

議題その2

「2030年に向けた数値予報技術 開発重点計画」について

数値予報モデル開発懇談会(第3回)

平成30年7月19日

気象庁

目次

1. 前回の主なご意見
2. 「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画(案)」について
3. 今後の更なる連携に向けて

本懇談会第2回会合で頂いた主なご意見(1/2)

< 気象庁における現業数値予報モデル開発の方向性(台風・集中豪雨分野) >

1. 台風・集中豪雨について、野心的・挑戦的な目標を設定し、技術開発項目を示すことは非常に有意義。また、示された技術開発項目も妥当。
2. 気象庁の開発戦略をレポートとして公表すれば、研究コミュニティ側における気象庁の目標に資する研究の推進に繋がる。
3. 台風の内部構造等の調査・評価は、気象庁と研究コミュニティが連携して取り組むことが望ましい。
4. 線状降水帯に伴う集中豪雨は、諸外国にはほぼ例が無いことから、日本独自に評価指標を研究・開発する必要がある。
5. 確率的な不確実性を持つ集中豪雨に関しては、確率的な予測情報に対する社会的理解を得ることが重要。

本懇談会第2回会合で頂いた主なご意見(2/2)

< 大学等研究機関と気象庁の連携策 >

1. 気象庁は研究成果の出口として重要であり、研究コミュニティとしても、気象庁の将来業務に役立つような多様な研究を展開していきたい。研究プロジェクトの計画段階から双方が密接に連携し、気象庁のニーズをプロジェクトの中にしっかりと取り込んでいく必要がある。
2. 気象庁が現業数値予報モデルの具体的な課題を研究コミュニティに提示し、これに対応する研究に興味を有する研究者と議論することで、研究成果を社会実装に資するものに繋げることが重要。
3. 研究コミュニティが、気象庁の現業数値予報で利用しているものと同じ数値予報モデル、同化システム、観測データ等を用いて再現実験を行うことを可能にする仕組みは重要。
4. 数値予報業務に関する情報の発信は、学生等の気象への関心を高め、この分野に優秀な人材を惹きつけるだけでなく、気象庁側の課題の大学側との共有や、共同研究等の連携に繋がっていくものであり、積極的に行うべき。

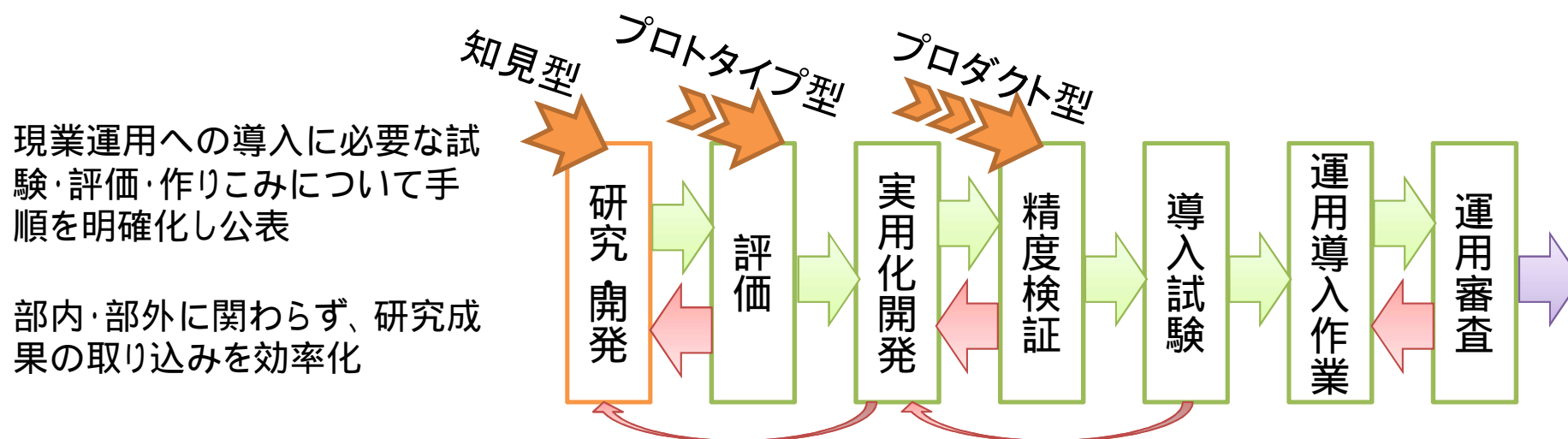
- 前回お示した、連携推進の案については、概ねご賛同いただいた。
- また、開発戦略の公表、更なる情報発信、テストベッドの共有など、今後の連携に関するご提案も頂いた。
- 中長期的な課題として、新しい研究プロジェクトの立ち上げなど、更なる連携強化についてご議論いただいた。

