

データドリブンによる新たな価値創造 ーデータ活用をより身近なものにー

数理システムユーザコンファレンス2023

2023/11/22

NTT西日本 デジタル改革推進部

高須賀 将秀

自己紹介

たかすか

まさひで

高須賀 将秀

博士（情報学） (2023/3)

所属：NTT西日本 デジタル改革推進部 (2021/8～)

業務：データドリブン経営を牽引する立場

- ・データ活用基盤のシステム開発
- ・データ分析手法の研究
- ・データ分析活用事例の提案
- ・デジタル人材育成

連絡先： masahide.takasuka.tc@west.ntt.co.jp

<http://www.co.mi.i.nagoya-u.ac.jp/~takasuka/index.html>



アジェンダ

- はじめに
 - NTT西日本の会社概要
 - NTT西日本の役割と情勢の変化
 - NTT西日本が抱える課題
 - 新たな戦略立案
 - データ活用の目的
- NTT西日本のデータ活用基盤
 - データ活用基盤について
 - データ活用基盤が抱える課題
 - データ分析活用の構成（ToBe）
 - データ活用のプロセスと技術
- データ分析活用事例の紹介
 - 工事立会者手配業務の最適化
 - 顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析
 - データ活用のユースケース発掘の自律化
- まとめ

NTT西日本の会社概要

西日本電信電話株式会社 (NTT西日本)

所在地：大阪市都島区 (2022/1に移転)

従業員数：1,400人 (2023/3/31時点)

(NTT西日本グループ：34,900人)

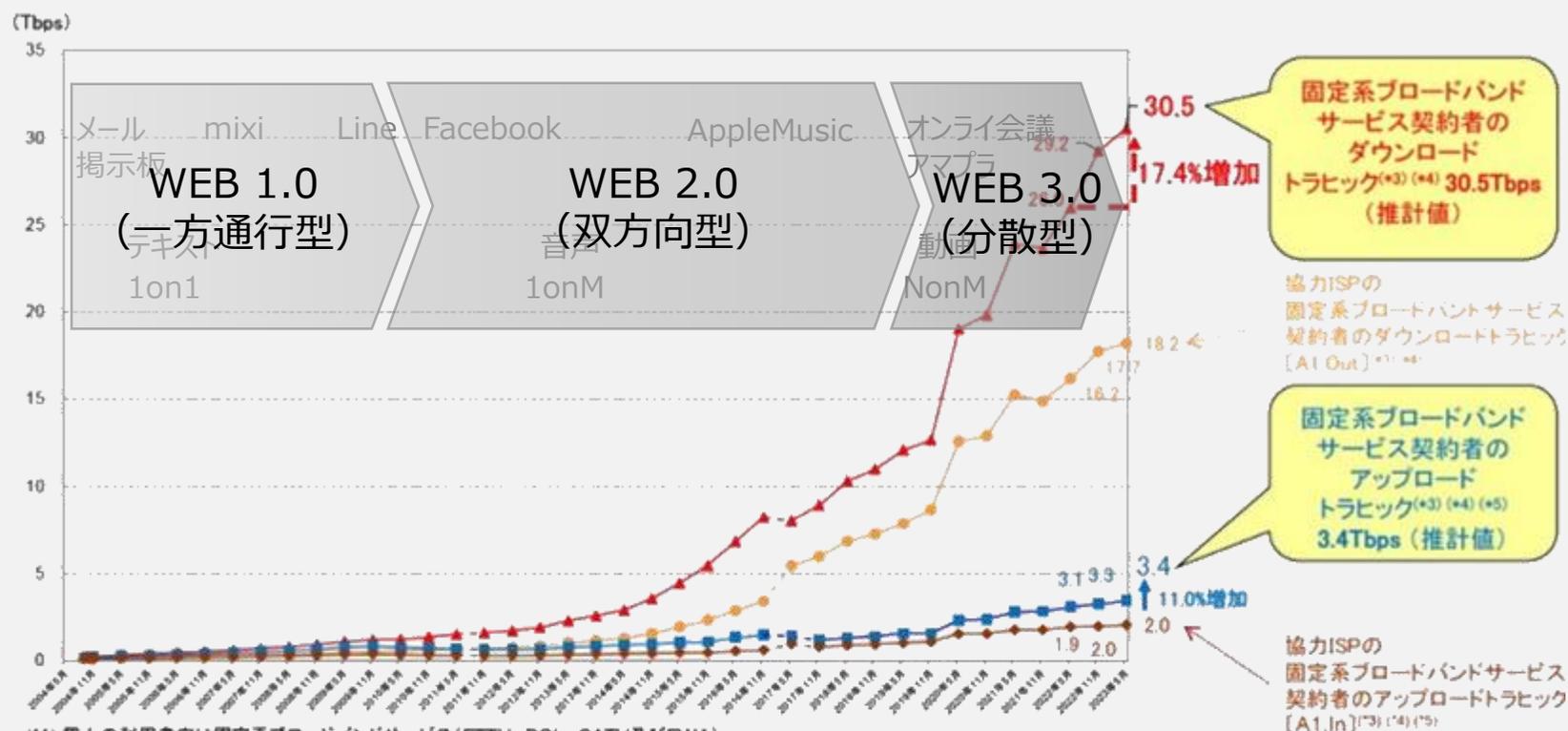
提供サービス：

- ・音声伝送サービス
- ・データ伝送サービス
- ・専用線サービス
- ・電報サービス

- 1952年 日本電信電話公社 設立
- 1985年 日本電信電話株式会社 設立
(民営化)
- 1999年 西日本電信電話株式会社 設立
(分社化)
- 2001年 光ファイバー提供開始
「Bフレッツ」サービス提供開始
- 2004年 「フレッツ・光プレミアム」サービス提供開始
- 2007年 「ひかりTV」サービス提供開始
- 2008年 「フレッツ 光ネクスト」サービス提供開始
- 2015年 「光コラボレーションモデル」サービス提供開始
- 2019年 「IOWN構想」を発表
- 2020年 「フレッツ 光クロス」サービス提供開始

NTT西日本の役割と情勢の変化

- 弊社は、通信で人と人，人とモノ，モノとモノをつなぎ、豊かな社会づくりに貢献
- 世の中は、通信がより身近なものになり、あらゆるデジタルデータが流通 [1]



(1) 個人の利用者向け固定系ブロードバンドサービス (FTTH, DSL, CATV 及び FWA)
 (2) 一部の法人契約者を含む
 (3) 2011年5月以前は、一部の協力ISPとブロードバンドサービス契約者との間のトラフィックに携帯電話網との間の移動通信トラフィックの一部が含まれていたが、当該トラフィックを区別することが可能となったため、2011年11月から当該トラフィックを除く形でトラフィックの集計・推計を行うこととした。
 (4) 2017年5月から協力ISPが5社から9社に増加し、9社からの情報による集計値及び推計値としたため、不連続が生じている。
 (5) 2017年5月から11月までの期間に、協力事業者の一部において計測方法を見直したため、不連続が生じている。

我が国の固定系ブロードバンドサービス契約者のトラフィック (推計値) [2]

NTT西日本が抱える課題

- 主力サービスであるフレッツ光の契約は2021年度に1,000万回線を超えた
- 今後継続的な増収を達成するため、新たな戦略立案が求められている

営業利益, 回線数推移 [3]



新たな戦略立案

- あらゆる事業・生活でデジタル化・オンライン化の流れが加速・定着している
- ニーズや利用形態の高度化・多様化が更に進み，市場構造の変化が進展している
- デジタルの力を活用した社会課題解決への取組んでいく

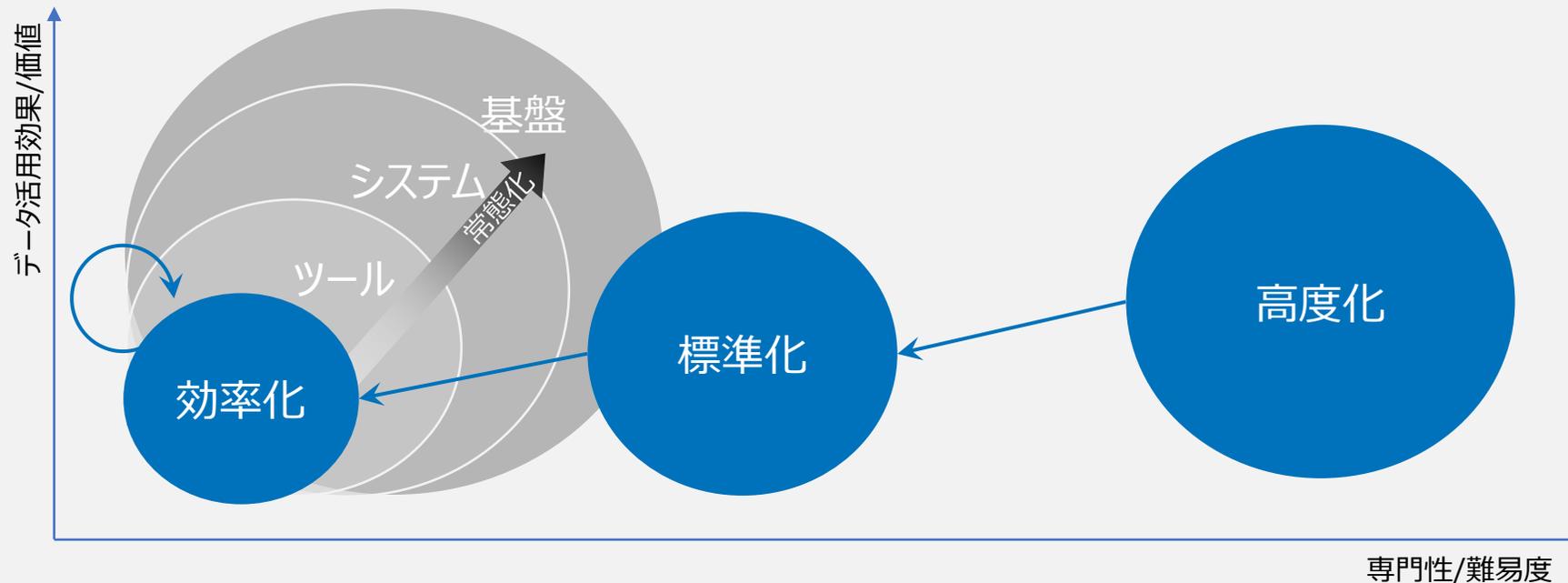
- (1) IoT向けのネットワーク技術およびAI技術の活用に向けた検討
- (2) 低コストでの高速・大容量ネットワークの実現，
オペレーション業務の高度化・効率化の実現に向けた検討
- (3) 多様化するユーザ環境の変化に対応した，
柔軟なネットワーク・クラウド，データ活用を推進するセキュリティ等の技術の検討

