

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3734712号**  
**(P3734712)**

(45) 発行日 平成18年1月11日(2006.1.11)

(24) 登録日 平成17年10月28日(2005.10.28)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO 1 S</b>	<b>13/95</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 S	13/95	
<b>GO 1 W</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 W	1/00	C
<b>GO 1 W</b>	<b>1/14</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 W	1/14	A

請求項の数 23 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2001-31155 (P2001-31155)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成13年2月7日(2001.2.7)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2002-236174 (P2002-236174A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成14年8月23日(2002.8.23)	(74) 代理人	100057874
審査請求日	平成16年7月14日(2004.7.14)		弁理士 曾我 道照
		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100071629
			弁理士 池谷 豊
		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 霧観測装置及び霧観測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

大気中に電磁波を放射し、当該大気中の気象粒子からの反射波を受信する気象レーダと、上記気象レーダが受信した反射波に基づいて大気中の気象粒子の特徴を表す複数の特徴量を算出する特徴量算出手段と、

上記特徴量算出手段によって算出した特徴量を気象状況のタイプごとに振分け、当該振分けた特徴量が最も集中している気象状況のタイプに基づいて上記大気中に霧が発生しているか否かを判定する霧判定手段と、

上記霧判定手段の判定結果と上記特徴量算出手段によって算出した特徴量とに基づいて霧の発生状況を分類する霧発生状況分類手段と

を備えることを特徴とする霧観測装置。

【請求項2】

請求項1に記載の霧観測装置において、

上記特徴量算出手段によって算出された特徴量を格納する特徴量格納手段と、

上記特徴量算出手段によって算出された現況の特徴量と、上記特徴量格納手段に格納した過去の特徴量との間の変化量を算出する変化量算出手段と、

上記特徴量算出手段によって算出した現況の特徴量と変化量算出手段によって算出した上記変化量とに基づいて、所望時間後における予測特徴量の値を算出する特徴量予測手段とを備え、

上記霧判定手段は、上記特徴量予測手段が算出した予測特徴量を用いて霧の状態を判定す

る

ことを特徴とする霧観測装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の霧観測装置において、霧の発生状況タイプが上記気象レーダの観測条件に関連して連鎖している霧系列を有し、当該気象レーダの観測条件に基づいて、上記霧発生状況分類手段が分類した霧発生状況の推移を示す霧系列を特定する霧系列特定手段を備えることを特徴とする霧観測装置。

【請求項4】

請求項3に記載の霧観測装置において、  
請求項1記載の霧判定手段を第1の霧判定手段とし、  
請求項2記載の霧発生状況分類手段を第1の霧発生状況分類手段とし、  
上記特徴量予測手段が算出した予測特徴量を用いて上記大気中に霧が発生しているか否かを判定する第2の霧判定手段と、  
上記第2の霧判定手段の判定結果に基づいて霧発生状況を分類する第2の霧発生状況分類手段と  
を備え、  
上記霧系列特定手段は、上記第1の霧発生状況分類手段が分類した第1の霧発生状況に対する第1の霧系列を特定するとともに、上記第2の霧発生状況分類手段が分類した第2の霧発生状況に対する第2の霧系列を特定する  
ことを特徴とする霧観測装置。

10

20

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれかに記載の霧観測装置において、上記霧判定手段は、上記気象レーダから得られる複数の特徴量に対して霧の判定に関する優先度を設定し、当該優先度が設定された特徴量に従って、上記大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とする霧観測装置。

【請求項6】

請求項1ないし5のいずれかに記載の霧観測装置において、  
気象環境を測定する気象観測器を備え、  
上記特徴量算出手段は、上記測定結果に基づいて特徴量を算出し、  
上記霧判定手段は、上記測定結果に基づいて算出された特徴量を用いて上記大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とする霧観測装置。

30

【請求項7】

請求項6に記載の霧観測装置において、  
上記霧判定手段は、上記気象観測器から得られる複数の測定結果に対して霧の判定に関する優先度を設定し、当該優先度が設定された測定結果に従って、上記大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とする霧観測装置。

40

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれかに記載の霧観測装置において、  
上記特徴量算出手段によって算出した特徴量に基づいて視程距離を算出する視程距離算出手段を備え、  
上記視程距離算出手段は、算出した視程距離を使用者に対して通知することを特徴とする霧観測装置。

【請求項9】

請求項1ないし8のいずれかに記載の霧観測装置において、  
上記特徴量算出手段が異なる時間に算出した複数の特徴量に基づいて、上記霧の移流差を算出し、当該算出した移流差に基づいて上記霧の移流先を予測する霧移流先予測手段

50

を備えることを特徴とする霧観測装置。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の霧観測装置において、  
上記気象レーダは、上記気象粒子の測定を二重偏波を用いて行うとともに、  
上記気象レーダの測定結果に基づいて、上記気象粒子が雨滴であるか霧滴であるかを判別  
する雨霧判別手段を備える  
ことを特徴とする霧観測装置。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の霧観測装置において、  
上記気象レーダは二周波を用いた測定を行うとともに、  
上記特徴量算出手段が当該気象レーダの測定結果を用いて算出した特徴量に基づいて、上  
記大気中の霧水量を算出する霧水量算出手段を備える  
ことを特徴とする霧観測装置。

10

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の霧観測装置において、  
上記気象レーダは、上記霧判定手段又は上記霧系列特定手段によって予測される霧発生状  
況に応じた測定を行う  
ことを特徴とする霧監視装置。

【請求項 13】

大気中に電磁波を発射し、当該大気中の気象粒子からの反射波を受信する受信ステップと  
、  
上記受信した反射波に基づいて大気中の気象粒子の特徴を表す複数の特徴量を算出する特  
徴量算出ステップと、  
上記算出した特徴量を気象状況のタイプごとに振分け、当該振分けた特徴量が最も集中し  
ている気象状況のタイプに基づいて上記大気中に霧が発生しているか否かを判定する霧判  
定ステップと、  
上記判定した判定結果と上記算出した特徴量とに基づいて霧の発生状況を分類する霧発生  
状況分類ステップと  
を備えることを特徴とする霧観測方法。

20

【請求項 14】

請求項 13 記載の霧観測方法において、  
上記特徴量算出ステップにおいて算出した特徴量を特徴量格納手段に格納する格納ステッ  
プと、  
上記特徴量算出ステップにおいて算出した現況の特徴量と、上記特徴量格納手段に格納し  
た過去の特徴量との変化量を算出する変化量算出ステップと、  
上記特徴量算出ステップにおいて算出した現況の特徴量と変化量算出ステップにおいて算  
出した上記変化量とに基づいて、所望時間後における予測特徴量の値を算出する特徴量予  
測ステップと、  
上記特徴量予測ステップにおいて算出した予測特徴量を用いて霧の状態を判定する霧判定  
ステップと  
を備えることを特徴とする霧観測方法。

30

40

【請求項 15】

請求項 14 に記載の霧観測方法において、  
霧の発生状況タイプが上記気象レーダの観測条件に関連して連鎖する霧系列から、当該気  
象レーダの観測条件に基づいて、上記霧発生状況分類ステップにおいて分類した霧発生状  
況の推移を示す霧系列を特定する霧系列特定ステップ  
を備えることを特徴とする霧観測方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の霧観測方法において、  
請求項 13 に記載の霧判定ステップを第 1 の霧判定ステップとし、

