

脱炭素化

(一社)日本海事検定協会
検査第二サービスセンター

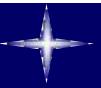
谷川邦夫

k-tanigawa@nkk.or.jp

2023年3月

目次

1. 水素
2. アンモニア
3. 合成メタン
4. CCS
5. NKKKの関与



1.水素

再生可能エネルギー(電気)を貯蔵運搬するために、水を電気分解し水素を得る。

液体水素 (LH₂) -253°C 20K

Methylcyclohexane (MCH) 常温

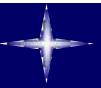
1.水素

物質	化学式	沸点 °C	ガス密度 kg/m ³	液密度 kg/L	高位発熱量 MJ/kg	高位発熱量 MJ/m ³
水素	H ₂	-252.88	0.0898	0.0709	142	10
MCH	C ₇ H ₁₄	101	-	0.770	-	-
Toluene	C ₇ H ₈	110.6	-	0.867	-	-

10,000m³を運搬したときの水素の量

LH₂は709トン Hystra

MCHは470トン AHEAD

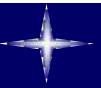


1.水素

グレー 化石燃料から

ブルー 化石燃料+CCS

グリーン 生成可能エネから



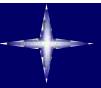
1.水素

LNGと混焼

2030年 300万t 4200万m³ 250船

2050年 2000万t 16000万m³ 1670船

水素の量は政府グリーン成長戦略による



2.アンモニア

水素と窒素の合成

電気分解した水素の貯蔵法の一種

天然ガスから水素を取り出して合成

船舶燃料として有力候補となっている

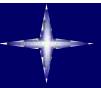
2. アンモニア

物質	化学式	沸点 °C	ガス密度 kg/m ³	液密度 kg/L	高位発熱量 MJ/kg	高位発熱量 MJ/m ³
アンモニア	NH ₃	-33.35	0.771	0.674	22.5	15

石炭と混焼

20%混焼を日本全国の石炭火力で
行った場合、2000万トンのNH₃が必要

3000万m³ 370船



3.合成メタン

メタネーション

水素とCO₂を合成

エネルギー多様性の観点から
はOK

CO₂のUtilizationにもなる

4.CCS CCUS

物質	化学式	沸点 °C	ガス密度 kg/m ³	液密度 kg/L	高位発熱量 MJ/kg	高位発熱量 MJ/m ³
LCO ₂	CO ₂	-78.5	1.976	1.030	-	-

回収したCO₂の主な利用法

自動車や航空機の燃料を合成するのに使う

プラスチックや合成繊維をつくる原料に変える

炭酸飲料やドライアイスに使う

コンクリートの素材にする

溶接用レーザーなどの産業ガスに使う

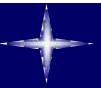
地中に埋めて隔離する

4.CCS

2050年ゼロエミッション達成のためには、年間1-2億トンのCCS, CCUSが必要

LCO₂は低温低圧でドライアイスとなるため、高圧で運搬する

Type Cタンク



5.NKKKの関与

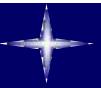
水素

LH2船の計測

陸上タンクの計測

神戸基地での計量

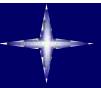
LH2船ガスアップ・クールダウン



5.NKKKの関与

アンモニア

アンモニア/LPG船の計測



5.NKKKの関与

CCS

LCO2実証実験船の計測

実証実験主体の日本エンジニアリング
協会への参画

LCO2 船舶輸送に関する技術開発およ
び実証試験における船舶航行安全対
策調査 日本海難防止協会

LNG燃料タンク 3Dスキャナー計測

2023年3月6日
日本海事検定協会
ガス・計測チーム
恩塚

使用機器

仕様

- ・ 測定範囲: 0.6~70m
- ・ 測定速度: 最大2,000,000点/秒
- ・ 範囲誤差(25m以内): ±1mm
- ・ 2軸補正センサ精度: 19秒角
- ・ 本体重量: 4.4kg
- ・ IP54規格準拠 防塵・防水性能
- ・ HDRカメラ搭載
- ・ レーザークラス: 1

