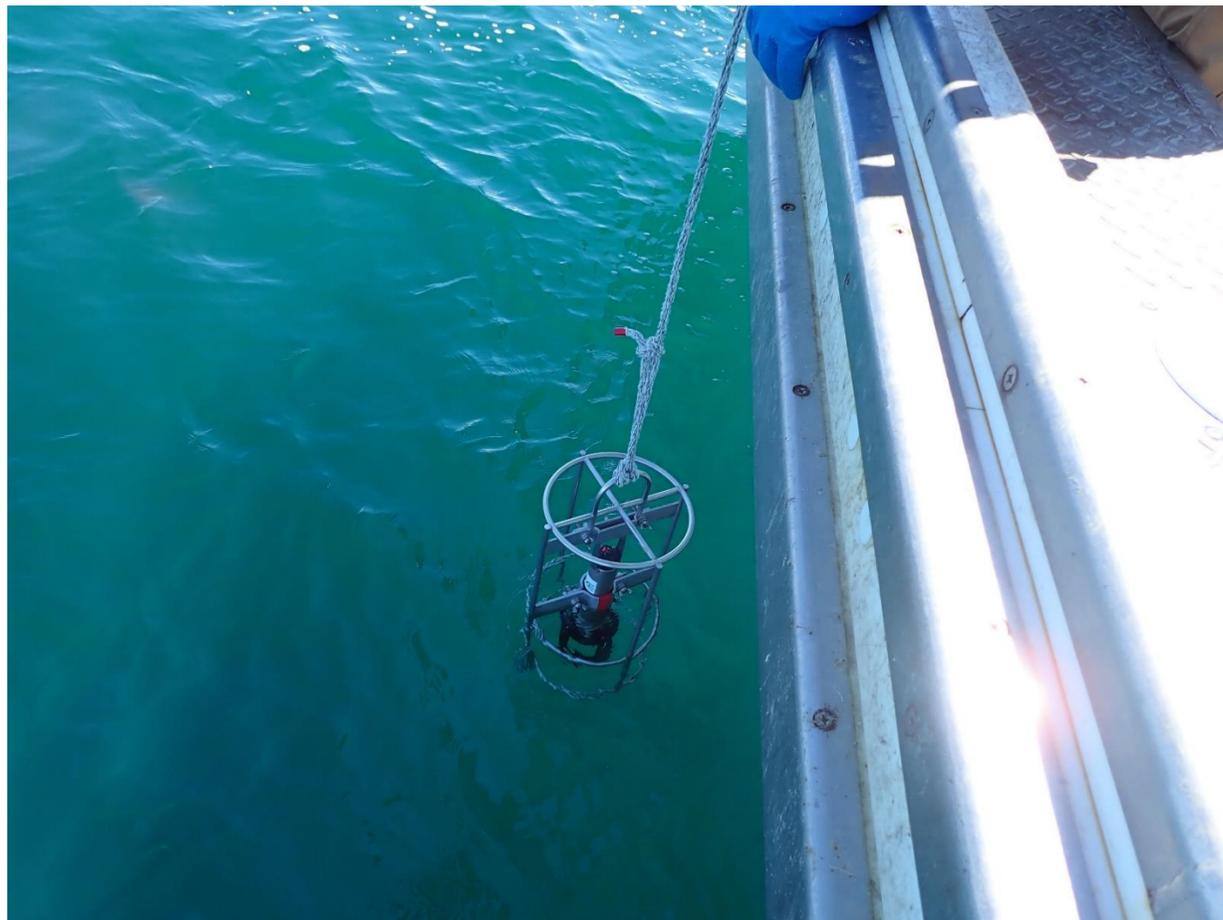
ここでは例として、信号の先頭を第0フレームと定義している。窓関数 $w_a(t)$ を S サンプルずつシフトして信号 $x(t)$ に掛け算して、信号の一部を切り出す。また、窓関数としては Hanning 窓を用いている。 $w_a(t)$ は窓の中央で最大値をとり、両端で0に減衰するため、切り出されたフレームごとの信号 $x_m(t)$ も、両端で減衰する信号になっている。

小野順貴、短時間フーリエ変換の基礎と応用、日本音響学会誌72巻12号(2016)、pp.764-769.

解析パラメータ	設定値	備考
サンプル数	8192	周波数分解能約5Hz
窓関数	blackman 窓	
オーバーラップ数	50%	時間分解能約0.1秒

その他調査 -気象海象データ等の整理-

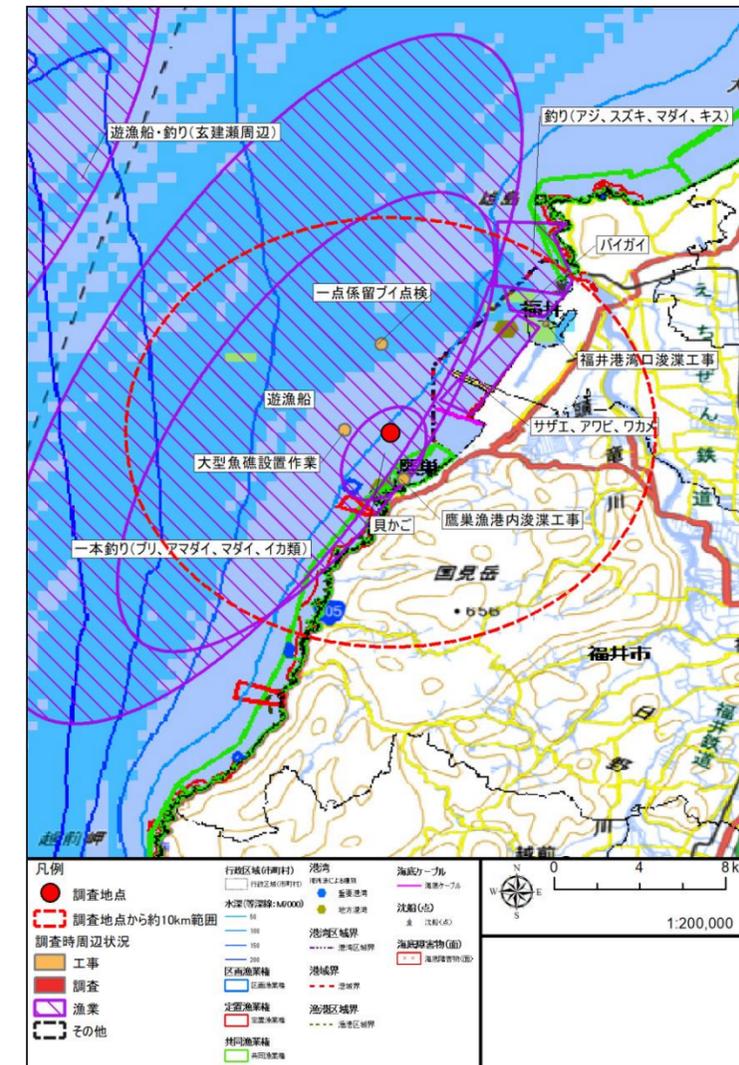
- STD等による鉛直水温塩分値の取得
- 気象海象データの整理 (気温、降水量、潮位、風速、波高、波周期など)



