

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)
国家レジリエンス(防災・減災)の強化
研究開発計画

2022年4月25日

内閣府
科学技術・イノベーション推進事務局

目次

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)	1
国家レジリエンス(防災・減災)の強化	1
研究開発計画の概要	1
研究開発計画	3
1. 意義・目標等	3
(1) 背景・国内外の状況	3
(2) 意義・政策的な重要性	4
(3) 目標・狙い	4
① Society 5.0 実現に向けて	4
② 社会面の目標	5
③ 産業的目標	5
④ 技術的目標	6
⑤ 制度面等での目標	6
⑥ グローバルベンチマーク	6
⑦ 自治体等との連携	6
2. 研究開発の内容	7
(1) 政府の災害対応	7
テーマⅠ：避難・緊急活動支援統合システム開発	7
① 大規模災害対応	12
テーマⅡ：被災状況解析・共有システム開発	12
テーマⅢ：広域経済早期復旧支援システム開発	16
テーマⅣ：災害時地下水利用システム開発	19
② 気候変動への適応	22
テーマⅤ：線状降水帯観測・予測システム開発	22
テーマⅥ：スーパー台風被害予測システム開発	26
(2) 市町村の災害対応	30
テーマⅦ：市町村災害対応統合システム開発	30
(3) 次世代モビリティによる防災・感染症対応	34
テーマⅧ：水素燃料電池バス防災・感染症対策システム開発	34
(4) 構造物の地震時の安全性向上	36
テーマⅨ：実大部材地震挙動解析システム開発	36
3. 実施体制	41
(1) 国立研究開発法人防災科学技術研究所の活用	41
(2) 研究責任者の選定	41
(3) ピアレビュー	41
(4) 研究体制を最適化する工夫	41

(5) 府省連携	42
(6) 産業界からのコミットメント	42
4. 知財に関する事項	43
(1) 知財委員会	43
(2) 知財権に関する取り決め	43
(3) バックグラウンド知財権の実施許諾	43
(4) フォアグラウンド知財権の取扱い	44
(5) フォアグラウンド知財権の実施許諾	44
(6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について	44
(7) 終了時の知財権取扱いについて	44
(8) 国外機関等(外国籍の企業、大学、研究者等)の参加について	45
5. 評価に関する事項	45
(1) 評価主体	45
(2) 実施時期	45
(3) 評価項目・評価基準	45
(4) 評価結果の反映方法	45
(5) 結果の公開	45
(6) 自己点検	46
① 研究責任者による自己点検	46
② プログラム会議による内部評価	46
③ PD による自己点検	46
④ 管理法人による自己点検	46
6. 出口戦略	46
(1) 出口指向の研究開発推進	46
(2) 普及のための方策	47
7. その他の重要事項	47
(1) 根拠法令等	47
(2) 弾力的な計画変更	47
(3) PD、SPD 及び担当の履歴	49
添付資料 資金計画及び積算	52

研究開発計画の概要

意義・目標等

大規模地震・火山災害や気候変動により激甚化する風水害に対し、市町村の対応力の強化、国民一人ひとりの命を守る避難、広域経済活動の早期復旧を実現するために、南海トラフ地震等の防災に関する政府計画を実施する必要がある。

そこで、本 SIP では、防災に関する政府計画（例えば、南海トラフ地震で想定される死者 33 万 2 千人の被害を、8 割削減）の実施に必要な主要な研究開発項目の全てについて、実用に供し得るレベルでの研究開発を完了し、社会実装の目処を付ける。具体的には、本 SIP で対象とする2つの統合システムについて、最先端技術を取り入れた研究開発を行い、国及び異なるタイプの複数の自治体で実用化する。また、次世代モビリティによる防災・感染症対策システムや実大部材の地震挙動解析システムの研究開発を行い、国民の生命や経済社会へのリスクを軽減し、国民の安全と安心を確保する。

これにより、政府目標達成に資するとともに、災害時の Society 5.0 の実現を目指し、SDGs に貢献する。

研究内容

国家レジリエンス(防災・減災)を強化するため、以下の4つのシステムについて研究開発を行う。

○ 避難・緊急活動支援統合システム

- ・ビッグデータを活用した災害時の社会動態把握や、衛星等を活用した被害状況の観測・分析・解析を、政府の防災活動に資するよう発災後 2 時間以内に迅速に行える技術
- ・スーパー台風、線状降水帯について、広域応急対応や避難行動等に活用できるよう、必要なリードタイムや確からしさを確保して予測する技術

○ 市町村災害対応統合システム

- ・短時間でビッグデータを解析し、避難対象エリアの指定や避難勧告・指示を行うタイミングの判断に必要な情報を自動抽出する情報処理技術

○ 次世代モビリティ防災・感染症対策システム開発

- ・移動性と自立的電源供給機能及び検査性能を備えた防災・感染症対策技術

○ 実大部材地震挙動解析システム開発

- ・実大部材の地震時の挙動を正確に計測する試験機により、高精度かつ効率的に構造物の部材の評価が実施可能な技術

実施体制

プログラムディレクターは、堀 宗朗が務め、研究開発計画の策定や推進を担う。プログラムディレクターを議長、内閣府が事務局を務め、関係府省庁、専門家が参加する推進委員会において研究開発の実施等に必要な調整等を行う。サブ・プログラムディレクターは研究開発計画の策定や推進にあたりプログラムディレクターを補佐する。分野横断的な知見を有するイノベーション戦略コーディネーターが、各研究開発のテーマにおいて実用化に向けた支援を行う。

管理法人は、国立研究開発法人防災科学技術研究所が務め、公募・委託、資金管理、課題の進捗管理、広報・成果発信等を行う。

知財管理

知財委員会を国立研究開発法人防災科学技術研究所に置き、発明者や事業化を進める者のインセンティブを確保し、かつ、国民の利益の増大を図るべく、適切な知財管理を行う。

評価

ガバニングボードによる毎年度末の評価の前に、研究責任者による自己点検及びプログラムディレクターによる自己点検を実施し、自律的にも改善可能な体制とする。

出口戦略

「避難・緊急活動支援統合システム」は、各省庁等が災害対応の充実を図るためそれぞれのシステムを運用するとともに、政府としての応急活動等に必要なものについて、関係機関と連携しつつ、内閣府が運用し、「市町村災害対応統合システム」は、既存システムの更新時期に併せて導入を促進する。

研究開発計画

1. 意義・目標等

(1) 背景・国内外の状況

南海トラフ地震や首都直下地震対策、ゼロメートル地帯の広域・大規模水害対策等は、想定し得る最大クラスの災害を視野に、国全体で取り組むべき課題であり、目標の具体的な設定とそれに必要な対策、広域避難等防災行動が必要な対象者や地域等を明確にした対応を進めており、これらの着実な実施のためには新技術の活用が期待されている。

具体的には、例えば南海トラフ巨大地震が発生すると、死者は 33 万 2 千人、経済被害が 220 兆円¹と想定されているなか、津波到達までいかに多くの避難対象者に避難を促し安全を確保するか、いかにダメージを受けた広域経済を早期復旧することができるか等が課題である。また、高層化・巨大化する構造物の建設が進む中、地震被害から国民の生命・財産を守り、社会の重要な機能を維持するレジリエントな社会を構築することは急務となっている。

また、平成 29 年にアメリカではハリケーン「ハービー」等により、3,000 億ドルを超える災害被害額を記録する等、気候変動の影響が指摘される中で我が国もその危機に晒されており、首都圏がスーパー台風に襲われゼロメートル地帯で万一堤防が決壊すると、江東5区で 250 万人の住民に影響が及ぶ。このことから、より精度の高い予測や確度の高い情報、非常に多くの関係者が連携を図った長時間にわたるオペレーションの確保等が課題となっている。さらに気候変動が引き起こす渇水も、アメリカ、カナダ、中国、オーストラリア、ヨーロッパ等で干ばつ等の深刻な被害が発生しており、地下水も含む水循環を考慮した対応が課題となっている。

大規模自然災害に対して政府・自治体や関係者全体が連携を図った取組を進める一方、毎年のように人命が失われる災害が全国各地で発生している。災害現場での対応力を継続的に強化することも必須である。特に、市町村長の避難勧告・指示の発令においては、地震、火山、気象、土砂災害、河川、港湾等多くの情報に基づいた的確な判断が求められており、さらに、福祉行政等とも連携した総合的な対応が課題となっている。

このような国家的な危機をもたらす大規模災害と、顕在化すると甚大な被害をもたらす気候変動による影響に対し、国民一人ひとりの命を守るためには、すでに対策が進んでいる建物の耐震化だけではなく、津波、スーパー台風による大規模水害、線状降水帯による土砂災害から確実な避難の実現が必要であり、避難のリードタイムを確保するために災害を事前に予測し、いかなる状況においても国民一人ひとりに必要なタイミングで必要な情報を伝達することにより、適切に避難行動がとれるようにする必要がある。

さらに、大規模災害により水道施設が広域かつ長期に操業停止する事態において、膨大な水需要に対応するためには、地下水による代替水源の確保が必要である。同様に、気候変動による渇水の激化に対しても、代替水源確保は事前対応として必須である。

そして、被災者がいち早く通常の生活に戻ることができるようになるためには、広域経済を一日も早く復旧できるよう、企業 BCP のみならず、地域 BCP の策定が求められている。

また、自治体は、災害時に限られたリソースで通常の何倍もの業務をこなさなければならない状況においても、住民一人ひとりに適切な対応をすることが求められているところである。

2020 年から新型コロナウイルス感染症が世界的に流行し、感染症に対する社会システムの脆弱性が顕

在化した。そのような中、災害時の感染症対策機能の強化や、被災地域の避難所の感染症を含めた安全確保が喫緊の課題となっている。

¹ 南海トラフでM9クラスの海溝型地震が発生した場合に想定される最大の被害額

(参考)「内閣府防災情報のページ」南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告)
(http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_kisha.pdf)

(2) 意義・政策的な重要性

「第5期科学技術基本計画」(平成28年1月22日閣議決定)において、国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現のために、災害を予測・察知してその正体を知る技術、発災時に被害を最小限に抑えるために、早期に被害状況を把握し、国民の安全な避難行動に資する技術や迅速な復旧を可能とする技術等の研究開発を推進することが取り上げられている。

また、「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」(令和元年5月31日中央防災会議決定)や「首都直下地震緊急対策推進基本計画」(平成27年3月31日閣議決定)、「気候変動適応計画」(平成30年11月27日閣議決定)、「水循環基本計画」(令和2年6月16日閣議決定)、「国土強靱化基本計画」(平成30年12月14日閣議決定)等、防災に関する政府計画を着実に推進し、大規模災害や気候変動に関する政府目標を達成することが重要である。

これらを踏まえ、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」(以下、「本SIP」という。)においては、以下の事項を考慮した研究開発を実施し、適切な避難により国民一人ひとりの命を守り、広域的な経済活動の早期復旧が可能となる社会を実現する。

- ① 政府が計画を策定する、国家的な危機をもたらす大規模災害への対策と、顕在化すると甚大な被害をもたらす気候変動による影響への適応(線状降水帯対策、スーパー台風対策、水資源確保)が必要
- ② 上記①の対策のためには、広域かつ迅速に災害状況を把握する必要があり、衛星データを活用した被災状況解析・予測が不可欠
- ③ さらに、最前線で住民の命を守る市町村の災害対応力の向上が必要

(3) 目標・狙い

① Society 5.0 実現に向けて

近未来に想定される大規模災害や気候変動により激甚化する災害への対応においては、自助、共助、公助による自律的な最善の対応ができる社会を構築する必要がある。

本SIPでは、これを「災害時のSociety 5.0」と定義し、防災分野における研究開発の全体像を俯瞰し、大規模災害時の避難支援や緊急対応の情報提供や広域経済活動の復旧支援、気候変動で激化する風水害や渇水対策の強化や市町村等行政の対応力向上をもって国家レジリエンス(防災・減災)の強化に取り組むこととする。さらに、防災分野における新しい社会ニーズに対応した研究開発の推進方を検討する。