連携の強化に向けて(案)

- 各型の連携を進めるため、海外の事例を参考に以下を推進
- コミュニケーションをより緊密にしたい(知見型)
 - 開発現場の職員が学会や研究会に積極的に参加し、気象庁の技術開発に関する意見交換および助言をいただく
 - 気象庁主催のセミナー等への参加を促進
 - 「気象庁モデル研究会」などの現在の取り組みをより積極的に活用し、モデル・データの提供による成果の共有を計る、など
- 研究開発での連携を推進(プロトタイプ型)
 - 共同研究のさらなる促進
 - 客員研究員制度による研究者の滞在型研究
 - 集中講義などによる気象庁職員の大学での学生指導
 - 現業システムに準ずる開発・実験環境の構築、など
- 大学等研究機関と気象庁相互の研究開発課題の創出(プロダクト型)
 - どのような進め方が考えられるかは、個別の課題に応じて検討

強い連携を実現するために

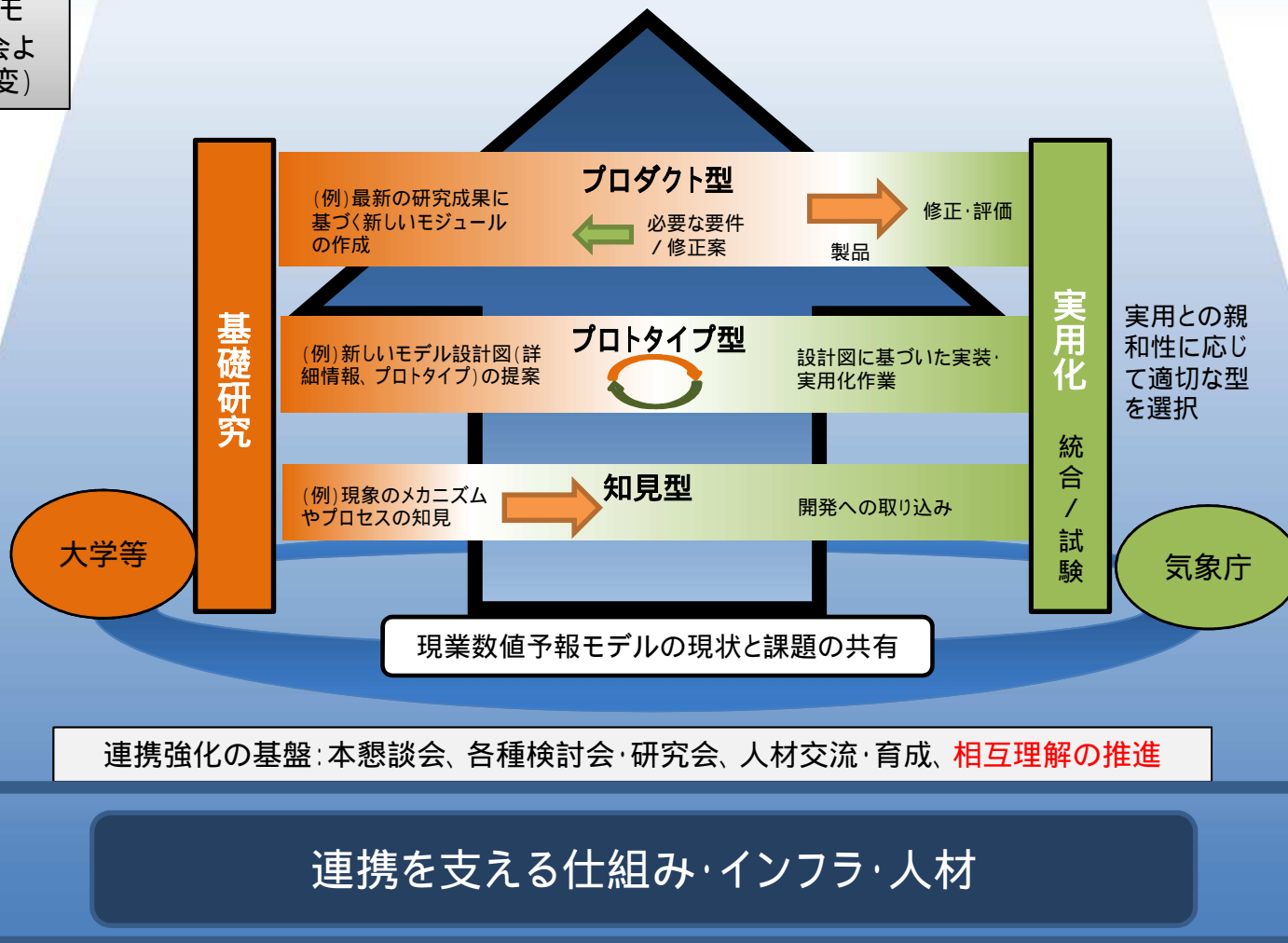
- **連携に関する事務局の設置・一元化が必要**
- **モデル・データ提供の更なる推進**
 - 当庁でサポートを行うためにも、モデルやデータ提供におけるゴールを課題ごとに十分に議論し共有
- **連携による研究成果を効率的に導入するための、当庁の開発フロー見直し**
 - 各連携の型に応じた、実用化開発の進め方を明確化