NTT西日本の研究開発の推進 [4]

データ活用基盤を整備して，データ活用をより身近なものに
(通信インフラ) (通信)

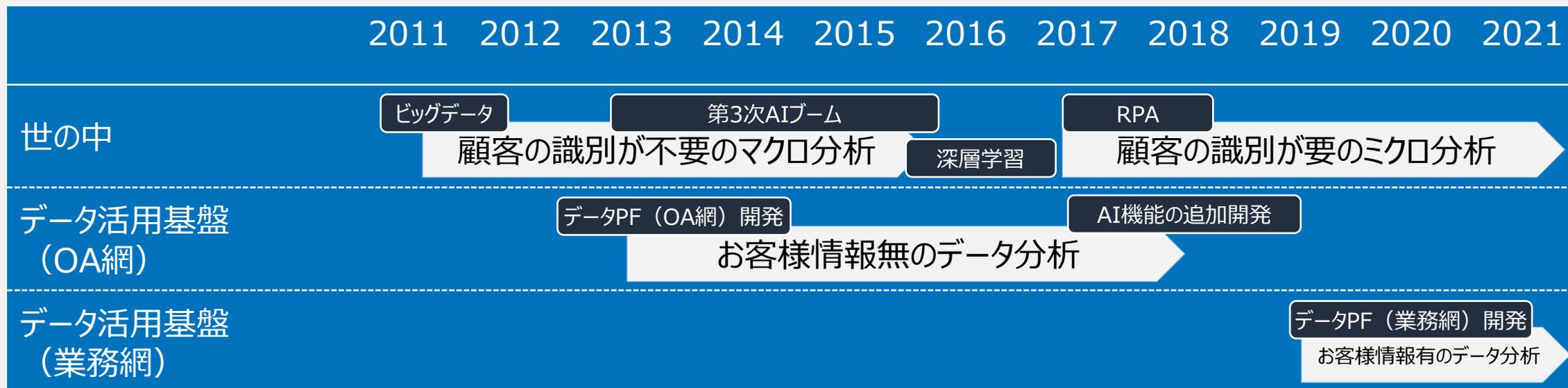
データ活用の目的

- データ活用の目的は以下3つであり，これらを積み重ねることで価値を高める
 - 効率化：人が行うよりも速く，正確に処理することで，業務コストの削減
 - 標準化：人が行う暗黙知をシステムとして形式知として扱うことで，属人化の脱却
 - 高度化：人では的確に判断できない複雑な要因を加味した全体最適な意思決定



データ活用基盤について

- データ活用基盤は2つのシステムから成る
- 1つめは、2013年頃に、OA網※₁にて“お客様情報を含まないデータ”を分析するためのシステムをオンプレミスで構築、2023年9月にクラウドに移行
- 2つめは、2019年頃に、業務網※₂にて“お客様情報を含むデータ”を分析するためのシステムをクラウドで構築



※1：メールや資料作成等の日常的な業務を行うOA端末が属する網。

※2：お客様の契約注文を受け付けたり、オーダー投入等のお客様情報を取り扱う業務を行う端末が属する網。

データ活用基盤が抱える課題

- データ活用基盤を構築してきたが、データ活用をより身近なものにするために、以下3つの課題を解決していく

構成面

- (1) 【構成面】追加開発※が積み重なった結果、構成が全体最適となっていない
 - ・データ連携部：データ連携の多様化
 - ・データベース部：データベース、機能（連携、分析）の重複や点在
 - ・分析環境部：データ活用の用途毎にデスクトップ環境が存在

技術面

- (2) 【人材スキル面】データ活用に対する一定のリテラシが前提になっている
- (3) 【技術面】データ活用の範囲が施策内に閉じてしまっている

※新たな施策を行いたいとき、データ活用基盤のデータ連携や機能の追加開発を行っている

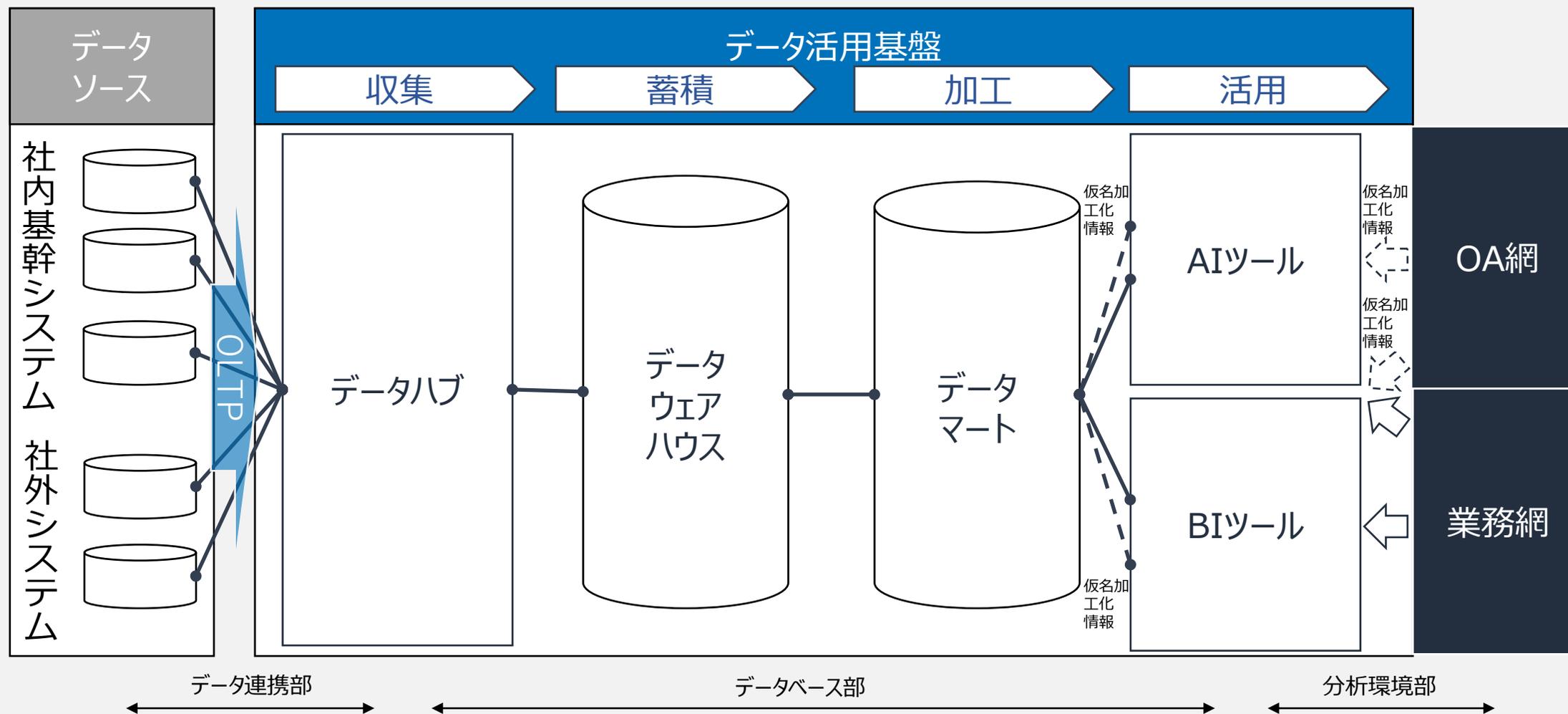


データ活用基盤を整備して、データ活用をより身近なものに

(通信インフラ)

(通信)

データ活用基盤の構成 (ToBe)



