

AI・ビックデータ利活用 データ解析技術の発展動向

データ解析技術は、統計学、情報学、数理科学を基盤としてビッグデータから有用な知識を獲得するための方法である。関連研究分野としては、統計的モデリング、ベイズ推論、予測、機械学習、データマイニング、深層学習、テキスト検索、情報検索、Web情報解析、自然言語処理、音声解析技術、画像認識技術、パターン認識、情報抽出、最適化などがある。特に、ビッグデータ解析のためには、スパースモデリング、データ同化法、インピーション技術(内挿・外挿、不完全データ・異常値の処理)、時空間センシング、変化解析、高次元空間の構造探索とモデル化、異種情報統合による個人化技術(製品・医療サービスなどの個人化技術、テーラーメイド化)、社会情報ネットワークにおける知識発見、隠れた関係の検出、特異性の発見、因果推論などの課題がある。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> 機能の高度化 <p>機能の高度化とは、ビッグデータ解析のためのモデリングや計算アルゴリズムなどのデータ解析技術の高度化のことである。</p> <ul style="list-style-type: none"> データ基盤の高度化 <p>データ基盤の高度化とは、ビッグデータ解析に用いるデータの大規模化・統合化およびデータ取得の効率化のことである。</p> <ul style="list-style-type: none"> データ処理の高度化 <p>データ処理の高度化とは、ビッグデータ処理の実現に不可欠な、処理システムの高速化、リアルタイム化、システム化の技術などである。</p>	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ベイズモデルによる情報統合 スパースモデリング, 正則化 データ同化 因果推論 非線形, 非定常, 非ガウス <p>各研究領域における大規模データベース構築(DBのサイズは分野によって全く異なる。)</p> <p>ベイズ最適化, データ同化に基づく新しい実験計画法の出現</p> <ul style="list-style-type: none"> ベイズモデル計算法(MCMC, 粒子フィルタ, L1最適化) 深層学習の応用 	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <ul style="list-style-type: none"> 構造変化, 異常値, ノイズを伴うダイナミックな対象に対する実時間ロバスト解析法. 超高次元時空間データ解析法 ノイズ存在下の高次元最適化 演繹と帰納の統合化 <ul style="list-style-type: none"> 領域横断利用を可能とする統合データベースの開発. RDF等によるメタデータ整備による統合利用環境構築. DOI付与による参照可能化. 新しい実験計画法の普及 計測と解析の融合によるスマートセンシング技術 <ul style="list-style-type: none"> ストリーム計算法 データ同化, 自己組織化等によるモデルの自動調整, 自動モデル化 	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <ul style="list-style-type: none"> オープンサイエンスの実現 <p>オープンデータの実現</p> <ul style="list-style-type: none"> システム化技術による知の統合システム リアルタイム実社会把握のための基盤構築

AI・ビックデータ利活用 計算基盤の発展動向

計算基盤とは、超並列処理など最新の計算技術を用いて大規模シミュレーションや大規模データ処理を行うための基盤となる高性能計算機システムのことである。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> 性能向上 <p>計算基盤の高性能化のアプローチ</p> <ul style="list-style-type: none"> AI・ビックデータ向けアーキテクチャの高度化 <p>AI・ビックデータを利活用するための計算基盤(アーキテクチャ)の高度化のアプローチ</p> <ul style="list-style-type: none"> 計算基盤構築技術 <p>センサーと連携した計算基盤の構築技術</p>	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>例: 計算科学分野でのHPC(高性能計算)技術の発展を受けて、超並列処理やベクトル処理を大規模データ解析に活用</p> <p>次々に生み出される様々なAI・ビックデータ利活用のためのアルゴリズムの汎用コンピュータへの実装</p> <p>IoTセンサー群をスタンドアロンコンピュータ・サーバに接続し、集中処理</p>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>現在の計算性能重視(flop/s指向)のアーキテクチャ(Compute-Centric Architecture)設計から、大規模データ解析に必要なメモリスループット(B/s指向)や大規模メモリ重視のメモリ中心アーキテクチャ(Memory-Centric Architecture)設計への変換</p> <p>AI・ビックデータ利活用において、ある程度応用分野を限定し、それぞれの分野に適した共通プラットフォームとしての計算モデルの構築とそのコンピュータ上での仮想化による実現</p> <p>IoTのインテリジェント化(AIoT化)の発展により、エッジでのデータのフィルタリングとメタデータ化(情報トリアージ技術)、サーバ側での高次データ解析技術とそのAIデータベース構築技術</p>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>3次元実装・シリコンフォトニクス等 More-Than-Moore技術を活用して、レジスタ・キャッシュ・メインメモリ・ファイルシステムを統合的に扱うユニバーサルメモリアーキテクチャとその各階層のインテリジェント化のためのインメモリコンピューティングアーキテクチャの確立</p> <p>仮想マシンを実現する「マイクロアーキテクチャ」設計に、マルチコア・メニーコア、FPGA、精度保証可変長計算、ユニバーサルメモリ、インメモリコンピューティングなど様々な従来の Moore型マイクロアーキテクチャと Post-Moore型アーキテクチャとの融合</p> <p>仮想マシン上に構築されるデータベースのオープンデータ化とインタークラウド技術によるAI連携(分散共有処理)の発展</p>

