



時系列ビッグデータのための リアルタイムAI技術

大阪大学産業科学研究所
櫻井保志

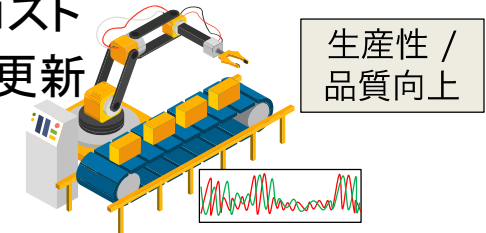
研究成果の概要

• 新技術の概要

- IoTデータなど時系列ビッグデータから、潜在的なトレンド、時系列特徴やパターンを抽出
- 各時系列パターンおよびパターン間の関係性をリアルタイムに学習
- 長期的かつ継続的に将来データの予測を行い、その予測結果の要因をリアルタイムに提示

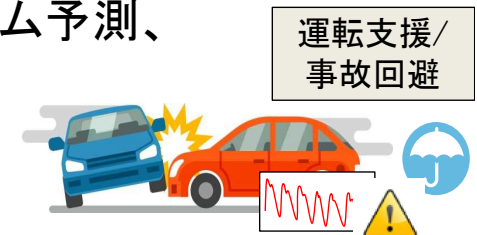
• 新技術の特徴

- 一定時刻後の情報を継続的かつリアルタイムに予測
- 世界最先端技術と比較し、最高の予測精度、最小の計算コスト
- 省メモリかつリアルタイムに時系列モデルの学習／追加／更新が可能



• 想定される用途

- 製造設備におけるIoTビッグデータからの故障予測、不良品発生予知
- 組み込み機器や小型デバイスの内部においてのリアルタイム予測、データ駆動型制御
- その他、Webマイニング、医療・ヘルスケア応用など



研究の理念

未来の予測によって社会を変革する

大規模データを用いて**自然現象**や**社会現象**の時間発展をリアルタイムに**予測**し、**社会活動**を**最適化**するための技術開発

【対象データ】

- **IoT**(スマート工場、車両走行データ)
- Web、医療、など

【応用】

- **製造業、交通、Web、環境、材料開発**
- 産業界への技術移転:
- 「IoTビッグデータ解析による**製造業の変革、付加価値の向上**」



研究課題と目標

時系列ビッグデータ解析に基づく社会行動支援技術の開発

【要素技術】リアルタイムAI技術

- － リアルタイム将来**イベント予測**
- － 社会行動最適化のための**動的要因分析**

【技術開発目標】産業貢献のための技術移転

- － **スマート工場**、設計製造過程の高度化（生産性、品質向上）
- － **車両走行データ解析**（運転支援システム、自動運転）
- － Web・テキスト情報の解析と市場分析
- － 医療介護分野における疫病の早期発見、予防

学術貢献

【トップ国際会議】

最先端技術開発

- ACM **KDD**, IEEE ICDM, SIAM SDM (データマイニング)
- ACM **SIGMOD**, VLDB, IEEE ICDE (データベース)
- **WWW**, ACM WSDM (Web)
- 難関トップ会議 (KDD, SIGMOD, WWW) の継続的な採択



【国際的な研究成果と受賞】

- KDD Best research paper awards (2008, 2010) 受賞
- 3時間のチュートリアル講演 (SIGMOD2015, WWW2016, KDD2017、世界の研究コミュニティのリーダーとして講演)
- 日本人初、日本人唯一の受賞、採択
- IPSJ/ACM Award for Early Career Contributions to Global Research (2018)受賞

社会実装に向けた産学連携

- **トヨタ自動車**(2014～)、**TTDC**(2020～)
 - 車両センサデータ解析、運転支援サービス
- **富士通研究所**(2016～)
 - 人工知能ソフトウェア
- **ソニーSCK**(2017～)
 - スマート工場(CMOSイメージセンサー)
- **三菱重工MHIET**(2017～)、**三菱重工MAT**(2017～)
 - スマート工場(ターボチャージャ、工作機械)
- **SCREEN**(2020～)
 - AI装置制御システム
- **ローム**(2020～)
 - パワーデバイス制御
- **電通デジタル**(2019～)
 - デジタル広告



