

京大地球物理学研究の現状と将来の展望

大気圏物理学分野

余田 成男

京都大学大学院理学研究科
地球惑星科学専攻大気圏物理学講座

国際高等研究所フェロー研究会「京大地球物理学研究百年(その3)」
2010年2月13日(土) 於京都大学理学部6号館301号室

目次

1. 学術を取りまく諸々の現状
2. 大気圏物理学分野の現状
3. 京大気象グループの現状
4. 学術を取りまく諸々の将来展望
5. 大気圏物理学分野の将来展望
6. 京大気象グループの将来展望

1. 学術を取りまく諸々の現状

❖ 国立大学法人京都大学への移行

- 2004年4月： 新たな運営形態になって6年が経つ
- 第二期中期目標期間： 2010～2015年度

❖ 政権の交代

- 事業仕分け： 2009年11月 行政刷新会議
- 新年度予算



❖ グローバル化の進行

● 学術の国際性

➤ 廣田(2009): 「国際気象界のなかの日本」

● 経済のみならず、学術分野でも大競争時代

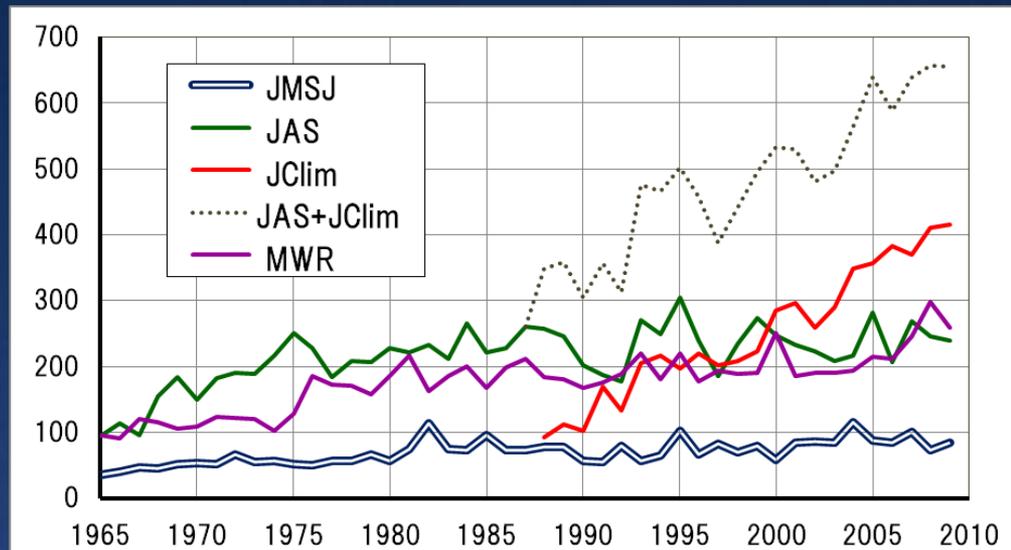
➤ 実例: 国際誌の投稿論文獲得戦略

AMS、AGU、RMS、日本気象学会(MSJ)、...

➤ 大規模研究集会の集客競争

AMS、AGU、EGU、AOGS、...

➤ 個々の研究者にとっては、短期的量的業績評価の圧力増加



❖ 認識すべきこと:

- 貴族や国家というパトロンが弱体化・変質した時代の
学術のあり方
 - これまでのやり方が必ずしもうまくいかない
 - どうすればよいか



Lord Rayleigh
The Nobel Prize in Physics 1904

2. 大気圏物理学分野の現状

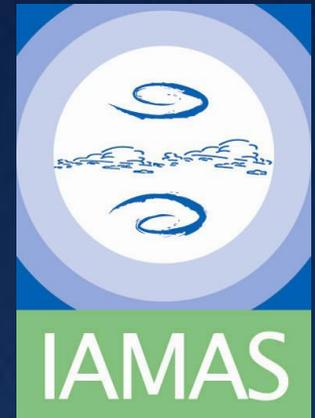
❖ ICSU/IUGG/IAMAS:

● Meteorology と Atmospheric Sciences

- 前者は $\lambda\omicron\gamma\omicron\zeta$ の世界 (c.f., Climatology, Geology, Biology, ...)
- 後者は Galileo & Newton 以来の近代「科学」

● 分野

- 気象力学
- 気候
- 中層大気気象学
- 極域気象学
- 惑星大気・進化
- 大気放射
- 雲・降水
- オゾン
- 大気化学・全球的
大気汚染
- 大気電気学



-
- 熱帯気象学、地球流体力学、非線型大気科学、……

● 運動・放射・物質

❖ WCRP (World Climate Research Programme)

- GEWEX: 全球エネルギー・水循環
(Hydrological Sciences: IAHS)
- CLIVAR: 気候変動と予測可能性
(Physical Sciences of the Oceans: IAPSO)
- SPARC: 成層圏過程と気候影響
(Geomagnetism and Aeronomy: IAGA)
- CliC: 気候と雪氷圏 (Cryospheric Sciences; IACS)
- SOLAS: 海面-下層大気 (IAPSO)

❖ SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics)

- CAWSES-II: 太陽地球系の気候と気象(天気)
- IAGA

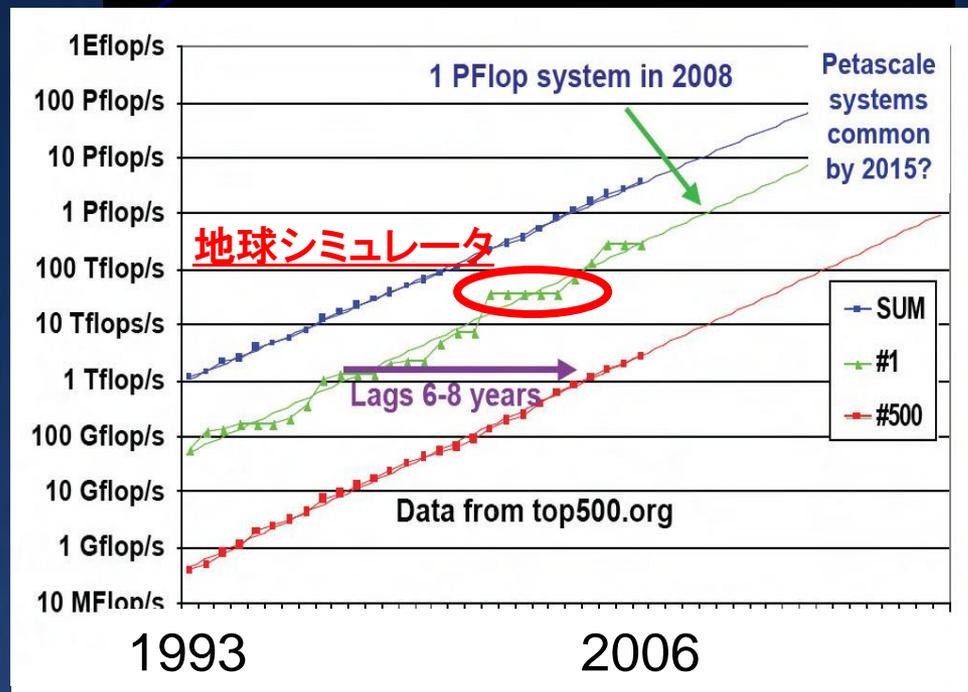
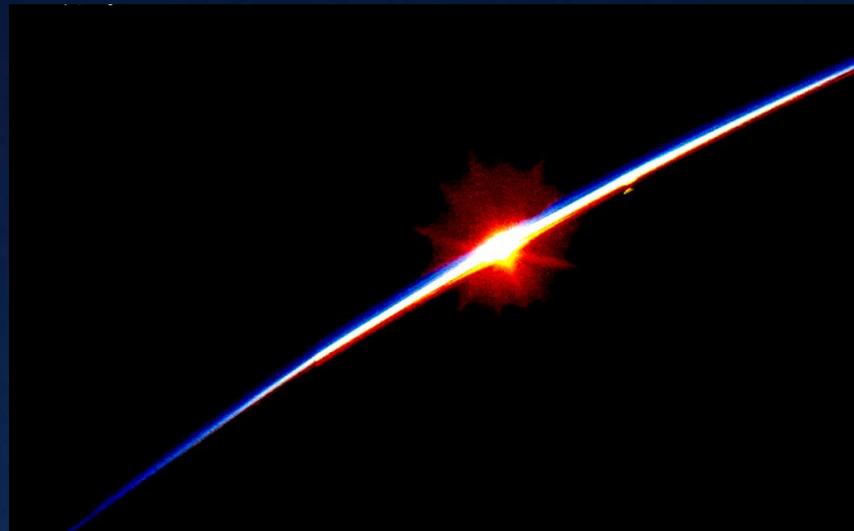
❖ 研究手法

- 観測
- 解析
- 理論
- 実験(室内、計算機)

❖ 認識すべきこと

- 今だからできること
 - 伝統芸能
 - 革新技術
- 研究環境の変化
 - 人工衛星
 - エレクトロニクス技術
 - コンピュータ

Gore (2006)



from *The YOTC Science Plan* (WMO, 2008)

❖ 認識すべきこと(続き)

● ビッグサイエンスとスモールサイエンス

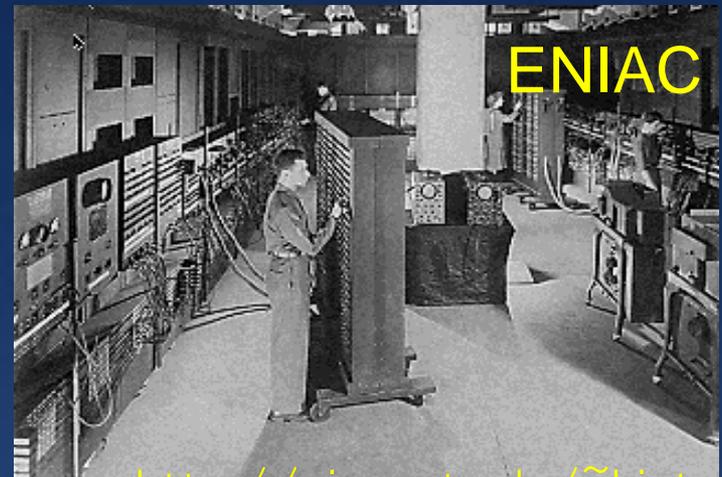
- 山元(1999):「50年間歩んできた地球物理の道」
- 組織の戦略 (top down) vs 個人の知的興味 (bottom up)

● 虚学と実学

- 基礎と応用:
「新たな知を創造する基礎研究」～「出口を見据えた研究開発」
- 「知的存在感のある国」 vs 「科学技術創造立国」

● 両端の間で: 気象学の彷徨

- 50年前の数値天気予報
- 今日の数値天気予報



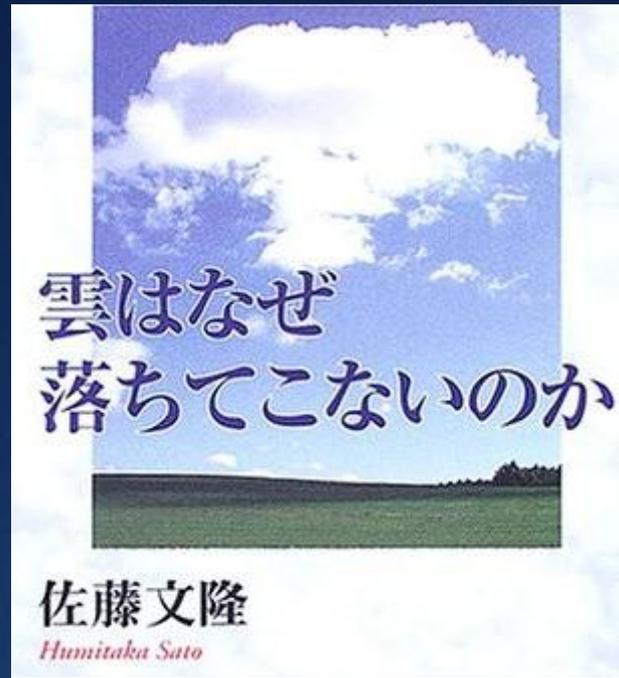
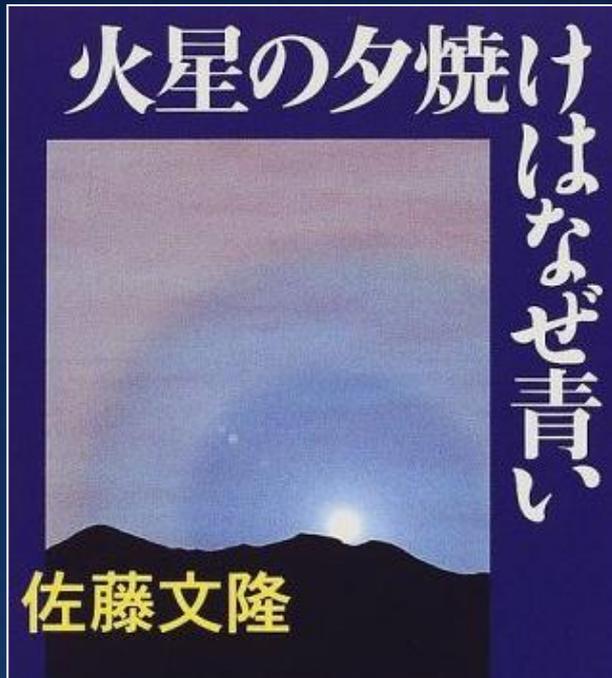
<http://ei.cs.vt.edu/~history/ENIAC.Richey.HTML>

❖ 認識すべきこと(更に)

- 近隣分野との関係性:

要素還元型物理からみた『気象』

➤ 佐藤文隆 (1999, 2005, 2009; 岩波)



