

地球惑星流体力学1,2

- ・惑星気象学特論I

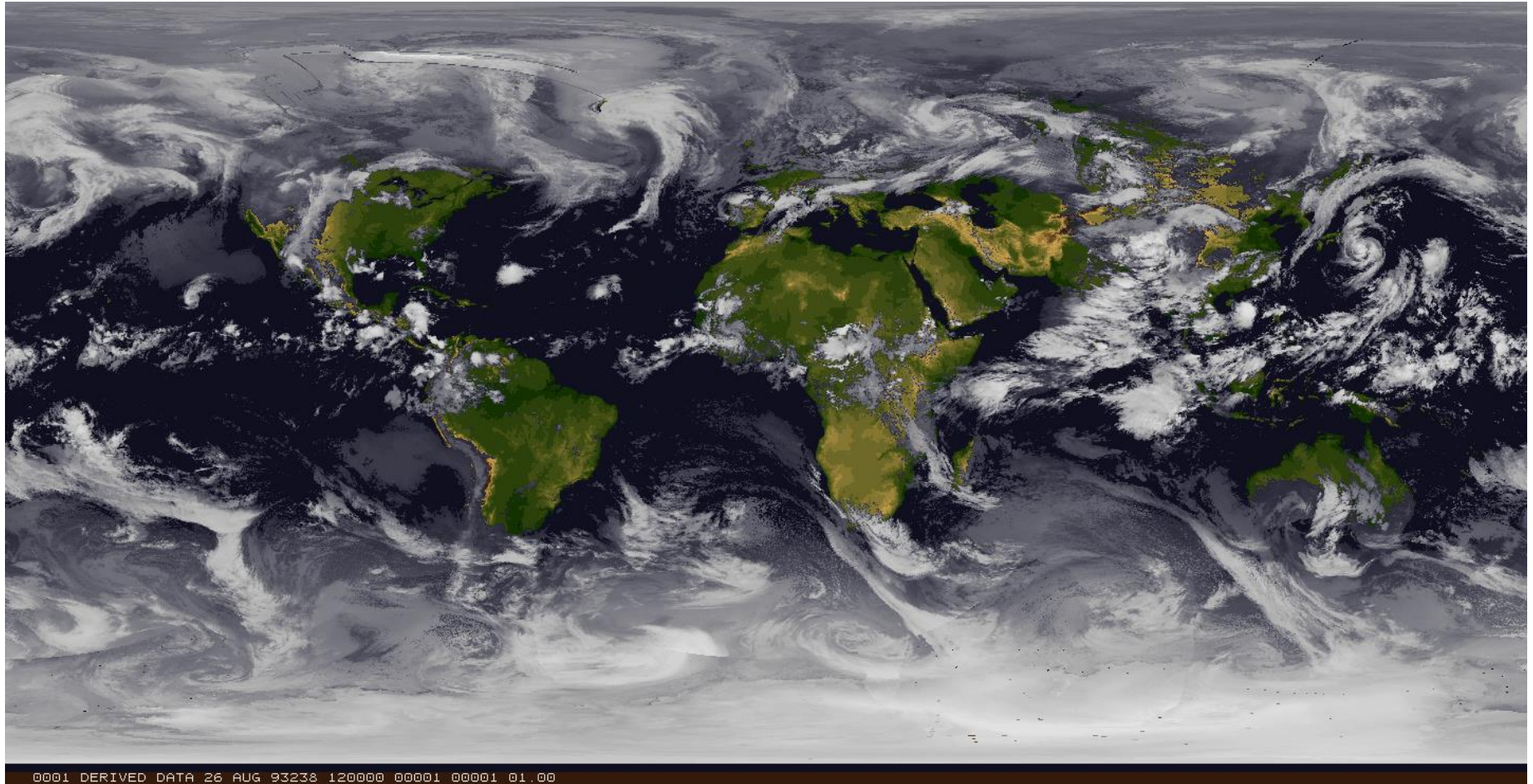
この授業について

- 担当: 石渡正樹(8号館205室)
- 内容: 回転系における流体现象の記述
 - 流体力学復習、地球流体力学の基礎
- 流体力学の知識を前提とする。流体力学を未学習の人も履修を認めますが、相当頑張ってください
- 授業形態: zoomを用いた同時送信授業。
大学院と学部の授業の共同開催。
- 評価: 1、2回のレポート
- 授業に関するwebページ:
<https://www.gfd-dennou.org/arch/lecture/Hokudai-sci-wakuseikishou/2020/>
- 授業に関する連絡: メールもしくはELMS

地球流体力学とは

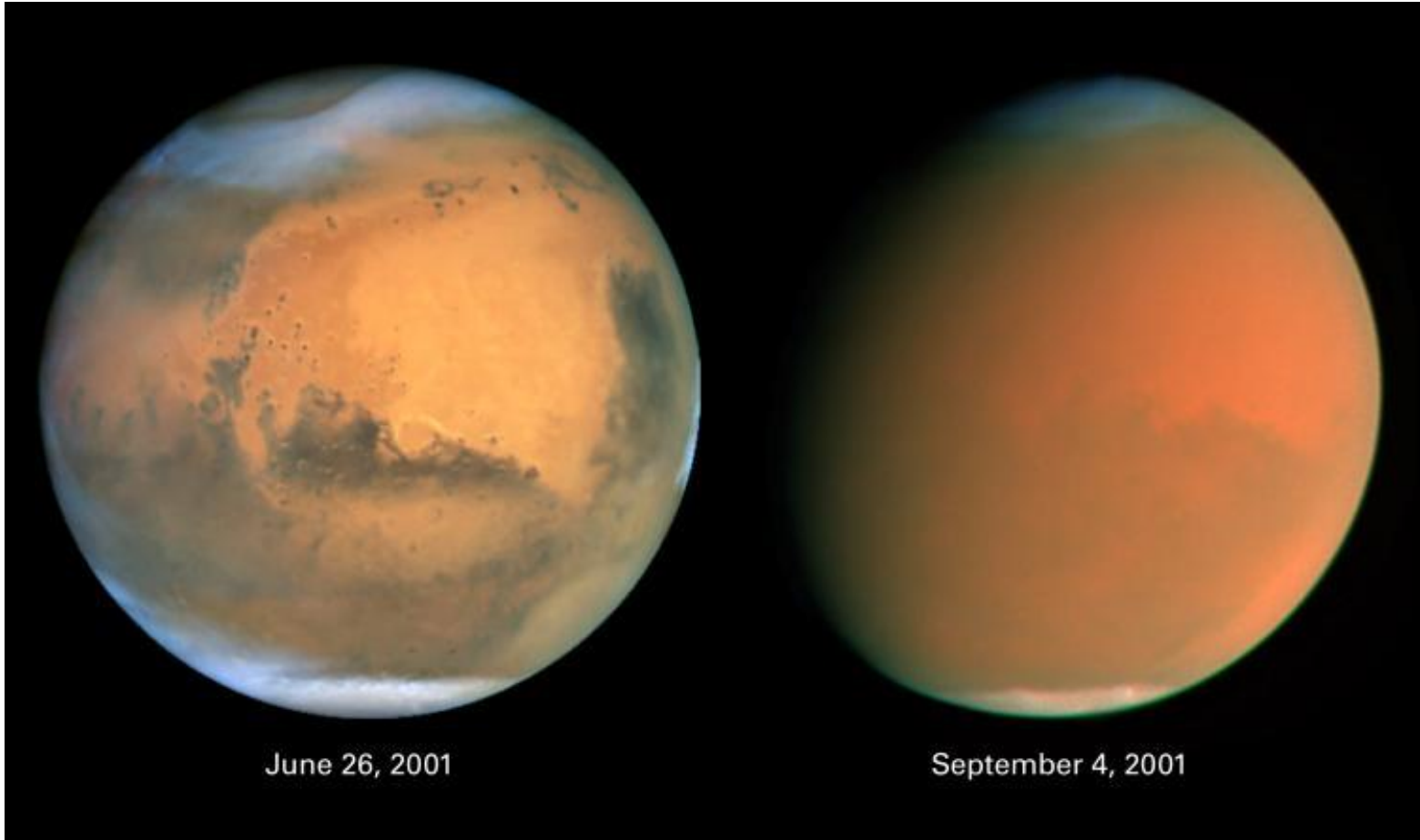
- 回転と成層が存在する系における流体力学
- Geophysical Fluid Dynamics (GFD)
- 根底にある考え方
 - 大気、海洋の中の流れも回転水槽、コップ、味噌汁の流れも同じ枠組みで理解できる
 - 波動・不安定・対流
 - 伝統的な理論物理学の精神を惑星や天体の流体现象に対して体現

