

業務シナリオセッションA

IVIシンポジウム2019-Spring

『我々は大量なセンサとデータに埋もれていくのか？』

2019年3月15日

～データ駆動製造の未来～

『セキュア大規模データ流通サービス』 (エッジ・クラウド連携(第1弾:設備予知保全))

松岡 康男 (株)東芝
青柳 伸幸 (株)新川
本間 圭太 京セラ(株)
根井 正洋 (株)ニコン
落合 浩治 (株)ニコン
迫坪 卓 東レエンジニアリング(株)
山上 宗隆 東京エレクトロン(株)
若尾 聡 東京エレクトロンデバイス(株)



早川 恭二 三井物産エレクトロニクス(株)
屋代 正人 OSIssoft Japan(株)
佐藤 博義 伊藤忠テクノソリューションズ(株)
原島 純一 (株)デバイス&システム・
プラットフォーム開発センター



『我々は大量なセンサとデータに埋もれていくのか？』 ～データ駆動製造の未来～

セキュア大規模データ流通サービス

(エッジ・クラウド連携(第1弾:設備予知保全))

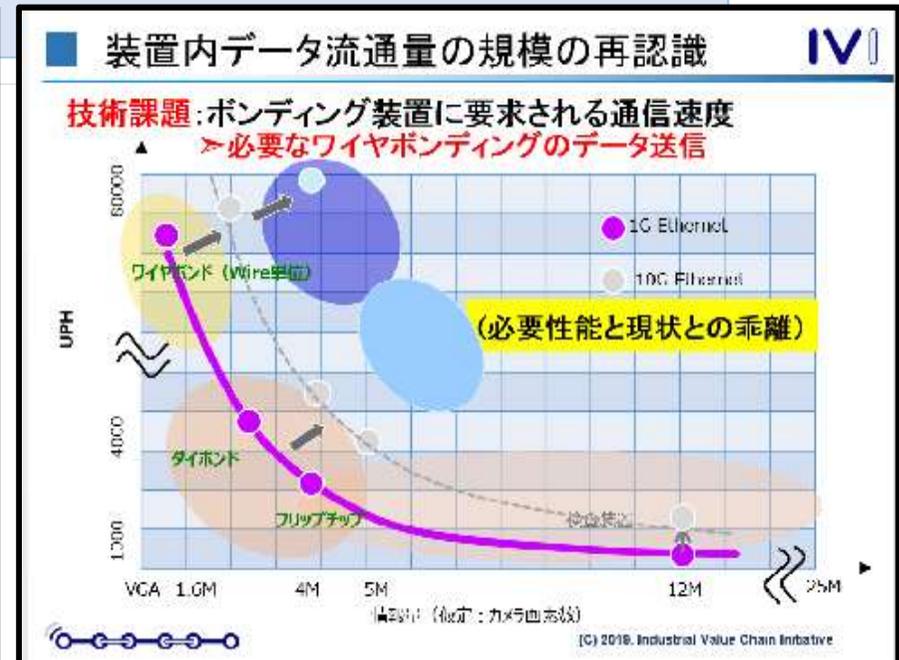
■ ワイヤボンダー装置の世界へ

なぜ大規模データなのか？

超高速位置制御が命の世界
WIRE BONDER

装置内データ流通量
半端じゃない!!

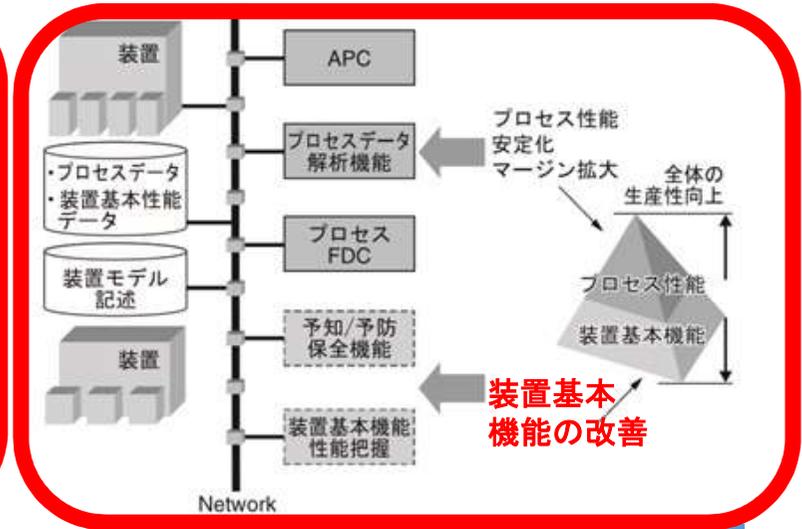
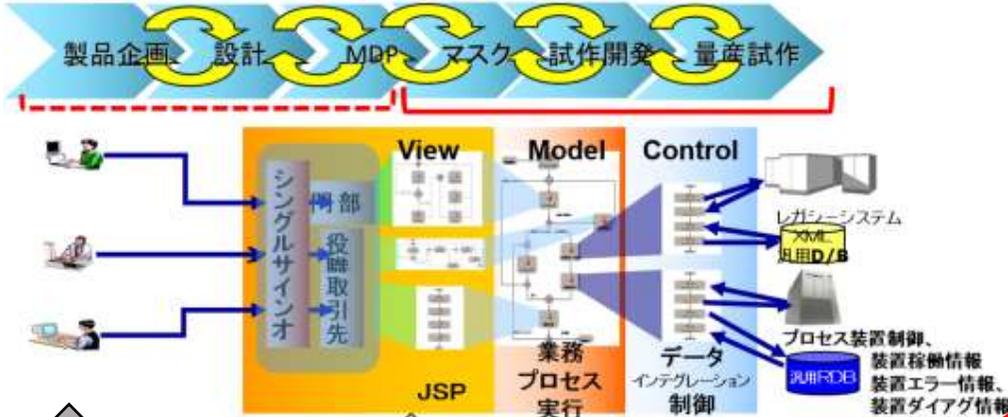
(C) 2018, Industrial Value Chain Initiative 5



半導体製造における困りごとの構造と課題

半導体製造のオペレーション

業務や工程の特徴



課題

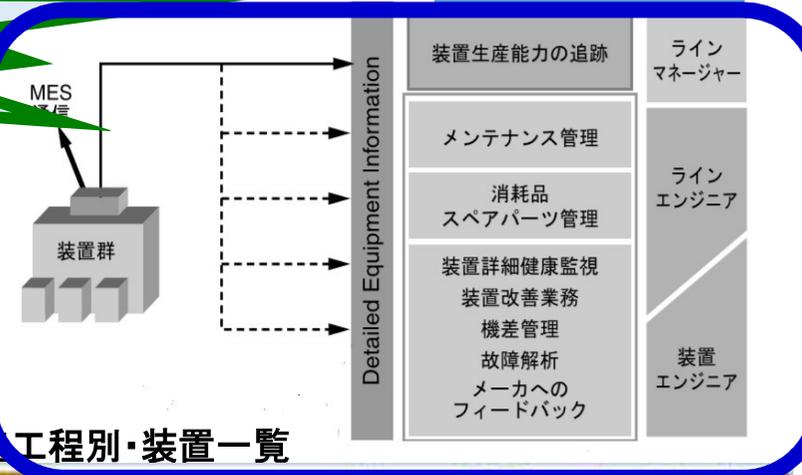
半導体製造においてユーザとメーカー間で大きな情報の壁が!!

標準化: SEMI、SEMATECH

半導体装置メーカーでの組織化: SEAJ

IVI流のメーカー競争力強化(つながる工夫)

- ① 解析: AIや多変量解析などの装置適用
- ② センシング: 通信/センサーなどのセンシング技術
- ③ コントロール: IoT技術やデータを利用した装置制御
- ④ 表示: ウェアラブル機器や可視化技術
- ⑤ 他業界技術: 本業界への技術導入可能性調査



半導体製造装置産業の復興 装置ダイアグ

- ・装置予知保全サービス
- ・定期保守サービス

半導体製造工程別・装置一覧

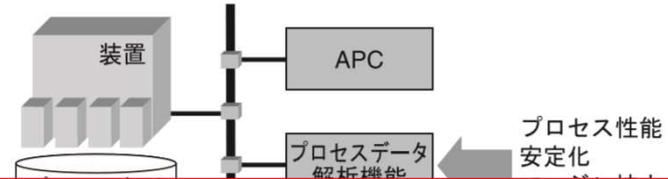
露光	レジスト塗布	エッチング	現像	酸化膜	CVD	CMP	イオン注入	洗浄	スパッタリング	ゲイミングコート	ボンディング	真空パッキング検査
----	--------	-------	----	-----	-----	-----	-------	----	---------	----------	--------	-----------

