

2024年度NEDO再生可能エネルギー一部成果報告会 プログラムNo.15

契約件名

グリーンイノベーション基金事業/
洋上風力発電の低コスト化/
洋上風力運転保守高度化事業/海底ケーブル布設専用船/
(Cable Laying Vessel : CLV) 開発プロジェクト

発表日： 2024年12月18日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 植木 圭紀

団体名 CLV開発合同会社

問い合わせ先 E-mail: tueki@ebridgere.com

1. 目的

- 国内洋上風力マーケット初となる最新鋭の海底ケーブル布設専用船（Cable Laying Vessel : CLV）を開発・導入し、2030年に国内並びにアジアマーケットにおいて、着床式・浮体式洋上風力向け海底ケーブル布設工事マーケットの主要プレーヤーとなることを目指す。

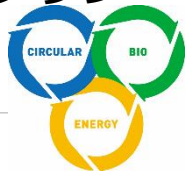
2. 期間 2022年 ～ 2030年

3. 目標


- CLVの開発・導入により、海底ケーブル布設工程を大幅に短縮し布設コスト削減することにより、発電コスト低減を目指す。

4. 成果・進捗概要

- コンセプト設計取り纏め、AiP取得。
- 有義波高2.5m Hs以上において海底ケーブル布設作業が可能であることより、従来海底ケーブル布設台船と比較し、半分以下の工程に短縮出来る見通しが立った。
- 海底ケーブル布設コストに関し、従来台船と比較し、2割以上コストダウン出来る見通しが立った。



CLV導入の必要性・導入メリットとは？

国内マーケット現状の課題		
<ul style="list-style-type: none"> ・台船は海象条件の影響を受けやすい為、建設工程が長期化し、建設コストの高騰要因の一つとなっている。 ・台船しかないことより、冬季の突発的な事故対応が困難であり、発電量が大幅に減少するリスクがある。特に、海底ケーブルが損傷した場合、最悪、プラント全体が送電出来ない状況に陥る可能性がある。 		
		
CLV導入メリット		
	建設期間中	商業運転期間中
発電量 (AEP) 増加	<ul style="list-style-type: none"> ・ EPC建設工程が大幅短縮⇒早期運転開始 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 24時間対応による大幅メンテナンス期間短縮。 ・ 突発的な事故対応が迅速に対応可。
初期投資コスト (CAPEX) 減少	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海底ケーブル据付工程が大幅短縮+風車据付工程早期開始⇒EPCコスト削減。 	—
運転コスト (OPEX) 減少	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ 効率的なO&M実施に因りOPEX減。

研究開発内容：CLV必要性

CLV VS 台船

	日本における海底ケーブル布設用バージ（台船）		欧州における最新鋭の海底ケーブル布設専用船
船名	海洋	あわじ	NEXUS
建造	2001年	1973年	2014年
船長	80m	66m	123m
幅	26m	26m	28m
深さ（ドラフト）	5.0m	3.7m(2.0m)	(5.8m)
クルーセル （ターンテーブル）	2,500ton	1,500ton	5,000ton
宿泊設備	30名	9名	90名
	あわじ：秋田・能代港洋上作業中。 石狩新港洋上風力向けあわじ使用予定。		海底ケーブル布設船のベンツ！
所有者	日本サルベージ	関海事	Van Oord
安全性	作業限界1m未満。		作業限界2.5m。埋設に関しては3m。
作業性	スペース狭い		スペース広い
ダイナミックポジションシステム	DP1（冗長性乏しい）	DP1（冗長性が乏しい）。 スラスタ：487.5kW x 4基	DP2(機械・電氣的な冗長性が高い)。 定点保持能力高い。 トンネルスラスタ：1,000kW x 2基 リトラクタブル・アジマススラスタ：1,000kW x 1基
オペレーションシステム	無い。工事期間中の海底ケーブル損傷リスク高い。		ある。デッキ上の装備のオペレーションが一括制御。工事期間中の海底ケーブル損傷リスク低い。
モニタリングシステム	ROVはバージ搭載不可。海中状況を把握困難。		ROV搭載可。更に、3Dソナーやエコシステムを併用し、海中の状況を、精緻に把握。



