

# 津軽海峡における潮海流発電装置開発のための基礎的研究

所属：函館工業高等専門学校 技術教育支援センター  
氏名：蛸子 翼(技術職員)  
発表番号：010-07

# はじめに

## ～本発表について～

### 津軽海峡における潮海流発電装置の開発

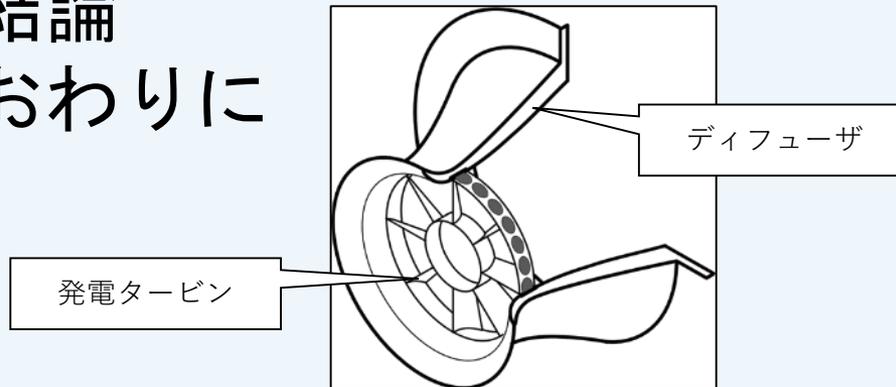
はじめに

研究背景

- ①現地流況再現検討実験
- ②ディフューザ周辺の流況可視化実験
- ③ディフューザ2次元断面検討実験1
- ④ディフューザ2次元断面検討実験2

結論

おわりに



潮海流発電装置概要図

# 研究背景

## ～潮海流発電について～

- ・世界中で実用化に向けた研究開発が進む
- ・『日本周辺海域の再生可能エネルギーには陸上以上のポテンシャルがあり、それらを利用した発電技術の早期実用化が重要』  
(「海洋再生可能エネルギー利用促進に関する今後の取組方針」について 平成24年5月総合海洋政策本部決定)

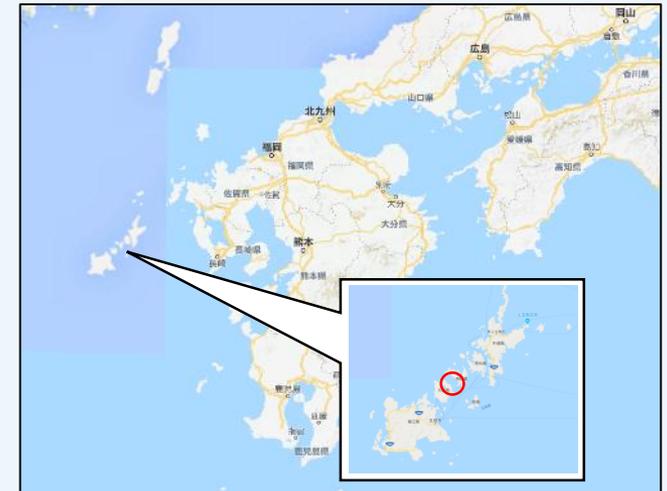
- ・『津軽海峡でも強い潮流が見られる』  
(「NEDO再生可能エネルギー技術白書(第2版)」)



Hammerfest Strom(Norway)  
【Electric power generation:300kW】  
Hammerfest Stromホームページより



Open Hydro(Ireland)  
【Electric power generation:1MW】  
Open Hydroホームページより



大規模潮流発電実証実験予定地  
Google Mapより

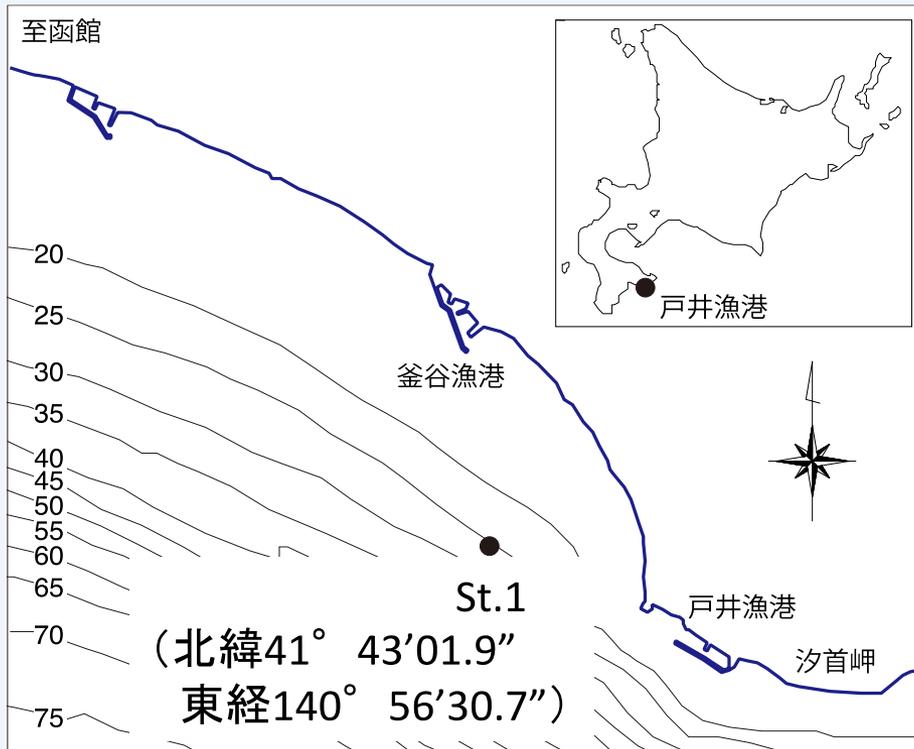
※事業者

九電みらいエナジー株式会社  
新日鉄住金エンジニアリング株式会社  
特定非営利法人長崎海洋産業クラスター形成推進協議会  
オープンハイドロ・テクノロジー・ジャパン株式会社

# 研究背景

## ～津軽海峡における潮海流発電の検討～

- ・ 函館市との共同調査
- ・ 戸井町汐首岬周辺の流況に関する現地調査・解析・検討(本間ら)

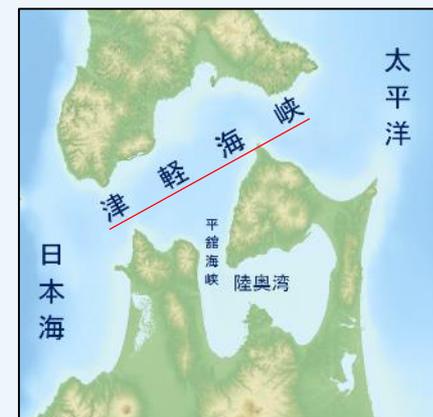


調査現地

項目	仕様
発信周波数	300KHz
最大測定レンジ	175m
最大海底探知深度	260m
測定層厚	0.2～16.0m
最大測定総数	128層



使用機器詳細



津軽海峡

Wikipediaより

# ①現地流況再現検討実験

## ～目的～

### 現地調査の結果

- ・ 津軽海峡の流れは大きく二部構成(冬春期・夏秋期)に分かれる
- ・ 潮海流エネルギー密度は冬春期・秋期で高く推移する

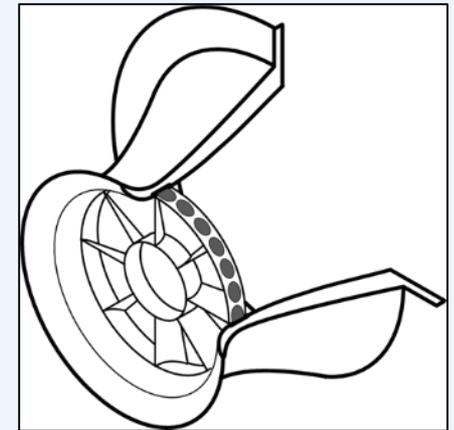


### ※別途実験

- ・ 流れを受ける発電タービンの構造を検討
- ・ 風洞実験により『つば付き漸拡ディフューザ』の最適形状を決定

### 目的

- ・ 津軽海峡の流況を2次元開水路に再現し、つば付き漸拡ディフューザ模型を用いてディフューザ内の増速効果を明らかにする
- ・ 増速効果が有効に働く速度域を解明する



