

研究背景

- 流量観測に基づく河川整備
→洪水災害を防ぐために重要

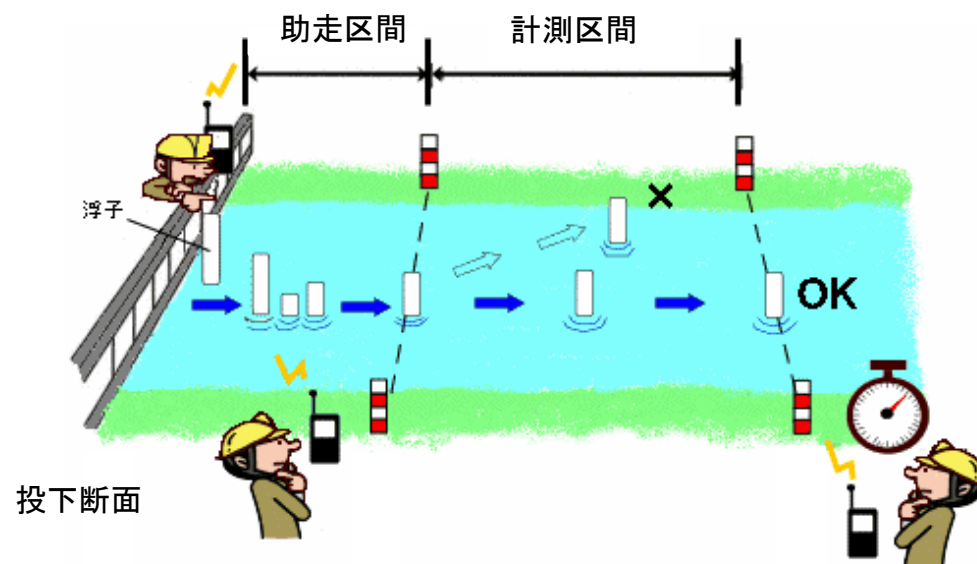
- 浮子法

- もっとも主要な流量観測法

- 浮子が対象区間を流下する時間を計測



- 多くの人員必要
- 熟練が必要
- 主観が残る
- 高水量の際危険



その他の流量観測手法



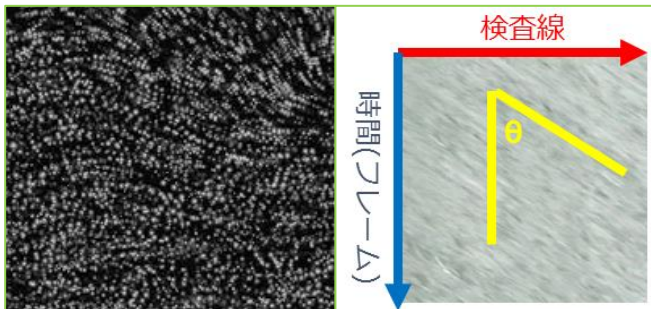
ADCP¹⁾

- 3次元流速が取得可能
- 高精度
- 高コスト
- 計測可能な場所に制限



電波流速計²⁾

- 流速の連続取得が可能
- 夜間、悪天候でも使用可
- 操作が簡易
- 計測可能な場所に制限



LSPIV³⁾

STIV⁴⁾

画像計測法^{3) 4)}

- 高精度
- 広範囲の2次元流速を取得可能
- 画像の質に依存

1) <http://wavenet.csir.co.za/MeasuringInstrumentation/adcp.htm>
<http://www.hydrosurvey.cn/en/ProShow.asp?ID=85&big=3&small=16>

2) <http://www.minatogr.co.jp/auto/osusume/yokogawa/ryukan.html>
<http://kkueno.jp/civil/>

3) <https://www.cg.in.tum.de/teaching/theses/finished-topics/model-based-computer-aided-analysis-of-data-provided-by-the-dpiv-method.html>

4) http://www.be-system.co.jp/navi_soft/soft_kustiv/kustiv.htm

流量観測AUVの概要

- AUV・・・自律無人潜水機
(autonomous underwater vehicle)