研究開発内容：KPI

国内サイトにおけるCLV技術要件を鑑み、最終的に下記3点をKPIとして設定。

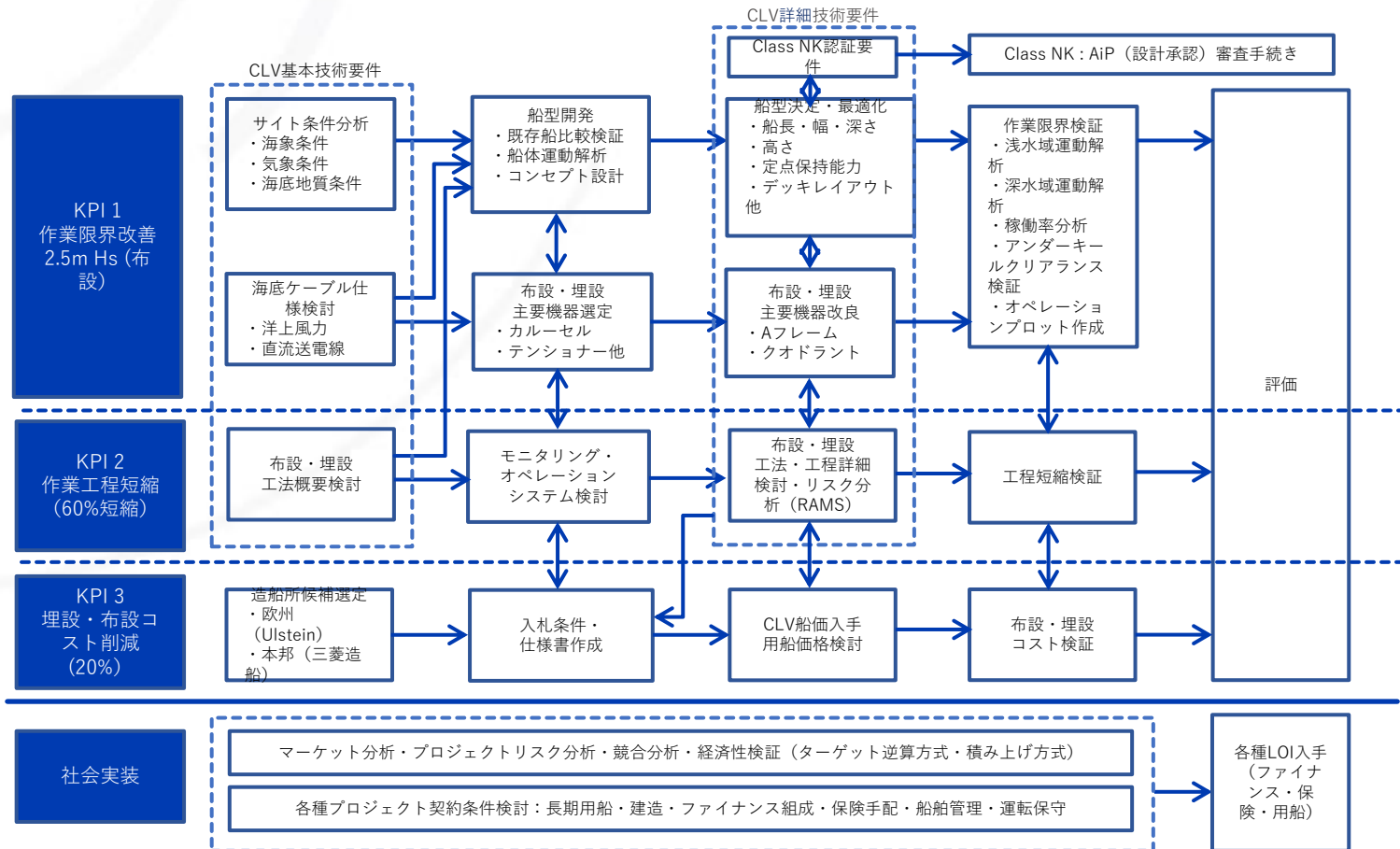
- 1) CLV作業制限：施工性
コンセプト設取り纏めに際し、技術面で下記点に重点を置き技術検討を重ね、作業制限の改善を目指した。
 - 造波抵抗低減・機動性改善：船首・船尾設計
 - 浅水域対応設計：ドラフト浅・プロペラ位置高
 - カルーセル容量・機能：洋上風力 & 直流送電線
 - 布設・埋設機能：装備・作業方法・デッキレイアウト検討

- 2) 工程短縮：
 - 海底ケーブル据付要領策定・リスク分析実施（RAMS：Risk Assessment & Method of Statement）
 - CLV稼働率検証