防災に関する政府計画（例えば、南海トラフ地震の被害想定について死者 33 万人超を概ね 8 割以上削減等）の実施に必要な主要な研究開発項目の全てについて、実用に供し得るレベルのシステム開発を完了し、社会実装の目処を付ける。具体的には、本 SIP で対象とする、政府の災害対応における「避難・緊急活動支援統合システム」及び市町村の災害対応における「市町村災害対応統合システム」の2つの統合システムについて、最先端技術を取り入れたシステム開発を行い、官民含めた広く関係機関の参加を得た実証実験によってその有効性を実証するとともに、国及び異なるタイプの複数の自治体で実用化する。

Society 5.0 実現に向けたデータ連携基盤のアーキテクチャ設計・構築を着実に推進するため、防災分野においては、Society 5.0 リファレンスアーキテクチャに基づき、他分野との相互運用性確保に向け、災害動態等の防災データを防災対応機関等間で共有する上記の2つの統合システムの基盤となる防災アーキテクチャを構築する。さらに、防災アーキテクチャを活用したデータ連携等により、ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術、自動運転、AI ホスピタルによる高度診断・治療システム、スマート物流サービス、光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術など、他の SIP 課題との連携を推進し、Society 5.0 の実現を目指す。

② 社会面の目標

将来の大規模災害に対し、国民の安全・安心と、我が国の国際プレゼンス・産業力を確保することに貢献する。

具体的には、一人ひとりの避難を確実にし、逃げ遅れによる死者ゼロを目指す研究開発を行い、広域経済を早期に復旧することで、被災者がいち早く通常の生活に戻ることができる社会を実現するとともに、南海トラフ地震や首都直下地震の基本計画、気候変動適応計画等、防災に関する政府計画を着実に実施することにより、国家レジリエンス（防災・減災）を強化することで、諸外国からの信頼を維持する。

新型コロナウイルス感染症の世界的流行により、顕在化した感染症に対する社会システムの脆弱性に対し、次世代モビリティによる感染症・防災対応を実現することで、国民の安全と安心を確保する。

③ 産業的目標

広域経済の早期復旧支援に関する技術の開発により、いかなる事態が発生しても機能不全に陥らない経済社会システムの確保を目標とし、各企業と所属する地域社会が協働して取り組むことによって投資を効率化しつつ大規模災害時における我が国産業の事業継続（人材確保、サプライチェーン確保等）を達成することに貢献する。

上記の他、本 SIP で開発する研究開発成果は、大規模自然災害の脅威にさらされている他の国々の防災戦略のモデルとして参考となるもので、とりわけ経済発展が著しい一方で多種多様な災害に見まわれるアジア圏諸国への技術移転に貢献する。また、防災を取り巻く産業発展のため、技術開発を進めるに当たっては、「協調領域」を設定し「競争領域」と峻別するオープン・クローズ戦略を立案する。

特に、国内外の多数の衛星を活用する技術に関しては、世界の衛星 200 機利用を目指した国際展開を図る。また、広く活用されている地上デジタル放送波による気象状況把握の国際展開を目指す。

④ 技術的目標

本 SIP では、特に革新的な技術開発として、衛星観測データの真に役立つ活用を目指す。

そのため、様々な計測機器を搭載した国内外の多数の衛星を迅速に防災に利用する技術を開発する。また、衛星で取得されるデータを一元化・共有し、防災のみならずより一般的に活用できる仕組みを作る。

さらに、準天頂衛星等を活用し災害時の通信途絶領域を解消し、いかなる状況下においても国民に確実に情報を提供できる技術開発を目指す。

また、高層ビルや巨大構造物等の大型構造物に関して、より精度の良い地震時の安全性の評価が可能となる技術開発を目指す。

⑤ 制度面等での目標

本 SIP において開発される技術を社会に実装し、災害対応オペレーションを実行するために、新たなルールや規制緩和等が必要となる場合が予想される。例えば災害時における水源として地下水を利用するためには、新たなマネジメントのための手法やルール作りが必要となる。この様なルールの制定や規制緩和が必要な場合には、積極的に対応する。

⑥ グローバルベンチマーク

国連大学が世界の 171 カ国を評価した自然災害のリスク調査によると、自然災害に見舞われる可能性は4位と危険性が高くなっているが、それに対応するための対応能力の高さが世界 14 位であり、総合的な自然災害リスクは 17 位にまで低下するという結果となっている。これを踏まえて、対応能力の更なる向上を図ることにより自然災害リスクのさらなる低減を目指す。

我が国は、これまでの災害の経験を踏まえ防災関連の技術を蓄積し、災害リスクの高い諸外国の防災対策に対して技術協力を行ってきた。2015 年3月に第3回国連防災世界会議で採択された「仙台防災枠組 2015－2030」(平成 27 年3月 18 日採択)においても、先進国から途上国への技術移転の必要性が言及されており、また、本 SIP の課題でもテーマとしている気候変動への対応については、SDGs(持続可能な開発目標)として国際的にも喫緊の課題となっていることから、国内の展開のみならず各国に対しても研究開発の成果を積極的に展開することを目指す。

具体的には、日本のこれまで培われた防災の知見を活用し、防災先進国として、レジリエンスの概念を標準化することで迅速な回復能力を向上させるため国際標準化(ISO 化)に取り組むとともに、国際評価を実施し、国際比較が可能な技術に関しては、必要に応じてグローバルベンチマーク調査を実施し、そこで得られた知見を研究開発及びピアレビューで活用する。

⑦ 自治体等との連携

本研究により開発する市町村災害対応統合システムが市町村で活用されるようになると、市町村レベルでの適切な避難勧告・指示の判断、人的・物的資源の適正配分が実現される。この実現に向けて、モデル市町村を定めて首長等による適切な住民避難のための判断支援、市町村職員による防災訓練・リスク評価訓練等を実証し、その結果を他の市町村に展開する。また、自治体災害対策全国会議等の自治体が集まる組織と連携することにより、本 SIP による技術開発の普及と実装を図る。

大規模地震・火山災害や気候変動により激甚化する風水害に対し、大規模災害対応オペレーションを実行するため、衛星、AI、ビッグデータ等を利用する国家レジリエンス強化の新技術を研究開発し、政府と市町村に実装することにより、市町村の対応力を強化し、適切な避難によって国民一人ひとりの命を守り、広域的な経済活動の早期回復が可能となる社会を実現する。



(避難・緊急活動支援)

～避難・緊急活動支援統合システムの研究開発～

- 担 当 S P D：中埜 良昭（所属先：東京大学生産技術研究所）
○研 究 責 任 者：臼田 裕一郎（所属先：国立研究開発法人防災科学技術研究所
国家レジリエンス研究推進センター）
○社会実装責任者：花島 誠人（所属先：国立研究開発法人防災科学技術研究所
国家レジリエンス研究推進センター）
○参画機関：株式会社日立製作所、株式会社ウェザーニューズ、国立研究開発法人情報通信研究
機構、株式会社構造計画研究所、日本アンテナ株式会社（2018～2020 年度）、産業

技術大学院大学、KDDI 株式会社、株式会社国際電気通信基礎技術研究所、沖電気工業株式会社、芝浦工業大学、東京工業大学、独立行政法人国立病院機構本部 DMAT 事務局、広島大学、日本赤十字社医療センター、浜松医科大学、一般社団法人 RCF、京都大学防災研究所、株式会社 NTT データ関西（2020 年度）、株式会社 SBS 情報システム（2020 年度）、日本無線株式会社（2020 年度）、株式会社ファルコン（2020 年度）、三菱電機株式会社（2020 年度）、日本電気株式会社（2020 年度）、富士通株式会社（2020 年度）

○研究開発の目的

大規模自然災害に対して政府・自治体や関係者全体が連携を図った取組を進める一方、毎年のように人命が失われる災害が全国各地で発生している。災害現場での対応力を継続的に強化することも必須である。大規模地震時をはじめとする災害発生時の避難支援に関する情報提供や、また特に、市町村長の避難勧告・指示の発令においては、水害、土砂災害、高潮・高波、津波、火山噴火等に係る情報に基づいた的確な判断が求められており、さらに、福祉行政等とも連携した総合的な対応が課題となっている。また、国民一人ひとりの命を守るためには、各種災害からの確実な避難の実現が必要であり、避難のリードタイムを確保するために災害を事前に予測し、いかなる状況においても国民一人ひとりに必要なタイミングで必要な情報を伝達することにより、適切に避難行動がとれるようにする必要がある。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

関係機関と連携しつつ、国が避難・緊急活動支援システムを運用することにより、政府の緊急対応の充実を図るとともに、自治体及び国民一人ひとりに、避難に必要な災害情報や必要な物資を提供し、ライフライン等の復旧や災害時保健医療の効率化を実現する。

○技術的課題と目標（アウトプット）

大規模災害に対する広域避難・緊急活動の確実な実施を阻む最大の要因は、災害時における社会動態の把握ができていないことである。このため、従来の自然災害観測網に加えて、災害時の社会動態を観測することで、災害の時空間的な動態（以下、災害動態）を把握し、緊急対応や避難誘導等に有益な情報を抽出する社会動態把握技術を開発する。併せて通信途絶領域においても即時に情報を伝達する技術を開発する。

○コア技術

複数の災害対応機関が同時並行的に活動する際のシステム化技術として、疎結合による互いの各機関システム間の処理連動と各システム上の機関の活動状況情報の処理を行える非同期型連動機構を開発する。さらに、開発中の防災チャットボットをインターフェイスとして避難行動と避難状況を模擬する避難者モデルをサイバースペースに自動構築するデジタルツイン技術を開発する。

○研究開発の内容

大規模災害や気候変動により激甚化する災害に対する広域避難・緊急活動を政府として確実に実施し、国民一人ひとりに対する避難に必要となる災害情報提供を実現する避難・緊急活動支援統合システムを開発する。本システムは、避難・緊急活動支援に必要となる各種災害関連情報について、テーマⅡ～Ⅶで開発する各種システムと有機的・統合的にシステム化することにより、効果の最大化を図るものとする。また、全国の市町村が適切な避難勧告・指示を行えるよう、特にテーマⅦで開発する市町村災害対応統合システムとの密接な連携を図るものとする。

○サブテーマ

本研究開発は、以下のサブテーマ 6 件で構成される。

- ・サブテーマⅠ-1 災害動態解析と統合化システム連動技術の研究開発
- ・サブテーマⅠ-2 対話型災害情報流通基盤の研究開発
- ・サブテーマⅠ-3 通信途絶領域解消技術の研究開発
- ・サブテーマⅠ-4 道路・海上交通解析技術と連携した物資供給支援技術の研究開発
- ・サブテーマⅠ-5 保健医療福祉活動支援の需要算出・最適供給技術の研究開発
- ・サブテーマⅠ-6 SIP4D を活用した災害情報リアルタイム共有促進技術の研究開発（2020 年度限り）

○研究開発期間：2018 年度～2022 年度

○2018 年度補正予算の所要経費：1.2 億

○2019 年度当初予算の所要経費：6.0 億

○2019 年度補正予算の所要経費：7.7 億

○2020 年度当初予算の所要経費：6.0 億

○2021 年度当初予算の所要経費：7.7 億

○2022 年度当初予算の所要経費：6.5 億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。

研究開発チーム

統括：国立研究開発法人 防災科学技術研究所 研究責任者：臼田 裕一郎

1. 災害動態解析と統合化システム連動技術の研究開発

国立研究開発法人 防災科学技術研究所
研究責任者：臼田 裕一郎
実施項目もしくは役割：避難・緊急活動支援技術の研究開発
社会実装責任者：花島 誠人

㈱日立製作所
主たる共同研究者：谷本 幸一
実施項目もしくは役割：各種システムとの有機的・統合的システム化技術の研究開発
社会実装担当者：堀川 茉佑子

京都大学防災研究所
主たる共同研究者：畑山 満則
実施項目もしくは役割：SIP4D共通APIの開発とSTePの接続に向けた検討
社会実装担当者：廣井 慧

2. 対話型災害情報流通基盤の研究開発

㈱ウェザーニューズ
主たる共同研究者：萩行 正嗣
実施項目もしくは役割：災害時社会動態観測伝達基盤（主要部）の構築
社会実装担当者：上谷 珠視

国立研究開発法人 情報通信研究機構
主たる共同研究者：大竹 清敬
実施項目もしくは役割：災害時社会動態観測伝達基盤（要素技術）の構築
社会実装担当者：大竹 清敬

3. 通信途絶領域解消技術の研究開発

㈱構造計画研究所
主たる共同研究者：濱田 高志
実施項目もしくは役割：準天頂衛星の災害時通信とスマホデリレー技術の連携システム構築等、研究開発事業の全般管理
社会実装担当者：佐藤 壮