- 機体が流水から受ける抗力

$$D = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_D$$

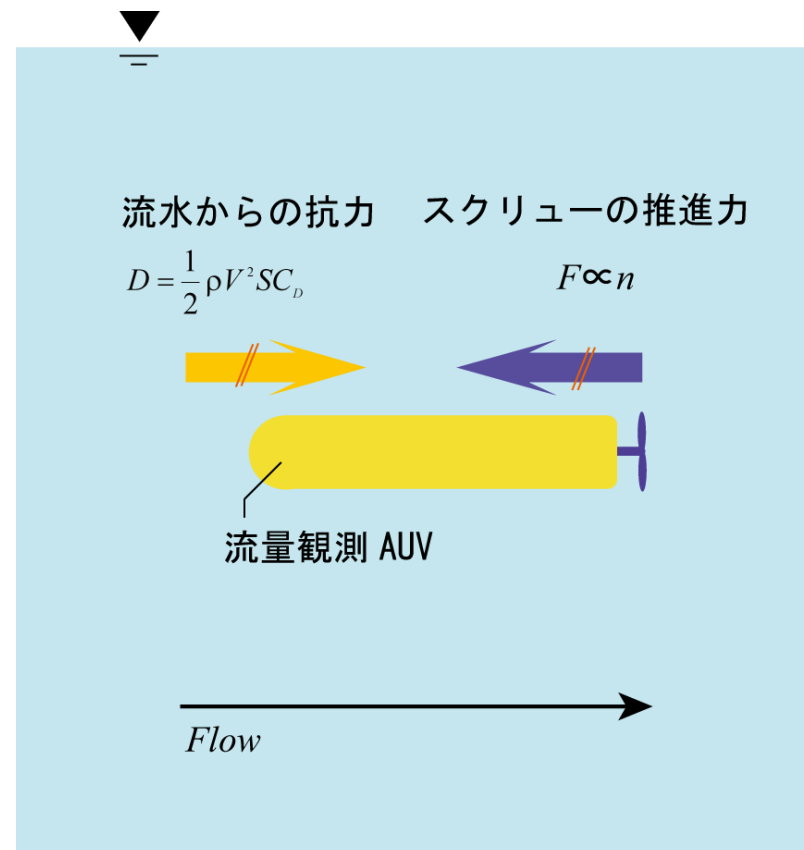
D : 抗力 ρ : 流体の密度

V : AUVと流体の相対速度

S : AUVの投影面積

C_D : AUVの抗力係数

- AUVが静止するように自動制御
→スクリーンの回転数と流速が比例