潮海流発電装置概要図  
(『つば付き漸拡ディフューザ』)

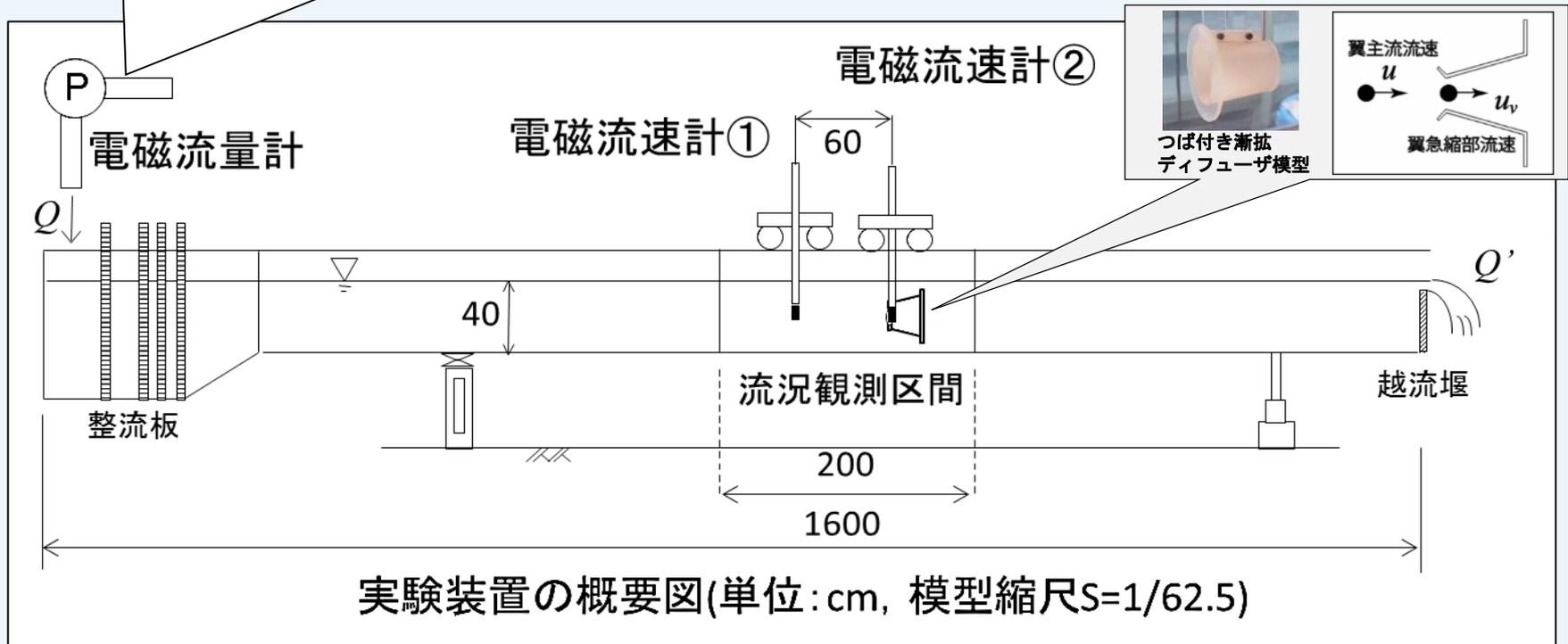
# ①現地流況再現検討実験

## ～実験概要～

実験場所	函館高専 水理実験室
実験装置	2次元可傾斜水路
水槽長さ	1600(cm)
高さ	40(cm)
奥行き	40(cm)
傾斜	0

実験装置諸元

・実験装置上流より現地流況をモデル化した流量を与える



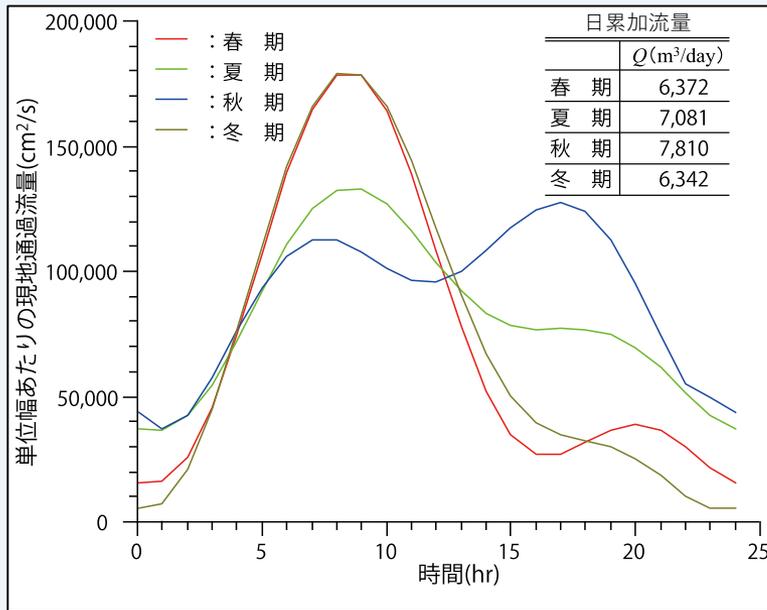
実験装置の概要図(単位: cm, 模型縮尺 $S=1/62.5$ )

実験装置概要図

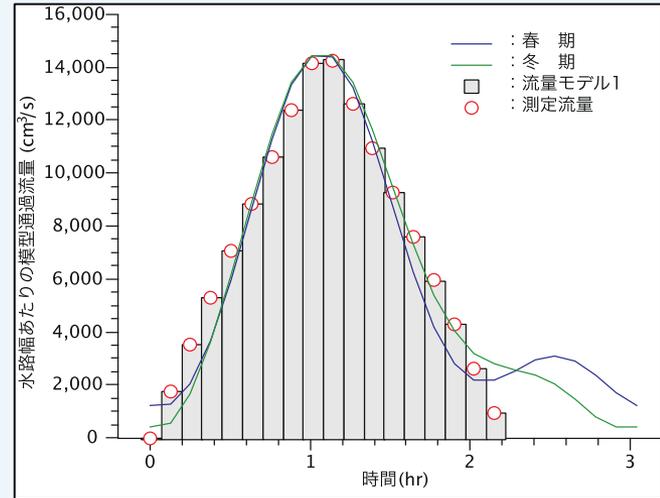
# ①現地流況再現検討実験

～現地の流況と実験流量モデルについて～

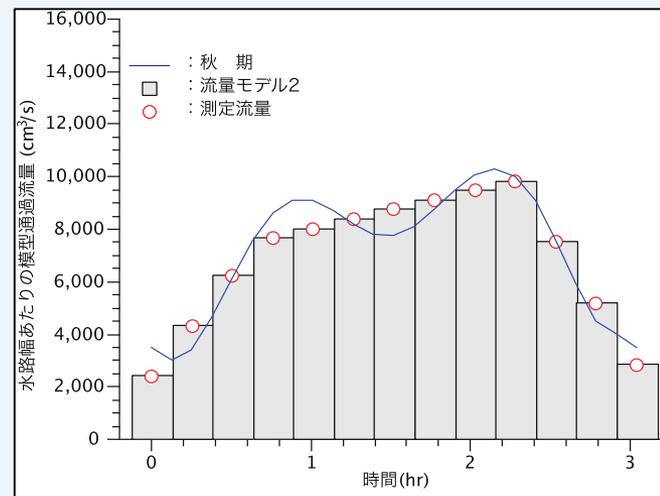
- ・冬春期，秋期2種類の流量モデルに基づいた流量を実験に用いる



現地調査解析結果  
(四期別現地通過流量)



