



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

日本発の科学技術イノベーションが未来を拓く

2 0 1 5



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

日本発の科学技術イノベーションが未来を拓く

「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」は、科学技術イノベーション創造のために、省庁の枠や旧来の分野を超えた総合科学技術・イノベーション会議が行っている国家プロジェクトだ。産学官の連携により基礎研究からその出口までを迅速につなぎ、科学技術イノベーションを戦略的かつ強力に推進する。

CONTENTS

4 内閣府からのメッセージ 科学技術政策担当大臣 島尻 安伊子

5 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)とは

9 プログラムディレクターが語る
世界を先導し、日本再生の鍵を握る10プロジェクト

10 革新的燃焼技術 

14 次世代パワーエレクトロニクス 

18 革新的構造材料 

22 エネルギーキャリア 

26 次世代海洋資源調査技術 

30 自動走行システム 

34 インフラ維持管理・更新・マネジメント技術 

38 レジリエントな防災・減災機能の強化 

42 次世代農林水産業創造技術 

46 革新的設計生産技術 

50 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 有識者議員からのメッセージ



内閣府



「イノベーションによる課題解決の実現」

科学技術イノベーションは、成長戦略の重要な柱と位置付けられており、経済成長の原動力、活力の源泉であり、社会の在り方を大きく変える力を持ちます。

科学技術、特に情報通信技術の飛躍的な発展により、あらゆるものが相互に結びつき、情報が共有され、相互に影響を及ぼし合う世界へと加速度的に移行しつつあります。

これまでの既存の枠組みを超えて、新たな価値が生み出される中、価値や知識の創造プロセスが大きく変化し、経済や社会の在り方、産業の構造が急速に大きく変化する大変革時代が到来しています。

また、我が国の国際競争力を強化し、持続的な発展を実現していくためには、新しいことに果敢に挑戦し、新たな価値を積極的に生み出していくことが一層重要になっています。

この大変革時代を科学技術イノベーションによって、さまざまな課題を解決するとともに、我が国の産業競争力の強化を図ることは、政府の最重要課題の一つです。

これら課題の解決を目指して、総合科学技術・イノベーション会議では、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)を平成26年度に創設しました。

SIPとは、総合科学技術・イノベーション会議が自らの司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野の枠を超えたマネジメントに主導的な役割を果たし、科学技術イノベーションを実現するための国家プロジェクトです。

SIPでは、あるべき経済・社会システムを構想し、国民にとって真に重要な課題を基礎研究から実用化・事業化、まさに出口までを見据えて一貫通貫で研究開発を推進することにより、システム全体で醸成する価値を見定め、どこで産業競争力を生み出していくのか、官民一体で共通認識を持って取り組むことが必要です。

新しい取組や大規模な研究開発その他の国家的に重要な研究開発の評価などを含め、あらゆる政策ツールを活用し、引き続き、関連省庁と予算調整を図るとともに、時間軸を意識しつつ、先見性や機動性を持って府省庁の枠を超えた政策誘導を行い、一日でも早く成果が得られるよう政府としても、引き続きSIPを精力的に推進し、科学技術イノベーションによる我が国の経済成長の実現を目指します。

今後の活躍にご期待ください。

2015年10月15日

科学技術政策担当大臣

島尻 昌子

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)とは

SIPとは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクトである。国民にとって真に重要な社会的課題や、日本経済再生に寄与できるような世界を先導する10の課題に取り組む。各課題を強力にリードする10名のプログラムディレクター(PD)を中心に産学官連携を図り、基礎研究から実用化・事業化、すなわち出口までを見据えて一貫通貫で研究開発を推進。経済成長の原動力であり、社会を飛躍的に変える科学技術イノベーションを強力に推し進めていく。
なお健康医療分野に関しては、健康・医療戦略推進本部の下で推進する。

創設の背景

日本の経済再生と持続的経済成長を実現するには、科学技術イノベーションが不可欠である。総合科学技術・イノベーション会議では、内閣総理大臣、科学技術政策担当大臣のリーダーシップの下、我が国全体の科学技術を俯瞰する立場から、総合的・基本的な科学技術・イノベーション政策の企画立案

および総合調整を進めてきた。そうした中、自らの司令塔機能を強化する目的で打ち出されたのが、「政府全体の科学技術関係予算の戦略的策定」、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」、「革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)」の3つの新しい施策だ。

総合科学技術・イノベーション会議の司令塔機能強化の3本の矢

1

政府全体の科学技術関係予算の戦略的策定

「科学技術重要施策アクションプラン」等により、各府省の概算要求の検討段階から総合科学技術・イノベーション会議が主導。政府全体の予算の重点配分等をリードしていく新たなメカニズムを導入。(大臣が主催し、関係府省局長級で構成する「科学技術イノベーション予算戦略会議」を8回開催)

2



総合科学技術・イノベーション会議が府省・分野の枠を超えて自ら予算配分して、基礎研究から出口(実用化・事業化)までを見据え、規制・制度改革を含めた取り組みを推進。

科学技術イノベーション創造推進費
平成27年度当初予算

500億円

*このうち35%(175億円)を医療分野に充当

3



実現すれば産業や社会の在り方に大きな変革をもたらす革新的な科学技術イノベーションの創出を目指し、ハイリスク・ハイインパクトな挑戦的研究開発を推進。

平成25年度補正予算

550億円 (予算計上は文部科学省)

SIPの特徴

- ▶ **社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題**を総合科学技術・イノベーション会議が選定。
- ▶ **府省・分野横断的な**取り組み。
- ▶ **基礎研究から実用化・事業化までを見据えて**一貫通貫で研究開発を推進。規制・制度、特区、政府調達なども活用。国際標準化も意識。
- ▶ 企業が研究成果を戦略的に活用しやすい**知財システム**。

SIPが対象とする10の課題とは

社会的課題の解決や産業競争力の強化、経済再生などに資する、エネルギー分野、次世代インフラ分野、地域資源分野から以下の10課題を選定した。

対象課題

課題名	実施内容	平成27年度配分額	管理法人等
 革新的燃焼技術	最大熱効率50%の革新的燃焼技術(現在は40%程度)を世界トップクラスの内燃機関研究者の育成と持続的な産学連携体制の構築によって実現し、省エネ、CO ₂ 削減に寄与。日本の自動車産業の競争力を維持・強化。	19億円	国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)
 次世代パワーエレクトロニクス	半導体を用いて直流から交流、交流から直流への変換、電圧や電流、周波数を自在に制御するパワーエレクトロニクス。SiC(炭化ケイ素)、GaN(窒化ガリウム)等の次世代材料を中心に、パワーエレクトロニクスの性能向上、用途と普及の拡大を図り、いっそうの省エネルギー化の推進と産業競争力の強化を目指す。	21.9億円	国立研究開発法人 新エネルギー・ 産業技術総合開発機構 (NEDO)
 革新的構造材料	軽量で耐熱・耐環境性等に優れた画期的な材料の開発および航空機等への実機適用を加速し、計算機科学などを活用した「マテリアルズインテグレーション」で開発時間を短縮。省エネ、CO ₂ 削減に寄与し、日本の部材産業の競争力を維持・強化して、航空機・発電機器産業の躍進に貢献。	35億円	国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)
 エネルギーキャリア	再生可能エネルギー等を起源とする電気・水素等により、クリーンかつ経済的でセキュリティレベルの高い社会を構築し、世界へ発信する。将来の技術革新とエネルギーコストを予測して新しいエネルギー社会へ向けた水素導入シナリオを検討し、水素のバリューチェーン構築のための技術確立を目指す。	30.4億円	国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)
 次世代海洋資源調査技術	国土面積の12倍を超える管轄海域を対象に、レアメタル等を含む海底熱水鉱床やコバルトリッチクラストなど海洋資源を高効率に調査する技術を世界に先駆けて実現し、資源制約の克服に寄与。また、産学官一体となって、効率的な調査技術を確立することにより、海洋資源調査産業の創出を目指す。	57億円	国立研究開発法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
 自動走行システム	「2018年を目途に交通事故死者数2,500人以下とし、2020年までに世界で最も安全な道路交通社会を実現する」という、国家目標の達成に向けて、次世代都市交通への展開も含めた自動走行システムを実現。事故や渋滞を抜本的に削減、移動の利便性を飛躍的に向上。	23.2億円	内閣府、警察庁、 総務省、経済産業省、 国土交通省
 インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	インフラ高齢化による重大事故リスクの顕在化・維持費用の不足が懸念される中、世界最先端の情報技術やロボット技術を活用し、システム化されたインフラマネジメントを構築することで、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現する。併せて、継続的な維持管理市場の創造、海外展開を推進。	32.7億円	国土交通省、 国立研究開発法人 科学技術振興機構(JST)、 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術 総合開発機構(NEDO)
 レジリエントな防災・減災機能の強化	大地震・津波、豪雨・竜巻等の自然災害に備え、最新科学技術を最大限に活用して災害情報のリアルタイム予測を実現するとともに、その情報を官民あげてリアルタイムで共有する仕組みをICTにより構築する。また、国民一人ひとりの防災力、予防力の向上と対応力の強化を目指す。	24.5億円	国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)
 次世代農林水産業創造技術	農政改革と一体的に、革新的生産システム、新たな育種・植物保護、農林水産物・食品の新機能開拓を実現し、新規就農者、農業・農村の所得の増大に寄与。併せて、生活の質の向上、関連産業の拡大、世界的食料問題に貢献。	33.2億円	国立研究開発法人 農業・食品産業技術 総合研究機構 (農研機構)
 革新的設計生産技術	地域の企業のノウハウや個人のアイデアを活かし、時間的・地理的制約を打破するような新たなものづくりを確立してものづくり産業の競争力を強化する。革新的な技術開発により、企業・個人ユーザーのニーズに迅速に応える高付加価値な製品の設計・製造を可能にすることで、地域発のイノベーションを実現。	25.5億円	国立研究開発法人 新エネルギー・ 産業技術総合開発機構 (NEDO)

どのような実施体制で行うか

府省連携、産学官連携のためには司令塔機能が不可欠と考え、SIPでは、産学官を確実に連携できる強力なリーダーシップを備えたプログラムディレクター（PD）を選定した。また、内閣府自らが政府予算案において500億円の予算を確保し、各省庁へ予算を移し替えて実施するという、

実施体制

- ▶ 課題ごとにPDを選定。
- ▶ PDは関係府省の縦割りを打破し、府省を横断する視点からプログラムを推進。
- ▶ ガバニングボード（構成員：総合科学技術・イノベーション会議有識者議員）が評価・助言を行う。

平成27年度予算

- ▶ 内閣府計上の「科学技術イノベーション創造推進費」を平成27年度政府予算案において500億円確保。（予算の流れ）内閣府→各省庁へ移し替え→（管理法人→）研究主体

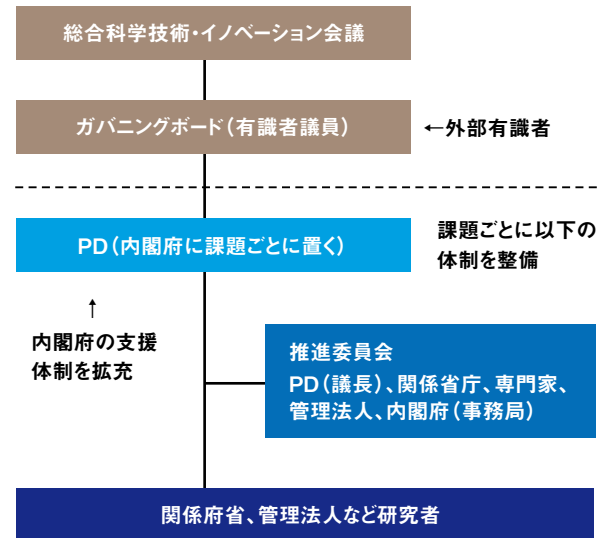
公募により、産学からトップクラスのリーダーをPDとして選出

プログラムディレクター

課題名	PD・所属	掲載ページ
 革新的燃焼技術	杉山 雅則 トヨタ自動車株式会社 エンジン技術領域 領域長	10-13
 次世代パワーエレクトロニクス	大森 達夫 三菱電機株式会社 開発本部 役員技監	14-17
 革新的構造材料	岸 輝雄 東京大学 名誉教授 物質・材料研究機構顧問	18-21
 エネルギーキャリア	村木 茂 東京ガス株式会社 常勤顧問	22-25
 次世代海洋資源調査技術	浦辺 徹郎 東京大学 名誉教授 国際資源開発研修センター顧問	26-29

従来にない画期的な仕組みを構築している。

なお、健康医療分野に関しては、健康・医療戦略推進本部の下で推進している。



課題名	PD・所属	掲載ページ
 自動走行システム	渡邊 浩之 トヨタ自動車株式会社 顧問	30-33
 インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	藤野 陽三 横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授	34-37
 レジリエントな防災・減災機能の強化	中島 正愛 京都大学 防災研究所 教授	38-41
 次世代農林水産業創造技術	西尾 健 法政大学 生命科学部 教授	42-45
 革新的設計生産技術	佐々木 直哉 株式会社日立製作所 研究開発グループ 技師長	46-49

ガバナリングボードとは

SIPの着実な推進を図るため、SIPの基本方針、SIPで扱う各課題の研究開発計画、予算配分、フォローアップ等についての審議・検討を行うための運営会議である。また、SIPや各課題の研究開発計画および進捗状況に対して、必要な助言、評価の役割も担う。評価の結果は、次年

これまでの経緯と今後の予定

現在、政府は「世界で最もイノベーションに適した国づくり」をスローガンとして掲げ、科学技術イノベーション政策を強力に推進している。総合科学技術・イノベーション会議は、2013年6月に閣議決定された日本再興戦略および科学技術イノベーション総合戦略に基づき、司令塔機能

度のSIPの実施方針等に反映される。メンバーは、総合科学技術・イノベーション会議 有識者議員で構成され、必要に応じて、構成員以外の有識者を招いて評価を行うこともある。

を発揮すべく「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」を創設した。2014年5月に10の課題、プログラムディレクター(PD)、予算配分を決定し、本格的な活動をスタートさせた。また、2015年6月には新規課題候補として「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」が承認された。

2013年	
8月	内閣府計上の調整費(科学技術イノベーション創造推進費*)を概算要求
9月	国家的・経済的重要性等の観点から総合科学技術会議が10の課題候補を決定 助言・評価等を行うガバナリングボード(総合科学技術会議 有識者議員にて構成)を設置
10月	内閣府が各課題の政策参与*2を公募
12月	政策参与を決定。政策参与が中心となって研究開発計画を作成
2014年	
2月	公開ワークショップ
3月	事前評価
4月	研究開発計画をパブリックコメント
5月	総合科学技術・イノベーション会議において、課題、プログラムディレクター(PD)、予算配分を決定
6月	PD10名を任命、各省に予算移し替え、研究機関の公募開始

7月～	公募締切、選定作業(書類・面接)
8月～	採択課題、研究開発機関を決定し、研究開発体制を構築
10月～	各課題の研究開発を本格化
12月	SIPシンポジウム2014開催
2015年	
2月	平成26年度末評価
4月	平成27年度当初予算配分を決定
6月	「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」が総合科学技術・イノベーション会議にて新規課題候補として承認 PD候補(政策参与)の公募
8月	新規課題候補のPD候補(政策参与)の任命

*1 平成26年度政府予算案で、500億円を計上(このうち35%(175億円)を医療分野の研究開発関連の調整費として充当)

*2 内閣府非常勤職員。プログラム開始後はPD

新規課題候補について (2015年10月15日現在)

新規課題候補として「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」が総合科学技術・イノベーション会議(2015年6月18日)にて決定され、プログラムディレクター(PD)候補として情報セキュリティ大学院大学後藤教授が8月6日に政策参与に任命された。

本課題では、重要インフラ等におけるサイバーセキュリティを確保するた

めに、サイバー攻撃対策として、制御・通信機器のセキュリティ確認技術、制御・通信機器および制御ネットワークの動作監視・解析技術と防御技術を研究開発し、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の安定的運営に貢献することを目指す。



重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保

プログラムディレクター
後藤 厚宏
情報セキュリティ大学院大学
研究科長・教授

Comment

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会を迎える我が国にとって、重要インフラシステムのサイバーセキュリティ対策の強化は、即時に行動すべき緊急課題であると同時に、産業全体の競争力強化の「レバレッジ(槌)」になる。SIPを活用してサイバーセキュリティ脅威への耐性を根本から高められる基盤技術の研究開発から社会実装、さらにグローバル貢献まで、オールジャパン体制で迅速かつ大胆に取り組みたい。

Profile

1984年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士過程終了。同年日本電信電話公社に入社。情報基礎研究部に配属され、約27年間情報技術に関する研究開発に従事。2007年情報流通プラットフォーム研究所所長、10年サイバースペース研究所所長を歴任。11年より現職。経済産業省、総務省等の審議会委員長などを歴任。

Atsuhiko Goto

プログラムディレクターが語る
世界を先導し、
日本再生の鍵を握る
10プロジェクト

10

革新的燃焼技術

日の丸内燃機関が地球を救う計画



杉山 雅則

トヨタ自動車株式会社
エンジン技術領域 領域長

14

次世代パワー
エレクトロニクス

どこでもパワエレ機器で豊かな省エネ社会



大森 達夫

三菱電機株式会社
開発本部 役員技監

18

革新的構造材料



岸 輝雄

東京大学 名誉教授
物質・材料研究機構顧問

22

エネルギーキャリア

新しいエネルギー社会の実現に向けて



村木 茂

東京ガス株式会社
常勤顧問

26

次世代海洋資源
調査技術

海のジバンギ計画



浦辺 徹郎

東京大学 名誉教授
国際資源開発研修センター顧問

30

自動走行システム



渡邊 浩之

トヨタ自動車株式会社 顧問

34

インフラ維持管理・
更新・マネジメント技術



藤野 陽三

横浜国立大学 先端科学高等研究院
上席特別教授

38

レジリエントな防災・
減災機能の強化



中島 正愛

京都大学 防災研究所 教授

42

次世代農林水産業
創造技術

アグリイノベーション創出



西尾 健

法政大学
生命科学部 教授

46

革新的設計
生産技術

新しいものづくり2020 計画



佐々木 直哉

株式会社日立製作所
研究開発グループ 技師長

日本発の革新的内燃機関を、 地球環境を救う切り札に

速くて快適な移動手段として、日々の暮らし、産業、社会活動を支える自動車。地球環境問題を背景に、走行性能、安全性能に加え、いっそうの環境性能の向上が求められている。

革新的燃焼技術（日の丸内燃機関が地球を救う計画）では、自動車用の内燃機関の熱効率を最大50%以上へと飛躍的に向上させ、環境負荷の低減を目指す。産学官による開発体制の構築を通じ、我が国の実用工学の発展と国際競争力向上にも寄与していく。

革新的 燃焼技術

日の丸内燃機関が
地球を救う計画

プログラムディレクター

杉山 雅則

トヨタ自動車株式会社
エンジン技術領域 領域長

Profile

1984年トヨタ自動車入社。2002年V6エンジン開発責任者、03年エンジン開発業務改革推進責任者、07年エンジンプロジェクト推進部長、13年常務理事・エンジン技術領域長、現職。