AI・ビックデータ利活用 シミュレーション・データ同化の発展動向

シミュレーションは一般的に、基礎方程式(支配方程式)を用いて、時間発展あるいは空間変形を逐次的に大規模計算機(スーパーコンピュータ)を用いて数値的に解くことを言う。またデータ同化とは、このシミュレーション内の変数を、その一部を観測・計測したデータと突き合わせ適切に整合させる作業である。近年研究が生命や社会の複雑な現象の予測や定量的理解にまで拡大したことに伴い、基礎方程式を超高精度に解けない、あるいはそもそも基礎方程式が存在しない領域においても、微視的な半経験的モデルとマクロな観測・計測データを統合する、いわゆる情報統合の方策としてデータ同化の有用性は高まっている。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p>	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p>
<p>・ 規模の拡大</p> <p>取り扱う変数の数。時間発展方程式であれば積分時間。空間変形(有限要素法や境界要素法)であれば、空間解像度。</p> <p>・ ソフトウェアのオープン化</p> <p>空間メッシュ(グリッド)の自動生成、異なる時間・空間スケールを持つシミュレーションの錬成化、データ同化手法のメタ化(シミュレーションに合わせた同化手法の自動選択機能)など、異なるシミュレーションコード(アプリ)の統合・連結機能</p> <p>・ 可視化・結果解釈機能の高度化</p> <p>莫大な量のシミュレーション結果を人が理解できる形に自動加工する技術。シミュレーションを近似的に代替するエミュレーション。</p>	<p>シミュレーション単体では数千万から10億程度の変数を解くことが可能。データ同化に関しては、データの質および量にかなり依存するが、1000万程度の変数に対する同化がラフに可能。</p> <p>空間メッシュの自動化はほぼ実現。錬成シミュレーションも、ダウンスケーリングのような静的かつ準整合的方法は確立。データ同化のメタ化は未踏。</p> <p>探索的に人が見たい変数(アスペクト)を選択し、視覚的に効果的に自動描画可能。アスペクトの自動選択機能が実現されはじめています。</p>	<p>10倍程度の変数を取り扱える。解像度で言えば、1/10程度。データ同化は対象の変動の性質にかなり依存するため、1000万程度の現状を少し上回る程度か。積分時間で言えば、50倍程度。</p> <p>ダウンスケーリングの自己無撞着性(整合的解法性能)が向上。時空間発展方程式のデータ同化および、シミュレーション内のマクロパラメータの同化についてはメタ化が実現。</p> <p>アスペクトの自動選択が、スパースモデリングあるいは深層学習によって実現。その結果を利用したエミュレーションも実現。位相データ解析と連動した効果的描画機能の実現。</p>	<p>100倍程度の変数が取り扱える。積分時間では、1000倍程度。データ同化は1億程度の変数の同化が可能。</p> <p>個人/グループレベルで作成するシミュレーションモデルの既存手法との連動技術が確立。メタデータとシミュレーションコードを入れると、適切なデータ同化が実現。</p> <p>シミュレーションコードと結果の因果解析を相補的に利用することで、因果構造を半自動的に抽出する機能が実現。位相データ解析やエミュレーションも汎用化。</p>

AI・ビッグデータ利活用 機械学習・深層学習の発展動向

基盤技術の定義または説明をお書きください。

機械学習とは、人工知能における研究課題の一つで、人間の学習能力と同様の機能を、明示的にプログラミングすることなくコンピュータで実現しようとする技術・手法である。機械学習アルゴリズムは、対象とするデータの生成機構を反映するデータ間の特徴的関係やパターンを抽出し、さらにそれらを用いて同じあるいは類似の機構から生成された新たなデータについて推定や予測を行う。

深層学習とは、多層のニューラルネットワークを用いた機械学習技術の総称であるが、特に層数が3を超える深いノード段数を有するニューラルネットワークを指すことが多い。従来のバックプロパゲーションに、スパース・コーディングやオートエンコーダなどの手法を組合せ、大規模なニューラルネットワークの学習を可能にした。

発展動向の整理軸

当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。

対象データの大規模化

事例数や属性次元数、関係の複雑さ・多様性など、様々な面で扱う対象データの規模

学習の自律性

アクティブ事例選択、アクティブ属性選択、強化学習のように、対象データの内容や学習の目的に応じて、自律的に事例や属性を収集する能力と共に、自律的に学習目的や基準を選択、設定する能力

対象問題の多様化

分類やクラスタリング、外れ値検出などの典型的な機械学習問題に加えて、情報検索やシミュレーション、計測、意思決定など他の情報処理問題を扱う理論や技術と融合による対象問題の多様化の度合い