地球の大気



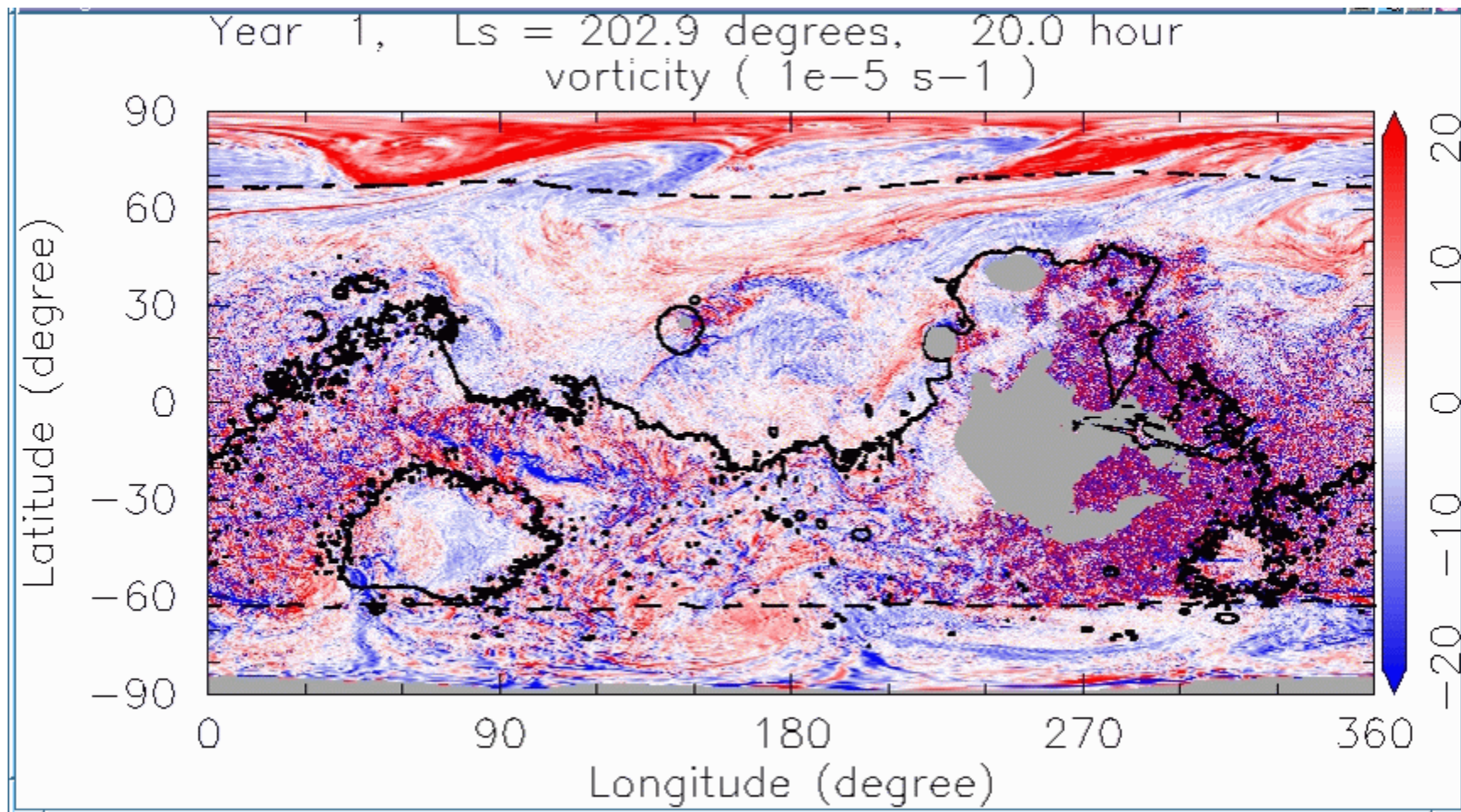
<http://www.nineplanets.org/pxearth.html>

