

アドバンス・シミュレーション 第10回 ・セミナー 2022

2023年 1月20日(金) 離

プログラム

1. アドバンスソフト株式会社のご紹介 主催者あいさつ 1
2. **招待講演**
「環境マルチスケール・マルチフィジックスシミュレーションの今とこれから」 3
早稲田大学 総合研究機構 グローバル科学知融合研究所
上級研究員・研究院教授 高橋 桂子 様
3. アドバンスソフトからの情報提供 17

講演概要

「環境マルチスケール・マルチフィジックスシミュレーションの今とこれから」

早稲田大学 総合研究機構 グローバル科学知融合研究所
上級研究員・研究院教授 高橋 桂子 様

地球は水の惑星ですし、人は水なしでは生きてゆけません。豊かな環境は水が基本です。地球温暖化のもとでは、水にまつわる課題は多岐にわたっており、実は日本においても他人ごとではなく、緩和策や適応策による効果をますます実のあるものにしていかなくてはならない現状です。

講演では、現在研究を進めている水大循環のシミュレーションとその適応策への応用、そしてマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーションの昨今の進展についてご紹介します。加えて、昨今気になっている環境やシミュレーションについての話題や課題、今後の期待についてもご紹介します。



アドバンスソフト株式会社 セミナー事務局

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台四丁目3番地 新お茶の水ビルディング 17階西

TEL: 03-6826-3971 FAX: 03-5283-6580

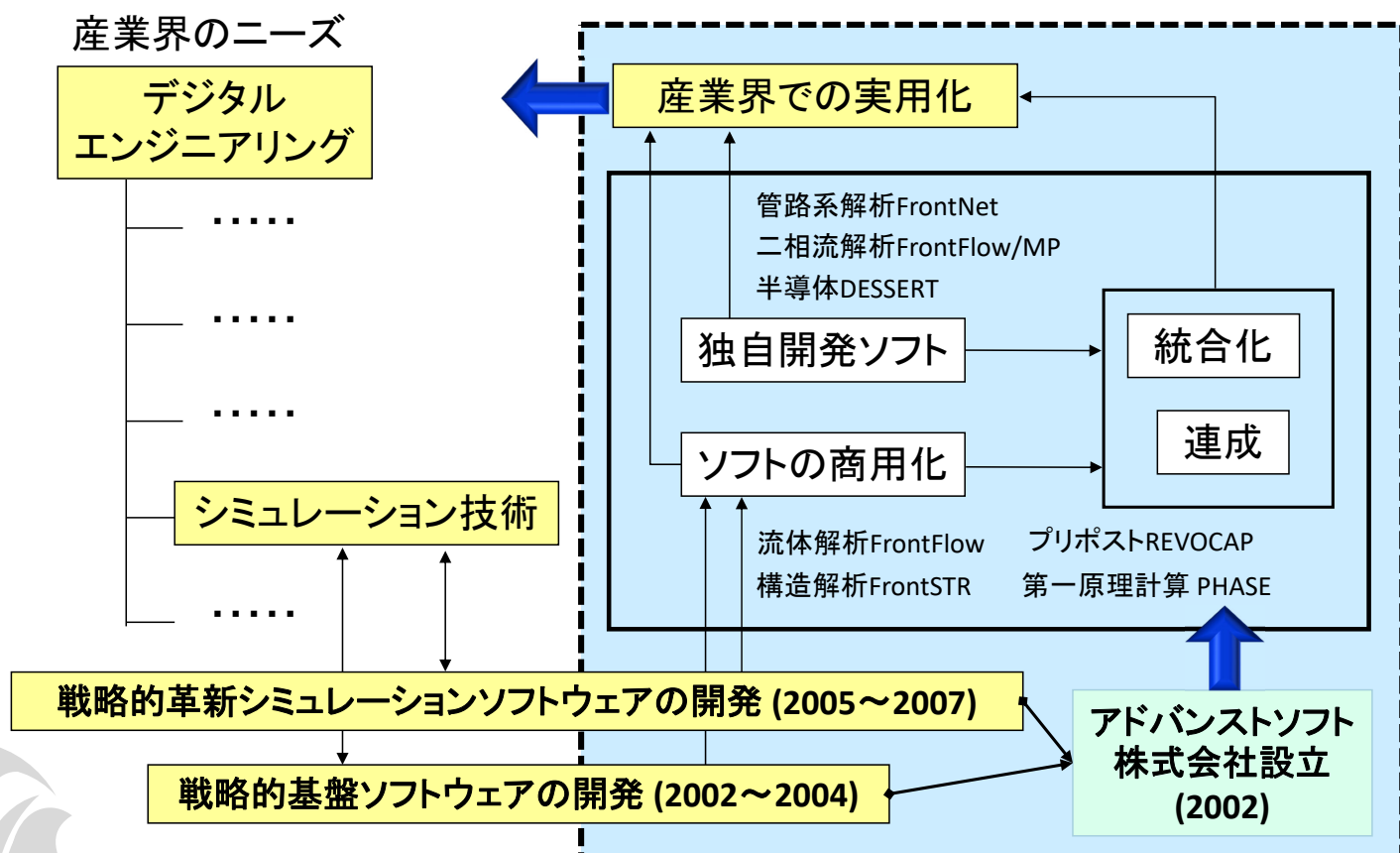
URL: <http://www.advancesoft.jp/> E-mail: office@advancesoft.jp

アドバンスソフト株式会社のご紹介

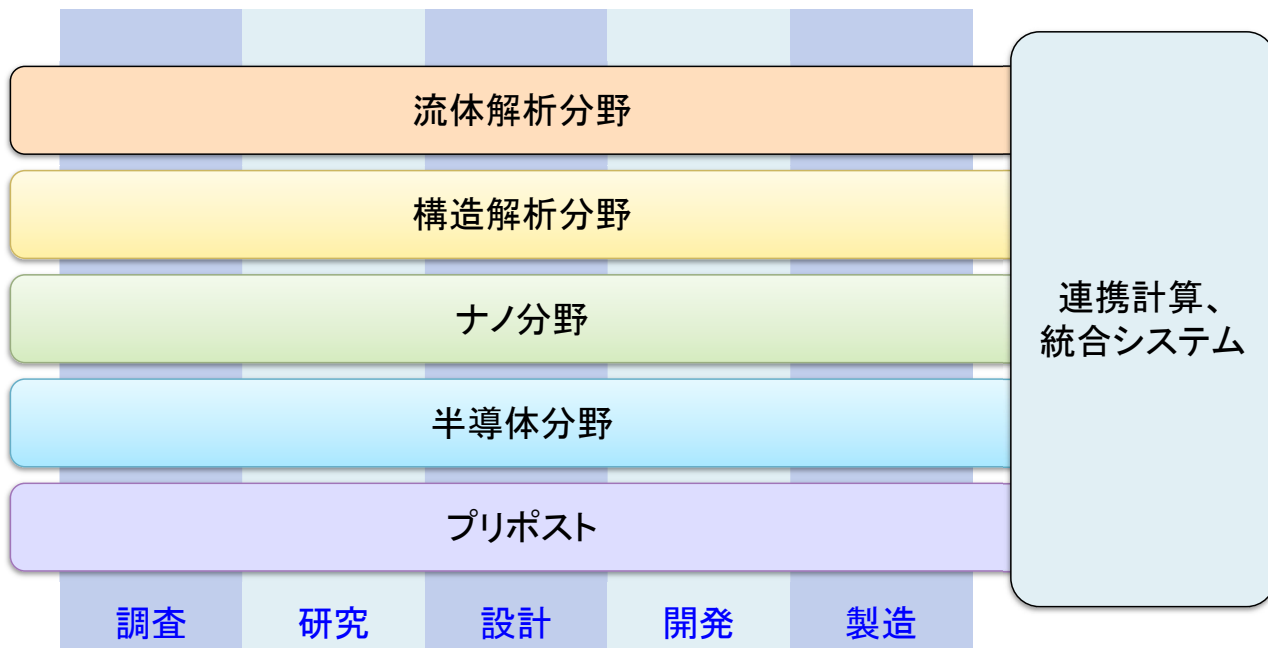
第10回 アドバンス・シミュレーション・セミナー
(早稲田大学 上級研究員・研究院教授 高橋 桂子 ご講演回)

2023年1月20日 (金) 開催
アドバンスソフト株式会社

アドバンスソフトとは



事業分野



産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、科学技術計算によるソリューションをご提供します。

ソフトウェアご紹介

<p>第一原理計算ソフトウェア Advance/PHASE</p> <p>密度汎関数理論に基づき、物質の性質を原子・分子レベルから解析する第一原理計算ソフトウェアです。</p> <p>ナノ材料 GUI 付属</p>	<p>ナノ材料解析統合 GUI Advance/NanoLabo</p> <p>材料解析ソフトウェア QuantumESPRESSO と LAMMPS に対応した統合 GUI です。</p> <p>ナノ材料 プリポスト</p>	<p>流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red</p> <p>非圧縮性から圧縮性流れまで、広範囲で複雑な流れに対応した汎用 3次元流体解析ソフトウェアです。</p> <p>流体</p>	<p>圧縮性流体解析ソルバー Advance/FOCUS-i</p> <p>非構造格子に対応した圧縮性流体解析ソルバーです。特に超音速や超音速の流れに適しており、高い並列化効率で計算出来ます。</p> <p>流体</p>
<p>大規模 3次元 TCAD システム Advance/TCAD</p> <p>超微細半導体デバイスからパワーデバイスまで、高度な機能と使いやすい GUI を備えた 3次元 TCAD システムです。</p> <p>半導体デバイス GUI 付属</p>	<p>ニューラルネットワーク分子動力学システム Advance/NeuralMD</p> <p>Neural Network Potential に基づいた分子動力学のソフトウェアです。第一原理計算の結果を教師データとして分子力場を作成します。</p> <p>ナノ材料 AI・機械学習</p>	<p>気液二相解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP</p> <p>沸騰と凝縮を伴う気液二相流の流動特性や伝熱特性を 3次元で解析するソフトウェアです。</p> <p>流体</p>	<p>管路系流体過渡解析ソフトウェア Advance/FrontNet</p> <p>配管や流体機器から成る管路系内流体に対する 1次元過渡解析の実用的なソフトウェアです。</p> <p>流体 GUI 付属</p>
<p>大規模電磁波解析ソフトウェア Advance/ParallelWave</p> <p>マクスウェル方程式を FDTD 法で 3次元的に解く電磁波解析ソフトウェアです。アンテナの電波解析から光の干渉や回折を考慮した光波解析まで幅広く適用できます。</p> <p>光波・電磁波</p>	<p>構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR</p> <p>固体の変形や熱伝導を、有限要素法を用いた 3次元で解析するソフトウェアです。</p> <p>構造</p>	<p>大気拡散影響予測システム Advance/Emerg</p> <p>大気拡散物質の挙動予測と影響評価のためのソフトウェアシステムです。</p> <p>流体 GUI 付属</p>	<p>深層学習用ツール Advance/iMacle</p> <p>機械学習のうち、ニューラルネットワークによる深層学習に特化、最小限度の機能に絞り込んだ比較的軽いツールです。</p> <p>AI・機械学習</p>
<p>汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP</p> <p>解析の一連の流れをスムーズに行う事を実現した汎用プリポストプロセッサです。</p> <p>プリポスト</p>	<p>音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise</p> <p>環境騒音、機器内の共振等における音場を有限要素法を用いた 3次元で解析するソフトウェアです。</p> <p>音響</p>	<p>自社による開発（国プロ含む） 開発チームによる質の高いサポートサービス カスタマイズや機能追加も応相談 並列数無制限（追加料金なし）</p>	