現状の動向

各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。

深層学習などで時空間的構造を持つ大量データからの高精度学習が実現された。ただし、膨大な学習データが必要。並行して少数データからの学習や意味理解可能な潜在的規則性発見の研究が進んでいる。

強化学習で、複雑な状態や文脈に基づいて、効果的な自律的情報収集・試行を行う学習技術が実現されている。深層学習に強化学習を導入し、大規模・複雑な学習を自律的に進めるようになった。

外れ値が発生する以前の予兆発見・検知や因果推論、クラウド技術との融合研究が行われている。一部には、学習技術から新たな知見を創造する技術が発展しつつある。

5年後の動向

各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。

シミュレーションデータで仮学習して、実少数データに転移学習する方法が広く開発される。深層学習を組み込むシステム化技術により、大規模問題での学習実用化が加速する。大規模問題に対するリアルタイム逐次学習技術が進む。

左記の現状動向が深化する。

より多くの他の情報処理問題を扱う技術と機械学習との融合が進み、より多様な問題を扱う機能を実現できるようになる。

10年後の動向

各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。

時空間的構造を持つデータとして構造化出来ないデータも、高精度な学習が行える技術改良が進むか、あるいは一般的データを時空間的構造に埋め込んで高精度学習を行う技術が開発される。

複雑・多様な問題構造を探索的に発見する研究が進み、限定的だが問題定義の置き換えを行い、フレーム問題を緩和する強化学習技術が実現する。学習目的・基準を自律判断するアクティブ学習が実現する。

異分野融合の大規模システムや複数分野のビッグデータを横断的に利用する機械学習技術・統計的アプローチが実現される。

AI・ビックデータ利活用 パターン認識の発展動向

パターン認識とは、画像認識、物体認識、音声認識など、画像・音声などの雑多な情報を含むデータの中から、一定の規則や意味を持つ対象を選別して取り出す処理である。この処理では統計、機械学習技術が一般的に用いられ、その目的は識別や回帰に代表される。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<ul style="list-style-type: none"> 機能の高度化 <p>機能の高度化とは、統計、機械学習技術の発展によるパターン認識の目的である識別や回帰の性能向上を指す。データに含まれる各種ノイズに対する頑健性の向上を含む。</p>	<p>深層学習によりパターン認識の性能向上がはかられている。音声認識では数千時間の学習データを用いた場合に10%以下の精度、一般物体認識では千カテゴリについて0.15%程度の精度を得ることができるようになってきている。また物体のクラスや識別に有効な局所特報量が自動獲得されつつある。</p>	<p>深層学習の機械学習技術が深化し、人手による調整が必要であったネットワーク構造やパラメータの初期値の設定が自動化して、パターン認識の性能およびインタフェースが向上すると考える。同時にパターン認識の応用領域の拡大が見込まれる。一般物体認識においては、物体のクラス間の構造が自動獲得されることが見込まれる。</p>	<p>深層学習を超える統計、機械学習技術が開発され、パターン認識の性能およびインタフェースがさらに向上すると考える。いろいろな関係性(因果や階層構造等)が自動獲得されるようになると思う。また希少な事象のデータについても、高度なパターン認識と統計、機械学習を用いて解析できるようになると考える。さらに、自律的にデータ取得、学習を行い、パターン認識技術を自動で進化、再生する技術が研究開発されるようになると思予想する。</p>
<ul style="list-style-type: none"> 機能の多様化 <p>センシング技術の発展とともに、従来の音声や画像データのみならず、多様な種類のデータが観測され、利用できるようになっている。機能の多様化とは、それら多様化したデータのパターン認識の実現を指す。各種データのいろいろな組み合わせによるパターン認識の実現を含む。さらに従来の目的の識別や回帰を超えて、意思決定のための方策を自動獲得するなどの目的の多様化を含む。</p>	<p>例えば、スパムや攻撃メールの検出においてパターン認識が利用されている。また道路気象や交通規制の情報を含め複数のデータを利用した交通量管理システムが実現されつつある。さらに強化学習と組み合わせ、ロボット行動などの方策の自動獲得が実現されつつある。</p>	<p>例えば、一般物体認識について、マルチモーダルデータの自然な統合によるパターン認識が実現されることが見込まれる。またパターン認識を利用した自動運転技術が普及することが見込まれる。高度なパターン認識と強化学習を用いた、各種エージェントの方策の自動獲得が実現されることが見込まれる。</p>	<p>例えば、パターン認識による一般物体認識システムは、進化するIoT技術等を用いて、自律的に認識対象を広げていくと考える。</p>
<ul style="list-style-type: none"> 機能の個性化 <p>機能の個性化とは、各ユーザ(集団)の特性に対応したパターン認識の実現を指す。</p>	<p>ユーザの話し方に対応した音声認識、ユーザ環境を考慮した物体認識などの個性化技術が実現されつつある。</p>	<p>パターン認識の各処理のユーザ(集団)対応が実現される。</p>	<p>ユーザ(集団)対応したパターン認識による各種の個人用システムやエージェントが実現されることが見込まれる。</p>