データ活用のプロセスと技術

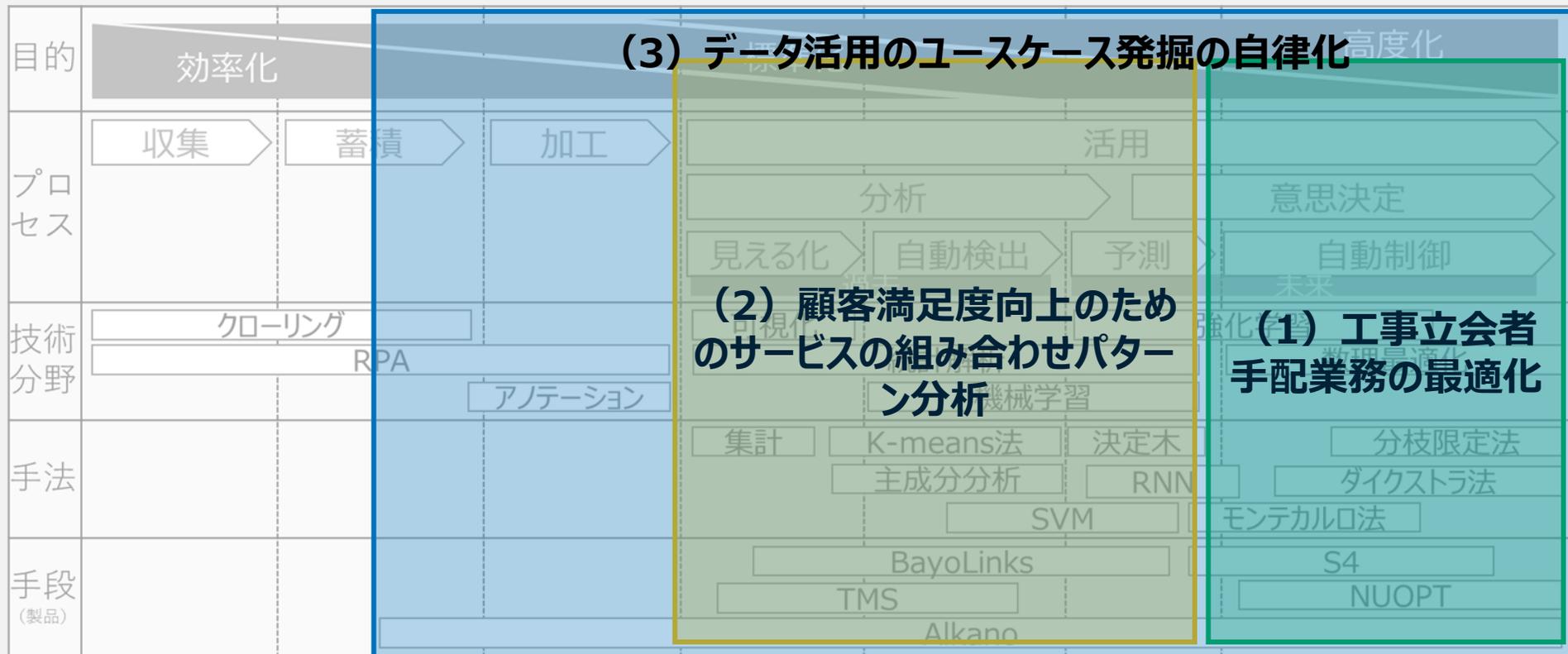
- データ活用のプロセスに対する適用する技術分野や手法，製品を以下にまとめた※
- データ活用をより身近なものにするため，これらの出口（手段）を整備していくことが必要

目的	効率化			標準化		高度化	
プロセス	収集	蓄積	加工	活用			
				分析		意思決定	
				見える化	自動検出	予測	自動制御 [5]
				過去		未来	
技術分野	クローリング			可視化		強化学習	
	スクレイピング		アノテーション	統計解析			数理最適化
	RPA			機械学習			
手法				集計	K-means法	決定木	分枝限定法
					主成分分析	Transformer	ダイクストラ法
					SVM		モンテカルロ法
手段 (製品例)				BayoLinkS			S4
				Text Mining Studio		Nuorium Optimizer	
				Alkano			

※正確に表現できていなくもありません

データ分析活用事例のご紹介

- (1) 工事立会者手配業務の最適化
- (2) 顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析
- (3) データ活用のユースケース発掘の自律化



データ分析活用事例のご紹介

- (1) 工事立会者手配業務の最適化
- (2) 顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析
- (3) データ活用のユースケース発掘の自律化

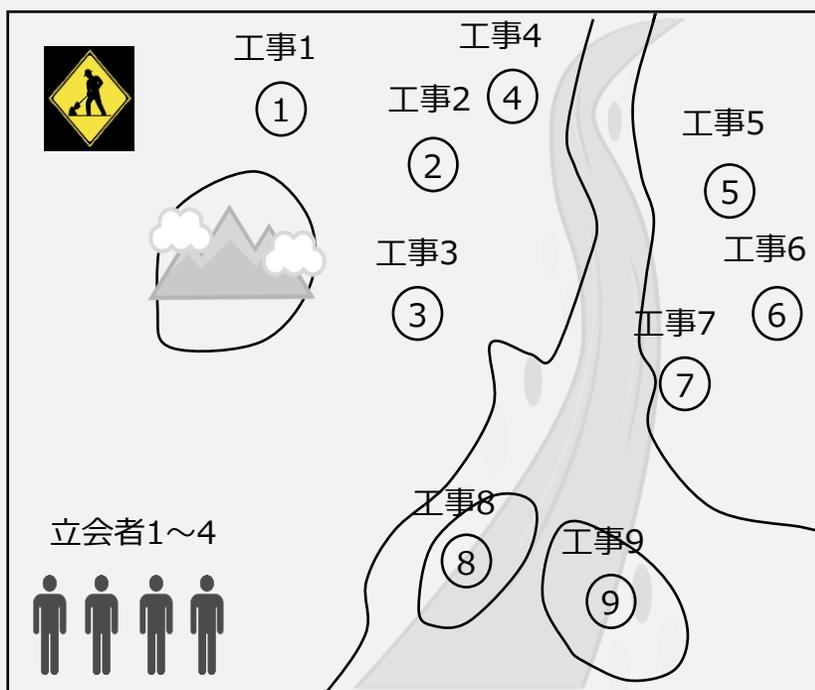
目的	効率化			標準化			高度化		
プロセス	収集	蓄積	加工	活用			活用		
				分析			意思決定		
				見える化	自動検出	予測	自動制御		
				過去			未来		
技術分野	クローリング			可視化			強化(学習)		
	RPA			統計解析			新商品開発		
		アノテーション		機械学習					
手法				集計	K-means法	決定木	分枝限定法		
					主成分分析	RNN	ダイクストラ法		
						SVM	モンテカルロ法		
手段 (製品)				BayoLinks			S4		
				TMS			NUOPT		
				Alkano					

(1) 工事立会者手配業務の最適化

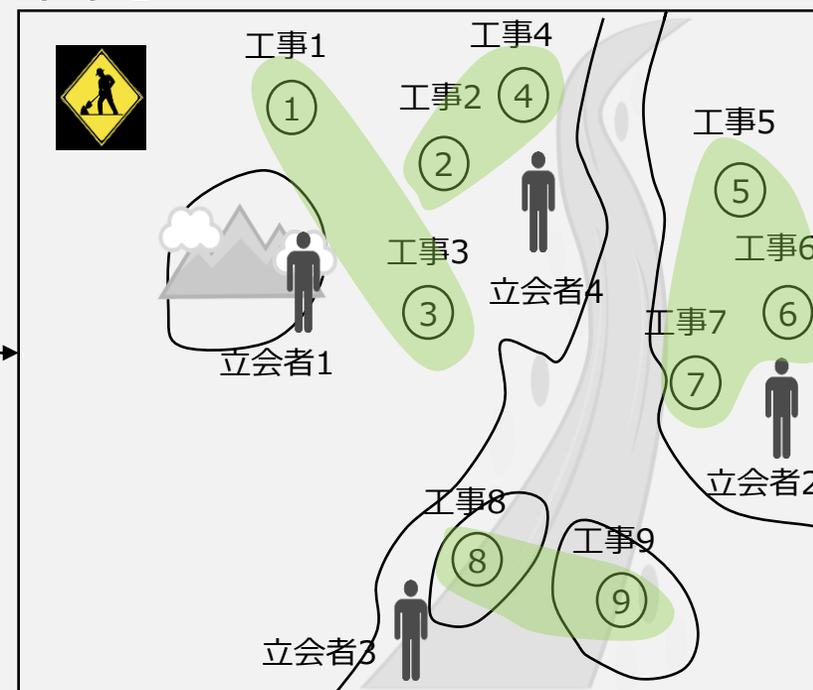
工事立会者手配業務の最適化 [6, 7, 8, 9, 10, 11]

- 与えられた全ての工事に対して立会者の割当を決定する問題である
- 移動距離や立会者のスキル等の様々な条件を考慮し割当を決定している
- 条件は万人共通の条件もあれば手配者の思考や嗜好によって異なるものもある