環境

マルチスケール・マルチフィジックス シミュレーションの今とこれから

早稲田大学 総合研究機構 グローバル科学知融合研究所

高橋 桂子

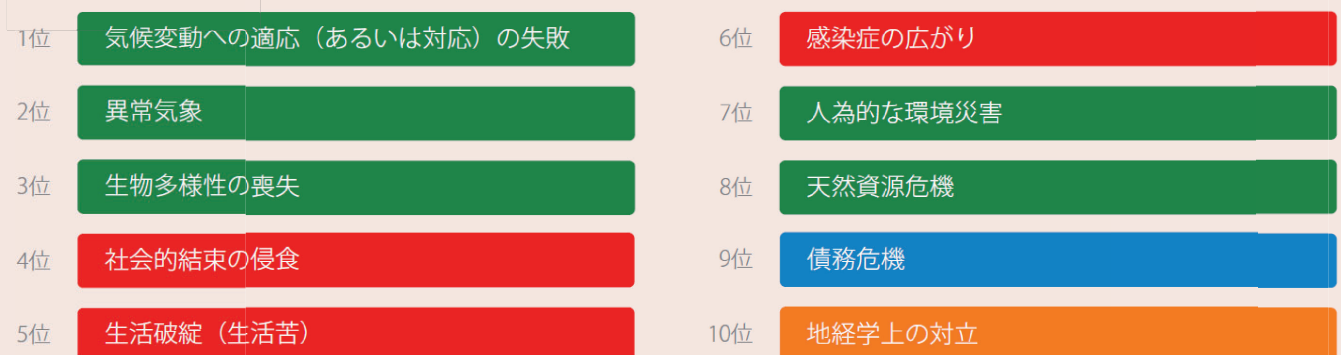
2021年、2022年 グローバルリスクの展望

(出典) 世界経済フォーラム 第16回グローバルリスク報告書 2021年版・2022年版

図 1.3

「今後10年間で最も深刻な世界規模のリスクは何ですか？」

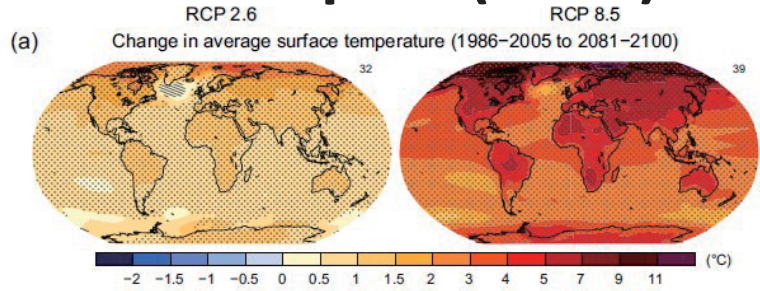
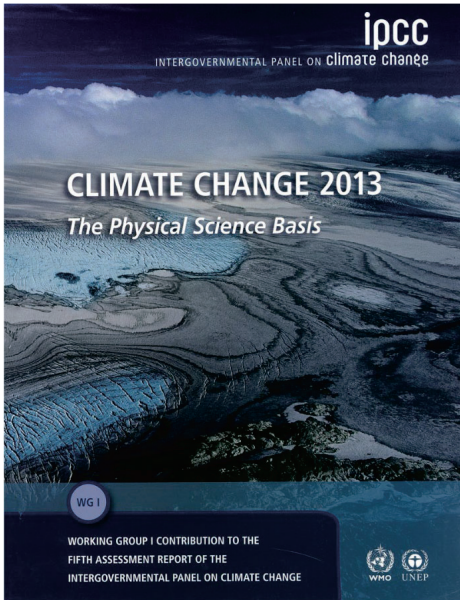
■ 経済 ■ 環境 ■ 地政学 ■ 社会 ■ テクノロジー



出典：World Economic Forum Global Risks Perception Survey 2021 — 2022

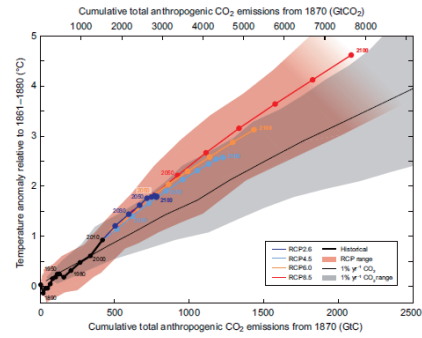


IPCC 5th Assessment Report (2013)



End-use compound	Resulting atmospheric driver	Radiative forcing by emissions and drivers		Level of confidence	
CO ₂	CO ₂	1.66	0.20	32	VH
CH ₄	CO ₂ , H ₂ O, O ₃ , CH ₄	0.87	0.14	1.92	H
Halo-carbons	Cl ₂ , CFCs, HCFCs	0.18	0.01	0.19	M
N ₂ O	N ₂ O	0.17	0.13	0.30	VH
CO	CO ₂ , CH ₄ , O ₃	0.23	0.19	0.42	M
NMHC	CO ₂ , CH ₄ , O ₃	0.18	0.09	0.27	M
NO _x	Nitrate, CH ₄ , O ₃	0.18	0.04	0.22	M
Aerosols and precursors (Sulfate, nitrate, organic carbon, black carbon, dust, sea salt, ammonia)	Albedo and absorption changes (direct, diffuse, and indirect)	-0.22	-0.17	-0.39	H
Clouds	Cloud adjustments due to aerosols	-0.05	-0.20	-0.25	L
Albedo change due to land use		-0.16	0.28	0.12	M
Changes in solar irradiance		0.05	0.00	0.05	M
Total anthropogenic RF relative to 1750		2.01	1.93		H
	2011				
	1980				
	1950				

Radiative forcing relative to 1750 (W m⁻²)



IPCC 6th Assessment Report (2021 ~ 2022)

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書(AR6)サイクル (環境省)
<https://www.env.go.jp/earth/ipcc/6th/index.html>

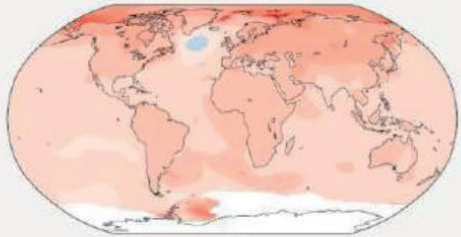
年平均気温、降水量及び土壌水分量の変化

(出典: 気象庁 第6次評価報告書(AR6) 第1作業部会(WG1)報告書暫定版 暫定訳(2021年9月1日版))

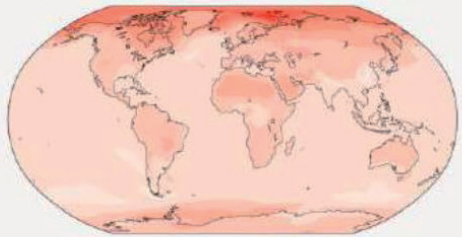
a) 1°Cの地球温暖化における年平均気温の変化(°C)

1°Cの温暖化は、観測とモデルの両方で、全大陸に影響し、その影響は一般に海洋よりも陸域で大きくなる。ほとんどの地域で、観測及び再現された分布は一致する。

地球温暖化が1°C進行すること観測された変化



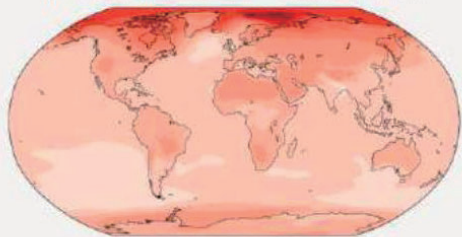
1°Cの地球温暖化において再現された変化



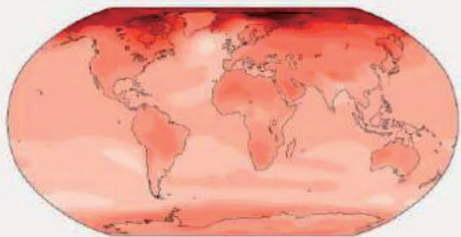
b) 1850~1900年を基準とする年平均気温の変化(°C)

いずれの水準の温暖化でも、陸域は海洋よりも昇温し、北極及び南極は熱帯よりも昇温する。

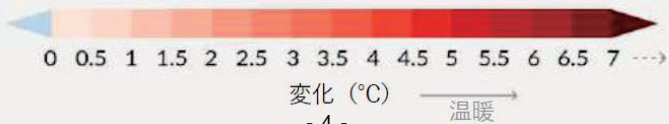
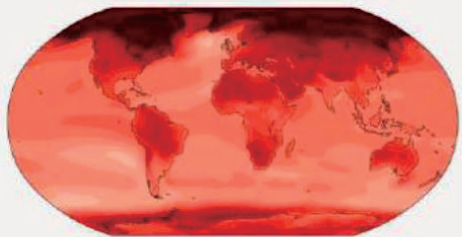
1.5°Cの地球温暖化において再現された変化



2°Cの地球温暖化において再現された変化



4°Cの地球温暖化において再現された変化



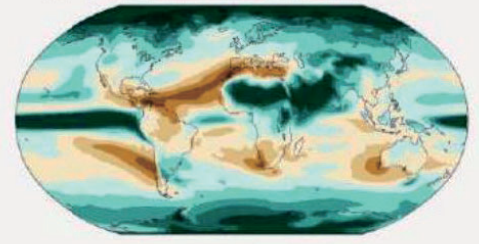
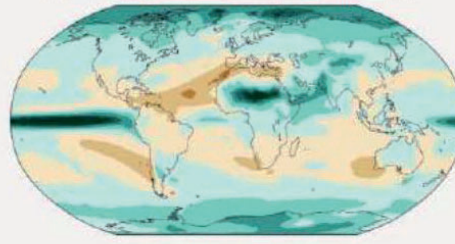
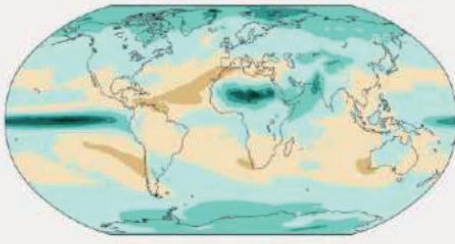
c) 1850~1900 年を基準とする
年平均降水量の変化 (%)

