



# 先取り！車載カメラ／ディスプレイ・ インタフェースの最新動向から測定 ノウハウ、ソリューションまで

——  
杉山 敏男

アプリケーション・エンジニア

オートモーティブWEB 세미나 2DAYS

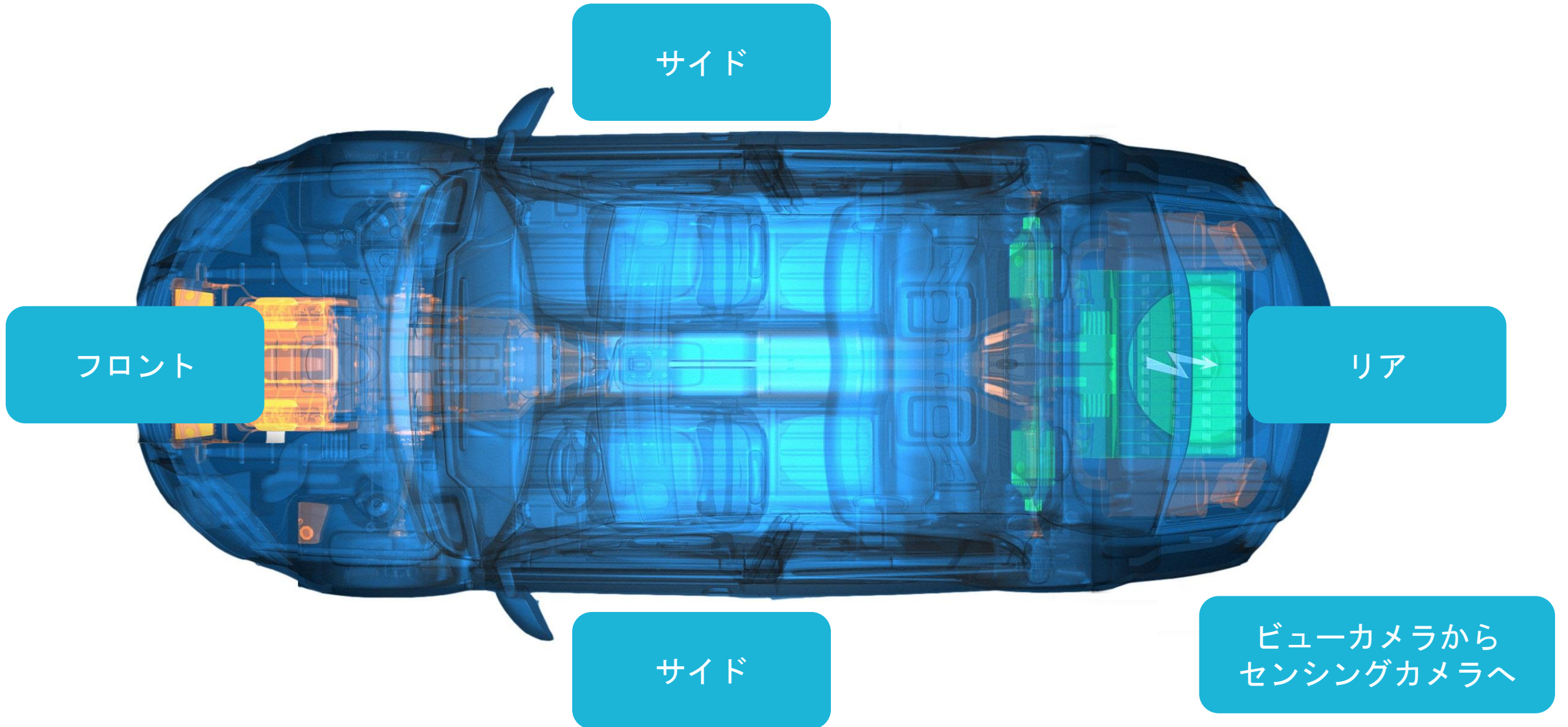
11 SEPTEMBER 2020



# 本日の内容

- 車載カメラ、ディスプレイ概要とテクノロジー
- 各種インタフェース概要
- 測定ソリューション
- まとめ

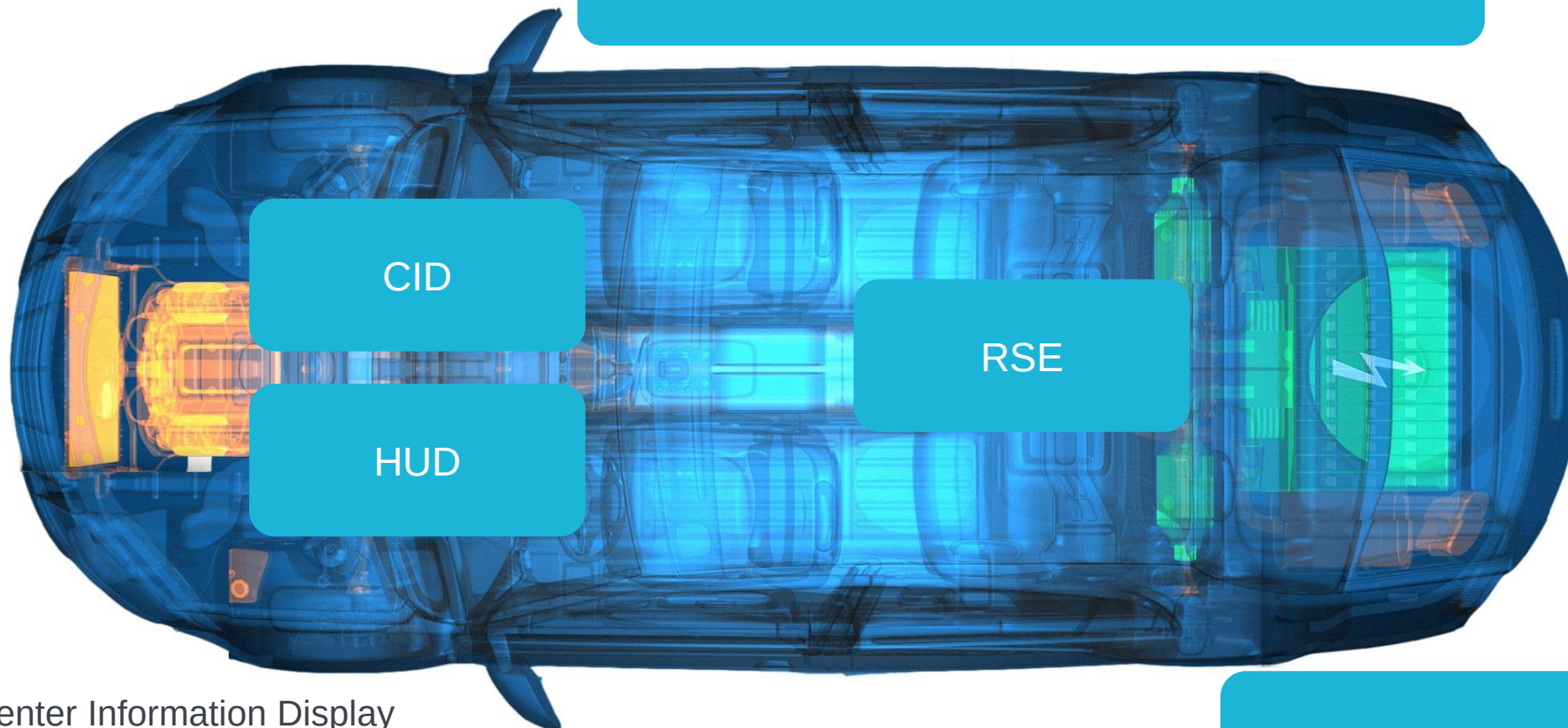
# 車載カメラ





# 車載ディスプレイ

電車ミラー(サイドミラー、リアビューミラー)

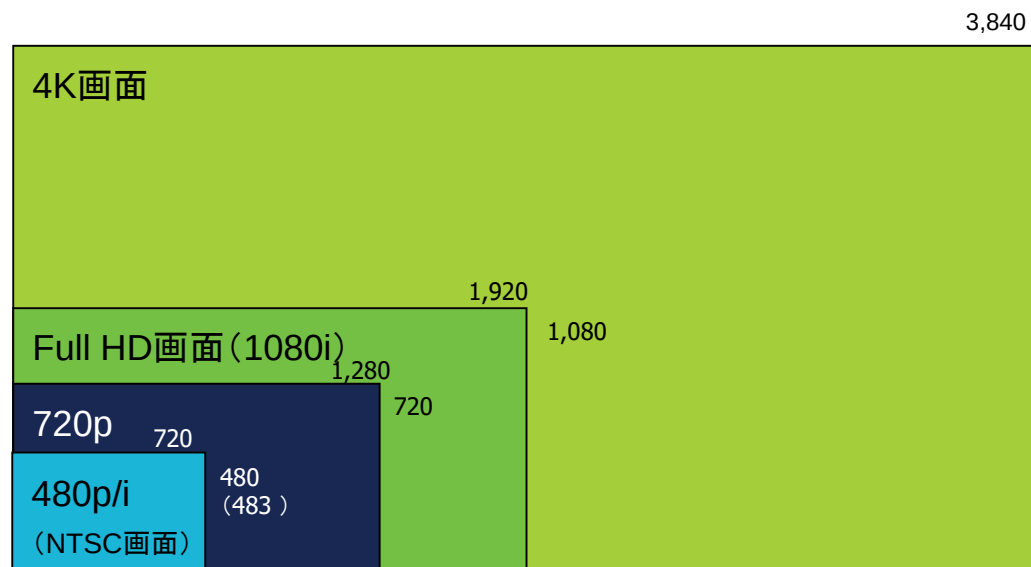


CID: Center Information Display  
HUD: Head-up Display  
RSE: Rear Seat Entertainment

曲面/異形ディスプレイの拡大

# 解像度の向上

- 用途によっては非圧縮
- 水平解像度が2倍上がれば容量は4倍に⇒データ広帯域化が必須



～3Gbps 第1世代

～6Gbps 第2世代

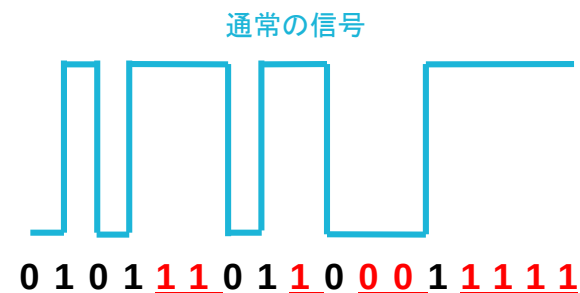
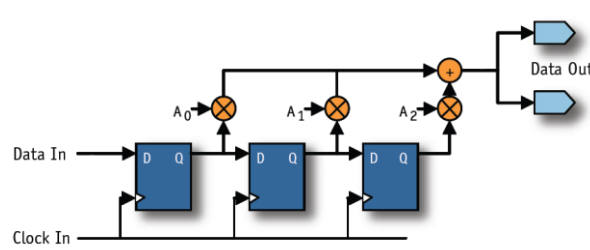
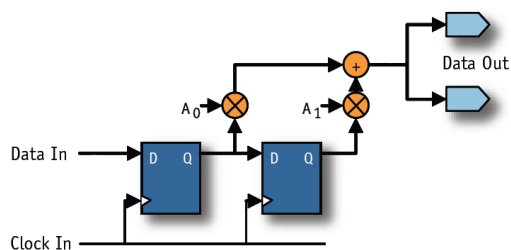
現在