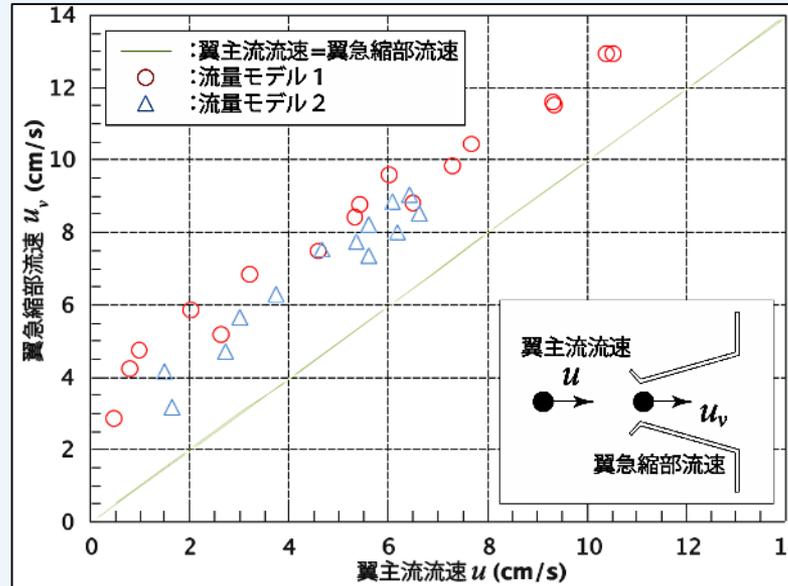
流量モデル1(冬春期流量モデル)



流量モデル2(秋期流量モデル)

# ①現地流況再現検討実験

## ～実験結果～



実験結果  
(主流流速値と増速流速値)

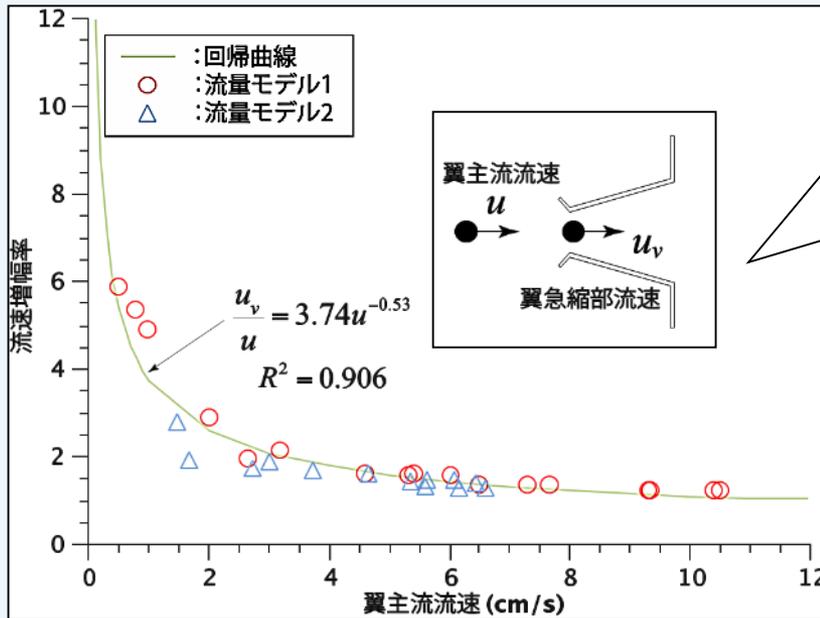


ディフューザの増速効果は流量モデル1(冬春期流量モデル)の方が有効に働く。

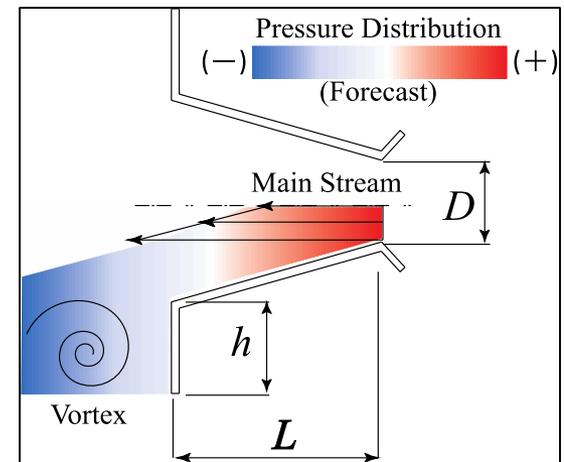
# ①現地流況再現検討実験

## ～実験結果～

- ・ 増速を促すつば背後の渦が高い流速域において、つばから離れることで、増速効果が低減する



実験結果  
(増速率と主流流速値)

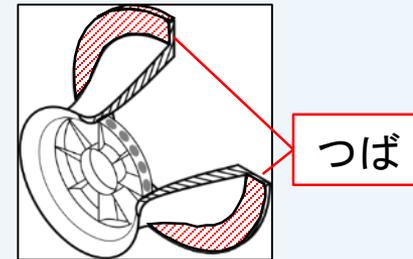
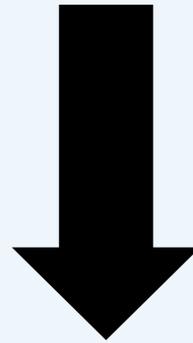


