

令和元年度
戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）課題評価
（課題名：重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保）

最終報告書

～ 5年間を振り返っての最終評価～

令和2年3月5日

ガバニングボード決定

目次

1. SIP 制度の概要.....	1
2. 最終評価の対象・方法.....	4
2.1 最終評価の位置づけ及び対象.....	4
2.2 平成 30 年度までの経緯.....	5
2.2.1 平成 30 年度までの年度末評価の方法と総合評価結果.....	5
2.2.2 平成 30 年度までの課題評価委員について.....	10
2.3 最終評価の方法.....	17
2.3.1 最終評価のプロセス.....	17
2.3.2 評価項目.....	18
2.3.3 ロジックツリー.....	24
2.3.4 ピアレビュー（PR）.....	25
2.3.5 評価委員.....	26
2.3.6 最終評価のための調査及び最終報告書.....	28
3. 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保.....	29
3.1 概要.....	31
3.1.1 背景と目的.....	31
3.1.2 実施体制.....	31
3.1.3 予算.....	36
3.1.4 研究開発テーマ.....	37
3.1.5 研究開発テーマと各省庁施策との関連図.....	40
3.1.6 出口戦略.....	42
3.1.7 分析フレーム（ロジックツリー）.....	42
3.2 評価.....	44
3.2.1 意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性.....	44
3.2.2 目標・計画・戦略の妥当性.....	45
3.2.3 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。）.....	46
3.2.4 直接的な研究成果（アウトプット）.....	48
3.2.5 現在・将来の波及効果（アウトカム）.....	54
3.2.6 改善すべきであった点と今後取り組むべき点.....	58
4. 情報発信.....	60
4.1 情報発信としての SIP シンポジウム/ワークショップ.....	60
4.1.1 概要.....	60
5. 11 課題の横断的分析からの教訓.....	67
5.1 目標と道筋の体系的な作成.....	67
5.2 各省庁施策との関連図の作成.....	68
5.3 課題内マネジメントでの役割分担・情報共有.....	69

5.4 ユーザーの巻き込み	70
5.5 受皿の早期の立ち上げ.....	70
5.6 論文・特許等の実績データの定義統一	71
5.6.1 論文等	71
5.6.2 特許等	72

図の一覧

表の一覧

略称一覧

略称	正式名称
CSTI	総合科学技術・イノベーション会議 (Council for Science, Technology and Innovation)
SIP	戦略的イノベーション創造プログラム (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)
運用指針	戦略的イノベーション創造プログラム運用指針
ガバニングボード、GB	戦略的イノベーション創造プログラムガバニングボード
課題評価 WG	課題評価ワーキンググループ
PD	プログラムディレクター
サブ PD	サブ・プログラムディレクター
戦略 C	イノベーション戦略コーディネーター
JAMSTEC	国立研究開発法人海洋研究開発機構
JOGMEC	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
JST	国立研究開発法人科学技術振興機構
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
NIMS	国立研究開発法人物質・材料研究機構
農研機構	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
NII	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所
NISC	内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター (National center of Incident readiness and Strategy for Cybersecurity)
NIST	米国国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology)
JPCERT/CC	JPCERT コーディネーションセンター (Japan Computer Emergency Response Team Coordination Center)
IPA	独立行政法人 情報処理推進機構

特別な用語の説明一覧

用語	説明
管理法人	内閣府及び関係省庁は、予算執行上の事務手続きについて、国立研究開発法人(以下「管理法人」という。)を活用することができる。具体的には、研究開発計画に沿って、研究責任者の公募、契約の締結、資金の管理、研究開発の進捗管理、PD等への自己点検結果の報告、関連する調査・分析などを行う。管理法人は、研究責任者との契約上の責任を負う。
研究責任者	管理法人(管理法人を使わない場合には国(関係省庁))が公募により選定し、管理法人から研究を受託する者(組織も含む。)
推進委員会	課題ごとに、PDが議長、内閣府が事務局を務め、関係府省、管理法人、専門家等が参加する推進委員会を内閣府に置き、当該課題の研究開発計画の作成や実施等に必要調整等を行う。
知財委員会	課題又は課題を構成する研究項目ごとに、管理法人等又は選定した研究責任者の所属機関(委託先)に置く。設置した機関が担った研究開発成果に関する論文発表及び特許等の出願・維持等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整等を行う。
研究開発計画	課題ごとに、PDは推進委員会による調整等を経てとりまとめ、CSTIが策定するSIPの実施方針を踏まえ、GBが審議し、承認する。意義・目標、研究開発の内容、実施体制、知的財産に関する事項、評価に関する事項、出口戦略(実用化・事業化に向けた戦略)等について記載する。
TRL	技術成熟度レベル(Technology Readiness Level) 実用化に向けた技術成熟度を示すもので、TRL1が最も基礎的な研究で、数字が大きくなるほど商業化に近い。U.S. Department of Defense (DoD)が定義するTRLでは、以下のとおり。 TRL 1: 基本原理の提唱 / 研究開発論文レベル TRL 2: 基本原理の確認と評価 / 研究開発論文レベル TRL 3: 基本原理の分析と実験室での評価 TRL 4: 研究開発した技術要素又は試作品の実験室での評価レベル TRL 5: 研究開発した技術要素の関連した環境での評価ができるレベル TRL 6: 研究開発した技術の関連した環境でデモンストレーションできるレベル TRL 7: システムプロトタイプの運用環境でのデモンストレーションができるレベル TRL 8: 実システム連動での動作実証 TRL 9: 実システム / 商用システムに適用可能なレベル。

個人名の取扱い

個人名については敬称を省略している。また、役職は、特段の断りがない場合は当時のもの(例えば、研究責任者であれば令和2年1月1日)である。なお、個人名については、既に公開されている情報に基づき記載している。

1. SIP 制度の概要

戦略的イノベーション創造プログラム（以下「SIP」という。）とは、総合科学技術・イノベーション会議（以下「CSTI」という。）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。研究開発から社会実装までを一体的に支援し、国民にとって真に必要な社会的課題や、我が国の経済再生に寄与できるような世界を先導する課題に取り組むものである。

SIP は、「科学技術イノベーション総合戦略（平成 25 年 6 月 7 日閣議決定）」及び「日本再興戦略（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）」に基づき創設された。

SIP 第 1 期の期間は平成 26 年度から 5 年間とし、10 課題（プログラム）を選定して開始し、平成 27 年度から 1 課題（「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」）を追加して 11 課題となった。各課題を強力にリードするプログラムディレクター（以下「PD」という。）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している。

SIP の予算は、「科学技術イノベーション創造推進費」として内閣府に計上されており、府省の枠にとらわれず、CSTI 自らが重点的に予算を配分する。CSTI は、「科学技術イノベーション創造推進費に関する基本方針（平成 26 年 5 月 23 日決定）」に基づき、SIP の課題、PD 及び課題毎の予算等からなる SIP の「実施方針」を毎年度策定する。各課題の PD は、出口戦略を含めた「研究開発計画」をとりまとめ、中心となって推進する。各課題に必要な予算の管理は、課題毎に定めた管理法人又は直執行の場合は担当府省庁（以下、管理法人等という。）が行い、内閣府はこれら管理法人等に予算配分を行う。

SIP の運営に係る重要な事項は、CSTI 有識者議員を構成員とするガバニングボード（以下「GB」という。）が実質的に決定する。具体的には、各課題の研究開発計画、予算配分、評価等についての審議・決定を GB が行う。さらに、府省横断的な視点から課題を推進するため、課題毎に PD 自らが議長となり、内閣府が事務局を務め、関係省庁、管理法人、専門家等が参加する「推進委員会」が内閣府に設置されている。また、平成 30 年度からは、内閣府に「プログラム統括」（内閣府政策参与）が新たに設置され、GB の業務を補佐している。

SIP 第 1 期の課題及び PD は表 1-1 のとおりである。また、表 1-2 に平成 26 年度から令和元年度までの 6 年間における SIP 第 1 期全体予算の推移を示す。

表 1-1 SIP 第 1 期の課題及び PD

課題名	PD *
革新的燃焼技術	杉山 雅則（トヨタ自動車株式会社未来創生センターエグゼクティブアドバイザー）
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主席技監）
革新的構造材料	岸 輝雄（新構造材料技術研究組合理事長 / 東京大学 名誉教授 / 物質・材料研究機構 名誉顧問）
エネルギーキャリア	村木 茂（東京ガス株式会社アドバイザー）
次世代海洋資源調査技術	浦辺 徹郎（東京大学名誉教授 / 一般財団法人国際資源開発研修センター顧問）
自動走行システム	葛巻 清吾（トヨタ自動車株式会社先進技術開発カンパニー常務理事）
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）
レジリエントな防災・減災機能の強化	堀 宗朗（東京大学地震研究所巨大地震津波災害予測研究センター教授、センター長）
重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 **	後藤 厚宏（情報セキュリティ大学院大学学長）
次世代農林水産業創造技術	野口 伸（北海道大学大学院農学研究院副研究院長、教授）
革新的設計生産技術	佐々木 直哉（株式会社日立製作所技術開発グループ技師長）

*（注 1）「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」の PD の役職は令和元（2019）年 12 月 13 日現在、それ以外の 10 課題の役職は平成 30（2018）年 10 月 1 日現在のもの。

**（注 2）「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」については、開始時期が 1 年遅かったため、終了時期は令和元（2019）年度である。

表 1-2 SIP 第 1 期の全体予算推移

年度	予算
平成 26 (2014) 年度	325 億円
平成 27 (2015) 年度	325 億円
平成 28 (2016) 年度	325 億円
平成 29 (2017) 年度	325 億円
平成 30 (2018) 年度	280 億円
令和元 (2019) 年度	18.4 億円
合計	1,598 億円

(注) 平成 26～29 年度は、科学技術イノベーション創造推進費として 500 億円の予算を確保し、健康医療分野に 175 億円 (35%) 充当した。そのため、SIP 第 1 期の予算総額は上記金額 (325 億円) となる。したがって、初年度の平成 26 年度はその額について事務局経費を除き 10 課題に配分し、平成 27 年度からは同様に 11 課題に配分した。最終年度となる平成 30 年度では、健康医療分野を除く予算総額としては 45 億円の減額となった。

2. 最終評価の対象・方法

2.1 最終評価の位置づけ及び対象

「戦略的イノベーション創造プログラム運用指針」(令和元年6月27日改正)以下「運用指針」という。)により、SIPの評価対象はSIPの「制度」と「課題」の2つと規定されている。

GBが外部の専門家等を招いて、各課題について課題評価を実施することとし、その実施時期については、事前評価、毎年度末の評価、最終評価を行うとしている。また、終了後一定の期間(原則として3年)が経過した後、必要に応じて追跡評価を行う。

本報告書に記載される評価結果は最終評価に位置づけられる。本最終評価は、SIP第1期課題の最終年度までの実績に関して行い、終了後の追跡評価、フォローアップ等に反映させるものとする。

最終評価の評価対象は、表2-1に示す第1期の11課題であり、平成30年度に10課題を実施しているため、令和元年度は平成27年度から開始され令和元年度に終了予定の「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」を実施した。なお、管理法人等に省庁が入っている課題は、各省庁が直接に予算執行した研究開発テーマを持っている。

表 2-1 SIP 第1期 11 課題

課題名	略称	管理法人等
革新的燃焼技術	燃焼	JST
次世代パワーエレクトロニクス	パワエレ	NEDO
革新的構造材料	構造材料	JST
エネルギーキャリア	エネキャリア	JST
次世代海洋資源調査技術	海洋	JAMSTEC
自動走行システム	自動走行	内閣府、警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省、NEDO
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	インフラ	国土交通省、JST、NEDO
レジリエントな防災・減災機能の強化	防災	JST
次世代農林水産業創造技術	農業	農研機構(生研支援センター)
革新的設計生産技術	設計生産	NEDO
重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保	サイバー	NEDO

(注) 生研支援センター： 生物系特定産業技術研究支援センター

2.2 平成 30 年度までの経緯

2.2.1 平成 30 年度までの年度末評価の方法と総合評価結果

(1) 平成 25 年度及び平成 26 年度の事前評価について

事前評価は、「SIP 及び各課題を適切に推進し、確実に成果をあげるため、GB は SIP 及び各課題の開始前に、その仕組みや内容等について事前評価を行う。評価結果は、内閣府、PD に伝え、仕組みや研究開発計画等に反映させる。」ということを目的としている。

平成 25 年度に以下の進め方に沿って、課題の事前評価を実施した。

- 1 総合科学技術会議（以下「CSTP」という。）が平成 25 年 9 月に国家的・経済的重要性等の観点から SIP の対象候補を 10 課題決定し、助言・評価を行う GB を設置した。
- 1 内閣府が各課題の政策参与(SIP 開始後に PD)を平成 25 年 10 月に公募開始し、平成 25 年 12 月に選定した。
- 1 政策参与が中心となって、内閣府及び関係省庁と検討を進め、課題候補の研究開発計画（案）を作成し、平成 26 年 2 月に公開ワークショップ¹を開催した。
- 1 平成 26 年 3 月に自己点検として、外部の専門家 3 名から、各課題の研究開発計画（案）について内閣府が意見聴取を行い、政策参与が同案に反映した。
- 1 これを基に、CSTP が外部有識者を招聘した GB において政策参与によるプレゼンテーションを実施し、事前評価を実施した。

なお、評価項目については、各課題に関して、国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成 24 年 12 月 6 日、内閣総理大臣決定）を踏まえ、必要性、効率性、有効性等を評価する観点から、各課題の 意義、SIP の目的との整合性、 研究開発内容の重要性・具体性、目標設定の妥当性（達成時期や水準が妥当かつ明確で達成の検証が可能か、アウトカム目標が設定されているか）、 実用化・事業化に向けた戦略性、 府省間連携、産学連携等の組織間連携の設計の有効性などの項目・視点について評価を行った。

また、プログラムが始まる前の事前評価であり、まだ具体的・専門的な研究成果が出ていない段階であること、他の分野や課題との比較を行うことで、互いに良いところを吸収したり、課題間で必要な連携を促進できたりすること、などの理由から、10 課題について同じ評価委員が評価を行った。

この評価結果を公開に適さない部分を削除した上で公開するとともに、それを踏まえ、PD 及び内閣府が各課題の研究開発計画（案）を改正した上で、平成 26 年 4 月 17 日から 5 月 7 日まで内閣府がパブリックコメントを募集し、広く国民から意見を収集した。

これを踏まえ、研究開発計画を決定し、平成 26 年 5 月に CSTI において、事前評価報告書（案）及び実施方針（課題、PD、当該年度の予算配分額）を承認、決定した。

サイバーについては追加課題として、平成 27 年 5 月に新規追加課題の候補として GB

¹ 中間報告として平成 26 年 2 月 5 日に開催し、約 450 名（民間企業等約 190 名、国立大学法人等約 70 名、独立行政法人等約 90 名、関係省庁約 100 名）が参集した。

に提案され、平成 27 年 6 月に CSTI で決定された。その後政策参与（SIP 開始後に PD）が公募され、7 月に選定された。事前評価は 9 月に実施された。

(2) 平成 26 年度から平成 30 年度までの年度末評価のプロセスについて

年度末評価において、平成 26 年度は GB 及び招聘された外部有識者がすべての課題を一元的に評価したが、平成 27 年度以降は課題評価 WG（詳細は(3)を参照のこと。）を設置し、課題を評価する評価委員を平成 30 年度まで 3 グループに分けて、令和元年度は 1 グループで評価を行い、GB はその結果を審議、承認する形式を採った。

1) 当該年度の研究開発計画の説明及び中間報告（課題進捗状況説明）について

各課題の進捗状況の把握のため、年度当初において研究開発計画の説明及び中間段階で進捗状況等についても GB 又は課題評価 WG（以下「GB 等」という。）において PD に報告を求め、年度末評価の参考とした。

2) 自己点検の実施及び自己点検票の作成

研究責任者による自己点検（GB 等への提出は不要とするもの）によって、課題の中の各項目の研究責任者が自己点検を実施（その際、必要に応じて進捗会議・運営委員会等の項目別会議を活用）し、PD（管理法人又は内閣府（課題担当の事務方））へ提出（その際、PD が研究責任者から直接ヒアリング等を実施する等、責任をもって点検内容を確認する）。

3) 管理法人による自己点検

管理法人が前年度の実績を踏まえた当該年度の予算の執行の在り方、管理体制に関して、管理法人による自己点検報告書を作成し、PD に提出する。

4) PD による自己点検

PD（管理法人又は内閣府（課題担当の事務方））が各研究責任者の自己点検及び管理法人による自己点検票に基づき、PD による自己点検報告書を作成し、SIP 担当事務局（以下「事務局」という。）へ提出する。

その際、プログラム会議等（管理法人が設置する専門家委員会）を活用し、そのコメントも自己点検報告書に記載する。

5) 次年度計画書の作成

上記研究責任者及び PD による自己点検と並行して、次年度計画書（次年度予算要望を含む）を策定し、PD の自己点検報告書とともに事務局へ提出する。

6) 評価の実施及び GB への報告

GB 等において、PD による自己点検結果及び次年度計画書を基に、PD によるプレゼンテーションを実施し、外部有識者の参画も得て、GB 等において各課題の評価を行う。その際には、「審査の視点」（PD のマネジメント手法及び活動内容を含む）ごとの実績の評価及び次年度計画書も踏まえて、以下の「総合評価」を行う。

- Ⅰ 平成 29 年度までの総合評価（以下の 4 段階にランク付け）
- A：適切に設定された目標を達成しており、実用化・事業化も十分見込まれる等想定以上の成果が得られている。
 - B：目標の設定・達成とともに概ね適切である等当初予定どおりの成果が得られている。（B+、B、B- に区分）
 - C：目標の設定又はその達成状況が十分ではない等予定を下回る成果となっている。
 - D：目標の設定、その達成状況その他大きな改善を要する面が見られる。
- Ⅰ 平成 30 年度の総合評価（以下の 3 段階にランク付け）
- S：極めて挑戦的な高度な目標を達成し、実用化・事業化も十分見込まれており、想定を大幅に上回る成果が得られている。
 - A：目標の設定・達成とともに概ね適切であるなど、当初予定どおりの成果が得られている。（AA、A+、A、A- に区分）
 - B：目標の設定、その達成状況その他大きな改善を要する面がみられる。（B+、B に区分）

7) 予算配分（案）の検討

GB 等において、次年度以降の研究開発計画等を踏まえて、以下の予算配分方針に沿って課題ごとに次年度の予算配分方針を策定する。

- Ⅰ 予算配分方針（以下の 4 段階にランク付け）
- ：研究開発計画等を踏まえ次年度特に重点的に予算配分すべき
 - ：研究開発計画等を踏まえ次年度重点的に予算配分すべき
 - ：研究開発計画等を踏まえ前年度並みに予算配分すべき
 - ：研究開発計画等を踏まえ前年度と比較し減額した予算配分とすべき

8) 評価結果及び次年度予算の確定

上記評価結果を基に、事務局が課題毎の次年度予算配分案を策定し、GB で課題毎の次年度予算額を確定する。予算案作成に当たっては、以下の評価結果と前年度当初予算比増減の表を参照する。その際、出口戦略に向けた前向きな取組を促す観点から戦略的に予算を配分する。

表 2-2 平成 29 年度までの評価結果及び予算比増減の対応

総合評価結果	前年度当初予算比増減
A	+ 20%以下
B ⁺	+ 10%以下
B	0%以下
B ⁻	10%以下
C	30%以下
D	事業中止を検討

（注）ただし、平成 26 年度は増減の割合が若干異なる。

表 2-3 平成 30 年度の評価結果及び予算比増減の対応

総合評価結果	前年度当初予算比増減
S	+ 50%以下
AA	+ 30%以下
A+	+10%以下
A	0%以下
A-	10%以下
B+	30%以下
B	事業中止を検討

9) 年度末評価報告書（案）及び次年度実施方針（案）の承認

上記の結果を踏まえ、単年度の課題評価結果として年度末評価報告書（案）を作成し、GB で承認するとともに、予算配分案を含む実施方針（案）を CSTI 本会議に諮り、承認された結果を公開する。

(3) 平成 27 年度以降における課題評価 WG の設置について

平成 27 年度から、各課題の年度末評価のために GB の下に課題評価 WG を設置し、GB 構成員及び課題評価 WG 毎に招聘する外部有識者で構成した。

課題評価 WG は、平成 30 年度まで、エネルギー分野の 5 課題（燃烧、パワエレ、構造材料、エネキャリ、海洋）、次世代インフラ分野の 3 課題（自動走行、インフラ、防災）、地域資源分野（農業、設計生産）の 2 課題のそれぞれで設置し、WG1、WG2、WG3 とした。ただし、WG 間の課題数調整の意味で、海洋を便宜上、地域資源分野の WG3 に組み入れた。なお、平成 27 年度から開始したサイバーは、次世代インフラ分野の WG2 に組み入れ、平成 30 年度は第 2 期の課題評価 WG において評価した。

各 WG では、担当する課題について、評価項目（目標、出口戦略、体制・マネジメント等）の観点から、当該年度までの実績、次年度以降の計画等を踏まえて評価し、課題ごとの評価結果（課題評価（案）及び予算配分方針）にコメントを付して GB に報告した。

表 2-4 課題評価 WG と課題名（平成 27 年度～平成 30 年度）

課題評価 WG	課題名
WG1	「革新的燃焼技術」、「次世代パワーエレクトロニクス」、 「革新的構造材料」、「エネルギーキャリア」
WG2	「自動走行システム」、「インフラ維持管理・更新・マネジメント 技術」、「レジリエントな防災・減災機能の強化」、「重要インフラ等にお けるサイバーセキュリティの確保」
WG3	「次世代海洋資源調査技術」、「次世代農林水産業創造技術」、 「革新的設計生産技術」

注)「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」について、平成 30 年度は第 2 期の課題評価 WG で評価した。

(4) 平成 26 年度から平成 30 年度までの年度末評価の実績及び総合評価結果

次の表 2-5 に平成 26 年度から平成 30 年度までの年度末評価の実績を掲げる。

表 2-5 平成 26 年度から平成 30 年度までの年度末評価の実績

実施年度	実施主体	実施内容
平成 26 年度	GB	平成 26 年度研究開発計画（案）決定
	CSTI 本会議	事前評価報告書（案）及び研究開発計画（案）承認
	GB	課題進捗報告
		年度末評価の実施及び評価結果（案）の策定
		次年度予算配分（案）の策定
平成 27 年度 から 平成 30 年度	課題評価 WG	研究開発計画説明
		課題進捗報告
		年度末評価の実施、評価結果（案）及び次年度予算方針（案）の策定
	GB	次年度予算配分（案）の策定及び次年度研究開発計画（案）の承認
		次年度実施方針（案）の策定。
	CSTI 本会議	次年度実施方針の承認

また、表 2-6 に第 1 期の 11 課題について、平成 30 年度までに GB が決定した年度末評価の総合評価結果を記載する。これらの評価結果に応じて次年度の予算を GB で決定した。評価結果による次年度予算の配分額調整幅は表 2-2（平成 26～30 年度）、表 2-3（平成 30 年度）による。

