



# 大学等研究機関と気象庁の連携の あり方について

---

気象庁

平成29年7月20日

第1回数値予報モデル開発懇談会



# 内容

---

1. 研究と現業の連携
2. 連携強化に向けた気象庁のこれまでの取り組み
3. 連携のイメージ
4. 大学等研究機関と気象庁の連携課題



# 1. 研究と現業の連携

---



# 連携の考え方(案)

---

- 連携に関する我々の基本的な考え方
  - 数値予報は気象学、物理学、計算機科学、数値流体力学等様々な科学分野に関連している。
  - 数値予報に関する技術開発や予測精度向上のために、研究コミュニティの研究成果を反映していく必要がある。
  - 同時に、気象学の研究や様々な科学分野との学際的研究を推進し、研究コミュニティの発展にも寄与できるようにもしていきたい。



## 連携の考え方(案)続

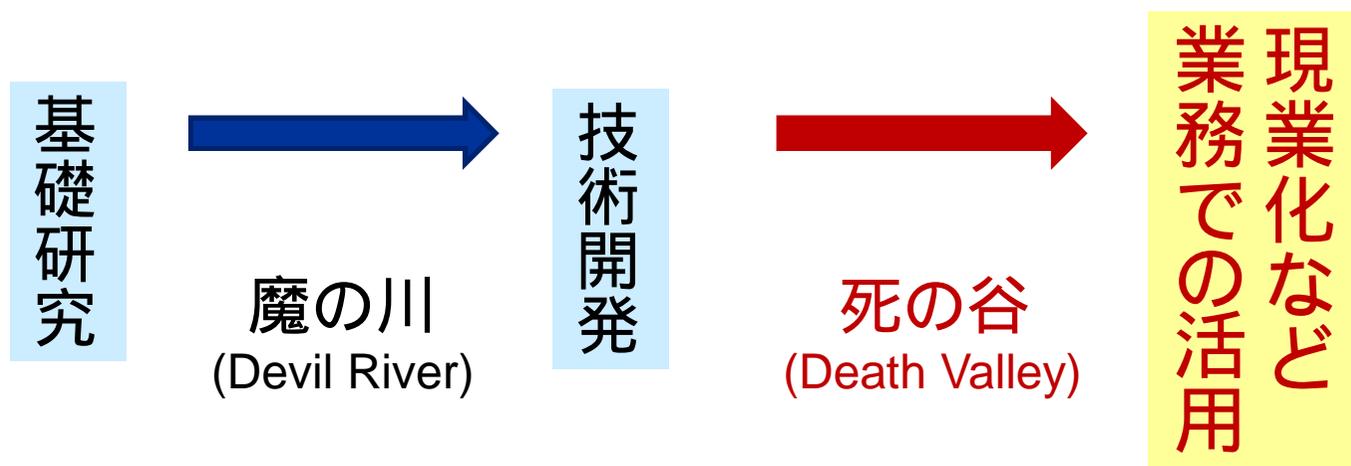
- 知見の共有のための連携の観点
  - 予報結果の観測との比較や現象メカニズムの理解
  - 数値予報モデルやデータ同化の研究成果
  - 集中豪雨等の顕著現象予測には国内の研究成果の反映が必要
- 持続的な開発には人材育成が必要
  - 連携して人材育成することは双方の利益ではないか？
  - 人材交流を進めることも連携促進に効果的と思われる

数値予報モデル開発懇談会を、新たな成果を得て相互の利益となる連携強化の機会として活用したい



# 研究と現業の認識共有

- 研究・現業それぞれの立場の認識を共有することが重要。
- それぞれの立場を踏まえた上で、現実的にできることを進めて行きたい。



基礎研究と技術開発の間には「魔の川」が、技術開発と実用化の間には「死の谷」があると  
言われる。相互の認識の共有に努めて「死の谷」を埋めて行くことが重要。



# 現業数値予報モデルとその開発

## 現業数値予報モデルの要件

- 実行の**安定性・高速性**
  - 異常終了しない、時間内に終了する。
  - 与えられた計算機資源の範囲で最大限の効率性
- **時期・領域を問わず一定の高い水準を満たす予測精度**
  - 全体的な予測精度評価が必須
  - ある面を改良しても別の面に悪影響のある開発は不採用

