

【産業競争力懇談会 2024年度 プロジェクト 中間報告書】

【生成 AI による社会受容性のある  
サステナブルなエンジニアリングの実現】

2025年2月14日

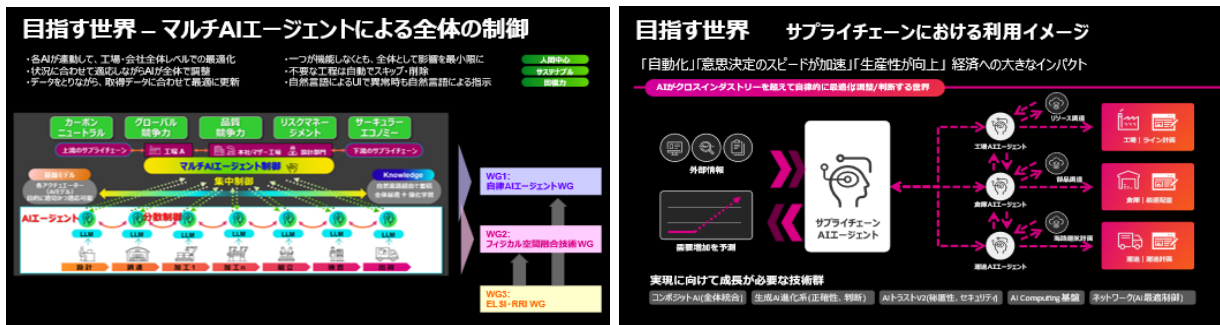
産業競争力懇談会 COCN

## 【エクゼクティブサマリー（中間）】

### ＜本プロジェクトの基本的な考え方＞

生成 AI は驚異的なスピードで進化し、これまで困難とされてきたホワイトカラーの業務において、新たなデジタルトランスフォーメーション（DX）の波を引き起こしている。この波はエンジニアリングや製造業にも広がり、従来の業務プロセスを大きく変革しようとしている。生成 AI は、現場のリアルな状況に適応したエンジニアリングチェーンの最適化を実現し、サプライチェーン全体を俯瞰したプロセス最適化をもたらす。具体的には、AI エージェントが複数の企業にまたがる設計、製造、物流、販売の各工程を繋ぎ、全体最適化を実現する。

この全体最適化により、魅力的な製品の開発や、高度な技術を必要とする製造プロセスの創出が可能となる。また、ネットワークの複雑化や災害による不確実性、人手不足や資源枯渇、安全保障や地政学的な制約の変化といった不安定要素・リスクに対して、迅速な企業間協調により、レジリエンスかつカーボンニュートラル・サーキュラーエコミーの観点を考慮したサステナブルなサプライチェーンを実現する。



さらに、人口減少が進む日本では、熟練者と若い世代が AI を通じて新たな共創を実現することで、技能伝承の課題を解決し、産業競争力の向上が期待される。一方で、生成 AI における倫理、セキュリティリスク、規制の必要性については、世界中で活発に議論されている。技能伝承や属人化の排除によって AI に仕事を奪われるという懸念も根強く、生成 AI の出力結果におけるハルシネーション（幻覚）といった安全性の課題も無視できない。サプライチェーンの最適化にはクロスインダストリーでのデータ連携が必須であり、グローバルな視点でのデータガバナンスも求められる。また、AI による自動化が進む中で、人間の役割を再定義し、技能伝承の新しい形を模索することも重要である。

本プロジェクトでは以下の変革の方向性に沿って議論を進め、日本独自の勝ち筋の明確化とそのために必要な生成 AI 及び AI エージェント基盤や要素技術開発、及びルールメイキングやエコシステム構築に関する提言について検討を行った。

- ・ エンジニアリング領域に生成 AI を導入し、データになっていない現場データ、匠技能伝承、ヒューマンインザループの変革が進む。
- ・ 次に、製造工程へ AI エージェントを導入し、各工程のタスクを解決するとともに、他の工程と分散処理的に連携が可能となる。
- ・ さらには、企業やサプライチェーンを自律的な制御を行うマルチ AI エージェントを導入し、災害や新規技術の導入等製造リスクを回避するとともに、CO2 削減やサーキュラーエコミーに貢献する。

## <検討の視点と範囲>

生成 AI による社会受容性のあるサステナブルなエンジニアリングを実現し、日本の産業競争力強化を図るために、以下 3 つのワーキンググループ（WG）を設置し検討を進めている。

WG1 : 自律 AI エージェント WG	<p>新技術を短時間で導入し、高品質かつ魅力のある製品の生産性向上を目的に、設計、製造、出荷等の工程に AI エージェントが導入され、マルチ AI エージェントが自律的にコントロール</p> <p>1) スマートファクトリーで想定されるエージェント AI の標準規格とテストベッド構築検討、AI の安全性評価及び指標</p> <p>2) サプライチェーン、エンジニアリングチェーン上流下流も適用・連携、国との連携では CN/CE への波及効果狙う。</p>
WG2 : フィジカル空間融合技術 WG	<p>言語モデルを始めとし、ものづくりの有効で日本独自の人と AI のインターフェイスを実現する基盤モデルを検討</p> <p>1) 話す、書く(言語、記号)、示す(ジェスチャー、遠隔動作、物理モデル)等の新規モーダルの検討</p> <p>2) マルチモーダル化を含む現場への実装技術やメタバース等アウトプット技術の検討</p> <p>3) 日本が強みを持つフィジカル空間技術であるロボティクスとの融合技術 (Human-Machine(AI))</p>
WG3 : ELSI・RRI WG	<p>生成 AI の急激な進展と普及に伴う倫理・法的・社会的課題や責任ある研究・イノベーションについて検討。</p> <p>1) 将来像ならびに想定する課題の検討、その測定手法の探求</p> <p>2) 人文・社会科学系人材との連携による生成 AI 時代の人材像ならびに人材育成</p>

## <産業競争力強化のための提言および施策>

生成 AI、AI エージェントの普及によるエンジニアリング及びサプライチェーンの変革において、日本の産業競争力を強化するためには、現状の課題と新たに創生される「価値」を具体的に示し、実現するための施策を提示するが必須となる。そのため、以下の議論ポイントを基に深堀し提言へ繋げる。

- ◆ AI 導入による、日本としての「価値」の明確化と新規価値創出
- ◆ ヒューマンインザループにおける AI と人の役割、人と AI/ロボットの協働
- ◆ AI 導入における段階的な検証アプローチ

特に、以下の方向性において、施策を具体的に検討し、提言の最終報告書に向け、今後まとめていく。

### 1. WG1 : 自律 AI エージェント

#### ● **マルチ AI エージェントのエコシステムの構築**

協調・競争領域の設計、インセンティブの設計（エコシステムへの参入、データの提供）、マルチ AI エージェントの世界における安全性・信頼性について具体的な議論を深め、官のエコシステムへのコミット、技術開発支援、標準化・ガイドライン策定、制度・規制整備、既存データプラットフォームとの連携。

#### ● **データ連携基盤、AI エージェント連携基盤の整備と利活用促進**

クロスインダストリーのサプライチェーンまで想定しマルチ AI エージェントにおけるデータ基盤及び、AI エージェント連携基盤について、トラスト基盤づくりから推進。ウラノス、産業データスペースと連携。

#### ● **共創の場（実証、テストベッド構築）の整備**

データ取得（対象、コスト感）、安全性・信頼性の検証、価値を実際にテストしユースケースを示せる共有の実証の場を官民で導入し、実証及びショーケース化し現場の生成 AI 導入促進。

- **サステナブルな実行環境開発**

マルチ AI エージェント時代の計算技術・基盤の方向性（計算量、電力、コストの低減）を示し、生成 AI の活用に関する低コスト化と高性能化の両立の研究開発と産業応用を通じて推進。

## 2. WG2：フィジカル空間融合技術

- **想定製造現場から各工程へ掘り下げ、工程の課題と生成 AI 導入のリファレンス構築**

日本の強みを活かせる対象の製造現場として ①航空機 & 建設、②少量多品種にフォーカスし、設計から製造、納品、保守・設備保全までの各工程の課題を整理し、生成 AI 導入モデルを検討。主に、産業競争力を強化するための生産性の向上、2030 年問題である人手不足解消に向け、国からの支援のもと産学官で取り組んでいく。

- **生産基盤技術に向けた人と AI の協創の課題や生成 AI の展開推進**

（1）熟練者の知識ベース化、（2）データ化されていない現場データ、（3）ヒューマンインザループ、について、スマート工場の導入・推進に積極的な企業や、国研が連携としたテストベッドの構築を行い、データ集約の環境整備、現場へ導入方法、設計手法などの定式化を推進し、協調領域を共有できるような仕組みを推進。

（4）中小企業への生成 AI 導入について、製造現場へのデジタル化や AI の導入への理解が進みつつある現状を踏まえ、現場への低コストでの導入方策、設計手法などの定式化の展開方策の策定や、製造現場への導入支援の施策が重要である。

- **AI 連携が導入された先進的な製造プロセスのリファレンス構築と実証**

生成 AI で設計、調達、製造と物流が最適化された製造プロセスの創出と段階的な導入について、共創の場などを官主導で導入し、具体的な取り組み例を策定。まずは製造リスクや魅力ある製品・性能が反映できる設計技術の導入、安定した生産量を保持したうえで製造効率化や工程変更を図る製造プロセス、人手不足が顕著になりつつある保守・設備保全への生成 AI の導入を図る。企業間の連携を図るうえで、小規模なプロジェクトやパイロットラインで試行錯誤を繰り返し、結果の説明性、信頼性や安全性を確認。ユーザーや認証機関と連携し、信頼性や安定性を確保するための合意形成を行う。

## 3. WG3：ELSI・RRI

- **より具体的な現場での活用シナリオとリスク・課題の明確化と対応策の実現**

（1）マルチ AI エージェントの信頼と安全性で差異化：後発ではない付加価値のある強みを具体化。高い信頼性、安全基準と、もしものときの対応を保證するテクノロジーの研究開発の促進。

（2）製造現場の信頼と納得（責任と仕事の置換）：現場の強さをポジティブに活かせるような、開発段階から「上流からの参加」や、責任のガイドラインの明確化。

（3）技能伝承の際のプライバシー等：知的財産の保護（職人の技術やノウハウが無断で使用されるリスク）、人格権の尊重（技術や作業プロセスが職人の個性や名前に紐づいている場合、適切に尊重）、収益分配の公平性（AI が技術を活用して利益を生み出した場合、職人がその恩恵を適切に受けられる）の保護。

- **実装を駆動するための提案（企業内 / All Japan）**

国研を核としたオープンイノベーション推進、ドイツ等を参考とした日本流のスキームの確立。

- **社会への AI 教育（透明性）の実践**

生成 AI の進化とともに人間も進化する可能性と顕在化するリスクや、生成 AI の仕組みや使い方、AI エージェントの使われ方を知る人材の育成や教育支援、及び、コミュニケーション活動。

## ＜最終報告書に向けた検討上の課題と展開＞

最終報告書に向けた検討上の課題と展開について以下に示す。

### 1. WG1：自律 AI エージェント

- AI エージェントによるエンジニアリング、サプライチェーン変革で競争力強化を実現するには、マルチ AI エージェントのエコシステムの構築に向けた、データ連携、AI エージェント連携基盤の整備・利活用の促進、形成に必要な技術や標準／ガイドライン等の開発、海外も含めた普及の後押し、実証実験、および実用へのスムーズな移行、制度・規制整備、既存の取組(ウラノス等)との融合など、多くの点で官主導により産官学が協調連携することが強く期待される。民間は、個別事業の競争力を高める技術の開発、新しい事業の開発などを担うことが必要である。
- 生成 AI、マルチ AI エージェント時代の計算基盤、計算技術の計算量、電力、利用コストの低減のための技術開発は今後サステナブルな社会へ大きく貢献する。技術開発の方向性は、マルチエージェントの世界におけるユースケースや活用形態の明確化とともに具体化する必要がある。

