

当財団では、産・学・官のネットワークづくりと情報交換の場を提供することを目的として、社会、経済から最新技術に至る幅広い分野の中から、時宜にかなったテーマを選定し、中部社研フォーラムを開催しております。

本レポートは、第287回（2017年5月18日）での講演「気象予報とビジネス」を元に、講演者の岐阜大学工学部付属応用気象研究センター長・准教授 吉野 純氏にその概要を執筆いただいたものです。

気象情報とビジネス

岐阜大学工学部付属応用気象研究センター長・准教授 吉野 純



1. はじめに

気象とは人類にとって毎日接する最も身近な自然現象である。そして、人類は太古の昔よりそれを観察してその変化を予想することでさまざまな局面での気象リスクに対処してきた。現代のように天気予報がなかった時代には、観天望気（空、雲、生物などの変化を観察して天気を予測すること）に基づいて、例えば「夕焼けは晴れ、朝焼けは雨」といった経験則から日々の行動を決定してきた。ちなみに、この「夕焼けは晴れ、朝焼けは雨」の的中率は60%と低く（飯田，1989）、読者の中にも前日美しい夕焼けが見られたのに翌日雨に降られてがっかりさせられた経験があるだろう。気象の変化は極めて複雑な非線形システムであり、1地点の観測を外挿するだけの予測手法では未来の気象の変化を正確に予測できないのである。

現代的な天気予報がはじまった1884年以降、気象観測技術や気象予報技術の向上により、その精度は年々向上し続けている。東京地方の夕方発表の翌日（0時から24時までの24時間）の降水有無の予報の適中率は、1955年には76%であったものが、2005年には86%となり、50年間で約10%も向上している。また、最低気温の予報誤差（2乗平均平方根誤差）は、1955年にはおよそ2.2°Cであったものが、2005年には1.5°Cとなり、50年間で0.7°C改善されている（新田ら，2009）。今や10回のうち9回は予報が当たる時代となったのである。

このように年々進化している天気予報も、平成に入るまでは気象庁によりほぼ独占的に行われてきた。気象庁が行う気象業務の根幹を規定しているのが1952年に制定された気象業務法であり、その中で気象庁は、気象、地象、津波、高潮、波浪、洪水の観測、予報、警報を行うことが義務づけられ、天気予報は気象庁の仕事として明確に位置づけられている。気象業務法の第17条の中で「気象庁以外の者が予報の業務を行おうとする場合は、気象庁長官の許可を受けなければならない」との規定は存在していたが、実質的には民間気象事業者に対する許可範囲は限定され、気象庁以外の組織や個人が独自の天気予報を一般に出すことはできなかった（古川ら，2012）。そのため、平成以前の気象庁が主体的に行ってきた天気予報は防災情報としての色合いが強く、その利用範囲もまた限定的であったと言える。

そして、1993年になって、規制緩和の潮流に加えて社会の高度情報化に対応すべく、ようやく気象予報業務法が40年ぶりに改正された。これにより、民間による天気予報が一部自由化され、そして、新たに気象予報士制度が創出されることになった。予報業務許可を得た民間気象事業者は気象予報士の配置が義務づけられ、気象庁の出す天気予報とは異なった独自の天気予報を出せるようになった。このような天気予報の自由化は、官民の役割分担により国民の情報ニーズの多様化に 대응することを趣旨としたものであり、気象庁は防災気象情

報および一般向け天気予報の発表を担い、民間気象事業者は局地的な天気予報やさまざまな付加価値情報の加工あるいは情報メディアを活用した情報提供を担うこととなった（新田ら，2000）。民間気象事業者の参入以降、天気予報はユーザーの多様なニーズに応えることができる総合気象情報として広く社会に定着している。

2017年7月現在、計71者の民間気象事業者が予報業務許可を取得しており、1993年当時の計26者に比べて2.5倍近く増えている。主に、民間気象会社、コンサルタント事業者、放送事業者、個人事業者（主にお天気キャスター）などで構成され、中には地方自治体、国立大学、国立研究機関といった多様な事業者も含まれている。しかし、これまで予報業務許可事業者（国、地方公共団体は除く）による年間売上高は300億円前後を推移しており、気象業務法が改正された1993年当時から大きく変化していない（気象庁，2013）。残念ながら、ビッグデータとも言うべき気象情報がビジネスに十分に浸透していない状況にあり、従前の小さなマーケットの中で増え続ける事業者が少ないパイを奪い合っている状況にあると言える。

昨今、安倍内閣による成長戦略の一環として「第4次産業革命」とも呼ばれる産業界の変革が起こりつつある。AI（人工知能）、IoT（モノのインターネット）、ビッグデータといったICTの発達は、「気象情報」と極めて親和性が高く、今後、「第4次産業革命」が目指す超スマート社会は気象情報ビジネスにも大きく影響する可能性が高い。さまざまな産業分野に潜在する気象情報のニーズを掘り起こし、先端的なICTを活用することで「気象情報」と「ビジネス」を結びつけた新商品の開発が今後期待され、ひいては我が国における民間気象事業の活性化や社会経済の生産性向上につながるものと期待される。

本稿は、著者自身の予報業務許可事業者（岐阜大学）の中で活動する気象予報士としての経験に基づき、今後の気象情報とそのビジネスの展望について議論するものである。以降の第2章では、最先端の気象情報の現状について解説する。また、

