

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

～海上ドライコンテナ～

平成 28 年度報告書

1. 目的	・・・1
2. トラック・鉄道・航空機などで発生する衝撃値（加速度）	・・・2
2-1 事業実施内容	・・・2
2-2 測定するコンテナの種類	・・・2
2-3 シャーシの種類	・・・2
2-4 計測ルート	・・・2
2-5 本測定のための準備	・・・3
2-5-1 床面上への設置方法	・・・3
2-5-2 測定器設置箇所	・・・3
2-6 プレテストの実施	・・・4
2-6-1 プレテスト実施内容	・・・5
2-6-2 プレテスト測定結果	・・・7
3. 陸上輸送中コンテナ（床面上）の加速度計測の実施	・・・8
3-1 測定期間	・・・8
3-2 測定詳細	・・・9
3-3 結果およびまとめ	・・・9
3-3-1 PSD データ	・・・9
3-3-2 輸送中の加速度	・・・9
3-3-3 まとめ	・・・10
4. 来年度以降の事業について	・・・10

## 1. 目的

本事業は、船舶・トラック・鉄道・航空機等の輸送モード別、貨物の単体輸送・コンテナ輸送別に輸送中に発生する衝撃値(加速度)を一定期間にわたって計測・収集し、その結果を取りまとめたうえで、データベース化して公表するものである。

## 2.トラック・鉄道・航空機などで発生する衝撃値(加速度)

### 2-1 事業実施内容

本年度は海上コンテナの陸送時に発生する加速度の状況を調査した。その理由はコンテナ内部床面に発生する加速度がコンテナ内に積み込まれた貨物に伝わっていくと考えたからである。

計測は本事業により過去に選定された計測機器、米国ランスモント社の SAVER3D15(以下、「測定器」)を採用し、民間物流会社のご協力を頂き、陸送されるコンテナ床面上に設置し計測を行った。

### 2-2 測定するコンテナの種類

海上コンテナには用途に応じて種類・サイズがあるが、最も代表的なドライコンテナでサイズは 20ft と 40ftHi-Cube の 2 サイズで計測を行った。コンテナに中身が入っている場合では、中身の重量や重心位置、サスペンション等の様々な要因(※)により発生する加速度が変化するため一概に傾向を把握することが困難であると考え、いずれもコンテナ内に中身がない状態(以下「空バン」)で実施した。

※加速度に影響を与える要因は「走行速度」、「貨物の積載状況」、「運転操作」、「道路形状」、「自然現象」が考えられ、これらの要因はトレーラー事故や貨物事故にも影響を与える要因となっている。今回、採取されたデータが国際海上コンテナの陸上における輸送環境調査の指標のひとつになることを目標としている。

### 2-3 シャーシの種類

海上コンテナ用シャーシにも車軸数の別があるので測定は次の 4 種類で行った。

- ・20ft 海上コンテナ用 2 軸シャーシ
- ・20ft 海上コンテナ用 3 軸シャーシ
- ・40ft 海上コンテナ用 2 軸シャーシ
- ・40ft 海上コンテナ用 3 軸シャーシ

### 2-4 計測ルート

測定ルートは、実際の運行に支障が出ない範囲で行うため協力業者様と協議のうえ決定した。よって採取されたそれぞれのデータは、天候、道路の混雑状況、目的地への道順が異なる中で計測を行った。(詳細は添付資料を参照のこと)

## 2-5 本測定のための準備

継続的な測定を実施するため計測器の適切な設置方法及び設置箇所など検討を重ねた。概要は以下の通りである。

### 2-5-1 床面上への設置方法

コンテナ床面に測定器を固定する方法として、固定具でコンテナ床面を傷付ける可能性を排除し、かつ走行時に測定器が外れることがない方法を検討した結果、強力両面テープでの固定となった。振動試験機で国内トラック走行時の振動を加振し確認を行った。最終的にコンテナ床面へ測定器を固定後、取り外し傷がつかない事を確認し実施に至った。

### 2-5-2 測定器設置箇所

各コンテナの前方壁面から約 1m、後方扉から約 1m の 2 箇所を設置した。測定器の設置方向、X 軸(Channel:1)、Y 軸(Channel:2)、Z 軸(Channel:3)と進行方向との関係は下記の図の通りである。

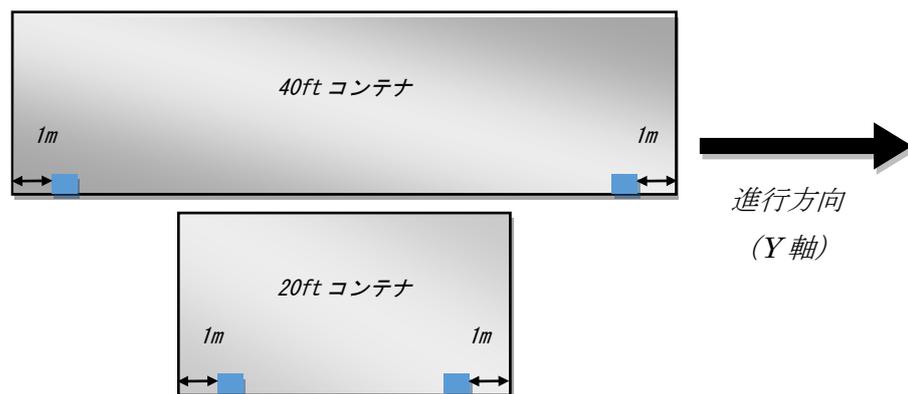


図 2-1 各コンテナへの測定器設置場所(イメージ図)

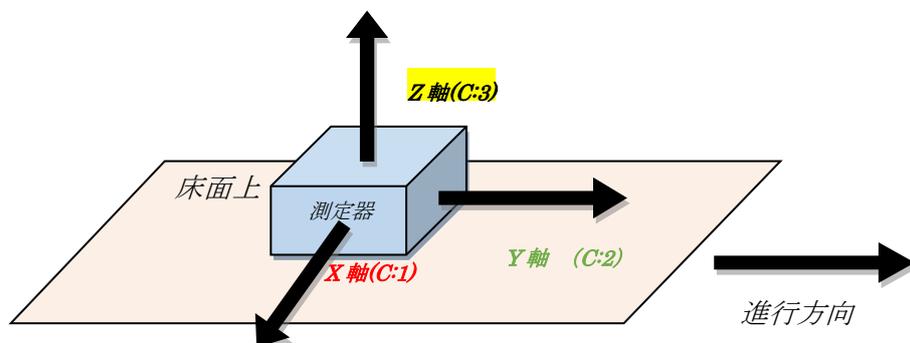


図 2-2 測定器の軸方向と進行方向について



図 2-3 両面テープ 貼付箇所



図 2-4 振動試験機で加振試験



図 2-5 コンテナ床面への接着



図 2-6 床に傷がつかない事を確認

## 2-6 プレテストの実施

具体的な計測機器の設定を定める為、プレテスト(予備計測)を実施した。

### 2-6-1 プレテスト実施内容

- ・計測日:2016年8月18日9:27~10:09
- ・コンテナ:40ft(Hi-Cube)コンテナ(空バン)、シャーシ:40ft 海上コンテナ用 2 軸シャーシ
- ・測定ルート:千葉県市川市内~東京港(大井)付近(一部区間有料道路を使用)
- ・走行情報

移動距離	21.3km
平均速度	30.5km/h
移動平均速度	33.8km/h
最高速度	76km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

・参考写真



図 2-7 使用したコンテナ及びトレーラー

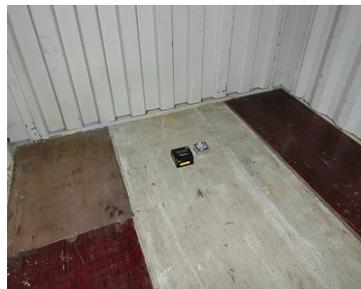


図 2-8 設置の様子 (前方/計測器は右側)

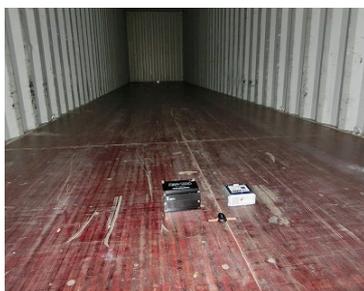


図 2-9 設置の様子 (後方/計測器は右側)



