

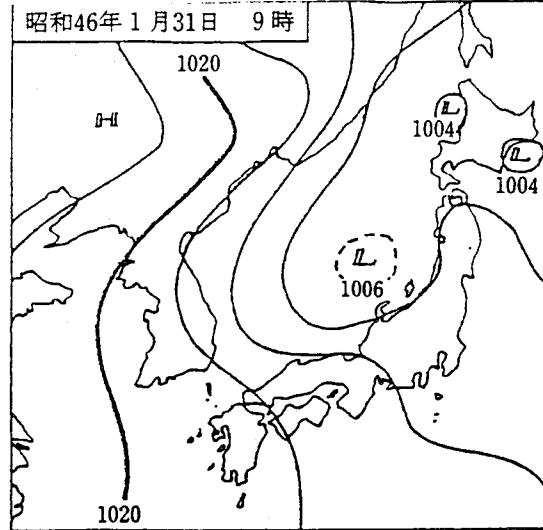
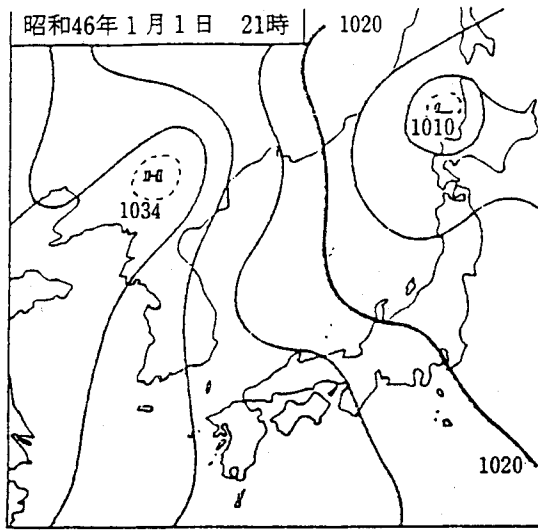


図 1. 日本海袋型気圧配置 (金沢地方気象台, 1971)

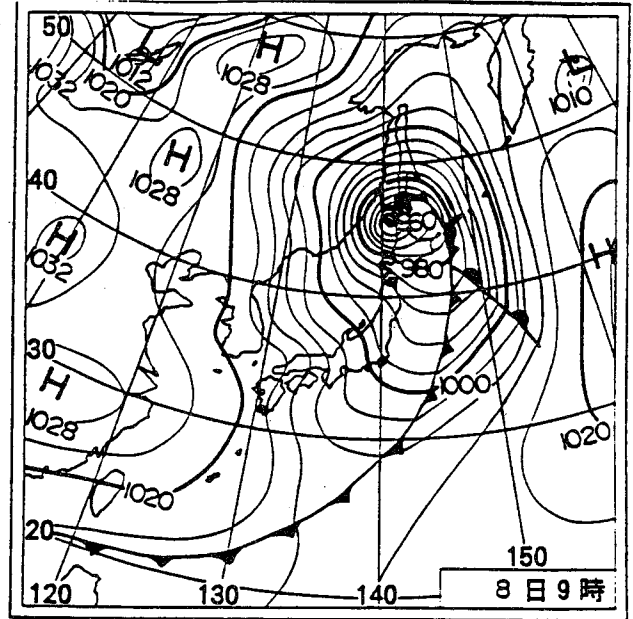
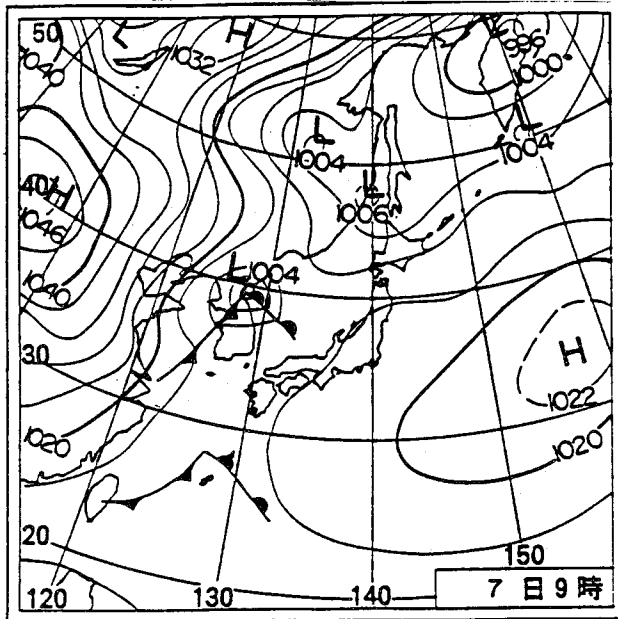