スクリーンの回転数から流速の算定が可能

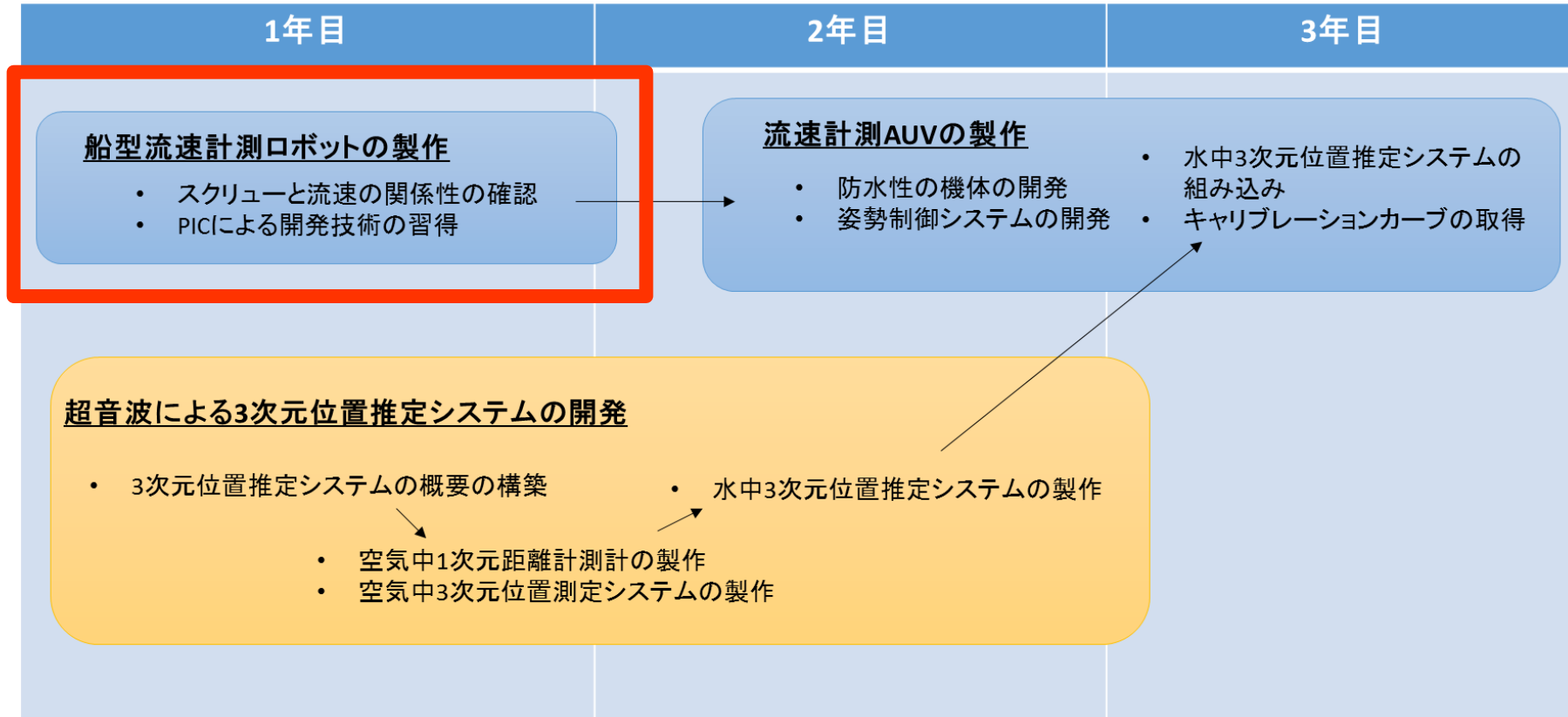
本研究の目的

以下の原理に基づく流速観測AUVを開発する

- 流れに平行になるように機体の向きを自動制御
- 計測ポイントまで自律移動
- 自動制御により、計測ポイントで一定時間静止
→ スクリュー回転数より平均流速を算出
- 超音波により水深を同時計測
→ 主流速の横断分布と合わせて流量を算出