### 2. WG2：フィジカル空間融合技術

- ①航空機&建設、②少量多品種を対象とし、AI セーフティ・インスティテュート（AISI）における AI の安全性に関する評価手法や基準の検討・推進の状況を見極めつつ、スマート工場の導入・推進に積極的な企業や、国研が連携としたテストベッドの構築を行い、データ集約の環境整備、現場へ導入方法、設計手法などの定式化を推進し、協調領域を共有できるような仕組みを推進する。日本の産業競争力強化を大前提としつつ、2030 年問題である人手不足解消に取り組み、中小企業を含めたスマートファクトリー実現に向けた取り組みのモデルケースを策定する。各工程で生成 AI および AI 連携が導入されたことにより、製造の効率化、匠の技の伝承、企業の枠を超えた人的リソースの確保等、製造現場の課題を解決するとともに、未来志向で世界に誇る先進的な製造プロセスの価値の明確化やリファレンスモデルを構築し、協調領域として認知進めることが、国全体の取組みのマインドを前向きに大きく変えるために重要であり、世界に先駆けて進めていくためにも、官のリーダーシップのもとスピーディに進めていくことが必須である。

### 3. WG3：ELSI・RRI

- より具体的な現場での活用シナリオとリスク・課題の明確化と対応策の実現するために、共創の場を急ぎ設置し、生成 AI 導入、価値創出の評価検証とあわせて進めることが必要になる。
- 共創の場で、生成 AI の仕組みや使い方、AI エージェントの活用法、現場導入における DX を担う人材の育成や教育支援、及び、コミュニケーション活動を合わせて実践を進めることが肝要である。

上記について、次年度は、AI エージェントの製造現場への導入、マルチ AI エージェントのサプライチェーンへの導入に焦点を絞りながら、具体的なアクションプランとロードマップを示し具体的な提言としていく。

以上

## 【目次】

プロジェクトメンバー	.....	2
本文		
1. 緒言	.....	5
2. 検討の概要		
<自律 AI エージェント (WG1 担当) >	.....	7
<フィジカル空間融合技術 (WG2 担当) >	.....	14
<ELSI・RRI (WG3 担当) >	.....	20
3. 提言の方向性	.....	24
4. 活動状況	.....	28

## 【プロジェクトメンバー】

リーダー	穴井 宏和	富士通株式会社 富士通研究所 研究変革室 P R I . リサーチD	WG1 主査
COリーダー	藤澤 克樹	東京科学大学 総合研究院 デジタルツイン 研究ユニット 長・情報理工学院 数理・計算科学系教授	WG1 副主査
メンバー	梅田 裕平	富士通株式会社 富士通研究所 人工知能研究所 シニア リサーチD	
	三原 功雄	株式会社東芝 技術企画部 技術経営企画室 AI-CoE プロジェクト チームシニアマネジャー	
	宮辻 博文	日本電気株式会社 デジタルプラットフォーム・ビジネスユニット	
	比嘉 亮太	日本電気株式会社 グローバルイノベーション・ビジネスユニット	
	森永 聡	日本電気株式会社 グローバルイノベーション・ビジネスユニット	
	田口 進也	三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 AI 研究開発 センター 副センター長	
	小林 毅	三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 コネクテッドイ ンダストリーシステム技術部 インダストリアル IoT G グループ マネージャー	
	柏 宗孝	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 ロボティクス 技術部 部長	
	河野 幸弘	株式会社 IHI 高度情報マネジメント統括本部 技監	
	三浦 悟	鹿島建設株式会社 技術研究所 プリンシパル・リサーチ ヤー	
	山尾 創輔	富士通株式会社 富士通研究所 人工知能研究所	
	土屋 哲	富士通株式会社 Strategic Planning 本部 Strategy Development シニアディレクター	
	吉田 英司	富士通株式会社 富士通研究所 コンピューティング研究 所シニア PD	
	平谷 真智子	富士通株式会社 Digital Shifts DI Platform 事業部 室長	
	瀧澤 健	富士通株式会社 クロスインダストリーソリューション事業本 部 エグゼディレクター	
	三輪 真弘	富士通株式会社 富士通研究所 コンピューティング研究 所 シニアリサーチマネージャー	

村岡 浩太郎	株式会社本田技術研究所 先進技術研究所 エンジニア リングドメイン チーフエンジニア	
五十嵐 俊介	清水建設株式会社 技術研究所 ロボティクス研究センター - 計測・制御グループ 主任研究員	WG2 主査
影広 達彦	株式会社日立製作所 研究開発グループ デジタルサービス 研究統括本部 先端 AI イノベーションセンター 主管研究 究長	WG2 副主査
原 伸夫	パナソニックホールディングス株式会社 マニユファクチャリング イノベーション本部 MSC モノづくり DX 技術部 部長	WG2 副主査
梶 洋隆	トヨタ自動車株式会社 東富士研究所 未来創生センター R-フロンティア部 主査	
毬山利貞	三菱電機株式会社 AI 研究開発センター センター長	
白土 浩司	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 ロボティクス 技術部 知能ロボティクスG グループマネージャー	
加美 伸治	日本電気株式会社 グローバルイノベーション・ビジネスユニ ット	
杵田 竜太	日本電気株式会社 デジタルプラットフォーム・ビジネスユニ ット	
桂 右京	パナソニックホールディングス株式会社 技術部門 DX・ C P S本部 デジタル・AI 技術センター クラウド・エッジ ソリューション部 2課 主任技師	
田中 孝史	東京科学大学 総合研究院 デジタルツイン研究ユニット 特任専門員	
山田 茂史	富士通株式会社 富士通研究所 シニアP R I . R D	
今泉 延弘	富士通株式会社 富士通研究所 研究変革室 リサーチ D	
氷室 福	清水建設株式会社 技術研究所 ロボティクス研究センタ ー AI・データサイエンスグループ グループ長	
高本 尚彦	清水建設株式会社 技術研究所 企画部 主査	
木浦 寿朗	株式会社本田技術研究所 執行役員 ソリューションシス テム開発センター担当	
鈴木 彼方	富士通株式会社 富士通研究所 人工知能研究所 プリ ンシパルリサーチャー	
石野 智子	独立行政法人情報処理推進機構 デジタルアーキテク チャ・デザインセンター アーキテクチャ戦略企画部 特命担当 部長(産業戦略)	
横山 広美	東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機	WG3

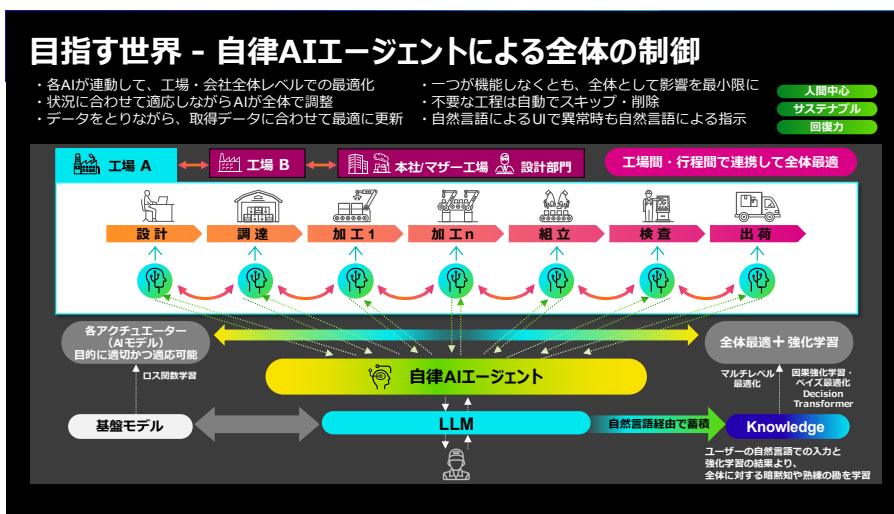


		構 副機構長 教授	主査
	林 達	ストックマーク株式会社 代表取締役 CEO	WG3
			副主査
	西野 信也	住友化学株式会社 デジタル革新部 部長	
	中尾 悠里	富士通株式会社 富士通研究所 人工知能研究所 シニアリサーチマネージャー	
担当実行委員	山口 登造	住友化学株式会社 常務執行役員	
担当実行委員	森山 善範	鹿島建設株式会社 執行役員 技師長	
担当実行委員	木津 雅文	トヨタ自動車株式会社 情報システム本部 情報通信企画部 部長	
担当実行委員	古屋 孝明	株式会社三菱総合研究所 常勤顧問	
担当実行委員	望月 康則	日本電気株式会社 NEC フェロー	
担当実行委員	水落 隆司	三菱電機株式会社 執行役員 開発本部	
担当実行委員	津田 宏	富士通株式会社 フェロー	
担当実行委員	谷 明人	JX 金属株式会社 常務執行役員 技術本部審議役	
担当実行委員	鈴木 教洋	日立総合計画研究所 取締役会長	
担当企画小委員	福山 満由美	株式会社日立製作所 研究開発グループ 技術戦略室 技術顧問	
担当企画小委員	佐藤 桂樹	トヨタ自動車株式会社 R-フロンティア部 担当部長	
担当企画小委員	今泉 延弘	富士通株式会社 富士通研究所 研究変革室 リサーチ D	
事務局長	山口 雅彦	一般社団法人産業競争力懇談会 (COCN) 事務局長	
副事務局長	武田 安司	一般社団法人産業競争力懇談会 (COCN) 副事務局長	
事務局長代理	金枝上 敦史	一般社団法人産業競争力懇談会 (COCN) 事務局長代理	
企画小委員	坂口 隆明	三菱電機株式会社 産業政策渉外室 担当部長	
企画小委員	鎌田 芳幸	株式会社東芝 経営企画部 政策渉外担当 統括部長 ゼネラルマネージャー	

(2025年1月30日時点)

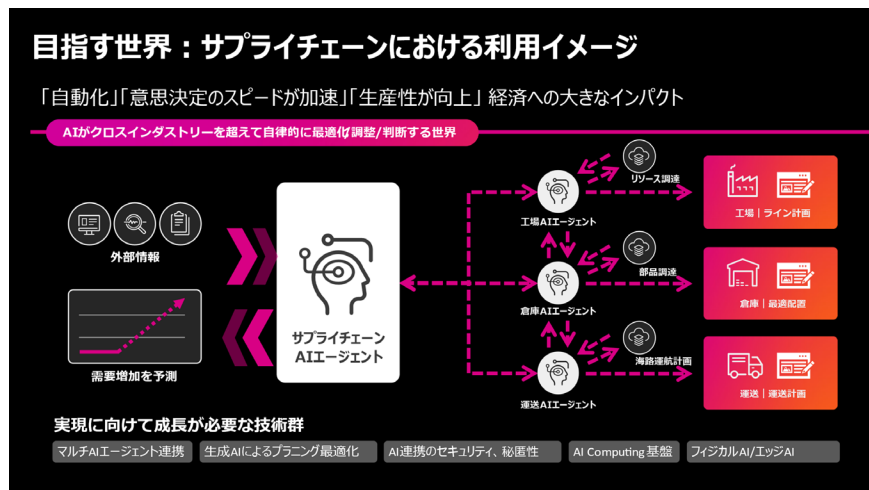
## 【1. 緒言】

ChatGPT の出現を契機に生成 AI や AI エージェントは驚異的なスピードで進化しており、文章作成から数学的処理などこれまで困難とされてきたホワイトカラーの業務において、新たなデジタルトランスフォーメーション（DX）の波を引き起こしている。この波はエンジニアリングや製造業にも広がり、従来の業務プロセスを大きく変革しようとしている。すでに生成 AI による文書資料などからの知識のデータベース化や AI エージェントによる設計案の作成などが進んでいるが、さらに現場のリアルな状況に適応したエンジニアリングチェーンの最適化を実現し、サプライチェーン全体を俯瞰したプロセス最適化をもたらすとされている。具体的には、AI エージェントが複数の企業にまたがる設計、製造、物流、販売の各工程を繋ぎ、全体最適化を実現する。



