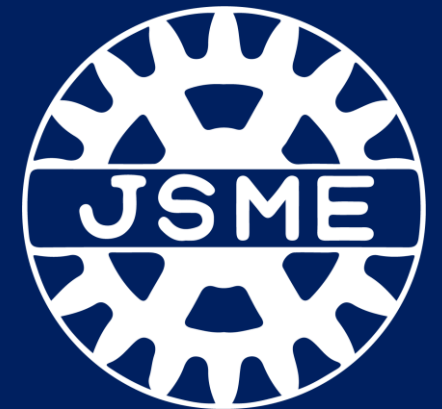
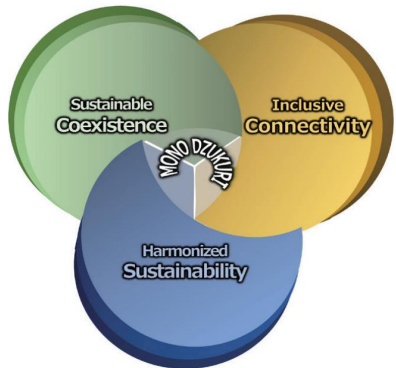


2030年のレビューと2050年社会像について ～JSMEメンバーが考える2050年の社会像実現に 向けた技術ロードマップ～

技術ロードマップ委員長 山崎 美稀 (株式会社 日立ハイテク)



日本機械学会
The Japan Society of Mechanical Engineers



Contents

0. 自己紹介&JSME技術ロードマップ委員会紹介

1. イントロダクション：

- 技術ロードマップとは何か、その重要性の概要説明
- 2030年のレビューとの関連性について簡単な紹介

2. 2030年のレビュー：

- これまでの技術ロードマップの実績と成果
- 達成できた目標と、まだ進行中または課題として残っている事項

3. 2050年社会像に向けたビジョン：

- 理想の社会像とそのための戦略的方向性
- 3つの主要な柱：サステイナブル共存、インクルーシブコネクティビティ、ハーモナイズドサステイナビリティの説明
- 各柱の重要性とそれに向けた具体的な目標

4. 2050年へ向けた持続可能な革新：

- それぞれの柱を支える主要技術の紹介とその将来的な展望
- マテリアルリサイクリングやCCUSといった環境技術の位置付けと、技術戦略における関連性

5. 社会との連携：

- 技術開発が社会や産業にどのように影響を与えるか
- 技術と社会課題の対話と相互作用

6. サマリー：

- 主要なポイントのまとめ
- さらなる情報のための連絡先や参照資料



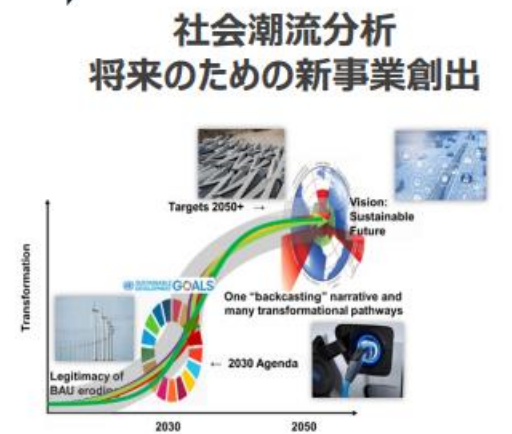
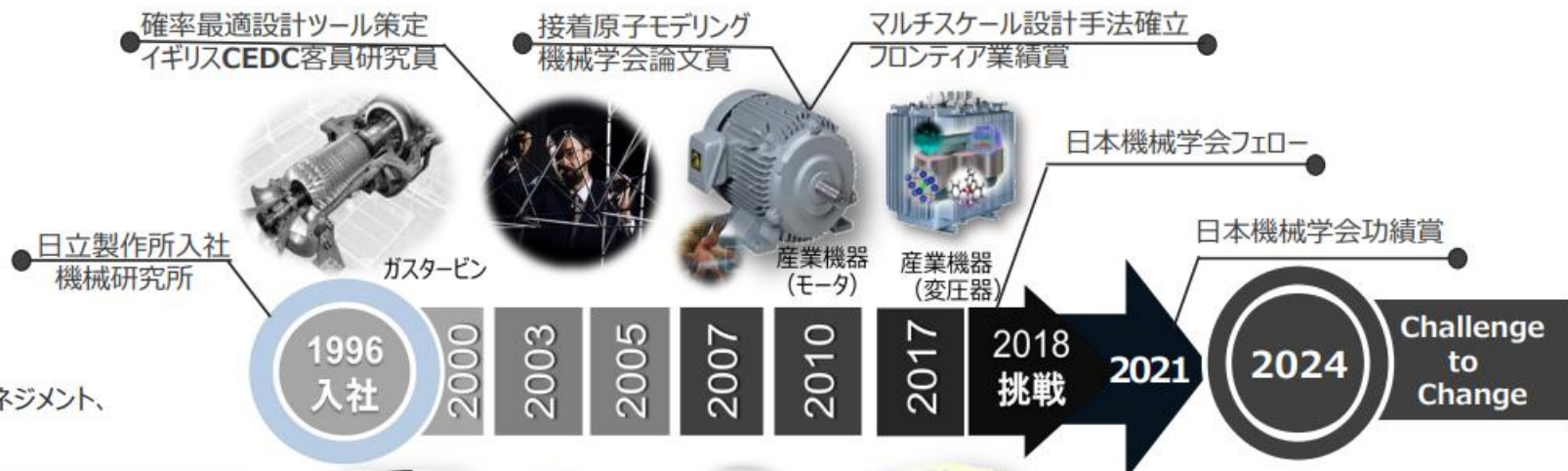
0. 自己紹介



山崎 美稀 (博士)工学 日本機械学会フェロー
技術ロードマップ委員会委員長、
マイクロナノ工学部門部門長、関東支部副支部長

* 専門分野：材料設計・生産加工システム技術、環境・エネルギーマネジメント、
技術開発戦略、新事業開発マネジメント

- ・東京大学 大学院 機械情報工学科 博士前期課程修了 (1996)
- ・日立製作所 機械研究所入社 (1996)
- ・イギリス サウサンプトン大学 客員研究員 (2003-2004)
- ・東京大学 大学院 機械工学科 博士後期課程修了 博士(工学) (2010)
- ・日立製作所 研究開発グループ ユニットリーダ主任研究員 (2015-2019)
- ・慶應義塾大学 理工学部 講師 (非常勤) 新製品企画論 (2020- 現在)
- ・日立製作所 研究開発グループ&日立ハイテク 技術イノベーション本部(出向) (2020-2022)
- ・日立ハイテク モノづくり・技術統括本部 技術戦略本部 主管技師 (2022- 現在)



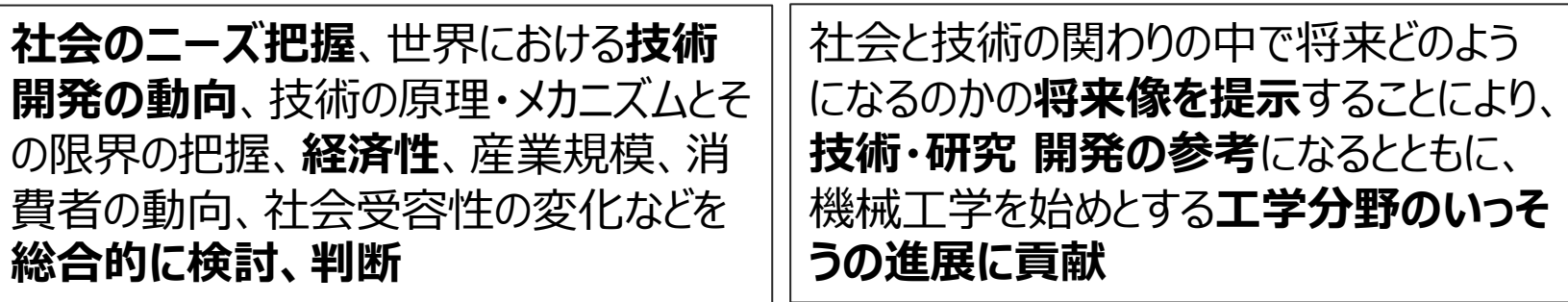


0. JSME技術ロードマップ委員会紹介

技術ロードマップ委員会のビジョン

機械技術を始めとする工学に対する**社会の期待と要請**に応え、
技術の将来を予測することにより、
社会に情報を発信するとともに**社会を先導**することをめざす。

● 委員会の活動



● 委員会の役割

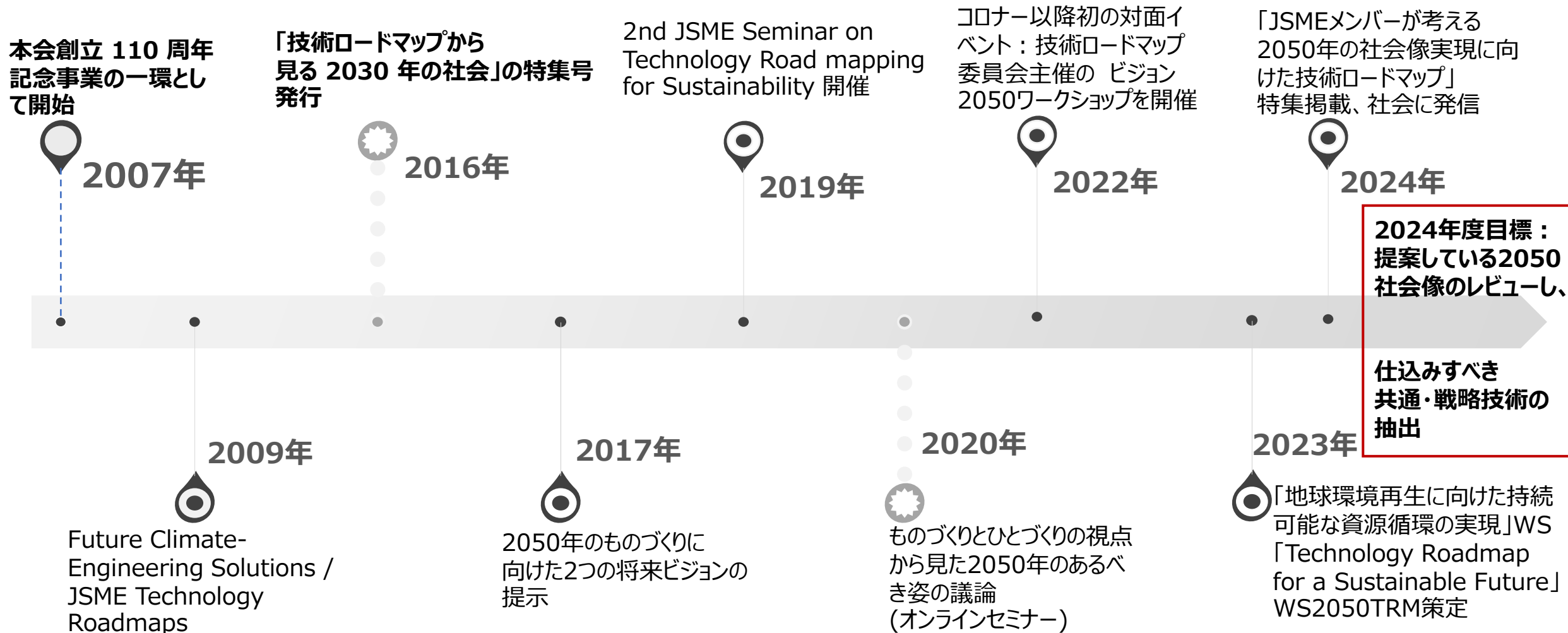
部門連携を通じて、学会ロードマップの作成・維持・更新や、今後機械学会として取り組むべき**技術開発テーマの抽出・提案**、**新規ロードマップの策定**などを行うとともに、**成果の社会への発信、政策等への反映**を図る。

技術の未来を描き、社会と技術の進展をリード



0. JSME技術ロードマップ委員会紹介

技術ロードマップ委員会軌跡と2024年度目標

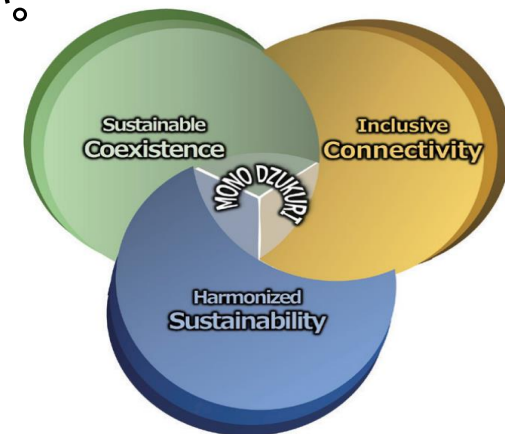




0. JSME技術ロードマップ委員会紹介

2023年度活動総括と2024年度の方針

- 技術ロードマップ：未来への羅針盤を定義
- **2030年の技術ロードマップレビューの重要性**：現在地を知り、次の目標への方向を定めるためのステップ。
- 技術ロードマップ委員会活動の使命再確認：未来予測に留まらず、積極的に理想とすべき2050年社会像を設計し、必要な新技術や多様な分野を統合して実現への方策を探求
- 各部門での2030年のレビューを実施、1年間かけて連載実施：2030年のマイルストーン達成状況を確認
- 2030年のレビューによる現状確認作業を通じて：
レビューの教訓から2050年のロードマップ設計にどのように組み込まれるべきか。
持続可能な開発、技術革新、そしてより良い社会的結果に向けてのアクションプランは何か。
- 多数のWSの実施を通じて、2050年社会像に向けた持続可能な社会への私たちのビジョンを策定、特集掲載により、社会に発信
- 2050年のビジョンを支える三つの柱の目標を設定：
持続可能な共存（Sustainable Coexistence）
包括的な接続性（Inclusive Connectivity）
調和された持続可能性（Harmonized Sustainability）



©JSME メンバーが考える 2050年の社会像

2024年度の方針：三つの柱の多角的な議論によるシナリオの蓋然性の検証と仕込むべき共通・戦略技術の抽出

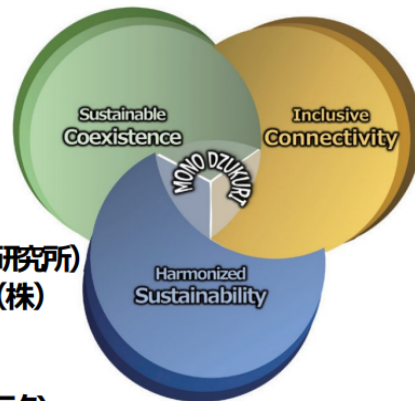


0. JSME技術ロードマップ委員会紹介

2023年度部門横断活動チーム

社会像 1. 人間と自然、都市と地方、個人とコミュニティが長く共存される社会

熱工学部門 小原 拓 (東北大)
 熱工学部門 川南 剛 (明治大学)
 熱工学部門 藏田 耕作 (九州大学)
 熱工学部門 小宮 敦樹 (東北大)
 熱工学部門 津島 将司 (大阪大学)
 環境工学部門 小野 義広 (日鉄エンジニアリング (株))
 エンジンシステム部門 今村 宰 (日本大学)
 動力エネルギーシステム部門 木戸口和浩 (一財) 電力中央研究所)
 産業・化学機械と安全部門 谷口 満彦 (東レエンジニアリング (株))
 材料力学部門 荒井 政大 (名古屋大学)
 マイクロ・ナノ工学部門 中別府 修 (明治大学)
 技術ロードマップ委員会 委員長 山崎美稀 (株) 日立ハイテク)



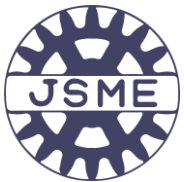
社会像 2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社

交通・物流部門 林 憲孝 ((株) SUBARU)
 機械力学・計測制御部門 佐々木 卓実 (北九州市立大学)
 機械力学・計測制御部門 丸山 真一 (群馬大学)
 流体工学部門 亀田 正治 (東京農工大学)
 機素潤滑設計部門 板垣 貴喜 (木更津工業高等専門学校)
 機械材料・材料加工部門 荒尾 与史彦 (早稲田大学)
 技術と社会部門 筒井 壽博 (弓削商船高等専門学校)
 スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門 倉元 昭季 (東京工業大学)
 技術ロードマップ委員会 委員長 山崎美稀 (株) 日立ハイテク)

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会

ロボティクス・メカトロニクス部門 山下 智輝 ((株) 前川製作所)
 生産加工・工作機械部門 佐藤 隆太 (名古屋大学)
 情報・知能・精密機器部門 五十嵐 洋 (東京電機大学)
 設計工学・システム部門 木下 裕介 (東京大学)
 計算力学部門 下山 幸治 (九州大学)
 生産システム部門 小野里 雅彦 (北海道大学)
 バイオエンジニアリング部門 正本 和人 (電気通信大学)
 宇宙工学部門 中村 和行 ((株) テクノソルバ)
 技術ロードマップ委員会 委員長 山崎美稀 (株) 日立ハイテク)

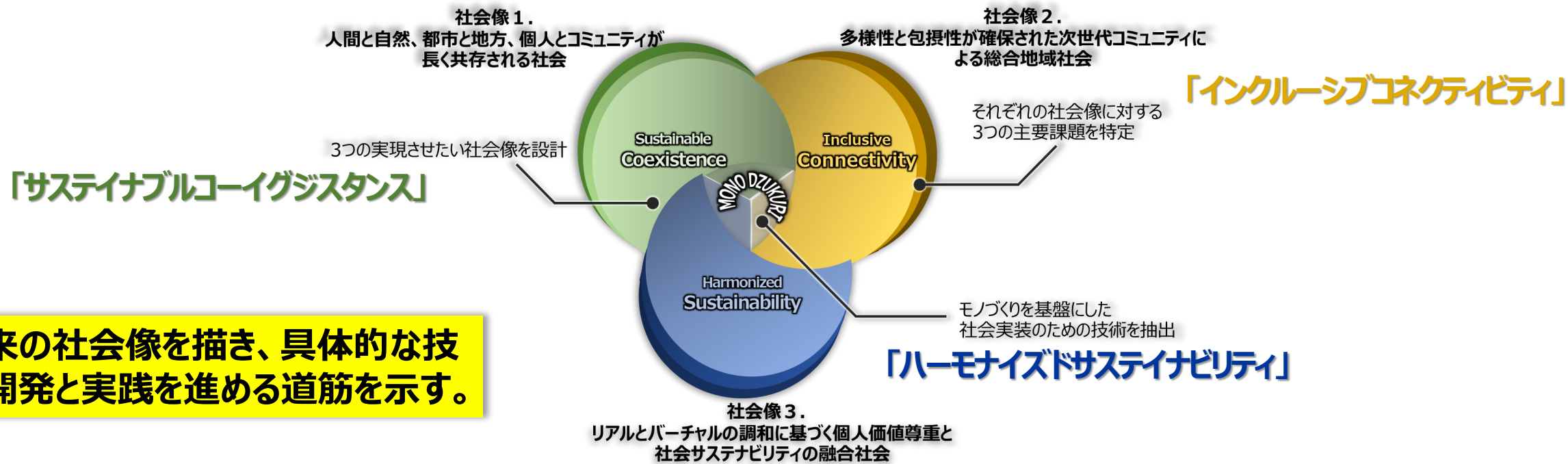
それぞれの分野の専門知識を活かして
 分野融合による2050年の理想的な
 社会像を実現するためのイノベーション
 技術の探求



