

# ものづくりアカデミックロードマップ

東京大学 鈴木 宏正

# 経緯

- 横断型基幹科学技術研究団体連合(略称:横幹連合)
  - 文理に跨る43学会が参加して設立
- 学会横断型のアカデミック・ロードマップ(ARM)作成事業
  - 経済産業省の主導による国の重点技術分野についてのテクノロジー・ロードマップに対し、特に分野横断的な領域でのより長期的なレンジに渡るロードマップ作り
- 典型的かつ重要な横断型科学技術分野のARM
  - 制御・管理技術分野
  - シミュレーション分野
  - ヒューマンインタフェース分野
  - ものづくり分野
- WGと幹事学会
  - WG1 制御・管理技術が先導する未来社会、計測自動制御学会
  - WG2 シミュレーション技術が先導する未来社会、日本シミュレーション学会
  - WG3 ヒューマンインタフェースの革新による新社会の創生、ヒューマンインタフェース学会
  - WG4 ものづくりの視点からみた未来社会の構築、精密工学会

# WG4

- **幹事学会**
  - 精密工学会
- **協力学会**
  - 国際数理科学協会、スケジューリング学会、プロジェクトマネジメント学会、計測自動制御学会、形の科学会、日本社会情報学会、日本バーチャルリアリティ学会、日本知能情報ファジィ学会
  - 各学会よりWG委員が参加
- **産業界からも識者がWG委員として参加**

# メンバー

- **主査**

- 新井民夫 東京大学

精密工学会

- **幹事**

- 鈴木宏正 東京大学

精密工学会

- **委員**

- 竹内芳美 大阪大学

精密工学会

- 木下佳樹 産業技術総合研究所

国際数理科学協会

- 中野一夫 (株)構造計画研究所

スケジューリング学会

- 木野泰信 筑波大学

プロジェクトマネジメント学会

- 新 誠一 電気通信大学

計測自動制御学会

- 帯川利之 東京大学

精密工学会

- 松浦 執 東海大学

形の科学会

- 遠藤 薫 学習院大学

日本社会情報学会

- 大倉典子 芝浦工業大学

日本バーチャルリアリティ学会

- 廣田 薫 東京工業大学

日本知能情報ファジー学会

- 舩橋誠壽 (株)日立製作所

- 花井利通 (株)日産自動車

# ロードマップ策定のアプローチ

- アプローチ
  - 近未来社会(未来の社会、消費者など)を先に描き、その未来社会に到達するための必要な設計・生産技術の道を示すことで技術の進歩のロードマップを示す
  - 特に、我が国のものづくりの優位性を将来にわたって確固たるものにすることを主眼に、ものづくりの視点からみた未来社会の構築をテーマ
- マイルストーン
  - 2000を基準年, 2008年を現在年として、2020年, 2040年
  - 2040年とは?
    - 今日我々が予想する持続可能性社会の未来図が現実のものとなっていて、環境・エネルギー・資源などのさまざまな制約のもとに現代社会とは異なる社会が構成されているはず。
- 未来社会のイメージ作り
  - 未来図については、いくつかの文献等を参考にしたり、議論を行いながら意識合わせ

## 3つの観点から議論を展開

- ものづくりは「コミュニティ作り」
- ものづくりから「もの育て」へ
- ものづくりは「価値作り」

# ものづくりコミュニティ

- 未来のものづくりでは、
  - 生産者と利用者の関係の多様化
  - 生産者と利用者の間を柔軟に結ぶ場として、地域コミュニティへの期待
    - 例えば、製品の保守や再利用、カスタマイズなどを支援
- "よろず支援コミュニティ"
  - そこで暮らす人々の製品に関わるあらゆる困りごとの相談に乗ったりサービスを提供し支援
  - ソフト・ハード両面から必要なインフラを整備
  - 地域に多数存在する人的資源(有用な技術や知識をもった高齢者)を活用し、特にメーカーの退職者などの有用な人材を活用
- 必ずしもコミュニティ内で自己解決できるとは限らないが、製品メーカー側へのスムーズな橋渡しの役割を果たす

