

P00100

技術ロードマップから見る 2030 年の社会 ーロボットと自動車から見た機械工学全体の将来展望ー

イノベーションセンター 技術ロードマップ委員会, 研究協力事業委員会

Society in 2030 Forecasted with Technical Roadmaps

JSME Innovation Center

1. はじめに

機械技術に対する社会の信頼と負託を得て、社会の信頼に応え、社会を先導するため、本会は 2007 年の創立 110 周年を契機に、産官学連携センター（その後、イノベーションセンターへ改組）に技術ロードマップ委員会を常設し、独自の視点に立った JSME 技術ロードマップの作成を行ってきた。表 1 に示すように、現在、本会の 18 部門が、社会・技術的ニーズを見据えたテーマとキーパラメータを選定し、具体的な物理インディケータの数値とブレークスルー技術をもって技術の変遷を説明し、2030 年に向けた社会動向のシナリオを明らかにしている。これらの技術ロードマップは、各部門内での検討にとどまらず、部門横断的なテーマの設定も行い、また国が策定する技術戦略マップや海外と協働活用すれば新たな技術展望を俯瞰することができる。今年度の技術ロードマップ委員会の主な活動方針は、「成果の外部への発信」、「部門と連携した学会ロードマップの作成・維持・更新」（既存ロードマップの改定、ロードマップ未策定部門への支援、技術ロードマップ活動の裾野拡大、機械工学全体の横串を通すロードマップの作成）、「国家プロジェクト提案」である。ここで、成果の外部への発信ということでは、第 5 期科学技術基本計画策定に向けての文部科学省科学技術・学術政策研究所からの依頼「将来社会を支える科学技術に関する調査協力」への協力、技術ロードマップ書籍出版について検討している。また、国家プロジェクト提案ということで、日本機械学会として政府の研究開発プロジェクト等への提案を行う活動を進めている。2013 年 4 月に、研究協力事業委員会 RD-2 分科会「日本機械学会主導プロジェクト『次世代 3D プリンタとその利用技術開発』立案検討分科会」を設置し、経済産業省の研究開発プロジェクトへの提案活動を進めている。さらに、それに続く提案を行うための活動を進めている。

2. プログラムの趣旨

技術ロードマップ委員会ではこれまで主に各部門の要素技術についての技術ロードマップを作成してきた（表 1, 2）。今年度の活動の 1 つである機械工学全体の横串を通すロードマップについて参加者の皆様のご意見をお伺いしながらパネルディスカッションを行う。具体的製品（ロボットと自動車）を基軸として見た機械工学全体の将来展望を討論する。交通・物流部門では図 1-1～図 1-4 に示すように、自動車を基軸として見た機械工学全体の将来展望ということで「自動運転 ARM 研究会」（連絡先：東京理科大学 高田 博 hiroshi-takata@sb3.so-net.ne.jp）の発足を提案している。

3. おわりに

技術ロードマップは継続的な見直しと時代に即した新たなテーマの設定、そして社会への発信が必須である。9 年目に入る今年度は、既存ロードマップの更新とデータ充実、成果の外部への発信、学会からの政府の研究開発プロジェクト等への提案活動の推進に努めたい。なお、技術ロードマップ委員会の活動報告、作成した技術ロードマップの詳細内容、関連講演資料は次のホームページに掲載している。表 1, 2 に技術ロードマップの詳細内容、関連講演資料のリストを示す。ご活用頂ける事を切に願う。