この全体最適化では、異なる企業間を含めた様々な工程でそれぞれ AI エージェントが活動し、それぞれの AI エージェントが情報共有や共同オペレーションなどの連携を行いながら社会全体として魅力的な製品の開発・高度な技術を必要とする製造プロセスの創出を可能にする。全体最適の実現によって、物流における共同配送やドライバー・トラックの融通などの自律的な調整による人材不足への対策やトラック・燃料などの資源の効率化、非競争領域の共同ライン化の自律的調整による人員不足や原材料消費の効率化、災害時の食品原材料の融通と共同運送の自律調整による生産力低下の低減・復旧の迅速化といった環境変化や不測のトラブルに対して迅速に機能回復できる強靱でサステナブルなサプライチェーンマネジメントを実現する。

さらに、人口減少が進む日本では、熟練者と若い世代が AI を通じて新たな共創を実現することで、技能伝

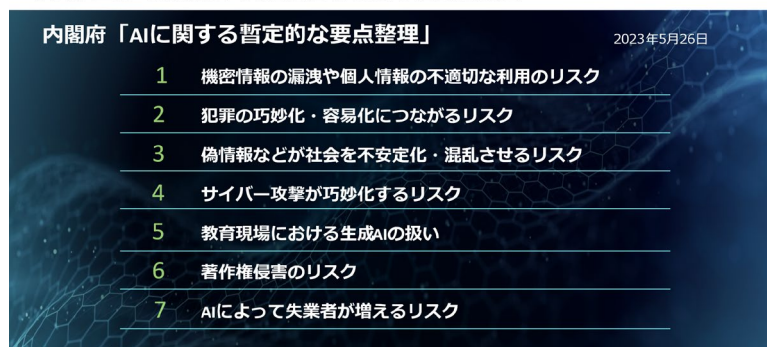


承の課題を解決し、産業競争力の向上が期待される。具体的には、熟練者と非熟練者の違いを AI 評価し、技能の数値化と可視化や作業ログ・文章の資料の解析による熟練者のナレッジのデータベース化、AR（拡張現実）による現場における技能継承の支援など、人材不足が進むなかで日本の競争力の強みを最大限維持・活用につながっていくと考えられる。

一方で、生成 AI における倫理、セキュリティリスク、規制の必要性については、世界中で活発に議論されている。技能伝承や属人化の排除によって AI に仕事を奪われるという懸念も根強く、生成 AI の出力結果におけるハルシネーション（幻覚）といった安全性の課題も無視できない。また、熟練者など個人のデータを取得することになるため、プライバシーの保護の問題も懸念される。サプライチェーンの最適化には、クロスインダストリでのデータ連携が必須であり、実行環境のセキュリティやグローバルな視点でのデータガバナンスも求められる。また、AI による自動化が進む中で、人間の役割を再定義し、技能伝承の新しい形を模索することも重要である。

## 生成AI時代のリスク

リスク正しく認識し、実証を通して広く社会に浸透



このように、生成 AI は製造業に新たな可能性をもたらし、従来のエンジニアリングプロセスを根本から変革する力を持つ。日本の強みである現場力や品質の向上に資する生成 AI の基盤技術を強化し、倫理的側面・データガバナンス・セキュリティ対策を徹底した AI エージェントによるレジリエントでサステナブルなサプライチェーンを実現することで、グローバルな競争力を高めることが可能である。その上で、現場での人と AI の新たな協働の在り方を実践的にデザインし、日本発のエンジニアリングの姿を世界に先駆けて実現することで、日本の産業競争力強化につながると考える。

本プロジェクトでは、以下の変革の方向性に沿って議論を進め、日本独自の勝ち筋の明確化とそのために必要な生成 AI 及び AI エージェント基盤や要素技術開発、及びルールメイキングやエコシステム構築に関する提言について検討を行った。

- ・ エンジニアリング領域に生成 AI を導入し、データになっていない現場データ、匠技能伝承、ヒューマンインザループの変革が進む。
- ・ 次に、製造工程へ AI エージェントを導入し、各工程のタスクを解決するとともに、他の工程と分散処理的に連携が可能となる。

さらには、企業やサプライチェーンを自律的な制御を行うマルチ AI エージェントを導入し、災害や新規技術の導入等製造リスクを回避するとともに、CO2 削減やサーキュラーエコノミーに貢献する。

## 【2. 検討の概要】

生成 AI による社会受容性のあるサステナブルなエンジニアリングを実現し、日本の産業競争力強化を図るために、以下 3 つのワーキンググループ（WG）を設置し検討を進めている。

WG1 : 自律 AI エージェント WG	<p>新技術を短時間で導入し、高品質かつ魅力のある製品の生産性向上を目的に、設計、製造、出荷等の工程に AI エージェントが導入され、マルチ AI エージェントが自律的にコントロール</p> <p>1) スマートファクトリーで想定されるエージェント AI の標準規格とテストベッド構築検討、AI の安全性評価及び指標</p> <p>2) サプライチェーン、エンジニアリングチェーン上流下流も適用・連携、国との連携では CN/CE への波及効果狙う。</p>
WG2 : フィジカル空間融合技術 WG	<p>言語モデルを始めとし、ものづくりの有効で日本独自の人と AI のインターフェイスを実現する基盤モデルを検討</p> <p>1) 話す、書く(言語、記号)、示す(ジェスチャー、遠隔動作、物理モデル)等の新規モーダルの検討</p> <p>2) マルチモーダル化を含む現場への実装技術やメタバース等アウトプット技術の検討</p> <p>3) 日本が強みを持つフィジカル空間技術であるロボティクスとの融合技術 (Human-Machine(AI))</p>
WG3 : ELSI ・ RRI WG	<p>生成 AI の急激な進展と普及に伴う倫理・法的・社会的課題や責任ある研究・イノベーションについて検討。</p> <p>1) 将来像ならびに想定する課題の検討、その測定手法の探求</p> <p>2) 人文・社会科学系人材との連携による生成 AI 時代の人材像ならびに人材育成</p>

### <自律 AI エージェント (WG1 担当) >

WG1 では、AI エージェントがエンジニアリングチェーンを変革し、連動したクロスインダストリーに渡るサプライチェーンも含めた全体最適へ向かう将来を見据え、自律エージェントの活用による創出価値の具体化と AI エージェントのエコシステムの構築に向け必要になる項目について議論を実施した。

### ○前提となる背景：生成 AI の進化

生成 AI の進化が進む中、AI の新たな潮流として AI エージェントは大きな注目を集めてきている。



LLM（大規模言語モデル）の進展は、生成能力の向上から推論や意思決定を支援する方向へも拡張され多種多様な応用が表れてきている。特に、マルチモーダル化や対象にフォーカスした基盤モデル（Visual Language model、ロボット基盤モデルなど）の発展、さらにサイエンスにおける推論に強みをもつモデル（例えば、DeepMind AlphaGeometry や OpenAI o1）など、高度かつ専門的な能力を有するモデルの進展が著しい。これらの動きが複雑なタスクへの適応を促進しているが、さらに、この LLM の進化が、AI エージェントの機能を支える重要な基盤技術として位置づけられ、AI エージェントの実現と能力高度化を可能としている。

AI エージェントは、単一のタスク作業のみならず、同じドメインで複数の作業領域に及ぶタスクや、異なるドメイン間のタスクを統合して対応することも対応できる。（クロスドメインの例：旅行計画を立案するエージェントは、宿泊予約、交通予約、食事・観光計画の全体を立案）

さらに、マルチ AI エージェントは、複雑な課題に対して、複数の AI エージェントが分散・協調し解決する。個々のエージェントが相互作用することで、単一のエージェントでは対処しきれない複雑なタスクの効率的な分散処理を実現する点にある。マルチエージェントの利点として、各エージェントが役割を分担することでタスクの完了速度を向上、環境変化に応じてエージェント間で調整しリソースを再配分可能、タスク間の優先順位調整や複雑な手続きの連携を可能にするなど挙げられる。こういった性質からエンジニアリング及びサプライチェーンの高度化を推し進める基盤となる技術である。

項目	Single-Agent System	Multi-Agent System
主な特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 独立性：他のエージェントに依存せず自律的に動作する</li> <li>- 単純性：設計、実装、管理が単一の目的に集中するため容易</li> <li>- 専門性：特定のタスクを効率的に遂行するように特化されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 協調性：複数のエージェントが相互に協力して複雑なタスクを遂行する</li> <li>- 柔軟性：多様で変化する環境にも対応できる</li> <li>- 拡張性：エージェントを追加することでより大きなタスクや負荷に対応できる</li> </ul>
利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 開発の容易さ：統合する要素が少ないため、迅速に開発・導入できる</li> <li>- コスト効率：マルチエージェントシステムに比べて計算資源やリソースが少なく済む</li> <li>- 集中した性能：特定の明確なタスクで高い性能を発揮する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 堅牢性：分散構造により信頼性が高く、障害にも強い</li> <li>- 複雑な問題解決：単一エージェントでは対応できない問題に有効</li> <li>- 適応学習：相互作用や経験から学び、適応できる</li> </ul>
用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>- チャットボット：顧客サポートや問い合わせ対応</li> <li>- ロボット工学：掃除や製造業における部品組み立て</li> <li>- 自律走行車：リアルタイムでの意思決定と移動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- スマートグリッド：エネルギーの分配と消費の管理</li> <li>- 交通管理：交通の流れを最適化し渋滞を軽減</li> <li>- 医療：病院での患者ケアやリソース配分の調整</li> </ul>

Single-Agent vs Multi-Agent AI Comparison (Integrail)The Future of AI: Single Agent or Multi-Agent - How Should I Choose? (Microsoft AI Platform Blog) から抜粋

2024 年の前半から、この分野における OpenAI・Microsoft、Google、Meta、Anthropic 等のビッグテックがこぞって AI エージェントをリリース初め、国内でも大手、スタートアップ含めその動きは進んでいる。AI エージェントの市場規模の予測は、2024 年の 51 億米ドルから 2030 年には 471 億米ドルに成長し、2024 年～2030 年の CAGR は 44.8%と予測（[Markets & Markets](#)）、2023 年に 38 億 6,000 万米ドルと評価され、2024 年から 2030 年にかけて CAGR 45.1%で成長すると予想（[Grand View Research](#)）されている。

急激に進化すると考えられる AI エージェントを活用してどのようなユースケース、価値を実現していくのかについて



てロードマップ等ははまだ具体的に示されているものはほとんどない。より具体的な形で示していくには、具体的なドメインをフォーカスし明確化していくことが求められる。

また、AI エージェントの世界が進展すると、「マシンワーカー」や「マシンカスタマー」といった AI エージェントの新たな役割が社会に登場する可能性も議論されている（Machine Customers Are a Trillion-Dollar Opportunity, Gartner）。これはエージェントの経済圏と呼べるものであり、その可能性や形成・発展のために必要なことを明確にしていくことが必要である。

## ○自律 AI エージェントの導入による価値創出と課題

エンジニアリングチェーン、そして連動したサプライチェーンに AI エージェントが導入することで期待される価値創出について明確化に向け、AI エージェントの適用・エコシステムを考えていく上での論点として以下の 4 つのカテゴリを示した。

<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>自律AIエージェントの機能</b></li><li>● AIの自律性の範囲・機能</li><li>● 実現するためのエージェントのアーキテクチャ、プロトコル</li><li>● AIエージェントのトラスト：ハルシネーション、倫理、品質、保証、ガードレールの保証</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>データ&amp;セキュリティ</b></li><li>● 転送データの内容・仕様、転送・保存方式</li><li>● データセキュリティ：データ暗号化、保存場所、秘匿データと共有データの取り扱い基盤</li><li>● セキュリティを確保したAI：秘密計算、連合学習など</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>AIエージェントの連携</b></li><li>● 全体で最適にする連携アーキ(集中、分散、階層)</li><li>● 連携による価値創出の機能(全体最適、レジリエンス、アダプタビリティ、公平性等)</li><li>● 信頼ある分散協調(悪質、異質なAI連携対応)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>計算基盤(大規模マルチエージェント向け)</b></li><li>● 基盤構成(統合基盤、分散、個別基盤)</li><li>● 計算アーキテクチャー(CPU、GPU、エッジ、量子、ハイブリッド)と高性能計算技術</li></ul>

