

大気海洋分野における論文の書き方の一例

お茶の水女子大学 理学部情報科学科 神山 翼

メール：tsubasa@is.ocha.ac.jp

大気海洋分野において論文を書く際、神山がいつも用いている方法や、気をつけている注意点について書いていきます。

研究室の内部文書のつもりで書き始めたので、色々とアラが目立つかもしれないのでご了承ください。また、他の分野の方も参考になる部分はあるかもしれませんが、論文の書き方には多少の分野依存があり、本文書は大気海洋分野を念頭に置いていることをご留意ください。

神山の指導のもとに論文を書く方は、各章が終わるごとに神山に見せるくらいの報告ペースが丁度良いと思います。

(Version: 2021/3/1)

目次

第 1 章	図の仮決め	3
1.1	見せる図を決めて、Powerpoint のスライドに 1 枚ずつ貼り付ける	3
1.2	図の順番を決める	3
第 2 章	ファーストドラフトを書く	4
2.1	全体に関わる原則	4
2.2	タイトルを決める	4
2.3	Introduction を書く	5
2.4	Data and Methods を書く	6
2.5	Results を書く	7
2.6	Conclusions を書く	8
第 3 章	セカンドドラフトを作る	10
3.1	英語を直す	10
3.2	読みやすさを向上させる	12
3.3	図を「本決め」する	12

第 1 章

図の仮決め

まず、見せたい図と順番を「仮決め」します。「仮決め」と言っているのは、あとで文章を書いているときに再帰的に変更することになるからです。

1.1 見せる図を決めて、Powerpoint のスライドに 1 枚ずつ貼り付ける

図は論文の命です。大抵の読者はタイトルとアブストラクト（要旨）と図しか見ません（本当です）。それゆえ、**図がわかりづらいとか面白くないと思われる**と、**その先は読んでももらえない**と思って作りましょう。「本当に見て欲しい図以外はなるべく載せない」くらいの気持ちでいるのが良いです。

図の枚数は、レターだと 4-5 枚程度、フルペーパーだと 6-13 枚程度で、出す雑誌によって変わります。ただしレターに出す場合でも、supplementary material という付録として図をつけることができるので、6 枚くらいになってしまうときも頑張ってレターにまとめてしまうことが多いです。それよりも溢れてしまってもうどうしようもないときはフルペーパーにします。

また、図の中に複数のパネルを入れることも可能です (Fig. 1a, Fig. 1b, ...)。一つの主張をするために何枚かの図が必要な際は、パネルをまとめてひとつの図にすることを考えましょう。

見せたい図は、Powerpoint^{*1}のスライドに 1 枚ずつどんどん貼り付けていきます。こうすることで、パネルを組み合わせでグループ化することによって 1 枚の図にしやすくなりますし、図の順番を変えたいときにもドラッグアンドドロップでスムーズに変えることができます。また、それぞれの図で言いたいことは、そのスライドに書き込んでおきましょう。

1.2 図の順番を決める

図の順番を考えることは、どのような話の流れにするのかを決めることです。イントロで「なぜこの研究が重要か」を説明するために、レターだと 1 枚、フルペーパーのときは 2 枚くらい必要なことが多いです。残りは、方法、結果、考察、の順になるようにしますが、こちらはそれぞれ特に枚数は決まっていないと思います。**この時点で、論文のストーリーが 8 割決まります**。論理がつながるように、図の横に言いたいことをメモしておくのが良いです。

ただし、特に重要な図は出来る限り Fig. 1 に載せるようにします。これは、**Fig. 1 は読者の目に最初に入る図であり、読者が論文の評価を決めにかかる図**だからです。上記の通りストーリー順にするのが原則です（実際、「なぜこの研究が重要か」を説得するのが一番大事であることが多いので、イントロで Fig. 1 を使うのは理にかなっている）が、どうしても見せたい図がある場合は、Fig. 1 に持ってくる構成を考えましょう。

*1 神山の場合は Apple 信者なので Keynote ですが...

第 2 章

ファーストドラフトを書く

ファーストドラフトは、好きな章から書き始めて良いです。僕は、「なぜこの研究が重要か」を一番最初に吐き出したいのでイントロから書くことが多いです。ただし、イントロは最も重要な節なので、よく考えて書く必要があります。それゆえ、機械的に書ける Data and Methods や Results を先に書くことを好む人も多いです。Conclusions (Summary and Discussion) はストーリーが完成してから書く方が見通しが良いので、個人的には最後に回すことをお勧めします。

ファーストドラフトの合言葉は、**Done is better than perfect.** です。「自分の頭の中にある言いたいことを、ぐちゃぐちゃのままでもいいから紙の上に全部乗せきる作業」だと割り切りましょう。

もちろん、英文法など気にする必要はないです。最近だと高機能な機械翻訳 (Google 翻訳や DeepL) が利用可能なので、ぶっちゃけ日本語でも良いかもしれないです。日本語で書いて、それを機械翻訳に通したものをファーストドラフトと呼んでも良いかもしれません。

2.1 全体に関わる原則

2.1.1 原則 1：段落ごとに言いたいことは一つにし、次に言いたいことがあるときは段落を変える

日本語の文章では、言いたいこと一つにつき、1 文 (多くても 2, 3 文) が対応します。それに対して、英語ではパラグラフごとに言いたいことを一つにします。その言いたいことを段落の最初の文に持ってきて、残りはその主張の根拠を補うだけです。新しい話題を持ってくるときや、話の流れが変わるときは、パラグラフを変えるのが原則です。

2.1.2 原則 2：Introduction は一般論から始まって具体論へ、Conclusions は具体論から入り一般論へ

イントロでは、本研究を身近に感じてもらう必要があるので、なるべく一般的な話から入ります。逆に、結論は身近な話題で終わる方が読後感が良いので、一般論で終わります。論文全体を通して、一般論→具体論→一般論という風に「潜って浮かぶ」という流れになるようにします。

2.2 タイトルを決める

タイトルを決めるときの方針は、次のうちのいずれかです。

- 本研究で行ったことを描写的に書く
(例) Rainfall variations induced by the lunar gravitational atmospheric tide and their implications for the relationship between tropical rainfall and humidity
- シンプルで目を引くようにする
(例) Nonlinear ENSO Warming Suppression (NEWS)

両立する場合はそれが一番良いですが、基本的に前者が定石で、後者が飛び道具といった感じです。特にこだわりがなければ、前者のようなタイトルにするのが良いと思います。

2.3 Introduction を書く

Introduction は、次のような役割を持つ文を、この順番に書いていくのが雛型です*1。必ずしも、各項目が1文ずつである必要はありません。もちろん、これはただの雛型なので、ストーリーが通りやすいように適宜アレンジしてもらって構いません。

なお、ここで用いている例文は、拙著

Kohyama, T., D. L. Hartmann, and D. S. Battisti (2017), La Niña-like mean-state response to global warming and potential oceanic roles, *J. Climate*, 30, 4207-4225.

からの引用です (URL: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/30/11/jcli-d-16-0441.1.xml>)。合わせて参考にしてください。

1. 本研究で扱う話題が重要であることを主張する。

(例) The tropical Pacific Ocean has profound impacts on the global climate system, and the response of this region to anthropogenic greenhouse gas forcing has been a controversial research topic since the late twentieth century (e.g., Knutson and Manabe 1995; Cane et al. 1997; Collins et al. 2005; DiNezio et al. 2009; Collins et al. 2010; Xie et al. 2010).

2. 本研究で扱う話題についての予備知識を読者に与える。

(例) In this study, we hereafter call a warming pattern “El Niño-like” (“La Niña-like”) when the east (west) equatorial Pacific warms faster than the west (east) equatorial Pacific. Many studies intentionally avoid these terms, which are associated with El Niño-Southern Oscillation (ENSO), because “a reduction in the strength of the equatorial Pacific trade winds is not necessarily accompanied by a reduction in the magnitude of the east-west gradient of SST” as explained by Collins et al. (2010, p. 393).

3. 1. や 2. と同じことを、より具体的な内容で繰り返す。先行研究を紹介する。

(例) The majority of the models that participated in phases 3 and 5 of the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP3 and CMIP5) exhibit El Niño-like SST trends, and therefore, the multimodel mean SST trend pattern is also El Niño-like (e.g., Collins et al. 2010; Huang and Ying 2015; Ying et al. 2016; Zheng et al. 2016).

4. 先行研究あるいは研究コミュニティにおける現状認識の一般的な問題点を指摘する。

(例) Although we have better datasets based on satellite observations for the late historical period (1979-2005) that also show a clear La Niña-like trend, we cannot determine, based on the short time span, whether the trend is purely unforced natural multidecadal variability or partly a forced response to anthropogenic climate change.

5. 本研究の科学的問いを述べる。

(例) The scientific question we address in this paper is whether a reasonable explanation can be given to support the notion that the forced response of the mean-state equatorial Pacific to greenhouse warming may actually be La Niña-like.

6. 本研究の主眼や新規性を述べる。

(例) In this study, our main focus is to compare the M and G models, and also the HadGEM2-CC model (hereafter “Had model”), which exhibits similar SST trends to the multimodel mean El Niño-like pattern, to shed light on the possibility of a La Niña-like mean-state warming.

7. This article is organized as follows. から始まる段落で、節立ての全体像を説明する。

(例) **This article is organized as follows.** The data used in this study are described **in the next section.**

*1 参考文献: Hilary Glasman-Deal, *Scientific Research Writing For Non-Native Speakers of English*, Imperial College Press.

In section 3, we describe the time evolution of the zonal SST gradient simulated by the three models and associated atmospheric changes to confirm the importance of the differences. Then, **in section 4**, we show a difference in the capability of the models to simulate a fundamental observed constraint between the zonal SST gradient and the ENSO amplitude in relation to the ENSO nonlinearity. Moreover, by comparing the control, historical, and global warming experiments, we show that the La Niña-like response of the M model is very likely to be forced by global warming. **In section 5**, we discuss some possible mechanisms whereby the different SST warming responses might be caused by differences of climatology and warming responses in the oceanic interior. A summary and concluding remarks are given **in section 6**.