50

請求項 1 4 に記載の霧発生状況分類ステップを第 1 の霧発生状況分類ステップとし、  
 上記特徴量予測ステップにおいて算出した予測特徴量に基づいて上記大気中に霧が発生しているか否かを判定する第 2 の霧判定ステップと、  
 上記第 2 の霧判定ステップにおける判定結果に基づいて霧発生状況を分類する第 2 の霧発生状況分類ステップと、  
 上記第 1 の霧発生状況分類ステップにおいて分類した第 1 の霧発生状況に対する第 1 の霧系列を特定するとともに、上記第 2 の霧発生状況分類ステップにおいて分類した第 2 の霧発生状況に対する第 2 の霧系列を特定する上記霧系列特定ステップと  
 を備えることを特徴とする霧観測方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 3 ないし 1 6 のいずれかに記載の霧観測方法において、  
 上記受信ステップにおいて得られる複数の特徴量に対して霧の判定に関する優先度を設定する優先特徴量設定ステップ  
 を備え、  
 上記霧判定ステップにおいて、上記優先度が設定された特徴量に従って、上記大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とする霧観測方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 3 ないし 1 7 のいずれかに記載の霧観測方法において、  
 上記気象レーダが観測を行う際の気象環境を測定する気象環境測定ステップと、  
 上記測定結果を気象状況のタイプごとに振分ける振分けステップと  
 を備えることを特徴とする霧観測方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載の霧観測方法において、  
 上記気象環境測定ステップにおいて得られる複数の測定結果に対して霧の判定に関する優先度を設定する優先測定結果設定ステップ  
 を備え、  
 上記霧判定ステップにおいて、上記優先度が設定された測定結果に従って上記大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とする霧観測方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 3 ないし 1 9 のいずれかに記載の霧観測方法において、  
 上記算出した特徴量に基づいて視程距離を算出する視程距離算出ステップと、  
 上記算出した視程距離を使用者に対して通知する視程距離通知ステップと  
 を備えることを特徴とする霧観測方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 3 ないし 2 0 のいずれかに記載の霧観測方法において、  
 上記特徴量算出ステップにおいて異なる時間に算出した複数の特徴量に基づいて、上記霧の移流差を算出する移流差算出ステップと、  
 上記移流差算出ステップにおいて算出した移流差に基づいて上記霧の移流先を予測する霧移流先予測ステップと  
 を備えることを特徴とする霧観測方法。

【請求項 2 2】

請求項 1 3 ないし 2 1 のいずれかに記載の霧観測方法において、  
 上記大気中を二重偏波によって測定する二重偏波測定ステップと、  
 上記測定結果に基づいて、上記気象粒子が雨滴であるか霧滴であるかを判別する霧滴判定ステップと  
 を備えることを特徴とする霧観測方法。

【請求項 2 3】

請求項 1 3 ないし 2 1 のいずれかに記載の霧観測方法において、

10

20

30

40

50

上記大気中を二周波によって測定する二周波測定ステップと、  
上記測定結果に基づいて、上記大気中の霧水量を算出する霧水量算出ステップと  
を備えることを特徴とする霧観測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、気象レーダ等のセンサからの観測結果に基づいて、霧またはそれ以外の気象  
状況の判定を行い、同時に、将来における霧の発生状況の予測を行う総合的な霧観測装置  
及び霧観測方法に関するものである。

【0002】

10

【従来の技術】

従来、社会生活において、霧の発生による視程距離の悪化は、交通障害などを引き起こす  
ことから社会生活に大きな影響を与えている。そこで、霧が頻繁に発生する地域等では、  
霧の観測または霧の発生及び消滅予測が大変重要となっており、気象レーダ装置を用いた  
霧の観測や、アメダス情報や人の目視等を用いた霧の発生及び消滅予測がなされている。

【0003】

霧観測用気象レーダ装置を用いた従来の霧観測装置は、図12に示すように構成されてお  
り、肉眼で視認可能な距離である視程距離を算出し得るようになされている。

【0004】

図14において、1は大気中に電磁波を発射し、当該大気中の気象粒子から反射される反  
射波を受信して反射強度値を求める気象レーダ装置、2は気象レーダ装置1が求めた反射  
強度値に基づいて視程距離を算出する視程距離算出手段である。

20

【0005】

次に霧観測装置の動作について説明する。

この霧観測装置において、気象レーダ装置1は、視程距離を求めたい大気中に電磁波を発  
射した後、当該大気中の気象粒子から反射される反射波を受信し、当該受信した反射波に  
基づいてこの反射波の反射強度値を算出する。

【0006】

続いて、視程距離算出手段2は、次の式(1)、式(2)に従って、気象レーダ装置1が  
算出した反射強度に基づいて視程距離を算出する。

30

【0007】

【数1】

$$10^{\text{dBZ}/10} = 0.15 \times W^{0.15} \quad (1)$$

【0008】

【数2】

$$\text{Visibility (m)} = -\ln(0.02) / (144.7 \times W^{0.88}) \quad (2)$$

40

【0009】

ここで、Zは反射強度値、dBZは反射強度値Zの対数值、Wは霧水量(g/m<sup>3</sup>(立方  
メートル))、Visibility(m)は視程距離を示している。

【0010】

上述の式(1)及び式(2)は、柳沢他、ミリ波レーダーによる海霧の観測、天気、Vol.  
33、no.11、pp.603-612、1986及びB.Kunkel、Parameterization of Droplet Terminal Ve  
locity and Extinction Coefficient in Fog Models、Journal of Climate and Applied  
Meteorology、Vol.3、pp.34-41、Jan、1984に示されている。

50

## 【 0 0 1 1 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

従来の気象レーダを用いた霧観測装置は、気象レーダが受信する反射強度値に基づいて算出した視程距離のみによって霧の観測を行っている。このため、例えば、一般的に雨の場合には、霧の場合よりも反射強度値が高くなるため、上述のように霧観測装置が式(1)、式(2)に従って算出した視程距離は誤差を含んだものになり、正確な観測ができないという問題があった。

## 【 0 0 1 2 】

また、霧の動態を把握するためには、大気の空間的、すなわち3次元的な観測が必要であるが、従来の霧観測装置では、十分な3次元的な観測が行われておらず、霧の動態を十分に把握できていなかった。

10

## 【 0 0 1 3 】

さらに、霧予測に関しては、例えば、アメダス情報や目視による予測の場合、観測範囲が限られることや、所望観測範囲にセンサ等がない場合が考えられ、正確な予測ができないという問題があった。

## 【 0 0 1 4 】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、気象レーダ装置の特徴である、広域観測可能性、3次元的な観測可能性を活かし、かつ、気象レーダ装置以外に得られる気象観測測器等による情報も加味しながら、精度の高い霧の観測結果及び予測結果を得ることができる霧観測装置及び霧観測方法を提供することを目的とする。

20

## 【 0 0 1 5 】

## 【 課題を解決するための手段 】

この発明に係わる霧観測装置は、大気中に電磁波を発射し、当該大気中の気象粒子からの反射波を受信する気象レーダと、気象レーダが受信した反射波に基づいて大気中の気象粒子の特徴を表す複数の特徴量を算出する特徴量算出手段と、特徴量算出手段によって算出した特徴量を気象状況のタイプごとに振分け、当該振分けた特徴量が最も集中している気象状況のタイプに基づいて大気中に霧が発生しているか否かを判定する霧判定手段と、霧判定手段の判定結果と特徴量算出手段によって算出した特徴量とに基づいて霧の発生状況を分類する霧発生状況分類手段とを備えることを特徴とするものである。

## 【 0 0 1 6 】

また、特徴量算出手段によって算出された特徴量を格納する特徴量格納手段と、特徴量算出手段によって算出された現況の特徴量と、特徴量格納手段に格納した過去の特徴量との間の変化量を算出する変化量算出手段と、特徴量算出手段によって算出した現況の特徴量と変化量算出手段によって算出した変化量とに基づいて、所望時間後における予測特徴量の値を算出する特徴量予測手段とを備え、霧判定手段は、特徴量予測手段が算出した予測特徴量を用いて霧の状態を判定することを特徴とするものである。

30

## 【 0 0 1 7 】

さらに、霧の発生状況タイプが気象レーダの観測条件に関連して連鎖している霧系列を有し、当該気象レーダの観測条件に基づいて、霧発生状況分類手段が分類した霧発生状況の推移を示す霧系列を特定する霧系列特定手段を備えることを特徴とするものである。

40

## 【 0 0 1 8 】

さらに、霧判定手段は特徴量算出手段が算出した特徴量を用いて気象を判定するとともに、特徴量予測手段が算出した予測特徴量を用いて気象を判定し、霧発生状況分類手段は、霧判定手段が特徴量を用いて判定した判定結果に基づいて第1の霧発生状況を選択するとともに、霧判定手段が予測特徴量を用いて判定した判定結果に基づいて第2の霧発生状況を選択し、霧系列特定手段は、霧発生状況分類手段が選択した第1の霧発生状況及び第2の霧発生状況における推移パタンのうち同時期の推移パターンを、気象レーダの観測条件に基づいて特定することを特徴とするものである。