第3章では、これまでの気象ビジネスでは気象情報をどうビジネスに活用してきたのかを一般論として記述する。そして、第4章ではICTの発展めざましい昨今においてこれらからの気象情報ビジネスはどう変わってゆくのか、その展望を解説したい。

2. 気象情報の今

一言で「気象情報」といっても広範にわたり、主として「実況情報」、「予測情報」、「生活・産業気象情報」の3種に大別されるだろう。

まず、「実況情報」とは、主としてリアルタイムに入手される観測データに基づいて作成された「現在」の気象状況を示す情報である（図1）。古くからある「地上天気図」や「高層天気図」は広域的な気象概況を立体的に把握する上で不可欠な実況情報である。気象予報士はこれを基礎情報として気象の変化を予想する。「アメダス」は全国に約840か所あり、およそ20km間隔で降水量（一部は降雪量）・風向・風速・気温・日照時間といった地上気象要素を観測している。直接的な現地観測データとして局地的な気象予測を行う際に有益な情報となる。「気象衛星」は赤道上空約35,800kmの静止軌道にあるひまわり8号による観測であり、広域（全球）の雲画像（可視画像、赤外画像および水蒸気画像）を高頻度に入手できる。観測の少ない海上での気象状況を把握する上で極めて重要な情報となる。「全国合成レーダー」は全国各地の気象ドップラーレーダーによる観測で、アンテナを回転させながら電波（マイクロ波）を発射し、雨粒によって生じるレイリー散乱を計測することで雨雲の位置や強さを測るものである。特に局地的な大雨の予測に効果を発揮する。ほかにも、電波により上空の風向・風速を計測する全国33か所の「ウィンドプロファイラ」や、気球により高層の風向・風速・気圧・気温・湿度を測る全国16か所の「レーウィンゾンデ」などがあり、近年の気象観測技術の進歩によりさまざまな時間・空間スケールの気象現象を3次元的に計測できる

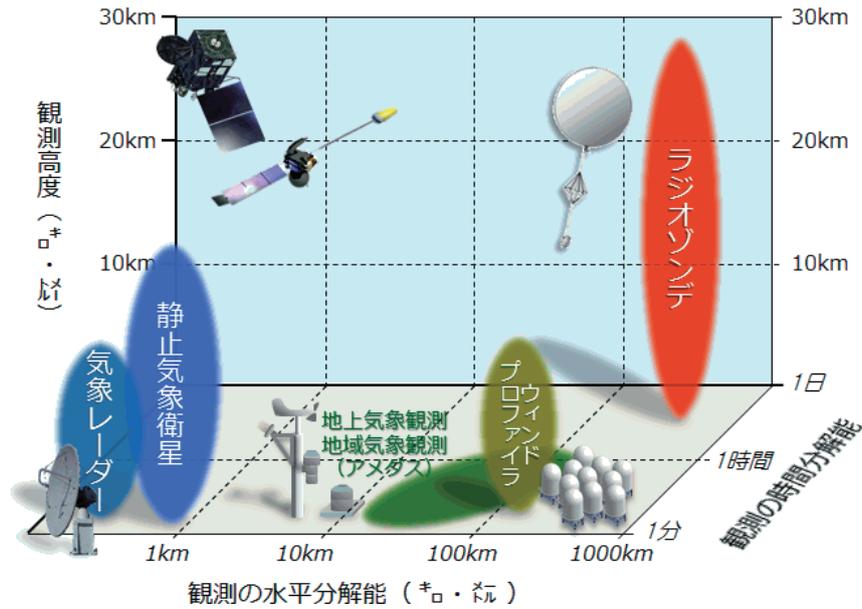


図1 さまざまな気象観測から得られる観測データの水平・時間分解能と観測高度

出典：気象庁ホームページ (http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kansoku/weather_obs.html)

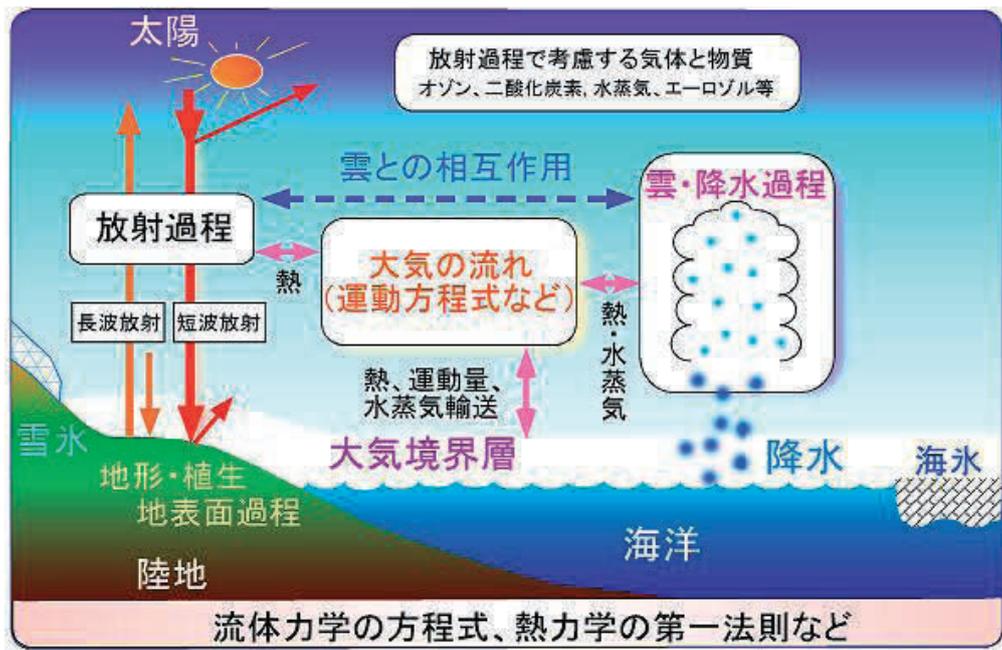


図2 数値予報モデルの仕組み

出典：気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>)

