

ポリモルフィックを先導する ネットワーク・ロボット

国際社会経済研究所 名倉 賢

■ **巨大ハブ：一部のコンピュータにデータが集中**

■ **人工知能の潮流：データ、人工知能、ネットワーク構造**

■ **集中型の巨大人工知能プラットフォームが出現する？**

- **超知能あるいは汎知性へ**
- **トップダウン：人は端末を通じて超知性に判断を仰ぐ？**
- **主体性と自律性は？個人から社会レベルで**

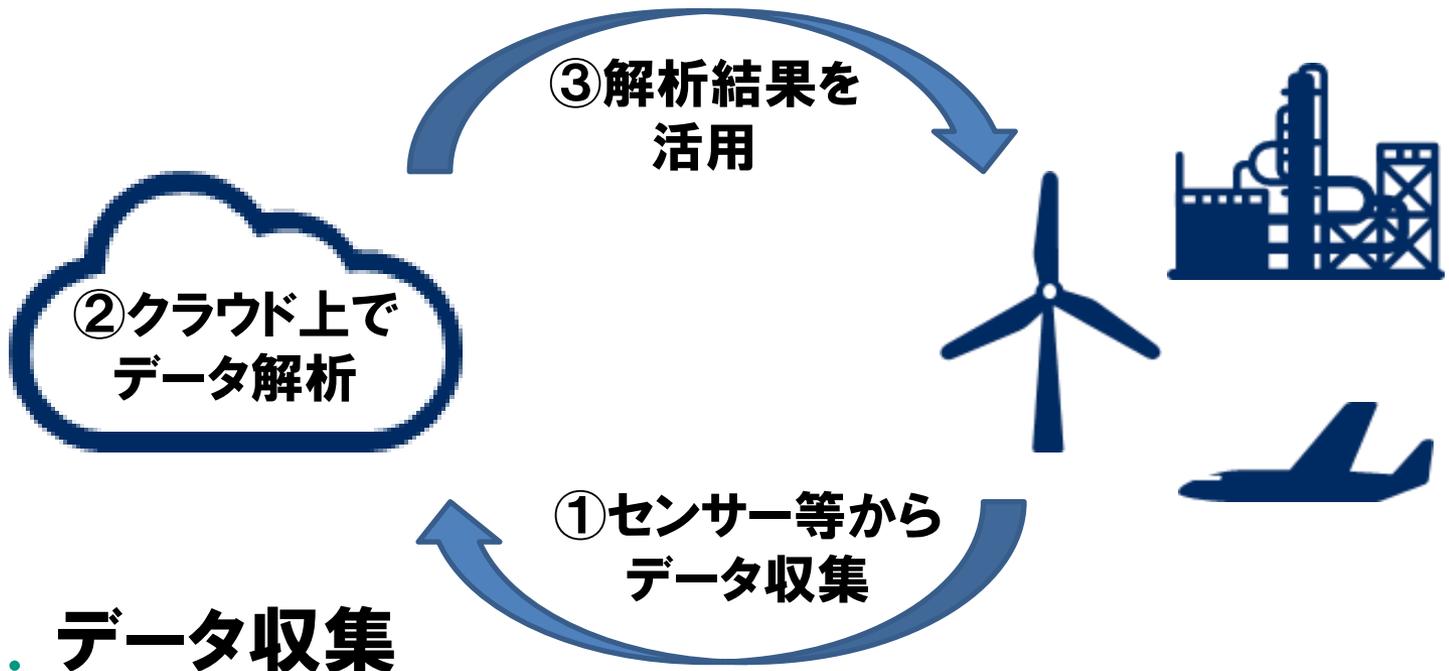
■ **その対抗軸は？**

- **エッジコンピューティングもあるが・・・**

■ **ポリモルフィック(多形)構造**

■ **「ネットワーク・ロボット」、これがポリモルフィック化を先導**

IoTとは何か？



- 1. データ収集
- 2. データ解析
- 3. データ活用

3つのプロセスをネットワーク上で統合したシステム

ロボットとは何か？



(NEC パペロ)

