

シミュレーションを活用した 公共施設の待ち時間削減への取り組み

都築電気株式会社

DX推進統括部 データサイエンスセンター

小野 佑樹

1. 弊社紹介
2. 公共施設の待ち時間
3. シミュレーション
4. S4 Simulation System
5. 外来患者の待ち時間に対するS4の適用
6. 今後の展望
7. 他業界への展望

弊社紹介

お客様の課題を情報通信技術で解決するICT企業です

 経営理念

「人と知と技術」を未来につなぎ、豊かな世界を開拓します。

 創業

1932年創業、今年で89周年

 業種

情報・通信業

 グループ

12社、105拠点（海外3拠点含む）

 従業員

1,522名（2021年3月）

 事業

情報ネットワークソリューションサービス事業
電子デバイス事業

1 ワンストップサービス
コンサル・設計・構築から保守運用まで提供



2 全国をカバーするサポート体制
12社 105拠点（海外3拠点含む）



3 ベストソリューション
顧客ニーズを実現する最適な組み合わせ



4 技術力
音声系・情報ネットワーク系技術から最先端技術まで



5 顧客基盤
幅広い業種のお客さまとの取引



お客様のDX対応や競争力強化を実現する
イノベーション・サービス・プロバイダーを目指すとともに、
SDGs/ESG活動を通して、豊かな社会の実現に向けて取り組んでまいります

お客様のDX対応や競争力強化を実現
イノベーション・サービス・プロバイダー

豊かな社会の実現

重点施策

1. サービス化による事業構造の変革
2. データドリブンビジネスの推進
3. 経営基盤の強化

ESG活動
・
SDGs



目
標

売上
1,260億円

営業利益
46億円

ROE
9%

ビジネス変革をご支援・推進するため、2021年度に設立されたデータ活用（データサイエンス）に特化した新組織です

データサイエンスを活用しお客様のビジネスをご支援



データサイエンスセンター

業務課題抽出・コンサル
データ利活用提案・設計



AI・IoT・データ分析
技術活用・支援

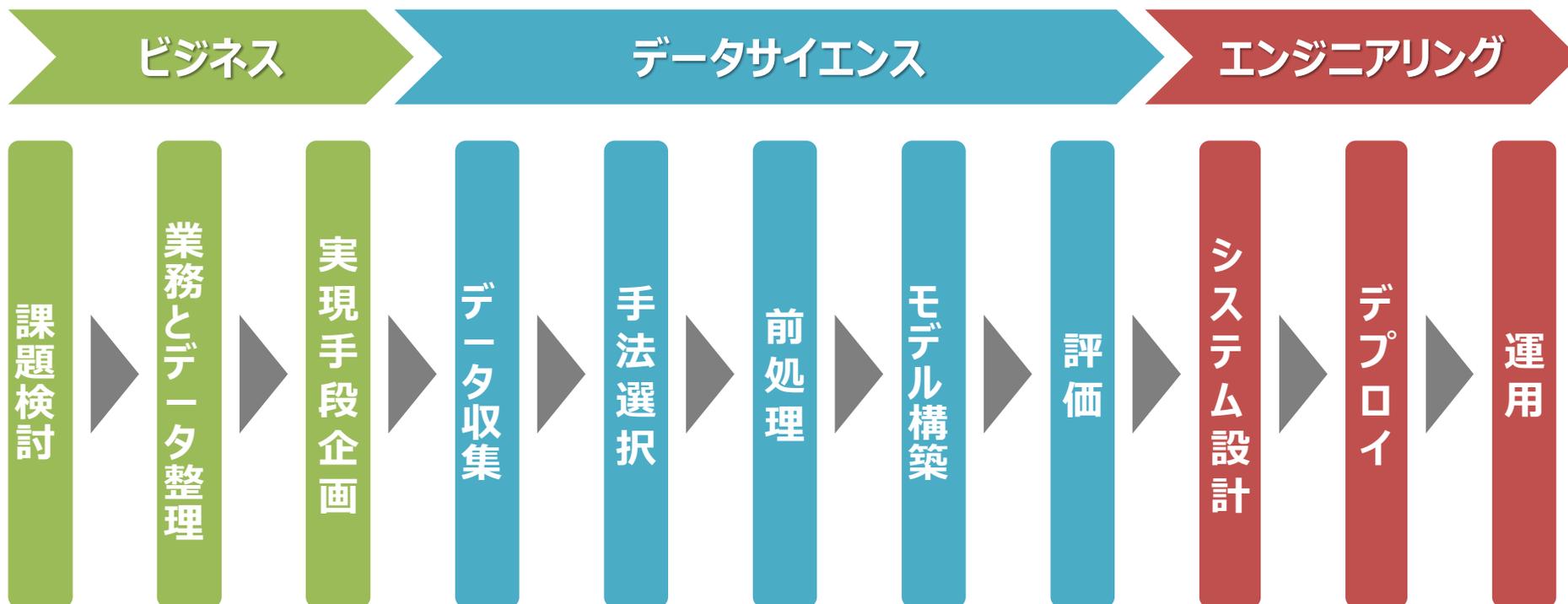
- お客様の課題をヒアリングし、データ分析の目的や活用方法をご提案します
- データ分析の結果考察から施策・運用への活用をご支援します