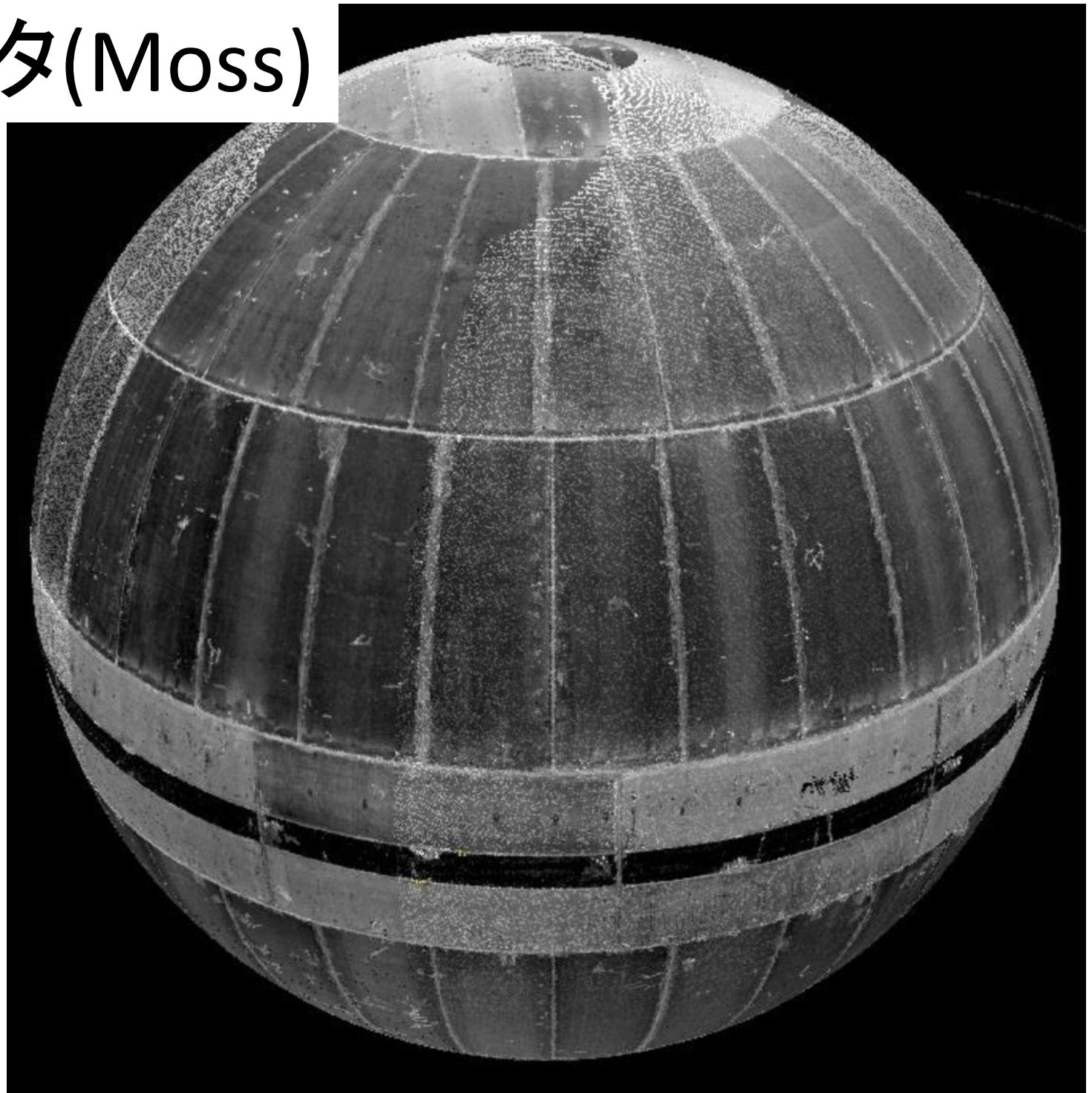


Focus Premium 70

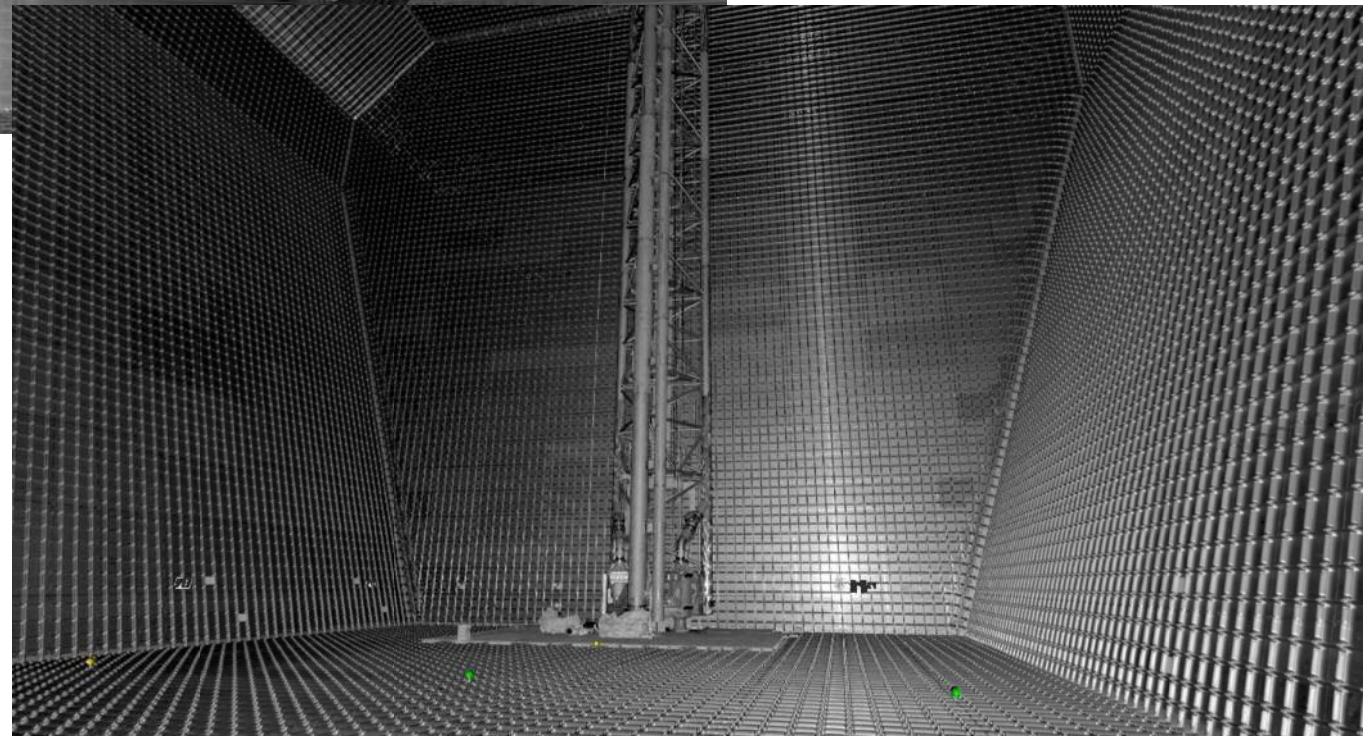
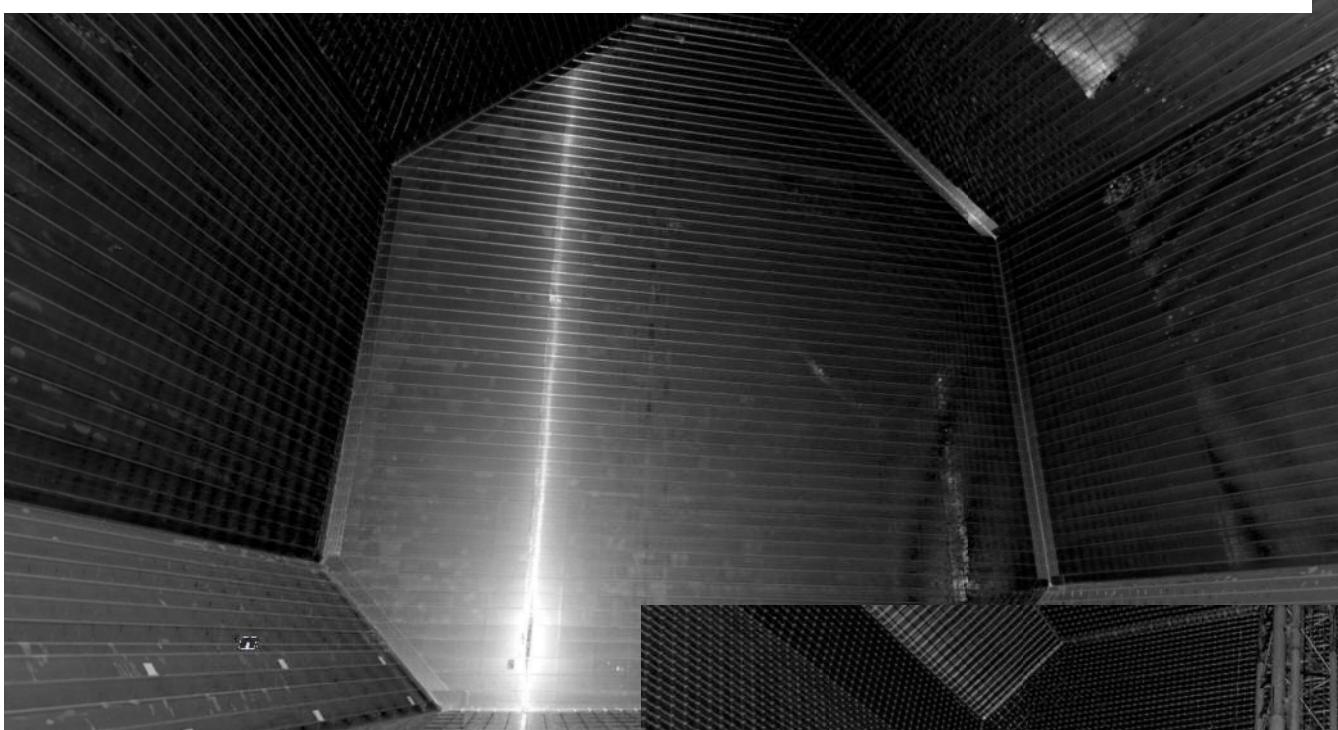
使用実績

- 球形(Moss, Stretch, FST) : 10船
- 角型(Membrane) : 3船
- 縦置円筒型(CRT, FRT) : 6タンク
- 横置円筒型(枕型) : 3タンク
- 傾斜度計測(FRT) : 2タンク