2.4 Data and Methods を書く

この節では、用いたデータと方法を記述します。subsection に分けて、Data と Methods を別々に記述すると良いですが、Methods にあまり新しい方法がない場合は、シンプルに Data のみの節とする場合もあります。

この節で用いている例文は、拙著

Kohyama, T., and T. Tozuka (2016), Seasonal variability of the relationship between SST and OLR in the Indian Ocean and its implications for initialization in a CGCM with SST nudging, *J. Oceanogr.*, 72, 327-337. doi: 10.1007/s10872-015-0329-x

からの引用です (URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10872-015-0329-x>)。合わせて参考にしてください。

2.4.1 Data の書き方

この節で最低限書かなければいけないのは、

- 各変数をどのデータからとったか (以下の例では黒字)
- 各データの空間解像度はいくらか (以下の例では赤字)
- 各データで用いた期間はいつのものか (以下の例では青字)

の3つです。そのほかに、そのデータを用いた理由を補足しなければいけないときなどは説明を加えます。

例を見てもらった方が早いと思うので、以下に Data の段落の例を示します。

(例) The SST data is from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Optimum Interpolation SST (OISST) V2 monthly data edited by Reynolds et al. (2002). **The horizontal resolution is 1° in both zonal and meridional directions.** The NOAA-interpolated OLR data (Liebmann and Smith 1996) is adopted as an indicator for the strength of atmospheric convection. (中略) Zonal wind data at 850 hPa is from the National Centers for Environmental Prediction (NCEP)—National Center for Atmospheric Research (NCAR) reanalysis project (Kalnay et al. 1996). **The horizontal resolution of the OLR and wind data is 2.5° in both zonal and meridional directions.** Upper ocean potential temperature data is from an assimilation dataset of the Global Ocean Data Assimilation System (GODAS; Behringer and Xue 2004). **The horizontal resolution is 1° in the zonal direction and 1/3° in the meridional direction. The above datasets are interpolated to the same resolution as the SST data, when necessary, and data coverage is from 1982 through 2010.**

2.4.2 Methods の書き方

Methods ではどの論文にも共通するような必須項目はありませんが、たとえば

- 気候値・偏差やトレンドをどのように計算したか、デトレンドを行ったか
- 相関係数の検定はどのように行ったか
- どのような新しい解析手法を導入したか
- どのようなモデルを用いてシミュレーションしたか

など、解析で用いた手法を端的に記述します。環境情報論の授業で習ったような基本的な解析なら、わざわざ記述する必要はありませんので、読みやすく短めに通り過ぎることができるように頑張ってください。

(例) All of the results shown in this study rely upon linear analyses performed on SST, OLR, zonal wind, and upper ocean (i.e., 300 m) heat content anomalies calculated by removing the monthly climatology and linear trends from the original data. Here, the monthly climatology is calculated as an average over the years for each calendar month. The statistical significance of correlations is tested using a two-tailed Student's *t* test. To estimate statistical degrees of freedom in a time series with auto-correlations, we have calculated the effective sample size using the formula given by Bretherton et al. (1999):

$$N^* = N(1 - r_x r_y)/(1 + r_x r_y). \quad (2.1)$$

Here, N and N^* are original and effective sample sizes, respectively, and r_x and r_y are lag-one auto-correlations of each time series. To estimate the 95 % range of true correlations, we use the Fisher's z transformation:

$$r = \tanh(z), \quad (2.2)$$

where r is a correlation coefficient and z follows a standard normal distribution.

2.5 Results を書く

Results は一番難しそうと思うかもしれませんが、**基本的には 1 章でまとめた図について、順番に結果と解釈を説明していくだけ**です。このとき、「全体に関わる原則」の節で説明した「原則 1：段落ごとに言いたいことは一つにし、次に言いたいことがあるときは段落を変える」が特に大事です。

この節で用いている例文は、拙著

Kohyama, T., T. Suematsu, H. Miura, and D. Takasuka (2021), A Wall-like Sharp Downward Branch of the Walker Circulation above the Western Indian Ocean, *J. Geophys. Res.*, submitted.

からの引用です (URL はまだ)。合わせて参考にしてください。

2.5.1 見せたい結果が大きく分けて複数ある場合

まず、見せたい結果が大きく分けて複数ある場合には、それぞれ新しい節を立てます。節の初めに、この節で説明する内容を要約するような文を入れましょう。

(例) In this section, we first overview the seasonality of the Wall and the consistency with the local rainy seasons. Then, from the energetic viewpoint, we show that the strongest phase of the Wall is supported by horizontal cold advection associated with the Asian Summer Monsoon.

見せたい結果がすべてひとまとまりの場合は、シンプルに「3. Results」という節を一つ立てるだけでも良いです。その場合でも、subsection を使うとわかりやすくなることも多いです。

2.5.2 図を説明するパラグラフ

Results のパラグラフで最もシンプルなのは、図の説明です。次のような 3 段構成です。

- 段落で一番言いたいこと（以下の例では赤字）
- 何の図なのかを説明（以下の例では青字）
- 図から読み取ったことの説明（以下の例では黒字）

(例) The Wall exhibits two-peak seasonal variability in its strength of the subsidence. The left panels of Fig. 3 shows the monthly climatological-mean equatorial vertical motion averaged over the base period of 1979-2017. The Wall exhibits moderate subsidence from January through March, almost disappears from April through May, reaches its strongest phase from June through September, and becomes weak from October through December.

2.5.3 結果を解釈するパラグラフ

その後、新しく言いたいこと（多くの場合は、上記の結果の解釈）があるときには、段落を改めます。このときも、

- 段落で一番言いたいこと（以下の例では赤字）
- その根拠や補足（以下の例では黒字）

の順で書きます。

(例) The phase of this two-peak seasonality corresponds well to the annual precipitation cycle of the Eastern Horn of Africa, where two rainy seasons are known to exist. In this region, the term “Long Rains” denotes the longest and wettest rainy season that lasts from March through May, and the term “Short Rains” denotes the shorter and drier rainy season that peaks in October. Presumably, the lack of this seasonality in state-of-the-art GCMs Tierney et al. (2015) is inseparable from the reproducibility of the seasonal variability of the Wall.

2.5.4 最初から読んでみて、ストーリーがつながっているかを確認、追加解析を行う

基本的には、2.5.2 と 2.5.3 をひたすら図の枚数だけ繰り返せば、Results の節はおしまいです。最後に、初めから読んでみて、一貫したストーリーになっているかを確認しましょう。うまく話が繋がっていない場合は、該当箇所について第 1 章に戻って図を吟味するところをやり直しても良いかもしれません。

また、大抵は書いている間に自分の中でストーリーがきちんと繋がらないところが見つかるので、追加解析をすることになります。文章化することによって初めて足りないところが見えてくるので、これは論文を書き始めるときの不注意ではなく、必然です (笑)。その意味でも、論文化することは研究にとって非常に重要なプロセスだと言えます。

2.6 Conclusions を書く

節のタイトルには便宜上「Conclusions を書く」と書きましたが、書く内容によって以下のいずれかを選ぶと良いです。

- **Conclusions (結論)** ... 論文で言いたいことを、箇条書き的にダイレクトに書くとき。
- **Concluding Remarks (おわりに)** ... 結論というほどではなく、ちょっと言い残したことを「おわりに」として付け足す。
- **Summary and Discussion (要約と議論)** ... まず全体の流れを要約し、その後考察を加える。

論文によって、どれが一番書きやすいかは変わりますが、概して最も初心者向けなのは、Summary and Discussion かもしれません。たとえば、前節で用いた Kohyama et al. (2021) では、図をそれぞれもう一度説明し直すように Summary and Discussion をまとめています。

(例) We have reconsidered the climatology and the interannual variability of the Walker circulation by focusing

on its sharp downward branch, which we refer to as the Wall, observed at the western edge of the Indian Ocean (Figs. 1 and 2). A distinctive feature of the Wall is the two-peak seasonality (Fig. 3). The two weak phases of the Wall, one in boreal spring and the other in boreal fall, correspond well to the two rainy seasons at the Eastern Horn of Africa, which is not reproduced well by state-of-the-art GCMs. Another distinctive feature is that the subsidence of the Wall in its strongest phase reaches the surface (Fig. 1a). This “subsidence extension” appears to be sustained by horizontal cold advection associated with the Asian Summer Monsoon (Figs. 3 and 4). The interannual variability of the Walker circulation is in no doubt associated with ENSO, but more variance is explained by SSTs in western equatorial Indian Ocean and over the maritime continent (Fig. 5).

第3章

セカンドドラフトを作る

ファーストドラフトができたなら、次は論文の見栄えが良くなるように直していきます。英文法は、この段階から気にし始めます。

3.1 英語を直す

3.1.1 時制

本研究でやったことは、現在形または現在完了形で書きます。

(例) Next, we investigate the trends of the Walker circulation.

日本語で「～を用いた」などと言いたい場合は、現在完了形が便利です。つい過去形を用いたくなってしまうのですが、ぐっと我慢です。

(例) We have also used the RCP concentration calculations and data (Meinshausen et al. 2011).

先行研究でやられていることには、過去形を用います。

(例) Some earlier studies at the end of the last century showed that the global warming trend should be associated with a La Niña-like SST trend because of a so-called ocean dynamical thermostat mechanism (Clement et al. 1996; Cane et al. 1997).

3.1.2 3単元のs などなど

3単元のsなどの基本的な文法ミスは、この段階で忘れずにチェックしましょう。

3.1.3 we を使わずに済むところでは使わない

科学論文では、「誰がやっても同じ結果になる」ことが大事なので、we を避けることが多いです。現在形の受け身を用いましょう。

× We calculated monthly climatologies by taking the average for each month over the entire record.

△ We calculate monthly climatologies by taking the average for each month over the entire record.

○ Monthly climatologies are calculated by taking the average for each month over the entire record.

3.1.4 その他さまざまな論文の慣習

論文には色々な慣習があります。特にこだわりがなければ、慣習にしたがっておくのが良いです。思い出したら僕もまた追記しますが、とりあえず東大物理の立川先生の記事 (<https://member.ipmu.jp/yuji.tachikawa/misc/dron2.html>) を以下に引用しておきます。

- 論文を書いたら一度は全部一語一語読み返して、間違いを探しましょう。これには数日から一週間経ってから読み返すのが効果的です。というのは、書いた直後だと、自分が何を書きたかったかがまだ心の中にあるので、字面を読んでも、書き間違いに気付かないことがしばしばあるからです。長々と沢山書いたせいで、読み返す時間がとれず、誤植が多くなってしまう、というのは良く無いと思います。
- スペルチェックをしましょう。まっとうな TeX エディタなら、TeX コマンド以外の部分だけスペルチェックしてくれる仕組みが備わっています。
- 論文は多少フォーマルな英語で書くことになっています。don't や let's 等は使わず do not, let us と書きましょう。同様に、that 節の that は省略しないようにしましょう。
- 略記を使う場合ははじめて使うまえに quantum field theories (QFTs) などとして定義しましょう。
- 開き括弧 “ と閉じ括弧 ” は区別しましょう。TeX では “,” とタイプすると変換してくれます。(引用者注: この文書を LaTeX で作成しているので、うまく表示できませんでした。知りたい方は、立川先生のサイトに飛んでみてください。)
- 日本語ではカギ括弧で「強調」することができますが、英語で It is “derived” in [2] などと書くと伝聞形で人は証明したとっている、すなわち、括弧で囲われた部分の主張は怪しいという意味になりますので注意しましょう。(僕はこれを一本目の論文でやって引用先の著者に不快感を与えました。指導教員に原稿みせたのに指摘してくれなかったのはひどい。) 普通に ... を使っておきましょう。I want to EMPHASIZE などと大文字で強調するのもやめましょう。
- 短い一文だけで一段落というのはなるべく避けましょう。
- 論文は事実を書くものですから時制はおおむね現在形でよいですが、前の論文、前の節で示したことを言及する際は過去形、次の論文、次の節でやることを書くときは未来形を使いましょう。
- これは分野によりますが、うちの分野では単著でも本文中は we を使います。(著者と読者を含めた we なんだと聞いたことがありますがあ慣習でしょう。) 一方、謝辞や脚注で読者を含めない著者をさす必要があるときは the author(s) を使って三人称にすることが多いです。The author thanks 誰々 for discussion という感じです。
- a と an の使い分けは、続く単語を発音したときに母音ではじまるかどうかであって字面ではないです。ですから an N=2 supersymmetric theory になります。また、't Hooft は t の前に ' があり、' は弱い母音です。ですので、ひとつのトホーフトループは an 't Hooft loop です。英文中では一桁ぐらいの整数はアルファベットで書きます。4-dimensional ではなくて four-dimensional です。文献番号や数式番号はそれ単体では主語にしません。目的語につかうのは問題ないと思います。(3.19) means ではなく Equation (3.19) means ... などとします。(本文中で Figure 2.3 や Table 4 などと引用するときは先頭を大文字にして冠詞をつけないのが普通です。固有名詞扱いするということかもしれません。) また、文献 [3] は何を示した、を Reference [3] derived the relation ... などとやるのは奇異にうつりますので The relation ... was derived in [3] ... などとするのが普通です。
- 日本語話者特有の英語の間違いというのがあるので気をつけましょう。自分で書いていてあやしいな、と思ったり、前置詞に迷ったりしたら、Hyper Collocation という実際に arXiv での用法を検索してくれるものがありますので使いましょう。
- 特によく見かけるのが「特に〜である」というのを Especially, ... と書くケースです。これは In particular, ... のほうが普通です。日本語に訳すると especially も in particular も「特に」ですが、前者は「特に良い」を especially good などと言う際に普通つかいます。Hyper collocation の結果をリンクしておきましたが、in particular のほうが 90 倍ぐらい多く、かつ especially のほうは English native speaker が書いた論文はほとん

