



次世代生産情報システム の要諦

ー ビッグデータ活用の可能性

群馬大学理工学府 電子情報部門
関 庸一

情報技術の普及にともないIoT, AIの活用可能性が広がっている。本講演では、製造工程を中心として、現場から入手する情報を現場にどのように活用できるかという課題について、Big Data、その利用法、今後の可能性などを考える。



講師自己紹介

○ 学歴

- 昭和57年 3月 早稲田大学理工学部数学科卒業
- 昭和59年 3月 同大 理工学研究科経営工学専門分野博士前期課程修了
- 昭和63年 3月 同研究科 博士後期課程単位取得後退学
- 平成 2年10月 工学博士「多次元的数量化方式の研究」

○ 職歴

- 昭和62年 4月 早稲田大学理工学部 助手(工業経営学科)
- 平成 2年 4月 群馬大学工学部 助手(情報工学科) (平成 3年11月:助教授、平成14年 3月:教授)
- 現在 群馬大学 教授(電子情報部門)(電子情報理工学科)、理工学府長
 - 来年度から、情報学部 教授

○ 専門分野:

- **データマイニング** : 多量データに対する統計手法の開発とその応用
 - ID付きPOSデータや、クレジットカードの利用履歴データ、医療介護関連データなどを対象に手法の開発と分析、データ解析コンペティション
- **統計的学習理論** : 自己組織化マップ(SOM)、樹形モデル(CART)や一般化線形モデルなど統計モデルとその解法の開発、統計的モデル選択基準
- **応用データ解析** : 統計的品質管理、モニタリングデータ、評価データなど各種データに対する確率モデルと分析手法の開発、その応用



概要

- 製造の中の情報
 - 管理のサイクルとオンライン制御
 - 品質損失の評価とその削減
- BigDataで起こる変化
 - Society5.0 ?
 - BigData とは
 - IoT と 工程の自動化
- BigData の可能性と限界
 - BigDataの分析法
 - 利用可能性と限界



概要

- 製造の中の情報
 - 管理のサイクルとオンライン制御
 - 品質損失の評価とその削減
- BigDataで起こる変化
 - Society5.0 ?
 - BigData とは
 - IoT と 工程の自動化
- BigData の可能性と限界
 - BigDataの分析法
 - 利用可能性と限界



製造の中の情報

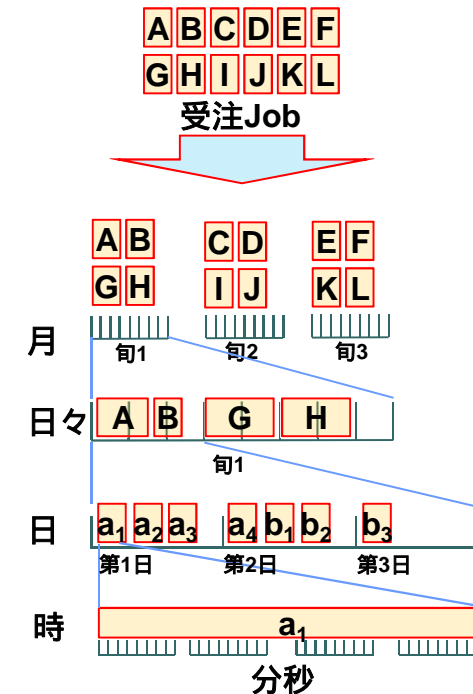
- 計画 管理(統制)
- 計画階層
 - 立案周期 準備リードタイム
= 計画のフィードバックサイクル
- 統制
 - 工程内の統制 ex. 異常検知と調整
 - 生産計画の統制

計画サイクル

適切なモノ・コトを必要な時と場所に生じさせる ため

○ 計画スパン

計画	タイム スパン	計画 単位	決定項目例
負荷計画	月	旬	資材・勤務
日程計画	数日	日	工程・機械割当
スケジュー リング	日	時	ロット処理順序
作業手順	時	分・秒	単位作業内容



○ それぞれでの決定項目：

- 所与の準備リードタイムへ対応できるように制御可能要素を確定

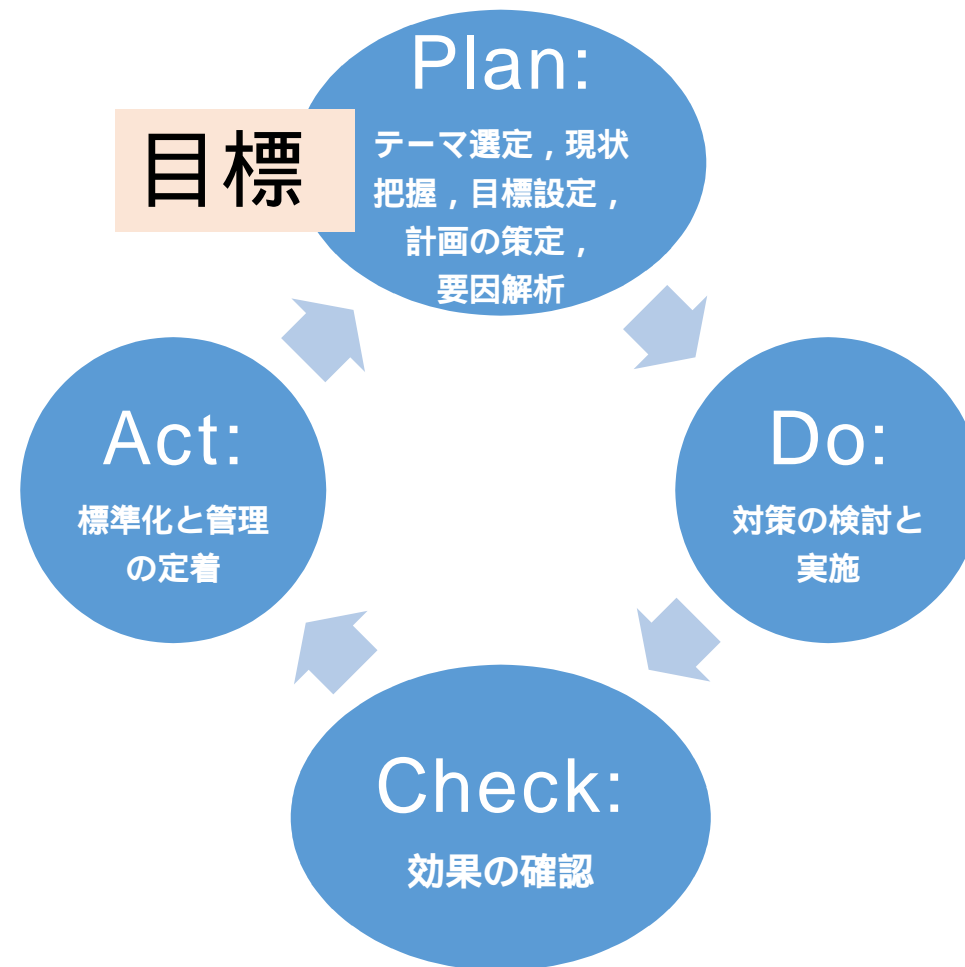
○ 上位計画の検討項目が下位計画の条件

それぞれの計画階層では

管理サイクル:PDCA

計画 統制

from 品質管理



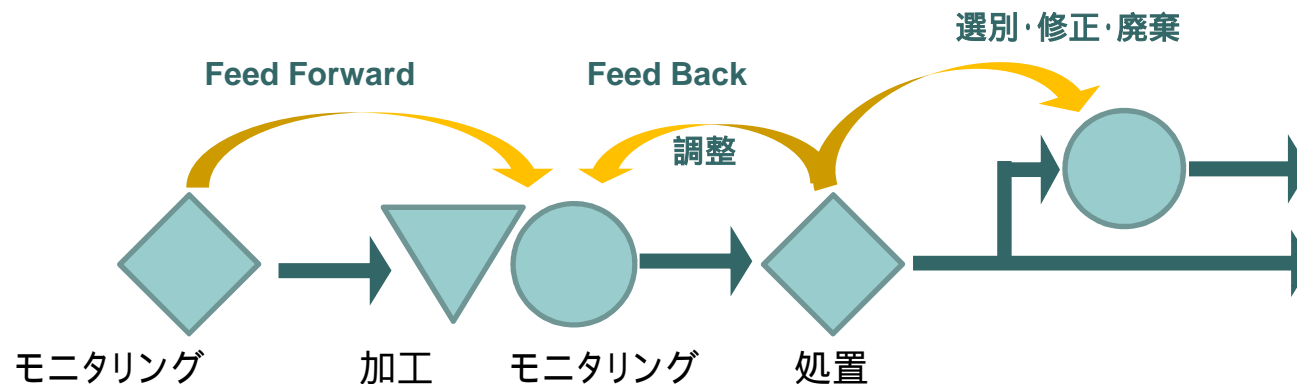
特定の工程に注目すれば

- オンラインの管理 (統制)
 - モノの流れとその制御法
- 損失の構造(主に品質)と制御
 - 製品の市場での損失とその計測
 - 損失の構造
- 工程状態の変化モデル

● ● ● | オンラインの管理

○ オンラインの統制(コントロール) = 目標値の調整 ノイズ影響の相殺

- Feed Forward 条件を見て調整(適応制御)
- Feed Back 結果を見て調整(フィードバック)