表 2-6 第 1 期 11 課題の年度末評価結果

課題（略称）	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度
燃焼	B	B+	B+	B+	-
パワエレ	B	B+	B+	B+	-
構造材料	A	A	A	B+	-
エネキャリ	A	A	B+	B+	-
海洋	B	C	B	B+	-
自動走行	B	B	B+	B+	-
インフラ	B	B	B+	B+	-
防災	B+	B-	B+	A	-
農業	B	C	B	B+	-
設計生産	B+	B-	C	B	-
サイバー	-	B	B+	B+	AA

注）平成 30 年度は平成 29 年度までと評価結果の区分が異なる。

なお、年度ごとの課題評価を実施するに当たり、評価委員が各課題の PD 又はサブ PD と利害関係にある場合には、当該課題評価は行わないこととした。利害関係の有無の定義は以下のとおり。

- l 配偶者又は2親等内の血族
- l 同一の企業に所属する者
- l 同一の学科・研究室等に所属する者
(評価委員が学長・総長等の場合には、大学に所属するすべての者)
- l その他、GB が特に認めた場合

上記に照らして、年度ごとに当該課題の評価を行わない評価委員を定めた。

2.2.2 平成 30 年度までの課題評価委員について

以下に、平成 25 年度から平成 30 年度までの各年度に招聘した外部の専門家等(以下「外部有識者」という。)を含む課題評価委員の名簿を掲載する。

(1) 【事前評価委員(平成 25 年度)】

対象課題:「革新的燃焼技術」、「次世代パワーエレクトロニクス」、「革新的構造材料」、「エネルギーキャリア」、「次世代海洋資源調査技術」、「自動走行システム」、「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」、「レジリエントな防災・減災機能の強化」、「次世代農林水産業創造技術」、「革新的設計生産技術」

n CSTP 有識者議員(GB)

氏名	所属
久間 和生	常勤議員(元三菱電機株式会社常任顧問) / GB 座長
原山 優子	常勤議員(元東北大学大学院工学研究科教授)
青木 玲子	一橋大学経済研究所教授
内山田 竹志	トヨタ自動車株式会社取締役会長
中西 宏明	株式会社日立製作所代表執行役執行役社長兼取締役
橋本 和仁	東京大学大学院工学系研究科教授
平野 俊夫	大阪大学総長
大西 隆	日本学術会議会長

(注) CSTP は平成 26 年 5 月に CSTI に改組。

n 外部有識者

氏名	所属
上杉 邦憲	宇宙航空研究開発機構名誉教授
瓜生 健太郎	瓜生・糸賀法律事務所代表・パートナー、弁護士
金谷 年展	東京工業大学ソリューション研究機構特任教授
小林 敏雄	東京大学名誉教授(前 JARI(一般財団法人日本自動車研究所)所長)
牧野 二郎	牧野法律事務所 / 弁護士
室伏 きみ子	お茶の水女子大学名誉教授 / NHK 経営委員会委員
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社経済・社会政策部主席研究員
渡部 俊也	東京大学政策ビジョン研究センター教授

(2) 【GB 課題評価委員（平成 26 年度）】

対象課題： 平成 25 年度 事前評価と同じ課題

CSTI 有識者議員（GB）

氏名	所属
久間 和生	常勤議員（元三菱電機株式会社常任顧問） / GB 座長
原山 優子	常勤議員（元東北大学大学院工学研究科教授）
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
内山田 竹志	トヨタ自動車株式会社取締役会長 / 日本経済団体連合会副会長
中西 宏明	株式会社日立製作所代表執行役執行役社長兼取締役 / 日本経済団体連合会副会長
橋本 和仁	東京大学大学院工学系研究科教授
平野 俊夫	大阪大学総長
大西 隆	日本学術会議会長 / 豊橋技術科学大学学長

n 外部有識者

氏名	所属
上杉 邦憲	宇宙航空研究開発機構名誉教授
瓜生 健太郎	瓜生・糸賀法律事務所代表・パートナー、弁護士
金谷 年展	東京工業大学ソリューション研究機構特任教授
小池 勲夫	東京大学名誉教授
小林 敏雄	東京大学名誉教授（前 JARI(一般財団法人日本自動車研究所)所長）
濱田 政則	早稲田大学名誉教授 / アジア防災センターセンター長
牧野 二郎	牧野法律事務所 / 弁護士
室伏 きみ子	お茶の水女子大学名誉教授 / NHK 経営委員会委員
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社経済・社会政策部主席研究員
渡部 俊也	東京大学政策ビジョン研究センター教授

(3) 【GB 課題評価委員（平成 27 年度）】

・課題評価 WG1、WG2 及び WG3

1) 課題評価 WG1

n CSTI 有識者議員（GB）

氏名	所属
久間 和生	常勤議員（元三菱電機株式会社常任顧問） / GB 座長
原山 優子	常勤議員（元東北大学大学院工学研究科教授）
橋本 和仁	東京大学大学院工学系研究科教授
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
大西 隆	日本学術会議会長 / 豊橋技術科学大学学長

n 外部有識者

氏名	所属
小豆畑 茂	株式会社日立製作所フェロー
荒井 和雄	産業技術総合研究所名誉リサーチャー
北田 裕一	日本航空株式会社整備本部副本部長
成宮 明	株式会社 KRI 特別参与
牧野 二郎	牧野法律事務所 / 弁護士

2) 課題評価 WG2

n CSTI 有識者議員 (GB)

氏名	所属
久間 和生	常勤議員 (元三菱電機株式会社常任顧問) / GB 座長
原山 優子	常勤議員 (元東北大学大学院工学研究科教授)
中西 宏明	株式会社日立製作所代表執行役会長兼 CEO / 日本経済団体連合会副会長
橋本 和仁	東京大学大学院工学系研究科教授
平野 俊夫	大阪大学名誉教授

n 外部有識者

氏名	所属
上杉 邦憲	宇宙航空研究開発機構名誉教授
金谷 年展	東京工業大学ソリューション研究機構特任教授
小林 敏雄	東京大学名誉教授 (前 JARI(一般財団法人日本自動車研究所)所長)
佐々木 良一	東京電機大学教授
濱田 政則	早稲田大学名誉教授 / アジア防災センターセンター長

3) 課題評価 WG3

n CSTI 有識者議員 (GB)

氏名	所属
久間 和生	常勤議員 (元三菱電機株式会社常任顧問) / GB 座長
原山 優子	常勤議員 (元東北大学大学院工学研究科教授)
内山田 竹志	トヨタ自動車株式会社取締役会長 / 日本経済団体連合会副会長
橋本 和仁	東京大学大学院工学系研究科教授

n 外部有識者

氏名	所属
小澤 尚志	オムロンベンチャーズ株式会社代表取締役社長
家守 伸正	住友金属鉱山株式会社代表取締役会長
小池 勲夫	東京大学名誉教授
佐野 泰三	カゴメ株式会社常勤顧問
室伏 きみ子	お茶の水女子大学学長・名誉教授 / NHK 経営委員会委員
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社経済・社会

	政策部主席研究員
--	----------

(4) 【GB 課題評価委員（平成 28 年度）】

n CSTI 有識者議員（GB）

氏名	所属
久間 和生	常勤議員（元三菱電機株式会社常任顧問）/ GB 座長
原山 優子	常勤議員（元東北大学大学院工学研究科教授）
上山 隆大	常勤議員（前政策研究大学院大学教授・副学長）
内山田 竹志	トヨタ自動車株式会社取締役会長 / 日本経済団体連合会副会長
橋本 和仁	物質・材料研究機構理事長
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
十倉 雅和	住友化学株式会社代表取締役社長 / 日本経済団体連合会副会長
大西 隆	日本学術会議会長 / 豊橋技術科学大学学長

常勤議員 3 名と橋本議員は全課題評価 WG に参加。他の 4 名の有識者議員については、専門性等を踏まえ継続的に特定の WG に参加。

n 課題評価 WG1、WG2 及び WG3

座長

氏名	所属
久間 和生	CSTI 常勤議員

課題評価 WG1： 外部有識者

氏名	所属
小豆畑 茂	株式会社日立製作所フェロー
荒井 和雄	産業技術総合研究所名誉リサーチャー
上杉 邦憲	宇宙航空研究開発機構名誉教授
岡崎 健	東京工業大学科学技術創成研究院特命教授
北田 裕一	日本航空株式会社整備本部副本部長
成宮 明	株式会社 KRI 顧問
牧野 二郎	牧野法律事務所 / 弁護士

WG2： 外部有識者

氏名	所属
相田 仁	東京大学大学院工学系研究科教授
瓜生 健太郎	瓜生・糸賀法律事務所代表弁護士・マネージングパートナー
金谷 年展	東京工業大学ソリューション研究機構特任教授
後藤 滋樹	早稲田大学基幹理工学部情報理工学科教授
小林 敏雄	東京大学名誉教授（前 JARI（一般財団法人日本自動車研究所）所長）
佐々木 良一	東京電機大学教授
豊田 周平	トヨタ紡織株式会社取締役会長
濱田 政則	早稲田大学名誉教授 / アジア防災センターセンター長
渡部 俊也	東京大学大学執行役・副学長

WG3： 外部有識者

氏名	所属
小澤 尚志	オムロンベンチャーズ株式会社代表取締役社長
小池 勲夫	東京大学名誉教授
佐野 泰三	株式会社サラ取締役最高執行責任者 COO
室伏 きみ子	お茶の水女子大学学長・名誉教授
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社経済・社会政策部主席研究員

(5) 【GB 課題評価委員 (平成 29 年度)】

n CSTI 有識者議員 (GB)

氏名	所属
久間 和生	常勤議員 (元三菱電機株式会社常任顧問) / GB 座長
原山 優子	常勤議員 (元東北大学大学院工学研究科教授)
上山 隆大	常勤議員 (前政策研究大学院大学教授・副学長)
内山田 竹志	トヨタ自動車株式会社取締役会長
橋本 和仁	物質・材料研究機構理事長
小谷 元子	東北大学材料科学高等研究所長兼大学院理学研究科数学専攻教授
十倉 雅和	住友化学株式会社代表取締役社長 / 日本経済団体連合会副会長
山極 壽一	日本学術会議会長 / 京都大学総長 / 一般社団法人国立大学協会会長

n 課題評価 WG1、WG2 及び WG3

座長

氏名	所属
久間 和生	CSTI 常勤議員

課題評価 WG1： 外部有識者

氏名	所属
小豆畑 茂	株式会社日立製作所フェロー
荒井 和雄	産業技術総合研究所名誉リサーチャー
上杉 邦憲	宇宙航空研究開発機構名誉教授
岡崎 健	東京工業大学科学技術創成研究院特命教授
北田 裕一	日本航空株式会社整備本部副本部長
成宮 明	公益財団法人応用科学研究所理事
牧野 二郎	牧野法律事務所 / 弁護士

課題評価 WG2： 外部有識者

氏名	所属
相田 仁	東京大学大学院工学系研究科教授
瓜生 健太郎	瓜生・糸賀法律事務所代表弁護士・マネージングパートナー
金谷 年展	東京工業大学ソリューション研究機構特任教授

後藤 滋樹	早稲田大学基幹理工学部情報理工学科教授
小林 敏雄	東京大学名誉教授（前 JARI（一般財団法人日本自動車研究所）所長）
佐々木 良一	東京電機大学教授
豊田 周平	トヨタ紡織株式会社取締役会長
濱田 政則	早稲田大学名誉教授 / アジア防災センターセンター長
渡部 俊也	東京大学大学執行役・副学長

課題評価 WG3： 外部有識者

氏名	所属
上野 保	東成エレクトロビーム株式会社代表取締役会長
小池 勲夫	東京大学名誉教授
佐野 泰三	株式会社サヲ取締役最高執行責任者 COO
室伏 きみ子	お茶の水女子大学学長・名誉教授
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社経済・社会政策部主席研究員

(6) 【GB 課題評価委員（平成 30 年度）】

n CSTI 有識者議員（GB）

氏名	所属
上山 隆大	常勤議員（前政策研究大学院大学教授・副学長）
梶原 ゆみ子	富士通株式会社常務理事
小谷 元子	東北大学材料科学高等研究所長兼大学院理学研究科数学専攻教授
小林 喜光	株式会社三菱ケミカルホールディングス取締役会長 / 経済同友会代表幹事
十倉 雅和	住友化学株式会社代表取締役社長
橋本 和仁	物質・材料研究機構理事長
松尾 清一	名古屋大学総長
山極 壽一	日本学術会議会長 / 京都大学総長 / 一般社団法人国立大学協会会長

（注）GB 座長は橋本和仁有識者議員が務める。

n 課題評価 WG1、WG2、WG3 及び第 2 期（「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」を含む）

座長

氏名	所属
須藤 亮	内閣府政策参与・SIP プログラム統括

課題評価 WG1： 外部有識者

氏名	所属
小豆畑 茂	元株式会社日立製作所フェロー
荒井 和雄	産業技術総合研究所名誉リサーチャー
上杉 邦憲	宇宙航空研究開発機構名誉教授
岡崎 健	東京工業大学科学技術創成研究院特命教授
北田 裕一	日本航空株式会社整備本部本部長

成宮 明	公益財団法人応用科学研究所理事
------	-----------------

(注)平成30年度は第1期の最終評価を実施。

課題評価 WG2： 外部有識者

氏名	所属
相田 仁	東京大学大学院工学系研究科教授
瓜生 健太郎	瓜生・糸賀法律事務所代表弁護士・マネージングパートナー
後藤 滋樹	早稲田大学基幹理工学部情報理工学科教授
小林 敏雄	東京大学名誉教授(前 JARI(一般財団法人日本自動車研究所)所長)
佐々木 良一	東京電機大学教授
豊田 周平	トヨタ紡織株式会社取締役会長
濱田 政則	早稲田大学名誉教授/アジア防災センターセンター長

(注)平成30年度は第1期の最終評価を実施。

課題評価 WG3： 外部有識者

氏名	所属
上野 保	東成エレクトロビーム株式会社取締役会長
小池 勲夫	東京大学名誉教授
佐野 泰三	株式会社サラ取締役最高執行責任者 COO
室伏 きみ子	お茶の水女子大学学長・名誉教授
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社経済・社会政策部主席研究員

(注)平成30年度は第1期の最終評価を実施。

第2期課題評価 WG： 外部有識者

氏名	所属
小豆畑 茂	元株式会社日立製作所フェロー
五十嵐 仁一	JXTG エネルギー株式会社取締役常務執行役員
江崎 浩	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
岡崎 健	東京工業大学科学技術創成研究院特命教授
北岡 康夫	大阪大学共創機構産学共創本部副本部長
君嶋 祐子	慶應義塾大学研究連携推進本部副本部長・法学部教授
小宮山 宏	株式会社三菱総合研究所理事長
小向 太郎	日本大学危機管理学部教授
佐々木 良一	東京電機大学教授
鮫島 正洋	内田・鮫島法律事務所代表パートナー弁護士・弁理士
白井 俊明	横河電機株式会社マーケティング本部シニアアドバイザー
高島 正之	総合海洋政策本部参与会議参与(座長代理)
竹中 章二	池上通信機株式会社フェロー
林 いづみ	桜坂法律事務所弁護士
三上 喜貴	長岡技術科学大学理事・副学長(国際連携・産学連携担当)
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社政策研究事業本部経済政策部主席研究員

(注)第1期の「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」を含む。

2.3 最終評価の方法

2.3.1 最終評価のプロセス

最終評価の目的は、第1期（5年間）の研究成果に基づき、研究開発計画に沿った成果が得られたかどうかを厳格に評価し、さらに、課題毎の経済波及効果、社会的インパクト、参画企業における研究開発投資の誘発効果、参加者の意識の変化などについても可能な限り検証を行うことである。

令和元（2019）年度に実施したサイバーセキュリティの最終評価の進め方は、平成30年度に実施した10課題に対する最終評価の進め方と同様であり、基本的には2.2に示した平成30年度までの年度末評価のプロセスを踏まえつつ、評価項目の組替え、ロジックツリーの作成を行い、年度末評価ではPD及び管理法人による自己点検に加えて、管理法人等によるピアレビュー（Peer Review：専門的観点からの技術評価）（以下「PR」という。）を実施した。PRについては、2.3.4で詳述するが、管理法人等が選定した外部有識者によって、主に課題の特徴・特性に沿った技術的・専門的な観点から評価し、課題評価WGにおいて報告を求めるものである。

課題評価WGのそれぞれにおいて、以下のように3回の課題評価WGを開催し、本報告書にとりまとめた。

表 2-7 課題評価WG（平成30年度）

課題評価WG	課題名
WG1	「革新的燃焼技術」、「次世代パワーエレクトロニクス」、「革新的構造材料」、「エネルギーキャリア」
WG2	「自動走行システム」、「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」、「レジリエントな防災・減災機能の強化」
WG3	「次世代海洋資源調査技術」、「次世代農林水産業創造技術」、「革新的設計生産技術」

表 2-8 課題評価WG（令和元年度）

課題評価WG	課題名
WG	「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」

表 2-9 課題評価WGの開催回と会議の目的

課題評価WGの開催回	会議の目的
第1回	課題の過去4年間の振り返り（得られた成果、研究開発計画における目標に対する達成度合い等の取りまとめ）
第2回	課題年度末評価（PDによる当該年度を含む5年間の成果報告及び管理法人によるPR報告を受けた評価）
第3回	第1回、第2回の評価結果を踏まえた最終報告書（案）の取りまとめ及び審議。

なお、最終評価は次年度の予算配分を行わないため、ABCD 評価 (SAB 評価) はせず、定性的な評価とし、得られた知見や改善点は、必要に応じて、第 2 期の課題評価の在り方等に反映することとした。

2.3.2 評価項目

最終評価の評価項目は、運用指針を基に、これまでの年度末評価での評価項目や、国内外の研究開発評価における評価項目の文献調査結果を踏まえて決定した。

まず、運用指針には、課題評価の評価項目・評価基準は、以下のように示されている。

- a) 意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性
- b) 目標 (特にアウトカム目標) の妥当性、目標達成に向けた工程表の達成度合い
- c) 適切なマネジメントがなされているか。特に府省連携の効果がどのように発揮されているか。
- d) 実用化・事業化への戦略性、達成度合い
- e) 最終評価の際には、見込まれる効果あるいは波及効果。終了後のフォローアップの方法等が適切かつ明確に設定されているか。

これを基に、これまでの年度末評価での評価項目や、文献調査による国内外の評価項目の調査結果を踏まえて、評価項目を検討した。令和元年度の最終評価の項目を表 2-10 に示す。平成 30 年度の最終評価の項目を継続しつつ、観点、データ・指標にのみ、「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」に対応できる内容を加えている。

大項目として (A) ~ (E) に分類している。評価のための情報として、年度末評価で収集されているもの (表 2-10 で) と、新たに収集しなければならないもの (表 2-10 で) に分け、後者は課題評価アンケート調査 (研究責任者向け) 課題評価インタビュー調査で重点的に収集した。

運用指針と最終評価項目の関係を図 2-1 に、年度末評価のうち、平成 30 年度の最終評価方法の検討時点で最新かつ詳細な平成 29 年度 GB 評価項目と最終評価項目の関係を図 2-2 に示す。

具体的には以下に述べるように、計画の見直しに活かすことを想定した中間評価としての構成から、実績の把握とフォローアップを行う最終評価に適した構成に一部組替えを行っている²。

「(A) 意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性」については、最終評価であることから、開始からの環境変化を考慮して適切だったか、SIP でなければできない課題だったかに重点を置いた。

「(B) 目標・計画・戦略の妥当性」について、目標・計画・戦略の作りが適切であったかを振り返るための項目としてまとめた。

「(C) 課題におけるマネジメント (適切なマネジメントが行われているか。)」として、大型プロジェクトである SIP では階層的なマネジメントが行われていることを考慮して、制度評価で対象とするマネジメントと別に課題内でのマネジメントを対象にまとめた。

² 「(D) 直接的な研究成果 (アウトプット)」及び「(E) 現在・将来の波及効果 (アウトカム)」を分割して別項目としたのちに、他の項目を再構成した。

「(D) 直接的な研究成果 (アウトプット)」と「(E) 現在・将来の波及効果 (アウトカム)」を独立させ、生み出されたアウトプットやアウトカムをリストアップすることとした。

最後に、上記の評価項目から「改善すべきであった点と今後取り組むべき点」を抽出してまとめた。

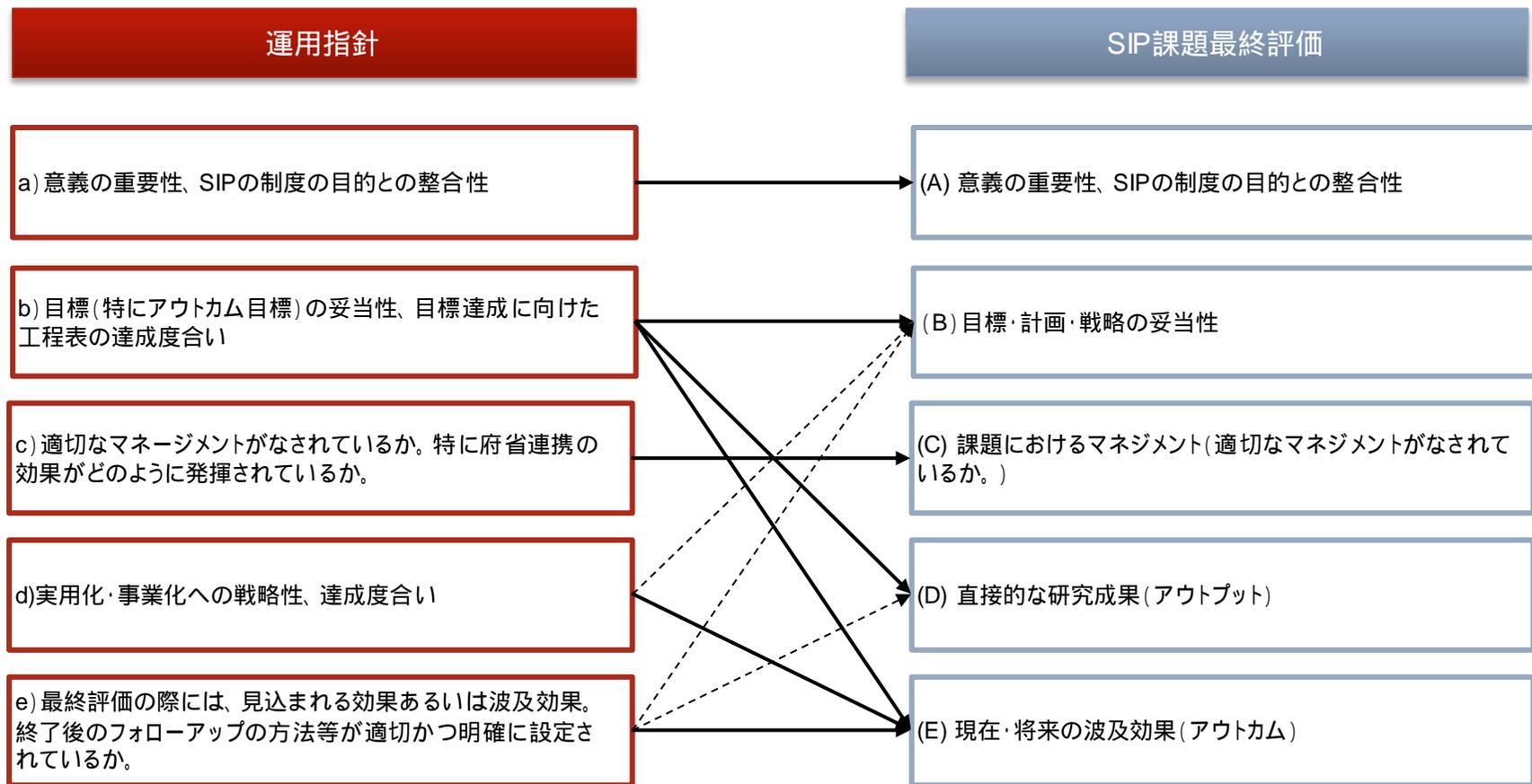


図 2-1 運用指針の評価項目と SIP 課題最終評価の評価項目の対応関係

平成29年度(2017)のGB評価項目

SIP課題最終評価

GB評価取りまとめ表	審査の視点
1. 意義の重要性、SIPの制度の目的との整合性	・国内外の動向、ガバニングボードにおける議論等を踏まえ、引き続き、総合科学技術・イノベーション会議の司令塔機能によって推進すべき課題ですか。
2. 目標の妥当性、目標達成に向けた工程表の達成度合い	・アウトプット目標（技術達成目標等）が適切に設定されていますか。また、Society5.0の実現に向けた目標設定も適切ですか。 ・目標達成に向けた工程表（年度計画）の達成度合いは十分ですか。
3. 出口戦略（実用化・事業化）への戦略性、達成度合い	・アウトカム目標（社会的波及効果、市場規模等経済波及効果）が適切に設定されていますか。 また、Society5.0の実現に向けた出口戦略（データ連携等）が適切に設定されていますか。 研究開発計画において出口戦略（実用化・事業化、国際展開、知財・国際標準戦略、制度・規制改革、拠点形成、ベンチャー創出、中小企業支援等）が具体的に講じられていますか。 これら目標や出口戦略の達成度合いは十分ですか。
4. 適切な体制構築及びマネジメント、産学連携及び府省連携の効果	・課題を着実に推進するために、必要な体制が構築され、必要な見直しが行われていますか。 ・府省連携、組織間連携（産産、産学、学学）、各研究施策の加速、減速、追加、中止など、研究開発成果の最大化に向けたマネジメントが適切に行われていますか。
5. 最終年度研究開発計画概要	・最終年度のアウトプット目標達成に向けて、具体的かつ実現可能と考えられる計画が策定されていますか。 ・最終年度のアウトカム目標達成に向けて、具体的かつ実現可能と考えられる計画が策定されていますか。 ・課題終了後を見据えた計画（産業界での事業化・実用化、研究拠点の構築等）が具体的に策定されていますか。
6. 管理法人による予算執行及び体制	・管理法人における予算執行、体制管理が適切になされていますか。（管理法人の自己点検を参考に記載ください）
7. その他特記事項（広報、情報発信等）	・研究開発活動やその成果について、適切に広報、情報発信していますか。 ・上記以外で今年度の取組として特記すべき事項があれば具体的に記載してください。