日本語版：http://www.jsme.or.jp/InnovationCenter/activity_a.html#a03

英語版：<http://www.jsme.or.jp/English/jsme%20roadmap/index.html>

表1 技術ロードマップ委員会に参加部門と既存ロードマップの技術キーパラメータ

部門名	技術キーパラメータ
計算力学部門	超大規模計算性能
バイオエンジニアリング部門	マイクロ・ナノバイオメカニクス, 生体低摩擦接合
材料力学部門	エネルギー機器の効率/出力向上
機械材料・材料加工部門	マイクロ・ナノ加工, 材料比強度, ものづくり
流体工学部門	風力発電
熱工学部門	高熱流束除熱, 断熱材特性
エンジンシステム部門	エンジンの熱効率, ディーゼル車の噴射圧, 過給圧
動力エネルギーシステム部門	原子力発電
環境工学部門	ヒートポンプ給湯機, 電動カーエアコン, 省エネルギー
機械力学・計測制御部門	動的現象の解析技術
機素潤滑設計部門	
設計工学・システム部門	設計工学技術, 設計工学による CO ₂ 削減
生産システム部門	
ロボティクス・メカトロニクス部門	産業用ロボット, 平均パワーレート密度, 精度, 運動制御技術, 知能化・情報化, 普及, 安全度基準, 省エネ化
情報・知能・精密機器部門	
産業・化学機械と安全部門	
交通・物流部門	自動車の燃費, 軽量化, 交通流制御 (平均旅行速度), 燃料電池自動車, 新幹線車両の省エネルギー化, 空気抵抗 (航空機), 輸送交通, CO ₂ 削減技術分類トータルマネジメント, 電気自動車
技術と社会部門	

表2 ホームページに掲載している関連講演資料

	関連講演資料
1	Future Climate in Copenhagen 有信睦弘 第87期会長 講演 2009/9/3 の講演資料
2	Future Climate in Copenhagen 矢部 彰 委員長 講演 2009/9/3 の講演資料
3	110周年パネル・シンポジウム報告 2007/10/26 の講演資料
4	2008年2~3月学会誌に掲載記事 (高熱流束除熱, ヒートポンプ給湯機, 自動車の燃費, エンジンの熱効率, マイクロ・ナノ加工, マイクロ・ナノバイオメカニクス, 産業用ロボット, エネルギー機器の効率/出力向上, 設計工学技術, 動的現象の解析技術)
5	日本工学会 130周年記念ロードマップ 2010/3に掲載記事 (ものづくり, 省エネルギー, 輸送交通)
6	年次大会 WS「技術ロードマップの現状と課題-JSME 技術ロードマップの役割」2006/09/20, 熊本大学の発表資料
7	年次大会 WS「イノベーションを牽引する機械技術-技術ロードマップから見る2025年の社会展望」(その2) 2008/8/5, 横浜国大 の発表資料
8	年次大会 WS「地球温暖化防止を目指した技術ロードマップ」 2009/9/15, 岩手大 の発表資料
9	年次大会 WS「イノベーションを牽引する機械技術-技術ロードマップから見る2025年の社会展望-(その4)」 2010/9/7, 名古屋工大 の発表資料
10	日本学術会議「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ」 2011/8 の発表資料および日本学術会議公開資料
11	年次大会 WS「技術ロードマップから見る2030年の社会-機械技術を結集した自動車・輸送技術の将来展望-」 2011/9/13, 東工大 の発表資料
12	Future Climate in London 矢部 彰 副会長 講演 2011/9/23 の講演資料
13	年次大会 WS「技術ロードマップから提案する新たな国家プロジェクト-学会活動の成果を社会へ還元する組織的提案機能の強化-」 2012/9/11, 金沢大の発表資料
14	年次大会 WS「技術ロードマップから提案する新たな国家プロジェクト」 2013/9/10, 岡山大の発表資料

図 1-1 自動車を基軸として見た機械工学全体の将来展望

自動車を基軸として見た 機械工学全体の将来展望

高田 博
東京理科大学

日本機械学会 交通・物流部門

発表の目的

交通・物流部門では、積極的に技術ロードマップを作成してきた。

過去に作成した技術ロードマップを分類整理して機械工学全体の将来展望を試み、機械工学全体の発展に繋げる。

自動車工学はマトリクス構造になっている
(和魂洋才 = 形のないものは和、形のあるものは洋)

ハード、物理学、シーズ、大学、装置、設計
システム主査、装置モデル、日本機械学会

	エンジン	ミッション	サス	ボディ	ステアリング	ブレーキ	タイヤ	...
環境性能								
安全性能								
操縦安定性能								
振動騒音性能								
制動性能								
耐久性能								
...								