↔ 非線型複雑系としての『気象』

多階層連結変動

3. 京大気象グループの現状

❖「気象学・気候学及び大気物理学」分科

●教授

- 基幹講座：（理学部） 里村 雄彦、余田 成男
- 協力講座：（防災研） 石川 裕彦、向川 均
（生存圏研） 塩谷 雅人、津田 敏隆

●准教授

- 基幹講座：（理学部） 石岡 圭一、重 尚一
- 協力講座：（防災研） 竹見 哲也、林 泰一
（生存圏研） 高橋 けんし、橋口 浩之

●助教

- 基幹講座：（理学部） 内藤 陽子、西 憲敬
- 協力講座：（防災研） 井口 敬雄、堀口 光章

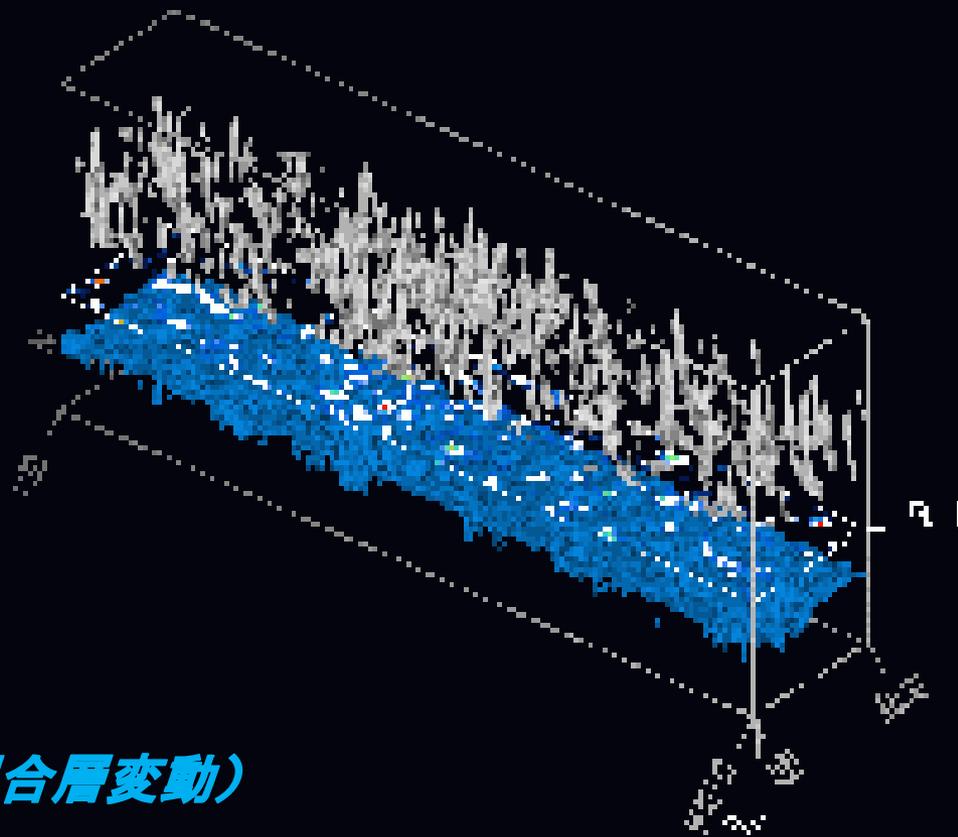
●理学部

| 分野 / 手法 | 観測 | 解析 | 実験 | 理論 |
|------------|----|----|----|----|
| 力学: 大規模 | | | 余田 | |
| 中規模 | 重 | | 里村 | 石岡 |
| 小規模 | | | | |
| 中層大気 | | | 余田 | |
| 熱帯大気 | | | 里村 | |
| 雲・降水 | 重 | | | |
| 大気化学 | | | | |

●理学部

| 分野 / 手法 | 種 |
|------------|---|
| 力学: 大規模 | |
| 中規模 | |
| 小規模 | |
| 中層大気 | |
| 熱帯大気 | |
| 雲・降水 | |
| 大気化学 | |

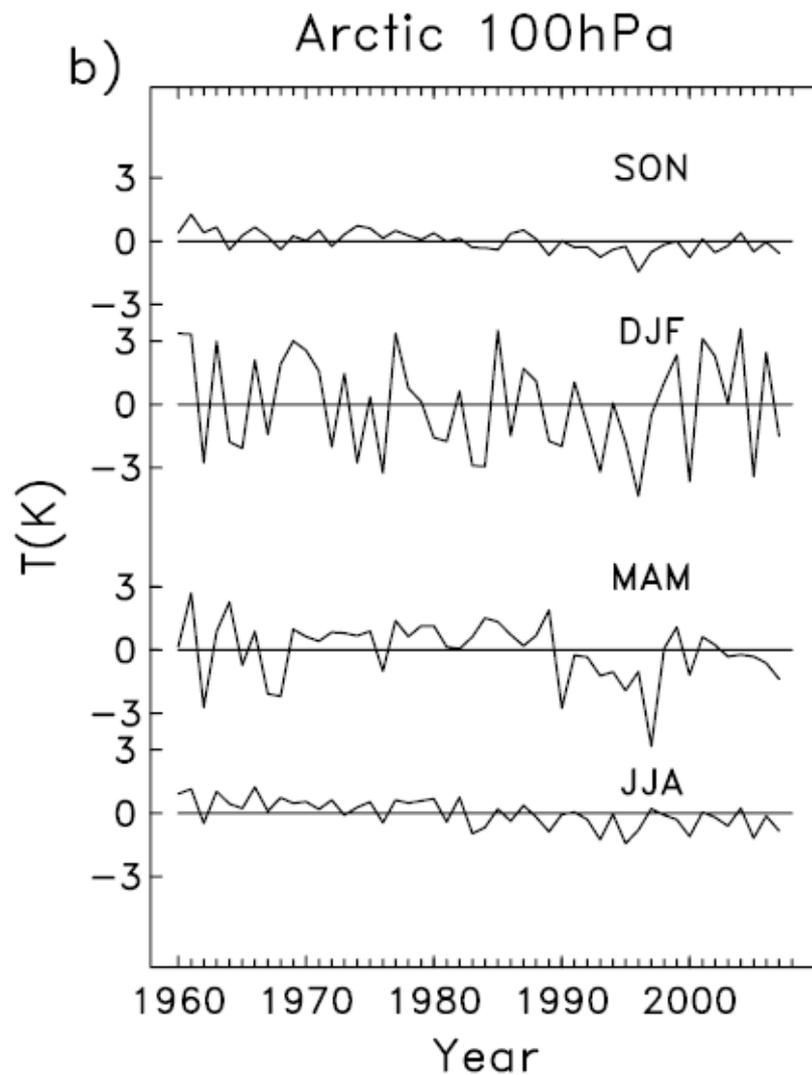
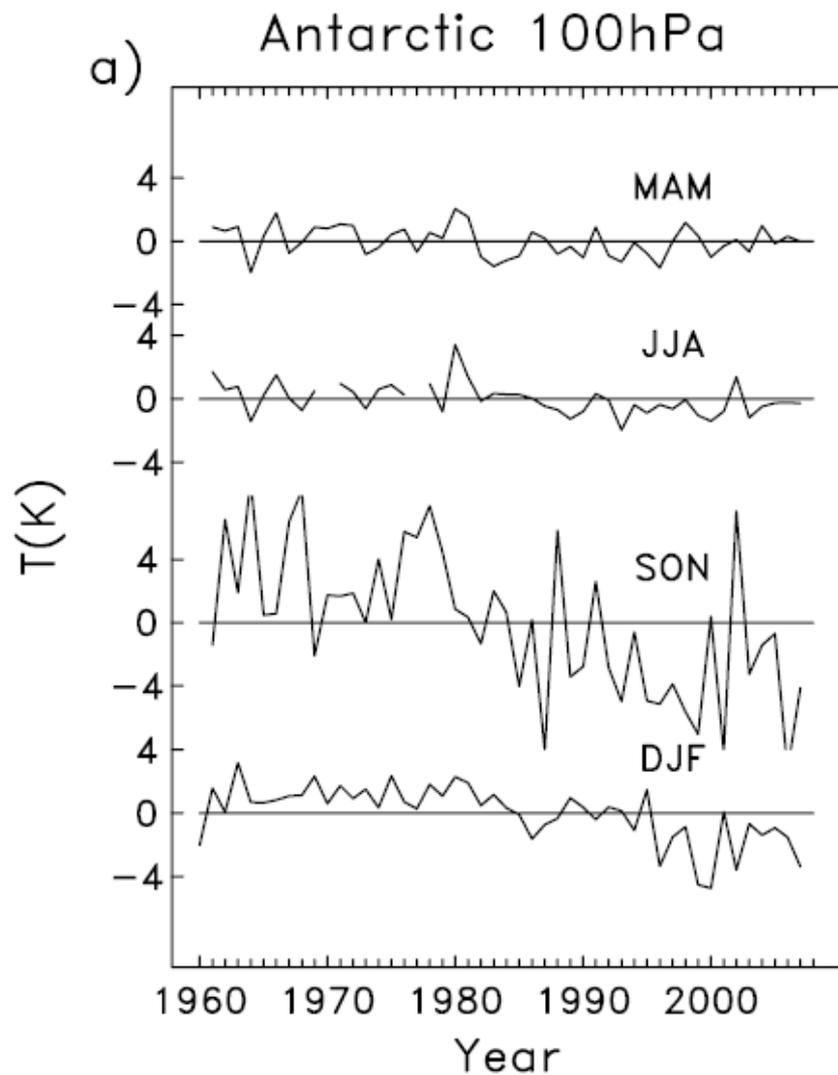
大気(雲分布)



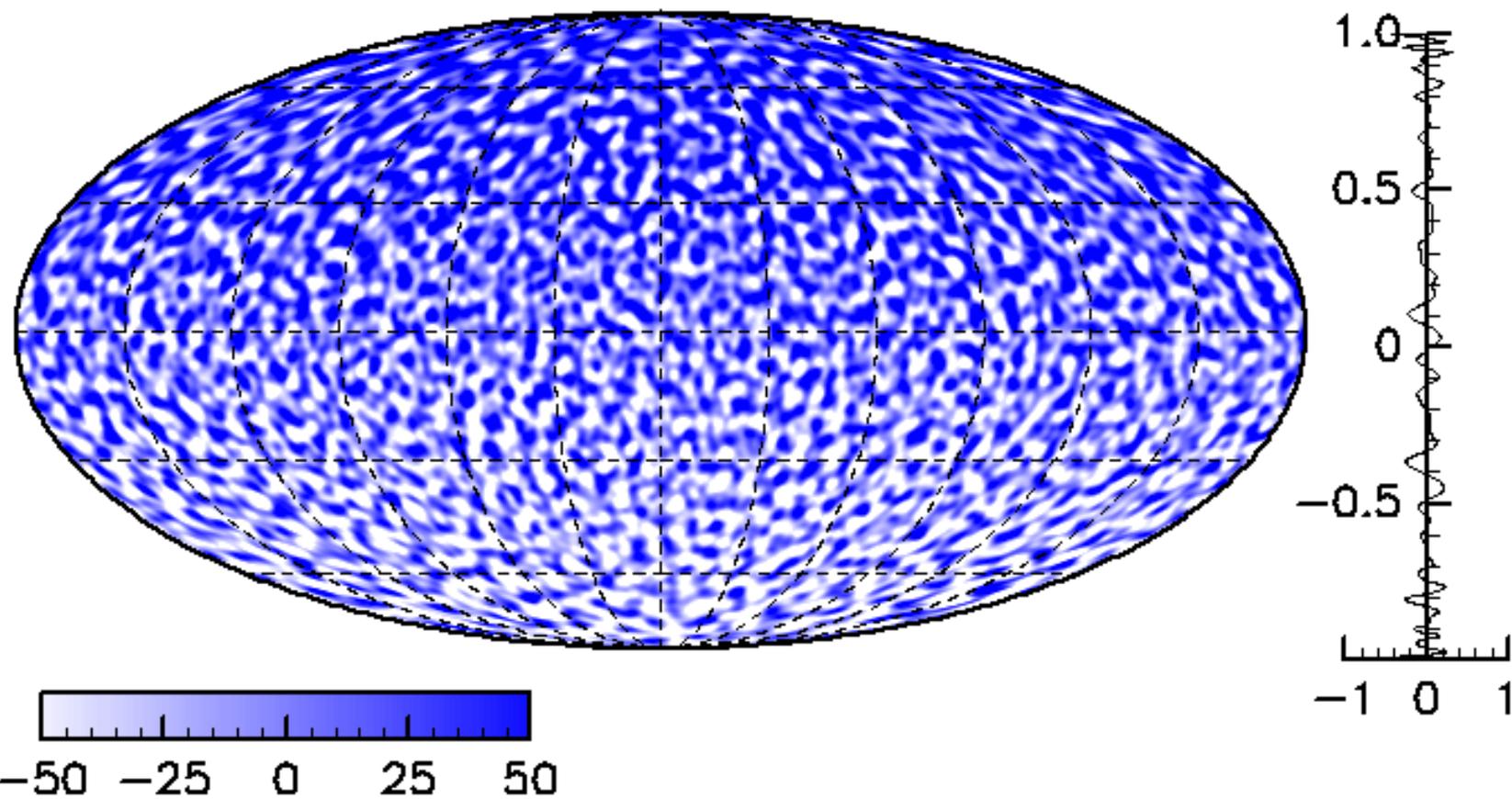
海洋(混合層変動)