1. 感覚系：目、耳、触覚など
2. 制御系：頭脳
3. 作業系：手・足

3つの機能を統合した機械

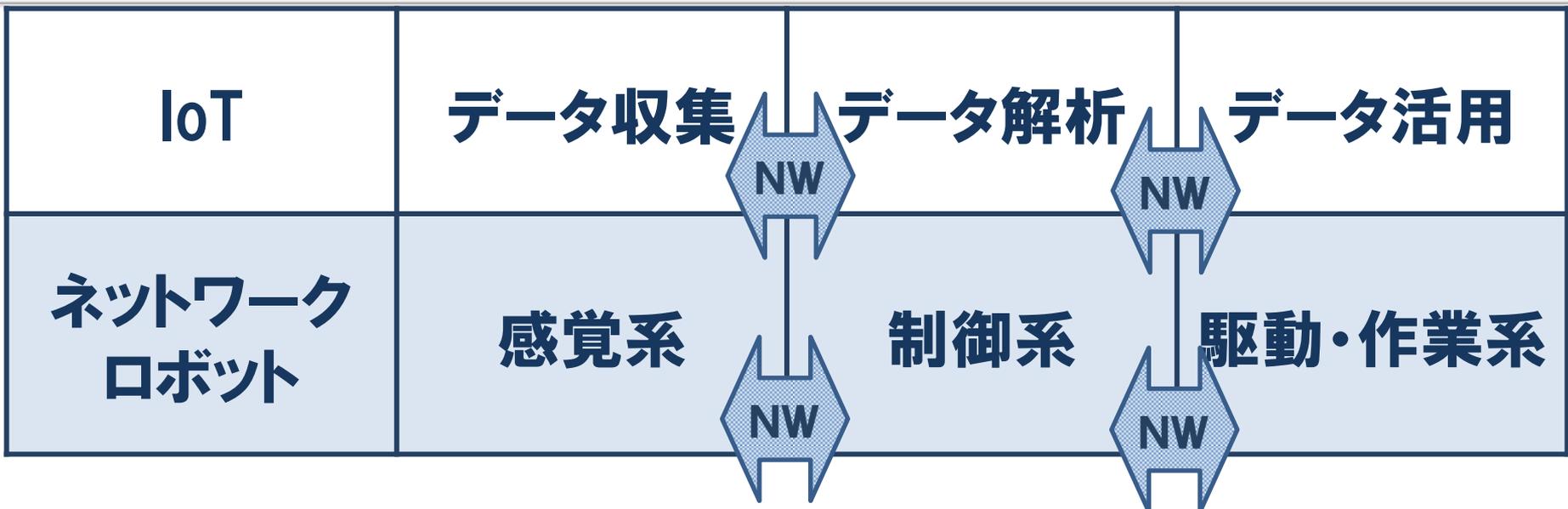
IoTとロボットの比較

	データ収集	データ解析	データ活用	コア技術
IoT	データ転送技術 ・広帯域 ・低遅延 ・プロトコル標準化	人工知能 ・画像・音声 データの認識 ・ベイズ推定などの推論	対象は機械・ロボットに限らなく広い	情報工学
ロボット	感覚系	制御系	駆動・作業系	コア技術
	・物理センサー技術 ・能動的なデータ収集	・制御理論 ・実世界のモデリング(確率ロボティクス)	主に機械 ・マニピレータ ・二本脚 (・自動車)	機械工学

様々な違いもあるが・・・

対応する3つ機構を統合する点では相似形

ロボットのネットワーク化



■ 従来型のロボットはネットワーク化の視点が弱いが・・・

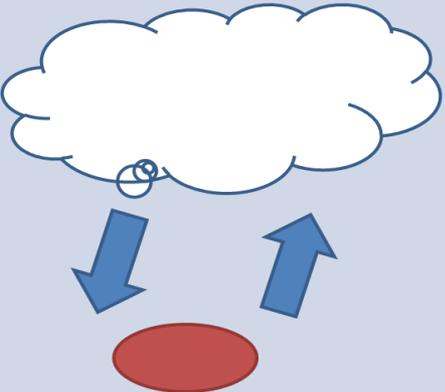
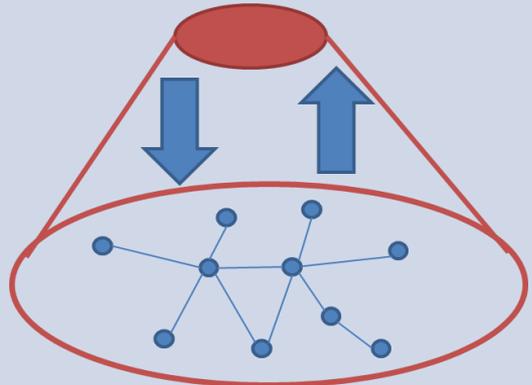
■ 「ロボットとネットワーク技術の融合」、すなわち、感覚系、制御系、作業系の3要素をネットワーク化してつなぐ「ネットワーク・ロボット」