観測体制が整いつつある。

一方、「予測情報」とは、実況情報から推定された現在の気象状況を初期値として数値予報モデルにより計算された「未来」の気象状況を示す情報である。数値予報モデルとは、大気を表現する物理学の方程式により、風や気温などの時間変化をコンピュータ上で予測するプログラムのことで

ある（図2）。数値予報を行う手順として、まずコンピュータで取り扱いやすいように、規則正しく並んだ格子で大気を覆い、そのひとつひとつの格子点の気圧、気温、風などの値を世界中から送られてくる実況情報から求める（図3）。これが数値予報モデルの初期値となる。その初期値をスタートとして「未来」の気象状況の推移をコンピュー

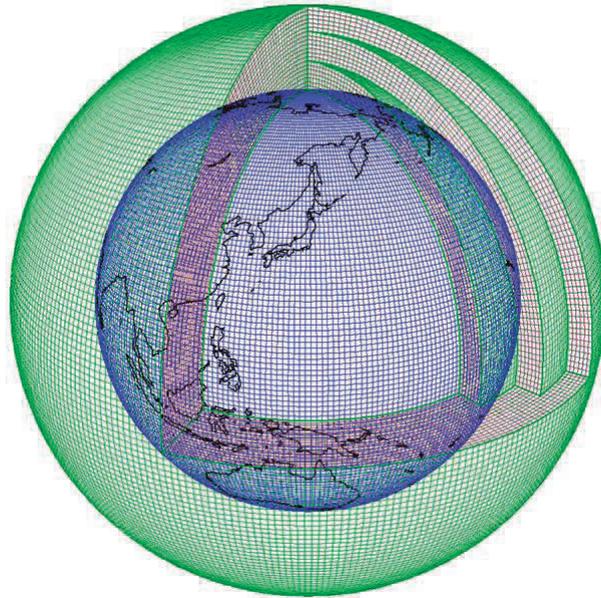


図3 数値予報モデル（全球モデル）の格子点のイメージ

出典：気象庁ホームページ（<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>）

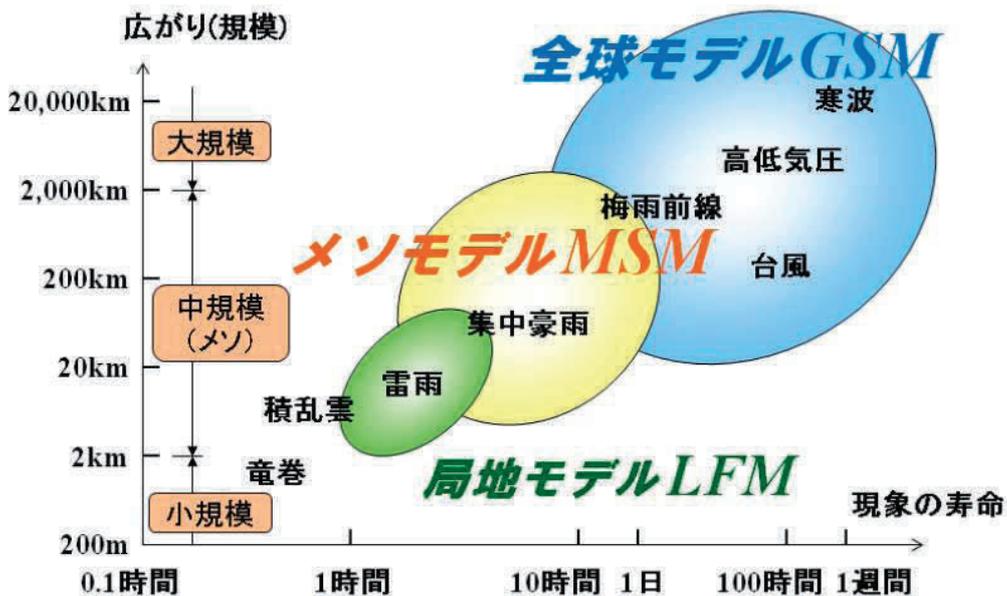


図4 気象庁の数値予報モデルが対象とする気象現象の水平及び時間スケール

出典：気象庁ホームページ（<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-4.html>）

タ上で予測する。「未来」といってもまちまちで、一般に、短時間（1～6時間先）、短期（1～2日先）、中期（1週間先）、長期（1ヶ月先、3ヶ月先、暖候期／寒候期）の4つに分類され、それぞれに用いられる数値予報モデルの格子点の細かさ（水平分解能）が異なってくる（図4）。中期予報（週間予報）や長期予報（1ヶ月予報）のように計算期間が長い場合には、全地球の大気をカ