自動運転・運転支援 スマート工場 エッジAI その他AI

研究の理念

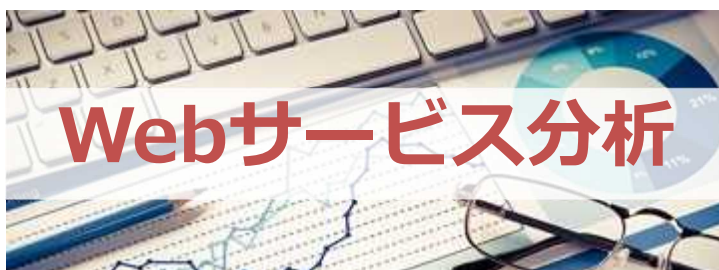
未来の予測によって社会を変革する

様々な企業・法人との共同研究、技術移転、産業・社会貢献

IoTビッグデータ解析の世界デファクトスタンダード

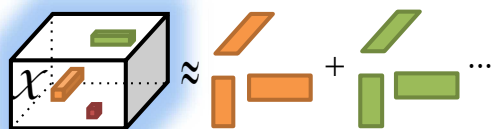
次世代のイノベーションのための若手スター研究者の育成

次世代のイノベーションのための若手スター研究者の育成

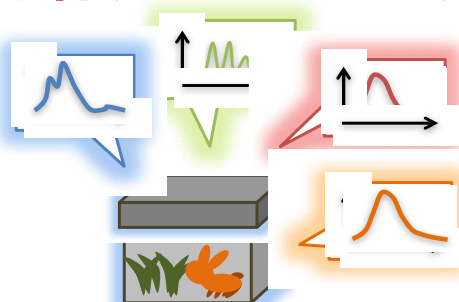


リアルタイムAI技術

テンソル解析



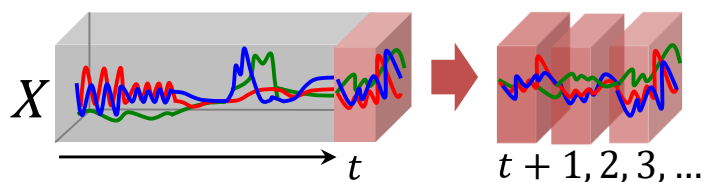
非線形モデリング



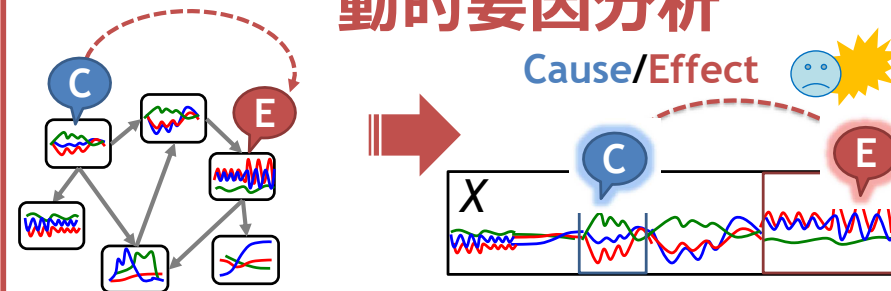
特徴自動抽出



リアルタイム予測



動的要因分析



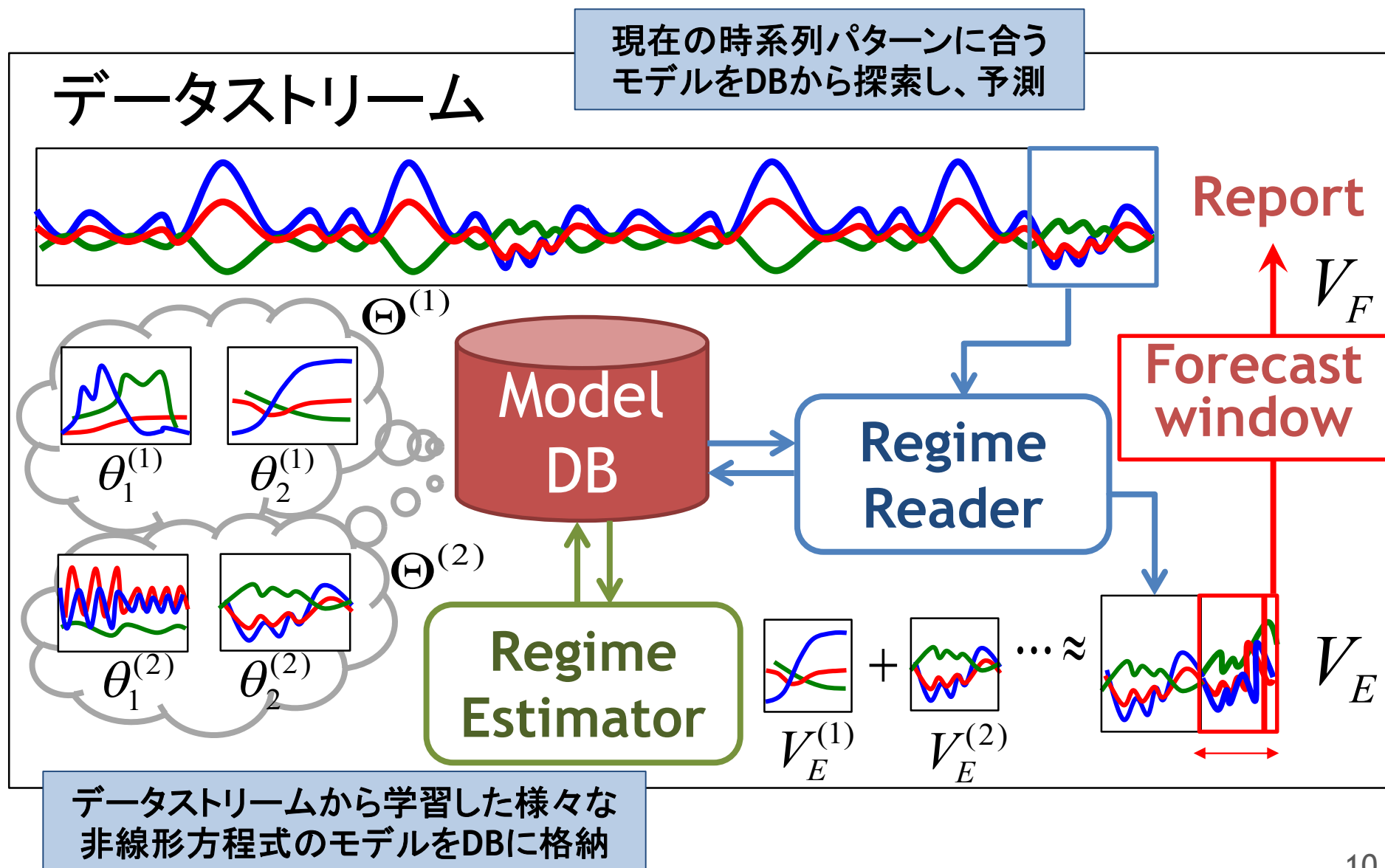
リアルタイムAI技術

リアルタイム、継続的、かつ適応力のある予測

- IoTデータストリーム（スマート工場、車両走行など）
- 時系列パターンとトレンドを**継続的**に把握
- 突発的な変化にも**リアルタイム**に対応、**予測**

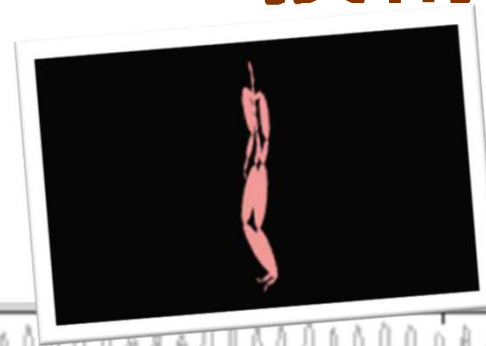


リアルタイムAI技術



リアルタイムAI技術

リアルタイム学習と予測



Original

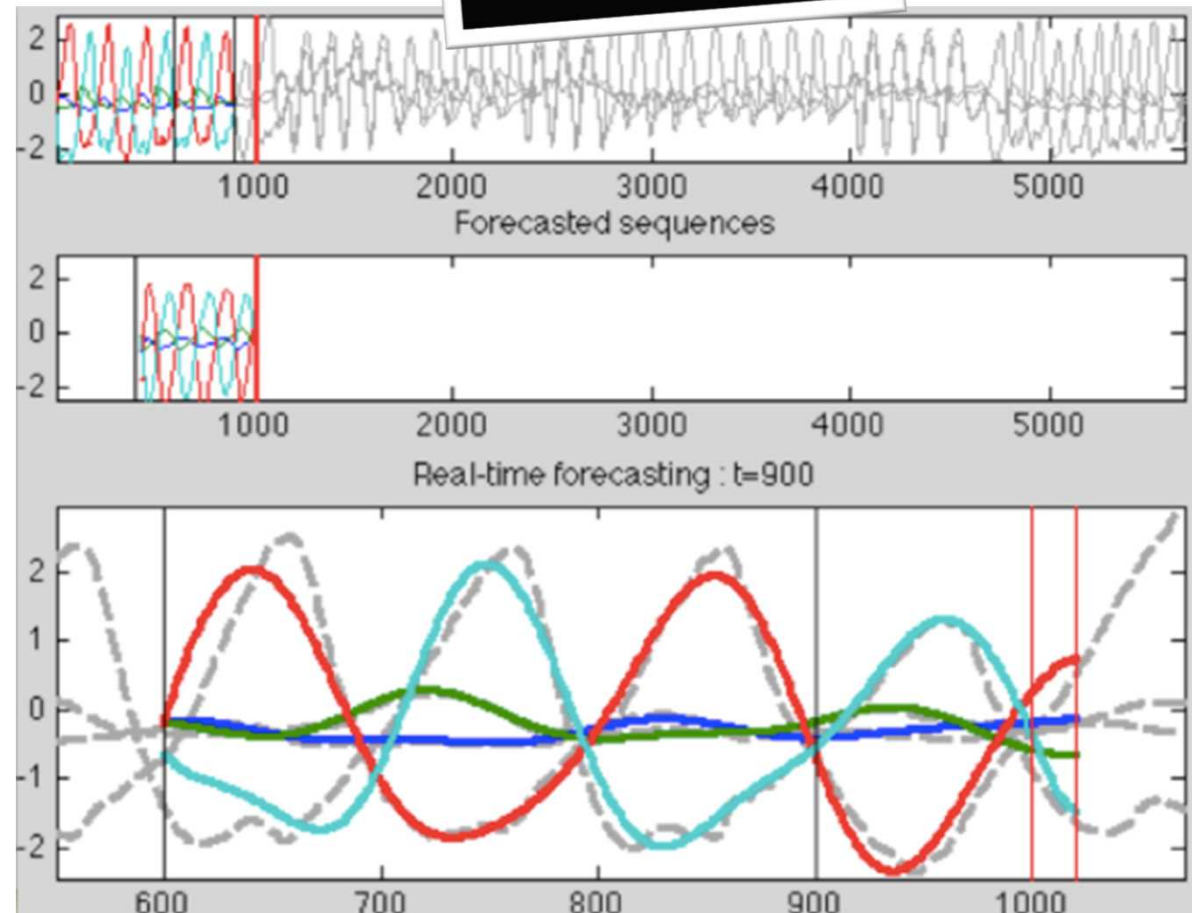
モーションデータ
(手首と足首)