大気-海洋結合領域モデルによる
短時間結合変動の数値実験

RANDEL ET AL.: STRATOSPHERIC TEMPERATURE TRENDS



t=00.00



●理学部

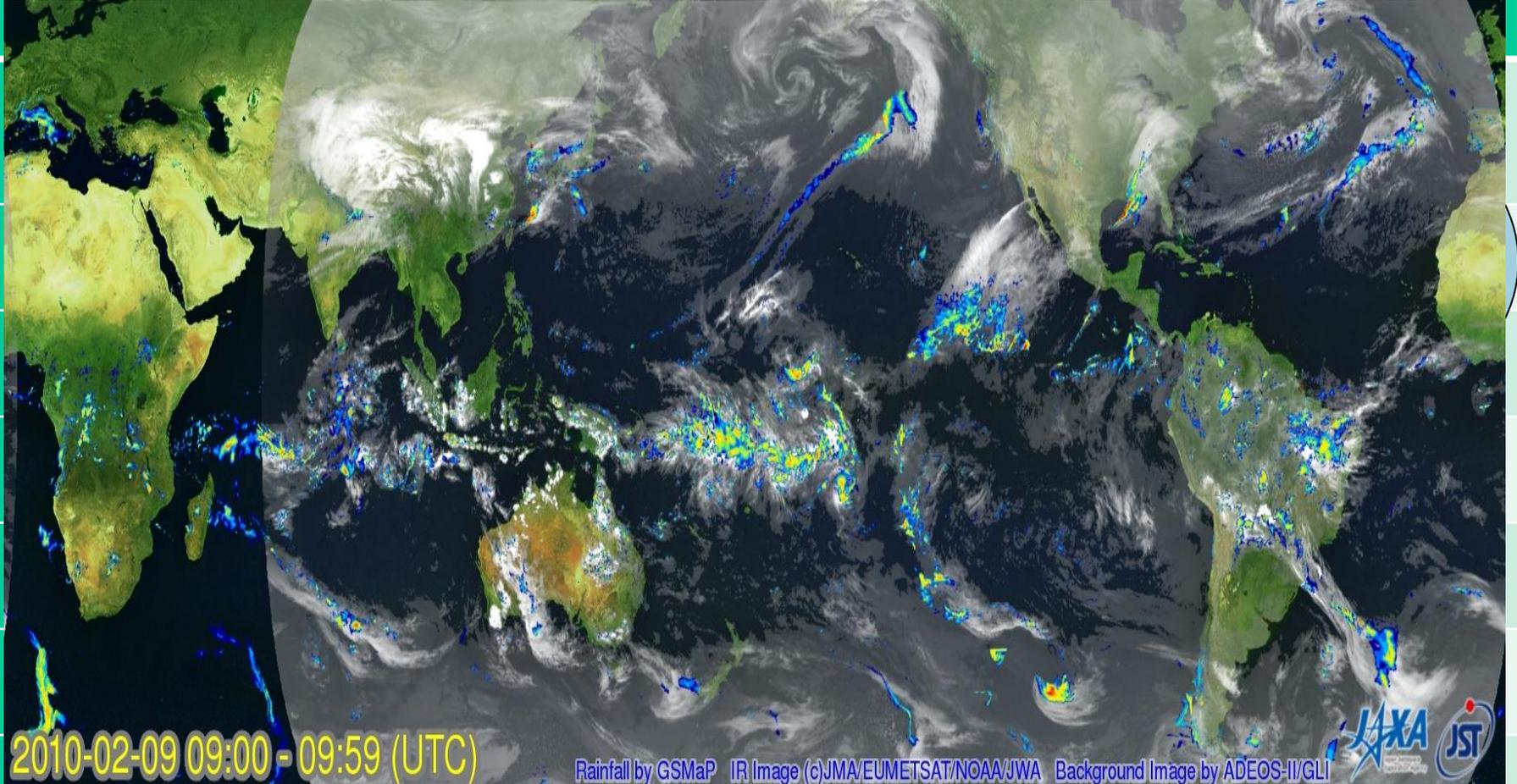
分野 / 手法

観測

解析

実験

理論

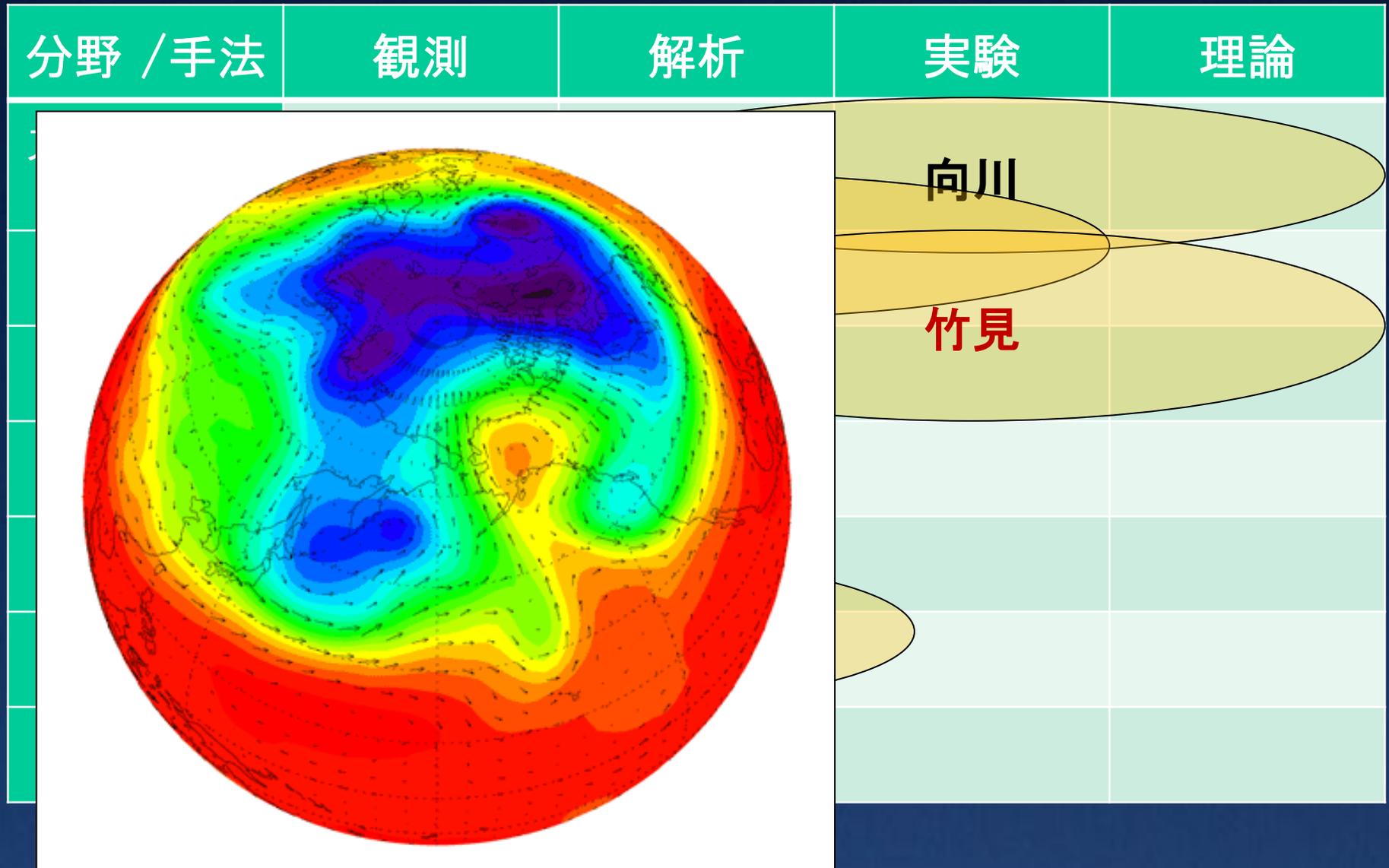


大気化学

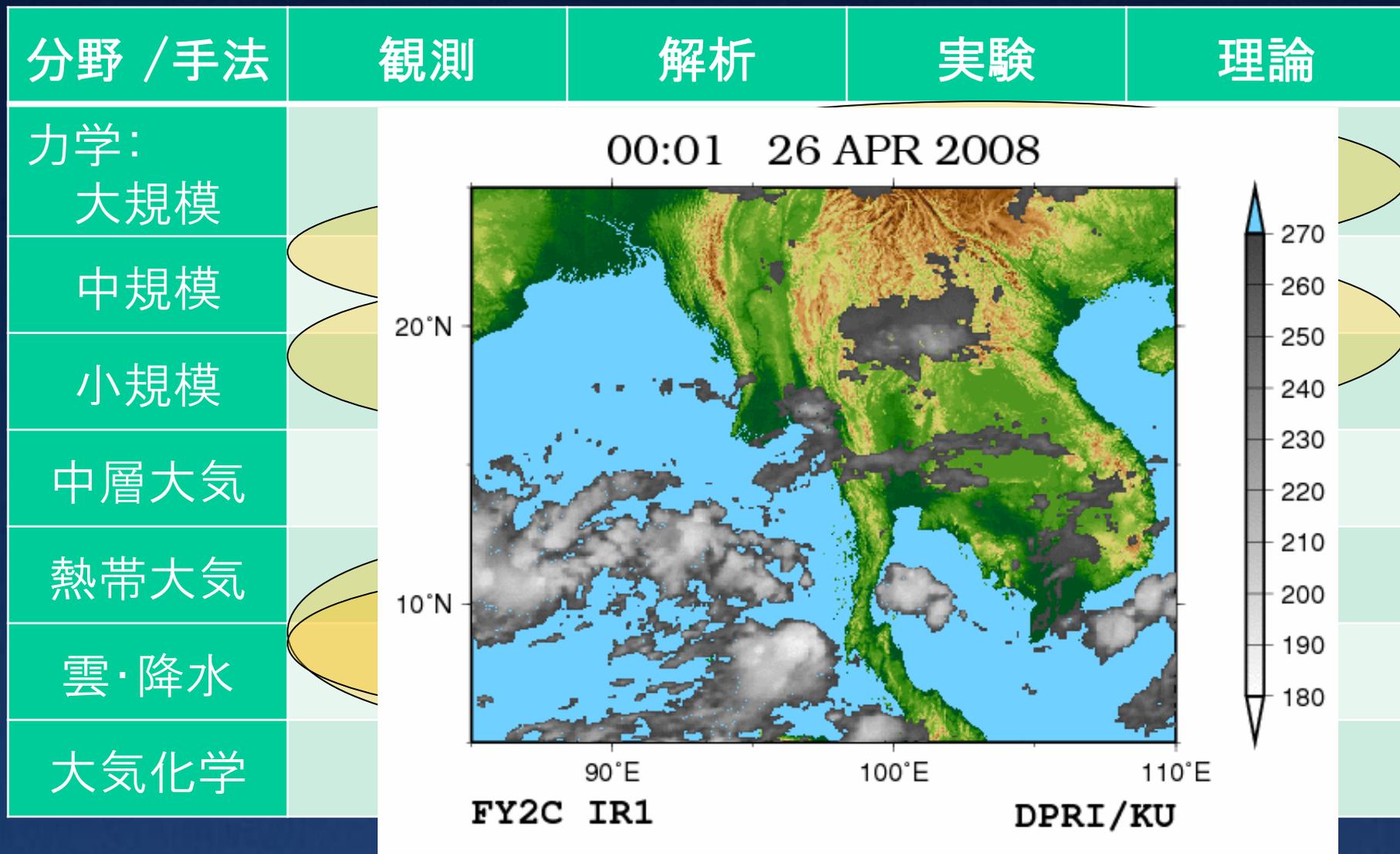
●防災研究所

| 分野 / 手法 | 観測 | 解析 | 実験 | 理論 |
|------------|------|----|----|----|
| 力学: 大規模 | | | 向川 | |
| 中規模 | 石川 | | | |
| 小規模 | 林 | | 竹見 | |
| 中層大気 | | | | |
| 熱帯大気 | | | | |
| 雲・降水 | 林 石川 | | | |
| 大気化学 | | | | |

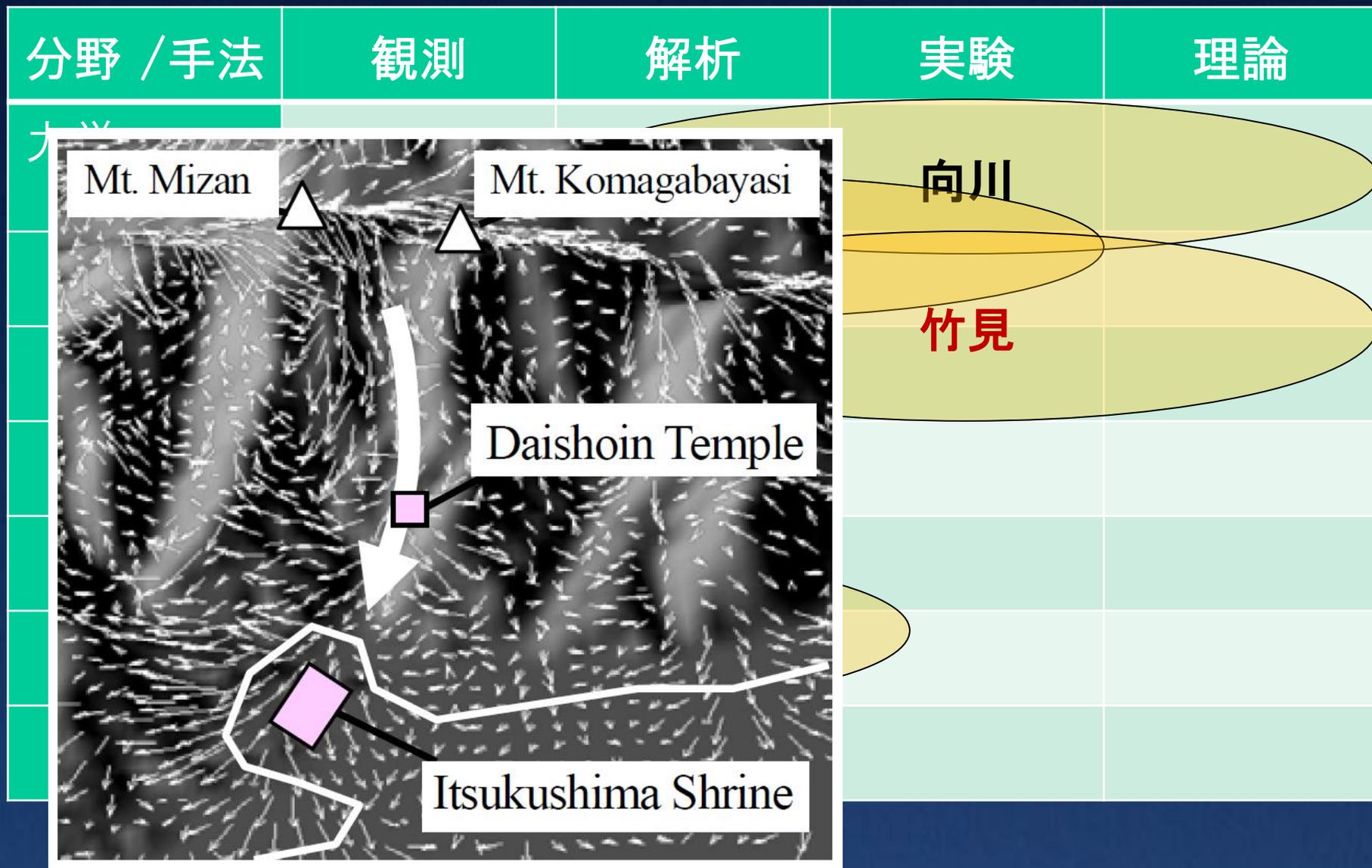
● 防災研究所



● 防災研究所



●防災研究所



● 防災研究所

| 分野 / 手法 | 観測 | |
|------------|----|--|
| 力学: 大規模 | | |
| 中規模 | 石川 | |
| 小規模 | 林 | |
| 中層大気 | | |
| 熱帯大気 | | |
| 雲・降水 | 林 | |
| 大気化学 | | |

