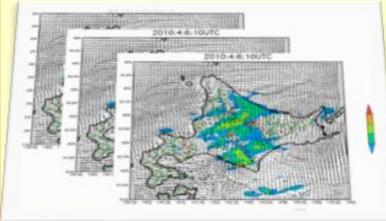


文部科学省 「気候変動適応研究推進プログラム」

北海道を対象とする総合的ダウンスケーリング手法の開発と適用

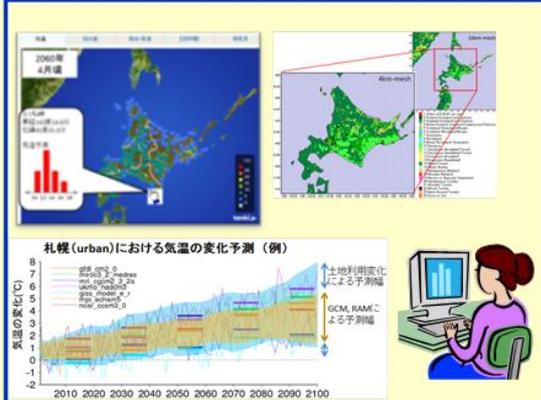


マルチGCM × マルチRAM



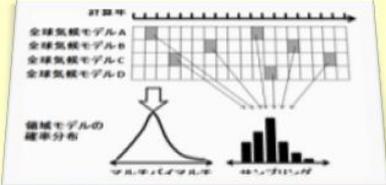
土地利用変化の影響評価

近未来ビューワの開発

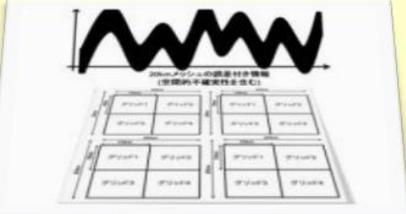


札幌 (urban) における気温の変化予測 (例)





サンプリングDS (SmDS)



ハイブリッドDS (HDS)

課題代表者: 山田 朋人
 北海道大学大学院工学研究院

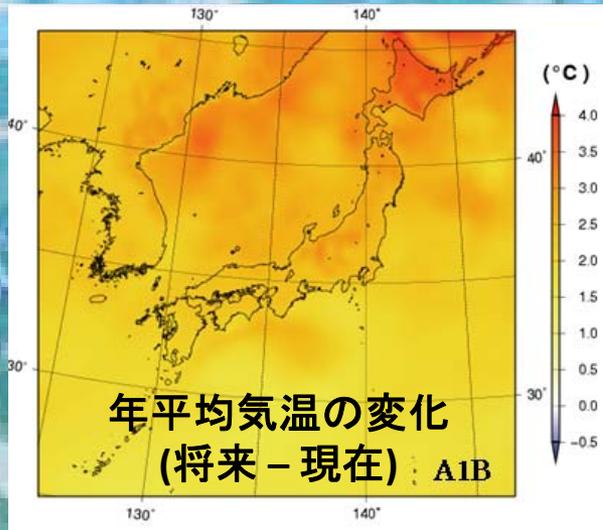
サブ課題代表者: 稲津 将 (北大理学研究院)、佐藤 友徳 (北大地球環境科学研究院)

参画機関: 日本気象協会北海道支社

協力機関: 土木研究所寒地土木研究所、北海道開発局

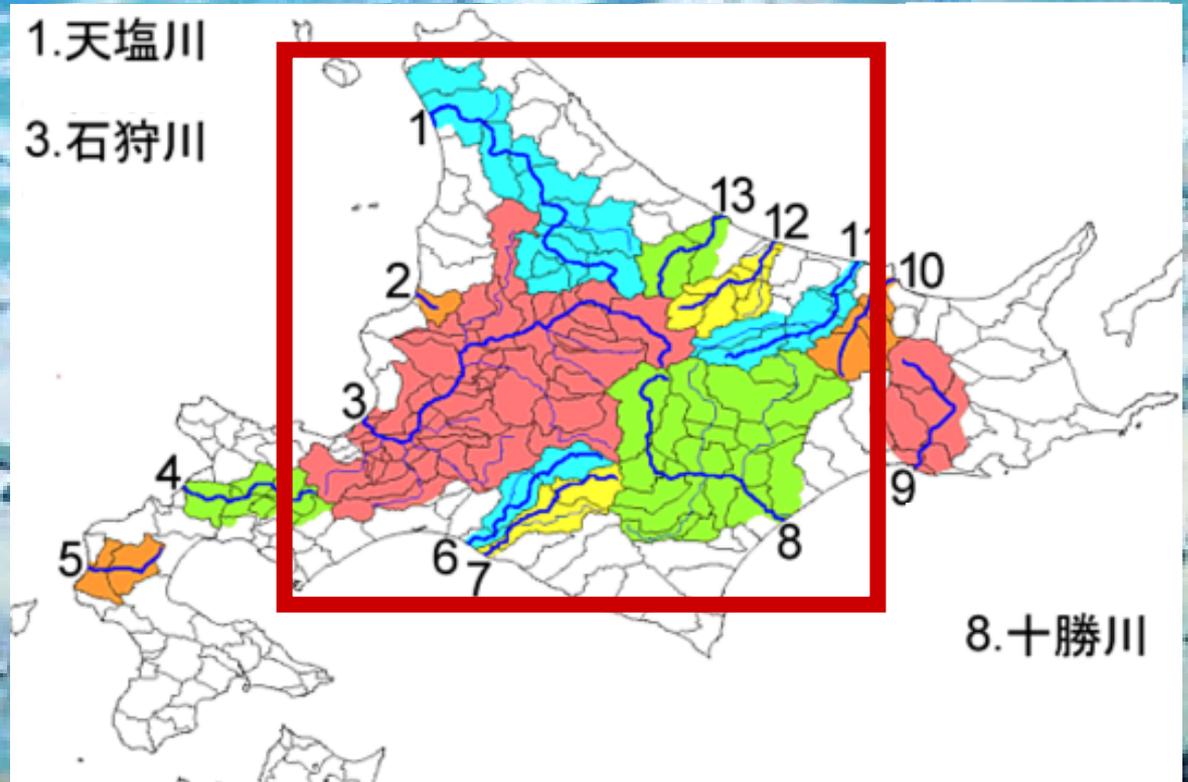
総合アドバイザー: 山中 康裕 (北大地球環境科学研究院)

