

**新たなものづくりシステムの全体像
-委員各位からの提案-**

平成 2 9 年 2 月 2 2 日

内閣府

政策統括官（科学技術・イノベーション担当）付
産業技術・ナノテクノロジーGr.

依頼事項 : システムの全体像

< 目的 >

我が国として目指すべき新たなものづくりシステム全体像の共有

< 依頼事項 >

新たなものづくりシステムの全体像について、委員各位のご意見

・想定する時期：2020年頃

今後20-25年で新たなものづくりのデファクトスタンダードが固まることになると予想するが、2020年頃には、デファクトの方向性が見えてくるものと想定。そのため、2020年頃の姿を描く。

< 検討に際してのお願い >

・委員の皆様は、国内外に広い人脈やコミュニティーをお持ちと認識しております。

皆様のコミュニティー内でも 議論いただいて、その意見を参考あるいは集約する形で提案

DMG森精機 藤嶋 委員



DMG MORI サービスセンタからの遠隔操作

インターネット

ビッグデータの蓄積



機械学習=AI



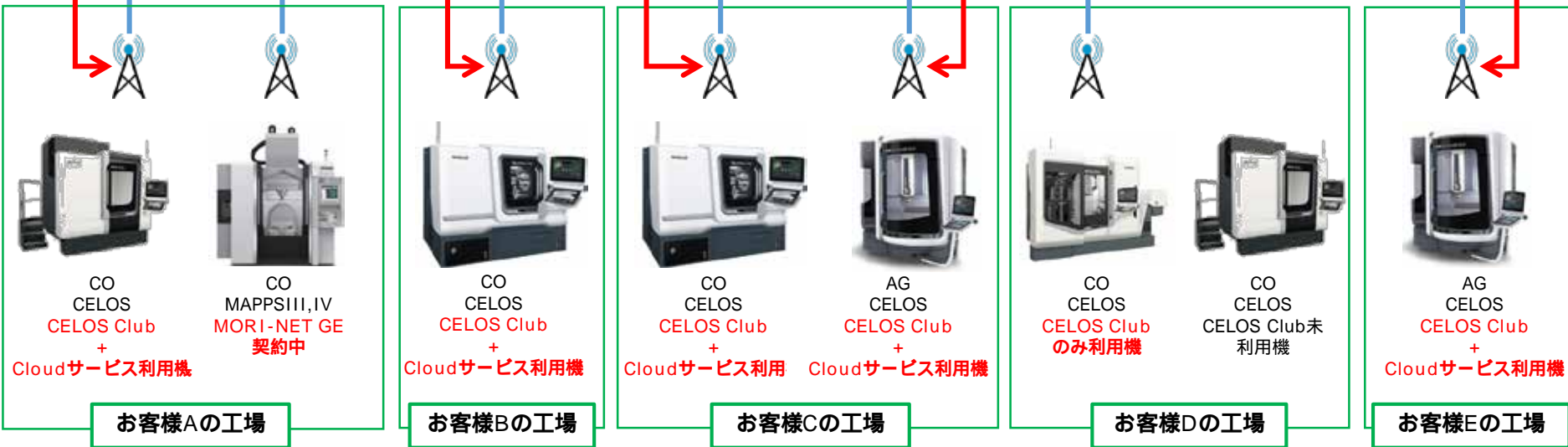
ブラウザを介した機械稼動状況のモニタリング



- 携帯回線を通じたデータ(稼動状況、センサ情報、保守情報など)
- AIで学習した結果のフィードバック (CELOS機のみ受取り)

メール送信機能

メール送信機能



CO CELOS CELOS Club + Cloudサービス利用機

CO MAPPSIII,IV MORI-NET GE 契約中

お客様Aの工場

CO CELOS CELOS Club + Cloudサービス利用機

お客様Bの工場

CO CELOS CELOS Club + Cloudサービス利用

AG CELOS CELOS Club + Cloudサービス利用機

お客様Cの工場

CO CELOS CELOS Clubのみ利用機

CO CELOS CELOS Club未利用機

お客様Dの工場

AG CELOS CELOS Club + Cloudサービス利用機

お客様Eの工場

DMGMORIの本年の取り組み

導入事例

例1) 加工ノウハウの電子データ化を行いペーパーレス、生産性向上 (IoT:制御)

- 加工情報を電子データで管理、作業の平準化
- 作業内容のデータと工程情報を合わせて管理し、管理効率向上



例3) 定期保守データを一括管理し、効率的な定期保守をサポート (IoT:保守)

- 機械の保守情報を管理
- 複数台の保守情報を一括管理し、定期保守効率アップ



例2) 稼働状況の見える化と遠隔保守サービスによる生産性向上 (IoT:監視)

- 機械の稼働率モニタリング (Webアプリ)
- 加工完了やアラーム情報をメールで送信し、安心した機械稼働
- アラーム発生時に機械情報をサービスセンタへ自動転送し、電話口の対応を削減
- サービスセンタからの遠隔保守サービスで迅速な原因診断



例4) 稼働履歴情報とセンサー情報から学習し、予防保全 (AI:保全)

