

気象ビジネスII 応用気象と気象災害*

登内道彦**・牛山素行***

1. はじめに（応用気象）

本項の標題は、「気象ビジネスII」である。気象庁による天気予報・注意報警報を気象ビジネスに含めるかは別に議論すべきだが、ここでは、「気象ビジネス」＝「民間気象サービス」と考え、主に、民間気象サービスの観点から、気象ビジネスについて考えてみたい。

2. 気象ビジネスの種類と変遷

気象ビジネスを、気象業務許認可業者によるサービスとしたとき、そのはじめは、昭和20年代後半のいわゆる「天気解説」がひとつの原点であろう¹⁾。

「天気解説」は、もっとも古典的な気象ビジネスであり、「電話での177天気予報サービス」や「テレビ・ラジオの天気予報解説」（詳しくは「気象ビジネスI：気象とメディア」）などがこれにあたる。これらの天気予報サービスは、その形態・提供メディアを変えながら、現在へと続いており、それらから派生した、「iモードなどの携帯電話情報サービス」・「天気予報webサイト」など、その情報量（情報の発信数・情報内容・発表されるメディアの多様化）は急速に増大し、情報量あたりの単価は大きく低下する傾向にある。

また、天気予報解説は、鉄道の運行管理、道路管理、電力の需要予測、大気汚染、港湾における船舶の積み下ろしのための情報、遠洋航路へのルーティング

サービスといった特定分野向けの天気予報・予報コンサルティングビジネスとして、昭和40年代以降に新たな展開をみせ、その後、野外イベントのための気象情報、小売業での気象情報利用（ウエザーマーチャングイジング）²⁾、自治体防災体制確保のための気象情報など、様々な分野へと広がっていった。

一方、高度成長期の水資源開発・エネルギー（発電所）・港湾施設などの大規模開発に伴って、環境アセスメント、ダム・道路・港湾等の設計計画のための気象調査の需要が高まり、多くの気象コンサルティング会社が設立され、気象情報の工学的な活用・利用のビジネスが盛んになった。これらのビジネスは、環境アセスメントと一体となり、空港などの大規模施設・焼却場などの調査へとつながるが、気象単独から地盤・騒音・悪臭・生物など、より広範な環境調査へとその範囲が拡大しており、気象コンサルティングから総合コンサルティングへと業態が変化している。近年は、太陽エネルギー・風力発電・売電事業など、新エネルギーや規制緩和に伴う事業のための基礎研究・評価など、シミュレーション技術の高度化を伴いながら、新しい分野へも対象が拡がりつつある。

気象情報提供サービスについては、1990年代後半からの情報インフラの普及、1993年の「気象業務法の改正」（いわゆる「予報自由化」）、2000年前後のインターネットインフラ・テクノロジーの急速な発展に伴って、一気にオンライン化した。これらの気象情報オンラインサービスは、TV・新聞などへの天気情報提供システム、および、運輸業・小売業や自治体への気象情報提供（ハード・ソフト・コンサルティングを一体としたサービス）であり、単なる気象情報サービスではなく、情報提供装置（ハード・ソフト）を含む情報産業的な要素をもち、「天気予報解説」を包含し成長した。

* Weather business II Applied Meteorology and Weather Disaster.

** Michihiko TONOUCHI, 財団法人気象業務支援センター。

*** Motoyuki USHIYAMA, 岩手県立大学総合政策学部。

3. 気象ビジネスの性質

気象ビジネスが大きく発展したのは、1990年代前半にかけてであり、1986年（昭和61年）に128億円であった民間気象ビジネス（予報業務認可事業者による気象事業関連の売り上げ）は、1996年（平成8年）には、321億へと拡大した³⁾。

1980年代以降の環境アセスメント（将来の環境への悪影響を未然に防ぐ）や、自治体の防災体制、鉄道・道路の管理のための情報などは、「気象情報を活用して損害を防ぐ」、どちらかと言うと Passive な気象情報の利用がその基本である。

一方、民間気象ビジネスが得意とする Positive な気象情報の活用（気象情報の活用を通じた付加価値の増大）は、1990年代の小売業における活用（ウェザーマーチャングアイジング³⁾）、iモードに代表される個人生活の利便性のための利用などに始まり、徐々にそのシェアが拡大されていった。