## 【 0 0 1 9 】

さらに、気象レーダから得られる複数の特徴量に対して、霧に関する優先度を設定する優

50

先度設定手段を備え、霧判定手段は、優先度設定手段によって優先度が設定された特徴量に従って大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とするものである。

【0020】

さらに、気象環境を測定する気象観測器を備え、特徴量算出手段は、測定結果に基づいて特徴量を算出し、霧判定手段は、測定結果に基づいて算出された特徴量を用いて大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とするものである。

【0021】

さらに、霧判定手段は、気象観測器から得られる複数の測定結果に対して霧の判定に関する優先度を設定し、当該優先度が設定された測定結果に従って、大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とするものである。

10

【0022】

さらに、特徴量算出手段によって算出した特徴量に基づいて視程距離を算出する視程距離算出手段を備え、視程距離算出手段は、算出した視程距離を使用者に対して通知することを特徴とするものである。

【0023】

さらに、特徴量算出手段が異なる時間に算出した複数の特徴量に基づいて、霧の移流差を算出し、当該算出した移流差に基づいて霧の移流先を予測する霧移流先予測手段を備えることを特徴とするものである。

【0024】

さらに、気象レーダは気象粒子の測定を二重偏波を用いて行うとともに、気象レーダの測定結果に基づいて気象粒子が雨滴であるか霧滴であるかを判別する雨霧判別手段を備えることを特徴とするものである。

20

【0025】

さらに、気象レーダは二周波を用いた測定を行うとともに、特徴量算出手段が当該気象レーダの測定結果を用いて算出した特徴量に基づいて大気中の霧水量を算出する霧水量算出手段を備えることを特徴とするものである。

【0026】

さらに、気象レーダは、霧判定手段又は霧系列特定手段によって予測される霧発生状況に応じた測定を行うことを特徴とするものである。

【0027】

また、この発明に係わる霧観測方法は、大気中に電磁波を発射し、当該大気中の気象粒子からの反射波を受信する受信ステップと、受信した反射波に基づいて大気中の気象粒子の特徴を表す複数の特徴量を算出する特徴量算出ステップと、算出した特徴量を気象状況のタイプごとに振分け、当該振分けた特徴量が最も集中している気象状況のタイプに基づいて大気中に霧が発生しているか否かを判定する霧判定ステップと、判定した判定結果と算出した特徴量とに基づいて霧の発生状況を分類する霧発生状況分類ステップとを備えることを特徴とするものである。

30

【0028】

さらに、特徴量算出ステップにおいて算出した特徴量を特徴量格納手段に格納する格納ステップと、特徴量算出ステップにおいて算出した現況の特徴量と、特徴量格納手段に格納した過去の特徴量との間の変化量を算出する変化量算出ステップと、特徴量算出ステップにおいて算出した現況の特徴量と変化量算出ステップにおいて算出した変化量とに基づいて、所望時間後における予測特徴量の値を算出する特徴量予測ステップと、特徴量予測ステップにおいて算出した予測特徴量を用いて霧の状態を判定する霧判定ステップとを備えることを特徴とするものである。

40

【0029】

さらに、霧の発生状況タイプが気象レーダの観測条件に関連して連鎖する霧系列から、当該気象レーダの観測条件に基づいて、霧発生状況分類ステップにおいて分類した霧発生状況の推移を示す霧系列を特定する霧系列特定ステップを備えることを特徴とするものである。

50

## 【0030】

さらに、特徴量予測ステップにおいて算出した予測特徴量に基づいて大気中に霧が発生しているか否かを判定する第2の霧判定ステップと、第2の霧判定ステップにおける判定結果に基づいて霧発生状況を分類する第2の霧発生状況分類ステップと、第1の霧発生状況分類ステップにおいて分類した第1の霧発生状況に対する第1の霧系列を特定するとともに、第2の霧発生状況分類ステップにおいて分類した第2の霧発生状況に対する第2の霧系列を特定する霧系列特定ステップとを備えることを特徴とするものである。

## 【0031】

さらに、受信ステップにおいて得られる複数の特徴量に対して霧の判定に関する優先度を設定する優先特徴量設定ステップを備え、霧判定ステップにおいて、優先度が設定された特徴量に従って、大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とするものである。

10

## 【0032】

さらに、気象レーダが観測を行う際の気象環境を測定する気象環境測定ステップと、測定結果を気象状況のタイプごとに振分ける振分けステップとを備えることを特徴とするものである。

## 【0033】

さらに、気象環境測定ステップにおいて得られる複数の測定結果に対して霧の判定に関する優先度を設定する優先測定結果設定ステップを備え、霧判定ステップにおいて、優先度が設定された測定結果に従って大気中に霧が発生しているか否かを判定することを特徴とするものである。

20

## 【0034】

さらに、算出した特徴量に基づいて視程距離を算出する視程距離算出ステップと、算出した視程距離を使用者に対して通知する視程距離通知ステップとを備えることを特徴とするものである。

## 【0035】

さらに、特徴量算出ステップにおいて異なる時間に算出した複数の特徴量に基づいて、霧の移流差を算出する移流差算出ステップと、移流差算出ステップにおいて算出した移流差に基づいて霧の移流先を予測する霧移流先予測ステップとを備えることを特徴とするものである。

30

## 【0036】

さらに、大気中を二重偏波によって測定する二重偏波測定ステップと、測定結果に基づいて、気象粒子が雨滴であるか霧滴であるかを判別する霧滴判定ステップとを備えることを特徴とするものである。

## 【0037】

さらに、大気中を二周波によって測定する二周波測定ステップと、測定結果に基づいて、大気中の霧水量を算出する霧水量算出ステップとを備えることを特徴とするものである。

## 【0038】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の各実施の形態について説明する。なお、本発明による霧観測装置を説明した各図において、共通する要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、入出力が異なるものの、機能的に共通な要素には符号 a、b 等を付した。

40

## 【0039】

実施の形態 1 .

図 1 は、本実施の形態による霧観測装置の構成を示し、大気中の観測結果に基づいて大気中に霧が発生しているか否かの判定、霧の発生状況の予測等を行い得るようになされている。

## 【0040】

すなわち、図 1 に示す霧観測装置において、気象レーダ装置（気象レーダ）1 a は、大気中に電磁波を発射し、当該電磁波が照射された雨や霧等の気象粒子からの反射波を受信す

50



ることによって大気中を観測する。

【0041】

そして、気象レーダ装置1aは、受信した反射波を解析することにより、エコー強度値、エコー頂高度、ドップラー成分等(図2)の各種気象レーダ情報を取得し、当該取得した気象レーダ情報を特徴量算出手段4に送出する。

【0042】

続いて、特徴量算出手段4は、受けとった気象レーダ情報に基づいて、気象粒子の特徴を表わした具体的な測定結果である特徴量、特に霧に関係する特徴量を各種気象レーダ情報ごとに算出し、当該算出した特徴量を第1の霧判定手段5、第1の霧発生状況分類手段6及び観測結果表示手段10に送出する。

10

【0043】

ここで、気象レーダ情報の情報としては、例えば、図2に示すように、エコー強度、エコー頂高度、エコー面積、エコー形状等がある。實際上、特徴量算出手段4は、例えば、エコー強度として-5[dBZe]、エコー頂高度として1.5[km]、エコー面積として中ぐらいの大きさ、エコー形状として円錐形というように、具体的な測定結果として特徴量を算出する。

【0044】

因みに、この特徴量は、気象レーダ装置1aが観測を行う観測範囲の地理的条件や、季節や、昼夜といった時間帯や、放射霧、滑昇霧といった発生する霧の種類によって異なっている。

20

【0045】

そして、第1の霧判定手段5は、各種特徴量を受け取ると、図2に示すような、気象状況のタイプに当てはまる特徴量の範囲分けを気象レーダ情報ごとに行った組合表を、図示しないデータベースから読出す。

【0046】

ここで気象状況のタイプとは、図3に示すように、一面に霧が発生している気象状況(タイプ3)である、水面上に霧が発生している気象状況(タイプ5)である、厚い雲に覆われている気象状況(タイプ4)であるといった気象状況を、典型的な気象状況にタイプ分けしたものである。