背景: 北海道における治水と利水



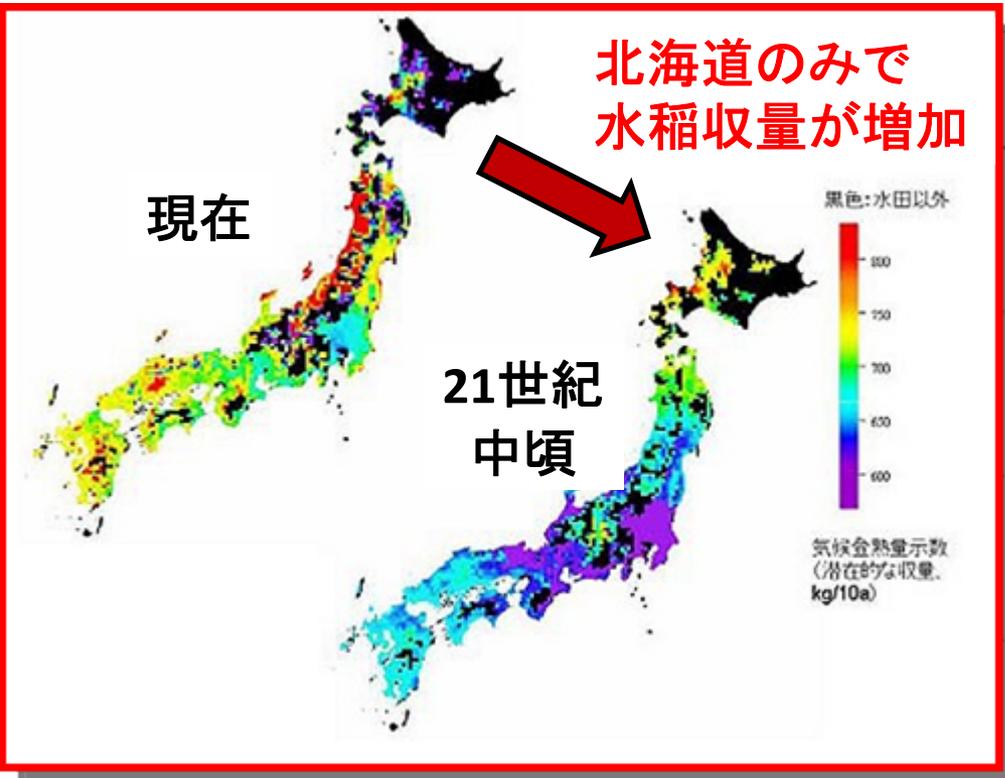
1.天塩川

3.石狩川



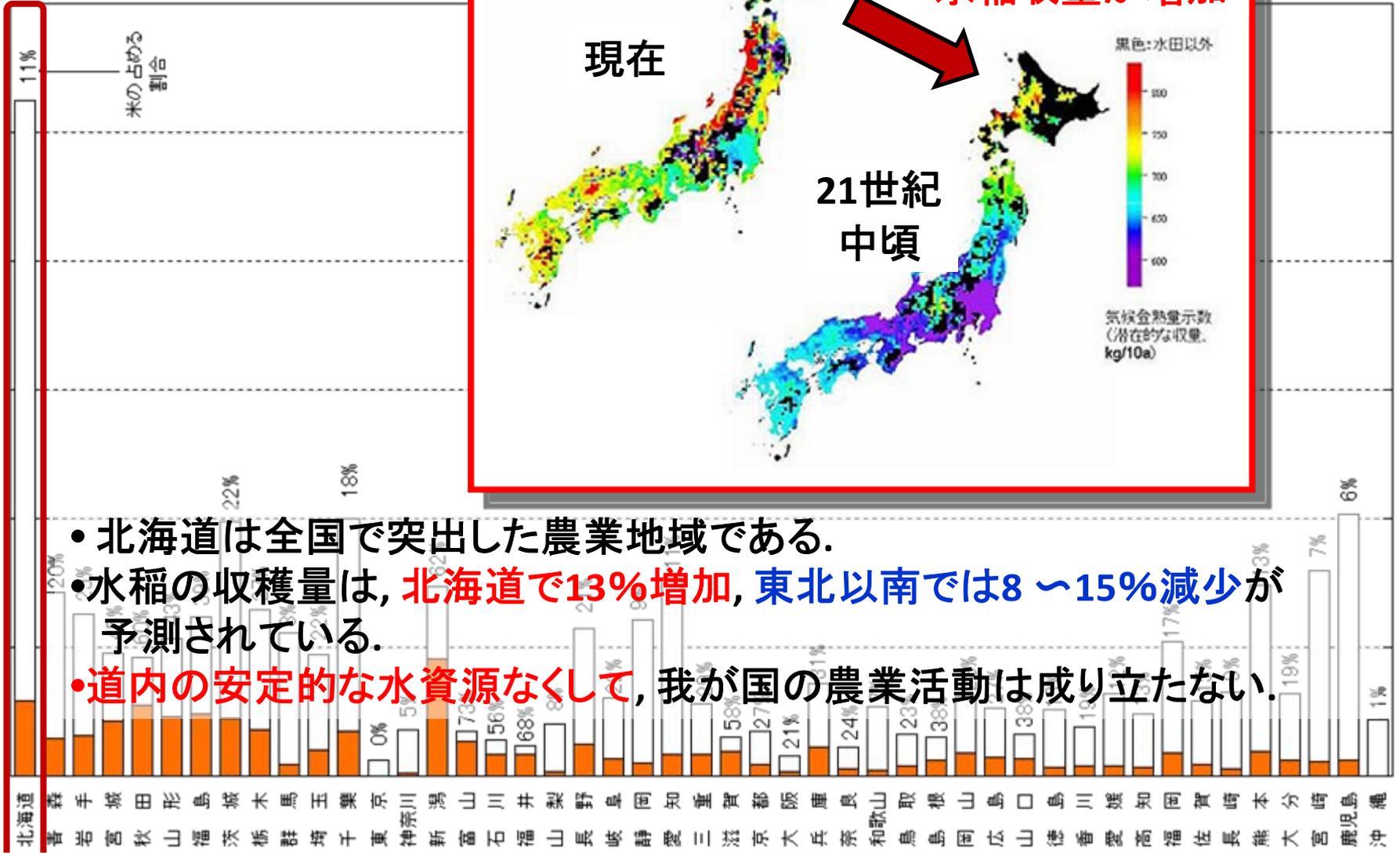
- 北海道は国内で最も高い気温上昇が予測されている。
- 融雪量・融雪時期の変化が治水・利水両面に与える影響は甚大。
- 我が国は北に行くほど治水に対して脆弱。
- 石狩川・十勝川・天塩川の3つの大河川流域をかかえており、流域スケールの適応研究に最適。

背景：都道府県別の農業産出額と水稻の将来



その他

米



- 北海道は全国で突出した農業地域である。
- 水稻の収穫量は、北海道で13%増加、東北以南では8～15%減少が予測されている。
- 道内の安定的な水資源なくて、我が国の農業活動は成り立たない。

北海道

マルチGCM × マルチRAMの必要性

シナリオの不確実性

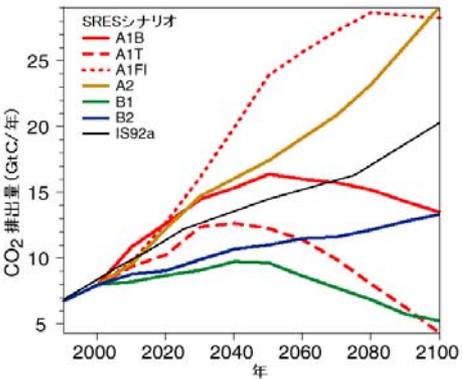
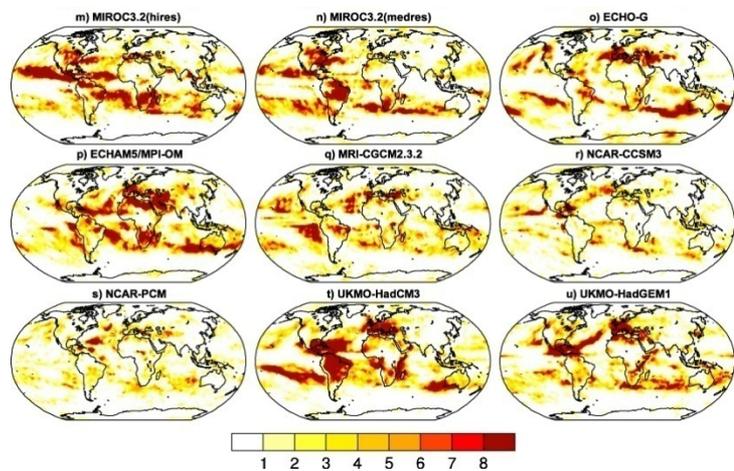


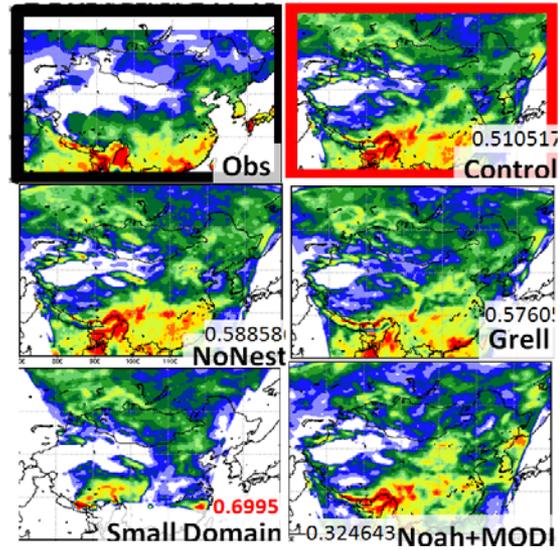
図3 SRESシナリオによる予測CO₂排出量

[出典] 気象庁ホームページ: 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第三次評価報告書 第一作業部会報告 政策決定者向けの要約(気象庁訳)(平成13年3月6日), <http://www.kishou.go.jp/press/0103/06a/spm.htm>(2002年1月17日)

GCMの不確実性 (全球気候モデル)



RAMの不確実性 (地域気候モデル)

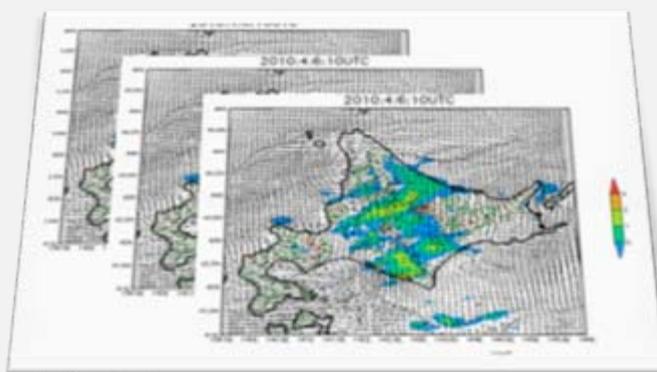


- 現在の**単一GCM × RAM**では, 得られる結果の信頼性について議論出来ない。
- **実務・行政側**からも**将来予測結果の不確実性**に関する要望が多い。
- 気候変動に対する適応策を策定するためには, **マルチGCM × マルチRAM**の組み合わせにより得られる**確率情報**が不可欠。

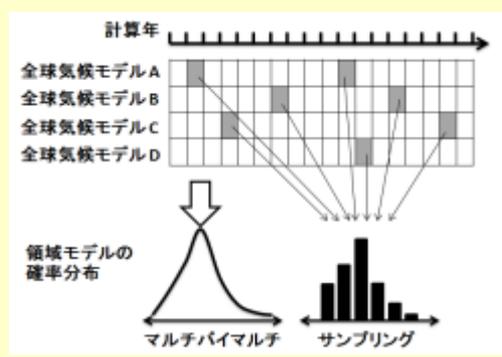
研究実施内容

目的: 「先進的な力学的ダウンスケーリング手法の提案および北海道における適応研究に資する気象・水文情報の提供」

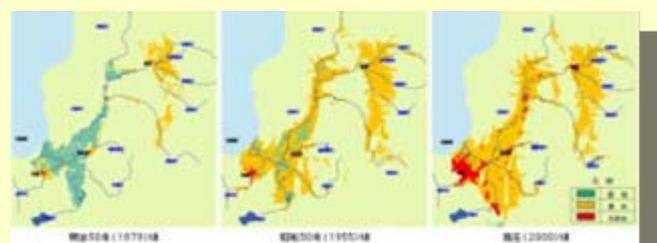
- 複数のGCM × 複数のRAMによるマルチ × マルチ力学的DSの実施
- 新しい力学的DS手法の提案および, 土地利用の改変も考慮した普遍的DS手法の提案
- 得られた情報を公開する近未来ビューワの開発 (テーマ3)



