

6.3 科学技術イノベーション推進基盤及び個別分野動向

6.3.1 イノベーション推進基盤の戦略・政策及び施策

6.3.1.1 人材育成と流動性

① 若手研究者支援プログラム (JCJC)⁴⁵

JCJCとは、ANRが運営する若手研究者の支援プログラムであり、2005年に開始された。

このプログラムでは、若手で構成されるチームの立ち上げ支援を行うことを目的とし、1チーム当たりの支援額は3年間で総額20万ユーロに上る。2017年には298名が選考され、採択率は14.4%となった。ANRでは、ERCのグラントで不採択となった若手研究者を支援する「トランポリンERC」という制度も設けている。

② 研究を通じた育成のための企業との協定 (CIFRE)⁴⁶

CIFREとは、企業の研究開発活動と連携して博士課程学生を支援する施策であり、同時に博士号取得者の企業による採用を促進する目的を持っている。後述の研究費税額控除 (CIR) と組み合わせて運用されることが多い。

この施策は、政府機関と民間機関から成る研究技術全国協会 (ANRT) により運営されている (MESRIの毎年の補助金は60百万ユーロ)。ANRTは、博士課程学生を3年間雇用した企業に対し、学生に企業が支払った報酬 (年間23,484ユーロ以上であることが求められる) のうち、14,000ユーロを毎年支給する。企業は学生を雇用しつつ研究開発を進める一方、学生が所属する研究室にもアクセスすることができる。学生が所属する研究室は、引き続き学生に対する研究指導を行う。企業はこの補助金に加え、研究費税額控除 (CIR) の制度により学生に支払った給与の控除を受けることもできる。

応募対象者はCIFREへの応募時点において博士課程登録後9カ月未満であり企業にも雇用されていない修士、またはエンジニアリングスクール等のグラント・ゼコールの免状取得者である。応募から採択に要する期間は2ヶ月ほどである。

なお、フランスの博士課程学生は、その約70%が国から給与を受けて研究を行うが、CIFREは国と企業が共同して支援する仕組みといえる。

2015年のデータによると、同年にCIFREに採用された学生は1,383人であった。学生の雇用先としては、中小規模企業の割合が相対的に高く、61%であった。学生の所属元研究室の研究分野に関しては、ICT分野が21%、工学が19%、人文学が13%、化学・材料が12%の順であった。

③ 優れた研究室 (LABEX)

すでに世界的なプレゼンスを獲得している研究室を対象とし、世界との競争を助け、世界的なレベルの人材を海外から惹きつけることを目的とし、また教育や知識移転をも視野に入れたプログラムである。2010年から2011年にかけて2段階に分けて、フランス全土から171の研究室が選ばれた。配分資金額は研究室ごとに異なり、10年間で300~1,500万ユーロとなっており、2012年より「将来への投資計画」資金よりANR経由で年19億ユーロが資金配分されている。

採択された分野別の割合は、26%が人文社会学、23%が生物学と保健、17%が環境学と宇宙・地球学、

45 Jeunes Chercheuses Jeunes Chercheurs

46 Conventions Industrielles de Formation par la Recherche

15%がデジタルサイエンス、10%がエネルギー分野、9%がナノテク分野関連であった。

2019年末までに171の拠点のうち114か所でレビューが行われ、評価の結果政府は103か所について2025年までの続行を決定した。評価結果では353人の博士課程学生の採用、1,787人のポスドクの採用、800人の客員教授招聘が示されている。

④ 研究費税額控除 (CIR⁴⁷)

CIRとは、企業の研究開発投資額に応じ、一定額の法人税を控除する施策である。2018年の会計検査院の試算によると、フランスにおけるCIRの規模は年間約60億ユーロであり、これは前掲の研究・イノベーション省所管の研究と高等教育予算 (MIREs) 286億ユーロと比較するとフランスの研究開発支援施策の中で大きな割合を占めていることが分かる。(2019年CNEPI報告⁴⁸)

CIRでは、企業は認定された研究開発費のうち30%に相当する額を、年間1億ユーロまでを限度として、法人税額から直接控除することができる。仮に研究開発費が発生した年に利益がなく控除対象となる法人税額が発生しない場合は、次年度以降3年間に限り、税額控除を受ける権利を留保することができる。また、新たに研究開発に取り組み始めた企業 (過去5年間に研究開発費を計上していなかった企業) に対する優遇措置も盛り込まれている。すなわち、研究開発費を計上した初年度は50%、次年度は40%の税額控除を受けることができる。企業は前項の②研究を通じた育成のための企業との協定 (CIFRE) と組み合わせる本制度を使用し、国から税金の控除を受けることができるため、企業の博士取得者雇用の支援の一助ともなっている。

6.3.1.2 研究拠点・基盤整備

① 研究インフラロードマップ (La feuille de route nationale des Infrastructures de recherche)

フランスでは大規模な加速器から巨大なデータベースまで有形・無形の研究インフラをリスト化し、一元化して取り纏め、数年ごとに更新の必要性や適時性などを国内で議論し国の「研究インフラロードマップ」として発行している。最新版は2018年にMESRIより公表された。最初のロードマップ作成は2006年であり今回はオリジナル版の改訂第5版となる。欧州における位置づけも検討され、欧州の研究インフラロードマップであるESFRIの改訂と合わせて改訂された。欧州のロードマップ改訂にあわせ、次回は2021年ごろに作成予定といわれている。

大規模で優れたインフラを全ての科学者の研究に供するよう適切に運用し共有することを目的としており、このロードマップに掲載されることは、そのインフラの質の証明であり国の研究戦略においてその価値が評価されていることでもある。この大規模インフラロードマップに選ばれることが、国からの予算支援に直ちにつながるものではない。

改訂作業はMESRI主導で行われ、各研究機関を代表する研究連合 (アリアンス) の研究者が参加する研究分野別グループにおいて議論が開始される。アリアンスがないが大規模なインフラが重要となる物理・天文物理分野に関してはCNRSとCEAの代表者が参加して別途特別に議論される。研究分野別グループが約1年半かけて議論し、結果を科学アカデミー会員でもあるカトリーヌ・セザルスキ (Catherine Cesarsky) 議長 (MESRIが任命) をはじめ15人の専門家からなる「大規模研究インフラ (TGIR) 高等審議会」に提出する。左記審議会の意見を踏まえ、MESRIは最終的にCNRS理事長、CEA長官、研究連合 (アリアンス) の議長、外務省の代表者からなる大規模研究インフラ委員会において決定を下す。

47 Le crédit d'impôt recherche

48 <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-cnepi-avis-impact-cir-06032019-final-web.pdf>

同ロードマップでは、人文・社会、地球システム・環境科学、エネルギー、生物学・医療、材料科学・工学、天文学・天体物理学、原子力・高エネルギー物理学、ICT・数学、科学・技術情報といった分野ごとに、全体で99個の具体的なインフラを同定しつつ、支援の方向性について示している。同定されたインフラでは地球システム・環境科学および生物学・医療分野にかかるものが相対的に多く、それぞれ25と24のインフラが指定されている。