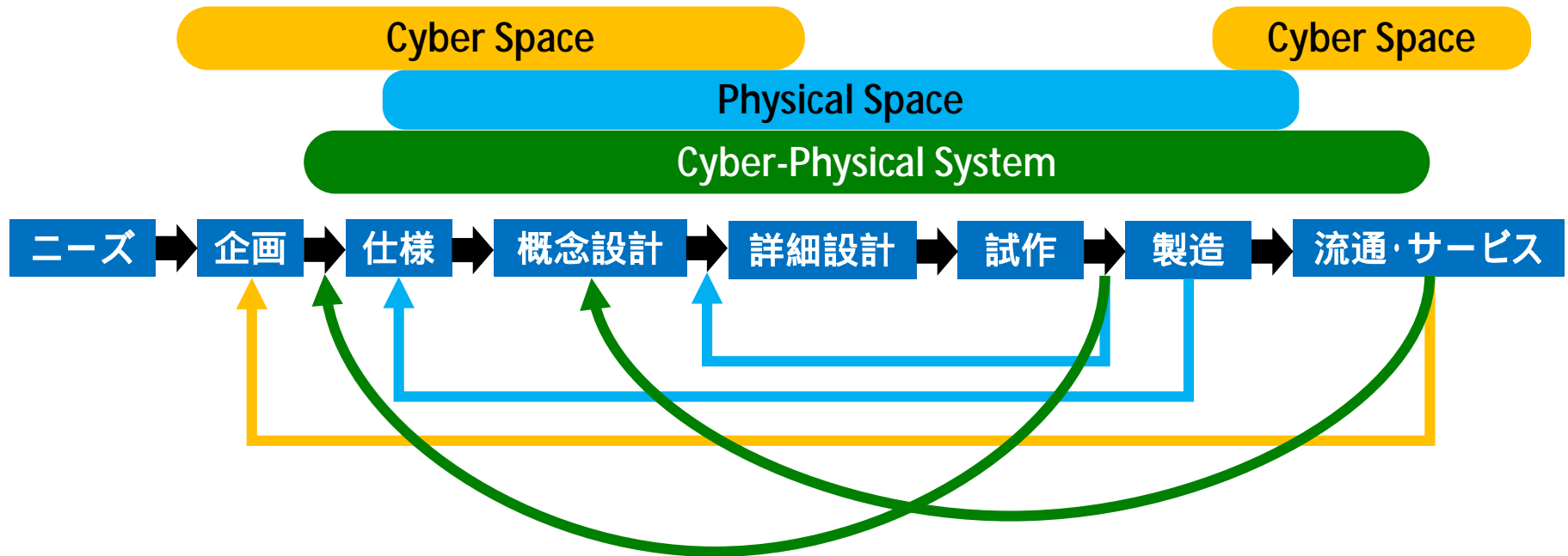
- 部品交換履歴とセンサー情報を蓄積し、交換が発生する予兆を学習
- 学習結果を機械にフィードバックし、使用状況に合わせた予防保全を提供



工作機械の視線で見たこれからのものづくり

工作機械の視線で見たこれからのものづくり				
	従来	現状の延長線でのものづくり	新たなものづくり	備考
加工ノウハウ	熟練工、製造者ノウハウ	製造者ノウハウ、供給者DB	同左 + 機械学習	加工条件などプロセスパラメータはセンシング技術と知能化で機械学習により、材料、工具、機械などの状態により最適な切削条件を選択するように制御される
稼働率	30%	50%	80%	1日24時間としての稼働率
自動化対応	20%	40%	60%	24時間無人運転可能機の割合(ロボット、ローダー、パレットプール)
ネットワーク接続	20-30%	50%	100%	ネットワークに接続されている工作機械の割合
ネットワーク上のデータ	稼働実績、NCデータ、保守情報	同左 + センシング情報	同左 + 解析結果フィードバック	センシング情報の利用によりデータ量は飛躍的に増大する
データ保管	工場内サーバ	同左 + 工作機械メーカーサーバ + クラウド	クラウドが中心	接続機増加、データ量増大によりクラウド化が進む
予防予知保全	稼働実績カウント(時間、回数)	同左 + センシング情報	同左 + ビッグデータ処理	センシング情報と稼働実績により故障予知が進む
フィールド保守	イベントドリブン、発生後保守	同左 + 定期点検	同左 + 故障予知保全	故障する前に機械を保全することにより、機械停止が防げる
3Dプリンタ	一部試作が中心	試作 + 量産への応用	クラウド的ビジネス	3D CADから直接製造できる技術が生きる、
セキュリティ	ファイヤウォール、ネットワークスニッチなど	同左 + ホワイトリスト方式ウイルス対策	不明	ネットワーク化が進み、インターネット経由での接続機会も増えることから外部攻撃にさらされる危険性もあり、セキュリティの強化はもっとも重要
工作機械への要求	機械性能、コスト、エンジニアリング、サービス、制御性能、操作性	制御性能、機械性能、エンジニアリング、サービス、コスト、操作性、	知能化、エンジニアリング、制御性能、機械性能、操作性、サービス、コスト	

