

貨物輸送中の衝撃値（加速度）に関するデータベースの作成

〈貨物の損害防止・輸送の安全に関する調査・資料収集〉

報告書

令和4年3月31日

一般社団法人 日本海事検定協会
(検定サービスセンター)

目次

目次	..1 ページ
1. はじめに	..2 ページ
2. 調査の目的	..2 ページ
3. トレードレーンの選定	..3 ページ
4. 計測について	
4-1 計測機器の選定	..4~5 ページ
4-2 使用コンテナとトレーラー	..5 ページ
4-3 計測機器の設置箇所	..5 ページ
4-4 温湿度計測の経路、時期	..6 ページ
4-5 計測結果	..7~15 ページ
5. 考察	..16 ページ
6. まとめ	..17 ページ
添付資料	

1. はじめに

現在の国際貨物輸送では陸上、海上ともに国際海上コンテナを利用した複合輸送が主流となっている。国際海上コンテナ輸送においては様々な輸送手段(船舶・鉄道・トラック等)を活用しエンドユーザーに貨物を提供する事から、関係者は国際海上コンテナ内への貨物の積み付けや積載された貨物の固縛等に注意を払い事故防止に努めている。

しかし、国際貨物輸送においては複数の輸送モードを経由し目的地へ到着した時には貨物に損傷が発生していることも少なくない。

このことから、輸送経路や輸送手段が及ぼす影響度に着目、輸送環境毎に最適な計測機器を選定しデータの収集、分析を行い国際海上コンテナ輸送の貨物の事故防止に寄与することとした。

2. 調査の目的

輸送経路や輸送手段によって加速度が及ぼす影響度に着目、輸送環境毎に最適な計測機器を選定しデータの収集、分析を行い国際海上コンテナ輸送における貨物の事故防止に寄与することを目的とする。

本事業は、船舶・鉄道・トラック等で輸送時に発生する加速度を一定期間に渡って収集、分析を行い輸送手段別にデータベース化し公表するものである。

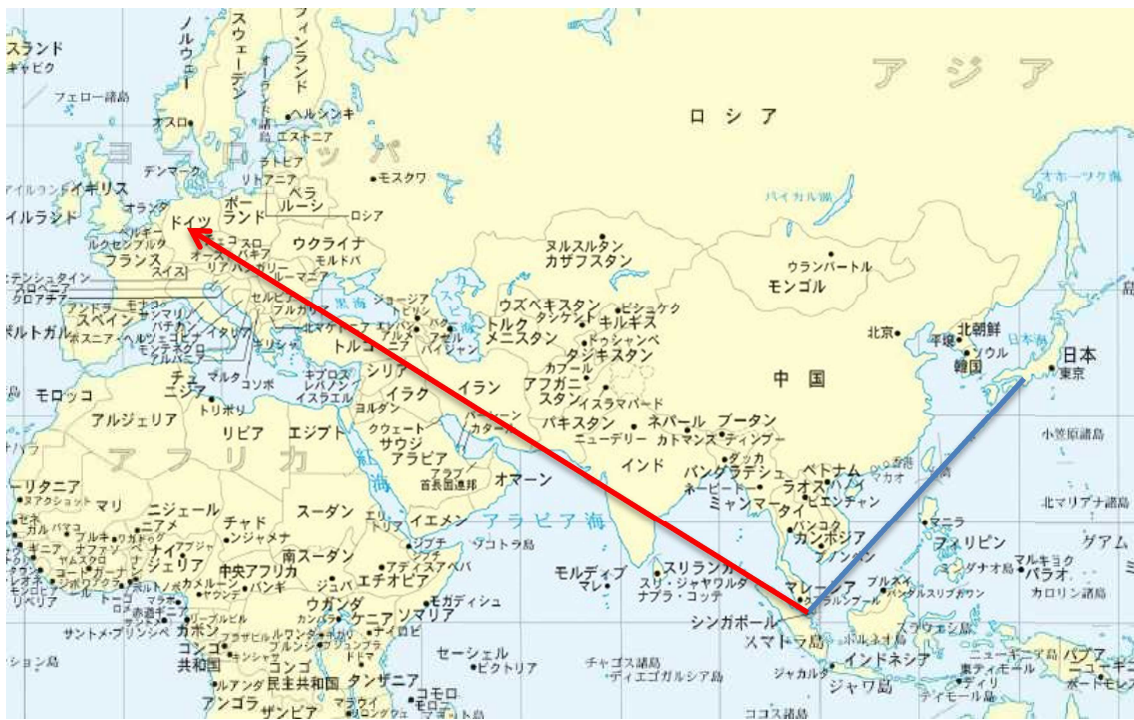
一方本年度は世界的にコロナ禍に見舞われ、特に海外ではアジア・ヨーロッパを含めその影響は本邦以上に深刻な地域も有り、外出規制やテレワークの徹底など、通常の事業継続にも苦勞するような状況が散見され、また当該取り組みにおける計測機器のクーリエ便による回収もままならない状況であった。従来から使用をしていた衝撃加速度計は高額な機器であることもあり、ご協力頂いている民間物流会社からも物流の混乱により紛失の恐れがあるとの申し出があり、従来から追加検討課題としていた、温湿度計を用いたコンテナ内の温湿度計測データの収集、分析へ切り替える事とした。

本事業の成果は、多くの関係者にとって、輸送中の安全及び貨物の損害防止、危険回避策の構築等の為に有用な情報になると考える。

3. トレードレーンの選定

- ・ 本年度はデータ収集を主たる目的とし、神戸港 → シンガポール港 → ハンブルグ港 → ドイツ及び、神戸港 → ロサンゼルス港 → サンディエゴ → メキシコ、での計測を実施した。
- * 天候、陸上輸送中、コンテナヤードでの蔵置場所、船舶での積載箇所等を限定せずに計測を実施した。

輸送ルート（地理的なセンタ）の直線距離



4. 計測について

4-1 計測機器の選定

計測機器は、Bluetooth® / 無線 LAN 搭載、温度・湿度測定、高精度、広範囲測定、高精度センサにより $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ / $\pm 2.5\% \text{RH}$ (at $15\sim 35^{\circ}\text{C}$, $30\sim 80\% \text{RH}$) の精度での測定が可能な接続温度湿度データロガーおんどとり TR-72wb-S を使用する事とした。

【仕様】 温度・湿度データロガー おんどとり TR-72wb-S

測定対象	温度、湿度	警報の確認方法	Eメール、ブラウザ
測定範囲	$-25\sim 70^{\circ}\text{C}$	電源	単 3 アルカリ x2、AC アダプタ、USB バスパワー
	$0\sim 99\% \text{RH}$ ($-20^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$)	本体動作環境	温度 $-10\sim 60^{\circ}\text{C}$ 湿度 90%RH 以下 結露しないこと
主な精度	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$	大きさ	H:58mm × W:78mm × D:26mm
	$\pm 2.5\% \text{RH}$	電池寿命	約 10 日~15 ヶ月
	*1 湿度精度範囲図	記録モード	エンドレス/ワンタイム
表示	測定値、電池寿命警告、その他	通信	無線 LAN、USB 通信、 Bluetooth 4.2 (Bluetooth Low Energy)
記録データ	8000x2ch		
記録間隔	15 通り 1 秒~60 分		