Forecast

予測結果

Snap-Shot

直近のデータ
(点線: 実データ、
色線: 方程式のモデル)



リアルタイムAI技術

リアルタイム学習と予測

Original

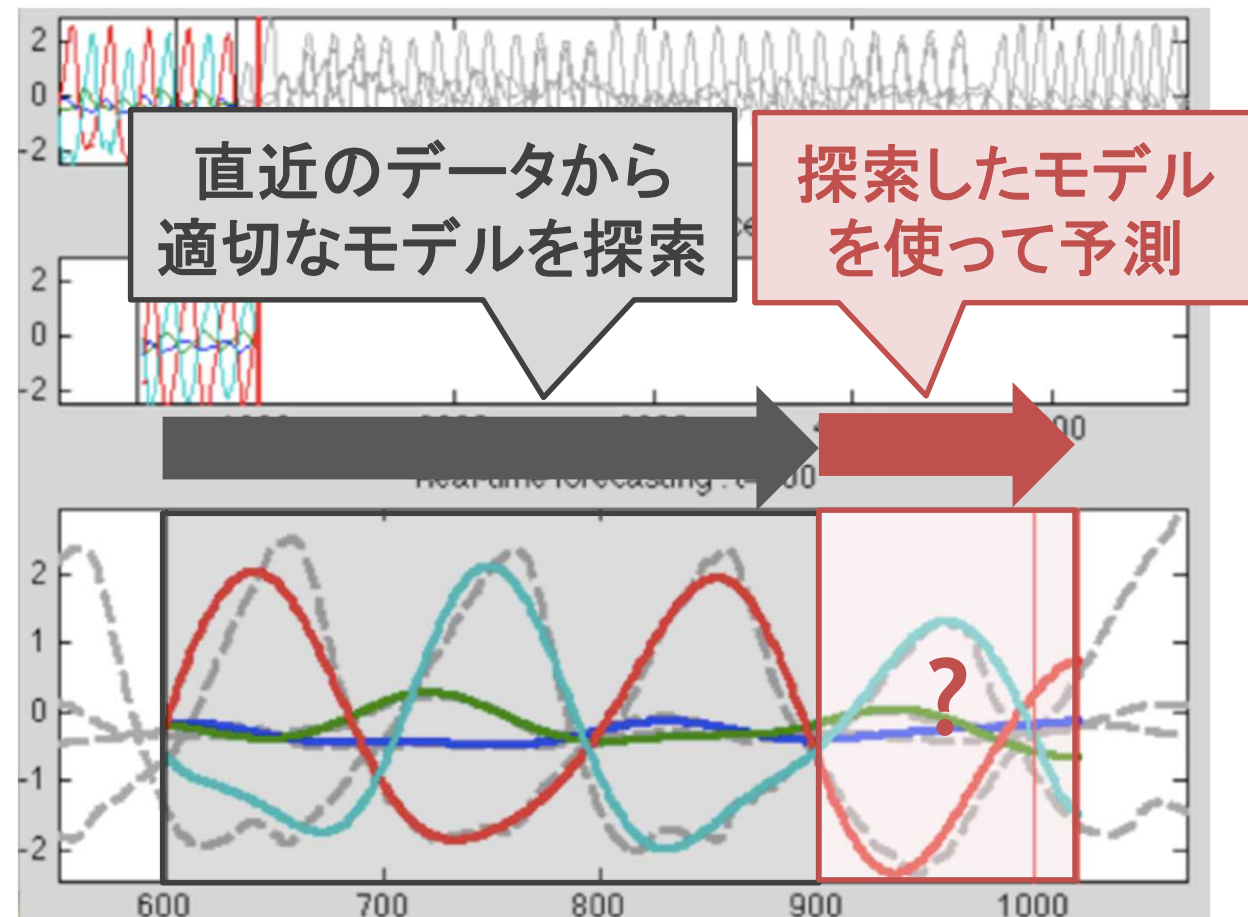
モーションデータ
(手首と足首)

Forecast

予測結果

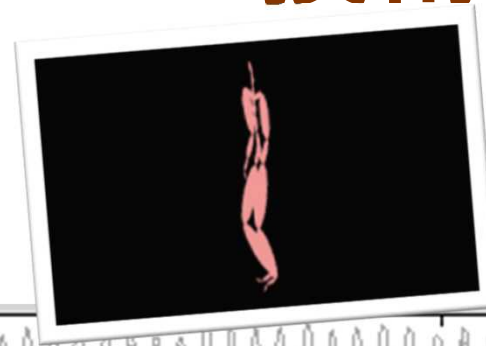
Snap-Shot

直近のデータ
(点線:実データ、
色線:方程式のモデル)



リアルタイムAI技術

リアルタイム学習と予測



Original

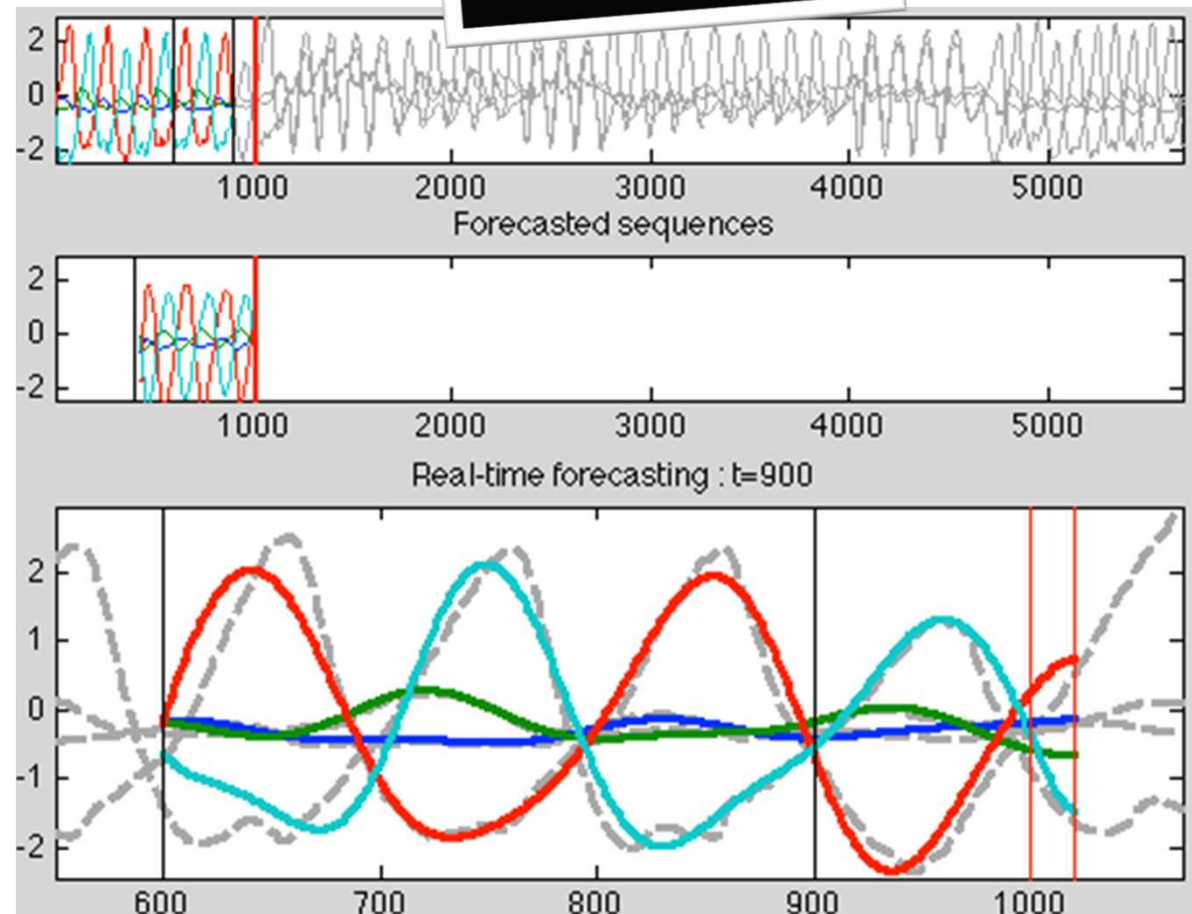
モーションデータ
(手首と足首)