ディフューザの増速効果

# ②ディフューザ周辺の流況可視化実験

## ～目的～

①現地流況再現検討実験によりつば付き漸拡ディフューザが増速効果を有することが分かったが、同形状のつば周辺の流れの様相及び流速増速メカニズムの詳細については未確認



潮海流発電装置概要図

## 目的

つば付き漸拡ディフューザの二次元断面循環式水路模型を製作し、PIV法によってディフューザ周りの流況を可視化することで、流れの様相を把握し、結果の検証を行う

# ② ディフューザ周辺の流れ可視化実験

## ～実験概要～

### ① 主流流速の再現

- ・水槽内で定常流を発生させ、現地最大流速をスケールダウンさせた流況を再現

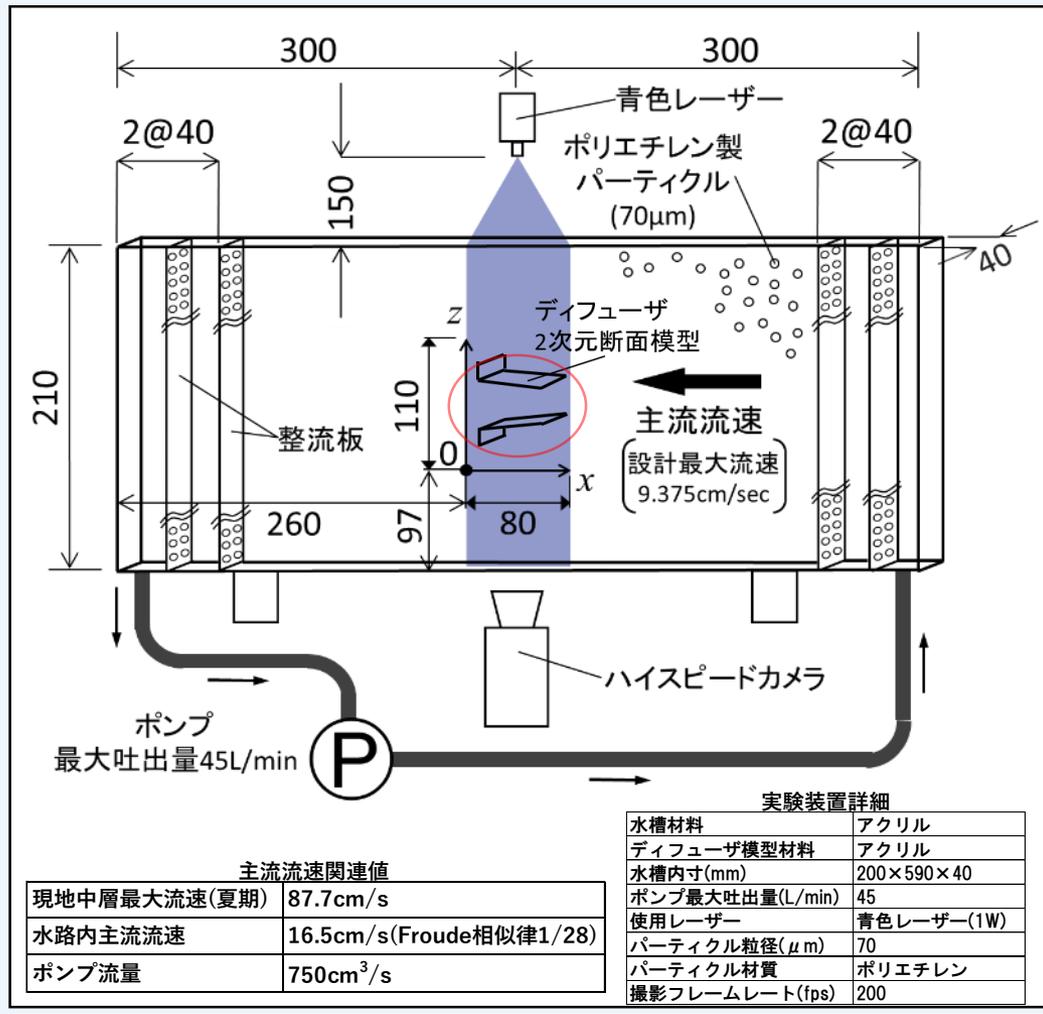


ディフューザ2次元断面模型を設置

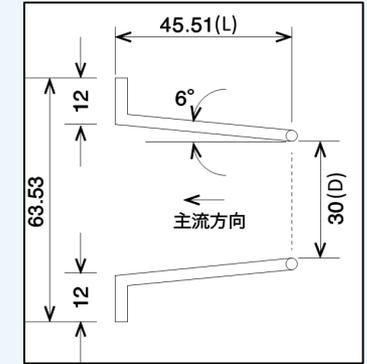


### ② 定常循環流実験の実施

- ・増速した流況を観測
- ・主流流速と比べた増速率の算出
- ・流況についての検証



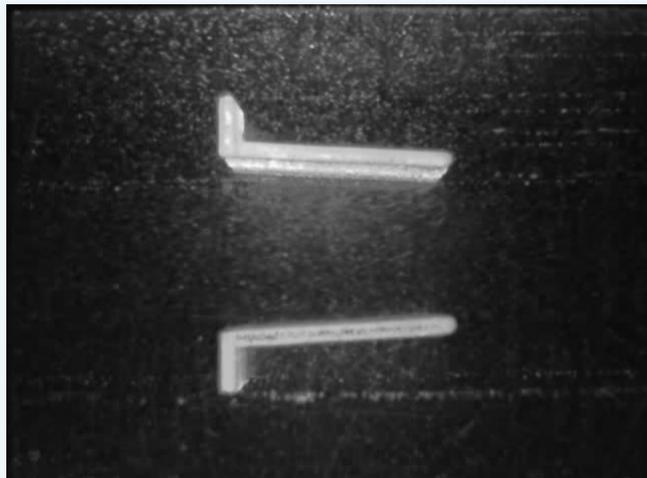
循環流実験装置概要図



ディフューザ2次元断面模型

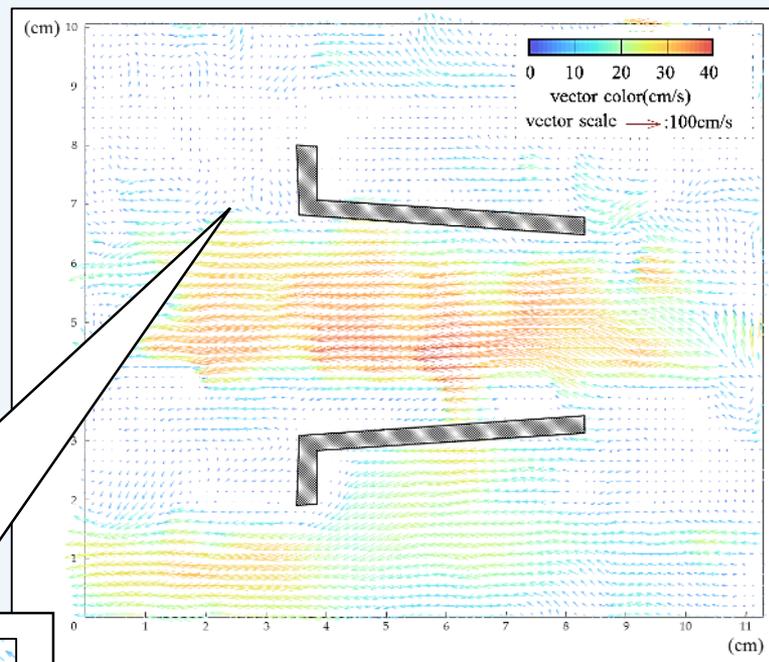
# ② ディフューザ周辺の流況可視化実験

## ～実験結果～

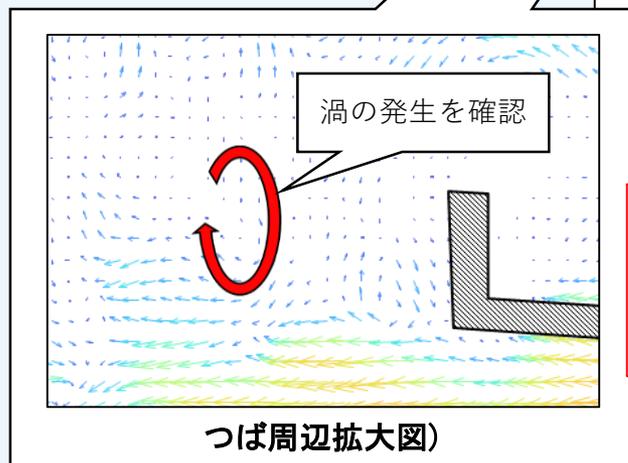


ディフューザ周りの連続二時画面像

得られた連続二時刻画像をPIV解析



実験結果(流速ベクトル図)



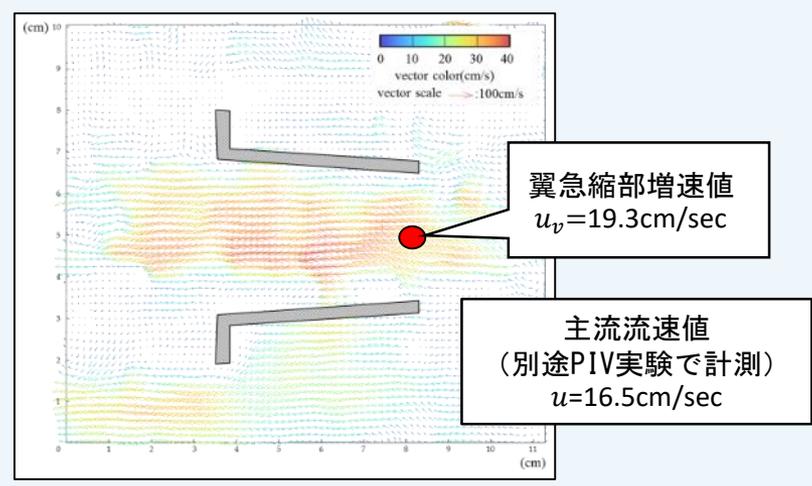
つば周辺拡大図)

