惑星の気象・気候を掌中に収めるべく 地球流体力学から情報基盤まであれこれ

林　祥介

理学研究科　惑星学専攻／惑星科学研究センター（CPS）

shosuke@ruby.kobe-u.ac.jp

2024-03-30 神戸大学最終講義

提供

地球流体電脳倶楽部　http://www.gfd-dennou.org/

CPS惑星科学研究センター　http://www.cps-jp.org/

略歴−1

- 1958　　IGY 国際地球観測年1957.7.1−1958.12.31（南極物語1958越冬させられた犬）
- 1958.12　生まれ（兵庫県西宮市）、関東・関西往復（小学校4つ、中学校3つ）
- 1959.06　気象庁数値天気予報業務開始（IBM704）
- 1945～80中’米ソ冷戦→
  たくさんの核実験→地球の構造・大気海洋の構造
  衛星観測・惑星探査・計算機開発
- 1964　　東海道新幹線・東京オリンピック
- 1970　　大阪万博＝日本の原発営業運転開始、IBM漢字プリンター
- 1971.03　上田誠也「新しい地球観」岩波新書
- 1975.04　ベトナム戦争終結
- 1975　　ECMWF 設立（予報開始は1979）→Hoskinsらの球面計算
- 1977.04　東京大学　理学I類
- 1977.07　GMS1ひまわり打ち上げ
- 1978　　IGY ＝ FGGE (First GARP Global Experiment) 全球静止衛星観測網
- 1978　　日本語ワープロ（漢字変換TOSHIBA JW-10）
- 1979.03　スリーマイル島事故
- 1981.03　東京大学　理学部　地球物理学科卒
- 1981.04　東京大学　理学系研究科　地球物理学専攻　（気象学・岸保勘三郎研究室）
- 1982.10　NEC PC98
- 1984.01　東京大学大型計算機センターS810稼働（いわゆるスーパーコンピュータ）
- 1984.06-08 WHOI GFD Program Fellow (work with W. R. Young)
- 1985.01　東京大学 理学部 助手（気象学・松野太郎研究室）
- 1985.09　プラザ合意・日米貿易戦争→円高

略歴−2

- 1986.04　チェルノブイリ原発事故
- 1987.12　気象庁全球数値予報開始
- 1987.03−1988.04　MIT　(work with Prof. R. Lindzen)
- 1988.04− 地球流体電脳倶楽部(林・酒井・塩谷・余田)
- 1988.09.27 Ms. M. Thatcher Speech to the Royal Society
- 1989.01　東京大学国際理学ネットワーク(TISN; 釜江, 坂村, 村井,…)
- 1991.04　気候システム研究センター(CCSR)
- 1991.12　ソ連崩壊
- 1994.04　北海道大学　大学院地球環境科学研究科　大気海洋圏環境科学　助教授
- 1995.01　阪神淡路大震災
- 1995.04　東京大学　大学院数理科学研究科　助教授
- 1995.12　高速増殖炉(もんじゅ)ナトリウム事故
- 1998.04　北海道大学　大学院理学研究科　地球惑星科学専攻　教授
- 1999.09　JCO東海村臨界事故
- 2002.03　地球シミュレータ運用開始
- 2006.04　北海道大学　大学院理学研究院・理学院宇宙理学専攻 (改組)
- 2007.04　神戸大学　大学院理学研究科　地球惑星学専攻／CPS(惑星科学研究センター)　教授
- 2008.07−2013.03　G-COE　惑星科学研究教育拠点の形成(神戸ー北大)=CPS(惑星科学研究センター)
- 2011.03.11　東日本大震災 (日本気象学会新野理事長談話問題)
- 2012.09　京コンピュータ運用開始
- 2015.04　神戸大学　大学院理学研究科・惑星学専攻(改組)
- 2020.06　富岳運用開始
- 2021　　ノーベル物理学賞 真鍋叔郎
- 2024.03　定年

1. 気象研究室へ

1960～1980な昭和のころ

「惑星の気象・気候を掌中に収める」
なんていう野心を子どものころから抱いていたわけはない、が、

置かれた社会文化的状況

- 平和（世界はさておき）
- 経済発展・技術革新
- 今は人類はまだまだだいぶバカだがそのうちましになりそうな気分
- 米ソ冷戦の明るい？側面=惑星探査の進展
  人々の想像力も掻き立てられた（に違いない）

→科学に期待する時代の機運、SF黄金時代

なんとなく科学者いいかな

時代的に影響を受けたもの＝TVアニメ・SF（主に米国TVor映画）SF本はあんまり読んでなかった（もっぱら映像になってから…）

略歴−1’

• 1963.01　鉄腕アトム（国産TVアニメの始まり）

https://tezukaosamu.net/jp/anime/30.html

SFマガジン1959.12刊行、
ぜんぜん読んでない

Sir Arthur Charles Clarke
Robert Anson Heinlein
Isaac Asimov
Philip Kindred Dick
Robert Sheckley
Ray Douglas Bradbury
Stanislaw Herman Lem
....

SF 黄金時代のはずだが

（啓蒙）科学本はよく読んだ気がする
ゲオルギー・アントノヴィッチ・ガモフ
1973.04　日経サイエンス 別冊2
　特集大陸移動 地球の再発見 ウィルソン編 竹内均訳
1973.09　日経サイエンス 別冊3
　特集新しい宇宙像 星の誕生と進化 小尾信彌 編
…

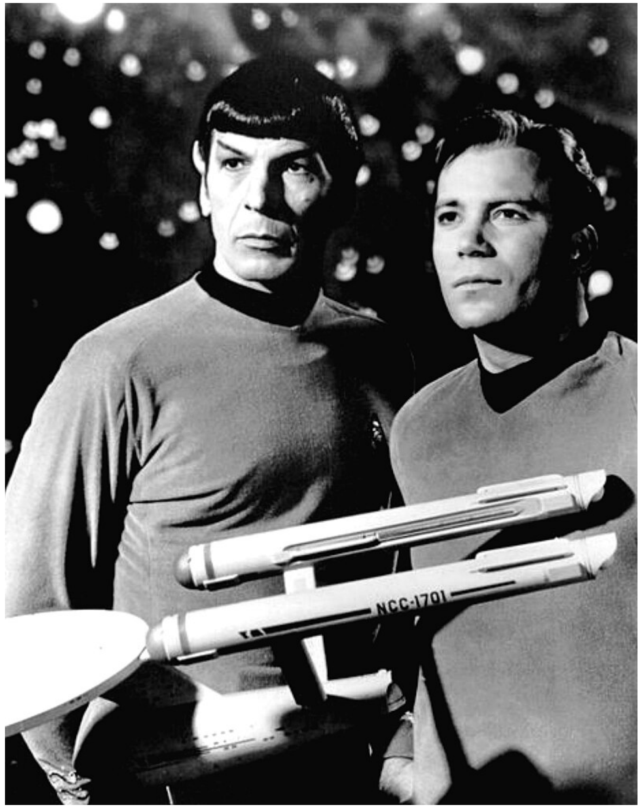
時代的に影響を受けたもの＝TVアニメ･SF（主に米国TVor映画）
SF本はあんまり読んでなかった（もっぱら映像になってから…）

略歴−1’

- 1963.01　鉄腕アトム（国産TVアニメの始まり）
- **1969.04　S.0401年宇宙大作戦 TV放送開始（1966.09 Star Trek 米国NBC網にて放送開始）**

どこにいっても普通に地球

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/1/1a/USS_Enterprise_%28NCC-1701%29%2C_ENT1231.jpg



https://en.wikipedia.org/wiki/Star_Trek:_The_Original_Series#/media/File:Leonard_Nimoy_William_Shatner_Star_Trek_1968.JPG

略歴−1’

時代的に影響を受けたもの＝TVアニメ･SF（主に米国TVor映画）
SF本はあんまり読んでない（もっぱら映像になってから…）

- 1963.01　鉄腕アトム（国産TVアニメの始まり）
- 1969.04　S.0401年宇宙大作戦 TV放送開始（1966.09 Star Trek 米国NBC網にて放送開始）
- 1974.10　宇宙戦艦ヤマト　どこにいっても普通に地球

- イスカンダル=水惑星（海惑星）
  - 全球温暖な気候らしい（自転角速度が小さくないといけないが、一日の長さは地球っぽかったような？）
  - 半径8300kmらしい（ちょっとでかくないか？）
  - マントル対流･火成活動終わってるらしい（寒冷化しないか？）

時代的に影響を受けたもの＝TVアニメ・SF（主に米国TVor映画） **略歴−1’**
SF本はあんまり読んでない（もっぱら映像になってから…）

- 1963.01　鉄腕アトム（国産TVアニメの始まり）
- 1969.04　S.0401年宇宙大作戦 TV放送開始（1966.09 Star Trek 米国NBC網にて放送開始）
- 1974.10　宇宙戦艦ヤマト
- 1978.07　Star Wars: Episode IV A New Hope日本公開（1977.05 米公開）

どこにいっても普通に地球

沢山の惑星（設定）たち

Hoth （地球型惑星：雪玉惑星）（Episode V）
https://en.wikipedia.org/wiki/Hoth#/media/File:Hothplanetsurface.jpg

https://starwars.disney.co.jp/databank/character/hoth

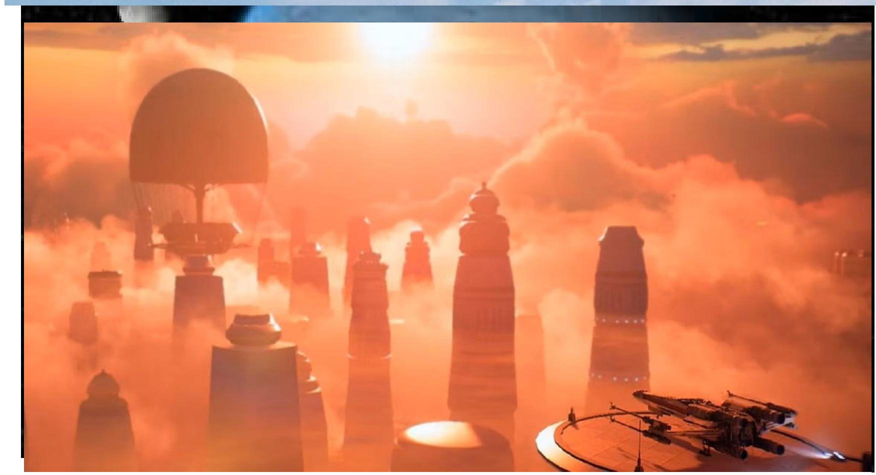
（雪玉地球snowball earthよりだいぶ前ね）

時代的に影響を受けたもの＝TVアニメ・SF（主に米国TVor映画） **略歴−1’**

SF本はあんまり読んでない（もっぱら映像になってから…）

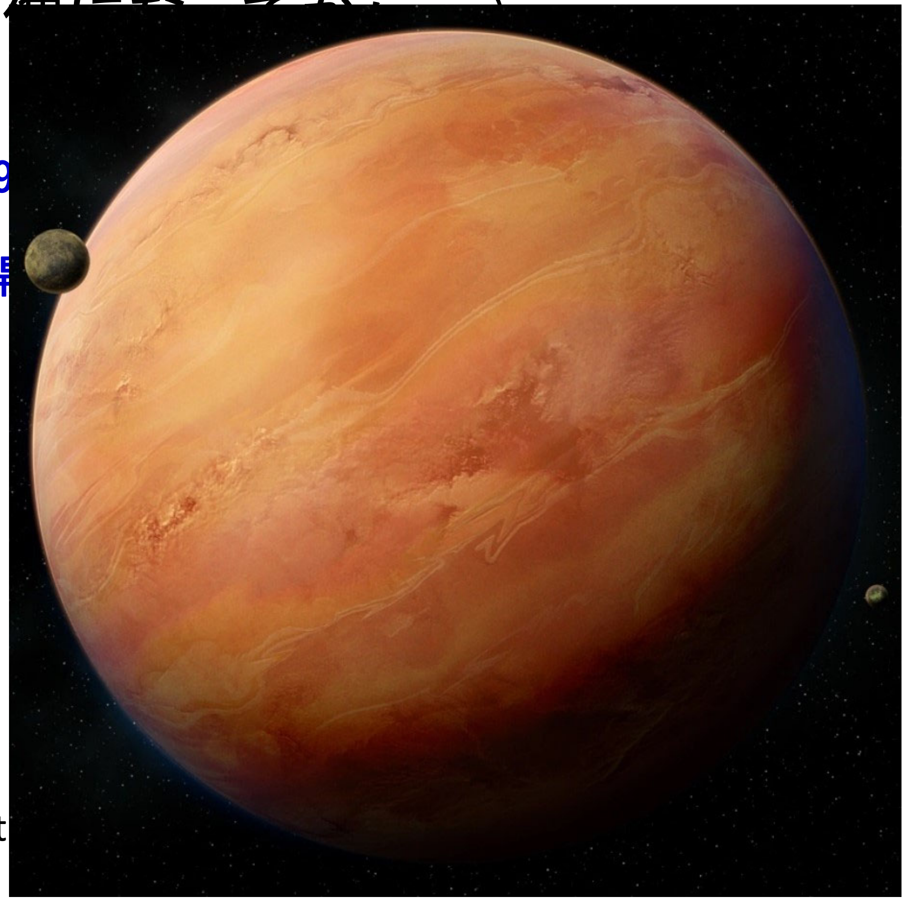
966.09

本公開



Riley Keefe, 2020: Star Wars: 10 Things You Didn't know about Bespin
https://screenrant.com/star-wars-bespin-facts/

htt



Bespin（ガス惑星：雲の惑星）（Episode V）
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Bespin.jpg

学部学生のころ（～1980年度）

「惑星の気象・気候を掌中に収める」
なんていう野心を子どものころから抱いていたわけはない、が、
科学に期待する時代の機運の下、地球物理学科に進学した

- 組織に入って人に指図されるのは嫌だな→工学はちょっと
- 学生からみてまだまだ牧歌的に見えた天文学、人類学、地球物理学？
- 物理学や化学はせちがらそう、生物（なまもの）は触るの嫌だな

地球物理学に進んだのは、主に1970年代の竹内均氏の啓蒙活動（プレートテクトニクスなど）によるところは大きかったかもしれないが、天文や人類学ではさすがに食えないような（大して先のことを考えていないようで、そこまで楽観的でもない）...

大学院（修士課程）入試のころ（1980夏）

地球および惑星内部物理（だったけかな？ 竹内研）か気象にしようかとぼんやり思ったのは、斎藤正徳（WHOI GFD Program OB でもある）・松野太郎両助教授の講義の手触り（数物的）だったか。

地球流体力学（GFD=Geophysical Fluid Dynamics）の伝道者、木村竜治助教授の講義はインパクトがあった

- 学部3年生向け講義「地球流体力学」1977−2003.3?
- 講義室での流体ライブ実験（キッチンエクスペリメント）
- 流体実験をもとにしての数理的議論

大学院（修士課程）入試のころ（1980夏）

記憶が定かでないが、院試面接で、何をしたいか聞かれたので、

（全球）気候の研究をしたい
でも、数値計算はあまり好きくない、机上理論的なのが好き

といったような不遜?な発言をしたように思う。

数値計算しないでいったい気候をどうするつもりだったんでしょうね？

大学院（修士課程）入試のころ（1980夏）

物理帝国主義に汚染（?）されている（今日に至るまで）

自然界の構造的ナニカを「理解」したかった

現象論的特殊ではなく特殊を位置づける普遍性とか一般性とか体系的理解とかを漠然と志向

で、地球を含む惑星たちを志向するようになった

しかし、何をどう研究するかなんてことは具体的に何も考えてなかった

研究動向調査をしていたわけでもなければ、ましてや、

具体的な研究計画があるわけもなく、要すれば、何にも考えてなかった。

Manabeも知らなければ、古気候も知らないし、いわんや諸惑星のことなど知らない。

そういったことは研究室入ってからおいおい知って考えることだろ、みたいに思ってたから、今聞かれましても、という気分でなんら恥じるところはなかった。

大学院（修士課程）入試のころ（1980夏）

いずれにせよ？、数値計算いまいちとか言っときながら、

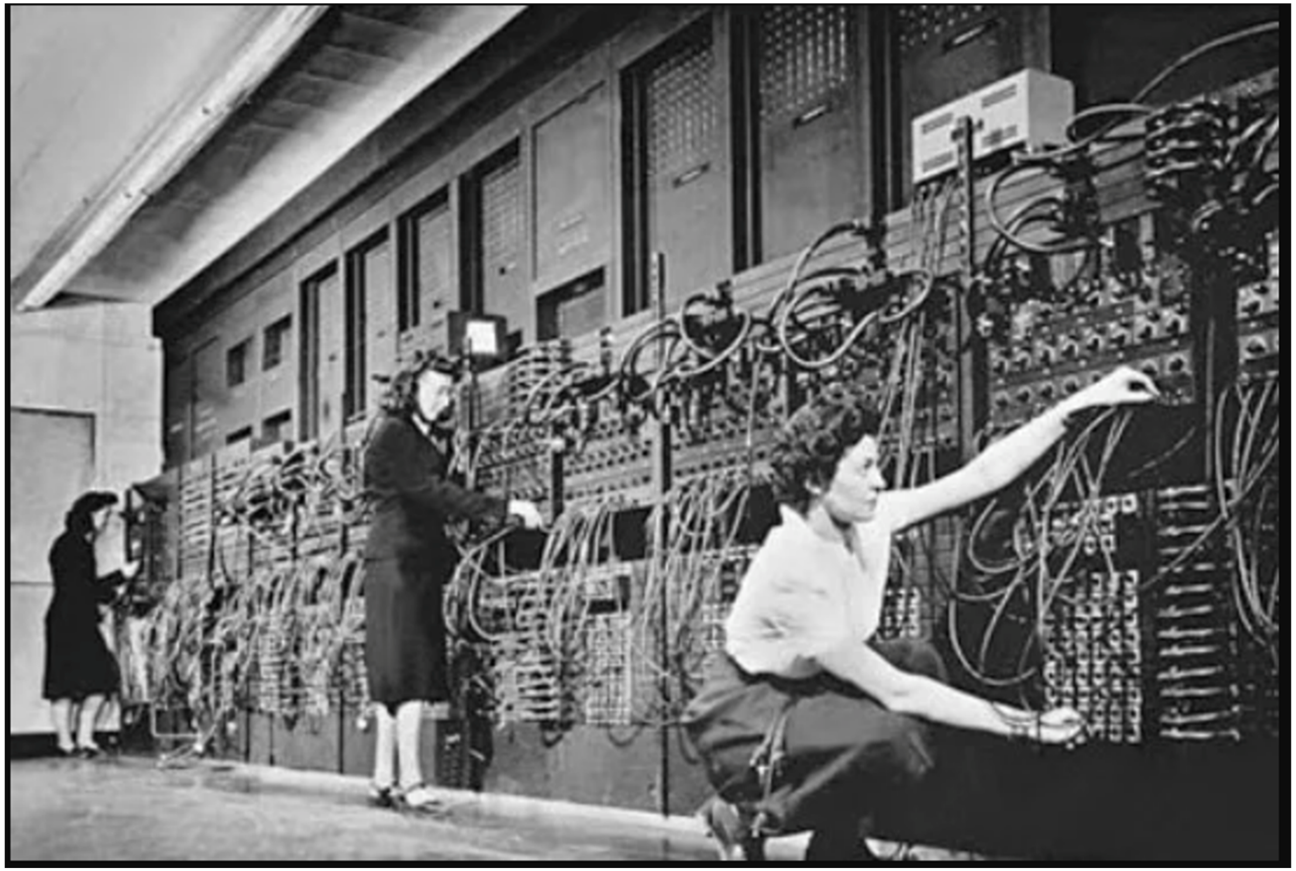
よりによって数値計算の老舗、由緒正しい系図の研究室に進学したのでありました

- 岸保勘三郎教授が日本の数値天気予報の御開祖だと知ったのも後のこと
  なんて失礼だったんでしょう？

数値天気予報前史：
電子計算機の到来

- ENIAC = Electronic Numerical Integrator And Calculator
  Eckert & Mauchly（1946）
  - 1946-1955 @ U of Pennsylvania
  - 弾道研究所（BRL)
    (Ballistic Research Laboratory）
    がスポンサー
- von Neumann @ Los Alamos
  が途中から参加
  - ENIAC初の計算として
    弾道計算じゃなくて水爆計算
    を実現？
- 多くの問題の計算が可能。
  - 「プログラム」＝
    問題に応じて配線を変更する

https://blog.cis.upenn.edu/in-celebration-of-eniac/
In Celebration of ENIAC
Computer and Information Science, Penn Engineering



数値天気予報前史：
von Neumann 計算機プロジェクト（1945-）

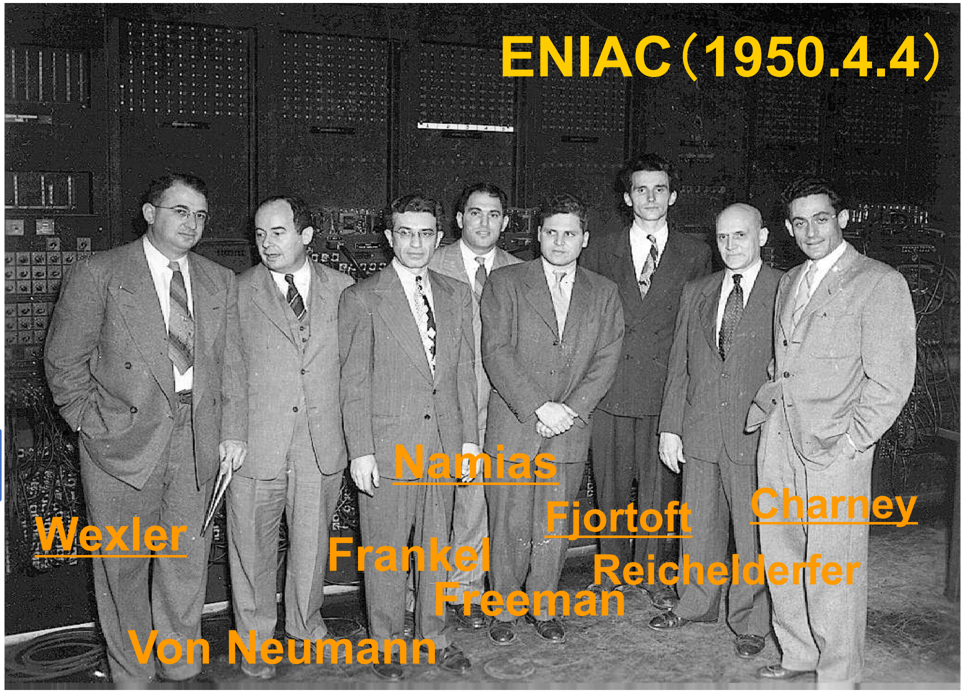
- 電子計算機による非線形数学（科学）の展開に期待
  - 紙と鉛筆だけでは解けない非線形な問題に電子計算機で切り込んでいく
- 電子計算機プロジェクト（Electronic Computer Project）＠高等研究所（IAS）
  - https://www.ias.edu/electronic-computer-project
  - 1945-1960?
  - IAS mashine = 配線しなくちゃいけないENIACから
    より汎用に使えるプログラム・データ内臓型計算へ
  - 非線形で、挑戦的で、かつ、資金稼ぎにもよい課題として選んだ(?)のが天気予報
    核開発爆縮計算での流体力学つながり？

→気象プロジェクト

数値天気予報前史：
von Neumann 気象プロジェクト（1946-）

- von Neumann Meteorology Project
  @高等研究所（IAS）
  - https://www.ias.edu/news/politics-climate-crisis-then-and-now
  - Rossby とつるん1946-
  - ENIAC@UPennで計算開始（順圧モデル）、MANIAC@Princeton(傾圧モデル)
  - 短期予報実験（Charney 1949）成功
    その報告（Charney et al 1950）
    →1954合同数値予報グループ
    （Joint Numerical Weather Prediction Unit: JNWPU）
    →NCEPへ
  - 大循環計算 Climate modeling へ
    (気象局と軍の予算)
    →1955General Circulation Research Section, U.S. Wearther Bureau (J. Smagorinsky)
    →GFDLへ

←岸保勘三郎1952-54

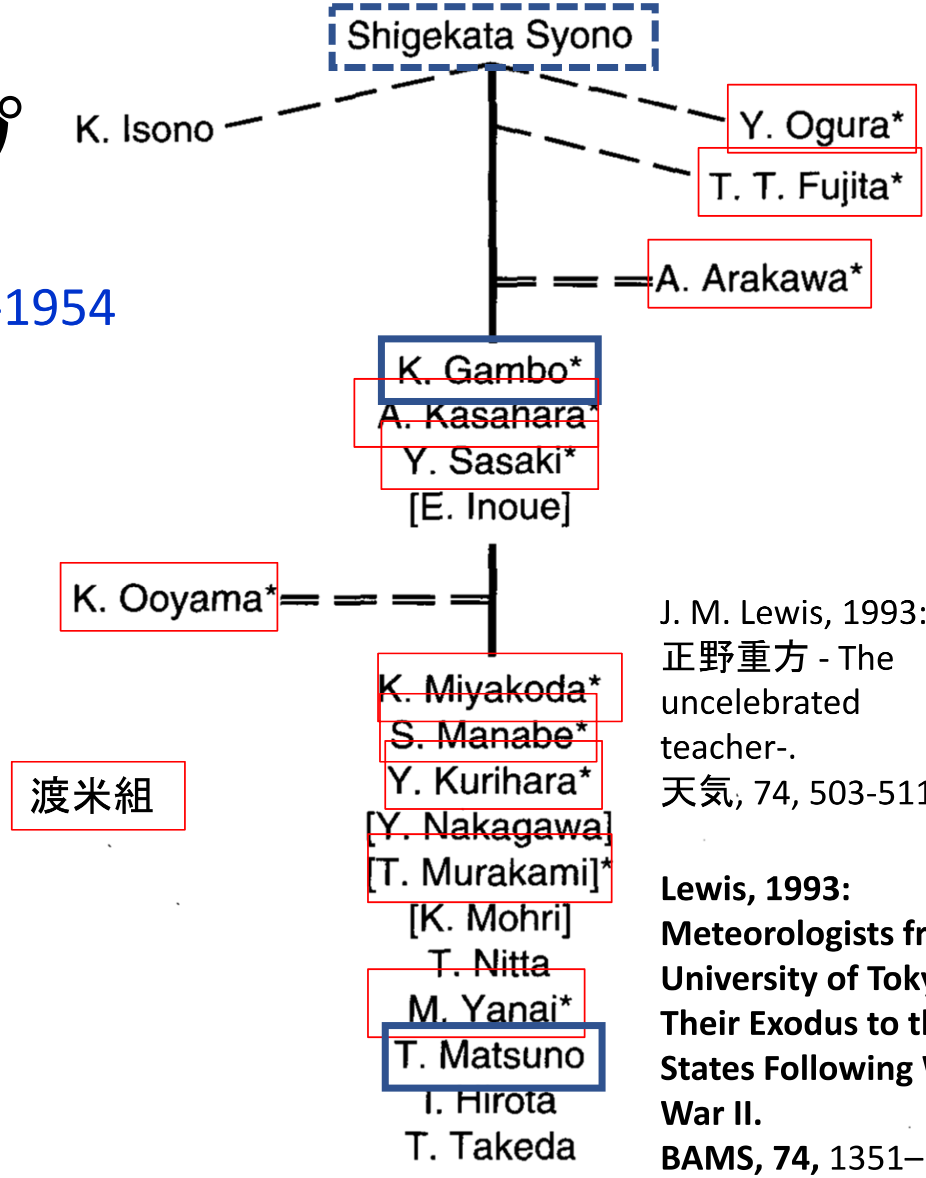


@ MIT Museum,
Lynch 2008 The ENIAC Forecasts: A Re-creation
BAMS 45-56
https://doi.org/10.1175/BAMS-89-1-45

Lewis, 2008: Smagorinsky'S GFDL
https://doi.org/10.1175/2008BAMS2599.1

数値天気予報前史：
数値予報(NP)グループ

- 岸保勘三郎@von Neumann project 1952-1954
  →帰国後気象庁
  気象庁数値天気予報の御開祖に
- 1953 数値予報(NP)グループ
  - 正野重方・窪田正八
    ＋岸保勘三郎(帰国後気象庁)
  - 東大、気象研究所、気象庁の研究者らが主
- 1959 気象庁数値天気予報開始
  - 米国に次いで二番目
  - バカヤロー解散1953をきっかけに
    和達清夫台長が決断
    新庁舎建て替え→IBM704導入
    (米軍からの予報購入を回避)
- 1960 国際数値予報シンポジウム(東京)



J. M. Lewis, 1993:
正野重方 - The uncelebrated teacher-.
天気, 74, 503-511

Lewis, 1993: Meteorologists from the University of Tokyo: Their Exodus to the United States Following World War II. BAMS, 74, 1351–1360

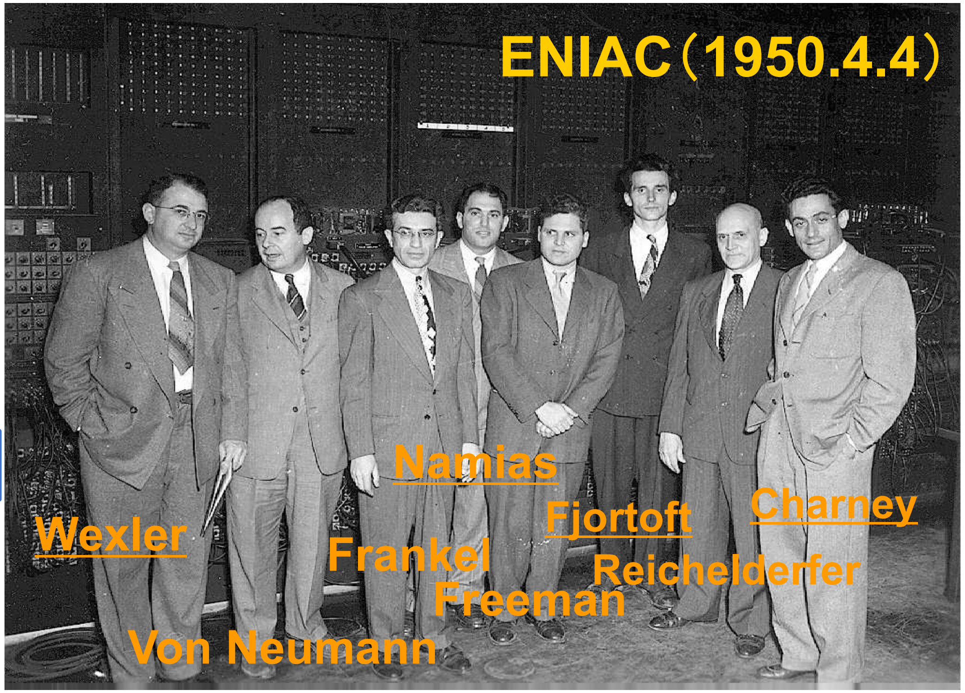
岸保勘三郎, 1984: 気象研究の思い出. 天気, 31, 659-672

https://doi.org/10.1175/1520-0477(1993)074%3C1351:MFTUOT%3E2.0.CO;2

数値天気予報前史：
von Neumann 気象プロジェクト（1946-）

- von Neumann Meteorology Project @高等研究所（IAS）
  - https://www.ias.edu/news/politics-climate-crisis-then-and-now
  - Rossby とつるん1946-
  - ENIAC@UPennで計算開始（順圧モデル）、MANIAC@Princeton(傾圧モデル)
  - 短期予報実験（Charney 1949）成功
    その報告（Charney et al 1950） ←岸保勘三郎1952-54
    →1954合同数値予報グループ
    （Joint Numerical Weather Prediction Unit: JNWPU）
    →NCEPへ
  - 大循環計算 Climate modeling へ
    (気象局と軍の予算)
    →1955General Circulation Research Section, U.S. Wearther Bureau (J. Smagorinsky)
    →GFDLへ

←真鍋叔郎1958、都田菊郎1961?、栗原宜夫1967?