MESRI ではこれらを1) 国際組織（Les Organisations Internationales : O.I.）、2) 大規模研究インフラ（Les Très Grandes Infrastructures de Recherche : T.G.I.R.）、3) 研究インフラ（Les Infrastructures de Recherche : I.R.）、4) プロジェクト段階（Les projets）の4つに分類している。またこれら研究インフラはその形態から、a) 一箇所に存在する、しばしば大規模なインフラ、b) 分散されたネットワーク型のインフラ、c) バーチャルインフラやデータベース等の非物理的なインフラ、d) コホートや専門家など人間のネットワークを伴うインフラ、に類型化することもできる。近年は単一の施設（モノサイト）のインフラよりも分散型のインフラが目立つ。

これまで国全体で公的研究機関・大学が個別に負担している研究インフラの費用の詳細および全貌がつかめていなかったが、2019年、MESRIは1年半をかけて研究実施機関にアンケートを行い、集計結果をこのほど研究インフラの費用と財源（2016年）に関する調査報告書⁴⁹として発行した。事例として本調査の費用ランキング順位6位までの研究インフラを順不同で次頁に掲げる。

49 国の「研究インフラロードマップ」に指定された研究インフラの費用と財源（2016年）に関する調査報告書
https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Infrastructures_de_recherche/76/7/2016_synthese_enquete_1146767.pdf（2021年1月18日アクセス）

【図表 VI-9】 研究インフラロードマップに掲載の研究インフラ例

施設名称 (略称)	所在地	概要	運営機関、または参加機関 *印は主たる運営機関	型/ 分野	人員 FTE換算
シンクロトロン・ソレイユ SOLEIL Synchrotron (SOLEIL)	ジフシュレイベット (パリ・サクレ)	第4世代加速器	CNRS*, CEA*	モノサイト/ 分野横断	359名
フランスライフ イメージング France Life Imaging (FLI)	パリ・サクレ、パリ、リヨン、 ボルドー、グルノーブル、 マルセイユ、レンヌ	MRI、NMR、光学、超音波等 160ユニットの機器を擁する。3分の2は臨床前、3分の1は臨床での画像撮影用機器がネットワークのコア施設に設置。混成研究ユニットの枠組み等で企業との連携	CEA*, CNRS, INSERM, INRIA, エクスマルセイユ大学、ボルドー大学、リヨン・クロードベルナル第一大学、グルノーブルアルプ大学、ソルボンヌパリシテ大学	分散型/ ライフ	313名
フランス海洋学船団 Frech Oceanographic Fleet (FOF)	トゥーロン、プレスト	補給用船舶：4隻、外洋船舶 2隻 沿岸用船舶：5隻 (英仏海峡、大西洋、地中海)、ステーション船舶：7隻 (本土沿岸の数泊役務用)、潜水艦：遠隔操作ロボット搭載、その他地震測定器など	IFREMER	分散型/ 環境	159名
動物モデル創成、育成、表現形分類、配賦および保存記録のための国立インフラ National Infrastructure for the creation, the functional exploration, the distribution and the archiving of model organisms (CELPEDIA)	イルキルシュ レンヌ、ジフシュレイベット パリ、クレルモンフェラン、 トゥールーズ、リヨン、 ストラスブール、マルセイユ、オルレアン、ナント、ニーダーハウスベルゲン、ルセットシュルアルク	基礎研究及びバイオ医療研究のための動物研究施設・ネットワーク。15のセンターに分散。バイオ医療、薬学、治療などの分野でのイノベーション。	CNRS*, INRA, INSERM, エクスマルセイユ大学、ナント大学、クレルモンオーベルニュ大学、リヨン大学、レンヌ第一大学、ストラスブール大学、パリ・サクレ大学、パリ南大学	分散型/ ライフ	388名
国立集中計算施設 Grand Equipement National de Calcul Intensif (GENCI)	パリ、プリュイエールルシャテル、 オルセイ (パリ・サクレ)、 モンペリエ	企業の研究開発ユーザにも開かれている。(年間プロジェクトの15%は企業パートナー案件)	CNRS, CEA, 大学学長連盟, INRIA, MESRI	分散型/ 情報	84名
欧州原子核研究機構 European Organization for Nuclear Research (CERN)	ジュネーブ (スイス) 近郊及びフランスとの国境	1954年 創設の世界最大規模の素粒子物理学の研究所。研究所と円形加速器、大型ハドロン衝突型加速器などの実験設備がある。	CNRS, CEA, MESRI, 外務省	モノサイト/ 分野横断	3074名

出典：研究インフラロードマップ2016を元にCRDS作成

② 研究基盤整備プログラム

前出の「将来への投資計画」施策における戦略的優先事項の中で、高等教育および研究開発・イノベーション支援は大きな比重を占めており、下記に述べるいくつかの研究基盤整備プログラムが開始された。

1) イニシアティブ・エクセレンス（IDEXとI-SITE）

IDEXは、世界トップレベルの大学や研究機関の拠点を選抜認定し、資金を配分するもので、大学を中心とした、グランド・ゼコール、公的研究機関、企業、地域との連携による国際的な競争力強化を目的とした研究・教育の拠点化プログラムである。狙いとしては、①複数の大学・公的研究機関等が、形式を問わず、統合することで国際競争ができる組織になり、分野横断的な研究を行う。②大学と研究のアクター（公的研究機関等や企業）を結ぶことで経済的競争力やイノベーション創出力を高める。サルコジ政権下で開始された。I-SITEの目的はIDEXと同様であるが、科学・イノベーション・地域・経済を中心にテーマが若干限定される。

IDEXは9拠点（2011年から2012年にわたり6拠点のIDEXが選定され、2017年にかけて3拠点のIDEXが追加）となっており、具体的な拠点名は、図表VI-6に示す。

2017年に加わったI-SITEの9拠点は、ロレーヌ大学、ブルゴーニュ・フランシュコンテ大学、リール大学、モンペリエ大学、クレルモンフェラン大学、ナント大学、パリ東大学、セルジー・ポントワーズ大学、ポー大学である。

配分される資金は、IDEXは1拠点あたり10年間では概ね7億ユーロ、I-SITEは概ね3.5億ユーロである。ただし、この資金は「消費不可能」という位置づけであり、実質的に利用可能な資金は配分される資金から発生する利子相当額となる。一例を挙げるとボルドー大学においては、2019年分として国の7億ユーロを原資とした利息部分相当額2400万ユーロが通常の大学への年間運営資金にプラスして配分されている。用途は国と大学間での契約に定められた大学の優先領域、例えばイノベーションや研究などに関して大学は自由に使うことができるが建物修理などには使えない。IDEXプログラム全体では「将来への投資計画」資金より2014年以降については年103億ユーロが資金配分されている。選定された拠点は、i) 研究の質、ii) 教育と研究開発能力、iii) 地域経済社会との関連性、国際共同研究の充実、iv) プロジェクトを効果的に行う能力、の4つの基準で選ばれた。