## 現業数値予報モデルの特性

- 予測精度を上げることが**最優先課題**
  - そのために、自主開発と外部の研究・開発成果の両方を利用する
  - 新規性にはこだわらない



## 2. 連携強化に向けたこれまでの気象 庁の取り組み

---



# これまでの連携強化の取り組み

---

- 知見の共有と連携施策の検討
  - 研究集会等
- 数値予報モデルの公開
  - 数値予報研究開発プラットフォーム
- 数値予報データの共有・利用
  - 気象研究コンソーシアム
- 人材育成と人材交流
  - モデル開発者特別研修
  - 気象庁滞在型の連携
- 現業数値予報強化(気象庁内部の取り組み(技術開発推進本部))
  - モデル開発者研修、開発計画の調整、モデル中期開発計画の策定等

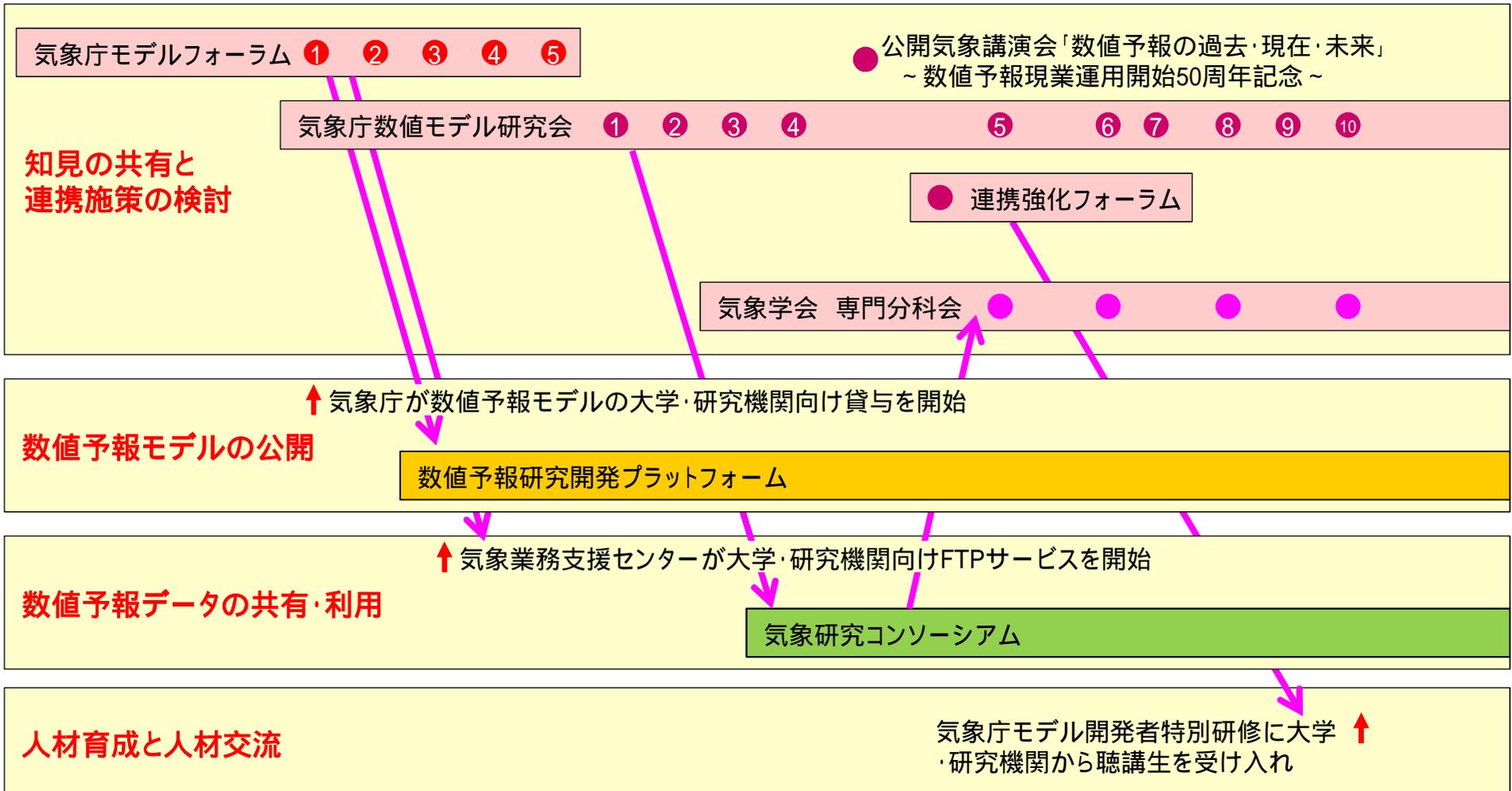