しかし、気象情報の活用方法の主流は、現在でも Passive な損害防止を目的とするものが主流であり、経済全体の停滞も重なり、Positive な情報利用による、利用者ニーズの掘り起しは、十分には進んでいない。

また近年では、「Tax Payer に対して気象情報を還元する」という、官の情報公開の流れの効果と相まって、民間気象ビジネスの拡大よりも、気象ビジネスの「官への回帰」といった傾向も一部で現れている。

4. 気象の社会的影響と気象ビジネス

気象庁の公表資料によると、昭和28年の気象業務法制定時に導入された気象業務認可制度に伴う予報業務認可事業者は、平成17年12月末現在59事業者、平成6年度から始まった気象予報士の登録者数は5,629人（平成18年3月末現在）、年間総売り上げは277億円（平成16年）である³⁾。一方、気象庁の平成18年度予算は約800億円であり、地震・海洋に関連する部門の定員数等を勘案すると、気象にかかる予算は約700億円と見込まれ、両者を合わせると、おおざっぱにみて約1,000億円が、現在の気象ビジネスの規模と考えられる。

米国における最近の報告では、米国のGDPの1/3が気象の影響を受ける（試算には直接的な気象の影響のみでなく交通渋滞や悪天による休業なども含まれる）としており、日本のGDPを540兆円とし比率が米国と同様としたとき、約180兆円が気象の影響を受けると見積もられる。気象ビジネスの規模は、このわ

ずか0.06%であり、気象に影響を受ける10,000円の生産物において気象に支払われる費用は6円ということになる。

大和総研の「気象ビジネス」に関する調査レポート⁴⁾は、①非常に曖昧な需要家ニーズと、②供給側の不完全なサービス内容により、需給のミスマッチが生じていると指摘している。「気象リスクは回避できるもの」との理解が企業間で進む中で、③顧客ニーズの明確な把握と、④費用対効果の客観化により、気象ビジネスが現在の踊り場を脱却できる可能性を指摘しているが、気象ビジネスの「失われた10年」の出口はまだ見えていない。

同レポートで指摘する、天候リスクヘッジの取り組みは、エンロンの破綻で大幅に後退したが、天候デリバティブ商品関連は、気象界よりも銀行・証券・保険などの金融機関で着実に進んでおり、日本を含むアジア地区は、天候リスクの移転先として、その重要性が高まっている。また、アンサンブル予報をベースとした天候リスクマネジメント、「コスト・ロス」モデルをベースとした確率予報の利用など、新しい気象情報の活用を模索する動きも進められている。

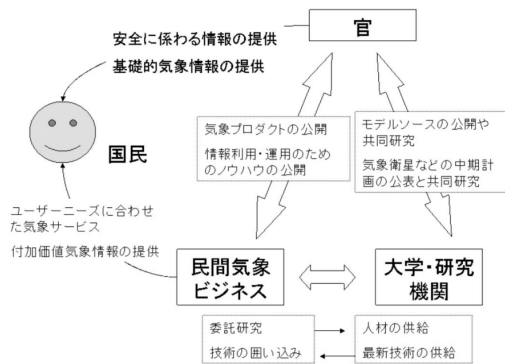
5. 気象ビジネスにおける産官学の連携（米国の例）

米国においても、官民のすみわけは大きな問題であり、日本と同様に、官の情報公開サービスが民業圧迫であるとの指摘する声も多い。また、近年、大学がその研究成果を公開・提供する事例も増えており、学と民の間のビジネスの調整といった問題も生じてきている。

米国では、National Research Councilが2001年から、産官学の協力関係について検討を開始し、各セクターの役割分担・協力の方向性を冊子「Fair Weather」⁵⁾としてとりまとめて公開し、また、AMSなどの場で継続的に議論を続けている。

一方、官学間の取り組みとしては、次世代のメソスケールモデル WRF を、オクラホマ大を中心とする幅広い連携のもとに開発してきており、その成果は順次公表されている。また、次世代の気象衛星についても、そのセンサーの設計段階から様々な情報が提供されており、開発計画や中期プランも含めてオープンに公開・検討・共有する中で、研究のロスを少なくしようとの取り組みがなされている。

