

# データサイエンスと最適化

鈴木 敦夫

南山大学 理工学部 システム数理学科

南山大学理工学部

開設20周年記念

データサイエンスシンポジウム

2020年11月1日 オンライン遠隔開催

# 本日の話題

---

1. はじめに
2. データサイエンスの発展
3. オペレーションズ・リサーチの起源
4. 最適化の発展
5. データサイエンスと最適化
6. おわりに

# 1.はじめに

## 自己紹介

1983年東京大学大学院工学系研究科修了

1986年南山大学経営学部情報管理学科講師

現在 南山大学理工学部システム数理学科教授

専門分野：オペレーションズ・リサーチ

学会：オペレーションズ・リサーチ学会

経営工学会, INFORMS

スケジューリング学会 会長

# 1.はじめに

## 自己紹介（続）

研究活動：**スケジューリング自動生成の研究**

⇒ 病院の手術室のスケジューリング

麻酔科医・看護師のシフト作成

大学の入試監督の割当問題

大学の時間割での教室割当問題

企業の実際問題の解決

**最適配置問題の研究**

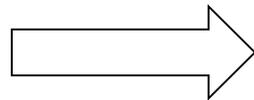
⇒ 都市のOR

# 1.はじめに

データサイエンス ???

一昔前

データ

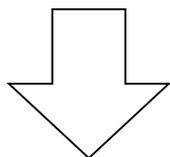


データを  
コンピュータに  
入力してから  
分析

# 1.はじめに

## ホームセンターの棚割り問題

POSデータ



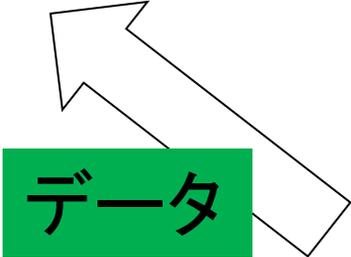
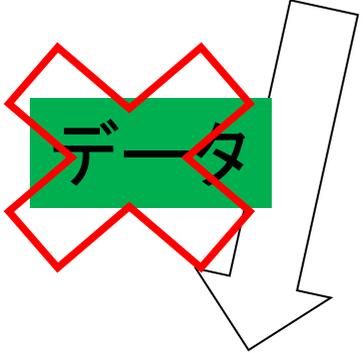
どのグループの商品をどれ  
だけ棚に陳列するか

