

海技研DLSAセミナー2022

DLSA-Basic 非線形統計予測機能 及び クラウドアプリ“NMRIW-Lite Web” 紹介

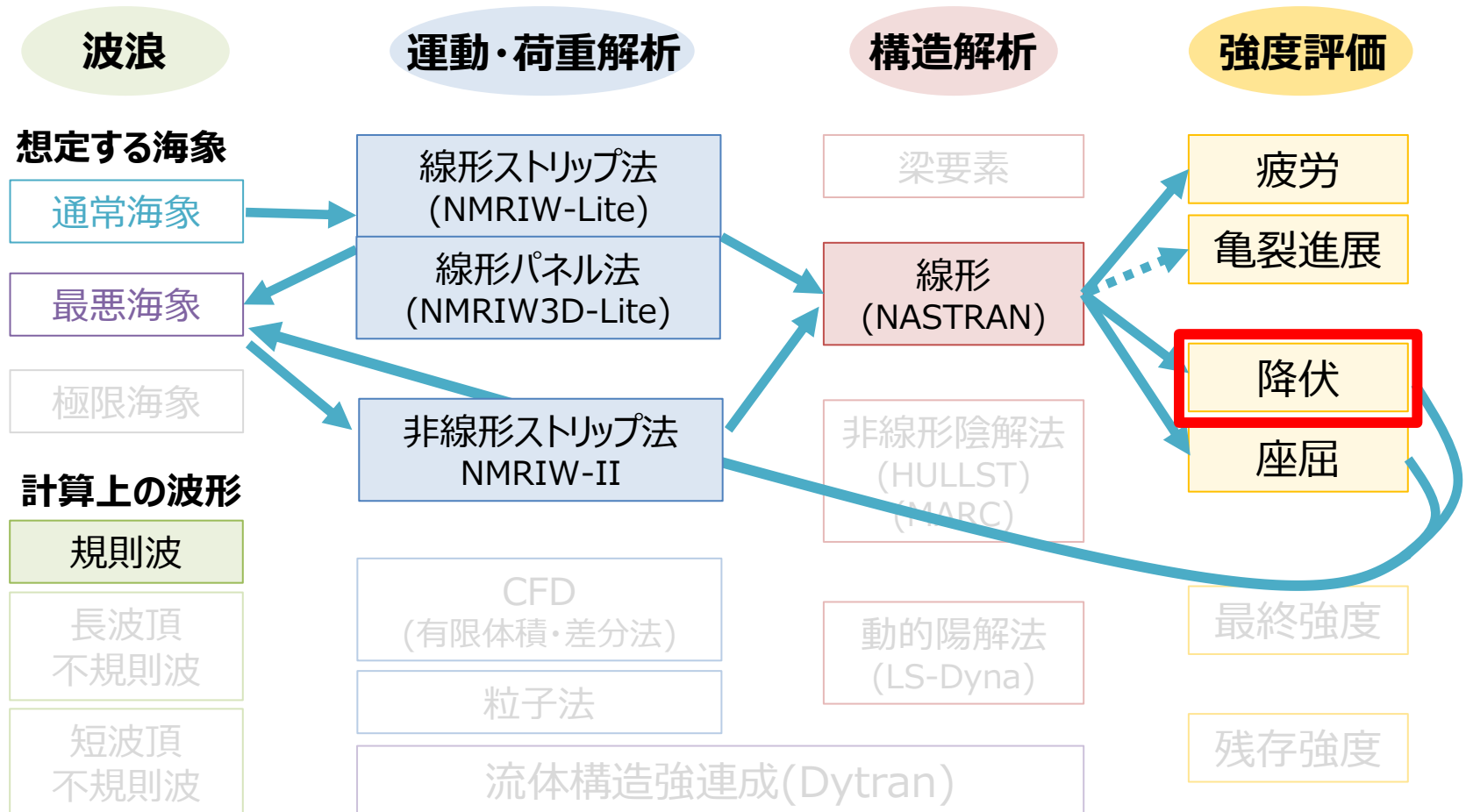


海上技術安全研究所 構造安全評価系
基準開発グループ 松井貞興

DLSA-Basic 非線形統計予測機能 紹介 (Mises応力)

DLSA-Basic 非線形統計予測機能 紹介

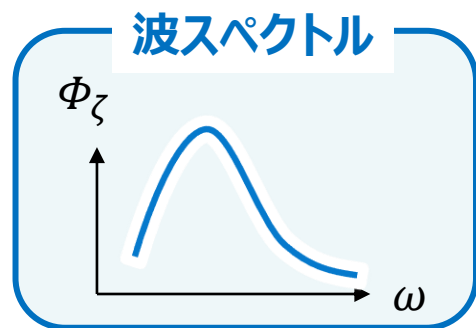
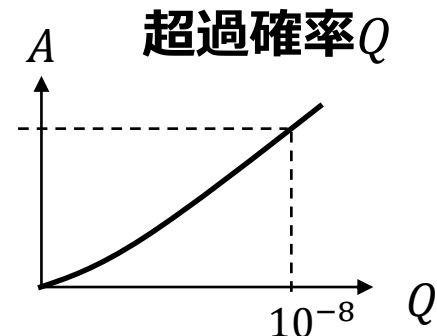
DLSA-Basic



一般的な短期・長期予測法

規則波中の応答
(応答関数)

短期海象中の応答
(応答スペクトル)



波浪発現頻度表

平均波周期 T_z [s]

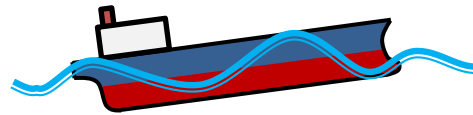
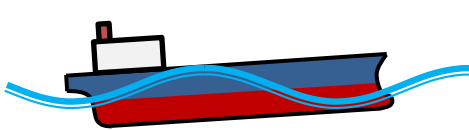
有義波高 H_s

H_s/T_z	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5
0.5	1.3	133.7	865.6	1186	634.2	186.3	36.9	5.6	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0
1.5	0	29.3	986	4976	7738	5570	2376	703.5	160.7	30.5	5.1	0.8	0.1	0	0	0
2.5	0	2.2	197.5	2159	6230	7450	4860	2066	644.5	160.2	33.7	6.3	1.1	0.2	0	0
3.5	0	0.2	34.9	695.5	3227	5675	5099	2838	1114	337.7	84.3	18.2	3.5	0.6	0.1	0
4.5	0	0	6	196.1	1354	3289	3858	2686	1275	455.1	130.9	31.9	6.9	1.3	0.2	0
5.5	0	0	1	51	498.4	1603	2373	2008	1126	463.6	150.9	41	9.7	2.1	0.4	0.1
6.5	0	0	0.2	12.6	167	690.3	1258	1269	825.9	386.8	140.8	42.2	10.9	2.5	0.5	0.1
7.5	0	0	0	3	52.1	270.1	594.4	703.2	524.9	276.7	111.7	36.7	10.2	2.5	0.6	0.1
8.5	0	0	0	0.7	15.4	97.9	255.9	350.6	296.9	174.6	77.6	27.7	8.4	2.2	0.5	0.1
9.5	0	0	0	0.2	4.3	33.2	101.9	159.9	152.2	99.2	48.3	18.7	6.1	1.7	0.4	0.1
10.5	0	0	0	0	1.2	10.7	37.9	67.5	71.7	51.5	27.3	11.4	4	1.2	0.3	0.1
11.5	0	0	0	0	0.3	3.3	13.3	26.6	31.4	24.7	14.2	6.4	2.4	0.7	0.2	0.1
12.5	0	0	0	0	0.1	1	4.4	9.9	12.8	11	6.8	3.3	1.3	0.4	0.1	0
13.5	0	0	0	0	0	0.3	1.4	3.5	5	4.6	3.1	1.6	0.7	0.2	0.1	0
14.5	0	0	0	0	0	0.1	0.4	1.2	1.8	1.8	1.3	0.7	0.3	0.1	0	0
15.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.6	0.7	0.5	0.3	0.1	0.1	0	0
16.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0	0