# よろず支援コミュニティ

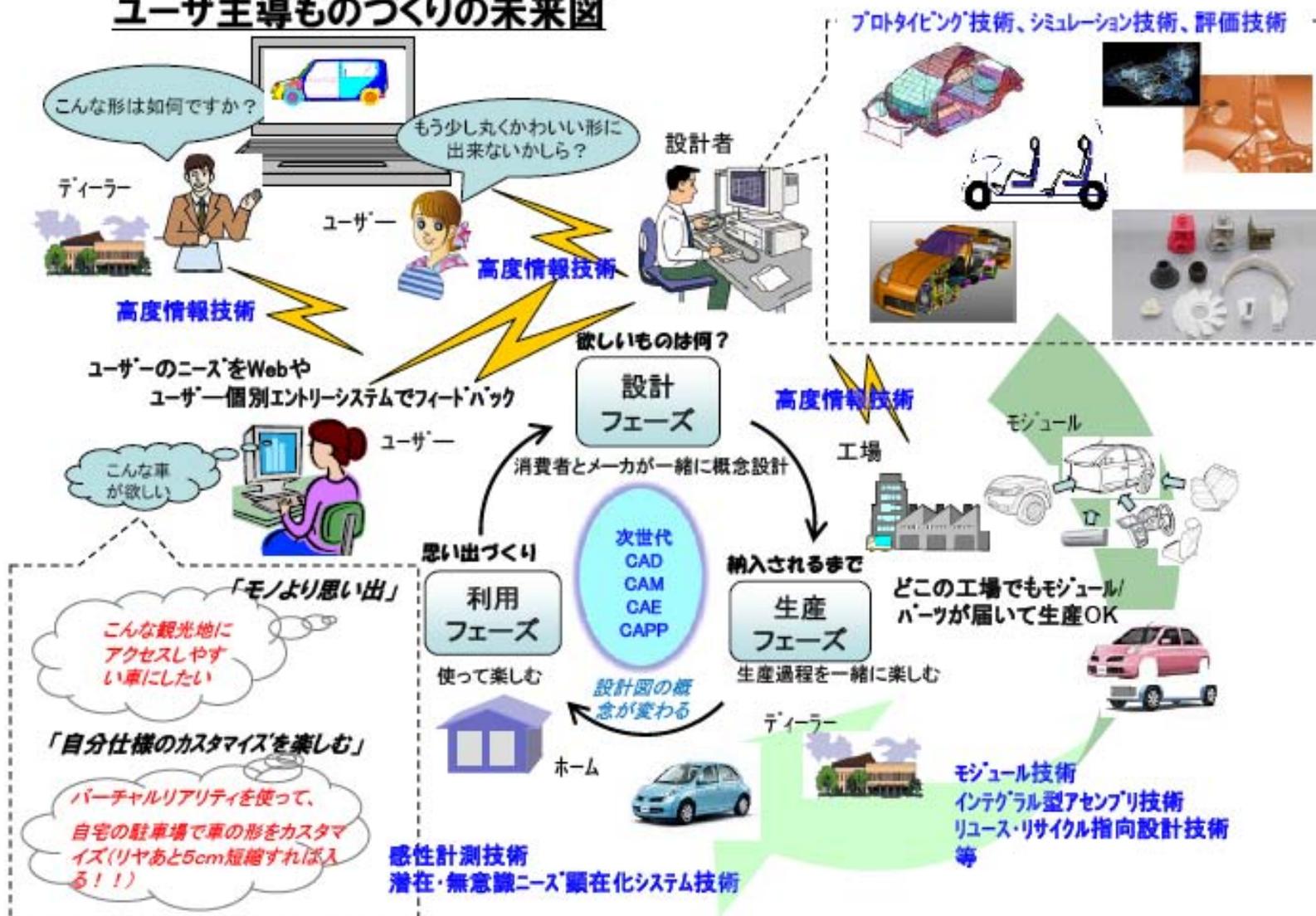


## ものづくりはもの育て 利用者主導のものづくり

- 利用者がものづくりの中に積極的に参加し、ものづくりを主導するという考え方
  - 消費者をいかに満足させるか、いかに楽しませるか、消費者の受益性をいかにして高めるか、という立場に立ち、
  - 設計 製造 保守 廃棄(再利用)という、もののライフサイクルの各段階に関して、利用者を参加させる
- 従来の生産者と利用者が明確に別れていたものに加えて、新しいビジネスモデルの創出が期待

