特集 2

「函館高専海洋工学ラボ」の紹介

生産システム工学科　剱地　利昭

平成 28 年 10 月 4 日、函館市国際水産・海洋総合研究センター内に，海洋工学分野に関わる地域研究や共同研究の拠点として，「函館高専海洋工学ラボ」が開設されました。当面の研究体制は、社会基盤工学科　宮武誠　准教授と生産システム工学科の剱地が中心となり、本ラボを運用していく予定です。現在取り組んでいる研究の一部を以下に紹介します。

National Institute of Technology, Hakodate College Ocean Eng. Lab.
函館工業高等専門学校 海洋工学ラボ

海洋再生可能エネルギーの地産地消に向けた研究

概　要

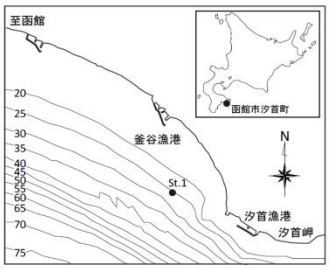
近年，海洋再生可能エネルギーの利用が脚光を浴びている中，日本周辺海域の中でも高い流れエネルギーポテンシャルを有する津軽海峡の潮流及び海流を利用した発電装置の実用化に向けた研究を行っている．はじめに，潮海流の流れ特性を把握するため，年間通じた流況調査を行い，予想される1日あたりの流れエネルギーや津軽海峡全域のエネルギー賦存量を解明した．

現在は，これらの流れ特性に基づき，津軽海峡の潮海流に特化した発電装置の実用化に向けた検討を行っている．この研究の最終的なゴールとして，津軽海峡で産出される電力は，漁港・港湾等の維持管理に利用され，海洋再生可能エネルギーの地産地消を目指している．

◆津軽海峡の潮流・海流に関する現地観測及び数値シミュレーション◆

調査概要

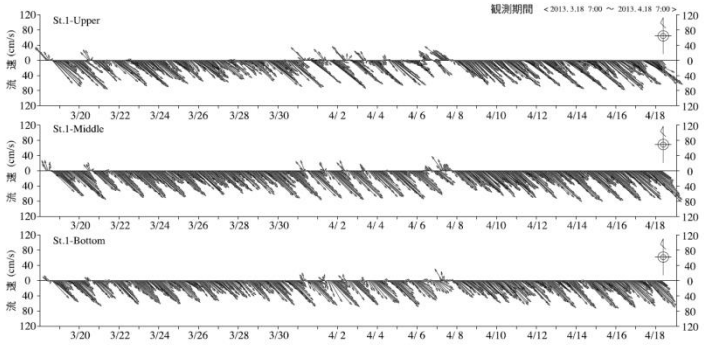
津軽海峡内では狭窄水路となる白神岬−竜飛崎間及び汐首岬−大間崎間で高い流れエネルギーが得られることが指摘されている．そのうち，本研究は図−1に示す汐首岬沿岸海域（水深−25m）を選定し，表−1のような諸元のもと，年間通じた津軽海峡の流況観測を実施した．



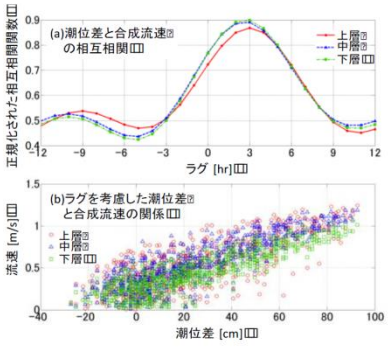
図−1　多層流速観測位置

表−1　観測諸元

観測位置	函館市汐首岬沖合約 800m（水深 -25m） 北緯 41° 43′ 1.9″　東経 140° 56′ 30.7″
観測期間	春期：2013年3月18日～2013年4月18日の31昼夜 夏期：2013年7月31日～2013年9月4日の35昼夜 秋期：2013年10月19日～2013年12月4日の45昼夜 冬期：2013年12月4日～2014年1月20日の47昼夜
使用機器	ADCP（超音波式ドップラー流速計） 発信周波数：300kHz
観測層	上層：海底から 23.3m 中層：海底から 12.2m 下層：海底から 3.2m
測定間隔	60 分
測定時間	20 分
サンプリング間隔	1 秒



図−2　観測流速ベクトル分布(春期)

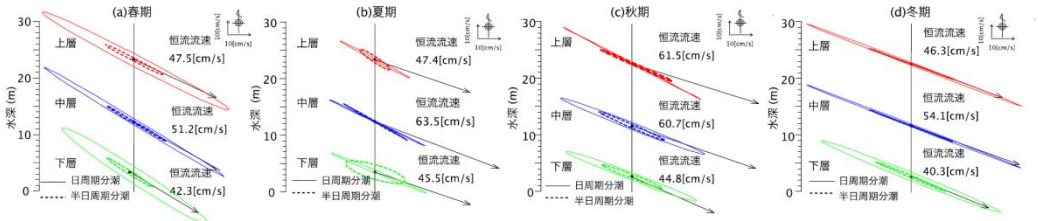


図−3　観測流速と潮位の相互相関(春期)