その他調査 -周辺の状態把握-

- 周辺の人工音の発生源となる事象（例：海洋土木工事、海底地質調査等）について、関係機関にヒアリングを行い、状況を整理。

No.	7	調査対象海域	福井県福井港沖
調査期	夏季	観測期間	2020年8月19日～9月16日 (うち、8/30～9/10は台風で一時回収)
工事1	工事期間	8月中旬～9月末 平日朝7時～夕方4時まで	
	概算距離	約7.0km	
	内容	福井港湾での浚渫作業。(8/19設置時～9/16回収時に、毎回現場にて福井港内の作業を目視確認済み、下図写真参照)。 工事施工は三国町の半澤組	
出典	三国港漁業協同組合 (面談)		



調査結果



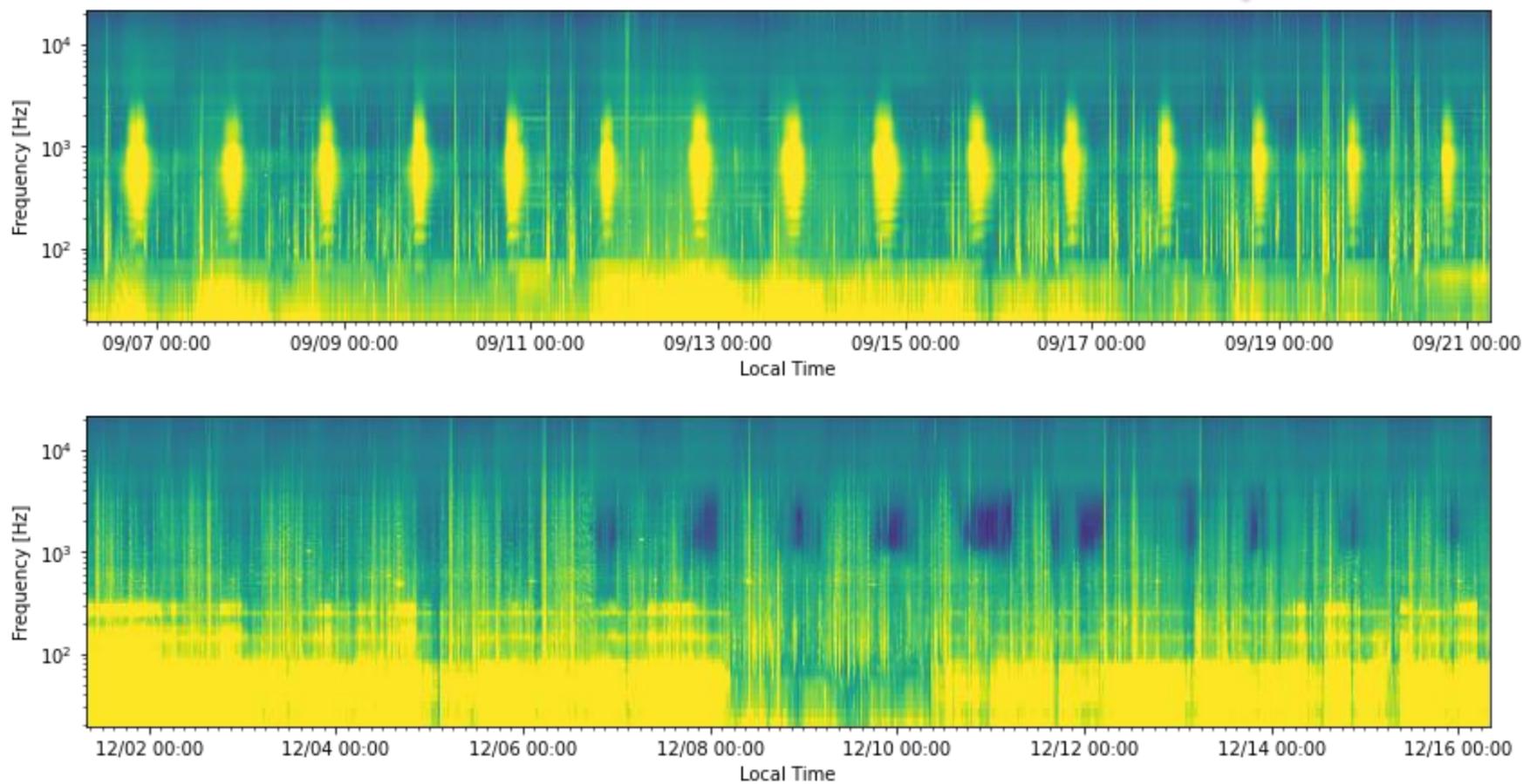
■ 特徴がよく確認できる5地点について紹介

- 「生物音等が確認された地点」：
宮城県山元町沖、福井県福井港沖
- 「気象・海象との関係がみられた地点」：
北海道石狩市沖、長崎県壱岐市沖
- 「船舶音が支配的であった地点」：
岩手県久慈市沖