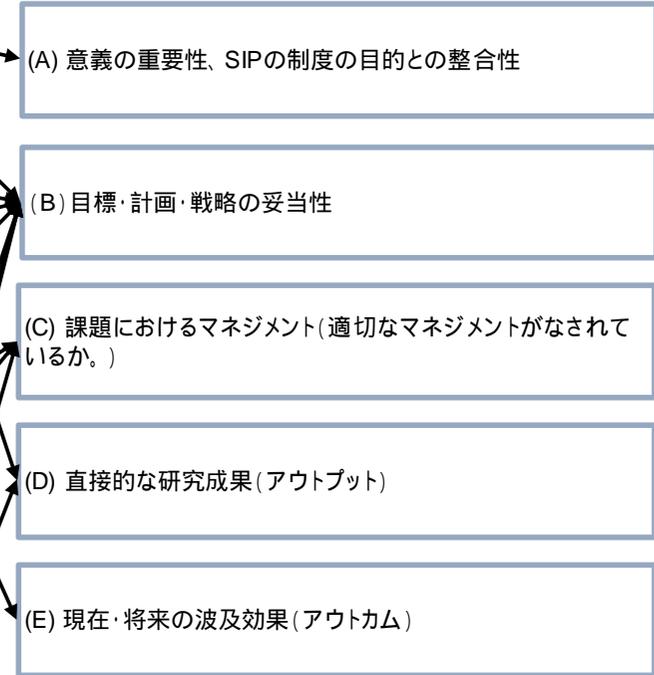


図 2-2 平成 29 年度の GB 評価項目と SIP 課題最終評価の評価項目の対応関係

表 2-10 評価項目、評価の観点、具体的なデータ・指標（例）

評価項目		観点	データ・指標
(A) 意義の重要性、SIPの制度の目的との整合性			
意義		当該課題が、社会的、経済的に重要な意義を持っていたか。	開始からの環境変化を踏まえた社会的、経済的な意義
目的との整合性		国内外の動向等を踏まえ、総合科学技術・イノベーション会議の司令塔機能によって推進すべき、国家的に中核となる課題でしたか。 SIPでなければ実現できなかったことは何ですか。	SIPの目的との整合性
(B) 目標・計画・戦略の妥当性			
アウトプット	目標（指標）設定の妥当性	アウトプット目標（技術達成目標等）が適切に設定されていたか。 Society5.0の実現に向けた目標設定は適切ですか。 途中で目標設定の変更等がありましたか、それは適切でしたか。 急速な技術革新への対応の観点から、研究開発成果が得られる時点での技術の水準を早急に研究目標の設定がなされていたか。	アウトプット目標（指標）
	計画の妥当性	必要十分な研究テーマが体系的に設定されていたか。 進捗や達成度合いからみて工程表・計画は具体的かつ実現可能に策定されていたか。 途中で計画の変更等がありましたか、それは適切でしたか。 急速な技術革新への対応の観点から、社会的・技術的な動向の変化等を考慮した道筋（ロードマップ）の適切な見直し等、研究開発の実施中に内容が陳腐化しないための配慮がなされていたか。	サブテーマ設定の妥当性 各年度の計画の妥当性
アウトカム	目標（指標）の設定の妥当性	アウトカム目標（社会的波及効果、市場規模等経済波及効果）が適切に設定されていたか。	アウトプット・アウトカム目標（指標）、目標（指標）の達成状況
	出口戦略とその計画への反映の妥当性	Society5.0の実現に向けた出口戦略（データ連携等）が適切に設定されていたか。 研究開発計画において出口戦略（実用化・事業化、国際展開、知財・国際標準戦略、制度・規制改革、拠点形成、ベンチャー創出、中小企業支援等）が具体的に策定されていますか。 課題終了後を見据えた計画（産業界での事業化・実用化、研究拠点の構築等）が具体的に策定されていますか	・計画・工程表で戦略が明確か。 特に以下のような観点。 ・知財管理の取組 ・実証や国際標準化、性能や安全性基準の策定、社会規範・倫理 ・規制緩和等を含む実用化に向けた取組 ・成果のユーザー ・不足している技術・情報 ・コスト低減
(C) 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。）			
組織・人のマネジメント	適切な体制構築	課題を着実に推進するために、必要な体制が構築されていたか。 PD、推進委員会、管理法人、研究責任者等の推進体制・役割分担・権限は明確でしたか。 適切かつ十分な資質を有する参加機関・参加者が加えられていましたか。 体制として明らかな不足・問題はありましたか。 府省連携、組織間連携（産産、産学、学学）がなされていたか。	体制図（テーマの主な実施者が分かる程度まで） PD、サブPD、推進委員会、研究責任者、研究実施者の実績 投入された人数
	参加者・機関の見直しの適切さ	課題を着実に推進するために、必要な見直しが行われていましたか。 実施期間の途中から参加した機関、途中で離脱した機関はありますか、途中参加・離脱の理由やタイミングはどのようなもので、それは適切でしたか。 (新たなテーマの追加、技術の導入/テーマの廃止、完了等)	中途参加・離脱した参加者・機関とその理由・タイミング
	管理法人のサポート	管理法人における予算執行、体制管理が適切にできていたか。 管理法人によるPD、研究責任者等へのサポートは適切でしたか。	管理法人の体制、実施事項、予算執行実績
テーマのマネジメント	テーマの見直しの適切さ	各研究テーマの加速、減速、追加、中止など、研究開発成果の最大化に向けたマネジメントが適切に行われていましたか。	各テーマの見直し状況とその理由
資金のマネジメント	予算の配分と執行	全体としてどの程度の金額が投入・執行され、各テーマへはどの程度配分されましたか。 資金の規模や配分は適切でしたか。	資金総額、各テーマへの資金配分額
	資金配分の見直しの適切さ	課題を着実に推進するために、資金配分について必要な見直しが行われていましたか。	資金配分の見直し状況とその理由
情報・知識のマネジメント	参加者内での意識共有・コミュニケーション	関係者（PD、推進委員会、管理法人、研究責任者、研究者、その他）の間で打ち合わせや情報交換が十分に行われていましたか。参加者・機関から要望はありませんでしたか。 当該課題が目指す目的や達成すべき目標、全体の進捗・課題が、課題の全ての参加者・機関の間で共有・徹底されていましたか。	参加者・機関間での打ち合わせ頻度 参加者・機関間での意思疎通・共有のツール 参加者・機関間での意思疎通・共有度合い、コミュニケーションに関する満足度・課題
	知的資産・情報の共有・管理・活用・活用の適切さ	課題の実施に必要な知財や技術情報が、関係者間で適切に共有・管理・活用されていたか。 課題間でマネジメント等に関して情報共有がありましたか、課題間の連携で出た成果がありましたか。	知的資産・情報の共有・管理・活用状況

(D) 直接的な研究成果(アウトプット)			
全般的な達成度合い		アウトプット目標達成に向けた工程表(年度計画)の達成度合いは十分でしたか。 その達成度合いの原因・理由はどのようなものですか。生じた課題と克服方法、効果的だった取組はどのようなものですか。	アウトプット目標(指標)、目標(指標)の達成状況・見込み 研究開発計画・工程表、同計画・工程表の進捗状況 活用されたノウハウ、阻害要因
論文等	論文発表	研究成果が、論文等(分野特性によってはプロシーディングも含む)として生み出されていますか。 論文は学術的にも認められていますか。特に注目(引用)されている論文は生み出されていますか。	(成果として発表した)査読付き論文数 (上記の内、)高被引用論文数 (成果として発表した論文の)被引用数 (成果として発表した)プロシーディング数(論文要旨集等)
	学会発表	研究成果について、学会発表、招待・基調講演が行われていますか。	(成果に関する)学会発表件数 (成果に関する)招待・基調講演件数
知的財産	特許	研究成果は、特許として権利化されていますか。	(成果に関する)特許出願数・登録数 (上記の内、)参加者・機関での共同出願数
	特許以外	研究成果は特許以外の知的財産権(プログラムの著作物、意匠等)として権利化されていますか。ノウハウとして得られたものがありますか。	特許以外で特筆すべき知的財産 ライセンシング(許諾実施件数) 安全評価手法等
その他成果	システム等	要素技術を組み合わせたシステム、プロトタイプ、データベース等が構築されていますか。	システム、プロトタイプ、データベース等の構築状況
	標準・認証	成果を国際的に活用するための標準・基準は策定されていますか。	策定された(もしくは検討されている)標準の状況
	拠点・コンソーシアム等	今後の展開の基盤となり得る研究・連携拠点やコンソーシアム等は生まれていますか。	連携拠点・コンソーシアム等の設置・運用状況
	社会的関心・認知	研究開発活動やその成果について、適切に広報、情報発信していましたか。 その効果はありましたか。	プレスリリース、発表会等の回数 記事への掲載数、出版物等
	その他	上記以外で特筆すべき成果はありますか。	その他成果の創出状況
(E) 現在・将来の波及効果(アウトカム)			
全般的な達成度合い	達成度合い	アウトカム目標や出口戦略の達成度合いは十分でしたか。 アウトカム目標や出口戦略の今後の達成見込みはありますか。 その達成度合い・見込みの原因・理由はどのようなものですか。	アウトカム目標(指標)、目標(指標)の達成状況・見込み 研究開発計画・工程表、同計画・工程表の進捗状況 活用されるノウハウ、阻害要因
	波及に至る到達段階・見込み	各種の波及効果に至るまでの各段階として、どこまで到達していますか。いつ頃までに到達する見込みですか。 SIPでの研究を契機として、各参加者・機関が関連する独自の研究開発等に取り組み始めていますか。(参画企業における研究開発投資の誘発効果等) バックグラウンド特許、フォアグラウンド特許を含めて権利の活用方法の整備が進んでいますか。	研究 / 技術開発 / 製品化 / 上市段階の到達状況(到達見込み) 知財ポリシー
	国際的な我が国の立ち位置	開始段階から日本の立ち位置、それぞれの技術や取り組みの世界との差等は変化しましたか。	日本の立ち位置、それぞれの技術や取り組みの世界との差等
経済的な波及効果	新市場・新事業	研究開発成果を活用した新事業が生み出されていますか。	製品・サービスの売上状況(製品・サービス領域別)・見込み
	ベンチャー等	研究開発成果を活用したベンチャー・技術組合等が創出されていますか。 ベンチャー・技術組合等の成長性・継続性は見込めますか。	ベンチャー・技術組合等の創出状況・見込み ベンチャー・技術組合等の経営状況
	コスト削減	研究開発成果を活用したコスト削減が実現していますか。	コストの削減状況(製品・サービス領域別)・見込み
	雇用	市場・事業創出の結果、雇用が生まれていますか。	雇用の創出状況(製品・サービス領域別)・見込み
社会的な波及効果(社会課題解決)	社会課題(たとえば安全・安心、健康等に関わるもの)が解決されていますか。	解決された(される見込みの)社会課題と、社会に期待される効果	
その他副次的な効果(ロジックモデル外)	派生的な研究開発	SIP関連にとどまらず新たな研究領域の創出、学会組織等の設立、既存研究領域の活性化など、学術的な活動への効果がありますか。	派生的な研究開発活動の実施状況・見込み
	規制改革・政策への影響・展開	特区の設置、具体的な法制度改正、新たな政策につながりましたか。	規制改革・政策への影響・展開の状況・見込み
	研究開発組織・戦略への影響	研究開発組織の改編・拡充や戦略の転換がありましたか。 研究開発の行動様式や産学連携への意識の変化がありましたか。	研究開発組織の改編・拡充や戦略の転換
	人的ネットワークの形成	研究開発活動を通じて、フォーマルな推進体制、インフォーマルな人的ネットワーク、チャンネルが形成されていますか。	各種人的ネットワークの形成状況・見込み
	人材育成	研究開発活動を通じて、企業人材の育成、研究開発に関わった学生・若手研究者のキャリア開拓(就職など)に貢献できましたか。	研究開発を通じた研究者・技術者の育成、キャリア開拓状況と見込み
	その他	その他のアウトカムがあったか。	その他の特筆すべきアウトカム

(注)「観点」列の「 」は、主に SIP で実施されていた年度末評価の項目を基に設定したもので、「 」は、平成 30 年度 10 課題評価でも実施したもので、下線は、令和元年度「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」に関して新たに追加したもので。

2.3.3 ロジックツリー

最終評価の過程では、各課題について最終年度の研究開発計画を基にロジックツリーの作成を行い、分析に用いた。

ロジックツリー自体は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定)において、「道筋」として研究開発プログラムの立案段階で示すことが重要とされているものである。一般に、「道筋」によって、以下の内容を明確化させることができ、関係者で共有することが可能となる。

- Ⅰ 全体の中での各要素の位置づけ
 - Ⅱ それぞれの活動、状態が課題全体の中でどのような位置づけにあるのかを明確にする。
 - Ⅱ 事業実施中に参画者が自らの位置づけを明確にする。
- Ⅰ 進捗
 - Ⅱ 課題の目的、目標を達成するためにどの段階まで進捗しているのかを明確にする。
 - Ⅱ 事業実施中に参画者が自らの状況を明確にし、中間評価(年度末評価)での見直しに活用することができる。
 - Ⅱ 終了時評価においては課題全体としての進捗状況を明らかにし、マネジメントの課題を分析するために活用することができる。
- Ⅰ 研究開発要素の過不足
 - Ⅱ 課題の目的、目標を達成するために、必要十分な研究開発要素が挙げられているかを明確にする。
 - Ⅱ 事前評価、中間評価(年度末評価)での見直しに活用することができる。
 - Ⅱ 終了時評価においては、今後の研究開発プロジェクトの立案に活用することができる。
- Ⅰ 成果を実現する要素の過不足
 - Ⅱ 課題の目的、目標を達成するために、必要十分な社会実装の要素が挙げられているかを明確にする。
 - Ⅱ 事前評価、中間評価(年度末評価)での見直しに活用することができる。
 - Ⅱ 終了時評価、追跡評価においては、研究開発プロジェクト終了後の施策立案に活用することができる。

ロジックツリーを構成する要素は以下である。

- Ⅰ 活動(Activities)
 - Ⅱ SIPにおける研究開発活動
- Ⅰ 直接的な研究成果(Outputs)
 - Ⅱ 研究開発活動で得られた結果
- Ⅰ 現在・将来の波及効果(Outcomes)
 - Ⅱ Outputs は研究開発に係る活動から直接に得られた成果物³であり、Outcomes は研究開発に係る活動自体やそのアウトプットによって、その受け手に、研究開

³ 例えば、投稿された学術論文、特許出願された発明、提出された規格原案、作成された設計図、開発されたプロトタイプ等が挙げられる。

- 発を実施又は推進する主体が意図する範囲でもたらされる効果・効用⁴である⁵。
- ⊃ 短期効果（研究終了時）、中期効果、最終効果に分けている。
 - ⊃ 最終評価では、現時点の短期効果の実績、現時点の中期効果の見通しを重点的に評価する。
 - ⊃ 最終効果は計画書の意義や目的に記載されているような事項が当てはまる。
 - ⊃ 間接的な効果（意図せざる効果）は示していない。

最終評価のための各課題のロジックツリーは全体像を把握するため1枚にまとめている。これを作成したことによって、研究開発計画に示された技術的目標、産業面の目標、社会的な目標がどの時点で誰によって実現されるのか、それらの目標に各々の研究開発テーマがどのように結びついているのかを明確化した。

なお、ロジックツリーの要素の記述に際しては、アウトプットまでは、「～する。」（PJとして取り組むこと）、若しくは名詞（特許や論文等）とし、アウトカムは、「～なる。」（状態を表す）としている⁶。

2.3.4 ピアレビュー（PR）

運用指針が平成30年7月19日に改正された際に、PRを管理法人において実施することとなったため、その方法について以下のとおり定めた。

1 評価委員の選定

PR評価委員の選定は以下のとおりとし、委嘱前に内閣府の確認を受けること。なお、原則、研究実施者が所属する機関以外から選定し、必要に応じPR評価委員を追加すること。

技術的観点の評価 原則、3名

国際標準化、規制改革、出口戦略等 原則、2名

2 評価の準備

評価を実施する前に、その準備としてPDや研究責任者に以下の事項を依頼すること。なお、依頼に当たっては、別紙1の様式を提示すること。

- （1）PDに当該年度の自己点検報告書の作成を依頼
- （2）研究実施者に対し、当該年度の研究概要や研究成果の取りまとめを依頼

3 PRの範囲

- （1）PRは課題毎の実施とし、その単位は、原則、研究開発計画に記載されている研究テーマの大項目とする。
- （2）大項目ではPRの単位が大きすぎる等の理由により、PRの範囲として適さない場合は、内閣府と相談し、PRの単位を決定する。

⁴ 例えば、「SIPの研究開発自体によって整備された設備を使って（SIPの活動以外で）新しい研究成果が生まれた」とすれば、それはOutcomesの1つといえる。ほかにも、「異分野の研究者のネットワークが出来て、そのネットワークから新しい融合分野の研究領域が生まれた。」「SIPの研究開発のアウトプットを受けて、（受け手である）省庁が新たな戦略・規制を策定した。」などの例が考えられる。

⁵ 「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成28年12月21日内閣総理大臣決定）

⁶ 例えば、「の開発」が、「を開発する（活動であり、開発が終わっていない）」のか、「を開発した（状態であり、開発が終わっている）」のか曖昧になってしまうため、体言止めを避けている。

4 評価実施

(1) 評価の実施に当たっては、PD 及び研究責任者から評価委員に対し以下の内容について説明する。

PD から自己点検報告書等に基づき、当該年度の研究内容や研究成果の説明
研究責任者から当該年度の研究概要や研究成果の説明

(2) 評価結果について

評価結果は、達成部分(肯定的意見)及び未達成部分(改善すべき点)を両論併記する。

評価は、別紙1の様式を使用し評価委員毎に記載すること。

管理法人は各評価委員からの主要な評価を別紙1の様式にとりまとめること。

5 課題評価 WG への報告

(1) 自己点検報告書に係る課題評価 WG への報告は、PD が行う。

(2) PR に係る課題評価 WG への報告は、評価委員又は管理法人が行う。

なお、本実施方法は、必要に応じ適宜見直すものとする。

2.3.5 評価委員

最終評価について、平成30年度、令和元年度に招聘した外部有識者を含む、各課題評価WGに係る評価委員の名簿を以下に掲載する。

(1) 【GB 課題評価委員(平成30年度)】

1. CSTI 有識者議員

氏名	所属
上山 隆大	常勤議員(前政策研究大学院大学教授・副学長)
梶原 ゆみ子	富士通株式会社常務理事
小谷 元子	東北大学材料科学高等研究所長兼大学院理学研究科数学専攻教授
小林 喜光	株式会社三菱ケミカルホールディングス取締役会長/経済同友会代表幹事
十倉 雅和	住友化学株式会社代表取締役社長
橋本 和仁	物質・材料研究機構理事長
松尾 清一	名古屋大学総長
山極 壽一	日本学術会議会長/京都大学総長/一般社団法人国立大学協会会長

(注) GB 座長は橋本和仁有識者議員が務める。

2. 課題評価 WG1、WG2 及び WG3

座長

氏名	所属
須藤 亮	内閣府政策参与・SIP プログラム統括

課題評価 WG1: 外部有識者

氏名	所属
小豆畑 茂	元株式会社日立製作所フェロー

荒井 和雄	産業技術総合研究所名誉リサーチャー
上杉 邦憲	宇宙航空研究開発機構名誉教授
岡崎 健	東京工業大学科学技術創成研究院特命教授
北田 裕一	日本航空株式会社整備本部本部長
成宮 明	公益財団法人応用科学研究所理事

課題評価 WG2： 外部有識者

氏名	所属
相田 仁	東京大学大学院工学系研究科教授
瓜生 健太郎	瓜生・糸賀法律事務所代表弁護士・マネージングパートナー
後藤 滋樹	早稲田大学基幹理工学部情報理工学科教授
小林 敏雄	東京大学名誉教授（前 JARI（一般財団法人日本自動車研究所）所長）
佐々木 良一	東京電機大学教授
豊田 周平	トヨタ紡織株式会社取締役会長
濱田 政則	早稲田大学名誉教授 / アジア防災センターセンター長

課題評価 WG3： 外部有識者

氏名	所属
上野 保	東成エレクトロビーム株式会社取締役会長
小池 勲夫	東京大学名誉教授
佐野 泰三	株式会社サラ取締役最高執行責任者 COO
室伏 きみ子	お茶の水女子大学学長・名誉教授
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社経済・社会政策部主席研究員