火星大氣



<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA03173>

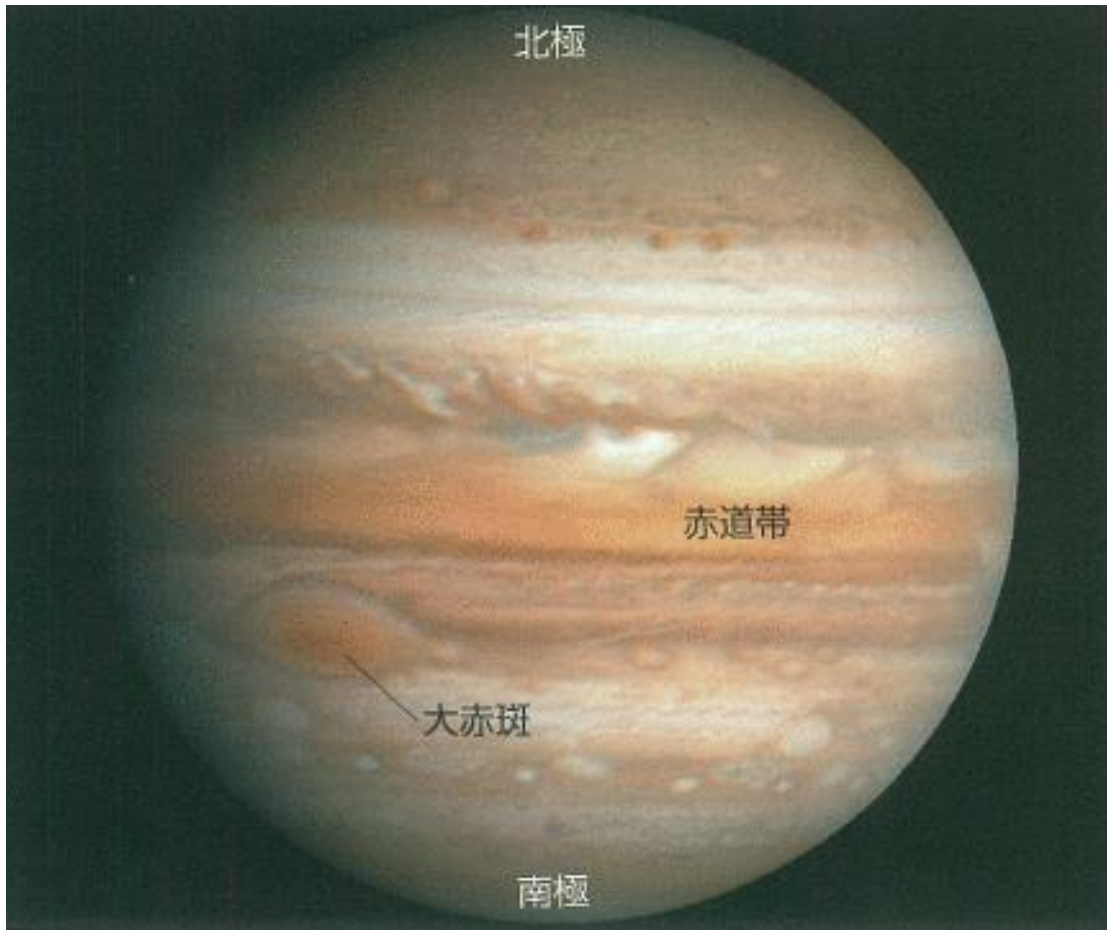
火星高解像度計算



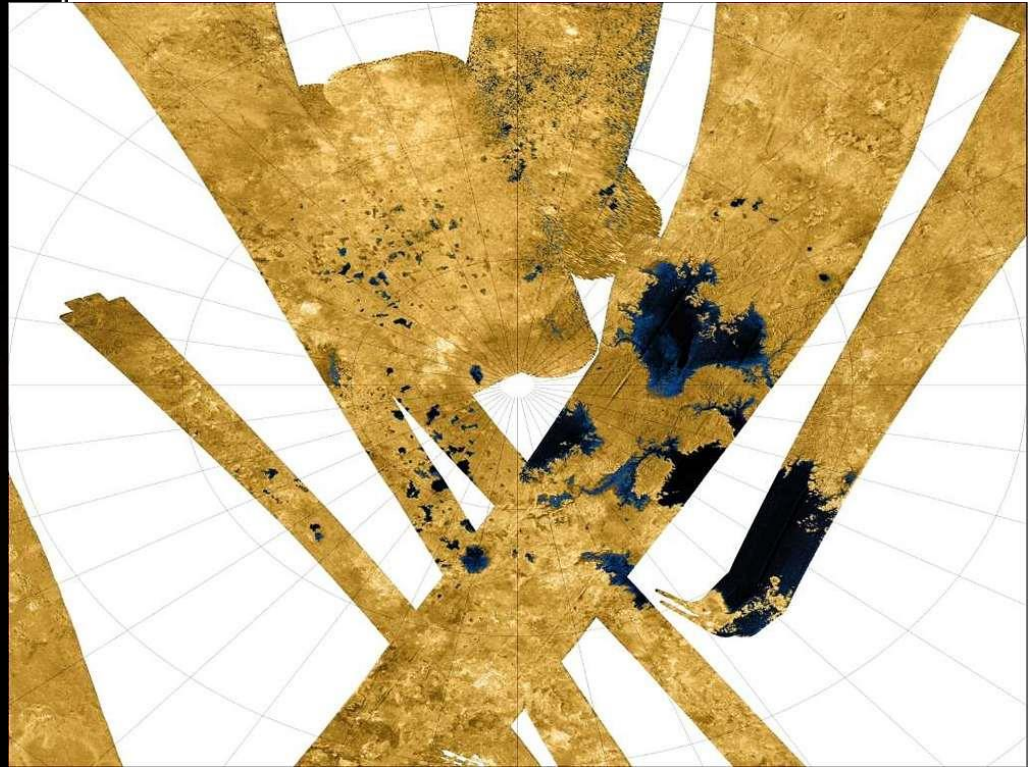
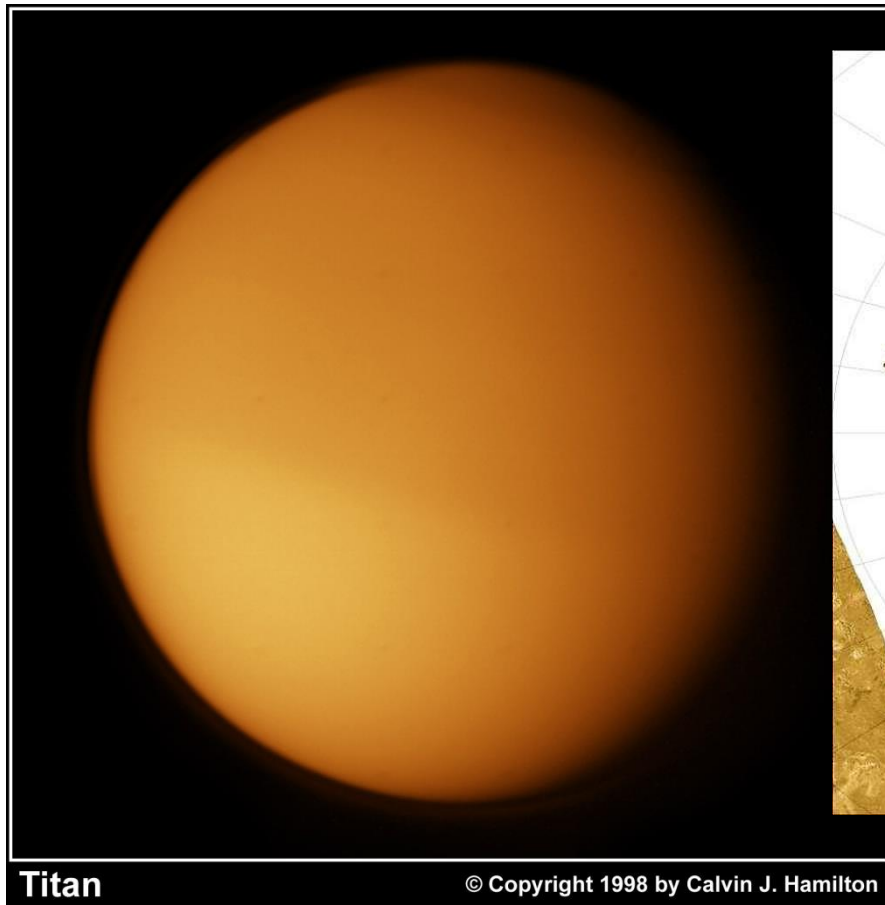
高橋他(2011)