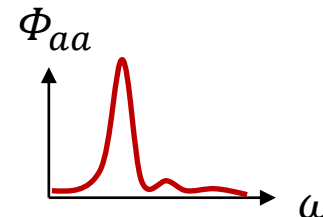
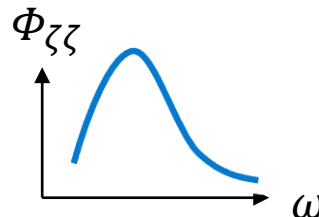
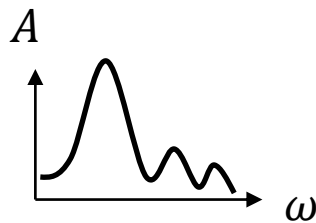
一般的な短期・長期予測法

規則波中の応答
(応答関数)

短期海象中の応答
(応答スペクトル)



$$(\text{応答関数})^2 \times (\text{波スペクトル}) = (\text{応答スペクトル})$$

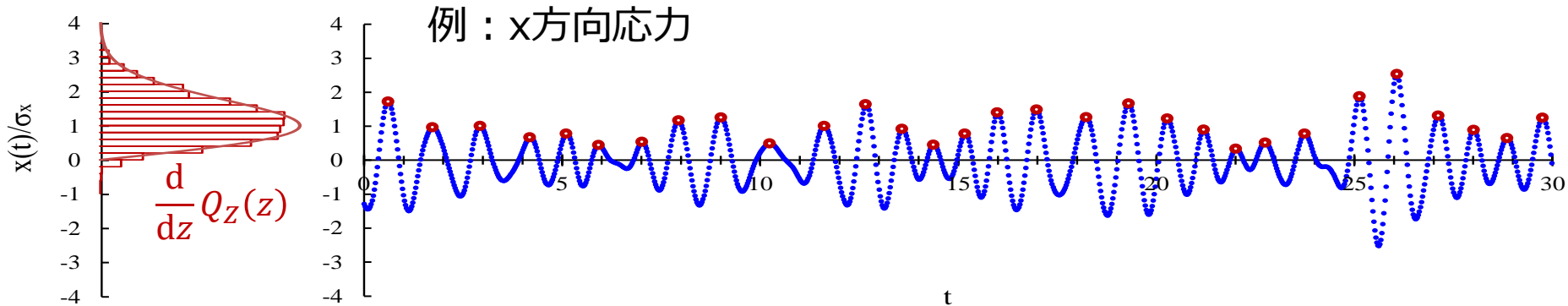


- ✓ 規則波中の応答を重ね合わせて不規則波中の応答を表現
- ✓ 線形の応答(=重ね合わせが可能な応答)にしか適用できないため
非線形応答(Mises応力等)はこれまで便宜的な処置がとられていた

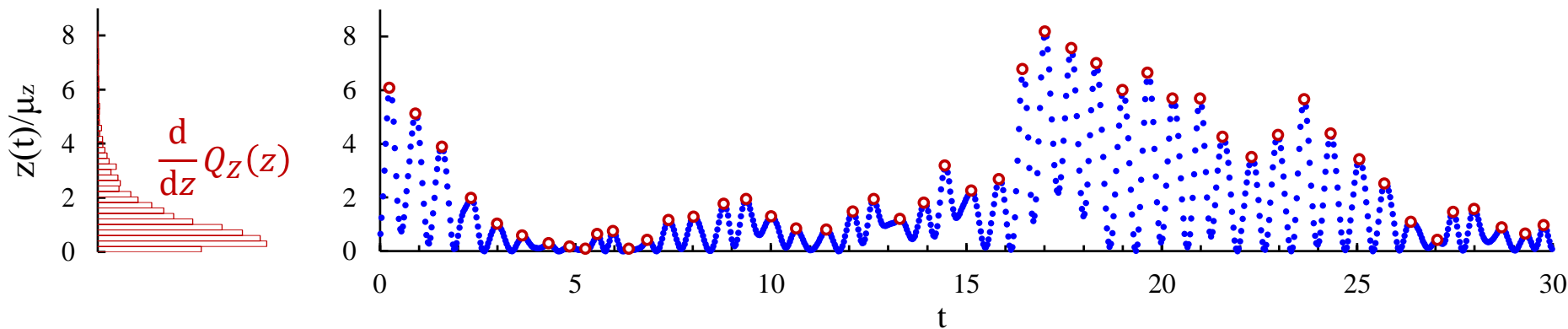
{ 等価設計波による評価
応力成分の長期予測をベースに評価

非線形統計予測法

✓ 線形応答の極値分布 = **Rayleigh分布** $Q_X(x) = \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma_X^2}\right]$



✓ Mises応力の極値分布 = **??分布** $Q_X(x) = ??$



非線形統計予測法

✓ Mises応力の極値分布の計算式 [Madsen 1985]

$$Q_Z(z) = T_{ZZ} \int_0^\pi d\theta \sin \theta \int_0^{2\pi} d\phi f_Y(\mathbf{y}) \left[\frac{\mu_{\dot{y}_N}(\mathbf{y})}{2} \left\{ 1 + \operatorname{erf} \left[\frac{\mu_{\dot{y}_N}(\mathbf{y})}{\sqrt{2}\sigma_{\dot{y}_N}(\mathbf{y})} \right] \right\} + \frac{\sigma_{\dot{y}_N}(\mathbf{y})}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left\{ \frac{\mu_{\dot{y}_N}(\mathbf{y})}{\sigma_{\dot{y}_N}(\mathbf{y})} \right\}^2 \right] \right]$$

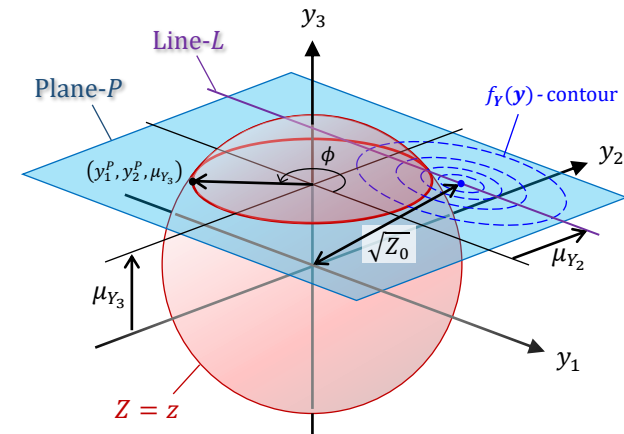
$$f_Y(\mathbf{y}) = \prod_{i=1}^3 \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{Y_i}} \exp \left[-\frac{(y_i - \mu_{Y_i})^2}{2\sigma_{Y_i}^2} \right]$$

$$\mu_{\dot{y}_N}(\mathbf{y}) = \{n\}^T [\Sigma_{\dot{Y}\dot{Y}}] [\Sigma_{Y\dot{Y}}]^{-1} (\{\mathbf{y}\} - \{\mu_Y\})$$

$$\sigma_{\dot{y}_N}(\mathbf{y})^2 = \{n\}^T ([\Sigma_{\dot{Y}\dot{Y}}] - [\Sigma_{\dot{Y}\dot{Y}}] [\Sigma_{Y\dot{Y}}]^{-1} [\Sigma_{Y\dot{Y}}]) \{n\}$$

$$\{\mathbf{y}\} = \begin{cases} \sqrt{z} \sin \theta \cos \phi \\ \sqrt{z} \sin \theta \sin \phi \\ \sqrt{z} \cos \theta \end{cases}$$

$$\{n\} = \begin{cases} \sin \theta \cos \phi \\ \sin \theta \sin \phi \\ \cos \theta \end{cases}$$