なお、CSTI 有識者議員は常勤・非常勤の区別なくオブザーバーとして課題評価 WG への参加を認めた。

(2) 【GB 課題評価委員（令和元年度）】

1. CSTI 有識者議員

氏名	所属
上山 隆大	常勤議員（元政策研究大学院大学教授・副学長）
梶原 ゆみ子	富士通株式会社理事
小谷 元子	東北大学高等研究機構長 / 東北大学材料科学高等研究所主任研究者 / 大学院理学研究科数学専攻教授
小林 喜光	株式会社三菱ケミカルホールディングス取締役会長
篠原 弘道	日本電信電話株式会社（NTT）取締役会長 / （一社）日本経済団体連合会副会長・デジタルエコノミー推進委員会委員長
橋本 和仁	物質・材料研究機構理事長
松尾 清一	名古屋大学総長
山極 壽一	日本学術会議会長

（注）GB 座長は橋本和仁有識者議員が務める。

2. 課題評価 WG

座長

氏名	所属
須藤 亮	内閣府政策参与・SIP プログラム統括

課題評価 WG： 外部有識者

氏名	所属
江崎 浩	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
後藤 滋樹	早稲田大学名誉教授
小向 太郎	日本大学危機管理学部教授
佐々木 良一	東京電機大学特命教授
吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社主席研究員

なお、CSTI 有識者議員は常勤・非常勤の区別なくオブザーバーとして課題評価 WG への参加を認めた。

2.3.6 最終評価のための調査及び最終報告書

内閣府が実施する最終評価のために、外部のシンクタンク⁷に業務を委託して以下の調査を実施した。

- | 平成 30 年度までの事前評価、年度末評価の分析
- | 国内外の評価方法についての文献調査
- | 有識者へのインタビュー調査
- | 各課題の PD、管理法人、研究責任者、内閣府担当等へのインタビュー調査
- | 各課題の研究責任者等へのアンケート調査

これらに令和元年度の成果も取り込みつつ、平成 27 年度（初年度）から令和元年度（最終年度）までの 5 年間すべてをとりまとめた最終報告書として本報告書を作成した。

⁷ 平成 30 年度は三菱 SIP 最終報告書作成調査コンソーシアム（代表者株式会社三菱総合研究所代表取締役社長森崎孝）、株式会社三菱総合研究所及び三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社がコンソーシアム協定書を締結して設立したもの。
令和元年度は株式会社三菱総合研究所。

3. 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保

令和元年度に評価対象とした「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」についても、平成30年度に実施した10課題最終評価と同様に「概要」と「評価」の2つの部分から構成している。

「概要」では、研究開発計画等を基にして背景と目的、実施体制、予算、研究開発テーマ、出口戦略、ロジックツリーについて整理している。

「評価」では、課題評価アンケート調査（研究責任者向け）と課題評価インタビュー調査（研究責任者向け）の結果も踏まえつつ、PDによる自己点検報告等に基づく課題評価WGでの評価結果をベースに、表2-10に示した評価項目の大項目別に取りまとめている。

<p>(1)意義の重要性、SIPの制度の目的との整合性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <u>我が国の重要インフラ等の安定運用に貢献するとともに、我が国の機器やシステムの市場競争力を高め、さらにはインフラ産業の国際競争力向上にも貢献することが期待できる。</u> <u>サイバーセキュリティ技術のユーザーとなる重要インフラ等事業者と密に協議する体制を実現できたため、重要インフラ等事業者がサイバーセキュリティ技術を導入するに際してのニーズを的確にフィードバックできた。</u> サイバーセキュリティ技術を有する複数企業が得意領域を基に研究テーマを分担し、また各社の重要インフラ等事業者とのネットワークを互いに共有できたため、効率的・有効な研究開発ができた。 省庁連携が実現されたことで、複数分野の重要インフラ等における展開を効果的・有効に実行できた。
<p>(2)目標・計画・戦略の妥当性</p>	<ul style="list-style-type: none"> サイバーセキュリティ技術を重要インフラ等を実装し、オリパラに貢献することを掲げる目標は<u>多様なステークホルダーが問題意識を共有し、一丸となることができる適切な設定</u>だった。 <u>計画は、PDによりコア要素技術から社会実装まで、体系的に設定されていた。</u>
<p>(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。)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <u>PDによる強力で細やかなリーダーシップ、重要インフラ等事業者を巻き込んだ推進委員会・WGにより適切なマネジメントの下で各研究開発テーマ内実施者間連携、重要インフラ等事業者等との関係が構築され、有効に機能した。</u>
<p>(4)直接的な研究成果 (アウトプット)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 真贋判定技術は1台あたり数十万の大量ファイルからなる、数百～数千台レベルのサーバ機器に対応し大規模システム全体の監視を実現した。 動作監視・解析のコア技術となる「収集・蓄積・分析技術」「IoTゲートウェイと深層学習による監視・分析技術」「制御NWセンサ技術及び統合解析技術」を確立した。 ログ分析・バックドア解析、モデル解析の結果を、同一インフラ事業者間や、内容によってはインフラ分野をまたいで情報を

	<p>安全に共有する機能を実現する情報共有プラットフォーム技術を開発した。</p> <p>重要インフラ等における OT（制御技術）運用者がサイバーセキュリティの方策検討やインシデント対応等を適切に実施するための講義・演習教材やシステムを開発した。</p>
<p>(5)現在・将来の波及効果 (アウトカム)</p>	<p>本課題の成果は国内のインフラ産業（180 兆円規模）の安定運用に貢献することが期待されている。また、<u>重要インフラ等向けセキュリティ製品市場の新規創出</u>が見込まれている。</p> <p>「先行版」として首都圏近郊の主要インフラに社会実装が実施されており、<u>2020 年開催東京オリンピック・パラリンピック競技大会のサイバーセキュリティ確保</u>が期待されている。国内での実績がインフラ輸出へつなぐことが期待される。</p> <p>動作監視・解析技術は「制御 NW センサ技術及び統合解析技術」と協力して製品開発を行い、<u>日立製作所が HAD（Hitachi Anomaly Detector）として 2017 年に製品化した。</u></p> <p>情報共有プラットフォーム技術は日立システムズ社が国際標準 STIX/TAXII 準拠の<u>国内事業者向けサービス「SHIELD」として 2018 年に商用化</u>している。</p> <p>セキュリティ教育カリキュラム・講義・演習教材・e-learning 環境を開発した。教材は既に 40 を超える組織（電事連、NTT-ME、日立等多数）に配布され、人材育成を推進している。</p>
<p>(6)改善すべきであった点と今後取り組むべき点</p>	<p>SIP のような外部有識者を評価者として予算配分を決定するような技術開発に関して、その取り組みや成果についてどのように開示することが適切かは課題であった。</p> <p>SIP 第 1 期終了後も、セキュリティ技術を有する事業者と重要インフラ事業者の間で、維持管理や残課題等について検討を継続していく必要がある。また人材育成についても継続的な検討が必要である。</p> <p>今回の成果を拡（ひろ）げるため、国内重要インフラ等事業者に対して、どのようなインセンティブやルールでサイバーセキュリティ技術を売り込んでいくかについても、ユーザー視点かつ具体的に議論していく必要がある。</p> <p>セキュリティのような分野では事前に関係省庁で出口について協議して、例えば調達要件等も含めて検討するべきである。</p> <p>まずは国内インフラ事業者への導入を進めていくことにより、海外展開として、重要インフラ等とサイバーセキュリティと人材育成（プログラム）をパッケージ化して輸出することにつながると期待される。重要インフラ等事業者への導入状況、国際的な具体的な方針の検討状況について、内閣府による追跡的なフォロー及び評価・フィードバックが必要である。</p>

3.1 概要

3.1.1 背景と目的

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、サイバー攻撃の脅威は切実な問題であり、強固なサイバーセキュリティの確保による世界で最も安心・安全な社会基盤の確立が必達の課題である。

本課題では、重要インフラ⁸等におけるサイバーセキュリティを確保するために、重要インフラ等サービスの安定運用を担う制御ネットワーク及び制御ネットワークを構成する制御・通信機器（以下「制御・通信機器」という。）の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⁹技術、制御・通信機器及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た。特に、「通信・放送」「エネルギー」「交通」分野を重点領域とした。

その成果を、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会をターゲットに、実証実験等を通して、通信・放送、エネルギー、交通などのインフラシステムに適用できることを確認した。また、今後普及・拡大が見込まれるIoTシステムのセキュリティ確保に向けて前記技術を拡張するとともに、技術導入を支援する適合性確認の在り方と仕組みの検討、分野を超えた運用のための共通プラットフォームの実現、セキュリティ人材育成に取り組んだ。

3.1.2 実施体制

令和元年度時点で、サブPDは1名、研究責任者は11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。

研究開発テーマは研究開発(a1)～(a4)のコア技術と、その出口となる社会システムにおいて実装する(b1)～(b5)の社会実装技術とし、それらを密に連携して進めた。

⁸ 「重要インフラの情報セキュリティ対策に係る第4次行動計画」が特定している14分野に代表される重要な社会基盤システム。

⁹ セキュリティ確認とは、機器やソフトウェアの真正性、完全性を確かめること。

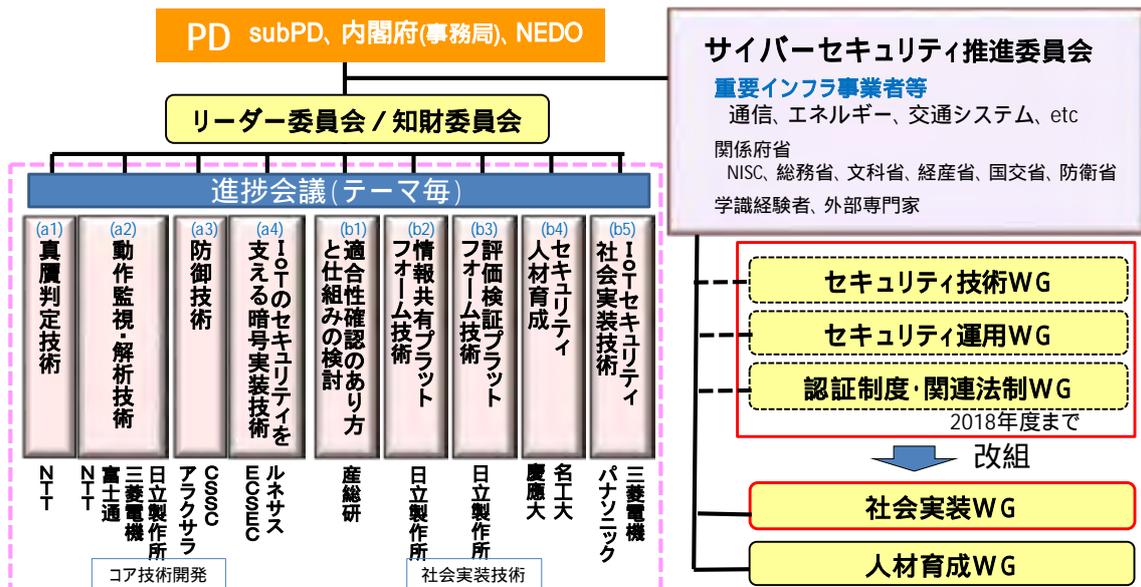


図 3-1 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の研究体制

(出典) 内閣府プログラムディレクター 後藤厚宏「SIP 第 1 期令和元年度課題評価 WG PD 自己点検説明資料 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保(令和元年 12 月 20 日)」

表 3-1 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の PD 等

区分	所属	氏名
PD	情報セキュリティ大学院大学学長	後藤 厚宏
サブPD	慶應義塾大学環境情報学部教授	手塚 悟

令和 2 年 1 月 1 日現在

表 3-2 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の主要会議体

名称	構成員	概要
推進委員会	PD、サブ PD、専門家、関係省庁、事務局(内閣府)、管理法人(NEDO) (表 3-3 参照)	PD が議長、内閣府が事務局を務め、関係府省、管理法人、専門家等が参加する推進委員会を内閣府に置き、当該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。令和元年度末までに 12 回開催(年 2・3 回程度開催)
知財委員会	PD、サブ PD、内閣府、NEDO、研究責任者	NEDO に置く。各受託機関で出願される知的財産の動向を把握・管理し、産業利用する際の利便性向上につながるよう、各受託機関と調整を行う。(年 6 回程度開催)
リーダー委員会	PD、サブ PD、内閣府、NEDO、研究責任者	全体的な課題、スケジュールについて共有する。(年 6 回程度開催)

進捗会議	PD、サブ PD、内閣府、NEDO、関係する研究機関	テーマ毎に設け、研究開発の進捗状況について確認するとともに、課題の解決策・研究方針について PD 等から指導。 (各テーマ年 6 回程度開催)
セキュリティ技術 WG (～2018 年度)	PD、サブ PD、株式会社エヌ・ティ・ティエムイー、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社、情報処理推進機構、東京地下鉄株式会社、株式会社 KDDI 総合研究所、東京電力ホールディング株式会社、東日本電信電話株式会社、東日本旅客鉄道株式会社、三菱重工業株式会社、NISC、総務省、経産省、防衛装備庁、研究責任者 神戸大学 NEDO、内閣府	研究開発成果を重要インフラ等事業者の制御・通信システムに導入する上で必要となるセキュリティ要件及びそれに対する課題を検討し、研究開発にフィードバックを行う。 (年 4 回程度開催)
セキュリティ運用 WG (～2018 年度)	PD、サブ PD、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社、JPCERT コーディネーションセンター、情報処理推進機構、情報通信研究機構、東京リトル・パリッパ競技大会組織委員会、東京地下鉄株式会社、東京電力ホールディングス株式会社、東京都、日本放送協会、日本民間放送連盟、東日本電信電話株式会社、三菱重工業株式会社、NISC、防衛装備庁、研究責任者 明治大学 NEDO、内閣府	重要インフラ等において必要となる横断的情報共有の仕組み及び情報分析機能を検討するとともに、オペレーション全体に関わる課題を検討。情報共有及び連携を実現する上での課題を整理して研究開発にフィードバックを行う。 (年 4 回程度開催)

<p>認証制度・関連法制 WG (~ 2018 年度)</p>	<p>PD、サブ PD、情報処 理推進機構、三菱重工 業株式会社、NISC、防 衛装備庁、研究責任者 慶應義塾大学 NEDO、内閣府</p>	<p>重要インフラ等分野に関する国際標準、既存 の各種基準等に関連する制度・組織を調査 し、コア技術を社会実装するために必要な要 件を整理する。 (年 3 回程度開催)</p>
<p>人材育成 WG</p>	<p>PD、サブ PD、株式会 社エヌ・ティ・ティエム イー、エヌ・ティ・ティ・ コミュニケーションズ 株式会社、東京地下鉄 株式会社、東芝デバイ ス&ストレージ株式会 社、日本電気株式会社、 三菱重工業株式会社、 NISC、総務省、経産省、 防衛装備庁、研究責任 者 東北大学 NEDO、内閣府</p>	<p>重要インフラ等事業者における運用実務にお いて求められるセキュリティ教育、意識につ いて検討し、運用担当者のセキュリティ技術 レベルの向上に必要な人材育成方法に関する 課題と要件を整理して研究開発にフィードバ ックを行う。 (年 3 回程度開催)</p>

社会実装 WG (2019 年度)	PD、サブ PD、ICT- ISAC、株式会社エヌ・ ティ・ティエムイー、エ ヌ・ティ・ティ・コミュ ニケーションズ株式会 社、株式会社 KDDI 総 合研究所、静岡大学、情 報通信研究機構、情報 処 理 推 進 機 構 、 JPCERT コーディネー ションセンター、東京オ リピック・パ・リッピョク競技 大会組織委員会、東京 電力ホールディングス 株式会社、東京地下鉄 株式会社、鉄道総合技 術研究所、東芝デバイ ス&ストレージ株式会 社、日本民間放送連盟、 東日本電信電話株式会 社、三菱重工業株式会 社、NISC、総務省、経 産省、防衛装備庁、研究 責任者 神戸大学 明治大学 NEDO、内閣府	開発した技術に関して技術・運用等の観点を 考慮し、現在協働検討体制を構築して推進し ている事業者だけではなく、幅広い分野へ社 会実装(横展開)を実現するための方策を議 論。 (年3回程度開催)
----------------------	---	---

本課題に特徴的な会議体。

表 3-3 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保推進委員会 構成員一覧表

区分	所属	氏名
PD	情報セキュリティ大学院大学学長	後藤 厚宏
サブ PD	慶應義塾大学環境情報学部教授	手塚 悟
専門家	一般社団法人 JPCERT コーディネーションセンター常務理事	有村 浩一
	情報処理推進機構セキュリティセンター長	瓜生 和久
	東日本旅客鉄道株式会社常務執行役員	大内 敦
	MHI エアロスペースシステムズ株式会社常務取締役	大島 健二
	電気事業連合会情報通信部長	大友 洋一
	トヨタ自動車株式会社 先進技術開発カンパニーフェロー (SIP 自動走行システム PD)	葛巻 清吾
	情報通信研究機構サイバーセキュリティ研究所長	久保田 実

	東京電力ホールディングス株式会社常務執行役	関 知道
	東北大学サイバーサイエンスセンター教授	曾根 秀昭
	公益財団法人東京リハビリテーション競技大会組織委員会 テクノロジーサービス局長	館 剛司
	株式会社 KDDI 総合研究所取締役執行役員副所長	田中 俊昭
	東京地下鉄株式会社取締役	中澤 英樹
	明治大学経営学部経営学科教授	中西 晶
	東京都戦略政策情報推進本部情報基盤担当部長	沼田 文彦
	東日本電信電話株式会社取締役ネットワーク事業推進本部 設備企画部長	星野 理彰
	日本放送協会情報システム局 CSIRT 部専任部長	溝淵 俊憲
	神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻教授	森井 昌克
	一般社団法人日本民間放送連盟事務局長兼総務部長	渡辺 昌己
関係省庁	内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター内閣参事官	上田 光幸
	内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター内閣参事官	結城 則尚
	総務省サイバーセキュリティ統括官付参事官	大森 一顕
	文部科学省研究振興局参事官	橋爪 淳
	経済産業省商務情報政策局サイバーセキュリティ課長	奥家 敏和
	国土交通省総合政策局情報政策課サイバーセキュリティ対 策室長	大嶋 孝友
	国土交通省鉄道局総務課危機管理室長	野本 英伸
	防衛装備庁技術戦略部技術戦略課長	堀江 和宏
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）	高原 勇
	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	近藤 玲子
	内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）付政策 調査員	岡崎 皓広
管理法人	新エネルギー・産業技術総合開発機構 IoT 推進部長	安田 篤

令和元年 12 月 13 日（開催日）現在

3.1.3 予算

表 3-4 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の予算

年度	予算（億円）
平成 27（2015）年度	5.0
平成 28（2016）年度	25.5
平成 29（2017）年度	27.1
平成 30（2018）年度	23.0
令和元（2019）年度	18.4
合計	99.0

3.1.4 研究開発テーマ

本課題では、重要インフラ¹⁰等におけるサイバーセキュリティを確保するために、重要インフラ等サービスの安定運用を担う制御ネットワーク及び制御ネットワークを構成する制御・通信機器（以下「制御・通信機器」という。）の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¹¹技術、制御・通信機器及び制御ネットワークの動作監視・解析技術と防御技術を開発した。そして、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会をターゲットに、実証実験等を通して、その成果を通信・放送、エネルギー、交通などのインフラシステムに適用できることを確認した。また、今後普及・拡大が見込まれるIoTシステムのセキュリティ確保に向けて前記技術を拡張するとともに、技術導入を支援する適合性確認の在り方と仕組みの検討、分野を超えた運用のための共通プラットフォームの実現、セキュリティ人材育成にも取り組んだ。

本課題の研究開発テーマは図3-2の通り研究開発に関するaと社会実装に関するbの2つに大別されている。

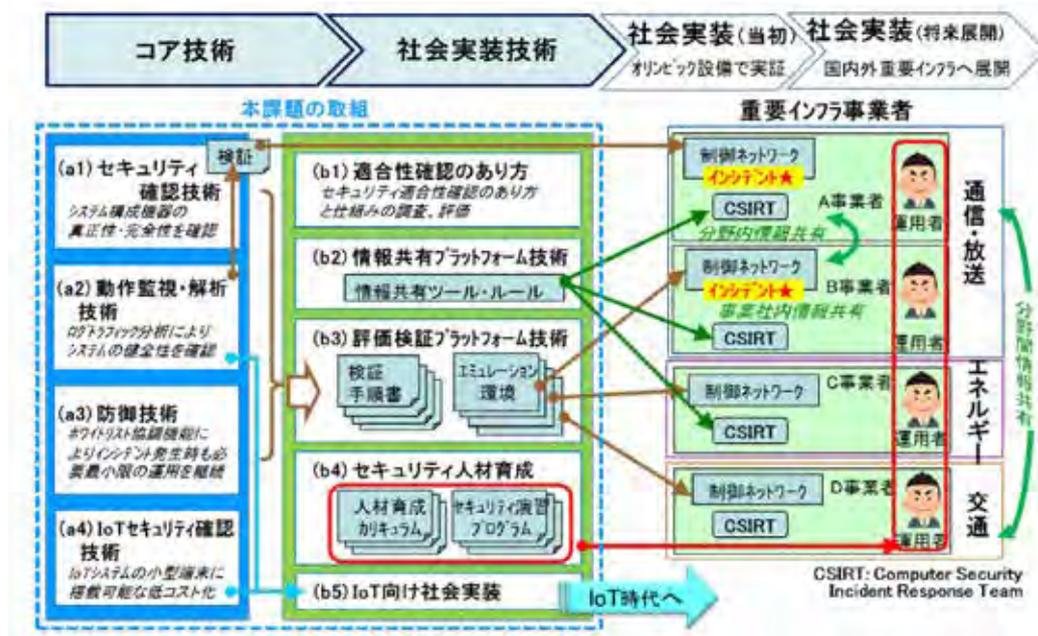


図 3-2 研究開発計画の全体像

(出典) 内閣府 政策統括官(科学技術・イノベーション担当)「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 研究開発計画(令和元年7月11日)」(令和2年1月閲覧) <https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/11_cyber.pdf>

¹⁰ 「重要インフラの情報セキュリティ対策に係る第4次行動計画」が特定している14分野に代表される重要な社会基盤システム。

¹¹ セキュリティ確認とは、機器やソフトウェアの真正性、完全性を確かめること。

a. 制御・通信機器と制御ネットワークのセキュリティ対策技術の研究開発

「システムの免疫力」の向上につながるコア技術の研究開発を行った。

(a1) 制御・通信機器のセキュリティ確認技術

本研究開発テーマでは、機器の製造に組み込まれる不正機能の混入を想定したセキュリティ機能により、システム構築時とシステム運用時に制御・通信機器のセキュリティ(真正性・完全性)確認ができ、その確認結果を理論的、又は実用的に担保可能な技術を開発した。

表 3-5 制御・通信機器のセキュリティ確認技術に関する研究体制

研究開発実施機関 (計 1 機関)	日本電信電話株式会社
----------------------	------------

(a2) 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

本研究開発テーマでは、システムの運用時に、システムとして健全な状態であることを確認するために制御・通信機器および制御ネットワークに対する効率的なログ収集、ログ解析による動作監視、さらには、バックドア解析、重要インフラ等分野で共通化可能な知識の解析モデル等の先端的な機能を開発した。