将来における、連携基盤の更なる強化(イメージ)

重点計画を作成することで、
大学等研究機関と気象庁の更なる連携推進に資するものとして

第2回数値予報モデル開発懇談会より再掲(一部改変)



目次

1. 前回いただいたご意見
2. 「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画(案)」について
3. 今後の更なる連携に向けて

2030年に向けた数値予報技術開発重点計画(案) について

- 本計画案について
 - 気象庁では、今後10年程度の中長期を展望し、気象業務の根幹である数値予報の開発を、更に推進するために策定を進めている。
 - 前回のご意見を踏まえ、気象庁の開発戦略の報告、また数値予報に関する情報発信として、完成後に公表予定。
- 交通政策審議会気象分科会(会長:新野宏 東京大学大気海洋研究所名誉教授)の開催(平成30年1月~)
 - 審議内容は「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」について。
 - 数値予報に関連する部分としては、環境認識や重点目標に関する部分をご議論いただいている。
- 今回の懇談会では、案の技術的内容や今後の連携についてご議論いただきたい。
 - オールジャパンの連携推進にも、より資するものにしたい。

(参考) 交通政策審議会気象分科会

- 交通政策審議会気象分科会を1月より開催
 - 激甚化する気象災害等の自然災害、少子高齢化・人口減少等の社会的課題の解決に気象業務が一層貢献していくため、2030年(今後10年程度の中長期)を展望し、ICT(情報通信技術)等の科学技術の進展を見据えた気象業務のあり方を審議いただいている。
- これまで、以下のようなご意見をいただいているところ。
 - 数値予報に関して、「観測・予測精度向上の取組」は非常に重要な方向性。
 - PDCAサイクルは、計画や戦略等のしっかりとした枠組みがあった上で実施していくことが重要。
 - 予測情報の精度はこれ位である等、利用者や国民へ伝えることが大切。
 - 受け取る側のいわゆる理系的なリテラシーの向上は非常に重要。教育課程に気象や確率現象についても含める等、国民のリテラシーも中長期的に育てていく取り組みをする必要。

等

環境認識/ビジョン/重点目標

気象業務を巡る環境認識

自然災害の変化

- 自然災害の逼迫・激甚化、気候変動で深刻化のおそれ
- 平成29年7月九州北部豪雨、平成30年7月豪雨など、線状降水帯を伴う豪雨が頻発
- 伊勢湾・カスリーン級の台風が襲来した場合、長期間の都市機能のまひなど深刻な被害が想定される