AI・ビッグデータ利活用 自然言語処理の発展動向

自然言語処理は、自然言語文や文書の解析と理解を対象とし、機械翻訳、情報抽出、質問応答など多くの応用分野を射程とする人工知能の中核的な分野である。文の単語への分割や品詞付与、統語解析などの文構造の解析、単語や文の意味表現や意味的類似性、照応解析や文章構造解析など文脈処理などの言語解析技術を基盤としている。あらゆる解析過程で曖昧性があり、曖昧性解消のための言語知識に関する研究やタグ付きデータへの機械学習技術の適用により、解析精度の向上が図られている。Twitter、blog、評価サイトなどのconsumer generated mediaからニュース記事や科学技術文書など様々な言語データからの情報抽出が課題となっている。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> 言語解析技術の高度化 <div data-bbox="21 634 556 853"> <p>単語セグメンテーション、品詞付与、チャンキング、統語解析、述語項構造解析、照応/共参照解析、意味表現、表現学習、語義曖昧性解消、談話解析、文書構造解析などの言語解析技術の高性能化</p> </div> 基盤技術・言語資源の高度化 <div data-bbox="21 911 556 1130"> <p>大規模言語データの処理基盤、機械学習の適用法、構造学習、同時学習、マルチタスク学習、表現学習、学習データの構築、半教師付学習、教師なし学習、能動学習などの基盤技術。レキシコン、コーパスなどの言語資源</p> </div> 解析対象の拡大 <div data-bbox="21 1188 556 1403"> <p>機械翻訳、評判情報抽出、文書分類、質問応答、文書要約、情報抽出、関係イベント抽出などの既存の応用から、文脈理解を必要とするマルチモーダル環境での言語理解、対話など対象の拡大</p> </div> 	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="575 634 1000 862"> <p>個々の文を対象とする言語解析では性能向上の余地はあるものの、高い性能を達成している。述語項構造など意味解析や文脈解析ではまだ実用レベルの解析精度に達していない</p> </div> <div data-bbox="575 911 1000 1159"> <p>様々な機械学習アルゴリズムがあらゆるタスクに適用されてきた。深層学習に基づく手法が広く適用され、多くのタスクで高い性能を達成している。表現学習やsequence-to-sequence modelが牽引的</p> </div> <div data-bbox="575 1188 1000 1403"> <p>Consumer generated media、社内文書、科学技術文書、特許文書など対象の拡大。対話や質問応答などの発話生成などの応用への拡がり</p> </div>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="1020 634 1464 816"> <p>句や文の意味解析・意味表現・表現学習技術が高性能化。述語項構造解析や共参照解析など、文や文章の意味解析の基盤技術が高度化</p> </div> <div data-bbox="1020 911 1464 1130"> <p>DNN技術のコモディティ化。DNNに基づく構造学習の高度化。表現学習と言語制約の融合技術。同義・含意認識など文脈理解のための表現技術やリソースの充実</p> </div> <div data-bbox="1020 1188 1464 1403"> <p>他分野への応用。翻訳支援、読解支援、学習支援など結果の説明を要する新しい応用分野への適用</p> </div>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="1483 634 1910 853"> <p>文脈解析の高度化。意味表現技術、文脈表現技術の高度化。文の意味を文脈上で捉える技術や、短い文書中の文脈を表現する方法に関する研究が進展する。</p> </div> <div data-bbox="1483 911 1910 1088"> <p>大規模なタグ付きデータが必要なタスクに対する半教師付学習やデータの半自動タグ付けなど、データ拡張に関する技術が進展</p> </div> <div data-bbox="1483 1188 1910 1403"> <p>マルチモーダル環境での自然言語処理応用。文脈を考慮した機械翻訳、質問応答。対象者に応じた文書要約、読解支援。</p> </div>

AI・ビックデータ利活用 ロボットの発展動向

ロボットとは、自律的もしくは半自律的に作業を行う機械。作業の目的は、産業（製造、農林水産、運輸など）、医療、エンターテイメント、軍事、宇宙、と多岐に亘る。AI・ビックデータの利活用は、現時点でのロボット技術の大きな弱点である汎化・学習性能の低さを革新的に向上させるブレークスルーとして期待される。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none">汎用有用性の高度化 <p>既存のロボット技術は、各状況に応じ、特化したアルゴリズムを用いることで高性能を実現しているものが多く、状況が変わる（対象物が変わる、ロボットシステムの構成が変わる）と、新たなアルゴリズムの開発が必要であることが大きな問題である。人による個別状況への対応を必要としない汎用性の高い技術が望まれる。</p> <ul style="list-style-type: none">知識・技能の学習の高度化 <p>異なる個体のロボット間で情報を共有することで、より豊富な知識、高度な技能を獲得する機構の高度化が望まれる。</p>	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>深層学習を用い、対象物の特徴ベクトルとその対象物に対して取るべき動作を直接的に結び付けることにより、多種多様な対象物を同一に扱う枠組みが提案された。</p> <p>複数の個体のロボットが並行して異なるパターンを分散的に学習し、その情報を交換、共有することにより、高速な学習が可能であることが示された。</p>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>状況判断を高速に行うことが可能になり、瞬時のリアクションが要求される動作（例えば、瓦礫の上をバランスを取りながら歩く、など）も実現可能になる。</p> <p>学習した知識の自動抽象化・構造化が進み、物理的な構成が異なるロボット間でも知識や技能を共有し、蓄積できるようになる。</p>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>異なる状況で獲得された知識のインテグレーションや更新が大規模に行われるようになり、未知の状況への適応能力が高まる。</p> <p>学習の過程で、十分でない情報を能動的に獲得する機能を獲得し、自律性を高める。</p>

