

日本機械学会  
エンジンシステム部門  
部門将来検討委員会  
2024～2025年度  
報告書

部門将来検討委員会

委員長 相澤 哲哉

## 目次

1.	まえがき	3
2.	委員会目的	6
3.	委員名簿	6
4.	活動概要	8
5.	検討の共通前提	9
6.	各 WG における検討内容	10
6. 1	WG1の検討内容	10
6. 1. 1	検討の前提事項	10
6. 1. 2	社会で共有できるエンジンシステムの将来ビジョン	11
6. 1. 3	今後10年のエンジンシステム部門活動施策案の提言	17
6. 2	WG2の検討内容	19
6. 2. 1	検討の前提事項	19
6. 2. 2	将来ビジョン実現のための人材育成課題	19
6. 2. 3	今後10年のエンジンシステム部門活動施策案の提言	20
6. 3	WG3の検討内容	28
6. 3. 1	検討の前提事項	28
6. 3. 2	将来ビジョン実現のための産学連携課題	30
6. 3. 3	今後10年のエンジンシステム部門活動施策案の提言	31
7.	総括	34
8.	今後の活動方針	35

## 1. まえがき

本報告書は、第99期にエンジンシステム部門に設置された部門将来検討委員会において、第102期から第103期までの2年間にわたり行われた議論と検討の成果を取りまとめたものである。

2015年の COP21パリ協定採択以降、化石燃料使用に起因する地球規模の気候変動を抑制するため、脱炭素化を軸としたエネルギー政策が各国で推進されてきた。特に欧州連合(EU)は再生可能エネルギーへの急速な転換を主導してきたが、2022年以降のロシアによるウクライナ侵攻を契機としたエネルギー供給不安や価格高騰を受け、近年はエネルギー安全保障を重視し、原子力や一部化石燃料の活用を含めた現実的な政策修正も進めている。また、米国では政権交代に伴う国際的な気候枠組みへの関与の揺らぎが見られる一方、中国は電動車(EV)および関連サプライチェーンにおいて圧倒的な存在感を示しており、脱炭素化と産業競争力が強く結びつく局面に入っている。

このような国際情勢の変化を背景に、各国のエネルギー政策は「脱炭素一辺倒」から、「脱炭素・安定供給・経済成長の同時達成」を志向する方向へと転換しつつある。我が国においても、2020年10月に2050年カーボンニュートラル達成を目指すとして以降、再生可能エネルギーの導入拡大が進められてきたが、近年は国際的なエネルギー需給の不確実性を踏まえ、政策にも変化が生じている。2025年に策定された第7次エネルギー基本計画では、再生可能エネルギーを最大電源と位置づけつつも、原子力を基盤電源として活用する方針が明確化され、エネルギー安全保障と脱炭素の両立がより強調されている。

こうしたエネルギー政策の転換は、運輸部門にも大きな影響を与えている。運輸部門における二酸化炭素排出量は我が国全体の約18.5% (2022年) を占めており、他の産業部門と比較して電動化による排出削減の余地が大きい分野である。一方で、電動車の普及はエネルギー供給構造や国際的な産業競争とも密接に関係しており、単純な電動化推進のみでは対応が困難な状況にある。このため国土交通省は、乗用車については2035年までに新車販売で電動車100%を目指す方針を維持しつつ、商用車については車種や用途に応じて電動車と脱炭素燃料対応車を組み合わせた段階的な導入を進めるとしている。これらの施策は、脱炭素化と産業競争力、エネルギー安全保障を同時に考慮した、より現実的かつ戦略的なアプローチへの移行を示すものである。

このような社会的要請の下で、脱炭素、エネルギーの安定供給、経済成長を同時に達成する持続可能社会において、内燃機関が果たすべき役割とは何か。その問いに対する答えを日本機械学会内外に明確に示すことは、内燃機関に関する研究者・技術者を主要構成員

とするエンジンシステム部門に課せられた重要な使命である。社会情勢や要請の変化に柔軟に対応しつつ、長期的かつ合理的な視点に基づいて継続的に議論を行うことが不可欠である。

以上の認識の下、当委員会は第99期に設置され、第100期から第101期にかけて30～40歳代の若手産学メンバーを中心に議論を開始した。議論にあたっては「内燃機関ありき」を前提としない立場から出発し、内燃機関の将来ビジョンおよび部門運営に関する提案について、3つのワーキンググループ(WG)に分かれて、同一テーマを少人数・全員参加型で検討した。各WGでの議論内容は全体委員会で共有され、2回の合宿を含む2年間にわたる集中的な議論を通じて、委員間の共通認識の形成と論点の整理が進められ、委員会としての提言策定に向けた基盤が整えられた。

第102期から第103期における当委員会の活動は、これまでの3つのWGでの議論を一本化し、より具体化することを目的として位置づけられた。すなわち、社会で共有可能なエンジンシステムの将来ビジョンを策定するとともに、その実現に向けて必要となる技術課題、人材育成課題、産学連携課題を明確化し、今後10年間を見据えた具体的な部門活動施策案として部門へ提言することを目標とした。議論の継続性を重視し、委員には原則として継続参加を依頼したうえで、「将来ビジョン策定」「人材育成」「産学連携」の3つのタスク別にWGを再編成し、議論の集約と具体化を進めた。

その成果として、詳細は本文に譲るが、「マインドマップ」等のツールを活用した活発な議論を通じ、社会で共有できるエンジンシステムの将来ビジョンと、それに関連する技術課題として「これからのエンジンができる10のこと、そのために克服しなければならない10のこと」を策定した。また、人材育成については「内燃機関の担い手となる人材」および「新たな方向性を発想できる人材」の育成のあり方について整理を行い、産学連携については「熱機関と融合させる分野の拡大」という課題認識と、「RC分科会への橋渡し」という具体的な取組方針を見出すことができた。

一方で、部門へ提言する活動施策案のうち、とりわけ「具体化」の段階については、なお道半ばである。今後は、本委員会からの提言を起点として、部門内外に向けた具体的なアクションへとつなげていくことが重要な課題である。

なお、当委員会ではこれらの検討に加え、第102期中の2024年12月に開催された第35回内燃機関シンポジウム(於九州大学)においてフォーラムを企画・開催した。前期(第100期～101期)のWGリーダーを中心に構成された現・第102期～103期のWG1が企画を担当し、当委員会での議論内容を広く紹介する機会を得た。フォーラムには部門内外から多

数の参加者を迎え、講演およびパネルディスカッションを通じて、エンジンに関する学理と技術について活発かつ熱のこもった議論が展開され、成功裡に終えることができた。今後は、学生やエンジン分野以外の研究者・技術者にもこのような議論を広げていくことが期待される。

最後に、本務で多忙な中、本委員会に参加し、長時間にわたる議論ならびに本報告書の作成に多大なご協力を賜った当委員会の全ての委員に深く感謝の意を表す。また、第103期よりオブザーバとして参加いただき、エンジン博物館(オンライン)の創設や WG での議論におけるマインドマップの活用など、数多くの重要なアイデアをご提供いただいた KPMG コンサルティング 轟木氏に、ここに記して感謝申し上げます。

2026年3月 部門将来検討委員会委員長 相澤 哲哉

## 2. 委員会目的

持続可能社会における内燃機関のあり方，内燃機関研究の将来，内燃機関に係る技術者・研究者の教育等に関する意見交換と議論を通して，今後のエンジンシステム部門の運営方針を模索することを目的とする。

昨年度までの3つのWGでの議論を一本化及び具体化し，社会で共有できるエンジンシステムの将来ビジョン(時間軸は2050年)を策定する。この長期ビジョンの実現に向けてこれに関わるすべての分野と協働するために必要な技術課題，人材育成課題，産学連携課題をそれぞれ明確化し，今後10年間でこれらの課題に対応するための具体的な部門活動施策案を部門へ提言する。

## 3. 委員名簿

委員長	相澤 哲哉	明治大学
幹事	飯島 晃良	日本大学
委員	青木 剛	ENEOS
委員	池原 賢亮	日産自動車
委員	石井 森	日野自動車
委員	市川 泰久	海上技術安全研究所
委員	今村 宰	日本大学
委員	衛藤 邦淑	やまびこ
委員	押領司 一浩	日立製作所
委員	川野 大輔	大阪産業大学
委員	窪山 達也	千葉大学
委員	甲田 和之	ヤンマーホールディングス
委員	小橋 好充	岡山大学
委員	齊藤 允教	日本大学
委員	坂井 洋志	トヨタ自動車
委員	境田 悟志	茨城大学
委員	高橋 栄一	日本大学
委員	田中 光太郎	茨城大学
委員	中谷 辰爾	東京大学
委員	中山 智裕	SUBARU

委員	鳴海 裕樹	本田技研工業
委員	原田 雄司	マツダ
委員	古川 伸哉	いすゞ中央研究所
委員	堀部 直人	京都大学
委員	水嶋 教文	産業技術総合研究所
委員	山口 恭平	国土舘大学

#### WG タスクとメンバー構成

WG1：社会で共有できるエンジンシステムの将来ビジョン策定，技術課題の明確化，具体的部門活動施策案の提言

小橋 好充（学リーダー）	岡山大学
古川 伸哉（産リーダー）	いすゞ中央研究所
相澤 哲哉	明治大学
飯島 晃良	日本大学
池原 賢亮	日産自動車
衛藤 邦淑	やまびこ
甲田 和之	ヤンマーホールディングス
青木 剛	ENEOS

WG2：将来ビジョン実現のための人材育成課題の明確化，具体的部門活動施策案の提言

川野 大輔（学リーダー）	大阪産業大学
鳴海 裕樹（産リーダー）	本田技研工業
今村 宰	日本大学
齊藤 允教	日本大学
中谷 辰爾	東京大学
山口 恭平	国土舘大学
市川 泰久	海上技術安全研究所
押領司 一浩	日立製作所
境田 悟志	茨城大学

WG3：将来ビジョン実現のための産学連携課題の明確化，具体的部門活動施策案の提言

窪山 達也（学リーダー）	千葉大学
原田 雄司（産リーダー）	マツダ
高橋 栄一	日本大学
田中 光太郎	茨城大学
堀部 直人	京都大学
水嶋 教文	産業技術総合研究所
石井 森	日野自動車
坂井 洋志	トヨタ自動車
中山 智裕	SUBARU