～12Gbps 第3世代

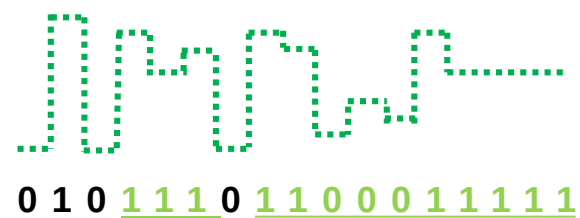
～24Gbps 第4世代

# プリエンファシス、ディエンファシス

- 損失の影響が相対的に大きい周波数成分が高い遷移ビットを強調し、受信端に到来した遷移ビットと周波数が低い非遷移ビットとのレベル差を低減、送信側で施される信号改善方法
- 損失の影響が大きくなるにつれ、2タップから3タップへ
- 孤立ビットを最大振幅に
- ただし損失に対し、過度の場合、ジッタが増加



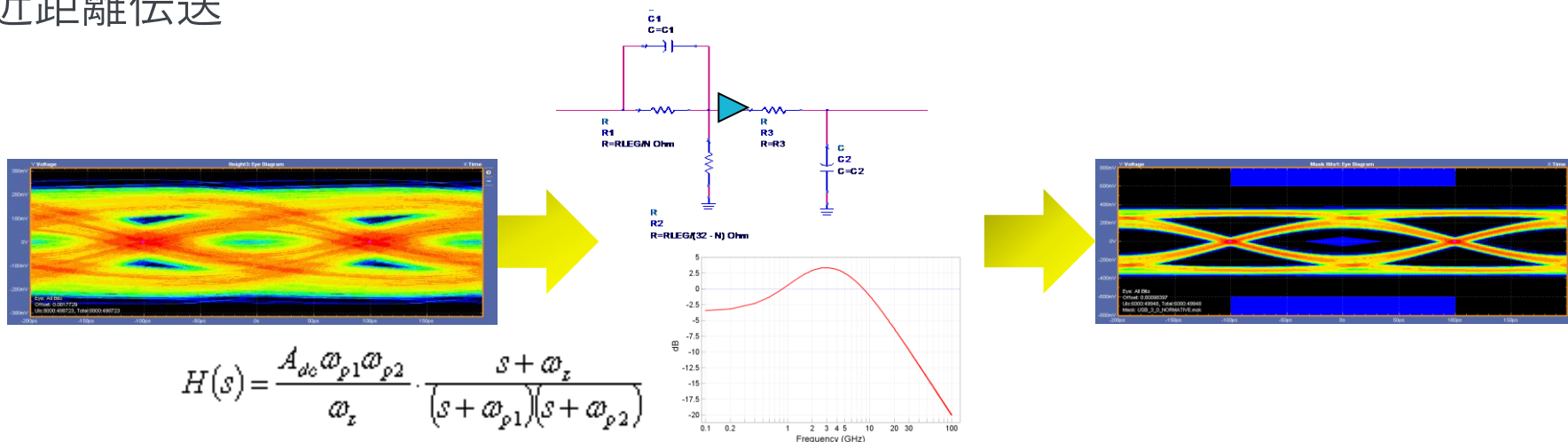
通常的信号、ディエンファシス、プリシュートを適用した信号



# CTLE

## CONTINUOUS-TIME LINEAR EQUALIZER

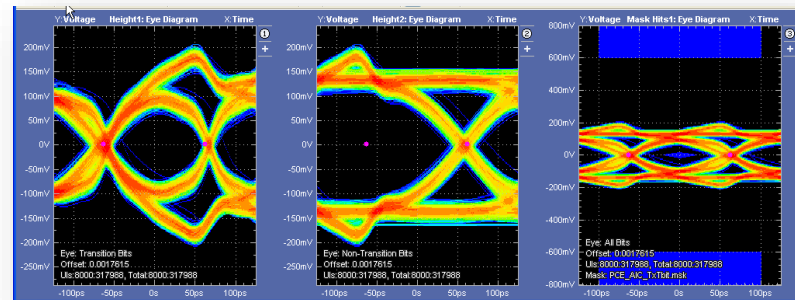
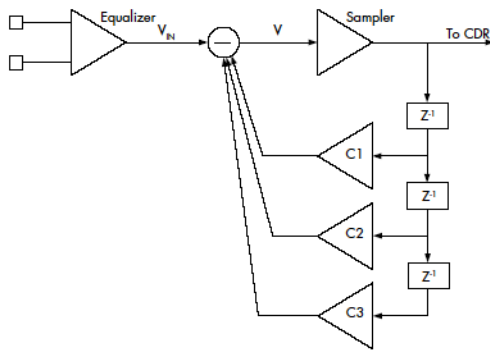
- ローパス + ハイパス・フィルタ
  - 周波数ドメインで設計
  - アナログ・ベース
  - 回路規模小、低消費電力
- 高周波をブーストするのではなく、低周波成分の抑制に使用する場合がある
  - 特に近距離伝送



# DFE

## DECISION FEEDBACK EQUALIZER

- フォワード・フィルタとデシジョン・フィードバック回路で構成
- UI間隔、あるいは分数間隔、オーバサンプリングのタイム・ドメインで設計
- パターンによりイコライザ量を可変
- 他のイコライザ方式の問題点であるノイズを増幅することなくシンボル間干渉をキャンセル

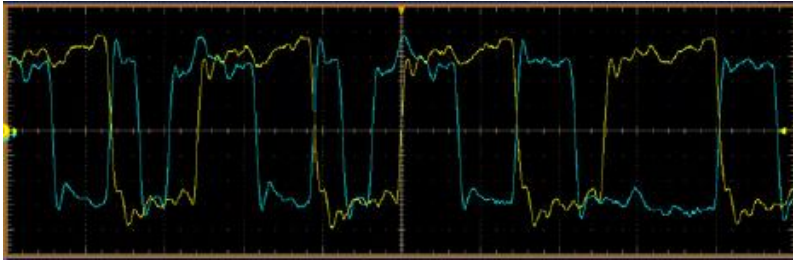




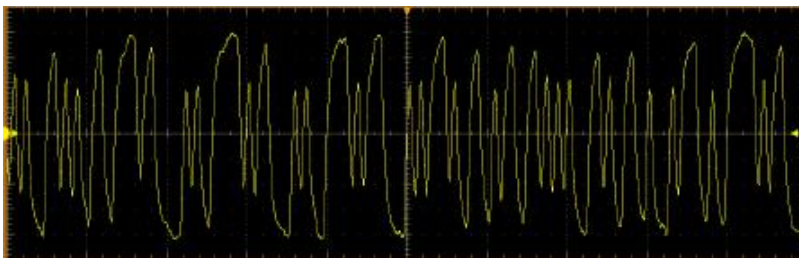
# クロック埋め込み

## EMBEDED CLOCK

- クロックとデータのタイミング問題、クロックのEMI問題を解決
- クロック並走



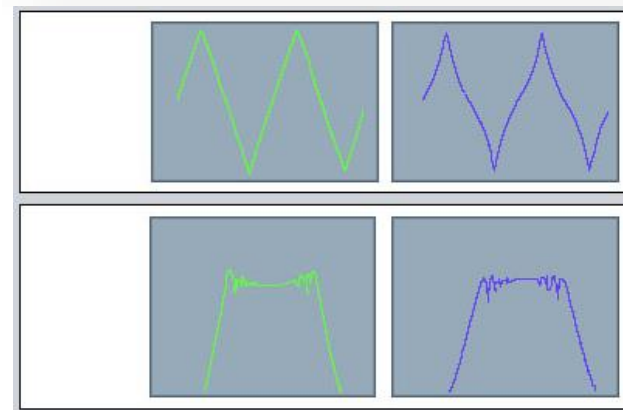
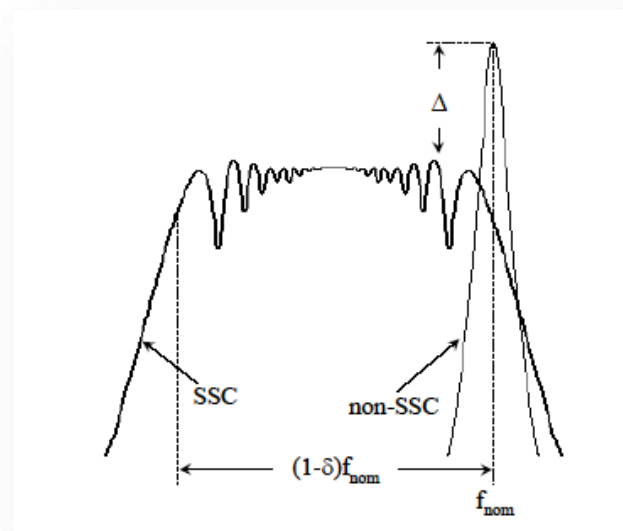
- クロック埋め込み：クロック・リカバリが不可欠



# スペクトラム拡散クロック

## SPREAD SPECTRUM CLOCKING

- EMI低減のために、クロック信号を変調、すなわちジッタを与えることで、周波数分布を拡散し（Spread）、EMIの特定周波数へのエネルギーの集中を下げる技術
  - 例：PCI Express、USB3.1
  - 変調周波数：30kHz～33kHz
  - 周波数偏差：0～5000ppm
- 代表的な変調形状（プロファイル）
  - 三角波、あるいはLexmark（“Hershey Kiss”）、Sharkfinなど



三角波  
プロファイル

Hershey Kiss  
プロファイル

# 重畳

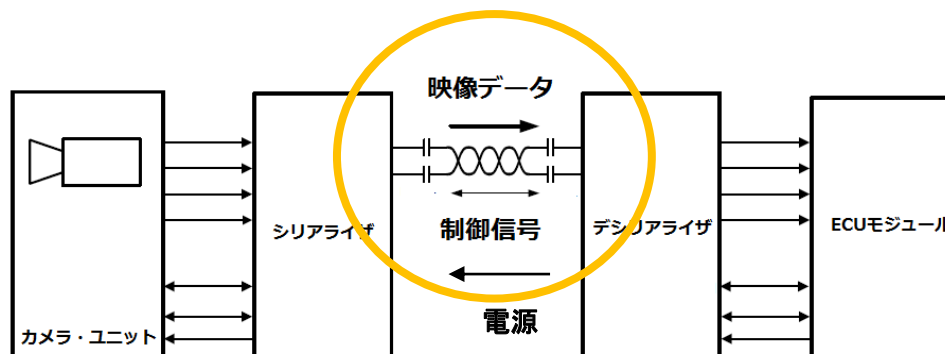
## 1本の信号線に複数、かつ双方向の信号を混在させて伝送

- CoaXPressの例

- マシンビジョン用のJIA (Japan Industrial Imaging Association) 策定規格
- 映像データ：高解像度データ⇒高周波（アップストリーム）
  - 1.25～6.25Gbps
- 制御信号：低容量のデータ⇒低周波（ダウンストリーム）
  - 20.83Mbps
- 電源：DC（ダウンストリーム） 24V13W/ケーブル