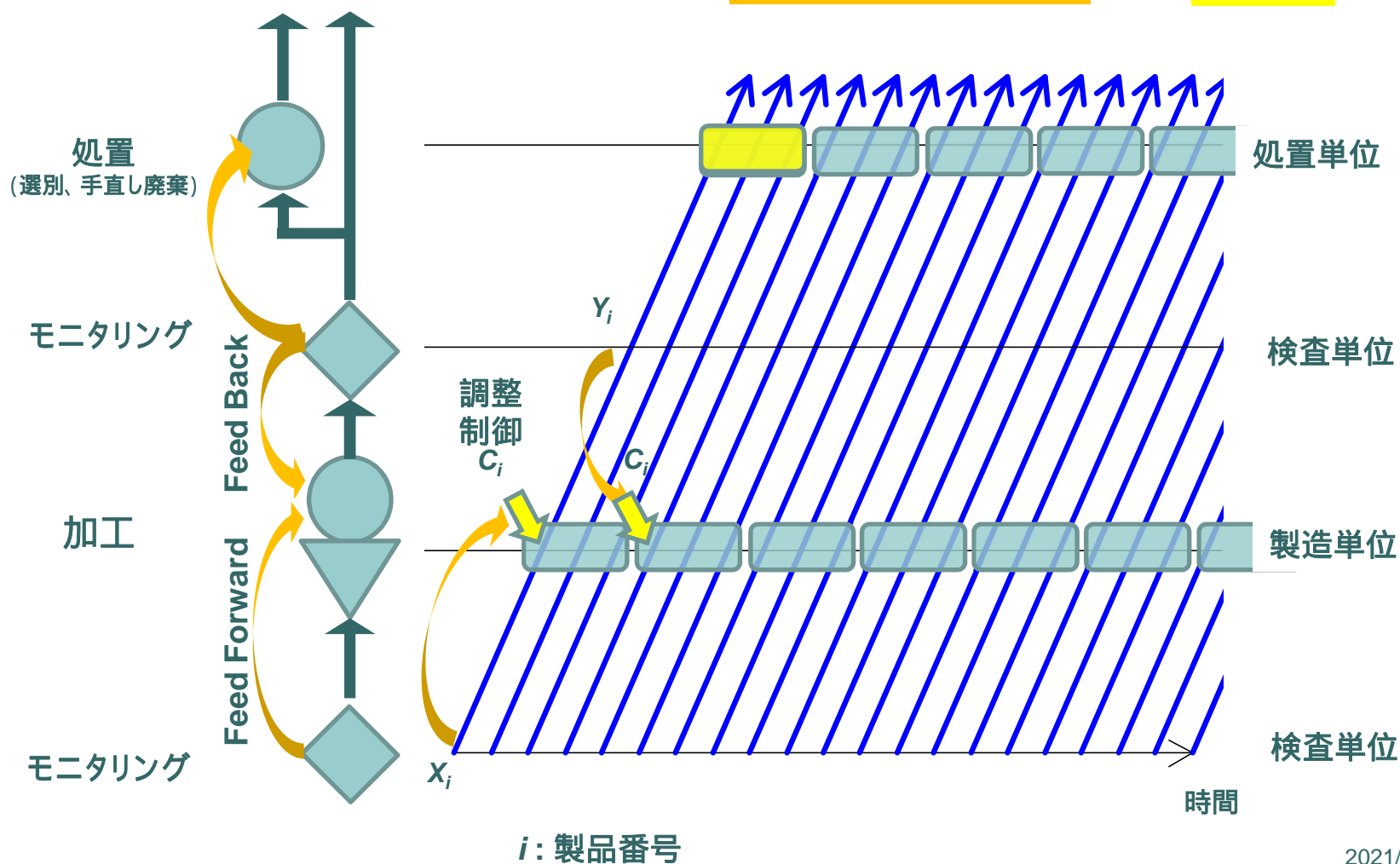




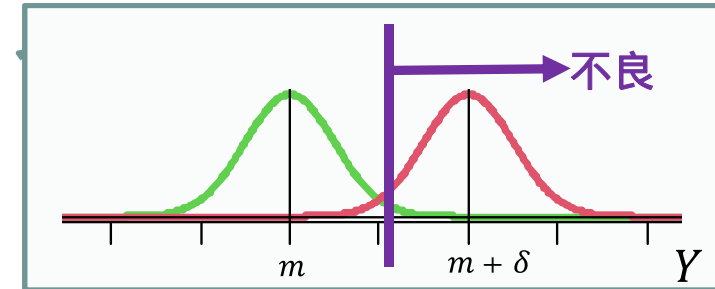
工程の条件

時間を逃れないので、
検査間隔、製造単位の
関係で必ず見逃す不良

手直し
or
廃棄



生産の工程条件



○ 生産工程の品質特性 Y の分布・不良率

- 標準状態 ex. $Y \sim \text{Dist}(m, \sigma^2)$: 平均 m , 分散 σ^2 のある分布
- 故障状態(要 調整状態) ex. $Y \sim \text{Dist}(m + \delta, \sigma^2)$
 - δ : 目標値 m からのずれ
 - 簡単のため、分散 σ^2 は変化しないとする。

○ 生産経過(製造コストの作り込み) の中の意思決定内容

- 情報獲得{タイミング/情報の質}
- 調整・処置方法(選別、手直し・廃棄) {実施ルール}
 - {検査時点} {調整や処置の時点}

○ 加工単位・検査単位・処置単位 (製品の流れの粒度)

- 大きさが一致するとは限らない
- 大きな単位に合わせて処置するしかない

製品の市場での損失とその計測

タグチメソッド流

○ ある品質特性(組合せ)の製品の市場での損失

= 損失関数 (二次関数近似) : $L(y) = k(y - m)^2$

y : 品質特性、 m : 目標値、 k : 比例定数

- 機能限界[市場]・許容差[工場規格]

安全係数: (許容差設計) 良品判定

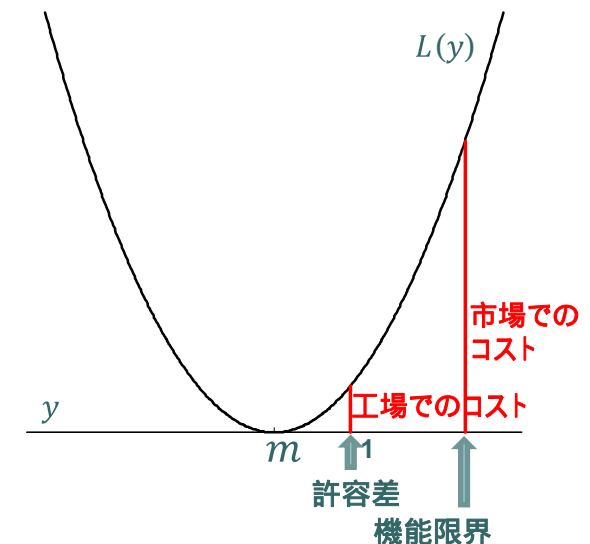
○ 製品の品質特性の選択

- 計測可能な特性
- 計測{不能・無益}な特性

検査しない、最終稼働試験

ex. 破壊検査、極く稀な不良、観測できる特性がない

…選別・調整による 品質損失改善 > 実施コスト ?



損失の構造

○ 選別・調整コスト(工数・原材料)

- 情報獲得(検査・診断)コスト = 頻度 × 単価
 - 計量値 / 良・不良
- 製品を選別して手直しor 廃棄するコスト
 - 選別工数、不良品の手直し工数 / 廃棄損失
- 制御・調整作業のコスト = 頻度 × 単価
 - 工程の調整: 工数、工程停止

トレードオフ

○ 製品品質の損失

損失関数(選別・手直し後の品質コスト)

選別・調整しても生ずる

製品品質の損失

○ 選別・手直し後の品質コスト

● 遅延(ラグタイム)コスト

製品1個当たりの品質劣化程度 × 継続時間

(品質劣化が1回で、調整で復帰する場合)

