

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

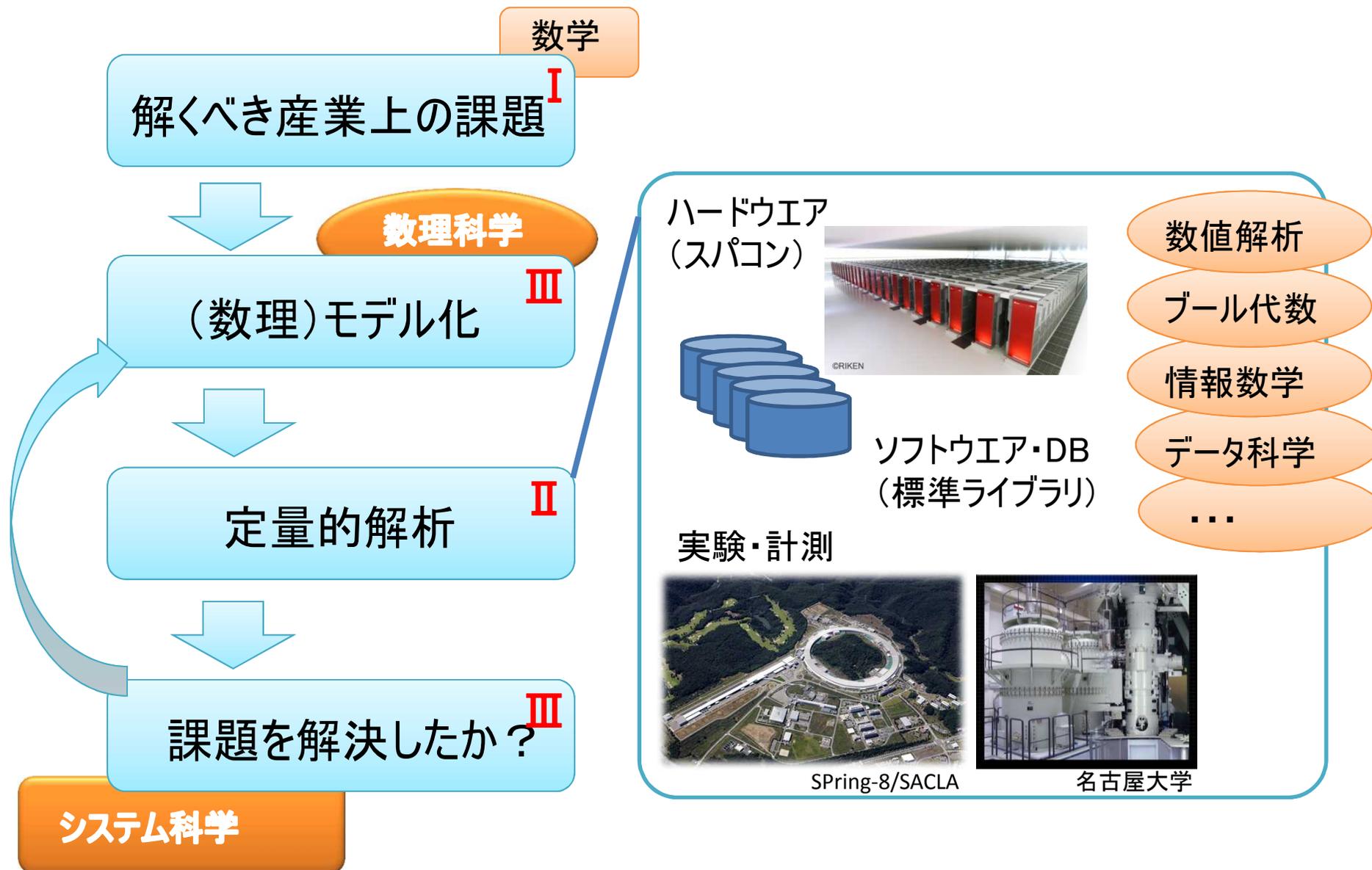
理化学研究所 計算科学研究機構

伊藤 聡



2013年8月30日





産業界での課題：課題の数理モデル化

解くべき課題A

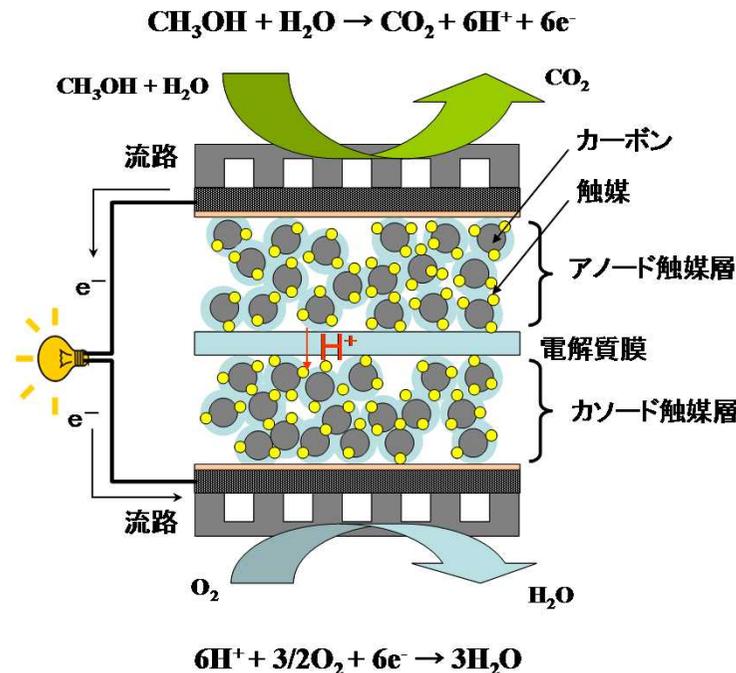
(小型軽量高出力燃料電池)

- 要因① ⇒ 数理モデル化 ⇒ 解析 ⇒ 対策 ⇒ 要因①の解決
(触媒活性)
- 要因② ⇒ 数理モデル化 ⇒ 解析 ⇒ 対策 ⇒ 要因②の解決
(エア循環)
- 要因③ ⇒ 数理モデル化 ⇒ 解析 ⇒ 対策 ⇒ 要因③の解決
(水の排出)

しかし、
課題Aは
未解決

要因分析のアプローチ(方法論)
はあるが、課題を解決できない

要因分析に拠らない定量的
課題解決法は？



直接メタノール
燃料電池(試作品)