その上で、エンジニアリングでの自律 AI エージェントの有効なユースケースの議論を行い、またトラストでサステナブルなサプライチェーンを実現するためのマルチ AI エージェントのエコシステムの構築に必要な項目、在り方について議論を進めた。

### 1. 生成 AI・AI エージェントによる技能伝承

生成 AI の活用によるエンジニアリングプロセスにおける価値創出と課題については、WG 2 おいて議論を進めたが、ここでは、AI エージェントの観点でフォーカスした際に、特に効果が期待できそうな項目として、技能伝承に着目し、現状の事例から課題を整理し、AI エージェントによる変革の進め方について議論した。

AI への技能伝承の重要性については、以下のような背景のもと現場でも喫緊の課題との認識が強い。

- ・ 製造業で、75% 以上の企業が人材確保を必要としており、特に技能人材の確保が事業活動を存続する上で必要不可欠
- ・ 熟練者不足への対応や一定の品質レベルを属人的ではなく確保するために、若手作業員への技能伝承と共に、遠隔指示・操作の実現やロボット等（AI エージェント）による自動化が不可欠

そのため、これまでも AI を活用した技能伝承への取組についても多くなされてきている。例えば、以下のような事例である。

- 金型磨きの熟練者と非熟練者の違いを AI 評価（指の動きを画像処理で計測、技能の数値化と可視化）
- 金属加工プログラム作成時における熟練者の頭の中をプロセス化（入出力、ツール、考え方、根拠なども抽出）
- 技能者の動きの定量化による熟練作業者と初心者の自動判別
- 現場における技能継承を AR（拡張現実）で支援

こうした事例に共通して、課題となっている点が大きく2つで顕在化している。

- リアルな状況のデジタル化（物理現象をデジタル化できるかどうか、人が感じている物理現象をデジタル表現できるかどうか）が鍵となり、マルチモーダルデータの学習が重要
- 必要な物理量やセンサー情報の明確化。熟練者の動作映像と共に注意点や状況判断を記録し、AI が暗黙知を引き出す戦略が必要

これらの課題に対して、LLM 及び AI エージェント化という切り口での対応によって、技能伝承が大きく変わりうると期待される。例えば、溶接作業を例に適用の方向性を検討した。これまでの AI 活用を試行しつつ、幾つかのセンサー情報を利用してきているが十分でない事例である（他に加工、塗装、歪み取りなど多くの熟練作業で同様技能伝承ニーズあり）。

①技能伝承に必要な物理量（センサ情報）の明確化やその取得方法の実現が課題である。

②作業中の動作映像と共に、その時の作業上の留意点や状況判断などについて熟練者が語った内容などの情報もセンサ情報を補完する意味で有効ではないか。


⇒ **AIエージェント／マルチモーダルLLMなどの活用**

③熟練者との対話等で暗黙知を知識グラフ化しながら、粒度が粗い部分や不足している部分を追加質問等で補ったり、場合分けなどを考慮しながら、うまく暗黙知を引き出して知識を体系化していくことが大切である。

⇒ **AIエージェントによる暗黙知の聞き出し戦略立案・実践**

④技能伝承の効率化も重要である。

⇒ **物理モデル、世界モデル、デジタルツインを活用したAIエージェントの学習**



カメラ（視界データ、溶融池挙動）

マイク

モーションキャプチャー

大まかにはこうした方向性の妥当性はあるものの、やより具体的な実施形態やターゲット、実現技術の具体化が必須である。

また、熟練者が自分の技能を AI に教えるモチベーションとコストについては注意深く検討すべきである。現場の人材不足の危機感のニーズはあるが、教える側のインセンティブと手間をどのようにデザインしていくかがそもそも実現の鍵である。熟練者のナレッジを円滑に言語化する仕掛け（伝えやすさ、手間軽減）が重要になる。さらなる議論が必要ではあるが、興味深い指摘として、熟練者が技能を AI エージェントに教えることができれば、その AI エージェントがエコシステムの中で売買され、報酬が得られるということも実現可能となるような仕組みも期待できる。「マシンワーカー」や「マシンカスタマー」といった新たな役割が登場した世界では、これがナレッジの提供、形式知かのインセンティブとなりうる可能性もある。

## 2. マルチ AI エージェントのエコシステムの形成

気候変動、パンデミック、地政学的な緊張が社会に及ぼす影響を無視できなくなる中、サプライチェーンにおいては、業種や組織の垣根を越えたレジリエントなシステムをどう作るかが喫緊の課題である。マルチ AI エージェントによって、協調と競争を両立した高度な企業間連携を実現し、災害やパンデミックなどに対する迅速な回復や、人材不足・資源枯渇という共通課題を解決するレジリエントなサプライチェーンを実現が期待される。それにより以下のような価値創出される。

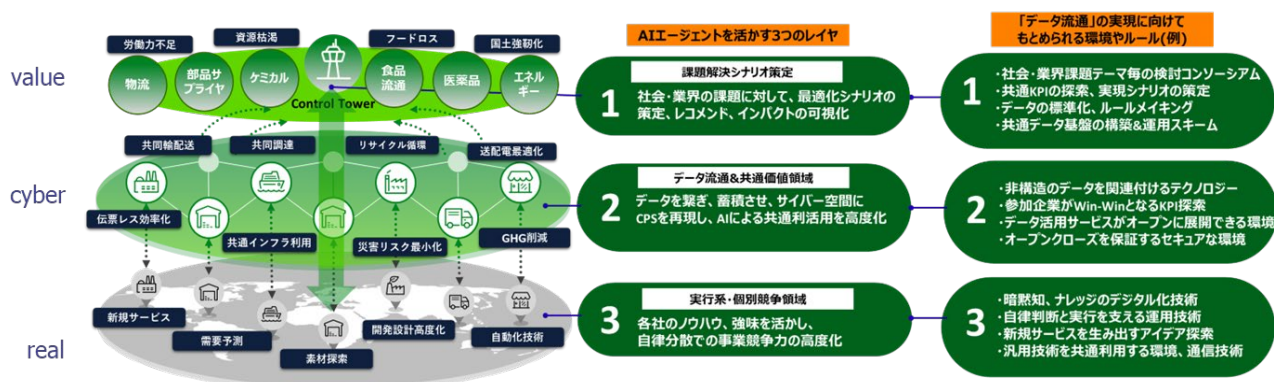
- 社会：人材不足・資源枯渇という課題を解決し、協調領域での共同オペレーション化、リソースの最適配分を実現させ、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーの観点も考慮したサステナブルなサプライチェーンを実現
- 企業：環境変化や不測のトラブルに対し他社の協力も得て迅速に機能回復できる強靱な SCM を実現、経済的損失の最小化

具体的には、以下のようなシーンが想定される。

- 物流における共同配送（別会社トラックに搭載）やドライバー・トラックの融通などの自律的な調整による人材不足への対策やトラック・燃料などの資源の効率化
- 医薬品業界でのジェネリック品など非特許品の生産委託（共同ライン化）の自律的調整による人員不足や原材料消費の効率化
- 災害時の食品原材料の融通と共同運送の自律調整による、生産力低下の低減・復旧の迅速化

WG1 では、このようなサプライチェーン AI エージェントが実現され経済的・社会的価値を提供する世界が実現するために必要となる AI エージェントのエコシステムの構築にむけ昼用な項目や要件について議論した。

AI エージェントによる価値創出：AI エージェントの活用については、以下の 3 つのレイヤーで考えることができる。社会・業界の全体最適化から自律分散での現場最適化を両立させ、産業の活性化を図る。そのための、ベースとなる「データの流通」が必須であり、さらに AI エージェントの連携もトラストに実施できるデータ基盤・AI 連携基盤を官民越えた視点での環境整備・ルールメイキングが求められる。



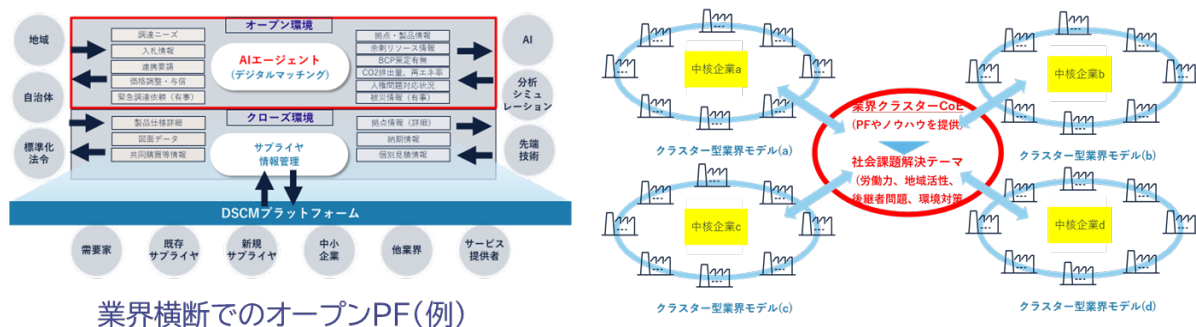
さらに、そこでは、

- エージェントやその機能・サービスが商材として取引されている
- エージェント自体が調達や販売、借金や融資などの取引を担っている
- それらに必要な、計算基盤や市場基盤、AI 身元保証サービスなどが提供されている



というような有機的な経済活動のエコシステムとなっていると考えられる。(エージェント経済圏≡ Business of the agents, by the agents, for the agents)

エコシステムを形作っていく上で整備すべき機能や構築の進め方についても検討した。以下のような業界横断でのオープンな基盤が示されたが、協調領域・共創領域の明確化とあわせてさらにあるべき姿の具体化へと進める必要がある。また、サプライチェーンにも、リーダー主導のクローズ型サプライチェーン、不特定多数企業が関与するオープン型サプライチェーンがあり、形成の段取りとして、業界クラスターモデルを、CoE として伝播していくとともに、共通の項目から業界全体課題解決・最適化に取り組んでいくような進め方も重要である。



エコシステム参入、データ共有へのインセンティブの設計：エコシステムの成功には参加するインセンティブ、データ共有のインセンティブ設計は中心課題となる。そのためには官が大きな役割を果たすことができるし果たすべきであると期待する。施策の方向性としては以下が考えられる。

- 資金調達支援、税制優遇、規制緩和、一部コストの公的負担
- 政府機関自身がプレイヤーとなる（当該経済圏で積極的に調達を行う、標準に準拠するなど）
- データ提供側に十分な収益化の機会や他のリソースへのアクセス権限を与える

実証実験の必要性と実施の課題：必要性は言うまでもないが、実施にむけては、段階的に官のイニシアティブが有効であると考えられる。

- 小規模から段階的な実施が必要で、スモールでリファレンス事例を作成し仲間づくり促進
- 官が主導して実施することが、特に日本では、企業の参加を促進
- 規制緩和の必要性：大規模実験の実施時、下請法などの規制緩和が必要なケースあり

AIエージェントによるサプライチェーンマネジメント（SCM）：サプライチェーンにフォーカスしてAIエージェントに求められる要件と活用シナリオについての検討が重要である。

<AIエージェントによる SCM の要件>

- 各社で構成されるサプライチェーン全体が、複数の価値指標（費用削減、CO2削減、エネルギー削減、CF削減、需給バランスなど）を全体最適にする。【社会課題解決】
- 価値の流れの変更も容易な構成であり、天候、災害、需要、供給や構成要員の変化等の状況変化や外乱に対して頑強である。【安定性、顧客要求への柔軟な対応】
- 中小企業などの外部からの新規参入も容易で、それを許容するオープンな構成であり、提供価値の発

