

文部科学省 様
第1回 ナノテクノロジー・材料分野の
研究開発戦略検討作業部会

一企業研究者視点におけるナノテクノロジー ・材料分野に関する考え

2017/07/19

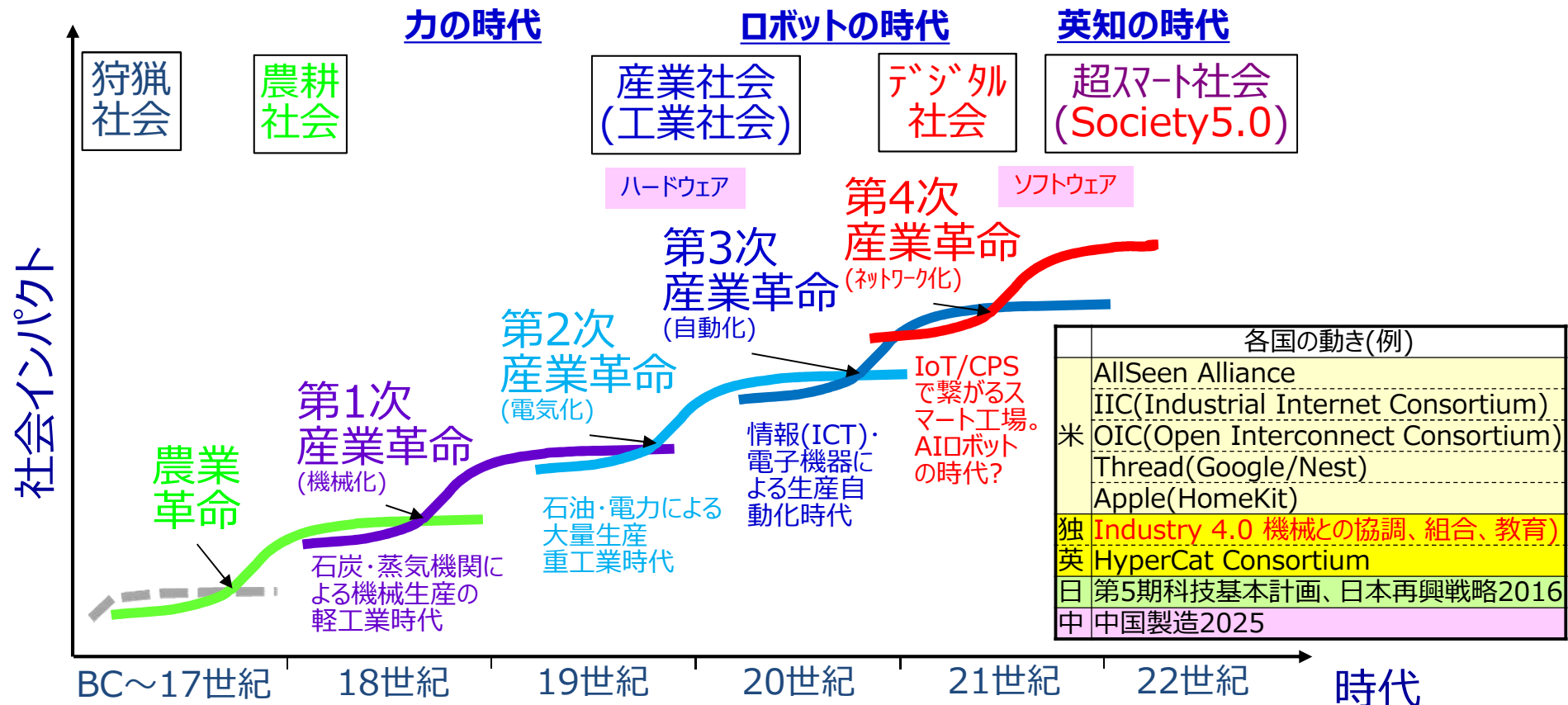
株式会社 日立製作所 研究開発グループ
基礎研究センタ 主任研究員 プロジェクトリーダ