⇒ ネットワーク・ロボットはIoTに非常に近接した技術コンセプトとなる

自律分散型のネットワーク・ロボット



集中型と自律分散型のネットワーク・ロボット

	集中型	自律分散型
アーキテクチャのイメージ		
AIとデータ	主にクラウド側	主にロボット本体
ロボットの位置付け	ネットワーク端末の一つ 「トップダウン」	自律的・自立的な主体 「ボトムアップ」
ネットワークへの要求	広帯域と低遅延 (端末直前まで固定?)	柔軟性と自律性 (無線が望ましい)
制御形式	全体最適化	局所最適化
バックグラウンド (技術思想)	全体最適・予定調和 「事前設計」	自律分散・アドホック 「創発」

1. ネットワーク内に姿を隠す

- ネットワーク・ロボットは、“境界”のある疎密構造をもったネットワーク、つまりポリモルフィック的なネットワーク内に存在する
- ネットワークの出現する密結合領域が、ネットワーク・ロボットに“筐体”を与える

2. ダイナミックに流れるようにその姿を変える

- ロボットのコア機能である感覚系、運動系と制御系を含む諸機能・部品をネットワーク上で「離合集散」(アンバンドルとリバンドル)するダイナミックなアーキテクチャー
- 固体から流体・液体のイメージへ。“水の如し”
- 事前設計から事後的な創発へ

潜むロボット

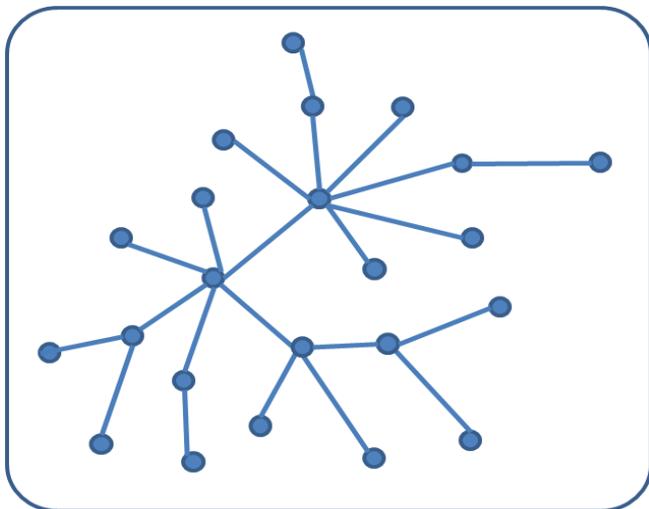
ネットワーク内に“身体”を分散して潜ませる

- 自律的な局所最適化のメカニズムにより、ネットワークにポリモルフィックな疎密構造を出現させる

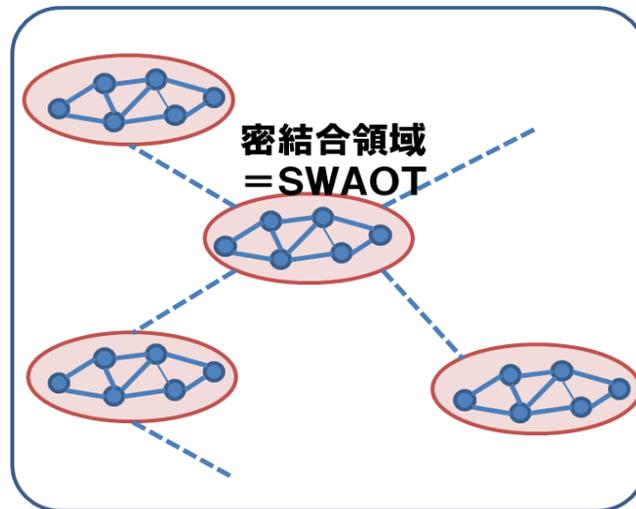
⇔ 疎と密の“境界”がないモノモルフィックなNWでは、ファイアウォールなど的人為的な境界設定が必要

- 密結合したネットワーク領域が、ネットワーク・ロボットに“筐体”を与える

モノモルフィック的なNW



ポリモルフィック的なNW



ロボットの流動化～固体から流体・液体のイメージへ

- ロボットの3要素である感覚系、運動系と制御系をネットワーク上で「離合集散(アンバンドルとリバンドル)」するダイナミックなアーキテクチャー

アンバンドリングとリバンドリング

- ロボットの各機能をロボット本体から分離して部品・デバイスへ還元される「アンバンドリング」
- 反対に、外部センサーなどの本体外部の機能と新たにネットワークングしてロボット本体に組み込む「リバンドリング」