ど引っ掛からないことがわかります。

- もうひとつは evidence を複数形にして evidences とすることです。これは非可算名詞なので、どうしても複数形にしたい場合は pieces of evidence などと書くべきです。
- 三人称単数現在の (e)s に気をつけましょう。(僕は動詞の直前の名詞の単数複数で決めて書いてしまう癖がついてしまっていて良くないです。) 冠詞 a(n), the の使い分けおよびいつ使わないのかはとても難しいです。僕も native にいわせるとまだまだです。しかし次のことは気をつけることができると思います:
 - 可算名詞の単数形はかならず a か the か my, this, Cardy's などの限定形容詞がつく。
 - 可算名詞で指される対象で、すでに文章中に出て来たら、the がつく。
 - 可算名詞で指される対象で複数考えるものが文章中にはじめて出てくるときは a(n) がつく。ですから、ある二次元の場の量子論の中心電荷が... という場合は the central charge of a two-dimensional quantum field theory となります。まあ、同じ名詞でも可算名詞としてつかったり非可算名詞としてつかったりすることがあるからさらに難しいのですが、それは次の段階です。

3.2 読みやすさを向上させる

3.2.1 長すぎる段落は 2 つに分ける

段落が長すぎると、読者が迷子になります。また、長すぎる段落には大抵言いたいことが二つ以上書かれていることが多いです。真ん中あたりでうまく分けられないか、模索してみましょう。

3.2.2 長すぎる文は 2 つに分ける

文が長すぎると、読者が迷子になります。また、長すぎる文には大抵言いたいことが二つ以上書かれていることが多いです。真ん中あたりでうまく分けられないか、模索してみましょう。

3.2.3 語数が少なく書けるなら少ない方がよい

短い文で同じことを言えるならば、なるべく文は短くするようにしましょう。

- × It is shown in the top panel of Fig. 6 that the two indices exhibit a remarkably high correlation of >0.8 without any detectable lags during the satellite era.
- The two indices exhibit a remarkably high correlation of >0.8 without any detectable lags during the satellite era (Fig. 6, top panels).

3.3 図を「本決め」する

第 1 章で仮決めしておいた図を、本決めて、論文クオリティに持っていきます。次のページから、僕が最初の論文を書いた際に注意された点と、それをどう改善したかを列挙します。参考にしてください。

これは僕が論文用に、と思って作った図です。
どこをMikeに指摘されたたでしょうか？

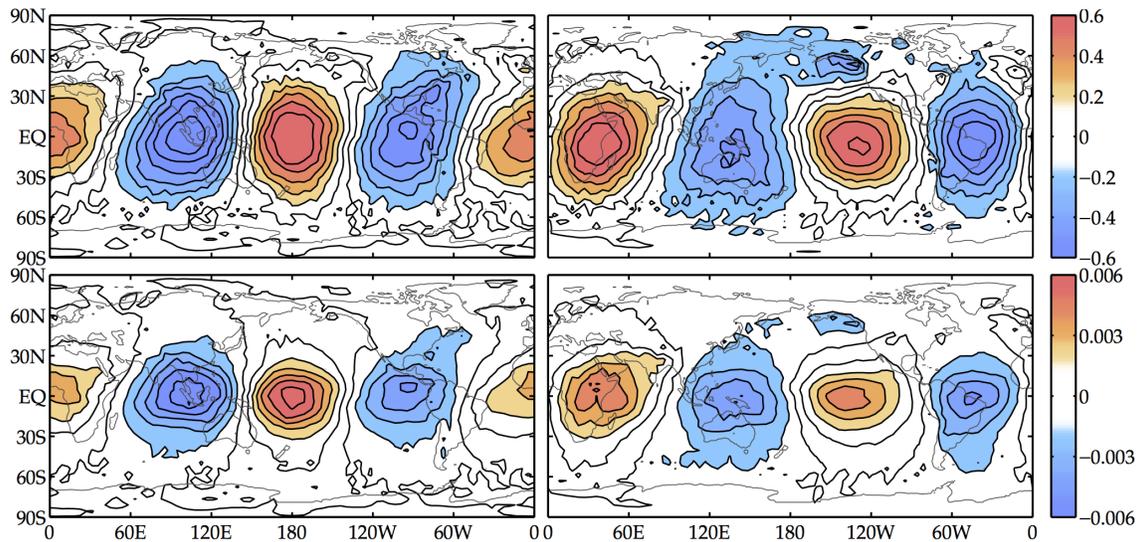


Figure 1. Upper panels: Amplitude of the lunar semidiurnal tide $L2$ estimated by regressing Z at the 1000 hPa level onto the cosine (\tilde{A} ; left panel) and sine (\tilde{B} ; right panel) time series with half synodic period. The meteorological noises were cancelled by subtracting four regression maps obtained from different synoptic time in the manner of $(00\text{UTC} - 06\text{UTC} + 12\text{UTC} - 18\text{UTC})/4$. Units m, contour interval 0.1 m. Lower panels show the corresponding correlation coefficients, noise-cancelled in the same manner; contour interval 0.001.

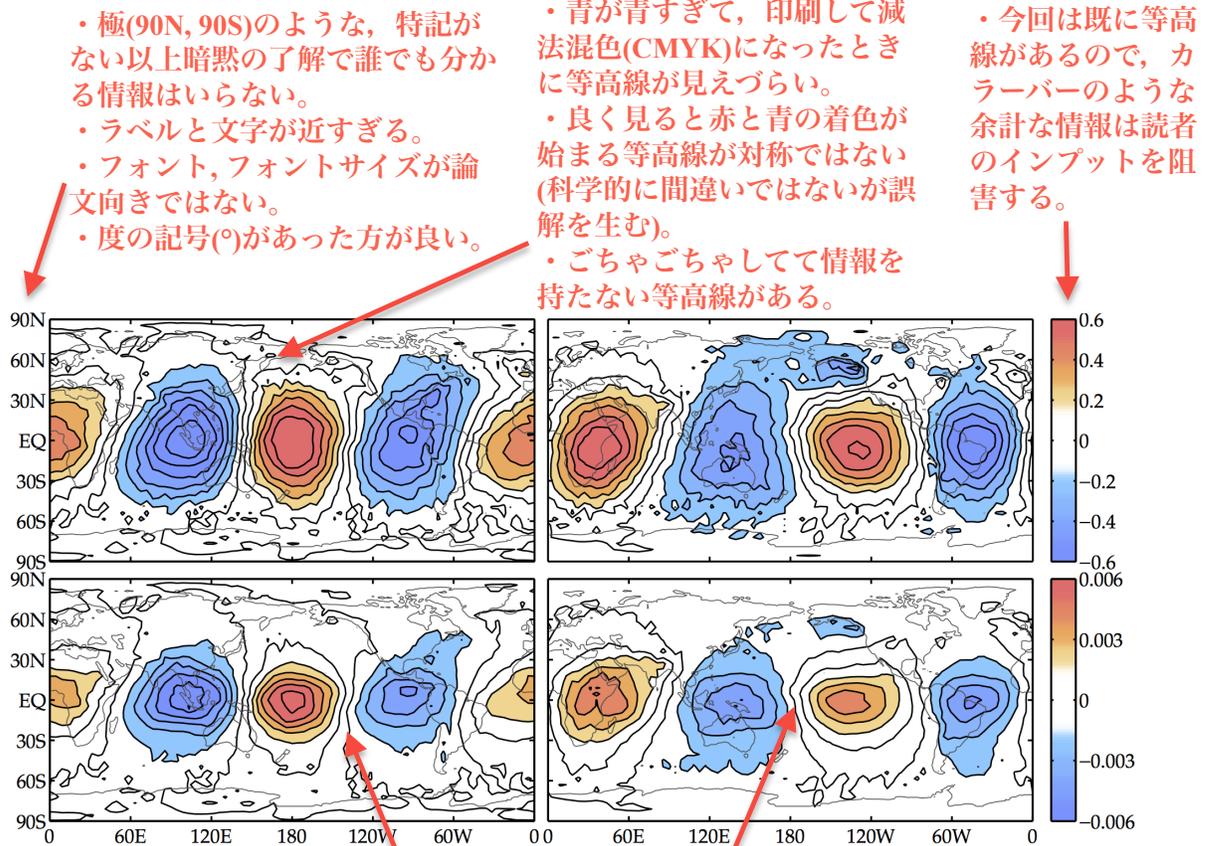


Figure 1. Upper panels: Amplitude of the lunar semidiurnal tide $L2$ estimated by regressing Z at the 1000 hPa level onto the cosine (\tilde{A} ; left panel) and sine (\tilde{B} ; right panel) time series with half synodic period. The meteorological noises were cancelled by subtracting four regression maps obtained from different synoptic time in the manner of $(00\text{UTC} - 06\text{UTC} + 12\text{UTC} - 18\text{UTC})/4$. Units m, contour interval 0.1 m. Lower panels show the corresponding correlation coefficients, noise-cancelled in the same manner; contour interval 0.001.

