

文部科学省
数学イノベーション委員会



産業界の課題と数学・数理科学

理化学研究所 計算科学研究機構

伊藤 聡



2013年7月30日



産業界の課題と数理：三つのカテゴリー

- 数学・数理科学によるバリューイノベーション（Ⅰ）
 - 数理そのものが革新的な製品・サービスを創出
 - ・ 暗号システム
 - ・ スケジューリングシステム

- 数学・数理科学によるプロダクトイノベーション（Ⅱ）
 - 数理によって高付加価値を実現
 - ・ 設計シミュレーション
 - ・ データマイニング／データ高速検索

- 数学・数理科学によるプロセスイノベーション（Ⅲ）
 - 数理による定量的技術経営（思考の数理化）
 - ・ 推計統計学（シックスシグマ）
 - ・ 品質管理（タグチメソッド）

数理科学の活用事例 I — 暗号技術

共通鍵暗号方式

DES、AES、...



公開鍵暗号方式

RSA、楕円曲線理論、...



$y = x^d \bmod n (=pq)$
e, n : 公開鍵
d, p, q : 秘密鍵

一方向性関数の応用(素因数分解など)

数理科学の活用事例 I — 暗号技術

暗号の安全性・脆弱性



暗号の解読技術

- 力技的解読
 - 専用ハードウェアやスパコンにより鍵を全数探索する
- 数学的解読
 - 暗号を未知数(鍵)を含む方程式とみなして解を求める
- 物理的解読
 - 装置の物理的状态から得られる情報を解読に利用する
(サイドチャネル解析)
 - 耐タンパーデバイス

DES解読ハードウェアの例 (Deep Crack chip)



九州大学  情報通信研究機構 

[プレスリリース]

次世代暗号の解読で世界記録を達成
ペアリング暗号の安全性を確立し、次世代暗号の標準化に貢献

2012年6月18日
国立大学法人九州大学
(院)情報通信研究機構
株式会社富士通研究所

数理科学の活用事例 I — スケジューリング

駅探 テキスト表示画面

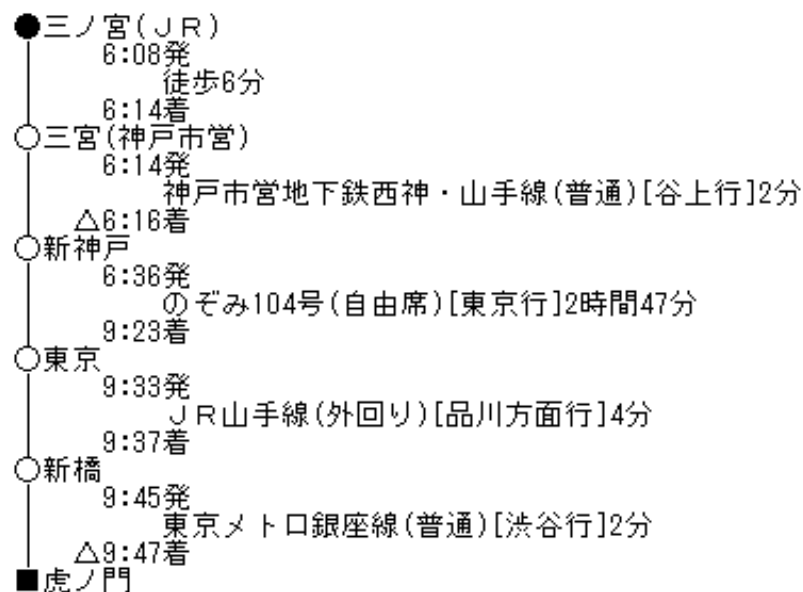
検索条件

2013年7月30日 09:50 到着 三ノ宮(JR)駅→虎ノ門駅(東京経由)