1. イントロダクション

技術ロードマップ：未来への羅針盤

- **技術ロードマップの定義**：長期的な技術開発の**計画**と将来のビジョンに向けた**道筋**を示すツール。
- **なぜ技術ロードマップが重要か**：技術的**変化**に柔軟に対応し、持続可能な成長を促進するための**戦略的アプローチ**。
 - 将来の不確実性に対して計画的に備え、持続可能な発展を目指すための道筋
 - 技術開発の方向性を明確にし、**リソースを最適**に再配分
- **2050の技術ロードマップの3つの柱**：



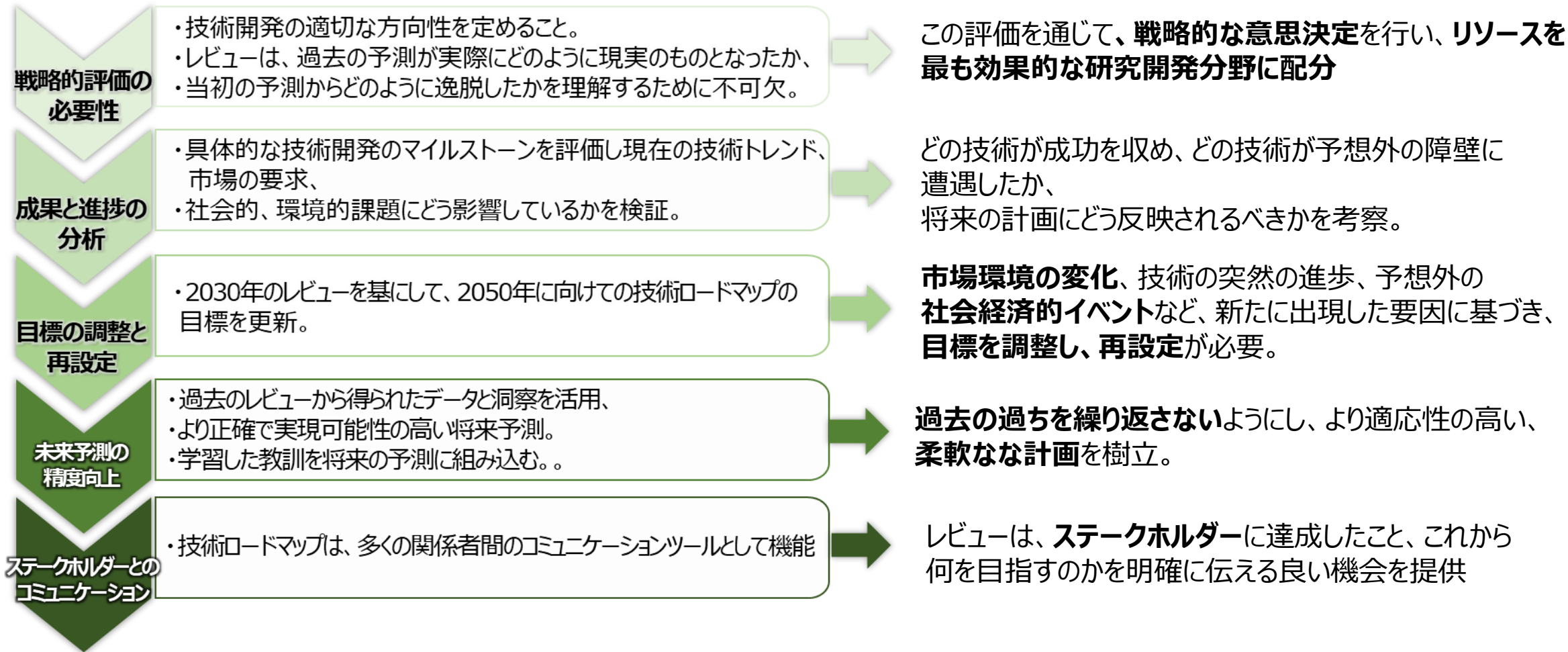
将来の社会像を描き、具体的な技術開発と実践を進める道筋を示す。



1. イントロダクション

過去を振り返り、未来を計画する

- **2030年の技術ロードマップレビューの重要性:** 現在地を知り、次の目標への方向を定めるためのステップ。



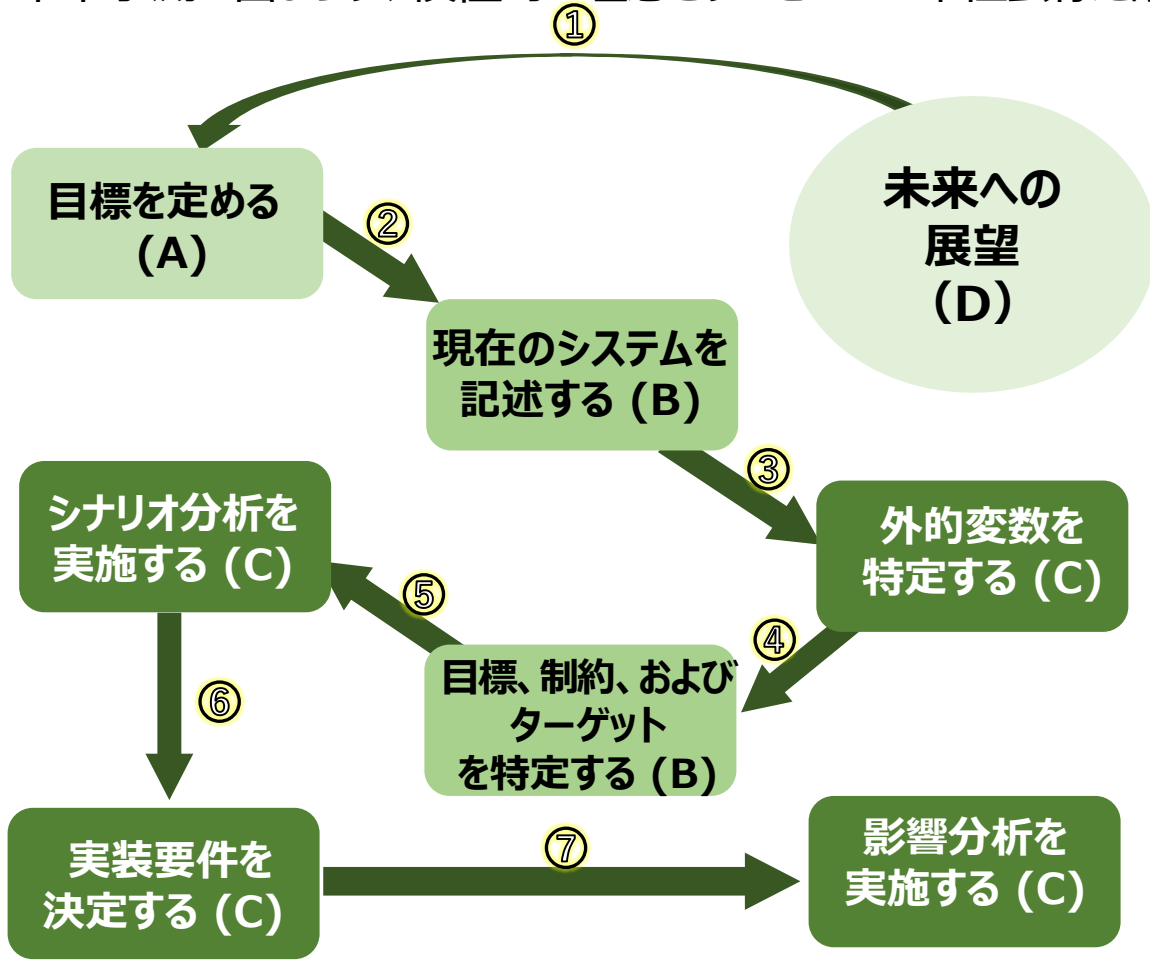


2. 2030年のレビュー

2030年技術ロードマップ：振り返りと前進

● 技術ロードマップ委員会活動の使命：

未来予測に留まらず、積極的に理想とすべき2050年社会像を設計し、必要な新技術や多様な分野を統合して実現への方策を探求



バックカスティング手法を用いた戦略策定プロセスの図



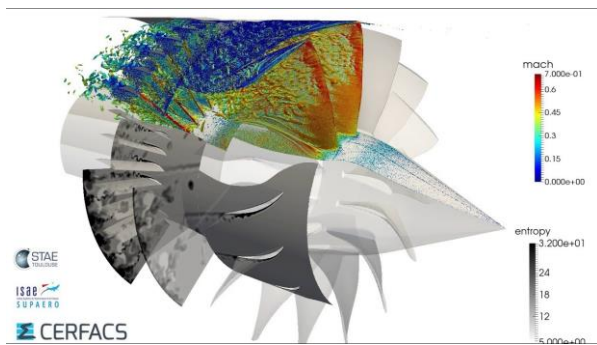
2030年技術ロードマップのレビュープロセス

● 達成した主要なマイルストーンの紹介

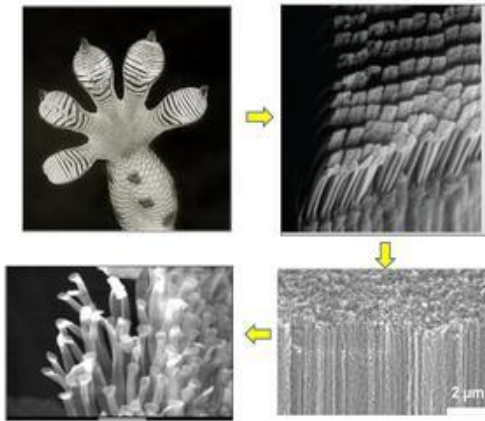
- **計算力学分野:** LES^{*1}とDNS^{*2}技術が低レイノルズ数の制約を克服し、多くの産業での利用が見込まれており、**輸送機器や流体機器の効率向上と騒音削減**を可能にしている。

*1: Large Eddy Simulation (LES) *2: Direct Numerical Simulation

- **バイオエンジニアリング分野:** **マイクロ・ナノバイオメカニクスと生体低摩擦接合**が重要トピックで、力学刺激と細胞分化や組織形成の相互作用が解明され、治療効果の向上と患者負担の軽減が期待されている。
- **機械材料・材料加工分野:** 3DプリンタとAM^{*3}技術が航空、**宇宙、医療で高付加価値製品**の製造に貢献し、マルチマテリアルとマルチスケールのシミュレーション技術がその進展を支えている。

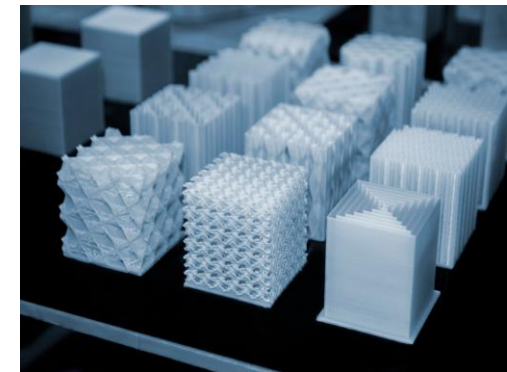


出典 : <https://www.youtube.com/watch?v=tqLHhC8LtBs>



出典 : https://www.nikkei.com/article/DGXNASDD2705O_X20C12A4000000/

*3: Additive Manufacturing



出典 : <https://www.3dpc.co.jp/articles/what-is-3d-printing-technology>



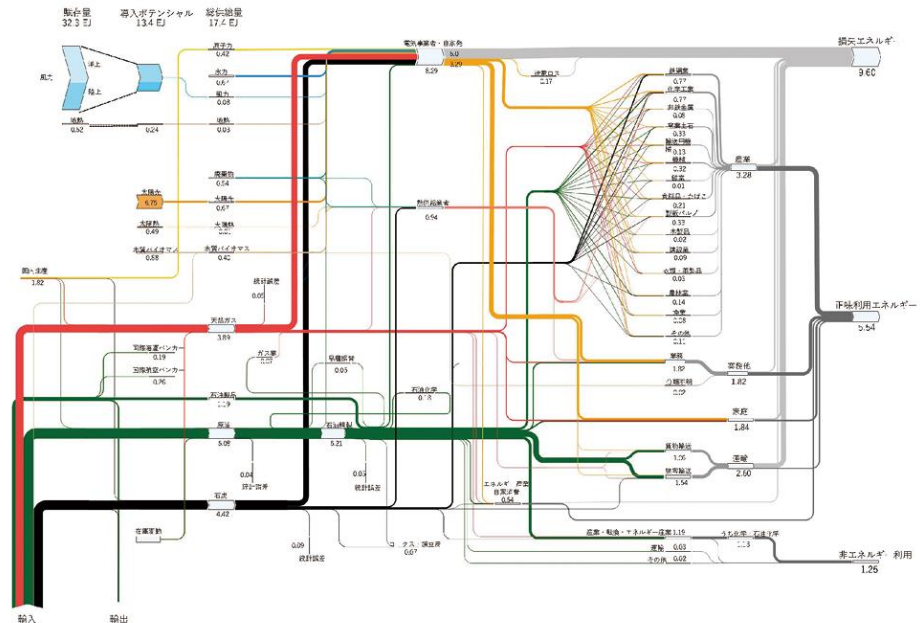
2. 2030年のレビュー 2030年のマイルストーン達成状況

● 技術開発の進歩による具体的な成果

- **熱工学分野:** 熱物性研究における新たな可能性の開かれ、エネルギー効率の高い住宅、電気自動車、宇宙機への貢献。数値計算技術の進化により新たな解法の開発。
- **動力エネルギーシステム分野:** ガスタービンの高温材料研究とCO2回収技術が注目され、原子力においては安全性と効率の向上。再生可能エネルギーの増加とその導入における時間間欠性と空間偏在性の課題克服。

	2030	2040	2050
従来燃料を用いる燃焼機器の格段の高度化・高効率化	超高温GT発電・GT-FCハイブリッド発電・超希薄燃焼エンジン		
	変動する再生可能エネとの協調発電		
	CO2回収型発電システム		
	スクラムジェット・回転 detonation・宇宙往還再使用エンジン		
カーボンニュートラル燃料への転換	大容量水素・アンモニア混焼発電		大容量水素・アンモニア専焼発電
	中・小容量水素・アンモニア専焼発電		
	E-fuel・SAF (Sustainable Aviation Fuel) 利用エンジン		
	船舶用アンモニアエンジン		
	水素燃焼航空機エンジン		
	アンモニア利用工業炉		
	CO2回収型水素還元拡大製鉄		
基礎・基盤研究	先進的計測技術、高温・高圧・無重力等基盤実験		
	現象論的数値シミュレーション、モデルベース設計、デジタルツイン技術		
	AI支援技術		

出典：https://www.jsme.or.jp/kaisi/1254-42/



出典：https://www.jsme.or.jp/kaisi/1255-42/



2. 2030年のレビュー 2030年のマイルストーン達成状況

● Society5.0への移行における主要な進展とその社会への影響

- **自動運転技術: AIチップの進化と技術の融合により、高度な自動運転の導入**が進んでおり、運転の自動化による安全性の向上と効率性の増加が期待されている。
- **ロボティクス・メカトロニクス分野: 人間と協働するロボット技術の発展**、センサ技術の進歩により、ロボットがより高度な判断を行い、人間に近い動きや認識能力を持つことが予測されている。



出典 : <https://nissnad-digitalhub.com/articles/ai-for-self-driving/>



出典 : <https://news.panasonic.com/global/stories/848>



2. 2030年のレビュー 過去の教訓と2050年へ向けて

● 2030年までの経験から学んだ主な教訓

・ 計算力学の領域：

- LES*¹とDNS*²技術の活用により多くの産業での応用が可能になり、輸送機器や流体機器の効率と騒音削減に寄与したことが明らか。

⇒技術開発の速度が市場や社会の要求に追いつくことが常にできたわけではなく、継続的な学習とアップデートの重要性が浮き彫り。

*1:Large Eddy Simulation (LES) *2:Direct Numerical Simulation

- 機械学習との融合進行中であり、これによる新たな価値創造の加速が期待されている。

⇒この融合による変革のスピードと範囲については予測が難しく、その対策としては、継続的な教育と専門知識の向上を図ることが必要。



2. 2030年のレビュー 過去の教訓と2050年へ向けて

● レビューの教訓から2050年のロードマップ設計にどのように組み込まれるべきか:

- 実際の市場や社会のニーズに基づいた技術開発の進捗を定期的にレビューを実施。
- 早期に方向性を修正できるようなフレキシブルな戦略を取り入れるべき。
- AIや機械学習などの急速に進化する技術領域との連携を深め。
- 持続可能で多様性を尊重した社会構築に向けた具体的な計画を策定すること必要。

● 持続可能な開発、技術革新、そしてより良い社会的結果に向けてのアクションプラン:

- 2030年までに学んだ教訓を生かし、2050年に向けては、エネルギー効率の高い製品開発、環境に優しい技術の実装、社会的責任を果たす企業の行動、さらに人々の生活の質を高める革新的なサービスの開発にフォーカス。
- 公共の安全や健康に貢献するバイオエンジニアリングや自己治癒材料の進化、エネルギー効率の高いエンジンシステムの開発などが含む。
- 新しい社会構造の形成に向けて、AIやIoTを活用した自動化システムの開発と、その社会への積極的な導入を図ることが重要。



2050年に向けての持続可能な社会への移行をリード。



2. 2030年のレビュー 技術キーワード分析 (2016年時の分析)