# ユーザー主導のものづくり

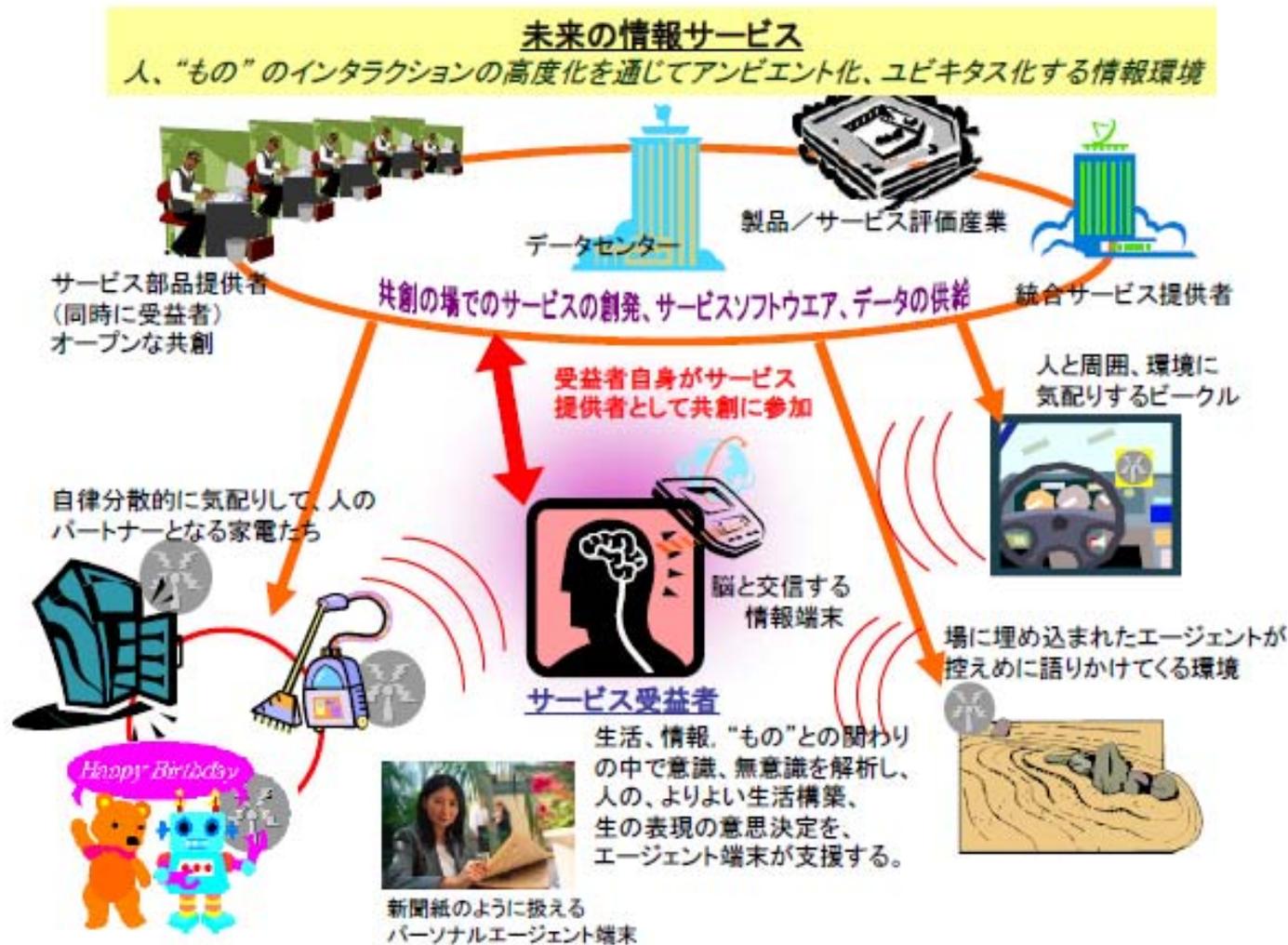
## ユーザー主導のものづくりの未来図



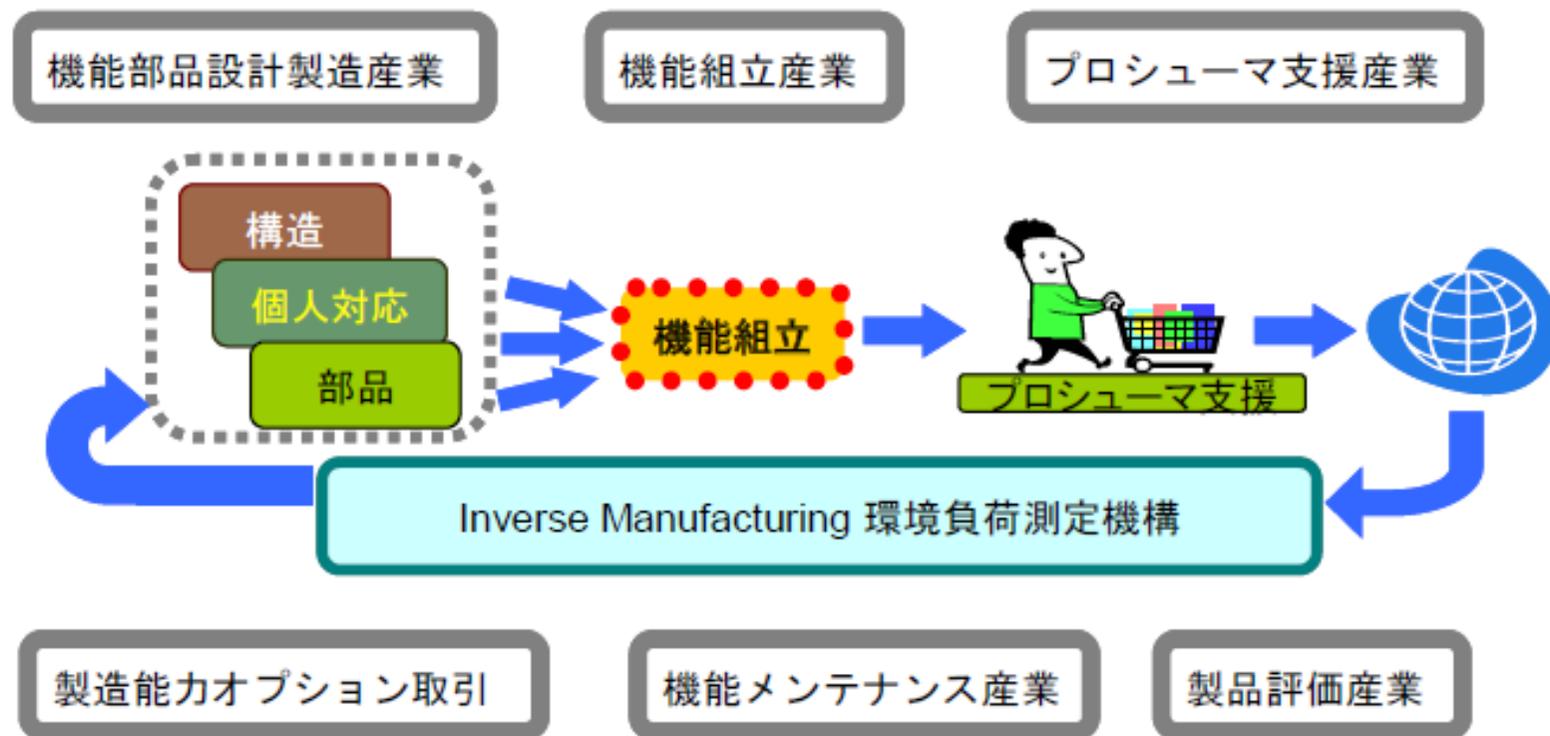
# ものづくりは価値づくり サービス化

- ユビキタス社会
  - 情報システムを介して様々な情報サービスを楽しむ
- 情報サービスの一般化
  - 多くの“もの”に対して、人々は自らが必要としていたことが、“もの”そのものではなく、“もの”をメディアとした機能サービスであったことに気付く
  - “もの”は借り物とするレンタル経済が広く行き渡っている。
- 機能提供をサービスする製品
  - ほとんどの製品がネットワーク機能を内蔵し、提供者と消費者とが“もの”を介してつながって機能サービスが実行される
  - つまり、情報サービスと一体となって、ものがサービスのキャリアとして大きな価値をもつことになり、それを生業とする産業が成長