Masanori
Sugiyama

自動車の動力源の主力、 内燃機関

現在、身の周りで見かける自動車のほとんどはガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの内燃機関を動力源とする。二次電池や燃料電池とモーターによって走行する電気自動車も普及し始めているが、まだその割合はわずかである。IEA(国際エネルギー機関)のエネルギー技術展望によれば、電気自動車などの普及が最も進んだシナリオでも、今後30年にわたって世界の自動車の半数以上は内燃機関を動力として使用し、石油エネルギーの約50%を消費すると見られている。

自動車にはこれまでもさまざまな先端技術が投入され、安全性能や走行性能とともに環境性能も飛躍的に進歩してきた。しかし、地球温暖化や石油資源の枯渇が危惧される中で、自動車の燃料消費をより少なく抑えることは、引き続き重要な課題となっている。本プログラム、革新的燃焼技術の開発計画では、その課題解決のために自動車用内燃機関の飛躍的な効率向上を目指す。プログラムディレクターの杉山雅則氏は、研究開発目標について次のように語る。

「燃焼技術はエネルギー分野をはじめとする多様な技術領域に関わりますが、今回は自動車用内燃機関にターゲットを絞りました。目標は、熱効率を50%にまで高め、CO₂排出量を大幅に削減することです。非常にハイレベルな挑戦となりますが、世界中で多くの方々が利用している自動車だからこそ、効果も大きいと考えました」

産学官の連携で 高い目標に挑む

その高い目標の達成に向け、本プログラムでは産学官が連携した研究開発体制を築いた。全国に散らばる参

加大学を、ガソリンエンジン・ディーゼルエンジン・制御・損失低減の4分野でチーム分けし、それぞれをリーダー大学が束ねて研究を進める。4チームとは異なる革新的なアプローチによる研究テーマも単独で参加を募り、2014年11月時点で6つの有望なテーマを選定している。今後も引き続き、多様な研究分野からの参加を募っていくという。

「自動車用の内燃機関は技術的に成熟していると思われるかもしれませんが、燃焼という反応は科学的に解明されていない部分も多く、技術革新には『学』の力が欠かせません。また、熱効率50%という高い目標の達成は、さまざまな要素技術の連携、知見の融合によってはじめて成し遂げられるものですから、研究分野の架橋も重要です。そこで、コラボレーションに長けた企業の研究開発部門がそれぞれの研究チームを支援し、さらに研究マネジメントのノウハウを持つJST(国立研究開発法人科学技術振興機構)が統括するという体制としました」と杉山氏。

多くの大学が参加するこの研究体制は、立ち上げから数か月という短期間のうちに作り上げられた。そのために大きく貢献したのが、国内の自

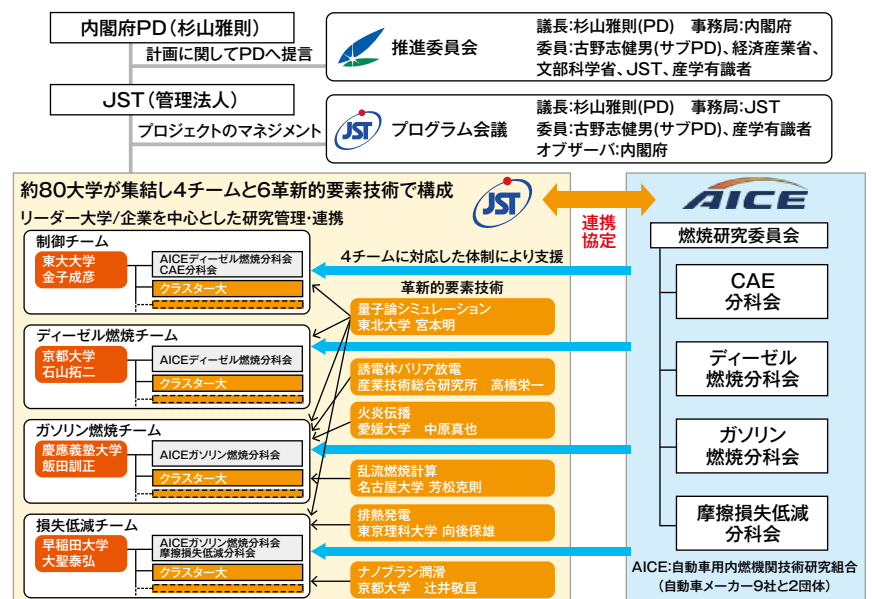
動車メーカー9社と2団体で構成される自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)の存在である。日本発の優れた技術で内燃機関の環境性能を高め、世界に貢献していくという「産」の決意が「学」の共感を呼び、チャレンジの輪が拡大した。

我が国の実用工学の 発展にも貢献

本プログラムの目標は、内燃機関の効率向上だけに留まらない。

自動車工学をはじめとする我が国の実用工学では、かつては大学の研究成果が技術の発展を牽引していたが、メーカーが力をつけるに伴って研究開発の主戦場は企業に移行した。ところが近年、急速に進むグローバル化を背景に、企業では研究開発のスピードアップが求められ、基礎研究へのリソース配分が減少している。結果として、実用工学全般の衰退が危惧されている。

「そうした事態に歯止めをかけ、オールジャパンで実用工学をもり立てる土壌づくりのきっかけにしたいのです。今回、構築した研究開発体制を、内燃機



●実施体制



2014年12月時点で世界最高の熱効率38.9%を達成。
(出典:株式会社本田技術研究所)

● SPORT HYBRID i-MMD 2.0L DOHC i-VTEC

関分野だけでなく、我が国の実用工学における産学官連携と人材育成のひな形としていくことを目指します」と杉山氏は力を込める。

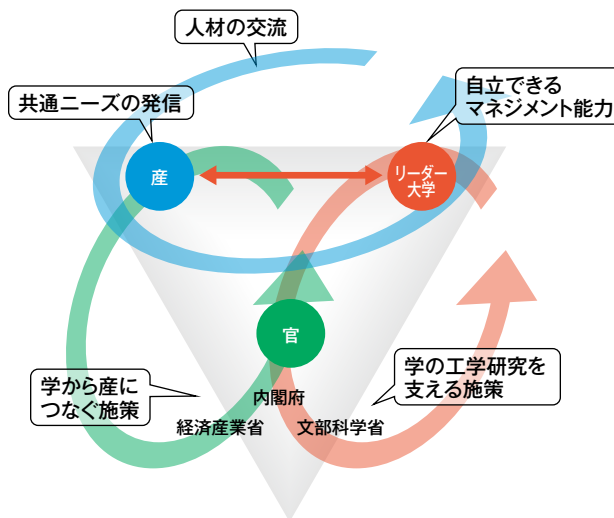
お手本はドイツにある。ドイツでは自動車産業の復興が国力の復興につながるという強い意志の下、1956年にFVVと呼ばれる内燃機関の研究コンソーシアムが設立された。現在は、ドイツの自動車メーカー、内燃機関の研究開発や製造に携わるメーカーやサプライヤー、大学など約150団体が参加する一大コンソーシアムとなっており、ドイツの自動車産業の国際競争力を支える礎となっている。

FVVのように、「産」が集まって「学」をもち立てていくことで、失われつつある実用工学分野の学術研究と人材育成に再び光をあてることが、本プログラムのもう一つの目標だ。

一人でも多くの方々に 笑顔を

未来へとつながる研究開発体制を敷いたとはいえ、熱効率50%の達成は、けっして容易ではない。杉山氏は技術的な課題について次のように語る。「簡単に言えば、燃料の持つ化学的エネルギーを、いかに多くの力学的エネルギーに変換できるかということになりますが、変換の過程で多くのエネルギーが熱やそのほかの形で失われてしまうため、それらをどう回収するかが重要になります。また、通常、燃料消費の低減と排出ガスのクリーン化はトレードオフの関係になってしまうのも課題です。それらを高いレベルで両立させるには、制御技術が鍵を握ることから、本プログラムでも重視しています」

前述したように、燃焼のメカニズムには科学的に解明されていない部分も多く、計測、解析、モデル化などの技術も基盤技術として確立することが必要だ。開発プロセスの革新も含め、メン



● 産学官共同研究体制の将来像

バーの力を結集した多方面からのアプローチで達成を目指す。スタートから3年間でそれぞれの革新的要素技術の開発にめどをつけ、残り2年で実証実験を進める計画である。

「私自身は長年、量産エンジンの開発に携わってきました。その中で信条としてきたのは、『どんなにいい技術でも、量産できなければ社会に貢献できない』ということです」と語る杉山氏の下、本プログラムは成果の社会への還元を重視する。「この研究成果を通じて、一人でも多くの方々に笑顔届けたい」という研究開発メンバーの思いを乗せ、革新的内燃機関の開発計画は力強く走り始めている。

研究開発テーマ

1. ガソリンエンジンの熱効率向上に関する研究

超希薄燃焼を安定的に制御する技術をはじめとする要素技術の創出により、熱効率を現状の最高値である39%から50%まで向上させることを目指す。

2. ディーゼルエンジンの熱効率向上に関する研究

急速静音燃焼、クリーン低温燃焼などの要素技術の創出により、熱効率を現状の最高値である43%から50%まで向上させることを目指す。

3. ガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンに共通する研究

燃焼制御モデル、燃焼解析ツールに関する研究、各種の損失低減に関する研究など、ガソリン、ディーゼルに共通する基盤技術の創出を目指す。

出口戦略

✓ 日本の競争力向上につながるCO₂低減の燃焼技術創出と普及

CO₂を30%削減(2011年比)するための基盤技術、開発ツールなどを順次、社会に提供する。
これにより、国産車の燃費性能をより向上させ、国際競争力をさらに強化するとともに、世界のCO₂低減に貢献する。

✓ 持続性のある産学官共同研究体制の整備

「産からの共通ニーズの発信」、「産学の人材の交流」、「リーダー大学のマネジメント能力の成長」、「大学から産につなぐ産業の創出」に取り組み、この研究体制を、新しい産学官連携のスキームとして他産業のひな形となり、日本の国力向上に資する新しい研究開発プロセスへと成長させる。
経済産業省と文部科学省が協力し、5年後の姿も視野に入れた、産業競争力を支える持続的な産学官研究体制に関する施策の検討を推進する。

✓ 制御モデルの標準化戦略

制御モデルや制御／解析ソフトの標準化を推進し、開発コストの低減につなげるとともに、新しい産業の創出を目指す。
また、国際展開を進めることで、デファクトスタンダード化を目指す。

地球環境へ貢献するとともに、日本の実用工学の
発展と人材育成に新しい風を吹き込みます。

世界に貢献する環境技術の提供、
産学官共同研究体制の構築



小型で高性能な“どこでもパワエレ機器” ——豊かな省エネ社会の実現のために

私たちが望む未来像の一つに「自然環境と、快適で便利な生活が共存する社会」があるだろう。家電製品から電車まで、さまざまな電子機器の省エネ化を実現してきたパワーエレクトロニクスは、そのような未来をつくるキーテクノロジーだ。

今後も世界のパワーエレクトロニクス市場は大きく成長する。世界に先駆けて次世代パワーエレクトロニクスの技術開発を行うことで、日本の産業競争力を高め、豊かな省エネ社会の実現に貢献していく。

次世代パワー
エレクトロニクス

どこでもパワエレ機器で
豊かな省エネ社会

プログラムディレクター

大森 達夫

三菱電機株式会社
開発本部 役員技監

Profile

1980年東京大学工学系研究科修士課程修了。同年三菱電機株式会社中央研究所に入社。2003年同社、先端技術総合研究所、先進デバイス技術部長、05年SiCデバイス開発プロジェクト長、10年パワーデバイス製作所副所長、13年開発本部役員技監。

Tatsuo
Oomori

省エネ社会を支える パワーエレクトロニクス

エアコンや冷蔵庫を最新型に買い替えるだけで省エネになる。よく聞く話だが、実際、最新型の家電は以前の商品に比べて大幅に低消費電力化されている。それを支えるキーテクノロジーがパワーエレクトロニクスである。

パワーエレクトロニクスとは、電力の直流・交流を変換したり、電圧や周波数を調整したりなど、電気を適切に使えるように制御する技術だ。製品の外から見えないためあまり知られてはいないが、エアコンの「インバーター」もそれだといえ、十分に身近な技術であるとわかるだろう。パワーエレクトロニクスはこれまで数十年にわたって、さまざまな電子機器の高性能化、高効率化に貢献してきた「縁の下の力持ち」なのだ。

世界の電子化は急速に進み、パワーエレクトロニクスの世界市場は今後も大きく成長すると見込まれている。日本は現在、この分野では世界のトップを走っている。しかし、SIP「次世代パワーエレクトロニクス」のプログラムディレクターを務める大森達夫氏は言う。

「日本が今後も優位を保っていくには、次世代材料を中心にパワーエレクトロニクスをさらに高性能化し、用途や普及を拡大していくためのブレークスルーが必要です」

これまでのSi(シリコン)に代わる、SiC(炭化ケイ素)やGaN(窒化ガリウム)などの次世代材料の開発では欧米が先行している分野があるうえ、アジア諸国の追い上げも激しい。そこで本プログラムでは、いっそうの省エネルギー化の推進と日本の産業競争力の強化を図るため、次世代材料を中心に共通基盤技術を開発し、性能向上と用途と普及を拡大していくことを目指している。

シリコンに代わる 新材料技術を開発する

パワーエレクトロニクスの現在の用途は、家電製品からエレベーター、電車、ハイブリッド自動車まで、多岐にわたる。電気を使うところならどこにでもその役目があり、今後、活用範囲は確実に広がっていく。

「既存材料の性能向上と新材料の開拓、そして使いこなしの技術を開発して、次世代パワーエレクトロニクスを早期に実用化することで、人々の生活をよりよくしていけると考えています」と大森氏。

現在は、従来のSiより物質特性に優れたSiCの実用化が進みつつある。本プログラムでは、まず、SiCの高耐圧化や小型化、電力損失量の低減、信頼性の向上を図るため、産学官連携による研究開発ネットワークを構築して基盤研究を強化していく。

もう一つ、期待されている材料がGaNだ。2014年、青色発光ダイオードの材料として有名になったGaNは、パワーデバイスの分野でも注目されてきた。しかし、現在のGaNウエハの品質はパワーデバイスとしての実用化レベ

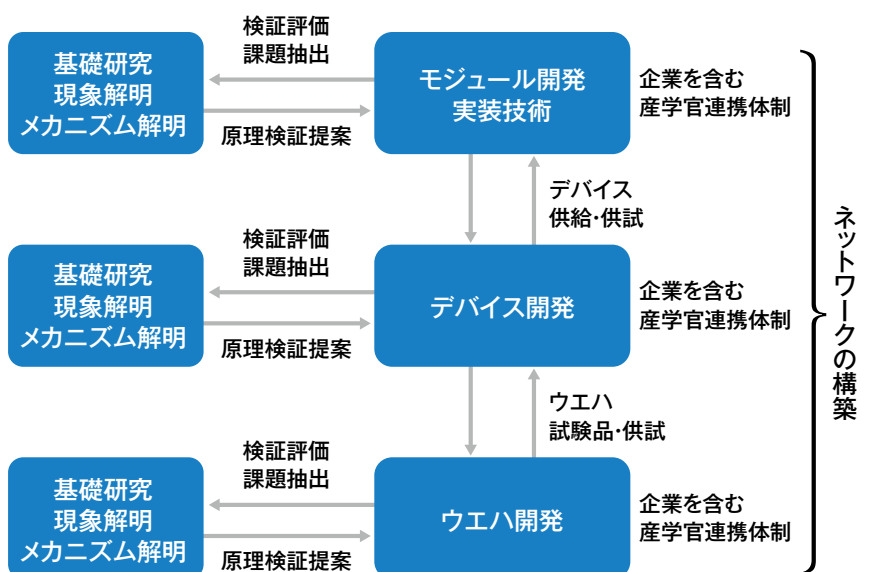
ルに達していない。欧米ではGaN関連の国家プロジェクトが始まっており、日本のパワーエレクトロニクス技術が今後も世界を牽引していくためにも、産学官連携の体制でGaNウエハとデバイスの高品質化に取り組む必要がある。

世界に先駆けて 使いこなしの技術開発を

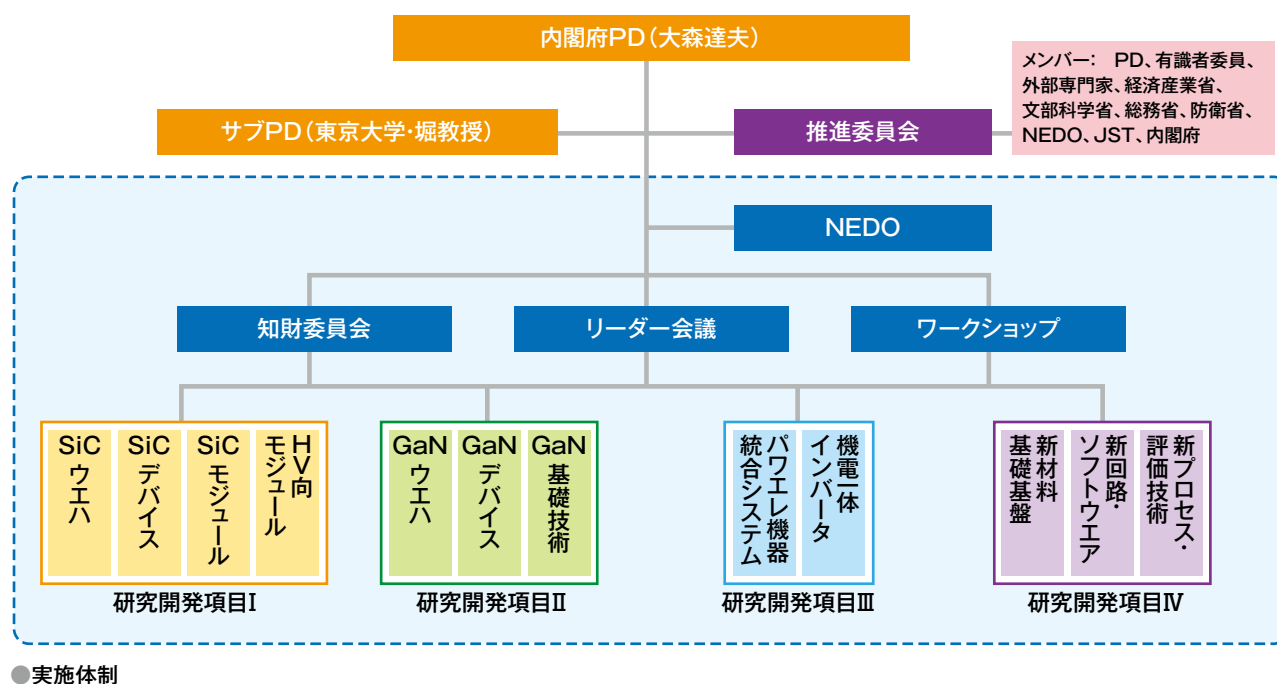
「さらに肝となるのが、使いこなしの技術の開発です」と大森氏。使いこなしの技術とは、例えば、複数のダイヤルを備えたアナログラジオを思い浮かべてほしい。ラジオを聴くときはダイヤルを回して周波数を合わせ、さらに音量等も調整して、最もよく聞こえるバランスを探っていく。同じラジオでも調整の仕方で、聞こえ方は全く違ったはずだ。