【基盤技術】

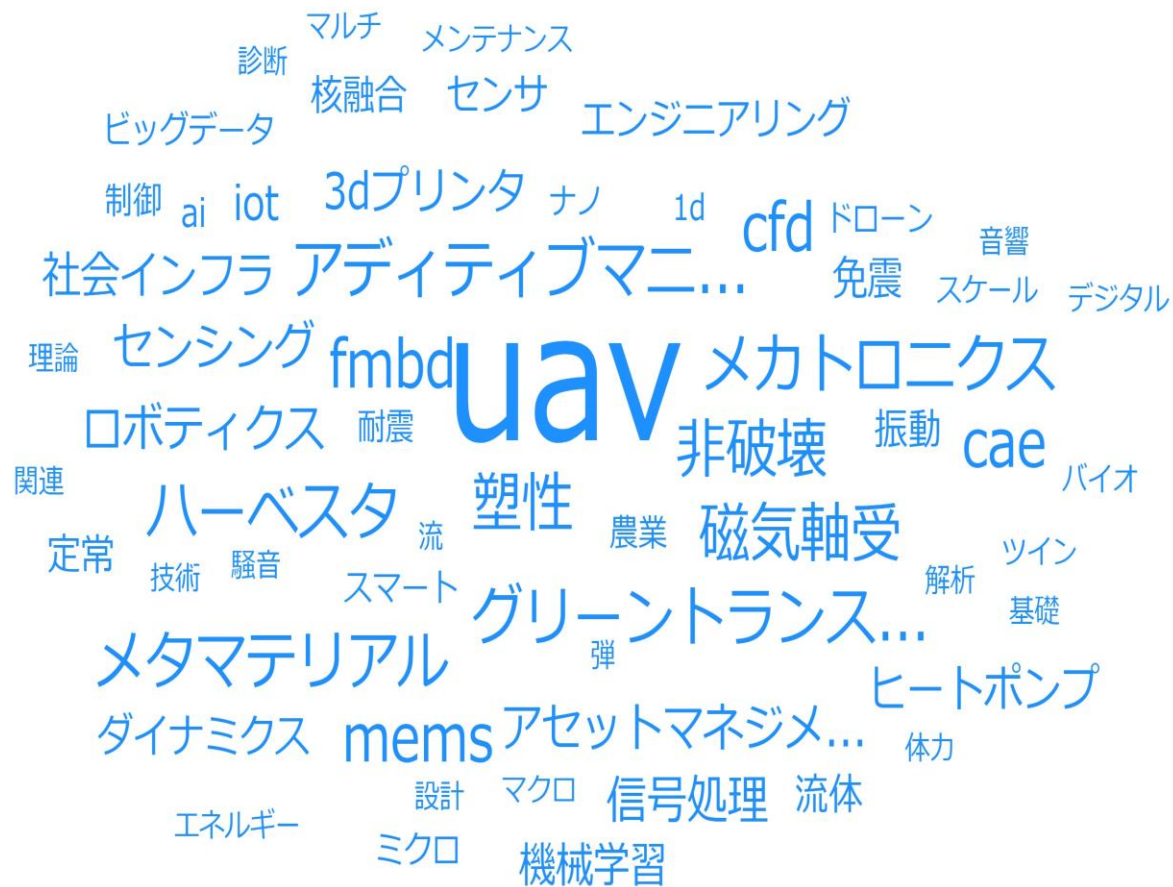
- 信号処理
- 設計技術
- 基礎理論(4力)
- 振動解析

【システム技術】

- MEMS
- センシング
- ハーベスタ
- メタマテリアル
- 音響制御
- 低騒音化
- 非破壊診断
- ドローン
- UAV

【応用技術】

- スマート農業
- アディティブマニファクチャリング
- ナノ、マイクロ、マクロ
- マルチスケール
- 免震、耐震
- 弾塑性





3. 2050年社会像に向けたビジョン

持続可能な社会への私たちのビジョン

- 2050年の社会には、**自然環境を尊重**しつつ最新の技術を活用する**バランス**が必要である
- 人々の生活の質を向上させ、環境を保護する**技術的アプローチ**

- 多様な文化、価値観、意見が共存し、**尊重される社会**
- 包摂的な社会の構築が、全ての人に機会を提供し、より広い視野から革新



**自然と技術の
調和**

**多様性と
包摂性の重視**

**持続可能性と
テクノロジーの
協調**

**2050年社会像
へのアクティブな
形成**

- テクノロジーの進歩は**持続可能な開発**への貢献
- エネルギー、交通、建築など、様々な産業において自然との調和を目指した**イノベーション**

- 未来は予測の対象ではなく、**積極的に作り上げるもの**とする考え方を提案。
- 現在の決断が未来の社会にどのように**影響を与えるか**について議論。



3. 2050年社会像に向けたビジョン 私たちの未来社会の三つの柱

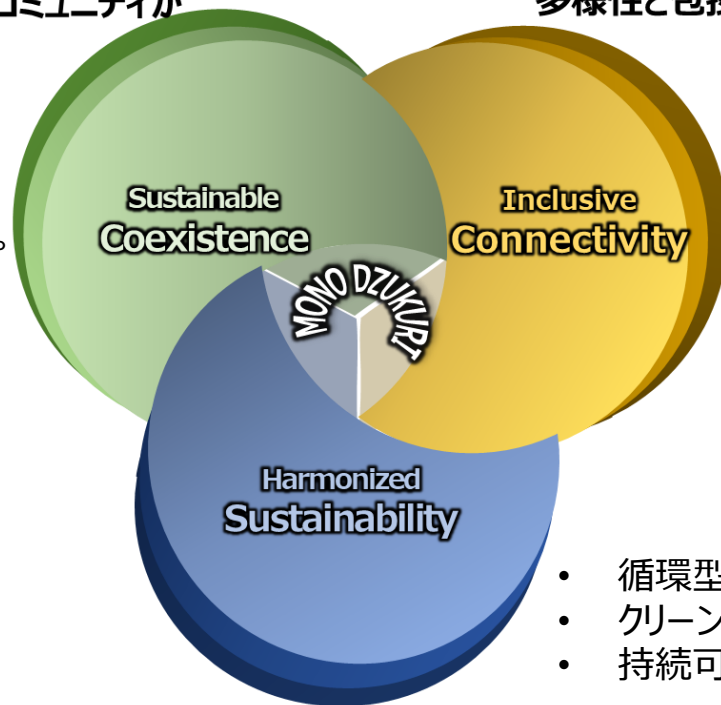
- 2050年のビジョンを支える三つの柱の目標：持続可能な共存（Sustainable Coexistence）、包括的な接続性（Inclusive Connectivity）、調和された持続可能性（Harmonized Sustainability）

社会像 1.
人間と自然、都市と地方、個人とコミュニティが
長く共存される社会

- 環境配慮型エネルギーの開発と普及率の向上。
- 生物多様性の保護と自然保護区の拡大。
- 持続可能な都市計画と緑化プロジェクトの促進。

社会像 2.
多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる
総合地域社会

- 広範囲に渡るデジタル教育とリテラシー向上プログラム実施。
- ユニバーサルデザインに基づいた公共インフラの整備。
- すべての市民が利用できるデジタルヘルスケアサービスの展開。



- 循環型経済への移行を促す法規制とインセンティブの整備。
- クリーンテクノロジーの研究開発と実用化の促進。
- 持続可能な素材や製品への切り替えを支援する政策の策定。

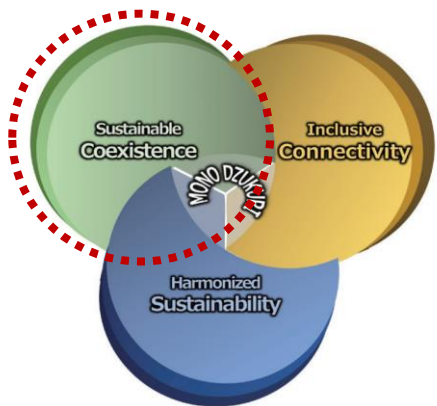
社会像 3.
リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と
社会サステナビリティの融合社会

3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題

【持続可能な共存 (Sustainable Coexistence)】

◆ 三つの観点から考察



- 観点①：環境問題、エネルギー問題、資源リサイクル問題を解決し人間と自然の調和を実現している。
- 観点②：地方と都市の格差を縮小し、通信、運送、コミュニケーションの問題を解決している。
- 観点③：生産効率向上、物流最適化、半導体製造技術の発展など、ものづくりの改革やイノベーションが進んでいる。

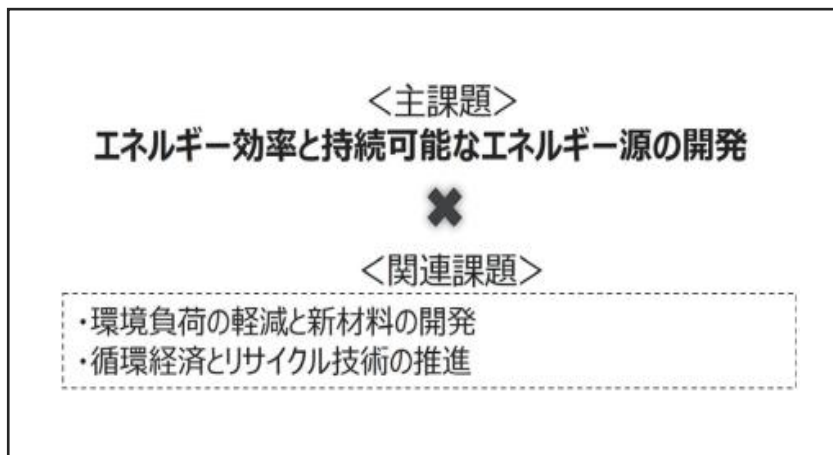


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題

- 観点①：環境問題、エネルギー問題、資源リサイクル問題を解決し、人間と自然の調和を実現している。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題 1. 持続可能なエネルギーシステムの構築と環境負荷の最小化

課題の分類

1. 新しいエネルギー源の開発と導入

- 再生可能エネルギー技術の改良と新技術の開発

2. 持続可能なエネルギー供給におけるストレージ技術の革新

- 再生可能エネルギーの安定供給のため、ストレージ技術の向上

3. 環境負荷の軽減と新材料の開発

- 環境に優しい新しいエネルギー技術や材料の開発

4. 循環経済とリサイクル技術の推進

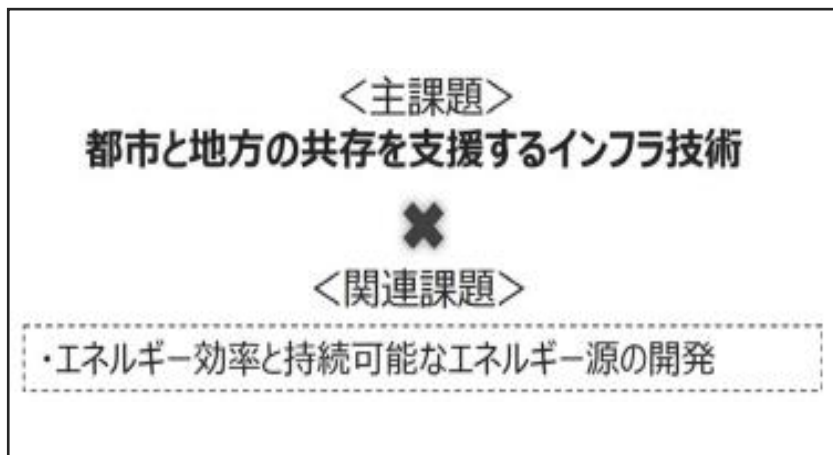
- 資源の有効利用と廃棄物削減、リサイクル技術の推進



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

- **社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題**
 - **観点②: 地方と都市の格差を縮小し、通信、運送、コミュニケーションの問題を解決している。**

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題2. スマートシティとスマートエネルギーの統合

課題の分類

1. スマートシティ技術の導入

-都市と地方のインフラをスマート化し、エネルギー効率を向上

2. 再生可能エネルギーの地方利用

-地方の自然資源を利用し、再生可能エネルギーを開発・普及

3. デジタルコミュニケーションの普及

-地方のデジタルインフラを整備し、都市と地方間の情報伝達強化

4. スマートモビリティの推進

-スマートモビリティ技術を開発し、交通の効率化と排出ガス削減

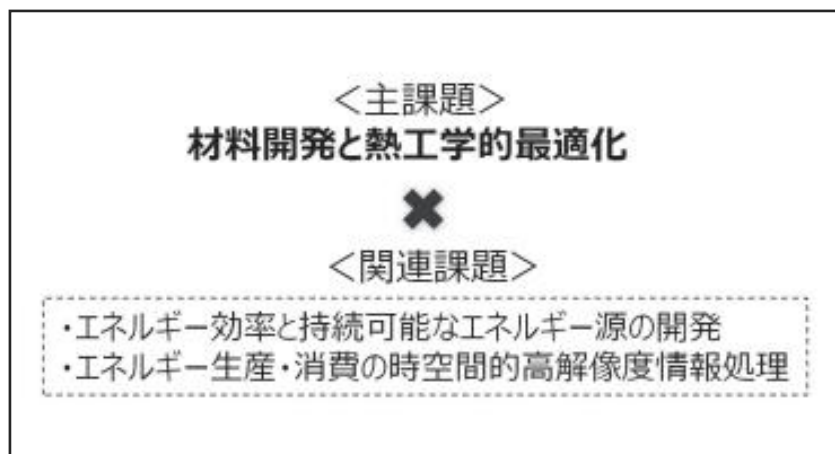


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題

- 観点③：生産効率向上、物流最適化、半導体製造技術の発展など、ものづくりの改革やイノベーションが進んでいる。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題3. 持続可能なエネルギー生産と効率的な利用のための材料開発と熱工学的最適化

課題の分類

1. 新しいエネルギー変換材料の開発

-持続可能なエネルギー源の効率的な変換材料を開発

2. 熱工学的最適化とエネルギー効率

-エネルギーの生産・消費プロセスを最適化し、無駄を減らす技術

3. リアルタイムエネルギーモニタリングと制御

-エネルギーの生産・消費をリアルタイムで監視し、効率的制御技術

4. 技術革新と持続可能なエネルギーシステムの構築

-新技術を導入し、持続可能なエネルギーシステムを構築



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



包括課題1. 持続可能なエネルギーシステムの構築と環境負荷の最小化

● イノベーションの焦点:

新材料の探求:

- エネルギー変換効率を高める新材料の開発

高度なエネルギー貯蔵技術:

- リチウムイオン二次電池、全固体電池、レドックスフロー電池の革新

スマートグリッド技術:

- AIとIoTによる需要と供給の最適マッチング
- エネルギー使用のリアルタイムモニタリングと最適化

多様なエネルギー源の組み合わせ:

- 太陽光、風力、水力、地熱、海洋エネルギーの効率的な統合

● アプローチ

研究と開発:

- 再生可能エネルギー技術の効率向上
- 新エネルギー源の探索と開発
- 産学連携によるデータ収集と技術開発

パイロットプロジェクト:

- 新技術や改良技術の現地試験
- 技術の適用可能性と効果の評価
- フィードバックを基に技術の調整

大規模展開とスケーリング:

- 効果が確認された技術が大規模プロジェクトに適用
- 商業化と持続可能性の確保

社会実装:

- 政府と関連機関サポート(資金提供、税制優遇、補助金)
- 100%再生可能エネルギー供給の達成

● 期待される成果:

持続可能なエネルギーシステム:

- エネルギー問題の緩和
- 社会経済リスクの低減

自然環境との調和:

- 環境負荷の最小化
- 持続可能な社会経済システムの実現



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



包括課題1. 持続可能なエネルギーシステムの構築と環境負荷の最小化

● エネルギー変換効率向上と持続可能なエネルギー源の開発

- ・ 小型風力発電機の開発、海洋・地熱エネルギーのパイロットプロジェクト
- ・ バッテリー技術の進展（高容量・低コスト）、新エネルギー源の商業化
- ・ グリッドのスマート化、再生可能エネルギーの統合
- ・ AIとIoTを活用したエネルギー管理、再生可能エネルギー供給の最適化

2050

● 持続可能なエネルギー供給源の貯蔵技術

- ・ 高密度リチウムイオンバッテリーの商業化
- ・ 固体酸化物物質マイクログリッドの試験導入
- ・ フローバッテリーの大規模エネルギーストレージへの適用
- ・ 超高密度・長寿命のバッテリーの開発

2050

● サーキュラーエコノミーを見据えた製品設計・製造技術

- ・ AIによるエネルギー監視の精度向上
- ・ AI管理システムの国内施設導入、エコデザインとモジュラー設計の製品
- ・ 廃棄物最小化と材料再利用の一般化、製品ライフサイクルの環境負荷評価
- ・ ゼロエミッション再生プロセスの実装、循環型経済の全産業標準化

2050

● 材料リサイクル技術

- ・ 定規模商業施設でのエネルギー管理システム導入
- ・ 最低コストの環境負荷低減手法確立
- ・ AIによる自動化エネルギー供給システムの出現、再利用・リサイクル性評価手法の一般化
- ・ 高度セパレーション技術による希少金属回収、クリーン再生プロセスのスケールアップ

2050

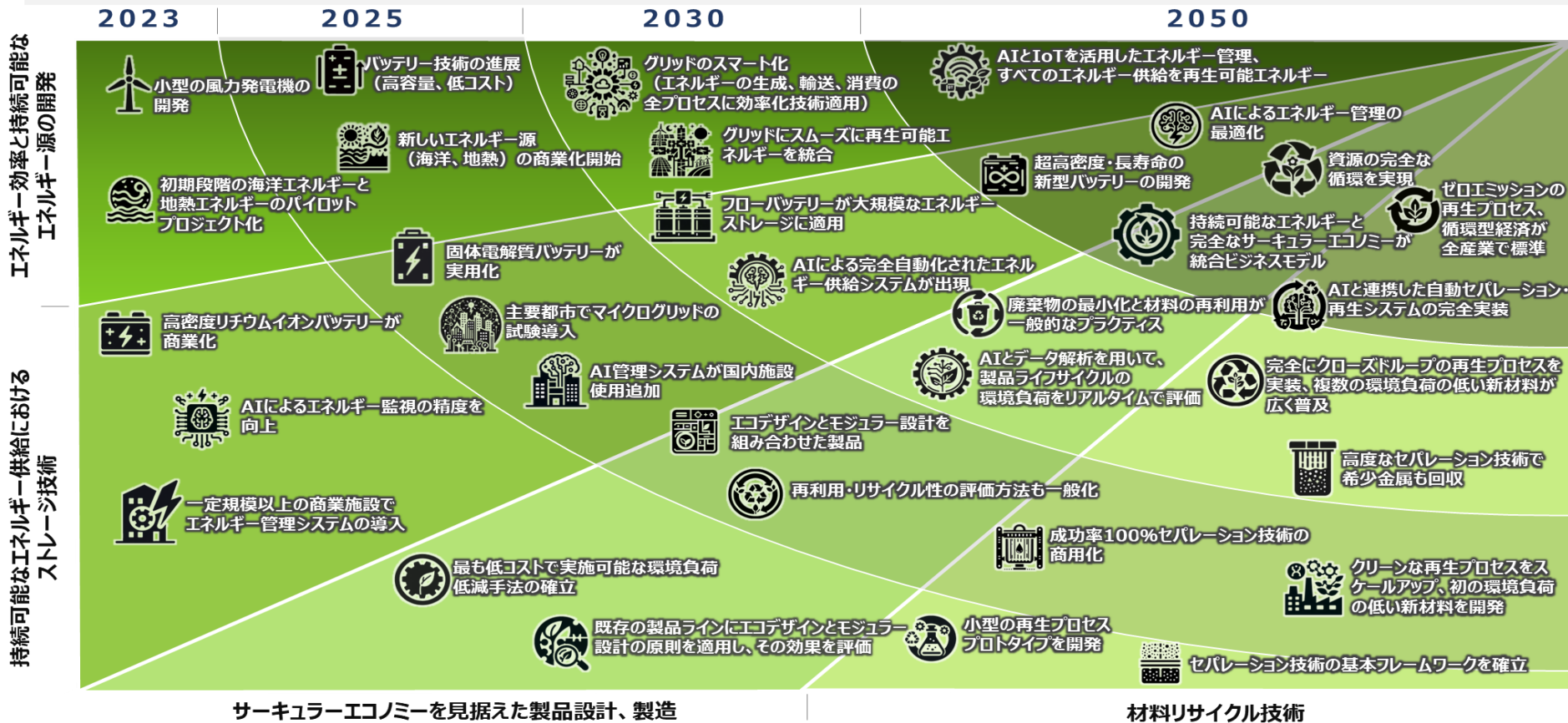


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



持続可能なエネルギーシステムの構築と環境負荷の最小化





3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



包括課題2. スマートシティとスマートエネルギーの統合

● イノベーションの焦点:

スマートシティ技術の導入:

- AIとIoTを活用した高度な都市管理
- 都市のインフラをスマート化

スマートエネルギーシステムの統合:

- 再生可能エネルギーの利用拡大
- スマートグリッド技術の導入

都市と地方の相互連携:

- 地方での再生可能エネルギー利用
- 地方のインフラ強化とデジタルコミュニケーションの普及

● アプローチ

研究と開発:

- スマートシティのインフラ設計
- 再生可能エネルギーの効率的な利用技術の開発
- AIとIoTを活用したエネルギー管理システムの開発

パイロットプロジェクト:

- 都市と地方でのスマートシティ技術の試験導入
- スマートグリッド技術の実地テスト
- 再生可能エネルギーの地方利用モデルの構築

大規模展開と社会実装:

- 大都市圏での全面的なスマートエネルギー管理の確立
- データドリブンの都市運営
- 政府と関連機関のサポート (資金提供、政策支援)

● 期待される成果:

持続可能な都市運営:

- 都市の交通、エネルギー供給、廃棄物管理の効率化
- 環境負荷の低減とエネルギーバランスの最適化

地域社会の活性化:

- 地方のエネルギー自給自足の実現
- 地方経済の活性化と災害に強いレジリエントな社会基盤の構築

未来世代への持続可能な生活環境:

- 高度なライフスタイルの提供
- 気候変動の進行抑制とCO2排出量の削減



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



包括課題2. スマートシティとスマートエネルギーの統合

● スマートシティとエネルギーの相互連携技術



2050

- 基本的なオープンプラットフォームが形成され、一部のデータ連携が開始
- リアルタイムのエネルギー管理が可能、オープンAPIが広く採用されシステム間の相互作用可能
- デマンドレスポンス技術が高高度化、エネルギー供給と需要の最適化
- 高度なAIによる自律的な都市管理が行われ、エネルギー供給も完全に自動化

● 通信インフラの強化技術



2050

- 都市の一部区域でデータ収集と分析が開始、エネルギーの微調整が可能
- スマートグリッドの地方導入
- 6Gの商用展開が開始、地方にも5Gの普及を拡大
- 7G以上の高度な通信インフラが全国各地で普及

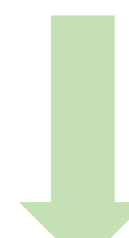
● 太陽電池など再生可能エネルギー



2050

- 太陽電池や風力発電の効率を地方レベルで最大化（小型化とコスト削減）
- 再生可能エネルギーの導入可能性明確化
- 風力・太陽光・地熱など、複数の再生可能エネルギー源を組み合わせた発電システムが開発
- 自己完結型エネルギー供給地域の誕生

● インテリジェントトラフィックシステム技術



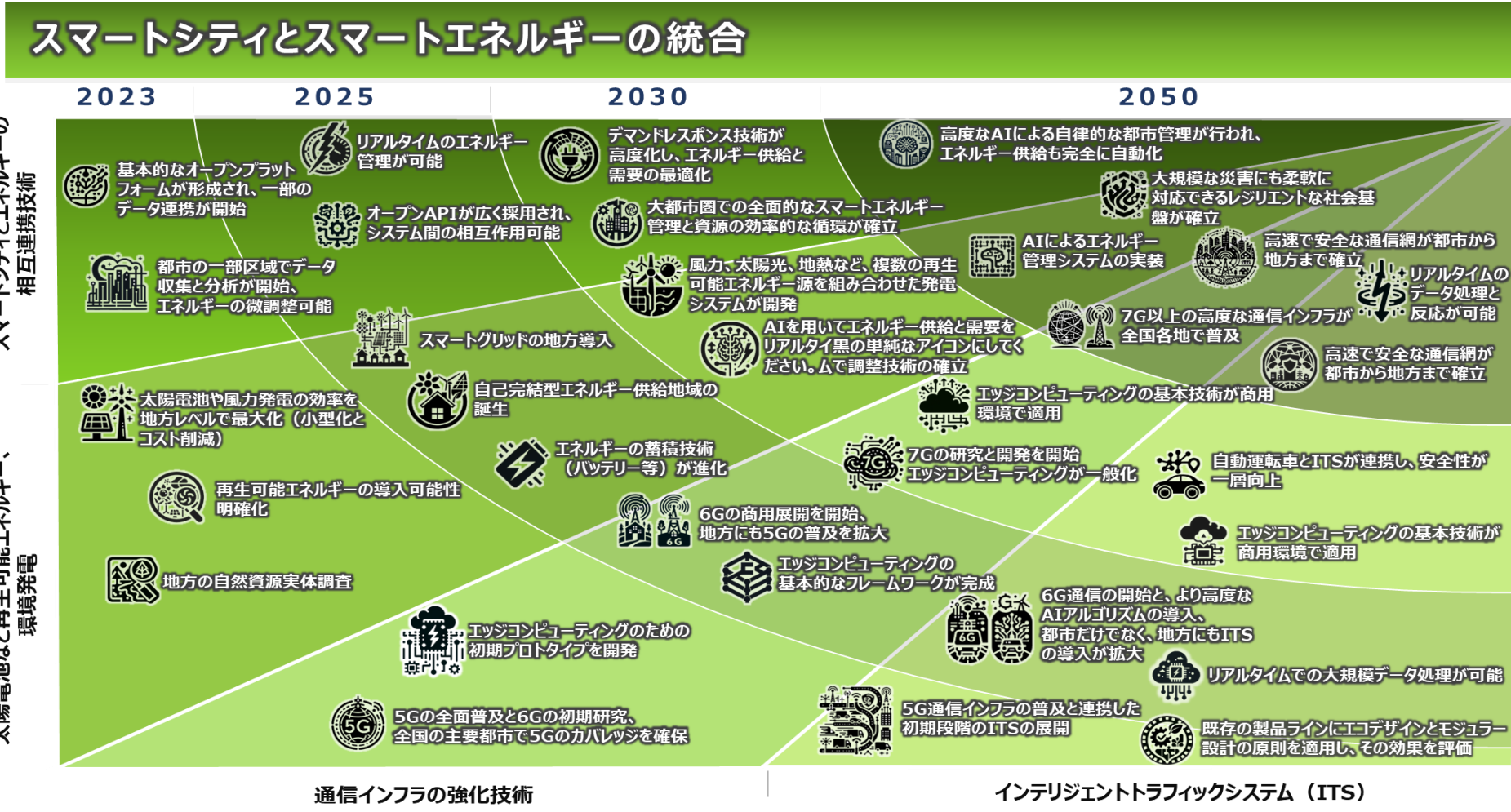
2050

- 地方の自然資源実地調査
- エネルギーの蓄積技術（バッテリー等）が進化
- エッジコンピューティングのための初期プロトタイプ開発
- エッジコンピューティングの基本技術が商用環境で適用



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

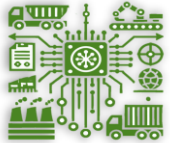
● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題





3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



包括課題3. 持続可能なエネルギー生産と効率的な利用のための材料開発と熱工学的最適化

● イノベーションの焦点:

新しいエネルギー変換材料の開発:

- 太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギー変換材料の研究
- ナノテクノロジー、量子技術、材料科学の活用

高効率熱電変換材料の研究:

- 熱エネルギーから電気エネルギーへの変換材料の開発
- 廃熱利用の効率化

熱工学的最適化:

- 高効率熱交換器の設計と開発
- エネルギー変換プロセスの最適化

● アプローチ

研究と開発:

- 新しい合成方法やナノ構造技術を用いた材料解析とプロトタイピング
- 高効率熱電変換材料の基礎研究と性能評価
- 高熱伝導率と耐熱性を兼ね備えた新材料の選定と設計

パイロットプロジェクト:

- 小規模な産業応用での実証試験
- 実験室レベルで確認された材料特性を基にしたスケールアッププロセス
- 高効率熱交換器の設計・開発とパイロットプラントでのテスト

大規模展開と社会実装:

- 商用化に向けた大量生産技術の開発
- 産業界との連携強化と市場適用性の評価
- 高効率熱交換器の広範な産業への普及

● 期待される成果:

持続可能なエネルギーシステムの構築:

- 新エネルギー変換材料の実用化による持続可能なエネルギー生産
- 廃熱利用の効率化とエネルギーの無駄削減
- 再生可能エネルギー源の多様化と安定化

環境負荷の低減:

- 温室ガス排出量の削減
- エネルギー変換プロセスの最適化による環境負荷の低減
- 持続可能なエネルギー利用の推進

経済的効果:

- エネルギーコストの削減
- 産業界でのエネルギー効率向上による生産コストの低減
- 持続可能なエネルギーシステムによる地域経済の活性化



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



包括課題3. 持続可能なエネルギー生産と効率的な利用のための材料開発と熱工学的最適化

● 高効率な熱交換材料の研究開発



- ・ ナノ構造と材料合成の基礎研究が完了
- ・ バッテリー技術の進展（高容量、低コスト）
- ・ 熱電変換の効率がさらに向上し、コスト効率も改善
- ・ 熱電変換の効率が極めて高い持続可能な材料の商用化を達成

2050

● センサーネットワーク技術



- ・ CFDと熱シミュレーションの初期モデルが開発
- ・ 設計の最適化とエネルギー回収機能の実装
- ・ 環境評価基準や認証プロセスを通過し、産業界全体で採用
- ・ 人間の介在が極めて少ない、または不要なシステムへ

2050

● 高効率な熱交換器



- ・ プロトタイプが実験的に検証
- ・ 熱交換効率が一定レベルに達し、小規模な産業用でのテスト
- ・ 熱交換器の小型化とモジュール化
- ・ リサイクル可能なエネルギーシステムの構築

2050

● 低炭素技術の開発



- ・ 初のエネルギー生産・消費モニタリングシステムが稼働開始
- ・ 初期プロトタイプ完成
- ・ 炭素捕捉・利用・貯蔵（CCUS）技術の商用化
- ・ 次世代の再生可能エネルギー技術

2050

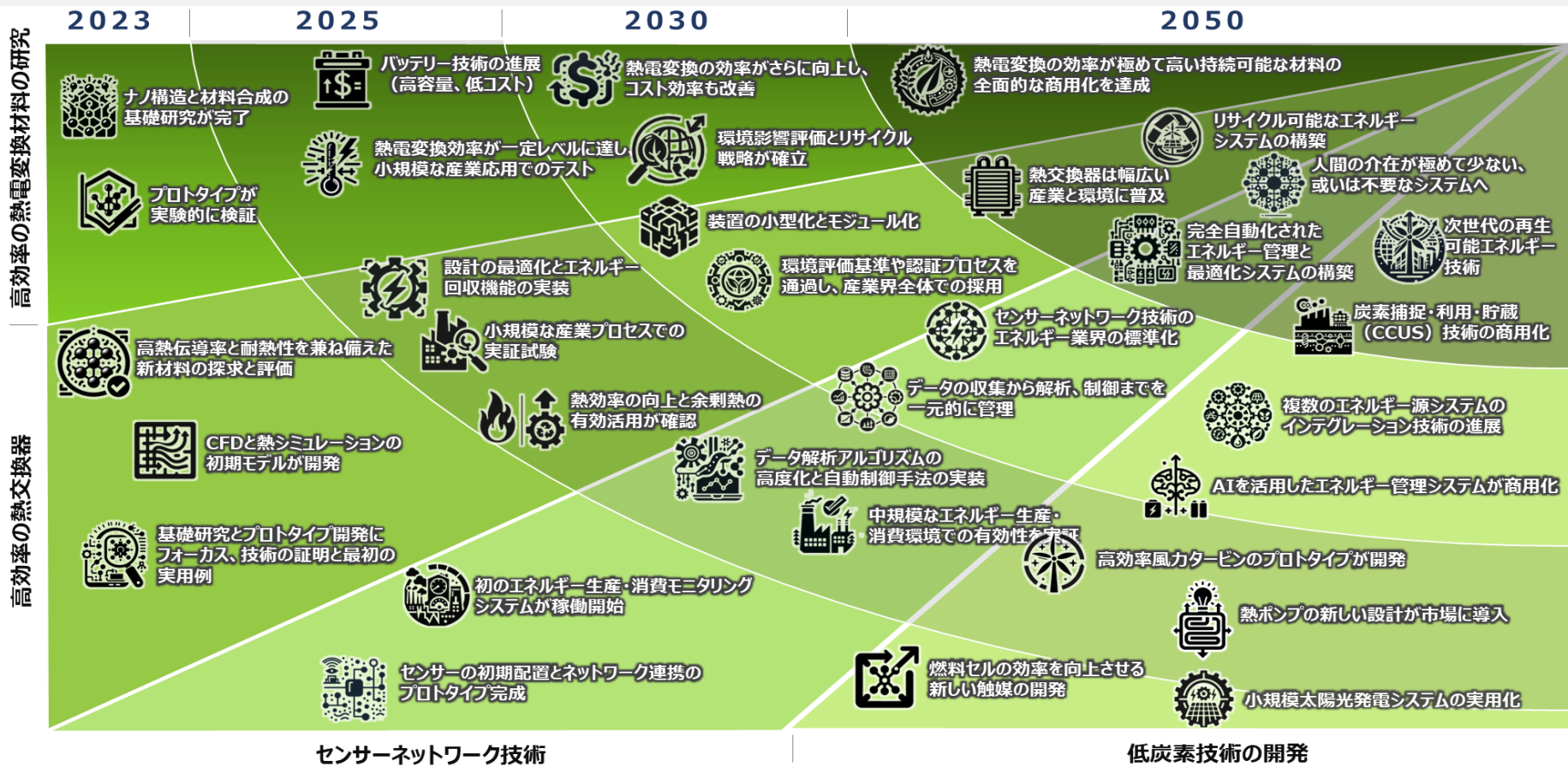


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題



持続可能なエネルギー生産と効率的な利用のための材料開発と熱工学的最適化





3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

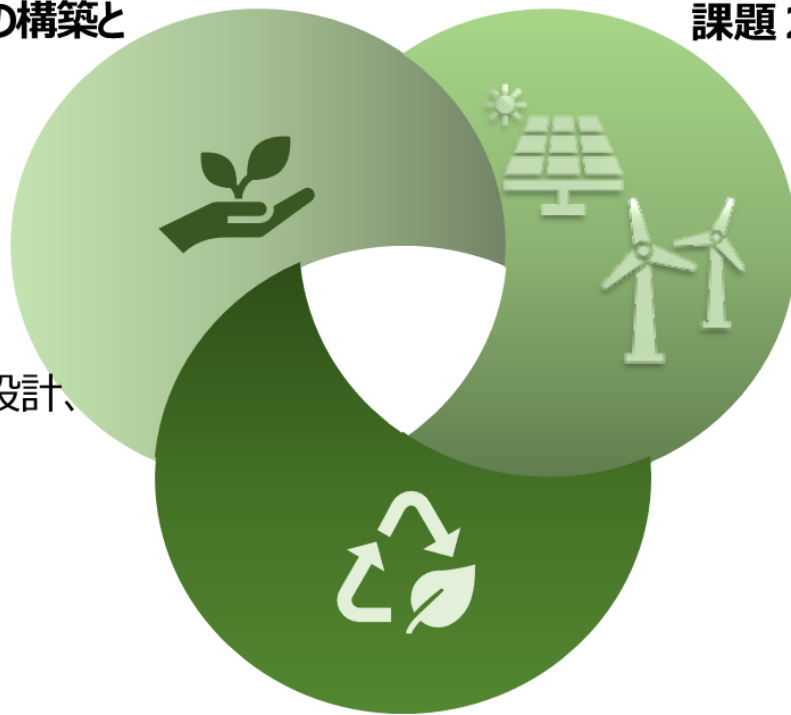
● 社会像1. 人間と自然, 都市と地方, 個人とコミュニティが長く共存される社会の課題

課題1. 持続可能なエネルギーシステムの構築と環境負荷の最小化

- ① エネルギー効率と持続可能なエネルギー源の開発
- ② 持続可能なエネルギー供給におけるストレージ技術
- ③ 材料リサイクル技術
- ④ サーキュラーエコノミーを見据えた製品設計、製造

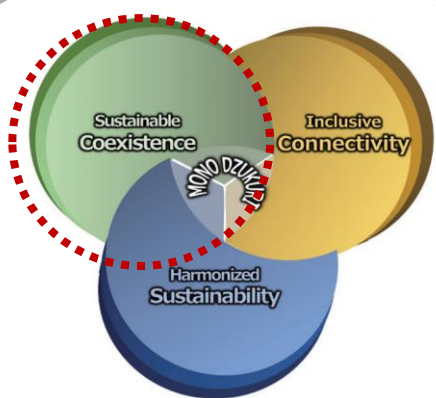
課題2. スマートシティとスマートエネルギーの統合

- ① スマートシティとエネルギーの相互連携技術
- ② 太陽電池など再生可能エネルギー、環境発電
- ③ 通信インフラの強化技術
- ④ インテリジェントトラフィックシステム (ITS)



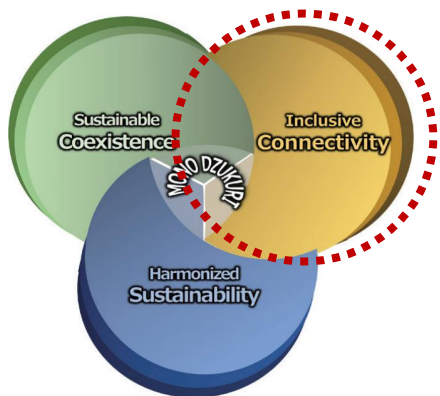
課題3. 持続可能なエネルギー生産と効率的な利用のための材料開発と熱工学的最適化

- ① 高効率の熱電変換材料の研究
- ② 高効率の熱交換器
- ③ センサーネットワーク技術
- ④ 低炭素技術の開発



● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会

【包括的な接続性（Inclusive Connectivity）】



◆ 三つの観点から考察

- 観点①：この未来都市では、人々のつながりや価値観が尊重され、社会的な格差が縮小。都市の境界を越えて人々が繋がり、社会の均衡が生まれている。
- 観点②：この社会の中心には、革新的な技術が位置づけられている。人々の感情や感覚を共有するシステムや、遠隔での体験共有が一般的となっている。
- 観点③：革新的な技術は、生活の質の向上はもちろん、医療や創造性の領域でも大きな進展をもたらしている。個人の経験や価値が尊重され、協力的な社会の実現に貢献している。