木星

地学図表P.109

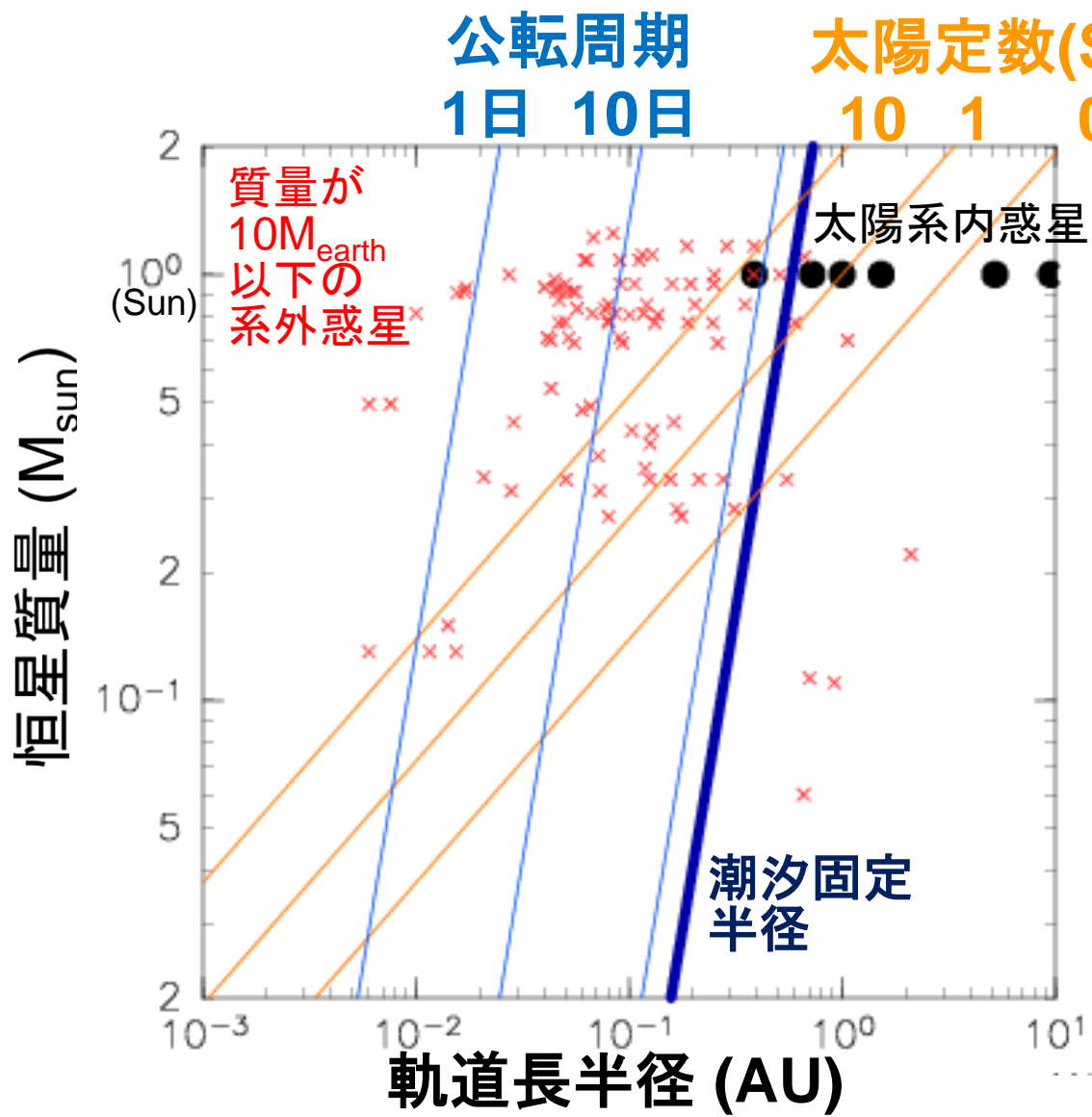


タイタン

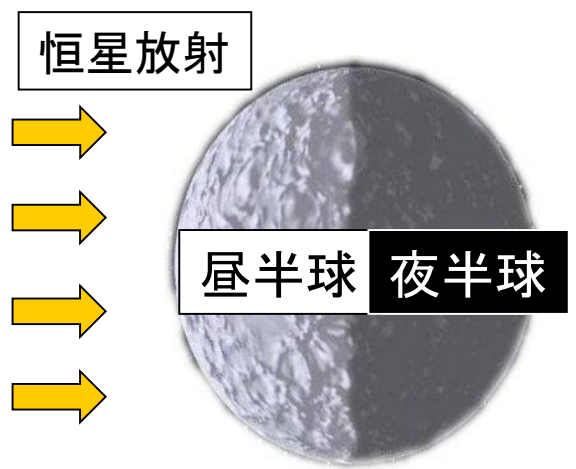


<http://www.solarviews.com/cap/sat/titan1.htm>

系外惑星



- 発見されている低質量系外惑星は中心星の近傍に存在
- 同期回転惑星



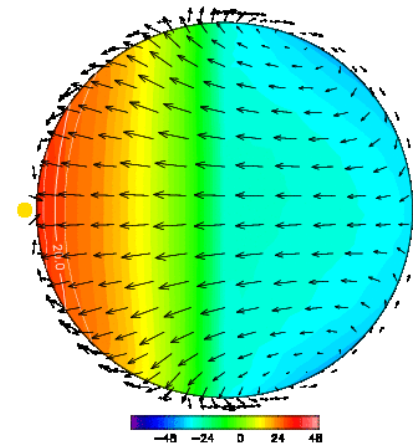
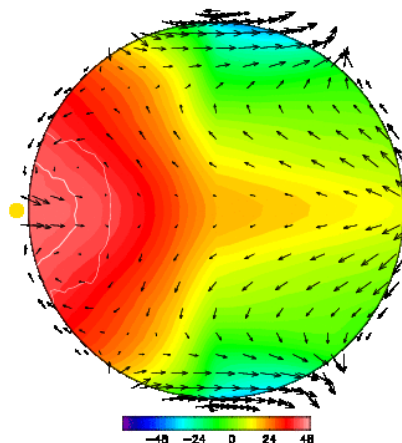
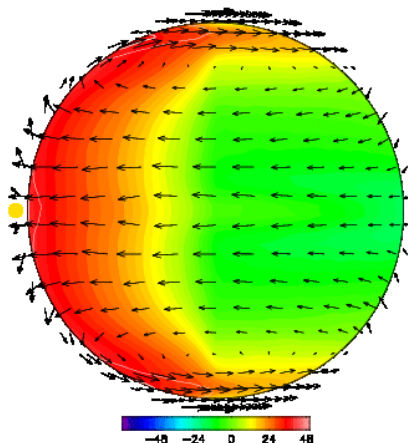
同期回転惑星大気