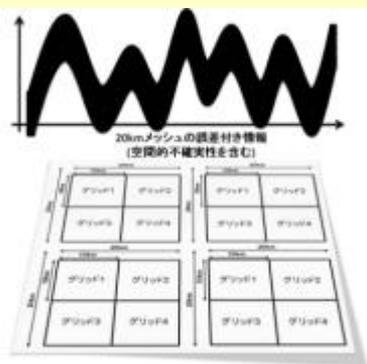
マルチGCM × マルチRAM



サンプリングDS (SmDS)

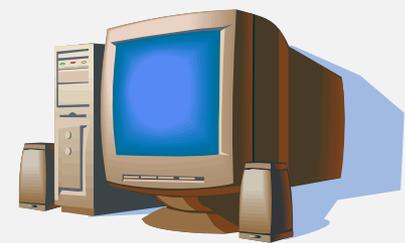


土地利用変化の影響評価



ハイブリッドDS (HDS)

近未来ビューワ

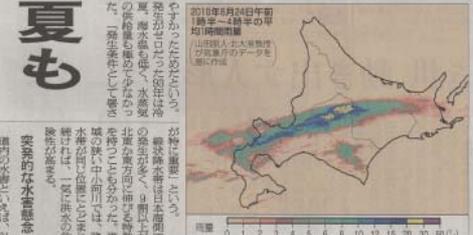


北海道における近年の豪雨特性

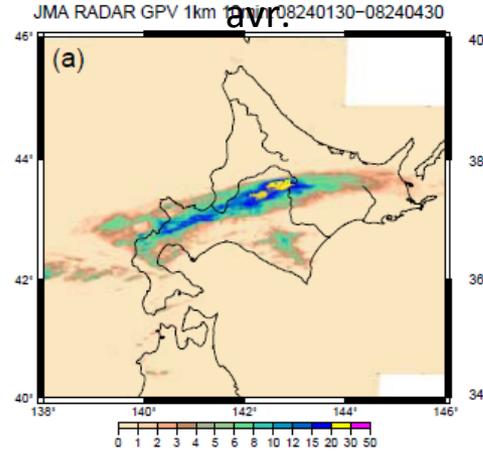
局地的な雨北の夏も

「線状降水帯」昨年21回

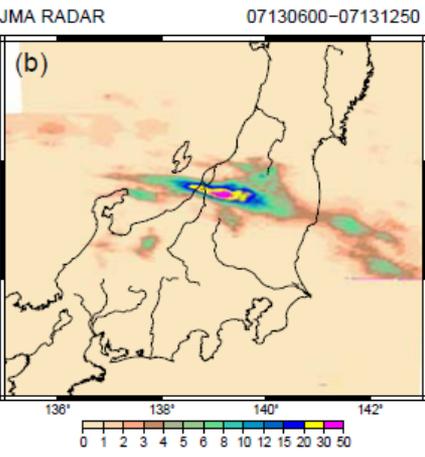
「線状降水帯」は、梅雨前線や秋雨前線が停滞し、発達した雨雲が連続して発生する現象で、大雨や豪雨をもたらす。昨年は、この現象が21回発生した。これは、観測史上最多の回数である。...



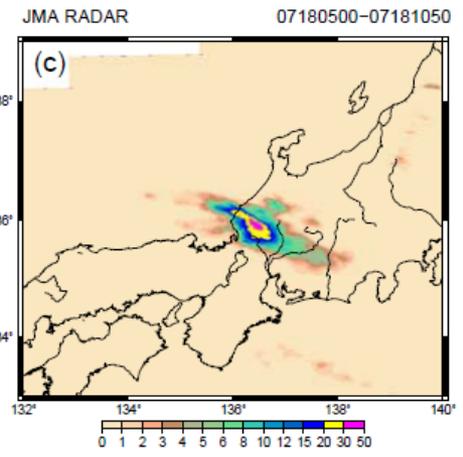
北海道豪雨事例
 2010年8月24日
 1:30am~4:30amの3hr-avr.



新潟・福島豪雨事例
 2004年7月13日
 6am~1pmの7hr-avr.



福井豪雨事例
 2004年7月18日
 5am~11amの6hr-avr.



朝日新聞8月22日朝刊
 RECCA関係内容が掲載

これまで北海道では線状降水帯による豪雨はそれほど報告されていない。
 (1986年には登別に線状降水帯による豪雨が報告されている、小倉1990)

- 2010年8月24日忠別川豪雨
 1時間雨量データ
 東川町・・・42.5mm/hr
 札幌市・・・42.0mm/hr
 北海道では極めて大きな降雨強度.

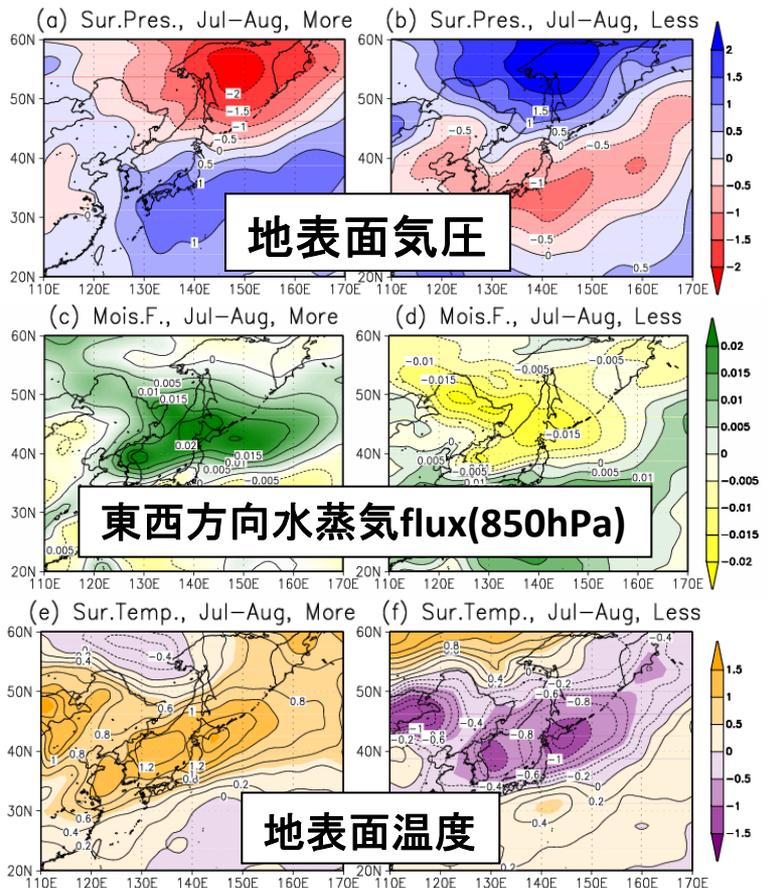
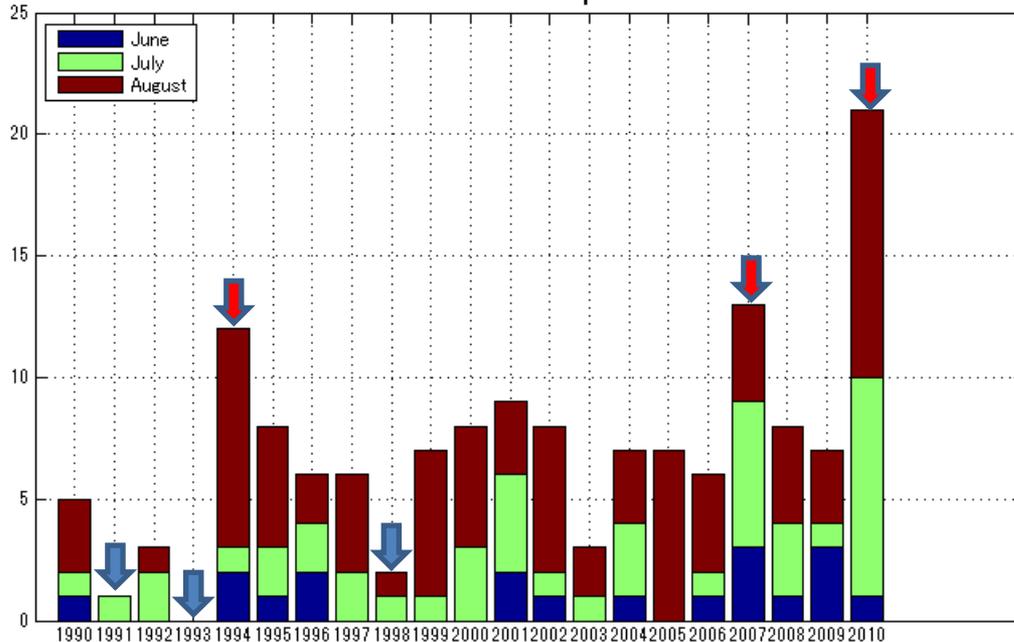
- 2011年8月20日: 苫小牧で90mm/hr.
- 2011年9月: 札幌市内で331mm以上の総降雨量(小金湯). 年降水量の1/4以上.

1990～2010年夏(JJA)に発生した線状降水帯の数 (対象地域: 北海道と周辺海域, 137E-148E & 41N-46N)

- 年平均**7個**の発生数(1990～2009年).
- 20世紀:**5.8/年**, 21世紀:**8.9/年**
- 2010年には**21個**の線状降水帯が発生
- 主に**7,8月**に発生.
- 本州が高気圧性, オホーツク海側が低気圧性の
平年偏差の年に線状降水帯が多く発生
(1994,2007,2010年)
- 降水帯の発生数が少ない年はその逆.