表 3-6 制御・通信機器および制御ネットワークの動作監視・解析技術に関する研究体制

研究開発実施機関 (計 4 機関)	日本電信電話株式会社、富士通株式会社、三菱電機株式会社、株式会社日立製作所
----------------------	---------------------------------------

(a3) 制御・通信機器およびシステムの防御技術

本研究開発テーマでは、制御・通信機器の状態を監視し、機器の異常を検知した場合、制御システムの可用性を重視し、安全な機器のみで処理を継続するホワイトリスト協調技術を開発した。

表 3-7 制御・通信機器およびシステムの防御技術に関する研究体制

研究開発実施機関 (計 2 機関)	アラクサラネットワークス株式会社(2018年度~) 技術研究組合制御システムセキュリティセンター
----------------------	---

(a4) IoT 向けセキュリティ確認技術

本研究開発テーマでは、高信頼な暗号処理や通信により IoT 機器の成り済ましおよびセンシングデータの改ざんを防止する技術、IoT 機器上のソフトウェアの真正性・完全性を確認する技術、製造段階での不正機能を確認する機器テスト技術を開発した。

表 3-8 IoT 向けセキュリティ確認技術に関する研究体制

研究開発実施機関 (計 2 機関)	電子商取引安全技術研究組合、ルネサスエレクトロニクス株式会社
----------------------	--------------------------------

b. 社会実装に向けた共通プラットフォームの実現とセキュリティ人材育成

「組織対応能力」向上」につながる社会実装技術の研究開発を行った。

(b1) 研究開発技術の社会実装を促す適合性確認のあり方

本研究開発テーマでは、重要インフラ等システムの制御ネットワークや政府系システム、およびその制御・通信機器の製造者とその機器等を想定し、セキュリティ適合性確認のあり方と仕組みを調査、評価した。

表 3-9 研究開発技術の社会実装を促す適合性確認のあり方に関する研究体制

研究開発実施機関 (計1機関)	産業技術総合研究所
--------------------	-----------

(b2) 情報共有プラットフォーム技術

本研究開発テーマでは、ログ分析・バックドア解析、モデル解析の結果を、発見された情報の緊急性や普遍性等に応じ、営業秘密等にも配慮しながら、同一インフラ事業者間や、内容によってはインフラ分野をまたいで情報を安全に共有する機能を実現した。

表 3-10 情報共有プラットフォーム技術に関する研究体制

研究開発実施機関 (計1機関)	株式会社日立製作所
--------------------	-----------

(b3) 評価検証プラットフォーム技術

本研究開発テーマでは、エネルギー系・交通系事業者のシステムに(a2)技術を早期に適用するための評価手順、検証環境等を整備し、評価検証を実施した。また、重要インフラ等システムに広く本技術を適用するための検討も行った。

表 3-11 評価検証プラットフォーム技術に関する研究体制

研究開発実施機関 (計2機関)	株式会社日立製作所 NTT コミュニケーションズ株式会社(2017年度まで)
--------------------	---

(b4) セキュリティ人材育成

本研究開発テーマでは、(b4-1) OT(制御技術)運用者のセキュリティ技術を向上するための人材育成のフレームワーク、カリキュラム、OJTによる実践的教育の設計を実施した。

表 3-12 セキュリティ人材育成(b4-1)に関する研究体制

研究開発実施機関 (計1機関)	慶應義塾大学
--------------------	--------

また、(b4-2)電気、ガス、石油、化学プロセス等の重要インフラ等におけるセキュリティインシデント発生時の対応能力向上のための演習を開発し、試用した。

表 3-13 セキュリティ人材育成(b4-2)に関する研究体制

研究開発実施機関 (計1機関)	名古屋工業大学
--------------------	---------

(b5) IoT セキュリティ社会実装技術

本研究開発テーマでは、(b5-1)IoT 向けセキュリティ対策技術の社会実装を促進するため、IoT セキュリティに求められる技術、社会実装のための協業体制、IoT システムのセキュリティ要件を満足しているかの評価、実運用に必要なセキュリティ人材について課題と要件の調査等を実施した。IoT セキュリティエコシステムの実現に必要な要件と運用体制の構築についても検討を行った。(2018年度から(a4-2)を本テーマに一体化している。)

表 3-14 IoT セキュリティ社会実装技術(b5-1)に関する研究体制

研究開発実施機関 (計1機関)	パナソニック株式会社
--------------------	------------

また、(b5-2)IoT 機器の動作監視・解析を可能にする IoT 機器向けゲートウェイの社会実装に向け、IoT セキュリティ監視サービスとしての提供を実現すべく、SOC 連携とホワイトリスト型動作監視・解析技術の併用を中心とした調査・検討・評価等を行う。

表 3-15 IoT セキュリティ社会実装技術 (b5-2)に関する研究体制

研究開発実施機関 (計1機関)	三菱電機株式会社
--------------------	----------

3.1.5 研究開発テーマと各省庁施策との連関図

研究開発テーマと各省庁施策との連関図を図 3-3 に示す。

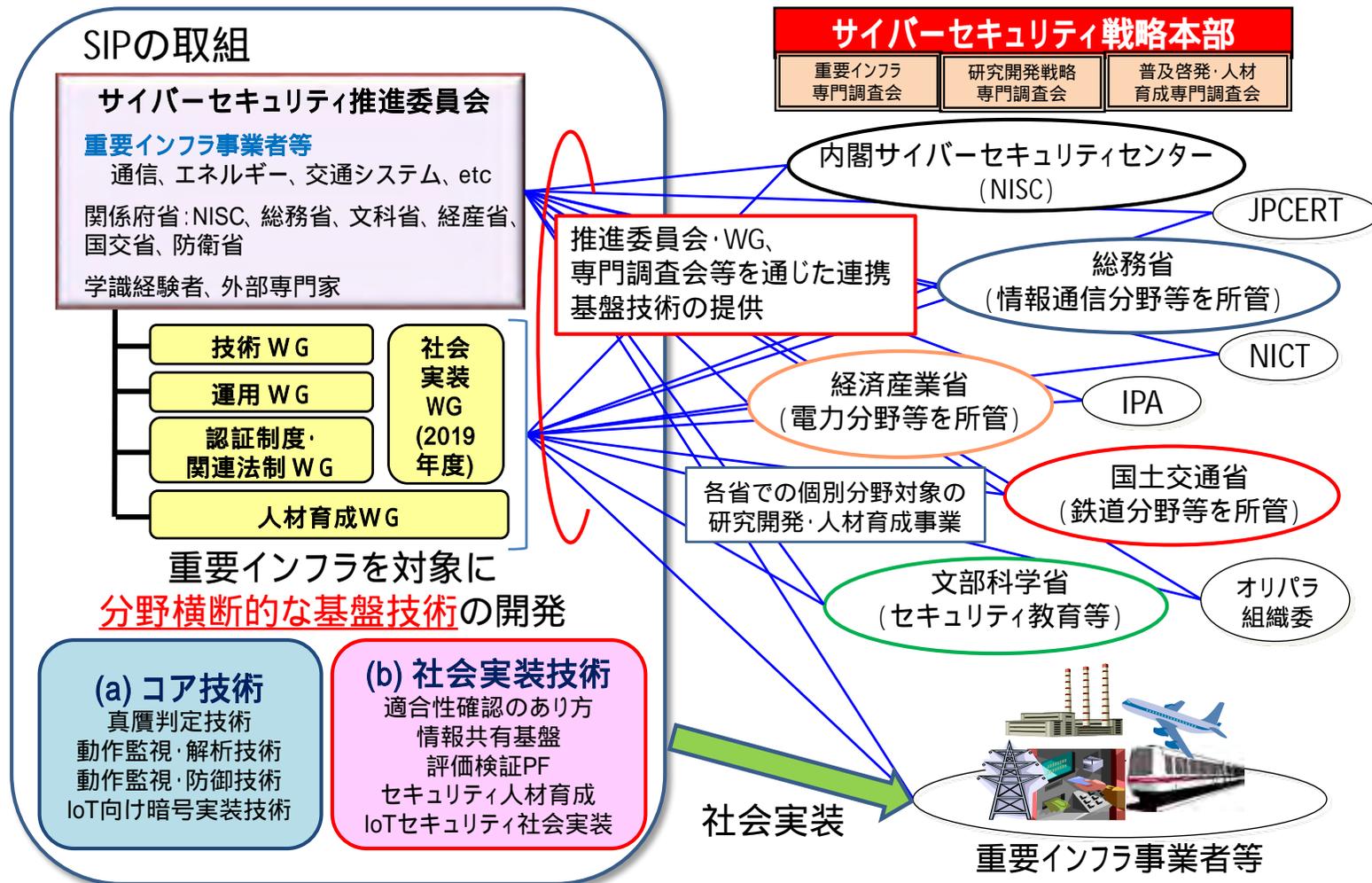


図 3-3 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の研究開発テーマ及び各省庁施策との関連図

3.1.6 出口戦略

(1) 国内インフラ産業への展開と安定運用への貢献

オリパラを契機として重要インフラ等への先行導入や社会実装のための技術開発、人材育成のための基盤整備等を進める。その後は開発成果及びオリパラでの実績を基に重要インフラ等事業者を始め幅広い分野に研究開発の成果を展開し、国内インフラ産業の安定運用へ貢献することを目指す。

(2) 重要インフラ等輸出の国際競争力確保

国内インフラ産業における運用実績を積み、重要インフラ等に係る設備と合わせてインフラシステム全体として海外への展開を図る。現状サイバーセキュリティ対策に関する製品等は海外事業者が大きく依存しているが、開発成果を競争力としたインフラ展開により市場の競争力優位獲得を目指す。

3.1.7 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、令和元（2019）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3-4に示す。

本課題は、コア技術である制御・通信機器と制御ネットワークのセキュリティ対策技術の研究開発、社会実装のために必要な共通プラットフォーム実現のための研究開発及びサイバーセキュリティ人材育成を進め、オリパラに向けて重要インフラ等の制御ネットワーク等に先行導入することを短期的な目標として設定している。また、これと並行して研究開発技術を実装した製品・サービスの展開、IoT用の製品開発・成果普及に向けた体制整備、重要インフラ等設備への導入を容易にするガイドライン整備、人材育成のためのコミュニティ形成・教材更新方法の確立についても短期的な目標として設定されている。中長期的には、オリパラでの実績を基に重要インフラ等事業者をはじめとして開発成果が広く導入され、国内インフラ産業の安定運用の貢献とサイバー攻撃による社会的損失の回避が社会的目標として設定されている。加えて、それに伴い重要インフラ等事業者のインシデント対応能力向上等に伴い、重要インフラ等事業者の輸出時における国際競争力が向上することも産業的目標として設定されている。また、重要インフラ向けセキュリティ製品市場の新規創出も産業的目標として設定されている。

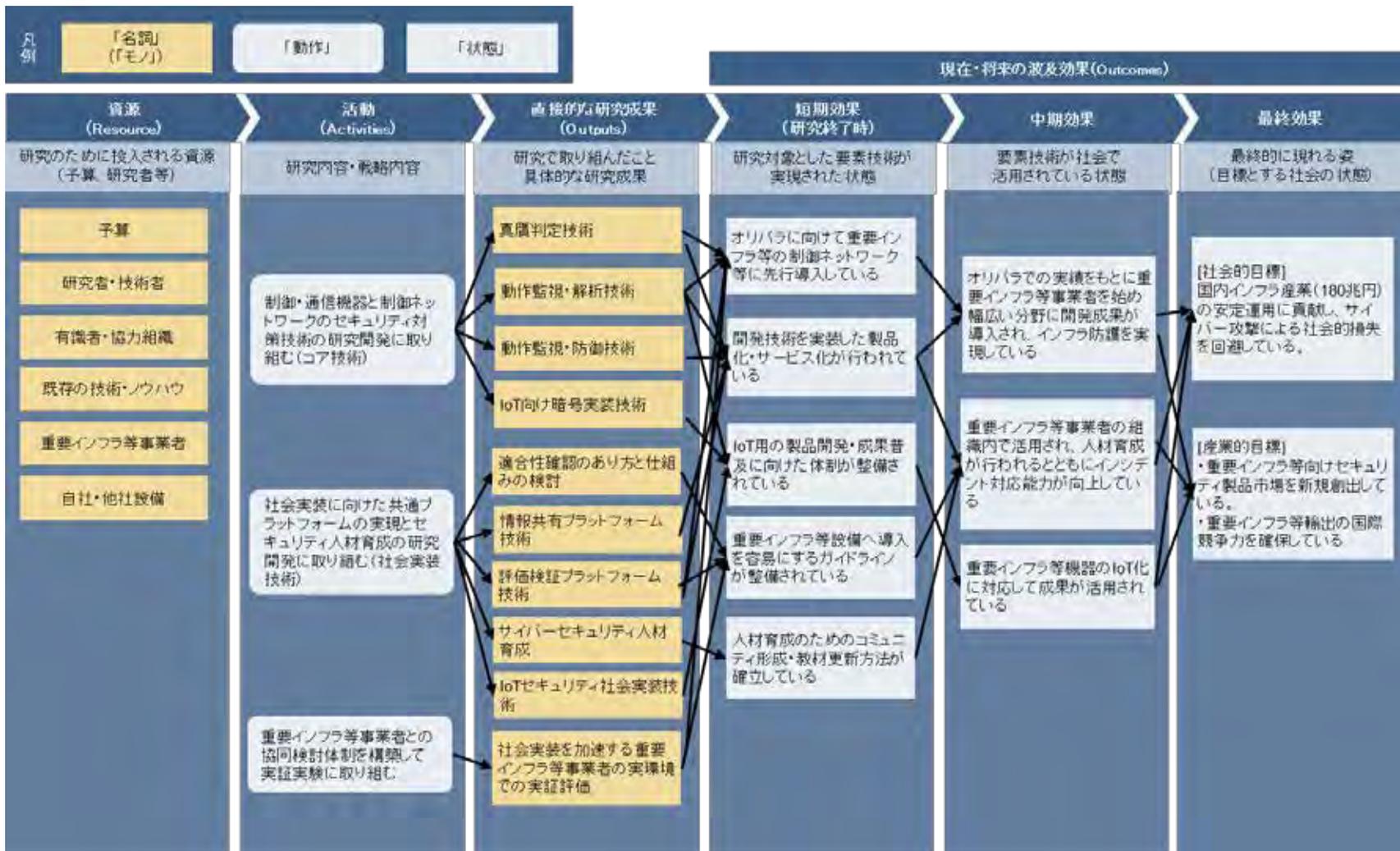


図 3-4 「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」ロジックツリー

(出典)「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」研究開発計画(2019/7/11)を基に作成。

3.2 評価

3.2.1 意義の重要性、SIPの制度の目的との整合性

(1) サイバーセキュリティの社会的・経済的意義

重要インフラ等へのサイバー攻撃の脅威は現実のものとなる中で、重要インフラ等に関わるサイバーセキュリティ対策技術は、安全保障の観点から、海外ベンダに依存するのではなく、一部のコアな技術だけでも日本国内だけで対応できるようにすることが重要である。本課題は、我が国の重要インフラ等の安定運用に貢献するとともに、我が国の機器やシステムの市場競争力を高め、さらにはインフラ産業の国際競争力向上にも貢献することが期待できる。

研究開発に取り組んだ研究開発者も、研究責任者等のアンケートで「課題が社会的・経済的に意義を持っていたか。」という問いに対して社会的意義については「とてもそう思う」が93%・「そう思う」が7%、経済的意義については「とてもそう思う」が86%・「そう思う」が14%と高く認識されている。

(2) 重要インフラ等事業者との連携

サイバーセキュリティ技術のユーザーとなる重要インフラ等事業者と密に協議する体制を実現できたため、重要インフラ等事業者がサイバーセキュリティ技術を導入するに際してのニーズを的確にフィードバックできた。

通常はサイバーセキュリティ技術を有する企業において研究開発がある程度進み、製品化段階となって初めて重要インフラ等事業者とコミュニケーションを深めることができるため、社会実装に時間を要する。しかし、本課題では研究開発当初より推進委員会等で重要インフラ等事業者のニーズを直接確認でき、適宜研究開発にフィードバックできた。例えば、可用性を重視する重要インフラ等への導入に必要とされるリードタイム等を早い段階で把握でき、オリパラまでの先行導入につながられた。また、長期運用されている機器ゆえの性能面の制約に対応するための仕様変更も行われた。重要インフラ等事業者が人材育成やランニングコストに関心を持つことがわかり、早い段階から対応できた。さらに、重要インフラ等事業者から提供された設備仕様をもとに有効な共用検証環境を構築できた。

(3) サイバーセキュリティ技術を有する企業間の連携

本課題を主導した企業は通常事業において互いに競合する面があるが、今回は適切な分担で協力する体制が構築できたため、その中で情報交換ができた。具体的には、互いに得意領域を基に研究テーマを分担し、全体として高度な研究開発を実現できた。また、各企業それぞれが従来関係を持つ重要インフラ等事業者が存在することから、互いにそのネットワークを共有し、社会実装をうまく進めることができた。

また、大規模予算であることを活用して、重要インフラ等事業者の設備を再現した共用検

証環境を作り、各企業が持ち込み検証を行う仕組みも実現できた。

(4) 省庁連携

省庁連携が実現されたことで、複数分野の重要インフラ等における展開を効果的・有効に実行できた。

各種重要インフラ等は、各々所管官庁が異なり、サイバーセキュリティに係る政策の取り組み状況に差があるが、SIP では、推進委員会、WG の場に省庁、重要インフラ等事業者等も参加し、一堂に会して議論した。その結果、各省庁でのサイバーセキュリティに関する意識が共通的に醸成されたとともに、各種重要インフラ等事業者についてもサイバーセキュリティ意識や取組のレベル差を埋めようとする動きが活発化した。

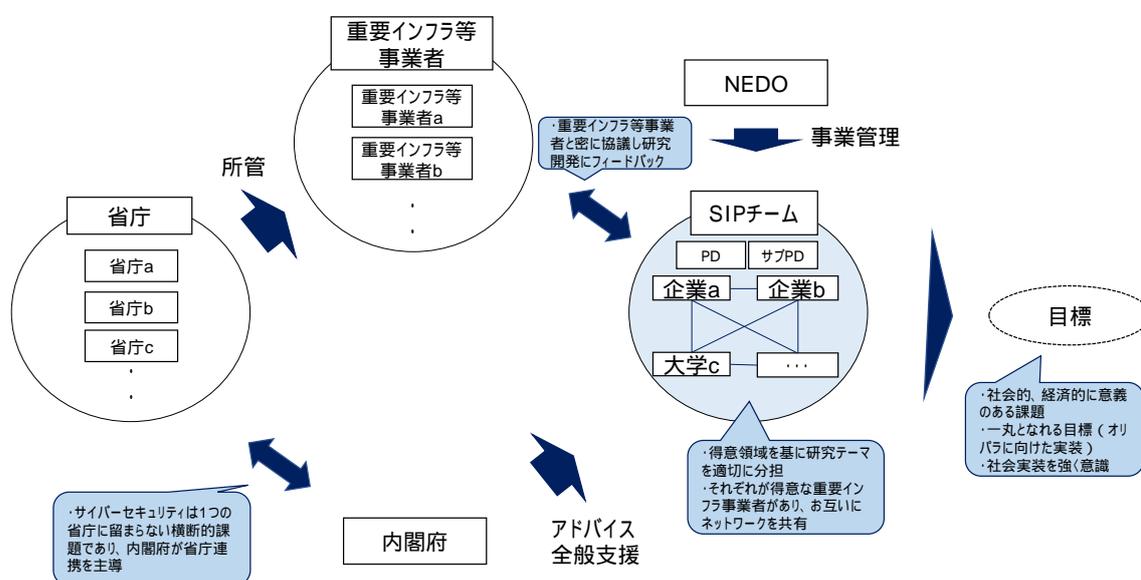


図 3-5 「意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性」に関わる事項のまとめ

(注)「意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性」に係るポイントを「吹き出し」に記載

3.2.2 目標・計画・戦略の妥当性

アウトカム目標として、SIP 期間内で、開発したサイバーセキュリティ技術を重要インフラ等へ実装し、オリパラに貢献することを掲げている。こうした目標は時期も含めて明確であり、サイバーセキュリティ技術を有する企業だけではなく、重要インフラ等事業者も含めた多様なステークホルダーが問題意識を共有し、一丸となることができる適切な設定だった。

本課題の計画についても、PD によってコア要素技術 (セキュリティ (真正性・完全性) 確認、動作監視・解析技術等) から社会実装 (適合性評価、人材育成等) まで、体系的に設定されていた。前半の 3 年間でコア要素技術開発を重点的に行い、後半の 2 年間で社会実装やコア要素技術の実証試験を行う点は概ね妥当であったと考えられる。計画通りのアウトプットが現時点で出そろっており、かつ出口のタイミングを的確に見定めて先行リリース

スを実施した点を加味すると妥当であったと考えられる。

研究責任者対象のアンケート調査においても、計画に対する評価は高い。「アウトプット目標(技術達成目標等)は、適切だったか」で「とてもそう思う」が79%となっており、同様に「とてもそう思う」が「必要十分な研究テーマがそろっていた」は64%、「研究テーマは体系的に整理されていた」は71%、「具体的な内容を示した工程・計画だった」は64%、「アウトカム目標は適切な設定だったか」は64%といずれも高くなっている。

ただし、重要インフラ等事業者がサイバーセキュリティ技術を導入するに際しては、技術の実証試験、一部導入等、調達に至るまでのリードタイムが必要であった。こうしたことが明らかになったのは、本課題で重要インフラ等事業者と連携できたからこそであり、結果として新たに研究開発した技術の導入という面からは、非常に短期的で厳しい目標となったが、研究計画の変更を行って先行版の導入を達成している。

3.2.3 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。）

(1) PD による強力な細やかなリーダーシップ

研究開発テーマ毎の頻回の進捗会議に PD、サブ PD 両名が参加する等、PD 自ら積極的に関与しており、各研究責任者の取り組みを十分にサポートした。具体的には、研究開発テーマ毎に開催される定期的な進捗会議（月 1 回程度）に PD 自ら参加し、研究開発の進捗状況、方向性の検討、問題点の共有、社会実装先の候補となる重要インフラ等事業者との調整方法の相談等、研究開発進捗状況のモニタリングを定期的に行って PD と研究責任者間とで友好的な関係を構築した。その一方で、PD に係る負担は非常に大きかったものとみられる。

サブ PD は、特定の研究開発テーマを担当するのではなく、PD 補佐的役割として事業に全面的に関わり、PD とともに進捗会議等に参加した。このことは、事業を円滑に遂行するためのリスク管理としても有効に機能した。

(2) テーマ横断的な議論の場としての推進委員会・WG

推進委員会は主要な重要インフラ等事業者の経営層、各重要インフラ等分野の所管省庁、情報連携組織、学識経験者等により構成され、研究開発の進め方や方向性、迅速な社会実装実現に向けての議論を行い、議論内容を研究開発に適宜フィードバックした。さらに、この推進委員会に加えて、「セキュリティ技術 WG」、「セキュリティ運用 WG」、「認証・法制 WG」、「人材育成 WG」を設置¹²し、社会実装に向けたテーマ横断的な課題解決を議論する場を設けた。