図 2-10 40ft コンテナ用 2 軸シャーシ

## 2-6-2 プレテスト測定結果

設定及びPSDは下記の通りである。走行距離が短いことから詳細なデータを採取するため、Signal Triggered Data を主とした設定とした。

Advanced Instrument Setup - SAVER 3X90

### Memory Storage Partitions

#### Signal Triggered Data

Record Time: 1.024 sec

Samples / Sec: 1000, Sample Size: 1024

Signal PreTrigger: 50 %

External Trigger: OFF - Disable

Data Retention Mode: Max Overwrite

Memory Allocation: 18102 events

#### Timer Triggered Data

Record Time: 2.048 sec

Samples / Sec: 1000, Sample Size: 2048

Wakeup Interval: 5 Minutes

Time to Fill: 1.4 days

Data Retention Mode: Max Overwrite

Memory Allocation: 392 events

Disable PushButton On/Off  
(Requires Computer to Stop Acquisition)

#### LED Alarm

Temperature Alarm  
35 °C, -18 °C

Humidity Alarm  
80 % RH, 10 % RH

Acceleration Alarm  
5.0 G's

LED Heartbeat

#### Cell Phone Alarm

SMS Alarm Alerts  
Target Phone Number: \_\_\_\_\_  
Requires Cell Phone Interface Accessory

GPS Tracking  
 GPS Enable  
Requires GPS Interface Accessory

Print Cancel OK

### Channel Information

Copy Channel Setting Paste Channel

CH	Active In Signal Partition	Active In Timer Partition	Channel Description	Full Scale	Trigger	Trigger Level	Filter	Ext Sensitivity	Input Source
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel 1 (X axis 9x30)	20.0 G	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00 G	500 Hz	---	Charge Amp
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel 2 (Y axis 9x30)	20.0 G	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00 G	500 Hz	---	Charge Amp
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel 3 (Z axis 9x30)	20.0 G	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00 G	500 Hz	---	Charge Amp

図 2-11 40ft (Hi-Cube) コンテナ前方の設定詳細

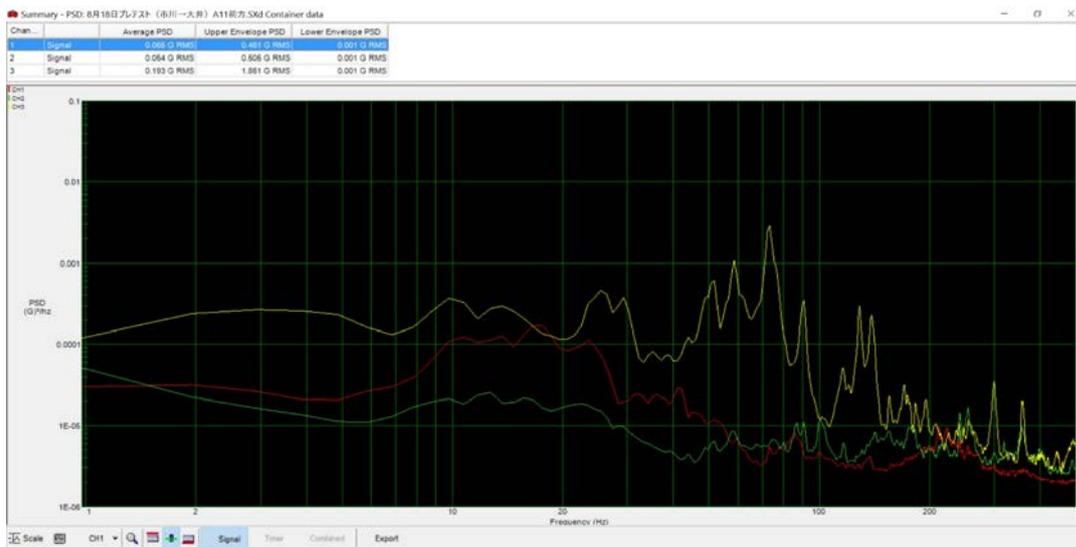


図 2-12 40ft (Hi-Cube) コンテナ前方のPSD

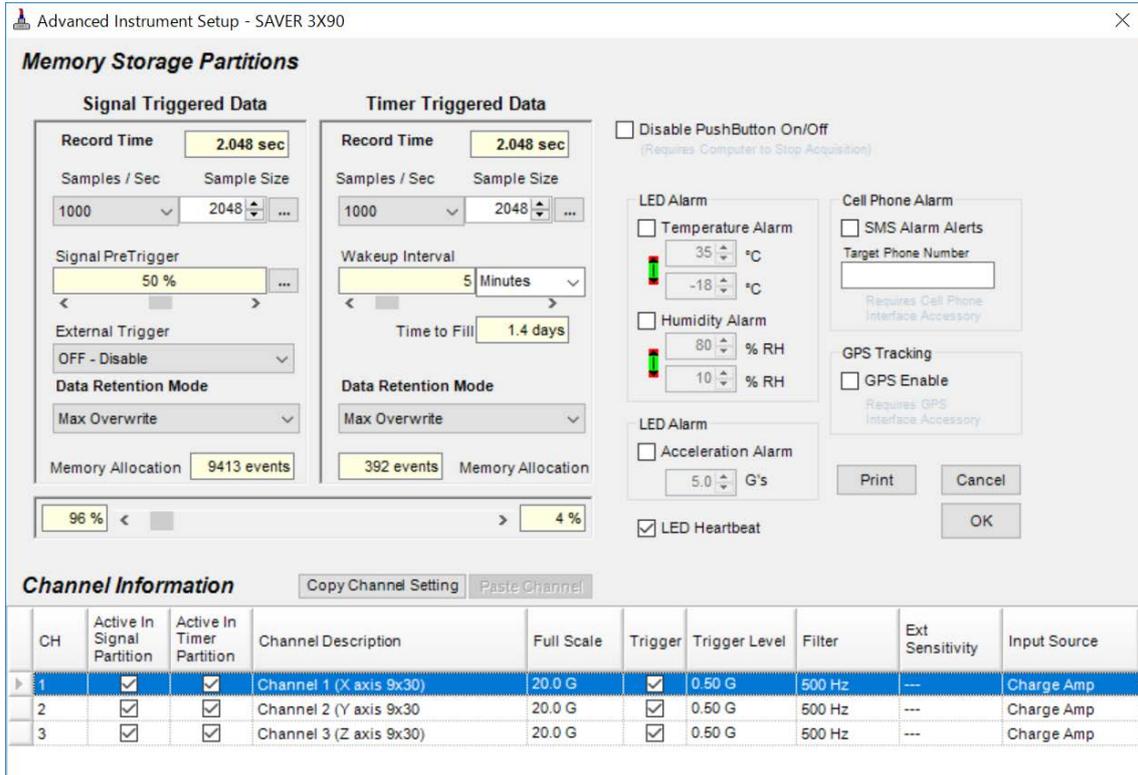


図 2-11 40ft (Hi-Cube) コンテナ後方の設定詳細

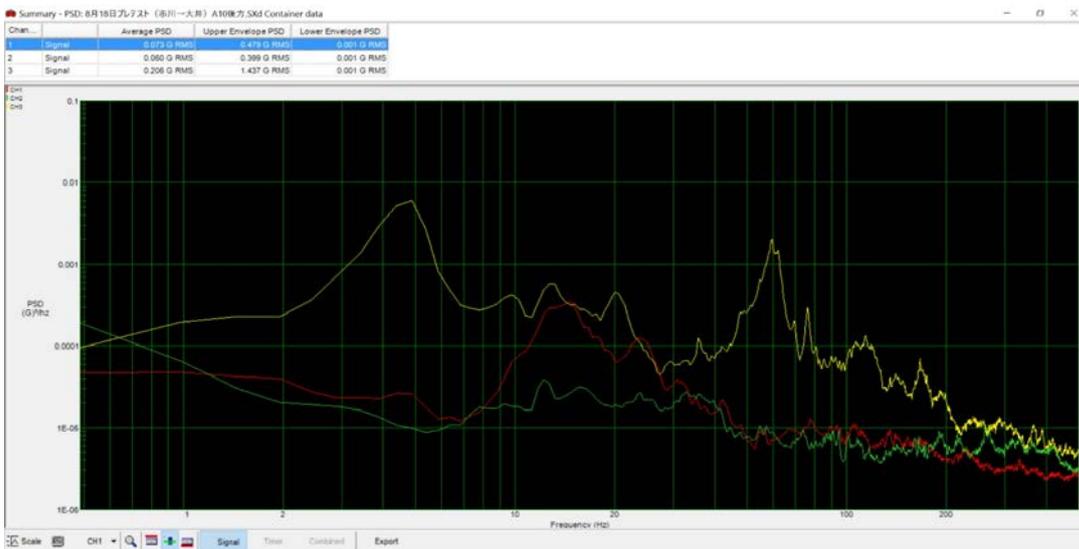


図 2-14 40ft (Hi-Cube) コンテナ後方のPSD

上記の結果を踏まえ、下記の設定で計測することとした。

設定条件 : 500 Sample/sec、1024 Sample Size

図 2-15 設定詳細

Advanced Instrument Setup - SAVER 3X90

### Memory Storage Partitions

#### Signal Triggered Data

Record Time: 2.048 sec

Samples / Sec: 500 | Sample Size: 1024

Signal PreTrigger: 10 %

External Trigger: OFF - Disable

Data Retention Mode: Max Overwrite

Memory Allocation: 942 events

#### Timer Triggered Data

Record Time: 2.048 sec

Samples / Sec: 500 | Sample Size: 1024

Wakeup Interval: 1 Minutes

Time to Fill: 12.4 days

Data Retention Mode: Max Overwrite

Memory Allocation: 17915 events

Disable PushButton On/Off (Requires Computer to Stop Acquisition)