TR-72wb-S

測定項目：温度・湿度

4-2 使用コンテナとトレーラー

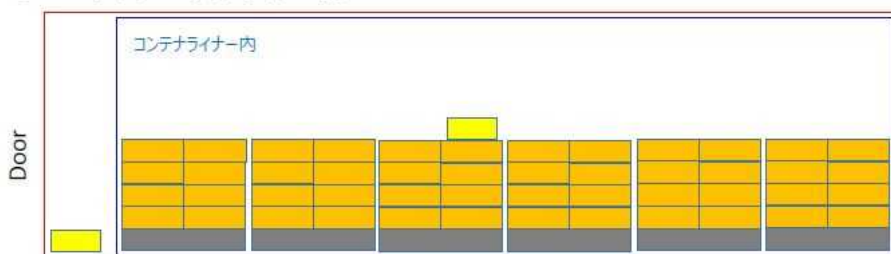
国際海上コンテナには用途に応じて様々な種類・サイズがあるが、計測では、40 フィートサイズを使用し計測を実施した。

4-3 計測機器の設置箇所と目的

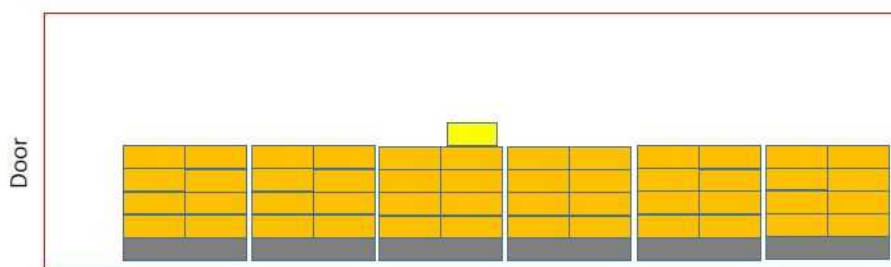
計測機器の設置箇所はコンテナライナーの有効性を確認する為に、コンテナライナーの内・外及び、コンテナライナーを設置しない DRY コンテナ内に設置した。

コンテナ内の設置イメージ

① DRYコンテナ+コンテナライナーあり



② DRYコンテナ+コンテナライナーなし



4-4 温湿度計測の経路、時期

- E T D—GERMANY
 - ① ETD-PIEU 2020/2/28～2020/4/9 冬から春
 - ② ETD-PIEU 2020/7/28～2020/9/8 夏
- E T D—MEXICO
 - ③ ETD-PIEU 2020/3/12～2020/4/21 冬から春
 - ④ ETD-PIEU 2020/7/27～2020/8/31 夏

① ETD-PIEU 2020/2/28～2020/4/9 のログ

②

倉庫(神戸) - PIEU倉庫 (2020/2/21 - 2020/4/9) ログ

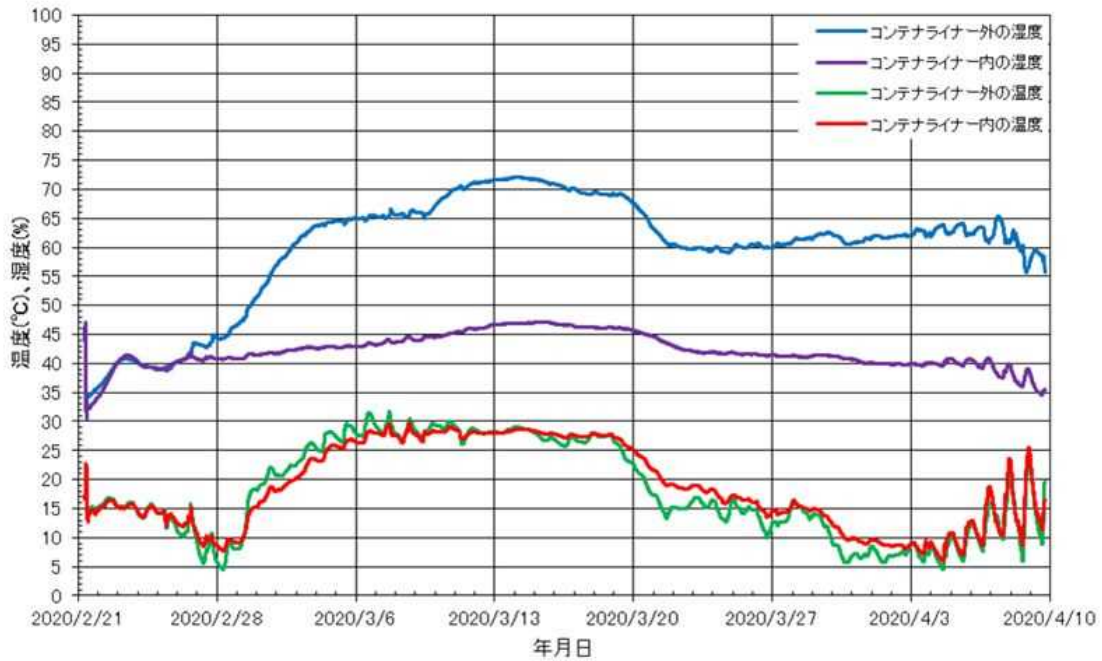
T O P I X		CONTAINER NO.					
2020FEB/28 ETD: BOMAR RENAISSANCE 01Z42S1NC <<40HC>>							
日	時刻	現地日時	場 所	作業内容	外気温度	外気湿度	天候
2020/2/21	8:00		倉庫(神戸)	梱包⇒計測器電源ON時間	4℃	67.0%	晴
2020/2/25	10:50			VAN⇒計測器設置時間	10℃	75.0%	曇
2020/2/25	11:20			コンテナ出発時間	10℃	68.0%	曇
2020/2/25	12:19		神戸港	コンテナヤード搬入時間	12℃	56.0%	曇
2020/2/28	23:45			コンテナ荷役作業時間	8℃	58.0%	雨
2020/2/29	1:09			本船出港時間	8℃	59.0%	雨
2020/3/7	8:19	2020/3/7 7:19	SP港	本船入港時間	30℃	80.0%	曇
2020/3/8	3:37	2020/3/8 2:37		コンテナ荷下ろし作業時間	28℃	88.0%	曇
2020/3/9	10:02	2020/3/9 9:02		コンテナ積込作業時間	33℃	80.0%	晴
2020/3/9	13:48	2020/3/9 12:48		本船出港時間	34℃	71.0%	晴
2020/4/2	18:10	2020/4/2 10:10	HAM港	本船入港時間	11℃	54.0%	晴
2020/4/3	3:04	2020/4/2 19:04		コンテナ荷役作業時間	10℃	75.0%	小雨
2020/4/7	5:47	2020/4/6 21:47		コンテナヤード搬出時間	15℃	46.0%	晴
2020/4/9	16:00	2020/4/9 8:00	PIEU倉庫	搬入先到着時間	7℃	81.0%	曇
2020/4/9	17:20	2020/4/9 9:20		デバン⇒計測器回収(電源OFF時間)	11℃	76.0%	晴