#### 4. 活動概要

2024年5月8日 委員長・幹事・産学リーダーキックオフ

活動方針確認、内燃シンポジウム企画提案

2024年6月7日 委員長・幹事・産学リーダー会合

内燃シンポジウム企画具体化検討、委員交代・追加(燃料・汎用)検討

2024年6～9月 WG1～3グループ会議

2024年9月5日 第1回全体会合@日大理工学部駿河台キャンパス

活動計画承認、内燃シンポジウム企画承認、各WG報告

特別講演：「内燃機関の可能性と将来の経済と人材育成から見える危機」

轟木 光 氏(KPMG コンサルティング株式会社)

2024年11月14日 内燃シンポジウム準備会合

2024年12月12日 第35回内燃機関シンポジウムフォーラムII「将来の持続可能社会に内燃機関は有用か？」

講演1：「環境自動車政策と空飛ぶクルマの現状」

中野 冠 先生(慶応義塾大システムデザイン・マネジメント研究科)

講演2：「エンジンシステム部門の将来 ～部門将来検討委員会における検討内容の紹介～」

小酒 英範 先生(東京科学大学 部門将来検討委 前委員長)

パネルディスカッション「将来の持続可能社会に内燃機関は有用か？」

パネラー：中野 冠 (慶応義塾大)、小酒 英範 (東京科学大)、小橋 好充 (岡山大 WG1学リーダー)、古川 伸哉 (いすゞ中研 WG2産リーダー)、池原 賢亮 (日産自動車 WG3産

リーダー)、相澤 哲哉 (明治大)

2024年11月～2025年1月 WG1～3グループ会議

2025年1月22日 第2回全体会合@明治大理工学部生田キャンパス  
オブザーバ追加承認、各 WG 報告、オンラインエンジン博物館自由討議

2025年3月～5月 WG1～3グループ会議

2025年 5月14日 第3回全体会議@日大理工学部駿河台キャンパス  
各 WG 報告、WG 連携会議開催検討  
特別講演：「リチウムイオン電池のリサイクルを巡る状況と課題」  
大石 哲雄 氏 (産業技術総合研究所ゼロエミッション国際共同研究センター)

2025年 6月3日 WG 連携会議  
WG 共通事項検討、絵ではなく文章での将来像記述、マインドマップ活用の提案

2025年 6月～7月 WG1～3グループ会議

2025年 7月30日 第4回全体会議@明治大理工学部生田キャンパス  
各 WG 報告、エンジンにできる10のことによる将来像記述提案

2025年 9月～10月 WG1～3グループ会議

2025年11月7日 第5回 全体会議@オンライン  
各 WG 報告、提言書作成スケジュール及びキーワード確認

2025年12月～2月 WG1～3グループ会議

2026年3月18日 第6回 全体会議@日大理工学部船橋キャンパス

2026 年1月～3月 報告書作成

## 5. 検討の共通前提

各 WG での議論の前提等について、以下のことを定めた。

- (1) 内燃機関の将来ビジョンについて、研究と開発、人材育成、産学連携の3つの視点で議論する。
- (2) 将来ビジョンに関する議論の時間軸は2050年とし、2050年の将来ビジョンを視座におき、今後10年間の部門運営の方針を策定する。
- (3) 2050年では社会全体でカーボンニュートラルが達成されている。

上記以外の議論の前提や枠組みの設定については、WG ごとに独自に定めることとした。

## 6. 各WGにおける検討内容

### 6. 1 WG1の検討内容

#### 6. 1. 1 検討の前提事項

WG1は内燃機関およびその燃料の研究・開発に従事するメンバーで構成されている。メンバーの研究・開発対象は、乗用車、トラック、船舶、農業機械、建設機械、作業機械など多岐にわたり、それぞれ異なる視点や専門性を有している。このようなメンバー構成を勘案して、WG1では検討対象とする領域や分野を限定せず、社会全体を広く見据えながら社会で共有できるエンジンシステムの将来ビジョンについて議論を行った。また、すべての課題に対して内燃機関ありきで議論するのではなく、電気動力の利用や、内燃機関と電気動力の融合など、多角的に解決策を探ることを前提にエンジンシステムの担う役割を検討することとした。

まず、2050年の社会を俯瞰するために、マインドマップを作成した。図6.1.1に、中心テーマを「2050年の社会」としたマインドマップを示す。中心テーマに続くノードには、社会の持続性、エネルギー・資源の安全保障、および技術進化を念頭に、社会インフラ・環境・生活基盤に関する項目を検討した。さらに、人々の生活の質や心の豊かさも一層重要さを増すと考え、図に示す9項目を挙げた。このマインドマップには一見、エンジンシステムとは無関係な項目が多数挙がっている。しかし、この図を眺めながら議論を重ねてみると、エンジンが様々な項目に対して役割を担うことがわかった。例えば、食料、災害対応、超デジタル社会の枝葉にある非常用発電はエンジンの活躍の場となる点が挙げられる、また、エンジン用燃料としてバイオマスを育てれば、森林が再生し、大気・水の質を改善するうえ、土地が強靱化するために土砂災害に強くなる（災害対応）などである。このマインドマップ等を活用し、社会で共有できるエンジンシステムの将来ビジョンを策定した。

なお、本検討内容の読者には、工学的な素養を備え、2050年の社会を担う世代である理工系大学生を想定した。そのうえで、理工系大学生にわかりやすくエンジンシステムの役割や将来性、魅力を伝えるよう、「これからのエンジンができること」を挙げることにした。その一方で、これからのエンジンの課題として、「そのために克服しなければならないこと」を整理し、これをエンジンシステム部門へ提言する活動施策案に結びつけることにした。

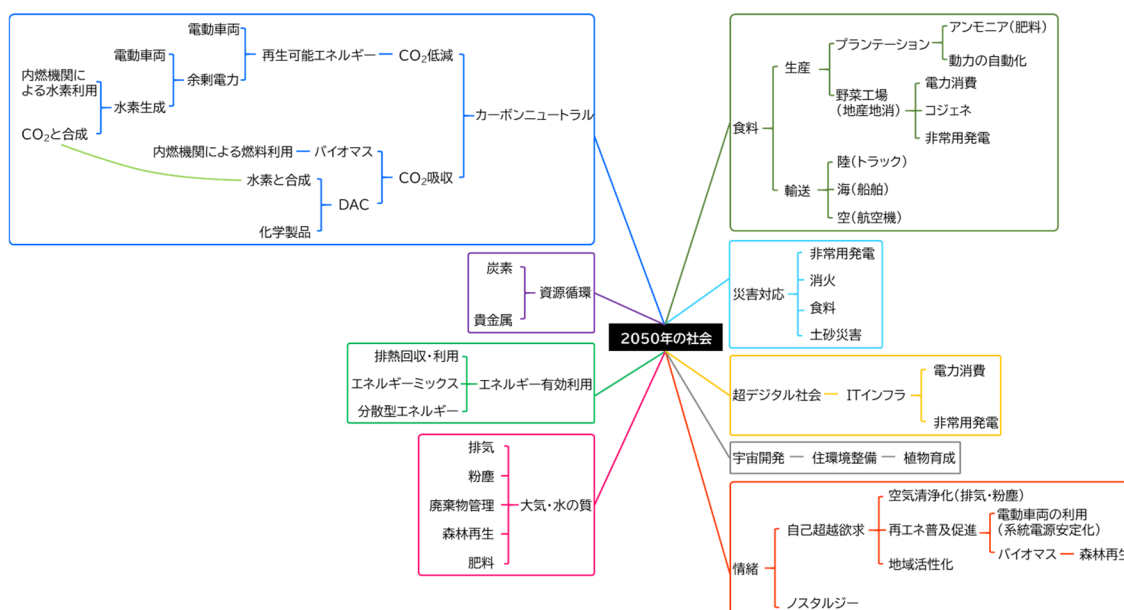


図6.1.1 2050年の社会に関するマインドマップ

### 6. 1. 2 社会で共有できるエンジンシステムの将来ビジョン

議論の結果、「これからのエンジンができること」については多数の意見が挙げられたが、その中で重要度が高い10項目を選択した。その項目および各項目を実現するために「克服しなければならないこと」を表6.1.1にまとめ、詳細を以下に述べる。

#### ① 小型・軽量化と長時間運転の実現：小型・軽量化なエンジンはこれからも社会を支える

エンジンで使用される燃料は単位体積または単位質量あたりのエネルギーが大きく、エネルギー密度が高い。そのため、エンジンは小型・軽量化であっても、大きなエネルギーを利用することができる。加えて、燃料は補給も容易であるため、長時間の連続運転にも適している。

このような特徴から、長距離輸送や高い積載性、軽量化が求められる自動車、トラック、船舶、航空機などに加え、長時間の作業に使用される農機、建機、産業機械等においても、エンジンは将来にわたり重要な役割を果たし続けると考えられる。また、小型・軽量化と長時間運転を実現する動力源は、物流輸送を担うドローンや空飛ぶ自動車のような新たなモビリティにおいても重要であり、将来の革新的なモビリティや機械の創出にも不可欠である。

一方、エンジンを小型・軽量化に保ちつつ、運転時間をさらに延ばすためには、(1)熱効率の向上が克服すべき課題となる。また、環境と調和し、持続的に使用されるためには、(2)

有害排出物の低減， および(3)燃料のカーボンニュートラル化が課題となる。

表6.1.1 これからのエンジンができる10のこと，そのために克服しなければならない10のこと

分類	これからのエンジンができる10のこと	そのために克服しなければならない10のこと
エネルギーの課題	①小型・軽量化と長時間運転の実現	熱効率向上， 有害排出物低減， 燃料のカーボンニュートラル化
	②エネルギー源の選択肢の拡大	多様な燃料に対応可能な燃焼技術， 燃料特性に適応するエンジン制御， 多様な燃料に応じた環境性能
	③エネルギー安全保障の強化	熱効率向上， 燃料センシング， 材料の腐食や劣化への対策
環境の課題	④資源循環性の向上と資源依存度の低減	貴金属使用量の低減， カスケードリサイクルから水平リサイクルへの転換
	⑤大気環境の改善	燃焼有害物質の生成抑制， 排気浄化技術の高度化， CO2回収技術開発， エネルギー・社会システムとの統合
	⑥二酸化炭素排出の低減	限界熱効率への挑戦（新たなエンジンの確立）， 新燃料の特性を活用した燃焼改善
産業・社会レジリエンスの課題	⑦産業活動を支える高出力動力源の提供	高負荷燃焼の高度化， 高熱流束・高応力に耐える材料・冷却技術の強化， 長期使用を前提とした耐久性・信頼性評価手法の確立
	⑧安価に利用可能な動力源の提供	ランニングコスト低減， 排気システムのコスト低減
	⑨電力供給の安定化	起動性・応答性の向上， 電力需要予測や電力網との連携（エネルギーマネージメントシステム）， 多様な燃料への対応， 部分負荷効率改善
	⑩災害対応力の向上	熱効率向上， 小型・軽量化と迅速展開， メンテナンス性向上