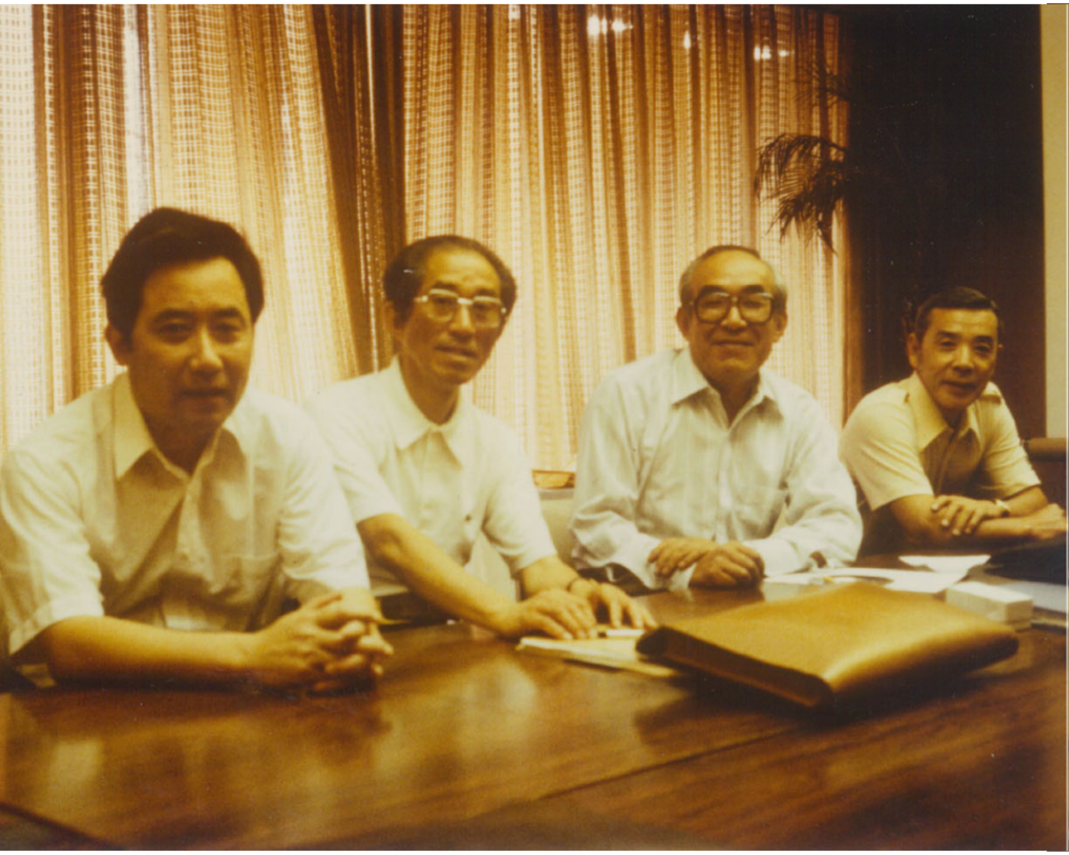


@ MIT Museum,
Lynch 2008 The ENIAC Forecasts: A Re-creation BAMS 45-56
https://doi.org/10.1175/BAMS-89-1-45

Lewis, 2008: Smagorinsky'S GFDL
https://doi.org/10.1175/2008BAMS2599.1

（日米）ワークショップ1981?＠学術会議

米国側



日本側

柳井（UCLA）、笠原（NCAR）、荒川（UCLA）、村上（U. Hawaii）

岸保　　松野　　時岡（気象研）

指導教員1=岸保勘三郎教授（1924-2011）

- 日本に数値天気予報をもたらした
- 学生時代直接会話したことは多くはない（超多忙でらした）
  - 若者（学生というよりは、おそらく、研究室スタッフたち）の邪魔をしないよう引いていた感
  - GMSひまわり（初号機）の撮像データアーカイブ予算が認められない、困った、が鮮明な記憶
  - 学生の頃はその哲学と数々の偉業を知るよしもなかった
  - それでも、ロスビー波の球面伝搬論はよく語ったかな
  - 定年退官後は古巣の気象庁によく出入りされていたような？
  - 年を経て（大人になってから）情報基盤とか研究基盤とか気にするようになって「ここにもあそこにも岸保先生の足跡が（トレスしてるだけ）」と気が付く

指導教員2=松野太郎助教授（当時）

- 気象学・気候学の文字通りの師匠
- きわめて長い時間（夜中まで）学生と議論（雑談?）する（問題を吹っかける）ことを実践（単なる趣味?）
- 「Mゼミ」主導者
    - 気象関係教員団企画
      岸保勘三郎・浅井富雄・松野太郎・木村竜治・新田勍・中村一・吉﨑正憲・中村晃三
    - 修士課程院生による「古典」論文読解
    - 放射+気候、対流、乱流、波動、不安定の4テーマを2年で一周
    - 非常にタフだったが学問的鍛錬と気象学（特に力学）の体系的理解が得られた

松野さん
東大理学部3号館5階にあった院生室にて
いつの写真だかわからない

研究室が楽しいことは重要
良い記憶をもらうと後で力になる

- 新田勍助手（1943-1997）
  - 熱帯気象学・データ解析
  - テニスマン
- 中村一助手（1949?-2003）
  - 数値モデル開発・大規模山岳応答
  - 山歩き（ワンゲル）マン
- 工藤恵秘書・藤木技官
- 里村雄彦さん（1953-2014）
  - シアー不安定
- 萬納寺信崇さん
  - 山谷風数値モデル
- 楠 昌司さん
  - ロスビー波伝搬

中村さん、工藤さん、高薮（中込）さん、高薮さん

研究室が楽しいことは重要
良い記憶をもらうと後で力になる

- 新田勍助手（1943-1997）
  - 熱帯気象学・データ解析
  - テニスマン
- 中村一助手（1949?-2003）
  - 数値モデル開発・大規模山岳応答
  - 山歩き（ワンゲル）マン
- 工藤恵秘書・藤木技官
- 里村雄彦さん（1953-2014）
  - シアー不安定
- 萬納寺信崇さん
  - 山谷風数値モデル
- 楠 昌司さん
  - ロスビー波伝搬

中村さん、工藤さん

楠さん、万納寺さん、中村さん
@安達太良山（1983.10）

研究室が楽しいことは重要
良い記憶をもらうと後で力になる

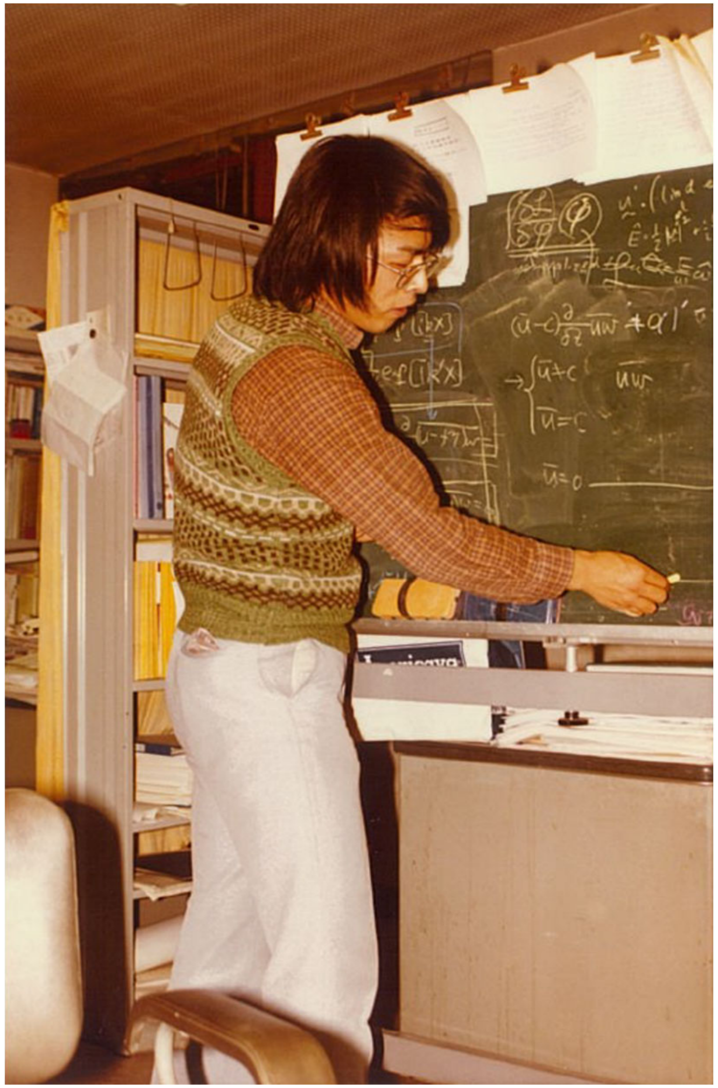
- 新田勍助手（1943-1997）
  - 熱帯気象学・データ解析
  - テニスマン
- 中村一助手（1949?-2003）
  - 数値モデル開発・大規模山岳応答
  - 山歩き（ワンゲル）マン
- 工藤恵秘書・藤木技官
- 里村雄彦さん（1953-2014）
  - シアー不安定
- 萬納寺信崇さん
  - 山谷風数値モデル
- 楠 昌司さん
  - ロスビー波伝搬

中村さん、

楠さん、万納寺さん、中村さん
@安達太良山（1983.10）

お客さんの
神沢博さん

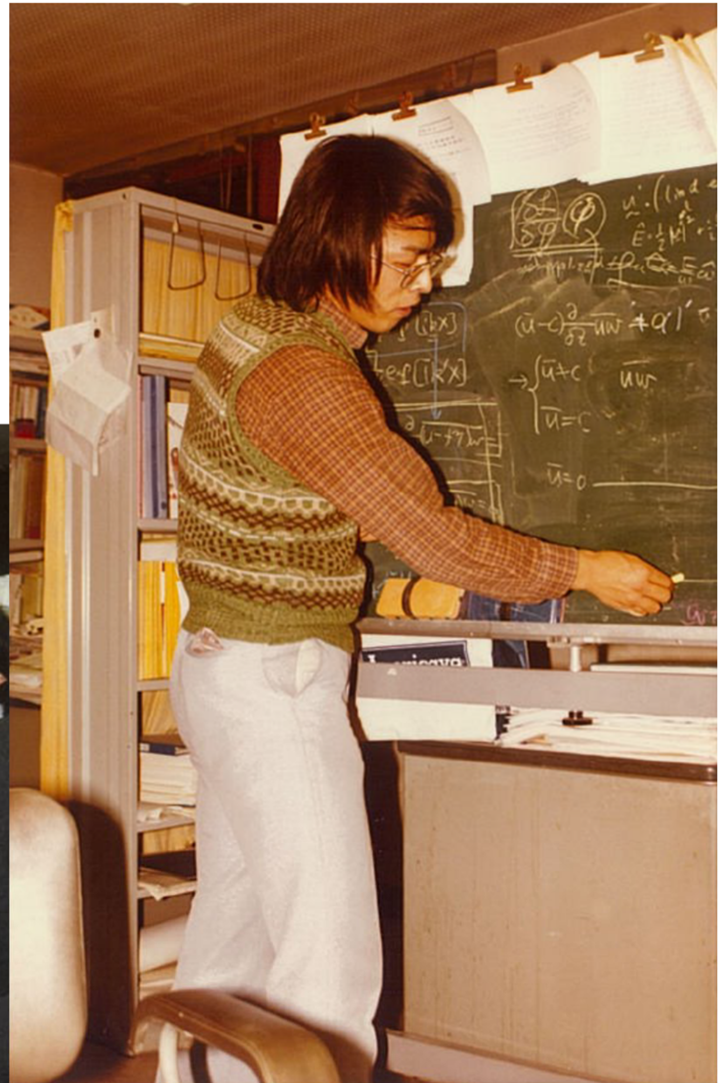
お客さんの山中大学さん



お客さんの
神沢博さん

高薮（中込）縁さん

お客さんの山中大学さん



M.E. McIntyre さん@東大理3号館326（1984.3）

隈健一さん
R. S. Lindzen さん（師匠その３）
1982.10

岸保先生退官SKI
1984.2.26-29 蔵王

２．地球流体力学＋α入門

von Neumann 気象プロジェクトの凄さ＝徹底的

- 物理帝国主義
  第二次大戦後の計算機の応用問題としての気象・気候予測への機運
  - von Neumann は電子計算機プロジェクトの標的の一つとして天気予報を選んだ
  - 物理学として天気予報する・きっとできる、という確信（宗教？思い込み？）
- 非力な計算機で何をどう計算すればよいか？
  - 大気海洋の運動→流体力学からやり直し（GFDの発祥）
    ナビエストークスをそのまま積分（第一原理計算）することは不可能
  - 大気運動の駆動源=放射伝達の計算可能化（Manabe and others）
    大気ガスやエアロゾルによる吸収散乱を物理法則（第一原理）計算することは不可能
  - 雲・雨・水蒸気？
    流体運動中での相変化を計算するのはさらに簡単でなさそう
- 物理的構造を掌握し、それに基づいた簡略化（縮小近似系）を考案導入して計算可能な系に落とし込む

Richardson（1922）の
手計算の失敗の克服

放射伝達計算（気候モデルへの突破口）

何をどう計算すればよいか？放射と鉛直対流（大気の不安定解消）編

→真鍋叔郎@GFDL/Princeton U.　一次元放射対流平衡モデル

放射伝達過程を考察し、その近似方法を考案し、
電子計算機に乗せて、
地球大気の鉛直構造と地表面温度を
再現することができることを示した

- 対流調節という簡略化概念を考案し
  運動を計算しないでも大気の温度構造を
  計算する道を開いた
- かくして温室効果による地表温度の説明を
  格段に定量化した
- 副産物：地球温暖化の定量化
  ←ついでにCO2倍増実験もやった
  Manabe & Wetherald 1967

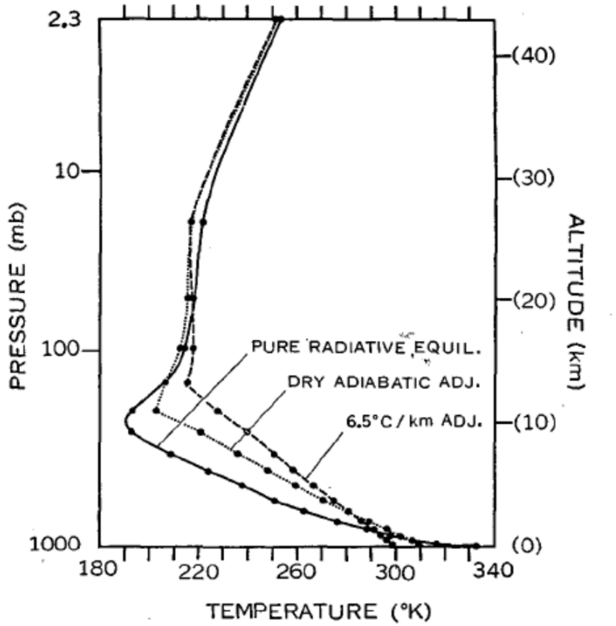


FIG. 4. The dashed, dotted, and solid lines show the thermal equilibrium with a critical lapse rate of 6.5 deg km^{-1}, a dry-adiabatic critical lapse rate (10 deg km^{-1}), and pure radiative equilibrium.

Manabe & Strickler 1964

地球流体力学の発祥

何をどう計算すればよいか？流体編

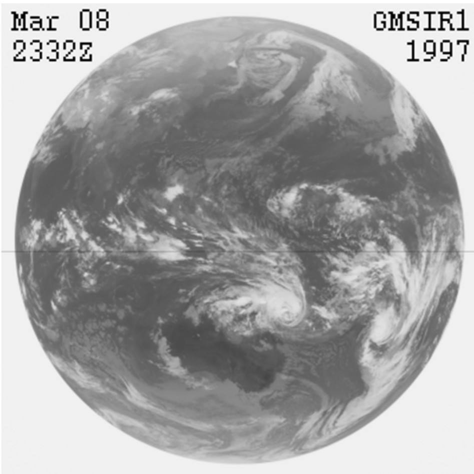
→回転と重力（密度成層）が働く世界の流体力学
＝地球流体力学を作るところから着手

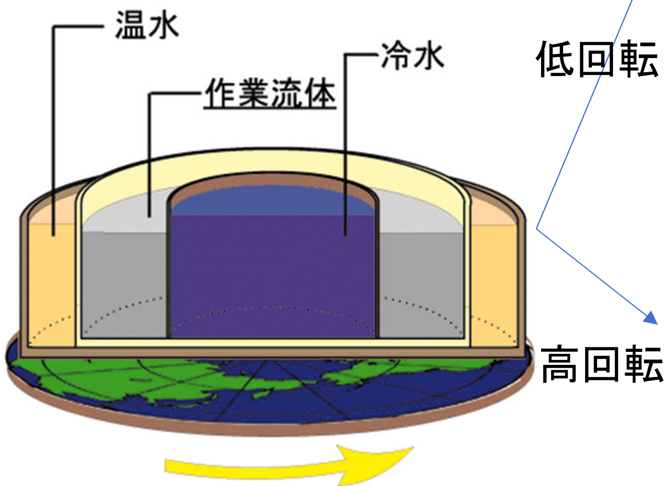
- 個別的な気象海洋現象論的運動論を再検討統合し、
  大気海洋の運動を統一して記述する一般理論＝流体力学としての再構築へ
  - 低気圧・高気圧とは何であるか？そのサイズは？（流れの不安定論）
  - 系の振る舞いを簡潔に記述できる近似方程式を探る
  - 現象の数理物理的定式化（特に力学的定式化）
- 近似方程式系は電子計算機で計算可能な縮小系を探る手順でもある
  - 準地衡風方程式
- 数式で定義された流れ場の特色が数値的に表現ができれば計算OKだろう
  - 順圧非発散2次元渦度方程式
- 人材育成から→WHOI GFD Program（ 1957～現在も続いている）
  - An informal history of the GFD Program written by George Veronis.
    https://gfd.whoi.edu/archive/an-informal-history-veronis/

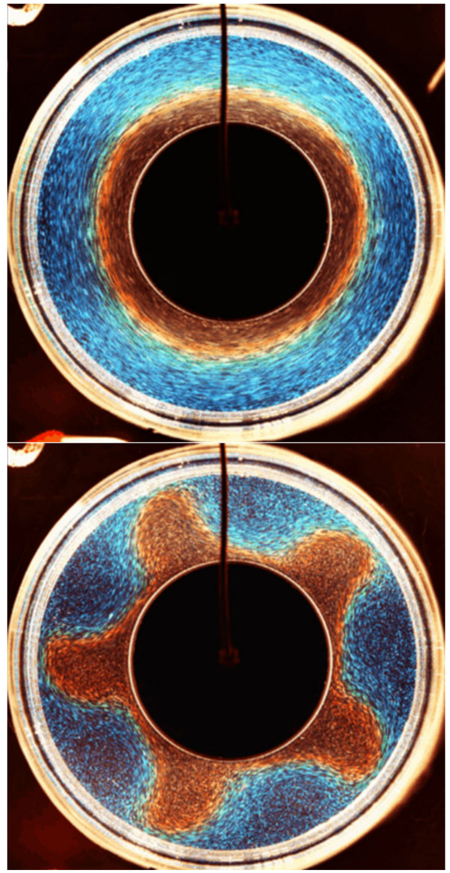
林祥介, 2007: 地球流体力学(GFD). 天気, 54, 937-940

地球流体力学の体系化(1970年代)

- コップ(たらい)の中の水の動きに
  気象海洋…等、流体が関与する地学現象の流れの構造が
  - “kitchen experiment” + 数理的議論
  - 1970年代には「地球流体力学」という考え方が
    普及・標準化され、教科書化されていった







[酒井敏他,1997 実験室の中の空と海　https://www.gfd-dennou.org/library/gfd_exp/](https://www.gfd-dennou.org/library/gfd_exp/)

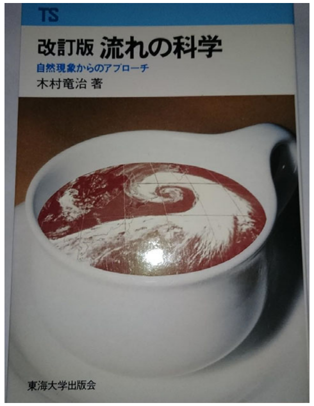
地球流体力学の体系化（70年代）教科書たち

- 地球流体力学
  - Greenspan, H. P., 1968: The Theory of Rotating Fluids
  - Turner, J. S., 1973: Buoyancy Effects in Fluids
  - Charney, J. G., 1973: Planetary Fluid Dynamics
  - Padlosky, J., 1979: Geophysical Fluid Dynamics
  - Gill, A. E., 1982: Amosphere–Ocean Dynamics
- 気象学
  - 岸保 勘三郎, 1968: 数値天気予報
  - 小倉 義光, 1978: 気象力学通論
  - Holton, J. R., 1979: An Introduction to Dynamic Meteorology
  - 栗原 宜夫, 1979: 大気力学入門
  - 大気科学講座
    - 竹内 清秀, 近藤 純正, 1981: 1. 地表に近い大気
    - 浅井 冨雄, 武田 喬男, 木村 竜治, 1982: 2. 雲や降水を伴う大気
    - 松野 太郎, 島崎 達夫, 1981: 3. 成層圏と中間圏の大気
    - 岸保 勘三郎, 田中 正之, 時岡 達志, 1982: 4. 大気の大循環
  - 気象学のプロムナード（1980年代）

地球流体力学(本格的)入門

- 伝道者=木村竜治(当時 助教授@東大海洋研)
  - “kitchen experiment” + 数理的議論の
    学部3年生向け講義「地球流体力学」1977-2003.3?
  - 講義室での流体ライブ実験
  - 一般書・教科書
    - 木村竜治, 1979: 流れの科学;1985改定版, 東海大学
    - 木村竜治, 1984: 地球流体力学入門—大気と海洋の流れのしくみ.
      気象学のプロムナード 13,東京堂出版 273pp
- (元祖)地球流体セミナー1980~1987
  - by木村竜治・山形俊男・増田章ら(WHOI GFD program 参加者たち)
  - 2泊3日程度の合宿研究会
    - 家元のWHOI GFD Program のように10週間というわけにはだが
  - 田中浩他, 1981: 第二回地球流体夏のセミナー『臨界層』の報告
    天気, 28, 739-767
    https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/1981/1981_11_0739.pdf

1979初版



1985改定版

1982.07.21 第三回（元祖）GFDセミナー野辺山

地球流体力学入門(林)波の伝搬あれこれした

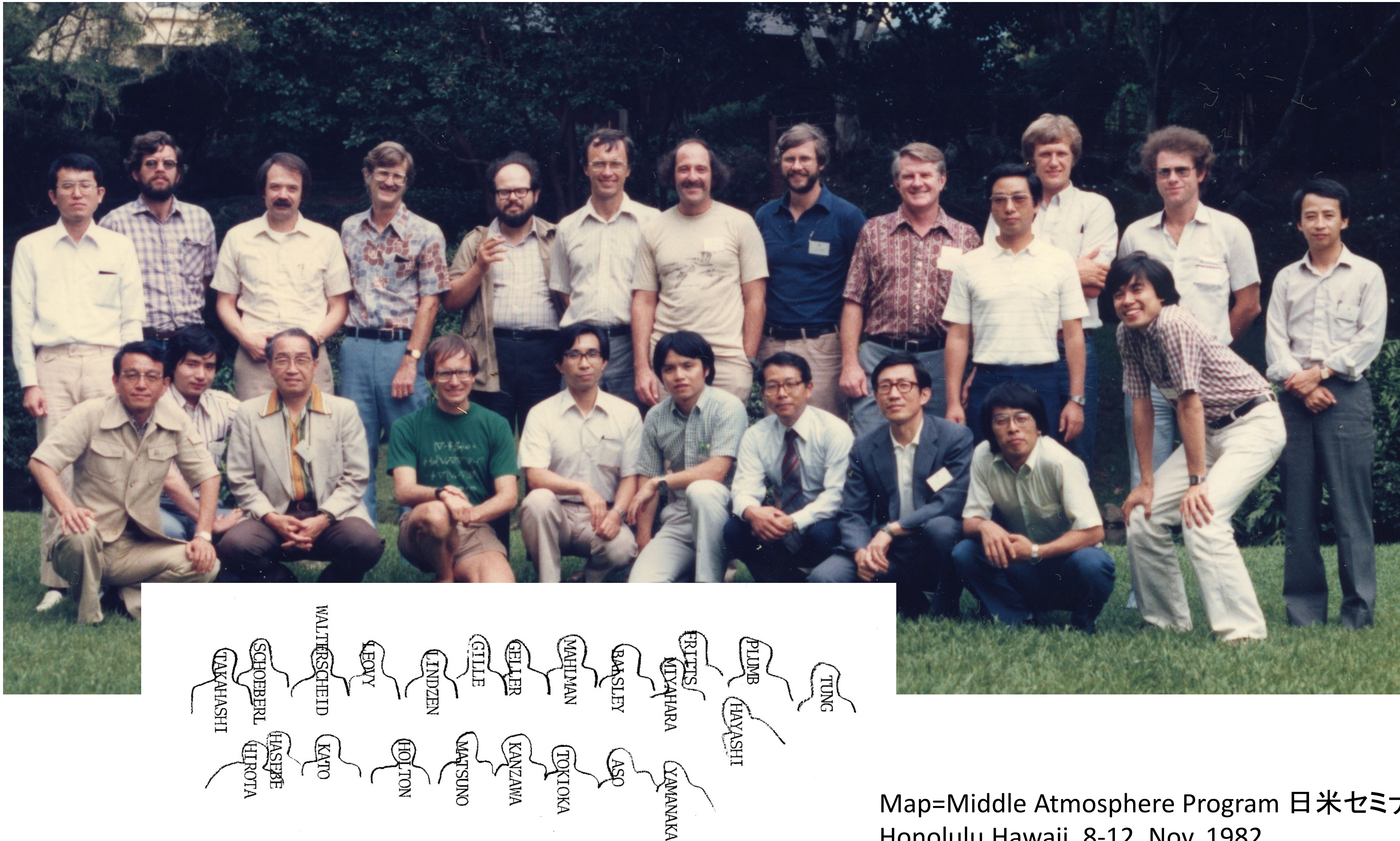
1. 内部重力波の中間圏鉛直伝搬・酸素再結合による増幅?(M論1983.3)
    - Hayashi, Y.-Y. and T. Matsuno, 1984:
      Internal gravity wave enhancement by the chemical release due to oxygen recombination.
      In Dynamics of the Middle Atmosphere, Proceedings of a U.S.-Japan Seminar Honolulu, Hawaii, 8–12 November, 1982, eds. J. R. Holton and T. Matsuno, 141-160, Terra Pub
2. ロスビー波の球面伝搬(ロスビー波はまっすぐ進む)
    - Hayashi, Y.-Y. and T. Matsuno, 1984: Amplitude of Rossby wavetrains on a sphere. J. Met. Soc. Japan, 62, 377-387.

   二次元定常ロスビー波(地球サイズだと波線理論ではちょっと)
    - 林　祥介, 1987:二次元定常ロスビー波の線形論. 気象研究ノート, 156, 29-48.
3. (浅水系渦位ゼロ場の)シアー不安定→ゼロエネルギー・ゼロ運動量
    - Hayashi, Y.-Y. and W. R. Young, 1987: Stable and unstable shear modes of rotating parallel flows in shallow water. J. Fluid Mech., 184, 477-504.
4. 鉛直対流構造
    - このあたり(90年代)から他力本願度が上がる

1. 内部重力波入門

bý 山中大学 (Manabu D. Yamanaka)

Map=Middle Atmosphere Program 日米セミナー 1982.11



Map=Middle Atmosphere Program 日米セミナー
Honolulu,Hawaii, 8-12, Nov. 1982

2. ロスビー波入門

- ロスビー波の球面伝搬

Hayashi, Y.-Y. and T. Matsuno, 1984:
Amplitude of Rossby wavetrains on a sphere.
J. Met. Soc. Japan, 62, 377-387.

剛体回転東西風場の下では
ロスビー波はただ「まっすぐ」(大円に沿って)伝搬する
その際角運動量やエネルギーの収束発散はない

描画はNCARG
中村一さん指揮の下
万納寺さん、楠さん、増田耕一さんが
大型計算機センター＠東大
(HITAC Mシリーズ→Sシリーズ)
に移植

矢印や文字は紙出力して別途張り付けたもの

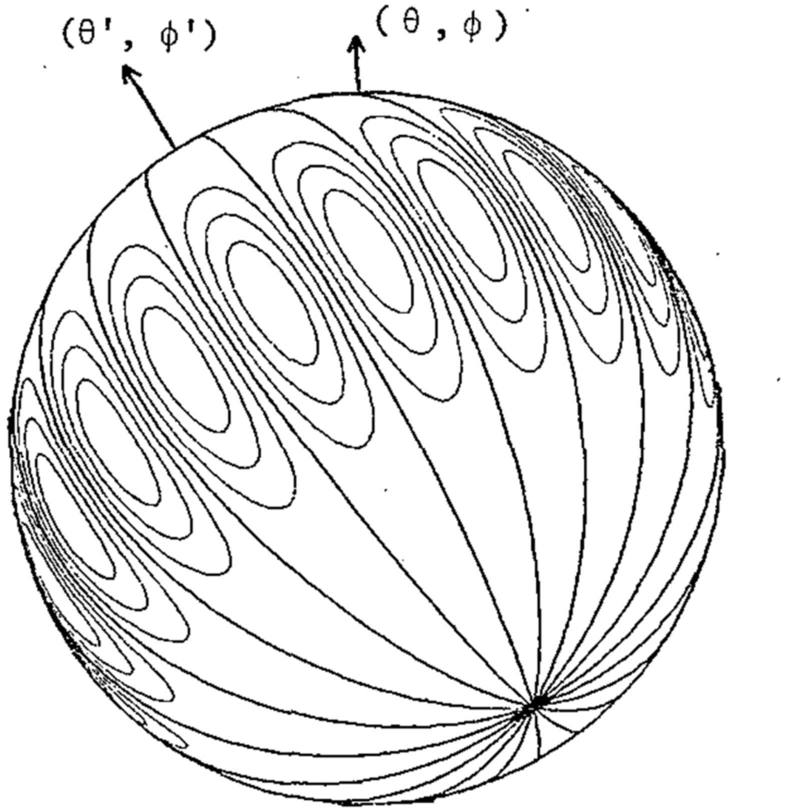


Fig. 1 Spherical harmonic function $\cos^{\nu}\theta' \cos(\nu\phi')$ with $\nu=10$.

2.ロスビー波入門

- 定常線形ロスビー波
  林　祥介, 1987: 二次元定常ロスビー波の線形論.
  気象研究ノート, 156, 29-48.

$$\left[\partial_t \nabla^2 + \bar{u}\partial_x \nabla^2 + (1 - \bar{u}_{yy})\partial_x\right]\psi = -r\nabla^2\psi$$

定常
$\bar{u}$ 一定一様（定数）
$r \to 0$

$$\partial_x\left[\nabla^2\psi + \psi\right] = 0$$

描画はNCARG

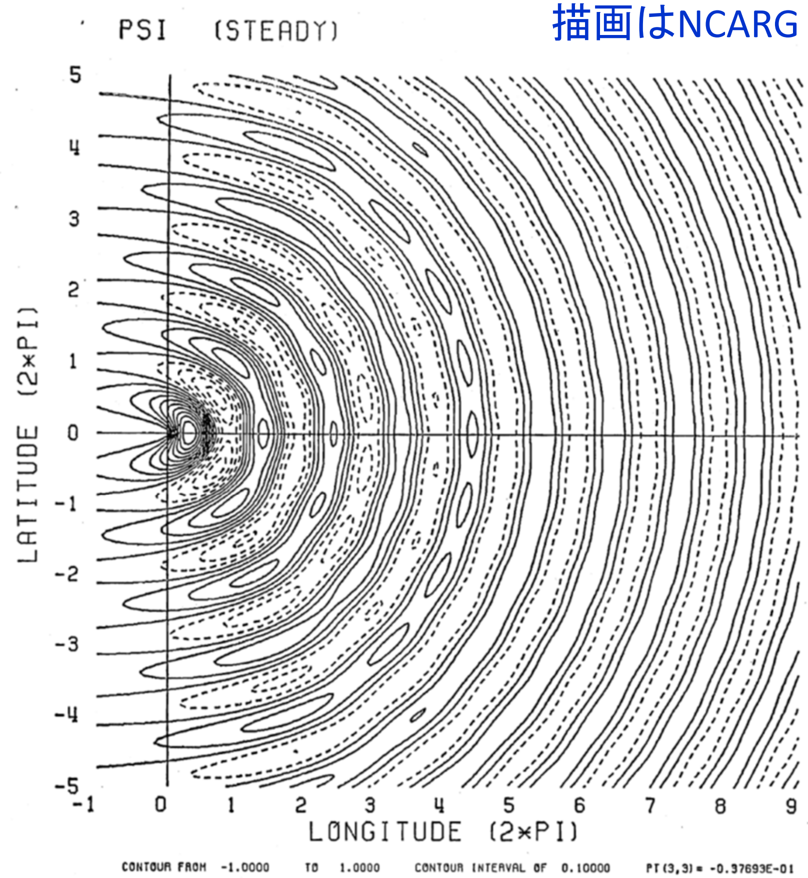


図 6　地形によって励起された定常ロスビー波の δ-関数応答の角度依存部分 $\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}-\theta} \sin(R\cos\alpha')d\alpha'$ の数値解。

• 聖地巡礼

@Walsh Cottage,
WHOI Summer GFD Progaram
1984 “Geological Fluid Dynamics” by Herbert Huppert
マグマ等を念頭においた二重拡散対流入門

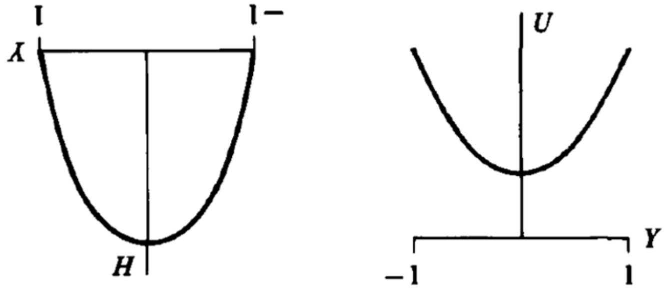
- 木村竜治・山形俊男・松野太郎の三方に推薦いただいた

Back row: Smith, Spiegel, Huppert, Holyer, Howard, Malkus, Grimshaw, Collins, Worster. Middle row: Flierl, Pomeau, Fowler, Keller, Veronis, Busse, Stern, Mellor, Young. Front row: Sparks, Zaleski, Gorius, Bayly, Hayashi, R. Kerr, Polvani, Taylor, O. Kerr. Absentees: Aref, Dick, Fearn, Hocking, Krishnamurti, Pedlosky, Proctor, Richter, Rhines, Ruddick, Schmitt, Stommel, Welander, Whitehead.

https://gfd.whoi.edu/gfd-life-at-gfd/albums/?album=818&album_ses=1#aigpl-album-gallery-1

3. シアー不安定入門

- 聖地での考察
  →シアー不安定はゼロエネルギーだぁ！
  - William R. (Bill) Young に遊んでもらってシアー不安定した赤道β面浅水系ゼロPV基本場（一様角運動量場）の安定性
    - Hayashi, Y.-Y. and W. R. Young, 1987: Stable and unstable shear modes of rotating parallel flows in shallow water. J. Fluid Mech., 184, 477-504.