国立研究開発法人 情報通信研究機構
主たる共同研究者：久利 敏明
実施項目もしくは役割：通信途絶領域解消のための通信網構築技術に関する研究開発
社会実装担当者：大和田 泰伯

㈱KDDI
主たる共同研究者：川瀬 俊哉
実施項目もしくは役割：飛行体及び移動体通信システムを用いた双方向通信技術
社会実装担当者：川瀬 俊哉

東京都立産業技術大学院大学
主たる共同研究者：嶋津 恵子
実施項目もしくは役割：災害通報用情報システムと搭載用再起通報情報アーキテクチャの開発
社会実装担当者：嶋津 恵子

株式会社 国際電気通信基礎技術研究所
主たる共同研究者：坂野 寿和
実施項目もしくは役割：通信途絶領域解消のための通信網活用技術に関する研究開発
社会実装担当者：坂野 寿和

4. 道路・海上交通解析技術と連携した物資供給支援技術の研究開発

沖電気工業株
主たる共同研究者：中川 寛崇
実施項目もしくは役割：災害時における車両動態の収集・解析及び活用に関わる研究開発
社会実装担当者：弘瀬 一毅

㈱構造計画研究所
主たる共同研究者：米山 照彦
実施項目もしくは役割：海上交通の現状・動向を解析する技術の連携システム構築等
社会実装担当者：佐藤 壮

（株）日立製作所
主たる共同研究者：小林 賢司
実施項目もしくは役割：物資支援技術の研究開発
社会実装担当者：堀川 茉佑子

RCF
主たる共同研究者：藤沢 烈
実施項目もしくは役割：物資支援技術の研究開発
社会実装担当者：藤沢 烈

5. 保健医療福祉活動支援の需要算出・最適供給技術の研究開発

芝浦工業大学
主たる共同研究者：市川 学
実施項目もしくは役割：システム全体の設計と実装、実証実験の計画、保健医療Gの取りまとめ
社会実装担当者：市川 学

東京工業大学
主たる共同研究者：小野 功
実施項目もしくは役割：システム全体の設計と実装
社会実装担当者：小野 功

国立病院機構本部DMAT事務局
主たる共同研究者：近藤 久禎
実施項目もしくは役割：DMATおよびDPATの需要供給の定式化、実証実験の計画/実施
社会実装担当者：近藤 久禎

日本赤十字社医療センター
主たる共同研究者：丸山 嘉一
実施項目もしくは役割：東京DMAT・日赤救護班の需要供給の定式化、実証実験の計画/実施
社会実装担当者：丸山 嘉一

浜松医科大学
主たる共同研究者：尾島 俊之
実施項目もしくは役割：DHEATの需要供給の定式化、実証実験の計画/実施
社会実装担当者：尾島 俊之

広島大学
主たる共同研究者：久保 達彦
実施項目もしくは役割：J-SPEEDの連携、実証実験の計画/実施
社会実装担当者：久保 達彦

図表2-2. 研究体制図(テーマ I) 2022.4.1 時点

○研究開発の最終目標（アウトカム）技術的課題と目標（アウトプット）に向けたマイルストーン

本研究開発は、アウトカムとしての社会実装を確実に達成するために、開発初期段階から最終的な運用者および利用者となりうる機関・団体（以下、想定運用者・想定利用者）の参画を得て、開発者・想定運用者・想定利用者の3者が常に議論しながら短期的な開発・評価を繰り返す「アジャイル型」の開発プロセスを導入する。加えて、2年次終了時点、3年次終了時点、5年次終了時点に明確なアウトプットを創出するためのマイルストーンを下記の通り設定する。なお、府省庁・関係機関・自治体等が実施する訓練に積極参画するとともに、開発期間中に実際に災害が発生した場合には、その時点の成果を活用し実務支援にあたり、これらにより成果の検証、課題の抽出および開発へのフィードバックを行う。

【中間目標（2020年度末時点）】

3年次終了時点で、各研究開発項目の機能および連動を実現し、本研究開発により最終的に達成するアウトプットおよびアウトカムを想定運用者・想定利用者が実務に即して体感できるシステム（プロトタイプシステム）を構築する。これを想定運用者・想定利用者が実験的に運用・利用し、実務の流れの中で本研究開発が有効なものであるかどうかを評価（有効性評価）する。プロトタイプシステムでは、各サブテーマにて開発するコア技術を実装するとともに、他テーマⅡ～Ⅶで開発されるシステムとの相互連動を有機的統合アーキテクチャにより実現し、避難・緊急活動支援統合システムの全体像を提示する。有効性評価については、避難・緊急活動に係る府省庁・関係機関・自治体等が実施する訓練にプロトタイプシステムを導入し、開発者・想定運用者・想定利用者3者による検証を行うとともに、訓練に係る全体のスループットがどれだけ改善するかを定量的に評価する。これにより、開発者・想定運用者・想定利用者の3者間の最終的なアウトプットおよびアウトカムに関する社会実装実施可否に対する共通認識を確立するとともに、社会実装に必要な技術的・運用的要件を明らかにする。さらに、基盤的防災情報流通ネットワーク（SIP4D）と都道府県災害情報システムとの接続による情報共有自動化のための技術開発と実証を行う。加えて、COVID-19の対策を考慮した上で、広域災害対応の指揮を執る都道府県知事的意思決定支援をターゲットに、防災分野と感染症対策分野を横断的に情報共有する技術、感染シミュレータと避難者の意思・健康状態申告を踏まえた最大限合理的な避難動態予測技術を開発することで、危機管理・保健医療体制の逼迫を抑制するとともに、感染症対策の影響による逃げ遅れの発生や避難所での感染症拡大等の二次被害の発生を防ぎ、国家レジリエンス（防災・減災）のさらなる強化を目指す。

【最終目標（2022年度末時点）】

最終年次第2四半期終了時点で、本研究開発により最終的に達成するアウトプットである実運用レベルの避難・緊急活動支援統合システム（実運用システム）を構築する。これを想定運用者・想定利用者が実務の中で運用・利用し、本システムの実運用における可能性を評価（実運用性評価）する。開発される実運用システムは、そのまま実運用に耐えうるシステムであることを前提とするが、運用システムのスケールが実運用の水準に満たない場合は、実運用に要する予算規模を定量的に明らかにする。実運用性評価は、避難・緊急活動に係る府省庁・関係機関・自治体等が実

施する実務に実運用システムを導入することを想定し、開発者・想定運用者・想定利用者 3 者による評価を行うとともに、実務に係る全体のスループットを明らかにし、これに即した実務対応手順、実務体制を提案する。さらに、研究開発では解決できない社会実装のための制度的課題等を明らかにし、その改善策を提案する。さらに、ポスト COVID-19 の新しい社会常態に対応した脱三密型災害対応モデルを提示する。これらを踏まえ、最終年次終了時点で、想定運用者への実装に向けた運用調整、体制整備等を行い、社会実装を実現する。

① 大規模災害対応

① - 1 被災状況解析・予測

テーマⅡ：被災状況解析・共有システム開発

～衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発～

○担 当 S P D：岩崎 晃（所属先：東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻）

○研 究 責 任 者：六川 修一（所属先：国立研究開発法人防災科学技術研究所
国家レジリエンス研究推進センター）

○研究副責任者(兼)社会実装責任者：田口 仁
（所属先：国立研究開発法人防災科学技術研究所
国家レジリエンス研究推進センター）

○社会実装責任者：酒井 直樹（所属先：国立研究開発法人防災科学技術研究所
国家レジリエンス研究推進センター）

○参画機関：富士通株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、さくらインターネット株式会社（2018～2020 年度）、山口大学、BIPROGY 株式会社、東京大学、国立研究開発法人建築研究所、中部大学、公益財団法人日本測量調査技術協会、アジア航測株式会社、国際航業株式会社、株式会社パスコ、いであ株式会社、パシフィックコンサルタンツ株式会社、株式会社建設技術研究所、国立研究開発法人土木研究所、一般財団法人日本気象協会、鹿児島大学、一般財団法人砂防・地すべり技術センター、一般財団法人消防防災科学センター

○研究開発の目的

「第 5 期科学技術基本計画」（平成 28 年 1 月 22 日閣議決定）において、国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現のために、災害を予測・察知してその正体を知る技術、発災時に被害を最小限に抑えるために、早期に被害状況を把握し、国民の安全な避難行動に資する技術や迅速な復旧を可能とする技術等の研究開発を推進することが取り上げられている。南海トラフ地震等の大規模災害発災時には、社会インフラの分断・損壊等により、被災状況が把握できない「状況不明エリア」が広域に渡って生じる恐れがあるが、このような状況下においても広域避難・緊急活動を政府として確実に実施するためには、広域かつ迅速に災害状況を把握する必要がある。近年、多くの SAR 衛星、光学衛星が運用されるようになり、こうした衛星を活用した即時的な被災状況解析・予測技術の実現を目指す。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

関係機関と連携しつつ、国が被災状況解析・共有システムを運用し、衛星データの情報を一元化・共有することで、発災直後の被災状況を把握する。さらには、災害対応主体が被災状況を基にリアルタイムの広域の被災予測を行うことで、政府の大規模災害等に対する緊急対応の充実に図るとともに、確実な避難を実現する。

○技術的課題と目標（アウトプット）

迅速かつ確実な判断とこれに基づく災害対応を阻む最大の要因は、被害の全貌把握に時間を要していることである。このため、衛星データ等を用いて、一定の条件下において、昼夜、天候を問わず、数百 km 四方の範囲の被害状況を政府の防災活動に資するよう発災後 2 時間以内に観測・分析・解析する技術を開発する。

○コア技術

災害発生前の予測情報を活用し災害発生を事前にあるいは直後に把握し、観測すべきエリアを特定するトリガリング情報生成技術と国内外 200 機の衛星と連携・協調し短期間の観測及び迅速なデータを提供するリモートセンシング観測を最適化する衛星コンステレーションを活用した技術を開発する。

○研究開発の内容

迅速かつ確実な判断とこれに基づく災害対応の確実な実施のため、衛星データや、ビッグデータを、AI 等を活用して解析することで被災状況を把握するとともに、ニーズに応じて被災状況を共有する、被災状況解析・共有システムを開発する。本システムは、データに基づく被災状況解析を補完することで、リアルタイムで広域の被災状況を予測する機能を備える。また、本システムは、テーマ I で開発する「避難・緊急活動支援統合システム」と有機的・統合的にシステム化することを前提として開発する。

○サブテーマ

本研究開発は、以下のサブテーマ 3 件で構成される。

サブテーマⅡ-1 衛星データ等即時一元化・共有システム開発

サブテーマⅡ-2 衛星データ解析技術開発

サブテーマⅡ-3 災害別予測・解析技術開発

○研究開発期間：2018 年度～2022 年度

○2018 年度補正予算の所要経費：1.0 億

○2019 年度当初予算の所要経費：4.5 億

○2020 年度当初予算の所要経費：4.9 億

○2021 年度当初予算の所要経費：4.9 億

○2022 年度当初予算の所要経費：4.5 億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。

研究開発チーム

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

研究責任者：六川 修一、副責任者：田口 仁

実施項目もしくは役割：全体統括（運営委員会の運営、工程管理、社会実装調整）、リモートセンシングデータ即時一元化・共有システムの研究開発の統括、自然災害発生トリガリングシステム開発

社会実装責任者：田口 仁、酒井 直樹

1. 衛星データ等即時一元化・共有システム開発

富士通(株)