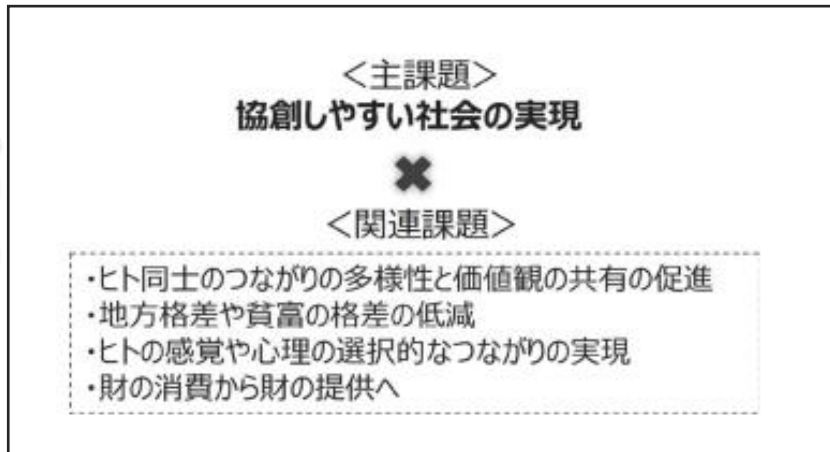


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会

- 観点①：この未来都市では、人々のつながりや価値観が尊重され、社会的な格差が縮小。都市の境界を越えて人々が繋がり、社会の均衡が生まれている。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題 1. 共生的なつながりとリソースの共有に基づく社会の構築

課題の分類

1. 多様性と共有の促進

-多様な価値観を共有し、理解を深める場を作る

2. 地方格差と貧富の格差の低減

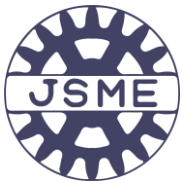
-地方格差と貧富の格差を減らし、社会的包摂を進める

3. 選択的つながりと心理的な絆の実現

-感情的・心理的なつながりを深め、信頼関係を築く

4. 財の提供と共有経済の推進

-財の共有とコントロールを進め、持続可能な社会を実現

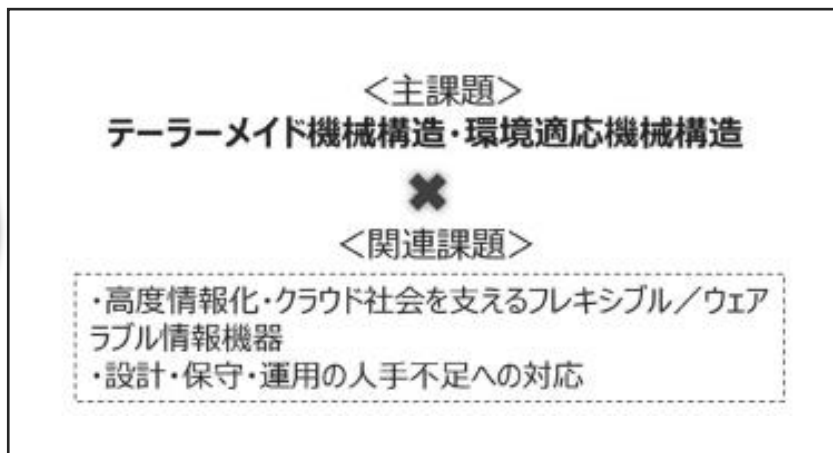


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会

- 観点②：この社会の中心には、革新的な技術が位置づけられている。人々の感情や感覚を共有するシステムや、遠隔での体験共有が一般的となっている。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題2. 高度情報化・クラウド社会を支える人間と機械の協働

課題の分類

1.フレキシブル/ウェアラブル情報機器の開発

-個人のニーズに応じた情報機器の開発を進め、自由に情報を共有・利用できるようにする。

2.人手不足への対応

-機械や環境の最適化を通じて、人手不足を解消し、AI技術の活用を進める。

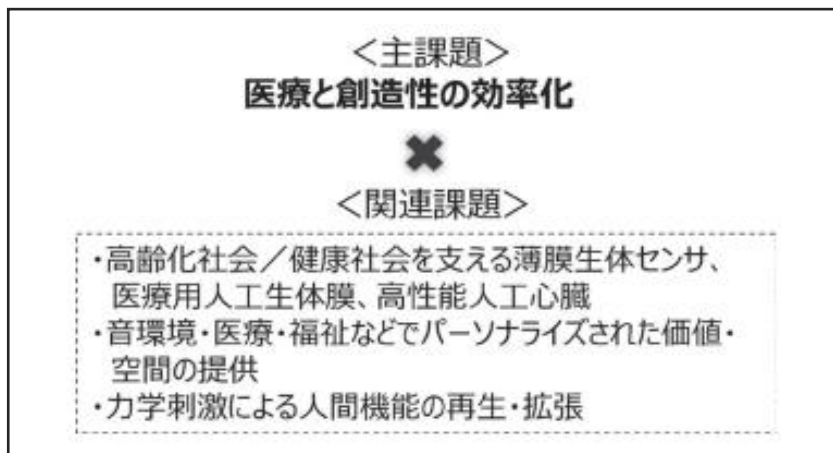


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会

- 観点③：革新的な技術は、生活の質の向上はもちろん、医療や創造性の領域でも大きな進展をもたらしている。個人の経験や価値が尊重され、協力的な社会の実現に貢献している。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題3. 革新的な技術による医療と創造性の効率化の実現

課題の分類

1. パーソナライズされた健康管理と創造性の促進

- 個人の健康情報を収集・分析し、高度化社会や健康社会をサポートすることで、個人の創造性を促進する

2. 医療用人工生体膜と力学刺激による再生医療

- 医療用人工生体膜を利用し、組織の再生を促進する。力学刺激の活用で健康と創造性を向上

3. 高性能人工心臓と創造的な治療アプローチ

- 高性能人工心臓技術で心臓病患者の生活品質向上と創造的治療を実現し、安定した血液循環を確保



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



包括課題1. 共生的なつながりとリソースの共有に基づく社会の構築

● イノベーションの焦点:

多様性と共有の促進:

- 人々のつながりの多様性と価値観の共有
- リソースの効率的な提供と共有

データ分析とAIを活用した個人のニーズや関心の理解:

- IoTデバイス、モバイルアプリ、ウェブ閲覧、SNSなどからのデータ収集
- 機械学習アルゴリズムによるデータ分析とパターンの洗い出し

社会全体の調和:

- 個人の将来の要望や興味予測
- 共生的なコミュニティの形成

● アプローチ

データ収集と分析:

- IoTデバイスやSNS、ウェブ閲覧からのデータ収集
- 統計的手法や機械学習アルゴリズムを用いたデータ分析
- 個人のニーズや関心の理解と予測モデルの作成

リアルタイムトラッキングシステムの開発:

- 個人の行動や動向をリアルタイムでトラッキング
- プライバシーを強化したデータ共有プラットフォームの導入
- 即時データ解析のためのアルゴリズム開発とシステムのテスト

予測アルゴリズムの精度向上とAI推奨システムの拡大:

- 増加するデータ量と技術の革新を活用した予測アルゴリズムの進化
- 個別のニーズや関心に基づいた多様な提案が可能なAI推奨システムの拡充

● 期待される成果:

個人のニーズや関心の深い理解:

- AIを活用した個人のニーズや関心の正確な把握
- データに基づく効率的なリソース提供

社会全体の調和:

- 個人のニーズに応じたサービスや提案の提供
- 共生的な関係の構築と多様性の尊重

持続可能な社会の実現:

- 地域間の連携・協力を促進
- 経済的な機会均等の追求と地方の発展



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



包括課題1. 共生的なつながりとリソースの共有に基づく社会の構築

● データ分析とAIを活用した個人のニーズや関心の理解



- ・ 既存のデータセットを収集・統合
- ・ 個人のニーズや関心のリアルタイムトラッキングシステムを開発
- ・ 予測アルゴリズムの精度向上
- ・ 個人のニーズや関心を全面的に理解し、社会全体での共生的なつながりを形成

2050

● 創造性を促進するAIツールやデザイン支援システムの開発



- ・ 土壌センサ、ICTアイ、ドローン技術の試験導入
- ・ AIを活用した作物の病害管理の実用化や損場予測
- ・ AIが高度なクリエイティブタスクをサポート
- ・ AIが人間に同等またはそれ以上のクリエイティブ能力を持つ

2050

● スマート農業やスマート漁業、地域産業の振興を支援する技術の開発



- ・ 商用ドローンによる救援物資のテスト配送成功
- ・ プライバシー保護を強化したデータ共有プラットフォームを導入
- ・ 自動化監視具の広範囲な導入と利用
- ・ 商用ドローンによる救援物資のテスト配送成功

2050

● 災害時に対応できる交通・物流技術



- ・ 地域資源を基にした初期のビジネスモデルの探求
- ・ eコマースプラットフォームの導入とその利用の推進
- ・ 地域の特産品のブランディングやマーケティング戦略の高度化
- ・ 地域産業の全体的な高度化と独自性の強化

2050

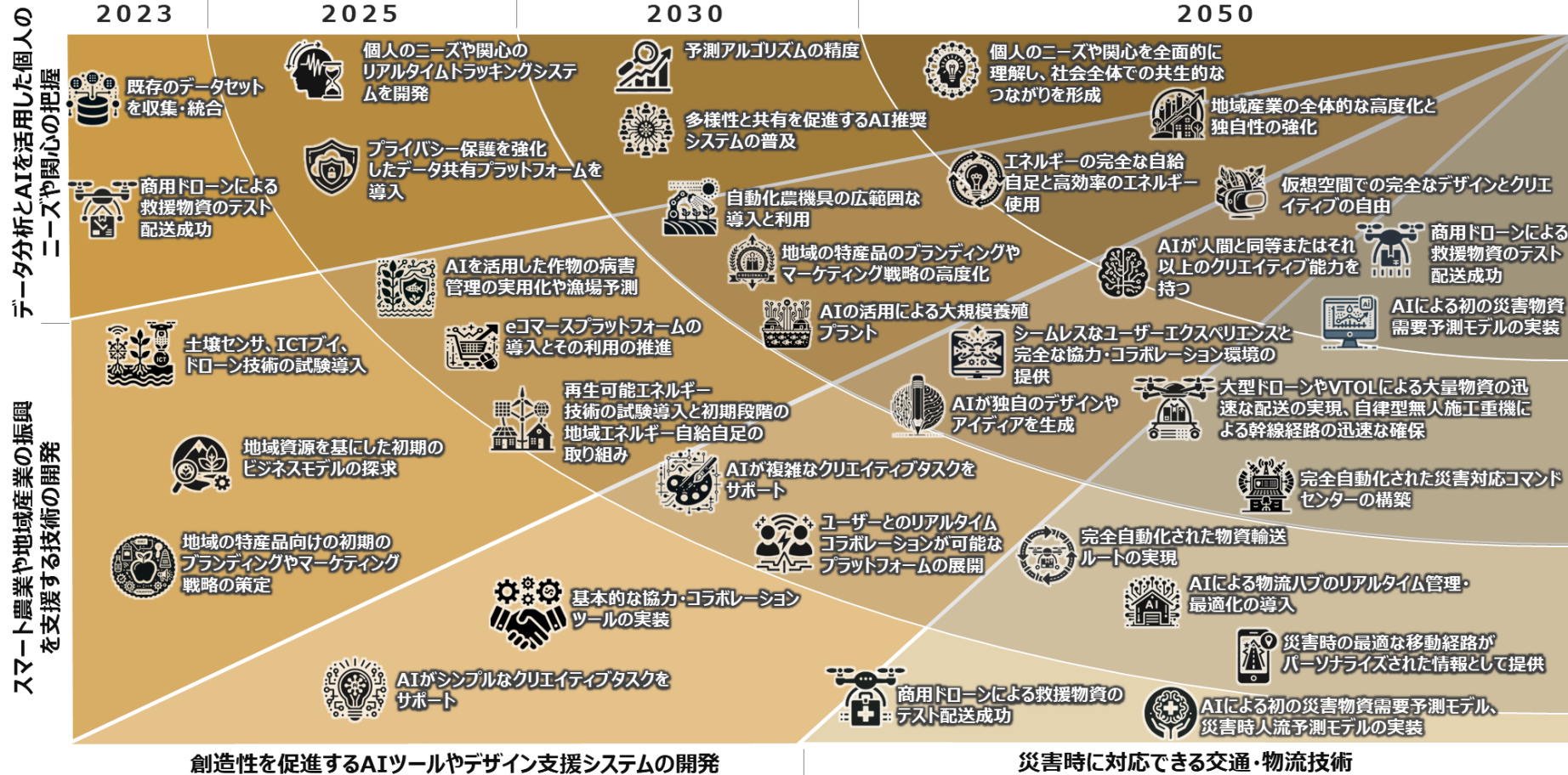


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



共生的なつながりとリソースの共有に基づく社会の構築





3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



包括課題2. 高度情報化・クラウド社会を支える人間と機械の協働

● イノベーションの焦点:

フレキシブル/ウェアラブル情報機器の開発:

- 個別のニーズに応じた情報機器の開発
- テラーメイド機構や環境適応機構の活用
- 情報の自由な取得・共有・利用を可能にする機器の提供

テレメディシンや遠隔診療の技術開発:

- 遠隔地からの医療サービス提供の実現
- 高解像度カメラやセンサを活用したリアルタイム健康情報の収集
- 質の高い医療サービスの平等な提供

人手不足への対応:

- ロボットによる人間機能の補助・維持・回復
- AIとロボット技術の組み込みによる業務の自動化と効率化
- 質の高いサービスの提供を目指す

● アプローチ

データ収集と分析:

- フレキシブルディスプレイ、バッテリーの小型化と長寿命化
- 高度なバイオセンサの導入とAIパーソナルアシスタントの進化
- エネルギーハーベスティング技術や量子ドットディスプレイの活用

リアルタイムトラッキングシステムの開発:

- 高解像度ビデオ通信技術の進展とウェアラブル医療センサの初期モデル
- VR/AR技術や神経インターフェースの導入
- 分子レベルでの健康モニタリングや自動治療を提供するAIシステムの実現

AIとロボット技術の進化:

- 簡易的な補助ロボットの実用化と日常業務の効率化
- 医療分野でのロボット技術やAIの進化
- ブレイン・マシン・インターフェースを利用した高度な医療処置の実施

● 期待される成果:

個人のニーズや関心の深い理解:

- AIを活用した個人のニーズや関心の正確な把握
- データに基づく効率的なリソース提供

社会全体の調和:

- 個人のニーズに応じたサービスや提案の提供
- 共生的な関係の構築と多様性の尊重

持続可能な社会の実現:

- 地域間の連携・協力を促進
- 経済的な機会均等の追求と地方の発展



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



包括課題2. 高度情報化・クラウド社会を支える人間と機械の協働

● フレキシブル／ウェアラブル情報機器の開発



- ・ フレキシブルディスプレイの実用化、バッテリーの小型化・長寿命化
- ・ 総合的なウェアラブルエコシステムの形成（高度なバイオセンサーの統）
- ・ 合神経インターフェースを利用したウェアラブル製品の商業化
- ・ 人体への情報機器の移植技術の確立

2050

● ロボットによる人間機能の補助・維持・回復



- ・ 人間と機械の融合を実現するエコシステムの構築
- ・ 主要病院とのテレメディシンパートナーシップの締結（患者の生体情報をリアルタイムで共有するクラウドサービス）
- ・ 介護支援ロボットの普及（初期段階）
- ・ 自己修復する機械の実現

2050

● テレメディシンや遠隔診療の技術開発



- ・ 最初のウェアラブル医療デバイスの市場投入
- ・ AIによる遠隔診療支援サービスの提供開始（病状モニタリング用のAIアルゴリズム）
- ・ 神経インターフェースを用いた初の遠隔診療の実施
- ・ プレイン・マシン・インターフェースを使用した遠隔手術の実現

2050

● IoT、振動・AE・画像計測技術の活用とAI技術の連動による状態監視技術



- ・ 初期段階のウェアラブル医療デバイスの実用化
- ・ ウェアラブル健康モニタリングデバイスの普及開始
- ・ AIと連携した医療サポートロボットの開発
- ・ 全設備の完全な自律運用

2050

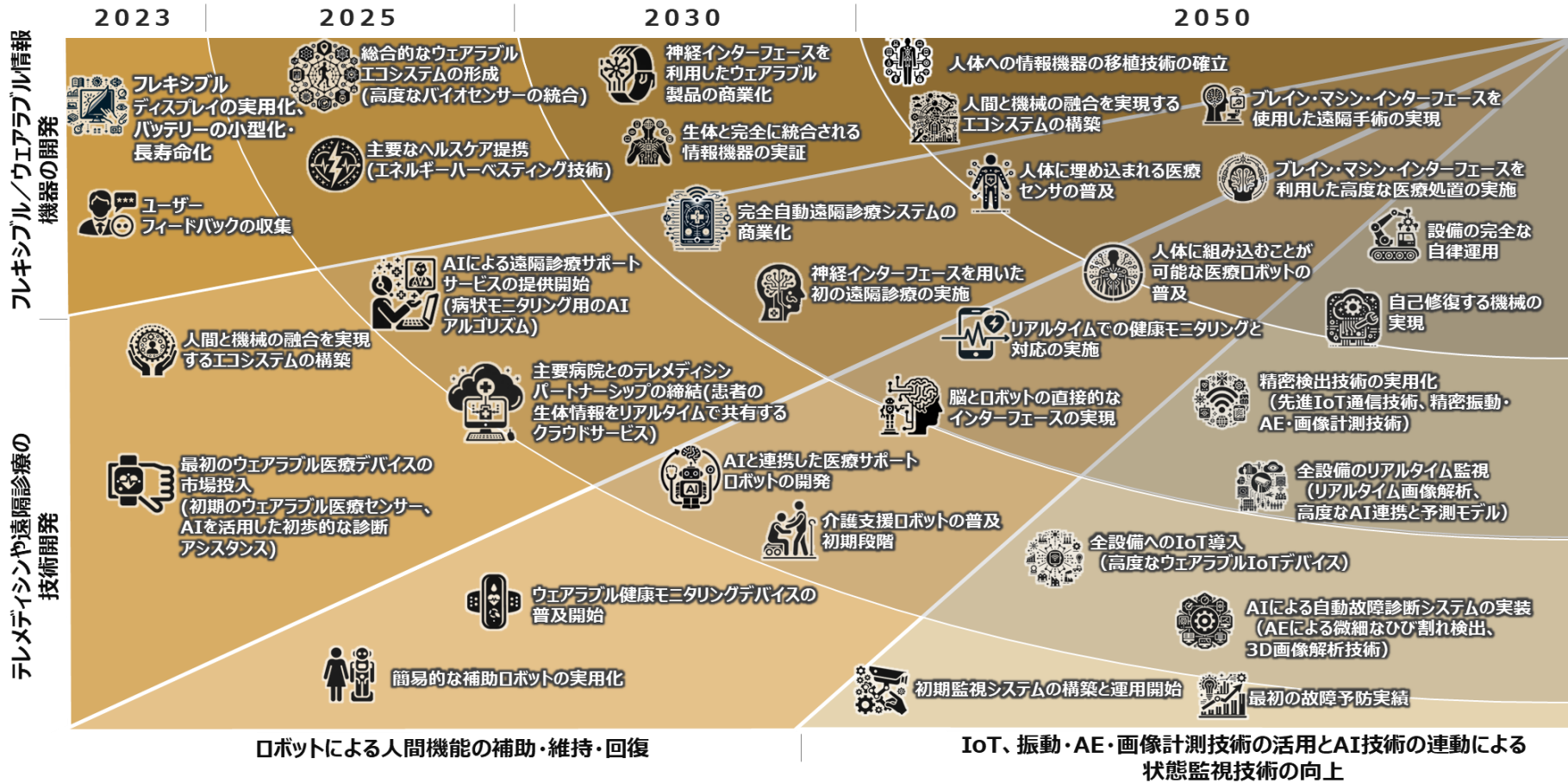


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



高度情報化・クラウド社会を支える人間と機械の協働





3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



包括課題3. 革新的な技術による医療と創造性の効率化の実現

● イノベーションの焦点:

パーソナライズされた健康管理と創造性の促進:

- 薄膜生体センサとブレイン・コンピュータ・インターフェイス (BCI) の導入
- 個別の生活習慣や遺伝的特性に基づくカスタマイズされた医療
- 創造的活動やアイデアの奨励

パーソナライズされた移動体験:

- ユーザの移動パターンを把握し最適な移動体験を提供
- AR・VR技術によるリアルとバーチャルの統合サービス
- AIによる最適ルート提案システムの実現

感情認識技術とエンパシフィックコミュニケーションの実現:

- 表情、声の調子、生体情報を基にした感情の正確な認識
- エンパシフィックコミュニケーションによる豊かなコミュニケーションの追求
- 健康情報や生活環境データを活用した個々のニーズに応じたパーソナライズされたサポート

● アプローチ

データ収集と分析:

- ユーザの移動履歴収集技術の導入
- 高解像度カメラやセンサを活用した健康情報の収集と分析
- 統計的手法や機械学習アルゴリズムを用いたデータ解析

リアルタイムトラッキングシステムの開発:

- ARナビゲーションシステムや移動パターンのリアルタイムトラッキング
- プライバシーを強化したデータ共有プラットフォームの導入
- 感情認識技術を基にしたリアルタイム感情トラッキングシステムの実現

予測アルゴリズムの精度向上とAI推奨システムの拡大:

- 増加するデータ量を活用した予測アルゴリズムの進化
- 個別のニーズや関心に基づいた多様な提案が可能なAI推奨システムの拡充

● 期待される成果:

個人のニーズや関心の深い理解:

- AIを活用した個人のニーズや関心の正確な把握
- データに基づく効率的なリソース提供

社会全体の調和:

- 個人のニーズに応じたサービスや提案の提供
- 共生的な関係の構築と多様性の尊重

持続可能な社会の実現:

- 地域間の連携・協力を促進
- 経済的な機会均等の追求と地方の発展



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



包括課題3. 革新的な技術による医療と創造性の効率化の実現

● パーソナライズされた移動体験



- ・ パーソナライズされた移動アプリのリリース（移動履歴収集技術）
- ・ AI技術とAR・VR技術の完全な統合
- ・ 個人の健康や障害度合を考慮した移動の推奨システムの導入
- ・ 自動運転車の大規模な普及と移動体験のシームレスな連携

2050

● 身体特徴にあわせた機能の再生・訓練・サポート



- ・ 仮想現実（VR）や拡張現実（AR）を取り入れたリハビリテーション支援機器の研究
- ・ 個人化された体センサープロトタイプのリリース（個人化された生体センサー技術の開発）
- ・ AIと組み込んだリハビリテーションシステムの商業化
- ・ 全身をカバーする高度に統合された人工生体システムの開発

2050

● 感情認識技術とエンパシフィックコミュニケーションの実現



- ・ 感情認識プロトタイプのリリース（基本的な表情認識アルゴリズムの開発）
- ・ 実用化に向けた最初の製品のリリース（生体センサーを用いた感情認識の高度化）
- ・ 感情認識技術が一般的な家庭で普及（深層学習を活用した感情認識のさらなる高度化）
- ・ 量子コンピューティングとBCIの移動体験の完全な統合

2050

● 高齢化社会／健康社会を支える薄膜生体センサ、医療用人工生体膜、高性能人工心臓技術



- ・ 技術会議やイベントでのデモンストレーション（音声のトーンやリズムを分析する初期段階の技術）
- ・ 薄膜生体センサのプロトタイプ完成
- ・ 医療用人工生体膜を用いた初のクリニカルトライアルの完了
- ・ 高性能人工心臓の初の実験的適用

2050

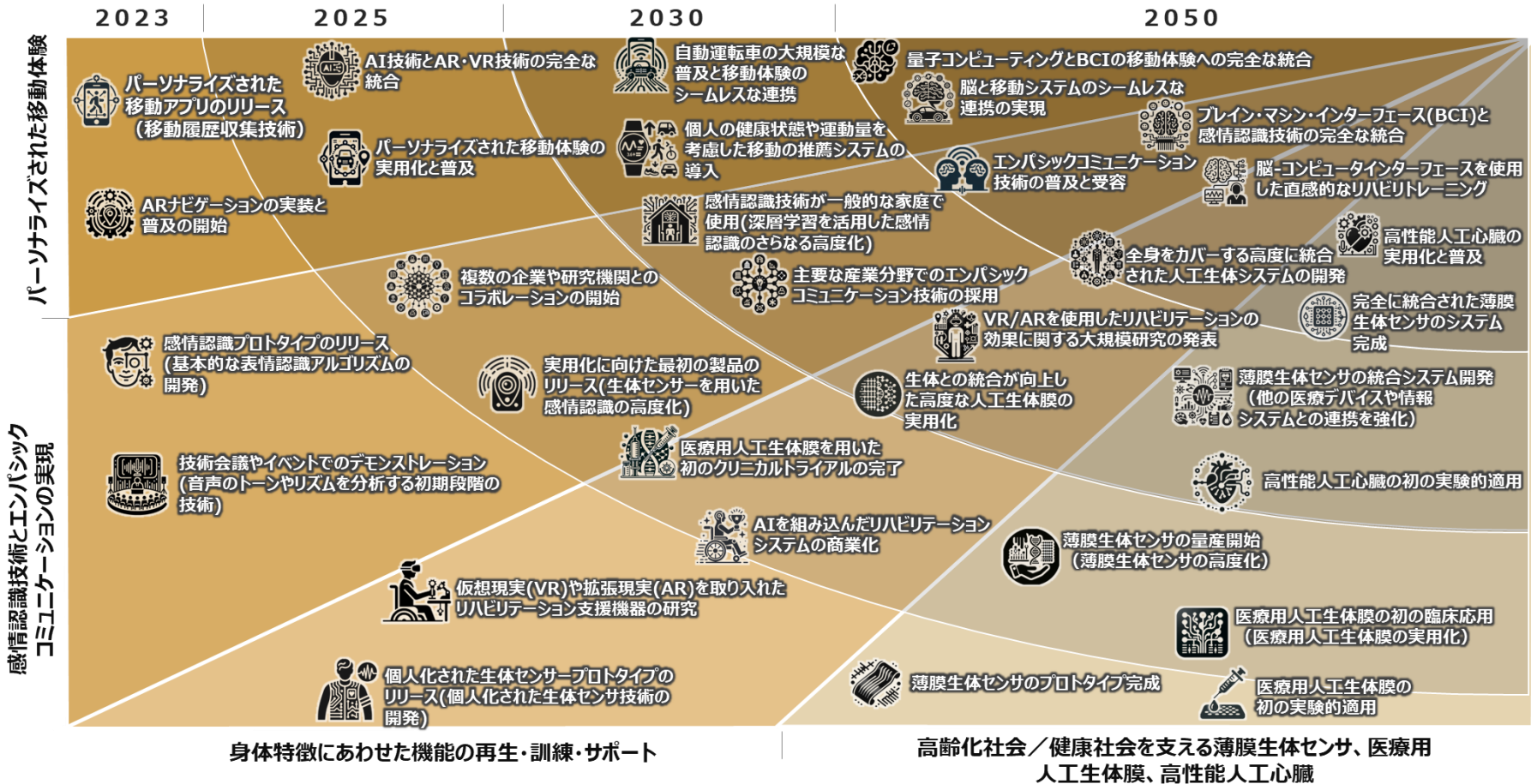


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会



革新的な技術による医療と創造性の効率化の実現



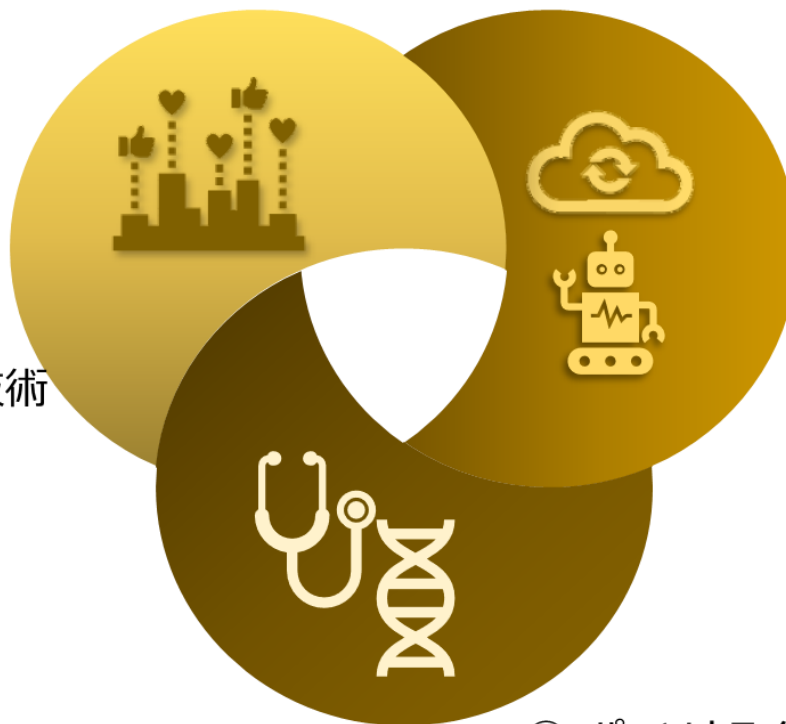


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像2. 多様性と包摂性が確保された次世代コミュニティによる総合地域社会の課題

課題1. 共生的なつながりとリソースの共有に基づく社会の構築

- ① データ分析とAIを活用した個人のニーズや関心の把握
- ② スマート農業や地域産業の振興を支援する技術の開発
- ③ 創造性を促進するAIツールやデザイン支援システムの開発
- ④ 災害時に対応できる交通・物流技術



課題2. 高度情報化・クラウド社会を支える人間と機械の協働

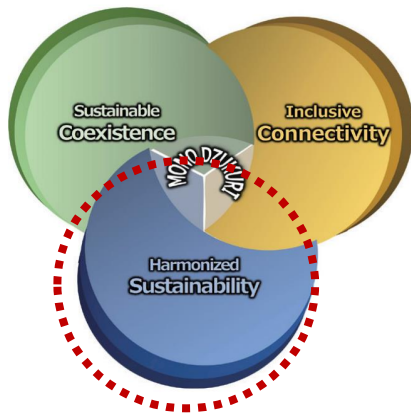
- ① フレキシブル／ウェアラブル情報機器の開発
- ② テレメディシンや遠隔診療の技術開発
- ③ ロボットによる人間機能の補助・維持・回復
- ④ IoT、振動・AE・画像計測技術の活用とAI技術の連動による状態監視技術の向上

課題3. 革新的な技術による医療と創造性の効率化の実現

- ① パーソナライズされた移動体験
- ② 感情認識技術とエンパシフィックコミュニケーションの実現
- ③ 身体特徴にあわせた機能の再生・訓練・サポート
- ④ 高齢化社会／健康社会を支える薄膜生体センサ、医療用人工生体膜、高性能人工心臓

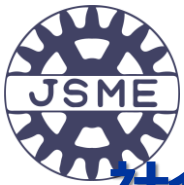
社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会

【調和された持続可能性（Harmonized Sustainability）】



◆ 三つの観点から考察

- 観点①：この社会は、リアルとバーチャルが共存しており、対面や移動の重要性が保たれつつ、バーチャル空間での活動も拡大している。デジタルツインや先端のハードウェア技術が、多様な体験や表現方法を拡充している。
- 観点②：多様性と個人の尊重が社会の中心にあり、多様なバックグラウンドを持つ人々が共存する環境で、情報の共有やプライバシー保護も確実に実施されている。
- 観点③：労働は楽しみながら行われるという基盤があり、競争があってもそれが人々のモチベーションとなり、楽しみを求める文化が確立している。休息を取る文化、例えばサバティカルも導入され、生活全体でのバランスが重視されている。

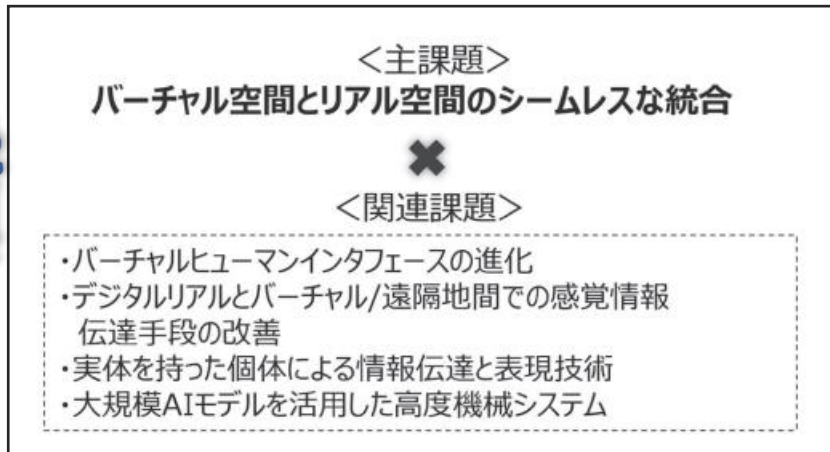


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会

- **観点①**：この社会は、リアルとバーチャルが共存しており、対面や移動の重要性が保たれつつ、バーチャル空間での活動も拡大している。デジタルツインや先端のハードウェア技術が、多様な体験や表現方法を拡充している。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題 1. 次世代デジタルコミュニケーションとシステムインテグレーションのための技術革新

課題の分類

1.バーチャル空間とリアル空間のシームレスな統合

-バーチャルとリアル空間の自然なインタラクションを可能にする新しいインターフェース技術

2.デジタルリアルとバーチャル/遠隔地間での感覚情報伝達手段の改善

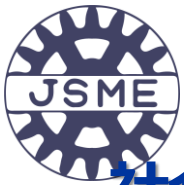
-バーチャルとリアル間での感覚情報伝達技術を向上させ、リアルタイムで情報を伝える手段

3.実体を持った個体による情報伝達と表現技術

-感情的・心理的なつながりを深め、信頼関係を築く

4.大規模AIモデルを活用した高度機械システム

-AI技術を用い、高度な機械システムの精度向上とリアルタイム性の向上

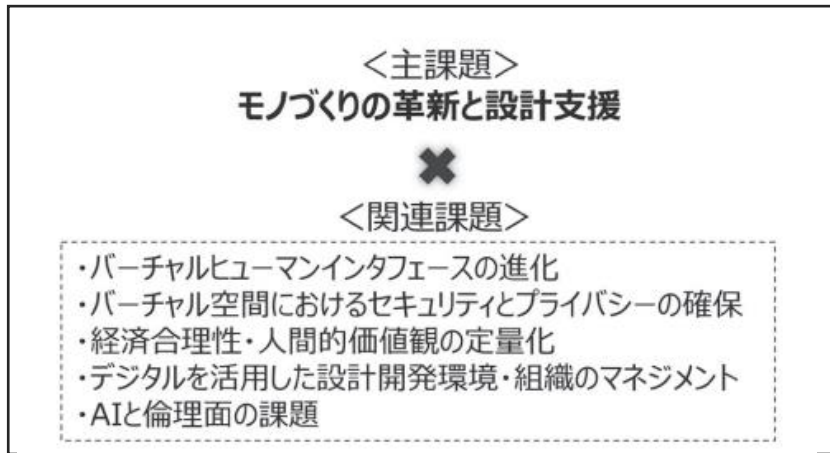


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会

- ・ **観点②**：多様性と個人の尊重が社会の中心にあり、多様なバックグラウンドを持つ人々が共存する環境で、情報の共有やプライバシー保護も確実に実施されている。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題2. デジタルを活用した設計開発環境・組織のマネジメント

課題の分類

1.バーチャルとヒューマンインタフェースの進化

-人間とコンピュータがシームレスに連携するインターフェース技術を進化

2.バーチャル空間におけるセキュリティとプライバシーの確保

-デジタルデータや個人情報等の共有と保護を両立させるセキュリティ対策を研究

3.経済合理性・人的価値観の定量化

-経済合理性と人的価値を定量化し、バランスの取れた製品開発を支援

4. AIと倫理面の課題

-AIの適切な活用を促進するため、倫理的な課題を検討

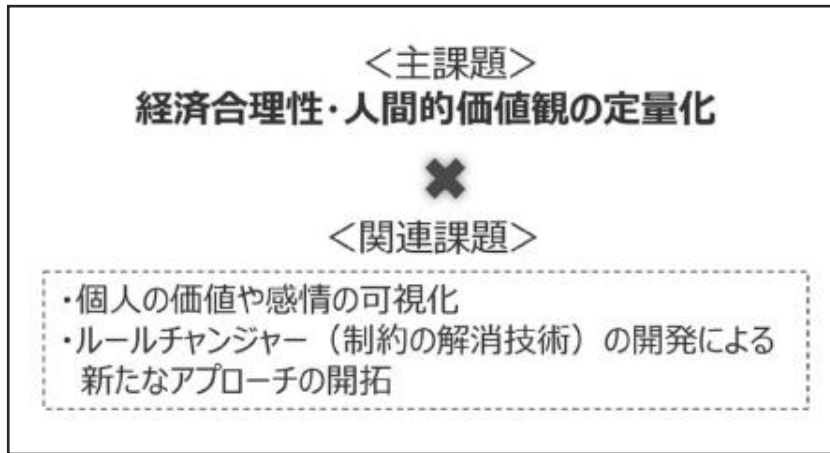


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会

- ・ **観点③**：労働は楽しみながら行われるという基盤があり、競争があってもそれが人々のモチベーションとなり、楽しみを 求める文化が確立している。休息を取る文化、例えばサバティ カルも導入され、生活全体でのバランスが重視されている。

