

3.10 革新的設計生産技術

(1)意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性	- ものづくりの旗を掲げた課題を取り上げることで国内各地域に特徴ある技術拠点を設置し、更なる開発進展と普及につながる素地を築いたこと、国としての当領域への注力を設計技術と生産技術の開発者に示すことに意義があった。 - 産学・府省連携によって生まれた産学官技術交流及び基礎研究から応用・事業化までのシステム全体を踏まえた一貫通貫アプローチにより、分野横断的で従来にない視点から新たな価値を創出、実用化を強く推進した。 - 地方創生を意識し、地域公設試の技術拠点化と地場産業 / 地域企業への普及展開という実用化シナリオを推進した。 - 一部のテーマは、当初計画時にはなかった Society 5.0 の実現を、「地域資源」「地方創生」の観点で合致させることに苦労した。
(2)目標・計画・戦略の妥当性	計画当初は「ものづくり」という産業横断的なテーマと「地方創生」「地域資源」という地域横断的なテーマを併せた幅広い内容を包含する 24 のテーマとしてスタートしたが、多数かつ小粒な研究開発テーマに分散していた。さらに、主に「設計」に係るテーマは「デライト設計」というコンセプトが曖昧であったため、期中での成果創出が困難として、3 年目で設計技術を縮小し、生産技術を残して、ヘルスケア及び先端産業へ出口を集中した。その結果、3D プリンティングや表面加工等の 12 テーマに重点化した。
(3)課題におけるマネジメント (適切なマネジメントがなされているか。)	- GB の司令塔機能から発せられたアドバイスを受け、PD による大幅な見直しを行い、重点テーマへ絞り込んだ結果として複数の優れた開発技術を生んだ。 - テーマの重点化以降は、実用化・地方創生担当、技術担当のサブ PD3 名が中心となってテーマに関与し、管理法人 (NEDO) もプロジェクト推進ノウハウを提供、成果創出を促進した。
(4)直接的な研究成果 (アウトプット)	- ヘルスケア産業と先端産業をターゲットとして、高付加価値なものづくりを実現する製造技術の開発と実用化に至った。具体的な製造技術としては 3D 造形技術と機能性付加技術、またそのような製造技術と連携する設計支援ツールの開発と実用化に収斂させた。 - 新たな設計、製造及び生産技術のツール完成 30 件 (目標 30 件) 、そのうち実用化レベル 18 件 (目標 15 件) 、それらの活用事例 47 件 (目標 15 件) を達成。実用に資するツールとして世界初・世界トップレベルの各種要素技術を開発しており、今後の事業化・量産化が期待される。 - 山形大学は世界初の生体軟組織と近いゲル材の 3D ゲルプリンタ試作機の開発を完了し、大学発ベンチャー「株式会社ディライトマター」を設立した。 - 査読あり論文 (488 件) 、特許出願件数 (104 件) 。
(5)現在・将来の波及効果 (アウトカム)	- 全国 8 か所の公設試等を拠点化し、成果の利用・普及が図られる仕組みを構築した。 5 年間の成果を検索・参照できるワンストップ窓口となるウェブサイト「SIP ものづくりネットワーク」を構築・提供した。

	「やわらか 3D 共創コンソーシアム」「先端獣医療コンソーシアム」といったコンソーシアムの設立により、地域での人的ネットワーク形成にも寄与しており、今後の発展が期待される。 - 標準化せずに設計・製造パラメータをツール／技術に組み込むというクローズ戦略をとった。
(6)改善すべきであった点と今後取り組むべき点	- 研究スタート時点で、課題の総体としての達成目標及び社会実装後の姿を十分に検討した上で描出したビジョンを研究開発計画に織り込み、共有する必要があった。その上で、研究開発テーマを採択する時点で絞り込みをするべきである。 - 当初掲げられたデライト設計はコンセプトが先行し、その成果について実用化・事業化が困難と GB が判断、3 年目までに退出させた。 「ものづくり×地方」の取り組みには意義があったが、成果を社会実装していくためには、地方の公設試等に整備された拠点が、今後も地域のものづくり拠点として利用され続けるか、計画段階の実用化・事業化がどこまで進捗したかを引き続きフォローすることが必要である。

3.10.1 概要

(1) 背景と目的

国際競争の激化により我が国のものづくり産業の競争力が失われつつあるとの懸念があった中、本課題は、地域の企業や個人が持つアイデアや技術・ノウハウを活かした新たなものづくりスタイルを確立することで、我が国のものづくり産業の競争力強化を目指すことを目的とした。

本課題が提案する新たなものづくりスタイルとは、設計や生産・製造に関する革新的な技術を開発することで、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・製造を可能とする。さらに、ものづくりに関わる異なる領域のプレーヤーをつなぐ拠点（ネットワーク）を形成することで、地域の企業のノウハウや個人の持つアイデアを活用した、新たなものづくり技術の確立を実証する。そして、新たに確立したものづくりスタイルを広く普及・展開することで、地域発のイノベーションを実現し、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。

(2) 実施体制

平成 30 年度時点で、サブ PD は 5 名、研究責任者は 12 名である。管理法人は新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）となっている。なお、開始時の 24 テーマ（24 名の研究責任者）体制から 2 度のテーマ見直しを行った。

表 3-186 革新的設計生産技術の PD 等

区分	所属	氏名	備考
PD	株式会社日立製作所研究開発グループ技師長	佐々木 直哉	—
サブ PD	東京電機大学ものづくりセンター副センター長、特別専任教授	帯川 利之	技術担当：3D 造形技術 / 機能性付加技術
	東京大学名誉教授	木村 文彦	技術担当：設計支援技術
	パナソニック株式会社エコソリューションズ社技術本部イノベーションセンター主幹	中谷 光男	実用化・地方創生担当
	三菱電機株式会社 FA システム事業本部産業メカトロニクス事業部技師長	安井 公治	実用化アドバイザー
	立命館大学経営学研究科教授 / デザイン科学研究センターセンター長	善本 哲夫	地方創生アドバイザー

平成 31 年 1 月 1 日現在

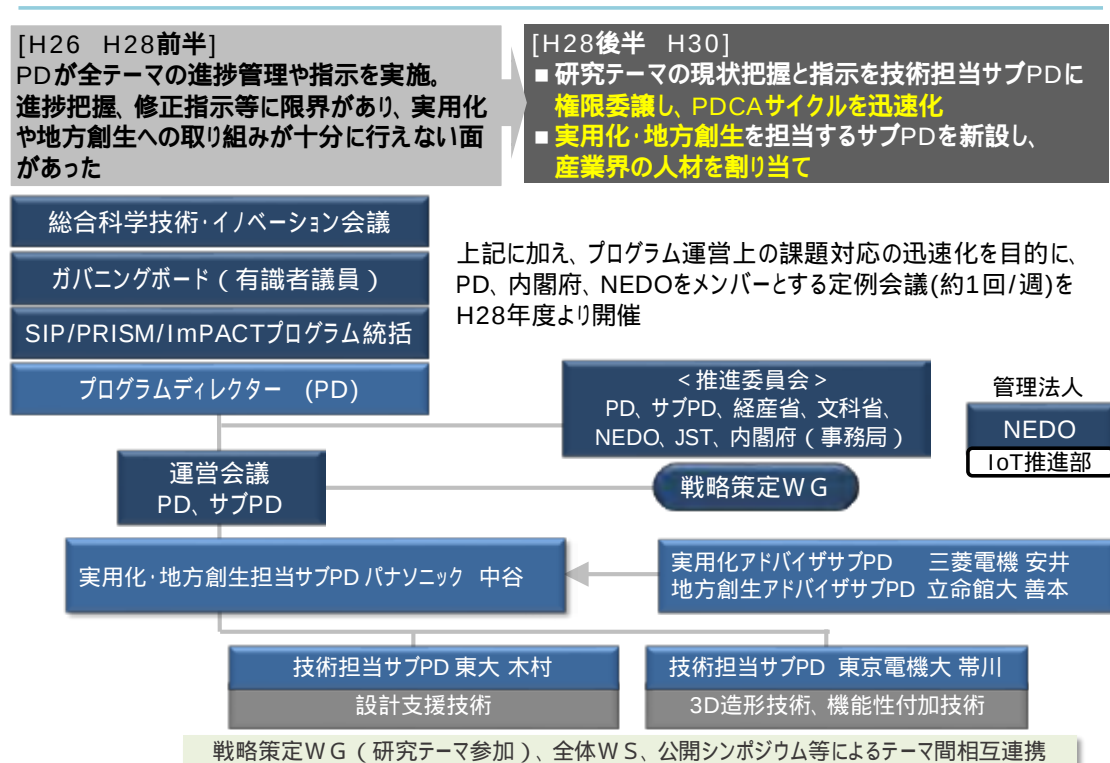


図 3-130 革新的設計生産技術の研究開発体制

表 3-187 革新的設計生産技術の主要会議体

名称	構成員	概要
推進委員会	PD、サブ PD、関係省 庁、関係機関、事務局 （内閣府）、管理法人 （NEDO） （表 3-188 参照）	PD が議長、内閣府が事務局を務め、内閣 府に置く。課題の研究開発計画の作成や 実施等に必要な調整等を行う。 平成 30 年末までに 11 回開催。
知財委員会	PD、サブ PD、（必要に 応じて）研究実施者の 知財担当者	NEDO に置く。 課題全体で年 3 回開催。なおこのほか、 発明案件、及び知財取扱い等判断案件を 定期的に調査・集計（3 か月毎）。
運営会議	PD、サブ PD、関係省 庁、管理法人、内閣府	推進委員会の直前と、必要に応じてアド ホックに開催。
戦略策定 WG	PD、サブ PD、及び PD が必要と判断した者	研究開発成果の実用化・事業化に向けた 出口戦略を策定するために必要な事項に ついて検討を行い、運営会議に助言する。 平成 30 年末までに 11 回開催。
クラスター会議	研究開発実施者	複数テーマの研究内容の共有・相互啓発 を行う。平成 28 年度まで開催。