「それと同じように、そのパワーデバイスの性能を100%引き出すために調整していく技術が、使いこなしの技術です。感性がかかわる繊細な技術は、日本人に向いているところでしょう」と大森氏は語る。

このような新材料デバイスの使いこなしを進め、次世代パワーデバイスの



● SiCに関する拠点型共通基盤技術開発研究体制概念図



活用の幅を広げるために、9大学2企業が連携し、高効率・高性能電力変換システム等を実現する各種の回路技術やシステム実装技術を開発していく。

そして、さらに将来を見据えて取り組むのが、SiC、GaNの次を担う材料の開拓だ。ダイヤモンドやGa₂O₃（酸化ガリウム）という新材料に関する国内のトップ研究者を結集させ、新構造のウエハやデバイス、モジュールを作製し、革新的な性能の向上につながる基礎研究を行っていく。同時に制御回路やソフトウェア等も開発し、それらを組み合わせて高性能化を進めていく予定だ。

また、本プログラムでは評価技術の開発や、将来、この分野を担っていく次世代の人材育成にも力を入れていく。

日本の産業を強くして 元気で幸せな社会をつくる

現在国内で使われているパワーデバイスが、本プログラムが取り組む次世代のパワーデバイスにすべて置き換

わったら、省エネ効果はどれぐらいになるのだろうか。

「一つひとつの家電の省エネ量は小さいですが、“塵も積もれば”で相当な効果があるはず。ラフな計算ですが、東京の街全体の電力使用量に匹敵するほどの量を削減できると考えられます」と大森氏。

将来、より高性能なデバイスができ、低コスト化も実現できれば、鉄道や自動車など消費電力の大きい製品にも現在以上に導入されていく。さらに先の話になるが、再生可能エネルギーの送電時などの制御にも活用される時代が来るだろう。次世代パワーエレクトロニクスが普及すればするほど、当然、省エネ効果はより大きくなる。

そのような20年後、30年後、40年後、社会はいったいどのようになっているのだろうか。人々が期待するのは、どのような未来なのだろうか。現在、大森氏は次世代パワーエレクトロニクスのロードマップを作成するため、まずは目指すべき魅力的な未来の像を描こうと、国内外の有識者にヒアリングを重

ねている。

「人々の望む未来をつくるにはどのような技術を実現すべきか、どのようなデバイスや性能が必要なのか。未来社会の像からバックキャストで開発戦略を立てて開発を進めれば、日本の産業を強くしていけるはずだと考えています」と大森氏は語る。

電機メーカーや素材メーカーが高い競争力を持ち、その結果、日本全体が元気になり、人々にも幸せになってほしい。技術の力によって、自然環境と、便利で快適な生活が共存できる社会になってほしい。あらゆる電子機器の高性能化・省エネ化に役立つパワーエレクトロニクスの技術で、そのような社会を実現するのが、大森氏の夢である。

研究開発テーマ

1. SiCに関する拠点型共通基盤技術開発

SiC(炭化ケイ素)パワーエレクトロニクスの基盤技術を強化するため、中心となる研究機関のもと、産学官の関係機関がネットワークを構築する等により、効率的に研究開発を推進する研究開発拠点を構築し、SiCウエハ、デバイス、モジュールの高性能化、高機能化、高耐圧化を図るとともに、若手研究者の人材育成を行う。

2. GaNに関する拠点型共通基盤技術開発

GaN(窒化ガリウム)パワーエレクトロニクスの基盤技術を強化するため、産学官連携の研究開発拠点を構築し、革新的GaNウエハ製造技術、GaN縦型パワーデバイスのプロセス技術開発を行う。

3. 次世代パワーモジュールの応用に関する基盤研究開発

次世代パワーエレクトロニクス技術の活用を推進するため、性能を最大限に引き出すための回路や制御などの使いこなし技術と、応用技術、システム技術等の開発による高付加価値化を図る。

4. 将来のパワーエレクトロニクスを支える基盤研究開発

SiCやGaNを超える高性能なパワーデバイスの実現のため、 Ga_2O_3 (酸化ガリウム)やダイヤモンド等の新材料の開拓、新構造、新回路の開発等、革新的な性能向上につながる研究を行う。

出口戦略

✓ 戦略の検討・策定

目指すべき社会や、技術の新たな用途拡大や社会実装に向けた活動等の戦略を検討・策定し、パワーエレクトロニクスによる新たな産業・市場の創出を行う。

✓ 試作機による要求性能の実証

バックキャストした性能・仕様を満足できる技術が開発できたことを、機器の試作により、性能・品質・生産性での優位性を具体的に示して産業界での製品化開発を推進する。

✓ 成果普及に向けた活動

標準化をはじめとした成果普及に向けた活動を行う。また、構成部材の性能評価に最適な標準的試験方法等を検討し、標準化を推進する。
各部品・材料の性能認証制度の検討を進める。

世の中に広く使われている電気機器の大幅な省エネ化・高性能化の技術を実現し、日本の産業力の強化や人材育成につなげていきます。

目指すべき社会を実現する パワエレの技術開発と標準化を



革新的構造材料を航空機へ ——強く、軽く、熱に耐える材料が変える

例えば、最新のジェット旅客機に日本メーカーのCFRP (carbon-fiber- reinforced plastic:炭素繊維強化プラスチック) が採用され、軽量化によりエネルギー効率を大幅に向上させたように、今、エネルギー効率の観点から、革新的な構造材料が脚光を浴びている。さらに、耐熱性においてこれまでの常識を超える材料が開発されれば、エンジンそのものの効率向上にも飛躍的に貢献する。革新的構造材料プログラムでは、材料開発に情報学の知見を用いて研究開発を迅速に進め、樹脂から金属まで軽く強靱で熱に強い材料を開発することで、日本の構造材料産業の強化と航空機産業の躍進を目指す。

革新的 構造材料

プログラムディレクター

岸 輝雄

東京大学

名誉教授

物質・材料研究機構顧問

Profile

東京大学大学院工学系研究科博士課程修了(工学博士)、西ドイツゲッチンゲン大学、東京大学先端科学技術研究センター教授、同センター長を経て、工業技術院産業技術融合領域研究所所長、物質・材料研究機構理事長就任。日本学術会議副会長、日本工学会会長などを歴任。本田記念賞、フランス国家功労勲章、バルクハウゼン賞、ASM終世フェローなどを受賞。

Teruo
Kishi

日本の輸出を支える 工業素材産業の強化を目指す

現在、日本の輸出産業において工業素材、なかでも先端材料の存在感が増大しつつあり、他産業の国際競争力をも牽引するほどの勢いを見せている。一方で、新興国の猛追も激しく、工業素材の国際競争力のさらなる強化が不可欠である。そうしたなか、日本の技術力の優位性を強く示すことができるとして期待されるのが、エネルギー転換・利用効率向上に資する「革新的構造材料」の開発だ。強く、軽く、熱に耐えられる構造材料を開発し、これらを飛行機などの輸送機器、発電などの産業機器に用いることで、エネルギー転換・利用効率の向上や新産業の創出を目指すとともに、2030年までに部素材の出荷額を1兆円に向上させる、というのが本プログラムの狙いである。

材料開発の最大の課題は 軽量化と耐熱性の向上

本研究開発計画のプログラムディレクターを務める岸輝雄氏は、プロジェクトへの意気込みを次のように語る。

「構造材料の課題を一言で言うと、軽量化と耐熱性の向上の2つに分けることができます。そうした中、SIPでは主に、耐熱性に重点を置いて研究開発に取り組んでいます。耐熱性が飛躍的に向上すれば、航空機などのエンジンや発電施設など、非常に過酷な環境となる中枢システムに採用でき、日本の工業素材産業をさらに強化できるでしょう」

一方、岸氏は、2013年より新構造材料技術研究組合（以下ISMA）の理事長も兼任する。

「ISMAは、経済産業省の未来開拓研究プログラムの一つであり、産業界を中心に、日本が高い技術力を有するハイテン（高張力鋼）やチタンなど、お

もに自動車に応用される軽くて強いマルチマテリアルの開発を目的としています。材料の軽量化により、自動車の燃費を大幅に向上させることができるのです。

このISMAと同時に、SIPにおいてセラミックスや金属間化合物など耐熱性に優れた材料の研究開発も同時に行うことができれば、エンジンそのものの効率化にも寄与できることから、日本の構造材料の分野を大きく前進できると考えました」と岸氏。

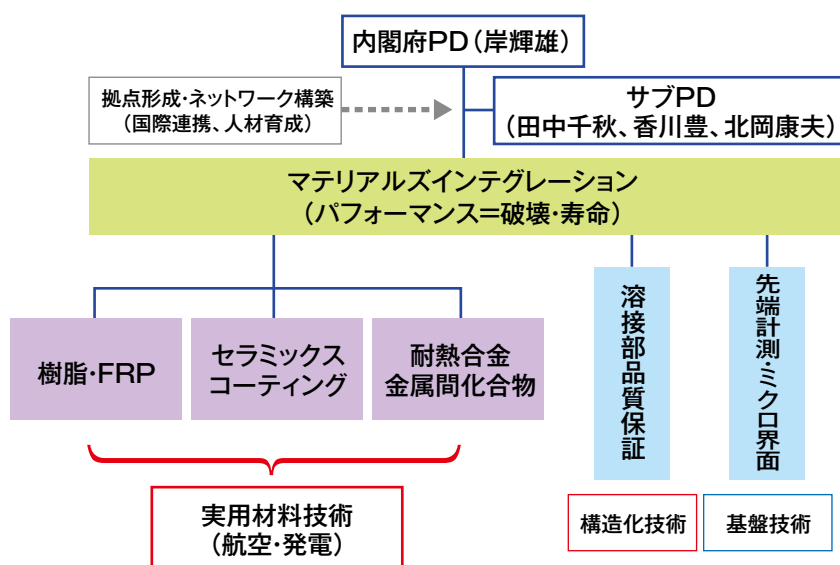
実は、2つのプログラムを並行して進めるには訳がある。いずれも、材料を加工した際の材料の寿命を正しく評価しなければならない、という共通の課題を抱えているためだ。それを可能にするのが、本プログラムにおける「マテリアルズインテグレーション」という包括的な取り組みである。「だからこそ、SIPとISMAを同時に進める必要があったのです」と岸氏は強調する。

岸氏がプログラムディレクターに選出された最大の理由は、多様な材料を手掛けてきた氏の豊富な実績に加え、SIPとISMAを両輪で進めるだけの強力なリーダーシップを併せ持つがゆえというわけだ。

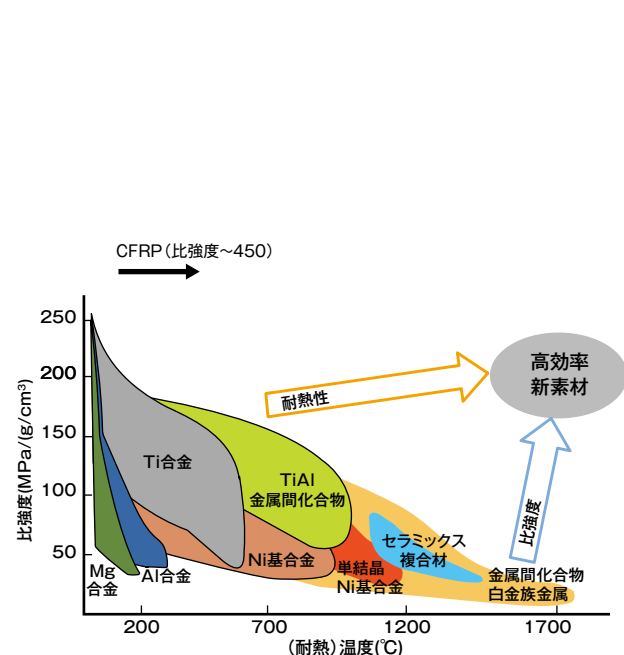
材料科学と情報学の融合を目指す 「マテリアルズインテグレーション」

本研究の最大の特徴といえる「マテリアルズインテグレーション」とは、今回、新たに生み出された概念だ。材料工学における既存の理論や実験に加えて、シミュレーション等の計算機手法、データベース同化などの情報学の知見を融合させ、構造材料開発の新しい設計思想、ツールを構築したい、という。

「材料開発には、ものをつくるプロセスと材料の構造、材料の特性、さらに材料を使う技術の4要素が不可欠です。従来のマテリアルズ・インフォマティクスでは、材料の構造と特性に焦点を当て、また、機能材料を中心に開発が試みられてきたわけですが、この『マテリアルズインテグレーション』では、さらに、材料を使う際のパフォーマンスにまで踏み込んで、プロセスからパフォーマンスを予測する、あるいは、その逆に、求められるパフォーマンスからプロセスを提案するところまで持って行ければと期待しています。これができれば、実験量を飛躍的に減らすことができ、開発時間の短縮につながります。検証すべ



●実施体制



●各材料の特性比較

き要素が多いだけに、かなりチャレンジングな取り組みです」と言いつつも、岸氏は自信を覗かせる。

その自信の背景には、計算機科学の急速な進展とともに、岸氏自身、アコースティック・エミッション信号(AE信号)を活用したクラック(ひび割れ)の定量評価の経験があるためだろう。材料は変形破壊する際、内部に蓄えていた弾性エネルギーを放出する。そのときに発する超音波を解析すると、クラックの進行度合いを推定できる。材料の寿命を探る非破壊検査の一つであるが、これは超音波から欠陥を探るという「逆問題」を解くことで初めて可能となる。

「逆問題は解の一義性がない、すなわち答えが一つとは限らないため非常に難しいのですが、いまや地震や噴火の予知など、さまざまなところで活用されています。材料の寿命、時間依存の破壊現象の解析にも逆問題を解くことが不可欠であり、そこに情報学の知見が大いに役立つでしょう。もっとも、情報屋と材料屋では、育ちが

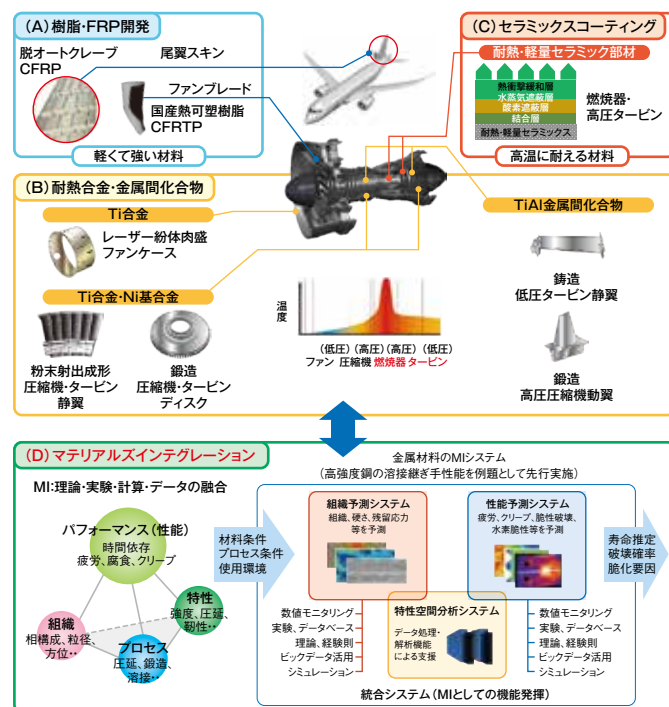
なり違う。人の融合こそが、もっともイノベティブかもしれませんね」と、岸氏は笑う。

先端材料分野から航空機産業を躍進させたい

本プロジェクトで扱う主要な材料は、(A)航空機用樹脂とFRP、(B)耐熱合金・金属間化合物、(C)耐環境性セラミックスコーティングである。

「(A)ではFRPを中心に、低コスト開発に寄与する新しいプロセスを探究するとともに、加熱によって軟化する熱可塑性の樹脂を用いて複雑な形状でもつくりやすい耐熱性素材をつくり、エンジンのファンなどに活用できればと考えています」と岸氏は意気込む。

また(B)では、航空機用エンジンのファンブレードなどに使われるTi合金(400~500°C)、高温部の部材に欠かせないNi基合金(500~800°C)の鍛造技術をはじめとする部材加工技術を開発し、日本で開発した合金をエンジンに載せるための道筋を拓く。さらに



●革新的構造材料を航空機へ

比重の低いTiAlなどの金属間化合物においても、エンジン用の部材開発に取り組むという。(C)では、航空機用エンジンの軽量セラミック部材について、現状のコーティング技術では、1200°C程度が限界と見なされているところを、1400°C程度まで耐えられるように、世界最先端のセラミックスコーティングを開発し、航空機エンジンの熱エネルギー有効利用に貢献したいというチャレンジングな内容だ。

「このプログラムは素材産業の振興を担うだけでなく、実はその先に航空機産業の躍進を見据えているのです。ぜひ、日本発の航空機開発に貢献したい。そのためには産学官の真の連携が不可欠ですが、徐々にメンタリティの変化を感じています。期待してください。」若き日、東京大学宇宙航空研究所に在籍していたという岸氏。材料から日本の航空機産業躍進をという氏の壮大な夢は今、幕を開けたところだ。

研究開発テーマ

(A) 航空機用樹脂の開発とFRPの開発

熱を加えることで軟化する熱可塑性樹脂の国産化と、この樹脂を用いたFRPの開発に加え、熱で硬化する熱硬化性FRPのオートクレーブを使用しない製造技術の確立を通して、航空機用エンジンのファンケースやファンブレード、中小型機体への適用など、樹脂・FRP部材の適用範囲を拡大する。

(B) 耐熱合金・金属間化合物等の開発

軽く強靱なことから航空機用エンジンのファンブレードなどに活用されるTi合金、ディスク材など高温部の部材に欠かせないNi基合金、軽量で耐熱性に優れるTiAl金属間化合物等における、短時間で精度のいい、コストを抑えた加工技術を開発する。

(C) 耐環境性セラミックスコーティングの開発

国際的に未到達な1400℃級の使用環境下で酸素遮蔽性や水蒸気遮蔽性を最大にできるセラミックスのコーティング材料を開発し、材料の軽量化と耐熱性、耐久性の飛躍的向上を目指す。

(D) マテリアルズインテグレーション

材料工学を中心に、既存の理論や実験に加え、計算機科学や情報工学の手法を融合し、材料使用時のパフォーマンス特性を知るためのツールを開発し、材料製造の短期間設計・製造を実現する。

出口戦略

✓ 革新的構造材料の研究開発を推進

材料技術の基盤から設計・製造を含めた航空機のバリューチェーンの掌握を視野に、革新的構造材料を開発。その周辺技術である接合・加工・安全についても手掛け、2030年までに部素材の出荷額を1兆円に導く。

✓ 実機適用を最短で実現する研究開発体制を構築

マテリアルズインテグレーションの構築により構造材料の実機適用の迅速化を促すとともに、産学官連携による拠点・ネットワークの形成、国際連携による長期イノベーション戦略を構築する。