早稲田大学 菅野 委員



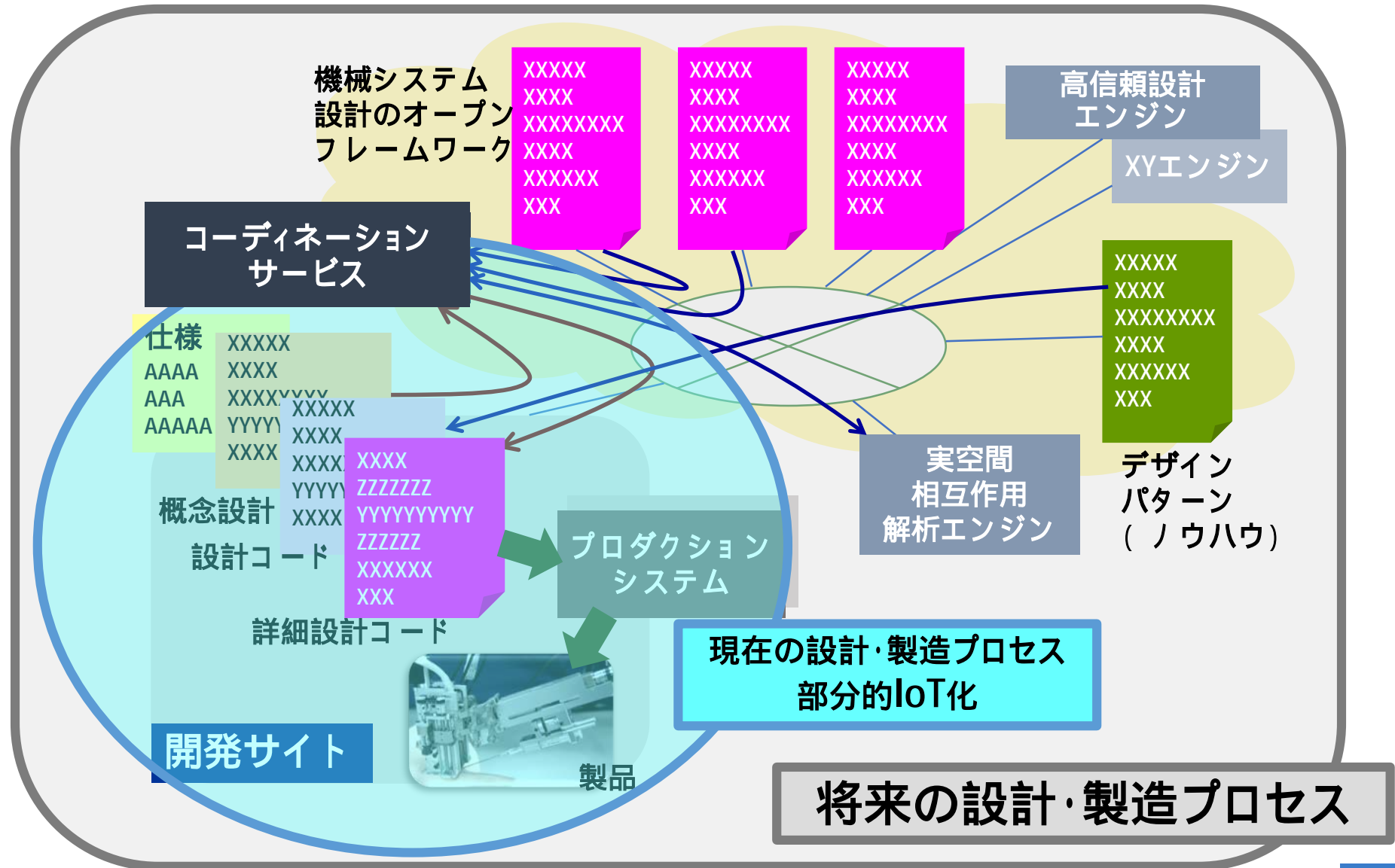
独立設計 (概念設計, 詳細設計, 工程設計)

- 機械ハードウェア
- 電気ハードウェア・通信ネットワーク
- 制御システム
- 知的情報処理
- モデル化
- シミュレーション

相互誘導設計



例：ラピッドシステムプロダクション



帝人ナカシマメディカル 中島 委員

素形材産業における**船用プロペラ**の進化予測

		2005	2015	2020	2025	
材料	スクラップ	5%	10%	25%	50%	CFRP
	バージン	95%	90%	75%	50%	
設計	手法	ローカル	ローカル	AWS+自社アプリ	AWS+オープンソースGAI	
	ハード	4cores	5,000cores	50,000cores	500,000cores	
	ソフト	線形理論	単独CFD	船舶総合CFD	Digital Twin Real-time CFD	
鑄型	手法	回し型(砂型)	回し型(砂型)	3D Printing	シート積層ロボット IoTセンサー/光通信内蔵CFRP	
	ハード	職人芸	職人芸			
	ソフト		凝固解析	凝固解析+AI		
加工	手法	数値制御	数値制御	AI支援数値制御		
	ハード	NC翼面加工機	NC翼面加工機	NC翼面加工+ロボット	GAI+ロボット	
	ソフト	職人芸	職人芸	職人芸+身体駆動AI	身体駆動GAI	
完成	手法	プロダクションモデル		サブスクリプションモデル		
	価値	打ち切り一括課金		TotalCare稼働課金	推進力+ TotalCare稼働課金	

素形材産業におけるテクノロジーの進化予測

		2005	2015	2020	2025
材料	スクラップ	無機バージン消費		無機リサイクル	有機+生体材料
	バージン				
設計	手法	PC	マルチコアCPU	AWS+オープンソースGAI	
	ハード	4cores	ムーアの法則		
	ソフト	解析	可視化	仮想化	
鑄型	手法	回し型(砂型)	回し型(砂型)		
	ハード	職人芸	伝統	センサー/IoT/データ	GAI/AR/VR
	ソフト		凝固解析		
加工	手法	職人(労働)			
	ハード	NC表面加工機	NC表面加工機	NC表面加	
	ソフト	職人芸	自動化機械	3D-printer	ロボット
完成	手法	所有		利用	
	価値				

職人=創造的身体

東京大学 新野 委員

現在のもの作りシステム例

国内自動車生産は約50兆円であり日本の産業の10%、製造業の50%以上にあたり、我が国の産業が自動車産業に大きく依存している。自動車は内燃機関から人間工学に基づく内装までを包含する巨大なシステムであり、関連分野は大きく広がっており、サプライチェーンは、自動車メーカーを頂点として、Tier1、Tier2というピラミッド構造になっており、Tier間には購買部門による調達が入る。電機メーカーを始めとする他の産業は製品のコモディティ化の加速に対応をせまられ、様々な分野から撤退や集中（例えば社会インフラなど）を強いられている。一方で、自動車産業では、現在の自動車は洗練された機械システムであり、不断の研究開発とあいまってコモディティ化の加速の波をかううじて避けられており、自動車産業が我が国の産業の基幹であることは疑う余地はない。しかしながら、1990年代のバブル崩壊以降、自動車製造拠点は海外に移転し、国内生産数は1350万台から400万台程度減少している。日本の自動車メーカーの海外生産も含めた売上げは伸びているため、自動車裾野産業に属する企業は、海外移転に追従できれば健全性を維持できているが、これに追従できない場合は需要を喪失することになり、社会全体の地盤沈下の危険をはらんでいる。

