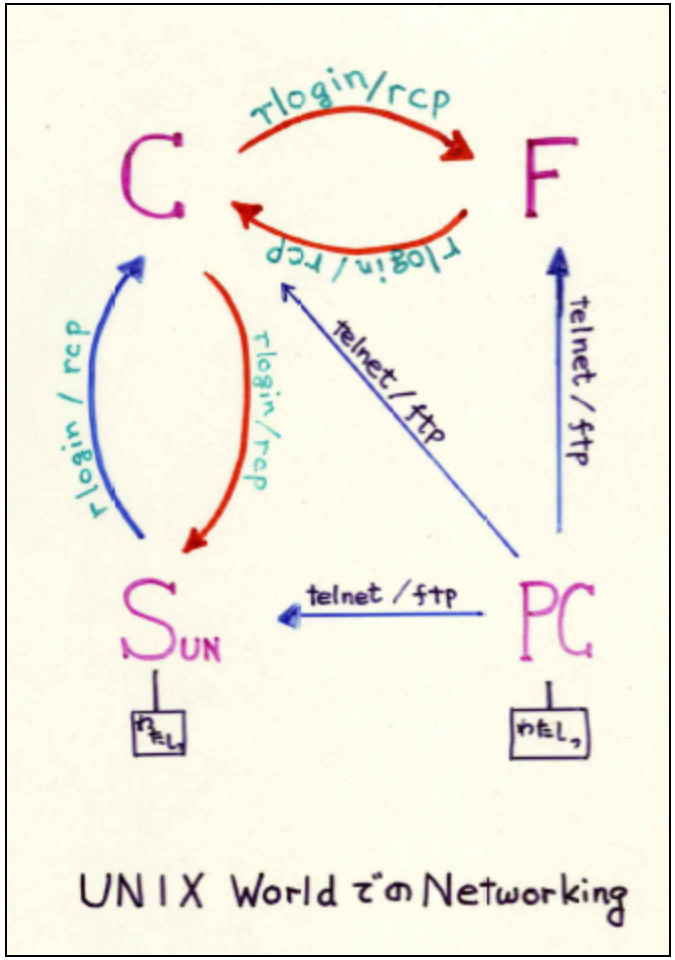
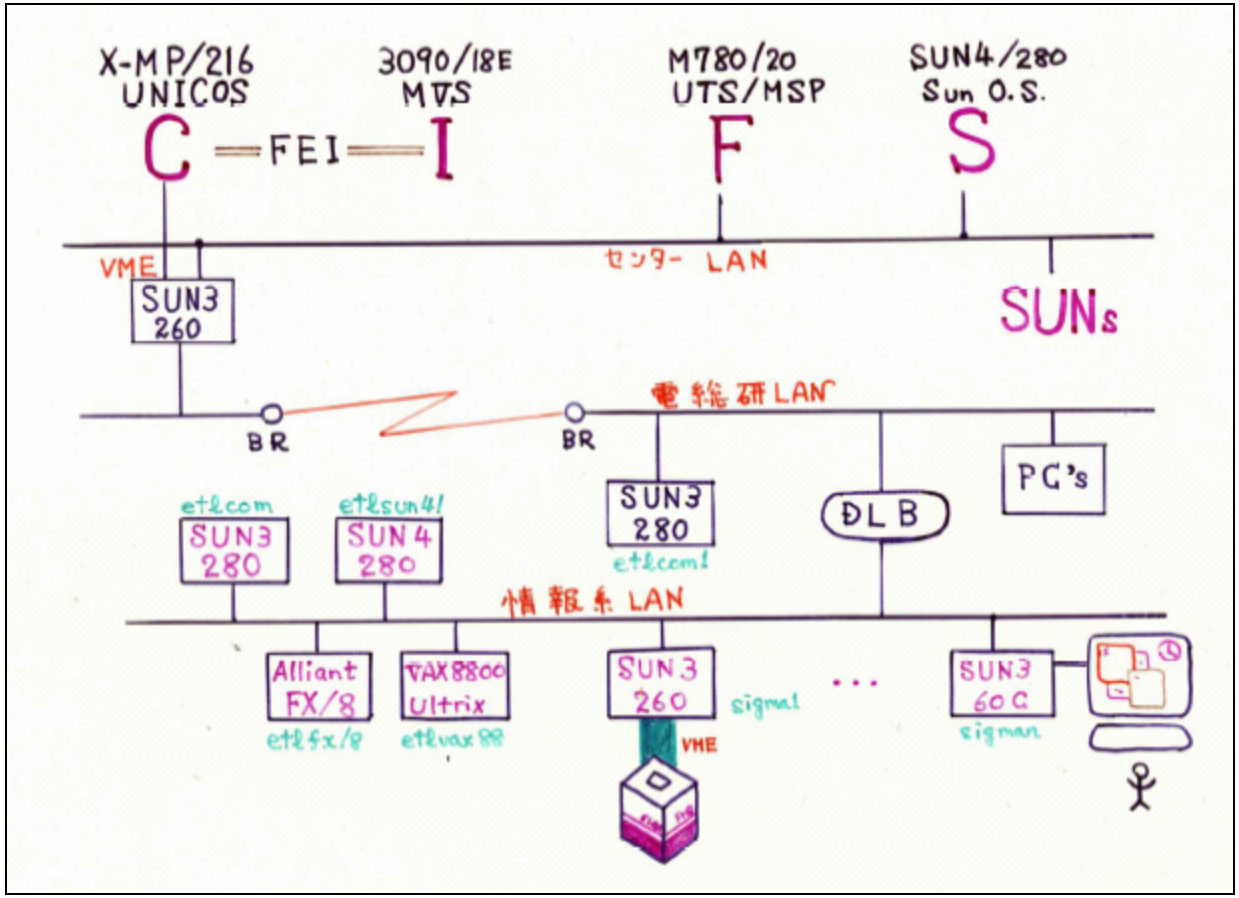
第4次産業革命を牽引する HPCとAIの融合基盤

関口智嗣

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
情報・人間工学領域 領域長
博士(情報理工学)・技術士(情報工学部門)