AI・ビックデータ利活用 マニュファクチャリングの発展動向

マニュファクチャリングでは、製品の開発・設計、製造準備、製造実行に関わる情報処理技術およびコンピュータシステムを対象としている。現状で代表的なものとしては、製品モデリング、製品モデルをコンピュータの内部に作成することを支援するCAD、CADとの併用で製品挙動などのシミュレーションや解析などの工学的な検討を行うことを支援するCAE、製品モデルに基づいて工作機械やロボットなどの制御データの生成を支援するCAM、製造に関わる全プロセスにおける技術的検討・評価を行うデジタルエンジニアリングがある。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>• バーチャルマニュファクチャリング</p> <p>デジタルファクトリ(仮想工場)での製造シミュレーションにより生産性や環境影響など最適な工程計画・作業計画を作り、その結果を利用して実ラインを運用する技術。知識表現、プランニング、最適化、機械学習、マルチエージェントなどのAI技術を応用。</p>	<p>CPPS(Cyber Physical Production System)の構築、機能や振舞を含むモデリング技術、マルチエージェント技術、製造知識のデジタル化技術の開発が進められつつある。</p>	<p>装置エージェントを連携してマルチエージェントシステムとして仮想生産ラインを構成する技術の確立や、実運転データとシミュレーションデータを利用した最適な生産システムの運転制御技術などが開発される。</p>	<p>実績データに基づいて、製品に合わせて最適な製造を実施するCPPSベースの生産システム構成が定着する。これにより、工場同士が連携し、広く製造知識も含む情報共有を行なう仕組みもできあがる。</p>
<p>• 製造装置の自律化・知能化</p> <p>工作機械、産業ロボットなど製造対象に対して自動的かつ自律的に最適な動作で対応したり、装置自身が予防保全や協調動作を自律的にこなす技術。ビッグデータ(運転実績データ)の利用、パターン認識、機械学習、生産技術知識表現などのAI技術の応用。</p>	<p>主にプログラムにより動作が決まる装置について、これまでの作業データを利用した機械学習や深層学習、パターン認識技術などにより、より高度な最適化、自動化、自律化実現する技術の開発が進められつつある。</p>	<p>装置自身で状態データを収集し、そのデータと与えられる製造対象物のデータを利用して自身の判断でより最適な装置の運転をする技術の開発などにより、さらに、個々の装置の自律化・知能化がさらに進む。</p>	<p>さらに知能化が進み、製造装置が自身の機能・振舞いも含んだモデルを自身の中にもち、Cyber-Physical一体装置とする技術が開発され、装置自体がCPPSの主要な構成要素なる。</p>
<p>• インテリジェント製品と開発支援</p> <p>従来製品と情報技術の融合により、より快適で安心安全な日常生活を支える製品の出現と、その製品の開発・設計と製造準備を支援する新しいCAD/CAEやCAMシステムなどの開発。ビッグデータ(設計データ)の利用、プランニング、機械学習などのAI技術の応用。</p>	<p>自動運転車、介護ロボット、デジタル家電などいわゆる人工知能搭載の日常生活製品の開発が始まっている。一方、CAD/CAE/CAMなど製品の開発支援技術は従来の考え方のままで構成している。</p>	<p>機械学習、パターン認識など人工知能技術をソフトウェアとして一般の製品に組み込む技術の確立により、顧客の個別希望に合わせたカスタマイズ製品の実現が可能となる。顧客個別注文支援CADが開発される。</p>	<p>顧客が、欲しいもののイメージを入力すると、世界中の製品情報を参照して自動設計する技術や、CPPSと連携し製造できる工場へ繋ぐ技術が開発され、製品のオーダーメイド支援環境が整えられる。</p>