先行システムの延長で見通せる到達イメージ

このような、企業や産業を活性化するには、バリューチェーンやサプライチェーンの組み替えによる既存産業への残存か、新しい産業、例えば航空宇宙や医療機器等への挑戦のふた通りがある。前者は、自動車メーカーやTier1による、ハイブリッドやEVなどの 新しい技術の導入にともなう部品構成の変更によるものと、企業自身の努力による 新たな部品や技術の提案によるもののふた通りがある。後者は、自身の技術を他産業への展開と、全く新しい製品の提案いわゆる 部品メーカーから最終製品メーカーへの転向がある。

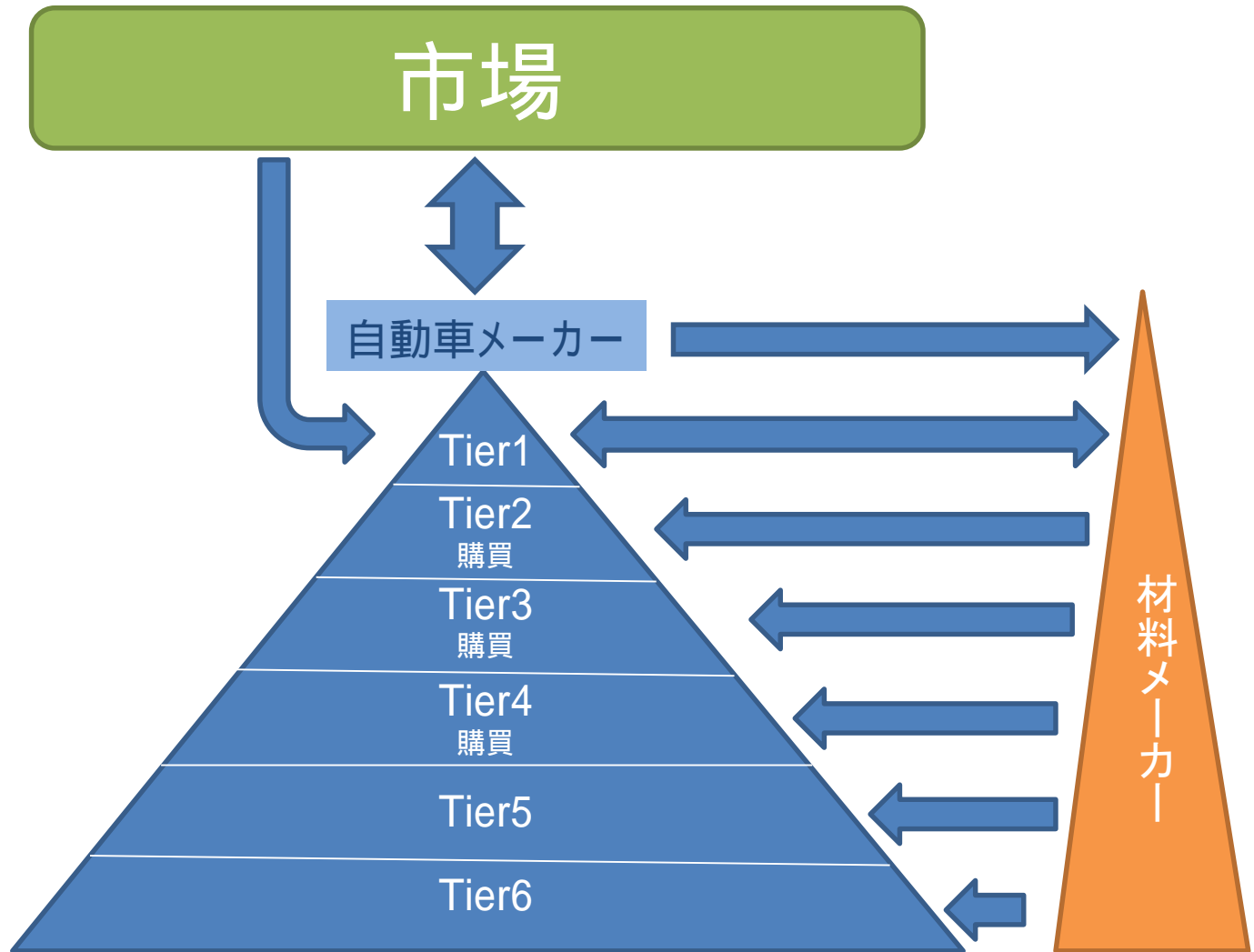
先行システムの延長では、自動車に限らず、既存産業における は確実に見通せる。サプライチェーンの中から、サプライチェーンのIoTの進展によりサプライチェーンのデジタルツインが確立されれば購買部門のコミットメントも比較的下がってくるが、以降の進展は余り望めない。