ログの現地日時を日本時刻に変換

① ETD-PIEU 2020/2/28～2020/4/9 のデータのグラフ

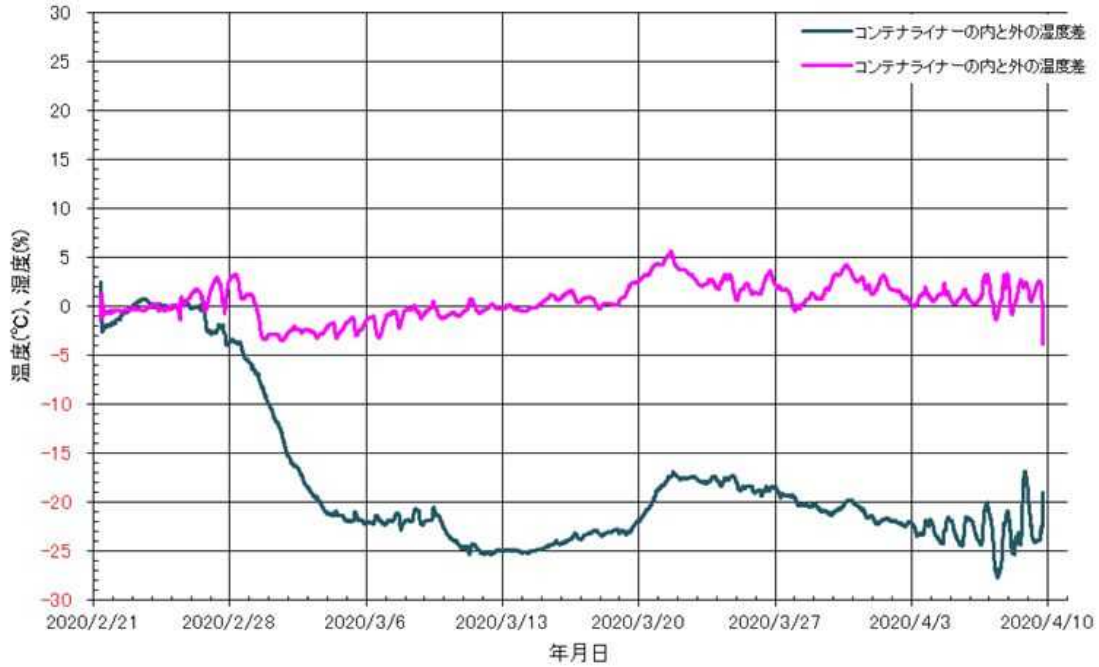
倉庫(神戸) - PIEU倉庫 (2020/2/21 - 2020/4/9)

コンテナライナー内と外の温度・湿度

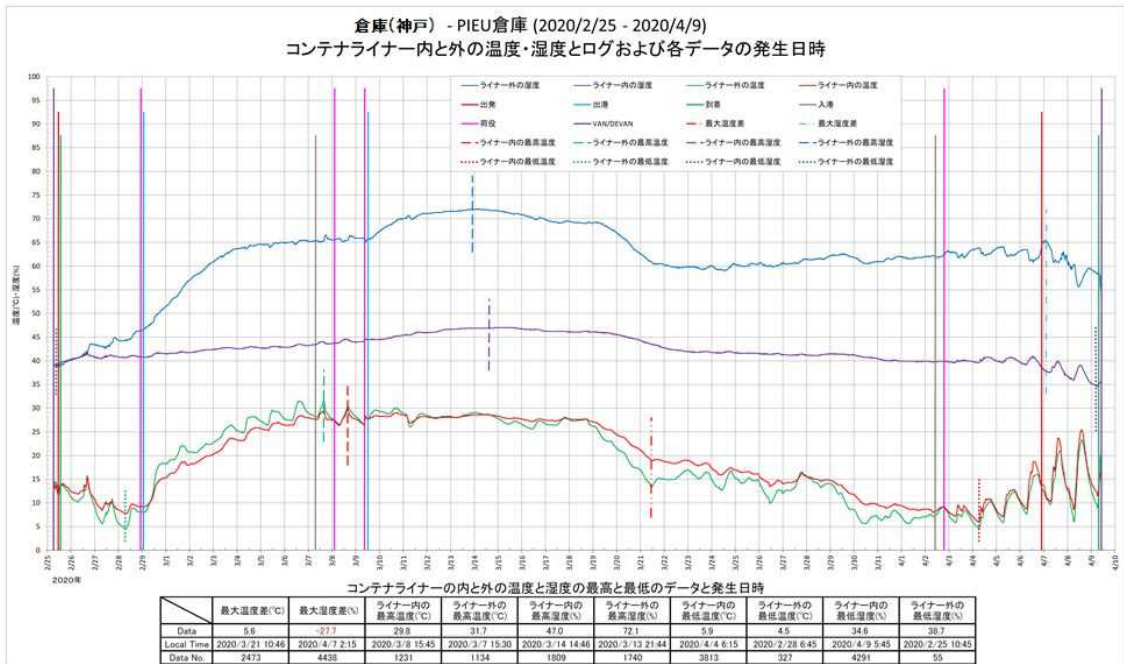


① ETD-PIEU 2020/2/28～2020/4/9 の温度と湿度の差

倉庫(神戸) - PIEU倉庫 (2020/2/21 - 2020/4/9)
コンテナライナー内と外の温度と湿度の差



① ETD-PIEU 2020/2/28～2020/4/9 グラフを時差補正、ログを追加、
最高最低の発生位置とデータ



②ETD-PIEU 2020/7/28～2020/9/8 のログ

倉庫(神戸) - PIEU倉庫 (2020/7/22 - 2020/9/8) ログ

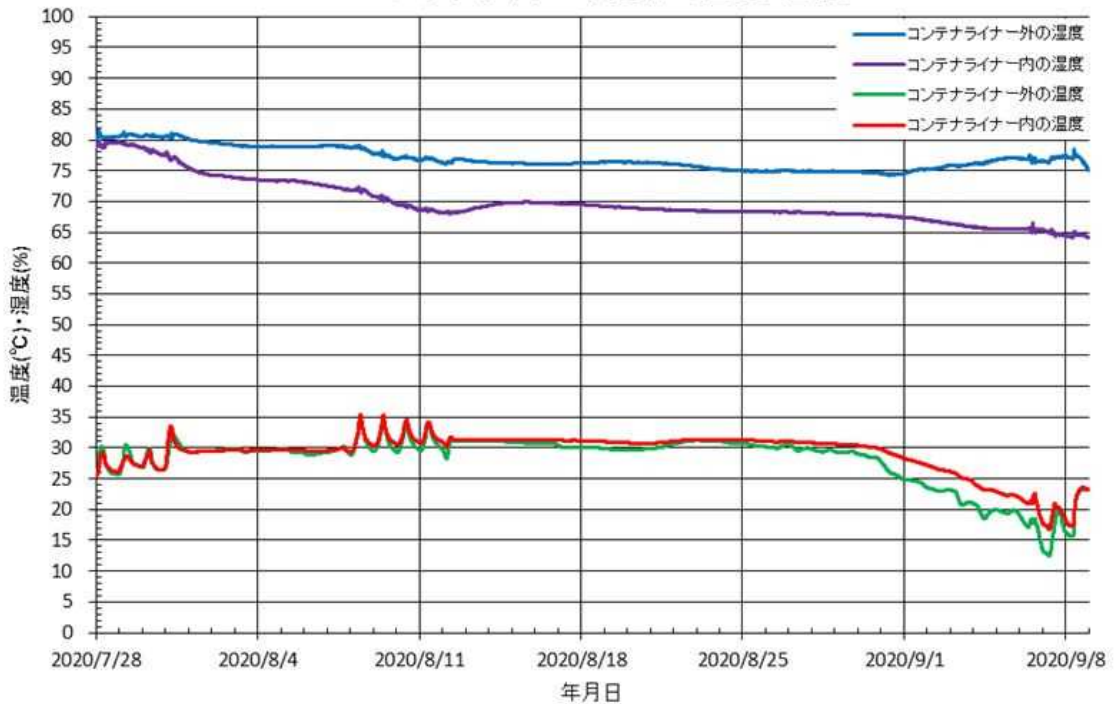
TOPIX
2020.JUL/31 ETD: NEWARK 01266S INC<<40HC>> with CONATINER LINER