- ・極(90N, 90S)のような、特記がない以上暗黙の了解で誰でも分かる情報はいらぬ。
- ・ラベルと文字が近すぎる。
- ・フォント、フォントサイズが論文向きではない。
- ・度の記号(°)があった方が良い。

- ・青が青すぎて、印刷して減法混色(CMYK)になったときに等高線が見えづらい。
- ・良く見ると赤と青の着色が始まる等高線が対称ではない(科学的に間違いではないが誤解を生む)。
- ・ごちゃごちゃしてて情報を持たない等高線がある。

- ・今回は既に等高線があるので、カラーバーのような余計な情報は読者のインプットを阻害する。

- ・キャプションの情報が少なすぎて、本文を読まないと何をやったのかが分からない。

- ・情報をあまり増やさない図は、「入れて情報が増える価値」と「外すことでシンプルになる価値」の大きさを比べよ。不必要な図は害悪だ(泣)

これがMike的正解。

- ・青が一番濃い部分からかなり明度を高く。カラーバーと、0 mを示す等高線を省くことで図がシンプルに。
- ・青のグラデーションが下がるにつれて緑を混ぜると段階がクリアに。

一目で図の意図が分かるように。

ラベル：

- ・シンプルに出来る部分は限りなくシンプルに。
- ・フォントはArialまたはHelvetica。
- ・サイズは階層構造に従って10ptから9pt, 8pt, と下げていく。でも6pt以下はダメ。今回はcosine, sineが10pt, 軸のラベルが9pt。
- ・必要があれば文字の縦横比も調整。横幅, 縦幅を90%程度に直すと良いことも。

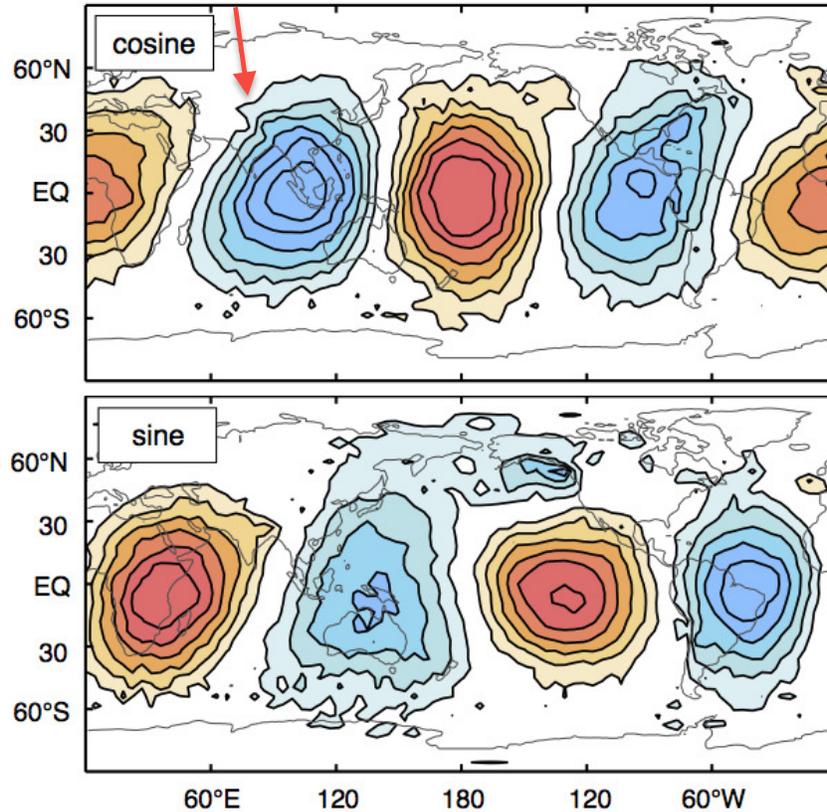


Figure 1. Amplitude of the lunar semidiurnal tide $L_2(Z)$ estimated by regressing Z at the 1000 hPa level onto the cosine (\tilde{A} ; top panel) and sine (\tilde{B} ; bottom panel) time series with a period of a half lunar synodic cycle (14.765294 days). The “weather noise” noise is suppressed by differencing the regression maps for the four daily analysis times using the relation $(00\text{UTC} - 06\text{UTC} + 12\text{UTC} - 18\text{UTC})/4$. Units m, contour interval 0.1 m. Zero contours are omitted, and positive (negative) local maxima are shaded red/orange (blue).

- ・図だけを見て一瞬で大意が伝わるようにする。
- ・図とキャプションだけを読んで、本文を読まなくても論文で何をしたのかが(少なくとも同業者には)ほぼ完璧に伝わるようにする。

おまけ：

僕が赤, マイクがオレンジと言い張り, 互いに一步も譲らなかったの, 妥協案としてred/orangeと表記(笑)。 (でも僕の研究室仲間も, 色盲の友人を除いて全員赤って言ったんだけど...?笑)

2問目です。
 どこをMikeに指摘されたのでしょうか？

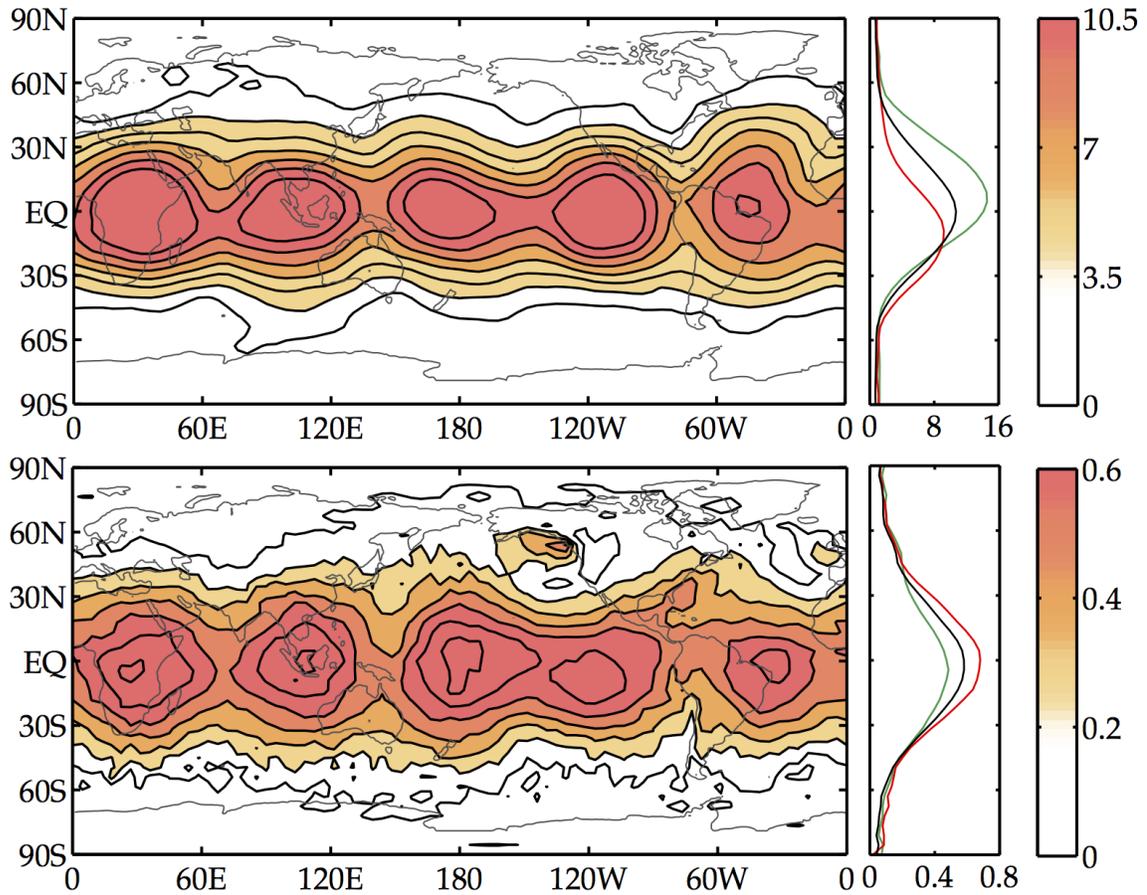


Figure 2. Amplitude of the L_2 tidal signal, defined as $\sqrt{\tilde{A}^2 + \tilde{B}^2}$. Upper panel at the 1 hPa level, lower panel at the 1000 hPa level. Units m; contour interval 1.5 m upper, 0.1 m lower. The line plots show the zonally averaged amplitude for the annual mean indicated by the black curves, the D season (November through February) indicated by the green curves and the J season (May through August) indicated by the red curves.

極は...(以下同文)

ラベルとの距離が...(以下同文)

フォントは...(以下同文)

度の記号は...(以下同文)

余計な等高線,

余計なカラーバーは(以下同文)

