

「日本の気象学の現状と展望」へのご意見に対する回答

「日本の気象学の現状と展望」原案に関して貴重なご意見をいただき、たいへんありがとうございました。ご意見に基づき、著者一同で議論し、改訂稿を作成しました。必ずしもご意見の通りに改訂されなかった部分もありますが、著者の見解ということでご理解をお願いします。本文の趣旨にも記した通り、日本の気象学の現状と展望は、学会員それぞれが自由に構想するものであり、あくまでも本稿は自由な構想の参考資料です。気象学の在り方について活発な議論の端緒となれば幸甚に思います。

7件のご意見(無記名)とそれに対する回答を以下に記します。

(著者一同)

No 1 *****

「日本の気象学の現状と展望」に関する意見

書かれている個々の内容には異存がない。最大の疑問は、この報告書の目的、すなわちどのような読者を想定して書かれたものであるか、が不明である。発信先として考えられることは、単に現在の気象学会員全体といった漠然とした対象ではなく、たとえば

- (1) これから気象学を勉強しようとする大学生
- (2) 現在気象関係の大学院教育を受けている大学院生
- (3) 気象庁職員を含む関連分野の実務に就いている人
- (4) 気象予報士に象徴される実社会との接点で働いている人
- (5) 気象学の教師(高校地学、大学教養課程等)
- (6) 気象学のプロの研究者および指導者

のように異なる立場がありうる。

したがってそれらの対象の違いによって発信内容の色合いはかなり異なってしかるべきである。

この報告書素案は、その意味で「総花的」であり、それゆえにかえって説得力に欠ける散漫な印象を拭えない。執筆委員会メンバー内部の相互認識確認に留まっているのであれば発表する意義がない。できうれば、上記(1)－(6)を念頭に、3種類くらいの書き分けが望まれる。

(以上)

回答

ご意見ありがとうございます。本稿の目的は、学術委員会が、学会運営等の規範とすべき現在の学術活動についての見解をとりまとめ、学会誌「天気」や学会 Web を通して、その読者(気象学に関心のあるすべての人)に紹介することです。2013年4月より日本気象学会は公益法人となり、これまで以上に透明性の高い運営が求められるようになりました。このため、気象学会理事会は、本稿の作成を学術委員会に付託しました。特に、学術委員会の見解を一方的に示すことが目的ではなく、気象学の発展と学会運営に関する透明性のある議論を行うための材料と考えていただければ幸いです。本稿の目的が明確となるように趣旨の第一パラグラフに加筆し、6章の提言には前文をつけました。

また、ご意見では、主張が総花的で説得力に欠ける、読者層を絞り説得力の報告を作成すべきとご指

摘されています。この報告書は上に述べた理由で、幅広い読者を想定しているため、総花的というご指摘は否めません。ただし、各章・各節を独立にお読みいただければ、各分野の個別事情などについての見解を、不十分ながらも理解することができます。今後、別の機会に、焦点を絞った見解の表明や意見の交換が積極的に行われることを期待します。

No 2 *****

大変膨大な情報を盛り込み執筆にご苦労が大きいと思います。

ただ、残念なのは、気候力学的視点、気候システムさらには地球システムが外力（地球内外や自然・人為の境界条件）に対してどう応答するのか、という根源的な問題を扱う学問という視点が、あまりどこにも書かれていないように見受けられたことです（短時間の読解力のなさから来ているかもしれませんが、大変失礼しました）。これは気象学の範疇ではないということなら致し方ないですが、古気候学も地球温暖化研究も氷床変動研究も、基礎としてどのような視点があると私は考えておりますので、その基礎と応用の関連性がもうすこしわかるような構成ならよいかと思いました。たとえば、古気候学は、ページのほとんどが、PMIP/CMIPの説明に終始していますが、基礎として気候力学研究がその前に書かれていれば、もうすこし全体の中の古気候学の位置づけも深みを増したことでしょう。また、そのような研究の存在感が増すように会員の一人として努力していくべきものと自分自身の努力の必要性を感じました。

回答

ご意見ありがとうございます。1.7節「地球システム科学の一部としての気象学」に、気候システムの外力に対する応答の重要性についての記述を加えました。また、1.8節では、古気候の変遷を外力の違いによる応答と考え、原因となる外力を列挙しました。