- 3) 据付コスト削減：
 - 上記工程に基づきコスト積算・比較検証（CLV VS 台船）

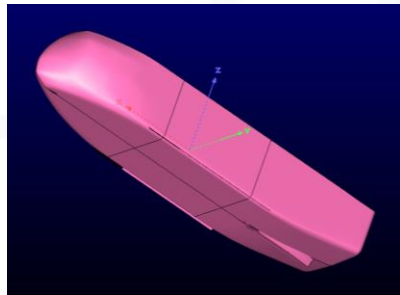
研究開発成果：作業内容

洋上風力 & 直流送電線向け両方に活用出来る多目的CLVの開発を実施。

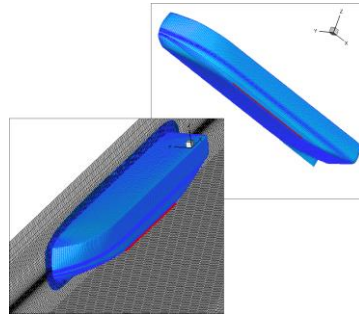


研究開発成果：コンセプト設計

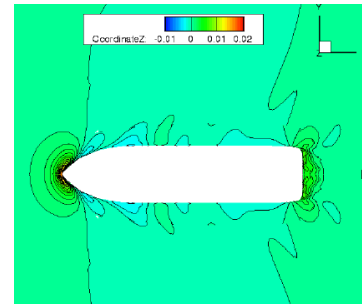
直流海底送電線向け作業にも対応することを勘案し、カールセル容量を大型化。布設・埋設主要機器を選定しデッキレイアウトを策定。