・線が細すぎる。

・赤と緑では色盲の人に
分からないので、避けら
れるなら避けるべき。

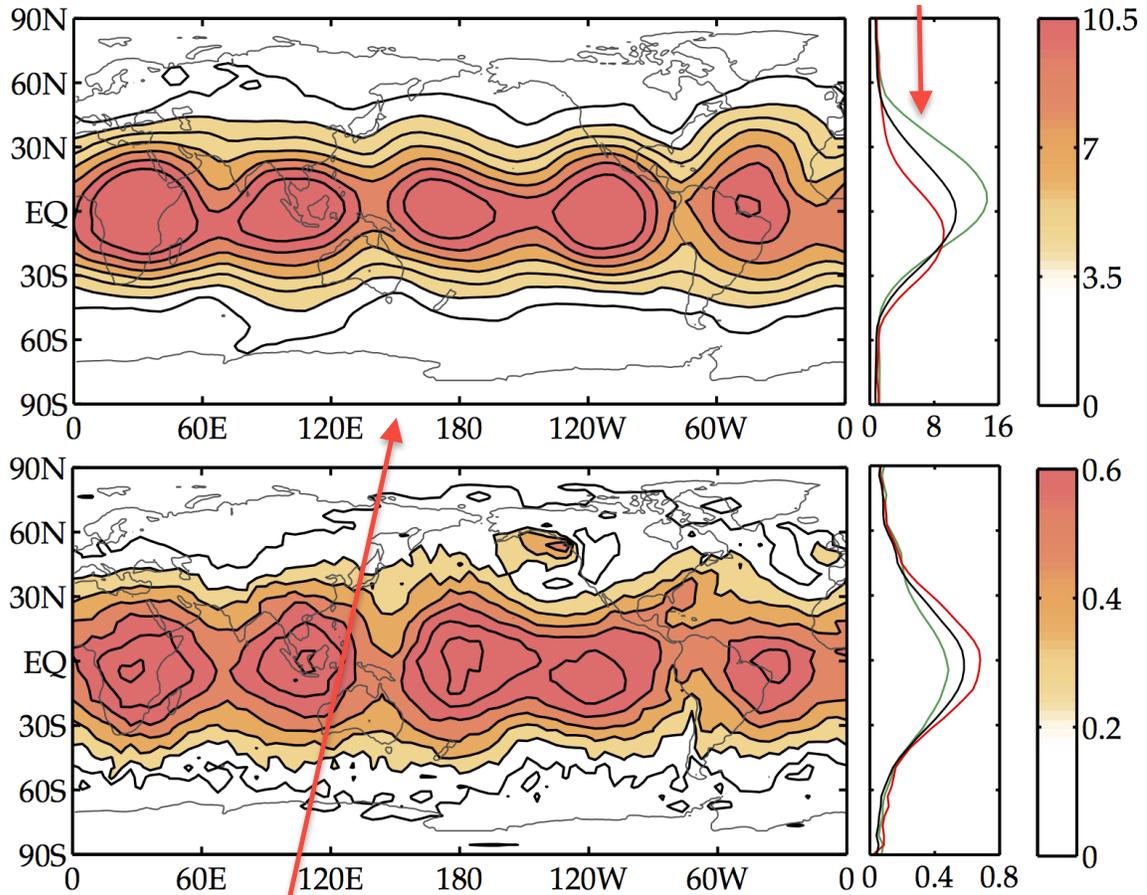


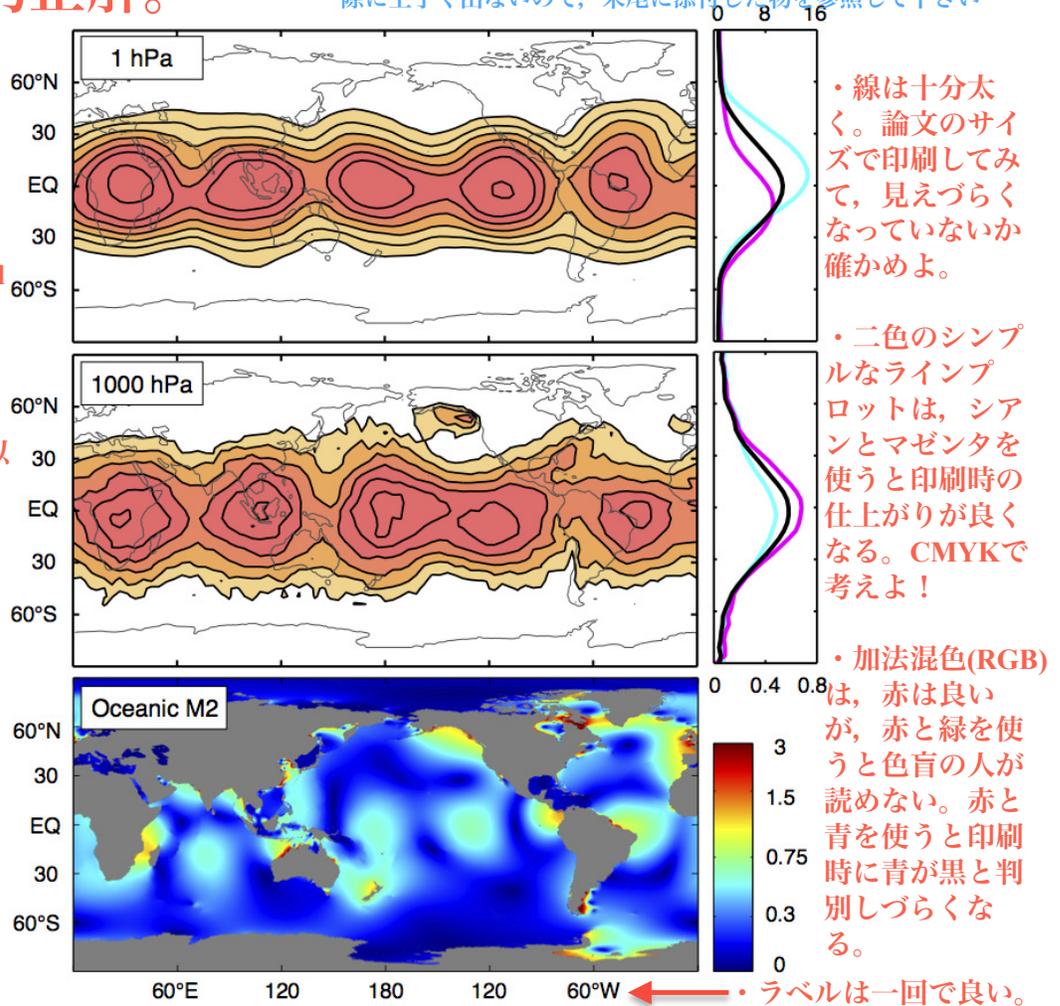
Figure 2. Amplitude of the L_2 tidal signal, defined as $\sqrt{\tilde{A}^2 + \tilde{B}^2}$. Upper panel at the 1 hPa level, lower panel at the 1000 hPa level. Units m; contour interval 1.5 m upper, 0.1 m lower. The line plots show the zonally averaged amplitude for the annual mean indicated by the black curves, the D season (November through February) indicated by the green curves and the J season (May through August) indicated by the red curves.

2回繰り返さなくて良いラベルを繰り返している。

Mike的 正解。

※この原稿ではTeXの問題でラインプロットの色が印刷した際に上手く出ないので、末尾に添付した物を参照して下さい

ラベル(再掲):
 ・シンプルに出来る部分は限りなくシンプルに。
 ・フォントはArialまたはHelvetica。
 ・サイズは階層構造に従って10ptから9pt, 8pt, と下げていく。でも6pt以下はダメ。
 ・必要があれば文字の縦横比も調整。横幅, 縦幅を90%程度に直すと良いことも。



・線は十分太く。論文のサイズで印刷してみても、見えづらくなっていないか確かめよ。
 ・二色のシンプルなラインプロットは、シアンとマゼンタを使うと印刷時の仕上がりが良くなる。CMYKで考えよ!
 ・加法混色(RGB)は、赤は良いが、赤と緑を使うと色盲の人が読めない。赤と青を使うと印刷時に青が黒と判別しづらくなる。
 ・ラベルは一回で良い。

Figure 2. Amplitude of the $L2$ tidal signal, defined as $\sqrt{\tilde{A}^2 + \tilde{B}^2}$. Upper panel: 1 hPa (50 km) level, contour interval 1.5 m, 1.5 m contours are omitted. Middle panel: 1000 hPa (surface) level, contour interval 0.1 m, 0.1 m contours are omitted. The line plots to the right of these panels show zonal mean amplitudes: annual mean (black curves); the J season (May through August, magenta curves), and the D season (November through February, cyan curves). Bottom panel: Global distribution of the $M2$ constituent of the lunar oceanic tidal amplitude in sea level based on TPX08 tidal data as described in Section 2.1.7 of *Stammer et al.* [2014]; graphic courtesy of Stephen Griffiths, University of Leeds. **・理解を助ける図は、人にもらってでも入れる。**

3問目です。 どこをMikeに指摘されたたでしょうか？

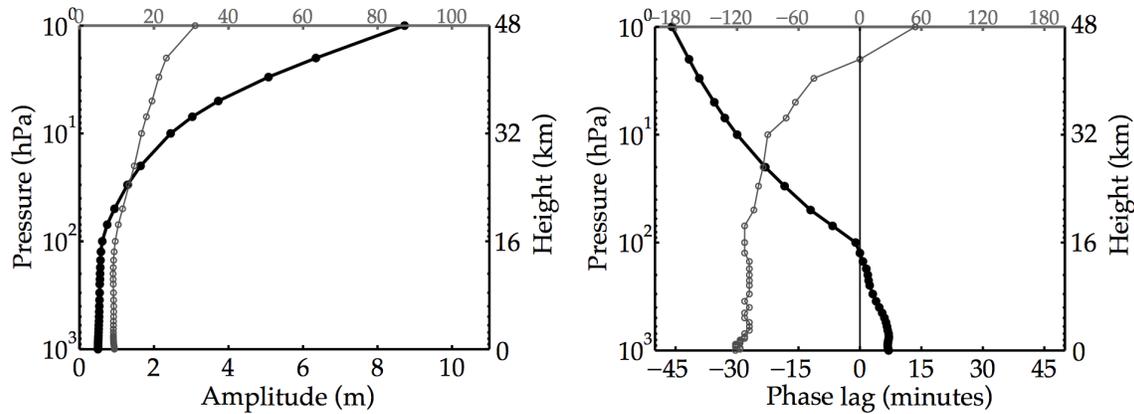


Figure 3. Left panel: Vertical profile of the amplitude of $L2$ (black) and $S2$ (gray) tidal signal in Z . The amplitude of $L2$ is defined as in Fig. 3 but the area-weighted mean for the tropics (30°S to 30°N) at each pressure level (altitude) in units of m. The amplitude of $S2$ is defined in the supplementary material. Right panel: Phase lag of $L2$ ($S2$) tidal signals relative to local mean lunar (solar) time, as defined in the text (supplementary material), in units of lunar (solar) minutes. Axis for $S2$ is shown in the upper part of the panels. $S2$ in the ECMWF operational analyses has been documented by *Hsu and Hoskins* [1989], *Ray and Ponte* [2003], etc.

- ・グレーの線が細すぎる
- ・グレーのラベルが小さすぎる
- ・グレーが濃すぎて印刷したときに黒との違いが分かりづらい
- ・端の0は自明だから要らない
- ・キャプションを読まないで二本の線が何を意味するかが(振幅という情報以外)全く分からない

- ・目盛りのマークが小さくて論文の大きさにしたときにほぼ見えない
- ・上の軸はグレーである必要はない(「違い」にだけ焦点を当てたいので違うのはグラフの線だけの方が良い)

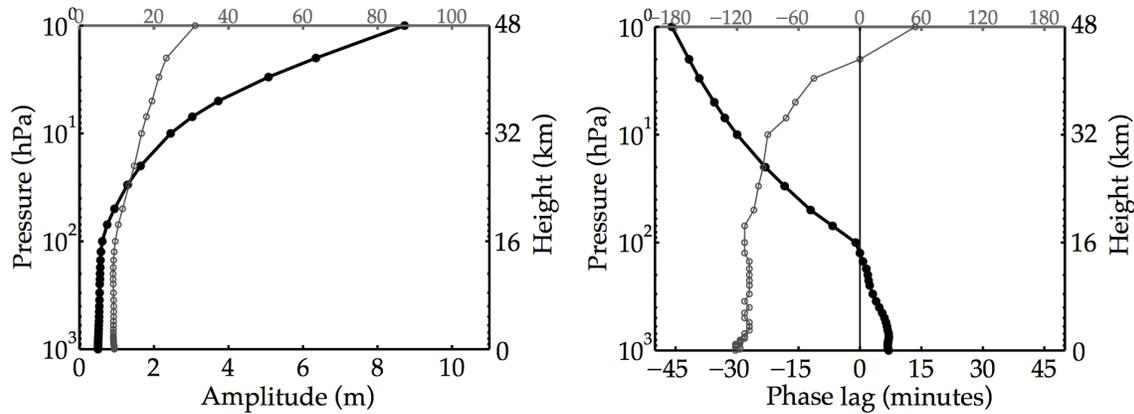


Figure 3. Left panel: Vertical profile of the amplitude of $L2$ (black) and $S2$ (gray) tidal signal in Z . The amplitude of $L2$ is defined as in Fig. 3 but the area-weighted mean for the tropics (30°S to 30°N) at each pressure level (altitude) in units of m. The amplitude of $S2$ is defined in the supplementary material. Right panel: Phase lag of $L2$ ($S2$) tidal signals relative to local mean lunar (solar) time, as defined in the text (supplementary material), in units of lunar (solar) minutes. Axis for $S2$ is shown in the upper part of the panels. $S2$ in the ECMWF operational analyses has been documented by *Hsu and Hoskins* [1989], *Ray and Ponte* [2003], etc.