降水量は、高緯度帯、赤道太平洋及び一部モンスーン地域で増加するが、
亜熱帯の一部及び熱帯の限られた地域で減少すると予測される。

1.5°Cの地球温暖化において再現された変化

2°Cの地球温暖化において再現された変化

4°Cの地球温暖化において再現された変化



基準となる状況で乾燥している地域では、比較的小さな絶対値の変化でも、割合として見れば大きな変化として表れるかもしれない。



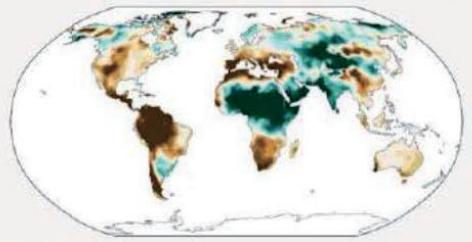
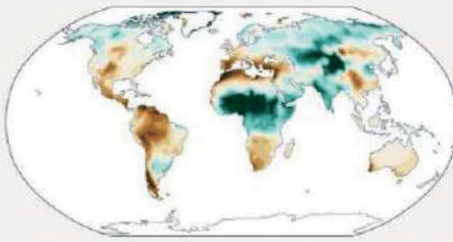
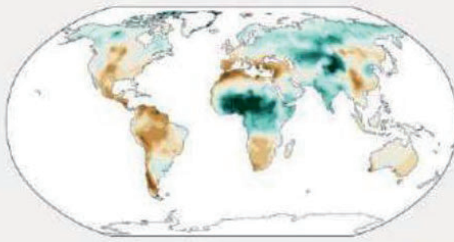
d) 年平均鉛直積算土壌水分量の変化 (標準偏差)

いずれの水準の温暖化でも、土壌水分量の変化は主に降水量の変化に従うが、
蒸発散の影響により多少の違いも見られる。

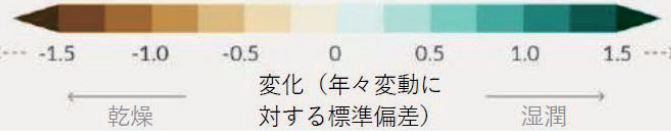
1.5°Cの地球温暖化において再現された変化

2°Cの地球温暖化において再現された変化

4°Cの地球温暖化において再現された変化



基準となる年々変動の小さい乾燥地域では、比較的小さな絶対値の変化でも、標準偏差で見れば大きな変化として表れるかもしれない。



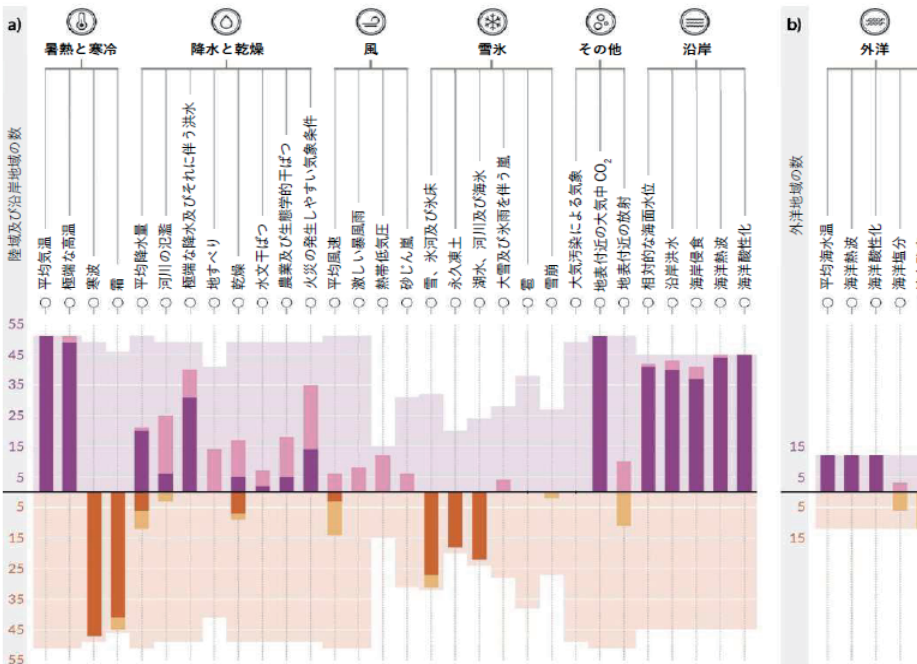
気候的な影響駆動要因が変化の予測

(出典: 気象庁 第6次評価報告書 (AR6) 第1作業部会 (WG1) 報告書暫定版 暫定訳 (2021年9月1日版))

気候的な影響駆動要因 (CIDs) は、社会や生態系の要素に影響する物理学的な気候システムの状態 (例えば平均、現象、極端現象) である。CIDs とその変化は、システムの許容範囲に応じて有害にも有益にも中立にも、また相互に作用するシステムの構成要素と地域においてそれが混合した状態にもなる。CIDs は 7 種類に分類され、図中のアイコンの下にまとめられている。全ての地域で少なくとも 5 個、ほぼ全て (96%) の地域で少なくとも 10 個、半数の地域で少なくとも 15 個の CIDs の変化を経験すると予測される。多くの CIDs では、変化する場所に地理的なばらつきが大きい。各地域で特有の CID 変化の組み合わせを経験すると予測される。図中の各棒グラフは、WG1 のインタラクティブ・アトラスで検証しうる地域ごとの特定の変化をまとめて示す。



気候的な影響駆動要因 (CID) が増加又は減少すると確信度が高く (暗い色) 又は確信度が中程度 (明るい色) で予測される陸域及び沿岸地域 (a) 及び外洋地域 (b) の数



棒グラフの凡例
 ■ 増加で確信度が高い地域
 ■ 増加で確信度が中程度の地域
 ■ 減少で確信度が高い地域
 ■ 減少で確信度が中程度の地域

棒の薄さについて
 グラフの棒の背後の薄い色は、各 CID が関連する地域の最大数を表す。これは横軸について対称であり、CID の増加 (上方) 又は減少 (下方) に関連する領域の最大数を示す。

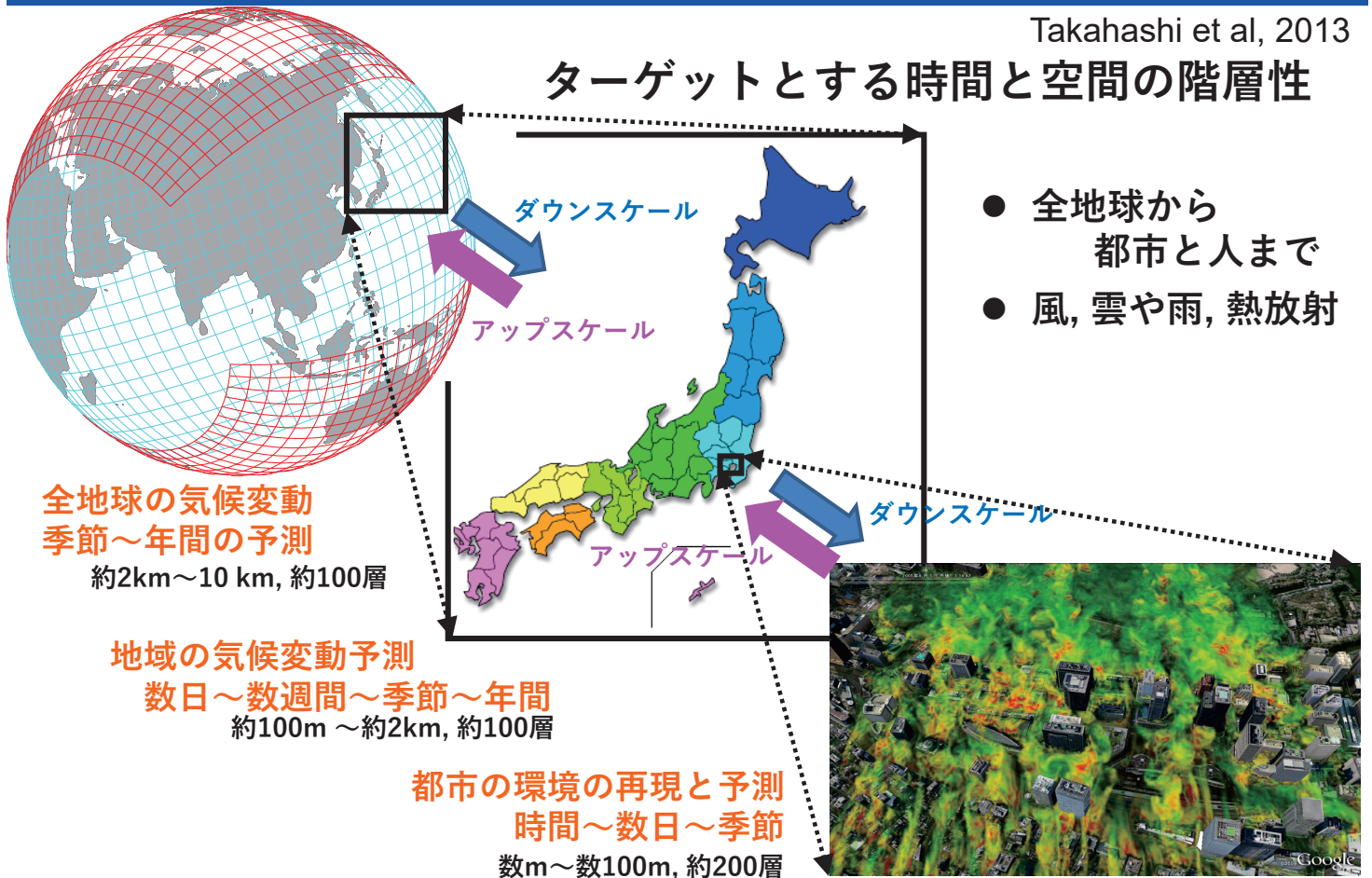
将来変化の評価について
 変化は、2050年頃を中心とする 20~30年間で 2°Cの地球温暖化と一致する期間を、1960~2014年又は 1850~1900年の同程度の期間と比較したものである。