バーする約20km格子の全球モデルが使われ、台風、高低気圧、梅雨前線などの比較的規模の大きな気象現象を予測するのに適している。全球モデルによる予測情報は1日1回更新される。また、短期予報（いわゆる今日・明日の天気予報）では、全球モデルのように地球全体の気象の変化を計算せず、日本とその近海のみを対象とした5km格子のメソモデルが用いられ、局地的な低気圧や集中豪

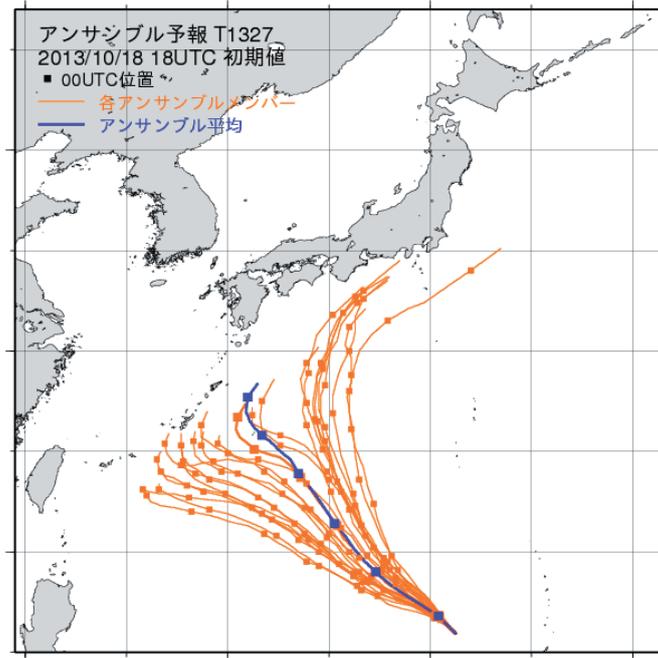


図5 台風進路のアンサンブル予報の例、2013年10月19日03時を初期値とした台風第27号の5日予報個々のアンサンブルメンバーの予報進路（オレンジ色の線）とそれらを平均した予報進路（青色の線）

出典：気象庁ホームページ（<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-8.html>）

雨をもたらす組織化された積乱雲といった災害をもたらす気象現象を予測するのに用いられる。メソモデルによる予測情報は1日8回更新される。また、短時間予報（降水短時間予測）には、メソモデルよりもさらに高分解能な2 km格子の局地モデルが用いられ、個々の積乱雲を表現できるようになるため、目先数時間程度の局地的な大雨の発生ポテンシャルの把握に利用される。局地モデルによる予測情報は1日24回更新される。

さて、最近の天気予報では明日の天気を10回に9回適中させるだけの精度を有していることについては既に説明したが、依然10回に1回はハズレているとも言え換えることができる。特に予測期間の長い中期予報や長期予報ではよりハズレやすくなる。他方、同じく物理学の問題である太陽や月の軌道予測がハズレたという話は聞いたことがない。一般にかなり前の段階で日食や月食の時間と場所を正確に予測することができる。何故、気象は時間と場所をピタリと正確に予測できないのだろうか？ このことは、気象現象が天文現象とは異なり複雑な非線形システムであることに起因している。非線形性の強い気象現象はカオスの性

質を有しており、初期値に少しでも誤差が含まれていると予測時間とともに大きく誤差が拡大してしまうのである（初期値鋭敏性という）。いわゆるバタフライ効果と呼ばれるものであり、気象学者のローレンツによる「ブラジルの1匹の蝶の羽ばたきがテキサスで竜巻を引き起こす」という例えが分かりやすい（Lorenz, 1972）。つまり、観測誤差を0にすることは原理的に不可能であるため、数値予報モデルへ入力する初期値が完全なものになることは決してなく、長期的な気象の予測は実質的に不可能であることを意味している。

しかし、この誤差の拡大を逆手にとって、予報の誤差を定量的に見積もろうとしたものが「アンサンブル予報」である。アンサンブル予報とは、実況情報により作成された初期値に、観測誤差と同程度の小さな誤差をわざと人為的に与えた多数の初期値を作成し、それぞれの初期値ごとに独立して多数の数値予報を行うものである（古川ら, 2004）。個々の初期値とそれに対する予測結果をメンバーといい、全メンバーの単純平均をアンサンブル平均といい、初期値に内在する観測誤差に起因するノイズはアンサンブル平均をとることに

よって取り除くことができる。そして、アンサンブル平均により有意なシグナルだけが残り、予測精度の向上につながる（図5）。また、アンサンブル予報を利用することのもう1つのメリットとして、予報の信頼性（予報の精度）をメンバー間のばらつき具合（スプレッドという）から評価できる点が挙げられる。スプレッドが小さい場合には予報の信頼性は高く、天気予報は当たる可能性が高く、逆に、スプレッドが大きい場合には予報の信頼性は低く、天気予報はハズレやすいこととなる。気象庁では、中期予報や長期予報においてアンサンブル予報を適用することで確率的に気象の変化を予測している（これを確率予報という）。この確率予報のプロダクトを賢く使うことが気象情報ビジネスを成功させるキーとなる。

3. 気象情報ビジネスとは

そして、これまで解説した気象庁による「実況情報」や「予測情報」を加工することで、3つめの「生活・産業気象情報」となる。「生活・産業気象情報」とは、実況情報や予測情報に付加価値を加えたよりきめ細かな気象情報のことであり、主として民間気象事業者により作成され、顧客（個人や企業）のニーズに応じた形で提供される（ビジネスと気象編集委員会，2004）。このような民間気象事業者による情報提供サービスのことを総称して気象情報ビジネスといい、気象リスクを回避するよう顧客の意思決定を支援する役割を果たしている。以下、生活気象情報と産業気象情報と区別して、それらの詳細について議論する。