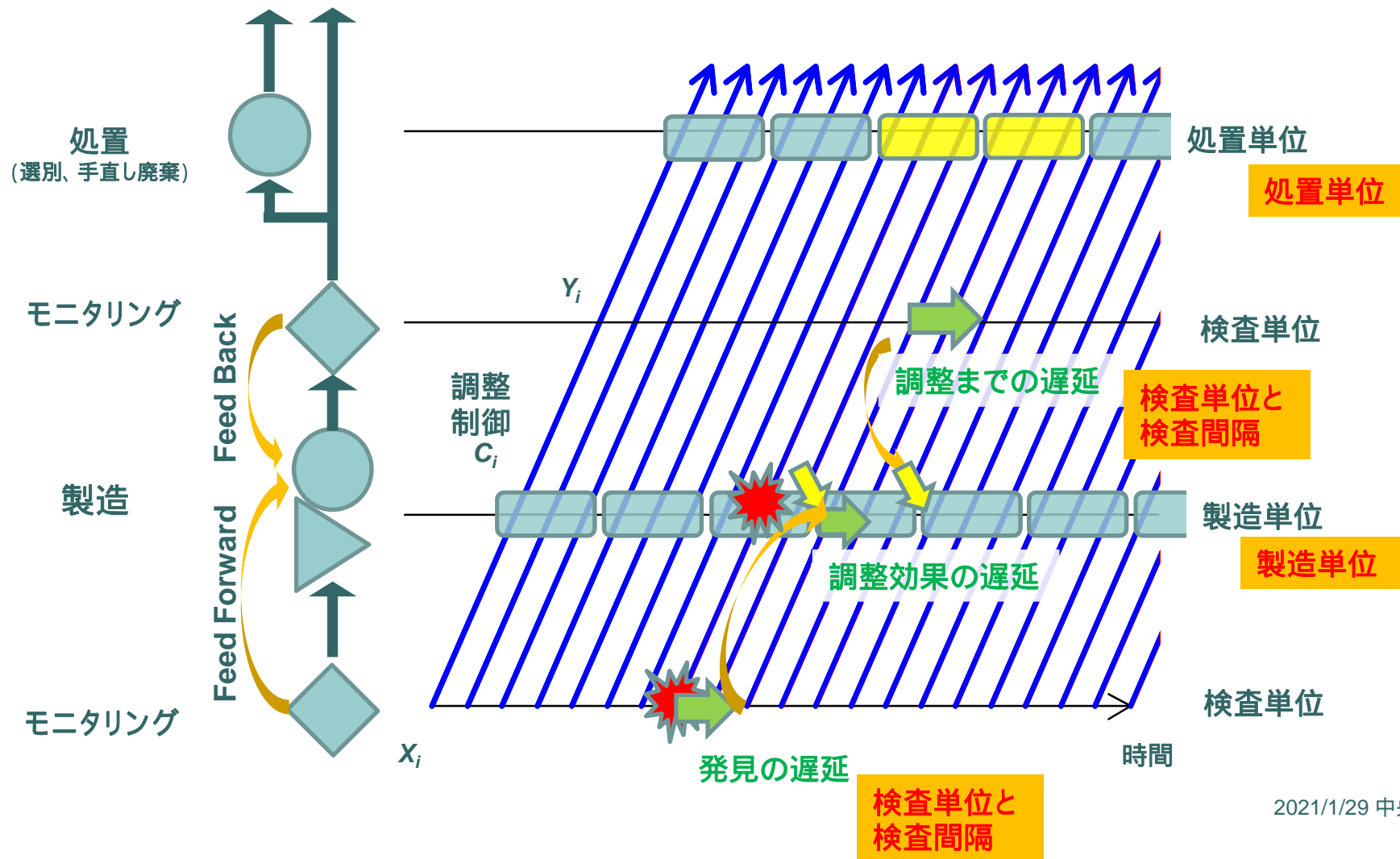
- 劣化発生から発見までの見逃し
- 発見から調整効果発現までの見逃し

← 予測可能性(上流で把握、変化モデル[後述])

○ 調整結果の品質コスト

- 調整ミスのコスト ... 測定誤差の分布、調整誤差の分布
- 調整効果の遅延・拡散(複雑[後述])

工程の条件に依存して決まる損失(遅延)



損失の評価：損失の期待値 $E[L(Y)]$

- 標準状態： $Y \sim \text{Dist}(m, \sigma^2)$ のとき

$$E[L(Y)] = E[k(Y - m)^2] = k\sigma^2$$

- 要調整状態： $Y \sim \text{Dist}(m + \delta, \sigma^2)$ のとき

$$E[L(Y)] = E[k(Y - \delta - m)^2 + k\delta^2] = k\sigma^2 + k\delta^2$$

- 調整後の状態 = 標準状態？

調整によるゲイン > 調整コスト？

- 計測誤差や調整誤差があって、調整量が δ から分散 σ_δ^2 で独立に確率変動すれば、

$$E[L(Y)] = k\sigma^2 + k\sigma_\delta^2$$

調整によるゲイン： $k\delta^2 - k\sigma_\delta^2 > \text{調整コスト}$ ？

- $\delta^2 > \sigma_\delta^2$ ？ δ のズレのときに調整すべきか？

- $\delta^2 < \sigma_\delta^2$ ならば品質改善がない。調整コストに拘わらず調整しない。
- σ_δ^2 が計測誤差に依存しているなら、計測対象を増やすモニタリング法などが考えられる。

工程状態 Y_i の変化モデル

標準状態 要調整状態

- 転位の予測の可能性はあるのか？
- 変化モデル $Y_i \sim \text{Dist}(\mu(i, X_{1:i}, C_{1:i}), \sigma^2)$

- 変化点(ランダムな時点で1回悪化) ex. 工具破損

今までの説明(予測不能 事後検出)

- 変化傾向(トレンド) ex. 工具摩耗

ex. 特定の時期 i がたったら交換する(予防保全)

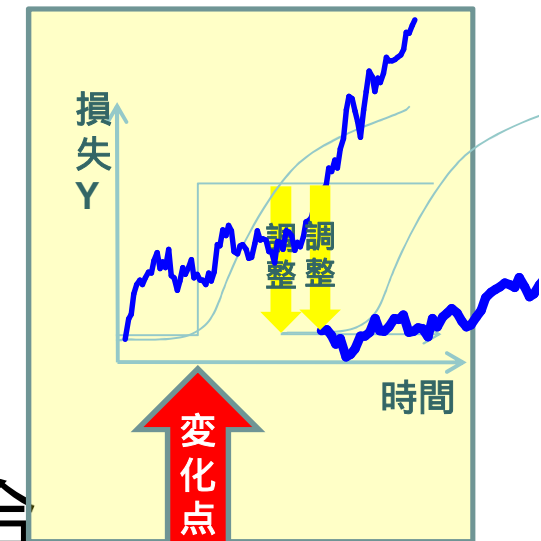
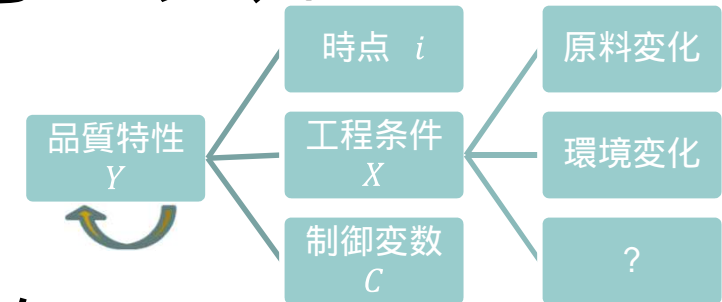
- ランダムウォーク(現状のレベル Y を参考にはできる)

- その他の工程条件(ex. 原料変化) X の変化

X_i の変化を打ち消す C_i (適応制御)

- 制御変数 C の調整による変化の効果は？

X_i や C_i の効果が遅れて μ に現れる場合





まとめ

○ 調整のキーポイント

- リアクションを取れるタイミング
 - 最善は「品質は作りこむ」、次善は発生場で即応
 - ダメなら： 製造単位↓、Feed backからFeed foward
- リアクションの効果とコストの評価

○ 課題

- 工程状態のモニタリング法の設計(情報収集計画)
 - 観測頻度・タイミング、観測単位、...
- 状態変化の時系列モデルの推測(統計的推測)
 - 状態の判定、原因結果関係 $\mu(\cdot)$ の特定、...
- 処置方法の設計(意思決定問題)
 - 観測された製品・工程状態に対し、何をすべきか
← コストの性格、原因結果関係



概要

- 製造の中の情報
 - 管理のサイクルとオンライン制御
 - 品質損失の評価とその削減
- Big Dataで起こる変化
 - Society5.0 ? 未来社会への変化
 - Big Data とは
 - IoT と 工程の自動化
- BigData の可能性と限界
 - BigDataの分析法
 - 利用可能性と限界

Society5.0 とは

第5期科学技術基本計画で提示された未来社会の姿。
狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く、以下のような新たな経済社会をいう。

サイバー空間と**フィジカル空間**を
高度に融合させることにより、

地域、年齢、性別、言語等による
格差なく、多様なニーズ、潜在的
なニーズにきめ細かに対応したモノ
やサービスを提供することで経済
的発展と社会的課題の解決を両立し、