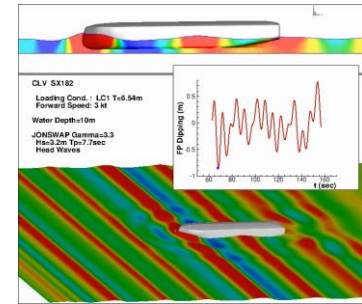
CLV3Dモデル化



設計検証



造波抵抗検証



UKC検証



<https://ulstein.com/vessels/vessels/cable-lay-vessel/>

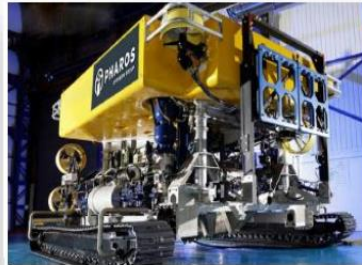
研究成果：海底ケーブル布設・埋設作業

CLVに求められる基本的な要件：

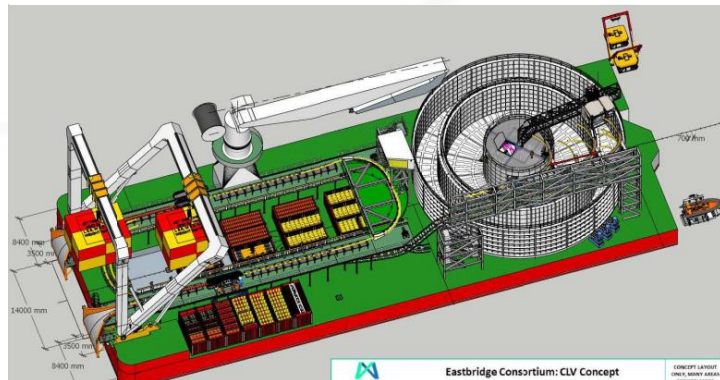
- ① 定点保持能力、② リアルタイムモニタリング、③ オペレーションシステム



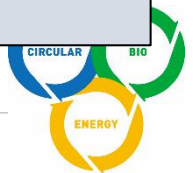
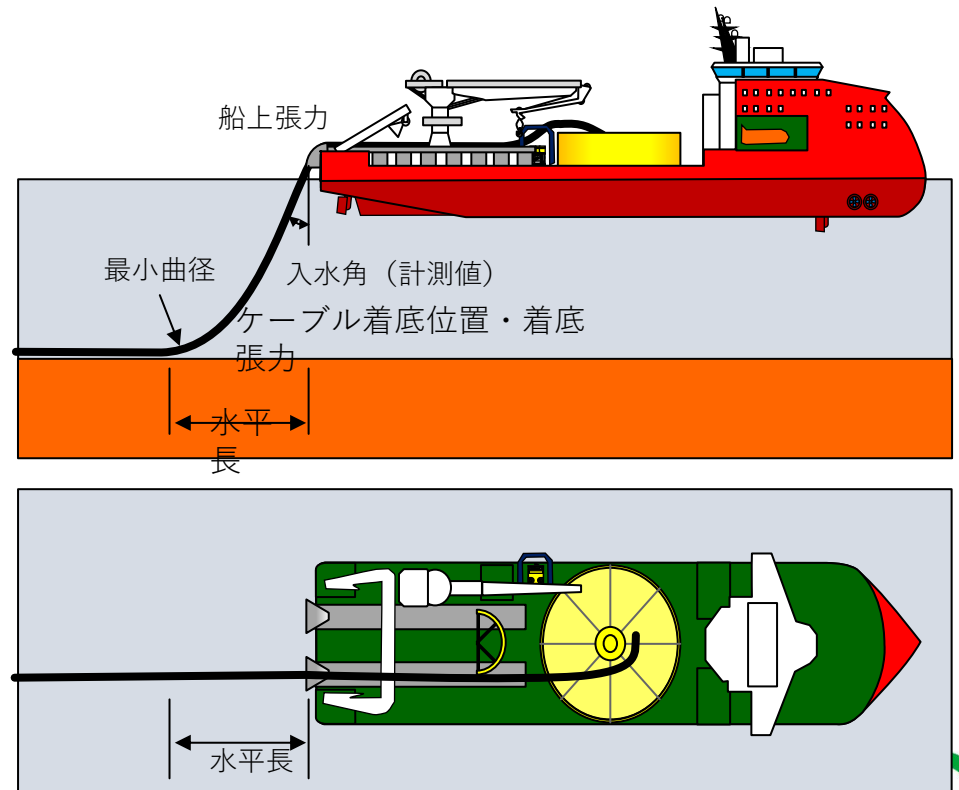
SMD MD3 300 Plough
L15.0m, W6.5m, H6.6m