発生数: 多い年 発生数: 少ない年
(1994,2007,2010) (1991,1993,1998)

Number of Line-shaped Rainbands



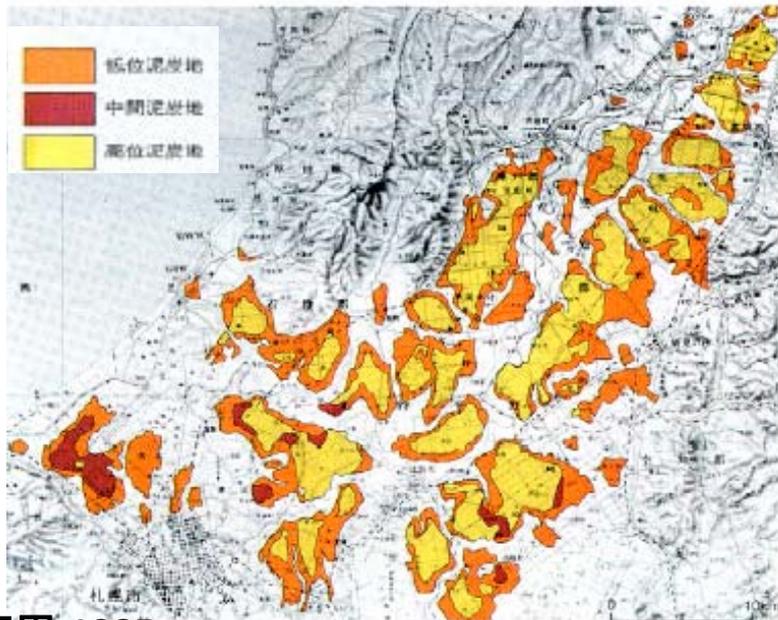
表層地下水環境の推移と今後



掘削機

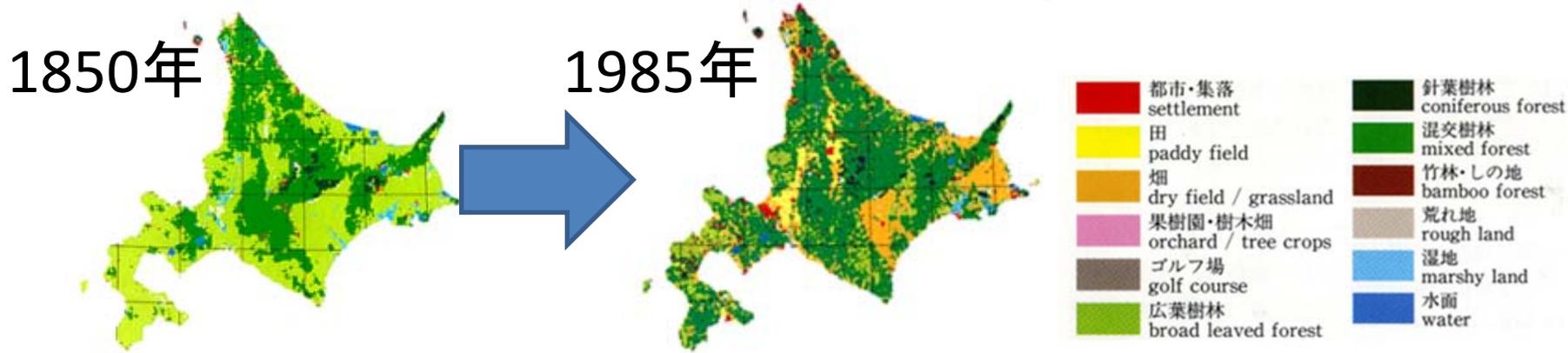
石狩川改修の目的:

地下水位を下げ、湿地を農地や住宅地に利用可能にすること。「捷水路」によると、石狩川流域の湿地、泥炭地を農地や住宅地に改良するため、**地下水位を90cm下げ**ることを**土地改良の目的**としていた。



第1期拓殖計画説明書:「農牧に適する大地積の湿地及び泥炭地のうち交通便利にして、改良後相当の開発の見込みあるものを改良して利用を増進するものであり、そのための改良工事は幹線排水溝の掘削にあり、その設計は地下水位を地表面以下3尺(90cm)低下せしむるを目的とする」

土地利用区分毎の影響比較

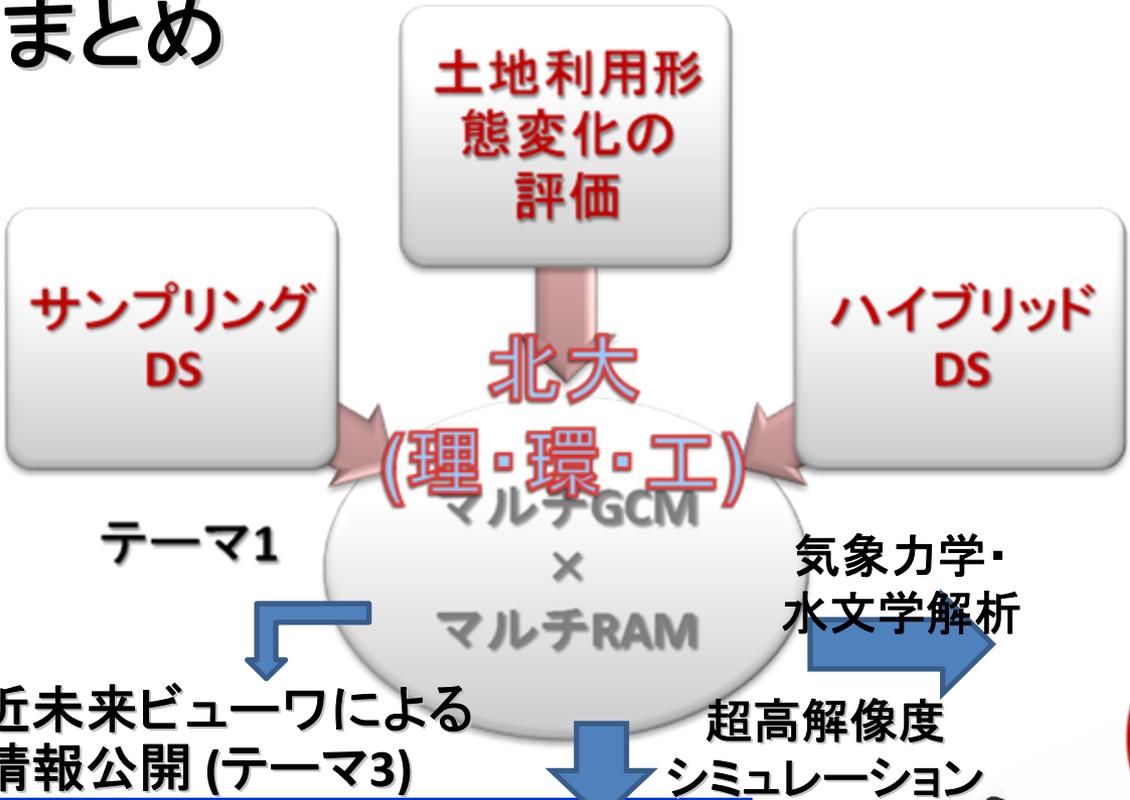


季節平均気温の増減(°C:開拓後－開拓前)

	冬	春	夏	秋	年平均
北海道全体	0.02	0.01	-0.07	-0.03	-0.02
都市化	1.29	0.96	1.47	0.99	1.18
農地化	0.02	0.09	-0.12	-0.05	-0.02
変化なし	0.01	-0.01	-0.03	0.00	-0.01

●札幌などの都市域では、ヒートアイランド効果によって気温の上昇が加速している。寿都と札幌との差から、約1°C前後の年平均気温の上昇が都市化による影響と考えることができる。

まとめ



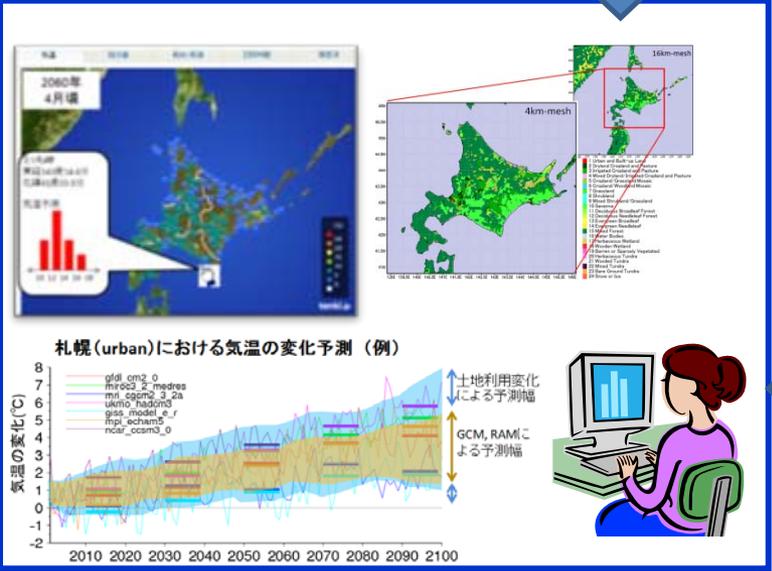
近未来ビューワによる
情報公開 (テーマ3)

超高解像度
シミュレーション

気候変動適応
研究
議論の場



行政・実務者
(開発局・寒地土研・
気象協会
・コンサルタント等)



実務者・市民が直接
データをチェック可能



北海道を対象とする総合的ダウンスケール手法の開発と適用

山田 朋人（北海道大学）



概要

我が国で最も地球温暖化による影響が大きく積雪量の減少や融雪時期の変化など水資源において大きな変化が現れると予想(気象庁「異常気象レポート2005」)されている北海道を対象に、治水・利水における気候変動適応策立案に必要なダウンスケール手法を開発します。また、本研究で得られた水文・気象情報を適応策立案の参考情報として活用するためのソフトウェアの開発を行います。

