

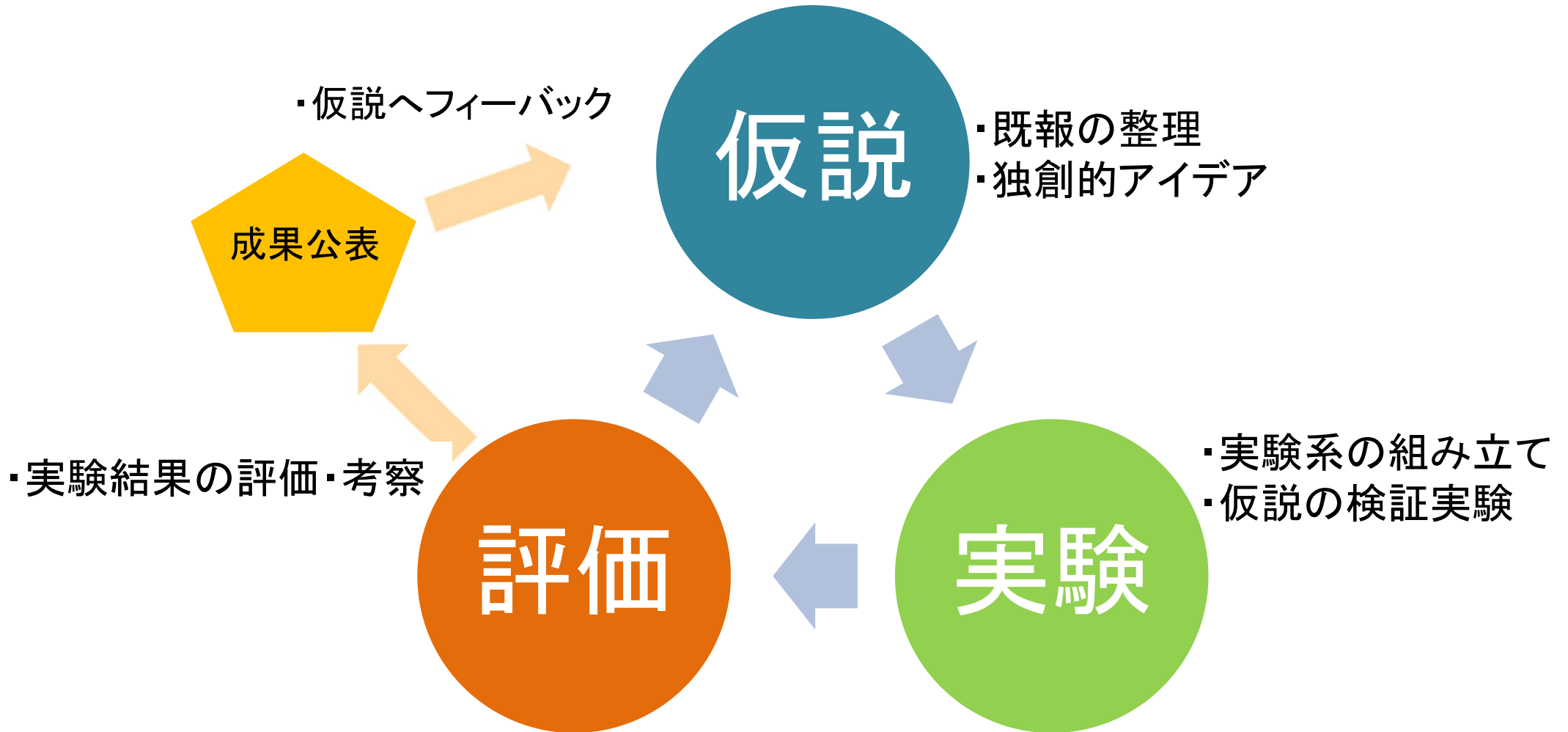
## 第2部 超スマート社会の光と影

# 科学はどう変わる？

国立研究開発法人理化学研究所

理事 松本 洋一郎

研究者(研究チーム)により、研究開発を推進



(個人のPCを利用するなど)人が扱える情報量であることが前提

# 科学を取り巻く環境の変化 (Reality 2.0前の現在でも。。。)

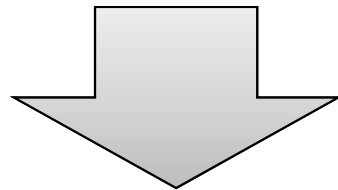
研究分野が細分化

学術雑誌の数が増加

発表される論文の数が急増

アナログデータがデジタル化され、  
検索が容易になったものの、  
それ以上にデジタルデータが爆発的に増大

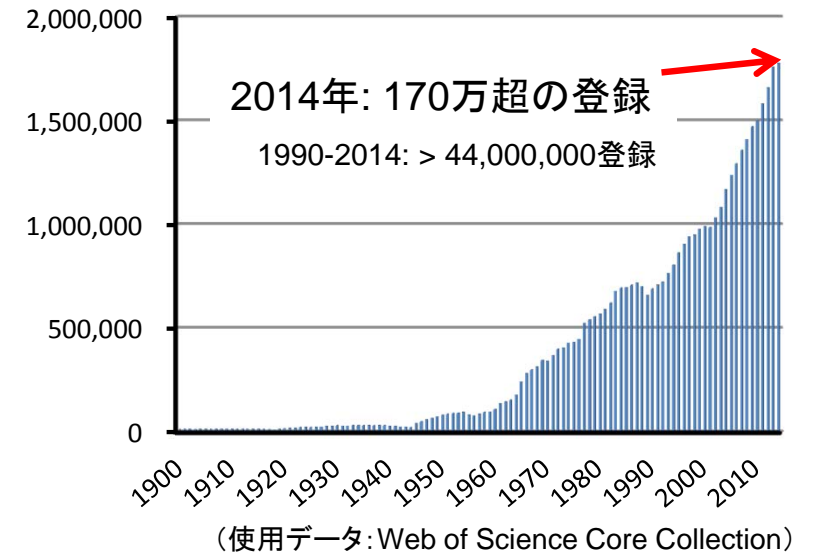
用語の使い方で検索漏れの可能性あり



関連文献全てに目を通すことは困難

科学関連分野を俯瞰した上で  
研究開発のサイクルを回すことが厳しくなっている

学術情報データベース登録数(推移)



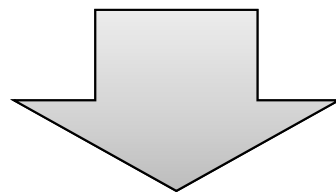
関連文献の検索は、  
干し草から針を探すことと同じ？



# 更に、、、 「Reality2.0」の社会が到来

「Reality2.0」: 社会や個人生活のあらゆるものに情報技術が入り込んだ社会  
 (超スマート社会)における社会観  
 物理世界とサイバー世界が一体となったところに現実があるという認識

JST CRDS「研究開発の俯瞰報告書 情報科学技術分野(2015年)」などより引用



デジタルデータが更に爆発的な増加

センサーの高度化・小型化により、ビッグデータが更に拡大

画像・動画データ、ゲノム配列データなど、莫大な高精度データ蓄積

研究開発へ情報技術が更に導入

論文の整理・検索、実験など研究環境へ情報技術が更に導入

「超スマート社会」と言われるが、私達「人間」はどれくらい“スマート”であるか？

Reality 2.0は、人間には息苦しい社会となるのか？

先進技術のアシストなしでは  
 もはや  
 針を見つけることはできない



# 超スマート社会が科学にもたらす光

・仮説を立てる時点で、コンピュータがアシストしてくれる。人はコンピュータが示す情報をもとに、独創的なアイデアを生み出すことに集中できる。

取り組むべき社会的課題と知識のマッチングを情報技術が提供してくれる(下段左)。  
 クラスタ解析により、未開拓研究領域を情報技術が特定してくれる(下段右)。  
 自然言語処理等の発達により、読む必要のある論文を順位づけした上で提供してくれる。