早川 純

1. パラダイムシフト 社会課題解決型の経済成長に向けて -Society5.0-

- これまで一連の技術革新、産業革命によるパラダイムシフトで、産業・市場・社会構造が大きく変化。
- 成長の源泉は資本・設備→情報・知識に変化。欧米各国は、社会、経済、技術の激しい変化を捉え、国の基盤をなすのは人・モノ・コトづくりであることを再認識し、IoT*/CPS**を活用して、産業システム改革、産業競争力の強化に取り組んでいる。ドイツはIoT/CPSで、繋がる工場による産業革命、競争力強化に向け活動中（Industry4.0）。米国(IIC)、中国でも動きが急。課題先進国である日本は、社会課題解決と経済発展の両立による超スマート社会の実現(Society5.0)をめざし、社会実装含め加速中。

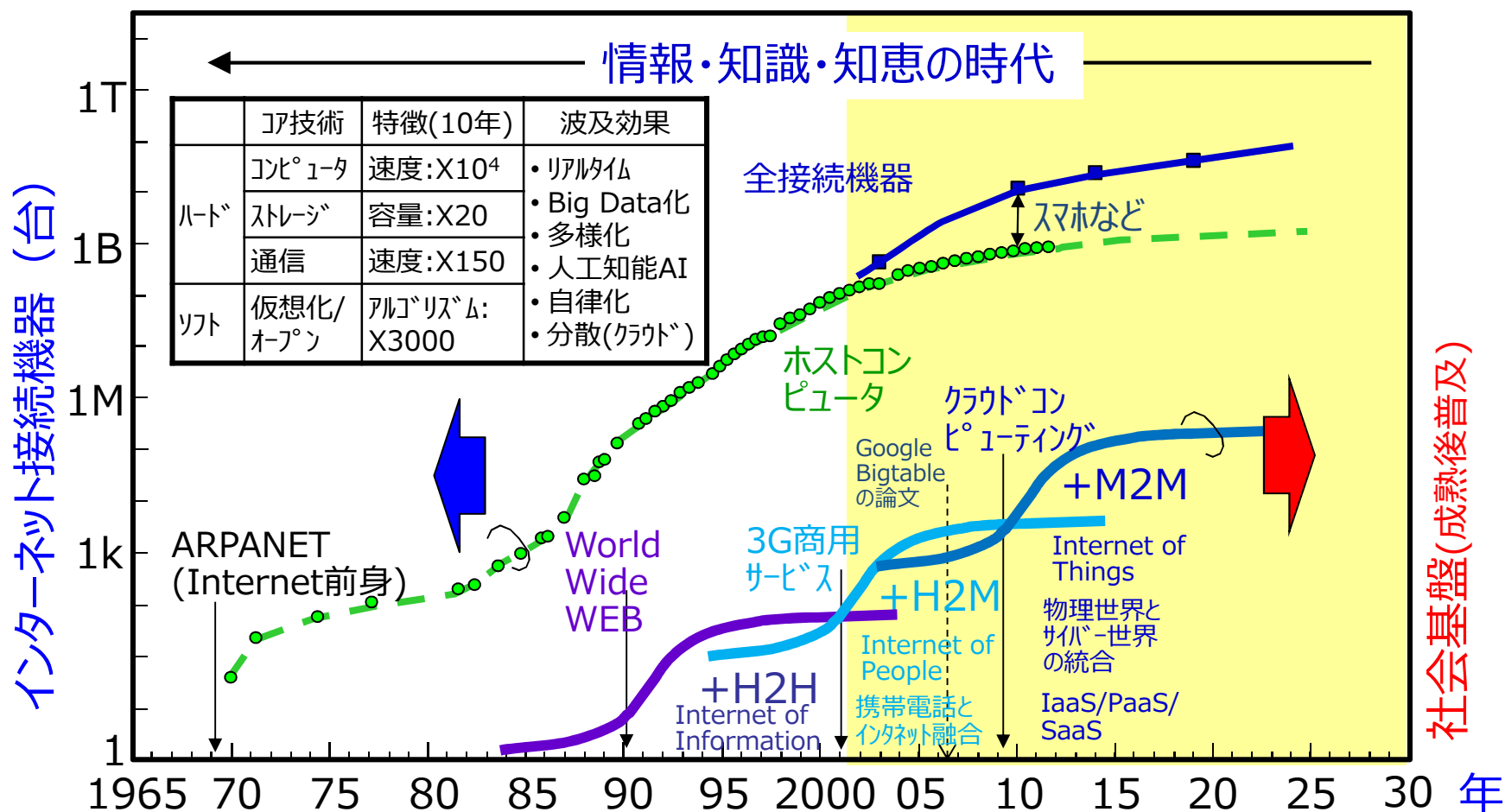
*IoT: Internet of Things, **CPS: Cyber Physical System