- 狙い

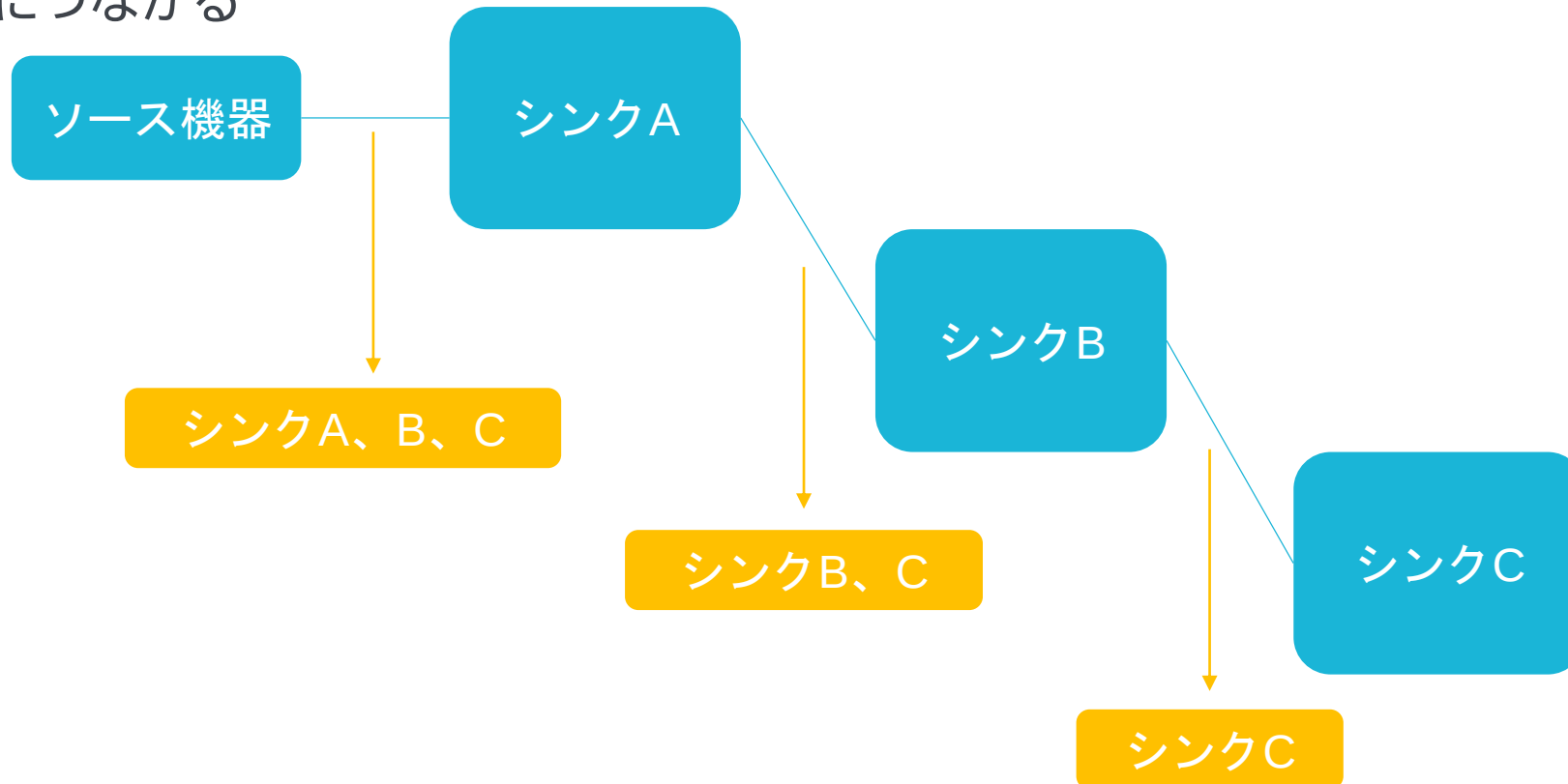
- ケーブル・コスト低減
- ケーブルの重量抑制



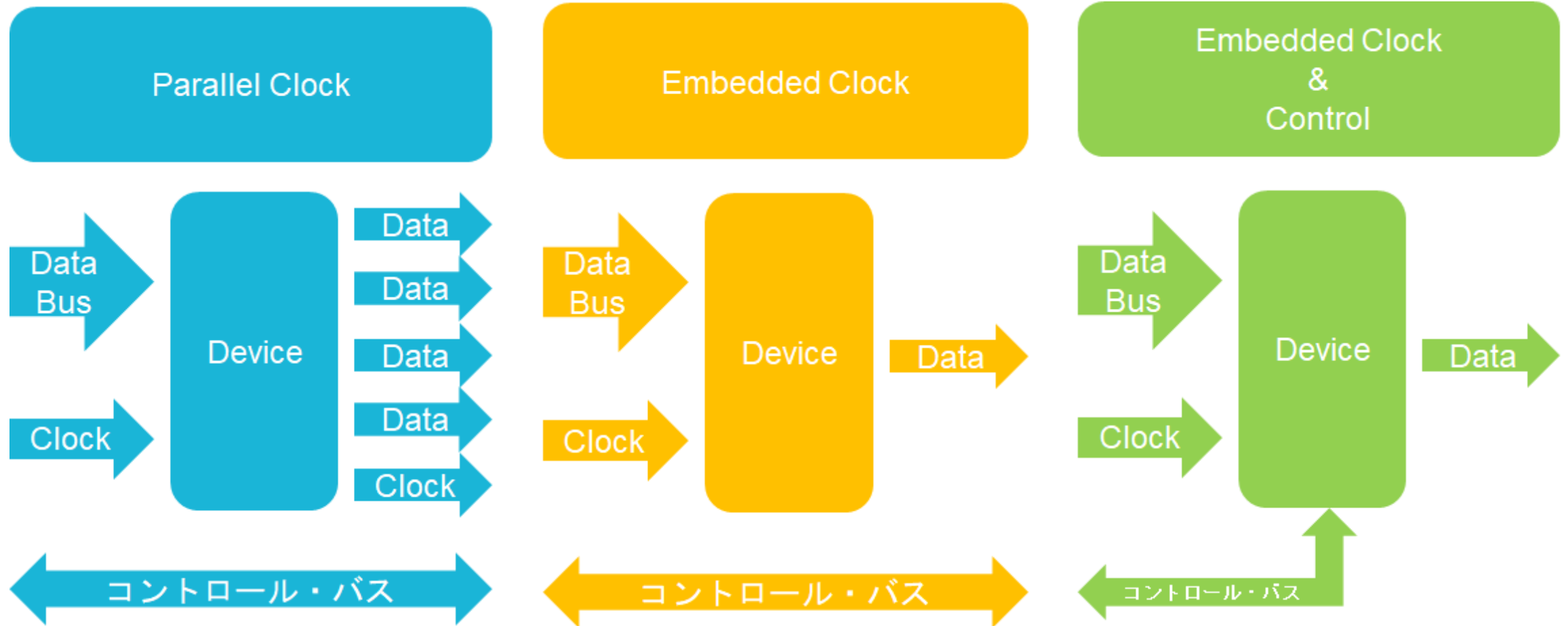
# デイジーチェーン

複数の機器を数珠つなぎで接続

- ケーブル長が最短になり、ケーブルの重さを軽減できる
- 燃費向上につながる



# 物理層の変化





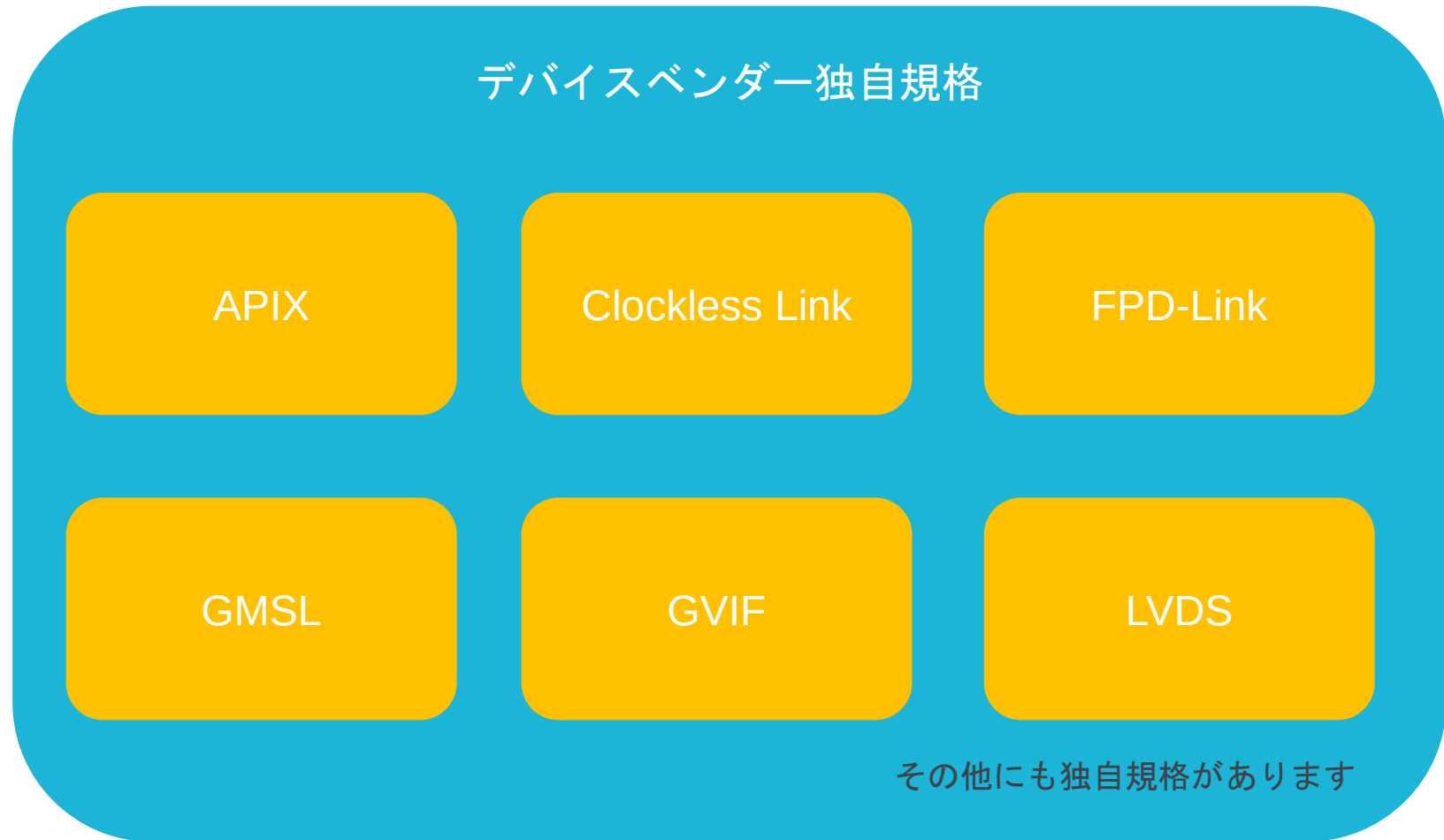
# 本日の内容

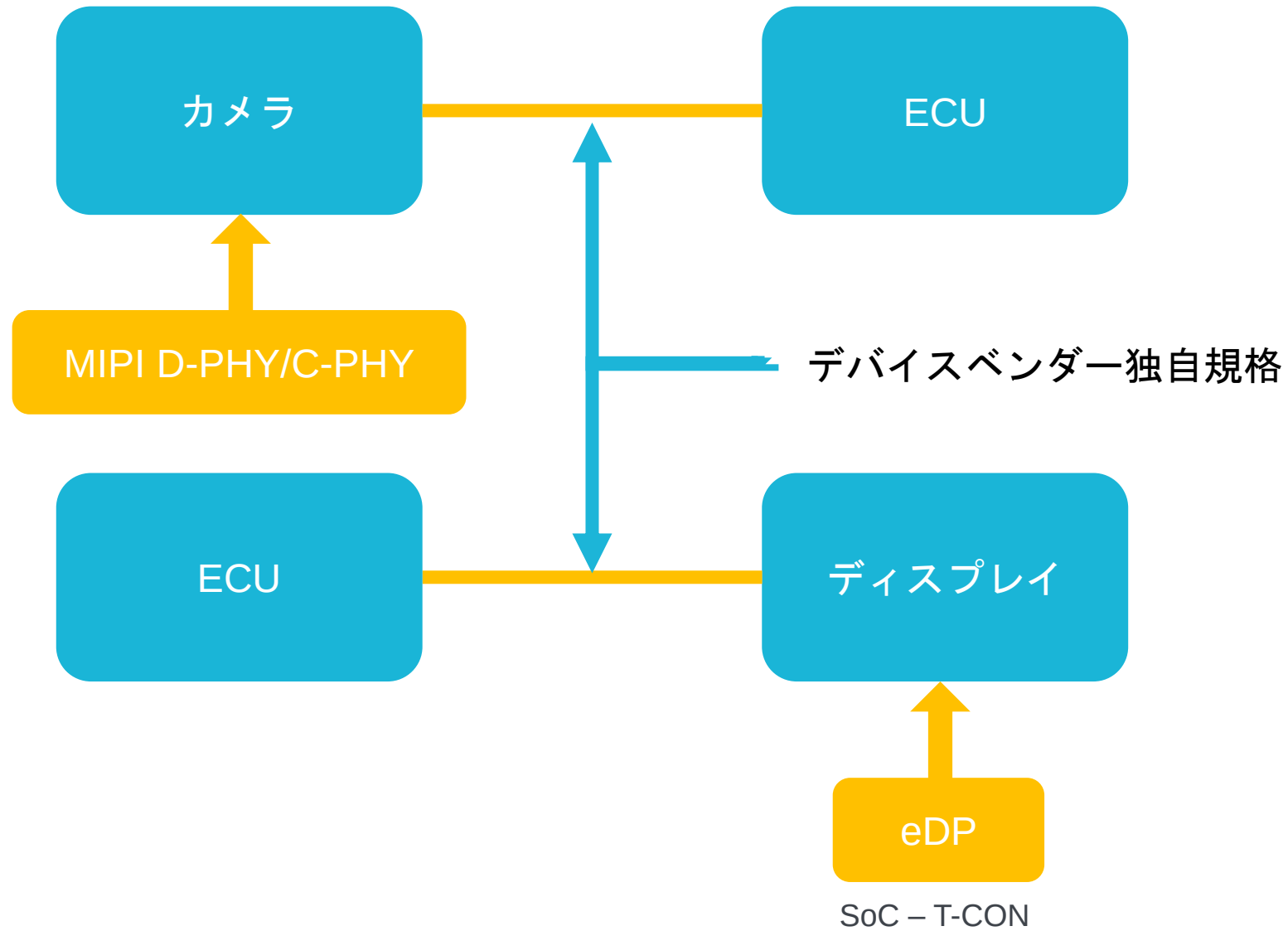
- 車載カメラ、ディスプレイ概要とテクノロジー
- 各種インタフェース概要
- 測定ソリューション
- まとめ

# 第1世代、第2世代の状況

## LVDS系

- 第1世代
  - ～3Gbps
  - 重畳
- 第2世代
  - ～6Gbps
  - 重畳
  - デイジーチェーン





# 第3世代の動き

～12G