赤道β面浅水系（赤道：$y=0$ ）

$$\frac{\mathrm{D}u}{\mathrm{D}t} - \beta y v = -g h_x$$
$$\frac{\mathrm{D}v}{\mathrm{D}t} + \beta y u = -g h_y$$
$$h_t + \nabla \cdot (h\boldsymbol{u}) = 0$$

渦位

$$q \equiv \frac{\beta y + v_x - u_y}{h}, \quad \frac{\mathrm{D}q}{\mathrm{D}t} = 0$$

定常東西一様な基本場 ➡ 地衡風平衡

$$u = U(y), \quad v = 0, \quad h = H(y)$$

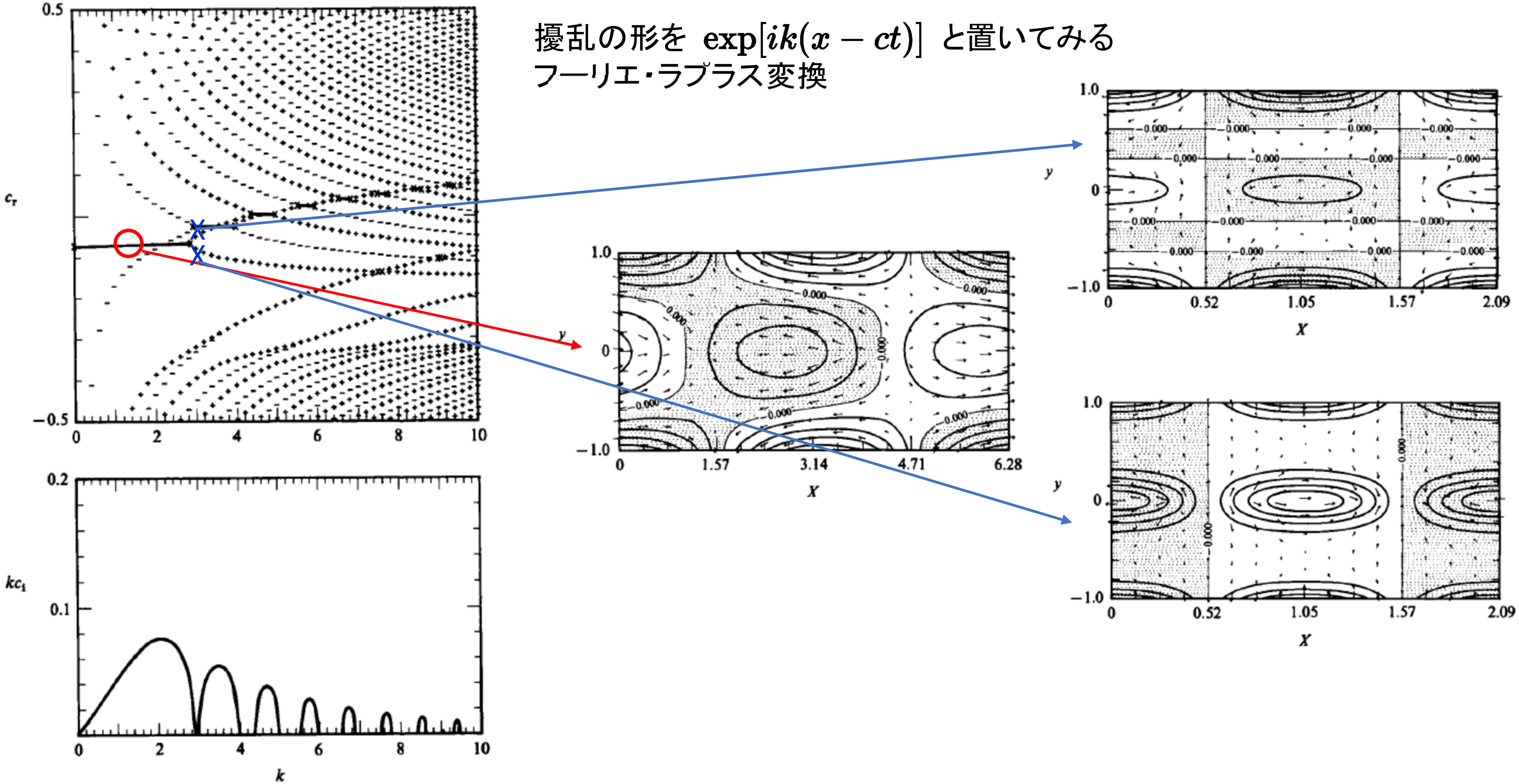
$$\beta y U = -g H_y$$

赤道対象（質量あたり角運動量一様）

$$q = 0 \;\Rightarrow\; \beta y - U_y = 0$$

Q＝0場の不安定

擾乱の形を $\exp[ik(x-ct)]$ と置いてみる
フーリエ・ラプラス変換



シアー不安定の構造

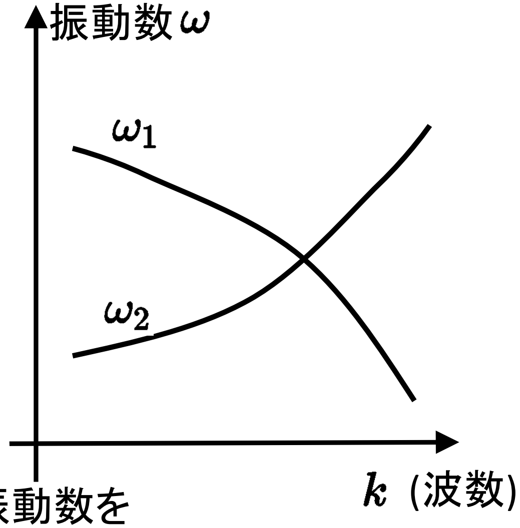
- 要は、振動子の共鳴であり、波がすなわち振動子である

$$\frac{dx}{dt} = -i\omega_1 x + \alpha y$$
$$\frac{dy}{dt} = -i\omega_2 y + \beta x$$

$\omega_j = \omega_j(k), \;\; j = 1, 2$ 単振り子の振動数

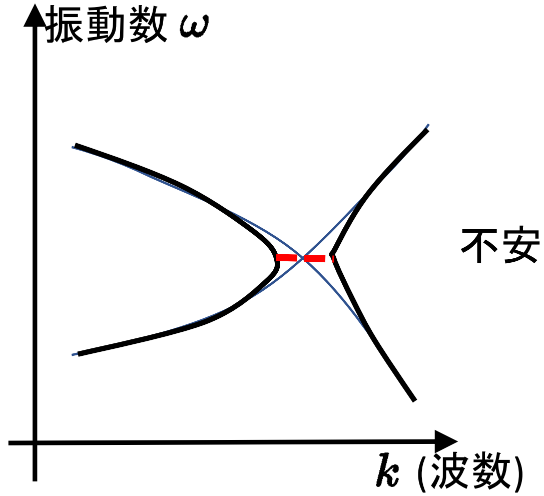
k 単振り子の振動数を支配するパラメタ(波数)

α, β 相互作用係数(実数)



「全エネルギー」ゼロ

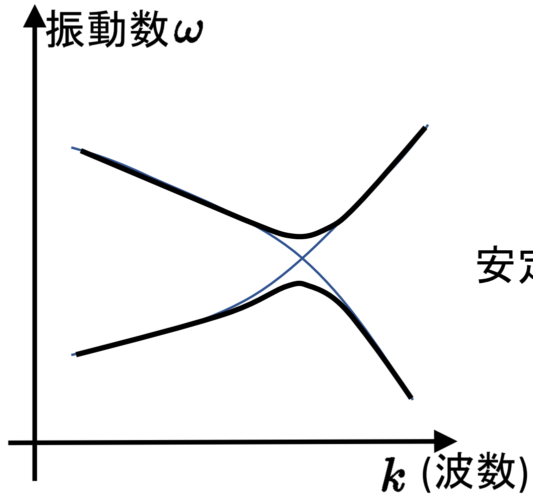
$\alpha\beta > 0$



不安定

「全エネルギー」ゼロでない

$\alpha\beta < 0$

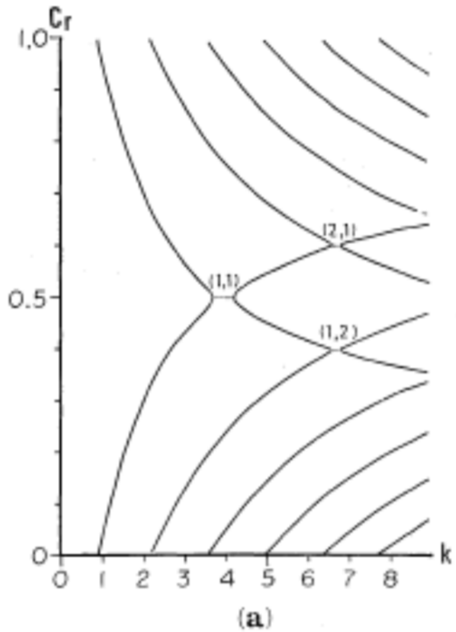


安定

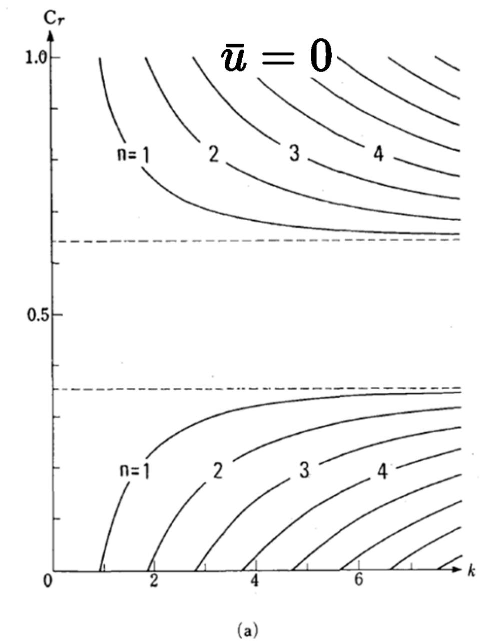
$$\frac{d}{dt}\frac{1}{2}\left(\beta|x|^2 - \alpha|y|^2\right) = 0 \quad \text{at} \;\; \omega_1 = \omega_2$$

シアー不安定の構造（人々も）

- 実は、浅水系の不安定 by里村雄彦 1981 波の共鳴の描像
  - Satomura, T., 1981: An Investigation of Shear Instability in a Shallow Water. J. Meteor. Soc. J., 59, 148-167



3(a) Curves of non-dimensional phase velocity for $Fr=5$ and case I. Solid lines are neutral modes and dotted lines are growth modes.



. 5(a) Dispersion relations for $C_+^{(n)}$ and $C_-^{(n)}$. Upper dashed line is $C_r=0.5+Fr^{-1}$ and lower one is $C_r=0.5-Fr^{-1}$.

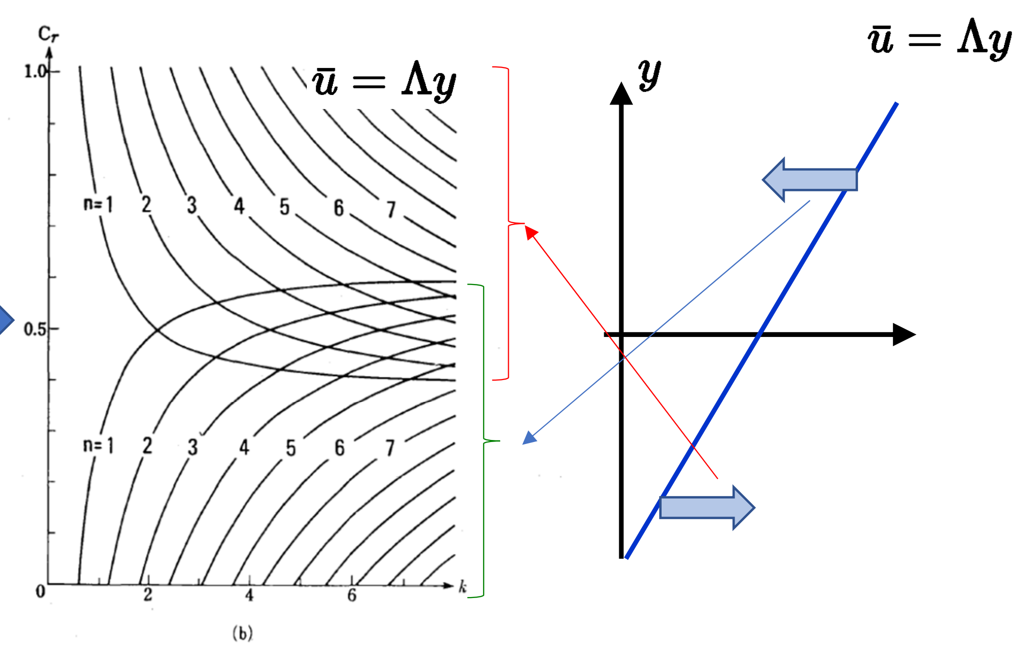


Fig. 5(b) Dispersion relations for modified $C_+^{(n)}$ and $C_-^{(n)}$.

シアー不安定の構造（当たり前？）

- 不安定モードはゼロエネルギー・ゼロ運動量だ？

  →考えたら当たり前なんですが（by 久保川 厚 1986）

  - Kubokawa, A., 1986: Instability caused by the coalescence of two modes of a one-layer coastal current with a surface front. J.Oceanogr. Soc.Japan, 42, 373-380.

  - ゼロエネルギー・ゼロ運動量とは、
    擾乱エネルギーと平均流のエネルギーを足し合わせた
    系全体の話
    （系全体では物理的保存則は満たされてないといけないから当たり前）
  - 場の不安定の研究が進んでいたプラズマ物理では、
    共鳴による説明含め常識だった

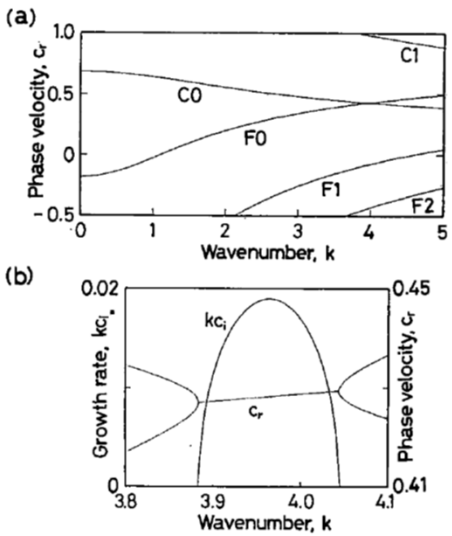
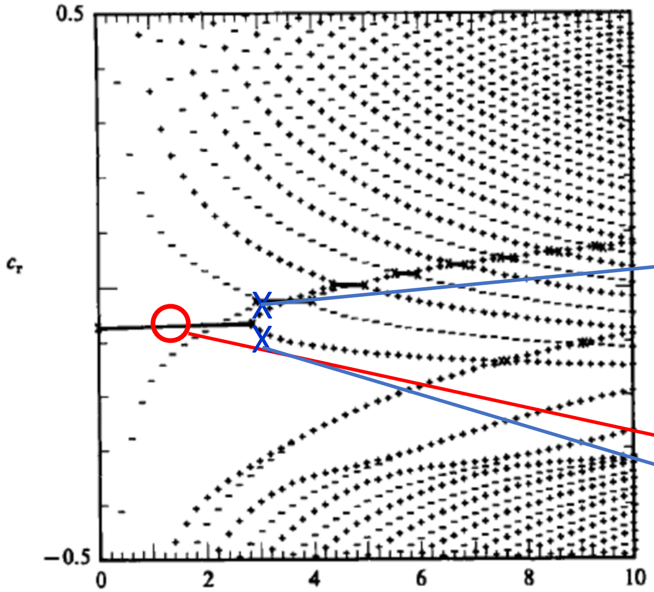
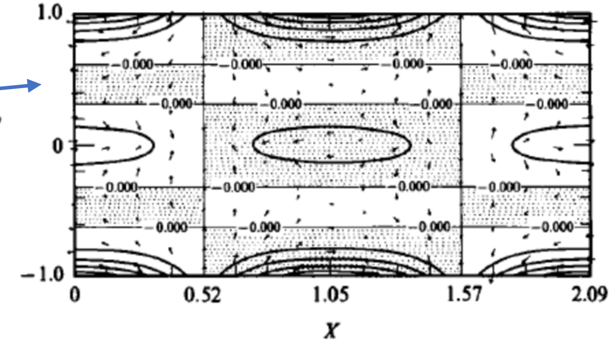


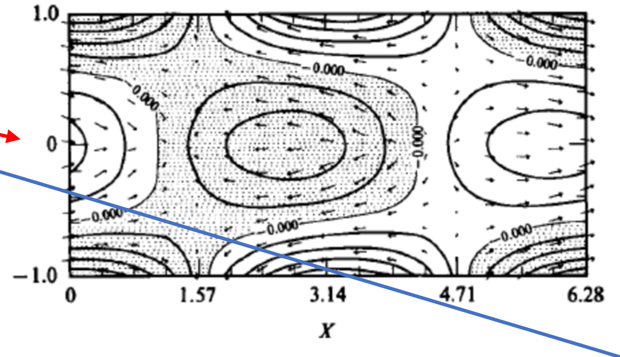
Fig. 2. Phase velocities, c_r and growth rate, kc_i, on a current with zero potential vorticity and L=1.5 as functions of wavenumber; (a) phase velocities of modes F0, F1, F2, C0 and C1, and (b) growth rate and phase velocity within and around the region in which modes F0 and C0 coalesce.

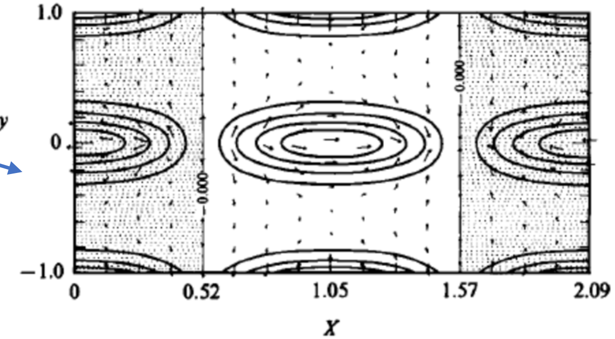
ちなみに

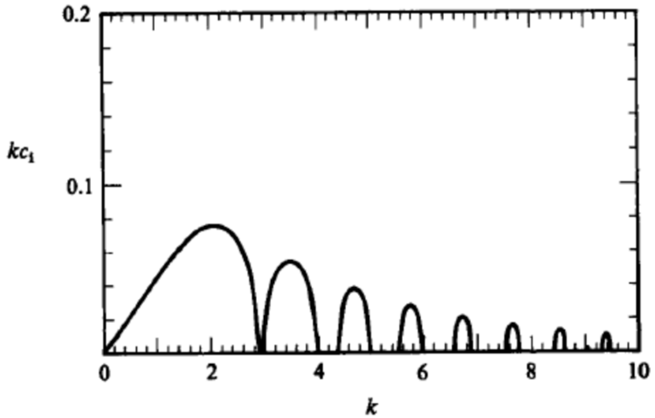


擾乱の形を $\exp[ik(x-ct)]$ と置いてみる
フーリエ・ラプラス変換









Kelvin モードと名付けたりしたが
q＝0 なので重力波？

(久保川) 擾乱にも回転が効いていて
このモードはちゃんと地衡流になってるからKelivnモードと呼んでよい

強調されたことは、この k=0 に至る Kelvinモード（対称モード）は、
Satomura 1981 の設定では存在しない

シアー不安定の構造
（当たり前でなかったところ：特異点）

- ロスビー波が関与する（と思われる）シアー不安定には対応する中立波が見えなかったので、「波の共鳴」解釈が使えない？

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}-f(y)v=-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p}{\partial x}$$
$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+f(y)u=-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p}{\partial y}$$
$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0.$$

定常解

$$u=U(y), v=0$$

の線形安定性は

$$\psi\to\tilde{\psi}'\exp[ik(x-ct)]$$

$$\left(\frac{d^2}{dy^2}-k^2\right)\tilde{\psi}'+\frac{\beta-U_{yy}}{U(y)-c}\tilde{\psi}'=0$$

特異点 $U(y)-c=0$

連続モード $^{\forall}c\mid U_{\min}<c<U_{\max}$

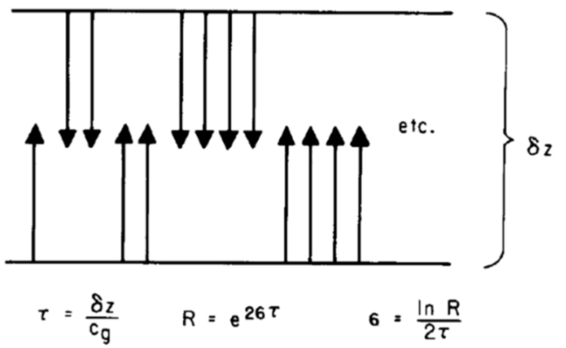
$$u=-\frac{\partial\psi}{\partial y},\quad v=\frac{\partial\psi}{\partial x}\qquad\beta=\frac{\partial f}{\partial y}$$

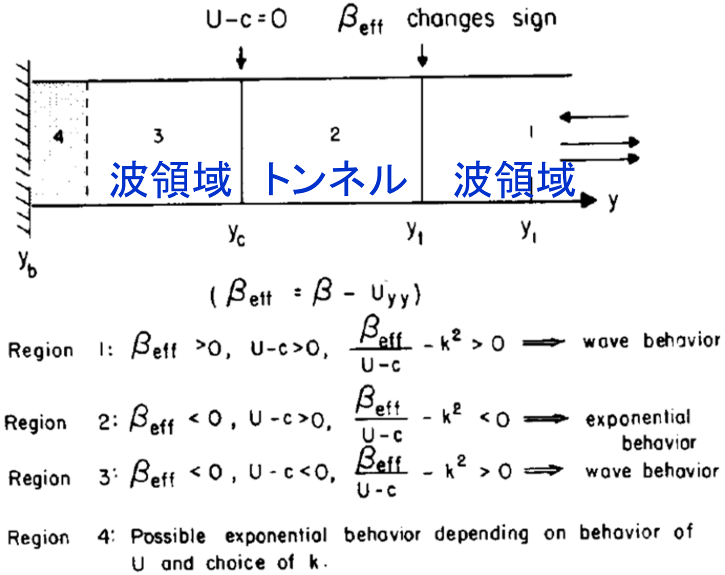
そこで「過剰反射」(overreflection)

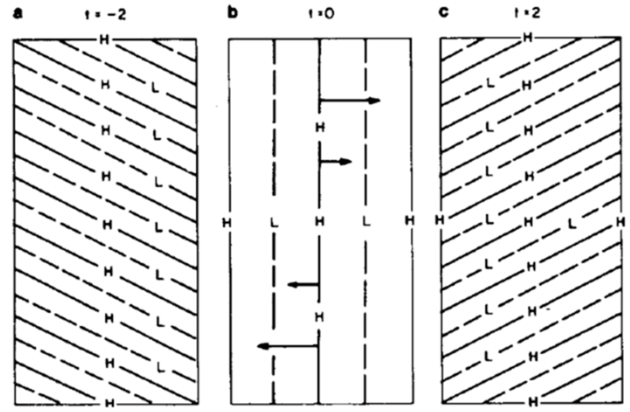
- 平行シアー流の線形安定性は波の過剰反射に注目することで理解を進めようとした
  - シアー不安定は過剰反射する波だ
    Lindzen, R. S., 1988: Instability of plane parallel shear flow (toward a mechanistic picture of how it works), PAGEOPH,126(1), 103-121
    - Orr メカニズム(Orr 1907)
    - $c=U$となる特異点(臨界層)を挟んで波の存在できる領域が二か所
    - 波は何でもよい
    - 特異点を透過できる状況
      - 内部重力波の場合は Ri<1/4
      - ロスビー波はWKB成り立たないので必ず超える
      - 浅水重力波は臨界層が波領域でないので必ずトンネルする
        Takehiro, S.-I. and Hayashi, Y.-Y., 1992: Overreflection and shear instability in a shallow water. J. Fluid Mech., 236, 259-279.

そこで「過剰反射」(overreflection)

- Lindzen 1988







ORR, W. M. F. (1907), *The stability or instability of the steady motions of a perfect liquid and of a viscous liquid*, Proc. Roy. Irish Acad. *A27*, 9–138.

シアー不安定の構造:連続モードの扱い

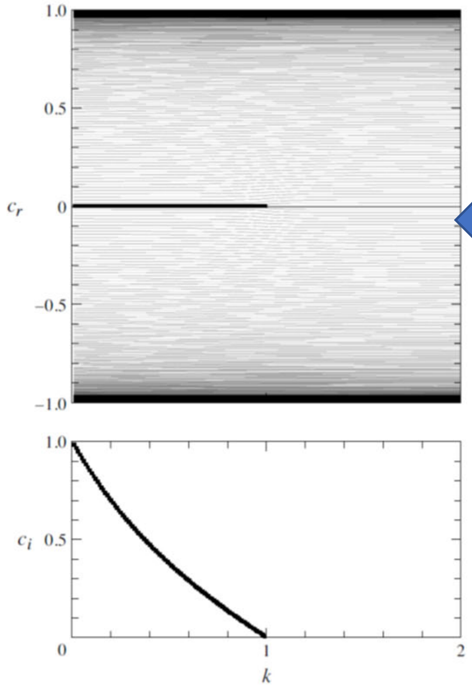
- ロスビー波が関与する(と思われる)シアー不安定には対応する中立波が見えなかったので、「波の共鳴」解釈が使えない?

→離散的に扱えば見えるよね

- 伊賀啓太
  Iga, K., 2013: Shear instability as a resonance between neutral waves hidden in a shear flow. J. Fluid Mech., 715, 452-476
- 中立波が連続モードに埋もれて見えなくなってしまうのが問題なので見えるようにしてやればよい

シアー不安定の構造

離散的に扱えば見えるよね（Iga 2013）



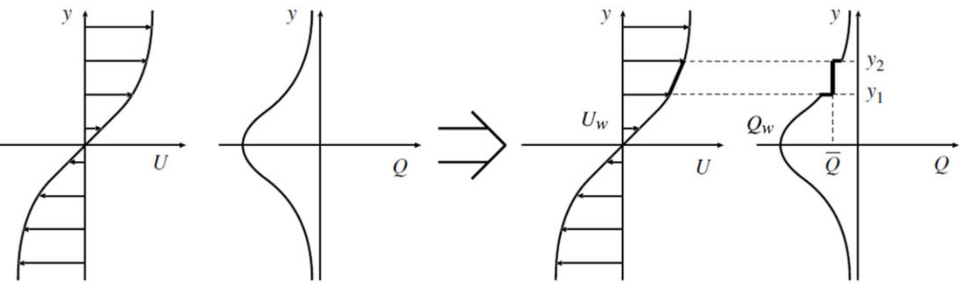
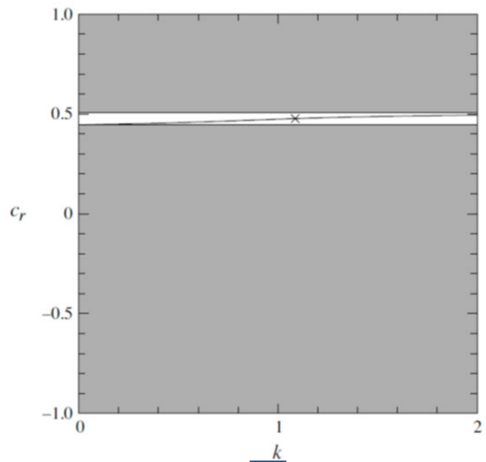
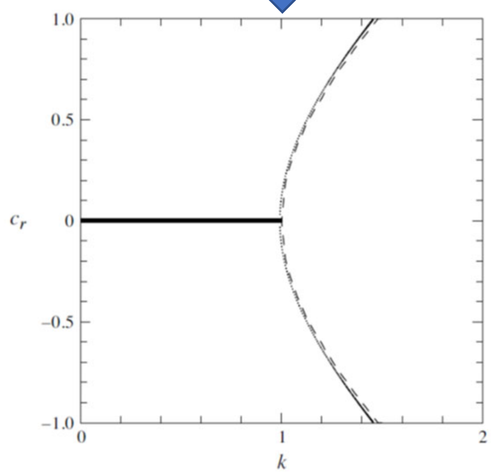


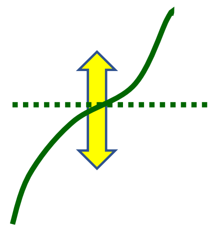
FIGURE 7. A method to open a small window region in the basic state. We make the velocity profile of the basic state linear, or make the potential vorticity profile uniform, only in a very small region $y_1 < y < y_2$; with this modification, neutral waves can exist inside this window region.





シアー不安定の構造

- 波と平均流の相互作用
  - Iga 論文まではだいぶかかったけど
    シアー不安定は波の相互作用解釈でよいだろう
  - 波はなんでもよい、たとえばKelvin波とロスビー波
    - Sakai, S., 1989: Rossby-Kelvin instability: a new type of ageostrophic instability caused by a resonance between Rossby waves and gravity waves. J. Fluid Mech., 202, 149-176.
  - シアー不安定の条件は相互作用が起きえる条件
    - 臨界層をはさんで付随するエネルギー・運動量が反転する波が存在
      - 系全体ではエネルギーや運動量の保存を満たしつつ
        成長できる
    - 臨界層を超えて影響しえる
      - WKBが破綻するような場であることが鍵
  - 擾乱は「波」でなくてもよい
    - 粘性が「波」として働く場合、粘性を入れると不安定化
      - Poiseuille 流？



シアー不安定べき(t^n)成長

- 指数関数発展じゃないない不安定(連続モードの増幅)
  - 片思い型不安定(by酒井敏)
    - 波が二つ無い、一つはある!
    - 連続モードvs波ひとつ. 投げても投げ返してこないので指数関数発達(共鳴発達)しない
    - 臨界層での吸収が逆符号＝正の運動量を連続モードが吸収して負の運動量の波が育つ的な
  - Case, 1960: Stability of Inviscid Plane Couette Flow. Phys. Fluid, 3, 143-148
    - 中立であるCouette 流はt^{-1}
  - Thorncroft and Hoskins, 1990: Frontal Cyclogenesis. J. Atmos. Sci.,47, 2317-2336
    - 「付録」にイーディー設定のべき型不安定

シアー不安定の線形論:
気になる細かいことあれこれ

- K. Takano, 1989: On the Mechanism of Overreflection of a Barotropic Rossby Wave. J. Met. Soc. Japan, 76, 191-203
  - U-C=0 とQy=0 の位置関係と波動射出
  - 特殊な設定だけど構造的な意味が？
- 粘性が入った場合の解釈
  - Poiseuille 流の不安定
    Linzen1988に記載はあるがよく納得できてない
- 金星の超回転状態の形成と維持
  - 波動による運動量輸送Kelvin-Rossby不安定？
  - 静止状態からスピンアップをトレスできるか？
  - 基本的にQ＝0に近いはずだよね？

4. 対流

- 中島健介さんに師事する
  - Nakajima and Matsuno, 1988 : Numerical Experiments Concerning the Origin of Cloud Clusters in the Tropical Atmosphere. J. Met. Soc. Japan, 66, 309-329
  - 80年代全球モデル時代、同時に、大気鉛直対流（積雲対流）解像計算ができるようになってきた
  - 当時の（今でも？）多くの雲シミュレーションは場に置かれた一つの対流雲の生成消滅に注目
  - これに対して、対流活動の統計的効果による場の構造を計算するところを狙う=2次元系に限定して、かわりに、長時間積分を実行
    - 松野さんの発案？　健さんの発案？
    - 要すれば、1次元放射対流平衡問題の対流調節部分を流体運動のちゃんとした計算に置き換える
  - 地球パラメタでの積雲対流の特徴: 上昇下降の非対称

    →大領域が要る

（湿潤）対流：Nakajima and Matsuno 1988

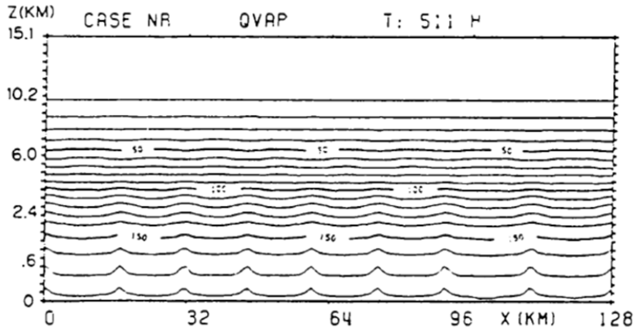


Fig. 2b. Same as Fig. 2a but for mixing ratio of water vapor.

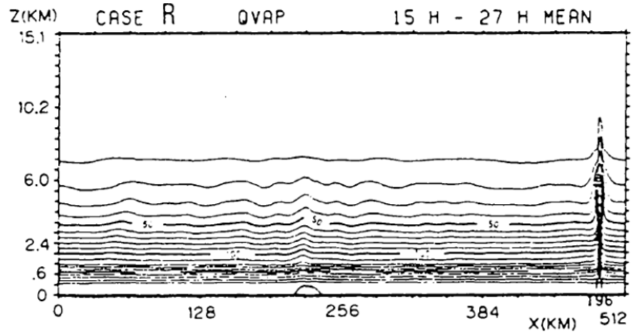


Fig. 4d. Same as Fig. 4a but for mixing ratio of water vapor. Contour interval is 1 g/kg.

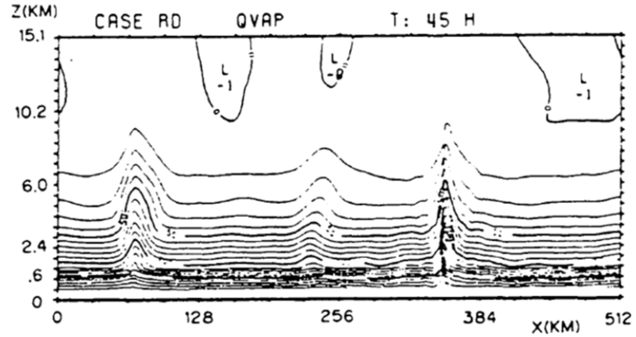


Fig. 7. The mixing ratio of water vapor at $T=45$ h. Contour interval is 1 g/kg.

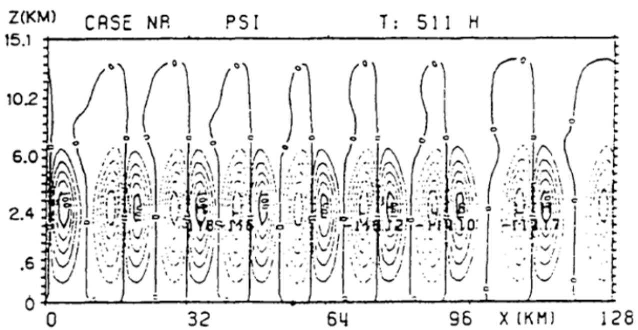


Fig. 2d. Same as Fig. 2a but for mass stream function. Contour interval is 2000 kg $m^{-1}s^{-1}$.

凝結するけど雨降らない

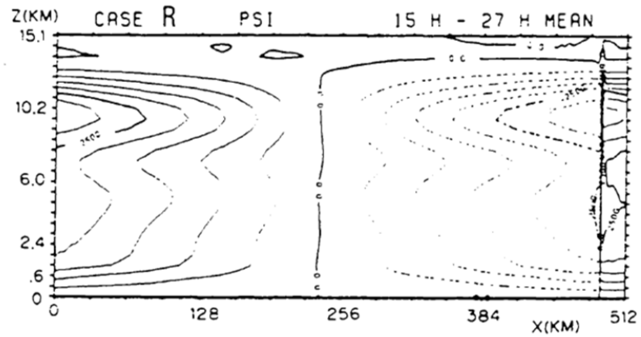


Fig. 4a. 12 hour averaged mass stream function in the X-Z section in case R. Contour interval is 500 kg $m^{-1}s^{-1}$.

雨降る

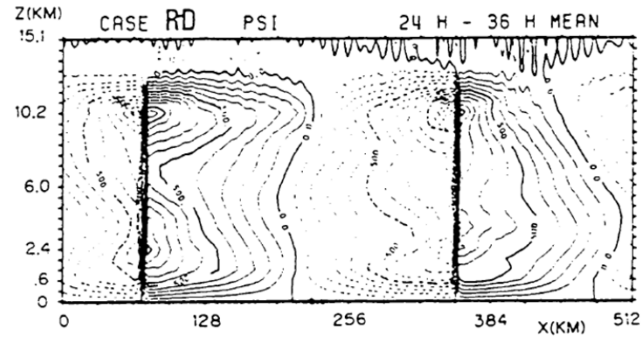


Fig. 6. The 12 hour averaged mass stream function in the X-Z section in case RD. Contour interval is 100 kg $m^{-1}s^{-1}$.

雨降る・雨粒抵抗あり

Nakajima and Matsuno 1988

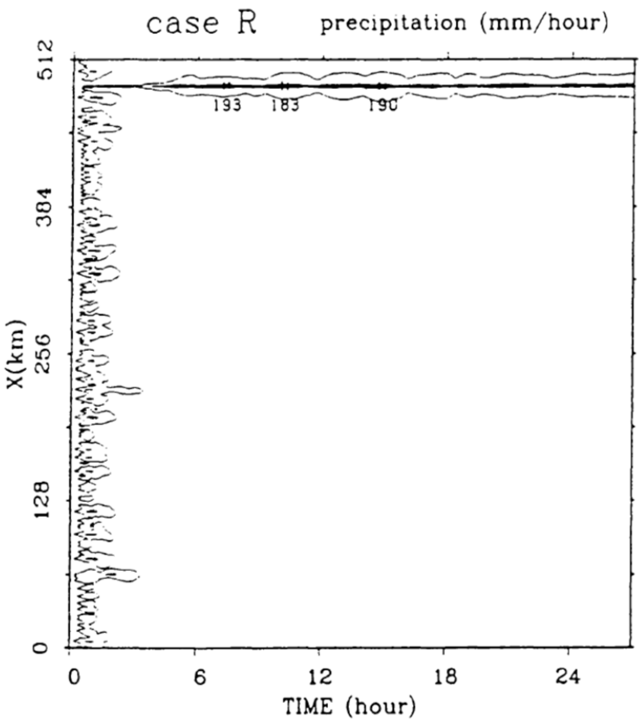


Fig. 3. Time evolution of the horizontal distribution of precipitation intensity at the surface in case R. Contour interval is 40 mm/hr. The maximum value is 193 mm/hr.

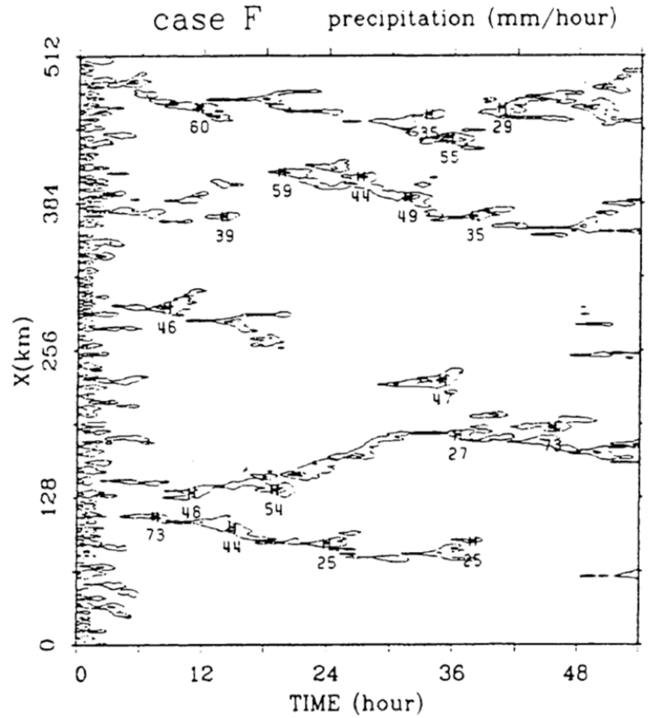


Fig. 8. Time evolution of horizontal distribution of surface precipitation intensity in case F. The maximum value is 73 mm/hr.