Forecast

予測結果

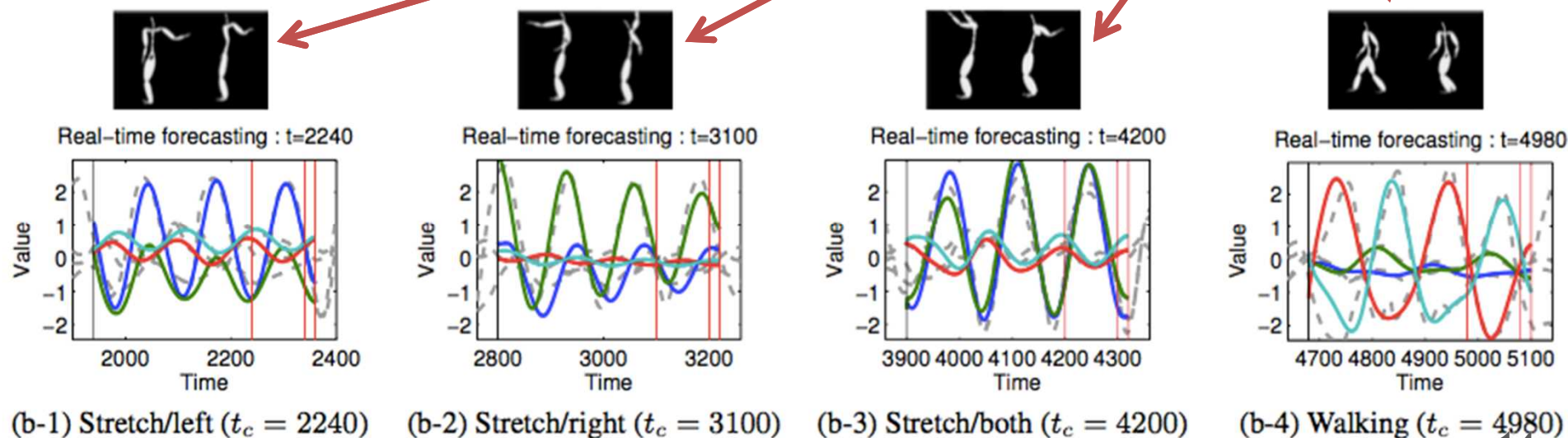
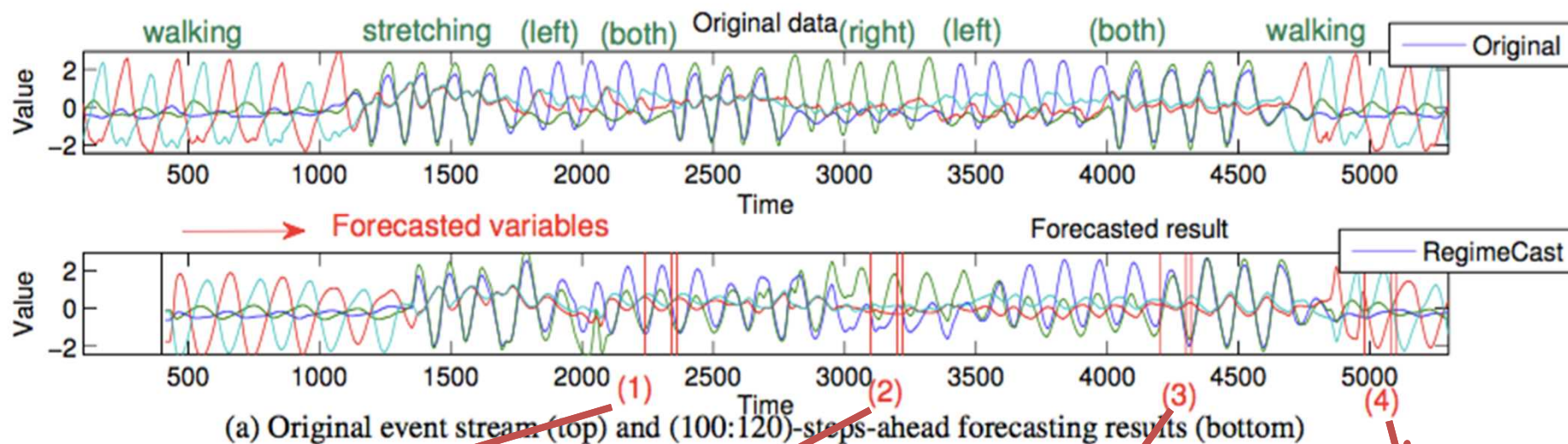
Snap-Shot

直近のデータ
(点線: 実データ、
色線: 方程式のモデル)