展性がある。【日本の強み（中小企業の技術力、匠の技）の活用】

- ・ 価値観や提供機能が異なる多様な構成要員で、上述の機能の実現を、各構成要員を満足させつつ、提供価値の多様性をもつ。【非定型作業／個別受注等への柔軟な対応】
- ・ サプライチェーン全体の意思決定に調停機能がある。【公平性の確保、全体最適視点】

さらに、マルチ AI エージェントの活用において留意すべき点は以下である。

- ・ 多様な／新規の構成要員（各社／業務プロセス）の特長、仕様、状況等を、構成要員を代表する各 AI エージェントが相互認識し、交渉を通じて自律分散的に全体最適を達成する。
- ・ 代表的な業務手順を理解した標準 AI エージェントを提供し、それに構成要員の価値観や競争領域機能を付加（あるいは個別 AI と連携）することで、新規参入企業の負担低減や一定品質のレベル確保をする。
- ・ ビックテックにログインされない日本独自の柔軟な計算基盤上で動作する AI エージェントを相互利用することで、スケーラブルで大規模な社会課題／業務範囲にも対応する。

### 3. データ連携基盤

上記 2. の実現に向けてデータ基盤を整備・活用促進するためには以下が重要な点と考える。

- ・ 産業データスペースの信頼性・相互運用性の大前提のトラスト基盤の構築に向けた環境整備が急務。
- ・ データ基盤に加えて、トラストな AI（エージェント）連携基盤も必須。
- ・ 既存のデータ連携システム（ウラノス・エコシステム、DATA-EX）を官・民で活用し加速・拡充。日本としてのトラスト基盤を持ち、自らの真正性を国内で証明する。それによりクロスボーダー、ウラノスエコシステムデータ連携・利活用の支障を解消することが競争力強化に肝要（⇒ウラノス・エコシステムをトラスト基盤と連携させ国際的な信頼性・相互運用性を付加）
- ・ 民間と IPA、経産省、デジタル庁、経団連などとの連携を図る

### 4. 共創の場（実証、テストベッド構築）

上記 2. の実現に向けて、データ取得（対象、コスト感）、安全性・信頼性の検証、価値を実際にテストユースケースを示せることがエコシステムへの巻き込みや仲間づくりに有効である。

### 5. 実行環境

マルチ AI エージェント時代の計算技術・基盤の方向性（計算量、電力、コストの低減）の検討は、ユースケースの具体化とともに欠かせない。DeepSeek のような低コストの基盤モデル構築を追求することや、生成 AI の活用に関する低コスト化と高性能化の両立の研究開発と産業応用も必要と考える。

### ○政策提言に向けて

官民の役割分担：官に期待する役割分担について以下に整理する。

- ・ エージェント経済圏を形成・発展させることの強いコミット（→ネットワーク外部性の突破）
- ・ 経済圏形成に必要な技術や標準／ガイドライン等の開発、海外も含めた普及の後押し

- ・ エージェント経済圏の大規模実証実験、および実用へのスムーズな移行
- ・ 制度・規制整備（AI 法人、AI 認定など）、既存の取組（DATA-EX やウラノス等）との融合
- ・ 民間は、個別事業の競争力を高める技術の開発、新しい事業の開発などを担う

以上の議論は、さらに論点ごとの議論をさらに深め整理も必要であり、エンジニアリングプロセスとそのサプライチェーンを軸にして、より具体化・明確化していく必要がある。

### <フィジカル空間融合技術（WG 2 担当）>

生産現場の各工程や業務に対し生成 AI を活用するために課題となる事項や対策についての議論のための論点は以下の表のとおり整理される。

論点	内容
設計プロセスの変革と全体最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MBSE(モデルベースシステムエンジニアリング)：生成AIによる設計データの活用、MBD・CAE・生成AIによる最適デザイン生成、</li> <li>・ 物理モデルを学ぶ基盤モデル</li> <li>・ 上記及び検証・生産を含めた全体プロセスのAIエージェントによる自動化と全体最適</li> </ul>
リアルとの融合（エッジ、ロボット）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エッジやロボットとの融合、実験プロセスや生産プロセスにおけるロボットも含めた全体プロセスの自動化</li> </ul>
基盤モデルの在り方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ マルチモーダル化、領域特化型、物理モデル学習や制御の生成、World model、日本語データの充実、データ共有の促進、国による継続的支援の必要性</li> </ul>
ナレッジマネジメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 暗黙知・経験値の蓄積と利活用、設計データ・ドキュメント利活用、データ共有の促進、俗人化の打破、新たな働き方の創出</li> </ul>
人・AI・現場の接点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現場への実装における信頼・安全性、リスク管理、倫理課題、人・AI・リアルの接点のデザイン・協働の仕方とウェルビーイング、働き方の変化</li> </ul>
生成AIの勝ち筋	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本企業はサイバーとフィジカルの融合で後発であることを利点として捉え、難しい領域への挑戦、AI中心主義への転換</li> </ul>

エンジニアリングにおける生成 AI によって解決が期待できる課題は以下の表に整理したように多岐にわたる。競争力を強化できるポイントの絞り込みとその具体化・詳細化が必須である。

項目	生成AIによる解決が期待される課題
労働災害撲滅	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コンピュータビジョン技術と生成AIを組み合わせることで、人の混在による事故のような、人の行動に起因する労働災害の撲滅に期待。</li> </ul>
コミュニケーションの改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人と人、人と物とのコミュニケーションを生成AIによって改善し、言語化による知識化を進める。</li> </ul>
リスク要因の把握と予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生成AIを用いて、カメラ映像などのデータから現場の状況を正しく理解し、様々なリスク要因を抽出・予測することで、事故やミスの発生を未然に防ぐ。</li> </ul>
設計プロセスの効率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設現場において、顧客とのイメージ共有や見積もり作成、図面検査、工程計画などを生成AIで自動化・効率化することに期待。</li> </ul>
ロボット技術との融合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生成AIとロボット技術の融合によって、多様な作業に順応できるロボットの実現、ひいては現場の自動化・機械化に期待。</li> </ul>
業務効率化・多言語対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生成AIを活用した秘書機能やドキュメント整理、翻訳、セキュリティ管理などの業務効率化、多言語対応。</li> </ul>
製造現場における問題解決	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 最適な輸送ルート計画とリアルタイムでのスケジュール調整。</li> <li>・ 異常事態（天候、交通渋滞など）に対する柔軟な対応。</li> </ul>
新製品開発の迅速化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新製品の開発や仕様変更に際し、生成AIを活用することで製造ラインの設計やロボット動作計画などを自動化し、市場投入までの時間を短縮。</li> </ul>
データに基づかない判断の活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ データが少ない状況でも人が行っている判断を生成AIで学習し、活用することで、日本の強みを生かせる。熟練者不足の中で、人とAIが協調して改善案を出し合うような活用。</li> </ul>
熟練者ノウハウの継承	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熟練者のノウハウを生成AIによって継承することで、人手不足の解消に貢献。</li> </ul>
中小企業への展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 言語で対話できる生成AIを中小企業にも展開し、日本の製造業全体の底上げを図る。</li> </ul>

WG 2 では、この整理に基づいて競争力を強化できるポイントの絞り込みと具体化を進めるべく、以下の 3 つを議論の方向性の軸とした：

**(1) 想定製造現場から各工程へ掘り下げ、工程の課題と生成 AI の導入**

生成 AI を導入すべき現場として相応しい現場はどのような領域であるか、どのような解決すべき課題があるのかを議論した。さらに海外の現場事例などを共有し、好事例として相互利用できないか検討。

**(2) 生産基盤技術に向けた人と AI の協創の課題や生成 AI の展開**

実際の生産現場へ AI を適用するに当たっての課題について以下の 4 点で議論。

- ① 熟練者の知識ベース化、②データ化されていないデータ、③ヒューマンインザループ、④中小企業への生成 AI 導入

**(3) AI 連携が導入された先進的な製造プロセス**

AI によって設計、調達、製造、物流が最適された製造プロセスをどのように製造プロセスを変革するのか、どのような期待ができるのか議論した。

**○ (1) 想定製造現場から各工程へ掘り下げ、工程の課題と生成 AI の導入**

日本の強みをさらに競争力として強化できると考えらえる想定する製造工場～製造現場として、以下の 2 つに着目すべきであると考える。

◆ **設計、製造/施工、納品まで一気通貫で検討可能。各工程で人の作業に寄るところが多い**

- ◆ **航空機産業：**月の製造台数が少なく、かつ十分な受注がある航空機産業を対象にすることを提案。リアルタイムマネジメント可能な CPS 導入の改善効果が見えやすく、デジタル化が進み AI の導入も積極的に行われているため生成 AI を受け入れやすい環境である（例：ボーイング社のスマート工場化）。機内作業の特殊性についても言及。サプライチェーンでは航空機の部品産業にも波及できる。
- ◆ **建設業：**建設現場は労働集約型で、職人による手作業が多く、デジタル化が遅れていることが指摘。現場ごとに異なる特殊な作業が多く、深い下請け構造になっていること、高齢化や労働者不足といった課題も挙げられている。設計における顧客とのイメージ共有、工事計画の最適化が課題である。

事例：建設生産性の飛躍的向上策：



「工事現場の工場化」を掲げ、建設機械の自動運転技術と施工/作業計画の最適化技術で構成される自動化施工システムを開発し、ダム工事を中心に実工事に適用。

現場の工場化を実現するため、従来の作業のやり方を変革：

- 例えば、作業を分解、定型化してその組合せで一連の自動化作業を構成。これによって、現場進捗に応じて作業を変えることが可能となり、作業の歩掛りが安定的に決まる。製造工場と同様な最適スケジュールリングでの生産が自動運転によって実現。
- 課題：現時点では適用できる工種が限られている。ある程度、歩掛りが安定させられる（標準化）作業でなければ最適計画通りに実施することができないから。
- 対象の材質が工事進捗によって大きく変化するとともに、そもそも不明確で複雑である（掘ってみないと分からない）ため、事前に作業を計画しきれない。
- 現状：職人さんは作業をしつつ、都度判断して次の動作を決める。
- ⇒様々な状況を計測、認識し、作業ルールに基づいて合理的に判断するという仕組みを、AI エージェントに期待。

#### ◆数多くの日本の製造業が取り組んでいる少量多品種の製造現場

- PC、家電、自動車、などで導入が進展している多品種少量生産は、顧客のニーズの多様化に合わせた生産が可能となるうえ在庫も抑えることができるためメリットが大きい。「カスタマイゼーション」を実現し競争力を高める方式として、国内では多品種少量生産へといち早くシフトしてきている現場が多い。データの利活用がその実現の鍵であり、生成 AI・AI エージェントをフル活用した先進の多品種少量生産方式の先駆けての確立が望まれる。
- 現場可視化と現場最適化のためのシステムが導入されているものの、多品種少量生産であるが故の課題も存在している。工程変更時のアノテーションの自動化、熟練者によるトラブル対応や初心者支援、工場ごとの改善事例の横展開、生産計画の最適化、データ不足の中で人が行っている判断を AI に学習させる方法、現場の個別判断のアノテーションをいかにうまく行うかが課題。

これにより提言の方向性としては、以下が想定され、日本の産業競争力を強化する上で、国からの支援が期待される分野であると想定される。

- 航空機産業、建設、インフラ等のように、オーダーメイドで顧客に提供する製造分野が想定されるこの分野では、サプライチェーンやパートナー企業と複雑に連携をしながら、長期に渡る製造期間を、ヒト、モノ、カネの観点で、どのように効率化しながら、製造期間の短縮を図るかが重要で、サプライチェーンやパートナー企業とデータ連携を実施し、また、生成 AI を導入しながらロボティクスと連携をして、作業の効率化を図る必要がある。
- 少量多品種の製造分野では、魅力的な先端技術をいち早く導入しながら、臨機応変に製造工程を変える、または多品種を同時並行で製造ラインに導入するかがポイントとなり、これまで人手に頼ってきた製造ラインの変更を速やかに行うことができる AI 支援の導入や、多品種を同時並行で製造するためのロボティクスや AI の導入が期待される。



