

# 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)

### 産官学連携センター 技術ロードマップ委員会

#### 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。これまで本会の 10 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、技術の変遷を、具体的な物理インディケータの数値とブレイクスルー技術をもって説明し、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抽出にも重要な役割を果たし、また国が策定する技術戦略マップや海外との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。これを受けて今年度は特に JSME 技術ロードマップの“横断検討”と“海外発信”に注目して、特別企画を組んだ。

#### 2. JSME 技術ロードマップの海外発信

2007 年 10 月に公表した JSME 技術ロードマップは、その後英語に翻訳され 2008 年 4 月から本会ホームページに掲載されている。それと呼応するように、4 月 17,18 日には ASME の呼び掛けで世界 15 カ国の機械系団体から 200 名がワシントンに集結し、2028 年の機械工学のあるべき姿と機械技術者の果たすべき役割をテーマに、グローバルサミットが開催された。

日本からは白鳥会長が参加し、本会 10 部門作成の JSME 技術ロードマップを用いて、技術の来るべき未来の姿を具体的に説明した。この様に総合的な社会イメージを描けるのも JSME 技術ロードマップの特徴の一つであり、専門家集団である部門が、各々テーマは多岐に互り異なるものの、視点とフォームを共通化し、横断的な検討を可能とした事による。サミットでもこの点を強調し、大きな関心が寄せられた。

図 1 は高熱流束除熱技術のロードマップで選定した物理インディケータとして除熱できる熱流束の数値的変遷を示したものである。

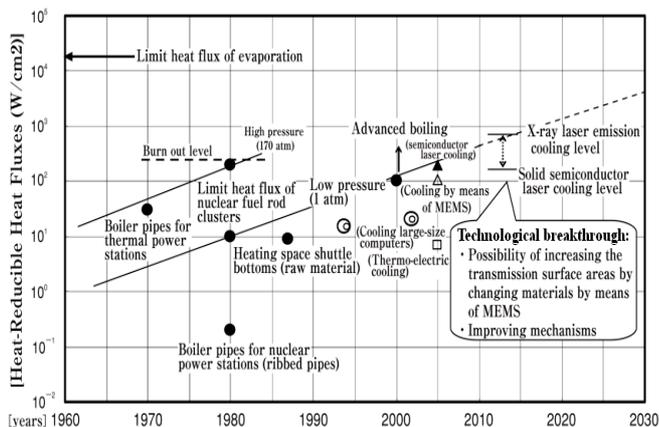


図 1 高熱流束序熱技術のロードマップ

物理インディケータからは表 1 の手順によってブレイクスルー技術と社会変化のシナリオが抽出、表 2 の結果を得る。

表 1 社会変化のシナリオ抽出

Physical Indicators & Units	
Year-by-year changes in the general-purpose key parameters related to the technological problems	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Explaining the social and technological needs, based on which the key parameters changed, and showing the curves of those changes, including future changes.</li> <li>With what mechanisms can the numeric values in the JSME Technological Roadmaps be achieved?</li> <li>What technological breakthroughs are needed?</li> </ul>	
Technological Breakthrough	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibility of mechanisms for achieving advanced key parameters</li> <li>With what mechanisms can the numeric values in the JSME Technological Roadmaps be achieved?</li> <li>What technological breakthroughs are needed?</li> </ul>	
Changes in Society and Markets	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prospects for the future</li> <li>Describing the social impacts when the JSME Technological Roadmaps are put into practice in scenario form.</li> <li>Market scales if utilized society.</li> </ul>	

表 2 高熱流束除熱技術によるブレイクスルー技術と社会変化シナリオ

Technical Breakthrough	
1960~1970	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pipes with internal grooves (ribbed pipes) and circling flow of boiler water</li> </ul>
1970~1980	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertical rising pipe structure (rifle pipes)</li> <li>[Heat insulating materials for space shuttles (withstand temperature, strength and attaching method)]</li> </ul>
1980~1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>[Heat insulating materials for space shuttles (withstand temperature, strength and attaching method)]</li> </ul>
1990~2000	
2000~2010	
2010~2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibility of increasing the transmission surface areas by changing materials by means of MEMS (area increasing process technology)</li> </ul>
2020~2030	
Changes in Society and Markets	
1960~1970	<ul style="list-style-type: none"> <li>Large-size computers were released first in Japan (by NEC).</li> <li>Transistor TV sets were released first in the world (by Sony).</li> <li>Space shuttle landed on the moon.</li> </ul>
1970~1980	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCD LSI portable calculators were released (by Sharp).</li> <li>Word processors were released (by Toshiba and Sharp).</li> <li>NEC PC computers were released.</li> </ul>
1980~1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laser machining products were developed.</li> <li>Static weather satellite Himawari No. 2 and broadcast satellite BS-2 were launched.</li> <li>PC communication services [ASCII-NET] started.</li> <li>Notebook PCs were released (by Toshiba and Fujitsu).</li> </ul>
1990~2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Test broadcasting of BS high-visions started.</li> <li>Commercial providers were founded and Internet expanded.</li> </ul>
2000~2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scale of wearable computers in the U.S. market reached 600 million dollars even in 2003.</li> <li>Japanese experimental booth (Kibo) of international space station was launched.</li> <li>Mass production of notebook PCs with fuel batteries</li> <li>Changing the Internet device standard into IPv6 (next-generation communication standard) was started mainly by Government.</li> </ul>
2010~2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>Individual-customized electronic magazines and newspaper were propagated.</li> <li>Portable PCs with solar and fuel batteries were put into practical use.</li> <li>One-chip ubiquitous computers were put into practical use.</li> <li>Nanometer-scale 3D IC processing technology</li> <li>About 50% of notebook PCs were changed into PCs with semiconductor drive (SSD) units.</li> </ul>
2020~2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>Super high-velocity broadcasting was put to practical use.</li> <li>Wearable automatic voice translators were put to practical use.</li> <li>Quantum information optical transmission system was put to practical use.</li> <li>Tele-work population doubled.</li> <li>Desktop PCs had supercomputer-level performance.</li> </ul>