## 社会的課題



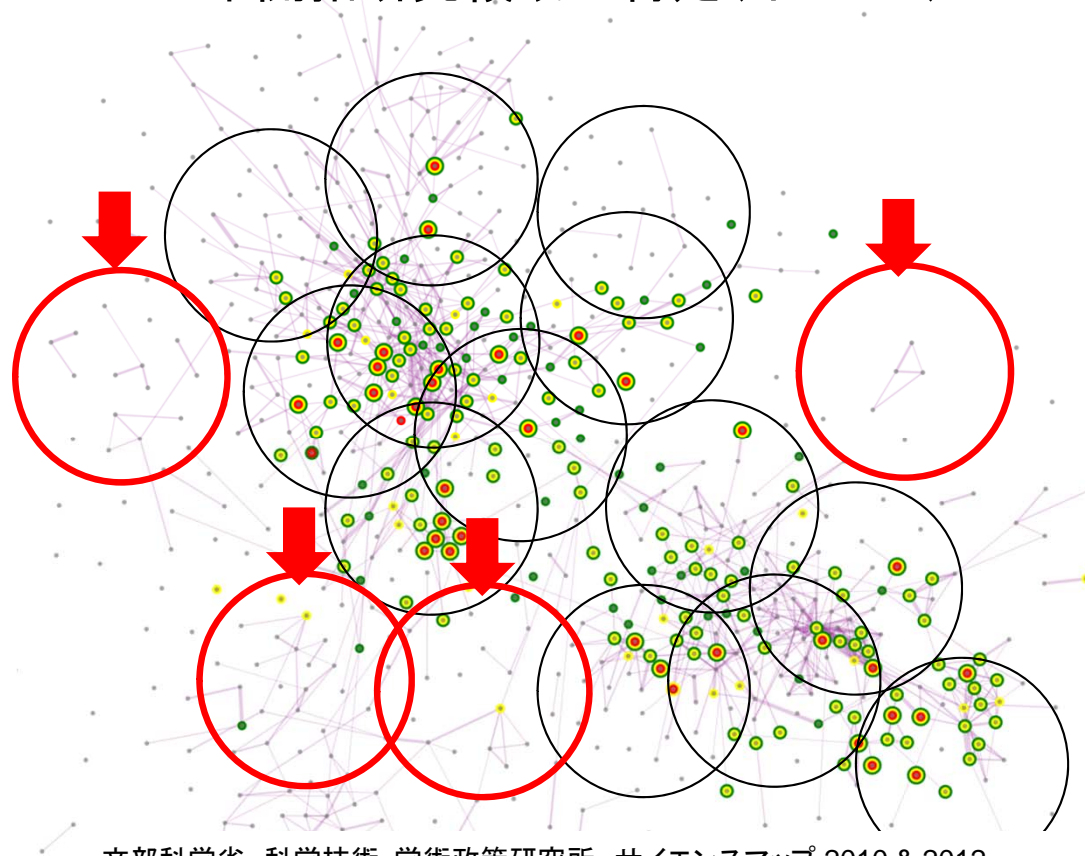
計算機・  
人工知能

モデリング  
数理



構造化された知識

## 未開拓研究領域の特定(イメージ)



# 超スマート社会が科学にもたらす光（続き）

- ・実験を行う際、最適な実験条件をコンピュータが提示してくれる。人はコンピュータの指示に従い、最小限の実験で最大の結果を得ることができる。

データベースの充実・自然言語処理等の発達により、実験の効率が飛躍的に向上する。

- ・実験結果の評価は、コンピュータが行ってくれる。人はコンピュータが提示する結果をもとに、次の仮説を立てることに集中できる。

画像処理技術等の発達により、正確な評価を繰り返しかつ安定して行うことが可能となり、人の“うっかり見落とし”がなくなり、客観的な評価が毎回得られる。

- ・簡単な研究開発から、より挑戦的かつ複雑な科学に取り組むことが可能。  
（線形の科学から非線形の科学へ）

$$f(ax+by) = af(x) + bf(y) \quad \Rightarrow \quad X_{n+1} = aX_n(1-bX_n)$$

例) 単一遺伝子が原因な疾患の解明が可能

例) 複数の要因が絡み合う疾患の解明が可能

- ・計算機能力の進展により、解析能力が格段に向上。外部記憶として、人間をサポート。



# 超スマート社会が科学にもたらす影

- ・研究における仮説の設定および研究の重み付けは、コンピュータが行う。

人間を補助する立場を超え、情報技術が人間に研究開発すべき仮説を提示する。  
(文献を読み切れていない人間では、有意義な仮説を設定することはできない。)