#### LED Alarm

Temperature Alarm: 35 °C, -18 °C

Humidity Alarm: 80 % RH, 10 % RH

Acceleration Alarm: 100.0 G's

LED Heartbeat

#### Cell Phone Alarm

SMS Alarm Alerts

Target Phone Number: \_\_\_\_\_

Requires Cell Phone Interface Accessory

#### GPS Tracking

GPS Enable

Requires GPS Interface Accessory

Print | Cancel | OK

### Channel Information

Copy Channel Setting | Paste Channel

CH	Active In Signal Partition	Active In Timer Partition	Channel Description	Full Scale	Trigger	Trigger Level	Filter	Ext Sensitivity	Input Source
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel 1 (X axis 9x30)	50.0 G	<input checked="" type="checkbox"/>	2.00 G	500 Hz	---	Charge Amp
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel 2 (Y axis 9x30)	50.0 G	<input checked="" type="checkbox"/>	2.00 G	500 Hz	---	Charge Amp
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel 3 (Z axis 9x30)	50.0 G	<input checked="" type="checkbox"/>	2.00 G	500 Hz	---	Charge Amp

### 3. 陸上輸送中コンテナ(床面上)の加速度計測の実施

上記の確認試験、プレテストを踏まえ、海上輸送用コンテナ(40ft Hi-cubeと20ft)に、SAVER 3D15を設置し内陸倉庫から東京港間の計測を実施した。走行中のコンテナトレーラーの走行データ(移動距離や平均速度、最高速度等)を採取するためにGPS(GARMIN社製 eTrex30xハンディーGPS)を設置するとともに、後方からカメラ(SONY社製 HDR-AS200V)にて走行の様子を記録した。

更に、事前にコンテナダメージの有無、コンテナトレーラー及びシャーシのタイヤ空気圧、タイヤ溝の残溝を確認し異常の有無の確認作業を実施した。異常がないことを確認した後、本測定を実施した。(タイヤの残溝測定をした結果、各タイヤそれぞれに大きな差異があった。この残溝差を計測データ解析のための情報として整理することは困難であった。よって亀裂など異常タイヤの有無の確認作業として実施することとした。コンテナトラクターのタイヤ空気圧は、約 880kPa 前後、コンテナ用シャーシのタイヤ空気圧は、約 810kPa前後であった。)

#### 3-1 測定期間

平成 28 年 9 月～平成 29 年 3 月

### 3-2 測定詳細

下記、合計 10 回の計測を実施した。

Data No.	計測日	時間	区間	コンテナタイプ	コンテナ自重	シャーシタイプ
2	9月14日	8:05-9:33	戸田市-東京港付近	20ft	2,180KGS	2軸
3	10月14日	7:48-9:27	戸田市-東京港付近	20ft	2,190KGS	3軸
4	10月20日	7:52-9:27	戸田市-東京港付近	20ft	2,180KGS	3軸
5	10月25日	7:59-9:16	戸田市-東京港付近	20ft	2,180KGS	2軸
6	11月9日	9:06-9:58	戸田市-東京港付近	40ft	3,840KGS	2軸
7	11月21日	8:29-10:00	戸田市-東京港付近	40ft	3,820KGS	3軸
8	11月29日	8:40-10:01	戸田市-東京港付近	40ft	3,840KGS	3軸
9	2月14日	8:15-10:11	戸田市-東京港付近	40ft	3,930KGS	2軸
10	2月16日	8:07-9:30	戸田市-東京港付近	20ft	2,200KGS	3軸
11	3月1日	8:03-9:10	戸田市-東京港付近	40ft	3,820KGS	3軸

図 3-1 計測データ詳細 (すべて空バン、40ft すべて Hi-Cube、番号:1はプレテスト)

### 3-3 結果およびまとめ

#### 3-3-1 PSD データ

詳しくは、添付資料を参照のこと。

(PSD 解析については、パンゲア社に依頼。添付ファイルの PSD は、General、Shock、Drop データを削除、Grms0.035 以下のデータを削除したものとなっている。)

#### 3-3-2 輸送中の加速度(範囲:振動値のみ)

方向	平均(G RMS)	最大値平均(G RMS)
X 軸(左右)方向	0.082	0.685
Y 軸(進行)方向	0.075	0.684
Z 軸(上下)方向	0.262	2.694

図 3-2 全車平均値(GRMS)

	平均(G RMS)		最大値平均(G RMS)	
	前方	後方	前方	後方
X 軸(左右)方向	0.082	0.097	0.747	0.797
Y 軸(進行)方向	0.077	0.091	0.740	0.853
Z 軸(上下)方向	0.242	0.338	2.514	3.140

図 3-3 20ft コンテナ(5本計測分)の平均値(GRMS)

	平均(G RMS)		最大値平均(G RMS)	
	前方	後方	前方	後方
X 軸(左右)方向	0.062	0.085	0.464	0.747
Y 軸(前後)方向	0.061	0.071	0.527	0.627
Z 軸(上下)方向	0.209	0.256	2.762	2.324

図 3-3 40ft (Hi-Cube)コンテナ (5 本計測分)の平均値(GRMS)

### 3-3-3 まとめ

- ① 走行中、コンテナ床面上で発生する加速度(GRMS)は、Z 軸(上下)方向が一番高く、続いて X 軸(左右)方向、Y 軸(前後)方向となっている。
- ② 図 3-2 と図 3-3 より、40ft(Hi-Cube)コンテナより 20ft コンテナの方が、3 軸方向すべてで加速度(GRMS)が高い。
- ③ PSD より 20ft と 40ft(Hi-Cube)に共通して後方の Z 軸は、低周波数4~6Hz、50Hz~60Hz にピークがある。X 軸および Y 軸は、10~20Hz にピークがある。

国際海上コンテナは、効率的な海陸複合一貫輸送が可能であることから、現在、国際物流の中心的地位を占めている。しかしながら、封印状態で運送されるという特殊性により、**運転者がコンテナ内貨物の重量、重心位置、積み付け状態、品目に関する情報を十分に把握できない中で輸送されている**。コンテナトレーラーに X 軸(左右方向)まわりにかかるローリング、Y 軸(進行方向)まわりにかかるピッチング、Z 軸(上下方向)まわりにかかるヨーイングから様々な挙動が発生し、コンテナ内の貨物へ影響を及ぼす。また、今回は空バンで計測を行ったが、貨物の積み付け方次第では、コンテナ内の貨物から更に振動、衝撃が発生してしまい、それがコンテナトレーラーの振動・衝撃にさらに加味されてしまう可能性がある。コンテナトレーラーは、重量が重く重心が高いことから通常のトラックよりも横転の危険性が高い特性をもっている。しかし、それらの挙動はトラクタ側のカップラーとトレーラー側のキングピンを介して伝わるため、その挙動を運転感覚で察知することが難しい場合がある。それらを踏まえ、今回のデータは基礎データの資料となる可能性があり、公表する意義があると考える。

## 4. 来年度以降の事業について

陸上輸送については、コンテナやシャーシの種類ごとに傾向が見えつつあるもののそれぞれのデータの数はまだまだ少なく、有効なデータベースになったとは断言するに至らない。本事業において可能な限り長期に亘った計測をすることでより精度の高いデータに育てていく必要がある。不足しているシャーシの種類を優先し海上コンテナの陸上輸送中の加速度をさらに計測することに加え、コンテナの固有振動帯の計測を含めて継続して進めていく。