多様な材料の開発を基礎から応用までトータルに手掛けることにより、日本の航空機産業の躍進に貢献したいですね。

航空機のバリューチェーンを掌握する 材料開発と体制づくり



水素エネルギーを世界に先駆けて活用し 低炭素・水素社会の早期実現へ

CO₂排出抑制は地球全体の課題だが、特にエネルギー資源小国の日本にとって、化石燃料や原子力に匹敵するような、新しい、しかも環境負荷が極めて小さいエネルギー開発が未来の国力を維持・発展させる重要なファクターと考えられている。そこで期待されるのが、燃やしても水を排出するだけで有害な排出物を出さない水素の大規模活用だ。これまで未解決だった製造・輸送・貯蔵コスト課題と安全性課題を多様な技術開発で解決し、世界に先駆けた低炭素・水素社会の早期実現を目指す取り組みが始まった。

エネルギー
キャリア

新しいエネルギー社会の
実現に向けて

プログラムディレクター

村木 茂

東京ガス株式会社
常勤顧問

Profile

1972年東京ガス株式会社入社。2000年原料部長、02年執行役員企画本部原料部長、04年常務執行役員R&D本部長、07年取締役常務執行役員エネルギーソリューション本部長、10年代表取締役副社長執行役員社長補佐エネルギーソリューション本部長、14年取締役副会長、15年常勤顧問。

Shigeru
Muraki

水素社会の基盤構築シナリオ となるバリューチェーン全体の 研究開発

東日本大震災をきっかけに日本のエネルギー政策は根底からの見直しが迫られている。化石燃料依存からの脱却は長年の課題だが、近年は原子力の利用拡大にも大きな疑問符がつけられるようになった。環境負荷の低い再生可能エネルギーの将来性に期待がこめられているものの、自然エネルギーの経済性や利用効率は依然として低水準。高効率に利用できて低コスト、大規模利用にも適する環境負荷の低いエネルギー源は何か？ いま最もその解答に近いのが「水素」だ。

理想的なクリーンエネルギーとして数十年前から注目されながら、なかなか実用化への道が見えていなかった水素エネルギーだが、日本では定置用小型（家庭用）燃料電池システムの開発と普及で世界をリードしており、また本年末には燃料電池自動車が世界で初めて市場導入されるなど利用技術開発が進んできた。しかし、低炭素化社会実現にはまだ解決すべき課題が多い。

最大の難問はコストだ。水素の利用は特に宇宙開発や産業分野で進んでいるものの、社会のエネルギー供給源としてはごく一部で実用化されているに過ぎない。火力や原子力に匹敵するようなエネルギー源として広く利用できるようにするには、水素の製造、輸送・貯蔵・利用のプロセスを貫く高効率・低コストな水素活用技術が不可欠だ。

プログラムディレクターの村木茂氏は、「プログラムの目的は、水素を作り、運び、利用するまでのバリューチェーンの青写真を描き、水素活用のシナリオづくりを行うこと」と説明する。「水素の本格利用は大規模な発電利用の実現が鍵になると思いますが、そこに至るまでに各種の要素技術の開発や実用性の検討と段階的利用拡大が必要ですし、安全を担保する仕組みや制度づくりも欠かせません。民間企業がそれぞれの創意工夫で技術開発しているだけではなかなかスピードが上がりませんが、国が主導し、産学官が協力し合えば開発が加速します。力を合わせて世界に先駆けた低炭素化社会の基盤構築ができれば、国内のエネルギー問題解決に寄与するのは

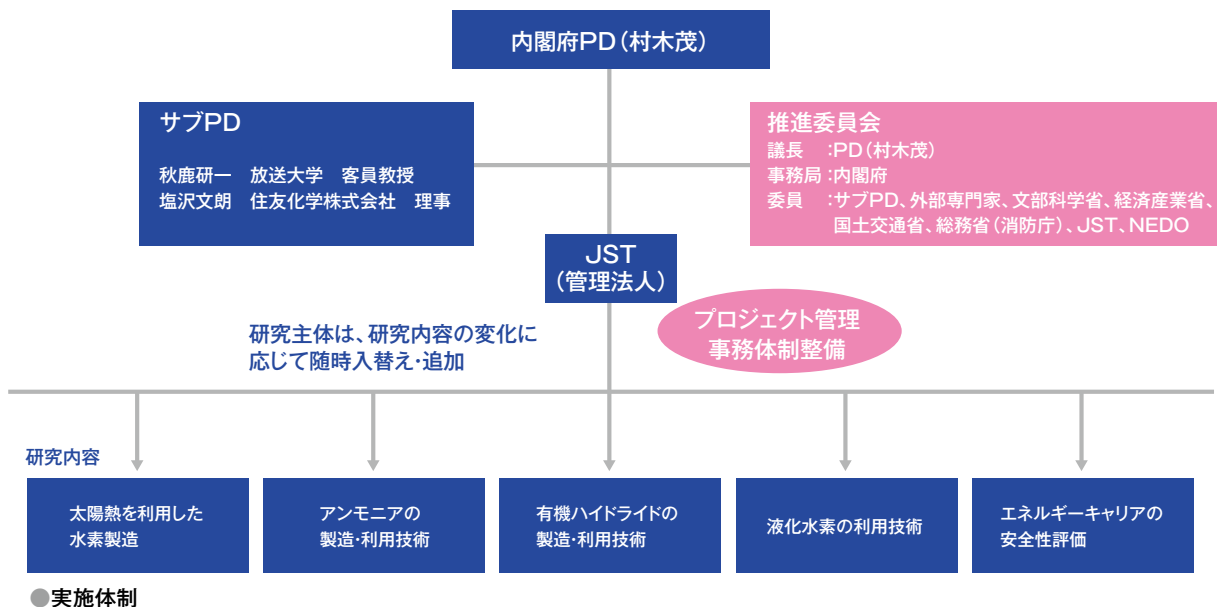
もちろん、世界的なエネルギー課題に応えるグローバル・ビジネス創出のチャンスも生まれるはず。今回のプログラムはチャレンジングではありますが、ディレクターとしてこれほどやりがいのある仕事はないと考えています」と意気込む。

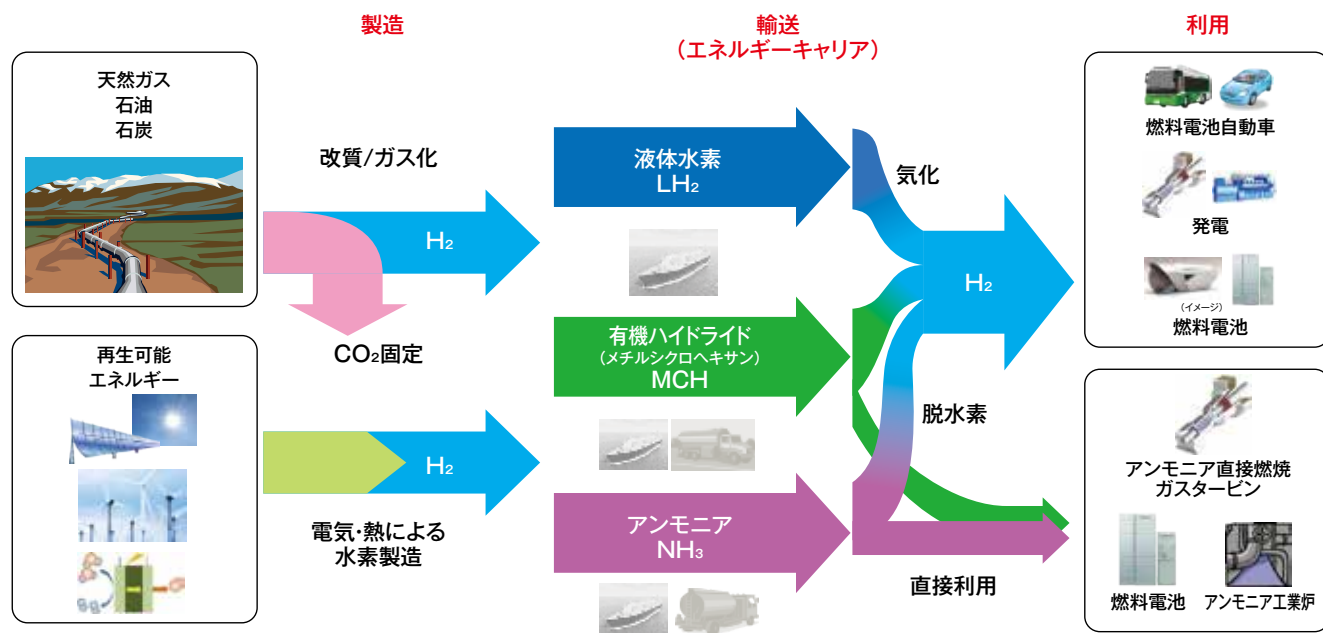
研究開発の筆頭にあげられた 3種類のエネルギーキャリアとは

技術開発の筆頭にあげられたのがエネルギーキャリアの開発と実用可能性の見極めだ。水素のキャリア（運び手）としての候補は「液体水素」「有機ハイドライド」「アンモニア」の3種である。

「液体水素」は例えばロケットの推進剤として使われているが、輸送には -253°C という超低温を保つ必要があるため、配管のジョイントや緊急離脱機構などのローディングシステムのさらなる技術開発が進められる。また、実用化の前提として安全対策・取り扱いなどのルール整備も不可欠。国際標準化も視野に入れてルール整備を進めていく。

「有機ハイドライド」とは、芳香族化





●CO₂フリー水素バリューチェーンの構築

化合物に水素を結合させた物質のことを言い、最有力候補なのはトルエンに水素分子を付加したメチルシクロヘキサンだ。常温で液体なので取り扱いがしやすく、水素を分離したあとはトルエンに戻り再利用できる。脱水素化の効率を上げる技術開発を進めることにより、水素ステーション内で有機ハイドライドから水素を取り出して燃料電池車に供給するシステムが実現できる可能性がある。

「アンモニア」は水素と窒素が結合した物質で広く産業界で利用されている。小規模で高効率にアンモニアを製造する技術開発、そしてアンモニアを直接使う燃料電池、タービン、工業炉の開発と実証を進めていく。

ただしこれらのエネルギーキャリアは「実用化段階までに全部が選択肢として残るとは限らない」と村木氏は言う。本格的な水素利用の早期実現にはエネルギーキャリア研究にも「選択と集中」が必要。プロジェクトを通して実用可能性を見極めていく。

また、再生可能エネルギーからの電

気と熱を利用して高効率で低コストなCO₂フリーの水素またはエネルギーキャリアを製造する技術開発や、本格的な水素利用の鍵となる大型水素エンジンや大型水素タービンの開発と実証も進めていく。

水素社会実現の最初のマイルストーンは2020年のオリンピック・パラリンピック

こうした技術開発が目指すのは水素社会の実現だが、道のりはまだ遠い。「コスト低減を一気に成し遂げるような妙薬はありません。バリューチェーン全体で経済性を高めていく技術開発を進めつつ水素利用の基盤を着実に拡大していくことによって、エネルギーキャリアのコストダウンも図られ、大量利用に繋がっていきます。コストダウンと大量利用は、鶏が先か卵が先かのような議論ですが、徐々に社会での水素活用を広めていくことが重要です。プロジェクトは2018年までですが、その先の2020年のオリンピック・

パラリンピックで目に見える成果を世界にアピールしたいと思っています。それを最初のマイルストーンとし、2030年には水素が発電を中心として大量に利用されるような社会を目指したい。そうすれば水素関連産業の国際競争力が高まり、世界市場で大きなプレゼンスが得られます。国内のエネルギー課題解消に寄与する一方で、水素活用インフラを途上国など世界に輸出できるようにしたいと考えています」と村木氏は力を込める。

また、安全性への不安を解消することも水素普及の課題の1つ。プロジェクトでは、エネルギーキャリアのリスクアセスメントを通じて、安全対策への反映や、リスクコミュニケーション等、社会受容性を確保するための取り組みを行うことも織り込まれている。

研究開発テーマ

1. エネルギーキャリアの開発および実現可能性の見極め

水素エネルギーの生産や輸送・貯蔵に係るエネルギーキャリアとして、液化水素、有機ハイドライド、アンモニアの開発を推進、実用的なコストでの水素エネルギー活用バリューチェーンの基礎を築く。

2. 水素バリューチェーン技術の低コスト、高効率化等技術開発

再生可能エネルギーからの高効率水素製造技術、有機ハイドライド、アンモニアの製造と水素分離技術の開発、水素とエネルギーキャリアの燃料電池、タービン、エンジンでの高効率利用技術の開発と実証を行う。

3. 水素輸送・利用に係る安全基準等の策定・規制緩和の働きかけに資する研究開発

エネルギーキャリアの漏洩等の事故シミュレーション解析、大気拡散予想などによるリスク評価を実施、許認可、安全対策、リスクコミュニケーションのための基礎データを構築。各エネルギーキャリアの安全基準を策定し、各キャリアの評価を開発へフィードバックするとともに公表する。

出口戦略

✓ 技術の評価、基準等の整備による成果普及(2017年～)

各水素キャリアに関する要素技術開発、技術実証をベースに、経済性、安全性を含めた評価を行うとともに、国際標準化も視野に入れた安全基準の整備を行い水素キャリアの利用環境を整える。それらを踏まえて水素導入シナリオを策定し、柔軟な投資配分で技術開発を推進する。

✓ 研究開発成果の社会的実証(2018年～)

エネルギーキャリアを活用した水素ステーションや燃料電池・タービンなどの技術開発成果を、2020年の東京オリンピック・パラリンピックでデモンストレーションする。また特定地域での水素製造・輸送・貯蔵・利用技術を確立し、発電、熱利用、自動車等に水素またはエネルギーキャリアを用いる実証を行う。

✓ 海外の再生可能エネルギー等活用のための国際共同開発(2018年～)

海外市場においてCO₂フリー水素の製造に関する国際共同開発を実施し、水素エネルギーの製造から利用までのシステムを実証する。

産学官の協力で水素社会実現に向けた取り組みを加速します。

東京オリンピック・パラリンピックまでに
目に見える成果を出す



「海のジバング計画」

——“黄金の国”を海洋に求めて

13世紀、イタリア人マルコ・ポーロは、『東方見聞録』で日本を“黄金の国ジバング”と記した。

我が国は世界有数の金、銀、銅の産出国であったが、今は金属資源のほぼすべてを海外に依存している。

しかし、日本列島のまわりの海底には豊かな鉱物資源が存在する。

次世代海洋資源調査技術（海のジバング計画）は、高効率な海洋資源調査技術を確立することで、世界をリードする海洋資源調査産業の創出を目的とする。

次世代 海洋資源 調査技術

海のジバング計画

プログラムディレクター

浦辺 徹郎

東京大学

名誉教授

国際資源開発研修センター顧問

Profile

1971年東京大学理学部地学科卒業。76年同大学大学院理学系研究科地質学専攻修了（理学博士）。同年同大学理学部助手、85年工業技術院地質調査所（現・産業技術総合研究所）。同所首席研究官等を経て、2000年理学系研究科 地球惑星科学専攻教授。13年より現職。

Tetsuro Urabe

国土の12倍を超える “海のジバング”

およそ1,500万年前、日本列島のほとんどは海水に覆われ、海底にあった。

そこはアジア大陸の東端に2つの海洋プレートが潜り込む世界でも稀な場所で、海底火山活動など複雑・巨大な力が働いており、その結果として弧状列島が誕生したのである。海底火山のマグマは鉱物を分離・濃縮する“溶鉱炉”だ。我が国はその恩恵を受けて、1,000年以上も前から金、銀、銅などの希少金属を産出してきた。古代には金で大陸文化を買い、中世には銀で南蛮文化を採り入れ、明治維新の際も銅を輸出して近代化を果たしてきた。しかし、世界有数の金・銀・銅の産出国であった我が国も、現在は国内の主な鉱山のほとんどが役割を終え、金属資源のほぼ100%を輸入に依存している。

だが、列島を取りまく海に目を転じれば、そこに“海の黄金の国ジバング”が眠っている。我が国は国土面積の12倍を超える管轄海域を有している。この広大な海の底に海底熱水鉱床やコバルトリッチクラスト（コバルトを多く含むマンガン鉱）など数多くの資源が存在しているのである。

「我が国の陸の鉱床の代表である黒鉱（亜鉛、銅、鉛、金、銀などを含む黒い鉱石）は、海底で日本列島の原型ができた頃に生まれたものです。同じメカニズムのもとで、いままさに沖縄海域と伊豆小笠原海域で新たな弧状列島が形成されつつあり、その海域に豊かな鉱床が育っています」と語るのは、本プログラムのプログラムディレクターである浦辺徹郎氏である。

オールジャパンで世界を リードする調査技術を確立

浦辺氏は、高校時代に海底に存在するマンガン団塊に関する新聞記事

を読み、「資源に乏しい我が国にとってきわめて有望な開発」と確信して地質学を選んだ。大学では鉱床学を専攻し、日本各地に存在する黒鉱鉱床の成因などの研究に取り組んできた。

大きな転機となったのは、産業技術院地質調査所（現・産業技術総合研究所）時代の1985年に、米国の有人潜水艇アルビン号に搭乗し、世界ではじめて発見された海底熱水鉱床を研究する機会を得たことだ。

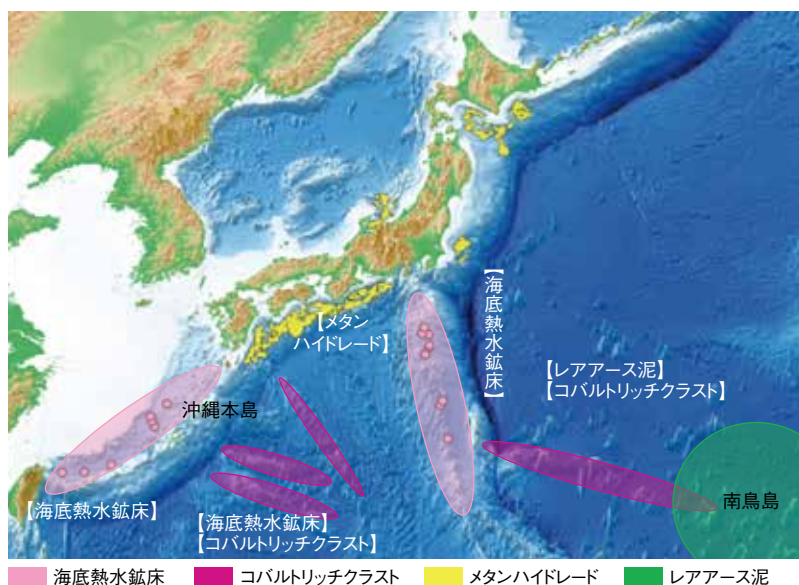
熱水が噴き出す海底では、マグマの成分を溶かし込んだ熱水が冷えてさまざまな鉱物が沈殿し、鉱床をつくる。日本近海にも海底熱水鉱床が多数あり、海洋研究開発機構（JAMSTEC）をはじめ国の研究機関、大学などが調査研究を進めてきた。さらに、深海底にはコバルトリッチクラストやメタンハイドレード（メタンと水分子が結合・結晶化した天然ガス資源）などの有用資源があまねく存在しており、海洋資源開発に注目が集まってきた。

「しかし、太陽光も電波も届かない深海底は、潜水艇による『懐中電灯で落とし物を探す』ような調査手段しかなかったため、その探査や調査は極めて困難でした。ようやく最近になって、海