最終ゴールイメージ

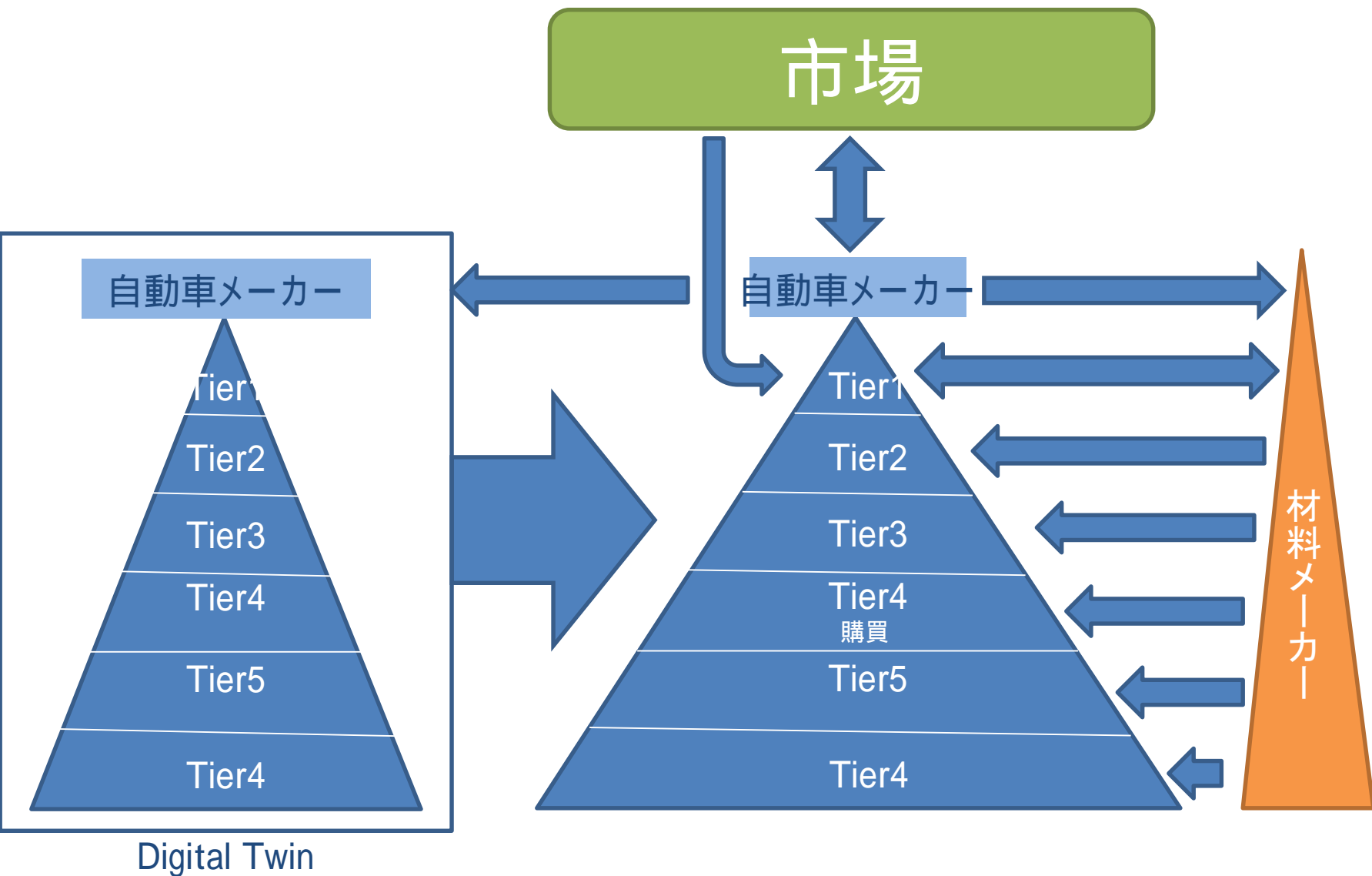
最終ゴールイメージは、従来下請けと呼ばれ大企業の支配下になった企業が、市場との距離を縮め、多様性のある製品が日本全体の市場をみたくす。

製品企画・設計においては、スマートフォンなどに代表される全く新しいコンセプトの製品(イノバティブな製品)を創出するための、新たな価値創造のための枠組みを加える。これには、ビッグデータを活用したプラットフォームの開拓などの技術的なものに限らず、起業を促すような枠組みや、教育システムや研究システム・開発システム(Royal Academy of ArtのIDE、MITのメディアラボなどの発展系)を構築することで、既存下請け企業の最終製品メーカーへの変革や、新たな部品や製品の製造に乗り出せる。また、ここには記載がありませんが、単一のデザインのものを大量に作るのではなくテーラーメイド製品による付加価値の向上を実施するためにスキームもあるべきである。