その他、フォント、フォントサイズなどは他の図の通り。

Mike的正解。

- ・グレーと黒の線の違いは線の色ではっきりしているから、ラベルの色や線の太さは同じにした方がかえってその違いが強調される。
- ・軸のラベルは9pt, 目盛りの数字は8pt, HelveticaかArialで。

- ・端の0は, (少なくとも今回のケースでは) ない方がシンプルで良い
- ・上下に内容を説明したラベルを入れる。
- ・グレーはR:G:B = 0.7:0.7:0.7, つまり黒さ30%くらいで十分良く見えるし, 印刷したときも見栄えが良い。

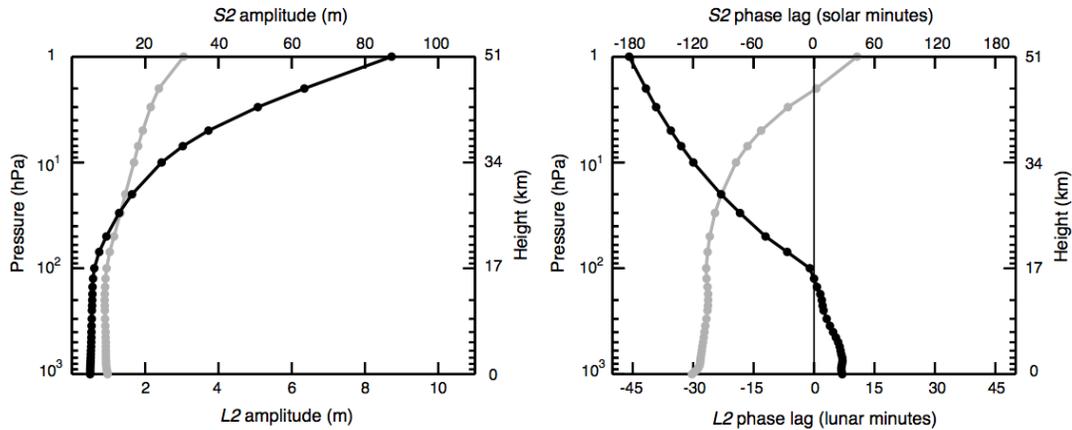


Figure 3. Left panel: Vertical profile of the amplitude of the $L2$ (black) and $S2$ (gray) tidal signal in Z . The amplitude of $L2$ is defined as in Fig. 2 and area-average over the tropics (30°S to 30°N) at each pressure level (altitude) and expressed in units of m. Right panel: Phase lag of $L2$ ($S2$) tidal signals relative to local mean lunar (solar) time, as defined in the text, in units of lunar (solar) minutes. $S2$ in the ECMWF operational analyses has been documented by *Hsu and Hoskins* [1989] and *Ray and Ponte* [2003]. The amplitude and the phase of $S2$ is estimated by extracting the zonal wavenumber 2 component only.

4問目です。Mikeにどこを指摘されたでしょうか？(いじわる問題)

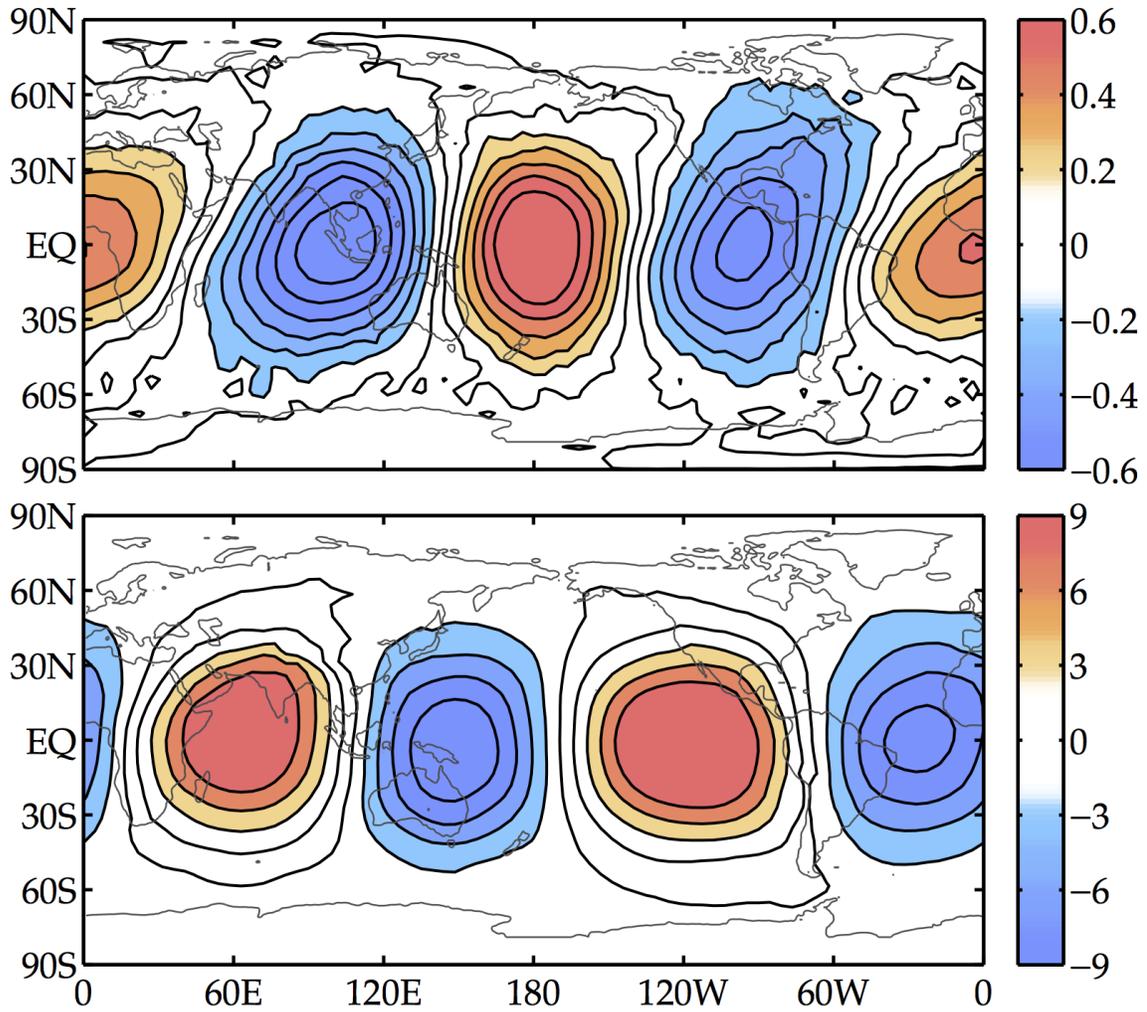


Figure 4. Upper panel: As in Fig. 1 but for the barotropic component of Z (bZ). Only noise-cancelled regression maps onto cosine time series are shown. Lower panel: S_2 tidal amplitude calculated by subtracting climatology of bZ for four different synoptic time in the manner of $(00\text{UTC} - 06\text{UTC} + 12\text{UTC} - 18\text{UTC})/4$. Units m; contour interval 2 m.

答え： unnecessary 図は害悪だ(泣)。

ももとはMikeが入れろって言った...おっと誰か来たようだ。

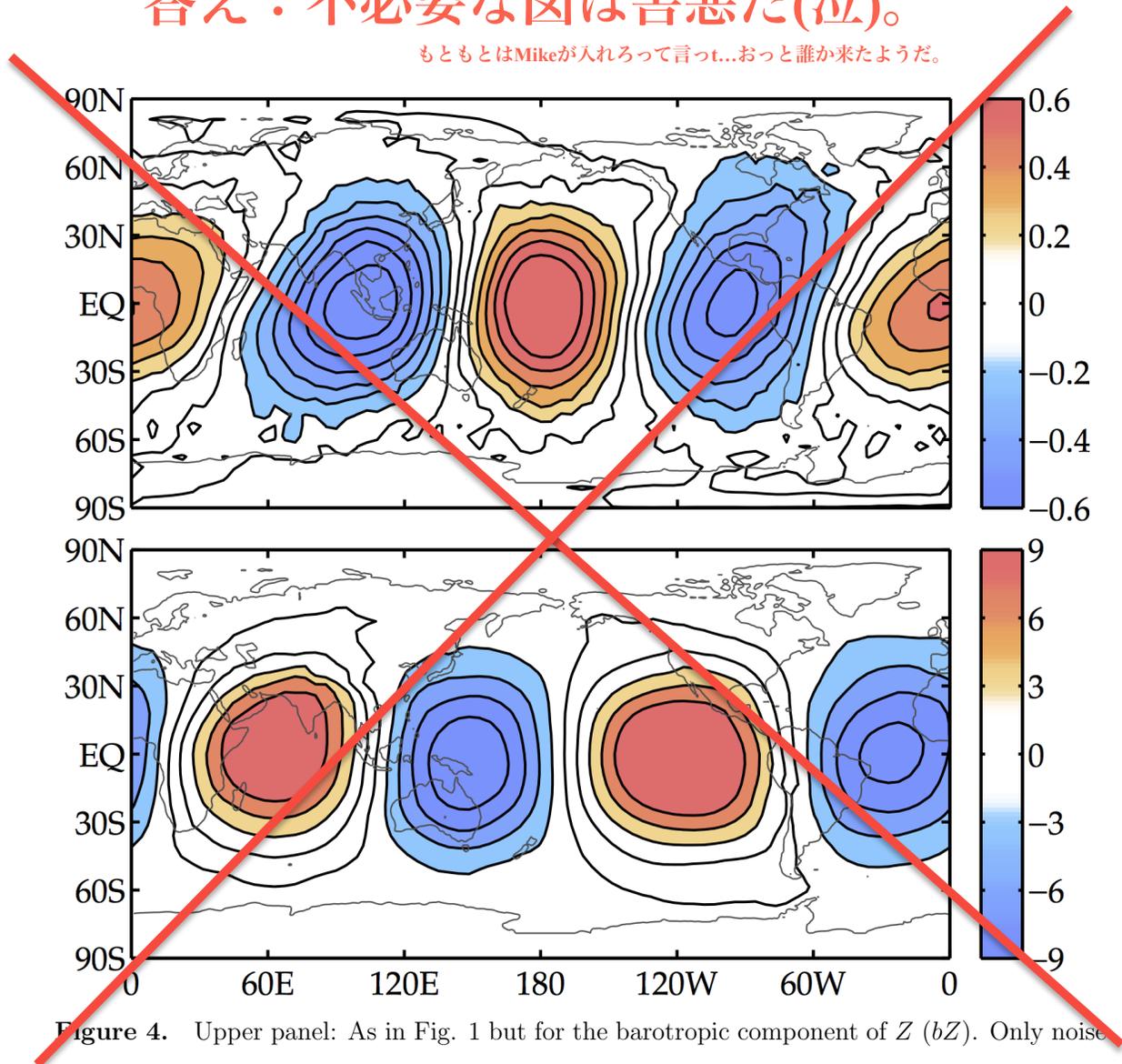


Figure 4. Upper panel: As in Fig. 1 but for the barotropic component of Z (bZ). Only noise cancelled regression maps onto cosine time series are shown. Lower panel: S_2 tidal amplitude calculated by subtracting climatology of bZ for four different synoptic time in the manner of $(00UTC - 06UTC + 12UTC - 18UTC)/4$. Units m; contour interval 2 m.