対象地域

北海道

実施体制

共同研究参画機関：日本気象協会北海道支社
協力連携機関：北海道開発局、土木研究所 専地土木研究所

北海道では、地球温暖化による水資源の変化や治水・利水への脆弱性が指摘されていることから、気候変動適応策の立案は急務であり、そのためには地域気候の詳細なシミュレーションが必要です。本研究では、不確定性の幅を含む地域気候変動のシミュレーションのため、複数の全球気候モデルと複数の地域気候モデルを組み合わせたダウンスケールを実行します。また、ダウンスケールによって得られるデータや情報を分かりやすく提供するためのソフトウェアを開発します。

研究テーマ1: 北海道を対象とした複数の全球気候モデルと複数の地域気候モデルを用いた力学的ダウンスケールとその成果を活用した総合的ダウンスケール手法の開発

・マルチGCM(全球気候モデル)×マルチRAM(地域気候モデル)による力学的ダウンスケールの成果を活用した総合的ダウンスケール手法を開発

ハイブリッド・ダウンスケール手法の開発
・小地域の詳細な確率情報を得る

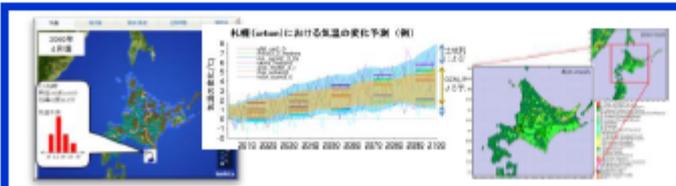
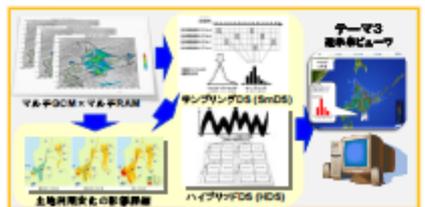
土地利用変化によって生じる地域気候予測に含まれる誤差情報の抽出
・土地利用変化の気候への影響を評価
・土地利用変化による気候予測の誤差の程度を明らかにする手法の開発

サンプリング・ダウンスケール手法の開発
・計算資源を低減

研究テーマ3: 北海道における気候変動適応研究のための水文・気象ダウンスケールデータの情報公開ツール「近未来ビューワ」の開発

・開発したダウンスケール手法により得られたデータを、水文・気象データの確率情報として分かりやすく集約
・集約した情報をWeb上で容易に参照し、気候変動適応策立案に活用できるようにする

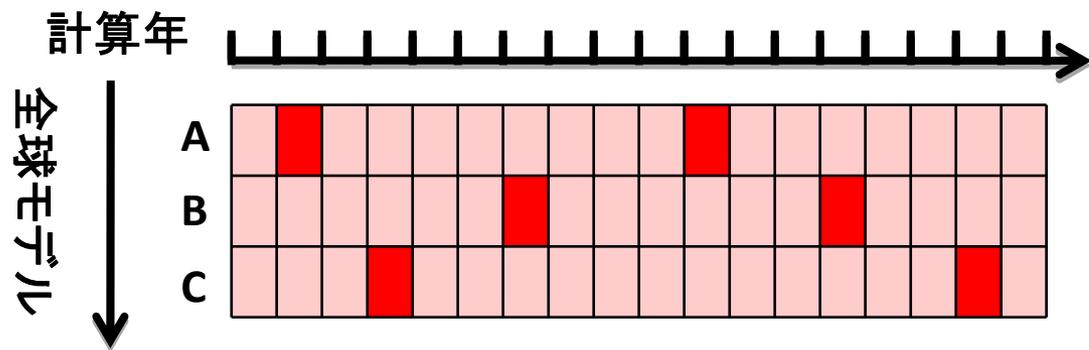
情報の公開



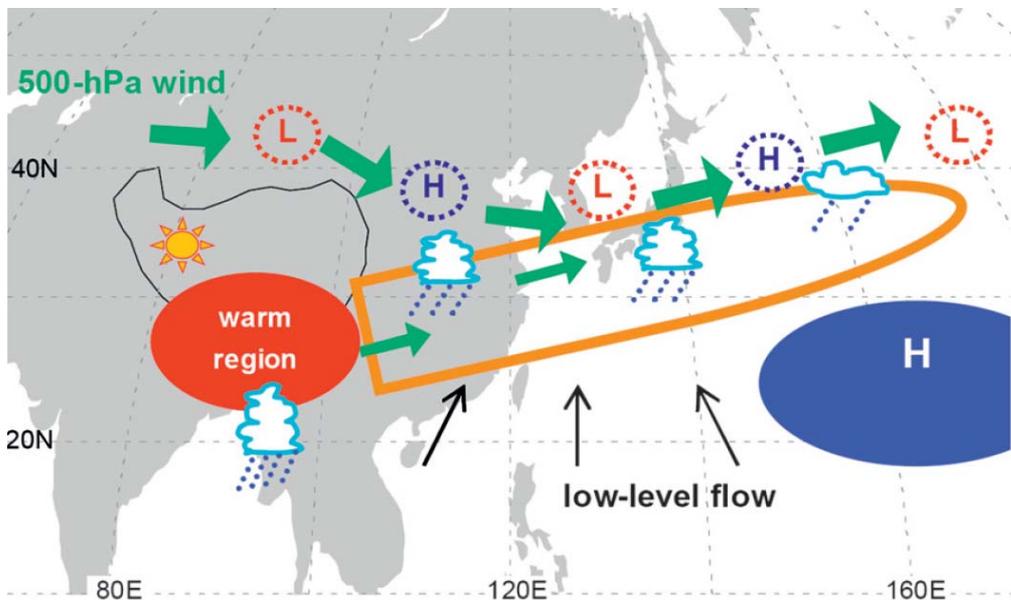
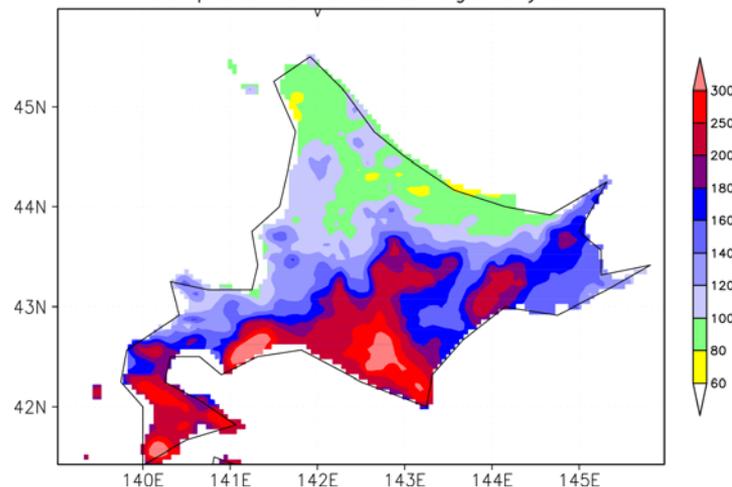
実務者・市民が
直接データをチェック可能

脆弱性が指摘される北海道の治水・利水における気候変動適応策立案に貢献

北海道の気候力学研究

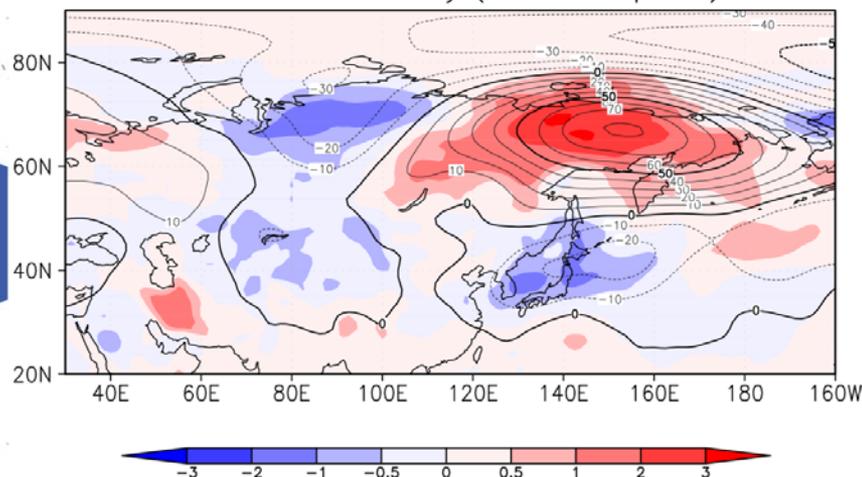


Composite Rainfall EOF2 negative year



Sampe and Xie (2010)

Z500 & SAT anomaly (EOF2n composite)



Inatsu, Terakura, & Kuno (2012, in preparation)