1988年当時の電総研と工技院ネットワーク

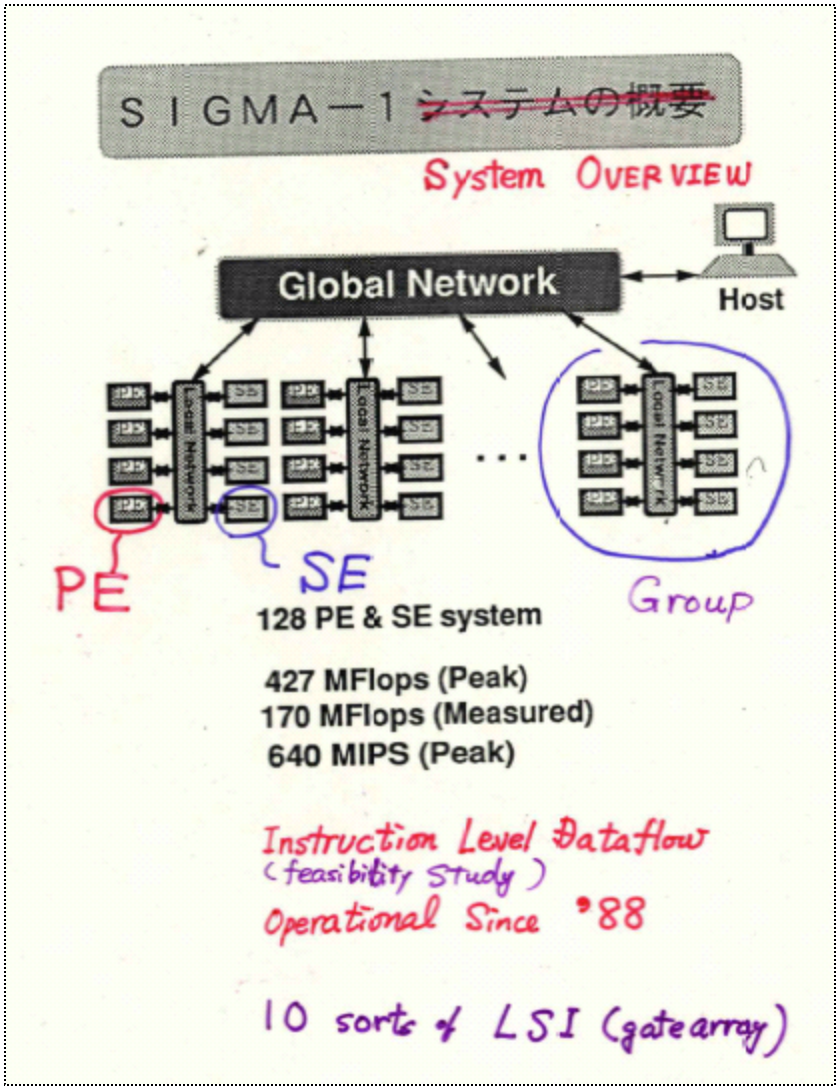




計算機の種類が多すぎてプログラムが面倒くさい

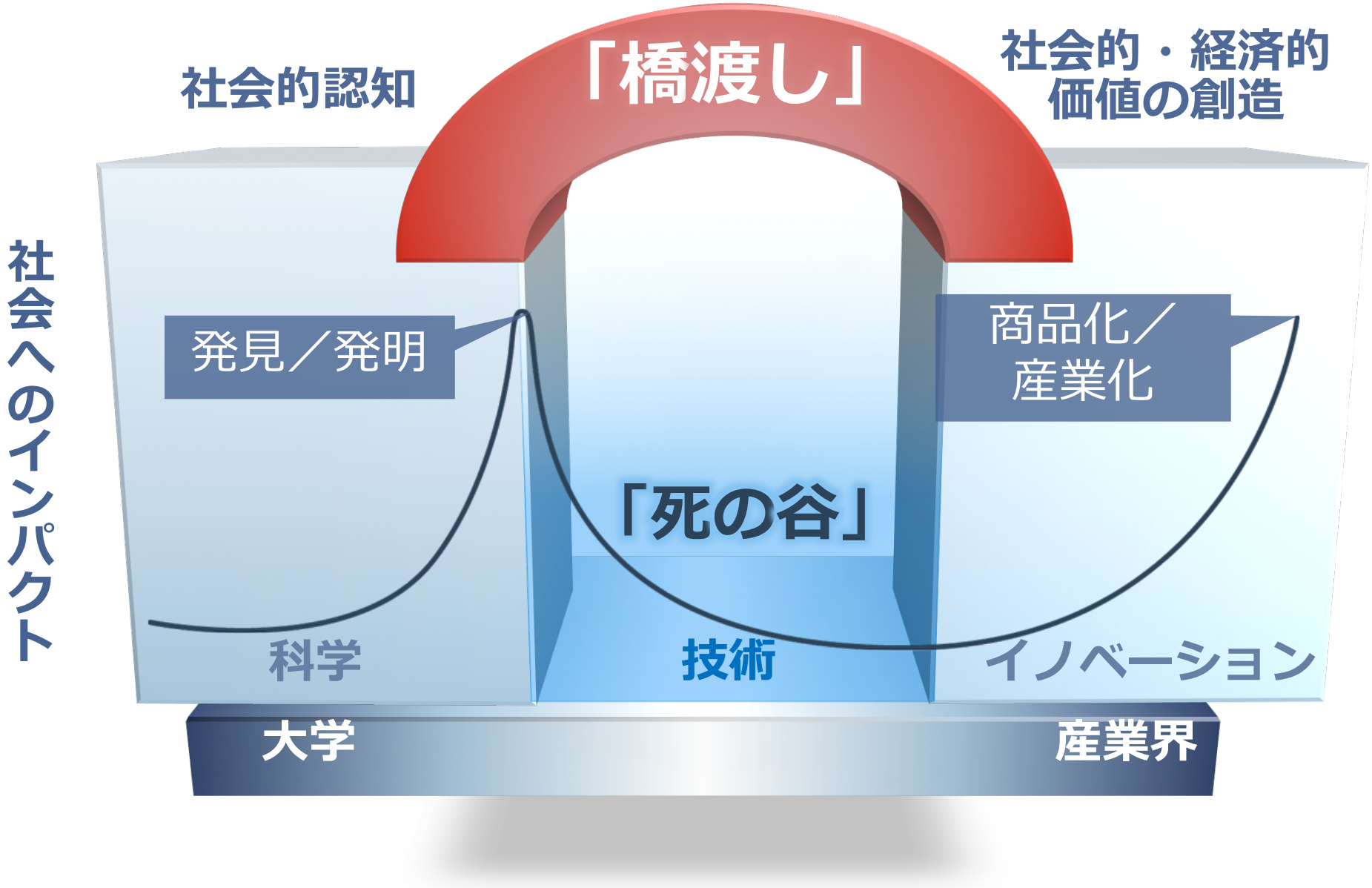
科学技術用データ駆動計算機 SIGMA-1

SIGMA-1 の概要



- 科学技術用高速計算システムの研究開発（通称 スパコン大プロ）の一環
- SIGMA-1（大プロ） 島田俊夫、平木敬、西田健次、関口智嗣
- EM-4/EM-X（特研） 山口喜教、坂井修一、児玉祐悦、佐藤三久、山名早人、坂根広史、弓場敏嗣
- 命令レベルデータ駆動計算機としては世界で最大規模
  - 実際に稼働！ 128PE/SE
  - 理論最大性能427MFlops
  - 実測性能 170MFlops
  - Cray X-MP と同等！
- すべてを構築！
  - Processor, Network, OS, Lang, Application

産総研（AIST）とは?


社会的認知
「橋渡し」
社会的・経済的
価値の創造
社会へのインパクト
発見／発明
商品化／
産業化
「死の谷」
科学
技術
イノベーション
大学
産業界

5領域

- エネルギー・環境領域
- 生命工学領域
- 情報・人間工学領域
- 材料・化学領域
- エレクトロニクス・製造領域

2センター

- 地質調査総合センター
- 計量標準総合センター

研究ユニットと重点課題

情報・人間工学領域

つくばセンター（第1, 2, 6事業所）
臨海副都心センター
関西センター

研究戦略部

自動車ヒューマンファクター研究センター
安全で楽しい運転を実現するための人間研究

人間情報研究部門
人間機能計測とモデルによる人間生活視点でのモノ・コトづくり

情報技術研究部門
産業競争力の強化と豊かで安全な社会の実現に寄与する情報技術開発

人工知能研究センター
実社会の多様な課題に適用可能な人工知能フレームワークの研究開発

知能システム研究部門
環境変化に強く自律的に作業を行う知能システムを実現

ロボットイノベーション研究センター
ロボット技術を用いた社会課題解決によるイノベーションの研究

人間計測

人間計測評価

- 人間の要因（認知等）明確化
- 人間活動の計測・評価技術

⇒快適で安全な社会生活の実現

データ取得

サイバーフィジカルシステム

- 人、物、サービスからの情報融合
- 統合クラウド、セキュリティ技術

⇒産業や社会システムの高度化

データ解析

人工知能

- 大量のデータの解析
- 意味のある情報抽出、利活用

⇒ビッグデータからの価値の創造

物理的行動

ロボット

- 人間共存型産業用ロボット
- ロボットの評価基準、評価技術

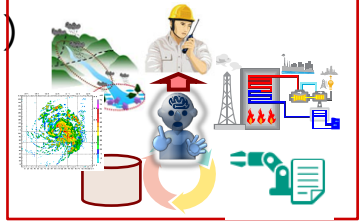
⇒産業と生活に革命的変革を実現

NEC-産総研
人工知能連携研究室

NEC-AIST AI Cooperative Research Laboratory

室長
鷲尾 隆(阪大)
副室長
鶴岡 慶雅(東大)
森永 聡(NEC)
野田 五十樹

十分なデータの蓄積がない課題にシミュレーションで対応



AI間の挙動調整

未知の状況での意思決定支援

研究内容

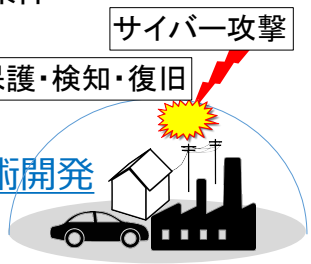
1）シミュレーションと機械学習技術の融合
2）シミュレーションと自動推論技術の融合
3）自律型人工知能間の挙動を調整

H28.6.1設立

住友電工-産総研
サイバーセキュリティ連携研究室

室長 森彰

ＩｏＴ製品や設備に対するサイバー攻撃
◎ 車載システムの乗っ取りと遠隔操作
◎ 製造設備やインフラへの妨害



研究内容

サイバー攻撃を被害を防ぐための技術開発
◎ 攻撃シナリオの同定と対策技術の実装
◎ 実際の製品・設備を対象とした実証

侵入実験 脅威分析 → コスト分析 対策策定 → 実装 実証実験

H28.6.1設立

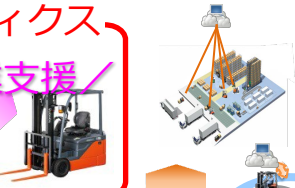
豊田自動織機-産総研
アドバンスト・ロジスティクス連携研究室

ALlab
TICO-AIST Cooperative Research Laboratory for Advanced Logistics

室長
西牟田 武史
(豊田自動織機)
副室長
神徳 徹雄

高性能化／高効率化

AI/アナリティクス/IoT
ロボティクス
高度作業支援／自律化



ソリューション／サービス
システム化／コネクテッド化

研究内容

1）次世代物流ソリューション事業のための研究
2）車両や機器の自律作業実現のための研究
3）サービス提案のための研究

H28.10.1設立

パナソニック-産総研
先進型AI連携研究ラボ

ラボ長
小澤 順

人工知能技術
人間計測技術
ロボット技術

先進型AI技術

家電・住宅
車・産業

研究内容

1）AI分野のアルゴリズムの高度化に関する研究
2）ロボット分野のAI応用に関する研究
3）健康・介護分野のAI応用に関する研究
4）AIを用いた対話技術に関する研究

