イノベーションハブ構築支援事業

ノウハウレポート

「「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を

実現するイノベーションハブ（気象ハブ）」

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

島村　誠

2019 年(令和元年) 9 月

目次

はじめに

１．イノベーションマインドの醸成 ……1
　１．１　背景・概要 ……1
　１．２　自己の再認識による役割の明確化（FS 採択による調査）……1
　１．３　意識の変化と理念の決定（FS 採択期間中に醸成）……6
　１．４　イノベーションマインドの醸成のまとめ……7

２．イノベーションハブの基盤と方法論の構築 ……11
　２．１　センターの設計と構築 ……11
　２．２　出会いの仕組みの設計と構築……16
　２．３　コンソーシアムの設計と構築……26
　２．４　新たな研究開発の仕組みの試行……29

３．実施に伴う課題の把握と方法論の再構築 ……31
　３．１　自己評価による課題抽出 ……31
　３．２　課題解決のための改善案 ……34
　３．３　改善案の即時実施……38

４．自立に向けた課題と展望……42
　４．１　研究所内への定着と課題（良い点と悪い点）……42
　４．２　新組織設立への展望 ……45

別紙
　別紙 A　フィージビリティスタディ採択時から再提案時への三層図の変化……47
　別紙 B　3 つのプロジェクトと大型実験施設を活かした取り組み……50
　別紙 C　持続可能な開発目標（SDGs）に関わる取り組み……75

はじめに

図Ⅰの防災科研のイノベーションハブ（気象ハブ）構築活動の流れに示したように、私たちは、気象ハブの活動として、平成 27（2015）年度のフィージビリティスタディを経て、平成 28（2016）年度に、気象災害軽減に関わる研究、人材、情報、技術の中核拠点として活動することを位置付けました。その気象ハブの活動を推進するために、防災科学技術研究所（以下、「防災科研」という。）の正式な組織として「気象災害軽減イノベーションセンター（以下センター）」を設置しました。センターには、研究開発部門と研究推進部門を設定して活動を進めました。研究開発部門では、社会実装のために 3 層の技術を設定し、これまで防災科研に不足していたシステム化に向けて取り入れるべき技術を明確化しました。ニーズ主導で 3 つのプロジェクトを立ち上げ、防災科研特有の大型実験施設を活かしながら、性能評価、標準化を含む社会実装に向けた取り組みを開始しました。また、研究推進部門を設置することにより、外部との交流、知財戦略検討・整備、広報、イベント開催・参加などをスピード感を持って実行できるようになりました。これらの仕組みをベースにして実施した成果概要は次の通りです。

① 「共に創る」をコンセプトに、平成 28（2016）年 10 月に気象災害軽減コンソーシアムを設立した。セミナー、シンポジウムの開催、3 つのワーキンググループ等の活動を本格化し、令和元（2019）年 8 月末には、327 会員が登録するまでになった（人材の糾合）。さらに、活動のひとつとして、高専機構と連携協定を締結し、その一環として、2018 高専機構・防災科研協働コンテスト「地域防災力向上チャレンジ」を実施した。2019 年度以降も高専防災コンテストとして継続する見込みである。

② コンソーシアム活動を通じ、ニーズ・シーズを集結する仕組みを構築（情報・技術の糾合）。

③ 産業・BCP に関わる研究開発を推進（セブンイレブンとの大雪対策、民間気象会社・JAXA との雷対策、降雪センサーIoT 化による雪害対策等）。実現する方法の一つとして、防災科研として初めて民間企業に対する資金提供・企画公募型共同研究の仕組みを構築して実施した。

④ 市民・自治体の安全確保に関わる地元自治体、企業、大学・高専等と連携した地産地防の取り組みを推進（新潟県での雪害・水害対策、それらの技術を滋賀県、高知県などへ波及）。

⑤ 気象ハブの活動で得た知見を基にして、所内の首都圏直下型地震に関するプロジェクト（首都圏レジリエンスプロジェクト）が開始され、シンポジウムなどで連携した取り組みを実施。

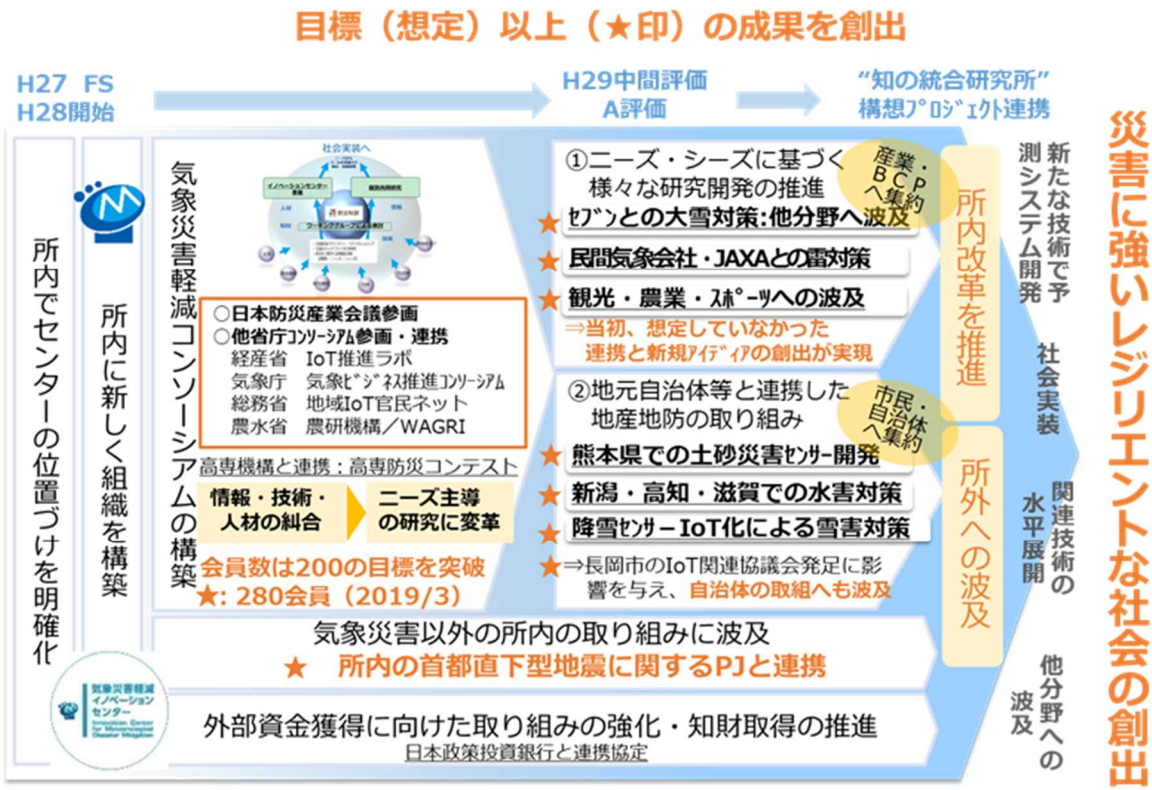
⑥ 外部資金獲得に向けた取り組みの強化、知財取得の推進が、研究所内に波及。

令和元（2019）年 7 月には、総務省の公募である「令和元年度 IoT の安心・安全かつ適正な利用環境の構築（IoT 利用環境の適正な運用及び整備等に資するガイドライン等策定）」

に提案した「Society5.0 社会実現に向けた多様な自然環境下での IoT の適切な利用環境の構築事業」が採択されました。気象災害軽減コンソーシアムの地域の防災課題解決につながり、センシング、情報利活用、防災教育ワーキンググループの活動方針に合致し、そしてガイドラインを策定することにより全国への社会実装が実現できる公募となっており、気象災害軽減イノベーションセンターの取り組みが認められたと認識しています。

今後は、連携協定を締結した日本政策投資銀行との協働で、構築した気象ハブが地震等の他の災害も含有した防災全体のハブに発展し、自立した取り組みになるように、所内外へハブの仕組みを波及させることを推進する計画です。

本資料は、それまで、必ずしも外とのつながりが得意でなく、研究者と事務職員合わせて300 名足らずの規模が小さい研究所が、悩みながらも 4～5 年でどのように変化していったのか、そのノウハウをまとめるように努めました。少しでも他の機関や組織の参考になれば幸いです。



図Ⅰ　防災科研のイノベーションハブ（気象ハブ）構築活動の流れ

１．イノベーションマインドの醸成

【ノウハウキーワード】
・自分探し
→自分達の研究の進め方の仮説や評価について多くの分野に意見を聞く
→自己評価につながる
・相手探し
→使う人と一緒に作る／ベンチャーの不確実性／組む人のマインドの見極めなど
・組み相手の探し方
→展示会、マッチングなど各種イベント、個別の意見交換、災害現場など

１．１　背景・概要

防災科研は、災害から人命を守り、災害に強い社会を実現することを目的として、防災に関する総合的な研究開発を行っている。防災科研は、地震・津波や火山、気象をはじめとするハザード全般を対象として、理学、工学から社会科学まで横断的・総合的に自然災害を扱う国内外に類を見ない研究機関である。これまで、防災科研では、主に防災科学技術の共通的な研究開発や他の機関では実施できない多額の経費や大規模な設備あるいは多部門の協力を要する総合的な研究開発を行なってきたが、外部との連携は、既存の研究コミュニティ内部に限られていた。

平成 26（2014）年度下半期～平成 27（2015）年度は、平成 27（2015）年 4 月の国立研究開発法人制度への移行を経て、平成 28（2016）年度から開始する第 4 期中長期計画の策定にあたり、計画に盛り込む内容について具体的な検討を行っていた時期であった。防災科研は、国立研究開発法人のミッションである「我が国の研究力・人材力強化の中核的な拠点としての役割」を担うことになった。

ちょうどそのタイミングで、科学技術振興機構（JST）の事業として、国立研究開発法人への移行時の法人支援を目的としたイノベーションハブ構築支援事業が開始されることになり、防災科研も 5 ヵ年計画を立案して事業に応募した。防災科研がどのような方法で国立研究開発法人としての役割を達成するのか所内で議論を進めたものの、国立研究開発法人の機能強化に関わる考え方や技術の階層が明確ではないままイノベーションハブ構築支援事業へ応募することとなった。趣旨は理解されたものの、自分達の研究所の客観化と、特徴や役割の再認識の不足を指摘され、平成 27（2015）年度は、それらの課題を解決して再提案するフィージビリティスタディ（以下 FS）での採択となった。その後 FS 期間を経て再提案し、平成 28（2016）年度に本採択なったが、振り返ると、この FS 期間に実施した調査や議論が防災科研のイノベーションハブの取り組みの考え方や方向性の変化に大きく影響しており、貴重な期間だったことを実感する。以下に、具体的にどのようなことを行ったのか、そしてその結果、防災科研がどのように変化したのかについて記す。

１．２　自己の再認識による役割の明確化（FS 採択による調査）

FS 期間の多くの調査により自分達の研究所の客観化と、特徴や役割の再認識を行った。その結果、防災課題解決のために自分達の技術、知見を活かすことが必要であり、実現するためには自分達にない技術と組む必要があることに気付いた。

表 1-1 に再提案までの経緯をまとめた表を示す。平成 27（2015）年 6 月 11 日の FS 採択公表時に、課題名を「「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベー

ションハブ」に設定し、平成 27（2015）年 7 月 1 日に防災科研に「イノベーションハブ推進室」を設置し、FS を開始した。

イノベーションハブ構築支援事業初回提案の提案書書類審査（平成 27（2015）年 3～4 月）、面接審査（平成 27（2015）年 4 月 28 日）、及び FS 採択時（H27.5）の指摘事項を参考に、以下に示す調査を実施した。なお、表 1-2 に示す 10 の調査項目等を通じて、11 回のワークショップのほかヒアリングやアンケートを実施し、有識者、企業、自治体、市民等合計 1024 名の方からニーズ、シーズ等の貴重なご意見を伺った。

表 1-1　再提案までの経緯

日付	内容
平成 27（2015）年 6 月 11 日	JST が採択課題をプレスリリース 課題名を「「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ」に設定
7 月 1 日	JST との間で FS 実施契約書を締結
7 月 1 日	防災科研内、理事長直下のセクションとして 「イノベーションハブ推進室」を設置
7 月～12 月	関係者定例会議 40 回、10 調査業務実施 ・各種ヒアリング・アンケート・ワークショップ等　合計 1024 名 ・長岡サテライト活動（ワークショップ：5 回、実証試験等） ・現地調査（常総市、四国等）
9 月 18 日	第 1 回運営委員会
10 月 15 日	気象防災分野で活用可能な新技術に関するプレワークショップ（東京）
11 月 2・5 日	気象災害にかかわる新たなセンシング・シミュレーション技術に関するワークショップ（長岡・東京）
11 月 3 日	対話型パブリックコメントワークショップ（大阪）
11 月 6 日	気象防災分野で活用可能な新技術に関するワークショップ（東京）
11 月 20 日	「攻め」の防災に向けた気象災害軽減イノベーションハブ将来ビジョンを考えるワークショップ(東京)
11 月 27 日	第 2 回運営委員会
12 月 25 日	第 3 回運営委員会
平成 28（2016）年 1 月 6 日	再提案書提出

表 1-2　FS で実施した調査

領域俯瞰調査	①諸外国機関の提供サービス及び外部連携に関する調査 ②気象災害及びその周辺分野の研究組織のリスト化及び相関図
新たに糾合すべき新技術調査	③次世代センサーを活用した防災情報調査（気象、雪氷、土砂） ④センシング・シミュレーション技術調査 ⑤気象防災分野で活用可能な新技術に関する調査 ⑥リスクコミュニケーション活用に関する調査
ニーズ調査、ビジネス展開調査	⑦地域・自治体におけるニーズならびにインパクト調査 ⑧交通インフラ及び産業経済における影響調査 ⑨鉄道インフラにおける影響調査 ⑩新結合すべきステークホルダー調査
ワークショップ、委員会開催 その他　茨城県常総市鬼怒川水害調査を実施（平成 27（2015）年 9～10 月）	

平成 27（2015）年 9 月 18 日、11 月 27 日、12 月 25 日に表 1-3 に示す「「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ」運営委員会(委員長：東京大学大学院工学系研究科小池俊雄教授)を開催し、FS の調査内容、調査結果、再提案書の骨子について率直なご意見を頂き、再提案書を取りまとめた。本気で率直な意見を言っていただけるアドバイザリーボードを持つことが非常に有効であった。その当時は大変であったが、今振り返ると、ニーズ側の多様な組織に所属する方を選出したことが、成功したポイントであった。FS の活動の様子を図 1-1、図 1-2 に示す。

表 1-3　「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ運営委員会名簿（平成 27（2015）年度当時）

委員長	小池　俊雄	東京大学大学院工学系研究科 教授
委　員	赤枝　健治	国土交通省気象庁 観測部長
	伊藤　修朗	（株）豊田中央研究所社会システム研究領域 主監
	奥和田　久美	文部科学省科学技術・学術政策研究所 上席フェロー
	神田　英一朗	長岡 IoT 協議会、 長岡市青葉台・陽光台地区連合防災連絡会議委員長
	坂井　康一	新潟県 危機管理監
	名波　義昭	内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（調査・企画担当）
	島村　誠	防災科研イノベーションハブ推進室 室長

図 1-1　FS で開催したワークショップ、委員会

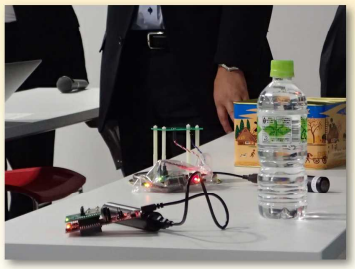
防災/気象情報/災害予測に関しての
ビジネス展開の可能性ワークショップ
2015年8月17日@長岡市きおくみらい

IoT協議会アドバイザーチーム
ミーティング
2015年8月31日
@長岡市まちなかキャンパス

IoT協議会×イノベーションハブ事業
協働について
2015年8月31日@長岡市きおくみらい

センサー開発チームミーティング
2015年9月17日@JST東京本部

新潟県長岡地域整備部ヒアリング
2015年9月25日@新潟県長岡地域振興局

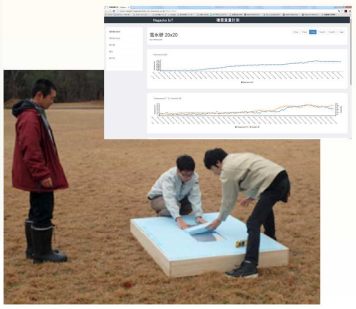


実証実験に向けた意見交換会
（積雪重量センサーお披露目）
2015年10月14日
@長岡市きおくみらい

水位センサー実証実験
住民意見交換
2015年10月29日
@長岡市川口きずな館

水位センサー
実証実験前設置打合せ
2015年11月20日@長岡市きおくみらい

水位センサー実証実験
2015年11月21日@長岡市東川口



積雪重量センサー実証実験
2015年12月22日
@長岡市雪氷防災研究センター

図 1-2　FS で実施した実証実験、意見交換会の一例
（長岡市の防災科研雪氷防災研究センターに設置した
イノベーションハブ長岡サテライトが中心となって実施）

１．３　意識の変化と理念の決定（FS 採択期間中に醸成）

平成 27（2015）年 4 月の初回提案では、イノベーションハブ構築の目的を現在の防災科研の研究リソースの延長線上で、気象災害や土砂災害、雪氷災害の既存の分野研究を進めることを基本に設定し、その時点で関係している研究機関やステークホルダーを中心に、ハブを形成することに主眼を置いていた。しかし、図 1-3 に示すように、FS 採択時にハブの名称を「気象災害軽減イノベーションハブ」から「「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ」に変更し、これまでの研究の流れからジャンプして、革新的イノベーションの誘発を目指すことにした。

FS 活動開始時にはイノベーションハブのテーマとして、「ステークホルダーとの積極的な協働による社会実装」、「既存の防災の枠に留まらずプラスの経済価値の創出」、そして、「「予兆」を捉える予測」を、目指す 3 つの攻めの要素として設定した。

平成 28（2016）年度からの本採択を目指した再提案においては、FS の結果を踏まえ、プロジェクトや技術、人材糾合の取り組み、及びハブ体制の構築を実行することにより、ニーズを重視し、市民の自己決定力の向上や地産地防による地域創生を目指して災害に強く立ち向かい、取り組みの過程で新しいプラスの価値を生む産業界が成長する新たな社会の創造を目指すことを新たな提案とした。

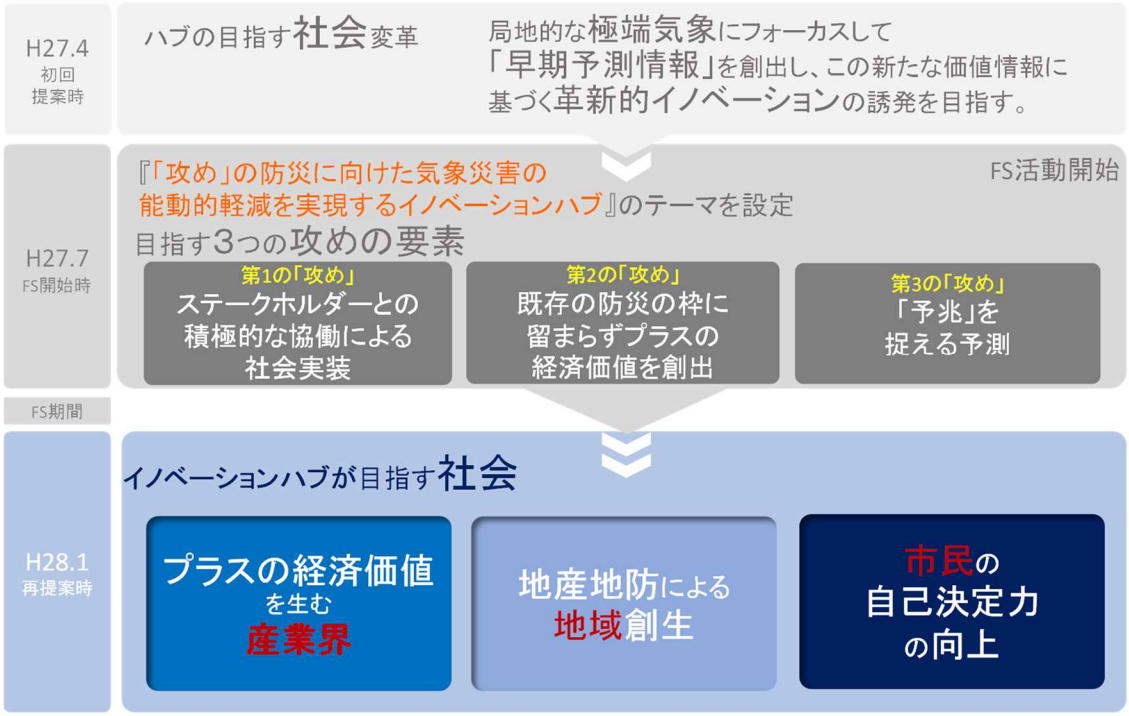


図 1-3　FS 活動を経て明確化した「イノベーションハブが目指す社会」

このように、図 1-3 に示した目指す社会に対応するステークホルダーを「産業界」、「地域」、「市民」と明確に設定した。それらを繋ぐ機能を有し、災害時の早期復旧、復興に重要な「交通インフラ・物流」を加えた 4 つのステークホルダーを設定し、それぞれのニーズに関わるプロジェクトを立案することとした。

表 1-2 に示したニーズ調査、ビジネス展開調査等の結果（ニーズをヒアリング、アンケート、WEB 調査、及びワークショップで収集した計 1024 名の意見から抽出）から、「交通インフラ・物流」、「地域」、「産業界」、「市民」の 4 つのステークホルダーに関わる主なニーズを抜粋し、表 1-4 に示す。このように、自治体や産業界のニーズを把握し、明確化した

上で、提案したプロジェクトに反映した。また、ニーズ調査は、自分達の役割の明確化にもつながった。

表 1-4　ニーズ調査、ビジネス展開調査から判明した代表的なニーズ

交通インフラ・物流

発言者（組織）	内容
ヤマト運輸	• 浸水・積雪／除雪・土砂災害といった道路の通行に影響がある情報がリアルタイムで欲しい。
セブンアンドアイHLDGS.	• 物流には雪が大事；雪は影響が長続きする（車が通れるのか通れないのかわからない）。地震の次に損害額大。
JR四国	• 強風による規制開始と解除の予測が難しい。精度の高い風速の予測が欲しい。
新潟県土木部 道路管理課	• 地域の注視のため、市域を細分化した場合の気象情報の取得が不可欠である。

地域

発言者（組織）	内容
国土技術政策総合研究所 土砂災害研究室 國友室長	• 土砂災害は一つの情報で判断をするのは難しいため、今後は複数の情報が必要になる。その場所のピンポイントの危険度を示す情報も必要。
山梨県 県土整備部	• 雨量や水位に関するデータや災害履歴をハブで統合して使いやすいものにしていただくとありがたい。積雪のデータを測定する安価な機器に期待。
東京都練馬区役所	• 30分～1時間前にゲリラ豪雨の予測が提供されると浸水の備え等の対応が取れる。

産業界

発言者（組織）	内容
東北大学 奥村教授	• 例えば、日本の寒冷地で開発した技術→地域の役に立つ→寒冷な国に売る
鹿島建設技術研究所	• 強風情報はクレーンによる施工、工事用ネットの取り外しの判断にも有用。
セブンアンドアイHLDGS.	• 物流には雪が大事；雪は影響が長続きする（車が通れるのか通れないのかわからない）。
園芸農業関係者	• ハウスの保護対策や暖房機のON/OFFには正確な気温、風の予測があるとよい。将来は予測で機械制御ができるとよい。

市民

発言者（組織）	内容
市民ワークショップ、アンケートからのニーズ	• 防災訓練や防災教育の実施。予測精度の向上。予測情報がどんな人にも行き渡るようにしてほしい。
ITSジャパン 天野専務理事 新潟大学　福岡教授	• 最終的に個人まで情報を届けることが大事。 • 出口戦略としてコミュニケーションやマスコミの育成が必要。
長岡技術科学大学 上村教授	• 情報を伝達し行動を起こさせるための情報の整理が必要。心理学や人文学も必要。

１．４　イノベーションマインドの醸成のまとめ

最終的に、以下の 1）～3）内容やエッセンスをイノベーションハブ構築支援事業の本採択に向けた再提案、本採択の方針に反映することができた。さらには、当ハブの計画は、平成 28 年度から 7 年計画でスタートした防災科研第 4 期中長期目標に「防災科学研究におけるイノベーションの中核機関の形成」として取り入れられ、中核的期間としての産学官連携の推進、基盤的観測網・先端的研究施設の運用・共用促進、研究開発成果の普及・知的財産の活用の促進、研究開発の国際的な展開、人材育成、防災行政への貢献など、当ハブと共通の内容が中長期目標に明示された。

1）ニーズ主導の考え方（今まではシーズ主導／必然的に外との繋がりを持つ行動へ）

図 1-4 に示すように、防災科研は、気象災害軽減イノベーションセンターの活動を通じて、観測、モデル化、ユーザーシステム化の３つの技術を連携させた「研究と人材の中核拠点」の構築を目指すことにした。ユーザーのニーズを満足するための多くのシステム要件がモデル化技術に、モデル化技術からは観測に必要なシステム要件が要求される。これに応じて、観測されたデータがモデル化技術へ、モデル化され生成した情報プロダクツがユーザーシステム化技術へ流れる。

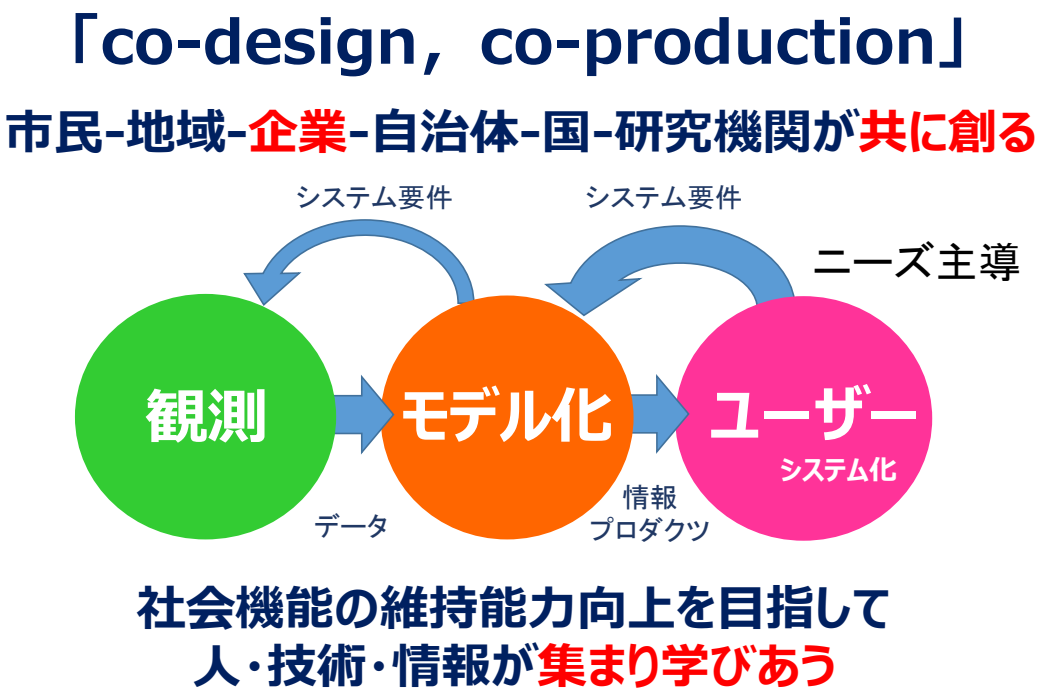


図 1-4 防災科研が構築するイノベーションハブの考え方

従来の研究活動は、図 1-4 の左から右に向かう流れ、つまり、観測、モデル化の技術開発が先に存在するシーズ主導が多かったが、気象災害イノベーションセンターでは、右から左に向かうニーズ主導のシステム要件に基づく研究開発を行う。このような双方向の流れを基本に、ステークホルダーと我々が共に創り、人、技術、情報が集まり学びあう「共に創るイノベーションハブ」の構築を目指す。この方針を立てたことにより、気象災害軽減イノベーションセンターでは、産学連携担当の職員はもちろん、研究者も、必然的に外との繋がりを持つための行動を起こすようになった。