日	時刻	現地日時	場 所	作業内容	外気温度	外気湿度	天候
2020/7/22	15:00		倉庫(神戸)	梱包⇒計測器電源ON時間	30℃	60.0%	曇り
2020/7/28	9:10			VAN⇒計測器設置時間	27℃	64.0%	曇り
2020/7/28	10:20			コンテナ出発時間	27℃	64.0%	曇り
2020/7/28	11:24		神戸港	コンテナヤード搬入時間	28℃	84.0%	曇り
2020/7/31	18:15			コンテナ荷役作業時間	25℃	88.0%	雨
2020/7/31	19:52			本船出港時間	27℃	81.0%	雨
2020/8/7	9:11	2020/8/7 8:11	SP港	本船入港時間	32℃	64.0%	晴れ
2020/8/8	1:47	2020/8/8 0:47		コンテナ荷下ろし作業時間	31℃	60.0%	晴れ
2020/8/12	17:37	2020/8/12 16:37		コンテナ積込作業時間	32℃	60.0%	曇り
2020/8/13	2:10	2020/8/13 1:10		本船出港時間	33℃	60.0%	晴れ
2020/9/6	2:22	2020/9/5 18:22	HAM港	本船入港時間	15℃	77.0%	曇り
2020/9/6	18:26	2020/9/6 10:26		コンテナ荷役作業時間	15℃	81.0%	曇り
2020/9/8	6:04	2020/9/8 0:04	PIEU倉庫	コンテナヤード搬出時間	14℃	81.0%	晴れ
2020/9/8	8:30	2020/9/8 0:30		搬入先到量時間	13℃	81.0%	晴れ
2020/9/8	19:00	2020/9/8 11:00		デバン⇒計測器回収(電源OFF時間)	17℃	85.0%	曇り時々晴れ

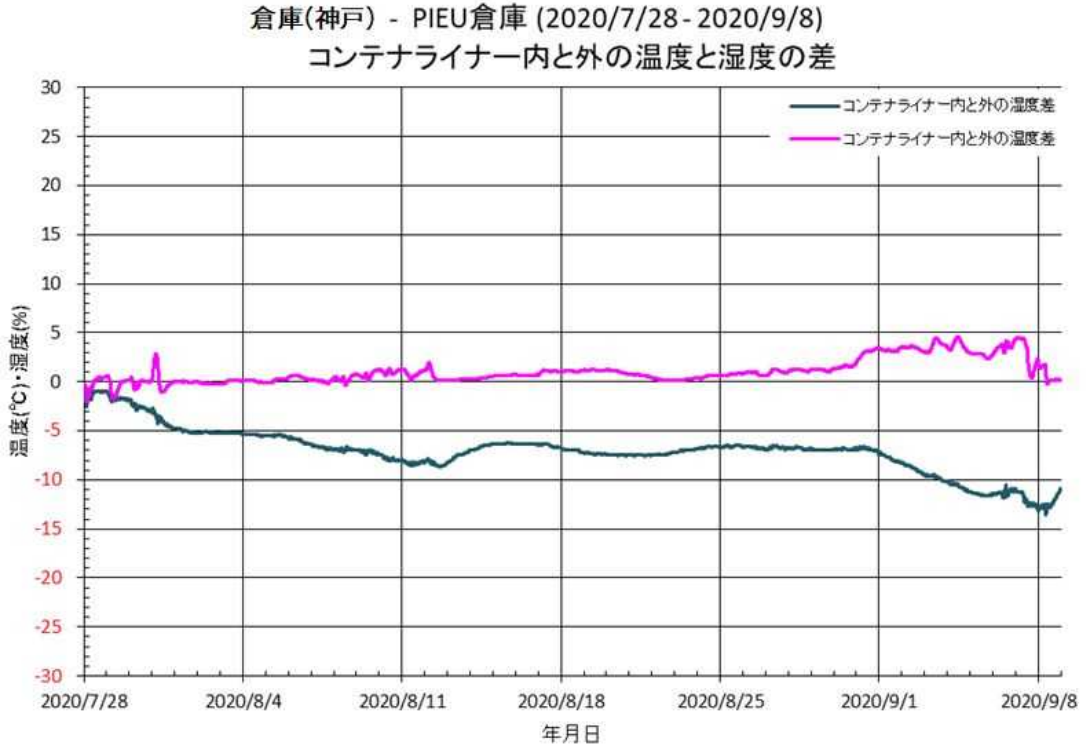
ログの現地日時を日本時刻に変換

② ETD-PIEU 2020/7/28～2020/9/8 のデータのグラフ

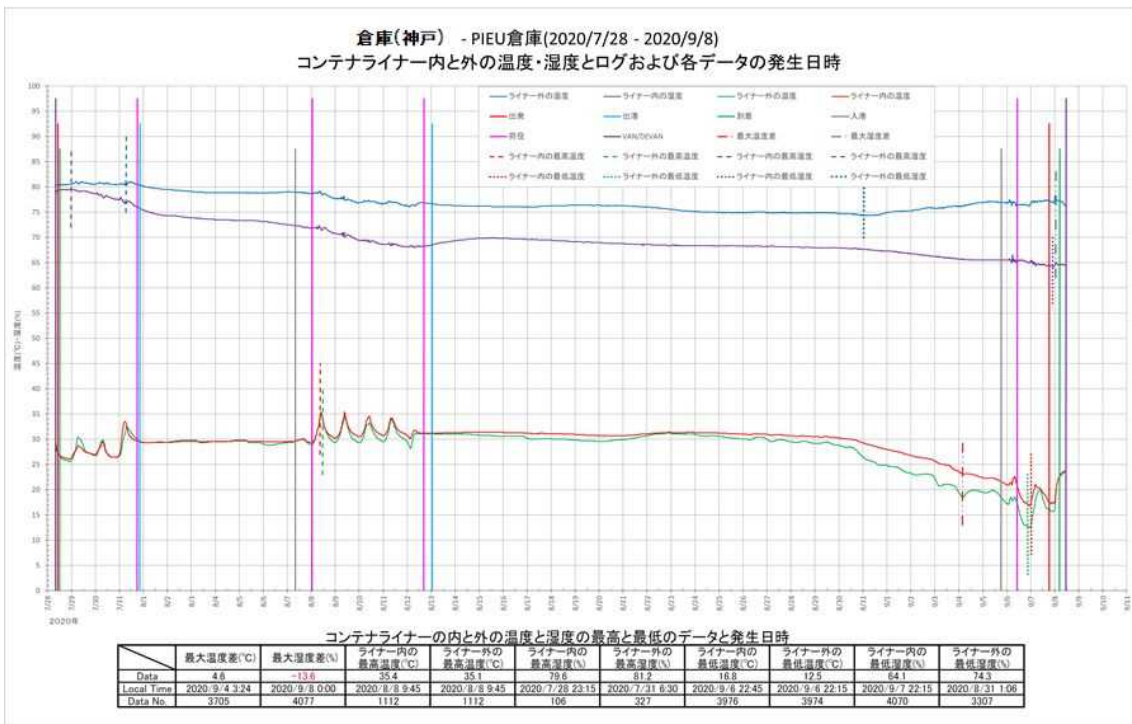
倉庫(神戸) - PIEU倉庫(2020/7/28 - 2020/9/8)
コンテナライナー内と外の温度・湿度