H29.2.1設立

産総研・東工大　実社会ビックデータ活用OIL（RWBC-OIL）

- 産総研と東工大が有する計算プラットフォーム構築技術とビッグデータ処理技術を融合し、多様な分野に適用できるビッグデータの処理・解析技術を提供する。
- ビッグデータを迅速かつ的確に分析可能なオープンプラットフォームを産業界に広く提供し、保有する実社会ビッグデータからの価値創造を行う。

平成29年2月20日設立
ラボ長　松岡聡（東工大）
副ラボ長　小川宏高（産総研）

RWBC-OIL

実社会ビッグデータ

- 生体データ
- 個人行動データ
- 集団行動データ
- 高齢者データ
- 地域活動データ
- 研究・実験データ
- ⋮

産総研・東工大 OIL 実社会ビッグデータの活用基盤の構築

①ビッグデータ処理オープンプラットフォームの確立

データ処理環境

ビッグデータ処理システム

TSUBAME | GPGPU 計算機 | 次世代 計算機

②ビッグデータを活用するデータ処理技術の開発

データ処理

確率モデリング | データ可視化 | データマイニング | シミュレーション

企業・産業界

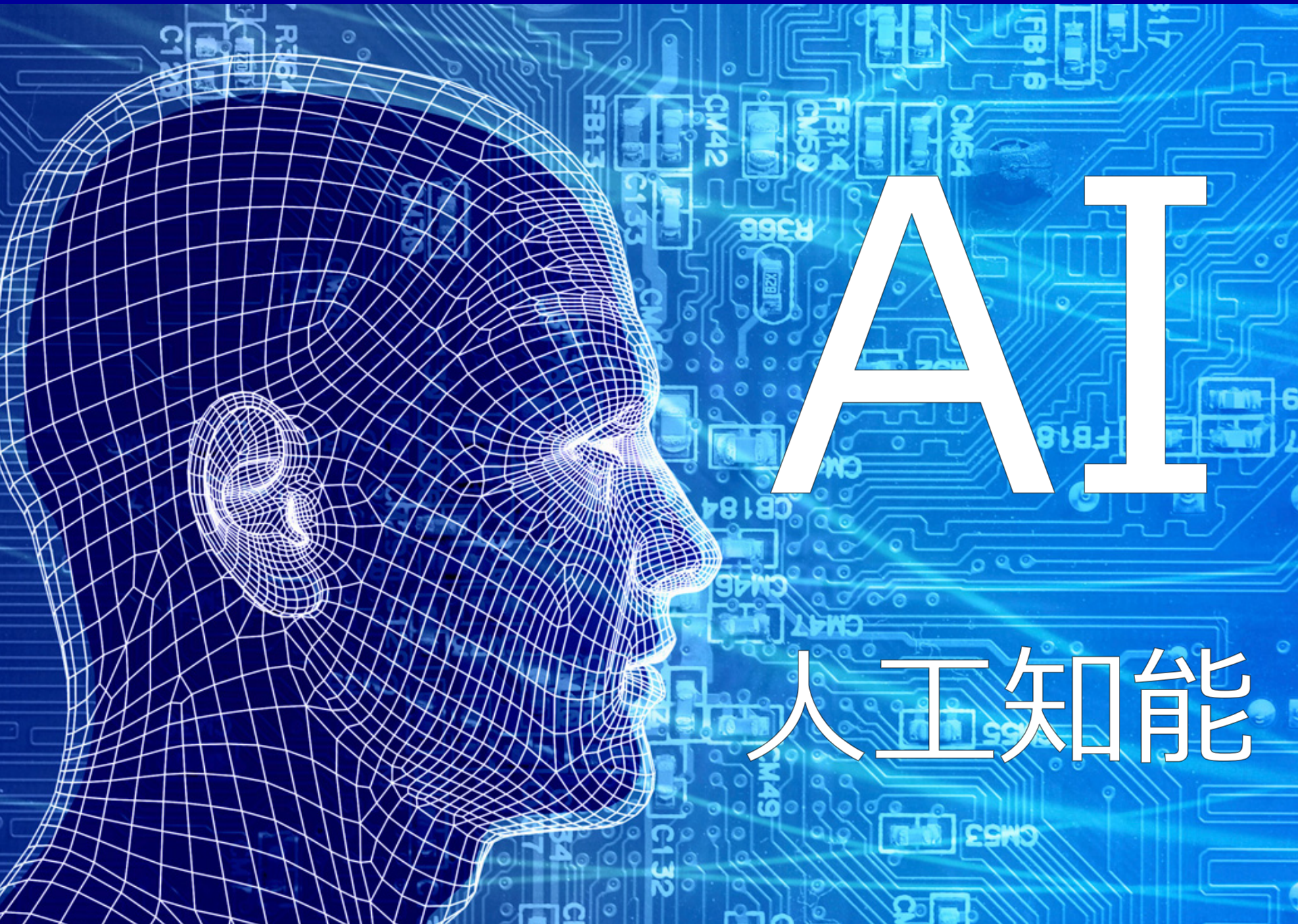
- サービスの向上
- 新サービスの創出
- 他企業へ売却

ビッグデータ活用基盤を産業界に広く提供し、実社会ビッグデータから価値を創造

産総研の強み
ビッグデータ活用
ソフトウェア開発

東工大の強み
ハードウエア構築技術

- **産総研と自己紹介**
- 第3次AIブーム
- 産業化を目指したAI研究
- AI社会実装への課題
- ABCIはAIの救世主となるか
- まとめ

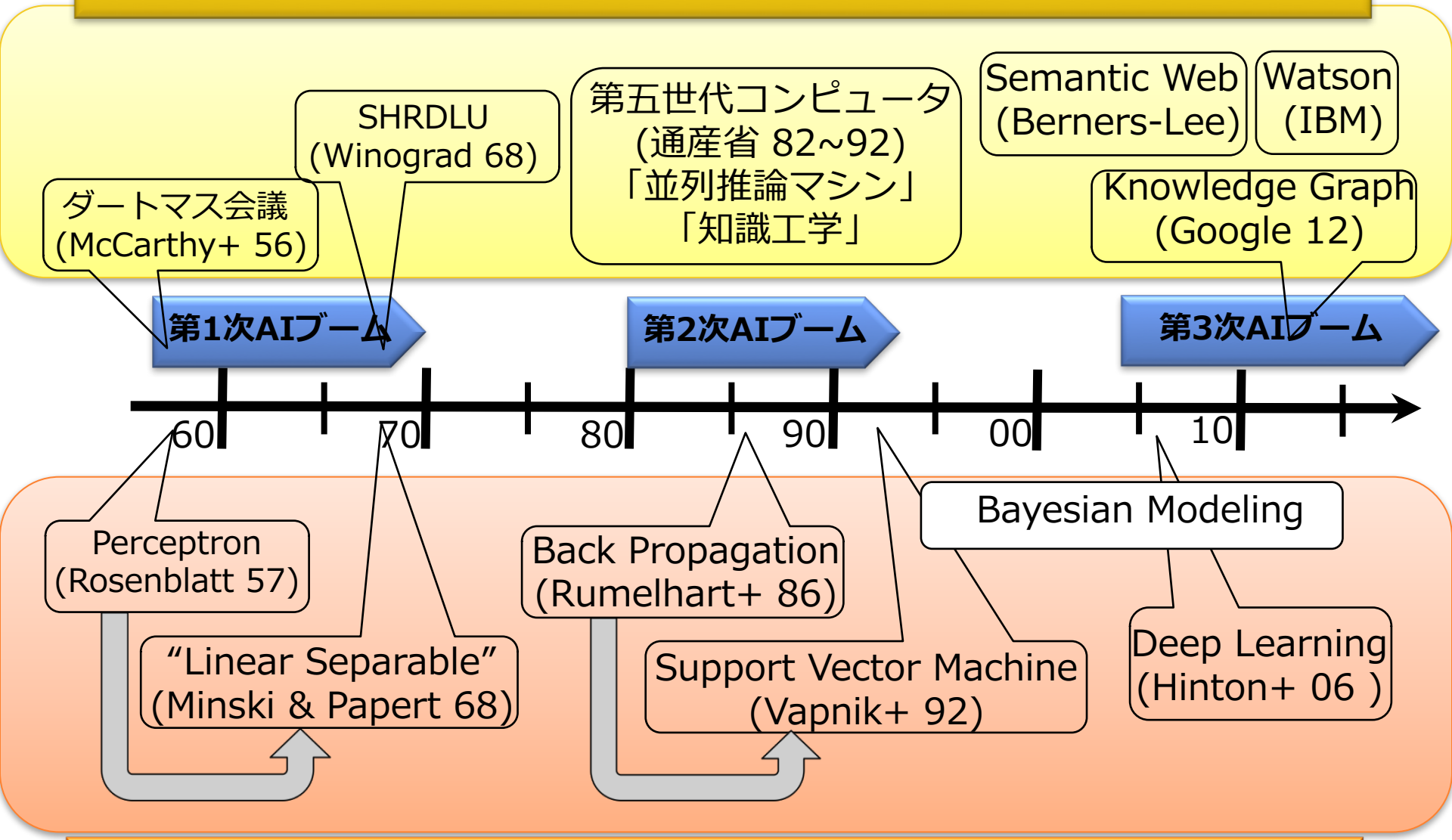

AI
人工知能

第1&2次
AIブーム

VS.