入力



出力



手配者

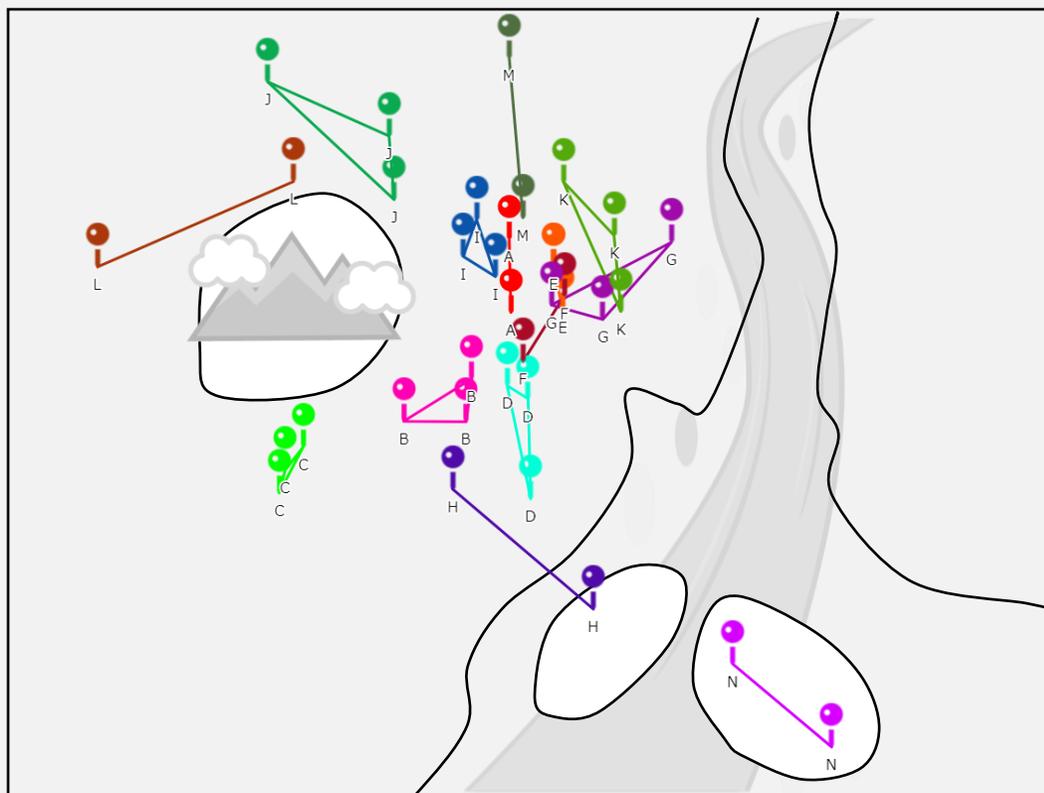


手配者の思考/嗜好
||
数理モデル

ブラックボックス化

工事立会者手配業務の最適化 [6, 7, 8, 9, 10, 11]

- 目的関数や制約条件は曖昧であり手配者によって手配結果が異なる
- 良い手配結果と悪い手配結果はベテランの手配者には判定可能である
- スキルの高い手配者の思考を再現可能な数理モデルを構築する

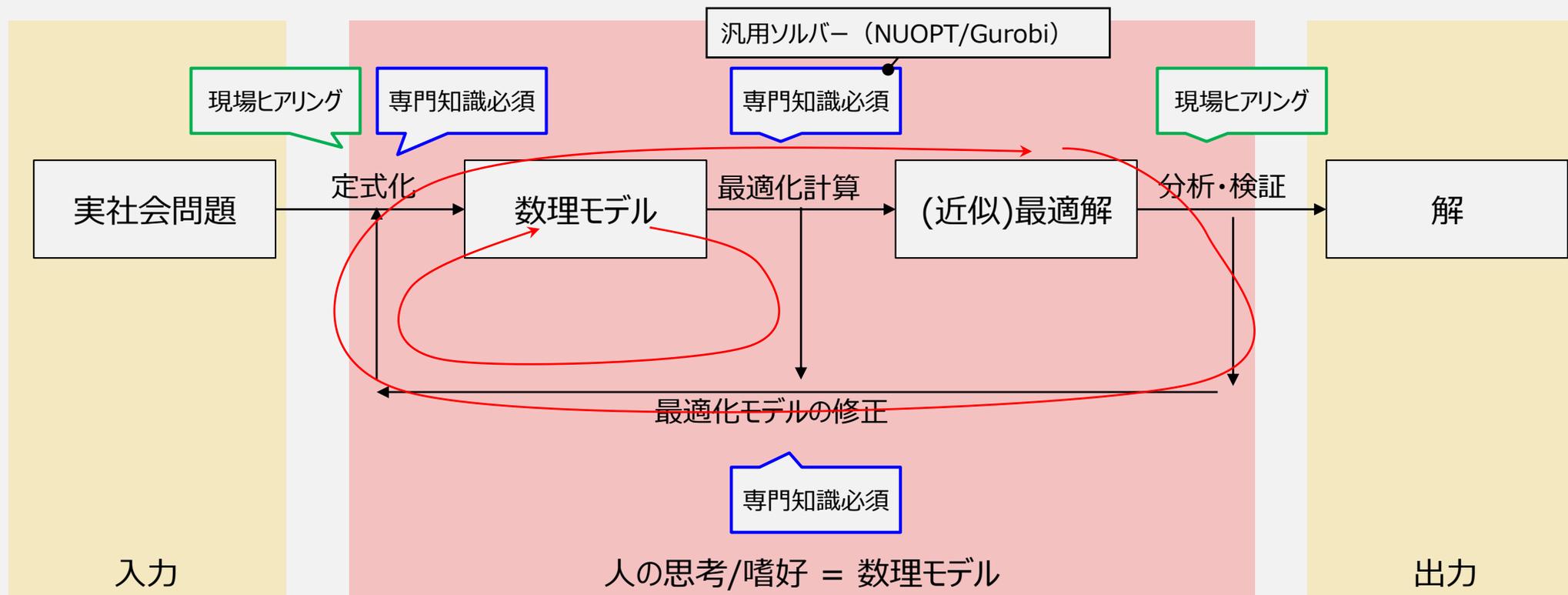


Staff	T1	T2	T3	合計移動時間	合計割当ペナルティ	合計難易度
A	15	16	-	900	7	5
B	1	2	3	638	13	8
C	4	5	6	518	16	8
D	7	8	9	886	12	8
E	10	11	12	564	17	8
F	13	14	-	586	12	4
G	17	18	19	825	18	8
H	20	21	-	1098	9	5
I	22	23	24	604	12	8
J	25	26	27	1115	13	7
K	28	29	30	916	13	7
L	31	32	-	1276	9	5
M	33	34	-	796	8	5
N	35	36	-	702	4	5
総				11424	163	91

過去の現場の手配者が実際に割り当てた結果

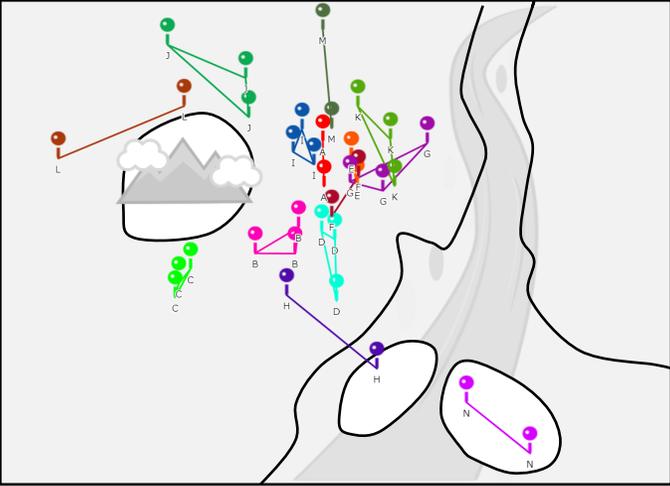
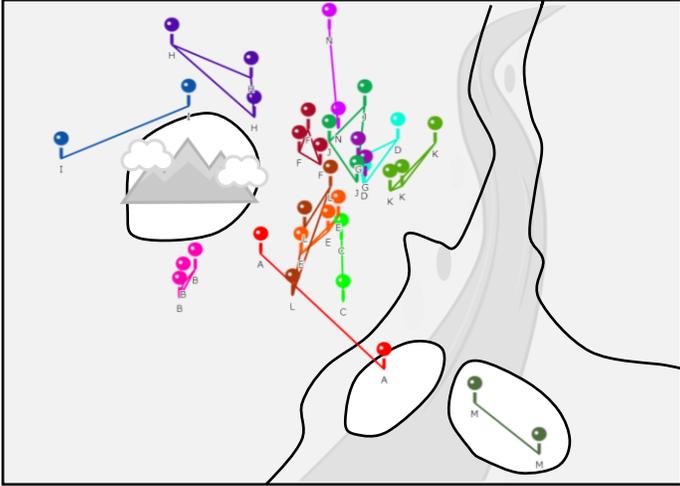
工事立会者手配業務の最適化 [6, 7, 8, 9, 10, 11]

- 数理モデル化には現場の意思決定者と数理モデルを構築可能な専門家の両者の協力が必要である
- 一般的に1回のヒアリングで求められる解に到達することは難しい
- 現場ヒアリングと数理モデルの修正を繰り返し求められる解に近づける



工事立会者手配業務の最適化 [6, 7, 8, 9, 10, 11]