- ・ レンズ周りの流況のPIV法による可視化に成功
- ・ 流速増幅のメカニズムを確認

# ②ディフューザ周辺の流況可視化実験

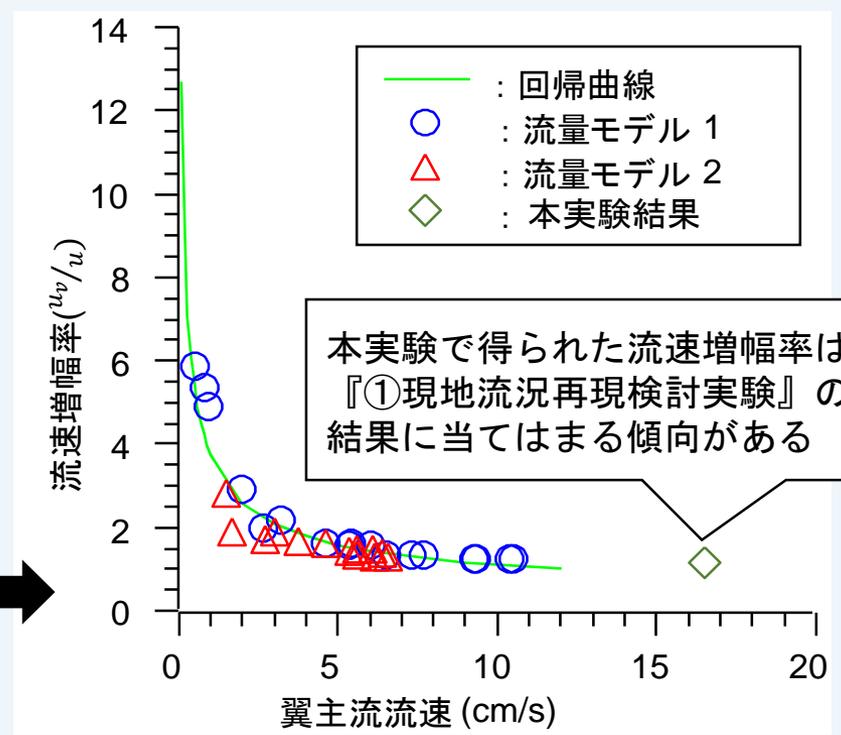
## ～実験結果の検証～

- ①現地流況再現検討実験の結果との比較



実験結果(流速ベクトル図)

流速増幅率  
 $\frac{\text{翼急縮部流速値 } u_v}{\text{主流流速値 } u} = 1.17$



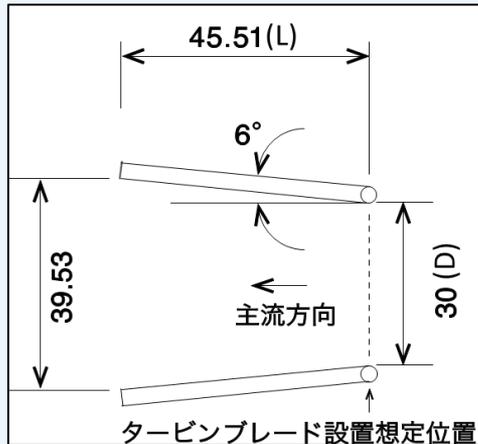
『①現地流況再現検討実験』の結果との照査

- 本実験における結果の妥当性を確認

# ③ ディフューザ2次元断面検討実験1

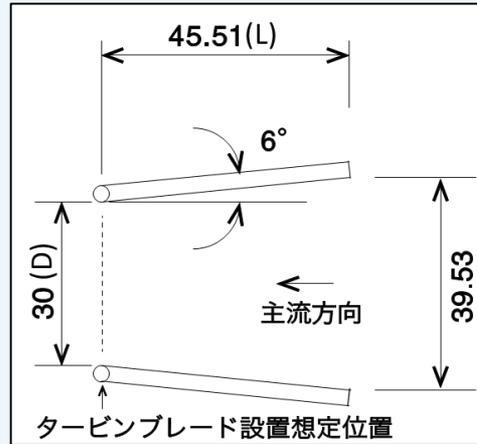
## ～目的～

- ・ 複数の基本的なディフューザ形状を考案し、②ディフューザ周辺の流況可視化実験によって確立した実験手法を用いることにより、各ディフューザ形状における流況特性と増速効果について明らかにする
- ・ 考案した形状のうち、最も増速効果が高い形状を選出する



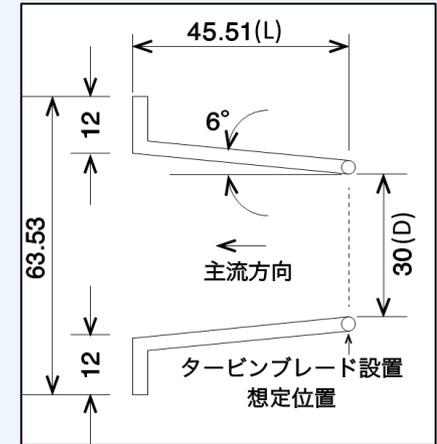
名称：漸拡ディフューザ

- ・ 揚力による増速効果
- ・ 主流方向に漸拡



名称：漸縮ディフューザ

- ・ 現地逆流時の発電を考慮
- ・ 主流方向に漸縮



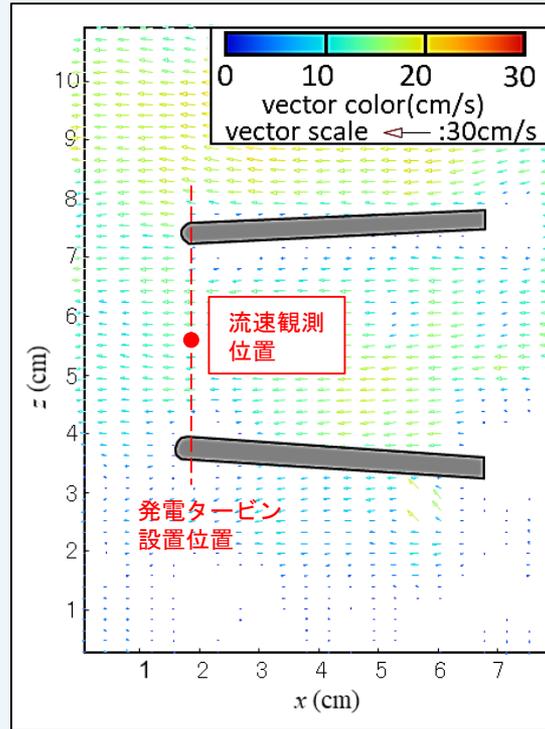
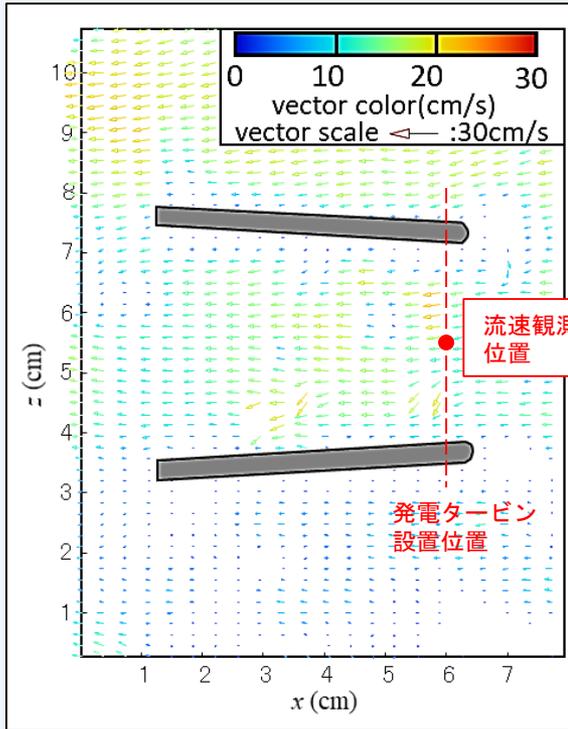
名称：つば付き漸拡ディフューザ

- ・ 漸拡タイプにつばを追加
- ・ 主流方向に漸拡



# ③ ディフューザ2次元断面検討実験1

## ～実験結果～



・最も増速効果が高い

名称：漸拡ディフューザ
・増速率1.3倍
・流下方向中心軸付近で増速効果あり
・ディフューザ下側内部壁面付近で強い乱れ

名称：漸縮ディフューザ
・増速率1.2倍
・ディフューザ内部全体で増速効果あり
・逆流時における増速が可

名称：つば付き漸拡タイプ
・ <u>増速率1.5倍</u>
・ディフューザ内部全体で高い増速効果あり
・つば背後に発生する渦が増速に寄与(増速効果2割増)

各種実験結果(流速ベクトル図)