2）受動から能動へ、守りから攻めへ

図 1-5 に、図 1-4 の「観測」、「モデル化」、「ユーザーシステム化」に対応したイノベーションハブ構築に関わる 3 層の技術の全体像を示す。右の層は、4 つのカテゴリーのステークホルダーに対するシステム化・統合技術である。具体的な対象となるステークホルダーとして、「市民」、「交通インフラ・物流」、「産業界」、「地域」を考えている。中の層が実現化技術・要素技術開発で、「センサー高機能、低価格化を行う次世代センシング技術」、「ビッグデータの処理や AI 分析を行う IoT 情報技術」、そして「リスクコミュニケーションを考慮する情報プロダクツ化の技術」で構成される。左の層が防災科研の知識基盤・基礎的研究としての「観測や予測シミュレーション技術」となる。三層の技術を展開した三層図の変化を別紙 A に掲載した。

これらの知識基盤・基礎的研究と実現化技術・要素技術開発の組み合わせを「攻めの防災」の核となる技術と位置付け、ユーザーごとにシステム化して、新しい予測情報や仕組みを創出することにした。

このように具体的に自分達の位置付けと、自分たちが有していない実現化技術・要素技術開発、そして、社会実装するためのステークホルダーのニーズを実現するシステム化・統合技術を明確化することにより、気象災害軽減イノベーションセンターとして、自ら外に出て動いてニーズ、不足シーズを求めるように意識と行動が変化してきた。

図 1-5 で示した三層図の考えを取り入れた 3 つのプロジェクトと防災科研の特徴である大型実験施設を用いた性能評価・標準化の詳細については、別紙 B にまとめた。また、持続可能な開発目標（SDGs）に関わる取り組みを別紙 C に掲載した。

図 1-5　イノベーションハブ構築に関わる 3 層の技術の全体像

3）失敗を許容する考え方（Fail Cheap, Fail Fast, Fail Smart／長岡モデル）

防災科研雪氷防災研究センターの本拠地である新潟県長岡地区は、雪氷災害のほか、水害、土砂災害、地震など様々な災害の経験があり、また、地域の企業、長岡技術科学大学、長岡高専など実現化技術、システム化技術を有する様々な機関が集まっている。

このような背景から、FS 期間に雪氷防災研究センターを中心に、長岡サテライトを形成し、長岡サテライト構成メンバーによる定例会議、ワークショップ、各ワーキンググループによる実証実験等を通して、長岡サテライトが「産学官の人材・情報・技術を糾合し、研究と人材の中核拠点」となり、これまでの研究成果や技術の蓄積を根幹として、地域の防災・気象災害軽減に関するニーズや課題と向き合いながら、イノベーションを創出するハブとして機能していくための要件やあり方、仕組み、課題等について検討及び検証をスタートさせた。ここで培った地域防災実現の方法論を全国へ水平展開するのが、最終目標である。

長岡サテライトにおける当初の運営方針は、以下の４つである。

１）防災科研（雪氷防災研究センター）のコア技術への活用

気象ハブの基礎をなすのは、防災科研の長年にわたる研究成果の蓄積に他ならない。従って、モデル地域（長岡市）においては、雪氷防災研究センターにおける研究成果の蓄積をコア技術とし、本業務を通じてこれらの開発及び活用をさらに加速させる。

２）多様な人材による協働型の実施体制

雪氷防災研究センターの研究員を実施体制の核としつつ、中越防災安全推進機構が有するネットワークを活かしながら、多様な分野の研究者・実務者からなる協働型の体制を整備するとともに、必要に応じて柔軟に人材の参画を促す。さらに、多様な人材が糾合するからこそ、意識と意欲の共有が不可欠であり、定期的に意見交換（定例会議）を行う。

３）フェイルファストの方針に基づく実証実験の遂行

気象ハブという新たな目標に向けて知見を得るためには、実践のチャレンジを果敢に行い、PDCA サイクルを素早くまわしていくことが不可欠である。そこで、上記の協働体制の下、フェイルファスト（fail fast）の方針で、地域の課題に即した実証実験を複数企画・遂行する。

４）社会実装へのコミット

社会に還元・実装されてこそのイノベーションであるが、目指すべき社会実装の形は多様である。状況や局面に応じて社会実装の姿（ゴール）を自ら設定することが重要であり、社会実装に確実にコミットすることを最終目標として実証実験及び本業務のマネジメントを行う。

FS 期間に長岡サテライトを運営していく中で、この 4 つの方針は極めて不変性が高いことを再確認することとなった。本採択後の長岡サテライトを運営する上で、引き続き重視すべき方針であるということに気付いた。

一方、気象ハブの事業期間が平成 31（2019）年度まで（当初計画）であることを考慮すると、「方針４）社会実装へのコミット」の重要性がより一層高まる。この「方針４」と「方針３）フェイルファストの方針に基づく実証実験の遂行」は、一見すると相反する要素を含んでいるが、この 2 つの方針の両立こそ、気象ハブの構築には不可欠であると考えられた。

２．イノベーションハブの基盤と方法論の構築

【ノウハウキーワード】
・一体感の醸成
→気象ハブ内（研究と事務）の意思疎通
所内（気象ハブと経営層、事務部門、基礎研究部門）の意思疎通
所管省庁との意思疎通：「素早い」、「的確な」内部コミュニケーション
・外部からの目の活用
→運営委員会からの助言／JST からの支援（ただの管理法人ではない）
※ハブの活動への直接的な影響以外に、外圧として所内の一体感を得ることへも利用
・所内への貢献
→センターが獲得した情報や方法、労力を所内に展開することを厭わない
→信用獲得
・マスコミの活用
→広報戦略（セブンイレブンとの連携の記事、ドローンの共同実験の記事は反響が大きかった）
・参画人材獲得の苦労と工夫
→セミナー講師として呼ぶ、JST に内々に依頼、所内非公式会合開催をきっかけに

２．１　センターの設計と構築

防災科研理事長、理事直下に、常設の気象災害軽減イノベーションセンターを設置し、既存の部署との連携の下、同センターが中心的に統括、推進することで、イノベーションハブ戦略を実現する運営体制を構築した（図 2-1 参照）。

防災科学技術研究所 本所（茨城県つくば市）

図 2-1　防災科研の組織図

図 2-2 に気象災害軽減イノベーションセンター体制を示す。研究開発部門と研究支援部門の役割を明確化し、役割に合わせて人材の参画（知財・契約専門人材、リエゾン・コーディネータ人材、企業、気象予報士会）を行った。社会実装に向けた取り組みが推進できたのは、研究者、事務方の他に、コーディネーターや民間企業出身の社会実装系の研究者等、外部とセンターをつなぐ役割を設定していることが大きい。

また、FS 時に引き続き、アドバイザリーボードとして、運営委員会（研究所のステークホルダーである産官学の代表が参画）を設置した。併せて、所内向けの取り組みを実施（セミナー、成果展開塾、知財獲得、契約に関わる相談など）し、ニーズ主導、共に創るというコンセプトや、知財戦略の考え方、知財の取得の仕方、契約の実際などを所内に浸透させた。

全体の情報共有は、イノベーションハブ推進会議（定例会）を中心に行うように設計した。ハブ長を議長として、隔週の火曜日に開催し、イノベーションハブの業務運営に関する事項等について、調整等を行うことにしている。長岡、新庄、つくば、東京をスカイプで結んだ遠隔会議を実施しており、顔を見ながら情報共有を行える環境を作っている。会議をスムーズに行えるように、PC とつなげる会議用スピーカー・マイクシステムを使用している。

その他、コーディネーターを中心とした研究開発部門、研究推進室の打ち合わせや基盤研究部門や本部との情報共有・打ち合わせも随時実施するように設計した。防災科研の雪氷防災研究部門のセンターがある長岡と新庄は常設のサテライトと位置付けている。また、山梨（平成 26（2014）年 2 月大雪）や熊本（平成 28（2016）年熊本地震）は、被災地をベースにしたサテライトと位置付けている。各ＰＪ・関係者間の打ち合わせについては、ステークホルダーも交えてニーズを軸とした打ち合わせやサテライトの打ち合わせを随時開催した。

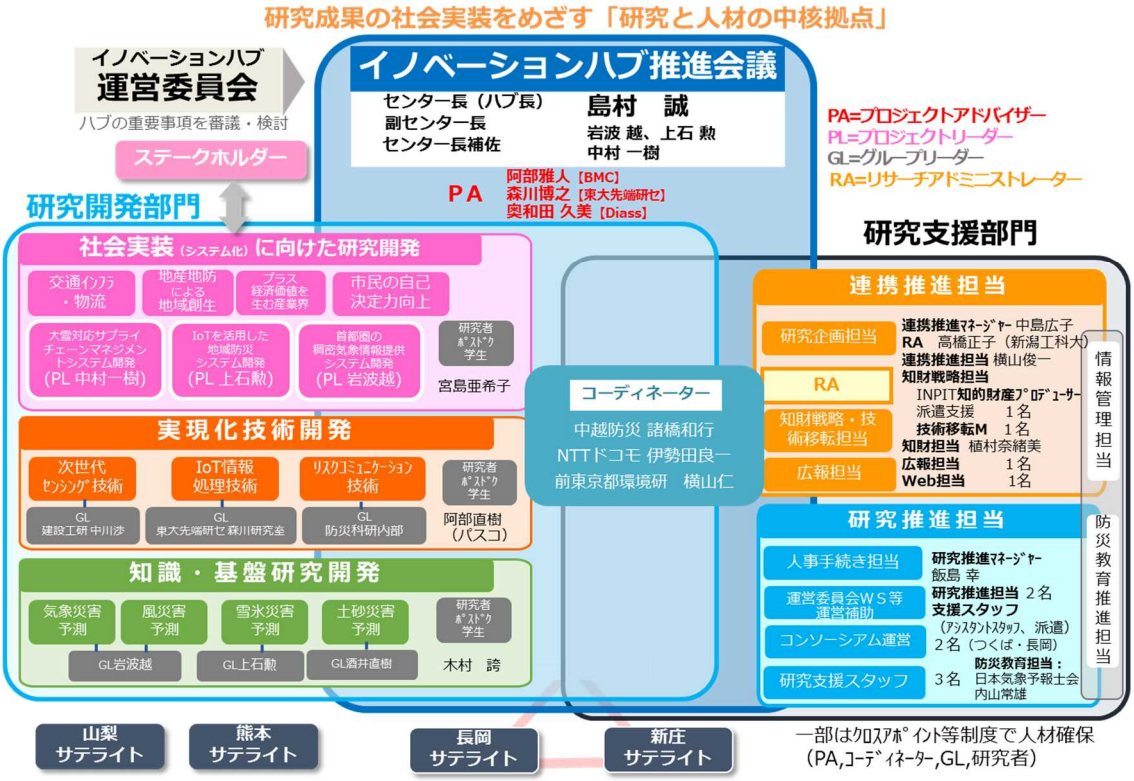


図 2-2　気象災害軽減イノベーションセンター体制

【ポスト説明】

名称	概要
ハブ長 →センター長	センターの全体統括、人事・予算・研究計画の策定に関わる権限を有する。
PL（プロジェクトリーダー） →副センター長、センター長補佐	ハブ長をサポートするとともに、産学官連携のコーディネート、知財戦略、人材育成（連携大学院、RA 等）プロジェクトの推進を統括する。
PA（プロジェクトアドバイザー）	産学官連携のコーディネート、知財戦略、人材育成（連携大学院、RA 等）プロジェクトの推進のアドバイスを行う。
GL（グループリーダー）	各研究開発課題を統括する。
コーディネーター	各研究課題、研究推進室間における調整を行い、必要な技術の統合化を補佐する。 また、実施するプロジェクトのステークホルダーと社会実装（システム化）に向けた研究開発の PL をつなぐ役割となる。

【研究分野説明】

名称	概要
知識基盤・基礎的研究開発	
・気象災害軽減のための観測予測技術開発	積乱雲の発達により起こる現象（ゲリラ豪雨、竜巻、雹、雷）について、観測・予測研究を実施する。
・雪氷災害軽減のための観測予測技術開発	降雪や積雪によって引き起こされる災害の観測・予測研究を実施する。
・土砂災害軽減のための観測予測技術開発	土砂や降雨によって引き起こされる災害の観測・予測研究を実施する。
・風災害軽減のための観測予測技術開発	強風によって引き起こされる災害の観測・予測研究を実施する。
実現化技術・要素技術開発	
・次世代センシング技術	衛星 SAR、雷放電経路観測システムなどの既存センサーデータの活用や、ドップラーライダー、積雪重量計などの既存のセンサーの高機能化・低価格化によって、気象予測精度の向上と災害防止に役立てる技術の研究を実施する。
・IoT 情報技術	安価なセンサー等を開発、多数設置し、既存の観測データなども合わせてビッグデータ解析することにより、気象災害発生予測精度向上や

	個々人の行動を判断するのに有用な情報を作成する技術や各機関が保有する気象データや災害データを連携する技術開発等の研究を実施する。
・リスクコミュニケーション技術	作り出された災害予測情報が活用され、交通、地域、産業、市民等のステークホルダーの行動に繋がるラストワンマイルを埋める、防災研究におけるリスクコミュニケーション技術の研究を実施する。
社会実装（システム化）に向けた研究開発	
・交通インフラ・物流用システム化技術開発	交通インフラ・物流に関わる社会実装フェーズにおける研究開発を実施する。
・地産地防による地域創生のためのシステム化技術開発	地産地防による地域創生に関わる社会実装フェーズにおける研究開発を実施する。
・プラスの経済価値を生む産業用システム化技術開発	プラスの経済価値を生む産業に関わる社会実装フェーズにおける研究開発を実施する。
・市民の自己決定力向上のためのシステム化技術開発	市民の自己決定力向上に関わる社会実装フェーズにおける研究開発を実施する。

【委員会説明】

名称	概要
イノベーションハブ推進会議	ハブ長を議長として、隔週１回程度の開催を想定する。 イノベーションハブの業務運営に関する事項等について、調整等を行う。
「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ運営委員会	特に産業界の有識者を中心として、外部有識者を複数人選定し、半期に１回程度の開催を想定する。 委員会は、以下の項目について審議・検討する。 1）イノベーションハブの将来ビジョン、構築、推進、戦略に関すること。 2）イノベーションハブの運営に関すること。 3）その他イノベーションハブに関連する事項。

さらに、図 2-3 に示すように、研究開発部門と研究支援部門が同居して同じ部屋でプロジェクトを進めていることが特徴的である。社会実装、産学官連携に関わる業務は、多様なステークホルダーや企業等とのやり取りの処理スピードが特に重要で、支援部門と研究者が一体となった判断と迅速なコーディネートが必要だと実感できた。

図 2-3　研究部門-支援部門-参画者が一体となったオープンなセンター運営の様子

図 2-4 に、研究支援部門による事務手続きのワンストップサービスの概要を示す。図 2-2 のように体制構築を行ったが、国の研究機関で活動が有機的に素早く実施されるためには、迅速で的確な内部コミュニケーションの実施が不可欠である。イノベーションハブの取り組みは、民間企業等とのやり取りが多くなり、これまで実施したことのない契約や研究の枠組みを取り入れることが多くなる。従来は、これらを実現するために研究者が何度も事務部門とやり取りをすることにより、多くの時間を費やしていた。しかし、気象災害軽減イノベーションセンターの取り組みでは、研究支援部門と研究開発部門が同居することにより、研究者が研究支援部門に 1 度相談するだけで、研究支援部門がその内容を理解して事務手続きを行うワンストップサービスを目指し活動した。これが、短期間で多くの取り組みを実施できた要因のひとつとなった。

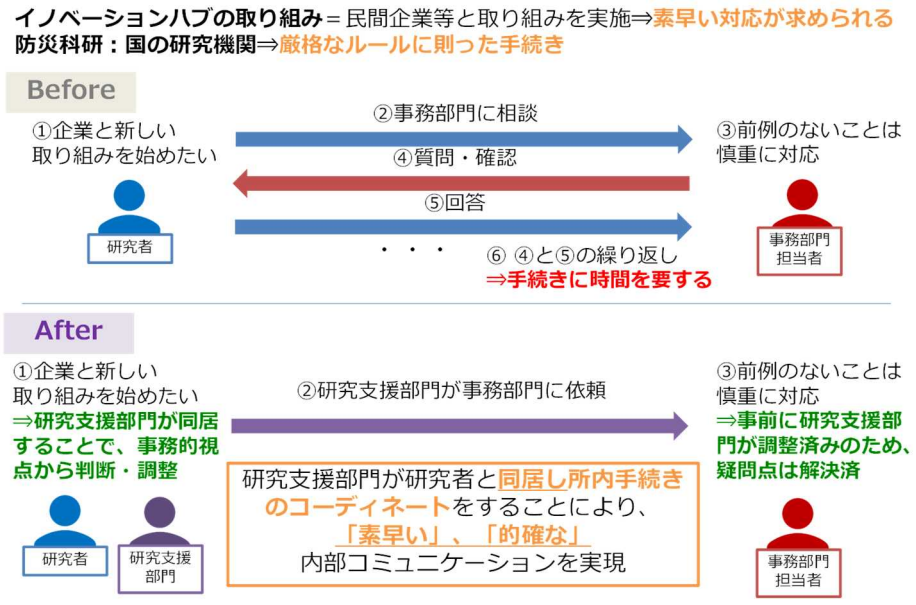


図 2-4　研究支援部門による事務手続きのワンストップサービス概要

知財戦略ポリシー運用、知財戦略の実施、補助的法人の設立検討・準備のうち、知財体制の整備とそれに伴う成果について紹介する。

図 2-5 に示すように、平成 29（2017）年度途中から知的財産プロデューサー、技術移転マネージャー、知財技能士計 4 名の体制を確立し、試行錯誤から手順の明確化などに取り組んだ。そのひとつが所内職員向けのセミナーである成果展開塾であり、成果展開の意識向上、知見・スキルの学びを目的として実施した。これまでに 12 回実施している。このような取り組みの活発化に比例して、出願件数は増加しており、平成 24（2012）～28（2016）年度の平均出願件数は平均 4.8 件/年であるが、平成 29（2017）年～30（2018）年度は平均 10.5 件となっている。また、平成 29（2017）年度以降については、当プロジェクトに関わる出願件数が非常に増加しており、全体の 9 割を占めている。

また、平成 29（2017）年 6 月から開始した他部署からの知財、契約に関わる相談が 87 件（令和元（2019）年 9 月末時点）となっており、中でも防災科研本部のライセンス相談は、全て気象災害軽減イノベーションセンターへの相談の上、行われている。

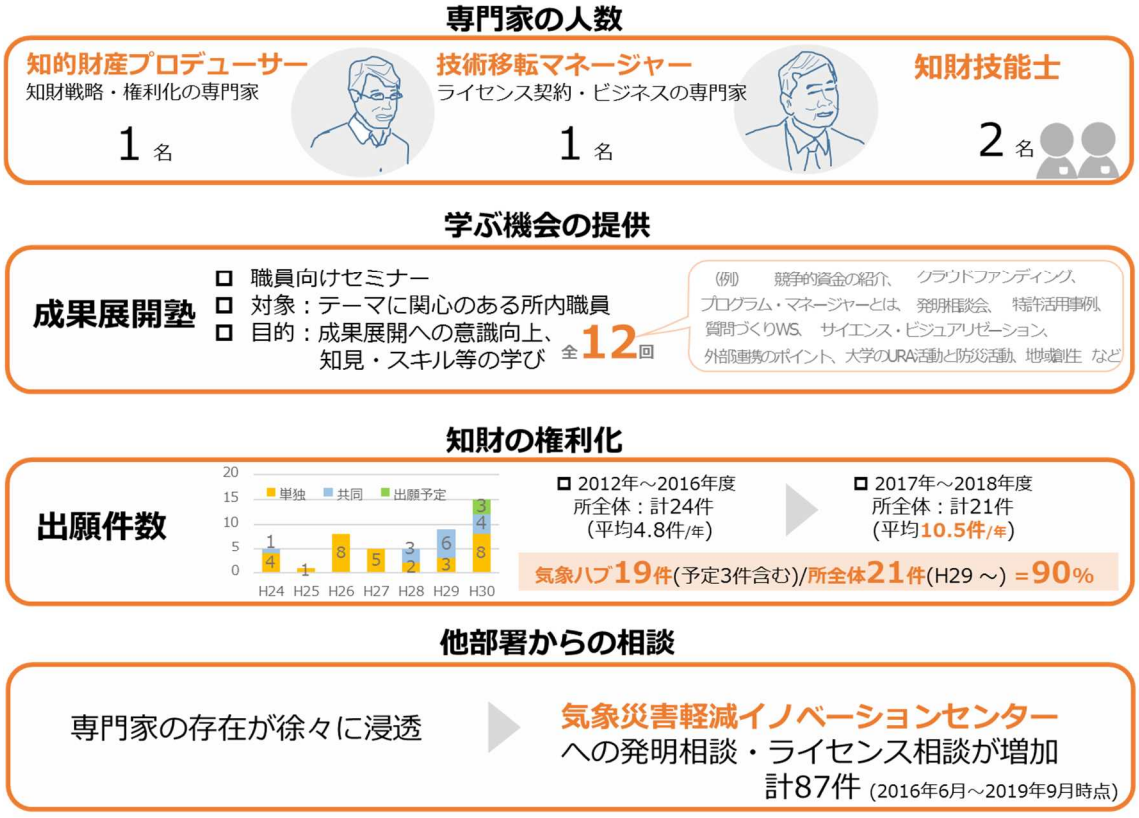


図 2-5　知財体制の整備と成果

2．2　出会いの仕組みの設計と構築

気象災害軽減イノベーションセンターでは、イノベーションハブに参画する産業界、大学、自治体等の情報共有のための WEB ページを開設し、頻繁に更新を行うアクティブな運用を目指した。また、イノベーションハブの機能を持続的に発展させていくため、異分野交流イベントに積極的に参加し、産学官の強固なネットワークの維持に努めた。さらに、産学官連携の窓口としての防災科研東京会議室に相談所「Bo-net」を設置した。月に 2～3 件ほどの相談がある。

1）WEB ページの定期的な更新による情報発信

専属の HP 広報担当 1 名を人員確保し、広報活動やコンソーシアム活動を開始した。図 2-6 に示すように気象災害軽減イノベーションセンターの WEB ページを立ち上げ、随時、情報を発信した。

図 2-6　気象災害軽減イノベーションセンターWEB ページ
（http://www.bosai.go.jp/ihub/）

2）展示イベントへの出展

防災産業展、ぼうさいこくたい、震災対策技術展、自治体総合フェア、JST フェアなど、多数の展示会やイベントに出展し、目的に応じて、ターゲットを絞った出展、新たな出会いや足りない技術を求める出展を実施した結果、様々な知見を得ると共に多角的な視点で連携の可能性を模索でき、気象災害軽減イノベーションセンターの取り組みを創意工夫するきっかけとなった。

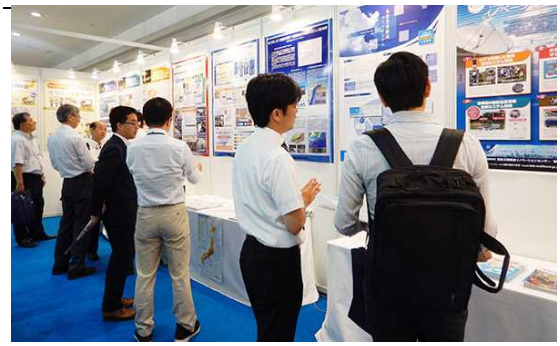


図 2-7　自治体総合フェア 2018

図 2-8　2018 防災産業展 in 東京

3）他コンソーシアム・会議の積極参加

WEATHER-Eye オープンフォーラムへの参加（JAXA）、気象ビジネスフォーラムでの出展（気象庁：気象ビジネス推進コンソーシアム）、フレキシブルエネルギーデバイスコンソーシアムとの連携（産総研）など、他のコンソーシアムや会議への積極的な参加によって、新たな産学官のネットワークの構築を行った。

日本防災産業会議では、(株)セブンイレブンジャパン等とつながり、ニーズとシーズ、防災に対する姿勢がマッチングし、セブンイレブンジャパンの企業 BCP 支援の取り組みを実施した。

また、気象災害軽減イノベーションコンソーシアム（2.3 節参照）は、他のコンソーシアムと連携して、言わばコンソーシアム間連携という形で活動を行った。例えば、IoT 推進ラボ（経産省）のマッチングイベント、気象ビジネス推進コンソーシアム（気象庁）のイベントへの出展、地域 IoT 官民ネット（総務省）のイベントの防災科研東京会議室での開催、WAGRI（農水省）とのイベント共催などがある。このような活動の中から、新たな出会いが生まれて共同研究へ発展した例や、外部資金獲得などにつながった事例がある。

図 2-9 第 3 回 WEATHER-Eye ｵｰﾌﾟﾝﾌｫｰﾗﾑ

図 2-10 第 2 回気象ビジネスフォーラム

図　2-11　他のコンソーシアムとのコンソーシアム間連携

4）長岡サテライトの設置と活動

気象災害軽減イノベーションセンターのサテライトとして、雪氷防災研究センターを拠点とした「気象災害軽減イノベーションセンター長岡サテライト」（以下、長岡サテライト）を平成 28（2016）年 4 月 1 日に設置し、以後継続的な活動を展開している。

この長岡サテライトにおいては、長岡市をモデル地域として、気象災害軽減に資する特定テーマについての具体的かつ実践的な研究（実証実験を含む）を行い、目に見える実績・成果を上げるとともに、雪氷防災研究センター（防災科研）がイノベーションを創出するハブ

として機能するための要件及び実現プロセスを検証し、地域や自治体の課題解決の仕組みとして「長岡モデル」の構築を目指した。

Mission

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター（長岡市）を拠点に

- 地域に密着した防災の課題解決に資するイノベーションを創出し、社会実装の具体化を先導する。
- 長岡ならではの「イノベーションハブ」を機能させる仕組みを先行して構築する。