2. ICT技術の急速な進化による社会の質的变化

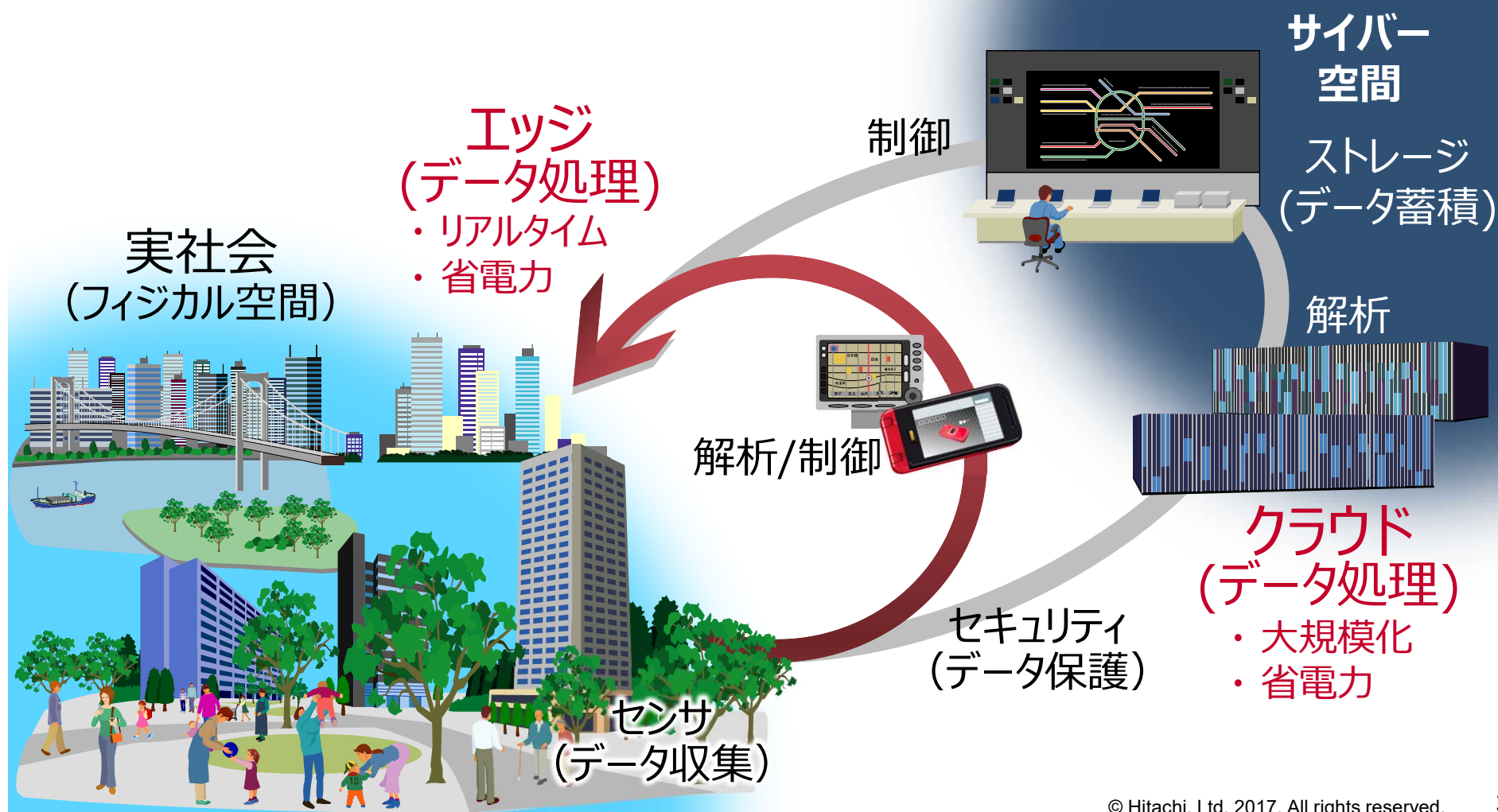
- 高性能CPU/MCUや3Gの登場でセンサ、スマホ、インターネットなどが融合、仮想化技術の進歩と共にクラウド、ビッグデータ分析、AI*関連技術などICTが急速に進化、繋がり（IoT**）、相互に影響を及ぼしあう人・モノ・コトがグローバルに急増、社会が急速に複雑化。