デバイスベンダー独自規格

FPD-Link

GMSL

GVIF

その他にも独自規格があります

規格団体策定規格

A-PHY

JASPAR

ASA

VESA  
VTG

Multi-Gigabit  
Ethernet

# 本日の内容

- 車載カメラ、ディスプレイ概要とテクノロジー
- 各種インタフェース概要
- 測定ソリューション
- まとめ

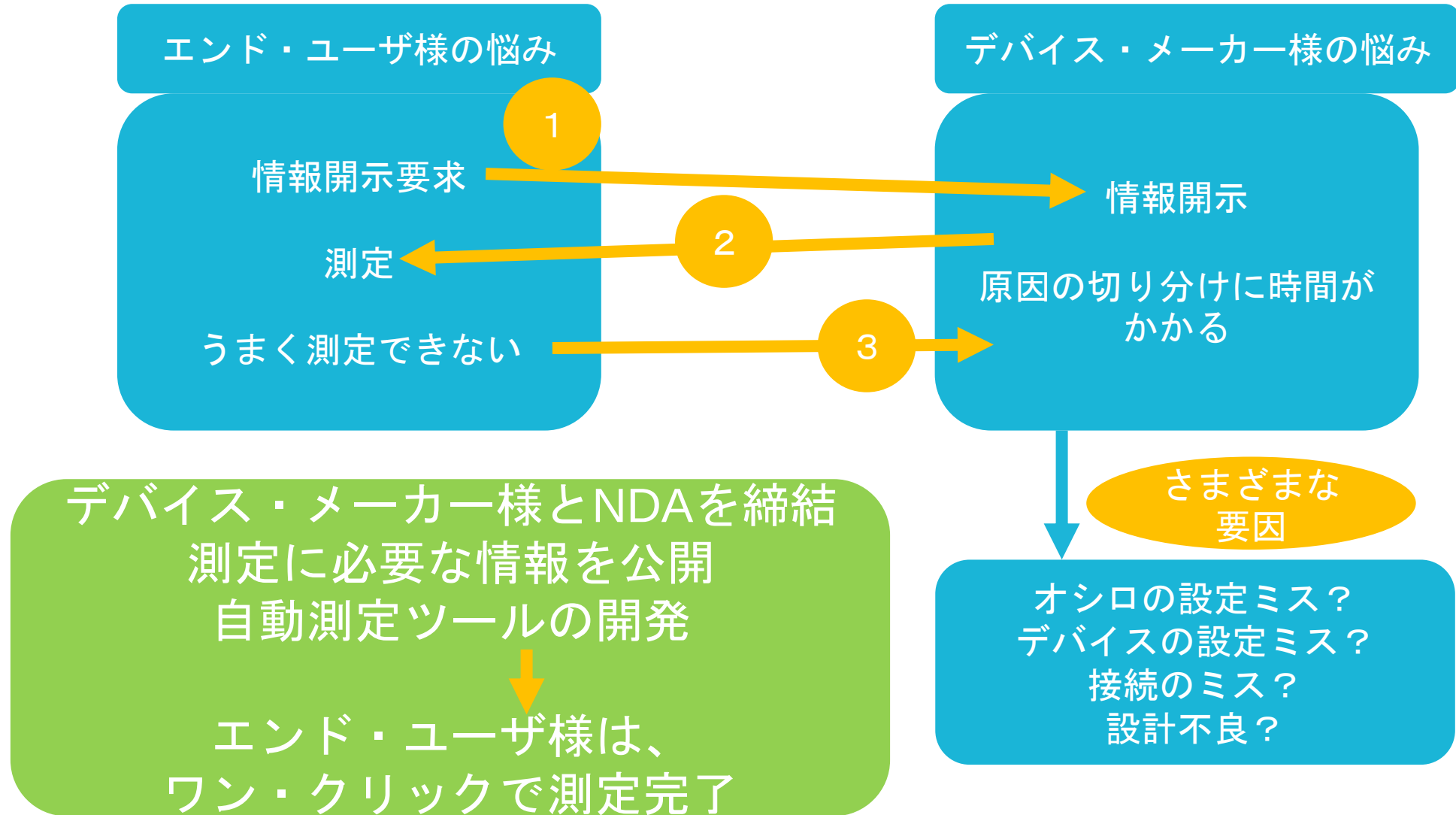
# どのように測定すればいいのか？

## デバイスメーカー独自規格

- 測定基準となるドキュメントが策定されているか？
  - ロゴ認証プログラム(Compliance Test Specification)がない
  - 適合性試験(Conformance Test Specification)がない
- ということは
  - クロック・リカバリ情報が一般に公開されていない
  - テスト・ポイント情報が一般に公開されていない
  - マスク情報が一般に公開されていない