【0047】

続いて、第1の霧判定手段5は、読出した組合表を参考にしながら、受取った各種特徴量を、気象レーダ情報ごとに各気象状況のタイプに振分けていく。例えば、エコー強度(気象レーダ情報)が-5[dBZe]である場合、エコー強度とタイプ2との組合(a2)に振分け、エコー頂高度(気象レーダ情報)が1.5[km]である場合、エコー頂高度とタイプ2及びタイプ3との組合(b2及びb3)に振分けていく。

30

【0048】

その後、第1の霧判定手段5は、すべての特徴量が霧又は雨に関連するタイプに振分けられた場合に、気象状況が霧又は雨であると判定し、さらにその特徴量の振分けにより最も特徴量が加算された気象状況のタイプによって気象状況が霧であるか雨であるかを更に判定することができる。

40

【0049】

一方、第1の霧判定手段5は、これらの特徴量が霧又は雨に関連するタイプに振分けられないのであれば、例えば、気象状況が晴れであり、従って気象状況をその他であると判定する。

【0050】

因みに、霧に関する新たな種類の気象レーダ情報を、上述の組合表に後から追加することができ、気象レーダ情報の種類を増すことにより、第1の霧判定手段5は、さらに正確な判定を行うことができる。

【0051】

また、観測結果表示手段10には、特徴量算出手段4から送出された特徴量や、第1の霧

50

判定手段5から送出された判定結果が表示されるようになされており、使用者が必要に応じて直接霧/雨/その他という判定を行い得るようになされている。

【0052】

次いで、第1の霧発生状況分類手段6は、第1の霧判定手段5から受取った判定結果に基づいて気象状況が霧または雨であることを確認すると、上述のように判定した気象状況のタイプを参考にしながら、特徴量算出手段4から受取った特徴量に基づいて、現況の気象状況における霧の発生状況を分類する。

【0053】

ここで、第1の霧発生状況分類手段6は、霧の状態、気象レーダ装置1aの位置及び観測する地形等により気象レーダ情報が異なる特性を有することから、当該気象レーダ情報に基づいて算出した特徴量を用いて霧の発生状況を、例えば、図3のように分類する。

10

【0054】

さらに、第1の霧発生状況分類手段6は、分類する霧発生状況のタイプと他のタイプとの境界をファジィ数によって表わすことにより、より柔軟な分類をすることができる。

【0055】

なお、第1の霧発生状況分類手段6は、かかるファジィ数を用いる代わりに、分類する霧発生状況のタイプと他のタイプとの境界に特徴量を重複させることにより、同様に柔軟な分類をすることができる。

【0056】

また、第1の霧発生状況分類手段6は、未知のタイプを学習していく機能を有することにより、分類を行なうためのデータベースを強化し、未知の観測地に対応することも考えられる。

20

【0057】

かくして、霧観測装置は、第1の霧判定手段5において特徴量に基づいて霧/雨の判定を行うことができ、また、第1の霧発生状況分類手段6において霧の発生状況の分類を行うことができ、さらに、霧の発生状況の分類結果を霧/雨の判定結果に加味することにより、当該霧/雨の判定結果を補償または修正して、より精度の高い霧/雨の判定結果を得ることができる。

【0058】

そして、観測結果表示手段10には、霧の発生状況を分類できない場合には、第1の霧発生状況分類手段から送出された複数の分類結果を表示するようになされており、同様に表示する特徴量算出手段4からの特徴量や、第1の霧判定手段5からの判定結果を必要に応じて参考にさせながら、使用者に対して判定を求め得るようになされている。

30

【0059】

かかる気象状況に対する霧/雨判定及び霧発生状況の分類に加えて、霧観測装置は、特徴量算出手段4によって算出した特徴量を用いて、所望時間後の霧の判定予測及び霧の発生状況の予測を行い得るようになされている。

【0060】

すなわち、特徴量算出手段4は、算出した特徴量を特徴量格納手段7、特徴量変化量算出手段8及び特徴量予測手段9に送出する。

40

【0061】

そして、特徴量格納手段7は、特徴量算出手段4から送出された特徴量を順次格納していき、当該格納した特徴量を過去に得た特徴量の1例とし、必要に応じて当該格納した特徴量を特徴量変化量算出手段8及び観測結果表示手段10に送出する。

【0062】

次いで、特徴量変化量算出手段8は、特徴量算出手段4から現在の特徴量を取得するとともに、特徴量格納手段7から(時間的に隣接する)過去1例(特徴量)又はそれ以上の例(特徴量)を引出して、これら各特徴量間の単位時間当たりの変化量を算出し、当該算出した変化量を特徴量予測手段9及び観測結果表示手段10に送出する。

【0063】

50

すなわち、特徴量変化量算出手段 8 は、最も簡単な場合として、現在の特徴量と過去の 1 例（特徴量）とに基づいてかかる変化量を算出することができる。また、特徴量変化量算出手段 8 は、多くの例（特徴量）を用いて変化量を求めることにより、例えば、観測値にゆらぎが存在していた場合、観測値のゆらぎによる変化量の誤差を少なくすることができる。

【 0 0 6 4 】

続いて、特徴量予測手段 9 は、特徴量算出手段 4 から得た現在の特徴量と、特徴量変化量算出手段 8 から得た各特徴量間の変化量とを線形捕外することにより、現在から所望時間後の特徴量を予測した値（以下、これを予測特徴量と呼ぶ）を算出し、当該算出した予測特徴量を第 2 の霧判定手段 5 a、第 2 の霧発生状況分類手段 6 a、及び観測結果表示手段 1 0 に送出する。

10

【 0 0 6 5 】

そして、第 2 の霧判定手段 5 a は、特徴量予測手段 9 から受取った各種予測特徴量に基づいて、第 1 の霧判定手段 5 と同様に霧であるか雨であるかを判定することにより、所望時間後の霧 / 雨の判定を行い得るようになされている。

【 0 0 6 6 】

この第 2 の霧判定手段 5 a は、霧 / 雨の判定後、当該判定した判定結果を第 2 の霧発生状況分類手段 6 a 及び観測結果表示手段 1 0 に送出する。

【 0 0 6 7 】

続いて、第 2 の霧発生状況分類手段 6 a は、第 2 の霧判定手段 5 a からの判定結果が霧や雨の場合には、特徴量予測手段 9 から受取った各種予測特徴量に基づいて、第 1 の霧発生状況分類手段 6 と同様に霧の発生状況の分類を行うことにより、所望時間後の霧の発生状況の分類を行い得るようになされている。

20

【 0 0 6 8 】

また、観測結果表示手段 1 0 には、特徴量格納手段 7 からの過去の特徴量、特徴量変化量算出手段 8 からの変化量、特徴量予測手段 9 からの予測特徴量、第 2 の霧判定手段 5 a からの判定結果及び第 2 の霧発生状況分類手段 6 a からの分類結果が、全て又は任意に表示される。

【 0 0 6 9 】

これにより、観測結果表示手段 1 0 は、霧や雨等の気象状況をより詳細に使用者に対して示すことができる。使用者は、霧の判定や予測がどのように行われたのかを確認することができる。また、観測結果表示手段 1 0 の表示と実際の霧等の様子とに基づいて判定基準の強化や補正を行うことができる。

30

【 0 0 7 0 】

なお、第 1 及び第 2 の霧判定手段 5 及び 5 a は、各種特徴量の中から、霧の判定に関して優先度の高い、すなわち判定に際して影響を与える順に当該特徴量に対して順序付けを行い、優先度の高い特徴量のみを優先的に用いて霧又は雨の判定することにより、演算量を削減することができ、かくして高速でリアルタイム性のある判定を行うことができる。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 2 .