さらに、エンジニアリングにおける Lifecycle の保守・設備保全の産業分野も着目すべき領域であると考える。

- 2030 年問題に代表される人で不足が深刻であり、1 社だけでは運用が困難となることが予想される（例えば、発電プラントと周辺設備、鉄道車両と信号装置等）保守・設備保全に関連する企業がデータやノウハウを出し合い、人手不足を補う政策が必要となる。
- データ化されていない現場データの取得、データ連携基盤の構築、作業員のスキル均一化を行うための生成 AI の導入、メタバース等による現場支援について、国の支援を受け、積極的に取り組む必要がある。

## ○ (2) 生産基盤技術に向けた人と AI の協創の課題や生成 AI の展開

以下の 4 つの観点から、生産基盤技術として確立させていくことを見据えて、人と AI の協創の課題や生成 AI の展開についての議論をまとめる。

### ① 熟練者の知識ベース化

- 人口構造の変化による熟練者不足や人材流動化によって技術継承の難しさという課題がある。そういったノウハウや技能は全て文書化やマニュアル化されているわけではないため、熟練者から学んだ生成 AI エージェントを構築して形式知化し、技能継承に役立てていく必要があると考えられる。
- また、成功事例だけでなく失敗事例もデータとして学習することでより効果的な知識ベース化が可能になると考えられる。
- 一方で、ノウハウや技能といった情報は企業の競争力に関連していることが多いため、情報流出やセキュリティの面、適切な競争の確保についての難しさがある。企業間連携をどのように取っていくかが大きなカギともなるが、それを実現するためのテストベッドが必要。

### ② データ化されていないデータ

- 熟練者の知識や技能、暗黙知などはデータ化されておらず、そもそもデータ化することが困難な領域であると考えられている。作業手順、トラブルシューティングなど工程内における情報は文書化や数値化がされていないものが現実的には大量に存在している。
- さらに、過去の設備や装置、治具などの図面も断片的であったりするため情報不足なものもある。現場には沢山のデータ・情報が存在していると良く言われているが、実際には使える形にデータ化されていないものが多いため活用ができない。
- 作業中の画像やモーションデータなどのような既存の工程では取得されていないが、学習に使用するために必要な特有のデータなどがあるため、これまで取得されていないものも必要になってくると考えられる。
- 生成 AI を構築するために必要なデータとして現存するものだけでなく、将来的な技術の進歩により取得できるようになるものが出てくるだろうとの意見があった。
- AI に学習させるために必要な情報が何か、データ形式はどのようなものかなどプロトコルの策定やデータ収集やデータ蓄積の体制やシステムが必要である。

### ③ ヒューマンインザループ

- 人間の業務を支援し連携するために必要な AI はどのような業務と置き換えられるか、置換の可否の検討や対象を絞る必要があると考えられる。また、ヒューマンインザループを効果的に機能させるためには人間の側にも適切な知識やスキルが必要であるため。AI 技術のリテラシー向上の教育が重要である。

#### ④ 中小企業への生成 AI 導入

- 中小企業では設備投資のハードルが高く、生成 AI 活用、データ収集が進んでいない現状がある。
- ノウハウなど固有の技術を有している企業が多いため、AI などの活用により生産性向上、賃金向上につながる可能性がある一方で、技術流出などのリスクなどが懸念点として存在する。
- このようなリスクを低減する仕組みづくりをしながら、生成 AI 導入の支援が行えるエコシステムの構築が必要ではないかと考えられる。海外事例では国や自治体の支援、国研を中心としたエコシステムにより中小企業でもシステムの構築や先端技術の活用ができていた例が示された。

### ○ (3) AI 連携が導入された先進的な製造プロセス

製造業における AI 技術の導入は、競争力の向上や新たな価値創出に寄与する。特に、生成 AI の進展は製造プロセスの革新を促進する重要な要素となる。AI 連携による製造プロセスの効率化、品質向上、コスト削減を実現するための具体的なリファレンスを構築し、実証実験を通じてその効果を検証する必要がある。

生産プロセスにおいて生成 AI によって解決できると考えられる課題については以下表に示す。

プロセス	生成 AI による解決が期待される課題
企画	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場データや顧客のニーズを収集・分析し、新製品のコンセプトを生成</li> <li>顧客の声を自然言語処理で分析し、具体的な要件を抽出</li> </ul>
設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然言語による指示から設計案を自動生成</li> <li>デジタルツインを活用したシミュレーション設計</li> <li>熟練者の設計知識をデータベース化し、設計レビューを AI で支援</li> </ul>
調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の価格変動や需要データに基づく調達戦略の最適化</li> <li>サプライチェーンのリスク検知と最適化</li> </ul>
製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産ラインの動的最適化や自動化</li> <li>ロボットの動作計画や制御命令の自動生成</li> <li>異常検知や品質管理プロセスの AI による改善</li> </ul>
検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品の外観検査を画像認識で自動化</li> <li>データ解析を基にした不良品のパターン検出と原因特定</li> </ul>
保管	<ul style="list-style-type: none"> <li>倉庫内での在庫管理と配置の最適化</li> <li>需要予測に基づく動的な在庫補充計画の生成</li> </ul>
輸送	<ul style="list-style-type: none"> <li>最適な輸送ルート計画とリアルタイムでのスケジュール調整</li> <li>異常事態(天候、交通渋滞など)に対する柔軟な対応</li> </ul>

上記のような課題に対して各プロセスへの生成 AI の導入が進んでいくと、AI 導入による価値の創出として以下

にあげる点が見込まれる。

- ・ スループット向上：生産効率を高め、より多くの製品を短時間で生産。
- ・ コスト削減：無駄を省き、運用コストを低減。
- ・ クロスインダストリーのシェアリング：異業種間でのデータや知見の共有を促進。
- ・ リードタイム短縮：製品の市場投入までの時間を短縮。
- ・ サプライチェーンの頑健化：リスク管理を強化し、供給の安定性を向上。
- ・ フレキシビリティの向上：変化する市場ニーズに迅速に対応。

こうした価値創出を享受するためには、先端 AI を導入による高付加価値を創出できる先進的なプロセスを明確化していくことが急務であり、それによってこそ生成 AI 導入を円滑に進むと考えられる。その検討を進めていくには以下のような観点が重要となる。

- ◆ **導入時の人と AI の協創**をどうするかについては、下記の項目が重要と考える。
  - ・ 熟練者の知識ベース化：国研が中心となったテストベッドの構築やデータ集約の環境整備。
  - ・ データ化されていない現場データ：データのプロトコルや標準化。
  - ・ ヒューマンインザループ：現場への導入方法や設計手法の定式化。
  - ・ 中小企業への生成 AI 導入：導入支援とエコシステムの構築、データ取り出しの環境整備。
- ◆ **AI の価値の出し方**に関しては、相反する場合もあるため、バランスを取ることが重要である。分業化が進む中で、全体を見渡す視点が求められる。また、ヒューマンインザループの重要性があり、AI は人間の仕事を奪うのではなく、支援し、より高度な仕事に集中できるようサポートする必要がある。AI エージェントとの協働により、意思決定が変わり、AI の精度だけでなく、説明性や情報の正確性、理解容易性が重要となる。
- ◆ **実証に向けた導入**としては、段階的な検証アプローチが重要と考えられ、ミッションクリティカルな製造現場にいきなり AI を導入するのはリスクが大きいため、段階的なアプローチが重要である。小規模なプロジェクトやパイロットラインで試行錯誤を繰り返し、結果の説明性、信頼性、安全性を確認する必要がある。
- ◆ **設計プロセスの変革**としては、MBSE（モデルベースシステムエンジニアリング）や MBD・CAE を活用し、生成 AI による設計データの活用や最適デザイン生成を行う。全体プロセスの AI エージェントによる自動化と最適化を目指すべきである。
- ◆ **基盤モデル（ファンデーションモデル）の製造現場への適用**に向け、マルチモーダル化や領域特化型のモデル、物理モデル学習や制御の生成が求められている。また、日本語データの充実やデータ共有の促進、国による継続的支援が必要と考えられる。
- ◆ **ナレッジマネジメント**としては、暗黙知や経験値の蓄積と利活用、設計データ・ドキュメントの利活用、データ共有の促進が重要である。現場への実装における信頼性、安全性、リスク管理、倫理課題を考慮し、人・AI・リアルな接点のデザインや協働の仕方の検討が必要である。

日本の生成 AI の勝ち筋としては、日本企業はサイバーとフィジカルの融合で後発であることを利点として捉え、難しい領域への挑戦や AI 中心主義への転換を図るべきである。また、データセット共有や連合学習、法規制の優位性が挙げられ、産官学の連携が必要である。これにより、AI 連携の実現に向けた協力体制の構築が求



められる。中小企業が生成 AI を導入する際の設備投資支援やエコシステムの構築についても重要なポイントである。

これらの観点での議論の具体化を進め、未来志向で世界に誇る先進的な製造プロセスの価値の明確化やリファレンスモデルを構築し、協調領域として認知進めることが、国全体の取組みのマインドを前向きに大きく変えるために重要であり、世界に先駆けて進めていくためにも、官のリーダーシップのもとスピーディに進めていくことが必須である。

### ○政策提言にむけて

提言の方向性としては、以下 3 つが想定され、日本の産業競争力を強化するうえで、国からの支援が期待される分野であると想定される。

- ① 航空機産業、建設、インフラ等のように、オーダーメイドで顧客に提供する製造分野
- ② 少量多品種の製造分野
- ③ 保守・設備保全の産業分野

これを実現するうえで、クロスインダストリによる好事例の情報共有と相互利用の促進を行える環境の整備がある。また、生産現場への生成 AI 適用のためにはデータの取り扱いのルールやプロトコルの策定を行い、データを取得、蓄積する環境の構築、それらのデータから AI 基盤モデルなどを構築することが考えられる。

一方、データ収集には企業の機密情報や安全性の問題、企業間の競争を阻害する可能性など問題が存在するため、競争領域と協創領域を明確にし、適切なインセンティブ設計が必要であると考えられる。これらの仕組みを国研が中心となってテストベッドを構築する必要性についても示唆されている。生成 AI を現場導入するための方法や設計手法などの定式化や、導入が促進されるための導入支援策やエコシステムの構築が必要ではないかと考えられる。

今後、実際の製造プロセスを想定して段階的な導入ステップを検討する。

### <ELSI・RRI (WG3 担当) >

WG3 では倫理や責任、教育など社会と界面で必要な議論を行った。主に自律 AI エージェントを製造業に用いる際に問題となる事項の洗い出しと、それらの整理である。

### ○前提となる背景：AI の倫理原則、ELSI、RRI

AI エージェントを用いる際にもっとも基本的なガイドラインは、AI についての包括的な倫理である。たとえば、OECD の AI ガイドラインを含む、世界の AI ガイドラインの共通部分を抽出した 6 項目（プライバシー、説明責任、安全性とセキュリティ、透明性と説明可能性、公平性と無差別、人間による制御、専門家の責任、人間の価値の促進）はよく知られている(Fjeld et al., 2020)。また、広島 AI プロセスには国際的に共有できる AI 倫理の基本的概念が整理されている。自律 AI エージェントの議論をするにあたって、基本的な概念は変わらない。

また、倫理問題が駆動する法的社会的問題群 ELSI (Ethical Legal Social Issues) については倫理第一主義 (多くの社会問題は、倫理的懸念から始まる)、多様な参加者による上流からのイノベーション、モード2 (状況から問題に取り組む、学際的であることが重要) が知られている(Moor and Weckert, 2003)。さらに倫理的な議論のしほりへの不満から、より多様なアクターがそれぞれに責任を分散しながら発展を目指す RRI (Responsible Research Innovation) についての議論は6項目 (予想的、包括性、再帰的、対応力、持続可能性とケア) が重要であることが指摘されている(Burget, 2017)。

