








# バイオテレメトリーの導入事例



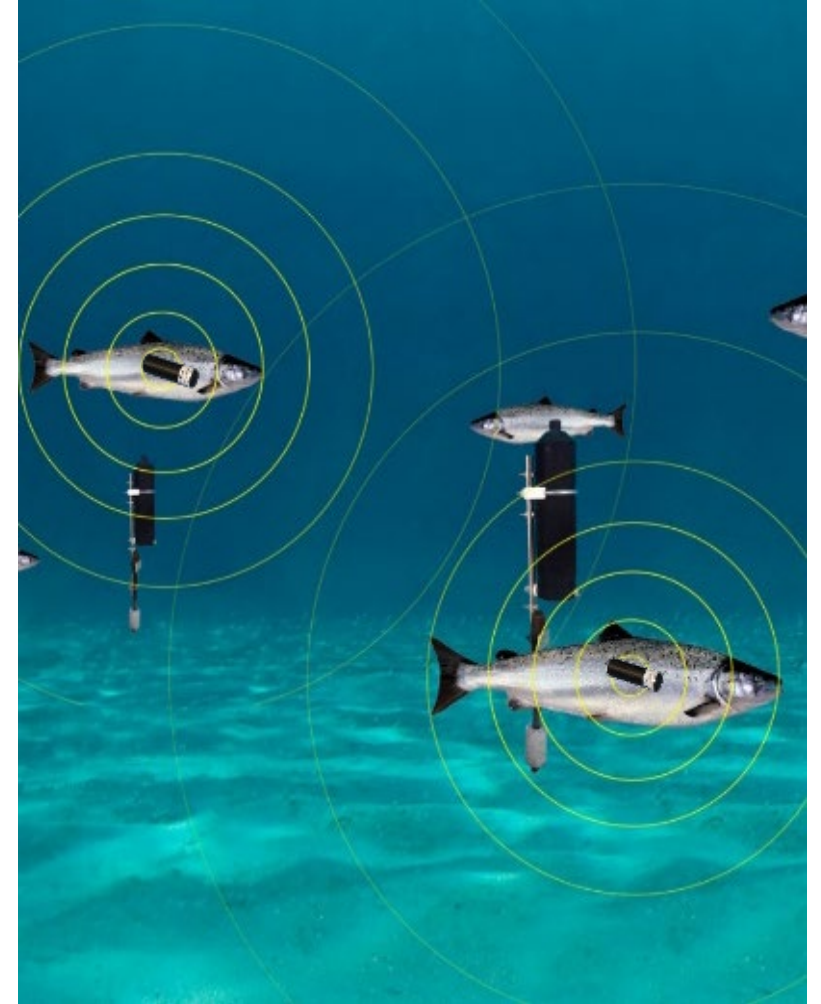
# バイオテレメトリの導入事例

-  バイオテレメトリとは？
-  調査機材と対象種
-  調査事例
-  発信機(ピンガー)について
-  受信機について
-  調査手法の紹介
-  実演！

# バイオテレメトリとは？

生物にセンサーを取り付け、生物の位置や行動経路の情報を遠隔で把握する

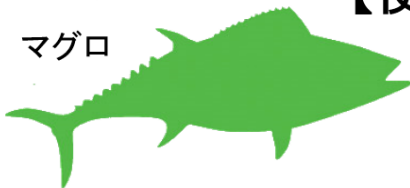






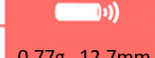
- 🐟 現在は水中で伝達しやすい超音波を用いた方法が、一般的になってきている
- 🐟 水中生物に装着した超音波の発信機(ピンガー)の信号を専用の受信機で受信することで生物の位置・行動データを取得することができる
- 🐟 発信機の種類によっては、温度・水深センサー等の搭載も可能



# 調査機材と対象種 【発信機】

対象種のサイズや調査目的に合わせて選択可能です。装着可能なサイズは、一般的に対象種の体重の3%程度が目安となっています。

【使用例】

マグロ	V13
	 9.2g 30.5mm
ウナギ類	V9(69kHz)
	 4.5g 27.5mm
キジハタ	V9(180kHz)
	 3.7g 26.1mm
サケ稚魚	V5(180kHz)
	 0.77g 12.7mm



