

事故時に何が起こったのか、 EDRを用いた事故再現（Accident Reconstruction） 手法と展望

2022年12月20日

ボッシュ株式会社アフターマーケット事業部

テクニカルサービス&サポート部 部長 里 廉太郎

Headline 目次

EDRとは

1

CDRとは

2

事故再現と解析
手法

3

今後の展望

4



Headline 目次

EDRとは

1

CDRとは

2

事故再現と解析
手法

3

今後の展望

4



イベントデータレコーダとは

49CFR part 563.5 - EDRの定義

◆ イベントデータレコーダー（EDR）とは、車両に搭載された装置もしくは機能であり、衝突イベントの後に読出すための衝突イベントの直前または衝突期間の車両の時系列データを記録するものである。

➤ 定義として、イベントデータは音や動画のデータは含まないとする



◆ “... Event data recorder (EDR) means a *device or function* in a vehicle that records the vehicle's *dynamic time-series data* during the time period just prior to a crash event (e.g., *vehicle speed vs. time*) or during a crash event (e.g., *delta-V vs. time*), intended for retrieval after the crash event.

☑ “For the purposes of this definition, the event data do not include audio and video data. ...”

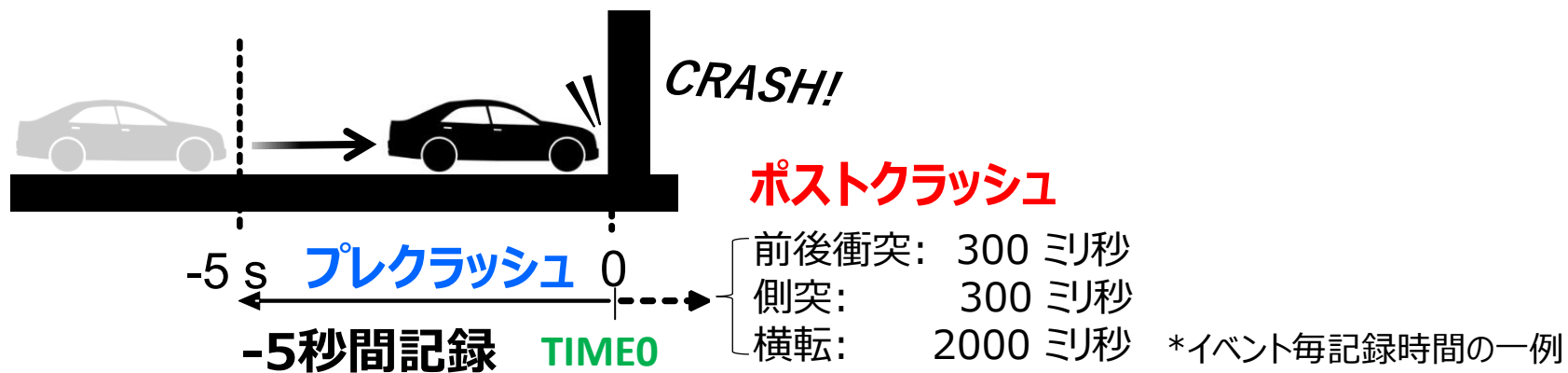


EDRの前身の記録装置はSRSエアバックシステムが正しく機能したか確認する為に使用されていました。また、PLの観点からもSRSエアバックシステムにはEDR相当の記録装置が搭載されています。

EDRはその記録装置にプリクラッシュデータを時系列で記録する事で、事故解析とその解析データによる安全システムの評価と改善を目的に開発、法規化された為、現在も主にエアバックECUに搭載されています。
事故時に車両が記録するEDRデータを従来のHC&Eデータと合わせ活用する事でAccident Reconstructionつまりは事故の再現（シュミレーション）が可能となります。

EDR記録概要

EDRは事故発生時の車両の状態を記録します



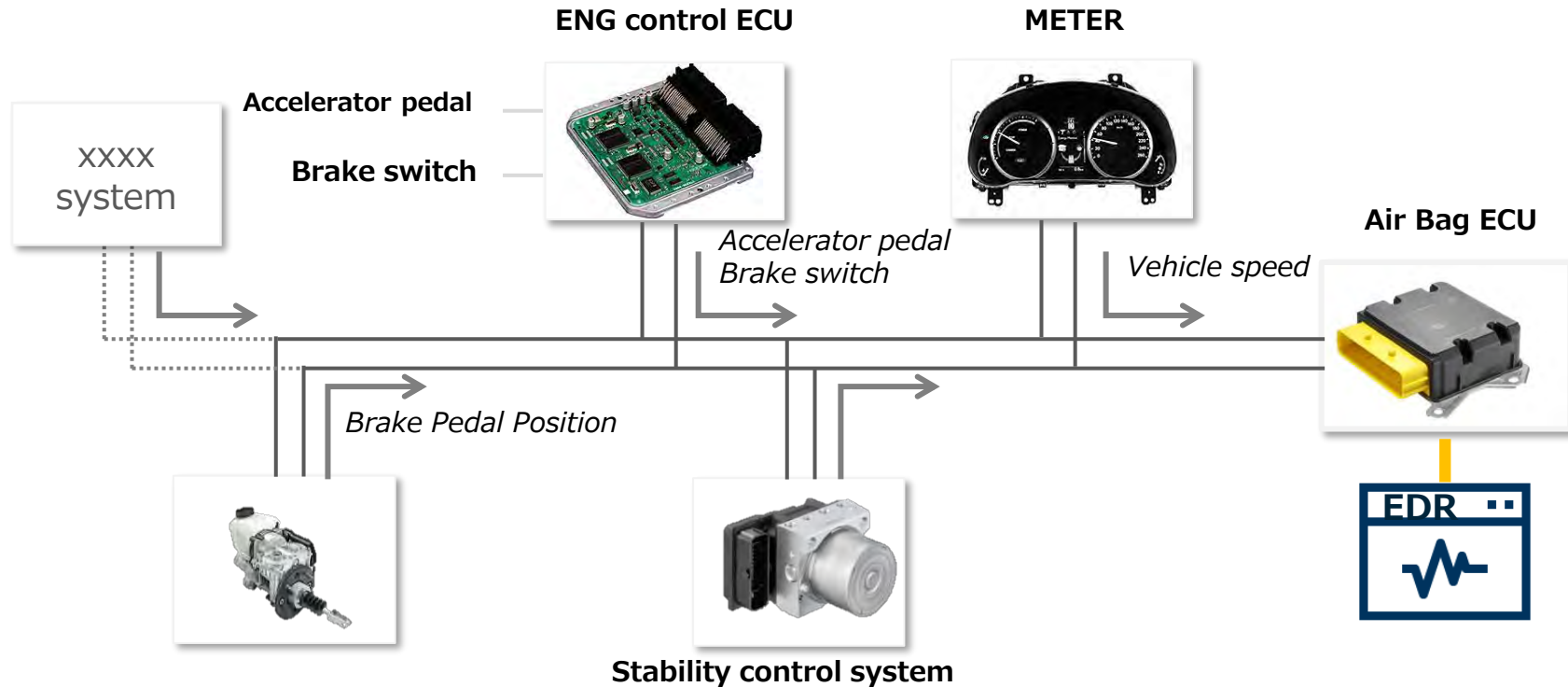
イベント記録トリガ (TIME0) がかった点前後のデータを記録します

- **プレクラッシュデータ：事故発生時までの状態を記録**
- **ポストクラッシュデータ：事故発生時から運動量の交換が終了するまでの状態を記録**

主にエアバックECUに搭載されており、事故時の車両の状態データとしてシステムの研究開発や、事故の状況再現に活用されています

プリクラッシュデータ【通常車のEDR】

一定の間隔（0.5秒）で運転操作情報やECUの出力、走行情報を記録



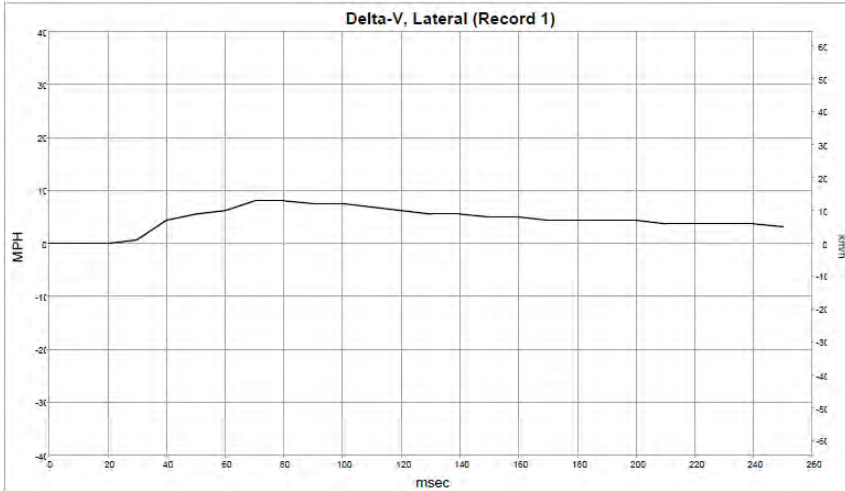
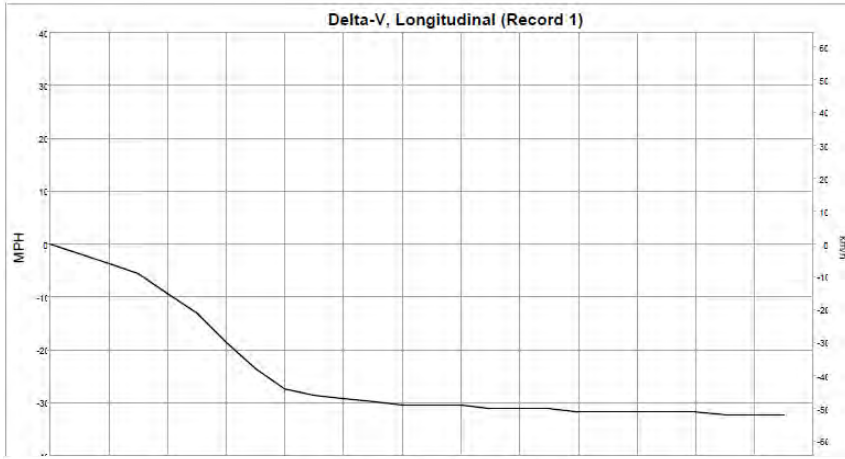
▶エアバックECUに搭載されているクラシックEDRの概要

ポストクラッシュデータとは EDRのポストクラッシュデータとは

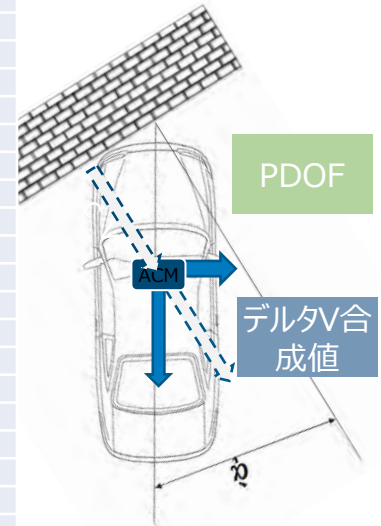


デルタVとPDOF (プリンシパルディレクションオブフォース)

衝突時の運動量の変化をもたらす力の方向をPDOFという



LONGITUDINAL CRASH PULSE (RECORD 1)		PDOF		PDF
Time (msec)	Delta-V, Longitudinal (MPH)	Delta-V, Lateral (MPH)	ATAN(y/x)	PDOF(dgree)
				DEGREES()
0	0	0	0.000	0.000
10	-1.9	-1.9	0.000	0.000
20	-3.7	-3.7	0.000	0.000
30	-5.6	-5.6	0.6	-0.107
40	-9.3	-9.3	4.3	-0.433
50	-13	-13	5.6	-0.407
60	-18.6	-18.6	6.2	-0.322
70	-23.6	-23.6	8.1	-0.331
80	-27.3	-27.3	8.1	-0.288
90	-28.6	-28.6	7.5	-0.256
100	-29.2	-29.2	7.5	-0.251
110	-29.8	-29.8	6.8	-0.224
120	-30.4	-30.4	6.2	-0.201
130	-30.4	-30.4	5.6	-0.182
140	-30.4	-30.4	5.6	-0.182
150	-31.1	-31.1	5	-0.159
160	-31.1	-31.1	5	-0.159
170	-31.1	-31.1	4.3	-0.137
180	-31.7	-31.7	4.3	-0.135
190	-31.7	-31.7	4.3	-0.135
200	-31.7	-31.7	4.3	-0.135
210	-31.7	-31.7	3.7	-0.116
220	-31.7	-31.7	3.7	-0.116
230	-32.3	-32.3	3.7	-0.114
240	-32.3	-32.3	3.7	-0.114
250	-32.3	-32.3	3.1	-0.096
227.5	-32.3	-32.3	3.7	-0.114
70	-23.6	-23.6	8.1	-0.331