おまけ：
 ちなみにこの図，投稿前に間違いに気づいたので，入れなくて良かったです。
 潮汐に詳しい人はぜひ間違い探しをしてみてください。

最後の問題です。 どこをMikeに指摘されたでしょうか？

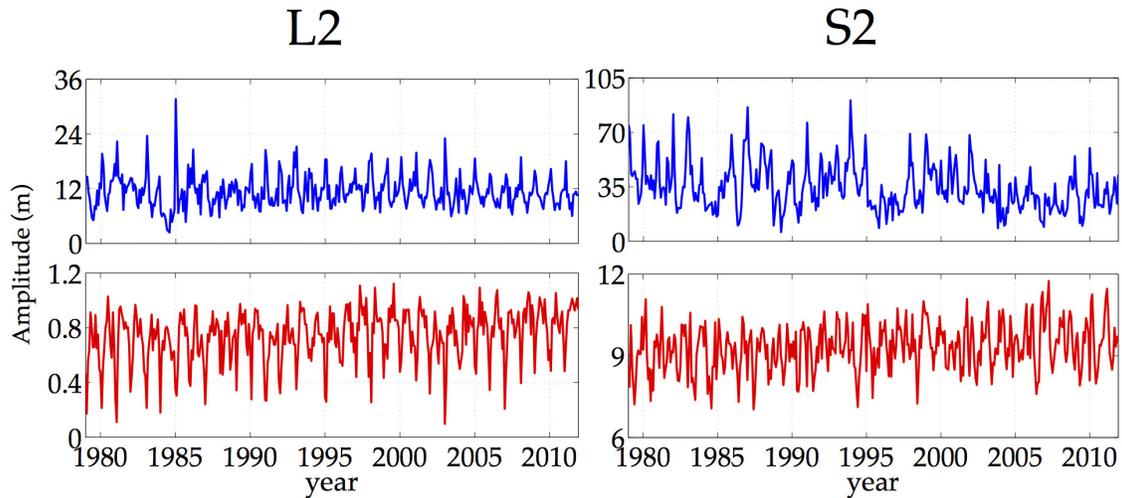


Figure 5. Left panels: The monthly time series of $L2$ amplitude at 1 hPa (upper panel) and in bZ (lower panel) calculated by binning the data for each month, producing noise-cancelled regression maps as in Fig. 1 but for the monthly-binned data, and regressing out the zonal wavenumber 2 component of area weighted average from 30°S through 30°N . Right panels: As in left panels but for $S2$. Monthly noise-cancelled maps were obtained as in Fig. 4 but for monthly-binned data.

- yearは2つなくてもわかる
- L2, S2が大きすぎる
- 無意味な色分けがある
- どのパネルが何を表しているのかがもっとパッと分かった方が良い
- 縦横比：縦長過ぎて何が起きているのかがいまいち分かりにくい
- 目盛りのマークが小さくて論文の大きさにしたときにほぼ見えない
- 縦軸に自明なゼロがある。シンプルな方が良い

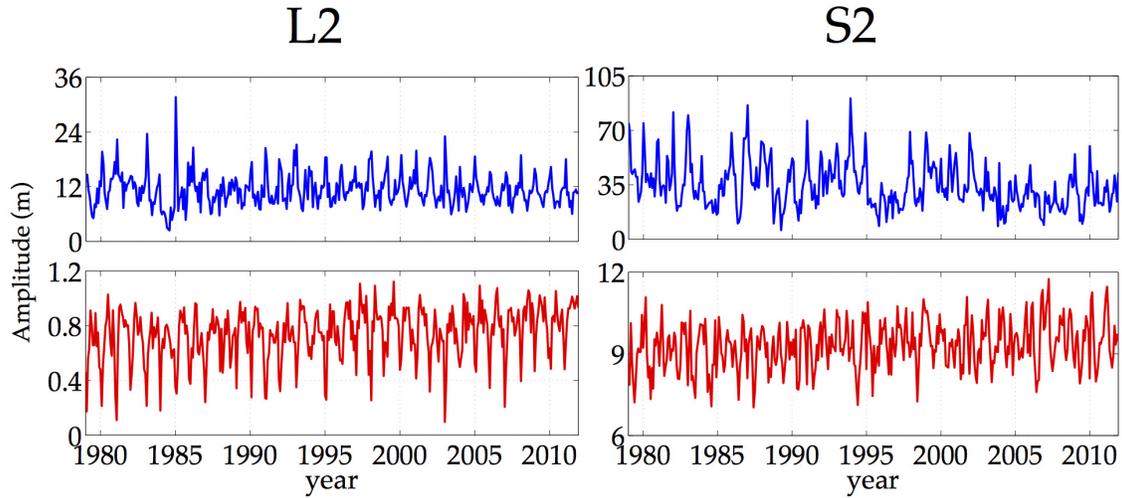


Figure 5. Left panels: The monthly time series of $L2$ amplitude at 1 hPa (upper panel) and in bZ (lower panel) calculated by binning the data for each month, producing noise-cancelled regression maps as in Fig. 1 but for the monthly-binned data, and regressing out the zonal wavenumber 2 component of area weighted average from 30°S through 30°N . Right panels: As in left panels but for $S2$. Monthly noise-cancelled maps were obtained as in Fig. 4 but for monthly-binned data.

Mike的正解。

- yearは1つで十分
- フォントはArialまたはHelvetica, フォントサイズは階層的に使い分ける。この図の場合は, タイトル(L2, S2)が10pt, 軸のラベルが9pt, 軸の数字が8pt。軸の文字は90% widthが理想
- 色は分けても良いが, 黒で十分
- パネルにラベルを入れる
- 縦横比: グラフの最大傾斜45°が縦横比の一つの目安。この図の場合はあまりつぶしすぎるとわかりづらいのでこのくらいでOK。
- 目盛りのマークを十分長く。論文の大きさに印刷してみて確かめる。
- 縦軸, 横軸は極力シンプルに。自明なゼロは省く。