行政マイクロ情報等の利活用の発展動向

関連法制の改正を通じて、政府・自治体が収集している統計作成のためのマイクロデータや行政情報の政策立案・モニタリング・評価への利活用を促進するためのデータ基盤が確立するとともに、そのデータ基盤を全府省・自治体・全国の研究機関でセキュアに利活用する研究・政策検討環境が整備される。また、それらを支えるデータサイエンティストの系統的育成を通じて、行政マイクロ情報と民間保有のビッグデータとのデータ融合活動を通じた公共政策の質の向上が進展する。行政マイクロ情報の民間による利活用の仕組みや国際標準化も進展し、データサイエンティストによるデータサイエンスに基づく社会改革が国内外で進展する。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・EBPM(Evidence Based Policy Making) <p>EBPM,証拠に基づく政策立案は、政策の前提になる統計、統計マイクロデータ、政策への活用に資する行政情報客観的なデータに基づいて、公共政策に関するPDCAサイクルを適切に回す活動。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オンサイト施設 <p>官民の秘匿性の高いマイクロ情報を管理する中央施設とネットワークで繋がったクライアント環境上で、情報のダウンロードあるいは閲覧をすることなく、モデリングしたり探索的データ分析を可能とするデータ分析環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ・データ融合(Data Fusion) <p>無作為抽出された公的統計マイクロデータと有意抽出された民間ビッグデータ、あるいはアクセスパネルデータを結合して、より母集団に対する妥当なモデリングを可能とする統計的推測技術。</p>	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>米国には、EBPMの進め方、それを支援する統計のあり方を議論する政府委員会が存在する。わが国でも、EBPMを府省横断で推進する総括機能の設置が議論されている。</p> <p>海外では、政策研究を定められたオンサイト施設や有研究者の研究室からの接続を許可など、様々なオンサイト施設が設置されている。わが国では、総務省が統計作成で収集したマイクロデータを利用できるオンサイト拠点の試行運用が2017年より開始されている。</p> <p>Propensity Scoreに基づく因果推論などの研究は進展しつつあり、個別応用は進んでいる。統計マイクロデータとPOSデータとを融合するプロジェクトも提言されている。</p>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>各府省にEBPM統括官、府省横断的EBPM委員会が設置され、EBPM支援のための統計ないしは情報の基盤整備と行政データサイエンティスト層の系統育成拠点が整備される。</p> <p>各府省・自治体がEBPMの推進と社会科学・政策科学など公益性の高い研究に対して行政のマイクロ情報等に基づく探索的データ研究を可能とするリモートアクセス型拠点が全府省、全国に設置される。</p> <p>母集団からの計画的抽出に基づく公的統計マイクロデータ、レセプトなど悉皆の行政情報、有意抽出された民間ビッグデータの融合が体系的に開始され、公的統計、民間情報分析の質向上に寄与する。</p>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>公共政策、地域政策におけるEBPMのグッドプラクティスが多数生成され、経済成長や国民生活の向上への寄与も可視化される</p> <p>秘匿処理、秘密計算技術の進展により、データ閲覧可能なりリモートアクセス拠点だけではなく、一般の環境からも、一定のデータ・サイエンスに関する力量を有する者が、データ閲覧は不可能だが行政マイクロ情報に基づく公共性の高い計量モデリングが可能となる。</p> <p>政府・民間情報の融合を加速するメタデータ国際標準などが確立し、世界義母での必要なデータ融合が加速する。</p>

AI・ビッグデータ利活用 ネットワーキングの発展動向

ネットワーキングとは、知識や情報を共有することにより人間社会を豊かにするための技術。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> 基盤技術 <div data-bbox="19 648 556 801"> <p>情報共有, 同期/非同期コミュニケーション, 共有仮想環境, ナレッジマネジメント, ゲートウェイインタフェース, セキュリティ</p> </div> 適用範囲 <div data-bbox="19 919 556 972"> <p>企業活動、教育システム、社会活動</p> </div> 社会の成熟度 <div data-bbox="19 1190 556 1229"> <p>情報/コンピュータリテラシー</p> </div> <div data-bbox="19 1248 556 1286"> <p>人間社会の知的な活動</p> </div> 	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="581 644 1000 682"> <p>クラウドコンピューティング</p> </div> <div data-bbox="581 701 1000 739"> <p>ユビキタスコンピューティング</p> </div> <div data-bbox="581 758 1000 796"> <p>ソーシャルネットワーキング</p> </div> <div data-bbox="581 815 1000 853"> <p>グループウェア</p> </div> <div data-bbox="581 901 1000 968"> <p>企業内利用(会議支援, 協調作業支援)</p> </div> <div data-bbox="581 986 1000 1025"> <p>教育・学習支援</p> </div> <div data-bbox="581 1043 1000 1082"> <p>電子商取引(eコマース)</p> </div> <div data-bbox="581 1100 1000 1139"> <p>単純作業の機械化</p> </div> <div data-bbox="581 1172 1000 1210"> <p>SNSの弊害</p> </div> <div data-bbox="581 1229 1000 1268"> <p>コピーアンドペーストの蔓延</p> </div> <div data-bbox="581 1286 1000 1325"> <p>倫理観の欠如</p> </div> <div data-bbox="581 1343 1000 1382"> <p>個人情報情報の漏洩と過剰保護</p> </div>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="1031 668 1450 782"> <p>携帯端末(スマートフォン等)やクラウドを活用したコラボレーションシステム</p> </div> <div data-bbox="1031 896 1450 935"> <p>分散型企业活動</p> </div> <div data-bbox="1031 958 1450 996"> <p>遠隔教育⇒教育制度の変革</p> </div> <div data-bbox="1031 1019 1450 1058"> <p>研究データ等の蓄積と確保</p> </div> <div data-bbox="1031 1080 1450 1148"> <p>ネットワークサービス(医療, 福祉, 防災, 行政等)</p> </div> <div data-bbox="1031 1205 1450 1272"> <p>倫理教育(研究倫理, 技術倫理, 生命倫理, 等々)の浸透</p> </div> <div data-bbox="1031 1295 1450 1333"> <p>個人情報情報の適切な活用</p> </div>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="1489 691 1908 743"> <p>新しい情報通信技術の出現</p> </div> <div data-bbox="1489 933 1908 1001"> <p>IoT(センサ情報)や人工知能(ボットやエージェント)との融合</p> </div> <div data-bbox="1489 1262 1908 1300"> <p>社会の知的化</p> </div>