365日平均場 視点を変更(周回船観測のイメージ)

$\Omega^*=1.0$, $S^*=1.46$

$\Omega=0.5$, $S^*=1.17$

$\Omega=0.1$, $S^*=1.0$



黄色丸:
恒星直下点

色: 表面温度
矢印: 大気最下層水平風
等値線: 降水

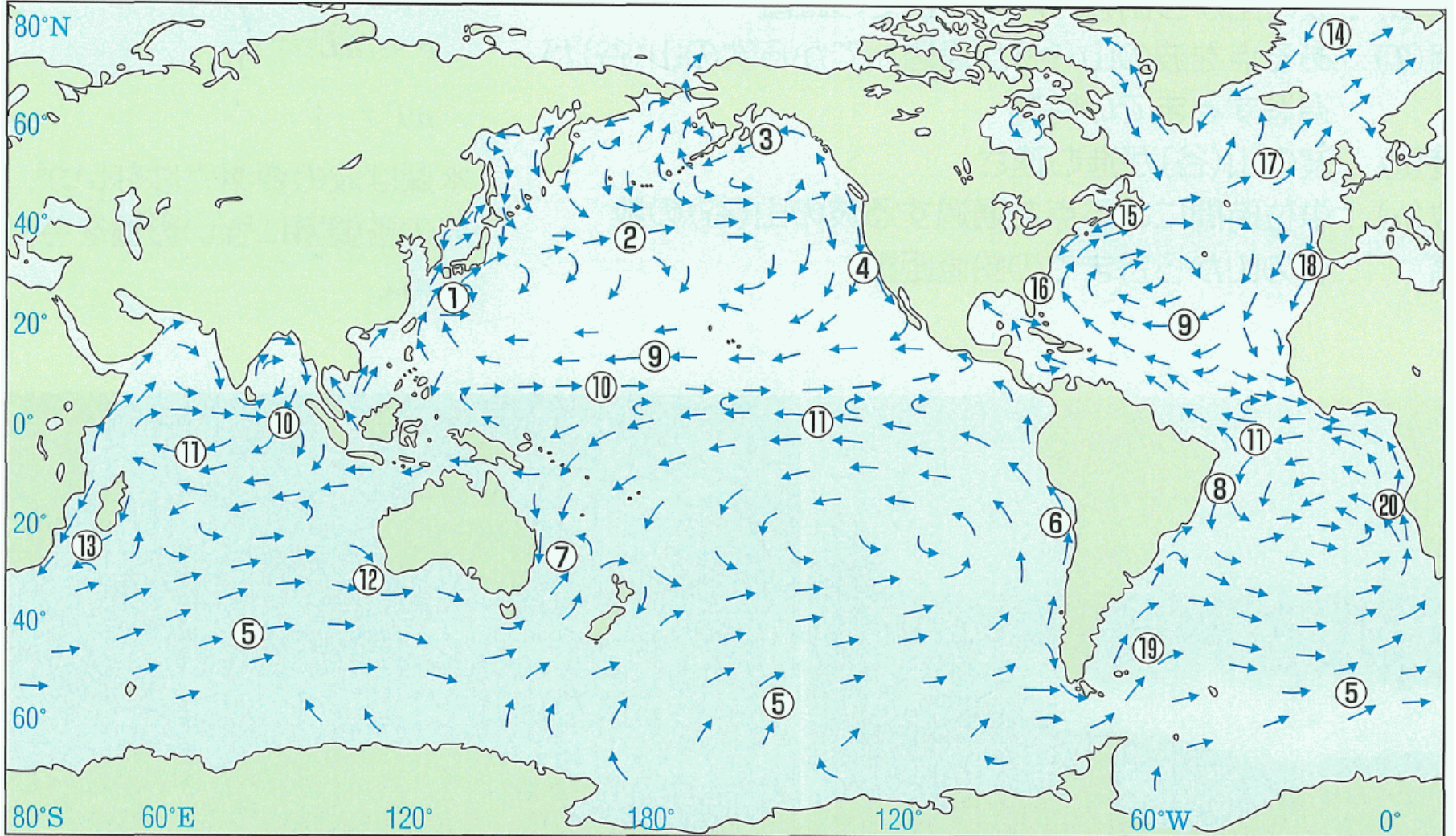


地球の海洋

地学図表P.105

世界の海流図(8月)