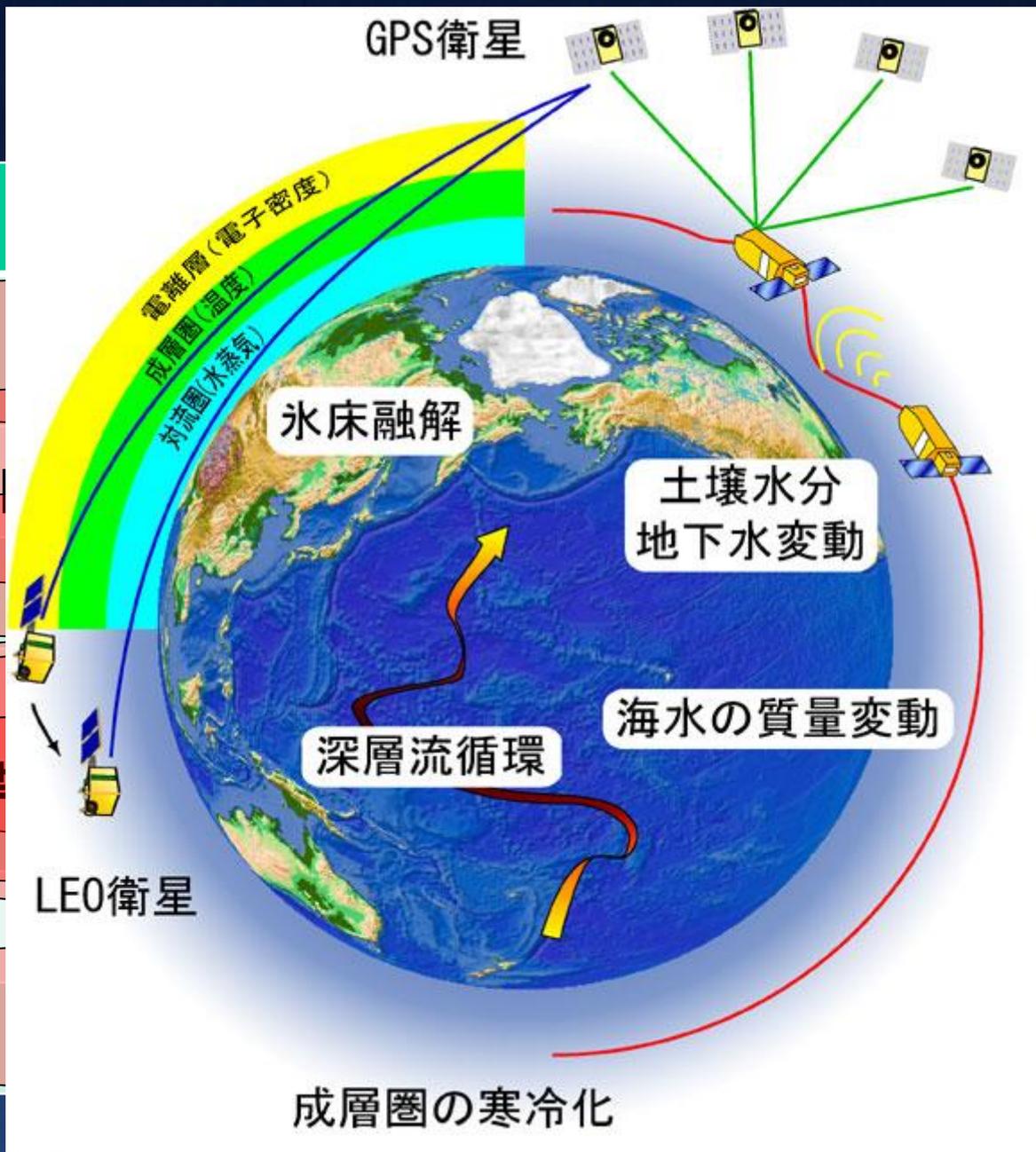


●生存圏研究所

| 分野 / 手法 | 観測 | 解析 | 実験 | 理論 |
|------------|-------|----|----|----|
| 力学: 大規模 | 塩谷 | | | |
| 中規模 | 津田 | | | |
| 小規模 | 橋口 | | | |
| 中層大気 | 塩谷 | | | |
| 熱帯大気 | 橋口 津田 | | | |
| 雲・降水 | | | | |
| 大気化学 | 高橋 | | | |

●生存圏研究所

| 分野 / 手法 | 観測 |
|------------|-----|
| 力学: 大規模 | |
| 中規模 | 津 |
| 小規模 | 橋口 |
| 中層大気 | |
| 熱帯大気 | 橋口津 |
| 雲・降水 | |
| 大気化学 | 高橋 |



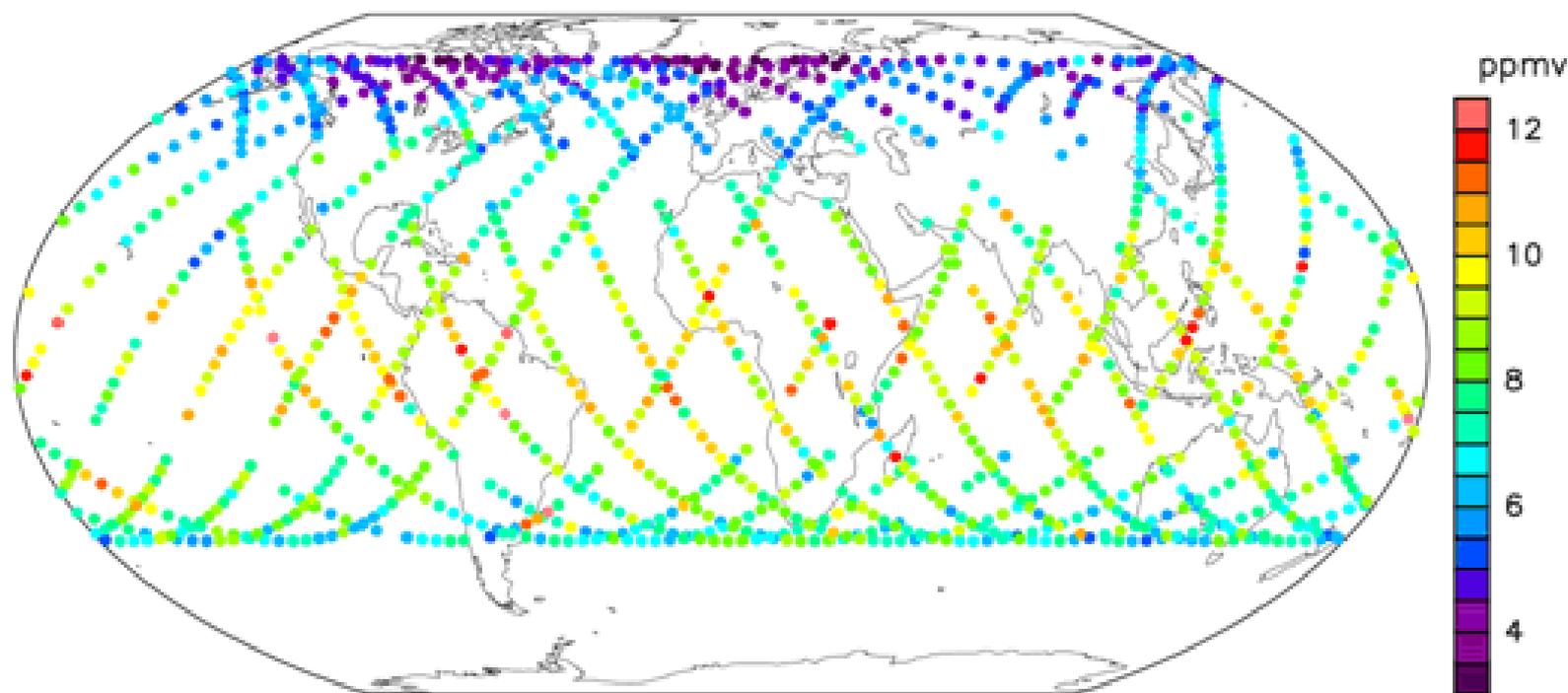
● 生存圏研究所

Japanese Experiment Module

JEM/SMILES

Superconducting Submillimeter-Wave
Limb-Emission Sounder

Ozone 28km



●生存圏研究所

分野 / 手法

観測

解析

実験

理論

力学・

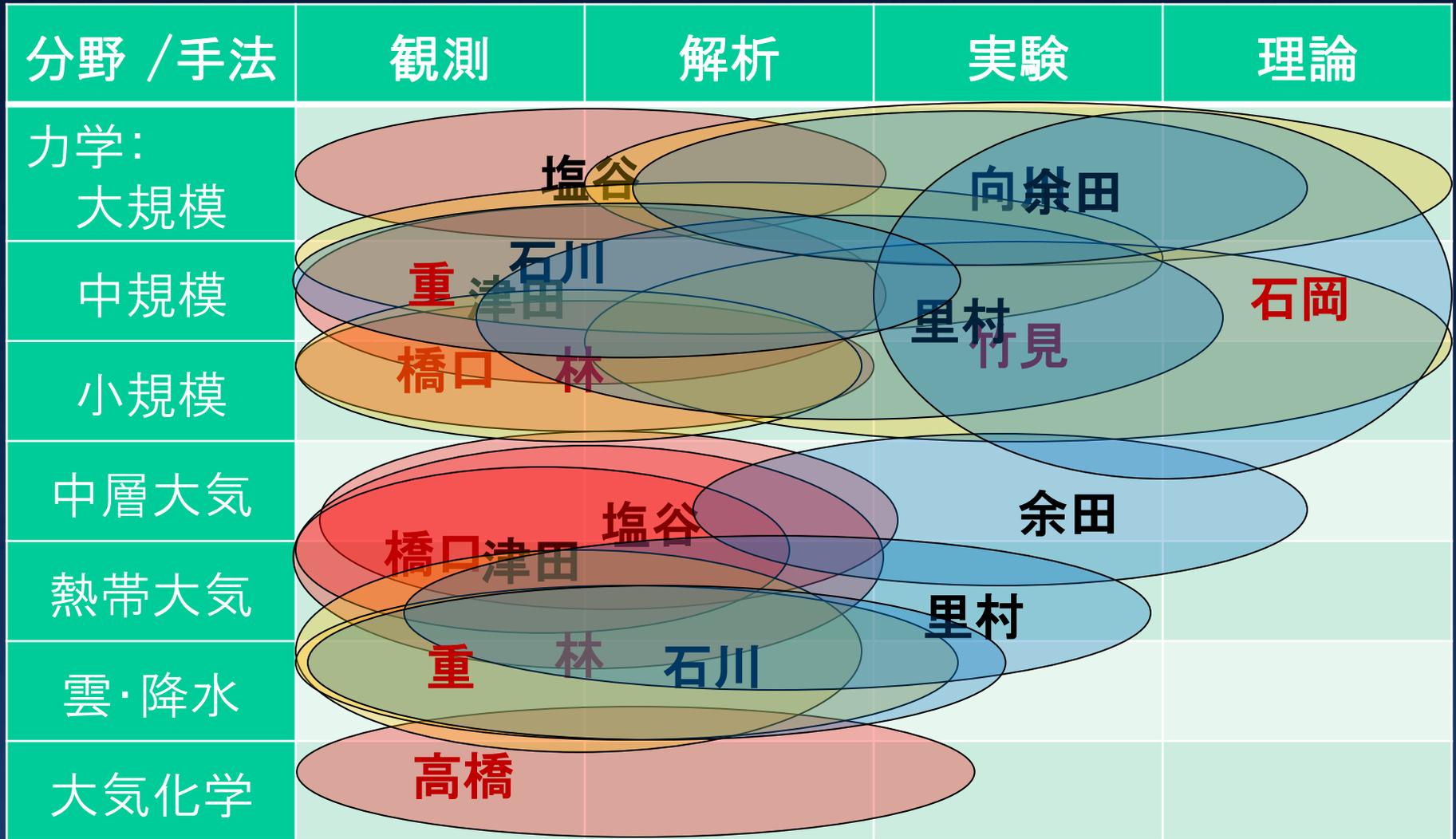


ラボ実験設備



レーザーと真空チャンバーを用いて、陸域環境起源の微量成分が大気中で経験する化学的変質プロセスを解明します。左の写真は、実験室内の様子を撮影したものです。オレンジ色の機器がレーザー、写真中央部に真空チャンバーがあります。真空チャンバーは、ステンレスやガラスを使って独自に設計・組み立てを行いました。実験の内容によって、適当な変更を施します。微量成分の化学的変質過程をリアルタイムで調べることができます。