半導体製造ライン

半導体製造のオペレーション

業務や工程の特徴

製品企画 → 設計 → MDP → マスク → 試作開発 → 量産試作



大手半導体製造ライン例

- ① 製造装置: 5000台以上
- ② 工程: 延べ2万工程
- ③ 超ビッグデータ: 2億件/日

セキュア大規模データ 流通サービス！！

半導体での

半導体製造装置産業の復興
 ・装置予知保全サービス
 ・定期保守サービス



半導体製造工程別・装置一覧

前工程					後工程			コンポーネント							
露光	レジスト塗布	エッチング	現像	酸化膜	CVD	CMP	イオン注入	洗浄	スパッタリング	ダイシング	マウント	ボンディング	真空梱包	検査	検査

4E04 のAS-IS/TO-BE、スコープ



装置メーカーが、納入先の設備予知保全をし、高効率に保守サービスを遂行する。

概要：半導体設備保全におけるAS-IS、TO-BE



現状 (AS-IS)

- ① 設備メーカー、生産メーカー間で設備保全が出来ていない
- ② 人手による対応、人手不足、設備保守人材の枯渇

あるべき姿 (TO-BE)

- ① 設備予知保全と品質管理のためのエッジデータ収集と時刻同期による見える化
- ② エッジAIによる学習、自己点検機能
- ③ ビッグデータ所有権の確立
- ④ セキュアな設備のリモートメンテナンスサービス (止まらない工場) 確立

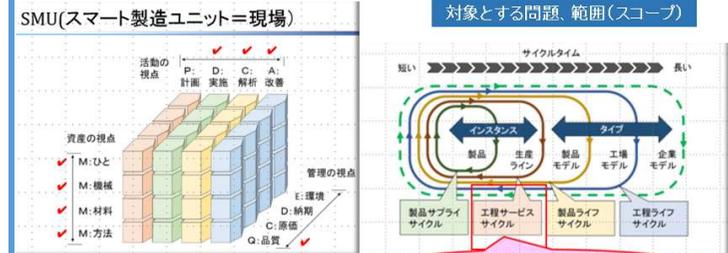


(C) 2018. Industrial Value Chain Initiative 2

対象とする問題、範囲(スコープ)



スマートなモノづくりでの本テーマの位置づけ



4E04 のAS-IS/TO-BE、スコープ



- 第1弾: 装置メーカーの為の設備予知保全
 - ① 経営戦略: 自己診断(ダイアグ)、競争力アップ
 - ② 楽する仕組み/モデルづくり
- 第2弾: 設備起因の品質不良低減をサポート (ユーザ支援winwinモデル)
- 第3弾: セキュアデータ流通サービス (データ流通に付加価値をつける第3事業)
- 第4弾: 最終顧客ファーストのOFサービスで4winモデル

装置メーカーが、納入先の設備予知保全をし、高効率に保守サービスを遂行する。



(C) 2018. Industrial Value Chain Initiative

(C) 2019. Industrial Value Chain Initiative



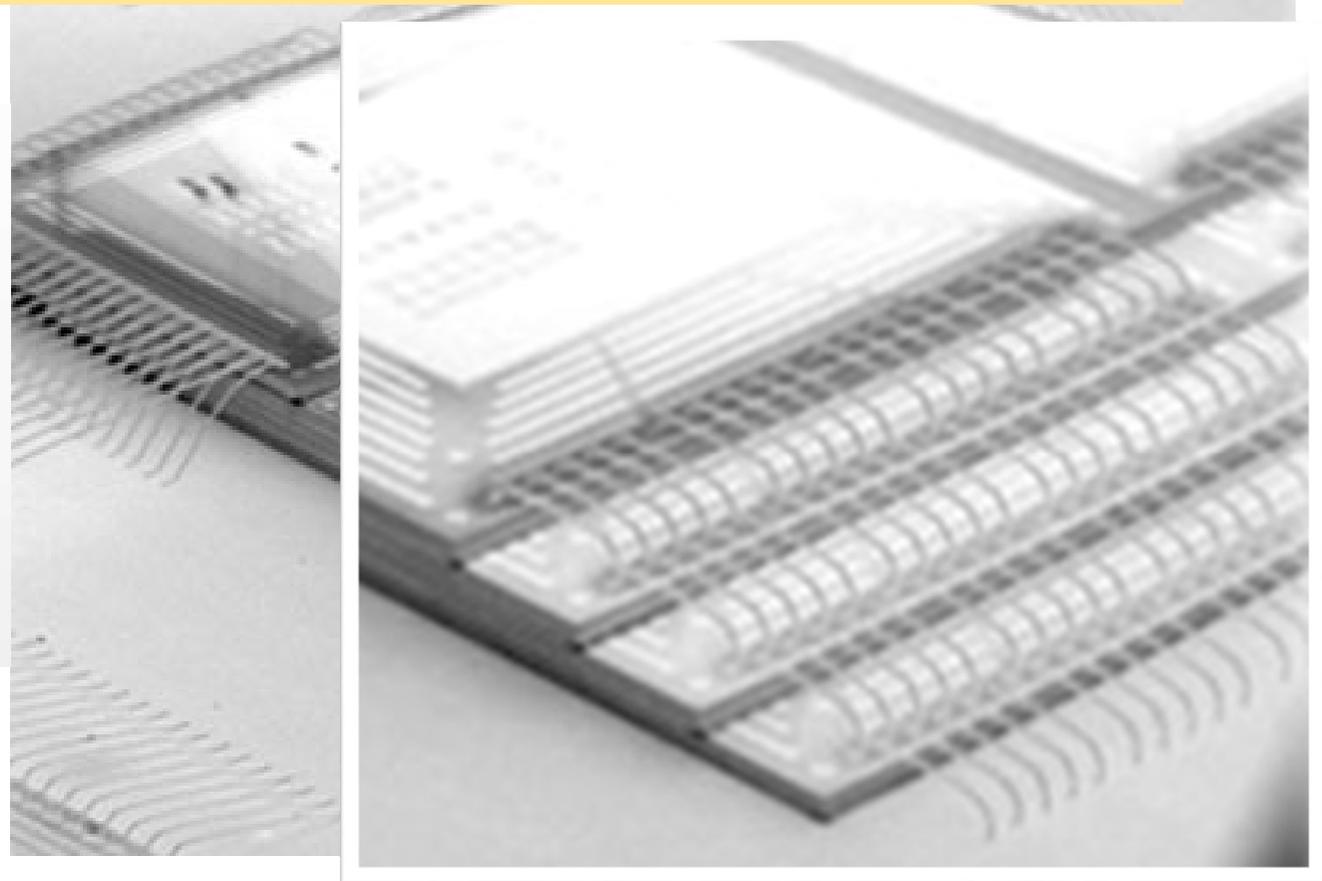
生産設備の特徴 **ワイヤボンディング装置**



常に高機能化、スピードUPが命の世界(タクト短縮)

⇒ワイヤ配線:プロダクトは22WIRE/秒

⇒チップ毎からチップ内のワイヤ毎の品質管理へ



ステッパー



検査装置

大容量データのリアルタイム管理 が必要な代表的な装置に注目

- ①一般的な工作機械(PLC情報含む)
⇒レシピ、装置ログ(コンディション含む)
⇒情報規模: 1 (1MB/h) 部品単位、製品単位
- ②欠陥検査装置
⇒画像解析、AI解析は業界でも事例多い
⇒情報規模: 10^2 (100MB/h) チップ単位、ウェハ単位
- ③ステッパ装置
⇒露光shot毎のリアルタイム制御、装置ログは重要
⇒情報規模: 2×10^2 (200MB/h) チップ単位、ウェハ単位
- ④テスター
⇒テストデータ
⇒情報規模: 10^4 (10GB/h) チップ単位
- ⑤ワイヤボンディング装置
⇒将来のターゲット
⇒情報規模: 3.6×10^7 (36TB/h), (X200ワイヤ)



なぜ大規模データなのか？

データ通信規模の違い

工作装置

①一般的な工作機械(PLC情報含む)
⇒情報規模: 1 (1MB/h) 部品単位、製品単位

②欠陥検査装置

**装置内データ流通量
半端じゃない!!**

⇒テストデータ

⇒情報規模: 10^4 (10GB)