- 多岐に渡る分析手法から、目的に即した手法を選定し結果を導きだします
- AI・機械学習を活用したシステム化へ向けた設計をご支援します

課題解決に向けた企画・設計、データ分析、システム実装から運用まで、
ワンストップ・ソリューションで対応しております



データ活用サービスをワンストップでご提供



NTT data

株式会社 NTTデータ 数理システム



TSUZUKI

- 数理学とコンピュータサイエンスの専門家集団
- データ分析ソフトウェアで国内筆頭



- 分析データを使って「何ができるのか」を提示し、システム化を実現することでお客様の業務改善支援を実施

顧客の声や
従業員の声から
気づきを得たい



シミュレーションを
活用して改善策を
模索したい

数理システム様のソリューションを 活用することで実現可能です

公共施設の待ち時間

公共施設などで待ち時間が発生すると・・・

顧客

苦情による顧客満足度の低下、利用取消しによる機会損失につながります

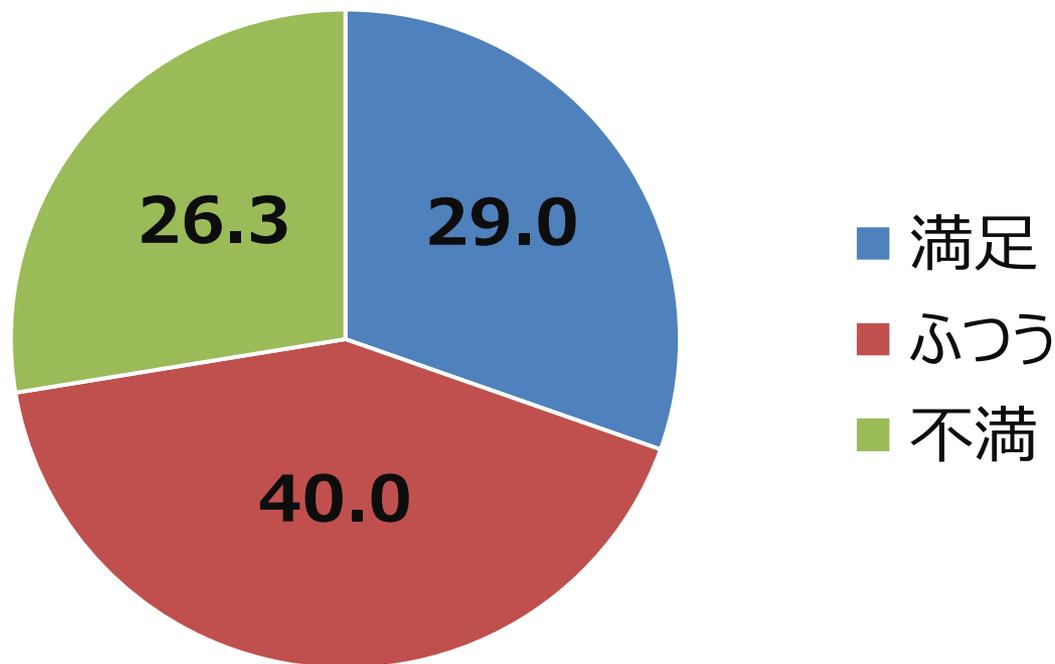
従業員

長時間労働や苦情処理が発生し、生産性低下や離職率増加につながります



待ち時間への対応は経営上の重要課題

外来患者における診察までの待ち時間に対する満足度