Image

運営方針

① 雪氷防災研究センターのコア技術と知見を活かした展開
② 多様な人材による協働型の実施体制
③ フェイルファストの方針に基づく実証実験の遂行
④ 社会実装へのコミット

運営方式

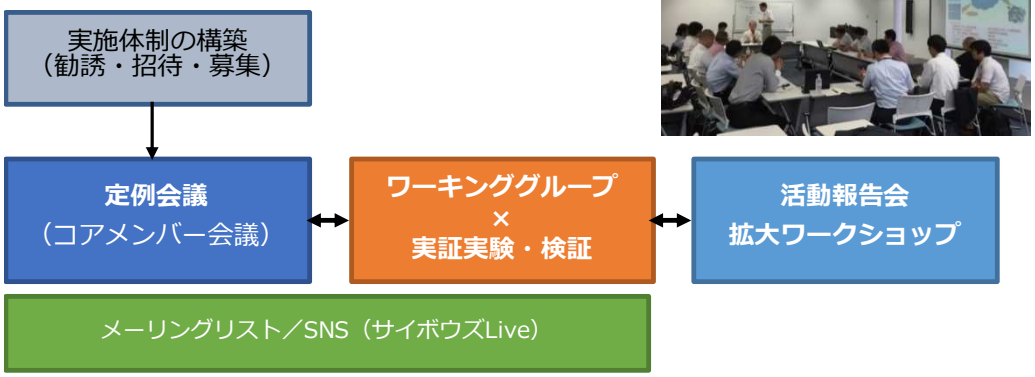


図 2-12　「地産地防」長岡サテライト（長岡モデル）の構築

長岡サテライトを構築する上で極めて重要な要素は、運営方針のひとつにもなっている「多様な人材による協働型の実施体制」であり、現在では図 2-13 に示す実施体制となっている。また、図 2-14 に示すように課題解決とイノベーション創出を目指して様々な実証実験を継続的に実施しており、社会実装を実現するためのひとつの手法を獲得することができた。

【コアメンバー】
公益社団法人中越防災安全推進機構
新潟工科大学
長岡技術科学大学
株式会社 KCS
株式会社エコロジーサイエンス
株式会社 Snow Cast
株式会社スノーテック新潟
株式会社長岡計器
東邦産業株式会社
株式会社 GFN
雪氷防災研究センター

【サブメンバー】
株式会社高田建築設計事務所
株式会社興和
株式会社鈴文
有限会社ワタナベプラン
株式会社 NTT ドコモ

【関係機関】
長岡工業高等専門学校
長岡 IoT 推進協議会
国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所
国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所
新潟県長岡地域振興局
新潟市土木部土木総務課
長岡市危機管理防災本部／道路管理課
小千谷市建設課
長岡市東川口町会
長岡市摂田屋 5 丁目町内会

図 2-13　長岡サテライトの実施体制

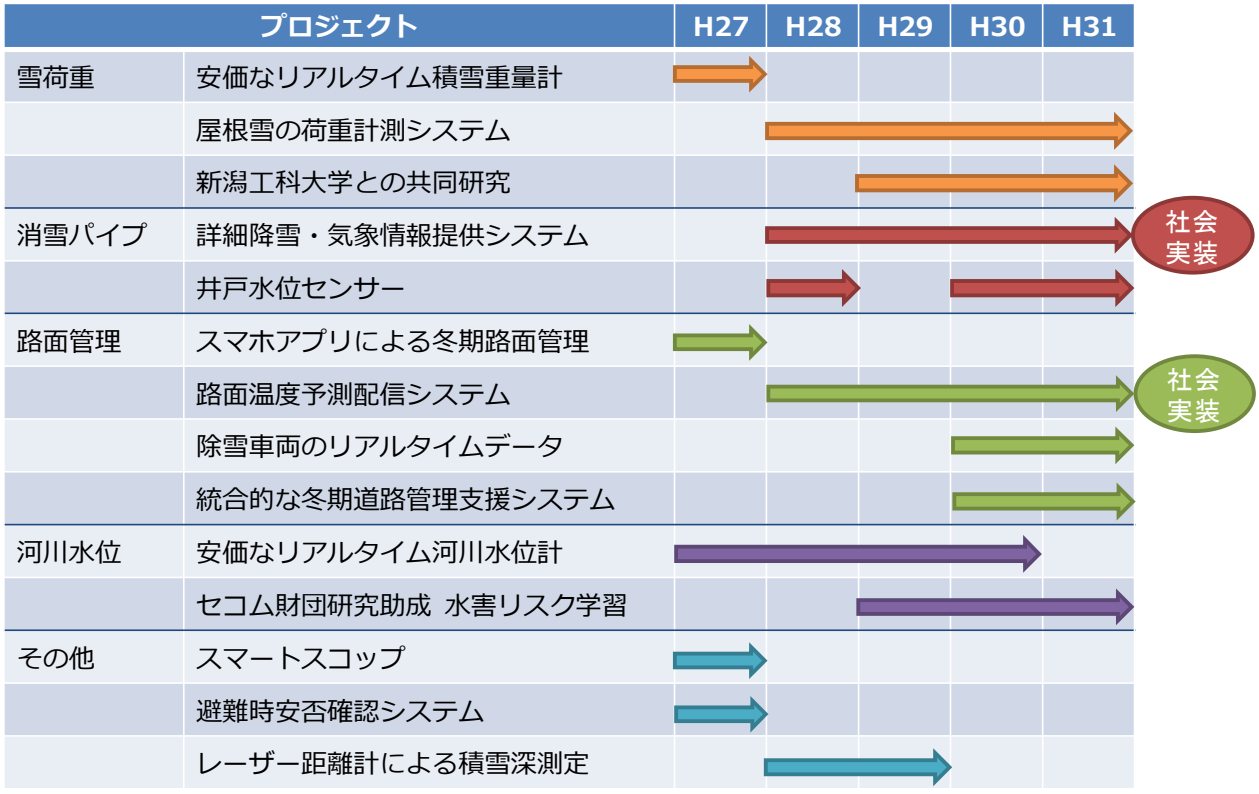


図 2-14　長岡サテライトの実証実験に関する事業変遷

これまでの長岡サテライトは、科学技術振興機構（JST）のイノベーションハブ構築支援事業を前提としていることもあり、雪氷防災研究センターがハブ機能を内包する形で運営されてきた。しかし今後は事業予算がなくても自立・持続する形を構築することが求められており、これこそ真の「長岡モデル」となる。その方向性については、図 2-15 に示すとおりであり、雪氷防災研究センターが抱えていたハブ機能を組織の外側に位置づけ、様々な団体がみんなで支えるというイメージである。雪氷防災研究センターは構成団体の一つという立場になるが、その中心的な役割を担うことはこれまでと同様である。

さらに、自立・継続する上で必須となるのが、図 2-16 に示すとおり、関わる団体すべてにおいてメリットを実感する Win-Win の仕組みづくりである。例えば、民間企業にとってはビジネス展開や新規開拓が促進されること、コーディネーターや客員研究員等にとっては、貴重な学び・経験・情報収集・業務受託の機会となること、雪氷防災研究センターにとっては、研究成果の社会還元、雪国の課題解決への寄与、サイエンスの蓄積などが挙げられる。そして、この仕組みだからこそ可能となる外部資金獲得の可能性は極めて大きく、ハブ機能をさらに進化・発展させていく原動力となっていく。加えて、長岡エリアには、関連する既存組織として、日本雪工学会上信越支部、日本雪氷学会北信越支部、長岡 IoT 推進協議会、長岡市除雪イノベーション研究会があり、既に長岡サテライトの活動とのコラボレーションも始まっている。

このような一連のプロセスこそが「長岡モデル」であり、「「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ」で得られた知見の一つとして、水平展開を図っていく予定である。

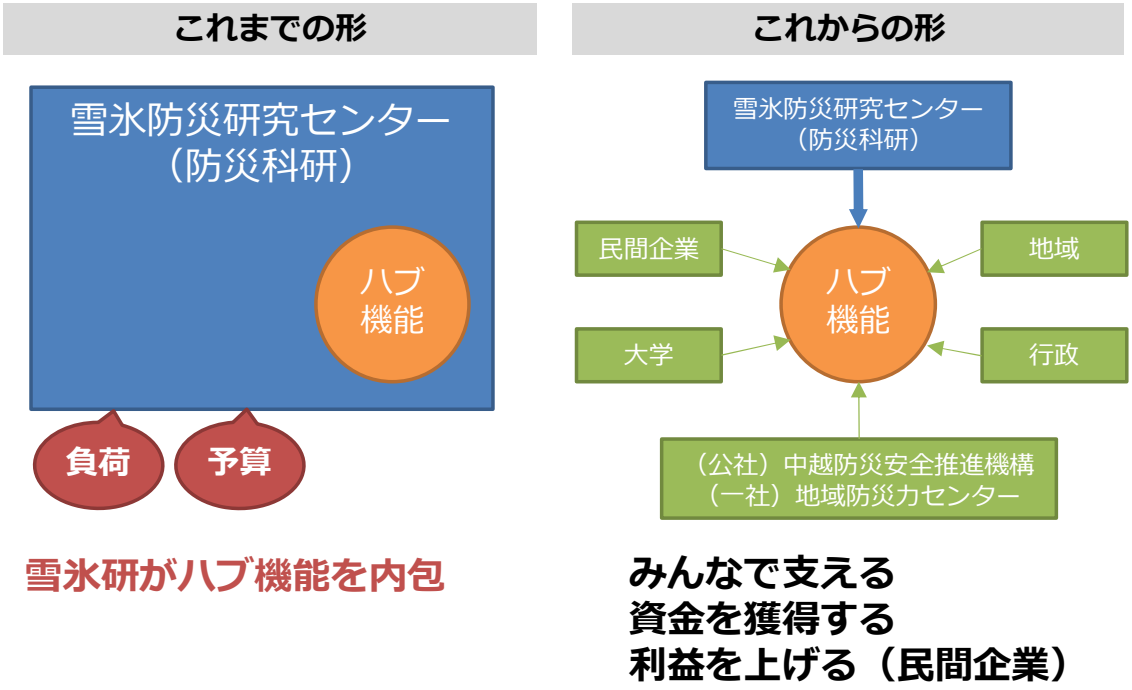


図 2-15　長岡サテライトのこれまでとこれからの機能イメージ

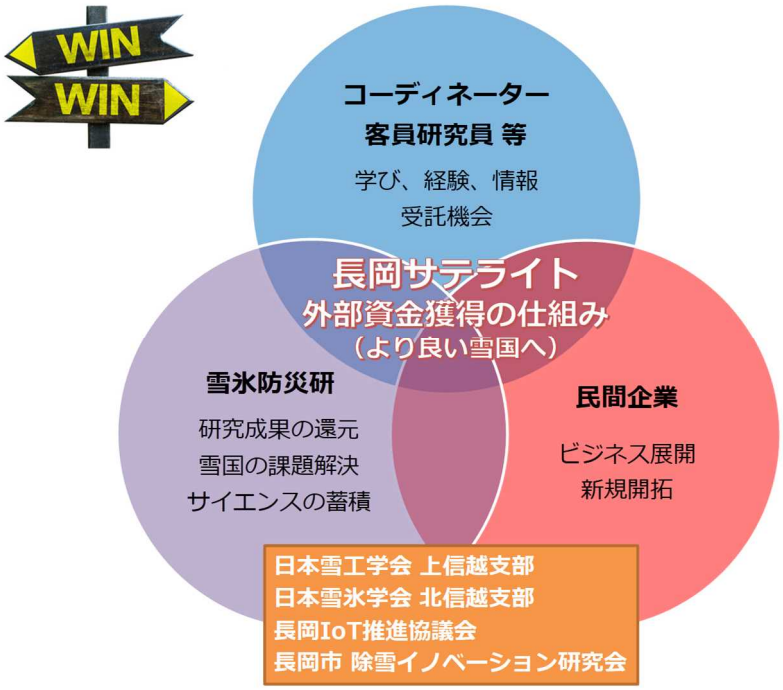


図 2-16　長岡モデルの完成イメージ（現時点）

5）被災地支援を通じた現場ニーズの吸い上げ（住民、自治体）、現場シーズの吸い上げ（地元企業、高専）

災害対策の最もリアルなニーズを捉えることができるのが、災害後の被災地の応急対応、復旧、復興フェーズの現場である。気象災害軽減イノベーションセンターでは、全国のどこかで毎年起こる災害時の緊急対応や調査を通じて、ニーズを取得し、次の具体的な動きにつなげてきた。その中から、最もセンターの活動に影響を与えた平成 28（2016）年 4 月の熊本地震の被災地への対応に関わる取り組みを紹介する。本採択となって、これから本格活動という時に起こった地震であり、多くの職員が被災地の現場の経験を積むことにより、「被災地支援を通じたニーズ収集」というコンセプトができあがった。したがって、結果的に熊本地震の対応は、その後のセンターの活動に大きく影響することになった。

平成 28（2016） 年 4 月 14 日 21 時 26 分頃、熊本県熊本地方の深さ約 11km を震源とする M6.5 の地震が発生し、熊本県上益城郡益城町において震度 7 を観測した。また約 28 時間後の、4 月 16 日 01 時 25 分には同地方の深さ約 12km において M7.3 の地震が発生し、熊本県上益城郡益城町および阿蘇郡西原村で震度 7 を観測した。

地震の災害後は、地盤が緩み土砂災害の発生の危険性が高まる。そのため当初は避難者などへの緊急対応が必要だが、復旧、復興を行うにあたり、気象災害の観点からは、土砂災害の早期検知などへのニーズが高くなる。気象災害軽減イノベーションセンターでは、地震が起こってすぐに、防災科研全体の動きに合わせて、熊本県庁に設けられた国の災害対策本部に職員を派遣し、情報収集や発信の支援を行い（図 2-17 参照）、防災科研が災害時に立ち上げる WEB ページのクライシスレスポンスサイトへの情報提供も実施した。また、災害発生後の現地土砂災害調査に加わり（図 2-18 参照）、地元自治体（熊本県、南阿蘇村、西原村、阿蘇市等）への報告や相談対応、そして調査速報や防災科研ニュース等で報告する活動を実施した。

図 2-17　熊本地震後に取り組んできた地震災害による復旧、復興支援活動

図 2-18　熊本地震後に取り組んできた土砂災害（斜面・地盤災害）による
二次災害の予防と復旧・復興の支援

熊本地震の取り組み以外にも、大きな災害としては、平成 29（2017）年 3 月那須岳雪崩災害、平成 29（2017）年九州北部豪雨、平成 30（2018）年 1 月の強い冬型の気圧配置による北陸地方を中心とする大雪、平成 30（2018）年 2 月の南岸低気圧及び強い冬型の気圧配置による関東甲信地方、東北太平洋側及び日本海側の大雪・暴風雪、平成 30（2018）年大阪北部地震、平成 30（2018）年 7 月豪雨、平成 30（2018）年北海道胆振東部地震の冬季雪氷災害対応、令和元（2019）年台風第 15 号などで、熊本地震発生の時と同様に現地に赴き、対応、調査などを行い、現場のニーズを収集した。

6）実証フィールドの獲得、『地産地防』のコンセプト

平成 28（2016）年度には、復興期における土砂災害危険箇所の継続的な監視と新たな監視技術の開発による『地産地防』型の防災ビジネスの創出を目的として、熊本県内の産学連携（防災科研、熊本工業高等専門学校、熊本県内企業、NTT ドコモ）による IoT 斜面監視システムの共同開発を行い、実証実験を行った。図 2-19 に斜面モニタリングシステム概要、図 2-20 に開発した IoT 斜面監視センサー設置の様子を示す。5 本の試作機を作成し、熊本県西原村の山地に設置して実証実験を実施した。

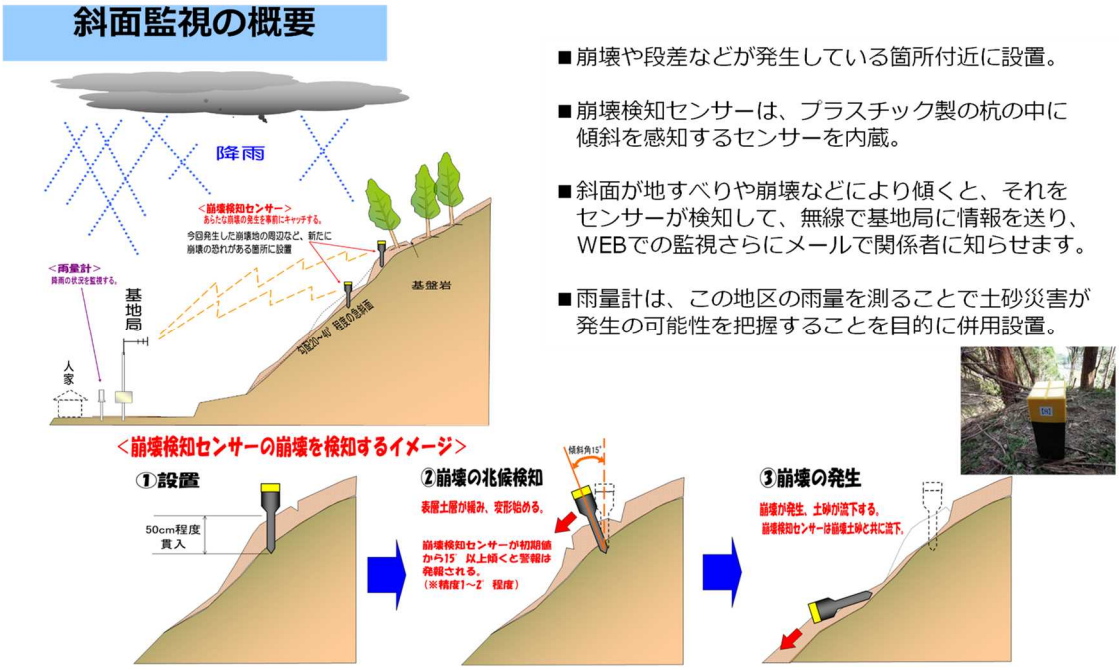


図 2-19　斜面モニタリングシステム概要

図 2-20　開発した IoT 斜面監視センサー設置の様子

図 2-21 にイノベーションハブ熊本地域モデルが目指す『地産地防』を示す。また、図 2-22 に、平成 28（2016）年 11 月 29 日行われたキックオフワークショップの様子を示す。熊本地震の対応活動から生まれた熊本サテライトには、地域の産業（IT、システム、ものづくり）、学（熊本高専、熊本大学）、官（市町村、県、国の出先機関）のほか、地域では対応できない部分のために、NTT ドコモなどの大手企業が加わる。防災科研はその活動を後押ししながら、研究成果も提供する。地域の防災を地域の力で行い、経済的に成り立つエコシステムになることが目標である。さらに、同じような課題を持つ他の地域の課題解決に役立つ活動につながることを目指している。

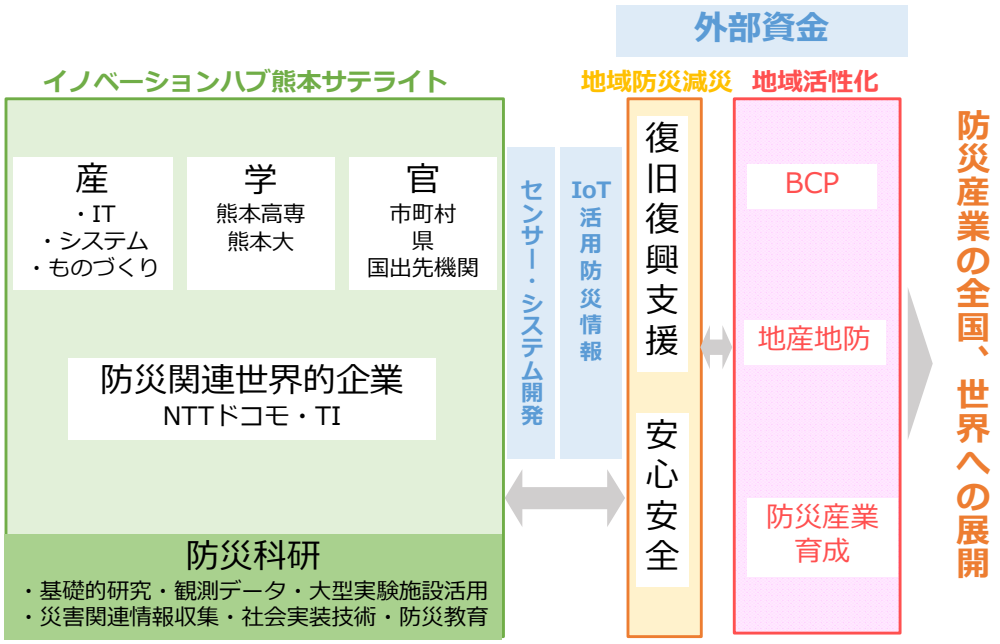


図 2-21　イノベーションハブ熊本地域モデルの目指す「地産地防」

図 2-22　熊本サテライトキックオフワークショップ（平成 28 年 11 月 29 日）

２．３　コンソーシアムの設計と構築

オープンイノベーション推進のため、他機関・研究者との連携を進め、技術や情報をハブに取り込む戦略として、「気象災害軽減コンソーシアム」を平成 28（2016）年 10 月に設立した。令和２（2020）年度以降の自立を目指している。

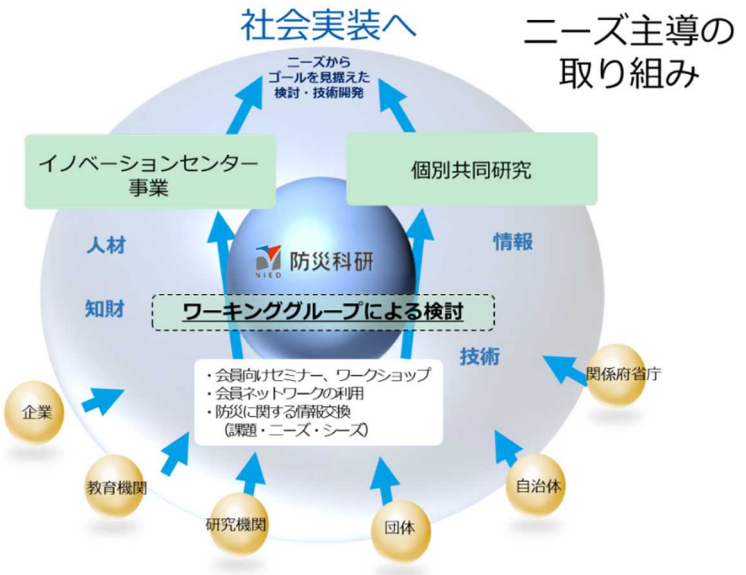


図　2-23　設立した気象災害軽減コンソーシアムの概念図

1）設立前の課題と取り組み

設立にあたっては、必要な事項をゼロから決める必要があり、他のコンソーシアム事務局やコンソーシアム設立経験者等へのヒアリングによる事例等の収集を行った。それら情報を参考に所内調整を実施し、気象ハブ目標や体制等の状況を基に、規約、運営体制、成果の扱い、会費（無償）、問い合わせ先の決定、会員(法人・個人の２種)、会員登録手続きの流れ、活動内容を決定した。

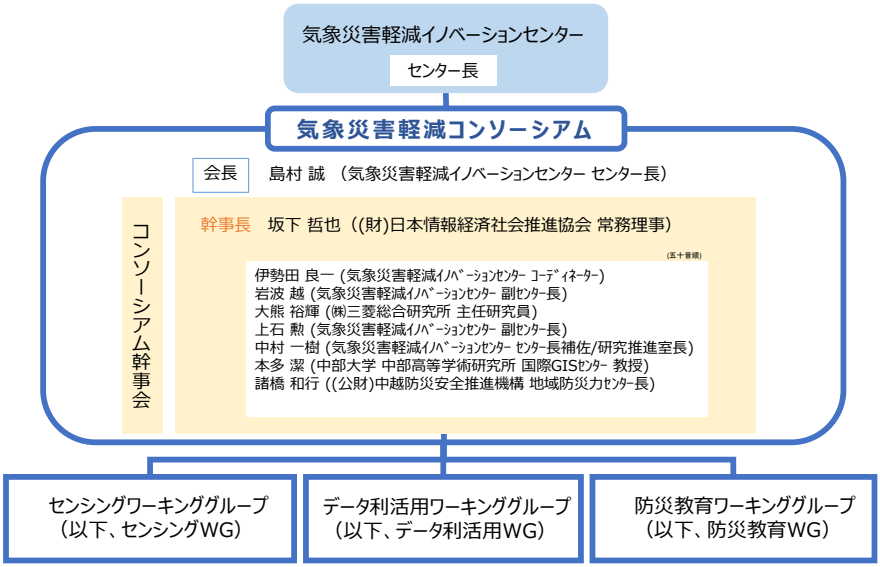


図　2-24　気象災害軽減コンソーシアム幹事会とワーキンググループ

2）設立後から現在までの課題と取り組み

人材、情報、技術、知財糾合を促進するため、以下のさまざまな活動を実施した。令和元（2019）年 8 月末までに、会員登録数は 327 会員となった。これら以外に、令和 2（2020）年度より自立するために、会費の有償化や運営事務局の設置について検討を続けている。

・催しの企画・運営

表 2-1 に催しの位置づけと目的を整理し、会員を対象に目的の異なる催しを企画・開催した。

表 2-1　催し例

催し名	目的
気象災害軽減イノベーションセミナー	社会実装に向けた勉強会
気象災害軽減イノベーションフォーラム	防災に別の分野を組み合わせた異分野融合
体験ツアー	災害を体験し考える
マッチングイベント	会員同士の交流とニーズ収集

・よろず相談所設置

会員からの相談、ニーズ、シーズの問い合わせ窓口として、月に 2 回から 3 回程度防災科研東京会議室によろず相談所 Bo-net を開設した。これによりニーズおよびシーズの収集を行い、外部資金獲得に向けた検討も行った。

・コンソーシアム等との連携を推進

分野を超えた連携を目指し、他のコンソーシアムへ加入して相互に協力を行い、外部の仕組みも利用して外部資金を獲得に向けた活動をしている。さらには、日本政策投資銀行と連携協定を締結し、日本政策投資銀行の活動とのコレボレーションなど、イノベーションハブプロジェクト終了後の自立へつながる活動を進めている。

・ワーキンググループの設置

3 層構造の実現化技術・要素技術開発に位置し、防災科研のコア技術とシステム化技術統合をつないで、社会実装を実現するための検討や実証実験を行う場として、3 つのワーキンググループを設置した。3 つのワーキンググループは、相互に関係し、センシングワーキンググループはデータを収集する技術の開発、データ利活用ワーキンググループはデータを使う技術の開発や情報を作る技術の開発、防災教育ワーキンググループは、情報を受けて行動変容を起こさせる技術の開発をそれぞれ検討する。