蒸発も入れると

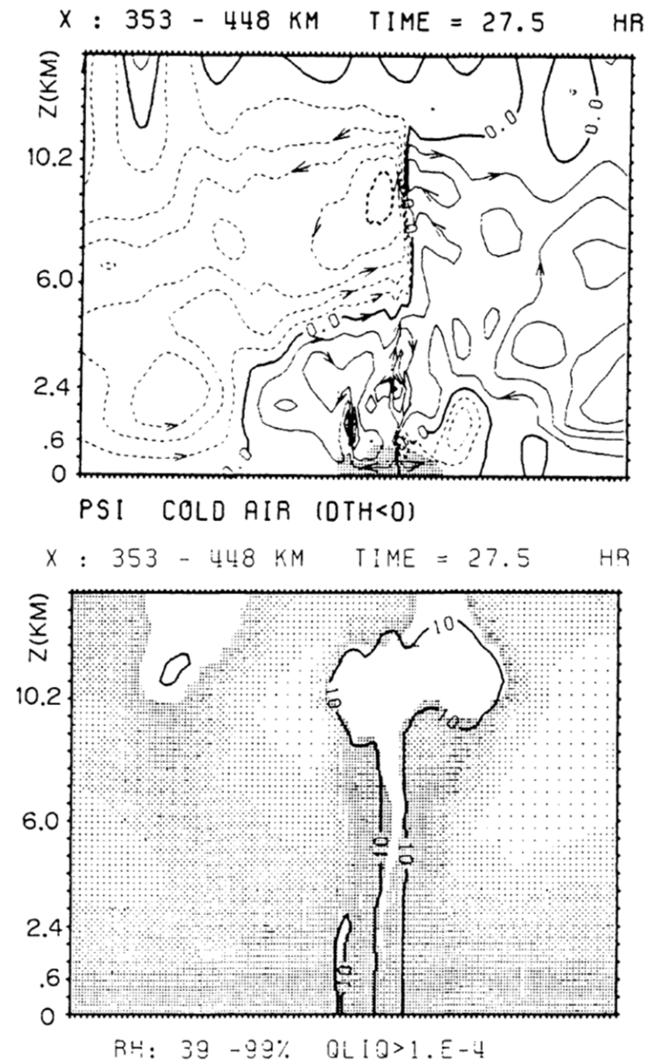


Fig. 10b. Outer boundaries of clouds at the same time as Fig. 10a defined by the contours of 0.1 g/kg total

鉛直一次元モデル再考
Nakajim, Abe & Hayashi 1992

- GCM（再）構築の野望→GCM開発をトレスする＝放射対流平衡
- 阿部豊さんに熱力学･放射伝達を師事

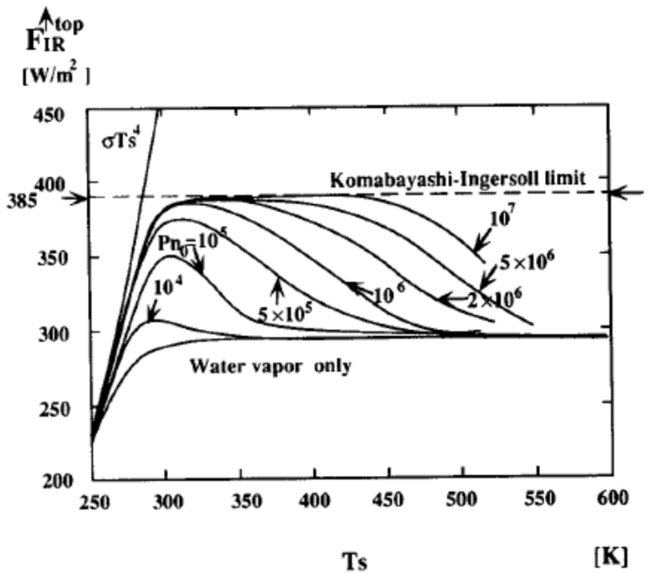


FIG. 6. The relationships between T_s and $F_{IRtop}^{\uparrow}$ when p_{n0} is changed. $F_{IRtop}^{\uparrow}$ for the case of the saturation water vapor atmosphere, the blackbody radiation σT_s^4, and the Komabayashi–Ingersoll limit are also indicated.

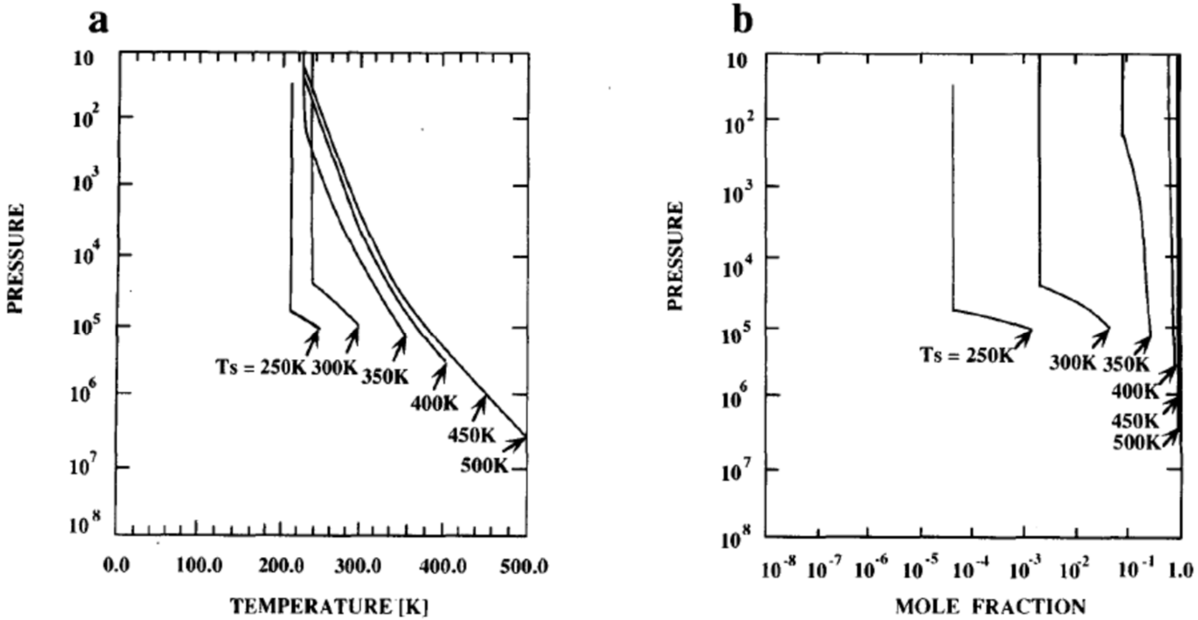


FIG. 4. The relationships between p and (a) T and (b) x_v.

鉛直一次元モデル再考（佐藤正樹モデル）

- 佐藤正樹モデル
- Satoh and Hayashi 1992: Simple cumulus model in one-dimensional radiative convective equilibrium problems. J. Atmos. Sci., 49, 1202-1220

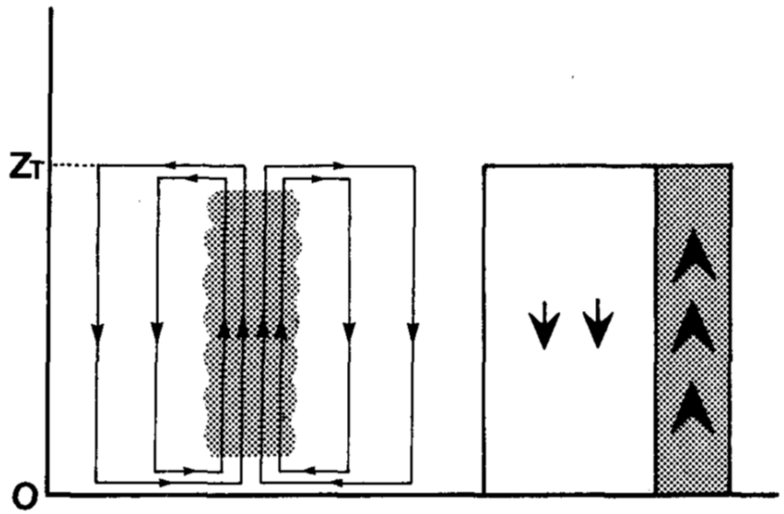


FIG. 1. Schematic cumulonimbus convection (left) and the cumulus model (right).

Sarachik 1978, 1985,
Lindzen, Hou, Farrell 1982
の再考

鉛直一次元モデル再考（佐藤正樹モデル）

湿潤対流による仕事

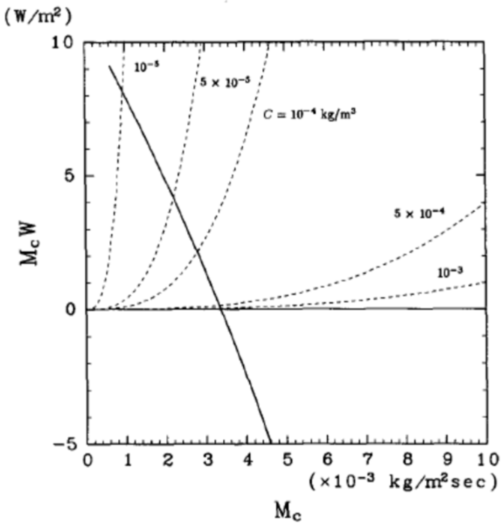
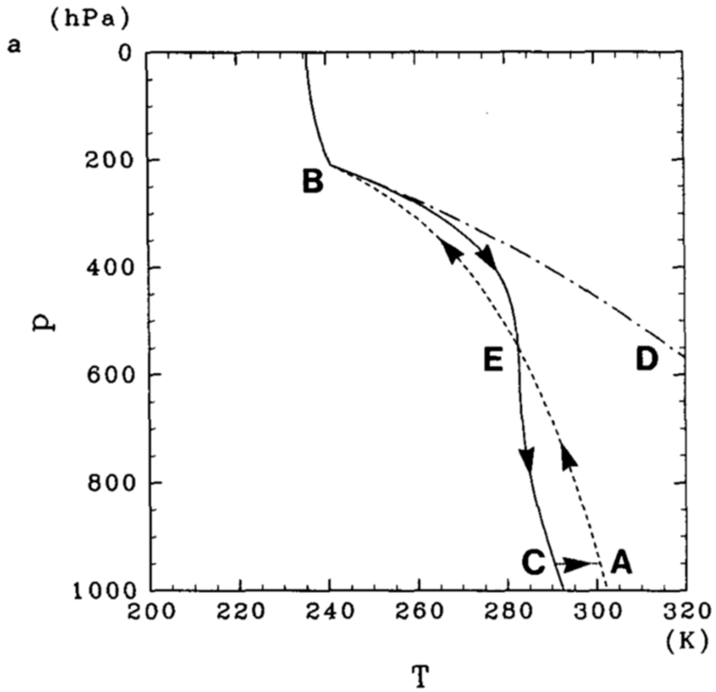


FIG. 7. Dependencies of the generation rate of the kinetic energy M_cW and the dissipation rate D on the mass flux M_c. The solid line is M_cW, where W is the integrated buoyancy of equilibrium solutions, and the dashed lines are the dissipation rates determined by (41) with $C = 10^{-3}$, 5×10^{-4}, 10^{-4}, 5×10^{-5}, and 10^{-5} kg m^{-3}.



鉛直一次元モデル再考（佐藤正樹）→乾燥対流・湿潤対流

- 対流による仕事

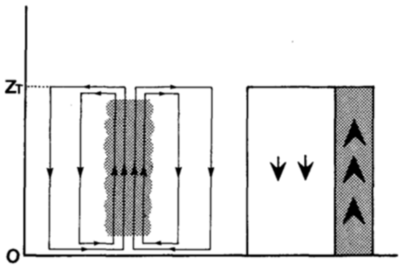
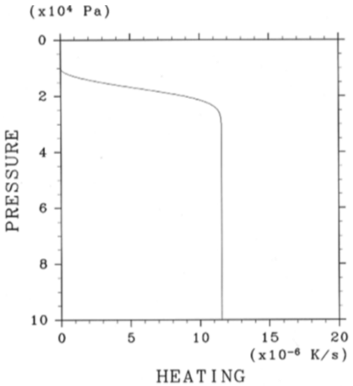
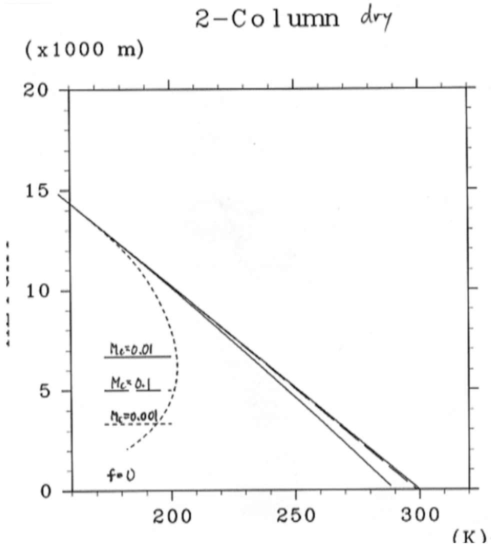


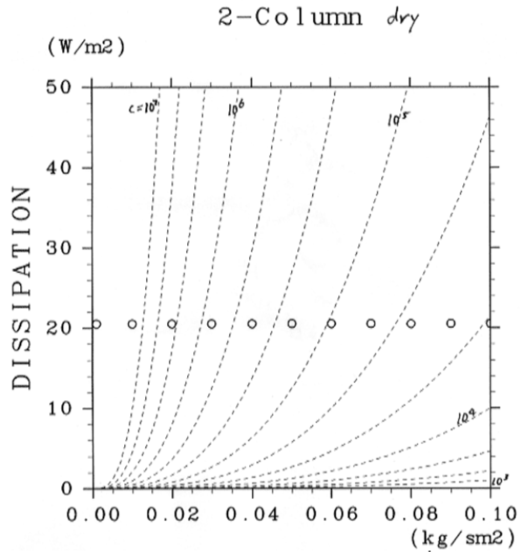
FIG. 1. Schematic cumulonimbus convection (left) and the cumulus model (right).



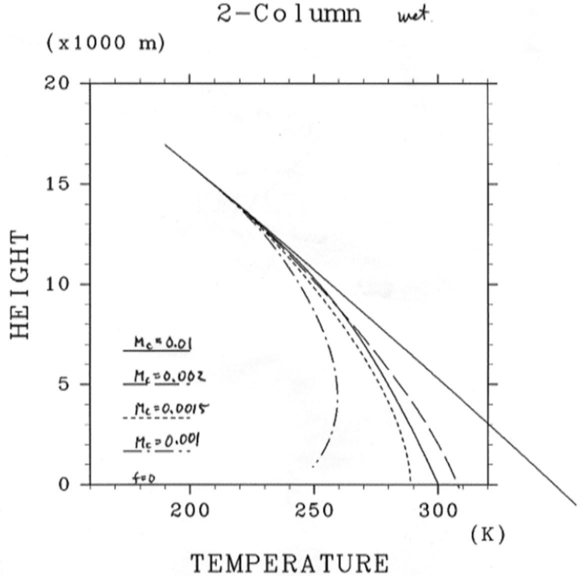
冷却率

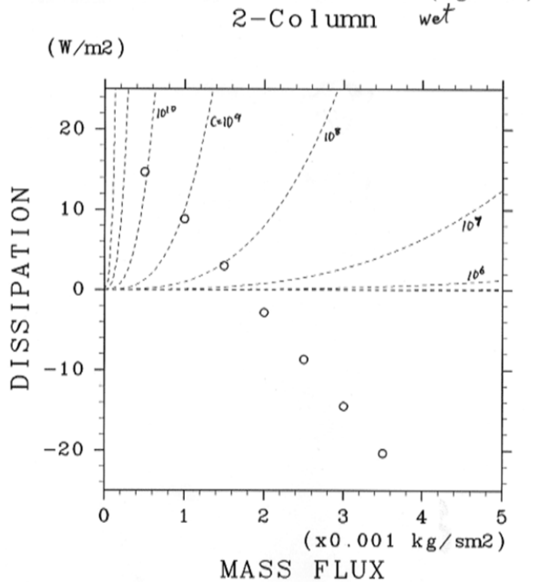
乾燥対流





湿潤対流





鉛直一次元モデル再考（佐藤正樹）→乾燥対流・湿潤対流

- 示唆＝対流による仕事
  同じ冷却率なら乾燥対流は湿潤対流にくらべて仕事量が大きい

- 乾燥対流：熱機関としての温度差大
  - 地面が高温熱源で地面の温度で熱をもらう
  - 低温熱源の温度は放射冷却高度の温度

- 湿潤対流：熱機関としての温度差小
  - 高温熱源は水蒸気の凝結
  - 低温熱源は放射高度

鉛直一次元モデル再考→乾燥対流・湿潤対流

- AGCM5.0 ができたころだったのでなぜかGCMでやってみた
  →気象学会1990? 林・佐藤・沼口
  - T42L16? 地球サイズ、赤道2Dおよび全球
  - １K/day（p/p_s>0.1）
  - Ts=302K 固定
  - Mellor and Yamada level2
  - 大規模降水だけ
  - 非回転一様

佐藤 2-column model

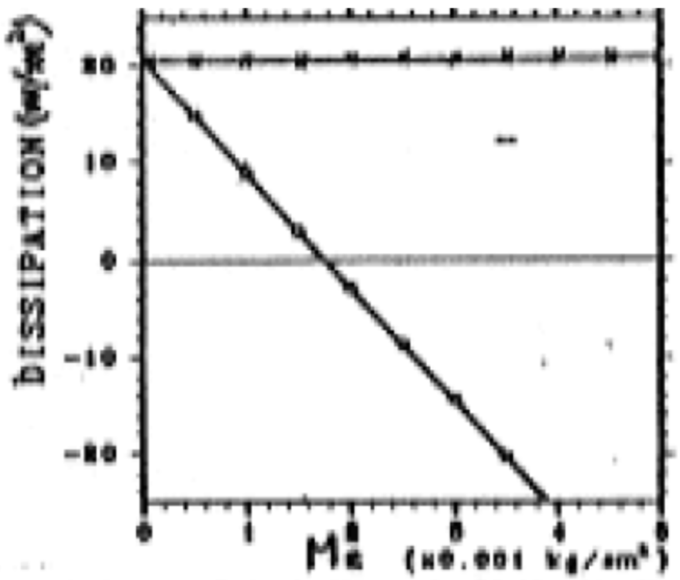


図 1．2 コラムモデルを用いた散逸率 D と質量フラックス M_c の関係．○ は湿潤世界，× は乾燥世界である．

鉛直一次元モデル再考→乾燥対流・湿潤対流

- AGCM5.0? ができたころだったのでなぜかGCMでやってみた
  →気象学会1990? 林・佐藤・沼口

循環の特徴	水あり	水なし
2次元	強い重力波活動度	運動は弱まる
3次元	弱い重力波活動度	運動しない

?

- 水モデルの散逸率はめでたく (?) ～1W/m².
- 水ありと水なしでは散逸量の期待される差は鉛直拡散パラメタリゼーションの発現差で吸収される. 大規模運動としてはむしろ弱まってしまう.

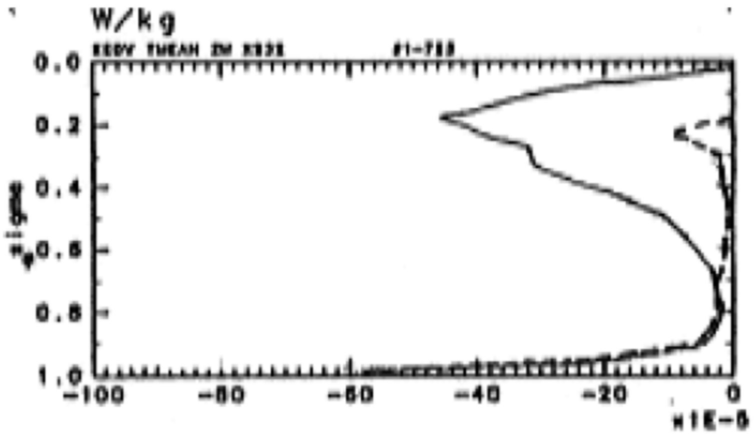


図 2. フルモデルを用いた散逸率 D (m^2/s^3) の鉛直分布の例. 実線は2次元湿潤モデル, 破線は3次元湿潤モデル.

鉛直一次元モデル再考→乾燥対流・湿潤対流

2コラムモデルを用いた結果予想された水のない世界での大きな散逸率の存在は，Mellor and Yamada のパラメタリゼーションが有効に働くことにより大規模運動として認知しうる対流がほとんど起こらない，という状況によって「解決」されることとなった．いわば，対流圏全層が境界層となったわけである．

？？？

- なんで健さんモデルでやらなかったんだったか覚えてない
- 「火星」は対流すごいに違いない、に続く

乾燥対流vs湿潤対流

ちゃんとやったひとたち

- Pauluis, O., Held, I. M., 2002 Entropy budget of an atmosphere in radiative-convective equilibrium. Part I: Maximum work and frictional dissipation. J. Atmos. Sci. 59, 125—139

乾燥対流はよく働く

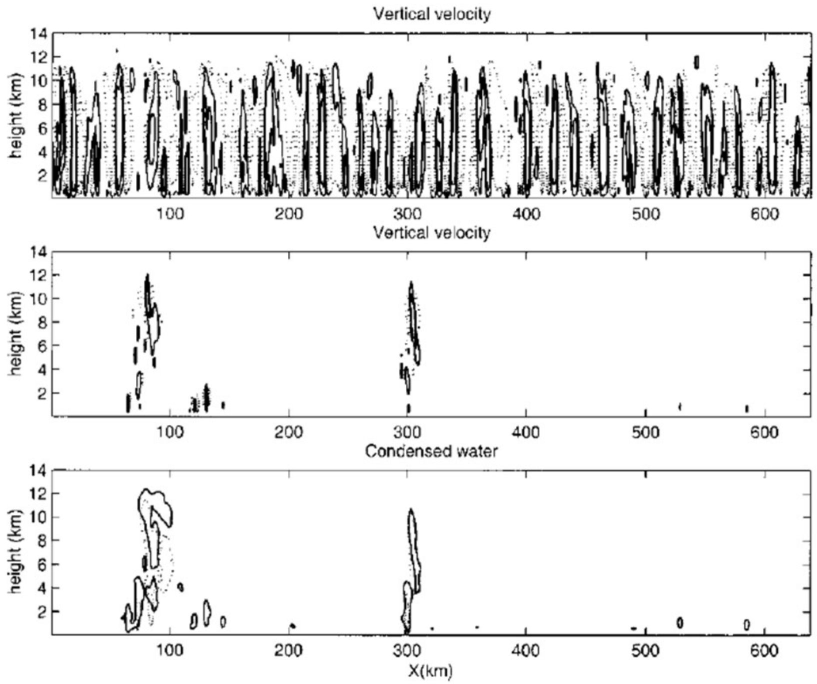


FIG. 3. Snapshots of the vertical velocity field in the (top) dry and (middle) moist experiments. Contours indicate vertical velocity of −3, −1, 1, and 3 m s^{-1}. Dotted lines are for negative values. (bottom) Snapshot of the cloud water and precipitating water: dotted lines indicate a precipitating water (snow and rain) content larger than 0.1 g kg^{-1}; continuous lines indicate cloud water content greater than 0.5 g kg^{-1}.

修業時代サマリ

- 様々なご縁にめぐまれた
- 受け身であった：
  なんらかの展望をもって計画的能動的に活動したわけではない
- 理解することの実践=人と共有できる知識
  一人でコツコツ研究、ではなくて、議論による「気づき」と理解の共有（仲間がいたほう）が楽しくて、それによって視野が広がること（だんだん見えるようになる）が喜びであった
- 自分で（も）手を動かしているので血肉になってる実感
- おかげで地球流体力学の入門と修行ができ、いろんなスキルが手に入った

3. 野望のルーツ

水惑星(Aqua Planet)→汎惑星気象学・気候学

全球天気予報の実現=1980年代なかば

- 計算能力の向上＝スーパーコンピュータの登場
  - 流体計算ができる計算機の出現
  - １００x１００x１００＝１M個の変数の時間発展が計算ができる
- 観測網の展開、特に、極軌道＋静止気象衛星観測網（1978）
  - 南半球も見えるようになった
- 通信網
  - 即時的（国際）データ転送

- 気象庁でも全球数値天気予報モデルの開発が進められていた
  - 金森・佐藤スペクトル転換法力学コア

野望のルーツ＝水惑星（aqua planet）1986

この気象庁プロダクトを使って（ただ乗りして）行ったのが水惑星

- 岸保さん定年退官後、松野教授
- 気象庁電計室？（数値予報課）より住明正助教授

- 気象庁の予報用計算機と東大緒方計算機センターの機材は同じ機種のスパコンHITAC S810であった
- 住さん・増田耕一さんが東大大型計算機センター新鋭S810上に、気象庁天気予報グラフィックスを含め、実行可能とした（林は指くわえて見てた）。

そこで、実験装置としての大循環モデル→

- 理想的あるいは仮想的な設定の「大気」を想定し、数値計算でもって、そこに生じる大気循環を構成、これを探求し普遍的特徴を抽出することで、現実大気に内在する運動構造を見出す

野望のルーツ＝水惑星（aqua planet）1986

Hayashi and Sumi (1986,JMSJ)
https://doi.org/10.2151/jmsj1965.64.4_451

T42L12（128x64x12）
全球スペクトル転換法モデル

気象庁の最初の
全球天気予報モデル

東大大型計算機センタS810（当時）
＝気象庁の計算機と同じ機材だった
で25日積分するのに1時間

日本の数値計算環境が世界のトップに出たので
大学研究者のようなGFD研究者がそれを活用することができた幸

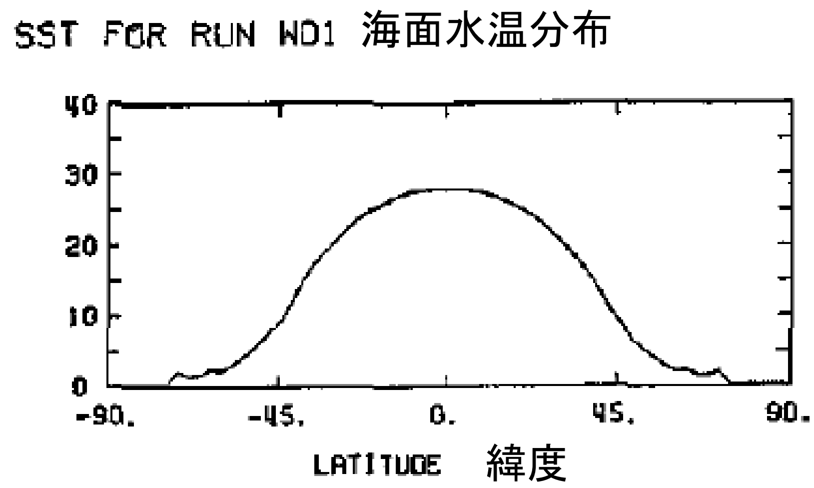
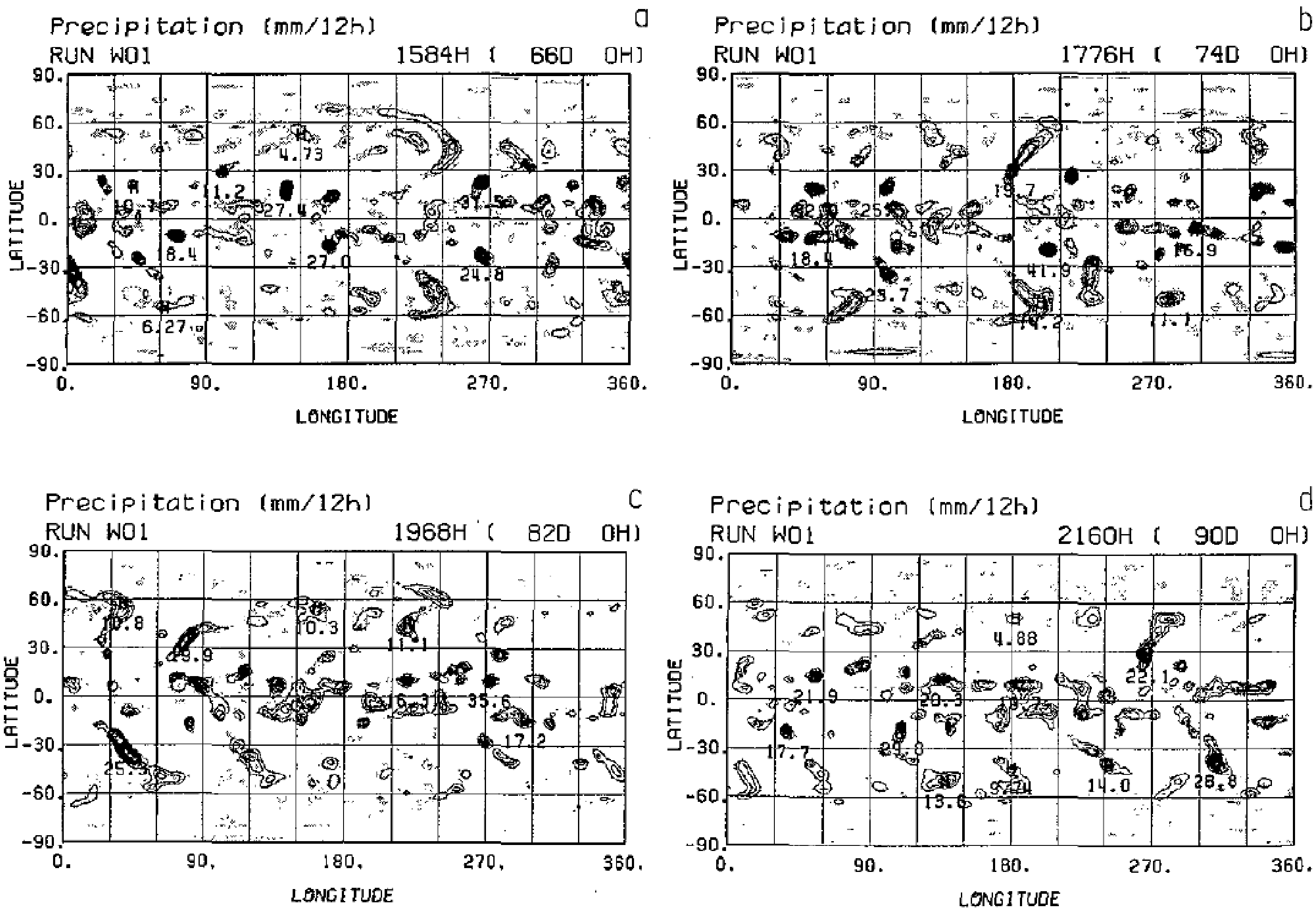


Fig. 2 Zonal profile of the SST distribution employed in the simulation.

地表に陸が無くて全球が海洋に
覆われていたらどういう
大気大循環になって降水分布になるか
世界初？の全球大気（気象）モデルを使った仮想惑星大気実験
（真鍋さん/GFDLではモデル開発の一環で実験してたらしく、英国Tim Palmer さんたちもなにやら）



Hayashi and Sumi (1986,JMSJ)

Fig. 4 Snapshots of precipitation per 12 hours at four different times (t = 66, 74, 82, 90 days). The contour interval is 2.5 mm/12 h and the regions of precipitation greater than 1 mm/12 h are shaded.

1. 赤道の雨少ない

熱帯域の降水パターン:
Hayashi and Sumi (1986,JMSJ)

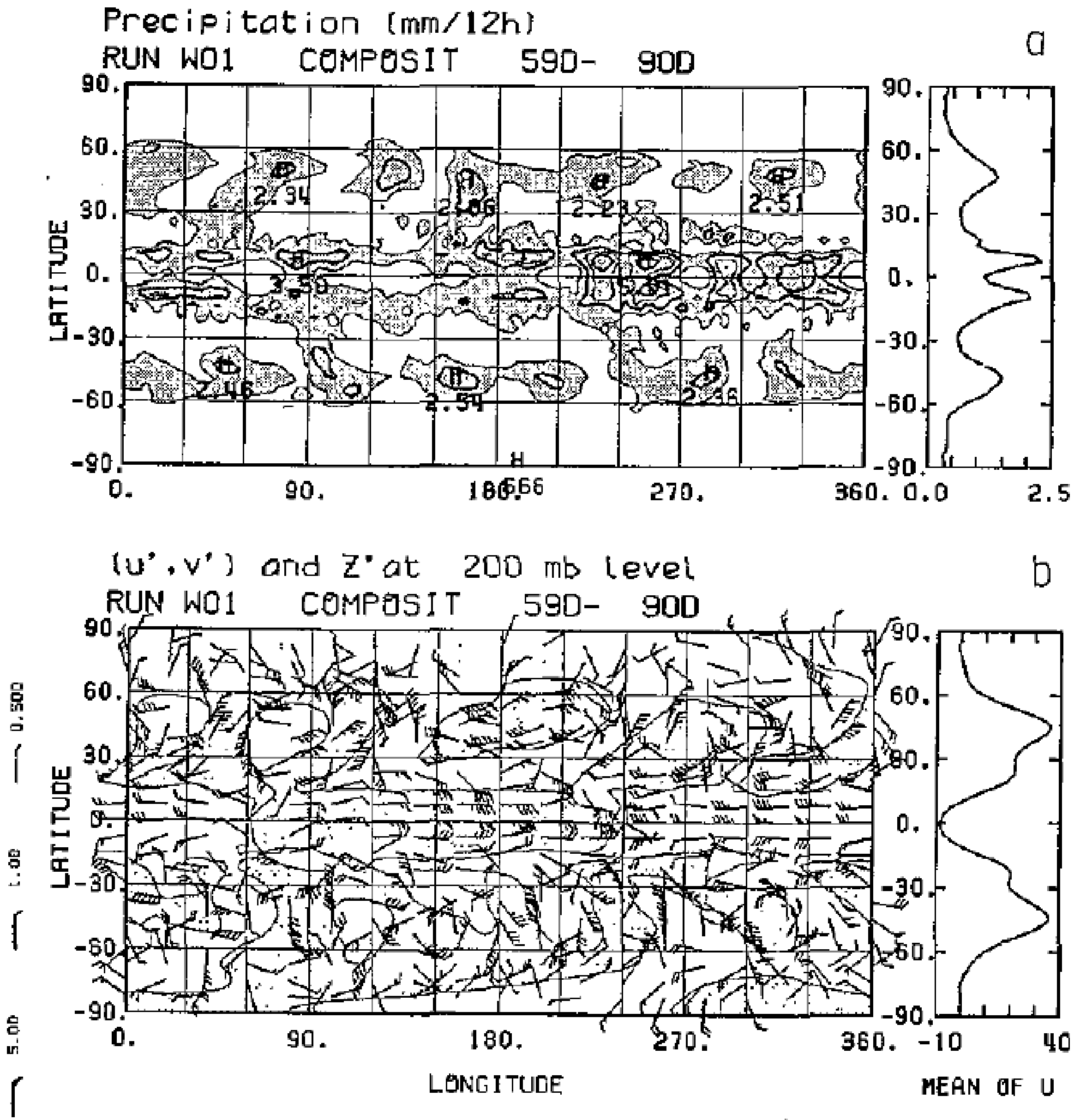
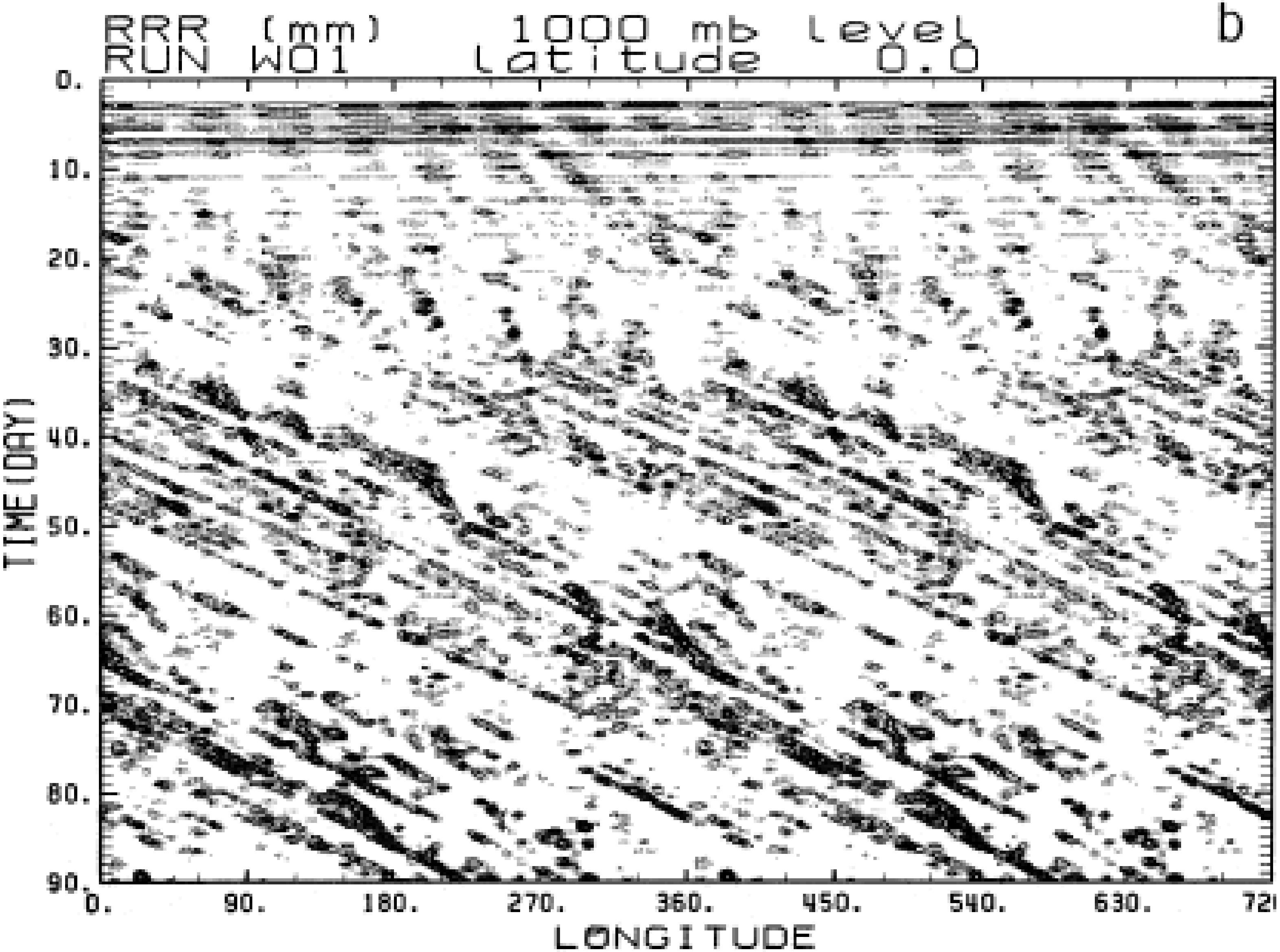


Fig. 5 Composite fields along the phase speed c_0 = 15 m/s for t = 59–90 days of (a) precipitation and (b) wind deviation (u', v') and geopotential height (Z') at 200 mb. The regions of (a) precipitation greater than 1 mm/12 h and (b) $Z' < 0$ are shaded. The contour interval for (a) is 1 mm/12 h. The unit of barbs plotted to the left is m/s. Zonal mean values of (a) precipitation (mm/h) and (b) zonal wind (m/s) are plotted to the right side of each figures.

