

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年1月8日 (08.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2009/004804 A1

(51) 国際特許分類:

G01V 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2008/001739

(22) 国際出願日:

2008年7月2日 (02.07.2008)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願2007-175525 2007年7月3日 (03.07.2007) JP  
特願2007-286643 2007年11月2日 (02.11.2007) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社京都マグネットイクス (KYOTO MAGNETICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6020861 京都府京都市上京区新烏丸通下切通シ上の新烏丸頭町171番地1 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 西村勉

(NISHIMURA, Tsutomu). 福島雅典 (FUKUSHIMA, Masanori).

(74) 代理人: 新居広守 (NII, Hiromori); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6階 新居国際特許事務所内 Osaka (JP).

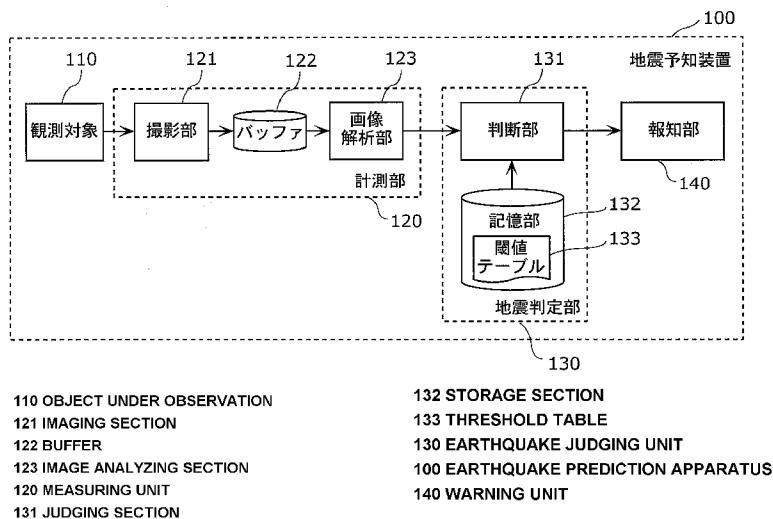
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: EARTHQUAKE PREDICTION APPARATUS, EARTHQUAKE PREDICTION METHOD, AND EARTHQUAKE PREDICTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 地震予知装置、地震予知方法及び地震予知システム

[図1]



(57) Abstract: An earthquake prediction apparatus (100) for predicting an earthquake with a very high accuracy by using a simple device used at not only a specialized observatory but a general home. The earthquake prediction apparatus (100) comprises a measuring unit (120) for measuring the amount of movement of the tail of an animal and an earthquake judging unit (130) for judging whether or not the measured amount of movement of the tail reaches a predetermined threshold and inferring that an earthquake will occur if the measured amount of movement is judged to reach the threshold.

(57) 要約: 専門的観測所のみならず一般家庭向けの簡単な装置を用いることで地震を非常に高い精度で予知する地震予知装置(100)を提供する。当該地震予知装置(100)は、尻尾を有する動物の当該尻尾の動き量を計測する計測部(120)と、計測部(120)により計測された動き量が

[続葉有]

WO 2009/004804 A1



(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,

SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 地震予知装置、地震予知方法及び地震予知システム

#### 技術分野

[0001] 本発明は、地震の前兆現象を検出して地震の発生を予知する地震予知装置に関し、特に、前兆現象の1つである動物の異常行動を検出することで地震の発生を予知する地震予知装置に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 従来、地震の発生前に観測される前兆現象を利用して、地震の発生日時及び場所を予測しようという試みがなされている。その1つとして、地震発生前の地殻の変動に由来する地磁気の乱れを、地磁気観測所で観測し、地震予知を行うというものがある。

[0003] しかし、地震発生前に発生する微小な地磁気の乱れを観測するための地磁気観測所を、全国を網羅できるまで設置するためには、莫大な費用が必要となり実現が難しい。

[0004] そこで、通常の携帯端末に磁界センサ及び位置検知装置を搭載し、各地で測定した磁界情報と携帯端末の位置情報を地震予知に利用するという情報収集システム及び地震予知方法が提案されている（特許文献1参照）。これにより、全国各地の地磁気情報を利用して地震の予知を行うことが可能となる。

[0005] また、地震の発生前に観測される動物の異常行動を利用した地震の予知も試みられている。地震発生前に動物が異常行動を起こす理由は解明されていないが、地震発生前に生じる磁界の異常や、微弱な震動などを感知しているという説がある。中国では、1975年に発生した海城地震について、動物の異常行動を各地から収集することで地震の予知に成功した例がある。

[0006] また、地震の発生前には動物が暴れるということは知られており、例えば、非特許文献1には、ナマズの行動を分類し、その行動を定量化する技術が記載されている。

特許文献1：特開2003-215259号公報

非特許文献1：東海大学地震予知研究センターのホームページ（<http://www.sems-tokaiuniv.jp/namazu/>）

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、上記従来の地震予知システムでは、以下の課題がある。
- [0008] 特許文献1に示す情報収集システム及び地震予知方法では、収集した地磁気情報からどのように地震予知を行うのかが問題となる。特に、現代社会には、磁界の乱れを誘発する様々な装置、機器が存在することを考えれば、地震の前兆現象として発生する微弱な地磁気の乱れを感じて、地震の発生及び発生場所を予知することは難しい。また、地磁気情報などを利用するからには、ある程度の知識が必要であり、一般人が簡単に地震を予測することができない。
- [0009] また、中国の例では、その後に発生した唐山地震では地震の予知に失敗しており、動物の異常行動を利用した地震の予知は確立されていない。
- [0010] また、非特許文献1の技術でも、定量化されたナマズの行動と地震との関係が明確に示されておらず、正確に地震を予知することができるとは言えない。
- [0011] そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、専門的観測所のみならず一般家庭向けの簡単な装置を用いることで地震を予知する地震予知装置及び地震予知方法を提供することを目的とする。さらに、複数の地震予知装置からの情報を収集し、地震の発生時刻及び場所を高い精度で予測する地震予知システムを提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0012] 上記目的を達成するために、本発明の地震予知装置は、尻尾を有する動物の当該尻尾の動き量を計測する計測手段と、前記計測手段により計測された動き量が予め定められた閾値に達したか否かを判定し、前記動き量が前記閾値に達したと判定した場合に、地震が発生すると推定する地震判定手段とを

備える。

- [0013] これにより、身近な動物を使用するため、専門的観測所のみならず一般家庭でも簡単に地震を予知することができる。動物は、地震発生前の微弱な電磁場を感じ取ると言われており、このことを有効に利用することができる。
- [0014] また、前記計測手段は、前記動物の尻尾が立った回数又は前記動物の尻尾が立っている期間を計測し、前記地震判定手段は、前記回数が予め定められた第1閾値以上であるか否か、又は、前記期間が予め定められた第2閾値以上であるか否かを判定し、前記回数が前記第1閾値以上である、又は、前記期間が前記第2閾値以上であると判定した場合に、地震が発生すると推定してもよい。
- [0015] これにより、尻尾が立った回数及び尻尾が立っている期間とともに、計測するのが容易であるため、計測した回数又は期間を所定の閾値と比較するだけで簡単に地震を予知することができる。地震発生前に動物が暴れるなどの異常行動を行うことは一般的に知られているが、異常行動を定量化することは困難である。これに対し、尻尾が立っているか否かは、目視するだけでも容易に判断することができ、また、定量化することも非常に容易である。したがって、非常に簡単な処理で地震を予知することができる。
- [0016] また、前記計測手段は、前記動物の尻尾を撮影する撮影部と、前記撮影部で撮影することで得られる画像を解析することで、前記回数又は前記期間を計測する画像解析部とを有してもよい。
- [0017] これにより、尻尾の様子を定期的に又は連続的に撮影することができ、容易に尻尾が立っているか否かを判断することができる。
- [0018] また、前記地震予知装置は、さらに、前記動物の移動範囲を限定するための透明の包囲体を有する包囲手段と、前記包囲体の下部を隠蔽する隠蔽手段とを備え、前記撮影部は、前記包囲体の全体を撮影してもよい。
- [0019] これにより、包囲体の側面方向から観測した場合に、尻尾が立っている場合にのみ、立った尻尾が隠蔽手段の上方に出現するように隠蔽手段を備えることで、尻尾が立っているか否かをより簡単に判定することができる。例え

ば、画像解析ソフトウェアなどを用いて尻尾を形状認識により抽出する場合など、立っていない尻尾は隠蔽手段により隠されるために、尻尾を抽出することはない。したがって、尻尾が抽出できた場合が、尻尾が立っている場合に一致するので、簡単に尻尾が立った回数などを計測することができる。

[0020] また、前記地震予知装置は、さらに、前記動物の尻尾の先端部に備えられ、当該尻尾の位置を強調する強調手段を備えてもよい。

[0021] これにより、尻尾の位置を強調することができるので、尻尾が立った回数などを計測するのが容易になる。

[0022] また、前記強調手段は、光を反射することで、前記尻尾の位置を強調する反射体であり、前記隠蔽手段は、前記光の透過を防止してもよい。

[0023] これにより、例えば、赤外線を照射し、赤外線カメラで撮影することで、尻尾が立った場合のみ尻尾を検出することができる。

[0024] また、前記強調手段は、光を発する発光素子又は蛍光体であり、前記隠蔽手段は、前記光の透過を防止してもよい。

[0025] これにより、包囲体の側面方向から観測した場合に、光を検出できた場合が、尻尾が立っている場合に一致するので、簡単に尻尾が立った回数などを計測することができる。

[0026] また、前記強調手段は、予め定められた磁界を発生し、前記隠蔽手段は、前記磁界の透過を防止してもよい。

[0027] これにより、包囲体の側面方向から観測した場合に、磁界を検出できた場合が、尻尾が立っている場合に一致するので、簡単に尻尾が立った回数などを計測することができる。

[0028] また、前記撮影部は、前記動物の表面温度を可視化した画像を出力してもよい。

[0029] これにより、動物の体温を検出することで、尻尾が立っている回数などを検出することができるだけでなく、動物の興奮状態なども推測することができる。これにより、より地震発生前の微弱な電磁場への反応の程度も同時に推測することができ、地震の予知の精度を向上させることができる。

- [0030] また、前記計測手段は、前記動物の尻尾の動きの加速度を検出する加速度センサと、前記加速度センサにより検出された加速度が、所定の閾値以上であるか否かを判定する加速度判定部と、前記加速度判定部により、前記加速度が前記閾値以上であると判定された場合を、前記動物の尻尾が立ったみなすこととし、前記回数又は前記期間を計測する尻尾運動推定部とを有してもよい。
- [0031] これにより、尻尾を立てていない状態の尻尾の動き量よりも、大きな尻尾を立てるときの動き量を簡単に計測することができる。
- [0032] また、前記地震予知装置は、さらに、前記判定手段により地震が発生すると推定された場合に、地震が発生することを示す予知結果を報知する報知手段を備えてよい。
- [0033] これにより、予知結果を即座に周囲の人間に知らせることが可能となり、回避行動など地震への対策を素早く講じることができる。
- [0034] また、前記地震予知装置は、さらに、前記計測手段により計測された前記回数又は期間を含むデータを蓄積する蓄積手段と、前記蓄積手段に蓄積されたデータを統計的に解析することで、前記第1閾値又は前記第2閾値を決定する閾値決定手段と、前記推定手段は、前記回数が前記閾値決定手段により決定された第1閾値以上であるか否か、又は、前記期間が前記閾値決定手段により決定された第2閾値以上であるか否かを判定してもよい。
- [0035] これにより、過去のデータを用いて判断基準となる閾値を変更することができる、地震の予知の精度を向上させることができる。
- [0036] また、前記地震予知装置は、さらに、前記動物に対して、所定の周波数及び所定の磁束密度を有する交流磁界を印加する印加手段を備え、前記計測手段は、前記印加手段により前記交流磁界が印加されている期間である印加期間中に、前記動物の尻尾が立った回数又は前記動物の尻尾が立っている期間を計測してもよい。
- [0037] これにより、地震発生前に生じる超低周波数磁界及び超低周波音に対して、動物がより敏感に反応するようにすることができる。よって、尻尾を立て

る回数なども通常の場合と比べて大きくすることができるので、地震の予知の精度を向上させることができる。また、より遠くの地震も予知することができる。

- [0038] 具体的には、前記印加手段は、第1コイルと第2コイルとを前記動物を挟むように備え、前記第1コイルから第1周波数及び第1磁束密度を有する第1交流磁界を印加し、前記第2コイルから第2周波数及び第2磁束密度を有する第2交流磁界を、前記動物に対して印加し、前記第1周波数及び前記第2周波数は、0.01～100Hzであり、前記第1磁束密度及び前記第2磁束密度は、1pT～90μTであってもよい。波形は、正弦波、方形波、ランプ波、三角波、パルス波、又は、ノイズ波とする。
- [0039] また、前記印加手段は、前記第1交流磁界及び前記第2交流磁界を、前記動物の覚醒中のみ印加してもよい。
- [0040] これにより、印加する磁界に対する動物の負担を軽減することができる。
- [0041] また、前記動物は、尻尾を有する爬虫類であってもよい。
- [0042] 具体的には、前記動物は、トカゲであってもよい。
- [0043] また、前記トカゲは、メスであってもよい。
- [0044] これにより、一般に、オスはメスに比べ、超低周波磁界に敏感であるため、オスは、些細な磁界の変化に反応してしまうが、メスは、ある一定以上の磁界の変化にしか反応しないが、規模の大きな地震のように大きな磁場の変化にはよく反応するため、地震の予知の精度を向上させることができる。また、メスはオスに比べて喧嘩をすることが少ないため、喧嘩により尻尾を立てている場合を地震発生前の微弱な電磁場に反応した場合と誤って認識することを防ぐことができる。さらに、発情期には、オスが発情することから、メスのみを観測することで、発情期などの影響を防ぐこともできる。
- [0045] また、本発明の地震予知システムは、動物の運動量の変化に基づいて地震を予知する地震予知システムであって、尻尾を有する動物の当該尻尾の動き量を取得する複数の取得装置と、前記尻尾の動き量に基づいて地震を予知する予知装置とを備え、前記複数の取得装置は、それぞれ、前記尻尾の動き量