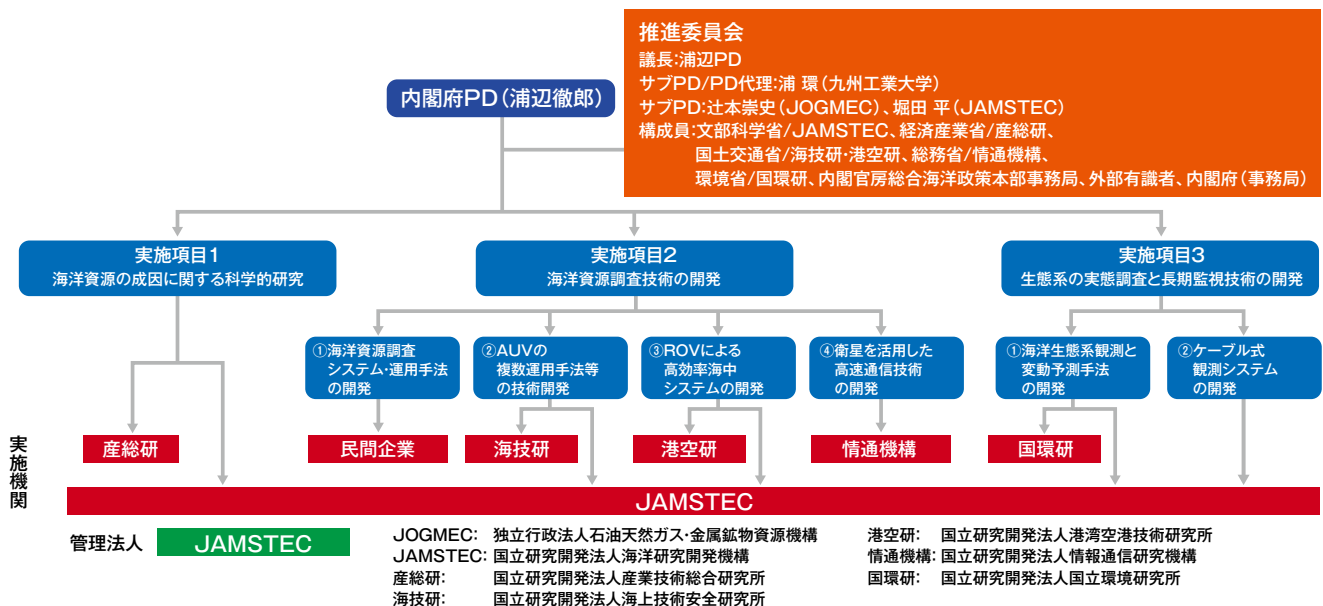
底下の様子を詳しく探るセンサーや、それを搭載できる自律型海中探査ロボット、効率よく試料を採取する遠隔操作型海中ロボットなどが開発され、調査に必要な要素技術が出そろいました。大型船を用いて行う海底油田探査などでは、我が国は海外の石油企業に後れを取っていますが、海底鉱物資源の調査では日本が先行者です。我が国の海洋に関する科学技術を担う研究開発機関がオールジャパンとして結集し、総合的に海洋資源調査技術の高度化を推進し、世界をリードする調査技術を確立する必要があります。そして、民間企業への成果の移管を通じて産業化を図ることが、本プログラムの出口戦略のひとつです」と浦辺氏はプログラムが目指す目的を語る。

成因の研究、効率的な調査、 環境・生物多様性保護を柱に

次世代海洋資源調査技術では、横断的な府省庁の連携のもと、「海洋資源の成因に関する科学研究」「海洋資源調査技術の開発」「生態調査・長期監視技術開発」の3つの実施項目を柱に研究開発が進められる。



●日本周辺の海底鉱物分布



●実施体制

「海洋資源の成因に関する科学的研究」では、海底熱水鉱床やコバルトリッチクラスト、レアアース泥などを対象に、海洋資源の試料採取・分析などを通じて、未だ明らかになっていない成因を解明し、成因モデルを構築して実際の海域で検証を行うことにしている。その成果をもとに、資源が存在する有望海域を絞り込む方法を確立するのが目標となる。

「海洋資源調査技術の開発」では、効率の良い海洋資源調査システム・運用手法の開発、複数の自律型海中探査ロボット (AUV) を運用するための技術開発、遠隔操作型海中ロボット (ROV) による効率的な試料採取技術

の開発などにより、高効率な海中作業システムを開発する。さらに、大量の海底調査データの伝送や探査ロボットの遠隔操作、調査船・洋上中継器・陸上の研究拠点のネットワーク化などのために、衛星を活用した高速通信技術を確立することも大きなテーマだ。

「生態調査・長期監視技術開発」では、海洋資源の開発において貴重な海底環境への影響を抑える目的で、海洋生態系の観測と生態系変動予測手法を開発する。同時に、現場周辺のモニタリングを効率よく、確実に行うケーブル式の観測システムを開発し、長期にわたり継続的に監視する技術の開発・実証を行うことにしている。

日本発のグローバルスタンダードを確立する

本プログラムは、ともすれば開発主体になりがちな資源開発において、環境負荷低減、生態系保護を前面に出して総合的に進めることが大きな特色となっている。

「微妙なバランスの上に成り立っている深海底の環境は、外部からの影響を受けやすく、開発に伴う環境変化によって生態系を乱してしまうことが懸念されます。深海底には独自の生態系が構築されており、300℃を超える熱水が噴き出す噴出孔の近傍にも高温に耐え、酸素も光もない中で化学合成によってのみ生きる微生物がいます。それらは、地球の原初の生命の特質を備えているともいえ、学術的にも極めて貴重な存在です。また、海は世界に通じていますから、深海での影響が表層の海、他の海域にまで広がることも考慮しておかなければなりません。

私たちはこうした生態系や環境保全に配慮しつつ開発を進める手法の確立を第一としています。そして、そうした成果を含めた海洋資源調査技術を総合的にパッケージ化して、『グローバルスタンダード』として世界に発信していくことが、出口戦略のもうひとつのテーマです」と浦辺氏は強調する。

100年先を見通して、「海のジパング計画」が動き出す。



●堆積物中の熱流量の測定

研究開発テーマ

1. 海洋資源の成因に関する科学的研究

海洋資源の試料採取・分析により、未だ明らかになっていない海底下の鉱物・鉱床の成因を解明し、資源が賦存する有望海域を絞り込む。

2. 海洋資源調査技術の開発

海洋資源の効率的な調査技術の開発を進め、海底下鉱物資源の情報などを現状の数倍以上効率よく取得するシステムを開発する。

3. 生態調査・長期監視技術開発

海洋資源開発に伴う影響を評価する生態系変動予測手法などとともに、長期にわたり継続的に環境や生態系の様子を監視する技術を開発する。

出口戦略

✓ 海洋資源調査産業の創出

競争力のある海洋資源調査技術（低コスト、高効率、迅速、安全）を産学官一体で開発するとともに、本施策により得られた新たな調査技術・ノウハウを民間企業に移転し、海洋資源調査産業を創出する。

✓ グローバルスタンダードの確立

世界に先駆けて効率的な調査技術と環境監視技術を確立することにより、我が国の技術、手法を国際標準化するとともに、我が国の調査システムの輸出や海外での調査案件の受注を目指す。

将来の世代のために、オールジャパンで
海洋資源開発に取り組みます。

世界をリードする
海洋資源調査産業を創出



人・街を変える新交通システム ——すべての人に移動の自由と安全を

車、人、道路——人が生活し、移動する現場のあらゆる情報を高度に活用する自動走行システム。最終目標は「交通事故死者数ゼロ」だ。さまざまな安全技術と地域の交通マネジメントシステムの開発により、人類社会に初めて、すべての人に移動の自由と安全が保障される世界が到来する。交通事故は世界共通の課題である。世界に先駆けて確立される次世代交通システムを、将来の輸出産業としても育てていく。

自動走行 システム

プログラムディレクター

渡邊 浩之

トヨタ自動車株式会社
顧問

Profile

1967年 トヨタ自動車工業株式会社入社。86年トヨタ自動車株式会社クラウン主査就任、96年同社取締役就任（主にプリウス、燃料電池の開発、海外サービスなどに携わる）、99年同社常務取締役就任（主に商品企画、R&D全般を担当）、2001年同社専務取締役就任（主に技術開発分野、商品企画、ITS、品質保証、環境等を担当）、05年同社技監、14年より現職。

Hirooyuki
Watanabe

あらゆる人に移動の自由を もたらす自動車社会を

移動の利便性を高めただけでなく、運転する楽しみを人間に与え、世界各国にさまざまな産業をも生み出した自動車。その一方で、交通事故被害や環境への影響も招いている。そのような自動車の世界で、現在、環境やエネルギーの持続性に寄与する技術開発、災害時などにも車の安全な移動を保障するビッグデータの活用など、いくつものイノベーションが進行中だ。ITSの先読み情報や自動制御技術、高精度な測位技術など、従来以上の安全性を確保する自動走行システムにつながる技術もその一つであり、今回、「自動走行システムの開発」はSIPのテーマとして選出された。

「自動走行システムは、年齢や能力を限定された健常者のためだけの自動車社会に代わり、あらゆる人に移動の自由と利便性をもたらす自動車社会をつくるものです。私はこの研究で、社会に一大イノベーションを起こしたいと考えています」

プログラムディレクターを務める渡邊浩之氏は、そう熱をこめる。本プログラムには「SIP-adus」と略称をつけたが、AdusとはAutomated Driving for Universal Servicesのこと。また、統一メッセージとして「人々に笑顔をもたらす交通社会を目指して」を定めた。すなわち、ここで目指すのは、安全性や運転支援技術の高度化に加え「分け隔てのない公共サービスとしての自動走行システム」をも目指した開発なのである。

機械が人に合わせ 安全運転を支援する

一口に自動走行システムといっても、自動運転には4つの段階がある。現在の自動車はレベル1の加速、操舵、制動のうちの一つを、ある限られた時間内

で行う状態にあり、レベル2は加速、操舵、制動の複数を自動車が同時に行う状態、レベル3はそれらすべてを自動車が引き、緊急時のみドライバーが対応する状態。そしてレベル4はドライバーが全く関与しない状態だ。2020年代前半にはレベル3が実用化し、同年代後半にレベル4を実現することが目標だ。

「レベル4が実現できても、ずっと自動運転が続くわけではありません。たとえば前に急に他の自動車が割り込んできたら、機械に任せずドライバーがブレーキを踏む。ここでレベル3に移行します。そのように自動化レベルは道路環境に応じて随時変化します」

つまり、自動走行が可能になってもドライバーの役割がなくなるわけではなく、あくまで運転する人に機械が合わせて作動するシステムということだ。

自動走行システムが扱う領域は多岐にわたる。路車・車車間通信や地図情報の高度化、信号情報や交通規制情報の活用、走行路環境の把握等の個々の技術開発に加え、ITSによる先読み情報を生成する技術開発、センシング能力の向上、さらにドライバーの運転行動分析を通じたドライバーモデルの生成やシステムのセキュリティ強化、

さらには国際連携や標準化の推進、社会受容性の醸成まで総合的に進める。

交通事故対策は世界的な課題 開発と国際連携を同時進行

実は「自動走行システムの開発・検証」は、プログラムの一部にすぎない。それは渡邊氏が、自動走行の実用化が最終目標だとは考えていないからだ。まず、重要なのは、自動走行システムがなぜ必要なのか、根本に立ち返って考えることだ。

「去年4,373人だった交通事故死者数を2018年には2,500人以下とする、という国家目標があります。現在、死者数は減少傾向にありますが、近年は横ばいの状態です。目標達成のためにはその原因を追究し、原因を除くところまで掘り下げるべきだと考えました」

最終的に目指すべきは「交通事故死者数ゼロ」だ。その実現に向けて、渡邊氏はバックキャストिंगの手法を取り入れた。

「人類史上最大のイノベーションであるアポロ計画を実現させたのも、この手法です。高い目標を立て、現在の技術を整理して足りない技術、改善す

		実用化 計画			
完全自動走行システム	レベル4	加速・操舵・制動すべてをドライバー以外が行い、ドライバーが全く関与しない状態		2020年代後半	
準自動走行システム	レベル3	加速・操舵・制動すべてをシステムが行う状態。ただし、システムが要請した時はドライバーが対応する		2020年代前半	
	レベル2	加速・操舵・制動のうち複数の操作を同時にシステムが行う状態		2017年以降	
安全運転支援システム	レベル1				
運転支援なし					

自動運転レベルは道路環境に応じて変化

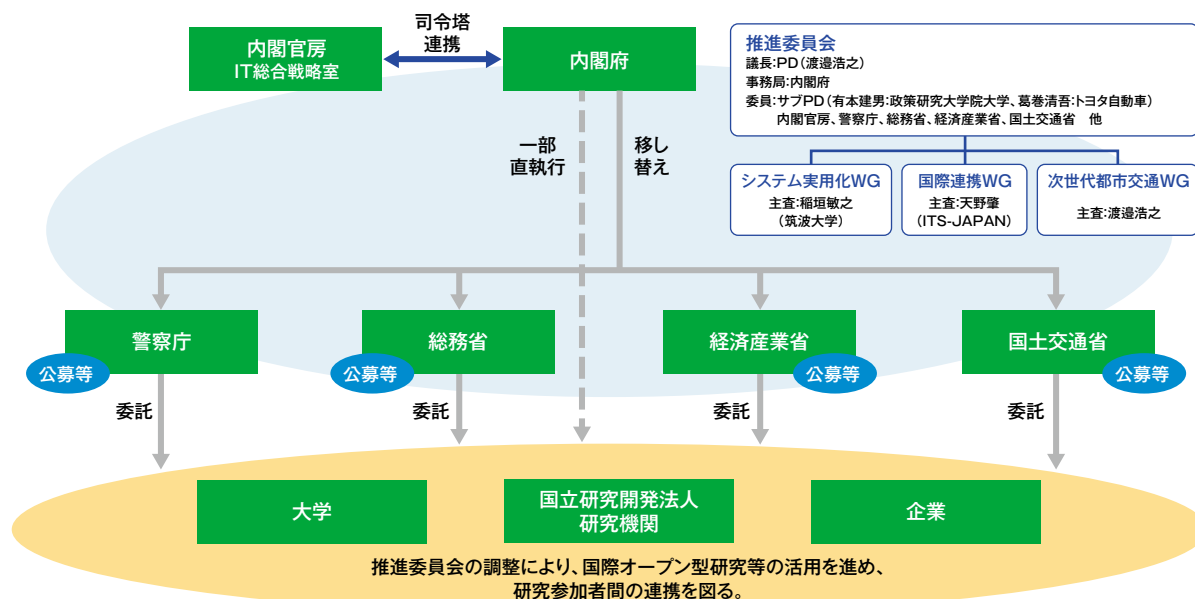
静的情報

動的情報 (高度化)

管制

いずれのレベルにおいても、ドライバーはいつでもシステムの制御に介入することができることが前提

●自動走行システムの実現期待時期



●実施体制

べき技術を見出し、具体的な開発体制を構築する。プログラムに交通事故死者低減の見積もり手法の開発やシミュレーション技術の開発などを盛り込んだのは、そのようにして検討した結果なのです」

また、現在、交通事故は世界の主要死亡原因のワースト9位だが、WHOは2030年には5位に上昇すると予測している。交通社会の安全性を高めることは、日本だけの課題ではない。

「研究開発と同時進行で、国際標準化や国内外における社会受容性の醸成についても取り組みます。将来的には、技術だけでなく交通マネジメントサービスとインフラをパッケージ化して、次世代都市交通システムとして輸出する体制も構築したいと考えています」

世界一安全な都市へ向けて 現場での検証も実施

研究体制については、基盤技術の開発を府省連携・官民連携し一気通貫に行うことだけでも画期的だが、それ

だけではない。社会実装を前提に公共道路交通システムを含めた次世代都市交通も官民協調で展開することで、世界一安全な交通インフラづくりを行うことにしている。

「実装が前提なのは、自動走行システムが利用される現場、すなわち都市や地方の道路で実際に運用されなければ、次世代都市交通システムの効果は検証できないからです。新システムを導入しても事故が減らなければ、その原因を調べ、さらに研究開発にフィードバックする必要があるのです」

そのために、政府、地方自治体、多様な関連企業を含めた研究体制を構築して、地域交通マネジメントを高度化させ、同時に次世代交通システムの実用化を進めていく。2020年の東京オリンピック・パラリンピックの頃には、実際に自動走行技術を導入したバスが東京を走っている可能性がある。

現場を変えるといえば、もう一つ重要なことは社会受容性の醸成である。

「交通事故死者数が下げ止まりになっているのは、これまで“交通弱者

(子どもやお年寄り、障がい者、外国人など)”への社会的配慮が十分ではなかったからです。こういった方々への配慮を含め、各都市で交通政策そのものを見直していくことも重要でしょう」

移動というのは生活の重要な要素だ。あまねく人に移動の権利を保障することは、2013年施行の交通政策基本法の要点でもある。自動走行システムが実現すれば、どのような人でも、便利に、安全に移動できるようになる。渋滞も解消でき、環境負荷やロスタイムも減らすことができる。安全を確保することで、運転のダイナミクスもより享受できるようになるだろう。すべての人に“新しい日常”をもたらす、そのような新しい交通社会は、間もなく現実のものになる。

研究開発テーマ

1. 自動走行システムの開発・実証

地図情報の高度化、ITSによる先読み情報の生成、センシング能力の向上等の技術開発と実証実験を行う。

2. 交通事故死者低減・渋滞低減のための基盤技術の整備

交通事故死者低減効果の見積もり手法の開発と国家共有データベースの構築、ミクロ・マクロデータ解析およびシミュレーション技術の開発を行う。

3. 国際連携・標準化を推進する体制の構築

自動走行システムに関する基本的な理念の形成や国際標準化を進めるため、国際的に開かれた研究開発環境を整備。また、社会受容性の醸成（国際会議の開催や市民・メディアとの対話）や国際パッケージ輸出体制の構築を図る。

4. 次世代都市交通への展開

地域の交通環境や人の行動様式を変える地域マネジメントを高度化するとともに、次世代公共道路交通システムの実現およびアクセシビリティ（交通制約者対策）の改善や普及を行う。

出口戦略

✓ 交通事故削減等 国家目標の達成

車・人・インフラ三位一体での交通事故対策を実行する技術基盤と実行体制を構築し、交通事故低減等 国家目標を達成する。

✓ 自動走行システムの実現と普及

ITSによる先読み情報等を活用し、2017年までに準自動走行システム（レベル2）、2020年代前半に準自動走行システム（レベル3）を市場化する。さらに2020年代後半以降に完全自動走行システム（レベル4）の市場化を目指す。これにより、現在の自動車業界の枠を超えた新たな産業創出を図る。

✓ 東京オリンピック・パラリンピックを一里塚として 次世代公共交通システムを実用化

2020年の東京オリンピック・パラリンピックでは一里塚として、東京の発展と高齢化社会を見据えた、我が国の次の世代に資する次世代公共交通システムを実用化する。これをもとに、交通マネジメントとインフラをパッケージ化した輸出ビジネスを創出する。