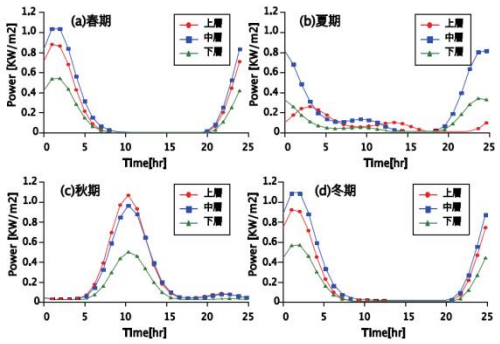
津軽海峡の流況特性

図−2は各層の春期における流速ベクトル図を示す．観測期間中における津軽海峡の流れは，流速・流向ともに水深方向にほぼ等しく分布し，図−1で示した等深線方向に沿って汐首岬に向かう南東方向の流れか，全層にわたり周期的な消長を伴いながら卓越する．季節によって多少の強弱があるものの，観測期間中における南東方向の流向発生頻度は70%以上に達し，観測期間内で測定された最大流速も卓越流向と同じ南東方向で発生することがわかった．

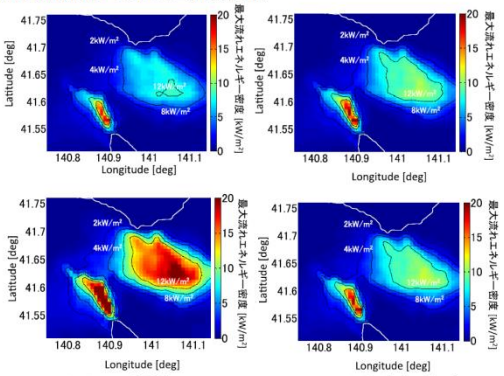
図−3は，実測潮位において日本海側(深浦)から太平洋側(下北)を差し引いた潮位差と各層で得た東方及び北方観測流速の合成流速との相互相関をとったものである．これより，各層の観測流速は，潮位差に対して3時間ほど遅れて応答し，3時間遅れを考慮した両者の相関も高くなる．この日本海側と太平洋側で生じる潮位差は，津軽海峡の各層で生じる流速に大きな影響を及ぼしているものと推察される．



図−4　各季における日周期及び半日周期分潮の潮流楕円及び恒流(海流)



図−5　観測流速による潮流＋恒流(海流)のエネルギー密度



図−6　数値シミュレーションによる津軽海峡東部海域全域での最大エネルギー密度

津軽海峡の流れエネルギーポテンシャル

図−4は調和分解によって求めた各季の潮流楕円と恒流流速を示す．恒流成分は別途の検討から主に海流によるものであることがわかっている．前述した南東方向に向かって周期的に消長する流れは，北西−南東方向に長軸を有する日周期による潮流の影響を強く受けると同時に，南東方向に向かう恒流(海流)が加わることで，北西方向に向かう潮流を打ち消すことで生じることがわかった．

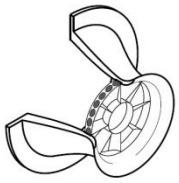
図−5は図−4から求めた日当たりのエネルギー密度を示す．年間を通じて中層付近の密度が最も高く，大凡0.8〜1.1[kW/m^2]程度と比較的安定したエネルギー密度を有する．しかし，日変動は著しく，効率的なエネルギー回収システムの構築が，発電装置に不可欠である．また，図−6は数値シミュレーションによって求めた津軽海峡東部海域全域での流れエネルギー密度を示す．汐首岬及び下北半島先端部で高い流れエネルギーが賦存するが，発電装置の設置水深や送電コストを考えた適地選定が必要といえる．

◆津軽海峡の潮流・海流に特化した発電装置の開発◆

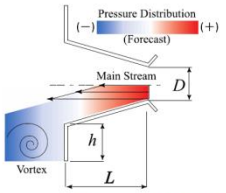
つば付き漸拡デュフェーザ発電装置の開発

前述した流況変化に柔軟に応じるため，現在，「つば付き漸拡デュフェーザ」を有するタービン一体型発電装置(図−7)の開発を行っている．レンズ効果による急縮部の流速増幅(図−8)により低い速度域でも高い増速効果を得ることに成功している(図−9)．

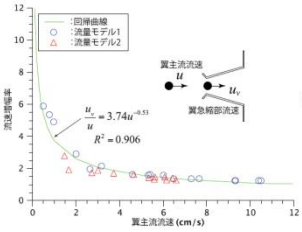
今後は，潮海流エネルギー自体が絶対的に不足する期間でも安定した電力が回収できるよう，模型実験やCFD解析(図−10)，現地実証実験など多面的な検討を通じ，システムの最適化を図る予定である．



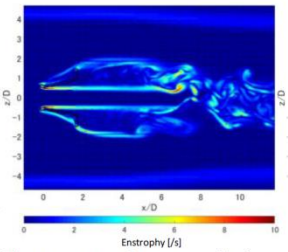
図−7　発電装置の概念図



図−8　発電装置の増速機構



図−9　流速増幅効果



図−10　エンストロフィー分布

津軽海峡の潮流を利用し、発電を実現するために現地調査を実施しました。その結果、比較的安定したエネルギー密度があるものの、発電をするためには、より増速した方が効果的とわかりました。そのため、風力発電で実績のある風レンズ風車の原理を応用した増速ディフューザーの開発を進めています。

この他にも、海洋調査に水中ドローンを応用する研究や、地元のニーズに応える研究・分析を進めていく予定です。