社会情勢の急速な変化

- I o TやA Iの社会実装が進展、I C T機器が急速に普及
- 少子高齢化社会の到来、それに伴う社会基盤の脆弱化
- 超スマート社会 (Society 5.0) や生産性革命の実現に向けて、気象・気候予測へのニーズが増大

科学技術の飛躍的発展

- 数値予報を支えるスーパーコンピュータとシミュレーション技術の飛躍的な発展
- 多種多様なセンサによる、地球の観測ビッグデータ時代の到来
- 各国も数値予報の研究開発を強化、国際競争や連携が加速

数値予報に関する気象庁のビジョン

数値予報を安心・安全で豊かな社会を支える新たな社会基盤として確立

気象・気候予測の根幹である数値予報の高度化・精度向上を強力に推し進めて、防災をはじめ社会の様々なサービスの充実・発展に一層貢献し、数値予報を安全・安心で豊かな生活に不可欠な新たな社会基盤として確立する

2030年における重点目標

自然災害や社会情勢の変化と科学技術の発展を踏まえ、ビジョンの実現に向けてチャレンジな重点目標を掲げる

豪雨防災

集中豪雨発生前に、明るいうちからの避難等、早期の警戒・避難を実現

台風防災

大規模災害に備えた広域避難に資する数日先までの予測を高精度化

社会経済活動への貢献

生産・流通計画の最適化等に資するより詳細で高精度な気象・気候予測を実現

温暖化への適応策

関係機関との連携のもと、「わが町」の地球温暖化予測により、自治体等の適応策策定に貢献

技術革新の推進

豪雨防災から温暖化への適応策まで、重点目標の達成に向けて、
産学官連携のもと、以下の技術革新を重点的に推進したい

1. 地球の観測ビッグデータ活用

- 次世代のデータ利用・データ同化技術により、衛星等の観測ビッグデータを活用し、大気・陸面・海洋等を高精度に解析。また、IoTなどによる多種多様な新しいデータの活用