簡便・低コスト・迅速な流速計測の手法の開発

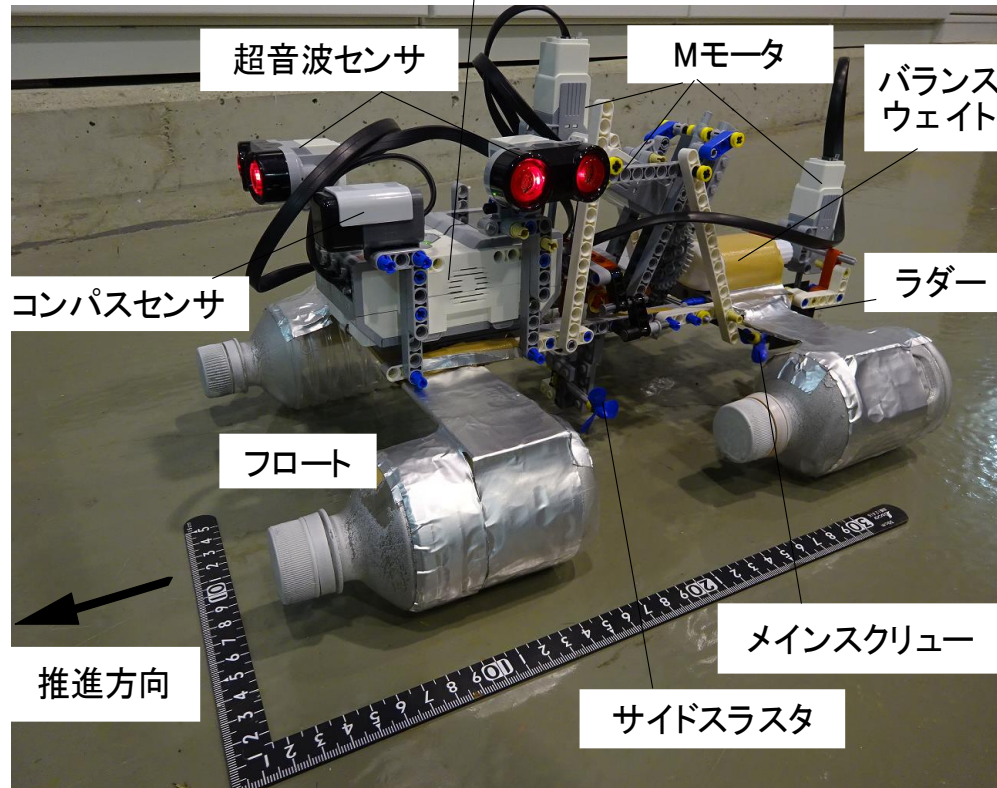
開発の年次計画



- 船型流速計測ロボットの製作
- スクリュー出力数と流速の関係性の検討

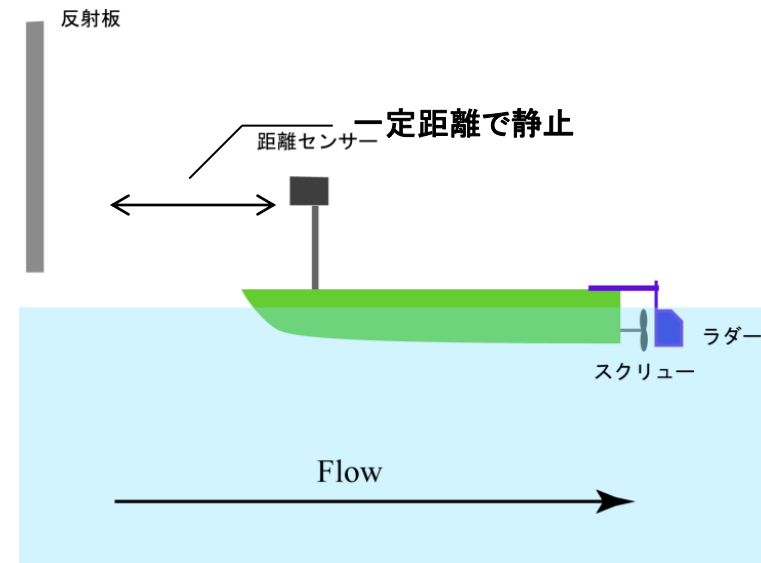
ボート型流速計測ロボット

インテリジェントブロック (マイコン)