人々が快適で活力に満ちた質の高い
生活を送ることのできる、人間
中心の社会



Society5.0
= 超スマート社会

…情報社会

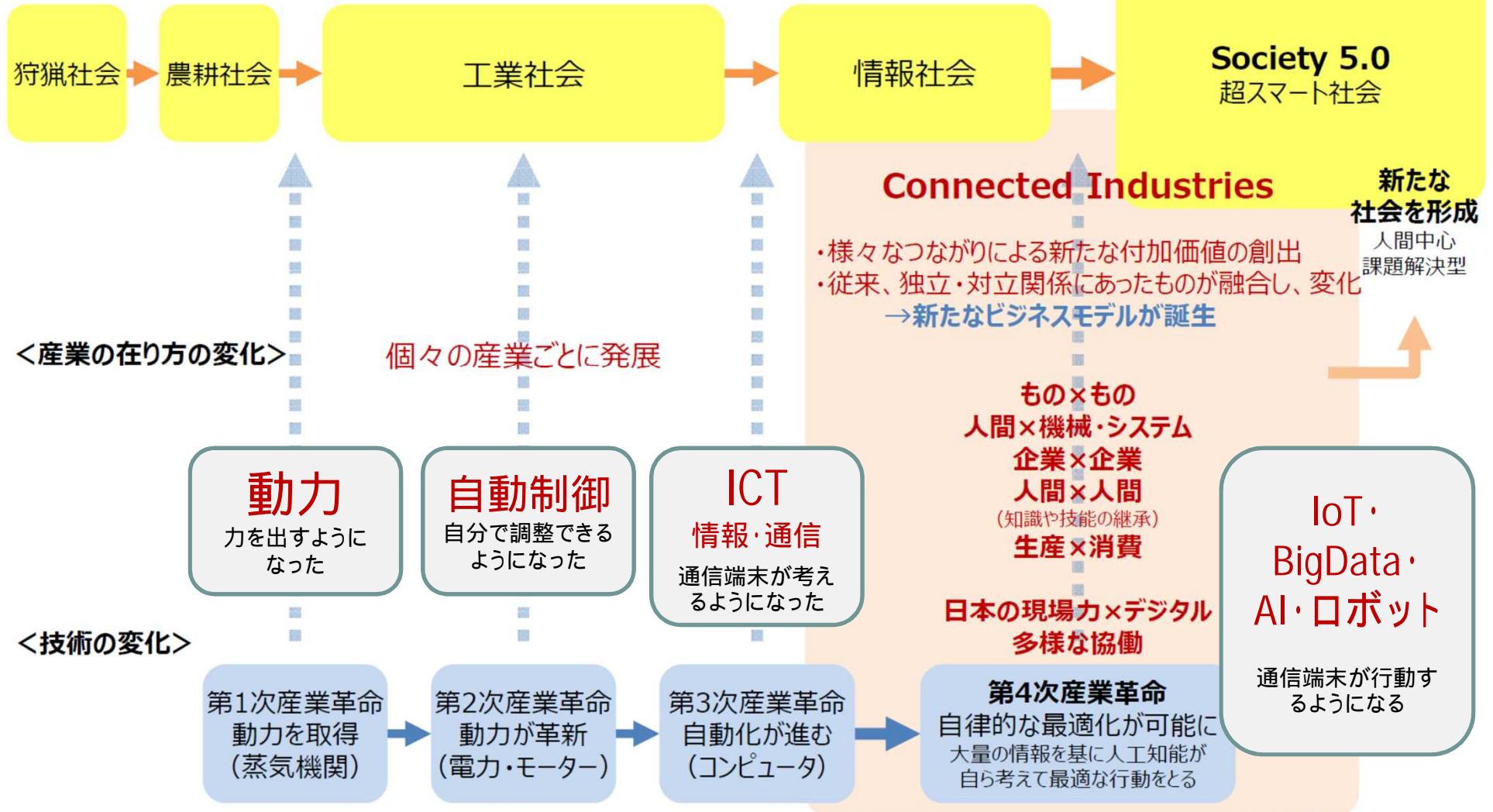
…工業社会

…農耕社会

…狩猟社会

Society 5.0につながるConnected Industries

<社会の変化>



Society 5.0で実現する社会



- これまでの情報社会 (Society 4.0) では知識や情報が共有されず、分野横断的な連携が不十分であるという問題がありました。人が行う能力に限界があるため、あふれる情報から必要な情報を見つけて分析する作業が負担であったり、年齢や障害などによる労働や行動範囲に制約がありました。また、少子高齢化や地方の過疎化などの課題に対して様々な制約があり、十分に対応することが困難でした。
- Society 5.0で実現する社会は、IoT (Internet of Things) で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで、これらの課題や困難を克服します。また、人工知能 (AI) により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服されます。社会の変革 (イノベーション) を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合あえる社会、一人一人が快適で活躍できる社会となります。

今、何が起こっているのか？ ～技術のブレークスルー～

- 実社会のあらゆる事業・情報が、データ化・ネットワークを通じて自由にやりとり可能に（IoT）
- 集まった大量のデータを分析し、新たな価値を生む形で利用可能に（ビッグデータ）
- 機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に（人工知能（AI））
- 多様かつ複雑な作業についても自動化が可能に（ロボット）

→ これまで実現不可能とされていた社会の実現が可能に。

これに伴い、産業構造や就業構造が劇的に変わる可能性。

データ量の増加

世界のデータ量は
2年ごとに倍増。

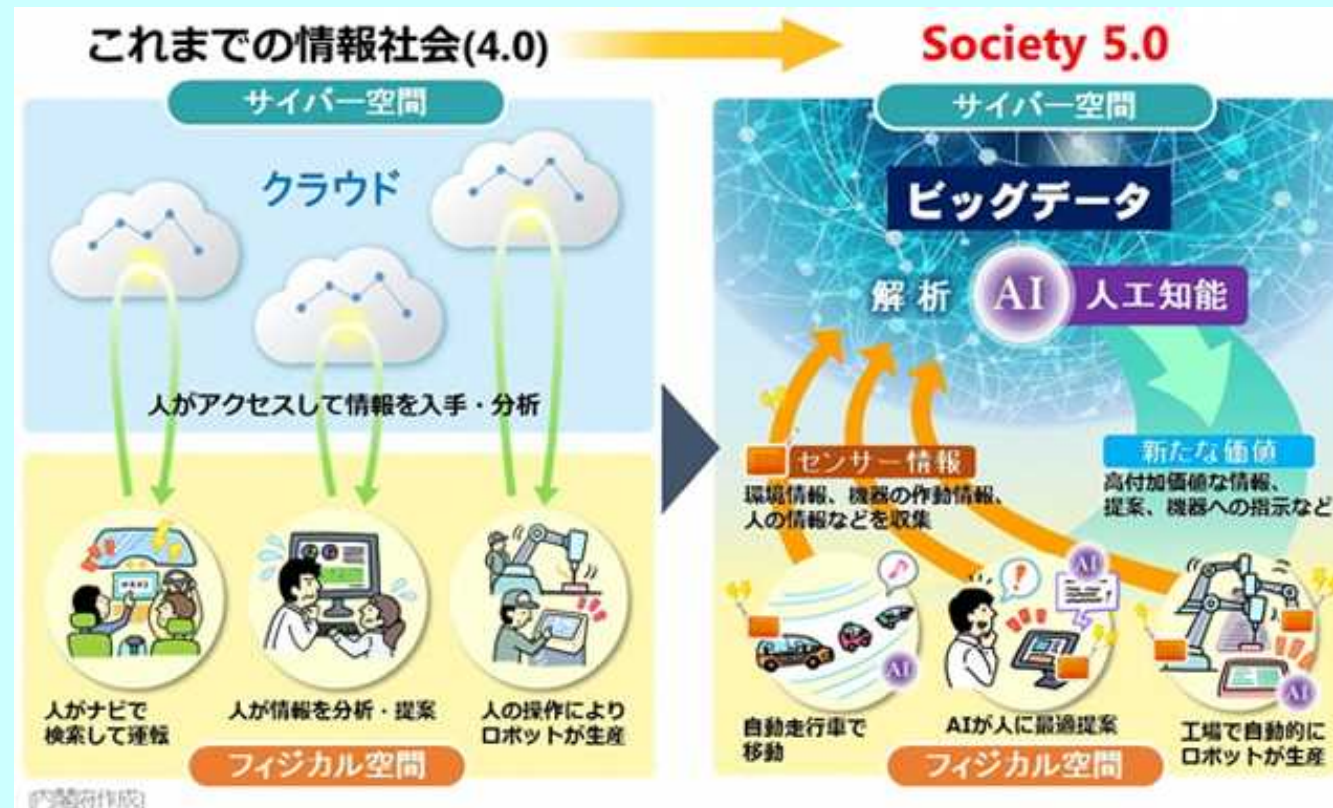
処理性能の向上

ハードウェアの性能は、
指数関数的に進化。

AIの非連続的進化

ディープラーニング等
によりAI技術が
非連続的に発展。

Society 5.0のしくみ



- Society 5.0は、サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより実現します。これまでの情報社会(Society 4.0)では、人がサイバー空間に存在するクラウドサービス(データベース)にインターネットを経由してアクセスして、情報やデータを入手し、分析を行ってきました。
- Society 5.0では、フィジカル空間のセンサーからの膨大な情報がサイバー空間に集積されます。サイバー空間では、このビッグデータを人工知能(AI)が解析し、その解析結果がフィジカル空間の人間に様々な形でフィードバックされます。今までの情報社会では、人間が情報を解析することで価値が生まれてきました。Society 5.0では、膨大なビッグデータを人間の能力を超えたAIが解析し、その結果がロボットなどを通して人間にフィードバックされることで、これまでには出来なかった新たな価値が産業や社会にもたらされることとなります。

Data is Power!

データは力なり

Evidence based Decision Making
証拠にもとづく意思決定

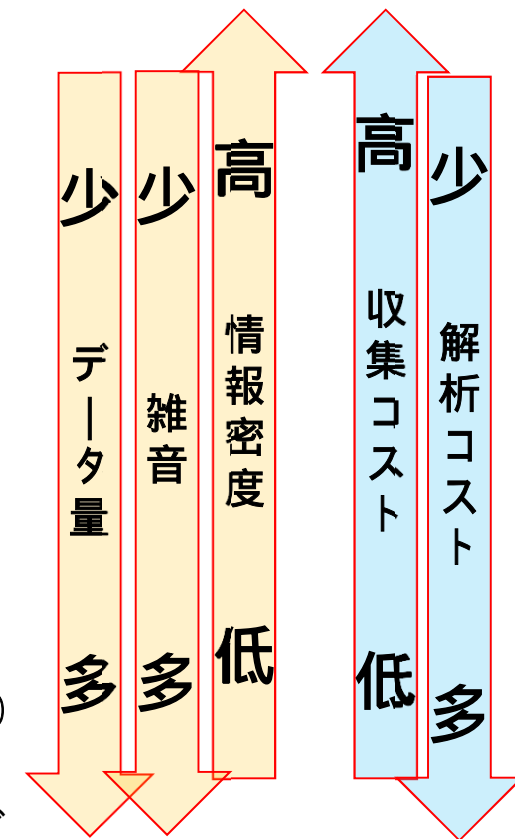
証拠 (Big Data) が容易に収集できるようになってきている

ディスクに埋もれるデータから知恵を引き出せるか？
人間が引き出す / AIに学ばせる？

データとは

… まず、データの種類(観測状況)