積分計算が不要のように簡易化*

$$Q_Z(z) \cong \sqrt{\frac{c_{21}c_{31}}{1 - \frac{c_{12}|\mu_{Y_1}|}{y_1^M}}} \exp \left[-\frac{(y_2^M - \mu_{Y_2})^2}{2\sigma_{Y_2}^2} \right] \left\{ \exp \left[-\frac{(y_1^M + \mu_{Y_1})^2}{2\sigma_{Y_1}^2} \right] + \exp \left[-\frac{(y_1^M - \mu_{Y_1})^2}{2\sigma_{Y_1}^2} \right] \right\}$$

$$y_1^M = \sqrt{z^2 - \mu_{Y_3}^2 - y_2^{M2}}$$

$$y_2^M = \frac{\mu_{Y_2}}{2\alpha} \left\{ \zeta - c_{12}|\mu_{Y_1}| + \alpha c_{21} - \sqrt{(\zeta - c_{12}|\mu_{Y_1}| + \alpha c_{21})^2 - 4\alpha c_{21}\zeta} \right\}$$

$$c_{ij} = \left\{ 1 - \left(\frac{\sigma_{Y_i}^2}{\sigma_{Y_j}^2} \right) \right\}^{-1}$$

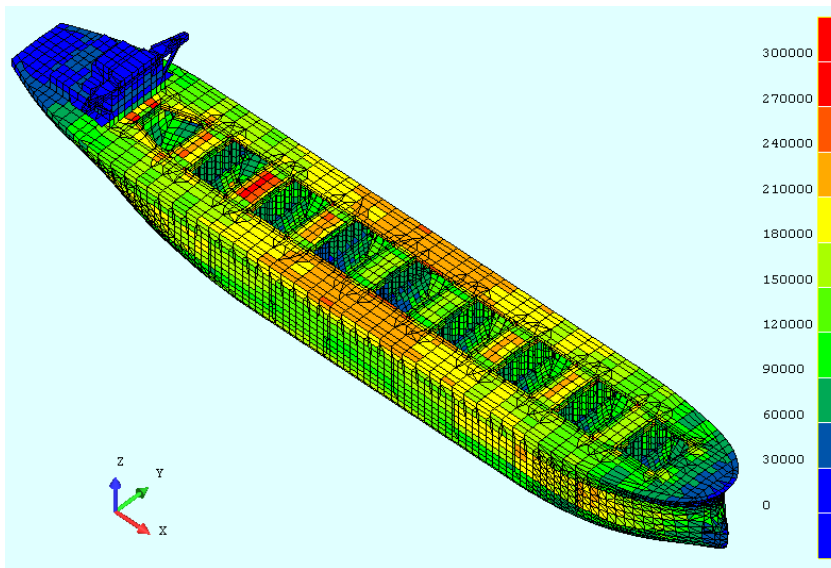
$$\alpha = \sqrt{\mu_{Y_1}^2 + \mu_{Y_2}^2 - |\mu_{Y_1}|}$$

*Matsui. S., Practical Estimation Method for Extreme Value Distribution of von Mises Stress in Ship Structure, JMST, 2022 (under review)

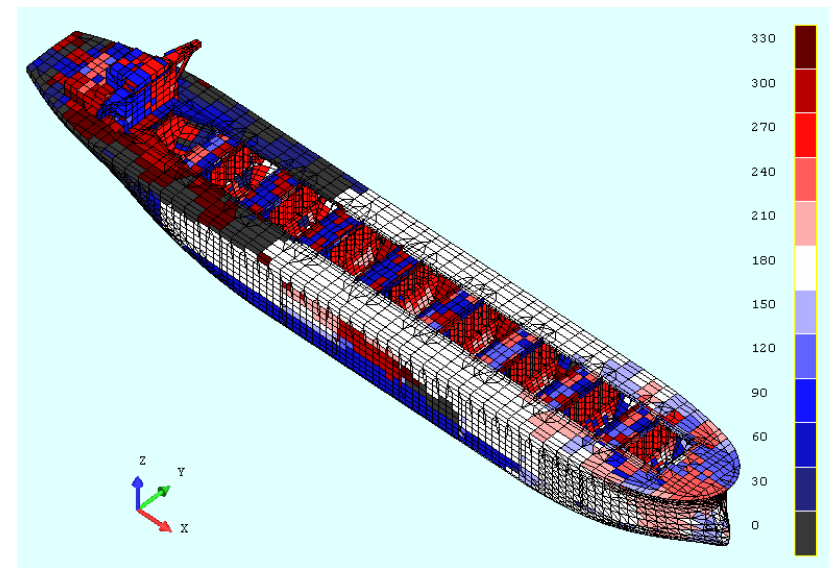
DLSA-Basic Projection機能による

Mises応力長期予測値のマッピング

Mises応力の長期予測値[kPa]



Mises応力の最悪海象の波向き[deg]



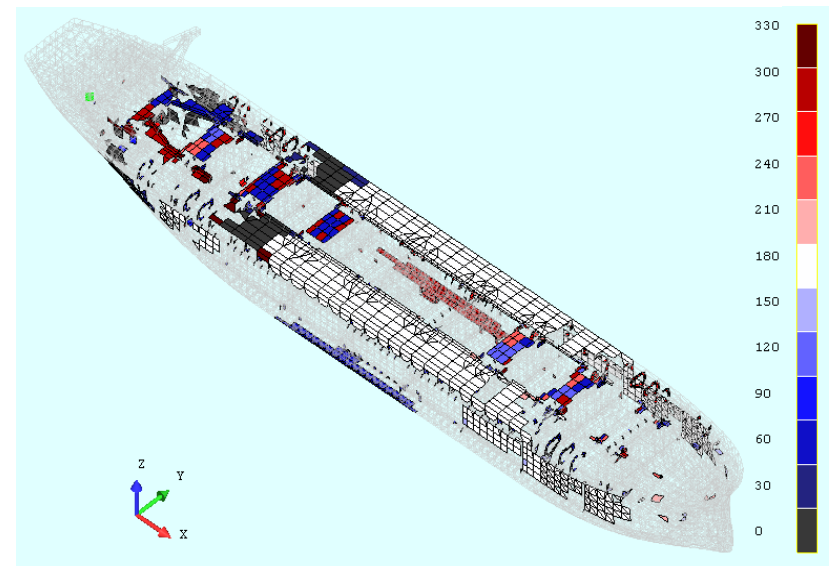
DLSA-Basic Projection機能による

Mises応力長期予測値のマッピング

Mises応力の長

表示要素の
閾値設定機能

Mises応力の最悪海象の波向き[deg]