# 調査機材と対象種 【受信機】

 1時間程度の短期間の追跡調査



追跡型受信機（VR100）

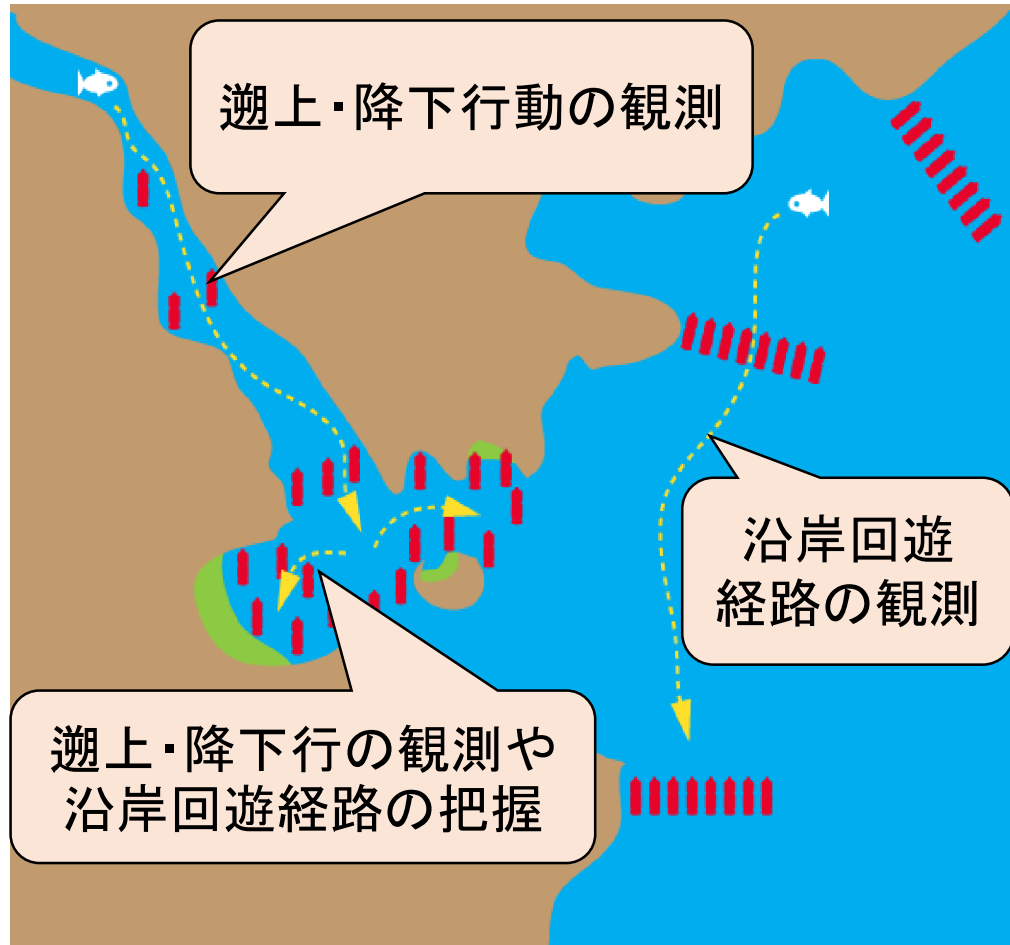
 数カ月の長期間の調査



設置型受信機（VR2W等）

設置型と追跡型の両方を併用することで、より精度の高いデータを取得できるようになります。

# 調査事例 【沿岸域】



- 🐟 定着性魚種の生息地特定、行動範囲の推定
- 🐟 産卵場所の特定および産卵行動の調査
- 🐟 洋上風力発電施設の設置影響評価
- 🐟 回遊魚の魚礁利用実態調査

# 調査事例 【河川・湖沼域】



- 🐟 遡上や降下の時期および経路の把握
- 🐟 魚道の利用状況、生存率の調査
- 🐟 母川回帰性魚類の遡上・降下行動調査
- 🐟 魚種間の捕食-非捕食関係の把握

# 発信機について

超音波パルスの送波方法によって、2種類に大別されます。

## 連続ピンガー

短期間の追跡調査に使用します。  
V9、V13、V16のサイズがあります。

## コード化ピンガー

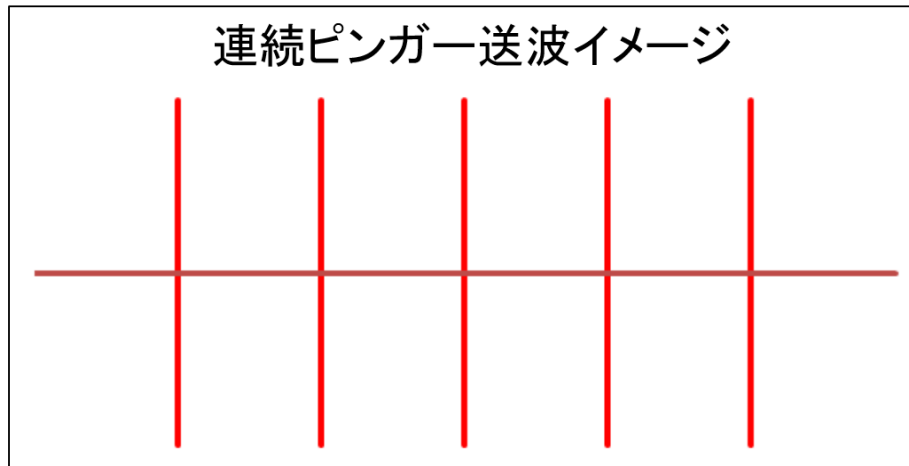
長期間の調査時に使用します。  
V3、V5、V7、V9、V13、V16のサイズがあります。