- **実験データ**: 実験条件を調整・管理して実施
 - 現象へ介入して作り出した結果
因果把握
ex. 実験計画法による開発実験
- **調査データ**: 母集団を規定して調査
 - 計画して選別されたサンプル
目的対象の現状把握
ex. 標本調査、アンケート調査、モニター調査
- **履歴データ**: 日常業務で蓄積された履歴
 - 現実の**悉皆**把握 (関心対象以外の事例が含まれるクソみそ一緒)
環境状況の現状把握、…
ex. 自動検査履歴、受入れ検査・製品検査、システムログ

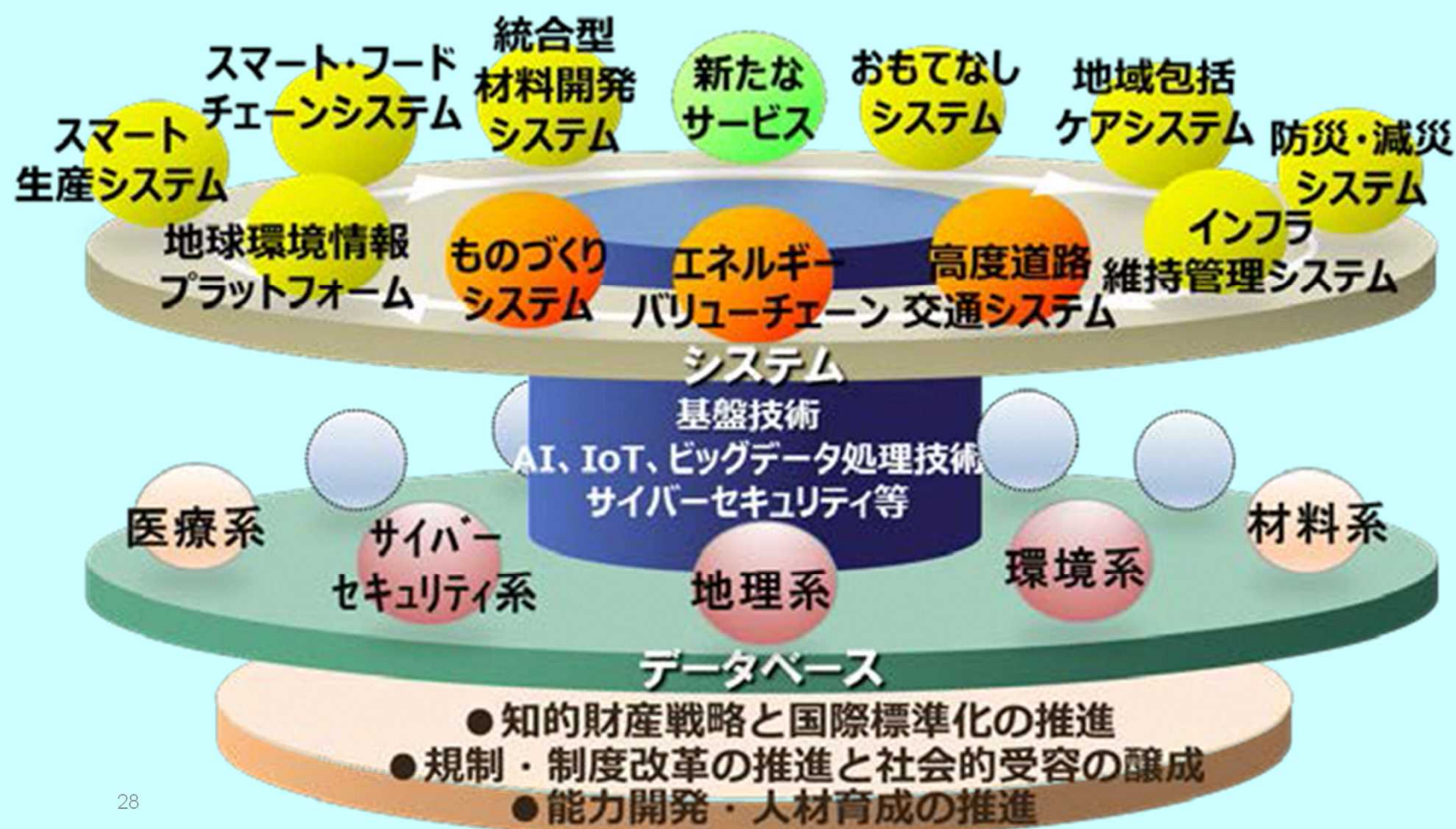


大規模データ(Big Data)・・・3V

BigData = 履歴データ

- データ量 (Volume)
 - 悉皆、多対象、多地点、多時点、多変量、・・・
 - 反復の発見と選別(目的対象に絞り込むには?)
- 多様性 (Variety)
 - 数値、因子、XML、自然言語、画像、動画、・・・
 - 特徴量(必要な特性に要約する方法は?)
- 生成速度 (Velocity)
 - リアルタイムなデータ入力
 - 蓄積して処理(オフラインバッチ)
→ オンラインモニタリング