添付資料

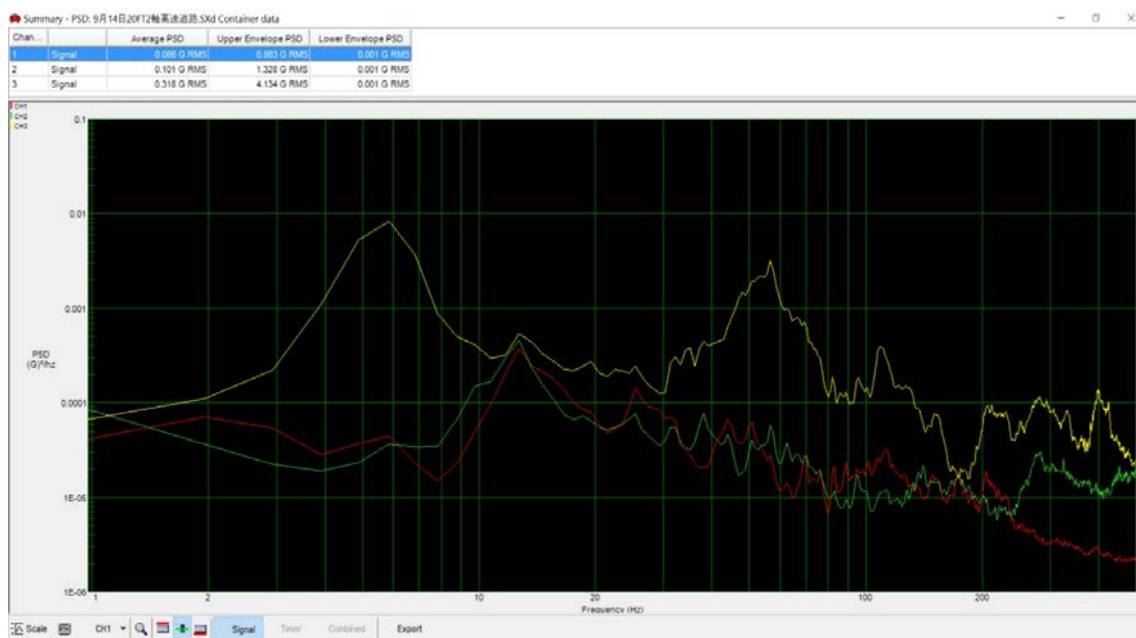
計測データ(PSD)

Data No. 2

移動距離	34.5km
平均速度	23.6km/h
移動平均速度	27.1km/h
最高速度	69km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：後方のみ

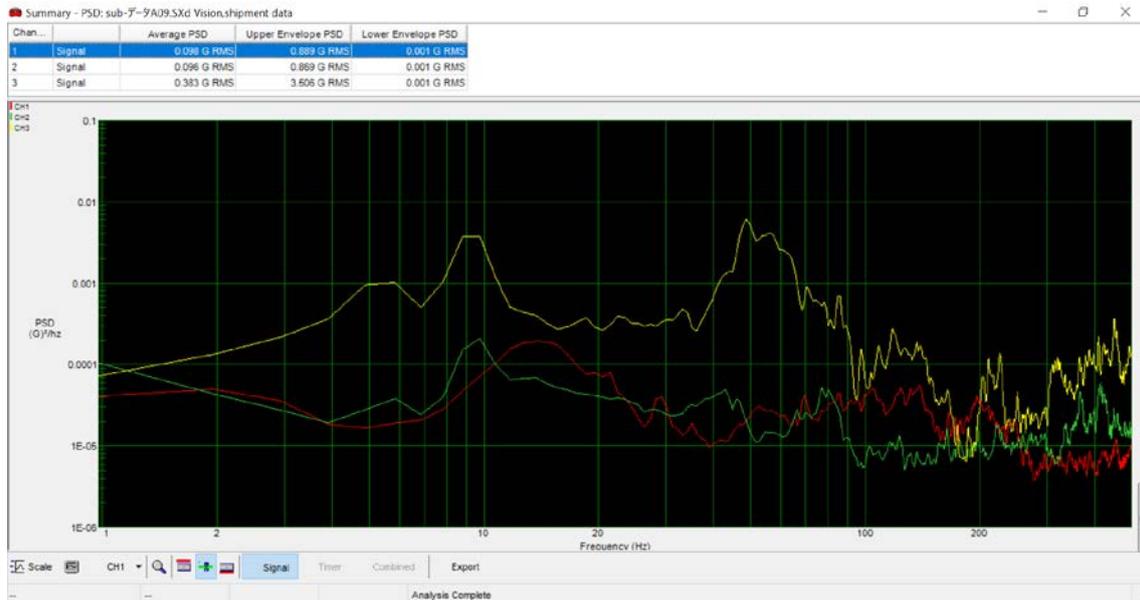


Data No. 3

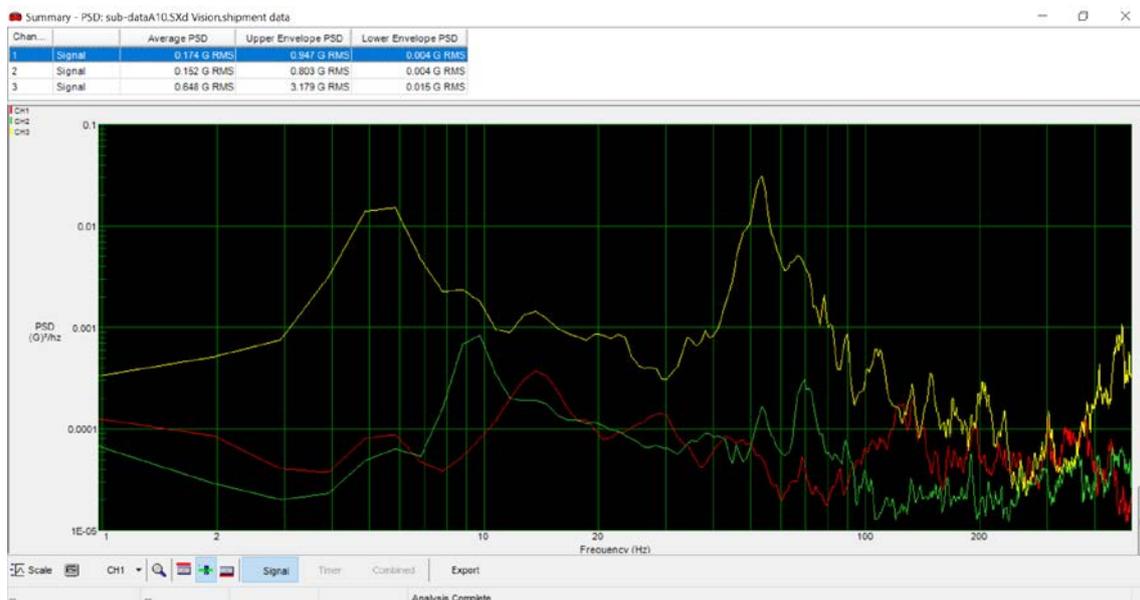
移動距離	31.4km
平均速度	18.9km/h
移動平均速度	23.0km/h
最高速度	86km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