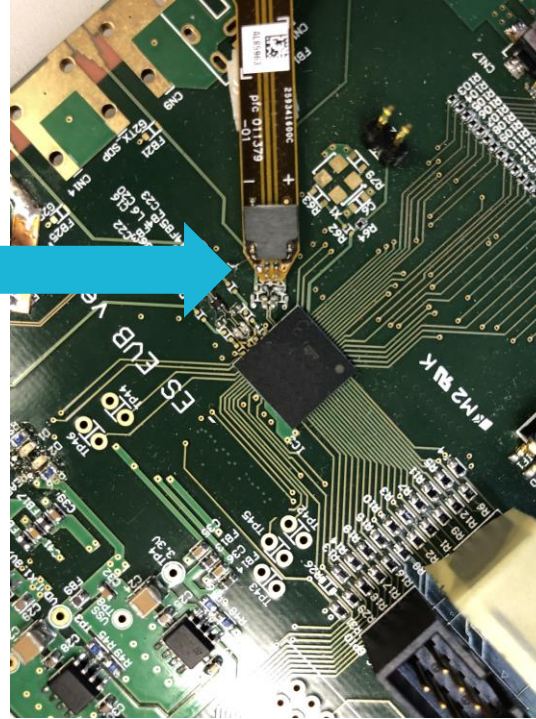
# テクトロニクスが問題を解決



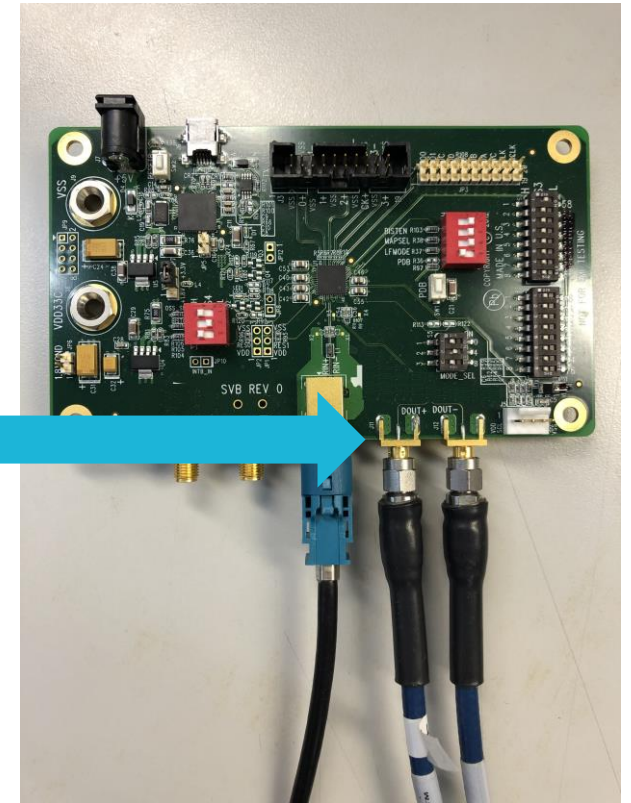
# 測定方法

- 基盤に半田付け

- プロブの負荷容量
- 半田付けの位置
- リード線の長さ



- SMAコネクタ等から直接オシロスコープへ



# 基本構成

導入実績：自動車メーカー様、自動車関連メーカー様、デバイス・メーカー様

- オシロスコープ

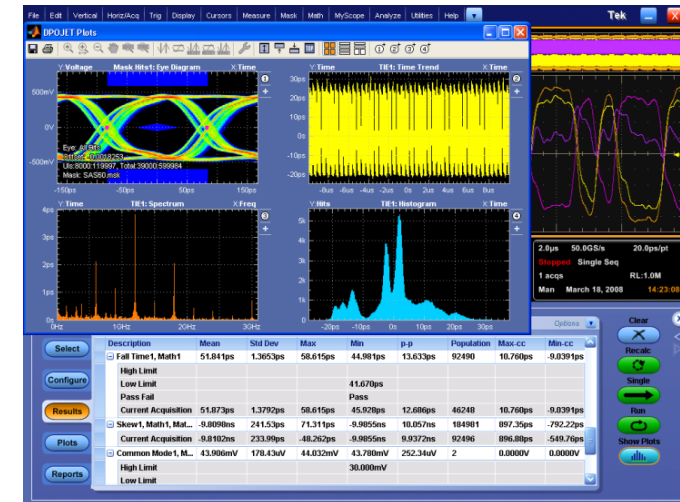
- 23GHz (12Gbpsの場合)
- 12.5GHz (5Gbpsの場合)
- 8GHz(3Gbpsの場合)
- 周波数帯域のアップグレードが可能

- ソフトウェア

- DPOJET
- SDLA
- TekExpress/AEウェア

- プローブ

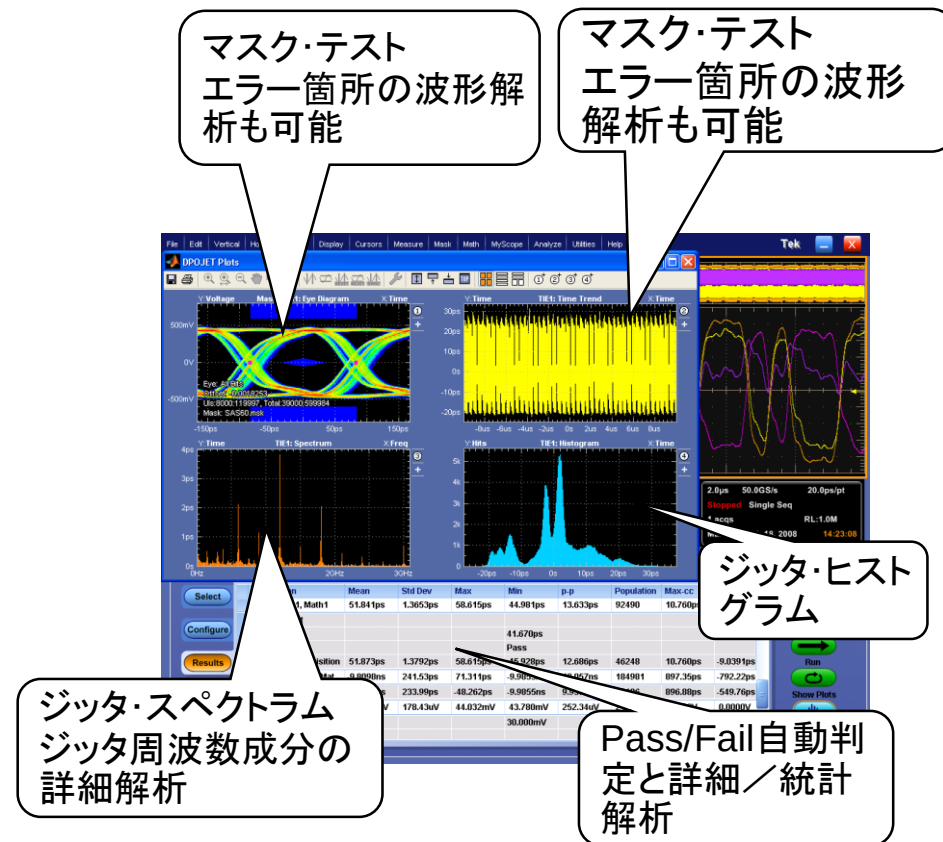
- P7700シリーズ(帯域アップグレードが可能)



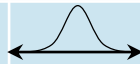
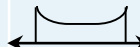
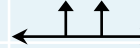
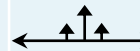
# DPOJETによる解析機能

ディー・ピー・オー・ジェット

- DPOJETジッタ & アイ・ダイアグラム解析アプリケーションによる各種検証・評価とデバッグ
  - アイ・ダイアグラムとジッタ・タイムトレンド・グラフ、ジッタ・スペクトラムなどの同時表示による解析
  - Pass/Fail自動判定と詳細／統計解析
  - 99項目の測定項目の登録と独立に設定可能な測定条件（PLLやフィルタ設定など）
  - 有界非相関ジッタ（Bounded Uncorrelated Jitter）の測定



# ジッタの分類

| 名称                                    |                                               | 要因                                                                                    | 代表的な確率密度関数 (PDF)                                                                    |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ランダム・ジッタ (Random Jitter)              |                                               | 熱雑音など                                                                                 |                                                                                     |
| デターミニスティック・ジッタ (Deterministic Jitter) |                                               |                                                                                       |                                                                                     |
|                                       | ピリオディック・ジッタ : Pj (Periodic Jitter)            | 電源、CPUクロック、オシレータなどが原因                                                                 |  |
|                                       | デューティ・サイクル歪みジッタ : DCDj Duty Cycle Distortion) | オフセット・エラー、ターンオン時間の歪が原因                                                                |  |
|                                       | パルス幅歪みジッタ : PWDj (Pulse Width Distortion)     |                                                                                       |  |
|                                       | パターン依存性ジッタ : PDj (Pattern Dependent)          |                                                                                       | 隣接するデータ・ビットの変化が原因で発生、伝送帯域特性など伝送路の影響                                                 |
|                                       | データ依存性ジッタ : DDj (Data Dependent)              |  |                                                                                     |
|                                       | シンボル間干渉 : ISI (Inter Symbol Interference)     |                                                                                       |                                                                                     |

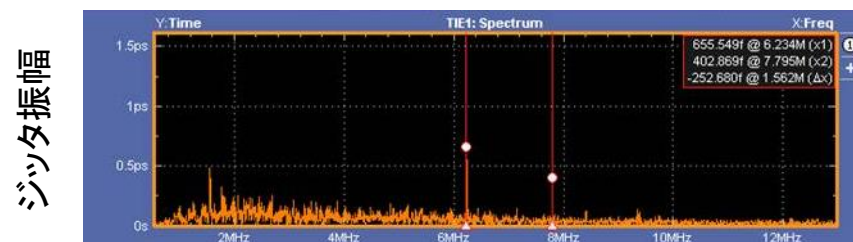


# ジッタ・ソースの識別

- 周期性ジッタが大きい場合にはSpectrumプロットによりジッタ周波数成分からジッタ・ソースを突き止める

- 電源のスイッチング周波数とその高調波
- CPUクロック、オシレータ

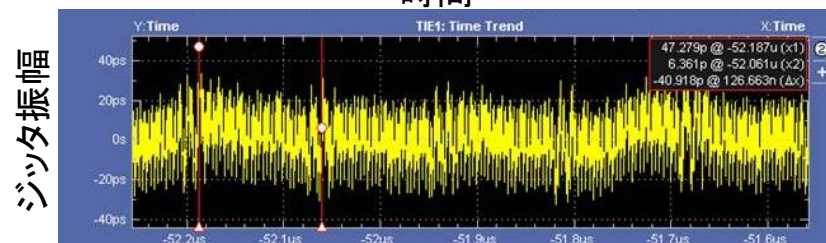
ジッタ周波数



- ジッタが過剰な場合、Time Trendプロットによりジッタの時間的変動を確認

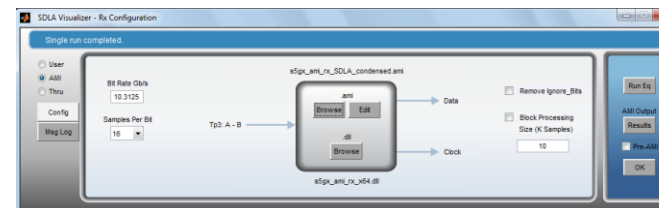
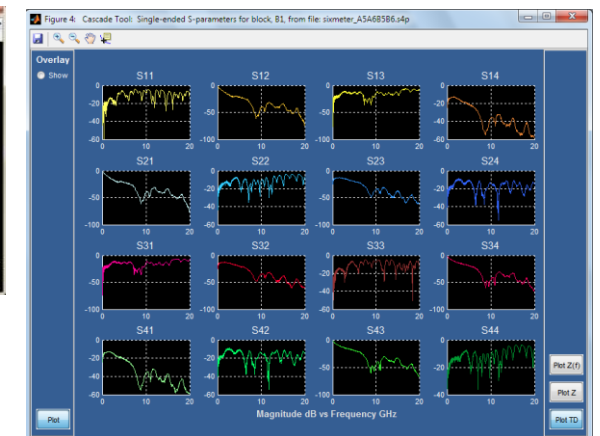
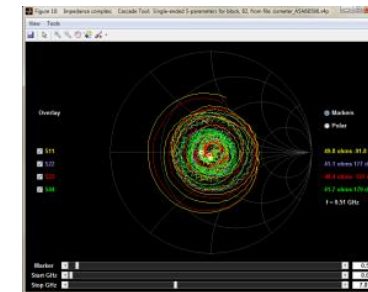
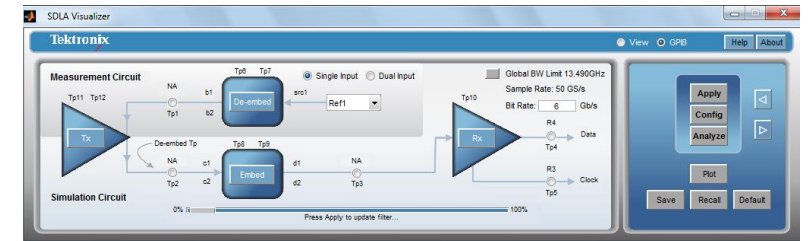
- 単発的な過度なジッタの確認
- 同時にVcc波形などと相関をとって確認する