IDEXの9拠点の一覧は次頁のとおりである。

【図表 VI-10】 IDEX 拠点一覧

拠点名	中心テーマ
ボルドー大学 (Université de Bordeaux)	情報学、数学等の基礎研究とその航空分野や医療分野への応用、光学の基礎・応用など
ストラスブール大学 (Université de Strasbourg)	ライフサイエンス、化学、物理、材料、ナノ、地球・宇宙科学、数学、工学、人文・社会科学など
パリ科学・人文学大学 (Paris Science et Lettres)	環境、エネルギー、宇宙、ライフサイエンス、健康インターフェイス、人文・社会科学、など
エクス・マルセイユ大学 (Aix-Marseille Université)	エネルギー、環境、宇宙、医療・ライフサイエンス、異文化交流など
パリ・サクレー大学 (Campus Paris-Saclay)	数学、物理・宇宙・地球科学、農学・植物・動物学、工学、コンピュータサイエンスなど
ソルボンヌ大学 (Université Sorbonne)	デジタル革命のためのプラットフォーム創造、トランスレーショナルな医学研究、など
リヨン大学 (Université de Lyon)	人文・社会科学、医療、健康、スポーツ、トライボロジー・表面工学など
コートダジュール大学 (Université Côte d'Azur)	医療・福祉・高齢化社会、リスク予防・管理、デジタル化、教育イノベーションなど
グルノーブル・アルプ大学 (Université Grenoble Alpes)	数学・ICT、物理学・工学・材料科学、宇宙物理学・地球科学、化学・生物学、人文・社会科学など

出典：高等教育・研究・イノベーション省ウェブサイトを元にCRDS作成

2) 高度な研究設備 (EquipEX)

i) EquipEX (2011年～)

EquipEXとは、「将来への投資計画」のもとに公募が行われたプログラムのうちのひとつである。科学コミュニティや産業界に対して開かれ、高度な研究を推進するために必要となる中規模研究設備に対して、1プロジェクトあたり100～2,000万ユーロが配分される。先述した、国の研究インフラロードマップや国際的な枠組みなどの対象外でありかつ、各公的研究機関の通常予算では負担できない規模の研究設備を対象とする。2011～2012年に2回に分けて公募が行われた。

1回目の公募では336件の応募中、52件が採択され3億4,000万ユーロの資金配分がされることとされた。1回目の公募のプロジェクトの内訳は、バイオ・健康29%、エネルギー17%、ナノテクノロジー19%、環境科学15%、人文・社会科学10%、情報科学10%の研究領域であった。2回目の公募では、270件の応募に対し41件のプロジェクトが採択され、追加の資金が2020年をめどに配分される予定である。

2017年に発表されたEquipEXの中間評価によると、本プログラムには合計5億9,100万ユーロの資金配分がなされ、さらに5億2,400万ユーロの追加拠出が、海外ファンディング機関、公的ファンディング、地方自治体、民間などより必要とされている。

本プログラムによって賄われる研究プラットフォームは、購入した機器設備の存在する場所のみでなく、地域の全ての研究者、すなわち官民の研究パートナーシップを通じて産業界にも開かれており、研究ユニット間で共有またはネットワークで使用され、ひいては多くのフランスの研究者の研究やその国際的な発信の強化に貢献している。

これまで228件の特許申請、2,638編の博士論文発表、13,350編の論文発表がなされた。分野ごとの主要な研究設備開発プロジェクトは、次頁のとおりである。

【図表VI-11】 主なEquipEX

研究分野	プロジェクト名（金額）	内容（運営主体）
ライフサイエンス	ICGex（1,250万ユーロ）	がんの重症化メカニズム解明のための遺伝子レベルでの解析設備（キュリー研究所）
エネルギー・環境	CLIEEX（2,000万ユーロ）	超高出力レーザー設備（パリ・サクレー大学）
ナノテクノロジー	TEMPOS（1,350万ユーロ）	ナノ物質の解析設備（パリ・サクレー大学）
情報科学	ROBOTEX（1,050万ユーロ）	ロボティクスの実験プラットフォーム（CNRS）
人文・社会科学	DIME-SHS（1,040万ユーロ）	ウェブベースの、人文・社会系データの管理システム（パリ政治学院）

出典：MESRI ウェブサイトを元にCRDS作成

ii) EQUIPEX+（2020年～）

研究のための構造的設備プログラム・エキベックスプラス（EQUIPEX+）が、研究とイノベーションのための包括的で全国規模のeインフラの構築に2億2400万€を資金配分する計画で2020年5月ANRの公募が行われた。公募条件としては、インフラ共用と階層ごとのデジタルサービスを介した、研究とイノベーションのデジタルトランスフォーメーションを目指しており、対象は設備取得と保守サービスで、具体的には共用データセンター・デジタル情報基盤、ソフトウェアプラットフォーム、データベース、モデリングツール、データシミュレーションとデータ利用、クラウド、ヴァーチャルインフラ、環境監視ネットワーク、センサーネットワークといったものが含まれ、分析・測定機器、画像機器、実験用プラットフォームなどが範疇に入ると考えられ、人文社会科学分野に関わる設備も含まれる。

3) 地域レベルの研究基盤-混成研究支援ユニットなど

6.1.1で述べたように、フランスでは大学など高等教育機関がCNRS等公的研究機関と共同で運営する混成研究ユニット（UMR）と呼ばれる研究室を設置することが一般的だが、研究の支援に関しても、類似の様々な組織がある。例えばCNRSがその他公的研究機関、大学、企業と形成する研究支援ユニットは混成研究支援ユニット（UMS）あるいは、純研究支援ユニット（UPS）と呼ばれ、コンピュータ、動物、研究機器やプラットフォームの管理・運営のほか、物流、文献管理、カンファレンスや教育を行うユニットも存在し、CNRSにおいてはUMSとUPSをあわせ133の研究支援ユニット（2019年CNRS報告）があって研究者・エンジニア双方が研究の支援を行っている。

これらCNRSの混成研究支援ユニットを含む種々の研究支援ユニットはフランスの研究基盤体制において、EUから支援を受け、他のメンバー国と協同利用するような大規模研究施設が上層に、前掲の研究インフラロードマップに記載されるような国レベルの大規模インフラがその次にくるとすると、これらを支える基盤層となるとも言える。国の大規模設備はしばしば遠隔地に位置したり、大規模・高度であるために使用の難度が高くすべての研究者の日常的利用には適さない場合もある。これら研究支援ユニットの機器は地区の研究者の近傍にあって日常の需要に日々応え多くのユーザーをもつ反面、国の大規模な研究インフラに比して、その恒常的な資金源については、大学やCNRS、前出の地域振興予算（CPER）に頼る場合が多く、機器の更新などに際しては課題が残る。事例としてグルノーブル・アルプ大学、グルノーブル工科大学、CNRS、INRIAが共同で運営するコンピューティング・データ解析等に関する混成研究支援ユニット・グリカッド

(GRICAD⁵⁰-UMS3758 Grenoble Alpes recherche : infrastructure de calcul intensif et de données) をあげる。GRICADはグルノーブル地区の研究者やその共同研究者(企業等を含む)の研究活動に関し、高エネルギー物理、バイオインフォマティクス、気候変動に関するシミュレーション、化学、人文社会科学、健康など多様な研究分野においてその計算需要にこたえることで支援し、あわせて教育・セミナー等もやっている。フランスに25ある類似の計算に関する中規模センターの一つであるが2016年にCNRSのUMSとなった。支援するプロジェクトの中にはERCやANRなどのプロジェクトもありこれらの資金でサーバー増設が可能となることがある。19名の正職員(エンジニア、管理部門)と、3名(ETP換算)の契約職員がおり、更に10数名のエンジニアが、このUMSと連携しているメンバーの混成研究ユニット(UMR)から所属のUMRでの業務との時間配分を適宜決めて業務を負担している。