**最適化改装**



# 1.はじめに

## 医療情報システム



手術室のスケジューリング

外来患者の待ち時間の分析

# 1.はじめに

## 南山大学図書館の蔵書再配置問題



Morse, P.M., Library Effectiveness, MIT Press, 1968

# 1.はじめに

## Chapter 5 Book Use and the Markov Process

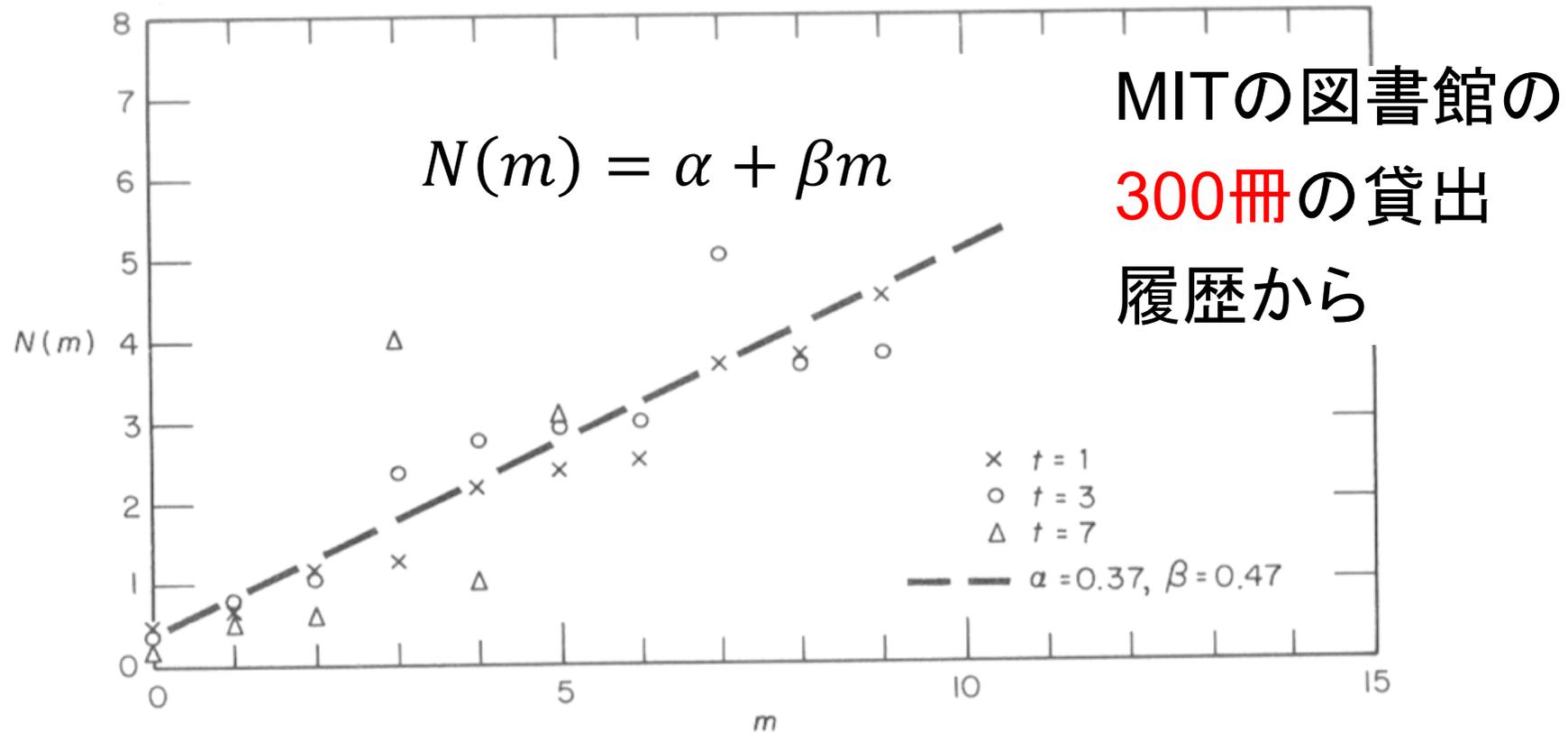
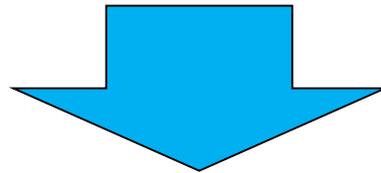


Fig. 5.1. Mean circulation  $N(m)$  for year  $t + 1$  as a function of circulation,  $m$  for previous year  $t$ .

# 1.はじめに

## 南山大学図書館の蔵書再配置問題

図書館情報システム ⇒  
蔵書 70万冊の2000年度以降の貸出履歴



データ

マルコフモデルが適用できるか？？？  
より適切なモデルが構築できるか？？？

## 要因

- データの取得が容易に（コスト、手間）
  - ICTの発展（例：POSシステム、医療情報システム、大学事務システム、図書館システム、携帯電話の位置情報 etc.）
  - インターネットの普及
- コンピュータの高性能化（10年で約千倍、ムーアの法則）
- 最適化計算アルゴリズムの進歩（10年で千倍）

## 要因（続）

- 商用の統計、最適化ソフトウェアの普及
  - SPSS、S-PLUS、CPLEX、Gurobi
  - NTTデータ数理システム Numerical Optimizerなど
    - 研究機関・教育機関では無料で利用可能なものも
- 誰でも自由に（無料で）使えるソフトウェアの普及
  - Pulp（最適化ソフトウェア）
  - R（統計分析、機械学習、etc.）
  - Tensor Flow、Keras（機械学習）

## 社会的要請

- **流通小売業**
  - POSデータ、クレジットカードデータ
    - データを活用した品揃え、在庫管理、マーケティング
- **製造業 1**
  - 受注量データ、生産管理データ
    - 需要予測、それに基づいた生産管理、人員配置