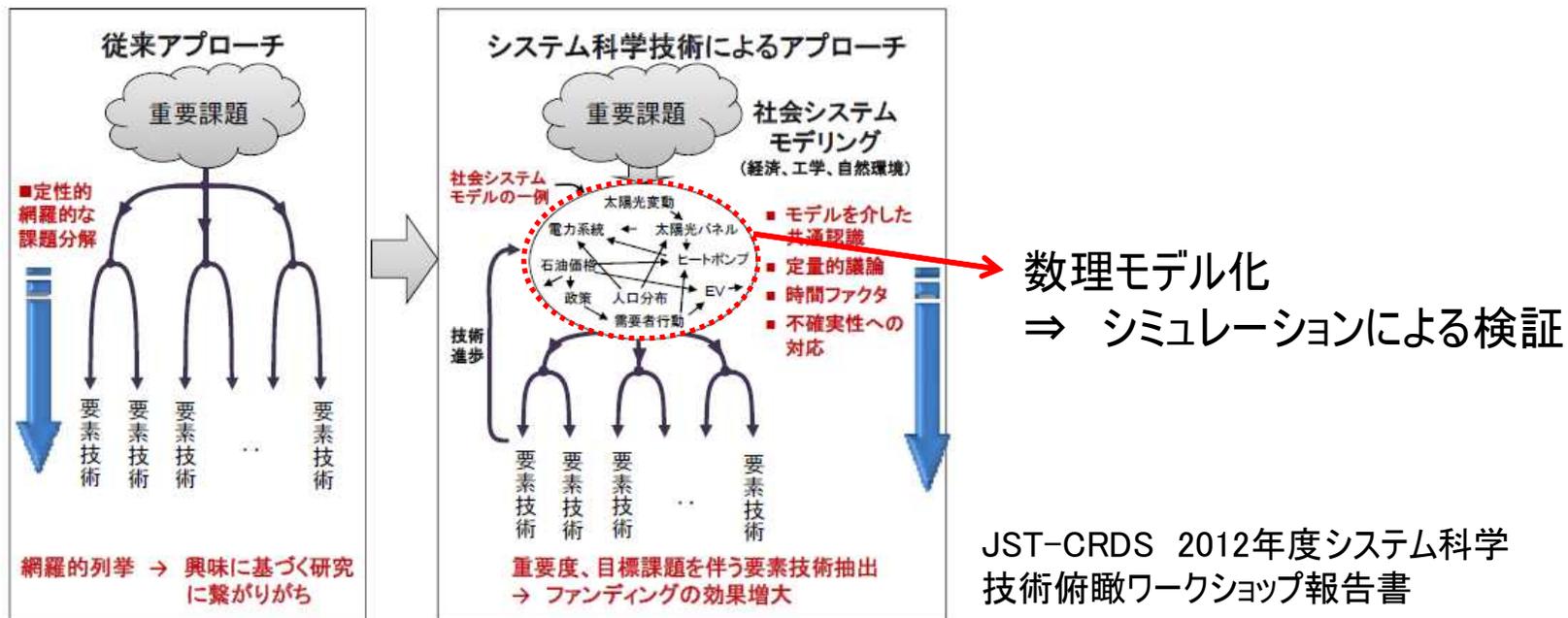
産業界での課題：課題の数理モデル化

従来型の要因分析に基づく数理モデル化の限界



- 課題の丸ごと数理モデル化
- 新たな要因の顕在化
- 逆問題的解析手法

システム科学による統合的数理モデル化



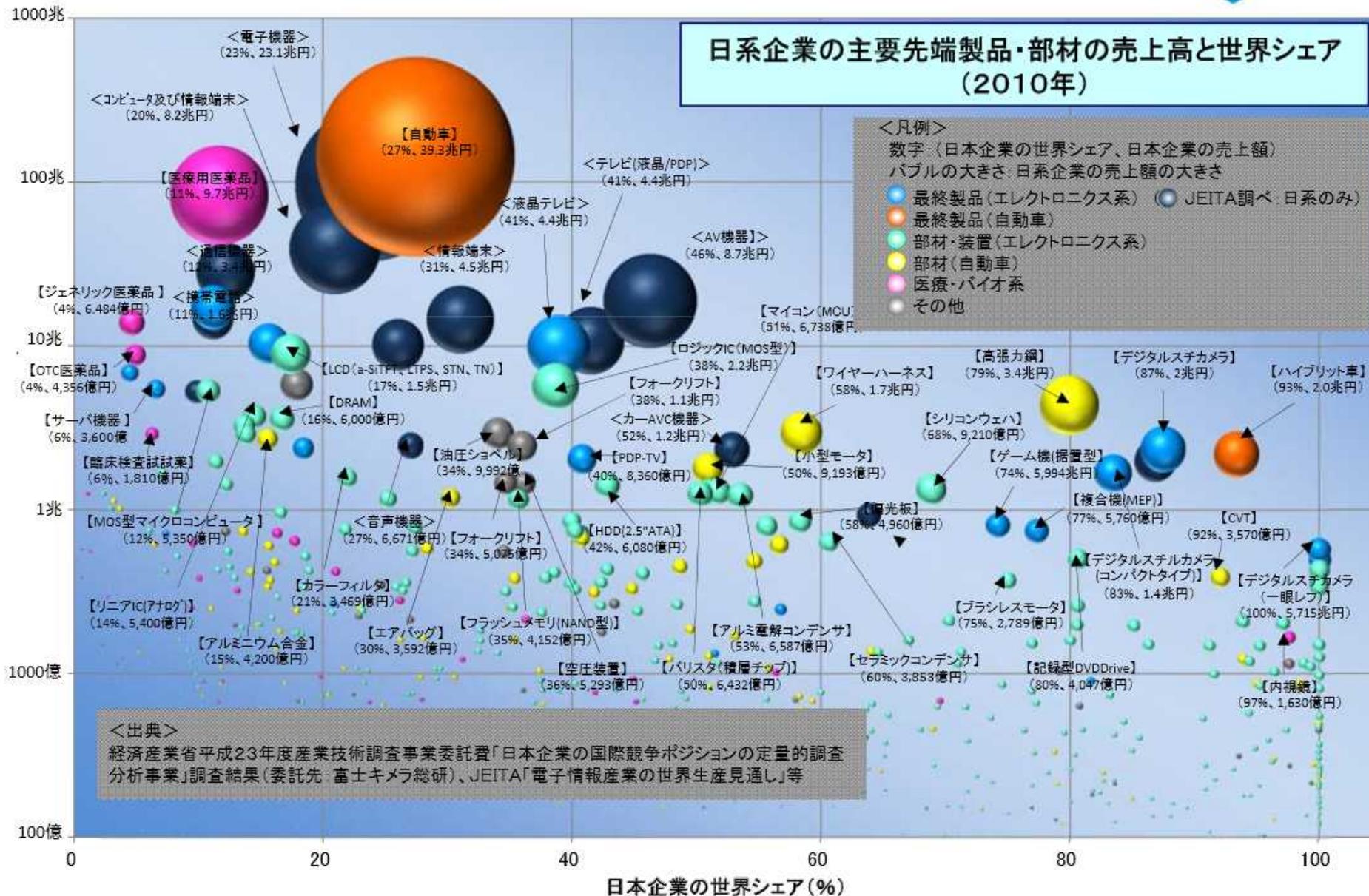
産業のシステム化: 市場規模

世界市場規模(円)



日系企業の主要先端製品・部材の売上高と世界シェア (2010年)

- <凡例>
 数字: (日本企業の世界シェア、日本企業の売上額)
 バブルの大きさ: 日系企業の売上額の大きさ
- 最終製品(エレクトロニクス系) (● JEITA調べ: 日系のみ)
 - 最終製品(自動車)
 - 部材・装置(エレクトロニクス系)
 - 部材(自動車)
 - 医療・バイオ系
 - その他



<出典>
 経済産業省平成23年度産業技術調査事業委託費「日本企業の国際競争ポジションの定量的調査分析事業」調査結果(委託先: 富士キメラ総研)、JEITA「電子情報産業の世界生産見通し」等