② エネルギー源の選択肢の拡大：エンジンは燃料とともに進化し社会を支える

現在，脱化石燃料にむけて，再生可能エネルギー(再エネ)の利用が拡大している。再エネは地域特性への依存度が高く，例えば，水力は山岳地域，太陽光は高日照地域，風力は強風地域で有効である。また，森林地域ではバイオマス，畜産地域ではバイオガスなど，地域特有の資源活用も期待されている。一方で，再エネは気候により変動するため，生成した電力は直接利用や蓄電だけでなく，余剰電力を活用した燃料製造によるエネルギーの長期貯蔵も今後重要になると考えられる。

脱化石燃料に向けては，これらの多様なエネルギー源を適材適所で活用していくことが重要である。エンジンはガソリン，ディーゼル，ガス燃料など既存の様々な燃料に対応してきたが，上記の再エネに由来するカーボンニュートラルな合成燃料，バイオ燃料，水素，

バイオガスなども動力に変換することができる。言わばエンジンは、「雑食型」のエネルギー変換装置と言える。

これはエンジンが着火・燃焼，制御，排ガス浄化技術を，社会の様々な場面で必要に応じて進化させてきた結果である。この強みを活かし，今後の普及が期待されるカーボンニュートラル燃料とともにエンジンがさらに進化するためには，(1)多様な燃料に対応可能な燃焼技術，(2)燃料特性に適応するエンジン制御，(3)多様な燃料に応じた環境性能が克服すべき課題と考えられる。

### ③エネルギー安全保障の強化：エンジンはエネルギーの備蓄と即応性を支える

エネルギー安全保障は，供給源の多様化だけでなく，有事への即応性や復旧速度，分散性，さらに社会の重要業務の継続能力も含めて総合的に考える必要がある。

内燃機関搭載車（ICEV）の多くは液体燃料を利用するため，長期備蓄や停電時でもモバイル給油が可能であり，災害時には石油タンクの分散備蓄や臨時給油所設置によって比較的早期に移動や物流の復旧ができる。一方，電気自動車（EV）は送配電網や充電設備の復旧に時間がかかる場合が多く，蓄電池や充電設備の冗長性確保には莫大な投資が必要となる。再生可能電力の導入も進んでいるが，国内の太陽光パネルの平地面積当たり設備容量は既に高水準であり，これ以上の大幅な増強は容易でない。また，建設機械，農業機械，船舶など，電気では代替困難な分野も多く，用途ごとの特性に応じた柔軟なエネルギー運用が不可欠である。加えて，液体燃料はプラスチック原料などエネルギー用途以外でも不可欠であり，炭素源確保の観点からも内燃機関維持の重要性は高い。

しかし，内燃機関車には持続可能性の課題が存在する。克服すべき課題は，(1)燃焼時のCO<sub>2</sub>排出量削減および限りあるカーボンニュートラル（CN）燃料使用量を減らすための熱効率改善，(2)多様な原料や製造プロセスから製造されるCN燃料の特性に対応する燃料センシング，(3)新たな燃料による腐食や材料劣化への対策，の3点である。これらの課題を解決することで，エネルギー安全保障における内燃機関の役割を持続可能かつ強靱なものへ進化させることができると考えられる。

### ④資源循環性の向上と資源依存度の低減：エンジンは資源循環に貢献する

内燃機関搭載車およびハイブリッド車のパワートレイン製造に伴うCO<sub>2</sub>排出量は，高容量バッテリーを搭載した電気自動車パワートレインと比較して数分の一程度にとどまる。これは，バッテリー製造段階で多量の新規材料とエネルギーを要し，大きなCO<sub>2</sub>排出を伴

うのに対し、内燃機関の重量の大きな割合をしめる本体および主運動系部品がリサイクル材を主体として製造されていることに起因する。すなわち、現状、内燃機関は鉄鋼、アルミなどのリサイクル材の受け皿ともいえる。

内燃機関における希少資源の使用は主として触媒であるが、高容量バッテリーに要する希少資源量に比べれば極めて少量ですむ。このため、資源安全保障リスク低減の観点においても、乗用車市場において内燃機関を一定割合で維持し、バッテリー需要を抑制することは有効な施策となり得る。

一方、今後の技術課題としては、熱効率向上に伴う排気損失低減によって排気温度が低下する点が挙げられる。特に、リーン燃焼により生成されるNO<sub>x</sub>を後処理不要なレベルまで減するため混合気を希薄化した場合、排気ガス温度が現行触媒の活性化温度を下回り、COや未燃HCの浄化が困難になる問題がある。この課題に対して、現在AICEなどの研究機関においては、低温域においても浄化性能を確保可能な触媒構造や材料の開発が進められている。また、リサイクル材使用率のさらなる向上の観点では、不純物許容値の緩和やスクラップ材の分別回収による不純物混入の抑制が効果的である。このような、カスケードリサイクルから水平リサイクルへの転換をはかるためには、自動車OEMのみならず、静脈産業を含めた業界横断的な取り組みが不可欠となる。

#### ⑤大気環境の改善：エンジンは最大規模の分散型環境浄化装置になり得る

エンジンはこれまで、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM、CO、HCなどを排出する大気環境悪化の要因として認識されてきた。しかし近年の燃焼制御技術及び排気後処理技術の進展により、エンジンは排出源ではなく、大気環境の改善に寄与するシステムへと進化する可能性を有している。すなわち、エンジンを「有害物質排出源」から「環境浄化装置」へと転換する視点が重要である。

例えば、精密燃焼制御と三元触媒、ディーゼル酸化触媒(DOC)、ディーゼル微粒子フィルタ(DPF)、選択還元触媒(SCR)などの高度な排気後処理技術を組み合わせることで、NO<sub>x</sub>やPM、HC、COなどの有害成分を極めて低いレベルまで低減・無害化することが可能となっている。さらに将来的には、排気中のCO<sub>2</sub>を回収する小型炭素回収技術(CCUS)や、大気中あるいは周辺環境中の有害物質を吸着・分解する機能をエンジンシステムに統合することにより、エンジンが周囲環境の浄化に寄与する可能性が考えられる。

こうした排出削減を超えて大気中の有害成分やCO<sub>2</sub>の実質的削減に貢献するネガティブエミッションの実現には、(1)燃焼段階での有害物質の生成抑制、(2)排気浄化技術の高度

化，(3)CO<sub>2</sub>回収などの技術開発，(4)エネルギー・社会システムとの統合が技術課題となる。

#### ⑥ 二酸化炭素排出の低減：エンジンは車のカーボンニュートラル化の中心にある

二酸化炭素排出量を持続可能なレベルまで低下させることが求められている。そのためには、短期から長期にかけての全ての段階で対応を行うことが重要である。例えば、燃費の低減（省エネ）は、削減分がそのまま CO<sub>2</sub>排出削減に直結するため、確実かつ常に重要な CO<sub>2</sub>削減方法である。これまでの継続した研究開発によって、着実に CO<sub>2</sub>排出量が低減しているが、これまでの概念に囚われずに、抜本的に CO<sub>2</sub>を削減する技術の研究開発も重要である。中長期的には水素、e-Fuel、バイオ燃料等のカーボンニュートラル燃料（CN 燃料）の利用拡大が期待される。その実現のためには、燃料製造の観点だけでなく、様々な特性を持つ燃料を受け入れて高効率かつクリーンに仕事に変換できる内燃機関技術の研究開発も重要となる。また、基本的にコストが高い CN 燃料を使用するためには、結局は燃費の良さが重要な項目であり続けるといえる。

以上の観点から、これまでの方式、技術に囚われずに、多種燃料を高効率に仕事に変換するための新しい考え方の内燃機関の基礎研究に投資を行うことも必要だと考えられる。

#### ⑦ 産業活動を支える高出力動力源の提供：エンジンは社会の基盤を動かし続ける「確実な力」を提供する

農地での食糧生産、インフラ整備、発電、人や物資の海上輸送といった産業活動では、作業を中断せず確実に遂行することが求められる。これらの現場では、耕うんに伴う大きな土壌抵抗、収穫時の負荷変動、高圧油圧作動を要する建設機械の作業、発電設備の周波数維持や海象に応じた操船応答など、常に大トルク・高負荷が要求される。加えて、農業は天候や収穫適期に左右され短時間での作業処理が必要であり、建設・物流では稼働率がコストに直結するため、高い仕事量を連続的に確保することが不可欠である。このように、多くの産業活動は短時間で大きなエネルギーを供給できる高出力動力源を必要とする。

エンジンは、高い出力密度と優れた高負荷耐久性を備え、燃焼の高エネルギー密度を利用してコンパクトな装置から大出力を得ることができる。潤滑、冷却、強度設計の発展により、過酷環境下でも安定した連続高負荷運転が可能となり、農業機械、建設機械、発電設備、海上輸送など、多様な産業分野の基盤を支える主要動力源として広く用いられている。

今後、作業機の大型化、輸送量の増加、気候変動への対応により産業活動に求められる負荷は増大すると見込まれる。エンジンが高出力動力源としての価値を持続的に発揮するためには、(1)高負荷燃焼の高度化、(2)高熱流束・高応力に耐える材料・冷却技術の強化、(3)長期使用を前提とした耐久性・信頼性評価手法の確立が重要な課題となる。

#### ⑧ 安価に利用可能な動力源の提供：エンジンは平時の生活を陰で支える

18世紀のイギリスにおいて人件費と比べて安価な動力源を提供できたエンジンは産業革命の原動力となった。現代においてはエンジンの出力が人間の出力とは比較できないほどに大きくなったため、人件費に比べて安価という尺度においてエンジンが評価されることは無い。一方で、食料生産から物流に至る全ての過程や幅広い産業用途にエンジンが浸透して動力を供給し続けているため、エンジンが安価に利用可能な動力源を供給できるかどうかは社会のあらゆるコストに関わる重大な、それでいて当たり前すぎて隠れたミッションとなっている。