●「気象学・気候学及び大気物理学」分科



「気象」の京都 vs 「気候」の東京



グローバルCOEプログラム

極端気象と適応社会の生存科学

Sustainability/Survivability Science for a Resilient Society Adaptable to Extreme Weather Conditions

English

(2009-2013)

ホーム

MOVIE PREVIEW

地球社会の調和ある共存を目指して

京都大学 防災研究所 生存圏研究所 理学研究科 地球環境学堂 工学研究科 農学研究科 情報学研究科

プログラム概要

拠点リーダーメッセージ

組織

海外拠点

研究課題

教育ユニット・プログラム

イベント

出版物

公募情報

What's new

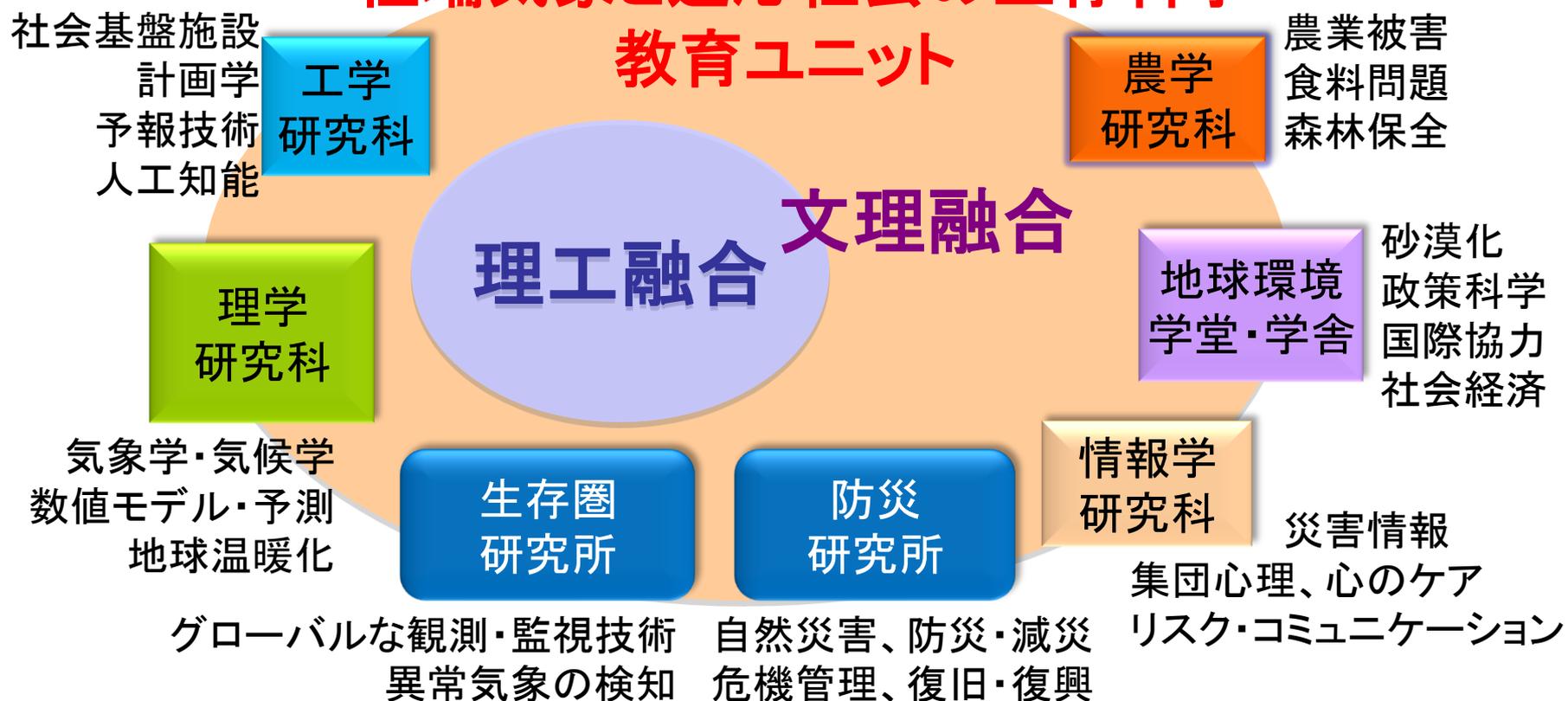
- 10.01.09 GCOE「極端気象と適応社会の生存科学」キックオフ・シンポジウムを追加しました。
- 09.12.07 第2回GCOEセミナーを追加しました。
- 09.11.12 極端気象現象とその影響評価に関する研究集会～より良い将来予測を目指して～を追加しました。
- 09.11.12 GCOEセミナー第2回以降の予定を追加しました。
- 09.11.12 京都大学防災研究所特定研究員（ポスドク）公募情報を追加しました。
- 09.11.10 京都大学防災研究所特定教員 公募情報を追加しました。
- 09.11.10 京都大学防災研究所特定研究員（ポスドク）公募情報を追加しました。

どう実現するのか：学際連携組織として「教育ユニット」を設置

多くの分野の研究者・学生が知恵を出し合い、
複合的な視点でグローバルな課題に取り組む

極端気象と適応社会の生存科学

教育ユニット



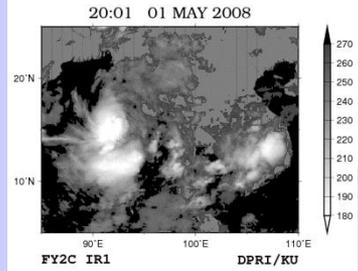
フィールド研究: 科学的理解に基づく社会適応策のために

極端気象=異常気象(局所的・急激変動)+慢性気象ハザード(広域・長期変動)

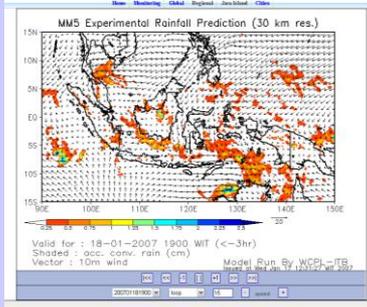
課題(1) 科学的理解

極端気象・水循環と災害の監視・予測に関する理工融合研究

静止衛星画像



高分解能数値予報モデル
WCPL Experimental Weather Forecast



観測・監視システムで現象の生データを収集・整理して情報に加工

情報分析から現象を定量的にモデル化し、変動を予測

災害発生機構を理解し、社会ニーズへの回答を提案

適応策改善に必要な条件を提示

気象・水災害の防止・軽減策を提示

課題(2) 社会適応策

異常気象及び慢性的気象ハザードへの社会的適応策に関する文理融合研究

アジア・アフリカでの気象ハザードの実態・地域特性の解明

対処シナリオや社会適応力向上への政策反映と技術論の検討

環境適応戦略科学の創成・社会実装
→暮らしの安全、貧困の改善



連携統合の方策

- ・ 国内外の事業展開拠点(フィールド)で協働し、問題点を共有しつつ研究を推進する。
- ・ 拠点内で課題(1)、(2)合同のワークショップを定期的に行い、緊密に情報交換をする。
- ・ 独自に発行する英文ジャーナルで、課題(1)、(2)の成果を相互参照した論文発行に努める。

4. 学術を取りまく諸々の将来展望

❖ 将来展望

- 世界はようになる？ 日本はようになる？

- ○○○ の □□□ 次第か

❖ 日本はどうする？

- 日本の学術施策はようになる？ 大学はどうする？

- 参考図書 「日本辺境論」(内田 樹、2009; 新潮新書)

❖ 思考したこと

- (例題) グローバル30

- 我が国の高等教育の国際競争力の強化

- 留学生等に魅力的な水準の教育等を提供

- 留学生と切磋琢磨する環境の中で、国際的に活躍できる
高度な人材の養成

❖考えるべきは「言語問題」

●何語で教育するのか？

- 思考する言語の選択
- 英語化している(部分的にも)先達に学ぶべき
- 翻訳者という階層をもつ
- Multi-language vs English as a de facto standard
- 参考図書「日本語が亡びるとき—英語の世紀の中で」「日本語で読むということ」「日本語で書くということ」(水村 美苗、2008, 2009, 2009; 筑摩書房)

●サバイバルツールとしての英語

- 国際コミュニティでの生き残り方法
- 参考図書「理系のためのサバイバル英語入門—勝ち抜くための科学英語上達法」(東大サバイバル英語実行委員会、(ブルーバックス)(新書)