を計測する計測手段と、前記計測手段により計測された動き量と、当該動き量を計測した日時と、前記取得装置を特定するための識別子である装置 ID とを関連付けた情報である運動量情報を前記予知装置に出力する運動量情報出力手段とを備え、前記予知装置は、前記装置 ID と前記取得装置が設置された場所とを対応付けた場所特定テーブルを記憶するテーブル記憶手段と、前記運動量情報を受け取り、前記運動量と前記日時と前記装置 ID とを管理する管理手段と、前記場所特定テーブルを参照することにより、前記取得装置から新たに受け取った運動量情報に含まれる動き量が予め定められた閾値に達した取得装置を特定し、特定した取得装置が設置された場所が地震の震源であると推定する地震予測手段とを備える。

- [0046] これにより、地震の発生を予知するだけでなく、地震の震源を推定することができる。このため、発生する地震への対策を講じやすくなる。例えば、震源が山間部であることが推定できたならば、土砂崩れなどの発生を推定することができ、震源が海洋部であることが推定できたならば、津波などの発生を推定することができる。これらの推定に基づいて、山間部又は海辺に近づかないなどの対策をとることができる。
- [0047] また、前記地震予測手段は、前記閾値を超えた取得装置が複数存在する場合に、前記閾値に達した取得装置それまでの距離の和が最小となる地点が地震の震源であると推定してもよい。
- [0048] これにより、震源の予測の精度を向上させることができる。
- [0049] また、前記予知装置は、さらに、過去の前記動き量の経時的な変化を参照することにより、徐々に前記動き量が増加している場合は、前記閾値を大きく設定し、徐々に前記動き量が低減している場合は、前記閾値を小さく設定する閾値設定手段を備えてよい。
- [0050] これにより、尻尾の動き量の傾向を踏まえて地震の予知を行うことができる。動物にはそれぞれ個体差があり、また、体調などの影響で通常状態での尻尾の動き量も変化すると考えられる。過去の傾向を加味した閾値を設定することができるため、地震予知の精度を高めることができる。

- [0051] また、前記地震予知装置は、さらに、前記地震予測手段により推定された震源の位置と、地震の発生が予測されていることとを含む地震情報を、インターネットのウェブサイト上で報知する報知手段を備えててもよい。
- [0052] これにより、地震の発生が予知されていることをより多くの人が知ることができる。
- [0053] また、前記予知装置は、さらに、前記取得装置を設置することを希望する新たな会員を受け付ける会員受付手段と、前記会員受付手段により受け付けられた新たな会員が設置する前記取得装置に対して、前記装置ＩＤを送付するＩＤ送付手段とを備え、前記管理手段は、さらに、前記新たな会員により設置された取得装置から取得される前記運動量情報を管理してもよい。
- [0054] これにより、地震予知の精度を高めることができる。なぜなら、本発明の地震予知システムは、取得装置が多いほど多くの情報を収集することができ、地震予知の精度を高めることができるためである。新規会員を受け付けることで、より多くの取得装置を全国に設置することが容易になる。
- [0055] なお、本発明は、地震予知装置及び地震予知システムとして実現できるだけではなく、当該地震予知装置を構成する処理部をステップとする方法として実現することもできる。また、これらステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現してもよい。さらに、当該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能なCD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)などの記録媒体、並びに、当該プログラムを示す情報、データ又は信号として実現してもよい。そして、それらプログラム、情報、データ及び信号は、インターネットなどの通信ネットワークを介して配信してもよい。

## 発明の効果

- [0056] 専門的観測所のみならず一般家庭向けの簡単な装置を用いることで地震を予知することができる。また、非常に高い精度で地震の発生を予知することができる。

## 図面の簡単な説明

[0057] [図1]図1は、実施の形態1の地震予知装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、実施の形態1の地震予知装置の外観図である。

[図3]図3(a)は、フトアゴヒゲトカゲの通常状態を示す図である。図3(b)は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てる様子を示す図である。

[図4]図4は、閾値テーブルの一例を示す図である。

[図5]図5は、実施の形態1の地震予知装置の動作を示すフローチャートである。

[図6]図6は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す図である。

[図7]図7は、実際に日本近辺で発生した最大震度4以上、マグニチュード5以上、震源の深さ100km以内の地震を示す図である。

[図8]図8は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す図である。

[図9]図9は、フトアゴヒゲトカゲが飼育ケージの中央を横切った回数と地震発生との関係を示す図である。

[図10]図10は、実施の形態1の地震予知装置の観測対象である動物の飼育ケージの詳細を示す図である。

[図11]図11(a)は、尻尾に備え付けられる反射板の一例を示す図である。図11(b)は、尻尾に備え付けられる反射板の一例を示す図である。図11(c)は、尻尾に備え付けられる反射板の一例を示す図である。

[図12]図12は、フトアゴヒゲトカゲのオスとメスとがそれぞれ尻尾を立てた回数を示す図である。

[図13]図13は、実施の形態1の地震予知装置の動作の変形例を示すフローチャートである。

[図14]図14は、実施の形態1の地震予知装置の変形例の構成を示すブロック図である。

[図15]図15は、実施の形態2の地震予知装置の構成を示すブロック図である。

[図16]図16は、実施の形態2の地震予知装置の外観図である。

[図17]図17は、実施の形態2の地震予知装置の動作を示すフローチャートである。

[図18]図18(a)は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す図である。図18(b)は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す図である。

[図19]図19は、実施の形態2の地震予知装置の構成の変形例を示すブロック図である。

[図20]図20は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係についてボーリンジャーバンドを用いて示す図である。

[図21]図21は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係についてボーリンジャーバンドを用いて示す図である。

[図22]図22は、フトアゴヒゲトカゲが飼育ケージの中央を横切った回数と地震発生との関係についてボーリンジャーバンドを用いて示す図である。

[図23]図23は、実施の形態3の地震予知システムのシステム構成を示す図である。

[図24]図24は、実施の形態3の情報取得装置及び予知装置の構成を示すブロック図である。

[図25]図25は、情報取得装置から出力される運動量情報の一例を示す図である。

[図26]図26は、情報取得装置の場所を特定するときに用いられる場所特定テーブルの一例を示す図である。

[図27]図27は、情報取得装置からの運動量情報を蓄積した運動量蓄積テーブルの一例を示す図である。

[図28]図28は、地震発生の判断に用いられる閾値テーブルの一例を示す図である。

[図29]図29は、インターネットで公開される地震予知のウェブサイトの一例を示す図である。

[図30]図30は、実施の形態3の予知装置の動作を示すフローチャートである。

[図31]図31(a)は、情報取得装置の設置場所の一例を示す図である。図31(b)は、地震発生場所と検出された運動量の関係の一例を示す図である。

[図32]図32は、情報取得装置の募集による新規登録の処理手順を示すフローチャートである。

### 符号の説明

- [0058] 100、300、400、600 地震予知装置  
110、410 観測対象  
120、320 計測部  
121 撮影部  
122、660 バッファ  
123 画像解析部  
130、630 地震判定部  
131、631 判断部  
132、632、820 記憶部  
133、433、633、823 閾値テーブル  
140、840 報知部  
201、201a、201b、201c、501、501a、501b、501c フトアゴヒゲトカゲ  
202 飼育ケージ  
203 カメラ  
204 コンピュータ  
210 遮蔽板  
221、222、223 反射板  
321 センサ部  
322 加速度判定部

- 323 尻尾運動推定部  
440 磁界印加部  
502a、502b コイル  
503 周波数変調装置  
504 電源  
650 蓄積部  
670 閾値決定部  
700、700a、700b、700c 情報取得装置  
780 情報出力部  
781 運動量情報  
800 予知装置  
810 管理部  
821 場所特定テーブル  
822 運動量蓄積テーブル  
830 地震予測部  
831 装置判別部  
832 場所推定部  
841 地震予測ウェブサイト  
850 会員受付部  
860 I D送付部  
900 インターネット

## 発明を実施するための最良の形態

[0059] (実施の形態1)

実施の形態1の地震予知装置は、地震の発生前に生じるE L F (E x t r e m e l y L o w F r e q u e n c y) 電磁場に反応する動物を観測することで地震を予知する。E L F電磁場とは、300Hz未満の超低周波数の電磁場である。

[0060] 図1は、実施の形態1の地震予知装置100の構成を示すブロック図であ

る。また、図2は、地震予知装置100の外観図である。図1の地震予知装置100は、観測対象110と、計測部120と、地震判定部130と、報知部140とを備える。

- [0061] 観測対象110は、尻尾を有する動物、特に、爬虫類である。実施の形態1では、図2に示すように、例えば、水槽のような透明の飼育ケージ202に入れられた3匹のフトアゴヒゲトカゲ201a、201b及び201cである。飼育ケージ202の内部には、フトアゴヒゲトカゲの体温調節に用いられるようなライト及びフトアゴヒゲトカゲの飼育に必要なもの（砂及び水など）が備え付けられている（図示せず）。
- [0062] 発明者は、3匹のフトアゴヒゲトカゲ201a、201b及び201cを用いた。3匹の内訳は、オス1匹201a並びにメス2匹201b及び201cである。フトアゴヒゲトカゲを用いた理由は、磁界に反応する（尻尾を立てる）ことと、丈夫で飼育がしやすいことである。フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てるのは警戒態勢に入っているためである。発明者は、フトアゴヒゲトカゲが低周波数の微弱磁界に対して尻尾を立てることを確認している。
- [0063] 図3（a）は、フトアゴヒゲトカゲの通常状態（尻尾が立っていない様子）を示す図である。図3（b）は、フトアゴヒゲトカゲの警戒状態（尻尾が立っている様子）を示す図である。ここで、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てるとは、例えば、尻尾の最も地面に近い点と尻尾の先端とを結ぶ線と地面とのなす角度が30度以上であることをいう。また、フトアゴヒゲトカゲは1匹でもよいが、個体毎の磁界への反応のバラツキを抑えるため、3匹とした。以下、特別に3匹のフトアゴヒゲトカゲの区別をしない場合はフトアゴヒゲトカゲ201と表記する。
- [0064] 計測部120は、観測対象110である尻尾を有する動物の尻尾の動き量を計測する。具体的には、フトアゴヒゲトカゲ201の尻尾が立った回数又は尻尾が立っている期間を計測する。計測部120は、撮影部121と、バッファ122と、画像解析部123とを備える。
- [0065] 撮影部121は、観測対象110を一定の時間間隔（以下、撮影間隔と記

載)で撮影する。撮影により得られた画像は、バッファ122に記憶される。撮影部121は、例えば、図2のデジタルスチルカメラ203に相当する。デジタルスチルカメラ203は、タイマ機能を備える。発明者は、撮影間隔を1分、2分又は2分30秒とした。また、飼育ケージ202の1つの側面方向から、飼育ケージ202の全体を撮影した。

[0066] なお、撮影部121は、接続されているコンピュータ204のタイマ機能を利用して1分、2分又は2分30秒毎に撮影してもよい。また、撮影部121は、動物の個体数と同じ数の誘導式のカメラを用いて、各カメラが常に同じ動物を撮影してもよい。例えば、フトアゴヒゲトカゲの尻尾などにセンサを装着し、カメラは当該センサを追跡することで、撮影範囲を変更することができる。

[0067] バッファ122は、撮影部121から出力される画像を記憶する。バッファ122は、例えば、図2のコンピュータ204のHD(Hard Disc)などの記録媒体である。なお、デジタルスチルカメラ203が備える内部メモリ、又は、デジタルスチルカメラ203に取り外し可能なメモリカードなどの記録媒体でもよい。

[0068] 画像解析部123は、バッファ122に記憶される画像を解析することで、画像に写っている動物の尻尾が立った回数又は尻尾が立っている期間を計測する。画像解析部123は、例えば、図2のコンピュータ204に相当する。

[0069] 画像解析部123は、例えば、画像解析ソフトウェアなどを用いて輪郭抽出処理を行うことで、画像の中からフトアゴヒゲトカゲ201を抽出する。さらに、抽出されたフトアゴヒゲトカゲ201の尻尾の形状を認識し、地面との角度を検出する。検出された角度が30度以上である場合に、フトアゴヒゲトカゲ201が1回尻尾を立てたと判断することで、尻尾が立った回数を計測する。

[0070] なお、画像解析部123は、尻尾が立った回数ではなく、尻尾が立っている期間を計測してもよい。具体的には、回数を計測する場合と同様にして検

出された角度が30度以上である場合に、フトアゴヒゲトカゲ201が、撮影間隔に相当する期間（1分など）、尻尾を立てていたと判断することで、尻尾が立っている期間を計測する。

- [0071] 地震判定部130は、計測部120により計測された動物の尻尾の動き量が予め定められた閾値に達したか否かを判定し、当該尻尾の動き量が閾値に達したと判定した場合に、地震が発生すると推定する。地震判定部130は、判断部131と、記憶部132とを備える。
- [0072] 判断部131は、記憶部132に記憶される閾値テーブル133を参照することで取得した閾値と、計測部120で計測された尻尾の動き量とを比較する。判断部131は、例えば、図2のコンピュータ204に相当する。
- [0073] 具体的には、計測部120が回数を計測した場合、判断部131は、尻尾が立った回数が閾値テーブル133に示される閾値以上であるか否かを判定する。尻尾が立った回数が当該閾値以上であると判定した場合に、判断部131は、地震が発生すると推定する。また、計測部120が期間を計測した場合、判断部131は、尻尾が立っている期間が閾値テーブル133に示される閾値以上であるか否かを判定する。尻尾が立っている期間が当該閾値以上であると判定した場合に、判断部131は、地震が発生すると推定する。
- [0074] 記憶部132は、閾値テーブル133を記憶する。記憶部132は、例えば、図2のコンピュータ204のHDなどに相当する。閾値テーブル133は、観測（撮影）を行っていた期間である観測時間と、撮影間隔と、尻尾が立った回数の閾値又は尻尾が立っている期間の閾値などの関係を示す。
- [0075] 図4は、閾値テーブルの一例を示す図である。同図に示す例では、閾値テーブル133は、観測時間と、撮影間隔と、尻尾が立った回数の閾値との関係を示している。同図に示すように、観測時間が長い程、閾値は大きく、撮影間隔が短い程、閾値は大きく設定されている。また、閾値は、例えば、過去の平均値の2倍若しくは3倍などの値、又は、過去の平均値に所定の数を加えた値などとして予め定められる。
- [0076] 報知部140は、判断部131で地震が発生すると推定された場合に、地