Headline 目次

EDRとは

1

CDRとは

2

事故再現と解析
手法

3

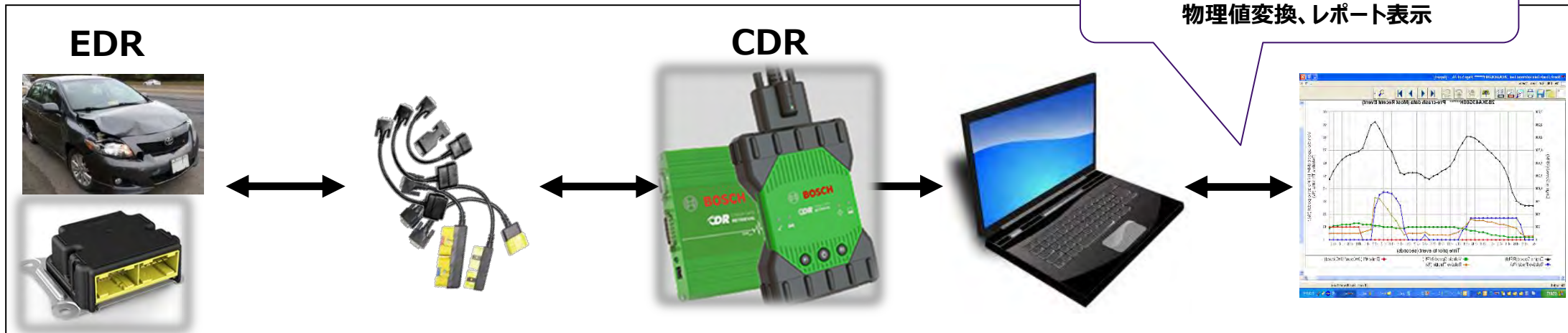
今後の展望

4



クラッシュデータリトリバーブル【CDR】とは EDRデータを読み出し、事故の証拠データとしてレポート出力を行うツール

CDR CRASH DATA
RETRIEVAL



*契約自動車メーカー提示仕様に基づく
物理値変換、レポート表示

EDR記録機能が
装備されたECU
(主にエアバッグECU)

CDRインターフェース
ケーブル
DLCポートケーブル
ダイレクトケーブル

CDR インタフェース
モジュール
=> EDRデータ読み出し

CDR PC ソフトウェア
- ユーザーインターフェース
- 読み出しデータの物理値変換
=> CDRレポート化

CDRレポート
- データリミテーション
- パラメータ説明文書

CDRレポートとは EDRデータを読み出し、レポート出力したものがCDRレポート



Adobe Acrobat
Document

IMPORTANT NOTICE: Robert Bosch LLC and the manufacturers whose vehicles are accessible using the CDR System urge end users to use the latest production release of the Crash Data Retrieval system software when viewing, printing or exporting any retrieved data from within the CDR program. Using the latest version of the CDR software is the best way to ensure that retrieved data has been translated using the most current information provided by the manufacturers of the vehicles supported by this product.

CDR File Information

User Entered VIN	1J4RR6GTXC-----
User	R. High, Collision Safety Institute
Case Number	Grand Cherokee after test 6
CDR Data Imaging Date	06/06/2012
Crash Date	
Filename	GRAND_CHEROKEE_11_1J4RR6GTXCXXXXXX_ACM_CDRX
Saved on	Wednesday, June 6, 2012 at 12:09:09
Imaged with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 5.0.2
Reported with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 21.1.1
Reported with Software Licensed to (Company Name)	Bosch Corporation
EDR Device Type	Airbag Control Module
Event(s) recovered	Most Recent Event 1st Prior Event

Comments

Direct to module after rollover

Data Limitations

AIRBAG CONTROL MODULE (ACM) DATA LIMITATIONS:

GENERAL INFORMATION:

CAUTION: During direct-to-module imaging where the Airbag Control Module (ACM) is disconnected and removed from a vehicle, make sure the ACM is not moved, tilted or turned over while connected to and powered by the CDR Interface Module (with appropriate adapters in place, where required). Also, after a CDR imaging process, wait 2 minutes after power is removed from the ACM before attempting to move the module. Not following these general ACM guidelines direct-to-module imaging could cause new events to be recorded in the ACM.

- For additional definitions, please refer to the CDR Help File Glossary.
- As the VIN may be used to determine the configuration of the restraint system, it is imperative that the correct VIN be entered into the CDR Tool during the imaging process.
- For Flat vehicles, the "Read VIN from Vehicle" feature in the CDR Tool will not work. The VIN will have to be manually entered.
- Delta-V is first available starting with some 2010 MY vehicles.
 - On vehicles not equipped with side impact sensing, Lateral acceleration and Delta-V will not be available.
 - Lateral acceleration may not be available for the 2008-2009 MY Chrysler Town and Country/ Dodge Grand Caravan/Lancia Voyager and 2010 MY Dodge Journey and Fiat Freemont even when equipped with side impact sensing.
 - Longitudinal and Lateral Delta-V are not available for the 2010-2012 MY Chrysler Town and Country/ Dodge Grand Caravan/Lancia Voyager.

- If a vehicle has rollover sensing but there is no angular rate recorded during the event, the Rollover Crash Pulse may not be displayed. The following table provides an explanation of the sign notation for data elements that may be included in this CDR report. All directional references to sign notation are from the perspective of the driver when seated in the vehicle facing the direction of forward vehicle travel.

Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates
Longitudinal Acceleration	Forward
Delta-V, Longitudinal	Forward
Maximum Delta-V, Longitudinal	Forward
Lateral Acceleration	Left to Right
Delta-V, Lateral	Left to Right
Maximum Delta-V, Lateral	Left to Right
Steering Input	Steering wheel turned counter clockwise
Angular Rate	Left to Right Rotation/Clockwise rotation around the longitudinal axis
Yaw Rate**	Counter clockwise rotation

* The Steering Input for the following vehicles has a positive sign notation for the steering wheel turned clockwise:
 o 2006 - 2007 Grand Cherokee
 o 2006 - 2007 Commander
 o 2006 - 2010 300, Magnum, and Charger
 o 2008 - 2010 Challenger

** The Yaw Rate for the 2011-2012 MY RAM has a positive sign notation for clockwise rotation.

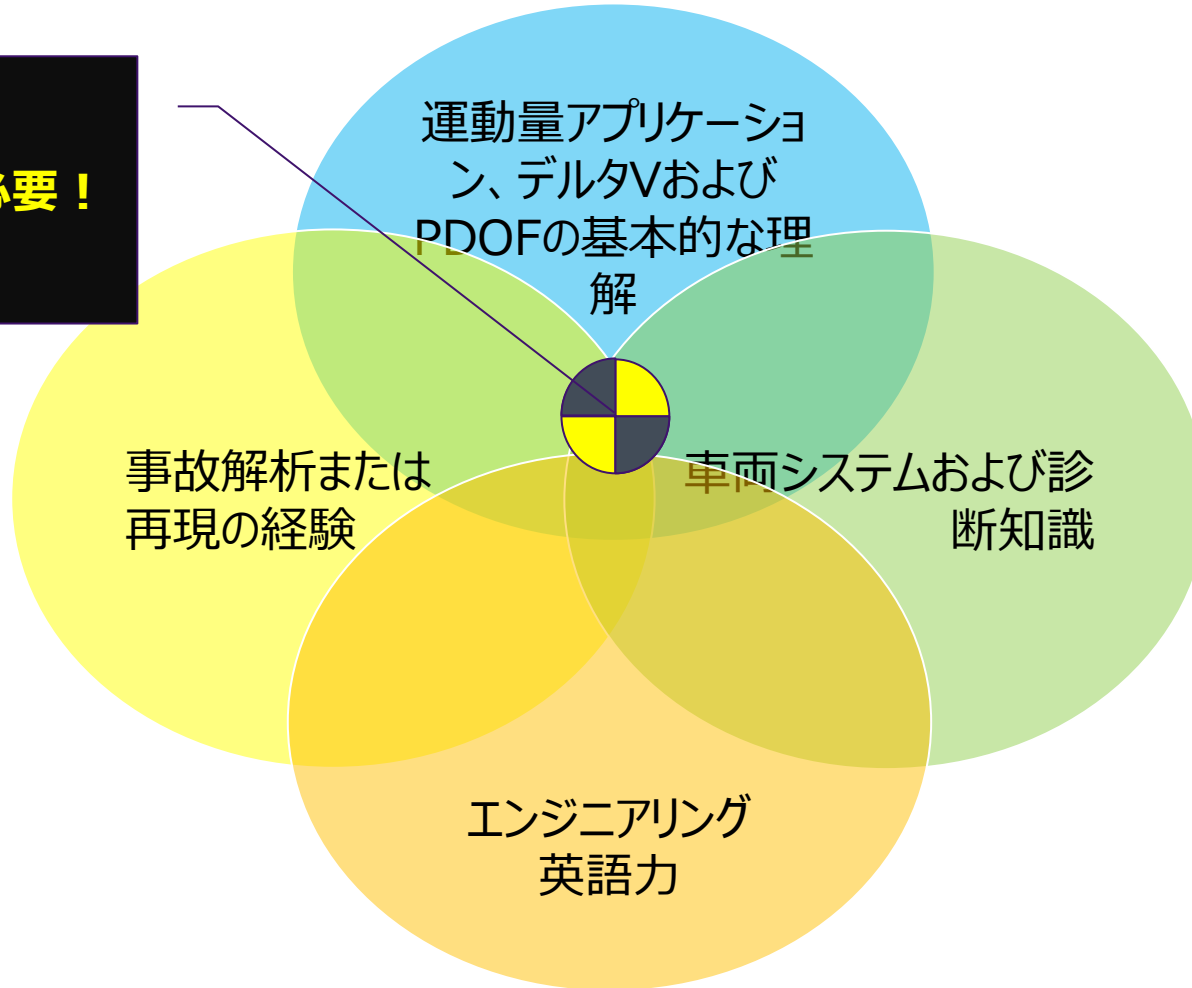
1J4RR6GTXC----- Page 1 of 45 Printed on: Monday, December 19 2011 at 06:44:10

EDR記録のほかに、

- エンジンまたは手動入力での車台番号/VIN
- 読み出し時の関連記録
- 読み出し日時
- 読み出しライセンス所有者
- EVENT記録の有無
- データリミテーション
- グラフ表示
- 読み出したEDR記録の16進数表示等となっている。

CDRアナリストとは EDR解析は複雑であり、教育と習熟が必要

様々な能力が必要！



Headline 目次

EDRとは

1

CDRとは

2

事故再現と解析
手法

3

今後の展望

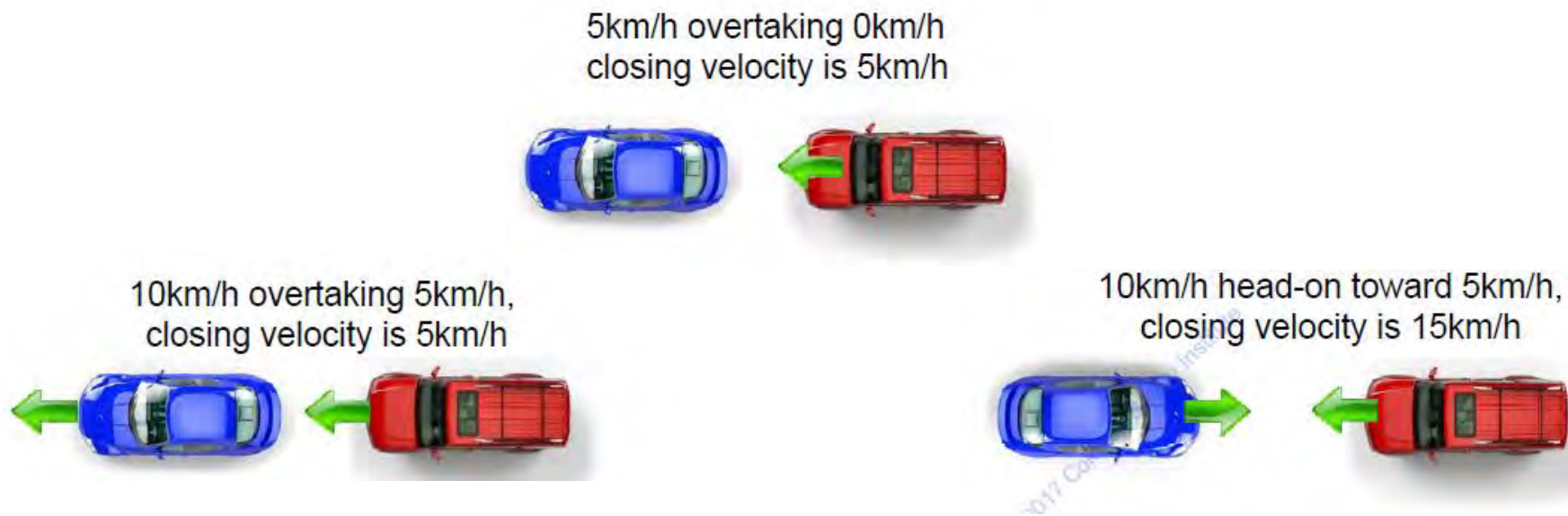
4



接近速度

車両同士の事故など、MAX ΔV から接近速度を算出する事が出来る

- 閉じた系において、インパクト時点までどのぐらいの速さ(マグニチュード)で近づいているか(方向)を示している。



接近スピード

接近スピードの計算は公式を活用すれば簡単に算出可能

- 車両の重量(質量) や玉突き衝突のうち1つでもデルタVがわかっていて、反発係数を仮定することができれば、衝突時のシステムの接近速度(2台)を計算することができる

$$V_c = \frac{\Delta V_A (W_A + W_B)}{W_B (1 + e)}$$

EDR第1世代の事故再現例

ΔVとイベント間の時間で衝突の順序と接近速度、前後速度を算出

PICKUPドライバーの証言



PICKUP

時系列 1. 突然前方を走るSEDANがSUVに追突し停止

時系列 2. 停止したSEDANをよけきれず衝突

時系列 3. SEDANが押し出されSUVに追突

=> 前方のSEDANが前突しなければ私は追突しなかった。

SEDANドライバーの証言



SEDAN

時系列 1. 渋滞でSUVと同じくSEDANものろのろ運転をしていた。

時系列 2. 高いスピードでPICKUPがSEDANに追突してきた

時系列 3. 後突でSEDANが前に押され、止まりきれず前方のSUVに前突した

=> PICKUPの追突が無ければ、押し出されSUVに衝突する事もなかった。



EDR第1世代の事故再現例

イベント記録数及び衝突順序と衝突形態を確認

System Status at Time of Retrieval

ECU Part Number	89170-02760
ECU Generation	02E DR
Recording Status, All Pages	Complete
Diagnostic Trouble Codes Exist	No
Total Number of Front/Rear Crash Events	3
Freeze Signal	OFF