気象知識利用の面では、COMET (Cooperative Program for Operational Meteorology, Education



第1図 産官学の連携 (86th. AMS Partnership policy より)。

and Training：1989年からUCARおよびNWSを中心に進められた）と呼ばれるプロジェクトの成果として、気象学の基本的な分野や、気象情報の利活用のための教育リソースが無料で公開されており、興味を持った利用者が独自に、かなりの知識と利用方法を身につける環境も整いつつある。

このようにリソースが積極的に公開されることで、利用者がよりダイレクトに気象情報を利用することが可能となり、新しい気象ビジネスの次なる発展のキーワードとなるのではないかと考えられる。

6. データにみる日本の気象情報の特徴

気象データ（気象プロダクト）は、米国と日本では、基本的に必要となる経費や機材が揃えば、それほど大きくない経費で利用でき、配信された情報の二次利用についての制限もない。一方、日本の気象会社がヨーロッパの数値予報データや衛星データなどを第三者への提供を行う場合は、非常に高価な対価が求められる。

ただ、ヨーロッパの気象機関のデータは研究目的や、公的気象機関が利用する場合は、それほど高価ではなく、また、EUMETSATが、基礎的な気象資料・数値予報データ・衛星の高頻度観測データなどを商用通信衛星を通じて配信するEUMETCastと呼ばれるデータ配信サービスをすすめて、そのサービスエリアを順次拡大しつつあるなど、今後、ヨーロッパも含んで、エリア・国を超えた気象ビジネスの動きが、更にすすんでいくと思われる。

すでに、大学などでは、海外の数値予報データを用いてルーティン的にモデルを走らせる取り組みも数年

前からなされており、民間の気象会社によるゴールデンウィークの天気予報など、新聞紙面を賑わす事例も散見される。

日本の気象サービスの特徴は、その細かな気象情報と携帯電話を中心とした特異な提供媒体にある。「予報自由化」に伴って始まった1～3時間ごとの時系列予報（ポイント予報とも呼ばれる）は、TVのみでなく新聞やインターネット上（携帯端末も含む）でもすっかり定着している。これらのきめ細かな情報は、アメリカ・イギリス・ドイツほか各国の気象情報サイトとしても、多く見られるようになっており、まだ、海外ではなじみの薄い、全国をカバーするようなノウハウキャスト（細かな時間・空間間隔・高い更新頻度）・土壌水分情報などは、他国の気象サービスに先行している。

7. 応用気象まとめ

気象情報は、ファンダメンタル情報だが、不可欠ではないというのが、現在の位置づけで、気象情報の価値が利用者に十分説明しきれないため、ビジネスの伸びはとまっているが、従来の固定メディアから複数メディアへの流れ、産官学の各分野での、気象の工学的な利用、あるいは、アンサンブル予報・予報の確率的利用などは、現在の停滞を打破する可能性が秘められている。

- ・企業内エンジニア、あるいは、気象会社による、企業ニーズに直結した気象情報の利用
- ・日本の特性（狭い国土・高齢化・細かな要望）に併せた、地域コミュニティへの情報提供
- ・気象情報利用のための教材の整備、官学の共同研究・成果のリリースによる情報利用技術の底上げなどを通して、今後、あらたな気象ビジネスが模索されていくと思われる。

(登内道彦)

8. はじめに（気象情報と防災）

「気象情報」は、広い意味で使われ、人によって微妙に異なるイメージが持たれているように思われる。気象庁ホームページ内には、「気象情報」というページがあるが、ここには、「警報や注意報に先立って注意を呼びかけたり、警報や注意報の内容を補完するために発表します。また、少雨や長雨などに関する情報も、気象情報として発表しています。」との説明文がある。これは、予警報などとは別に、気象業務法第11

条にもとづいて発表されている情報であり、これが最も狭義の「気象情報」ということになる。

「気象情報」とは、気温、降水量、衛星画像などの「観測値」であるというイメージを持つかも知れない。この理解も間違いとは言えないが、あくまでも「観測値」は、「気象情報」の一部だろう。情報について厳密に考える場合、人間による意味づけの程度により、data → information → knowledge と呼び分けられる⁹⁾。この考え方に従えば、「観測値」は、「気象データ」と呼ぶべきものであり、「気象情報」は、「気象データ」に付加価値をつけたものになる。たとえば、天気予報、気象警報、気象統計（平年値、極値）、天気図などが、気象庁の定義よりやや広義の「気象情報」となるだろう。ここでは「気象情報」を、この意味で用いたい。