リアルタイムAI技術

予測結果 (100-120) 時刻先を予測

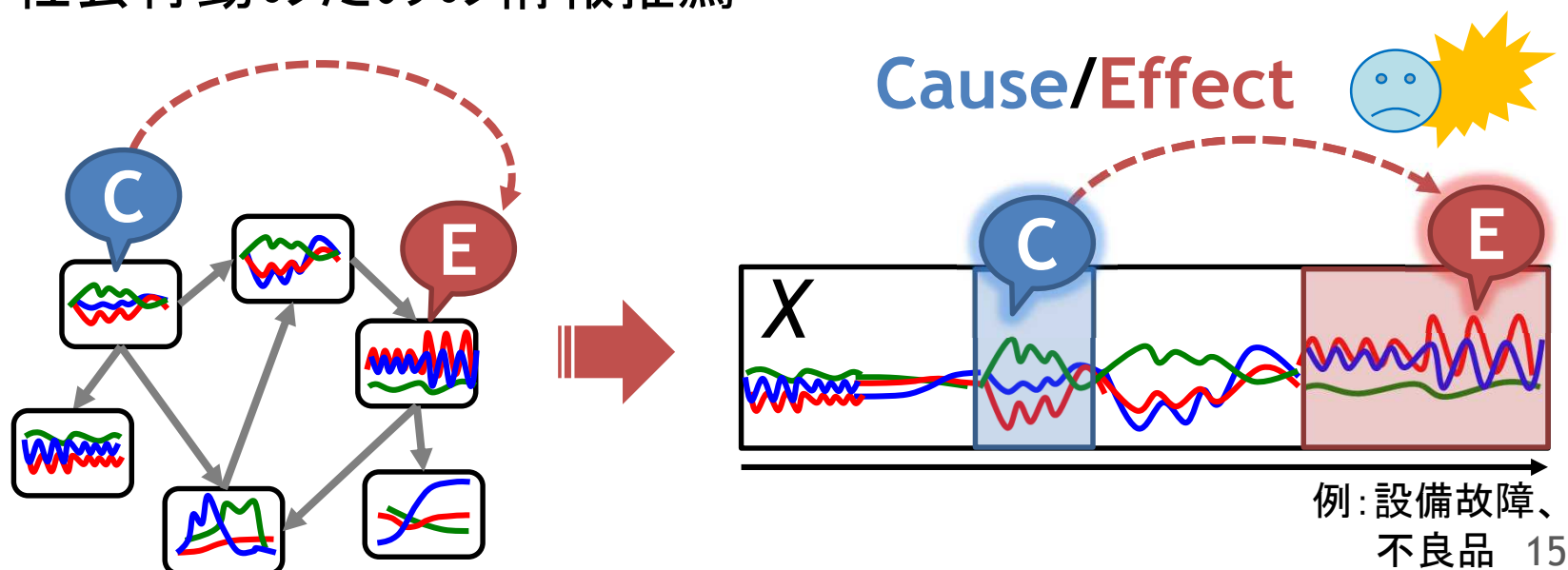


リアルタイムAI技術

リアルタイム動的要因分析技術

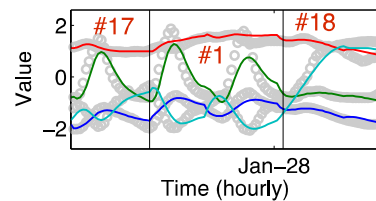
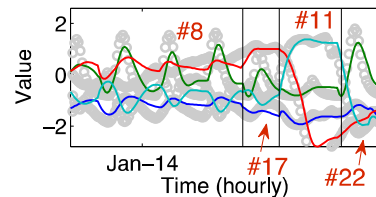
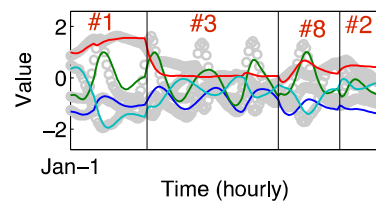
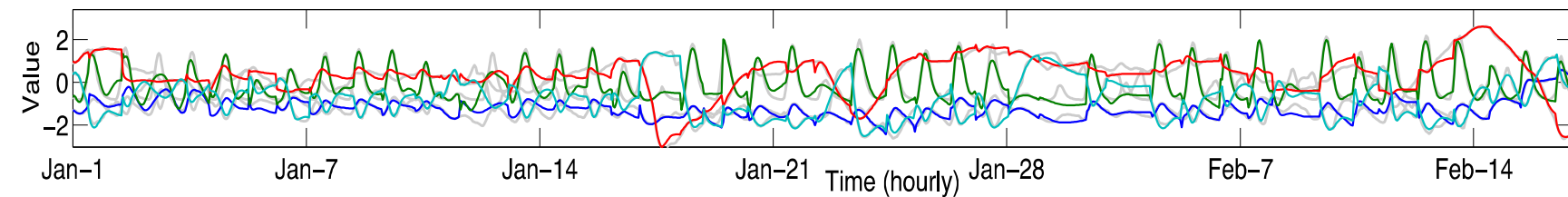
ビッグデータから動的因果関係をリアルタイムに抽出