Front/Rear Event Record Summary at Retrieval

Events Recorded	TRG Count	Crash Type	Time (msec)	Event & Crash Pulse Data Recording Status
Most Recent Frontal/Rear Event	3	Front/Rear Crash	0	Complete (Front/Rear Page 2)
1st Prior Frontal/Rear Event	2	Front/Rear Crash	-1120	Complete (Front/Rear Page 1)
Prior Frontal/Rear Event	1	Front/Rear Crash	N/A	Complete (Front/Rear Page 0)

Longitudinal Crash Pulse (Most Recent Frontal/Rear Event, TRG 3 - table 1 of 2)

Max Longitudinal Delta-V (MPH [km/h])	-7.9 [-12.7]
---------------------------------------	--------------

Longitudinal Crash Pulse (1st Prior Frontal/Rear Event, TRG 2 - table 1 of 2)

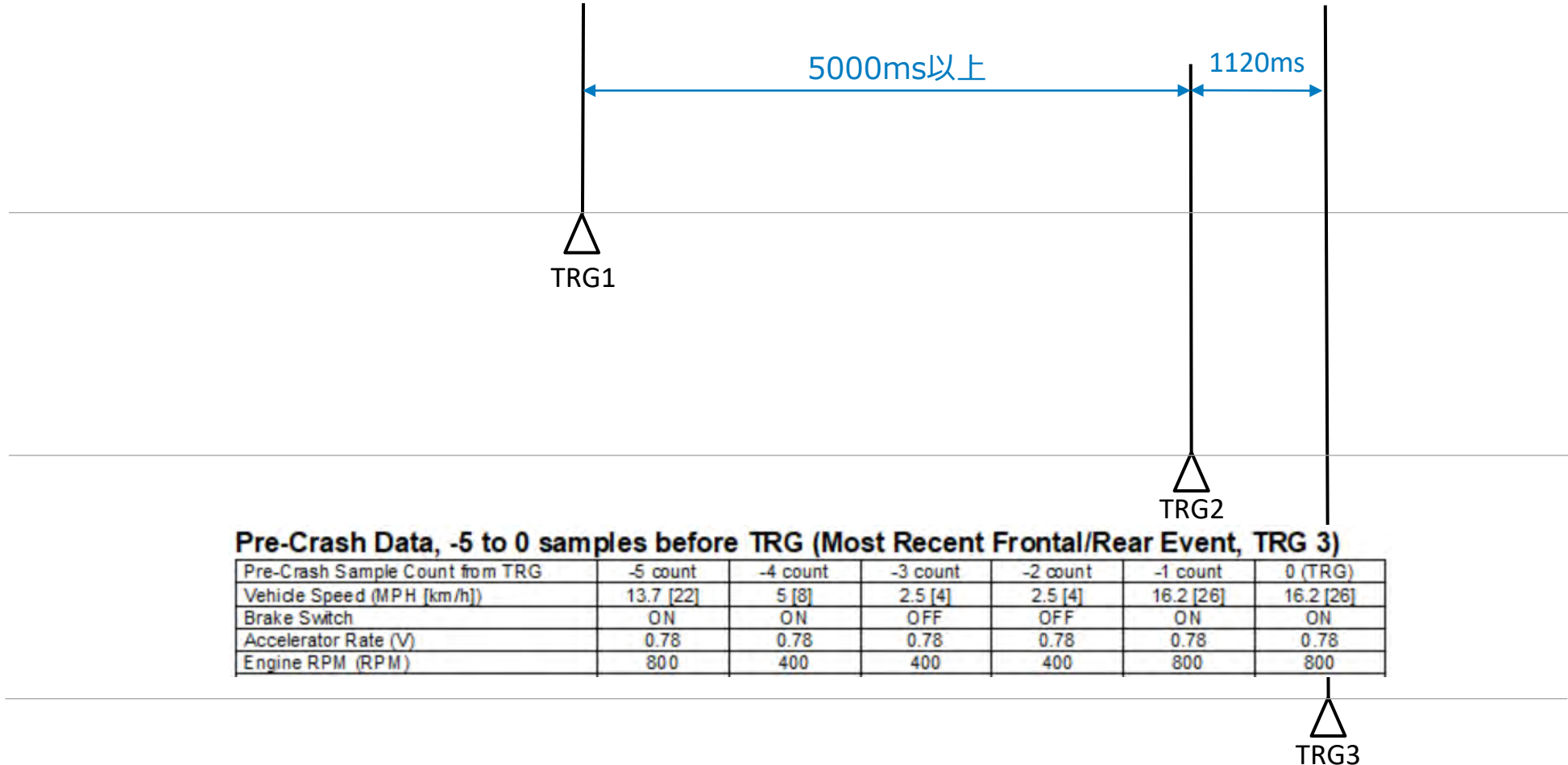
Max Longitudinal Delta-V (MPH [km/h])	22.0 [35.4]
---------------------------------------	-------------

Longitudinal Crash Pulse (Prior Frontal/Rear Event, TRG 1 - table 1 of 2)

Max Longitudinal Delta-V (MPH [km/h])	-5.3 [-8.6]
---------------------------------------	-------------

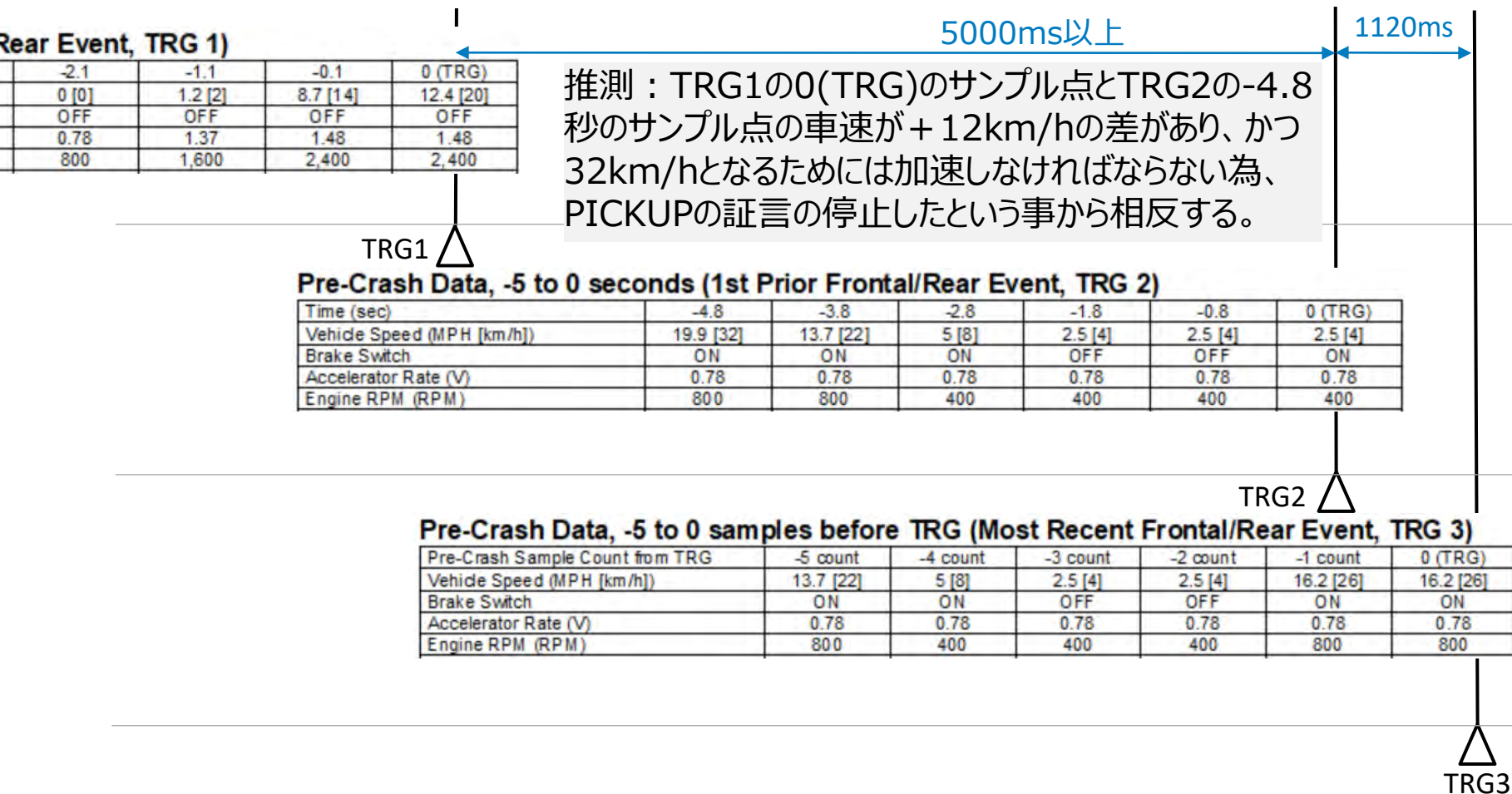
EDR第1世代の事故再現例

イベント記録数及び衝突順序と衝突形態を確認



EDR第1世代の事故再現例

イベント記録数及び衝突順序と衝突形態を確認



EDR第1世代の事故再現例

ポストクラッシュデータの最大 ΔV を表に追加し、速度の偏移を確認

Rear Event, TRG 1)

-2.1	-1.1	-0.1	0 (TRG)
0 [0]	1.2 [2]	8.7 [14]	12.4 [20]
OFF	OFF	OFF	OFF
0.78	1.37	1.48	1.48
800	1,600	2,400	2,400

|100| -5.3[-8.6]

TRG1 Δ 7.1[11.4]

推測：TRG1の0(TRG)のサンプル点にMAX ΔV -8.6km/hを加えると100msec後に車速が11.4km/hになり（計算上）、TRG2の-4.8秒の車速から+20.6km/hの差がある事が分かる。またTRG2の車速になるためには、少なくとも数秒間加速しなければならず、本事故の衝突形態とは異なる事から、TRG1は本事故との因果関係がないと判断できる。

Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (1st Prior Frontal/Rear Event, TRG 2)

Time (sec)	-4.8	-3.8	-2.8	-1.8	-0.8	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	19.9 [32]	13.7 [22]	5 [8]	2.5 [4]	2.5 [4]	2.5 [4]
Brake Switch	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON
Accelerator Rate (V)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Engine RPM (RPM)	800	800	400	400	400	400

|150| 22.0[35.4]

TRG2 Δ 26.0[39.4]

Pre-Crash Data, -5 to 0 samples before TRG (Most Recent Frontal/Rear Event, TRG 3)

Pre-Crash Sample Count from TRG	-5 count	-4 count	-3 count	-2 count	-1 count	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	13.7 [22]	5 [8]	2.5 [4]	2.5 [4]	16.2 [26]	16.2 [26]
Brake Switch	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
Accelerator Rate (V)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Engine RPM (RPM)	800	400	400	400	800	800

|120| -7.9[-12.7]

TRG3 Δ 8.1[13.3]

MAX ΔV
|MAX ΔT ms| MPH[km/h]

計算値
MPH[Km/h]

EDR第1世代の事故再現例

衝突後の車速を ΔV から計算、車速との比較を行う

Rear Event, TRG 1)

-2.1	-1.1	-0.1	0 (TRG)
0 [0]	1.2 [2]	8.7 [14]	12.4 [20]
OFF	OFF	OFF	OFF
0.78	1.37	1.48	1.48
800	1,600	2,400	2,400



推測：TRG2のイベント0.2秒後26km/hの車速となっている。 ΔV から計算すると0.15秒後に39.4km/hとなる。TRG3の0(TRG)時点では26km/hであるため、TRG3の車速データが正しと仮定した場合、衝突の運動量交換後すぐに定速で移動したという事になり、矛盾が生じる。Brake Switch ON, データリミテーションの記載にある、ロックした状態では車速は正しく計測できないという前提から、 ΔV の値をより正確な値として採用した。

|100|-5.3[-8.6]

TRG1 Δ 7.1[11.4]

Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (1st Prior Frontal/Rear Event, TRG 2)

Time (sec)	-4.8	-3.8	-2.8	-1.8	-0.8	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	19.9 [32]	13.7 [22]	5 [8]	2.5 [4]	2.5 [4]	2.5 [4]
Brake Switch	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON
Accelerator Rate (V)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Engine RPM (RPM)	800	800	400	400	400	400

|150| 22.0[35.4]

TRG2 Δ 24.5[39.4]

Pre-Crash Data, -5 to 0 samples before TRG (Most Recent Frontal/Rear Event, TRG 3)

Pre-Crash Sample Count from TRG	-5 count	-4 count	-3 count	-2 count	-1 count	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	13.7 [22]	5 [8]	2.5 [4]	2.5 [4]	16.2 [26]	16.2 [26]
Brake Switch	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
Accelerator Rate (V)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Engine RPM (RPM)	800	400	400	400	800	800

|120| -7.9[-12.7]

TRG3 Δ 8.1[13.3]