すべての人に移動の自由と喜びをもたらす交通社会を、画期的な一貫通貫の研究開発システムと世界連携で実現していきます。

世界一安全な交通システムの 確立と国際貢献



“使う時代”のインフラを支える技術開発 ——安全で強靱なインフラシステムを目指して

私たちの生活や社会活動を根底から支える、道路・鉄道・港湾・空港といった社会インフラ。だがその多くは高度経済成長期に建設されており、近年、その老朽化が進む中、大事故の発生をはじめ、今後50年間で190兆円規模に膨らむと予想される維持補修費の負担など多くの問題が浮上している。

対して、事故を未然に防ぎ、維持管理やメンテナンスの負担減を実現するインフラ維持管理・更新・マネジメント技術に、多くの期待が寄せられている。

インフラ
維持管理・更新・
マネジメント技術

プログラムディレクター

藤野 陽三

横浜国立大学
先端科学高等研究院
上席特別教授

Profile

1974年東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修了。76年ウォータール大学博士課程修了、77年東京大学地震研究所助手、78年筑波大学構造工学系助手、82年東京大学工学部土木工学科助教授、90年東京大学工学部教授、2013年東京大学名誉教授を経て、2014年より横浜国立大学に勤務。11月より現職。
2007年紫綬褒章受章。

Yozo
Fujino



高齢化するインフラに どう対処するのか

国民の生活やあらゆる社会経済活動は、道路・鉄道・港湾・空港といった社会インフラによって支えられている。それらのインフラの多くは高度成長期以降に集中的に建設されたものであり、その高齢化が進んでいる。その中で、2012年の笹子トンネル事故のような重大な事故リスクが顕在化しつつあり、重くのしかかる維持修繕コストにいかに対処していくかは、大きな社会的課題となっている。

実際、我が国のインフラストックは800兆円を超える規模に到達しており、今後これらの維持管理やメンテナンスには膨大な予算が必要とされる。例えば、資産額45兆円とされる高速道路インフラに対して、今後15年間の更新・修繕費は3兆円に達するという調査結果が報告されたほか、今後50年間には必要なインフラ更新・修繕費は

190兆円規模となる見通しだ。

財政状況が厳しさを増す一方、熟練技術者も減少している中、事故を未然に防ぐとともに、予防保全によるインフラのライフサイクルコストの抑制は急務の課題である。そのためにも、世界最先端のICT (Information and Communication Technology) とIRT (Information and Robot Technology) の融合、すなわちICRTを活用したインフラマネジメントの実現が求められている。

「今後、老朽化するインフラがどんどん増えていく中で、今こそ新技術を活用し、システム化されたインフラマネジメントに取り組みなければ、次世代を生きていく人々に迷惑をかけかねません」と話すのは、本研究開発計画のプログラムディレクターを務める藤野陽三氏だ。

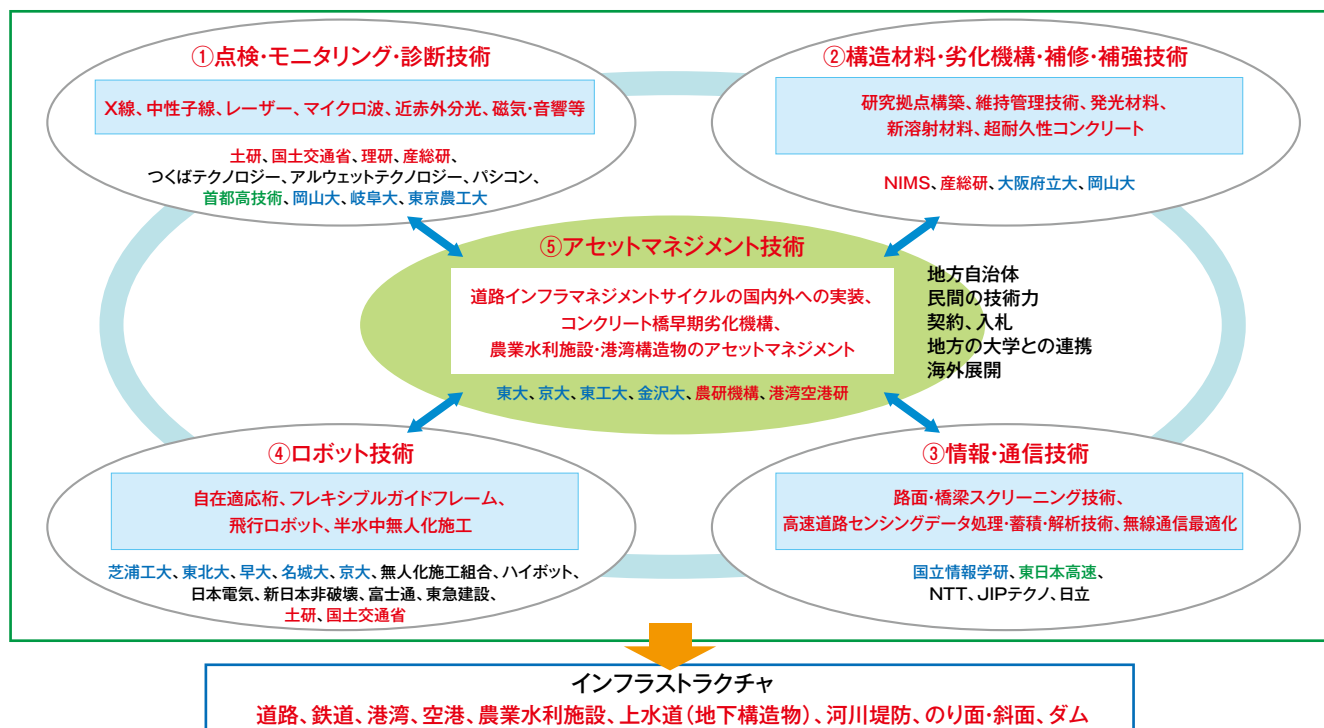
「世界最先端のICRTを活用し強靱なインフラを実現していくことは、必要なコストを削減するだけでなく、メンテ

ナンス産業として国内のみならず同様の課題を抱えるアジア諸国等への展開が見込めるなど、ビジネスとしての大きな可能性も有しています。本研究開発の推進により“メンテナンス元年”を具現化していきたいと考えています」

インフラを“より永く使う” 時代に

明治から昭和初期にかけて活躍した物理学学者である寺田寅彦への憧れから、青少年期に地球物理学を志していた藤野氏は、やがて土木工学の道へ進路を定める。だが藤野氏は、時代の変化を見据え、東京大学大学院土木工学専攻を修了後、カナダのウォータール大学、東京大学地震研究所、筑波大学、東京大学工学部と学究の拠点を変え、土木工学を主軸に置きながらも多方面にわたる研究に取り組んできた。

「私の若い頃は建設業界も華やか



※「①点検・モニタリング・診断技術」には、この他、国土交通省主管の「社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会」と連携して実施している以下の研究実施機関を含む。
研究実施機関：パシコ、大阪府立大、三井住友建設、大成建設、オムロンソーシアルソリューションズ、日本電気、応用地質、中央開発、朝日航洋、国土技術研究センター、国際建設技術協会、モニタリングシステム技術研究組合、五洋建設、川崎地質、東北大、アルファプロダクト、NTTアドバンステクノロジー、東大

●研究開発項目関係図(参加機関については、2015年5月21日現在)

なりし時代であり、日本中で数多くの大規模プロジェクトが立ち上げられていましたが、そうした時代はやがて終焉を迎えると考えていました。つまり、“インフラを作る時代”から“より長く使う時代”の到来です。そこで自身の研究テーマとして浮かび上がったのが、“いかにインフラを守るか”という問題定義でした」と藤野氏。

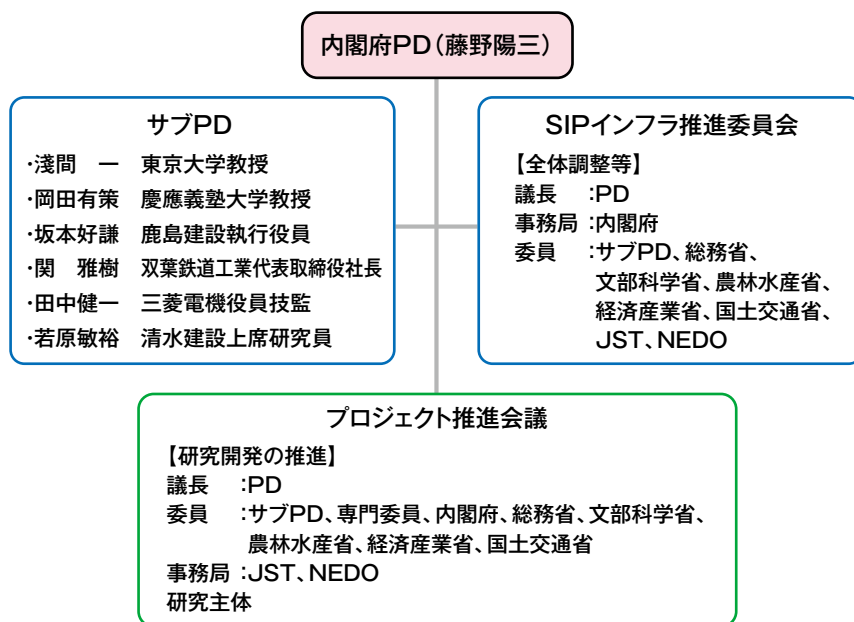
インフラの予防保全は、工学に留まらず自然科学や社会科学など、幅広い領域を横串で貫くことで初めて実現される。「そうしたことから、私自身、さまざまな研究者の方々と交流を深めてきたのですが、本研究開発を推進していくにあたって、広範な研究分野をトータルでとらえ、その連携によって実践していくことが不可欠です」と藤野氏は訴える。

5つのテーマで 予防保全を推進

多方面からの取り組みの連携が不可欠となる本プログラムでは、「インフラ維持管理全体像」図に示すように、①点検・モニタリング・診断技術、②構造材料・劣化機構・補修・補強技術、③情報・通信技術、④ロボット技術、そして⑤アセットマネジメント技術、の5分野から成る研究開発テーマが掲げられている。

①では、インフラの損傷度等をデータとして把握する効率的で効果的な点検、モニタリングを実現するためのロボットやセンサ、非破壊検査技術を開発する。

一方、構造材料のさまざまなパターンの劣化機構に対するシミュレーション技術を開発し、構造体の劣化進展予測システムを構築するのが②だ。同テーマでは、インフラの長寿命化やライフサイクルコストを抑制する新素材や補修補強技術、インフラの高性能化を目指した材料開発も推進される。



●実施体制

さらに③では、点検結果をはじめインフラの維持管理・更新・補修に関する膨大な情報を利活用していくためのデータマネジメント技術の開発を目指す。ここではインフラに設置されたセンサからデータを有線・無線ネットワークで回収する技術や、走行中の移動体からインフラ関連センシング情報を無線通信により回収する技術の開発も含まれる。

そして、④では、効率的・効果的な点検・診断を行う維持管理・補修ロボットおよび危険な災害現場においても調査・施工が可能な災害対応ロボットの開発が行われる。

アセットマネジメントが 成否のカギ

これらの研究開発と並行して実施されるのが、藤野氏が「最も重要」と強調する⑤のアセットマネジメント技術の研究開発だ。これは、先述した①から④の研究成果が実際のインフラマネジメントにおいて実行され、かつ効率的に維持管理されるための仕組み、および技術の開発を行うもの。藤

野氏は、「各分野の研究者が開発した①から④の技術を効率的に組み合わせ、実社会で利用してもらえるようにするためには、個々の技術をうまく循環させるようなマネジメント技術の適用が必須となります。プロジェクトの成否はこのアセットマネジメントにかかっていると言っても過言ではありません」と強調する。

同研究では、ライフサイクルコストの最小化を目指す体系的なマネジメントシステムの開発をはじめ、地方公共団体に適用可能なアセットマネジメント技術の研究開発とその全国的な展開、そして、海外のインフラ保有者、学識経験者との技術交流を行う組織化により、海外展開の礎を築くことが掲げられている。

“メンテナンス元年”の実現を目指し、上図の体制を組み本研究開発に臨む藤野氏は、「今後、開発された先端技術を、ぜひ現場で使っていただきたい。そこでのフィードバックや検証を経て、“使いたくなる”インフラマネジメント技術へとさらにブラッシュアップさせ、真の予防保全を実現していきたいと考えています」とアピールする。

研究開発テーマ

1. 点検・モニタリング・診断技術の研究開発

インフラの損傷度等をデータとして把握する効率的で効果的な点検、モニタリングを実現するための技術を開発する。

2. 構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発

構造材料の劣化機構に対するシミュレーション技術を開発、構造体の劣化進展予測システムを構築する。

3. 情報・通信技術の研究開発

インフラの維持管理・更新・補修に関する膨大な情報を利活用していくためのデータマネジメント技術を開発する。

4. ロボット技術の研究開発

効率的・効果的な点検・診断を行う維持管理・補修ロボット、および危険な災害現場においても調査・施工が可能な災害対応ロボットを開発する。

5. アセットマネジメント技術の研究開発

1～4の研究開発と並行し、各成果が実際のインフラマネジメントにおいて実行され、限られた財源と人材で効率的に維持管理が達成されるアセットマネジメント技術を開発する。

出口戦略

✓ 現場での新技術の積極的活用

国自らが新技術を積極的に活用・評価し、その成果を地方公共団体に広く周知することで全国的に展開していく。併せてその支援を含めたマネジメント体制の構築、人材育成を推進する。

✓ 有用な新技術の国際展開に向けた標準化

有用な新技術を海外展開していくため、国内での活用と評価から、国際標準化、および対象国に対するローカライズまでを一貫して行う体制を整備する。

使いたくなる技術やシステムの開発でインフラシステムを革新し、世界の模範になりたいと考えています。

新技術の開発と積極的活用、 および国際展開



災害大国を生き抜き、 未来へと繋ぐ社会を目指して

東日本大震災をはじめとする大地震、超大型台風やゲリラ豪雨といった極端気象など、近年、頻発する自然災害による被害は、さらに甚大さを増している。

今世紀半ばには南海トラフ大地震の襲来も危惧されており、大規模自然災害の発生にも耐えうる社会インフラの構築は喫緊の課題だ。

レジリエントな防災・減災機能の強化は、リアルタイムな災害情報の共有と活用により、現在、そして次世代の人々が安心して生きていける社会の実現を目指す。

レジリエントな
防災・減災機能
の強化

プログラムディレクター

中島 正愛

京都大学
防災研究所 教授

Profile

1975年京都大学工学部建築学科卒業。77年同大学大学院工学研究科建築学専攻Ⅱ修了。81年米国ペンシルバニア州リーハイ大学大学院土木工学専攻博士課程修了(Ph.D.)。81年建設省建築研究所 研究員・主任研究員、88年神戸大学工学部(環境計画学科) 助教授、92年京都大学防災研究所 助教授を経て、現職に至る。2011年から2013年にわたって京都大学防災研究所所長を、2015年からは日本建築学会会長を務める。

Masayoshi
Nakashima

岐路に立たされる 災害大国ニッポン

1995年の阪神・淡路大震災、2011年の東日本大震災など、近年、我が国では大地震・大津波による甚大な被害を受けてきた。今世紀半ばまでには、南海トラフ地震や首都直下地震などの巨大地震が発生する可能性も極めて高く、内閣府の被害想定によれば、最大規模のM9クラスと予測される南海トラフ地震が発生すれば、死者32万3千人、全壊家屋約240万棟、経済被害は220兆円に上るとも予想されている。

また、超大型台風やゲリラ豪雨といった極端気象による水土砂災害も激化しており、利根川首都圏広域氾濫の被害想定では、死者数2万6千人、浸水区域内人口230万人、孤立者数最大110万人もの被害の発生が指摘されている。

一方で、私たちを取り巻く社会を振り返ると、首都圏への集中が加速の一端を辿っており、一度災害が発生すれば巨大災害へと進展してしまう脆弱性が危惧されている。また、少子高齢化の進行により、大規模災害からの復旧に対処可能な人材の将来的な不足も憂慮すべき事項だ。

「地震、台風、噴火、津波と、日本は“自然災害のデパート”ともいえる、災害多発国です。対して私たちの先人は、何千年にもわたり自然災害に対峙し、そして協調して生きてきました。現代を生きる私たちも、次の世代の人々がこの国で健やかに生きていけるよう、今こそ大規模災害の発生に備え、防災・減災のためのインフラを作り上げ、『レジリエント(強靱)な社会構築』を実現していかなければなりません」と訴えるのは、本研究開発計画のプログラムディレクターを務める中島正愛氏である。

研究・組織の枠組みを超え 防災に臨む

「少年時代の夢は、大工になることでした」と語る中島氏は、やがて建築家の道を志し、京都大学工学部建築学科の門を叩く。だが、「自分には建築家としての才能がないことに気づき、卒業を目前に控え、進路を建物の構造研究の分野に決めました。そこから私の専門となる建築物の耐震解析・設計に関する研究生活が始まったのですが、今、振り返れば自分の進むべき道について先見の明があったのかもしれないね」と中島氏は苦笑する。その後、米国留学、建設省建築研究所、神戸大学を経て京都大学防災研究所に籍を置き、数多くのプロジェクトに携わってきた中島氏だが、自身の使命を再確認させられた出来事が、95年の阪神・淡路大震災だったという。

「防災研の助教授時代に阪神・淡路大震災に遭遇、多くの建物が倒壊し、尊い人命が失われたのを目の当たりにしました。そこで大規模災害による被害を防ぐために自分の専門分野が貢献できること、また、研究が上手くいかなければ、大きな被害をもたらす

原因にもなることを改めて認識したのです」

そして、防災・減災対策に関しては「成就するためには、限られた分野だけでなく、理学、工学、さらには社会科学など、多方面にわたる専門家がスクラムを組み、『予測』、『予防』、『対応』にあたっていかなければなりません。そして、その実現にあたっては、単に研究を研究に留まらせることなく、社会実装を強く意識して研究事業を展開すること、さらには府省庁連携を果たしていくことが不可欠です」と中島氏は訴える。