# ものづくりは価値づくり サービス化



# 2040年のものづくり産業のイメージ



# 重点化評価項目

- 持続性社会の構築
- 高齢社会への対応
- 価値作りの高度化
- 生活の質の向上
- 日本の製造業競争力強化
- 生産科学の強化

大分類	中分類	1990	1980	1992	2000	2009	2020	2040
社会背景	エネルギー	-	石油危機	多様化	-----	◎燃料電池の普及開始、CO2の分解・固定化技術の実用化、再生可能エネルギーによる分散的エネルギー供給システムの普及開始。	◎燃料電池普及、水素エネルギー利用の実用化開始、住環境・ワークスペース確保の調節、省エネ-低排出のための知能を伴った建築物の実用化と普及が始まる。	◎分散的エネルギー供給システム併用の定着、再生可能エネルギー、水素エネルギー利用の定着。
	都市などの環境・交通	市電	マイカー	-----	-----	◎地上線化、人工地盤などによる、コンクリート被覆環境から土壌環境への転換の普及開始、人工物の安全、ライブサイクルなどに関する情報は公開、事故や障害情報も国民に常時公開される。	◎高速人・物の移動に対応した交通手段選択、インフラジェント移動体の実用化、移動・輸送コストを下げる産業システムへの移行、鉄道のハイブリッド化、喜びと賢気としての旧式鉄道の動態保存。	◎高齢者などのモビリティ支援と健康な食事のできる街づくり、高齢者が生きがいをもって生活するものづくりの普及。
	製造業の位置づけ	高度成長	No.1	失われた10年	情報元年	◎製造業従事者19%、GDP23%、加工立国。	◎製造業従事者15%、GDP22%、高品質立国。	◎製造業従事者数は8%、インフラ建設4%、製造業は第3次産業のバックヤード、モノはサービスを提供するための媒体。
消費者	規範	-	-	-	-	◎省エネ、リサイクルが基礎的な価値観へ、 ◎Personalization	◎ローカルな生活を、グローバルな買物の見地から認識、 ◎Prisonerの台頭	◎設計知、感性価値の成熟、教育の改革の定着、 ◎製品長寿命化-所有の破壊、◎Prosumer化
	行動・消費利用	団地	-----	バブル崩壊	-----	◎物中心の生活スタイルだが、省エネ、3Rを認識。	◎探索技術と評価技術の高度化と普及、環境への配慮、安全技術の定着、日本のスタイルの再構築、 ◎消費者による商品個性化時代のPL概念の確立	◎もてなしの享受、尊重、再構築された日本のスタイルでの生産・消費行動 ◎個人情報に関与する社会適応の再形成
	行動・探索	-	-	-	-	◎アンビエント・ファインディングリアー関連技術の多様化-実験的段階、ファインディングリアー技術の普及とともに、subject-centricな生活感覚、感性価値の認識が定着、 ◎欲しい・時を欲しい物を直接工場に伝える。	◎人工物や生物などに埋め込まれたアンビエント・インタフェースを通じて知識やコグニティブの探索が可能になる、 アフォーダンスの中に埋め込まれる知識ナビゲーション、	◎人工物、アート、自然に関係性のデザインが導入される、 ◎欲求確定エージェント-意欲-無意識行動の解析、要求機能の登録 ◎ユーザの統合:自己形成型ユーザセグメント、設計情報のユーザによる再構築、 物的負荷軽減(共有、長寿命化、所有の破壊)
仲介者	評価産業	-	-	-	-	◎消費者コミュニティと専門家によるアドバイス、生産者との仲介で構成される価値共有のためのOpusmakerネットワークの普及(具体例「空想生活」/lego factory)	◎感性価値、エネルギー効率、再利用性、産業持続性への適応度での評価の定着 ◎ユーザによる再成立製品の品質評価	◎認可制度的評価からの脱却、「伝統的な生活の知恵」の再構築 ◎製品評価産業-機能評価、Compatibility評価、格付け(たび・たび・萌え+カワイイ)、環境評価指標
供給者	産業構造	重厚長大産業	軽薄短小	自動車	情報産業	◎大企業中心生産コミュニティアウトソーシングとアウトタスキングをもつ仮想企業 ◎インテグラルアーキテクチャとモジュラーアーキテクチャの共存	◎SMBによる仮想企業の形成-機り合せ自動化による超インテグラルアーキテクチャ(モジュラーをベースとしながら機り合わせた統合を実現)への移行 ◎設計+生産サービスの市場化(現物、先物)の進展、これらを支える製造機能的構築	◎機能部品設計製造産業-機能単位(Primitive)で作成、表面的な異性(Design)で独立化、◎機能組立産業とProsumer支援産業 ◎製品評価産業-機能評価、Compatibility評価、格付け(たび・たび・萌え+カワイイ)、環境評価指標 ◎動的仮想企業-設計生産サービス資源のグローバルな効率的活用、 製品創発までの対応範囲拡大