チップ単位

ワイヤボンダー装置

⑤ワイヤボンディング装置

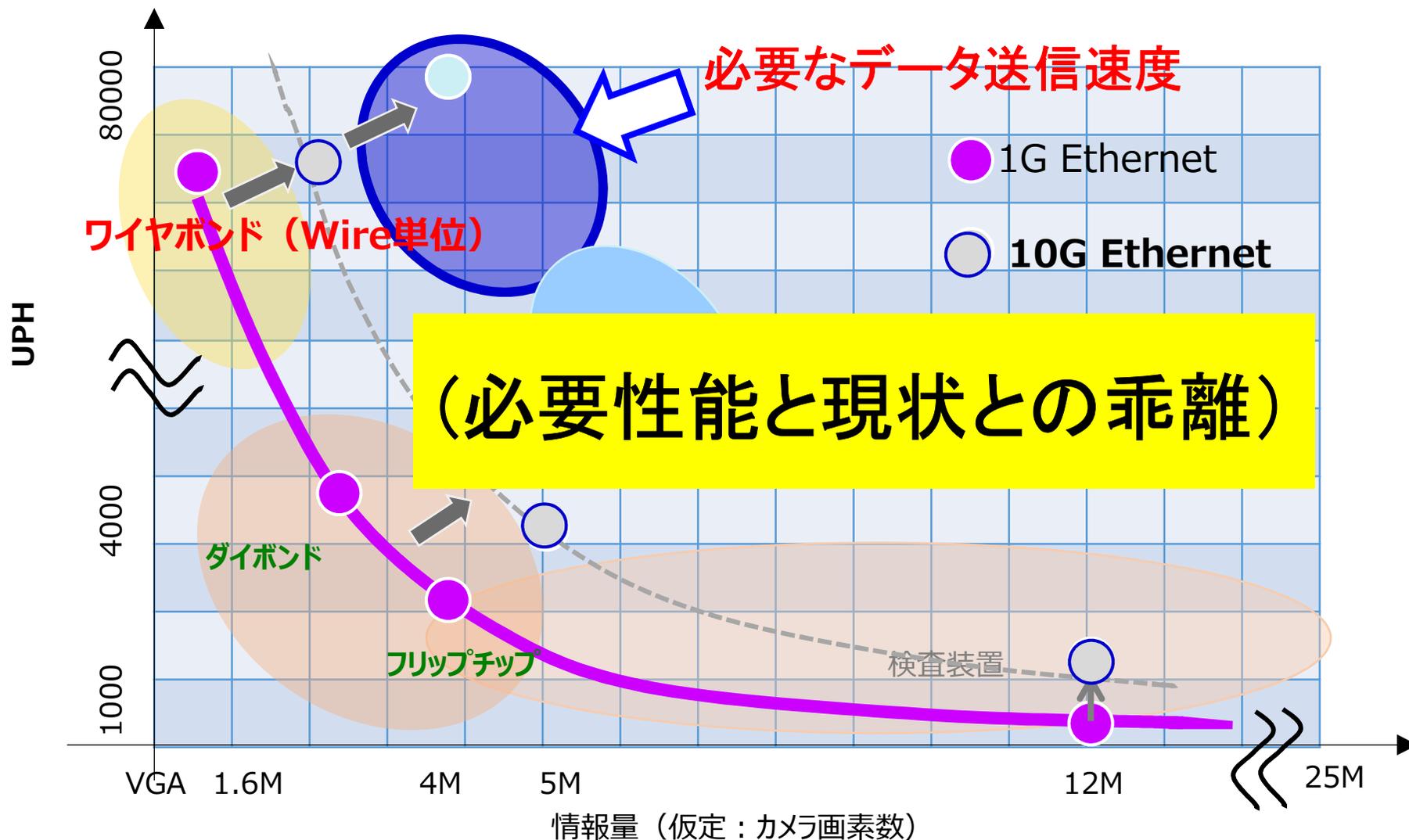
⇒将来のターゲット(ワイヤ単位)

⇒情報規模: 3.6×10^7 (36TB/h)



装置内データ流通量の規模

技術課題: ボンディング装置に要求される通信速度



■ 装置予知保全シナリオの検討(open/close戦略) IVI

- ① ステージ回り(Vレール)交換時期の予知をスキャンツールで確認できメーカー側からデータを基にエンドユーザーに **保全タイミングをお知らせ** できる。
(コトのサービス化)のきっかけとする。
- ② スキャンツール(基本メンテに組み込む)の **社内作業標準化推進**

★スキャンツール活用タイミング

- Case1: ステージ組み立て(Vレール)調整作業での出来栄確認
- Case2: 装置くみ上げ、出荷検査時
- Case3: 装置搬送、客先搬入時
- Case4: 日常点検(@引継ぎ、ロット、etc.)
- Case5: 定期メンテ時(半年、1年、3年?・・・)
- Case6: 装置トラブル時(メーカー対応時)(スキャンツール)
- Case7: 装置パーツ交換(メーカー対応時)(スキャンツール)
- Case8: 装置パーツ交換,保全作業(エンドユーザー側装置保守担当)
 - a) Vレールにゴミ付着清掃時、給油時
 - b) 何らかのステージダメージ(例:フレーム衝突、物衝突、挟み込み)
 - c) Vレール交換時期の予知



ワイヤボンダー



■ 実証検証1：品質と装置予知保全



テーマ1:

『ボンダー装置性能を司る心臓部：
Vレール故障(フレーキング)の予兆管理』



ワイヤボンダー

- ① 複数台(100台以上)の装置の『機差低減、メンテ効率化』
- ② KPIとなるセンサーデータも並行して収集
- ③ 半導体製品の品質、製造リードタイムに大きな影響を与える最重要部位に注目：ステージ回りの課題解決
- ④ 市場不良解析用 トレースデータとして保存

活動の影響(ポイント)

精密機械への応用展開の汎用性が非常に高い。



■ 実証検証

テーマ1:

『ボンダー装置性能を司る心臓部：
Vレール故障(フレーキング)の予兆管理』



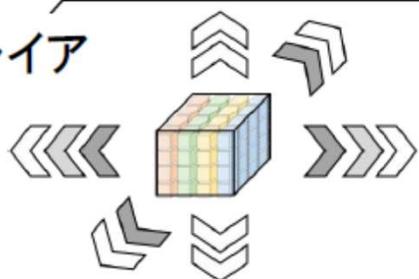
ワイヤボンダー

- ① 100台以上の装置を対象データを収集
 - ② ステージ回りの知見を得る事から開始
 - ③ 闇雲に装置内のデータを収集しない
 - ④ 装置メーカーがKPI推進
- 装置内に200以上もあるセンサーの中から、
KPIとなるセンサーデータを絞り込む
- ⑤ AEセンサーも付加しデータ収集

IVRAの3つのレイア構造のすべてを活用しモデル化 IV

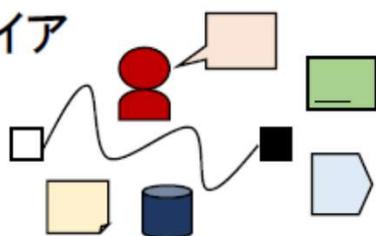
16チャート作成状況

経営レイア



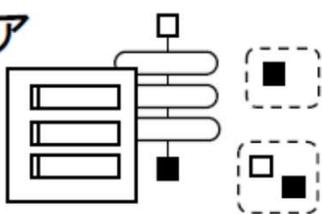
- ① 困りごとチャート
- ② なぜなぜチャート
- ③ 目標計画チャート
- ④ 組織構成チャート

活動レイア



- ⑤ いつどこチャート
- ⑥ やりとりチャート
- ⑦ 活動展開チャート
- ⑧ 見える化チャート
- ⑨ モノコトチャート
- ⑩ ロジックチャート
- ⑮ コンポーネントチャート
- ⑯ レイアウトチャート