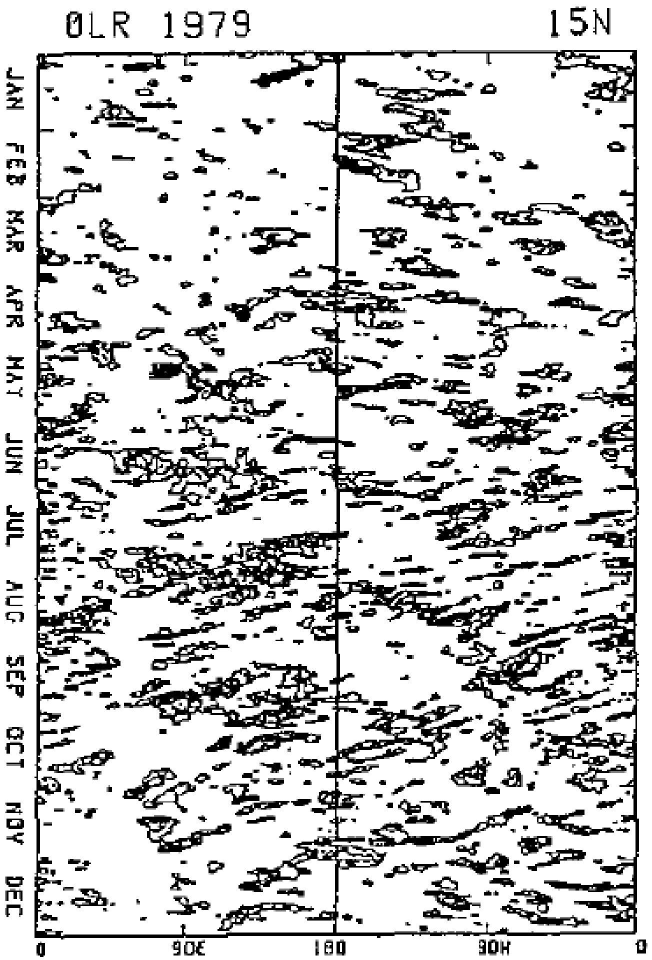


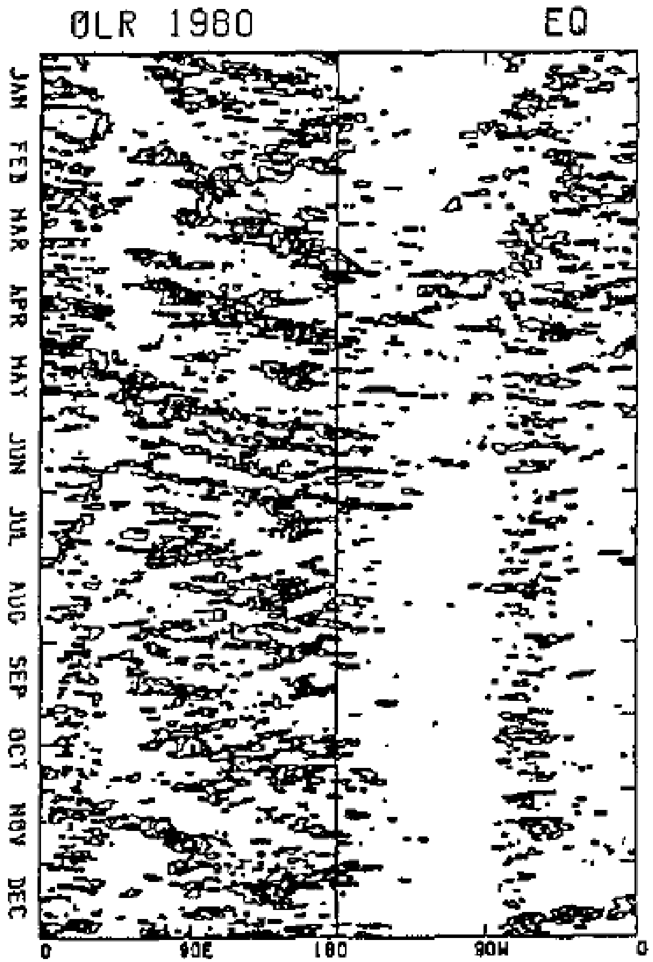
熱帯域の降水パターン
Hayashi and Sumi
(1986,JMSJ)

2. 赤道上の降水は
一様ではない

3. 平均風は貿易風の
東風(西向き)だが
降水構造は組織化して
東に進む

当時だんだん明かになりつつあった衛星観測（赤外放射観測：OLR）による雲・降水活動と一致





Nakazawa, T., 1986:
Mean Features of 30-60 Day Variations as Inferred from 8-year OLR Data. *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 823-839.
https://doi.org/10.2151/jmsj1965.64.5_777

赤道域降水活動

衛星観測での階層的な降水構造 (Nakazawa, 1988)

- MJO (Madden-Julian 振動)（東西波数1, 30～60 日周期で東進）
- スーパークラスター（水平スケール 3000～5000 km, 5～10 m/s で東進）
- クラウドクラスター（水平スケール 1000 km 以下, 10～20 m/s で西進）

Nakazawa, T., 1988: Tropical super clusters within intraseasonal variations over the western Pacific. *J. Meteor. Soc. Japan*, **66**, 823-839. https://doi.org/10.2151/jmsj1965.66.6_823

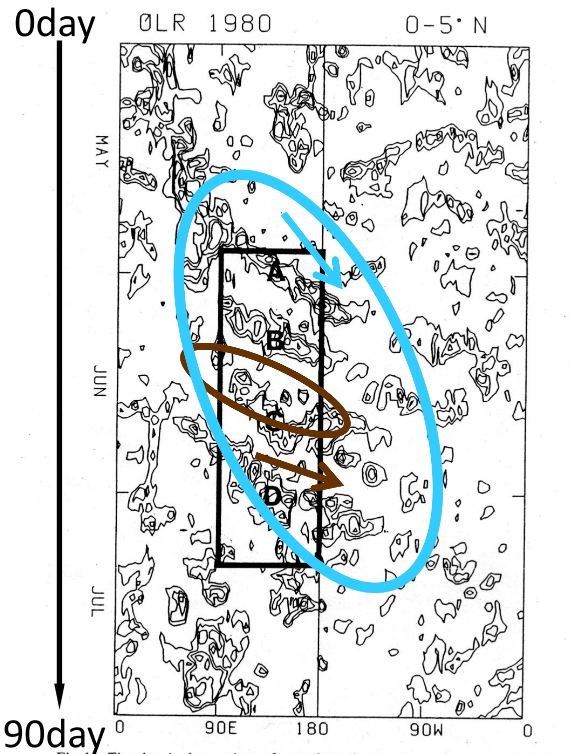


Fig. 1. Time-longitude section of transient (seasonal trend removed) OLR averaged between the equator and 5°N from May to July in 1980. Negative (active convective) regions are contoured. Contour interval decrements of 30 Wm^{-2} starting at $-15\ Wm^{-2}$. Symbols A to D indicate super clusters.

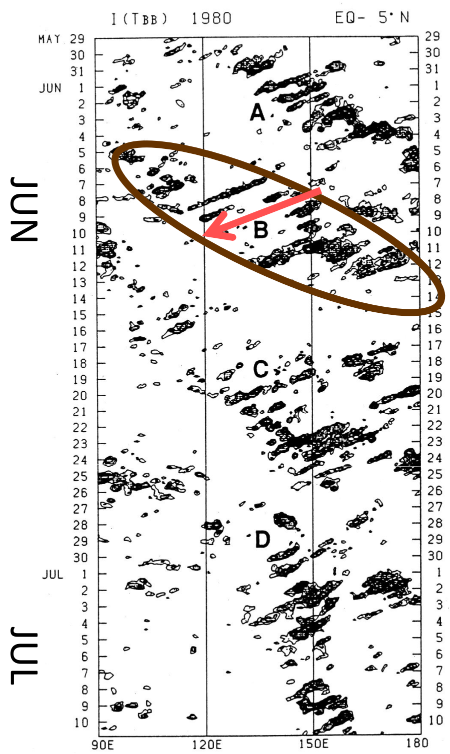


Fig. 2. Time-longitude section of T_{BB} index (I_{TBB}) integrated between the equator and 5°N obtained from the 3-hourly GMS IR data from 29 May 00Z to 10 July 21Z, 1980. Symbols A to D denote the same super cluster as in Fig. 1. Contour interval is 10, and shading denotes the region where values are greater than 20.

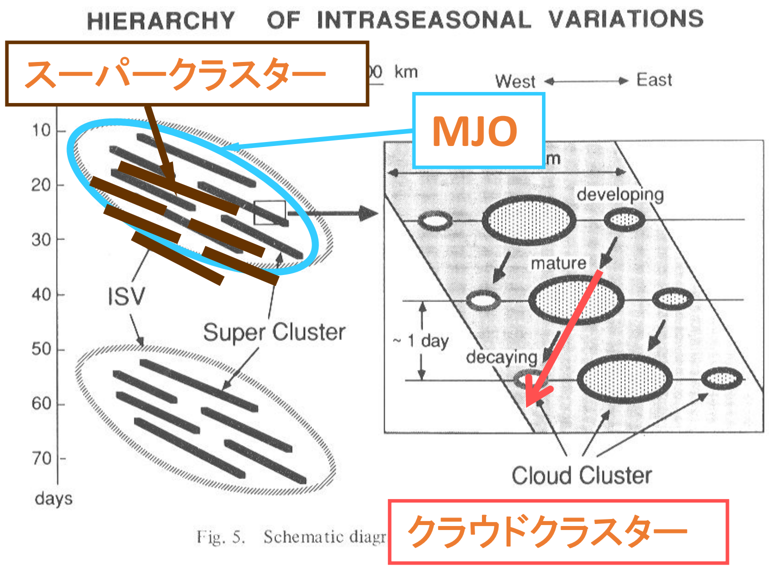


Fig. 5. Schematic diagr

観測: 赤道上外向き長波放射経度-時間図 (Nakazawa, 1988)

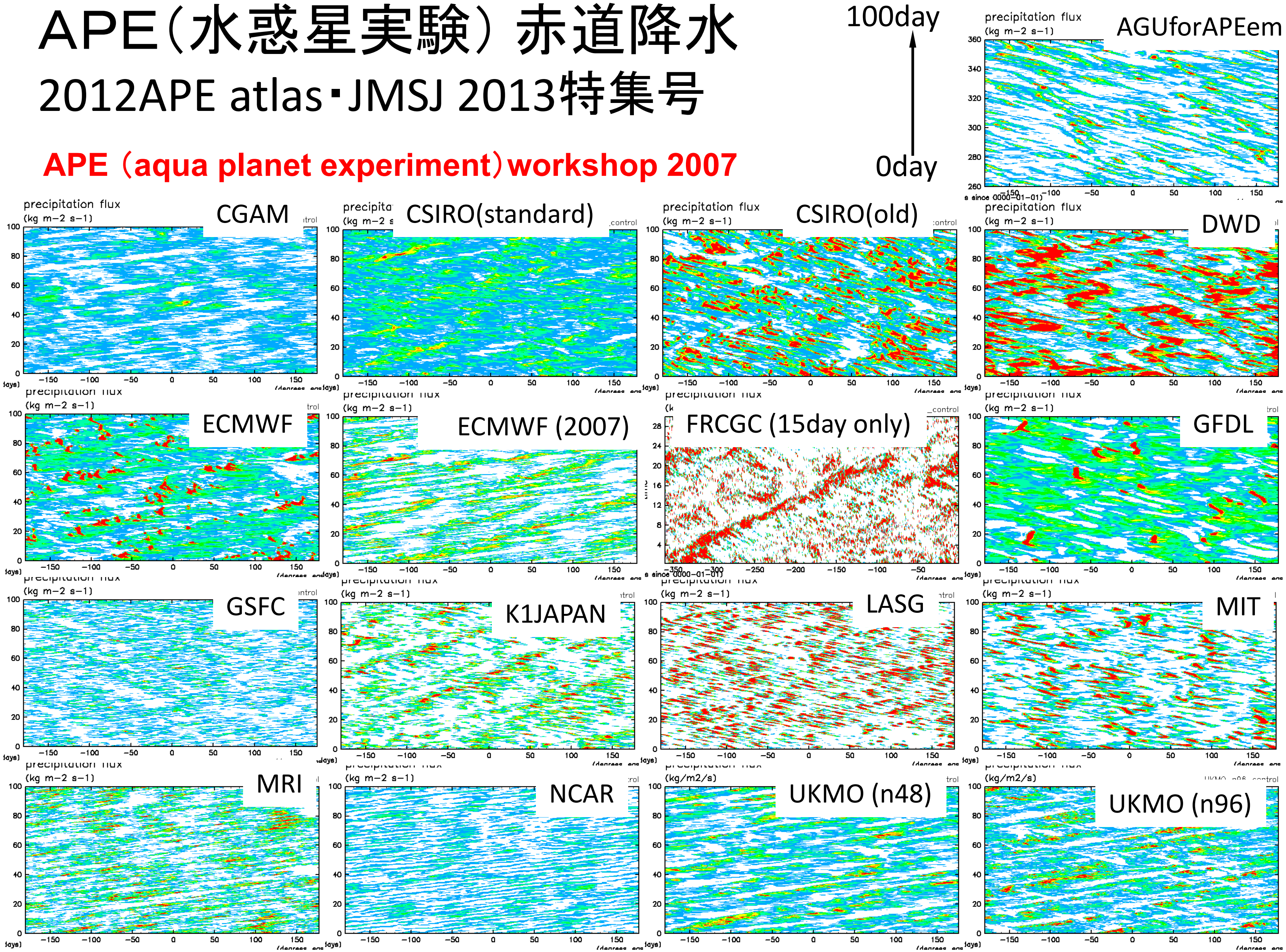
理想的あるいは仮想的な設定での
数値計算が気象学・気候学の考察に有効であることを示すことは（たまたま）できた

APE（水惑星実験）赤道降水

2012APE atlas・JMSJ 2013特集号

APE（aqua planet experiment）workshop 2007

Yukiko Yamada
（Fujisawa）2007
https://www.gfd-dennou.org/arch/ape/comparison/ALL/APE_control_tr_wk.html



理想的あるいは仮想的な設定での
数値計算が気象学・気候学の考察に有効であることを示すことは（たまたま）できた
いろいろな惑星環境に飛び出せるのではないか→汎惑星気象学気候学の野望

もともとGFDLの野望かも
惑星大気に展開したG. Williams

しかし,
計算したらこうなっただけでは計算が正しいかどうかもわからない
数値計算結果を「理解」（なんでそうなるのか掌握）しないと

しかし, しかし,
人（気象庁）のモデル（コード）はさっぱりわからない
データ解析ツールもない（最低限の絵描いただけ）

ネットもないしダウンロードしてどうのという時代ではなかった
米国からもらってきても日本の環境ではなかなか動かない
手も足も出ない、困った、借りものじゃだめだ
→中身のよくわかったいじくりませる道具（モデルとグラフィックス・解析ツール）を
自分らで持たないと惑星環境なんて夢の夢

地球大気用から汎惑星大気用に踏み出したGCMを構築するためには
全球天気予報・気候計算に至る当該分野の歴史をやり直す必要があるだろう？

なんとばかげたことに、全部やったろうじゃんになっちゃったのだが
（すごい楽観的あるいはキチガイ）
なんぜ研究用のGCMもなければ研究用の足回りもなかったわけで止むおえまい

問題は林がプログラム書いたり計算機動かしたりすることに
あんまり秀でてないことにある

4. 地球流体電脳倶楽部へ

途方に暮れてたら救世主（仲間）が現れた

1987.3-1988.3@MIT

- WR Young 氏に呼ばれてMITでPD
  - スポンサーは Wunsh氏 ＋ Lindzen氏 ＋Young氏
  - Young氏 は1987.4にはSIOへ異動
  - Lindzen氏 に引き取られて指導教員３（話し相手）
  - Green Building 13F-14F?は日本人だらけ=酒井敏氏、今脇資郎氏、川瀬満宏氏、福森一郎氏
    お世話になった、感謝

@Bill Young　邸　in Boston

1987.3-1988.3@ MIT

- MIT→そうか、米国ではスパコン作らんでこういうこと（情報科学）やっとたんか！
  - 日本にはまだ一般研究者にはほとんど知られていなかったDARPAnet こと Internetがあった
    - 黄色い同軸ケーブル
    - TCP/IP めっちゃ早い
  - 計算機に知識を教える（AIじゃないよ、知見の「標準化」、知識データベース）
  - 情報科学分野では有名だったSUN3が導入されたところ
    - 共有計算機としては使いもんにならんじゃん（潤沢な大型計算機環境に慣れてたので）
    - MITはNECスパコンを導入しようとしていたが、記憶では商務省が止めた
  - X11, Athena Project
    - X window system とか、ネットワークコンピューティングとかの洗礼を受けた
    - 多国語対応とかがD論で、日本語・漢字の表示が主な課題だったので、情報系の人たちからいろいろ質問された（ネイティブに聞いてみましょう）

1987.3-1988.3@ MIT パソコン！

- 酒井氏が、Youngからパソコンもらって、遊び始めた
  - IBM AT？XT？どっちやったかな
  - Fortran が使い物になる(パソコンで情報集積も数値計算もできるとは)
  - 「四角い海」計画
  - 50x50の浅水海（ケルビン波計算）
  - フロッピーディスクからハードディスクへ：情報アーカイブとして使いもんになる
  - 一人一台、文字通り、パソコンの予感
これは紙と鉛筆を置き換えるに違いない
  - ネット速い、つながっていると素晴らしく便利、こいつは通信機だ
    - まだブラウザも検索エンジンもなかったけど
    - netnews　ってもんがあった

1987.3-1988.3@MIT 電脳倶楽部構想の元

- 酒井氏のグラフィックスライブラリ構想
  - IBM AT で遊んでいるうちにだったかそもそも京都にいたころからか
  - いずれにせよライブラリあるいはソフトウェアの共有という概念！
- 地球流体力学の研究教育に使うソフトウェアを、ライブラリとして構築し、共有相互利用するのが良いのでは
  - 議論しているうちにそういう方向に膨らんだ
    - 林が途方にくれていた（**GCMとか作り直さないとダメだ**）話など
  - これからは数値計算が必須の時代だ（von Neumann の境地）
  - 研究教育のための（現業の為ではないソフトウェア構築のための）階層的道具箱
    - [GRAPH]グラフィクスだけじゃなく
    - [MATH]数学
    - [MISC]足回り（I/O, エラー処理, 時計などなどの道具類）
    - [上位層]標準的な地球流体セットアップでの数値計算

→帰国後本格的に整備に着手しよう

1988.4 帰国後

- 酒井@京大教養部 氏が塩谷雅人＠京大理 氏を発見
  - SGKS(Small GKS = Fortran ベースのグラフィックライブラリ仕様)のライブラリを作成していて、酒井さん曰く、とても良い！
  - SGKSを共有しよう
    - 可搬性を確保＝パソコン、ワークステーション、大型計算機で動作
    - 「もってけどろぼー」
    - この上にいろいろ構築する
    - コーディングスタイルをまねてもらう

    等
- かくして塩谷氏が引っ張り込まれた
  - 学生実験から研究現場までで使用可能な共有ライブラリとしてSGKSを進化させ、提供することになった
    - たくさんの人が自由に使える
    - 塩谷（開発者）に問い合わせ等の負担が行かないよう、防御壁を作る
    - そのためにもドキュメンテーションの充実を図る

地球流体電脳倶楽部発足1988

- 活動の名前を付けよう→「地球流体電脳倶楽部」
  - SGKS→DCL（電脳倶楽部ライブラリ）
  - まだネットがないのでフロッピーディスクで東京と京都を行き来
- 情報環境の整備
  - 酒井や林はパソコン（DOS）派であった（MITでの経験）
    - 一人一台ネットワーク接続された専用機材を展開
    - パソコンなら可能だがワークステーションだと無理
    - 林には大型計算機（スパコン）は必須なのでワークステーションには資金が回せない
    - パソコンでプログラム開発や情報整理（図の作成・論文作成等）、
大型計算機で数値計算・付随する解析
  - 塩谷はワークステーション（UNIX）派であった
    - データ解析にはもう大型計算機は要らない
  - いずれにせよ、この三階層を行き来できるようにソフトウェアは作るべし
- さらに余田氏・山田氏を引っ張り込んだ

東京での計算情報環境整備 インターネット導入へ

- 住氏が一般設備費（約600万円だったような）を申請してとってきた
  - 大型計算機センタへの専用回線端末の増設
- 林が現場整備担当した
  - となりの大計センタには村井純氏がいて、そんな大金あるならTCP／IP引きなされ
  - 情報通信掛長（名前が思い出せない、すいません）全面協力してもらった
  - 1988年すでに完成していた工学部LANに接続
  - 学外とはつながってなかったような？そんなはずはないんだが記憶があいまい
- 松野氏・住氏の予算（TOGA-COREとか）で
  - 学生一人一台PC（PC98）環境を実現
  - ネットワーク直結
  - PCがファイル共有サーバ
  - DCL導入

  などなど

まだあんまりインターネットじゃない
接続細い（9600bps）

MITで夢想した環境が本当に実現してしまった
（何年か先だろうと思っていた）

東京での計算情報環境整備　TISN

- 1988年末ハワイからインターネットつなぎませんか話（NASA予算?）が天文の吉村氏のところに、それを松野氏にフォワード（なぜ？）、松野氏が釜江氏に相談（だったかな）
- 釜江氏が引き取ってTISNにむかって邁進、あっちゅうまに実現
  - TISN＝Tokyo University International Science Network (東京大学国際理学ネットワーク)
  - https://orsj.org/wp-content/or-archives50/pdf/bul/Vol.37_12_579.pdf
  - 理学部が（格好をつけるために）各学科にワークステーションを配った 地球物理学科最初のUNIXワークステーション（SONY NEWS）
  - 大竹和生氏ら研究室横断的ファンクラブの創成（せざるをえなくなった） UTcore（東大全学LAN運営裏方若手＋学生たち）の皆さんとのお付き合い、全学的なつながり、IPmeeting に参加するようになるなど
  - 工学部LANから切り離してTISNのアドレスに、我々の（住氏申請の一般設備費による）光ファイバ接続が日米インターネット接続/国内展開WIDEプロジェクトに貢献することになった
- 京都と本格的なネット（WIDE等）経由でのやり取り（活動加速）
  - 東大地物TISNサーバに電脳資源公開領域をおくことにした
    - geopmars という名前だったかなあ

ちなみにTCP/IPによる学術情報ネット=SINETの運用開始は1992
その前はN1netってのがあった

5. 汎惑星気象学・気候学に向けて

地球流体電脳倶楽部立ち上げグループのそれぞれはそれぞれの思いがあったわけだが，林は水惑星実験で遭遇した困難の克服と汎惑星気象学・気候学へ展開を念頭にそのための大風呂敷として発展させようと思った．

野望

数値計算時代に入った

映画かアニメ、特撮かCGであった
このような世界を
計算機上にまじめに（物理法則準拠で）表現

パラメタ空間を探索することで普遍化一般化が実現できれば
汎惑星気象学・気候学ができるだろう
（von Neumann の延長上にあるだけ）


Bespin，雲の惑星
http://images4.wikia.nocookie.net/__cb20071218151247/starwars/images/8/82/Bespin_space.jpg

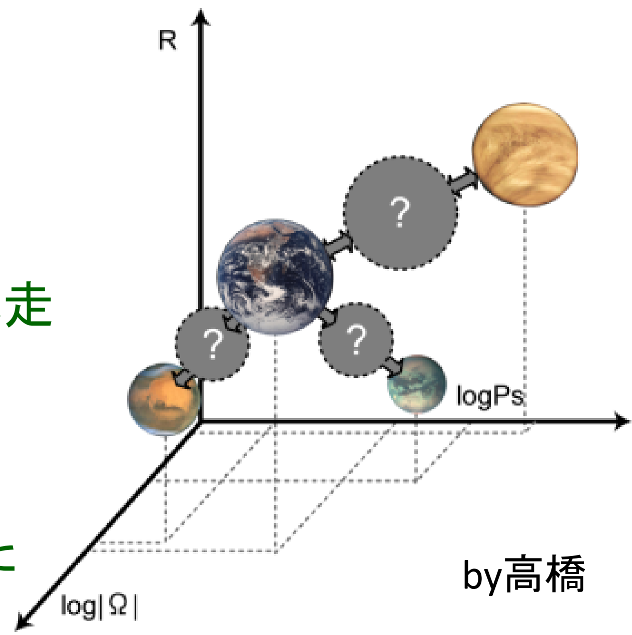

Dagobah，沼（swamp） planet
http://news.nationalgeographic.com/news/2005/06/photogalleries/starwarsgalaxy/images/primary/degoba.jpg


Hoth，雪玉惑星
http://news.nationalgeographic.com/news/2005/06/photogalleries/starwarsgalaxy/images/primary/hoth.jpg


Tatooine，砂漠惑星
http://news.nationalgeographic.com/news/2005/06/photogalleries/starwarsgalaxy/images/primary/tatooine.jpg

気象予報・気候予測の惑星科学的展開

- 天気予報(防災)や地球温暖化(環境)
  つまり人類社会にとっての影響予測・評価はさておき
  あたえられた任意の条件下にある惑星の表層環境の可能な様相(多様性、過去未来現在等)を語れるようになること
- 惑星の顔つき
  - 様々な気象
  - 縞帯・渦々
- どういう条件がそろえば「地球」っぽくなるのか？
  - 液体の水の存在する惑星
  - 火星になったり金星になったりするのはどういうときか？(暴走温室・暴走凝結)
- そのような状態(環境)の形成進化
  - 気候安定性
  - 暗い太陽パラドックスにもかかわらず液体の水が存在できたのはなぜ？
  - …



by高橋

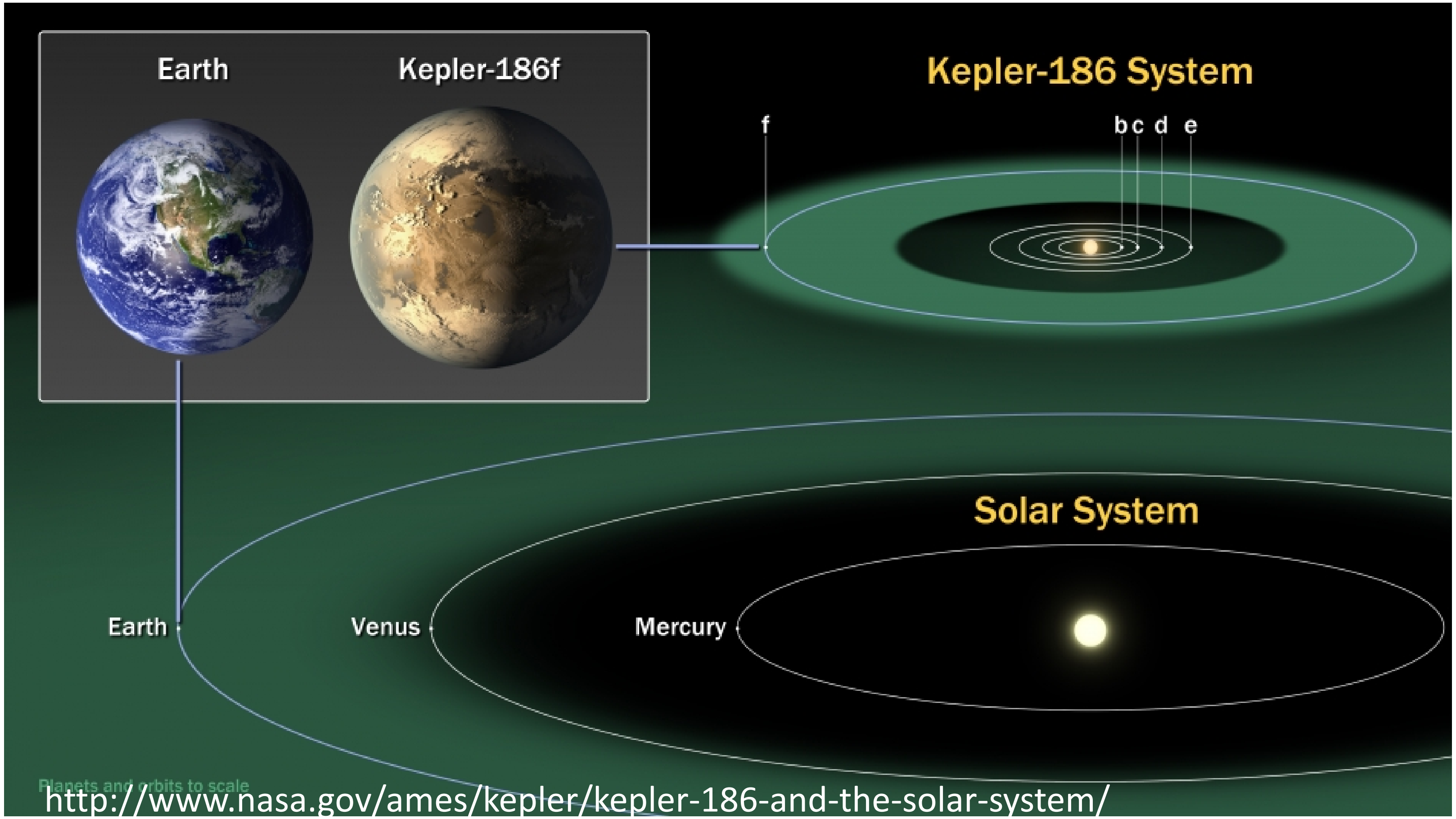
NASA's Kepler Discovers First Earth-Size Planet In The
'Habitable Zone' of Another Star
April 17, 2014

Kepler-186
M 型の星（太陽質量の半分程度）
太陽から500 光年、白鳥座.

http://www.nasa.gov/ames/kepler/nasas-kepler-discovers-first-earth-size-planet-in-the-habitable-zone-of-another-star/

TRAPPIST-1 惑星大気群の比較実験とか、惑星大気大循環比較実験とか、今でこそ、当たり前だが1988年頃は完全にお遊び扱い

1995年の系外惑星発見以降天文観測は長足の進歩を遂げた



http://www.nasa.gov/ames/kepler/kepler-186-and-the-solar-system/

von Neumann 以来やってきたこと

- **数値的再現と予測の伝統的問題**
  - いかな計算機を使おうと、物理法則の直接適応による計算が必要とする自由度に比べれば、所詮小さな自由度しかない
    →様々な素過程を計算可能な「モデル」を考案、これらを組み合わせる
  - 「モデル」もそれらの組み合わせも正しいとは限らないので不断の検証が必要

von Neumann 以来やってきたこと

■ 地球天気予報・気候再現と予測

- それなりに数値計算できる(「モデル」が構築できる)ゆえんは自然界の構造をある程度知っているから
  - 数理物理的構造(地球流体力学等)
    - なぜそうなるかを知ることのひとつ
    - 計算の勘所を与える＝そこさえ表現できればおおむね良い
  - 観測＝答えを見ちゃうこと
    - なぜそうなるかを知らなくても表現するべきものがわかる
- 限界
  - 答(観測)を知らないとどう計算していいかわからない
  - 基礎方程式が同じだからといって違う状況でうまく計算できるとは限らない
  - とあるモデルは別の設定で有効とは限らない

惑星科学的展開

- 違う世界はわからないんだから、これまでやってきたことを火星・金星...で同じようにやる
  - 自然界の構造を掌握する
    - 解の数理物理的構造を(より広いパラメタ空間に拡張して)知る努力
  - できる範囲で答え合わせ
現在の実諸惑星環境を表現できることは予測能力の検証
    - 惑星探査による観測
    - 天文観測
    - でも、当然地球のようにはあんまりたくさんない観測ない

惑星科学的展開

- 観測できないor観測が困難な世界の計算力の検証
  - 地球で得られてきた（地球に特化してるかもな）知見（常識）の再検討
    - 防災や環境予測などのニーズの高い研究と同じだけのマンパワーと資源が必要となるがそれは望めない
  - 数値世界のより強力な活用
    - さまざまなレイヤーに特化した階層的に存在する数値計算モデル群による相互検証
  - しかし，マンパワーと資源は防災問題や環境問題ほどはかけられない

惑星科学的展開

- **問題：膨大な知識とデータ，複雑化するモデルへの対応**
  - 地球での知見も増えている→確認するのも大変
  - 数値モデルは高度化している
  - 計算環境は残念ながら複雑化している（計算機の能力を発揮させるのに手間がかかる）

→計算情報問題

  - そもそも作るのが大変
  - 動かすのも大変
  - 相互に参照するのはもっと大変

惑星科学的展開

■ 伝統的対応は人海戦術(体力勝負)

- 確保できる予算とマンパワーで勝負が決まる
- いずれ限界が?(でも以外と?長持ちした:計算技術の進歩)
- いずれにせよ防災科学や環境科学のようには研究者人口は期待できない

→なんらかの協同組合を企てる

- 仲間がいたほうが楽しい
- それぞれの都合・方向で柔らかく参加してもらう

協同組合→自然に科学基盤として情報の位置付け

- **誰もが参照できて使える情報基盤としての資源の整備・提供・共有**
  - 詳細な知識アーカイブとして数値モデルを位置づける
    - 論文に載ってる情報じゃあ全然足らない
    - そもそも細かい設定は論文には載せられない
    - 数値モデル自体がデータ（知見情報）
    - ドキュメンテーション
再現可能となる情報、モデルパラメタの根拠等の記録を内在させる
  - 数値モデル構築とデータ処理のための技術的基盤としての情報基盤
    - 教育研究用のツール群＝誰もが自由に使える
    - 構築維持管理運用レベルの全体としての底上げ
    - 一人あるいは小さなグループで全部やってたら大変

地球流体電脳倶楽部に組み込んだ:

- 理論・観測データ・数値モデルを統合した、情報化時代にふさわしい、新しい「教科書」の模索
  - 「紙と鉛筆」で行われてきた知見の集積と伝承を、「計算機とネットワーク」を用いて行う
    - 情報の種類を区別する必要はなかろう＝マルチメディア
    - ネットワーク越しに計算機に聞くと答えてくれる
  - ソフトウェアやデータも含む
    - 研究教育用モデルはそれ自体が教科書たるべき
  - 著作権問題をクリアした資源
    - 誰でも使える、改変できる
- そのような「教科書」作る「場」の提供
  - その時々で利用可能な情報技術を利用しつつ、知見の集積・管理のよりよい方法を考える

情報地球惑星科学？

■ 知の爆発への対応

- V. Bush(1945)
  - 「人類にとっての真の挑戦は原子をさらに細かく調べたり生命の複雑さを探求することではなく、科学技術が氾濫させる情報のよりよい管理方法を発見することだ」
  - 研究者にとって情報のよりよい管理方法とは？
- これを地球流体（気象海洋…）な世界ぐらいを対象に何とかしてみようじゃないの
  - 気象海洋現象を統一的に記述するべく生まれた地球流体力学の伝統を「継承」
→計算可能設定の拡張に必要
  - 数理物理的な構造を基盤に情報学的構造（整理の仕方）の探究

Bush, V., 1945: As we may think. The Atlantic July 1945.
https://cdn.theatlantic.com/media/archives/1945/07/176-1/132407932.pdf
https://web.archive.org/web/20120822122558/http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/?single_page=true
沢山の雑誌で再印刷発行されたらしい https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/227181.227186

地球流体電脳倶楽部立ち上げ1988

- 運営メンバ（当初）
  - 林 祥介（当時東大・理・助手）
  - 塩谷雅人（当時京大・理・助手）
  - 酒井敏（当時京大・教養部・助手）
  - 余田成男（当時京大・理・助教授）
  - 山田道夫（当時京大・防災研・助教授）

地球流体力学の現状（1992年ごろ?）1/3

地球科学と計算機科学は仲良し

- 計算機の父フォンノイマンが，弾道計算の次に挑戦したのが「天気予報」であったことからもわかるように，地球科学と計算機科学の関係は非常に古く，非常に深い．計算機の出現によって，流体の基礎方程式を複雑な境界条件のもとで解くことが可能なったばかりでなく，実験，観測の自動化，データ解析など，観測から理論まであらゆる局面で計算機が使われている．最近ではインターネットの普及により，データの流通にも革命が起こっている．このように，地球流体力学にとって，計算機はなくてはならない存在である．

地球流体力学の現状(1992年ごろ?) 2/3

多角化の時代

- 情報化時代をむかえ，さまざまな情報が比較的容易に手に入るようになってきた．これまで，専門家でないと入手不可能であったようなデータも インターネット経由で容易に入手できるようになってきた．
- 一方で「環境問題」に代表されるように，さまざまな要素が絡み合った問題に何らかの回答を出すことが，社会から我々研究者に要請された課題でもある．
- こうなると，もはや狭い専門のタコツボに閉じ籠っているわけにはいかない．おなじものを研究するにしても，以前より広い視野と多角的な視点を必要とする時代になったのである．

地球流体力学の現状（ 1992年ごろ? ） 3/3

研究教育の空洞化

- このような時代の変化にも関わらず，研究教育の現場はどう見ても逆向きに動いている.
- まず，全国の大学の教養部が廃止されたことにより，大学は専門学校の色彩を強めている．研究の現場においても「研究成果」を求めるあまり，ますます専門化する傾向にあるばかりか，短期的な視点で効率的な研究に重点がおかれ，長期的視野に立った研究がおろそかにされる傾向にある.
- その結果，各分野に必要な基礎的知識や技術の蓄積，整理，伝承といった 地味な仕事が軽視され，将来の研究基盤の構築が進んでいない．すなわち現在の研究活動は「既存の知識を食い潰す」ことによって 成り立っているのである.
- このような情況では，他分野の情報を理解して，広い視野で研究することなど夢のまた夢であるばかりか，一つ一つの専門分野の将来も非常に暗い．地球流体電脳倶楽部はこのような現状を強く憂慮している.