開発環境

レゴマインドストームEV3

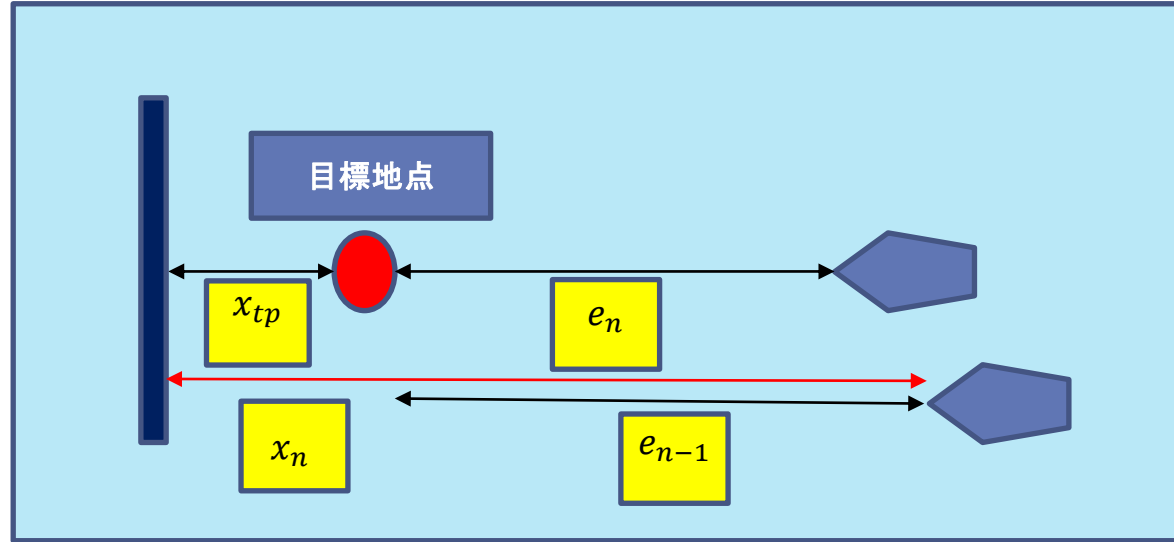


PID制御

P: Proportional (比例)

I: Integral (積分)

D: Differential (微分)



$$MV_n = MV_{n-1} + \Delta MV_n$$

$$\Delta MV_n = K_p(e_n - e_{n-1}) + K_i e_n + K_d\{(e_n - e_{n-1}) - (e_{n-1} - e_{n-2})\}$$

MV_n, MV_{n-1} : モーター出力値

ΔMV_n : モーター出力値差分

e_n, e_{n-1}, e_{n-2} : 偏差

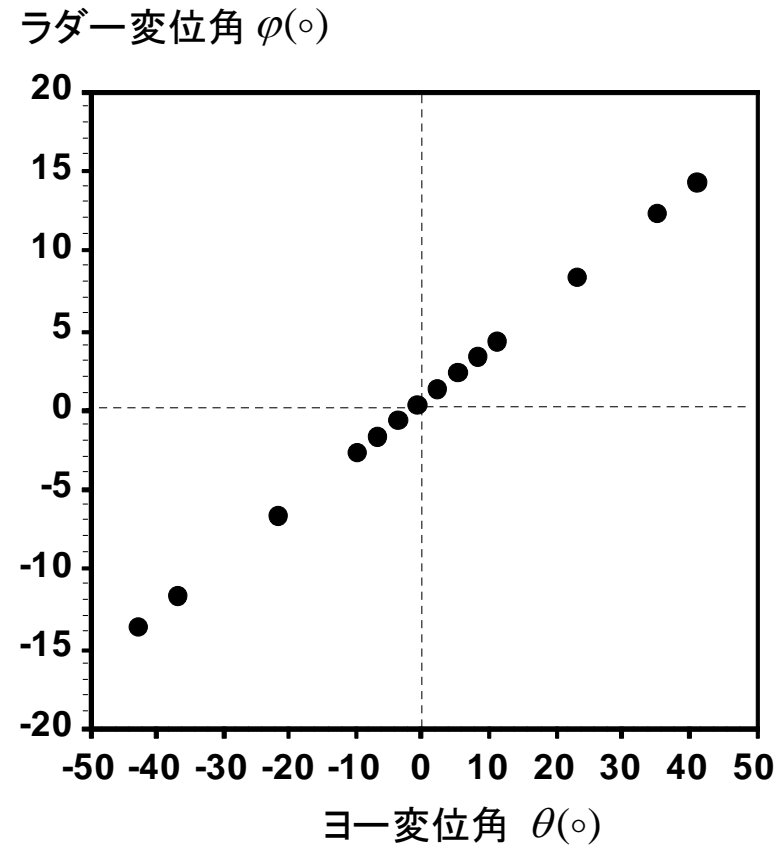
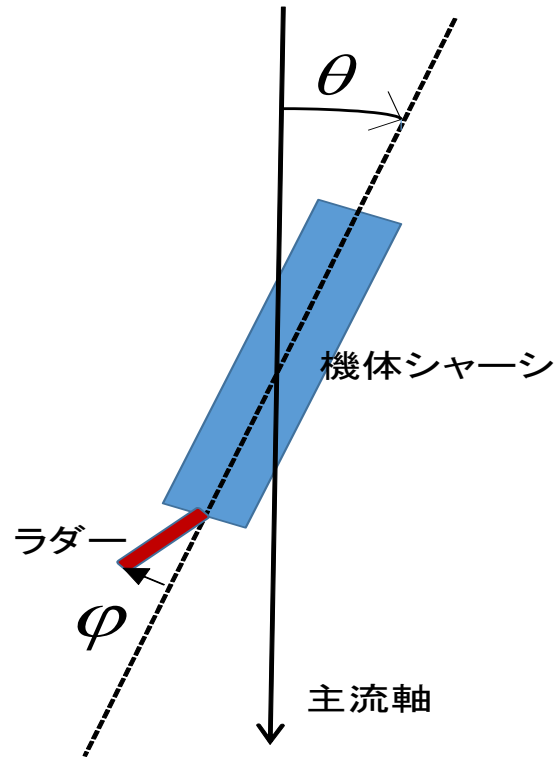
K_p, K_i, K_d : PIDパラメータ