# これまでの連携の取り組み

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017

**現業数値予報強化** ■ 気象庁モデル技術開発推進本部発足

■ 気象庁技術開発推進本部に改組





# 知見の共有と連携施策の検討

## 研究集会

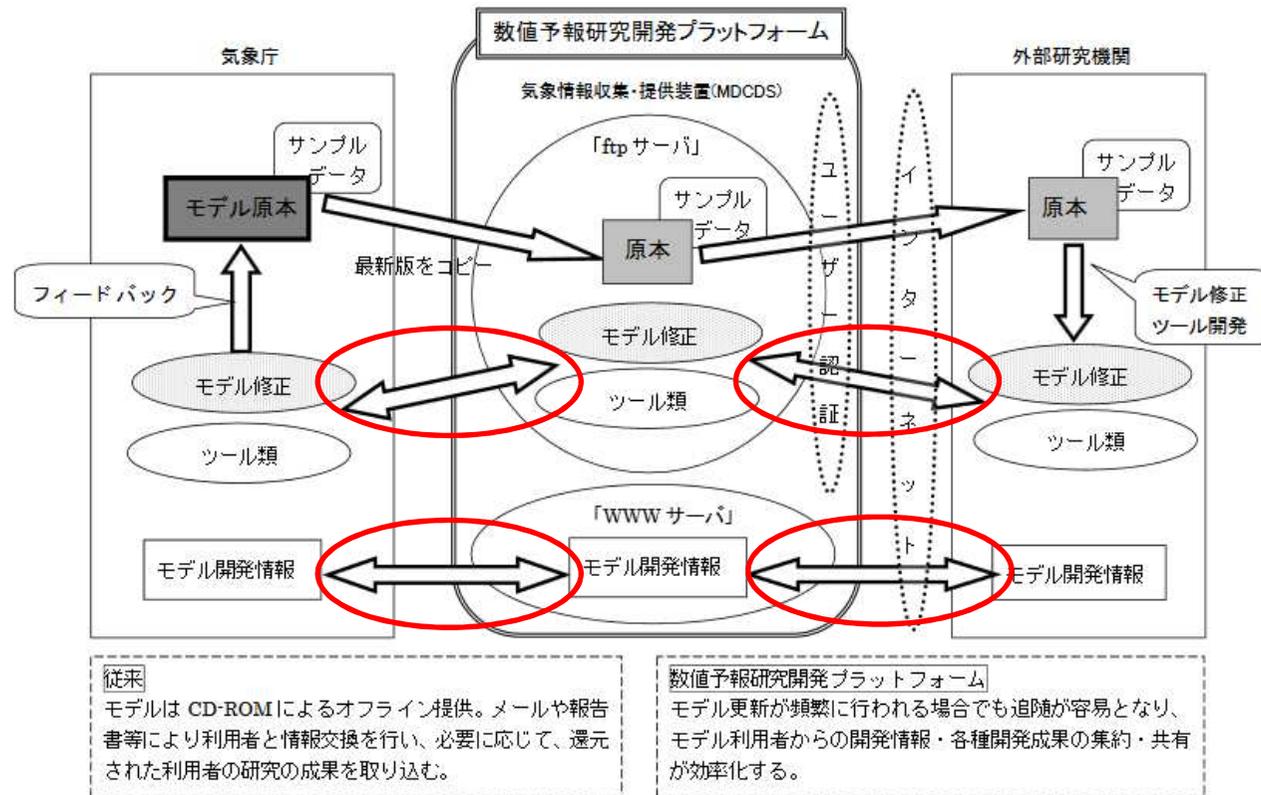
- 気象庁モデルフォーラム (H12～H16)
- 気象庁数値モデル研究会 (H17～)
  - ほぼ毎年開催
- 「気象学会と気象庁の連携強化に関するフォーラム」 (H22.5.26)
- 気象学会専門分科会 (H23～)
  - 春季大会にて隔年開催
- 研究会の内容
  - 気象庁からテーマに応じた最新の現業数値予報モデルの開発情報を提供
  - 研究側からテーマに応じた研究成果の発表
- 研究集会は知見の共有に一定の成果が有り、今後も継続したい