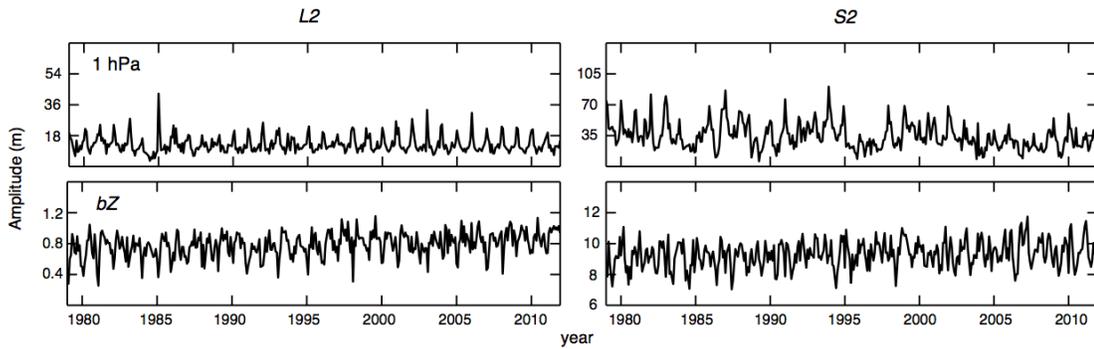
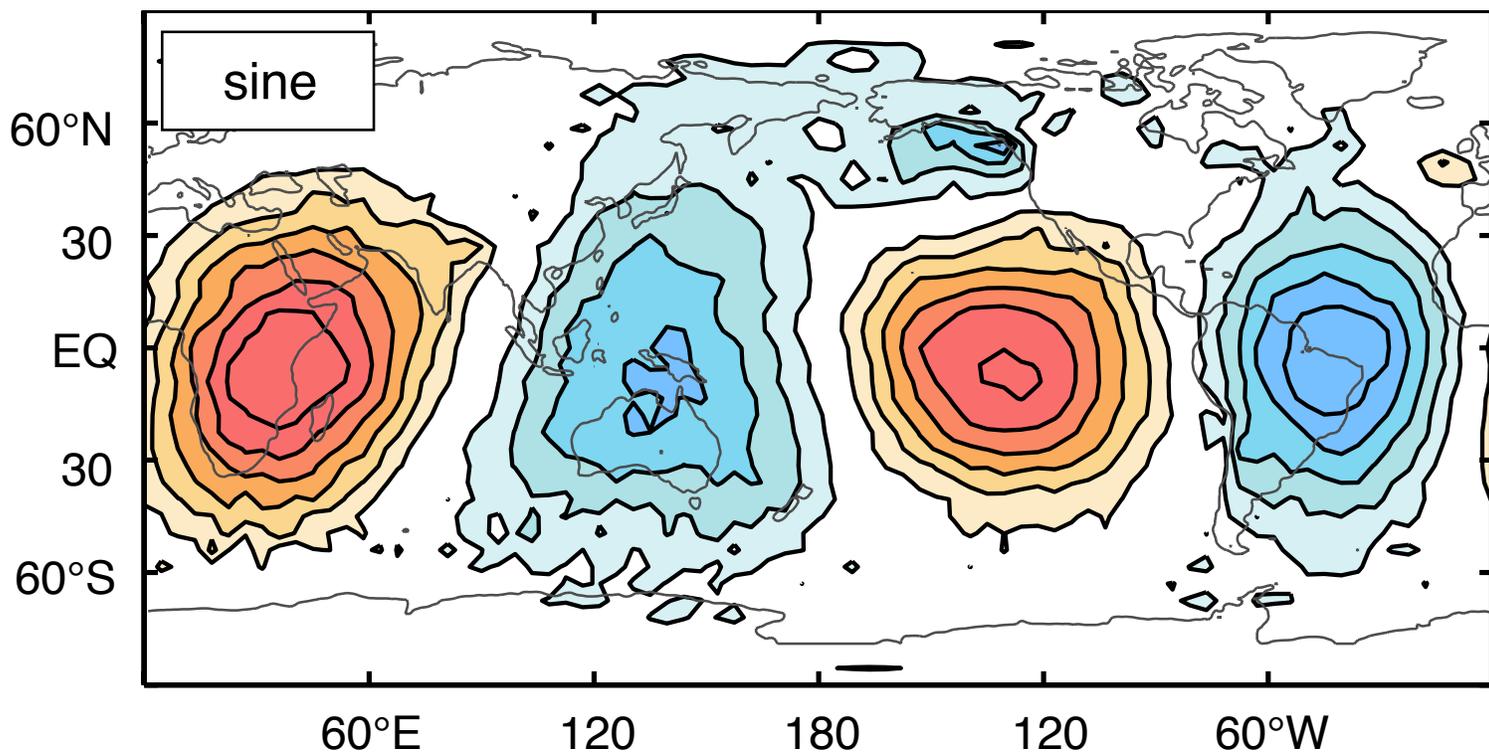
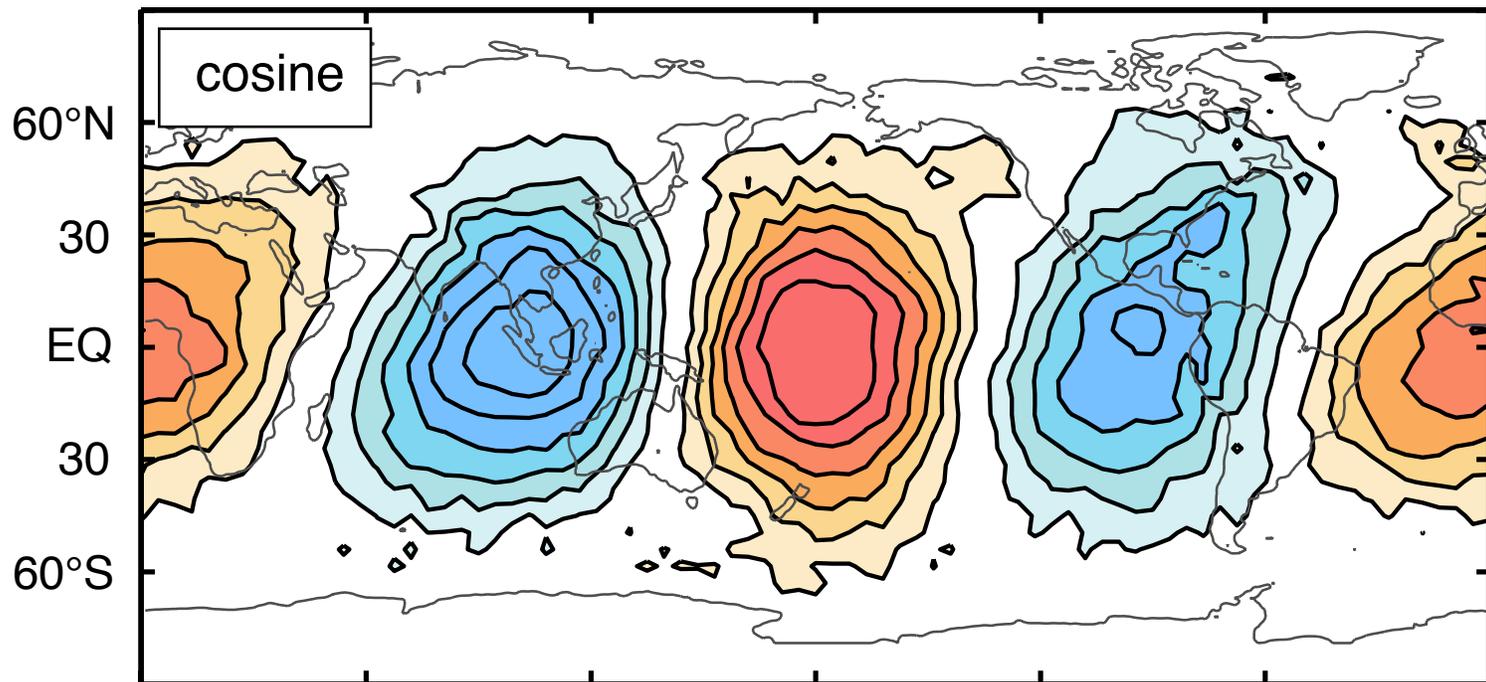
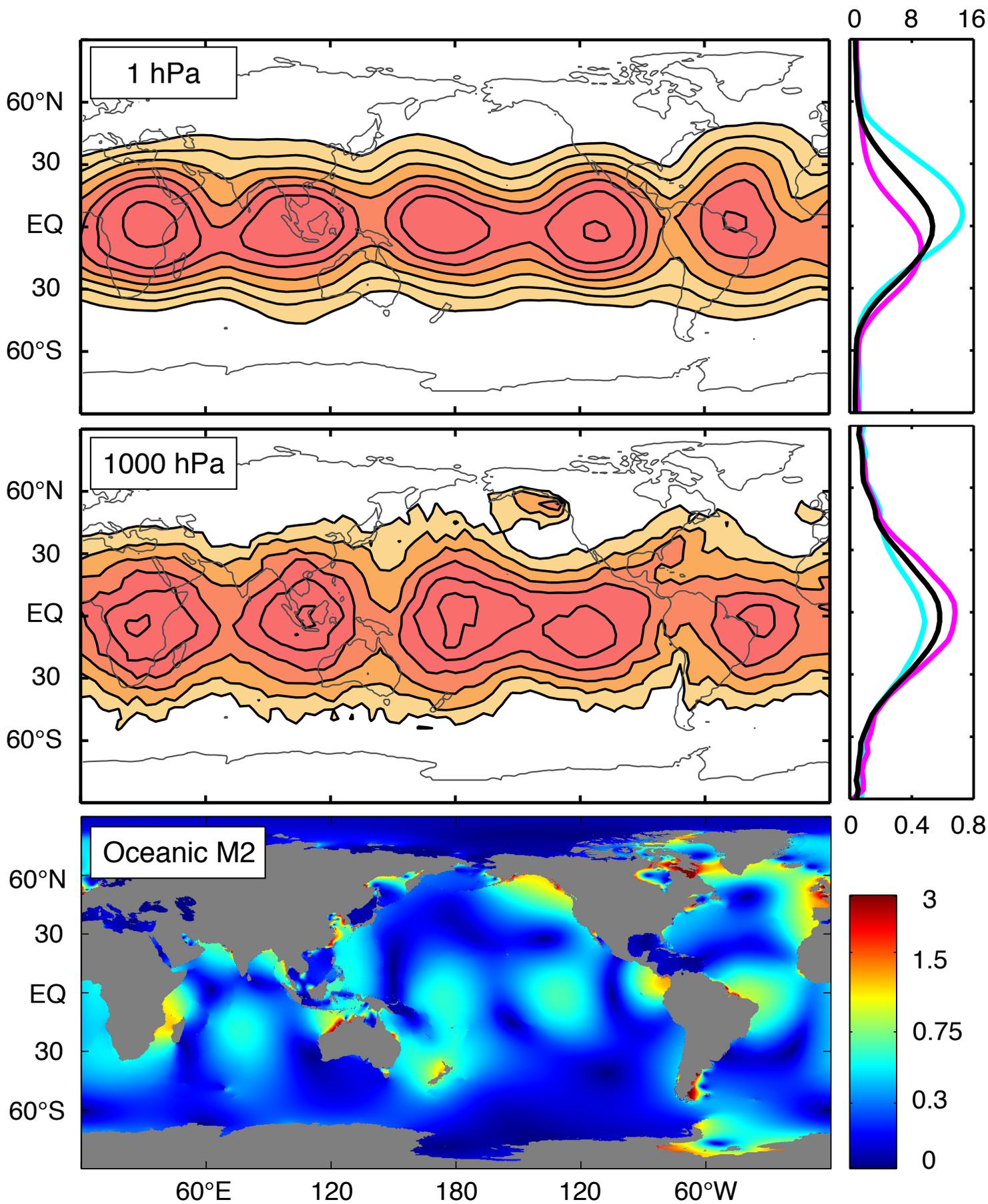
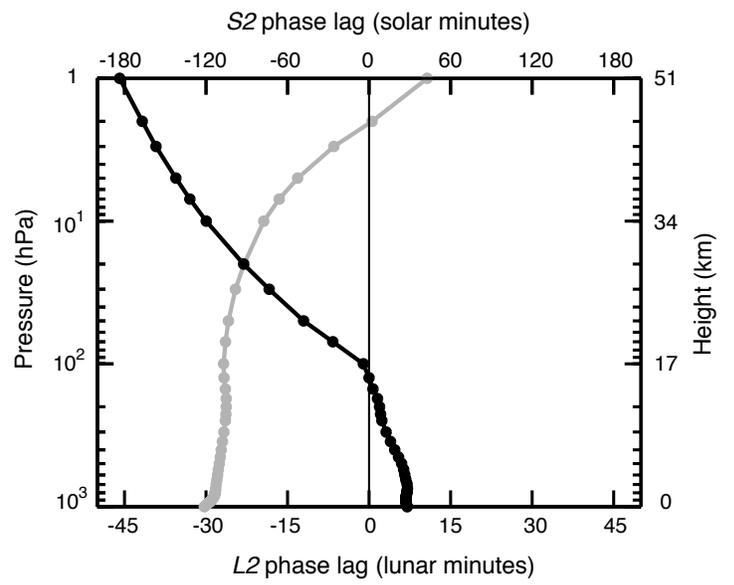
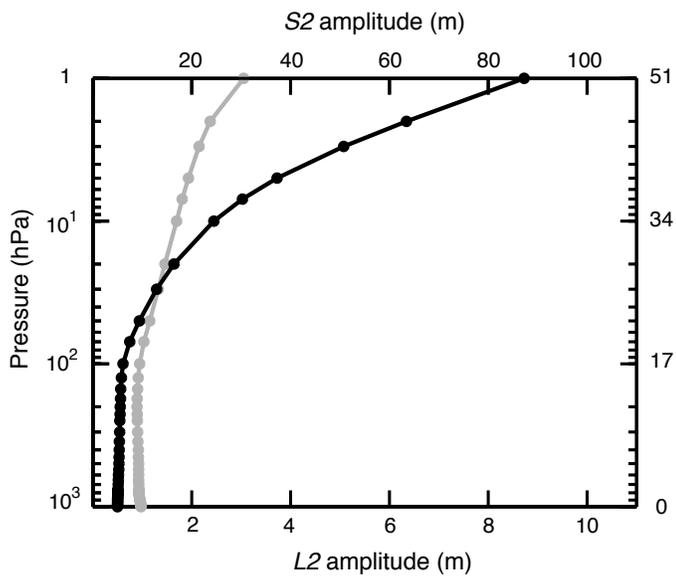


Figure 4. Left panels: Monthly time series of $L2$ amplitude at 1 hPa (upper panel) and in bZ (lower panel) calculated by binning the data by individual months of individual years, performing the same analysis as for Fig. 1, and extracting zonal wavenumber 2 component of the meridional mean in 30°S to 30°N by harmonic analysis. Right panels: As in the left panels but for $S2$.

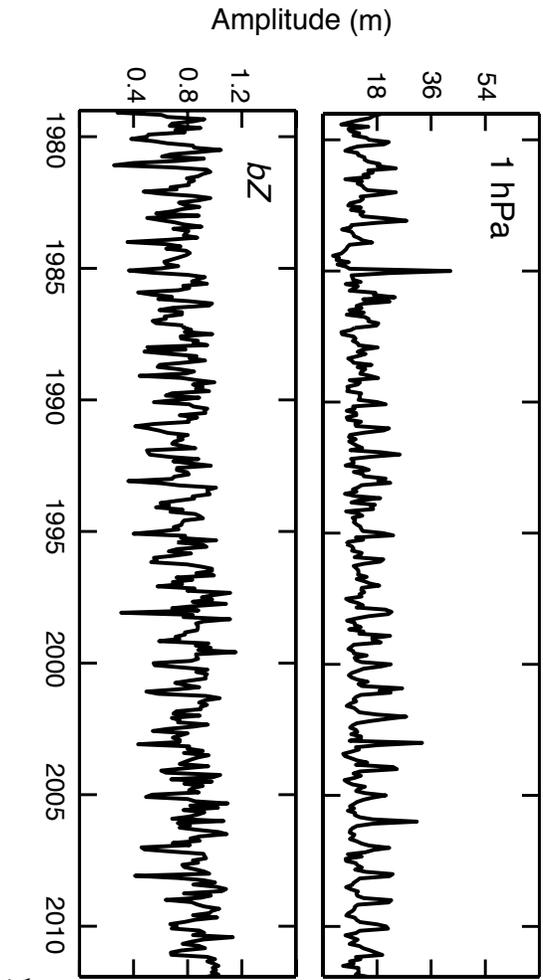
それでは次のページから,
綺麗になった完成版をもう一度見てみましょう。







L2



S2