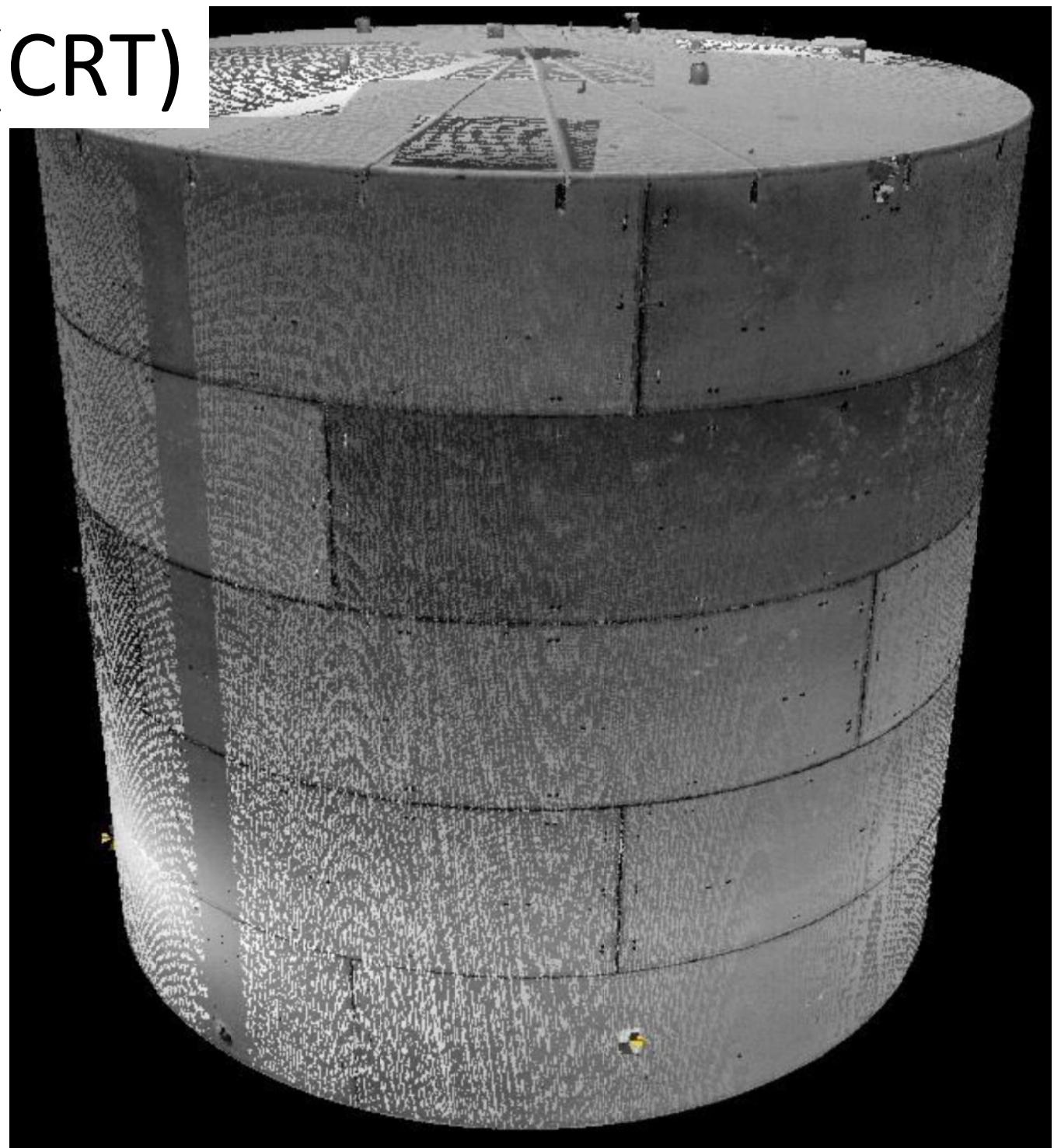
計測データ(Moss)