SMD Trencher 1600
L7.8m, W6.3m, H5.0m

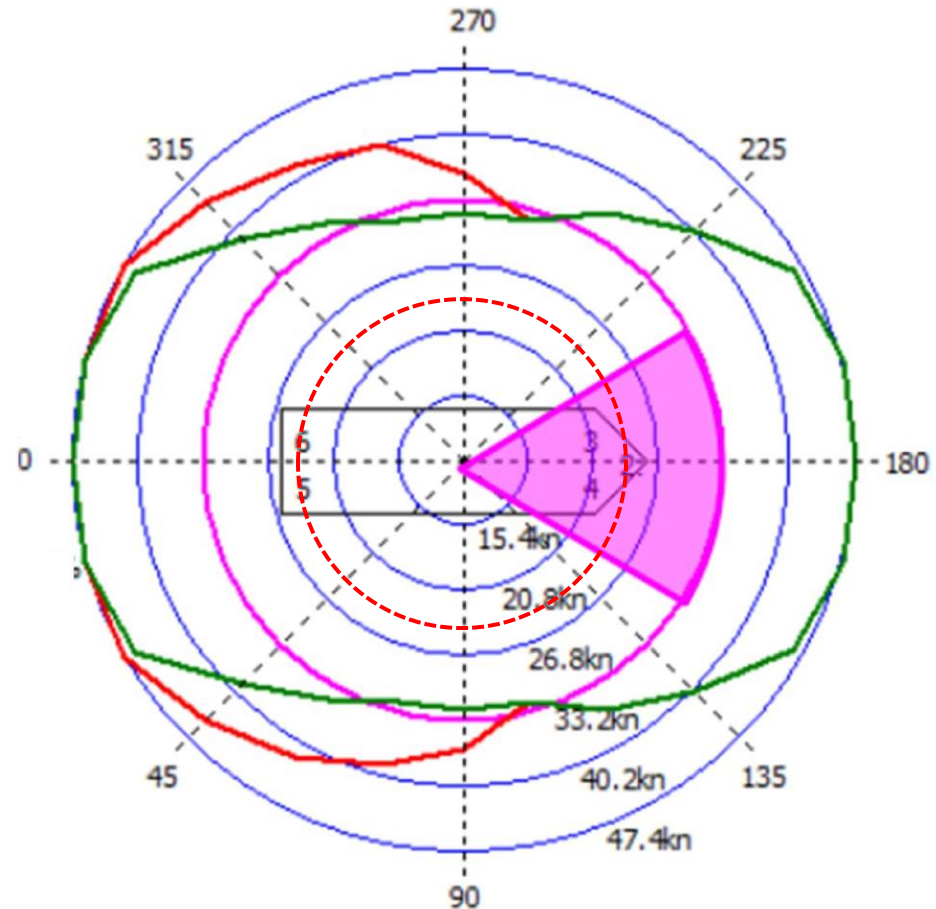


Eastbridge Consortium: CLV Concept
CONCEPT LAYOUT
©2016 NEDO, NRI, NIES, NICTD, NICTA, NICTE, NICTO, NICTP, NICTQ, NICTR, NICTS, NICTU, NICTV, NICTW, NICTX, NICTY, NICTZ, NICTAA, NICTAB, NICTAC, NICTAD, NICTAE, NICTAF, NICTAG, NICTAH, NICTAI, NICTAJ, NICTAK, NICTAL, NICTAM, NICTAN, NICTAO, NICTAP, NICTAQ, NICTAR, NICTAS, NICTAT, NICTAU, NICTAV, NICTAW, NICTAX, NICTAY, NICTAZ, NICTBA, NICTBB, NICTBC, NICTBD, NICTBE, NICTBF, NICTBG, NICTBH, NICTBI, NICTBJ, NICTBK, NICTBL, NICTBM, NICTBN, NICTBO, NICTBP, NICTBQ, NICTBR, NICTBS, NICTBT, NICTBU, NICTBV, NICTBW, NICTBX, NICTBY, NICTBZ, NICTCA, NICTCB, NICTCC, NICTCD, NICTCE, NICTCF, NICTCG, NICTCH, NICTCI, NICTCJ, NICTCK, NICTCL, NICTCM, NICTCN, NICTCO, NICTCP, NICTCQ, NICTCR, NICTCS, NICTCT, NICTCU, NICTCV, NICTCW, NICTCX, NICTCY, NICTCZ, NICTDA, NICTDB, NICTDC, NICTDD, NICTDE, NICTDF, NICTDG, NICTDH, NICTDI, NICTDJ, NICTDK, NICTDL, NICTDM, NICTDN, NICTDO, NICTDP, NICTDQ, NICTDR, NICTDS, NICTDT, NICTDU, NICTDV, NICTDW, NICTDX, NICTDY, NICTDZ, NICTEA, NICTEB, NICTEC, NICTED, NICTEF, NICTEG, NICTEH, NICTEI, NICTEJ, NICTEK, NICTEL, NICTEM, NICTEN, NICTEO, NICTEP, NICTEQ, NICTER, NICTES, NICTET, NICTEU, NICTEV, NICTEW, NICTEX, NICTEY, NICTEZ, NICTFA, NICTFB, NICTFC, NICTFD, NICTFE, NICTFF, NICTFG, NICTFH, NICTFI, NICTFJ, NICTFK, NICTFL, NICTFM, NICTFN, NICTFO, NICTFP, NICTFQ, NICTFR, NICTFS, NICTFT, NICTFU, NICTFV, NICTFW, NICTFX, NICTFY, NICTFZ, NICTGA, NICTGB, NICTGC, NICTGD, NICTGE, NICTGF, NICTGG, NICTGH, NICTGI, NICTGJ, NICTGK, NICTGL, NICTGM, NICTGN, NICTGO, NICTGP, NICTGQ, NICTGR, NICTGS, NICTGT, NICTGU, NICTGV, NICTGW, NICTGX, NICTGY, NICTGZ, NICTHA, NICTHB, NICTHC, NICTHD, NICTHE, NICTHF, NICTHG, NICTHH, NICTHI, NICTHJ, NICTHK, NICTHL, NICTHM, NICTHN, NICTHO, NICTHP, NICTHQ, NICTHR, NICTHS, NICTHT, NICTHU, NICTHV, NICTHW, NICTHX, NICTHY, NICTHZ, NICTIA, NICTIB, NICTIC, NICTID, NICTIE, NICTIF, NICTIG, NICTIH, NICTIJ, NICTIK, NICTIL, NICTIM, NICTIN, NICTIO, NICTIP, NICTIQ, NICTIR, NICTIS, NICTIT, NICTIU, NICTIV, NICTIW, NICTIX, NICTIY, NICTIZ, NICTJA, NICTJB, NICTJC, NICTJD, NICTJE, NICTJF, NICTJG, NICTJH, NICTJI, NICTJK, NICTJL, NICTJM, NICTJN, NICTJO, NICTJP, NICTJQ, NICTJR, NICTJS, NICTJT, NICTJU, NICTJV, NICTJW, NICTJX, NICTJY, NICTJZ, NICTKA, NICTKB, NICTKC, NICTKD, NICTKE, NICTKF, NICTKG, NICTKH, NICTKI, NICTKJ, NICTKK, NICTKL, NICTKM, NICTKN, NICTKO, NICTKP, NICTKQ, NICTKR, NICTKS, NICTKT, NICTKU, NICTKV, NICTKW, NICTKX, NICTKY, NICTKZ, NICTLA, NICTLB, NICTLC, NICTLD, NICTLE, NICTLF, NICTLG, NICTLH, NICTLI, NICTLJ, NICTLK, NICTLL, NICTLM, NICTLN, NICTLO, NICTLP, NICTLQ, NICTLR, NICTLS, NICTLT, NICTLU, NICTLV, NICTLW, NICTLX, NICTLY, NICTLZ, NICTMA, NICTMB, NICTMC, NICTMD, NICTME, NICTMF, NICTMG, NICTMH, NICTMI, NICTMJ, NICTMK, NICTML, NICTMN, NICTMO, NICTMP, NICTMQ, NICTMR, NICTMS, NICTMT, NICTMU, NICTMV, NICTMW, NICTMX, NICTMY, NICTMZ, NICTNA, NICTNB, NICTNC, NICTND, NICTNE, NICTNF, NICTNG, NICTNH, NICTNI, NICTNJ, NICTNK, NICTNL, NICTNM, NICTNO, NICTNP, NICTNQ, NICTNR, NICTNS, NICTNT, NICTNU, NICTNV, NICTNW, NICTNX, NICTNY, NICTNZ, NICTOA, NICTOB, NICTOC, NICTOD, NICTOE, NICTOF, NICTOG, NICTOH, NICTOI, NICTOJ, NICTOK, NICTOL, NICTOM, NICTON, NICTOO, NICTOP, NICTOQ, NICTOR, NICTOS, NICTOT, NICTOU, NICTOV, NICTOW, NICTOX, NICTOY, NICTOZ, NICTPA, NICTPB, NICTPC, NICTPD, NICTPE, NICTPF, NICTPG, NICTPH, NICTPI, NICTPJ, NICTPK, NICTPL, NICTPM, NICTPN, NICTPO, NICTPP, NICTPQ, NICTPR, NICTPS, NICTPT, NICTPU, NICTPV, NICTPW, NICTPX, NICTPY, NICTPZ, NICTQA, NICTQB, NICTQC, NICTQD, NICTQE, NICTQF, NICTQG, NICTQH, NICTQI, NICTQJ, NICTQK, NICTQL, NICTQM, NICTQN, NICTQO, NICTQP, NICTQQ, NICTQR, NICTQS, NICTQT, NICTQU, NICTQV, NICTQW, NICTQX, NICTQY, NICTQZ, NICTRA, NICTRB, NICTRC, NICTRD, NICTRE, NICTRF, NICTRG, NICTRH, NICTRI, NICTRJ, NICTRK, NICTRL, NICTRM, NICTRN, NICTRO, NICTRP, NICTRQ, NICTRR, NICTRS, NICTRT, NICTRU, NICTRV, NICTRW, NICTRX, NICTRY, NICTRZ, NICTSA, NICTSB, NICTSC, NICTSD, NICTSE, NICTSF, NICTSG, NICTSH, NICTSI, NICTSJ, NICTSK, NICTSL, NICTSM, NICTSN, NICTSO, NICTSP, NICTSQ, NICTSR, NICTSS, NICTST, NICTSU, NICTSV, NICTSW, NICTSX, NICTSY, NICTSZ, NICTTA, NICTTB, NICTTC, NICTTD, NICTTE, NICTTF, NICTTG, NICTTH, NICTTI, NICTTJ, NICTTK, NICTTL, NICTTM, NICTTN, NICTTO, NICTTP, NICTTQ, NICTTR, NICTTS, NICTTT, NICTTU, NICTTV, NICTTW, NICTTX, NICTTY, NICTTZ, NICTUA, NICTUB, NICTUC, NICTUD, NICTUE, NICTUF, NICTUG, NICTUH, NICTUI, NICTUJ, NICTUK, NICTUL, NICTUM, NICTUN, NICTUO, NICTUP, NICTUQ, NICTUR, NICTUS, NICTUT, NICTUU, NICTUV, NICTUW, NICTUX, NICTUY, NICTUZ, NICTVA, NICTVB, NICTVC, NICTVD, NICTVE, NICTVF, NICTVG, NICTVH, NICTVI, NICTVJ, NICTVK, NICTVL, NICTVM, NICTVN, NICTVO, NICTVP, NICTVQ, NICTVR, NICTVS, NICTVT, NICTVU, NICTVV, NICTVW, NICTVX, NICTVY, NICTVZ, NICTWA, NICTWB, NICTWC, NICTWD, NICTWE, NICTWF, NICTWG, NICTWH, NICTWI, NICTWJ, NICTWK, NICTWL, NICTWM, NICTWN, NICTWO, NICTWP, NICTWQ, NICTWR, NICTWS, NICTWT, NICTWU, NICTWV, NICTWW, NICTWX, NICTWY, NICTWZ, NICTXA, NICTXB, NICTXC, NICTXD, NICTXE, NICTXF, NICTXG, NICTXH, NICTXI, NICTXJ, NICTXK, NICTXL, NICTXM, NICTXN, NICTXO, NICTXP, NICTXQ, NICTXR, NICTXS, NICTXT, NICTXU, NICTXV, NICTXW, NICTXX, NICTXY, NICTXZ, NICTYA, NICTYB, NICTYC, NICTYD, NICTYE, NICTYF, NICTYG, NICTYH, NICTYI, NICTYJ, NICTYK, NICTYL, NICTYM, NICTYN, NICTYO, NICTYP, NICTYQ, NICTYR, NICTYS, NICTYT, NICTYU, NICTYV, NICTYW, NICTYX, NICTYY, NICTYZ, NICTZA, NICTZB, NICTZC, NICTZD, NICTZE, NICTZF, NICTZG, NICTZH, NICTZI, NICTZJ, NICTZK, NICTZL, NICTZM, NICTZN, NICTZO, NICTZP, NICTZQ, NICTZR, NICTZS, NICTZT, NICTZU, NICTZV, NICTZW, NICTZX, NICTZY, NICTZZ