図 2. 平成 7 年 11 月 7 日 09 時 (左) と 8 日 09 時 (右) の地上天気図

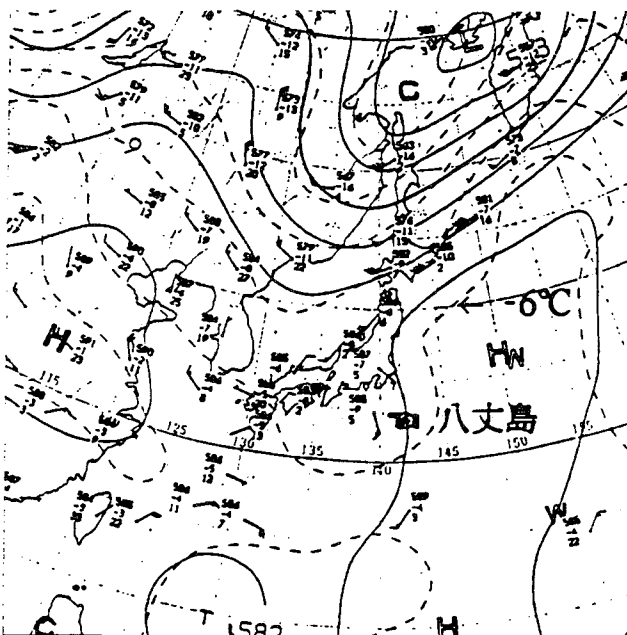


図 3. 平成 6 年 8 月 18 日 21 時の 500hPa 天気図

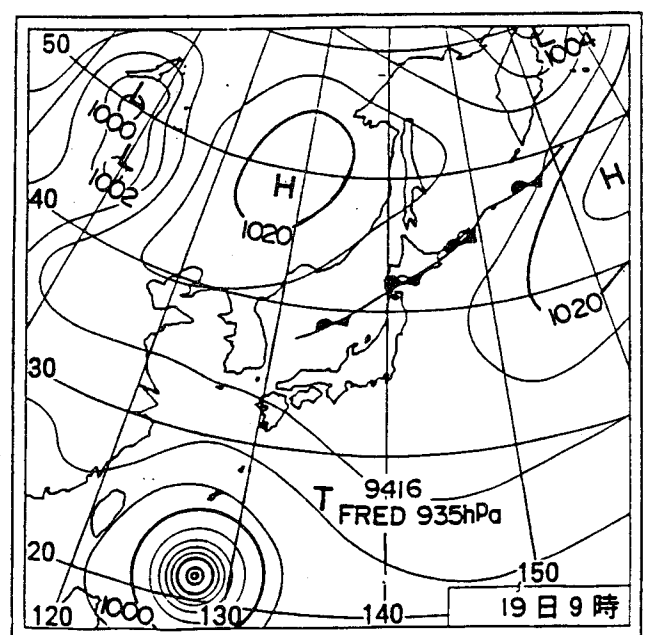


図 3. 平成 6 年 8 月 19 日 09 時の地上天気図

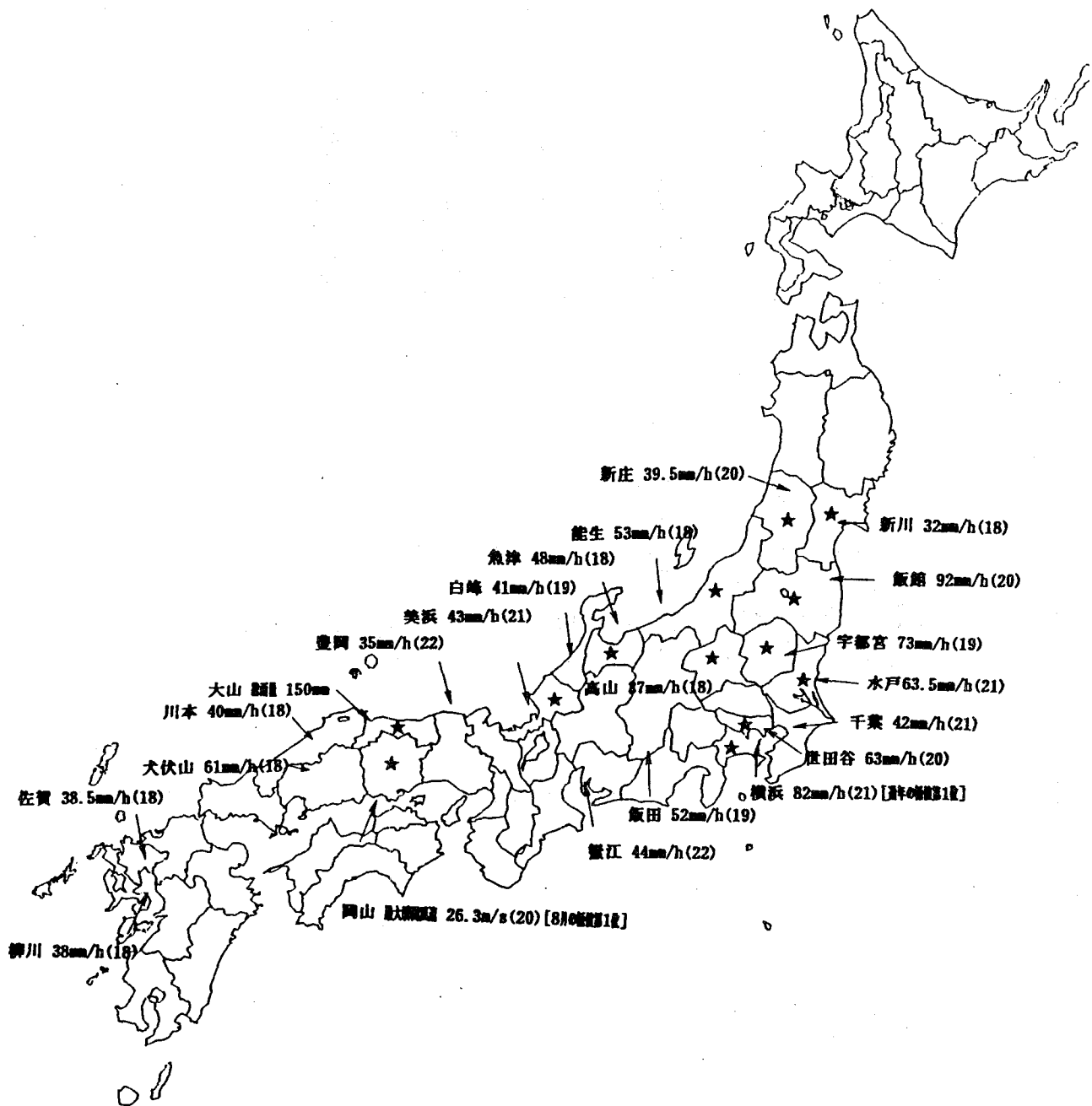


図 4. 平成 6 年 8 月 18 日から 22 日にかけて各地で観測された 1 時間雨量と最大瞬間風速
及び浸水、山崩れなどにより災害が発生した都県（★で示した）
〔（ ）内の数字は、観測された日を示す〕