# 数値予報モデルの公開

## 数値予報研究開発プラットフォーム(H13~)

- 貸与対象モデル「全球予報モデル、メソ非静力学モデル、海洋モデル、領域化学輸送モデル」
- 「数値予報研究開発プラットフォーム」の設置について



平成13(2001)年  
11月22日  
報道発表資料  
より

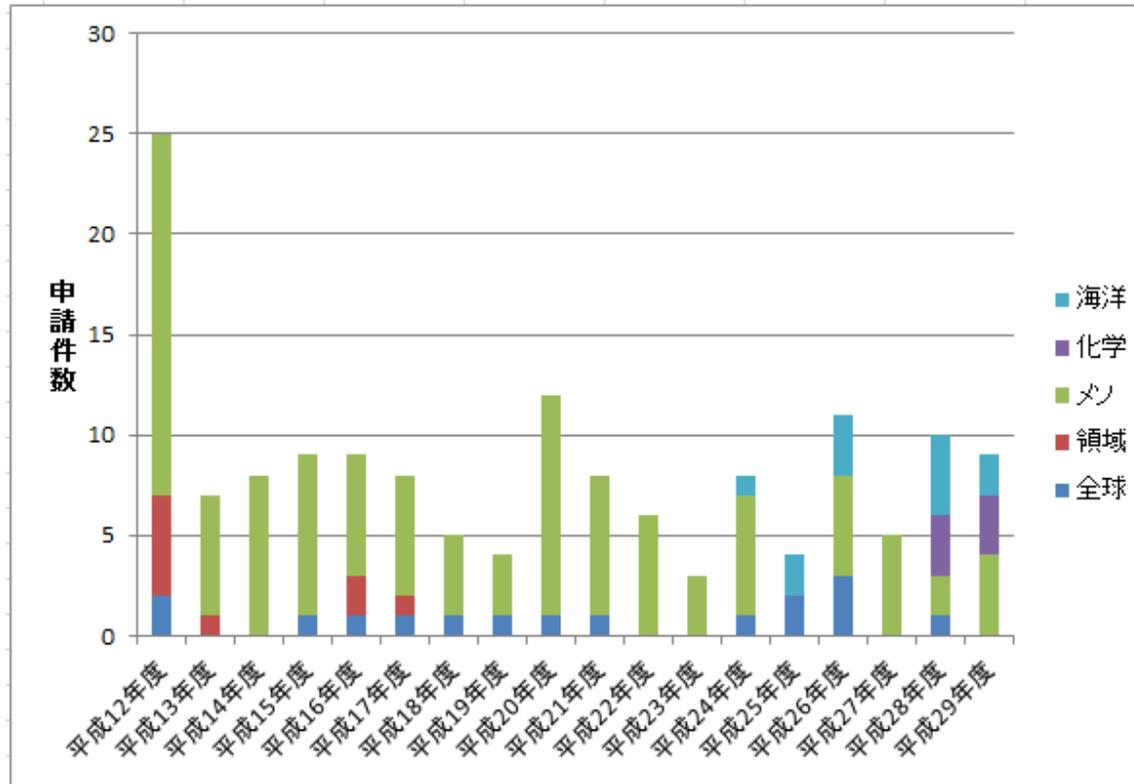
< 目的 >  
モデル利用者との  
開発情報・成果の交換の  
実効性を高める。  
モデル利用者の  
モデル更新への追従を  
迅速・確実にする。

モデル公開による  
研究成果の論文は  
出ている

高い目標を掲げたが、両方向矢印の部分を実能させるのは難しかった。  
= 現業化を前提とした開発工程に研究機関から直接参画するのは困難



# モデル公開 申請件数実績



申請件数の合計

全球モデル	16件
領域モデル(RSM)	9件
メソモデル(MSM)	108件
化学輸送モデル	6件
海洋モデル	12件



# 数値予報データの共有・利用

- 気象研究コンソーシアム(H19～)
  - 気象庁と(公財)日本気象学会の共同研究契約
  - 「わが国における気象研究の発展、大学等における気象研究分野の人材育成、気象庁の気象業務の予測精度の向上を目的とする」
  - 研究課題を登録して気象庁データを利用
  - 登録課題数 45課題(平成29年6月現在)
  - 運営は気象庁・気象学会の委員からなる「気象研究コンソーシアム運営委員会」が担当
  - 気象研究所が事務局としてデータ提供やホームページ運営などの実務を担当