本課題に特徴的な会議体。

表 3-188 革新的設計生産技術推進委員会 構成員一覧表

区分	所属	氏名
PD	株式会社日立製作所技術開発グループ技師長	佐々木 直哉
サブ PD	東京電機大学特別専任教授	帯川 利之
	東京大学名誉教授	木村 文彦
	三菱電機株式会社 F A システム事業本部産業メカトロニクス事業部技師長	安井 公治
	立命館大学経営学部教授 / デザイン科学研究センターセンター長	善本 哲夫
	パナソニック株式会社エコソリューションズ社技術本部イノベーションセンター主幹	中谷 光男
関係省庁	経済産業省産業技術環境局研究開発課産業技術プロジェクト推進室室長	松本 真太郎
	文部科学省科学技術・学術政策局研究開発基盤課量子研究推進室室長	奥 篤史
	文部科学省研究振興局参事官(情報担当)付情報科学技術推進官	田畑 伸哉
関係機関	科学技術振興機構経営企画部重点分野推進チームナノテクノロジー・材料分野研究監	古川 雅士
事務局	内閣府大臣官房審議官(科学技術・イノベーション担当)	黒田 亮
	内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)付参事官(産業技術・ナノテクノロジー担当)	登内 敏夫
管理法人	新エネルギー・産業技術総合開発機構 IoT推進部部長	安田 篤

平成 30 年 11 月 26 日(開催日)現在

(3) 予算

表 3-189 革新的設計生産技術の予算

年度	予算(億円)
平成 26(2014)年度	25.5
平成 27(2015)年度	25.7
平成 28(2016)年度	21.9
平成 29(2017)年度	10.0
平成 30(2018)年度	8.0
合計	91.1

(4) 研究開発テーマ

平成 26 年度の開始時点では 24 テーマ、期間中に 3 テーマの追加がありつつ、改廃を経て最終年度時点で 12 の研究開発テーマが設定された。各研究開発テーマを、以下に示す研究開発項目(A)、(B)それぞれに該当するものに加えて、(A)(B)両者を一体として実施する研

究開発に該当するものを設定し、さらに、これら研究開発項目に共通する事項を設定した。

1) 研究開発項目(A)：超上流デライト設計手法の研究開発

ニーズ・価値・性能・デライト（喜び品質、満足等）をベンチマークとした初期機能設計と、生産・市場の状況に応じて柔軟な修正が可能な革新的超上流設計技術を開発した。

当初は5テーマで開始し、一時3テーマの追加があったが、平成29年度以降は、高付加価値なものづくりに効果的につなげるために設計支援技術の開発1テーマに注力した。

表 3-190 超上流デライト設計手法の研究開発体制

研究責任者	┃ 小野 謙二 理化学研究所計算科学研究機構チームリーダー ┃ 西脇 眞二 京都大学大学院工学研究科教授 ┃ 大富 浩一 東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻特任研究員 ┃ 磯村 明宏 東北大学未来科学技術共同研究センター特任教授 ┃ 手塚 明 産業技術総合研究所製造技術研究部門総括研究主幹 ┃ 関 研一 千葉工業大学社会システム科学科教授 ┃ 海保 真行 株式会社日立製作所研究開発グループテクノロジーイノベーション統括本部主管研究長 ┃ 丸山 博 パナソニック株式会社プロダクト解析センター係長
研究開発実施機関 (計35機関)	理化学研究所、和歌山大学、九州大学、東京大学、熊本大学、熊本県産業技術センター、株式会社静岡プラント、京都大学、株式会社豊田中央研究所、株式会社岐阜多田精機、株式会社ナガセインテグレックス、株式会社くいと、アイシン・エイ・ダブリュ株式会社、東北大学、株式会社図研、ラティス・テクノロジー株式会社、株式会社タダノ、BLACKPEARL JAPAN、株式会社ガリウム、同志社大学、北星学園大学、東海大学、北翔大学、特定非営利活動法人日本障害者スキー連盟、産業技術総合研究所、金剛株式会社、株式会社小松製作所、株式会社リコー、千葉工業大学、慶応義塾、明治大学、一般社団法人アイポート、株式会社日立製作所、パナソニック株式会社、新潟大学

2) 研究開発項目(B)：革新的生産・製造技術の研究開発

複雑で自由な形状の形成や多様な材料組成の選択を可能とし、従来にない高品質、低コスト化、新機能の発現を可能とする生産・製造の新技術、複合化技術を開発した。

特に平成29年度以降、多様な材料応用を目指した3D造形技術及び多様な機能を実現する接合・表面処理技術等からなる機能性付加技術への重点化を行った。

表 3-191 革新的生産・製造技術の研究開発体制

研究責任者	白瀬 敬一 神戸大学大学院工学研究科教授 武藤 浩行 豊橋技術科学大学総合教育院(電気・電子情報工学系(兼))教授 國枝 正典 東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻教授 丸尾 昭二 横浜国立大学大学院工学研究院教授 秦 誠一 名古屋大学大学院工学研究科教授 平原 英俊 岩手大学工学研究科教授 青山 英樹 慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科教授 林 良祐 TOTO 株式会社取締役常務執行役員 古川 英光 山形大学大学院理工学研究科教授 阿尻 雅文 東北大学原子分子材料科学高等研究機構教授 塚本 雅裕 大阪大学接合科学研究所教授 梅田 実 長岡技術科学大学大学院工学研究科教授 三浦 清貴 京都大学大学院工学研究科教授
研究開発実施機関 (計 68 機関)	神戸大学、ソフトキューブ株式会社、キタムラ機械株式会社、豊橋技術科学大学、岐阜県セラミックス研究所、東京大学、東京農工大学、静岡理工科大学、株式会社放電精密加工研究所、関東学院大学、豊田工業大学、株式会社牧野フライス製作所、株式会社アクリテック、横浜国立大学、神奈川県立産業技術総合研究所、一般社団法人日本機械学会、名古屋大学、福井大学、ファインバイオメディカル有限会社、岩手大学、岩手県工業技術センター、株式会社いおう化学研究所、アルプス電気株式会社、慶應義塾大学、東京工業大学、中村留精密工業株式会社、株式会社ニコン、株式会社ピーマック・ジャパン、TOTO 株式会社、日本ガイシ株式会社、日本特殊陶業株式会社、株式会社ノリタケカンパニーリミテド、産業技術総合研究所、大阪大学、一般財団法人ファインセラミックスセンター、九州大学、東北大学、山形大学、JSR 株式会社、サンアロー株式会社、株式会社ディライトマター、DIC 株式会社、日産自動車株式会社、東芝テック株式会社、パナソニック株式会社、クラレノリタケデンタル株式会社、首都大学東京、京都大学、産業技術総合研究所(中部センター)、日本ファインセラミックス株式会社、法政大学、日本原子力研究開発機構、大阪富士工業株式会社、株式会社村谷機械製作所、石川県工業試験場、古河電気工業株式会社、山陽特殊製鋼株式会社、長岡技術科学大学、長岡電子株式会社、上越工業株式会社、株式会社中津山熱処理、日本メッキ工業株式会社、株式会社小西鍍金、アイテック株式会社、日本電気硝子株式会社、石塚硝子株式会社、工学院大学、株式会社五鈴精工硝子

3) 研究開発項目(A)と研究開発項目(B)を一体として実施する研究開発

カスタムインプラントや義足、ランニングシューズ等を開発のマイルストーンとして、設計から製造に関わるツールや技術を開発した。

表 3-192 研究開発項目(A)と研究開発項目(B)を一体として実施する研究開発体制

研究責任者	坂本 二郎 金沢大学理工研究域機械工学系教授 鈴木 芳子 株式会社ファーマサイエンス代表取締役社長 田中 敏宏 大阪大学大学院工学研究科教授 新野 俊樹 東京大学生産技術研究所教授 貝原 俊也 神戸大学システム情報学研究科 武田 行生 東京工業大学大学院理工学研究科教授
研究開発実施機関 (計 41 機関)	金沢大学、石川県工業試験場、京都試作センター株式会社、京都工芸繊維大学、株式会社ファーマサイエンス、大阪大学、パナソニック株式会社、大阪産業技術研究所、帝人ナカシマメディカル株式会社、川崎重工業株式会社、有限会社北須磨動物病院、京都大学、東京大学、大阪府立大学、東京都立産業技術研究センター、アспект株式会社、一般財団法人製造科学技術センター、株式会社エリジオン、神戸大学、兵庫県立工業技術センター、産業技術総合研究所、株式会社神戸工業試験場、バンドー化学株式会社、住友ゴム工業株式会社、株式会社アシックス、シバタ工業株式会社、天満サプ化工株式会社、東京工業大学、公益財団法人大田区産業振興協会、日本空港ビルデング株式会社、あずさ監査法人、東京医科歯科大学、株式会社マテリアル、株式会社小野電機製作所、三益工業株式会社、有限会社安久工機、株式会社川淵機械技術研究所、日邦電機株式会社、株式会社ヤマショウ、シマフジ電気株式会社、睦化工株式会社

4) 上記研究開発項目(A), (B)に共通する事項：イノベーションスタイルの実証・実践

1)～3)の研究開発成果を実際のものづくりへ適用し、研究開発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、一連の試行錯誤を繰り返す仕組みを実践した。