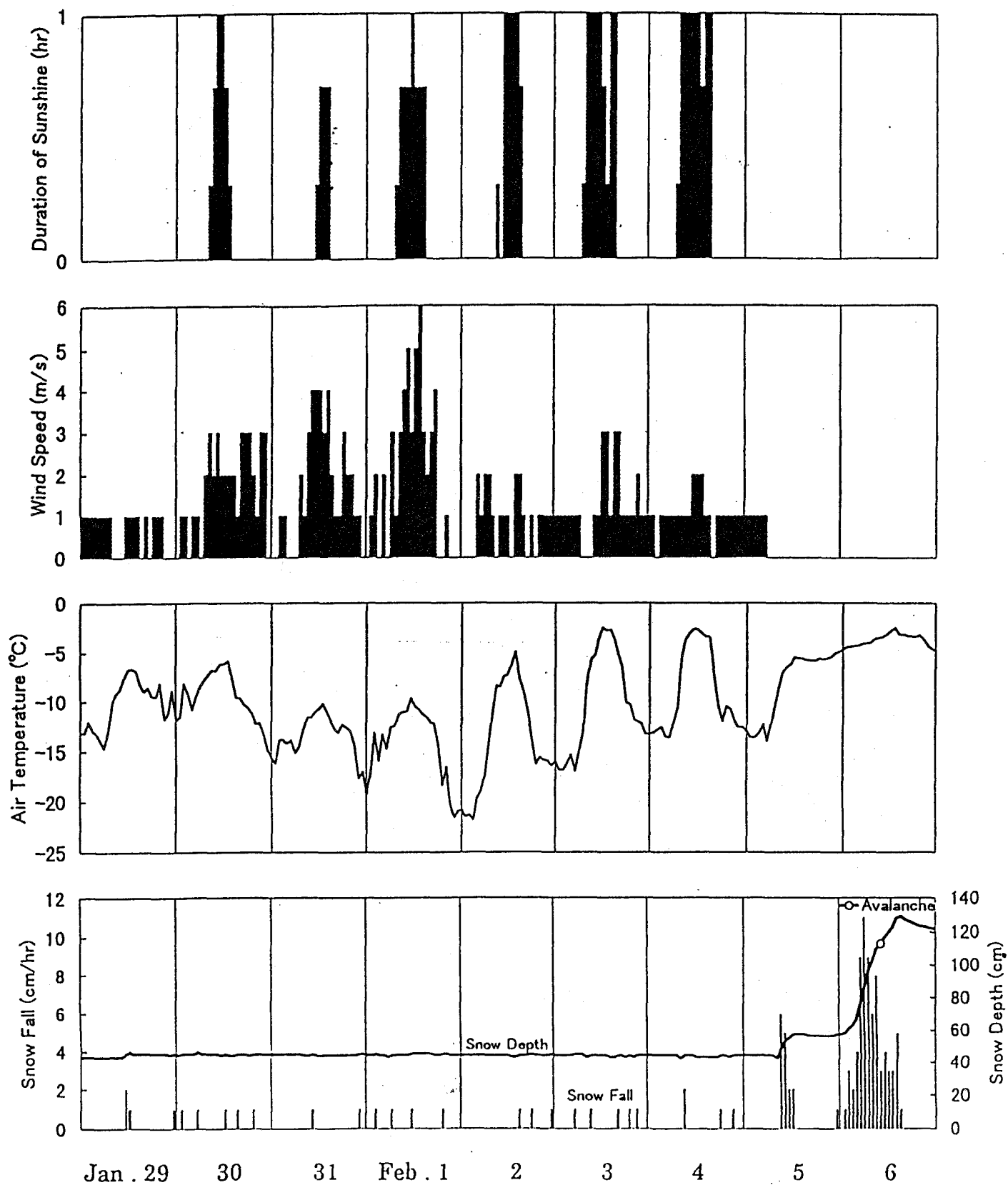


図5. 上札内アメダスにおける日照時間、風速、気温、積雪・降雪深の変化

付表－1. 安全管理に資する気象情報の活用

防災の観点から台風の詳細を知る努力

- ・海水温28℃以上で発達傾向
- ・900hPa以下は北緯15~20°で発生
- ・日本海に抜けても再上陸の可能性
- ・温暖前線に伴う集中豪雨

日頃からの知識欲が必要になる

- ・『新編気象ハンドブック』（朝倉書店）
- ・『気象の事典』（東京堂出版）
- ・『雪氷辞典』（古今書院）
- ・『雷放電現象』（名古屋大学出版会）
- ・『自然災害科学事典』（築地書館）
- ・『災害の事典』『地震の事典』（朝倉書店）

温暖化⇒海面上昇⇒高潮・津波の危険性増加⇒洪水の頻発に



IAMS(Integrated Assessment Models)の考察にも⇒LCAの思想（安全なインフラ）
AIM(Asian-Pacific Integrated Model)⇒温暖化、インフラ、防災意識



海水温上昇、大気の熱的膨張⇒地衡風、台風の増加⇒被害甚大に
暖冬⇒シベリアからの寒気団と太平洋高気圧の温度差が大きい⇒冬季の雷（日本海側）
猛暑の頻発、長期化⇒翌年のスギ花粉の飛来、飛散が顕著に
山間部での雪崩頻発（激しい気象傾向になり易く、暴風雪、フェーン現象の多発）

付表－2. 農業気象用語解説集(日本農業気象学会編)

本シンポの性格を反映して、付け焼き刃の知識ではなく、本質的な理解が求められる。高度な安全管理が必至な時勢にあって、事故を削減させることは至上命令である。そこで、日頃接する気象情報をより深く認識する必要性から筆者が執筆した用語を抜粋する。

◆確率予報(probability forecasts)