まず、生活気象情報とは、生活に密着したきめ細かい気象情報のことを指し、例えば〇〇指数といった指数情報や日本各地のレジャー天気予報などがそれに該当する。このような生活気象情報は、民間気象事業者によるホームページや会員制情報提供サービスなどから入手することができる。指数情報（生活気象インデックス）は、民間気象事業者の一般財団法人日本気象協会でも提供されており、そのホームページ（<https://tenki.jp>）で

情報を得ることができる。洗濯の乾きやすさを表す「洗濯指数」や有害紫外線の強さを表す「紫外線指数」は多くの人々が利用するポピュラーな指数情報であろう。屋外への外出に適しているかを表す「お出かけ指数」、快適な服装を提案する「服装指数」、気温・湿度・風の予想から快適さを表す「体感温度指数」、傘の必要性を表す「傘指数」など、快適な生活に役立つ指数情報が多数用意されている。また、天体観測に適しているかどうかを表す「星空指数」、洗車に適しているかどうかを表す「洗車指数」、アイスを食べたくなる度合いを表す「アイス指数」、ビールが飲みたくなる度合いを表す「ビール指数」などユニークな指数情報も多数開発されている。また、レジャー天気予報としては、「山の天気」、「海の天気」、「空港」、「野球場」、「サッカー場」、「ゴルフ場」、「キャンプ場」、「釣り」、「遊園地」などがあり、快適なレジャーのためのピンポイント天気予報を入手することができる。こういった生活気象情報は、個人の意思決定を支援する情報として、インターネットやスマートフォンの普及により広く国民生活に浸透している。

生活気象情報が、個人（B to C, B to B to C）の意思決定を支援するものであるとすれば、産業気象情報は企業（B to B）の意思決定を支援するものといえる。産業と気象とのかかわりが深く、日々の気象の変化によって需要量や供給量が大きく変化する業界においては気象情報を賢く利用することによって気象リスクを最小化することができる。天候により生産量に直接的に影響する農業・林業・漁業などはもちろんのこと、天候の変化により商品の売り上げが大きく左右しやすい食品飲料業・エネルギー供給業・サービス業などにおいても間接的に気象リスクの影響を受けやすく、気象情報の利用価値は潜在的に高いものと考えられる。気候影響・利用研究会（2004）によれば、気温と消費の間には相関関係があると言われ、我が国の産業活動や傾向動向は、夏の暑さをもたらす太平洋高気圧の強弱にかかっている。夏の猛暑効果は、エアコン、ビール、清涼飲料水、夏物衣料

表1 日最高気温と売れる商品の例

日最高気温	売れる商品
30℃以上	ビール, 牛乳
29℃以上	日傘
28℃以上	夏物衣料, うなぎ蒲焼, 日焼け止めクリーム
27℃以上	スイカ
26℃以上	牛乳, コーラ, 殺虫剤
25℃以上	清涼飲料, 氷菓, 麦茶, 冷麦
24℃以上	水着
23℃以上	浴衣, 半袖ホームドレス, 子供Tシャツ
22℃以上	ビール, アイスcream, エアコン
19℃以上	半袖Tシャツ
15℃以下	スキー用意品, 毛布, ガウン, ひざ掛け
14℃以下	鍋物
13℃以下	手袋
12℃以下	おでん
10℃以下	ジャケット, カイロ

出典：気候影響・利用研究会（2004）の表5.5-3を参考に作成

などの販売を促進すると言われ、例えば2000年夏の猛暑の際には、夏物消費が消費全体を押し上げ、実質消費を0.3~0.4%押し上げる効果があった。一方で、夏の冷夏は、ビール、清涼飲料水、扇風機といった夏物消費だけでなく、販売電力量の落ち込みや自動販売機や業務用エアコンなど産業機械の売上高にまで波及する。例えば2003年夏の冷夏の際には、スーパー、百貨店、家電量販店、行楽・外食産業など軒並み売上高が減少し、冷夏によりGDPを0.18%押し下げた。気温と消費の間には明瞭な相関関係があり、例えば日最高気温がある水準を超えると売れる商品がある（表1）。

つまり、気温がある水準を超える（あるいは下回る）タイミングで、いかに商品・商材や店頭販売員などの資源を集中させるかがビジネスの成否に関わってくるのである。経営者（意思決定者）は、気象情報に基づいて仕入計画、生産管理、在庫管理、販促計画に対して適切に意思決定をすることで気象リスクを最小化することができるのである。

ここで気象情報に基づいて気象リスクへの対策をとるためには、「意思決定に用いる予測情報の当たる確率（現象の発生確率）」と「気象リスクへの対策のコスト・ロス構造」の2点を把握して、期待利益（期待損失）を最大（最小）にするような最適な意思決定のルールを見いだす必要がある

（立平，1999）。前者については、前述した「確率予報」を用いれば、自動的に現象の発生確率を把握したことになる。また後者については、気象リスクへの対策にかかるコストCと対策をしなかったときに生じる損失Lの比である「C/L比」を評価することで得られる。そして、天気予報においてC/L比を上回る現象の発生確率が予測された時に、必要な対策をとると決めておけば期待利益（期待損失）が最大化（最小化）できるのである。つまり、同じ確率予報を用いたとしても、対象とする企業によってC/L比は異なってくることから、対策か非対策かといった意思決定にも違いが生じることになる。