6.3.1.3 産官学連携・地域振興

① 競争力拠点 (Pôles de compétitivité⁵¹)

競争力拠点とは、企業を中心組織とし、公的研究機関や大学とともに形成される産業クラスターである。2005年の予算法では、「同一の地域にある企業、高等教育機関、官民の研究機関を結集させたもので、イノベーションに向けたプロジェクトに対し、シナジーを引き出し取り組む目的をもったもの」とであると定義されている。フランスの経済競争力を高め、地域に根ざしつつ高いレベルの技術開発を行い、国際的に発信することでフランスの魅力を増し、成長と雇用をもたらすことを目的としている。多くの場合、競争力拠点の運営組織は、1901年法のアソシアション(非営利団体)としての法人格をもつ。

競争力拠点を支援するプログラムは2004年に公募が開始され、公募を担当したOSÉOは2012年、Bpifranceに改組された。本プログラムは2010年に開始された「将来への投資計画」に組み込まれた。2019年に第4期の公募が開始され「プロジェクト、成果の工場」である能力を有し欧州レベルの活動ができる拠点が評価・採択される予定で56の拠点が候補となっている。

競争力拠点は、ICT、医療、バイオ、エネルギー、環境などの産業育成に向けた研究開発支援を実施している。これらの拠点の中心的なミッションは、企業と公的研究機関・大学等からなる研究チームの結成を促進し、それらに対し競争力拠点の知見を活かした認定を与えることである。この認証を得ることで企業は省際型資金(FUI)や国立研究機構(ANR)、公共投資銀行、預金供託公庫といった公的資金への円滑なアクセスを得られる。また大企業、グループ企業、スタートアップを含む中小企業、CNRS、CEAなどの公的研究機関、グランド・ゼコールを含む高等教育機関、技術移転機関などの拠点に参加する各メンバーは、出資者やビジネスパートナーを探している場合が多く、これらの機関の担当者間の出会いの場の創出も競争力拠点の重要な役割の一つである。

事例として、トゥールーズ・ボルドー地区のアエロスペースヴァレー(Aerospace Valley)、エクサンプロヴァンス地区のカペネルジ(Capenergies)を挙げる。前者は航空・宇宙に関わる企業、公的研究機関、高等教育機関等合わせて約850のメンバーが、後者は水素、太陽光、スマートグリッド、水力といったエネルギーに関わる企業と、主たるメンバーであるフランス電力(EDF)、原子力・代替エネルギー庁(CEA)、コルシカ開発公社および公的研究機関の約500のメンバーが加盟するもので、どちらの競争力拠点も設置されている地方自治体の強い支援を受け、雇用や社会経済的な方針などを地方政府と共有している。

② カルノー機関 (Institut Carnot)

2006年に、企業との共同研究を推進する公的研究機関や高等教育機関に対し、イノベーション所管省がカルノーラベルを与え、特別な支援を行うプログラムが開始された。2019年に第4期のプログラムが開

50 <https://gricad.univ-grenoble-alpes.fr/apropos.html> (2021年1月18日)

51 Pôles de compétitivité : <http://competitivite.gouv.fr/> (2021年1月18日アクセス)

始されており、37機関が今後4年に亘りカルノー機関として認定されている。また、さらに2機関が18か月の期限で仮認定をされている。

同プログラムは、成功しつつあるプログラムと一般的に認識されている。これまであまり産学官連携に積極的でなかった公的研究機関にあって、カルノー機関全体での企業との直接契約額を、10年間で2倍以上にするという成果を生んだ。

カルノー機関プログラムの仕組みは、以下のとおりである。まず、企業との共同研究を積極的に推進しようとする一定の要件を満たした公的研究機関等に対し、公募を通じてカルノーラベルという認証を与える。認証を与えられた機関は、公募時に採択された計画に従って年間活動を行い、その年の企業との直接契約実績額に応じて翌年ANRから資金配分を受ける。この配分資金額は実績に応じて変化する、すなわち、企業との共同研究の規模を拡大すればするほど、翌年のカルノー機関としての配分資金額が増大する仕組みになっている（なお、実際はカルノー機関全体に配分できる金額の上限が2020年現在で年間6,200万ユーロと決められているため、際限なく増大するわけではない）。AI国家戦略の一環で1000万ユーロの追加支援が配分されている。

③ 技術研究所（IRT : Instituts de Recherche Technologique）

技術研究所（IRT）は、官民連携により運営される、技術移転を目的とした組織で8つが認定されている。競争力拠点を中心として形成されるイノベーション・エコシステムを強化するため、競争力拠点からも認定を受けて設置される。「将来への投資計画」プログラムの枠組みで設置が始まり、20億ユーロの資金がANRを介し国から配分されている。機能としてはカルノーラベル研究機関に類似するが、それよりも規模が大きく、また提供するサービスの範囲が広く、さらに官民連携組織により運営されるという点で異なる。

一例としてトゥールーズ地区にあるサンテクジュペリ研究所を挙げる。前掲の競争力拠点アエロスペースヴァレーと連携して競争力のある付加価値を生み出す研究活動を行っている。競争力拠点は主としてコアとなるプロジェクトをめぐるビジネスパートナーや資金の確保を、IRTであるサンテクジュペリ研究所は研究プロジェクトの実行を担い、対象技術レベルはTRL4-6である。研究所のガバナンスを担う委員は15名で企業側と高等教育・公的研究機関側がほぼ半々である。研究活動を行う人員は約300名で企業側からの出向が50%、25%が博士課程学生とポスドク、20%がIRT所属の研究者、5%が公的研究機関からの出向であるが、博士課程学生等は地区の高等教育機関からの応募者を優先的に採用している。2014年当初に研究を開始した博士課程学生15名のうち9名はパートナー企業に就職している。博士課程学生の雇用はプロジェクト内容精査後にウェブ上に募集要項を掲示し、高等教育機関で博士課程の履修を要望する学生が応募をする。博士課程学生の研究従事時間の配分については大学とIRTの間で柔軟に決められる。

エネルギー技術に特化した、エネルギー技術研究所ITE（Institut pour la Transition Energétique）というものもあり、8か所が登録され同様に「将来への投資計画」の枠組みで財政支援されている。

AI国家戦略の一環で3500万ユーロの追加支援が既に発表されていたが、ポストコロナの産学連携支援の一環でIRTとITEに合わせて4億5000万ユーロの追加支援が2020年6月に発表されている。

④ ラブコム（LabCom : Laboratoire Commun）

混成研究ユニット（UMR）を企業とCNRSなどの公的研究機関が共同で運営する仕組みの一つ。UMRをCNRSなどの公的研究機関と企業が対等に組織するには比較的大きな予算・人員が必要となるが、このラブコムの形式では企業は小規模グループでの参加が可能。最短4年の契約を企業と研究ユニット間で締結し、研究目標、予算、費用、人員等を共有する。CNRSが関わるこの種の取り組みは2019年現在140程度ある。うち60%が中小企業。特に中小企業と公的研究機関がANRの資金配分を得て共同で研究を行う仕組みLabcomANRが2013年よりが公募を開始している。AI国家戦略の一環で2000万ユーロの追加