安価に利用可能な動力源の供給においては燃料代を含むランニングコストとエンジンのイニシャルコストの低減が必要となる。燃料に関しては今後カーボンニュートラルを目指す中で大きく変わっていく可能性が高い。その際にはコストメリットも両立できる燃料という視点での選択が重要となる。潤滑油もランニングコスト低減の観点で更なる長寿命化を狙う必要がある。イニシャルコストの低減においては排気中の有害物質浄化に使用している触媒の貴金属使用量の低減もしくは貴金属レスの排気システムを実現するために、部品単位では無くエンジンシステム全体を最適化する取り組みが重要となる。

#### ⑨ 電力供給の安定化：エンジンは系統安定を支える制御可能な動力源である

人々の生活、社会活動、産業活動において電力は最も重要なエネルギー基盤であり、その供給停止は社会機能の喪失につながる。電力が生活に浸透しているがゆえに、確実な電力供給は当然視される一方で、電源には極めて高い信頼性が求められる。電力システムでは、高出力供給に加え、周波数・電圧の維持や瞬時負荷変動への応答など、多様な安定化要件を満たす必要がある。さらに、エネルギー安全保障、経済性、環境適合性、安全性を含む3E+Sの観点からも、電源には総合的な性能が要求される。

こうした要求に対し、エンジンは高出力密度、高い起動性・応答性、負荷変動への迅速な対応能力を備え、ピークカットや系統安定化、バックアップ電源など多様な電力供給形態に適用されている。また、高負荷連続運転に耐える強度設計と冷却・潤滑性能、長期耐

久性を有し、災害時の独立電源や産業施設の常用電源としても高い信頼性を発揮する。これらの特性から、エンジンは電力供給の安定化を支える基盤技術として社会に浸透している。

今後、再生可能エネルギー比率の増加により需給変動はさらに大きくなり、エンジンには一層の柔軟性が求められる。電力安定化におけるエンジンの価値を維持・強化するためには、(1)起動性・応答性のさらなる向上、(2)電力需要予測や電力網と連携したエネルギーマネジメントシステムとの統合、(3)多様な燃料への対応と部分負荷効率の改善が克服すべき課題である。

#### ⑩ 災害対応力の向上：エンジンは平時だけでなく有事の生活をも支える

災害時、社会インフラが甚大な被害を受け、電力供給や物流が途絶え、医療、通信、給水など生活を支える基盤機能の維持が困難となる事例が増えている。気候変動が進行する状況においては、想定以上の困難な場面に出くわす可能性は否定できない。機能不全となったインフラが復旧するまでの間の生活を保障するためには、柔軟で自立性の高いエネルギー供給手段の確保が重要である。

エンジンは燃料を用いることで電力網に依存せず動力や電力を供給できるため、災害時のエネルギー供給手段として重要な役割を担うことができる。非常用発電設備、建設機械、輸送機器、排水ポンプなど、災害対応に用いられる多くの機器はエンジンを駆動力として利用することができ、電力供給や物資輸送、復旧作業を継続することが可能となる。また、電力網に依存しない分散型の電源としてエンジンを活用することは、災害時だけでなく、インフラ老朽化による機能不全にも対応可能な強靱なエネルギーシステムの構築という観点からも重要である。

この役割を高め、復旧活動を加速させ早期に日常生活を取り戻すためには、(1)災害現場で迅速に展開できる小型化・軽量化、(2)限られた燃料で長時間運転を可能とする高効率化、(3)過酷環境下での異常時でも迅速に復旧可能なメンテナンス性が克服すべき課題と考えられる。

#### 6. 1. 3 今後10年のエンジンシステム部門活動施策案の提言

前節で整理された内容を踏まえると、エンジンシステム部門においては、まず、「エンジンが自動車・乗用車分野のみならず、産業活動、社会インフラ、さらには人々の生活においても重要な役割を担っていること」、「エンジンが脱化石燃料やエネルギー・資源安全

保障の解決策となり得ること」など、エンジンを利用する意義や有用性を広く伝え、社会の理解を得ることが重要である。そのために、シンポジウム、年次大会、各種講演会、学会誌、Web 広報等の企画を通じ、継続的に社会に情報発信することを提言する。加えて、本部門が各大学のエンジンシステム関連研究室の結束を促し、発信力を高めることも望まれる。

また、「エンジンの二酸化炭素排出低減」や「エンジンを活用した大規模な分散型環境浄化装置」など、エンジン技術の進化の可能性は枚挙にいとまがない。一方、エンジンシステム分野の研究を促進し、進化を加速するためには、まず、その意義について部門内で認識を共有することが重要である。そのうえで、燃焼、排気後処理、代替燃料、エネルギーシステム連携など本分野に関係する RC 分科会の主査に対し、技術委員会を通じて本視点の重要性を共有し、関連研究や議論を促進することを提言する。

最後に、エンジンシステム部門には、分野や業界の枠組みを超えた一層の連携強化を期待したい。様々な技術が融合したエンジンシステムの進化には、既存の連携を強化するとともに、新たな分野や業界を積極的に取り込むことが重要である。これにより、前項で挙げたような様々な課題解決が期待できる。例えば、高出力動力源としてのエンジンの信頼性向上には、材料分野と連携した熱流体・固体の連成解析が有用であり、燃料製造・エネルギーシステム分野との連携は、多様な燃料の効率的利用につながる。さらに、経済学的視点と AI を融合することで、経済合理性に優れたエンジンシステムの創出も期待される。また、本部門が業界横断的な役割を果たすことで、燃料のカーボンニュートラル化の評価余地があり、新燃料実装へのハードルが比較的低い業界へ多様な燃料の導入を加速することが可能であろう。このような分野・業界横断型の連携は、広範な学問領域を包含する日本機械学会に所属する本部門だからこそ実現可能と考えられる。

## 6. 2 WG2の検討内容

### 6. 2. 1 検討の前提事項

内燃機関に携わる人材の育成手段として、初等・中等教育（小・中・高校）において、内燃機関への興味を持たせる人材育成と、高等教育（大学・高専など）や企業において内燃機関に関する高度な知識を提供する人材育成の2つに大別できる。本 WG ではこれらの人材育成を「内燃機関の担い手となる人材の育成」と「内燃機関の新たな方向性を発想できる人材の育成」の2つに大別して議論することとした。

上記の人材育成を推進するにあたり、本来はこれを統括的に担う組織の存在が望ましい。しかしながら、現時点においてエンジンシステム部門内には、これらの人材育成を明示的に所管する組織は存在していない。このため本 WG では、まず、人材育成に関連することが想定される既存の委員会および研究会が、それぞれの活動領域に応じて当該役割を新たに担うことを前提として検討を行った。さらに、既存の委員会や研究会では対応が困難な事項については、これを担う新たな委員会を設置することも併せて想定した。加えて、日本機械学会の直轄委員会である人材育成・活躍支援委員会や、外部組織である AICE（自動車用内燃機関技術研究組合）、ZEM コンソ（ゼロエミッションモビリティパワーソース研究コンソーシアム）との連携も視野に入れている。

### 6. 2. 2 将来ビジョン実現のための人材育成課題

#### 6. 2. 2. 1 内燃機関の担い手となる人材の育成

自動車産業における EV シフトの加速により、内燃機関（ICE）研究・開発体制は縮小傾向を示し、技術継承の困難化が懸念されている。これに伴い、ICE 分野を志望する学生数も減少し、将来的な担い手不足が顕在化している。また、学生の関心は機械・ハード領域からソフトウェアや情報系分野へ移行しており、ICE 技術への興味喚起が重要な課題となっている。さらに、ICE の魅力低下や研究開発リソースの減少により、革新的な研究テーマの不足やスタートアップへの意識の希薄化により分野そのものへの魅力低下が進んでいる。これらの課題は、ICE 分野の持続的発展に向けて、技術的価値の再定義と人材育成戦略の再構築を迫るものである。

#### 6. 2. 2. 2 内燃機関の新たな方向性を発想できる人材の育成

自動車産業界において EV シフトにより開発体制が縮小し、従来の分業体制から一人ひとりに広範かつ深い技術知識とスキルが求められる状況へと変化している。さらに、内燃

機関が多様化するニーズに応え、社会に多彩な技術シーズを提供し続けるためには、異分野融合を含む多角的な視点でアプローチできる人材の育成が不可欠である。一方、それらの研究開発を推進する上で重要な理工系博士人材は、日本では海外に比べて著しく不足しており、その背景には構造的課題がある。そのため、博士課程進学支援やキャリア連携強化が急務である。これらに加え、グローバル視点で幅広く活躍できる人材の育成も急務であり、国際競争力を高めるための内燃機関技術者の教育が求められる。

### 6. 2. 3 今後10年のエンジンシステム部門活動施策案の提言

本節では、前節までに整理した将来ビジョンおよび課題認識を踏まえ、今後10年間におけるエンジンシステム部門の具体的な活動施策案を示す。各施策については、その狙いを文章により概説したうえで、理解を容易にするため、「目標」、「現状と課題」、「部門の具体的取組」、「マイルストーン」の観点から整理した要点を併せて示す構成とした。

#### 6. 2. 3. 1 内燃機関の担い手となる人材の育成

(1) イベント等によるアウトリーチ活動により、内燃機関への興味・関心を伸ばす

今後、担い手となる人材の育成に当たっては、特に幼児～高校生を含む若年層にアウトリーチ活動によって、内燃機関への興味や関心を引き起こすことが重要と考えられる。幼少期においては、まずは内燃機関に限らず科学技術やものづくりの楽しさを体験することが必要であり、日本機械学会は「ジュニア会友」にて科学技術に関するコンテンツや体験学習を提供していることから、「ジュニア会友」を紹介するとともに入会を斡旋することが一つの施策と考えられる。エンジンシステム部門独自の体験型イベントとして、ラジコンエンジンやエンジンシミュレータを使ったコンテスト、レース観戦ツアーなどの内燃機関のおもしろさを含んだ技術を楽しむイベントを企画・開催することも有意である。また継続的に情報を発信することも必要であり、上記のイベント情報も含めてチラシの作成、SNS やホームページで情報公開する他、これらへの接点として人気 YouTuber とコラボして内燃機関の魅力を発信することや、SNS や YouTube に内燃機関に関するコンテンツを投稿し啓発活動を継続的に行なうことが人材育成の観点からは重要といえる。