ある気象現象が生じる確率を予報するもの。一般的なイメージでは、降水確率(probability forecast of precipitation)を指す。1982年7月に降水確率が全国の予報で、地域毎に導入された。農作物管理の観点から、降水確率や雷雨確率(probability forecast of thunderstorm)は重要になってくる。確率予報の精度評価には、「雨が降る」「雨が降らない」という予報の的中率を用いて評価する。

カテゴリー予報(category forecasts)

天気予報で、ある現象を数値的に表現したり、確率で予報するのではなく、その気象現象を「ある」「なし」に分けて予報・発表することを指す。

降水確率(probability forecast of precipitation)

雨の降る確率を時間帯（普通6時間ごと）で、36時間先まで地域ごとに予報する。確率が「70%」の場合、100回同じ予報が出たとき、70回降水がある、ということ意味する。

大雨確率(probability forecast of torrential rain)

降水があった時に、その際、大雨になる確率である。だから普通の降水確率と異なり、「条件付き確率」である。集中豪雨の予測の一環で、記録的短時間大雨注意報なども発令されたりする。

最低気温確率(probability forecast of minimum temperature)

日本ではまだ用いられていない。概念は、(1)気温範囲指定型：最低気温0℃以下になる確率。(2)気温範囲可変型(確率指定型)：「最低気温00%の確率で00℃~00℃」と表現。後者の方が利用者に対して、気温の誤差を直接的に理解しやすい。

雷雨確率(probability forecast of thunderstorm)