支援がANRより配分された。

6.3.2 個別分野の戦略・政策及び施策

以下では、環境・エネルギー、ライフサイエンス・臨床医学、システム・情報科学技術、ナノテクノロジー・材料の4分野を取り上げ、関連する重要政策・戦略および施策等について概説する。

なお、フランスでは航空宇宙分野における研究を推進する公的研究機関としては国立航空研究所(ONERA)、航空宇宙分野に関する計画を立案し官民連携を図り実行していく機関として国立宇宙研究センター(CNES)があり、これら機関は欧州宇宙機関(ESA)と緊密に連携をしている。競争を増す近年の宇宙開発の中で、人工衛星打ち上げ用の次世代ロケットアリアン6の初打ち上げのための最終組み立てが2020年末現在も続いている。

6.3.2.1 環境・エネルギー分野

所管としては、主として研究分野はMESRIが担当し、法制度の整備、施行などの規制に関してはエコロジー移行省が担当している。

① 「低炭素戦略」⁵²と「エネルギーに関する複数年計画2019-2023、2023-2028」⁵³

2018年末から2019年頭にかけて環境連帯移行省の所管のもと、エネルギーに関する二つの文書が改訂された。2015年の「低炭素戦略」の改訂版である新「低炭素戦略」は2050年のカーボンニュートラルを見据えたロードマップであり2019年11月末現在、欧州諸国とも同じ目標を共有すべく協議を行っている。また2016年に策定されていた「複数年計画」は「エネルギーに関する複数年計画2019-2023、2023-2028」として改訂され、今後10年に亘るフランスのエネルギー戦略を定めている。これらは、先に発表された「低炭素戦略」の方向性に沿ったものであり、エネルギー消費、化石燃料消費、再生可能ガス生産量、原子力発電、経済成長、雇用といった指標に数値目標を定めている。具体的には、パリ協定に鑑み、全てのセクターでのエネルギー消費の削減を求めているほか、再生ガス利用や水素、風力、太陽光、バイオマス、地熱発電といったエネルギー源の多様化、環境要求に配慮した安定供給、蓄電、研究とイノベーション、エネルギー価格の競争性の維持、地方自治体の参加などの方向性を示している。原子力発電に関しては、2012年9月にオランド大統領により「2025年までに原子力発電の総発電に占める割合を、現行の75%から50%に削減する」という目標が示されたが、本「エネルギーに関する複数年計画」においては、この目標を「2035年までに」と修正している。

② 環境連帯移行に関する閣僚審議会 (Conseil de défense écologique)

2019年の5月23日より開催されている本委員会は大統領のイニシアティブの下、首相と複数の関係閣僚から構成され、その役割は環境連帯移行省のみでなく国の行う政策全体が、政府の気候と生物多様性に関する野心的な目標を遵守していくようにすることである。会議は定期的に行われ、そのミッションは環境政策の方向を決定、策定された方向性の実行のフォローアップ、必要な追加措置をとることである。

52 低炭素戦略 National Strategy of Low Carbon (2021年1月18日アクセス)
https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/SNBC_France_low_carbon_strategy_2015.pdf

53 エネルギーに関する複数年計画 Multi annual Energy Plan 2019-2023、2023-2028 (2021年1月18日アクセス)
<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/PPE-Executive%20summary.pdf>

③ 「脱炭素水素戦略」 la Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné⁵⁴

2020年9月経済・財務・復興省は炭素を含まない水素の開発に向けて表記国家戦略を発表し、2030年までに合計70億ユーロの投資を行うこととした。この70億ユーロには、「復興計画」(2022年まで)に盛り込まれている20億ユーロが含まれる。3つの優先事項は以下の通りである。

- ・フランスの電解液製造産業を発展させつつ製造業の脱炭素化を図る
- ・重量車両用の脱炭素水素の開発
- ・研究&イノベーションの支援

④ テーマ別研究連合による取り組み

本分野に主として関係する研究連合はANCRE⁵⁵ (エネルギー) 及びAllEnvi⁵⁶ (環境) である。

ANCREは、CEAやCNRS等の約20の機関から成る研究連合である。上述のとおり、現在フランスでは2050年に向けてのエネルギー源の変更シナリオを検討している。そのシナリオ作りに向けた研究が、主要な取り組みの一つである。

AllEnviは地質鉱山研究局 (BRGM) やCEA等12の設立機関と、15のアソシエイト・パートナーとから成る組織である。大洋、大気、地球など長期に継続するいくつかのワーキンググループ(例えば地球グループは気温、海水温、CO2濃度、地震など様々なデータを収集している)に加え、環境面で緊急のテーマを扱うグループ(例えば殺虫剤のようなテーマは2~3年程度の短期のワーキンググループが立ち上げられ、政府の諮問に答えている)がある。

⑤ その他環境をめぐる動き

1) 気候温暖化への取り組み

2017年6月の米国の「パリ協定」離脱決定を受け、マクロン大統領は研究者や社会全体に対して、気候温暖化に立ち向かうためフランスと共に行動するよう呼びかけるインターネット・サイト「Make Our Planet Great Again」(素晴らしい地球を取り戻そう)を創設し、世界中の研究者を対象とした気候変動対策に関する優先研究プログラムを開始した。フランスに長期滞在し、気候科学/地球システムの観測と説明/エネルギー移行の科学と技術を研究する研究者に研究費を配分するプログラムで、総額6,000万ユーロを5年間にわたって支援する。対象は国際的な実績を有するハイレベルの科学者、特に米国の熟練研究者や高い能力を有する若年研究者で、50人を助成する。2019年、第三回選定結果でプログラムに初めて日本人研究者が採択された。採択はANR、運営はCNRSが行う。

2) グリホサートをめぐる環境及び分野横断的取り組み

グリホサート(除草剤ラウンドアップの主要有効成分)と代替農薬品研究関連プログラムとは、国立農学研究所(INRA)の報告(2017年12月時点)に基づくもので、INRAがとりまとめ10年間で3,000万ユーロを助成する。農業・技術・経済支援策の構築や解決策の研究開発促進を今後3年間促進するという大統領要請にこたえるもので、「農薬削減に役立つロボット技術とセンサー」に関するプログラム(2017年)や、優先研究プログラム「農業と生物多様性」(2019年6月に公募開始)などがANRより公募されている。

54 <https://www.economie.gouv.fr/presentation-strategie-nationale-developpement-hydrogene-decarbone-france#> (2021年2月3日アクセス)

55 ANCRE : Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie (2021年1月18日アクセス)
<http://www.allianceenergie.fr/>

56 AllEnvi : Alliance Nationale de Recherche pour l'Environnement (2021年1月18日アクセス)
<http://www.allenvi.fr/>

3) 循環経済・環境におけるごみ対策をめぐる取り組み

循環経済や環境における廃棄物対策関連の法律として、2016年8月の「グリーングロースのためのエネルギー転換に関する法」や2018年10月に「農業と食品業界および健康で持続的な食料」などがすでに施行されているが、2020年2月には新たに「無駄遣いと闘いと循環経済に関連する法」が新たに制定され、環境における廃棄物・プラスチックごみ等に関する事項を定めている。またこの主題に付随してOPECSTが報告書「プラスチックによる公害」⁵⁷を発行している