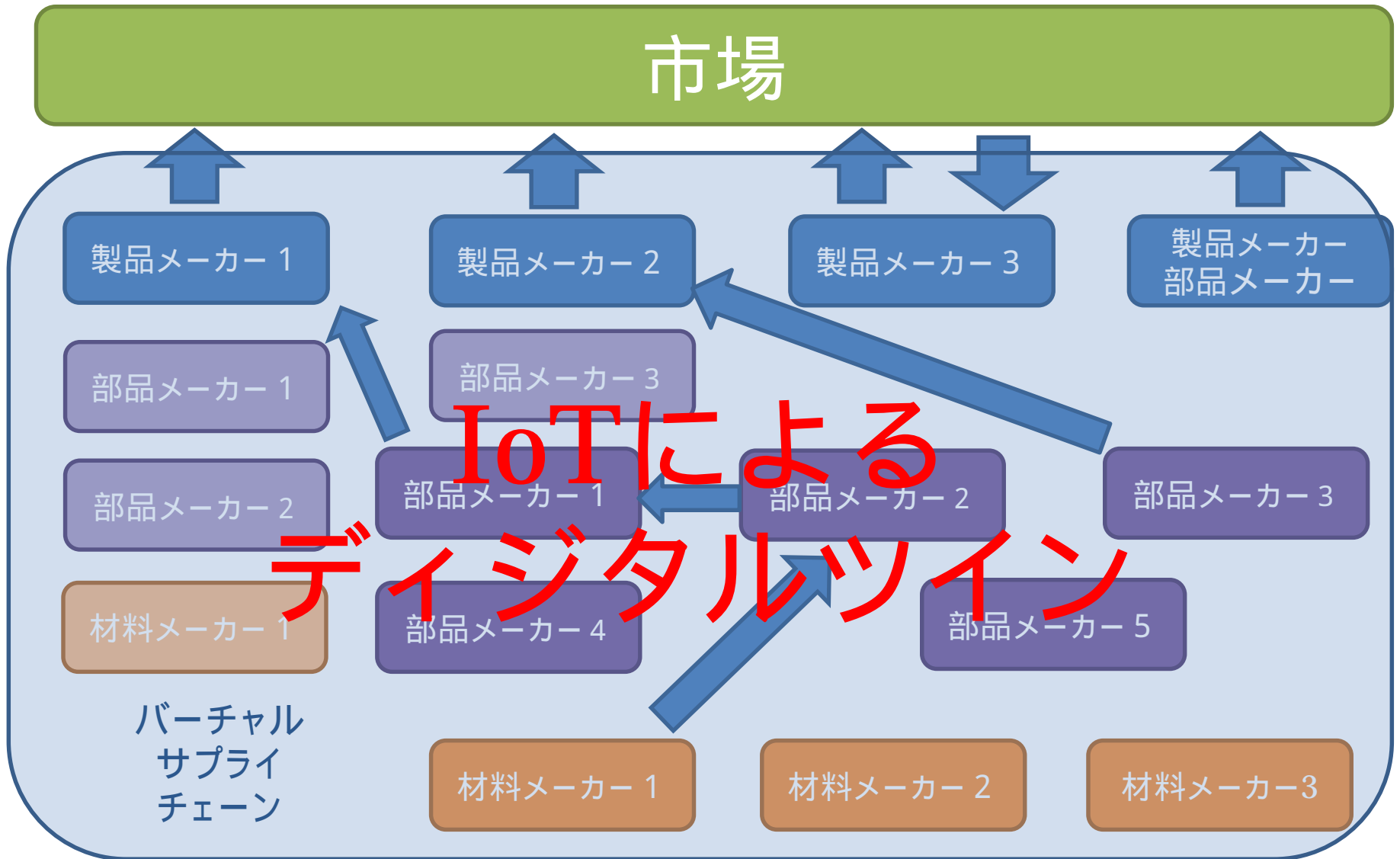
現在



近未来



最終ゴール



CRDS 高島 委員

現状のものづくりシステム

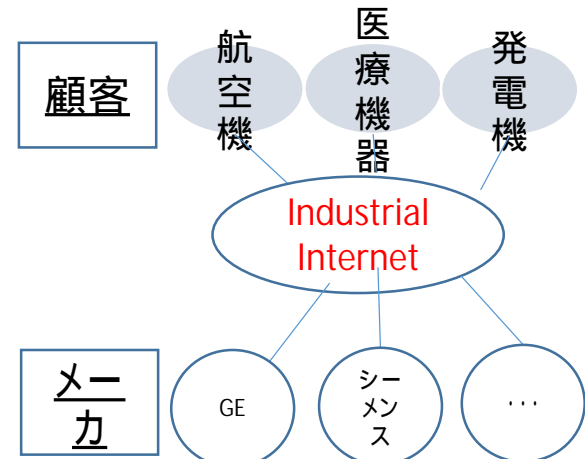
インダストリアル・インターネット（米・GE）：

「顧客 メーカー」の統合化

先進的な産業機器、予測分析ソフトウェアとサービス提供者、顧客を結び付けることで産業システムを飛躍的に効率化

航空機・医療機器・発電システム等の常時監視、補修の最適化を実現

IoTの標準化を行うコンソーシアムを設立（約160機関が参画）



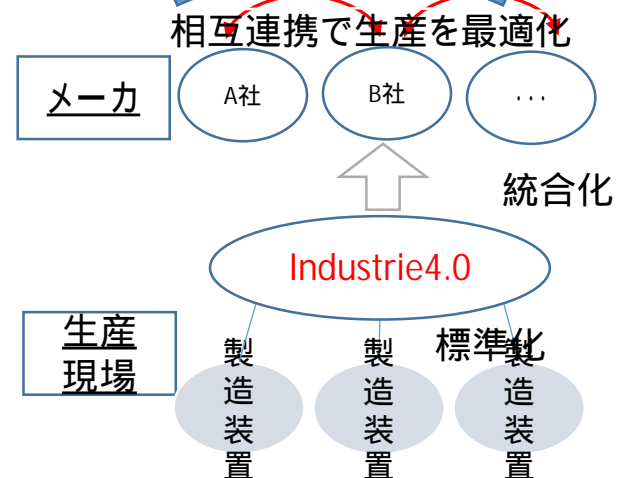
つながりはまだない

インダストリー4.0（ドイツ政府）：

「メーカー 生産現場」の統合化

「つながる工場」による生産システムの最適化
大量生産と同じ方法で規格品づくりが可能になり、設計リードタイム・在庫ゼロのものづくりが可能になる

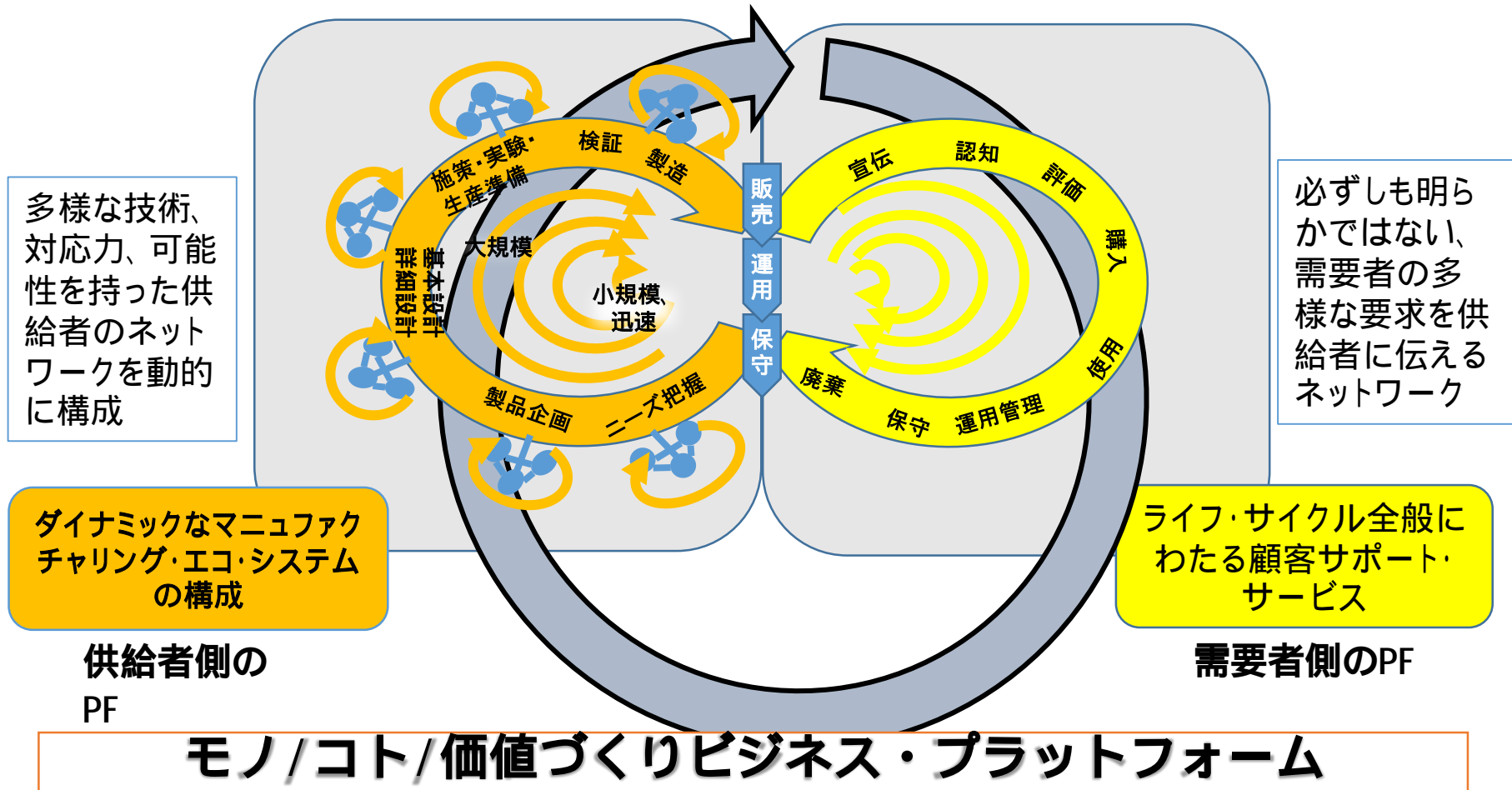