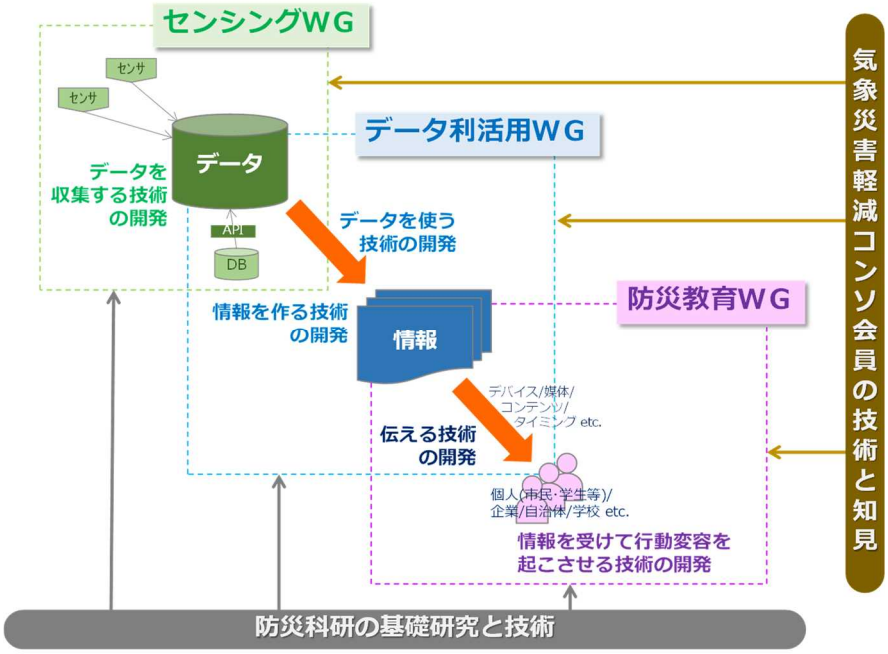


図 2-25　3 つのワーキンググループと防災科研、コンソーシアム会員との関係

・HP・メルマガによる情報共有

気象災害軽減イノベーションセンターのホームページを立ち上げ、コンソーシアム活動を含め、随時、情報を発信している。また、会員向けにメールマガジン「あめゆき」を令和元（2019）年 9 月時点で 50 回配信している。「あめゆき」は、気象災害軽減に関わる情報を配信するほか、会員の皆さんの情報共有のツールとして活用している。

図　2-26　会員向けメールマガジン「あめゆき」ロゴマーク

２．４　新たな研究開発の仕組みの試行

図 2-27 に、イノベーションハブ構築の活動から確立した気象災害軽減イノベーションセンターの研究開発のフロー「ニーズ主導の地域・産業防災課題解決モデル構築」を示す。詳細を 1)～5）に示す。

図 2-27　気象災害軽減イノベーションセンターの研究開発のフロー
「ニーズ主導の地域・産業防災課題解決モデル構築」

1）ニーズの把握

気象災害軽減イノベーションセンターの基本理念である「ニーズ主導」の研究の推進において、核心となるプロセスである。当センターでは、このプロセスを促進するため、平成 28（2016）年 10 月に気象災害軽減コンソーシアムを設置した。令和元（2019）年 8 月末現在の会員数は、団体会員、個人会員を合わせて 327 機関・人である。コンソーシアムでは、ニーズ、シーズを把握し共有する「マッチングイベント」や、防災の取り組みに関わりの深い異分野の知見を導入し、逆に防災の技術や知見を異分野に波及させるために、連携や協働による実践の可能性や課題について議論する試みである「防災×○○（防災コラボ）」を行っている。また、社会実装のための課題を取り上げる「気象災害軽減イノベーションセミナー」、地域の声を聞き、現場を見て地域の課題を把握し、解決策を考える「気象災害軽減コンソーシアム体験ツアー」等を実施して、ニーズの把握、シーズの発見やコーディネート等を行っている。

また、平成 28（2016）年熊本地震や平成 29（2017）年那須岳雪崩災害、平成 30（2018）年 7 月豪雨、平成 30（2018）年北海道胆振東武地震、令和元（2019）年台風第 15 号等、大きな災害が発生した場合は、センター職員が現場へ向かい、災害の復旧、復興活動に参画している。このような対応から、災害現場のニーズをダイレクトに把握することができる。

ニーズ・シーズ調査、市場調査、知財調査、外部資金獲得のための公募調査、標準化に向けた調査等、気象災害軽減イノベーションセンターや防災科研全体の研究戦略に直結するような各種調査を定期的に実施している。

2）解決策の検討

気象災害軽減コンソーシアムでは、課題に応じて、ワーキンググループを設置し、特定の課題の解決策の検討、取り組みの推進を行っている。ニーズに応じ、研究成果の社会実装を実現する場合に必要な技術を実現化技術と位置付け、データを収集する技術の課題を検討する「センシングワーキンググループ」、データから情報を作る技術の課題を検討する「データ利活用ワーキンググループ」、情報を受けて行動変容を起こさせる技術の課題を検討する「防災教育ワーキンググループ」を設置している。

3）拠点の形成

取り組むべき課題への方向性が定まってくると、地域で課題解決に取り組む参画者を明確にして拠点を形成する。例えば、地域の大学、高専、企業、自治体、住民、そして防災科研である。ここで重要なのは、情報や仕組みを作る側と使い側が共に参画し、共に解決策を創ることである。地域の大学や高専が主体となり、多様な機関が参画してサテライトを形成するのが理想的である。防災科研のリソースには限りがあるため、必ずしも防災科研が拠点の中心になるのではなく、むしろ取り組みを支援し、足りないピースをつなぐ役割を担う形で参画することにより、全国の地域防災の課題を横断的に解決する道筋が開ける。

4）開発・実証実験

解決すべき課題が明確になり、拠点が形成されることと同時進行で、システムや情報の開発、そして実証実験をスタートさせる。当然、これらを実行するにも資金が必要になる。ニーズの把握のプロセスで実施した公募調査を参考に、文部科学省、総務省、経済産業省等の公募型のプロジェクトへの提案や、科学技術振興機構（JST）や新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、あるいは民間のファンドなどの外部資金への提案を行い、資金を得ながら技術開発や実証実験を進める。本取り組みがスタートした平成 28（2016）年以来、4 年間の期間だけでも、各サテライトのチームとして複数の外部資金獲得実績があり、複数の特許申請の実績も出てくるようになった。

5）社会実装

他機関との協働のプロジェクトで創出した防災情報を実際に自治体へ提供開始した例として、雪おろシグナルなどがある。その他のプロジェクトについては、令和元（2019）年度時点では、実証実験のプロセスまでは到達しているが、その先の社会実装のプロセスまでは完全には至っておらず、社会実装はプロジェクトの課題のひとつである。

気象災害軽減イノベーションセンターの事業を通じて、人材・情報・技術の糾合が促進され、本稿で紹介した新しい取り組みへのチャレンジがなされたことで、研究所内外の防災技術の研究開発方法や取り組みへの意識に様々な変化が生じている。

社会実装プロセスへの到達が、イノベーションハブ構築支援事業の最終年度(令和元（2019）年度の本事業の最大の課題である。気象災害軽減イノベーションセンターが考える社会実装の形は、いくつかあるが、そのうちのひとつは、国だけではなく、企業や自治体あるいは市民の経済活動で維持されるデータ・情報流通の仕組みの構築である。多様な機関の経済活動で運用されるシステムや情報を利用することにより、これまでの防災情報の伝達では実現することが難しかった「きめ細かい情報を本当に必要な人や機関に使っていただき、行動変容を起こすことができる仕組み」を創り続けられるエコシステムの構築を目指して活動している。

３．実施に伴う課題の把握と方法論の再構築

【ノウハウキーワード】
・かっこつけない
→背伸びしない、課題は課題としてとらえる
→そうしないと課題の改善につながらない
・リソースを考えた実現可能性がある計画の提案
→絵に描いたもちではダメ、実現可能な実施機関を想定し、リソースを考えた計画を立案、所内の他プロジェクトとも必要に応じて連携
・所内の評価
→紹介した仕組みが使われるようになった、情報を参考にするようになったなど、所内での評価を大事にする
・躊躇せずにすぐに計画実施
→目的が定まったらそこを目指してスピード感を持って実施
・文科省以外の省庁にもアプローチ
→経産省、総務省、農水省、国交省など→外部資金獲得へ
・うまくいかないプロジェクトのやめ方の模索
→人的リソースや予算を投資するに値するかどうかの見極め

３．１　自己評価による課題抽出

1）自己評価プロセス

年に１度の運営委員会や中間評価に連動して、自己評価プロセスにより、活動を見直した。自己評価プロセスの第一段階として、図 3-1 にあるように目標であるレジリエントな社会の構築につながる解決策を明確にし、具体的な実施項目のロードマップを決定した。

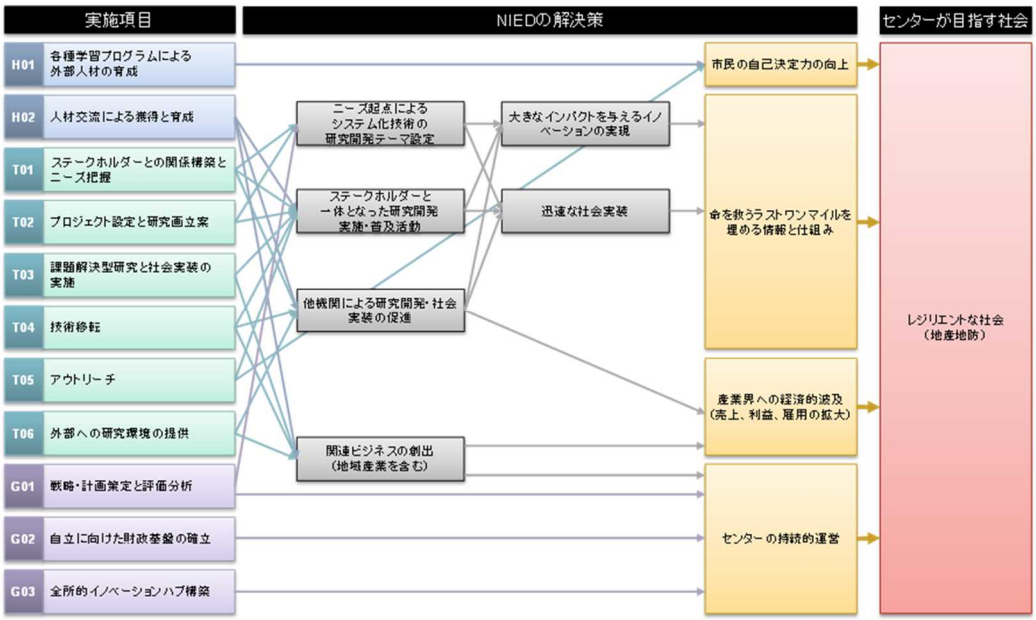


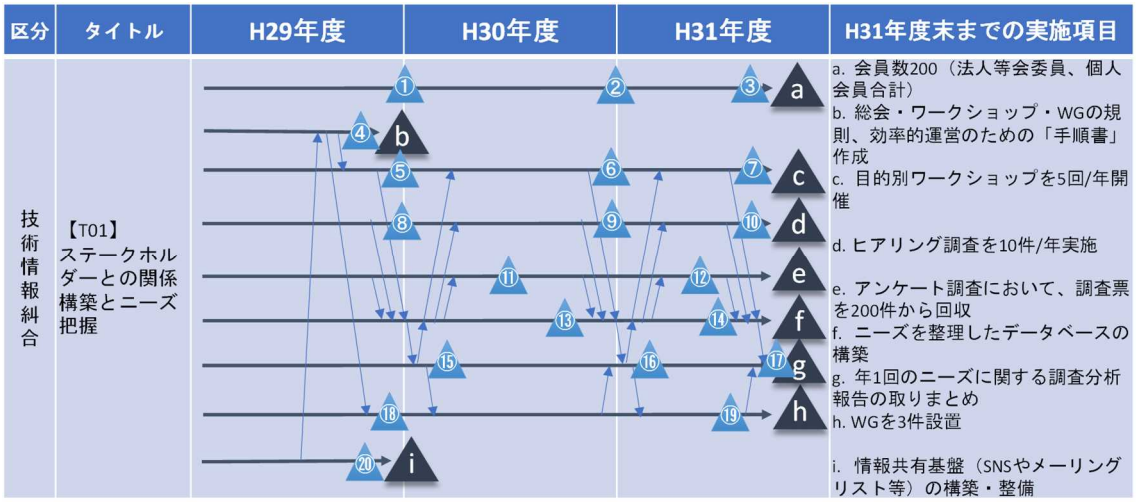
図　3-1　センターが目指す最終目標（レジリエントな社会）に対する解決策の明確化

第二段階として、表 3-1 に示すような具体的な実施項目の KPI とロードマップを設定した。年に１回このプロセスを行い、運営委員会で報告してご意見をいただいた。また、イノ

ベーションハブ構築支援事業中間年の平成 29（2017）年度には、中間評価に関わる自己評価にも利用した。このような方法は目標設定とプロセスが明確化され、プロジェクト管理に有効である。

表　3-1　具体的な実施項目の KPI（上）とロードマップ（下）の例

ID	区分	タイトル	目的	実施事項	H31年度末までの実施項目
T01	技術情報糾合	ステークホルダーとの関係構築とニーズ把握	住民・行政・産業における防災ニーズを把握することにより、研究開発、社会実装すべき課題を見つけ、それを推進する主体を見つける。	気象災害軽減コンソーシアムの持続的運営 (1) 各会員との連絡・調整 (2) 総会・幹事会の運営 (3) 外部の活動との連携 (4) 目的別ワークショップの開催 (5) 各種調査の実施 (6) 収集したニーズの整理 (7) WGの設置・運営 (8) 情報共有基盤の整備 (9) 規約の整備	a. 会員数200（法人等会委員、個人会員合計） b. 総会・ワークショップ・WGの規則、効率的運営のための「手順書」作成 c. 目的別ワークショップを5回開催 d. ヒアリング調査を10件/年実施 e. アンケート調査において、調査票を200件から回収 f. ニーズを整理したデータベースの構築 g. 年1回のニーズに関する調査分析報告の取りまとめ h. WGを3件設置 i. 情報共有基盤（SNSやメーリングリスト等）の構築・整備
T02	技術情報糾合	プロジェクト設定と研究計画立案	把握したニーズを踏まえて、プロジェクトの設定、研究戦略に基づいた研究計画の立案を行い、社会実装に向けた動きを促進する。	(1) プロジェクトの立ち上げ (2) 研究計画の策定・更新	a. 現行3プロジェクトに対して1プロジェクトを追加または置き換え b. 各プロジェクトの研究計画のとりまとめ c. コンソWGにおいて3件の共同研究（サブプロジェクトまたはその構成テーマ）の創出
T03	技術情報糾合	課題解決型研究と社会実装の実施	ニーズを起点とした研究開発の実施・普及活動機能をステークホルダーと一体となって行い、課題解決を行う。	(1) 大雪対応サプライチェーンマネジメントシステム開発 (2) IoTを活用した地域防災システム開発 (3) 首都圏の稠密気象情報提供システム開発	a. （個別プロジェクトで設定する）



当センターの計画の概要は表 3-2 の通りである。表 3-3 に、計画に対して行う 12 の自己評価項目と自己評価結果を示す。この 12 項目の評価結果から判断し、総合自己評価を A 評価とした。自己評価「B」の項目を課題と捉え、以下のように、課題に対する解決策が検討可能になる。

・課題）競争的資金等の外部資金獲得状況

　→　解決策例）多様な資金獲得のための分析や検討を行い、当センターの活動に適合する外部資金の応募などを実施

・課題）企業等のリソース提供状況

→　解決策例）成功事例の確立、人的リソースを提供したいと思わせるようなコンソーシアム活動の充実、BCP 課題解決につながる共同研究の実施など

表　3-2　計画の概要

- 背景・課題：極端気象災害の多発と被害、極端気象災害の早期予測技術の不足
- 必要な 3 層の技術：システム化技術統合、実現化技術・要素技術開発、知識基盤・基礎的研究
- アウトプット目標：1．予測システムの開発と社会実装、2．関連技術の水平展開及び他分野への波及
- アウトカム目標：1．気象災害の軽減・防止、2．プラスの経済的波及効果
- 手法：気象災害軽減コンソーシアムの設立→①ステークホルダーとの密接な連携（ニーズ主導）、②地域特性・利用者ニーズへの対応、③オープンイノベーション
- 人材と技術を糾合する仕組みを構築し防災の中核機関となる。

表　3-3　12 の自己評価項目

自己評価項目	評価
1．ハブ構想・運営戦略の実現性	A
2．組織運営体制の整備状況	A
3．他機関との連携関係の構築状況	S
4．人材糾合の状況	A
5．技術（シーズ）や情報（ニーズ、動向）の結集状況	A
6．社会実装に向けた状況	A
7．その他（人材育成・アウトリーチ活動等）の状況	A
8．成果の創出状況	A
9．競争的資金等の外部資金獲得状況	B
10.企業等のリソース提供状況	B
11.ハブとしての発展性・継続性	A
12.ロードマップ	A

2）課題の明確化

支援を受けている平成29（2017）年度のイノベーションハブ構築支援事業の中間評価は、ほぼ自己評価どおりのA評価（図3-2参照）で、個別に自己評価でB評価としたことが、そのまま中間評価でもB評価となった（図 3-3 参照）。つまり、このB評価の部分が課題である。

総合評価	ア）イノベーションハブの構築及び法人のシステム改革の状況	イ）研究開発の状況	ウ）今後の見込み
A	a	b	a

着実な進捗があり、十分なイノベーションハブの構築が期待できる

図　3-2　中間評価結果

具体的な課題は、①具体的変化の把握、②成果の創出法の明確化（選択と集中、外部リソースの利用による効率的な成果創出）、③継続の方策（防災科研運営方針との関係、コンソーシアム継続運営検討、資金調達計画）である。

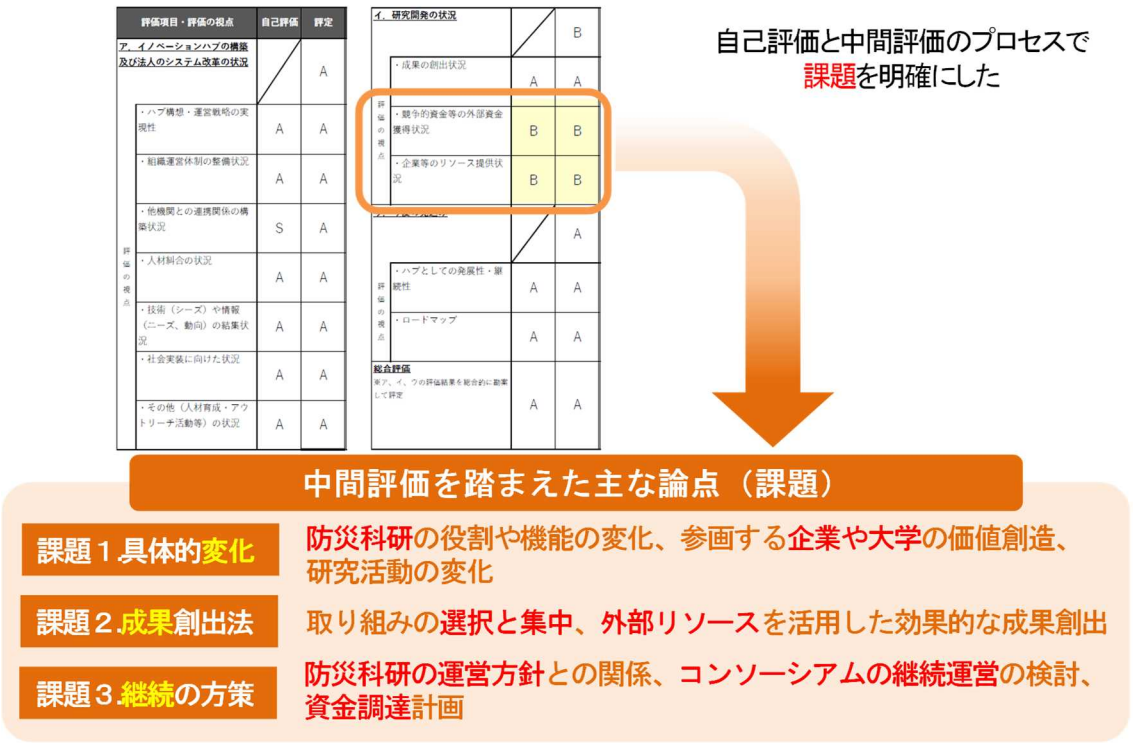


図　3-3　中間評価結果（詳細）と明確になった課題

3．2　課題解決のための改善案

具体的変化を把握するために、所内外へヒアリング調査やセミナー時などにアンケート調査を行った。図3-4に所内外に波及した変化のまとめを示す。

シーズ主導からニーズ主導に方針が変わったことで研究の仕方が変化した具体例として、「ニーズに基づき、セブンイレブン等の民間企業、自治体と共創が可能になった。」、「資金提供型の共同研究公募を初めて実施」、「外部資金獲得・特許申請活動の活性化」等が挙げられる。

連携先の変化として、従来の既存コミュニティだけではなく、IoT 技術を有する大学、高専、通信企業、センサーデバイス企業など、これまでお付き合いしていない組織との連携ができるようになった。

また、所内の変化として、これまではほとんどなかった地震防災研究部門と気象災害研究部門（水・土砂、雪氷）の連携がなされ始めた。さらには、民間企業等との連携の中で、社会実装を意識したスピーディな対応が出来るようになってきた。

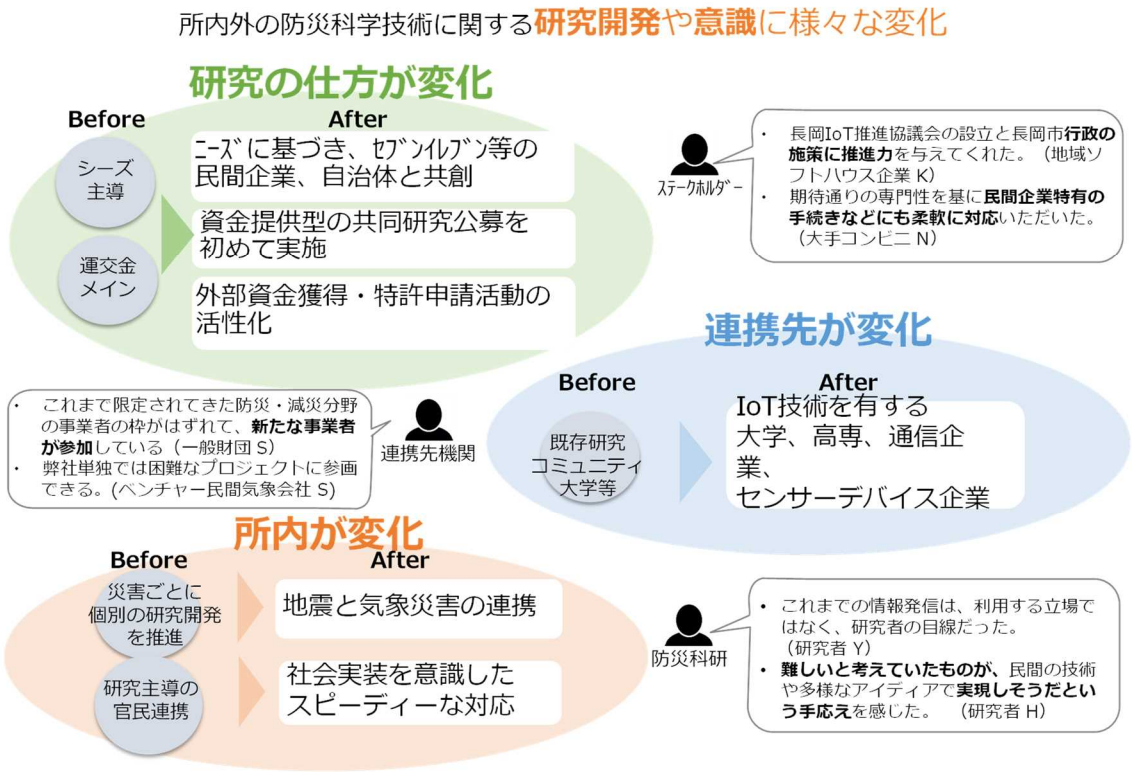


図　3-4　所内外に波及した変化

平成 30（2018）～令和元（2019）年度の気象災害軽減コンソーシアムの活動については、自己評価、中間評価を受けて、図 3-5 に示すように、自治体、企業、防災科研を含む研究機関それぞれにメリットがあり、気象災害軽減イノベーションセンターの少ないリソースを最大限に活用して、効率的に防災課題を解決するために、自治体ニーズに基づく実証実験から社会実装につながる活動に集約して行う方針に変更した（改善案）。

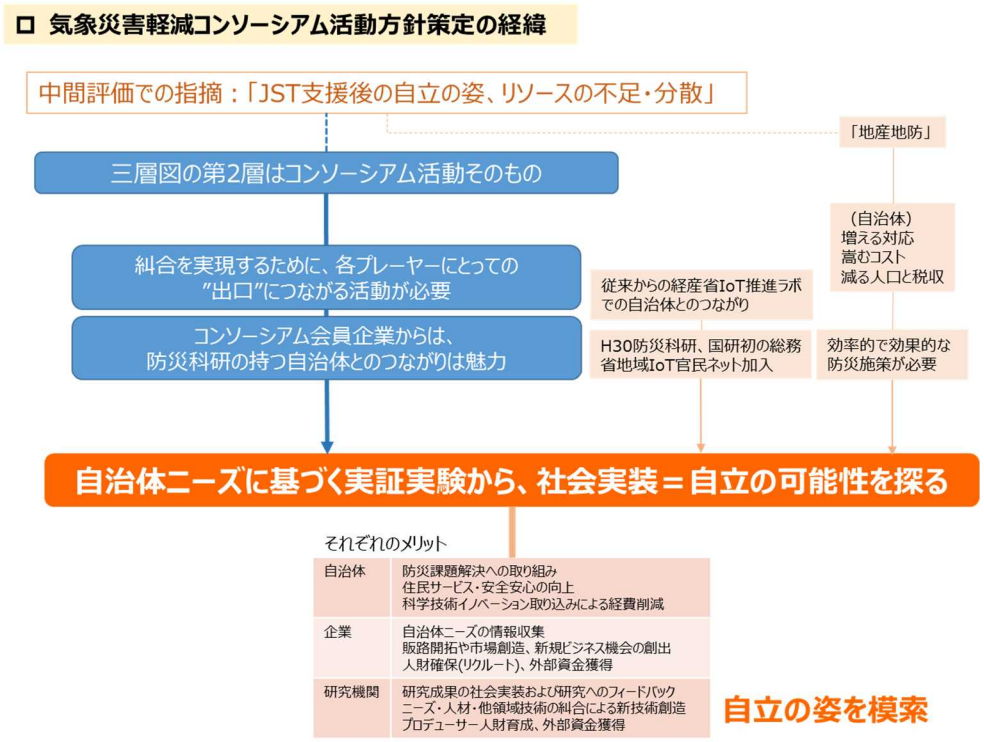


図　3-5　気象災害軽減コンソーシアム活動方針改善案策定の経緯

図 3-6 と図 3-7 に示すように、コンソーシアム会員による実証実験から、科学技術のイノベーションを起こし、社会実装につなげるために、関連するニーズ、シーズのイノベーションセミナー、地域の課題に触れるツアーなどを開催した。また、月に 2 回から 3 回程度、東京会議室によろず相談窓口を設け、会員からの相談、ニーズ、シーズの問い合わせを行った。マッチングがよければ、一緒に外部資金にエントリーして、実証実験につなげるという設計になっており、いくつかの課題については、実際に外部資金を獲得している。経産省の IoT 推進ラボや総務省の地域 IoT 官民ネットワークなどのコンソーシアムに加入し、外部の仕組みも利用して外部資金を獲得できるようにしている。さらには、日本政策投資銀行と連携協定を締結し、イノベーションハブプロジェクト終了後の自立へつながる活動を進めている。