産業のシステム化：スマート社会

スマートコミュニティのイメージ：『見える化』技術



数理科学的課題

- 最適化・スケジューリング
- 暗号・セキュリティー
- 制御・力学系安定性
- 許容故障性・堅牢性

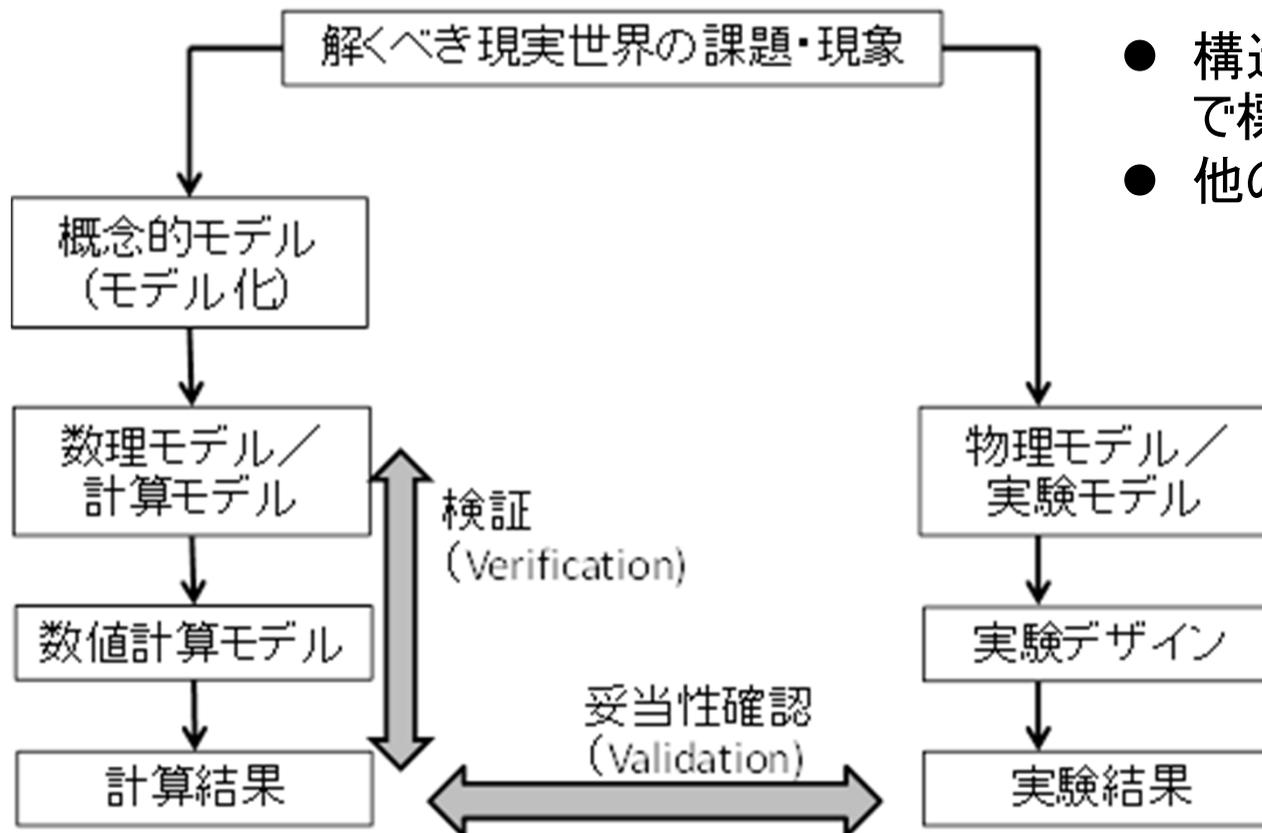


社会の数理モデル化？

産業のシステム化：システムの検証

数理モデルの検証

解析品質：V&V（Validation and Verification）



- 構造解析では欧米主導で標準化作業が進行
- 他の分野では普及せず

産業のシステム化：ツールの重要性

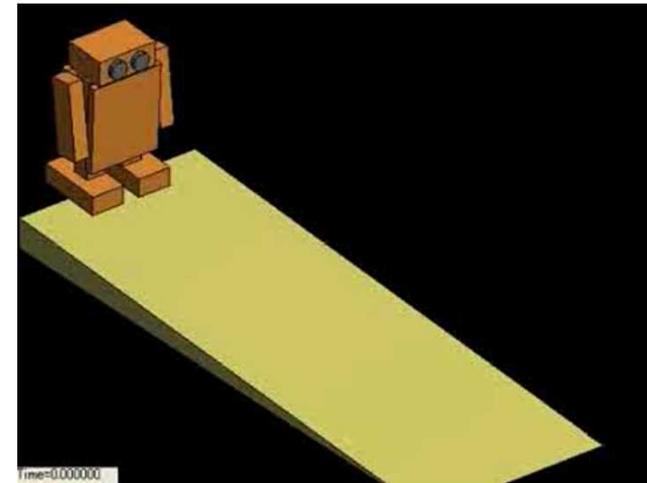
品質管理・プロジェクト管理(確率論・推計統計学)

Minitab、R、Excel等

革新的アルゴリズムによる
ツールのユビキタス化

設計開発シミュレーション

- 構造解析 LS-DYNA, MBDyn
- 流体解析 Fluent
- 分子設計 Gaussian
- 回路設計 SPICE, MEMSOne
- 論理設計 Verilog
- ...