## 社会的要請（続）

- **製造業 2**

- **従業員データ、開発データ、配送データ**

- データを活用した最適駐車場運用、開発工程評価、配送計画の最適化

- **医療機関 1**

- **手術データ、医療スタッフデータ、外来患者来院データ**

- 手術スケジュールの自動化、看護師のシフト作成自動化、外来患者の待ち時間短縮、麻酔科医のシフト作成自動化

## 社会的要請（続）

- 医療機関 2
  - リハビリスタッフデータ、患者データ
    - データを活用したリハビリスタッフの最適シフト作成自動化
- 教育機関（南山大学）
  - 入試データ、教務データ、カリキュラムデータ、教員データ
    - 入試監督の自動割当
    - 科目への教室への自動割当

## 社会的要請（続）

- **運輸会社**

- 三井商船 自動車輸出データ
  - 自動車運搬業務での積込方法の最適化
- JR東日本 駅員のシフト自動作成

- **製造業 3**

- トヨタ自動車 工程改善部
- 三菱重工 ICTソリューション
- 日立製作所 生産イノベーションセンター

## 2. データサイエンスの発展

### 人材育成

- 滋賀大学 データサイエンス学部
- 横浜市立大学 データサイエンス学部
- 武蔵野大学 データサイエンス学部
- 立正大学 データサイエンス学部（2021年4月）
- 南山大学 理工学部 データサイエンス学科

**南山大学 数理情報学部数理科学科（2000年設立）以来、データサイエンティストを養成**

## 人材育成(続)

- 一般社団法人 データサイエンティスト協会  
会員企業 約100社

### <設立の目的> 協会のホームページから

当協会は、新しい職種であるデータサイエンティストに必要なスキル・知識を定義し、育成のカリキュラム作成、評価制度の構築など、高度IT人材の育成と業界の健全な発展への貢献、啓蒙活動を行ってまいります。