予測・予防・対応を 3本柱に推進

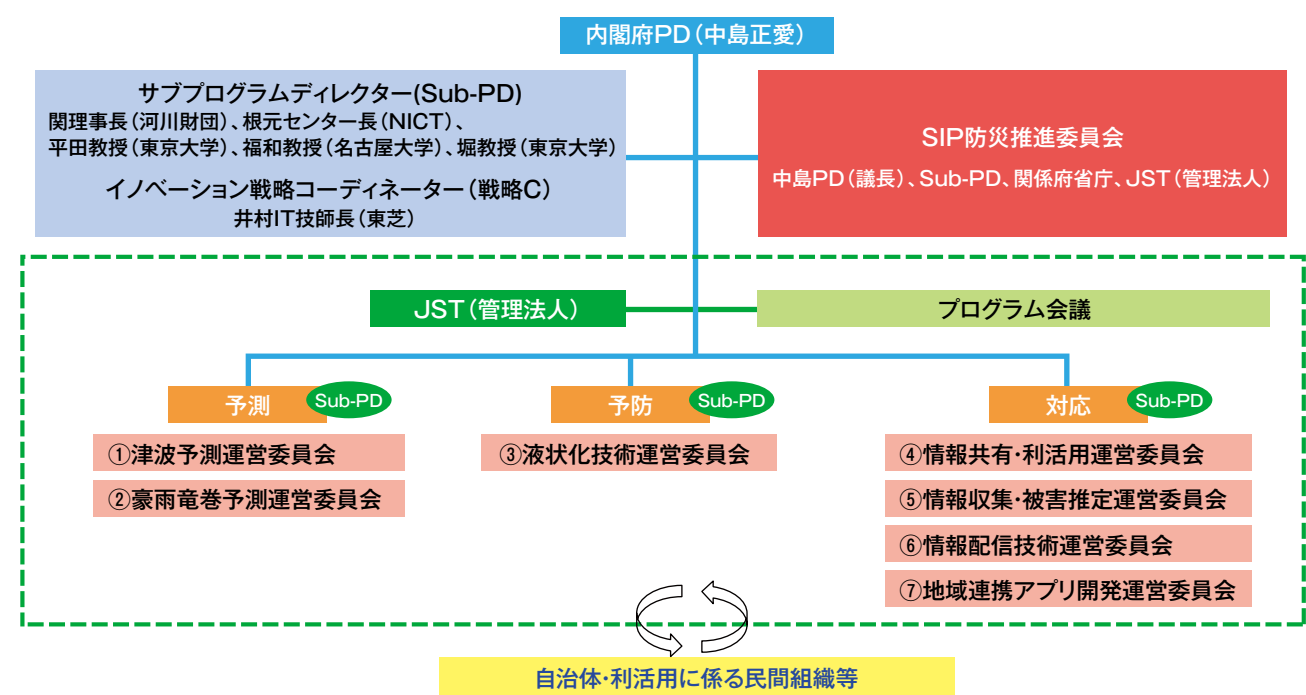
そうしたことから、本研究開発計画の基本テーマとして掲げられているのが、①災害を察知しその正体を知る「予測」、②災害に負けない都市・インフラを整備する「予防」、③災害発生時に被害を最小限に食い止める「対応」の3つであり、これらを飛躍的に押し上げることで、レジリエントな防災・減災機能の強化が実現される。

まず①の「予測」では、津波および豪



●建物損傷検知実験

地震後に建物が損傷を受けているかどうかを、建物にセンサーを取り付けて即時に知る仕組み作りに関わる実験中(於:京都大学防災研究所)。地震直後の災害対応や企業のBCPへの貢献が期待されている。



●実施体制

雨・竜巻予測技術の開発により、地震や極端気象等の発生時に迅速な災害の把握と被害の掌握を目指す。また、そこで収集されたデータについて、官民をあげての共有を進めるとともに、災害対応や観測・予測業務の高度化に貢献していく。

続く②の「予防」では、大規模液状化に関する対策技術の開発に焦点を定め、大規模実証実験や解析に基づく検証を実施。液状化対策工法の提案と関連指針等の整備を図るとともに、検証結果から得られる耐震性能に関わる情報共有を推進する。

そして、最も重要な要素と中島氏が強調するのは③の「対応」である。「レジリエントな社会を実現するためには、大規模災害からいち早く回復し、通常の社会生活へ復帰できる仕組みの強化が最重要であり、最も府省庁連携が求められるところだ」と、中島氏は強調する。

具体的には、災害予測情報、被害推定情報、被害実態情報などのリアルタイムな共有を目指し、内閣府総合防災

情報システムをはじめとする各種防災システムへのシームレスな情報提供の確保や、自治体、企業、団体等が災害時に適切な判断を下すことを可能とする災害情報利活用技術の開発を推進する。さらには個人やグループが多様な情報を即時に入手し、災害発生時にも自らの意思に従って行動することを支援する技術を開発し、国民一人ひとりの防災力向上と、それによる社会の災害レジリエンス強化を図っていく。

防災対策の強化により、
産業の競争力確保も

本研究開発計画は、日本の産業の競争力確保としての側面も持つ。それは、災害によっていかなる事態が発生しても機能不全に陥らない経済社会システムの実現だ。さらには防災担当のいない中小企業のBCP(事業継続計画)を促進する災害情報システムの整備も視野に入れているほか、開発したシステムや技術を海外に輸出、移転することで、世界の防災に繋がるとも

に、日本の産業発展にも貢献していくという。

また、中島氏は、本研究開発を通じて、国民一人ひとりが自身の防災を考えるための啓発活動も進めていきたい、と強調する。

「公助、共助、自助と言われてきましたが、現在は、公の支援だけでなく、災害発生時には自分で自分自身を守っていかなければならない時代を迎えています。そのためにも、本プロジェクトを通じて、防災をもっと身近なものとしてとらえてもらえるようにしていきたい。そうしたメンタリティの醸成こそが、最終的には究極の防災になると考えています」

研究開発テーマ

1. 予測:最新観測予測分析技術による災害の把握と被害推定

迅速な災害の把握と被害の掌握を可能とする最新の観測予測技術の開発、官民あがてのデータ共有を推進する。

2. 予防:大規模実証実験等に基づく耐震性の強化

大規模液状化に関わる対策技術の開発、および大規模実証実験・解析等に基づく検証を実行し、災害に負けない都市インフラの整備と耐震性能に関する情報の共有を図る。

3. 対応:災害関連情報の共有と利活用による災害対応力の向上

災害や防災・減災に関わる多様な情報を収集、共有するシステムを構築するとともに、自治体、企業、団体、個人に対して災害時の意思決定に不可欠な被害情報をリアルタイムで提供する技術を開発する。

出口戦略

✓ 防災対策への貢献

災害対応を判断する関係者に有用な災害情報を提供する防災システムに対して、官民をあげて獲得される多様な災害情報がシームレスに伝達できる技術を提供する。

✓ 持続的発展の確保

災害時に国民が「命を守る」行動を遅滞なく起こせるように、防災訓練等を恒常的に実施できる仕組みを作る。
また、災害情報の共有と利活用を地域に浸透させるとともに、地域社会の防災力の継続的な向上努力を確保するため、全国に散在する地域災害連携研究センター群等を育成・活用する。

✓ 我が国産業の競争力確保

「最新科学技術を用いた災害情報をリアルタイムで共有する仕組み」を企業や地域社会が活用することで、巨大災害時における我が国産業の事業継続を達成する。

✓ 防災・減災に関わる産業の活性化

リアルタイムな災害情報を駆使して地域の災害直後対応力の強化につなげる技術を、全国の地方自治体や企業に展開するとともに、開発された諸技術をアジア圏諸国に移転する。

府省庁連携をもって、我が国の防災と
減災の飛躍的向上に貢献していきます。

リアルタイムな災害情報の 共有と利活用を実現



多分野の知識を結集し、 最高の知識産業としての農林水産業を再生・創出

困難な課題が山積する日本の農林水産業再生には高収量・高品質な農産物生産技術の洗練と、画期的な高収益商品、高機能性商品の創出が不可欠。多様な分野の知識と技術を結集して国際市場でも競争力ある商品生産に結びつけることが農業と農業経営の豊かさを取り戻し、日本農業を未来に継続させる唯一の道。今後5年で、米の生産における労働時間半減、イネの収量を現行の3倍にする育種技術の開発など大胆な数値目標達成に目処をつけ、「最高の知識産業」としての農林水産業再生・創出を目指す。

次世代 農林水産業 創造技術

アグリイノベーション
創出

プログラムディレクター 西尾 健

法政大学
生命科学部 教授

Profile

2006年まで農林水産省に勤務。植物防疫などに従事し、環境庁土壤農薬課長、農林水産省研究総務官、農林水産省政策研究所所長を歴任し、08年より現職。著書は『植物医科学』（共著、養賢堂）、その他植物病原体の診断技術に関する論文等。現在、植物医科学全般、植物ウイルス病の発生生態、被害解析、などに関する研究を行う。

Takeshi Nishio



農業を最高の知識産業にする アグリイノベーションの夢

日本では豊かな自然に満ちた環境を生かした農林水産業が上古の昔から独自の文化を育み、食料安定供給や国土保全など大切な役割を果たしてきた。しかし現在では就労者の減少、高齢化、地域の過疎化、耕作放棄地の増加が進行する一方、海外の低価格農産物の輸入増大、貿易自由化などにより農産物価格が低迷、農林水産業経営は存続の岐路に立たされている。

この行き詰まりを打開する決め手がアグリイノベーションだと西尾健氏は言う。「日本には諸外国に負けない潜在力があります。近年は大規模農家や高収益な法人経営、高品質果物の輸出増など、新しい取り組みも見え始めています。折しも、世界の食市場は今後10年で倍増する見込みで、国内外のライフスタイルの変化や海外の和食への関心の高まりはこれまでにない勢いです。今こそ農林水産業を革新し、世界市場に打って出る絶好のチャンス。夢がもてる農業、儲かる農業、魅力ある農業に転換する好機なのです」

西尾氏には、十数年来頭から離れない言葉がある。「植物防疫担当者としてヨーロッパ諸国などの農業現場を視察し、その大規模・高収益性、そして農家の豊かな生活に目を見張りました。中でも、ニュージーランドで銀行頭取の職を辞して園芸農家に転身した経営者から聞いた言葉は忘れることができません。彼は『農業こそ最高の知識産業だ』と言うのです。農業経営は生産技術ばかりでなく、世界情勢、国際市場動向、気象科学など、多方面の情報を分析して初めてできる。これほど面白い仕事はないと。それ以来、日本の農業を知識産業として発展させ、若い人にも魅力あるものにするのが私の夢になりました」

西尾氏は、夢の実現には「農業の大規模化」「高収益性」「高品質農産物生産」が必要だと言う。それを可能にするアグリイノベーションとはどのようなものだろうか。

「農業のスマート化」で稲作の 労力半減、トマトの収量5割増

SIPで推進する研究開発は「農業のスマート化」「新たな育種・植物保護技術開発による画期的な新商品の提供」「新たな機能性の開発・価値の創造」の3本柱だ。西尾氏は、それぞれの分野の個別課題に大胆な数値目標を設定した。

例えば「農業のスマート化」では、農政改革との一体的な推進により、稲作の労働時間の半減と、米の生産コスト4割削減が目標だ。人工衛星や各種センシングシステムからの情報解析をもとに、生産工程を自動化・知能化することにより、施肥量や水管理労力などを削減して実現する。

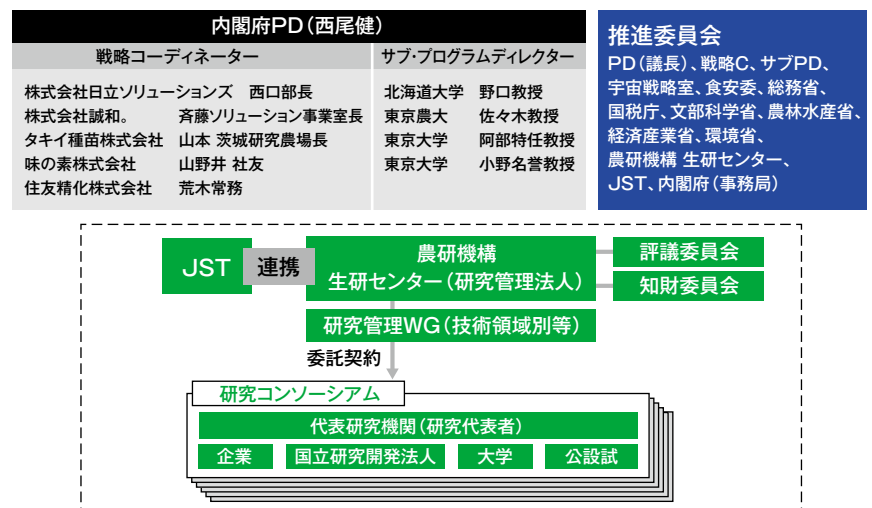
また世界的に市場性の高いトマトの収量5割アップも目標にする。こちらは、代謝産物等の網羅的解析(オミクス解析)に基づいた新たな栽培管理技術を開発し、収量や品質(成分)を自在にコントロールすることで実現する。

ファインバブル(植物の生育を助ける超微細な泡を含む水)技術などを利用する太陽光型の植物工場での生産が想定されている。

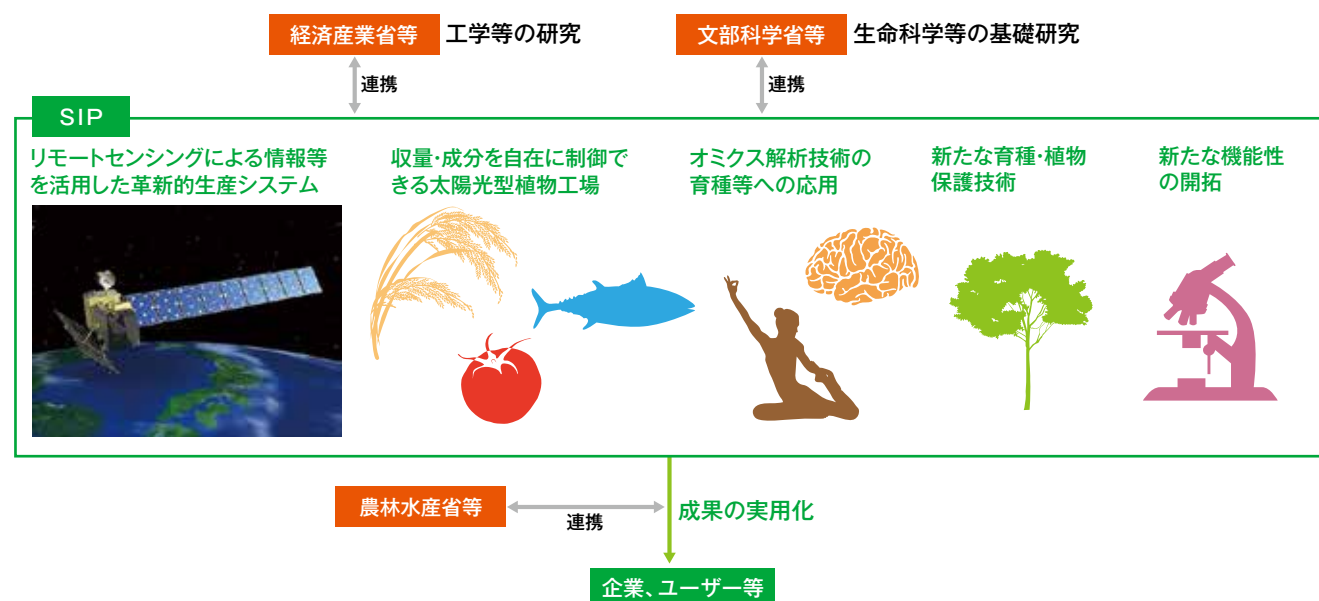
「画期的な商品」として3倍の 収量の米、養殖しやすい クロマグロを提供

SIPが目指す育種技術は、何世代にもわたる交配が必要な品種改良ではなく、ゲノム編集などの技術を組み入れて、はるかに短期間に目的の食味や輸送性などを備えた品種を作るものである。これは他の生物の遺伝子で組み換えるのではなく、もともと備わったゲノムを編集する技術である。「画期的な商品」の研究ターゲットの筆頭は米だ。新たな育種技術の開発により、超多収性の品種を開発、10アール当たり現在平均0.5トンの収量を、1.5トンにまで高める。念頭にあるのは、かつて「緑の革命」と呼ばれ世界の食料危機を救ったのは多収性の麦。その親品種は、日本が開発した「農林10号」だ。アメリカが改良を施して世界に広げたように、米の「革命」を実現すれば、世界の食料問題解決への貢献もできよう。

またクロマグロの養殖適性を高めるのも目標の1つだ。クロマグロは、いけ



●実施体制



●各省庁とSIP次世代農林水産創造技術との関係

すでの衝突による死亡が約3割にものばるが、ゲノム編集により活動性を抑えることで死亡率は減少可能だ。

さらに果樹では「桃熟3年柿8年」と言われる結実までの期間を1年以内に短縮することも盛り込まれた。

「新たな機能性の開発・価値の創造」として次世代機能性農林水産物・食品を開発、未利用資源のリグニンと微細藻類を活用

我が国は、世界で前例のない速さで高齢化が進み、世界最高水準の高齢化率となり、世界のどの国もこれまで経験したことのない超高齢社会を迎えている。SIPでは、高齢者の生活の質に大きく影響する脳機能と身体ロコモーション機能に焦点を当て、機能改善効果のある農林水産物・食品を研究開発するとともに、時間栄養学の知見も取り入れてスポーツ・運動との相乗効果を検証し、機能改善効果について現場で簡易に計測する装置の開発にも取り組む。5年間の集中的な研

究開発により、少なくとも10個の次世代機能性農林水産物・食品を開発することを目標としている。

「新たな機能性の開発・価値の創造」のターゲットの1つは、木材からセルロースとともに得られるが用途がなく捨てられてきた最大の未利用資源、リグニンの活用だ。石油からでは合成できない性質を持つプラスチック原料などとしての活用が考えられている。

また微細藻類が持つEPAやDHAなどの健康に有用な成分にも注目した。

新しい林業の創出や藻類利用（水産版植物工場）が進めば、山間部や漁村などの地方活性化にもつながる。

多様な技術と知識を結集したアグリイノベーションで魅力ある農業に転換

このようなアグリイノベーションには、多様な技術と知識の統合が必要だ。「農林水産省では目前の問題解決が優先され、他省庁は共同研究の場でも遠慮しがちなくらいがありました。し

かしSIPではすべての関係省庁が遠慮なく協力し合え、それぞれの研究開発能力を農林水産業に注ぎ込むことができます」と西尾氏。SIPは多分野の知見を集約する絶好の場となる。

プロジェクトを通して得られた成果は、企業との連携によって市場や消費者ニーズに沿った商品として提供されるとともに、農林水産業の現場での普及・活用と収益性の高いビジネスモデル確立に寄与すると見込まれ、ゆくゆくは世界への技術普及も視野に入る。そのためには国内の制度改革、規制改革との連動により事業化を成功させるとともに、適切な知財管理も必要になろう。「農業政策と研究成果との相乗効果により、農業を若い人たちにとって魅力的な知識産業に変貌させる素地を作っていきます」と西尾氏は微笑んだ。

研究開発テーマ

1. 農業のスマート化

人工衛星によるリモートセンシングをはじめとする情報収集と分析を活用し、農業の各工程の自動化・知能化による省力化とともに農産物の高品質化を同時に達成する生産システムを開発する。

2. 画期的な商品の提供

現在の3倍の収量を達成する新しい超多収性イネ、養殖適性に優れたクロマグロ、1年以内に実をつける果樹、単一の化学合成農薬に依存しない農業など、新たな育種・植物保護技術を開発する。

3. 新たな機能・価値の創造

超高齢社会における健康寿命延伸のため、脳機能の活性化や身体ロコモーション機能の維持に効果的な次世代機能性農林水産物・食品を開発する。林水未利用資源の高度利用技術の開発を行う。