工作機械間の相互接続、制御について標準化を推進



新しいものづくりシステム

需要者と供給者を結びつける

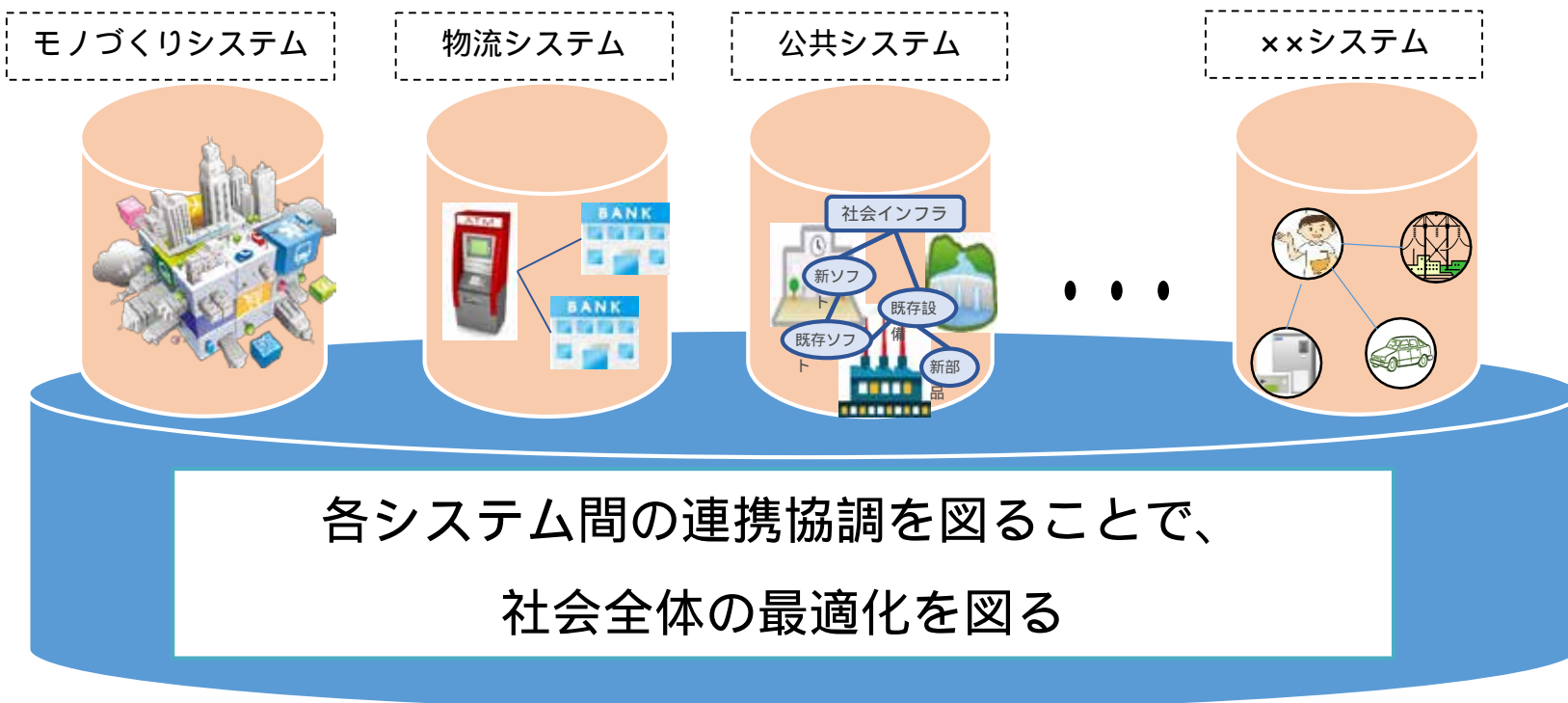
需要者と供給者の協働による価値の協創



ゴールイメージ

- 個別社会システムの連携協調が実現
- 物理的な環境変化や未知の状況の発生、自然災害や人的ミス等が起きてても、サービスの提供が可能な安定した社会システムが実現

社会システム基盤が構築されることにより、実現する社会システム



安井 委員

ゴールイメージ例

キーポイント

- A. ネットワーク化：組織、地域などの制約事項の緩和
- B. インテリジェント化：機械、材料などの自己最適化、自律化
- C. サービス受給者の満足度向上化：多様性対応、新しい価値

今年度の討議の方向性

【ターゲット】 ものづくり・コトづくりの競争力向上

1. 日本のものでづくりの強みである現場起点の最強化を追求 → **A B**
2. 海外の強みであるコト作りの具体的育成施策を検討 → **C**