# ④ ディフューザ2次元断面検討実験2

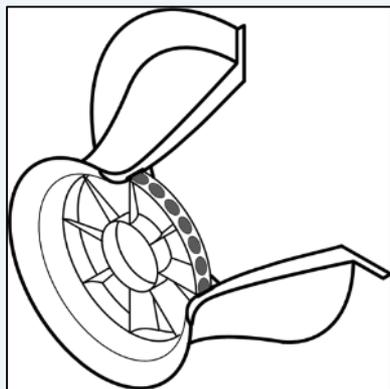
## ～目的～

- ・ ③ディフューザ2次元断面検討実験1より，つば付き漸角ディフューザ形状の有用性が確認された

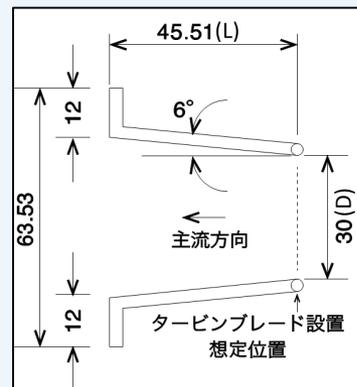
- ・ より高効率な増速効果を得る形状を把握するため，より増速効果が得られるディフューザ形状の傾向を把握する



- ・ 寸法を変更した数種のつば付き漸拡ディフューザ形状の二次元断面模型を作成し，それらを用いた定常循環流実験を行う



潮海流発電装置概要図  
(『つば付き漸拡ディフューザ』)

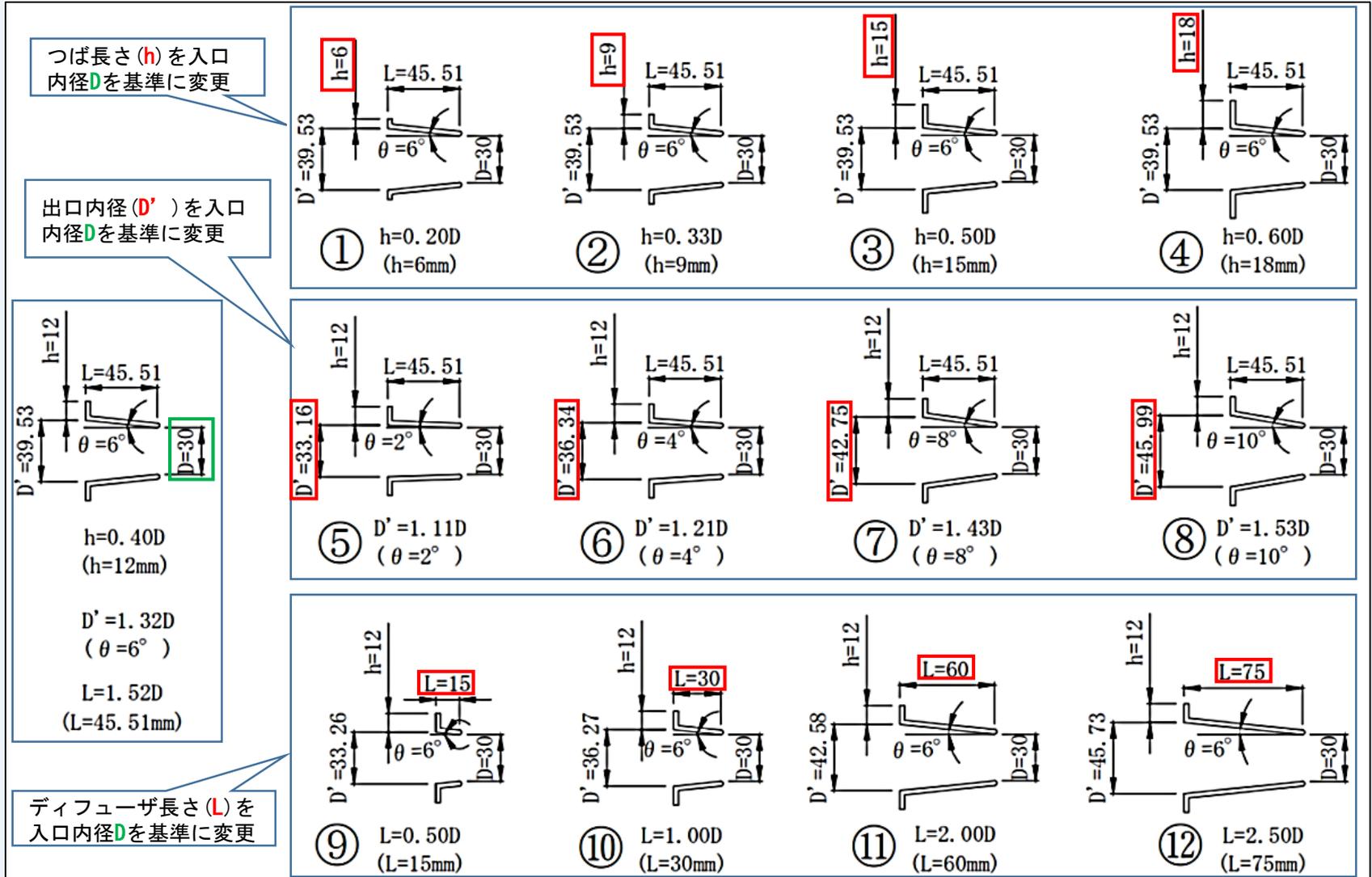


つば付き漸拡ディフューザ  
二次元断面模型

# ④ ディフューザ2次元断面検討実験2

## ～実験概要～

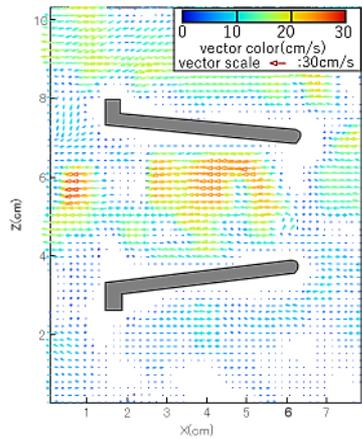
※実験方法は②ディフューザ周辺の流況可視化実験，③ディフューザ2次元断面検討実験1と同様



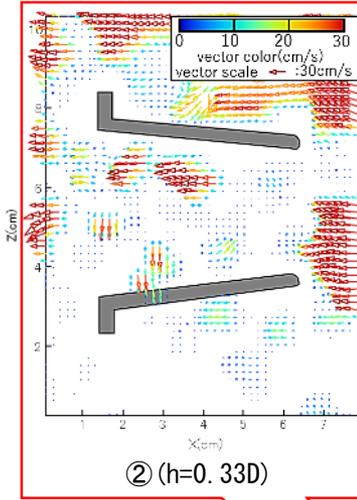
検証二次元断面一覧

# ④ ディフューザ2次元断面検討実験2

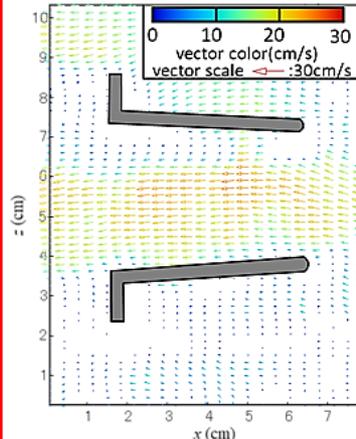
## ～つば長さ (h) 別の実験結果～



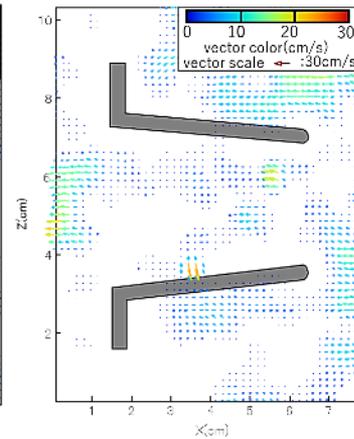
① (h=0.20D)



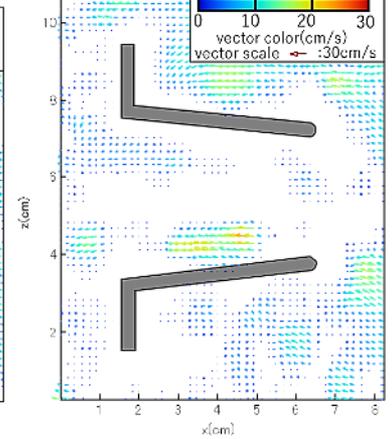
② (h=0.33D)



つば付き漸拡型ディフューザ  
(h=0.40D)