- 高度な技能を有している手配者により意思決定が行われている工事立会者手配業務に対し実用的な手配結果を算出可能な数理モデルを構築した

		過去の工事立会者手配業務	デジタルデータ活用による工事立会者手配業務
長期効果	人件費	年間1億（関東エリア：年間6万件）	年間0.1億（関東エリア：年間6万件）（想定）
	品質	年間工事事故5件	年間工事事故0件（想定）
短期効果	総移動時間	11,424 s（3.2 h）	11,593 s（3.2 h）※1
	総割当ペナルティ	163 pt	81 pt※1
付随効果	手配時間	3時間2回/1日	5分×2回/1日
	やり方	アナログ（手書き）	デジタル
	手配結果		

※1：数理モデル4で総移動時間を重視すると、総合移動時間10,697 s、総品質146 ptとなる。

データ分析活用事例のご紹介

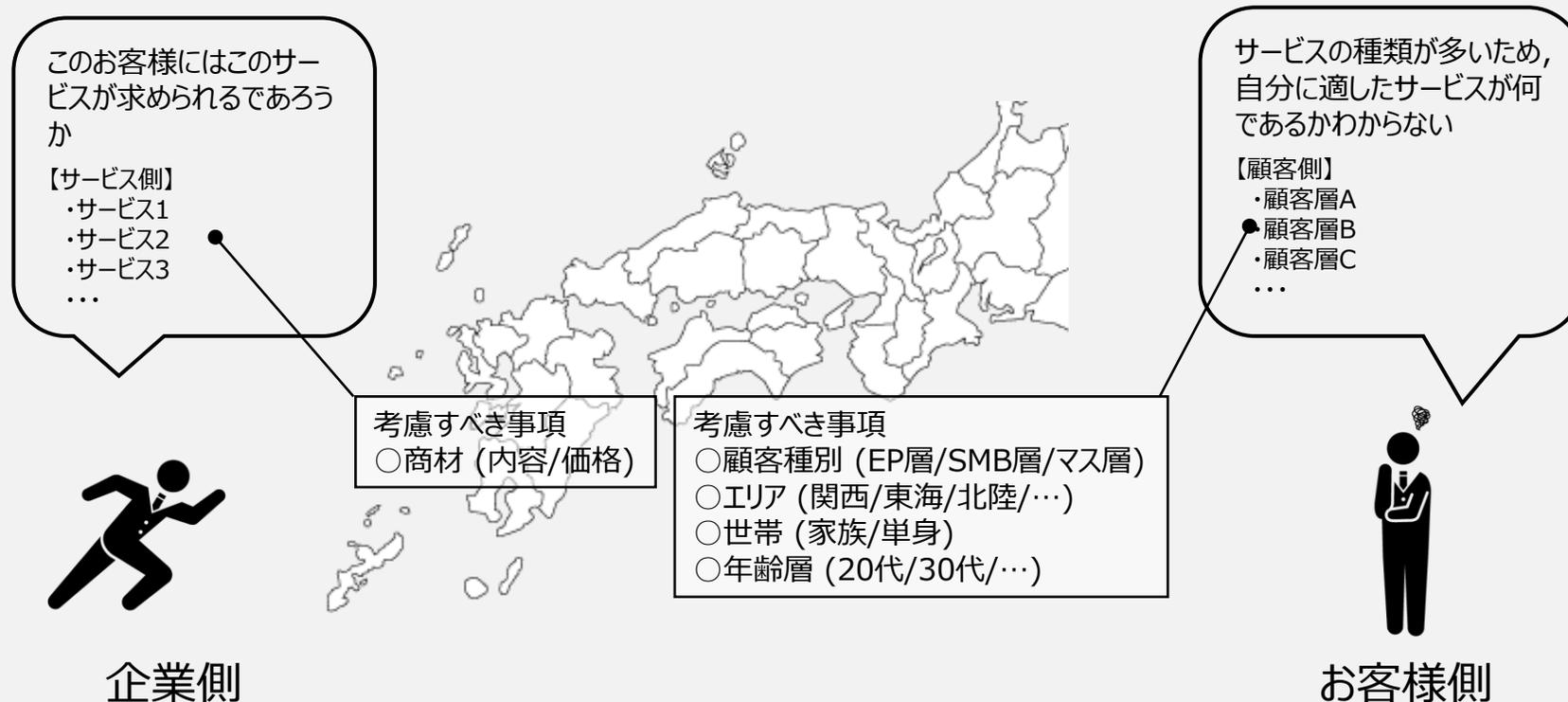
- (1) 工事立会者手配業務の最適化
- (2) 顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析
- (3) データ活用のユースケース発掘の自律化

目的	効率化			標準化	高度化
プロセス	収集	蓄積	加工	活用	意思決定
技術分野	クローリング	RPA	アノテーション	見える化 監視 分析	強化学習 数理最適化
手法				集計 K-means法 主成分分析 SVM	決定木 RNN 分枝限定法 ダイクストラ法 モンテカルロ法
手段 (製品)				BayoLinks TMS Alkano	S4 NUOPT

(2) 顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析

顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析 [12]

- 既存の営業戦略は、プロフェッショナルによる勘と経験が中心である
- サービスの種類は年々増加傾向にある
- 顧客層は幅広（顧客種別，エリア等）で，顧客層毎に求められるサービスも異なる
- 多様性の時代になった昨今，より顧客分析の重要性が増している



顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析 [12]

- 対象エリアはとある4県，案件は法人営業担当の案件，とある期間を抜粋したデータを対象とする
- 対象データ
 - データ件数：41,080
 - 顧客数：4,853
 - 県域：4種 (A県, B県, C県, D県)
 - 層：3種 (A層(Ⅰ層), B層(Ⅱ層, Ⅲ層))
 - 商品分類 (サービス分類)：42種
 - 商品名 (サービス名)：832種
 - 業種：497種
 - 受注確度/折衝結果：55種
 - 企業別売上高：東京商工リサーチの情報
- 各データは未クレンジグであるもの，値が入っていないものが多数存在する
- クラスタリングや決定木，アソシエーション分析等が行えるAlkanoを使用する

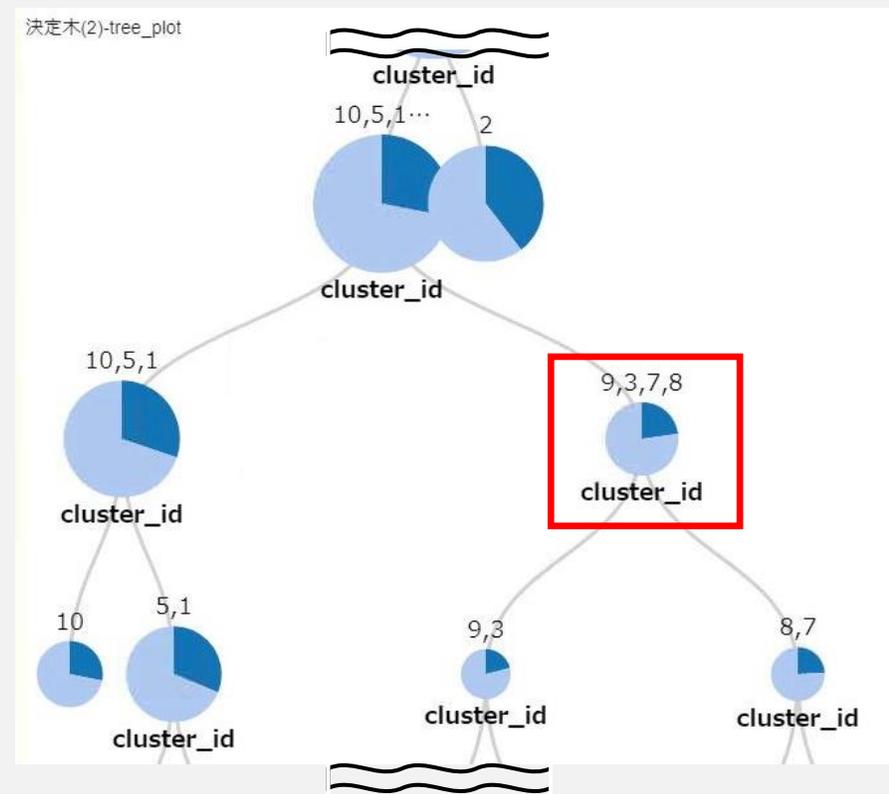
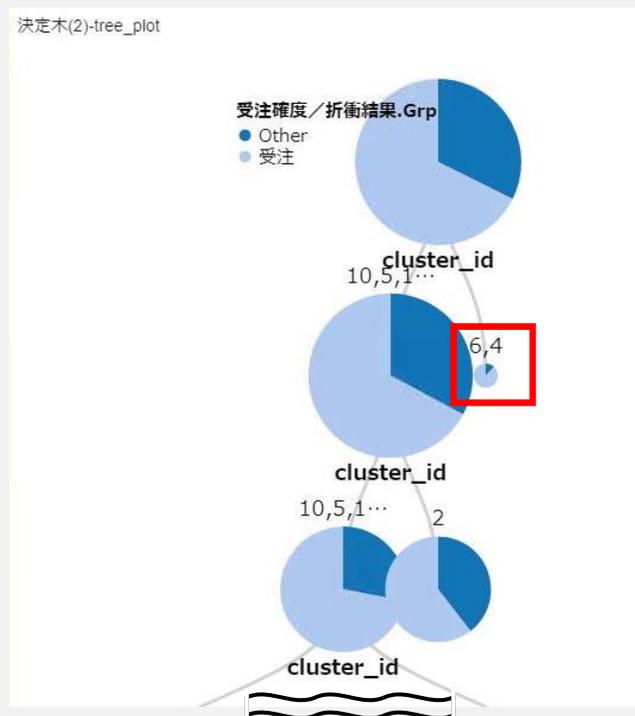
顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析 [12]