第3次
AIブーム

知識駆動AI／記号処理・論理推論



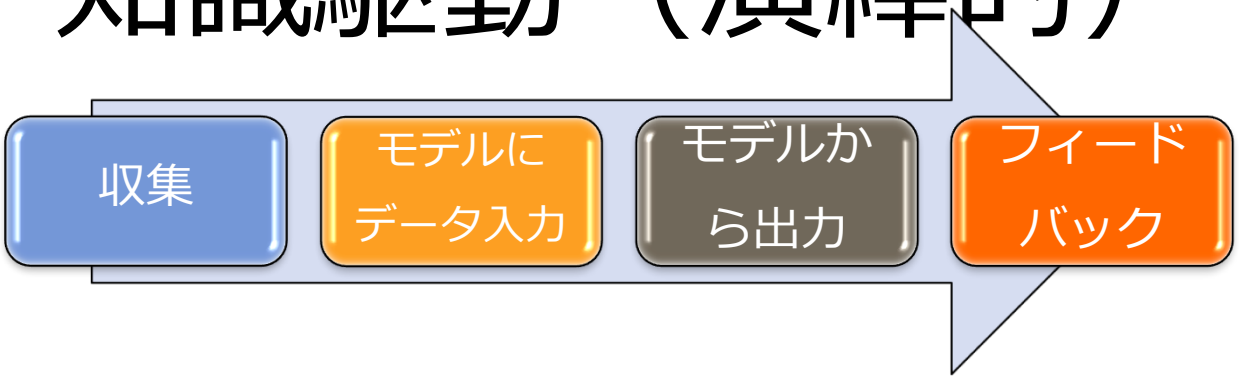
データ駆動AI／パターン処理・機械学習

知識駆動AI

VS.

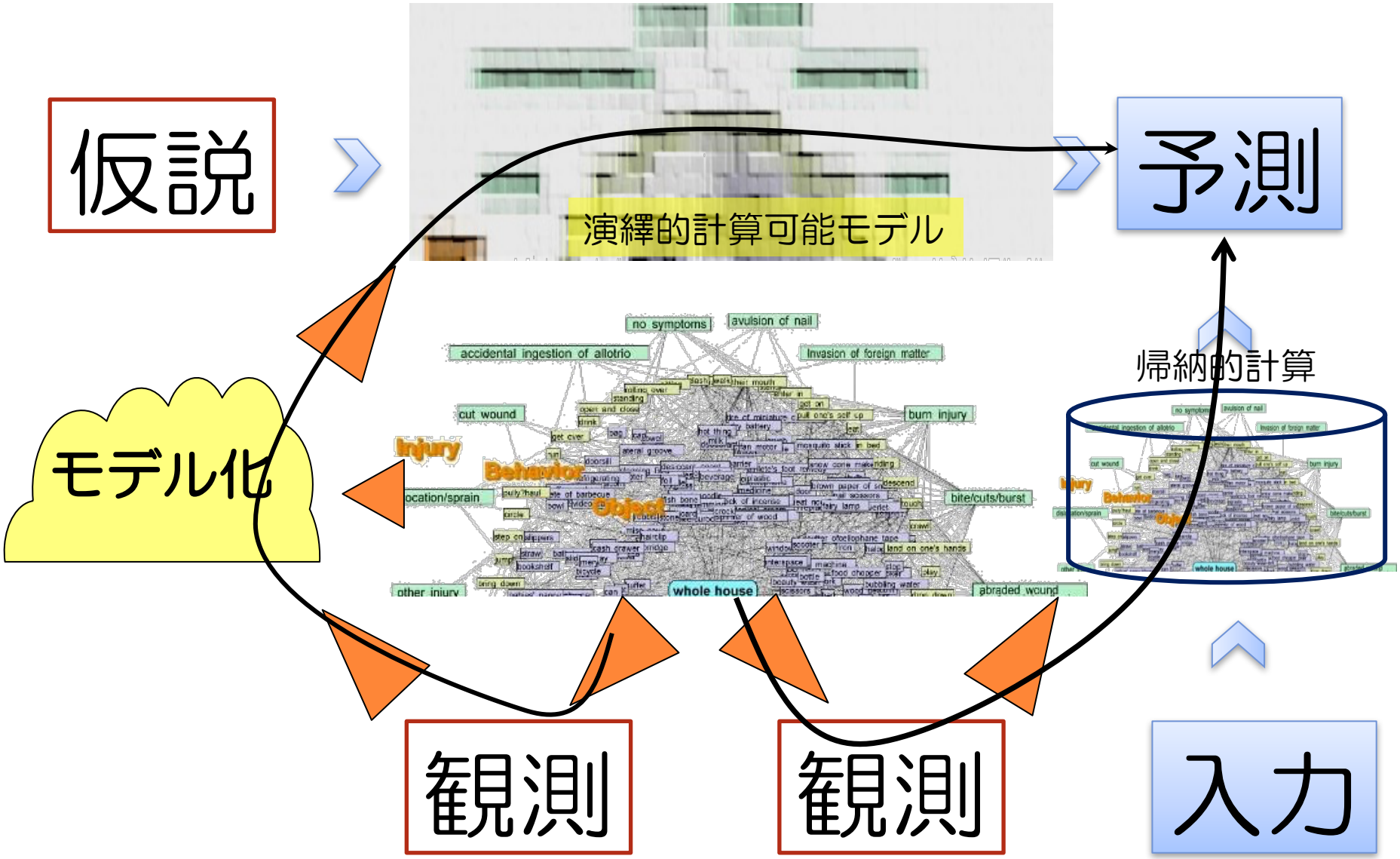
データ駆動AI

知識駆動（演繹的）



データ駆動（帰納的）

Computingの意味が変わる：演繹→帰納



なぜいま第3次AIブームが起きてるか?

人工知能

強いAI

- 人間の知能に迫る
- 人間の仕事をこなす
- 幅広い知識と何らかの自意識を持つ

弱いAI

人間がその全認知能力を必要としない程度の問題解決や推論を行うソフトウェアの実装や研究

Wikipedia 強いAIと弱いAI

- 産総研と自己紹介
- 第3次AIブーム
- **産業化を目指したAI研究**
- AI社会実装への課題
- ABCIはAIの救世主となるか
- まとめ

コンセプト

実世界に埋め込まれるAI

人間と協働して問題解決するAI
説明できるAI

産総研 人工知能研究センター（AIRC）

- 発足：2015年5月1日設立、産総研臨海副都心センター＋つくばセンター
- 狙い：大規模研究を推進し、産学官連携を促進する国内最大の研究拠点
  ※国内外の大学・研究機関等と連携（客員・招聘研究員、クロスアポイントメント、リサーチ・アシスタント等）
- 規模：392名（うち常勤研究員92名）（2017年1月現在）
- 取組（応用面）：AI技術の社会実装に向けて、優れたAI技術を企業等に橋渡し
  ※社会実装を進める企画チームを設置

産業技術総合研究所 人工知能研究センター
（平成27年５月設立）

辻井潤一
研究センター長

顧問　松原仁

企画チーム長　松尾豊

上席イノベーションコーディネータ（2名）

副研究センター長（研究職1名，事務職2名）

首席研究員（3名）

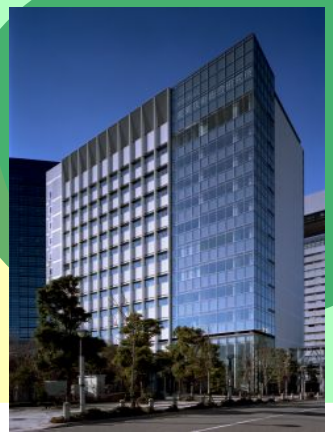
総括研究主幹（1名）

NEC-産総研 人工知能連携研究室

- 知識情報研究チーム
- 確率モデリング研究チーム
- 脳型人工知能研究チーム
- 人工知能応用研究チーム
- 人工知能クラウド研究チーム
- 機械学習研究チーム