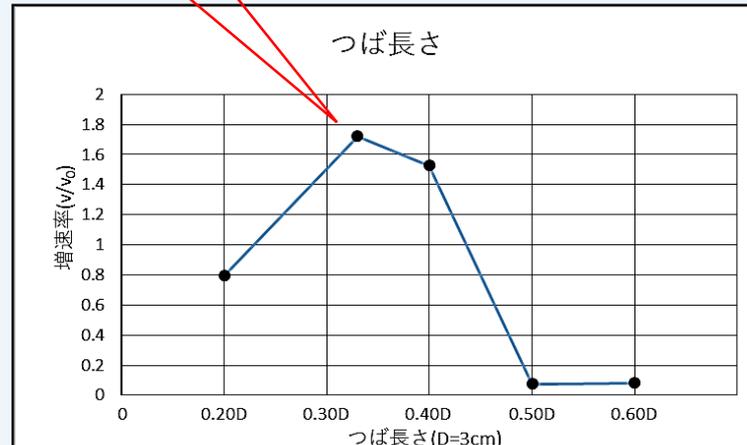
③ (h=0.50D)



④ (h=0.60D)

※D: 入口内径

実験結果(つば長さ別流速ベクトル図)

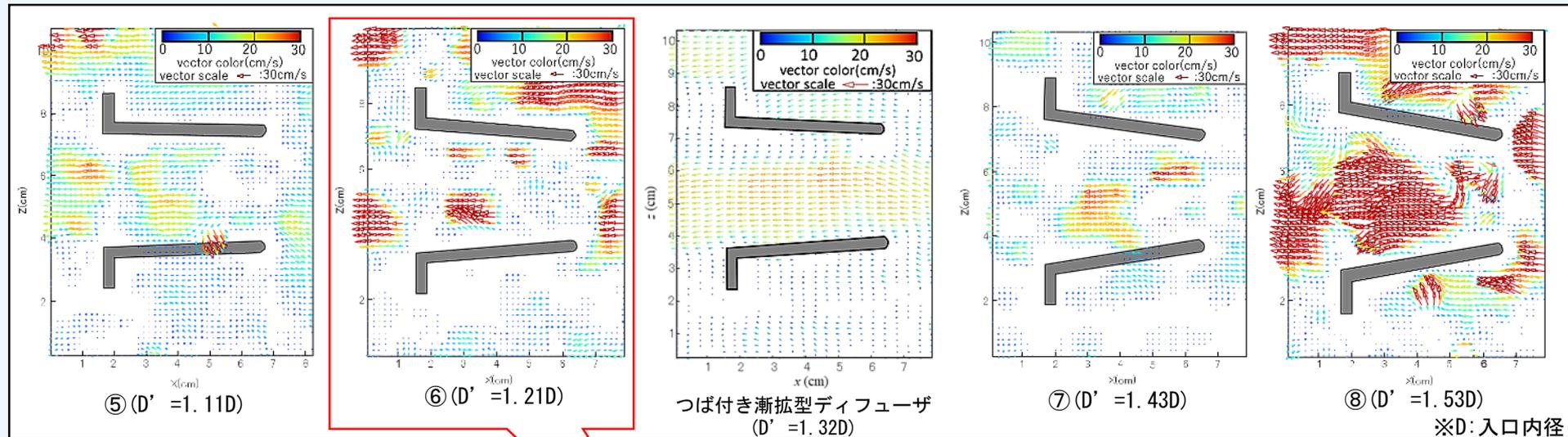


急縮部増速率 (つば長さ別)

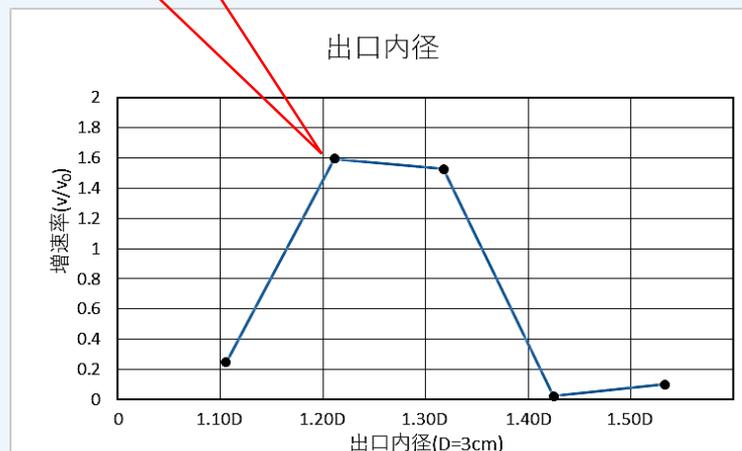
つばの形状変化による  
増速効果は限定的

# ④ ディフューザ2次元断面検討実験2

## ～ 出口内径 ( $D'$ ) 別の実験結果 ～



実験結果 (出口内径別流速ベクトル図)

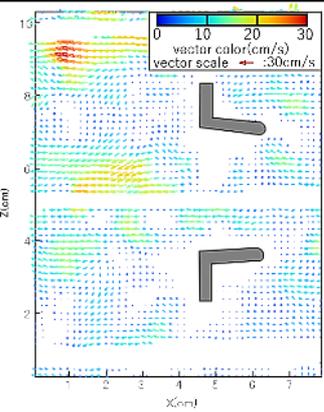


急縮部増速率 (出口内径別)

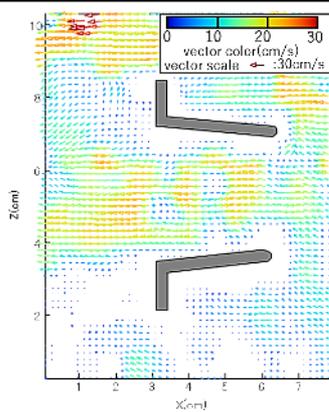
出口内径の寸法はある程度必要であるが、過度な設定は増速効果の低減につながる

# ④ ディフューザ2次元断面検討実験2

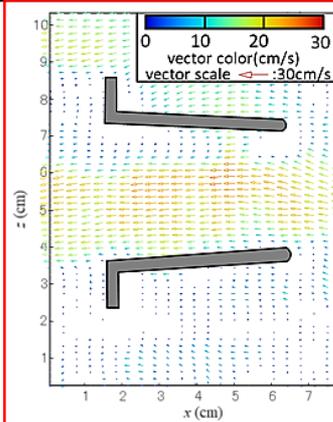
## ～ディフューザ長さ(L)別の実験結果～



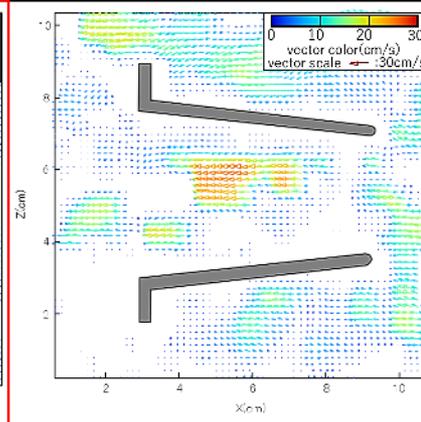
⑨ (L=0.50D)



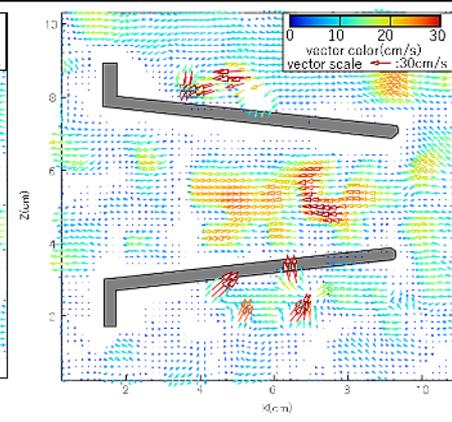
⑩ (L=1.00D)



つば付き漸拡型ディフューザ  
(L=1.52D)