また、高専機構と高専防災コンテスト「地域防災力向上チャレンジ」を実施した。各地の高専の学生や教員が、地域の防災課題を解決するアイデアに対するコンテストであり、3 つのワーキングの活動として実施した。

このように、地域自治体の防災力向上につながる筋の通ったコンソーシアム活動を展開することができた。

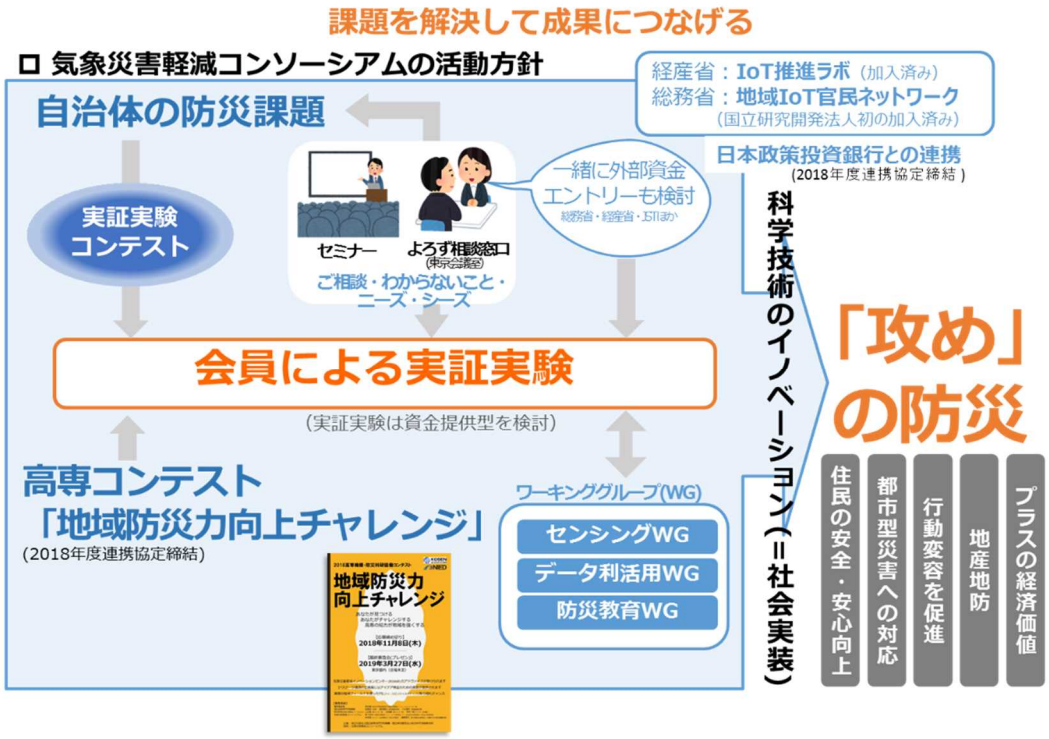


図　3-6　コンソーシアム活動の見直し

□ 実施アクティビティ

・**イノベーションセミナー**：	社会実装に向けた課題をテーマに開催（不定期）
・**地域の課題に触れるツアー**：	新庄雪氷防災実験施設、気象災害現場視察、地域防災の語り部との交流
・**高専機構コンテスト**：	高専機構と連携協定締結→防災科研と高専機構が地域防災コンテスト実施 （→優秀作は自治体・コンソーシアムと連携した実証実験に進める可能性も視野に）
・**自治体向けセミナー**：	自治体関係者が集まるタイミングに合わせて開催
・**よろず相談窓口Bonet**：	コンソーシアム会員対象、週１日NIED東京会議室に開設
・**マッチングイベント**：	IoT推進ラボ、地域IoT官民ネット主催のマッチングイベントにも参加
・**「防災×○○（コラボ）」**：	異分野交流をテーマに開催（不定期）

自治体との実証実験に繋げていく
【実証実験は資金提供型・外部資金協働などを検討】

★実験フィールドは自治体にご提供いただく
★ニーズ主導は「コトづくり」＝ユーザ参加型＝UXと直結＝誰の行動を変えるのか
（→そのために何を作るのか→そのために何が必要か）
★実験で何を得て、何を残すのか（→2019年度以降へ）

□ スケジュールイメージ

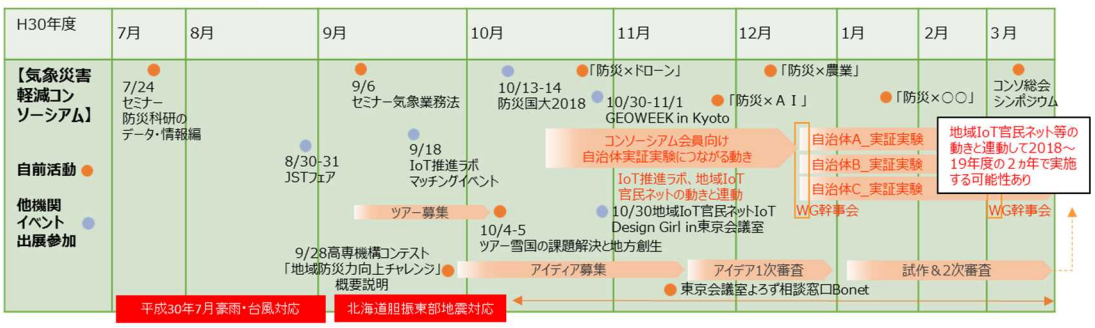


図　3-7　コンソーシアムの実施アクティビティとスケジュールイメージ

３．３ 改善案の即時実施

前節で示したように活動方針の改善案を決定し、平成 30（2018）年度途中からすぐに実行に移した。

1）他省庁の取り組みへ戦略的に参画

総務省（地域 IoT 官民ネット）、経産省（IoT 推進ラボ）など、新たな枠組み構築と外部資金獲得を目指し他省庁の取り組みに参画した。

IoT 推進ラボが主催するマッチングイベント「IoT Lab Connection（ビジネスマッチング）」には、計 8 回参加し 81 社と面談（主に、IoT・AI・ビッグデータ関連企業）、内 5 社とは現在もやり取りを継続している。

地域 IoT 官民ネットには研発法人として初加入、自治体とのマッチングイベント「IoT デザインハブ」にて自治体との連携を強化した。

その結果、令和元（2019）年 7 月には、総務省の公募である「令和元年度 IoT の安心・安全かつ適正な利用環境の構築（IoT 利用環境の適正な運用及び整備等に資するガイドライン等策定）」に提案した「Society5.0 社会実現に向けた多様な自然環境下での IoT の適切な利用環境の構築事業」が採択された。気象災害軽減コンソーシアムが行っている地域の防災課題解決活動につながり、またセンシング、情報利活用、防災教育各ワーキンググループの活動方針にも合致、そしてガイドラインを策定することにより全国への社会実装が実現できる公募、提案内容となっており、まさに気象災害軽減イノベーションセンターの取り組みが認められたものと認識している。

表 3-4 「Society5.0 社会実現に向けた多様な自然環境下での IoT の適切な利用環境の構築事業」採択団体 （総務省 HP より）

No	代表提案者	事業名	主な実施地域
1	国立研究開発法人防災科学技術研究所	Society5.0社会実現に向けた多様な自然環境下でのIoTの適切な利用環境の構築事業	北海道標津町他
2	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所	微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業	千葉県千葉市他
3	Wireless City Planning株式会社	自律走行ロボットエレベータ連携実証事業	東京都港区
4	三条市	熟練技術の継承に資する指導用システムの構築と評価	新潟県三条市
5	株式会社Future Dimension Drone Institute	中山間地域における大型ドローンの目視外・補助者なしによる安心・安全かつ効率化されたIoTシステム構築実証	岡山県和気町
6	アイオーネイチャーラボ株式会社	シカ等侵入防護柵の点検自動化に向けたIoTシステムの実証事業	宮崎県東臼杵郡美郷町

2）東京会議室の設置

防災科研は、平成 28（2016）年 4 月、東京都内に新たな連携先との交流の場として、東京会議室（富国生命ビル）を設置していたが、防災科研内での東京会議室での活動や東京でのイベントが活発になったことに対応して、平成 30（2018）年 6 月にマークライト虎ノ門に移転した。外部とのタッチポイントとしての機能を最大限活用し、社会課題解決に向けたイノベーションセミナー、異分野との防災コラボ、自治体向けセミナーや、コンソーシアム会員向けよろず相談所「Bo-net」等で利用した（図 3-8）。

図　3-8　東京会議室で実施したセミナー（左）とよろず相談所「Bo-net」（右）

3）高専との連携

人材糾合戦略のうち、特に力をいれたのは、平成 30（2018）年度に開始した高専防災コンテスト「地域防災力向上チャレンジ」である。コンテストは同年 6 月に独立行政法人国立高等専門学校機構と締結した連携・協力協定が契機であり、双方の有する人材、研究施設、研究成果等を連携活用し、人材育成及び相互の教育研究等の充実並びに相互協力を図ることを目的としたものである。

協定の締結により開催されたコンテストは、高専の学生・教職員が、日ごろ培った技術や知見を、防災科研の協力を得て、地域の防災力･減災力向上に役立てる可能性にチャレンジする取り組みであり、実際の地域フィールドでの FS（フィージビリティスタディ）を目指して、アイデアを社会に実装していくプロセスを、リアルに体感できるものである。図 3-9 に示すように、コンテストは、単に、順位をつけるコンテストではなく、以下の 4 つの目的を持って行われた。

1.地域の防災力、減災力向上
2.若い力とアイデアを育てる
3.先生とともに新たな防災地域拠点（地域防災ハブ）の形成
4.全国に各地の防災の取り組みや技術を水平展開。

1st のステージ（書類審査）では、33 件もの応募があり、審査委員による採点に基づき厳正な審査を行なった結果、10 件を採択した。2nd ステージ（アイデア検証）では、採択された提案について、防災科研の研究者が各高専のメンターとしてサポートしながらアイデア検証を行い、その成果が最終審査会で発表された。

最終審査会のプレゼンテーションでは、各校の企画提案者から、限られた時間の中でアイデアにあふれた発表が行なわれ、それぞれの防災への強い意気込みや熱心な取り組み、そして高い技術力を感じることができた。また、審査時間を利用して行われたポスター発表では、プレゼンで伝えきれなかった内容を説明するだけでなく、コンソーシアム会員企業など最終審査会に参加した皆様との交流の機会となった。このイベントは、あらゆる方面からの地域防災アイデアが集結し、高専の研究力をアピールするとともに、今後の本コンソーシアム

の活動に向けて、大変実りのある有意義なものとなった。

コンテスト終了後、すでに、次のステップ（共同研究、報道への取り上げから地元での研究推進）に入った取り組みが複数ある。センターの活動方針に合致した組織との連携が成功した事例であり、今後も継続したい取り組みのひとつである。令和元（2019）年に第２回高専防災コンテストの実施が決定し、令和元（2019）年８月からコンテストのアイデア募集を開始した。

図　3-9　国立高専専門学校機構との連携

4）日本政策投資銀行との連携

平成 30（2018）年５月には、日本政策投資銀行（DBJ）と連携協定を締結した。当センターは、産学官の人材、情報、そして技術を糾合し、気象災害予測情報のシステム化や、防災に関わる計測技術の性能評価・標準化等を通じて、研究成果の社会実装をめざした研究開発を推進している。また所内では、各方面での防災分野の『データ』『研究成果』『事業構想』が集約される環境が整いつつある。しかしながら、組織的に産学官連携を進める体制はまだ構築途中であり、連携を推進する体制強化は急務である。今後具体的には、『データ』『研究成果』『事業構想』を有機的に組み合わせ、防災ベンチャーや民間企業の新事業創出及び企業の防災対策、事業継続対策に貢献するために、他省、大学、民間、金融（産官学金）の力を合わせた「防災イノベーション」のエコシステムの構築を目指したい。

一方 DBJ は平成 29（2017）年５月には高付加価値技術の頂点である航空宇宙産業を日本の基幹産業に育てるべく、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構と連携協定を締結した。さらに、自然災害に対する防災分野の技術的知見・ノウハウを豊富に有する防災科研との間で連携関係を構築することで、これまで様々な産業と連携する中で培われてきた多種多様なファイナンス能力を気象災害をはじめとする防災分野へ活用する可能性を検討していく必要があるとの認識から、防災科研との連携協定を提案された。

防災科研が中心となって「防災イノベーション」のエコシステム（防災オープンイノベー

ションハブ）を構築する上で、DBJ のもつ企業や自治体とのネットワークや社会課題解決に対するノウハウは非常に有用であり、防災ベンチャーや民間企業の新事業創出にも DBJ の資金調達力が期待される。見込まれる具体的な成果としては、イノベーションハブ体制の強化、防災科研の研究成果である防災技術の社会実装化、防災ベンチャー創出体制の構築を促進すること等（以下の項目を参照）が考えられる。

このように双方の目的が合致した連携となっており、今後発展させたい取り組みである。

- DBJ の顧客企業 BCP（事業継続計画）担当者への気象防災セミナー、施設見学、及びそれらの企業とのハブ体制の構築
- 防災科研の持つシステム、情報プロダクツに関する研究成果の顧客企業への紹介と、企業からのニーズを得て防災科研の研究開発や知財戦略、さらには防災ベンチャーや民間企業の新事業創出に結びつける仕組みの構築
- DBJ への気象防災分野への助言、技術提供によるプレゼンスの向上
- 防災科研の持つ大型実験設備の活用に対する助言による施設活用の活性化（標準化等につながる活用）
- 防災関連事業を対象とする投融資及びその他関連サービスの研究開発
- DBJ との協働による防災科研の研究の出口戦略の明確化
- その他、防災及び事業継続対策を促進する事業を対象とする投融資や、関連サービスに関する研究と開発

４．自立に向けた課題と展望

【ノウハウキーワード】
・所内、監督官庁、ステークホルダーを味方に
→所内外情報の収集、分析の上、なくてはならないと思わせるような、今後に期待を抱かせる活動と説得力のある提案
・最重要パートナーの見極め
→活動継続に向け、マインドが共有できる産官学のパートナーに加え、「金（金融）」も意識したパートナーの獲得

４．１　研究所内への定着と課題（良い点と悪い点）

イノベーションハブ構築を通じて得られたものは、以下の通りである。

1）意識改革

ハブの３層構造を基礎として、基礎研究から社会実装までを一体的に担い、災害に強い社会に貢献できる研究開発機関への組織アイデンティティを共有化

＜変化の例＞

研究者：資金提供型の共同研究公募を所として始めて実施
外部資金獲得・特許申請活動の活性化

連携先：既存研究で連携していた大学等から、
これまで連携していない新たな大学、高専、通信企業、センサーデバイス企業等、連携先の幅が広がった。

所 内： 災害ごとの個別の研究開発から、地震と気象災害の連携が開始
研究主導の官民連携から、社会実装を意識したスピーディな対応に

2）組織運営

ハブ活動を自己完結的に行う「気象災害軽減イノベーションセンター」に研究開発部門と研究推進部門の２部門を設置し、これらの緊密な連携のもとにスピード感ある実践を通じて組織運営のノウハウを獲得

3）連携の強化・多様化

「共に創る」をコンセプトとする「気象災害軽減コンソーシアム」を拠点として、地元自治体、企業、大学、高専、他研発法人、市民団体等、多様なステークホルダーと連携した共同研究、広報、教育、イベント等、各種活動が活発化

4）外部資金・知財獲得の活発化

従来、等閑視されがちであった知財獲得や研究成果の社会実装への支援体制の整備、積極的な啓蒙活動を行い、その効果が全所に波及

5）防災科研将来ビジョンへの発展

気象ハブの目指す方向性は、防災科研の長期ビジョンの具現化への先駆けとして、中期計画に明示的に取り入れられ、気象災害以外にも波及するとともに、「統合知システム研究所構想」が始動

これまでの活動を通し、研究職員、事務職員を合わせても 300 名に満たない小さな研究所が、イノベーションハブとなるために活動した中で、重要だと感じたキーワードは、以下の通りである。

キーワード

1）理念と戦略、目標を明確に
2）情報を得て背景、ニーズとキーパーソンの分析 （得意分野の持ち寄りでエコシステム）
3）戦略立案、シーズ検討、価値化、プロジェクト化
4）決断を早く
5）即座に行動に移す（ Fail Fast ）
6）プロジェクトのフレキシブルな管理
7）やる気・やり切る覚悟を持つ

課題として今後も取り組むべき課題としては、以下の点が挙げられる。

a.リエゾン・コーディネータ人材の所内の人事評価

研究所の組織体制は、原則、研究部門と事務部門に分かれており、研究と事務をつなげる人材や社会との繋がりを担う専門家の明確なポジションがなく、人事的な評価手法が確立していない。

b.所内での貢献・波及

気象ハブ内で実施した研究部門、支援部門、参画者の一体化によるスピーディな対応を、必要に応じて地震部門、社会防災部門などへの波及と協働の試行を行う。

c.オールハザードを対象にするイノベーションセンター、コンソーシアムの継続・統合

気象災害でなく地震や津波等においても、社会実装が推進されており、得られた知・ノウハウ、そして多様な機関・個人が会員となっているコンソーシアムは、オールハザードに対応可能で活用できる可能性がある。

d.データ、情報のポリシーや提供、活用の実施方法を構築（外部団体の構築や活用も視野）

研究部門が個別に対応しているデータ・情報の取扱いに関し、防災科研全体の関係部署が協力しつつデータ・情報のポリシーを整備し、これに基づき、データ・情報提供や活用の実施方法を整備する必要がある。更に、担当所掌を明確化することも重要である。

データ・情報の活用にあたっては、外部団体の構築や活用を視野にいれる等、防災科研での柔軟な検討と対応が必要である。

e.知財、契約部門の強化

社会連携課を含む他部署から気象ハブ内の専門家への相談内容をまとめ、得られたノウハウを研究支援にかかる関係部門に広く波及し、長期的な視点での体制作り、連携システムを構築する必要がある。

f.民間の知見を活かした防災技術の開発

コンソーシアム他、人材、技術、知財糾合を目指した活動を継続的に行い、シーズ・ニー

ズ収集により、出口を見据えた、事業化に向けたニーズ主導の研究開発を促進する。

g.防災産業の育成、防災人材育成

目的が同じ既存事業（例：防災教育チャレンジプラン、防災教育普及協会、日本気象予報士会、中越防災安全推進機構等）と連携し、防災教育プログラムを実施する。更に、高専との防災アイデアコンテストを継続し、地域課題の解決に向けた防災アイデアの創出を促進する。これらアイデアの実現性が高い場合は、会員との実証実験を実施する等、地域での実証、事業化を実現する。

h.実現のための予算の獲得

気象ハブ内で行っていた助成金、公的資金を含め競争的資金の情報収集と展開を行い、申請にあたっての助言等を行う体制を整備し、外部資金獲得を促進する。また、企業による研究資金負担の共同研究を実現するため、講座を持つ大学との連携や知財戦略等により、企業の共同研究費の支出を促進する等の工夫を行う必要がある。

４．２　新組織設立への展望

私たちは、イノベーションハブの目指すこれからの防災のあるべき姿を「攻めの防災」という言葉に込めた。これには色々な意味があるが、そのひとつは「防災の主流化」ということである。これまで、防災は社会全体の従属的なコストとして捉えられがちで、個人も企業もとかく、「税金を納めているのだから、行政が責任をもってくれ」という「公助」への期待一辺倒になりがちであった。しかし、特に東日本大震災以降は、自らを助ける「自助」や公民が連携する「共助」への認識が高まるとともに、積極的・総合的な事前対応を推進することが社会・経済の持続的発展のために重要である、つまり「防災・減災への支出はコストではなく投資である」という基本認識が共有される機運にある。そして、投資としての防災には、国内外における防災テクノロジーの産業化への可能性が広がる。これが「防災の主流化」である。

また、「攻めの防災」がもうひとつ意味するところとして、稀にしか起こらない事象によって発生する許容できない大きな費用を、計画的あるいは継続的な許容範囲内の支出によって回避ないし軽減するという従来の一般的な防災の考え方に対して、本来防災を目的とする投資が、災害の発生しない状況下でも普段使いの手段としてプラスの経済価値を目に見える形で継続的に生み出すことによって防災投資に対する支払意思額を低減させるという考え方がある。このような「攻めの防災」の取り組みは、セブンイレブン店舗での気象観測に基づく面的な降積雪情報の創出を代表として、本イノベーションハブのプロジェクトの中で数多く試みられている。

このような「攻めの防災」を本格的に駆動するためには、今後、企業からの受託研究等、一定規模以上の資金を獲得するための仕組みが必要になる。そのために、当イノベーションハブでは「気象災害軽減コンソーシアム」の活動をさらに発展させ、その成果を有効活用することを通じて防災科研が「攻めの防災」に向けたトータルソリューションを提供できる研究、教育の活動連携の中核機関（図 4-1 参照）となるための活動を持続的に展開していきたいと考えている。

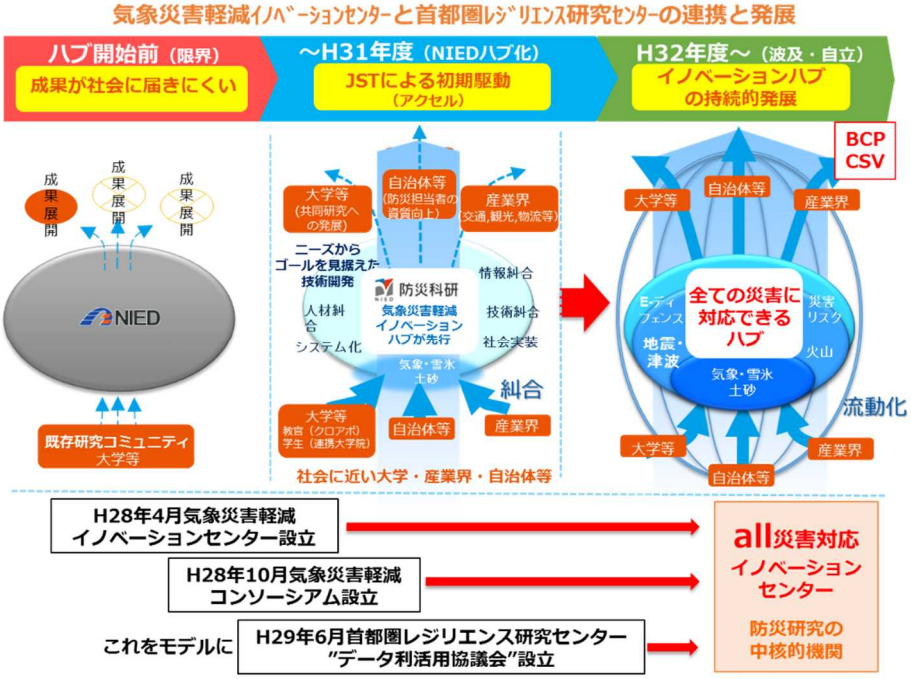


図　4-1　防災科研が目指す防災研究の中核機関へのロードマップ

さらに、本イノベーションハブの活動が一つの大きな契機となったことに加え、地震防災の分野における今後の防災科研の新たな社会貢献機能を志向する「首都圏レジリエンスプロジェクト」が本イノベーションハブに対して協調的・補完的な活動を開始したことによって、本イノベーションハブの後継体制となる「統合知システム（仮称）」が構想されるに至った（図 4-2 参照）。この構想が具体的な計画として策定され、本イノベーションハブ構築支援事業終了後に、円滑な実行に移されることに向けて、本イノベーションハブ活動成果の水平展開を通じて防災科研全体の研究者・職員間における法人の機能や使命に対する意識統一や対外的なブランディングにつなげていくことを目指した活動に邁進していく所存である。

その手段のひとつが、民間事業者とのパートナーシップ型での研究開発である。多発する自然災害に対応して被害を低減するために、民間事業者等の知見を活かした防災技術の開発や防災産業の育成等を図ることが重要であり、防災への民間投資拡大が必要不可欠である。民間事業者等からの提案に基づき研究機関と民間事業者等が協業してコンセプトの共創や技術開発・技術実証を実施し、新たな防災関連事業の創出、更には防災分野に閉じることのない技術革新を実現するパートナーシップ型での研究開発が可能な体制作りを目指したいと考えている。