仕様レイア



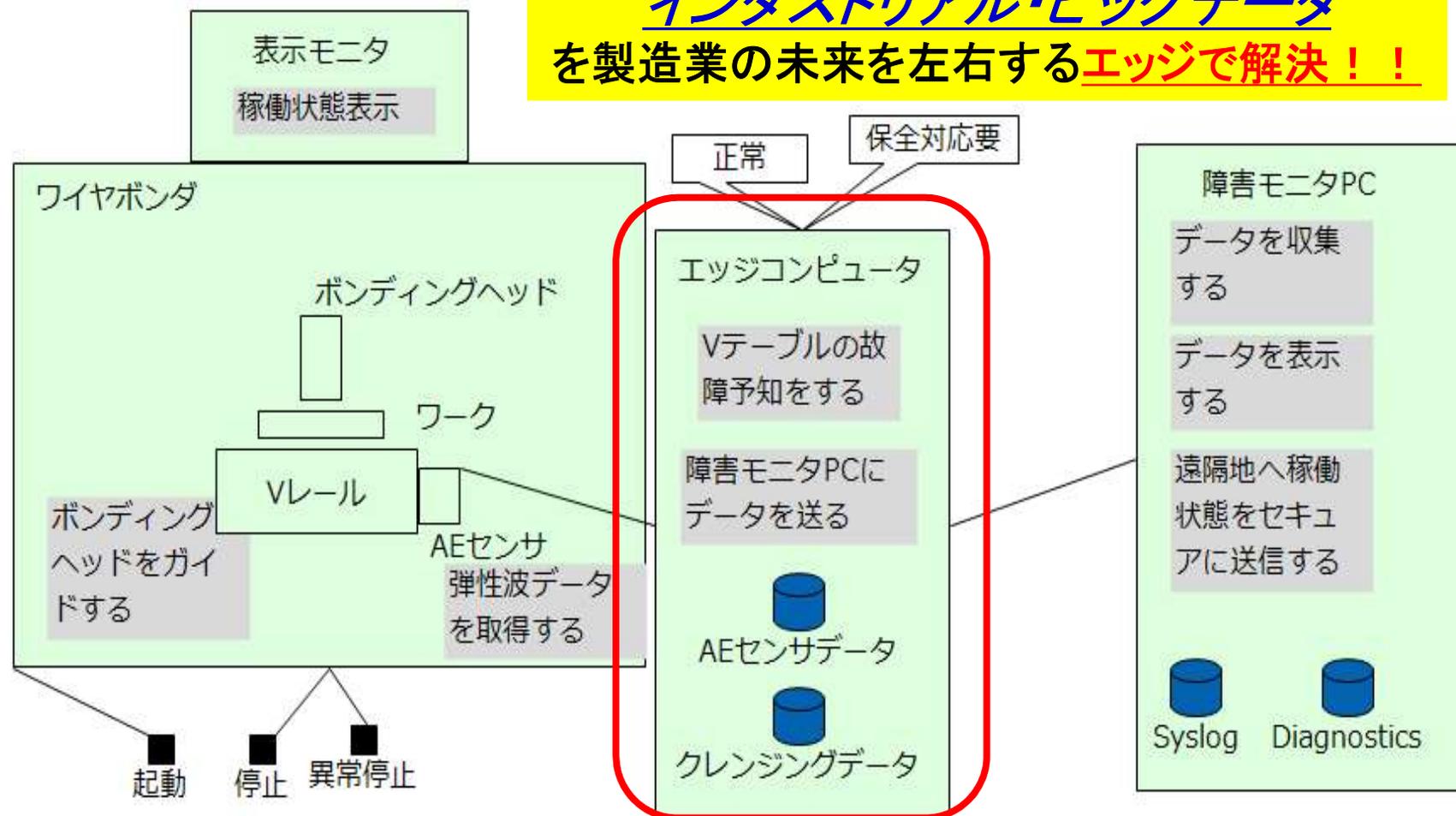
- ⑪ 割り振りチャート
- ⑫ ステートチャート
- ⑬ プロセスチャート
- ⑭ データ定義チャート



活動レイア ⑨モノコトチャート

モノコトチャート(4E04)

百年に一度と言われるものづくりの大変革期
インダストリアル・ビッグデータ
を製造業の未来を左右するエッジで解決！！



エッジで解決 (Close戦略: 差別化) ⇒ API化)



■ エッジAI、ロギングシステムの試作

IV |

22wire/Sec

約8MB/wire + 画像

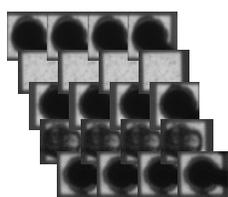


波形

位置
振動
超音波
電流 etc

画像

情報



1'stステップ: 大量なセンサとデータを
ロギングできる器の汎用化

全てのプロセスを保存すると...

約160MB/Sec

約0.6TB/hour

エッジコン
ピュータ

必要なワイヤボンディングのデータ送信



★装置に取りつけられる

高速多チャンネル 高容量
ストレージ付きレコーダ

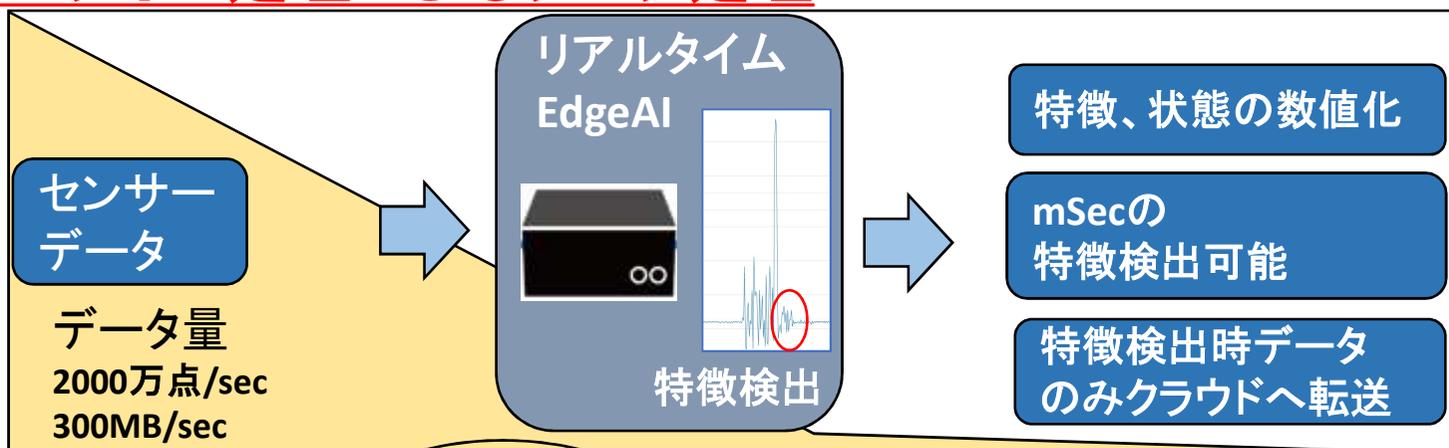


■ 検証: エッジ・コンピューティング技術の活用

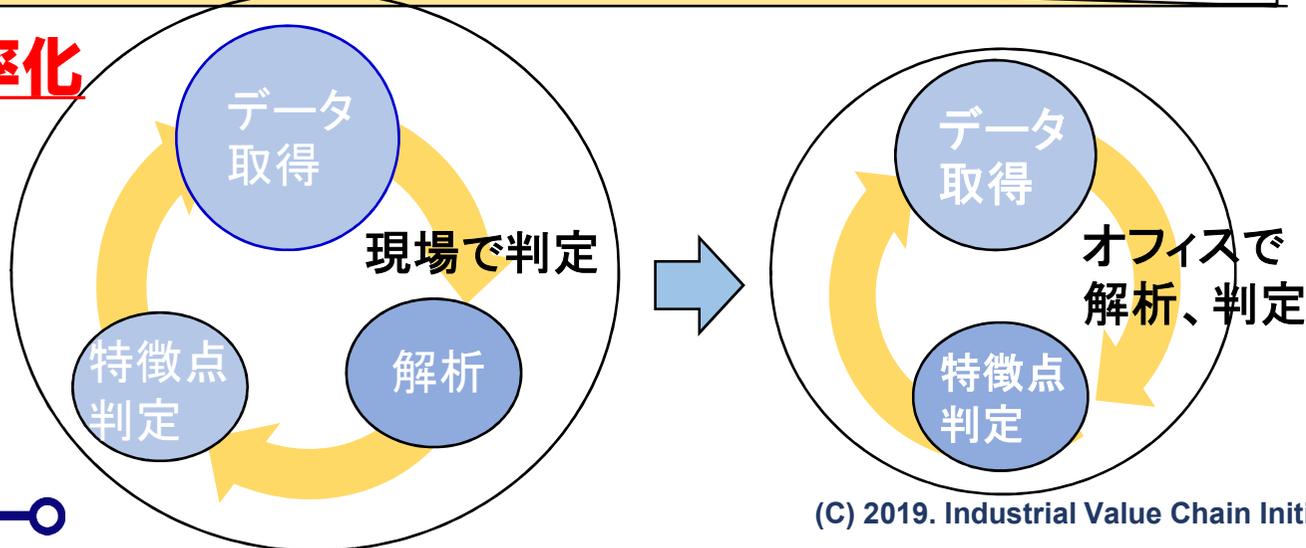


リアルタイムEdgeAIを搭載し8CHのセンサーデバイス(合計サンプリング: ~100Mhz)で装置の健全性、異常を識別可能なKPIとなる最重要センサーデータをロギング収集しモニター可能としたエッジコンピューティング技術活用(センサー活用研究会連携、IVIプラットフォームコンポーネント連携)