時間



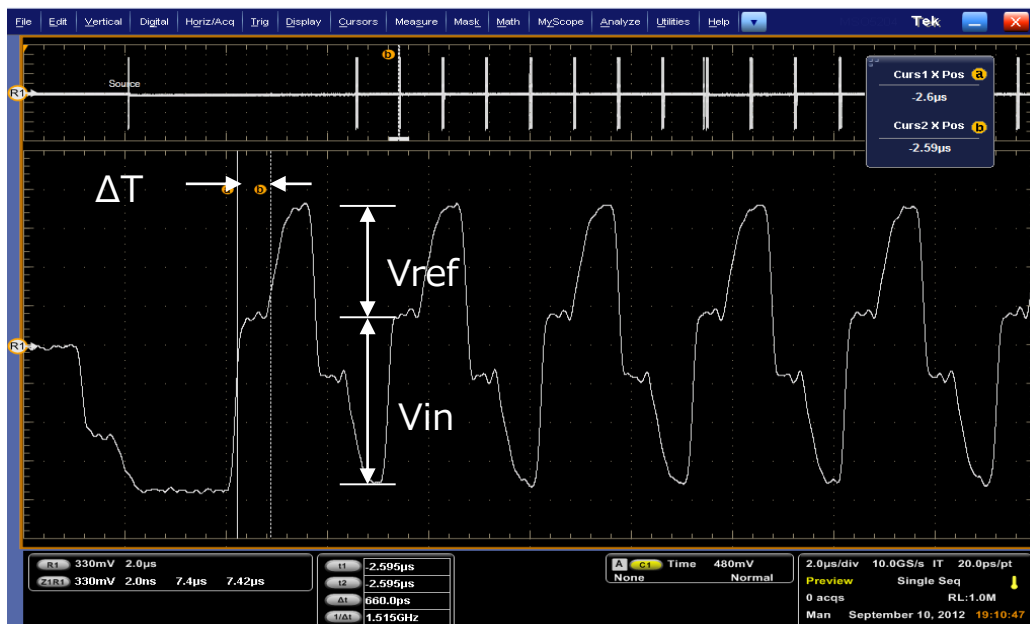
# SDLAビジュアライザ シリアル・データ・リンク解析ソフトウェア

- 1本のソフトウェアでチャンネル・エンベッド、ディエンベッド、イコライゼーション (Tx、Rx) までサポート
- 信号線路の任意の箇所の波形を表示
- フル4ポートSパラメータ・モデル・サポート
- 反射除去
- Sパラメータに加え、Tモデル（無損失）、RLCモデルの使用
- モデル検証のためのプロット・ツール
- DPOJETとシームレスに動作可能

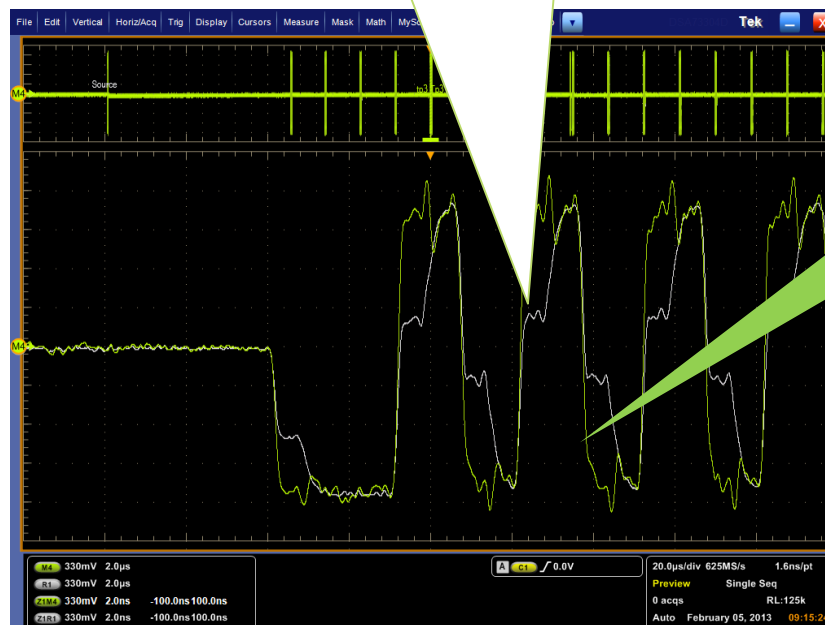


# 反射の影響

- MIPI LP動作時は無終端
- Rx端にプロービングできないケースも多い
- 結果、測定波形に反射波が重畳



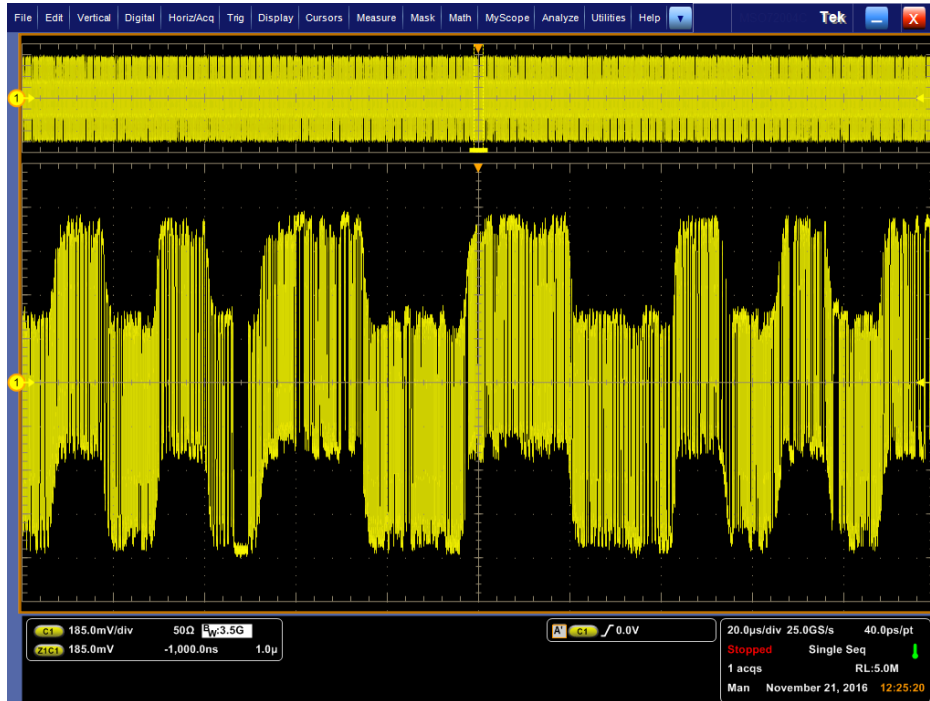
プローブ・ポイントでの波形 (実測)



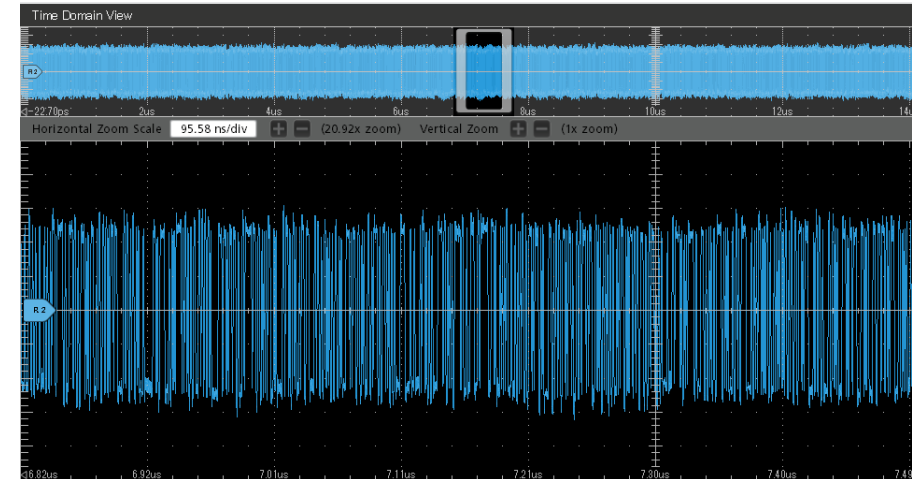
Rxでの反射除去  
された波形  
(シミュレーション)