本課題全体について、共通するノウハウや課題を抽出・ドキュメント化することで、地方の中小・中堅企業が高付加価値製品開発を目指す際の道しるべとして産業界に公開した。さらに、研究開発の成果を実用化・事業化し、市場展開していくまでのストーリーの検討を行うことで、モデルケースや仕組みを構築し、広く横展開した。また、本課題においては、研究実施者間での情報共有・連携等を行いながら研究開発を実施した。



図 3-131 革新的設計生産技術の狙い

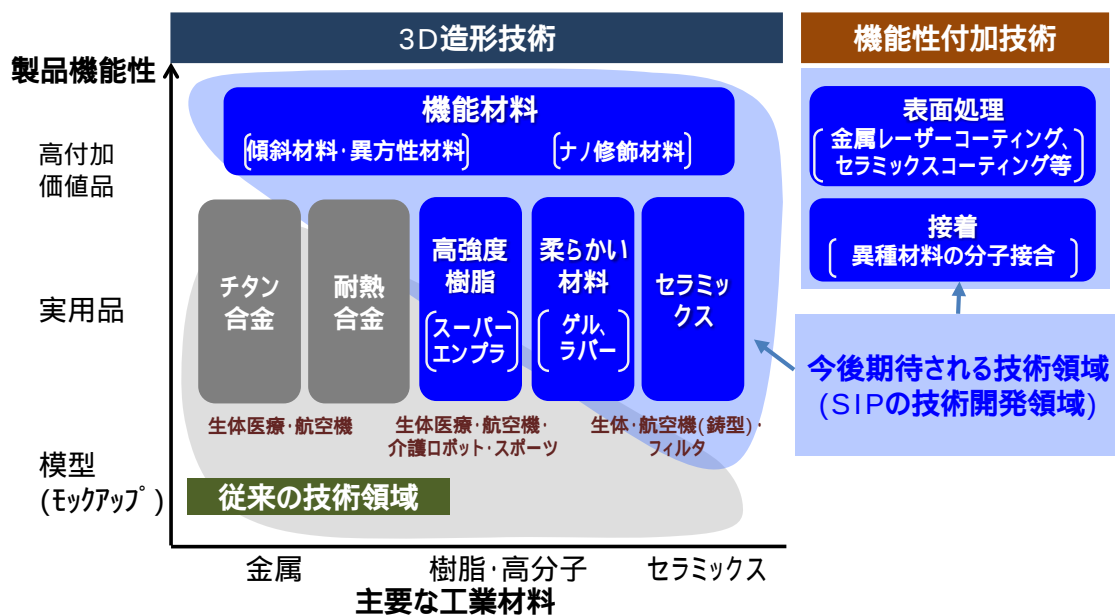


図 3-132 革新的生産・製造技術の位置づけ

(5) 研究開発テーマと各省庁施策との連関図

本課題の研究開発テーマと各省庁施策との連関図を図 3-133 に示す。なお、本課題での3D造形技術の領域については、経済産業省を中心に推進される金属や樹脂材料を対象とした基盤的技術領域とは役割を分けて、高分子やセラミック材料を対象とした社会実装と高付加価値化への取り組みを推進した。

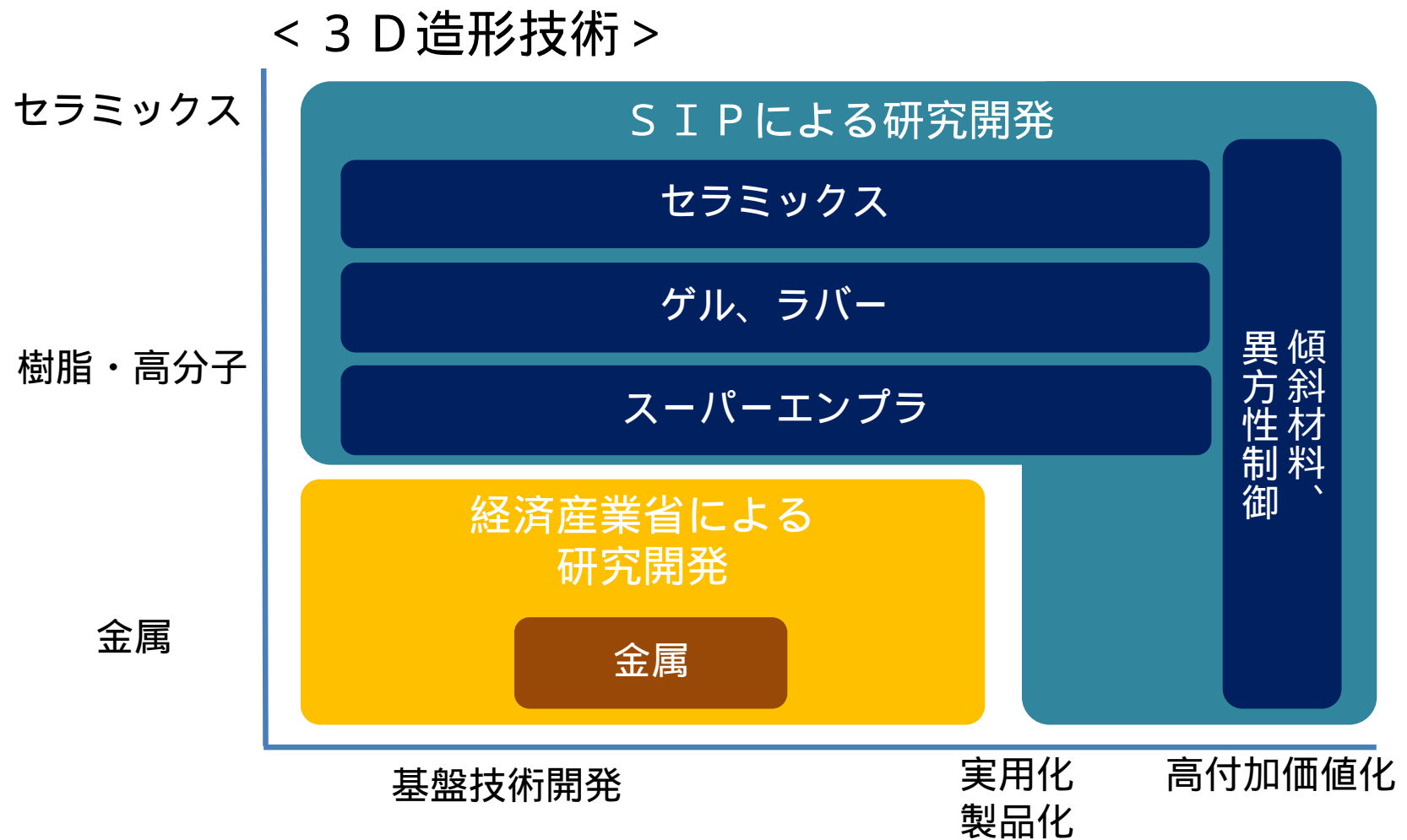


図 3-133 革新的設計生産技術の研究開発テーマ及び各省庁施策との連関図（3D 造形技術領域）

(6) 出口戦略

地域の企業や個人が持つアイデアや技術・ノウハウを活かした新たなものづくりスタイルを確立することにより、我が国のものづくり産業の競争力強化を目指す。本課題で提案するものづくりスタイルとは、設計や生産・製造に関する革新的な技術を開発することで、企業・個人ユーザーのニーズに迅速に応えた高付加価値な製品の設計・製造を可能とする。さらに、ものづくりに関わる多様な領域のプレーヤーをつなぐ拠点（ネットワーク）を形成することで、地域の企業のノウハウや個人の持つアイデアを活用した、新たなものづくり技術の確立を実証する。そして、新たに確立するスタイルを広く普及・展開することで、地域発のイノベーションを実現し、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。

1) 研究開発成果のツール化

デライトなものづくりの取り組みとして、企業及び個人のニーズアイデア段階からスタートして、高付加価値なものづくりに効果的につなげるための設計・生産技術に注力する。特に実用化の観点で、開発技術をツールとして活用可能な段階を目指す。開発ツールの実用化・事業化形態は販売サービス型、活用の場構築型、技術指導・交流型の3つに定めて推進する。

革新的技術に意欲的な地域企業が、本プログラムの研究開発成果を活用して新事業を生み出す好事例を創出していく。これを全国に横展開することで、大企業を含めた我が国全体のものづくり産業の革新を図り、迅速な新産業創生へ結びつける。

東京オリンピック・パラリンピックが開催される2020年に向けて、特徴ある商品化を図り、我が国のものづくり技術の優位性を発信する。

デライトなものづくりの取り組みとして、本プログラムでは、高付加価値なものづくりに効果的につなげるための設計支援技術、生産製造技術に注力する。特に実用化の観点から、技術をツールとして活用できる段階にする。開発ツールの実用化・事業化形態を販売サービス型、活用の場構築型、技術指導・交流型の3つに定め、プログラムを推進する。さらに、製造装置の汎用性向上を目的として、現場データ利活用による製造パラメータ設定の省力化の取り組みを幾つかのテーマで行う中で、我が国のものづくりの国際競争力強化の観点から、データ利活用における技術の有用性やオープン・アンド・クローズ戦略を明確化する。

2) 高付加価値製品を生み出す仕組みの構築

企業やユーザーが本課題で開発したツールを利用可能とする場を構築し、中小・中堅企業への普及、新産業創出を目指す。ツール利用の場における好事例を収集し分析して得られた高付加価値製品創生の方式を「イノベーションスタイル」として公開する。イノベーションスタイルやツール利用の場といった仕組みの提供を通じて、事業化の好事例を他のものづくり技術領域や製品分野へ展開・普及させる。これにより、地方発のイノベーションの促進、我が国の産業競争力強化、高付加価値製品の創生を目指す。また、公的研究開発機関への導入等により成果普及活動を強化する。