①リアルタイム処理によるデータ処理

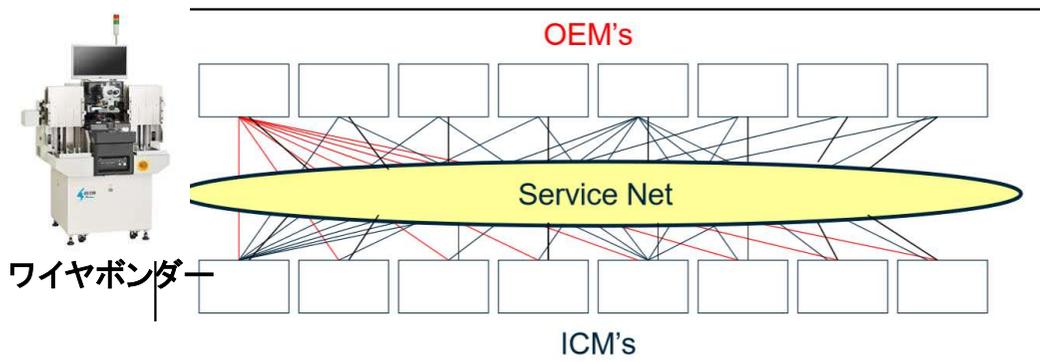


②PoCの効率化

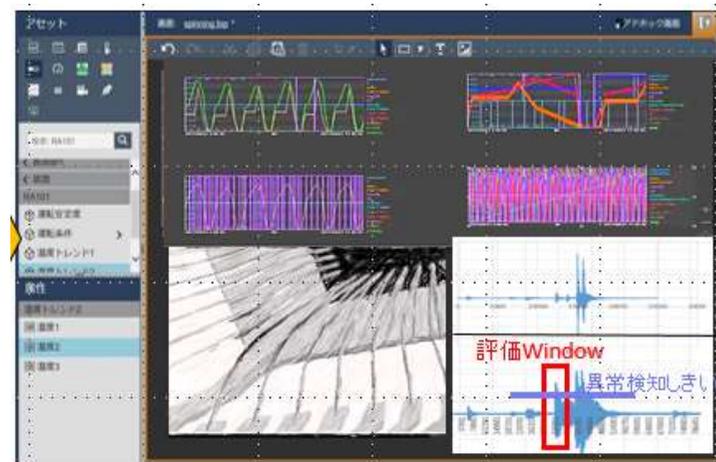
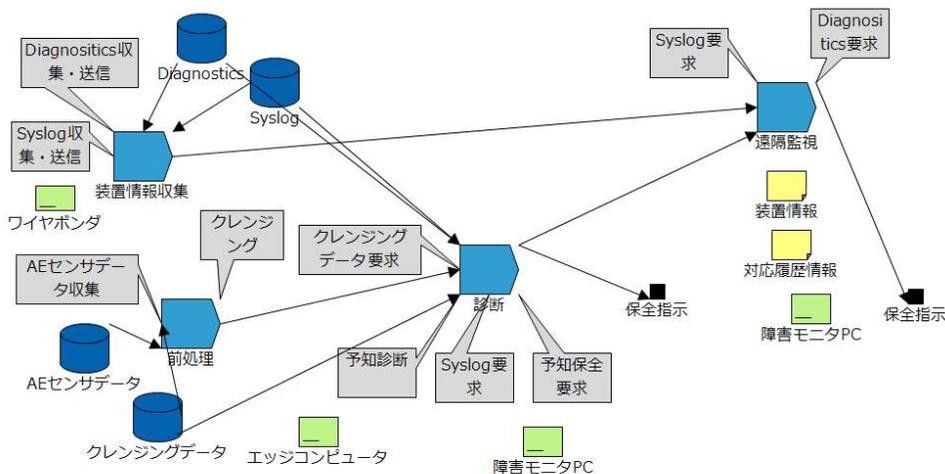


処理ロジック⇒情報デザイン (次ページ)

装置診断(ダイアグノスティクス(Diagnostics))の根拠となる備え付けセンサーおよび、装置故障予兆用センサーとセンサー間の関係性よりKPIセンサーを重点的に絞り込み特定、また、任意のセンサーを定期的、もしくはリアルタイムにモニターし、異常の特定をするとともに、異常時は情報を細かく収集し、時系列的にその状態を見える化(モニタリング)できるロジックとする。



⑩ロジックチャート



情報デザイン



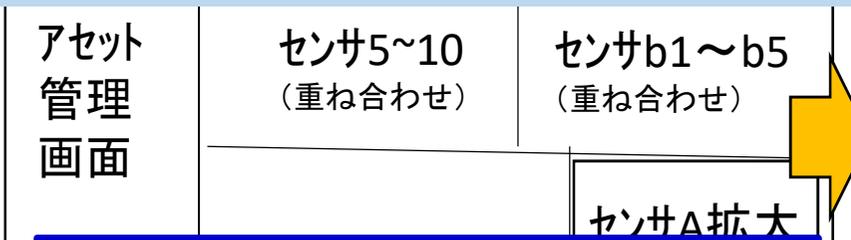
① Edge-AIが問題を予兆した際の特徴量の可視化は、あらゆるセンサーデータが全て、装置の動きに同期していないと実現できません。



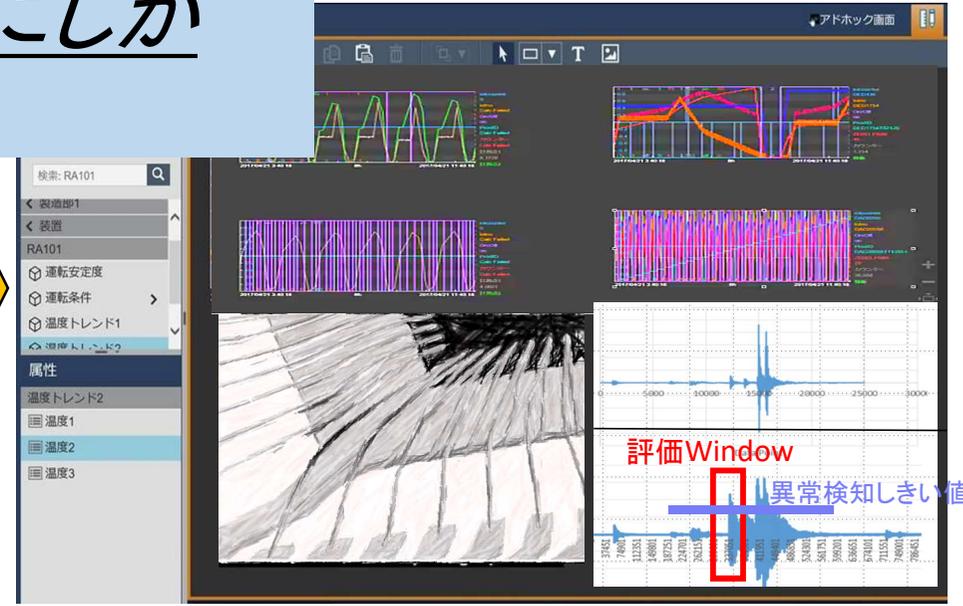
ワイヤボンダー

② そのような、**時系列データのタイミングとその信号の意味合いを知っている装置を設計したメーカーにしか**実現できません。

デザインサンプル



インシデント前後の時系列解析が可能な仕組みづくり。



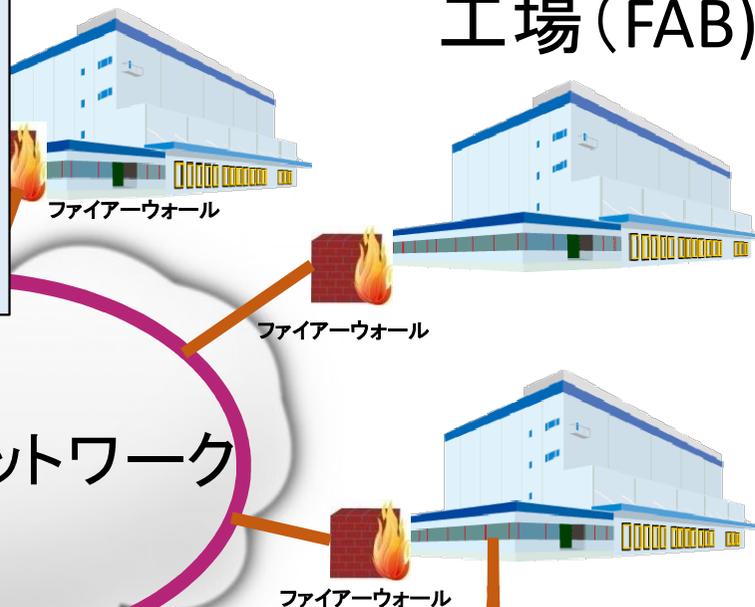
OEM/FAB セキュアネットワーク評価

装置メーカーは各拠点工場にある**装置**のデータをエッジコンピューター/ストレージから**セキュア**に収集

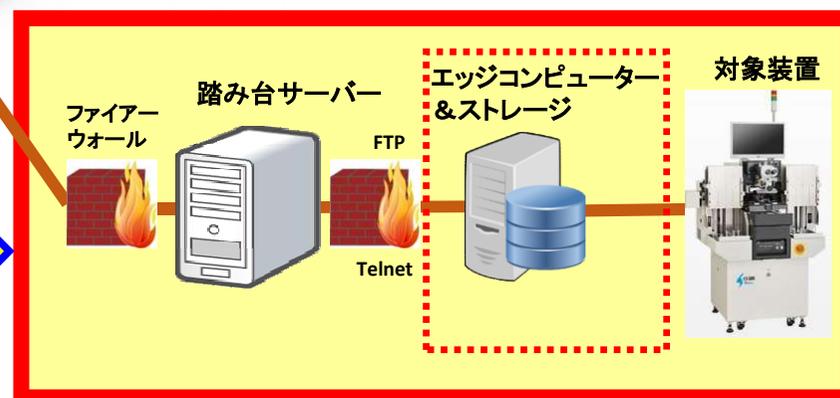
装置メーカー(OEM)