No 3 *****

関連する節番号 3.4 「社会への情報提供」

気象（天気、気候）は地球上の万人に常に影響のあるものである以上、気象に関する情報を大気科学コミュニティの「外へ出す」こと（＝提供）は言うまでもなく必要なことである。しかし、これからの時代は「提供」以上のことを求められるのではないかと考えられる。つまり、大気科学コミュニティから情報を「出す」だけでなく、他のコミュニティから積極的に情報を「インプット」し、双方の長所を生かした研究が大変重要になってくると考えられる。地球温暖化と健康影響などは、その最たる例である。少子高齢化が進む日本では、特に重要な問題ではないだろうか。この問題においては、医療分野や社会学分野との共同研究が必要になってくる。本節では「コミュニケーション」という単語で双方向の対話を示唆しているが、もう少し踏み込んで「他分野からのインプットと共同活動」を明記しても良いのではないだろうか。

回答

ご意見たいへんありがとうございます。地球温暖化の健康影響などは、社会の適応研究の課題の一つであり、関連する諸分野との積極的な連携の下で研究が進められています。適応研究が今後ますます重要になることに

については、3.3節で議論しています。3.4節では、「社会」が他の学問分野を意味するのではなく、行政や市民などを想定して執筆しておりましたため、頂いたコメントを受けた3.4節への加筆修正は行いません。なお、誤解のないように節のタイトルを「地球環境問題に関する社会とのコミュニケーション」に変えます。

No 4 *****

1.2 観測、理論、数値実験、データ解析、そして融合としてのデータ同化

エアロゾル-雲-降雨は一連の気象現象であるが、研究上での融合が遅れ気味である。横断的な研究を励起するような仕掛けが必要な時期に来ている。仕掛けは、一連のプロセスを全て結合する観測（地上、航空機、衛星）をテーマにするなど。

2.2 気象監視・予測のための観測システムの発展

4.5 衛星観測の推進

観測は科学の基本であるため、気象衛星確保の優先度は高い。衛星の確保と同時に、衛星データの高品質化、すなわち高精度なセンサー校正、位置校正の実施が重要。センサーの設計においては気象学、放射学の知見を十分に生かすべき。また、迷光や雑音を把握して解析センサー輝度校正を決めるためには、センサーの設計、光学系、電気系、構造などにおいてブラックボックスを作らないことが重要。

加えて、衛星による気象観測技術を向上させ、コミュニティを活性化させるためにも、静止衛星搭載赤外サウンダや、これまで静止衛星に搭載されてこなかったセンサーによる観測にもチャレンジすることが重要。また、静止気象衛星データの解析技術の発展が多くの極軌道衛星計画によってもたらされているという事実を鑑み、極軌道衛星計画への積極的な参加が重要。具体的には極軌道衛星プロジェクトの推進、研究への参加、助言、データ利用者としての積極参加、等。

3.4 社会への情報提供

近年、再生可能エネルギーと気象の親和性が注目されている。衛星観測データやモデル出力などを広く社会に提供していく施策を検討する時期にある。再生可能エネルギーは電力系、計測制御系など工学での発達が著しい。実際、経産省や文科省のプロジェクトにより、これら多くの工学コミュニティは活性化しているのに対して、一次データを有するがゆえに本来アドバンテージが大きい気象コミュニティの取り組みがまだ弱い。

気象学の社会貢献が工学分野を通じて行われる事例は今後も増えてくると思われる。理学と工学の融合分野へのインセンティブ付与や人材育成も重要ではないか。

4.6 航空機観測体制の構築

特にメソスケールの気象現象の観測において、機動性の点で優位である航空機観測の役割は大きい。世界トップレベルの気象学に取り組んでいる日本において、航空機観測では後進的な国となっている現状を改善すべきである。気象庁と JAXA は科学研究に必要な地球データを取得できる航空機を複数、協同で整備運用する時期に来ている。

5.4 若手研究者就職問題

大学は将来の気象学を支える研究者・技術者を育成する場であるが先細りが顕著になってきた。その原因は少子化、そして大学院進学率の低迷、就職難にある。まずこの事態を冷静に分析し、対策を気象分野からも発するべきである。例えば学生に対する気象分野独自のスカラーシップ制度を検討してみ

はどうか。民間会社等の協力を得ることも考えられる。

5.6 社会とのコミュニケーション

気象分野の魅力を広く世間に伝えるために、気象研究者・技術者によるメディア露出や社会貢献を、それに参加する会員が具体的メリットを享受できる形で、気象学会がバックアップしていく必要がある。例えば、認定専門員制度を学会で設けるなどがありうるのかもしれない。新聞報道等のメディアがさまざまな助言やコメントを必要としているときの窓口が分かりやすくなるという利点がある。気象予報士の認知度は高いので参考にする。