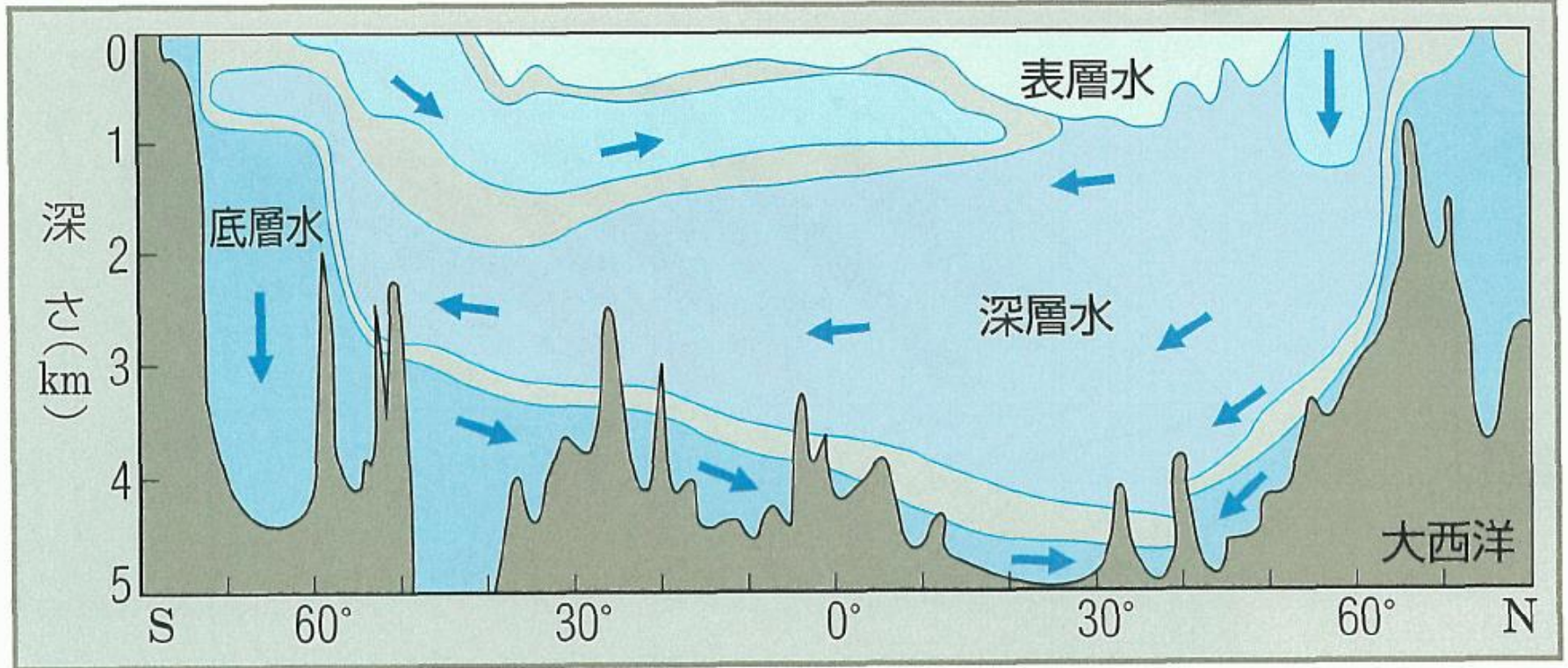
日本海洋データセンター、「理科年表」による



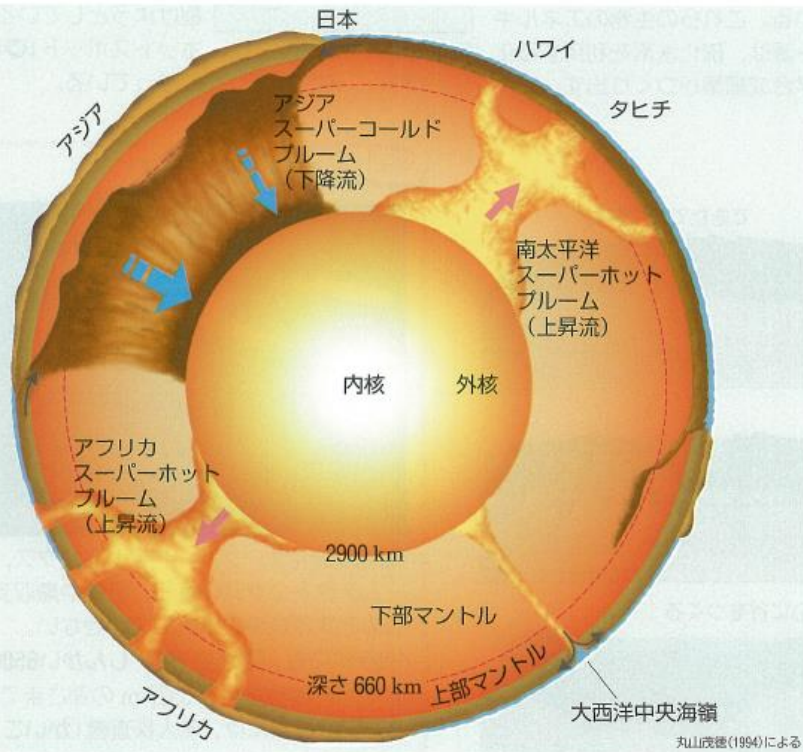
深層水の流れ

地学図表P.103

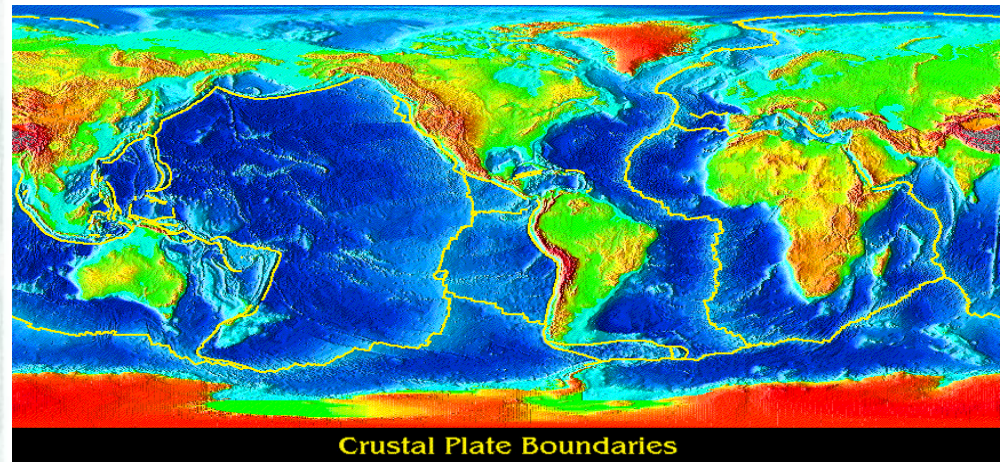
Hartmann (1994) による



固体地球内部

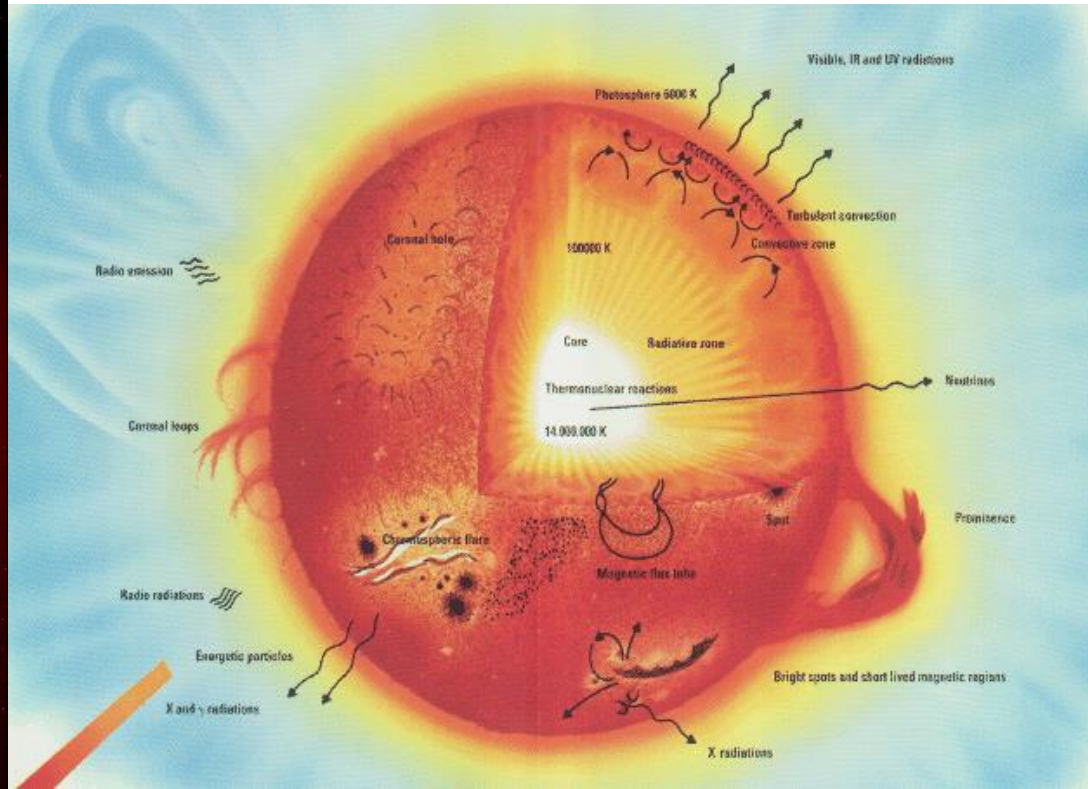
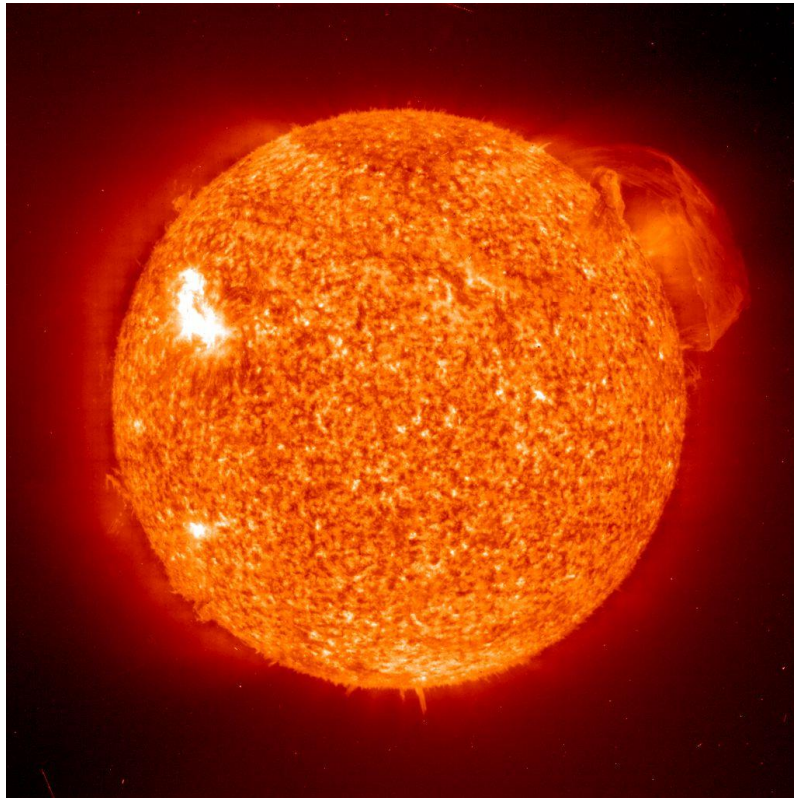


プレートテクトニクス



地学図表P.29

太陽



<http://www.nineplanets.org/pxsol.html>より転載

<http://solarviews.com/r/sun/sundiag.gif>より転載

星雲



馬頭星雲(オリオン座)