エンジンシステム部門のアウトリーチという観点からは、広報委員会がすでにホームページの運営などは実施しているものの、新規の企画の立案や SNS による発信については既設の委員会での対応が可能とは言えず、新規にアウトリーチ活動企画委員会（仮）というような組織を構成して活動を行う必要があるといえる。

目標										
<b>①内燃機関の担い手となる人材の育成</b> <b>イベント等によるアウトリーチ活動により、内燃機関への興味・関心を伸ばす</b>										
現状と課題										
<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車産業ではEVシフトにより、内燃機関研究・開発の体制縮小傾向が顕在化してきている →内燃機関研究・開発を志望する学生数も縮小に向かってきている。</li> <li>内燃機関に限らず学生の興味がハードからソフトなどの情報系分野へシフトしている →内燃機関に興味を持ってもらうことが重要な課題</li> <li>ICEの魅力が低下、研究開発リソースが減少し、スタートアップへの意識が希薄 →面白い研究などICEの魅力の再発掘と浸透が必要</li> </ul>										
部門の具体的取組										
<ul style="list-style-type: none"> <li>「ジュニア会友」を紹介するとともに、入会を斡旋する（広報委員会）</li> <li>ラジコンエンジンやエンジンシミュレータを使ったコンテンツ、レース観戦ツアーなどの内燃機関を楽しむイベントを企画・開催する（アウトリーチ活動企画委員会（仮）を新設）</li> <li>チラシの作成、SNSやホームページで告知する（広報委員会）</li> <li>人気YouTuberとコラボして、内燃機関の魅力を発信する（アウトリーチ活動企画委員会（仮）を新設）</li> <li>SNSやYoutubeに内燃機関に関するコンテンツを投稿し、啓発活動を行う（アウトリーチ活動企画委員会（仮）を新設）</li> </ul>										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
アウトリーチ活動企画委員会（仮）の企画 ★ アウトリーチ活動企画委員会（仮）の新設	各種イベントの企画 ★ SNSやYouTubeによるコンテンツの企画	各種イベントの企画・開催	★効果評価（「ジュニア会友」への入会者数など）	★効果評価						★効果評価
		SNSやYouTubeの活用による広報・啓発活動	★効果評価（「ジュニア会友」への入会者数など）	★効果評価						★効果評価

(2) 出前講座等により内燃機関を楽しく学んで、内燃機関の重要性を認識させる

若年層にマルチパスウェイの一つとしての内燃機関への関心と理解を促し、将来の人材育成につなげることを目的として、出前講座等の検討を実施した。具体的には、人材育成・活躍支援委員会を窓口として小・中・高校生、特に女子学生を主な対象とした出前講座の仲介を行い、基礎教育講習会委員会が内燃機関を「楽しく学ぶ」機会を提供する。また、同様に小・中・高等学校教員向けの出前講座を仲介し、教育現場における内燃機関教育の裾野拡大を図る。さらに、WG1で検討した「内燃機関分野でできること」を紹介するシンポジウムや、研究開発者が将来性ある進路の一つとして内燃機関分野を発信するシンポジウムを基礎教育講習会委員会主導で開催する。これらの活動を効果的に周知するため、広報委員会によるチラシ作成や SNS・ホームページでの告知を行うとともに、基礎教育講習会委員会が中心となり、SNS や YouTube を活用した教育コンテンツの継続的発信を行うなどの具体策が挙げられる。

目標										
<b>①内燃機関の担い手となる人材の育成</b> <b>出前講座等により内燃機関を楽しく学んで、内燃機関の重要性を認識させる</b>										
現状と課題										
<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車産業ではEVシフトにより、内燃機関研究・開発の体制縮小傾向が顕在化してきている →内燃機関研究・開発を志望する学生数も縮小に向かってきている。</li> <li>内燃機関に限らず学生の興味がハードからソフトなどの情報系分野へシフトしている →内燃機関に興味を持ってもらうことが重要な課題</li> <li>ICEの魅力が低下、研究開発リソースが減少し、スタートアップへの意識が希薄 →面白い研究などICEの魅力の再発掘と浸透が必要</li> </ul>										
部門の具体的取組										
<ul style="list-style-type: none"> <li>小・中・高校生（特に女子学生をターゲット）向けの出前講座を仲介する（人材育成・活躍支援委員会から基礎教育講習会委員会に講座を依頼）</li> <li>小・中・高の教員を対象とした出前講座を仲介する（人材育成・活躍支援委員会から基礎教育講習会委員会に講座を依頼）</li> <li>WG1で検討した「できること」を紹介するシンポジウム等を開催する（基礎教育講習会委員会）</li> <li>内燃機関の研究開発者が将来性のある進路の一つとしてアピールするシンポジウム等を開催する（基礎教育講習会委員会）</li> <li>チラシの作成、SNSやホームページで告知する（広報委員会）</li> <li>SNSやYouTubeで内燃機関に関する教育コンテンツを発信する（基礎教育講習会委員会）</li> </ul>										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
生徒向けの出前講座の企画	生徒向けの出前講座を仲介		★効果評価（生徒へのヒアリングなど）				★効果評価		★効果評価	
教員向けの出前講座の企画	教員向け出前講座を仲介		★効果評価（教員へのヒアリングなど）				★効果評価		★効果評価	
SNSやYouTubeによるコンテンツの企画	SNSやYouTubeの活用による広報および教育コンテンツの発信		★効果評価（オンラインアンケートなど）				★効果評価		★効果評価	
内燃機関をアピールするシンポジウム等の企画	内燃機関をアピールするシンポジウム等の開催	★効果評価（参加者アンケートなど）	内燃機関をアピールするシンポジウム等の企画	内燃機関をアピールするシンポジウム等の開催	★効果評価（参加者アンケートなど）	内燃機関をアピールするシンポジウム等の企画	内燃機関をアピールするシンポジウム等の開催	★効果評価（参加者アンケートなど）	内燃機関をアピールするシンポジウム等の企画	★効果評価（参加者アンケートなど）

### (3) 内燃機関に関する技術・ノウハウ・教材を蓄積し、将来に向けて継承する

自動車産業は我が国の基幹産業として国内総生産（GDP）の大きな割合を占めており、内燃機関分野においては、設計、製造、試験、計測および解析に関する高度な知識・技術が長年にわたり蓄積されてきた。現在の内燃機関技術は高効率化、低環境負荷化および高信頼性の観点から極限まで高度化しており、これらの技術基盤を将来にわたり維持・発展させるためには、分野横断的な知識・技術およびノウハウを体系的に整理し、世代を超えて継承する枠組みの構築が不可欠である。このような背景のもと、エンジンシステム部門では、企業、大学および研究機関からなる学会の特性を活かし、技術委員会が各組織において蓄積されてきた内燃機関関連の知見を横断的に収集・整理する。大学等の教育・研究機関においては、講義内容、実験・研究設備、計測・数値計算・解析手法を整理し、企業においては公開可能な設計、製造、試験、計測、品質管理および環境負荷低減に関する知見を共有する。また、研究機関においては、試験・解析技術や法令・規制対応技術など継承すべき知識を整理する。これらの成果を学会主導でオンラインデータベースとして整備・更新し、産学官連携の強化、人材育成および将来技術創出に資する知的基盤の形成を

目指す。

目標										
<b>①内燃機関の担い手となる人材の育成</b> <b>内燃機関に関する技術・ノウハウ・教材を蓄積し、将来に向けて継承する</b>										
現状と課題										
<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車産業ではEVシフトにより、内燃機関研究・開発の体制縮小傾向が顕在化してきている →内燃機関研究・開発を志望する学生数も縮小に向かってきている。</li> <li>内燃機関に限らず学生の興味がハードからソフトなどの情報系分野へシフトしている →内燃機関に興味を持ってもらうことが重要な課題</li> <li>ICEの魅力が低下，研究開発リソースが減少し，スタートアップへの意識が希薄 →面白い研究などICEの魅力の再発掘と浸透が必要</li> </ul>										
部門の具体的取組										
<ul style="list-style-type: none"> <li>各社・研究機関・大学における内燃機関に関するコア技術やノウハウを集める（技術委員会）</li> <li>情報をすべて電子化し，部門のサーバに蓄積する（技術委員会）</li> <li>検索できるように，情報をカテゴリー別に整理する（技術委員会）</li> <li>上記の情報のうち公開できるものについては，オンラインエンジン博物館として公開する（技術委員会）</li> </ul>										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
部門のサーバの準備	コア技術やノウハウの収集 ★サーバの設置完了			★情報の整理			★情報の整理			★情報の整理
		オンラインエンジン博物館の準備		オンラインエンジン博物館の公開			★情報の追加			★情報の追加
				★オンラインエンジン博物館の公開						

### 6. 2. 3. 2 内燃機関の新たな方向性を発想できる人材の育成

#### (1) 分野横断で内燃機関の可能性を追求できる博士人材を育成する

高度な専門性や汎用的な能力を有する博士人材を育成するにあたり，実践的な研究能力や幅広い視点を養うためには，早期から研究機関や企業での研究や実務を，様々な横断で経験することは非常に重要である。そこで，内燃機関以外の分野も含めてジョブ型研究インターンシップを行っている企業の情報を集約して，学生に展開するとともに，興味を示した学生と企業を仲介する取り組みを提案する。これは，エンジンシステム部門の広報委員会と JSME 直轄の人材育成・活躍支援委員会における「インターンシップ紹介制度」が連携し実施するといった体制を想定している。また，クロスアポイント制度の積極的な活用を推進し，博士人材が分野横断で活躍する場の仲介にも取り組む。これは，後述の WG3 からの提言にもあるように，エンジンシステム部門の各研究会が異分野融合の観点を意識しながら，AICE や ZEM コンソとも連携し，クロスアポイント制度を採用する大学や研究機関，企業に関する情報を分野横断で提供して仲介する形を想定している。さらに，理工系分野における女性の活躍や人材育成を推進するために，女性研究者，技術者の方に講師を依頼し，女性の学生を対象にした講習会等のイベントをエンジンシステム部門の講習会企画委員会が主体となって企画する。そして，他部門と共同で内燃機関の利用に関するワ

ークショップ、WG1で検討した「克服すること」を紹介するシンポジウム等を開催すると  
 いった取り組みも考えられる。こちらは、エンジンシステム部門の各研究会が AICE や  
 ZEM コンソと連携し、企画することを想定している。