地球流体力学電脳倶楽部のポリシー1/3

研究教育のための情報は無料でなければならない

- 少なくとも税金で運営されている国立大学，国立研究所が提供する情報は無料であるべきである．また，その情報の出所が明らかでなければならない．さらに，その情報の再配布が可能であることが望ましい．

地球流体力学電脳倶楽部のポリシー2/3

隣の専門家がわかる情報を提供すべし

- 幅広い視野でものを考えるためには，専門外の知識も必要である．専門外の知識を仕入れるために，その専門家とおなじだけの経験／勉強が必要であるとすれば，「幅広い視野で考える」なんてのは，人生何度あっても足りない．したがって「幅広い視野で考える」ための第一歩は「専門外の人にもサービスする」ことである．

地球流体力学電脳倶楽部のポリシー3/3

技術的な仕事，教育活動も研究活動の一環

- 大学においていわゆる「研究」以外の仕事は (授業も含めて) 「雑用」と呼ばれる．しかし，教育のできない専門分野は，将来衰退の一歩をたどることは間違いない．さらに，研究に必要な技術的仕事を放棄することは，研究を放棄することに他ならない．そもそも，大学の本務は「教育」のはずであるから「雑用」であるわけがない．また，地球科学は基本的に「応用科学」であるから，応用技術の善し悪しが研究の成否に直接関わる．したがって，技術的仕事も研究の重要な一部分である．

活動の柱

- 「場」の提供＝知見集積のトラップ
  - 電脳サーバの運営（全国3箇所＝北大・京大・九大に展開）
    - http://www.gfd-dennou.org/
  - 種々のセミナーの運営
    - WHOI GFD プログラムみたいなのできるといいな

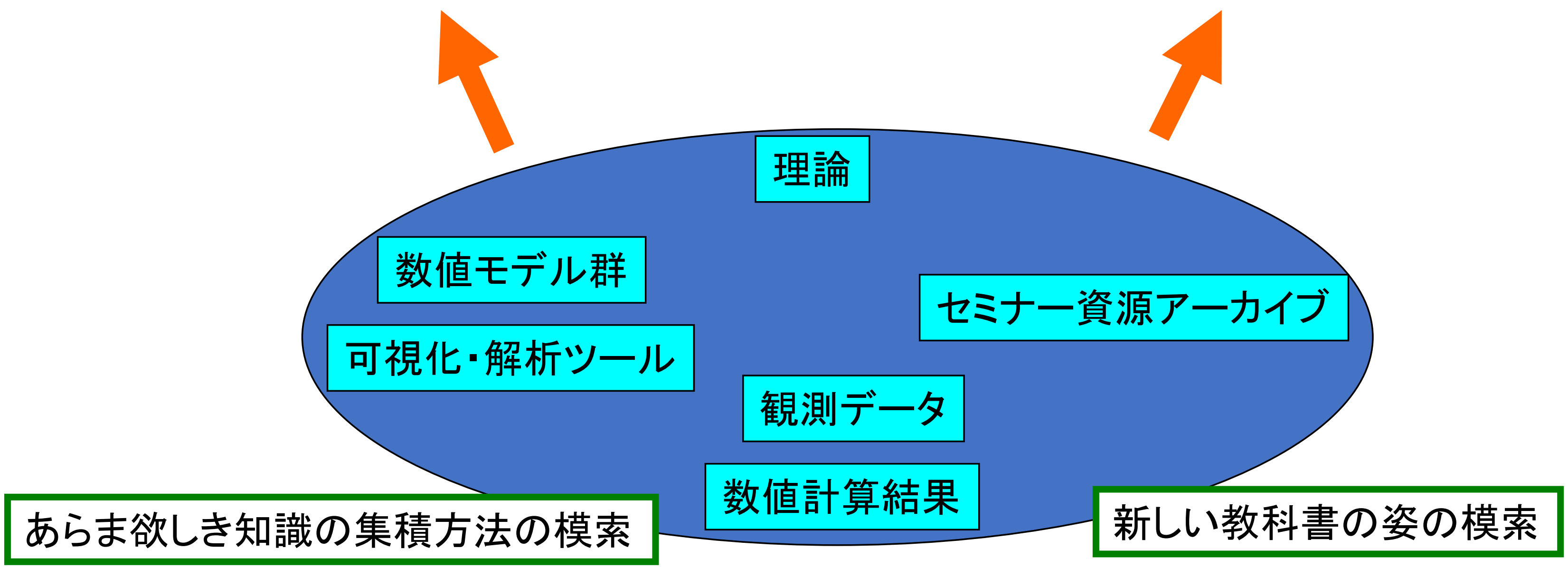
- 「暗黙知」や「口伝的による知見」の情報化と集積
  - 講義、セミナーの資料、映像の保存とネットワークさばー上での提供
    - 当初はOHPをスキャナーで取り込んだりかなりめんどくさかった→今やZOOMでらくちんね
- いわゆる「教科書」の電子化：知見の整理
  - 地球流体基礎実験集
    - http://www.gfd-dennou.org/library/gfdexp/
  - 地球流体力学に関するノート（「理論ノート」）
    - 最近のツール化（JupyterNoteとか）ができていない

- ソフトウェア開発：理解との統合、利用する道具
  - データ構造、可視化・解析ツール
  - 数値計算モデル群

I/Oライブラリ（Gtool）
ruby （Ghys）

階層的地球流体スペクトルモデル集（spmodel）
汎惑星大気大循環モデル（dcpam）
対流解像モデル(deepconv)
世界かなり最高速FFTなど ISPACK

地球流体電脳倶楽部の目指すもの模式図



製品群

- 1985年
  - 気象庁から東大に気象庁全球数値天気予報モデル＝大気大循環モデル(FORTRAN77)が「輸入」
- 1987年
  - SGKS = DCLの初期バージョン（京大）
- 1988年（春）: 地球流体電脳倶楽部発足
- 1990年
  - DCL（ 電脳倶楽部ライブラリFORTRAN77の描画用ライブラリ） ver. 3 公開
  - AGCM5（気象庁の大気大循環モデルを再構成したもの・CCSRプロトタイプ）
  - GTOOL3（データ構造、FORTRAN77のデータ入出力・描画ツール）
- 1997年:地球流体基礎実験集オンライン化
- 1998年:理論ノート集積
- 1999年: Davis (Data analysis and visualization)プロジェクト
  - Gtool4 tools/library （FORTRAN90のデータ入出力・描画ツール）
  - Gtool4 規約 （netCDF データの規約）
- 2002年
  - ISPACK（FORTRAN77の高性能数値計算ライブラリ）
  - SPMODEL （FORTRAN90の可読性を考慮した地球流体力学スペクトル数値モデル群）
  - Ruby 製品
- 2003年
  - Gt4f90io （FORTRAN90のデータ入出力ライブラリ）
- 2005年
  - Deepconv/DCPAM（FORTRAN90の数値モデル）
- 2011年
  - GfdNavi

「場」の提供
＝
知見集積のトラップ

地球流体力学セミナー

- (元祖)地球流体セミナー1980~1987
  - by木村竜治・山形俊男・増田章ら
  - ちなみに、すいません、これを終わらせたのは林
    - 若気の至り(物足りない、マンネリ、…)
    - 熱気が去った
      - 理論から「現実」へ、
技術進歩によるさらなる観測と現実的シミュレーションへ、
      - 温暖化問題の到来
      - 力学あるいは簡単な数理モデル終わった感、
あるいは、人々は現場に忙しくなった

→(勝手ながら)仕切り直した

地球流体力学セミナー再稼働

- （新）地球流体セミナー 1991（?）~
  - 本家WHOI GFD Program のメインレクチャーみたいなまったりとしたのが欲しいなあ
    - 今や、分野の基礎となったGFDの知見の継承
    - 成熟（専門分化・高度化）への対応
    - 新しい技術=数値計算との接続
    - 先端研究発表会のみではなく、教育的（pedagogical）を強く意識、勉強に使えるアーカイブ
  - 地球流体電脳倶楽部の立ち上げとともに再稼働、メインに位置づけた

FDPES と「地球流体力学研究集会」

- 集中講義、ただし、世界から呼ぶ
  - 山田道夫氏企画
  - FDEPS（Fluid Dynamics in Earth and Planetary Sciences）
  - 東大数理1999~2002→京大数理研2003~
  - 第1回～第2回は日本語の日を作った
- 研究会型（旧地球流体セミナー型？）の再開
  - 新野宏・和方吉信による→伊賀・山本
  - 「地球流体力学研究集会」
  - （大気）海洋研&応力研1999~

  →FDEPSの日本語部分と統合するのはどう？という申し入れをしたが
  設計思想があわなかったみたい
  - FDEPSからは日本語の日をカットすることとし独立開催・協調運用となった

「暗黙知」や「口伝的による知見」の情報化と集積

講義・セミナーアーカイブ

- 当初は OHP や手書きノートをスキャンしただけのもの
  - かなり面倒
  - 一番古いの公開資料はGFDセミナー1991

- 資料媒体の電子化
  - プレゼンテーションソフトウェアの普及
    - PowerPoint, MagicPoint, KeyNote

- 映像との融合
  - 慶応大学 SFC 「School Of Internet」「School on Internet」を模範
  - 知見の生まれる場の様子を映像情報として集積
  - 北大を中心とした mosir プロジェクトと連携
  - テレビ会議システムの導入と収録

講義・セミナーアーカイブ

講義・セミナーアーカイブ

- 我々の取り組みの広がり
  - 学会が後援するセミナーのアーカイブ開始
    - 惑星科学フロンティアセミナー（2006~）
  - 北大理学講義アーカイブシステム(2007~)
    - 我々の経験を基に作られたシステム
    - 市販のソフトウエア（EZ プレゼンテータ）を利用
  - 神戸-北大 GCOE （2008~）の主要な柱の一つに
    - 惑星科学に関するさまざまなセミナーもアーカイブ
- 幸か不幸かZOOMがポピュラーになって収録は非常に楽になった

いわゆる「教科書」の
電子化:
知見の整理

「教科書」の電子化

- 地球流体基礎実験集
  - 京大で行われた地球流体実験の記録映像

- 理論マニュアル
  - さまざまなノートを電子化（整備中？）

ソフトウェア開発
理解との統合、利用する道具

ソフトウェア製品群

DCLのFortran77技術の上にAGCM5とそのためのGTOOL3

UCAR・UNIDATA訪問
GFDL開発部隊訪問

e-sicence 展開の哲学的差を実感

- 1985年
  - 気象庁から東大に気象庁全球数値天気予報モデル＝大気大循環モデル(FORTRAN77)が「輸入」
- 1987年
  - SGKS（→ DCLの初期バージョン）（京大）
- 1988年（春）：地球流体電脳倶楽部発足
- 1990年
  - DCL（ 電脳倶楽部ライブラリFORTRAN77の描画用ライブラリ） ver. 3 公開
  - AGCM5（沼口：気象庁の大気大循環モデルを再構成したもの・CCSRプロトタイプ）
  - GTOOL3（沼口：データ構造、FORTRAN77のデータ入出力・描画ツール）
- 1997年:地球流体基礎実験集オンライン化
- 1998年:理論ノート集積
- 1999年: Davis (Data analysis and visualization)プロジェクト（JST予算）
  - Gtool4 tools/library （FORTRAN90のデータ入出力・描画ツール）
  - Gtool4 規約 （netCDF データの規約）
- 2002年
  - ISPACK（FORTRAN77の高性能数値計算ライブラリ）
  - SPMODEL（FORTRAN90の可読性を考慮した地球流体力学スペクトル数値モデル群）
  - Ruby 製品
- 2003年
  - Gt4f90io（FORTRAN90のデータ入出力ライブラリ）→GTOOL5
- 2005年
  - Deepconv/DCPAM（FORTRAN90の数値モデル）
- 2011年
  - GfdNavi

データをクリックすればとりあえず絵が描ける

GTOOL＊

- GTOOL3
  - 沼口敦がDCL技術をベースに
    - 4次元（時系列）データ念頭
    - MTとのデータ読み書きするI/O
    - 自己記述的試み
    - Fortran７７世界
    - 流体数値計算モデル・データ解析のベースを支える設計
- GTOOL＊（現在は佐々木洋平氏）
    - MTからランダムアクセスへ
    - netCDFを用いた自己記載（クリック一発で絵が描ける描画情報付与 CF convention を基に上に加える）
    - GTOOL３のFortran90化
    - DCLの上部部分の足回り
      - データI/O, 時計・カレンダー, エラー処理など
    - 描画部分を外してGTOOL5へ
    - Deepconv, DCPAM, SPMODELの足回りに

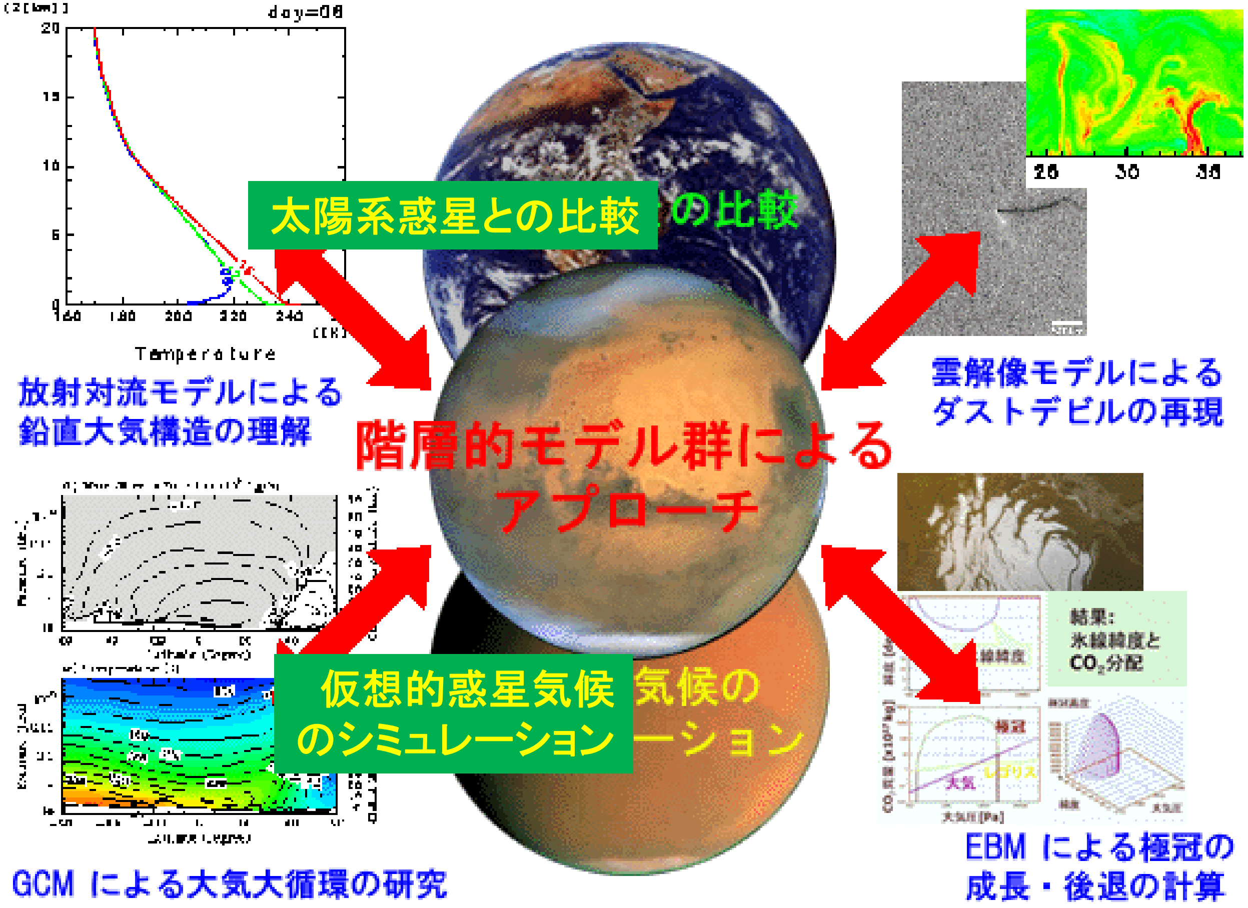
Ruby

- データ解析・可視化
  - GTOOL3＋DCLではFortran 世界で全部閉じようとしていた
  - 90年代後半、オブジェクト指向スクリプト言語ruby
  - 当時は python よりはるかにすっきりしていてよいオブジェクト指向スクリプト言語とされていた
- Ruby ＋ DCL うまく動いた
  - ごとけん氏（北大数学出身）の協力
  - 堀之内氏・西澤氏らの牽引
  - JST課題で試行
  - 情報爆発（喜連川代表）公募研究科研でgfdnavi

階層的モデル群
地球流体力学から惑星気象・気候研究に至るまでイメージ

- 計算されている物理が理解しやすい可読性の高いコード
  - 書式の工夫
  - モデル間共通書式
  - モデル間共通I/O
- パソコンからスパコンまでの可搬性の高いコード
- 階層化と整合的な部品化
- テストとドキュメンテーション

を目指す



更なるサブシステム(海洋・氷・陸面・固体地球)との階層的結合

階層的数値計算モデル

- 設計思想
  - 地球流体力学系さんから気象気候計算までの様々なモデル群をそろえる
  - 足回りはGTOOL5
  - 階層的数値モデル群全体で書式書法をできるだけそろえる
  - ツールボックス化
  - ドキュメンテーション重視
  - ソースコードにコメントを入れ込むことでコード解説マニュアルの自動生成（Rdoc）
  - 参照マニュアルと利用マニュアルは別途
- DCLの時は
  - 塩谷コード、酒井マニュアル、林幹事ですすめたが、なかなかそういうコンビネーションは作れない（あたりまえ？）

階層的数値計算モデル

- Deepconv
  - 中島（健）1983?：非弾性2次元雲解像モデル（warm rain）
  - 小高正嗣氏1996?＋杉山耕一郎氏
    - 純圧縮2、3次元モデル
    - CReSSの写経、ただしDCPAMとできるだけ書式や変数名をそろえる
    - 変数名の議論はその昔ずいぶん行った
    - 火星・金星・外惑星念頭
    - 地形の実装ができてないなあ
  - 金星や木製などには完全熱力学モデルの力学コアが欲しいかなあ

階層的数値計算モデル

- SPMODEL/ISPACK
  - 石岡圭一 ISPACKベース
  - 竹広真一・小高正嗣 SPMODEL←spml=ISPACKのFortran 90カバー
  - 数式を書くように数値モデルが書ける
  - 球殻対流・MHDなどあれこれできるようになった

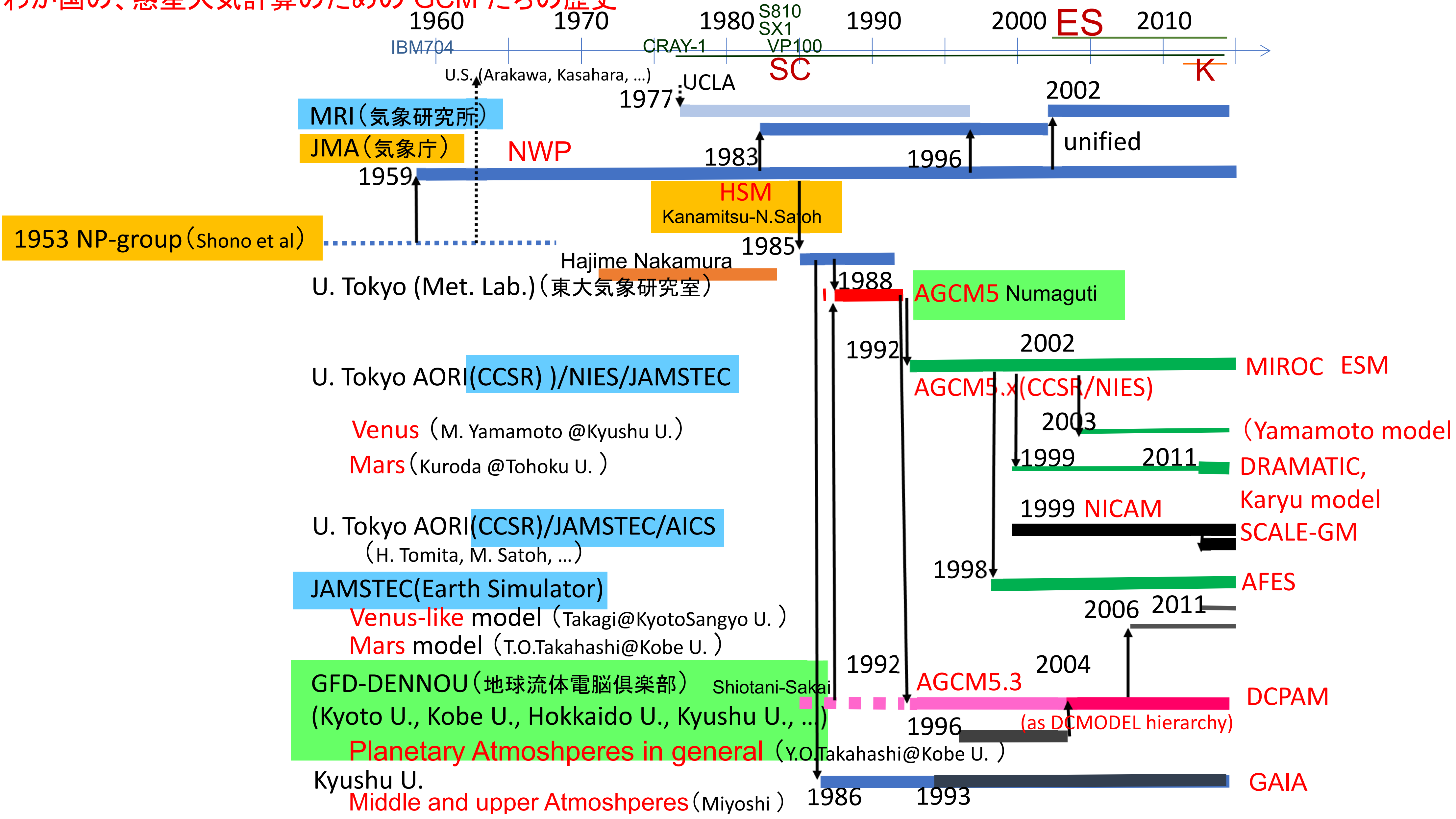
階層的数値計算モデル

- DCPAM
  - 単純から複雑までをカバー
    - 力学コアの入れ替え（静力学、非静力学、スペクトル、有限格子点）
    - 計算ジオメトリの入れ替え（3次元球面・平面、2次元軸対称・平面、…）
    - 物理過程の着脱
  - 森川泰大・石渡正樹 AGCM5.3をFortran90ベースに書き換える
    - あまりうまくいかなかった
    - 本末転倒「着脱」にこだわりすぎて、コードがわかりにくくなった
    - 当然、速度遅すぎ（実用に堪えない）
  - 高橋芳幸
    - 理想はさておき書き直し→使えるモデルへ
    - 火星・金星・地球・タイタン・系外惑星などなど

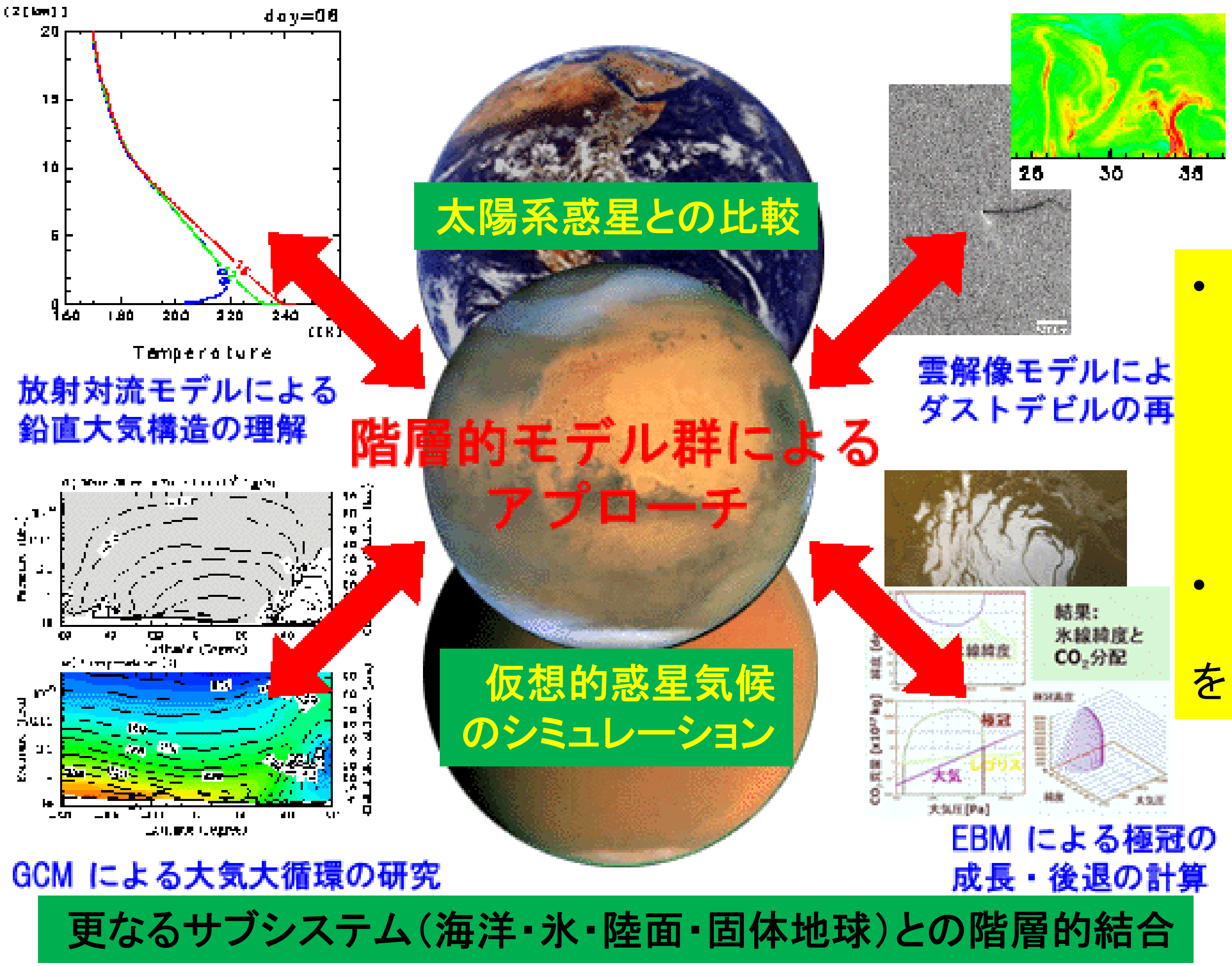
他のモデルとの連携

- AFES-Planets プロジェクト2004?-
  - Atomospheric GCM for Earth Simulator
  - CCSR AGCM（バージョン？）をESに最適化
  - 大淵さん・榎本さん起案
  - APEに参加するとともに、これを惑星大気パラメタ・物理過程を導入してES上での高解像度大規模計算を実現
  - 水惑星・火星・金星
  - あかつき2010を控えていた
- SCALE-*
  - SCALE-LES
  - SCALE-GCM→火星・金星の非静力

わが国の、惑星大気計算のための GCM たちの歴史



階層的モデル群による惑星気象・気候研究アプローチイメージ



- 計算されている物理が理解しやすい可読性の高いコード
  - 書式の工夫
  - モデル間共通書式
  - モデル間共通I/O
- パソコンからスパコンまでの可搬性の高いコード

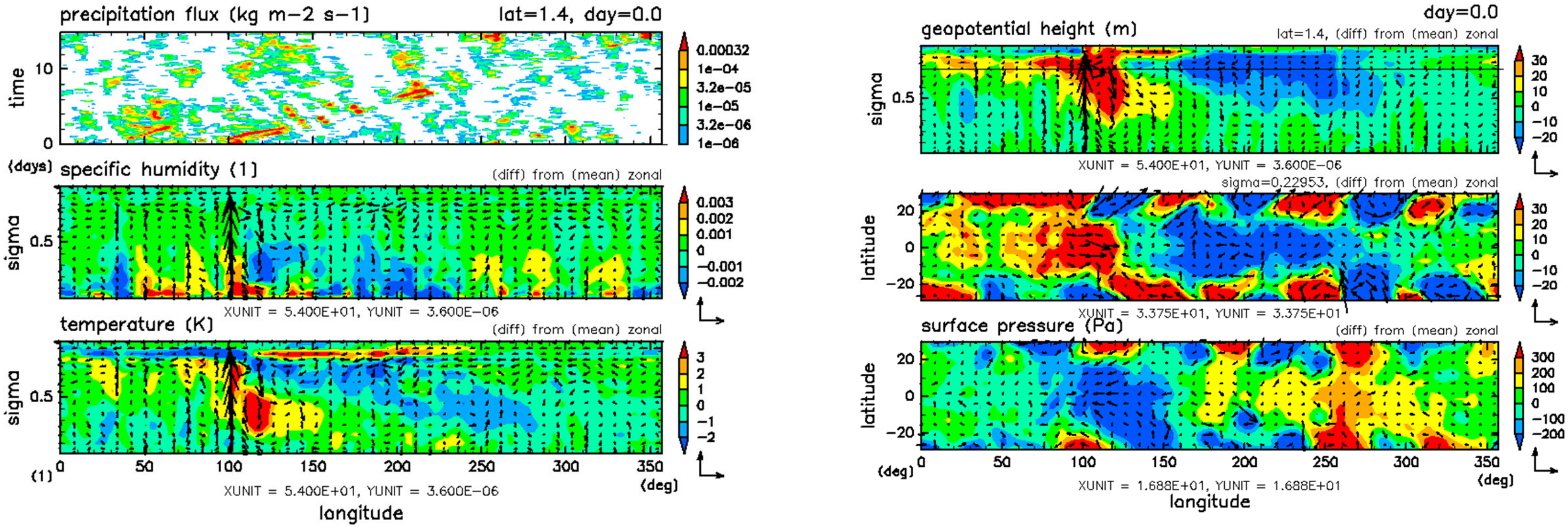
を目指す

6. 成果

ある程度達成した

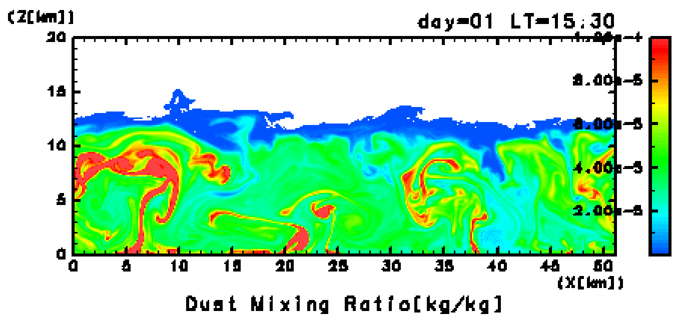
APE（AGCM5.3）

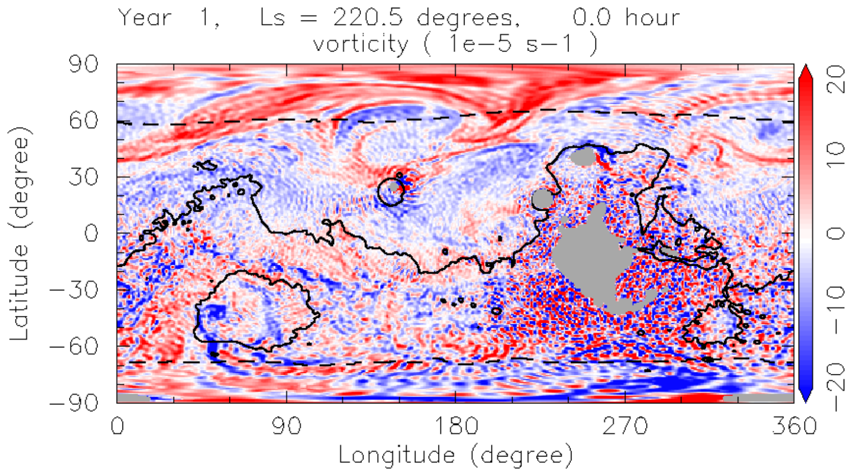
山田（藤澤）由貴子他2012



Nakajima, K., Y. Yamada, M. Ishiwatari, and Y.-Y. Hayashi, 2012: Dependence of equatorial precipitation activity on the vertical profile of radiative cooling in an aqua-planet experiment. NAGARE Multimedia, 2012.
[Available at http://www2.nagare.or.jp/mm/2012/nakajima/]

火星の対流→火星のGCM





火星対流
Martiian Conveciton
Odaka (2001,GRL)
https://doi.org/10.1029/2000GL012090,

Odaka et al 2001 Nagare Multi Media
https://www2.nagare.or.jp/mm/2001/odaka/

火星大循環
Martian GCM with ES
Takahashi et al (to be published)

JAMSTEC
地球シミュレータ用
大気大循環モデル
AFESとのコラボ
AFES-Mars

火星の対流高解像度計算

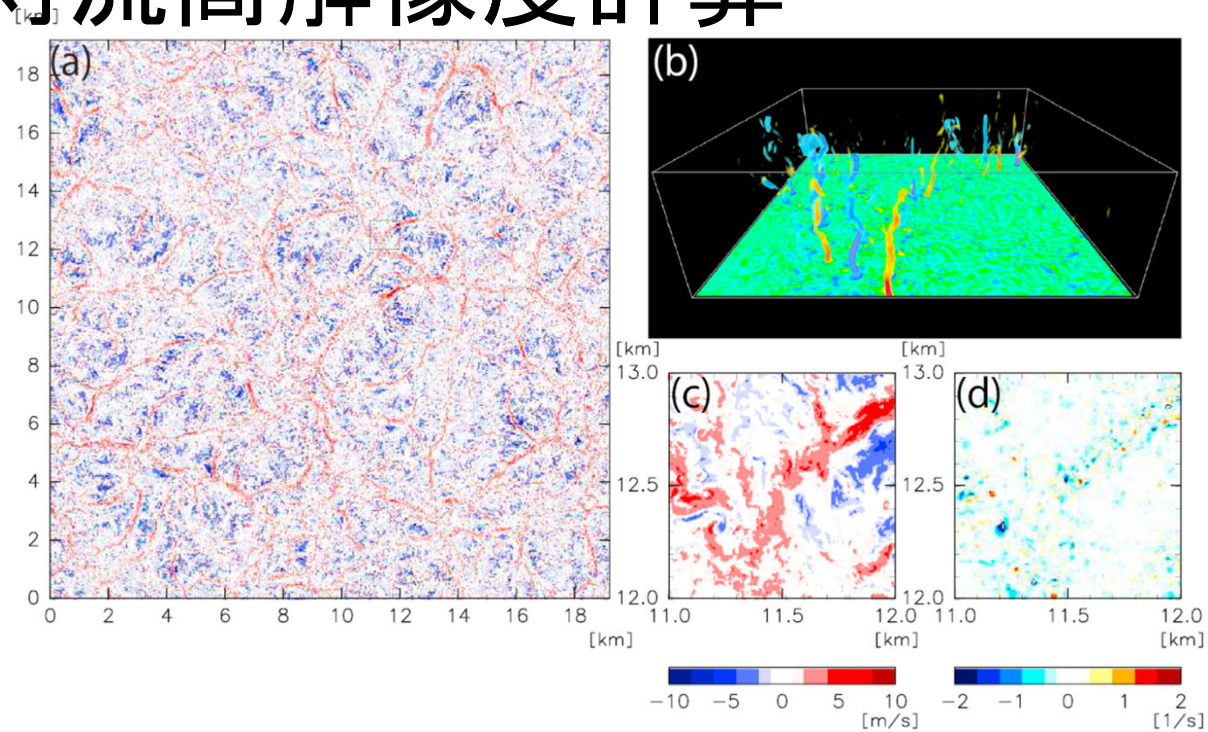
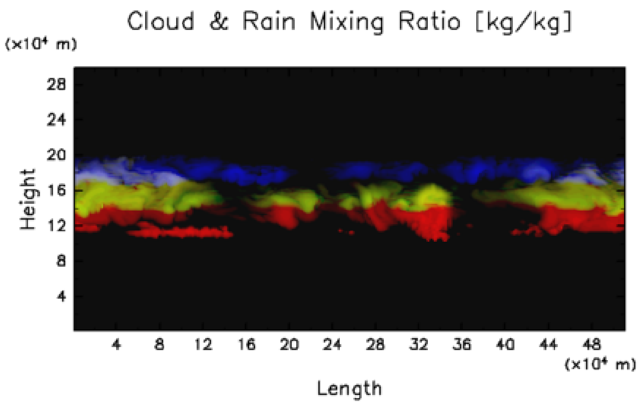


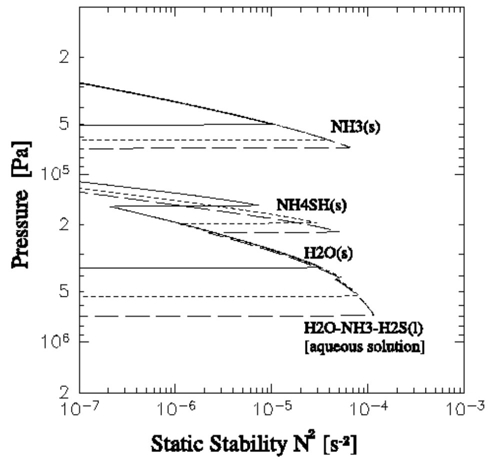
Figure 1. Horizontal cross sections at 62.5 m height of (a, c) vertical velocity, (d) vertical vorticity, and (b) three-dimensional structure of vertical vorticity in the 5 m resolution run at 14:30 LT. Figure 1a displays the entire domain of the simulation, while Figures 1b–1d represent the 1 km × 1 km subsection of the domain denoted by the rectangle in Figure 1a. The depth of the region in Figure 1b is 300 m from the surface. Left and right color bars correspond to vertical velocity and vertical vorticity, respectively.