# 気象研究コンソーシアムの活動の進展

- 情報共有、研究成果の情報還元
  - コンソーシアムのホームページに研究成果の論文を掲載
- 提供するデータの種類を順次拡充

**気象研究コンソーシアム**  
気象庁・(社)日本気象学会

TOP 参加申請について 運営委員会 提供データ 研究成果について FAQ

TOP > 提供データ

気象庁データの提供について

気象庁データの提供方法

気象研究コンソーシアムでは、本共同研究に使用可能な気象庁データをオンライン(ftp)で提供します。データフォーマットやサンプルプログラムについても提供します。

データ提供サーバーのアドレス、ログインID、パスワードについては、参加申請の承認後に研究課題代表者に書面でお知らせいたします。

提供データ一覧

- 気象庁全球モデルのモデル面解析値 [全球解析]
- 気象庁メソモデルのモデル面解析値 [メソ解析]
- 週間アンサンブル予報値 [週間予報]
- 1か月アンサンブル予報値 [1ヶ月予報]
- 全球二酸化炭素濃度分布データ
- 全球海面水温解析値(逐観値)
- 大気海洋結合モデルの「3か月予報ルーチン(GPV)」
- 大気海洋結合モデルの「3か月予報ハインドキャスト(GPV)」
- 気象庁1か月予報ハインドキャスト実験データ
- 静止気象衛星ひまわりを用いた大気道跡風
- 静止気象衛星ひまわりを用いた高分解能雲情報

↑提供データ 成果報告の例→

研究課題	対流圏-成層圏力学的上下結合のメカニズムと予測可能性	
担当者	向川 均	
所属機関	京都大学防災研究所	
研究概要	気象庁一ヶ月アンサンブル予報モデル結果、週間アンサンブル予報結果、ハインドキャスト実験データを用いて、成層圏突然昇温現象や北極振動などに代表される対流圏-成層圏力学的上下結合や大気大規模運動のメカニズムと予測可能性の解明を目指す。	
発表論文	番号	論文名
	1	向川 均・廣岡 俊彦・黒田 友二、2007: 成層圏突然昇温現象発生期における成層圏-対流圏結合の予測可能性に関する数値実験. 京都大学防災研究所年報, 50B.
	2	Mukougawa, H. T. Hirooka, T. Ichimaru, and Y. Kuroda, 2007: Hindcast AGCM experiments on the predictability of stratospheric sudden warming.
	3	Mukougawa, H. and T. Hirooka, 2007: Predictability of the downward migration of the Northern Annular Mode: A case study for January 2003. J. Meteor. Soc. Japan, 85.
	4	Hirooka, H., T. Ichimaru, and H. Mukougawa, 2007: Predictability of stratospheric sudden warmings as inferred from ensemble forecast data: Intercomparison of 2001/02 and 2003/04 Winters. J. Meteor. Soc. Japan, 85.
		リンク先URL(クリックすると当該論文の関連ページにリンクします。)
		<a href="http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nengo/no50/ronbunB/a50b0p47.pdf">http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nengo/no50/ronbunB/a50b0p47.pdf</a>
		<a href="http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-34918-3_13">http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-34918-3_13</a>
		<a href="https://www.istage.ist.go.jp/article/imj/85/6/85_6_861/_pdf">https://www.istage.ist.go.jp/article/imj/85/6/85_6_861/_pdf</a>
		<a href="https://www.istage.ist.go.jp/article/imj/85/6/85_6_919/_pdf">https://www.istage.ist.go.jp/article/imj/85/6/85_6_919/_pdf</a>



# 人材育成と人材交流

## モデル開発者特別研修(H12年度～)

- 気象庁内のモデル開発初心者を対象にモデル開発の人材育成
- 6月(概論)、9月(各論)に分けて実施(H18年度～)
- 気象庁モデル開発者特別研修への**大学等からの聴講生受け入れ(H29年度開始)**
  - 気象研究コンソーシアムに登録されている研究課題の参加者(= **気象庁データの利用者**)を対象
  - 今年度は8名が聴講  
(特任研究員2, 博士課程学生4, 修士課程学生2)
- 聴講受け入れにより期待される効果
  - 若手研究者が気象庁の現業数値予報モデルや数値予報技術開発の最新の状況について理解を深められる。
  - モデル開発を担う気象庁の中堅・若手開発者と研究者の交流を始めるきっかけになり、**将来の継続的連携**につながる可能性がある。
  - **「モデルを体系的に学べる絶好の機会」**(聴講生アンケートより)