9. ハード防災とソフト防災

防災対策には「ハード防災」と「ソフト防災」がある。ハード防災は、英語で structural measures と言われるように、「なんらかの構造物による被害軽減手法」ととらえることができる。たとえば、ダム、堤防、耐震補強などが挙げられる。いっぽうソフト防災は、non-structural measures であり、「構造物によらない被害軽減手法」といえる。たとえば、土地利用規制、耐震基準、保険、観測システム、情報システム、ハザードマップ、防災教育、訓練など、さまざまな例が挙げられる。日本においては、戦後復興期から阪神・淡路大震災頃までの間、防災対策は、おおむねハード防災を中心に考えられてきたとあってよい。しかし、ハード防災には、多くの費用が必要なこと、「計画を超える規模の現象」には耐えられないことなどの課題があり、限界があることが認識されてきた。それにともなって期待が高まってきたのがソフト防災である。しかし、ハード防災とソフト防災の間には決定的な違いがあり、ソフト防災を活用する上では、この違いを理解することがまず必要である。

ハード防災は、設置したり、性能を向上させたりすれば即効果を発揮することができた。たとえば、治水ダムは、工事が完了すれば、かりに完工式を行った夕方に豪雨に見舞われたとしても、計画どおりの洪水調節を行える。いっぽう、ソフト防災の諸技術は、設置・性能向上だけでは、減災につながらない。たとえば、「雨量観測所の観測値をインターネットで住民にリアルタイムに公開する『防災情報システム』」が納

品され、完工式が行われたとしても、それだけでは、おそらくその夕方に豪雨に見舞われた場合、何の役にも立たない。ハード防災とソフト防災は、設計・施工→システム完成というところまでは共通だが、ハード防災はその後すぐに被害軽減の機能が発揮できるのに対して、ソフト防災の場合はその後「利用者による理解・利用」という、ハード防災にはなかったプロセスが、1段階多く存在しているのである。

10. ソフト防災技術としての気象情報

防災の立場から考えると、「気象情報」は、ソフト防災を構成する技術あるいは要素であると考えられる。ここで、「気象データ」と「気象情報」は異なることに注意が必要である。個々の「気象データ」を読むには、専門知識が必要となり、その利用者はかなり限定されてしまう。しかし、それが解析、翻訳されて「気象情報」になっていけば、(翻訳の程度にもよるが)利用者の幅は広がる。まずは利用者の幅が広がらなければ、被害軽減のための機能も発揮されない。

11. AMeDAS に関わる最近の話題

「気象情報」を作るためにはまずは「気象データ」が必要になる。「気象データ」の元となる我が国でもっともよく知られている観測網は、AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System, 地域気象観測システム) だろう。全国約1300か所(時期により変動があり2006年4月現在では1373か所)の観測所で観測が行われている。気温、降水量、風、日照時間の四要素を観測する地域気象観測所(同689か所)、降水量のみを観測する地域雨量観測所(同341か所)および無線ロボット雨量計(同99か所)、気象官署および測候所が無人化された特別地域気象観測所への併設(242か所)がある。このほか、有線ロボット積雪深計(同287か所)があり、その多くは気象官署、特別地域気象観測所、地域気象観測所、地域雨量観測所に併設されている。降水量観測値が得られる観測所は17 km 四方に1か所、気温などの四要素観測所のみとした場合は21 km 四方に1か所の密度といわれるが、これは観測所数を国土面積で割って得た値であり、正確に均等配置されているわけではない。AMeDASは、明治以来、委託観測などの人手によって行われてきた気象官署以外の観測網を自動化したもので、1974年から全国的な整備がはじまり、1978年に完了した⁷⁾。現在、電子データとして1976年以降の

データが入手できるが、1976～1978年は、地域によって観測所の整備状況が異なるので、全国的な議論を行う場合は、1979年以降のデータを利用することが望ましい。1979年以降としても、2005年ですでに27年分のデータが蓄積され、空間的にある程度均等で、観測要素、手法もおおむね均質なデータが、比較的容易に入手できるという意味で、その価値は非常に高い。

AMeDAS をめぐっては、近年、以下のような変化が生じている。(1) 2005年から航空地方気象台、航空観測候所、空港出張所が観測網に組み込まれた。(2) 2004年頃から無線ロボット雨量計の廃止または移設が急速に進行した。(3) 2002寒候期年(2001年秋～2002年春)を最後として、委託観測によって行われていた積雪深観測が全廃された。