降水過程において雷雨となる確率。大気の安定度を表現するエマグラムを用いる。気象庁でもルーチン化を目指す。防雹のためにも必要な予報である。

雪確率(probability forecast of snow)

降水確率の中で、「降水があったとして雪になる確率」を指す。つまり「条件付き確率」で、降水がなければ降雪はあり得ない。

◆数値予報(numerical weather prediction)

大気の状態、海洋、地形など気象要素に影響を与えるものを考慮に入れた大気モデルを用いて、実測データを初期値化(客観解析)して、時間積分の後、数値シミュレーションを行う予報。1950年代に実験が試みられ、1970年代に確立期を迎えた。1980年代に全球モデル、大気・海洋結合モデルが注目されるようになった。90年代に入るとモデルの改良が行われ、確率予報※、台風進路予報※、週間予報※などにも利用されるようになった。

数値予報モデル(model for numerical weather prediction)

大きく全球モデルと領域モデルに分けられる。領域モデルには、アジアモデル、新日本域モデル(JSM)などがある。GPV(Grid Point Value:格子点値)から領域モデルは格子間隔が100km位で分解能が高い。

アンサンブル予報(ensemble mean forecast)

数値予報をより高精度化させるため、時間経過に伴う複数の初期値を設定して、複数の計算結果を平均して行う予報。アンサンブルは「整合」「全体的調和」を意味する。

モンテカルロ法(Monte Carlo method)

ある時刻の解析値にランダムな誤差を与え、かなり多くの初期値を設定する解析法。イギリスで実用化されている。本来、統計学では乱数を用いて問題の解の近似値を求める。

時間ラグ平均法(lagged average forecast)

ある時間間隔で解析される一連の解析値を多数初期値とする。さらに、目的の予報時刻まで時間積分する。つまり予測時間の異なる予測値を統計的に平均化する方法であり、日本の気象庁およびイギリスで使用されている。

ロレンツ法(Lorentz method)

急速に成長する誤差抽出するための誤差を加えた2個程度の初期値を用いて行う解析法。ヨーロッパ中期予報センターで採用されている。

成長モード養殖法(growth model)

最適モード法とも呼ばれ、原理はロレンツ法と同じ。アメリカ気象局で用いられている。

メソ数値モデル(meso model for numerical weather prediction)

領域モデルに使用される。日本域モデルの数値予報では現在のところ、スケール的には集中豪雨レベルまでが実用的。それ以下に細分化されると、地形の影響などを直接受けるので予測精度に難がある。

メソ量的予報(meso model for numerical and quantitative weather prediction)

集中豪雨、突風、積乱雲の規模の予測を指すが、現在の予報技術では2~3時間先の短時間予報と、半日以上先のマクロスケールに近い現象予報が精度が高い。

メソ天気系モデル(meso model for numerical climate prediction)

Bjerknessの温帯低気圧モデルが基本とされる。メソ現象のライフサイクル過程のモデル化に力点を置く。また、地形性降雨などの強制モード、流体力学的不安定さに起因する巨大雷雨などの自由モードもモデル化の対象になり、メソスケール現象の予報の高精度化を目指している。

◆天気予報(weather forecast)

大気の現在の状況を把握して、それを基に将来の大気状態もしくは天気、水象を予測すること。我々の生活上必須のもので、防災上の観点からも必要不可欠である。かつては観天望気から天気俚言で天気の予測がなされていたが、気象観測網が整備された20世紀初頭からは科学的に天気を予測するようになった。さらに数値予報の進展で、短時間後の天気から長期予報まで行われるようになった。

1995年5月から天気予報の一部自由化で気象予報士制度が導入され、よりきめ細かい予報が求められるようになった。

短期予報(short-term forecast)

今後72時間を対象とした天気予報を指す。気象庁では3時間ごとに発表している。この短期予報の中には、局地的な豪雨などの予報を行う短時間予報も含まれる。

週間予報(one-week forecast)

中期予報の範疇に入り、延長予報と呼ばれることもある。予報の基礎資料には数値モデルである全球モデルが使われる。発表形式では、大まかな天候と気温は平年並み、高め、低めと表現するのが限界である。予報期間が長くなるにつれて、誤差が大きくなる。

長期予報(long-term forecast)

日々の天気予測ではなく、1ヶ月単位もしくはそれ以上の時間スケールでの傾向を予測。気圧の動き、海面水温、雪氷面積、エルニーニョなどの推移を捉え、長期的な観測を踏まえて、気候因子の動向から予測する。

1ヶ月予報(a month forecast)

気象庁では、1996年3月から毎週金曜日に向こう1ヶ月先の天気の傾向を発表するようになった。月平均の降水量、気温、日照時間に対して高い(多い)、平年並み、低い(少ない)という確率表現を用いて発表している。また、旬単位で天気の傾向を眺める。

3ヶ月予報(three months forecast)