震が発生することを示す予知結果を報知する。報知部140は、例えば、スピーカ及び警報機の少なくとも1つを備え、地震の発生が推定された場合に、地震予知装置の近くにいる人間に警告を発する。報知部140は、例えば、コンピュータ204が備えるアラーム機能などである。

[0077] 次に、実施の形態1の地震予知装置の動作について説明する。

[0078] 図5は、実施の形態1の地震予知装置の動作を示すフローチャートである。

[0079] フトアゴヒゲトカゲ201の観測が開始されると、撮影部121は、所定の撮影間隔（例えば、1分）でフトアゴヒゲトカゲ201を撮影する（S101）。この撮影は、予め設定された観測時間（例えば、午前9時～午後9時までの12時間）に達するまで繰り返される。観測が終了すると（S102でNo）、画像解析部123は、画像を解析することで、フトアゴヒゲトカゲ201の尻尾が立っている回数を計測する（S103）。判断部131は、計測された回数が閾値に達したか否かを判定する（S104）。閾値に達していると判定した場合（S104でYes）、判断部131は、地震が発生すると推定する（S105）。閾値に達していないと判定した場合（S104でNo）、地震は発生しないものとして地震予知処理はそのまま終了される。

[0080] 以上により、実施の形態1の地震予知装置は、動物の尻尾の動き量を計測するという非常に簡単な構成で、地震を予知することができる。以下では、上述した構成により実際に地震を予知した例を示す。

[0081] 図6は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す図である。同図には、実際に2007年4月9日から2007年4月18日まで実施の形態1の地震予知装置を利用した場合におけるフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す。横軸は日付、縦軸はフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数である。

[0082] 同図で示す尻尾を立てた回数は、3匹のフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数の合計である。観測時間は、フトアゴヒゲトカゲの覚醒時間とほぼ等

しく、午前 8 時～午後 10 時の 14 時間とした。撮影間隔は 2 分 30 秒とした。また、図 6 は、実施の形態 2 の地震予知装置を利用した結果も同時に示しているが、これについては実施の形態 2 の説明時に述べる。

- [0083] 4 月 14 日にフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数が 32 回であり、4 月 9 日から 13 日までの平均回数である 8.6 回より遥かに多い（3.7 倍の頻度）ことが分かる。すなわち、フトアゴヒゲトカゲは明らかに通常とは異なる様子を示した。そして、翌日の 4 月 15 日 12 時 19 分に三重県中部（北緯 34.5 度、東経 136.2 度）を震源とする地震（震源の深さ約 16 km、マグニチュード 5.4）が発生した。なお、観測地点である京都市左京区の震度は 2 であった。また、震源と観測時点との距離は、およそ 63 km であった。
- [0084] これにより、フトアゴヒゲトカゲは、地震の前に発生する微弱な磁界と超低周波音を感じ取り、警戒態勢に入っていた（尻尾を立てた）と考えられる。発明者は、閾値を例えば 20 回とすることで、4 月 14 日のフトアゴヒゲトカゲの異常行動（尻尾を立てた）を基に、地震が発生すると予知することができた。
- [0085] さらに、地震予知の精度を高めるため、実施の形態 1 の地震予知システムを利用して、地震の予知を 2007 年 6 月 13 日まで期限を延長して実施した。撮影間隔は、4 月 6 日から 4 月 26 日までは 2 分 30 秒であり、4 月 27 日から 6 月 13 日までは 1 分である。観測時間は、ほぼ午前 8 時から午後 10 時の 14 時間である。なお、図 7 は、2007 年 3 月 23 日から 2007 年 6 月 13 日までに日本近辺で発生した地震の内、最大震度 4 以上、マグニチュード 5 以上かつ震源の深さ 100 km 以内の地震を示す図である。
- [0086] 図 8 は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す図である。同図には、2007 年 4 月 9 日から 2007 年 6 月 13 日まで、実施の形態 1 の地震予知装置を用いて地震の予知を実施した場合におけるフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す。同図の調整後の尻尾を立てた回数は、撮影間隔の違いと観測時間のバラツキとを調

整するために（式1）を用いて、撮影間隔は1分、観測時間は14時間となるように調整した回数である。

[0087] （式1）調整後の尻尾が立った回数＝尻尾が立った回数（実測値）×14  
÷観測時間×撮影間隔

[0088] 図7に示されるように、4月9日から6月13日までの間に、観測地点（京都市左京区）から半径130km以内に起こった最大震度4以上の地震は4月15日に発生した三重県中部地震だけである。上述の半径130kmは、地震からの超低周波数磁界が到達すると報告されている範囲である。ただし、地震の規模が大きい場合又は震源の深さが浅い場合には、より遠方に到達することも考えられる。

[0089] 地震が発生すると予測する基準となるトカゲの尻尾を立てた回数を示す閾値を50回とすると、発生前日の4月14日のみが該当する。これにより、観測地点付近（半径130km以内）で発生する最大震度4以上の地震を予知することができる。

[0090] 以上のように、実施の形態1における地震予知装置は、地震の前兆現象である10Hz未満の周波数を持つ磁界に対する動物の反応を検出することで、地震の予知を可能にする。また、身近な動物を用いることで、地震の予知が一般家庭でも可能となる。また、地震の前兆現象を利用することから、概ね地震発生の数時間～1日前に地震の発生を予知することができる。これにより、地震への対策（避難など）をとる時間を確保できる。また、地震発生までの時間が長期（1週間など）ではないため、地震発生までの間に人々がパニックになり社会の混乱などが起きることも防ぐことができる。

[0091] また、従来から、地震の発生前には動物が暴れるということは知られているが、動物の暴れた様子を定量化したものは少ない。非特許文献1には、ナマズの行動を分類し、その行動を定量化する技術が記載されているが、地震の発生との関係は明記されていない。これに対し、本実施の形態1では、動物の尻尾が立った回数を計測し、計測した回数と閾値とを比較することで、地震を予知する。このように、従来とは異なり、動物の尻尾の動きに着目し

、尻尾の動き量を定量化することに成功し、さらに、定量化した尻尾の動き量と地震との関係を明確にすることができる、より正確に地震を予知することができる。

- [0092] なお、動物の尻尾が立った回数又は立っている期間の計測に加えて、動物の他の異常行動を計測してもよい。例えば、異常行動には、単純に運動量が増加することや、壁、岩、及び木など飼育ケージ202内に備えられた障害物に登るという行動、又は、壁などをを利用して立ち上がるという行動もある。よって、フトアゴヒゲトカゲが飼育ケージ202の中央を横切る回数又は壁などに登っている回数若しくは期間を計測するという構成にしてもよい。さらに、尻尾を立てた回数と壁などに登っている回数と飼育ケージ202の中央を横切る回数又は壁などをを利用して立ち上がるという動作とを組み合わせて地震の予知を実行してもよい。
- [0093] これにより、尻尾だけを用いて地震の予知を行う場合よりも、予知の精度を向上させることができる。
- [0094] 図9は、フトアゴヒゲトカゲが飼育ケージの中央を横切った回数と地震発生との関係を示す図である。同図には、2007年7月9日から2007年7月23日まで、フトアゴヒゲトカゲ201が飼育ケージ202の中央を横切る回数と地震発生との関係を示す。
- [0095] 同図で示された期間中に発生した最大震度4以上の地震は、2007年7月16日に発生した最大震度6強、マグニチュード6.8、震源の深さが17kmの新潟県上中越沖地震のみである。
- [0096] 地震が発生すると予測する基準となるトカゲの尻尾を立てた回数を示す閾値を140回とすると、地震発生2日前の7月14日のみが該当する。このことから、トカゲが尻尾を立てる回数のみならず、飼育ケージの中央を横切る回数を観測することでも、地震の予知が可能であることがわかる。
- [0097] また、実施の形態1では、動物の行動範囲を限定するための透明の包囲体の1つである透明の飼育ケージ202を用いたが、さらに、飼育ケージ202の下部を隠蔽してもよい。

[0098] 図10は、実施の形態1の地震予知装置の観測対象である動物の飼育ケージの詳細を示す図である。同図は、飼育ケージ202を側面方向から見た図である。すなわち、デジタルスチルカメラ203が撮影した時に得られる画像である。同図に示すように、飼育ケージ202の下部に、遮蔽板210が備えられる。

[0099] 遮蔽板210は、例えば、光の透過を防止する紙、板及びプラスチックなどである。これにより、撮影した画像から尻尾を抽出する場合に、尻尾が立っている場合のみ抽出が可能となる。遮蔽板210の大きさ（高さ）は、動物の尻尾の長さと尻尾を立てたとみなす角度とから算出される。例えば、尻尾の長さをL（cm）、尻尾を立てたとみなす角度をθとすると、遮蔽板210の高さH（cm）は、（式2）で表される。

[0100] （式2）  $H = L \times \sin \theta$

なお、遮蔽板210に相当する範囲を塗料などで塗り潰してもよい。

[0101] さらに、このとき、動物の尻尾の先端部に、当該尻尾の位置を強調する手段を備えてもよい。強調する手段とは、例えば、光を反射する反射板である。

[0102] 図11は、尻尾に備え付けられる反射板の一例を示す図である。反射板は、いかなる形状及び材質でもよい。反射板を備えることで、撮影した画像から尻尾を抽出することがより容易になる。例えば、外部から赤外線を照射し、赤外線カメラを用いて撮影することで、反射板の位置を容易に検出することができる。このとき、遮蔽板210は、赤外線を透過させない紙又はパーマロイなどの材質からなる板などであることが好ましい。

[0103] 図11（a）に示す反射板221は、尻尾の先端部に巻きつける反射テープであり、尻尾に確実に固定できる。このため、動物が動き回ることで、外れてしまうことなどを防ぐことができる。

[0104] 図11（b）に示す反射板222は、尻尾の先端部に巻きつける反射テープであり、一部を1cm程度垂らしている。これにより、反射の領域を充分に確保しつつ、尻尾と反射テープとが触れ合う面積を小さくすることができ

る。よって、動物にかかる負担を軽減することができる。

- [0105] 図11(c)に示す反射板223は、尻尾の付け根側は太く、先端側は細くなる形状の反射板である。これにより、尻尾の方向を認識することができるようになる。
- [0106] なお、反射板を尻尾に備え付ける代わりに、トリチウムなどの発光し続ける物質又は蛍光塗料などを尻尾に塗ってもよい。また、LED(Light Emitting Diode)などの発光素子を備え付けてもよい。
- [0107] また、反射板を尻尾に備え付ける代わりに、小型の磁界発生器などを尻尾に備え付けてもよい。このとき、遮蔽板210は、磁界の透過を防止する紙、板又はプラスチックなどである。また、デジタルスチルカメラ203の代わりに、磁界検出器を用い、磁界検出器は、磁界発生器からの磁界を検出する。120は、例えば、磁界を検出した回数を尻尾が立った回数として計測する。
- [0108] また、実施の形態1では、観測対象110としてオス1匹とメス2匹とを用いた。図12は、フトアゴヒゲトカゲのオスとメスとがそれぞれ尻尾を立てた回数を示す図である。同図には、2007年4月14日(三重地震の前日)に尻尾が立った回数を示す。
- [0109] 同図に示すように、メスは、オスに比べて非常に多く尻尾を立てている。そもそも、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てる行動は、仲間に危険を知らせる場合と、オス同士が喧嘩する場合(メスは、滅多に喧嘩をしない)と、オスがメスに求愛する際にオスが興奮して尾を立てる場合などがある。
- [0110] 実施の形態1では、1匹のみのフトアゴヒゲトカゲを飼育し観測するより、複数のフトアゴヒゲトカゲを飼育し観測することが好ましい。なぜなら、1匹では危険を知らせる相手がないために、尻尾を立てることが少なくなると考えられるからである。
- [0111] さらに、このとき、複数のメスのフトアゴヒゲトカゲを用いることがより好ましい。なぜなら、オスは、メスに比べ磁界に対して敏感であるため、些細な磁界の変化に尾を立てるものの、磁界の変化に対する慣れが生じ、図1

2に示すように地震の前には尻尾を立てる回数が少ないうえに、オスはメスに比べて喧嘩する場合が多いいためである。つまり、オスは、地震発生前の超低周波数の磁界を検出して尻尾を立てているのか、喧嘩をして尻尾を立てているのかを判別することが難しいためである。また、オスがいない場合は、発情期の影響を受けずに、地震予知の精度をより向上させることができる。