マルチスケール マルチフィジックス 人と地球の関り

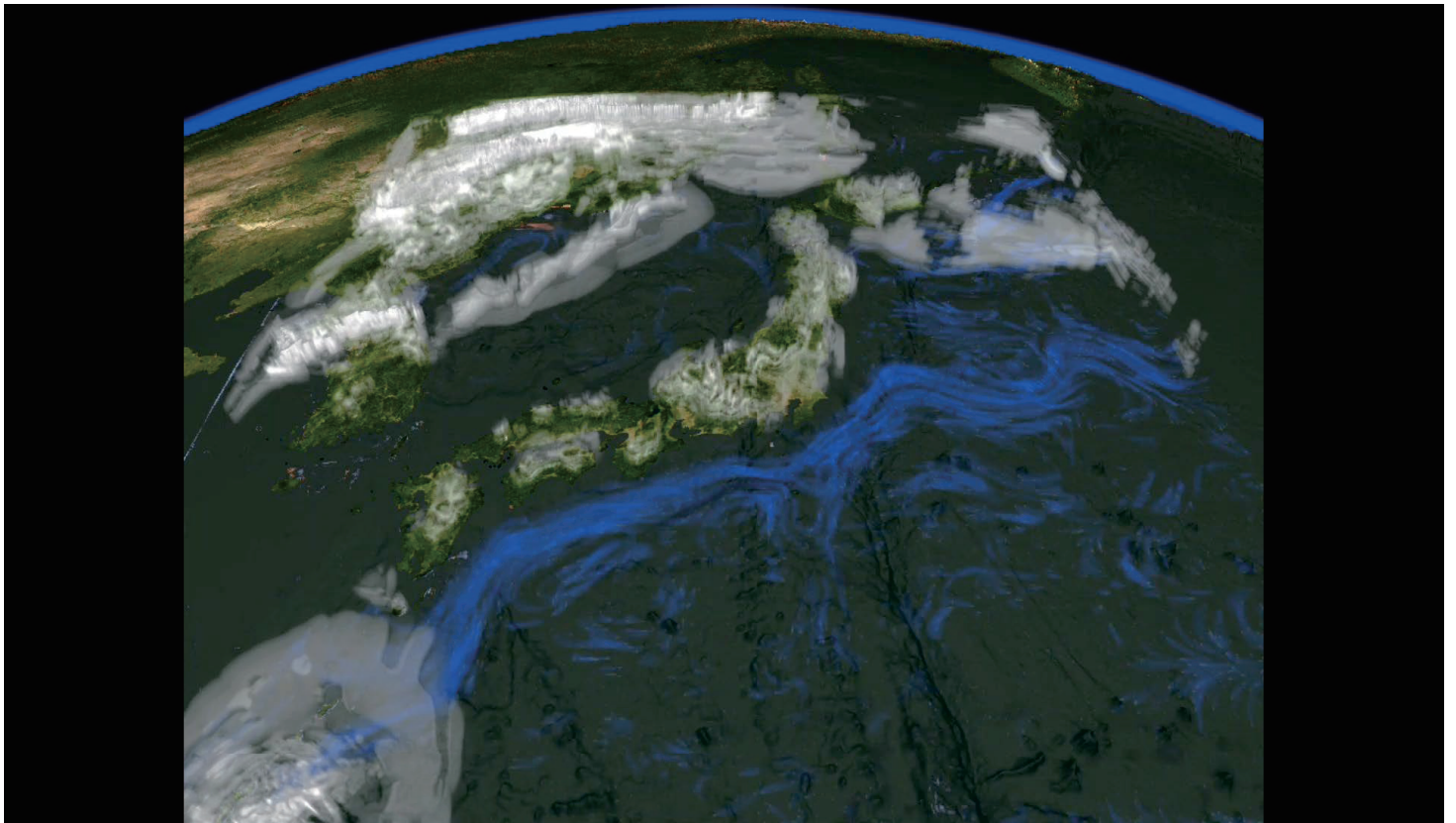
全球/領域対応・非静力学・雲解像・大気海洋結合モデル
Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG)

Takahashi et al, 2013

ターゲットとする時間と空間の階層性



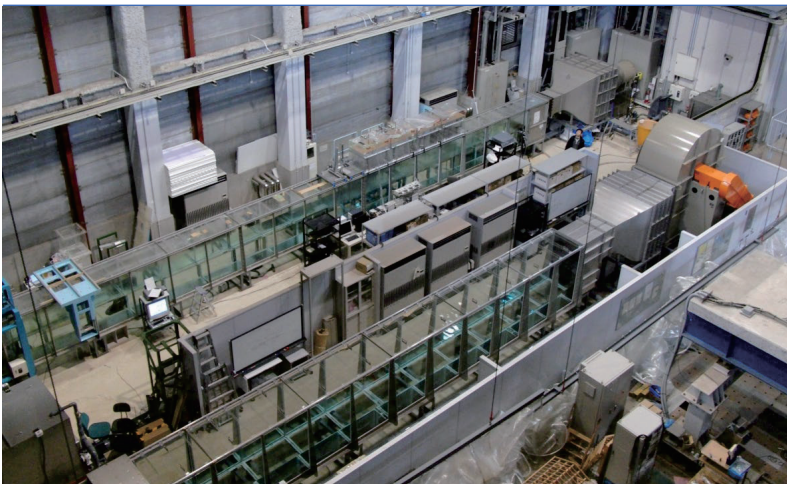
全球/領域対応・非静力学・雲解像・大気海洋結合モデル
Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG)



大気、海洋ともに水平2.6 km, 鉛直76層

京都大学 小森悟教授

高速風洞水槽の設計と製作



京都大学桂キャンパスインテックセンターに設置された高速風洞水槽

台風下での大気・海洋間の運動量
輸送・熱輸送量を実験的に解明



風速10m/s



風速30m/s



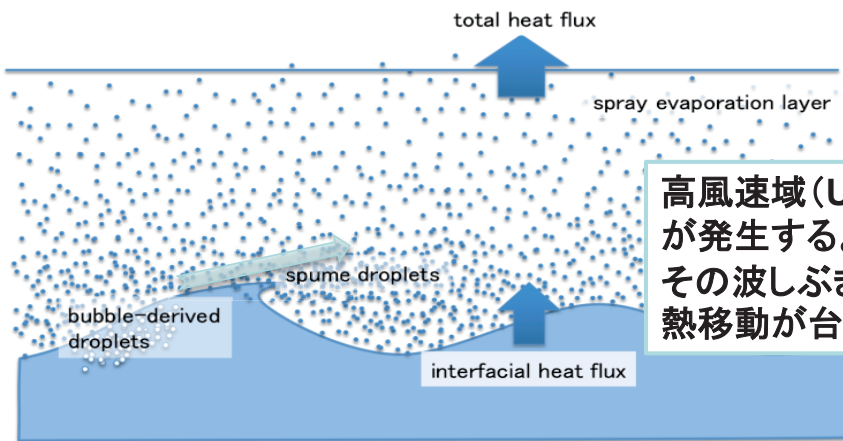
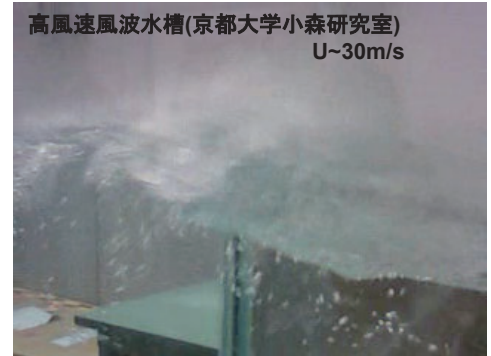
風速40m/s

蒸発層(Evaporation layer)

潜熱移動係数, C_e

$$Q_{flux,total} = -C_e * |U_I| * (q_{v,I} - q_{v,sat}(SST))$$

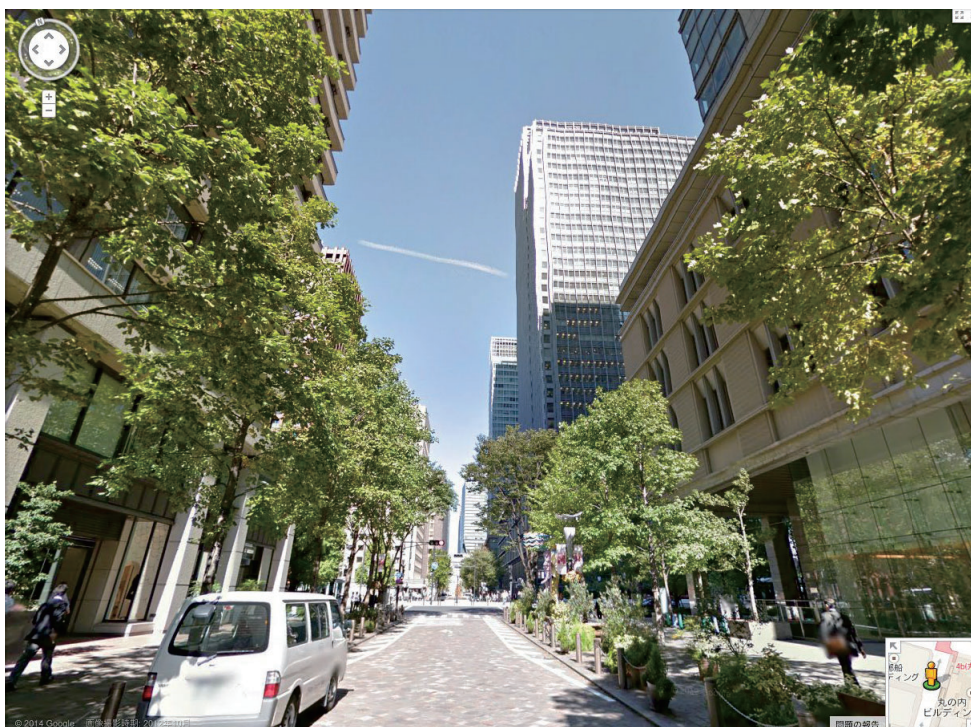
$$= \underbrace{wq_v|_{surf}}_{\text{海面での交換}} + \underbrace{\int_{V_{evap}} L_{evap} dV}_{\text{蒸発層での交換}}$$



高風速域 ($U_{10} > 30 \text{ m/s}$) では、多量の波しぶきが発生する。
その波しぶきが蒸発することによる大気への潜熱移動が台風の発達に及ぼす影響を調べる。