今回はグローバルサミットという好機を得たが、JSME 技術ロードマップの海外発信は常設委員会の活動の一環として、ホームページや様々な国際交流の機会を通じ、積極化を図る方針である。

### 3. JSME 技術ロードマップの横断的検討

経済産業省の技術戦略マップでは、多岐に亙る技術を体系化して整理し、細分化された各々の技術分野における課題の抽出を行っている。

これらと各部門が選定したテーマとの対比を試みると、現在 JSME 技術ロードマップは技術戦略マップが規定する技術のうち5つの分野(更に細分化した16の技術分野)に対応しており、そこに列挙された技術課題のいくつかに関し、具体的に数値的な解答を提供していることが分った。

すなわち技術を網羅的に時間軸上に序列化する技術戦略マップに対し、JSME 技術ロードマップはその中のある課題に関し、時間軸の高精度化と技術の数量化を実現している。つまりこれらを相補的に用いれば、特定の技術だけでなく複数の技術の動向と展開を相対的に、時間と達成度の両面から明示できるので、正にロードマップ本来の役割が果たされている事になる。更にこれが企業や研究機関の技術開発ロードマップの策定に役立てば、産官学の協働サイクルが実現される

訳で、その点からも意義深い。

JSME 技術ロードマップが解決に貢献できる経済産業省技術戦略マップが課題の例を表3に示す。

逆に技術戦略マップが規定する技術分野を軸にしてJSME 技術ロードマップの各テーマを観察すれば、部門横断的な検討テーマの発掘が可能となる。技術戦略マップの情報分野の側面で整理すると表4を得るが、ここでは5部門のロードマップが関わっている。これらが予測する技術に横串を立てると、例えば、ユーザビリティに優れたヒューマンインターフェース実現に向けた高集積電子デバイスの加工法と実装法ならびに冷却技術が顕在化する。これをロードマップから導かれる社会的ニーズと位置付け、達成に必要なシーズ技術をテーマに選定する事により、合目的な新たなロードマップを構築できる。他技術分野でも同様の展開が可能であり、技術戦略マップの分野への準拠はJSME 技術ロードマップの横断的検討の一助となる。

### 4. 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。3年目に入る今年度は、部門横断的なテーマ評価に加え、国際的な技術動向を注視しながら、積極的な海外発信に努めたい。

表3 JSME 技術ロードマップと技術戦略マップの対応

JSME 技術ロードマップ	経産省技術戦略マップ	JSME 技術ロードマップが貢献できる課題
高熱流束除熱技術 (熱工学部門)	情報通信分野	データサーバの冷却・静音における高性能・高効率冷却
ヒートポンプ給湯機技術 (環境工学部門)	環境・エネルギー分野	総合エネルギー効率の向上における省エネ型情報生活技術での高効率ヒートポンプ(自然冷媒、寒冷地対応等)
自動車の燃費技術 (交通・物流部門)		総合エネルギー効率の向上における先進交通社会確立技術でのクリーンエネルギー自動車、燃料の多様化
エンジンの熱効率技術 (エンジンシステム部門)		総合エネルギー効率の向上における先進交通社会確立技術での高効率内燃エンジン(代替燃料、低摩擦材料表面制御、ディーゼルエンジン等)
エネルギー機器の効率/出力技術 (材料力学部門)		超燃焼システム技術(高効率工業炉、超伝導発電等)、石炭ガス化複合発電技術
マイクロナノバイオメカニクス技術 (バイオエンジニアリング部門)	ナノテクノロジー・材料分野	ナノバイオ(再生医療)分野における体外で培養した組織の利用と適用部位に応じた組織特性(力学特性等)の制御技術
マイクロナノ加工技術 (機械材料・材料加工部門)		メモリ・ストレージ分野におけるハードディスク系の高密度化・高速化に関わるトップダウン技術(RIE、ナノインプリント等)とボトムアップ技術(自己組織化)
産業用ロボット技術(ロボット・メカトロニクス部門)	ものづくり分野	次世代産業用ロボット分野におけるシステム化技術、環境構造化、認識処理、センシング、アクチュエータ、機構制御等
動的現象の解析技術 (機械力学・計測制御部門)		人間生活技術分野の「楽しく安らげる暮らしの実現」に関わる人間特性を活用した快適環境創出技術や、日常生活の行動生理を見守る安心・安全な環境や製品の提供技術
設計工学技術 (設計工学・システム部門)		

表4 技術戦略マップの分野に基く JSME 技術マップの整理の例

JSME 技術ロードマップ 技術戦略マップの分野	高熱流束除熱技術	マイクロナノ加工技術	ヒートポンプ給湯機技術	動的現象の解析技術	設計工学技術
情報通信分野	コンピュータ分野: ・データセンタ向けサーバの設置と環境性(冷却・静音)における高性能・高効率冷却	半導体分野:ナノエレクトロニクスデバイス ・自己組織化の直径制御、位置制御 ・新規ストレート技術における MEMS プローブメモリ	・設備系ネットワークにおける標準化 ・次世代共通ファームウェア構築 ・ヒューマンインターフェースの向上 ・リモートメンテナンス	・アプリケーションソフトウェア(科学技術計算)およびユーザビリティ分野(ヒューマンインターフェース)の進展で高度解析が可能	・ユーザビリティ分野: 3D ディスプレイと3次元CAD ・ヒューマンインターフェース分野(インタラクティブ技術):GUI実世界インターフェイスでシステム統合容易