MAX ΔV
|MAX ΔT ms| MPH[km/h]

計算値
MPH[Km/h]

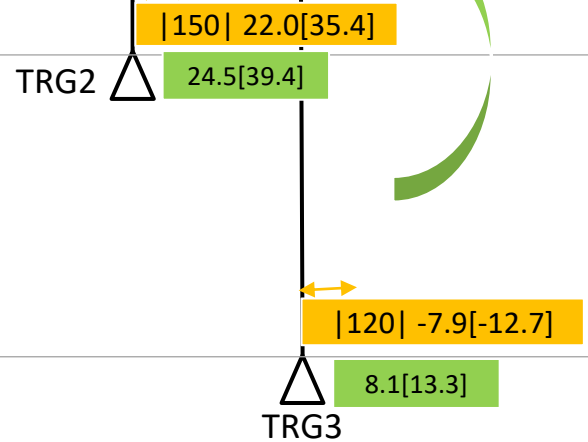
EDR第1世代の事故再現例

これら結果から時系列毎の移動距離を求め、事故再現を行う

max longi. Delta-Vを計算に含め、事故の状況下での車両速度、操作状況を仮定します。

	-5.92	-4.92	-3.92	-2.92	-1.92	TRG2	T2 End	TRG3	T3 End
Pre-Crash Sample Count from TRG	-5.92	-4.92	-3.92	-2.92	-1.92	-1.12	-0.97	0	0.15
Vehicle Speed (MPH)	19.9	13.7	5	2.5	2.5	2.5	24.5	16.2	8.3
Vehicle Speed (km/h)	32	22	8	4	4	4	39.4	26	13.3
Brake Switch	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	
Accelerator Rate (V)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	
Engine RPM (RPM)	800	800	400	400	400	800	800	800	

1120ms

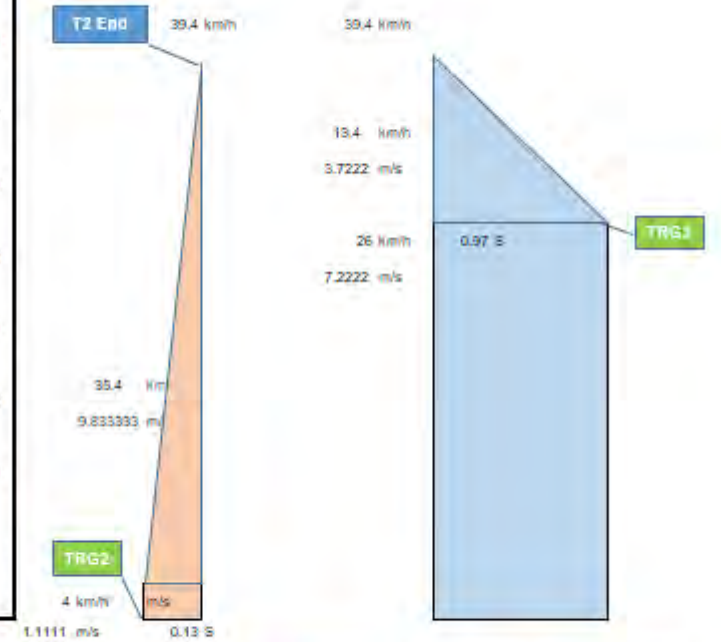
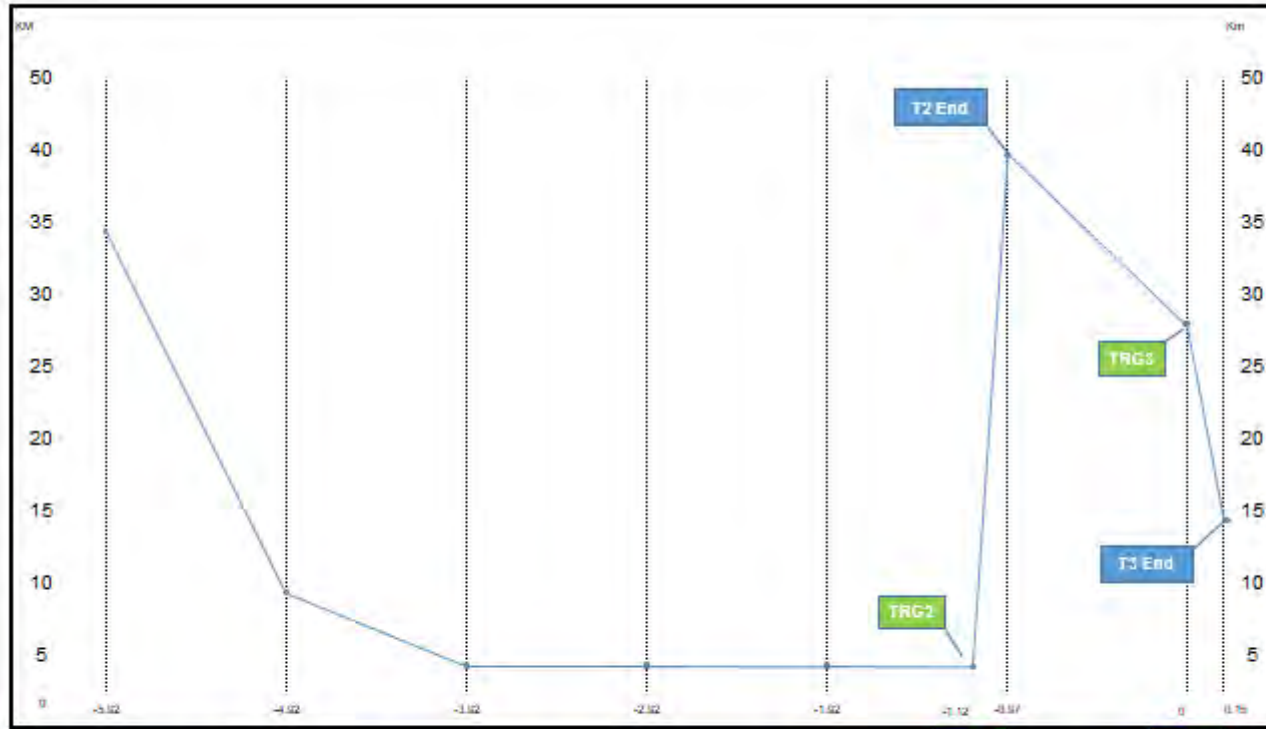


MAXΔV
| MAXΔT ms | MPH[km/h]

計算値
MPH[Km/h]

EDR第1世代の事故再現例

これら結果から時系列毎の移動距離を求め、事故再現を行う



$$\begin{aligned}
 &+ \frac{0.6392 \text{ m}}{0.7836 \text{ m}} \\
 &+ \frac{1.8053 \text{ m}}{8.8108 \text{ m}} \\
 &= 9.5944 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pre-Crash Sample Count from TRG	-5.02	-4.72	-4.52	-4.32	-4.12	-3.92	-3.72	-3.52	-3.32	-3.12	-2.92	-2.72	-2.52	-2.32	-2.12	-1.92	-1.72	-1.52	-1.32	-1.12	-0.97	0	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75	
Vehicle Speed (MPH)	33.9																				5	2.5	2.5					19.4
Vehicle Speed (km/h)	52																				8	4	4					26
Onias Switch	ON																				ON	ON	ON					ON
Accelerator Pedal (%)	0.75																				0.75	0.75	0.75					0.75
Engine RPM (RPM)	933																				433	433	433					440

EDR第1世代の事故再現例

ΔVとイベント間の時間で衝突の順序と接近速度、前後速度を算出

PICKUPドライバーの証言



PICKUP

時系列 1. 突然前方を走るSEDANがSUVに追突し停止

時系列 2. 停止したSEDANをよけきれず衝突

時系列 3. SEDANが押し出されSUVに追突

=> 前方のSEDANが前突しなければ私は追突しなかった。

SEDANドライバーの証言



SEDAN

時系列 1. 渋滞でSUVと同じくSEDANものろのろ運転をしていた。

時系列 2. 高いスピードでPICKUPがSEDANに追突してきた

時系列 3. 後突でSEDANが前に押され、止まりきれず前方のSUVに前突した

=> PICKUPの追突が無ければ、押し出されSUVに衝突する事もなかった。



EDR第1世代の事故再現例

PICKUPがSEDANに衝突する2秒前

Time (sec)	-1.8
Vehicle Speed (MPH [km/h])	2.5 [4]
Brake Switch	OFF
Accelerator Rate (V)	0.78
Engine RPM (RPM)	400



SUV
5.1km/h*
*定速で仮定

車間距離
約7.4m

4km/h

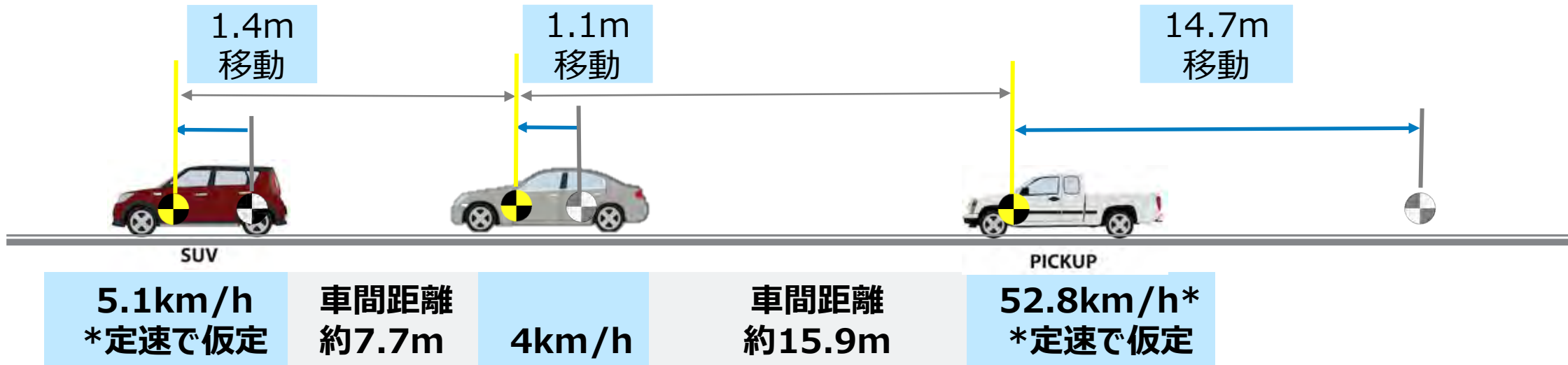
約27m

PICKUP
52.8km/h*
*定速で仮定

EDR第1世代の事故再現例

PICKUPがSEDANに衝突する1秒前

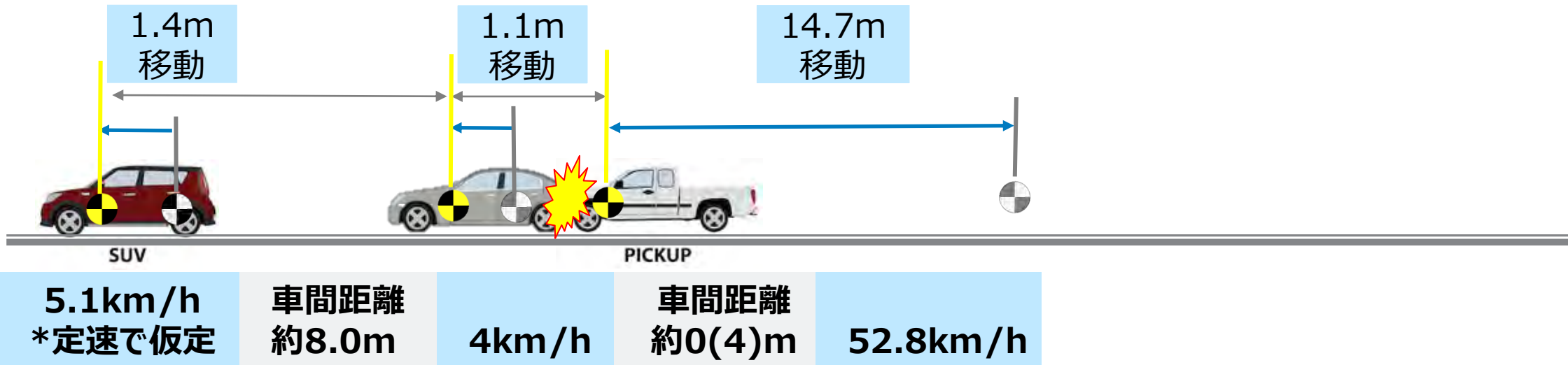
Time (sec)	-0.8
Vehicle Speed (MPH [km/h])	2.5 (4)
Brake Switch	OFF
Accelerator Rate (V)	0.78
Engine RPM (RPM)	400



EDR第1世代の事故再現例

PICKUPがSEDANに衝突地点0 (TRG2)秒

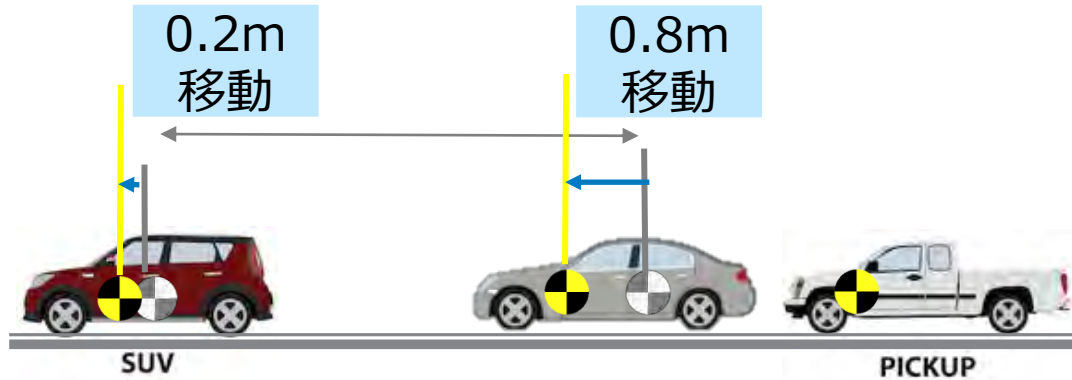
Time (sec)	0 (TRG)
Vehicle Speed (MPH [km/h])	2.5 [4]
Brake Switch	ON
Accelerator Rate (V)	0.78
Engine RPM (RPM)	400