2. 日本の気象現象の詳細・高精度シミュレーション

- 最新の科学的知見に基づき、予報モデルを改善・高度化して、詳細かつ高精度に日本の気象現象を予測。開発においては、新世代のAI技術の活用も検討

3. 確率予測とAI技術の融合により意思決定を支援

- アンサンブル予測と、新しいアプリケーションにより、予測情報に加えて予測の不確実を利用者に的確に伝えて意思決定に貢献

開発マネージメントの強化

連携・開発者の育成・基盤整備など
開発マネージメントを強化し、技術開発を力強く推進

1. 幅広い連携を推進

- 産学官オールジャパンの連携を実現するとともに、国際的連携も強化し、数値予報に関する研究と開発を力強く推進

2. 開発者の育成と確保

- 世界最先端の科学技術に基づいた開発を実現するため、多様な人材の活躍を推進し、高度専門家や開発リーダーを育成

3. 研究・開発の基盤を強化

- スーパーコンピュータ、AI等ライブラリなどの研究・開発を支える最先端のハード・ソフトを重点的に強化
- 実用化開発においては、開発指針を共有し効率化を推進

気象庁
開発指針

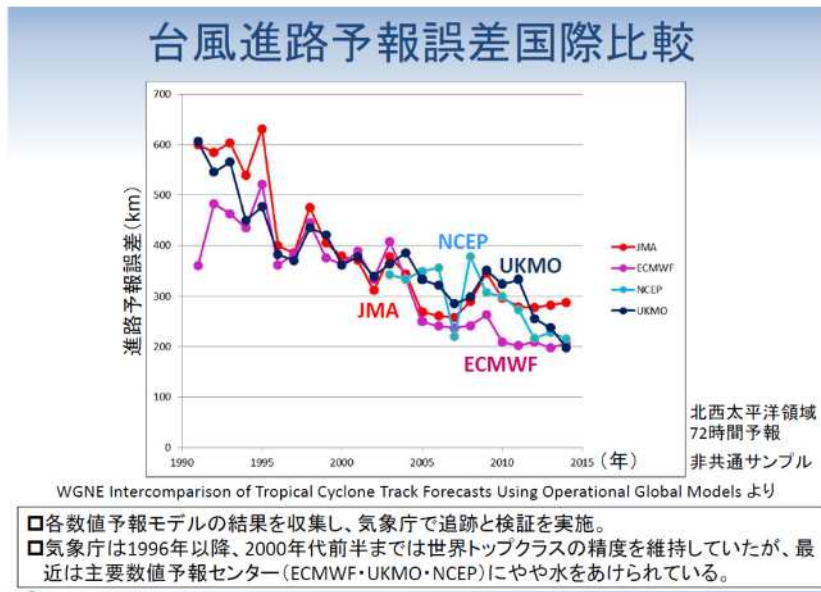
プライオリタイゼーション
実証的根拠に基づく開発
開発全体の最適化

目標達成に資する開発を重点化、開発や運用のコストを踏まえて優先順位を設定
実証的根拠と科学的議論を基本とし、共通の評価手法に基づいたシステムティックな開発を実施
基盤ライブラリ整備や開発環境の確保等により開発全体を最適化・強化し、研究・開発を推進

数値予報技術開発における現状認識 (主要な数値予報センターとの比較)

- 近年では、台風進路予測精度等の国際比較で主要な数値予報センターにやや水をあけられている。
- 気象庁の開発要員数は、主要な数値予報センターと比較すると少ない。

(第1回数値予報モデル開発懇談会より再掲)



予測精度を向上するには、開発体制を充実させることも重要

これまでの議論を踏まえた、開発の課題と方向性(案)

豪雨防災

現状と課題

- 局地モデルでは、線状降水帯の現実的表現がある程度可能。しかし、半日前から時間と場所を絞った予測は困難、かつ不確実性も高い
- 積乱雲の表現には解像度不足、また高解像度に適した物理過程が必要
- 初期状態において、水蒸気量や細かい風の精度が不十分

開発の方向性

- キロメートル以下の**高解像度局地モデル**
- 集中豪雨の不確実性を捕捉可能な**アンサンブル予報システム**
- I o T機器含む、次世代観測による時間的、空間的、観測波長的に高密度な**観測ビッグデータ**をAI等を活用した**最先端の同化技術**で活用
- 集中豪雨のメカニズム研究等、最新の科学的知見の結集

社会経済活動への貢献

現状と課題

- 生産・流通計画の最適化をはじめ、社会経済活動において、半年程度先までの予測を本格的に利用するには精度が不十分
- 予測対象とする現象に応じて、効率的・効果的に予測する技術が必要

開発の方向性

- 熱波・寒波や海水温、日射量など、様々な気象現象・要素を高精度に予測し、かつ現業的に提供可能な、**階層的な地球システムモデル**を開発
- 数か月先の予測に重要な**海洋の渦を精緻に表現可能な高解像度海洋モデル**
- 陸面、海洋、海水、エアロゾルなど**地球システムのデータ同化の高度化**

台風防災

現状と課題

- 台風に伴う豪雨・高潮や梅雨期の大規模豪雨の3日より先の予測には、地球全体から日本周辺の詳細な予測まで幅広いスケールの現象を高精度に取り扱うことが必須
- 全球モデルでは、特に台風進路の予測精度を飛躍的に向上することが必要
- 台風周辺の気象場について、初期状態での精度が不十分

開発の方向性

- 全球、領域、高潮等海関連モデル、及びアンサンブル予報等を組み合わせた、**最適な階層的モデル・システム**の開発
- 台風の構造をより正確に表現可能な、**高解像度全球モデルおよび領域モデル**、また、10km以下の解像度により適した、**新しい物理過程の開発**
- 衛星データ等の観測ビッグデータを、**雲域を含む全ての天候において、かつ高解像度・高頻度**に利用
- モデル内パラメータ最適化、データ品質管理等で**開発にAI技術を活用**

温暖化への適応策

現状と課題

- 市町村単位の温暖化予測情報作成には、高精度かつ詳細な予測が必要
- 詳細な予測の基本となる地球規模の温暖化予測の不確実性は依然大きく、精度向上が必要

開発の方向性

- 温暖化を地球規模で予測するための、大気、陸面、海洋、雪氷、エアロゾル等の相互作用を精緻に扱うことが可能な**高精度な地球システムモデル**
- 日本の顕著現象等の変化傾向を詳細に予測できる**高解像度地域気候モデル**