<http://www.sky-engin.jp/MBDynExamples/ex24/ex24.html>

標準ツールのない領域

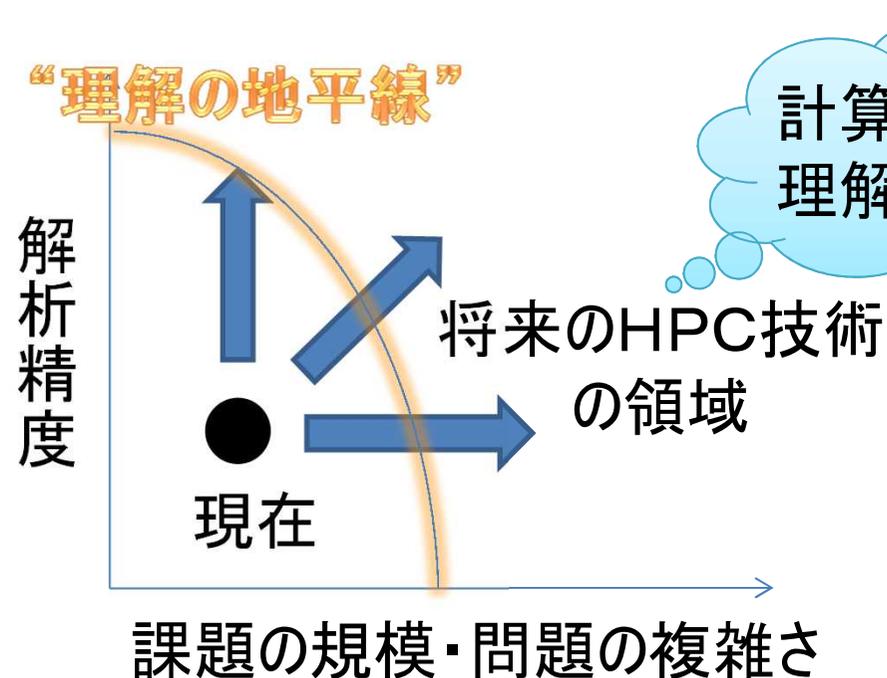
- データ同化(シミュレーションの初期値)
- データアナリティクス(結果の理解)
- “データ”を“インフォメーション”にし、関連付けること



数理モデル化が不十分

産業のシステム化：ツールの重要性

そのシミュレーションからなにが分かりますか？
～ シミュレーション結果の解釈の重要性



計算結果を人が理解できるか？

可視化技術:Visualization
可視化できれば視覚に訴えられるが、計算結果の“なにを”可視化するか？

データマイニング:Data-mining
推計統計学による相関検出は“なにか”を検出するが、これが知りたいことなのか？

科学技術イノベーション総合戦略：5大テーマ

科学技術イノベーション総合戦略 ～新次元日本創造への挑戦～ 【概要(簡略版)】

【内閣府作成】

【ポイント】

総合戦略策定の必要性
我が国は、人口減少や少子高齢化の急速な進行、地球環境問題等の課題が山積しているが、現下の最大かつ喫緊の課題は「**経済再生**」
→これらの課題の克服のために、科学技術イノベーションに期待される役割は増大