EDR第1世代の事故再現例

PICKUPがSEDANに衝突した+0.15秒後

	T2 End	TRG3	T3 End
Pre-Crash Sample Count from TRG	+0.15		
Vehicle Speed (MPH)	24.5	16.2	8.3
Vehicle Speed (km/h)	39.4	26	13.3
Brake Switch	ON	ON	
Accelerator Rate (V)	0.78	0.78	
Engine RPM (RPM)	800	800	



5.1km/h
*定速で仮定

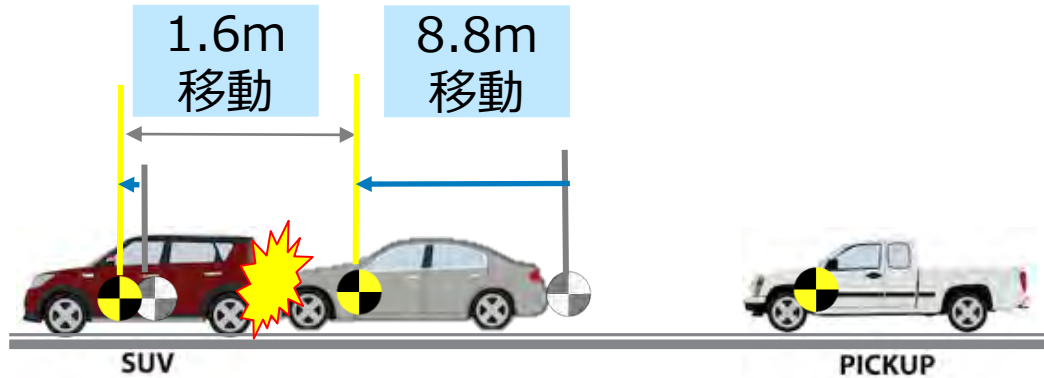
車間距離
7.4m

39.4
km/h

EDR第1世代の事故再現例

PICKUPがSEDANに衝突した+1.12秒後 (TRG3点)

	T2 End	TRG3	T3 End
Pre-Crash Sample Count from TRG	+0.15	+1.12	
Vehicle Speed (MPH)	24.5	16.2	8.3
Vehicle Speed (km/h)	39.4	26	13.3
Brake Switch	ON	ON	
Accelerator Rate (V)	0.78	0.78	
Engine RPM (RPM)	800	800	



5.1 km/h

車間距離 約0(4)m

26.0 km/h

Headline 目次

EDRとは

1

CDRとは

2

事故再現と解析
手法

3

今後の展望

4

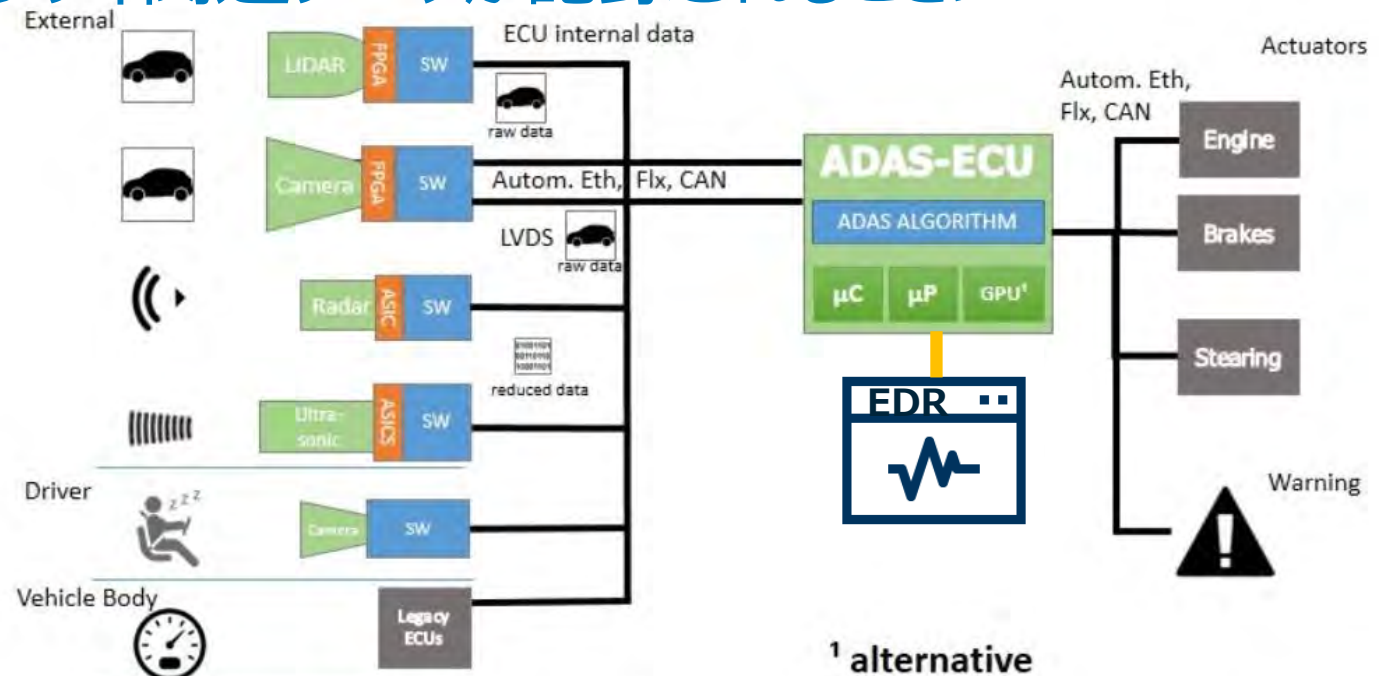


プリクラッシュデータ【ADAS付き,自動運転車のEDR】

プリクラッシュにアクティブセーフティ関連データが記録されることに

WP29で従来型（クラシック）EDR
 以外にADAS関連の制御データも
 EDRの範囲として記録する事が決
 まった。

2024年に関連規則が追加承認され
 る予定。【UNR160-01】



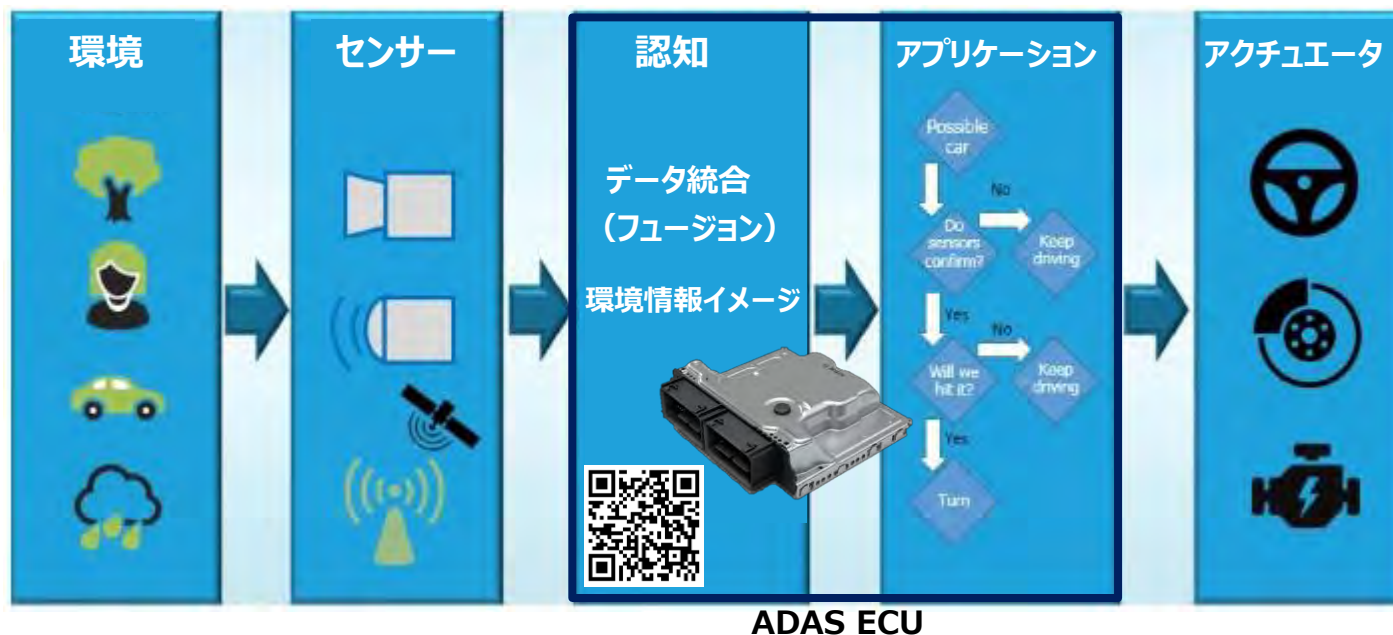
対象車両【ADAS Level】	目的別データ範囲		
	事故検証		運転者の特定
0【通常車】	EDR		無し
1,2	3~	無し	DSSAD

ADASシステム概要

フュージョン技術により車両環境イメージを構築

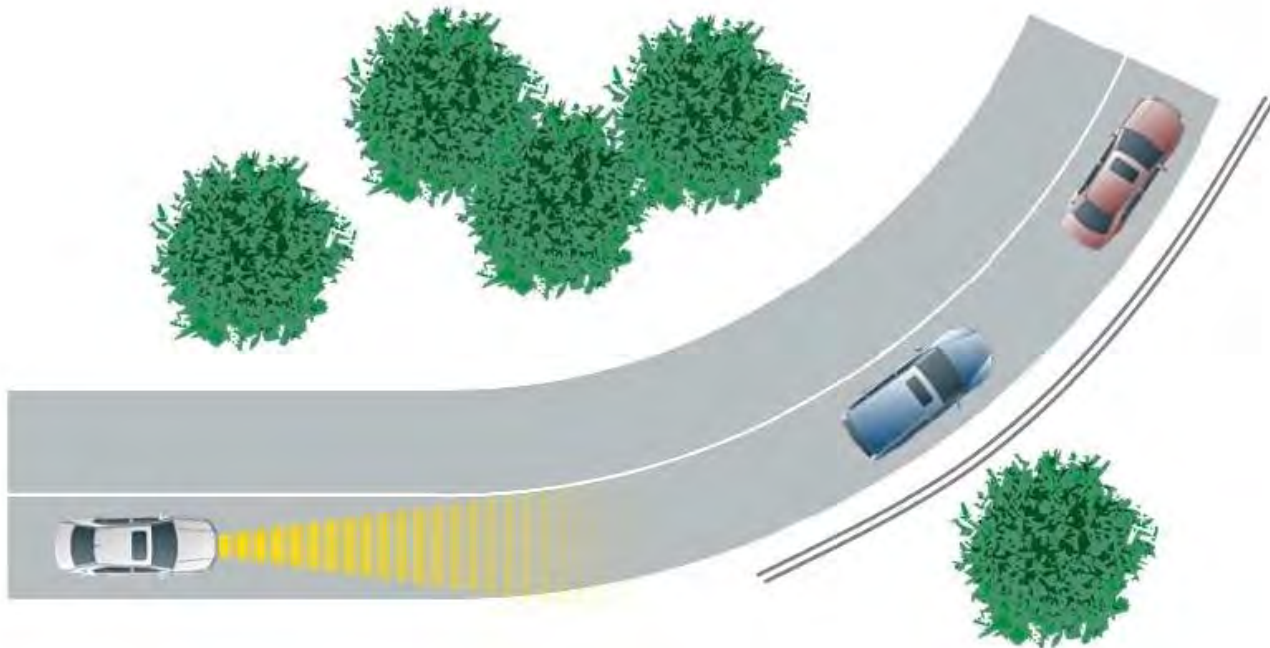
ADAS組み込みシステム

- 様々な種類のセンサーより環境情報を認知
- 取得した環境情報をADAS ECU(コントロールユニット)へ送信
- ADAS ECUがそれら情報を統合し車両環境イメージを構築
- 車両環境イメージに基づき、各アクチュエーターを適切に制御