# 人材交流 気象庁滞在型

## 共同研究・研究費による気象庁への滞在のメリット

- 現業数値予報モデルを直接利用できる
- 移植の難しいデータ同化システムを利用できる。 データ同化の共同研究に効果的

## これまでの例(年度)

### < 数値予報課 >

- 「人・自然・地球共生プロジェクト」による滞在(H14～18)
  - 全球モデルの力学過程改良などへの貢献
- NASDA(現JAXA)からTRMM衛星の同化開発に参加(H12)
- 筑波大からアンサンブル予報の開発に参加(H17～18)
  - 後にマルチモデルグランドアンサンブルでTHORPEXに貢献

### < 気候情報課 >

- 京大防災研と熱帯域における季節内振動の予測可能性評価(H17)



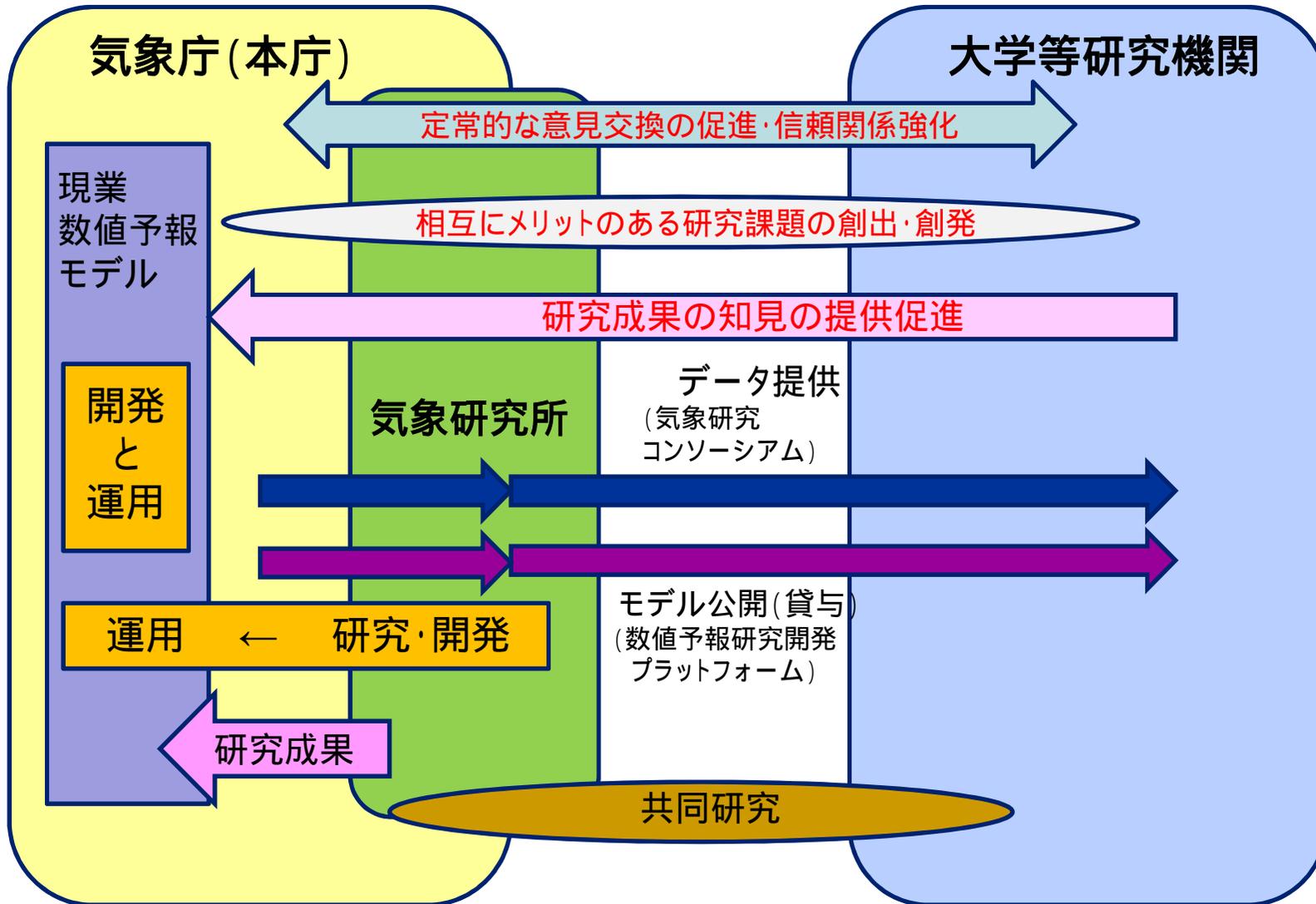
## 3. 連携のイメージ

---



# 気象庁と大学等研究機関の連携のイメージ(案)

数値予報モデル開発懇談会による連携強化





## 連携のイメージ

- 「**知見の共有**」：連携の重要な目的( **創発**)
  - 相互に有益な研究集会のあり方
  - 研究・開発担当者レベルでの日常的なコミュニケーション
  - 創発 = 部分の性質の単純な総和にとどまらない性質が全体として現れること
- 「**知見を生み出すツールとしてのデータ・モデル\***」
  - データ・モデルを提供するための仕組み (\*モデル: 現業数値予報モデル)
    - 気象研究コンソーシアム 観測データの拡充も有効
    - 数値予報研究開発プラットフォーム 使いやすさに向けた見直し
    - これらの窓口の一本化の検討
  - データ提供、モデル公開の成果の還元をわかりやすく
    - 論文紹介のほかにプレゼン形式資料を提供いただくのも一案
  - 環境整備、技術的なツールの相互提供なども一案
- 「**知見を生み出すための人材育成・人材交流**」
  - モデル開発者特別研修への聴講生受け入れの継続等



## 気象庁と大学等研究機関相互の 研究開発課題の創出

- 研究と現業それぞれの**開発の位置づけ**を考えながら課題の創出を進めたい。
- **それぞれの役割(案)**
  - 大学等研究機関
    - シーズベースの研究課題の検討
  - 気象庁
    - 現業数値予報の問題意識を踏まえた研究課題の検討
- **連携方法の具体例(案)**
  - 研究課題は、現業の各種データ(数値予報格子点値、観測データ)や数値予報実験システム(NAPEX)を利用した研究もありうる