(1) の結果、数十か所の観測所数増加につながった。1978年のシステム整備完了以降、移設は多数あったが、増設はほとんどなかっただけに、久しぶりに明るい話題となった。(2) は総観測所数の減少につながるとともに、山岳部の観測所の消滅という、観測データの質的变化につながる可能性が懸念される。このほか、各種事情による観測所の移設は年々発生しており、筆者の集計によると、2005年末現在で有効なデータの得られた AMeDAS 観測所数は1331か所、1979年からの観測値が得られる観測所は1044か所、平均標高は237 m だった。2002年末現在の同じ集計結果ではそれぞれ1312か所、1119か所、272 m だったので、(1) の影響で観測所数は若干増加したものの、1979年以降の観測値が得られる観測所の割合は85%から78%に減少し、平均標高も35 m 低くなった。

(3) の積雪の委託観測は、有線ロボット積雪深計が併設されていない地域気象観測所や地域雨量観測所の一部で、寒候期の毎日9時に、人手によって積雪深を観測していたものであった。アメダス年報2002年⁹⁾収録のデータによると、最末期の時点では646か所で観測が行われていた。この時点で有線ロボット積雪深計は285か所あったので、931か所で積雪観測値が得られていたことになる(これに、人手で積雪観測を行っている一部の気象官署が加わる)。したがって、委託観測が廃止されたことによ

り、積雪観測値が得られる観測所数は2002年以前の3割程度に激減した。

12. 気象情報・気象データ公開の進展

AMeDAS の他、いくつかの機関が従来から気象観測網を展開してきた。国土交通省は、雨量が中心だが全国的な観測網を展開しており、都道府県も雨量をはじめとした気象観測網を整備してきた。1990年代以降、これらの観測所の増設や、既設観測所のテレメータ化が進み、リアルタイムにデータを収集できる観測所が飛躍的に増加した。長野県を例とすると、同県所管の雨量観測所は、1991年に97か所だったものが、1999年には156か所と、約1.5倍になった⁹⁾¹⁰⁾。同じ時期について、テレメータ観測所数を調べると、1991年の45か所(全観測所の46%)から、1999年には138か所(88%)と大きく増加している。都道府県所管の観測所では気温や風などを観測しているケースも少なくなく、他に、市町村が農業情報としての気象観測網を整備しているケースもよく見られるようになった¹¹⁾。

1990年代後半以降は、リアルタイム情報(雨量・水位など)を、気象庁系の観測所ばかりでなく、国土交通省や都道府県が所管する観測所についても公開する動きが急速に進んだ。気象庁系の情報は、古くから報道関係でも利用されていたが、インターネットでは1997年9月に、日本気象協会の運営する tenki.jp (およびその前身)などで参照できるようになったのがはじまりである(第1表)。また、1999年2月の NTT DoCoMo の i モードサービス開始以後は、携帯電話上の気象情報ページの多くでも参照できるようになった。国土交通省(旧建設省)系の観測情報は、1990年代後半までほとんど一般国民の目に触れることはなかったが、1998年7月に「水質水文データベース」として一部観測所の観測値公開が始まり、2001年6月に

第1表 全国規模のリアルタイム雨量情報公開の経緯。

年月	事項
1997年9月	AMeDAS 観測情報のインターネット本格公開。日本気象協会「防災気象情報サービス」、現在の tenki.jp.
1998年7月	建設省(当時)雨量・水位等の一部インターネット公開開始。初代「水質水文データベース」。現 URL http://www1.river.go.jp/ .
2001年6月	国土交通省河川局所管雨量・水位観測所のほぼすべてがネット公開。「川の防災情報」 http://www.river.go.jp 、携帯版も公開。
2002年8月	気象庁自身が過去の統計情報も含む観測情報の公開開始。気象庁ホームページ http://www.data.kishou.go.jp/ .
2003年6月	国土交通省河川局・道路局・気象庁の観測データを一元化したのネット公開開始。「防災情報提供センター」 http://www.bosaijoho.go.jp/ .