自動水文気象観測装置の設置状況



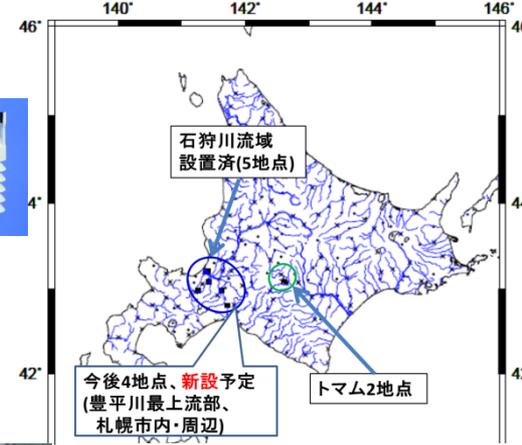
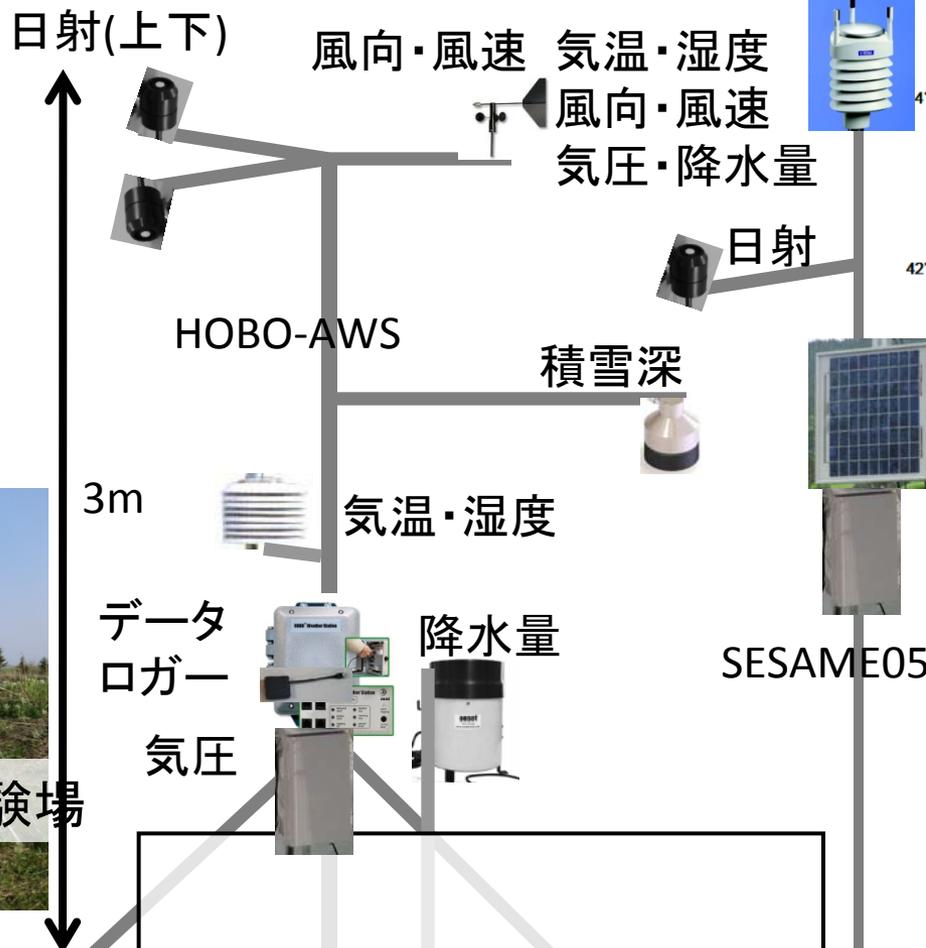
開発局逆川
水防資材場



寒地土研石狩水理実験場



開発局南6号排水機場



八剣山果樹園



開発局
千歳川上流防災ST



地温(-0.05,-0.1,-0.2,-0.4m)
土壌水分(-0.05,-0.1,-0.2m)

ビューワのニーズ調査

水文気象情報を集約し、市町村スケールにおける適応研究に資するデータ公開手法の開発
積雪寒冷地である北海道の特徴から、気候変動により対策や管理について適応策を検討
することが想定される分野を抽出

- 河川事業者、営農関係者、道路管理事業者、政策担当者、新エネルギー開発事業者、建設コンサルタントなどを対象とするアンケートや聞き取り調査を実施し、それぞれの対象分野において、最も重要となる水文気象要素と計画や基準に用いられる指標を調査
- 本課題で行うマルチRAM実験から得られる出力要素のうち、これらの指標を再計算するために必要な時間間隔などを検討

対象分野	指標	目的、算定方法	データ間隔他
河川 治水計画 " 利水計画 " その他	<ul style="list-style-type: none"> ・計画降水量(1~3日)、計画高水流量 ・正常流量(濁水時でも確保)、総降水量、無降水日数 ・包蔵水量、積雪相当水量、融雪量・期間 	<ul style="list-style-type: none"> ・再現期待値、最大値 ・10年以上での濁水値(至近30年3位なども) ・例えば、流砂量への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・時間単位 ・日単位 ・日単位
農業 利水計画 " 営農計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ピーク/濁水流量、最大時間雨量 ・発育・病虫害:日平均/最低/最高気温、積算気温、日照時間、雨量、湿度 ・土壌凍結深:日最深積雪、日平均気温 	<ul style="list-style-type: none"> ・利水計画、排水計画基本資料 ・適応品種選択、営農計画基礎資料 ・病虫害対策 例えば、野良いも防除 	<ul style="list-style-type: none"> ・主に時間単位 ・日単位 ・日単位
ライフライン (道路、水道、他)	<ul style="list-style-type: none"> ・設計積雪深、最大積雪深、1/2日最大降雪 ・吹きだまり量、視程障害発生頻度 ・積算寒度 ・降雨強度曲線 ・濁水/低水流量 	<ul style="list-style-type: none"> ・再現期待値(10年程度) ・気温*風速*降雪有無 ・凍上、凍結対策 ・降雨強度-継続時間の再現期待値 	<ul style="list-style-type: none"> ・日単位 ・冬期間 ・冬期間 ・時間単位
地域政策	<ul style="list-style-type: none"> ・豪雪対策特措法の地域指定 ・雪寒法の指定(積雪寒冷特別地域における道路交通確保に関する特措法) 	<ul style="list-style-type: none"> ・年間累計積雪深 ・2月最深積雪(5年間) $\geq 50\text{cm}$ or 1月気温 $\leq 0^\circ\text{C}$ 	<ul style="list-style-type: none"> ・年単位 ・月単位
新エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・日射量(太陽光発電向け) ・風速(風力発電向け) ・累計降雪、積雪(雪氷冷熱向け) 	<ul style="list-style-type: none"> ・気温上昇による発電効率の低下 ・暴風の増加による稼働率の低下、耐風設計への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・日単位 ・時間単位 ・日単位

ビューワのニーズ調査とアウトプットへの反映

アンケート調査と補足のヒアリング調査をH23年に実施



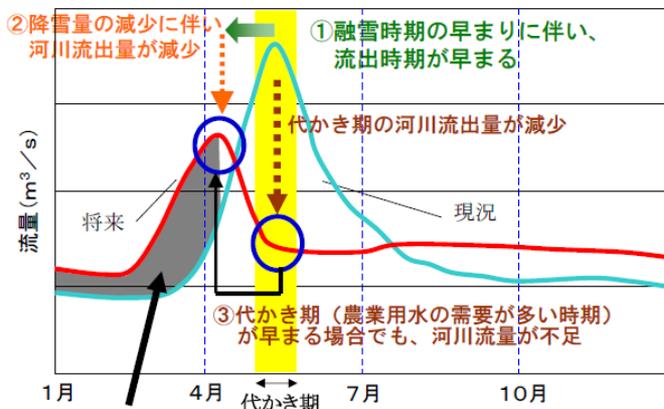
例えば、各分野で使用されている構造物設計値の適応策検討のための確率値の提供
融雪期流出量計算のための水文諸量をビューワで提供

【現 行】 土木構造物設計のために確率値や確率等雨量線図を利用

【ビューワ】 将来の確率雨量値を提供し適応策の検討を支援

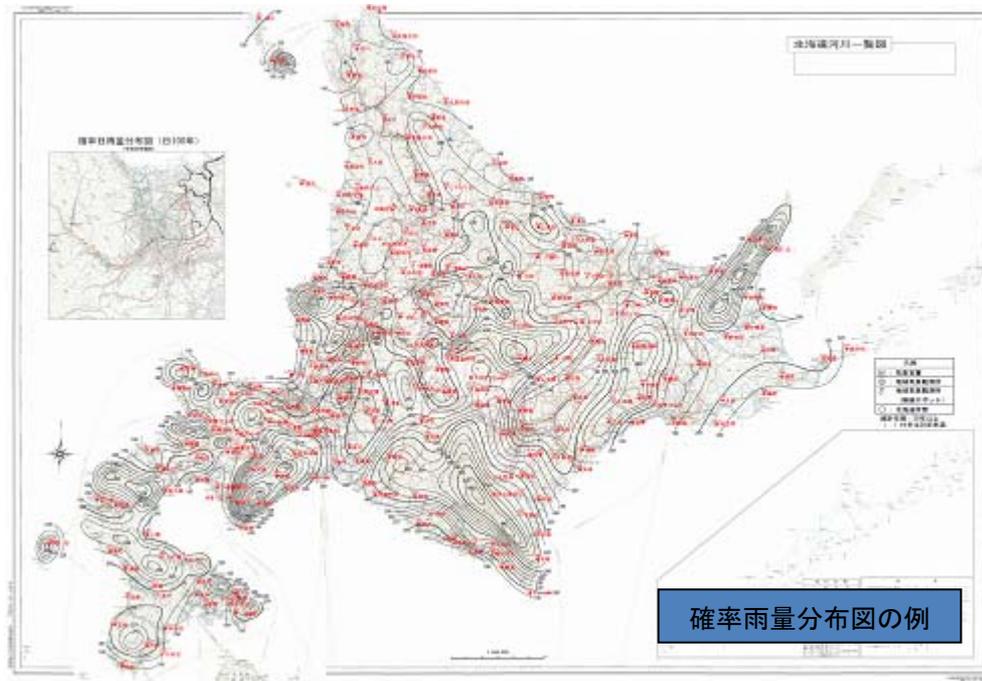
【現 行】 過去の観測データ等から農業水利計画策定

【ビューワ】 将来の水文諸量を提供し適応策検討を支援



無効放流の発生！

ダムが満水の場合、無効放流（有効に利用できない放流）となる



北海道の水文学研究

ハイブリッドDSに関する基礎的な解析として
各流域における複数箇所の水文気象データの整備と、
水文・陸面モデルへのサブグリッド情報の導入

対象流域:

- ・石狩川中下流域
- ・定山溪ダム流域
- ・天塩川岩尾内ダム流域
- ・豊平峡ダム流域

Case1:

大気予報場→陸面モデル→
保水能理論による初期土壌水分効果を取り
込んだ流出予測 (山田・呉2011)

Case2:

陸面モデル自体に保水能理論を取り込むこと
で流域内の斜面長さ効果を考慮(開発中)

20kmメッシュの誤差付き情報
(空間的不確実性を含む)

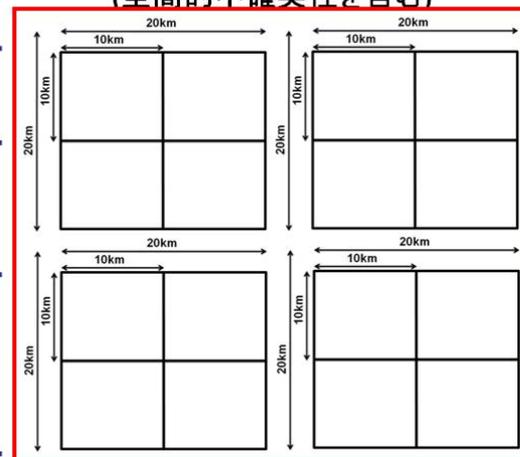
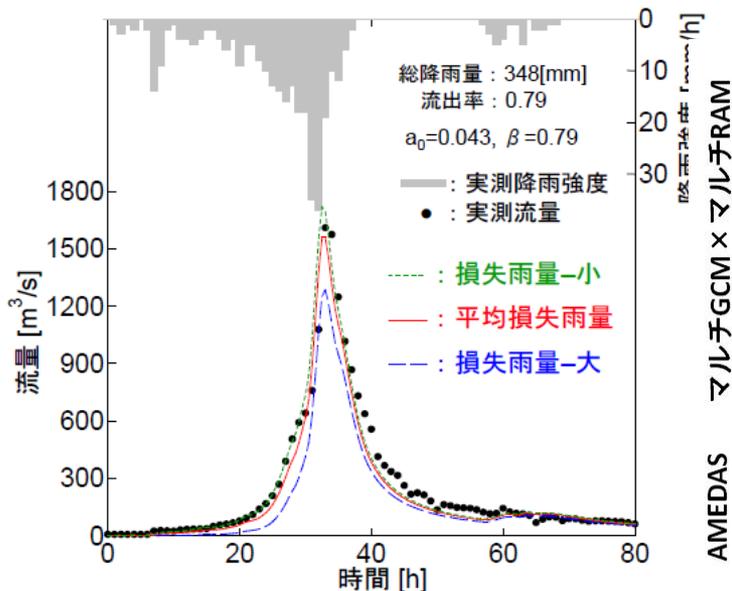
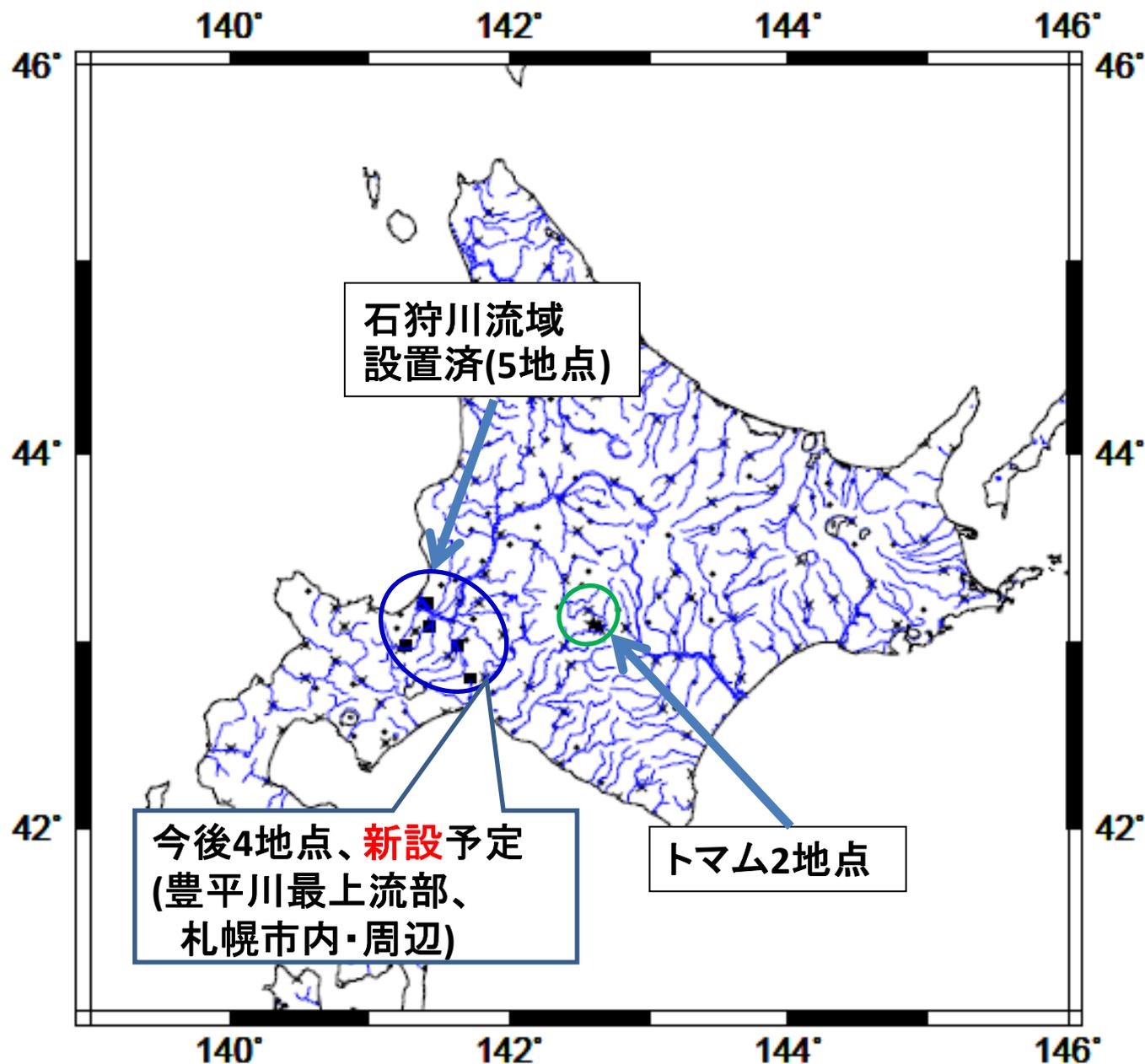
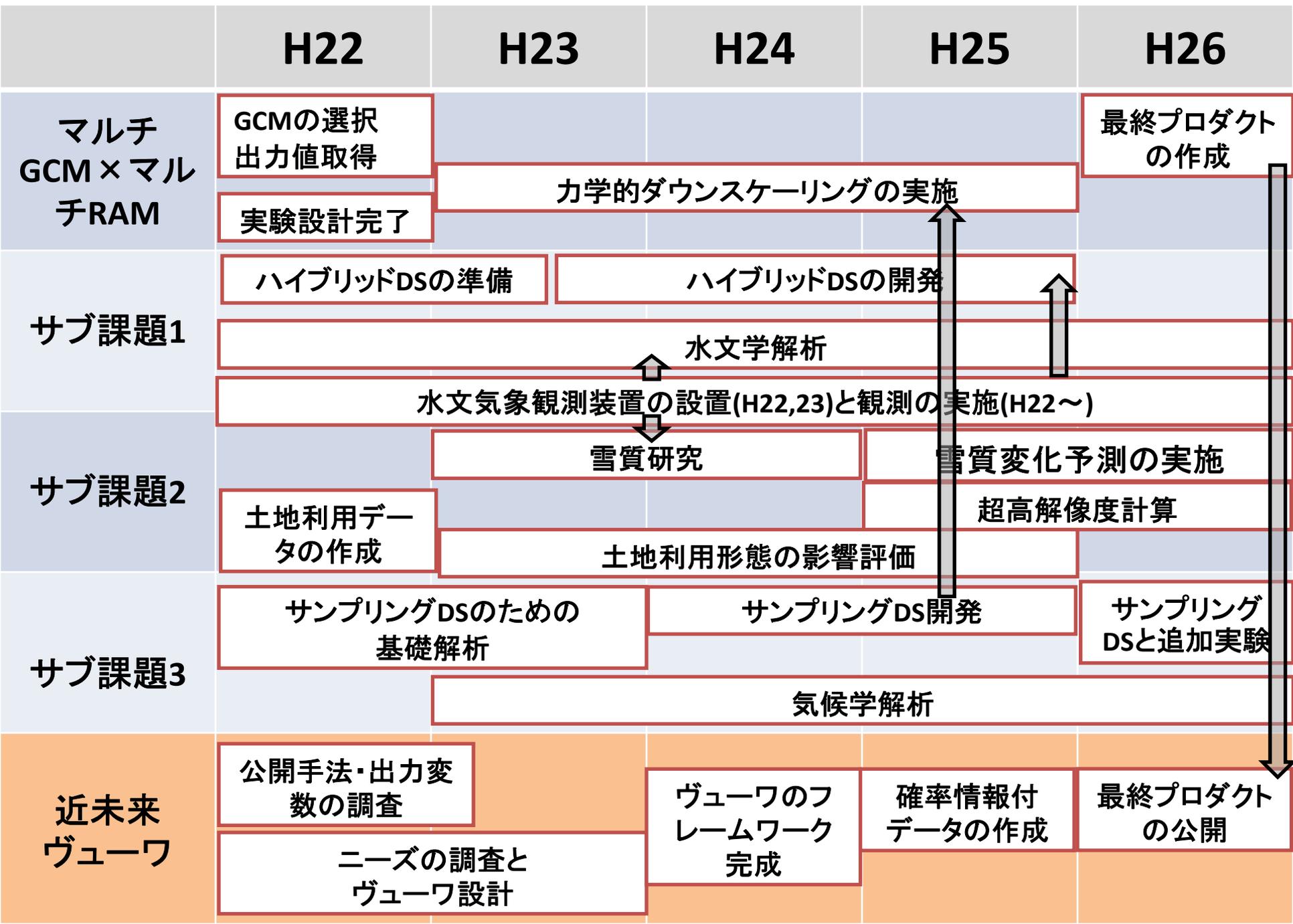