- ・実験条件の設定から、精度の高い実験までを、コンピュータ・ロボットが行う。

実験の誤差は人間に由来するため、実験は人間に任せられない。

- ・実験結果の評価は、客観的かつ正確を期すため、コンピュータ・ロボットが行う。

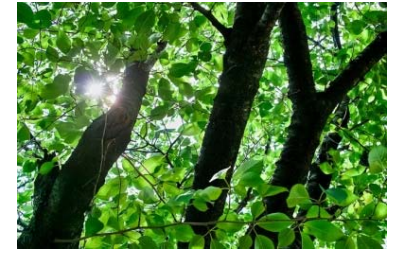
勘違い・見落としを防止するため、結果の評価は人間に任せられない。

- ・成果の論文発表は、コンピュータが作成する。また論文は、人が読む体裁ではなく、コンピュータが取り込み易い体裁を採用する。

文献は、もはや人間のためではない。

- ・研究費の申請・評価(採択)もコンピュータで行う。

- ・人が理解する前に、物事(科学)が先に進むことになる。

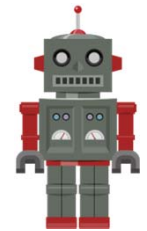
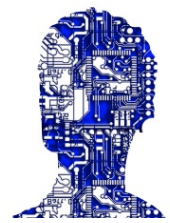


*“Advanced” Intelligence*



人がAIを活用

*“Artificial” Intelligence*



人がAIを妄信



*“Artifact” Intelligence*





# 20年後の職業は？

## “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?”

By Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne

Oxford Martin School, September 17, 2013

コンピュータの技術革新により、米国職種の47%が消滅(自動化)の可能性

Probability: “0 (自動化しない)” - “1(自動化する)”

0.015: Computer and Information Research Scientists

0.021: Materials Scientists

0.027: Biochemists and Biophysicists

0.1 : Chemists

0.1 : Physicists

0.48 : Computer Programmers

...

0.99 : Data Entry Keyers

0.99 : Telemarketers

非定型的であり、かつ創造力が必要な科学分野では、まだしばらくは人間が担う。

# 超スマート社会の光と影を超えて

- ・ビッグデータ(デジタルデータ)に科学の真理は全て内包されているのか？

真理の全てがデジタル化されているわけではない。  
デジタル化可能なデータが集積しているだけである。

ビッグデータ(デジタルデータ)の外にある真理にも目を向ける必要がある。

- ・科学の飛躍的發展には、“想定外”・セレンディピティも大きく貢献している。

論理的な飛躍、突拍子もないアイデア・行動も時として重要  
想定外の結果に対し、真摯に向き合うことも重要



(筑波大学ホームページより)

白川英樹 名誉教授  
2000年ノーベル化学賞  
“for the discovery and development  
of conductive polymers”


情報技術の恩恵を享受しつつも、人間が主体的に科学を行う必要がある。  
(情報技術によるプロセスの“ブラックボックス”化は避けなければならない)

超スマート社会における科学と社会の関わりについては、  
今から議論(準備)が必要である。

### 【国際的な動向】

- 各分野での**ビッグデータの集積、センサーの量的・質的拡大**(IoT: Internet of Things)
- **人工知能**に50年来の大きな技術的ブレークスルー(自ら特徴を捉え進化する人工知能が視野)
- 一方、**高度化する脅威に対するサイバーセキュリティの確保** (ますます巧妙化しており、人材育成が必須)

### 【文部科学省の対応】

- 
- (1) 文部科学省が持つ**ビッグデータの解析**(コホート、環境のデータなど多様)を通じて、新たな価値を創造。
  - (2) そのため、**革新的な人工知能技術を開発・活用**
  - (3) ビッグデータの充実のため、高度な**センサー/IoT技術**を活用。あわせて、堅牢な**セキュリティ**を構築。

[**経済産業省・総務省との連携**を呼びかけ、基礎研究から社会応用まで、一体的に実施する体制を構築]

### AIPセンター（理化学研究所） 1,450百万円

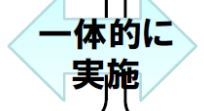
- 人間の知的活動の原理に学んだ革新的な人工知能の基盤技術を開発。
- 人工知能とビッグデータにより複数分野においてサイエンスを飛躍的に発達させる。
- 具体的な社会・経済価値を創造する多数の応用領域の社会実装に貢献。
- 人工知能等が浸透する社会での倫理的・社会的課題等に対応。
- データサイエンティスト、サイバーセキュリティ人材等を育成。