② ETD-PIEU 2020/7/28～2020/9/8 の温度と湿度の差



② ETD-PIEU 2020/7/28～2020/9/8 グラフを
時差補正、ログを追加、最高最低の発生位置とデータ



③ ETD-PEMX 2020/3/12~2020/4/21 のログ

倉庫(神戸) - PEMX倉庫 (2020/3/10 - 2020/4/21)ログ

T O P I X

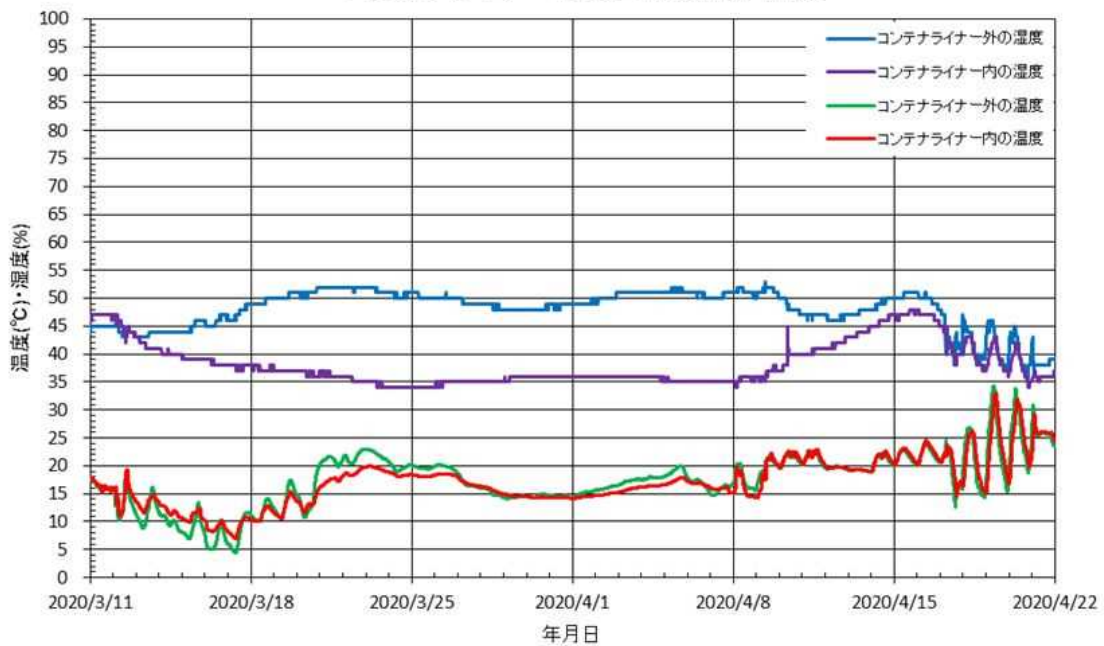
2020.3.18ETD: ONE HONG KONG 069E

日	時刻	現地日時	場所	作業内容	外気温度	外気湿度	天候
2020/3/10	14:00		倉庫(神戸)	梱包⇒計器設置時間	15℃	93.0%	雨
2020/3/12	10:40			VAN時間	10℃	42.0%	晴れ
2020/3/12	10:48 -11:00			コンテナ出発時間	10℃	42.0%	晴れ
2020/3/12	10:48 -13:09		神戸港	コンテナヤード搬入時間	10℃	42.0%	晴れ
2020/3/20	19:00			コンテナ簡設作業時間	13℃	45.0%	晴れ
2020/3/20	22:10			本船出港時間	12℃	51.0%	晴れ
2020/4/5	09:12	4/4 17:12	LAX港	本船入港時間	17℃	67.0%	曇
2020/4/7	17:17-18:34	4/7 01:17-02:34		コンテナ簡設作業時間	13℃	86.0%	曇
2020/4/9	03:39-06:28	4/8 11:39-14:28		コンテナヤード搬出時間	16℃	52.0%	晴れ
NO DATA	NO DATA	NO DATA	San Diego倉庫	搬入先到着時間	15℃	49.0%	晴れ
2020/4/11	03:56	4/10 11:56		デバン	15℃	45.0%	晴れ
2020/4/19	11:00	4/18 19:00		倉庫搬出	17℃	35.0%	晴れ
2020/4/21	02:00	4/20 10:00	PEMX倉庫	搬入先到着	28.3℃	41.5%	晴れ
2020/4/21	03:30	4/20 11:30		デバン⇒計器回収	27.2℃	72.0%	曇