また、所属を超えてデータ分析に関わる人材が開かれた環境で交流や議論をし、自由に情報共有や意見発信ができる場を提供してまいります。

## 軍事研究としてスタート

第2次世界大戦中に**物理学者のパトリック・ブラケット**をはじめ、さまざまな学問分野の研究者が動員されて、ORチームが結成され検討が開始された。

## 事例

護送船団の規模の最適化

対潜哨戒機の塗装の色の決定

航空機搭載型の爆雷の爆発深度の決定

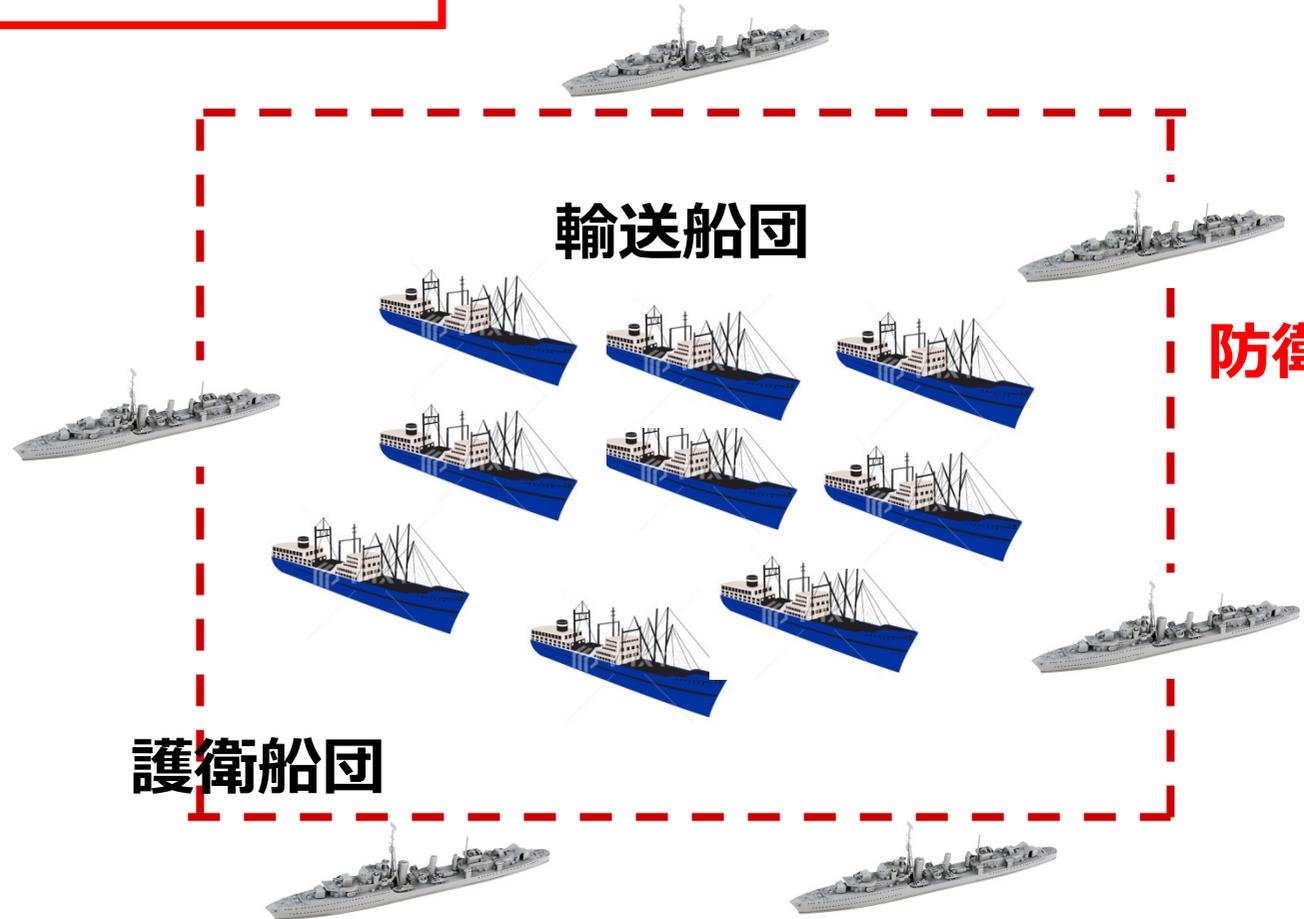
部隊の訓練計画、補給・整備計画の策定

# 3.オペレーションズ・リサーチの起源

## 護送船団の規模の最適化



Uボート



# 3.オペレーションズ・リサーチの起源

## 護送船団の規模の最適化

### パトリック・ブラケットの考察

輸送船団の隻数**2倍**、護衛船団の隻数 **2倍**

⇒ 防衛線の長さは  $\sqrt{2}$ 倍

⇒ 護衛艦の防衛線上の密度は $\sqrt{2}$ 倍

**Uボートは防衛線を突破しにくくなる**

**効果：1943年3、4月の輸送船の被害35隻、Uボートの損害7隻**

**1943年5月、輸送船の被害5隻、Uボートの損害10隻**

## 戦後のOR

戦後、ORは**工業や経営計画**にまで広がる。

線形計画法、整数計画法、動的計画法、多変量解析、待ち行列理論、PERT/CPM、ゲーム理論、シミュレーション、ファイナンス理論などの理論研究の進展

多くの分野で多大の貢献ができるように

# 4.最適化の発展

## 2018年のFranz Edelman Finalist賞（米国OR・経営工学会が主催するORの実施賞）受賞者から

- 米国連邦通信委員会：  
新しいオークション手法による**200億ドル**の利益
- 中国石油天然気集団：  
**5億ドル**の運用コスト削減、**180億ドル**の建設コスト削減
- Europcar（レンタカー会社）：  
毎年**3200万ドル**のコスト削減、**5億8400万ドル**の収益増
- インテル：  
2014年からの4年間で**13億ドル**の在庫費用削減→利益増