ソフト、人間、ニーズ、企業、性能、実験
機能主査、性能モデル、自動車技術会

技術ロードマップを分類してみる

1. 性能を主眼としたもの — 和魂 (マトリクスの横軸)
2. 装置を主眼としたもの — 洋才 (マトリクスの縦軸)

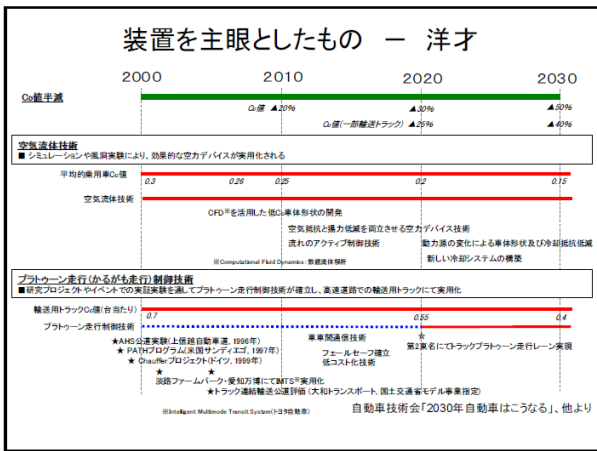
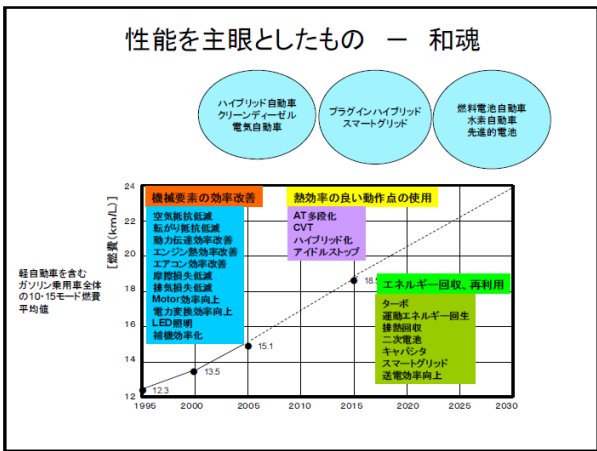


図 1-2 自動車を基軸として見た機械工学全体の将来展望

学会の技術ロードマップを和魂^{洋才}に分類してみた

日本機械学会

- 計算力学部門
- バイオエンジニアリング部門
- 材料工学部門
- 機械材料・材料加工部門
- 流体工学部門
- 動力システム工学部門
- エンジンシステム部門
- 動力伝達システム部門
- 環境工学部門
- 機械力学・計測制御部門
- 機軸設計部門
- 設計工学システム部門
- 生産加工・工作機械部門
- 生産システム部門
- ロボティクス・メカトロニクス部門
- 情報・制御・精密機械部門
- 産業・化学機械と安全部門
- 交通・物流部門
- 宇宙工学部門
- 技術と社会部門
- マイクロナノ工学部門

日本機械学会は^{洋才}がメイン
自動車技術会は和魂^{洋才}を網羅

日本機械学会は大学がメイン
自動車技術会は企業と大学を網羅

日本機械学会は1次元（大学）
自動車技術会は2次元（企業と大学）
学会の差はこれが原因？

自動車技術会

- ガソリン機関部門委員会
- ガソリンエンジン部門委員会
- ディーゼル機関部門委員会
- 大気環境技術・制御部門委員会
- 燃料潤滑油部門委員会
- 電気動力技術部門委員会
- ワイルド/燃費システム技術部門委員会
- 車載用パワーエレクトロニクス技術部門委員会
- 電装システム技術部門委員会
- モータ駆動部門委員会
- 燃料電池部門委員会
- 動力伝達部門委員会
- CVT/ハブリッド部門委員会
- 車載制御システム部門委員会
- 車載特許センター部門委員会
- 二輪車の運動特性部門委員会
- タイヤ性能特性部門委員会
- CFD技術部門委員会
- 流体力学部門委員会
- 伝熱技術部門委員会
- 振動騒音部門委員会
- 衝突安全技術部門委員会
- 車載内装技術部門委員会
- 構造形成技術部門委員会
- 計測・制御部門委員会
- EL/外ロニクス部門委員会
- 機軸設計部門委員会
- マシナリー部門委員会
- ITS部門委員会
- アップグレード部門委員会
- トヨタ/自動車技術会特別委員会
- インフラ/バイオメカニクス部門委員会
- トランスジェネレーション委員会
- ヒューマンファクター部門委員会
- 材料部門委員会
- 航空宇宙技術部門委員会
- リサイクル技術部門委員会
- 生産加工部門委員会
- 産業技術部門委員会
- モータースポーツ部門委員会
- デザイン部門委員会