40

図 4 は、実施の形態 2 による霧観測装置を示し、実施の形態 1 に示す霧観測装置において、所望時間後における霧 / 雨の判定予測及び霧の発生状況分類予測にかかる部分（特徴量格納手段 7、特徴量変化量算出手段 8、特徴量予測手段 9、第 2 の霧判定手段 5 a 及び第 2 の霧発生状況分類手段 6 a）に換えて、所望時間後における霧の発生状況の分類手段として霧系列特定手段 1 1 が霧発生状況分類手段 6 b の後段に設けられている点が異なっている。

【 0 0 7 2 】

従って、霧観測装置は、気象レーダ装置 1 a から霧発生状況分類手段 6 b までは実施の形態 1 において上述した処理と同様の処理を行い、霧発生状況分類手段 6 b において分類した霧発生状況の分類結果（以下、これを霧発生状況分類情報と呼ぶ）を霧系列特定手段 1

50

1 に送出する。

【0073】

そして、霧系列特定手段11は、霧発生状況分類手段6aから霧発生状況分類情報が与えられると、当該霧発生状況が推移する推移パターンを示した霧系列を特定し、当該特定した霧系列に基づいて、与えられた霧発生状況分類情報の霧発生状況が今後推移する霧発生状況を予測する。続けて、霧系列特定手段11は、予測した霧発生状況を観測結果表示手段10aを介して表示する。

【0074】

ここで、霧系列は、霧の発生または消滅等の現象が自然界において連続的に起こるものであり、また、霧の発生する地形、時間帯及び季節等によって異なるものであることから、霧発生状況のタイプを連鎖させ推移パターンとしたものである。

10

【0075】

例えば、海に近い山岳地帯等に発生する滑昇霧を考えると、霧は海の方から徐々に陸に近づき、山に昇るような形で発生する。また、これを図3に示すような気象状況のタイプを用いて説明すると、霧発生状況のタイプ5からタイプ3へ推移することが予測される。一方、霧が消滅する場合は、上述した場合とは逆に、霧発生状況のタイプ3からタイプ5へ推移することが予測される。

【0076】

また、この霧系列は、観測範囲、地形、季節及び時間帯等の気象レーダの観測条件に関連付けて、霧発生状況のタイプを連鎖させている。

20

【0077】

従って、霧系列特定手段11は、観測範囲、地形、季節、時間帯等の観測条件が与えられると、当該与えられた観測条件に基づいて、霧発生状況分類手段6bから与えられた霧発生状況が今後推移する霧系列を特定することができ、かくして今後生じる霧の発生状況を予測し得るようになされている。

【0078】

なお、霧系列特定手段11は、例えば、ある霧発生状況のタイプから次の霧発生状況のタイプへ推移する時間を知得しておくことにより、霧の発生状況の予測だけでなく、当該予測した霧の発生状況へ推移するまでの時間も予測することができる。

【0079】

また、霧系列特定手段11は、エコーの移流や、風向・風速に基づいて霧発生状況が推移する時間を求めることができる。

30

【0080】

さらに、霧系列特定手段11は、霧系列を特定できなかった場合には、その際の観測条件を関連づけながら当該特定できなかった霧系列を新たに既存霧系列に含めることにより、霧系列を特定する特定確立を向上することができる。

【0081】

このように、本実施の形態における霧測定装置は、自然現象を利用した霧系列を用いて今後の霧発生状況を予測することにより、予測処理を簡素化することができ、かくして高速な処理を行うことができる。

40

【0082】

また、この霧測定装置は、既存の知識を霧系列に反映させることが容易であり、判定基準構築のための過程を簡単にできる利点がある。

【0083】

実施の形態3 .

図5は、実施の形態3による霧観測装置を示し、実施の形態1に示す霧観測装置において、第1の霧発生状況分類手段6及び第2の霧発生状況分類手段6aの後段に、実施の形態2で示した霧系列特定手段11(11a)が設けられている点が異なっている。

【0084】

すなわち、霧観測装置の霧系列特定手段11aは、実施の形態2で上述したように、第1

50

の霧発生状況分類手段 6 から受取った霧発生状況分類情報の霧発生状況に応じた霧系列を、観測条件に基づいて簡単に数候補特定するとともに、当該特定した霧系列上に第 2 の霧発生状況分類手段 6 a から受取った予測された霧発生状況があるか否かを判断し、あると判断した霧系列を正式な霧系列として特定する。

【 0 0 8 5 】

かくして、霧観測装置は、簡単かつ正確に霧系列を特定することができる。

【 0 0 8 6 】

因みに、霧系列特定手段 1 1 a は、第 1 の霧発生状況分類手段 6 から受取った現況の霧発生状況に応じた第 1 の霧系列を特定するとともに、第 2 の霧発生状況分類手段 6 a から受取った予測された霧発生状況に応じた第 2 の霧系列を特定する。続けて、霧系列特定手段 1 1 a は、第 2 の霧系列が現況の霧発生状況から推移した後の（予測された）霧発生状況に応じて特定されている為、当該現況の霧発生状況に応じて特定した第 1 の霧系列と第 2 の霧系列を比較することにより、これら特定した霧系列が正確か否かを判断することができる。

【 0 0 8 7 】

実施の形態 4 .

図 6 は、実施の形態 4 による霧観測装置を示し、実施の形態 1 ないし 3 に示す霧観測装置において、特徴量算出手段 4 a の前段に視程計や雨量計等からなる気象観測器 1 2 が設けられている点が異なっている。

【 0 0 8 8 】

すなわち、霧観測装置の気象観測器 1 2 は、例えば、気象環境に関する情報として視程距離、雨量、風向・風速及び気温等（図 2 ）を測定し、当該測定結果をそれぞれ気象観測情報として特徴量算出手段 4 a に送出する。

【 0 0 8 9 】

続いて、特徴量算出手段 4 a は、気象観測器 1 2 からの気象観測情報に基づいて、各種特徴量を気象観測情報ごとに算出し、当該算出した特徴量を第 1 の霧判定手段 5 に送出する。因みに、特徴量算出手段 4 a は、気象レーダ装置 1 a からの気象レーダ情報に基づいて算出した特徴量も第 1 の霧判定手段 5 に送出する。

【 0 0 9 0 】

ここで、第 1 の霧判定手段 5 は、各種特徴量を受取ると、図 7 に示すような、気象状況のタイプに当てはまる特徴量の範囲分けを気象レーダ情報だけでなく気象観測情報に対しても行った組合表を、図示しないデータベースから読出す。

【 0 0 9 1 】

続いて、第 1 の霧判定手段 5 は、実施の形態 1 で上述したように、読出した組合表を参考にしながら、受取った各種特徴量を、気象レーダ情報及び気象観測情報ごとに各気象状況のタイプに振分けていき、その特徴量が最も加算された気象状況のタイプによって霧であるか雨であるかを判定する。

【 0 0 9 2 】

従って、第 1 の霧判定手段 5 は、気象レーダ装置 1 a が測定した気象レーダ情報だけでなく、当該気象レーダ装置 1 a が測定を行う気象環境に関する気象観測情報も含めて霧又は雨の判定を行うことにより、霧又は雨を判定する為の情報を多方面から増やすことができ、さらに正確な霧又は雨の判定をし得るようになされている。

【 0 0 9 3 】

なお、第 1 の霧判定手段 5 は、気象レーダ情報及び気象観測情報に基づいて算出された各種特徴量の中から、霧の判定の判定に関して優先度の高い、すなわち判定に際して影響を与える順に当該特徴量に対して順位付けを行い、優先度の高い特徴量だけを優先的に用いて霧又は雨の判定することにより、演算量を削除することができ、かくして高速でリアルタイム性のある判定を行うことができる。

【 0 0 9 4 】

実施の形態 5 .

10

20

30

40

50

図8は、実施の形態5に示す霧観測装置を示し、実施の形態1ないし4に示す霧観測装置において、特徴量算出手段4の後段に視程距離を算出する視程距離算出手段2aが設けられている点が異なっている。

【0095】

すなわち、視程距離算出手段2aは、特徴量算出手段4から受取った各種特徴量のうちエコー強度に応じた特徴量を取得し、当該取得した特徴量を上述の式(1)、式(2)に基づいて処理することにより、視程距離を算出する。そして、視程距離算出手段2aは、算出した視程距離を観測結果表示手段10(10a、10b)を介して表示する。

【0096】

また、図9は、実施の形態5に示す霧観測装置の他の実施の形態を示し、実施の形態1ないし4に示す霧観測装置において、特徴量予測手段9の後段に視程距離を算出する視程距離算出手段2bが設けられている点が異なっている。

10

【0097】

すなわち、視程距離算出手段2bは、特徴量予測手段9から受取った各種予測特徴量のうちエコー強度に応じた予測特徴量を取得し、当該取得した予測特徴量を上述の式(1)、式(2)に基づいて処理することにより、所望時間後の予測視程距離を算出する。そして、視程距離算出手段2bは、算出した予測視程距離を観測結果表示手段10(10b)を介して表示する。