- [0112] また、実施の形態1では、観測時間が終了してから地震が発生するか否かを推定するとしたが、フトアゴヒゲトカゲの撮影毎に地震が発生するかを推定してもよい。図13は、実施の形態1の地震予知装置の動作の変形例を示すフローチャートである。
- [0113] フトアゴヒゲトカゲ201の観測が開始されると、撮影部121は、所定の撮影間隔（例えば、1分）でフトアゴヒゲトカゲ201を撮影する（S201）。画像解析部123は、撮影することで得られた画像のフトアゴヒゲトカゲ201の尻尾が立っているか否かを判定する（S202）。
- [0114] 尻尾が立っている場合（S202でY e s）、計測部120は、尻尾が立った回数を数えるカウンタに1を加える（S203）。判断部131は、カウンタの値を読み出し、カウント値が閾値に達したか否かを判断する（S204）。カウント値が閾値に達した場合（S204でY e s）、判断部131は、地震が発生すると推定する（S205）。
- [0115] カウント値が閾値に達していない場合（S204でN o）、及び、尻尾が立っていない場合（S202でN o）、撮影が継続される（S206）。そして、観測時間の終了まで以上の処理（S201～S206）が繰り返される。観測が終了すると（S206でY e s）、計測部120はカウンタの値をクリアし、地震予知は終了される（S207）。
- [0116] 以上の地震予知方法であれば、地震が発生するか否かの判断を観測時間が終了するまで待つ必要が無く、設定しておいた閾値に達した時点で、地震が発生するものと推定できる。これにより、より早く地震の発生を予知することができる。
- [0117] また、実施の形態1における地震予知装置では、撮影部121はスチルカ

メラであったが、ビデオカメラとしてもよい。この場合、画像解析部123は、撮影部121で取得される動画像を解析することで、尻尾が立った回数及び尻尾が立っている期間を計測する。これにより、スチルカメラを用いた場合に比べて、より正確な回数及び期間を計測することができる。よって、地震予知の精度を向上させることができる。

- [0118] また、実施の形態1の地震予知装置は、観測対象110を撮影するのではなく、センサなどを用いて直接、尻尾の動き量を計測してもよい。
- [0119] 図14は、実施の形態1の地震予知装置の変形例の構成を示すブロック図である。同図の地震予知装置300は、図1の地震予知装置100と比べて、計測部120の代わりに計測部320を備える点が異なっている。以下では、図1の構成と異なる点を中心に説明し、同じ点は説明を省略する。
- [0120] 計測部320は、計測部120と同様に、観測対象110である動物の尻尾の動き量を計測する。具体的には、フトアゴヒゲトカゲ201の尻尾が立った回数を計測する。計測部320は、センサ部321と、加速度判定部322と、尻尾運動推定部323とを備える。
- [0121] センサ部321は、例えば、動物の尻尾の動きの加速度を検出する加速度センサである。加速度センサは、フトアゴヒゲトカゲ201の尻尾の先端部に備え付けられる。加速度センサが取得した加速度データは、赤外線通信などの無線通信を介して、加速度判定部322に送信される。
- [0122] 加速度判定部322は、センサ部321によって検出された加速度が、所定の閾値以上であるか否かを判定する。閾値は、フトアゴヒゲトカゲ201が尻尾を立てずに飼育ケージ202内を動き回っているときに検出される加速度の平均値から決定されてもよい。例えば、当該加速度の平均値の整数倍などとしてもよい。また、実際に、尻尾を立てたときに検出される加速度の平均値から決定されてもよい。例えば、尻尾を立てたときに検出される加速度の平均値の80%などとしてもよい。判定結果は、尻尾運動推定部323に出力される。なお、加速度判定部322は、例えば、図2のコンピュータ204に相当する。

- [0123] 尻尾運動推定部323は、加速度判定部322の判定結果を受け取り、センサ部321で検出された加速度が閾値以上であると判定された場合を尻尾が立ったとみなすことで、尻尾が立った回数及び尻尾が立っている期間を計測する。
- [0124] 以上の構成により、画像解析ソフトなどを必要とせずに、地震を予知することができる。
- [0125] なお、センサ部321は、軽量小型のバッテリ内蔵の距離センサでもよく、例えば、フトアゴヒゲトカゲ201の尻尾に備え付けられ、地面との距離を感知するセンサでもよい。ここで、尻尾の先端と地面との距離が一定値（例えば5cm）を超えた場合に、フトアゴヒゲトカゲ201は尻尾を立てているものと見なしてもよい。この距離の一定値は、（式2）で算出されるH(cm)でもよい。
- [0126] または、地面から一定の高さ（例えば、（式2）のH(cm））に赤外線レーザを張り巡らせ、フトアゴヒゲトカゲ201が尻尾を立てた場合にレーザ面を尻尾が横切ることを検知することにより、フトアゴヒゲトカゲ201が尻尾を立てたことを感知するものでもよい。なお、このとき、フトアゴヒゲトカゲの背中にもセンサを備え付け、背中と尻尾との距離を算出することで、尻尾がどの程度立っているかを検出してもよい。その他、尻尾を立てていることを感知できるものであればいかなるものでもよい。
- [0127] また、観測対象の温度を可視化するサーモグラフィなどを用いて、尻尾が立っているか否かを判断してもよい。このとき、遮蔽板210は、熱を発しない又は吸収する材質でできていることが望ましい。また、尻尾に温度センサを備え付け、尻尾の温度を測定してもよい。フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てていると尻尾は充血して、温度が上昇する。したがって、検出した温度が所定の閾値に達した場合に、尻尾が立ったとみなすことで、地震を予知することができる。
- [0128] (実施の形態2)
- 実施の形態2の地震予知装置は、動物が超低周波磁界(ELF電磁場)と

超低周波音とによって地震発生前に地震の発生を知覚しているという考えに基づいている。地震の前兆現象として、超低周波磁界は、震源を中心として数 100 km の距離まで到達する一方、超低周波音は、震源から数 1000 km の距離にまで到達する。観測対象となる動物に超低周波数の微弱磁界を印加することで、動物が地震からの超低周波音を感じるだけで地震に対して反応するという点で実施の形態 1 の地震予知装置と異なる。動物への磁界の印加により、地震の発生前に生じる超低周波音への反応を顕著にし、より離れた地点で起こる地震に対しても反応するため、地震の予知の精度を向上させることができる。以下、実施の形態 1 と同じ点は説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

[0129] 図 15 は、実施の形態 2 の地震予知装置 400 の構成を示すブロック図である。同図の地震予知装置 400 は、図 1 の地震予知装置 100 の構成と比較して、観測対象 110 及び閾値テーブル 133 の代わりに観測対象 410 及び閾値テーブル 433 が加えられ、さらに、新たに磁界印加部 440 が加えられた点が異なっている。また、図 16 は、実施の形態 2 の地震予知装置 400 の外観図である。同図の地震予知装置 400 は、図 2 の地震予知装置 100 と比較して、磁界印加装置が新たに加えられている。

[0130] 観測対象 410 は、実施の形態 1 で用いたフトアゴヒゲトカゲ 201 とは異なる 3 匹のフトアゴヒゲトカゲである。3 匹の内訳は、オス 1 匹 501a 並びにメス 2 匹 501b 及び 501c である。以下、特別にフトアゴヒゲトカゲを区別しない場合は、フトアゴヒゲトカゲ 501 と表記する。

[0131] 閾値テーブル 433 は、観測時間と、撮影間隔と、尻尾が立った回数の閾値又は尻尾が立っている期間の閾値などの関係を示す。動物に対して磁界を印加することで、尻尾を立てる回数及び尻尾を立てている期間は大きくなる。したがって、閾値テーブル 433 に示される閾値も、閾値テーブル 133 に示される閾値より大きい値となる。

[0132] 磁界印加部 440 は、所定の周波数及び所定の磁束密度を持つ交流磁界を観測対象 410 である動物に印加する処理部である。磁界印加部 440 は、

例えば、図16に示すように、2つのコイル502a及び502bと、周波数変調装置503と、電源504とに相当する。

- [0133] コイル502a及び502bは、観測対象であるフトアゴヒゲトカゲ501を挟むように設置される。これにより、2つのコイル502a及び502bに挟まれた空間に磁界を発生させることができる。なお、一例として、コイル502a及びコイル502bは、1m×1mのほぼ正方形状のコイルであり、70cm離して設置されている。
- [0134] 周波数変調装置503は、コイル502aに6Hz、0.1～2μTの磁界を、コイル502bに8Hz、0.1～2μTの磁界をそれぞれ発生させるように、コイル502a及び502bに電流を供給する。これらの周波数及び磁束密度は、0.01～100Hzの周波数及び1pT～90μTの磁束密度の範囲に含まれる。なお、波形は、正弦波、方形波、ランプ波、三角波、パルス波又はノイズ波とする。上記の周波数は、一般に動物が敏感に反応する周波数であり、上記の磁束密度は、地磁気（約20～90μT）と同等又は地磁気より弱く、動物に対して負担とならない磁束密度である。
- [0135] 電源504は、家庭用電源などである。
- [0136] なお、計測部120は、磁界印加部440が磁界を印加する期間である印加期間中に、観測対象410である動物の尻尾が立った回数又は尻尾が立っている期間を計測する。
- [0137] 以上の構成により、超低周波数（0.01～100Hz）の微弱磁界（1pT～90μT）をフトアゴヒゲトカゲ501の生体に印加することで、フトアゴヒゲトカゲ501は、地震発生前に生じる超低周波音に敏感に反応するようにすることができる。
- [0138] 次に、実施の形態2の地震予知装置の動作について説明する。
- [0139] 図17は、実施の形態2の地震予知装置の動作を示すフローチャートである。
- [0140] 磁界印加部440は、フトアゴヒゲトカゲ501に上記の磁界を印加する（S301）。撮影部121は、所定の撮影間隔（例えば、1分）で、フト

アゴヒゲトカゲ501を撮影する（S302）。この撮影は予め設定された観測時間（例えば、午前9時～午後9時までの12時間）の終了まで繰り返される（S303でYes）。

- [0141] 観測が終了すると（S303でNo）、磁界印加部440は磁界の印加を終了する（S304）。画像解析部123は、画像を解析することで、フトアゴヒゲトカゲ501の尻尾が立っている回数を計測する（S305）。判断部131は、計測された回数が閾値に達したか否かを判定する（S306）。閾値に達していると判定した場合（S306でYes）、判断部131は、地震が発生すると推定する（S307）。閾値に達していないと判定した場合（S306でNo）、地震は発生しないものとして地震予知処理はそのまま終了される。
- [0142] 以上により、実施の形態2の地震予知装置は、動物に対して所定の磁界を印加することで、地震の前に発生するELF電磁場に敏感に反応するようにさせる。これにより、より微弱な電磁場に動物は反応することができ、地震予知の精度を向上させることができる。以下では、上述した構成により実際に地震を予知した例を示す。
- [0143] 図18は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す図である。図18（a）には、2007年3月15日から2007年3月31日まで、実施の形態2の地震予知装置を利用した場合におけるフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す。横軸は日付、縦軸はフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数である。
- [0144] 図18（b）には、観測時間（磁界印加時間）と、撮影間隔と、調整後の尻尾を立てた回数とを示す。撮影間隔及び観測時間に日によってばらつきがあるため、撮影間隔を2分30秒、観測時間を14時間とした場合の数値に変換した。変換に用いた式は上述の（式1）で表される。
- [0145] 3月24日以降、撮影間隔を2分としたのは、3月24日のフトアゴヒゲトカゲ501の様子が明らかに通常とは異なっており、より詳しく観察したためである。なお、フトアゴヒゲトカゲ501に対する磁界の印加は200

7年3月4日から実施していた。磁界印加期間を観測中のみ（すなわち、フトアゴヒゲトカゲの覚醒時間）にした理由は、磁界の印加は少なからずフトアゴヒゲトカゲ501の負担となるので、この負担を軽減するためである。なお、磁界の印加は、覚醒中ではなく、睡眠中だけとしてもよい。また、観測対象となる動物によっては、1日中磁界を印加してもよい。

[0146] 3月23日にトカゲが尻尾を立てた回数は、17回であり、増加傾向がみられ、地震前日の3月24日は22.4回であった。これらは、3月15日から3月22日までの平均回数である4.7回より遥かに多い（それぞれ約3.7倍、約4.8倍の頻度）。そして、3月25日午前9時41分に能登半島沖（北緯37.1度、東経136.4度）を震源とする地震（震源の深さ約11km、マグニチュード6.9）が発生した。なお、3月25日の地震発生以後も尻尾を立てた回数が8.8～20.8回と多くなっているが、これは能登半島沖地震の余震（3月26日（マグニチュード4.8）、3月28日（マグニチュード4.9）など）及び震度3以上の地震などが全国で多発した（3月26、27、28、30及び31日に発生）影響を受けたものと考えられる。

[0147] さらに、実施の形態1で説明した図6は、実際に2007年4月9日から2007年4月15日まで、実施の形態2の地震予知装置を利用した場合におけるフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係を示す。横軸は日付、縦軸はフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数である。磁界の印加期間は、観測時間と同様にフトアゴヒゲトカゲの覚醒時間とほぼ等しく、午前8時～午後10時の14時間とした。撮影間隔は2分30秒とした。

[0148] 4月13日にフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数は32回であり、4月14日にフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数は48回であった。これらは、4月9日から4月12日までの平均回数である9.3回より遥かに多い（それぞれ約3.4倍、約5.2倍の頻度）。そして、4月15日12時19分に三重県中部（北緯34.5度、東経136.2度）を震源とする地震（震源の深さ約16km、マグニチュード5.4）が発生した。

- [0149] 以上の実験結果から3月15日から4月20日までに京都市付近で発生した比較的大規模な地震について2度とも地震の予知に成功することができた。また、2度とも、発生の2日前からフトアゴヒゲトカゲは地震を感じていたことが分かる。
- [0150] なお、実施の形態1と比較すると、実施の形態2では、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てる頻度は大きくなつたことが分かる。さらに、通常状態の尻尾を立てる回数が安定し、地震発生の前後にのみ尻尾を立てた回数が大きくなるのがより顕著に観測することができた。すなわち、実施の形態2の地震予知装置は、実施の形態1に比べて地震発生の検出感度が向上（S/N比が向上）するという利点がある。さらに、予め超低周波磁界を印加することにより、超低周波音を感知するだけで、地震を感知することができると考えられることから、より遠方の地震に対しても反応できる。
- [0151] 以上のように、実施の形態2の地震予知装置は、予め毎日、フトアゴヒゲトカゲに磁界を印加し、超低周波音に対する反応をより敏感にすることで、地震の予知をより早く実現することができる。
- [0152] また、磁界を印加したフトアゴヒゲトカゲ（印加群）と磁界を印加していないフトアゴヒゲトカゲ（非印加群）との両者を用いることで、より精度の高い地震の予知が可能となる。印加群と非印加群とのそれぞれが尻尾を立てた回数が、それぞれに設定された閾値を共に超えた場合に地震が発生するものと推定することで、より確実な地震の予知が実行できる。
- [0153] 印加群は、地震発生の数日前から、より遠くで発生する前兆現象を感知する。非印加群は、地震発生のおよそ1日前から前兆現象を感知する。両者を観測することで、印加群の反応を基に数日前から地震の発生の可能性を予知することができ、非印加群の反応を基により具体的に発生の日付を予知することができる。
- [0154] また、非印加群のみでは、磁界に対する反応が印加群ほど強くはなく、予知に用いるフトアゴヒゲトカゲによっては、地震の予知がやや困難になる。ここで、印加群も予知に使用することで、磁界に対する反応がより顕著に表