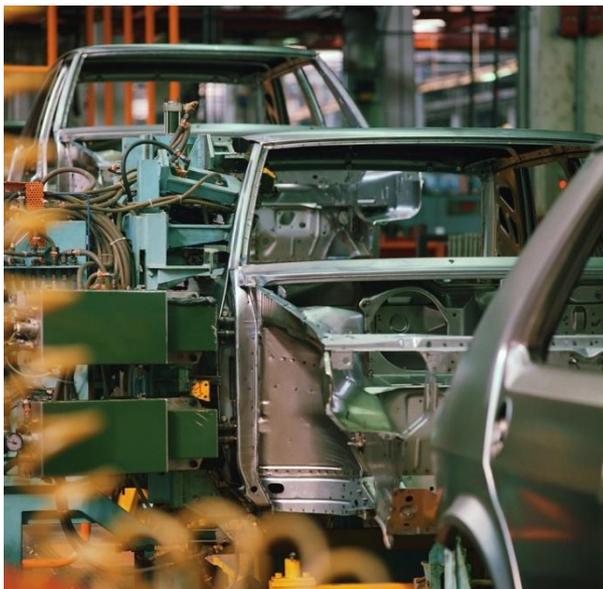
（出所）厚生労働省「平成29年受療行動調査（概数）の概況」

診察の待ち時間に対して
外来患者の4人に1人が不満を感じています

シミュレーション

現実で起こる事象やイベントをモデル化（模擬）し、
そのモデルを実行することで、その振る舞いを分析・予測する手法

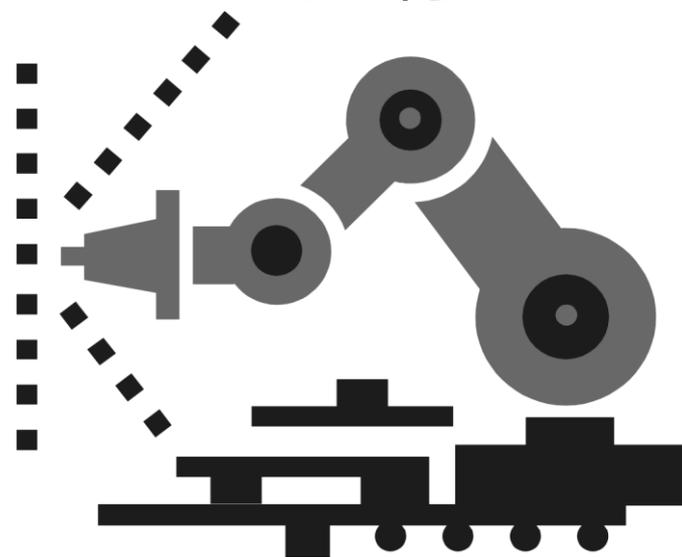
現実で起こる事象



モデル化



モデル化



➤ 時間と費用の削減

コンピュータによる仮想の実験を行うことで、実際の実験にかかる膨大な費用や時間の削減ができます

➤ 実験リスクがゼロ

実システムで試すには危険を伴う場合など、業務へ影響を与えないまま試すことができます

➤ モデルの可視化

視覚的に捉えにくいパラメータを可視化することで、問題の早期発見や勘と経験による業務から脱却できます

1. 離散型シミュレーション

状態変化が離散的に発生するような現象をシミュレートします

2. 連続型シミュレーション

状態量が連続的に変化するような現象をシミュレートします

3. エージェントシミュレーション

全体の挙動をエージェントの挙動からシミュレートします

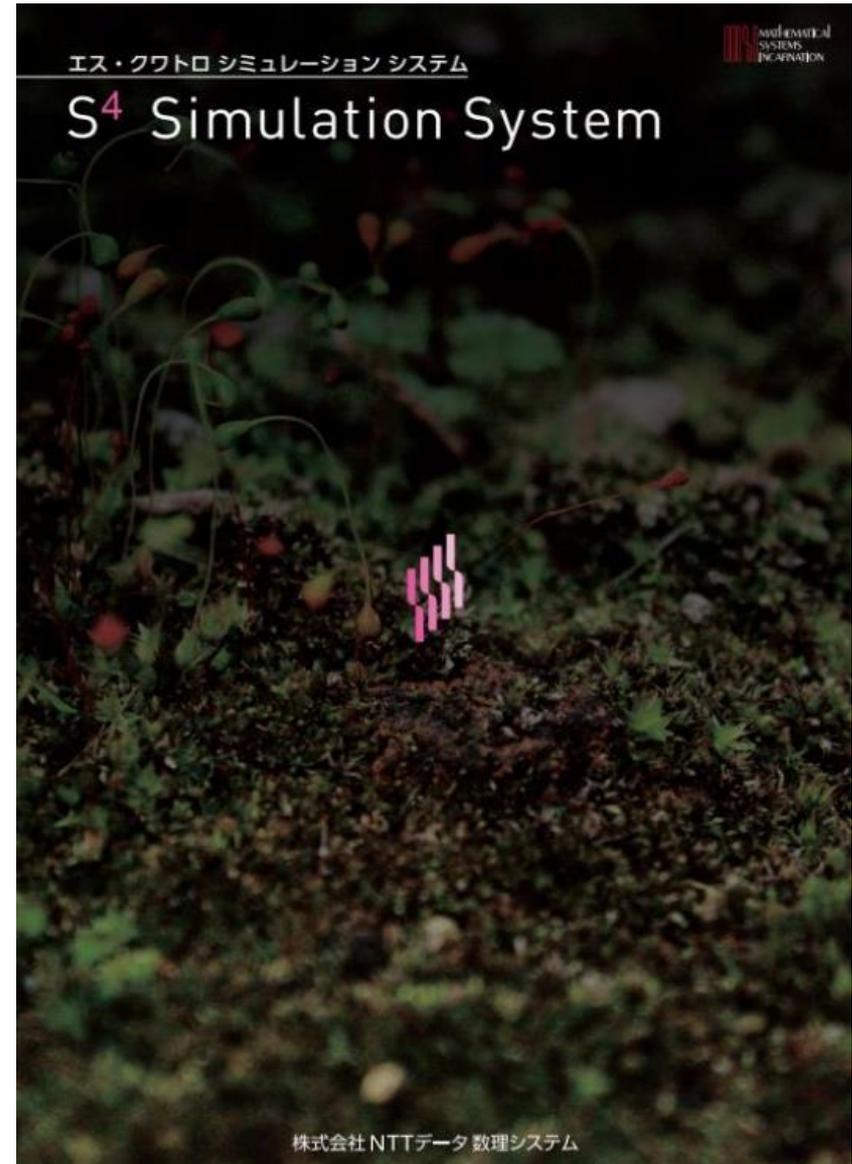