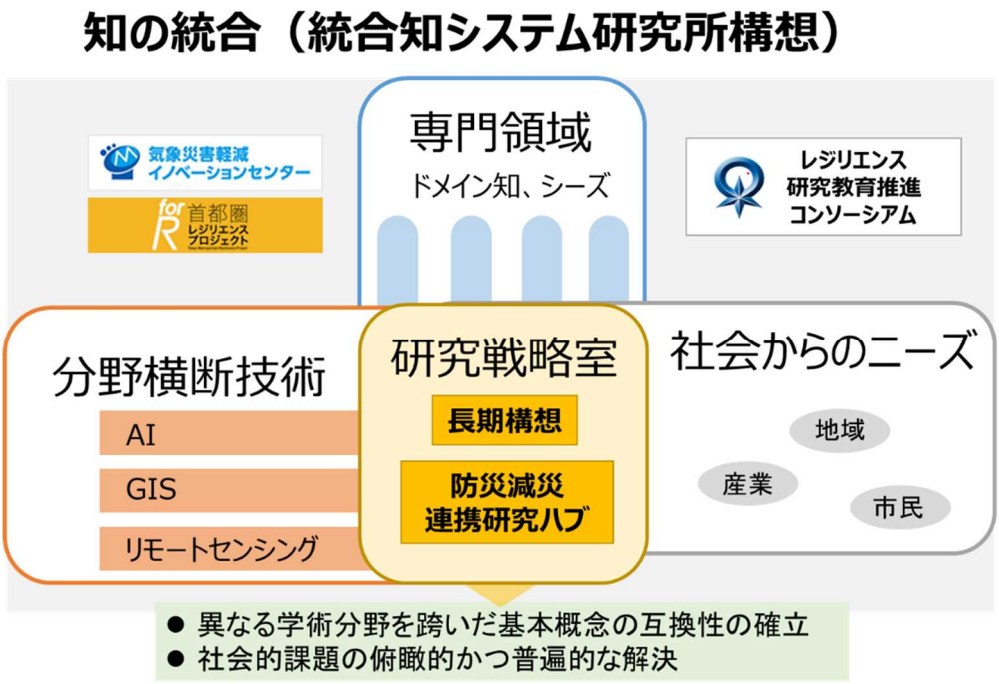


図　4-2　統合知システム研究所構想

以上

別紙 A　フィージビリティスタディ採択時から再提案時への三層図の変化

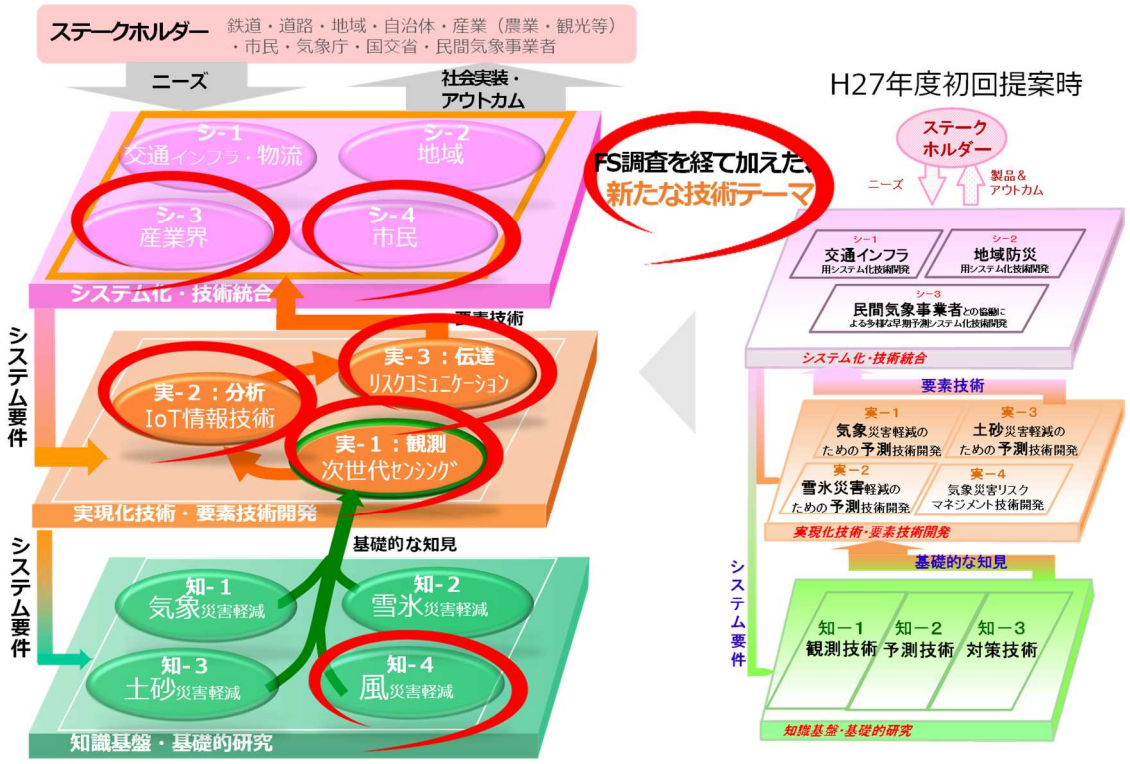


図 A-1　三層図の見直し

JST イノベーションハブ構築支援事業では、三層図を用いたプロジェクト管理を推奨している。研究開発の各段階を、「システム化・技術統合（Upper Level）」、「実現化技術・要素技術開発（Middle Level）」、「知識基盤・基礎的研究（Lower Level）」の 3 つのレベルに分類して記述し、各層間で要求仕様や研究開発成果の受け渡しを適時行いつつ、各層並行して同時に進めていくのが特徴である。FS での調査の結果を踏まえ、再提案では、図 A-1 右に示す初回提案時の三層図を図 A-1 左に示すものに見直した。

・最上層(システム化技術)

4 つのステークホルダーのニーズに答えるシステム化・技術統合のテーマとして、「交通インフラ・物流」用システム化技術開発、「地域」を対象とした地産地防による地域創生のためのシステム化技術開発の他に、プラスの経済価値を生む「産業界」用システム化技術開発、「市民」の自己決定力向上のためのシステム化技術開発の 4 テーマを設定した。

なお、「地産地防」とは、防災科研が場と知見を提供し、地域の防災上の課題を地域社会、産業界、地方大学や高専等が糾合して自ら解決し、地域の防災を地域が行うことである。この取り組みを通じて地域特有の防災に役立つセンサー等を自ら地域で製作することにより、地域のものづくり産業が活性化され、防災力の向上、人材の育成、産業の育成を達成し、地方創生に繋げる意図がある。FS として防災科研イノベーション推進室長岡サテライト（以下長岡サテライト）を中心とした実証実験で成果を得たため、長岡地域の取り組みのイメージを基にこの名称を適用した。

・中層（実現化技術）

最上層のシステム化を実現する技術として明確化し、次世代センシング技術、IoT 情報技術、リスクコミュニケーション技術の 3 テーマを設定した。これらは、防災科研のもつ知識・基盤技術を用いてステークホルダーのニーズを実現して社会実装するための技術で、本ハブの中核をなすコア技術である。中層の研究開発は、最上層のシステム化技術からステークホルダーのニーズを満たすためのシステム要件が要求され、最下層の基礎・基盤技術に必要な仕様を要求するマネジメントシステムで管理される。

FS で実施した新たに糾合すべき新技術調査の結果を踏まえ、次世代センシング技術として、低コスト多点設置型（ばらまき型）センサーを開発して観測するとともに、ドップラーライダーや衛星などに搭載したリモートセンサー（SAR）などの次世代センサーを活用する。それらのセンサーからの膨大なデータや既存の気象庁や地域など複数の機関で観測しているデータなど、インターネットでつながるセンサーからリアルタイムでデータを収集整理することにより、データをより正確で有用なものとすることが可能となる。低コストセンサーからの情報もこのような流れで有効利用することによりコストパフォーマンスも向上することになる。さらに防災科研の知識を取り込んで、機械学習・AI 等で分析することにより、災害予測情報を活用した防災・減災効果やプラスの経済価値を飛躍的に増大させることが可能となる。このような IoT プラットフォーム(図 A-2)を活用する IoT 情報技術を実現化技術として設定した。

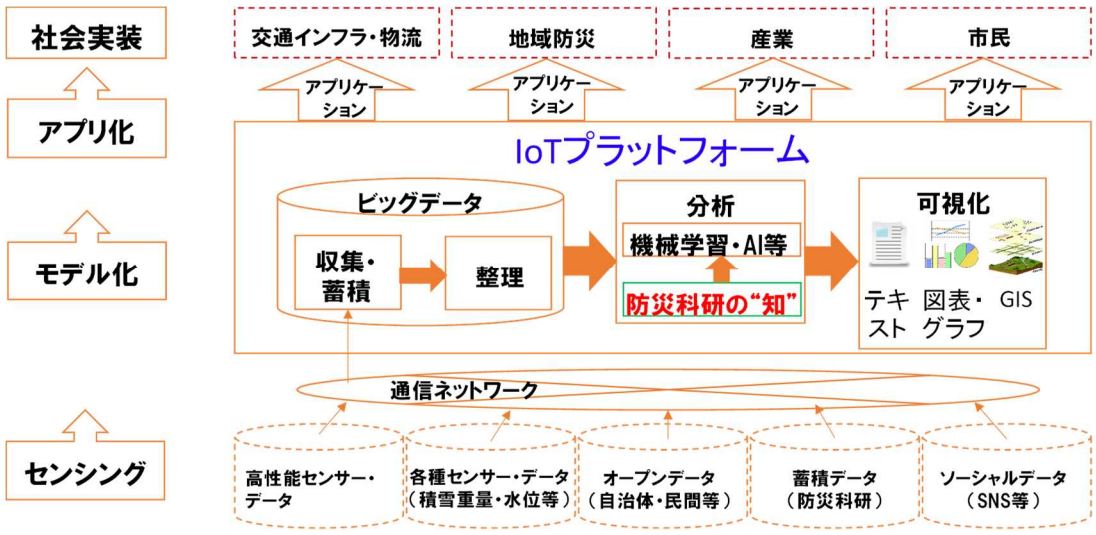


図 A-2　IoT プラットフォームによるデータと気象防災情報の社会実装の流れ

このようにして提供された災害予測情報が活用され、交通、地域、産業、市民等のステークホルダーの行動に繋がるラストワンマイルを埋める情報となるためには、リスクコミュニケーションは欠かせない。また、ステークホルダーがイノベーションハブに参加することによって、そのニーズを汲み取りさらにリスクを明確化して共有し、研究開発にフィードバックすることが防災研究におけるリスクコミュニケーションとなる。ステークホルダーのニーズを実現化するのに重要なこのリスクコミュニケーション技術を実現化技術として設定した。

・最下層（知識・基盤技術）

知識・基盤技術をシーズとして明確化した。FS で実施した領域俯瞰調査で風災害分野への防災科研の研究領域の拡張の可能性があることが示され、ニーズ調査で風の災害に対するニーズが多いことが示された。そのため、既存研究である気象災害軽減のための観測予測技術、雪氷災害軽減のための観測予測技術、土砂災害軽減のための観測予測技術に加え、風災害軽減のための観測予測技術を追加した。

別紙 B　3 つのプロジェクトと大型実験施設を活かした取り組み

図 B-1 に「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブの計画概要を示した。図 B-1 は、別紙 1 の三層図に対応しており、4 つのステークホルダー（交通インフラ・物流、地域、産業界、市民）のニーズを実現するシステム化について、3 つの新しい要素技術（次世代センシング技術（センサー高機能・低価格化）、IoT 情報技術（IoT・データ連携等の新技術の適用）、リスクコミュニケーション技術（情報を受けた人が必要な行動を起こすための情報提供））や、4 つの基盤研究（気象災害・雪氷災害・土砂災害・風災害軽減のための観測予測技術）を組み合わせ、知財戦略なども検討し、新たなイノベーションハブの実現と自立的・発展的な成長を目指した。

以下が、研究開発の目標の知識基盤、実現化技術・要素技術開発、システム化・技術統合のそれぞれの目標である。

○知識基盤・基礎的研究
・システム要件に合致した気象、雪氷、土砂、風災害軽減のための観測予測技術の開発
○実現化技術・要素技術開発
・システム要件に合致した次世代センシング技術、IoT 情報技術、リスクコミュニケーション技術の開発、評価改良
○システム化・技術統合
・モデル地域、及び産業における研究・技術開発と試験運用、評価改良
・モデル交通インフラ・物流における研究・技術開発と試験運用、評価改良
・モデル地区（首都圏市民対象）における研究・技術開発と試験運用、評価改良

我々は、これらの目標の実行に当たり、ニーズ主導で、3 つのプロジェクト（大雪対応サプライチェーンマネジメントシステム開発、IoT を活用した地域防災システム開発、首都圏の稠密気象情報提供システム開発）を立案し、さらに防災科研特有の大型実験施設を用いた性能評価・標準化の技術的な内容を整理した。

以下に、3 つのプロジェクトと大型実験施設を用いた性能評価・標準化に対する実績についてそれぞれまとめた。

図 B-1 「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現する
イノベーションハブの計画概要

1．大雪対応サプライチェーンマネジメントシステム

災害対策基本法において、公益的事業を営む法人等のうち内閣総理大臣が指定するものを指定公共機関と位置付けている。官民が一体となった取組の強化を図るため、平成 29（2017）年 7 月 1 日に内閣総理大臣が指定する指定公共機関について、スーパー、総合小売グループ、コンビニエンスストア 7 法人が新たに指定公共機関として指定された。これらの法人は、災害発生時において、地方公共団体や政府災害対策本部を通じた要請により、物資支援協定等に基づき、全国の店舗網等のネットワークを活かして、支援物資の各種品目の調達、被災地への迅速な供給等を担うことで、災害応急対策に貢献することが見込まれる。

図 B-2 に大雪対応サプライチェーンマネジメントシステムの開発の概要を示す。防災科研は、指定公共機関に指定された法人のひとつである株式会社セブン－イレブン・ジャパンと平成 27（2015）年度から大雪時の状況把握や対応に関わる連携をスタートさせ、平成 28（2016）年度から本格的な実証実験のフェーズに入った。

図 B-2 大雪対応サプライチェーンマネジメントシステムの開発の概要

1）センサー開発と実証実験

平成 27（2015）年度に実施したフィージビリティ・スタディ（実現可能性調査）で実施した物流企業に対するヒアリング調査により、普段雪が降らない首都圏で大雪となる時の経済損失は大地震に次いで大きく、解決すべき課題であることが分かった。

そこで、セブンイレブンの店舗に新しく開発した積雪センサーと気象センサーを設置し、正確な積雪分布情報を得るプロジェクトを開始した（図 B-3）。それらを基にすると、防災科研が行う積雪予測をさらに高精度化することが可能になる。また、生成した積雪の情報を活用することにより、大雪時の物流の確保や雪氷災害軽減情報発信の実現につなげることができる。

大雪時の物流の確保と降積雪実況･予測の高精度化が両立し、互いに win-win な関係が成立する取り組みとなっている。

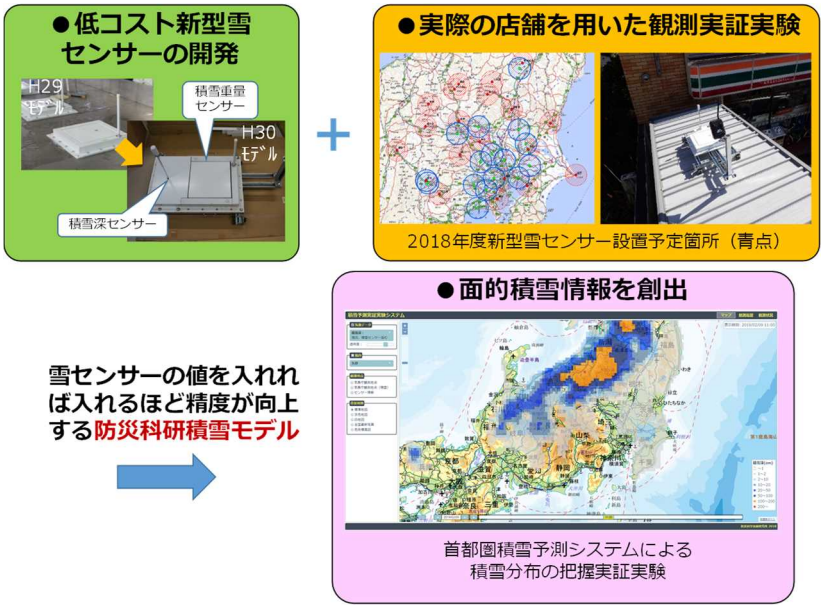


図 B- 3　新しい積雪分布情報の創出

2）積雪センサーの設置

平成 29（2017）年度と平成 30（2018）年度は、関東圏内の直営店 10 店舗に積雪センサーを設置し、防災科研独自観測点を合わせ 15～16 地点で観測を実施した。

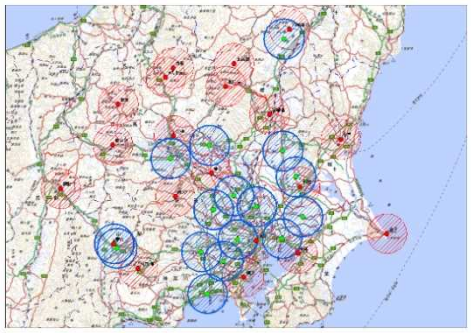


図 B-4　観測地点の分布（青円中心が店舗）

図 B-5　設置した積雪センサー

平成 30（2018）年度の積雪センサーは、平成 29（2017）年度モデルを基に、不具合のあった積雪重量計測面の積雪ムラの改善、積雪深計測部への積雪不良の改善を行った。平成 30（2018）年度の観測により、不具合の改善が確認された。

3）関東圏内における積雪観測と生成した積雪深分布情報

平成 30（2018）年度は、関東圏内ではまとまった積雪を伴う降雪は、２月１日、２月９日～10 日の２回であった。

このうち、２月９日の降雪・積雪については、関東圏内で例年観測される降雪・積雪分布とは異なり、関東東部の千葉方面において強い降雪傾向がみられた。その傾向を、船橋海神店および利根四季の丘店に設置した積雪センサーが観測しており、店舗観測値による積雪予測分布の価値を示すものとなった。

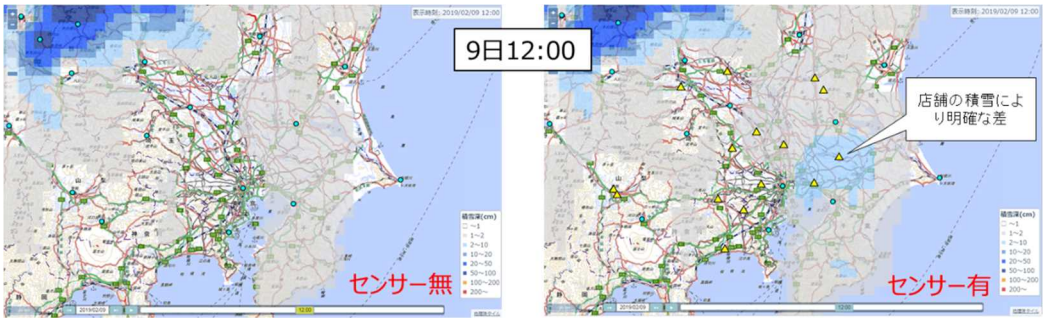


図 B-6　平成 31（2019）年 2 月 9 日の積雪事例

一方、高度の高低差が大きい関東西部高尾方面においては、店舗の観測結果が強く積雪分布に反映されてしまい、観測地点と周辺の高度を加味した分布予測ロジックの課題が明確となった。

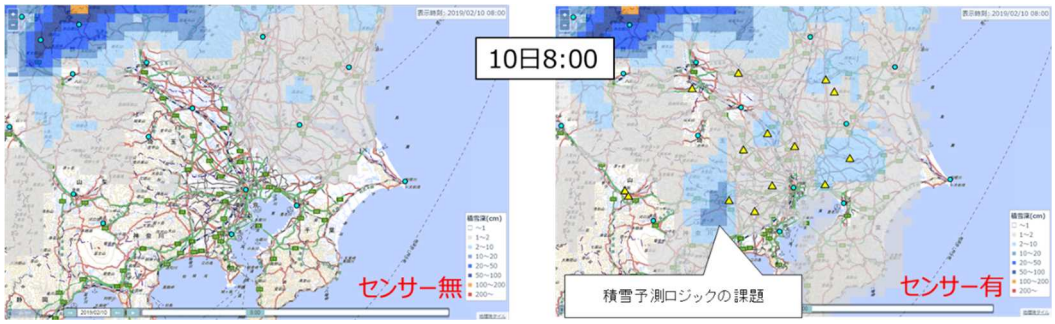


図 B-7　平成 31（2019）年 2 月 10 日の積雪事例

4）積雪情報のセブン VIEW へ試験提供実験

気象庁のメソ気象モデルに店舗センサーの実測値を加えた独自の積雪深分布情報を生成し、セブン VIEW へ試験提供の提供する実証実験を実施した。

セブン VIEW とは、株式会社セブン＆アイ・ホールディングスが平成 26（2014）年から開発を進めている災害対策システムで、台風、地震、大雪、大雨などの自然災害時の被害を最小に押さえるために、リアルタイムで全国のセブンイレブン等の各店舗の状況や配送トラックの状況を把握できるシステムである。グーグルマップを活用したシステムで、店舗の電源管理システム、配送トラックの車載端末のデータを活用して、災害時の現状をリアルタイムに把握できる。つまり、企業 BCP（事業継続計画）を支えるシステムとなっている。

2．IoT を活用した地域防災システム開発

図 B-8 に IoT を活用した地域防災システム開発の概要を示す。地域との対話の中で、地域の防災上の課題（豪雨、土砂災害、浸水、降雪、積雪、雪崩、吹雪等、及びこれらの要素に関連する農業、観光等に関わる防災も含む）を抽出し、低コスト設置型センサーに関して測定方法等について検討を行い、試作機を作成した。

また実際にモデル地域に試作機を設置し、測定方法等の妥当性の検討・性能テストを行った。IoT 技術を活用し、従来取得できなかった広域の降雪情報などのデータを携帯電話網ならびにインターネット回線を用いて収集するシステムを開発し、地域関係者に試験的に提供した。気象予測、雪氷・土砂災害予測の値と検証実施し予測精度の向上手法を検討して、システム開発にフィードバックする体制を構築した。

図 B-8 IoT を活用した地域防災システム開発の概要

1）新潟地域

防災科研が平成 28（2016）年 4 月 1 日に設置した「気象災害軽減イノベーションセンター」のサテライトとして、雪氷防災研究センターを拠点とする「気象災害軽減イノベーションセンター長岡サテライト」（以下、長岡サテライトという）が設置されている。この長岡サテライトにおいては、長岡市をモデル地域として、気象災害軽減に資する特定テーマについての具体的かつ実践的な研究（実証実験）を行い、目に見える実績・成果を上げるとともに、防災科研（雪氷防災研究センター）がイノベーションを創出するハブとして機能するための要件及び実現プロセスを検証し、これらの活動を通して「長岡モデル」の構築を目指した。

■屋根雪荷重計測システム：システム化・技術統合、実現化技術・要素技術開発

雪国では、毎年、屋根雪による建物の倒壊や損壊が深刻な問題となっている。建物の耐雪荷重と雪の状況に応じて、適切なタイミングで雪下ろしを実施すれば、建物の保護という目的とともに、雪おろしの回数（作業量・費用）も抑えることができる。

これまでは雪荷重を安価に直接測定する方法を検討してきたが、建物の倒壊・損壊の回避が目的であれば、雪荷重を正確に計測するよりも、屋根や梁のたわみ量として現れる屋根雪

荷重による建築物への負荷を計測した方が建物の危険度を把握できるのではと考えた。

平成 28（2016）年度は、市販の線形変位センサーを用いて、梁のたわみ量を計測するとともに、リアルタイムでクラウドサーバーにデータを送信するシステムを試作し、センサーの検知能力やシステムの実用性などを検証した。

平成 29（2017）年度は、屋根の歪みを安価に計測する手法を新たに開発し、雪氷防災研究センター内に設置する試験棟を用いて屋根雪による建物への負荷をリアルタイムに検知するシステムを構築し、システムの利用価値について検討を行った。

平成 30（2018）年度は、新潟工科大学と共同実験を行うため、雪氷防災研究センター内に屋根雪実験棟を新設した。前年度までに実施した屋根のたわみ・歪みを計測する手法について、より設置が容易な方法を考案・検証した。また、屋根雪の詳細な挙動を計測するために、新たに屋根雪の深さ（長岡サテライト）および重さ、圧力、降水・融雪水量、振動計（新潟工科大学）などの計測機器を設置し、冬期観測を通じて新しい計測手法・屋根雪推定手法の開発を行った。

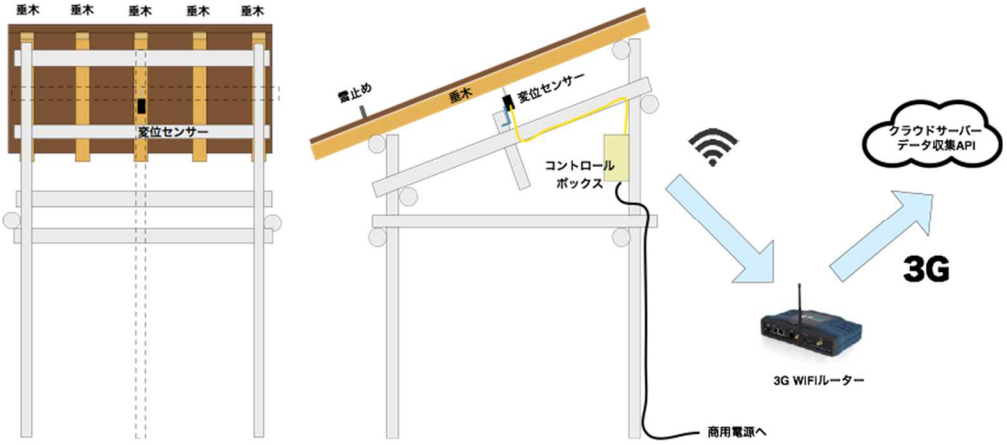


図 B-9　屋根雪荷重計測システム概要図

■詳細降雪・気象情報提供システム：システム化・技術統合、実現化技術・要素技術開発、知識基盤・基礎的研究

国土の約半分を占める雪国において、冬期交通網の確保は常に必須の課題であり、道路の除排雪に毎年多額の費用が投入されている。その一つの対策として、新潟県などの比較的温暖な地方では、「消雪パイプ」（地下水散布による道路消雪）が広く普及しており、雪国に不可欠なインフラとして機能している。

消雪パイプの稼動制御は、「降雪センサー」という降雪の有無や降雪強度などの降雪情報を感知するセンサーによって行われているが、現状では各センサーが取得する情報は、センサーが接続されている 1 つの消雪パイプの稼動にしか利用されていない。

そこで、平成 28（2016）年度に新潟県長岡市が所有する既設の降雪センサーに通信機能を付加し、センサーが取得した情報をクラウド上に一括集約することで、詳細な降雪分布を把握するシステムを構築（以下、「詳細降雪・気象情報提供システム」）した。

平成 29（2017）年度は、①通信コストの削減（通信コストの削減に向けた LoRa 通信機の開発、環境による設置箇所の検討・検証）、②降雪量取得システム構築（各種降雪センサーから降雪強度や気温情報を取得するデータ変換器の構築及び実証実験）、③降雪量分布表示システム構築（降雪量分布や気温分布のリアルタイム表示システムの構築及び試験運用）を行った。

平成 30（2018）年度は、開発した詳細降雪・気象情報提供システムから得られたデータを冬期の道路管理に結びつける情報に近づけるため、①データ取得エリアの拡張、②情報の一般公開、③地域 BWA 活用システムの開発、④井戸水位計測・Web 表示システムの開発、⑤除雪車運行状況データの活用可能性の検討を行った。