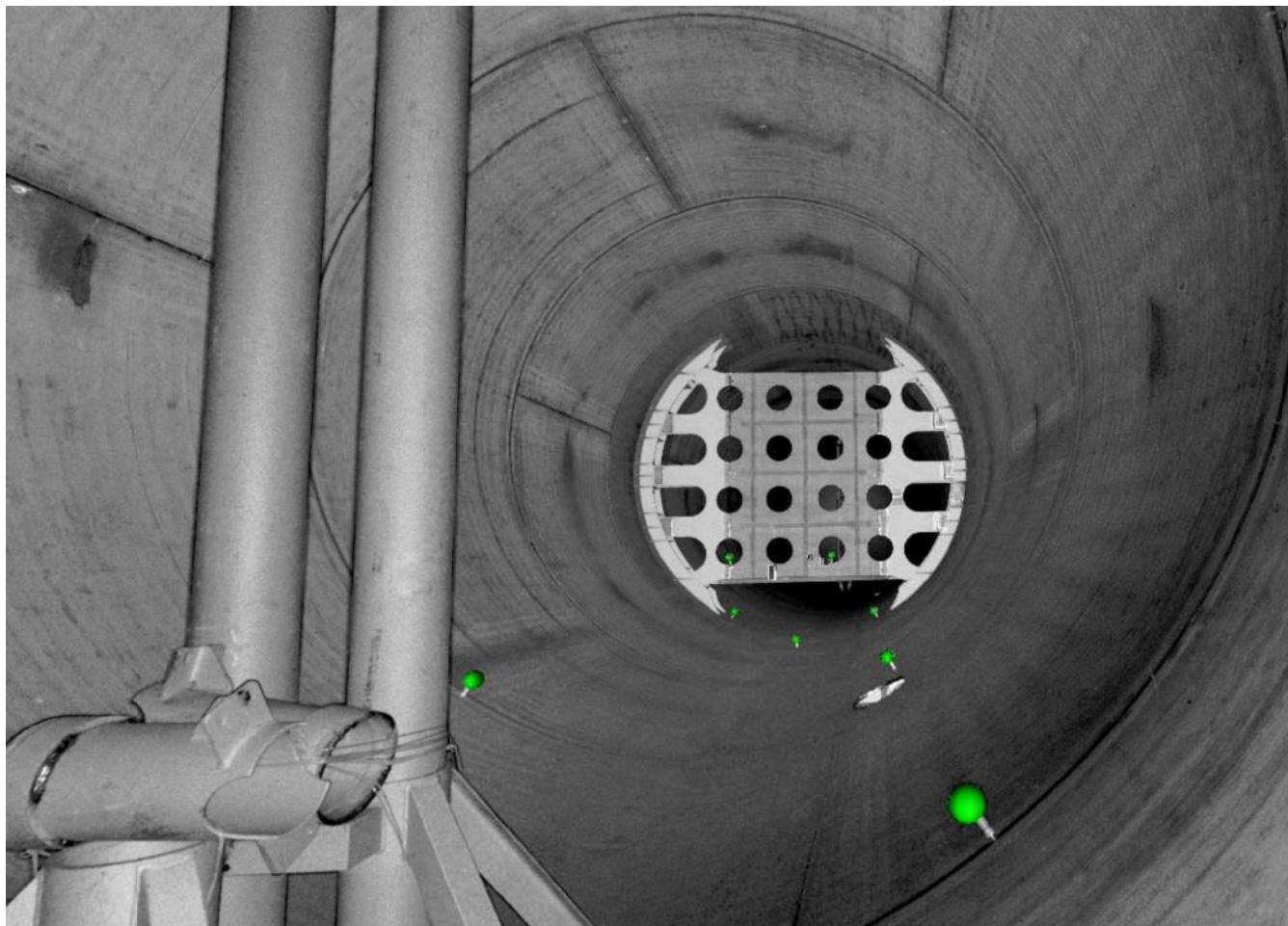
計測データ(Membrane)



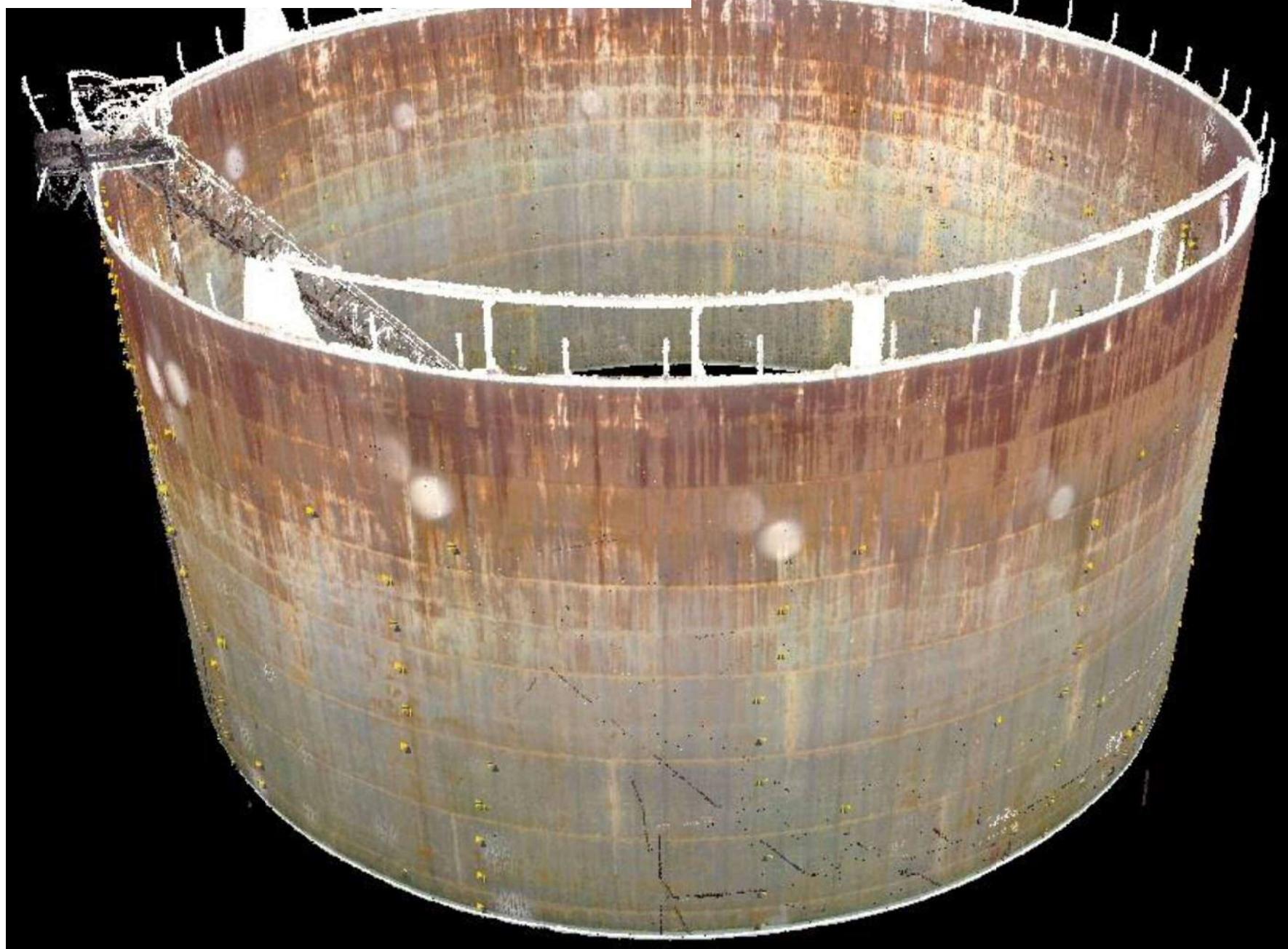
計測データ(CRT)