AI・ビッグデータ利活用 社会取引・フィンテックの発展動向

フィンテックとは、“finance”と“technology”を組み合わせた造語であり、2010年以降、IT技術を応用した様々な新しいサービスが提供されつつある。対象は、「決済」、「融資」、「海外送金」、「PFM(個人向け資産管理)」、「クラウド会計」、「投資」、などの金融関係のサービスから、さらには、執行機能を持つ契約書のIT化や組織の形成を自動化するDAO(分散型自動化組織)など、社会取引全般に及ぶ。ITによって既存サービスの効率化を促進するだけでなく、リアルタイム型に顧客と一体になり新たな付加価値を生成する仕組みも内蔵できるため、金融機関のみならず、企業のあり方を大きく変貌させる潜在力がある。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・会計業務ソフト <p>個人向け銀行口座管理や自動家計簿、企業向けの経理・財務管理・税務書類作成、国をまたがる国際会計、などお金の出入りに関する様々な複雑な処理を自動的に行う技術。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロックチェーン技術 <p>分散型のコンピュータネットワークにデータを共有することで、廉価に高速に信頼性の高い取引を可能とする技術。サイバーセキュリティと連動して、新たな社会的信用の基盤となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サービスデザイン <p>出来上がったサービスを売るのではなく、顧客とともに新しいサービスを創造しながら発展する形の新しいビジネス形態。背後には、顧客のニーズを自動的に分析するビッグデータ解析とAI、リスクを評価するシミュレーションモデルなどの開発が必要である。</p>	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>個人向け資産管理、中小企業向けの会計システムがクラウドコンピューティングによって廉価に提供されるようになり、経理の効率化が進められている。</p> <p>ビットコインに代表される仮想通貨は既に市場に出回り、技術的な不安はあるものの、取り扱う店舗数も増大している。大手金融機関も、大規模に実用化した場合の検証実験を行うなど、潜在的な可能性を探っている。</p> <p>ロボアドバイザーが、顧客ごとのリスク嗜好に応じた資産運用案を提案できるようになり、簡単なファイナンシャルプランナーの仕事に代用できるようになっている。</p>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>多くの企業が会計業務ソフトを使用するようになる。オープンAPIが進み、さらに高度化したサービスの提供が可能となる。商流情報も活用されるようになり、データに基づく融資先の信用リスク評価も可能となる。</p> <p>現状では高額の手数料がかかる海外送金が廉価に高速に処理できるようになる。現実の通貨と同等の信用性を持つような仮想通貨が流通するようになる。</p> <p>現状では消費者金融などが担っているような小規模の融資の判断をAIが行うようになる。クラウドファンディングが広まり、普通の人々が少額からの資金運用を手軽に行えるようになる。</p>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <p>個人・企業ともにクラウド会計が標準的になり、クラウドの中に蓄積されたビッグデータを活用した新しいサービスが次々と提供される。</p> <p>国家の財政破綻によって信頼が弱まる既存の通貨の弱点を補えるような安定的な価値を持つ国際的な仮想通貨が流通する。海外など遠隔地とのビジネス契約をIT技術で簡単に短時間で実行できるようになる。</p> <p>分散型自動化組織が実用化され、目的と狙いに賛同する人を集めて契約を交わして組織を稼働し、組織の運営によって得られた利益を自動的に分配するような新しいタイプの企業が誕生する。</p>