Mises応力の長期予測値が
180MPa以上になる要素のみ表示

→高応力要素の支配的な波条件など
容易に確認可能に

DLSA-Basic Projection 操作デモ

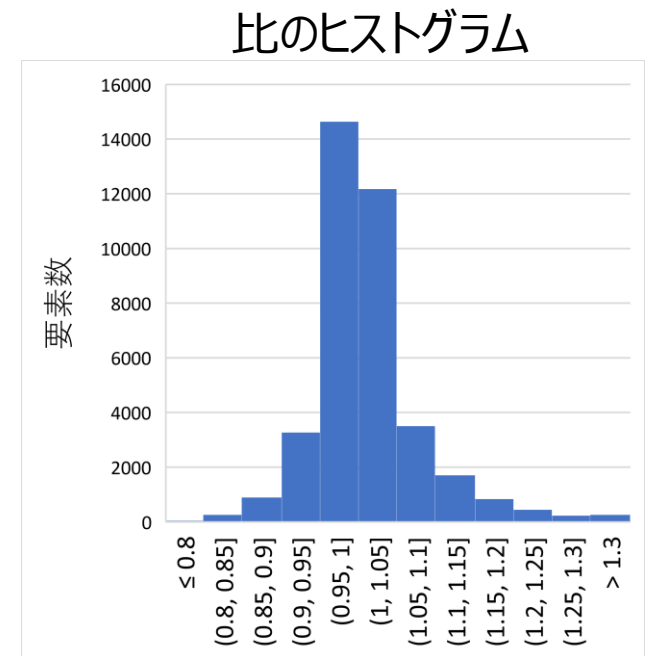
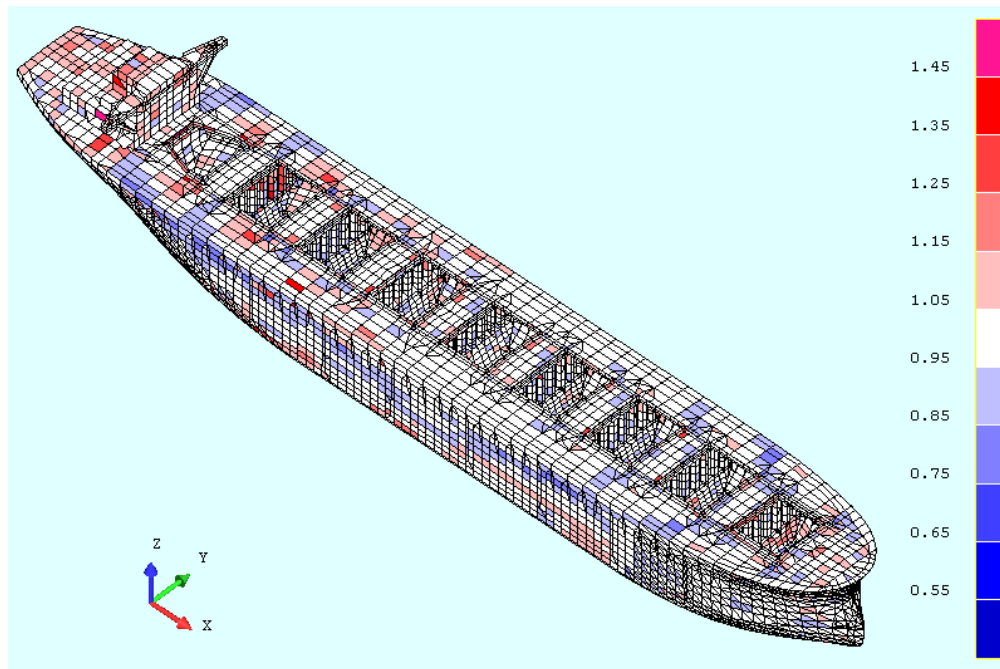
The screenshot displays the DLSA-Basic Projection software interface. The main window shows a 3D model of a ship hull with a stress analysis visualization. The hull is colored according to a stress spectrum, with red indicating high stress and blue indicating low stress. The software interface includes a menu bar at the top with options like Home, Geometry, Meshing, Mesh Cleanup, Mesh Edit, Hex Modeling, Connections, Boundary Conditions, Properties, Analysis, Tools, DLSA Basic, NMRW II, and NMRW-Lite. A toolbar below the menu bar contains various icons for file operations and analysis. On the left side, there is a 'DLSA-Basic Projection' settings panel with the following sections:

- Post Setting:** EXE path: c:\Projection_v204.exe, Run DLSA-Basic Projection button.
- Data Setting:** Case: FN01HW01, Element type: 2D Element, Stress component: von Mises stress, Show data: 10^-8 [kPa].
- Contour Setting:** Contour type: Step, Color number: 10, Display number type: Real type, Precise: 2, Range min/max: 412.853 to 416728, Spectrum type: Rainbow Spectrum, Update contour button.
- Threshold:** Stress Detail: Stress detail of selected, APPLY button, Reset view button.

At the bottom center, there is a scale bar showing 0 to 17.68 meters. Below the scale bar, the units are listed: [m] [s] [°] [N] [rad] [K].

Mises応力の長期予測値 従来法と新提案手法の比較

両結果の比 = (従来法)/(新手法(厳密))



→ これまでの応力成分の長期予測計算に基づいた便宜的な評価法では
2割程度過大or過小評価する可能性がある

→ 今回のVer.UPで**より理に適った降伏強度評価が可能に**

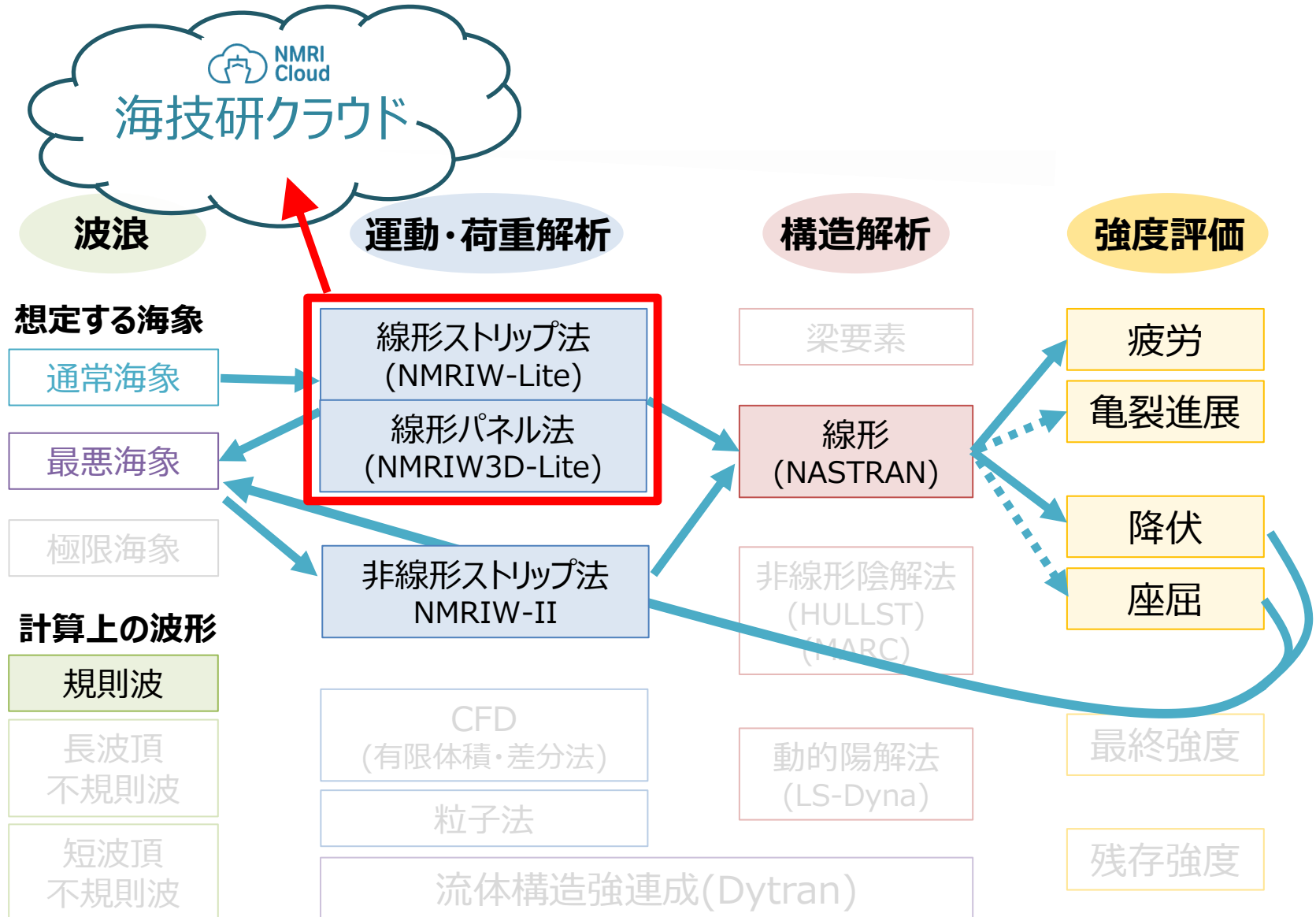
非線形統計予測機能 まとめ

- **Mises応力の統計予測の簡易法を新たに提案し、DLSA-Basicシステムに実装**
- 従来より理論的に**正確な降伏強度評価が可能に**
- 構造要素マッピング機能と合わせ、支配海象の特定を含め、**強力な設計支援ツールに**
- 今後、座屈応力指標などにも適用予定