# 発信機について 【連続ピンガー】

- ▶ パルスを一定間隔で送波
- ▶ 周波数の違いで個体を識別
- ▶ 複数の生物を追跡する場合は周波数の異なる発信機を使用し、  
個体の識別をする必要があります。
- ▶ 追跡は追跡型受信機(VR100)のみ対応



追跡型受信機 (VR100)

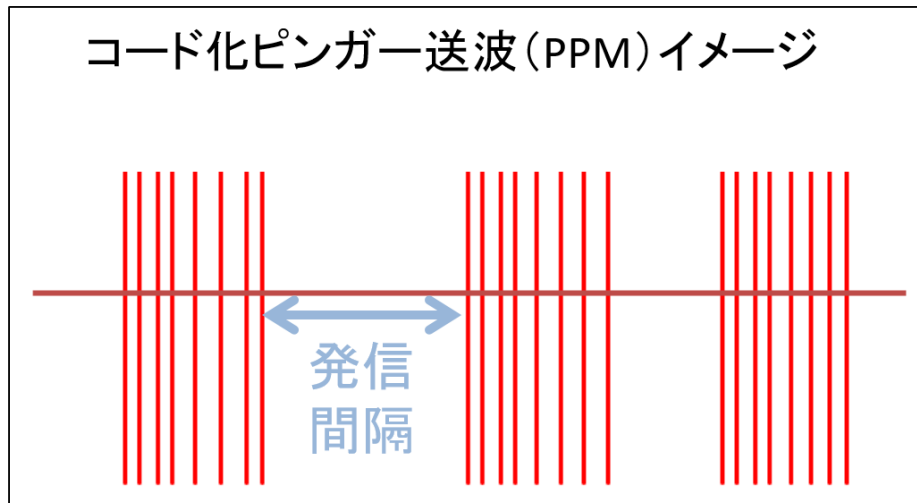
# 発信機について 【連続ピンガー】

## ラインナップ

周波数 (kHz)	機種 (L: 低出力 H: 高出力)		直径×長さ (mm)	空中重量 (g)	水中重量 (g)	出力 (dB ref 1mPa)	センサー	対象種 (例)
60 / 63 / 75 / 78 / 81 / 84	V9	1L / 1H / 2L / 2H	1L, 1H : φ9 x 24 2L, 2H : φ9 x 29	1L, 1H : 3.6 2L, 2H : 4.7	1L, 1H : 2.1 2L, 2H : 2.9	1L, 2L : 146 1H, 2H : 151	—	ズワイガニ・マアジ・ サクラマス親魚・ナマズ・ コイ親魚
	V13	1L / 1H	φ13 x 30.5	9.2	5.1	1L : 147 1H : 152	—	サケ親魚・ブリ・ カブトガニ
	V13T		φ13 x 34	9.7	4.8		温度	
	V13P		φ13 x 39	11	5.5		深度	
	V13TP						温度・深度	
51 / 54 / 57 / 60 / 63 / 75 / 78 / 81 / 84	V16	4L / 4H / 5L / 5H / 6L / 6H	4L, 4H : φ16 x 68 5L, 5H, 6L, 6H : φ16 x 95	4L, 4H : 24 5L, 5H : 36 6L, 6H : 34	4L, 4H : 10.3 5L, 5H : 16.9 6L, 6H : 14.9	4L, 6L : 152 5L : 157 4H, 6H : 158 5H : 162	—	マグロ類・サメ類・ トビエイ類
	V16T	4L / 4H / 6L / 6H	4L, 4H : φ16 x 71 6L, 6H : φ16 x 98	4L, 4H : 26 6L, 6H : 36	4L, 4H : 11.7 6L, 6H : 16.3	4L, 6L : 152 4H, 6H : 158	温度	
	V16P						深度	
	V16TP						φ16 x 71	

# 発信機について 【コード化ピンガー】

- 1回の送波(ID送信)で、複数パルスを「コード(符号)」として送波
- パルス間隔を変えることで、連続ピンガーより多くの個体識別が可能
- 設置型受信機(VR2W等)が対応



設置型受信機 (VR2W等)