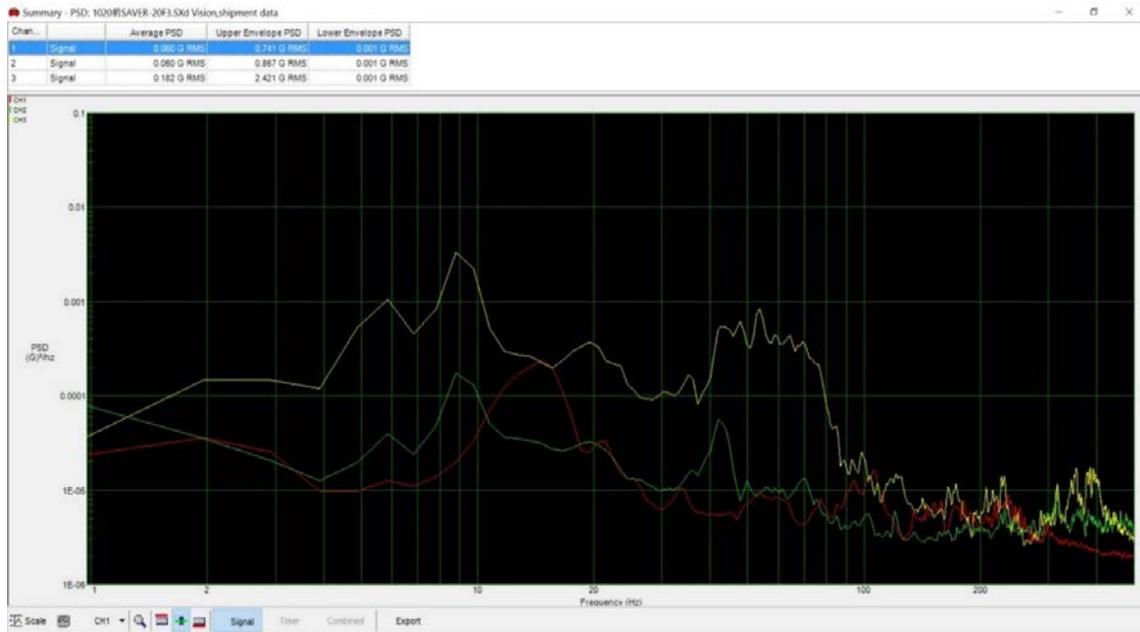


Dara No. 4

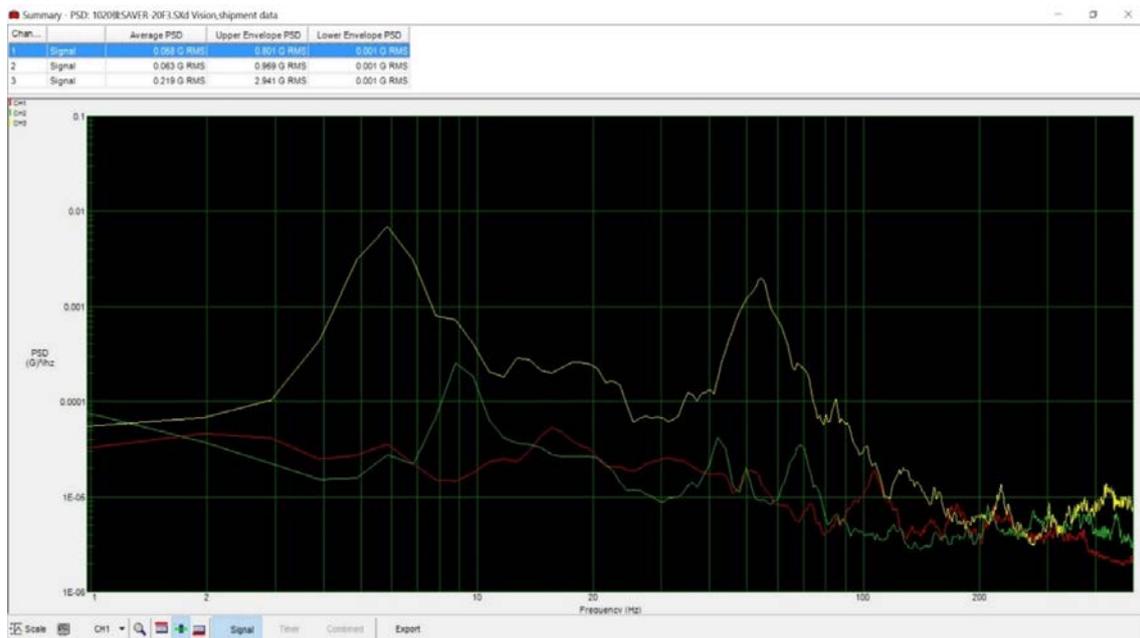
移動距離	34.2km
平均速度	21.4km/h
移動平均速度	26.1km/h
最高速度	63km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

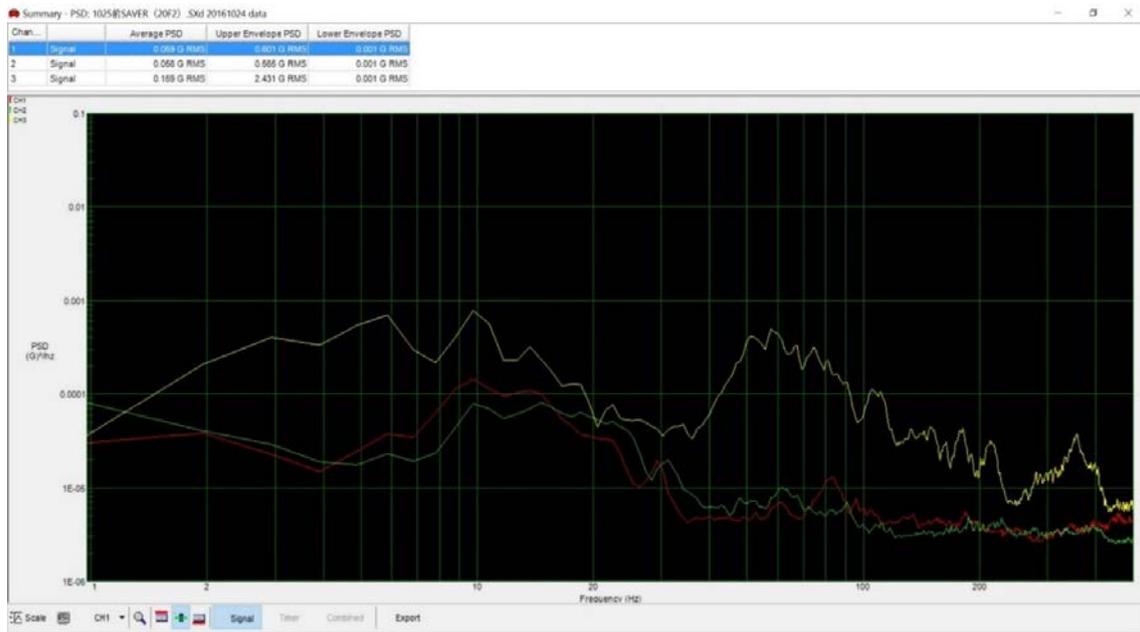


Data No. 5

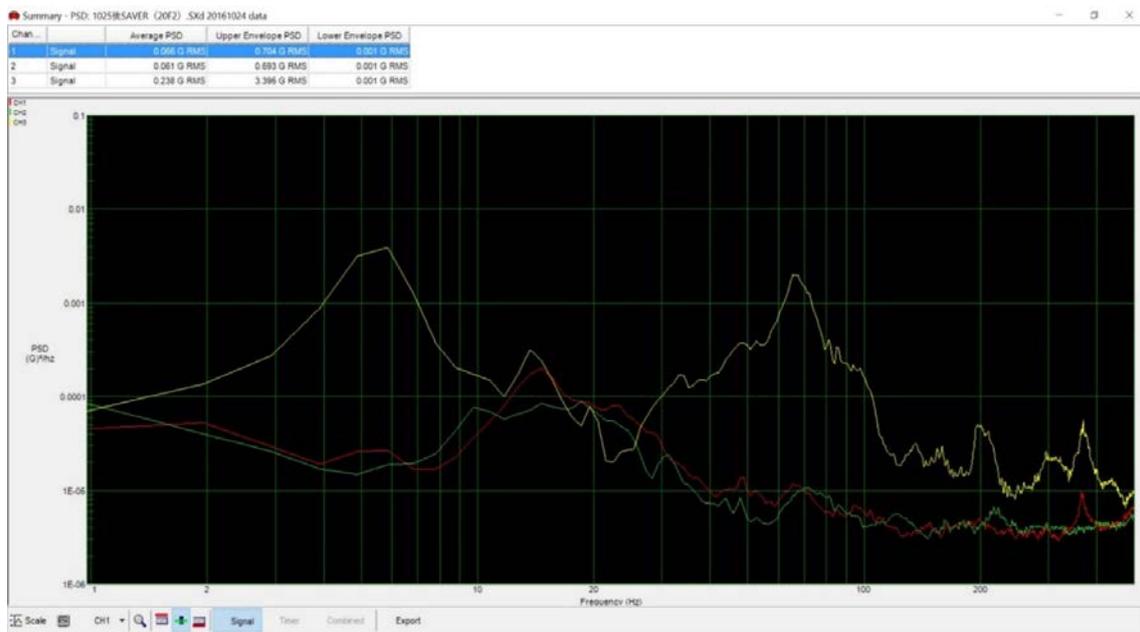
移動距離	33.9km
平均速度	26.1km/h
移動平均速度	29.8km/h
最高速度	70km/h