現在では、ELSIと社内、社会とのコミュニケーション、それらを含む RRI を前提にした AI の倫理原則を重視した議論が望まれている。こうした背景を共有しながらより具体的な議論を行った。

## ○エンジニアリングチェーンについての課題

WG3 での主な議論は、エンジニアリングチェーン、つまりニーズ調査・製品企画から製品設計、試作・評価、製造プロセス設計、量産稼働といった全体における倫理、責任、安全性、教育に関する議論である。今後、エンジニアリングチェーンにおけるタスクが、急速に自律 AI エージェント、自律マルチ AI エージェントに置き換わっていくことが予想される。この過程で以下の倫理的課題を整理した。

### 1. 自律 AI エージェントの責任等に関するガイドラインが必要

自律 AI エージェントがブラックボックスの部分があるため製造現場における責任の在り方が大きく変わってくる。出力に不確実性が含まれる可能性がある自律 AI エージェントに対して、現場で十分なコントロールが可能な範囲に設計を定め、さらにヒューマンインザループでリスクの連鎖を防ぐことができる体制を組むことが重要である。そのためには、自律 AI エージェントのガイドラインが必要である。すでに AI 事業者ガイドラインがある場合は、その精神を堅持しつつ、AI エージェント用にアップデートの必要があり、さらにはオールジャパンで使用できるガイドラインも必要である。特に AI を使用する際のリスクのみならず、自律 AI エージェントのリスクが増幅されないようなガイドラインが必要である。

また、その場合には1つの AI エージェントの場合、マルチ AI エージェントを用いる場合、自律マルチ AI エージェントの場合など、それぞれに場合分けをして整理をする必要もあるであろう。大枠はオールジャパンで整理するのが望ましい。

### 2. AI に活用するデータのガバナンスの整理が必要

データのガバナンスを整備する必要がある。インプットについてはネット空間上の情報を用いると同時に製造の現場における厳重に管理されたデータを用いる。その場合にも著作権等、配慮する必要がある。ここでは特に、アウトプットのデータについてのガイドラインについて指摘する。まず各社が品質管理の観点から、どの程度のチェックが必要かを議論しガイドラインを用意する必要がある。さらには社会全体として、たとえばあらゆる人々に公平性を保った製品となっているのか、包摂性があるのか、といった前提となる議論に十分に対応できているのかを確認する必要がある。前者は各社におけるガバナンスになるが、後者については広くオールジャパンで整備するのが望ましい。

### 3. 企画系タスク、作業系タスクの置き換えが進むことに対する対処

自律 AI エージェントの使用により、多くのタスクの置き換えが可能になる。設備投資と ROI のチェックが必要であるが、長期的には確実に起きることなので、変化に備えて早くに準備をするのが望ましい。一方で、その中で業務にあたる人の働き方が変わる。特にこれまでの業務が変わる人材に対して、十分な教育を行い、満足度の高い仕事の移行を要する必要がある。これは教育制度を整え、自律 AI エージェントを用いながらさらに効率の高い業務をする人材、また、ヒューマンインザループのチェック体制の中に組み込まれる人材、さらに完全に業務を移行する人材に分かれる。

特に完全に業務を移行する人材の場合は、単純に効率化のみを考えるのみならず、各社の競争力をあげるため、また人材の有効な活用のために戦略を練るべきである。自律 AI エージェントについての知識の格差によって、それぞれの人材が満足度の高い業務への移行が防がれることがないよう、教育システムを整える必要がある。

#### **4. 技能伝承に関する整備**

人材が枯渇する中で、匠の技を持つ技術者の技能伝承に AI を用いることについて、期待が高まっている。積極的に AI に技能を伝承すると同時に、技能を受け渡す者に以下の権利があることを念頭に、個人、社内における知的財産の保護、人格権の尊重（技術や作業プロセスが職人の個性や名前に紐づいている場合、適切に尊重）、場合によっては収益分配の公平性（技術を提供した企業や技術者個人が分配を受けること）などの整理が必要である。

また、アーカイブの議論でもあるように、保管にあたっては、デジタル媒体は長期にわたる保存に必ずしも強くないという脆弱性を持つ。媒体の変化や焼失による情報の欠損は避けなければならない。こうしたことから、AI での伝承の他にも紙媒体等、記録の保全は複数で行う必要がある。こうした技術伝承に必要な手順やシステムもオールジャパンで整備するとよい。

#### **5. 情報のセキュリティに関すること**

API などプラットフォームを用いる際にもっとも懸念されるのが情報のセキュリティである。提供側はリージョンの指定や暗号化などの一定の安全対策をしているが、さまざまに確認できる事象ではプラットフォームの機密性が保たれていると信じることは困難である。各社内でセキュリティを確保しづらいときに、どのような対策が可能であるか検討の必要がある。この問題は主にオールジャパンで整備をする必要がある。

#### **6. 非常時に AI を使えないときの製造現場の想像**

自律 AI エージェントは、電力がないと使えない。バックアップシステムの準備はもちろん、一区間で電力共有の遮断をはじめ何等かの理由で AI が使えない状況に陥った場合に、どのように回復を目指すのかの手順をあらかじめ検討しておく必要がある。特に、社外と協力的に自律 AI エージェントを動かす場合、こうした影響は連鎖をして広範囲に影響を及ぼす可能性がある。影響が大きい場合には、あらかじめ対策を考えておく必要がある。

#### **7. AI 保証に関すること**

まずは自由に、思い切った開発を進めていくことが重要である。そのためには、リスクを吸収できる保障システムが必要である。保障については、自律 AI エージェントのみならず、すでに保険会社などが AI エージェントの保証についてのビジネスを展開している。どこまでを社内のリスクとしてガバナンスし、どこから先を外部の保証会社に

ゆだねるかなど、妥当性を議論しながら、開発現場の自由度をサポートできるような、具体事例に基づいた議論が必要である。

## 8. 環境負荷に関すること

欧州を中心に、昨今の AI の倫理は環境問題に関心が集まっている。特に生成 AI の電力消費の大きさは、レッド AI とも呼ばれるように大きな問題となっている。各国ともデータセンターの整備、発電計画の見直しが進められているが、製造現場にあっては、環境負荷が少ない方法を同時に検討する必要がある。各社で開発するシステムは、自社負担を減らすために十分に検討したものになると予想されるが、公共的なシステムの中に自律 AI エージェントが入っていく場合にも、環境負荷についてはなるべく、配慮をする必要がある。

### ○個別企業とオールジャパン

また、すべての議論において、オールジャパンで対策を行うとよいものと、各社でやらざるを得ないものとを峻別する必要性が議論された。今後はオールジャパンで取り組める内容について精査をし、政策提言にしていくのが良いと考えている。たとえば自律 AI エージェントの責任等のガイドライン、データガバナンスのガイドライン等である。これによって、日本全体の AI エージェント活用のポテンシャルを上げると同時に、国内における AI エージェント使用の格差を減少させる。またこれとは別に、AI の開発競争と倫理的観点を組み込まれたエコシステムの構築が必要である。

### OWG3 政策提言に向けて

自律 AI エージェントが製造をはじめ日本のあらゆるところに浸透していくために、以下の点についてオールジャパンで整備することが望ましい。

- ・ 自律 AI エージェント、自律マルチエージェントを想定したガイドラインが必要である
- ・ データガバナンスに関するガイドラインも必要である
- ・ 人材の置き換えに伴うリスクや人材育成に関する戦略が必要である
- ・ 技術伝承については、留意点をまとめたルールが必要である
- ・ 保障を組み合わせることで開発の自由度を上げるべきでありベストな組み合わせを検討すべきである
- ・ 環境負荷については開発の現場から徹底した高い意識を持つことが必要である

### 【3. 提言の方向性】

生成 AI、AI エージェントの普及によるエンジニアリング及びサプライチェーンの変革において、日本の産業競争力を強化するためには、現状の課題と新たに創生される「価値」を具体的に示し、実現するための施策を提示するが必須となる。そのため、以下の議論ポイントを基に深掘し提言へ繋げる。

#### ◆ AI 導入による、日本としての「価値」の明確化と新規価値創出

- エンジニアリングへの生成 AI 導入の「価値」:スループット向上、コスト削減、クロスインダストリのシェアリング、リードタイム短縮、サプライチェーンの頑健化、フレキシビリティの向上など、様々な要素がある。正確性の担保や、相反する価値もあるため、それぞれの要素をどのようにバランスさせるか、総合的に判断する必要がある。分業化が進む中で、全体を見渡す視点が必要。
- AIによる企業間データ活用により、これまでクロスインダストリのデータ連携（Catena-X、ウラノスエコシステム等）で議論を行った内容（サプライチェーン、カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミーなど）を発展させる。協調領域としての企業間 AI 連携の仕組みづくり。

#### ◆ ヒューマンインザループにおける AI と人の役割、人と AI/ロボットの協働

- AI が人間の仕事を奪うのではなく、人間を支援しより高度な仕事に集中できるようサポートする役割を担うべき。AI エージェントとの協働で意思決定が変わる：AI の精度だけでなく、可視化を超えた説明性、AI の提示する結果や情報の正確性や受容性、理解容易性が重要。
- 現場の暗黙知・経験の重要性：既存の製造プロセスにある「匠の暗黙知」を、AI によりどう伝承するか、あるいは AI と人間がどのように協働していくかが課題。

#### ◆ AI 導入における段階的な検証アプローチ

- ミッションクリティカルな製造現場にいきなり AI を導入するのはリスクが大きいため、段階的なアプローチが重要となる。まずは小規模なプロジェクトやパイロットラインで試行錯誤を繰り返し、結果の説明性、信頼性や安全性を確認していく必要がある。

各 WG において以下の方向性において、施策を具体的に検討し提言の最終報告書に向けまとめていく。

#### <1> WG1：自律 AI エージェント

##### • マルチ AI エージェントのエコシステムの構築

協調・競争領域の設計、インセンティブの設計（エコシステムへの参入、データの提供）、マルチ AI エージェントの世界における安全性・信頼性について具体的な議論を深め、官のエコシステムへのコミット、技術開発支援、標準化・ガイドライン策定、制度・規制整備、既存データプラットフォームとの連携。

##### • データ連携基盤、AI エージェント連携基盤の整備と利活用促進

クロスインダストリのサプライチェーンまで想定しマルチ AI エージェントにおけるデータ基盤及び、AI エージェント連携基盤について、トラスト基盤づくりから推進。ウラノス、産業データスペースと連携。

##### • 共創の場（実証、テストベッド構築）の整備

データ取得（対象、コスト感）、安全性・信頼性の検証、価値を実際にテストしユースケースを示せ

る共有の実証の場を官民で導入し、実証及びショーケース化し現場の生成 AI 導入促進。

- **サステナブルな実行環境開発**

マルチ AI エージェント時代の計算技術・基盤の方向性（計算量、電力、コストの低減）を示し、生成 AI の活用に関する低コスト化と高性能化の両立の研究開発と産業応用を通じて推進。

## <2> WG2 : フィジカル空間融合技術

- **想定製造現場から各工程へ掘り下げ、工程の課題と生成 AI 導入のリファレンス構築**

日本の強みを活かせる対象の製造現場として ①航空機 & 建設、②少量多品種にフォーカスし、設計から製造、納品、保守・設備保全までの各工程の課題を整理し、生成 AI 導入モデルを検討。主に、産業競争力を強化するための生産性の向上、2030 年問題である人手不足解消に向け、国からの支援のもと産学官で取り組んでいく。

- **生産基盤技術に向けた人と AI の協創の課題や生成 AI の展開推進**

（1）熟練者の知識ベース化、（2）データ化されていない現場データ、（3）ヒューマンインザループ、について、AI セーフティ・インスティテュート（AISI）における AI の安全性に関する評価手法や基準の検討・推進の状況を見極めつつ、スマート工場の導入・推進に積極的な企業や、国研が連携としたテストベッドの構築を行い、データ集約の環境整備、現場へ導入方法、設計手法などの定式化を推進し、協調領域を共有できるような仕組みを推進。