x_n : 距離センサーの測定値

x_{tp} : 目標距離

$$e_n = x_n - x_{tp}$$

ヨー角制御



コンパスセンサによりヨー角を感知

動作試験

使用水路

- 全長 10m
- 幅 40cm
- 高さ 50cm

水深

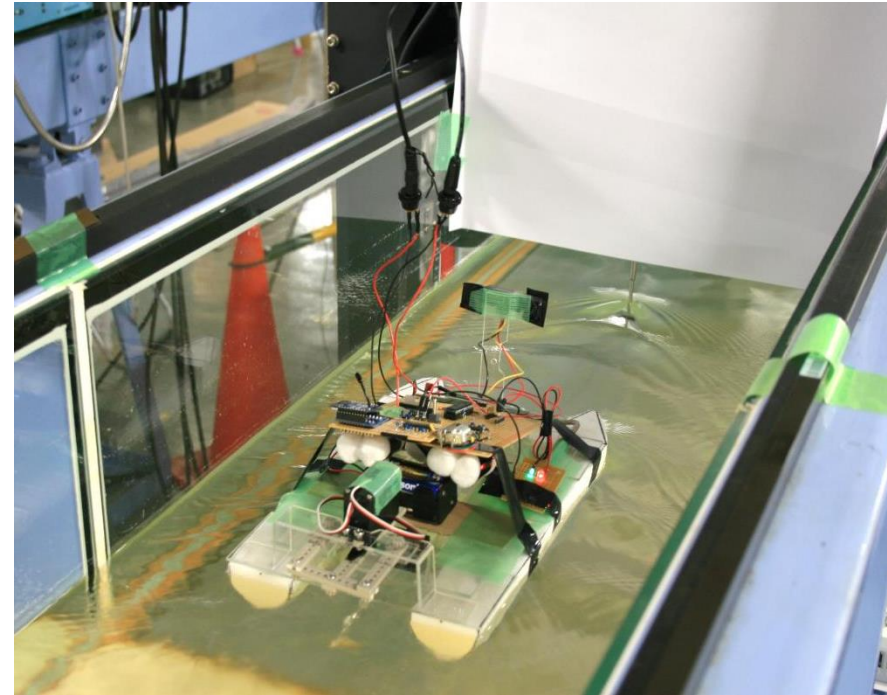
- 10cmに固定