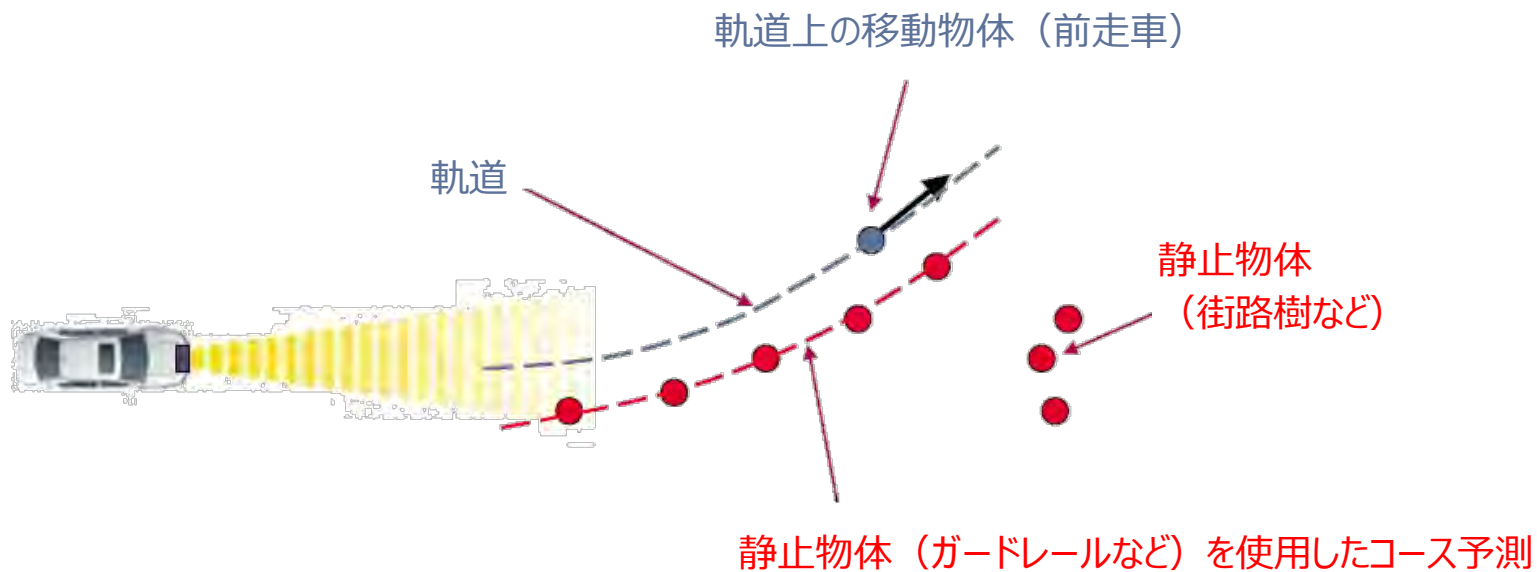
ADASシステム概要

ACC作動時のコース予測



ADASシステム概要

ACC作動時のコース予測



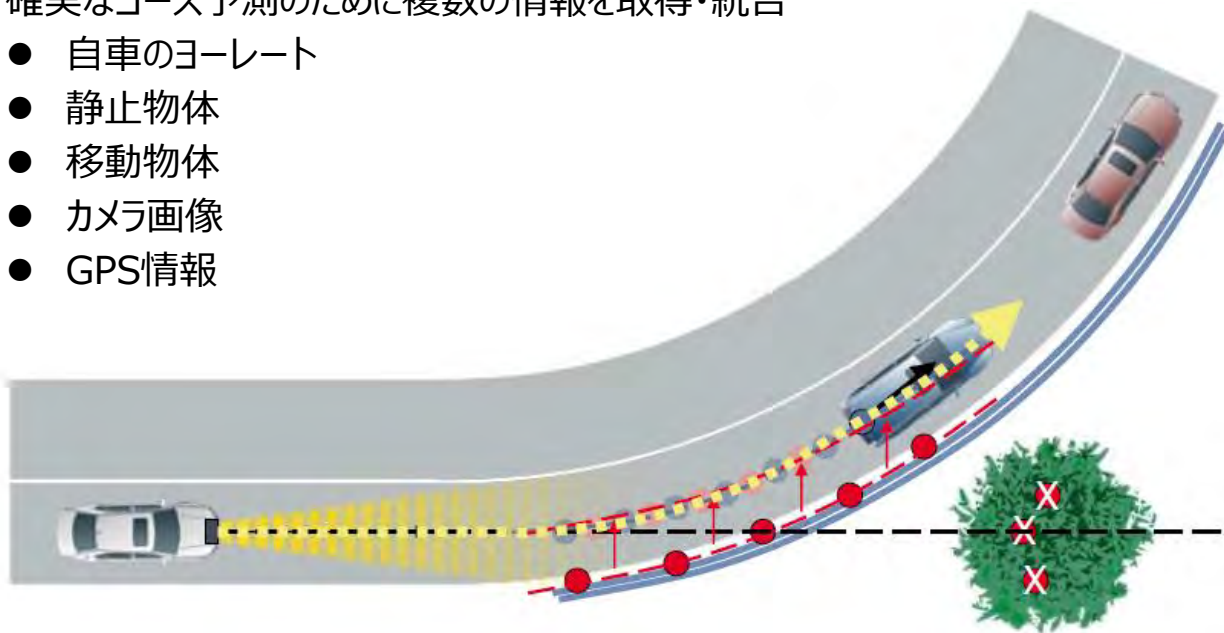
ADASシステム概要

ACC作動時のコース予測

ACC作動時のコース予測

確実なコース予測のために複数の情報を取得・統合

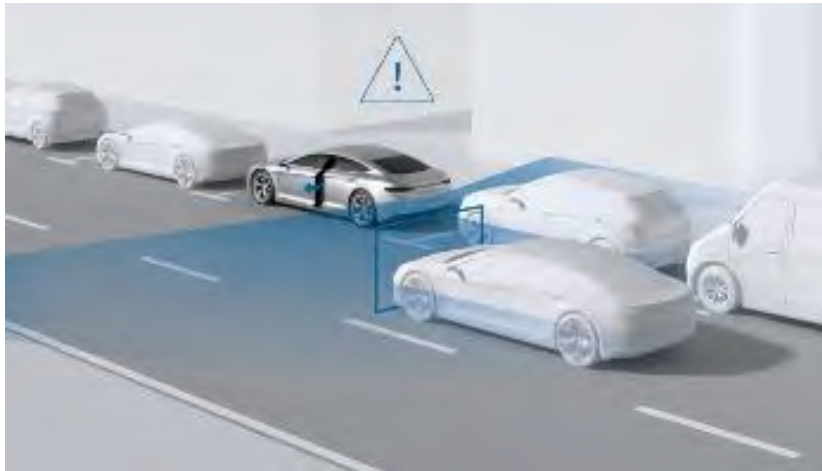
- 自車のヨーレート
- 静止物体
- 移動物体
- カメラ画像
- GPS情報



ADASシステム概要

自動緊急ブレーキシステム(AEB)

自動緊急ブレーキシステム(**A**utonomous **E**mergency **B**rake systems /AEB)は、カメラ、レーダー、ライダー等のセンサーで周囲を監視し、潜在的な危険を検出します。ADAS ECUに組み込まれたアルゴリズムは、センサーデータを分析して衝突対象物を特定し、車両運動データと組み合わせ、それらの相対位置、速度に基づいて衝突の危険性を判断します。重大な状況が特定され、ドライバーが適切に対応できなかった場合、緊急ブレーキシステムが自動的にブレーキをかけ、衝突を完全に回避するか、影響を軽減します。



【主要コンポーネント】



ステレオカメラ

または



単眼カメラ+レーダー

または



レーダー

および



ESP(横滑り防止装置)

ADASシステム概要

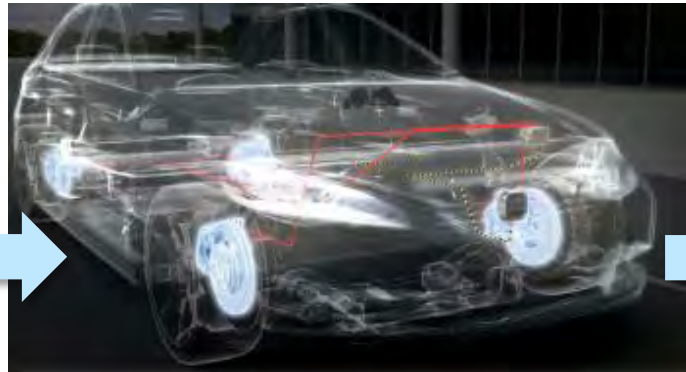
AEB（衝突被害軽減ブレーキ）の動作

30 km/h までの緊急ブレーキシステム

このシステムは、センサー（レーダー、カメラ等）とESPのネットワークに基づいており、車両の前で起こっていることを継続的に分析。システムが30 km / h未満の速度で、前方に移動する車両または停止中の車両に非常に接近していることを検出した場合、緊急ブレーキが作動する可能性があるため、ブレーキシステムの作動に備える。ドライバーが反応しない場合、システムは衝突を回避する目的で完全な緊急ブレーキ動作を自動的に開始。正面衝突が本当に避けられない場合、少なくとも事故の深刻度を最小限に抑えることができる。



1. 危険な状況をADASセンサー群が検知



2. 指示の元、ESPは緊急ブレーキ作動を準備



3. ADASがESPにフルブレーキング指示

ADASシステム概要

エマージェンシーブレーキアシスト(EBA)

すべての注意にもかかわらず、道路の交通は依然として危険な状況になる可能性があります。この場合、発生する危険状況に必要なブレーキ圧が必要です。



システムは、ドライバーによる緊急ブレーキアシスト（**E**mergency **B**rake **A**ssist/EBA）アクションを検出し、ブレーキ距離を短縮するためにブレーキ圧力を数秒で増加させることができます。このために、ブレーキアシストは、ブレーキペダルがどれだけ速く操作されたかを解釈します。同時に、アンチロックブレーキシステム（ABS）がブレーキ力をスリップ限界まで計測し、車両の操舵性を維持します。ドライバーがブレーキペダルから足を離すとすぐに、自動パワーアンプアクションがオフになります。

ADASシステム概要

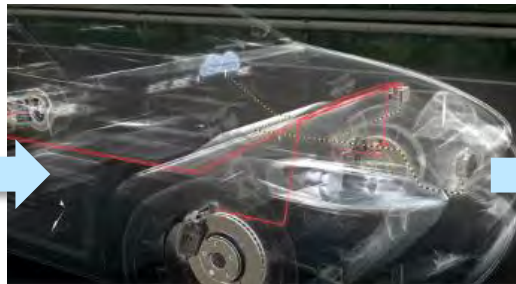
エマージェンシーブレーキアシスト(EBA)

30 km/h 以上での緊急ブレーキシステム

このシステムは、前方を走行している車両に非常に接近していることを検出すると、緊急ブレーキシステムの作動を準備します。同時にブレーキペダルの振動や音響信号を介してドライバーに警告します。最終的に、システムは部分的なブレーキを開始して、車両の速度を急速に低下させ、ドライバーが反応するまでの時間を増やします。ドライバーがブレーキペダルを踏むとすぐに、緊急ブレーキアシスト(EBA)がドライバーのブレーキ操作をサポートします。システムは、衝突を回避するために車両を減速する必要がある強さを継続的に計算します。ドライバーが十分に強くブレーキをかけない場合は、緊急ブレーキアシストがブレーキ圧を必要なレベルまで押し上げます。



センサシステムは車両が移動中での接近を検知



システムは警告灯や音響による警告信号と部分的なブレーキングアシストを準備



システムは必要なブレーキ圧を算出

ADAS EDR, EDR for AD

TOYOTA ADAS 関連記録について



TOYOTA車のADAS関連記録について

記録概要

TOYOTA 19 EDR情報

- ▶ さまざまなアクティブセーフティシステムよりデータを取得し、複合的に活用することでドライバーへのアラート、またドライバー支援を提供する。
- ▶ ADAS関連記録もエアバックECUのEDRメモリーに従来データと同じサイクル（0.5秒間隔）で記録される。
 - ▶ 記録期間はイベント前約5秒間、0.5秒(2HZ)毎のデータを保存
 - ▶ 最大 FSR 4 , SIDE 4 , R/O 2 の合計10イベント記録可能
 - ▶ 非展開、展開イベントを記録

TOYOTA車のADAS関連記録例

19EDRより追加となった記録項目

- ブレーキ関連のデータ項目

記録データ表示項目	日本語訳（参考）
TRC control condition	TRC制御状態

- PCS関連のデータ項目

記録データ表示項目	日本語訳（参考）
PCS-ALM Request Flag	PCS-ALM要求フラグ
PCS-PBA Request Flag	PCS-PBA要求フラグ
PCS-PB Request Flag	PCS-PB要求フラグ
PCS_ON/OFF_SW Status	PCS_ON/OFF_SW状態
PCS Status	PCS状態

略語	略語説明 日本語訳（参考）
TRC	Traction Control System トラクションコントロールシステム
PCS-ALM	Pre-Crash Safety System Alarm プリクラッシュセーフティシステムアラーム
PCS-PBA	Pre-Crash Safety System Pre-Brake プリクラッシュセーフティシステムプレブレーキ
PCS-PB	Pre-Crash Safety System Brake プリクラッシュセーフティシステムブレーキ
PCS_ON/ OFF_SW	Pre-Crash Safety System ON/OFF switch プリクラッシュセーフティシステム オン/オフスイッチ

19EDRにはLEVEL1相当のX軸方向のPCSシステムの制御状態を示す記録項目があり、ブレーキ要求元はシステムなのか、ドライバーなのか、またシステムがどの判断を行っていたか判別できる

TOYOTA車のADAS関連記録例

19EDRより追加となった記録項目

- ブレーキ関連のデータ項目

記録データ表示項目	日本語訳（参考）
LKA control condition	LKA制御状態
LTA control condition	LTA制御状態
Turn signal Operation Status	ターンシグナル操作状態
EPS torque sensor value	EPSトルクセンサ値
LCA control condition	LCA制御状態
DES Horn request	DESホーン吹鳴要求
DES Hazard request	DESハザード要求
DES system phase	DESフェーズ状態