乗り換え案内結果

三ノ宮(JR) 06:08発 - 虎ノ門 09:47着

乗り換え回数: 4回
所要時間: 3時間39分
料金: 14,120円



<http://ekitan.com/>

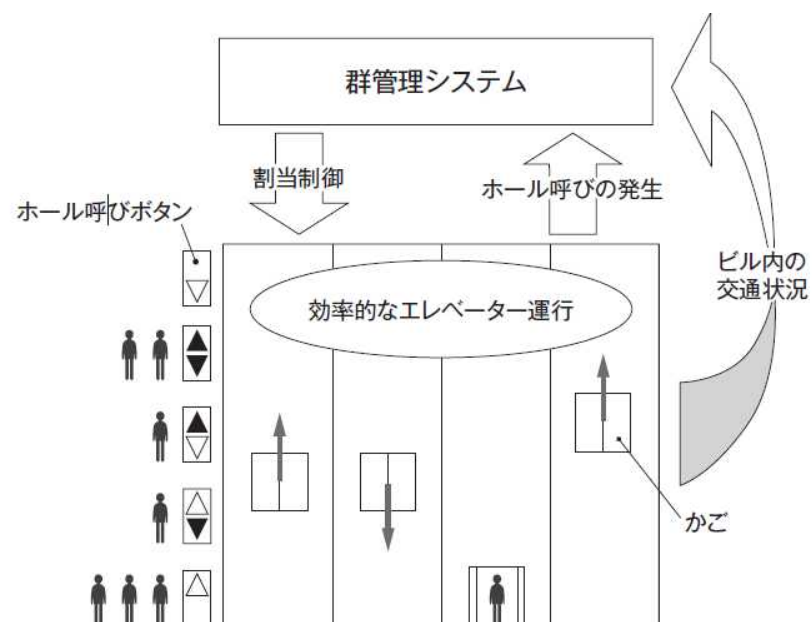
最適化問題

- ITS監視・制御システム
- ロジスティクスシステム
- スマートシステム(HEMS、FEMS等)
- 重粒子線がん治療スケジューリング
- 災害に強い都市設計
- ...