ログの現地日時を日本時刻に変換

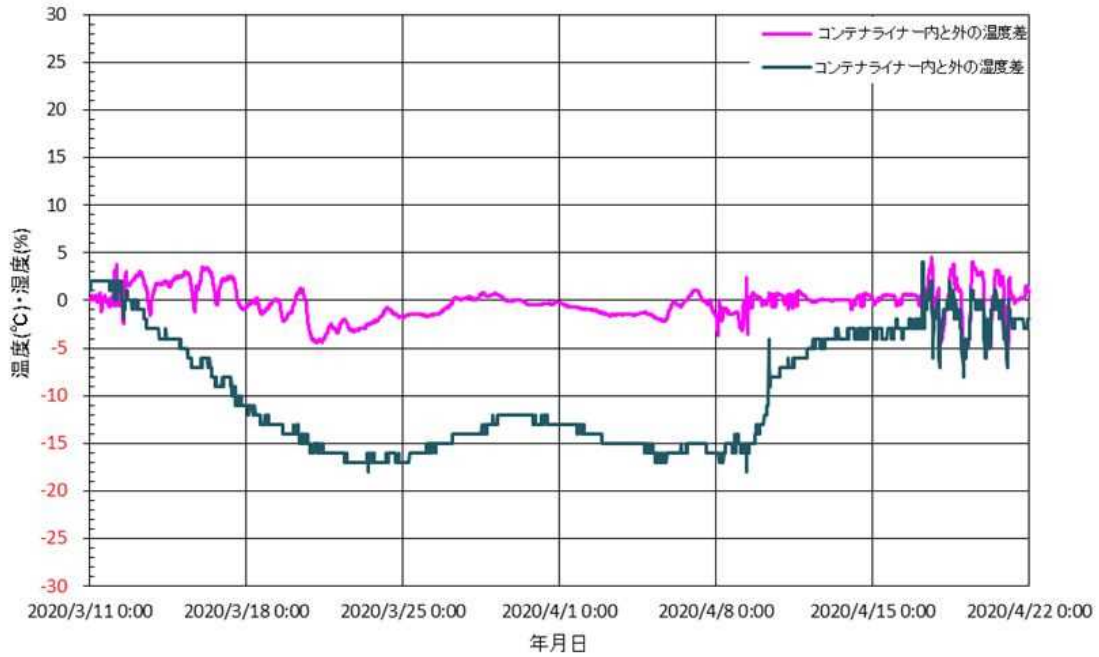
③ ETD-PEMX 2020/3/12~2020/4/21 のデータのグラフ

倉庫(神戸) - PEMX倉庫 (2020/3/12 - 2020/4/21)
コンテナライナーの内と外の温度・湿度

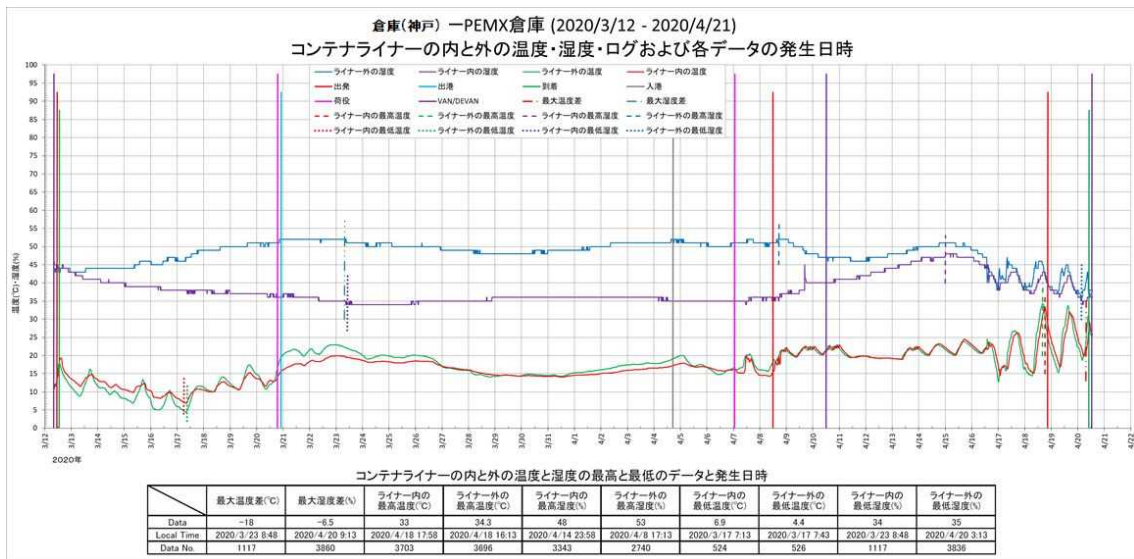


③ ETD-PEMX 2020/3/12～2020/4/21 の温度と湿度の差

倉庫(神戸) —PEMX倉庫(2020/3/12 - 2020/4/21)
コンテナライナー内と外の温度と湿度の差



③ ETD-PEMX 2020/3/12～2020/4/21 グラフを
時差補正、ログを追加、最高最低の発生位置とデータ



④ ETD-PEMX 2020/7/27~2020/8/31 のログ

倉庫(神戸) - PEMX倉庫 (2020/7/27 - 2020/8/31)ログ

T O P I X

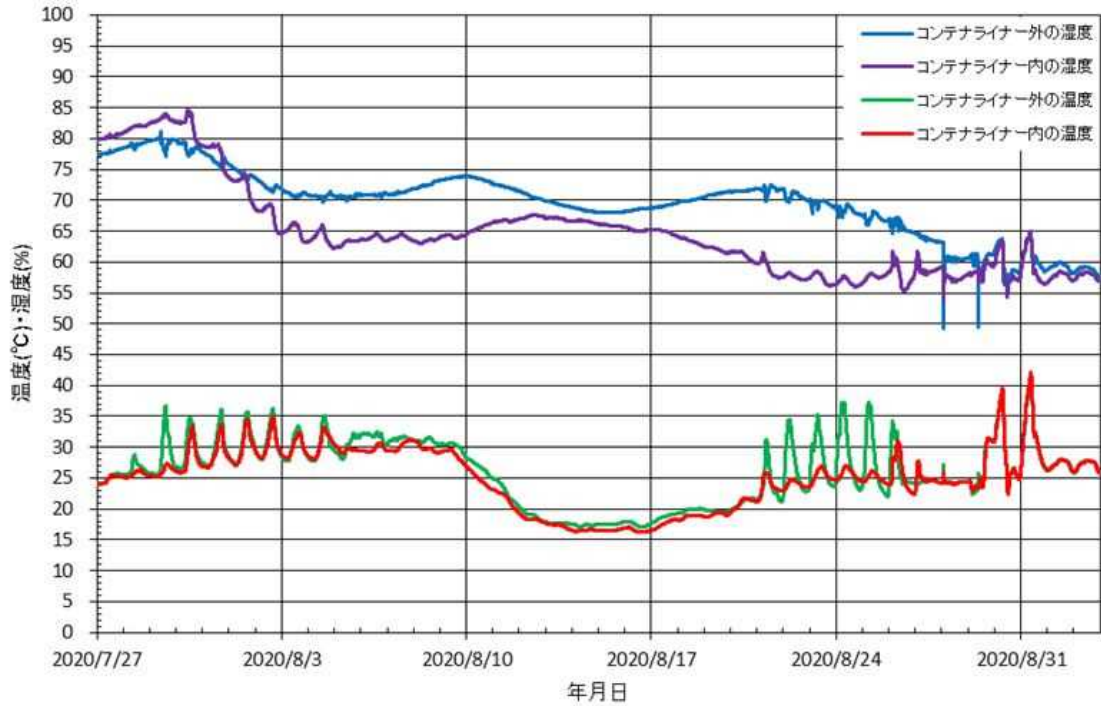
 2020.AUG.5ETD: ONE OLYMPUS 061E

日	時刻	現地日時	場 所	作業内容	外気温度	外気湿度	天候
2020/7/27	16:00		倉庫(神戸)	梱包=計器設置時間	26℃	64.0%	曇り
2020/7/29	8:40			VAN時間	27℃	64.0%	晴れ
2020/7/30	8:40			コンテナ出発時間	26℃	64.0%	晴れ
2020/7/30	9:40				27℃	64.0%	晴れ
2020/7/30	11:26		神戸港	コンテナヤード搬入時間	30℃	67.0%	曇り
NO DATA	NO DATA			コンテナ荷役作業時間	-	-	-
2020/8/5	3:00			本船出港時間	33℃	53.0%	曇り
2020/8/20	7:48	2020/8/19 15:48	LAX港	本船入港時間	30℃	40.0%	晴れ
2020/8/21	7:36	2020/8/20 15:36		コンテナ荷役作業時間	30℃	50.0%	晴れ
2020/8/26	3:20	2020/8/25 11:20		コンテナヤード搬出時間	27.2℃	65.0%	-
2020/8/26	7:20	2020/8/25 15:20	San Diego倉庫	搬入先到着時間	26.6℃	65.0%	晴れ
2020/8/26	8:40	2020/8/25 16:40		デバン	26.5℃	64.0%	晴れ
2020/8/29	10:30	2020/8/28 18:30		倉庫搬出	23.0℃	69.0%	晴れ
2020/8/31	22:30	2020/8/31 6:30	PEMX倉庫	搬入先到着	24.0℃	55.0%	晴れ
2020/8/31	23:30	2020/8/31 7:00		デバン=計器回収	24.0℃	55.0%	晴れ