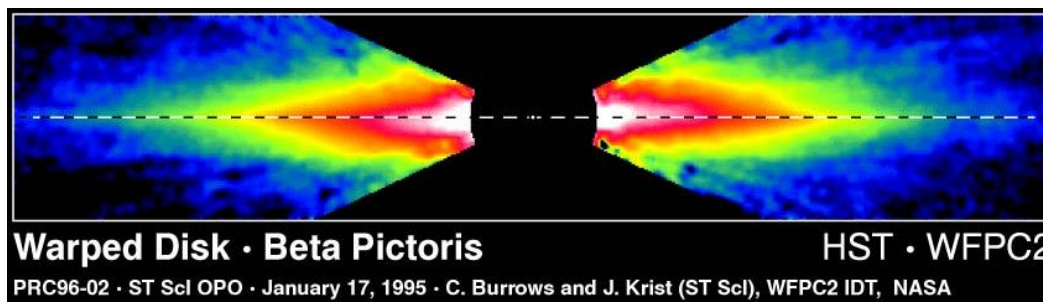
IC434 馬頭星雲(オリオン座)
地学図表 P.145



オリオン星雲(NGC1976-7, M42, オリオン座)

M42 オリオン大星雲
地学図表P.145

原始太陽系円盤



Warped Disk · Beta Pictoris

HST · WFPC2

PRC96-02 · ST ScI OPO · January 17, 1995 · C. Burrows and J. Krist (ST ScI), WFPC2 IDT, NASA

<http://hubblesite.org/newscenter/archive/1996/02/image/a>より転載

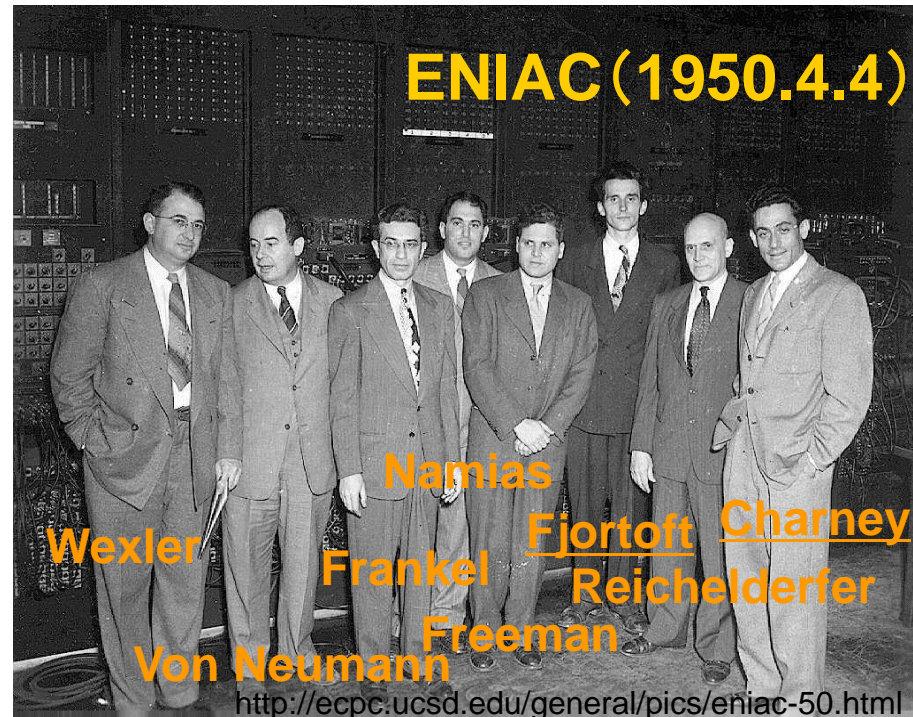
地球流体力学(GFD)の歴史

- GFDという枠組みで考えようという機運(1950年代後半)