ここで、降水確率（雨という現象の発生確率）に基づいて、外出前に傘を「持っていく（対策）」か「持って行かないか（非対策）」の意思決定の問題について考察してみよう。雨にぬれないよう傘を持っていくと（対策をすると）、5回に1回は必ず傘（1本500円）を紛失してしまうという人がいるとしよう。また、傘を持っていかずに雨に降られてしまった場合には、1本500円の傘を必ず買わなくてはならないとしよう。そのような人にとって、降水確率何%で傘を持っていくべきなのだろうか？ まず、コストCについては、5回に1回は500円の傘をなくすというリスクをかけて傘を持っていくことになるので、C=500円

÷ 5 = 100円となる。また、損失Lについては、傘を持っていかずに雨に降られた場合には必ず500円を払って傘を1本購入することになるので、L = 500円となる。つまり、C/L比 = 100/500 = 0.2となり、「降水確率20%以上の予報が出たときに傘を持っていく」という対策をとることで降水リスクを最小化することになるのである。この問題に対して、「5回に1回」でなく「5回に5回」つまり毎回傘をなくしてしまう人にとってはどうなるだろうか？ C/L比 = 500/500 = 1.0となり、「降水確率100%以上の予報が出たときに傘を持っていく」ことになる。このような人にとっては、損失Lに匹敵するだけの対策費用Cをかけていることになり、天気予報に関係なく「常時非対策」とすべきなのである。つまり、傘を持っていくという行動が本当に適切な対策なのかを見直す必要があるだろう。また、この問題に対して、「5回に1回」でなく「5回に0回」つまり絶対に傘をなくさない人にとってはどうなるだろうか？ C/L比 = 0/500 = 0.0となり、「降水確率0%以上の予報が出たときに傘を持っていく」ことになる。このような人にとっては、傘を持って行くという対策は十分に低コストかつ効果的な行動であるといえ、天気予報に関係なく「常時対策」すべきなのである。

以上の問題は単純化しすぎた非現実的な問題ではあるが、このような原理にもとづいて、「確率予報」と「コスト・ロス構造」を比較することによって、企業が抱えるさまざまな気象リスクに対する意思決定の問題に答えを出してくれる。そして上記の例でも見たように、ある気象リスクに対して「どのような対策行動をとるのか?」、「それに要する費用は?」、「対策によって軽減できる損失は?」といったコスト・ロス構造は、企業活動の形態によって異なってくるため、最適な意思決定も企業によって異なってくることに注意を要する。そのため、民間気象事業者は顧客である企業のコスト・ロス構造を精査したうえで、それぞれの企業活動の形態に見合ったケースバイケースの産業気象情報を提供することになる。

4. これからの気象情報ビジネス

これからの気象情報ビジネスでは、これまで民間気象事業者がビジネスの対象としてきた一部の産業分野にとどまらず、手つかずの産業分野へと新規開拓する必要がある。そして、多くの企業が抱える未解明な気象リスクを正しく定量化して、そのリスクに適切に対応できるような新しい気象情報サービスを開発する必要がある。その際には、これまで使用されてこなかった気象庁の気象予測データ（確率予報データ）や企業所有のPOSデータ（商品の売上実績データ）を利活用するだけでなく、これらビッグデータともいべき膨大なデータを解析して意思決定へと結び付ける先端的なICTを導入してゆく必要があるだろう。

気象庁のホームページ (<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/>) の中には、これからの気象情報ビジネスを見据えて、各産業分野において気象リスクを軽減する方法について丁寧に解説されており、例えば、清涼飲料分野、家電流通分野、アパレル・ファッション産業分野、農業分野などでの気象情報の活用例が示されている。大まかにその流れは、「①気象リスクを認識する」、「②気象リスクを評価する」、「③気象リスクに対応する」の順となる（図6）。

まず「①気象リスクを認識する」では、ある商品を生産し販売する過程の中で、「異常気象など（冷夏や猛暑）の気象リスクの影響をどう受けるのか?」、「その影響に対して何らかの対策はあるのか?」、「その対策のためにはどの程度の時間が必要となるか?」といったポイントについて考える。これにより、気象リスクを軽減できる可能性についてぼんやりと認識する。

そして「②気象リスクを評価する」では、①でぼんやりと把握した気象リスクの影響に対して、実際の過去の気象データとPOSデータを付き合わせて、具体的に気象による影響を定量化する。具体的には、時系列図や散布図を作成することによりその影響量を可視化することができる。例えば、ドラッグストアにおける経口補水液の販売数



図6 気象リスク管理のプロセス

出典：気象庁ホームページ (<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/risktoha.html>)