評価関数の選択

数理学の活用事例 I — スケジューリング

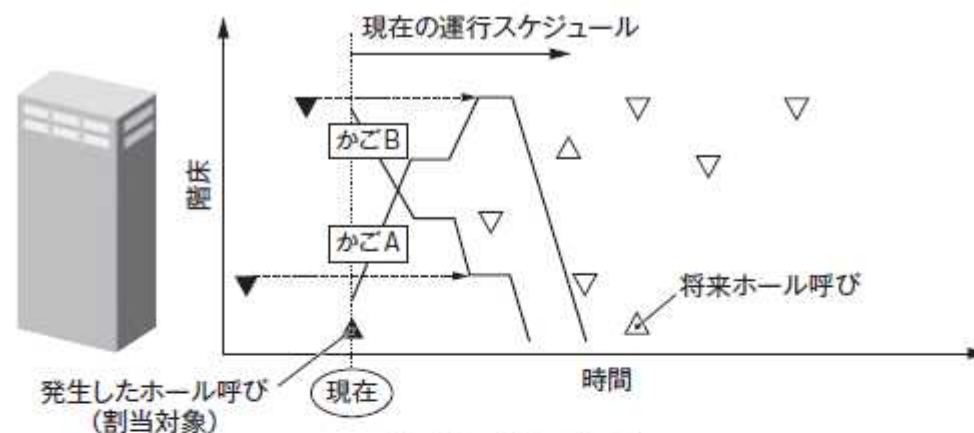
エレベータの群管理システム



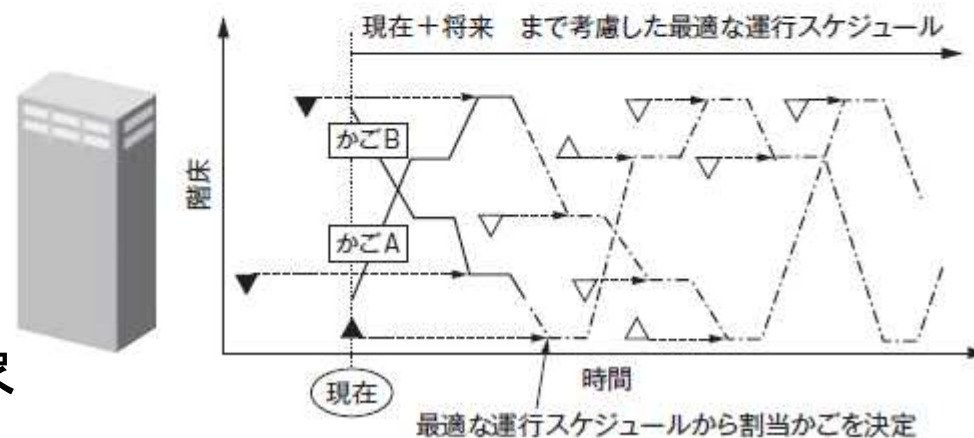
現象の数理モデル化が困難な事象



ニューラルネットやGAの応用



(a) 現在の運行スケジュール



(b) 将来まで考慮した最適な運行スケジュール

数理科学の活用事例 Ⅱ ー 設計シミュレーション

スパコンを用いた大規模シミュレーションによる市場競争力のある
高付加価値製品・サービスの創出



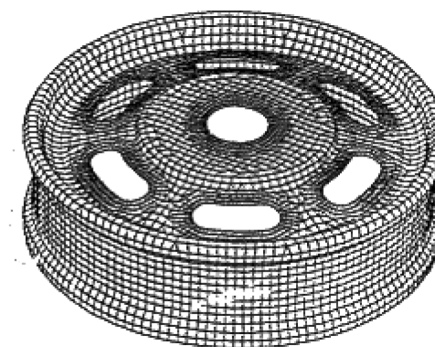
基礎方程式を適切に解く



- 連続系の方程式を離散化して解く → メッシュ生成



解析品質 (V & V) の視点



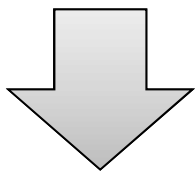
- コンピュータアーキテクチャの進化
→ スカラ、ベクトル、超並列、専用コプロセッサ...



アーキテクチャに対応する数値解析アルゴリズムの研究

数理科学の活用事例 II — 高速データ検索

大量のデータを高速検索する技術



非構造化データの高速検索

製品・サービス

- テキストマイニング
- 非テキストデータマイニング
- Web検索
- 自動要約
- インシデント作成とリスク管理
- ...

アルゴリズム

- 決定木分析
- 自己組織化マップ
- 最近傍探索
- アノテーション
- ...