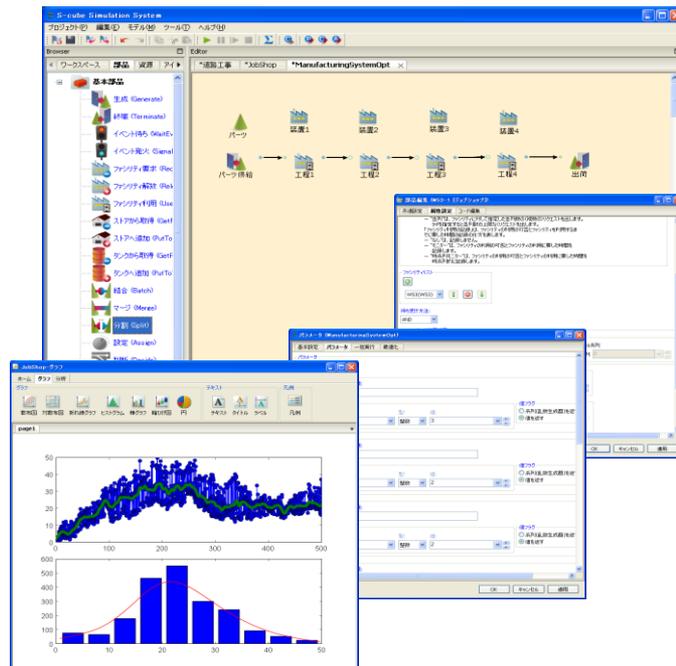
待ち行列の混雑状況を分析するために、**離散型シミュレーション**を使用します



S4 Simulation System

S4 Simulation Systemとは？

S4 Simulation Systemは、
誰でも簡単に複雑なモデルを
GUI上で表現し、
シミュレーションを行える
汎用シミュレーションシステムです



マーケティング

- SNSによる広告効果測定
- インターネット広告施策検討

製造業

- 生産計画検証
- 製造ライン見直し



サプライチェーン

- 製品の輸送計画
- 商品の在庫計画

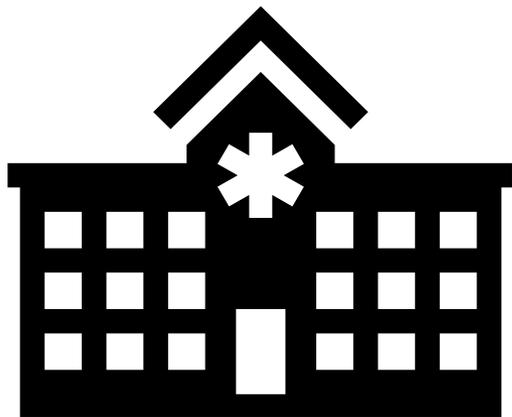
コールセンター

- オペレータ要員計画
- シフト計画検証

公共施設

- 店舗内回遊
- イベント時の人流制御

外来患者の待ち時間に対するS4の適用



| | |
|------|------------|
| ベット数 | 500床以上 |
| 診察科目 | 30科目以上 |
| 外来患者 | 1,000人/日以上 |
| 入院患者 | 500人/日以上 |
| 受付時間 | 8:00～11:00 |