パナソニック-産総研 先進型ＡＩ連携研究ラボ ※情報・人間工学領域に設置

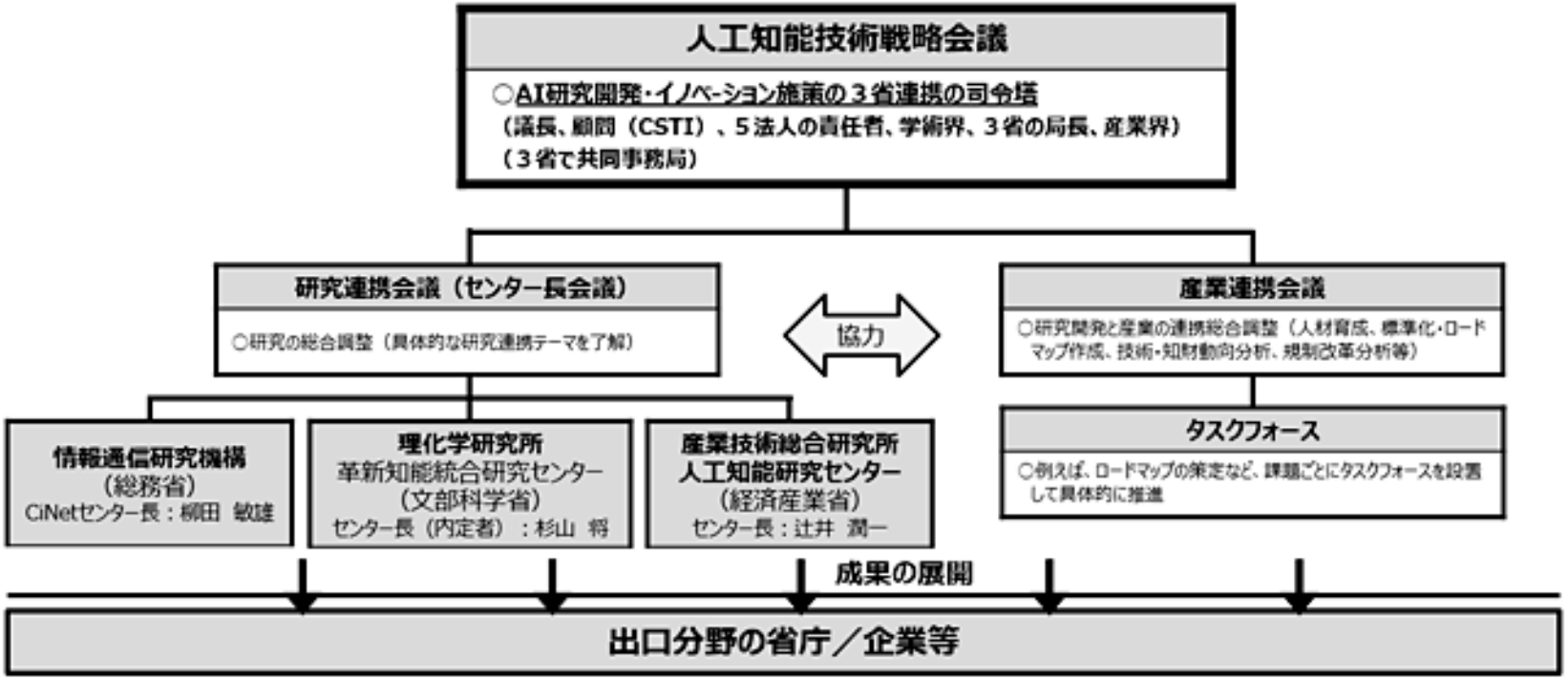
- サービスインテリジェンス研究チーム
- インテリジェントバイオインフォマティクス研究チーム
- 計算社会知能研究チーム
- 生活知能研究チーム
- 地理情報科学情報研究チーム
- オーミクス情報研究チーム