理研R-CCS
LESモデル
SCALE-LES
とのコラボ

Nishizawa et al 2016
Martian dust devil statistics from high-resolution large-eddy simulations, GRL, 43
https://doi.org/10.1002/2016GL068896

木星の対流



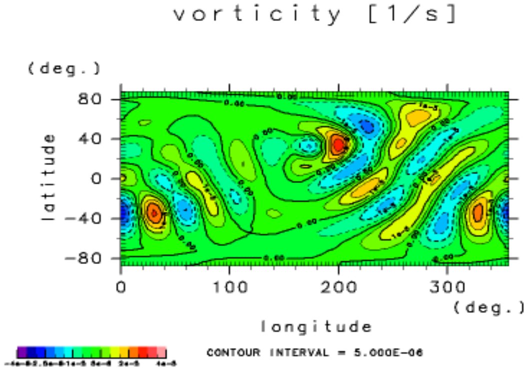


木星型惑星大気の雲対流計算
Jupiter cloud structure
Sugiyama et al. (2009, nagare)
https://www2.nagare.or.jp/mm/2009/sugiyama/
Sugiyama et al. (2011, GRL)
https://doi.org/10.1029/2011GL047878
Sugiyama et al. (2014, Icarus)
https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.016

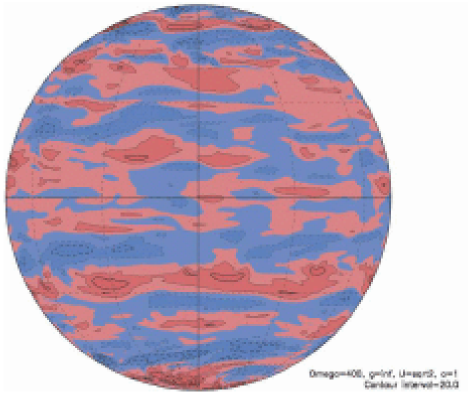
木星型惑星大気の熱力学モデル
Sugiyama et al. (2006, GRL)
https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.016

spmodel

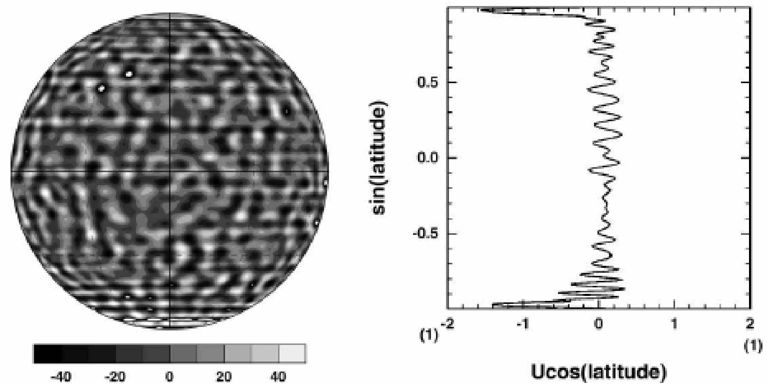
階層的地球流体スペクトルモデル集spmodel
http://www.gfd-dennou.org/library/spmodel/



減衰乱流における帯状構造:
Hayashi et al. (2007,JAS)

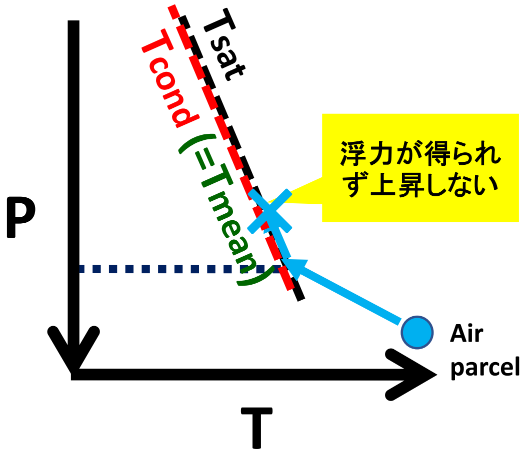


減衰乱流における極渦:
Takehiro et al. (2007,JAS)



DEEPCONV 計算例 古火星気候?

- 主成分 CO_2 が凝結する系ではどのような対流・雲が生じるか?



- 2bar CO2
- 地面273K 固定
- 0.1K/day 冷却固定

DEEPCONV 計算例 古火星気候? (Yamashita et al., 2016 JAS)

- **臨界可飽和度1.0**

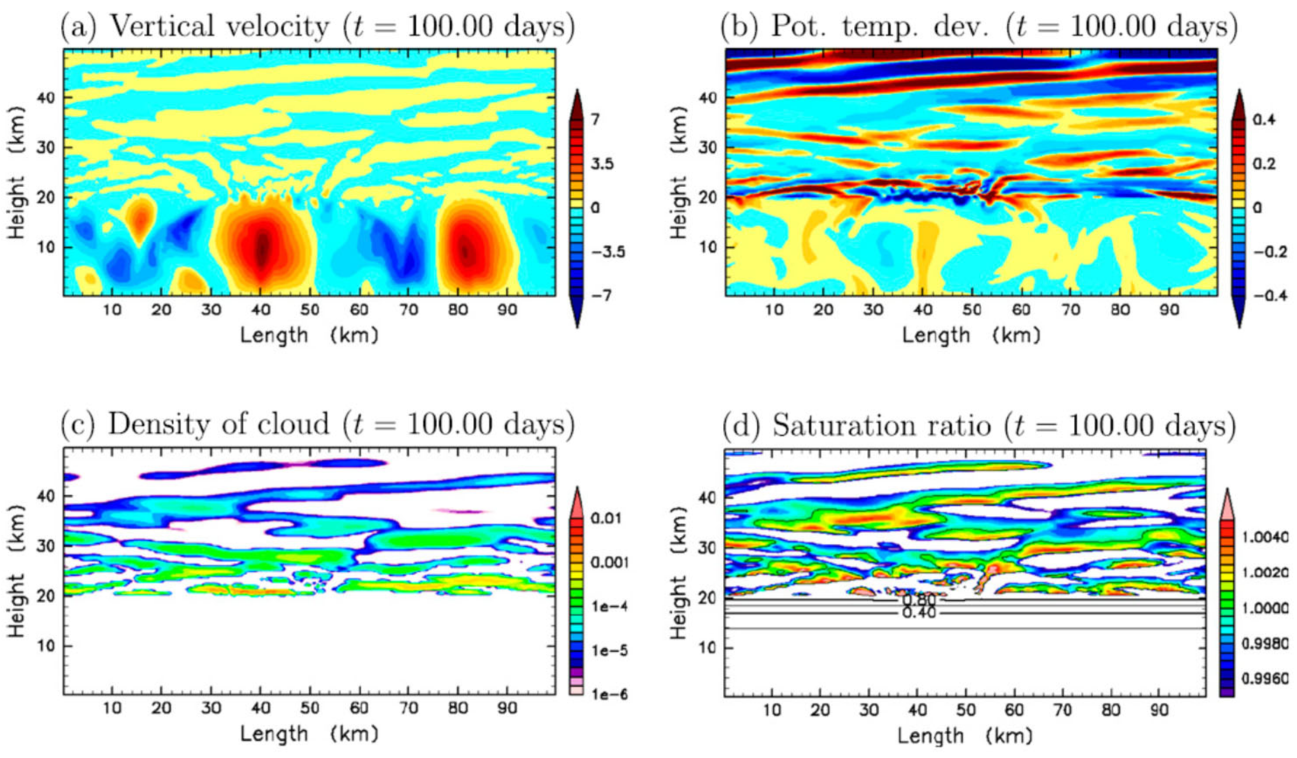
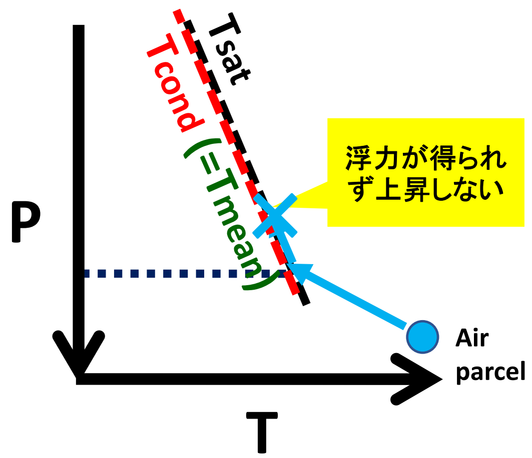


FIG. 3. Spatial distributions of variables at $t = 100$ days for the case with $S_{cr} = 1.0$ and $N_* = 5.0 \times 10^6\,\mathrm{kg}^{-1}$. (a) Vertical velocity ($\mathrm{m\,s^{-1}}$), (b) potential temperature deviation from the horizontal mean (K), (c) mass density of CO_2 ice cloud ($\mathrm{kg\,m^{-3}}$), and (d) saturation ratio.

Yamashita, T., M. Odaka, K. Sugiyama, K. Nakajima, M. Ishiwatari, S. Nishizawa, Y. O. Takahashi, and Y. Hayashi, 2016: A Numerical Study of Convection in a Condensing CO2 Atmosphere under Early Mars-Like Conditions. *J. Atmos. Sci.*, **73**, 4151–4169, https://doi.org/10.1175/JAS-D-15-0132.1.

DEEPCONV 計算例 古火星気候?

- 主成分, CO_2, が凝結する系ではどのような対流・雲が生じるか?



- 2bar CO2
- 地面273K 固定
- 0.1K/day 冷却固定

- 十分な散乱温室効果を生じる雲はたぶん形成されない.
- 対流の構造は雲凝結核の数と可飽和度に大きく依存

(Yamashita et al., 2016 JAS)

- **臨界可飽和度1.35**

(Yamashita et al., 2016 JAS)

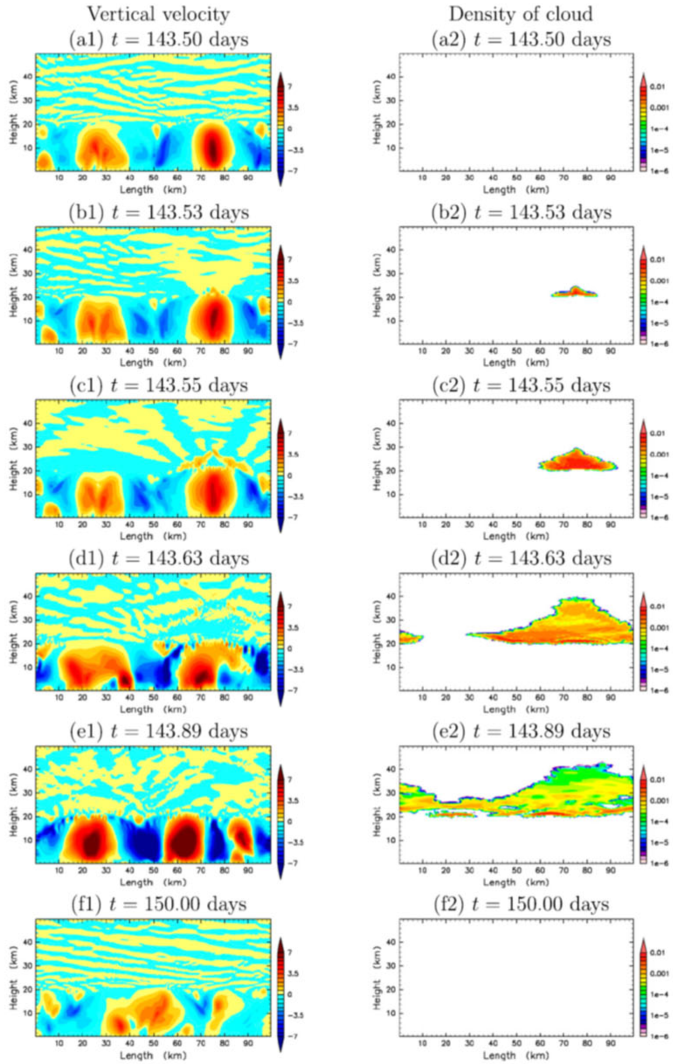
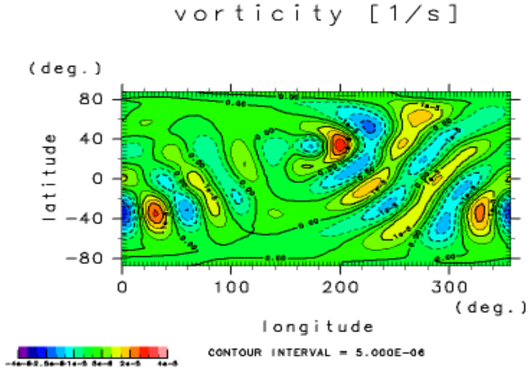
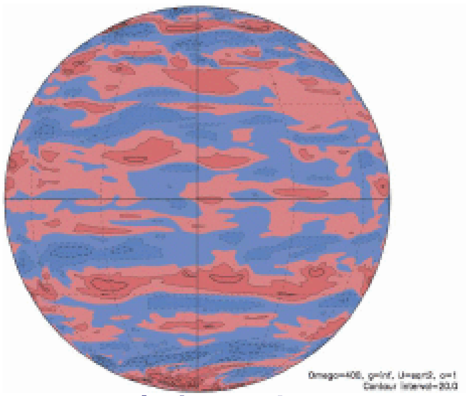


FIG. 5. Spatial distributions of (a1)–(f1) vertical velocity (m s^{-1}) and (a2)–(f2) mass density of CO_2 ice cloud (kg m^{-3}) for the case with S_{cr} = 1.35 and N_{*} = 5.0 × 10^6 kg^{-1} at (top to bottom) t = 143.50, 143.53, 143.55, 143.63, 143.89, and 150.0 days, respectively. Note that the time of (a) is equal to that of Figs. 6a,b and that of (c) is equal to that of Figs. 6c,d.

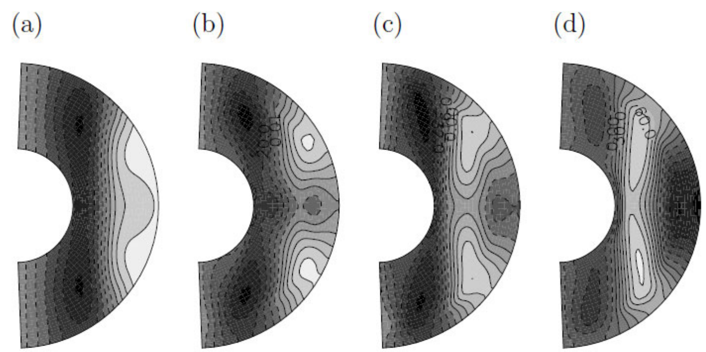
球面2次元モデル・球殻3次元モデル

階層的地球流体スペクトルモデル集spmodel
http://www.gfd-dennou.org/library/spmodel/



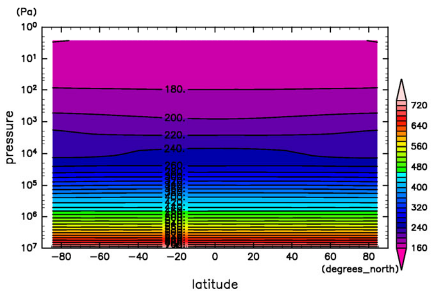


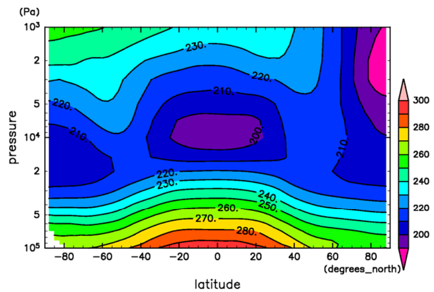
球面減衰乱流における帯状構造:
Hayashi et al. (2007,JAS)

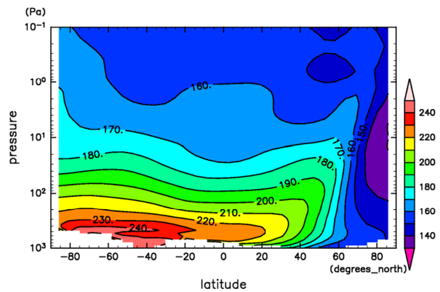


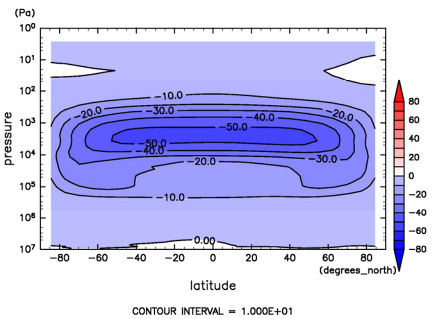
回転球殻対流における平均流生成
Takehiro et al. (2007)

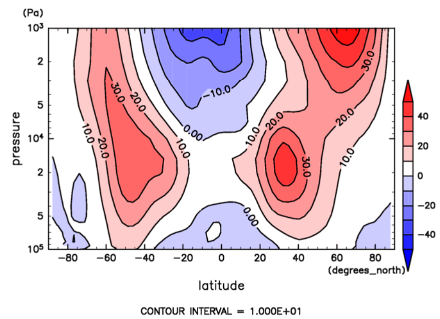
汎惑星大気大循環モデルDCPAM計算例

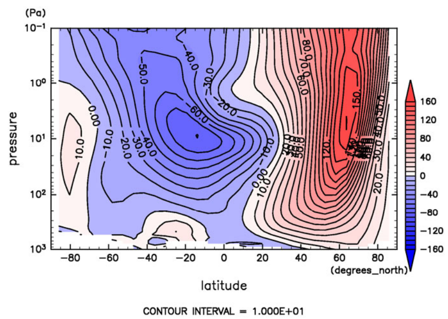






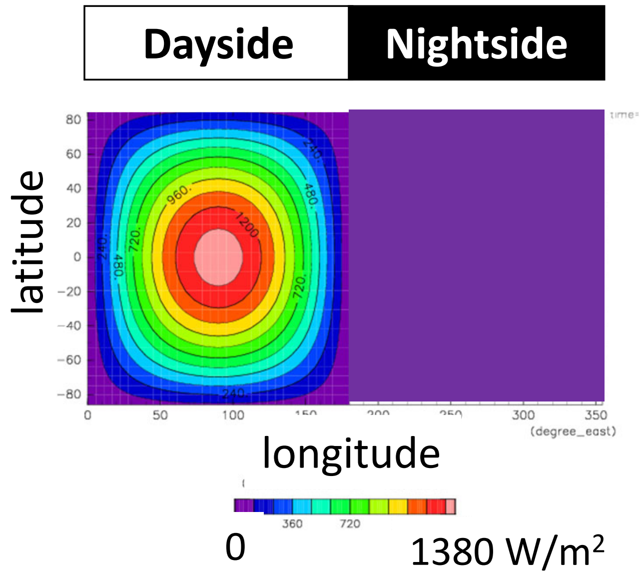






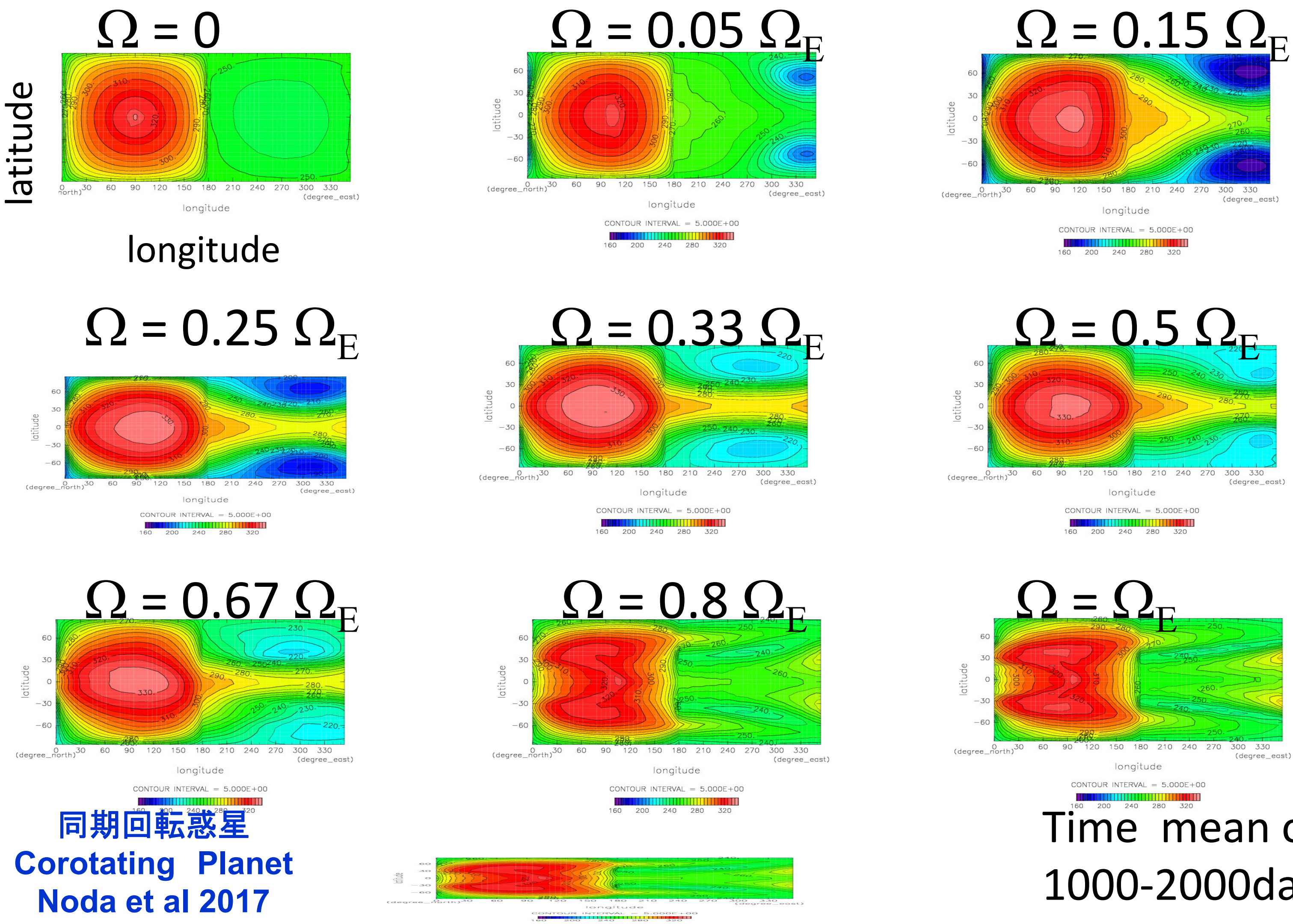
DCPAM 計算例 by Y. O. Takahashi https://www.gfd-dennou.org/library/dcpam/sample/

同期回転水惑星の気候学



同期回転惑星
Corotating　Planet
Noda et al 2017 Icarus
https://doi.org/10.1016/j.icarus.2016.09.004

同期回転水惑星　地表面温度



同期回転惑星
Corotating Planet
Noda et al 2017

Time mean over
1000-2000day

DCPAM 計算例: 仮想惑星

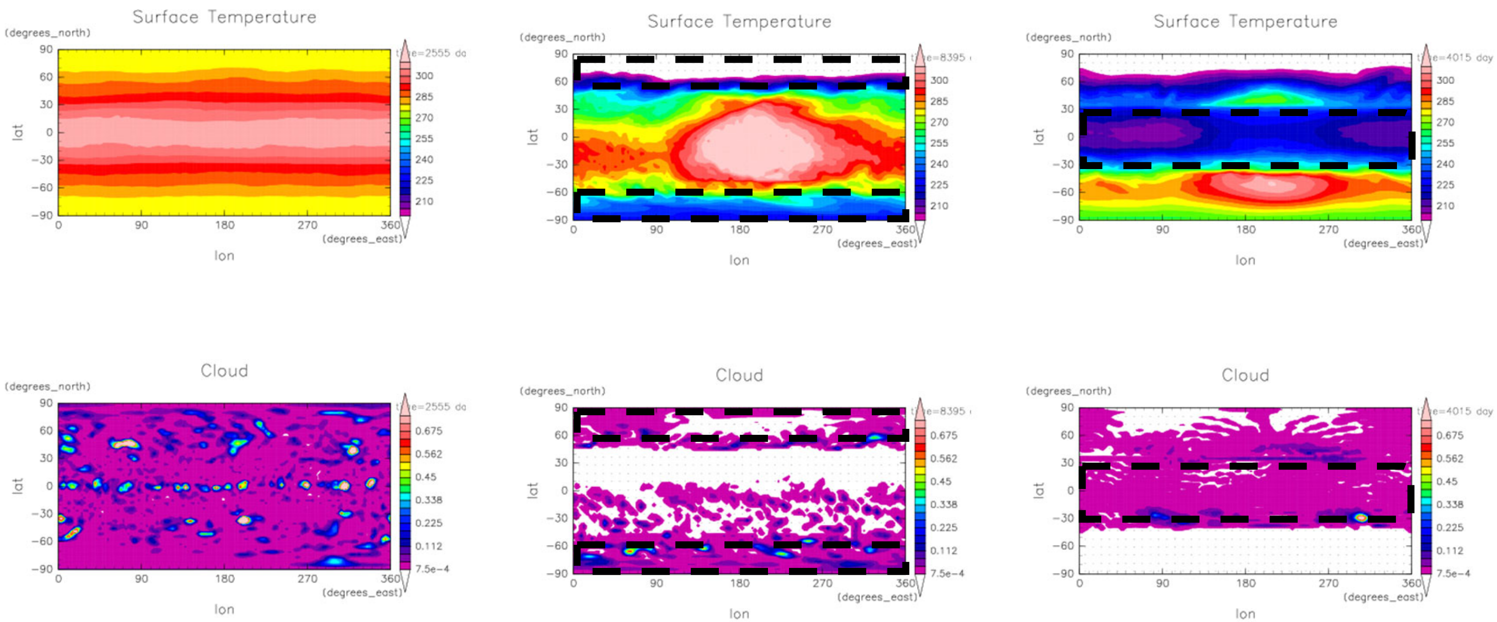
Aqua planet (obliquity 23.4°)

Land planet (obliquity 23.4°)

Land planet (obliquity 90°)

Surface temp.

Cloud mass

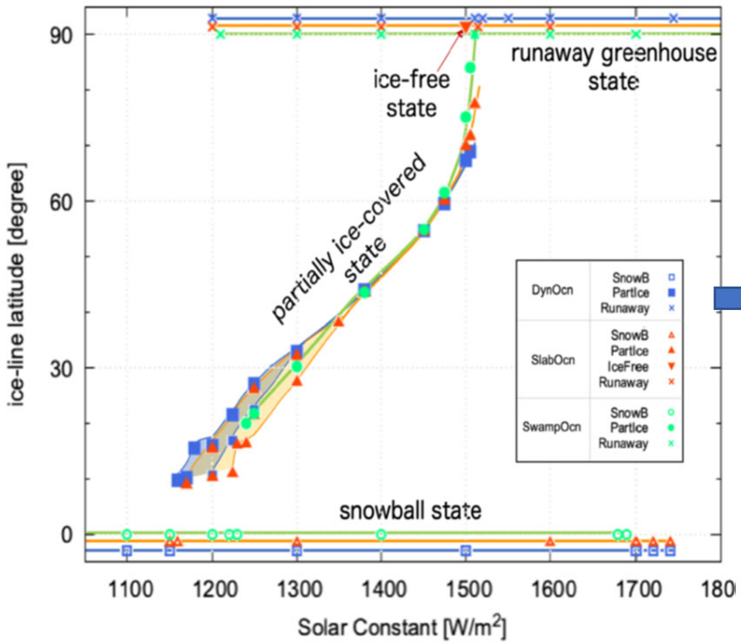


Rectangle shows wet / snow covered regions.