課題の抽出方法



包括的な課題

包括課題3. 持続可能なワークライフハーモニーとパフォーマンス最適化の実現

課題の分類

1. 経済性と人間性の統合指標

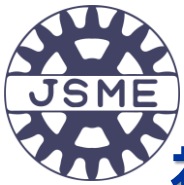
-経済合理性だけでなく、従業員の幸福度や満足度、ワークライフハーモニーを考慮した指標を開発

2. 個人の価値や感情の可視化

-従業員の価値や感情をデータとして収集・分析し、適切なタスクの割り当てやキャリア選択に役立つ技術

3. ルールチェンジャー（制約の解消技術）の開発による新たなアプローチの開拓

-従来のルールにとらわれない新たなアプローチや制度の開発を進め、従業員の柔軟な働き方を支援



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



包括課題 1. 次世代デジタルコミュニケーションとシステムインテグレーションのための技術革新

● イノベーションの焦点:

バーチャル空間とリアル空間のシームレスな統合:

- VR技術とユーザインタフェースの統合技術の進展
- 物理空間とバーチャル空間の違和感のない移動とインタラクション

感覚情報伝達技術の改善:

- 高解像度カメラ、3Dスキャナー、マイクロフォン、触覚センサの活用
- VRヘッドセット、ARグラス、ハプティックデバイスによるリアルタイム感覚体験の再現

デジタルツインと工作機械の連携技術:

- 現実世界のオブジェクトとデジタルツインのリアルタイム連携
- 高速通信技術やAIを活用した運用の最適化

● アプローチ

データ収集と分析:

- センサ、カメラ、マイクロフォンを使用した詳細なデータ収集
- 深層学習とAIアルゴリズムによるデータ解析と予測モデルの構築

リアルタイムトラッキングシステムの開発:

- バーチャル空間とリアル空間のデータ連携を高速通信技術で実現
- デジタルツインと実際の機械のリアルタイム同期

AI支援技術の進化:

- AIとデザインツールの統合による創造プロセスの支援
- 量子コンピューティングやエッジコンピューティングの導入によるデータ処理の高速化

● 期待される成果:

ユーザ体験の向上:

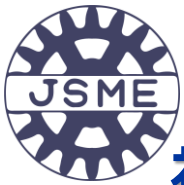
- VRとAR技術による直感的な移動とインタラクション
- リアルタイムでの視覚、聴覚、触覚体験の共有

産業界の最適化:

- デジタルツイン技術を活用した製造プロセスの最適化と効率化
- 故障予知と保守の効率化

革新的なデザイン支援:

- AIによる複雑なデザインタスクの自動化と市場適応の迅速化
- ユーザの属性や好みに応じたデザインの自動生成



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



包括課題 1. 次世代デジタルコミュニケーションとシステムインテグレーションのための技術革新

● バーチャルリアリティ技術とユーザインタフェースの統合技術



- 主要なVRデバイスの市場導入
- 感覚同期技術の商業利用開始
- ニューラルインタフェースの初の商業製品化
- バーチャル空間内での実際の仕事や学び、生活が一般的になる

2050

● デジタルツインと工作機械の連携技術



- 深層学習ベースの創造支援AI、AIによるシンプルなデザイン提案・修正
- クロスプラットフォームのデザイン同期技術、デザインのトレンド予測AI
- 生体認識を用いた感情ベースのデザイン調整AI、自進化型デザインAI
- 脳神経インタフェースとバーチャル空間を通じて、ほぼリアルタイムで可能

2050

● デジタルリアルとバーチャル/遠隔地間での感覚情報伝達手段の改善発



- 一般的なユーザー向けのインターフェースの簡素化と統一
- 主要企業によるインターフェースの統合技術の導入と普及
- AIによる共創プロセスを組み込んだデザインフレームワーク
- AIが独自のデザイン哲学やスタイルを持ち、それを人間に教える時代の到来

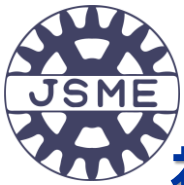
2050

● 脳神経インタフェース技術とバーチャル空間内の操作技術の統合技術



- 無言のコミュニケーションを基にしたユーザーの感情や好みを読み取る初期的なインターフェース
- VR/AR空間でのデザイン支援AIの実現
- エッジコンピューティングによるデータ処理の高速化、量子通信の実用化
- 完全自動化とゼロの遅延での操作が可能

2050

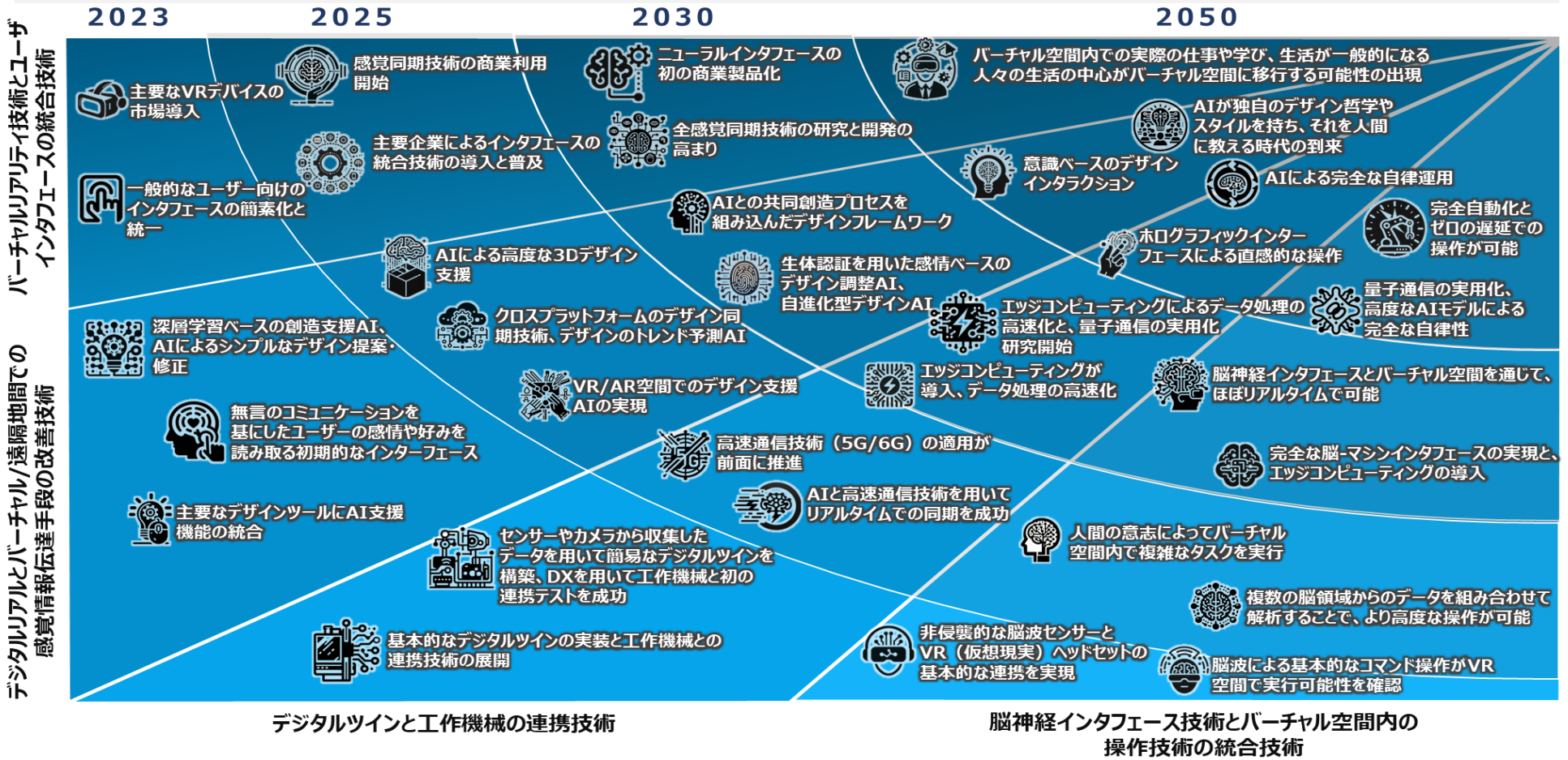


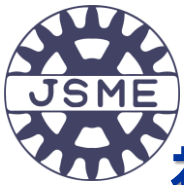
3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



次世代デジタルコミュニケーションとシステムインテグレーションのための技術革新





3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



包括課題2. デジタルを活用した設計開発環境・組織のマネジメント

● イノベーションの焦点:

バーチャルヒューマンインタフェースの進化:

- 力覚、触覚を活用したリモート情報伝達技術の開発
- 人間とコンピュータのインタラクションを直感的かつ自然にする

感覚情報のリアルタイム共有と操作:

- 物理的な感触や反応をバーチャル空間で体験
- リアルな感覚情報を共有・操作する技術の進

デジタル設計開発環境の統合:

- 高精度センサとアクチュエータの開発
- デジタル環境における設計開発と組織マネジメントの効率化

● アプローチ

多感覚データ収集と分析:

- 人間の神経系の基礎研究から触覚、力覚、臭覚、味覚のデータ収集
- 高精度センサとアクチュエータを開発し、デジタルデータの変換と処理を実現

リモート情報伝達技術のプロトタイピングとテスト:

- 五感を活用したリモート情報伝達技術のプロトタイプ作成
- 実世界でのテストを重ね、製品化に向けた調整を行う

AIと感覚情報の統合:

- AI技術を活用し、感覚データの高度な解析と処理を実現
- リアルタイムで感覚データを処理し、デジタル設計開発環境や組織のマネジメントに統合

● 期待される成果:

設計開発の効率化と品質向上:

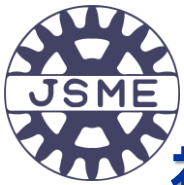
- 触覚で素材の質感を感じたり、力覚で機械の抵抗を体験することで設計プロセスの効率化
- 短期間で高品質な製品の開発が可能

リモートワークの質向上:

- 五感を活用したリモート情報伝達技術により、チームメンバー間の理解が深まり、効率的な協力が可能に
- 従業員のコミュニケーションの質と満足度の向上

高度なセキュリティとプライバシーの確保:

- プライバシーバイデザインの考慮とデジタルツインのプライバシー保護技術の導入
- 高度なセキュリティ対策とプライバシー保護技術により、データ漏洩や不正アクセスを防止



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



包括課題2. デジタルを活用した設計開発環境・組織のマネジメント

● 力覚、触覚など五感を活用したリモート情報伝達技術



- 触覚フィードバックを提供する手袋やウェアラブルデバイスの初期プロトタイプが開発
- 触覚や力覚のデータをリアルタイムで解析し、ユーザーに高度なフィードバックを提供
- AIとエッジコンピューティングによる革新的触覚伝達システムの構築
- 量子コンピューティングが導入され、全ての五感でのリモートコミュニケーションが可能

2050

● プライバシーバイデザインの考慮とデジタルツインのプライバシー保護の統合技術



- 初期段階のプライバシーバイデザインとデータ暗号化
 - プライバシーバイデザインを高度に統合
 - 深層学習アルゴリズムが進化し、初の商用量子コンピュータを導入
- 2050・ AI倫理が国際的な標準として認められる

2050

● データ駆動型解法（深層学習、量子コンピュータ）による経済合理性と人間的価値観の予測技術



- 簡単なデータ共有でのセキュリティとプライバシーが確保
- プロトタイプの有効性を証明する初の研究論文を発表、企業や研究機関との初のパートナーシップを形成
- 深層学習の初期段階における量子コンピュータは主に研究段階で使用
- 深層学習のアルゴリズムが進化し、初の商用量子コンピュータを導入

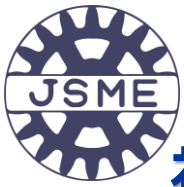
2050

● AI倫理およびAIの倫理規範の策定と実践技術



- 最初のプロトタイプが完成（初期アーキテクチャとポリシーを設計）
- AI社会的な問題解決にも転換的に使用（AI倫理は法制度にも反映されるようになる）
- 持続可能性と社会的公平性を実現するAIプロジェクトが多数実施
- AI倫理の基本的な枠組みとガイドラインを策定し、初めての倫理基準（独立した第三者機関）

2050

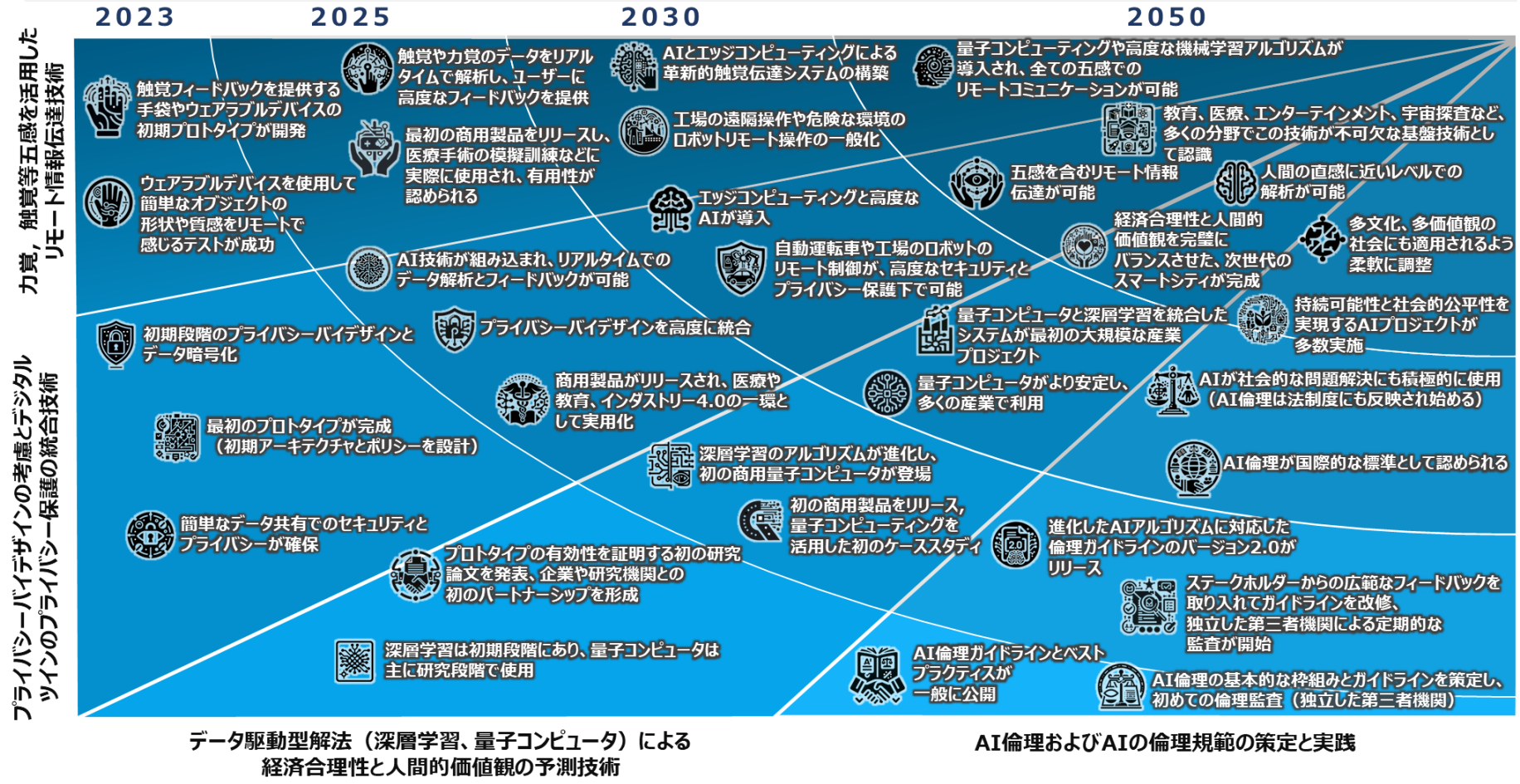


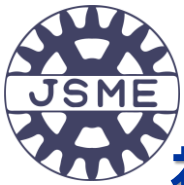
3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



デジタルを活用した設計開発環境・組織のマネジメント





3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



包括課題3. 持続可能なワークライフハーモニーとパフォーマンス最適化の実現

● イノベーションの焦点:

経済性と人間性の統合指標:

- 経済性と人間性を融合させた指標を活用し、バーチャル空間と実空間の相互作用を最適化
- ワークライフハーモニーとパフォーマンスの持続的向上に寄与する評価システムの構築

バーチャル空間とリアル空間でのロボット制御技術の融合技術:

- シミュレーションをバーチャル環境で行い、現実世界でのロボット操作とシームレスに連携させる技術
- 遠隔医療、オンライン教育、バーチャルオフィスなどでの実用化

感情認識と業務自動化の統合技術:

- AIを活用して従業員の感情をリアルタイムで把握し、業務の優先度を自動調整
- 従業員のニーズに応じたパフォーマンスの最適化

● アプローチ

シミュレーションプラットフォームの開発:

- バーチャル空間での高度なシミュレーションプラットフォームを開発し、実世界のロボット制御に適用
- 経済性と人間性の統合指標を用いてシステムの評価を実施

多感覚データ収集と解析:

- ウェアラブルデバイスや環境センサを用いて、従業員の生体情報、感情、行動パターンを収集
- AI技術を活用してデータを解析し、個々の従業員に最適な行動計画を提案

感情認識技術と業務自動化の統合:

- AI技術を用いて従業員の感情状態をリアルタイムで解析し、業務の自動調整を行う
- 統合システムのパイロットテストを通じて効率性と働きやすさの評価を実施

● 期待される成果:

持続可能なワークライフハーモニーの実現:

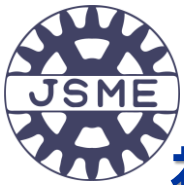
- 経済性と人間性を両立させた統合指標の導入により、働き方の持続可能性を向上
- バーチャル空間と実空間のシームレスな統合による柔軟な働き方の実現

効率的なパフォーマンス最適化:

- 感情認識と業務自動化の技術により、従業員のパフォーマンスを最大限に引き出す
- AIによるリアルタイムなフィードバックと調整により、作業効率と生産性の向上

高度なセキュリティとプライバシーの確保:

- プライバシーバイデザインとデジタルツインのプライバシー保護技術により、高度なセキュリティを実現
- 個人情報の適切な保護とデータ漏洩の防止



3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



包括課題3. 持続可能なワークライフハーモニーとパフォーマンス最適化の実現

● バーチャル空間とリアル空間でのロボット制御技術の融合技術



2050

- 基本的な仮想環境でのロボット制御技術、リアルワールドでのテストプロトタイプ
- バーチャルとリアルのシームレスなロボット制御と初期のAI統合
- 自動運転車の遠隔操作や危険な環境下でのロボット操作
- ユビキタスなロボット制御環境と国際規模で受け入れられる倫理規範