目標										
<b>②内燃機関の新たな方向性を発想できる人材の育成</b> <b>分野横断で内燃機関の可能性を追求できる博士人材を育成する</b>										
現状と課題										
・EVシフトにより、これまでに比べ開発体制の規模縮小が進んでいる。 →ひとりひとりに求められる技術的な知識、スキルはこれまで以上に広く深くすることが求められている。 →内燃機関が多様化するニーズに応えながら多彩なシーズを社会に提供し続けるためには、異分野融合など多彩な視点からのアプローチで きる人材が必要。 →グローバル視点で幅広く活躍できる人材の育成が必要。 ・研究を推進していく際に欠かせない存在として理工学分野の博士取得者が必要であるが、日本においては博士課程まで進学する学生は海外 に比べて少ない現状がある。 →金銭の問題や、研究成果がダイレクトに就職活動に結び付く枠組みの強化が必要										
部門の具体的取組										
・ジョブ型研究インターンシップを行っている企業の情報を集約して、学生に展開するとともに学生と企業を仲介する (エンジンシステム部門の広報委員会とJSME直轄の人材育成・活躍支援委員会「インターンシップ紹介制度」が連携) ・女性会員限定のイベントを開催する(講習会企画委員会) ・他部門と共同で内燃機関の利用に関するワークショップ、WG1で検討した「克服すること」を紹介するシンポジウム等を 開催する(各研究会がAICE、ZEMコンソと連携) ・クロスアポイントメント制度を活用し博士人材が活躍する場を仲介する(各研究会がAICE、ZEMコンソと連携)										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
ジョブ型研究インターンシップの仲介			★効果評価(仲介数の確認など)				★効果評価			★効果評価
	女性会員限定の イベントの企画	女性会員限定の イベントの開催	★効果評価 (参加者アン ケートなど)	女性会員限定の イベントの企画	女性会員限定の イベントの開催	★効果評価 (参加者アン ケートなど)	女性会員限定の イベントの企画	女性会員限定の イベントの開催	★効果評価 (参加者アン ケートなど)	★効果評価 (参加者アン ケートなど)
ワークショップ・シンポジウムの企画	ワークショップ・シンポジウムの開催	★効果評価 (参加者アン ケートなど)	ワークショップ・シンポジウムの企画	ワークショップ・シンポジウムの開催	★効果評価 (参加者アン ケートなど)	ワークショップ・シンポジウムの企画	ワークショップ・シンポジウムの開催	★効果評価 (参加者アン ケートなど)		
クロスアポイントメント制度を活用した博士人材の仲介			★効果評価(仲介数の確認など)				★効果評価			★効果評価

## (2) 内燃機関に関するリスキリングを促し、内燃機関の高度技術者を育成する

内燃機関技術は、従来の熱流体、燃焼、トライボロジー、材料、制御といった機械工学の枠組みを超え、データサイエンスや AI、電動化技術、次世代燃料などの新しい分野の知見を融合することが必要である。研究・開発体制の規模縮小の中で、将来にわたり技術者が社会変化に柔軟に対応し、持続可能な技術開発を継続するには、既存知見の深化と新技術の習得を両立させる「リスキリング」を通じた高度技術者の育成が不可欠である。その具体策として、エンジンシステム部門講習会企画委員会は、AICE および ZEM コンソと連携し、知識レベルに応じたリスキリングプログラムの開講やオンライン学習の場を提案する。本プログラムは、①内燃機関実務経験を有する技術者、②他分野の技術者など、対象ごとに最適なカリキュラムを用意する。①に対しては、最新の研究動向の紹介や新分野の基礎学習の場を提供し、②に対しては、これまで蓄積されてきた内燃機関技術の基礎を体系的に解説する。本プログラムの普及に向け、広報委員会が中心となって企業へ受講を働

きかける。

目標										
<b>②内燃機関の新たな方向性を発想できる人材の育成</b> <b>内燃機関に関するリスキングを促し、内燃機関の高度技術者を育成する</b>										
現状と課題										
<ul style="list-style-type: none"> <li>EVシフトにより、これまでに比べ開発体制の規模縮小が進んでいる。               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ひとりひとりに求められる技術的な知識、スキルはこれまで以上に広く深くすることが求められている。</li> <li>→内燃機関が多様化するニーズに応えながら多彩なシーズを社会に提供し続けるためには、異分野融合など多彩な視点からのアプローチで育ち必要。</li> <li>→グローバル視点で幅広く活躍できる人材の育成が必要。</li> </ul> </li> <li>研究を推進していく際に欠かせない存在として理工学分野の博士取得者が必要であるが、日本においては博士課程まで進学する学生は海外に比べて少ない現状がある。               <ul style="list-style-type: none"> <li>→金銭の問題や、研究成果がダイレクトに就職活動に結び付く枠組みの強化が必要</li> </ul> </li> </ul>										
部門の具体的な取組										
<ul style="list-style-type: none"> <li>内燃機関の知識レベルに応じたリスキングのプログラムを開講する（講習会企画委員会がAICE、ZEMコンソと連携）</li> <li>企業に向けてプログラムの受講を広報する（広報委員会）</li> </ul>										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
リスキングのプログラムの企画	リスキングのプログラムの開講			*効果評価 (参加者アンケートなど)			*効果評価 (参加者アンケートなど)			*効果評価 (参加者アンケートなど)
	リスキングのプログラムの広報									

### (3) 内燃機関に関する様々な分野での起業を促し、内燃機関の利用拡大を図る

これまで内燃機関は自動車業界を中心に多くの学生を惹きつけてきた。しかし内燃機関需要の将来が不透明となる中、学生にとって魅力ある技術領域として存続させるためには、関連産業の新たな創出と発展を通じて内燃機関の活用を拡大していくことが不可欠である。その実現には、内燃機関をコアとした新規ビジネスの創出を促し、起業を後押しする環境整備が求められる。以上を踏まえ、本WGでは、起業家育成やニーズ・シーズのマッチング支援を積極的に推進する方針を立案した。具体的には、講演会企画委員会が主体となり、各分野のニーズとシーズを体系的に紹介するシンポジウムを開催し、産学連携の機会を創出する。また、年次大会や講演会において自治体や地元企業を招いたピッチイベントを実施し、ニーズとシーズの効果的なマッチングを支援する。さらに、分野横断的な起業を促すため、起業家育成プログラムを提供し、内燃機関分野を核とした持続的な産業創出につなげていく。

目標										
②内燃機関の新たな方向性を発想できる人材の育成 内燃機関に関する様々な分野での起業を促し、内燃機関の利用拡大を図る										
現状と課題										
<ul style="list-style-type: none"> <li>EVシフトにより、これまでに比べ開発体制の規模縮小が進んでいる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→ひとりひとりに求められる技術的な知識、スキルはこれまで以上に広く深くすることが求められている。</li> <li>→内燃機関が多様化するニーズに応えながら多彩なシーズを社会に提供し続けるためには、異分野融合など多彩な視点からのアプローチでできる人材が必要。</li> <li>→グローバル視点で幅広く活躍できる人材の育成が必要。</li> </ul> </li> <li>研究を推進していく際に欠かせない存在として理工学分野の博士取得者が必要であるが、日本においては博士課程まで進学する学生は海外に比べて少ない現状がある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→金銭の問題や、研究成果がダイレクトに就職活動に結び付く枠組みの強化が必要</li> </ul> </li> </ul>										
部門の具体的取組										
<ul style="list-style-type: none"> <li>各分野のニーズ・シーズを紹介するシンポジウム等を開催する（講習会企画委員会）</li> <li>起業家育成のプログラム（分野横断）を提供する。（講習会企画委員会）</li> </ul>										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
	ニーズ・シーズを紹介するシンポジウム等の企画	ニーズ・シーズを紹介するシンポジウム等の開催	★効果評価（参加者アンケートなど）	ニーズ・シーズを紹介するシンポジウム等の企画	ニーズ・シーズを紹介するシンポジウム等の開催	★効果評価（参加者アンケートなど）	ニーズ・シーズを紹介するシンポジウム等の企画	ニーズ・シーズを紹介するシンポジウム等の開催	★効果評価（参加者アンケートなど）	
	起業家育成のプログラム（分野横断）の企画		起業家育成のプログラム（分野横断）の開催		★効果評価（参加者アンケートなど）		★効果評価（参加者アンケートなど）		★効果評価（参加者アンケートなど）	

#### (4) 優秀な外国人材を誘致し、国際的な活動によりイノベーションを創出する

内燃機関に新たな価値を付与するためには、純粋な技術的最適解の追求にとどまらず、地域や社会ごとに異なる受容性や価値観を踏まえた視点が不可欠である。こうした要請に応えるには、多様な文化、感性、価値観を横断的に統合できる環境の構築が重要となり、その中核として優秀な外国人材の活躍が期待される。外国人材の誘致を阻む大きな要因の一つが、人的ネットワークへのアクセスの困難さがある。個別の研究者や技術者の努力に依存した従来の枠組みでは、国内の民間企業・研究機関と海外人材との接点は限定的にならざるを得ない。この課題に対し、国内機関と海外人材を結びつけるハブ的機能の整備が求められる。そこで、国際企画委員会が主体となり、これまで個人単位で構築されてきた人的ネットワークを集約・可視化し、組織的に活用する仕組みを構築する。これにより、外国人材の誘致を促進するだけでなく、海外の企業・研究機関との共同研究の仲介や、外国人を対象としたインターンシップの斡旋といった役割を担うことが可能となる。この取り組みにより、内燃機関分野における国際的な知の循環と価値創出が持続的に強化される。

目標										
<b>②内燃機関の新たな方向性を発想できる人材の育成</b> <b>優秀な外国人材を誘致し、国際的な活動によりイノベーションを創出する</b>										
現状と課題										
<ul style="list-style-type: none"> <li>EVシフトにより、これまでに比べ開発体制の規模縮小が進んでいる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→ひとりひとりに求められる技術的な知識、スキルはこれまで以上に広く深くすることが求められている。</li> <li>→内燃機関が多様化するニーズに応えながら多彩なシーズを社会に提供し続けるためには、異分野融合など多彩な視点からのアプローチで育ち必要。</li> <li>→グローバル視点で幅広く活躍できる人材の育成が必要。</li> </ul> </li> <li>研究を推進していく際に欠かせない存在として理工学分野の博士取得者が必要であるが、日本においては博士課程まで進学する学生は海外に比べて少ない現状がある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→金銭の問題や、研究成果がダイレクトに就職活動に結び付く枠組みの強化が必要</li> </ul> </li> </ul>										
部門の具体的取組										
<ul style="list-style-type: none"> <li>海外の学会や研究機関と連携し、外国人材を誘致する（国際企画委員会）</li> <li>国外の企業や研究機関との共同研究を仲介する（国際企画委員会）</li> <li>外国人を対象としたインターンシップを仲介する（国際企画委員会）</li> </ul>										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
海外の学会や研究機関との意見交換	★海外の機関等との契約の締結	外国人材の誘致		★効果評価（採用機関へのヒアリングなど）			★効果評価		★効果評価	
		共同研究の仲介		★効果評価（仲介数の確認など）			★効果評価		★効果評価	
		外国人を対象としたインターンシップの仲介		★効果評価（仲介数の確認など）			★効果評価		★効果評価	