❖ また、もうひとつ考えたいのは 「学術の本質」

- 知的好奇心に駆られた真理の探究

- 新たな知見

- 深い理解

❖ 役に立つ科学技術

- 科学技術と学術

- science-based technology と science

- いろいろな役立ち方

❖ 外交としての科学技術・学術

- 科学技術外交

- 科学技術協力の強化、研究者ネットワークの構築

- 芸術やスポーツと似た要素

- 小澤 征爾、イチロー、…のような「日本人の顔」的存在

5. 大気圏物理学分野の将来展望

❖ 研究推進にかかわる状況の展望

- 更なる技術革新による研究手段の飛躍的变化

- 人工衛星、エレクトロニクス技術、コンピュータ

➔ フロンティアの拡大

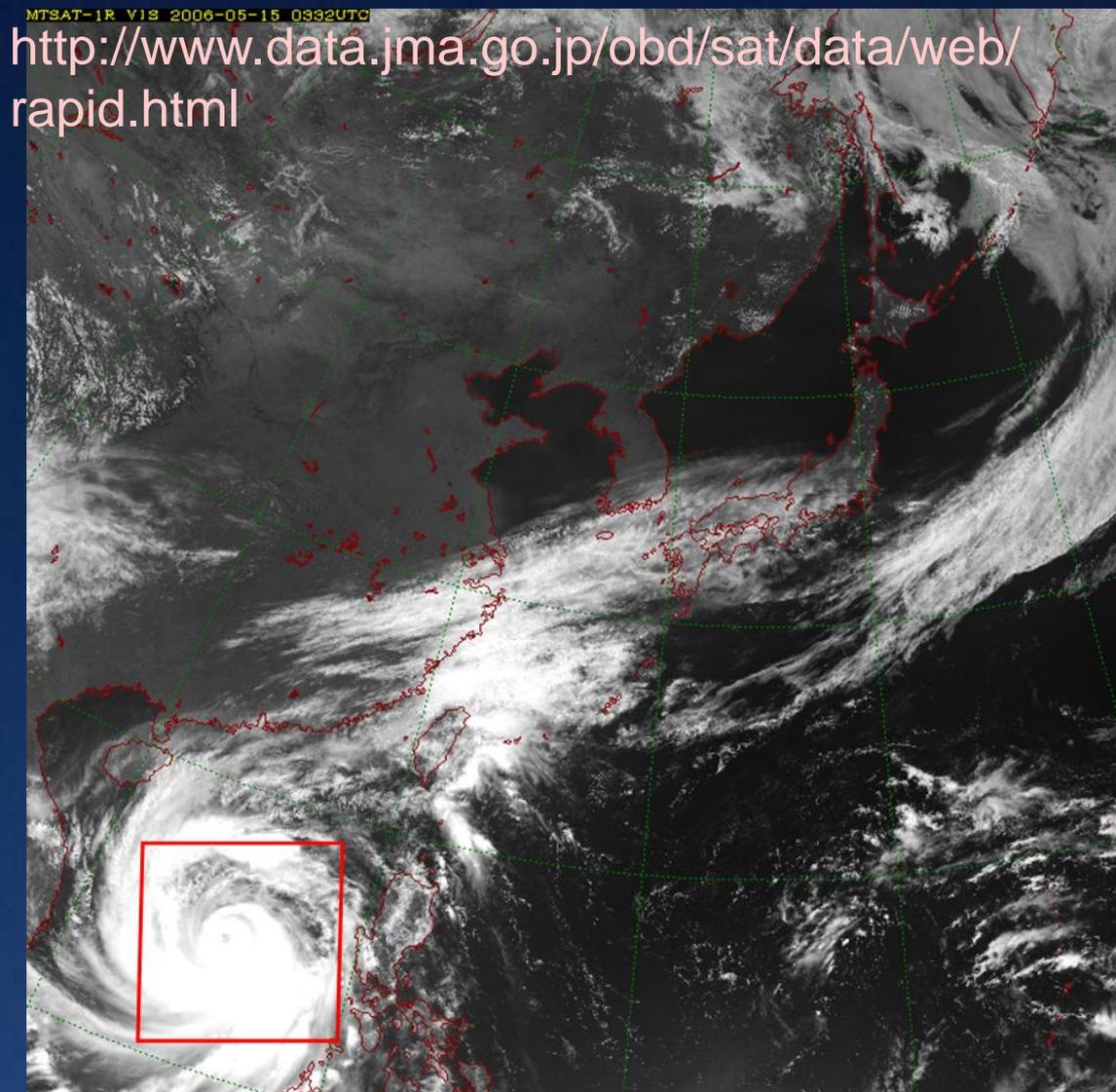
- 空間： 系外惑星の大気
- 時間： 過去・未来への接続

➔ 見えなかったものが見えてくる

- 現象の微細構造
- 微量成分の高精度観測
- 莫大量データに基づく統計的性質
- ……

● 技術革新により見えてくる現象の微細構造の例：

➤ 運輸多目的衛星「ひまわり7号」による小領域の研究観測



❖パラダイム・シフト

- 非線型複雑系としての『気象』

- 要素還元型物理からみた『気象』ではなく
- 空間的・時間的階層性

- ➔多階層連結変動

- 道具としての非線型科学

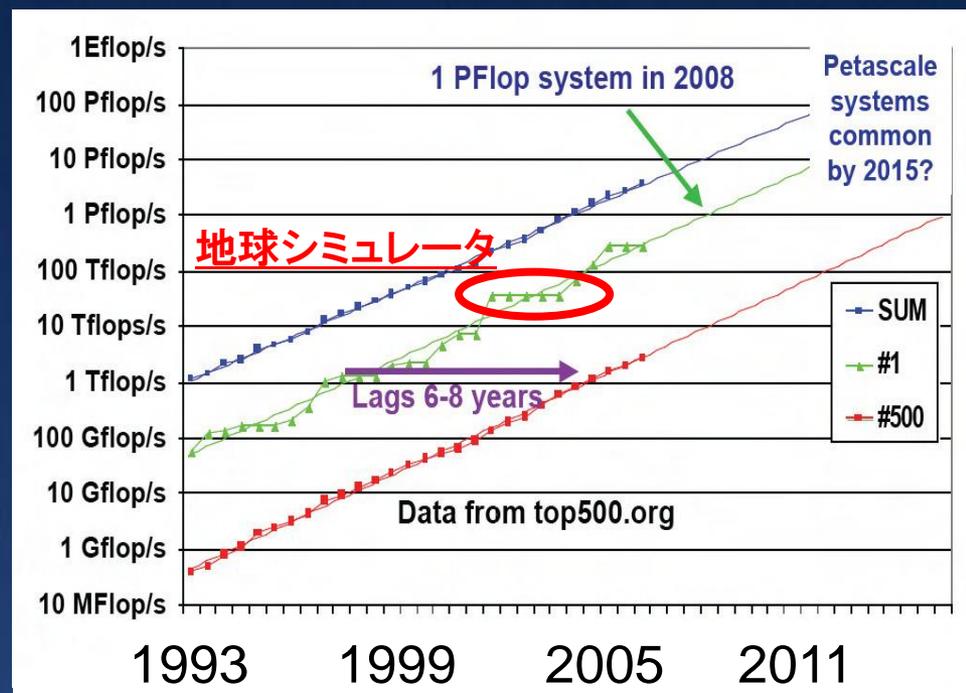
計算機科学

シミュレーション科学

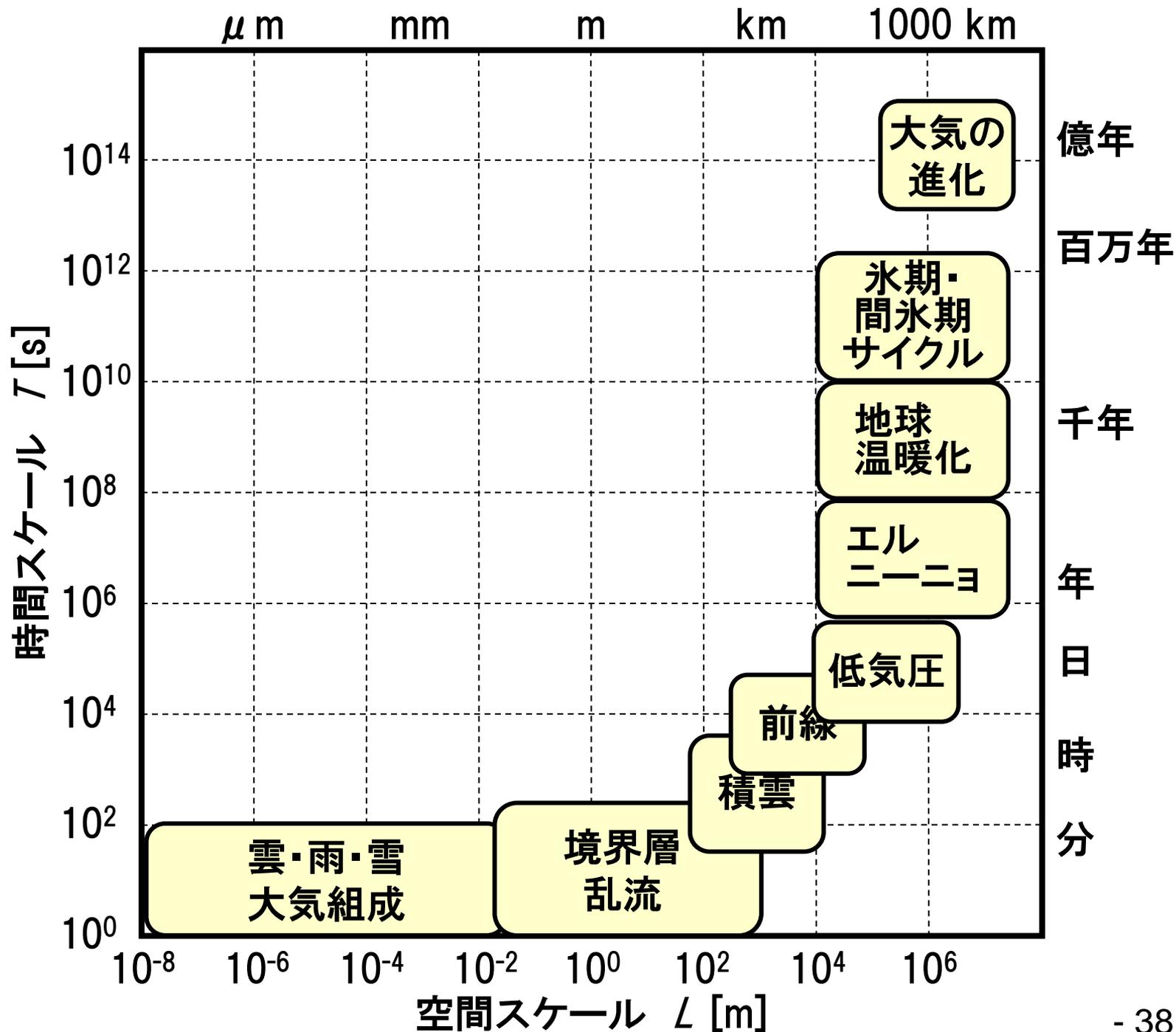
- 階層連結という理解の枠組 cf パラメタリゼーション技術

❖ 非線型問題

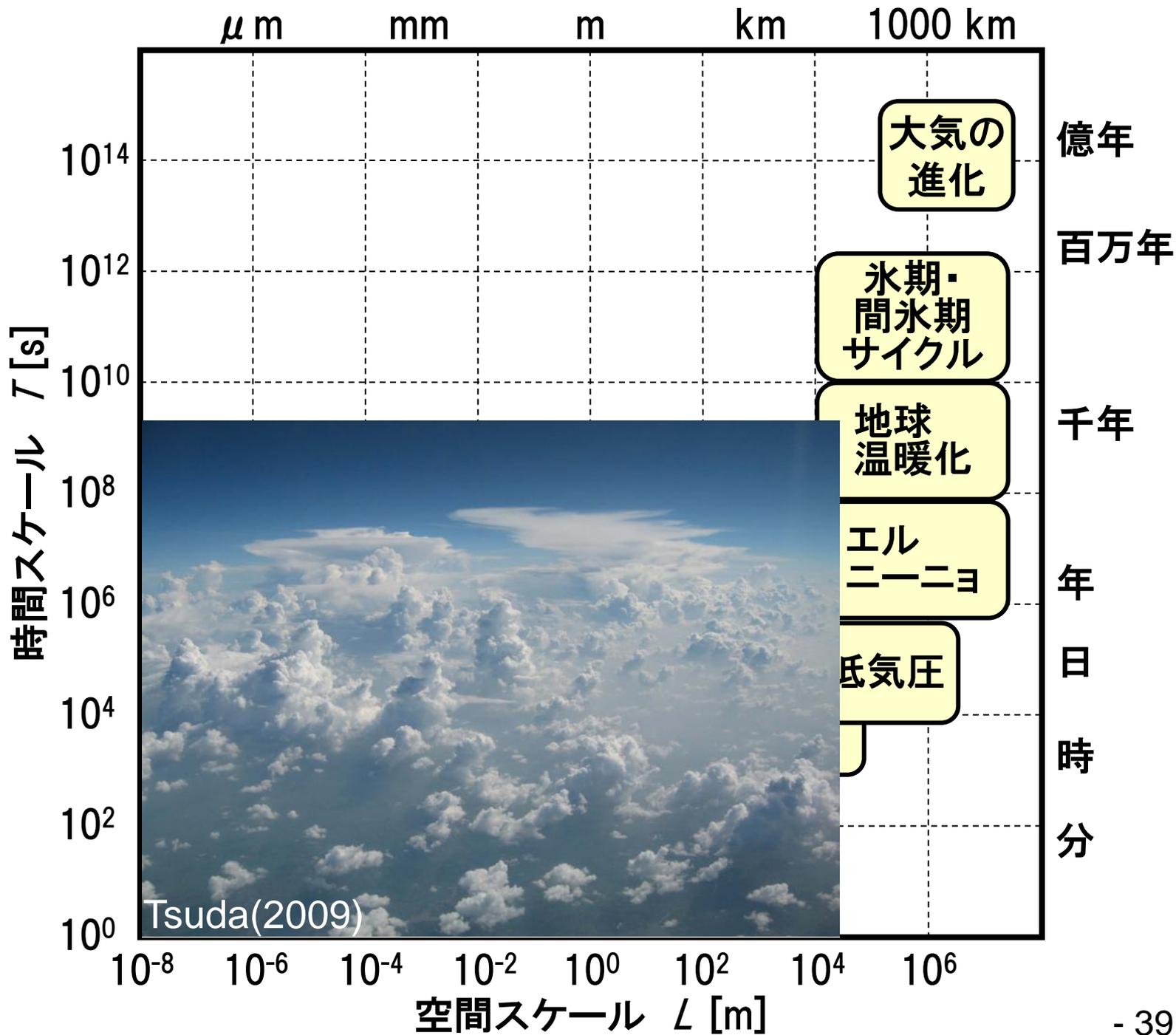
- 人間は線型性を恃む
 - ∴ 理解する道筋が存在する
- 自然は線型性を好むか？
 - 否！ 線型・非線型は人間の都合
- 計算機科学の独擅場
 - ↑ 道具の進歩
- 常套的手法：
パラメタ・スウィープ実験
 - 経験の蓄積
 - 新たな記載型学問
 - λογος 再び
 - 理解の深化