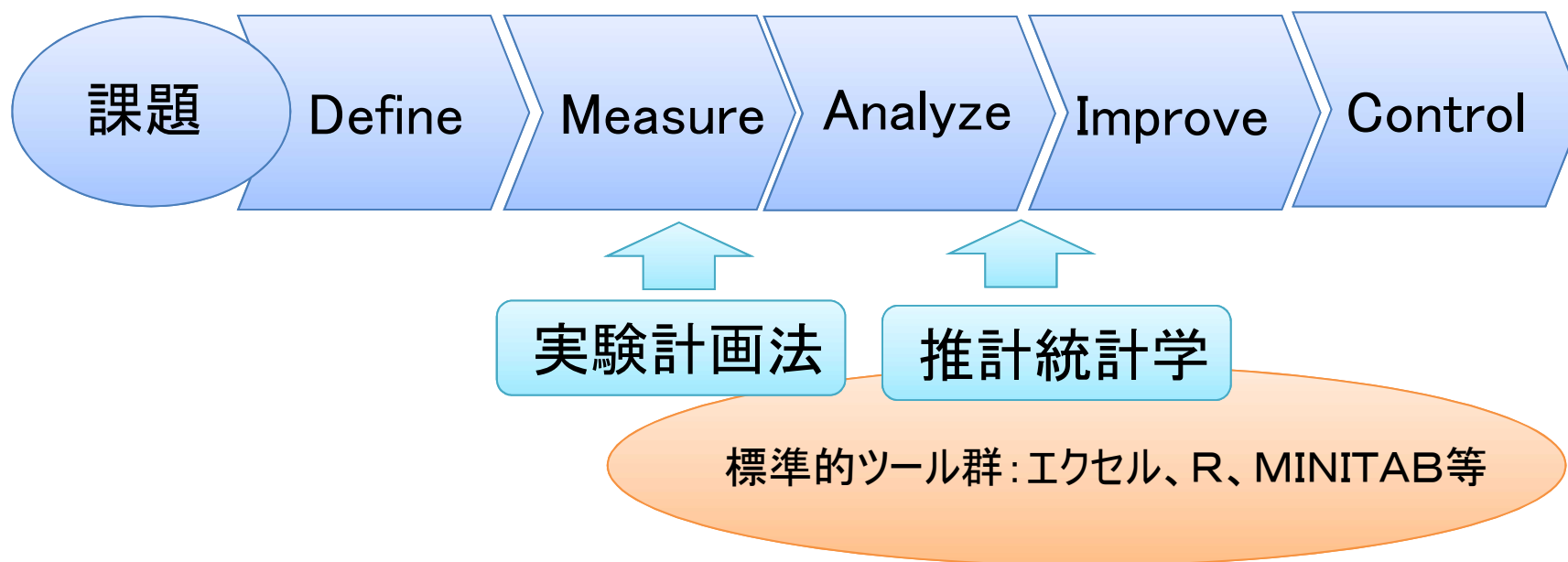
数理科学の活用事例 Ⅲ — シックスシグマ

技術経営(MOT)における数理科学化

シックスシグマ(DFSS)

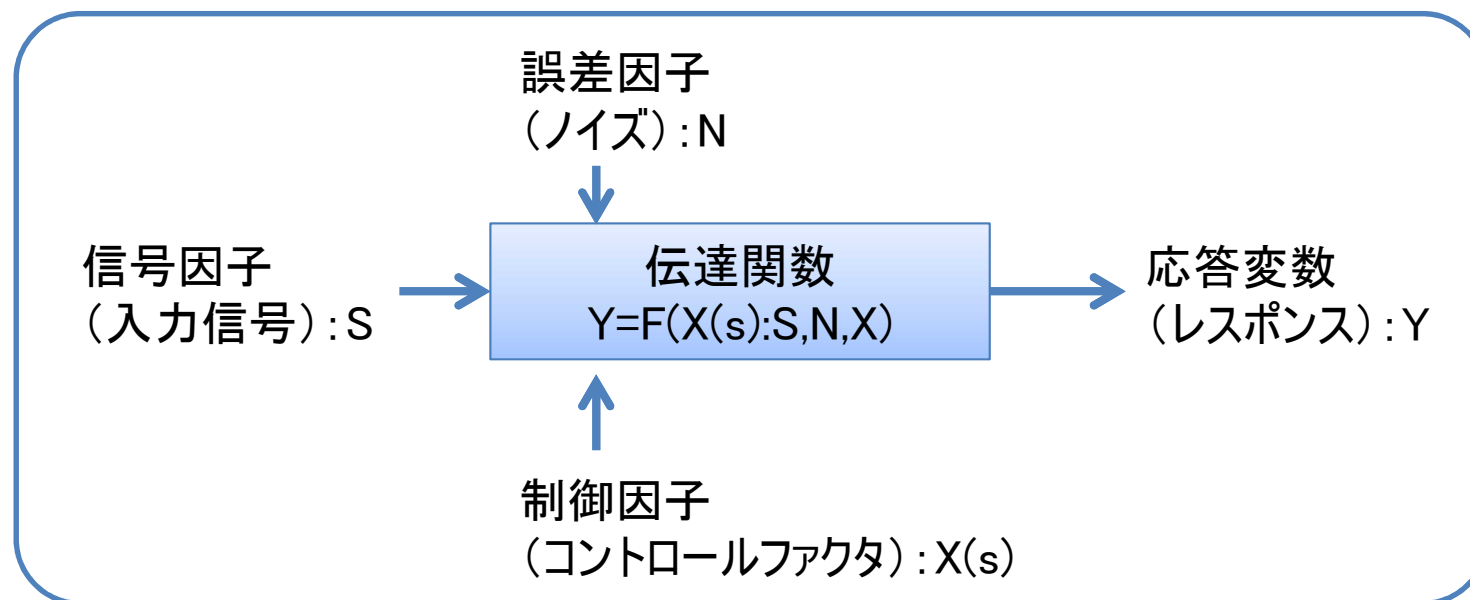
事業経営の中で起こるミスやエラー、欠陥品の発生確率を「100万分の3.4(6σ)」レベルにする品質管理