（4）中小企業への生成 AI 導入について、製造現場へのデジタル化や AI の導入への理解が進みつつある現状を踏まえ、現場への低コストでの導入方策、設計手法などの定式化の展開方策の策定や、製造現場への導入支援の施策が重要である。

- **AI 連携が導入された先進的な製造プロセスのリファレンス構築と実証**

生成 AI で設計、調達、製造と物流が最適化された製造プロセスの創出と段階的な導入について、共創の場などを官主導で導入し、具体的な取り組み例を策定。まずは製造リスクや魅力ある製品・性能が反映できる設計技術の導入、安定した生産量を保持したうえで製造効率化や工程変更を図る製造プロセス、人手不足が顕著になりつつある保守・設備保全への生成 AI の導入を図る。企業間の連携を図るうえで、小規模なプロジェクトやパイロットラインで試行錯誤を繰り返す、結果の説明性、信頼性や安全性を確認。ユーザーや認証機関と連携し、信頼性や安定性を確保するための合意形成を行う。

## <3> WG3 : ELSI・RRI

- **より具体的な現場での活用シナリオとリスク・課題の明確化と対応策の実現**

（1）マルチ AI エージェントの信頼と安全性で差異化：後発ではない付加価値のある強みを具体化。高い信頼性、安全基準と、もしものときの対応を保證するテクノロジーの研究開発の促進。

（2）製造現場の信頼と納得（責任と仕事の置換）：現場の強さをポジティブに活かせるような、開発段階から「上流からの参加」や、責任のガイドラインの明確化。

（3）技能伝承の際のプライバシー等：知的財産の保護（職人の技術やノウハウが無断で使用されるリスク）、人格権の尊重（技術や作業プロセスが職人の個性や名前に紐づいている場

合、適切に尊重）、収益分配の公平性（AI が技術を活用して利益を生み出した場合、職人がその恩恵を適切に受けられる）の保護。

- **実装を駆動するための提案（企業内 / All Japan）**

国研を核としたオープンイノベーション推進、ドイツ（産業クラスター x 州政府）等を参考とした日本流のスキームの確立。

- **社会への AI 教育（透明性）の実践**

生成 AI の進化とともに人間も進化する可能性と顕在化するリスクや、生成 AI の仕組みや使い方、AI エージェントの使われ方を知る人材の育成や教育支援、及び、コミュニケーション活動。

### <最終報告書に向けた検討上の課題と展開>

最終報告書に向けた検討上の課題と展開について以下に示す。

#### <1> WG1：自律 AI エージェント

- AI エージェントによるエンジニアリング、サプライチェーン変革で競争力強化を実現するには、マルチ AI エージェントのエコシステムの構築に向けた、データ連携、AI エージェント連携基盤の整備・利活用の促進、形成に必要な技術や標準／ガイドライン等の開発、海外も含めた普及の後押し、実証実験、および実用へのスムーズな移行、制度・規制整備、既存の取組（ウラノス等）との融合など、多くの点で官主導で産官学が協調連携することが強く期待される。民間は、個別事業の競争力を高める技術の開発、新しい事業の開発などを担うことが必要である。
- 生成 AI、マルチ AI エージェント時代の計算基盤、計算技術の計算量、電力、利用コストの低減のための技術開発は今後サステナブルな社会へ大きく貢献する。技術開発の方向性は、マルチエージェントの世界におけるユースケースや活用形態の明確化とともに具体化する必要がある。

#### <2> WG2：フィジカル空間融合技術

- ①航空機 & 建設、②少量多品種を対象とし、AI セーフティ・インスティテュート（AISI）における AI の安全性に関する評価手法や基準の検討・推進の状況を見極めつつ、スマート工場の導入・推進に積極的な企業や、国研が連携としたテストベッドの構築を行い、データ集約の環境整備、現場へ導入方法、設計手法などの定式化を推進し、協調領域を共有できるような仕組みを推進する。日本の産業競争力強化を大前提としつつ、2030 年問題である人手不足解消に取り組み、中小企業を含めたスマートファクトリー実現に向けた取り組みのモデルケースを策定する。各工程で生成 AI と AI 連携が導入されたことにより、製造の効率化、匠の技の伝承、企業の枠を超えた人的リソースの確保等、製造現場の課題を解決するとともに、未来志向で世界に誇る先進的な製造プロセスの価値の明確化やリファレンスモデルを構築し、協調領域として認知進めることが、国全体の取組みのマインドを前向きに大きく変えるために重要であり、世界に先駆けて進めていくためにも、官のリーダーシップのもとスピーディに進めていくことが必須。

#### <3> WG3：ELSI・RRI

- より具体的な現場での活用シナリオとリスク・課題の明確化と対応策の実現するために、共創の場を急ぎ設置し、生成 AI 導入、価値創出の評価検証とあわせて進めることが必要になる。
- 共創の場で、当該領域における、生成 AI の仕組みや使い方、AI エージェントの使われ方、現場

導入における DX を担う人材の育成や教育支援、及び、コミュニケーション活動を合わせて実践を進めることが肝要。

記載の 3 つの WG で取りまとめる政策提言の中で、ミッションクリティカルな製造現場にいきなり AI を導入するのはリスクが大きいため、段階的なアプローチが重要となるため、まずは小規模なプロジェクトやパイロットラインで試行錯誤を繰り返し、結果の説明性、信頼性や安全性を確認していく必要がある。

そのため、プロジェクトや場の設定が必須であり、以下の観点を検討し具体化することが重要である。

- パイロットラインの設置
  - ◇ 例：特定の工場や生産ラインで AI 導入の試験を行い、その結果をもとに適用範囲を広げていく。チームングの重要性& 人材育成：ユーザーや認証機関との連携：ユーザーや認証機関と連携し、信頼性や安定性を確保するための合意形成を行う。
- 具体的な取り組み例を策定
  - ◇ 特定の業界や企業での試験導入：ある製造現場で AI 導入の試験を行い、その結果をもとに他の現場にも適用する。
- 新しいタイプのプロジェクト推進
  - ◇ ベンチャーやスタートアップとの協力：新しいタイプのプロジェクトやベンチャー企業と協力、クロスインダストリー × アカデミアなど

2030 年までを想定し、上記の観点の検討も具体化し、AI 導入における段階的な検証アプローチを推進するための国プロ推進やコンソ設立等の施策を盛り込む。

最終報告書では、上記について、次年度に AI エージェントの製造現場への導入、マルチ AI エージェントのサプライチェーンへの導入に焦点を絞りながら、具体的なアクションプランとロードマップを示し具体的な提言としていく。



#### 【4. 活動状況】（日程順に記載）

##### 1. 産業競争力懇談会 COCN フォーラム 2024

2024年7月16日（火）@日本プレスセンタービル 10階ホール（ハイブリッド）

「生成 AI は日本の産業をどう変革するか～社会受容性のあるサステナブルなエンジニアリングの実現」

<フォーラム概要>

- ・ 基調講演：東京工業大学 藤澤克樹教授「みんなで創る次世代スマート工場  
- Cyber Physical System (CPS) と生成 AI による反転攻勢の国家戦略 -」
- ・ 趣旨提案：富士通株式会社/九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 穴井 宏和 「生成 AI のもたらすブレークスルーとエンジニアリングプロセスの変革」
- ・ パネルディスカッション「生成 AI とサステナブルエンジニアリング」
  - モデレータ：穴井 宏和(富士通/九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)
  - パネリスト：藤澤 克樹（東京工業大学）、影広 達彦（日立製作所）、林 達（ストックマーク）、横山 広美（東京大学/国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構）、梶 洋隆（トヨタ自動車）



##### 2. 第1回プロジェクト全体会議（キックオフ）

2024年11月7日（木）@TKP 新橋カンファレンスセンター（ハイブリッド）

<会合の概要>

- ・ 今年度の活動方針と推進体制を的場プロジェクトリーダーより説明。
- ・ 今後のスケジュールの確認。対面出席者による交流会を実施。

##### 3. WG1 第1回会合

2024年11月25日（月）（オンライン）

<会合の概要>

- ・ AI エージェント連携のエコシステムの在り方・課題についての議論
- ・ 生成 AI・AI エージェントの製造業へのインパクトや解決すべき課題と期待についての議論

#### 4. WG3 第1回会合

2024年11月25日（月）（オンライン）

<会合の概要>

- ・ 生成 AI・AI エージェントの ELSI/RRI の現状に関する整理と課題に関する議論
- ・ サプライチェーン・エンジニアリングチェーンへの生成 AI・AI エージェント適用の課題の議論

#### 5. WG2 第1回会合

2024年11月27日（水） @WeWork アークヒルズサウス（ハイブリッド）

<会合の概要>

- ・ 製造・建築現場での生成 AI 活用の現状と目指す世界についての議論
- ・ 日本の強みとそれを踏まえた検討対象とする領域に関する議論

#### 6. 府省別懇談会（内閣府・内閣官房）

2024年11月19日（火） @日本プレスセンタービル（ハイブリッド）

<会合の概要>

- ・ プロジェクトの目的と方向性の説明

#### 7. 第2回プロジェクト全体会議

2024年11月29日（金） @日本プレスセンタービル（ハイブリッド）

<会合の概要>

- ・ 有識者講演、東京科学大・藤澤克樹教授の講演「デジタルツインを基盤とした日本の反転戦略-なぜモノ作りが、戦略の基盤となるか-」
- ・ 穴井 WG1 リーダーから想定するマルチ AI エージェントへの期待やあるべき姿・方向性についての議論の整理、今泉 WG2 リーダー代行から想定する製造現場・生成 AI の現状の課題と期待、横山 WG3 リーダーより AI の ELSI/RRI の現状と課題の整理の報告
- ・ 穴井リーダーにより今後の議論で想定される課題、解決案、官民の分担などの方向性とスケジュールの共有

#### 8. 府省別懇談会（文部科学省）

2024年12月10日（火） @日本プレスセンタービル（ハイブリッド）

<会合の概要>

プロジェクトの目的と方向性の説明

#### 9. 府省別懇談会（経済産業省）

2024年12月19日（木） @日本プレスセンタービル（ハイブリッド）

<会合の概要>

プロジェクトの目的と方向性の説明とディスカッション

#### 10. WG2 第2回会合

2025年1月20日（月） @WeWork アークヒルズサウス（ハイブリッド）

<会合の概要>

- ・ 経産省との意見交換の共有と対応の議論
- ・ 生成 AI を用いて改革したいこと、その実現を阻む課題と克服のための支援策についての議論

### 1 1. WG1 第 2 回会合

2025 年 1 月 21 日（火）（オンライン）

<会合の概要>

- ・ 経産省との意見交換の共有と対応の議論
- ・ AI エージェント連携の現在の具体例の共有と課題の抽出・必要な対策の議論
- ・ AI を用いた技能伝承に関する議論

### 1 2. WG3 第 2 回会合

2025 年 1 月 22 日（水）（オンライン）

<会合の概要>

- ・ AI エージェントの具体的な現場での使用シナリオとリスクの明確化に関する議論

### 1 3. 第 3 回プロジェクト全体会議

2025 年 1 月 24 日（金） @日本プレスセンタービル（ハイブリッド）

<会合の概要>

- ・ 有識者講演、名古屋大学・西口浩司准教授の講演「構造設計のための 3D 生成 AI Large Structural Model の可能性と展望」
- ・ 穴井 WG1 リーダーからマルチエージェントのエコシステムに必要なルールや機能の整理、五十嵐 WG2 リーダーから製造プロセスにおける生成 AI に期待する効果とその実現に向けた課題、横山 WG3 リーダーよりマルチ AI エージェントの ELSI/RRI の観点の具体的な課題の報告
- ・ 今年度の議論の取りまとめに関する議論

以上

一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-1

日本プレスセンタービル 6階

Tel : 03-5510-6931

E-mail : jimukyoku@cocn.jp

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 山口雅彦