総合戦略の基本的な考え方

- ①科学技術イノベーション政策の全体像を含む長期ビジョン+短期行動プログラム
- ②課題解決型志向の科学技術イノベーション政策の包括的パッケージ
- ③産官学連携の役割分担、責任省庁を明示し、予算・税制、規制改革等の様々な政策を組合せ

総合科学技術会議の司令塔機能強化

「**科学技術関係予算戦略会議(仮称)**」の設置
(政府全体の科学技術関係予算編成の主導)
各府省の概算要求の検討段階から総合科学技術会議が主導して、政府全体の予算の重点配分等をリードしていく新たなメカニズムを導入

「**戦略的イノベーション創造プログラム(仮称)**」の創設
(イノベーション推進のための府省横断型のプログラムの創設)
内閣府に予算計上し、重要課題の解決のための取組に対して府省の枠にとらわれず、総合科学技術会議が自ら重点的に予算を配分

「**革新的研究開発支援プログラム(仮称)**」の創設
(最先端研究開発支援プログラム(FIRST)後継施策の新たな展開)
長期的視点からインパクトの大きな革新的研究テーマを選定し、権限を有するプログラムマネージャーの責任のもとで、独創研究を大胆に推進

✓発想を転換し、科学技術イノベーションの成果をどのような経済社会の実現につなげていくのかという、いわば**出口志向の課題解決型政策運営**を行う

✓「**世界でもイノベーションに達した国**」を創り上げる

【全体構成】

<2030年に実現すべき我が国の経済社会の姿>

世界トップクラスの経済力を維持し持続的発展が可能となる経済

国民が豊かさや安全・安心を実感できる社会

世界と共生し人類の進歩に貢献する経済社会

科学技術イノベーション政策推進のための3つの視点
■スマート化
■デジタル化
■グローバル化

第2章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題

| I. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現 | II. 国際社会の先駆けとなる健康長寿社会の実現 | III. 世界に先駆けした次世代インフラの整備 | IV. 地域資源を「強み」とした地域の再生 | V. 東日本大震災からの早期の復興再生 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>重点的課題</p> <ul style="list-style-type: none"> クリーンなエネルギー供給の安定化と低コスト化 新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減等 <p>主な取組(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> 浮体式洋上風力発電、火力発電の高効率化 水素燃料電池の開発 | <p>重点的課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 健康寿命の延伸 次世代を担う子どもの健やかな成長等 <p>主な取組(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> がん等の革新的予防・診断・治療法の開発 BMI、在宅医療・介護関連機器の開発等 | <p>重点的課題</p> <ul style="list-style-type: none"> インフラの安全・安心の確保 レジリエントな防災・減災機能の強化等 <p>主な取組(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> インフラ点検・診断技術の開発 耐震性等の強化技術の開発等 | <p>重点的課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 科学技術イノベーションの活用による農林水産業の強化 地域発のイノベーション創出のための仕組みづくり <p>主な取組(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> IT・ロボット技術等による生産システムの高度化 生産技術等を活用した産業競争力の涵養等 | <p>重点的課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 住民の健康を災害から守り、子どもや高齢者が元氣な社会の実現 地域産業における新ビジネスモデルの展開等 <p>主な取組(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> 被災者に対する迅速で的確な医療の提供・健康の維持 産業の再生 |

各論

物質／材料 データ／情報 数学・数理科学

汎論

第4章 総合科学技術会議の司令塔機能強化

上記ポイントに加え、以下の事項について取り組む。

- 大学・研究開発法人を国際的なイノベーションハブとして強化
- 競争的資金制度の再構築

- 人材流動化の促進
- 研究支援体制の充実

- 規制改革
- 国際標準

○総合科学技術会議の「総合性」の発揮
○司令塔機能強化のための予算措置・法律改正

システムへの対応

産業界における数理科学

- 産業界（製品・サービス）のシステム化が急速に進行
- システムの数理モデル化技術が必要
- 数理モデルの解析・検証・理解手法の確立
- ツールによる課題の数理モデル化の深耕
- “標準”ツールによる数理科学的思想の普及・促進