- 数値天気予報実現に向けた政府の投資(米国)
- 米国の大循環研究所は地球流体力学研究所に改名

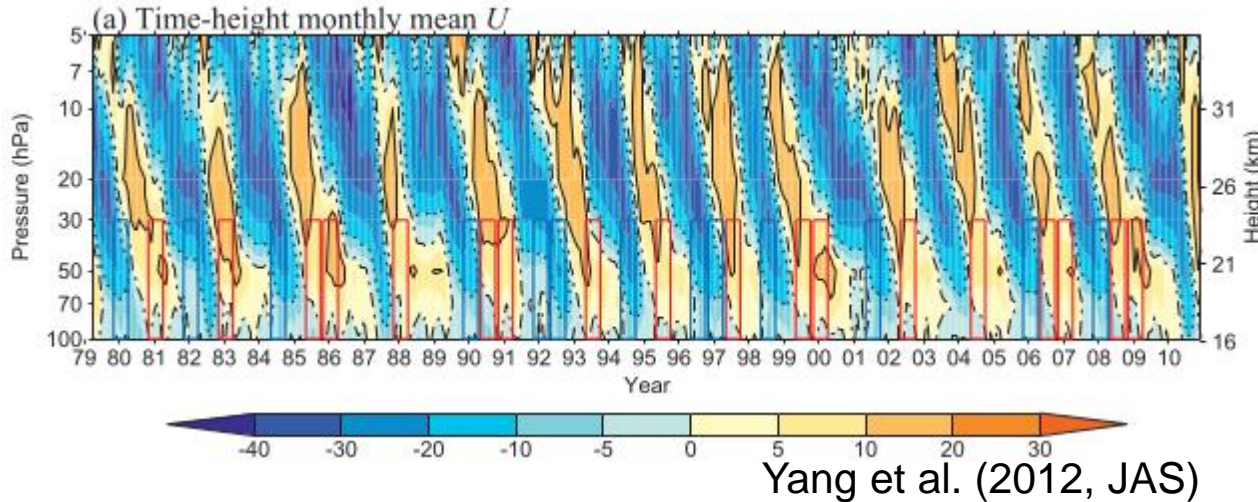
- 体系化

- WHOI summer school (<http://gfd.whoi.edu/proceedings>)
- 各種テキスト:Charney (1973), Pdelosky (1979), Vallis (2006)



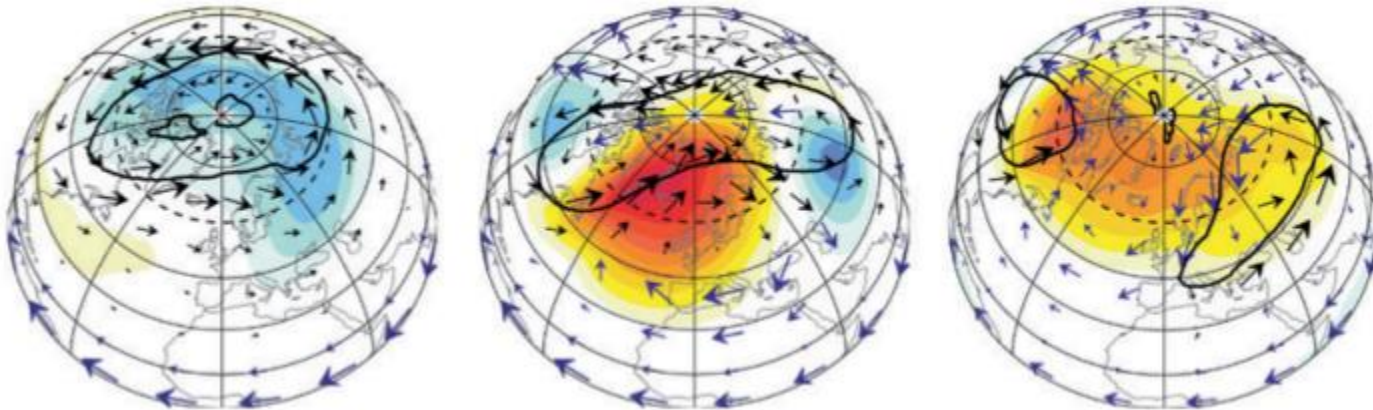
地球流体力学の成功例

赤道準二年振動(Quasi-biennial Oscillation)



- 発見:
Reed, Ebdon
- 赤道波の理論:
Matsuno (1980)
- メカニズムの議論:
Holton(1972),
Lindzen(1987)

成層圏突然昇温(Sudden Stratospheric warming)



- 発見:
Scherhag (1952)
- 理論:
Matsuno(1971)

Butler et al. (2015, BAMS)

地球流体力学の現状

- 理論から数値計算へ
 - 数値流体力学
- モデルの複雑化
 - モデルの理解がより困難に
 - しかも最近では他人が既存のモデルを使うことが当たり前になっている
- データの嵐
 - 観測データも数値計算データもサイズが大きく増加
 - 1枚の図を作るだけでも一苦勞
- GFDを伝承する機会は減少する傾向にある
 - 今こそちゃんと理論を！

予定

- 内容
 - 前半(春ターム)
 - 流体力学の復習
 - 回転成層流体の基礎
 - 後半(夏ターム)
 - ロスビー波
 - 傾圧不安定の基礎
- レポート: 基本的にレポート
 - 4年生: 春ターム終了時、夏ターム終了時
(春夏両方履修する場合は最後だけ)
 - 修士課程: 1学期終了時

今日やってもらおうこと

- アンケートの提出
 - 質問は
https://www.gfd-dennou.org/arch/lecture/Hokudai-sci-wakuseikishou/2020/0511_Intro/pub/enquete_20200511.pdf
 - メールで提出
- 授業資料のダウンロード
https://www.gfd-dennou.org/arch/lecture/Hokudai-sci-wakuseikishou/2020/0518_FluidDyn/pub/Note_FluidDyn.pdf
 - 来週までに読んで質問をまとめておいてください

参考文献

- 地球流体力学(GFD):林祥介(2007)天気, 54, 937-940
- 地球連続体力学:松井孝典編(1996)岩波書店
- 気象力学通論:小倉義光(1978)東京大学出版会
- 地球流体力学入門:木村竜二(1983)東京堂出版
- Geophysical Fluid Dynamics: J. Pedlosky (1986) Springer-Verlag
- An Introduction of dynamic Meteorology: J. Holton(2004) Elsevier Academic Press
- Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics: G. Vallis (2006) Cambridge Univ. Press