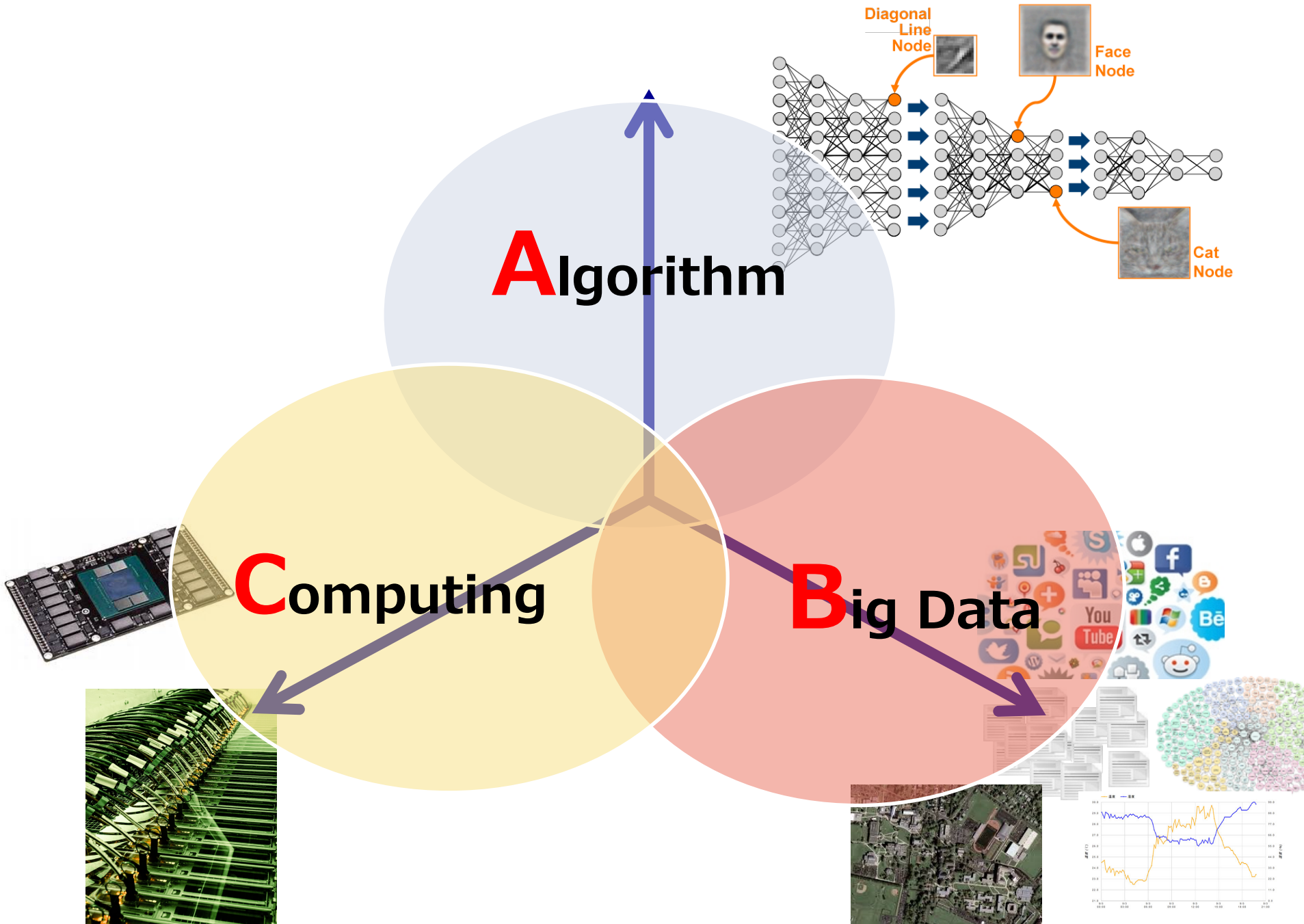
臨海副都心センター

つくばセンター

次世代の人工知能技術の研究開発における3省連携体制

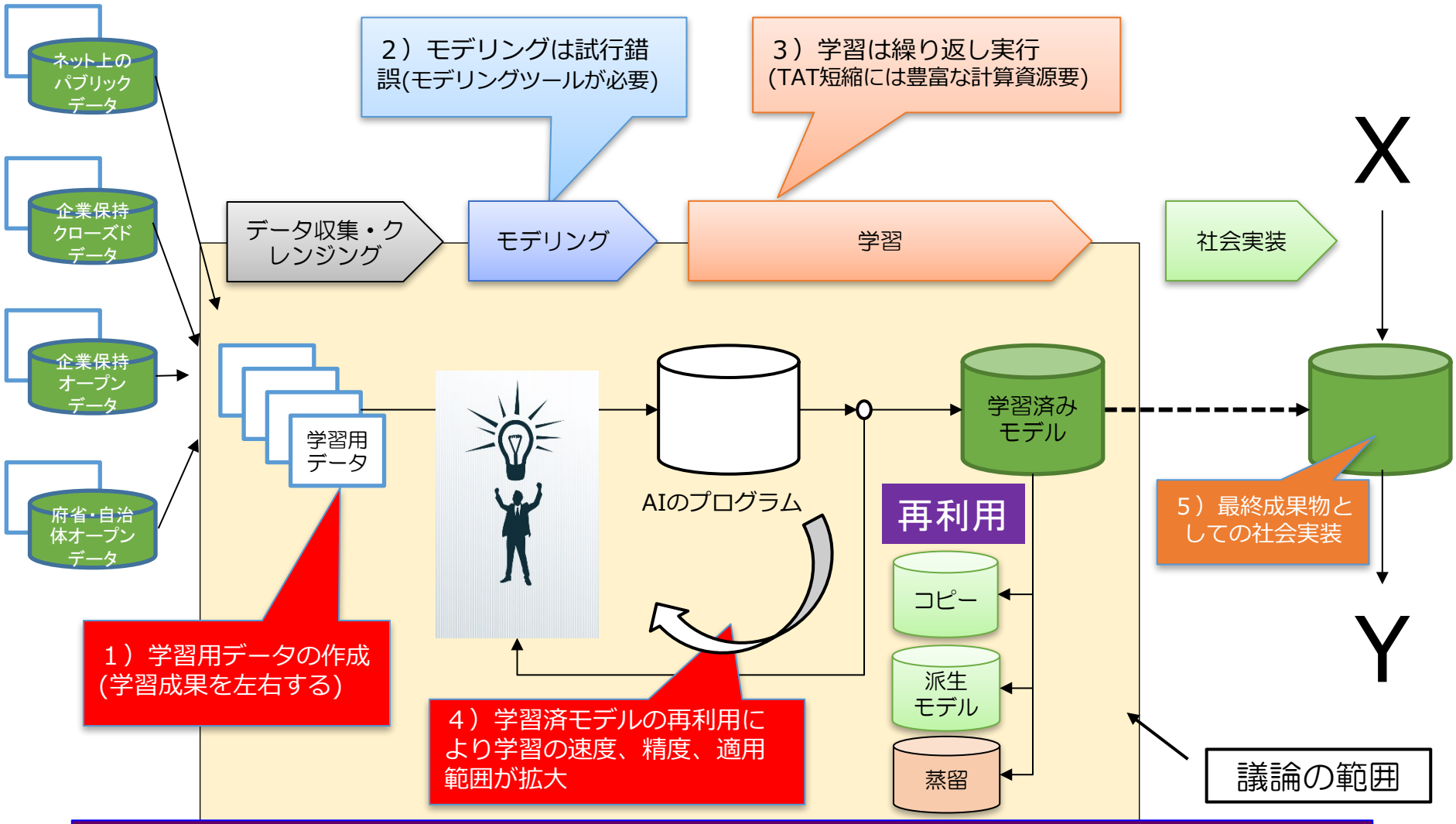


- 「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップを、本年度中に策定します。そのため、産学官の叡智を集め、縦割りを排した『人工知能技術戦略会議』を創設します。」
- 「人工知能技術戦略会議」を設置。平成29年度から、本会議が司令塔となり、その下で総務省・文部科学省・経済産業省の人工知能（AI）技術の研究開発の3省連携を図ります。
- 本会議の下に「研究連携会議」と「産業連携会議」を設置し、AI技術の研究開発と成果の社会実装を加速化します。


Diagonal Line Node
Face Node
Cat Node
Algorithm
Computing
Big Data
You Tube

しかし、課題も…

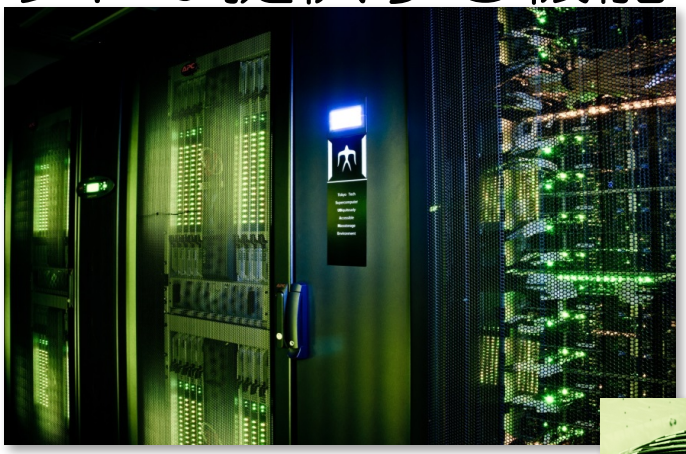
AIプログラムの学習効率を向上して、社会実装を加速

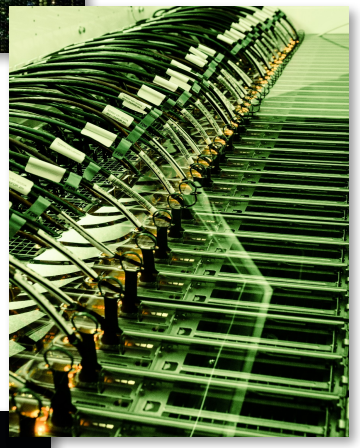


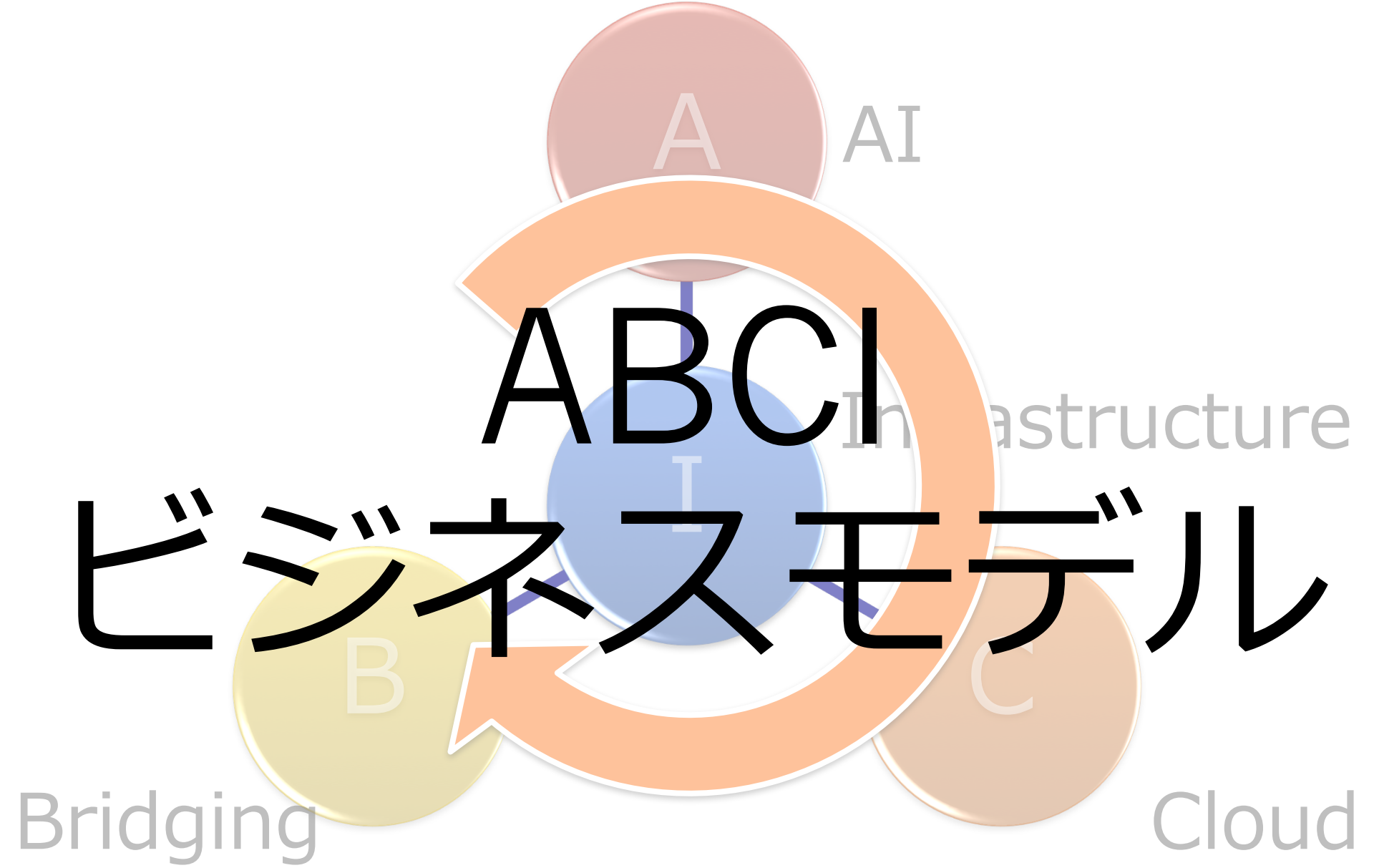
単独で実施するよりも、*コミュニティ*で
実施した方がAI学習効率は向上する「知の循環」⇒社会実装の加速

ABCIプロジェクト- AIクラウドが提供する機能

- AI Infrastructure
  - 人工知能技術を支える機械学習の超高速処理
- Bridging Infrastructure
  - 民間への技術移転のためのオープンプラットフォーム
- Cloud Infrastructure
  - TCOに優れた最新鋭のクラウド基盤・運用