セキュアネットワーク

工場(FAB)



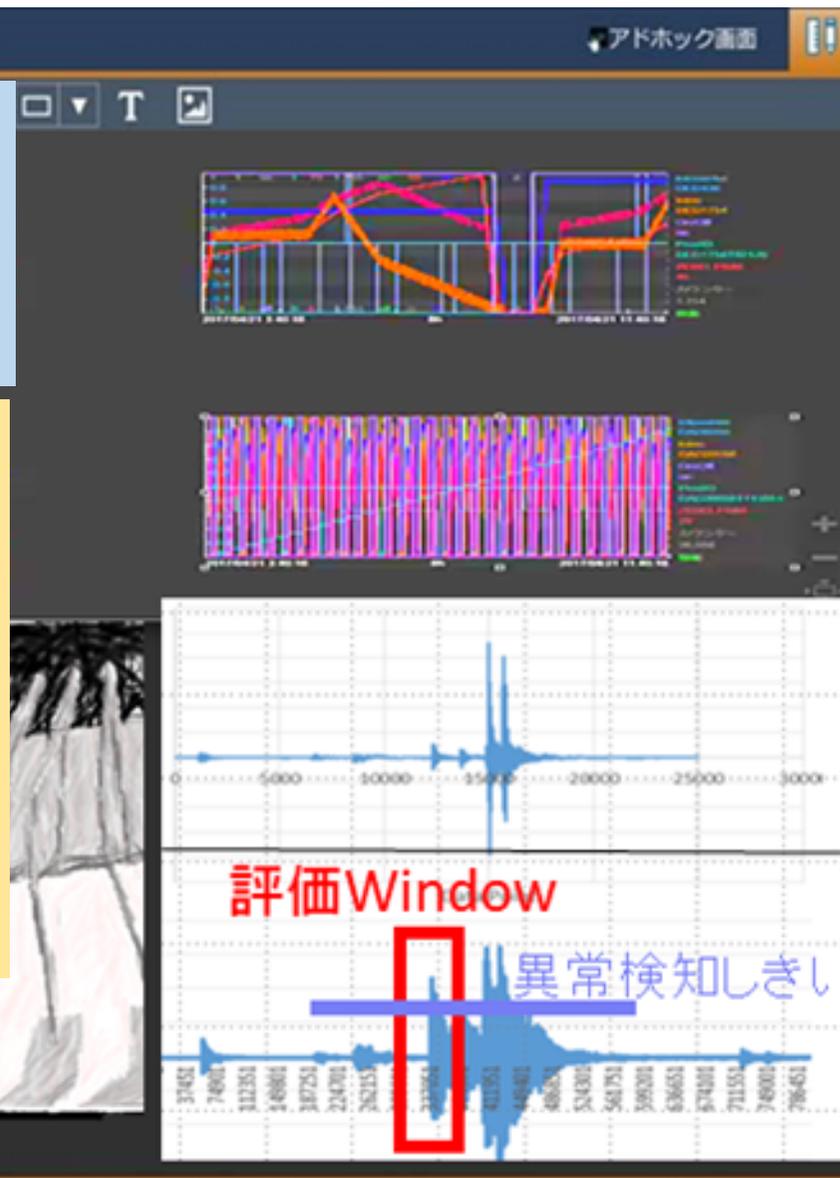
黄色部分の評価
をしました。



① **装置**は、ユーザ企業の工場で予兆情報とインシデント情報をキャッチすると、

② その前後の詳細部分だけ、エッジコンピュータから踏み台サーバを経由して装置のデータを、**エッジ**コンピュータ/ストレージから**セキュア**にデータを装置メーカーに送る。

インシデント前後の時系列解析が可能。



実証実験の結果報告

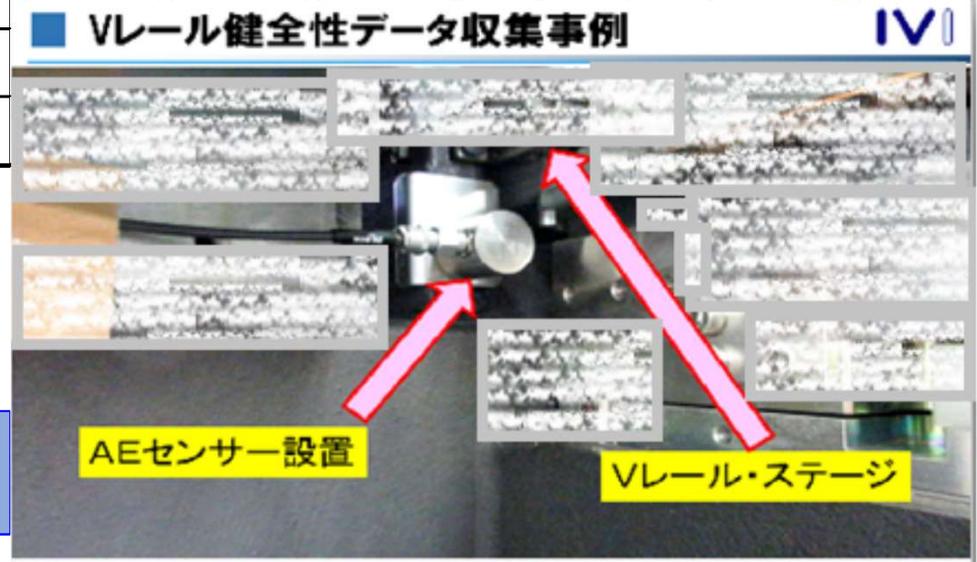


■ 複数台(100台以上)の装置 条件テーブル IV

時系列データ収集:『機差低減、メンテ効率化』

条件			データ						
個体名	状態	症状	一定速 (+-)	一定速 (-+)	一定速 (+-)	一定速 (-+)			
D			Dda 1	Dda 2	Dda 3	Dda 4	*	*	各種条件 →
E			Eda 1	Eda 2	Eda 3	Eda 4	*	* *	
C			Cda 1	Cda 2	Cda 3	Cda 4	*	* *	
A			*	*	*	*			
A			*						
F			*						

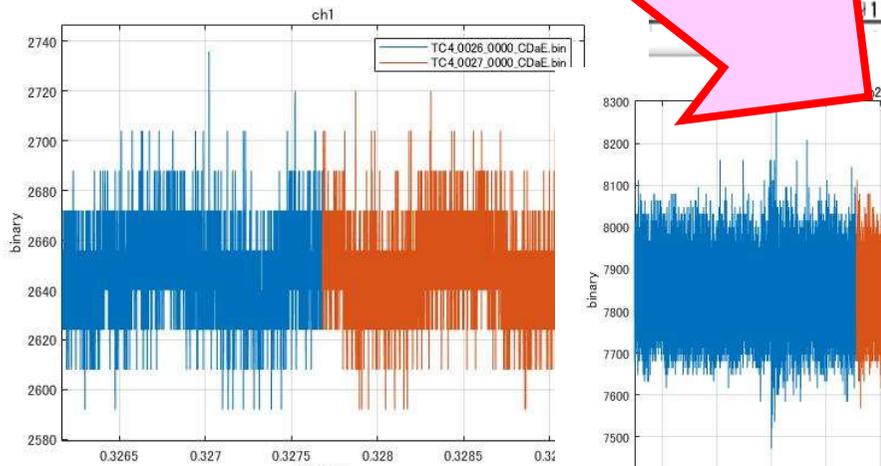
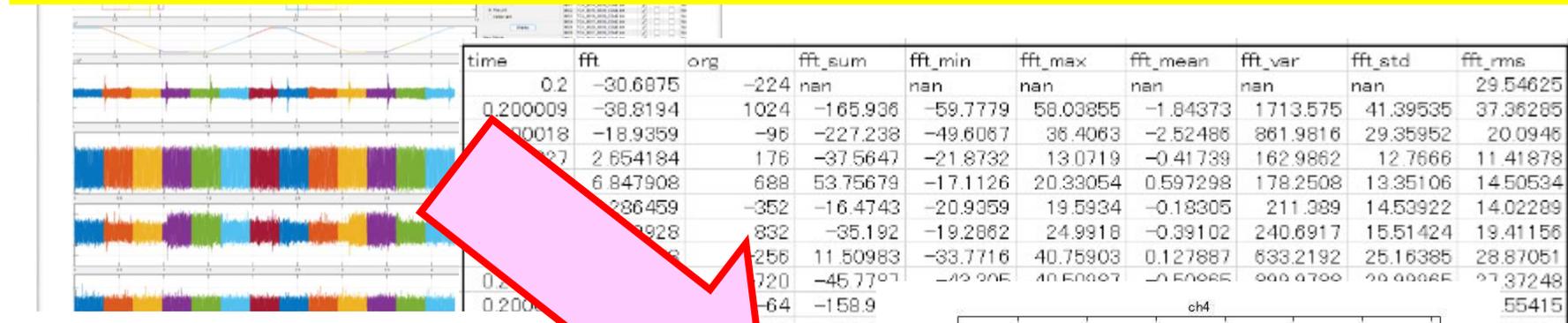
装置100台以上