海技研クラウドアプリ “NMRIW-Lite Web” 紹介

海技研クラウドアプリ “NMRIW-Lite Web” の紹介



海技研クラウドとは



海技研クラウドは、

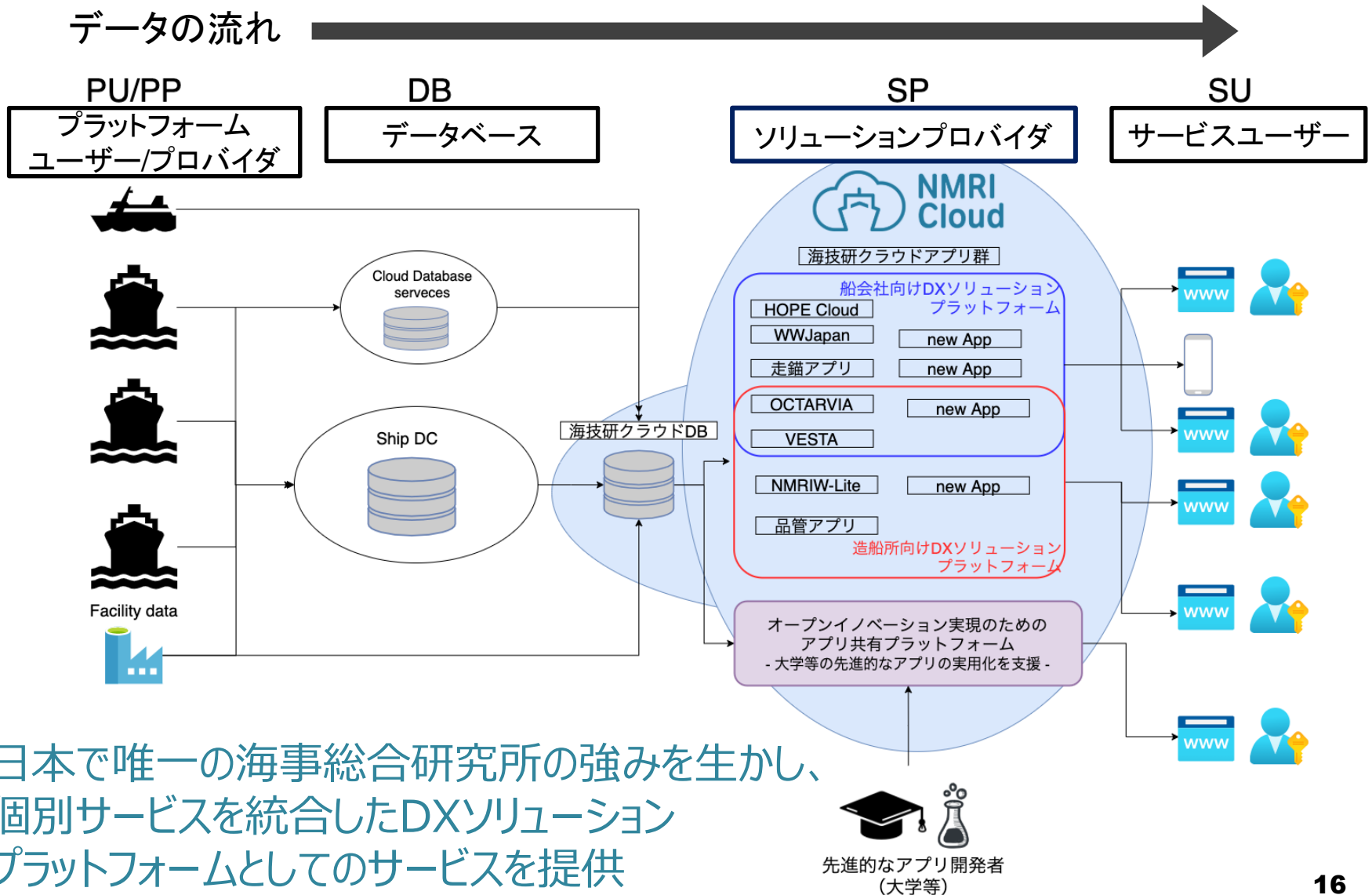
海事・海洋分野のオープンイノベーションを加速させる

ことを目的した**プラットフォーム**として、クラウド技術を

活用した**高度で利便性・拡張性の高いソリューション**を

産業界に提供することを目的としたクラウドサービス。

海技研クラウドとは



日本で唯一の海事総合研究所の強みを生かし、
個別サービスを統合したDXソリューション
プラットフォームとしてのサービスを提供

海技研クラウドポータルサイト

<https://cloud.nmri.go.jp/portal/pub/top>

2021年度～稼働



海技研クラウドとは クラウドサービス紹介 よくある質問(FAQ) お問い合わせ

ログイン

会員登録

海事業界における オープンイノベーションを加速



海事データはクラウド

クラウドサービス紹介



日本近海の波と風のデータベース



HOPE Cloud (船舶性能簡易推定ツール)



錆ing (走錠リスク判定システム)



船舶推進性能データシステム



CRAS-AI (AI貨物輸送経路分析システム)

スマホ向けサイト表示



海事業界における
オープンイノベーションを加速



海事データはクラウドの時代へ

海技研クラウドとは



NMRIW-Lite Webの紹介 (3月中公開予定)

- ✓ 基本はデスクトップ版と同機能(運動、加速度、断面力、水圧)
- ✓ Webブラウザ上でどこからでも簡単に操作可能、PCスペック不問

船体の断面形状および船首尾プロファイルの入力画面

The screenshot displays the NMRIW-Lite Web interface, which is used for inputting ship hull cross-sections and profiles. The interface is divided into four main panels:

- SECTION NO. 8:** Shows a table of data for section 8 and a corresponding graph of Water Line [m] vs. Half Breadth [m].
- SECTION NO. 32:** Shows a table of data for section 32 and a corresponding graph of Water Line [m] vs. Half Breadth [m].
- AFT/FORE PROFILE:** Shows two tables for AFT and FORE profiles and their respective graphs.

SECTION NO. 8 Data:

No.	Half Breadth [m]	Water Line [m]
1	21.4	24.4
2	21.4	22
3	21.4	20
4	21.4	19
5	21.4	18
6	21.4	17
7	21.4	16
8	21.29	15
9	20.86	14

SECTION NO. 32 Data:

No.	Half Breadth [m]	Water Line [m]
4	2.1868	20
5	1.555	19
6	1.123	18
7	0.8818	17
8	0.8472	16
9	0.8441	15
10	0.8914	14
11	1.0931	13
12	1.6914	12

AFT/FORE PROFILE Data:

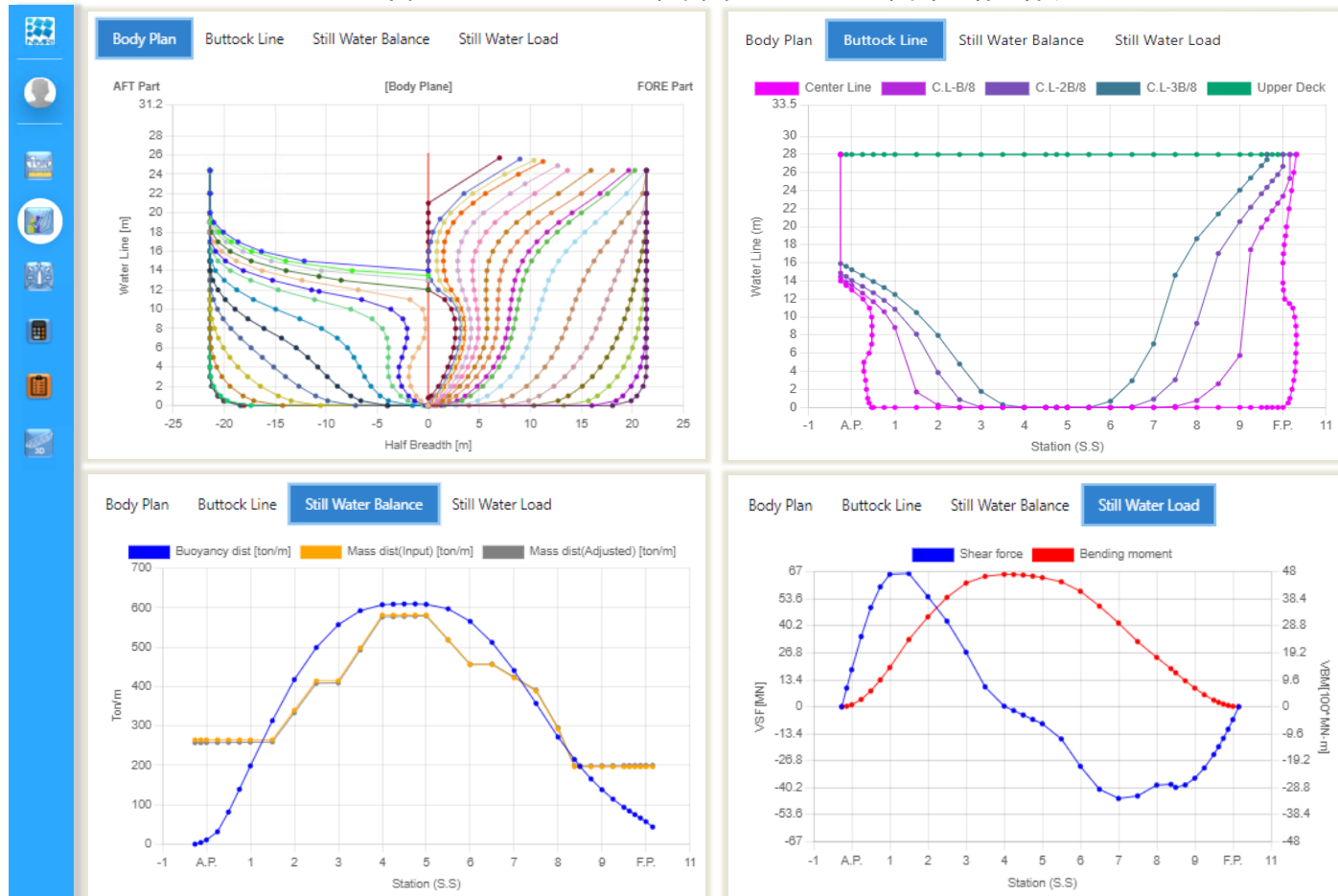
No.	X from Midship [m]	Water Line [m]
1	-149.5	26.4
2	-149.5	24.4
3	-149.5	22.1
4	-149.5	20.324
5	-149.5	16.868
6	-149.5	16.004
7	-149.5	15.3175
8	-149.5	14.631
9	-149.5	13.9444

No.	X from Midship [m]	Water Line [m]
1	150.4	26.05
2	146.78	22.772
3	143.58	18.028
4	140.38	15.04
5	140.38	12.448
6	143.58	11.313
7	146.78	10.318
8	150.1	7.876
9	150.1	6.658

NMRIW-Lite Webの紹介 (3月中公開予定)

- ✓ 基本はデスクトップ版と同機能(運動、加速度、断面力、水圧)
- ✓ Webブラウザ上でどこからでも簡単に操作可能、PCスペック不問

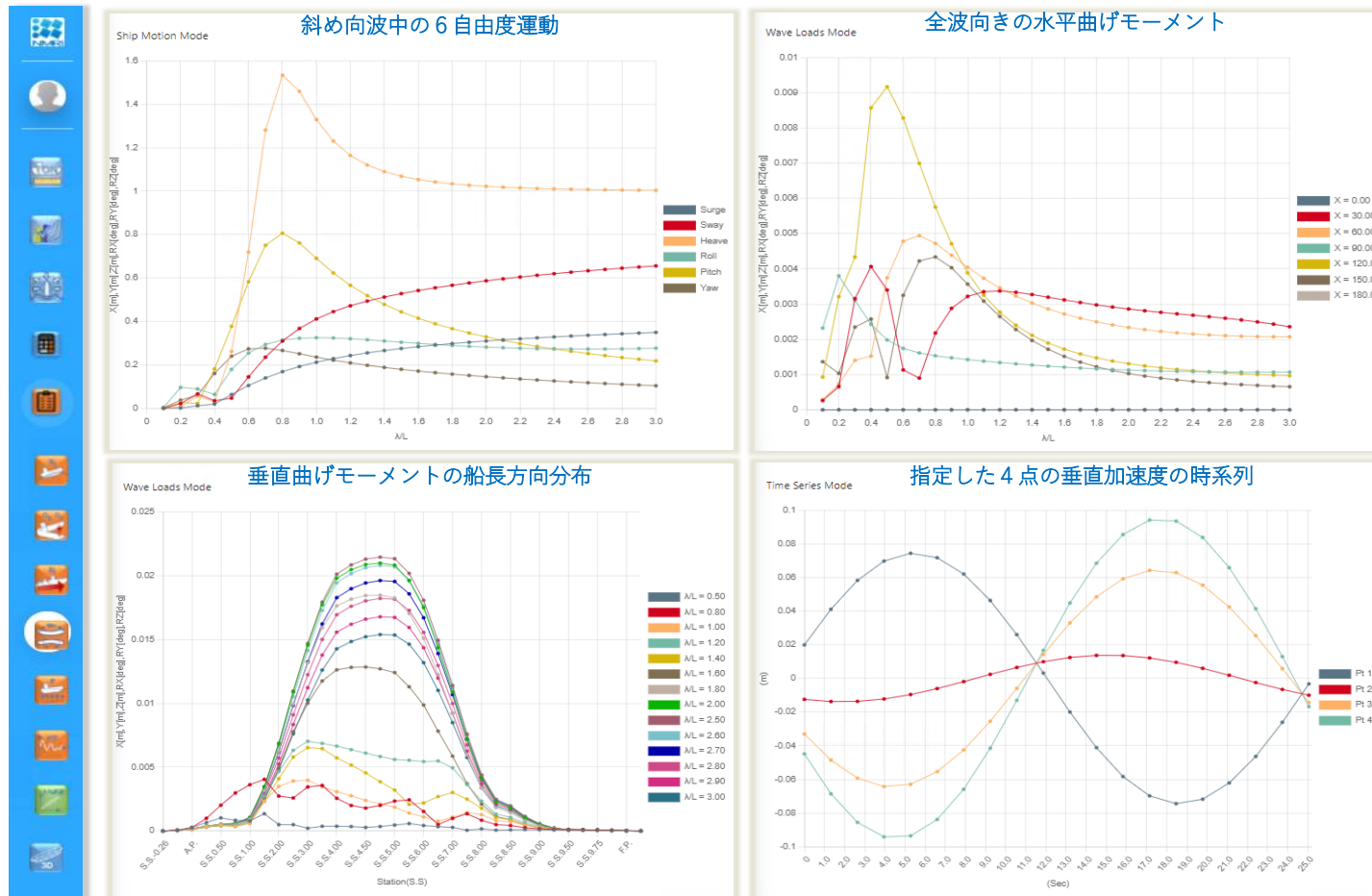
入力船体データから計算される各種情報



NMRIW-Lite Webの紹介 (3月中公開予定)

- ✓ 基本はデスクトップ版と同機能(運動、加速度、断面力、水圧)
- ✓ Webブラウザ上でどこからでも簡単に操作可能、PCスペック不問

結果表示の例



NMRIW-Lite Webの紹介 (3月中公開予定)

- ✓ 基本はデスクトップ版と同機能(運動、加速度、断面力、水圧)
- ✓ Webブラウザ上でどこからでも簡単に操作可能、PCスペック不問

長期予測計算結果の例

長期超過確率 $Q_{\alpha_1}(x) = \int \int q_{\alpha_1}(H_s, T_s, x) p(H_s, T_s) dH_s dT_s$ $Q_{\alpha_1} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} Q_{\alpha_1}(x) dx$