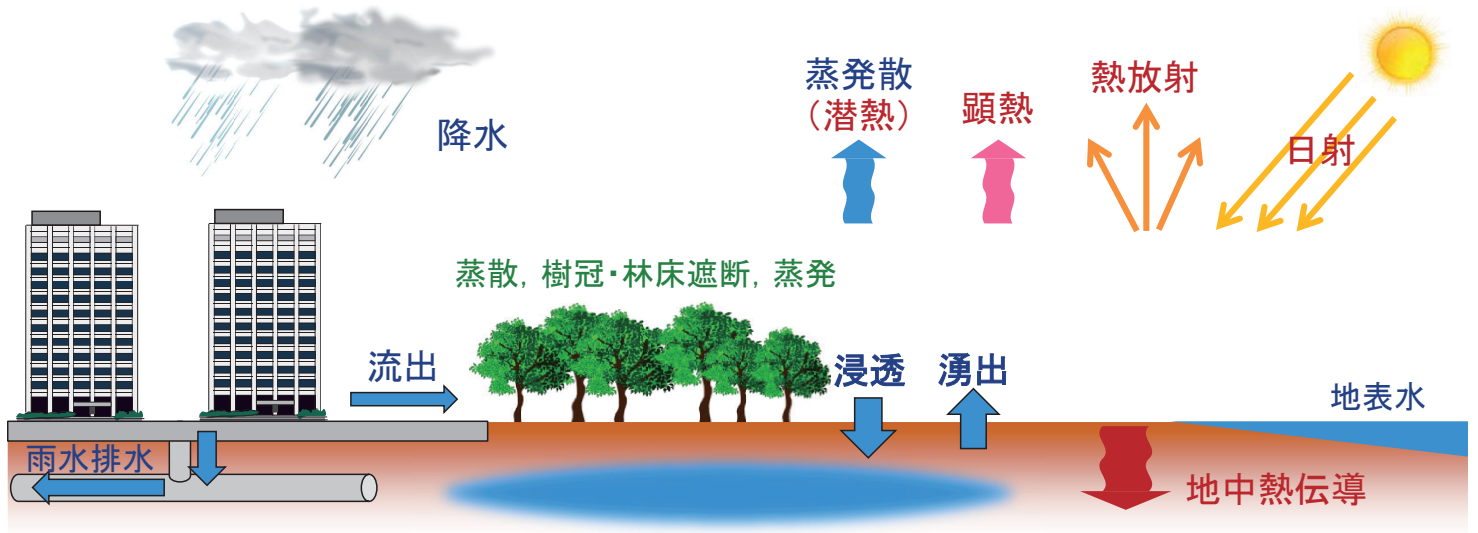
気温と暑さ指数の結果(ビル街)

【ビル街②】
気温: 33.8℃
暑さ指数: 28.9℃



街路樹が「暑さ指数」に与える影響は？

大気と地圏の連成方法



水収支 $(\text{降水量}) - (\text{蒸発散量}) = (\text{浸透量}) + (\text{雨水排水量}) + (\text{地表水変化・移動量})$

熱収支 $(\text{放射熱収支}) - (\text{潜熱量}) - (\text{顕熱量}) = (\text{地中熱伝導})$

日射・熱放射の収支

大気状態(風速・気温・湿度)と地表面状態(温度・水分量)に依存

MSSGが大気状態の情報をGETFLOWSに提供.