【0098】

かくして、霧観測装置は、観測結果表示手段10(10a、10b)を介して霧の有無や霧の発生状況だけでなく、その時の視程距離又は所望時間後の視程距離も表示することにより、使用者に対して、さらに詳細な情報を提示することができる。

20

【0099】

実施の形態6

図10は、実施の形態6による霧観測装置を示し、実施の形態1ないし5に示す霧観測装置において、特徴量算出手段4の後段に所望時間後の霧エコーの移流先を予測する霧移動予測手段13が設けられている点が異なっている。

【0100】

すなわち、霧移動予測手段13は、特徴量算出手段4から送出された特徴量のうち霧エコーの移流に応じた特徴量を順次取得し、当該取得した特徴量に基づいて観測時間の異なる霧のエコー画像を順次作成する。

30

【0101】

続いて、霧移動予測手段13は、一般的な画像処理技法を用いて、観測時間が異なる複数のエコー画像の差分、又は相関をとることにより、霧エコーの移流差を抽出し、当該抽出した移流差を用いて移流速度及び移流方向を算出する。

【0102】

ここで、霧移動予測手段13は、霧の状態には、例えば、移流してゆく移流性の霧や停滞している停滞性の霧等といった状態があり、その移流性は気象レーダ装置1aの広域観測性を用いて取得できることを利用している。

【0103】

また、観測結果表示手段10cには、霧移動予測手段13による予測結果が表示され、使用者に対してより詳細な情報を提供することができる。

40

【0104】

従って、霧移動予測手段13は、上述のように算出した霧の移流速度及び移流方向を用いることにより、注目する観測範囲における霧がかかる時期や、晴れる時期を予測することができ、かくして霧の観測及び霧の予測を精度良く行うことができる。

【0105】

実施の形態7

図11は、実施の形態7による霧観測装置を示し、実施の形態1ないし6に示す霧観測装置において、気象レーダ装置1bが二重偏波観測方式により観測するとともに、特徴量算

50

出手段 4 の後段に霧と雨とを判別する霧 / 雨判別手段 1 4 が設けられている点が異なっている。

【 0 1 0 6 】

すなわち、霧観測装置の気象レーダ装置 1 b は、二重偏波観測方式によって測定した気象レーダ情報を特徴量算出手段 4 に送出する。

【 0 1 0 7 】

続いて、特徴量算出手段 4 は、受取った気象レーダ情報に基づいて特徴量を各種気象レーダ情報ごとに算出し、当該算出した特徴量を霧 / 雨判別手段 1 4 に送出する。このとき、特徴量算出手段 4 は、二重偏波観測方式によって測定したエコー強度に基づいて特徴量を算出する。

10

【 0 1 0 8 】

ここで、霧 / 雨判別手段 1 4 は、受取った各種特徴量のうちエコー強度に基づいた特徴量を取得するとともに、当該各種特徴量をそのまま霧判定手段 5 c に送出する。そして、霧 / 雨判別手段 1 4 は、取得した特徴量に基づいて霧と雨とを判別した後、当該判別結果を霧判定手段 5 c に通知する。

【 0 1 0 9 】

實際上、霧粒子は、粒径が小さく大気中ではほぼ球状の粒形をとり、一方、雨粒子は、比較的粒形が大きいことから大気中では楕円のように扁平した粒形をとっていることから、霧 / 雨判別手段 1 4 は、二重偏波による観測結果に基づいて水粒の形を識別することができるため、霧と雨とを区別することができる。

20

【 0 1 1 0 】

かくして、本実施の形態の霧観測装置は、二重偏波観測方式を用いて霧と雨とを予め区別しておくことにより、さらに精度良く霧を判定し得るようになされている。

【 0 1 1 1 】

実施の形態 8 .

図 1 2 は、実施の形態 8 に示す霧観測装置を示し、実施の形態 1 ないし 6 に示す霧観測装置において、気象レーダ装置 1 c が二周波観測方式により観測するとともに、特徴量算出手段 4 の後段に霧水量を算出する霧水量算出手段 1 5 が設けられている点が異なっている。

【 0 1 1 2 】

すなわち、霧観測装置の気象レーダ装置 1 c は、二周波観測方式によって測定した気象レーダ情報を特徴量算出手段 4 に送出する。

30

【 0 1 1 3 】

続いて、特徴量算出手段 4 は、受取った気象レーダ情報に基づいて特徴量を各種気象レーダ情報ごとに算出し、当該算出した特徴量を霧水量算出手段 1 5 に送出する。

【 0 1 1 4 】

続いて、霧水量算出手段 1 5 は、受取った各種特徴量のうちエコー強度に基づいた特徴量を取得するとともに、当該各種特徴量をそのまま霧判定手段 5 d に送出する。

【 0 1 1 5 】

ここで、霧水量算出手段 1 5 は、規定の特徴量と取得した特徴量との差に基づいて、エコー強度の減衰量を算出し、当該算出した減衰量に基づいて大気中の霧水量を把握し得るようになされている。

40

【 0 1 1 6 】

かくして、本実施の形態の霧観測装置は、大気中の霧水量を把握することにより当該霧水量と密接な関係にある視程距離も把握することができ、これによってさらに正確な霧観測及び霧予測を行い得るようになされている。

【 0 1 1 7 】

実施の形態 9 .

図 1 3 は、実施の形態 9 による霧観測装置を示し、実施の形態 1 に示す霧観測装置において、第 2 の霧発生状況分類手段 6 a の後段に気象レーダ制御手段 1 6 が設けられるととも

50

に、気象レーダ装置 1 d が気象レーダ制御手段 1 6 によって制御され得る点が異なっている。

【0118】

すなわち、気象レーダ制御手段 1 6 は、第 2 の霧発生状況分類手段 6 a から送出された所望時間後の霧発生状況分類情報に基づいて、予想され得る霧発生状況を見越した最適な観測方法によって気象レーダ装置 1 d を制御する。

【0119】

實際上、気象レーダ制御手段 1 6 は、C A P P I (Constant Altitude Plan Position Indicator) 観測方式を用いることにより、気象レーダ装置 1 d の仰角を変えて全周を観測し得るように制御する。

10

【0120】

そして、気象レーダ制御手段 1 6 は、C A P P I 観測方式を用いる場合には、どの仰角をとるのが設定しておく必要があるため、事前に観測すべき仰角がわかり、効率的な観測と同時に、霧観測の精度を向上し得る制御を行うことができる。

【0121】

また、気象レーダ制御手段 1 6 は、C A P P I 観測方式に換えて R H I (Range Height Indicator) 観測方式を用いて気象レーダ装置 1 d を制御することもでき、この場合、限られた範囲の仰角方向を観測し得るように制御する。

【0122】

かくして、本実施の形態の霧観測装置は、予測させる霧の状態から、その霧を観測するのに最適となるように観測方法を用いて気象レーダ装置 1 d を制御することにより、さらに精度の高い観測をし得るようになされている。

20

【0123】

なお、本実施の形態の霧観測装置では、実施の形態 1 の霧観測装置において、気象レーダ制御手段 1 6 を用いる場合について述べたが、実施の形態 2 ないし 8 の霧観測装置において、第 2 の霧発生状況分類手段 6 a 又は霧系列特定手段 1 1 の後段に気象レーダ制御手段 1 6 を設けて気象レーダ装置 1 d を制御するようにしても、同様に精度の高い観測をすることができる。

【0124】

【発明の効果】

30

以上のように、この発明によれば、大気中に電磁波を放射し、当該大気中の気象粒子からの反射波を受信する気象レーダと、気象レーダが受信した反射波に基づいて大気中の気象粒子の特徴を表す複数の特徴量を算出する特徴量算出手段と、特徴量算出手段によって算出した特徴量を気象状況のタイプごとに振分け、当該振分けた特徴量が最も集中している気象状況のタイプに基づいて大気中に霧が発生しているか否かを判定する霧判定手段と、霧判定手段の判定結果と特徴量算出手段によって算出した特徴量とに基づいて霧の発生状況を分類する霧発生状況分類手段とを備えることにより、複数の特徴量に基づいて気象を判定することができ、精度良く霧の判定及び霧の発生状況を分類することができる。