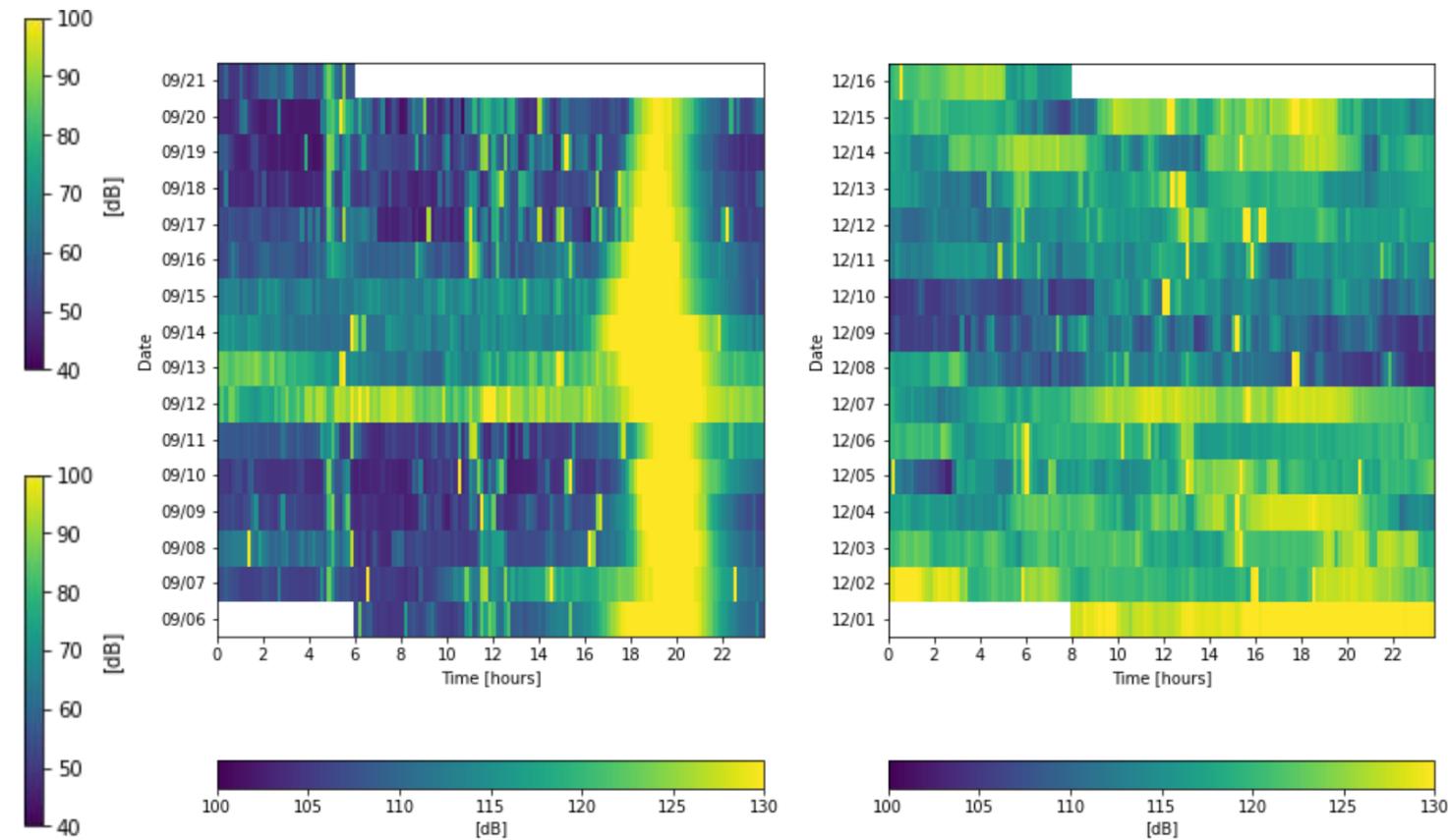
宮城県山元町沖（生物音等が確認された地点）

■ 夏季に魚類の鳴音が確認された

生物音（魚類の鳴音；大、テッポウエビ音）：
2020年09月06日20時00分のサンプル



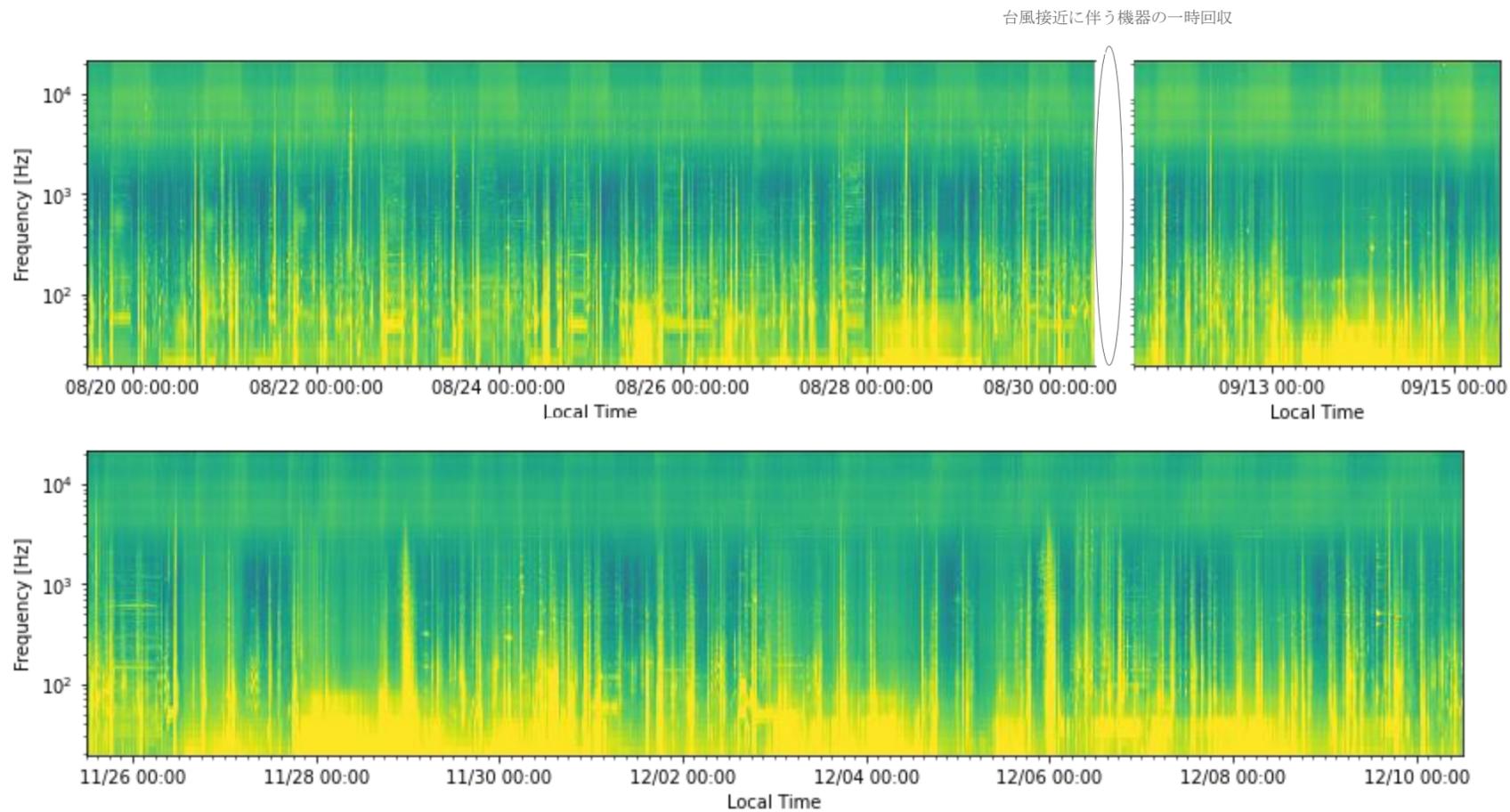
長期間スペクトログラム（上：夏季、下：冬季）



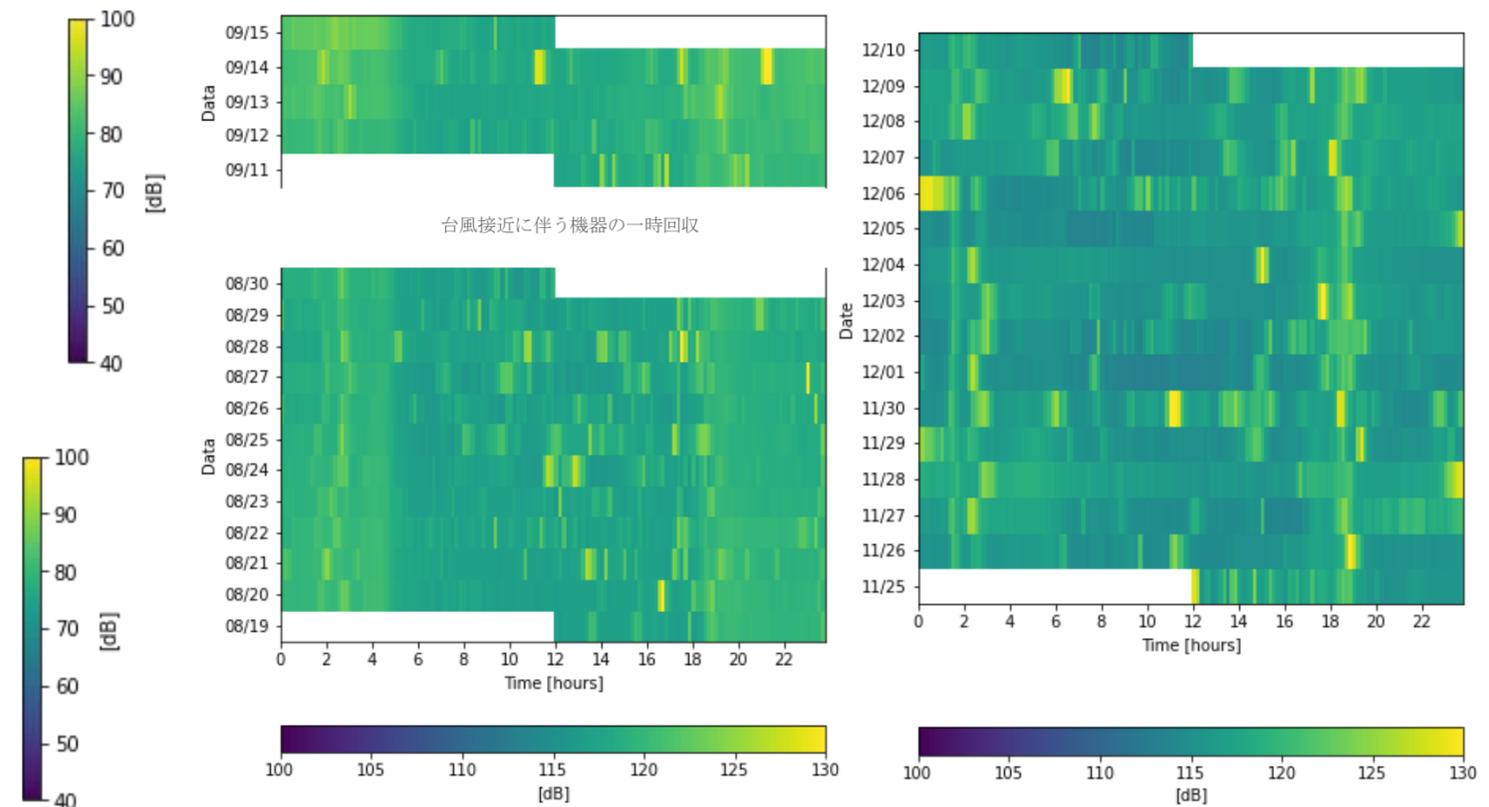
OA値の濃淡図（左：夏季、右：冬季）

福井県福井港沖（生物音等が確認された地点）