主たる共同研究者：矢部 典雄

実施項目：セレクターマネジメントシステムの研究開発

社会実装担当者：長谷 一也

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 衛星利用運用センター

主たる共同研究者：川北 史朗

実施項目：衛星セレクターシステムの高度化

社会実装担当者：桐谷 浩太郎

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 航空技術部門

主たる共同研究者：小林 啓二

実施項目：被災地航空管理システムの開発

社会実装担当者：小林 啓二

山口大学

主たる共同研究者：長井 正彦

実施項目：モデル地域における実証実験

社会実装担当者：長井 正彦

BIPROGY 株式会社

主たる共同研究者：堀田 尋史

実施項目：地方自治体での実証実験

社会実装担当者：高見 清

さくらインターネット(株) 2018～2020年度

主たる共同研究者：須藤 武文

実施項目：リモートセンシングデータ提供プラットフォーム開発

社会実装担当者：鈴木 仁志

2. 衛星データ解析技術開発

公益財団法人 日本測量調査技術協会

主たる共同研究者：斉藤 和也

実施項目：災害時撮影情報提供システムの構築

社会実装担当者：藤本 直也

東京大学大学院 新領域創成科学研究科

主たる共同研究者：松島 潤

実施項目：AI等による被災状況把握技術開発

社会実装担当者：中村 貴子

国立研究開発法人 建築研究所

主たる共同研究者：阪田 知彦

実施項目：建築物被害把握技術開発

社会実装担当者：片山 耕治

アジア航測(株)

主たる共同研究者：山口 和也

実施項目：光学衛星データによる浸水範囲浸水深分布推定技術の開発

社会実装担当者：金田 真一

国際航業(株)

主たる共同研究者：津野 浩一

実施項目：衛星SAR合成開口レーダデータによる浸水範囲推定・浸水深推計調査技術に関する研究開発

社会実装担当者：新井 邦彦

(株)パスコ

主たる共同研究者：洲浜 智幸

実施項目：災害時に於ける光学及びSAR衛星データによる、河道閉塞・崩壊・土砂洪水等の半読データ整備並びにリアルタイム判読技術の開発とその実証

社会実装担当者：下村 博之

3. 災害別予測・解析技術開発

洪水

中部大学

主たる共同研究者：福井 弘道

実施項目：研究チームの統括と有機的な連携、GIS上でのシステムの統融合

社会実装担当者：杉田 暁

東京大学 生産技術研究所

主たる共同研究者：芳村 圭

実施項目：日本全域洪水概況予測研究開発

社会実装担当者：芳村 圭

(株)建設技術研究所

主たる共同研究者：永矢 貴之

実施項目：時系列浸水区域予測手法の開発

社会実装担当者：伊藤 猛

いてあ(株)

主たる共同研究者：小澤 宏二

実施項目：衛星データ等解析結果と画像認識技術を活用した浸水区域予測情報取得技術に関する研究開発

社会実装担当者：矢沼 伸行

パシフィックコンサルタンツ(株)

主たる共同研究者：高西 春二

実施項目：広域的な浸水エリアを対象にしたリアルタイム洪水氾濫シミュレーションモデルの開発

社会実装担当者：堀江 真

火山

国立研究開発法人 土木研究所

主たる共同研究者：今森 直紀

実施項目：火山灰の堆積地域における土石流発生リスク評価システム

社会実装担当者：石田 孝司

東京大学 地震研究所

主たる共同研究者：金子 隆之

実施項目：衛星赤外・SAR画像による溶岩流および火砕流の分布把握と被害域推定システムの開発

社会実装担当者：安田 敦

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

主たる共同研究者：小澤 拓

実施項目：衛星SAR解析および降灰シミュレーションによる広域降灰厚分布把握技術の開発

社会実装担当者：藤田 英輔

鹿児島大学

主たる共同研究者：西 隆昭

実施項目：機動的降灰観測レーダの開発

社会実装担当者：中村 啓彦

一般財団法人 日本気象協会

主たる共同研究者：寺谷 拓治

実施項目：降灰量推定・ナウキャストの高度化

社会実装担当者：内田 良始

一般財団法人 砂防・地すべり技術センター

主たる共同研究者：菊井 稔宏

実施項目：火山灰の堆積地域における土石流発生リスク評価システム

社会実装担当者：吉田 真也

地震火災

国立研究開発法人 建築研究所

主たる共同研究者：成瀬 友宏

実施項目：火災画像解析システム開発及び火災延焼リスク評価技術開発

社会実装担当者：片山 耕治

一般財団法人 消防防災科学センター

主たる共同研究者：黒田 洋司

実施項目：火災シミュレーションの開発・実装

社会実装担当者：一町田 一三

表2-4. 研究体制図(テーマⅡ) 2022.4.1 時点

○研究開発の最終目標（アウトカム）技術的課題と目標（アウトプット）に向けたマイルストーン
【中間目標（2020 年度末時点）】

衛星データの「即時一元化・共有システム」として、災害対応機関やモデル自治体における訓練または実証実験が可能なプロトタイプを開発し、関係省庁等との連携およびサブテーマⅡ-2やⅡ-3の成果を一部反映する。衛星データ解析技術開発は、災害未満を含む大量の衛星画像データにより災害検知能力を高め、解析結果を出力可能なプロトタイプを開発すると共に、「即時一元化・共有システム」に部分的に反映する。災害別予測・解析技術開発は、予測結果等を出力可能なプロトタイプを開発すると共に、「即時一元化・共有システム」と部分的な接続を行う。社会実装に向けては、内閣府（防災担当）「国と地方・民間の『災害情報ハブ』推進チーム」と連携したりリモートセンシングデータの利用に向けたルールの検討に着手するほか、関係省庁や外部機関等との連携関係を拡大すると共に、研究終了後のシステムの本格運用に向けた運用先候補を検討し、調整を開始する。

【最終目標（2022 年度末時点）】

各プロトタイプシステムを拡張・高度化して接続を実現する。衛星データ解析技術および災害別予測・解析技術開発については、プロトタイプシステムをベースに実運用レベルのシステムとして拡張・高度化を行う。その上で本テーマ内の各サブテーマ、モデル自治体、他テーマを担当する機関、実務機関等と連携した総合的な訓練や実証実験、災害対応等を実施し、評価・検証を経て確立する。衛星データ解析技術を活用し、一定条件下における発災後2時間以内に観測・解析を実現するシステム技術として確立する。社会実装としては、内閣府や総務省、文部科学省、国土交通省等と連携し、開発した各システムの実運用・実稼働のための運用先の道筋をつける。内閣府（防災担当）「国と地方・民間の『災害情報ハブ』推進チーム」をはじめとした関係機関との連携により本システムの利用を前提としたリモートセンシングデータの利活用ルール等を確立する。AI等を活用した衛星データ解析技術の標準化を進め、協調領域・競争領域を明確化する。これらの研究成果および社会実装に基づき、政府の大規模災害等に対する緊急対応の充実を図るとともに、確実な避難に貢献する。また、本研究開発の成果は防災分野以外の民間における利用についても想定しており、平時における利用方法を明らかにし、商用サービス化を目指す。

① - 2 広域経済早期復旧支援

テーマⅢ：広域経済早期復旧支援システム開発

～産官学協働による広域経済の減災・早期復旧戦略の立案手法開発～

2020 年度末をもって研究開発を終了

- 担 当 S P D：渡辺 研司（所属先：名古屋工業大学大学院工学研究科）
- 研 究 責 任 者：新井 伸夫（所属先：名古屋大学減災連携研究センター）
- 社会実装責任者：西川 智（所属先：名古屋大学減災連携研究センター）
- 参画機関：名古屋大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、京都大学

○研究開発の目的

南海トラフ巨大地震については、考えられる最大規模のものが起こった場合、死者は 23 万人あまり、経済被害は直接被害額が 171 兆円、間接被害額が 36 兆円にも上ると想定されている（2019 年度に公表された中央防災会議の試算）。このような甚大な被害を考えると、事前対策により犠牲者を減少させることはもちろんのこと、事前の準備により経済被害をいかに軽減することができるか、ダメージを受けた広域経済をいかに早期復旧するかということも解決すべき課題と言える。被災者がいち早く通常の生活に戻ることができるようになるためにも、広域経済を一日も早く復旧できるよう、個別企業の BCP のみならず、地域ぐるみでの BCP の作成が求められている。これらの課題を解決し、大規模災害が発生した際の広域的な経済への影響を大きく軽減することを目指す。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

地域協議会等が地域の経済活動への影響評価システムを運用することにより、企業や地域が BCP 訓練に活用するとともに、発災時には、政府の現地対策本部が参照し、社会基盤やライフラインの復旧手順の判断に活用することで災害の状況に応じた広域経済の早期復旧を実現する。

○技術的課題と目標（アウトプット）

大規模災害に対する広域経済の早期復旧を阻む最大の要因は、地域経済における早期復旧のボトルネックが事前に識別できていないこと、及び適切な資源配分（復旧すべきライフラインと生産施設の優先順位付け）の判断ができないことである。このため、被災状況に応じた広域とローカルの経済被害の関係を明らかにした上で、経済復旧のボトルネックを事前に識別する技術、及び、復旧の資源制約がある中で、地域の様々なステークホルダーに葛藤調整を促す技術を開発し、これらの技術を集約した地域の経済活動への影響評価システムを開発する。

○コア技術

現実世界での時間軸に加え、現実には起きていない多重仮想時間軸も同時に考慮した基盤を構築し、データベースとの組み合わせで、GIS 上において、復旧シナリオ順位付けが可能なパラレルワールド意思決定支援システムを開発する。

○研究開発の内容

関係機関の協力の下、地域 BCP の作成や、主要インフラ被災状況の迅速なモニタリングに基づいた最適な応急復旧の支援を行う広域経済早期復旧支援システムを開発する。本システムはテーマⅠで開発する「避難・緊急活動支援統合システム」と有機的・統合的にシステム化すること、テーマⅣで開発する「非常時地下水利用システム」の成果を活用することを前提として開発する。

○サブテーマ

本研究開発は、以下のサブテーマ 2 件で構成される。

- サブテーマⅢ-1 インフラ復旧優先順位付けシステムのための並行時空管理基盤研究開発
 サブテーマⅢ-2 広域、および地域の社会・経済活動の視点での被害予測・復旧効果評価システム開発

○研究開発期間：2018 年度～2020 年度

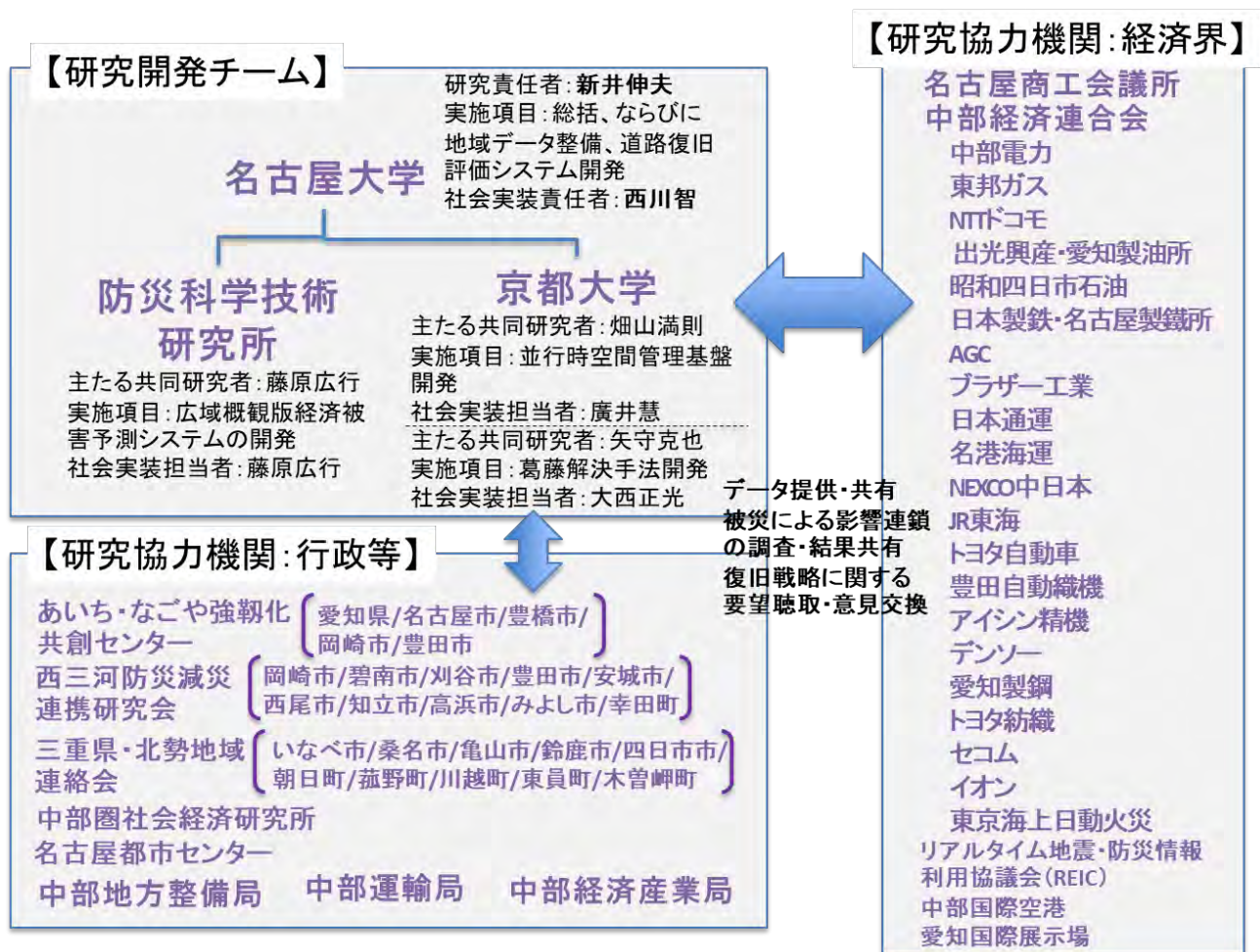
○2018 年度補正予算の所要経費：0.3 億

○2019 年度当初予算の所要経費：1.2 億

○2020 年度当初予算の所要経費：0.9 億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。



図表2-6. 研究体制図(テーマⅢ)