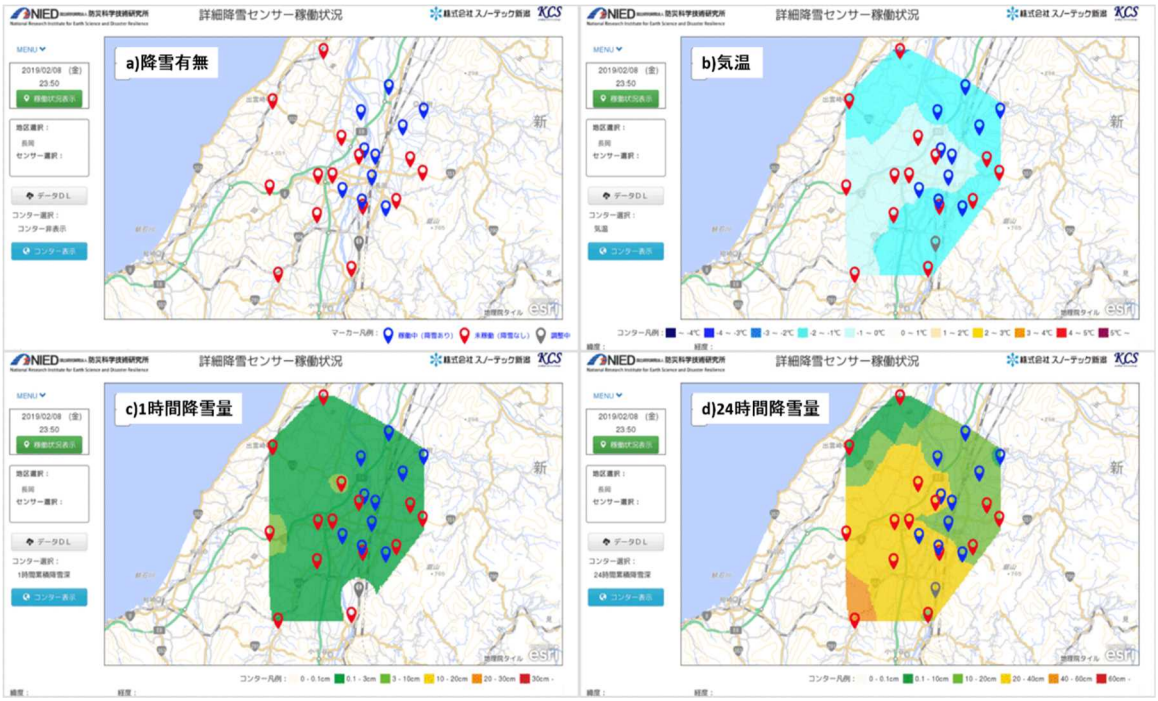


図 B-10　詳細降雪・気象情報提供システムから提供される情報
（平成 31（2019）年 2 月 8 日 23:50 時点の観測例）

■路面温度予測配信システム：システム化・技術統合、実現化技術・要素技術開発、知識基盤・基礎的研究

豪雪地帯を有する自治体などの道路管理部署や除雪事業者は、冬期の除雪や凍結防止剤散布の作業において、降雪量や最低気温等の予測に基づいて日々の待機計画や出動の判断を決定する。その際、除雪に関する地域住民からの苦情やコストの削減を図るために、予測のさらなる適正化及び精度向上（具体的には、降雪量や最低気温に伴う予測の空振りや見逃しを減らすこと等）が求められている。

一方、防災科学技術研究所が開発した道路雪氷予測モデルは、地形や道路などの属性データに加えて、大気の諸条件（気温や放射等の予測値）を入力値として与えることで、路面温度など物理量の変化の状態を計算・予測することができる。

しかしながら、本モデルの計算精度はとりわけ与える大気の諸条件に大きく依存し、入力値として観測値を用いた場合の結果と実測値はよく一致するものの、気象予測値を用いた場合は、安定した精度が確保できないという課題がある。

そのため、気象予測に依存する道路雪氷予測モデルを含めた雪氷災害発生予測システムにおける予測精度のばらつき改善・精度向上を図った。また、昨年度から配信エリアを拡大するとともに、配信情報のレイアウト及び配信手段を改良し、路面温度予測情報の試験配信を行った。

さらに、新潟県及び新潟市に試験的に提供する路面温度予測データを検証するため、道路

気象観測システムを 3 か所に設置した。このシステムでは、路面温度センサー及び放射温度計により実際の路面温度を計測するとともに、路上の積雪深を計測する。また路面状況を把握するため、通信機能付きのカメラを設置しており、得られたデータ及びカメラ画像はホームページ上で新潟県、新潟市及び防災科研等の関係者のみに公開した。

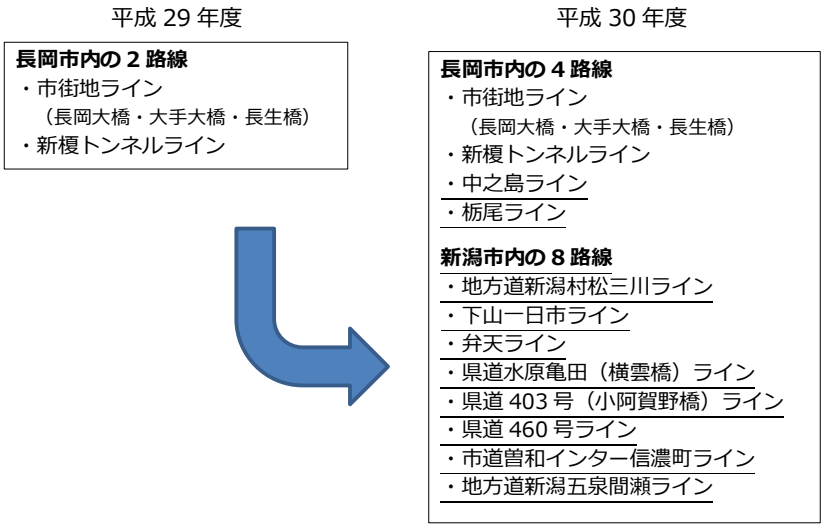


図 B-11　配信エリアの拡大（平成 29 年度から平成 30 年度の変更・改良点）

<予測対象>
・気温、路面温度

<配信時間>
・15 時に発表し当日 19 時から翌日 18 時までの予測値を表示

<配信方法>
・PDF ファイルをメールに添付して自動配信

<配信区間>
・長岡市内の 4 路線
・新潟市内の 8 路線

<配信期間>
・平成 30 年
1 月 4 日～3 月 22 日

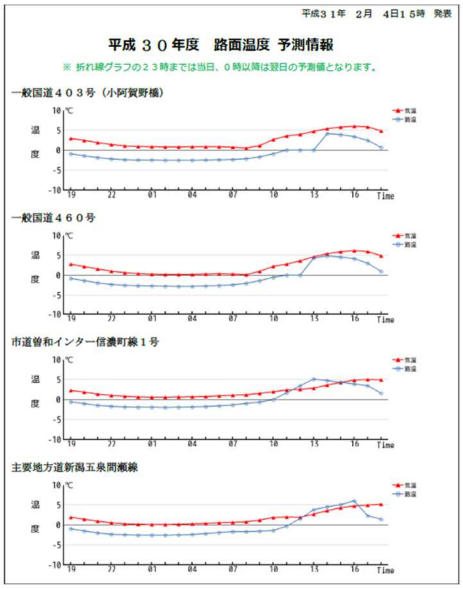


図 B-12　路面温度予測配信システムの配信内容

■河川水位計測システム：システム化・技術統合、実現化技術・要素技術開発、知識基盤・基礎的研究

1）新潟地域

中小河川の氾濫が全国的にも相次ぐ中、平成 29（2017）年には新潟県でも三用川や西谷川（いずれも魚沼市）、大平沢川（長岡市）や茶郷川（小千谷市）などで河川が氾濫し、堤防決壊、居住地域の浸水被害などが発生している。

水害軽減の方策としては、これまでのハード整備に頼る対策は限界に達しており、ソフト

対策が重要視されている。国土交通省では水防災意識社会の再構築を推進する中で、危機管理型水位計の設置を関係自治体との連携のもとに強力に推し進めている。しかし、設置台数は十分ではなく、また、危機管理型水位計設置費用は1台あたり 100 万円規模と、実際に避難行動の最前線に立つ町内会や自主防災会が安易に設置できるような価格ではない。

以上を踏まえて、安価な水位計（超音波式水位計）の開発を試行し、その効果を検証した。

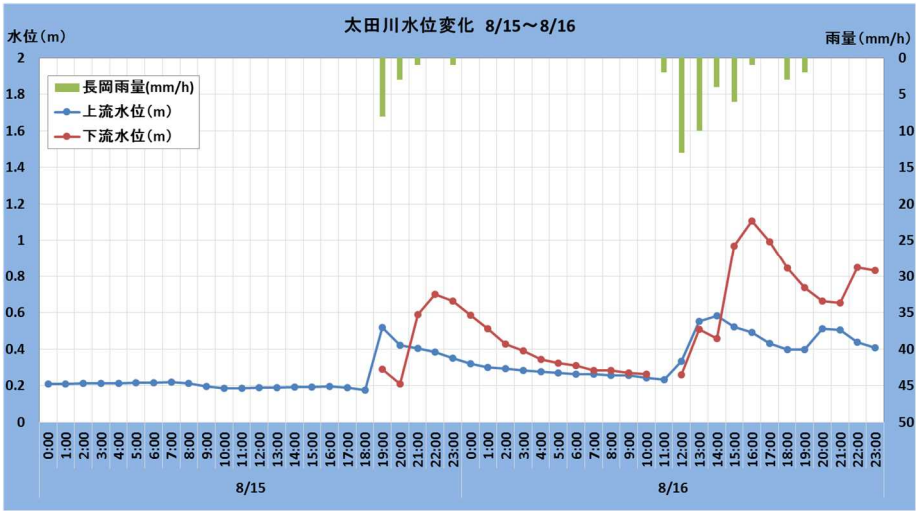


図 B-13　計測データの一例：太田川の雨量・水位グラフ

2）熊本地域

平成 28（2016）年 4 月の熊本地震発生後より、被災地域の復旧・復興と災害対応力の向上に資する IoT 斜面監視システムの共同開発を行ってきた。平成 29（2017）年度は、同システムの研究開発と社会実装をさらに進めるために、熊本高等専門学校、株式会社 Rimos、エー・シー・エス株式会社、ソナス株式会社、株式会社 NTT ドコモとの共同で平成 29（2017）年度熊本復興支援（地域産学バリュープログラムタイプ）に応募し、2 課題（『LPWA 通信を用いた災害時斜面機動観測システムの開発（代表：熊本高等専門学校・入江博樹教授）』および『多点センサー観測に基づくリアルタイム広域斜面監視型の防災情報システム開発（代表:防災科学技術研究所・酒井直樹主任研究員）』）が採択された。これらは平成 29（2017）年 10 月から平成 30（2018）年 12 月までの 2 年度にまたがって続く課題である。

上記 2 課題のうち、『LPWA 通信を用いた災害時斜面機動観測システムの開発』では、LPWA 通信の特性を活かし、センサー取得データの受信局（ゲートウェイ）を高所に設置するなどの改良を加えることで、通信環境が不安定な山間地においても利用可能な斜面観測システムの開発を目標とした（図 B-14 参照）。もう一方の『多点センサー観測に基づくリアルタイム広域斜面監視型の防災情報システム開発』では、降雨実況や斜面の地盤状況、河川水位といった、これまで個別に取得され、監視されてきた各種防災情報を一元化し、自治体等における警戒避難情報の発令・解除の迅速化に資するウェブ情報システムの開発を目標とした（図 B-15 参照）。

図 B-14　『LPWA 通信を用いた災害時斜面機動観測システムの開発』における開発内容

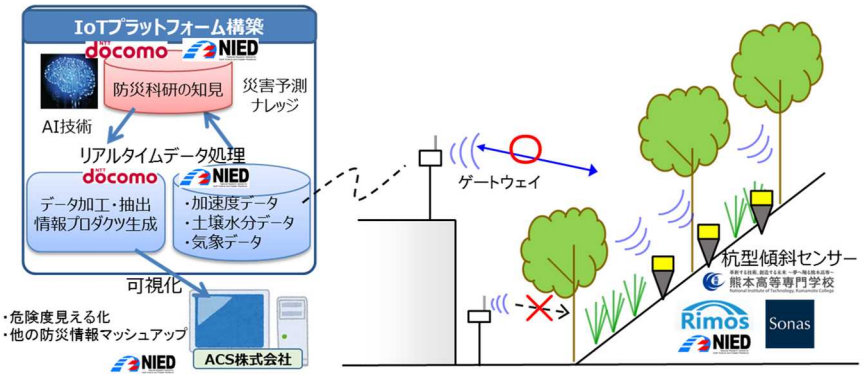


図 B-15　『多点センサー観測に基づくリアルタイム広域斜面監視型の
防災情報システム開発』における開発内容

平成 30（2018）年度は、熊本県阿蘇郡西原村をモデル地区として実証実験を行った。斜面監視のための杭型傾斜計センサーについては、大幅な小型化とバッテリー駆動期間の長寿命化に成功した。また、通信については、ゲートウェイ設置箇所を見通しの良い高所（西原村役場屋上）に移動することで、LPWA 通信規格の長所が発揮され、長距離でも安定した通信が可能になることが実証された。表示システムについては、各種情報のマッシュアップ手法に課題を残したものの、計測・更新頻度や計測箇所の位置、計測範囲の異なる多様なデータを同期させて一元的に表示することに成功した。

3）山梨地域

平成 26（2014）年 2 月に大雪災害の被害をうけた山梨県をモデル地域として、大雪災害軽減をテーマにした「山梨地区道路物流への雪氷災害に関する勉強会」を継続的に開催している（図 B-16 参照）。

大雪時の道路交通、物流、除雪等の課題について、早稲田大学（前：山梨大学）の佐々木邦明教授を座長として、国、自治体、民間企業の道路物流関係者による情報交換を実施している。また、冬季道路管理における課題解決のため，同様の取り組みを長岡サテライトでも実施しており、勉強会で明確になった課題の解決を目指したプロジェクトも立ち上がっている。

図 B-16　道路物流への雪氷災害に関する勉強会の様子

3．首都圏の稠密気象情報提供システム開発

図 B-17 に首都圏の稠密気象情報提供システム開発の概要を示す。いわゆるゲリラ豪雨や強風・突風、降雹、落雷、暑熱環境など災害、被害を引き起こす「極端気象」に関わる防災情報を、早期検知技術や予測技術によって生み出し、市民一人ひとりや事業者に確実に伝達し、行動に結びつけることができるようなシステム開発を目指している。

図 B-17 首都圏の稠密気象情報提供システム開発の概要

1）3 次元雷放電経路観測システムの整備

X バンド MP レーダーデータ等を用いた雷危険度予測手法の開発のため、首都圏 200km 四方の雷（雲内、落雷）の 3 次元放電経路を高い捕捉率で観測することを目指した「3 次元雷放電経路観測システム」の整備を平成 28（2016）～29（2017）年度に行った。雷放電経路 3 次元観測システムは、地面に対する放電である落雷だけでなく雲内や雲間の放電(雲放電)観測にも優れた Lightning Mapping Array（LMA）による観測システムである。

12 台の整備により目標どおり首都圏のおよそ 200km 四方の雷放電を捉えることが可能になった。本システムの優位性を示す顕著な事例として、北関東各地で激しい雷雨となった平成 29（2017）年 6 月 16 日の茨城県南部の観測結果（左図）と、花火大会が中止された平成 29（2017）年 8 月 19 日の世田谷区周辺の観測結果（右図）を示す（図 B-18 参照）。図 B-18 左図は、平成 29（2017）年 6 月 16 日 17 時 11 分の高度 5.5km 付近の最初の放電から地面に達する（落雷）までの約 90ms（9／100 秒）の雷放電経路と雷雲のレーダー反射因子の 3 次元分布である。赤色の四角の範囲の雷放電経路と雷雲を抜き出して表示している。LMA で決定された雷放電位置を橙色の球で、落雷位置を黄色の稲妻印で示した。図 B-18 右図は、平成 29（2017）年 8 月 19 日 17～18 時の LMA によって検出された 1km^2 当たりの雷放電点数の分布である。

X バンドマルチパラメータ（MP）レーダー等のデータとの比較解析により、雷危険度予測手法の研究開発を進める。また、得られたデータを活用して研究機関や民間企業との共同研究を行い、雷発生メカニズムの解明や危険度予測手法の社会実装を目指している。

平成 30（2018）年度は、着実に観測を継続し、情報発信を可能にするために、各サイトのステータスを含む監視情報可視化システムと雷危険度ナウキャストを含む雷プロダクトの作成・表示・配信システムを構築した。戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）等

と連携したオリパラ組織委員会へのアピール、日韓交流おまつりやつくばマラソンといったイベント運営支援にも活用した。

「データ利活用申請書」様式を準備して、航空機被雷を研究している JAXA 航空ハブ（連携協定：WEATHER－Eye コンソーシアムに参画済み）、他種の雷測器を所有・活用している東北電力、気象庁に提供するとともに、サンプルデータは複数の気象会社に提供した。気象庁は C バンド MP（二重偏波）レーダーの現業配備に先立ち、粒子判別精度の評価目的で活用した。

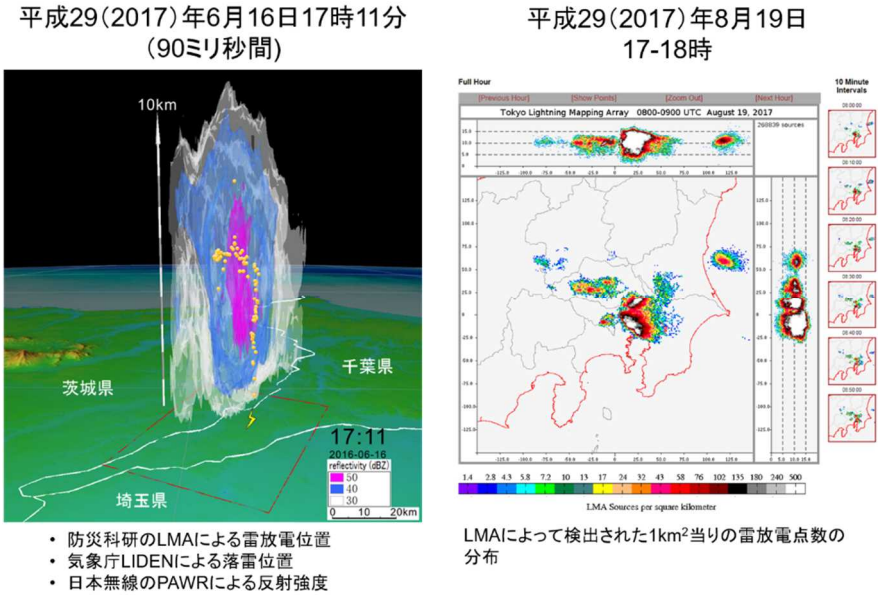


図 B-18　LMA による 3 次元雷放電の観測例

2) 提案型公募研究

防災科研「初」の資金提供・公募型の共同研究となった「雷危険度予測システムの開発」（平成 28（2016）～令和元（2019）年度）では、(株)中電シーティーアイの気象情報サービス事業において、新たに「首都圏向けの雷情報コンテンツ」を提供するために、防災科研が所有している高度な研究成果、多種多様な観測データなどの研究基盤を活用して、高精度な雷危険度予測技術を研究・開発し、その技術を中核とするコンテンツを運用するシステムを開発することが目的である。

平成 29（2017）年度に採択した明星電気(株)との「地上稠密気象観測データを利用した突風予測システムの開発」は、明星電気(株)が開発中の地上稠密気象観測データのみを利用した突風危険度予測システムを、防災科研が持つデータ同化技術による 3 次元客観解析値を活用して検討・改良し、予報業務許可取得を目指すものである。

3) 気象庁との連携

以下の課題を中心にテーマを選定して、相乗効果が期待され国民全体に成果還元が図れる連携協力に向けて情報交換、検討を継続した。

①これまでも実施してきた山地気象以外の観測データの提供

②局地的大雨や集中豪雨の予報精度向上に向けた競争的資金課題の獲得

③リスクコミュニケーション手法に関わる自治体における気象情報活用支援（人材育成）
④確率情報を含む予測情報の利活用方法に関する調査研究
⑤新たなセンシング技術開発に関わる C バンド二重偏波フェーズドアレイ気象レーダー等の次世代型現業用気象レーダーのシステム要件の検討・開発

①については、LMA データの提供を行い、C バンド MP（二重偏波）レーダーによる粒子判別精度の評価に活用された。

②については、3 件の科学技術研究費補助金基盤研究課題に平成 29 年度から協力して取り組んでいるが、さらに。平成 30（2018）年度に開始された SIP 第 2 期課題の 1 つ「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」におけるテーマ「線状降水帯対策」（代表は防災科研）において、気象庁本庁および気象研究所と緊密に連携して研究開発と社会実装を推し進めている。

気象庁が平成 29（2017）年 3 月 7 日に設立した「気象ビジネス推進コンソーシアム（WXBC）」に防災科研は「法人会員」として入会している。平成 30（2018）年度も 3 回の気象セミナー、ビジネスマッチングフェア、総会及び気象ビジネスフォーラムに参加して情報交換を進めている。

平成 29（2017）年度に訪問して交流会を実施し、LMA センサーの設置場所の提供も受けている熊谷地方気象台とは平成 30（2018）年度も相互に訪問して交流を深めており、連携協力協定締結の準備中である。また、気象庁観測部からの依頼を受け、平成 30（2018）年 9 月 12 日には同部の談話会で雷研究と大雨ナウキャストについて 2 名で講演を行った。

4) 民間気象事業者

2)を実施している中電シーティーアイ、明星電気も含め、民間気象事業社 10 社と面談し、双方の取組内容、把握・注目しているニーズ、所有している技術シーズについて情報、意見交換を継続して行った。3 社とは既に共同研究を実施中、1 社とは NDA を締結して具体的な連携に向けて協議を重ね、2 社には委託業務を発注した。

日本気象協会と共同研究契約（大雨時の産業用ドローンの飛行条件に関する基礎研究）を結び、ドローンメーカーの協力も得て大型降雨実験施設を活用した大雨ドローン公開実験を実施した。プレス発表、記者説明会も行い、100 件を超す報道がなされた。さらに、日本気象協会が代表となって、JST 未来社会創造事業探索加速型研究「超スマート社会の実現」領域に共同で応募し、「都市気象情報プラットフォームの研究開発」の採択に発展した。

5) 農業分野

平成 30（2018）年度は、前年度までにヒアリング、情報交換等を行った農研機構や大学のほか、各自治体農業系研究機関、普及センター、農林部等行政機関、JA 等の農業団体や小売業者、日本農業気象学会等農学系学術団体に対し、降雹や強風等極端気象情報に関する研究シーズの実装を図った。その結果、それぞれで対策や普段の営農活動等に活用された。また、雹や台風等農業気象災害現場にて現地調査を行った際にヒアリングを行うとともに、農業気象関連のシンポジウムを開催し、現地ニーズに即した情報とその配信のあり方について検討した。

6) その他

首都圏を対象として様々な気象情報とインフラ、社会動態を重ねて表示できる Web-GIS システム「気象リスク情報統合システム」のプロトタイプを構築した。気象情報としては、

これまでの研究開発成果に基づく降雨（MP レーダー観測）、風向風速（客観解析値）、雷放電数密度（LMA 観測）、降雹確度（MP レーダー観測）の分布を表示可能である。今後、オリパラ競技会場や高速道路網などの重ね合わせや、雲や積雪等の気象情報の追加を行い、リスク情報伝達研究、成果発信のツールとして活用する。次年度春季の公開を予定している。

つくば市および筑波大学と連携して、平成 30（2018）年 11 月 25 日につくば市で行われたつくばマラソン 2018 の大会運営およびランナーの支援実験を実施した。気象観測装置 POTEKA をコース沿いの 4 地点に設置して、その数 km 手前で電光掲示板により気温、風の情報提供を予測タイム、応援メッセージとあわせて行った。また、SIP 課題と連携して豪雨予測、強風予測、竜巻警戒情報、雷情報を監視して大会本部に提供可能とした。

図 B-19　つくばマラソン 2018 の大会運営およびランナーの支援実験の模様
（左上：つくば市庁舎に設置した気象観測装置 POTEKA
右上：大会本部における豪雨、強風、竜巻等の監視状況
左下：マラソンコース沿い 4 箇所に設置されたランナー用電光掲示板
右下：つくばマラソン事務局による POTEKA アンケート調査結果）

4．大型実験施設を用いた性能評価・標準化

大型実験施設を用いた性能評価・標準化は、知識基盤・基礎的研究（システム要件に合致した気象、雪氷、土砂、風災害軽減のための観測予測技術の開発）と、実現化技術・要素技術開発（システム要件に合致した次世代センシング技術、IoT 情報技術）に関わる。図 B-20 に防災新技術の性能評価・標準化の概要を示す。

図 B-20　防災新技術の性能評価・標準化の概要

1）大型降雨実験施設

大型降雨実験施設の特徴の一つに施設が移動することがあげられる。実験区画が 5 区画あり、5 つの異なった実験ができる。これは施設内で雨を降らすだけでなく、施設がない状態での自然状態に暴露させた条件で実験を行うことも可能である。

特に新しいセンサーシステムを開発した場合、センサー本体の検証はするものの、実際の条件での長期試験を行うことは少なく、またその状態で制御可能な降雨を降らして反応を計測する評価試験ができることも大きな特徴である。

図 B-21　大型降雨実験施設を用いた性能評価・標準化

2）雪氷防災実験棟

大型実験施設を活用した観測機器の適合性評価や試験条件の標準化に向けた調査と検討を行い、防災技術の経済効果・ 標準化に関わる調査に示した。また、降雪センサー、積雪センサー、寒冷環境下での動作を求められる気象センサーの開発を本事業で実施する大雪対応サプライチェーンマネジメントシステム開発プロジェクトや IoT を活用した地域防災システム開発プロジェクトで実施した。詳細は前述の各プロジェクトの節を参照していただきたい。

雪氷防災実験棟と屋外の観測露場の両方を利用することでセンサー開発を加速することが可能である。例えば、新庄雪氷環境実験所の屋内外を活用して、鶴岡高専との共同開発で低コスト気象センサーの開発試験を行った。風向風速計、温湿度計、雨量計を備え携帯回線を通じて気象データを定期的に送信可能であり、ソーラーパネルと蓄電池を備えているため設置に商用電源は不要である。

さらに、着雪実験手順の標準化に関して検討を行うことを目的として、平成 30（2018）年度に「雪氷防災実験施設を活用した着雪試験標準化に関する検討会」を 3 回開催した。将来的な業界内標準としての位置付けの獲得、JIS や ISO への標準化を行うことを想定した取り組みである。着雪対策について検討した経験を有する学識経験者、および着雪試験に関連する民間企業からの参加を得ることにより、標準条件の実務的な有用性と工学的な観点からの妥当性を確保する。また、自然現象としての着雪の観点から意見を得るため、防災科研雪氷防災研究センターからも構成員として参加した。令和元（2019）年度も引き続き開催し、雪氷研究に関わる学会（日本雪氷学会と日本雪工学会が共催する雪氷研究大会）での議論を受け、その結果を実験手順書（独自標準）として公開する予定である。

また、平成 30 年 4 月に、所内の「国際標準化に向けたプロジェクトチーム」が発足した。気象災害軽減イノベーションセンターからも複数人が参画しており、センターの活動と連携して、全所的に標準化を進める方針である（図 B－22 参照）。