本プログラムで採択する各研究開発テーマ間の連携を促進するため、クラウド技術等を活用したITシステムの構築、交流イベントの実施、展示会・コンテスト等への

参加、PD 等のマネジメントによる研究開発成果の研究実施者間での受渡しや共同研究への発展可能性の検討等を行う。特に 2018 年は最終年度であることを踏まえて、産学官の密な連携促進を目指し、プログラム全体で国際展示会への出展を行うほか、地域ものづくりクラスターや、既に商用サービスを実施しているものづくりプラットフォームとの連携によるものづくりコンテスト等、技術を広く一般に普及させるための PR 活動 を実施する。

本プログラムで開発する革新的設計生産技術について、先行開発・先行実装が可能な企業・大学・公的研究開発機関等へ結びつけるための活動を行う。特に、革新的技術に意欲的な地域企業が容易に情報にアクセス可能な仕組みを構築する。特に 2018 年は最終年度であることを踏まえ、ツール/技術にワンストップアクセス可能な Web ポータルと、ツール/技術を設置した活用場から構成される、成果の普及展開の仕組みとしての「SIP ものづくりネットワーク」を試行・改善し、SIP 終了後の維持・拡充に向けた人員確保や運用コスト等も考慮した仕組みの構築を目指す。

研究開発成果を共通基盤技術として、公的研究開発機関等の地域の共有施設へ導入する。

中小企業向けの技術入門教科書、e-ラーニングの整備等を行う。

研究開発成果を具体的な製品や商品として国内外の市場に展開していくために、研究開発段階から事業化シナリオについて調査・検討を行い、方式としてとりまとめた産業界に公開する。また、成果であるツール/技術において、これまでの企業でのテストユースで確認できた効果を、中堅・中小企業が自社の製品に活用可能かを判断できるように開示する。

(7) 分析フレーム（ロジックツリー）

評価に際して、研究開発活動がもたらす直接的な研究成果と、現在・将来の波及効果について、平成 30 年度研究開発計画からロジックツリーにより整理を行った結果を図 3-134 に示す。

本課題では、多岐にわたる要素技術の開発を含むとともに、同様に多岐にわたる応用先（ヘルスケア、先端産業等）市場を想定した。特に、ものづくりに関わるツールを開発し、グローバルトップ市場の創出、ひいては我が国の産業競争力の強化を目指した。さらに、市場に近い企業等から得られるフィードバックを大学における基礎研究反映し、一気通貫型でビジネス構築にまで至るプロセスを実践することと、それを地域の単位で特色を生かしたものとして示すことで、我が国の地域活性化を目指した。

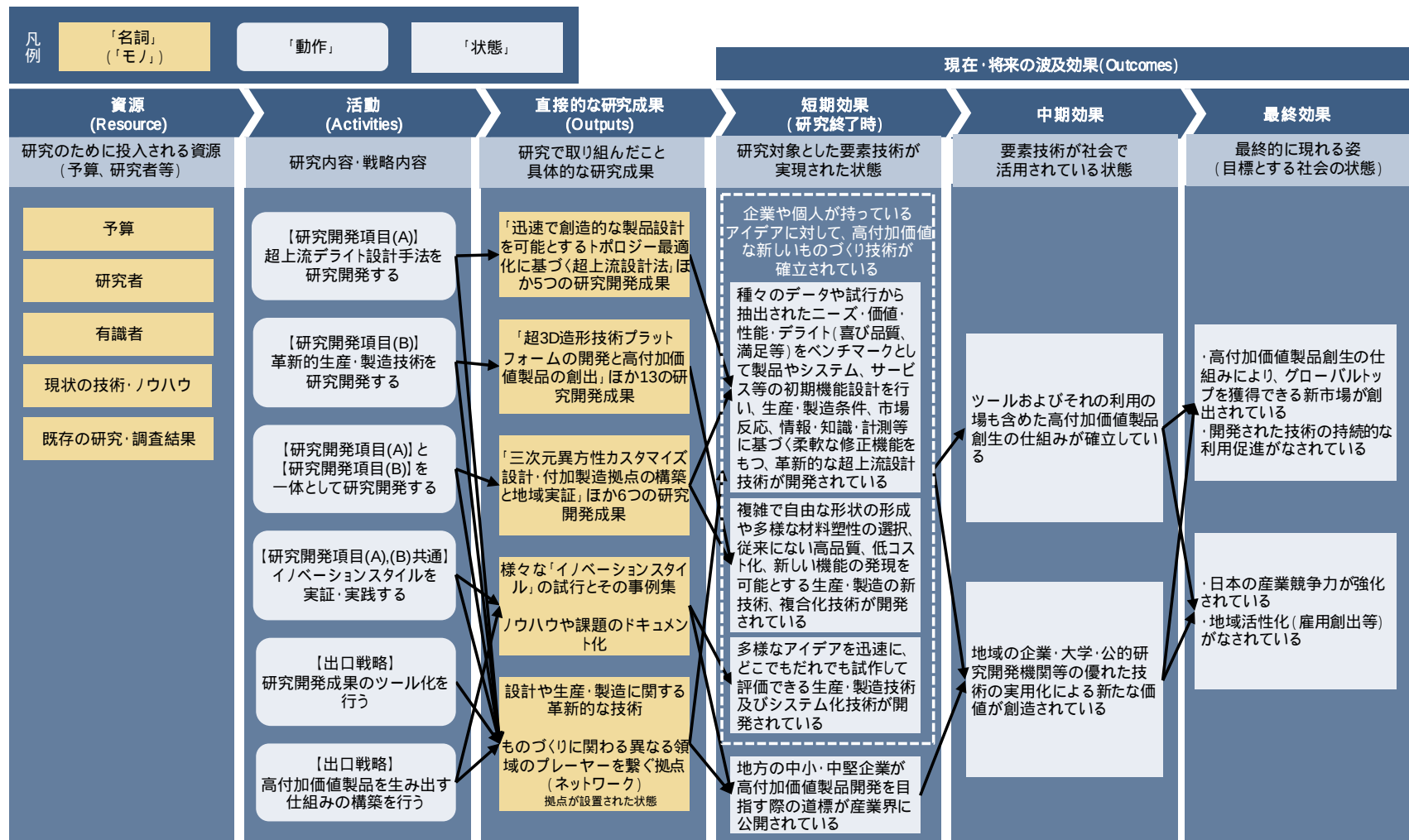


図 3-134 革新的設計生産技術のロジックツリー

(出典) 平成 30 年度研究開発計画を基に作成

3.10.2 評価

(1) 意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性

ベテラン技術者のリタイアが進む中、我が国ものづくり企業における設計・生産の現場力の相対的低下に対する危機感は、産業界各所で叫ばれるところである。ともすれば、技術者が最先端のものづくり基盤技術の本質を理解することなく、外注業者に丸投げしてしまうような現実も垣間見られるといわれている。そうした中、ものづくりの旗を掲げた課題をSIPで取り上げることにより、国内各地域に特徴ある技術拠点を設置して、更なる開発進展と普及につながる素地を築いたこと、さらには国としての当領域への注力を設計技術と生産技術の開発者に示すことにも、意義があった。

特に、以下のような観点での本課題の意義はあったといえる。

- Ⅰ 産学連携
- Ⅰ 地方創生・地域資源
- Ⅰ 基礎研究から応用・事業化までの一気通貫型の研究

1) 産学官連携・府省間連携

本課題では、技術の実用化及び普及の推進を目的として、産学連携を行った。本課題が目指した開発対象は、様々な連携により初めて成立する技術が多く含まれ、従来の枠組みではできなかった技術連携により、「よりよい成果への効率的なブラッシュアップ」や「潜在的で気づかなかった、より高付加価値なニーズの発掘」等の効果をもたらした。

2) 地方創生・地域資源

SIP 終了後に本課題成果の継続活用を可能とする場（以下「活用の場」）として、公設試験研究機関（以下「公設試」）等の 8 拠点に、本課題にて開発した技術（3D 造形技術等）の導入を行った。

これらの活用の場は、今後、地場の技術を高めて根付かせるための活動と、企業と公設試等との人的交流の場として有効に活用していくこととなる。

3) 基礎研究から応用・事業化までの一気通貫型の研究

早期にユーザーが参画するという新しい仕組みを取り入れることにより、基礎研究に近い領域から応用・事業化までを一気通貫で、システム全体を踏まえた研究を行うことが可能となった。研究実施者は、多様なユーザー（SIP 参加企業だけでなく、共同研究やコンソーシアム等を通じて SIP の成果を活用する企業を含む）との協業により、新ニーズの発掘とテストユースを繰り返すことで、技術の実用化を推進した。また、出口の一つとして地方創生を意識し、大学でのツール／技術開発、地域公設試へのツール／技術設置と企業への普及展開という実用化シナリオの推進を行った。



図 3-135 イノベーションスタイル実現に向けた研究チーム体制構築

(2) 目標・計画・戦略の妥当性

1) 意義や目的からの目標・計画・戦略の立て方の難しさ

本課題は、Society 5.0 におけるものづくりに関わる課題（革新的ものづくり技術）を担うものであった。SIP という大規模な国家プロジェクトにおいて「ものづくり」という旗を立て、新しいものづくりスタイルを具現化するという意義に対して、研究開発テーマに示されている「デライトなものづくり」「デライト設計」というコンセプトが打ち出された。これは、「設計」と「生産」というものづくりの 2 大要素に大きくテーマ群を分類した上で、コンセプトに合致させるべくテーマ間の連携を図る計画であったところ、成果は生み出されたものの、十分な実現には至らなかった。