【0125】

また、特徴量算出手段によって算出された特徴量を格納する特徴量格納手段と、特徴量算出手段によって算出された現況の特徴量と、特徴量格納手段に格納した過去の特徴量との間の変化量を算出する変化量算出手段と、特徴量算出手段によって算出した現況の特徴量と変化量算出手段によって算出した変化量とに基づいて、所望時間後における予測特徴量の値を算出する特徴量予測手段とを備え、霧判定手段は、特徴量予測手段が算出した予測特徴量を用いて霧の状態を判定することにより、所望時間後の霧の状態を判定することができる。

40

【0126】

さらに、霧の発生状況タイプが気象レーダの観測条件に関連して連鎖している霧系列を有し、当該気象レーダの観測条件に基づいて、霧発生状況分類手段が分類した霧発生状況の推移を示す霧系列を特定する霧系列特定手段を備えることにより、霧の発生状況が今後ど

50



のように推移していくかを知ることができる。

【0127】

さらに、霧判定手段は特徴量算出手段が算出した特徴量を用いて気象を判定するとともに、特徴量予測手段が算出した予測特徴量を用いて気象を判定し、霧発生状況分類手段は、霧判定手段が特徴量を用いて判定した判定結果に基づいて第1の霧発生状況を選択するとともに、霧判定手段が予測特徴量を用いて判定した判定結果に基づいて第2の霧発生状況を選択し、霧系列特定手段は、霧発生状況分類手段が選択した第1の霧発生状況及び第2の霧発生状況における推移パタンのうち同時期の推移パターンを、気象レーダの観測条件に基づいて特定することにより、現況の霧発生状況に基づいた推移パターンと、予測した霧発生状況に基づいた推移パターンを比較することができ、かくして、推移パタンの比較結果に基づいて霧の発生状況が今後どのように推移していくかを精度良く知ることができる。

10

【0128】

さらに、気象レーダから得られる複数の特徴量に対して、霧に関する優先度を設定する優先度設定手段を備え、霧判定手段は、優先度設定手段によって優先度が設定された特徴量に従って大気中に霧が発生しているか否かを判定することにより、霧に関する気象判定をさらに精度良くおこなうことができる。

【0129】

さらに、気象環境を測定する気象観測器を備え、特徴量算出手段は、測定結果に基づいて特徴量を算出し、霧判定手段は、測定結果に基づいて算出された特徴量を用いて大気中に霧が発生しているか否かを判定することにより、気象の判定材料となる特徴量を増やすことができ、かくしてさらに精度良く霧に関する気象を判定することができる。

20

【0130】

さらに、霧判定手段は、気象観測器から得られる複数の測定結果に対して霧の判定に関する優先度を設定し、当該優先度が設定された測定結果に従って、大気中に霧が発生しているか否かを判定することにより、霧に関する気象の判定材料を効率良く得ることができ、かくしてさらに精度良く霧に関する気象を判定することができる。

【0131】

さらに、特徴量算出手段によって算出した特徴量に基づいて視程距離を算出する視程距離算出手段を備え、視程距離算出手段は、算出した視程距離を使用者に対して通知することにより、使用者に対してより詳細な気象情報を提供することができる。

30

【0132】

さらに、特徴量算出手段が異なる時間に算出した複数の特徴量に基づいて、霧の移流差を算出し、当該算出した移流差に基づいて霧の移流先を予測する霧移流先予測手段を備えることにより、今後の霧の移動先を予測することができる。

【0133】

さらに、気象レーダは気象粒子の測定を二重偏波を用いて行うとともに、気象レーダの測定結果に基づいて気象粒子が雨滴であるか霧滴であるかを判別する雨霧判別手段を備えることにより、気象粒子の霧又は雨等を精度良く判定することができ、かくしてさらに精度良く霧の観測をすることができる。

【0134】

さらに、気象レーダは二周波を用いた測定を行うとともに、特徴量算出手段が当該気象レーダの測定結果を用いて算出した特徴量に基づいて大気中の霧水量を算出する霧水量算出手段を備えることにより、大気中の水分量を測定することができ、かくしてさらに精度良く霧の観測をすることができる。

40

【0135】

さらに、気象レーダは、霧判定手段又は霧系列特定手段によって予測される霧発生状況に応じた測定を行うことにより、現況に応じた的確な特徴量を得ることができ、かくしてさらに精度良く霧に関する気象判定をすることができる。

【0136】

さらに、大気中に電磁波を発射し、当該大気中の気象粒子からの反射波を受信する受信

50

ステップと、受信した反射波に基づいて大気中の気象粒子の特徴を表す複数の特徴量を算出する特徴量算出ステップと、算出した特徴量を気象状況のタイプごとに振分け、当該振分けた特徴量が最も集中している気象状況のタイプに基づいて大気中に霧が発生しているか否かを判定する霧判定ステップと、判定した判定結果と算出した特徴量とに基づいて霧の発生状況を分類する霧発生状況分類ステップとを備えることにより、複数の特徴量に基づいて気象を判定することができ、精度良く霧の判定及び霧の発生状況を分類することができる。

**【0137】**

さらに、特徴量算出ステップにおいて算出した特徴量を特徴量格納手段に格納する格納ステップと、特徴量算出ステップにおいて算出した現況の特徴量と、特徴量格納手段に格納した過去の特徴量との変化量を算出する変化量算出ステップと、特徴量算出ステップにおいて算出した現況の特徴量と変化量算出ステップにおいて算出した変化量とに基づいて、所望時間後における予測特徴量の値を算出する特徴量予測ステップと、特徴量予測ステップにおいて算出した予測特徴量を用いて霧の状態を判定する霧判定ステップとを備えることにより、所望時間後の霧の状態を判定することができる。

10

**【0138】**

さらに、霧の発生状況タイプが気象レーダの観測条件に関連して連鎖する霧系列から、当該気象レーダの観測条件に基づいて、霧発生状況分類ステップにおいて分類した霧発生状況の推移を示す霧系列を特定する霧系列特定ステップを備えることにより、霧の発生状況が今後どのように推移していくかを知ることができる。

20

**【0139】**

さらに、特徴量予測ステップにおいて算出した予測特徴量に基づいて大気中に霧が発生しているか否かを判定する第2の霧判定ステップと、第2の霧判定ステップにおける判定結果に基づいて霧発生状況を分類する第2の霧発生状況分類ステップと、第1の霧発生状況分類ステップにおいて分類した第1の霧発生状況に対する第1の霧系列を特定するとともに、第2の霧発生状況分類ステップにおいて分類した第2の霧発生状況に対する第2の霧系列を特定する霧系列特定ステップとを備えることにより、現況の霧発生状況に基づいた推移パターンと、予測した霧発生状況に基づいた推移パターンを比較することができ、かくして、推移パターンの比較結果に基づいて霧の発生状況が今後どのように推移していくかを精度良く知ることができる。

30

**【0140】**

さらに、受信ステップにおいて得られる複数の特徴量に対して霧の判定に関する優先度を設定する優先特徴量設定ステップを備え、霧判定ステップにおいて、優先度が設定された特徴量に従って、大気中に霧が発生しているか否かを判定することにより、霧に関する気象判定をさらに精度良くおこなうことができる。

**【0141】**

さらに、気象レーダが観測を行う際の気象環境を測定する気象環境測定ステップと、測定結果を気象状況のタイプごとに振分ける振分けステップとを備えることにより、気象の判定材料となる特徴量を増やすことができ、かくしてさらに精度良く霧に関する気象を判定することができる。

40

**【0142】**

さらに、気象環境測定ステップにおいて得られる複数の測定結果に対して霧の判定に関する優先度を設定する優先測定結果設定ステップを備え、霧判定ステップにおいて、優先度が設定された測定結果に従って大気中に霧が発生しているか否かを判定することにより、霧に関する気象の判定材料を効率良く得ることができ、かくしてさらに精度良く霧に関する気象を判定することができる。

**【0143】**

さらに、算出した特徴量に基づいて視程距離を算出する視程距離算出ステップと、算出した視程距離を使用者に対して通知する視程距離通知ステップとを備えることにより、使用者に対してより詳細な気象情報を提供することができる。

50

## 【0144】

さらに、特徴量算出ステップにおいて異なる時間に算出した複数の特徴量に基づいて、霧の移流差を算出する移流差算出ステップと、移流差算出ステップにおいて算出した移流差に基づいて霧の移流先を予測する霧移流先予測ステップとを備えることにより、今後の霧の移動先を予測することができる。