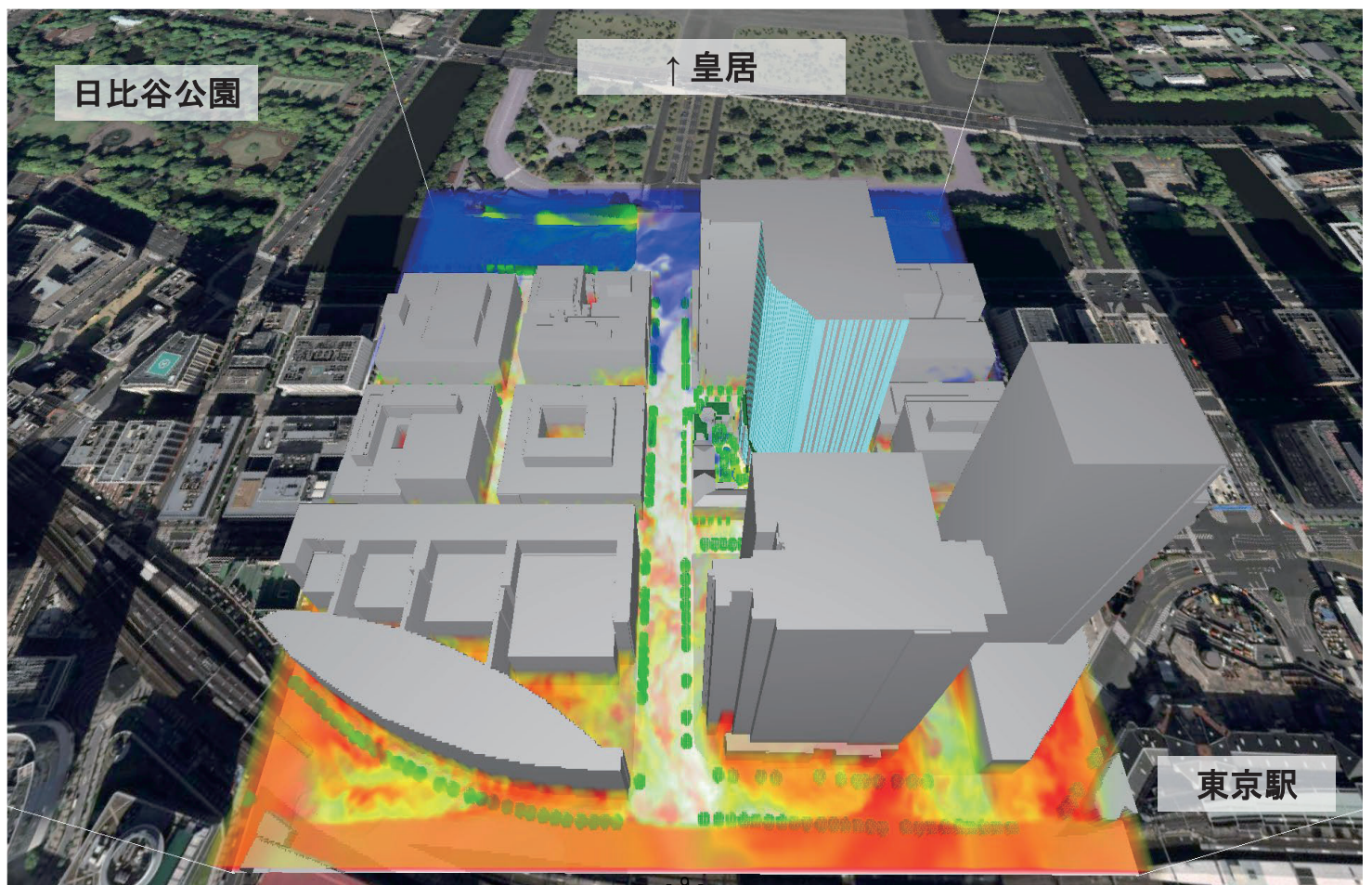
大気・陸面・地下の時々刻々の状態に応じた水・熱収支をGETFLOWSが計算

暑熱環境シミュレーション 1m 解像度

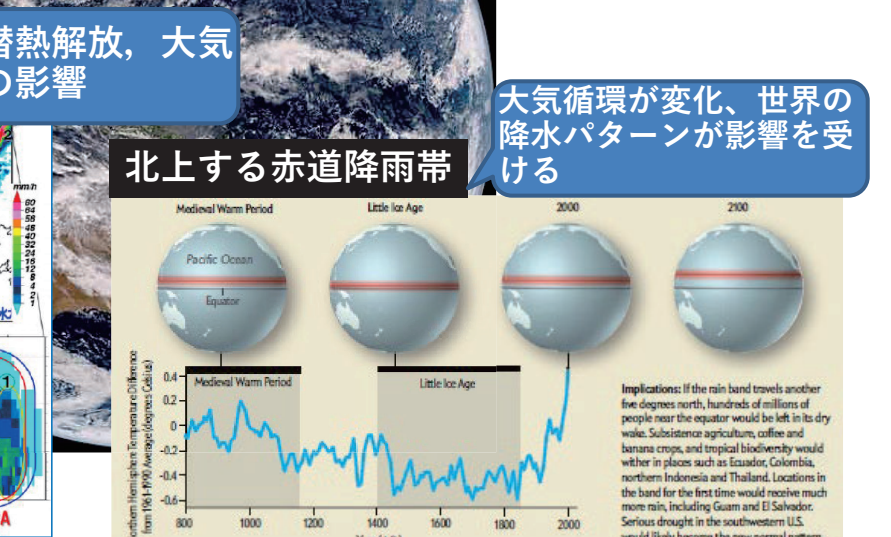
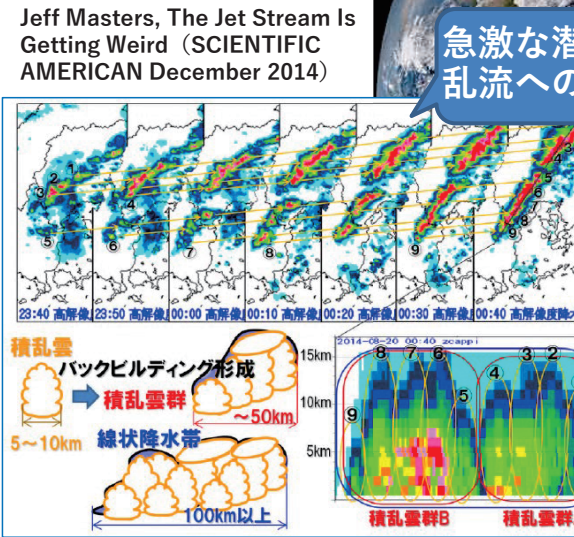
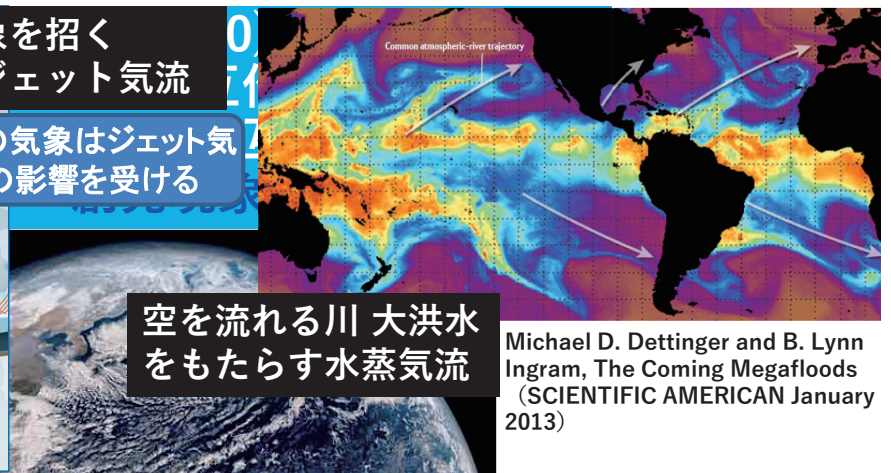
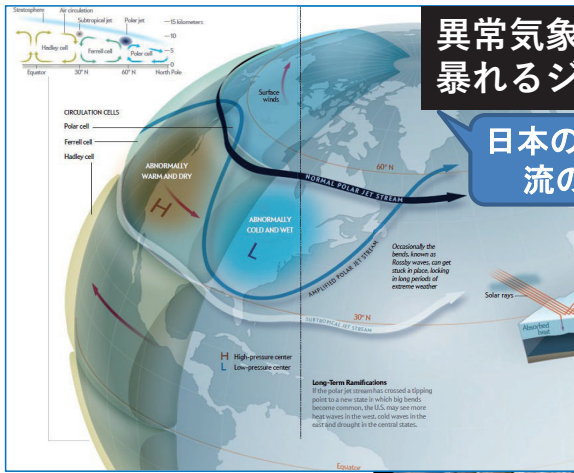
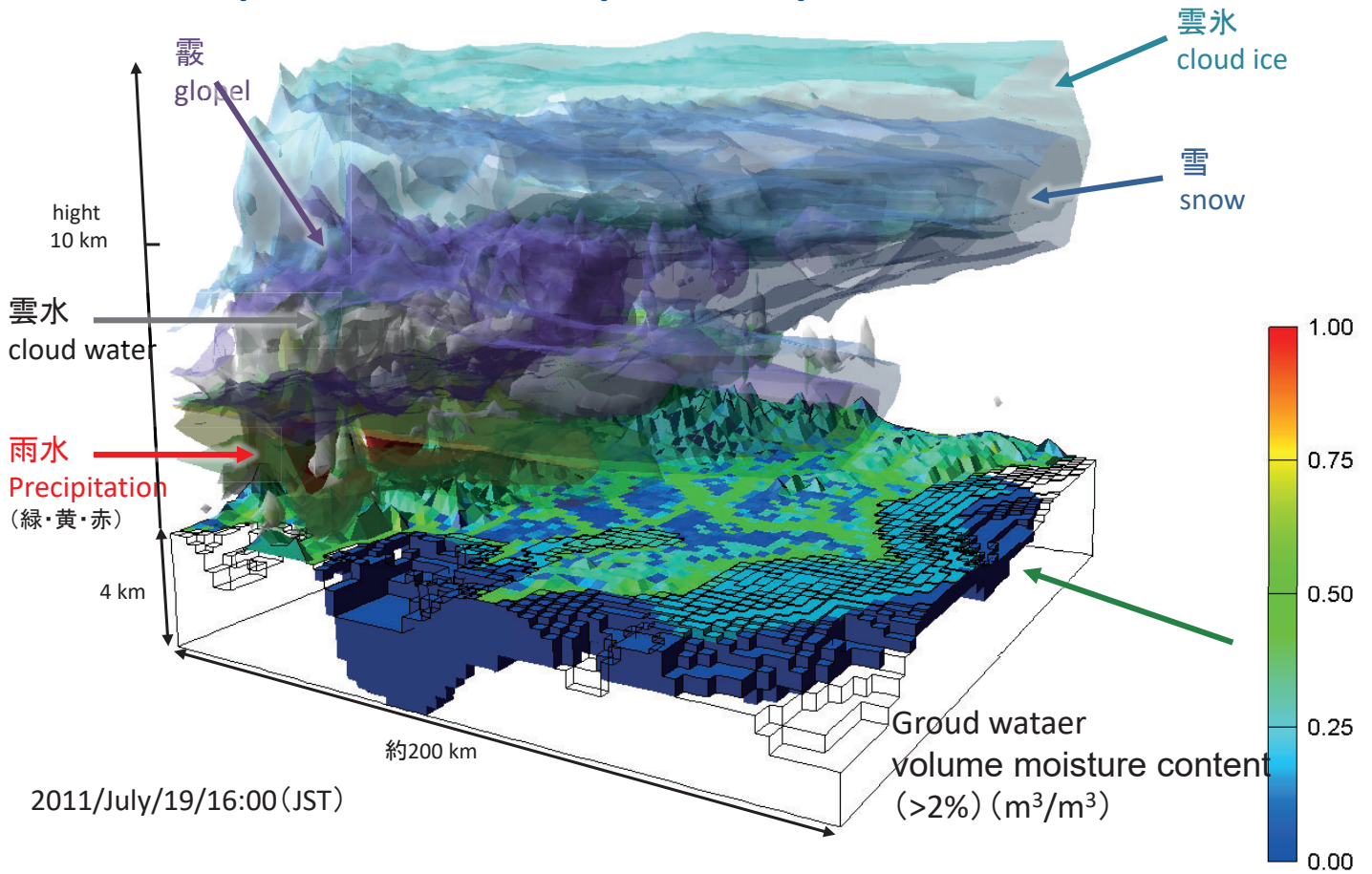
2013年8月8日 2:20 a.m.~

国立研究開発法人 海洋研究開発機構

三菱地所設計 竹中工務店



Simulation Results from Atmosphere-Ocean-Geosphere-coupled Simulator



陸上では

Joan Kleypas
Climate & Global Dynamics
Integrated Science Program
NCAR

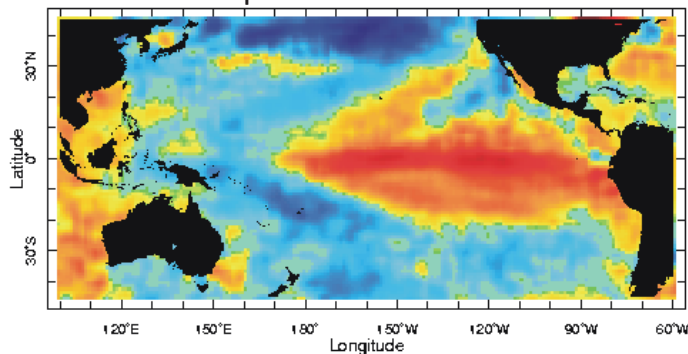


Slide courtesy of Kevin Trenberth

海洋では

Joan Kleypas
Climate & Global Dynamics
Integrated Science Program
NCAR

Ocean Temperature

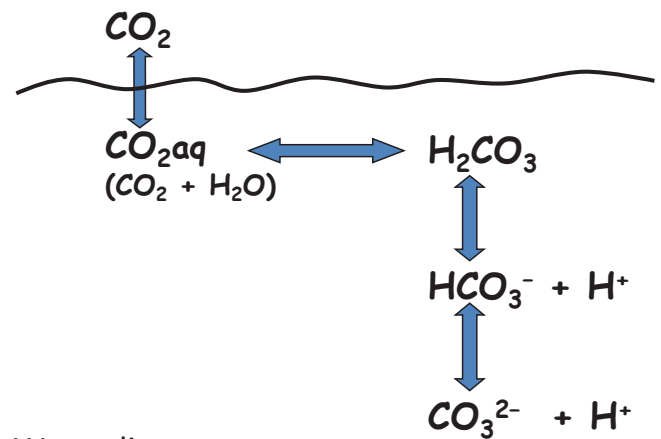


Jul 1987
-4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4
sea surface temperature anomaly (degrees C)

Tropical storms



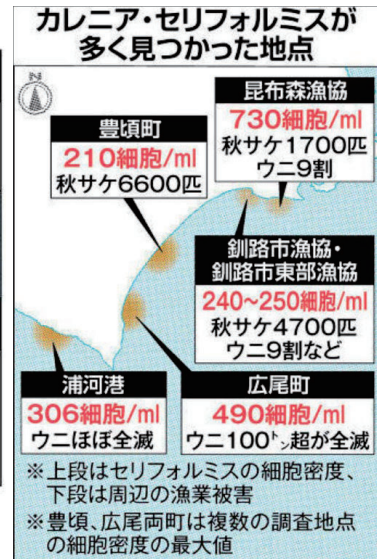
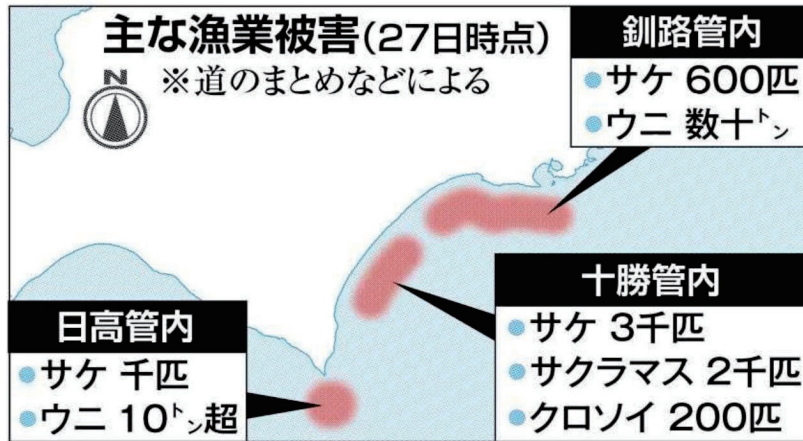
Ocean acidification



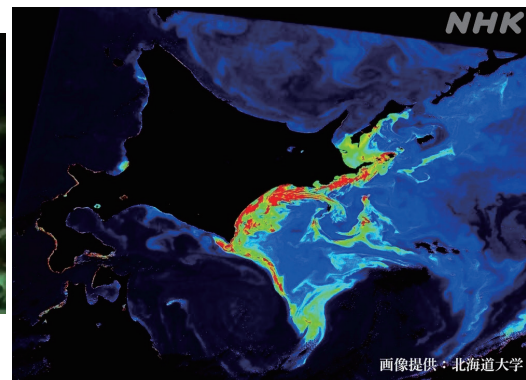
Wave climate



道東の赤潮、過去最大級に サケ・ウニ大量死、夏の海水温上昇影響か (2021年秋)



NHK 2022年11月2日



生物多様性の将来予測と適応進化の解明

ゲノム ~ 微生物 ~ 生個体

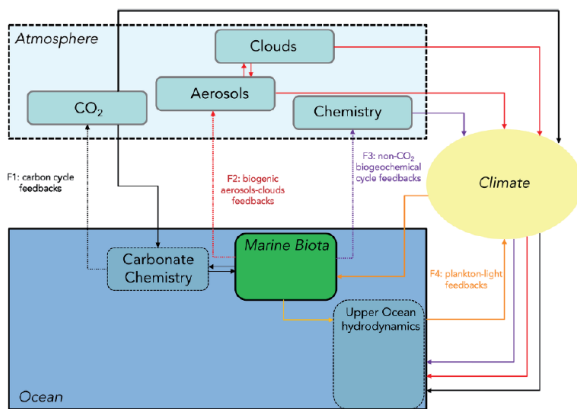
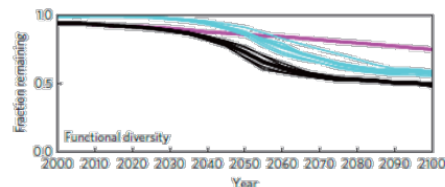


Fig. 1 Schematic representation of Earth system interactions and feedbacks between the ocean biogeochemistry and climate. F1 represents the well-established climate-carbon cycle feedbacks; F2 and F3 sketch the dominant pathways for the biogenic aerosol-cloud feedbacks and the non-CO₂ biogeochemical cycle feedbacks; F4 depicts the phytoplankton-light feedbacks (that is a biophysical interactions)

- F1: 炭素循環へのフィードバック
- F2: 生物起源のAerosol・雲フィードバック
- F3: CO₂以外の生物地球科学的循環へのフィードバック
- F4: プランクトン光フィードバック

Hajima, Tomohiro, et al. *Geoscientific Model Development* 13.5 (2020): 2197-2244.