AI・ビックデータ利活用 ビックデータ，データベースの発展動向

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>当該基盤技術の発展動向の整理・既述に必要な項目軸を幾つか挙げてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> XXXX(例:機能の高度化) <div data-bbox="21 639 548 825" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>アルゴリズムの高速化</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> YYYY <div data-bbox="21 911 548 1096" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ビックデータに対するデータベース技術の革新</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ZZZZ <div data-bbox="21 1196 548 1382" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>リアルタイム処理技術の高度化</p> </div>	<p>各整理軸について現状の実現状況を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="581 639 993 786" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>スーパーコンピュータを用いて数十億点のグラフに対する探索や最短路計算が高速にできる</p> </div> <div data-bbox="581 896 993 1143" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ビックデータを大規模分散環境(e.g., map reduce)を用いて数時間～over night程度の計算時間でデータ解析可能になった。オンメモリ分散処理(e.g. spark)による準リアルタイム処理も視野に入っている。</p> </div> <div data-bbox="581 1196 993 1382" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>センサーデータなどリアルタイムで発生するビックデータを圧縮しながら蓄積、処理するストリームアルゴリズムが実用化されつつある</p> </div>	<p>各整理軸について5年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="1029 639 1441 815" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>多くの問題に対して、データサイズに依存せず、近似的に定数時間で、解を生成する乱択アルゴリズムが実用化されている</p> </div> <div data-bbox="1029 868 1441 1182" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>IoTからのセンサーストリームと蓄積されたビックデータとセンサーデータが融合し、機械学習・ビックデータ解析が可能になる。データのクオリティ(精度、信頼度、フォーマット、リネージ、プライバシー)をコントロールするための技術が実用化され始める。</p> </div> <div data-bbox="1029 1210 1441 1382" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>高速伝送を実現するストリームアルゴリズムが、さまざまな機器に組み込まれ、交通、経営、医療の分野での実用化が実現している。</p> </div>	<p>各整理軸について10年後の実現予想を定量的または定性的にお書きください。</p> <div data-bbox="1491 625 1901 815" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>超大規模なグラフに対する最短経路計算などのさまざまなアルゴリズムを通常のパソコン上で近似的に解く方法が実用化され、諸分野へ応用されている</p> </div> <div data-bbox="1491 853 1901 1153" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>蓄積データやセンサーデータを覆う統一的な情報空間の上で、クオリティデータのクオリティ(精度、信頼度、フォーマット、リネージ、プライバシー)がコントロールされた異種データが、解析者の必要に応じて高い自由度で統合され、機械学習・ビックデータ解析にシームレスに結合される。</p> </div> <div data-bbox="1491 1210 1901 1382" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>遠く離れた観測装置から得られる観測データを世界各地に高速伝送し、共有しながら解析ができるなど、科学分野での活用が行われている。</p> </div>

AI・ビッグデータ利活用 人工知能リスクマネジメントの発展動向

人工知能(AI)リスクマネジメントとは、AI技術の適用に伴なって好ましくない結果が発生するリスクに対して、事前にリスクを評価して適切な対策をし、好ましくない事態の発生後に適切な対応をすること。

発展動向の整理軸	現状の動向	5年後の動向	10年後の動向
<p>・AIリスクへの技術的な対策</p> <p>機械学習したAIが誤った回答をするリスクとその社会的インパクト</p>	<p>意思決定に利用する局面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AIの誤りが散見される ・人が気付いたり代わって対応可能などで、影響は限定的 	<p>AIが自動的に動作する局面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AIの誤りが人に実害を与える。 人の意図しない動作をする ・利用者の損害が発生するが、影響は特定AIの利用者に限定 	<p>AI間で自動連携する局面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・誤りによる被害の範囲と規模が拡大する ・影響が、社会的に広がる可能性がある
<p>誤った回答への技術的対策に関する研究開発の具体例</p>	<p>人がAIを理解することを支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AI自身の説明能力 ・学習範囲・結果の提供 ・シミュレーション環境 	<p>人がAIを評価・選択することを支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AI評価基準の設定 ・AI自身や第三者による評価 ・AI適用範囲の制御 	<p>AIと人のロバストなネットワーク</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AIの自己品質保証 ・AI同士の信頼性確認 ・事故原因の特定、切り分け
<p>・AI適用への社会的な対策</p> <p>AIがもたらす好ましくない社会的インパクト（不安、リスク）</p>	<p>AIの期待が大きい局面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人の職が奪われる不安 ・制御不能になる不安 	<p>AIの限界が認識される局面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・能力不足のAI ・悪意を持つAIによる犯罪 	<p>AIと利用者が共存する局面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・使いこなせない人が多数発生 ・被害・苦情対応が不十分
<p>社会的対策の具体例</p>	<p>開発者視点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・『AI開発原則』 総務省 ・『人工知能学会 倫理指針』 ・『官民ITS構想・ロードマップ 2016』 	<p>提供者視点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AI提供ガイドライン ・AIによる事故・犯罪情報・ベストプラクティスの共有 ・AIの仕様・責任の規格制定 ・AI事故・犯罪の警察的機能（見張り、広報、取り締まり） 	<p>利用者視点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教育、支援、監視、緊急対応など既存社会機能のAI対応 ・PL保険や賠償責任保険などのAI対応 ・セーフティネットの構築
<p>継続的なリスクマネジメント(リスクの分析、評価、重大なリスクへの対策)</p>			