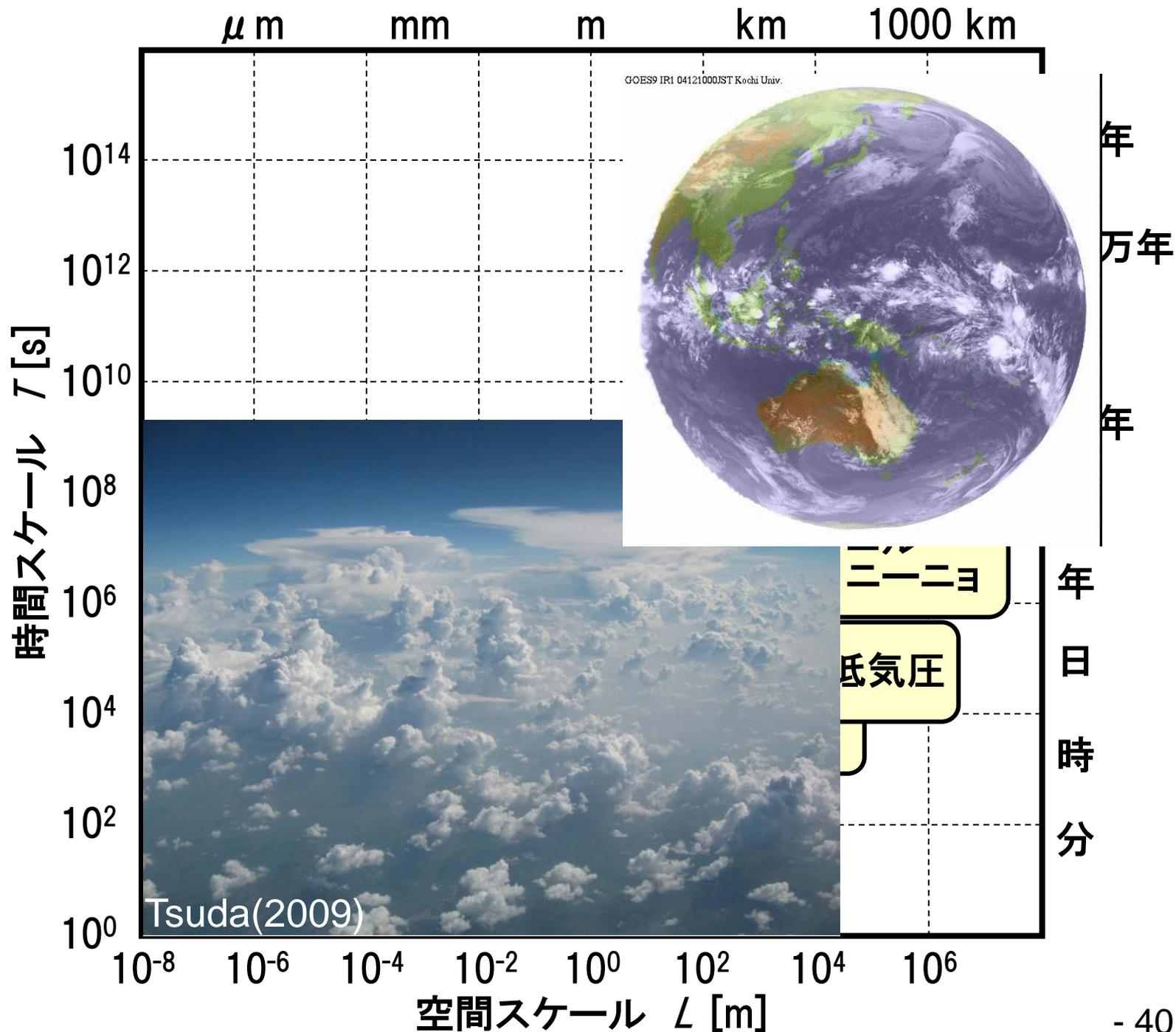
空間的・時間的階層性 ↓ 多階層連結変動



空間的・時間的階層性 ↓ 多階層連結変動



空間的・時間的階層性 ↓ 多階層連結変動



❖ 数値実験・シミュレーションの意義と価値

① 予言性

➤ 観測により検証されるべき新奇な事象

② 理解獲得・深化

➤ 観測される不可解な現象の理解の獲得

③ 実学的意義

➤ 役に立つ科学

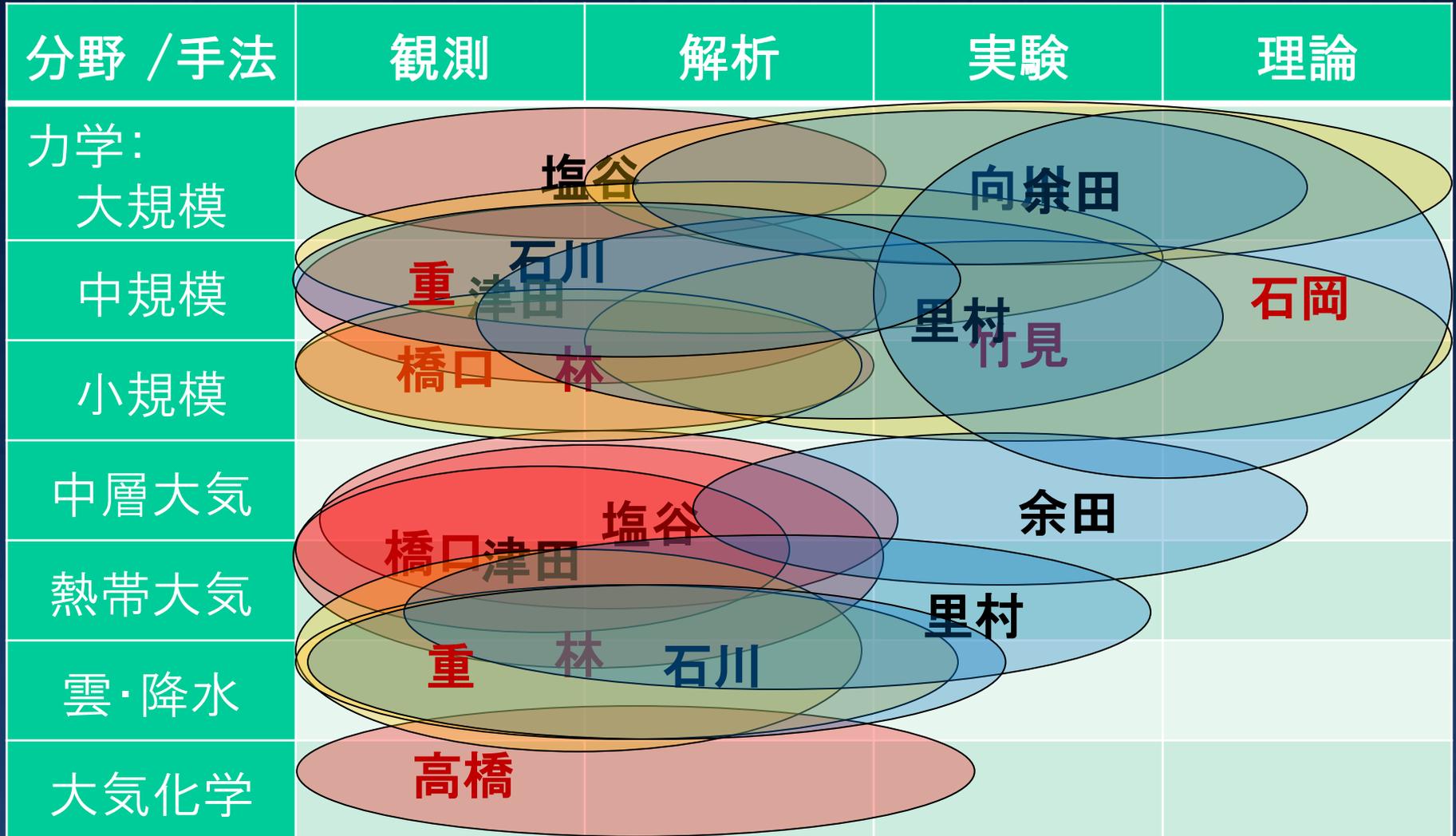
● 21世紀は実学的数値天気予報の時代

➤ よりきめ細かく： ダウンスケーリング予報

➤ 信頼度を押さえて： アンサンブル予報

6. 京大気象グループの将来展望

●「気象学・気候学及び大気物理学」分科



6. 京大気象グループの近未来展望(来月)

Open Symposium on Meteorological Disasters and Adaptable Society in the Asia-Pacific Region

March 4 (Thursday), 2010

10:00-12:00

Ritsumeikan
Asia Pacific University
Room-H-202
Beppu, Japan

Invited speakers

Shigeo YODEN
(Kyoto University)
Shunso TSUKADA
(Ritsumeikan Asia Pacific University)
Tieh Yong KOH
(Nanyang Technological University)
Toshitaka TSUDA
(Kyoto University)
Takashi NISHIGAKI
(Japan Science and Technology Agency)
Masahiro KOBAYASHI
(Kyushu International Center,
Japan International Cooperation Agency)

Coordinator
Sanga-N. KAZADI
(Ritsumeikan Asia Pacific University)

Sponsored by

MEXT Special Coordination Funds for
Promoting Science and Technology for FY
2007-2009 in Asia S&T Strategic Cooperation
Program "International Research for
Prevention and Mitigation of Meteorological
Disasters in Southeast Asia"

Co-sponsored by

Kyoto University Global COE Program
"Sustainability/Survivability Science for
a Resilient Society Adaptable to Extreme
Weather Conditions"
Ritsumeikan Asia Pacific University

Coordinated by

Integrated Earth Science Hub,
Division of Earth and Planetary Sciences,
Graduate School of Science,
Kyoto University

In cooperation with

Institute for Geothermal Sciences,
Kyoto University
University Consortium Oita
Japan Meteorological Agency
Kyushu International Center,
Japan International Cooperation Agency



公開国際シンポジウムのご案内

"Meteorological Disasters and Adaptable Society in the Asia-Pacific Region" 「アジア・太平洋地域における気象災害と適応社会」

日時: 2010年3月4日(木) 10:00-12:00

場所: 立命館アジア太平洋大学 H-202室

プログラム

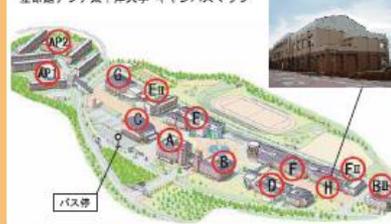
- 10:00 Sanga-N. KAZADI (立命館アジア太平洋大学)
Opening remarks
- 10:10 余田 成男 (京都大学)
International collaboration on prevention and mitigation of meteorological disasters in Southeast Asia
- 10:30 塚田 俊三 (立命館アジア太平洋大学)
Socio-economic implications of meteorological disasters and possible measures to mitigate their impacts
- 10:50 Tieh Yong KOH (Nanyang Technological University, Singapore)
Towards a mesoscale observation network in Southeast Asia
- 11:10 津田 敏隆 (京大大学生存圏研究所)
Fusion of Science and engineering for extreme weathers and global warming
- 11:30 西垣 隆 (独立行政法人科学技術振興機構)
Comments
- 11:40 小林 正博 (独立行政法人国際協力機構JICA九州)
Comments
- 11:50 Sanga-N. KAZADI (立命館アジア太平洋大学)
Closing remarks
- 12:15-13:15 シンポジウム後に講演者を交えた交流の場をご用意しております。
是非ご参加下さい。

※発表は英語で行われます。通訳はございません。

立命館アジア太平洋大学への主な交通機関

- <JR亀川駅から>
- 大分交通バス「立命館アジア太平洋大学」(終点)下車(約15分)
- <JR別府駅から>
- 東口より
- 大分交通バス「立命館アジア太平洋大学」(終点)下車(約35分)
- 西口より
- 亀の井バス「立命館アジア太平洋大学」(終点)下車(約35分)

立命館アジア太平洋大学 キャンパスマップ



<問い合わせ先>
京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
地球科学観測部
〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
TEL: 075-753-4299
立命館アジア太平洋大学
〒874-8577 別府市十文字原1-1
TEL: 0977-78-1134
URL: <http://www.apu.ac.jp/researchsupport/modules/activities/index.php?id=71>

6. 京大気象グループの近未来展望(来月)

Open Symposium on
Meteorological Disasters and Adaptable Society
in the Asia-Pacific Region

公開国際シンポジウムのご案内
“Meteorological Disasters and Adaptable Society
in the Asia-Pacific Region”
「アジア・太平洋地域における気象災害と適応社会」

科学技術振興調整費 (2007～2009年度)
「アジア科学技術協力の戦略的推進」

東南アジア地域の気象災害軽減国際共同 研究

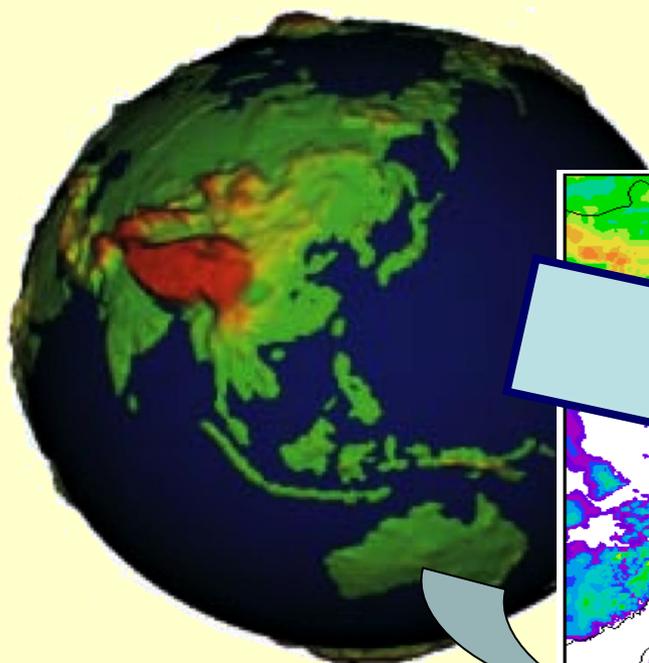
- (1) 熱帯域気象の高分解能予報実験
- (2) 機動的観測データのインパクト評価実験
- (3) 気象災害軽減のための判断支援システムの
試作
- (4) 国際研究集会開催と国際的技術協力



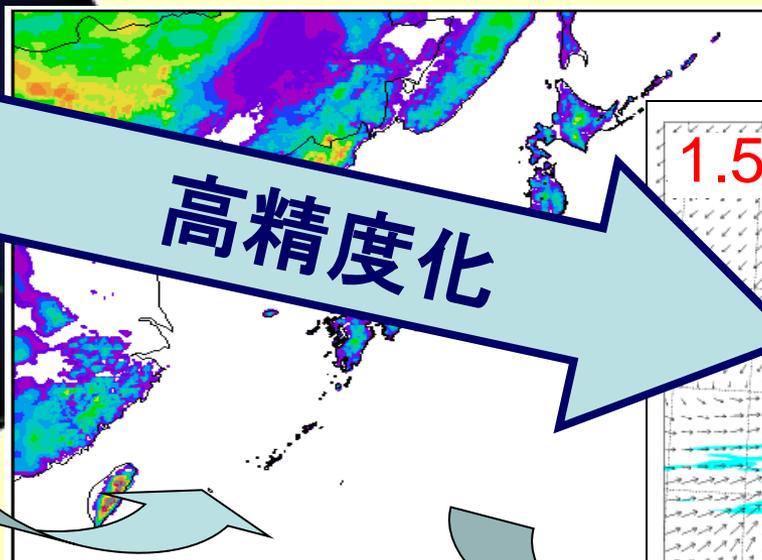
〒874-8577 別府市大字原 1-1
TEL: 0977-78-1134
URL: <http://www.apu.ac.jp/researchsupport/modules/activities/index.php?id=71>