月1回、毎月20日に発表される。向こう3ヶ月先の気象を大まかな傾向で示す。統計的に過去の天候(特異日など)も参考にする。

季節予報(seasonal weather forecast)

3ヶ月予報も含まれるが、それよりももっと時間スケールの長い気候の予測。暖候期予報は毎年3月10日に、寒候期予報10月9日に、各々気象庁から発表される。これは季節の大まかな傾向を見るものである。超長波スケールの観点から高層天気図を用いるほか、過去の統計、エルニーニョなどの気候因子観測を総合的な判断材料にする。気象力学から気候力学、気候モデルの研究も進められ、長期の「気候予報」を模索する動きも出始めた。

◆台風進路予報(forecast of typhoon course)

天気予報では予報円を描いて、48時間先までの進路を予想する。これは6時間毎に気象庁から発表される。最近では数値予報の進展で、予報円に台風が入る確率も表現されるようになり、進路予報の精度も上がってきた。今後は進路予報に加え、台風の強さ、大きさの推移を正確に把握することに威力を発揮する数値予報の精度の向上が課題である。

◆気象注意報(weather advisory)

天気現象に関連して災害が発生する恐れがある時、各都道府県の地方気象台および指定地区測候所は各種の注意報を発表することが、気象業務法で定められている。発令の基準は地域ごとに異なっている。発令に際して、迅速に情報を遍く伝達しなければならない。

注意報には大雨、洪水、大雪、強風、風雪、濃霧、雷、乾燥、なだれ、着水、着雪、霜、低温、融雪、波浪、高潮がある。時には大雨洪水注意報、強風波浪注意報等、複数の気象現象に対する注意喚起がなされる。

気象庁発表の注意報

名 称	内 容
大雨注意報	かなりの降雨があつて被害が予想される場合に発令される。田畑の灌漑用水が汚濁する危険性がある。
洪水注意報	大雨、長雨、融雪などに伴う河川の氾濫、ダムの決壊などで生じることが予想される時に発令される。田畑が一週間近くも浸水する場合もあり、農作物への被害が大きいこともある。
大雪注意報	大雪によって被害が予想される場合に発令される。
強風注意報	平均風速が概ね毎秒10m以上になり、主に強風による被害が予想される時に発令される。強風により農作物が損傷し、そこから病原菌や害虫が侵入して被害を拡大されることが多い。
風雪注意報	平均風速が概ね毎秒10m以上で、雪を伴い、被害が予想される場合に発令される。
濃霧注意報	視程が悪く、陸上では概ね100～200m、海上で500m以下になった時が基準とされる。
雷注意報	落雷被害が予想される場合に発令される。農業施設の被害や、降雹に伴う農作物への影響も深刻である。
乾燥注意報	空気が乾燥し、火災の危険性が高まる時に発令される。農作物の土壌水分が少なくなり、それによる被害も考慮する必要もある。
なだれ注意報	なだれが発生して被害が予想される場合に発令される。冬季の特に日本海側の山岳地帯では1ヶ月以上も発令された状態が続くこともある。
着水注意報	着水が著しく、特に通信網、送電線に被害が予想される時に発令される。
着雪注意報	着雪が著しく、特に通信網、送電線に被害が予想される時に発令される。
霜注意報	早霜、遅霜により、農作物への被害が予想される時に発令される。特に農耕期初期の5月頃は要注意である。
低温注意報	低温により、農作物への被害が予想される時に発令される。夏季に平年より4～5℃低い日が3日続き、さらに2日続くことが予想される時に発令される。93年の冷夏では頻繁に発令された。
融雪注意報	融雪による被害が予想される場合に発令される。
波浪注意報	風浪、うねりによって被害が予想される時に発令される。
高潮注意報	台風等による海面の異常上昇が認められるか、その兆しがある場合にも発令される。

◆気象警報(weather warning)

天気現象に関連して重大な災害が発生する恐れがある時、各都道府県の地方気象台および指定地区測候所は各種の警報を発表することが、気象業務法で定められている。なお、

気象庁職員以外は警報を発令することはできない（禁止事項、罰則規定あり）。これは予報管理の一元化と社会的混乱を防ぐための措置である。

情報の伝達を迅速に行うために、日本電信電話株式会社、警察庁、海上保安庁、運輸省、日本放送協会、建設省または都道府県の機関、関係する市町村長が伝達に努めなければならない。