- 特に夏季夜間の時間帯において、テッポウエビ音が確認された



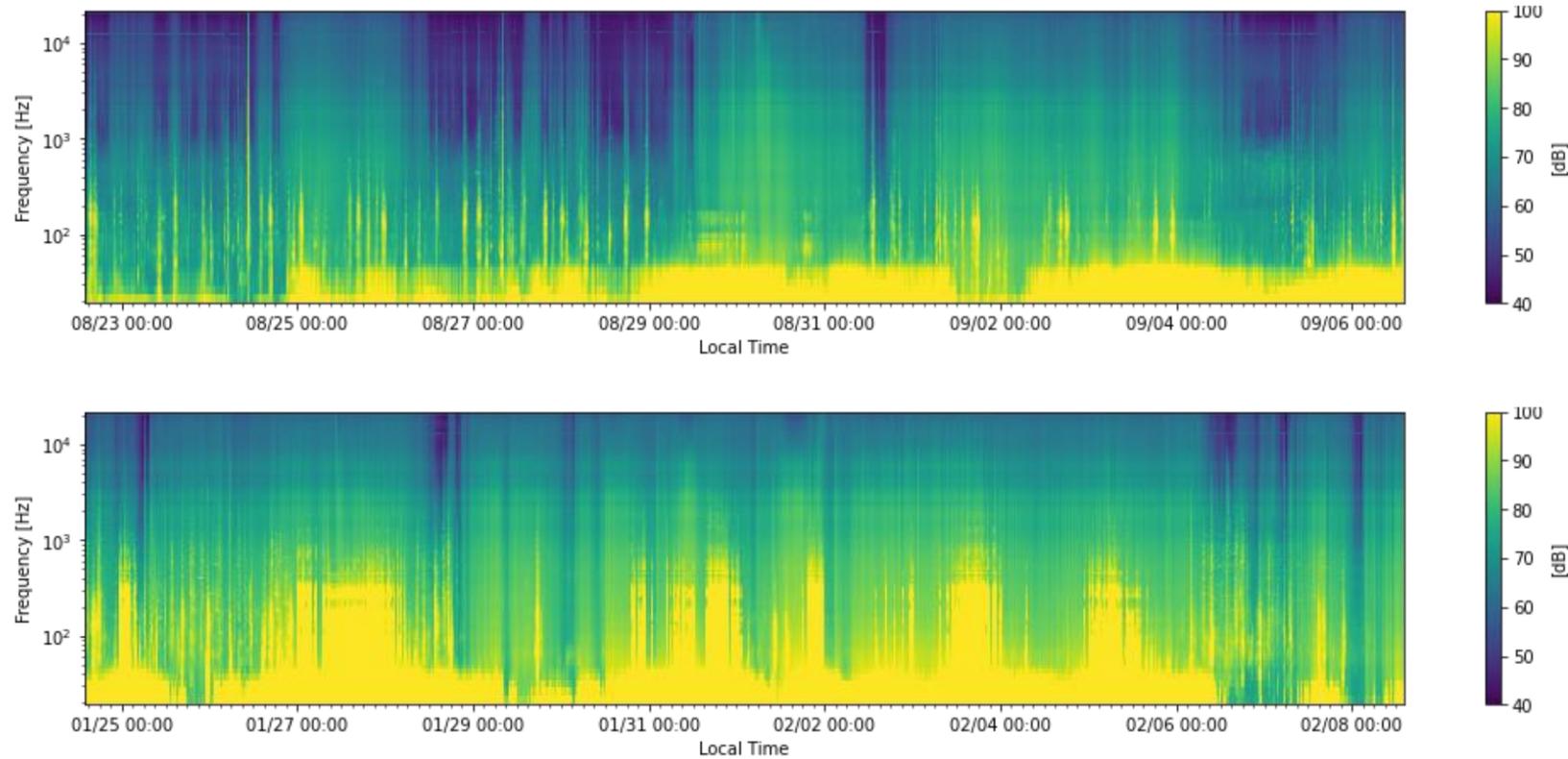
長期間スペクトログラム（上：夏季、下：冬季）



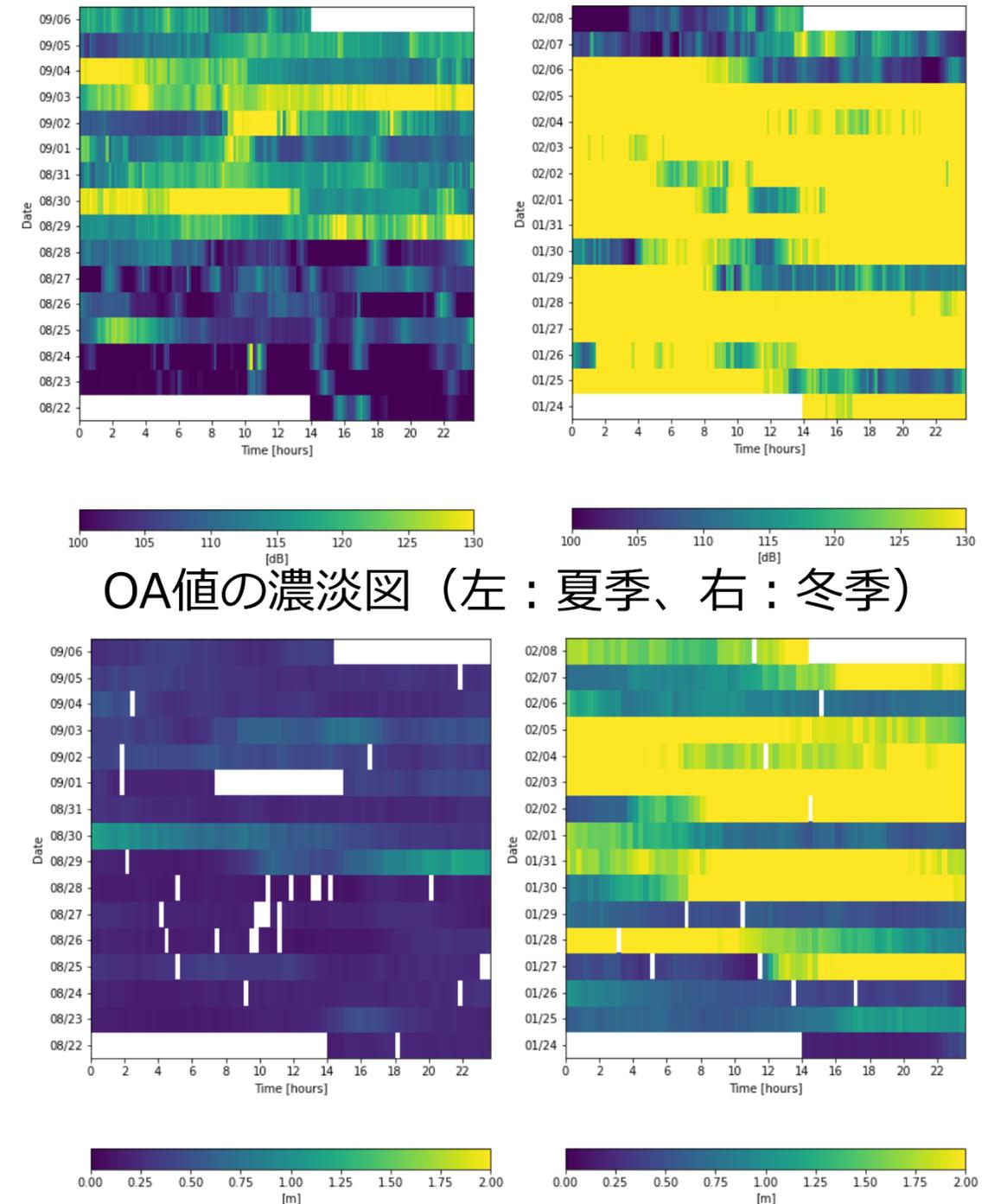
OA値の濃淡図（左：夏季、右：冬季）

北海道石狩市沖（気象・海象との関係が見られた地点）

- 特に夏季夜間の時間帯において、テッポウエビ音が確認された



長期間スペクトログラム（上：夏季、下：冬季）

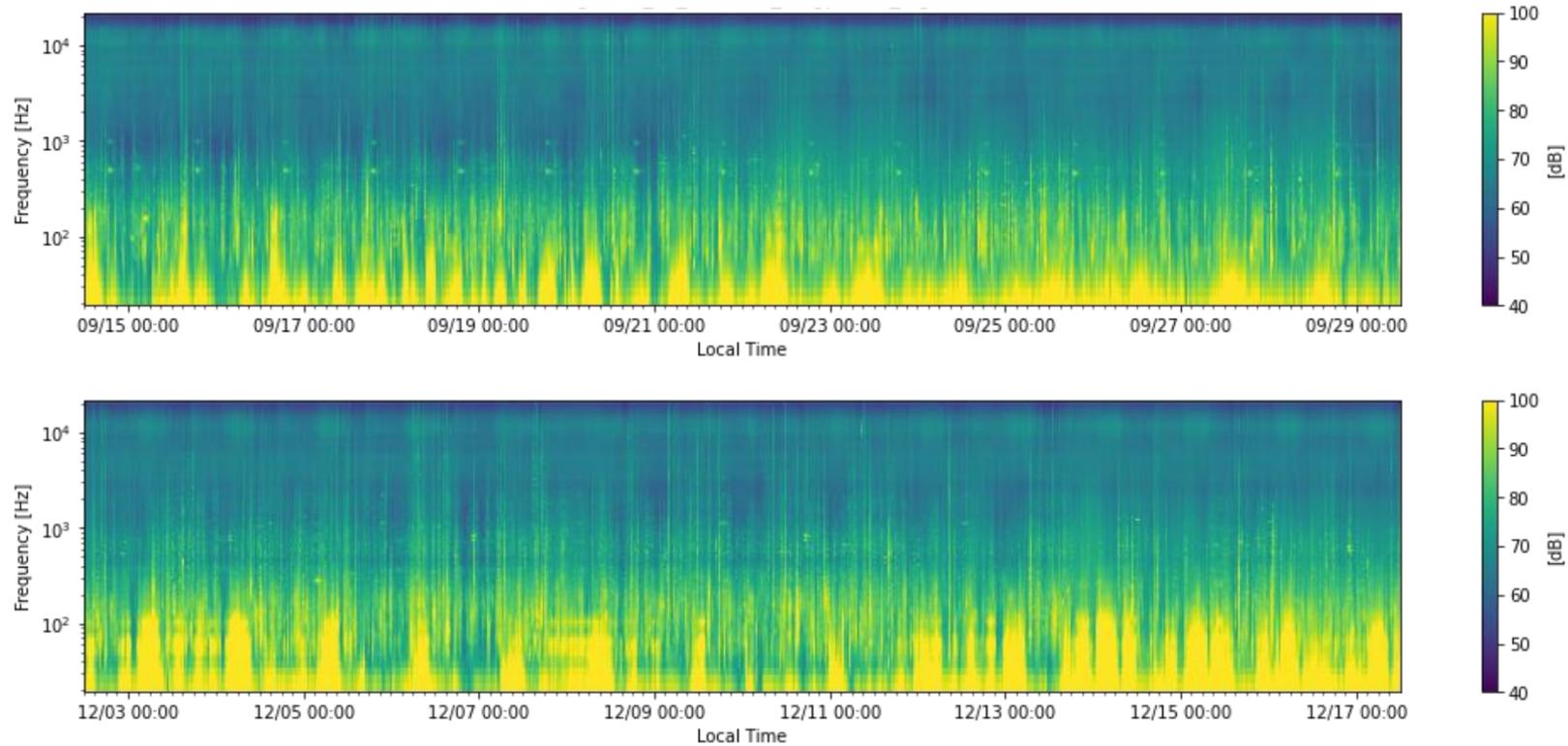