さらに、これらの会議体に重要インフラ等事業者の経営層等が参加したことで、重要インフラ等事業者側が抱えるニーズを事業者が適切に把握することができたことに加えて、決定事項が重要インフラ等事業者内でトップダウン式に浸透した。

¹² 令和元年度（2019年度）は社会実装 WG 及び人材育成 WG に再編して事業者アンケート・ヒアリングを実施することでより幅広い社会実装向けの議論を実施した。

SIP では様々な重要インフラ等（電力、放送等）事業者が関与しており、業界団体ごとにセキュリティへの認識に対する温度差もあったが、他のトップランナーや業界として意識的に進めたことでこの異業種間の認識格差を埋めて、取り組みを推進した。事業者間連携の推進に当たっては、必要に応じて NDA を締結する等、研究マネジメント面における適切な対応を行ったことも有効に機能した。

その他、シンポジウムも他の研究開発テーマとの情報共有に有効であったとの意見もあった。

なお、推進委員会や WG については参加者が多すぎるために深い議論がしにくかったとの意見もあった。

(3) ICT の有効な活用

一部の研究開発テーマ（(a1) 制御・通信機器のセキュリティ確認技術、(a2) 制御・通信機器および制御ネットワークの動作監視・解析技術の研究開発、(b5) IoT セキュリティ社会実装技術（IoT 機器向けゲートウェイの社会実装に関する研究開発））では、各社窓口を明確にし、さらにファイル共有やチャットツール等のクラウド環境を整備し、このことが円滑な作業環境につながった。通常、こうしたツールは各社のセキュリティポリシーの観点で導入が円滑に進まないことがあるが、各社で NDA を締結しているため、それをもとに各社のセキュリティポリシーをクリアして活用することができた。

その他の(a3)制御・通信機器およびシステムの防御技術、(a4-2) IoT 機器向け評価検証プラットフォーム技術、(b5-1) IoT セキュリティ社会実装技術でも Web 会議システムが活用され、(b4)セキュリティ人材育成では遠隔地にある慶應義塾大学、情報セキュリティ大学院大学、名古屋工業大学がテレビ会議システムを利用して意思疎通をとる工夫も行われた。

(4) スケジュール・内容の柔軟な見直しの実施

当初の研究開発計画も適切であったが、外部状況の変化や研究開発の状況に応じて PD 主導による柔軟なテーマの見直し・追加検討の判断を実施したことで社会実装に向けてより効果的・効率的に研究開発が進められた。例えば、もともと研究開始当初時点で b5（IoT セキュリティ社会実装）は存在しなかったが、途中段階で、SIP が目標とする「社会実装」には b5 の枠組みが必須との判断から組み込まれ、これにより社会実装に向けて更なる加速につながった。

前述のように PD と研究責任者とで定期的に行われる進捗会議等でコミュニケーションが密であったことも計画の見直しを円滑に進める上で有効に機能した。

全般として、事業遂行上で常に見直しと最適化を意識して進めたことは、セキュリティ等トレンドが非常に速い ICT 分野においては特に有効であった。そして、途中段階で成果を出しながら研究を進める方策は効果的であった。開発優先度の変更や検討自体の中断、予算配分先の見直し（技術開発から社会実装に配分を変更）等が行われたが、PD の強力なリーダーシップの采配によって計画変更による課題全体の進捗への影響・問題は生じなかった。

(5) 管理法人による手続面に対する研究者の意見

管理法人(NEDO)が予算管理面で厳格に管理を実施したことで、着実に研究開発を推進できたが、一方で、SIPの特徴を活かした柔軟な対応も期待されていた。管理法人であるNEDOとの「契約」のもとに研究開発が遂行されていることから、管理法人側では実施計画書上の記載が重視される。事業の方向性の修正に合意しても認識の齟齬(そご)が生じたり、書類による手続が求められたりすることがあり、それを煩雑とする研究者の意見が研究者向けアンケート・インタビューから挙がっている。

3.2.4 直接的な研究成果(アウトプット)

研究開発活動の目標の達成状況と、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

令和元年度の研究開発計画における技術的目標は、以下のとおりである。

【技術的目標】

- 1 機器の製造に組み込まれたセキュリティ機能により、システム構築時とシステム運用時に制御・通信機器のセキュリティ確認ができ、その確認結果を理論的、又は実用的に担保できる技術を世界に先んじて実現
- 1 システムの運用時に、システムとして健全な状態であることを制御・通信機器および制御ネットワークの動作監視・解析から確認できる技術の実現
- 1 上記の主な技術を社会実装するための認証のあり方と仕組みの検討、共通プラットフォームの実現とセキュリティ人材育成

本課題では、コア技術・社会実装技術それぞれの研究テーマで概ね当初の計画通り目標は達成し、オリパラにおける導入に向けた「先行版」及び本格的な社会実装に向けた「拡大版」の社会実装の取組を並行して進めている。

(2) コア技術の研究開発成果

本課題では、設備内部のセキュリティ耐性を高める真贋判定技術/動作監視・解析技術/防御技術/IoT向け暗号実装技術を「コア技術」として研究開発した。主要な成果の内容を以下に示す。

1) きめ細かな完全性証明、大規模システム全体の監視を実現する真贋判定技術(a1)

1台あたり数十万の大量ファイルからなる数百~数千台レベルのサーバ機器に対応し、機器・ソフトウェアの真正性・完全性の確認を効率的に実現するセキュリティ確認基盤を確立した。これは、きめ細やかな完全性証明を可能とする「信頼の基点」の構成技術及び大規模システム全体の完全性確認を可能とする基盤技術(「信頼の連鎖」)を確立したことによる。また、内部不正や作業誤りによる改変に対しても有効な技術を開発できた。

真贋判定技術における「信頼の基点」「信頼の連鎖」のイメージを図 3-6 に示す



図 3-6 真贋判定技術「信頼の基点」「信頼の連鎖」のイメージ

(出典) 内閣府プログラムディレクター 後藤厚宏「SIP 第 1 期令和元年度課題評価 WG PD 自己点検説明資料 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保(令和元年 12 月 20 日)」

2) 仮想ネットワーク、IoT ネットワーク、制御ネットワークに対応した動作監視・解析技術 (a2)

動作監視・解析のコア技術となる「収集・蓄積・分析技術」「IoT-ゲートウェイと深層学習による監視・分析技術」「制御 NW センサ技術及び統合解析技術」を確立した。は物理・仮想合計 100Gbps で収集・蓄積、10Gbps までの通信の解析性能を実現している。NII の実証評価環境において 20Gbps の大容量環境を構築し、不審な通信の検知に成功している。のいずれにおいても不正通信検知率 90%を目標としていたが、達成している。また、情報通信事業者等の実環境にて有効性が確認されている。

全体像のイメージを図 3-7 に示す。



図 3-7 動作監視・解析技術のイメージ

(出典) 内閣府プログラムディレクター 後藤厚宏「SIP 第 1 期令和元年度課題評価 WG PD 自己点検説明資料 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保(令和元年 12 月 20 日)」

3) 異常検知時においても安全な運用継続を可能とするシステム防御技術 (a3)

攻撃から制御機器を防御しつつ、安全な運転継続を可能とするホワイトリスト技術を開

発した。3層のホワイトリストを協調動作させることにより、監視端末(HMI)、通信機器、コントローラの異なるレイヤーを監視し、各機器が協調的に動作することで階層防御を可能とした。検知性能を高精度化するとともに影響局所化による運転継続を実現した。ビル・ガスプラントを模擬した環境で評価を行い、その有効性を確認している。

4) 世界最小、世界最小消費電力、世界最速のIoT向け暗号実装技術(a4)

「末端ノードでも公開鍵暗号の自在な活用を可能としIoTセキュリティ実現に貢献する超低電力暗号実装技術」、「安全なIoT機器選択を容易に実現可能とするため、暗号鍵生成実装方式の正しさを確認する乱数生成評価技術」を開発した(前倒しで性能目標を達成)。
楕円曲線暗号円陣を実装したセキュア暗号ユニット(SCU)を開発。末端ノード向けでは1ミリワット級の超低電力及び10キロゲート級の小面積・低コスト、中間ノード向けでは10,000回/秒以上の超高速動作を達成した。

SCU内蔵マイクロコントローラーの例、及びSCUを搭載するIoT機器や応用システムの開発向けに提供される開発ツールで、SCUのセキュリティプラットフォームを利用してアプリ開発・評価を行うことが可能な「SCU評価ボード」を図3-8に示す。

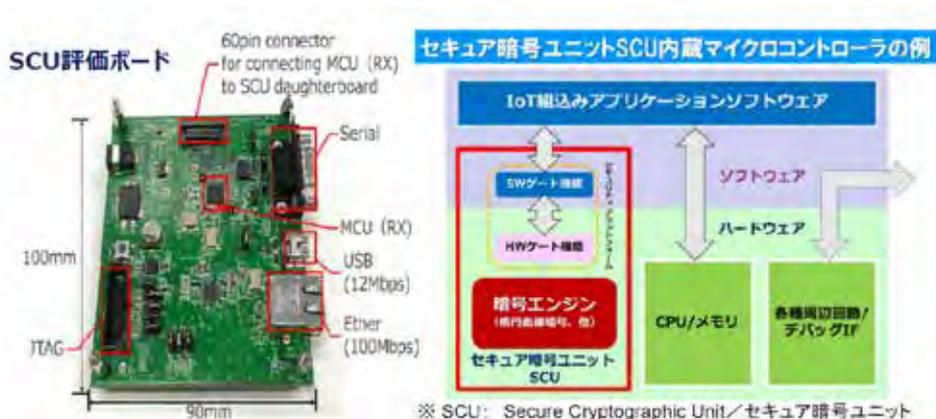


図 3-8 SCU 内蔵マイクロコントローラーの例及び SCU 評価ボード

(出典) 内閣府プログラムディレクター 後藤厚宏「SIP 第1期令和元年度課題評価WG PD 自己点検説明資料 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保(令和元年12月20日)」

継続して幅広い分野への実装を目指すため、普及に向けたガイダンス文書を作成している。

(3) 社会実装技術の研究成果

本課題では、コア技術の社会実装を促進するため、研究開発技術の適合性確認のあり方と仕組みの調査検討/情報共有プラットフォーム技術の整備/評価検証プラットフォーム技術開発/サイバーセキュリティ人材育成/IoTセキュリティ社会実装技術開発を実施した。主要な成果の内容を以下に示す。

1) 研究開発技術の適合性確認のあり方と仕組みの調査検討(b1)

欧米のセキュリティ技術調査に基づき、(a)技術と海外規程類とのマッピングを実施した。研究開発技術の適合性を確認し、国際普及に向けた検討等を実施し、コア技術開発の側面

支援を実施した。

2) 緊急度の高い脅威情報を迅速に配信する情報共有プラットフォーム技術 (b2)

発見された情報の緊急性や普遍性等に応じ、営業秘密等にも配慮しながら、ログ分析・バックドア解析、モデル解析の結果を、同一インフラ事業者間や、内容によってはインフラ分野をまたいで情報を安全に共有する機能を実現する情報共有プラットフォーム技術を開発した。なお、プラットフォーム技術は日立システムズ社が国際標準 STIX/TAXII 準拠の国内事業者向けサービス「SHIELD」として2018年に商用化している。重要インフラ等関連組織が協力し、長期間の試行運用を実施している。

3) 評価検証プラットフォーム技術の整備 (b3)

コア技術として開発した「動作監視・解析技術(a2)」を重要インフラ等事業者に早期適用するための評価手順、検証環境等を整備し、評価検証を実施した。なお、動作監視・解析技術(a2)のうち特に「制御NWセンサ技術及び統合解析技術」と協力して製品開発を行い、日立製作所がHAD (Hitachi Anomaly Detector) として2017年に製品化した。

4) 重要インフラ等での実践力を養うサイバーセキュリティ人材育成 (b4)

重要インフラ等におけるOT(制御技術)運用者がサイバーセキュリティの方策検討やインシデント対応等を適切に実施するための講義・演習教材やシステムを開発した。具体的には、セキュリティ人材育成のためのカリキュラム・講義・演習教材・e-learning環境を開発し、既に40を超える組織(電事連、NTT-ME、日立等多数)に配布され、人材育成を推進している。重要インフラ等事業者に対しても配布し、育成試行をしており、事業者のニーズを確認の上フィードバックを行った。また、経営者への重要インフラ等へのセキュリティの理解と意識啓発も必要との観点から、新たに経営者向けの教材も作成している。

また、セキュリティインシデント対応をPC上で疑似的に体験できる演習システムを開発し、企業にPCを持ち込んでクローズな環境で演習を利用することを可能とした。

人材育成のための取組イメージを図3-9に示す。教材を更新するための仕組み、と指導者コミュニティの整備が進んでいる。

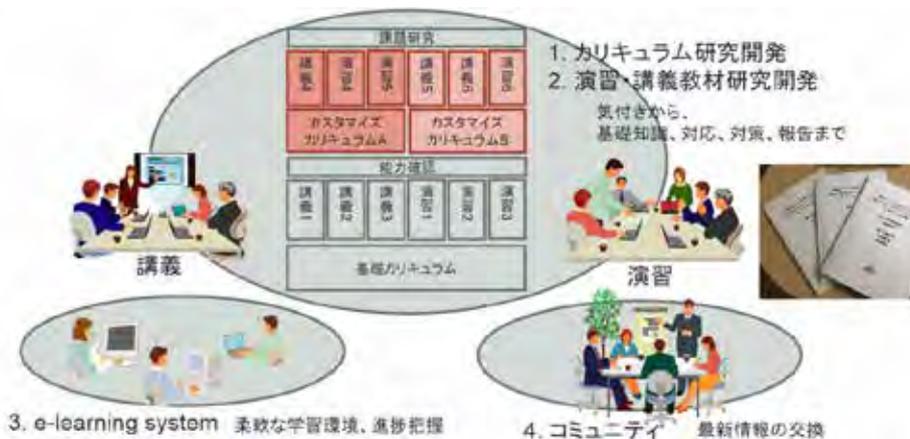


図 3-9 人材育成のための取組イメージ

(出典) 内閣府プログラムディレクター 後藤厚宏「SIP 第1期令和元年度課題評価 WG PD 自己点検説明資料 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保(令和元年12月20日)」

なお、令和元年度に東京（令和2年1月24日）、大阪（令和2年2月7日）に実施された「SIP / 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 シンポジウム 2019」においても、来場者向けに人材育成基礎講座（情報セキュリティ人材育成トライアルコース（ProSec））を開講している。

5) IoT セキュリティ社会実装技術（b5）

IoT 技術活用ニーズの急速な高まりを踏まえ、IoT 機器から出力されたログを利用した攻撃検知アルゴリズムを確立した。また、a4 及び a2 の社会実装促進のため、社会実装促進シナリオの策定、個別適用・SI 導入・IoT 向けセキュリティ監視サービスの実現に向けた評価・課題抽出を実施した。また、当初計画にない、工場の生産ラインにおける IoT セキュリティ監視の社会実装を達成している。

(4) 情報発信

2016 年度より毎年プロジェクト全体でのシンポジウムを開催し、プレゼンスの向上とともに成果の情報発信に努めた。また、PD 自らが海外訪問した際に積極的に SIP 活動をプレゼンし、国際的にアピールした（イスラエル、シンガポール、北欧、米国等）。

本課題の情報発信活動として、令和元年度に開催したシンポジウムを表 3-16 に示す。

表 3-16 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保に関する情報発信
（令和元年度のシンポジウム）

年月日	名称	主催等	概要
令和2年 1月24日 （東京）	SIP / 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保シンポジウム 2019 （東京） 世界で最も安心・安全な社会基盤の確立を目指して	内閣府、NEDO	本課題を推進する各研究機関・企業から、研究テーマ別の技術成果の講演の他、成果を分かりやすく説明したデモ展示、サイバーセキュリティ技術知識を高める人材育成基礎講座等（無料）を実施した。
令和2年 2月7日 （大阪）	SIP / 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保シンポジウム 2019 （大阪） 世界で最も安心・安全な社会基盤の確立を目指して	内閣府、NEDO	本課題を推進する各研究機関・企業から、研究テーマ別の技術成果の講演の他、成果を分かりやすく説明したデモ展示、サイバーセキュリティ技術知識を高める人材育成基礎講座等（無料）を実施した。

(5) 論文・知的財産

過去5年間の論文数は全132件（うち査読あり85件）である。

対外発表ルールを整備し、実施者による自発的・積極的な対外発表を促すとともに、研究

開発成果の早期切り出しを行い製品化とそれに伴う報道発表を推奨しており、講演(50件)、展示(11件)、発表(26件)等成果の普及に努めている。

社会実装技術についてはオープン戦略とし、開発した情報共有デザインガイド(b2)、適用ガイドライン(b3¹³)、人材育成教材(b4)は広く公開し普及を図った。

表 3-17 サイバーセキュリティに関する論文数

		発表年					
		5年合計					
		2015	2016	2017	2018	2019	
合計	132	13	22	30	42	25	
査読あり合計	査読あり合計	85	13	13	23	25	11
	英文	73	10	10	22	22	9
	和文	12	3	3	1	3	2
	その他	-	-	-	-	-	-
査読なし合計	査読なし合計	47	-	9	7	17	14
	英文	6	-	1	1	2	2
	和文	41	-	8	6	15	12
	その他	-	-	-	-	-	-

(注1) 令和元年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。

本課題における知財戦略として、特許に関しては、知財委員会を通じてチームごとの知財管理状況を把握・確認し、関連組織でアウトプット(技術)を活用しやすい管理・連携方法を常時検討して整理を実施した。本課題の研究開発技術の特性上、知財戦略は念入りに検討を行い、セキュリティのコア技術はクローズ戦略を基本とし、個々の技術の特徴を精査しながら各社にて出願、SIP終了後は各者の製品開発で活用することとした。

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3-18のとおりである。7件の国内出願と、6件の海外を含む出願がある。うち、1件が国内で登録に至っている。

表 3-18 サイバーセキュリティに関する特許数

		出願年度					
		5年合計					
		2015	2016	2017	2018	2019	
出願	合計	13	-	-	5	3	5
	国内のみ	7	-	-	-	3	4
	海外含む	6	-	-	5	-	1
	PCT	7	-	-	2	4	1
	米国	2	-	-	1	1	-
	欧州	2	-	-	2	-	-

¹³ セキュリティ対策適用ガイドラインとして「サイバー攻撃から重要インフラを守る-セキュリティ製品導入のための手引き-」(令和2年1月)を広く公開している。

	中国	1	-	-	1	-	-
	韓国	-	-	-	-	-	-
登録	日本	1	-	-	-	-	1
	米国	-	-	-	-	-	-
	英国	-	-	-	-	-	-
	ドイツ	-	-	-	-	-	-
	フランス	-	-	-	-	-	-
	中国	-	-	-	-	-	-
	韓国	-	-	-	-	-	-

(注) 令和元年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。

3.2.5 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

令和元（2019）年度の研究開発計画における社会的な目標及び産業面の目標は、以下のとおりである。

【社会的な目標】

- ┆ 日々、大規模化、巧妙化していくサイバー攻撃への耐性を根本から高め、世界で最も安全な社会基盤を確立する
- ┆ 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会を支え、世界に向けて日本の重要インフラ等システムの優位性をアピールする

【産業面の目標】

- ┆ 重要インフラ等へのサイバー攻撃による損失を低減する「守り」のセキュリティと、インフラ産業の付加価値として産業競争力強化並びにインフラシステムの輸出額増につなげる「攻め」のセキュリティの両軸を狙う。
- ┆ 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の運営を支える主要な重要インフラ等サービスの設備から実証を始め、国内の他の重要インフラ等への展開、政府系システムへの展開などを図る。
- ┆ セキュリティ強化された機器製品（大規模システムや重要インフラ等のセキュリティを支える製品等に重点を置く）の自給率向上と海外展開を狙う。
- ┆ 民生機器分野でも今後ますますの普及が予測されるIoTシステムのセキュリティを確保することにより、安全なIoTシステムによる新たなビジネス拡大を加速させる。

重要インフラ等事業者への展開を先行版として、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の安全な開催に貢献するために首都圏近郊の主要インフラへの社会実装を先行して実施した。2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会における貢献が期待されている。

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の開催後、「拡大版」の取組の先において、国内の他重要インフラ等事業者等への展開を推進し、重要インフラ等輸出の競争力強化、セキュリティ強化された機器製品の自給率工場と海外展開、IoTシステムのビジネス拡大が期待されている。

先行版・拡大版の取組イメージを図 3-10 で示す。

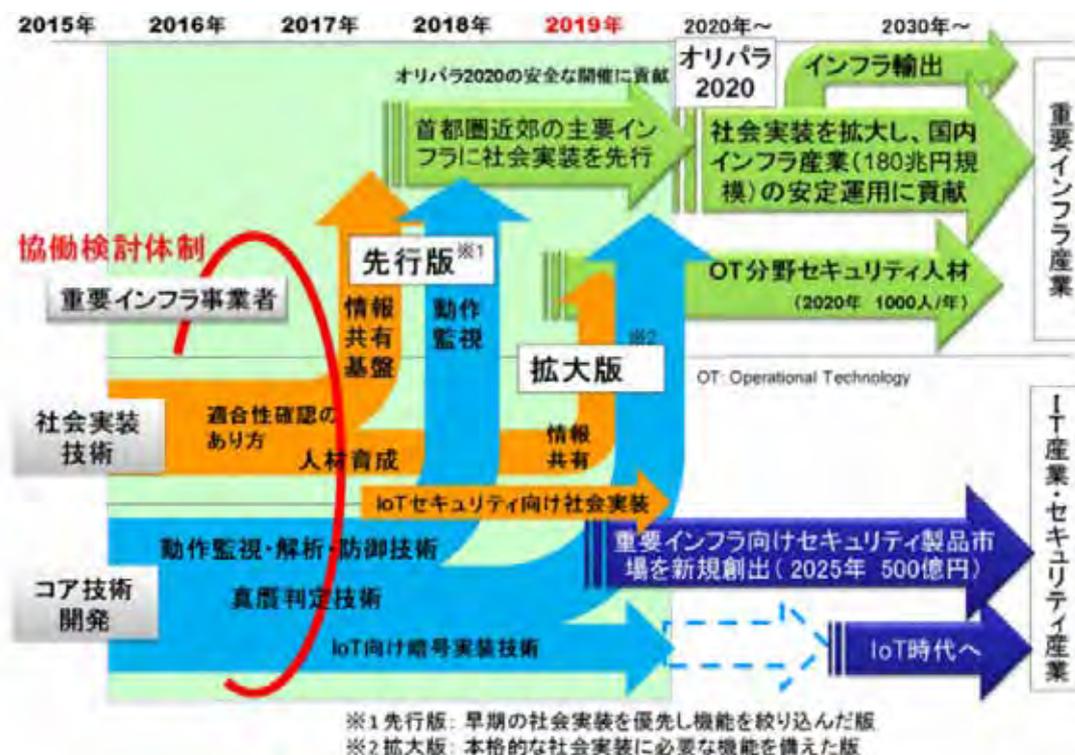


図 3-10 先行版・拡大版の展開イメージ

(出典) 内閣府プログラムディレクター 後藤厚宏「SIP 第1期令和元年度課題評価 WG PD 自己点検説明資料 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保(令和元年12月20日)」