# 発信機について【コード化ピンガー】

## ラインナップ

周波数 (kHz)	機種 (L: 低出力 H: 高出力)		直径×長さ (mm)	空中重量 (g)	水中重量 (g)	出力 (dB ref 1mPa)	センサー	対象種 (例)
307	V3	—	φ4 x 15	0.3 >	—	142	—	サケ稚魚、栽培漁業用種苗
	V3D						捕食検知	
69	V9D	—	φ9 x 31.5	5.0	3.0	—	捕食検知	—
	V9DT						捕食検知・温度	
	V9TP-ADST						温度・深度・ストレージ機能	
	V13	1L / 1H	φ13 x 30.5	9.2	5.1	1L: 147 1H: 152	—	サケ親魚・プリ・カプトガニ
	V13T						温度	
	V13P						深度	
	V13TP						温度・深度	
	V13A						加速度	
	V13AP						加速度・深度	
	V13TP-ADST						温度・深度・ストレージ機能	
	V16						4L / 4H / 5L / 5H / 6L / 6H	
	V16T	4L / 4H / 6L / 6H	4L, 4H: φ16 x 71 6L, 6H: φ16 x 98	4L, 4H: 26 6L, 6H: 36	4L, 4H: 11.7 6L, 6H: 16.3	4L, 6L: 152 4H, 6H: 158	温度	
	V16P						深度	
	V16TP						温度・深度	

# 発信機について【内蔵センサー】

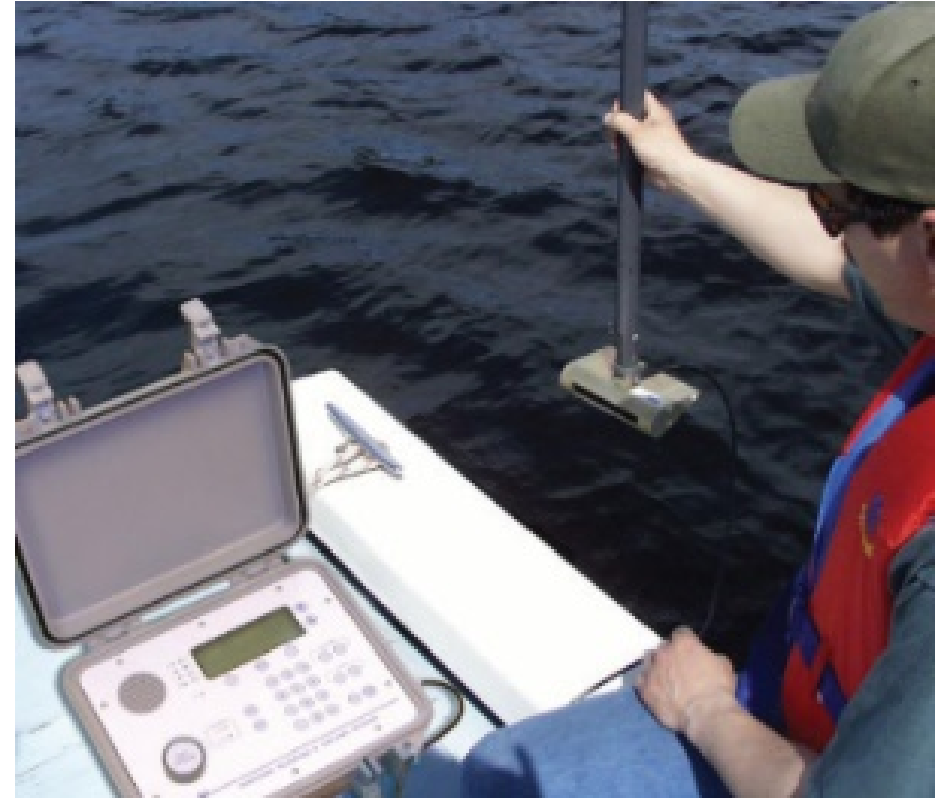
連続ピンガー、コード化ピンガーともに、センサーを搭載した発信機により、各種のデータを計測することができます。

※発信機とサイズによっては、搭載していないセンサーもあります。

- ＼ 水温(T) ……V7、V9、V13、V16に搭載。
- ＼ 水深(P) ……V7、V9、V13、V16に搭載。
- ＼ 加速度(A) ……69kHzコード化ピンガーのV9、V13に搭載。  
尾鰭の動きとモードと魚体全体の活動量を計測するモードを選択することができます。
- ＼ 捕食検知(D) ……コード化ピンガーのV3, 69kHzのV7、V9に搭載。  
ピンガーが他の魚類に捕食・消化されることでIDが変化します。