### 戦略的創造研究推進事業（一部）（科学技術振興機構）

新規採択課題分 1,150百万円  
 関連する既存採択課題分 2,849百万円  
※運営費交付金中の推計額

- 大学等の研究者から広く提案を募り、組織・分野の枠を超えた時限的な研究体制を構築して、**戦略的な基礎研究を推進**。

一体的に  
実施



### 【目指す成果】

- 人々と社会のための知能とイノベーションの創出に向けて、世界的に優れた競争力を持つ研究者を結集、最先端研究を統合。我が国が直面する労働力減少、高齢化社会の中でも、
- ・生産性の大幅な向上による**経済成長への貢献**、
  - ・一人ひとりに優しい**社会構築**(医療・介護等)を実現

### AIP: Advanced Integrated Intelligence Platform Project 人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ 統合プロジェクト

I. 我が国が優位性を持つ脳科学と認知科学等の成果を活用し、50年来のブレークスルーとされる現在の深層学習(ディープラーニング)を遥かに凌駕する、10年後そしてその先に世界を変えることが可能な人間の知的活動の原理に学んだ新たな革新的人工知能の基盤技術を開発する。

II. 革新的人工知能による、新たな第5の科学領域(AI駆動科学)を世界に先駆けて開拓。文部科学省及び関係機関が強みを持つ大量のデータも活用し、我が国発の革新的人工知能による科学的発見を行い、サイエンスの飛躍的発達を推進する。

III. 文部科学省及び関係機関が強みを持つ大量のデータ等の解析により、応用分野を先導。具体的な社会・経済価値を創造する多数の応用領域におけるイノベーション創出に貢献する。

IV. 人工知能等が浸透する社会での、倫理的・社会的課題等に対応するための仕組みを実現。人文社会科学を含む融合により、新たな技術による変革に適応した社会システムを提案する。

V. 人工知能技術の発展と各分野への応用を支える最新技術に精通した人工知能技術者、データサイエンスを実際の課題解決に活用することの出来る棟梁レベルのデータサイエンティスト、高度なセキュリティ知識と管理能力を併せ持つサイバーセキュリティ人材 を大規模に育成する。

### 理研AIP拠点「革新知能統合研究センター」

I. 革新的人工知能となりうる要素技術開発とそれらの統合による基盤構築

- **基盤技術開発** → 革新的自然言語処理技術の開発により、文面や会話に込められた真意をも解読(行間を読むAI)、動画リアルタイム解析技術の開発により、一瞬の表情の動きから心情をも解読(顔色を伺うAI)できる技術開発のほか、次世代機械学習技術などの要素技術を統合することにより、様々な課題解決に資するAI基盤技術を開発。
- **AI理論研究** → 機械学習の根底にある原理・原則を解明するための理論的研究、実世界の様々な複雑現象の解明に資する新しいAI技術を開発。
- **脳型知能研究** → 人間の知的活動=脳の機能・ダイナミクスに学んだAIや人工知能とニューロサイエンスの融合による新しいAI技術を開発。

II. III. 大規模・高精度データ解析技術の開発と科学技術への適用・社会実装

- **データ統合研究** → 大規模かつ高精度の科学データから、人の目では容易に捕らえ切れない特徴を抽出、実測データとシミュレーションデータの統一的な取扱い(マイニング)により、稀少現象を確実に予測、実データから隠れた特徴を抽出しモデル化するなど、高度データ解析技術の開発。
- **機動的な研究** → 国内外の大学・研究機関・企業等から、現在の科学技術や生活、産業に変革をもたらすような成果の創出が見込まれるテーマを集約。本拠点で開発される革新的AI技術を駆使して研究開発を実施。

IV. V. 人文学的・社会学的観点からのAI研究、高度AI人材育成

- **人文・社会研究** → 高度に発達したAIと人との関わり方や、それらが共存する社会の在り方について、ELSI(倫理、法律、社会的問題)や技術的特異点(シンギュラリティ)なども踏まえて研究。
- **人材育成** → OJTに加え、大学等への若手人材の派遣や講師の招聘による体系的な教育により、高度な知識と技術を備えるICT技術者を育成。