## 6. 3 WG3の検討内容

### 6. 3. 1 検討の前提事項

WG3では、日本機械学会エンジンシステム部門における将来検討の共通前提に基づき、「産学連携」という観点から、内燃機関および広義のエンジンシステム分野が将来にわたり社会的意義を持続的に発揮するための課題と方策について検討を行った。

本WGにおける検討の時間軸は2050年とし、2050年のカーボンニュートラル社会の実現を前提として、将来ビジョンを見据えたうえで、今後10年間にエンジンシステム部門が重点的に取り組むべき産学連携のあり方を整理した。産学連携に対する基本的な認識として、日本機械学会は、企業単独あるいは単一大学では取り組むことが難しい共通基盤的課題や非競争領域において、産業界と学术界が協働するための中立的なプラットフォームとして重要な役割を果たしてきた。とりわけエンジンシステム分野では、長年にわたりRC(Research Committee)分科会<sup>(6.3-1)</sup>を中心とした産学共同活動を通じて、知の蓄積、人材育成、技術伝承に寄与してきた経緯がある。

WG 内で共有された過年度報告書および議事録の整理から、日本機械学会における産学連携に期待される役割として、以下の点が改めて確認された。

第一に、異分野融合を通じた新たな技術的価値創出のきっかけづくりである。内燃機関技術は成熟分野と捉えられがちである一方、エネルギー、材料、情報、制御、人間工学、社会システムといった周辺分野との融合を通じて、依然として大きな発展余地を有している。WG1では、「これからのエンジンができる10のこと」を通じて、内燃機関および広義のエンジンシステムが、脱炭素、エネルギー安全保障、産業・社会レジリエンスといった社会課題に対して多面的な価値を提供し得ることが整理された。この将来ビジョンは、個別技術の高度化のみならず、社会システム、エネルギーシステム、他分野技術との統合を前提とした姿として描かれている点に特徴がある。一方で、これらの価値は単一の企業あるいは大学の取り組みのみで実現可能なものではなく、産学が協働して共通基盤課題に取り組むことが不可欠である。競争領域に直結する前段階の「競争前・共創領域」に位置づけて、学会が中立的なハブとして産学連携を主導する意義は大きい。WG3としては、WG1で描かれた将来ビジョンを、産学連携活動の「目的」および「評価軸」として明示的に位置づけることが重要であると認識した。

第二に、AICE<sup>(6.3-2)</sup>等の既存コンソーシアムとのすみ分けを踏まえた競争前・共創領域の推進である。産業競争力強化を目的とする枠組みとは異なり、学会としては、中長期的視点に立った基盤研究、人材育成、新領域探索を担うことが重要である。

すなわち、機械学会エンジンシステム部門の役割を以下のように整理した。

- ・将来ビジョン（2050年）・マインドマップを視座とした基盤技術・概念検討、
- ・分野や用途（自動車以外を含む）を限定しない議論、
- ・異分野融合の可能性探索、学理の深化、人材育成を重視

第三に、産学および学学連携のハブ機能の発揮であり、研究者、技術者、学生が分野や所属を超えて行き交う仕組みづくりが求められる。また、大学の研究者と企業の技術者・研究者が議論することで新たな研究テーマを創出する場としての機能も期待される。WG2では、内燃機関分野における人材育成課題として、「担い手の確保」と「異分野融合を発想できる人材の育成」が強調された。これらの課題は、教育のみならず、産学連携のあり方と密接に関係している。特に、分野横断的視点を有する博士人材や高度技術者を育成するためには、

- ・大学と企業が早期から関与する研究テーマ設定
- ・産学双方の研究者・技術者が対等に議論できる場の提供
- ・実機・実データ・社会実装を意識した研究経験の機会創出

が重要であり、機械学会傘下で活動している RC 分科会や研究会はこれらを実現する有効な場になり得ると考えた。

第四に、内燃機関分野における知見の体系化と技術伝承であり、特に企業シニア人材の経験や知識を学術活動に活かす仕組みの重要性が指摘された。さらに、第3回 WG で議論された産学アンケートの結果から、教育・研究対象の多様化と人材像の変化が明確となった。対象とすべきエンジンシステムは、自動車に限定されず、鉄道、船用、航空機、定置用を含む多様な用途に広がっている。また、燃料やシステム形態も、バイオ燃料、e-fuel、水素、アンモニア、ハイブリッドなど多岐にわたる。

大学教育においては、熱力学、内燃機関、燃焼工学といった基盤科目の重要性は変わらない一方で、実験・実習を通じた実践的教育の価値が再認識されている。近年、シミュレーション技術の発展は著しいものの、実機を用いた実験・実習を通じて実現象の複雑さ、計測の難しさ、理論と現実のギャップなどを体験することは、技術者としての基礎力を養う上で重要と考える。産業界からは、専門性に加え、課題設定力、分野横断的思考力、コミュニケーション能力を備えた人材への強い期待が示された。技術の複雑化・システム化が進む一方でリソースシフトによるエンジン技術者の減少もあり、従来よりも広い分野の知識を持ち、かつ異なる専門分野の人々とも協働しながら課題を解決できる人材が求められている。WG2で提案されたジョブ型研究インターンシップ、クロスアポイント制度、

リスキリング等の取り組みは、産学が個別に対応するのではなく、学会を介した情報集約・マッチングによって実効性が高まると考えられる。この点において、WG3では「産学連携のハブ機能強化」として、機械学会のエンジンシステム部門において、人材育成施策を下支えする基盤的役割について検討した。

以上のように、WG3では、産学連携を人材育成の観点と技術開発の観点の両面から捉え、将来ビジョンの実現に向けてエンジンシステム部門が果たすべき役割を検討した。

### 6.3.2 将来ビジョン実現のための産学連携課題

WG3の検討により明らかとなった中心的な課題は、異分野融合の広がり将来ビジョンに比して限定的である点である。日本機械学会エンジンシステム部門では、これまでもRC分科会や研究会を通じて産学連携が行われてきたが、その多くは、熱工学、燃烧工学、材料、制御、CAE(Computer-Aided Engineering)など、比較的近接した分野との連携にとどまっている。

一方で、WG1において提示された将来の熱機関の姿を俯瞰的に整理したマインドマップ(図6.3.2.1)では、デジタル技術、人間-機械協調、情報科学、社会システム、教育・啓発といった、より広範な分野との融合が想定されている。現状の産学連携活動は、この将来像が内包する可能性を十分に引き出せているとは言い難く、将来ビジョンと実際の活動との間に構造的なギャップが存在すると整理できる。

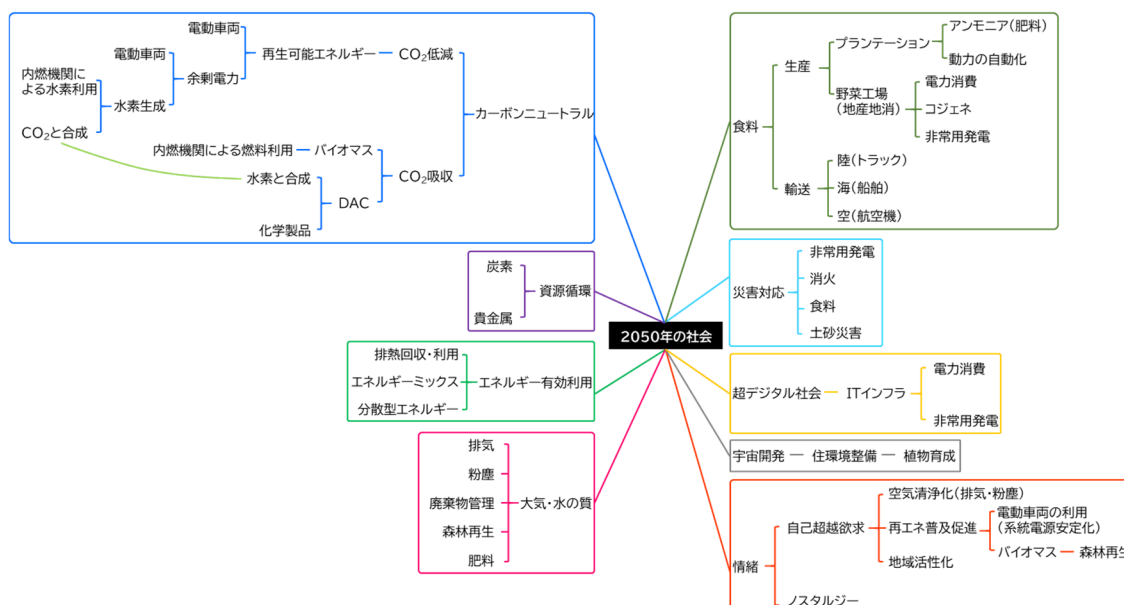


図6.3.2.1 将来の熱機関の姿を整理したマインドマップ例(図6.1.1 再掲)

このギャップが生じている背景として、WG3では以下の点を課題として抽出した。第一に、異分野側から見た熱機関分野との連携意義が必ずしも明確に提示されていないことである。熱機関技術の将来価値や社会的意義が十分に共有されていない場合、分野横断的な参画は起こりにくい。例えば社会科学系やAI分野の研究者にとって、熱機関が魅力的な応用対象として認識されていない可能性もある。第二に、分野横断的な研究目標および研究課題を議論する場が限定的であることである。異分野融合は単なる技術の寄せ集めでは成立せず、共通の課題認識と目標設定が不可欠である。分野融合型の研究を提案する枠組みや評価する指標、また異分野の研究者が共通言語で議論できるファシリテータやコーディネータ等が不足しているとも考える。第三に、新たに創出された異分野融合の構想を、継続的な活動へと展開する仕組みが弱いことである。検討会や意見交換が単発に終わり、既存のRC分科会・研究会に接続されないケースも少なくない。初期段階の融合研究を支援する体制や資金が不十分であることも課題と考える。