OA値の濃淡図（左：夏季、右：冬季）

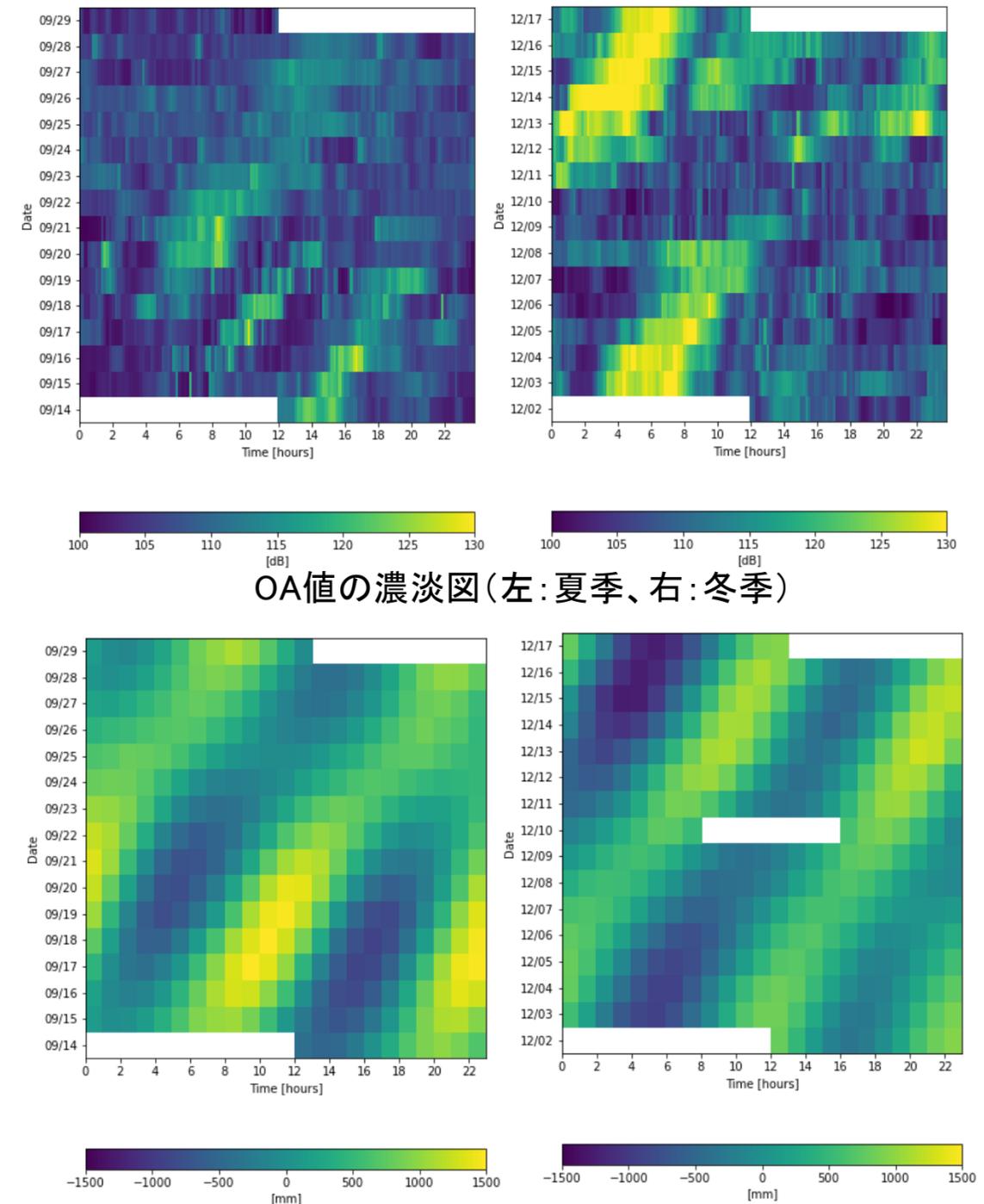
有義波高の濃淡図（左：夏季、右：冬季）

長崎県壱岐市沖（気象・海象との関係が見られた地点）

- 潮汐の変化に応じて音圧レベルが変化する傾向が見られた



長期間スペクトログラム（上：夏季、下：冬季）

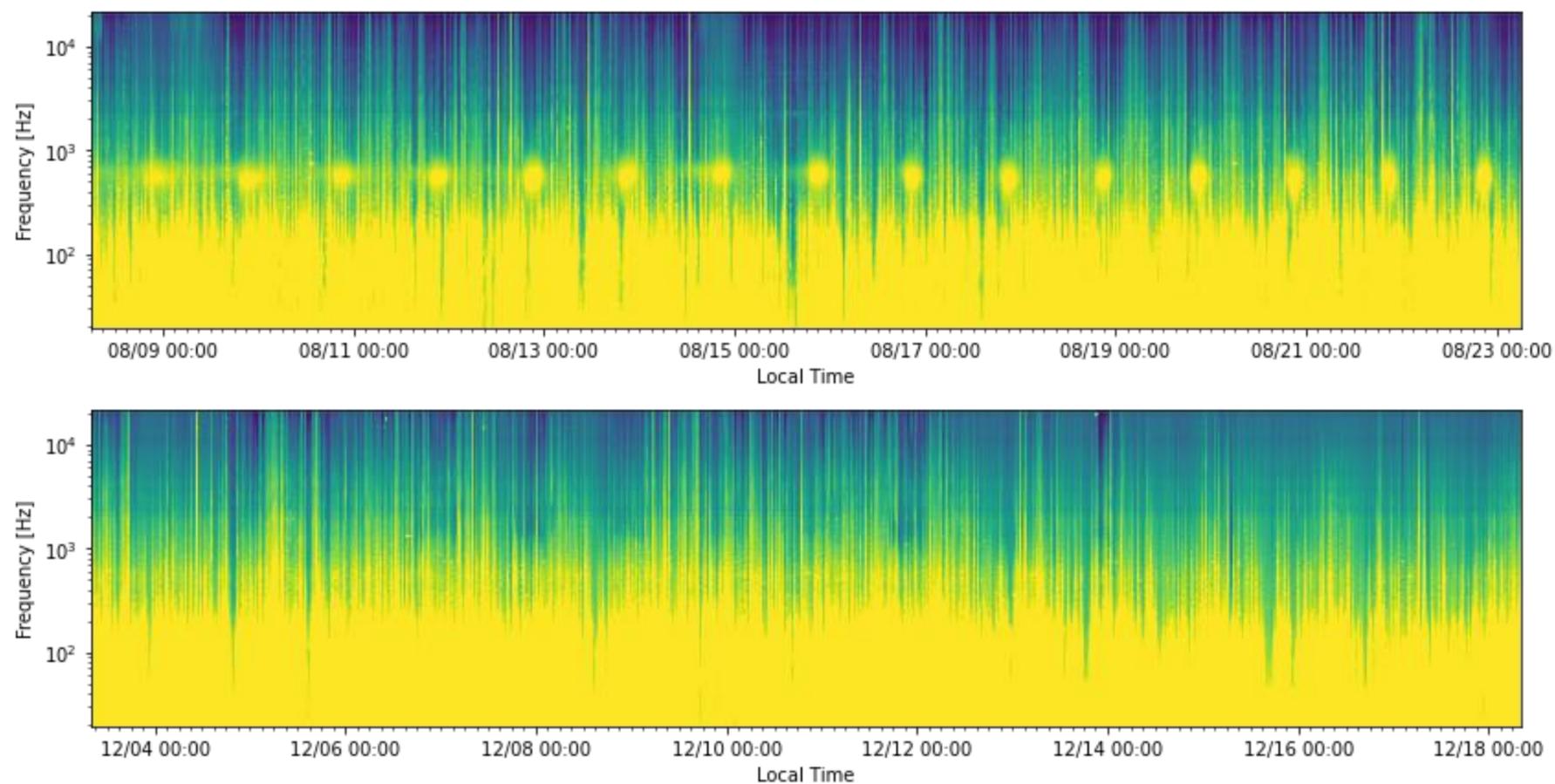


OA値の濃淡図（左：夏季、右：冬季）

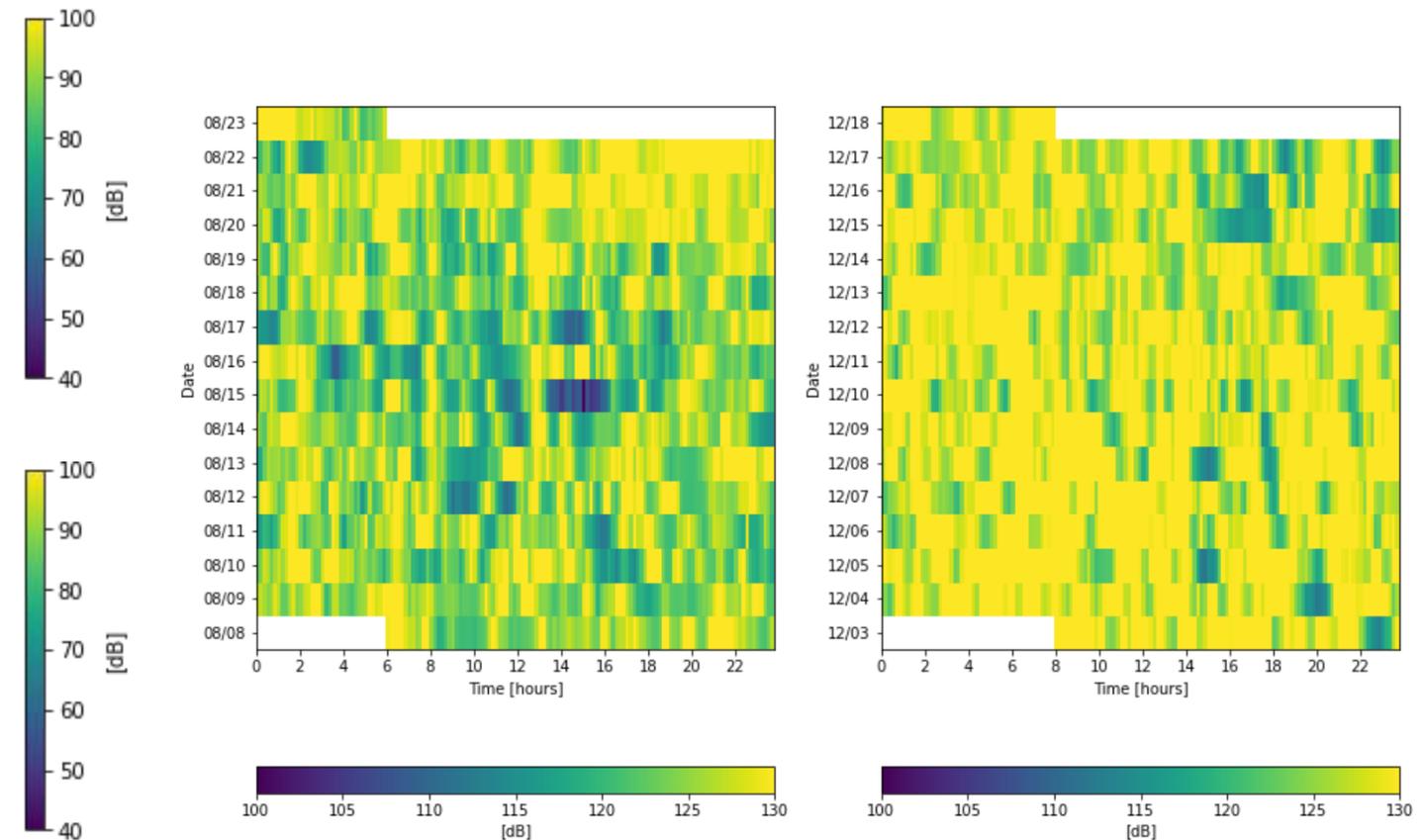