- 企業別売上高, 県域, 層, 業種の情報をもとに, k-means法を用いて10つにクラスタ分けを実施した (業種は497種と数が多いため, 表からは省略)
- そのクラスタに対して, 決定木を用いることで, 受注/失注の要因分析を行った
- Cluster Noはクラスタの種別を, Sizeはクラスタに属する契約数を表す
- 県域, 層, 業種列は各クラスタに属する確率を示している

Cluster No	Size	企業別売上高	県域				層			業種
			A県	B県	C県	D県	A層 (I層)	B層 (II層)	B層 (III層)	
1	10,479	—	0.586678	0.217425	0.051226	0.14467	0.472469	0.185361	0.291555	
2	16,653	6,450,127	0.513694	0.279035	0.064332	0.142939	0.503375	0.219248	0.258698	
3	1,302	1,157,310,722	0.274654	0.721045	0	0.004301	0.963134	0.017819	0.019048	
4	255	2,082,240,681	0.984314	0.015686	0	0	0.620392	0.015686	0.360784	
5	917	756,479,094	0.235771	0.042295	0.223172	0.498763	0.969404	0.015298	0.015298	
6	635	547,643,005	0.862443	0.123077	0.004827	0.009653	0.919155	0.054299	0.020513	
7	3,080	103,310,649	0.63848	0.171597	0.106925	0.082996	0.8519	0.08429	0.059499	
8	528	1,683,156,840	0.163636	0.828788	0	0.007576	0.972727	0.022727	0.00303	
9	1,794	310,912,987	0.312521	0.638509	0.006678	0.042293	0.833945	0.11842	0.044073	
10	5,437	39,490,254	0.445021	0.180554	0.056413	0.318012	0.588018	0.150697	0.253742	

顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析 [12]

- 例えば、クラスタ4, 6が通常より受注確率が高い。クラスタ4, 6ともに県域がA県で、層がA層の確率が高い。業種はクラスタ4は●, クラスタ6は▲の確率が高い。
- このように、他クラスタでも同様の分析を行うことで、販売戦略立案に役立てる



顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析 [12]

- 顧客IDをキーにして，県域，商品名，受注/失注Grを対象に4要素に対するアソシエーション分析を行った
- 各県域毎に顧客が求めやすいサービスやサービスの組み合わせを確認した

A県

- ・サービス7+サービス8
- ・サービス9+サービス7
- ・サービス9+サービス8
- ・サービス10+サービス11

B県

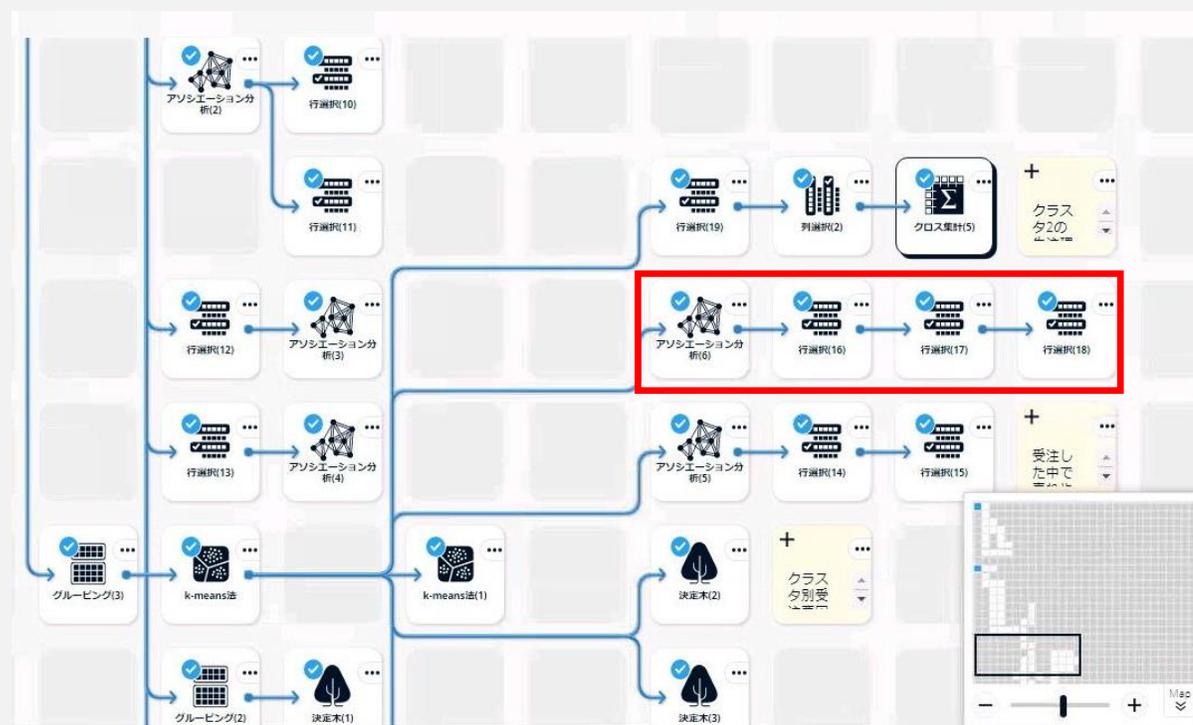
- ・サービス12+サービス11
- ・サービス7+サービス8
- ・サービス9+サービス7
- ・サービス13+サービス10