4) 「復興計画」による環境への取り組み

2020年9月発表のポストコロナの経済対策の「復興計画」では3つの柱の一つとして環境をとりあげ、環境・エネルギー、持続可能都市、循環経済、電力インフラの強靱性と輸送などを対象とし、具体的には水素技術、原子力、自動車や航空機等の燃料の転換などを含むイノベーション支援などを挙げている。(6.5.2.を参照)

6.3.2.2 ライフサイエンス・臨床医学分野

特定の医療対策のプロジェクトとしてはガン計画 (plan cancer 2014-2019) などが挙げられるが、近年は、2018年第三次希少疾患国家計画2018-2022(Le troisième plan national maladies rares (PNMR) 2018-2022) が開始されている。

① ANRなどを介した国の研究支援

フランス政府は近年バイオ・ライフ支援に重点を置いており、ANRを介した配分資金の85.5%を占める一般公募におけるライフサイエンスの資金配分割合は26%と、その他の分野横断研究22%、エネルギーと材料15%、デジタルサイエンス11%などよりも大きい。

フランス政府はライフ関連研究を優先研究項目のひとつとしており、ANRの2020年計画における5つの分野横断研究のうち下記に挙げる2項目がライフ関連となっている。

- ・健康・環境・社会
- ・健康・デジタル

前掲の「将来への投資計画」の枠組みでは2010、2011年と2回にわたり171件のバイオ・ライフ関連プロジェクトに資金が配分されており、具体的な配分先としては、6.3.1.1の人材育成と流動性の項で挙げた「優れた研究室 (LABEX)」プログラム、6.3.1.2.の研究拠点・基盤整備の項で挙げた「高度な研究設備 (EquipEX)」プログラムや国の「研究インフラロードマップ」掲載の研究インフラ、6.3.1.3.の項で紹介した「技術研究所 (IRT)」の一つで応用微生物学を専門とするバイオアスター研究所⁵⁸、その他大学病院研究所⁵⁹、コホート、バイオ技術における臨床試験、バイオインフォマティクスやナノテクノロジー関連研究等が挙げられる。

「研究インフラロードマップ」掲載のバイオ・ライフ関連の研究インフラについては、図表VI-5で「フランス・ライフ・イメージング (FLI)」、「動物モデル創生、育成、表現型分類、配賦および保存記録の為の国立インフラ (CELPEDIA)」をあげたがこの2例を含め全部で24のバイオ・ライフ関連のインフラ

57 報告書「プラスチックによる公害」 Pollution plastique : une bombe à retardement ? (2021年1月18日アクセス)
http://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opepst/quatre_pages/OPECST_2020_0062_essentiel_pollution_plastique.pdf

58 ビオアスター研究所 : l'Institut de Recherche Technologique Bioaster。応用微生物学を専門とし診療、ワクチン、抗菌、細菌叢の4分野に分かれて研究を行う。

59 大学病院研究所 : Instituts Hospitalo-Universitaires (I.H.U.)

が登録されている。これらライフ関連の研究基盤を支援するものとして科学的利益団体⁶⁰「バイオと健康及び農学に関するインフラ（IBISA：Infrastructures en Biologie Sante et Agronomie）」があり、国のバイオ・ライフ関連インフラの活性化と組織化を担っており、官民あわせたライフサイエンス関連研究のプラットフォームやインフラ機関に関する国の認定や支援政策の調整を行っている。認定の具体例を挙げると、グルノーブル地区にあるニューロサイエンスに関する混成研究支援ユニット・イルマージュ（UMS IRMaGe）⁶¹は、INSERM⁶²とグルノーブル・アルプ大学、グルノーブル・アルプ大学病院、CNRS⁶³との混成研究支援ユニットであり、IBISAの認定を受けている。また本UMSは前出の「フランス・ライフ・イメージング」の一員でもある。MRIを2機、脳波測定器（EEG）1機、経頭蓋磁気刺激（TMS）1機、近赤外線分光器を1機、等を擁し、人員は14名である。共同で運営する機関の研究者からの案件のみならず、地域の研究者及び産業界からの要請にも、要望先に応じた費用体系を用意して対応している。

また6.1.1.で述べた経済・財務省とMESRI共同開催の「イノベーション審議会」が方針を策定する「産業とイノベーションのための基金」から行われるそれぞれ最大3000万ユーロの資金支援がANRなどを介し行われているが、5つのチャレンジのうち二つはライフに関連する以下のようなものとなっている。

- ・人工知能により医療診断を改善する方法
- ・付加価値の高いタンパク質を生物学的に低コストで生産する方法

② 研究連合の名称とテーマ

本分野に主として関係する研究連合はAVIESAN⁶⁴（ライフサイエンス、医療）である。AVIESANは、INSERM、CEA、CNRS、地域病院・大学センター（CHRU）等の約20の機関からなる組織である。ライフサイエンス・技術、公衆衛生、社会の期待に応える医療、生物医学分野の経済性の向上、といったテーマに取り組んでいる。基礎研究に力を入れるだけでなく、企業の連携会員も有し、研究成果の活用も重視している。

③ その他最近の動き

1) パリサンテ（PariSanté）・キャンパス

パリの旧ヴァル・ド・グラース軍病院の敷地で進む「ヴァル・ド・グラース・キャンパス」において、デジタルヘルス研究とイノベーションを官民で推進する「パリサンテ・キャンパス」計画が2020年12月始動した。73000㎡の敷地に3億6000万ユーロを投じる。参加公的機関としてはINSERM、パリ科学・人文科学大学（PSL）、INRIA、デジタルヘルス庁、ヘルス・データ・ハブである。国内外のパートナーと連携し、民間の知識と専門能力を集約することで、デジタルヘルス研究・イノベーションにおいて主導的役割を果たすことを目指す。このキャンパスでは、スキルと専門知識を共有し、データベースと機器をコミュニティでの利用を目指す。パリサンテ・キャンパスはまた、世界中の研究者が集まり、研究結果を共有できる国際会議センターを擁し、ビジネスホテル1社、スタートアップ・インキュベータなどの企業を受け入れる。

2) COVID-19および感染症をめぐる動き - 「新興感染症庁」設置

新型コロナウイルス蔓延をうけて3月末MESRI健康・医療全般とライフ関連全般の研究周すなわちインフラ、

60 科学的利益団体：Le groupement d'intérêt scientifique (GIS)

61 <https://irmage.univ-grenoble-alpes.fr/ums-irmage>（2021年1月18日アクセス）

62 INSERMにおける混成研究サービスユニット番号はUS17

63 CNRSにおける混成研究サービスユニット番号はUMS番号3552

64 AVIESAN：Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé（2021年1月18日アクセス）
<http://www.aviesan.fr/>

給与見直し、研究ユニットの予算、プロジェクト資金等-に少なくとも年間あたり10億ユーロの増額を発表。12月には、新興感染症の研究に関する新組織「新興感染症庁⁶⁵」がMESRIと連帯・保健省の共同所管でINSERM内に創設されることが発表されている。INSERM内に設置される新機関の任務は、①研究・科学的活動の統括、②Covid-19および人間が関与する新たな感染症に関する研究のための流動的な規制認可プロセスの確立、③研究室と研究インフラの支援である。新機関は、ANRの業務を調整・補完し、プロジェクト公募では将来、ANRと共通の全国ポータルの一部となる。新機関の実施を促進するべく、初期予算は、2020年12月からMESRIによって割り当てられる。