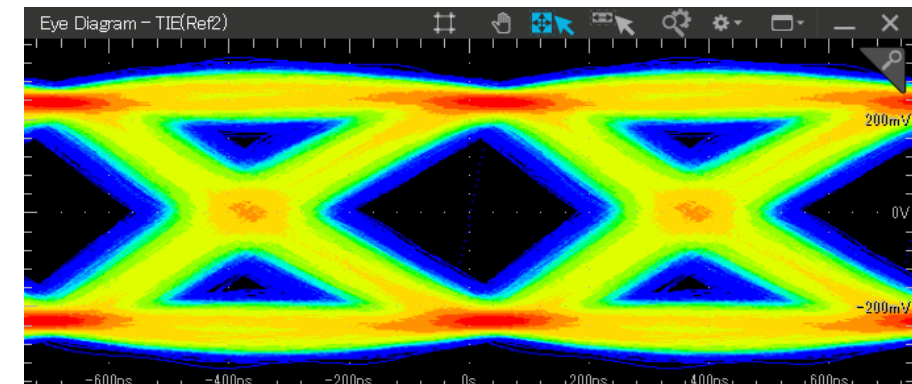
# 重畳波形を分離してEye Diagram評価



I2Cを除去



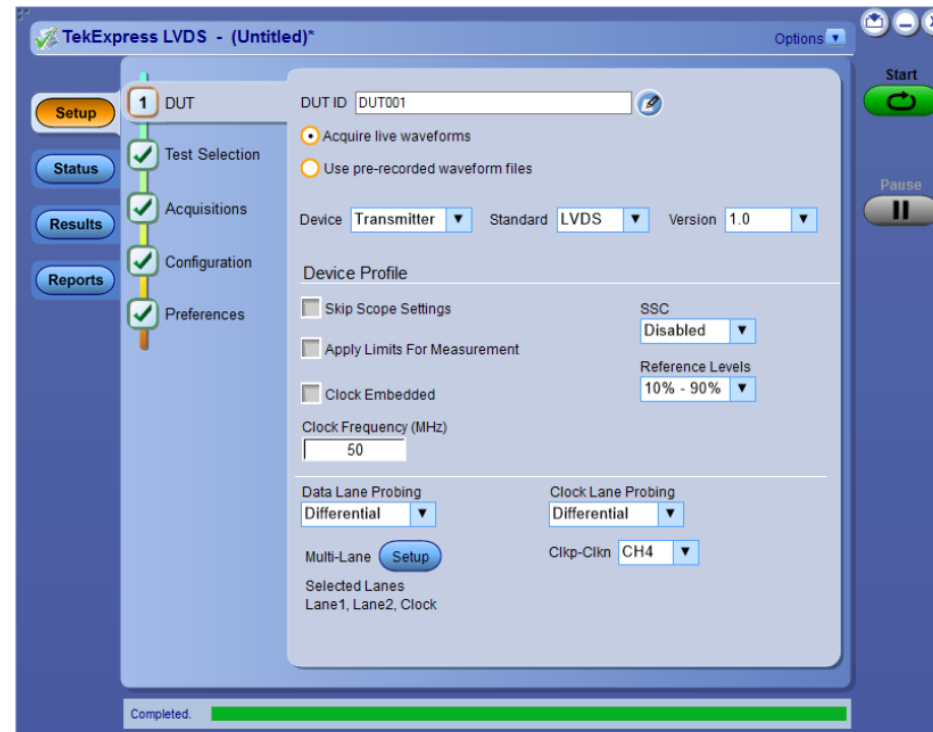
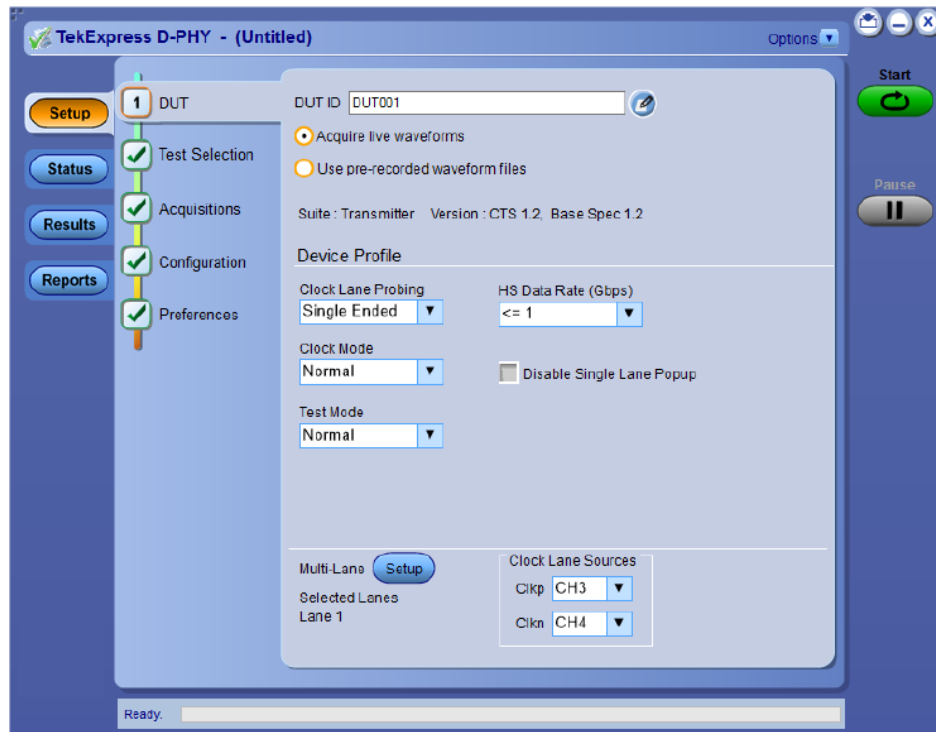
CDR+EQ



# TekExpress

## コンプライアンス・テスト自動測定フレームワーク

- コンフォーマンス・テスト仕様書/コンプライアンス・テスト仕様書に準拠
- A-PHY, ASA, Multi-gigabit Ethernet対応予定

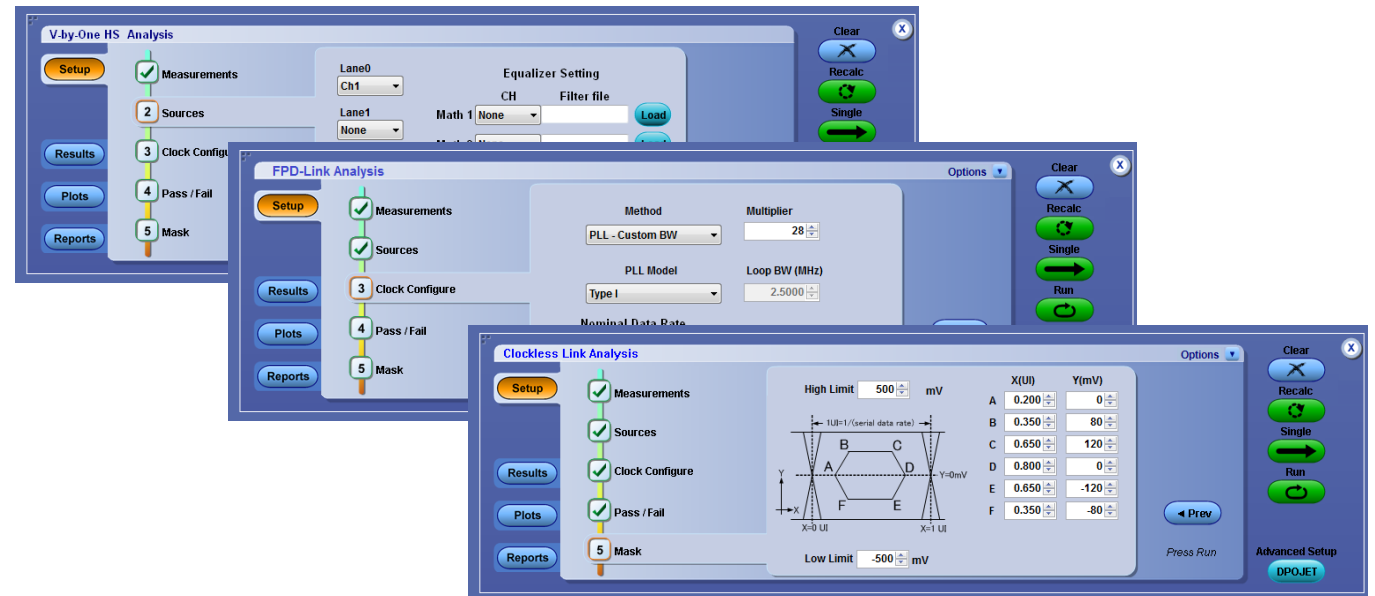


# AEウェア

## フリーソフトウェア

デバイス・ベンダー様の検証済み

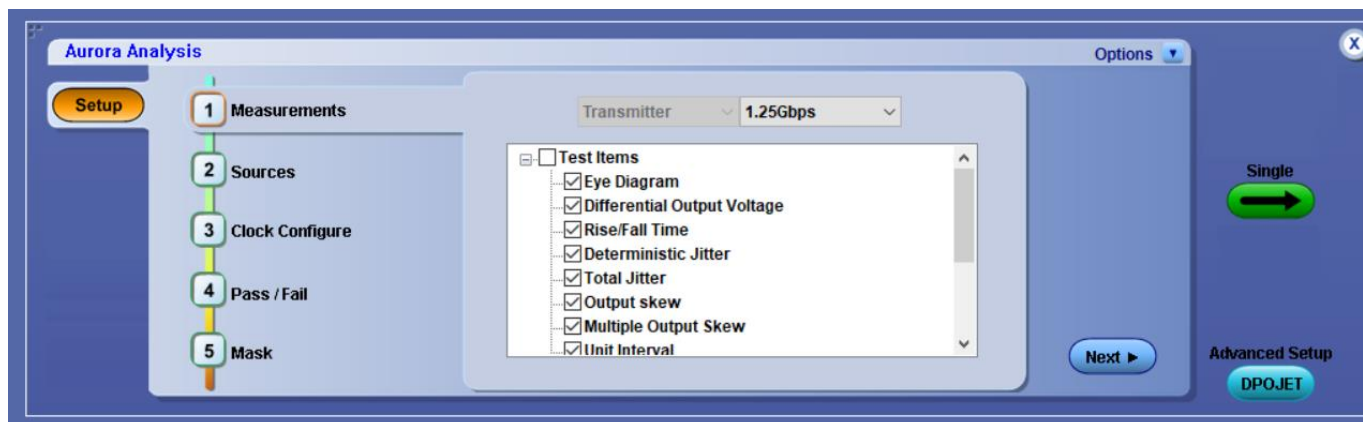
- ワン・クリックソリューション
  - Eye Diagram、Jitter、Rise/Fall Timeなど
- 対応アプリケーション
  - Clockless Link、FPD-LinkIII、GMSL、GVIF、LVDS、V-by-One HS、Aurora
- DPOJETと連動
- シームレスにデバック、解析



# Aurora

## リアルタイムデバックの需要拡大

- IEEE-ISTO
  - The Nexus 5001 Forum Standard for a Global Embedded Processor Debug Interface
- 6.25Gbpsサポート
- 開発段階におけるSWのデバッグ/トレースをリアルタイムに高速で行う
- 高速シリアル通信が軽めのリンクプロトコルで出来る

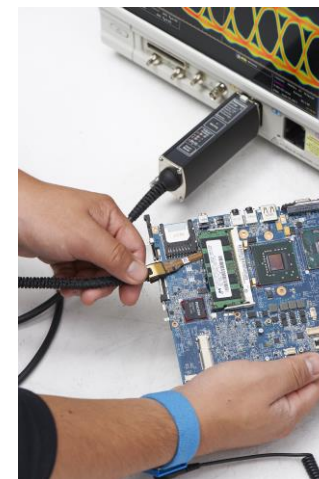
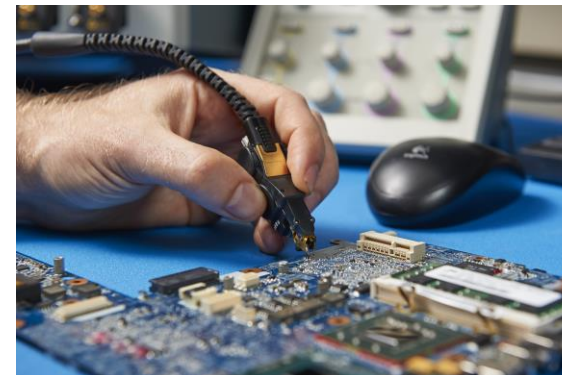