(2) 国内重要インフラ等の安定運用

本課題の成果は国内のインフラ産業(180兆円規模)の安定運用に貢献することが期待されている。

まずは「先行版」として首都圏近郊の主要インフラに社会実装が実施されており、2020年開催の東京オリンピック・パラリンピック競技大会の安全な開催を支える重要インフラのサイバーセキュリティ確保に貢献することが見込まれる。ただし、本課題の成果は、重要インフラ等のネットワークの全てのセキュリティをカバーできているわけではないことには留意する必要がある。

(3) 重要セキュリティ製品市場の新規創出

重要インフラ等向けセキュリティ製品市場の新規創出に向けて、表 3-19 に示すように、既に一部で導入、製品化が進められている。

表 3-19 導入・製品化の状況

研究開発成果	状況
(a1)真贋判定技術	商用製品化を行い、2018 年度末までに情報通信分野において初の商用導入に成功。
(a2) 動作監視・解析技術(仮想 NW)	情報通信事業者の重要インフラ等設備のオペレーションシステムに導入検討開始。
(a2) 動作監視・解析技術(IoT 機器) +(b5)	情報通信事業者の重要インフラ等設備のオペレーションシステムに導入開始。 三菱電機の自社工場での試行を経て、工場向けサービスとしての検討開始。
(a2) 動作監視・解析技術(制御 NW) +(b3)	日立製作所が HAD (Hitachi Anomaly Detector) として製品化(2017/10/2)。 重要インフラ等事業者の重要オペレーションシステムに導入決定。
(a3)防御技術	アラクサラ社が通信機器部分を製品化し、電力事業者へ導入。
(a4-2) IoT 向け乱数生成技術 +(b5)	パナソニックの自社工場での試行を経て、工場向けサービスを検討開始。
(b2)情報共有プラットフォーム	国際標準 STIX/TAXII 準拠の国内事業者向け情報共有ツールを開発(日立システムズ社が SHIELD 情報共有サービスとして商用化(2018/5/30)) 重要インフラ等関連組織での長期間の試行運用・評価実施により、情報共有組織強化に貢献。

(4) インフラ輸出への貢献

コア要素技術(a1~a4)は重要インフラシステムをパッケージとして海外輸出する際にサイバーセキュリティ技術も付加価値として貢献することを想定している。

海外展開は国内での社会実装・普及後に期待され、特にオリパラの安心・安全な開催終了後、その実績を基に重要インフラ等輸出の競争力強化を目指している。

他にもサイバーセキュリティ人材育成のための成果を活かし IEC62443(制御システムのセキュリティ) NICE Cybersecurity Workforce Framework (NIST. SP.800-181) を整合させ、内容をより具体化・英語化の上でアジア諸国(インドネシア ミャンマー、タイ等) へ展開することが検討されている。

(5) サイバーセキュリティの社会実装を促進する人的ネットワーク形成

推進委員会や WG、進捗会議等の会議体は、各府省庁、重要インフラ等事業者、情報連携組織、学識経験者等により構成されており、今後の社会実装を進めていく中で必要となるステークホルダーが参加した。これにより、SIP 終了後も継続してネットワークを活用し社会実装を円滑に進めていくことを可能とする人的ネットワークが構築された。また、これらの

会議体を通じて、新聞社、放送事業者との新たな関係性を構築したことにより、将来的なユーザーの拡大可能性確保にも繋がることを期待できる。

(6) 重要インフラ等事業者における人材の育成

1) 人材育成プログラムの展開

本課題で開発した人材育成プログラム（運用技術者向けのセキュリティ人材育成のためのカリキュラム及び講義・演習教材）は、今後、大学においてエクステンションコースとして人材育成の実施や教材を配布した組織においても社内教育等が実施すること等に活用されることが期待される。また、経営者向けのテキストも作成中であり、経営者のセキュリティへの意識と理解が高まることで企業内での広まりも期待される。

また、並行して、教材を更新するための手順と指導者によるコミュニティの整備も進めており、SIP 終了後も継続的に定常的にカリキュラム・教材開発が行われることで、今後は年間 1000 人程度規模のセキュリティ人材育成がなされることが想定されている。

2) セキュリティ意識の向上

本課題を通して重要インフラ等事業者と連携をすすめる中で、重要インフラ等事業者側のサイバーセキュリティに対する意識が大きく変化した。SIP 開始当初と比較してセキュリティに対する認識が格段に向上したことは本課題における大きな成果であると言える。

従来の IT 人材以外にも、重要インフラ等事業者内の OT 人材へとサイバーセキュリティの関心が広まり、さらにユーザー企業（新聞社、ゼネコン、プラントメーカー）へも波及しつつある。重要インフラ等事業者としては、オリパラのタイミングでオペレーションの混乱は絶対に避けたいというニーズもあったほか、所管省庁等への説明の必要性等、サイバーセキュリティへの関心が高まっていた。

(7) SIP 他課題との連携

SIP 他の課題間連携としては、本課題と SIP「自動走行システム」との連携がある。本課題でダイナミックマッププラットフォームのセキュリティ要求事項・プラットフォームの有用性に関する検討・評価を実施したことで、SIP「自動走行システム」の研究開発にも貢献していた。この課題間連携による成果は、今後のインフラ維持管理などにおいても広く活用される可能性がある。

SIP「自動走行とシステム」の課題間連携のイメージを図 3-11 に示す。



図 3-11 SIP 自動走行との課題間連携のイメージ
 (出典) 内閣府プログラムディレクター 後藤厚宏「SIP 第 1 期令和元年度課題評価 WG PD 自己点検説明資料 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 (令和元年 12 月 20 日)」

3.2.6 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

容易に結論が出ないと思われるものの、公的資金を活用した研究開発として、どのように取り組みや成果を開示することが適切かは課題であった。本課題は、サイバーセキュリティ技術を取り扱っているという特性上、サイバー攻撃を行う者(クラッカー等)からの攻撃を避けるため、参画あるいは導入先である重要インフラ等事業者が公開されておらず、外部からの評価が困難であった。SIP のような外部有識者を評価者として予算配分を決定するような技術開発に関して、管理法人と各社の間には NDA が締結されているが、その中に評価関係者に限定した開示事項を定めておくことも考えられた。

また、開始当初の研究開発計画の段階から、あるいはその後も段階的に、重要インフラ等事業者の巻き込みをさらに進めた体制を構築することも考えられた。本課題においてはユーザーとなる重要インフラ等事業者が当初から会議体(推進委員会、WG 等)に参画していることが特徴であり、研究開発が行われたコア要素技術を重要インフラ等事業者において実証試験の打診までは円滑に行うことができた。しかし、重要インフラ等事業者は、会議体には参画していたものの、研究開発体制に参画していないこともあり、研究開発実施体制に含まれるサイバーセキュリティ技術を有する企業からみて責任分界の交渉が難しくなった面がある。

また、人材育成は研究開発テーマの 1 つとして挙げられているが、これにとどまらず、研究開発をしながら人材育成を強化するという視点をもっと取り入れることも考えられた。国内にサイバーセキュリティ分野の専門的な人材が不足しており、我が国としてやや弱い領域となっている。

なお、本課題に固有ではないと思われるが、SIP の次年度予算確定時期と民間企業内での

次年度計画の決定時期と乖離があるため、企業側でのリソース確保が困難であるという意見もあった。多くの民間企業において次年度の社内計画は年内～1月に決定されるが、SIPで次年度の予算の大枠が判明するのは1月頃、最終的な確定は3月である。さらに、SIPでの次年度予算決定において全体予算が増額された場合の検討は年度明け4月からとなる。このため、民間企業の年度計画スケジュールと整合しておらず、主に人員配置等リソース確保の面での困難が生じた。

(2) 今後取り組むべき点

技術的な目標を達成し、一部導入も実現することができたが、今後は、国内重要インフラ等事業者や海外展開に向けてビジネスモデルを構築し、マーケットの評価を高めていくことが必要となる。サイバーセキュリティについては継続的な研究開発が必要であり、導入するだけでなく、その後の継続的な維持管理や運用も重要である。また人材育成についても、教育カリキュラム、演習教材やシステム等の維持管理や運用についても継続的に取り組んでいく必要がある。

国内重要インフラ等事業者に対して、どのようなインセンティブやルール(法令文書・業界のガイドラインの改定、セキュリティ技術の品質、イニシャル・ランニングコスト等)でサイバーセキュリティ技術を売り込んでいくかについて、ユーザー視点かつ具体的に議論していく必要がある。国内重要インフラ等事業者は、既に一定レベルのサイバーセキュリティ技術を導入していると考えられるため、本課題の研究開発成果が、いかに高精度でサイバーアタックを検知可能なものなのか、事業者側の認知・理解を進めていくことが重要である。また、業界ガイドラインの勧告事項に本課題の研究成果に関する機能を追記するといった方策も考えられる。セキュリティのような分野では事前に関係省庁で出口について協議して、例えば調達要件等を含めて検討すべきである。

まずは国内インフラ事業者への導入を進めていくことにより、海外展開として、重要インフラ等とサイバーセキュリティをパッケージ化して輸出することにつながると期待される。本課題の研究開発成果が、重要インフラ等向けに製品化・事業化され、重要インフラ等事業者に導入されているのか、あるいは導入される動きがあるのかについては、内閣府による追跡的なフォロー及び評価・フィードバックが必要である。

国際展開については、重要インフラ等とサイバーセキュリティ技術について、人材育成も加えて、パッケージ化して輸出するなどの具体的な方針を検討する必要があり、企業・個社を超えた取り組みが必要である。この点についても内閣府による追跡的なフォロー及び評価・フィードバックが必要である。

4. 情報発信

4.1 情報発信としての SIP シンポジウム/ワークショップ

SIP では毎年度、各課題の進捗状況をシンポジウム/形式で情報発信する機会を設けてきた。本シンポジウムは、SIP の課題を担当する PD によるプレゼンテーションやパネルディスカッション、展示などで構成するもので、国の重要な課題の解決を通して日本経済再生に寄与するプログラムの全容を伝えるものである。

令和元年度は、第 2 期 12 課題を対象としたワークショップ(SIP ワークショップ 2019)を実施したほか、前述の第 1 期サイバーセキュリティとしてのシンポジウムも開催している。

4.1.1 概要

(1) 平成 26 年度

「SIP シンポジウム 2014～日本発の科学技術イノベーションが未来を拓く～」を開催し、対象 10 課題の研究開発計画を中心に PD 等から各課題の取り組みを紹介した。合わせてパネル展示も行った。

開催日	開催場所	来場者数
平成 26 年 12 月 4 日	EVENT SPACE EBiS 303 イベントホール	約 600 名

○当日の主なプログラム

主催者挨拶	山口 俊一 内閣府科学技術政策担当大臣（ビデオ挨拶）
SIP 概要説明	山岸 秀之 内閣府大臣官房審議官
課題取り組み状況の説明	
次世代パワーエレクトロニクス	: 大森 達夫 PD
エネルギーキャリア	: 秋鹿 健一サブ PD
次世代海洋資源調査技術	: 浦辺 徹郎 PD
自動走行システム	: 渡邊 浩之 PD
次世代農林水産業創造技術	: 西尾 健 PD
革新的燃焼技術	: 古野 志健男サブ PD
革新的構造材料	: 岸 輝雄 PD
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	: 藤野 陽三 PD
レジリエントな防災・減災機能の強化	: 中島 正愛 PD
革新的設計生産技術	: 佐々木 直哉 PD
パネルディスカッション	
テーマ	登壇者
第一部 SIP によって実現される イノベーションで社会は どう変わるのか	大森 達夫 PD、秋鹿 研一サブ PD(エネキャリア)、浦辺 徹郎 PD、渡邊 浩之 PD、阿部 啓子サブ PD(農業) 久間 和生 CSTI 有識者議員、原山 優子 CSTI 有識者議員、 小谷 元子 CSTI 有識者議員、内山田 竹志 CSTI 有識者議員

(70分)	ファシリテーター：横山 広美氏
第二部 SIPでの産学官連携や成果を生み出す仕組みの特徴は何か (70分)	古野 志健男サブ PD(燃焼)、藤野 陽三 PD、中島 正愛 PD、佐々木 直哉 PD ファシリテーター：横山 広美氏
クロージング	久間 和生 CSTI 常勤議員 / SIP GB 座長

(2) 平成 27 年度

「SIP シンポジウム 2015～日本発の科学技術イノベーションが未来を拓く～」を開催し、昨年度から開始した 10 課題の進捗状況や新課題候補(重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保)の概要を説明した。合わせて会場には 10 課題それぞれに説明ブースを設け、成果物等の展示を行った。

開催日	開催場所	来場者数
平成 27 年 10 月 15 日	EVENT SPACE EBiS 303 イベントホール	約 700 名

○当日の主なプログラム

主催者挨拶	島尻 安伊子 内閣府科学技術政策担当大臣
基調講演	
「青色 LED と新産業創成」	天野 浩 名古屋大学未来材料・システム研究所未来エレクトロニクス集積研究センター長・教授
課題に係る発表	
SIP 全体説明	: 松本 英三 内閣府大臣官房審議官
新規課題候補の概要説明	
重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保	: 後藤 厚宏 PD 候補
課題進捗状況説明	
次世代海洋資源調査技術	: 浦辺 徹郎 PD
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	: 藤野 陽三 PD
次世代農林水産業創造技術	: 西尾 健 PD
クロストーク	
テーマ	登壇者
SIP によるモノづくり (60分)	杉山 雅則 PD、大森 達夫 PD、岸 輝雄 PD、 佐々木 直哉 PD ファシリテーター：吉田 典之氏(読売新聞論説委員)
パネルディスカッション	
2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた各課題の取り組み(50分)	村木 茂 PD、葛巻 清吾サブ PD(自動走行)、中島 正愛 PD ファシリテーター：吉田 典之氏
クロージング	久間 和生 CSTI 常勤議員 / SIP GB 座長

(3) 平成 28 年度

SIP の各課題について進捗状況を報告する「SIP シンポジウム 2016～日本発の科学技術イノベーションが未来を拓く～」を開催した。2014 年の SIP 創設から 3 年目を迎え、5 年計画の折り返しに当たる年で、各 PD による報告やパネルディスカッションを始め、一般来場者の方にも分かりやすいよう、併設する各課題の特設ブースにて成果物・試作品等の展示や映像などによる研究内容の紹介を行った。

開催日	開催場所	来場者数
平成 28 年 10 月 4 日	品川インターシティホール	約 800 名

○当日の主なプログラム

主催者挨拶	鶴保 庸介 内閣府特命担当大臣（科学技術政策）
基調講演	
「AI、ビッグデータ、IoT の研究開発と Society 5.0 の実現」	安西 祐一郎 日本学術振興会理事長
課題進捗状況説明	
SIP 概要説明	: 松本 英三 内閣府大臣官房審議官
革新的燃焼技術	: 杉山 雅則 PD
次世代パワーエレクトロニクス	: 大森 達夫 PD
革新的構造材料	: 岸 輝雄 PD
重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保	: 後藤 厚宏 PD
エネルギーキャリア	: 村木 茂 PD
次世代海洋資源調査技術	: 浦辺 徹郎 PD
自動走行システム	: 葛巻 清吾 PD
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	: 藤野 陽三 PD
レジリエントな防災・減災機能の強化	: 中島 正愛 PD
次世代農林水産業創造技術	: 野口 伸 PD
革新的設計生産技術	: 佐々木 直哉 PD
フリーディスカッション	登壇者
SIP におけるプログラム運営について（45 分）	杉山 雅則 PD、大森 達夫 PD、村木 茂 PD、浦辺 徹郎 PD、藤野 陽三 PD、中島 正愛 PD、佐々木 直哉 PD ファシリテーター：紅林 徹也氏（株式会社日立ソリューションズ執行役員）
パネルディスカッション	登壇者
Society5.0 の実現に向けて（45 分）	久間 和生 CSTI 議員、香川 豊サブ PD（構造材料）、葛巻 清吾 PD、手塚 悟サブ PD（セキュリティ）、野口 伸 PD ファシリテーター：紅林 徹也氏
閉会挨拶	久間 和生 CSTI 常勤議員 / SIP GB 座長

(4) 平成 29 年度

経済的発展と社会的課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる人間中心の社会、「Society 5.0」。SIP 創設から 4 年目を迎えた年に「SIP シンポジウム 2017～見えてきた未来～社会での実用化～」を開催した。そこでは、我々が目指すべき未来「Society5.0」の実現に向けた技術開発の取組を中心に、SIP11 課題の成果と「社会での実用化」について各 PD から直接に進捗状況を含めた発表をするとともに、併設する会場において成果物等を展示した。

開催日	開催場所	来場者数
平成 29 年 9 月 26 日	ベルサール東京日本橋	約 1,000 名

○当日の主なプログラム

主催者挨拶	山下 雄平 内閣府大臣政務官	
基調講演		
「Society 5.0 の実現 - Digital Transformation」	中西 宏明	株式会社日立製作所取締役会長兼代表執行役
SIP 概要説明と本シンポジウムのテーマ「見えてきた未来～社会での実用化～」 ：黒田 亮 内閣府大臣官房審議官		
各課題の成果報告プレゼンテーション		
革新的燃焼技術	：	杉山 雅則 PD
次世代パワーエレクトロニクス	：	大森 達夫 PD
革新的構造材料	：	岸 輝雄 PD
次世代海洋資源調査技術	：	浦辺 徹郎 PD
自動走行システム	：	葛巻 清吾 PD
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	：	藤野 陽三 PD
レジリエントな防災・減災機能の強化	：	堀 宗朗 PD
エネルギーキャリア	：	村木 茂 PD
重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保	：	後藤 厚宏 PD
次世代農林水産業創造技術	：	野口 伸 PD
革新的設計生産技術	：	佐々木 直哉 PD
総評及びクロージング	久間 和生 CSTI 常勤議員 / SIP GB 座長	

(5) 平成 30 年度

「SIP シンポジウム 2018 - 第 1 期 5 年間の総括と第 2 期への期待 - 」を二日間にわたって開催した。一日目はカンファレンスとして午後から基調講演及び SIP 第 2 期について PD 自ら研究開発計画を中心に今後の取り組みを紹介し、第 1 期課題を併せてポスター展示も行った。二日目は、カンファレンス会場で午前中に CSTI 有識者議員や経団連副会長、PD らをパネリスト、橋本和仁 CSTI 有識者議員をモデレーターとしてパネルディスカッションを行った。同じ会場で午後から SIP 第 1 期 PD による最終成果のプレゼンテーションを行い、各課題の専門分科会もエキシビション / ブース会場に併設した発表会場において開催した。また午前 11:00 から午後にかけて試作品等の成果物を展示する展示会をエキシビション / ブース会場にて開催した。

開催日	開催場所	来場者数
平成 31 年 2 月 20 日、21 日	東京ドームシティホール (カンファレンス会場) プリズムホール (エキシビション / ブース会場)	約 2,800 名 *

*注) 2 日間の延べ人数

○2 月 20 日 カンファレンス会場の主なプログラム

主催者挨拶	平井 卓也 内閣府科学技術政策担当大臣
基調講演	
「社会インパクトのある研究開発を」	金出 武雄 カーネギーメロン大学ロボット研究所ワイタカー冠全学教授 / 理化学研究所革新知能統合研究センター特別顧問 / 京都大学工学博士
第 2 期 SIP プレゼンテーション	
ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術	: 安西 祐一郎 PD
フィジカル空間デジタルデータ処理基盤	: 佐相 秀幸 PD
IoT 社会に対応したサイバー・フィジカル・セキュリティ	: 後藤 厚宏 PD
自動運転 (システムとサービスの拡張)	: 葛巻 清吾 PD
統合型材料開発システムによるマテリアル革命	: 岸 輝雄 PD
光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術	: 西田 直人 PD
スマートバイオ産業・農業基盤技術	: 小林 憲明 PD
脱炭素社会実現のためのエネルギーシステム	: 柏木 孝夫 PD
国家レジリエンス (防災・減災) の強化	: 堀 宗朗 PD
AI (人工知能) ホスピタルによる高度診断・治療システム	: 中村 祐輔 PD
スマート物流サービス	: 田中 従雅 PD
革新的深海資源調査技術	: 石井 正一 PD
閉会挨拶	橋本 和仁 CSTI 有識者議員

○2月21日 カンファレンス会場の主なプログラム

パネルディスカッション	
第一部 「第1期5年間を振り返って」 (60分)	小谷 元子 CSTI 有識者議員、小林 喜光 CSTI 有識者議員、原山 優子 CSTI 有識者議 員、山西 健一郎経団連副会長、岸 輝雄 PD、 村木 茂 PD モデレーター： 橋本 和仁 CSTI 有識者議員 (第一部、第二部共通)
第二部「第2期への期待」 (60分)	小谷 元子 CSTI 有識者議員、小林 喜光 CSTI 有識者議員、山西 健一郎氏、須藤 亮 プログラム統括、葛巻清吾 PD、堀宗朗 PD
第1期 SIP 成果報告	
革新的燃焼技術	: 杉山 雅則 PD
次世代パワーエレクトロニクス	: 大森 達夫 PD
革新的構造材料	: 岸 輝雄 PD
エネルギーキャリア	: 村木 茂 PD
次世代海洋資源調査技術	: 浦辺 徹郎 PD
自動走行システム	: 葛巻 清吾 PD
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	: 藤野 陽三 PD
レジリエントな防災・減災機能の強化	: 堀 宗朗 PD
重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保	: 後藤 厚宏 PD
次世代農林水産業創造技術	: 野口 伸 PD
革新的設計生産技術	: 佐々木 直哉 PD
閉会挨拶	: 須藤 亮 プログラム統括

2月21日 エキシビジョン/ブース会場の主なプログラム

専門分科会(会場)	専門分科会(会場)	専門分科会(会場)
エネルギーキャリア	レジリエントな防災・減機 能の強化	インフラ維持管理・更新・ マネジメント技術
革新的燃焼技術	重要インフラ等におけるサイ バーセキュリティの確保	次世代農林水産業創造技 術
次世代パワーエレクトロニク ス	次世代海洋資源調査技術	革新的設計生産技術
革新的構造材料	-	自動走行システム

各課題の展示

Society 5.0
エネルギーゾーン： 革新的燃焼技術、次世代パワーエレクトロニクス、エネルギーキャ リア、次世代海洋資源調査技術
社会基盤ゾーン： 自動走行システム、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術、レ ジリエントな防災・減災機能の強化、重要インフラ等におけるサイ バーセキュリティの確保
ものづくりゾーン： 革新的構造材料、次世代農林水産業創造技術、革新的設計生産技術

(6) 令和元年度

令和元年度はSIP第2期12課題それぞれでワークショップ、シンポジウムを開催している。

SIPワークショップ2019

開催日・時間	課題名	PD	場所
2019年9月11日(水) 11:50-13:00	IoE 社会のエネルギーシステム	柏木 孝夫	TOC 有明
2019年10月24日(木) 14:30-16:00	国家レジリエンス(防災・減災)の強化	堀 宗朗	イイノホール
2019年10月31日(木) 13:30-17:00	IoT 社会に対応したサイバーフィジカル・セキュリティ	後藤 厚宏	ベルサール神田
2019年11月1日(金) 13:30-18:00	光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術	西田 直人	東京大学伊藤国際 学術研究センター 伊藤謝恩ホール
2019年11月2日(土) 13:30-18:00	自動運転(システムとサービスの拡張)	葛巻 清吾	東京ビックサイト 会議棟6階
2019年11月11日(月) 13:00-16:30	AI(人工知能)ホスピタルによる高度診断・治療システム	中村 祐輔	日本医師会館 1F 大講堂
2019年11月13日(水) 15:00-18:00	ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術	安西 祐一郎	東京ドームシティ プリズムホール
2019年11月13日(水) 15:00-18:00	フィジカル空間デジタルデータ処理基盤	佐相 秀幸	東京ドームシティ プリズムホール
2019年11月13日(水) 10:00-12:00	スマートバイオ産業・農業基盤技術	小林 憲明	東京ドームシティ プリズムホール
2019年11月13日(水) 10:00-12:00	スマート物流サービス	田中 従雅	東京ドームシティ プリズムホール
2019年11月25日(月) 13:30-17:35	革新的深海資源調査技術	石井 正一	イイノホール
2019年12月20日(金) 13:00-16:05	統合型材料開発システムによるマテリアル革命	三島 良直	イイノホール