*AI: Artificial Intelligence, ** IoT: Internet of Things



4. IoT技術の方向性

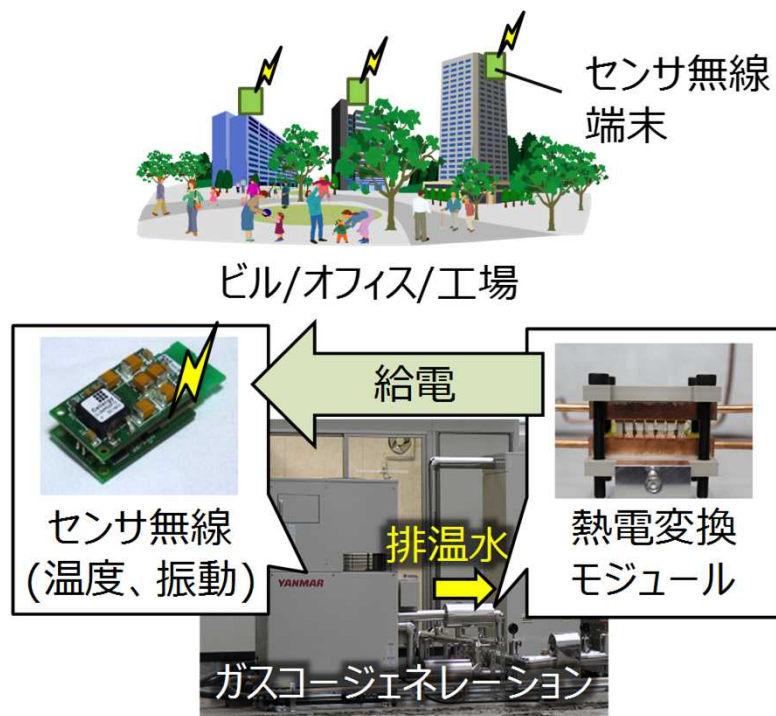
- クラウド集中からエッジで処理を含む自律・分散・協調型のIoTへ
- 高品質の産業用途では、即時性、データの現場管理が求められる