は「川の防災情報」としてリニューアルされ、ほぼ全観測所（2004年現在で雨量1938か所、水位1525か所）のリアルタイム雨量・水位・レーダー等の観測情報が公開されるようになった。また、同時に携帯電話版も用意され、この時初めて全国規模で河川のリアルタイム水位情報を携帯電話で参照することができるようになった。2003年6月には、従来別々に公開されていた気象庁系観測情報と、国土交通省河川局系観測情報、従来公開されていなかった国土交通省道路局系観測情報などを一元的に参照できる、「防災情報提供センター」のサービスが開始された。このほか、各県でも所管する雨量等の観測情報を公開するシステムを整備しつつある。

13. 防災を意識した新たな情報の整備

防災を目的とした「気象情報」で最も伝統的なものは警報・注意報だろう。近年これに加え、特に豪雨災害を意識した新たな情報の発表や、既存情報の改善などが積極的に行われている。その嚆矢となったのは「記録的短時間大雨情報」と言ってい。この情報は、それぞれの地域において、数年に1回程度発生する激しい短時間の大雨が AMeDAS 観測所または解析雨量で観測されたことを発表する情報である。警報の発表が続き、「警報慣れ」が災害に影響したとも言われた、昭和57年7月豪雨（長崎豪雨）を教訓として1983年10月から出されるようになった情報であり¹²⁾、大雨警報を補足、補強し、その地域にとってまれな豪雨が発生していることを明示的に伝えようとするものである。

「土壌雨量指数」も防災目的で近年登場した情報である。土壌雨量指数は、タンクモデルを用いて、単純な積算ではなく、いわば時間的に前に降った雨の影響は小さく、直前に降った雨の影響は大きくなるように計算した積算雨量のようなものである¹³⁾。実際の運用としては、レーダー・アメダス解析雨量を元に計算された各格子の土壌雨量指数が、その格子の過去の最大記録（1991年以降）を更新した場合、大雨警報の「重要変更」として発表される。テレビ等では、「××地域では過去数年間でもっとも土砂災害の発生の危険性が高まっている」といった趣旨で報じられる。なお、このような発表形式となったのは2004年4月からであるが¹⁴⁾、土壌雨量指数をもとにした気象情報は現在改

変が行われており、「土砂災害警戒情報」という情報へ¹⁵⁾、順次切り替えられる予定である。

このほかにも、防災を目的とした気象情報の改変は、近年多く行われている。たとえば、警報・注意報発表の地域単位（細分区）の細分化や基準の見直し、台風・熱低の呼称変更などが例として挙げられる。防災を意識した気象情報の開発、改善は望ましいことではある。しかし、ソフト防災技術の特性を考えると、情報自体が優れていても、それを利用者に理解・利用してもらわなければ、防災という目的を達することはできない。「理解・利用してもらう」ということは、「わかりやすくする」（＝情報を質的に改善する）と同義ではない。「理解・利用してもらうための具体的な提案をする」、という従来とは少し違った取り組みが重要性を増していくのではないかと思われる。

(牛山素行)

参 考 文 献

- 1) (財) 日本気象協会, 2000: 50年の事業の歩み.
- 2) 気象庁, 2006: 気象ガイドブック, 154-157.
- 3) 朝倉 正ほか, 1992: 経済活動と気象.
- 4) 大和総研, 経営情報リサーチ2001年秋号 (Vol33), 42pp.
- 5) National Research Council, 2003: Fair Weather: Effective Partnership in Weather and Climate Services.
- 6) 神沼靖子, 内木哲也, 1999: 基礎情報システム論, 共立出版, 154pp.
- 7) 池田 学ほか, 2000: 水文・水資源学会誌, 13, 313-319.
- 8) 気象庁, 2003: アメダス年報 2002年 (CD-ROM), 気象業務支援センター.
- 9) 長野県, 1991: 平成3年度 長野県水防計画書.
- 10) 長野県, 1999: 平成11年度 長野県水防計画書.
- 11) 牛山素行, 久保田哲也, 2000: 砂防学会誌, 53(2), 62-65.
- 12) 日本気象協会, 1984: 気象年鑑 1984年版, 大蔵省印刷局.
- 13) 岡田憲治ほか, 2001: 天気, 48, 349-356.
- 14) 気象庁, 2004: <http://www.jma.go.jp/jma/press/0403/03a/yohoukaizen.pdf>.
- 15) 立原秀一, 2006: 天気, 53, 43-45.