計測データ(枕型)



計測データ(傾斜度)



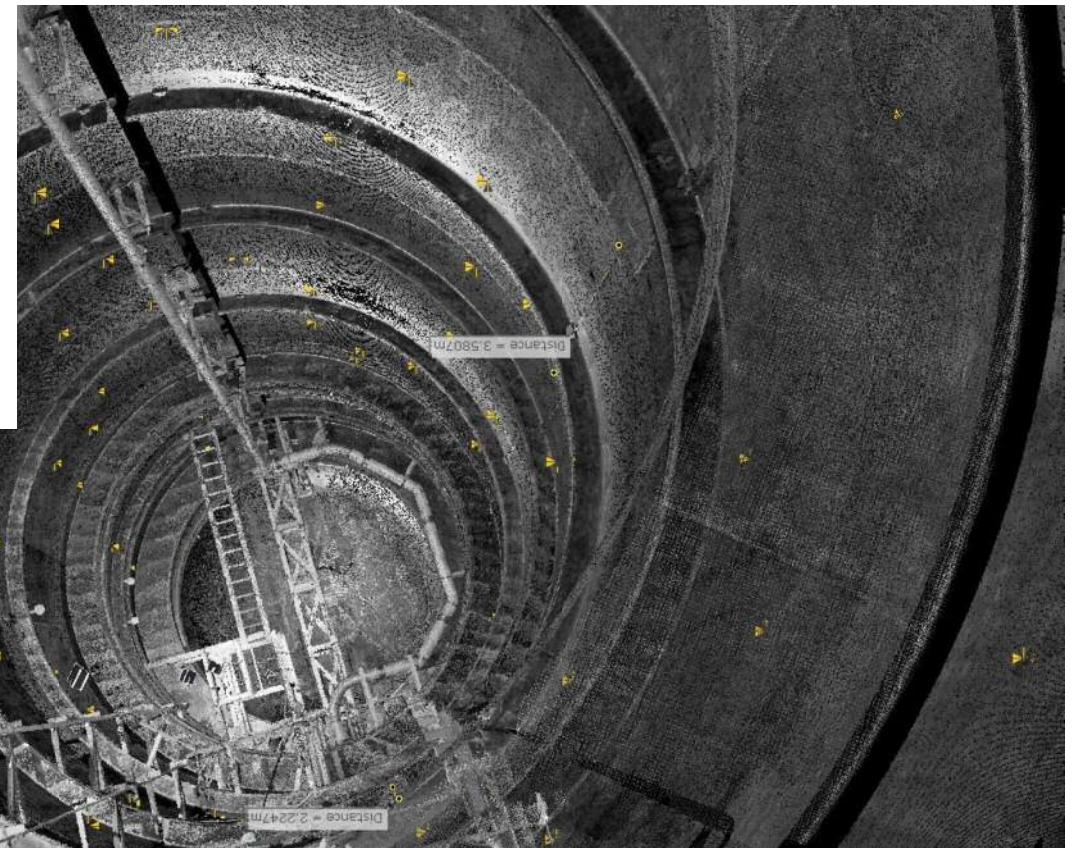
計測手順

- ・タンク内に三脚を取り付けた本体を設置
- ・5~10mおきに計測を行う。約3分/スキャン
- ・計測の際、データの結合のためターゲット球を設置

※計測中は

- ・カメラモードOFF
- ・タンクの動揺のない状態で行う
- ・できる限り障害物を除去

※タンク外からでも計測可能



処理手順

- PC内の処理ソフトで計測データの取り込み
- 各スキャンデータの結合
- 半径計算のため、各リングから計測点をPickup

ISO12917-2 : 計測点数 各リング16点以上@直径3m未満
24点以上@直径3m以上

今回は約30点/リングをPickup

(※計測点数については今後検討)

- Pickupした計測点の座標から最小二乗法によりFitする円筒半径を計算

比較結果

トータルステーション(TS) vs 3Dスキャナー(SC)

LNG Fuel Tank No. 1

平均半径 TS: 3.7991m
SC: 3.7999m
差: 0.8mm

Volume TS: 1,406.926m³
(円筒部) SC: 1,407.667m³
差: 0.741m³ (0.05%)

LNG Fuel Tank No. 2

平均半径 TS: 3.7988m
SC: 3.8006m
差: 1.8mm

Volume TS: 1,406.778m³
(円筒部) SC: 1,408.037m³
差: 1.259m³ (0.09%)

@計測時温度

※一般的なタンク計測精度0.2%

その他計測データについて