世界初6.25Gbps対応PHY  
解析ソフトウェア

# P7700シリーズTriModeプローブ

差動、シングルエンド、コモン測定に対応

- プローブ・チップの先端にバッファ・アンプを搭載
  - 信号損失、負荷容量、ノイズが最小限
- TekFlexアクセサリ・コネクタ搭載
  - クリップ式の簡単な装着により、確実な接続が可能
- 業界最高の低負荷（ローディング）性能
  - LPDDRやMIPIの低電力、ハインピーダンス動作にも対応
- 業界初！プローブとチップ両方のSパラメータ補正が可能
  - ディエンベッドによるプローブ特性の歪みを排除
- 周波数帯域のアップグレード



# パワーレールプローブ

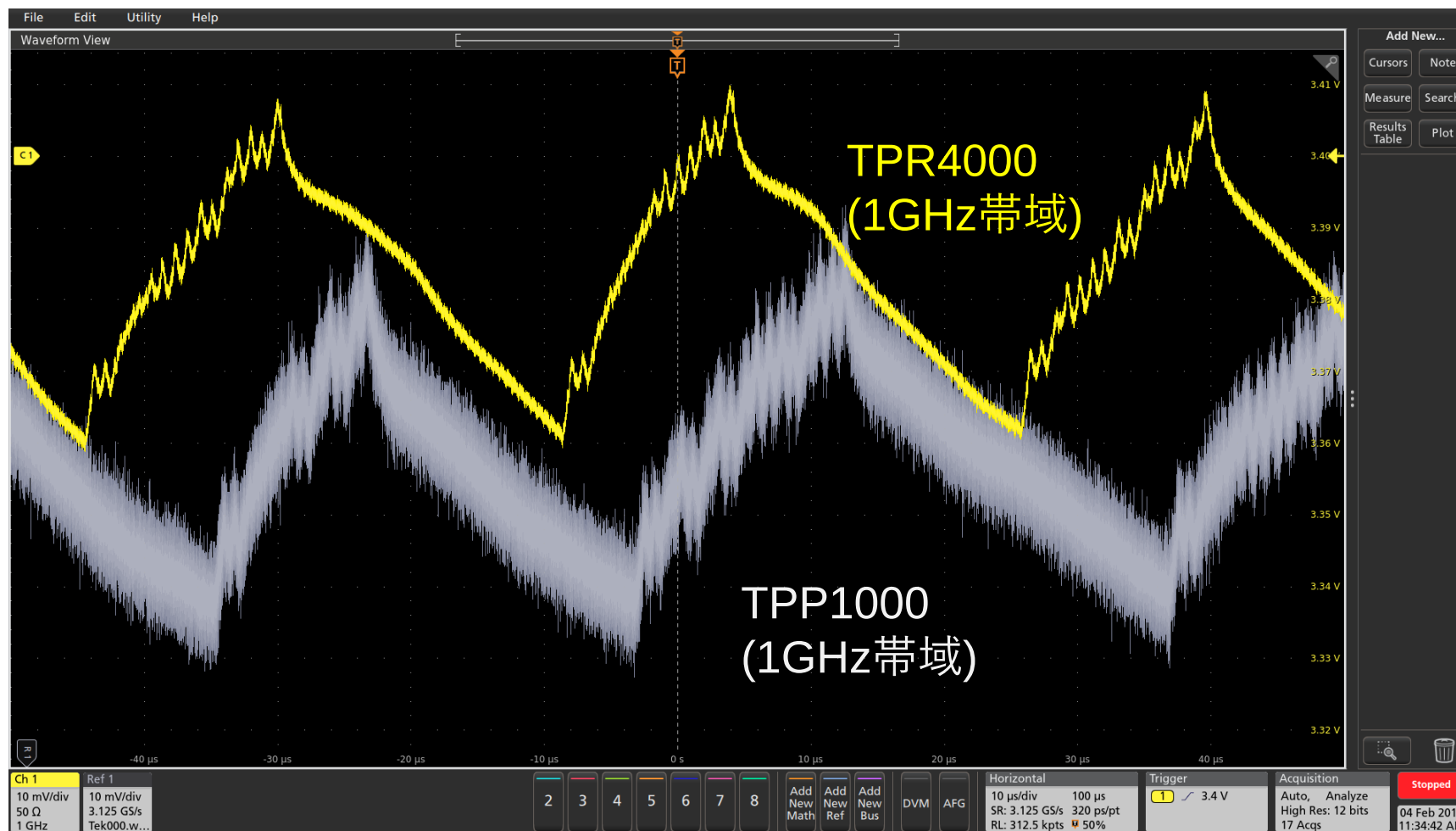
## 電源品質測定に特化したプローブの登場

- 高いDC入力インピーダンスを持つ広帯域プローブ
  - 電源ラインに含まれる微小なノイズ及びリップルを広帯域で測定可能
  - 周波数帯域は数GHz
  - 測定対象に合わせてDCオフセットを指定する必要あり
- ダイナミックレンジは指定したオフセット電圧を中心に $\pm 1\text{V}$ 程度
  - 電源電圧が不明の場合には使用できない
- 高い周波数( $> 100\text{kHz}$ )では入力インピーダンスは $50\Omega$ 
  - DCに対する入力インピーダンスは $50\text{k}\Omega$



# パッシブ・プローブとの比較

同じ10MV/DIV、1GHZ帯域での比較





# 電源リップル測定用プローブ比較

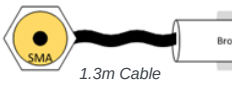
|                 | パッシブ<br>プローブ<br>TPP1000                       | 2:1プローブ<br>TPP5002                            | パワーレール<br>プローブ<br>TPR1000/4000             |
|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 周波数帯域           | 1GHz                                          | 500MHz                                        | 1GHz / 4GHz                                |
| 減衰比             | 10:1                                          | 2:1                                           | 1.25:1                                     |
| DC<br>入カインピーダンス | 10M $\Omega$                                  | 2M $\Omega$                                   | 50k $\Omega$                               |
| AC<br>入カインピーダンス | 300k $\Omega$ @ 100kHz<br>30k $\Omega$ @ 1MHz | 100k $\Omega$ @ 100kHz<br>10k $\Omega$ @ 1MHz | 50 $\Omega$ @ 100kHz<br>50 $\Omega$ @ 1MHz |
| オフセット範囲         | オシロに依存                                        | オシロに依存                                        | $\pm 60V$                                  |
| 温度範囲            | -15°C ~ +65°C                                 | -15°C ~ +65°C                                 | -40 ~ +155°C<br>(耐温度ケーブル)                  |

# パワーレールプローブのプロービング

様々な接続形態を用意



Option



1.3m Cable

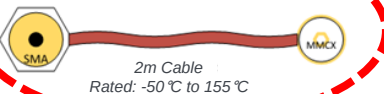


1.3m Cable

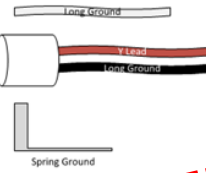


1.3m Cable

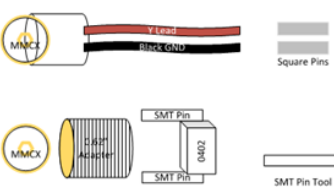
Option



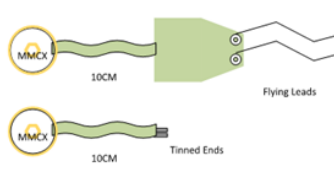
2m Cable  
Rated: -50°C to 155°C



Long Ground  
Spring Ground



Square Pins  
SMT Pin  
SMT Pin Tool



Flying Leads  
Tinned Ends

| Jobs & Pain Points                                                               | Solution                                                              | BW Needs                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Job to be done</b><br>Debug – Fast connection                                 | Easy To Use,<br>Reliable Browser                                      | Up to 1 GHz<br>(w/ Spare Pin) |
| <b>Pain Point</b><br>Reliable/Reusable Fast Measurements                         |                                                                       |                               |
| Jobs & Pain Points                                                               | Solution                                                              | BW Needs                      |
| <b>Job to be done</b><br>Access buried signals                                   | Various Connector<br>Options To Match<br>Pre- Designed<br>Test Points | Up to 1 GHz<br>(Square Pin)   |
| <b>Pain Point</b><br>Reachability, Buried Signals (Design Test Points in Boards) |                                                                       | Up to 2 GHz<br>(U.FL)         |
|                                                                                  |                                                                       | Up to 4 GHz<br>(MMCX, SMA)    |
| Jobs & Pain Points                                                               | Solution                                                              | BW Needs                      |
| <b>Job to be done</b><br>Extended tests (+hrs)                                   | Reliable Soldering<br>Options With Easy<br>Access                     | Up to 4 GHz                   |
| <b>Pain Point</b><br>Reliable/Repeatable semi-permanent testing                  |                                                                       |                               |

TK 11 SEPTEMBER 2020

36

# 本日の内容

- 車載カメラ、ディスプレイ概要とテクノロジー
- 各種インタフェース概要
- 測定ソリューション
- まとめ

# まとめ

- 最新車載インタフェース規格に対応した自動測定ツールが準備されていることをお伝え致しました。
- テクトロニクスでは、企画団体、デバイス・ベンダーと密になり測定ソリューションを開発、提供させて頂いていることをお伝え致しました。
- デバック、解析にはDPOJET、SDLAが有用であることをお伝え致しました。
- テクトロニクスでは、設備投資を最小限に抑えられるソリューションを提案させて頂いていることをお伝え致しました。
  - オシロスコープの帯域アップ
  - プローブの帯域アップ

# 計測課題のご相談、デモ、実機評価のご案内

本日はご聴講ありがとうございました。

本日の内容に関して、以下のメニューを用意しています。

- ✓ 計測課題のご相談
- ✓ デモ
- ✓ 実機評価 （お客様の被測定物での計測にも対応可能）

- オンライン会議形式、面談形式いずれも可能です。
- お申し込みはアンケートにご記入ください。
- 後日Email、電話でも承ります。

Eメールでのお申込み

電話でのお申込み （月曜日～金曜日）

[ccc.jp@tektronix.com](mailto:ccc.jp@tektronix.com)

[0120-441-046](tel:0120-441-046)

本テキストの無断複製、転載を禁じます  
株式会社TFF テクトロニクス  
Copyright Tektronix



**Twitter**

[@tektronix\\_jp](https://twitter.com/tektronix_jp)



**Facebook**

<http://www.facebook.com/tektronix.jp>

**Telxtronic®**