本懇談会でこれまで頂いたご意見と重点計画への反映

本懇談会でこれまで頂いたご意見(本計画に関連するもの)

気象庁が行うべきこととして

1. 社会的な要請を踏まえ、達成すべき目標を明確化
2. 大学等研究機関と連携を深めつつ開発を推進
3. 大学等研究機関に対し、現在の課題と求められる研究・開発について情報を発信

これらの点に関しては、重点計画(案)に反映させていただいた

1. 交通政策審議会気象分科会の議論も踏まえ、数値予報モデル開発の目標を明確化
2. 幅広い連携により、開発を推進する方向性の提示
3. 大学等研究機関との相互理解を促進するため、個別の開発課題を記述

今回のご議論、及び分科会での議論と提言も踏まえ、秋ごろまでには計画を策定し公表(予定)。

目次

1. 前回いただいたご意見
2. 「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画(案)」について
3. 今後の更なる連携に向けて

今後の更なる連携に向けて(案)

以下の点について今後さらに連携に努めたい

1. モデル開発懇談会等で、重点計画の進捗及び連携状況の確認
2. 研究コミュニティが集中豪雨事例等の再現実験等が可能となるよう、モデル・データ提供の更なる推進
3. 学会や研究会等での議論を通じた、気象庁と研究コミュニティとの意見交換
4. 中長期的に、大学等研究機関と気象庁双方に裨益のある研究開発課題の創出

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)における 線状降水帯の予測精度向上に向けた研究

09. 国家レジリエンス(防災・減災)の強化

目指す姿

概要

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、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术を研究開発し、政府と市町村に実装することにより、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。

目標

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33万人超の被害を、概ね8割以上削減)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。

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に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、内閣府が運用する。
・「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。

社会経済インパクト

・確実に避難ができるようになることで、逃げ遅れによる死者ゼロを目指す。
・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。

達成に向けて

研究開発内容

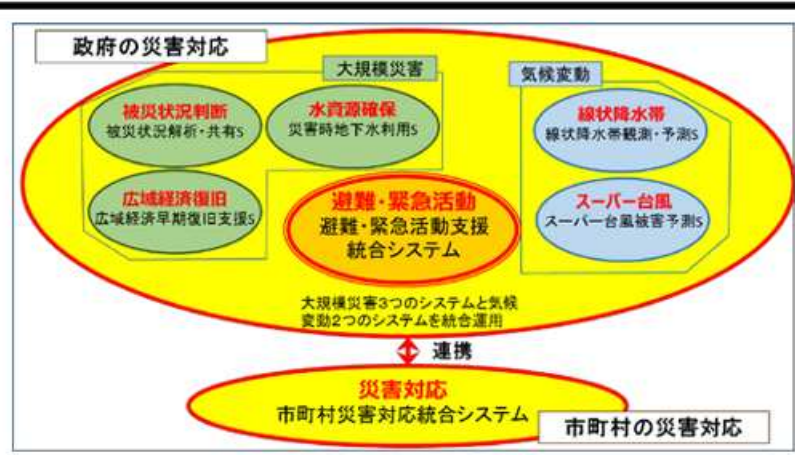
国家レジリエンス(防災・減災)を強化するため、以下の2つの統合システムの研究開発を行う。

①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

②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



関係府省：内閣官房、内閣府、警察庁、総務省、消防庁、文科省、厚労省、農水省、経産省、国交省、気象庁、海上保安庁、環境省

※本研究開発計画については、現在プログラムディレクターにおいて検討中のものです。

10

内閣府HP資料 (<http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/kenkyugaiyo2.pdf>) より引用