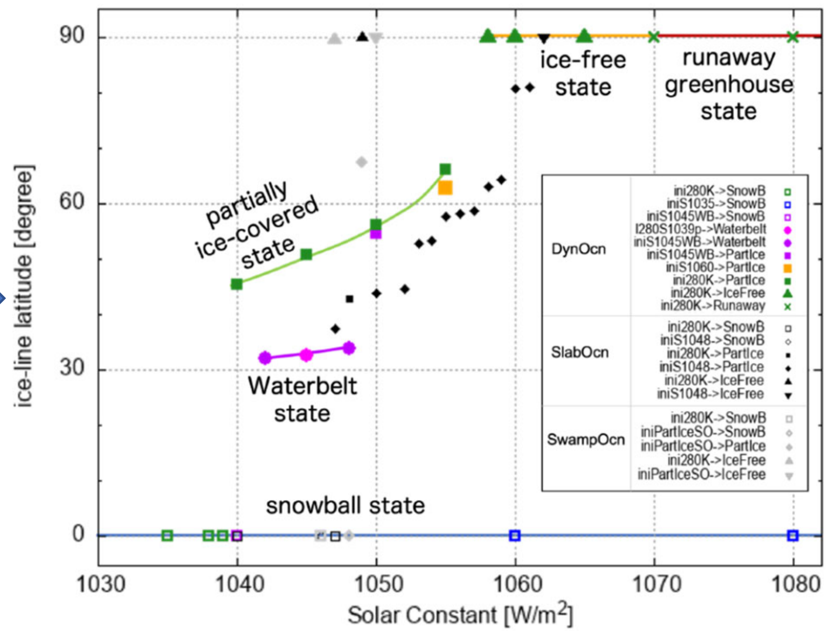
Setup of land planet experiments are similar to those by Abe et al. (2005)

水惑星･陸惑星の気候学

灰色赤外吸収係数標準



灰色赤外吸収係数大



安定気候解の分岐構造が変わる

太陽定数→標線緯度
灰色放射、雲無、地球年平均日射

（やっとイスカンダルまで来たかも）

Kawai et al 2024 to be submitted

金星のGCM

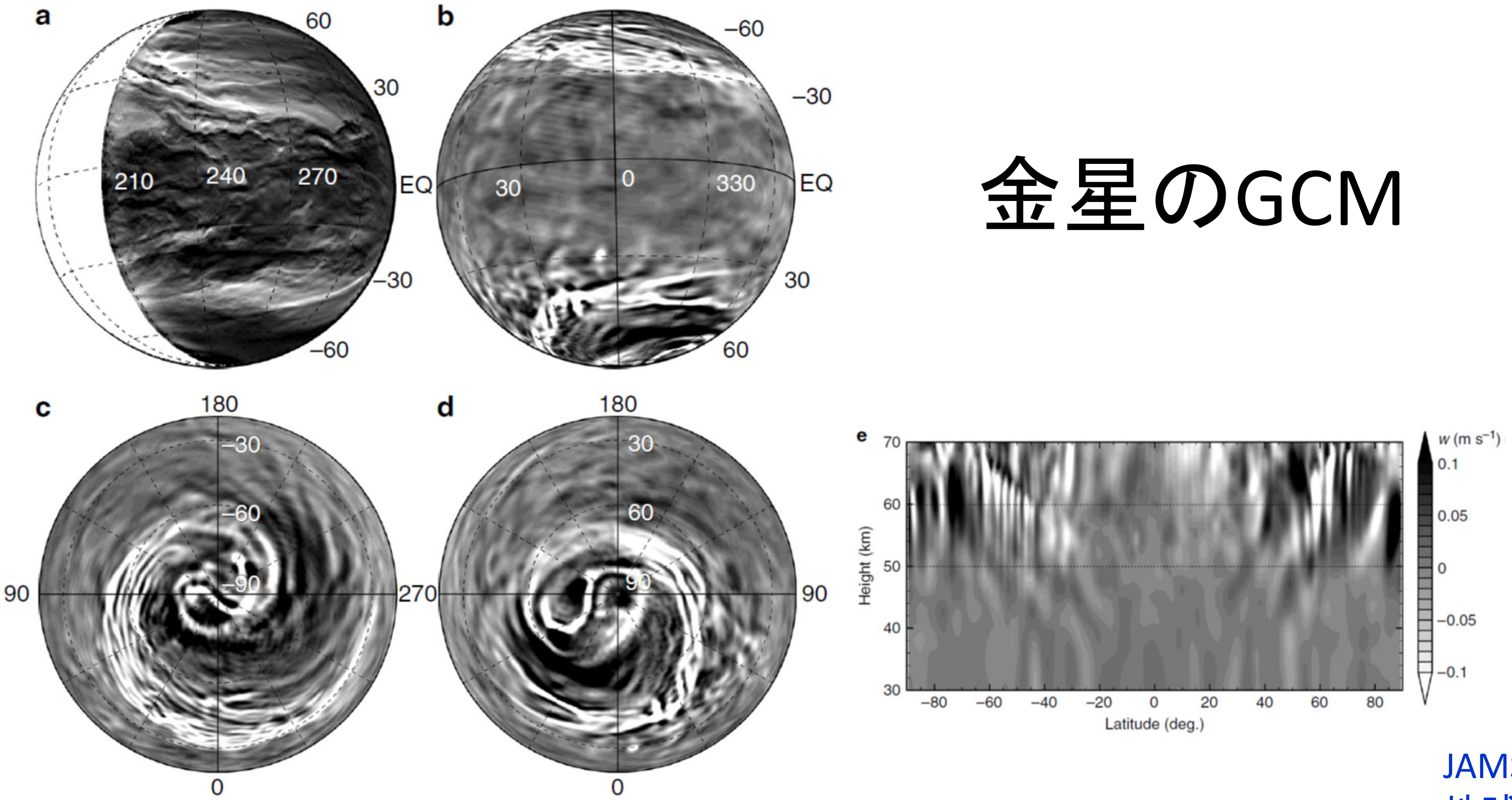


Fig. 2 Morphology of the observed and the simulated planetary-scale streak structures. **a** Edge-enhanced image of Venus' night-side obtained from the image in Fig. 1; see Methods for the edge-emphasis process. **b** Vertical velocity at an altitude of 60 km simulated in STD after 3 Earth years (about 9.38 Venusian solar days) of time-integration, shown as a satellite view mimicking the panel **a**. **c**, **d** Same as **b** but for orthographic views from the south pole and the north pole, respectively, at the same altitude. **e** Same as **b** but for meridional cross-section at lon = 60 deg.; horizontal dotted lines indicate 50 and 60 km heights, which are the approximate boundaries of the simulated low-stability layer. Note that the planetary-rotation direction in the simulation is opposite to that of Venus, but the panel **b** is displayed with a 180-deg. rotation to easily be compared with the Venus image shown in the panel **a**. The colour bar is common for the panels from **b** to **e**

JAMSTEC
地球シミュレータ用
大気大循環モデル
AFESとのコラボ
AFES-Venus

Kashimura et al. 2019 Nature Comm. https://doi.org/10.1038/s41467-018-07919-y

7. 政治行政的？問題

地球流体電脳倶楽部の組織コアの恒久化・専従化
さらには予期していなかった政治状況

ある程度達成したけれど
組織コアの恒久化・専従化
できてない

「ゲリラ」的な片手間（日曜）プログラミング

- 1990年前後ぐらいまでは研究者＋学生による開発機運は高かった
  - 未開の地＝自分で作らないと何にもない
  - 日米に障壁があった（ネット以前かつ米国のソフトウェアが日本の環境で動かない）
  - まだ評価に追い立てられる状況ではなかった研究者や特に学生に余裕があった（分野にもよる？）
  - 日本の（特殊）数値計算環境が抜きんでていたことも余裕の源
- 1990年代後半には高度化専門家→開発者の淘汰専門化
  - 地球温暖化問題IPCCにより研究開発が加速し、かつ、高度化複雑化した
  - 高機能並列計算機への最適化という新たな技術的問題
  - それらの進展に追従したレベルと開発速度が求められるようになった
  - 地球的設定での数値研究では組織的に開発されたソフトウェアを利用したほうが研究は進む
  - インターネットとUnix（Linux）環境化により
米国ソフトウェアやデータが流入しやすくなり開発機運が低下（使う人化）

「正規軍」化・恒久化の必要

- 研究者＋学生による「ゲリラ」的な片手間（日曜プログラミング）開発維持管理はだんだん困難に
  - 特に、ライブラリが増えてくると維持管理部分が多くなる
  - 計算環境の進展にともない補修が必要
  - 新たな研究成果に直結したソフトウェア（正面攻撃兵器）の開発は可能でも、維持管理、単なるコードの書き直しや移植のような仕事は業績圧力の高まった時代の研究者や学生では担いにくい（時間がない）
  - 硬い組織（何らかのコア）が持続的資源アーカイブに必要（ネット上資源の揮発性問題）
  - 近年ではさらにOpen Science (研究の再現可能性を担保＝手法やデータも保存しておく)→恒久的保管

→「正規軍」（開発維持管理に専従できるスタッフとその恒久的存在）が必要な時代

基盤的サービスチームの確立

- 天気予報でもなければ地球環境予測でもない
  惑星気象・気候問題で正規軍が作れるか？
  - 惑星パラメタ空間を計算対象とするソフトウェアの開発とその蓄積は維持したい
    ＝開発経験を持ちこれを伝承する人々の存在
    - 天気予報は気象庁という組織が人々を確保して担っている（気象庁職員の業務）
    - 地球環境予測では研究者がかなり担っている（論文評価が絡むので難しいこともある）
  - ソフトウェアやデータのアーカイブを担う半分研究者で半分サービス提供者のような人々はそもそも本家の地球天気予報や地球環境予測でも不足

基盤的サービスチームの確立

- 正規軍を擁する努力をこの20年ばかり
  - ソフトウェアやデータアーカイブの技術軍団を擁しコミュニティーにサービスするような基盤的資源の開発維持管理を担当するチームを正面的研究予算を一生懸命つないで立てるのはなかなか困難(しんどい)
  - 惑星コミュニティーにセンターを作ろうと画策
  - 惑星探査は金づるにならんかな？
    - 惑星探査もシミュレーション駆動・データ駆動で設計せにゃならんはずだ
    - 地質・内部構造探査でも大気を持つ重力天体には環境モニターは必須だろう
    - いずれ固体系もシミュレーション駆動・データ駆動になる(→会津大学等ともネットワーク)

  - 2008年-12年G-COEプログラム＝CPSの恒常化でもってこれらを(も)担う情報基盤チームを作ろうとあちこちに働きかけてみたが
    - G-COE/CPS企画哲学は地球流体電脳倶楽部のそれを惑星科学コミュニティー全体に拡大提案したもの

    →残念ながら、原因を煎じ詰めればおそらく緊縮財政・総定員法の壁は高く
    (基盤を支えるための)恒久的予算の確保は難しい

基盤的サービスチームの確立

- 例：GFDLでは
  - 昔は研究者付きのプログラマ（技術者）がいた
  - 博士または修士レベル
  - 給料は真鍋さんと同じ
  - 論文の共著者（Manabe & Wetherald 1967；Manabe & Strickler 1964）
  - 90年代後半の e-science 時代、長老陣の退職にあわせてプログラマを集約しソフトウェアライブラリチーム設立（「正規軍」）、ソフトウェアの再構築を実現
  - GFDLの同業者からは、1990年ごろの我々は先駆的だと賞賛されたが、2000年ごろには彼らは正規軍を確立したのですっかり先をいっている

恒久的アーカイブの必要

→Open Science 時代に対応

- 論文だけでなくそれを再現・検証可能な情報（Source, Methodology, Data）も残し、参照可能にして永久保存

- 日本でも研究所等では資源用リポジトリを用意しDOI付与
- 大学は？
  - 恒久的アーカイブの容量問題
  - 機関横断的協業の恒久的アーカイブは？

緊縮財政･総定員法の壁

- 日本でも昔（1969以前あるいはもっと前？）の旧帝大では
  - 技官が理工系（実験系）講座あたり1名配されていた（らしい）
  - 1969年「行政機関の職員の定員に関する法律」（公務員総定員法）
→成長期に人員数が打ち止めとなっていびつな構造に（前田, 2014）
  - 以降削減（理工系拡充等大学定員増対応原資に？）
大平内閣以降財政健全化=公共投資削減、中曽根内閣で加速、小泉内閣でさらに加速
  - 技術軍団を擁する原資がない（日本の公務員少ない問題の一部）
事務系含め研究者あるいは学生当たりのサポートスタッフが足りない問題）
  - 技術の進歩に対する順応問題→技官ポスト確保の消極的雰囲気

緊縮財政･総定員法の壁

- ソフトウェアに関しては
  - 総定員法の下、公務員数が限られている中、
    研究教育現場へのソフトウェア開発維持管理を担当する技官配置は
    国策的な提案とはならなかったように思う
    （対応した組織や現場もあるだろうけど）
  - 外注が当たり前になった
    →これはおそらく間違った政策（開発力＝開発機運がどんどんなくなる）
    - 何かを必要とする現場が情報環境開発力を持っていないと設計発注できない
    - 「デジタル庁」は我が国の人々の考えを象徴？
      助言機関ならわかるけどデジタル庁が各省庁現場の仕事を知ってるわけじゃないからどう働くのだろう
    - 設計発注は、必要に応じて制度の改変まで含め、それが提案できる各現場が担わないと
    - 現場に密着した開発者あるいは維持管理者層が分厚く存在しないとまっとうなITC環境に至らない
    - 目先の合理化（定員削減）あるいは人員増なしの仕事増（公務員総定員法）では疲弊する一方

総じて

- 研究費でも雇用が行われるようになって
  潤沢な研究費を稼げるグループでは人員も増えた
- しかし、特に基盤的な資源の開発維持管理には長期継続的にかかわってもらえる身分保障が必須
- 雇止め（任期付き）や非常勤処遇（給料安い）という
  劣処遇に収れんしていては世界水準の高度な仕事を行う、あるいは、それが行われる空間を維持するにふさわしい人々の涵養にはおぼつかない
- そもそも職員の給料処遇がこの30年良くなっておらず、有期雇用の非常勤職員による基盤維持の状態化では、有意な人が集まらず、全体としては活力低下に至っているに違いない

そのような我が国衰退の一般的傾向の中で、例外たることは非常に難しい

政治的活動

- 平和な時代の上澄みをすすってきた
- 与えられた制度の中で活動することしか知らない
- 制度の枠を超えたり、制度自体を疑ったりする習慣がない（失われている）

福島核災害　反省

- あんな大事故で政府（というよりは担当部署？）が情報を発信しないなんて想像だにしていなかった
- 天気予報に慣れていた気象分野はナイーブに過ぎたかもしれない
  - 災害対応手順(?)どおり One Voice を守るようにしてきた（林も保守派だった）わけだが https://www.metsoc.jp/others/News/message_110318.pdf （2011.03.18 新野理事長（当時）の会員向けメッセージ）、
その One Voice が No Voice や Fake Voice になるのをはじめて経験した
  - よく社会を見渡せば普通に起こりえることだったにもかかわらず．

F1からの物質拡散簡易実験　（余田・大塚2011）
https://www.gfd-dennou.org/library/kakusan/yoden_110419_anim-fnl2011031100-2011032512-plume-particle-height-easy-u10.gif

同じ気象場で柏崎刈羽に置いたら
https://www.gfd-dennou.org/library/kakusan/yoden-otsuka_120718_anim.gif

領域大気モデル MM5 によるトレーサー粒子の移流予測実験．水平解像度 5 km で 150x150
格子点のモデル（図は一部）．3 月 15 日 1 時（左）に 5 色×10000 個の粒子を地上 122 m 付近に配
置し，9 時間追跡した結果（右）．
詳しくは，「大気中の物質拡散入門：もっと詳細」
https://www.gfd-dennou.org/library/kakusan/kakusan_110924.pdf
を参照のこと

政治的活動

- 平和な時代の上澄みをすすってきた
- 与えられた制度の中で活動することしか知らない
- 制度の枠を超えたり、制度自体を疑ったりする習慣がない（失われている）

- そんなことも知らなんでよく（知らんからこそ）あれこれ試みたものだとは思う

文献

- 前田健太郎, 2014:
  市民を雇わない国家: 日本が公務員の少ない国へと至った道.
  東京大学出版会, 306pp.
- 林祥介, 1995:
  気象学におけるインターネット(7) 地球流体電脳倶楽部 (GFD–DENNOU Club)
  大学現場でのインターネット・情報計算環境の発展史と問題点を交えて.
  天気, 42, 545-558, https://metsoc.jp/tenki/pdf/1995/1995_08_0545.pdf
  日本気象学会
- 林祥介, 2007:
  地球流体力学(GFD).
  天気, 54, 937-940, https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2007/2007_11_0013.pdf
  日本気象学会
- 城野真一他, 2024:
  追悼 山本哲生先生.
  遊星人, 33, https://www.wakusei.jp/book/pp/2024/2024-1/114-135_p.pdf

・付録
植民地主義
英語帝国

個人的経験に基づくまったくいい加減な私見なので
各自自分で調べて考えるように

植民地化と英語化が進んだ感

いわゆるグローバリゼーションの暗黒面

- ローカル言語・ローカルセンターには知識が集積しない
  - 専門分化を加速
  - 昔1980年代、気象分野では日本の学会に出ていればだいたい最先端、かつ、学問の展開が日本語で議論できた

- 辺境では全体像や方向が見えない

先進国？（であった？）日本の「秘密」

先進国

＝

母語でなんでもできる

mother language, mother tongue, native language

何故、先進国？になれたか

- もともと江戸時代には、まあ、そこそこ先進国（文明国）だった説
  （元祖日本すごい論？中華圏辺縁の常識？）
  - 世界的に見て大衆教育（読み書きそろばん）はそこそこ
    動力革命前夜、職人文化や商業文化はそれなり
    - 庶民（町民）が文字の読み書きをする
    - 近世には識字率世界一という説は怪しい
      帝国陸軍編成（徴兵）で苦労したので初等教育充実させたらしい
  - それなりの学術レベル（特に人文学）
    公文書が漢文
    支配層（武士＝役人＋学者・医者）であるためには漢文が書けないといけない
    →そのための教養教育（四書五経）と教育方法「訓古読解」
    - 四書：論語、大学、中庸、孟子
    - 五経：易経、詩経、書経、礼記、春秋

何故、先進国？になれたか

- 中華圏＝漢字
- （江戸時代には）漢字漢語を換骨奪胎できるレベルまで習熟していた
  - 非ネイティブ化：音読みvs訓読み
    - 日本土着語を漢字で表現できるまで漢字を習得した
    - （中国語の方言）
  - ネイティブレベルの造語力
    - 漢語を（勝手に）作る
    - 漢字を（勝手に）作る
    - （vs 和製英語は日本語だ問題= 逆輸出できれば英語 tsunami とかkamikazeとかはあるが…）
    - （英語もここまでやれるようになろうと思ったら四書五経に対応するギリシャ・ラテンから必須にしないと？）

何故、先進国？になれたか

- 明治時代にやり遂げたこと
  - 日本語を
    欧州語族＋ロシア語以外で、唯一、科学・技術、西洋近代哲学に関する記載と考察を行える言語に育てた
  - 中国語を習得したのと同じやり方を踏襲
    - 過酷な留学（国＋民間）による欧学の輸入
    - 福沢諭吉他あらゆる学術分野で猛烈に日本語（漢語）化
      - 文系から理系まで基礎として漢学の素養があたりまえ
      - あらゆる分野での翻訳活動：
        日本語空間に欧州語の概念を導入翻訳＝漢語の創造

  結果、大学院教育＝研究レベルまで日本語でできる！
    - 日本人教授陣＝「お雇い外人教授」は速やかに解消
    - あらゆる分野の専門教科書が日本語で存在（先進国っぽい）

何故、先進国？になれたか

- 一生懸命日本語（漢語）化したので
  - 欧州語以外の母語で科学が（中等・高等教育が欧州語以外で教育）できるなんて、信じられない・信じてくれない人々が今でも世界には普通にいる
  - 和製漢語の中国語への逆輸出

何故、先進国？になれたか

- 一生懸命日本語（漢語）化したので
  - 哲学的科学的思考を行える日本語を作り
  - 自国民が日本語で高等教育や研究をおこない
  - 富国強兵したり
  - 近隣を蹂躙したり
  - 米国と戦争したり
  - ノーベル賞もらったり
  - 戦後の経済成長したり
  - 日米貿易戦争やったり
  - バブルを生み崩壊させたり

できるようになった

日本語の危機

- 現代日本語はすくすくと育ったわけではない：
  ベトナムや朝鮮のような展開（漢字止めちゃう）の可能性はあった
  - 欧州語化運動（国語外国語化論）
    - そもそも遅れている中国語（漢字）など使うのが遅れてしまう原因なのだ、欧州語に国語を変えよう。
  - 仮名化あるいはローマ字化運動（漢字廃止論）
    - 漢字を使うと教育に手間がかかるので遅れてしまうのだ、欧州と同様表音文字だけにして効率を上げよう

日本語の危機：現代日本語を作る時代

- 明治期
  - 前島密（開成所翻訳筆記方）
    - 国語のひらがな化、言文一致、口語体
      - 1866「漢字御廃止之議」、
      - 1869「国文教育之儀ニ付建議」（教育制度の提言）
  - 「かなのくわい」
  - 森有礼（初代文部大臣）：英語にせよ
  - 福沢諭吉：「文字之教」漢字廃止

しかし、知的階層を集団的に作るためには文化の構造を配慮せねばならず、お雇い外人からの知識を翻訳して配ったほうがはるかに効率もよく深く理解されることも実感し、結局、福沢諭吉はじめ漢語化にまい進した→旧制高校

日本語の危機：1945

- 第二次大戦後
  - 尾崎行雄（政治家）：英語にせよ
  - 志賀直哉（文学）：フランス語にせよ
  - ローマ字あるいは仮名化派が再度多数出現、
    ワープロ（もはやみんな知らない）が発明されるまで続いた
    - 読売新聞：漢字廃止社説？
    - アジア各国で漢字を捨てていった
      - ベトナム（宣教師から始まってフランス語化しようとしていたが最後は1945年ホーチミンが自ら）
      - 韓国（1948年公文書はハングル法制化、1970年代に漢字廃止）
      - 中国でも毛沢東はローマ字化しようとしていた
        （途中でやめて簡体で止まった）

日本語の危機:1945

- 第二次大戦後(続き)
  - GHQ
    - ローマ字化(断念)

      漢字がエリートと非エリートを分けており民主化を妨げている、きっと庶民は識字率が低く、教育レベルも低い、という仮説。「日本人の読み書き能力調査」の結果、識字率は世界一(漢字読めない2.1%)で否定された。
    - 正字体を簡略化した(旧字体・新字体)
    - 当用漢字「当面は使用してもいい漢字」(最終的に漢字を捨てることを目指していた)
    - 仮名遣いを改めた(歴史的仮名遣いの廃止)

日本語の危機：今日

- 1980年代後半以降（加速中）
  - 戦後復興を成し経済的に成功して日米貿易戦争（1980年代）へ、そしてその「敗北」、おそらく今日に至るトラウマ
    - 「日本の科学、日本の技術」（国産化政策）の放棄
      - 日本語空間に先端に至る手順を用意することを担保するのが国策であった
      - 日本語空間に情報が集まり、そこでの（日本語による）議論が可能
      - そのまま時々世界をリードする結果が出せた
    - 世界市場で勝てる車や電気製品を売る代わりに世界市場で勝てないモノは買わねばならないことになった
  - 結果として、世界でより有利に活動したい症候群
    - なにはさておき英語優先、英語力（特に聞き話す力）だ

    →世界の××にならないとと焦るあまり、それを生み出すであろう基盤を失う
      - 繁栄をもたらした構造を捨てちゃったことに気が付いてない

今日に至る背景

- 加速要因:（国際）情報流通の大変革
  - 冷戦終結と国際化（グローバリゼーション）
    - 金融工学・新自由主義
    - 資本と技術（概念）の自由な流通
  - 情報量と転送速度の増大・即時性
    - 航空網の発達による国際交流のコスト低下
    - インターネットによる国際情報流通コストの格段の低下
  - 情報伝達形態の変化（リアルタイムコミュニケーション）
    - 議論（会議）、商談の機会の増大
    - 手紙から電子メールへ、さらには、ネット会議へ
      - 手紙は時間をかけて書き言葉で編む
      - （電話やテレックスはあったが特殊）
      - メールは話し言葉（実際瞬時に返信）

今日に至る背景

- その他の加速要因
  - 経済界の台頭（バブルのころから特に顕著）
    - 教育や研究のやり方へのより大きな介入、
      明治時代のような殖産興業
    - 学術会議→総合科学技術会議
  - 旧制（戦前）教育世代の引退（1980年代なかば）
    - 国産路線の放棄
  - 米ソ冷戦終結
  - 緊縮財政路線
    - 世界から稼げ、国は面倒見ない

英語教育の置かれた今日的社会状況

- 政府財界と一般父兄国民による
  英語重視（母語軽視）あるいは英語化の要請
  - 英語で情報発信・情報収集、議論できることの必要
  - 世界から遅れちゃう、無視される、損する、という恐怖
  - 英語ができると日本社会で得する（有利な地位につける）という人々の（明治以来の）経験
  - その裏返しの国民大衆の英語コンプレックス
  - 経団連のみならず学術界をも含む指導層の
    近視眼的「国際」重視
  - 個々人の射幸心（より有利な人生設計=点数稼ぎ）
  - 英語化を奨励する様々な政策的制度
    （ゲームのルール）の導入
  - 制度に対応する現場組織の変革（予算・組織維持）
  - 英語教育をビジネスとする人々の介入・プロパガンダ

行われた英語教育改革

- 英語訓練（？）を最優先
  - 英語による英語教育、英語による専門教育
    - まっとうな専門教育を非母語で行うのはコストがかかりすぎる
    - 高度なことは母語でやらないとダメだと

    ということを明治時代に悟ったから一生懸命日本語化（漢語化）したはずだったのに
  - 小学校にまで英語が導入され, 大学入試の英語試験は4技能試験とか言われるようになってしまった
    - 母語形成の阻害
    - 日本語の読み書き＝思考（母語が日本語なのに）は大丈夫か？

→これらは、本来、植民地語学教育と言われる類の訓練
  - 高度な思考のための言語訓練を行わない想定
  - 日本語を捨て、欧州語に帰依する、積極的植民地言語政策

無視されている問題

- 英語の訓練、英語の情報発信を強めても、昨日と同じように、日本語で考える力は保たれる、という前提でいる→ありえない
  - 英語を一生懸命やるようになった分、
    個々人の日本語力は下がる
    - 漢学やらないので漢字運用力が低下
    - 読んで訳すが主であった時代は、
      語学教育は日本語教育でもあった
  - 英語を一生懸命やるようになった分、個々人の専門力は下がる（対象を狭くするなどで対応する）
    - 中等教育での英語強化
    - 日本語力のみならず他の教科力の低下
  - 日本語の涵養に資源を投入しない分、日本語と日本語を母語とする集団の力は下がる
    - 日本語空間に先端知識が集積しない、先端知識の欠落
    - 技術伝承・訓練の時間減少・質の低下

成功は失敗のもと？

今あるものが当たり前になってしまうと、それはほっといても当たり前にそこにあり続けると思ってしまう罠

- 明治以降莫大な資源を投入して営々と続けてきた日本語空間を涵養する努力をしなくなった
  - 言葉がなかったころ（明治）の危機感、言葉を涵養しなければ鋭い議論や高度な思考と意思疎通ができないということ、を忘れてしまった
- 我が国大学人のもともとの仕事＝日本語を作る
  - それが「国民の役に立つ」あるいは「税金投入」に値する学術の真の産物

→日本語が腐る

- 思考の劣化、繁栄の支柱の喪失

日本語が細る･腐る

- 人文系学問の軽視問題
  - 「翻訳」＝日本語化　の軽視
    - ある事柄を日本語でどう表現するか（日本語を作る）、逆に、日本語で表現されたある事柄を当該言語でどう表現するか（日本語･思考方法･日本文化を伝える）の研究であった
  - ××文学の軽視
    - 言語の言葉の手触り肌触り、幅や奥行きを知ること
  - そもそも大学ってなんのためにあるのか、の軽視
    - 「役」にたたないとだめ？
    - 産業界に資する？
    - 職業訓練？
    - （vs　民主市民社会の構成員にふさわしい人類知の提供）

日本語が細る･腐る

- 日本語空間への（専門あるいは先端）知識の導入努力の軽視あるいは消滅
  - 新しい知見の発見のみが価値があるとする風潮
    - 学者から研究者へ
    - 日本語にする努力（翻訳）は仕事でない
  - 大学人のプロダクトは「英語論文」とされる風潮
    - 日本語で書かかない
    - 書籍化＝日本語化の軽視
      - 英語の教科書でいい？
    - 我が国大学人に与えられた所期（初期？）の責務の喪失

日本語が細る･腐る

- 「日本の科学、日本の技術」（国産化政策）の放棄
  - 国内空間に先端に至る手順を用意することを担保するのが国策であった
  - 日本語空間に情報が集まり、そこでの（日本語による）議論が可能
  - そのまま時々世界をリードする結果が出せた

→国内を飛ばして直接「世界」と情報交換するようになると、
  - 知見情報の集積が英語空間でのみ行われる
    日本語空間に情報が集積しない
    - 工学の場合は1990年代以降英語論文を書くようになってきた
  - さらに
    - 米国の学会にしか行かない研究者
      米国の雑誌にしか書かない研究者
  - 情報集積地になれないので植民地化（田舎？）

日本語が細る･腐る

- 専門各分野での日本語化の軽視
  - 英語概念を咀嚼しないで（旧来の日本語空間に位置づける努力をはしょって）、カタカナで導入
  - 英語文献の直輸入、翻訳努力の減退、翻訳能力の劣化
  - 分野縦割りの進行、各分野で言語が分離、英語空間に習熟しないと意味がわからない
- 日常語から専門語が分離する（日常会話と違う言語で思考する）
  - 日本語の、言葉のネットワークが壊れる･なくなる

実に危険

日本語が細る･腐る

- 結果として･･･日本語の植民地言語化
  - 日本語の、言葉の連携を介しての考える力の減退
日本語による概念や技術の創造力の劣化
    - 他の分野のことがわからなくなる
    - 難しいことが日本語で考えられなくなる
    - 日本語で新しいことが思いつかなくなる
（知識の衝突による新たな着想が起こりにくくなる）
    - 本家（欧州語世界）にどっぷりつからないといけなくなる

昨今（この30年）の高等教育「改革」

- 政府・財界の意向とこれを支持する国民
- 予算獲得に最適化する税金セクター

→言うことをよく聞く昨今の国立大学

  - 国立大学の大綱化が外堀を埋め、法人化で内堀もうまり、政府の言うことをよく聞く大学が完成した（意図したわけじゃない）
  - 学問の自治、大学の自治の喪失
    - 学術体系の必要から様々な教育課程が設計実践されるのが本来なのだが、カリキュラムに政治的に手を突っ込まれる昨今
    - 自律的な予算を持っていない日本の国立大学は、逆説的なことに法人化によって自由化されることにより、よりつよく予算当局の意向に拘束されるようになった
    - 昔は予算が硬直的で（法律で決まっていて）、政府も政策的にいじることができなかった！

昨今（この30年）の高等教育「改革」

- 教養部（教養課程）の廃止
  - 今にして思えばこれが「崩壊」のはじまりであった
- 教養部（教養課程）のルーツ
  - 旧制高校
  - 現在の学制は1947制定
    - 初等教育6年、中等教育３＋３年、高等教育4＋２＋３年
  - それ以前＝旧制 の学制は複線でいろいろあるが
    - 初等教育6年
    - 中等教育5年
    - 高等教育＝高等学校3年＋大学3年
    - 旧制高校のルーツ＝語学学校
  - 1947の学制改定で、高等教育6年を4年にマップしてしまった（させられた？）
    - 本来、旧制の大学は大学院にマップすればよかったのに

ちなみに旧制高校

- 実はとっても実学的目的で設立
  - 明治時代: 日本語空間に知識がないので今以上に外国語が必要
    - 全ての情報が欧州語
  - 帝国大学で必要となる(教科書や論文読むために)欧州語を習得しておくための予科=語学学校
    - 文献講読(蕃書取り調べ)が本務
    - (実学を帝国大学で実践するための基礎数学理学)
  - 結果として世界に冠たる教養教育
    - 語学教員は文学者
    - 教科書は欧州世界での人文学名著

昨今（この30年）の高等教育「改革」

- 大綱化（1991）
  - 大学設置基準（省令）等の大改定
    - 80年代の日米貿易摩擦がたぶん本当の原因→日米構造協議
    - 学校教育法第三条 、第八条 、第六十三条 及び第八十八条 の規定に基き、大学設置基準を定める
      - 昔の大学設置基準
        - 大学の開設する授業科目を「一般教育科目」、「専門教育科目」、「外国語科目」、「保健体育科目」に区分すべきこと、
        - それぞれの科目について卒業までに修得すべき単位数などを定めていた
      - これを、開設授業科目の区分や必修単位数などに関する規定を撤廃
        - 例えば理系が学ばねばならない体系だった人文科目が消滅
        - 語学も削減

昨今（この30年）の高等教育「改革」

- 大学院重点化
  - 講座制の廃止
    - 講座
国立大学では教授が担当するべき分野が割り当てられており、その活動経費は国費で担保されていた
    - 大講座
担当分野をアバウトにし、学術分野野生々流転に対応できるようにした
  - 大学院生定員を増やすことによる大学予算増
    - 教員の数は変えずに大学院生の数を変える
    - 教員の数は変えずに職階を上げる
      - 講座＝教授・助教授・助手２人
      - 大講座＝教授２～３, 助教授２～３, 助手１あるいは無し
  - 旧帝大＋高等師範＋東工大OR一橋大の特権が多少減少
    - 研究大学（＝大学院が主体）として認知
    - （神戸ローカルには神戸高商派（一橋と対等だったはずなのに）の悲願）

昨今（この30年）の高等教育「改革」

- 国立大学の法人化（2004）
  - 2002閣議決定
    - 競争的環境の中で世界最高水準の大学を育成するため、「国立大学法人」化などの施策を通して大学の構造改革を進める。
  - 2003.7国立大学法人法等関係6法が成立（10月施行）
  - 2004.4国立大学法人に移行
  - 予算の自由化
    - 国立大学の予算は法律で細かく規定されていて、政府と言えども簡単には動かせない
    - 国立大学法人の予算は自由にいじれる
    - 予算権を握れば自由に大学を操作できる
      - 予算のマイナスシーリング（去年と同じことをやっていると予算が減る）
      - 次々と「改革」をおこない新しい「企画」を導入して予算を獲得する
      - 昨日と同じ固定経費をねん出するために「改革」する

昨今（この30年）の高等教育「改革」

- 大綱化にともない、旧制高校部分が担っていた教養部（教養課程）がなくなってしまった
  - 教養を担当する専門チームの消失
- 法人化にともない教養教育の縮小
- ちなみに
  - ICU（国際基督教大学）：教養学部だけ
  - 東京大学：教養学部が存在
  - 米国の大学院大学（いわゆる一流大学・研究大学）：学部は基本的に教養学部

英語の時代にどう生きるか

- 「英語力を鍛えよう」はいいけれど肝心なのは中身（売り物）
  - 今や、英語を身につけてから専門を身につける教育スタイルに我が国は舵を切りつつあるが、たぶん、これは明治政府が廃そうとしてきた植民地型教育であることに注意
  - 一方、個人の栄達と国家あるいは民族の繁栄とは必ずしも一致しない
- 日本語を頭に入れちゃった辺境民族としては？
  - 昭和後半は明治からの蓄積があって楽だった
    - 昔は、英語ができないぐらい中身があった
    - 昔は、英語無くても考えられる、困らない
    - 昔は、英語無くても最先端できた
  - しかし、
    - 国力の劣化
    - 日本語の劣化
  - 英語やりながら最先端できるのか？
    - できる人もいる
  - 頭から日本語を追い出す？
    - そんなに英語っていうなら、最初から英語国で勉学し仕事するほうが有利じゃん？
    - 腹くくって出稼ぎモード・植民地モードでそうやっている人は少なくない

処方箋?

- 年長者の言うことは、まず全く参考にならない
  年長者の生きてきた時代とはまったく違う時代
  - 日本語の終わり？
    - 日本語では不利？国際企業は日本語使わない？
    - 日本語母語の人はどうする？
  - 民主主義（大衆）と資本主義の蜜月の終わり？
    - 戦後経済成長時代：
      国民国家ベースの企業=国民との利益の共有
      良質な労働者の供給源であり市場でもある国の涵養
    - バブル期以降＝新自由主義：
      国際企業にとって特定国の繁栄はどうでもよいかのよう
      労働者も資本も世界から調達
      人々は世界の荒波に放り出された
  - 資本主義の終わり？
    - ゼロ金利＝投資する先がない（日本だけ？）
      投資配当を確保するためには労働者の賃金を下げるしかない？

処方箋?

- なんとなれば、まったく新しい時代（続き）
  - 国民国家の終わり？
    - 新自由主義の行き過ぎに世界では気が付きつつあるようにも思われるが、国民国家は再生するか？
    - 我が国は、明治以来の通俗道徳宣撫（努力すれば報われる→国や社会に頼るな、むくわれてないのは努力が足らない）に回帰し、未だこれを強化ばく進中

自然に頑張れることを頑張る、
こんなに頑張ったのにと思うようなら辞止めておくこと

（努力しても報われない前提）

ちなみに

2021年3月1日

「ロゼッタ(グループ)が全社員に英語(外国語)禁止令」

https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000077.000006279.html

以下本文引用

英語禁止令（外国語禁止令）

感無量です。創業から17年、ついにこの日がやって来ました。今ここに高らかに宣言します。我々はついに言語的ハンディの呪縛から解放されました。「言語フリー」の世界が実現しました。長年に渡って人類を分断し続けた言語の壁は、今ここに崩壊したのです。

3月1日から、グループ全社全部門において、仕事中で、内外の（社内だけではなく外部の接客・商談であっても）外国人と話をする時に日本人社員が英語および中国語を話すことを禁止します。外国人社員が日本語を話すことも同様に禁止します。

つまりみんな母国語だけ使って話をするのです。英語の会議で半分くらいしか理解できなかったり、英語だけ話せて仕事ができない人に担当させたり、仕事ができる人が英語を話せないだけで外されたり、一見日本語ペラペラの中国人が全然分かってなかったり、日本語が話せないエンジニアを採用できなかったり、語学ができるがゆえに本職じゃない翻訳をさせられたり、長年続いた暗黒時代は終わりました。

外国人との会話は、WEB上の言語フリー部屋で行ってください。VRでなくてもいいです。PCやスマホでもワンクリックで入れます。英語だろうが中国語だろうが日本語だろうが、本人の母国語だけで話すことができます。

今こそ目が覚める時です。人種や性別とまったく同じように、英会話力など、本業の能力とは何の関係もありません。英語ができる無能な人が重宝され、本当に実力のある人々が抑圧される暗黒時代はもう終わったのです。英語ができないだけで不遇な目に会っていた、優秀で素晴らしき人達。あなた方はついについに、檻から解放されたのです。自由に、羽ばたいてください。思う存分、きらめいてください。また、たまたま語学ができる人に、本業と関係ない翻訳仕事を依頼するのも無しです。

＊本当にネイティブ並みに話せる人もいるにはいるので、代表承認を得ることで外国語を話すことを例外的に許可します。該当者は外国語使用許可の申請を行ってください。

謝辞

たくさんのみなさんのお世話になりました
ありがとうございます