このような結果に至った原因としては、課題実施期間中の目標・計画・戦略の設定のみに帰すべきものではなく、課題の設定段階からの検討過程も含めて見る必要がある。本課題が課題候補として検討されていた平成 25 年度時点では、本課題は、地域資源分野の課題としての役割を帯びつつ、時間的制約や地理的・空間的制約を打破する可能性のある技術の行動化・実用化と「新たなものづくり」のスタイルを確立して製造業の競争力を維持するという、複数かつ広範な設定がなされていた¹²⁷。そのため、焦点を絞った研究開発テーマの設定、並びにそれらテーマ間の論理的なつながりや前後関係を一貫通貫で構成することが容易ではなかったと考えられる。以降、事前評価を経て研究開発を開始し、毎年度末評価により 3 年目、4 年目でテーマが厳選されるに至ったが、より早い段階での絞り込み、あるいは挑戦的要素が大きいテーマはフィージビリティスタディーとして開始した上で適時拡大する、ということも検討すべきであった。研究開発のスタート時点で、課題の総体としての達成目標及び社会実装後の姿を十分に検討した上で、描出したビジョンを研究開発計画に盛り込み、メンバーで共有する必要があったといえる。

現に本課題の課題評価インタビュー調査では、「技術達成目標等が適切に設定されていなかった」という意見を多く得られた。加えて、課題評価アンケート調査（研究責任者向け）にて、期間中のアウトプット目標が「適切に設定されていたとは全く思わない」という回答

¹²⁷ 総合科学技術会議（第 114 回）資料 1-5 「戦略的イノベーション創造プログラムの枠組みと課題候補について」（平成 25 年 9 月 13 日）

があったのが、SIP では本課題のみであったことは教訓である。

2) 24 テーマから 12 テーマへの絞り込み

SIP 開始当初は、「ものづくり」という産業横断的なテーマと「地方創生」「地域資源」という地域横断的なテーマを併せた課題として幅広い内容を包含する形でスタートしたことに加え、“デライトものづくり”“デライト設計（とそれを現物化する生産）”というキーコンセプトが不明確で、十分共有・共通化しきれなかったと考えられる。さらに、全体コンセプトを完成させる上で各テーマが担う役割・機能やテーマ同士の関係性等を明確にしきれていなかった。

このため、5 年間の実施期間中に、課題全体として SIP 終了時点で最大限の成果創出が可能となる形を検討し、GB 等からのアドバイスも踏まえ、PD の判断によるテーマの厳選（改廃）を 2 度実施した（表 3-193）。ただし、研究の内容、意義や当初の目標・計画・戦略への適合度だけではなく、テーマ個別のアウトプット創出に向けた方向性の明確さに基づいて選別¹²⁸することになってしまった可能性がある。結果として、SIP 開始時点で既に一定水準以上の研究開発が進行していて成果を見だしやすい、あるいは、参画企業等の既存の製品・事業に近い等、成果創出に至るまでの事前準備 が整っていた「生産」技術に分類されるテーマ群（特に 3D 造形技術、機能性付加技術）を残して、「設計」技術に係るテーマ群の多くを中止する形となった。

表 3-193 予算と研究開発テーマ数の変遷

年度	H26	H27	H28	H29	H30
予算(億円)	25.5	25.76	21.9	10.0	8.0
推進テーマ数	24	24	18[21]	12	12
(成果まとめのみ実施)			(6)	(6)	

¹²⁸ 選別の結果として、材料分野に近いテーマが継続することになった。材料分野は我が国が強い領域とされており、そこを育成することには意義があったといえる半面、もとより産業として利幅が薄いとの意見もある。よって、仮に設計領域を継続して取り組むことができていた場合と比べると波及効果は限られてしまう、との意見もあった。

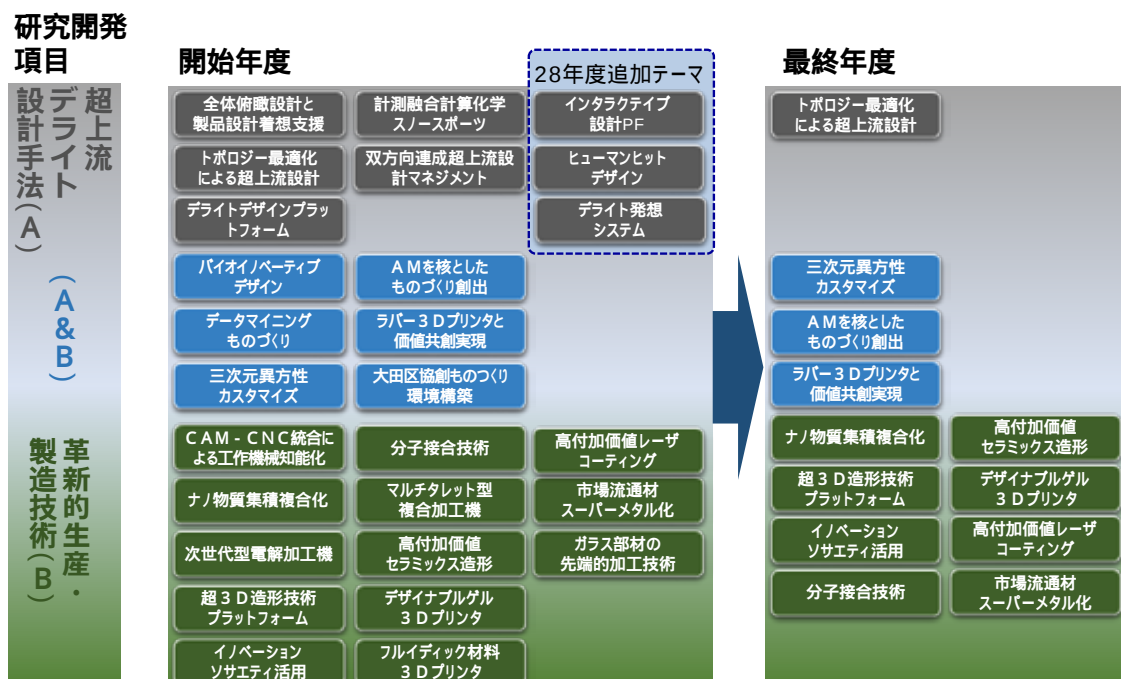


図 3-136 研究開発項目に対して推進した研究開発テーマの変遷

このように至った背景として、本課題が対象とする「設計」「生産」という2つの技術の違いがある。

すなわち、「生産」に関わるテーマ群においては、物理的なものを形にする技術であり、「ベースとなる既存技術をどこまで高めるか」という尺度で測る（評価する）ことが可能であったため、アウトプットの方向性を明確にしやすかったといえる。

これに対して、「設計」に分類されるテーマ群の多くは、ここで研究開発計画を変更する方針に舵を切っても5年目に成果を出すことが困難と判断されたため、期間中でのテーマ改廃の対象となった。その要因としては3点挙げられる。

- Ⅰ 当初掲げられた“デライト”のコンセプト・方向性は魅力的であり、多くの研究者から賛同を得ていた半面、これまでの世の中になかった全く新しいものづくりスタイルで新たな製品等を生み出すというチャレンジングなものであり、また、解釈が人によって大きく異なって集約・一本化することが困難であった。
- Ⅰ （物理的なものを形にする製造技術に対して）設計技術は想像したものを創造するプロセスであり、作るものを決めるという目に見えない（客観的にわからない）技術ゆえ、一般的に明確な客観的測定（評価）指標を設けにくい。
- Ⅰ 結果的に明らかになった点であるが、設計領域は企業にとって競争領域に該当するため、国家プロジェクトとしての取り組みにリソースを提供するモチベーションが働きにくい。

課題評価アンケート調査（研究責任者向け）の結果を見ても、アウトプット目標を達成するための研究開発テーマが体系的に整理されていたかという問いに対し「あまりそう思わない」「全くそう思わない」という回答が25%あった。このことから、適切でなかったという自己評価があった、あるいはテーマ厳選に伴う研究実施者の困惑があったことが推察さ

れる。

(3) 課題のマネジメント（適切なマネジメントがなされているか。）

本課題では、所属学会や業界が異なり SIP なくしては一般的に関わることがなかったと考えられる研究開発テーマ間で相互交流が生まれたことが象徴的であった。加えて、当初数多く（24）のテーマでスタートした後に、期間中にテーマ厳選を経て、5名のサブPDが担うことになった役割は特徴あるものとなった。テーマ厳選後は、課題自体が当初目指したものとは異なる姿になったものの、マネジメントの工夫によって、評価できるアウトプット・アウトカムに結びつけられたといえる。

1) テストコース推進を可能とする体制構築

基礎から技術の社会実装までを一気通貫で実現させるべく、また、所管府省の境界領域を融合・補完する機能を担うべく、それぞれの研究開発において、産学官にまたがる複数の機関を必ず含む体制を整備した。特に、文部科学省と経済産業省がそれぞれ所管するテーマを SIP において効果的につなぐ体制が試行された。

2) クラスタ会議による横のつながり

研究実施者相互の横のつながりを生み、創発的な意見交換を行う場として、地域や研究内容の近いテーマを集めて研究内容を発表・共有し合うクラスタ会議が設けられた。他のテーマの専門的な内容を知ることのでられる気付きや自身の研究への反映する観点から、実施者間でのクラスタ会議を高く評価する意見が研究実施者からあったが、テーマの厳選を経て、期間中に本会議の開催は終了した。

3) PD とサブPDの役割分担

SIP 実施当初（平成 26 年度～平成 28 年度前半）は、PD が全てのテーマの進捗管理や指示を行っていたが、非常に幅広い分野・地域にまたがっていたことから進捗把握や修正指示には限界があり、実用化や地方創生への取り組みが十分に行えない面があった。そこで、テーマ厳選と並行して、後半（平成 28 年度後半～平成 30）年度にかけて体制の見直しを行った。具体的には、PD の下に 5 名のサブPDを置き、アドバイザー及び研究開発テーマ担当という 2 つの役割を分担させる形へとマネジメント体制を変更した。これにより、サブPD がテーマを分担してサポートする形となった。