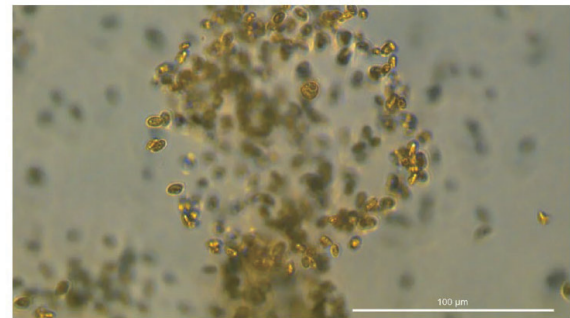
2100年までの多様性損失シミュレーション



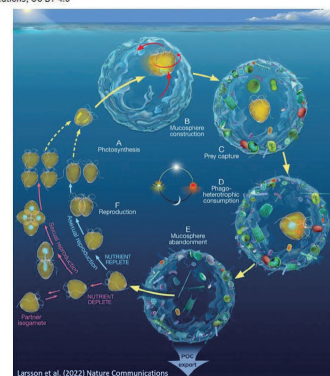
Dutkiewicz, Stephanie, et al. *Nature Climate Change* 5.11 (2015): 1002-1006.

The Ocean Is Still Sucking Up Carbon—Maybe More Than We Think

Recent studies looking at carbon-sequestering microbes suggest we still have a lot to learn about the ocean's biological carbon pump.



A newly discovered marine microbe has a "mucosphere" that chemically traps other microbes and their nutrients—including carbon. Credit: Nature Communications, CC BY 4.0

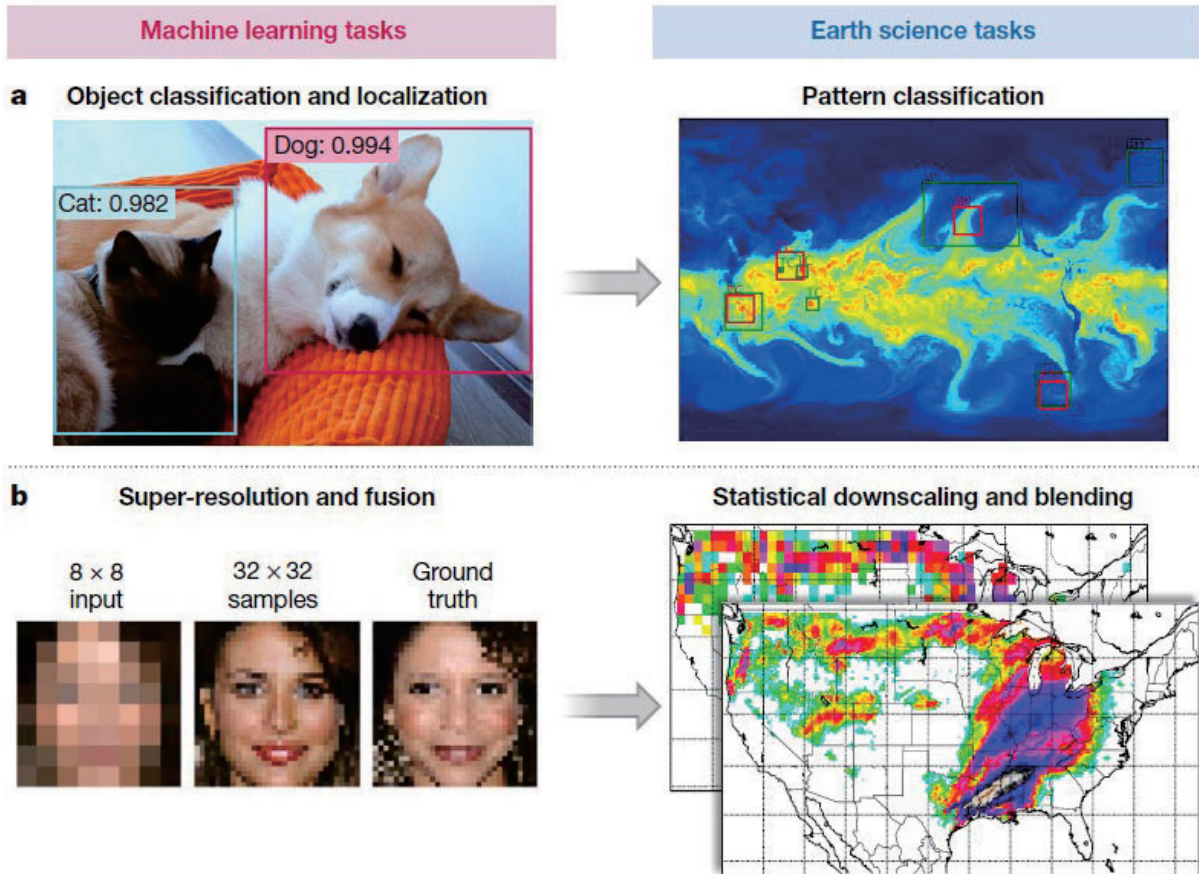


深層学習の環境分野への適用可能性

Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science

Markus Reichstein^{1,2*}, Gustau Camps-Valls³, Bjorn Stevens⁴, Martin Jung¹, Joachim Denzler^{2,5}, Nuno Carvalhais^{1,6} & Prabhat⁷

14 FEBRUARY 2019 | VOL 566 | NATURE | 195



フットプリント カーボン

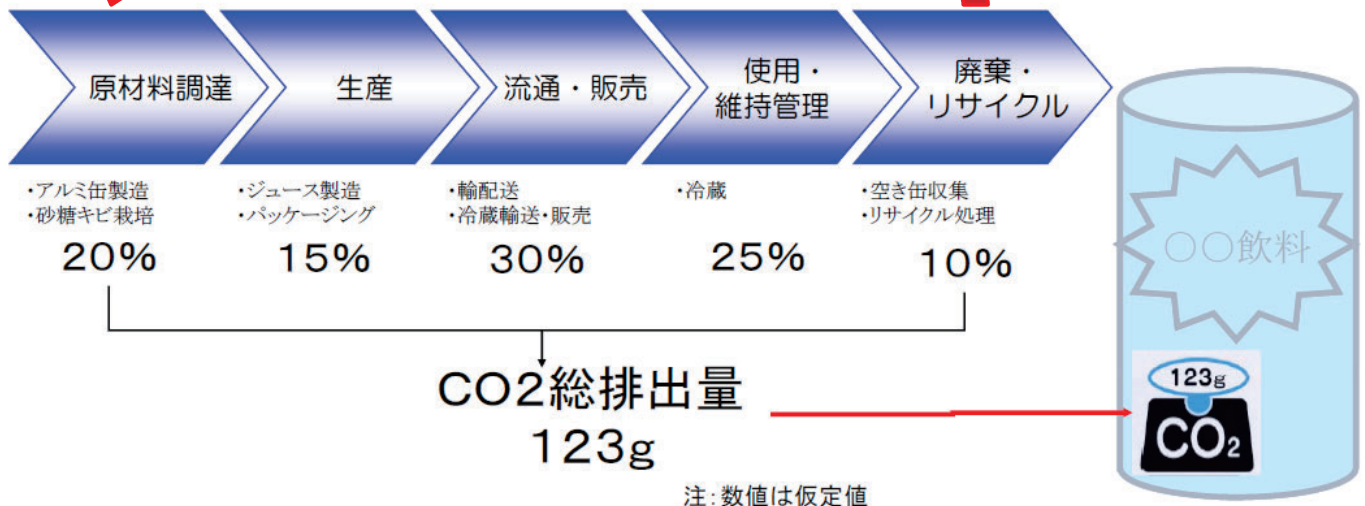
- 全ての商品・サービスは、つくられてから捨てられるまでの一生を通して多くのエネルギーを必要とする。そのエネルギーは、主に石油や石炭、天然ガスなど化石燃料から得られ、地球温暖化の原因となる温室効果ガスを大気中に排出する。
- 「カーボンフットプリント」とは、これら商品・サービスのライフサイクルの各過程で排出された「温室効果ガスの量」を追跡した結果、得られた全体の量をCO₂量に換算して表示することを言います。



原材料の調達から廃棄に至るまでの環境負荷

- 商品のライフサイクル全般(原材料調達から廃棄・リサイクルまで)で排出された温室効果ガスをCO2量で表したもの。
- サプライチェーン全体の排出量を「見える化」することで、削減効率の高いポイントを把握。事業者単位を超えた一体的な削減対策により、全体最適化を実現。
- 消費者による消費・使用段階でのCO2排出量の自覚。

➤ 缶飲料の例



日本銀行金融研究所
Institute for Monetary and Economic Studies,
Bank of Japan

気候変動の経済学

初月号：気候変動とマクロ経済の関係を捉える

第2号：気候変動と最適課税

第3号：気候変動と技術進歩

第4号：気候変動と非伝統的金融政策

第5号：気候変動の経済学：実証分析編



日本銀行
金融研究所長
副所長 豊氏

気候変動対策は「割に合う」のか

——気候変動と経済活動のモデルに関する議論は、年を追うごとに変化しています。以前は「気候変動対策にコストを投入するのは経済的に割に合わない」という意見もあったのですが、最新の精緻なモデルに基づく議論では「気候変動対策にはコストを支払うべきである」というトーンに変わっています。



**さらなる挑戦を
期待！**

アドバンスソフト からの情報提供

1. 最新情報
2. 弊社ソフトウェアのご案内
3. シミュレーションサービスについて

最新情報

① 2023年1月27日(金)