そもそも、、、
機械というのは、2つの文字から成っている。

「機とは仕掛けのこと、械は刑罰の道具だから
機械とは仕掛けをもって無理やり何かをさせるもの」
(機械工学便覧 α 1-1 より引用)

すなわち、機械は本質的に2次元である。
しかし、実体は**日本機 学会**になっていて、企業からは敬遠される傾向にある。

日本機械学会が1次元に陥ったのは、部門組織がマトリクス組織になっていないからである。

交通・物流部門の技術ロードマップの振り返り

1. 和魂^{洋才}という観点がなく、首尾一貫していなかった。
2. 最初は、^{洋才}から入り、次第に和魂へ移行した。
3. 技術ロードマップ作成では、企業の秘密主義のため、企業の協力を得ることが困難であった。
4. 特に和魂技術ロードマップの作成は、企業出身委員が個人的に作成するしかなかった。
5. 本来は、和魂から^{洋才}へ展開すべきであるが、個人の力では限界があった。

和魂から^{洋才}へ展開する方策を確立したい。
それが機械工学全体の将来展望と発展に繋がると信じる。

和魂から^{洋才}へ展開するステップ

1. 性能の抽出・分類・展開 (要求品質展開表)
2. 装置の抽出・分類・展開 (品質要素展開表)
3. 性能と装置との関連付け (品質表)
4. 装置技術実現可能性推定 → ^{洋才}技術ロードマップ
5. 性能技術実現可能性推定 → 和魂技術ロードマップ
6. 開発目標と開発計画決定 → 産官学共同研究体制 (効率的な研究開発)

1. 性能の抽出・分類・展開 (要求品質展開表)

品質機能展開(QFD)を使用して和魂を展開していく作業

1. 市場の要求品質を収集
2. 要求品質を抽出 KJ法、親和図法
3. 要求品質展開表

関係部門(縦軸部門、横軸部門)が集まってワイガヤのグループ作業をするのが理想

	1次ラベル	2次ラベル	3次ラベル	
品質機能展開(QFD)を使用して和魂を展開していく作業	ライフサイクルコストが安い	走行コストが安い	車両価格が安い ランニングコストが安い	
		メンテナンスコストが安い	故障が少ない 漏電しない 冠水に強い メンテナンスが容易	
		性能が良い	走りが良い 加速が良い スムーズに発進できる 登坂性能が良い	ガソリン車並に航続距離が長い 加速が良い スムーズに発進できる 登坂性能が良い
		制動が良い 安全性能が良い 快適性が良い	ブレーキの効きが良い 安全性に優れる 音、振動が心地よい 寒冷地で暖房が使え 家で充電できる	充電インフラが充分に多い 急速充電できる 停車時の代替電源になる
電力のハンドリングが容易	充電が容易	充電インフラが充分に多い	充電インフラが充分に多い	
	電力貯蔵	充電インフラが充分に多い	充電インフラが充分に多い	

2. 装置の抽出・分類・展開 (品質要素展開表)

	1次ラベル	2次ラベル	3次ラベル
移動量の削減	保有台数減少	運動エネルギー減少	自動車シェアする
			安全技術を軽量化する 自動車を小型化する 軽量の1人乗り乗用車を普及させる 自動車を軽量化する 材料比強度の高い材料を使う 走行速度を制限する
単位移動量当たり必要エネルギー削減	効率向上制御	不要な運転の削減	予測制御により効率を向上する
			ハイブリッド制御技術を向上する
			熱効率の良い動作点の使用
			動力をハイブリッド化する
エネルギー回収	エネルギー回収	エネルギー回収	アイドル時に自動休止する
			待機電力を低減する
			エネルギー回収効率を向上する
			運動エネルギーを回生する 余剰エネルギーを二次電池に蓄える 発電効率を向上する
			キャパシタにより必要に応じて大きな動力を得る エネルギーの供給を二次電池により調整する