# 4.最適化の発展

**三井商船（同社のホームページから抜粋）**

## **自動車船運航業務への数理最適化活用**

当社が運航する自動車運搬船はおよそ100隻あり、1隻で輸送できる自動車は普通乗用車に換算して概ね5000台前後です。・・・貨物積付計画の作成にかかる時間はその難易度と担当者の熟練度に応じて長くなる傾向にありました。・・・

本研究では、・・・数理最適化を用いて膨大な組み合わせから効率的に計画案を求めるアルゴリズムを開発しました。

## 日立製作所

### 実業務における配送計画立案事例

### ～実運用を可能にした多様な業務モデルとアルゴリズム～

(株) 日立製作所では、産業分野を中心に、アーバン分野・電力分野など幅広い分野へOR技術を活用し、事業の高度化を図っている。各事業における課題を踏まえた上で、ビッグデータ解析、シミュレーションによる現象把握と対策立案、数理最適化による最適解算出、機械学習を用いた出力推定などの手法を活用することで、課題を解決している。(OR学会発表予稿から)

# 4.最適化の発展

## NTTデータ数理システム（ホームページから抜粋）

### 東日本旅客鉄道株式会社様 JINJRE（勤務）

1. 概要
2. 主な考慮対象
3. 開発期間
4. システム構成概念図

#### 1.概要

大規模勤務システムの勤務表自動作成機能（駅等の箇所・グループごとに、社員の月単位のシフト表を生成）に、Numerical Optimizer のメタヒューリスティクスエンジン wcsp が採用され、株式会社ジェイアール東日本情報システム様によるシステムインテグレートのもとで開発を行いました。

このシステムを用いると、場所によってはこれまで手作業で数時間～数日要していたシフト表の作成が、Numerical Optimizer 実行部分で、中規模（社員約 30 人程度）なら数十秒、大規模（社員約 100 人程度）でも10 分前後で可能です。従来分割して行わなければならなかったグループ単位でのシフト表の作成も一括で行えるようになりました。



# 4.最適化の発展

## セブンイレブンジャパン（ホームページから抜粋）

オーナー様の業務負荷を軽減簡便に「効率的な店舗運営」を実現するためのサポート『**シフト・作業割当表の自動作成システム**』を導入～2019年12月より一部のエリアでテスト導入を開始～

このたび、オーナー様が作業割当表※1を自動作成する仕組みを構築いたしました。これは、店舗の作業に要する時間の計測や、商品の納品時刻、客数等の情報を入力・分析し、**店舗ごとに最適な作業割当表を自動で設計**するシステムです。そして、作成された作業割当表をもとに、時間帯ごとの必要人員を明確にし、**シフト表※2（勤務表）の自動作成**を実現いたしました。

# 4.最適化の発展

## OPTIMIND（ホームページから抜粋）

モノの配送や、ヒトの輸送。様々なラストワンマイルのサービスが実現され、より快適な社会を実現するためには、それらが複雑に絡み合ったモビリティが、どのように「最適」なルートで回れば良いのか、が不可欠となります。

私達は、「世界のラストワンマイルを最適化する」のミッションのもと、企業、業種、国の枠を超えた“世界”のラストワンマイルを、効率化ではなく、人々の心にとっての“最適化”を目指し、世界で一番ルート最適化について考え、投資し、創り上げる、世界屈指の専門集団を目指し続けます。



## セントレアとの共同研究 （セントレアのホームページより抜粋）

### 2020年、南山大学理工学部システム数理学 科と中部国際空港の産学連携取り組みを実施

2019年7月、南山大学理工学部システム数理学科からデータサイエンスとアナリティクスの手法を用いた産学連携のご提案をいただき、2020年2月、南山大学と中部国際空港は産学連携に関する協定を締結しました。その後、南山大学がもつ技術と中部国際空港が抱える課題とをすり合わせた結果、「空港内の手荷物カートの最適運用」を研究テーマとすることが決定されました。

# 6.おわりに

**高校生の皆様**：  
将来の職業の選択肢のひとつとして  
⇒ データサイエンティスト

**社会人の皆様**：業務改善のヒントに  
**研究者の皆様**：データサイエンスの普及  
**在学生の皆様**：学びの動機付けに