(1) 熱帯域気象の高分解能予報実験

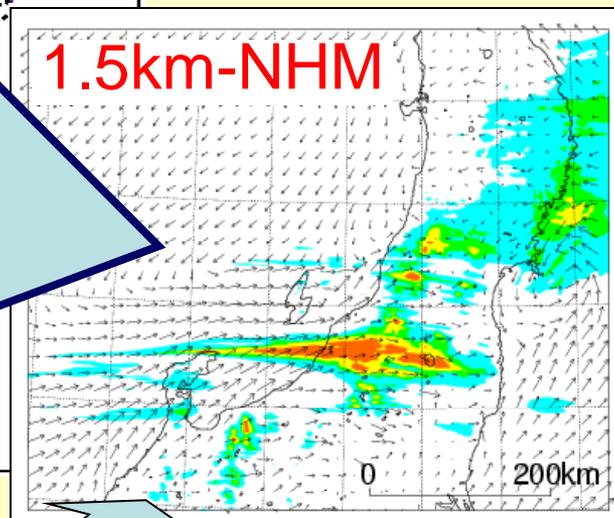
日本域でのダウンスケール予報



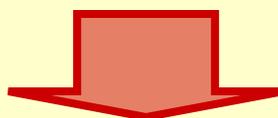
全球モデルによる
1週間予報



高精度化

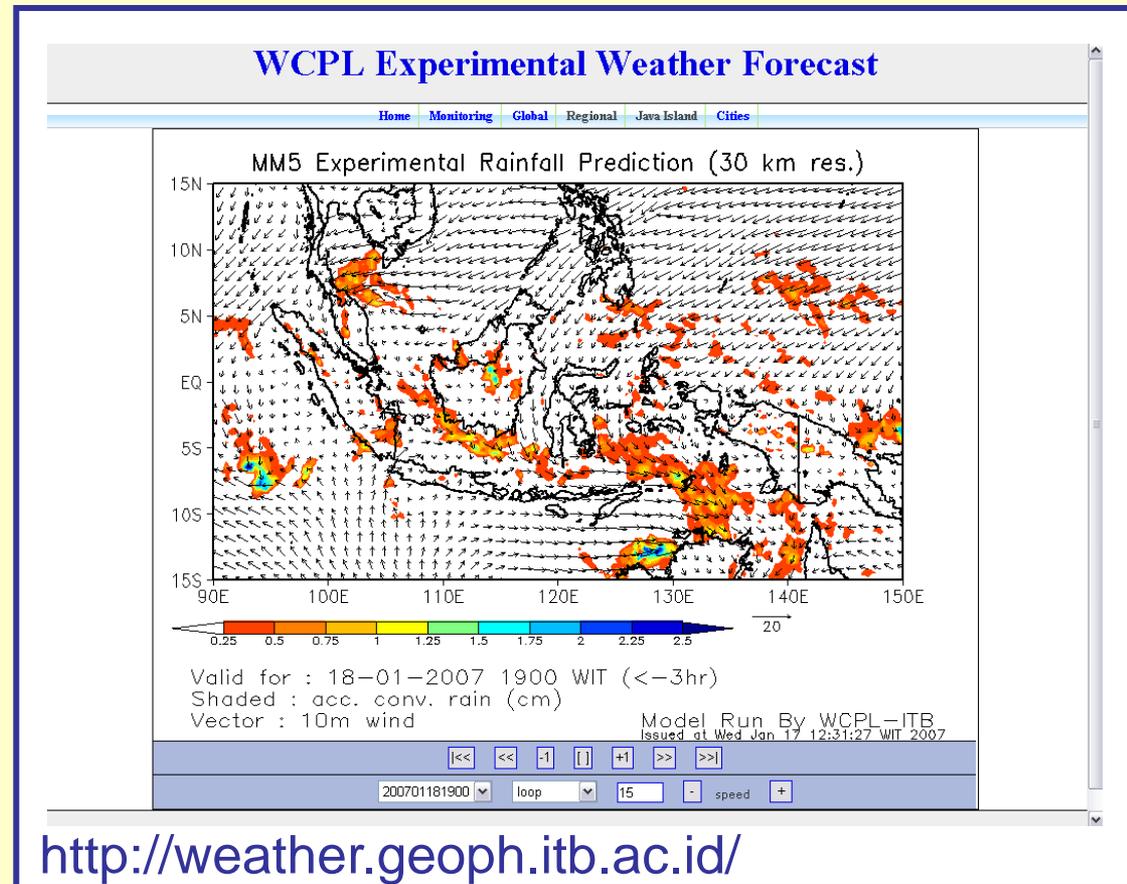
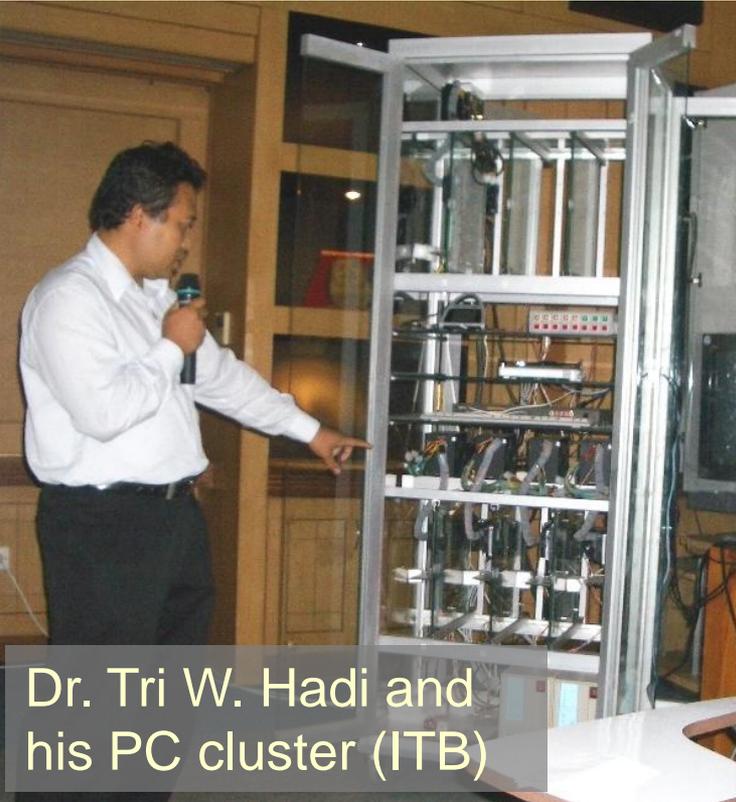


高分解能の領域モデル
による短時間予報



熱帯域への適用

Weather and Climate Prediction Laboratory (WCPL) Bandung Institute of Technology (ITB)



(4) 国際研究集会開催と国際的技術協力

国際ワークショップ



短期研修スクール



熱帯気象予測国際WS(2006/3 バンドン) 第3回KAGI21-ISS(2006/8 バンドン)

気象防災の次世代リーダーを育成する場

京大関係者が研究交流を推進する南・東南アジア諸国

バングラデシュ、カンボジア、インド、インドネシア、ラオス、マレーシア、ネパール、フィリピン、サウジアラビア、タイ、シンガポール、ベトナム、……



The 1st international WS in March 2008, in Kyoto

The Second International Workshop on Prevention and Mitigation of Meteorological Disasters in Southeast Asia



Japan Science and
Technology Agency



Kyoto University

Bandung, Indonesia
March 2-5, 2009



Faculty of Earth Sciences and Technology
Institut Teknologi Bandung



Open Symposium on Meteorological Disasters and Adaptable Society in the Asia-Pacific Region

March 4 (Thursday), 2010
10:00-12:00

Ritsumeikan
Asia Pacific University
Room-H-202
Beppu, Japan

Invited speakers

Shigeo YODEN
(Kyoto University)
Shunso TSUKADA
(Ritsumeikan Asia Pacific University)
Tieh Yong KOH
(Nanyang Technological University)
Toshihiko TSUDA
(Kyoto University)
Takashi NISHIGAKI
(Japan Science and Technology Agency)
Masahiro KOBAYASHI
(Kyushu International Center,
Japan International Cooperation Agency)

Coordinator

Sanga-N. KAZADI
(Ritsumeikan Asia Pacific University)

Sponsored by

MEXT Special Coordination Funds for
Promoting Science and Technology for FY
2007-2009 in Asia S&T Strategic Cooperation
Program "International Research for
Prevention and Mitigation of Meteorological
Disasters in Southeast Asia"

Co-sponsored by

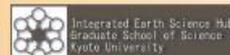
Kyoto University Global COE Program
"Sustainability/Survivability Science for
a Resilient Society Adaptable to Extreme
Weather Conditions"
Ritsumeikan Asia Pacific University

Coordinated by

Integrated Earth Science Hub,
Division of Earth and Planetary Sciences,
Graduate School of Science,
Kyoto University

In cooperation with

Institute for Geothermal Sciences,
Kyoto University
University Consortium Oita
Japan Meteorological Agency
Kyushu International Center,
Japan International Cooperation Agency



❖ 2009～2013年



グローバルCOEプログラム
極端気象と適応社会の生存科学
Sustainability/Survivability Science for a Resilient Society Adaptable to Extreme Weather Conditions

▶ English

▶ ホーム

▶ MOVIE PREVIEW

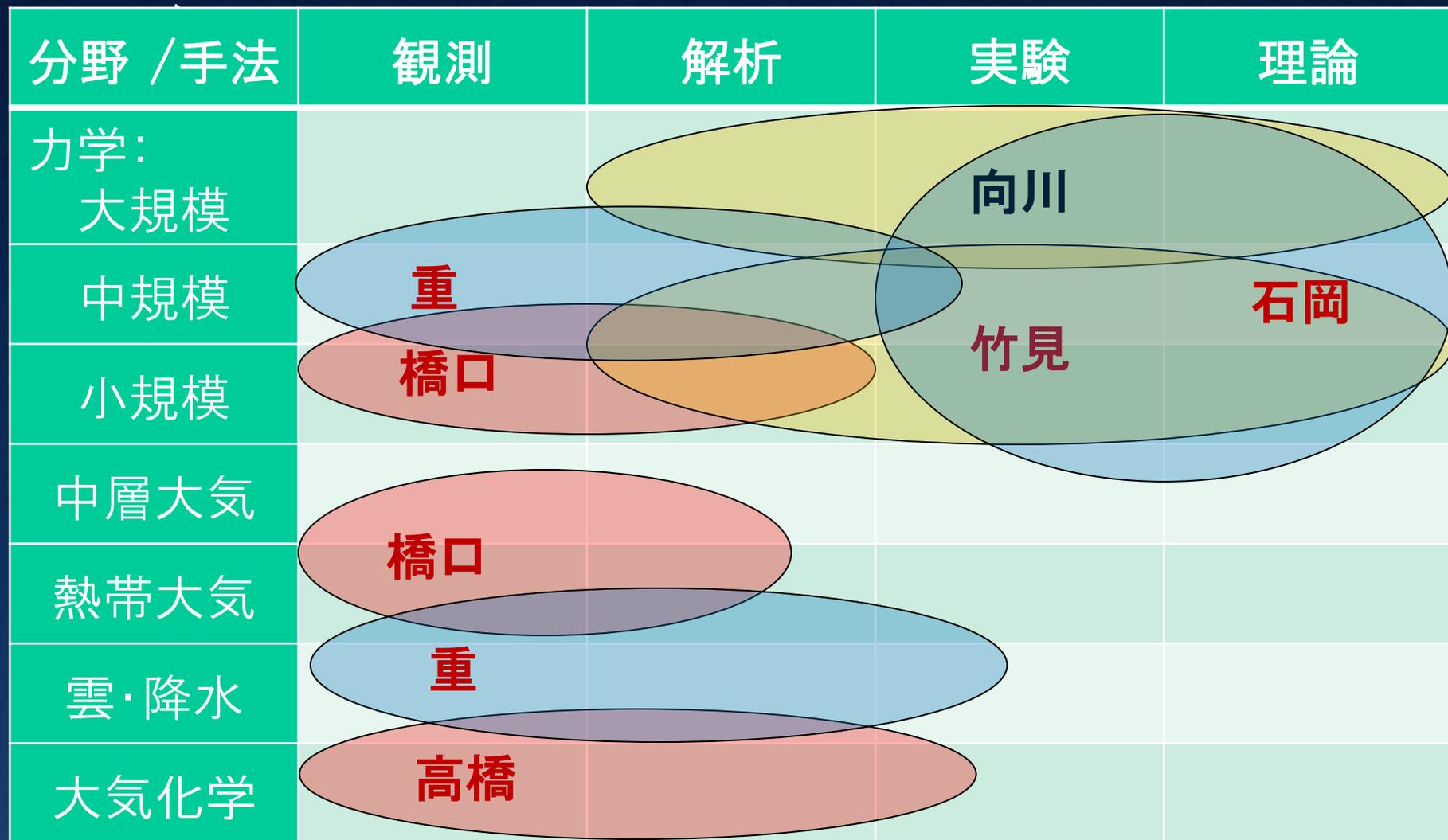
地球社会の調和ある共存を目指して

京都大学 防災研究所 生存圏研究所 理学研究科 地球環境学堂 工学研究科 農学研究科 情報学研究科

世界のCOEとして
「気象」の京都 を全面展開

❖ 10~15年後

- 「気象学・気候学及び大気物理学」分科（今50歳未満）



有為な若手が「気象」の京都を新展開

❖輝かしい将来に向けて

- 最先端研究の推進
- その現場での次世代研究者育成

❖研究：時代に先駆ける研究の推進

- 世界標準
 - 世界をリードする独創的成果
- 知的存在感
 - 伝統ある者の不断の革新
- 京都の地の利
 - 世界的歴史都市「京都」
 - 流体力学、数理解析分野の人材
- 知的贅沢感の醸成
 - 豊かな時間・空間

❖教育： 次代を担う研究者の育成

●有為な人材の結集

➤魅力ある場の形成

●恵まれた環境

➤研究環境、 学習環境

➤知的贅沢感、 高い満足度

●明確な動機づけ

➤知的飢餓感：

不思議だと思ふ心、 知りたいという気持ち

➤優れた技術：

古典(数理物理)、 最先端(コンピュータ、エレクトロニクス)

会話能力(同業、同業異分野、他分野、納税者、市民、..)

➤憧れの職業：

学術世界のオザワ、イチロー

終

ご清聴を有難うございました



- Cryospheric Sciences (IACS)
- Geodesy (IAG)
- Geomagnetism and Aeronomy (IAGA)
- Hydrological Sciences (IAHS)
- Meteorology and Atmospheric Sciences (IAMAS)
- Physical Sciences of the Ocean (IAPSO)
- Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI)
- Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior (IAVCEI)