研究開発テーマ担当サブPDは、実際に拠点を訪問し、各研究開発テーマ実施者と直接に、密にコミュニケーションをとって実行を促した。研究実施者は、PD との直接的なやり取りは減ったものの、研究内容を深く知るサブPDとの密な相談が可能となり、方向性の共有とアドバイスを通して実務遂行を円滑化した。研究実施者からは、このことが成果創出の大きな助けとなったとの声があがっている。

4) 管理法人の役割の明確化の必要性

管理法人については、役割と責任をより明確化する必要があったと考えられる。研究実施者にとって、契約の相手方はあくまでも管理法人であって PD やサブPDではなかった。そ

のため、サブ PD による各テーマへのアドバイスどおりには必ずしも動けなかった面がある。一方で管理法人である NEDO も、一般の NEDO プロジェクトで慣れた進め方とは異なる SIP に初めて関わるに際し、事務手続きに徹するべきか、あるいは、内容面にも踏み込むべきか、関与の仕方に戸惑いが見られた。

5) 研究実施者と評価側の情報共有の重要性

SIP 期間中の予算削減については、各テーマの実施内容、及び費用の必要性、妥当性等踏み込んだ確認が適切に実施されていたものの、決定がなされて初めて研究実施者に通知されていた。研究実施者からすると、確認の過程でその内容や方向性を相談されることがなかった(完全にトップダウンであった)ため、仮に体制や研究開発内容で改善の余地があったとしても対応のしようがなかったとの意見もあった。

(4) 直接的な研究成果 (アウトプット)

ベンチマークにより世界初・世界トップレベルと考えられる様々な要素技術の誕生は SIP があったからこそ実現したものであり、高く評価すべきである。ただし、府省連携が進み、民間や大学等と等しく国研も研究実施者として力を発揮するという SIP のあるべき姿から見た場合、研究機関や企業をつなぐ役割を担ったというより、既につながっている主体に対して呼び水となる資金を投入することでアウトプットとなる成果水準を引き上げたとみる意見があった。

研究開発活動で得られた直接的な研究成果 (アウトプット) は以下である。

1) 目標の全般的な達成状況

企業や個人が持っているアイデアに対して、高付加価値な新しいものづくり技術を確立することを技術的な目標とした。なお、様々な地域において先端的に実証することで、新たな課題や価値を抽出し改良を行うなど、効果的な研究開発を行った。

3 つの研究開発項目に対する達成状況は以下のとおりである。

- ┆ 研究開発項目(A)：超上流デライト設計手法の研究開発
最適構造から CAD モデルを生成する形状変換モジュールの開発が完了し、「トポロジー最適化」の実装を完了した。
- ┆ 研究開発項目(B)：革新的生産・製造技術の研究開発
高強度デザイナブルゲル及びゲル 3D プリンタを開発した。山形大学に利用拠点を設置し、同大学発ベンチャーである「株式会社ディライトマター」を発足させた。マルチビーム式直噴型レーザーコーティング技術を開発した。
- ┆ 研究開発項目(A)と研究開発項目(B)を一体として実施する研究開発
ラバー 3D プリンタ及び個人向けシューズ設計ツールの活用によるカスタムランニングシューズ等を企業が試作した実証事例を創出した。
- ┆ 研究開発項目(A)及び(B)共通事項：イノベーションスタイルの実証・実践
本課題を通し、多様なユーザーとのプロトタイピングによる、基礎から応用まで一貫通貫した技術実用化の推進プロセスを実証した。また、研究開発プロセスに共通するノウハウや課題を抽出、ドキュメント化し、地方の中小・中堅企業が高付加価値

値製品開発を目指す際の道しるべとして産業界に公開する「SIP ものづくりネットワーク」を構築した。

本課題全体として定量的に設定された大きな目標は「SIP 終了後に向けた成果の実用化」である。ここでは件数を指標とされており、達成に至った。研究成果は以下のとおりである。

- Ⅰ 成果であるツール／技術の数 ： 30 件（目標 30 件）
- Ⅰ 実用化レベルのツールの数 ： 18 件（目標 15 件）
 販売・サービスや活用場を通じて一般利用者が使えるツール／技術の数
- Ⅰ 活用事例の数 ： 47 件（目標 15 件）
 テストユースにて実際の製品開発に活用の可能性大となった事例数

さらに、「普及展開に向けた PR の強化」という目標に関しては、事業化シナリオとしてのイノベーションスタイルの公開、展示会への出展やアイデアソンの開催という形で達成されている。

2) 対象とした産業と技術

アウトプットを概観すると、ヘルスケア産業と先端産業をターゲットとして、高付加価値なものづくりを実現する製造技術の開発と実用化に至ったといえる。また、技術としては機能性付加技術と、そのような製造技術と連携するツールの開発に収斂させた。最終年度まで継続した 12 テーマによる、事業化・商品／製品化、普及展開に結びつけるアウトプットとして、「やわらか、テーラーメイドものづくりに向けた新しい材料の 3D 造形技術」から 4 例、「新しい製造プロセスや超微細、新機能等高付加価値な 3D 造形技術」から 4 例、「高機能コーディング、接着等の機能性付加技術」から 4 例、「製造技術と連携したテーラーメイドものづくりツールや最適設計ツール」から 4 例の計 16 例が挙げられる。



図 3-137 やわらか、テーラーメイドものづくりに向けた新しい材料の3D造形技術



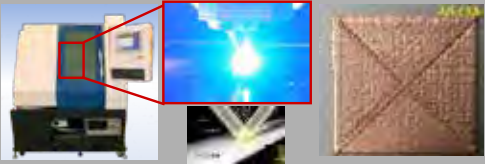
図 3-138 新しい製造プロセスや超微細、新機能等高付加価値な3D造形技術

研究開発項目(B)
「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」

世界初 事業化予定

マルチビーム式直噴型レーザーコーティング

青色レーザーにより、従来難しかった純銅の被膜を実現



村谷機械製作所が製品化予定(2019年4月)

研究開発項目(B)
「分子接合技術による革新的ものづくり製造技術の研究開発」

分子接合技術

分子の化学結合により従来できなかった異種材料を接合



樹脂-金属接合
「高気密コネクター」

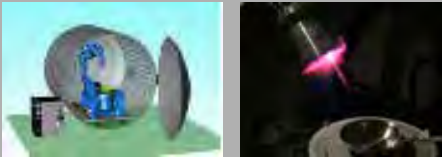
漆-金属接合
「タンブラー」

活用の場：岩手大/岩手県工技セが普及展開

研究開発項目(B)
「高付加価値セラミックス造形技術の開発」

ハイブリッドセラミックコーティング技術

相手を選ばず表面を高硬度に高速セラミックコーティング



活用の場：産総研つくばが普及展開

研究開発項目(B)
「市場流通材のスーパーメタル化開発」

スーパーメタル化技術

オリジナル表面処理により安価な市場流通材を高機能化

高耐摩耗化	高耐食化	高摺動化
浸硫酸化後に繰り返し窒化を実施	SUS材への窒素熱処理	ナノダイヤモンドを分散させためっき
		
金型磨耗が改善	炭素セパレータと同等の高耐食性	クロムフリーで耐摩耗性はクロムめっきの2倍以上

長岡技科大が新潟の公設試と連携し普及展開

図 3-139 高機能コーティング、接着等の機能性付加技術

研究開発項目(A)と研究開発項目(B)を一体として実施する研究開発
「Additive Manufacturingを核とした新しいものづくり創出の研究開発」

スーパーエンブラ 3Dプリンタと連携 事業化予定

義足ソケット用CADシステム

・技能者の作業時間を1/3 1/4に削減できる、ベテラン装具士のノウハウを組み込んだ、**新たなテーラーメイドCADシステム**

東京パラでの実走入賞をめざし、東大で継続改良



競技用義足

エリジオン社が事業化予定

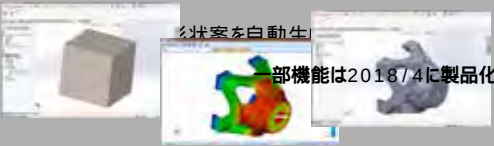
研究開発項目(A)
「迅速で創造的な製品設計を可能とするトポロジー最適化に基づく超上流設計法の開発」

3Dプリンタと連携 事業化予定

形状構想設計システム(トポロジー最適化)

形状案を自動生成

一部機能は2018/4に製品化済



くいと社が製品化予定

研究開発項目(A)と研究開発項目(B)を一体として実施する研究開発
「リアクティブ3Dプリンタによるテーラーメイドラバー製品の設計生産と社会的な価値共創に関する研究開発」

ラバー 3Dプリンタと連携

個人適応設計支援ツール(シューズの例)

・スマートフォンを用いて、個人に最適化されたシューズの設計を行う**新たなコンセプトのテーラーメイド設計ツール**

寸法測定 → 可視化 → ストア

スマホ写真から足寸法計測 → 足モデルや筋骨格表示 → 「嗜好や用途」「足形」「走行タイプ」等から最適なシューズをナビゲート → デジタルソール設計 → デジタル足モデル → スマートファクトリー → スマホに価格、納期を連絡

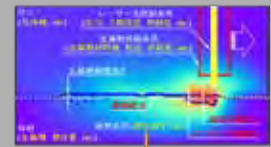
活用：兵庫県立工業技術センターが普及展開

研究開発項目(A)と研究開発項目(B)を一体として実施する研究開発
「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」

レーザーコーティングと連携

レーザーコーティングシミュレーションソフト

・レーザー照射から溶融・凝固過程までの複雑物理を一気通貫評価する**世界トップレベルの実用的シミュレーションソフト**



レーザー照射条件最適化

(条件空間の可視化)