※一部区間位置情報ロスト、GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

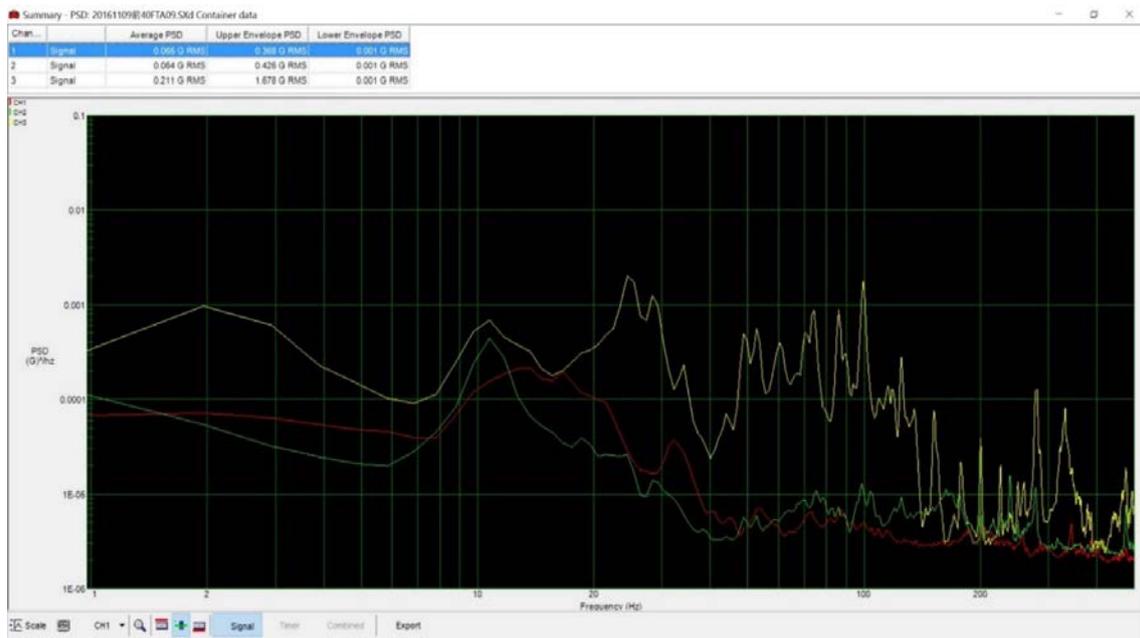


Data No. 6

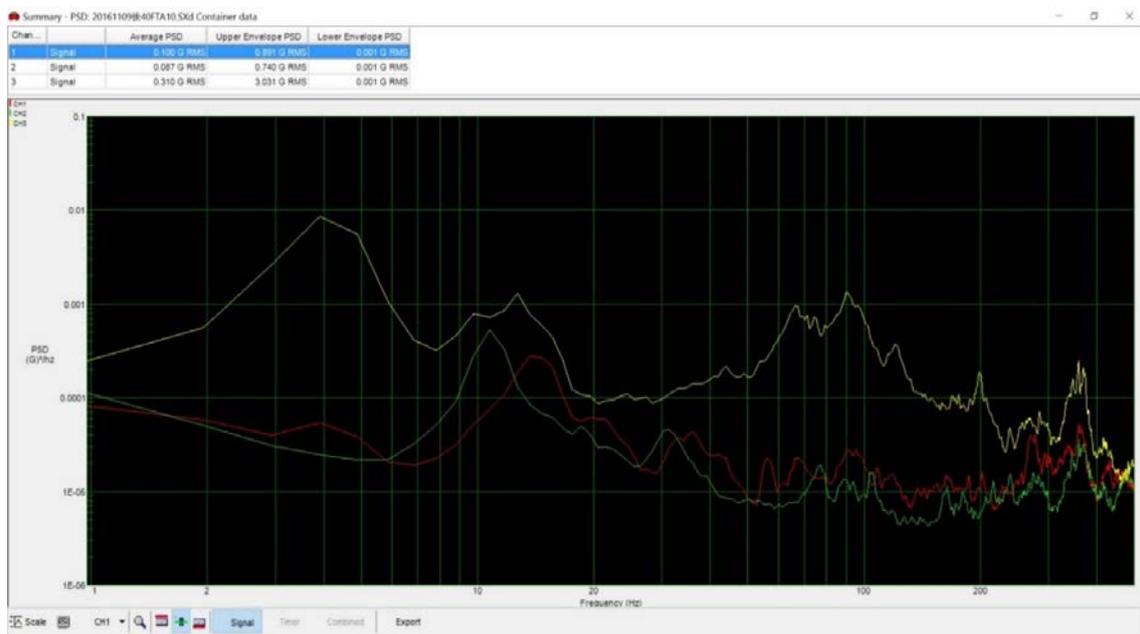
移動距離	30.1km
平均速度	35.9km/h
移動平均速度	39.3km/h
最高速度	95km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

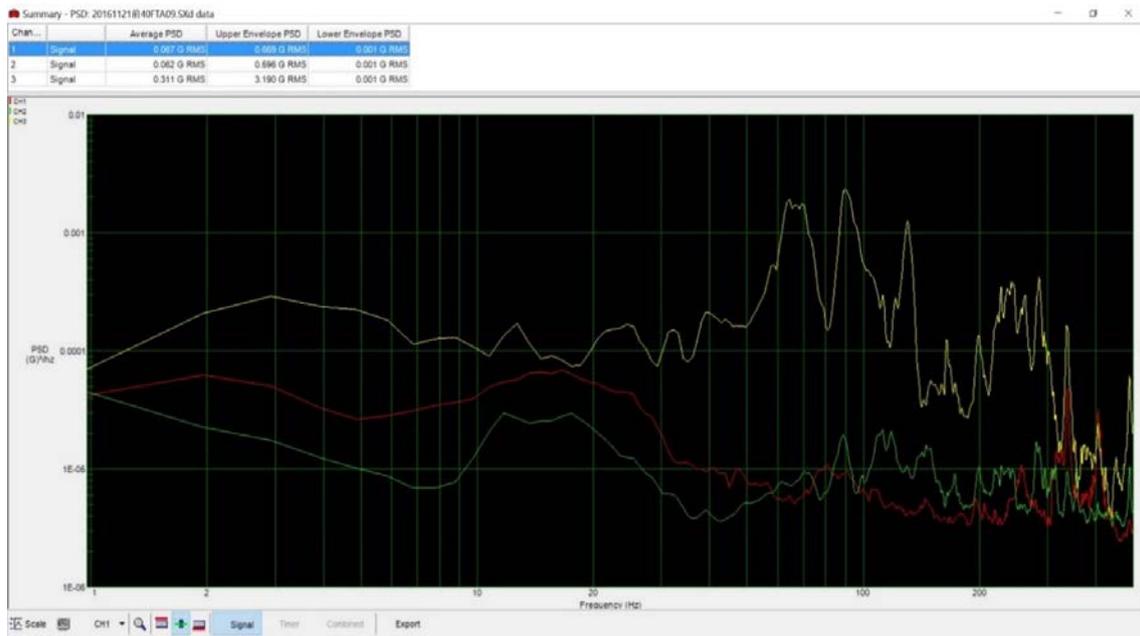


Data No. 7

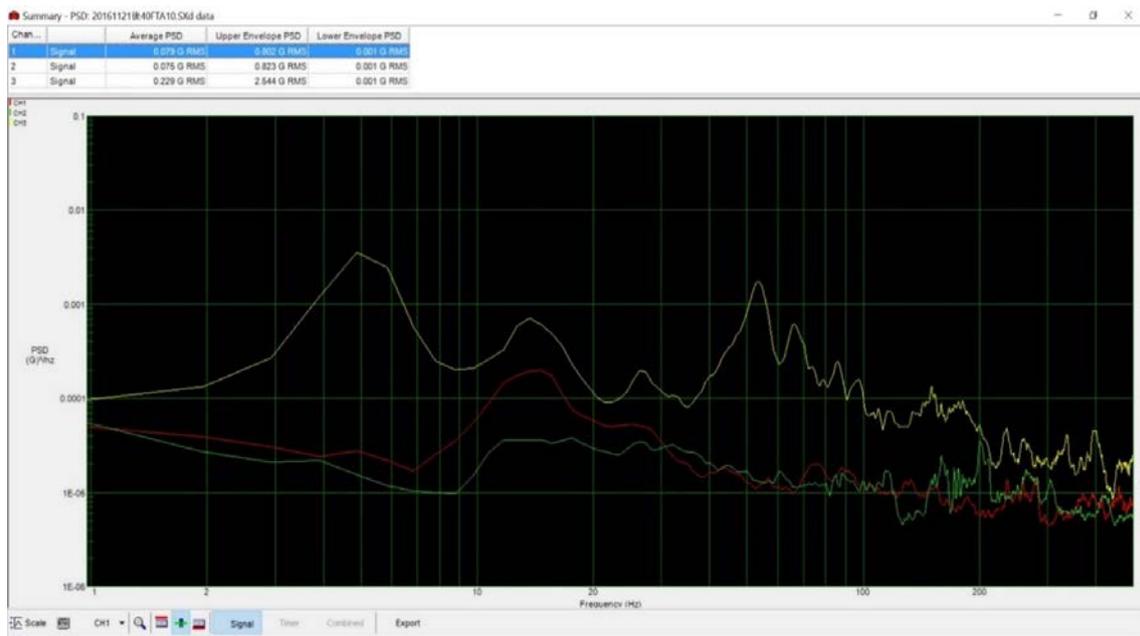
移動距離	35.1km
平均速度	23km/h
移動平均速度	26.4km/h
最高速度	83km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