● 意思を伝達するメカニズムの解明およびその技術展開



2050

- ウェアラブルデバイスと環境センサの統合プラットフォームの初版をリリース
- 事業経営者向けダッシュボード（インサイトの可視化とアクションプランの作成）
- 従業員のストレスレベル低減と生産性向上を目指すAIアルゴリズムの改良とスケールアップ
- 持続可能なワークライフハーモニーと高いパフォーマンスが確立

● 生体情報ビッグデータ解析技術・AI技術



2050

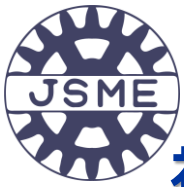
- ユーザーフィードバックを収集、初期の倫理ガイドラインを策定開始
- 小規模な社会実装を開始し、データ収集（倫理的ガイドラインのバージョン策定）
- 多言語サポートと各国の法規制に適応
- 個々の価値観や文化的背景を理解する高度なAIモデル導入

● AIによる感情認識とAI駆動の業務自動化技術



2050

- GDPRやその他のデータ保護法に完全に準拠したデータ管理システムを実装
- AI駆動の業務自動化が初めて実用レベルで導入、医療データと業務データの統合を開始
- AI感情認識の基本プロトタイプを開発
- 完全自動化と感情認識が統合され、業務の高度な自動化

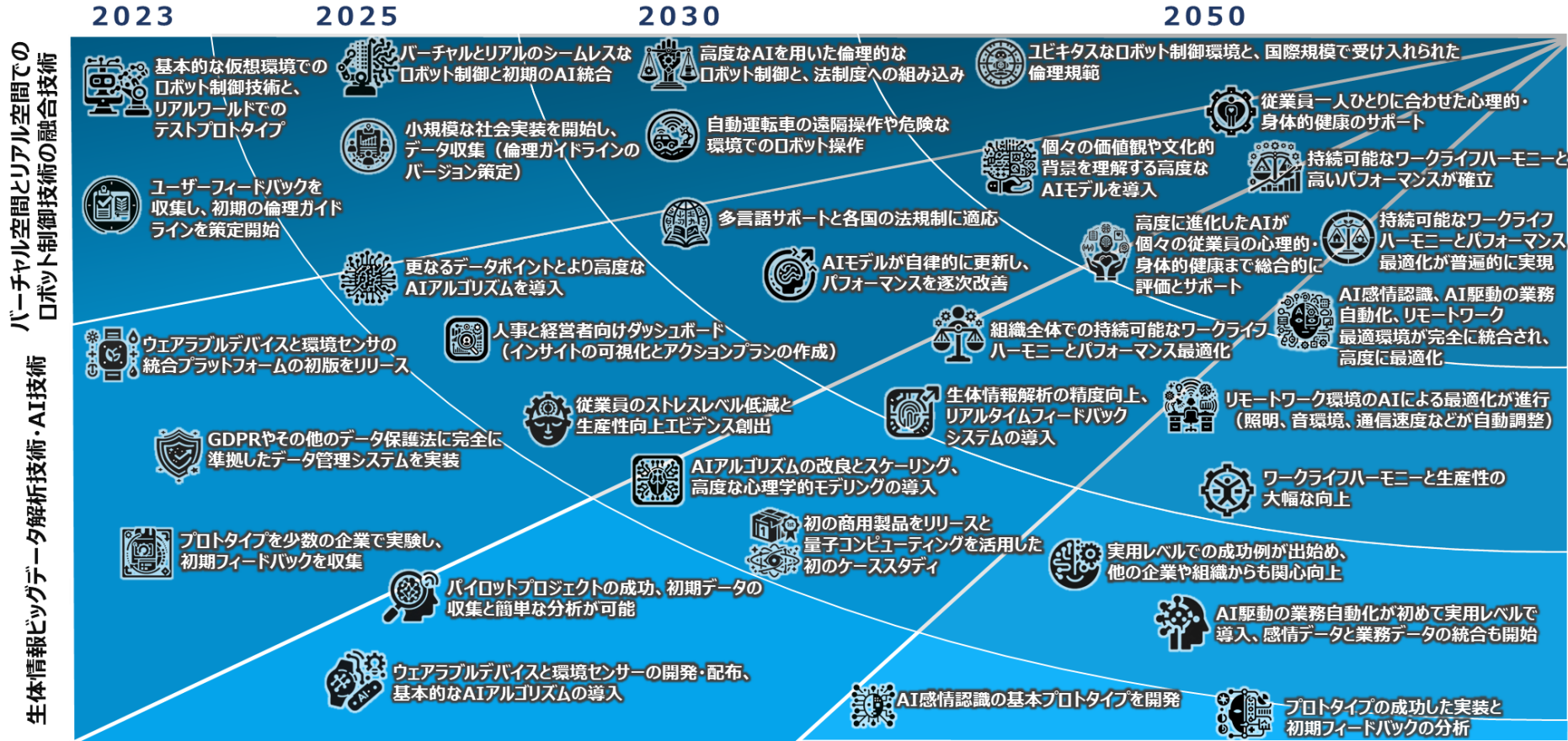


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

社会像 3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会



持続可能なワークライフハーモニーとパフォーマンス最適化の実現



意思を伝達するメカニズムの解明およびその技術展開

AI感情認識とAI駆動の業務自動化

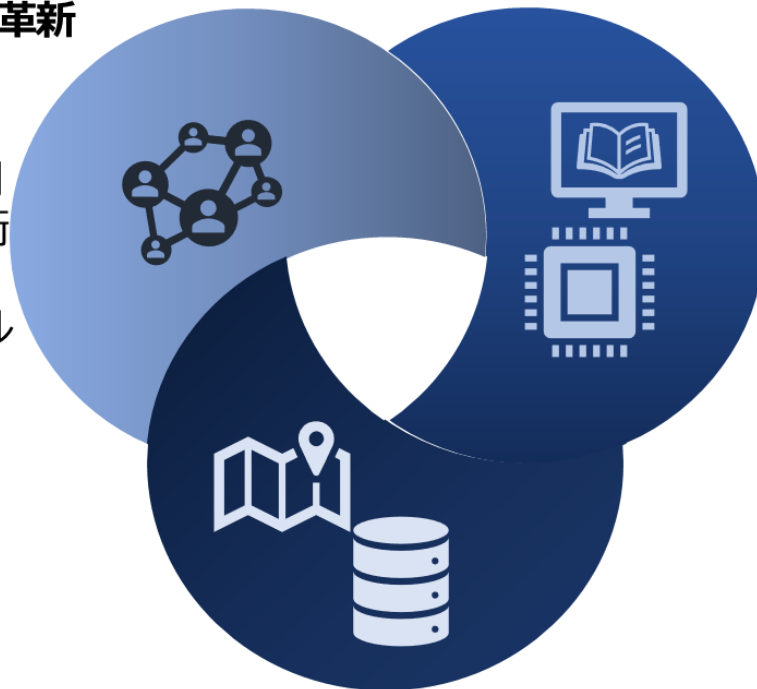


3. 2050年社会像に向けたビジョン 未来への計画

● 社会像3. リアルとバーチャルの調和に基づく個人価値尊重と社会サステナビリティの融合社会の課題

課題1. 次世代デジタルコミュニケーションとシステム インテグレーションのための技術革新

- ① バーチャルリアリティ技術とユーザ
インタフェースの統合技術
- ② デジタルリアルとバーチャル/遠隔地間
での感覚情報伝達手段の改善技術
- ③ デジタルツインと工作機械の連携技術
- ④ 脳神経インタフェース技術とバーチャル
空間内の操作技術の統合技術



課題2. デジタルを活用した設計開発 環境・組織のマネジメント

- ① 力覚、触覚等五感を活用したリモート
情報伝達技術
- ② プライバシーバイデザインの考慮とデジタル
ツインのプライバシー保護技術の統合技術
- ③ データ駆動型解法（深層学習、
量子コンピュータ）による経済合理性と
人間的価値観の予測技術
- ④ AI倫理およびAIの倫理規範の策定と実践

課題3. 持続可能なワークライフバランスと パフォーマンス最適化の実現

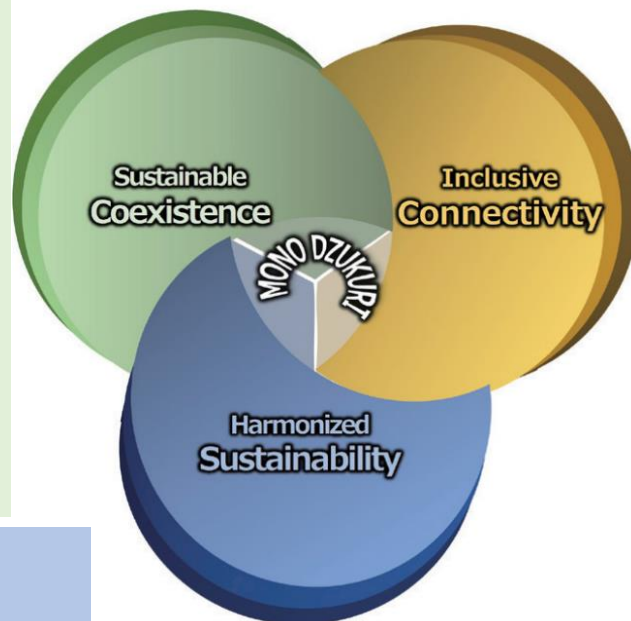
- ① バーチャル空間とリアル空間でのロボット制御技術の融合技術
- ② 生体情報ビッグデータ解析技術・AI技術
- ③ 意思を伝達するメカニズムの解明およびその技術展開
- ④ AI感情認識とAI駆動の業務自動化とリモートワーク最適環境

2. 2050年社会像に向けたビジョン

技術キーワード分析

- 新しいエネルギー源-2
- ストレージ技術-3
- 環境負荷軽減-1
- 新材料の開発-7
- 循環経済-5
- リサイクル技術-5
- スマートシティ-22
- デジタルコミュニケーション-12
- スマートモビリティ-3
- エネルギー変換材料-2
- 熱工学的最適化-6
- リアルタイムエネルギーモニタリング-2
- スマートグリッド技術-6

- AIとIoT-3
- 太陽光-22
- 風力-31
- バイオマス-2
- 量子-30
- 高効率熱電変換材料-1
- 廃熱-6
- 熱交換器-12
- 産業応用-4
- 炭素捕捉・利用・貯蔵 (CCUS) - 3



- 多様性-27
- 地方格差と貧富の格差-2
- 選択的つながり-2
- 共有経済-4
- フレキシブル-9 / ウェアラブル-23
- 人手不足への対応-4
- 医療用人工生体膜-8
- 高性能人工心臓-6
- パーソナライズされた健康管理-10
- テレメディシン-2
- リアルタイム健康情報-99
- AI技術-318
- ロボット技術-41
- 共生的なコミュニティ-7
- データ収集と分析-12
- 機械学習アルゴリズム-11
- リアルタイムトラッキングシステム-3

- 予測アルゴリズム-46
- スマート農業-6
- スマート漁業-2
- AIツール-14
- 災害対応技術-20
- フレキシブルディスプレイ-2
- バッテリーの小型化-1
- 高性能バイオセンサ-2
- 遠隔診療支援サービス-2
- ブレイン・マシン・インターフェース-4
- パーソナライズされた移動体験-3
- AR/VR技術-2
- 感情認識技術-28
- エンパシフィックコミュニケーション-5
- 仮想現実 (VR) -17
- 拡張現実 (AR) -2

- リアルとバーチャルの共存-14
- デジタルツイン-27
- 先端のハードウェア技術-5
- 多様性と個人の尊重-17
- プライバシー保護-28
- 労働と楽しみ-14
- バーチャル空間とリアル空間の統合-27
- 感覚情報伝達技術-8
- 高度機械システム-2
- バーチャルとヒューマンインタフェース-18

- セキュリティ-21
- プライバシー-30
- AIと倫理-6
- 経済性と人間性の統合-4
- 感情認識技術-14
- ロボット制御技術-6
- VR技術-17

- ハプティックデバイス-1
- 深層学習-14
- 量子コンピューティング-4
- エッジコンピューティング-22
- ニューラルインタフェース-1
- 触覚フィードバック-2

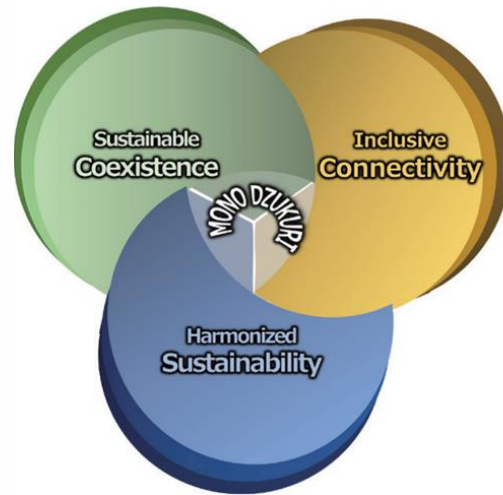
- バーチャルヒューマンインタフェース-3
- リモート情報伝達技術-21
- 高精度センサ-1
- データ駆動型解法-3
- ワークライフハーモニー-7
- 感情認識と業務自動化-3



2. 2050年社会像に向けたビジョン

技術キーワード分析

新しい 効率 コミュニケーション
 電 バイオマス 風力 デジタル
 開発 循環 ai 廃 **熱** スマートシティ
 エネルギー変換 熱交換器 量子
 太陽光 ccus スマートモビリティ 変換
 ストレージ 熱工学
 経済 リアルタイムエネルギーモニタリング
 スマートグリッド 環境負荷 産業 材料
 最適化 リサイクル



機械学習 バイオセンサ 人工心臓 漁業 分析
 遠隔 **スマート** **高性能**
 小型化 診療 貧富 vr
 多様性 **パーソナライズ** 人工
 拡張現実 ai アルゴリズム ar
 農業 **格差** 医療用 生体膜 共有経済 共生
 仮想現実 ブレイン・マシン...リアルタイムトラ... 収集

センサ 倫理 量子 プライバシー保護 ヒューマン
 コンピューティン...
 先端 プライバシ **リアル** **認識** vr 型
 データ駆動 **バーチャル** **情報**
 ニューラル ai
 多様性 **感情** **インタフェース** 解法
 自動化 **空間** **統合** **伝達** 深層学習
 経済 触覚 ワークライフハー... バーチャルヒュー...
 技術 ハプティックデバ... エッジコンピュー...



4. 2050年へ向けた持続可能な革新

主要技術分野の展望

● 技術革新の枠組み

- 環境技術の進化と社会の持続可能性に対する貢献
- 経済と環境の調和を目指した技術開発の推進

● 技術戦略との連携

- 技術ロードマップと事業戦略の整合性
- 環境技術の中核としたビジネスモデルの展開と新規プロジェクトの機会



サステナブル共存のための技術

- マテリアルリサイクリング：資源の効率的な利用と循環を目指したイノベーション
- 再生可能エネルギーの最適化とシステム統合



包括的接続性の推進技術

- グリーンICTとスマートシティへの取り組み
- 交通・エネルギー管理におけるIoTとデータ分析の進展



調和された持続可能性への技術貢献

- CCUS技術の発展：炭素排出削減へのイノベティブなアプローチ
- クリーンエネルギーとエコロジカルな生産プロセスの統合



5. 社会との連携

技術革新を通じた社会との連携

- 新技術の導入によって変革される産業の事例
- 技術進歩がもたらす経済的・社会的メリットの説明



- 環境問題、エネルギー問題への取り組みにおける技術の役割
- 技術開発者と政策立案者、利害関係者間のコミュニケーション強化

- 社会的課題を解決するための技術の応用事例
- 技術が推進する社会の包括的発展と持続可能性



6. サマリー 技術ロードマップによる社会革新へのサマリー

● ロードマップの重要性

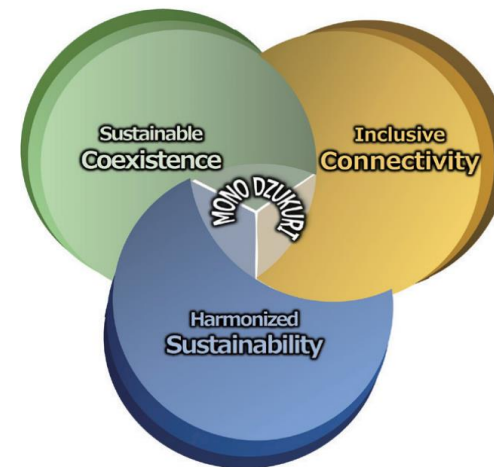
- 社会の急速な変化に対応し、理想的な2050年社会像を実現するための技術革新へのコミットメント
- 分野横断的な取り組みを通じたイノベーションの創出

● 継続的な更新と社会への貢献

- 技術ロードマップの定期的な更新と新規策定のプロセス
- 研究と産業における直接的な影響と社会へのポジティブな変化

● マルチファセットなアプローチ

- 国際的な動向、基本原理、経済性、社会受容性の統合的な評価
- 政策形成と教育プログラムへの貢献による社会認識の向上



©JSME メンバーが考える 2050年の社会像

研究者と技術者の協力による社会イノベーションへの道しるべとしての
技術ロードマップの役割強調



7. 補足 振動騒音、音質や感性評価などダイナミクス関連と他の分野との融合によるイノベーション

建築物の音響快適性向上

振動と騒音の制御技術を駆使して、オフィスビルや住宅の音響快適性を向上させる。特に都市部において、外部騒音の影響を最小限に抑える設計が重要となる。



スマートシティの騒音管理

センサー技術とAIを活用し、都市全体の騒音レベルをリアルタイムでモニタリングし、交通管理や都市計画に反映させる。これにより、住民の生活環境が向上し、健康被害の低減が期待される。

医療分野における音響セラピー

音質や感性評価を活用した音響セラピーが医療分野で広がる。特定の振動音や音楽がストレス軽減やリハビリテーションに効果的であることが示されている。



Sx



次世代の電動車両の音響デザイン

電動車両は静かであるが故に安全性のために音を発生させる必要がある。振動騒音と音質の調整により、心地よかつ安全性を確保した音響デザインが求められる。感性評価を通じてユーザー体験を向上させる。

エンターテインメントの没入感向上

バーチャルリアリティ (VR) や拡張現実 (AR) における音響技術の進化により、よりリアルで没入感のあるエンターテインメント体験が提供される。振動フィードバックと組み合わせることで、臨場感が大幅に向上する。これらのイノベーションは、ダ



ウェアラブルデバイスによるパーソナル音響空間

ウェアラブルデバイスと音響技術を融合し、個々のユーザーに最適化された音響環境を提供する。例えば、騒音環境に応じて自動的に調整されるイヤホンやヘッドホンなど。