- モデル間の連結の強さの推定
- 連結をたどることによる要因／結果の関係性の発見
- 事故やトラブルのサイン(兆し)の監視
- 社会行動のための情報推薦

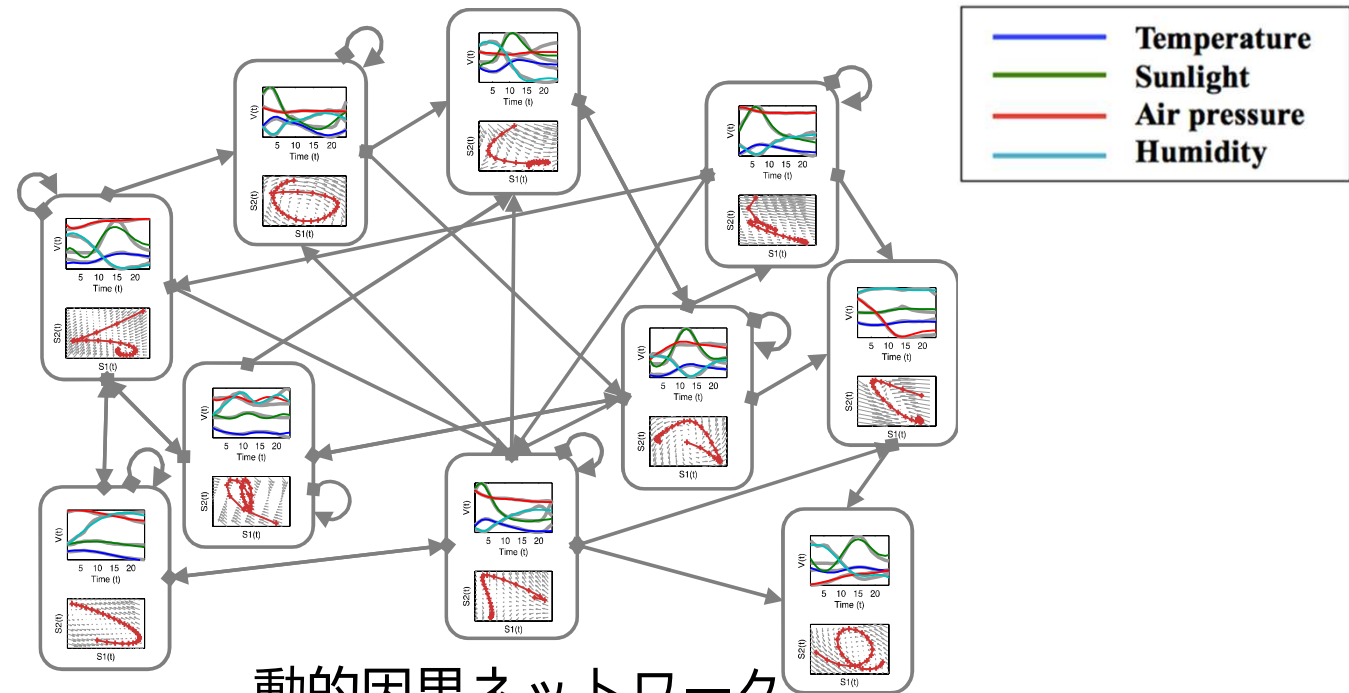


リアルタイムAI技術

因果関係のモデル化（環境センサデータの解析例）



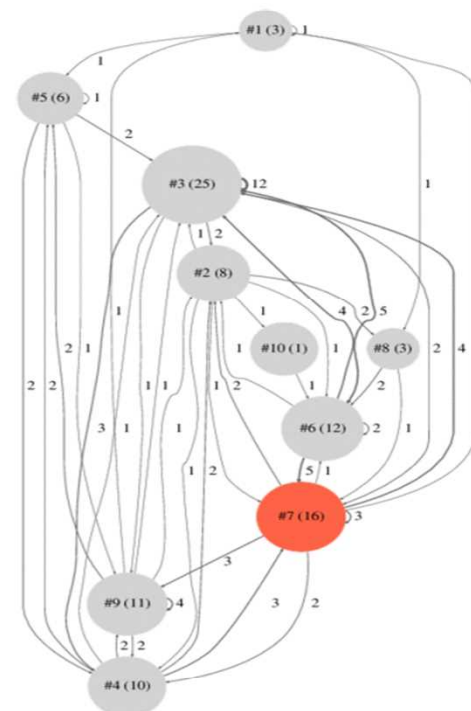
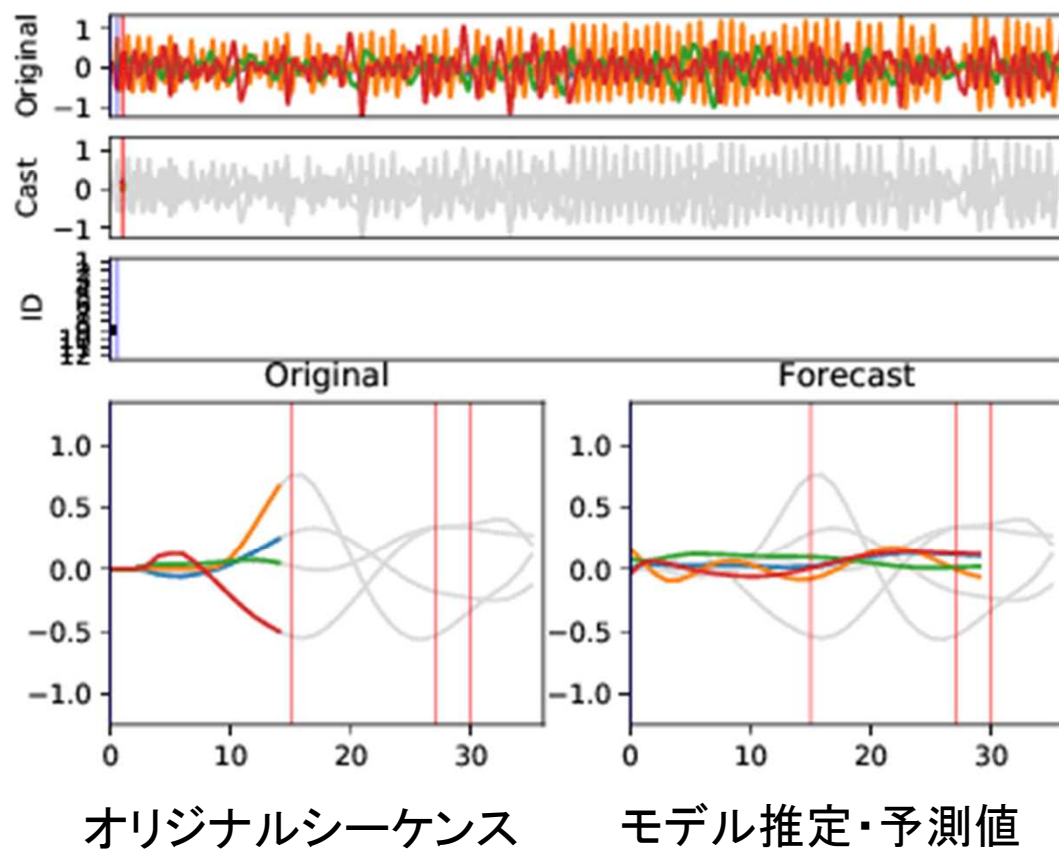
スナップショット



動的因果ネットワーク

リアルタイムAI技術

因果関係のモデル化



リアルタイムAI技術

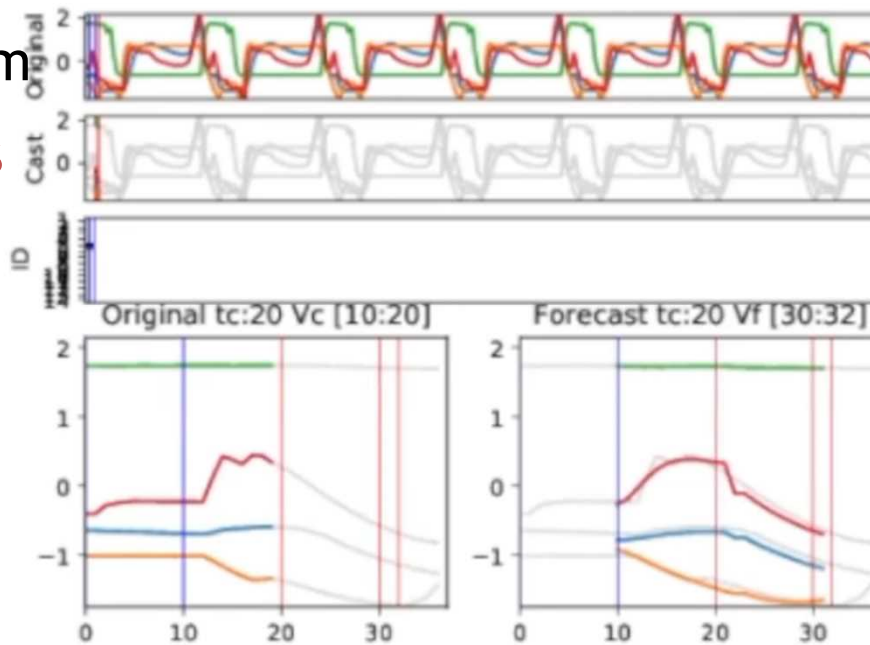
因果関係のモデル化（製造業データへの適用）

Original stream

Future values

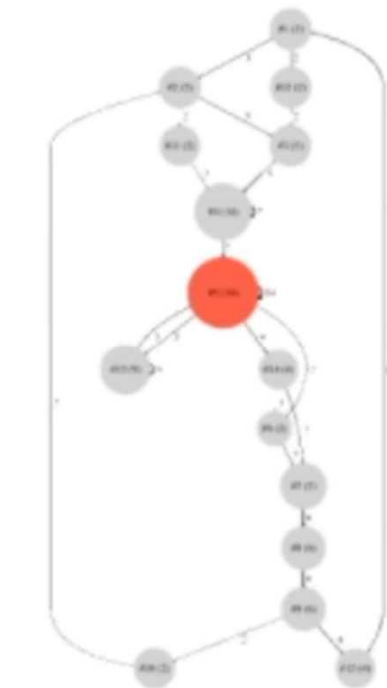
Regime ID

SONY



Original stream

Estimated variables



Dynamic space
transition

従来技術とその問題点

- 関連技術

- 情報推薦(例:協調フィルタリング)



- 時間発展を考慮していない
 - 刻々と変化する状況に対応するような情報推薦は難しい

- 予測、時系列解析(例:カルマンフィルター、統計分野のSARIMAやTBATSなど)



- 高い精度の予測をリアルタイム処理で行うことは難しい

- 深層学習



- 解析結果の要因や判断基準が利用者には分からず、ブラックボックスになっている
 - 時系列解析に弱い(LSTMやGRUなど、深層学習を用いた時系列解析の仕組みもあるが、予測精度が低い)
 - 大量の学習データを必要とする
 - 学習に多くの時間を要する
 - メモリ使用量が多い

VS

新技術の特徴

- 本研究の技術的な強み

- ーリアルタイム予測



- 世界の全手法、全技術の中で最高の予測精度
 - 最小の計算コスト
 - 深層学習と比べ10万倍の高速化、10倍の高精度化
 - 省メモリ

- ーダイナミック要因分析



- 世界における唯一の技術
 - ー時系列解析における新しい取り組み
 - 利用者が直感的に理解できる予測／解析内容
 - スマート工場、エッジなど、IoT関連産業に有効な技術

報道記事

2019年11月25日

日刊工業新聞 2019/11/25 05:00配信

「自然・社会現象変化、深層学習の10万倍速で予測 阪大がAI」

<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00539314>

日刊工業新聞 2019年11月25日17面

「現象変化を即時予測

阪大がAI技術・深層学習の10万倍速」

産業科学AIセンター

櫻井保志、松原靖子



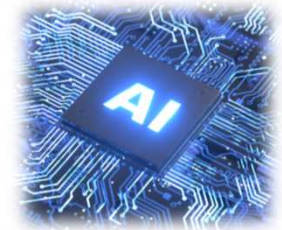
新技術の特徴と適用対象

	本研究の技術	深層学習技術
予測モデル	多数の非線形方程式から リアルタイムに予測モデルを生成	ビッグデータから 静的な予測モデルを生成
利用シーン例	一人一人が個別の予測モデルを持つ	全員が単一の予測モデルを共有する
モデルの説明性	高い	低い
モデル生成 のコスト	計算コスト：小 メモリ消費量：小	計算コスト：大 メモリ消費量：大
モデル修正 のコスト	修正が容易 → 予測モデルを常時更新（秒1回以上）	修正が困難 → 予測モデルを間欠的に更新（年数回）
適用対象	環境変化や外的要因の影響が大きい 個別的で不安定な現象 (例) 環境に応じて動作や故障パターンが変化する システムの制御および部品の故障予測、 属人性の高いヘルスケア 等	環境変化や外的要因の影響が少ない 普遍的で安定的な現象 (例) 個別性が少ないシステムや現象の制御および予測、 言語の翻訳、画像の認識 等