また2020年末の時点で今後のワクチン接種の戦略についての調査報告書⁶⁶が上下両院の議員が委員となっている議会科学技術評価局（OPECST）より、科学的選択肢から経済・産業・財務の観点に亘る考察を含め提言している。

6.3.2.3 システム・情報科学技術分野

① デジタル人材及び人工知能（AI）研究に関する取り組み

人工知能（AI）に関するヴィラーニ報告（2018年3月）に基づき、政府はAI研究を支える数学系人材とデジタルに関する国の戦略を発表した。（6.2.2.に詳述）

人工知能（AI）については、2019年に仏、独、日間でこの分野での研究協力を強化することを目的としてプロジェクト公募が開始されており、ANR、ドイツのドイツ学術振興会（DFG）、日本の科学技術振興機構（JST）が共同で資金支援する公募が開始されており9件のプロジェクトが選定された。

② スーパーコンピュータ（HPC）などの計算能力増強

次頁に掲げる国内の3つの計算センターが取り組んでおり、各センターの計算機は6.3.1.2.の大規模研究インフラロードマップの項に示した図表に掲載されている国立高速計算施設社（Grand Equipement National de Calcul Intensif：GENCI）がとりまとめをおこなっている。購入費用については49%はGENCIが支出し、残りは公的研究機関や国が支出している。また運用についてもGENCIがマシンの更新・運用時間の最適化などをおこなっている。GENCIは独自の人員を擁しているが、各計算センターの人員コストは運営するCNRSやCEA、大学などが負担している。GENCI設立の目的は研究コミュニティからの計算要求をひとつの窓口に絞り、計算負荷を最適化、ノウハウを蓄積することであり、ピアレビューを行うメリットもある。年に二回公募が行われ、委員会が設置され、研究者からの計算要望書をGENCI側の科学者が確認している。また3つのセンターの一つであるCEA大規模研究センター（TGCC）はEUからの資金配分をうけているが、その際はGENCIがフランス政府を代表している。GENCIは欧州における先端コンピューティングパートナーシップ（Partnership for Advanced Computing in Europe：PRACE）⁶⁷においてフランスを代表する役割も果たしている。なお、欧州委員会の資金がマシン購入に配分される欧州HPC共同事業（European High-Performance Computing Joint Undertaking：

65 Agence de recherche sur les maladies infectieuses et émergentes (2021年1月18日アクセス)
https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/201216_-_cp_nouvelle_agence_de_recherche.pdf

66 新型コロナウイルスに対するワクチン接種に関する戦略（暫定版）2020年12月
https://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opecest/quatre_pages/OPECST_2020_0065_rapport_provisoire_strategie_vaccinale.pdf

67 欧州先端コンピューティングパートナーシップ <http://www.prace-ri.eu/>（2021年1月18日アクセス）
PRACEはマシン購入、マシンタイムの最適化などのリソースを折半するための協定であり、少数の加盟国からなっている。EUの資金は機構の活性化目標にのみ拠出されている。

HPC)⁶⁸に関しては、加盟主体は加盟国となるのでフランスの代表はMESRIが行っている。

【図表 VI-12】 フランスの3つの国立計算センター

計算センター 名称	運営	場所	備考
集中サイエンスコンピューティング の開発と資源のための研究所 IDRIS	CNRS	オルセイ(パリ・サクレー)	
CEA大規模計算センター TGCC	CEA	ブリュイエール・ル・シャテル	
高等教育の為に国立コンピュー ティングセンター CINES	CINES運営委員会/MESRI	モンペリエ	大学研究用

IDRIS : Institute for Development and Resources in Intensive Scientific Computing , TGCC : Très Grand Centre de calcul du CEA , CINES : Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur²⁵⁾

出典：各機関ウェブサイト情報よりCRDS作成

上記CEA大規模計算センター (TGCC) 内のスーパーコンピューター (Joliot-Curie) に搭載するために、2020年11月富士通の ARM A64FX パーティションがGENCI社によって供給され、フランスと欧州の研究者のエクサスケールに向けた利用が開始される運びとなっている。この機能拡張は高性能コンピューティングに必要なイノベーションを調達するための欧州プロジェクト (PPI4HPC) の一環である。Joliot-Curie はCEAが運用を行い、そのITアーキテクチャ、運用、ユーザーサポートは、ブリュイエール・ル・シャテル (Bruyères-le-Châtel) のCEAセンターのチームに委託されており、欧州のPRACE加盟国の研究機関と産業界の研究を支援している。

③ 欧州のデータ共有計画

2019年10月のドイツとの共同イニシアティブにより生まれたガイア-X計画 (GAIA-X) は、欧州のための信頼性のあるデータインフラ構築のため、データ交換における異なる標準をまとめる狙いがある。安全、透明性、相互運用性、データの可搬性を基本として、2021年の運用開始を目指しており、欧州の企業のデータ保護を図る。フランスでは経済・財務・復興省が本計画を所管する。

④ 教育のデジタル変革

国民教育所管省の主導で教育のデジタルに関し、教育に携わるすべての関係機関、生徒、教員、保護者、教育関連団体、地方自治体などが参加する三部会 (エタジェネロー⁷⁰) が2020年11月に開催された。ここでの論議に基づきINRIAが提言⁷¹をまとめている。

- 1) 学校教育の成功に資するデジタル科学研究プロジェクトを推進する。

68 EuroHPC : <https://eurohpc-ju.europa.eu> (2021年1月18日アクセス)

69 <https://www.cines.fr/en/overview/missions/> (2021年1月18日アクセス)

70 三部会 (エタジェネロー) : フランスでは政策の立案・決定が政府内だけでなく、大学や公的研究機関などの多くの関係者を広く巻き込んで議論が行われその結論が政府に提言されるという方法がよくとられる。歴史は古く1302年にさかのぼる。高等教育・科学技術で有名なものはカーン会議 (1956)

71 <https://www.inria.fr/fr/transformation-numerique-education-recommandations-inria> (2021年1月18日アクセス)

- 2) 教育デジタル化の厳密な評価方法を開発する
- 3) 教師のデジタル教育を拡大する
- 4) 全ての人にデジタル教育を提供できる「市民・公衆デジタル大学」を目指す
- 5) 共通の資産としてのデジタル教育リソースの開発・更新の環境を創出する
- 6) 個人の教育データのポータビリティを保証し、ソフトウェア・ソリューションの相互運用を推進
- 7) 教育技術の観測所を設ける

⑤ 研究連合の名称とテーマ

本分野に主として関係する研究連合はALLISTENE⁷² (デジタル・エコノミー) である。ALLISTENEは、INRIA、CNRS等の6機関から成る組織である。1) 数理モデル、2) ソフトウェア、3) ネットワークおよびサービス、4) 自律システム・ロボティクス、5) ICTのためのナノサイエンス・ナノテクノロジー、6) 上記テーマ間の横断的な研究、といったテーマに取り組んでいる。