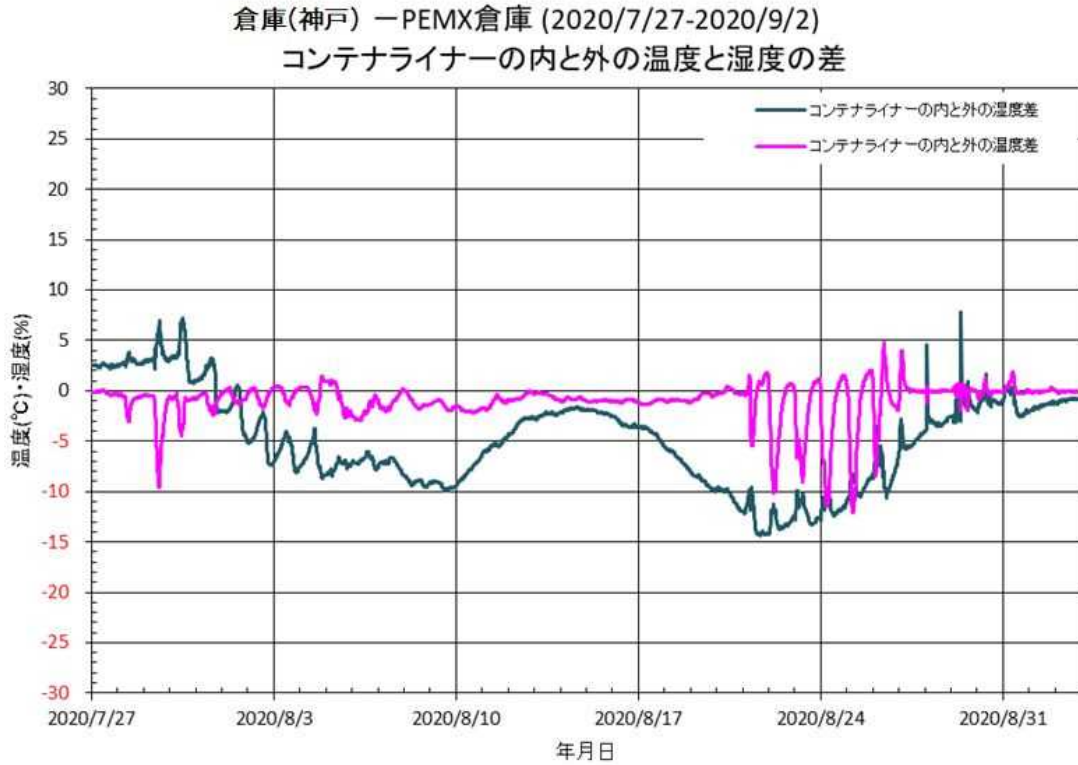
ログの現地日時を日本時刻に変換

④ ETD-PEMX 2020/7/27~2020/8/31 のデータのグラフ

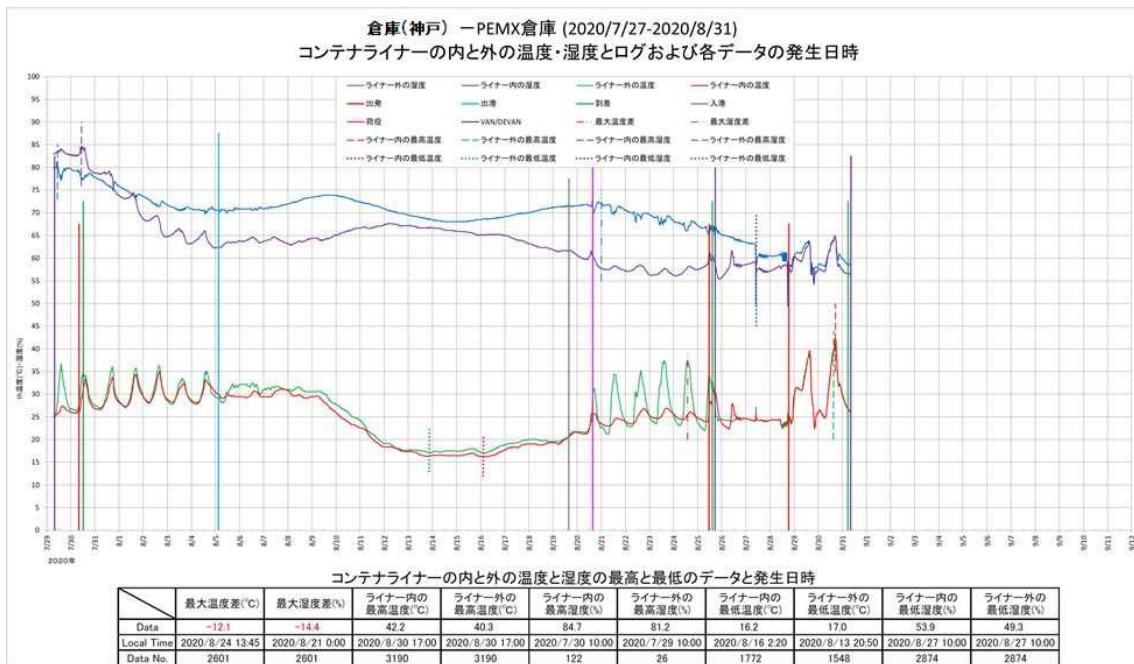
倉庫(神戸) - PEMX倉庫 (2020/7/27-2020/9/2)
 コンテナライナーの内と外の温度・湿度



④ ETD-PEMX 2020/7/27~2020/8/31 の温度と湿度の差



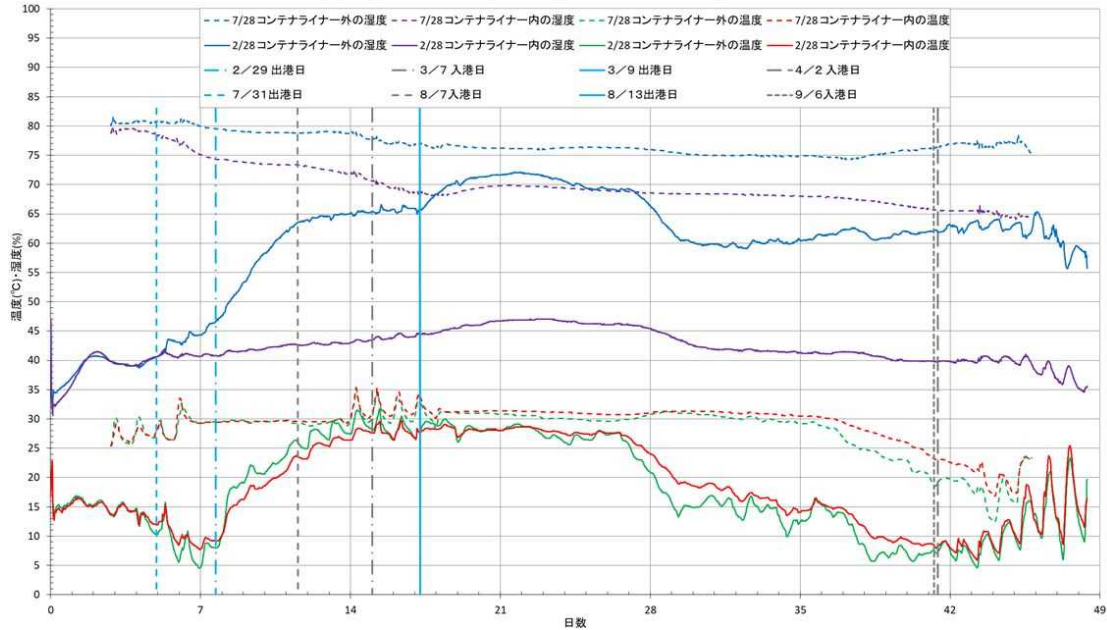
④ ETD-PEMX 2020/7/27~2020/8/31 グラフを
時差補正、ログを追加、最高最低の発生位置とデータ