図 1-3 自動車を基軸として見た機械工学全体の将来展望

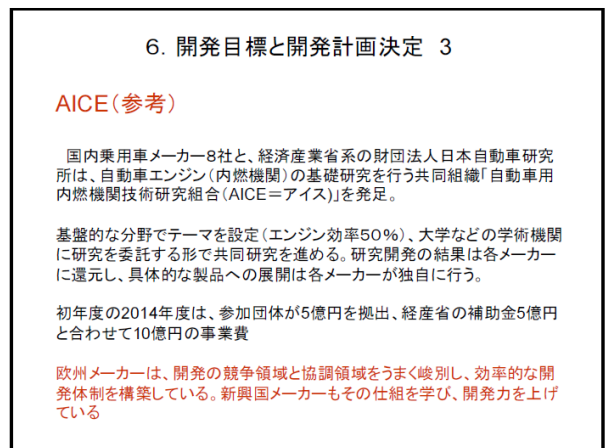
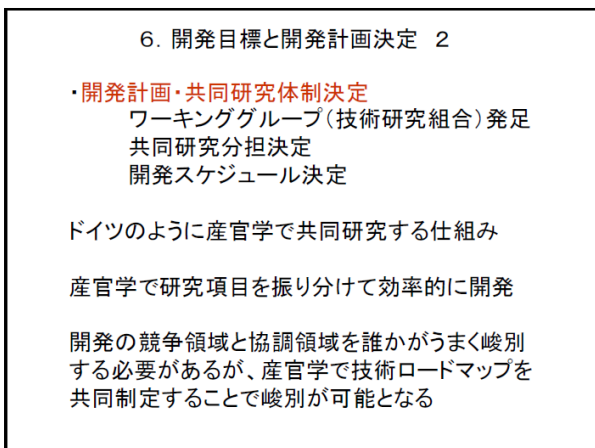
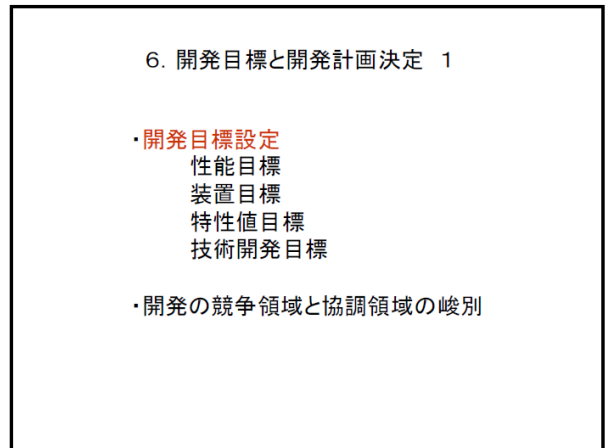
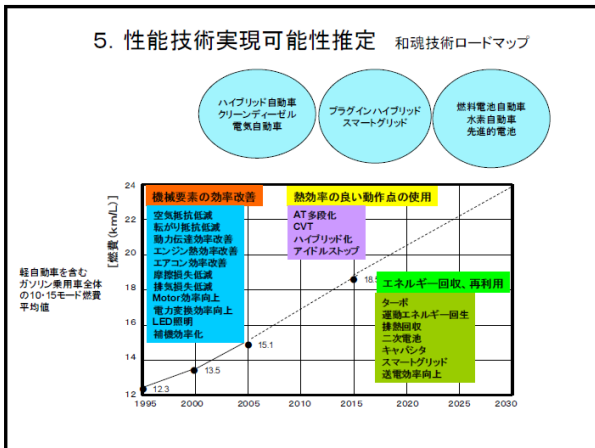
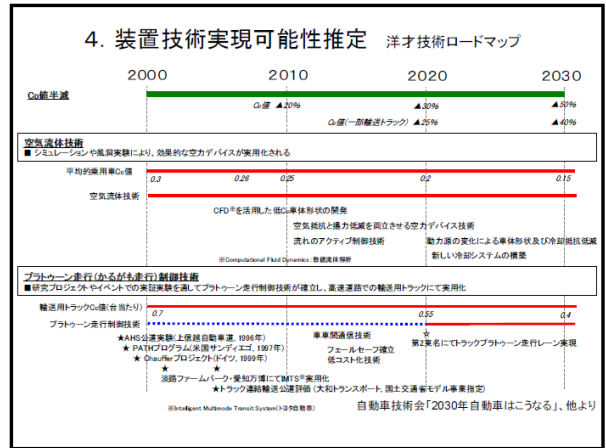