れ、地震の予知を容易にすることができます。

[0155] なお、実施の形態2では、尻尾が立った回数の閾値又は尻尾が立っている期間の閾値を予め定められた固定値としたが、過去の回数又は期間などのデータから統計的に閾値を算出してもよい。

[0156] 図19は、実施の形態2の地震予知装置の変形例の構成を示す図である。同図に示す地震予知装置600は、図15の地震予知装置400と比べて、地震判定部130の代わりに地震判定部630を備え、さらに、新たに蓄積部650と、バッファ660と、閾値決定部670とを備える点が異なる。以下では、同じ点は説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

[0157] 地震判定部630は、計測部120により計測された動物の尻尾の動き量が、閾値決定部670で決定された閾値に達したか否かを判定し、当該尻尾の動き量が閾値に達したと判定した場合に、地震が発生すると推定する。地震判定部630は、判断部631と、記憶部632とを備える。なお、以下では、尻尾の動き量として、尻尾が立った回数を例に挙げて説明する。

[0158] 判断部631は、記憶部632に記憶される閾値テーブル633を参照することで取得した閾値と、計測部120で計測された尻尾が立った回数とを比較する。具体的には、判断部631は、尻尾が立った回数が、閾値テーブル633に示される閾値以上であるか否かを判定する。尻尾が立った回数が当該閾値以上であると判定した場合に、判断部631は、地震が発生すると推定する。判断部631は、例えば、コンピュータ204に相当する。

[0159] 記憶部632は、閾値テーブル633を記憶する。記憶部632は、閾値決定部670で決定された閾値が入力されると、閾値テーブル633の内容を更新する。なお、閾値テーブル633は、閾値テーブル133と同様に、例えば、観測時間と、撮影間隔と、尻尾が立った回数の閾値などとの関係を示す。記憶部632は、例えば、コンピュータ204のHDなどに相当する。

[0160] 蓄積部650は、計測部120で計測された尻尾が立った回数及び当該回数の計測条件などをバッファ660に蓄積する。回数の計測条件は、例えば

、撮影を行った日時、観測時間、撮影間隔、地震発生の有無及び観測対象の動物の種類などである。

- [0161] バッファ660は、計測部120で計測された尻尾が立った回数を、撮影を行った日毎に管理して記憶する。
- [0162] 閾値決定部670は、バッファ660に記憶される過去のデータを利用して、統計的手法により尻尾が立った回数の閾値を決定する。ここでは、統計的手法の1つであるボリンジャーバンドを用いて閾値を決定する。
- [0163] 以下では、例として、実施の形態2で得られたフトアゴヒゲトカゲの尻尾が立った回数に対して、ボリンジャーバンドを用いた場合について説明する。ボリンジャーバンドは、(式3)及び(式4)で算出されるバンド上限線とバンド下限線との間を示す。(式3)及び(式4)に示される移動平均線は、前日までの7日間のフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数の平均値である。標準偏差は、前日までの7日間の標準偏差である。
- [0164] (式3) バンド上限=移動平均線+標準偏差×2
- [0165] (式4) バンド下限=移動平均線-標準偏差×2
- [0166] ボリンジャーバンドの上限と下限との範囲は、およそ95%の確率でフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数が入ることを示している。すなわち、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数がボリンジャーバンドから外れる確率はおよそ5%であり、非常に稀な現象である。
- [0167] 閾値決定部670は、ボリンジャーバンドの上限の値を、地震発生とみなす閾値として決定する。つまり、地震判定部630は、フトアゴヒゲトカゲが通常とは明らかに異なる行動をとった場合に、地震が発生すると予測した。以下では、ボリンジャーバンドの上限を超えたものをシグナルという。
- [0168] 上述したように、地震前に発生する超低周波音と超低周波磁界とをトカゲが感知することにより、尻尾を立てて警戒態勢に入ると考えられることから、トカゲの反応は、地震の規模(マグニチュード)及び震源の深さなどにも関連していると考えられる。このことから、以下では、「最大震度4以上、マグニチュード5以上かつ震源の深さ100km以内」の地震を対象に地震

の予知を実施した。

- [0169] 図20は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係についてボリンジャーバンドを用いて示す図である。同図には、3月22日から4月26日までの磁界印加群のフトアゴヒゲトカゲ501が尻尾を立てた回数、7日間移動平均線、ボリンジャーバンド及び地震の発生日を示す。
- [0170] なお、図20に示されるフトアゴヒゲトカゲ501が尻尾を立てた回数は、(式1)を用いて観測時間の調整済みの回数である。また、3月15日から3月21日までの期間は、各日以前7日間のデータがなく、ボリンジャーバンドを作成できないため示されていない。通常、フトアゴヒゲトカゲ501は飼育ケージ202内に備えられたライトの下の温かい場所にいることが多いため、撮影範囲は、ライトの下を含む飼育ケージ202の約半分とした。また、撮影間隔は、3月24日から4月5日の間は2分、それ以外は2分30秒とした。
- [0171] 図21は、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数と地震発生との関係についてボリンジャーバンドを用いて示す図である。同図には、5月4日から6月13日までの磁界印加群のフトアゴヒゲトカゲ501が尻尾を立てた回数、7日間移動平均線、ボリンジャーバンド及び地震の発生日を示す。
- [0172] なお、図21に示されるフトアゴヒゲトカゲ501が尻尾を立てた回数は、(式1)を用いて観測時間の調整済みの回数である。また、より確実にフトアゴヒゲトカゲ501の姿を捕らえるため、撮影範囲は、飼育ケージ202全体、撮影間隔は1分とした。また、4月27日より撮影範囲及び撮影間隔を変更したため、5月3日以前についてボリンジャーバンドを作成できないため、4月27日から5月3日までの期間は示されていない。
- [0173] 図20及び図21に丸で囲んで示すように、シグナルは、3月23日、3月24日、4月13日、4月14日、4月21日、5月17日、5月19日及び6月1日の計8回検出された。これらのシグナルの内、5回(3月23日、3月24日、4月13日、4月14日及び5月17日)については、シグナルの検出された日から2日以内に、図7に示すように「最大震度4以上

、マグニチュード5以上、かつ、震源の深さ100km以内」の地震が発生した。また、残りの3回の内、2回（4月21日及び5月19日）については、シグナルが検出された当日に、上述した基準を満たす地震が発生した。

[0174] 以上のことから、「最大震度4以上、マグニチュード5以上、かつ、震源の深さ100km以内」の地震とフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数から算出されたシグナルとの関係には、強い相関関係が見られることが判明した。

[0175] また、図7に示すように4月26日に愛媛県東予地方で発生した地震（最大震度4、マグニチュード5.3）及び6月11日に能登半島沖で発生した地震（最大震度4、マグニチュード5.0）については、シグナルが検出されなかった（4月27日に十勝沖で発生した地震については、データなしのため判別できない）。しかし、4月26日に愛媛県東予地方で発生した地震については2日前に、能登半島沖で発生した地震については1日前に、それぞれフトアゴヒゲトカゲ501が尻尾を立てた回数は増加しており、地震に反応していたと考えられる。

[0176] なお、上述したフトアゴヒゲトカゲ501が尻尾を立てた回数に対するボリンジャーバンドを用いた地震予知に加えて、フトアゴヒゲトカゲ501が飼育ケージ202の中央を横切った回数に対するボリンジャーバンドを用いた地震予知を行ってもよい。この場合、図19の画像解析部123は、フトアゴヒゲトカゲ501が尻尾を立てた回数を数えることに加えて、フトアゴヒゲトカゲ501が飼育ケージ202の中央を横切った回数を数える。

[0177] 図22は、フトアゴヒゲトカゲが飼育ケージの中央を横切った回数、つまり尻尾の移動距離と地震発生との関係についてボリンジャーバンドを用いて示す図である。同図には、7月2日から7月23日までの磁界印加群のフトアゴヒゲトカゲ501が飼育ケージ202の中央を横切った回数、7日間移動平均線、ボリンジャーバンド及び地震の発生日を示す。また、7月2日から7月8日までの期間は、各日以前7日間のデータがなく、ボリンジャーバンドを作成できないため示されていない。

- [0178] 図中に丸で囲んで示すように、シグナルは、7月14日、7月15日で検出された。シグナルが検出された日から2日以内に、最大震度6強、マグニチュード6.8、震源の深さが17kmの新潟県上中越沖地震が発生している。すなわち、上述した基準を満たす地震に反応して、フトアゴヒゲトカゲ501が飼育ケージ202の中央を横切る回数が増えていること、つまり、尻尾の運動量が増加していることがわかる。
- [0179] 以上のように、ボリンジャーバンドを用いてフトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てた回数に加えて、飼育ケージの中央を横切った回数、つまり、トカゲの尻尾の運動量を解析することで、より精度の高い地震の予知を実施することができる。
- [0180] なお、ボリンジャーバンドを算出する場合において、(式3)及び(式4)に示すように標準偏差に乗ずる値を2としたが、他の値としてもよい。例えば、乗ずる値を1とすれば、ボリンジャーバンド内に尻尾を立てた回数が収まる確率はおよそ68%となり、乗ずる値を3とすれば、およそ98%となる。また、移動平均線の算出においても、7日ではなく、例えば、5日、10日、30日、3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月などとしてもよい。
- [0181] また、上述したボリンジャーバンド及び動物の運動量を表示したグラフを(つまり、図20～図22に示すグラフ)、コンピュータ204が備えるモニタに自動で表示してもよい。
- [0182] (実施の形態3)
- 図23は、実施の形態3の地震予知システムの一般的なシステム構成を示す図である。同図の地震予知システムは、情報取得装置700a、700b及び700cと、予知装置800とから構成されている。情報取得装置700a、700b及び700cと、予知装置800とは、それぞれインターネット900を介して接続されている。なお、情報取得装置、700b及び700cは地理的に異なる場所に設置されていることが望ましく、3台に限定する必要はない。以下、特別に3台の情報取得装置の区別をしない場合は情報取得装置700と表記する。

- [0183] 図24は、実施の形態3の情報取得装置及び予知装置構成を示すブロック図である。まず、情報取得装置700について説明する。図24の情報取得装置700は、観測対象110と、計測部120と、情報出力部780とを備える。ここで、観測対象110と計測部120とは、図1の観測対象110と計測部120と同じであるので、説明は省略する。
- [0184] ここで、観測対象110は、他の実施の形態と同様に、尻尾を有する動物（特に、爬虫類）であり、具体的には、トカゲ（一例として、フトアゴヒゲトカゲ）である。計測部120は、尻尾を有する動物の尻尾の動き量を計測するが、さらに、他の動物の運動量を計測してもよい。
- [0185] 例えば、他の動物とは、地震前に運動量が変動することを特徴とする動物であり、例えば、金魚、ボラ、メダカ、フナ、コイ、熱帯魚、グッピー、ドジョウ、カレイ、ナマズ、ウミヤツメ、サケ、マス若しくはウナギ等の魚類、イモリ、カエル若しくはサンショウウオ等の両生類、トカゲ、ヘビ、カメ、ワニ、ヤモリ若しくはイグアナ等の爬虫類、インコ、カラス、ガチョウ、アヒル、カナリア、ジュウシマツ、ブンチョウ、コマドリ、ハト、カラス、スズメ、カモメ、ヒヨ、キジ若しくは鶴等の鳥類、ネコ、犬、ネズミ、イタチ、モグラ、イルカ、ハムスター、モルモット、リス、チンチラ、フェレット、ウサギ、牛、豚、馬、イノシシ、トラ若しくはライオン等の哺乳類、カブトムシ、クワガタムシ、テントウムシ、蝶、ハチ、クモ、ムカデ、ミノムシ、アリ、コオロギ、スズムシ、バッタ、カマキリ、アリジゴク、トンボ、ゲンゴロウ、アメンボ若しくはゴキブリ等の昆虫、カニ、ザリガニ、エビ、ロブスター、ヤドカリ若しくはダンゴムシ等の節足動物、貝、イカ若しくはカタツムリ等の軟体動物、線虫等の線形動物、又は、ミミズ等の環形動物等であってもよい。
- [0186] 情報出力部780は、計測部120で計測された尻尾の動き量などの運動量を含んだ運動量情報781を出力する。ここで、運動量情報781とは、図25に示されるように運動量と、観測日と、観測時間と、撮影間隔と、動物の種類と、異常行動種別と、情報取得装置を特定するための装置IDとを