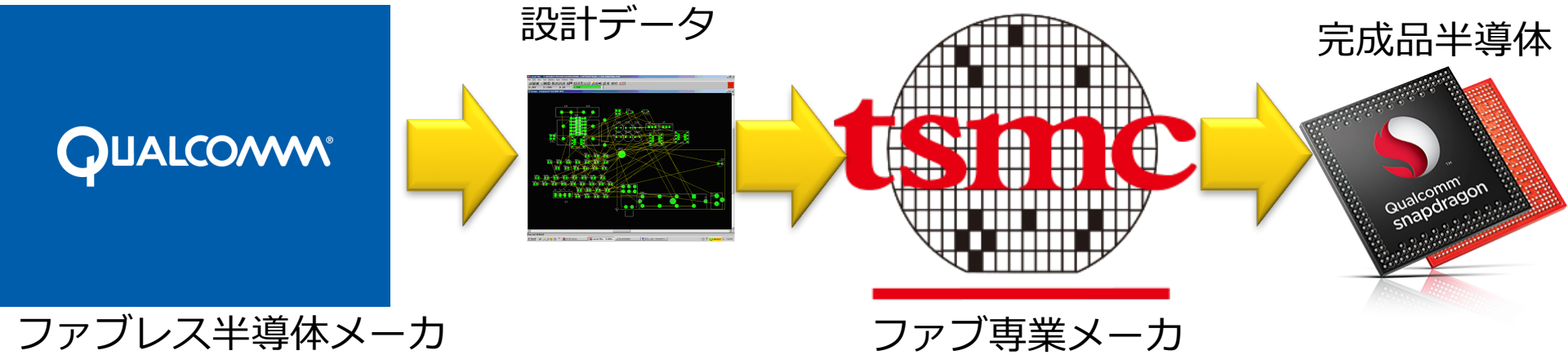


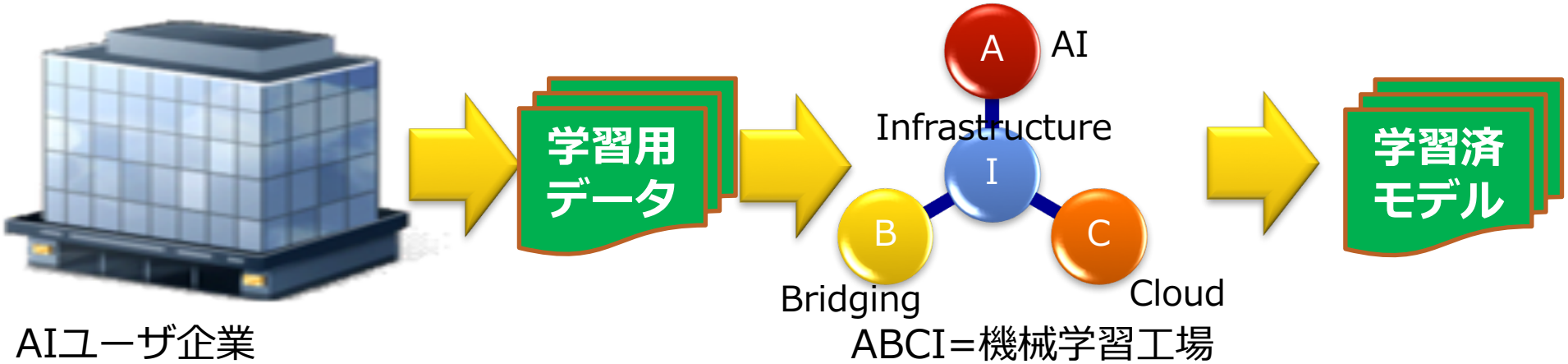




ABCI ビジネスモデル

半導体業界における「ファブレス+ファブ」パイプライン





AI業界における「ファブレス+ファブ」パイプライン

産総研の人工知能計算インフラ

NEDO次世代人工知能中核技術開発PJ
Nairobiクラスタ

H28.6-
AI研究開発・実証のための研究テストベッド

FY27補正予算
産総研AIクラウド

H29.4-
産総研と連携機関によるAI実証のための共用PF

FY28補正予算
AI橋渡しクラウド

H30.3末以降
複数の産学官によるオープンイノベーションプラットフォーム
最初からIDCへの技術移転を見越した設計・運用

DL性能	**0.5 PFlops**	約16倍 ⇨	**8.6 PFlops**	約15~23倍 ⇨	**130~200 PFlops**
HPC性能	**0.2 PFlops**	約10倍 ⇨	**2.1 PFlops**	⇨	**? PFlops**
ストレージ	**23 TiB**	約200倍 ⇨	**4.5 PiB**	約10倍 ⇨	**40~ PiB**

産総研AIクラウド(AAIC)

４月上旬ベンチマーク（TOP500/GREEN500）→ISC17で公表
４月中旬サービス開始予定

主なスペック

- GPUサーバ 50台
  ＋ CPUサーバ 68台
- GPUサーバはDGX-1の廉価版
- NVIDIA Tesla P100
  NVLinkを計400基搭載
- 4.5PiB GPFSストレージ
  (DDN SFA14K)
- IB EDR 100Gbpsでフルバイセクション構成

人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業
H28年度補正予算（経産省）

事業の内容

事業目的・概要

- 今後、我が国産業がグローバル競争に伍していくためには、 人工知能（AI）技術そのものの研究だけでなく、我が国独自性の高いAI技術（ソフトウェア)と我が国の強みであるものづくり技術(ハードウェア)との融合を行うことが重要です。
- このような技術開発においては、新たな技術をいかに早く社会実装させ、実世界でのデータ利活用のサイクルを加速できるかが鍵となります。
- 本事業では、AI技術に関する最先端の研究開発・社会実装を、産学官連携で強力に推進するため、国内外の叡智を集めた産学官一体の研究拠点を構築し、AI技術の社会実装の加速化を目指します。

成果目標

- 平成32年度までに、本拠点において、延べ50社以上の多様な業界からの参画を得て、研究開発を実施し、AI技術の社会実装を目指します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国 → 補助(定額:10/10)、交付 → 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

事業イメージ

オープンイノベーション・ハブ拠点の構築

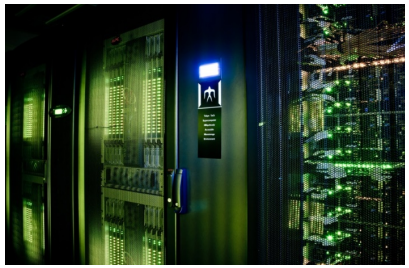
AI技術と我が国の強みであるものづくり技術の融合等により、我が国発の新たな付加価値を創出するため、国内外の叡智を集めた産学官一体の研究拠点を構築します。

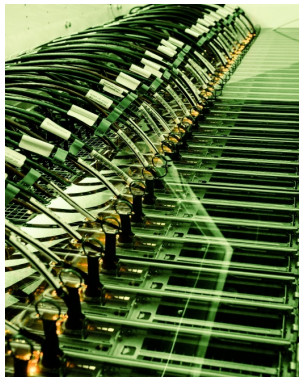
- 産学官が集い共創する物理的な場所・施設インフラの整備
- 模擬的な医療・介護現場、住環境、工場等の実証環境の整備
- 医療・介護分野など様々な個別分野データの①収集・管理、②解析、③二次提供を行うデータ基盤の構築
- AI技術を搭載した機器等の試作・実証・評価環境の整備