- ・任意の点、平面：距離、高さ、座標
- ・タンク内の状況確認
- ・水平確認

• LH2 本船数量検査について

(一社)日本海事検定協会

数量検査：液面計

実施時期

荷揚げ前：船・陸の液・ガスラインを開放前に測定

荷揚げ後：船・陸の液・ガスラインを閉止した後に測定

液位の決定

タンクの液位は、5秒間隔で、mm単位にて測定した5回の測定値を算術平均することによって決定。m単位にて小数3桁に丸め

各補正值

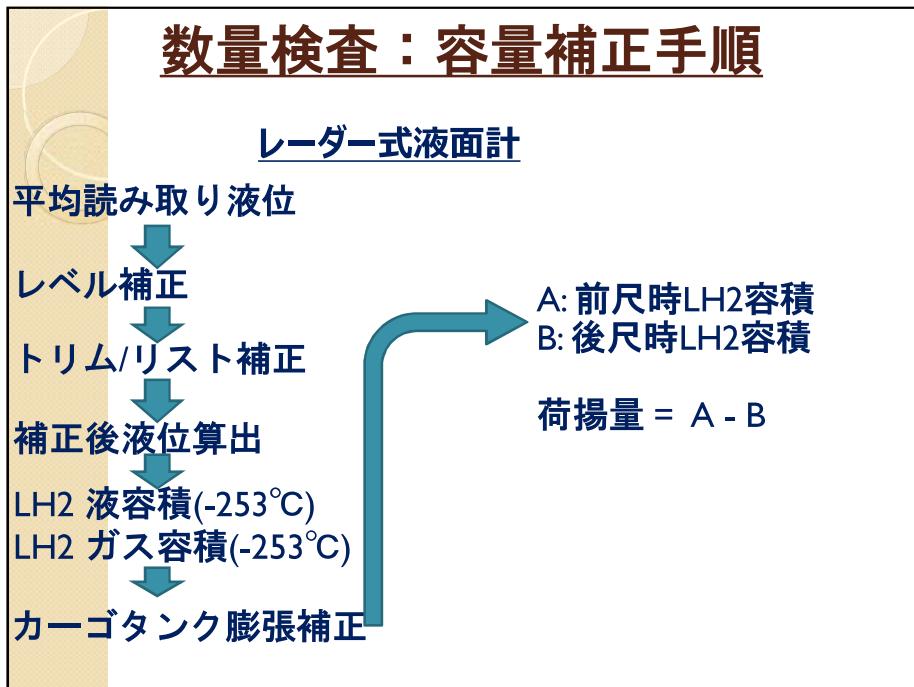
Cryogenic Corr. : ガス温の平均値による液位補正值

Trim Corr. & List Corr. :

船上のトリム／リスト計による液位補正值

Thermal Corr. :

液温及びガス温度の平均値によるタンク膨張補正係数



トラブル事例 液面計①

Level measurements(m)	Tolerance	
Level source : Radar	Radar	+ - 7.5 mm
1 st : 4.796	Displacer	+ - 7.5 mm
2 nd : 4.776	荒天時は100mm以上揺れる場合もある。	
3 rd : 4.790		
4 th : 4.789		
5 th : 4.794		
Average level (m) : 4.789		

対応例 : 2ND 4.776mが異常値であるか関係者間で協議・検討
 異常値と判断された場合→4.776m以外の値を平均し、使用
 異常値と判断されない場合→4.776mを含め平均し、使用
 ディスプレッサー式液面計と比較し、関係者間で確認された値を使用