WL_VBM_Sec.17

a1	0deg	30deg	60deg	90deg	120deg	150deg	180deg	0deg	0deg	0deg	0deg	0deg	0deg	平均
0.02133	0.1904	0.1693	0.108	0.0722	0.1185	0.1866	0.2067	0.1866	0.1185	0.0722	0.108	0.1693	0.1422	
0.04267	0.0288	0.0222	0.0081	0.0035	0.0098	0.0266	0.0335	0.0266	0.0098	0.0035	0.0081	0.0222	0.0169	
0.064	0.0044	0.0029	0.0008	0.0002	0.0008	0.0055	0.0058	0.0008	0.0002	0.0008	0.0002	0.0029	0.0022	
0.08534	0.0007	0.0004	5E-05	1E-05	7E-05	0.0008	0.0009	0.0006	7E-05	1E-05	5E-05	0.0004	0.0003	
0.10667	0.0001	5E-05	4E-06	5E-07	8E-06	8E-05	0.0002	8E-05	6E-06	5E-07	4E-06	5E-05	5E-05	
0.12801	2E-05	8E-06	3E-07	3E-08	6E-07	1E-05	3E-05	1E-05	6E-07	3E-08	3E-07	8E-06	7E-06	
0.14934	3E-06	1E-06	3E-08	1E-09	5E-08	2E-06	4E-06	2E-06	5E-08	1E-09	3E-08	1E-06	1E-06	
0.17068	4E-07	1E-07	2E-09	5E-11	4E-09	3E-07	8E-07	3E-07	4E-09	5E-11	2E-09	1E-07	2E-07	
0.19201	7E-08	2E-08	1E-10	2E-12	3E-10	4E-08	1E-07	4E-08	3E-10	2E-12	1E-10	2E-08	3E-08	
0.21334	1E-08	2E-08	7E-12	4E-14	2E-11	6E-08	2E-08	6E-08	2E-11	4E-14	7E-12	2E-08	4E-08	

$-\log_{10} Q_{\alpha_1}(x)$

a1	0deg	30deg	60deg	90deg	120deg	150deg	180deg	0deg	0deg	0deg	0deg	0deg	0deg	平均
0.02133	0.7204	0.7713	0.9666	1.1416	0.9264	0.729	0.6847	0.729	0.9264	1.1416	0.9666	0.7713	0.8471	
0.04267	1.5399	1.6534	2.0907	2.4499	2.008	1.5754	1.4751	1.5754	2.008	2.4499	2.0907	1.6534	1.7719	
0.064	2.3572	2.5394	3.2071	3.7417	3.093	2.4199	2.2636	2.4199	3.093	3.7417	3.2071	2.5394	2.6549	
0.08534	3.1667	3.4044	4.3073	5.0126	4.143	3								
0.10667	3.9679	4.2662	5.3956	6.2758	5.1911	4								
0.12801	4.7629	5.1219	6.4838	7.5561	6.2369	4								
0.14934	5.5556	5.977	7.589	8.8831	7.2949	5								
0.17068	6.3517	6.8397	8.7299	10.284	8.3818	6								
0.19201	7.1581	7.7187	9.9237	11.779	9.5134	7								
0.21334	7.9823	8.6229	11.184	13.384	10.703	8								

評価対象	応答関数最大値			最悪短期海象			長期予測		
	最大値 (単位波振幅)	波向き[deg]	λ/L	標準偏差	波向き[deg]	ゼロクロス 波周期[s]	有義波高[m]	10 ⁻² 最大期待値	10 ⁻⁸ 最大期待値
MOT SURGE	1.681	0	2	4.157	0	13.5	14.5	2.757	16.095
MOT SWAY	0.944	60	3	2.500	90	13.5	15.5	1.884	9.578
MOT HEAVE	1.533	120	0.8	2.196	0	12.5	15.5	3.377	15.091
MOT ROLL	2.856	30	0.4	4.336	30	10.5	14.5	3.691	17.509
MOT PITCH	0.920	180	1.2	2.246	180	11.5	14.5	1.919	9.011
MOT YAW	0.436	60	0.8	0.935	30	11.5	14.5	0.882	3.921
ACC SURGE	0.065	0	1.5	0.248	0	12.5	15.5	0.223	0.972
ACC SWAY	0.241	90	0.4	0.478	90	10.5	14.5	0.414	1.887
ACC HEAVE	0.675	120	0.8	0.135	0	10.5	14.5	1.127	4.861
ACC ROLL	0.004	120	0.2	0.006	120	9.5	13.5	0.007	0.026
ACC PITCH	0.007	150	0.9	0.016	180	10.5	14.5	0.013	0.062
ACC YAW	0.003	120	0.5	0.005	120	9.5	13.5	0.004	0.020
WL_HSF_Sec10	0.078	120	0.4	0.125	120	9.5	13.5	0.113	0.494
WL_HSF_Sec17	0.045	60	0.4	0.073	60	8.5	12.5	0.072	0.288
WL_HSF_Sec22	0.072	120	0.4	0.122	120	8.5	12.5	0.112	0.473
WL_VSF_Sec10	0.062	0	0.8	0.195	0	10.5	14.5	0.185	0.769
WL_VSF_Sec17	0.051	0	0.6	0.115	180	10.5	14.5	0.104	0.447
WL_VSF_Sec22	0.077	180	1.1	0.182	180	10.5	14.5	0.171	0.719
WL_TM_Sec10	0.021	120	0.4	0.033	120	8.5	12.5	0.031	0.127
WL_TM_Sec17	0.020	120	0.4	0.032	30	10.5	14.5	0.034	0.134
WL_TM_Sec22	0.023	30	0.4	0.033	30	9.5	13.5	0.031	0.134
WL_VBM_Sec10	0.014	180	1	0.033	180	10.5	14.5	0.029	0.127
WL_VBM_Sec17	0.022	180	1	0.051	180	10.5	14.5	0.048	0.203
WL_VBM_Sec22	0.008	0	0.9	0.018	0	10.5	14.5	0.015	0.070