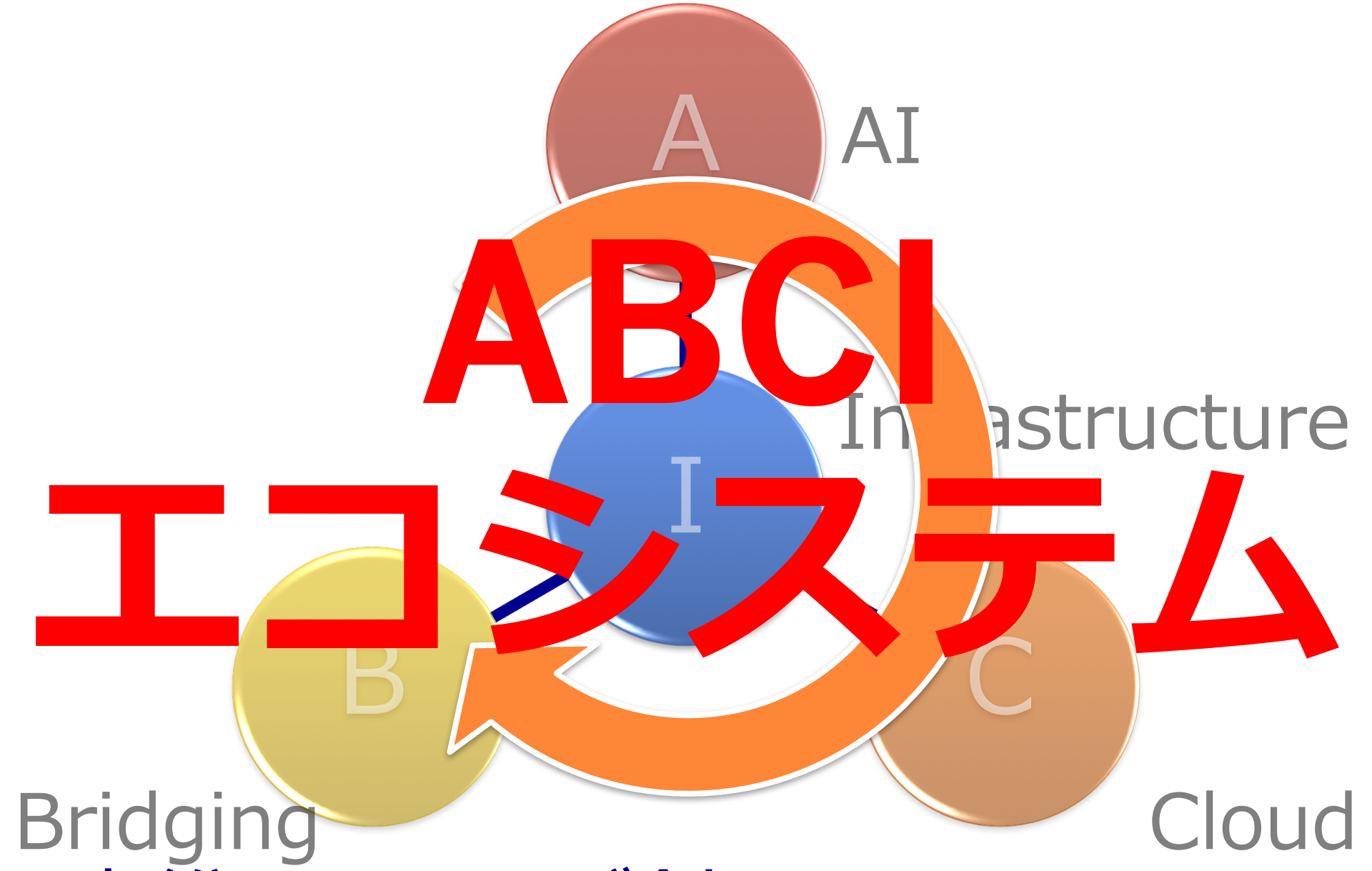
等

ABCI: Overview

- **Extreme computing power**
  - w/ **130～200 AI-PFlops** for AI, ML, DL
  - **x1 million speedup** over high-end PC: 1 Day training for 3000-Year DNN training job
  - TSUBAME-KFC (1.4 AI-Pflops) x 90 users (T2 avg)
- **Big Data and HPC converged modern design**
  - For advanced data analytics (Big Data) and scientific simulation (HPC), etc.
  - Leverage Tokyo Tech's "TSUBAME3" design, **but differences/enhancements being AI/BD centric**
- **Ultra high bandwidth and low latency in memory, network, and storage**
  - For accelerating various AI/BD workloads
  - Data-centric architecture, optimizes data movement
- **Big Data/AI and HPC SW Stack Convergence**
  - Incl. results from JST-CREST EBD
  - **Wide contributions from the PC Cluster community desirable**.
- **RFC just out, includes 10 BD/ML benchmarks**
  - **No HPC benchmarks**



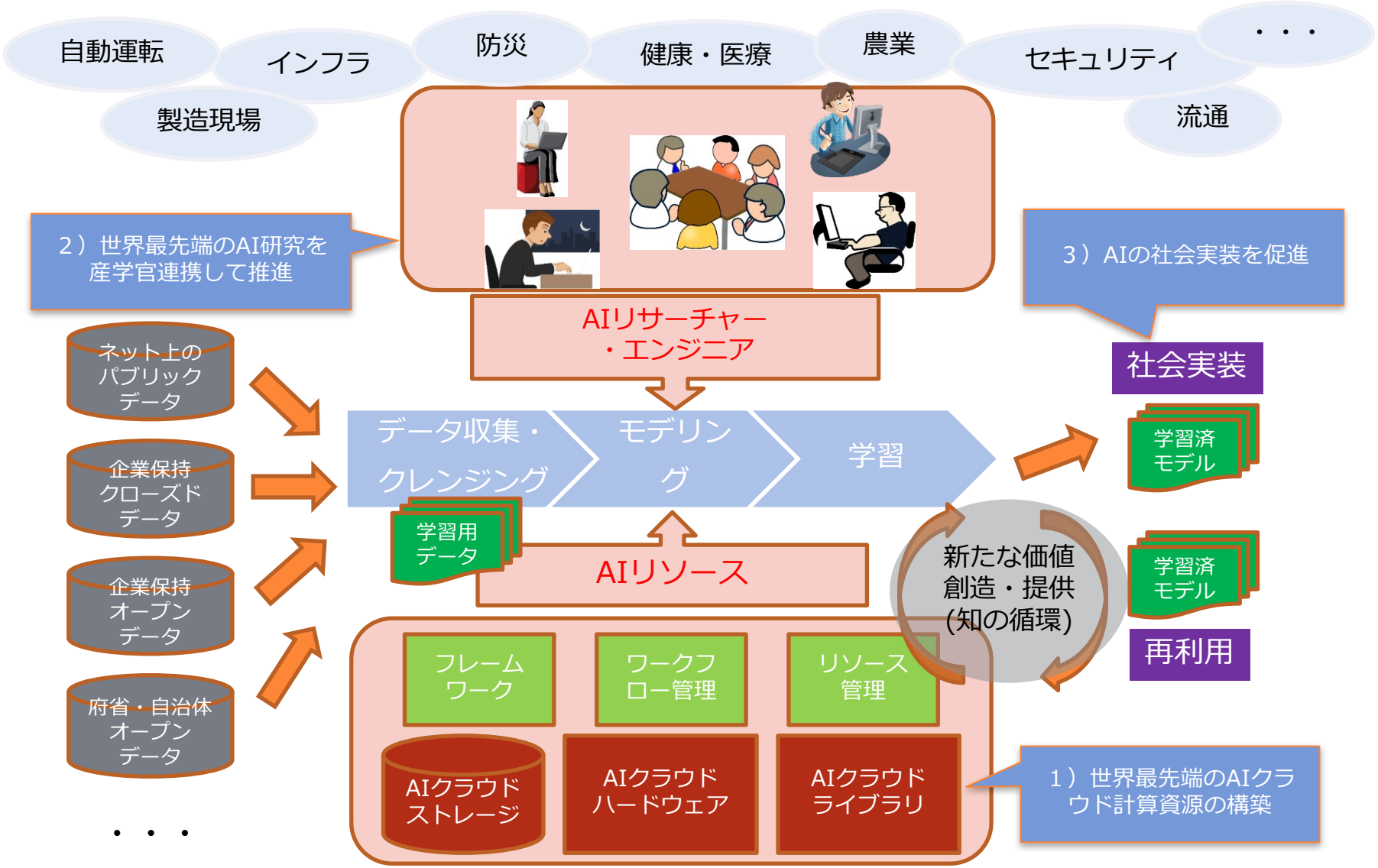




産総研 ABCIが創るエコシステム

計算環境の整備（１）～AIクラウドプラットフォームのエコシステム～

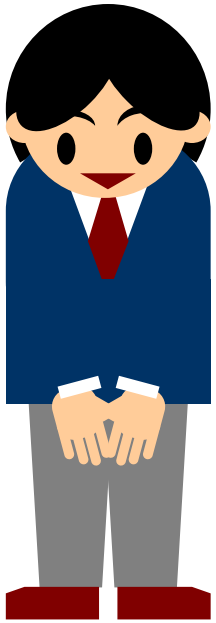
- AIクラウドプラットフォームを拠点として、新たな価値を創造・提供し続けるエコシステムを構築。



AIクラウドプラットフォームは３種類の利用パターンを想定

特に、**コミュニティ**型により、産学官連携を推進

利用パターン		単独利用型	マーケットプレイス型	コミュニティ型
AI学習形態		クローズ 囲い込み	→ 企業連携	オープン 産学官連携
ABCIエコシステムが提供する資源	計算資源	○	○	○
	人材	―	○ (マッチングした２社間の協業)	○ (コミュニティで協業)
	学習済モデル＋各種ツール類	―	―	○ (一定のルールの元、互いに利用)
著作権問題の回避法	学習用データセット	• **府省、自治体のオープンデータ**からデータセットを作成 • 著作権がクリアーされたデータから作成／データセットを購入 • 機械学習を行う企業が作成(47条の7適用)		
	学習済モデルの再利用	自社内で再利用	機械学習を行う企業が自社内で再利用	一定のルールの元、互いに再利用
利用者		一部の大企業	大企業とAIエンジニア(ベンチャー、大学)の協業	大学、研究機関、ベンチャー、大企業、府省

1. 世界最大級のAIクラウドプラットフォーム「ABCI」を構築
2. ABCIを核としたオープンイノベーションエコシステム「ABCIエコシステム」を形成
3. ABCIエコシステムでは、学習用データおよび学習済モデルを媒体とした共有型・協働型経済を醸成
4. ABCIエコシステム内で産学官連携を推進すると同時に、人材育成・活用にも注力
5. 最終的には、AI社会実装の裾野拡大・推進

ご清聴ありがとうございました。