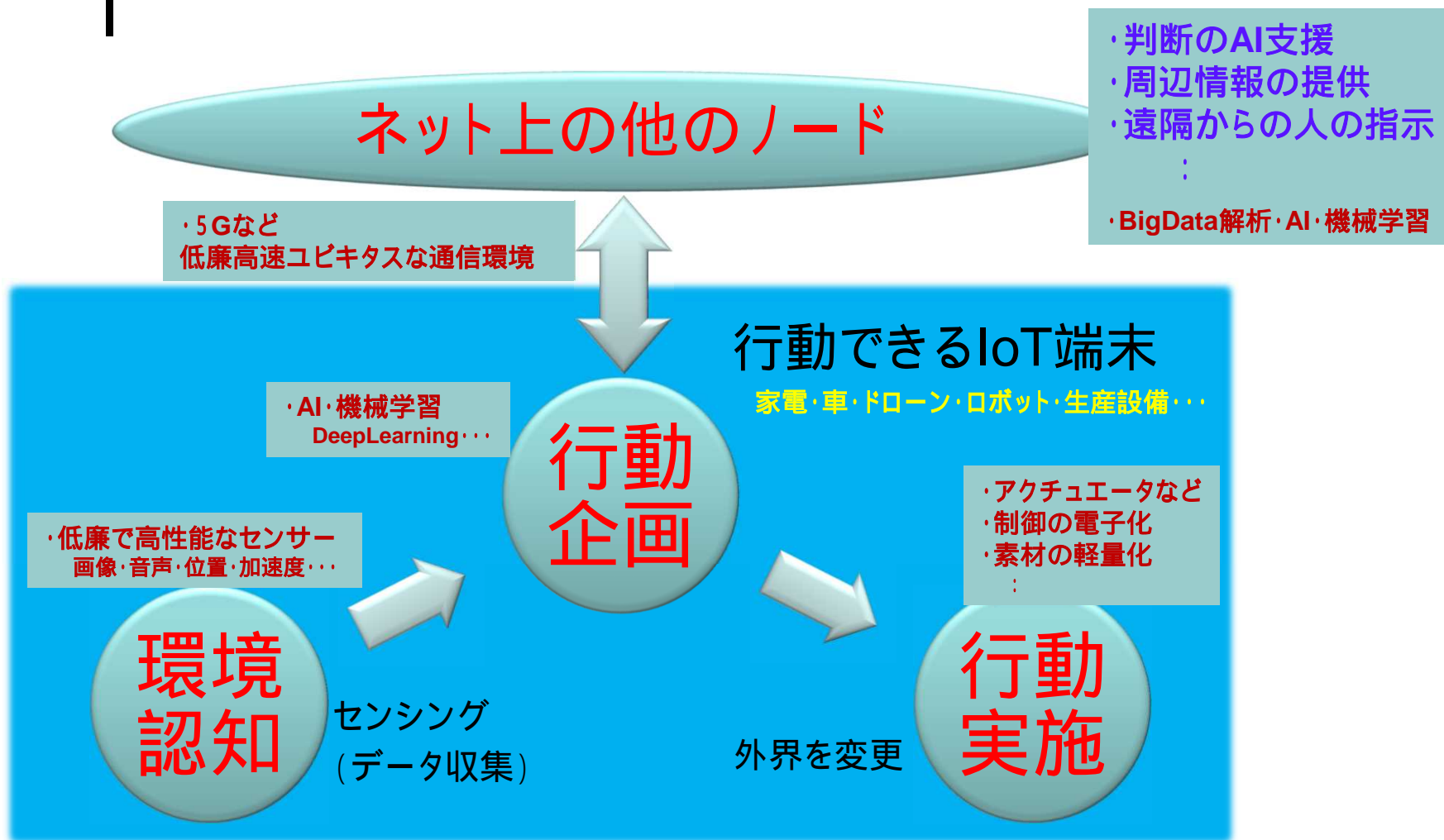
Society 5.0を実現する プラットフォームのイメージ





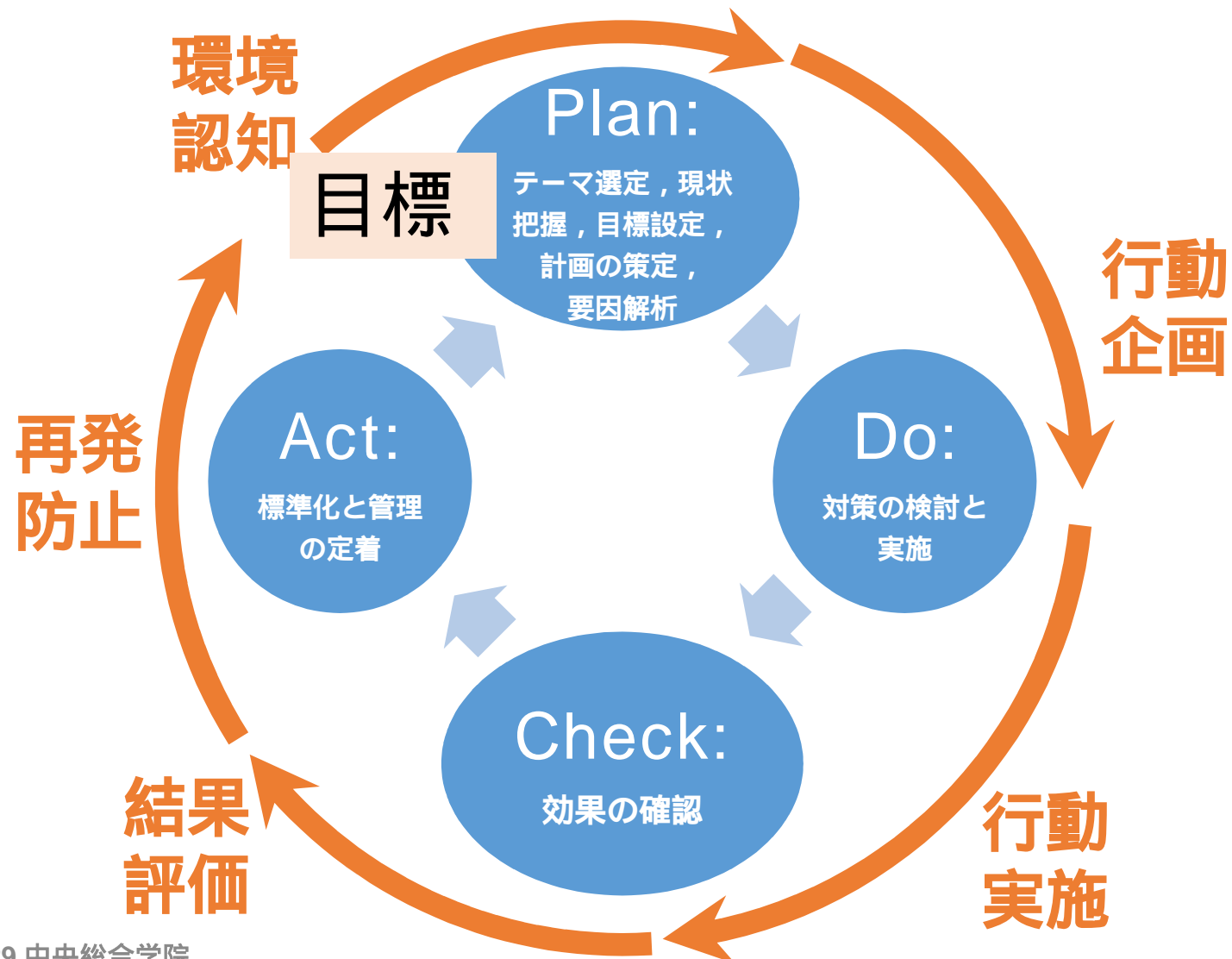
IoT

Internet Of Things
もののインターネット



改善的経営情報機能

適切なモノ・コトを必要な時と場所に生じさせる ため



適切なモノ・コトを必要な時と場所に生じさせる ため

ex. アジャイル開発

データ
エンジニアリング

環境
認知

データサイエンス
(狭義)

OR:オペレーションズリサーチ
数理定式化と最適化

行動
企画

行動
実施

結果
評価

情報
収集

分析

目標

意思
決定

行動

対象とする固有領域
の知識と実践力

評価

再調査

Feed
Back制御

再分析

自動化・AI化

- 物の流れの制御・・・自動搬送・自動倉庫
 - 工程間移送 AGV
 - ピッキング：必要なものを集めて箱詰め
 - <https://www.youtube.com/watch?v=VrWljIWYy48>
- 正しい状態かどうか判定・・・自動検査/保守
 - Deep Learning, 画像認識・振動解析・・・不良・異常検知
- 対象に応じた正しい加工
 - ex. 対象の向きを修正して加工
 - ex. 加工ロボット(溶接、塗装、...)
- 工程群の統合化
-

表：IoT 等活用事例に基づくビジネスモデルの類型と中小ものづくり企業の課題

No.	IoT 等活用の類型		中小ものづくり企業が抱える課題
	類型	詳細類型	
1	生産性向上	現場作業改善	<ul style="list-style-type: none"> 製造の精度が不足 製造前の検討が不十分 製造条件の調整が困難 人員の不足 作業者自身の気づきを促すことの難しさ 指導のための管理者の気づきを促すことの難しさ
		工程管理	<ul style="list-style-type: none"> 短納期対応による煩雑さ 紙媒体での管理の煩雑さ 製造拠点の分散による管理の難しさ 少ない人員での管理の難しさ 顧客からの問い合わせ対応の負担
		品質確保	<ul style="list-style-type: none"> 製品情報の迅速な追跡の難しさ 品質検査の手間
		事務作業効率化	<ul style="list-style-type: none"> 見積作業の負荷 マニュアル作りの負荷 現場情報のデータ入力の手間
		技能継承／脱属人化	<ul style="list-style-type: none"> 熟練者でないと出来ない作業があること 見積作業には業務経験が必要なこと マニュアル作成・活用が進まないこと 作業ノウハウの偏在 スキルのある人材の不足
		経営改善	<ul style="list-style-type: none"> 適切な材料在庫の確保 リアルタイムな生産状況の把握 クリエイティブな作業時間の確保
2	新商品・サービスの創出	新商品創出	<ul style="list-style-type: none"> 競争力のある新サービスの創出 既存サービスの新規顧客開拓 顧客の製品利用状況がわからないこと
		新サービス創出	
		その他付加価値創出	

パターン認識: AI



AI搭載画像検査装置
「AI太郎(あいたろう)」

様々な異物を検出するために、上下各2基のフルカラーLEDと上下2台のカメラを搭載して、画像を撮影する。AIを使った画像検査(ディープラーニング)で、事前に指定したものを自動選別



概要

- 製造の中の情報
 - 管理のサイクルとオンライン制御
 - 品質損失の評価とその削減
- BigDataで起こる変化
 - Society5.0 ?
 - BigData とは
 - IoT と 工程の自動化
- BigData の可能性と限界
 - BigDataの分析法
 - 利用可能性と限界

大規模データの解析法

課題設定とデータ収集

- 役に立つ(解析の骨格) ... 誰のために何を決める
- アクションを決める関数(決定関数)の発見手順

データ整備

- 対象(注目する反復生起)と変量(位置づけと扱い)
- 変量(特徴量)の生成

仕事の8割

データ解析(探索的・検証的)

- 変量間の関係のモデル化
- 各種手法

モデル検証 ...よく当たる？

- 当たるとは(値があたる / 分布があたる)、汎化力

課題設定とデータ収集

…その分析は役に立つ？

- 目的意識(立ち位置)が解析結果を使う人の目線か？
 - ex. 流通データ: 顧客 / 店舗 / メーカー / ?
 - ex. 工程データ: 部品メーカー / 当該工程 / 後工程 / 品質保証部
- 何をすれば良いかを提案しているか？
 - **決定関数**: 「獲得情報 アクション」の提案
 - (Input) 使える情報は何か? そのコスト?
 - (Output) アクションの選択肢の妥当な整理
 - 真の状況ごとの各アクションの利得・コスト

… ただし, 利得・コストの評価は難しい(視点・時点・地点などで変わる)。
代用して有益な評価尺度はなにか?
- 決定関数を定められるほど, **適切なデータ**があるか?

現象の理解とデータ収集の関係

現在どんなデータを収集済みか？

- データを解析、現象を理解(仮説構築)