# 受信機について 【追跡型受信機】

- ㇏ デッキボックスとハイドロフォンを接続し、リアルタイムでの個体追跡が可能
- ㇏ 無指向性と指向性のハイドロフォンがあり、まず無指向性で周囲に生物がいるか確認し、発信機を検知したら指向性に切り替え、対象個体の位置を特定するという手法で追跡が可能



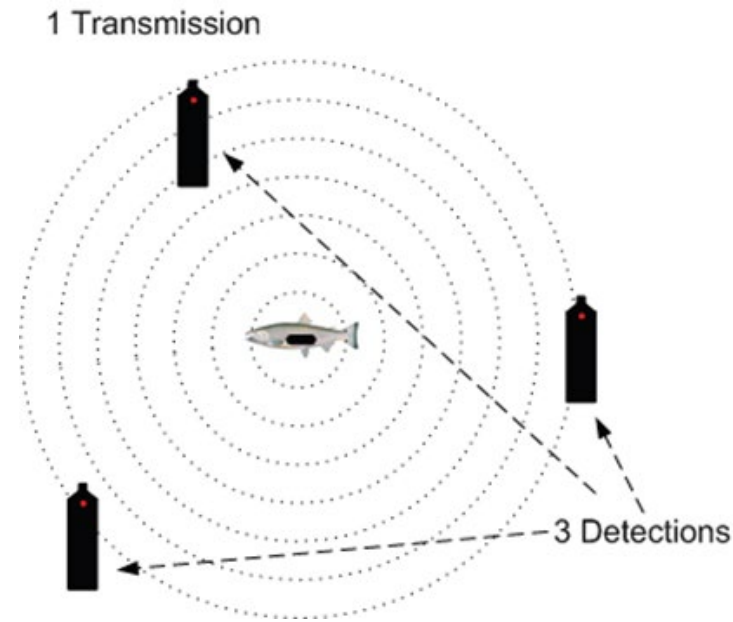
# 受信機について 【設置型受信機】

- ＼水中に受信機を固定することで、多くの個体を長期間かつ広範囲に追跡が可能
  - ＼調査終了後に受信機を回収し、専用ソフトウェアを用いて、PC上に受信データをダウンロード
- ※連続ピンガーは受信することができません。