回答

詳細にご検討いただき、たいへんありがとうございます。1.2節では、気象学の研究手法について包括的に整理しました。観測は、最も基本的な研究手法で、気象学研究をリードしてきた経緯について見解を述べています。ただ、ご指摘の点も含めて、観測研究の主體的な方向性については言葉を尽くしてはいませんでした。そこで、第一パラグラフの最後に、以下の文章を加筆しました。「今後とも、新たな観測手法の開発に努め、観測システムの充実を図るとともに、現象の理解につながるような横断的な観測の実施なども検討していく必要がある。」なお、エアロゾル-雲-降水システムの研究に関する見解は1.3節で示しています。

2番目のコメント(2.2節および4.5節)の内容には大きな異論はございませんが、本提言文書で示そうとしている総論的議論に繰り込むには微細に入り過ぎていると思われることから、本文の改訂にそのまま反映することはしないこととさせていただきます。ただし、極軌道衛星と静止衛星の関連に関するご指摘の部分については、センサー開発・解析技術開発を戦略的・総合的に進める必要があるという視点から、文章中にその旨を「また、極軌道衛星搭載の地球観測センサーと静止気象衛星センサーの類似性や相補性に鑑み、これらの研究開発やデータ利用に関し戦略的かつ総合的に推進していくことが重要となる。」との表現で反映させていただきます。

3.4節に関するコメントに同意いたします。再生可能エネルギーの生産性向上のためには、理学と工学が連携し、気象データの有効活用を図る必要があります。このことはすでに、(3.4節ではなく、)2.5節に記述しています。当該課題の重要性を考慮し、2.5節の記述をより踏み込んだ内容に改訂しました。3.4節は、「社会」の意味として他の学問分野ではなく、行政や市民などを想定して執筆しておりましたため、頂いたコメントを受けた3.4節への加筆修正は行いません。なお、誤解のないように節のタイトルを「地球環境問題に関する社会とのコミュニケーション」に変えます。

4.6節への積極的なご意見ありがとうございます。メソスケールに限らず、航空機を利用した研究観測体制の整備は、日本の気象学の発展のために、たいへん重要だと考えています。気象学会は、関連機関と協力し、できるだけ早く、国際的な大気科学研究を長期的な視野で推進するための航空機の運用体制を整備したいと考えています。ご協力よろしく申し上げます。

5.4節について、貴重なご意見ありがとうございます。御指摘の点はたいへん重要であると考えますし、「対策を気象分野からも発するべき」との御指摘に賛同いたします。具体的な対策案をご提示頂いておりますが、詳細な対策案を「現状と展望」に盛り込みますとますます長文となってしまいますことから、これらを本格的に加筆する事は避けたいと考えております。ご提示頂いた対策案につきましては、気象

学会に新たに設けられました「人材育成・男女共同参画委員会」にて真摯に討議される事となると思います。ご意見を受けまして加筆・修正した部分は以下の通りです。

- ・ 御指摘の「民間会社等の協力」を念頭に、一部文章を改訂

変更前：気象学会としても、ポスドク問題を含む大学院や研究環境のあり方について社会への発信を積極的に行い、世間一般の理解を得るための努力が必要となる。

変更後：気象学会としても、ポスドク問題を含む大学院や研究環境のあり方について社会への発信を積極的に行い、民間会社等との連携を深める等、世間一般の理解を得るための努力が必要となる。

- ・ 「人材育成・男女共同参画委員会」の活動をより強化するよう明記

変更前：気象学会内に上記を含む対策に本格的に取り組むための「ポスドク・若手研究者のキャリアパスに関する委員会」を設置することを学術委員会として提唱する。

変更後：気象学会内にも第37期（2013年～）から、上記を含む対策に本格的に取り組むための「人材育成・男女共同参画委員会」を設置しているが、この委員会を中心とした活動の更なる強化を学術委員会として提唱する。

5.6節について、気象予報士会が企画するCPD制度に、気象学会がバックアップして貢献する予定です。認定専門員の一部を気象学会が担うこととなります。CPD制度については5.7節で説明しました。

No 5 *****

「日本の気象学の現状と展望」の原稿、大変興味深く読ませて頂きました。気象学に関するあらゆる現代的問題を網羅されていて、大変な力作であると感じました。ただ、一点気になる箇所があり、コメントさせて頂くことにしました。