Edge-AIでの解析ツール群試作 & Poc評価 IV

テーマ1

『ボンダー性能を司る心臓部でもあるVレール故障(フレーキング)の予兆管理』



■ ステージ不良予兆: エッジAIでのチャレンジ! IV

テーマ1
『ボンダー性能を司る心臓部でもあるVレール故障(フレーキング)の予兆管理』

収集データ: 300MB/秒
【動作距離: 68mm】
(加減速含む、一定速100mm/sec)

FFT分析と特徴抽出 & 学習機能

動作条件 X=-34mm~34mm
一定速度(100mm/sec)
※真中にフレーキング有り

(C) 2018. Industrial Value Chain Initiative 30

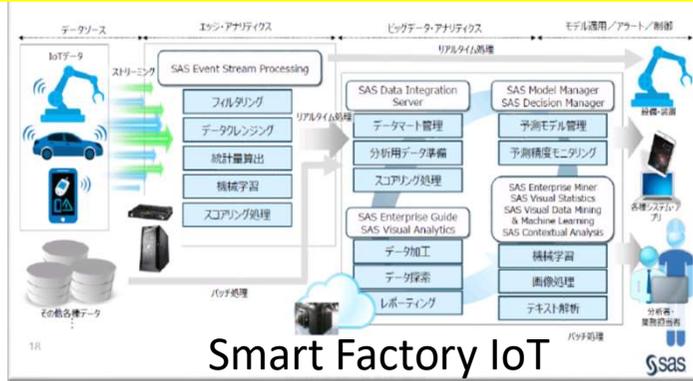
KPIセンサー絞り込み: MAX 8ch
処理データ量: 4TB相当



予兆システム：時系列データ分析ツール評価例



① SAS® Viya (SAS/CTC) ⇒ Edge-AI向け評価



エッジAIでのステージ予兆管理!!

Open:
API(コトのサービス)

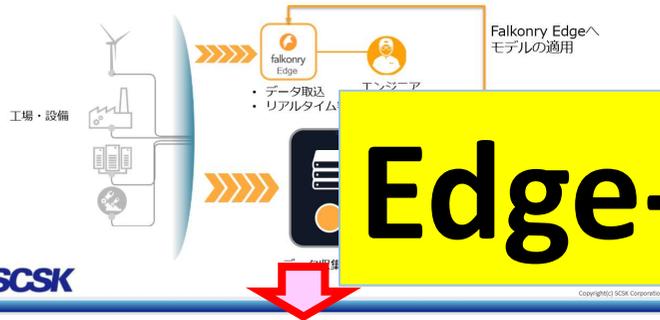
Close:
解析、各種アルゴリズム

● 正常判定
● 異常判定

● 正常
● 異常
● グレ

- 考察 (SAS® Viya Edge連携)
- ①教師なし学習⇒教師あり学習での判定評価ができた。
- ・One-Class SVM、Support Vector Data Description (SVDD)
- ・Moving Windows PCA (Principal Component Analysis)

② Falkonry LRS (SCSK) ⇒ Edge-AI向け評価



③ CX-M (TED) ⇒ Edge-AI向け評価

Edge-AI向け評価

- 考察 (Falkonry Edge連携)
- ①時系列データ(教師なし)で自動クラスタリング化が出来た。
- ②固体毎にモデルを構築し、クラスタリング化して教師データとすることで、正常/エラーで分類できることが検証できた。
- ③今後の進め方
 - ・個体差及び、状態による差、設備調整前後データでモデル構築を行い、最新のデータを予測モデルに適用しエッジ側(Falkonry Edge)で動作検証評価を今後検討する。

- 考察 (CX-M Edge連携)
- ①教師なし学習での手法: 判定評価の目途が立った

X-M画面キャプチャ (モデル作成)

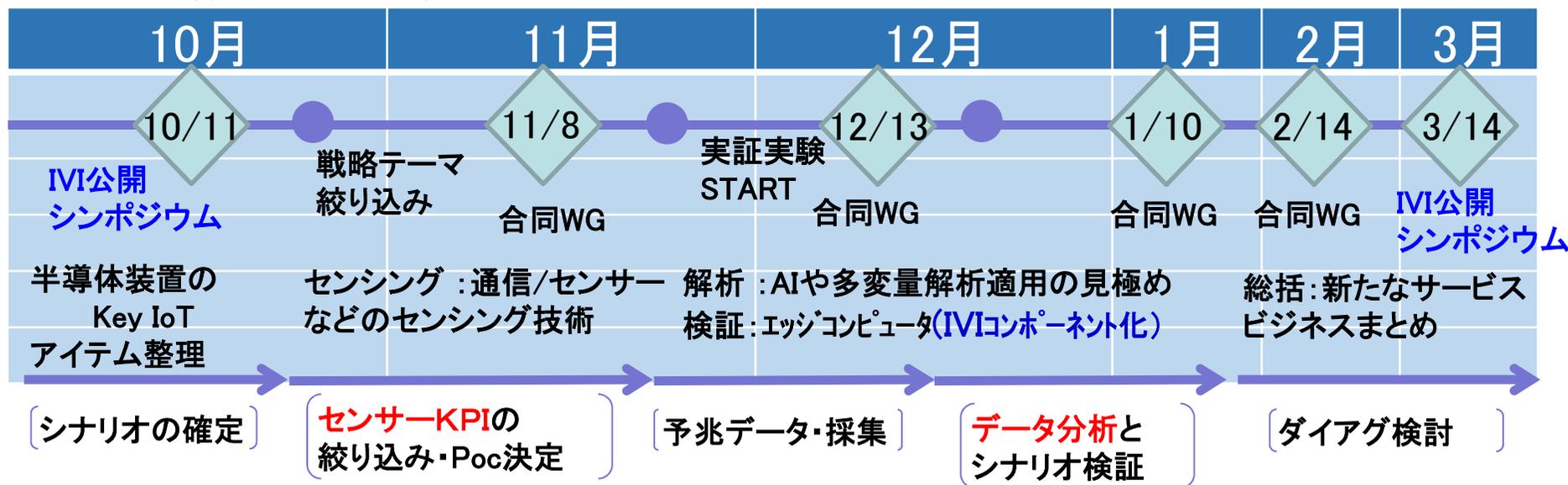


2018年度・活動実績



第1弾：装置メーカーの為の設備予知保全（経営戦略：自己診断(ダイアグ)）

⇒ 競争力アップ、楽する仕組みへ



① セキュア大規模データ流通サービス展開へ

IoT技術やデータを利用した装置制御
※ボンダー装置への展開

他WG、研究部会との連携

- ② 業務シナリオWG連携(予知保全を中心とするWG)、IVIプラットフォーム、IVRAモデル連携
- ③ 研究分科会連携(センサー活用技術、AI深層学習、Open/Close戦略、データオーナーシップ)

※他への応用展開

“みんなの予知保全”!!

『Inclusive PM / Predictive maintenance for ALL』

■ 成果:

装置メーカーの為の設備予知保全に関する技術検証ができた。

今後の計画

第2弾: 設備起因の品質不良低減をサポート
(ユーザ支援winwinモデル)

この手段として

超簡単予知保全にチャレンジ中。

センサーとエッジコンピューターを活用し、エッジに独自 A I (API) を実装した超簡単な予兆システムを追求してゆく。



今回の発表は、「セキュアデータ大容量データサービス」の第1弾に過ぎません。

装置内データに関する詳細は、装置メーカーのKHであり、Open/Close戦略に基づいて、

**今後、部品メーカーとユーザの連携を強化し、
新たな価値を生むビジネスモデル創造に
チャレンジしていきます。**



『我々は大量なセンサとデータに埋もれていくのか？』

『セキュア大規模データ流通サービス』 (エッジ・クラウド連携(第1弾:設備予知保全))



～データ駆動製造(DDM)の未来は我々が創る～



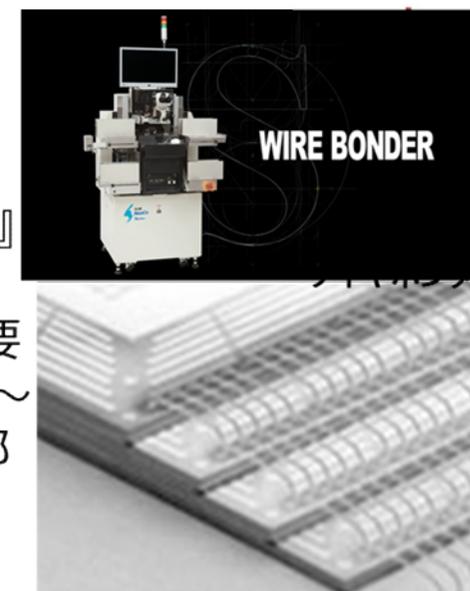
セキュア大規模データ流通サービス (エッジ・クラウド連携(第1弾:設備予知保全))

対象業務の現状と取組み

超高速・超精密なボンダー装置向け予知・予防保全を匠するEdge-AIで解析に挑戦!!