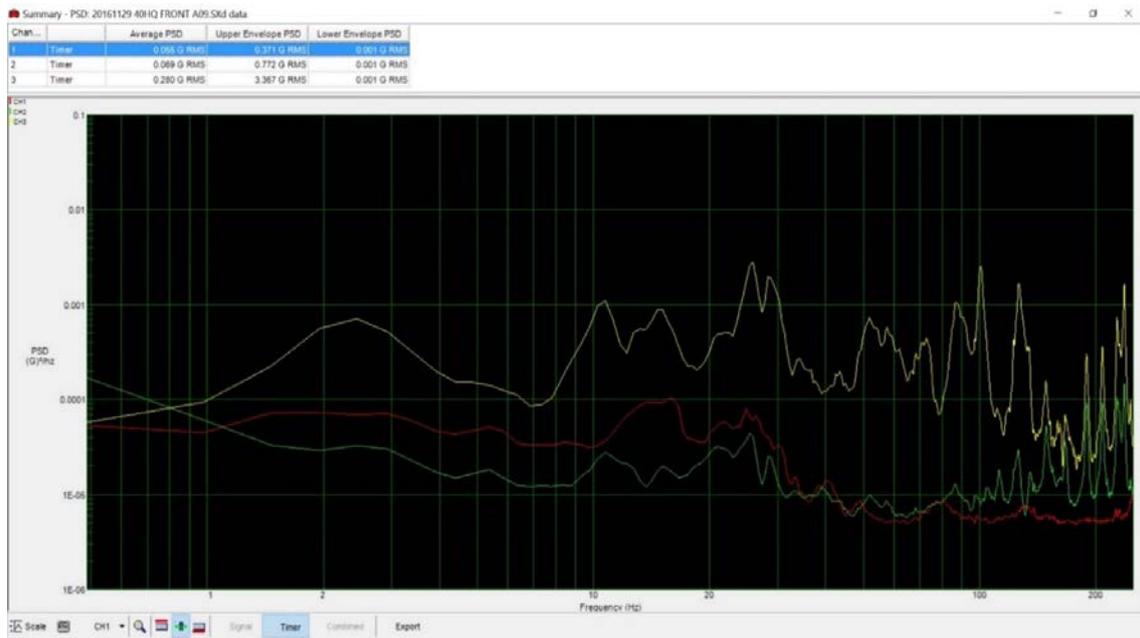


Data No. 8

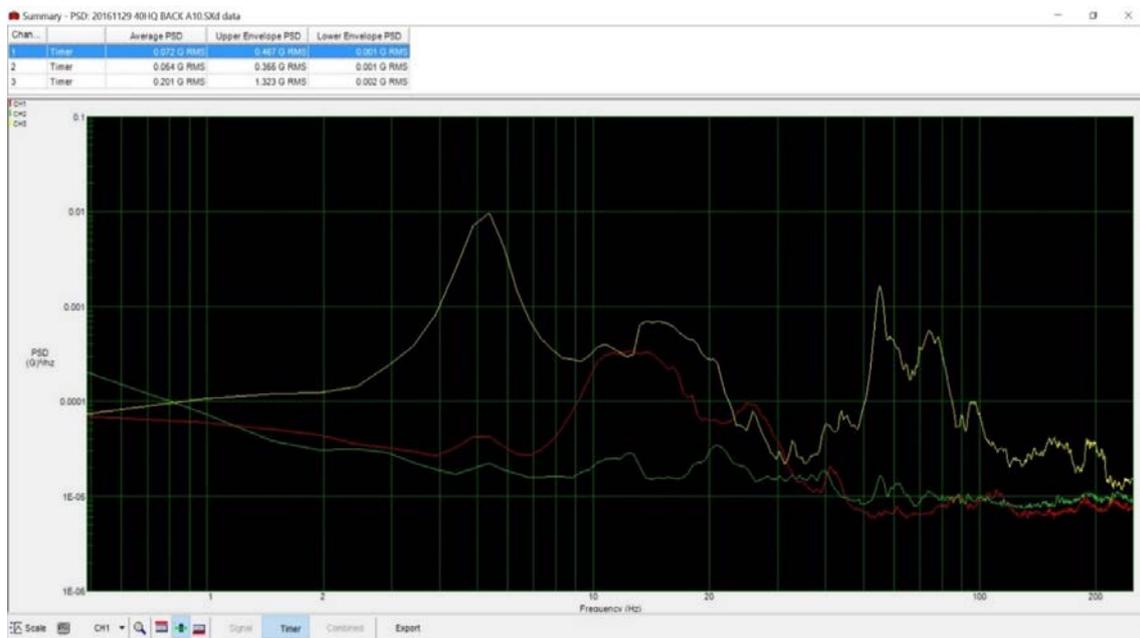
移動距離	36.2km
平均速度	26.7km/h
移動平均速度	28.8km/h
最高速度	81km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

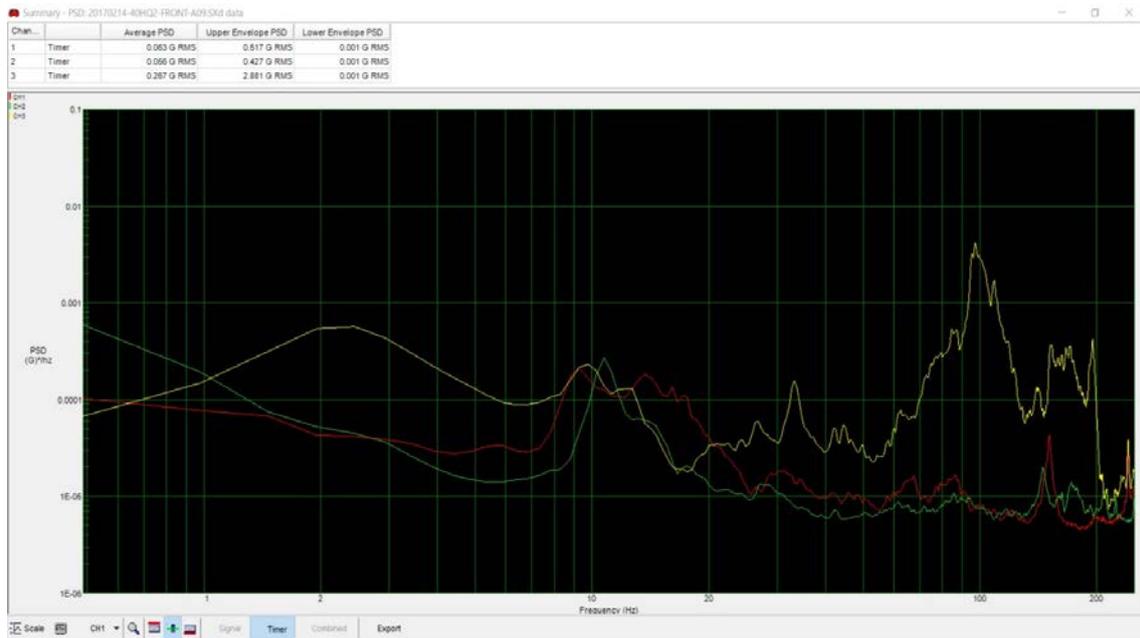


Data No. 9

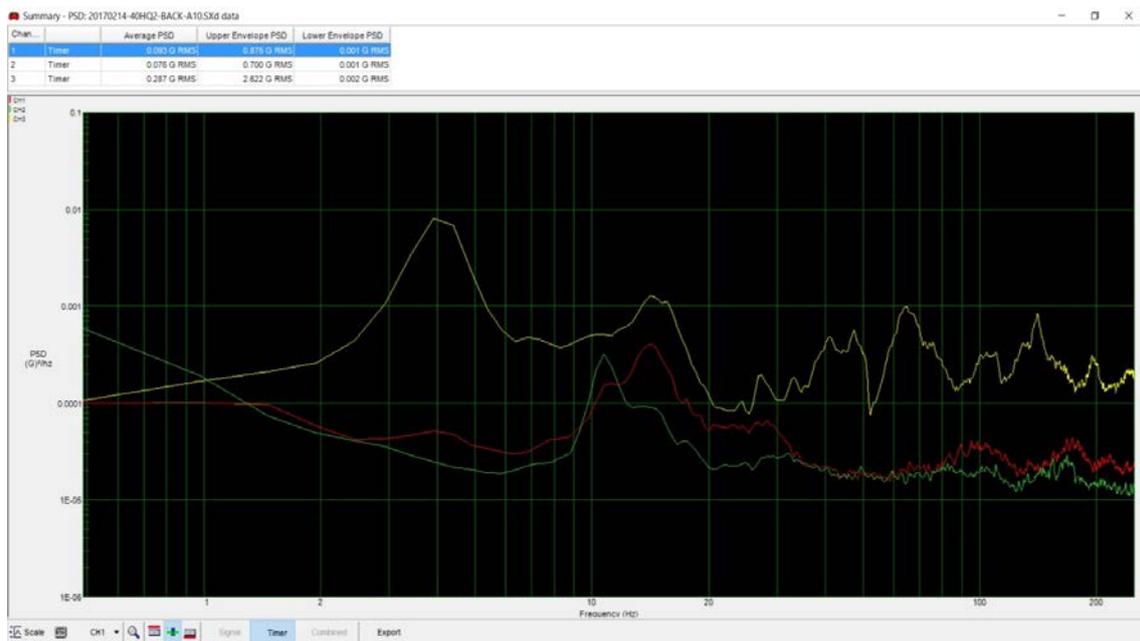
移動距離	50.5km
平均速度	26km/h
移動平均速度	28.8km/h
最高速度	73km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