# 調査手法の紹介 【VPSシステム】

VPS(Vemco Positioning System)システムとは、3台以上の設置型受信機を用いて、発信機（ピンガー）の位置を測位する手法です。

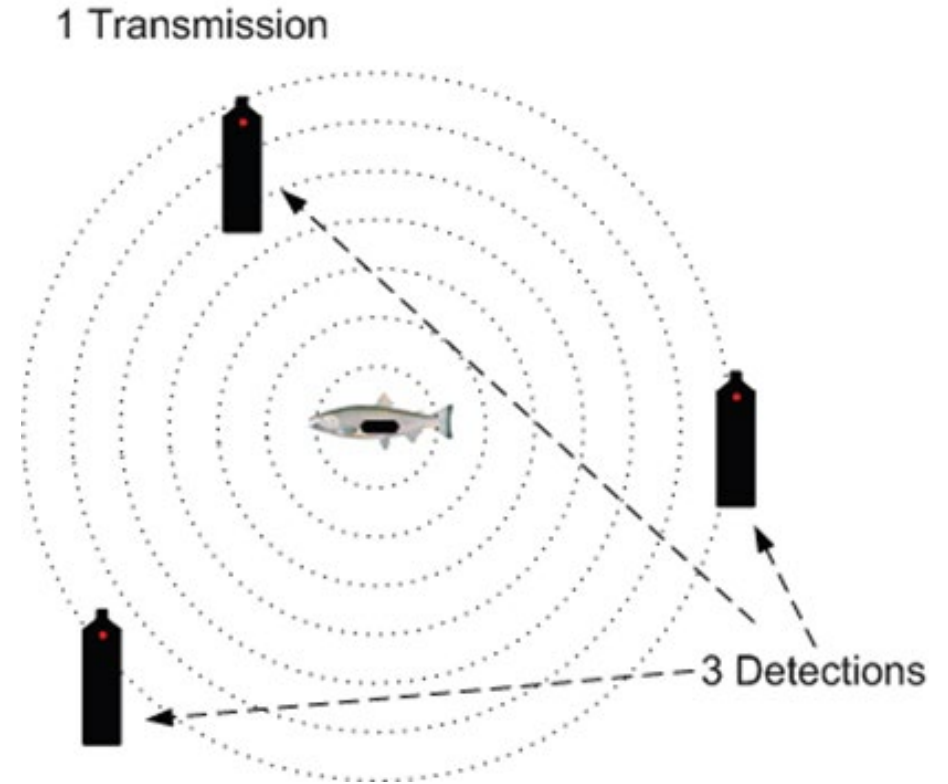




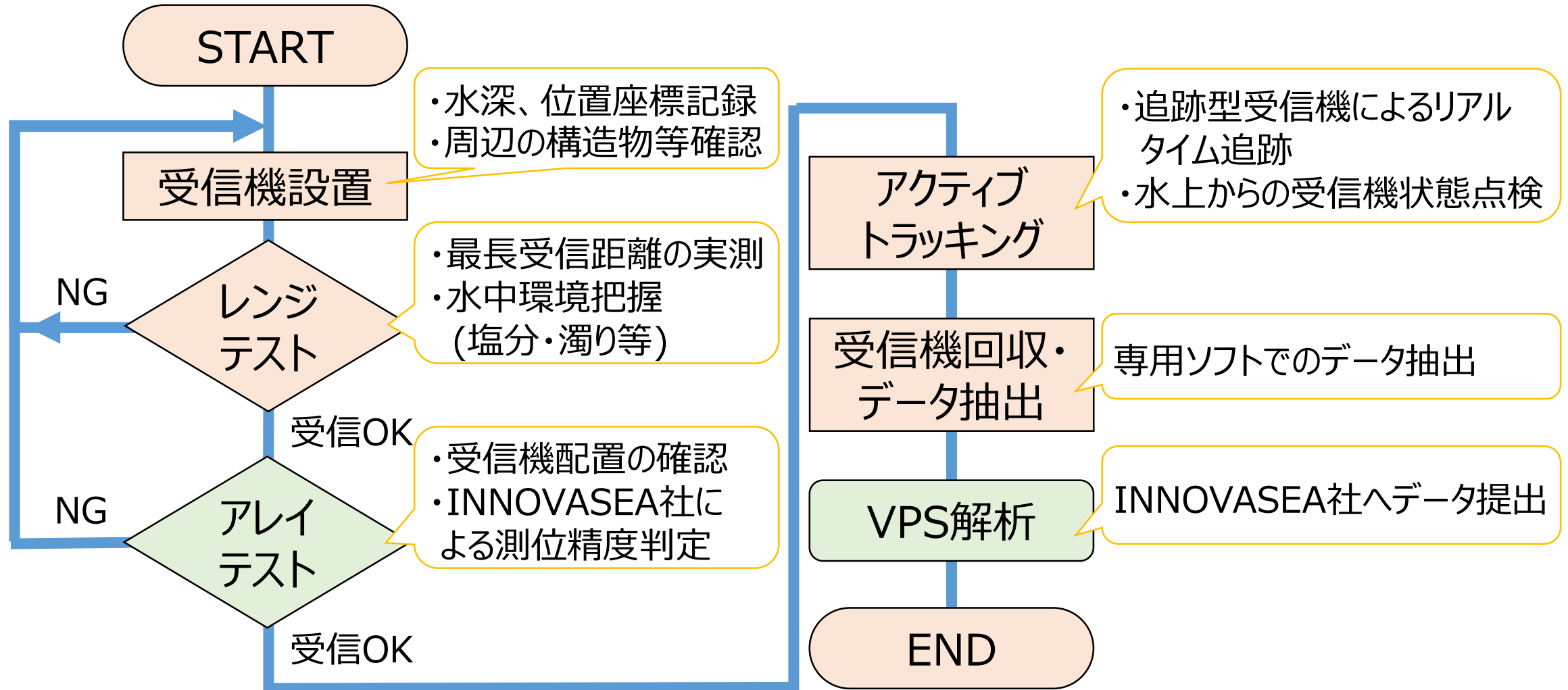
# 調査手法の紹介 【測位原理】

三角形となるように配置された受信機近傍において、発信機1送波に対する各受信機の到着時間差を元に発信機位置を特定します。

受信機同士の時刻同期は、同期タグまたは受信機内蔵の発信機によって行われます。



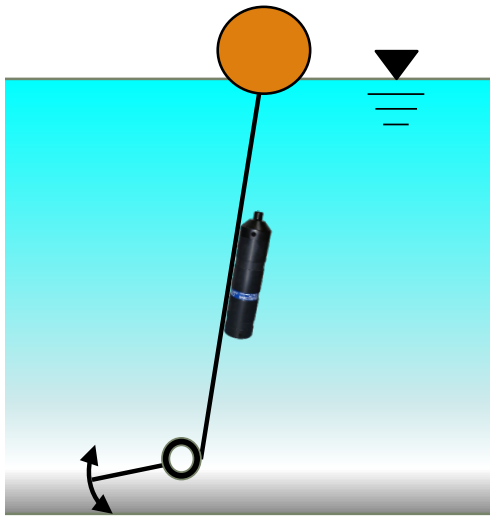
# 調査手法の紹介 【調査フロー】



# 調査手法の紹介 【受信機設置】

## 受信機設置

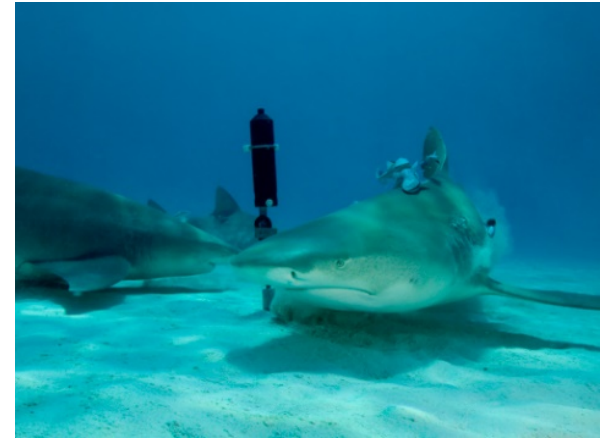