【オンラインセミナー】

第一原理計算ソフトウェア Advance/PHASE 製品紹介セミナー

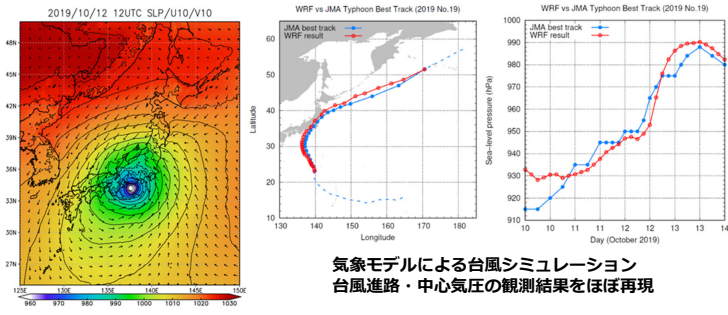
② 2023年2月7日(火)

【オンラインセミナー】品質工学活用セミナー

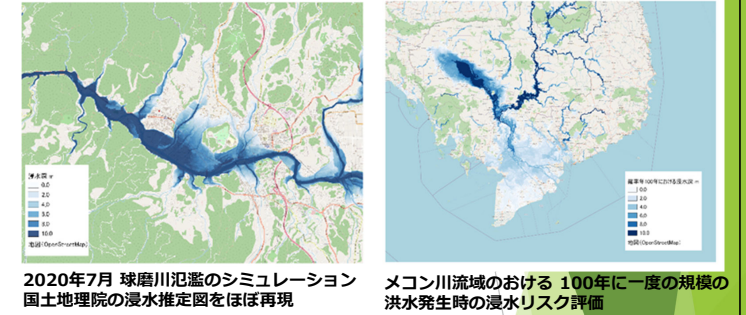
・ 弊社製品のご紹介

Webシミュレーション（防災、流体、GIS、PLATEAU...）

2019年台風19号のシミュレーション



河川氾濫・洪水リスク評価



流体・GIS・クラウド

タブレット・スマホ・パソコン上で
Webブラウザから
数値シミュレーションを実行

クラウド

タブレット パソコン スマホ

タブレット・スマホ・パソコン上で可視化

(花粉飛散量の評価 大気拡散影響予測システム Advance/Emergの結果
を3次元都市上のWebGISで表示した例)

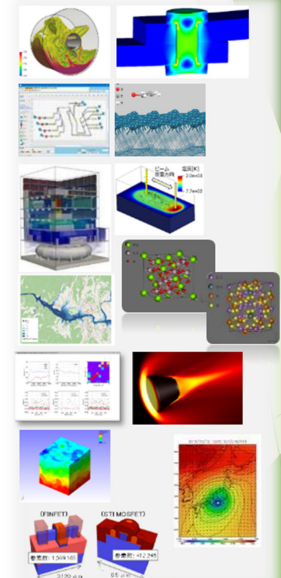
流体・PLATEAU

(出典)
3D都市モデル：Project PLATEAU
<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau-tokyo23ku-3dtiles-2020>
地図データ：地理院タイル
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>

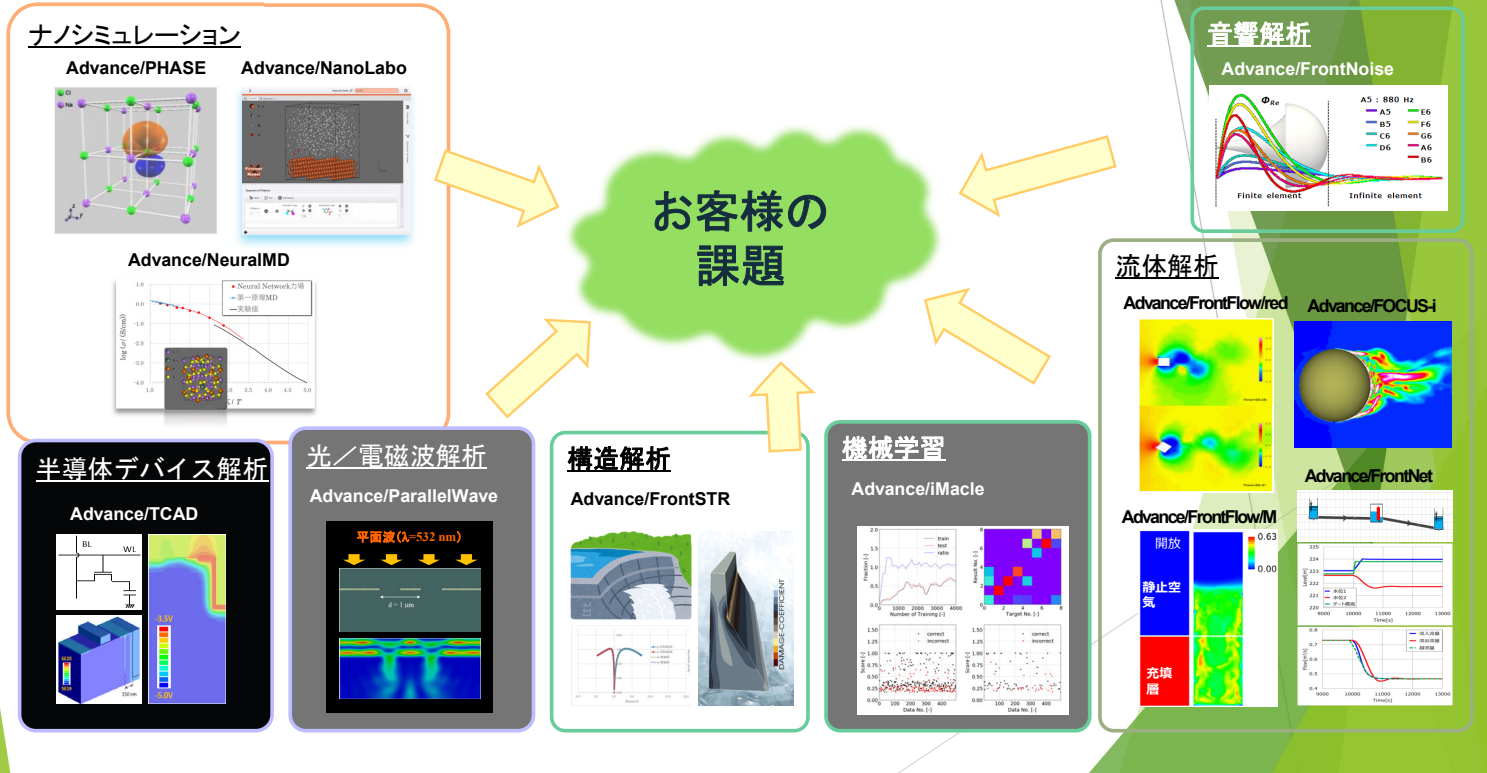
計算科学技術をけん引するアドバンスソフト株式会社

アドバンスソフト株式会社が開発・販売する主なソフトウェア

流体解析ソフトウェア	Advance/FrontFlow/red
気液二相流解析ソフトウェア	Advance/FrontFlow/MP
高速流解析ソフトウェア	Advance/FOCUS-i
構造解析ソフトウェア	Advance/FrontSTR
汎用プリポストプロセッサ	Advance/REVOCAP
管路系液体過渡解析ソフトウェア	Advance/FrontNet/Ω
管路系流体過渡解析ソフトウェア	Advance/FrontNet/Γ
音響解析ソフトウェア	Advance/FrontNoise
河川氾濫シミュレーションシステム	Advance/RiverFlow
大気拡散影響予測システム	Advance/Emerg
第一原理計算ソフトウェア	Advance/PHASE
ナノ材料解析統合GUI	Advance/NanoLabo
ニューラルネットワーク分子力学システム	Advance/NeuralMD
3次元TCADシステム	Advance/TCAD
電磁波解析ソフトウェア	Advance/ParallelWave
過酷事故時の原子炉格納容器・原子炉建屋の熱流動解析コード	BAROC
深層学習用ツール	Advance/iMacle

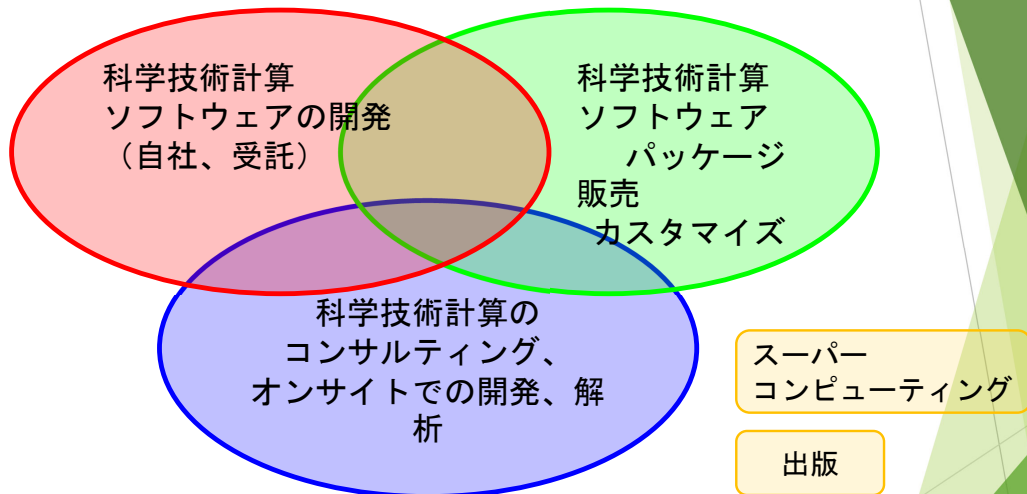


▶ アドバンスソフトが開発・販売するソフトウェア



事業内容

アドバンスソフトがご提供するサービス



科学技術計算ソフトウェアの開発を基礎とした、
科学技術計算に関する様々なソリューションをご提供します。

パッケージソフトウェアの解析事例

解析事例Webページをリニューアルしました。

アドバンスソフト 事例集

検索

<http://case.advancesoft.jp>

- ソフトウェア名からだけでなく、産業分野別、解析分野別の検索が可能となりました。
- 最新の事例を掲載しました。今後も逐次最新事例を紹介していきます。

産業分野別	解析分野別
自動車・運輸	流体
材料・化学	爆発・燃焼
産業機械	構造
航空宇宙	振動音響
エレクトロニクス	ナノ・バイオ
建設土木	プリポスト
原子力	半導体デバイス
エネルギー	光・電磁波
環境・防災	

facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中

<http://www.facebook.com/advancesoft.jp>



<http://www.youtube.com/user/advancesoft>





警告

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立つ用途に限定して無料配布しています。このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。