    - 特にデータ同化システムの移植は難しいため、気象庁に滞在して既にあるものを使えば効率的・効果的と思われる



## 4 . 大学等研究機関と気象庁の 連携課題

---



# 共同研究等の個別の技術交流

---

- 現在実施中の共同研究等の個別の技術交流
  - 現業非静力学モデルasucaのGPU対応(東工大)
  - 地球観測衛星データの同化利用(JAXA)
  - 衛星シミュレータの利用による雲物理過程の検証・改良(東大・JAXA)
  - 次世代全球非静力学モデルの力学コア比較(東大・理研)
  - データ同化技術に関する議論・情報交換(理研)
- 過去の研究成果の利用例
  - 乱流クロージャーマデル(MYNNモデル: Nakanishi and Niino (2004) )



## 今後期待される連携(案)

- 数値予報技術及びそれに関連する課題
  - 既に行っている課題について、ひきつづき連携を継続
  - 新たな課題の創出
  - 高解像度化した数値予報モデルではそれに適合する物理過程や高頻度の観測データの同化が重要(例)
  - 線状降水帯(発生・停滞・終息)
  - 台風予測(発生・進路・強度)
  - 高解像度・高頻度観測データの有効活用
- 数値予報技術と直接関連しない研究・開発も
  - (例)特定の現象を詳細に解析  
数値予報モデルが予測できていない現象のメカニズムの解析  
数値予報モデル改善に向けた知見を共有できる。



# 気象庁モデル中期開発計画

- 気象庁ではモデル中期開発計画を作成している
  - 技術開発推進本部が調整して作成
  - 現行版はH24～33の計画
  - 次期計算機も決まり今年は更新時期
  - 今年度中に更新した計画を作成したい
- 平成30年度からの10年計画
  - 計算機更新(H30.6)後の向こう5年間で重点的に作成
  - それより先は計算機の動向に注視する必要
- 大学等研究機関との連携を含めた内容にしたい
  - 本懇談会後も委員への情報提供に努め、計画案を提案したい
  - 連携可能な開発分野についてご意見をいただきたくお願いします
  - 連携可能な課題に関しては期限を切ることなくできるところから
  - 長期的な視点での連携課題の検討
- 知見の共有から創発へ



我が国独自の知見を導入して  
世界最先端の数値予報モデルを目指すには、  
大学等研究機関と気象庁の緊密かつ継続的な  
連携が必要です。

---

よろしく申し上げます。