これらの課題を踏まえ、WG3では、熱機関の将来像を起点として、マインドマップに基づくキーワードを設定し、融合すべき分野を意識的に抽出することが有効であるとの認識に至った。その際には、各分野のキーパーソンを巻き込みながら、分野横断で研究目標や研究課題を具体化することが重要である。さらに、検討結果を既存のRC分科会や研究会の次期構想へと橋渡しすることで、単発的な試みに留まらず、持続的な産学連携へ発展させることが、将来ビジョン実現の鍵となる。また、成功事例を積極的に共有し、他の分科会・研究会への横展開を図ることで、部門全体として異分野融合を推進する文化が醸成していくことも重要と考える。

### 6. 3. 3 今後10年のエンジンシステム部門活動施策案の提言

以上の検討結果を踏まえ、WG3では、今後10年間にエンジンシステム部門が取り組むべき産学連携施策として、以下の三点を提言する。第一の提言は、将来ビジョンに基づく異分野融合型産学連携の明確化と推進である。部門として策定したマインドマップを単なる将来像の提示にとどめず、産学連携活動の企画・評価における共通基盤として活用する。具体的には、RC分科会や研究会の設置・改組に際し、マインドマップに記載された分野との融合の有無を意識的に検討項目に組み込むことが望ましい。また、新規分科会・研究会の提案書において、異分野融合の観点からの価値や貢献を記載することを推奨すること、既存の分科会・研究会に対しても定期的な見直しの際にマインドマップに基づく活動の拡張可能性を検討する機会を打診することなども助長となる。第二の提言は、リードモデル

の構築と段階的な展開である。異分野融合を比較的取り入れやすい既存の RC 分科会や研究会に着目し、キーパーソンと連携して次期構想に異分野融合要素を反映する。特に、現在の活動テーマが異分野との接点を持ちやすい内容である、主査や中核メンバーが異分野融合に積極的である、産業界からの関心が高いテーマなどが選定基準になると考える。そこで得られた知見を成功要件として整理し、他の分科会・研究会へ横展開することで、部門全体としての産学連携力を底上げする仕組みを構築する。どのようなプロセスで異分野の研究者・技術者を巻き込んだか、研究テーマの設定においてどのような工夫が有効だったか、産学双方にとってどのようなメリットが得られたか等を共有することで、活動のさらなる拡大に寄与する。これらの施策の成果指標の一例として、2028年度以降、マインドマップに含まれる分野と熱機関をテーマとした新たな RC 分科会が少なくとも1件立ち上がることを KPI (Key Performance Indicator) として設定する。まず、現在活動している A-TS 研究会、「広域融合による次世代エンジンシステム研究分野の創生研究会」や「高効率エンジン燃焼技術の高度化研究会」には、図6.3.2.1に示したマインドマップに基づく異分野融合についての議論を進め、リードモデルとなることを期待したい。また、RC 分科会を統括する技術委員会の委員長と幹事には提言内容の具体化を期待する。

今後10年間で、異分野融合を核とした産学連携を深化・拡張する期間と位置づけ、「競争前段階における異分野連携の構想形成と人材育成」に資する活動を通して、エンジンシステム部門の学術的価値および社会的プレゼンスの向上につなげていくことが重要である。熱機関の新たな価値創造に加え、異分野の方法論や知見を取り入れることにより研究の更なる質的向上にも繋がり、また一般社会における熱機関技術への理解と支持を深め、次世代の研究者にとっても魅力的なキャリアパスとなる研究分野へ導いていく。

目標										
<b>熱機関進化した目指した異分野融合を活性化し、熱機関技術／研究人材の育成に資する産学連携</b> <b>(KPI: WP1策定のマインドマップに含まれる分野×熱機関をテーマにしたRC分科会が2028年度以降に1つ以上立ち上がること)</b>										
現状と課題										
異分野有効を積極的に進めてきた経緯があるが、近い分野にとどまっている。熱機関の将来の姿としてマインドマップで整理されている分野ほど広い異分野融合になっていない。 <b>課題：熱機関と融合させる分野を広げて、産学連携を促進すること</b>										
部門の具体的取組										
<b>既存RC分科会、研究会の次期構想に異分野融合を反映</b> RC分科会／研究会の目的に基づき、熱機関の将来の姿（マインドマップ）に記載されている技術分野との融合を次期構想に反映。まずは、異分野融合を取り入れやすい既存の研究会に着目し、次期構想検討を進める主査・幹事他キーパーソンにアプローチしていく。これをリードモデルとし、展開できるようにする。										
マイルストーン										
2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
		★効果評価 リードモデルを基に成功要件整理  新RC分科会 テーマ検討	他RC分科会、研究会へ展開 展開仕組み化  ★効果評価 (新規分科会立ち上げ) 新規RC分科会活動							

参考文献

(6.3-1) 日本機械学会 産学連携事業委員会所属分科会：

<https://www.jsme.or.jp/organization/subcommittee/cooperation-subcommittee/>

(6.3-2) 自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）：

<https://www.aice.or.jp/>

## 7. 総括

第100期～第101期において3つのWGにより並行的に進められていた議論の中では、エンジンシステムの将来ビジョンは必ずしも明確ではなかった。これに対し、第102期～第103期の2年間を通じて、マインドマップを活用し社会全体を俯瞰した広範な議論を行うとともに、「これからのエンジンができること」を10項目に整理する過程を経て、その輪郭は次第に明確化された。これらの項目には、熱効率向上のように複数の観点に跨って繰り返し現れる本質的な課題も含まれており、エンジンシステムの将来像を支える基盤的要素が浮き彫りになったといえる。

本委員会における検討は、脱炭素、エネルギー安全保障、産業競争力の同時達成という今日的な社会的要請を背景として、内燃機関が将来において果たし得る役割を再定義する試みでもあった。その過程で整理された「エンジンにできる10のこと」は、個別の技術課題の列挙にとどまらず、社会との関係性の中でエンジンの価値を再構成したものであり、今後の研究開発および部門活動の方向性を示す基盤的指針となるものである。

「エンジンにできる10のこと」は検討期間の終盤に整理されたため、WG2およびWG3における議論の初期段階から十分に活用するには時間的制約もあった。しかしながら、各WGの議論内容を全体会合において継続的に共有し、相互に参照しながら検討を進めたことにより、最終的には委員会全体として整合性のとれた提言として取りまとめることができた。また、本委員会において実践された、マインドマップを用いた俯瞰的な課題整理や、WG間の継続的な情報共有と相互参照に基づく検討プロセスは、複雑化する社会課題に対して分野横断的にアプローチするうえで有効な手法の一例を示すものとなった。

本報告書で示した人材育成および産学連携に関する提言は、従来の枠組みにとらわれず、将来を見据えて踏み込んだ具体的内容を含んでおり、今後10年間で部門活動を大きく変革していくことを志向したものである。特に、既存の委員会や研究会が新たな役割を担うことを前提とした提案は、部門運営のあり方そのものに変革を促すものであり、課題解決志向の活動への転換を促す契機となることが期待される。

一方で、本報告書で示した活動施策案のうち、とりわけその具体化および実装の段階については、なお道半ばにあると言わざるを得ない。本委員会からの提言は、完成された解ではなく、今後の部門活動における具体的なアクションを誘発する起点として位置づけられるべきものである。今後は、既存の委員会・研究会における役割の再定義や、WG横断的な議論の継続的な場の構築、さらには外部組織との連携強化などを通じて、本提言を実効性のある施策へと具体化していくことが求められる。

これらの取り組みを実現していくためには、担当者の頻繁な交代を伴う現行の運営体制の中にあっても、継続的な意思共有と主体的な関与を確保することが不可欠である。そのためには、関係者が立場や組織の枠を越えて率直に議論し、個別の施策を現実的かつ実効性のある形へと落とし込んでいく、丁寧で着実な取り組みの積み重ねが求められる。

本委員会の提言がその出発点となり、エンジンシステム部門の活動が一層活性化するとともに、社会に対して新たな価値を継続的に発信していくことを期待する。

## 8. 今後の方針

### (1) 基本方針

本委員会は、以下のように通算4年を超える活動を通じて、エンジンシステム部門の将来を検討してきた。

第100期～101期（2022年度～2023年度）：委員長 小酒英範

第102期～103期（2024年度～2025年度）：委員長 相澤哲哉

最初の2年間（第100期～101期）で、「内燃機関の将来ビジョンと求められる技術」、「人材育成の課題と対応」、「産学連携の課題と対応」という3つの重点項目が示され、3つに分けたWGそれぞれにおいて議論された結果が集約された。

続く2年間（第102期～103期）では、上記で示された3つの重点項目に対して、それぞれ3つのテーマを議論する3つのWGを設置し、現状、課題、将来展望などの具体的な議論を行い、部門への具体的提言としてまとめた。

以上を踏まえて、次期部門将来検討委員会は、以下の方針のもとに活動する。

目的：持続可能社会における内燃機関のあり方、内燃機関研究の将来、内燃機関に係る技術者、研究者の教育等に関する議論を発展させる。また、これまでに部門に提言を行った内容を具体的行動に繋げる体制を構築する。

目標：将来ビジョン（2050想定）とその実現に向けた課題と展望の議論をより発展させて部門に提言を行う。また、これまでに提言した内容について、具体的な行動に移すための取り組みをエンジンシステム部門内の関係委員会等と連携して進める。

### (2) 進め方について

これまでに各タスク（WG1～WG3）別の議論を集約して策定した部門への提言内容を元に、初めに委員全体で議論を行ってWGを再構築する。加えて、部門活動に繋

げる取り組みとして、必要に応じて部門検討委員会内でTFの設置も検討する（部門委員会体制に繋げる役割）、各WGでのタスクについて以下のように活動を行う。

WGの内容：上記タスク別の議論

委員会の内容：各WGからの報告と議論と話題提供

今後は、部門活動に繋げる取り組みがより重要になることから、部門運営委員会等を利用して部門将来委員会でまとめた提言等を説明する。その上で、部門各委員会のメンバーに議論に入ってもらうように工夫を行う。

### （3）委員の継続及び交代について

議論の継続性の観点から委員には任期を設けず、委員交代が必要な場合は議論の活性化に貢献頂ける後任の方を紹介頂く。WG産学リーダー、幹事、委員長は2年間の任期を基本とし、幹事は次期委員長を務める。