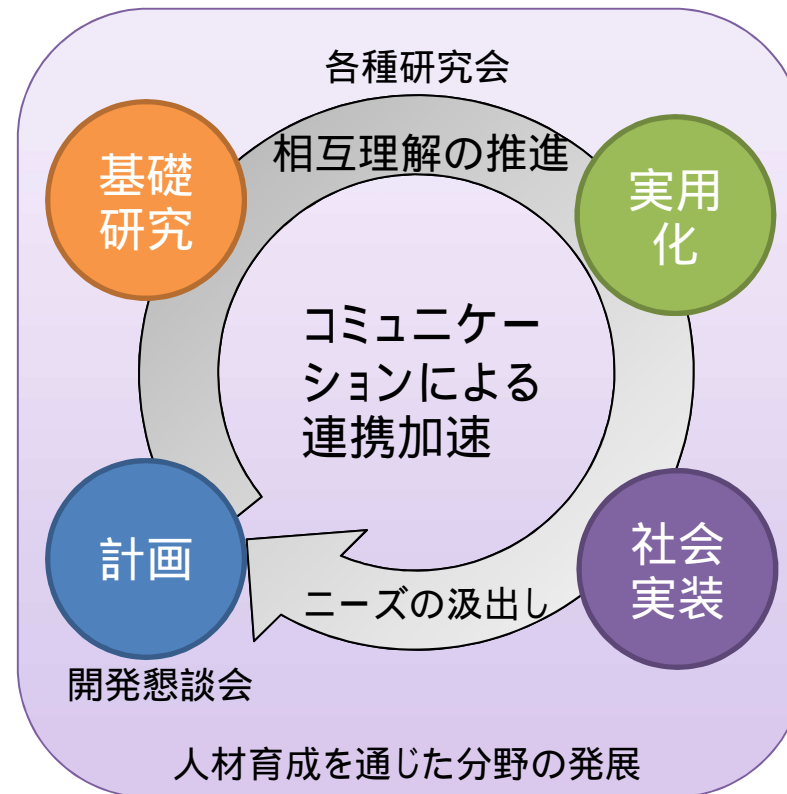
数値予報モデル懇談会の今後の進め方(案)

モデル開発懇談会で、定期的の開発の状況・連携状況の確認を行いたい

基礎研究

知見

- 気象庁の開発への助言
- 課題に関する研究成果の話題
- 研究会等で議論
- プロトタイプ
- 論文やドキュメント
- ソースコードなど
- プロダクト
- 個別パッケージ
- コミュニティモデル



実用化

情報提供

- 現状の課題
- 利用者のニーズ
- 評価指標
- 現業運用に必要な要件
- 現業数値システムの詳細な構成
- 連携支援
- 研究会等の開催
- 成果導入の公表
- 試験と評価結果のフィードバック
- 開発基盤の提供

ご検討をお願いしたいポイント

1. 本計画の技術的な内容
2. 本計画の推進に向けた更なる連携の進め方
3. モデル懇談会の今後の進め方

(参考) 新しいスーパーコンピュータの運用開始

- 気象庁ベンチマークで、旧システムの約10倍の実効性能
- LINPACKは、2系統を合計すると「京」に匹敵
- 海外気象センターと比較してトップクラス

• 主な改善計画

- 台風強度予報の予報期間の延長
 - 3日先まで→5日先まで(平成30年度末までに実施予定)
- 降水予測情報の改善
 - 降水短時間予報の予報時間の延長
 - 6時間先まで→15時間先まで(H30年6月下旬予定)
 - 「メソアンサンブル予報システム」運用開始
 - 集中豪雨や暴風などの災害をもたらす現象の予測に、複数予測の手法を導入(平成31年度早期に実施予定)
- 2週間気温予報の開始(平成31年度早期に予定)等
- 黄砂予測の改善等
- 上記以外にも順次、各種気象情報を改善・充実を計画



(参考) 数値モデル研究会

- 気象庁側が現在検討を進めている今後10年程度を展望した数値予報モデル開発の考え方を紹介。
- 今後の現業数値予報モデル開発及びこれに関連する研究のあるべき方向性について意見交換を行うことを目的に開催。
- 日時:平成30年5月15日
- テーマ:「台風・集中豪雨の予測精度向上に向けた数値予報技術開発の方向性」
 - 台風・集中豪雨予測に関する現業数値予報モデルの課題と技術開発の方向性(気象庁)
 - 台風の予測精度向上に資する先端的研究の現状(琉球大学 伊藤耕介助教)
 - 豪雨の予測精度向上に資する先端的研究の現状(防災科学技術研究所 清水慎吾主任研究員)
- 具体的な技術開発や関連する研究に関する多くの知見いただいた。
- 目標達成に向けて、大学等研究機関と気象庁とのより効果的な連携が必要であることを共有した。