○研究開発の最終目標（アウトカム）技術的課題と目標（アウトプット）に向けたマイルストーン
 【中間目標（2020 年度末時点）】

テストフィールドとしている西三河地域を対象に、社会・経済活動を評価するために必要とな

る基本的なデータを整備する。地域経済の早期復旧の鍵を握る道路インフラ復旧について、復旧順位の決定を支援するシステム「道路インフラ復旧優先順位決定システム」（〈優先順位決定システム〉）のプロトタイプを開発する。システム開発にあたって、サブテーマⅢ-1 ではその基盤を、サブテーマⅢ-2 では、基盤システムのもとで地域の道路ネットワーク復旧のパフォーマンスを評価するシステムを開発する。また、広域の視点から経済被害を概観するシステムのプロトタイプも開発する。優先順位決定システムを用いて、道路復旧に関して生じる葛藤を調整（コンフリクト・マネジメント）するためのワークショップ手法を行い、その効果を検証する。

【最終目標（2022 年度末時点）】

2020 年度末をもって研究開発を終了。

①－3 水資源の効率的確保

テーマⅣ：災害時地下水利用システム開発

～災害時や危機的渇水時における非常時地下水利用システムの開発～

○担 当 S P D：辻村 真貴（所属先：筑波大学生命環境系）

○研究責任者：沖 大幹（所属先：東京大学未来ビジョン研究センター）

○社会実装責任者：勢田 昌功（所属先：公益団法人リバーフロント研究所企画グループ）

○参画機関：東京大学、芝浦工業大学、大阪府立大学、筑波大学、東京農工大学、株式会社地図環境テクノロジー、応用地質株式会社、公益財団法人リバーフロント研究所

○研究開発の目的

持続可能な社会を構築するため、地震、洪水等の災害や危機的な渇水等、発生頻度は低いものの水供給に大きな影響を及ぼすリスクに対して、最低限必要な水を確保するシステムの確立が求められている。

本研究は、環境に大きな影響を及ぼすことなく地域の実情に応じて非常時に利用できる地下水を定量的に明らかにし、非常時でも強靱な水供給システムを開発することにより、水供給サービスの被害最小化に資することを目的とする。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

政府、自治体や流域協議会（水循環基本計画に定める流域水循環協議会）が非常時地下水利用システムを実装することにより、渇水時における取水調整の最適化、災害拠点病院や水道事業者等の BCP 反映による避難所・災害拠点における水源確保を実現する。

○技術的課題と目標（アウトプット）

災害時や渇水時の地下水利用を阻む最大の要因は、地下水の現状把握や将来予測ができていないことである。このため、新たに、衛星や UAV を活用した地盤沈下等モニタリング体制を構築するとともに、三次元水循環モデル等を用いて、地下水賦存量や取水可能量を把握し、地下水位を予測するような解析技術を開発する。

○コア技術

関東平野および濃尾平野を対象に、災害時シナリオに沿った地下水利用に伴う地下水の挙動と地盤沈下を予測できる三次元水循環解析モデルを構築する。

○研究開発の内容

関係機関の協力の下、災害時の緊急的な水源の確保や、渇水被害の軽減のため、非常時における水需要と表流水・地下水全体の水供給を含めた水源の確保状況を把握し、利用可能な地下水の量と場所を特定する非常時地下水利用システムを開発する。本システムはテーマⅠで開発する「避難・緊急活動支援統合システム」と有機的・統合的にシステム化することを前提として開発する。

○サブテーマ

本研究開発は、以下のサブテーマ2件で構成される。

サブテーマⅣ-1 非常時地下水利用システムの社会実装インターフェースの開発

サブテーマⅣ-2 非常時地下水利用システムに適合した三次元水循環モデルの開発

○研究開発期間：2018年度～2022年度

○2018年度補正予算の所要経費：0.3億

○2019年度当初予算の所要経費：1.7億

○2020年度当初予算の所要経費：1.6億

○2021年度当初予算の所要経費：1.9億

○2022年度当初予算の所要経費：1.6億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。



図表 2-8. 研究体制図 (テーマⅣ) 2022.4.1 時点

○研究開発の最終目標 (アウトカム) 技術的課題と目標 (アウトプット) に向けたマイルストーン
【中間目標 (2020 年度末時点)】

非常時地下水利用システムの開発・社会実装に向けて、昭和 39 年五輪渇水、平成 6 年渇水等の現実的渇水を想定した気象外力シナリオ、およびその際の揚水シナリオの作成と許容揚水量や地盤に沈下リスクを算定のうえ地図化し情報提供する非常時地下水利用システムの構築を行う。また、環境影響を考慮した地下水利用可能量評価のための統合技術の開発については、モデル地域における三次元水循環解析モデルと地盤沈下予測モデルを統合したパイロットモデルを構築するとともに、地盤沈下等モニタリング体制を整備する。さらに、地下涵養・山地流出に大きな影響を与える森林管理手法と地下水涵養量・湧水量の評価にむけて、広葉樹・里山林流域等の地下水涵養と森林管理手法の検討及び湧水分布や湧水量の評価を行い、適宜パイロットモデルへの反映・融合を図る。

【最終目標 (2022 年度末時点)】

非常時地下水利用システムの開発・社会実装に向けて、制度設計については、防災井戸及び防災

体制に関するアンケート調査の解析、災害時・危機的渇水時の海外事例収集・調査・分析を行うとともに、社会実装先との情報交換を反映したより現実的なシナリオの策定に向け、2021 年度に策定した定常シナリオを活用・発展させた、「時空間を組合わせた複合シナリオ」「気候変動シナリオ」等の検討を実施し、社会実装用の複合シナリオとして三次元水循環解析モデルに組み込む。さらに揚水規制や地盤沈下の際の社会的影響の評価やその表現方法についても検討し、社会実装時における利用者の意思決定を支援する機能として付加する。

環境影響を考慮した地下水利用可能量評価技術については、地下水涵養量や湧水量の評価を考慮した森林モデルを含む関東平野・濃尾平野三次元水循環解析モデルの信頼性の検証を行い、様々な災害時・渇水時シナリオの下で、社会実装に必要な時空間的表流水・地下水ポテンシャル情報を提供可能な三次元水循環解析モデルを開発する。さらに、地盤沈下解析と合わせた地下水利用可能量情報を作成すると共に、付随する基盤情報（気象・地質・植生・人間活動）等と合わせデータベース化する。また、空中電磁探査による地下水調査手法、および GNSS による地盤沈下観測手法の整備・提案を行う。

② 気候変動への適応

②－１ 線状降水帯対策

テーマⅤ：線状降水帯観測・予測システム開発

～線状降水帯の早期発生及び発達予測情報の高度化と利活用に関する研究～

○担 当 S P D：関 克己（所属先：公益財団法人河川財団）

○研究責任者：清水 慎吾（所属先：国立研究開発法人防災科学技術研究所
国家レジリエンス研究推進センター）

○社会実装責任者：前坂 剛（所属先：国立研究開発法人防災科学技術研究所
国家レジリエンス研究推進センター）

○参画機関：国立研究開発法人防災科学技術研究所、一般財団法人日本気象協会、福岡大学、名古屋大学、国立研究開発法人情報通信研究機構、大阪大学、東芝インフラシステムズ株式会社、日本アンテナ株式会社

○研究開発の目的

平成 26 年 8 月 20 日に線状降水帯に伴う豪雨で 77 人の死者を出した広島市では、「今回の災害につながった豪雨は、3 時間の間に急激に大雨になって降り続いたものであり、早い段階で予測することは困難であったかもしれないが、我が国においては今後もこのような豪雨による災害が起こりうるという認識に立てば、できるだけ短い時間間隔で降雨の分析や危険度判断のできるシステムを検討する必要がある」（平成 27 年 1 月 8.20 豪雨災害における避難対策等検証部会、広島市）という提言をまとめている。

顕在化すると甚大な被害をもたらす気候変動による影響に対し、国民一人ひとりの命を守るためには、線状降水帯による水害・土砂災害から確実な避難の実現が必要であり、避難のリードタイムを確保するために災害を事前に予測し、いかなる状況においても国民一人ひとりに必要なタイミングで必要な情報を伝達することにより、適切に避難行動がとれるようにする必要がある。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

市町村による避難エリアの指定や、避難勧告・指示のタイミングの判断等を可能とするよう、国が線状降水帯観測・予測システムを運用することで、線状降水帯観測・予測情報を災害対応主体に提供し、水害・土砂災害からの確実な避難を実現する。

○技術的課題と目標（アウトプット）

線状降水帯により発生する水害・土砂災害からの早期避難を阻む最大の要因は、事前に線状降水帯を把握できていないことと、それにより十分なリードタイムの確保ができないことである。このため、新たに、観測と分析を組み合わせる線状降水帯を数時間から半日前に予測する技術を開発する。

○コア技術

高度数キロmまでの水蒸気の鉛直分布を把握する鉛直昼夜観測用水蒸気ラマンライダーを開発し、水平分布に対しては、地上デジタル放送波の減衰を検知して水蒸気水平分布を把握する観測手法を確立し、これらにマイクロ放射計による観測を加え、水蒸気マルチセンシング技術を確立する。

○研究開発の内容

関係機関の協力の下、線状降水帯により発生する水害・土砂災害からの避難エリアの指定や、避難勧告・指示のタイミングの判断のため、適切な観測と分析を組み合わせる線状降水帯観測・予測システムを開発する。本システムは、線状降水帯の観測データにより地域のリスクを評価し確実な避難につなげ、また、線状降水帯の発生可能性を数時間から半日前に予測すること、積乱雲の発達可能性を発生直前や発生後に予測することを目標とする。また、本システムはテーマⅠで開発する「避難・緊急活動支援統合システム」と有機的・統合的にシステム化することを前提として開発する。