23 ページの「3.2 人為的排出ガスとグローバル大気環境問題研究」の第一段落には、オゾン層破壊の問題に関する記述があります。これを読むと、オゾンホールが発見（原稿からは1982年9月と読めます）が、1985年の「オゾン層の保護のためのウィーン条約」採択と1987年の「モントリオール議定書」採択につながったかのようにも読めてしまいます。しかし実際には、1970年代からオゾン層保護のための外交交渉は始まっており（1977年にWMO World Plan of Action on the Ozone Layer 起草）（ベネディック，1999；北海道大学大学院環境科学院，2007，終章）、1982年にはWMOによる初のオゾン層科学評価報告書が出版されています（WMO，1982）。実際にこの外交交渉に関わった米国外交官であるベネディックによれば、オゾンホールが発見およびメカニズム解明は、条約・議定書の採択ではなく、その後の議定書の批准・発効、および、1990年代以降の議定書改正の大きな推進力になった、とのこと（ベネディック，1999，たとえばp. 41-43；北海道大学大学院環境科学院，2007，終章）。

なお、オゾンホールが発見自体については、北海道大学大学院環境科学院（2007，4章）に詳しい記載があることを付記しておきます。

参考文献：

- ・リチャード・E・ベネディック. (小田切力 訳), 環境外交の攻防: オゾン層保護条約の誕生と展開. 462pp. 工業調査会, 1999.
- ・北海道大学大学院環境科学院, 編, オゾン層破壊の科学, 408 pp., 北海道大学出版会, 2007.
- ・WMO, The Stratosphere 1981. Theory and Measurements, WMO Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 11, 518 pp., 1982.

回答

ご指摘ありがとうございます。オゾンホール発見やモントリオール議定書制定の歴史的経緯などについて、正しい事実関係を踏まえて、記述を見直しました。

No 6 *****

PP. 1-2

内容が多岐にわたるせいかもしれませんが、この提言が誰から誰に向けられたものかが見えにくく感じます。2 ページ目に「執筆者グループの見解」と書かれてはいますが、外部から「学会の見解」と受け取られることもありそうです。

5.4 若手研究者就職問題 PP. 43-45

この章では、博士号取得者が全員研究者になることを理想としているような雰囲気を感じましたが、私は多様な業種・業界に人材を排出することは気象学の発展に役立つと思っています。単に就職難の解決という視点でなく、まず前提として、研究者の総数を確保したいのか、博士号をキャリアに役立つ学位にしたいのか、を明確にはいかがでしょうか。

また、本文中の「研究者としての道をあきらめ民間に就職しようとしても、～」という記述は、民間への就職活動経験のある博士号取得者として気になりました。「民間業務に興味のある者が企業に就職しようとしても、～」というような記述であればよいですが、掲載文は、学会が民間企業は「研究をあきらめた人」が行くところと捉えている印象を与えかねないように思います。

私は在学中から民間志望でしたが、日本では大学・企業等いたるところで「本心では研究者になりたいはず」という思い込みに遭遇し、何度となく「なぜ研究者に興味がないのか」という不毛な説明をする羽目になりました。就職斡旋は就職エージェント等があるので、学会は内部（特に若手を育成する立場の方）の意識改革に努めていただけると、民間の求職者も活動しやすくなるかもしれません。

5.6 社会とのコミュニケーション PP. 47-48

社会連携に関する章を加えることで、学会の社会との関わりへの姿勢が伝わりやすくなっていると思います。提言では、一般市民（子供を含む）、学校教員、気象予報士への教育に主眼を置いているようですが、会員以外との連携が目的であれば、それに加えて、観測機器メーカー、気象会社、コンサルタント、衛星データ利用者、計算機関連等、研究手法や成果と関わりの深い対象について触れてはいかがでしょ

うか。一般市民とのコミュニケーションも大切ですが、研究の共有・協力相手との連携は、学会の維持発展にも重要ではないかと思えます。

また、全体的に予報士会との連携の比重が高い印象を持ちました。気象予報士取得者としては、CPD や一般向けサイエンスカフェ等での協力は有意義に思いますが、予報士試験は予報資料を読み取る力を問う試験ですので、学術団体である気象学会との連携は限定的にならざるを得ないようにも思えます。様々なチャンネルの確保を期待したいと思います。

回答

コメントありがとうございます。この文書は基本的には日本気象学会会員に向けた学術委員会の見解です。もちろん、学会員以外の方が読んで適切な見解であることが理解される必要があります。以上のポイントが明確になるように、趣旨を改訂いたしました。