5. 11 課題の横断的分析からの教訓

第1期の課題評価結果（平成30年度の10課題、令和元年度の「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」）を横断的に分析することにより、以下のような教訓が得られた。

5.1 目標と道筋の体系的な作成

研究開発を開始する時点の研究開発計画において、目標を具体的・体系的に設定するとともに、道筋（ロジックツリー）を作成し、関係者で共有、さらに、課題評価においても活用すべきである。

まず、「道筋」の作成については、国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成28年12月21日 内閣総理大臣決定）でも求められている。目標については、個別の研究開発テーマは課題の目標達成のために分解されたテーマでなければならず、研究開発テーマの目標は課題全体の目標に整合していなければならない。さらに、この体系的な目標設定に従って、研究開発の開始時点で道筋（ロジックツリー）として、活動、アウトプット、アウトカム（短期、中期、最終）を整理すべきである。SIPでは、こうした目標に沿って着実に研究開発が推進されているか、成果が着実に出ているか、ということを経年毎に評価し、次年度の予算配分に反映する仕組みを有するため、本来は研究開発の開始時点から作成し、SIPの制度の目的との整合性や計画の過不足について関係者で共有・議論し、年度末評価でも議論するためのツールとして活用すべきものである。

重要な役割を担う評価においては、最終年度に管理法人等が実施したPRによる分野専門的な評価及び様々な分野の専門家からなる課題評価WGによる横断的・共通的な評価の2本立てを進めたが、個別課題のPR評価においても、課題内のサブテーマに関する個々のレビューだけでなく、課題全体について吟味し、その内容を厳しくチェックする必要がある。

第1期の課題については最終評価で平成30年度の研究開発計画を基にロジックツリーを作成した（「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」は令和元年度）。研究開発計画においては、技術的目標、産業面的目標、社会的な目標として記述されているが、達成時期がSIP終了時点かそれ以降か不明確であったり、抽象的であったりする例が見られたほか、産業面的目標であれば、SIP終了時点で事業化するのか、事業化に進む段階に至るのか、関係者の理解がまちまちであった例が見られた。

図5-1のようにSIP終了時点で達成される目標なのか、SIP終了後に達成される目標なのかを区分し、内容も明瞭かつ定量的に記載する必要がある。ここで、前者は最終評価（終了時評価）、後者は追跡評価で評価されることになる。

	最終評価(終了時評価)で評価 終了時点(アウトプット・アウトカム)	追跡評価で評価 終了後(アウトカム)
技術的目標	例) SIP期間における研究開発による技術的達成	例) SIP期間後に実施された研究開発による技術的達成
産業面の目標	例) 事業化または事業化に至る前段階	例) 事業化、市場形成
社会的目標	例) 社会的な変化またはそれに至る前段階	例) 社会的な変化

図 5-1 体系的な目標設定の考え方

5.2 各省庁施策との連関図の作成

第 1 期については、最終評価の時点で各省庁施策との連関図を作成したが、こうした連関図は研究開発の初期段階で作成し、SIP として取り組むべき意義や、計画の過不足、実施中の連携や終了後の出口について関係者が議論し、年度末評価でも活用するべきである。例えば、サイバーセキュリティの人材育成施策については、図 5-2 に示す連関図が作成されている。

		総務省	文科省	経産省	金融庁	その他	
対象	演習(注)	教育(注)			資格・評価基準(注)		
社会人 コーポレート企業	経営層	IPA産業界向け「サイバーセキュリティ」責任者の研修(2日間) (H29年度～) 【90人/年】	放送大学 BS232ch, オンライン、面接授業(1年度～) (H30年度～) 【500～1000人/年】 ※1	放送大学 BS231ch (生徒学習支援番組) (H30年度～) ※2	enPIT-Pro事業による社会人向け学び直し拠点の整備(3か月～6か月) (H29年度～) 【メインコース: 19人/年、ウイックコース: 100人/年】	情報セキュリティセンター 中核人材育成プログラム (原則1年間) (H29年度～) 【80人/年】	情報セキュリティディメンタ試験(H28年度～) 【約6.4万人/年】(注1) 約3割(注2) (注3)
	戦略マネジメント層	IPA産業界向け「サイバーセキュリティ」責任者の研修(2日間) (H29年度～) 【90人/年】	放送大学 BS232ch, オンライン、面接授業(1年度～) (H30年度～) 【500～1000人/年】 ※1	放送大学 BS231ch (生徒学習支援番組) (H30年度～) ※2	enPIT-Pro事業による社会人向け学び直し拠点の整備(3か月～6か月) (H29年度～) 【メインコース: 19人/年、ウイックコース: 100人/年】	情報セキュリティセンター 中核人材育成プログラム (原則1年間) (H29年度～) 【80人/年】	情報セキュリティディメンタ試験(H28年度～) 【約6.4万人/年】(注1) 約3割(注2) (注3)
	実務者層・技術者層	NICT CYDER (1日間/回) (H25年度～) 【3000人/年】	NICT サイバーコロッセオ (1～2日間/回) (H28年度～) 【2020年度に220人】	東京電機大 Cysec (職業実践力育成プログラム) (1年間) (H27年度～) 【40人/年】	enPIT-Pro事業による社会人向け学び直し拠点の整備(3か月～6か月) (H29年度～) 【メインコース: 19人/年、ウイックコース: 100人/年】	情報セキュリティセンター 中核人材育成プログラム (原則1年間) (H29年度～) 【80人/年】	情報セキュリティディメンタ試験(H28年度～) 【約6.4万人/年】(注1) 約3割(注2) (注3)
ベンチャー企業のセキュリティ専門職	NICT SecHack 365 (1年間) (H29年度～) 【150人/年】						
高等教育			放送大学 ※1 放送大学 ※2	高等における人材の育成(習得における講義を含む) (H25年度～)	enPIT-Pro事業による大学(学部)の人材育成拠点整備 (H28年度～) 【111人/年】	IPA セキュリティキャンプ (22歳以下) における高度人材の発掘(5日間) (H15年度～) 【80人/年】	
初等中等教育				情報活用能力(情報セキュリティ含む)の育成の推進		※: 現在選採中の施策	

注: 演習、教育、資格・評価基準の分類については、9/17～18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31日付(注)「サイバーセキュリティ」戦略本部決定に基づき、各施策はその中心となる内容に基づいて分類。

図 5-2 人材育成施策に関する全体像

(出典) NISC 普及啓発・人材育成専門調査会 資料 5-2 「各省庁の人材育成施策に関する全体像(令和元年1月15日)」 < <https://www.nisc.go.jp/conference/cs/jinzai/dai11/pdf/11shiryoku0502.pdf> >

5.3 課題内マネジメントでの役割分担・情報共有

課題内のマネジメントについて、PD、サブPD、管理法人、内閣府担当の間で役割分担を明確化し、レポートラインも明確にすることが重要である。これが不足すると、研究責任者は複数の異なったメッセージを受け取って混乱することになる。

例えば、第1期ではサブPDが、PDのアドバイザーとなっている場合と、PDと研究責任者の間に入って中間管理職として機能している場合があったが、研究責任者は前者の場合はPDに、後者の場合はサブPDにレポートすることになる。サブPDの位置づけが多様であることは問題ないとしても、所掌は明確にする必要がある。

また、PD、サブPD、管理法人、内閣府担当の間では密に情報共有・意識統一をして、研究責任者に異なったメッセージを与えないようにすることも重要である。第1期では毎週の会議を行っている例も見られたが、課題によってコミュニケーションの粗密があったと考えられる。

なお、PDあるいはサブPDが現場訪問(サイトビジット)等を行うことによって、研究責任者とのコミュニケーションを十分にとることが極めて重要かつ不可欠である。体制図、レポートラインを明確化したとしても、PD、サブPDと研究責任者は異なった組織に所属している場合が多く、想定したような指揮命令系統が直ちに機能するものではない。

ICTの活用も有効である。組織を超えてファイル共有やチャットツール等のクラウド環境を整備し、円滑な作業環境を構築した事例もみられた。

5.4 ユーザーの巻き込み

出口戦略を有効に機能させるため、研究開発成果を利用するユーザーを実施体制に加えるか、連携する体制として、研究開発を行うことが不可欠である。 評価においても、研究開発側の観点からだけではなく、ユーザー視点を考慮して行うことが必要であり、それを取り入れることで、より多角的な評価が期待できる。

例えば、革新的燃焼技術では、図 5-3 に示すように業界の団体である AICE が事前に設立されており、AICE が研究体制に入り込み、AICE で検討された産業界のニーズ・課題認識に沿いつつ大学における燃焼分野の研究開発が進められた。このことが大学研究者の意識改革につながったといえる。

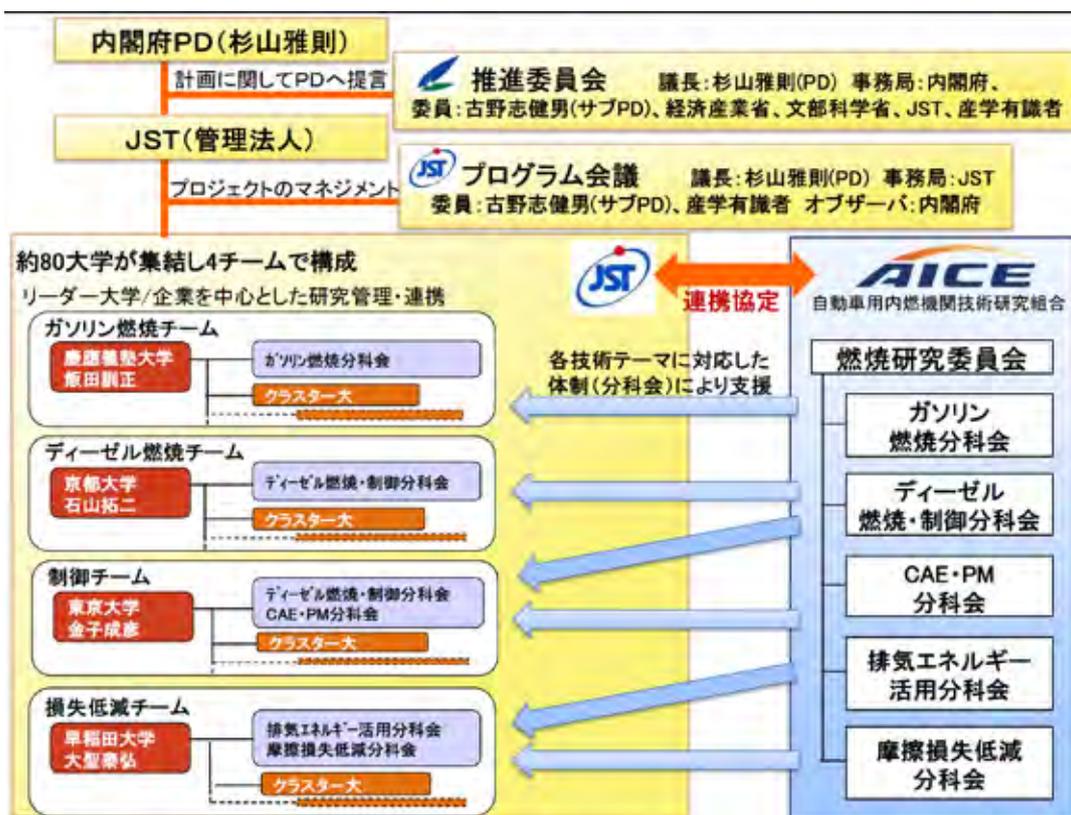


図 5-3 革新的燃焼技術の研究体制

(出典) 戦略的イノベーション創造プログラム「革新的燃焼技術」(2019年1月)
 < <http://www.jst.go.jp/sip/pdf/kenkyutaisei.k1.pdf> >

また、重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保においても、技術を導入する重要インフラ等事業者を推進委員会や WG に参画させることによって、導入のためのニーズや検証のための情報を得ながら研究開発を進めることができた。

5.5 受皿の早期の立ち上げ

SIP 終了後に研究開発テーマ又は得られた成果を引き継ぐ受皿について、早期に(SIP 実施中の早い段階で)立ち上げることが望ましい。

第 1 期では研究開発期間の後半から最終年度に拠点やコンソーシアムを立ち上げる例が

見られたが、早期から立ち上げる、あるいは立ち上げ方を検討することによって、よりスムーズな引継ぎが可能になると考えられる。特に研究開発の実施者が大学であるなど、そのまま事業化の主体になるわけではない場合は重要である。

例えば、エネルギーキャリアでは「グリーンアンモニアコンソーシアム」を4年目に設立し、SIP終了後もユーザー企業も含めてバリューチェーンを構築する体制を構築した。

出口戦略においても課題終了後に戦略を実行する体制を明確にすることは重要であり、課題評価においても早い段階から出口戦略としての受皿についてチェックすることが有効である。

5.6 論文・特許等の実績データの定義統一

論文・特許等の実績データについては、課題毎に必ずしも定義が統一されていなかったため、第2期では当初から統一した定義で情報収集することが評価のためにも管理の事務負担を減らすためにも望ましい。

なお、論文・特許等については件数の多寡だけを成果の指標とすることには限界がある。リスト形式で公開することで対外的なアピールとしても効果的であり¹⁴、外部からのフィードバックも受けやすくなると考えられる。

5.6.1 論文等

(特に理工系分野において)アカデミアでの研究成果の発信形態としては論文発表(学術誌に論文を掲載する)と学会発表(学会大会等で口頭発表する)が存在するが、成果発信の形態としてどちらがどの程度重視されるかについては、分野によって違いがみられる。加えて、各分野において権威ある学術誌や学会が存在しており、「どこで発表されたか」が評価に大きく関わることも考慮する必要がある。また、一般に「査読なし」より「査読あり」の方が学術的な権威があり、信頼性も高いと考えられる。さらに、国際的な影響力において和文か英文かによる違いがある。

以上の点を踏まえると、表5-1に例を示すリスト形式で論文等を収集することが考えられる。発表形態(学会発表、論文発表等)の別、和文/英文の違い、査読有無の別を考慮して集計する必要がある。さらに、発表された学術誌や学会を把握するためには、単なる集計値ではなくリスト形式として収集・分析が必要である。集計する際に共著等を重複カウントしてしまう実務上の問題を避けるためにもリスト形式は有効である。

なお、分野によって、研究者1人当たりの論文発表のペースや論文引用のされやすさなども異なるため、分野間での論文数・被引用数等の安易な比較は慎むべきであることにも注意すべきである。例えば情報系分野のように、技術の進展が速いために発表がより重視されていたり、実装が重視されていたりする分野もある。成果の社会実装に重点を置くSIPで論文発表をどこまで重視すべきかについては検討を要する。

¹⁴ 例えば、JSTが管理法人となっている革新的燃焼技術<<http://www.jst.go.jp/sip/k01.html>>やエネルギーキャリア<http://www.jst.go.jp/sip/k04_ronbun.html>では、成果の一覧をリストとして公開している。

表 5-1 論文等の様式の例

No.	発表形態	タイトル	著者	掲載誌	発表年	和文 / 英文	査読有無
1							
2							
3							
4							
5							
...

(注1) 当該課題の研究開発の成果として創出された論文発表、学会発表、書籍等。

(注2) 「発表形態」は論文、学会発表、書籍等のカテゴリーから、当該成果の形態を選択する。

(注3) 論文であれば「(基準時点)までに発行された学術誌に掲載されている論文」、学会発表であれば「(基準時点)までに実施された発表」、書籍であれば「(基準時点)までに出版された書籍」といった定義で集計する。

(注4) 「和文 / 英文」は、原則として論文の使用言語が日本語か英語かで区分。他の言語で使用されている場合は「その他」を選択。

(注5) 発表形態が論文や学会発表の場合は、「査読有無」も記載する。

5.6.2 特許等

国内外に出願された特許は、最終的に各国庁で別のものとして扱われ、異なる番号が付与される。このことを踏まえると、「発明がどの程度行われたか」という指標として特許を用いる際には、単純な「件数」単位よりも、内容が同一の複数の特許出願を群として1単位としてとりまとめた「ファミリー」単位で集計する方が妥当であると考えられる。また、発明をどこで権利化しようとしているか(権利化したか)を把握するために、ファミリーを構成する国・庁についても把握しておくことが妥当であると考えられる。

以上の点を踏まえると、表 5-2 に例を示すリスト形式で特許等を収集することが考えられる。

ファミリーの状況を知るために、国内出願と関連する海外出願との関係を正確に管理することは必須とすべきである(表内 A 及び B)。

特許出願から登録の間に付与される様々な種類の番号(出願番号・公開番号・登録番号; 表内 C)については、公開以降であればいずれか一つから特許データベース等を用いて他の番号がわかること、担当者によっては番号の種類の判別が難しいことから、少なくともいずれか一つを必須とすべきである。特に PCT 国際出願¹⁵においては、WIPO 及び各国庁において複雑に番号が付与されるので、少なくとも国際出願番号(又は国際公開番号)は確実に把握しておくべきである。

発明の名称・出願人名称・発明者名称・出願日・公開日・登録日といった書誌事項(表内 D 及び E)については、番号が正確に把握できれば不要であるが、番号が正確でなかった場

¹⁵ 特許協力条約(PCT:Patent Cooperation Treaty)に基づく国際出願。一つの出願願書を条約に従って提出することによって、PCT 加盟国であるすべての国に対して各々出願することなく、同時に提出したることと同じ効果を与える出願制度。特許庁「PCT 国際出願制度の概要」

<<https://www.jpo.go.jp/system/patent/pct/seido/kokusai1.html>>参照。

合の手掛かりとするため、任意で把握しておくことが望ましい。

特許は、出願以降に公開、審査請求、登録、取下げ等状況が変化すること、権利譲渡や利用許諾等もありうることから、常に最新時点の状況を把握できるようにしておくことが望ましい。特に公開前の出願や取り下げられた出願に対しては特許データベースから情報が収集できないこともあり、出願や取下げなどステータスの変化があった場合に出願人(又は発明者)から適時報告を受けるようにすることが必要である(表内F)。

表 5-2 特許情報の様式の例

No.	必須	必須	少なくとも1項目 必須			任意			任意			必須
	A	B	C			D			E			F
	ファミリーID	出願国・ 庁	出願 番号	公開 番号	登録 番号	発 明 の 名 称	出 願 人 名 称	発 明 者 氏 名	出願日	公開日	登録日	ステ ータ ス
1												
2												
3												
4												
5												
...

(注1) 当該課題の研究開発の成果として出願された特許を全てリストする。

(注2) (基準時点) までに
出願されたもの。

(注3) A,B,C,F は必ず記入。D,E の記入は任意。

(注4) 同じ内容の特許を複数の庁に出願している場合はファミリーIDに共通のIDを付与し、Aに記入する。

(注5) PCT 国際出願に関しては代表的な国・庁の国内移行についても記載しておくことが望ましい。

(注6) 出願から登録・取下げ等までのステータス(出願、登録、無効(拒絶、取下げ、放棄など))を定期的に把握しておくことが望ましい。

(注7) 特許以外の知的財産権(育成者権等)について、特記すべきものがあれば記入する。

図の一覧

図 2-1	運用指針の評価項目と SIP 課題最終評価の評価項目の対応関係	20
図 2-2	平成 29 年度の GB 評価項目と SIP 課題最終評価の評価項目の対応関係	21
図 3-1	重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の研究体制.....	32
図 3-2	研究開発計画の全体像.....	37
図 3-3	重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の研究開発テーマ及び 各省庁施策との関連図.....	41
図 3-4	「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」ロジックツリー	43
図 3-5	「意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性」に関わる事項のまとめ..	45
図 3-6	真贋判定技術「信頼の基点」「信頼の連鎖」のイメージ	49
図 3-7	動作監視・解析技術のイメージ	49
図 3-8	SCU 内蔵マイクロコントローラーの例及び SCU 評価ボード.....	50
図 3-9	人材育成のための取組イメージ	51
図 3-10	先行版・拡大版の展開イメージ	55
図 3-11	SIP 自動走行との課題間連携のイメージ	58
図 5-1	体系的な目標設定の考え方.....	68
図 5-2	人材育成施策に関する全体像.....	68
図 5-3	革新的燃焼技術の研究体制.....	70

表の一覧

表 1-1	SIP 第 1 期の課題及び PD.....	2
表 1-2	SIP 第 1 期の全体予算推移	3
表 2-1	SIP 第 1 期 11 課題	4
表 2-2	平成 29 年度までの評価結果及び予算比増減の対応.....	7
表 2-3	平成 30 年度の評価結果及び予算比増減の対応	8
表 2-4	課題評価 WG と課題名（平成 27 年度～平成 30 年度）	8
表 2-5	平成 26 年度から平成 30 年度までの年度末評価の実績	9
表 2-6	第 1 期 11 課題の年度末評価結果	9
表 2-7	課題評価 WG（平成 30 年度）	17
表 2-8	課題評価 WG（令和元年度）	17
表 2-9	課題評価 WG の開催回と会議の目的	17
表 2-10	評価項目、評価の観点、具体的なデータ・指標（例）	22
表 3-1	重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の PD 等	32
表 3-2	重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の主要会議体.....	32
表 3-3	重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保推進委員会 構成員一覧 表.....	35
表 3-4	重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保の予算.....	36
表 3-5	制御・通信機器のセキュリティ確認技術に関する研究体制	38
表 3-6	制御・通信機器および制御ネットワークの動作監視・解析技術に関する研究体 制.....	38
表 3-7	制御・通信機器およびシステムの防御技術に関する研究体制.....	38
表 3-8	IoT 向けセキュリティ確認技術に関する研究体制.....	38
表 3-9	研究開発技術の社会実装を促す適合性確認のあり方に関する研究体制	39
表 3-10	情報共有プラットフォーム技術に関する研究体制	39
表 3-11	評価検証プラットフォーム技術に関する研究体制	39
表 3-12	セキュリティ人材育成(b4-1)に関する研究体制.....	39
表 3-13	セキュリティ人材育成(b4-2)に関する研究体制.....	40
表 3-14	IoT セキュリティ社会実装技術(b5-1)に関する研究体制.....	40
表 3-15	IoT セキュリティ社会実装技術 (b5-2)に関する研究体制	40
表 3-16	重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保に関する情報発信 （令和元年度のシンポジウム）	52
表 3-17	サイバーセキュリティに関する論文数	53
表 3-18	サイバーセキュリティに関する特許数	53
表 3-19	導入・製品化の状況	56
表 5-1	論文等の様式の例	72
表 5-2	特許情報の様式の例	73