6.3.2.4 ナノテクノロジー・材料分野

ナノテクノロジーと材料分野の研究は、経済・財務省傘下の企業総局 (DGE) と研究所管省が共同で所管している。

① 「ナノ (Nano) 2022」

ナノ2022は官民共同で実施される5年間のサポート・プログラムであり、マイクロエレクトロニクス技術の研究開発及び実用化、特に試作開発から量産への移行という困難を伴う作業も対象としてサポートする。2019年3月、エレクトロニクス業界と関連研究機関が、フランス政府と協約⁷³を結び共同で進めるものとして発表した。公的研究機関としてはCEAの技術部 (CEA Tech) がプロジェクト管理に参画し、産業界はSTマイクロエレクトロニクス社がリーダー企業として参画するナノ2022は仏、伊、独及び英国のマイクロエレクトロニクスに関する共同プロジェクト「欧州共通利害共同プロジェクト (Important Project of Common European Interest : IPCEI)」の一部として位置づけられている。

国内レベルでは、ナノ2022に対し11億ユーロの公的助成 (うち国の助成は8億8650万ユーロ) の支援が計画され、IPCEIの枠組みでは4か国で合計17億5千万ユーロを支援することが欧州委員会によって承認された。対象分野は自動車、5G、AI、IoT、航空宇宙・安全保障といった領域に関わる次世代コンポーネントの製造技術で、具体的には1) 高エネルギー効率チップ、2) パワー半導体、3) スマートセンサー、4) 先端光学機器、5) シリコンに替わる材料等であり、これらの開発活動、R&D投資と工業化の前段階を支援する計画で、2018-2022年の5年間に最終的に50億ユーロ規模の民間投資の呼び込みと新たな雇用創出を期待している。特にコネクティビティ、計算、センサー、エネルギー関連エレクトロニクス、サイバーセキュリティといった技術においては先端的な技術の確保に努め、AIに関しては国のAI国家戦略に沿い、エッジコンピューティングの領域で技術的に他国に依存しない体制の構築を目指している。

72 ALLISTENE : Alliance des Sciences et Technologies du Numérique (2021年1月18日アクセス) <http://www.allistene.fr/>

73 電子デバイス業界との協約 (2021年1月18日アクセス) <https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/sites/www.conseil-national-industrie.gouv.fr/files/files/csf/electronique/dossier-de-presse-signature-csf-electronique-plan-nano-2022.pdf>

② レナテック (RENATECH)

フランスのナノテク・微細加工研究開発の代表的な技術プラットフォームとしてRENATECH (Réseau national des grandes centrales de technologies)⁷⁴が挙げられる。国内5か所の拠点はそれぞれCNRSの研究所としてクリーンルームを設置し、合計で7,300m²のクリーンルームを擁し、150人の専門技術スタッフ、1億3000万ユーロ相当の装置を備えている。6.3.1.2の項で紹介した大規模研究インフラロードマップにも含まれている。5拠点がネットワークを組む分散型研究インフラであり、リール、オルセー (パリ・サクレー) 及び、マルクッシ、ブザンソン、グルノーブル (MINATECに併設)、トゥールーズに拠点がある。

② 量子分野：「量子国家戦略」策定

2019年に下院である国民議会でミッションが設置されており、フォルテッサ議員により2020年1月9日量子戦略の報告書「量子技術：フランスは技術的転換点を逃さない⁷⁵」が政府に提出された。本報告書ではこの革新的技術がもたらす経済成長とサイバーセキュリティなどの技術に関わる国の主権保持を重要課題として捉えている。研究に関してはANRを介した1000万ユーロ規模のプロジェクト公募や、パリ、パリ・サクレー、グルノーブルでの拠点形成、ANRとBPIの共同公募による分野横断研究への支援、量子技術を専門とするスタートアップの育成の加速、エンジニアリングと量子コンピューティングを専門とした職業教育の整備と産業界における量子技術者のニーズ増加への対応、当該技術に関わるステークホルダーへの戦略的技術や技術情報の窃取のリスクと対抗措置への注意喚起、戦略的技術資産や活動を注視し、必要に応じ国家の科学技術的潜在力の保護に関する法令等を活用する等、全37項目の提言を行っている。

上記報告書をベースに2021年1月欧州・国際レベルで量子技術の主要な担い手となることを狙いフランスの「量子国家戦略」が発表された。その目的は、産業のバリューチェーンを強化しながら、人材育成、科学研究、技術実験を大幅に強化することである。投資金額は18億ユーロで「将来への投資計画」の第4期 (PIA4) と「復興計画」などから拠出される見込みである。本戦略では学際性や人材育成に留意した投資が行われる。今後5年間、年間100件の学位論文、50件のポストクの奨学金、10件の若手人材助成金が行われる。以下が本量子国家戦略の7つの柱とその投資金額である。

・「量子国家戦略」の7本の柱

- ・ NISQ⁷⁶シミュレータ・アクセラレータの用法の開発・普及 (3億5200万ユーロ)
- ・ LSQスケールに移行する量子コンピュータの開発 (4億3200万ユーロ)
- ・ 量子センサーの技術とアプリケーションの開発 (2億5800万ユーロ)
- ・ ポスト量子暗号化提案の作成 (1億5600万ユーロ)
- ・ 量子通信システムの開発 (3億2500万ユーロ)
- ・ 競争力のある実現技術の提案の作成 (2億9,200万ユーロ)
- ・ エコシステムの横断的な構築

74 RENATECH (2021年1月18日アクセス)

<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid99512/reseau-national-des-grandes-centrales-de-technologies-renatech.html>

75 Quantique : le virage technologique que la France ne ratera pas

https://forteza.fr/wp-content/uploads/2020/01/A5_Rapport-quantique-public-BD.pdf (2021年1月18日アクセス)

76 NISQ : Noisy Intermediate-Scale Quantum

量子技術に関してはANRおよび国防イノベーション庁 (AID)⁷⁷が共同で公募するASTRIDプロジェクトの枠組みで新規公募が2020年7月に開始されている。本公募では量子技術に関する軍・民両用研究を支援する以下のテーマ別公募をおこなっている

- ・ センサー：量子センサーは、この公募の優先テーマである。想定される応用分野は高解像度な位置計測、ナビゲーション技術に関連するもので、磁力測定、電磁スペクトル解析、重量分析、電子部品の分析など。
- ・ アルゴリズム：NISQ技術に基づくマシンのアルゴリズムを提案するプロジェクトも国防に資する使用事例に当てはまる可能性が高い範囲で支援。
- ・ 暗号化通信：量子化後の暗号化、有効化技術、および量子レーダーに関するプロジェクトは、この公募の範囲外である。

③ 研究連合の名称とテーマ

本分野に関係する研究連合はALLISTENE (デジタル・エコノミー)、AVIESAN (ライフサイエンス、医療)、ANCRE (エネルギー) 及びAllEnvi (食糧、水、気候、国土) である。

⁷⁷ 国防イノベーション庁 (AID)：軍事省所管 (2018年設立) スーパーコンピューター、ナノテク、宇宙、AI、サイバーセキュリティ分野でのデュアルユース研究・民間研究の参加を重視。経済・財務省下の企業総局 (DGE) との間のタスクフォースや「Innovation Defense Lab」などを設置。2019年予算7億6000万ユーロ、2020年予算9億ユーロ