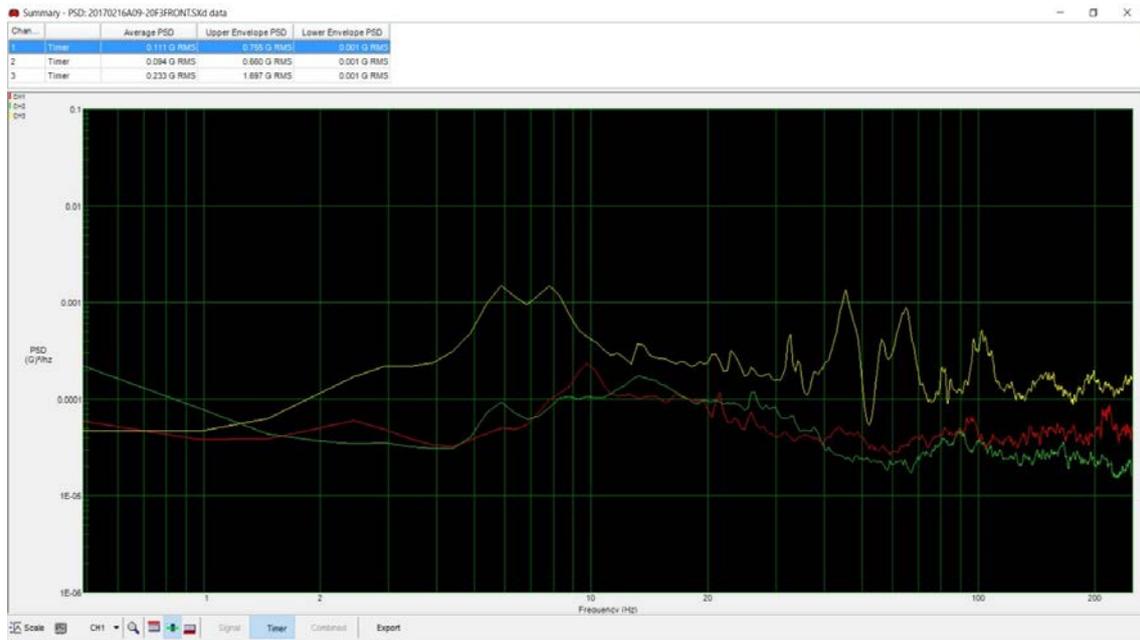


Data No. 10

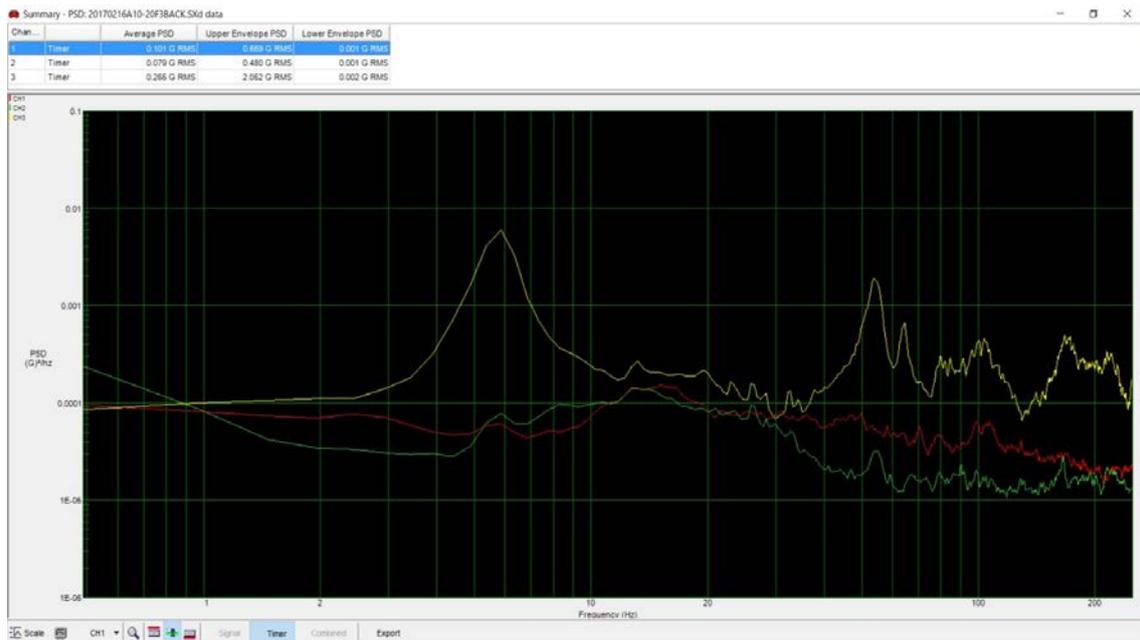
移動距離	31.8km
平均速度	22.7km/h
移動平均速度	25.1Km/h
最高速度	86km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

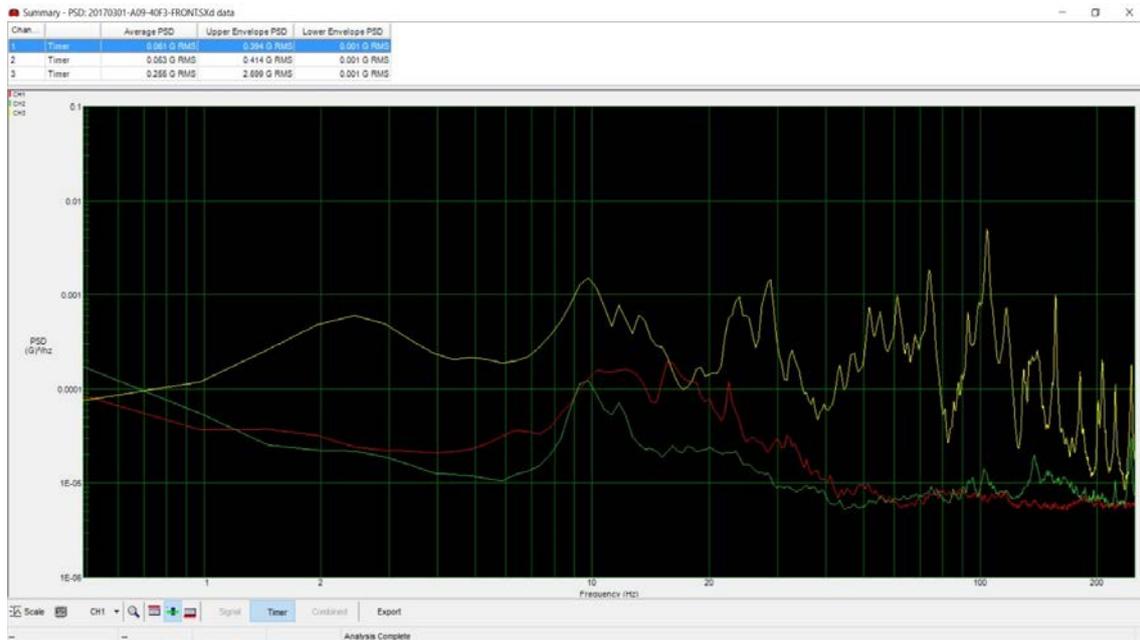


## Data No.11

移動距離	33.0km
平均速度	29.3km/h
移動平均速度	31.2km/h
最高速度	97km/h

※GARMIN 社製 eTrex30x ハンディーGPSにて走行ログ採取

取り付け位置：前方



取り付け位置：後方