○サブテーマ

本研究開発は、以下のサブテーマ 3 件で構成される。

サブテーマⅤ-1 線状降水帯の早期予測の高度化と利活用

サブテーマⅤ-2 水蒸気・降水マルチセンシング技術開発

サブテーマⅤ-3 線状降水帯の高頻度積算雨量予測法の開発

○研究開発期間：2018 年度～2022 年度

○2018 年度補正予算の所要経費：0.4 億

○2019 年度当初予算の所要経費：3.1 億

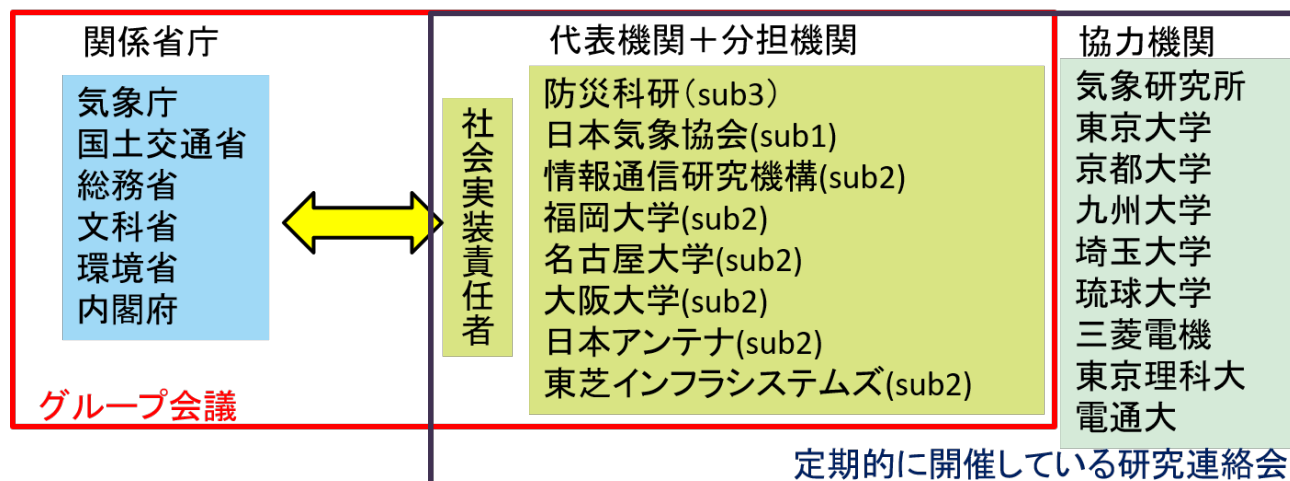
○2020 年度当初予算の所要経費：3.1 億

○2021 年度当初予算の所要経費：3.6 億

○2022 年度当初予算の所要経費：3.2 億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。



図表2－10. 研究体制図(テーマV) 2022.4.1 時点

○研究開発の最終目標（アウトカム）技術的課題と目標（アウトプット）に向けたマイルストーン
【中間目標（2020 年度末時点）】

線状降水帯の半日前における危険度範囲を的確に絞り込み、早期予測情報の空振り率の低減に向けた高度化を行う。早期線状降水帯予測情報の精度検証と自治体ニーズ把握のために、半日程度先の予測情報を自治体へ試験的に配信する社会実験を行う。社会実験で得られる自治体のニーズに基づきながら、自治体の防災体制における早期線状降水帯予測情報の活用方法や表現方法を考案する。

水蒸気マルチセンシング観測網（地デジ水蒸気観測、水蒸気ライダー、マイクロ波放射計等）を関東と九州に整備し、これまで得られなかった三次元水蒸気分布を高時間分解能で把握することで、降雨予測精度向上へ貢献する。関東と九州地方で 30 台以上の高密度で地デジ観測を展開し、誤差 10%以下で 1km メッシュの水蒸気の面的情報を作成する。日本アンテナが地デジ観測のフィールド実装化及びデータ配信事業を担当し、SIP 後に事業化をめざす。山岳域における地デジ観測の有効性を評価した上で、地デジ観測のコストパフォーマンス評価（全国展開に必要な台数と他観測手法との比較）を行う。関東または九州地方での試験的配信事業に着手し、1 年あたりのランニングコストを評価する。事業化にむけた様々なコスト調査により、国内外での事業化の方向性を定める。また、MP-PAWR の高度利用法を開発し、現況雨量や予測雨量の推定精度向上を様々な実証実験を通してめざす。製作した水蒸気ライダーによる九州での集中観測を行う。観測用航空機の最適化を進め、観測用航空機観測を実施し、観測データを全球通信システム（GTS）に転送できるようにする。

現在の予測情報は線状降水帯を十分に解像し、かつ、数時間先までの雨量を高精度に予測でき

ない。避難に必要な十分な時間（2 時間）を確保し、避難が必要なエリアを自治体の避難区分単位で絞り込む必要がある。九州で高解像度・高精度積算雨量予測システムを構築し、過去の雨量統計解析と統計的ダウンスケール法を用いて、自治体の避難区分で危険度を評価する手法を考案し、その表示システムと共に開発する。観測データの同化に基づく高解像度雨量予測には潤沢な計算資源を必要とするので、民間気象会社が運用可能な地域を特定した予測事業のビジネス可能性とその運用コストを、事業規模に応じた柔軟なスケーラビリティを生かせる民間クラウドコンピュータを用いて調査する。

【最終目標（2022 年度末時点）】

早期線状降水帯予測情報の利活用として、これまでの発生危険度レベル情報から各地の脆弱性を考慮した水災害の危険度への変換をめざす。数値予測で半日程度先の予測精度の悪化（雨量の過小評価や位置ズレ）を考慮した予測雨量の補正法を開発し、実際の雨量と比較を行い、精度検証を行う。さらに、地域の脆弱性と組み合わせることで水災害危険度情報推定手法を開発し、社会実験の中で精度を検証する。2030 年までに気象庁が実装を目指している「大雨となる確率メッシュ情報」に早期予測技術に関する SIP の成果を実装するために、SIP 終了時までに早期予測のプロトタイプを完成させる。SIP 終了後に十分な時間をかけ、その性能を検証した後、気象庁で運用することを目標とする。

水蒸気マルチセンシング観測網（地デジ水蒸気観測、水蒸気ライダー、マイクロ波放射計等）を関東および九州に整備し、降水予測に資する対流圏下層の水蒸気観測の手法を評価する。地デジ水蒸気観測データはメッシュ情報やポイント情報での配信を可能とさせる。また、実証実験でのステークホルダーのニーズを踏まえた上で、MP-PAWR の高度利用法を評価し、現況雨量および予測雨量の更なる推定精度向上をめざす。特に地デジ水蒸気観測においては、災害時だけでなく平時における水蒸気情報の有効性の検証を行い、コスト評価を踏まえた確実な収益性を確保できるビジネスモデルを考案し、SIP 後の事業化をクローズド戦略でめざす。

ナウキャスト法と数値予測法を結合するブレンディング予測を水平 1km 分解能で実施し、10 分毎に 2 時間先までの 3 時間積算雨量情報を予測誤差を考慮した最大可能積算雨量に変換する技術を開発する。九州で高解像度・高精度積算雨量予測と雨量統計解析に基づく危険度に加えて、他の地域毎の脆弱性（標高や斜度）を考慮し、避難エリア特定手法の高度化を図り、降雨予測・避難エリア特定システムのプロトタイプを完成させる。降雨予測・避難エリア特定システムのプロトタイプの精度評価を自治体が参加する九州社会実験で行い、自治体の避難勧告・指示の判断支援への効果を検証する。その上で、プロトタイプのシステムの自治体への導入可能性（可能な費用負担など）に関するヒアリングを行い、確実な収益性を確保できる実現性の高いビジネスモデルを考案し、SIP 後の民間気象会社での事業化につなげる。事業規模に応じた柔軟なスケーラビリティを生かせる民間クラウドコンピュータを用いた高解像度・高精度積算雨量予測を可能とし、全国広域展開の可能性を視野に民間気象会社の参入を促進する。

②-2 スーパー台風対策

テーマⅥ：スーパー台風被害予測システム開発

～スーパー台風被害予測システムの開発～

○担 当 S P D：関 克己（所属先：公益財団法人河川財団）

○研 究 責 任 者：立川 康人（所属先：京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻）

○社会実装責任者：野田 徹（所属先：一般財団法人国土技術研究センター）

○参画機関：京都大学、一般財団法人国土技術研究センター、東北大学、東京大学、一般財団法人沿岸技術研究センター、一般財団法人日本気象協会、一般財団法人河川情報センター、独立行政法人水資源機構、国立研究開発法人土木研究所、一般社団法人ダム・堰施設技術協会、一般社団法人建設電気技術協会、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、国立研究開発法人水産研究・教育機構、筑波大学、関西電力株式会社、中部電力株式会社、九州電力株式会社

○研究開発の目的

「気候変動適応計画」（平成 30 年 11 月 27 日）によれば気候変動の将来への影響として海面水位の上昇、強い台風の発生数、台風の最大強度、最大強度時の降水強度の増加などが予測されている。2017 年にアメリカではハリケーン「ハービー」等により、3,000 億ドルを超える災害被害額を記録する等、気候変動の影響が指摘される中で我が国もその危機に晒されており、首都圏がスーパー台風襲われゼロメートル地帯で万一堤防が決壊すると、江東 5 区で 250 万人の住民に影響が及ぶ。このことから、より精度の高い予測や確度の高い情報、非常に多くの関係者が連携を図った長時間にわたるオペレーションの確保等が課題となっている。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

国等がスーパー台風被害予測システムを運用することにより、長時間河川水位予測情報、高潮・高波予測情報を地方自治体や河川・港湾・ダム管理者や住民一人ひとりに提供し、さらに、ダム・水門等の適切な操作を実施することで、大規模水害、高潮・高波からの確実な避難を実現する。

○技術的課題と目標（アウトプット）

スーパー台風等による大規模水害時の大規模・広域避難を阻む最大の要因は、高潮・高波、河川水位や浸水発生の予測を、十分なリードタイムを確保しつつ実施できていないことにある。このため、長時間先の予測に伴う不確実性も考慮し避難判断に活用するため、アンサンブル台風・降雨量予測情報に、観測データを用いたデータ同化処理技術を組み合わせて、24 時間先の河川水位予測技術、高潮・高波・浸水のピンポイント予測技術を開発する。

ダム管理の現場では、近年の雨の降り方の変化に伴い、異常洪水時防災操作など厳しい操作が増加しており、適切な予測に基づき利水容量の確保との調和を図りながら行う事前放流等の効果的な洪水時の操作が求められている。スーパー台風時においてもダムの容量を限界まで活用しダム下流の安全を確保することを可能とすべく、個別ダムや複数のダム群の放流操作を最適化するダム群連携最適操作シミュレータを開発する。

沿岸域および河川中流域に多数設置されている水門・樋門・陸閘等は、目的・用途により施設の仕様や管理者も多岐にわたり異なっている。スーパー台風来襲時の動力源喪失等の最悪の条件下でも、確実に閉鎖できることを目的に、遠隔操作で水門等を閉鎖できるシステム、ならびに水門の開閉状況を一元的に監視し多数の施設管理者間で確認できるシステムを開発する。

○コア技術

スーパー台風発生時の高潮災害に備え、72 時間前アンサンブル数値予報を活用したうちあげ高・越波統合モデルを開発し、データ同化を考慮した高潮遡上予測モデルと結合して、高精細な高潮浸水予測情報の提供を実現する。

長時間のアンサンブル雨量情報を活用した、長時間洪水予測及びダム最適運用による防災支援システムを開発する。

水門の遠隔監視用の LPWA 用通信フォーマットを関係省庁と連携し、開発する。また、水門の自重降下システムならびに水門開閉状況等の画像認識技術を開発する。

○研究開発の内容

関係機関の協力の下、気候変動により発生が懸念されるスーパー台風等による大規模水害時の大規模・広域避難等の適応策の構築のため、さまざまな観測データを利用し合理的なデータ処理を施すことで、スーパー台風の進路予測を用いた河川水位や高潮・高波、さらに氾濫エリアをリアルタイム予測するスーパー台風被害予測システムを開発する。本システムは、特にゼロメートル地帯での対策のために、長時間の河川水位を予測する機能や、被害を軽減するためのダムや水門を操作する機能も備えるものとする。また、本システムは、テーマⅠで開発する「避難・緊急活動支援統合システム」並びにテーマⅦで開発する「市町村災害対応統合システム」と有機的・統合的にシステム化することを前提として開発する。