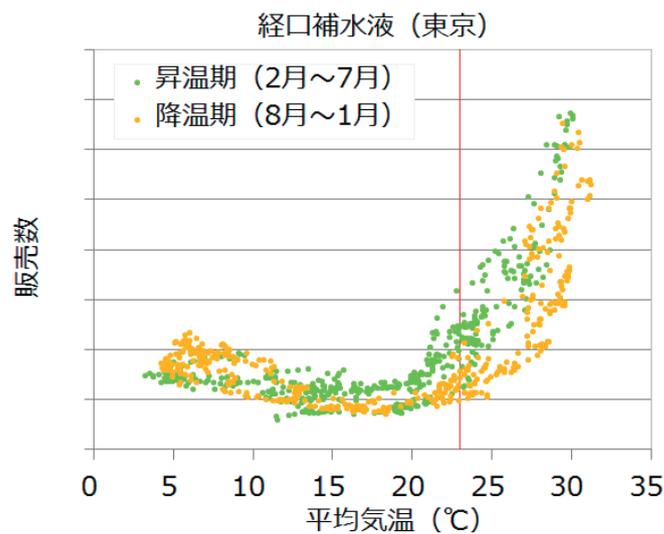


図7 平均気温と経口補水液の販売数の関係

出典：気象庁ホームページ (http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/taio_drug.html)

と平均気温との散布関係により（図7）、昇温期に平均気温が23℃を超える頃に急増し、基準温度（23℃）より5℃高くなると販売数（需要量）は約2.6倍に増えることが見て取れる。

最後に「③気象リスクに対応する」では、②で評価された気象リスクに対して必要な対策をとるための予測情報の分析を行う。ここでは、例えば経口補水液の売上高が急増する平均気温28℃を超える場合に追加発注、販売促進、在庫管理などといったさまざまな対応が必要になることを想定す

る。気象庁では、異常天候早期警戒情報として2週間先までの平均気温（7日間平均）の確率予報を提供しており、これを利用することにより、2週間先までの平均気温が28℃を超える確率を予測することができる。例えば、2017年7月31日発表の2週間先（8月8～14日）の気温の確率密度分布図によれば（図8）、2週間先の平均気温は28℃を超える確率（超過確率）は78%と予測されている。つまり、2週間先の経口補水液の需要量は高くなると予想される。この需要量の増加に対し

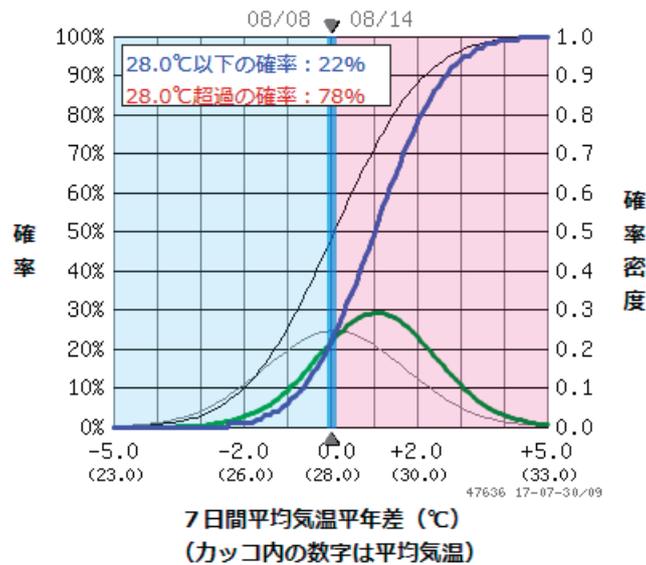


図8 名古屋における7日間平均気温（2017年8月8日～14日）の累積確率・確率密度分布予報。初期値：2017年7月30日

出典：気象庁ホームページ（http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/probability/guidance/index_w2.php）

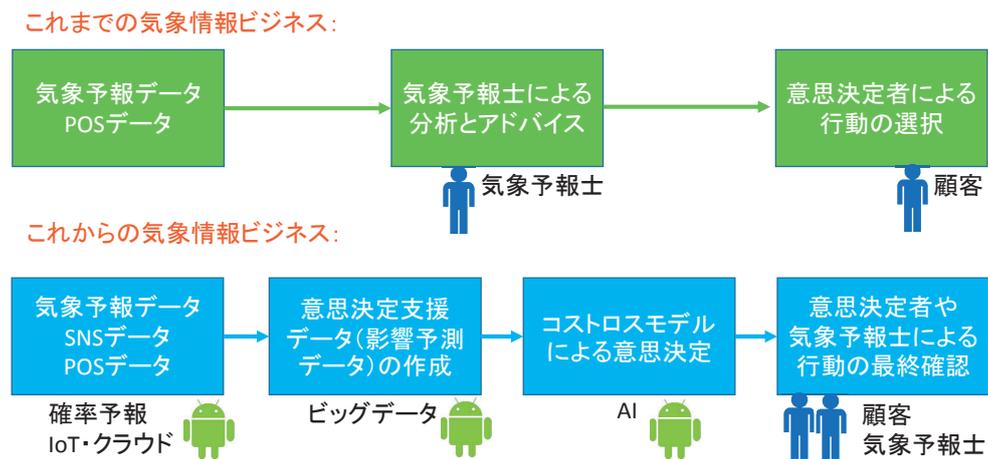


図9 「これまで」と「これから」の気象情報ビジネス

て何かしらの「対策」をするか「非対策」とするかについては、前述した対策にかかるコスト・ロス構造との対比によって判定され、予想される平均気温の超過確率がC/L比を「上回る」か「下回る」かにより意思決定を下すことになる。

このような気象リスク管理に基づいた「これからの気象情報ビジネス」は、当面は気象情報分析のエキスパートである気象予報士によって行われることになるが、今後、急激に発展するであろうICTにより、現状は気象予報士が手作業で行っているようなデータ作成やデータ分析がシームレスに処理されるようになり、近い将来は気象予報士