警報には、大雨、洪水、大雪、暴風、暴風雪、波浪、高潮がある。時には大雨洪水警報等、複数の気象現象に対する警戒が促される。

気象庁発表の警報

名 称	内 容
大雨警報	大雨によって重大な被害が予想され場合に発令される。農作物が壊滅的な被害を被ることもある。
洪水警報	大雨、長雨、融雪によって大規模な洪水が生じ、重大な被害につながる時に発令される。人的被害に加え、農作物が長期間浸水し、イモチ病等の被害が予想される場合もある。
大雪警報	大雪による重大な被害が予想される時に発令される。短時間で何十センチも積もることが予想される時に発令されることで、なだれ等の警戒も視野に入る。
暴風警報	平均風速が概ね毎秒20m以上で、重大な被害が予想される時に発令される。大型台風の接近時には農作物の被害に加え、倒木の危険性が高く、壊滅的な被害を受けることが多い。
暴風雪警報	平均風速が概ね毎秒20m以上で、雪を伴い、重大な被害が予想される時に発令される。
波浪警報	風浪、うねりによって重大な被害が予想される時に発令される。
高潮警報	台風による海面の異常上昇に伴う、重大な被害が予想される場合に発令される。時には波高が何十メートルに達することもある。

農業気象用語解説集（日本農業気象学会編）で記した解説は概要を述べたものに過ぎず、建設現場での安全確保を考慮したチャートを示す。これは筆者が1997年3月13日に『土木学会安全問題討論会』で示した図を掲載する。

付表－3．気象警報

◆ 気象業務法では、気象庁の職員以外警報を出すことの禁止。これは迅速な情報伝達と情報の混乱を避けるための措置。また、情報伝達は報道機関、市町村に限らず、各企業でも危機管理の視点で取り組みを。

◆ 農作物、建物の被害をもたらず、雷雨警報
エマグラムでのSSI－2℃を目安に。大気の安定度を示すものとして活用。

◆ 最近の水害の特徴

アスファルトに覆われて、洪水が生じやすい。都市型水害

温暖化傾向を受けて、降水の増加も考慮。潜熱、顕熱の概念

◇ 防災の観点から水防警報（建設大臣と共同発表）

中小河川の氾濫も視程に。ダムの整備に伴う干ばつ防止も。

◆台風、塩風害も甚大な被害をもたらすので、予報には細心の注意を。最近の数値情報の精度が向上しており、台風の動きを把握しやすい。

◆気象業務法の改正で、天気予報の自由化が1995年5月18日から施行
防災の観点からの雪崩や豪雨に関心を。天気図の基礎的な見方を身に付ける。

◆警報発令に備える

防雹、防風林などの点検。東南アジアで頻発するサイクロンに伴う洪水。

◆情報の迅速な伝達体系を

警報は混乱防止の意味で、気象庁発表で統一。

付表－4．気象注意報

◆気象警報に準じる

気象予報士であれば、発令可能。試験内容が、細かい知識を問う。

- → →台風の知識；水温26℃で発生要因、28℃以上で発達傾向に。
- → →雹の知識；エマグラム、SSI-2℃、渦度(700ha)。
- → →地形性降雨、ビル風、排気などによる異常低温。
- → →雪の知識；雪崩と融雪の相違点を明確に。
作物の生育にも影響を及ぼす。教科書では記述少なし。
- → →霜の知識；遅霜と自由学園での霜柱生成実験(雪氷学)。
異常低温注意報→累積温度の視点も。→作柄指数も。
- → →光化学注意報→エアロゾルに目を向ける。ムラサキツユクサをも視野に。

◆短時間降水予報→→記録的大雨注意報に

メソ降水システム→集中豪雨(マルチセル)→洪水の危険性増大。

◆低温から冷害に→土木分野では夏期の超過労働の恒常化の懸念。

気温の予測は、前線、風向、風速、渦度などの要素から判断。
長期予報で用いるチベット気流の動きを考慮に気温の傾向を。

◆干ばつ対策を→→渇水時に備える

太平洋高気圧の動向、春季の南岸低気圧も把握を。
冬季の積雪量、積雪場所→今夏の水需給計画、水収支予測を。

◆暖冬も見落とさない

少雪傾向から冬期の山岳部での建設工事の恒常化→→雪泥流の危険性。
温度差が不安定になる傾向から雪崩の頻発も。

◆気象情報に興味を持つ

観天望気、気象現象を扱った写真集から気候、気象現象に興味を。
授業でも積極的に取り上げる。防災関連の教材→ビデオ、講演会。
危機管理で、特に屋外で作業を行う事業体は従業員に気象予報士資格の推奨を。
経営層は人権の点で安全第一を常に実行し、従業員に徹底させる。