関連付けた情報である。

- [0187] 予知装置 800 は、管理部 810 と、記憶部 820 と、地震予測部 830 と、報知部 840 と、会員受付部 850 と、ID 送付部 860 とを備える。
- [0188] 管理部 810 は、情報取得装置 700 から出力された運動量情報 781 を受け取り、記憶部 820 が記憶する運動量蓄積テーブル 822 に蓄積する。
- [0189] 記憶部 820 は、場所特定テーブル 821 と、運動量蓄積テーブル 822 と、閾値テーブル 823 とを記憶する。
- [0190] ここで、場所特定テーブル 821 は、図 26 に示すように情報取得装置 700 を特定する装置 ID と、当該情報取得装置 700 の設置場所を特定する情報などとを関連付けた情報テーブルである。なお、設置場所を特定する情報は、図 26 に示すように、住所でもよく、又は、緯度と経度とでもよい。
- [0191] 運動量蓄積テーブル 822 は、情報取得装置 700 から出力された運動量情報 781 を保存する情報テーブルである。図 27 は、運動量蓄積テーブル 822 の一例を示す図である。同図に示すように、特に、動物の種類がトカゲなどの尻尾を有する動物の場合は、尻尾が立った回数又は尻尾が立っている期間などが好ましい。
- [0192] 閾値テーブル 823 は、例えば、図 28 に示すように装置 ID と、観測時間と、撮影間隔と、動物の種類と、異常行動種別とに対応する運動量の閾値を示す情報テーブルである。同図に示すように、特に、動物の種類がトカゲなどの尻尾を有する動物の場合は、尻尾が立った回数又は尻尾が立っている期間などが好ましい。
- [0193] 地震予測部 830 は、装置判別部 831 と場所推定部 832 とを備える。
- [0194] 装置判別部 831 は、運動量蓄積テーブル 822 に保存された運動量が、閾値テーブル 823 から得られる閾値に達する場合に、当該運動量を計測した情報取得装置 700 が設置された場所付近で地震が発生すると判別する。ここで、閾値に達するとは、地震前に運動量が増加する特徴を有する動物を観測対象として利用する場合には閾値を上回ることであり、地震前に運動量が減少する特徴を有する動物を観測対象として利用する場合には閾値を下回

ることである。すなわち、実施の形態1及び2で説明したように、観測対象がフトアゴヒゲトカゲである場合は、フトアゴヒゲトカゲの尻尾が立った回数又は尻尾が立っている期間が所定の閾値以上となる場合である。

- [0195] 場所推定部832は、地震が発生すると判別された1台又は複数台の情報取得装置700について、場所特定テーブル821から当該情報取得装置の設置場所を特定し、特定された設置場所から地震の震源地を推定する。
- [0196] 報知部840は、地震予測部830により推定された地震の発生と震源の位置を、例えば、地震予測ウェブサイト841に記載し、インターネット900を介して地震予測ウェブサイト841を公開することにより報知する。図29は、地震予測ウェブサイト841の一例を示す図である。同図に示すように、地震予測ウェブサイト841は、各情報取得装置700の設置場所に対応して、計測された運動量の大小関係などを示している。
- [0197] 会員受付部850は、新規に情報取得装置700を設置して運動量情報781を提供することを希望する会員の受付を行う。当該会員受付は、例えば、インターネットのウェブサイトを利用して行う。
- [0198] ID送付部860は、会員受付部850により受け付けた新規会員に対し、当該新規会員が所持する情報取得装置700に対する装置IDを送付する。これにより、装置IDを受け取った当該新規会員は、出力する運動量情報781に装置IDを含めることが可能となる。
- [0199] 次に、以上のように構成された実施の形態3の地震予知システムの動作について説明する。
- [0200] 情報取得装置700の動作は、実施の形態1の地震予知装置100の尻尾の動き量を計測するまでの動作とほぼ同様である。すなわち、情報取得装置700は、例えば、図5に示すフローチャートの撮影処理から回数の計測処理(S101～S103)までを行う。そして、情報出力部780が、取得した尻尾を立てた回数を含む運動量情報781を予知装置800に出力する。
- [0201] 図30は、予知装置800の動作を示すフローチャートである。

- [0202] はじめに、管理部 810 は、情報取得装置 700 から出力された運動量情報 781 を受け取り (S401) 、記憶部 820 の運動量蓄積テーブル 822 に受け取った運動量情報 781 を登録する (S402)。この運動量情報 781 の受け取り及び登録は、全ての情報取得装置 700 の運動量情報 781 の登録が終了するまで継続される (S403 で No)。
- [0203] そして、地震予測部 830 が備える装置判別部 831 は、全ての情報取得装置 700 の運動量情報 781 の登録が終了すると (S403 で Yes) 、運動量蓄積テーブル 822 に登録された最新の年月日の運動量に対応する閾値を、記憶部 820 にある閾値テーブル 823 より取得する (S404)。対応する閾値とは、例えば、運動量蓄積テーブル 822 に登録された装置 ID、観測時間、撮影間隔、動物の種類及び異常行動種別が、閾値テーブル 823 のそれらと一致する値である。取得した閾値と運動量とを比較し、運動量が閾値に達した場合には (S405 で Yes) 、当該情報取得装置 700 付近で地震が発生すると推定し (S406) 、閾値に達しない場合には (S405 で No) 、当該情報取得装置 700 付近で地震は発生しないと推定する (S407)。この地震発生の推定は、運動量蓄積テーブル 822 に登録された全ての最新の年月日の運動量について終了するまで繰り返される (S408 で No)。
- [0204] 対象となる全ての運動量について、地震発生の推定処理が終了すると (S408 で Yes) 、場所推定部 832 は、地震が発生すると推定された情報取得装置 700 の件数を算出し (S409) 、地震が発生すると推定された情報取得装置 700 が 1 件でも存在する場合は (S410 で Yes) 、地震が発生すると推定された各情報取得装置 700 の設置場所を記憶部 820 にある場所特定テーブル 821 から取得し (S411) 、取得した各設置場所からの距離の和が最小となる場所を地震発生場所と推定する (S412)。さらに、報知部 840 は、推定された地震発生場所と地震が発生すると予知される旨等を自動で地震予測ウェブサイト 841 に登録し (S413) 、終了する。

- [0205] また、地震が発生すると推定された情報取得装置700が1件も存在しない場合は(S410でNo)、報知部840は、地震が発生しないと予知される旨等を、地震予測ウェブサイト841に自動で登録し(S414)、終了する。
- [0206] 以下、上記の地震発生場所の推定(S412)について、図31に示す具体例に沿って説明する。図31(a)は、各情報取得装置700の設置場所の一例を示す図である。図31(b)は、各情報取得装置700から送られてきた運動量(尻尾を立てた回数)の一例を示す図である。
- [0207] 図31(b)によると、運動量が閾値に達した(例えば、閾値を40とする)のは、D、E、I、Jの4ヶ所である。予知装置800は、地震発生場所はD、E、I、Jの各点からのそれぞれの距離の和が最小となる場所であると推定する。図31(a)に示す地図を参考にすると、推定された地震発生場所はI付近であることが分かる。
- [0208] 以上のように、地震発生前の動物の異常行動を利用して、地震の発生及び地震の発生場所を予知することができる。動物の飼育は一般家庭でも可能であり、また、近年のインターネットの普及もあって、本実施の形態の地震予知システムの構築は困難ではなく、非常に有用である。
- [0209] 図32は、地震予知システムによる情報取得装置を設置する際の会員受付の処理手順を示すフローチャートである。
- [0210] まず、会員受付部850は、インターネットのウェブサイト等を通じて、情報取得装置の設置を希望する人から住所等の情報を取得する(S501)。取得した情報に間違いや不足がないかを確認し、問題があれば情報取得へと戻る(S502でNo)。例えば、取得した住所が、存在しない住所であった場合などに、住所が間違いである旨の情報を、希望者に知らせることで、再度、情報の取得を行う。
- [0211] 取得した情報に問題がなければ(S502でYes)、ID送付部860は、場所特定テーブル821を参照し、既に登録されている装置IDと重複しない装置IDを設定し(S503)、電子メール等を利用して会員希望者

へ装置IDを送付する(S504)。最後に、送付した装置IDと取得した住所等とを場所特定テーブル821に登録し(S505)、終了する。

[0212] 以上のように、情報取得装置の設置を一般家庭等に募集し、会員として登録する手段を備えることにより、簡易に設置ができるという当該情報装置の利点が活かされ、設置台数の増加による予測精度の向上が期待できる。

[0213] なお、実施の形態3においては、運動量情報781に動物の種類及び異常行動種別を示す情報が含まれていたが、当該情報が場所特定テーブル821に含まれるようにもよい。

[0214] また、実施の形態3では、予知装置800において、全ての情報取得装置700から運動量情報781を受け取った後に、閾値の取得及び地震の推定を行っていた。これに対して、予知装置800が、予め所定の時刻を設定し、設定された時刻になれば閾値の取得及び地震の推定を行うようにしてもよい。

[0215] また、実施の形態3の予知装置800は、1件でも閾値に達する情報取得装置700が存在する場合に地震が発生するとしていたが、任意の件数を越える場合に地震が発生するとしてもよい。これにより、各地域に設置された複数の情報取得装置において、動物の運動量が閾値を超えた場合に、地震が発生すると予知することも可能となる。つまり、偶然に動物が暴れたケースを除外することが可能となり、地震予測の精度を高めることができる。

[0216] また、実施の形態3の予知装置800は、さらに、動物の季節による運動量の変動、時間帯による運動量の変動及び動物の雌雄差等の情報を統計的に解析する手段を備え、解析結果を利用して閾値テーブル823に運動量の閾値を登録するようにしてもよい。これにより、運動量の閾値の精度の向上、つまり地震予測の精度の向上が期待できる。

[0217] また、地震発生場所は、観測された回数が閾値に達した情報取得装置が設置された地点からの距離が最小となる地点であると推定したが、地震発生場所は運動量が最大であった情報取得装置の近くであると推定してもよい。

[0218] また、地震発生場所は、検出された運動量の重心位置と推定してもよい。

その場合、各動物の個体差の影響を少なくするために、運動量を正規化することが望ましい。例えば、移動平均からの乖離率等を利用する。このとき、情報取得装置の近辺に断層がある等の情報取得装置の地理的条件を加味した係数を運動量又は正規化した運動量に乘じる等により、情報取得装置に重み付けを行ってもよい。

- [0219] また、実施の形態3の情報取得装置を海岸沿いや離れた島などに設置することで、海底地震の予知を行うことができ、付随して発生する津波の予知に用いてもよい。
- [0220] また、地震の予知を報知する手段としてインターネットのウェブサイトで公開するとしたが、電子メール等で会員に知らせる構成にしてもよい。さらに、テレビ、ラジオ等による放送を通じて、地震の予知を報知するようにしてもよい。また、本情報を受信する専用の受信機に配信してもよい。
- [0221] 以上、本発明の地震予知装置、地震予知方法及び地震予知システムについて実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、各実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を各実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本発明の範囲内に含まれる。
- [0222] 例えば、各実施の形態の観測対象110は、カメラ等で撮影可能な範囲内で飼育されている動物を対象としていたが、放し飼いの動物又は野生動物などをさらに利用してもよい。その場合、動物にGPS (Global Positioning System) 等の位置検出装置又は歩数計などを取り付け、位置検出装置から送られてくる位置情報又は歩数計で計測された歩数などから運動量の算出を行うようにしてもよい。例えば、ネコにGPS端末を取り付け、所定の時間間隔でネコがいる場所の緯度及び経度のデータを入手し、1日当たりのネコの移動距離や行動範囲を運動量として計算する等が考えられる。
- [0223] 尻尾が立った回数に他の動物の運動量の情報を組み合わせることで、より地震の予知の精度を高めることができる。なぜなら、他の動物も地震の前に

動きが活発になることはよく知られているため、尻尾が立った回数が閾値を超えた場合で、かつ、他の動物の運動量も所定の閾値を超えた場合は、地震が発生すると推定することができる。

- [0224] また、各実施の形態の地震予知装置及び地震予知システムは、さらに、気象情報を加えて地震の予知を行ってもよい。
- [0225] 例えば、実施の形態3の地震予知システムでは、情報取得装置700は、気象情報を取得する気象情報取得部を備え、取得した気象情報を予知装置800に出力する。気象情報を受け取った予知装置800は、過去の地震発生前の気象情報と比較することで、地震発生及び発生場所を予知する。具体的な気象情報としては、例えば、比較的大きな浅い地震が発生する前後に増加するとの報告がある雷、又は、小規模な地震等が考えられる。
- [0226] 例えば、過去に大地震の前（例えば、1週間前）に発生した小規模な地震（例えば、マグニチュード1以下）の数と、現在検出している同じ規模の地震の数とに類似点があれば、地震発生の判断に用いる閾値を小さく設定する。これにより、地震が発生すると予知する可能性を向上させることができ、より地震予知の精度を向上させることができる。なお、類似点があるとは、例えば、小規模地震の日毎の数の増加傾向が一致する場合などのことである。
- [0227] さらに、各実施の形態の地震予知装置及び地震予知システムは、さらに、観測対象として植物を観測してもよい。
- [0228] 例えば、実施の形態3の地震予知システムでは、情報取得装置700は、植物情報を取得する植物情報取得部を備え、取得した植物情報を予知装置800に出力する。植物情報を受け取った予知装置800は、過去の地震発生前の植物情報と比較することで、地震発生及び発生場所を予知する。
- [0229] 具体的な植物情報としては、例えば、季節外れに花が咲くこと、通常年に1度しか咲かない花が2度咲くこと、通常年に1度しか実がならない植物に2度実がなること、竹の花が咲くこと、冬にタンポポが咲くこと等が考えられる。つまり、予知装置800は、例えば、季節外れに花が咲いた場合に、

付近に設置された情報取得装置 700 から取得された運動量と比較する閾値を小さく設定する。これにより、地震が発生すると予知する可能性を向上させることができ、より地震予知の精度を向上させることができる。

[0230] 以上他の動物の運動量、気象情報及び植物情報などを利用することで、尻尾の動き量だけを用いた場合よりも地震予知の精度を向上させることができる。

[0231] 例えば、フトアゴヒゲトカゲの異常行動として、磁界によるストレスから餌を食べなくなる様子を地震発生の判断に用いてもよい。例えば、観測時間内の餌の量に基づいて判断を行うことが考えられる。つまり、観測時間の開始時の餌の量と、終了時の餌の量との差を取り、差が所定の閾値以下である場合に、地震が発生すると推定してもよい。