スタート位置

- 反射板から50cm
下流の地点

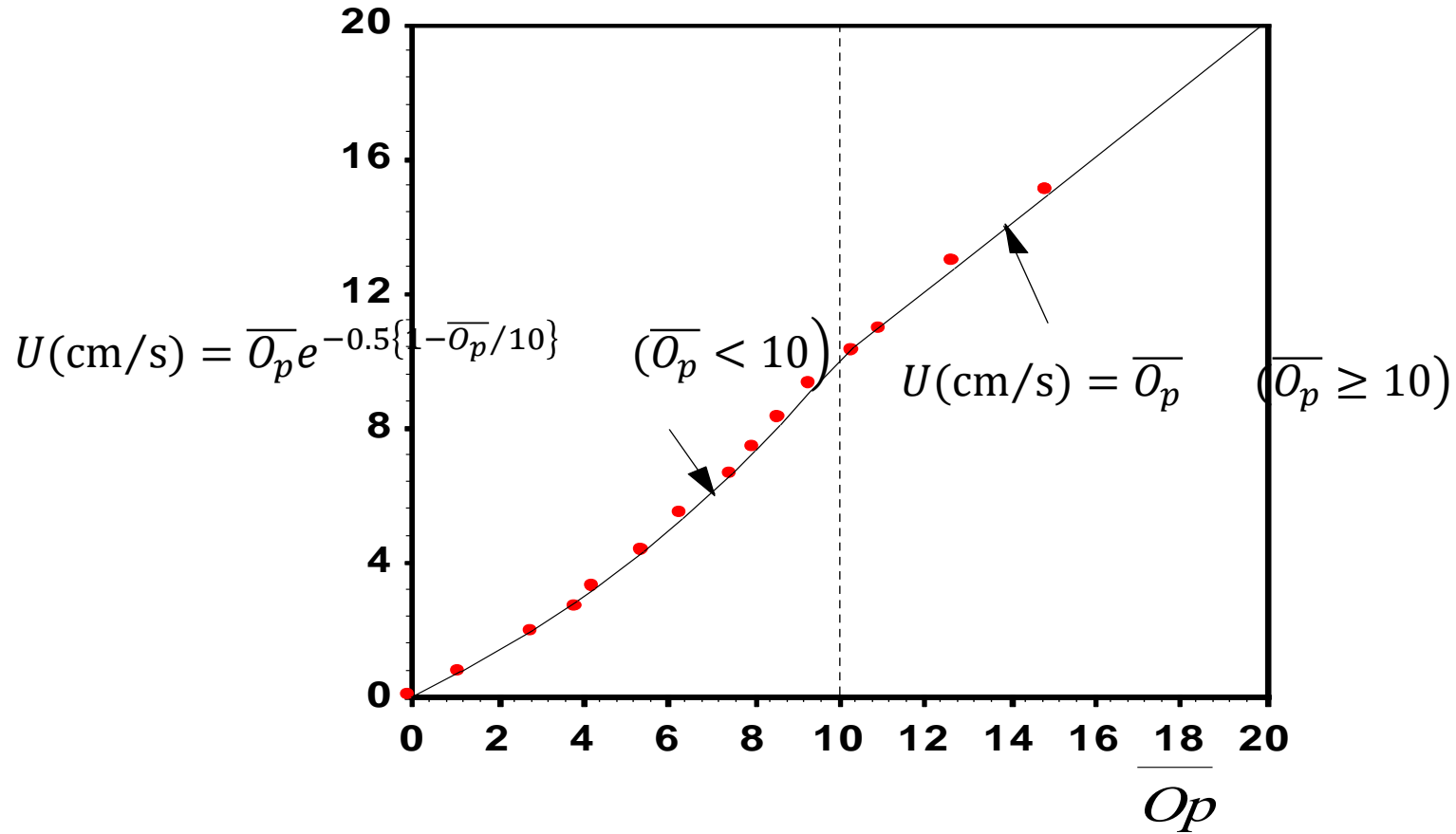
目標点

- 反射板から30cm
下流の地点



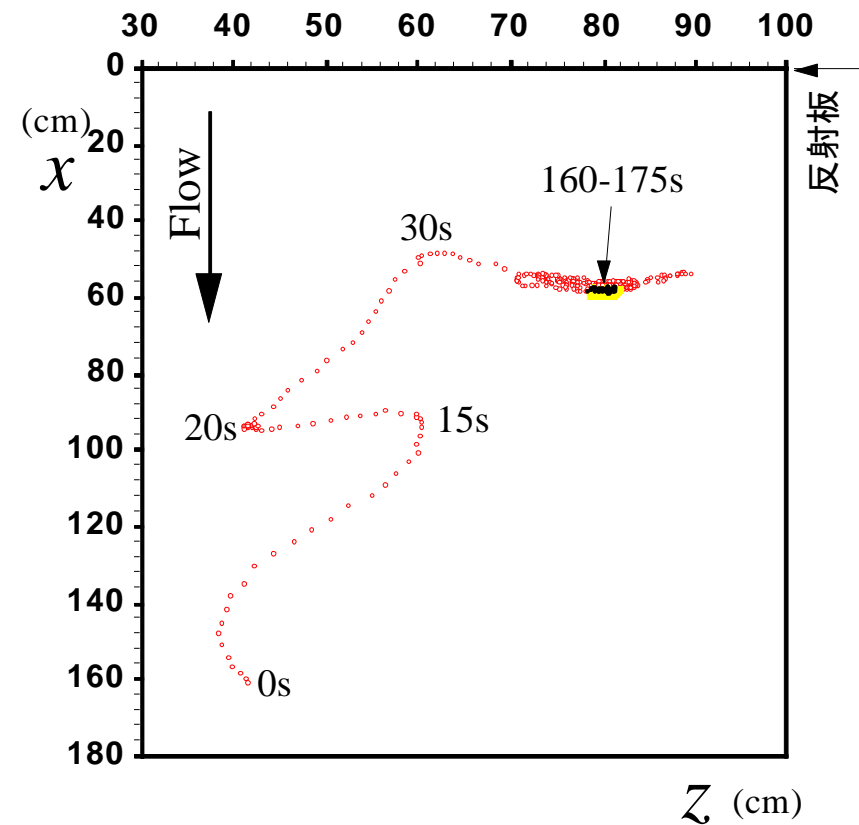
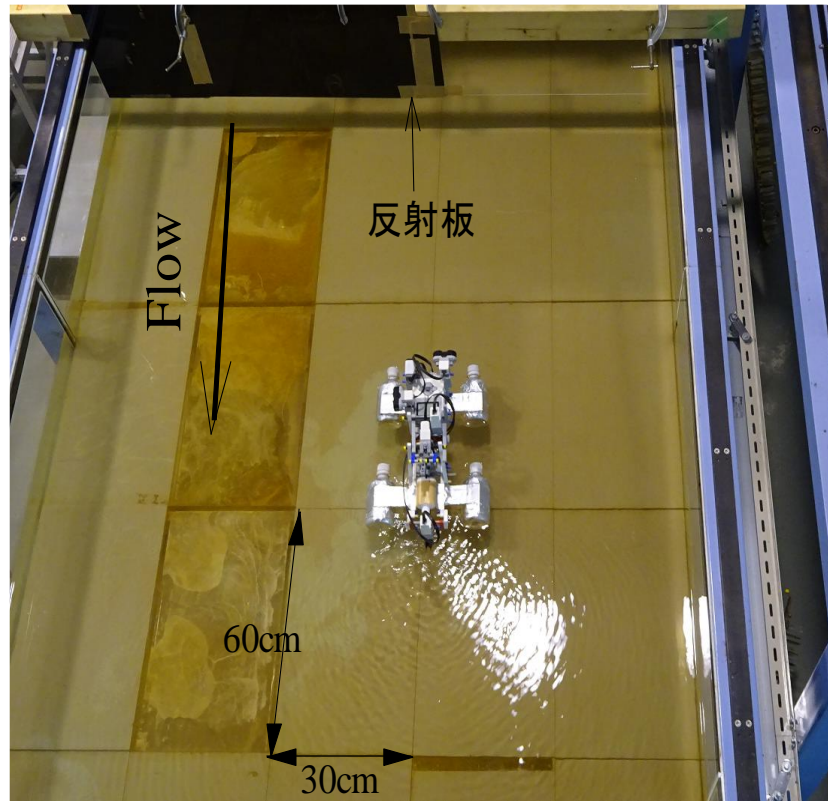
流速とモーター出力値

U (cm/s) LDAによる実測主流速



- 両者の間に高い相関性を確認

150cm幅水路における平面2次元運動テスト



最新の開発状況

ロボットも年々進化しています。

- これまで、多くの学生とフィールド試験を行いました。
実績：修論5名、卒論6名

今年も、修士課程2名と学部4回生1名が、桂川と淀川の計測に挑んでいます。