受信機の設置になります。  
固定の方法は様々ですが、  
受信部分を妨げないように設置します。



ロープに固定



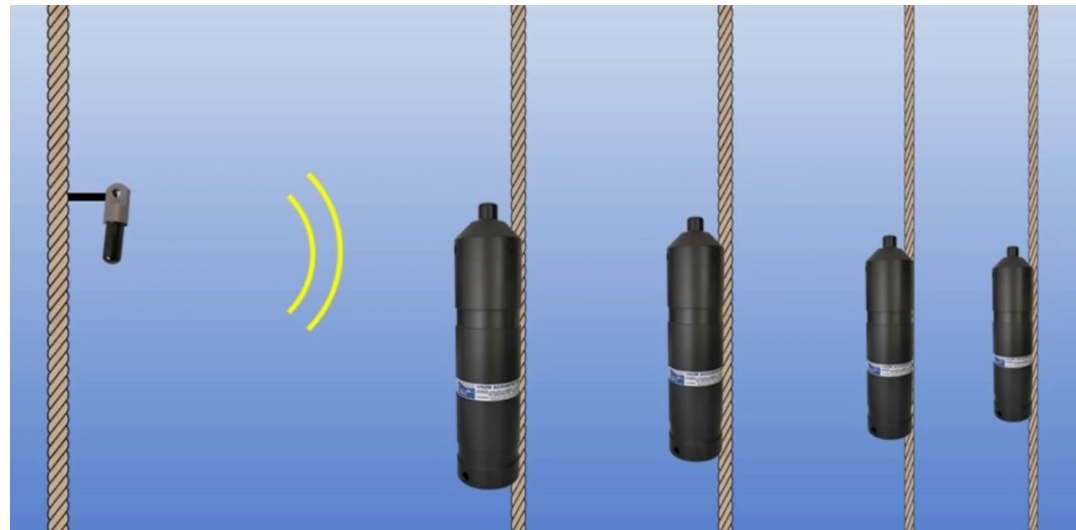
重石に固定



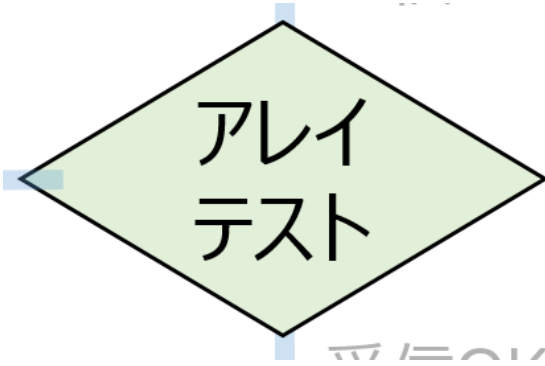
# 調査手法の紹介 【レンジテスト】

レンジ  
テスト

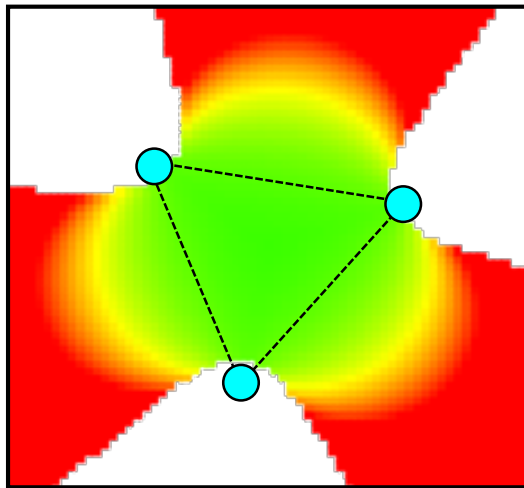
設置型受信機の受信範囲は69kHz使用時で、最大500mになります。様々な環境要因(水中のノイズ、漁礁等遮蔽物、水深、塩分等)で大きく変動するため、実水域における受信範囲を把握するため、事前にレンジテストを実施することを推奨しています。