## 【0145】

さらに、大気中を二重偏波によって測定する二重偏波測定ステップと、測定結果に基づいて、気象粒子が雨滴であるか霧滴であるかを判別する霧滴判定ステップとを備えることにより、気象粒子の霧又は雨等を精度良く判定することができ、かくしてさらに精度良く霧の観測をすることができる。

10

## 【0146】

さらに、大気中を二周波によって測定する二周波測定ステップと、測定結果に基づいて、大気中の霧水量を算出する霧水量算出ステップとを備えることにより、大気中の水分量を測定することができ、かくしてさらに精度良く霧の観測をすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1である霧観測装置のブロック図である。

【図2】 この発明による組合表の説明に供する略線図である。

【図3】 この発明による霧発生状態の分類の説明に供する略線図である。

【図4】 本発明の実施の形態2である霧観測装置のブロック図である。

【図5】 本発明の実施の形態3である霧観測装置のブロック図である。

20

【図6】 本発明の実施の形態4である霧観測装置のブロック図である。

【図7】 この発明による組合表の説明に供する略線図である。

【図8】 本発明の実施の形態5である霧観測装置のブロック図である。

【図9】 本発明の実施の形態5である霧観測装置のブロック図である。

【図10】 本発明の実施の形態6である霧観測装置のブロック図である。

【図11】 本発明の実施の形態7である霧観測装置のブロック図である。

【図12】 本発明の実施の形態8である霧観測装置のブロック図である。

【図13】 本発明の実施の形態9である霧観測装置のブロック図である。

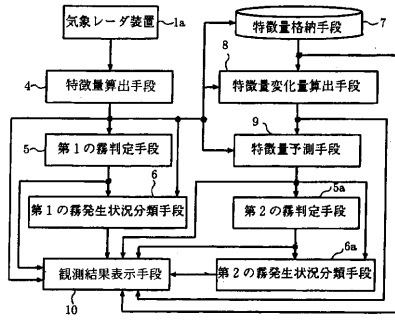
【図14】 従来の実施の形態である霧観測装置のブロック図である。

## 【符号の説明】

30

1 気象レーダ装置 4 特徴量算出装置 5 霧判定手段 6 霧発生状況分類手段  
7 特徴量格納手段 8 特徴量変化量算出手段 9 特徴量予測手段 10 観測結果  
表示手段 11 霧系列特定手段 13 霧移動特定手段 14 霧/雨判別手段 15  
霧水量算出手段 16 気象レーダ制御手段。

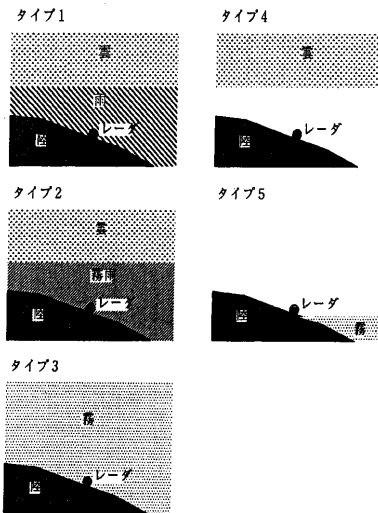
【 図 1 】



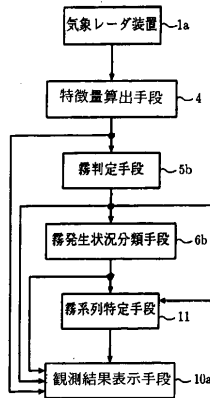
【 図 2 】

霧発生状況	(気象レーダ情報)				
	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4	タイプ5
エコー強度 (例) 20 dBZe 以上	a1	a2	a3	a4	a5
エコー頂高 (例) 2 km 以上	b1	b2	b3	b4	b5
エコー面積 (例) 大	c1	c2	c3	c4	c5
エコー形状 (例) 不定形	d1	d2	d3	d4	d5
エコー移動 (例) 風 (ドップラー)	e1	e2	e3	e4	e5
	f1	f2	f3	f4	f5

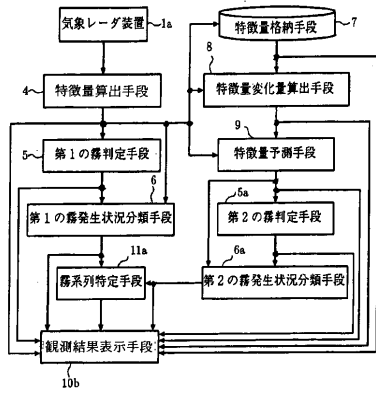
【 図 3 】



【 図 4 】



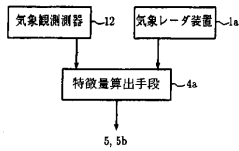
【 図 5 】



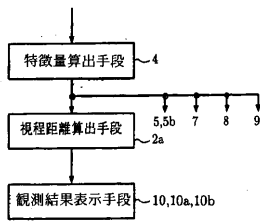
【 図 7 】

霧発生状況	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4	タイプ5
(気象レーダ情報)					
エコー強度 (例)	a1 20 dBZ以上	a2 0~20 dBZ	a3 -10~10 dBZ	a4 —	a5 —
エコー頂高 (例)	b1 2 km以上	b2 1~2 km	b3 1~2 km	b4 1~2 km	b5 —
エコー面積 (例)	c1 大	c2 中	c3 小	c4 —	c5 —
エコー形状 (例)	d1 不定形	d2 円錐形	d3 円錐形	d4 逆円錐形	d5 —
エコー移動 (例)	e1 無	e2 無	e3 無	e4 無	e5 無
風 (ドップラー) (例)	f1 —	f2 —	f3 海一陸	f4 —	f5 —
(気象観測情報)					
相対計 (例)	g1 良	g2 悪	g3 悪	g4 良	g5 良
雨量 (例)	h1 強	h2 中	h3 弱	h4 無	h5 無
風向・風速 (例)	i1 —	i2 —	i3 —	i4 —	i5 —
気温 (例)	j1 —	j2 —	j3 —	j4 —	j5 —

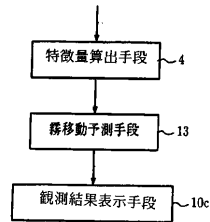
【 図 6 】



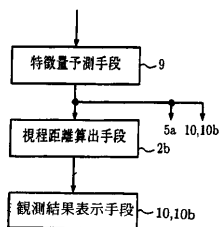
【 図 8 】



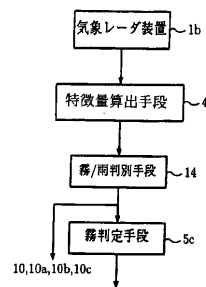
【 図 10 】



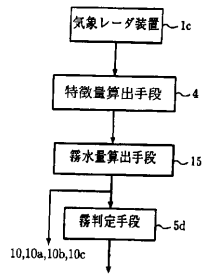
【 図 9 】



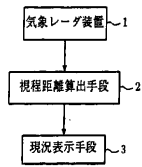
【 図 11 】



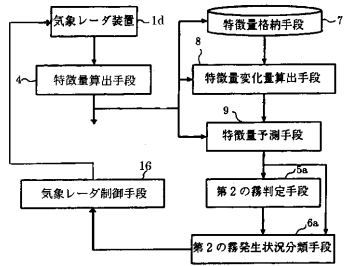
【 図 1 2 】



【 図 1 4 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 酒巻 洋  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 若山 俊夫  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 田中 久理  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 藤坂 貴彦  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 特開平11-271469(JP,A)  
特開平06-118179(JP,A)  
特開2000-266848(JP,A)  
特開平11-014749(JP,A)  
特開平11-183615(JP,A)  
特開平09-329672(JP,A)  
特開昭50-062083(JP,A)  
特開平11-281740(JP,A)  
酒巻洋、若山俊夫、藤坂貴彦、外、Kaバンド気象ドップラーレーダを用いた霧の検出、電子情報通信学会技術研究報告、日本、電子情報通信学会、2001年5月28日、JN:S0532B VOL.101 NO.96(SANE2001 12-17)、P.9-15

- (58)調査した分野(Int.Cl.、DB名)  
G01S 7/00 ~ 17/88  
G01W 1/00 ~ 1/18