IoT/M2M、センサーやエッジコンピュータの高機能化、AIの実用化が進んでいます。昨年までは、エッジコンピュータで収集したディープなデータを基に、設備予知保全、品質トレーサビリティ用データとして、25種を越える設備の予知保全の実証検証を実践してきました。

本年は半導体装置の中でも極めて装置内データ流通量が『半端じゃない』と言われるワイアボンダー装置にチャレンジしました。その配線スピードは、22ワイア/秒という超高速でしかも(数十nm単位)の超精密位置制御が必要となります。そこで最速のEdge-AIを活用して装置のエッジ部でデータ収集～診断を実施していきます。第1弾として、『ボンダー装置性能を司る心臓部：Vレール故障(フレーキング)の予兆管理』と題し複数台(100台以上)の装置の『機差低減、メンテ効率化』を目指し活動しました。



実証実験・業務シナリオ (TO-BE)・成果



実証実験・業務シナリオ(TO-BE)・成果

【目指す姿】 繋がるエッジコンピュータ：研究分科会連携(*1), 業務シナリオWG連携 (*2)

①超簡単予知保全：センサーとエッジコンピュータで自動予知保全実現

②GAFAモデル：セキュア大規模データ流通の仕組みづくり

③業務シナリオWG連携：予知保全を中心とするWG：*2)

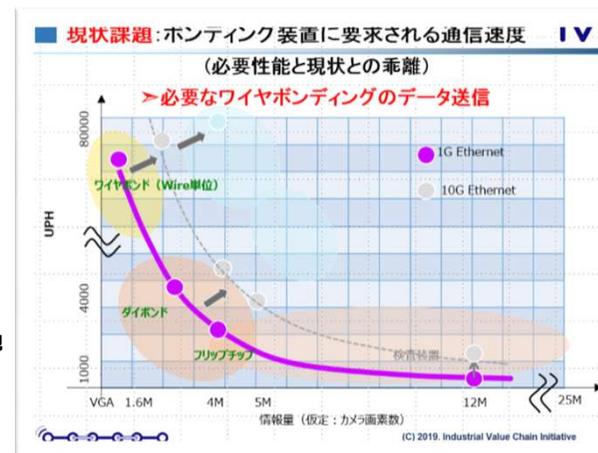
・対象設備：ワイヤボンダー装置, 精密プレス機(4B01)、切断機、他

・成果：次なるエッジプラットフォーム連携、CIOF(*3)連携を創造できた。

*1：センサー活用技術研究分科会、AI深層学習研究分科会、Open/Close戦略研究分科会、他

*2：センサーデータ活用による誰でも出来る予知保全と品質管理:4B01

*3：CIOF（製造プラットフォームオープン連携事業）



- | | | |
|---------|---------|-----------------------------|
| ファシリテータ | ：松岡 康男 | (株) 東芝 |
| エディター | ：青柳 伸幸 | 株式会社 新川 |
| エディター | ：本間 圭太 | 京セラ (株) |
| メンバ | ：根井井 正洋 | (株) ニコン |
| | ：落合 浩治 | (株) ニコン |
| | ：山上 宗隆 | 東京エレクトロン(株) |
| | ：若尾 聡 | 東京エレクトロンデバイス (株) |
| | ：早川 恭二 | 三井物産エレクトロニクス (株) |
| | ：屋代 正人 | OSIssoft Japan (株) |
| | ：佐藤 博義 | 伊藤忠テクノソリューションズ (株) |
| | ：迫坪 卓 | 東レエンジニアリング (株) |
| | ：原島 純一 | (株)デバイス&システム・プラットフォーム開発センター |



セキュア大規模データ流通サービス

(エッジ・クラウド連携(第1弾:設備予知保全))



対象業務の現状と取組み

超高速・超精密なボンダー装置向け 予知・予防保全を匠するEdge-AIで解析に挑戦!!

- ・最速のEdge-AIを活用して、100台以上の装置の『機差低減、メンテ効率化』を目指し活動。
- ・Edge-AI試作：ロギング機能：0.6TB/h (20MHZ_8chのセンサー信号、画像、装置ログ収集)

実証実験・業務シナリオ(TO-BE)・成果

【目指す姿】 繋がるIoTコンピュータ (研究会等連携(*1,*2))

- ①超簡単予知保全：センサーとエッジコンピューターで自動予知保全実現
- ②GAFAモデル：セキュア大規模データ流通の仕組みづくり完成
- ③業務シナリオWG連携：予知保全を中心とするWG:*2)

【対象設備】 ワイヤボンダー装置, 精密プレス機, 切断機, 他

【成果】 装置メーカーの為の設備予知保全に関する技術検証ができ、
次なるIoTプラットフォーム連携、CIOF(*3)連携を創造できた。

- *1：センサー活用技術研究分科会、AI深層学習研究分科会、Open/Close戦略研究分科会
- *2：センサーデータ活用による誰でも出来る予知保全と品質管理:4B01
- *3：CIOF (製造プラットフォームオープン連携フレームワークの略)

ファシリテータ：松岡 康男 (株) 東芝
 エディター：青柳 伸幸 株式会社 新川
 エディター：本間 圭太 京セラ (株)
 メンバ

- ：根井井 正洋 (株) ニコン
- ：落合 浩治 (株) ニコン
- ：山上 宗隆 東京エレクトロ(株)
- ：若尾 聡 東京エレクトロデバイス (株)
- ：早川 恭二 三井物産エレクトロニクス (株)
- ：屋代 正人 OSIssoft Japan (株)
- ：佐藤 博義 伊藤忠テクノソリューションズ (株)
- ：迫坪 卓 東レエンジニアリング (株)
- ：原島 純一 (株) デバイス&システム・プラットフォーム開発センター

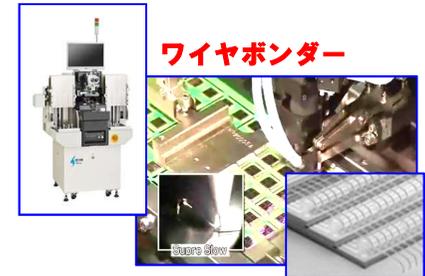


～データ駆動製造 (DDM) の未来は我々が創る～

■エッジAI、ロギングシステムの試作 IVI

22wire/Sec
約8MB/wire + 画像
約160MB/Sec
約90.6TB/hour

1stステップ: 大量なセンサーとデータをロギングできる機器の汎用化
 全てのプロセスを保存すると...
 エッジコンピュータ
 高速多チャンネル 高容量 ストレージ付きレコーダ



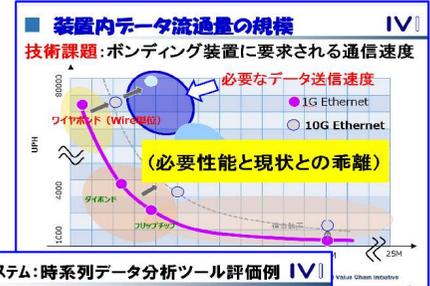
ワイヤボンダー

■活動レイア ⑨モノコトチャート IVI

モノコトチャート(モノコト) 百年に一度と言われるものづくりの大変革期
 インタストリアル・ビッグデータを製造業の未来を左右するエッジで解決!!

ワイヤボンダー
 ボンディングヘッド
 Vレール
 エッジコンピュータ
 AIセンサーデータ
 クレジットデータ
 System Diagnostics

エッジで解決 (Close戦略: 差別化) ⇒ API化



■予兆システム: 時系列データ分析ツール評価例 IVI

Smart Factory IoT
 Edge-AI向け評価
 Edge-AI向け評価

Edge-AI向け評価

■Open/Close戦略

① 装置は、ユーザ企業の工場で予兆情報とインシデント情報をキャッチすると、
 ② その前後の詳細部分だけ、エッジコンピュータから踏み台サーバを経由して装置のデータを、エッジコンピュータ/ストレージからセキュアにデータを装置メーカーに送る。
 インシデント前後の時系列解析が可能。

■OEM/FAB セキュアネットワーク評価 IVI

装置メーカーは各拠点工場にある装置のデータをエッジコンピュータ/ストレージからセキュアに収集
 装置メーカー (OEM) セキュアネットワーク
 工場 (FAB)

黄色部分の評価をしました。