付表－5．気象と関係する災害

(社)日本気象学会では毎年夏期大学を開催し、気象への理解と同時に、気象災害への対処法を天気図の読み方を中心に解説している。ここでは気象現象に因む災害を表にする。

天気図に頻繁に現れる災害の兆候

現象の種類	細分	要素	災害の種類
台風		大雨・暴風・雷 高潮・波浪	洪水・浸水・山崩れ・崖崩れ・土石流 地すべり・暴風害・塩風（水）害 沿岸波浪・海上波浪・乾燥強風・落雷
低気圧	低気圧の発達 暖気の流入	大雨・強（暴）風 雷・高潮・波浪	洪水・浸水・山崩れ・崖崩れ・土石流 地すべり・強（暴）風害・乾燥強風 沿岸波浪・海上波浪・雪崩・融雪 落雷
	低気圧の発達 寒気の流入	大雪・強（暴）風 雷・波浪	積雪害・雪崩・視程不良・落雷 沿岸波浪・海上波浪・強（暴）風害
	前線上の小 低気圧の通過	大雨・雷	洪水・浸水・山崩れ・崖崩れ・土石流 地すべり・落雷
前線	温暖前線	大雨・雷	洪水・浸水・山崩れ・崖崩れ・土石流 地すべり・落雷
	寒冷前線 （閉塞前線）	短時間強雨・強風 雷・雹	洪水・浸水・強風（突風）害・落雷 雹害
寒気	寒冷渦 寒気の流入	短時間強雨・雷 雹・低温	洪水・浸水・強風（突風）害・落雷 雹害・凍霜害

付表－6．雪崩に関しての基礎的事項

－特に屋外作業中の留意点－

(社)日本雪氷学会では毎年4月に、スキー場、登山関係者を始め、コンサルタント対象の雪崩講習会を開催している。屋外作業中の事故が多い事実を受けて、地元コンサルタントの町田誠氏の作業上の注意点を抜粋する。危機管理のうえで重要で、学会でも重要視している。今後の作業管理に有用であるので紹介する。

◆斜面での作業上の注意事項

- 1) 人員の把握をし、単独作業はしない、させない。
- 2) 防寒具を充分に着ける。帽子、手袋、アノラック、フードを被る。
くもし雪崩に埋められた時、衣服の内側に雪が入らない)
- 3) 身体に付けた荷物はいつでも取り外せるようにして、身体を自由を確保する。
- 4) 雪崩ビーコンやエアバック装置も有効なので携行する。
- 5) 斜面監視員を配置し、警報装置及び合図を決めておく。
- 6) 作業員はカンジキを履かず作業する。(雪崩に巻き込まれた時、足が抜けない)
- 7) 作業員は安全帯をしっかりと付けて作業をする。
- 8) 作業は固まらないよう、離れて行う。
- 9) 観測棒を設置して斜面の雪の移動量を測定するようにする。
- 10) 避難通路を定め、逃げ道を作っておく。
- 11) 切削角度は緩くする。(45°を原則とする)
- 12) 作業は気温が上昇しないうちに行い、短時間で終了させる。

◆斜面監視員の役割

- 1) 複数の監視員を置く。
- 2) 斜面が一望出来る作業域の近くで監視する。
- 3) 警報合図を作業員と確認する。
- 4) 退避(避難)通路を指示する。
- 5) 作業域だけでなく、近辺も注意する。
- 6) 気象の変化を観測する。
- 7) 雪崩の走路を予測する。
- 8) 作業員の配置を充分理解する。
- 9) その他

◆斜面作業前の留意点

- 1) 事前に作業斜面の積雪状況を充分観測する。
 - イ) クラック箇所の有無
 - ロ) オーバーハングの規模
 - ハ) 不安定積雪層の把握
 - ニ) 通路及び命綱の確保箇所の把握
 - ホ) 一日の仕事量の把握(事前計画と現場の違いの確認)
 - ヘ) 雪の移動状況の把握
 - ト) その他
- 2) 作業中止の判定基準の作成

表層雪崩

- イ) 降雪により視界が悪くなった場合(視界50m程度)
- ロ) 強風が続く場合(7m/sec以上の風が継続的に吹いている)
- ハ) 新雪が50cm以上あり、マイナス気温が続き、降雪がある場合
- ニ) 近辺斜面で崩落が見られる場合
- ホ) 樹木着雪が多く確認される場合
- ヘ) カンジキの踏み固めが困難な場合
- ト) 少量の雪を落とした時、表面雪が多量に滑り落ちる場合

全層雪崩

- イ) 急激な気温上昇の場合(特に春暖期は注意)
- ロ) クラックの移動が確認された場合
- ハ) スノーボール等の崩落が見られる場合
- ニ) 雪庇等の箇所から水が流れ落ちる場合
- ホ) 雪が緩み、足が取られる場合(ざらめ雪が多い時)
- ヘ) 処理した雪以上の崩落が見られる場合

Safety Management on Construction from Weather Information

Construction situation, most of engineers recognize importance of safety management as a CAD, CALS, OR and Human-Factor. But, weather information are tend to be neglect.

The purpose of this report is to emphasize on weather element as a key term for safety management. Especially, I want to make them to enlight to thunderstorm and avalanche via weather map and other items.

This manuscript is consist of weather atlas, information guide and charts. These items are useful to prevention disaster in a sense.