による仕事は意思決定者との行動の最終確認のみで終わってしまうかもしれない（図9）。このようなスマート気象情報ビジネスともいべきビジネスモデルの実現にはまだ少し時間を要するが、第4次産業革命の中心を担うAI、IoT、ビッグデータといった新技術は、気象情報ビジネスとの親和性が高く、ここ数年の間に急速にこの気象ビジネス市場に入り込んでくると予想される。

実際に、一般財団法人日本気象協会は、2014年から3年間の期間で「需要予測の精度向上・共有化による省エネ物流プロジェクト」を実施し、気象データとPOSデータを機械学習させることに

よるAIをベースとする需要予測モデルを開発している。開発された需要予測モデルが予測した来店客数の予測精度（相関係数）は0.86となり、従来の線形回帰の手法（0.72）に比べて大幅な精度向上を実現している（日本気象協会，2016）。先の経口補水液の例でも見たように、高精度な需要量予測は商品の品切れや過剰在庫を最小化する意思決定をする際に極めて重要な情報となることから、このような日本気象協会の取り組みは、気象情報とICTを組み合わせた次世代の気象情報ビジネスへの第一歩になると評価できる。

5. おわりに

国土交通省は人口減少時代を迎える中で、経済の持続的で力強い成長に貢献すべく、生産性革命プロジェクトの一環として2016年11月に「気象ビジネス市場の創出」を選定している。そして、このプロジェクトにおいて、気象ビジネス市場の創出と活性化を協力を推進すべく、情報通信、農業、小売、金融、電力などの関係する産業界やAIやIoTなどの先端技術に知見のある学識経験者などを交えて、産業界と気象サービスのマッチングや気象データの高度利用を進める上での課題解決を行う「気象ビジネス推進コンソーシアム」を2017年3月に設立している（気象庁，2017）。2017年7月現在、法人会員209社を含む、全246の会員で構成される。このようなコンソーシアム設置の趣旨と注目度の高さより、本稿でも議論してきたように、我が国におけるこれからの気象情報ビジネスがICTとの連携により一層発展していく可能性を秘めていることを示唆している。

このような、次世代を見据えた気象情報ビジネスの成功のカギは、気象予報技術者とICT技術者との活発な交流と垣根を越えた相互協力にあると考える。つまり、既存の枠にとらわれない民間気象事業者のためでもなくICT事業者のためでもない、次世代の気象情報ビジネスを支えてゆく人材育成の仕組みを作っていく必要がある。現時点で一番それに近い人材が気象予報士なのかもしれな

いが、残念ながら、気象予報士という国家資格が目標とするベクトルとこれからの気象情報ビジネスが向かうべきベクトルとの間には著者自身が見る限りはかなりズレがあるように見受けられる。これまでは、気象業務法という法律の中で、気象情報ビジネスが民間気象事業者やその中で活動する気象予報士だけに許され、小さなパイではあるものの業界全体が保護されてきた。もちろん技術的裏付けのない天気予報が世の中に出回るのには社会の混乱を来すことになるため法律による一定の制限は必要になるのかもしれないが、このような護送船団方式ともいべき現状の民間気象事業の体制のままでは、新しい気象情報ビジネスの障壁にこそなれ、必ずしも健全な発展にはつながらないのではないかと懸念される。今年で23年目を迎える気象予報士制度も、これからの気象ビジネス市場の健全な発展に貢献できるよう、そろそろそのあり方について再検討すべきターニングポイントに来ているのかもしれない。

謝辞

本稿の執筆にあたり、気象庁のホームページ（<http://www.jma.go.jp/>）や一般財団法人日本気象協会のホームページ（<https://tenki.jp/>）の情報を多数利用させていただきました。また、4章で記述した一般財団法人日本気象協会の研究開発プロジェクトについては中野俊夫様より情報提供をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- ・飯田睦治郎：観天望気のウソ・ホント，講談社，p.247，1989.
- ・新田尚，二宮洸三，山岸米二郎：数値予報と現代気象学，東京堂出版，p.224，2009.
- ・古川武彦，室井ちあし：現代天気予報学，朝倉書店，p.220，2012.
- ・新田尚，立平良三：最新天気予報の技術，東京堂出版，p.343，2000.
- ・気象庁：気象業務はいま，研精堂印刷株式会社，

- p.185, 2013.
- Lorenz, E. N.: Predictability; Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?, 139 the Meeting American Association for the Advancement of Science, 1972.
 - 古川武彦, 酒井重典: アンサンブル予報, 東京堂出版, p.284, 2004.
 - ビジネスと気象編集委員会: ビジネスと気象—最前線レポート—, 東京堂出版, p.261, 2004.
 - 気候影響・利用研究会: 日本の気候Ⅱ—気候気象の災害・影響・利用を探る—, 二宮書店, p.338, 2004.
 - 立平良三: 気象予報による意思決定—不確実情報—の経済価値—, 東京堂出版, p.142, 1999.
 - 一般財団法人日本気象協会: 平成27年度次世代物流システム構築事業報告書, —需要予測の精度向上・共有化による省エネ物流プロジェクト—, p.169, 2016.
 - 気象庁: 気象ビジネス推進コンソーシアム設立趣意書, <http://www.data.jma.go.jp/developer/consortium/syuisyo.pdf>, 2017