出口戦略

✓ 農地等にかかわる構造改革と一体的な技術の現場展開

農地の大規模集約と農業のスマート化に関わる技術を一体的に現場に展開し、農林水産業の成長産業化や所得増大を推進する。

✓ 企業との連携により、市場や消費者ニーズを踏まえた商品提供

食品、種苗、機械、情報、スポーツ産業等、関連企業が研究初期から参画・協力する体制を構築し、国際戦略も視野に入れた研究開発を行い、成果の普及を推進する。

✓ 技術のユーザー視点に立った成果普及とビジネスモデルの確立

先導的農家、地方公設試験場、育種家、栽培研究者などと連携した研究開発を行い、新技術や成果を明確化したビジネスモデルを構築する。

✓ 知財管理等、グローバル視点での技術普及

技術輸出や海外でのコンサルティング事業を展開。また途上国への技術協力において日本のプレゼンスが明確になるよう広報戦略を併せて実施する。

✓ 制度改革、規制改革等と連動した取り組み

農地集約に向けた制度改革や新たな育種技術の規制上の扱いや国際調和、CODEX等国際基準の設定等、関連する規制・制度と連動した技術開発を実施する。

働く人が豊かになれば、具体的な夢が描ける
「知識産業」としての農業を推進します。

多様な分野の先端技術とそれを活用して
できた商品開発で農林水産業を成長産業に



デライトなものづくり

——超上流デライト設計手法と革新的生産技術

国際競争の激化によって、日本のものづくり産業の輝きが失われつつある。

本プログラムは、「超上流デライト設計手法の確立」「革新的生産・製造技術の研究開発」とその実践、普及を通じて産業を活性化し、グローバルトップを獲得できる新市場の創出を目指す。デライトとは「喜び品質・満足等」であり、品質・機能にデライトを加えた価値を探索して製品・サービスに実現する革新的設計・生産手法を確立する。このテーマのもと、公募による24件の取り組みが始まった。

革新的 設計生産技術

新しいものづくり
2020計画

プログラムディレクター

佐々木 直哉

株式会社日立製作所
研究開発グループ 技師長

Profile

1982年株式会社日立製作所入社。2014年より現職。
メカトロ製品の開発、機械系基盤技術シミュレーション技術の普及、開発に従事。工学博士。
日本機械学会フェロー。日本計算工学会副会長（理事）、日本トライボロジー学会会員。

Naoya
Sasaki

価値設計・デザイン・発想領域 と生産・製造領域の連携

我が国のものづくり産業は、高品質・高性能な材料・部品や高水準の加工技術のもとで、高い国際競争力を発揮してきた。しかし、近年は、製造現場の海外展開、新興国の躍進などにより、我が国が優位性を持っていた高度な製品のコモディティ化が進行し、とりわけ価格競争が熾烈な最終製品やサービスの市場において苦戦している。

「私はシミュレーションを研究し、製品設計に携わるなど、ものづくり全体に関わってきました。それだけに日本のものづくりの再生のために、グローバルで勝てる革新的なものづくりの必要性を痛感していました」と、プログラムディレクターの佐々木直哉氏は語る。

我が国のものづくりの課題として、川上領域(材料・部品等)と川下領域(製品・サービス・システム等)とのコミュニケーション不足があげられる。価値設計・デザイン・発想などの領域と、生産・製造領域の間においても同様の課題がある。

「消費者が製品・サービスに求めるのは、品質や性能だけでなく、商品を手にした喜び・満足感です。高度成長期にはカラーテレビやマイカーを購入することが大きな喜びでした。しかし、ものが充足したいま、わくわくするような魅力的な商品を提供することはより困難になっています。喜びを提供するには、『ものやサービスを利用することによって生まれる新たな価値を想定して何を作るべきか』という視点を川上、川下が共有し、連携していく必要があります。

我が国には、優れた材料・部品技術を持つ地場企業、中堅中小企業が数多くあります。しかし、単独では優位技術を価値ある製品に生かすことは難しい。その強みを生かす連携ネットワークを形成することで新たな価値を創出

し、さらに、その連携の成功例を他の地域・製品分野に波及・展開することにより、我が国の産業全体の底力を向上させることが、『革新的設計生産技術(新しいものづくり2020計画)』の目標です」と佐々木氏は説明する。

欧米でも、3Dプリンタ等に代表される分野の「積層造形システム」として国家機関と大学、企業の連携による研究開発、人材育成、先進的な工業生産技術の開発などが意欲的に推進されている。これに先んじて、我が国が世界をリードする「革新的なものづくりスタイル」を構築することが、グローバル競争においてきわめて重要となっている。

ニーズの先を見つける設計 手法、形にする高度生産技術

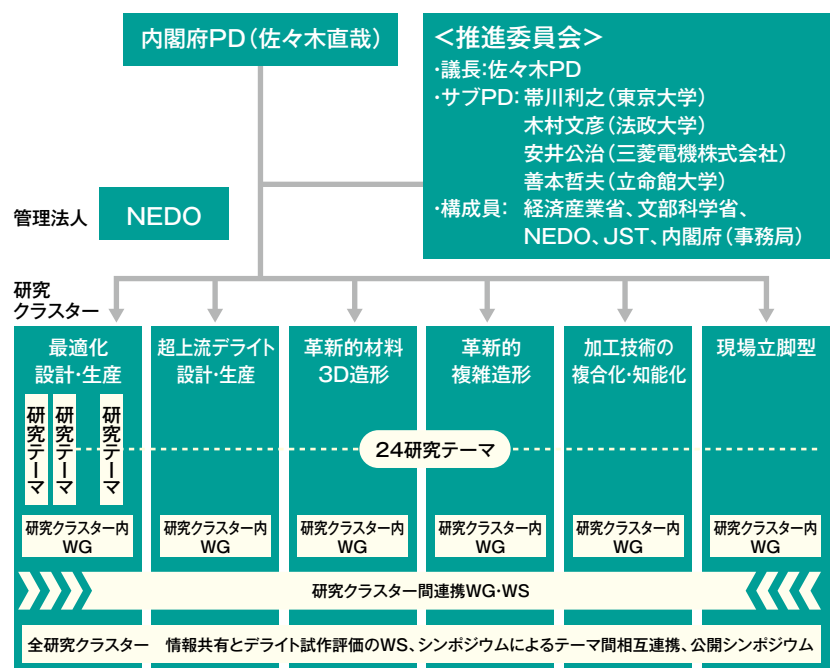
本プログラムは、「超上流デライト設計手法の確立」と「革新的生産・製造技術の研究開発」の2つの研究開発項目で推進される。

「超上流デライト設計手法の確立」では、①顧客にとってのグローバルで

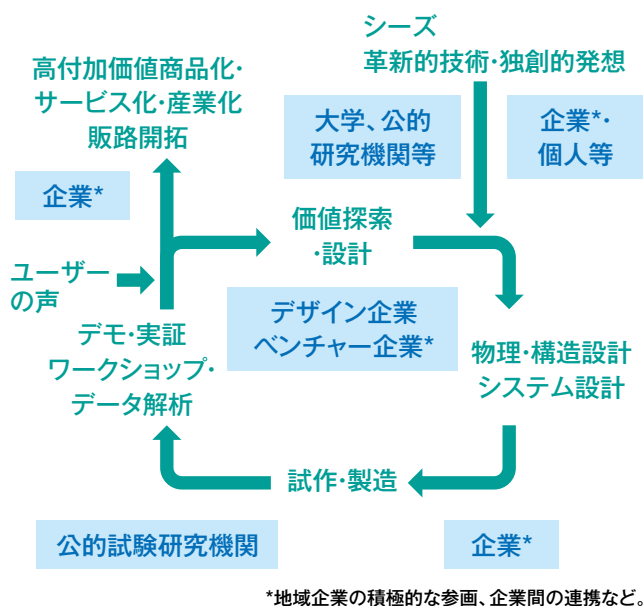
多様な使用価値を想定した設計技術、②設計プロセスにおける多様な価値(顧客満足度、性能、コスト、品質等)を提案するための探索手法と評価、シミュレーションの連携技術、③コモディティ化を回避するための日本の強みである材料・部品を製品・システム・サービスに反映するシステム設計に取り組む。ニーズの先を探索する初期機能設計、製造条件や市場の反応などに基づいて柔軟な修正機能をもつ設計手法の確立がポイントとなる。

「革新的生産・製造技術の研究開発」は、開発した超上流デライト設計手法を使って迅速に製品・サービスの形にする高度技術として、①複雑な構造・形状の製品をスピーディーに製造・加工する技術、②従来の製造・加工技術の高度化に加え、他分野への応用、他技術との複合・システム化、③高度なシミュレーションや計測技術による複雑な製造・加工現象の解明と最適制御などの研究開発を進める。

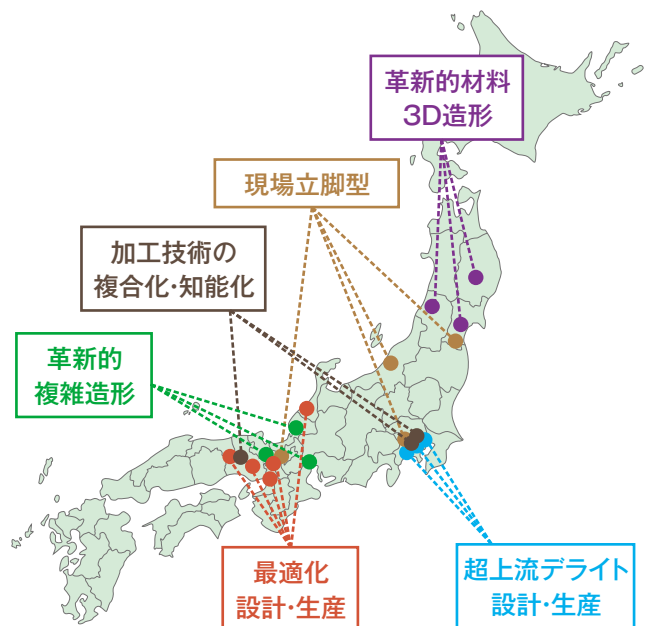
「三次元造形技術などの最新技術を活用し、複雑で自由な形状の製品加工、多様な材料組成の選択、高品質



●実施体制



●「イノベーションスタイル」のイメージ



●研究テーマの地域俯瞰(各研究テーマ、代表実施機関所在のみ揭示)

質・低コスト・新機能を可能にする新技術・複合化技術の開発などにより、アイデアを迅速かつ容易に試作・評価できる生産・製造技術を確認し、実用化までもっていきたい」と佐々木氏はその狙いを語る。

多様なイノベーションスタイルの実証・実践

研究開発の推進でも、新たな仕組みとして「イノベーションスタイルの実証・実践」に取り組む。

「イノベーションを実現するには、ユーザー参加型の新たな仕組みが必要です。そこで、研究開発成果を実際のものづくりに適用し、成果を使用した企業や個人ユーザーの意見を得て新たな問題点を洗い出し、研究開発に迅速にフィードバックする仕組みとしてイノベーションスタイルの試行を行います。これにより、開発のブラッシュアップだけでなく、当初気付かなかった高付加価値のニーズの発掘が可能となります」と佐々木氏。

具体的には、基礎的な原理解明などに重点を置く大学、消費者や企業ユーザーとのコミュニケーションを重視する企業、地域社会を含め、広くユーザーに技術を展開する公的研究開発機関などが連携し、さまざまなイノベーションスタイルを展開していく。

プログラムの実施体制は、NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)を管理法人として、すでに公募により24件の研究テーマが選ばれている。

「医療・福祉、産業製品、コンシューマー製品、エネルギーなど幅広い分野にわたって先進的なテーマを選ぶことができました。産業系から個人向け製品・サービスまでの幅広い研究開発が多く、地域の特色ある中小企業が参画するテーマも数多くあります。私たちが想定していなかった斬新なテーマもあって、大いに期待しています。

全体として、それぞれのテーマの特性とシナリオに沿って着実に推進していきます。ただ、現時点で確実な方法論があるわけではなく、このプログラムを

通してよりよい設計手法、革新的生産技術を新たに探索、提案していく研究開発が狙いです。繰り返し、仮説・試作・テスト・評価・フィードバックを最適に行うことで革新技術や新しいものづくりスタイルを確認し、5年後には当初シナリオの出口はもちろんのこと、そのものづくりスタイルを活かした新たな製品やサービスの実用化、普及に向けた取り組みにつなげたい」と佐々木氏は今後の展開について語っている。

研究開発テーマ

1. 超上流デライト設計手法の確立

ニーズ・価値・性能・デライト(喜び品質・満足等)をベースとした多様な機能設計および生産・製造条件や、各種データを考慮し高品質な全体システム設計を可能とする超上流デライト設計手法の研究開発。

2. 革新的生産・製造技術の研究開発

従来にない新しい構造や複雑形状、機能の発現、高品質・低コストを可能とする革新的生産・製造技術の研究開発。

出口戦略

✓ 地域企業の好事例を展開、新産業を創生

地域企業による事業化の好事例を他の地域や製品分野へ展開・普及させ、迅速に新産業を創生する。

✓ 企業・大学・公的機関を結ぶ「ものづくり連携システム」の構築

開発した技術を先行実装可能な企業・大学・公的研究開発機関等に結びつけるものづくり連携システムを構築する。

✓ 公的研究開発機関への導入など成果普及活動の強化

東京オリンピック・パラリンピックに向けて特徴ある商品化を図り、ものづくり技術をPR。
公的研究開発機関への導入などを通じて、研究開発成果の普及活動を強化・推進する。

発想を素早く形にして、評価・フィードバックすることで、
新たなものづくりスタイルを創造します。

グローバルトップを獲得できる
新たな市場の創出を目指す





世界を先導するイノベーションを 創出し、持続的な経済社会の 発展を目指す

久間 和生

内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 常勤議員

日本の最重要課題である持続的経済成長を実現するためには、科学技術イノベーションの創出が不可欠である。そうした中、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」では、国民にとって真に重要な課題解決を図るとともに、日本の経済成長に寄与できる10の課題に取り組み、イノベーションの創出に挑む。SIPのガバナリングボード議長を務める久間和生議員は、強力なプログラムディレクターの下、全勝を目指したいと力強く語る。

総合科学技術・イノベーション会議では、内閣総理大臣、科学技術政策担当大臣のリーダーシップの下、各省を俯瞰する立場から、総合的な科学技術・イノベーション政策の企画立案を進めてまいりました。その施策の1つであるSIPは、省庁の枠や旧来の専門分野を超えて、基礎研究から実用化・事業化までを見据えて一貫通貫で研究開発を推進し、科学技術イノベーションの実現を目指す国家プロジェクトです。

私は常々、イノベーションには、「持続的イノベーション」と「破壊的イノベーション」の2つがあると唱えてきました。強い事業をより強くし、製品価値の持続的向上を担うのが持続的イノベーションであるとするなら、封書やはがきがEメールに、地図帳がカーナビに、あるいは同軸ケーブルを用いた電気通信が光ファイバ通信に取って替わられたように、パラダイムシフトを伴うものが破壊的イノベーションと言えます。そういった意味でSIPは、主として前者の持続的イノベーションを担うプロジェクトであり、日本が世界を先導しなくてはならない10の重要課題に取り組みます。SIPが持続的経済成長を牽引するためには、1つの取りこぼしも許されません。ぜひ、10勝0敗を目指したいと思います。

その実現には省庁連携のための司令塔機能が不可欠であり、SIPでは内閣府自らが年間500億円の予算を預かって、各省庁の役割を明確に設定し連携させながらプログラムを推進する画期的な試みを実施しています。また、規制緩和から知財・特許、国際標準化まで、事業化の際に欠かせないさまざまな施策も、一体的に進めてまいります。

さらに、SIPの最大の特徴と言えるのが、省庁連携と産学官連携を強力に推進できるリーダーシップを有するプログラムディレ

クター(PD)を選定している点です。10課題のうち早期に実現可能と思われる5課題については産業界から、残り5課題はアカデミアから、経験豊富で国内トップクラスのPDを選出することができました。

3年後、5年後の成果目標を明確にしたロードマップを描き、出口戦略を明確に示して、トップダウンにより研究開発を推進するもの、このプログラムの大きな特徴と言えるでしょう。毎年評価を行い、定量的に検証することで、状況に応じてフレキシブルに達成時期や目標性能、また予算を組み直すというのも、国家プロジェクトとしては革新的な試みです。また2015年度は「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」を新規課題候補として設定しました。

このような新たな施策に取り組む背景には、SIPを省庁連携による研究開発モデルのひな形にしたい、という強い思いがあります。そして、かつて1964年の東京オリンピックを契機に、日本が新幹線や衛星放送を世に送り出したように、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会においても、日本から世界に貢献する科学技術イノベーション成果を発信することを、大いに期待しています。

Profile

1977年東京工業大学大学院博士課程電子物理工学専攻修了(工学博士)。同年三菱電機株式会社入社(中央研究所勤務)。98年半導体事業本部人工網膜LSI事業推進プロジェクトマネージャ、2003年先端技術総合研究所長、06年常務執行役開発本部長、10年専務執行役半導体・デバイス事業本部長、11年代表執行役副社長、12年常任顧問。13年総合科学技術会議議員(常勤)、14年より現職。



原山 優子

内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 常勤議員

SIPは旧来の分野・府省の枠を超えて、基礎研究から実用化・事業化までを見据えて研究開発をデザインし、PDを核にイノベーションの実装を目指す新しい取り組みです。日本に新たな活力を吹き込むべく、イノベーションのポテンシャルを総動員する、この仕掛けが根付いていくことを期待します。



内山田 竹志

トヨタ自動車株式会社 取締役会長
一般社団法人日本経済団体連合会 副会長
内閣府 総合科学技術・イノベーション会議議員

日本の産学官の叡智を集めたオールジャパン体制で、基礎から応用・実用化までを一気通貫に取り組む研究プログラムを創設しました。PDのリーダーシップの下、明確な出口志向により、大きな産業成果に繋がることを期待しています。



小谷 元子

東北大学原子分子材料科学高等研究機構長
兼大学院理学研究科数学専攻教授
内閣府 総合科学技術・イノベーション会議議員

PDの強力なリーダーシップのもとに、日本のトップレベルの科学・技術を統合し明確な出口設定達成する新しい枠組み。効率よいマネジメントシステムを作っていたきたい。プロジェクトの成功は日本再興の重要要素と期待しています。



中西 宏明

株式会社日立製作所代表執行役会長兼CEO
一般社団法人日本経済団体連合会 副会長
内閣府 総合科学技術・イノベーション会議議員

SIPでは社会のさまざまな重要課題をイノベーションで解決を図ります。オールジャパン体制で本プログラムを推進し、グローバルな産業競争力を高めるとともに、地域の再生も目指します。日本再興に向けた今後の成果に期待しています。



橋本 和仁

東京大学大学院工学系研究科教授
内閣府 総合科学技術・イノベーション会議議員

基礎研究から実用化、さらに社会実装までを視野に入れたSIPは、今後の我が国の府省横断型研究プロジェクトの先駆けとなるべきものです。研究者コミュニティはもとより、社会も大変注目しています。素晴らしい成果を期待しています。



平野 俊夫

大阪大学名誉教授
内閣府 総合科学技術・イノベーション会議議員

常に「頂」を見据え、一步一步の積み重ねを忘れない、それこそがSIPを成功に導く鍵となります。府省や組織の枠にとらわれず、我が国が有する叡智を結集し、遥かそびえ立つ「頂」を目指してひた走る、SIPの取り組みに期待しています。



大西 隆

日本学術会議会長
豊橋技術科学大学学長
内閣府 総合科学技術・イノベーション会議議員

これまで、やや拡散傾向にあった各省が行う研究プログラムが、SIPのPDの下で、組織的に進められるようになったことはよかった。諸プロジェクトが連携して、達成度を高めることに期待したい。



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