	製品イメージ	-	-	-	-	◎高品質大量生産	◎機能部品部品 ◎環境低負荷部品	◎構造化部品-製品-機能分解技術、再構成技術 ◎環境低負荷部品-製品・トレーサビリティ、部品・製品DNA、急速に保る製品、 高度設備-機能認識による知財保護 □2040年型産業-開きスーパー、食品有効利用率向上、新資源の産産-産産 □サービスビークルロボット-パーソナルビークル+駆動ロボット □機能性美的空間-200年定常+容易な機能改造、健康提供型作業環境
	ものづくり技術	-	-	-	-	◎ラビッドプロトタイプ ◎ストックアーチベース確立(誰が、どこで、どのような製品を使用しているか) ◎履歴管理(トレーサビリティ)、 ◎新生産管理・スケジューリング ◎3DCAD/CAE、光造形、 ◎ナノ加工技術、 ◎ICタグ、 ◎刻印	◎機能分解/再構築 ◎部品単位のaging記録 ◎PLM(Product Life cycle Management)技術の確立 ◎マルチエージェントスケジューリング ◎3D自由構造技術、 ◎骨格構造技術、 ◎自動モデリング	◎部品単位の材質のDNA管理、 ◎GPS-レース、 ◎超フロントローディング設計 ◎ラビッドプロトタイプによる構造材、吹付け、硬化材料、生物型充填材料-構造剤 ◎ハイパーメトロニクスによる機能部品-情報ネットワークへの接続+ 個人情報への接続(部品レベル)、 半量型+共創型機能 ◎機能自己再生機能部品部品、 ◎GPS内蔵タグ
設計・生産技術 & 持続性社会構築技術	3D傾向・共有指向設計	-	-	-	-	◎メーカー対応、レンズつきフィルム、コピー機	◎当たり前品質の保証-基本性能重視、長寿命化	◎ユーザ対応-部品情報性能、履歴等)公開 ◎コミュニティでの共有化促進
	対話型CADシステム	誕生	2D	PC化	3D	-----	◎主に若年者用アイテムに多用(生体計測システムと併用)	◎アーキテクト製品の設計支援広く適用 ◎構造的-無意識的ユーザ顕在化システム
	バーチャルプロトタイプ	-	-	-	-	-----	◎質感、光沢、無感(誰か、何らか、やわらかさ)、 ◎CGによる提示	◎CG+デバイスによる品位の提示
	感性計測技術	-	-	感性工学開始	-----	-----	◎デザイン感覚の顕在化、作る喜びを定量化	◎設計+生産に広く普及
	設計サイクル	-	2年	-----	1年	10ヶ月 ◎設計図のデータ連携性	1ヶ月 ◎モデル指向設計生産、モジュール化、 ◎設計と生産との融合	3日 ◎モジュール化-ユニット化の細分化、 ◎改造の検証と設計
	ユーザの介入	-	消費者センター	オープンプレイス	-	選択 ◎メーカーオプション	要望 ◎ディーラオプション、 ◎設計段階への介入	参加 ◎ユーザオプション、 ◎製品の機能変更
	製品サイクル	大量生産	大量生産・大量廃棄	LCA	LCA	商業 ◎新製品への買い替え	リサイクル ◎モジュール化の促進、長寿命設計	リユース ◎ライフサイクルに合わせたアップグレード、 新技術の迅速な導入
	生産情報の変化	生産管理	CAD/CAM/CAE	データベース	コンカレントエンジニアリング	設計企業との連携 ◎工場内の情報統合、 ◎設計ニーズが生産システムとつながる	販売連携 ◎マーケットの連携、 ◎市場ニーズが生産システムにつながる	消費者連携 ◎個別イベントシステム、 ◎個人ニーズが生産システムと一部つながる
	ものづくりの環境の変化	-	-	-	-	工場仕上げ ◎CAE/CAD	販売店仕上げ ◎CAFP+POS	消費者仕上げ ◎設計システムの開放
固まる仕組み	-	-	-	-	売り切り	点検改造	維持管理	

# まとめ

- 未来社会の予想のもとに、それを具体化するための技術開発に関するロードマップを作成
- 横幹連合という場において、異分野の知見を融合して、ユニークなものづくりの視点
- 課題
  - そのようなユニークな視点のしっかりとした補強
  - 産業界からの参画を充実し更新

# 参考文献

- 1) 学会横断型アカデミック・ロードマップ報告書、(株)KRI、横断型基幹科学技術研究団体連合、平成20年3月
- 2) 帯川、新井、学会横断型アカデミック・ロードマップ作成検討WG、WG4(ものづくり分野) 中間報告、第2回横幹連合