研究開発成果：作業制限

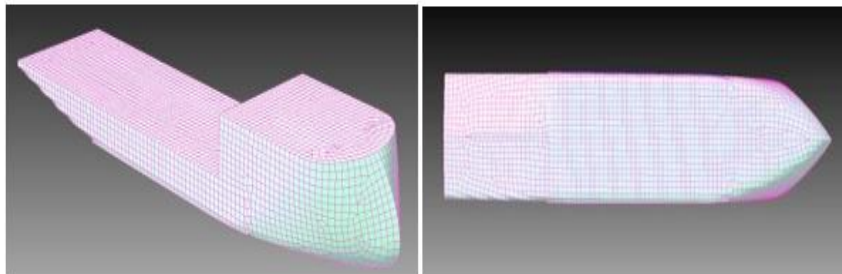
- 定点保持能力検証と船体運動解析より作業限界の検証を実施。
- 2.5m Hsの作業限界達成を目指しているため、右図オペレーションプロットの赤点線2.6m Hs（風速23.8kn=12.24m/s）において、全方位からの波（風）での操業が可能。



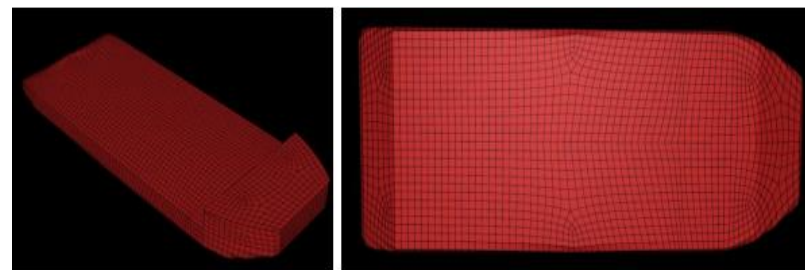
研究開発成果：CLV稼働率検証

工程短縮検討の中で、CLVと台船それぞれを3Dモデル化した上で、様々な国内サイト海象条件に基づきCLV VS 台船の船体運動解析を実施。結果、双方の稼働率を比較検証実施。