潮位の濃淡図（左：夏季、右：冬季）

岩手県久慈市沖（船舶音が支配的であった地点）

- 連続的に船舶音が確認され、200Hz以下が連続的に音圧レベルが高い。



長期間スペクトログラム（上：夏季、下：冬季）



OA値の濃淡図（左：夏季、右：冬季）

まとめと展望

- 全く同じ特徴（音源、音圧レベル、周波数特性、時間変化等）を示す海域はなかった。
- 環境水中音は、調査対象海域の周辺の漁業や遊漁船、定期船航路の状況、生息する魚種、底質等の周辺状況の変化によって大きく異なることが確認された。

No	海域	水深(m)	主な底質	音源の種類 ^(注)					
				気象		生物		人工	
				夏	冬	夏	冬	夏	冬
1	北海道石狩市沖	56	砂	◎	◎	○	○	○	○
2	秋田県由利本荘市沖	51	砂	○	◎	◎	○	○	○
3	岩手県久慈市沖	77	砂	○	○	○	—	◎	◎
4	宮城県山元町沖	28	砂	○	◎	◎	—	○	○
5	新潟県村上市沖	30	砂	○	◎	◎	○	○	○
6	神奈川県横須賀市沖（※）	27	岩盤	○	○	◎	◎	○	○
7	福井県福井港沖	40	砂（周辺岩礁）	○	○	◎	○	○	◎
8	三重県志摩市沖	45	砂（周辺岩礁）	◎	◎	○	○	○	○
9	長崎県壱岐市沖	50	砂	◎	◎	○	○	○	○
10	鹿児島県薩摩川内市沖	52	砂	◎	◎	○	○	○	○

注) 音源の種類^(注)の凡例：◎（支配的な音）、○（支配的ではないが観測）、—（ほとんど観測されず） ※相模湾側で実施

謝辞

- 本発表は、「令和2年度海域における水中音響調査委託業務（環境省委託業務）」で実施した取組について抜粋したものである。
- 本調査の実施にあたっては、当該海域の行政機関や港湾機関、漁業協同組合には調査実施へのご協力を賜った。また、（公財）笹川平和財団海洋政策研究所の赤松友成氏、（公財）海洋生物環境研究所の島隆夫氏には解析手法等貴重なご助言を賜った。