6. Society 5.0実現に期待する材料技術の一例

実空間における環境発電材料：センサ、エッジデータ処理省エネ化

ガスコージェネレーション排温水活用



温水 / 冷水温度	60℃ / 5℃
出力 / 熱源接触面積	<700mW/10cm ²
センサ無線駆動電力	150μW

砂漠における地表面熱、太陽熱活用



昼間：地表面、太陽熱と地下水などの温度差
 夜間：蓄熱した昼間の熱源と外気温度差

太陽熱温度	>500℃
地表面熱温度	50~60℃
夜間外気温度	-20℃
出力(必要材料性能)	~数百kW (ZT>2)
端末充電電力	10W

本成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものである。

サイバー空間における莫大なデータ処理エネルギーをサポート

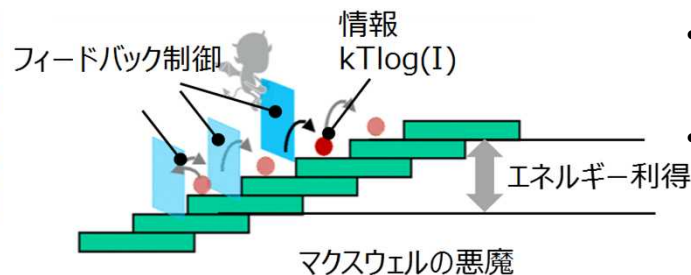
量子系の統合設計・制御技術
"電子、格子、スピン、フォノン
統合、トポロジカル量子"

- 電子、格子、スピンに加え、熱の起源「フォノン」を量子力学的に統合した統合制御技術を構築。ICTの進歩に伴い避けられなくなってきた発熱問題を、熱の起源から制御。
- トポロジカル量子状態を人為的に制御する新技術・新材料の登場で、量子コンピュータの実現が期待

出典：(研究開発の俯瞰報告書)ナノテクノロジー・材料分野(2017年)



超高効率エネルギー変換



- 情報書込み
⇒ 熱エネルギーの増大
- 情報消去
⇒ 熱エネルギーの散逸
⇒ 冷却

	単電子系	ブラウン運動
情報量子	電荷	電荷
利得エネルギー (1Gb/s当り)	数μJ	数nJ
変換効率	~20%	~30%
応用	量子コンピュータ マイクロエンジン	

量子系エントロピー制御：量子エントロピクス

8. 2030年に期待する材料科学分野の一例

多様化する社会価値を創生するために必要なサイエンス基盤の拡大

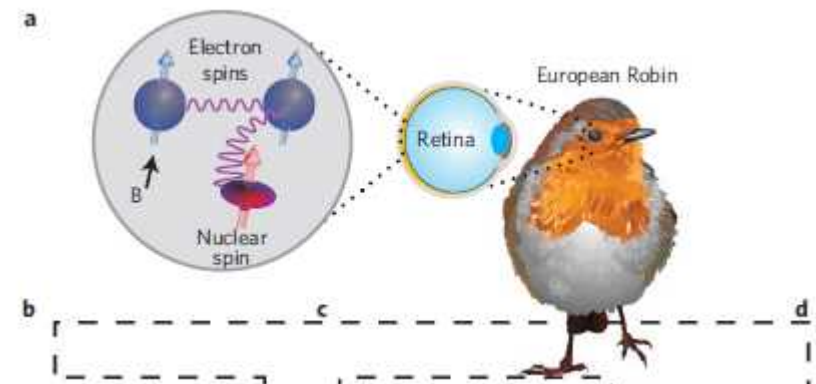
- 物性物理、化学から情報、生体(量子生物学)の取り込み
：従来にない機能、性能軸を創生する新原理の探求
- トレードオフ物性を解決する新原理の探索：従来信じられていた物質の性能限界を超える指導原理
- フォノンなど未だ可視化できない物性現象を可視化する物性計測技術

- 量子計算機(adv.AI)
- 量子暗号技術
- 人工バイオ(センサ、人工生命)
- 極低エネルギーモータ等

量子もつれ(エンタングルメント)現象

量子生物学

生体に学ぶ：渡り鳥の帰巣能力
(量子もつれ利用地磁気センサ)



END

一企業研究者視点におけるナノテクノロジー
・材料分野に関する考え

2017/07/19

株式会社 日立製作所 研究開発グループ
基礎研究センタ 主任研究員 プロジェクトリーダー

早川 純

HITACHI
Inspire the Next