CLVパネル分割



Cable Laying Barge (CLB) パネル分割

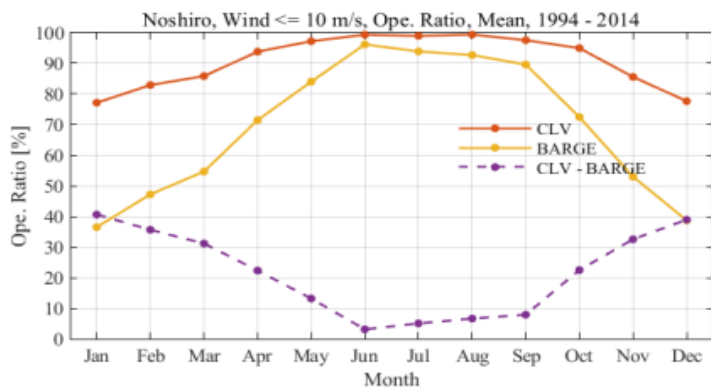


SX182 船体形状を、2mメッシュで、3Dモデル化。
船長 128m x 幅 31m x 深さ 6.5m(4.6m：空荷)

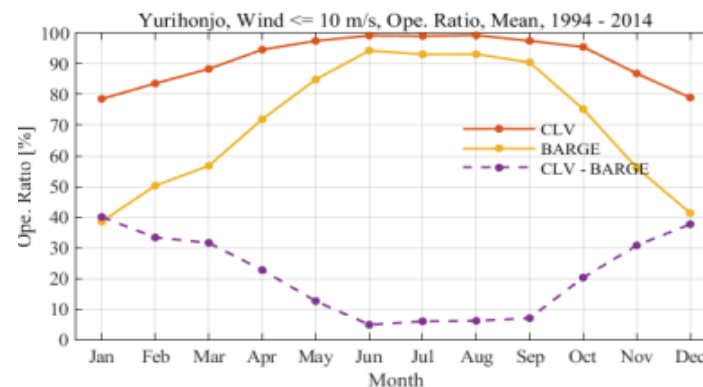
あわじ船体形状を、2mメッシュで、3Dモデル化。
船長 66m x 幅 26m x 深さ 4.6m(2.0m：空荷)

研究開発成果：稼働率検証

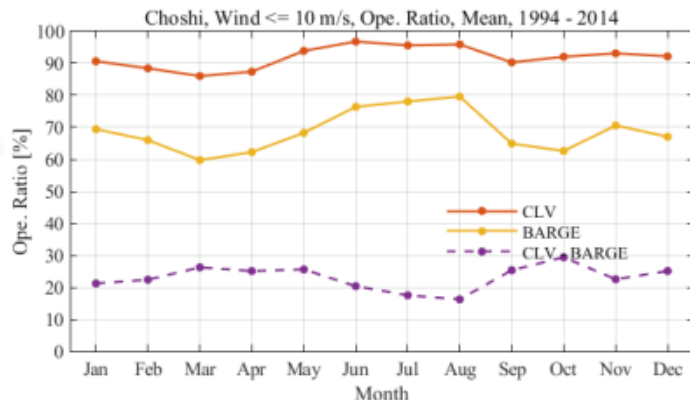
各サイトにおけるCLV VS バージ夫々の稼働率を、波高出現率をシミュレーションすることにより検証。



能代沖：稼働率結果



由利本荘沖：稼働率結果



銚子：稼働率結果

CLVはバージと比較し各サイトで稼働率が高く、工程の大幅な短縮が図れる。

- CLV (2.5m Hs)
- バージ(1.5m Hs)
- 差異

KPI達成状況：

- 1) 作業制限： 有義波高2.5m以上達成見通し
- 2) 工程短縮： 従来工程を半分以下に短縮見通し
- 3) コスト削減： 20%達成見通し

社会実装に向けた今後の課題：

- 長期用船の確保： 10年以上必要
- CLV船価抑制： 世界的な資材高騰の影響、更に、欧州・アジア地域における洋上風力導入加速により価格高騰中
- 日本船籍取得： 長期メンテナンス性も考慮し日本製品の活用を検討。
- 操業体制確立： 慢性的な内航船船員不足である環境下、如何に船員を確保しトレーニングしていくか課題。
- 安全管理体制確立： 関連法規整備
関係省庁・洋上風力事業者・CLV用船事業者連携体制の構築