今後どんなデータを収集可能か？

- データ収集態勢を整えて、データ収集、
仮説検証
- 現象のモデル化と決定関数の設定、運用

に戻る

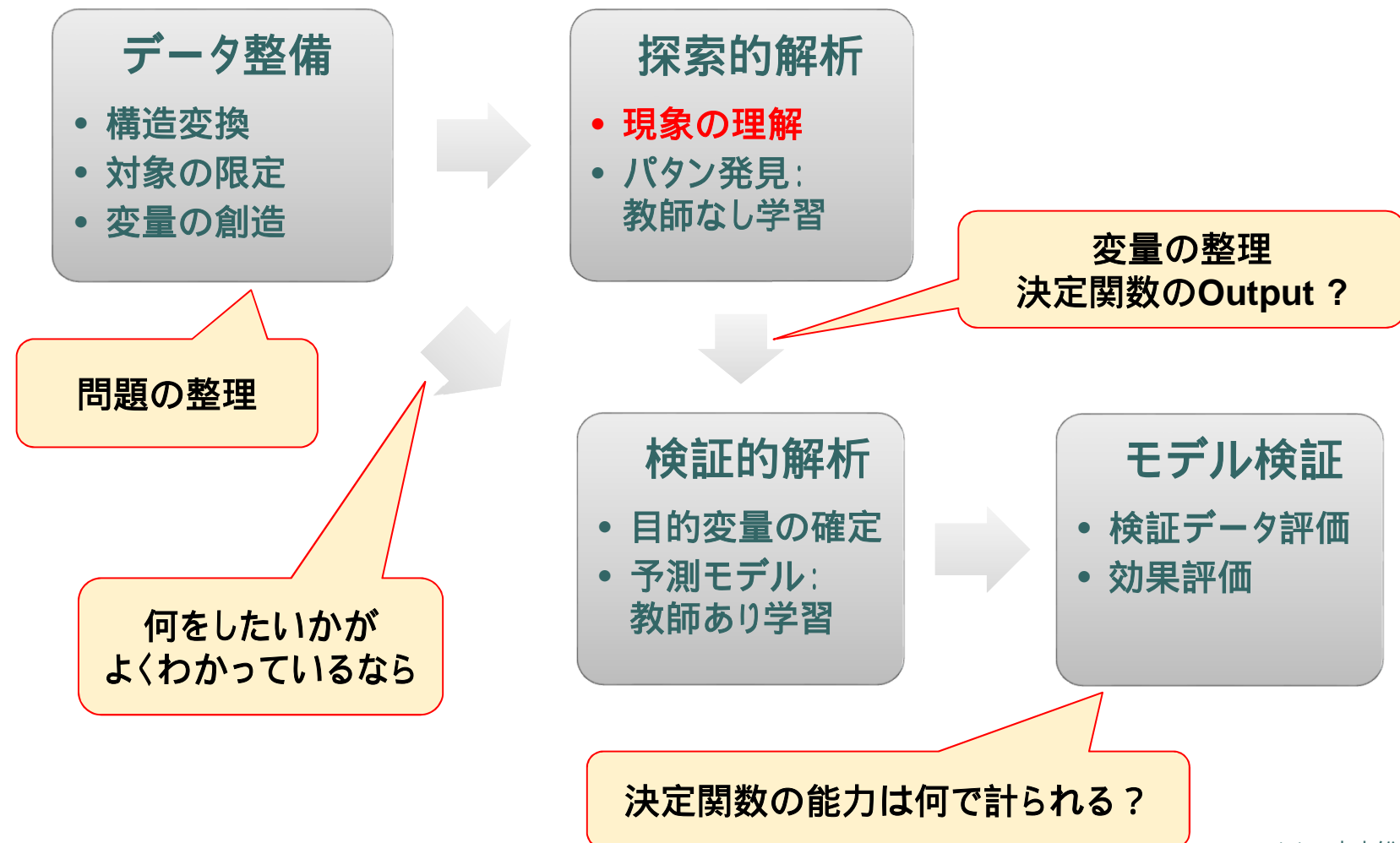


データの収集上の注意

…どんなデータを集めるか

- 集計データ < 個品のプロフィールデータ
 - 把握の粒度(反復単位)は最小単位が良い
 - ロット < 個品、不良数 < 特性値の値
 - ただし、最小単位？
- 原因系と結果系の対応のある対データを！
 - IDをどう付番するか：ロットの合流・分離
 - 突合可能性の確保
 - 部品検査 製造 完成品検査
- 原因系候補のリストアップと観測可能性の検討
測定コスト

大規模データの分析手順



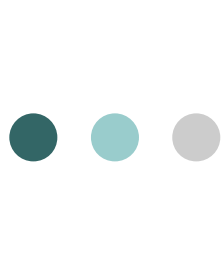


データ整備：変量の創造

…変量の役割づけ

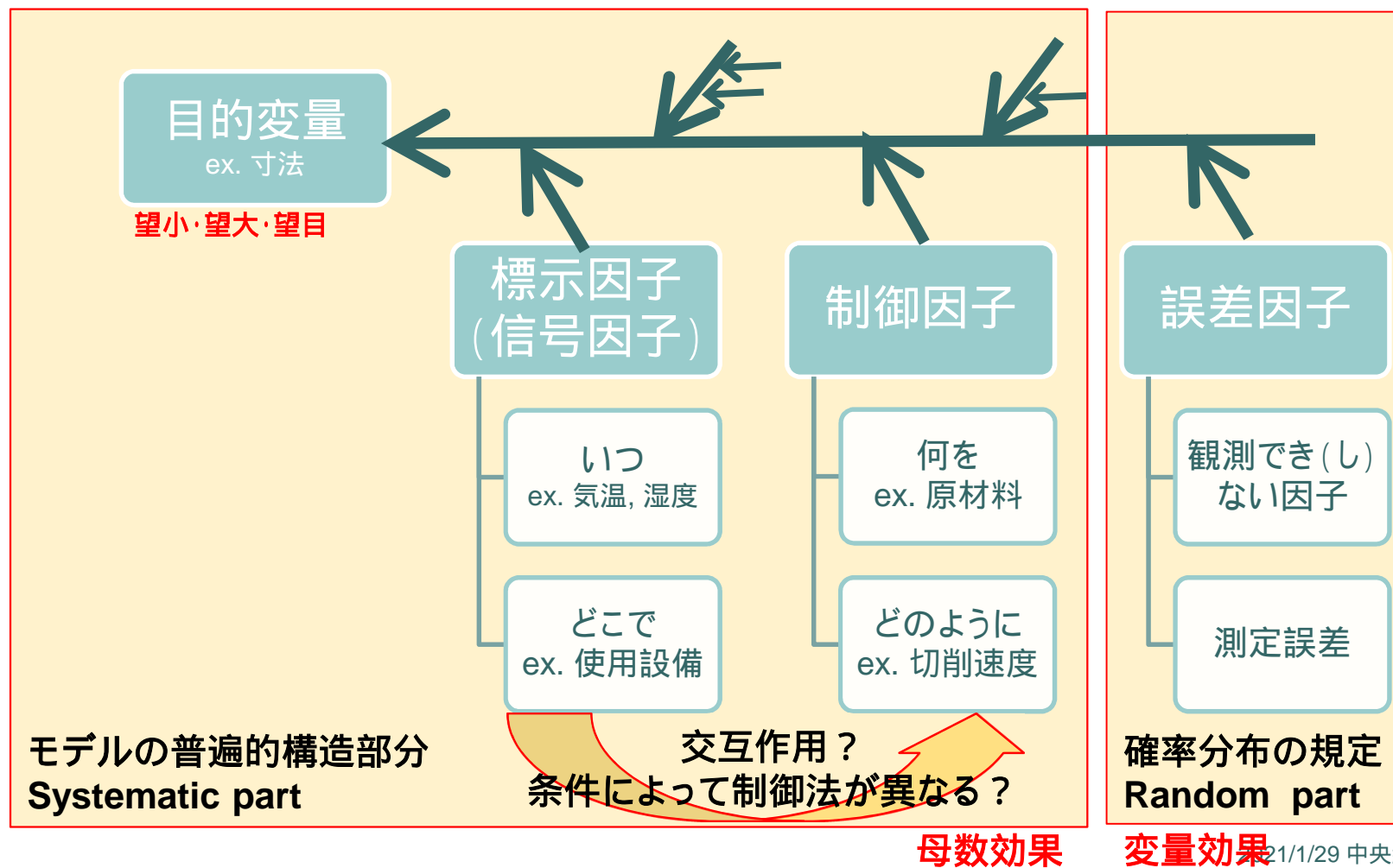
反復間で異なる点は何か？

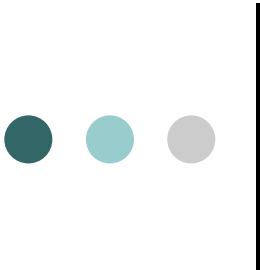
- 結果系の変量 … その違いを制御したい
 - 目的変量 : 管理特性
- 原因系の変量 … その違いを知れば,
今度のときにアクションがどう取れるか？
 - 制御因子 (コントロールできるパラメータ)
 - 標示因子 (コントロールできないが事前観測できる環境)
(信号因子) その値を見てコントロールを変える
 - 誤差因子 (制御も観測もできない. 予測結果の分布を規定)



特性要因図

変量間の関係と分類





データ解析 何を知りたい？

- 最近の様子はどうなっているのか？
【教師なし学習】
 - 事例ごとにタイプ分けして理解したい
 - 事例をいくつかの程度で評価したい
- 最近の様子から、今度、どうなるか、事前にわかるようにしたい。【教師あり学習】
 - 最近の様子 = 教師データ
 - どんなとき(説明変数)には、
 - どうなる(目的変数)[タイプ / 程度]

データ解析の手法

…続々登場：分析環境依存

(R, Matlab, Google (BigQuery, Prediction API), ...)

○【教師なし学習】探索的データ解析 (データの要約)

: 必要な情報を浮き彫りにする。

変量の総合変数化、事例(群)の特徴づけ

- 連続変数の要約：主成分分析、正準相関分析、NMF
- 離散・頻度変数の要約：双対尺度法 (対応分析)
- クラスタ化：クラスター分析、SOM (自己組織化マップ)、LCA
- 距離・類似度の特徴量化：多次元尺度構成法 (MDS)、LINE

○【教師あり学習】確証的データ解析 (現象のモデルの発見)

: 関連を把握 (説明変数群 目的変数)

線形モデル = 古典的多変量解析 / 非線形モデル (機械学習の方法など)

- 回帰：目的変数が連続値 ex. 売上高 ← 立地 + 商圈人口 + ...
 - 重回帰、一般化線形モデル、樹形回帰モデル、...
 - 平滑化、射影回帰、加法モデル、MARS、関数解析法、RBF (ラジアルベーススファンクション)
 - K-NN (k近傍法)、NN (ニューラルネットワーク)、...
- 判別：目的変数がカテゴリ ex. 病気の再発 ← 重症度 + 治療法 + ...
 - ロジスティック回帰、決定木、NN (ニューラルネットワーク)、Deep Learning、SVM (サポートベクトルマシン)、多項ロジットモデル
- 変量間の相関・関連のモデル化
 - 因子分析、共分散構造分析、グラフィカルモデリング、ベイジアンネットワーク、...
 - アソシエーション分析 (マーケットバスケット分析 分割表の検定)



モデル検証

…よく当たる？：予測する力

- 何が当たる？
 - 結果が当たる…点推定, recall / precision
 - 分布が当たる…区間推定(確率評価), 反応確率
- 分布をあてる ex. 平均と標準偏差
 - 獲得できる情報に限界 完璧な予測は不可能
= 結果の分布がわかれば十分と諦める.
 - 予測分布の分散が小さい方が幸せだか, 以下の何れが必要
 - 現象の説明モデルをもっと的確にする.
 - 獲得できる情報の質を改善する.