原研がクラウド計算環境を提供

図 3-140 製造技術と連携したテーラーメイドものづくりツールや最適設計ツール

3) ワンストップ Web ポータルの公開

SIP で得られた成果に関する情報に到達可能な Web ポータルを公開した (<http://www.sip-monozukuri.jp/>)。これにより、SIP 終了後の維持、拡充に向けた仕組みの構築を目指したものである。運用維持を可能とする体制を SIP 期間中に鋭意検討の上、終了後 5 年間は維持される。



図 3-141 ワンストップ Web ポータル

(出典) SIP 「革新的設計生産技術」(平成 31 年 1 月閲覧) <<http://www.sip-monozukuri.jp/>>を基に作成

4) 情報発信

本課題の情報発信活動として、平成 30 年度に開催したシンポジウムを表 3-194 に示す。

表 3-194 革新的設計生産技術に関する情報発信 (平成 30 年度のシンポジウム)

年月日	名称	主催等	概要
平成 31 年 1 月 30 日	SIP 革新的設計生産技術 公開シンポジウム 2019	内閣府 NEDO	研究成果の外部ユーザーによる試用の最新状況、活用する場や仕組み、課題終了後の運営を踏まえた取組を紹介するとともに、意見交換を行う。

これらシンポジウム以外にも研究内容や成果について、各種イベント等を通じて積極的な PR が行われた。一例として次のような活動を実施した。

a JIMTOF 2018、EMO Hannover への出展

マルチビーム式レーザーコーティング加工ヘッドは、計画を前倒して製品化を実現し、SIP 期間開始後ほどなくして日本国際工作機械見本市 (JIMTOF) (平成 28 年 11 月 17 日から 22 日に開催) におけるヤマザキマザック株式会社の目玉商材として出展された。同様に海外展示会では、平成 29 年 9 月 18 日から 23 日にかけてドイツで開催された EMO Hannover (工作機械の国際見本市) 2017 にも出展された。

b nano tech 2019 への出展

平成 31 年 1 月 30 から 2 月 1 日に開催の nano tech (国際ナノテクノロジー総合展・技

術会議) 2019 への出展を行った。開発した製造装置や設計ツールのデモ展示、成果を活用したテストケース事例の展示による PR を実施した。

c やわらか 3D ものづくりアイデアソン開催

柔らかい素材(ゲル、ラバー)の 3D 造形を題材に新製品・新サービスの検討を行うアイデアソンを開催した。これは東日本と西日本で 1 度ずつ開催され、平成 30 年 11 月に西日本の立命館大学(大阪府茨木市)、同年 12 月に東日本の山形大学(山形県米沢市)にて開催した。

5) 論文・知的財産

論文は全 612 件(うち査読あり 488 件)となっている。

表 3-195 革新的設計生産技術に関する論文数

		発表年					
		5 年合計					
		2014	2015	2016	2017	2018	
合計		612	19	115	158	169	151
	査読あり合計	488	18	84	134	136	116
	英文	374	13	56	114	102	89
	和文	113	5	28	20	34	26
	その他	1	0	0	0	0	1
	査読なし合計	124	1	31	24	33	35
	英文	1	1	0	0	0	0
	和文	123	0	31	24	33	35
	その他	0	0	0	0	0	0

(注 1) 平成 30 年 12 月末実績。発表年は年度ではなく暦年である。

(注 2) 「査読あり」については学術誌での発表論文以外に学会発表・予稿集等も一部含んでいるが、「査読なし」については学会発表・予稿集等は原則として除いている。

みなし取下げを除いた出願年度別の特許出願件数及び登録件数(ファミリー単位で集計)は表 3-196 のとおりである。平成 28(2016)年度に出願が集中しており、この年度に出願された特許のうち 3 件の国内特許は登録に至っている。中国、韓国を含む海外への出願も行われている。

表 3-196 革新的設計生産技術に関する特許数

		出願年度					
		5 年合計					
			2014	2015	2016	2017	2018
出願	合計	104	1	14	46	33	10
	国内のみ	75	1	11	22	32	9
	海外含む	29	0	3	24	1	1
	PCT	20	0	2	18	0	0
	米国	10	0	0	10	0	0
	欧州	9	0	1	8	0	0
	中国	14	0	1	13	0	0
	韓国	12	0	0	12	0	0
登録	日本	4	1	0	3	0	0
	米国	0	0	0	0	0	0
	英国	0	0	0	0	0	0
	ドイツ	0	0	0	0	0	0
	フランス	0	0	0	0	0	0
	中国	0	0	0	0	0	0
	韓国	0	0	0	0	0	0

(注) 平成 30 年 12 月末実績。みなし取下げを除いた出願年度別の特許出願件数及び登録件数をファミリー単位で集計。

(5) 現在・将来の波及効果 (アウトカム)

研究終了時である現時点の目標の達成状況と波及効果、将来 (短期・中期・最終) に期待できる波及効果については次のとおりである。

1) 目標の全般的な達成状況

産業面の目標として、ツール及びその利用の場も含めた高付加価値製品創生の仕組みの確立により、グローバルトップを獲得できる新市場の創出を目指すとともに、開発された技術の持続的な利用促進を目指した。

また、社会的目標として、地域の企業・大学・公的研究開発機関等の優れた技術を実用化につなげることで新たな価値創造を加速し、我が国の産業競争力を強化、かつ地域活性化 (雇用創出等) に資することを目標とした。

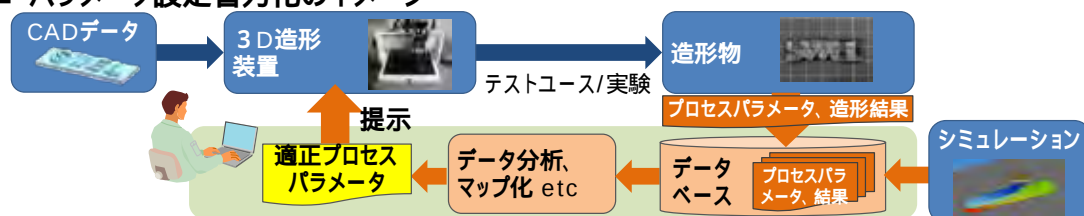
まず、本課題によって創出した世界初・世界トップレベルの様々な要素技術によって、ツールの事業化、ツール/技術を使った製品の事業化が進められている。また、「SIP 終了後の成果の持続的展開に向けた取り組みの強化」として、「活用の場」と「ワンストップ Web ポータル」を組み合わせた「SIP モノづくりネットワーク」を整備した。また、「データ活用における戦略の明確化」として、レーザーコーティング、金属 3D 造形異方性制御、ゲル 3D プリンタ、セラミックコーティングという 4 テーマにて有用性を確認し、オープン・アンド・クローズ戦略を立案した。

なお、本課題においては、技術流出を避けるため、設計・製造パラメータをツール/技術

に組み込むというクローズ戦略をとることとした。すなわち、標準化を行わないことで競争力の源泉とする方針としたものであり、標準化はアウトカムとして設定しないこととした。

3Dプリンタ等による造形において試行錯誤的に実施されているパラメータ設定の省力化により、一般のエンジニアが造形装置を使えるようにする

■ パラメータ設定省力化のイメージ



■ 自動化レベルと対象テーマ

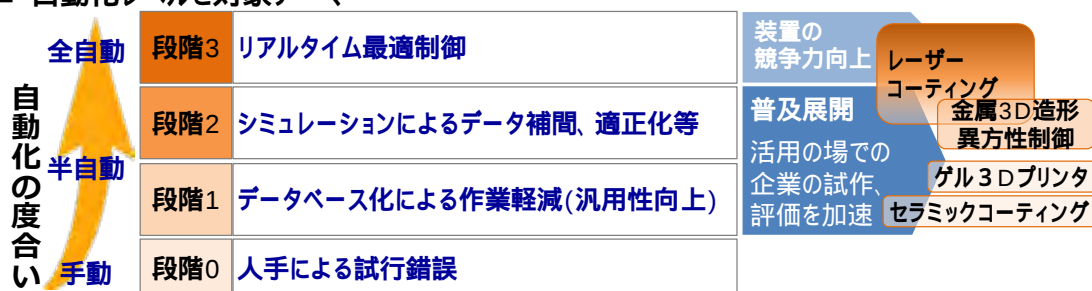


図 3-142 データ利活用における戦略の明確化

2) 製品化の実現

本研究開発の成果を利用して、様々な企業によって事業化が実現する見込みである。

表 3-197 研究開発成果からの事業化見込み（例）

分類	企業名	事業・製品（概要）
設計・生産ツール	株式会社村谷機械製作所	マルチビーム式直噴型レーザーコーティング装置
	アспект株式会社	スーパーエンジニアリングプラスチック用 3D プリンタ
	株式会社くいんと	形状構想設計システム
	株式会社ディライトマター	3D ゲルプリンタを用いたものづくり
	株式会社エリジオン	義足ソケット用 CAD システム
製品	株式会社アシックス	ランニングシューズ
	ファインバイオメディカル 有限会社	手術シミュレータ

（注）NEDO「成果報告書データベース」（https://www.nedo.go.jp/library/database_index.html）で閲覧可能。

3) 「地域資源」「地方創生」

本課題の意義として掲げられたとおり、地域・地方の観点からの「活用の場」8 拠点の設置がアウトカムとして挙げられる。

陶磁器産業の岐阜県、ラバー・ゴム産業の兵庫県といった、各地域で盛んな産業にかかわる技術について、各地の公設試を拠点化することにより、今後も展開を図っていくことを目指している。