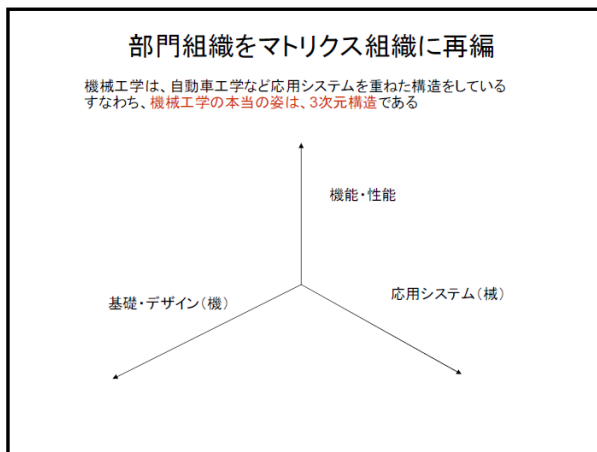
図 1-4 自動車を基軸として見た機械工学全体の将来展望

和魂技術ロードマップ作成の課題

- ・現実には出来ていない。
- ・片手間作業では出来ない。
- ・専門化するので個人の作業では限界がある。
- ・部門が多岐に亘るが、協力を求める仕組みがない。

提案

- ・部門組織をマトリクス組織に再編
- ・再編には横軸部門(性能部門)が関係する縦軸部門(装置技術部門)を招集できる仕組みが必須
- ・横軸部門が音頭取りをして技術ロードマップ再編
- ・技術ロードマップ作成にあたり、Fundingする



部門組織をマトリクス組織に再編

機	性能											
	安全性能部門	動力性能部門	燃費性能部門	振動騒音性能部門	制動性能部門	操縦安定性能部門	強度耐久性能部門	機械システム信頼性性能部門	操作性快適性性能部門	流体抵抗性能部門	電子システム信頼性性能部門	自動運転性能部門
材料力学部門												
流体工学部門												
熱工学部門												
計算力学部門												
機械力学部門												
構造設計部門												
生産工学部門												
設計工学部門												
技術と社会部門												
マイクログロ・ナノ工学部門												
バイオ機器部門												
エンジンシステム部門												
環境工学部門												
宇宙機器・システム部門												
産業・化学機械と安全部門												
流体機械部門												
熱機器部門												
エネルギー供給システム												
交通・物流部門												
情報・知能・精密機器部門												
工作機械部門												
ロボティクス・メカトロニクス部門												

横軸部門と縦軸部門の部門数が同等になるよう再編すべき。12部門の例

再編には横軸部門が関係する縦軸部門を招集できる仕組みが必須

- ・部門横断研究会を新設 (略称 ARM研究会)

横軸部門が研究テーマを設定
縦軸部門に研究参加募集する
縦軸、横軸部門(産官学を揃える)で協力して研究会を発足
上記の手順で技術ロードマップ・共同開発分担を策定

- ・技術ロードマップは、縦軸部門(シーズ)が横軸部門(ニーズ)を理解するためのツールでもある。
- ・協力して技術ロードマップを作成することで、互いの理解が深まる。また、共同研究体制が構築できて、効率的な研究開発が可能となる

横軸部門が音頭取りをして技術ロードマップ再編

試しにやってみることを提案します

1. 交通・物流部門が自動運転をテーマにして他部門に参加呼びかけ
2. 各部門から参加頂く。(産官学が等分に参加することが望ましい)
3. 自動運転ARM研究会発足(当面、技術ロードマップ委員会のワーキンググループとして活動)
4. 技術ロードマップ策定
産官学の参加者がワイガヤのグループ作業をする
5. 開発計画・共同研究体制策定
6. 開発予算を具体化