C県

- ・サービス2+サービス14
- ・サービス9+サービス14

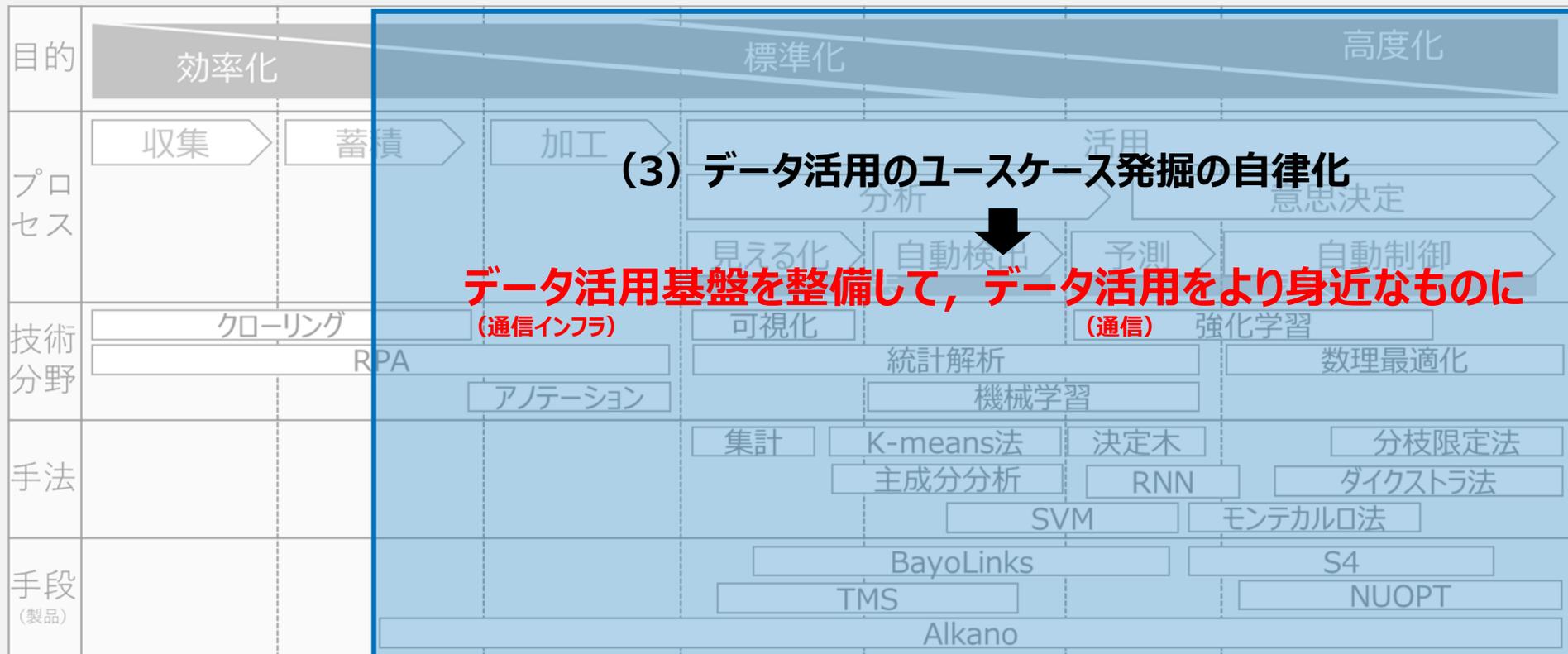
D県

- ・サービス15+サービス16



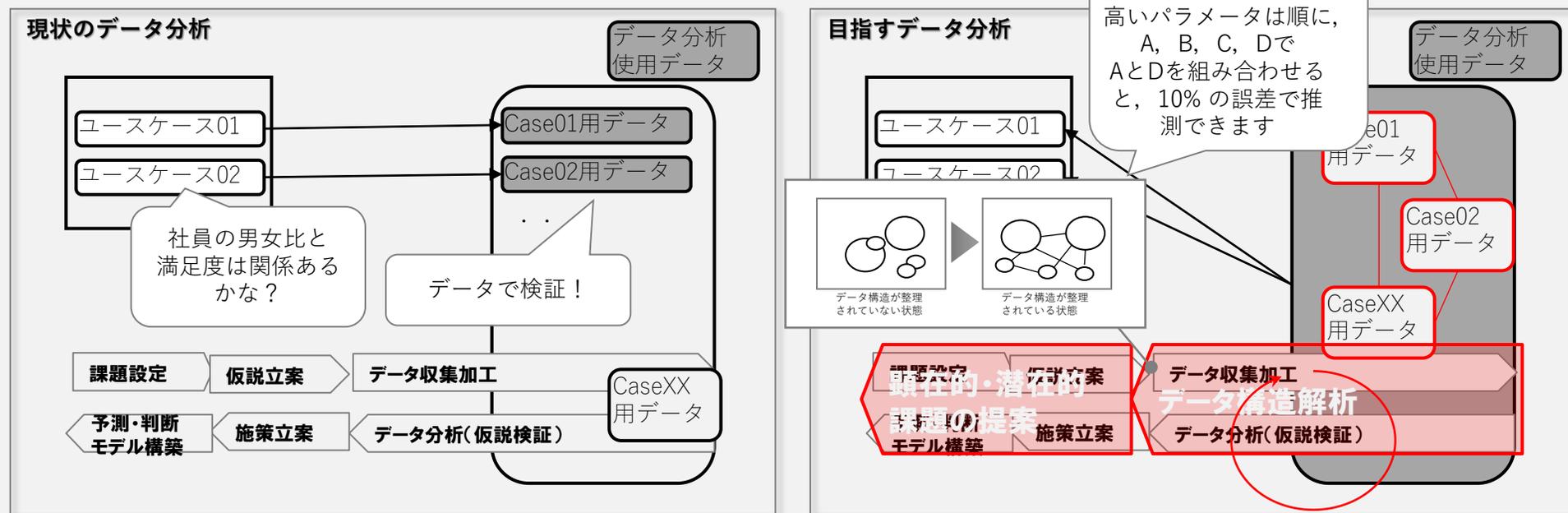
データ分析活用事例のご紹介

- (1) 工事立会者手配業務の最適化
- (2) 顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析
- (3) データ活用のユースケース発掘の自律化**



データ活用のユースケース発掘の自律化

- 現状のデータ分析は、実業務で見えている課題からそれに必要なデータを集めたデータ分析を行っているため、活用シーンは限定されている
- データ活用基盤では多くのデータがあるため、それら全てを活用したデータ分析が行えると良い
- そのために、NTTデータ数理システムのAlkanoを用いて、データ加工～予測判断モデル構築を繰り返し行い、データ構造抽出を地道に行う
- これにより、データ分析のハードルを低くしたり、**施策横断的なデータ活用の推進を狙う**



まとめ

- データドリブンによる新たな価値創造を目指し、データ活用をより身近なものにするためのNTT西日本での取り組みについて紹介した
- NTT西日本で抱える課題から、データ活用を社内外で専門性を深め、価値を高め、牽引していくことが新たな戦略になると考えている
- そのために、データ活用基盤で抱えている課題を示し、整備の方向性を示した
- データ活用のプロセスに対する手段を整理し、その複雑性を示した
- データ活用の事例として、工事立会者手配業務の最適化と顧客満足度向上のためのサービスの組み合わせパターン分析を紹介したが、いずれも一定のデータ分析のスキルが必要である
- 今後はデータ活用をより身近なものにするため、データ活用基盤の整備とデータ活用のユースケース発掘の自律化のためのデータ構造見える化を進めていく

参考文献

[1] 総務省, インターネットの登場・普及とコミュニケーションの変化.

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd111120.html> (Retrieved on October 10, 2023)

[2] 総務省, 我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果.

https://www.soumu.go.jp/main_content/000896195.pdf (Retrieved on October 10, 2023)

[3] NTT西日本, データブックNTT西日本.

<https://www.ntt-west.co.jp/info/databook/pdf/022.pdf> (Retrieved on November 8, 2022)

[4] NTT西日本, 2023年度事業計画の認可申請について.

<https://www.ntt-west.co.jp/news/2303rhpd/mzdq230301.html>
(Retrieved on March 1, 2023)

参考文献

[5] 総務省, データ活用における変化の兆し.

https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/n_c134010.html (Retrieved on March 1, 2023)

[6] 高須賀将秀, 柳浦睦憲, 工事手配業務に対する数理最適化の活用と意思決定の支援, 情報処理学会論文誌数理モデル化と応用, 14 (2021), 112-120.

[7] 高須賀将秀, 呉偉, 柳浦睦憲, 工事立会者手配問題に対する制約生成法および集合被覆アプローチ, 情報処理学会論文誌数理モデル化と応用, 15 (2022), 1-10.

[8] 高須賀将秀, 工事立会者手配業務に対する数理モデルと実践的解法, 名古屋大学, 2023, 博士論文.

[9] 高須賀将秀, 柳浦睦憲, 工事手配業務に対する数理最適化の活用と意思決定の支援, NTTデータ数理システム学術奨励賞2020年度春, 佳作.

参考文献

- [10] 高須賀将秀, 呉偉, 柳浦睦憲, 工事立会者手配業務に対する集合被覆アプローチ, NTTデータ数理システム学術奨励賞2021年度, 優秀賞.
- [11] 高須賀将秀, 工事立会者手配業務に対する数理最適化の活用と意思決定の支援, NTTデータ数理システムアカデミックコンファレンス2021年度, オンライン.
- [12] 高須賀将秀, 織克典, 分析基盤を構築、法人顧客の受注につながりやすいパターンを分析した事例, NTTデータ数理システム.

【参考】今後のリアーキテクチャの計画

REPLATFORM

データ活用基盤（OA網）のクラウドシフト

2023/9EoL
残対象の更改

2025/5EoL
残対象更改

クラウドのメリットの享受

高可用性やスケーラビリティの確保

RE-ARCHITECT

データ活用基盤（OA網/業務網）
のリアーキテクト

データ活用基盤
（OA網/業務
網）の統合

クラウドネイティブ
化（フルマネジド
サービス化）

さらなるクラウドのメリットの享受

サーバという概念自体の消滅

【参考】工事立会者手配業務の最適化 [5, 6, 7, 8, 9, 10]

■ 入力

- ・立会者の集合 S および工事の集合 J
- ・工事 k から l への移動時間 d_{kl}
- ・立会者 s に工事 k を割り当てたときの割当ペナルティ c_{sk}
- ・工事の難易度 w_k
- ・各立会者に割り当てられた工事の難易度の和に対する上限 W

■ 制約条件

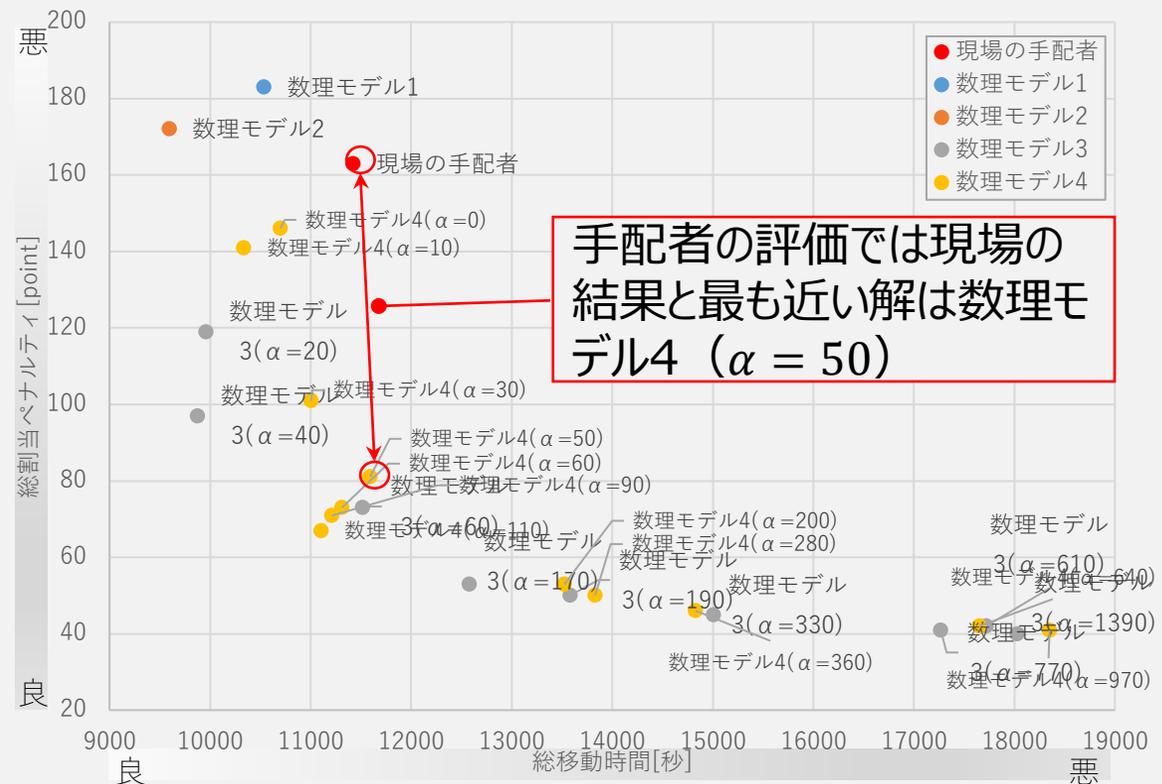
- ・各工事にちょうど1人の立会者を割り当てること
- ・各立会者に割り当てられる工事数は3件以下とすること
- ・各立会者に割り当てられる工事の総難易度は W 以下とすること