図 3-143 地方に設置された技術活用の拠点（8 拠点）

各地ではコンソーシアムの設立によって地域の人的ネットワークの形成にも寄与している。

- Ⅰ 山形県：やわらか 3D 共創コンソーシアム
ゲル素材の 3D プリンティング技術に係る情報共有、人材育成、産業創出等を行う。
- Ⅰ 大阪府：先端獣医療コンソーシアム
様々な動物に対応したカスタマイズが必要となる獣医療分野で、難病の動物に医療デバイスを提供する。本コンソーシアムには実際に獣医師が参画している。

4) 成果蓄積・普及の仕組み（SIP ものづくりネットワーク）

前述のウェブサイトを利用して本課題の成果を蓄積・普及する仕組み(ワンストップ Web ポータル)に「活用の場」を組み合わせた成果普及の仕組み「SIP ものづくりネットワーク」を構築した。これは本課題が提供する共有・共通のプラットフォーム並びにデータベースとして、SIP 終了後にも民間企業等が本研究開発によって生まれた知見に自由にアプローチすることを可能とするものである。これを通じて新たな共同研究につながる等の更なる発展が見込める。

表 3-198 SIP モノづくりネットワークの提供機能

分類	提供機能
活用の場（8 拠点）	3D 造形技術、機能性付加技術、設計支援技術の提供、使用可能化
	ビジネスモデル拡充のアドバイス
ワンストップ Web ポータル	ツール／技術の情報
	活用の場の情報
	イノベーションスタイル
	ニーズ・シーズマッチング

5) 他の技術への波及効果、参画企業の拡大

a 青色半導体レーザー技術

大阪大学接合科学研究所のレーザーコーティング技術からは、青色レーザー技術や、金属線やコイルを 3D プリンティング¹²⁹で造形する技術等、様々なスピノフテクノロジーが生まれている。ここには日亜化学株式会社や株式会社島津製作所といった、SIP の予算投入がないにもかかわらず将来の事業化に向けて機会を積極的に捉えた、自主的に開発に参画する企業が現れた。

b 異方性を持つ 3D 造形技術

大阪大学工学研究科を中心として開発された異方性カスタマイズ技術は、今後、様々な領域への応用が見込まれている。例えば、獣医療分野での活用を通して技術と実績を蓄積した後、将来的には人の医療への応用が大いに期待される。また、実用化には至っていないものの、ある参画企業との協働により、超高温耐熱材料（タービンプレード）への適用に向けた基礎的な土台作りが完了している。さらに、本技術を用いることで高効率化が実現する冷熱デバイス（ペルチェ素子）により、別の参画企業が事業化を見込んでいる。

これ以外にも、SIP 自体には参画していない企業も含め 40 組織（研究機関、大企業のほか、地方創生の目的に合致する中小企業も含まれている）程度が、本テーマにかかわる共同研究へ参画しており、産学官連携が促進されている。

6) ベンチャー創出効果

山形大学発のベンチャー企業である「株式会社ディライトマター」が設立されている。同社は、ハイドロゲルをはじめとするソフトマテリアルの材料設計、デジタル設計から、3D ゲルプリンタを用いたものづくりと製品評価を行う。

¹²⁹ 3D プリンティング技術は、世界的には AM : Additive Manufacturing（付加製造）技術と呼ばれることが多い。

表 3-199 株式会社ディライトマター企業情報

設立	平成 28 年 11 月
所在地	山形県米沢市城南 4-3-16 山形大学工学部国際事業化研究センター内
代表者名	中村昇太
事業内容	I ソフトマテリアルの材料開発、加工 I 3D プリントサービス事業

(出典)株式会社ディライトマター(平成 31 年 1 月閲覧)<<http://d-lightmatter.com/>>、経済産業省「大学発ベンチャーデータベース」(平成 31 年 1 月閲覧)
 <http://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/univ_startups_db/>

7) 人材育成

様々な地域で様々な内容の研究開発が行われたことにより、複数の側面から人材育成に寄与した。

a 研究者の意識改革(出口志向の研究スタイルの定着)

SIP 最終年度時点の 12 テーマ全てにおいてテストユースが実施されるなど、企業との密な連携と社会実装を意識したマネジメントがなされたことにより、大学等の研究者を出口戦略と地域貢献を意識した研究スタイルへと変革を促した。

b 研究者の相互啓発促進

「地域資源」「地方創生」の観点から、我が国の各地域に分散するように当初 24 という多数のテーマを採択していたことにより、地域の軸やテーマの類似性の軸で複数のテーマの実施者が集まって研究内容を共有する場である「クラスター会議」を開催した。異分野の研究者間の相互啓発が促進されており、研究実施者に好評を得た。

c 大学等の研究基盤強化と教育活動への展開

大学等を拠点として実施された各テーマについては、SIP にて促進された研究成果がその拠点に残り、今後、継続・発展されていくことが見込まれる。例えば大阪大学大学院工学研究科においては、SIP の研究成果が広く認知されたことを契機として教育研究体制にも影響することとなった。今後教育を通じた技術の伝承・発展が期待される。これは我が国における技術の拠点化の好例として挙げることができる。

8) 国際的な立ち位置

本課題の実施を通して世界一¹³⁰又は世界トップクラスの水準を達成している技術が生まれた。

a 「高強度ゲル材料の 3D プリンティング」

含水率 90%で破断応力が 10~40MPa という高強度ゲル材料を直接三次元造形することが可能な 3D プリンタを世界で初めて実現した。

¹³⁰ 研究実施者が行ったグローバルベンチマークによる。

b 「加硫ラバー材料の 3D プリンティング」

金型を使用することなく、CAD データからラバー製品を直接成型することができる加硫ラバー 3D プリンタと専用のラバー材料を世界で初めて実現した。

c 「セラミックス造形技術」

TOTO 株式会社では、半導体製造装置用部材の露光ステージモデルを開発した。これは従来比 2 分の 1 の重量で剛性を維持するもので、各国最先端の研究と比較しても技術レベルで世界一を達成した。また、これは将来の微細高性能チップの高速生産に必要な不可欠なものとなるため、百億円オーダーの売上が期待される。

d 「レーザーコーティング」

レーザーに関しては、我が国がかつて CO₂ レーザー加工機市場でトップを取った後、新しい技術であるファイバーレーザーで海外に先行されることとなった歴史があるが、SIP を通して生まれた青色半導体レーザーを用いた生産技術は再び我が国発ものづくりの革新をなし得るものであり、大出力化の目標に着実に近づいている。

(6) 改善すべきであった点と今後取り組むべき点

1) 改善すべきであった点

研究スタート時点において、課題の総体としての達成目標及び社会実装後の姿について十分な検討がなされ、その上で明確なビジョンが描出され、そのビジョンを盛り込んだ研究開発計画が立案され、さらに、それに沿って実施内容・研究開発テーマの精査・吟味及び事前評価等課題開始に係る様々な事項が実施され、研究実施者に共有されていくことが望ましかった。

本課題は“デライトものづくり”というキーコンセプトの下で開始したものの、概念・理想が先行したため、GB が、3 年目時点でそのコンセプトに直接該当する研究開発テーマ(主に設計技術)の成果につき実用化・事業化が困難との評価をするに至った。そして、求心力となるはずであったそれら研究開発テーマを PD が退出させ、製造技術中心に絞り込んだために、結果として研究開発が個別分散化してしまった。このようなコンセプトは、開始当初から明確に定義し、課題関係者で共有することによって、当初目標をより高いレベルで達成できた可能性がある。

加えて、5 か年での成果創出を前提に承認された計画に対して期間中に方針変更の指示があったこと、個別研究開発テーマに対して十分な情報提供がなされなかったことは、研究実施者側がその対応に苦慮したことが推察される。情報共有を迅速密に行って、GB で予算削減の判断がなされる前に自助努力で改善策を示すことができれば、実際の予算削減対象とならずに済んだ可能性もある。

以上をまとめると、本課題は、個別に優れた要素技術の創出やネットワーク化の取り組みに成果を残した半面、Society 5.0 における革新的なものづくり分野における府省連携の研究開発基盤としての機能を十分に発揮したとはいいいがたい。設計と生産のそれぞれに関わる産学官の様々なプレーヤーを全体としてネットワーク化し、人と知恵の連携を通して成果に結びつけるスタイルを実現する必要があった。

2) 今後取り組むべき点

「ものづくり×地方」の取り組みには意義があったが、各社における事業化の取り組みに加え、地方の公設試等に整備された拠点(「活用の場」)を含む「SIP ものづくりネットワーク」の活用と維持管理についても、継続した取り組みが必要である。本課題における「ものづくり×地方」という有意義であった取り組み成果を、社会実装へ向けて一層推進しなければならない。

まず、「活用の場」については拠点を用意するにとどまらず、そこで技術を交流させ、イノベーションを起こしていくプロセスや進め方に関するルール等を文化として根付かせていくことが重要と考えられる。「活用の場」に優れた成果が蓄積されているにもかかわらず活用が進んでいないようであれば、積極的な活用を促す様々な施策が求められる。特に、公設試等をこれまで活用してきた中小企業等だけでなく、中堅以上の企業による産業応用にまで活用の主体を広く巻き込んでいくことが望まれる。

また、データベースは時間を経ることによって陳腐化してしまう恐れがあり、いったん陳腐化すると使われなくなる可能性が高い。ワンストップ Web ポータルについては相当の労力をかけて、関連する新しい情報を加え続けることが望ましい。

今後、注視すべき事項としては以下の2点が挙げられる。

- Ⅰ 地域のものづくり拠点となる「活用の場」において、SIP の成果が民間企業等によってどの程度活用されているか。また、データベースが陳腐化せずに運用されているか。
- Ⅰ SIP 終了時点で計画段階にあった実用化・事業化に向けた取り組みがどこまで進捗したか。