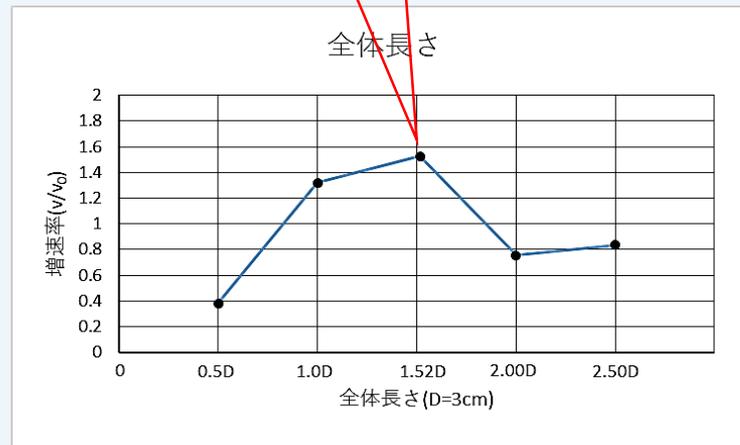
⑪ (L=2.00D)



⑫ (L=2.50D)

※D: 入口内径

各流速ベクトル図 (つば長さ別)



急縮部増速率 (つば長さ別)

基のつば付き漸拡ディフューザ形状で最も高い増速効果が得られる

# 結論

## ～各種実験の結論～

### ①現地流況再現検討実験

ディフューザによる増速効果の確認

- ・ つば付き漸拡ディフューザを用いた発電を行う場合、冬春期において高い増速効果が得られる

### ②ディフューザ周辺の流況可視化実験

実験方法の確立

- ・ レンズ周りの流況のPIV法による可視化に成功し、流速増幅のメカニズムを確認した
- ・ 実験結果の妥当性を確認した

### ③ディフューザ2次元断面検討実験1

つば付き漸拡ディフューザの有用性の確認

- ・ 漸拡ディフューザ，漸縮ディフューザ，つば付き漸拡ディフューザの2次元断面うち，つば付き漸拡ディフューザにおいて最も高い増速効果を確認した

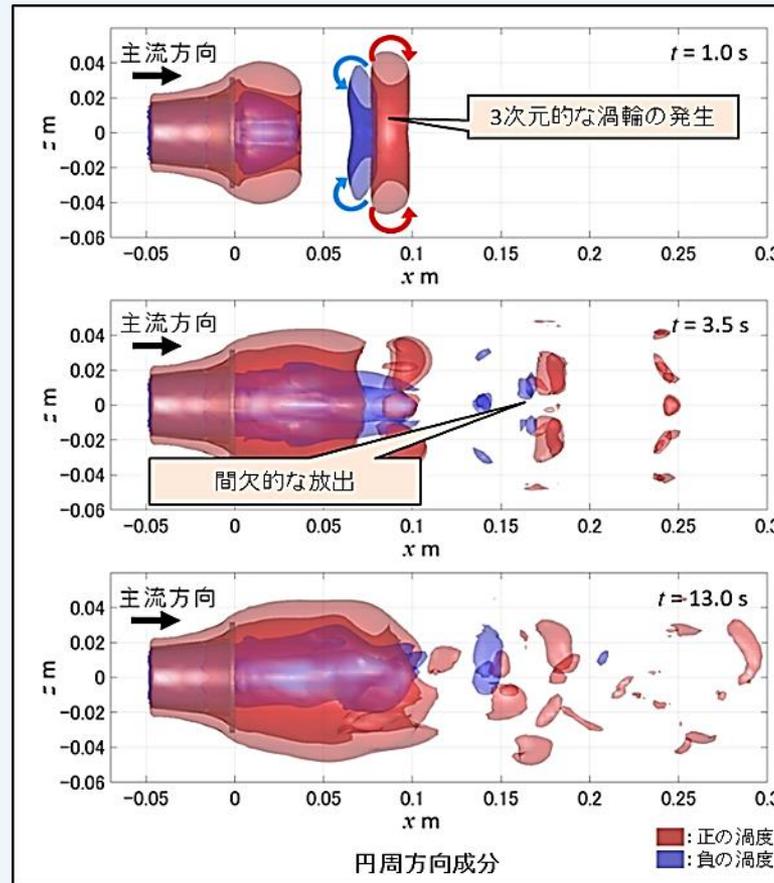
### ④ディフューザ2次元断面検討実験2

つば付き漸拡ディフューザの各種最適寸法の検討

- ・ つば付き漸拡ディフューザの各種寸法を変更して検証を行った結果，つば長さ $h=0.33D$ ，出口内径 $D'=1.21D$ ，ディフューザ長さ $L=1.52D$ の数値( $D$ :入口内径)でそれぞれ高い増速効果を得られる傾向がある

# おわりに

## ～今後の展望～



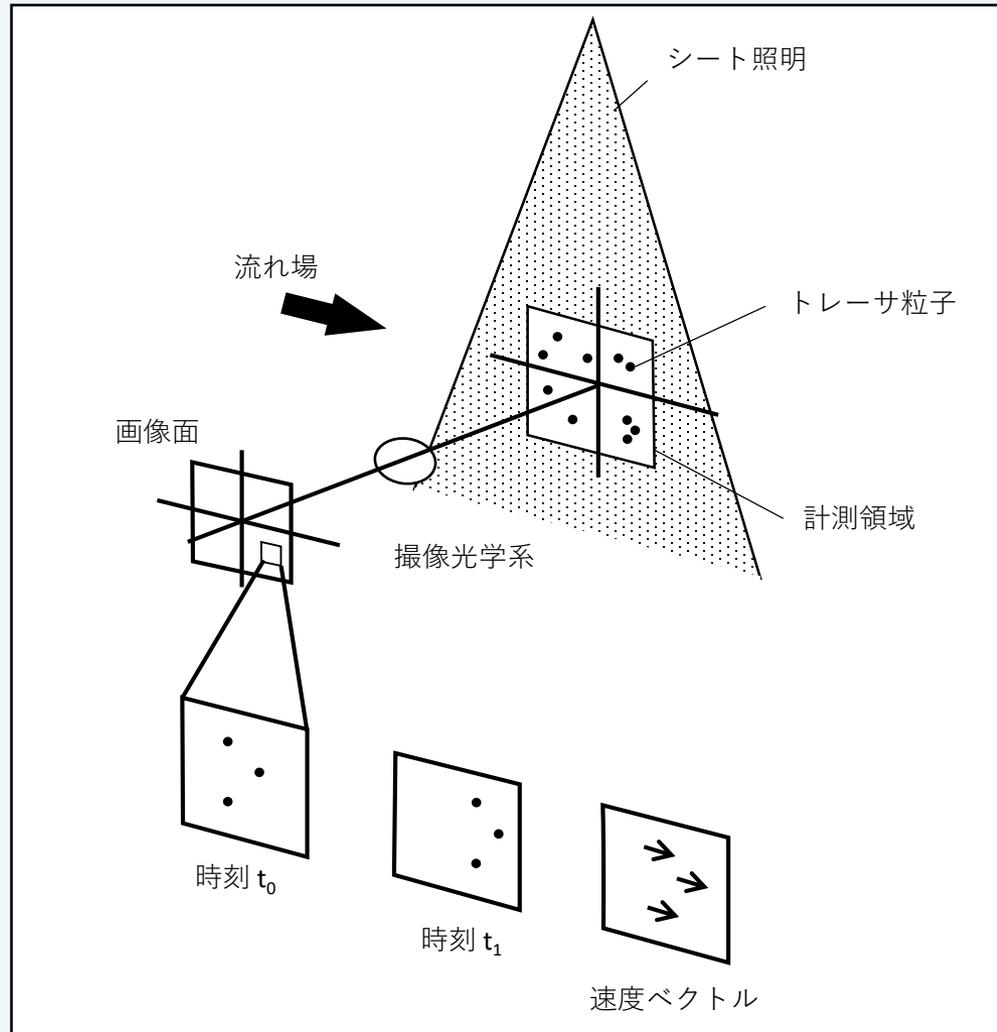
つば付き漸拡ディフューザ3次元解析結果(円周方向の渦度分布)

- ・ 周期を考慮した流速値に関する検討の実施



# 追加資料

## ～PIV法について～



PIV法原理図