想定される用途

スマート工場プロジェクト

**リアルタイムAI技術による設備故障予測、
不良品発生予測、製造工程最適化**



技術導入の社会的インパクト

- 日本のGDP(533兆円)に占める製造業比率は22%
- 日本経済を支える大きな産業

製造業の国内回帰

- 新興国の人件費上昇、サプライチェーンの見直し
- 最先端AI技術の導入によるさらなる生産性向上が必須
- 製品の高付加価値化につながるAI技術



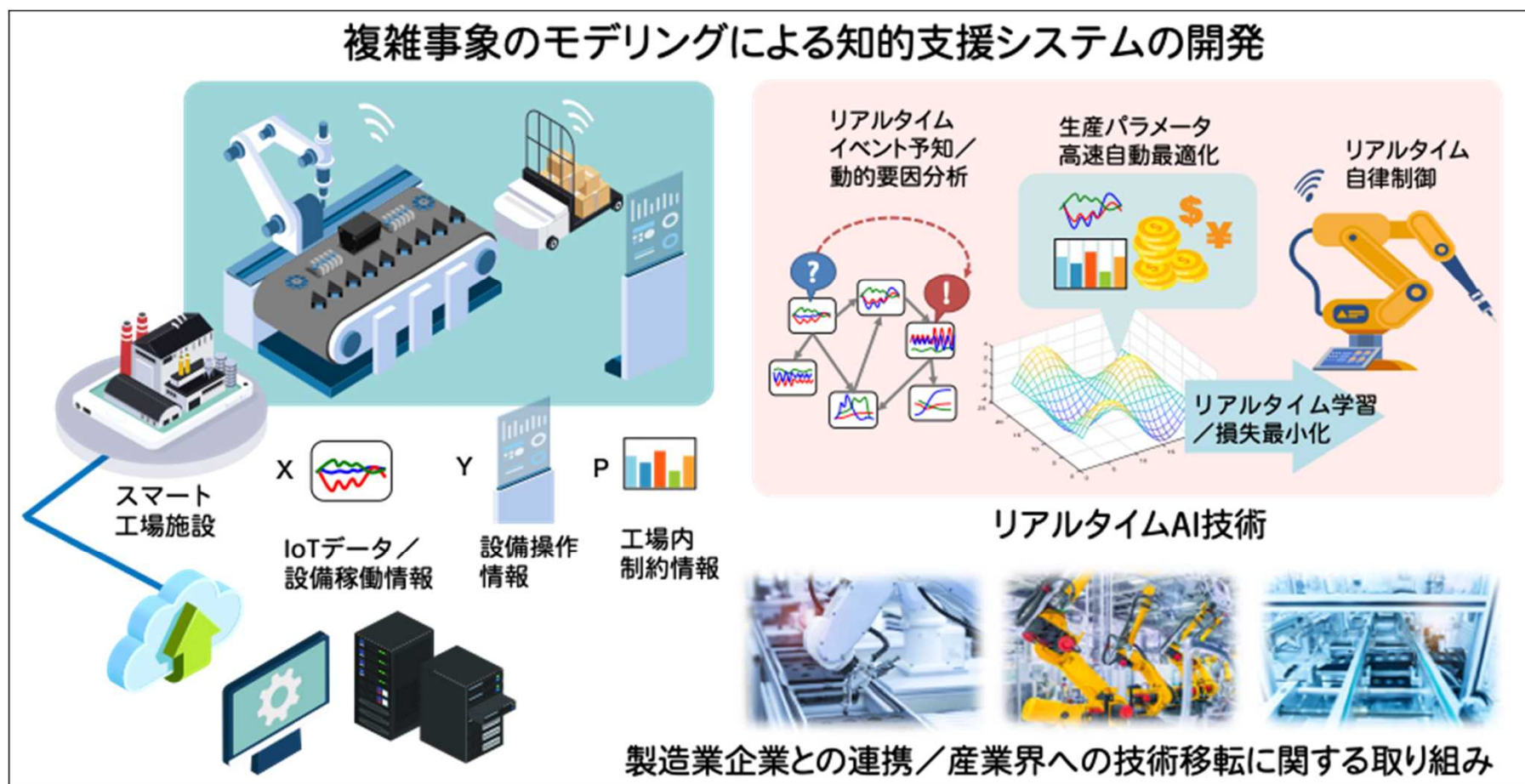
先端技術導入のニーズ

- 多くの製造業企業は高度なAI技術の活用に積極的(DX、デジタルツイン)
- 製造業では世界シェアが高い高収益企業ほどAI技術導入に積極的
- 企業の生声:企業独自の強みとしてHWとSWの総合技術を開発、ノウハウとして蓄積したい
- 革新的AI生産プラットフォームの開発、そのためのリアルタイムAI技術

想定される用途

スマート工場プロジェクト

製造業への最先端AI技術の導入



想定される用途

エッジAI技術

組み込み機器、小型デバイスのためのリアルタイム学習機構

AI実装による組み込み機器や小型デバイスの高度化

- SCREEN、ROHMと共同研究

【実用化のための課題】

- モデル学習の**高速化**、**省メモリ化**

組み込み機器や小型デバイスでは計算機環境(メモリ量やCPUパワーなど)

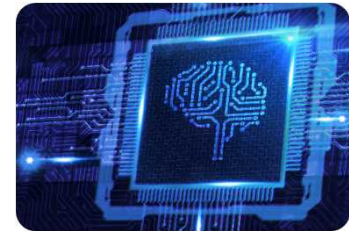
に制約

- モデルは固定ではなく、**変化**させていかなければならない

個体差、使用環境、顧客先での使われ方、経年劣化によって傾向変化

【開発技術の強み】

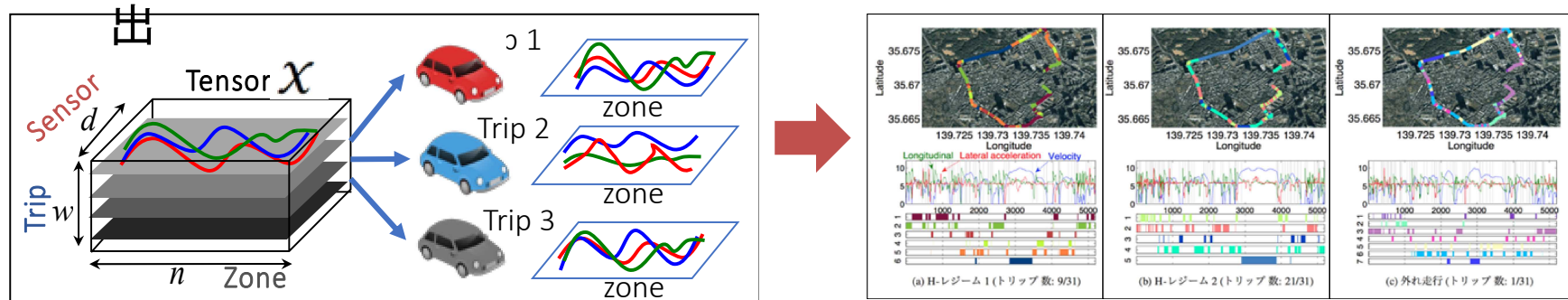
- メモリ量やCPUパワーに制約がある中でもリアルタイムかつ継続的にモデル学習を行う機構
- 状況に合わせて、機器(デバイス)内でモデル更新／追記学習