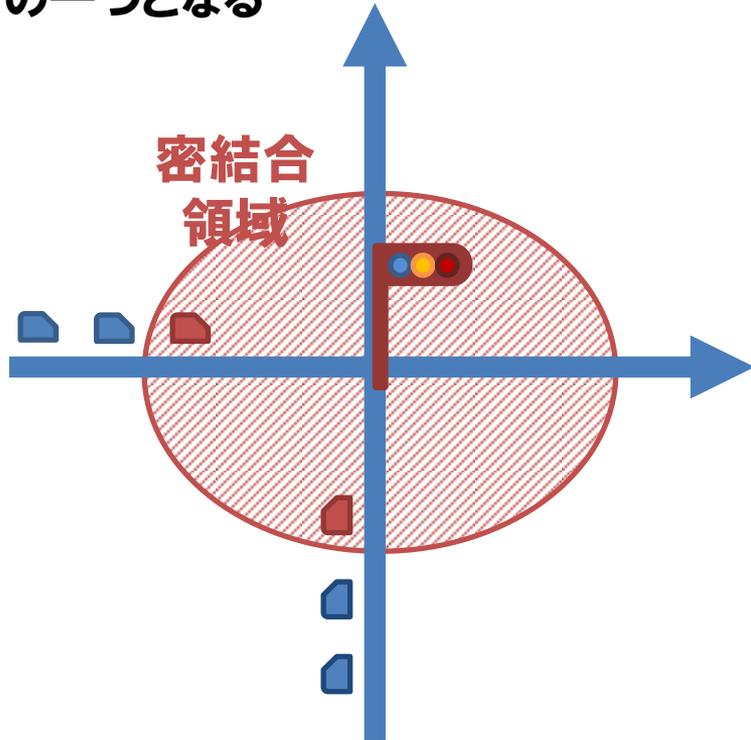
離合集散の過程で進化して「創発」する

例)交差点ロボット

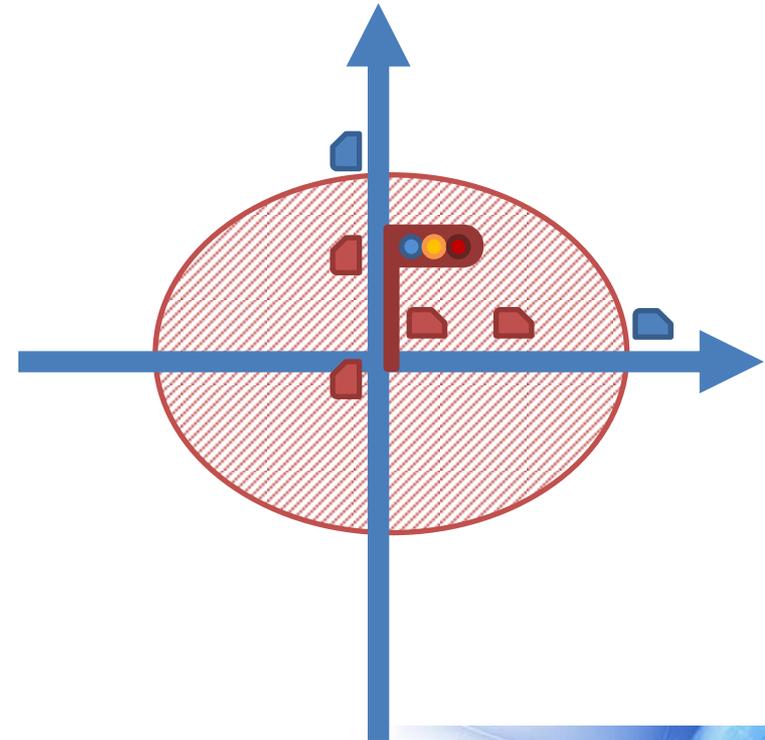
交差点信号とロボットカーのネットワーキング

- ロボット化した地上設備と車両同士とが交差点付近で“密”なネットワーキングを形成することにより、効率的な平面交差を実現する

交差点内に進入した車両は交差点ロボットをネットワーキングを開始して、「交差点ネットワーク・ロボット」の構成要素の一つとなる



交差点を通過した車両は交差点ロボットをネットワーキングを終了して、「交差点ネットワーク・ロボット」から離脱する



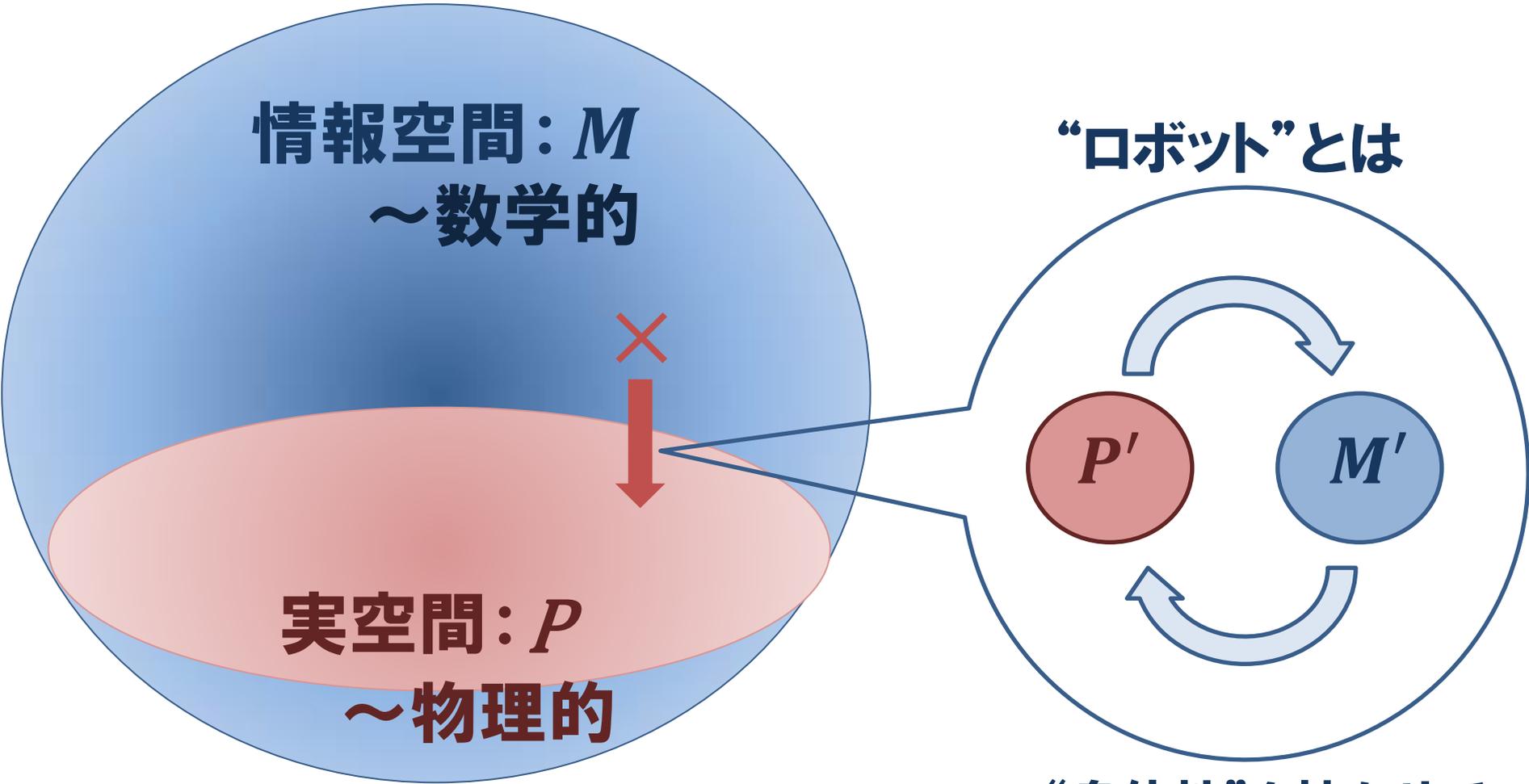
■ ネットワーク化したロボット、「ネットワーク・ロボット」はIoTに近接した技術コンセプト

■ ネットワーク・ロボットは自律分散型へと進化し、ネットワーク構造を多形化させる機軸となる

■ ネットワーク・ロボットの特徴は

- “身体”をネット空間内に潜在化：自律的な局所最適化のメカニズムが働いて出現する密結合ネットワーク領域を“見えない筐体”として利用
- “身体”の流動化：ロボットの各構成要素を本体から分離したり（アンバンドリング）、反対に外部の部品要素を本体にネットワーク経由で組み込んだり（リバンドリング）してロボットの構成要素がダイナミックに変化
- 事前設計から“創発”へ

ロボットをどう捉えるか？



“ロボット”とは

“身体性”を持たせて
“学習”するための器？