○サブテーマ

本研究開発は、以下のサブテーマ 3 件で構成される。

サブテーマⅥ-1 高潮・高波ハザード予測システムの開発

サブテーマⅥ-2 河川・ダムの長時間洪水予測・防災支援システムの開発

サブテーマⅥ-3 危機管理型水門管理システムの開発

○研究開発期間：2018 年度～2022 年度

○2018 年度補正予算の所要経費：0.5 億

○2019 年度当初予算の所要経費：2.4 億

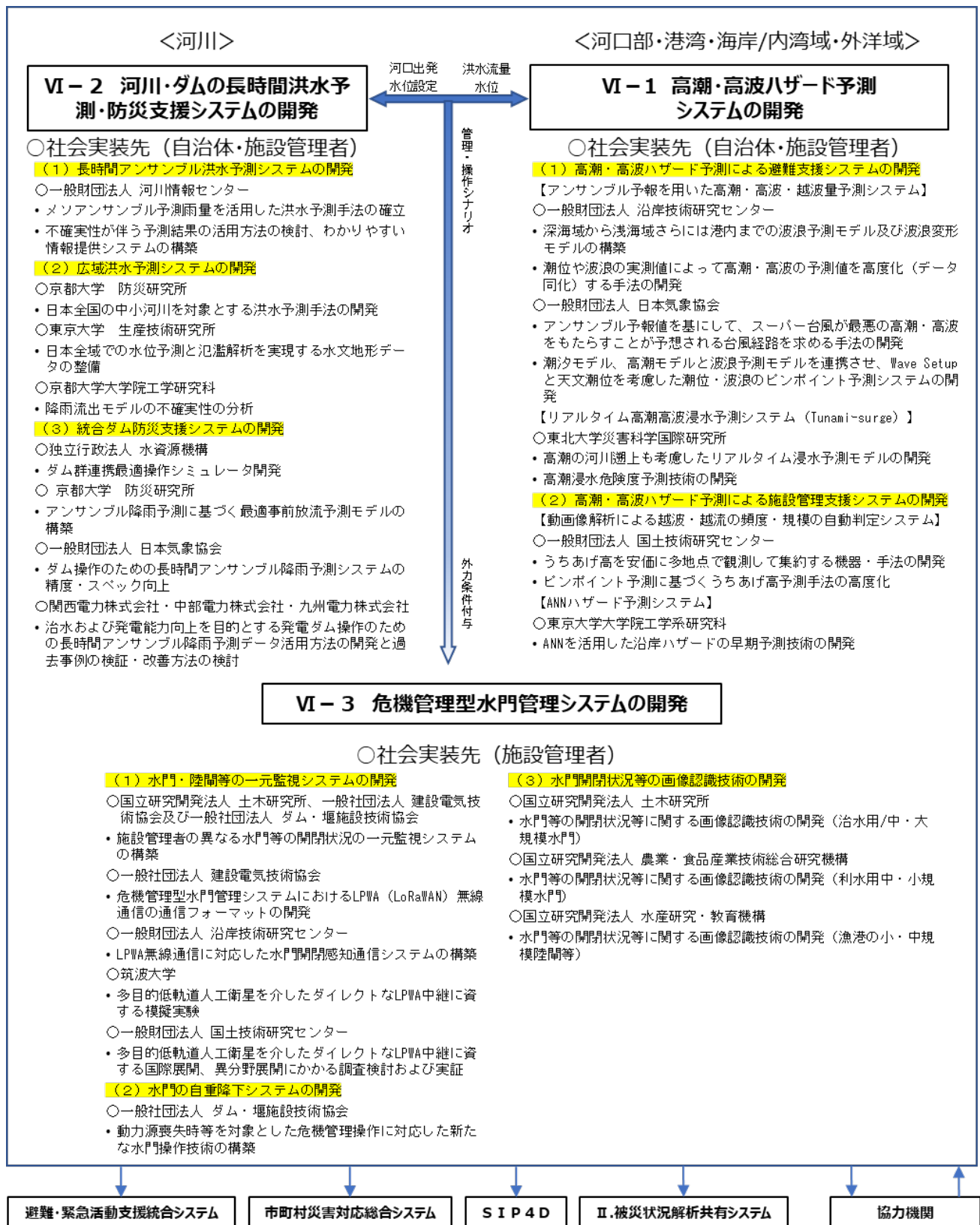
○2020 年度当初予算の所要経費：2.7 億

○2021 年度当初予算の所要経費：3.7 億

○2022 年度当初予算の所要経費：3.8 億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。



図表2-12. 研究体制図(テーマVI) 2022.4.1 時点

○研究開発の最終目標（アウトカム）技術的課題と目標（アウトプット）に向けたマイルストーン
【中間目標（2020 年度末時点）】

高潮・高波ハザード予測システムについては、アンサンブル気象予報を用いた高潮・高波・越波量予測システムとリアルタイム高潮・高波浸水予測システムが一連で動作する避難支援システムのプロトタイプを構築し、大阪湾・東京湾に社会実装する。また、台風期前に川崎市での図上訓練を実施し、事前避難の意思決定に必要な具体的な情報仕様を決定する。道路管理者のニーズを踏まえ、越波・越流の自動画像監視システムと ANN 高潮・高波ハザード予測システムによる施設管理支援システムを開発する。本年度台風を対象に支援システムのスペック検証を行い、提供情報内容、リアルタイム情報配信速度、予測精度向上の改良点を検討する。

河川・ダムの大規模洪水予測・防災支援システムについては、長時間アンサンブル降雨予測システムの試行運用の継続と精度・スペックの向上を行う。そして、大河川の大規模アンサンブル洪水予測と中小河川の広域長時間洪水予測モデルの改良を行う。中小河川については、6 時間先までの降水短時間予報を全国版 RRI モデルにリアルタイムで入力するとともに、山地河川の洪水予測精度向上に必要な地形データ補正方法を整理し、九州地方全体に適用する。そして、これらのオンライン化、図上演習を通じた予測情報の有効な活用手法の分析を行うとともに、ダムの最適事前放流予測モデル、ダム群連携最適操作シミュレータのプロトタイプの洪水期での試行と改良を行い、長時間アンサンブル降雨情報を用いたダム操作の操作ルールを検討し、被害の最小化を実現するシステムの構築を目指す。

危機管理型水門管理システムに関しては、水門の遠隔監視に加え制御用の LPWA 用通信フォーマットを関係省庁と連携し、開発する。また、水門の自重降下システムならびに水門開閉状況等の画像認識技術について、実水門でプロトタイプの現場実証を行い、課題等を把握した上でシステムの改良、要求性能の明確化を図る。さらに水門の設計・管理運用に関する技術基準類の改定案の検討・整理を行う。

【最終目標（2022 年度末時点）】

高潮・高波ハザード予測システムについては、水防法における高潮水防警報の的確な発令に資するよう、波浪のうちあげ高簡易観測機器、うちあげ高予測システム、高潮・高波予測システムの社会実装・運用を行うとともに、浸水予測システム、ハザード予測システムに関する標準仕様・ガイドラインの検討を行う。

河川・ダムの大規模洪水予測・防災支援システムの長時間洪水予測システムについては、アンサンブル予測雨量を活用した洪水予測、不確実性が伴う予測結果の活用方法、および中小河川を対象とする洪水予測手法の社会実装を行うとともに、洪水予測・活用方法に関する標準仕様・ガイドラインの検討を行う。統合ダム防災支援システムについては、ダム操作のための長時間アンサンブル降雨予測システムの開発・実装、ダム最適事前放流予測モデルを組み込んだダム群連携最適操作シミュレータの社会実装と普及方策（標準仕様・ガイドライン）の検討を行う。

危機管理型水門管理システムに関しては、前年度までに実施した現場実証の結果を受けてシステムの改良を行う。危機管理型水門の普及促進を図るため、水門や設備に関する標準仕様・ガイドラインの検討を行う。

(2) 市町村の災害対応

(市町村災害対応)

テーマⅦ：市町村災害対応統合システム開発

～避難判断・訓練支援等市町村災害対応統合システムの開発～

○担 当 S P D：関 克己（所属先：公益財団法人河川財団）

○研 究 責 任 者：塚原 健一（所属先：九州大学大学院・工学研究院）

○社会実装責任者：三谷 泰浩（所属先：九州大学大学院・工学研究院）

○参画機関：九州大学、一般財団法人河川情報センター、KDDI 株式会社、応用地質株式会社、国立研究開発法人防災科学技術研究所、千葉大学、兵庫県立大学、九州産業大学、北海道大学、寒地土木研究所、東北大学、日本赤十字北海道看護大学、広島大学、国土館大学、小山工業高等専門学校、群馬大学、新潟大学、富山大学、山梨大学、香川大学

○研究開発の目的

災害対応の最前線に立つ自治体は、災害時に限られたリソースで通常の何倍もの業務をこなさなければならない状況においても、住民一人ひとりに適切な対応をすることが求められている。最前線での情報不足、自治体職員への情報集約負荷、組織間非連携を解消し、後方支援する都道府県・府省庁間の情報連携を促進して災害対応の効果の最大化を図る必要がある。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

市町村のユーザビリティを念頭に、「避難判断に必要な情報の欠落ゼロ」「避難指示等の発令の出し遅れゼロ」「地区単位等小エリア発令により住民の逃げ遅れゼロ」「意志決定・対応能力向上のための訓練体制の構築により対応できないがゼロ」の4つのゼロを可能とする統合システムを開発し、犠牲者ゼロの実現を目指す。

○技術的課題と目標（アウトプット）

市町村長が適切な避難情報発令や緊急活動の優先順位付け等の判断ができない最大の要因は、大量の災害情報から判断に必要な情報を抽出できていないことである。このため、最先端の AI、IoT 技術と既存技術を融合し、避難指示等の発令に必要な情報を地区・校区等の小エリアで、かつ短時間で提供するとともに、発令に資する情報が自動配信されるシステムを開発する。また、AI による判断支援の情報提供にあたり、市町村長が信頼して活用できる根拠情報を提供する技術を開発する。

○コア技術

①防災情報の時間的・空間的な高解像度化技術

これまで市町村全体など広域エリアで発令されることの多かった避難指示等に対して、地区および校区という小エリアでのきめ細かい発令が可能となるように、AI 等を活用したハザードや脆弱性の評価により災害リスク等の防災情報を詳細な空間スケール（250m メッシュ）、時間スケール（10 分間隔更新）で提供するシステムを開発する。

②場の脆弱性を踏まえた総合リスクコンター

これまでの災害対応システムでは災害外力（ハザード）の評価に注力されてきたが、個人・世帯ごとの脆弱性を踏まえた総合的な災害リスクが評価されなければ、適切な発令判断は行えない。本研究では、各種ハザード評価に加えて、年齢分布を加味した人流情報や、家屋、避難経路上の危険因子情報といった「場の脆弱性」情報を評価し、総合的な災害リスク情報として統合するシステムを開発する。さらに、時々刻々のリスク変化をアニメーション表示することにより、危険度の発生・移動・拡大・縮小・停滞を「見える化」する機能を開発する。

③AI 等を活用した判断支援情報の信頼性向上

住民への避難指示等の発令に関しては市町村長の説明責任が伴うことから、AI を活用した判断支援の情報提供にあたり、市町村長が信頼して活用できる根拠情報を提供する技術を開発する。

○研究開発の内容

関係機関の協力の下、災害時に大量の災害情報が発生する中で、市町村長が適切な避難情報発令や緊急活動の優先順位付け等の判断を下すため、AI 等を活用して災害情報を処理し、適切なリスク評価を行い、避難対象エリアと避難タイミングの合理的な抽出を行うなどの判断支援を可能とする、市町村災害対応統合システムを開発する。また、本システムは広域・緊急避難等に必要となる災害情報についてテーマⅠで開発する「避難・緊急活動支援統合システム」と密接な連携を図るものとする。

○研究開発期間：2018 年度～2022 年度

○2018 年度補正予算の所要経費：0.3 億

○2019 年度当初予算の所要経費：2.1 億

○2020 年度当初予算の所要経費：1.6 億

○2021 年度当初予算の所要経費：1.6 億 ※予算 1.0 億円を別途措置

○2022 年度当初予算の所要経費：1.6 億 ※予算 1.0 億円を別途措置

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。



図表2-14. 研究体制図(テーマⅦ) 2022.4.1 時点

○研究開発の最終目標（アウトカム）技術的課題と目標（アウトプット）に向けたマイルストーン
【中間目標（2020 年度末時点）】

避難判断・誘導支援システム、緊急活動支援システムのプロトタイプを構築し、各システムを統合した避難判断・訓練支援等市町村災害対応統合システム（IDR4M）の構築に着手すると共に、実証実験を推進する。災害時における市町村の作業フローに照らし合わせた上で、円滑な避難指示等の発令や緊急活動の優先付けを行うデータ分析技術の向上を図る。