5.4 節に関する貴重なご意見ありがとうございます。まず、この文章では、「博士号取得者が全員研究者になる事を理想」とはしておりません。博士号取得者で民間会社志望である事も当然、素晴らしい道ですし、御指摘の通り、多種多様な人材を社会に提供することも気象分野の重要な役割です。しかしながら、(民間志望でなく)研究者を志望していながら安定的な職に就けない博士号取得者が多数存在する事もまた事実です。この文章はそういう彼らを主な議論の対象とし、問題解決のための対策を論じたものとなっています。関連しまして、御指摘の「研究者としての道をあきらめ民間に就職しようとしても…」という記述についてです。この記述の現れる一連の文章を読んで頂ければご理解頂けます通り、これも研究者志望でありながら安定職に就けない博士号取得者について論じている中で現れてくる表現です。実際に研究者としてのキャリア形成に見切りをつけ他職種に移動した若手研究者も相当数おります。もちろん、民間志望者と研究者の志望者とを区別する意図は全くなく、この部分はただ、大きな問題として顕在化しているポストク問題を論じている箇所としてご理解下さい。とはいえ、「民間企業は「研究をあきらめた人」が行くところと捉えている印象」を与えてしまう事は全くの本意ではありませんので、それを避けるために、一部、文章を改訂しています(*1)。また、「研究者の総数を確保したいのか、博士号をキャリアに役立つ学位にしたいのか、を明確に」という御指摘がございました(「キャリアに役立つ…」は、民間会社などへの就職に有利、という意味であると理解して以下回答します)。気象学会にとりまして、双方とも重要な目標であり、気象学会として簡単に優先順位をつけられる問題ではないと考えております。従って、今回の提言にそれを明記する事は避けたいと思えます。ただし、現状では、双方とも実現出来ているとは言い難く、大変に危機感を抱いております。頂きましたご意見は、キャリア形成をこれから如何に行うべきなのかという点も含め、大変に重要な御指摘であると認識しております。ご意見は今後、人材育成・男女共同参画委員会などで真摯に討議される事となると思えます(*2)。ご意見を受けまして加筆・修正した部分は以下の通りです。

- ・ (*1) に対応する修正

変更前：加えて、博士号取得者の民間会社・官公庁・国際機関への就職先の確保・開拓にも努力すべきであろう。

変更後：加えて、社会へ多種多様な人材を輩出する事も気象学会の重要な役割である事を鑑み、博士号取得者の民間会社・官公庁・国際機関への就職先の確保・開拓にも努力すべきであろう。

- ・ 「人材育成・男女共同参画委員会」の活動をより強化するよう明記

変更前：気象学会内に上記を含む対策に本格的に取り組むための「ポストク・若手研究者のキャリアパスに関する委員会」を設置することを学術委員会として提唱する。

変更後：気象学会内にも第37期（2013年～）から、上記を含む対策に本格的に取り組むための「人材育成・男女共同参画委員会」を設置しているが、この委員会を中心とした活動の更なる強化を学術委員会として提唱する。

5.6節に関連し、観測測器メーカー、気象会社、コンサルタント、衛星データ利用者、計算機関連を含めた社会とのつながりについてコメントされています。これらについては、5.7節でCPD制度の構築と関連させて触れております。CPD制度は気象予報士会が企画しているため、気象予報士との連携がタイトルになっていて、この部分の比重が大きくなっています。気象関連企業との連携も当然重要ですが、多岐にわたり、すべてを網羅することは難しいことと、データ利用や観測システム等に関連する事項については各章ですでにある程度議論しているため、本節では割愛しました。必ずしもすべての読者が満足できる内容になっていないことはご了承願います

No 7 *****

- (1) 気象学を支える観測技術や測器に関する学会の貢献が見えません。これは気象庁の活動を支える意味でも重要です。日本の気象測器メーカーと協力することは、日本がオリジナリティーをもった研究を推進する上でも大変重要です。
- (2) 自然を対象にしている学問でありながら、基礎的な野外観測を大切にしている意識が見えません。衛星や高額な航空機など大型の野外プロジェクトではなく、研究室レベルで展開できる活動をもっと推奨すべきです。これは、人材育成に絡んで教育の観点で特に重要だと思えます。

回答

貴重なご意見ありがとうございます。いただいたご意見は、本稿の見解と異なるものではありません。新しい測器は新しい発見につながります。いつの時代も新しい観測装置の開発は大変重要です。誤解のないように、1.2節に一言加筆しました。また、提言の3)では、大型の観測プロジェクトにこれまで以上に積極的に取り組むべきことに加えて、草の根的な観測研究の重要性についても指摘しています。