DMAIC

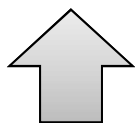


数理科学の活用事例 Ⅲ — タグチメソッド

田口玄一によるロバスト設計手法

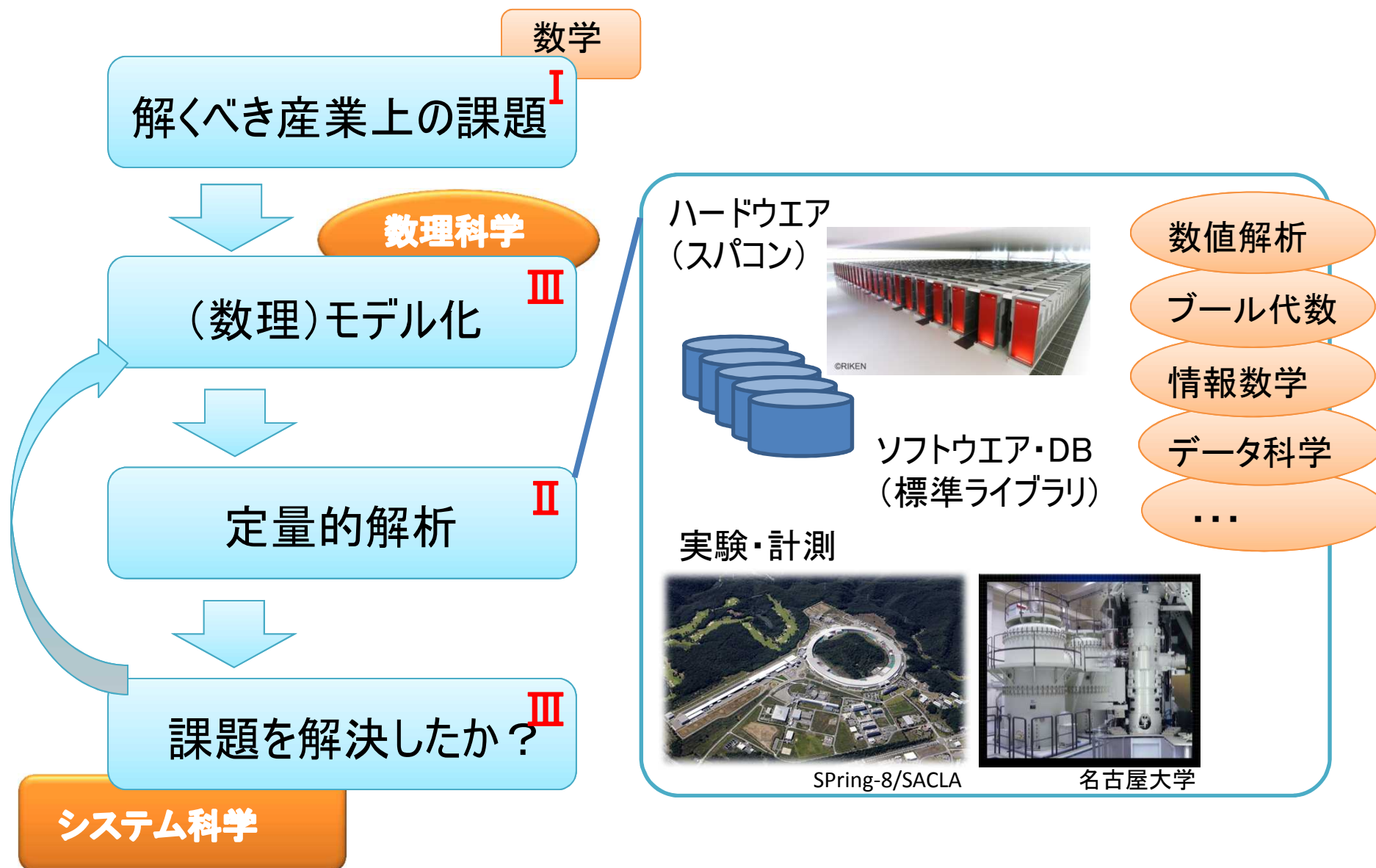


ばらつきの少ない製品・工程の設計・構築



感度解析、要因交差解析、直交表による実験計画法・・・

産業界における数理学



産業界を含めた諸分野と数理科学