【最終目標（2022 年度末時点）】

避難判断・誘導支援システム、緊急活動支援システム、ならびに訓練用災害・被害シナリオ自動生成システムについて、各システムを統合した IDR4M を構築する。2023 年度以降、全国 1,700 市町村へ開発したシステムの社会実装を順次進め、「必要情報の欠落ゼロ」「避難指示等の出し遅れゼロ」「逃げ遅れゼロ」「対応できないがゼロ」の 4 つのゼロを実現し、円滑かつ効果的な災害対応の実現（「犠牲者ゼロ」）に貢献する。

(3) 次世代モビリティによる防災・感染症対応

テーマⅧ：水素燃料電池バス防災・感染症対策システム開発

～水素燃料電池バスを基盤とした防災・感染症対策システムの開発～

○担当 SPD：加来 浩器（所属先：防衛医科大学校防衛医学研究センター）

○研究責任者：鈴木 広道（所属先：筑波大学・医学医療系臨床医学域感染症内科学）

○社会実装責任者：鈴木 健嗣（所属先：筑波大学・システム情報系）

○参画機関：筑波大学、株式会社LSIメディエンス、筑波メディカルセンター病院

○研究開発の目的

今般の新型コロナウイルス感染症の世界的流行により、感染症に対する社会システムの脆弱性が顕在化した。グローバル化の進む社会においては、ヒト・モノの国境を越えた移動により感染症が短期間に国境を越えて拡大するリスクが存在しており、今後も新たな生物学的な脅威が発生し、国民の生命や経済社会に大きな打撃を与えるリスクが存在している。

そのような中、いつ発生するか判らない地震や毎年のように発生する風水害等の自然災害に対し、災害時において感染症対策機能の強化や、被災地域の避難所等における感染者隔離の為の検査、ボランティアを受け入れる際の検査機能の確保が喫緊の課題となっている。これら課題に対し、移動性と自立的電源供給機能及び検査性能を備えた「防災・感染症対策システム」を早期に確立することが求められている。

なお、感染症の抑制に向け、ワクチンの接種を速やかに実施できる機能についても検討を要する。

○研究開発の最終目標（アウトカム）

保健所や医師会等が「防災・感染症対策システム」を運用することにより、被災地域の避難所等検査を必要とする現地で、検査結果を短時間で把握可能な災害時における検査機能を確保するとともに、二次感染のリスクを低減し、より安全・安心な避難環境の実現を目指す。

○技術的課題と目標（アウトプット）

移動性かつ自立的電源供給を備えた設備として、大容量の圧縮水素を蓄えた燃料電池バスが想定される。但し、現状の燃料電池バスの大半は旅客用途に限られており、感染症の検体検査等医療用設備が必要とする電源品質や、高温・低温下の使用においても設備の稼働に支障のない熱設計、オペレーションの制約がある移動先において簡便に検査が可能な検査機器の選定や稼働検証の技術的課題を解消する必要がある。また、検査場所は避難所等が想定されることから、燃料電池バスが有する静音性や低振動、排出ガスの出ないクリーンな特性をそのまま活かす研究開発が求められる。

○研究開発の内容

上記を踏まえ、関係機関協力の下、移動性と自立的電源供給を備えた「防災・感染症対策システム」を開発する。燃料電池バス車両は、短時間で大人数の検査が実現可能な大型のバス車両、及び

大型に比べ航続距離が長く、大型車両では駐車不可能な狭い場所でも検査可能で機動性に優れるマイクロバスの2つの車両を製造することとする。本システムの開発にあたり以下の技術を確立する。

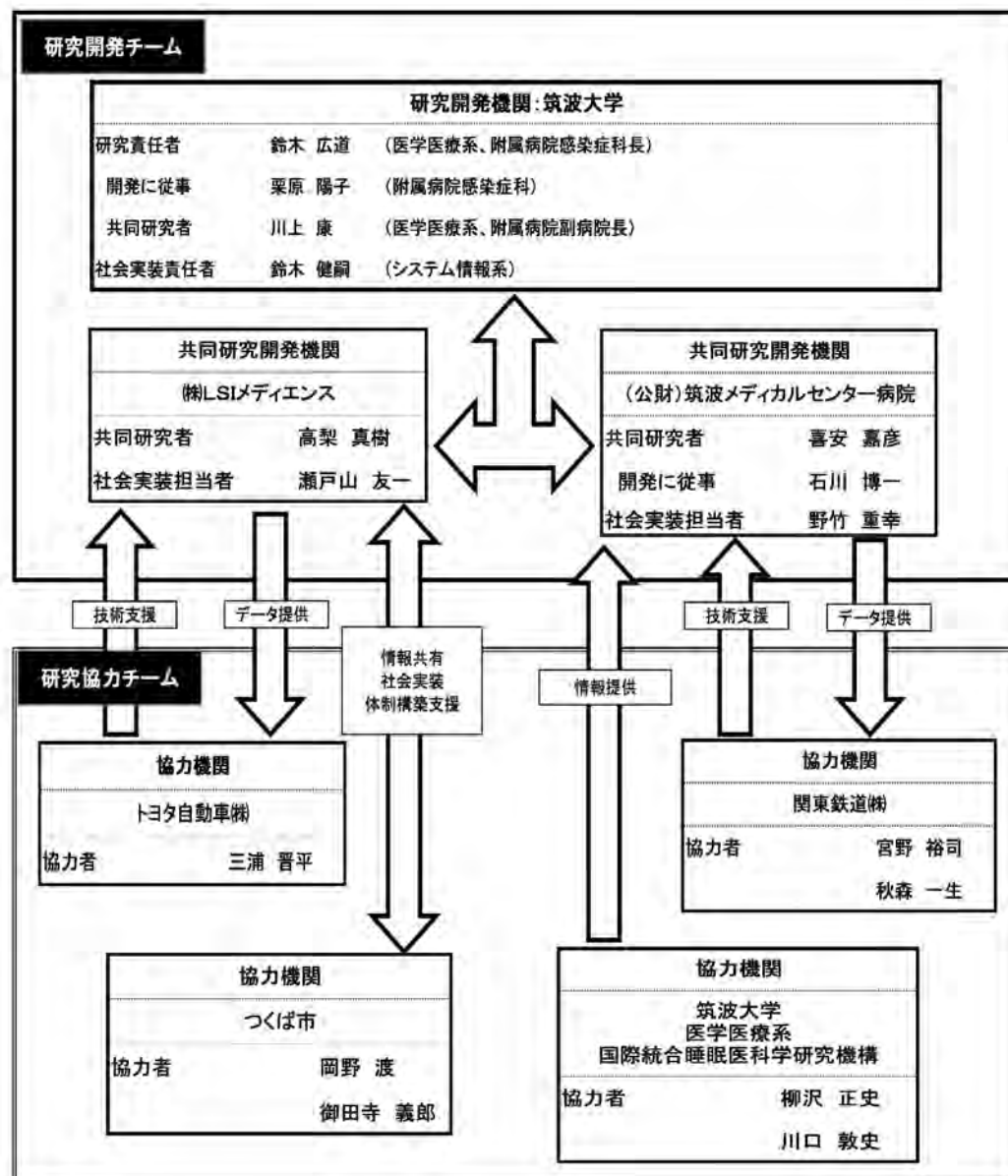
- ・医療用機器の稼働に影響を与えない、電圧に歪みのない安定した電力を継続可能な電力供給に関する技術。
- ・災害時等、系統電力が断たれた状況下において、車両内に有するエネルギーを建屋等へ電力供給でき、また系統電力が利用可能な状況下では、外部からも受電利用可能な電力受給に関する技術
- ・高温環境でも機器の稼働に支障がなく、また氷点下においても燃料電池や水素貯蔵・供給部が破損せず、水素漏洩の懸念が生じない熱設計技術。
- ・移動時の振動にも実装設備が耐えうる振動対策技術。
- ・その他、本施策の目的達成のために必要な技術。

○研究開発期間：2020 年度～2021 年度

○2020 年度補正予算の所要経費：6.7 億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。



図表2-16. 研究体制図(テーマⅧ) 2022.1.1 時点

(4) 構造物の地震時の安全性向上

テーマⅨ: 実大部材地震挙動解析システム開発

- 担当 SPD: 福山 洋 (所属先: 国立研究開発法人建築研究所)
- 研究責任者: 高橋 良和 (所属先: 京都大学大学院工学研究科)
- 社会実装責任者: 和田 章 (所属先: 免震研究推進機構)
- 参画機関: 京都大学、東京工業大学、免震研究推進機構

○研究開発の目的

2011 年の東日本大震災や 2016 年の熊本地震では、多数の構造物に地震被害が発生した。住宅の損壊によって日常生活に長期にわたる支障が出ただけでなく、公共施設や生産施設が使えなくな

ることによって生じる社会・経済活動への被害も甚大なものとなった。老朽化する構造物の急増、高層化・巨大化する構造物の建設が進む中、南海トラフ地震や首都直下地震等の大地震の発生が切迫しており、地震被害から国民の生命・財産を守り、社会の重要な機能を維持するレジリエントな社会を構築することは急務となっている。

近年は、耐震・免震・制振構造が構造物の地震時の安全性をより向上させる先端的な技術として普及するようになった。地震から人命を守るだけでなく、建物の継続利用・機能維持を可能にし、社会・経済活動への被害を軽減するものとして大きな期待がある。

日本は構造物の地震時挙動に関する研究開発の分野で世界をリードしてきたが、耐震・免震・制振部材の挙動については限定的な評価に留まっているのが現状である。すなわち、国内で行われる耐震・免震・制振部材に関する検証は、ほとんどの場合、低速度、縮小モデル、単純な加力法、限られた繰り返し回数の試験を基に、種々の方法で外挿して実際の部材の性能を推測している。また、米国、中国、台湾、イタリア、トルコ等には、日本にない実大の耐震・免震・制振部材を評価する動的試験機が設置されているが、計測データの精度には、まだ課題がある。すなわち、それらの動的試験機の中には、鉛直載荷 5 千トンを超える水平 2 軸の動的試験機や、水平 1 軸であれば鉛直載荷 1 万トンを超える動的試験機が存在するが、加振時に発生する摩擦力や慣性力等の誤差（以下、「加振時摩擦力等誤差」と言う）が計測データに混在し、試験結果の精度低下や、試験後の除去処理で多くの日数を要するという課題をかかえている。

また、当該課題を解決する技術にリアルタイムハイブリッドシミュレーション技術(※)をアドオンしたシステムを構築することにより、高層ビルや巨大構造物等の大型構造物に関する、より精度のよい動的応答解析が可能となることが期待される。

※リアルタイムハイブリッドシミュレーション技術：数値モデル化可能な構造物はサイバー空間に構築し、新技術や大型部材等数値モデル化が困難な要素はフィジカル空間の実験モデルとして構築し、両者を「同期させて同時」に解析・実験する技術

○研究開発の最終目標（アウトカム）

世界にある動的試験機がかかえている課題を解決する技術を搭載する動的試験機が普及することにより、これまで明らかにされていない現象の解明や、高層化・巨大化する構造物に関する研究開発の進展が図られ、「より安心・安全でレジリエントな社会」の実現を目指す。

○技術的課題と目標（アウトプット）

- ①世界にある動的試験機がかかえている課題を解決する技術を開発する。
- ②上記①の技術を搭載する動的試験機の設計方法や試験方法を開発する。
- ③上記①②の実施については、技術的な優位性や普遍性の高い技術を有する等の技術開発を実施し、世界にある動的試験機に搭載させる標準的な技術となることを目標とする。

○研究開発の内容

- ①世界にある動的試験機がかかえている課題を解決するための技術は、加振時摩擦力等誤差を

含まずに高精度かつリアルタイムで計測する技術を開発する。

- ②上記①の技術を搭載する動的試験機（リアルタイム高精度動的試験機）の規模については、近年の構造物の高層化・巨大化に伴って、世界にある動的試験機と同等あるいはそれ以上の世界最大級の能力を有するものとする。
- ③さらに、上記①の技術にリアルタイムハイブリッドシミュレーションの技術をアドオンした「実大部材地震挙動解析システム」を構築し、大型構造物の動的応答解析の手法を開発する。
- ④研究開発の妥当性を実証するために必要な実証実験を行う。

○研究開発期間：2021 年度～2022 年度

○2021 年度補正予算の所要経費：64.5 億

○研究体制

以下に本テーマの研究体制図を示す。