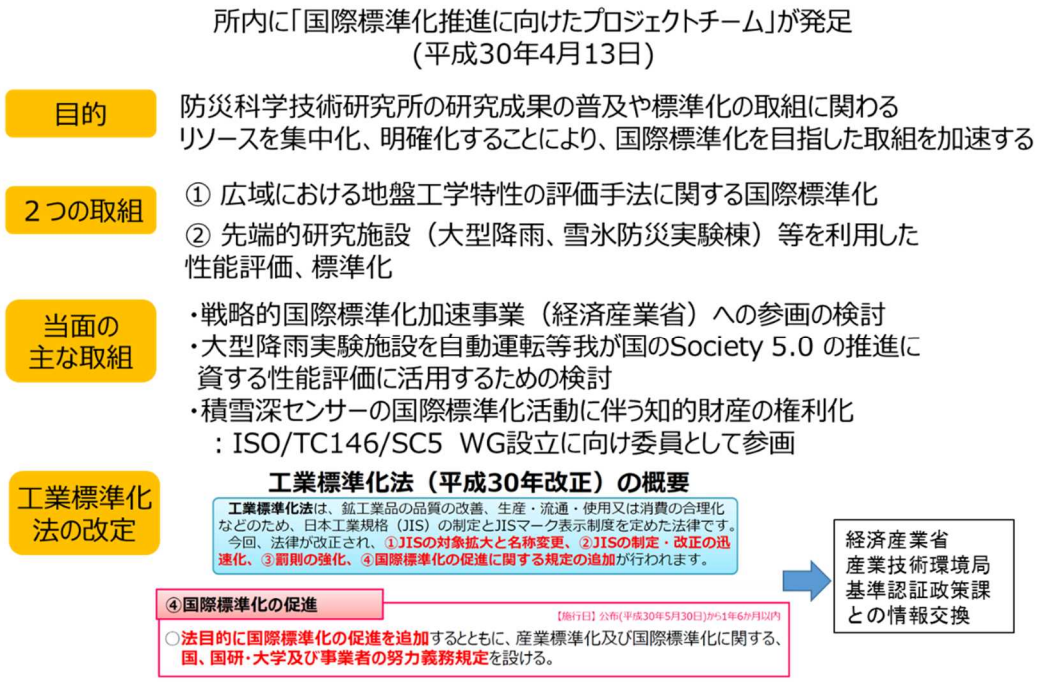


図 B-22　国際標準化に向けたプロジェクトチーム」発足

図 B-23 に 3 つのプロジェクトと標準化・性能評価の取り組みの内容と特許出願数について示す。それぞれのプロジェクトと取り組みから特許出願がなされるようになってきたことがわかる。

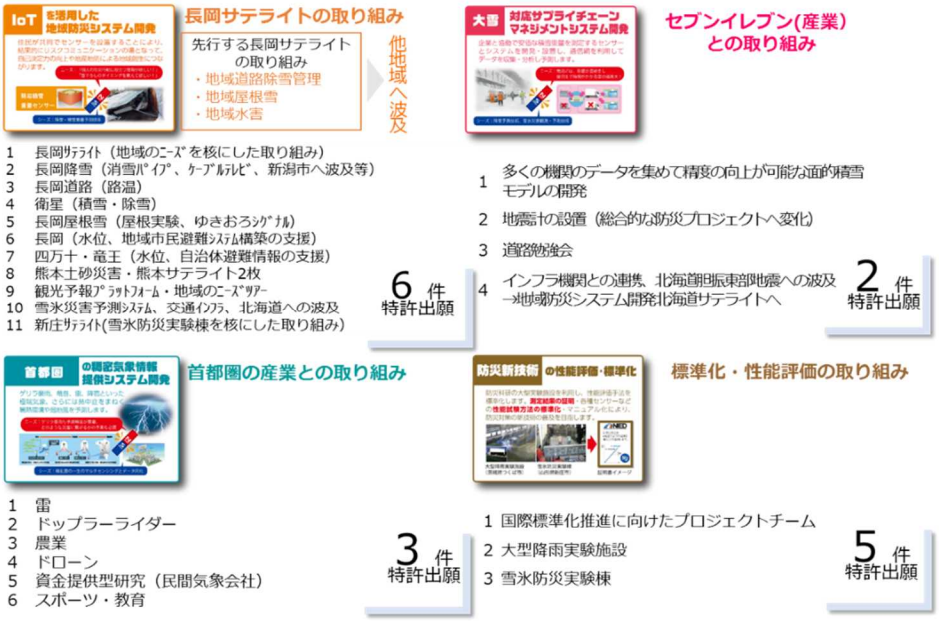


図 B-23　3 つのプロジェクトと標準化・性能評価の取り組みの内容と特許出願数

また、個々のニーズに基づきそれぞれのサブプロジェクトを企画立案してみると、図 B-24 に示すように、大きく地域の防災課題の解決と企業の事業継続計画（BCP）策定のための情報創出の 2 つに集約できることがわかってきた。社会実装を考えると、この 2 つの視点で整理して、データ・情報カタログ化するのがよいのではないかと考えられる。また、複合分野のプロジェクト提案も増えており、外部資金も獲得している。

図 B-24　3 つのプロジェクトの集約

5．研究開発の次年度以降の構想

図 B-25 に産業防災情報プラットフォーム（仮）構成図案を示す。また、図 B-26 に防災科研のナレッジと AI を用いた情報プロダクツの創出を示す。3 つの大きなプロジェクトと大型実験施設を用いた性能評価・標準化を集約するとこのプラットフォームの構想となる。

①外部データソースからは、これまでも防災に使われている公的データ、これまで防災に使われていない公的データ（例えば、環境保全用の気象データ）に加え、スマホや自動車のほか民間が有する様々なデータを③プラットフォームに集約する。さらに、観測されていないデータについては、防災科研の大型実験施設を利用して低コストのセンサーを開発し、広範囲に設置することにより得られるデータも③プラットフォームに集約する。集約されたデータを用いて、防災科研のナレッジと AI を用いて情報プロダクツを生成する。生成された情報プロダクツは、④情報利活用ビジネス創出に用いられる。例えば、気象予測、災害予測情報に加え、道路情報と組み合わせた大雪時の交通量の予測情報等を想定している。ビジネスモデルの創出や経済産業省などが進めるデータ・情報流通の仕組みとの連携が鍵になる。

ここで重要になるキーワードは①使っていないデータ、②ばら撒き型センサー、③ビッグデータ、④リアルタイム処理、⑤オープンデータ、⑥NIED の知・AI による情報プロダクツ生成、⑦情報のローカライズ・パーソナライズ、⑧普段使いである。生成された情報により、自己決定力の向上や行動様式の変容が生み出され、災害に強い社会の創出につながる。また、経済的な仕組みの中で運用するには、普段使いができる情報である必要がある。防災情報創出の技術は、農業や観光、道路除雪の効率化などインフラの維持管理に資する情報の創出にも波及させることが可能になる。

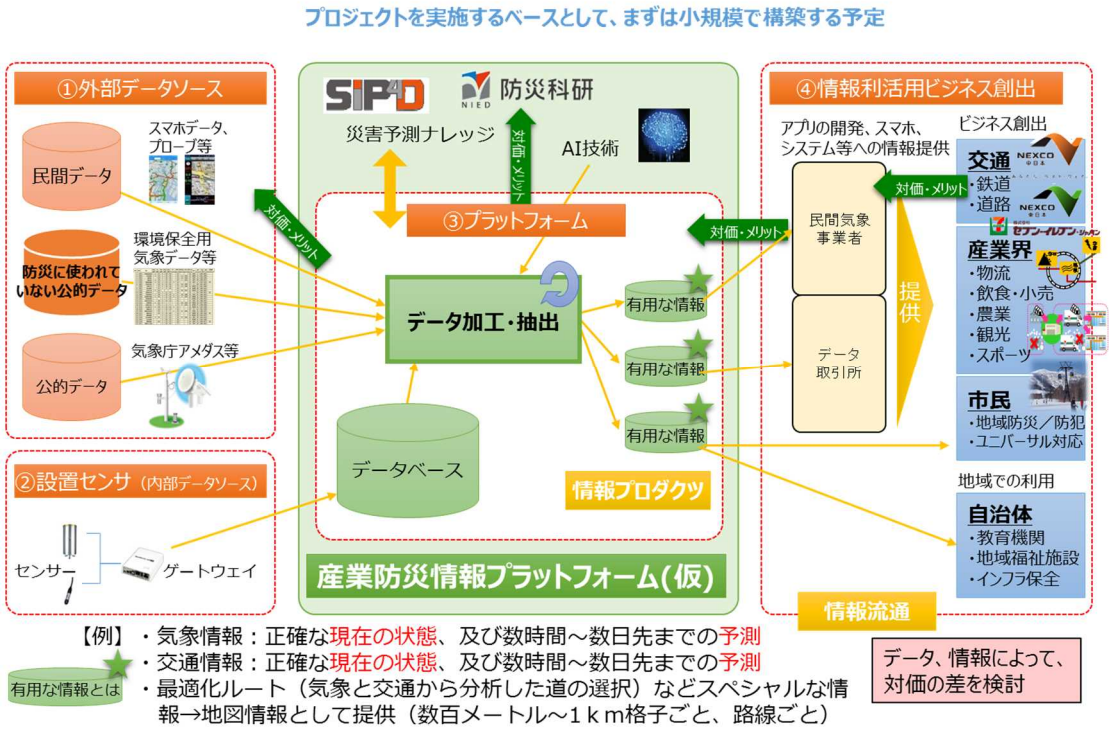


図 B-25 産業防災情報プラットフォーム（仮）構成図案

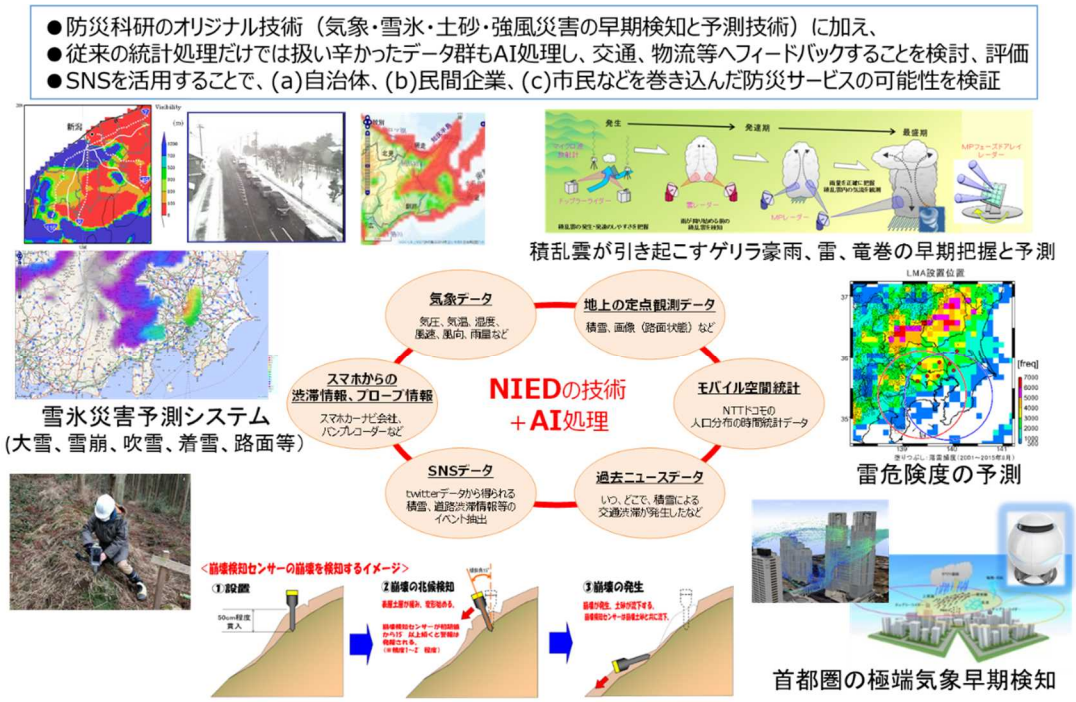


図 B-26 防災科研のナレッジと AI を用いた情報プロダクツの創出

図 B-27～B-29 に本プロジェクトにおける平成 28（2016）年度～令和元（2019）年度の実証実験のデータ・情報の流れのイメージを示す。図 B-25 に示した産業防災情報プラットフォーム（仮）の構築に向け、設置センサー、気象レーダー等、外部データソースから各種データをサーバーに集約し、情報プロダクツを生成して情報を使う側に伝達する流れを段階的に構築しているところである。

平成 28（2016）年度の実証実験では、それぞれ個別にセンサーからデータを取得し、それぞれ個別のサーバーを立てて情報を生成し、それぞれのステークホルダーに情報を届けていた。平成 29（2017）年度から平成 30（2018）年度にかけての実証実験では、産業防災情報プラットフォーム（仮）の構築に向け、センサーの情報を統一して収集し、どの実証実験でも API で使用できる仕組みであるセンサーデータレイクを構築しつつある。また、情報利活用では、API を利用して他のプラットフォーム経由（観光予報プラットフォーム、官民共同危機管理クラウドなど）でステークホルダーに情報を届ける仕組みを構築しつつある。令和元（2019）年度は、サービスプラットフォーム構築の仕上げとして、情報を生成するサーバーを集約して、情報を利活用するための API の整備や、外部データソースとのマッシュアップを行うための GIS 形式での出力などを整備する予定である。

平成 30（2018）年度から令和元年度終了時にかけて、防災科研内で計画されている防災情報サービスプラットフォーム（地震、火山など全ての自然災害が対象）のうち、気象情報の部分を産業防災情報プラットフォーム（仮）として先行して構築するという位置付けが明確になってきた。気象災害軽減イノベーションセンターで開始したデータ、情報に関わる取り組みは、全所的な動きの中の先がけとして位置付けされている。

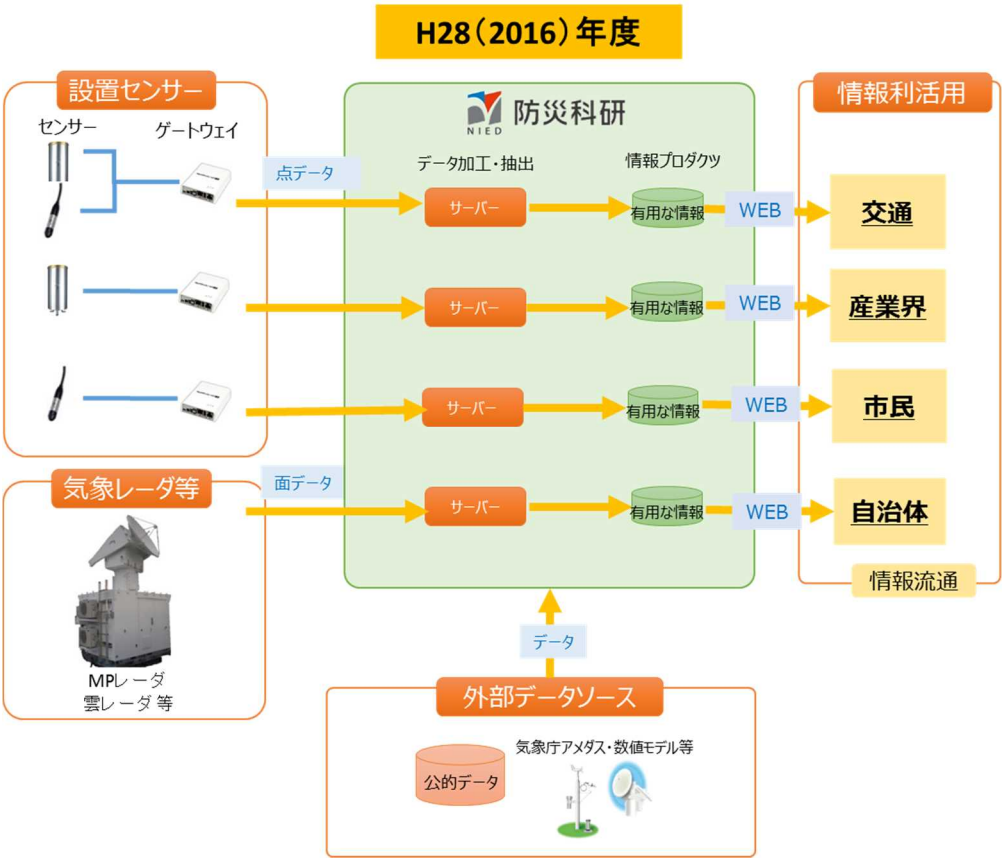


図 B-27 平成 28（2016）年度の実証実験のデータ・情報の流れのイメージ

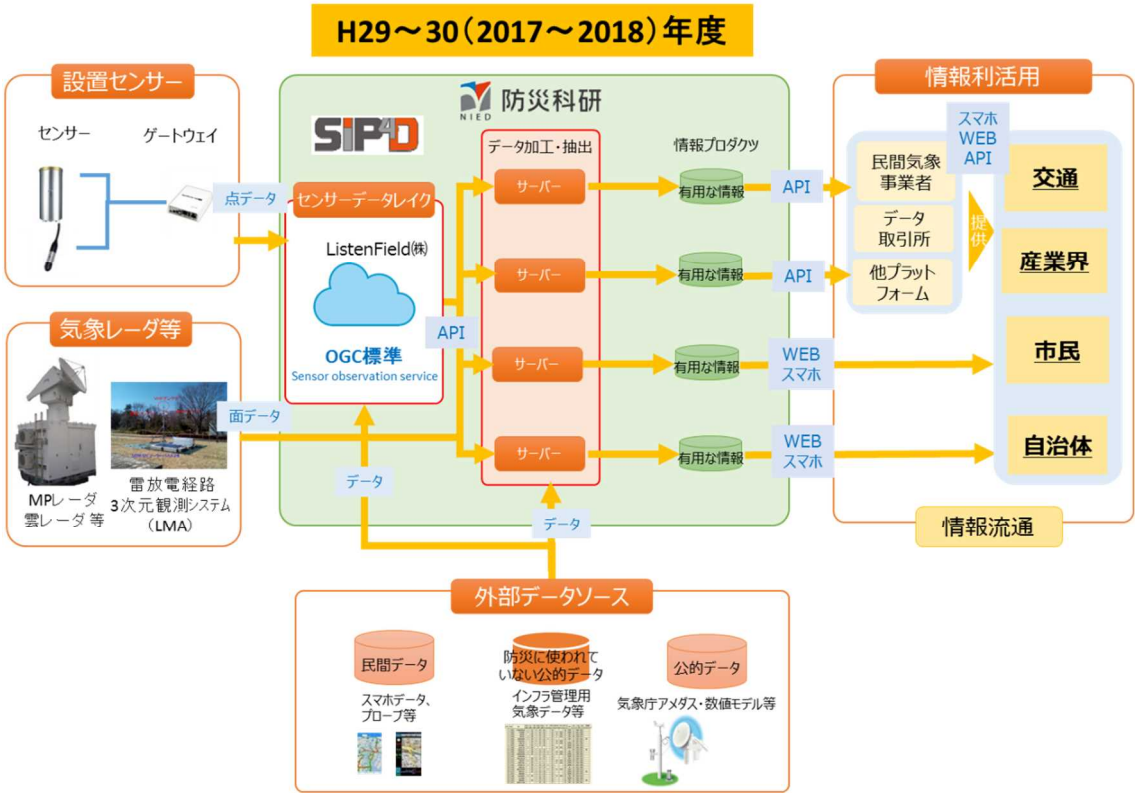


図 B-28 平成 29～30（2017～2018）年度の実証実験のデータ・情報の流れのイメージ

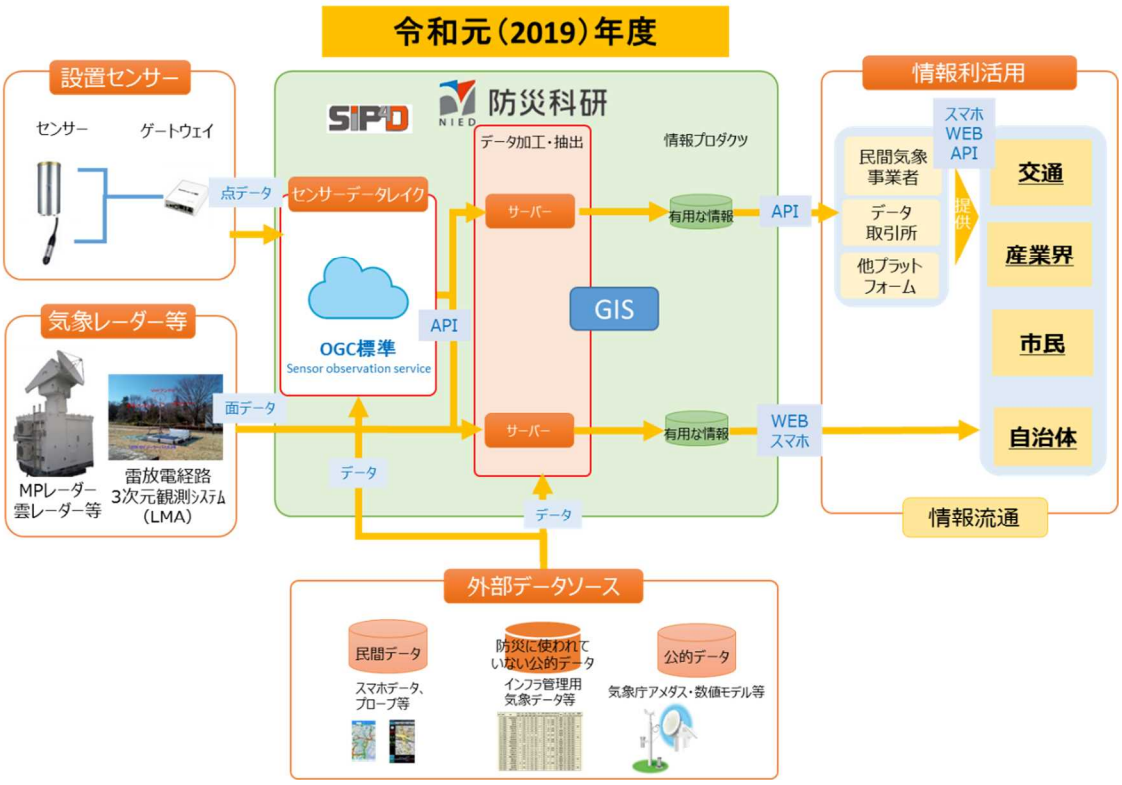


図 B-29 令和元（2019）年度の実証実験のデータ・情報の流れのイメージ

サービスプラットフォームを構築して、データを収集し始めると、より多くのデータが収集されることになる。集まった BigData から AI 等を活用して、センシング、現象検知、予測につなげられる可能性がある。

気象災害軽減イノベーションセンターでは、土木学会と連携し、平成 29（2017）年～令和元（2019）年 9 月に 10 回の AI 活用検討会を開催して、日本各地の大学から研究者をセンターに招き、研究成果を共有している。平成 30（2018）年 11 月と令和元（2019）年 8 月には、東京会議室で気象災害軽減イノベーションフォーラム「防災×AI」を開催した。今後もサービスプラットフォームによる情報提供の仕組みや提供する情報、データにかかわる研究を進め、新たな防災データサイエンスの芽を育てたいと考えている（図 B-30 参照）。

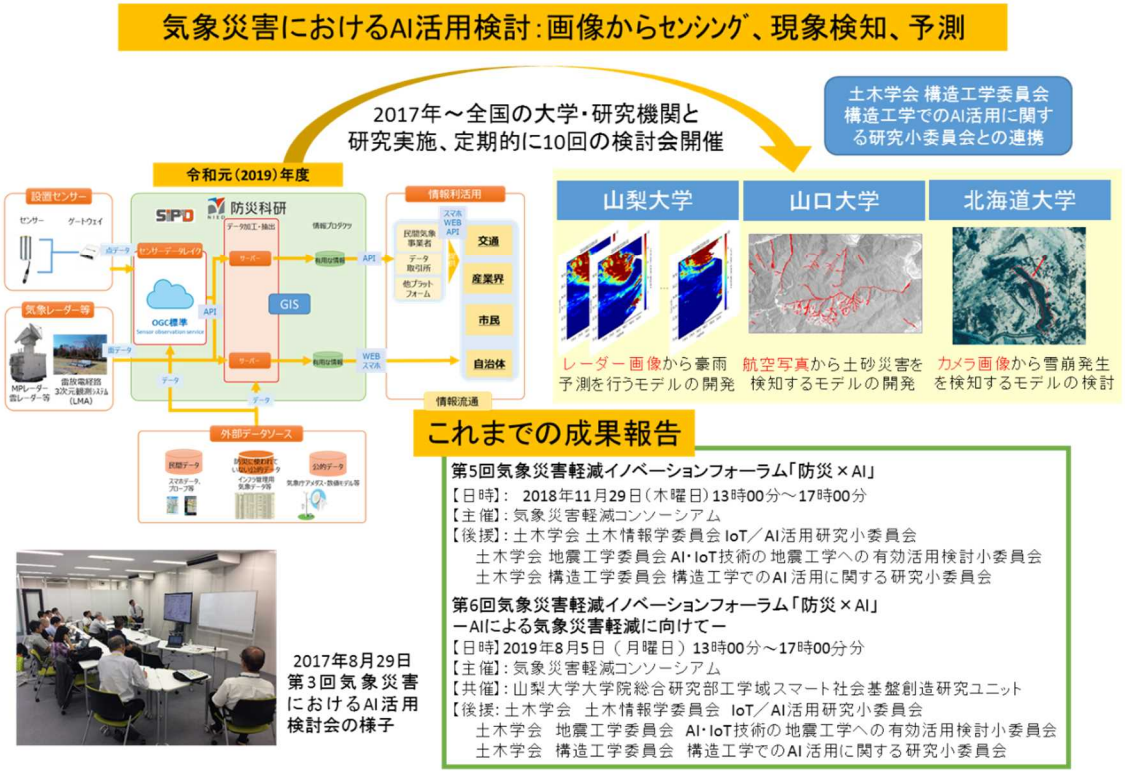


図 B-30　集約されたデータから生まれる新たなサイエンスの検討

別紙 C　持続可能な開発目標（SDGs）に関わる取り組み

2015 年 9 月の国連総会において全会一致で採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」（SDGs）の実現に向けて、科学技術の側面からどのように貢献できるか（STI for SDGs）について情報収集し、気象災害軽減イノベーションセンターの活動が、SDGs にどのように貢献できるかについて検討を開始した。

平成 29（2017）5 月に国連で開催予定の STI forum にて配付するために、国内の研究開発法人等を含めた取組事例を JST にて冊子としてまとめることになり、日本の取組等を紹介する 「Book of Best Practices（冊子）」が製作された。気象災害軽減イノベーションセンターでは、海外展開も想定して進めている「IoT を活用した地域防災システム開発プロジェクト」から、熊本地震後に地盤が悪くなり土砂災害発生の危険性を検知したいという課題を解決するために開発した安価な土砂災害検知センサーの事例を紹介した。冊子の内容を図 C-1 に示す。

図 C-1　STI forum で配布した Book of Best Practices に掲載された熊本の事例

平成 30（2018）年 10 月には、所内向けの勉強会である成果展開塾の１つとして、「質問づくり／問いづくりから課題を見つけるワークショップ～『SDGs×防災』ハテナソン～」を実施した。特に持続可能な開発のためのアジェンダ 2030（SDGs）が掲げる 11 番目のゴール「住み続けられるまちづくりを」の達成に貢献するため、質問を創る学び場ハテナソンを取り入れたワークショップ（以下、WS）は、防災科研がおこなう防災教育プログラムの構築に貢献することを主目的として実施した。WS を SDGs と防災について「読む、聴く」「感じる、動く」「探す、可視化する」ための 3 部構成としたことを中心として実施した。本ワークショップは、国立研究開発法人科学技術振興機構プログラム・マネージャー育成・活躍推進プログラムの研修生へ対し、OJT として本センターが現場提供を行い、実現したものである。

図 C-2 「質問づくり／問いづくりから課題を見つけるワークショップ～
『SDGs×防災』ハテナソン～」