シミュレーションの対象とする病院は
診療科目や外来患者が多い大規模病院です

シミュレーションの大まかな流れ



- 課題の整理
- 業務のヒアリング
- データの確認

- データの前処理
- シミュレーションモデルの構築（現状）

- 施策の検討
- シミュレーションモデルの構築（施策）

シミュレーションの大まかな流れ



- 課題の整理
- 業務のヒアリング
- データの確認

- データの前処理
- シミュレーションモデルの構築（現状）

- 施策の検討
- シミュレーションモデルの構築（施策）

従来からの課題

診察の待ち時間に対して外来患者の4人に1人が不満を感じています



コロナ禍における課題

待合室の3密対策など待ち時間や待ち人数の削減が望まれています



待ち時間や待ち人数の削減がより重要になっています

診察のデータを受領（取得）し、データの項目やデータの中身を確認します

| 診療日 | 診療科 | 入内 | 伊科あり | 患者番号 | 受付時間 | 診療科 | 当日診察時間 | 診察開始時間 | 診察終了時間 | 診察終了 | 本日の診察時間 | 診察終了 | 患者番号 | 診療科 |
|----------|-----|-----|------|------------|------------|------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2019/4/1 | 高度 | 人間中 | | 2191024 | 1207 10:20 | 心臓血管外科 | | | | | | | | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 2447030 | 812 10:20 | 泌尿器科 | | | | 11:20:00 | 11:20:00 | 11:21:26 | 11:21:50 | 11:29:30 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 30949375 | 1219 10:50 | 透析センター | | | | | | | | 16:01:04 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 42968205 | 1141 13:42 | 循環器科 | | 15:58:24 | | 16:06:11 | 16:06:12 | 16:06:19 | 16:06:54 | 16:23:09 |
| 2019/4/1 | 高度 | 人間中 | ○ | 57093525 | 704 09:50 | 膠原病・リウマチ内科 | | 10:01:27 | 10:01:27 | 10:01:30 | | | | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 80017773 | 7 07:40 | 透析センター | | | | | | | | 07:55:39 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 90477893 | 204 08:20 | 放射線治療科 | | 08:32:29 | | 08:11:24 | 08:13:14 | 08:13:15 | 08:13:47 | 08:22:04 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 135789804 | 1190 14:57 | 透析センター | | | | | | | | 15:00:30 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 232984017 | 1174 14:26 | 透析センター | | | | | | | | 14:28:18 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 240064271 | 177 08:15 | 循環器科 | | | | 11:47:06 | 11:47:07 | 11:47:12 | 11:48:15 | 12:04:40 |
| 2019/4/1 | 高度 | 人間中 | | 272614125 | 1096 13:56 | 消化器内科 | | | | 16:17:04 | | | | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 343285743 | 109 08:01 | 透析センター | | | | | | | | 08:03:31 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 406142403 | 433 09:05 | 放射科 | | 08:27:03 | 08:29:26 | 08:56:39 | 10:08:59 | 10:10:31 | 10:10:54 | 10:13:27 |
| 2019/4/1 | 高度 | 人間中 | | 433572040 | 779 10:12 | 皮膚科 | | | | 12:52:20 | | | | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 450244944 | 26 07:40 | 透析センター | | | | | | | | 07:56:04 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 493307859 | 1161 14:01 | 透析センター | | | | | | | | 14:03:54 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 499056304 | 21 07:40 | 透析センター | | | | | | | | 07:55:48 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 499611524 | 609 09:20 | 放射科 | | 08:58:51 | 10:35:22 | 10:56:11 | 11:40:20 | 11:40:32 | 11:44:54 | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 503339483 | 964 11:20 | 外科 | | | | 12:44:43 | 12:44:44 | 12:44:58 | 12:45:10 | 13:07:57 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 503339483 | 964 11:20 | 放射科 | | 11:30:22 | 11:55:19 | 12:30:59 | 12:44:44 | 12:44:58 | 12:45:10 | 13:07:57 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 520745715 | 1175 14:26 | 透析センター | | 14:28:47 | | | | | | 14:33:13 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 571336476 | 113 08:01 | 透析センター | | | | | | | | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 577688105 | 219 08:23 | 整形外科 | | 11:53:55 | 11:53:55 | 11:56:48 | 12:08:33 | 12:08:55 | 12:11:00 | 12:14:57 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 648917486 | 132 08:03 | 外科 | | | | 15:02:58 | 15:02:59 | 15:03:00 | 15:20:30 | 15:22:42 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 658414203 | 918 10:57 | 放射科 | | 11:15:06 | 11:24:55 | 11:49:16 | 12:07:14 | 12:07:54 | 12:08:43 | 12:29:34 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 691579078 | 396 08:50 | 放射科 | | 08:23:38 | 08:58:53 | 10:33:49 | 10:40:10 | 10:40:11 | 10:40:35 | 11:11:09 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 701581083 | 385 08:50 | 循環器科 | | | | 13:27:33 | 14:41:27 | 14:41:32 | 14:42:41 | 14:48:02 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 702479827 | 803 10:40 | 呼吸器内科 | | | | 12:28:05 | 12:28:05 | 12:28:07 | 12:29:19 | 12:33:54 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 711888910 | 1094 12:50 | 放射科 | | 14:21:00 | 14:26:20 | 14:40:31 | 14:52:25 | 14:52:28 | 14:53:57 | 14:55:39 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 71909441 | 747 10:50 | 放射科 | | 10:23:41 | 11:01:02 | 11:23:02 | 12:45:08 | 12:45:21 | 12:45:25 | 13:17:04 |
| 2019/4/1 | 初診 | 外科 | | 719234299 | 626 09:42 | 眼科 | | 10:03:40 | | 11:38:59 | 11:47:24 | 11:47:41 | 11:48:37 | 11:50:03 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 101838947 | 13 07:40 | 循環器科 | | | | 16:40:37 | | | | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | ○ | 101838947 | 13 07:40 | 透析センター | | | | | | | | 07:55:56 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 1095206422 | 1210 15:27 | 透析センター | | | | | | | | 15:29:39 |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 401063517 | 1239 14:24 | 小児科 | シビリ 野島 | 16:24:56 | | | | | | |
| 2019/4/1 | 高度 | 外科 | | 434425791 | 1239 14:23 | 小児科 | シビリ 野島 | 16:23:44 | | | | | | |