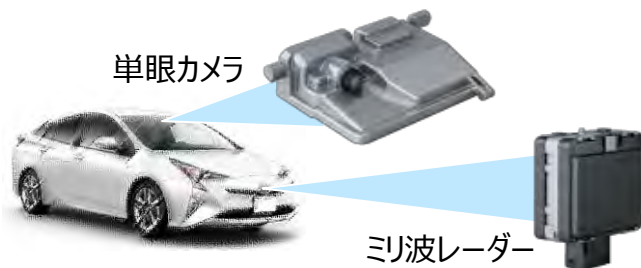
略語	略語説明 日本語訳（参考）
LKA	Lane Keeping Assist System レーンキープアシストシステム
LTA	Lane Tracing Assist System レーン
EPS	Electric Power Steering 電動パワーステアリング
LCA	Lane Change Assist System レーンチェンジアシストシステム
DES	Driver Emergency System ドライバー緊急システム

19EDRはさらにY軸方向のステアリング制御の記録項目があり、操舵要求元はシステムなのか、ドライバーなのか判別できる。

TOYOTA車のADAS関連記録例

PCS関連データ

記録データ表示項目	日本語訳 (参考)
PCS-ALM Request Flag	PCS-ALM要求フラグ
PCS-PBA Request Flag	PCS-PBA要求フラグ
PCS-PB Request Flag	PCS-PB要求フラグ
PCS_ON/OFF_SW Status	PCS_ON/OFF_SW状態
PCS Status	PCS状態



表示値	日本語訳 (参考)	概要
OFF or Disable	要求 OFF or 無効	データ整形後のALM要求フラグ または ケース 1 : 断線もしくは何らかの異常によって通信異常を検出 ケース 2 : 取得データでフェイルフラグを検出 (送信元で異常検出) ケース 3 : 車両に機能がないため、データ未受信の場合
ON or Enable	要求 ON	ALM要求フラグ オン

- プリクラッシュセーフティシステム(PCS)概要 :
- 進路上の車両/歩行者/自転車を検出、衝突の可能性が高いとシステムが判断したとき、警報/ブレーキにより運転者の衝突回避操作を補助

事故前にPCSが作動していたかどうか判断が可能

ADAS EDR, EDR for AD

GM Active Safety Control Module (ASCM)について



GM Active Safety Control Module (ASCM)について

GM ASCM 対応車両について

EOCM1a, 1b

[P/N 1699200776 Cable ID 83]



- 2018 - 2020 Buick Enclave
- 2016 - 2020 Buick Envision
- 2017 - 2019 Buick LaCrosse
- 2018 - 2020 Buick Regal
- 2019 - 2020 Chevrolet Blazer
- 2016 - 2020 Chevrolet Malibu
- 2018 - 2020 Chevrolet Traverse
- 2017 - 2019 Chevrolet Volt
- 2017 - 2020 GMC Acadia
- 2013 - 2019 Cadillac ATS

EOCM2

[P/N 1699200777 Cable ID 834]



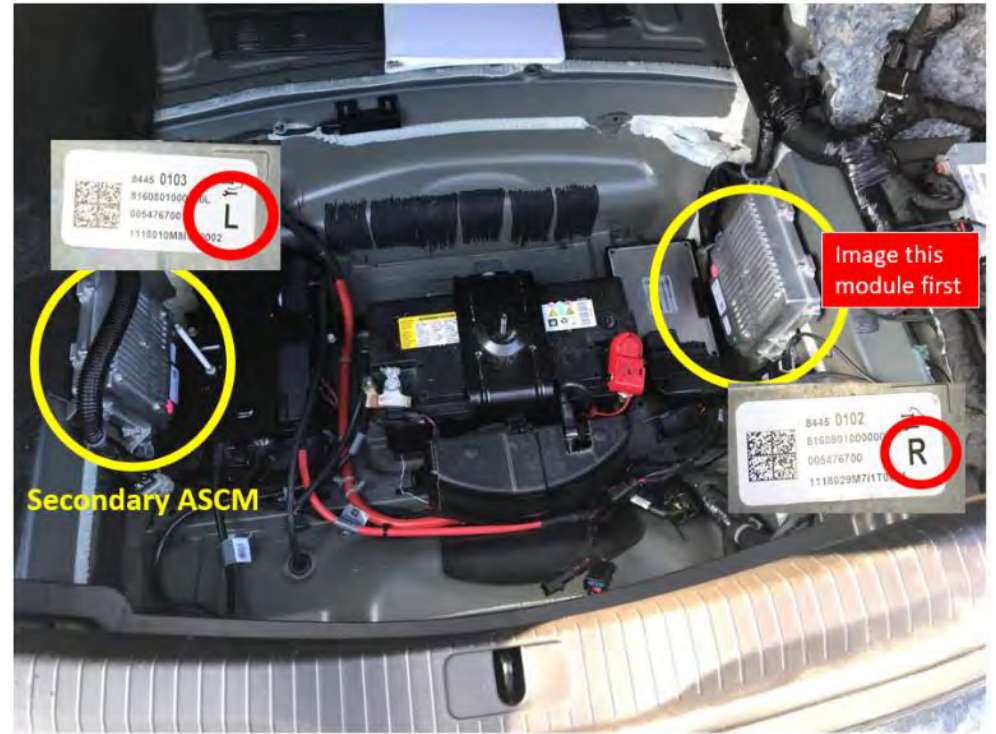
- ▶ 2020 - AVGM AV1
- ▶ 2016 - 2020 Cadillac CT6
- ▶ 2016 - 2020 Cadillac CTS
- ▶ 2014 - 2015 Cadillac CTS (sedan)
- ▶ 2015 - 2020 Cadillac Escalade
- ▶ 2013 - 2016 Cadillac SRX
- ▶ 2019 - 2020 Cadillac XT4
- ▶ 2017 - 2020 Cadillac XT5
- ▶ 2020 - Cadillac XT6
- ▶ 2013 - 2019 Cadillac XTS

GM Active Safety Control Module (ASCM)について

ADAS ECU搭載位置

EOCM2の詳細

- 車両には2つのEOCMモジュールが左右に2個装備されている
- 車両右側のモジュールがプライマリー、左側のモジュールがセカンダリー
- ASCMから直接データを読み出す際は、左右2個のモジュール両方より読み出し確認する事を推奨



EOCMモジュール	搭載位置	CDR読み出し順
プライマリー	右側 (R)	1 st
セカンダリー	左側 (L)	2 nd

GM Active Safety Control Module (ASCM)について

記録概要

GM ASCM 追加情報

- ▶ GM ASCM はさまざまなアクティブセーフティシステムよりデータを取得し、複合的に活用することでドライバーへのアラート、またドライバー支援を提供する。
- ▶ 緊急ブレーキまたはエアバッグの展開をトリガーとし、最大 1 イベント保存可能なデータレコーダーが装備されている。
 - ▶ 記録期間はイベント前最大4秒間、0.08秒(80msec)毎のデータを保存
 - ▶ 50個のパラメーター、最大100種のデータを記録

GM Active Safety Control Module (ASCM)について

記録項目

代表例

SYSTEM STATUS AT RETRIEVAL

- Vehicle Identification Number (VIN)
- Repair Shop Code or Tester Serial Number
- Programming Date - Year
- Programming Date - Month
- Programming Date - Day
- Manufacturers Enable Counter (MEC)
- Manufacturing Traceability Line Identification
- Manufacturing Traceability Shift Identification
- Manufacturing Traceability Last Two Digits of Year
- Manufacturing Traceability Ordinal Date Day of the Year

VEHICLE ACTION DATA

- Master Clock
- Event Type
- Odometer
- GPS Latitudinal Position
- GPS Longitudinal Position
- Vehicle Speed
- Yaw Rate
- Vehicle Lateral Acceleration
- Vehicle Longitudinal Acceleration
- Commanded Transmission Gear

Vehicle Action Data, -3.92 to 0.00 sec - Table 1 of 3

Time (sec)	Master Clock (Sec)	Odometer (miles [km])	GPS Latitudinal Position (degrees)	GPS Longitudinal Position (degrees)	Vehicle Speed (MPH [km/h])	Vehicle Longitudinal Acceleration (m/s ²)	Vehicle Lateral Acceleration (m/s ²)
-3.92	1,376,690	6,949 [11,183]	0.0000	0.0000	17.4 [28]	0.000	0.000
-3.84	1,376,770	6,949 [11,183]	0.0000	0.0000	17.4 [28]	-0.125	0.000
0.00	1,376,950	6,949 [11,183]	0.0000	0.0000	17.4 [28]	0.000	0.000

GM Active Safety Control Module (ASCM)について

記録項目

代表例

TRACKED TARGET AND ALERT DATA

- FAB Target Dynamic Property
- FAB Target Relative Offset
- FAB Target Lateral Position
- FAB Target Longitudinal Position
- FAB Target Relative Longitudinal Velocity
- FAB Target Lateral Velocity
- FAB Target Relative Longitudinal Acceleration
- High Threat Temporal Memory
- FAB Target Closest in Path - Relative Path Distance
- FAB Tracked Target Source - Long Range Radar
- FAB Tracked Target Source - Vision
- FAB Tracked Target Source - Outside Left Front Short Range Radar
- FAB Tracked Target Source - Inside Left Front Short Range Radar
- FAB Tracked Target Source - Inside Right Front Short Range Radar
- FAB Tracked Target Source - Outside Right Front Short Range Radar
- FAB Target Time to Collision
- FAB Intervention Line

FAB: Forward Automatic Braking

*FCA装備車両には *IBAを含む、FABが装備されている。システムが車両進行方向の経路上の車両を検出しクラッシュの恐れがあると判断すると、ブレーキ操作のサポートの為に油圧を強化もしくは自動ブレーキを作動させる。これにより、前進運転する際のクラッシュの回避またはダメージの軽減を図る。

GM Active Safety Control Module (ASCM)について

記録項目

代表例

DRIVER SELECTION AND ACTION DATA

- Brake Pedal Position
- Brake Pedal Initial Travel Achieved
- Driver Initiated Braking
- Accelerator Actual Position
- FAB Current Setting Value
- Driver Selected Cruise Type
- Adaptive Cruise Control Cruise Mode
- Adaptive Cruise Control Active
- Adaptive Cruise Control Disengage Reason Lane Centering Control State
- Lane Centering Control Enabled
- Lane Centering Control Disengage Reason
- Lane Centering Control Driver Override
- FAB Driver Override Status - Pre-Automatic Braking
- Accelerator Override
- FAB Driver Override Status - Steering Wheel Motion Inhibit
- FAB Driver Override Status - Post-Autonomous Braking
- Accelerator Pedal Override
- FAB Driver Override Status - Driver Braking
- Driver Attention State
- Driver Hands on Steering Wheel
- Steering Wheel Touch Zone 1 - 3
- Vehicle Ahead Indication
- Alert Warning Indication

GM Active Safety Control Module (ASCM)について 記録項目

代表例

ASCM略語、機能一覧

- APA : Automatic Parking Assist
- FAB : Forward Automatic Braking
- FCA : Forward Collision Alert System
- FPB : Front Pedestrian Braking System
- IBA : Intelligent Brake Assist
- LCA : Lane Change Alert
- LKA : Lane Keep Assist
- RAB : Reverse Automatic Braking
- RCTA : Rear Cross Traffic Alert System
- RVC : Rear Vision Camera

特にASCM EDRのデータ分析にはシステム制御の知識と、機能の正しい理解が必須となる。

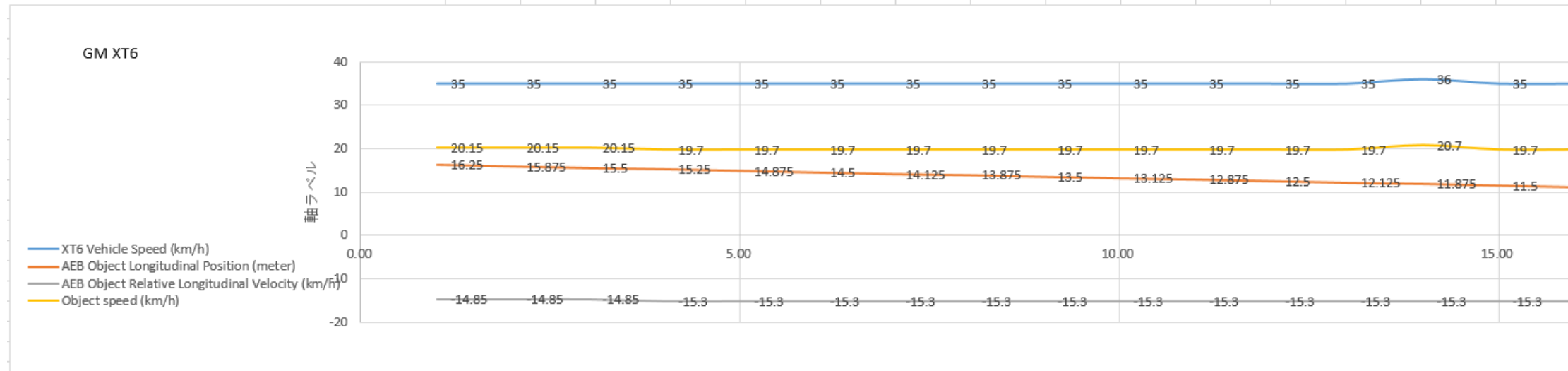
そのため、CDRLレポートと合わせて、参考資料の入手が重要な要素となる。（参考：オーナーマニュアルのリンク）

[https://my.cadillac.com/content/dam/gmownercenter/gmna/dynamic/manuals/2019/Cadillac/ct6/2019-cadillac-ct6-owners-manual\(1\).pdf](https://my.cadillac.com/content/dam/gmownercenter/gmna/dynamic/manuals/2019/Cadillac/ct6/2019-cadillac-ct6-owners-manual(1).pdf)