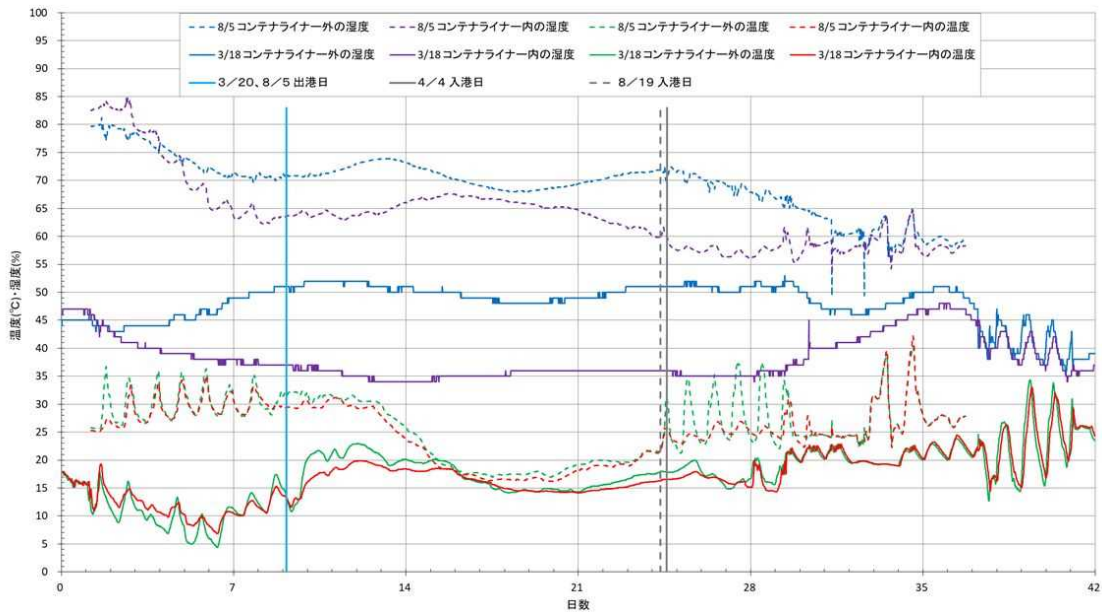
二つの輸送ルートごとの比較

- 輸送ルートごとに出港時刻を基準にする
- ETD-PEMX ルートは2度の出港があるため輸送時間の長いシンガポール港の出港時刻を基準にする

ETD-PIEU コンテナライナー内外の温度・湿度(2020/2/28 - 2020/7/28)
神戸港 - シンガポール港 - ハンブルグ港のルート

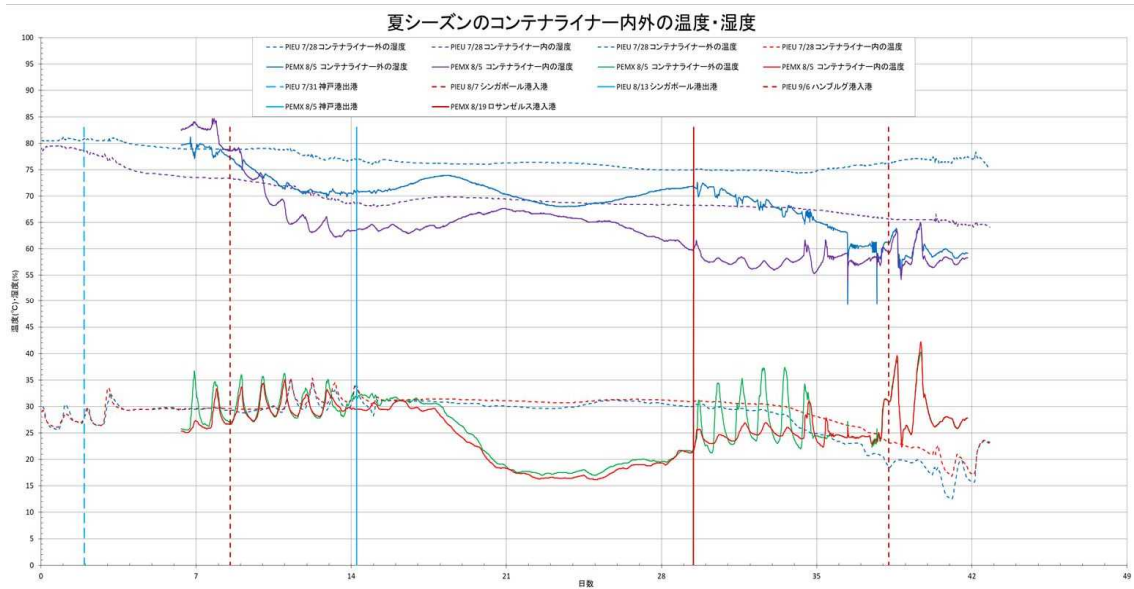
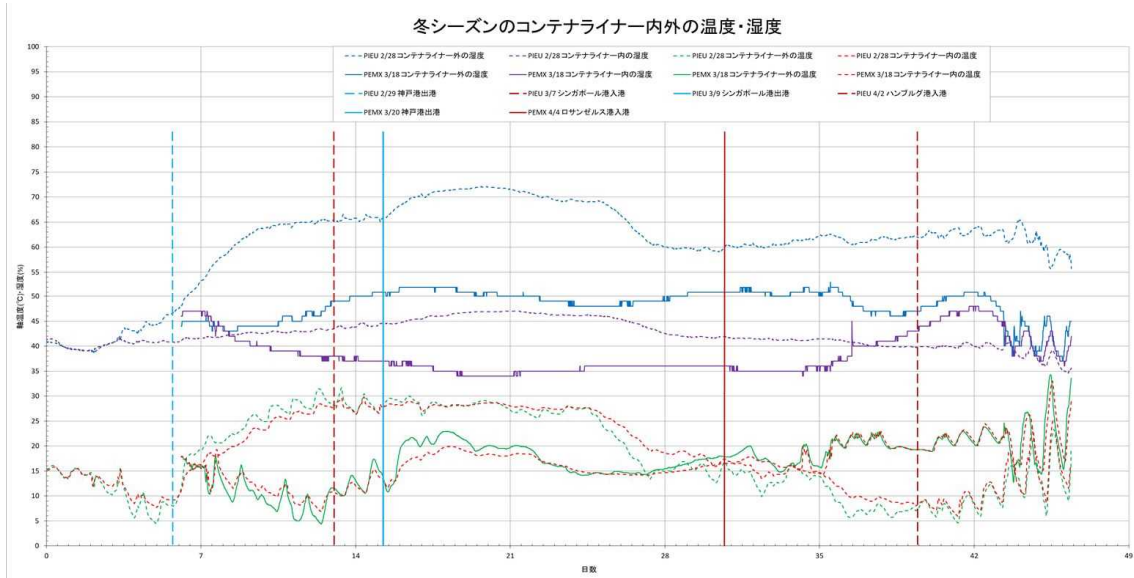


ETD - PEMX コンテナライナー内外の温度・湿度(2020/3/18 - 2020/8/5)
神戸港 - ロサンゼルス港のルート



季節別の出港を基準にした比較

- ルート別ではなく季節別に比較
- 出港を基準にした比較。ただし、ETD-PIEU はシンガポール港の出港を基準にする
-



5. 考察

- メキシコ向け

神戸倉庫から LAX 港までは両環境での大きな温湿度の変化はない。LAX 近郊倉庫に保管している時に②DRY コンテナ+コンテナライナー外で大きな温度変化があり、メキシコ倉庫に保管している時に①DRY コンテナ+コンテナライナー内で大きな湿度変化がある。

- ドイツ向け

両環境での大きな温度差はない。Singapore 港で②DRY コンテナ+コンテナライナー外の環境が最大温度となる。Singapore 港から Hamburg 港へ向かい海上で最大温度差が発生した。DRY コンテナ+コンテナライナー外の湿度差は大きかった。Singapore 港で DRY コンテナ+コンテナライナー外の環境が最大湿度となる。神戸港から Singapore 港までが湿度差が最大となった。

- コンテナライナーの考察：

温度への効果：急激なコンテナ内の変化を緩慢にする事が出来る。

湿度への効果：温度と同様に湿度変化を緩慢にさせると共に、

密閉された後コンテナライナー内の乾燥剤の効果が顕著で最大約 28%減少させ、低湿度に保つ効果が確認できた。

6. まとめ

コンテナライナー使用のメリット

- コンテナライナーの内と外の温度、湿度の差の合計で評価

ルートと時期	倉庫(神戸) - PIEU (2020/2/21 - 2020/4/09)	倉庫(神戸) - PIEU (2020/7/28 - 2020/9/8)	倉庫(神戸) - PEMX (2020/3/10 - 2020/4/21)	倉庫(神戸) - PEMX (2020/7/27-2020/8/31)
データ数	4,271	4,078	3,830	3,240
ライナーの内と外の 温度差の合計	2,974	4,357	-1,271	-3,328
ライナーの内と外の 湿度差の合計	-82,934	-28,764	-39,041	-17,966

- 湿度は密閉されたコンテナライナー内の乾燥剤による効果が確認できる
- 温度は湿度と異なり季節の外気温度の影響のままにコンテナ内部の温度が下がることは好ましくない

- ・各グラフではコンテナライナーにより内部の温度変化が外部に比べて急激な変化を緩和する効果が確認できる
- ・温度に関しては陸上では太陽に依る日照、地温や気温による変化を受けるが、航海中は船が推進する速度により風の流れが発生し、陸上に比べ昼夜の温度変化が少ない

以上のように今年度はコンテナ内の温湿度の変化のデータ収集を実施した。また民間物流会社の協力によりコンテナライナーの取り付けに関するデータ収集を行う事が出来た。

来年度も引き続き、民間物流会社にご協力頂き衝撃加速度に加え温湿度の計測も実施していく予定である。

以上