想定される用途

車両走行ビッグデータ解析

- トヨタ自動車との共同研究成果
- 様々な車両の走行データのモデル化、カテゴリ化、車両走行パターンの自動検出に成功
- 車両走行センサデータに対し走行パターンを表現する要約情報を自動抽出



(a) 標準的な走行
(複数車線道路)



(b) 慎重な走行
(路地、横断歩道)

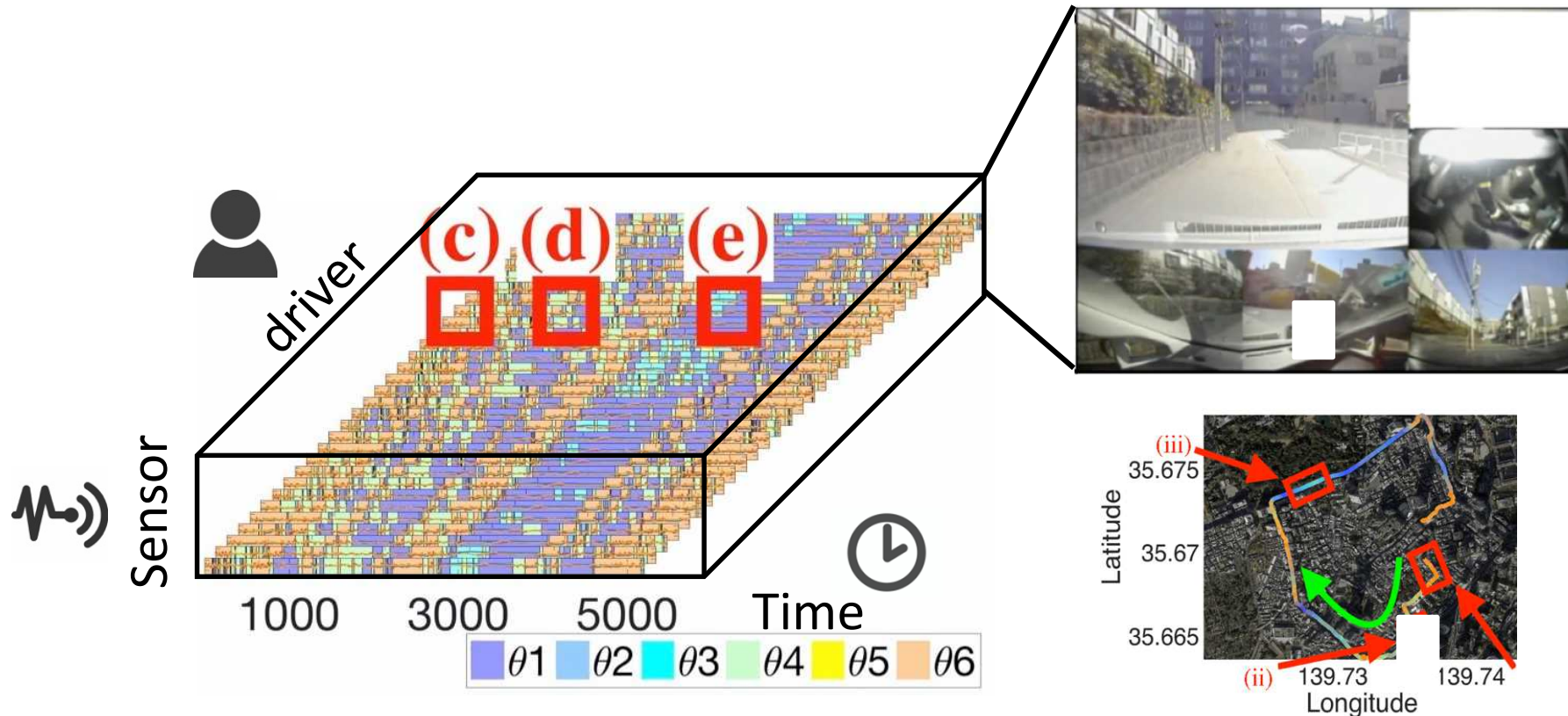


(c) 複雑な走行
(交差点)

想定される用途

車両走行ビッグデータ解析

- 全ての要素を統合的に解析、要約情報を抽出
- 走行データに基づく高度な道路地図情報を提供



(a) Time series tensor of automobile dataset

(b) On a map

想定される用途

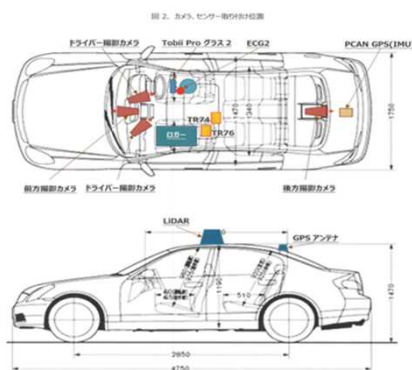
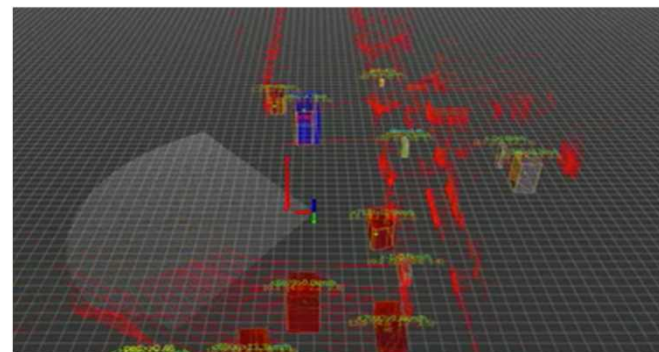
IoTビッグデータを用いた自動運転

- 省エネルギー化に資する高度自動運転技術
- IoTビッグデータ: 車両走行・周辺車・位置情報等、燃費・電力消費情報

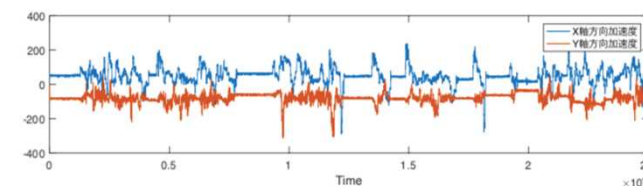
車両センサ(デモ動画)



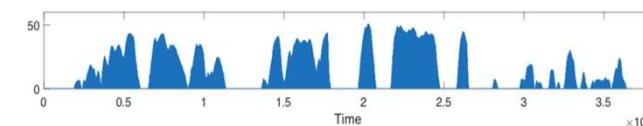
周辺センサ(デモ動画)



加速度X,Y



車速



想定される用途

オンデマンド型自立飛行ドローンの製造業への展開

- － スマート工場：製造システムの指示によって自律的に動作
- － ドローンを用いた送電線の監視、修理
- － 大規模プラント設備の監視、補修



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：予測装置、予測方法およびプログラム
- 出願番号：特願2019-142295
- 出願人：大阪大学
- 発明者：松原靖子、櫻井保志

お問い合わせ先

大阪大学 産業科学研究所
研究連携課研究協力係
担当コーディネーター
水澤絹代

TEL: 06-6879-8538

FAX: 06-6879-8509

E-mail: sanken-renkei-kenkyou@office.osaka-u.ac.jp