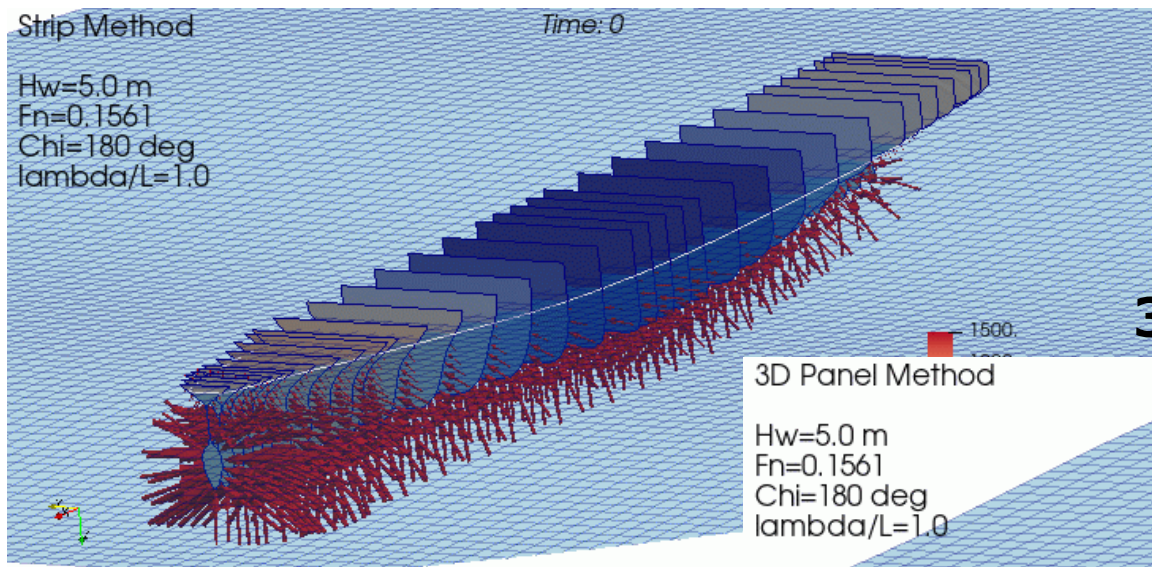
統計予測

data 計算設定 応答関数グラフ設定 統計予測 波浪発現頻度表 応答関数 波スペクトル 応答スペクトル 標準偏差 長期超過確率密度 長期超過確率

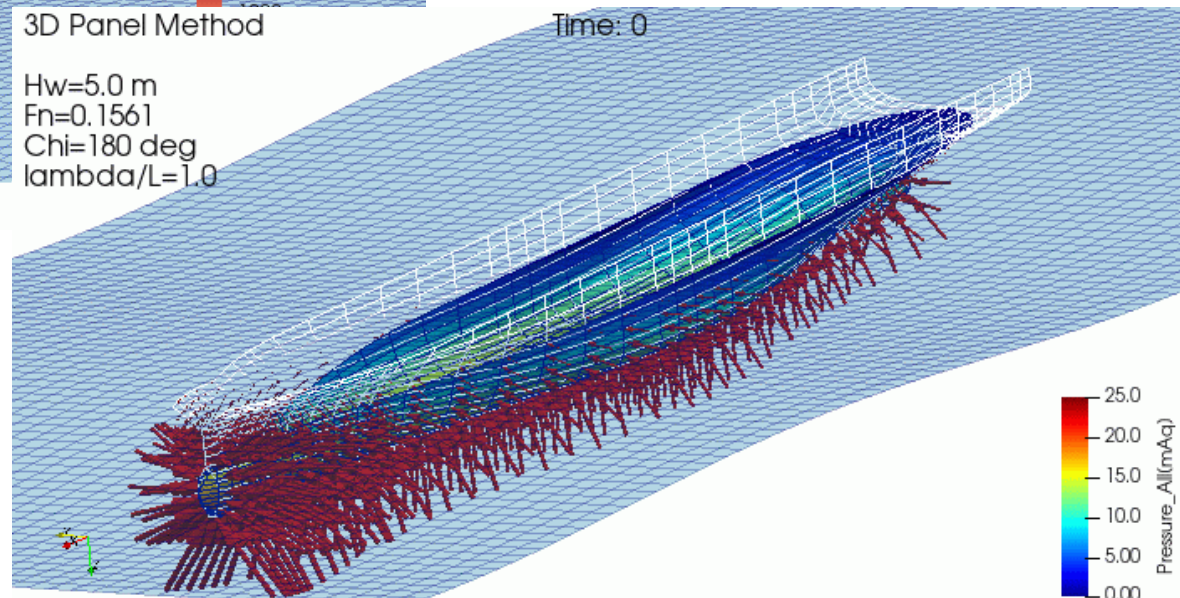
NMRIW-Lite Webの紹介 (3月中公開予定)

- ✓ 基本はデスクトップ版と同機能(運動、加速度、断面力、水圧)
- ✓ Webブラウザ上でどこからでも簡単に操作可能、PCスペック不問

ストリップ法アニメーション



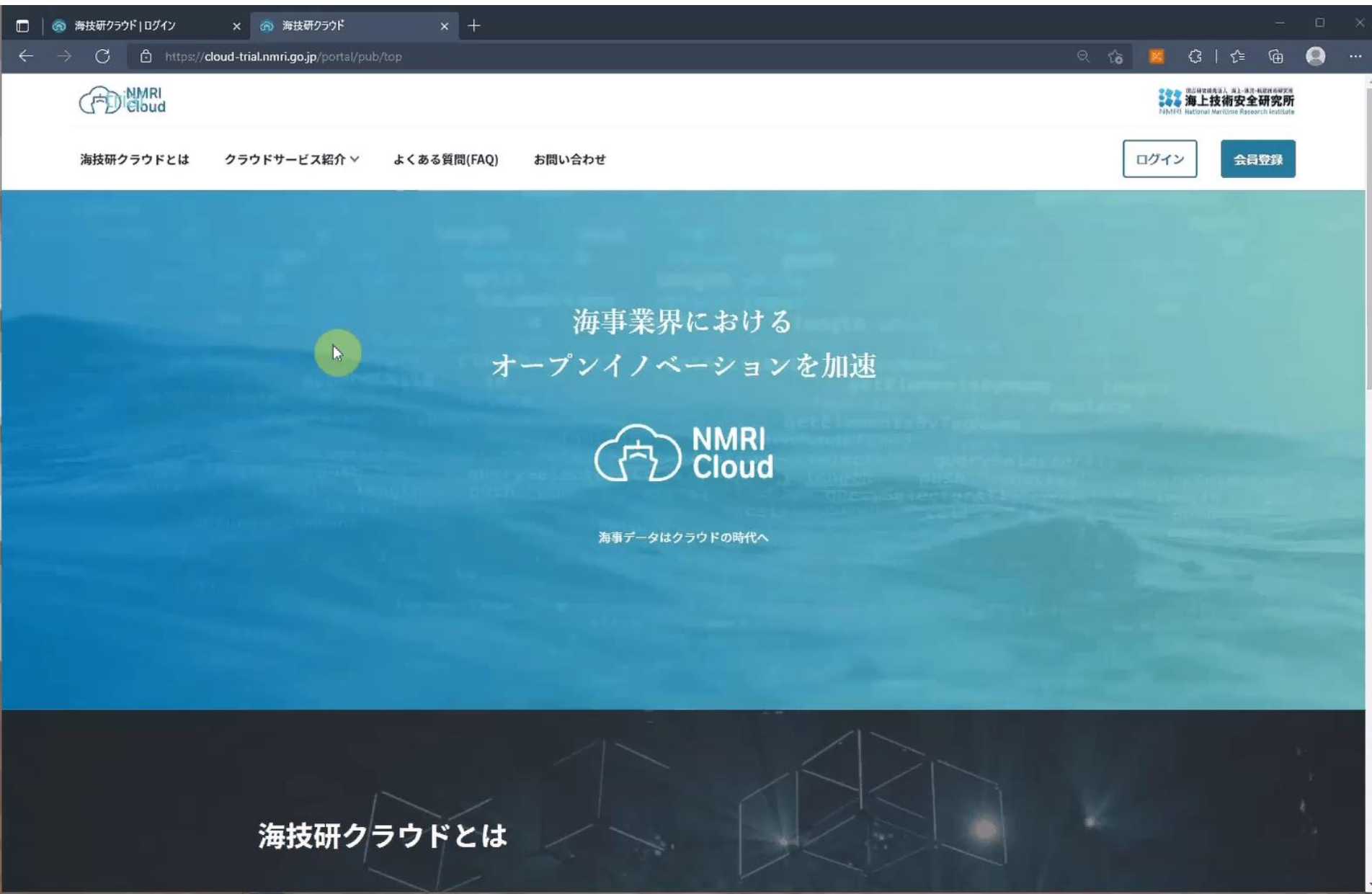
3Dパネル法アニメーション



{ ストリップ法
3Dパネル法

→ 同一のインターフェースで
ソルバーを選択可能

NMRIW-Lite Webの紹介 (3月中公開予定)



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://cloud-trial.nmri.go.jp/portal/pub/top>. The page features the NMRI Cloud logo in the top left and the National Maritime Research Institute logo in the top right. A navigation menu includes links for "海技研クラウドとは", "クラウドサービス紹介", "よくある質問(FAQ)", and "お問い合わせ". There are "ログイン" and "会員登録" buttons on the right. The main content area has a blue background with the text "海事業界におけるオープンイノベーションを加速" and the NMRI Cloud logo. Below this, it says "海事データはクラウドの時代へ". The bottom of the page has a dark background with the text "海技研クラウドとは" and a geometric pattern.

海技研クラウド | ログイン

海技研クラウド

https://cloud-trial.nmri.go.jp/portal/pub/top

NMRI Cloud

海上技術安全研究所
NMRI National Maritime Research Institute

海技研クラウドとは クラウドサービス紹介 よくある質問(FAQ) お問い合わせ

ログイン 会員登録

海事業界における
オープンイノベーションを加速

NMRI Cloud

海事データはクラウドの時代へ

海技研クラウドとは

NMRIW-Lite Webの紹介 (3月中公開予定)

- ✓ 基本はデスクトップ版と同機能(運動、加速度、断面力、水圧)
- ✓ Webブラウザ上でどこからでも簡単に操作可能、PCスペック不問

＜料金表＞ (サブスクリプション形式)

期間	ストリップ法	3Dパネル法	ストリップ法 & 3Dパネル法
6か月	¥110,000	¥150,000	¥210,000
12か月	¥150,000	¥200,000	¥280,000

- ✓ 今後さらなる機能拡張、他アプリとの連携機能も予定!
 - 主要目のみから等価船型を自動生成する機能
 - 波浪データベース(GLOBUS)との連携
 - CFD(海技研NAGISA)との連携

ご清聴ありがとうございました