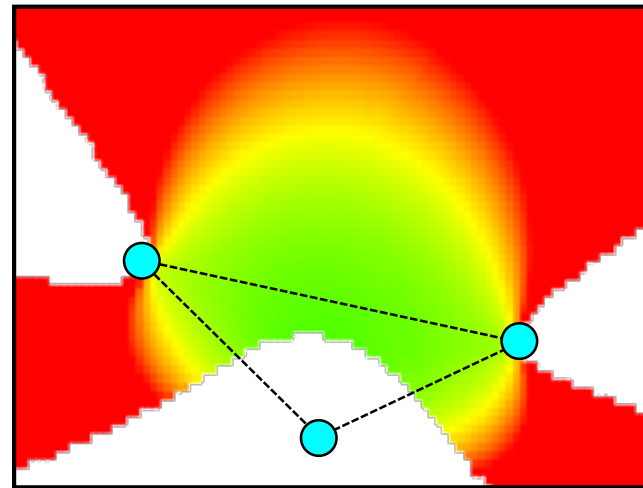
# 調査手法の紹介 【アレイテスト】



受信機の配置が適切かを判定するために、各受信機で構成される三角形の重心付近に基準タグ(ピンガー)を投入し、事前に測位精度を評価することができます。  
なお、3台の配置が正三角形に近いほど精度が高まります。



○: 正三角形配置



×: 非正三角形配置

緑: 測位精度が良好な範囲

# 調査手法の紹介 【アクティブトラッキング】

## アクティブ トラッキング

VR100受信機とハイドロフォンを使用し、リアルタイムで生物を追跡する手法です。連続ピンガーを使用する場合は当手法でしか調査することができません。また、トランスポンディング機能を持つハイドロフォン(VHTx)を用いることで、VR2Wを除く設置型受信機の点検や発信機検出数を確認することができます。

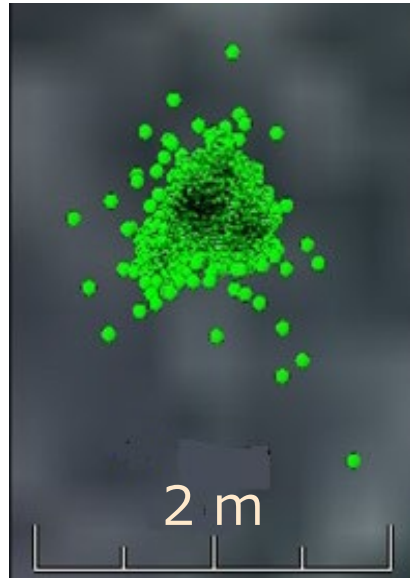


# 調査手法の紹介【VPS解析】

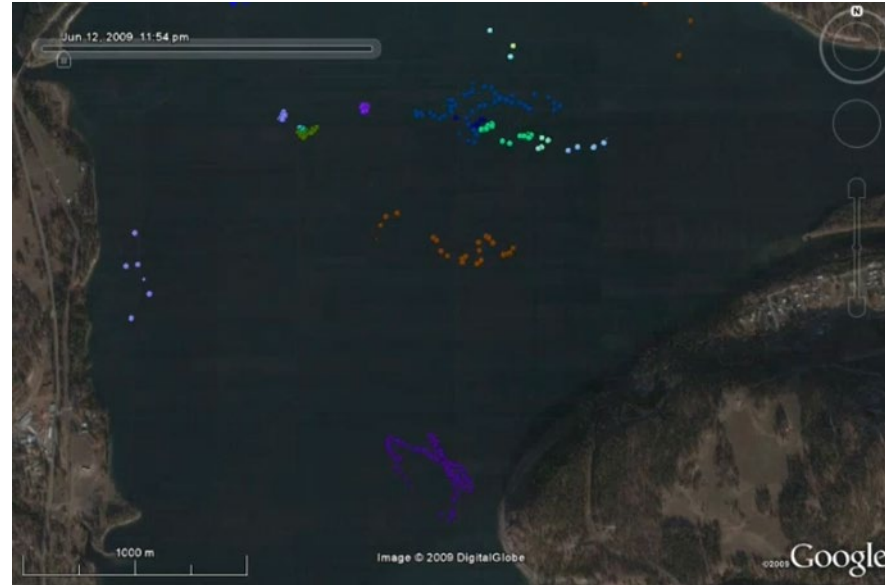
受信機回収・  
データ抽出

VPS解析

INNOVASEA社に測位解析を委託し、一定期間における生物の行動軌跡を調べることが可能です。  
解析結果はGoogle Earth上にマッピングすることができます。



測位例



VPS解析例