[0232] また、尻尾を立てた回数に加えて、上述したような運動量（移動距離、歩数計の回数、加速度及び方向等）地震予知に利用していくてもよいだけでなく、さらに、動物の鳴く回数等を地震予知に利用してもよい。この場合、地震予知装置 100 又は情報取得装置 700 は、撮影部 121 の代わりに録音部などで構成される。例えば、検出した音が所定の大きさ以上である場合、又は、音を検出した回数が所定の回数以上である場合に、地震が発生すると推定する。

[0233] 以上のように、尻尾の動き量に他の情報を組み合わせることで、地震予知の精度をより高めることができる。

[0234] また、コイルを 2 個使わず、1 個のみの場合でも同様の反応は観測できており、コイル 1 個でもよい。すなわち、2 個のコイルを用いて異なる周波数の 2 つの磁界をフトアゴヒゲトカゲに印加する必要はなく、1 つの磁界を印加するだけでもよい。または、所定の磁界を発生させる装置であればコイルでなくともよい。

[0235] また、撮影間隔は、1 分、2 分又は 2 分 30 秒を用いたが、一定間隔であれば任意の間隔でもよい。なお、フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てる行動のうち、約 90 % は尻尾を立てている期間が 60 秒以内であり、約 99 % は 5

分以内である。尻尾の位置が動いていない場合は、飼育ケージの壁などにもたれて尻尾が立っている可能性もある。そこで、連続して撮影された画像において、尻尾の位置が動いていない画像が所定の枚数続く場合は、尻尾の位置が移動するまで尻尾を立てた回数として計測しなくてもよい。

- [0236] フトアゴヒゲトカゲが尻尾を立てていることを、尻尾の最も地面に近い点と尻尾の先端とを結ぶ線と地面とのなす角度が30度以上であることとしたが、任意の角度でもよい。
- [0237] また、地震が発生するものと推定するための閾値は、毎日の尻尾を立てた回数の平均値としてもよい（明らかに尻尾を立てた回数が多い日を除く）。
- [0238] また、地震の発生の判断に用いられる閾値を観測時間と撮影間隔との関係で示したが、他の要素との関係を含めてもよい。例えば、観測地点と震源との距離及び予想される地震の規模（例えば、マグニチュード）を閾値に対応させてもよい。
- [0239] また、撮影された画像を直接人間の目で見て数を計測するようにしてもよい。これにより、画像の解析にかかる装置を設ける必要がなくなる。よって、観測対象の動物とスチルカメラとさえあれば地震の予知が可能となり、一般家庭の地震予知の実施率を向上させることができる。
- [0240] また、本発明は、本発明の地震予知方法に含まれるステップをコンピュータなどに実行させるプログラムとして実現してもよい。また、当該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体として実現してもよい。さらに、当該プログラムを示す情報、データ又は信号として実現したりすることもできる。そして、それらプログラム、情報、データ及び信号は、インターネット等の通信ネットワークを介して配信してもよい。

## 産業上の利用可能性

- [0241] 本発明は、動物の尻尾の動き量を検出することで地震を予知する地震予知装置及び地震予知システムなどとして、特に、多くの一般家庭で観測することで、より高い精度で地震を予知することができる地震予知装置及び地震予

知システムとして、利用することができる。

## 請求の範囲

- [1] 尻尾を有する動物の当該尻尾の動き量を計測する計測手段と、  
前記計測手段により計測された動き量が予め定められた閾値に達したか否  
かを判定し、前記動き量が前記閾値に達したと判定した場合に、地震が発生  
すると推定する地震判定手段とを備える  
地震予知装置。
- [2] 前記計測手段は、前記動物の尻尾が立った回数又は前記動物の尻尾が立つ  
ている期間を計測し、  
前記地震判定手段は、前記回数が予め定められた第1閾値以上であるか否  
か、又は、前記期間が予め定められた第2閾値以上であるか否かを判定し、  
前記回数が前記第1閾値以上である、又は、前記期間が前記第2閾値以上で  
あると判定した場合に、地震が発生すると推定する  
請求項1記載の地震予知装置。
- [3] 前記計測手段は、  
前記動物の尻尾を撮影する撮影部と、  
前記撮影部で撮影することで得られる画像を解析することで、前記回数又  
は前記期間を計測する画像解析部とを有する  
請求項2記載の地震予知装置。
- [4] 前記地震予知装置は、さらに、  
前記動物の移動範囲を限定するための透明の包囲体を有する包囲手段と、  
前記包囲体の下部を隠蔽する隠蔽手段とを備え、  
前記撮影部は、前記包囲体の全体を撮影する  
請求項3記載の地震予知装置。
- [5] 前記地震予知装置は、さらに、  
前記動物の尻尾の先端部に備えられ、当該尻尾の位置を強調する強調手段  
を備える  
請求項4記載の地震予知装置。
- [6] 前記強調手段は、光を反射することで、前記尻尾の位置を強調する反射体

であり、

前記隠蔽手段は、前記光の透過を防止する  
請求項 5 記載の地震予知装置。

- [7] 前記強調手段は、光を発する発光素子又は蛍光体であり、  
前記隠蔽手段は、前記光の透過を防止する  
請求項 5 記載の地震予知装置。
- [8] 前記強調手段は、予め定められた磁界を発生し、  
前記隠蔽手段は、前記磁界の透過を防止する  
請求項 5 記載の地震予知装置。
- [9] 前記撮影部は、前記動物の表面温度を可視化した画像を出力する  
請求項 4 記載の地震予知装置。
- [10] 前記計測手段は、  
前記動物の尻尾の動きの加速度を検出する加速度センサと、  
前記加速度センサにより検出された加速度が、所定の閾値以上であるか否  
かを判定する加速度判定部と、  
前記加速度判定部により、前記加速度が前記閾値以上であると判定された  
場合を、前記動物の尻尾が立ったとみなすことで、前記回数又は前記期間を  
計測する尻尾運動推定部とを有する  
請求項 2 記載の地震予知装置。
- [11] 前記地震予知装置は、さらに、  
前記判定手段により地震が発生すると推定された場合に、地震が発生する  
ことを示す予知結果を報知する報知手段を備える  
請求項 2 記載の地震予知装置。
- [12] 前記地震予知装置は、さらに、  
前記計測手段により計測された前記回数又は期間を含むデータを蓄積する  
蓄積手段と、  
前記蓄積手段に蓄積されたデータを統計的に解析することで、前記第 1 閾  
値又は前記第 2 閾値を決定する閾値決定手段と、

前記推定手段は、前記回数が前記閾値決定手段により決定された第1閾値以上であるか否か、又は、前記期間が前記閾値決定手段により決定された第2閾値以上であるか否かを判定する

請求項2記載の地震予知装置。

[13] 前記地震予知装置は、さらに、

前記動物に対して、所定の周波数及び所定の磁束密度を有する交流磁界を印加する印加手段を備え、

前記計測手段は、前記印加手段により前記交流磁界が印加されている期間である印加期間中に、前記動物の尻尾が立った回数又は前記動物の尻尾が立っている期間を計測する

請求項2記載の地震予知装置。

[14] 前記印加手段は、第1コイルと第2コイルとを前記動物を挟むように備え、前記第1コイルから第1周波数及び第1磁束密度を有する第1交流磁界を印加し、前記第2コイルから第2周波数及び第2磁束密度を有する第2交流磁界を、前記動物に対して印加し、

前記第1周波数及び前記第2周波数は、0.01～100Hzであり、

前記第1磁束密度及び前記第2磁束密度は、1pT～90μTである

請求項13記載の地震予知装置。

[15] 前記印加手段は、前記第1交流磁界及び前記第2交流磁界を、前記動物の覚醒中のみ印加する

請求項14記載の地震予知装置。

[16] 前記動物は、尻尾を有する爬虫類である

請求項1記載の地震予知装置。

[17] 前記動物は、トカゲである

請求項16記載の地震予知装置。

[18] 前記トカゲは、メスである

請求項17記載の地震予知装置。

[19] 尻尾を有する動物の当該尻尾の動き量を計測する計測ステップと、

前記計測ステップで計測された動き量が予め定められた閾値に達したか否かを判定し、前記動き量が前記閾値に達したと判定した場合に、地震が発生すると推定する地震判定ステップとを含む  
地震予知方法。

[20] 動物の運動量の変化に基づいて地震を予知する地震予知システムであって

、  
尻尾を有する動物の当該尻尾の動き量を取得する複数の取得装置と、  
前記尻尾の動き量に基づいて地震を予知する予知装置とを備え、  
前記複数の取得装置は、それぞれ、  
前記尻尾の動き量を計測する計測手段と、  
前記計測手段により計測された動き量と、当該動き量を計測した日時と、  
前記取得装置を特定するための識別子である装置 ID とを関連付けた情報で  
ある運動量情報を前記予知装置に出力する運動量情報出力手段とを備え、  
前記予知装置は、  
前記装置 ID と前記取得装置が設置された場所とを対応付けた場所特定テ  
ーブルを記憶するテーブル記憶手段と、  
前記運動量情報を受け取り、前記運動量と前記日時と前記装置 ID とを管  
理する管理手段と、  
前記場所特定テーブルを参照することにより、前記取得装置から新たに受  
け取った運動量情報に含まれる動き量が予め定められた閾値に達した取得装  
置を特定し、特定した取得装置が設置された場所が地震の震源であると推定  
する地震予測手段とを備える  
地震予知システム。

[21] 前記地震予測手段は、前記閾値を超えた取得装置が複数存在する場合に、  
前記閾値に達した取得装置それまでの距離の和が最小となる地点が地震  
の震源であると推定する

請求項 20 記載の地震予知システム。

[22] 前記予知装置は、さらに、

過去の前記動き量の経時的な変化を参照することにより、徐々に前記動き量が増加している場合は、前記閾値を大きく設定し、徐々に前記動き量が低減している場合は、前記閾値を小さく設定する閾値設定手段を備える