- すべての立会者の総移動時間と総割当てペナルティ（工事に対する立会者のスキルを示す指標）の重み付き和を最小化することが目的である

【参考】工事立会者手配業務の最適化 [5, 6, 7, 8, 9, 10]

- 数理モデル1から数理モデル4に改善するにあたり、各数理モデルから得られる解の実用性について主観評価を行った
- 数理モデルにより算出される解と手配者が手作業で作成した手配結果との相違度が減少することについて客観評価を行う

項番	モデル	総移動時間 [秒]	総割当ペナルティ [point]
1	現場の手配者	11424	163
2	数理モデル1	10537	183
3	数理モデル2	9595	172
4	数理モデル3($\alpha=20$)	9960	119
5	数理モデル3($\alpha=40$)	9877	97
6	数理モデル3($\alpha=60$)	11516	73
7	数理モデル3($\alpha=170$)	12580	53
8	数理モデル3($\alpha=190$)	13580	50
9	数理モデル3($\alpha=330$)	15007	45
10	数理モデル3($\alpha=610$)	17720	42
11	数理モデル3($\alpha=770$)	17268	41
12	数理モデル3($\alpha=1390$)	18029	40
13	数理モデル4($\alpha=0$)	10697	146
14	数理モデル4($\alpha=10$)	10332	141
15	数理モデル4($\alpha=30$)	11006	101
16	数理モデル4($\alpha=50$)	11593	81
17	数理モデル4($\alpha=60$)	11309	73
18	数理モデル4($\alpha=90$)	11210	71
19	数理モデル4($\alpha=110$)	11103	67
20	数理モデル4($\alpha=200$)	13526	53
21	数理モデル4($\alpha=280$)	13831	50
22	数理モデル4($\alpha=360$)	14829	46
23	数理モデル4($\alpha=640$)	17652	42
24	数理モデル4($\alpha=970$)	18352	41



【参考】工事立会者手配業務の最適化 [5, 6, 7, 8, 9, 10]

- 24 個の手配結果を相違度の尺度を用いて比較する
- 行列内の数値は【観点1】の \hat{H}_A と【観点2】の H_B の重み付き和

$$\hat{H}_C = (1 - \beta)\hat{H}_A + \beta\hat{H}_B$$
- 現場の手配者と最も相違度が低いのは数理モデル4 ($\alpha = 50$)である
- 手配者の主観評価とも合致する結果となる

項番	モデル	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	現場の手配者	0	66.7	66.7	73.5	72.3	66.4	76.8	74.8	79.2	81.1	83.6	82	69.9	65.9	74.3	65	66.7	66.2	73.5	78.4	82.7	77	83.6	83.6
2	数理モデル1	66.7	0	64.7	68.3	67.2	67.6	75.6	82.4	79.2	82.4	81.2	82.8	66.4	66.9	74	70.4	72	67.2	76.7	83.5	85.2	75.8	81.2	82.4
3	数理モデル2	66.7	64.7	0	48	47.4	49.1	73.3	70.2	76.9	75.3	81.3	80.1	55.3	47.4	63.6	64.5	61.7	58.9	66.8	74.8	75.3	75.1	81.3	81.3
4	数理モデル3($\alpha=20$)	73.5	68.3	48	0	53.4	53.1	72.6	68.6	75.7	74.1	81.3	53.8	52	62.1	57	60.5	59.4	61.2	78.8	75.3	73.1	82.5	82.9	
5	数理モデル3($\alpha=40$)	72.3	67.2	47.4	53.4	0	37.4	70.6	60.3	69.4	60.3	75.4	74.2	59.6	62.5	50.2	58.5	51.8	42.3	53.3	67.8	65.7	66	77	75.8
6	数理モデル3($\alpha=60$)	66.4	67.6	49.1	53.1	37.4	0	59.9	43.3	56.7	53.9	65.5	59.9	61.7	61.4	55.4	57.7	48	37.6	57	53.9	58.3	57.3	65.5	65.5
7	数理モデル3($\alpha=170$)	76.8	75.6	73.3	72.6	70.6	59.9	0	45.7	45.2	67.9	64	57.2	74	79.3	73.8	73.8	60.3	67	78.9	60.3	69.8	49.1	62.4	64
8	数理モデル3($\alpha=190$)	74.8	82.4	70.2	68.6	60.3	43.3	45.7	0	38.6	52	58	54.1	74.4	76.9	65.3	71.3	63.9	56.7	64.6	41.7	47.7	42	59.2	63.6
9	数理モデル3($\alpha=330$)	79.2	79.2	76.9	75.7	69.4	56.7	45.2	38.6	0	43	25.9	27.5	80	81.3	70.6	70.6	63.9	60.4	66.7	59.2	51.2	19.7	33	33
10	数理モデル3($\alpha=610$)	81.1	82.4	75.3	74.1	60.3	53.9	67.9	52	43	0	45.8	45.8	77.6	77.3	65.1	67.1	62.4	56	57.2	54.1	56.4	41.5	51.3	44.2
11	数理モデル3($\alpha=770$)	83.6	81.2	81.3	84.1	75.4	65.5	64	58	25.9	45.8	0	15.9	86	84.5	73.8	75	68.3	70.3	75.4	69.2	61.6	30.9	13.2	13.2
12	数理モデル3($\alpha=1390$)	82	82.8	80.1	81.3	74.2	59.9	57.2	54.1	27.5	45.8	15.9	0	83.2	83.3	77	75	61.6	64.8	75.4	62.4	57.6	32.5	17.5	17.5
13	数理モデル4($\alpha=0$)	69.9	66.4	55.3	53.8	59.6	61.7	74	74.4	80	77.6	86	83.2	0	48.7	61.4	58.5	57.3	59.4	58	74.1	73.7	77.8	86	84.8
14	数理モデル4($\alpha=10$)	65.9	66.9	47.4	52	62.5	61.4	79.3	76.9	81.3	77.3	84.5	83.3	48.7	0	58.6	60.5	59.8	57.5	66.8	75.3	79.2	77.9	84.5	83.3
15	数理モデル4($\alpha=30$)	74.3	74	63.6	62.1	50.2	55.4	73.8	65.3	70.6	65.1	73.8	77	61.4	58.6	0	53.9	51.9	42	66.1	57.7	64.9	71.6	76.6	75.4
16	数理モデル4($\alpha=50$)	65	70.4	64.5	57	58.5	57.7	73.8	71.3	70.6	67.1	75	75	58.5	60.5	53.9	0	45.2	51.5	56.7	68.3	69	68.4	77.8	77.8
17	数理モデル4($\alpha=60$)	66.7	72	61.7	60.5	51.8	48	60.3	63.9	63.9	62.4	68.3	61.6	57.3	59.8	51.9	45.2	0	36.8	60.7	64.3	63.4	62.1	68.3	68.3
18	数理モデル4($\alpha=90$)	66.2	67.2	58.9	59.4	42.3	37.6	67	56.7	60.4	56	70.3	64.8	59.4	57.5	42	51.5	36.8	0	63.7	43.6	63.4	63.7	70.3	69.2
19	数理モデル4($\alpha=110$)	73.5	76.7	66.8	61.2	53.3	57	78.9	64.6	66.7	57.2	75.4	75.4	58	66.8	66.1	56.7	60.7	63.7	0	59.2	47.4	64	79.4	78.2
20	数理モデル4($\alpha=200$)	78.4	83.5	74.8	78.8	67.8	53.9	60.3	41.7	59.2	54.1	69.2	62.4	74.1	75.3	57.7	68.3	64.3	43.6	59.2	0	34.7	63.7	70.3	69.2
21	数理モデル4($\alpha=280$)	82.7	85.2	75.3	75.3	65.7	58.3	69.8	47.7	51.2	56.4	61.6	57.6	73.7	79.2	64.9	69	63.4	63.4	47.4	34.7	0	58.9	67.1	67.1
22	数理モデル4($\alpha=360$)	77	75.8	75.1	73.1	66	57.3	49.1	42	19.7	41.5	30.9	32.5	77.8	77.9	71.6	68.4	62.1	63.7	64	63.7	58.9	0	29.2	36.4
23	数理モデル4($\alpha=640$)	83.6	81.2	81.3	82.5	77	65.5	62.4	59.2	33	51.3	13.2	17.5	86	84.5	76.6	77.8	68.3	70.3	79.4	70.3	67.1	29.2	0	7.16
24	数理モデル4($\alpha=970$)	83.6	82.4	81.3	82.9	75.8	65.5	64	63.6	33	44.2	13.2	17.5	84.8	83.3	75.4	77.8	68.3	69.2	78.2	69.2	67.1	36.4	7.16	0