- データ件数は約240,000件（1,000件/日 × 30日 × 8ヶ月）あります
- 診察開始時間等が記録されておらず、データの欠損が多い診療科があります
- 内容が重複している（同一患者の診察だと思われる）データがあります
- 診察フローと矛盾している（診察開始より受付が遅いなど）データがあります

シミュレーションの大まかな流れ



- 課題の整理
- 業務のヒアリング
- データの確認

- データの前処理
- シミュレーションモデルの構築（現状）

- 施策の検討
- シミュレーションモデルの構築（施策）

受領したデータに対して前処理を実施し、シミュレーションの準備をします

1. 重複データの除外

重複しているデータを無くすよう、データを除外します

2. 例外データの除外

診察フローと矛盾しているデータを無くすよう、データを除外します

3. データ項目の作成

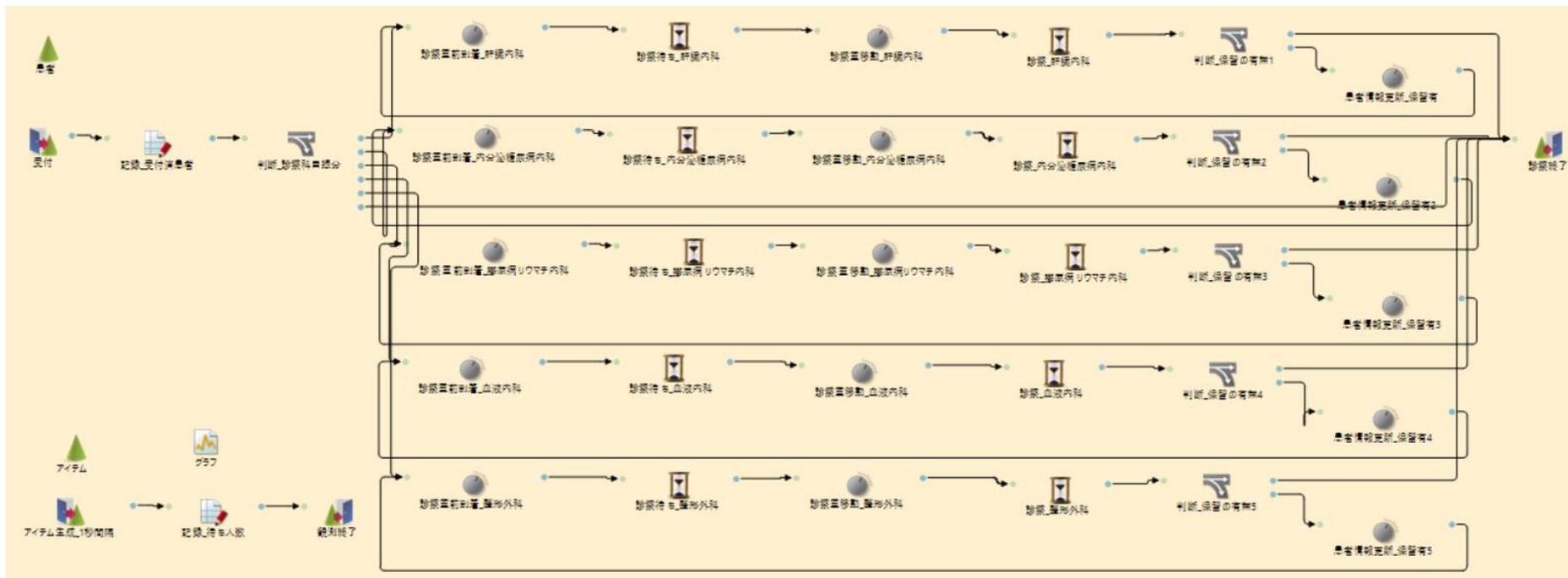
シミュレーションするために必要なデータ項目を新たに作成します

作成したデータ項目

| データ項目 | データの意味 |
|-------|-----------------|
| 受付間隔 | 受付到着時間の差 |
| 診察科目 | 診察科目を数値に変換 |
| 待ち時間 | 診察室前の待ち時間 |
| 診察時間 | 診察開始から診察終了までの時間 |
| ... | ... |

シミュレーションモデルの構築（現状）

現状の外来患者の待ち人数を表現するシミュレーションモデルを構築します



ドラッグ&ドロップ



生成 (Generate)



設定 (Assign)



遅延 (Delay)



終端 (Terminate)



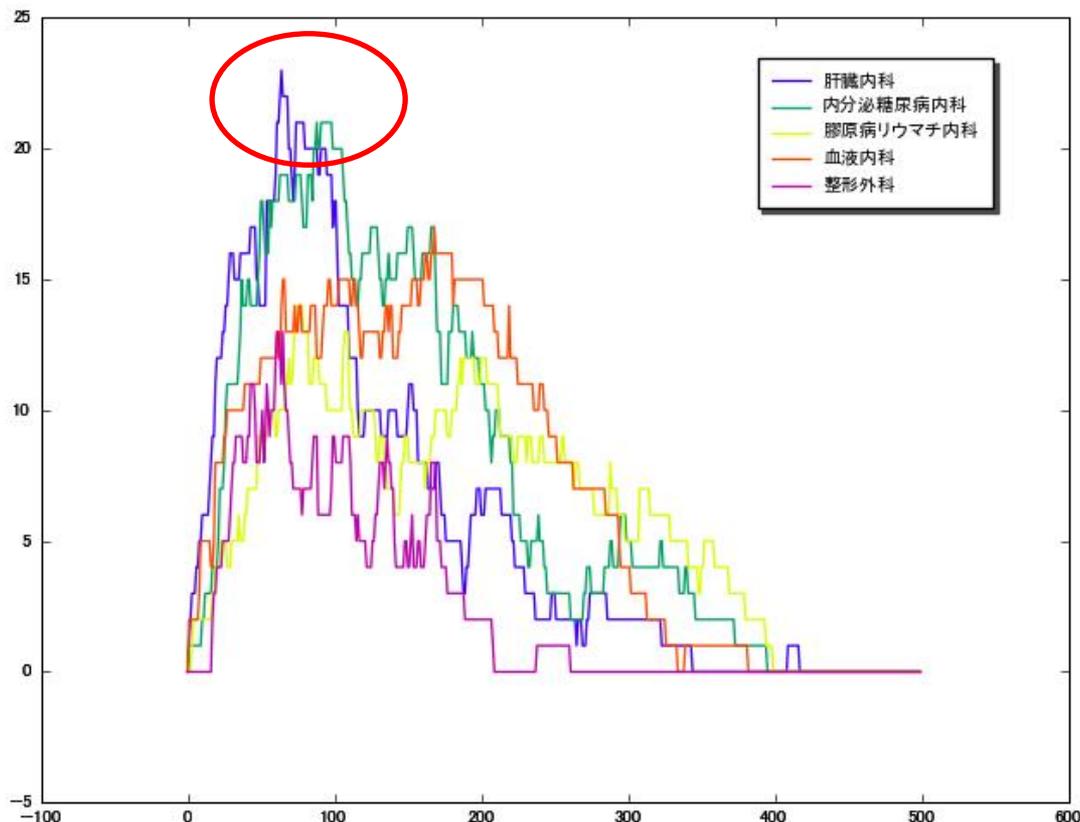
判断 (Decide)



記録 (Record)