トラブル事例 液面計②



レーダー式液面計が故障または値に疑義がある場合



関係者合意の上、ディスプレッサー式液面計を使用。

あらかじめ決められた間隔で 5 回読み取り、その算術平均値を使用



前尺・後尺の実施前に液面に降ろし、あらかじめ決められた一定の時間、液温になじませる。

ディスプレッサー式液面計で前尺を実施した場合、後尺もディスプレッサー式液面計を使用する。

数量検査：温度計

測定データ

ガス温：全タンクの平均値（℃）、小数2桁に丸め

液温度：全タンクの平均値（℃）、小数2桁に丸め

ガス温度及び液温の決定

ガス温度：液に浸っていない全ての温度計の算術平均値

液温度：液に浸ってる全ての温度計の算術平均値

温度計が液に浸っていないかどうかは液位と温度計の位置によって判断される

温度計：位置、器差及び許容差

Location	Tank No. I	Max. integrated error defined		
Dome	12.353m			
Vapor	9.150m			
High	7.145m			
Middle	4.880m			
Bottom	0.070m	at -253 deg.C	0.039	
		at -196 deg.C	0.114	
		at 0 deg.C	0.187	
Tolerance				
		Less than -243 deg.C	+ - 0.05 deg.C	
		More -243 deg.C	+ - 1.5 deg.C	

トラブル事例：温度計

温度計の値や表示 (L / V) に疑義がある場合



温度計の表示値は温度により L / V の判定は行っておらず、タンク内のセンサー高と液面高の値により判別されている。

同じ温度センサーの高さ位置に Back up センサーがある場合には、その表示させ、比較検証する。

過去の事例：Bottomの温度が他より高い
→ラインの液をタンク内に戻したときに当たった



数量検査：圧力計

測定データ

全タンクの平均値（kPa）、小数1桁に丸め

ガス圧力の決定

LH2タンク内には、1個の絶対圧力計が設置されている。

絶対圧力は全ての圧力計の測定値を算術平均することにより決定

平均ガス圧は、算術平均することによって決定
(単位 kPa、小数点1桁以下第2位四捨五入)

トラブル事例：圧力計



圧力計の表示値に疑義がある場合



他のタンクとの比較で差がある場合

→圧力計の器差判定は基準器と対象物の比較で行うものであり、設置されている圧力計同士の比較では無い。

タンクに設置されている他の圧力計(DCS等)があればそれによる比較を行って検証する。

船上計量 確認事項

- Voy No, Cargo No, ターミナル名, 年月日及び時刻
- タンクの液位の顕著な変動の有無。
(本船Displayの開始ボタンクリックし、5秒間隔で5回計測し、約30秒後に計測データ表示)
- 温度センサー設置位置による、Liquid/Vapor の表示を確認し、Avg. Liquid Temp., Avg. Vapor Temp.を確認

船上計量 確認事項②

- レーダー式液面計に問題があった場合
ディスプレーサーの使用について
**液面につけてから ** 分以上待機し * * 秒
間隔で5回読み取る**
- 温度計に問題があった場合
バックアップセンサーとの比較を行い、異常であればバックアップに切り替える。(メイン、バックアップのどちらが、周りの温度から逸脱しているか)

船上計量 確認事項③

- 圧力計に問題があった場合

明らかな故障、圧力のMax値以上の値の場合は判別可能だが、それ以外は協議が必要。

税関承認されている圧力計は1個だが、ほぼ同じ位置にSpare器がある。このSpareは税関承認を受けていない。

- トリム/リスト計に異常があった場合

実際にドラフトを読む。ドラフトマークとLPPとの距離を図面で確認

Level measurements (m)	Inner Vessel
Level source	Radar
1st	7.864
2nd	7.864
3rd	7.864
4th	7.864
5th	7.864
Average level (m)	7.864
Cryogenic correction (m)	-0.024
Trim correction (m)	-0.023
List correction (m)	-0.001
Corrected level (m)	7.816
Liquid volume at ref. temp (m³)	1124.457
Total liquid volume at ref. temp (m³)	1124.457
Vapour volume at ref. temp (m³)	162.717
Total vapour volume at ref. temp (m³)	162.717
Total tank capacity at ref. temp (m³)	1287.174
Thermal correction*	1.00000
Thermal correction vapour	1.00003
Corrected total liquid volume (m³)	1124.457
Corrected total vapour volume (m³)	162.722
* Thermal correction based on total avg. liquid temp. from before unloading	
Temperature (°C)	Inner Vessel
Dome temp.	-233.45 MV
Vapour zone temp.	-244.87 MV
Liquid zone upper temp.	-252.57 ML
Liquid zone mid temp.	-252.66 ML
Liquid zone bottom temp.	-252.64 ML
Avg. vapour temp. (°C)	-239.2
Avg. liquid temp. (°C)	-252.6
Vapour pressure (barg)	0.021
Vapour pressure (kPaA)	102.1