【手法】 委員各位の所属するコミュニティの活用

1. 資料、討議の公開性を活用し、各委員のコミュニティの見識を活用
2. バリューチェーンでの全体最適の議論の推進

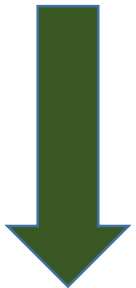
【具体的検討事項】

1. 最終的に目指すシステム全体のゴールイメージの共有
2. 従来システム、国内外で整備が進行中の先行システムとの差分明示
3. 新たなものづくりシステム実現のための具体的提案

ゴールイメージ例

●の攻めるべき分野？

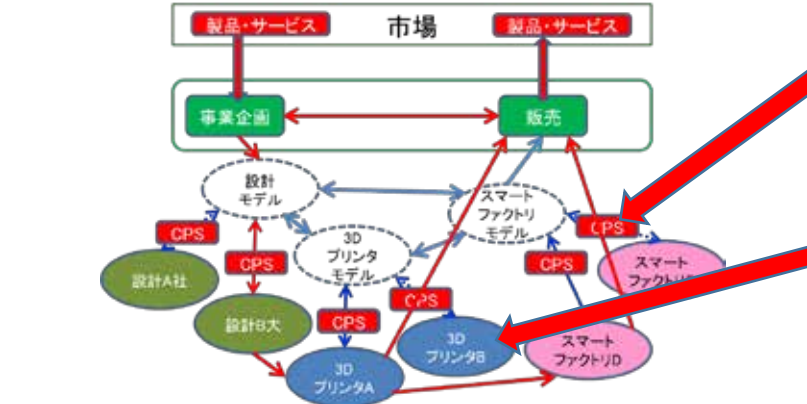
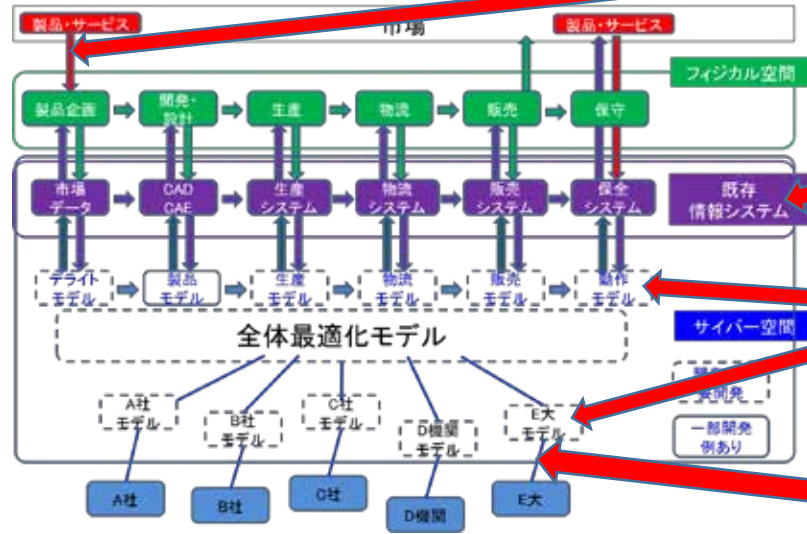
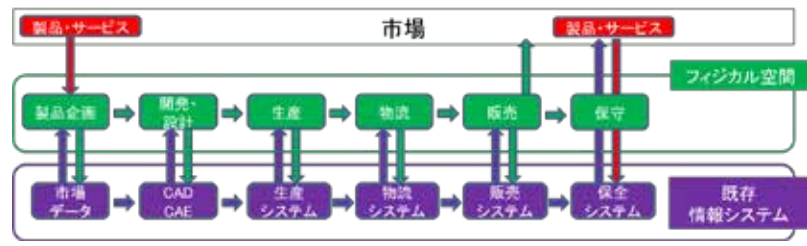
従来の
ものづくりシステム例



2020年頃の
ものづくりシステム例



ネットワーク型の
ものづくりシステム例



2020年以降へ
向けて産業化の
出遅れリスク分野

コト作り

情報システム

スパコン活用

接続デバイス

3Dプリンタ