汎化能力が高い？

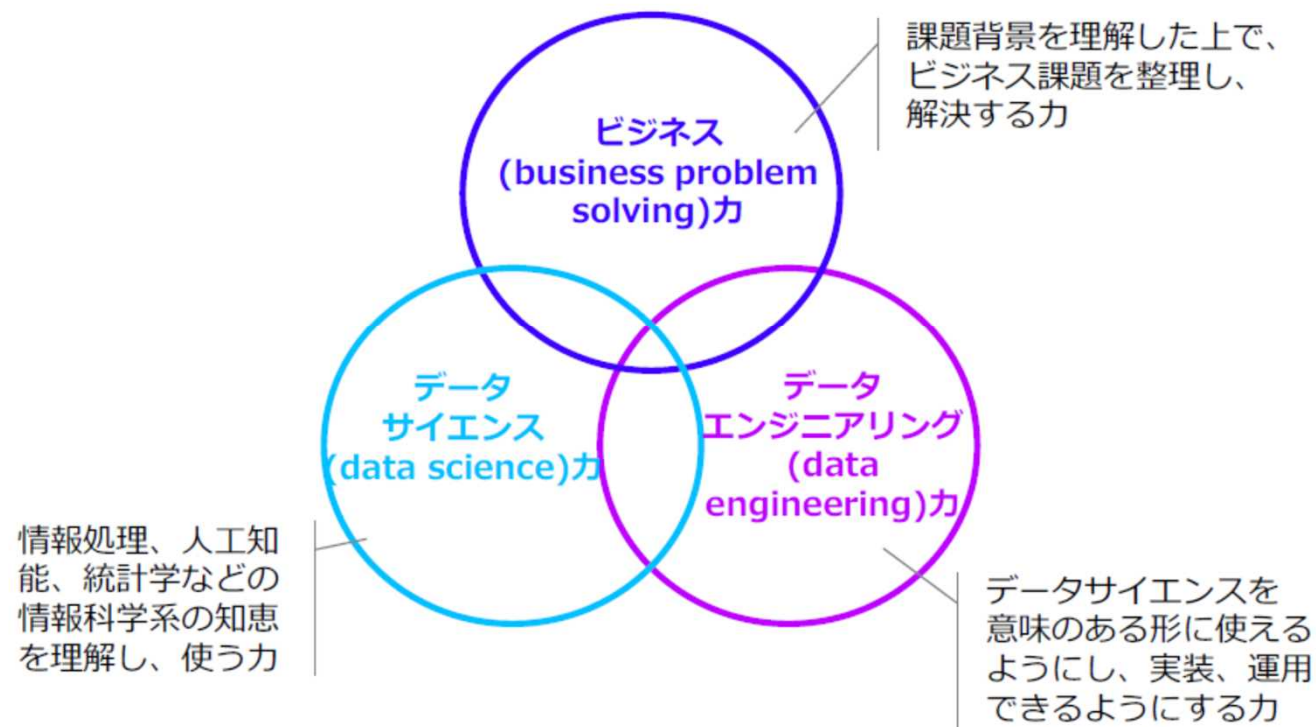
- 観測結果を発生させる仕組み(因果)をデータから追えるか？(裏が取れるか)
 - データの豊饒さ(事実の量)
 - 現象の複雑さ
- データの豊饒さとモデルの複雑さのバランス
 - 風が吹けば桶屋が儲かる？
 - 複雑なモデルは真実から遠ざかる
- モデルの説明力 = その世界の理解
 - 今はよいけれど...。外部環境の変化にどこまで配慮できる？
 - 不思議なことが起こった場合、0から考え直さなくて済むか？
 - 当たらなくなったときに、モデルのどこが悪いかわかる評価修正できる

モデルの複雑さを抑制

データサイエンティスト？

ビッグデータやIoT を活用する上で不可欠となる職種

データサイエンティストに求められるスキルセット



スキルカテゴリー by データサイエンティスト協会 2015

スキルカテゴリー一覧							
項目数			項目数				
データサイエンスカ (項目数 : 180)	1	統計数理基礎	14	データエンジニアリングカ (項目数 : 119)	1	環境構築	19
	2	予測	16		2	データ収集	12
	3	検定/判断	11		3	データ構造	11
	4	グルーピング	13		4	データ蓄積	16
	5	性質・関係性の把握	11		5	データ加工	13
	6	サンプリング	4		6	データ共有	13
	7	データ加工	8		7	プログラミング	20
	8	Data visualization	36		8	ITセキュリティ	15
	9	機械学習	19	ビジネスカ (項目数 : 123)	1	行動規範	11
	10	時系列分析	7		2	論理的思考	18
	11	言語処理	10		3	プロセス	20
	12	画像処理	6		4	データの理解・検証	26
	13	音声処理	5		5	データ入手	6
	14	パターン発見	3		6	意味合いの抽出、洞察	10
	16	グラフィカルモデル	3		7	解決	4
	17	統計数理応用	4		8	事業に実装する	8
	18	シミュレーション/データ同化	3		9	活動マネジメント	20
	19	最適化	7		項目数合計		

利用の限界 : Data is power ?

○ 現状での限界

- 学習データの質・量 (データの豊饒さ)
 - 質 : キーデータを捕捉できるか ?
 - 良し悪し (結果系) の変量が蓄積されているか ?
 - 品質 : 不良程度、保守 : 故障事例
 - 現象の原因系のキーになる変量 ?
 - 量 : 現象の複雑さに対抗できる ?
 - 稀な現象は学べない



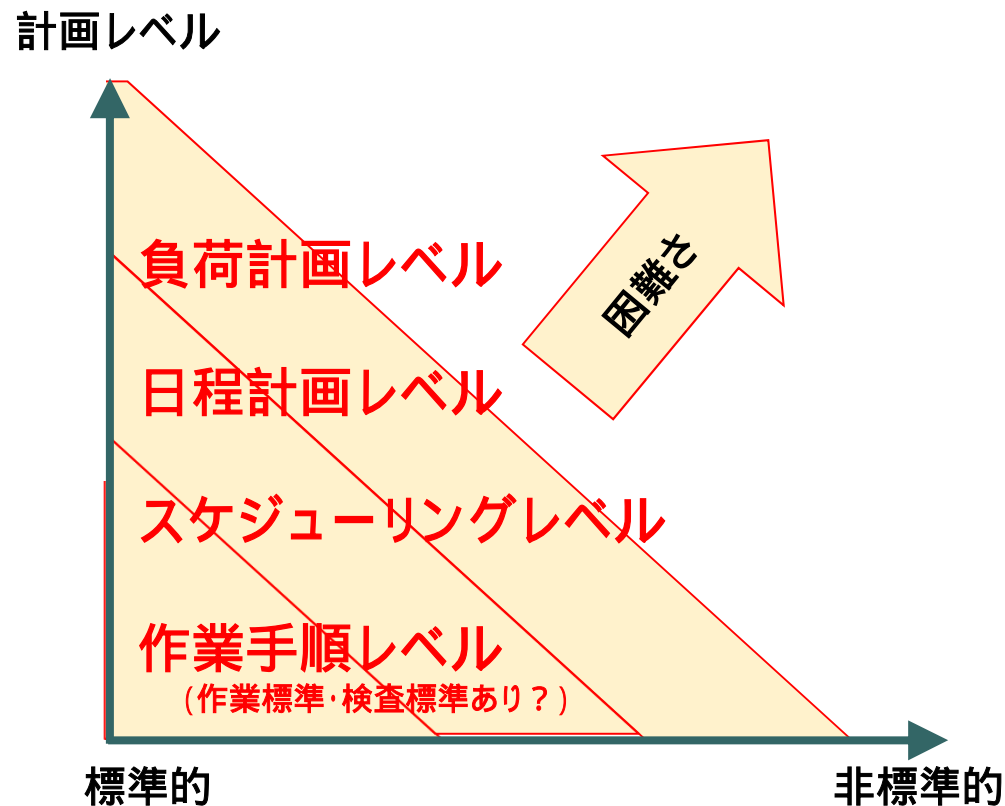
利用の限界

○ 現状での限界

● AI の限界

- 事前定式化済みの問題の最適化は可能
 - 昼間の空いた道路での自動運転
- Openな世界での企図再構築はまだ無理
 - ← 常識なし
 - 予定外の事態を理解できない
 - 雪道、まわりの暴走族での自動運転
 - 新たな不都合には気が付かない
 - 評価基準

自動化・AI化の困難さ



困難さ

- 高次のマネジメントに近いほど
- 標準がない(評価基準が不明確な)ほど
- 現状に豊饒なデータがあるか / 集めうるか？

検討対象

- 容易なものから
- 重点志向: 困っていますか？

「十分に発達した科学技術は、魔法と見分けが付かない。」

アーサー・C・クラーク

1917年12月16日 - 2008年3月19日
SF作家:『幼年期の終わり』、『2001年宇宙の旅』
静止衛星による電気通信リレー(1945)

○ 夢:

● よ あれ！

- ヒトは願いを伝えるだけで、
ものはロボットが作ってくれる
 - 人が企画
 - 工程は無人



『ロードオブザリング』 灰色のガンダルフ
<http://www.plasticlab.net/lotr/lotr.htm>

ご清聴 感謝いたします。