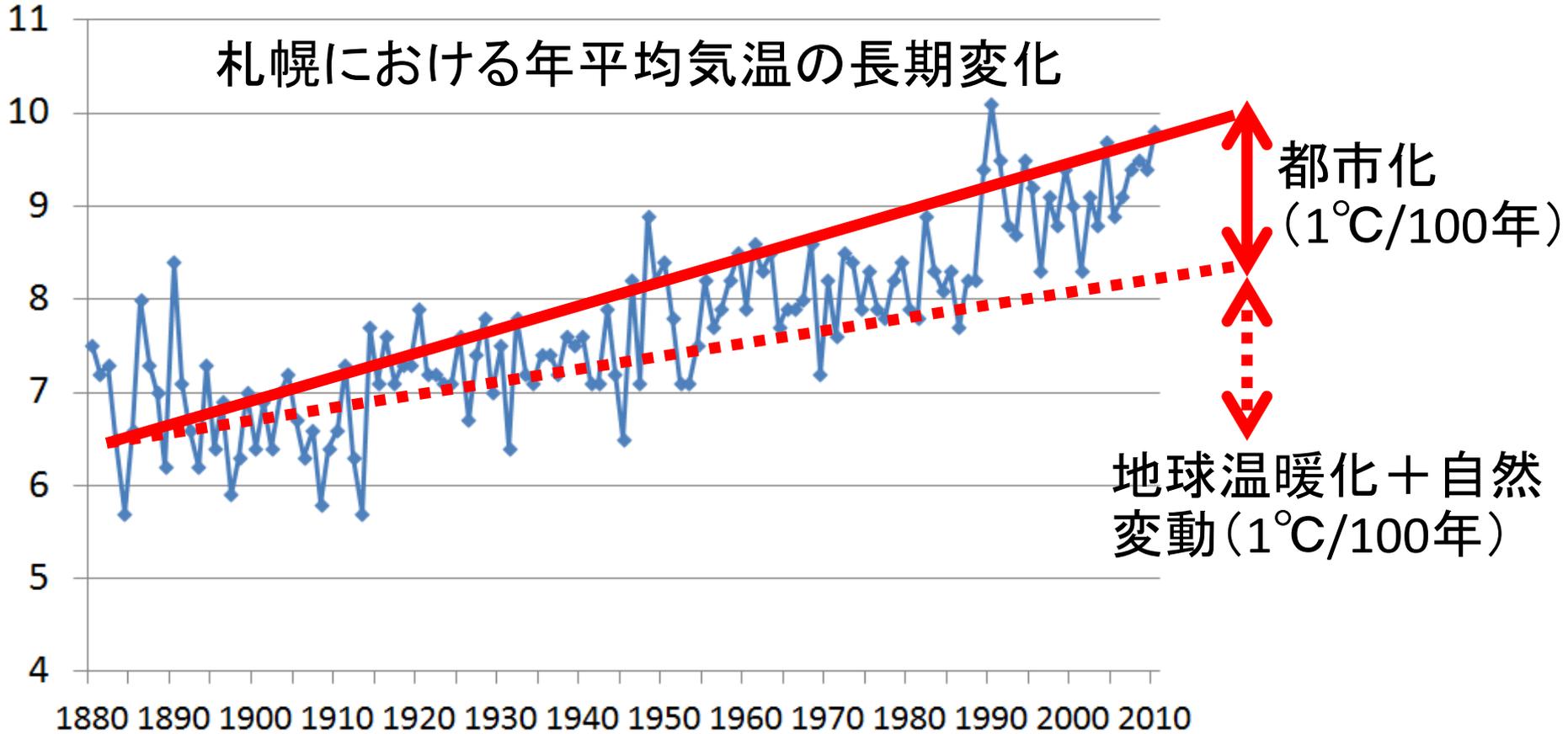
図-6 草木ダム流域における降雨流出計算結果(Case1)

気象庁AMeDASとRECCA-水文気象観測ネットワーク





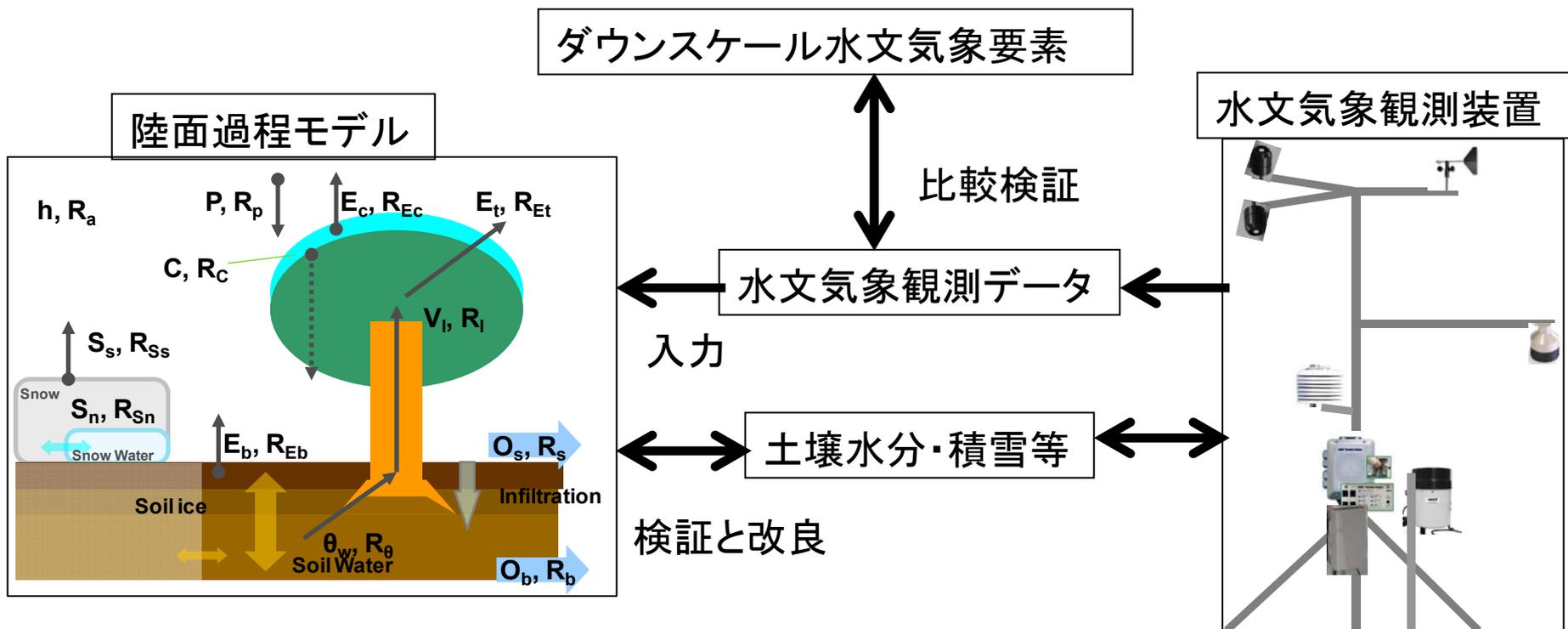
観測データとの比較



水文気象観測ネットワークの構築

目的:

- ・既存の水文気象観測ネットワークでカバーされていない地点の補間的データの取得
- ・ダウンスケールで得られた水文気象要素の比較検証
- ・水文気象条件が異なる地点間で土壌水分や積雪等の陸面過程モデル出力の検証とモデルの改良



本プロジェクトのまとめ

- H22年度から現在までプロジェクトは順調に進んでいる。
- マルチGCM × マルチRAM
 - GCMの選択(H22)
 - RAMを用いた過去の再現実験と検証(H22): 一部終了(25年分 × 10km)
- 各種ダウンスケーリング手法の開発
 - ハイブリッドDSの準備(H23~): 進行中
 - サンプリングDSの準備(H23~): 進行中
 - 土地利用変化の効果(H22~): 季節ごとの土地利用変化の影響評価終了
- 水文気象観測の実施
 - 3地点設置・観測開始(H22)
 - 新しい観測サイトの設置(H23): 終了(石狩川支流の千歳川流域3地点)
- 近未来ビューワの開発
 - 関係自治体やコンサルタントからの要望のまとめ(H22~H23): 進行中
 - 北海道気候変動観測ネットワークとの連携(H23~)