構築したシミュレーションモデルを実行し、現状の待ち人数を可視化します

待ち人数



肝臓内科と内分泌糖尿病内科ではそれぞれ20人を超える患者が待っている時があり、待合室に患者が溢れている可能性があります

シミュレーションの大まかな流れ



- 課題の整理
- 業務のヒアリング
- データの確認

- データの前処理
- シミュレーションモデルの構築（現状）

- 施策の検討
- シミュレーションモデルの構築（施策）

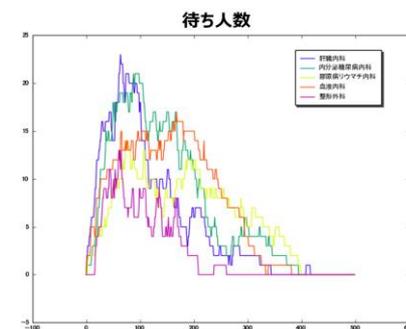
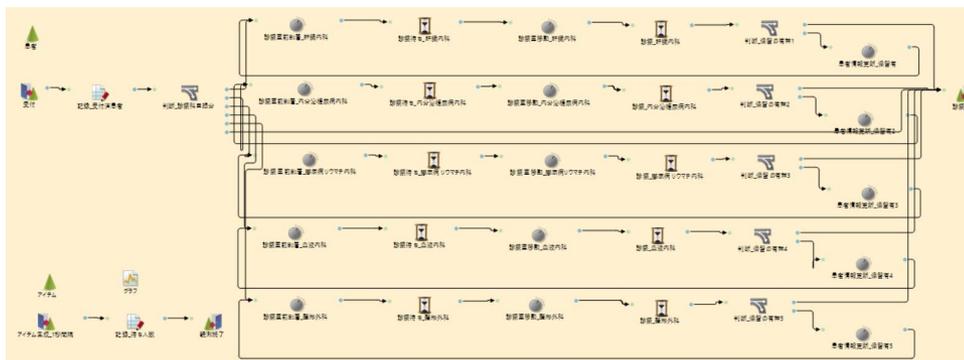
待ち時間や待ち人数の削減に関係しそうな箇所を洗い出し、
施策の実施ができる箇所をシミュレーションの対象とします

| | |
|------------------|--|
| 受付間隔、患者数 | 受付間隔や患者数の増減により、待ち時間や待ち人数がどのように変化するかのシミュレーションが可能です |
| 診察時間 | 医師による診察時間の増減により、待ち時間や待ち人数がどのように変化するかのシミュレーションが可能です |
| 診察室数（医師数） | 診察室数（医師数）の増減により、待ち時間や待ち人数がどのように変化するかのシミュレーションが可能です |

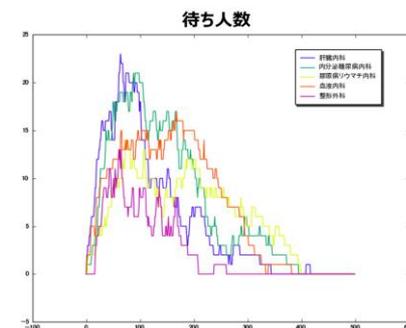
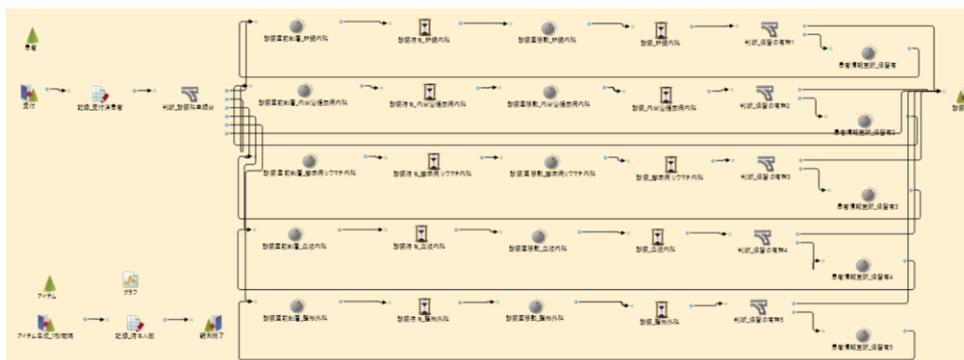
シミュレーションモデルのパラメータを変更して、モデルを実行していきます

(結果の例)

診察室数を + 1
増加させた場合



診察室数を + 2
増加させた場合



-
-
-

今後の展望

(結果の例)

各施策に対する有効性と実現性

| | 有効性 (シミュレーション結果) | 実現性 |
|------------|---------------------|-----|
| 受付間隔、患者数 | ○ | ○ |
| 診察時間 | △ | △ |
| 診察室数 (医師数) | ○ | × |



受付間隔を変更する施策を採用します

他業界への展望

製造業のお客様向けに生産計画シミュレーションのご支援が考えられます

生産量の予測

統計手法や機械学習を
利用することで
生産量を予測します



生産シミュレーション

生産フローを再現し
シミュレーションすることで
機械や作業員を調整します



S⁴ Simulation System

データドリブンによる意思決定をご支援します