GM ASCMの記録例

0.08秒サンプリングと、制御データ記録によりAEB動作検証が可能

Time (sec)	-3.92	-3.84	-3.76	-3.68	-3.6	-3.52	-3.44	-3.36	-3.28	-3.2	-3.12	-3.04	-2.96	-2.88	-2.8
AEB Object Time to Collision (Sec)	3.7	3.825	3.6	3.425	3.325	3.175	3.125	3.125	3.125	3.125	3.125	3.075	2.875	2.75	2.65
AEB Braking Status	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active
AEB Object Relative Longitudinal Acceleration (m/s ²)	-0.125	0	-0.125	-0.125	-0.125	-0.25	-0.125	-0.125	0	0	0.125	0.125	0	0	-0.125
XT6 Vehicle Speed (km/h)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	36	35
AEB Object Longitudinal Position (meter)	16.25	15.875	15.5	15.25	14.875	14.5	14.125	13.875	13.5	13.125	12.875	12.5	12.125	11.875	11.5
AEB Object Relative Longitudinal Velocity (km/h)	-14.85	-14.85	-14.85	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3
Object speed (km/h)	20.15	20.15	20.15	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	20.7	19.7

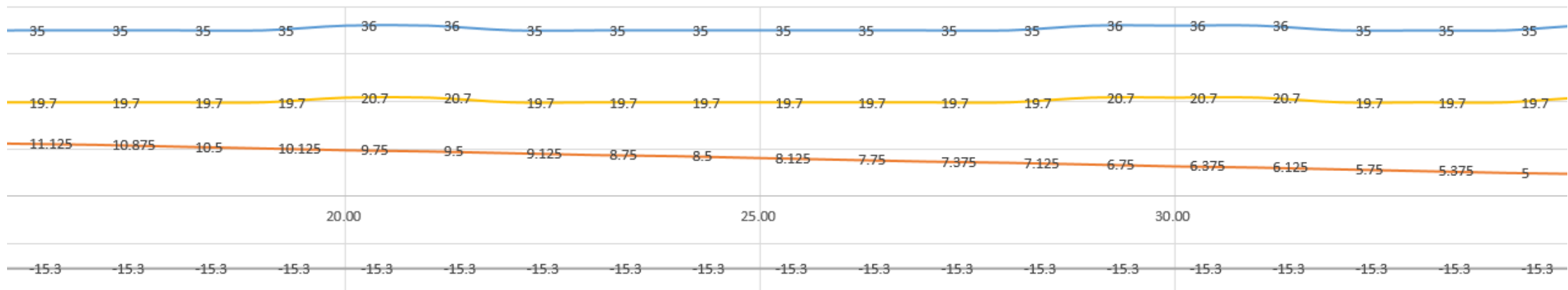


GM ASCMの記録例

0.08秒サンプリングと、制御データ記録によりAEB動作検証が可能

-2.72	-2.64	-2.56	-2.48	-2.4	-2.32	-2.24	-2.16	-2.08	-2	-1.92	-1.84	-1.76	-1.68	-1.6	-1.52	-1.44	-1.36	-1.28
2.625	2.575	2.5	2.4	2.3	2.275	2.15	2.05	2	1.9	1.825	1.75	1.65	1.6	1.525	1.425	1.325	1.275	1.175
Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active	Not Active
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	35	35	35	36	36	35	35	35	35	35	35	35	35	36	36	36	35	35
11.125	10.875	10.5	10.125	9.75	9.5	9.125	8.75	8.5	8.125	7.75	7.375	7.125	6.75	6.375	6.125	5.75	5.375	5
-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3
19.7	19.7	19.7	19.7	20.7	20.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	20.7	20.7	20.7	19.7	19.7

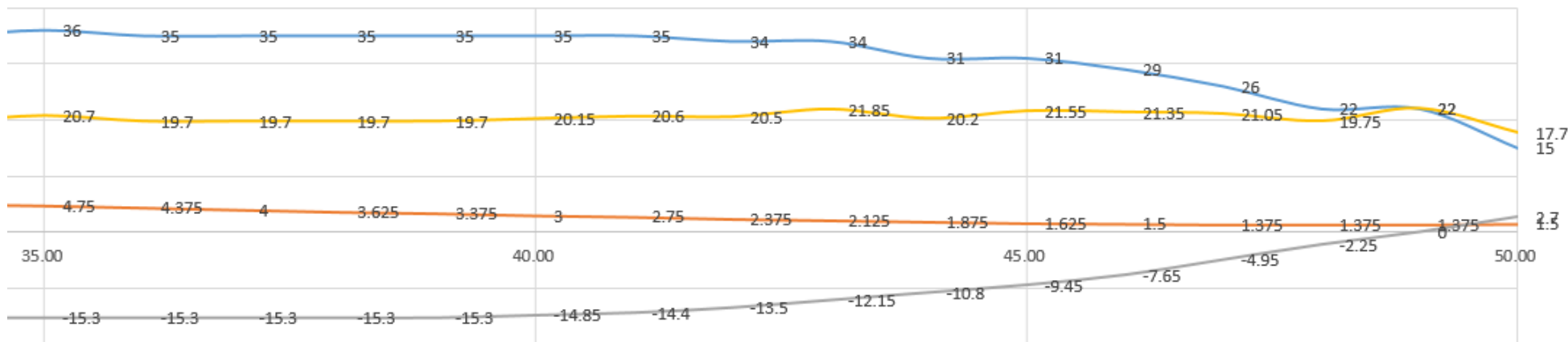
グラフタイトル



GM ASCMの記録例

0.08秒サンプリングと、制御データ記録によりAEB動作検証が可能

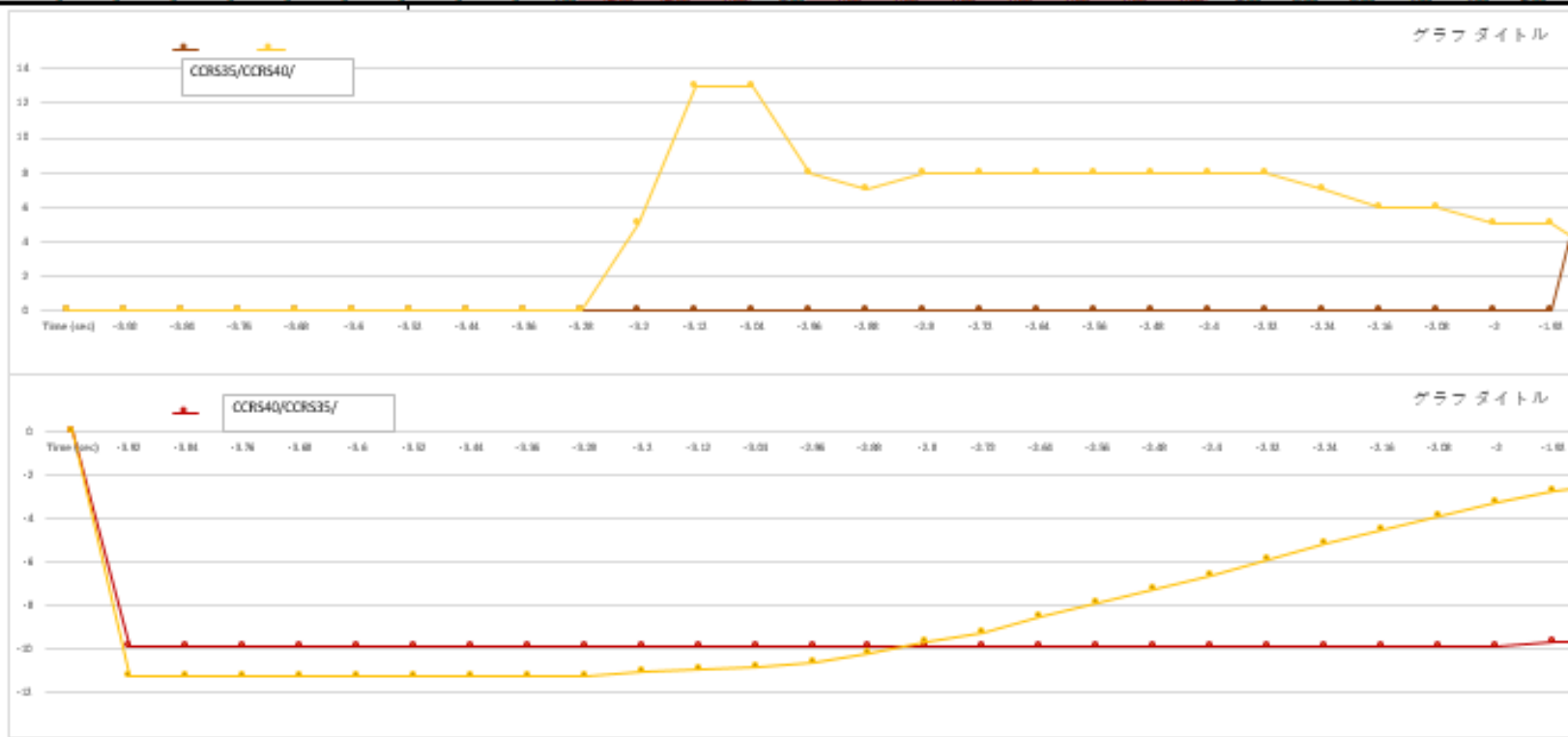
-1.2	-1.12	-1.04	-0.96	-0.88	-0.8	-0.72	-0.64	-0.56	-0.48	-0.4	-0.32	-0.24	-0.16	-0.08	0
1.075	1	0.95	0.875	0.8	0.775	0.75	0.825	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active	Active
-0.125	-0.125	0	0	0.125	0.5	1.125	2	2.875	3.75	4.5	5.25	7	8	8.125	8.5
36	35	35	35	35	35	35	34	34	31	31	29	26	22	22	15
4.75	4.375	4	3.625	3.375	3	2.75	2.375	2.125	1.875	1.625	1.5	1.375	1.375	1.375	1.5
-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-15.3	-14.85	-14.4	-13.5	-12.15	-10.8	-9.45	-7.65	-4.95	-2.25	0	2.7
20.7	19.7	19.7	19.7	19.7	20.15	20.6	20.5	21.85	20.2	21.55	21.35	21.05	19.75	22	17.7



GM ASCMの記録例

速度域によりAEBの動作が異なる

Time (sec)	-3.92	-3.84	-3.76	-3.68	-3.6	-3.52	-3.44	-3.36	-3.28	-3.2	-3.12	-3.04	-2.96	-2.88	-2.8	-2.72	-2.64	-2.56	-2.48	-2.4	-2.32	-2.24	-2.16	-2.08	-2	-1.92	-1.84	
1GYYF9R51LZ101N9_ASC Moon3Sum	AES Object Time to Collision (Sec)	3.90	3.88	3.86	3.84	3.82	3.80	3.78	3.76	3.74	3.72	3.70	3.68	3.66	3.64	3.62	3.60	3.58	3.56	3.54	3.52	3.50	3.48	3.46	3.44	3.42	3.40	3.38
AES Object Relative Longitudinal Velocity (meter/sec)	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
km/h	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36
AES Braking Requested Acceleration (m/s ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brake System Auto Brake Deceleration (m/s ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1GYYF9R51LZ101N9_ASC Moon40Sum1	AES Object Time to Collision (Sec)	1.80	1.76	1.80	1.84	1.88	1.92	1.96	2.00	2.04	2.08	2.12	2.16	2.20	2.24	2.28	2.32	2.36	2.40	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.64	2.68	2.72	2.76
AES Object Relative Longitudinal Velocity (meter/sec)	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11
km/h	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39	-39
AES Braking Requested Acceleration (m/s ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brake System Auto Brake Deceleration (m/s ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



EDR記録の改良 20年以上の活用, 経験を踏まえ、記録内容が拡充された

2022/7- UNR160-00
2024/7- UNR160-01

2012/11- 49 part 563

2000~

2006~

2010~ US CFR

2015~ UNR

EDR第1世代

Pre-crash【衝突前データ】

- ▶ 記録なし

Post-Crash【衝突データ】

- ▶ Longitudinal【縦軸】のDelta V【加速度データ】を記録

EDR第2世代

第1世代からの追加点

Pre-crash【衝突前データ】

- ▶ ECUのInputを記録
- ▶ ECUのOutputを記録

Post-Crash【衝突データ】

- ▶ マルチイベントを記録
- ▶ Lateral【横軸】のDelta V【加速度データ】を記録

EDR第3世代

第2世代からの追加点

Pre-crash【衝突前データ】

- ▶ 記録時間が5秒、間隔が2 Hz基準に

Post-Crash【衝突データ】

- ▶ サンプリング時間が長く、間隔が短く
- ▶ FSRイベント【縦、横軸を同時に同間隔で記録】方式が主流に

EDR第4世代

第3世代からの追加点

Pre-crash【衝突前データ】

- ▶ ADAS関連項目が追加または、個別で記録に
- ▶ ECUのロジック判定を記録

Post-Crash【衝突データ】

- ▶ Z軸とR/OをFSRイベントと同時に記録
- ▶ 歩行者保護装置の記録が一般的に



2024年の追加法規施行により、ADAS、AD関連項目のEDR記録拡充を期待しています。

不幸にも事故が起きた際、公平で透明性の高い事故調査実現にはEDRとその読出し対応が必須です。

そして、精度の高い事故調査を行える人材育成も重要です。

引き続き皆様のご支援宜しくお願い致します。