請求項 2 1 記載の地震予知システム。

[23] 前記地震予知装置は、さらに、

前記地震予測手段により推定された震源の位置と、地震の発生が予測されていることとを含む地震情報を、インターネットのウェブサイト上で報知する報知手段を備える

請求項 2 2 記載の地震予知システム。

[24] 前記予知装置は、さらに、

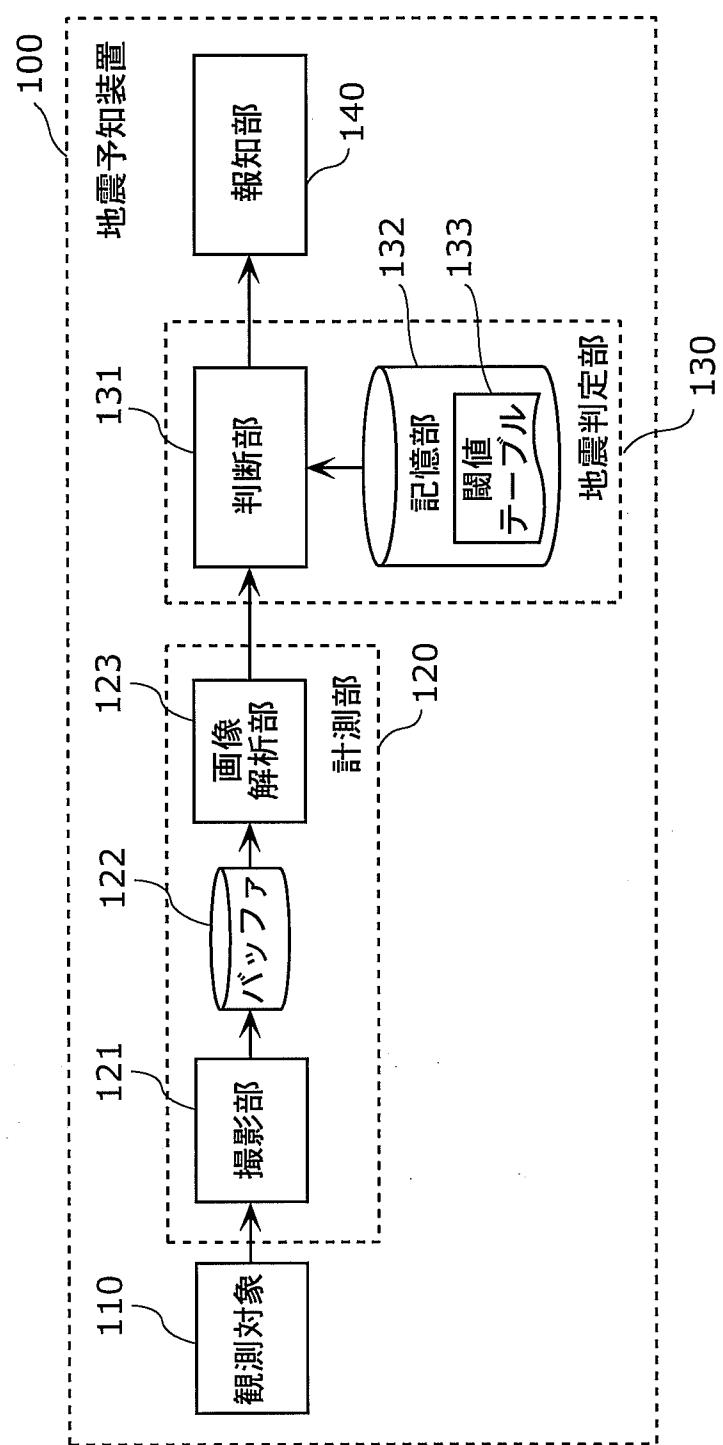
前記取得装置を設置することを希望する新たな会員を受け付ける会員受付手段と、

前記会員受付手段により受け付けられた新たな会員が設置する前記取得装置に対して、前記装置 ID を送付する ID 送付手段とを備え、

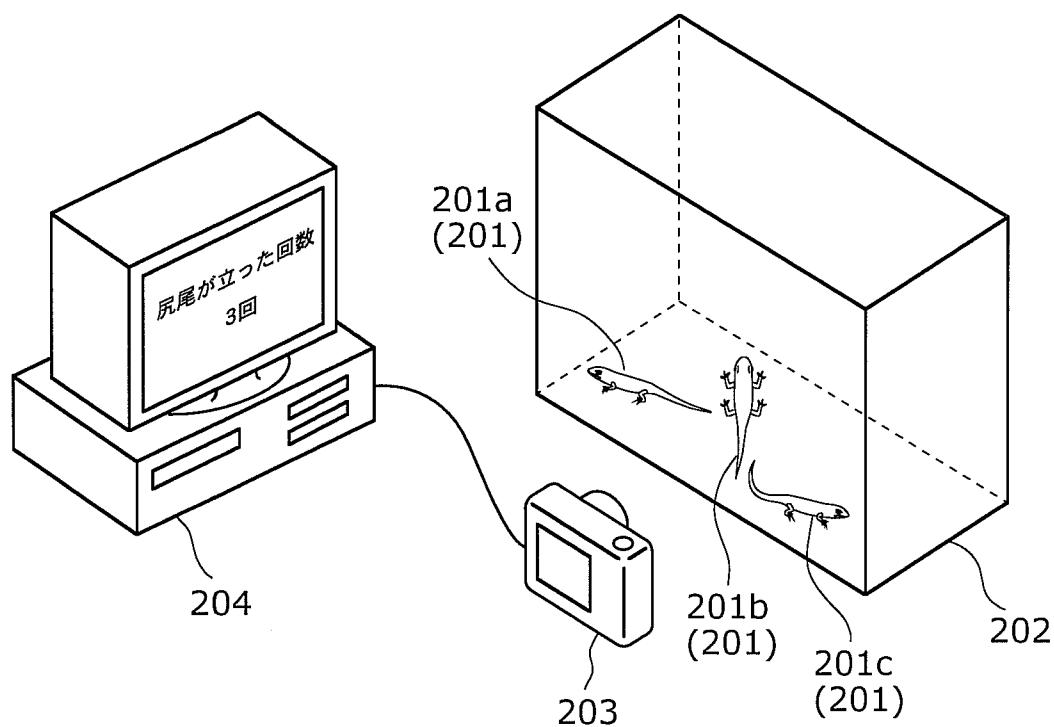
前記管理手段は、さらに、前記新たな会員により設置された取得装置から取得される前記運動量情報を管理する

請求項 2 3 記載の地震予知システム。

[図1]



[図2]

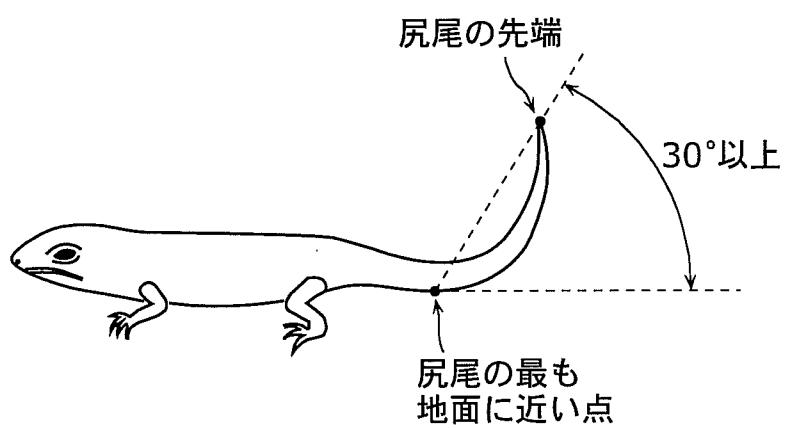


[図3]

(a)



(b)

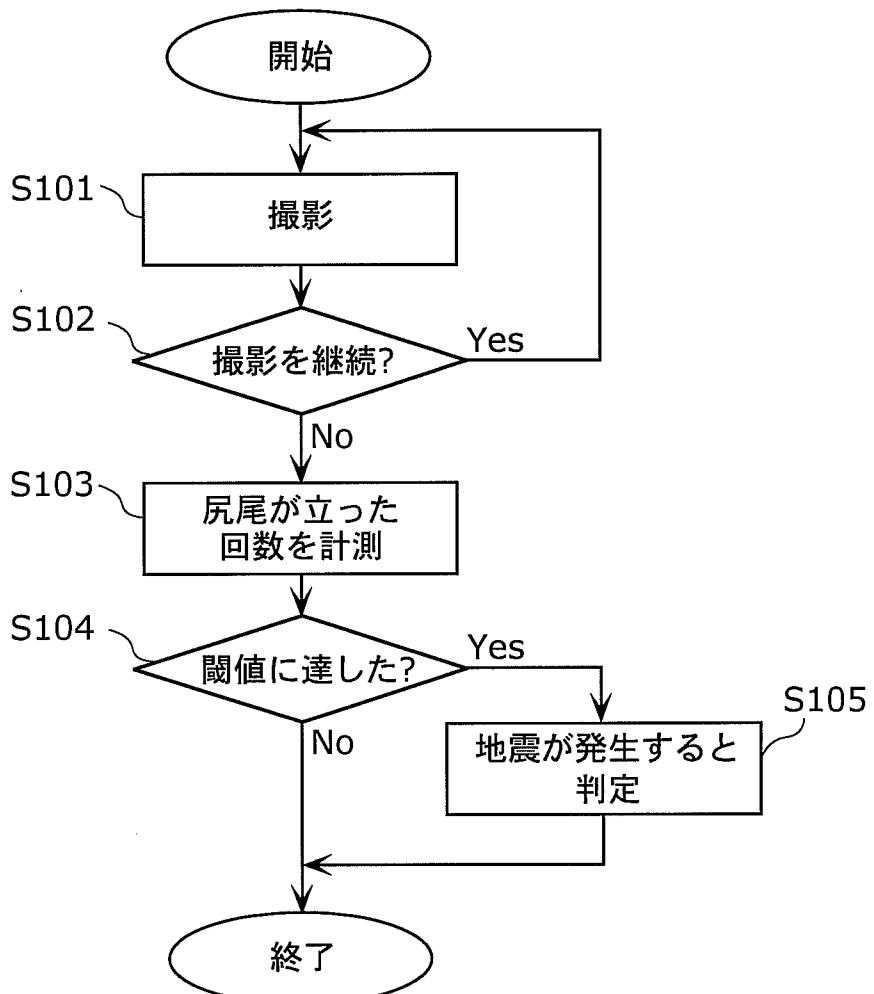


[図4]

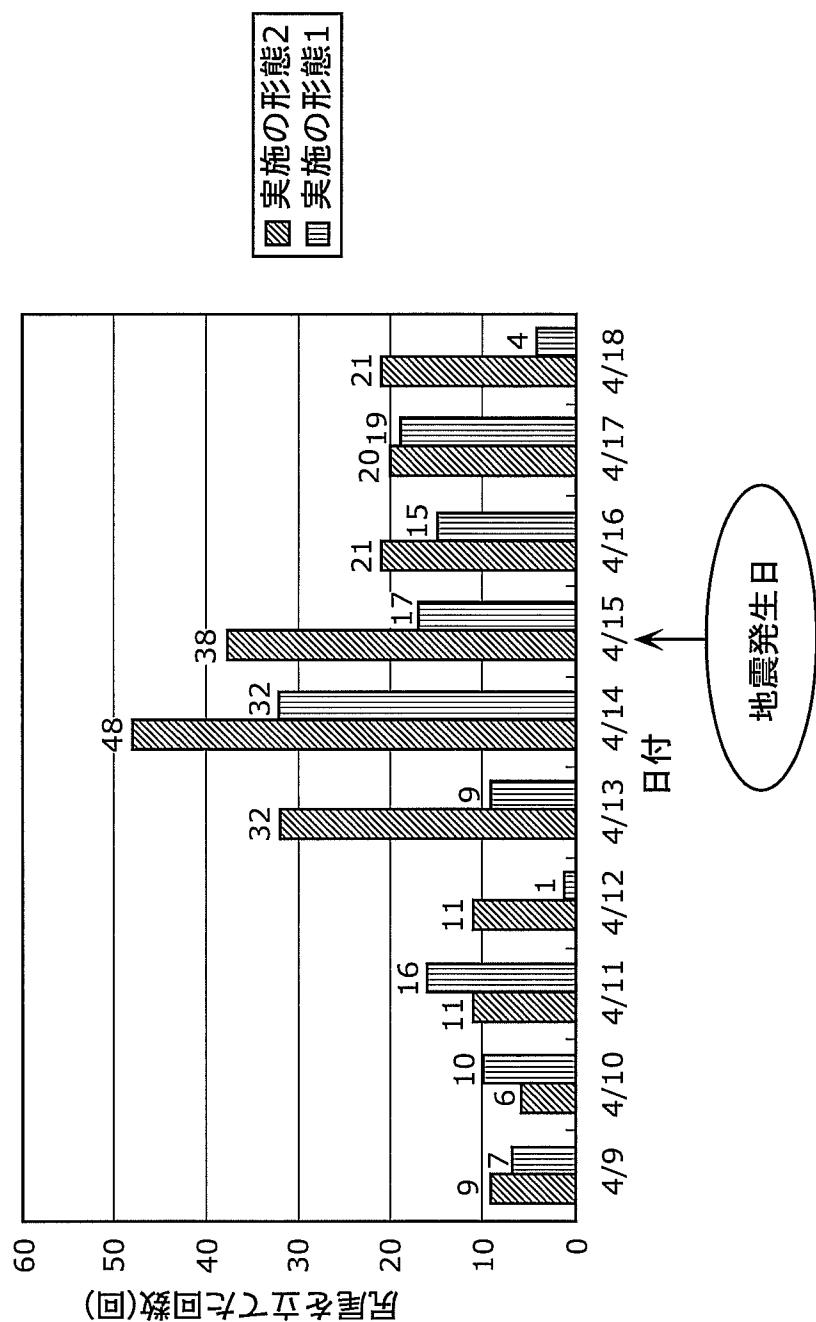
133

観測時間	撮影間隔	尻尾が立った回数の閾値
12時間	2分30秒	15回
12時間	2分	18回
8時間	2分30秒	10回
8時間	2分	12回
⋮	⋮	⋮

[図5]



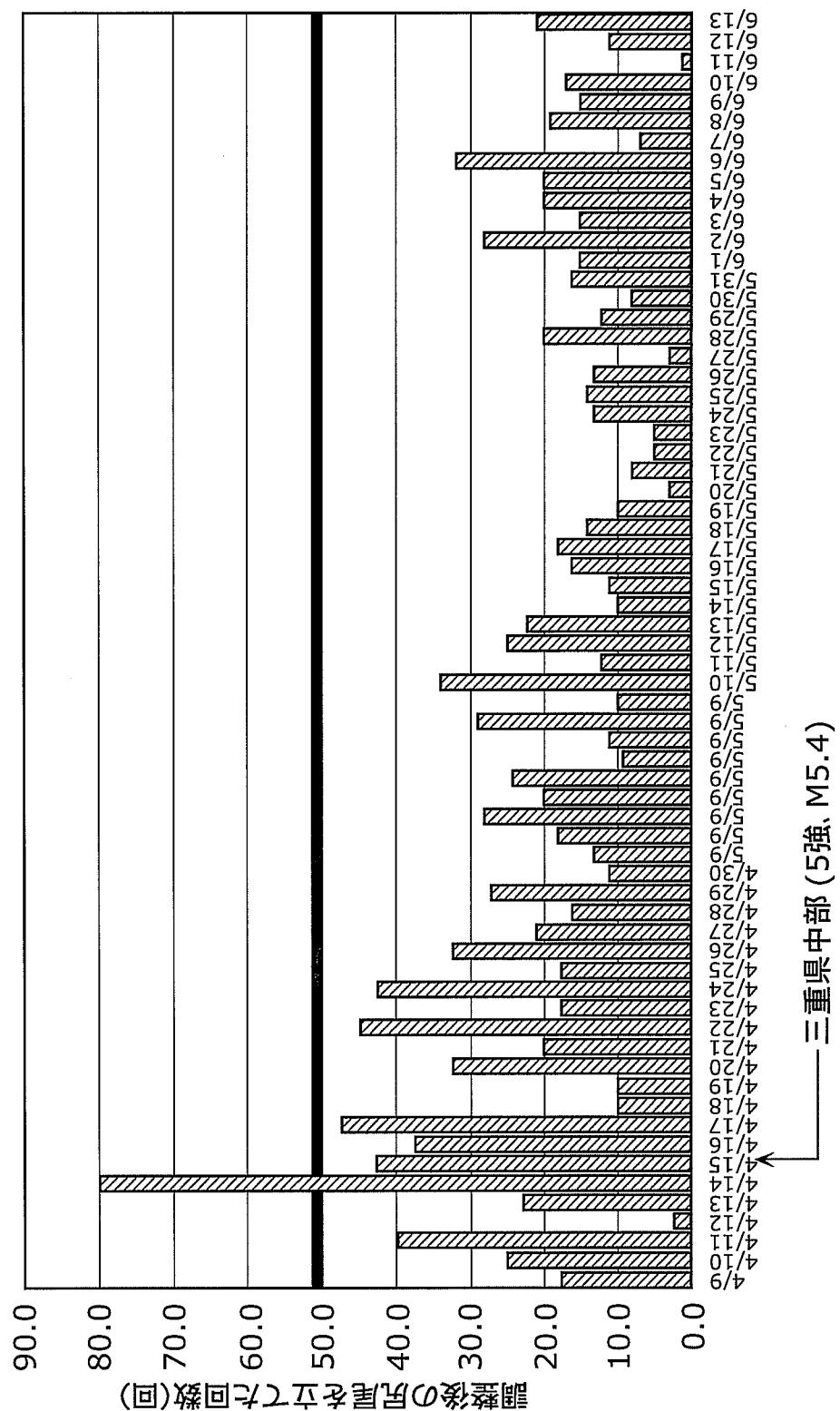
[図6]



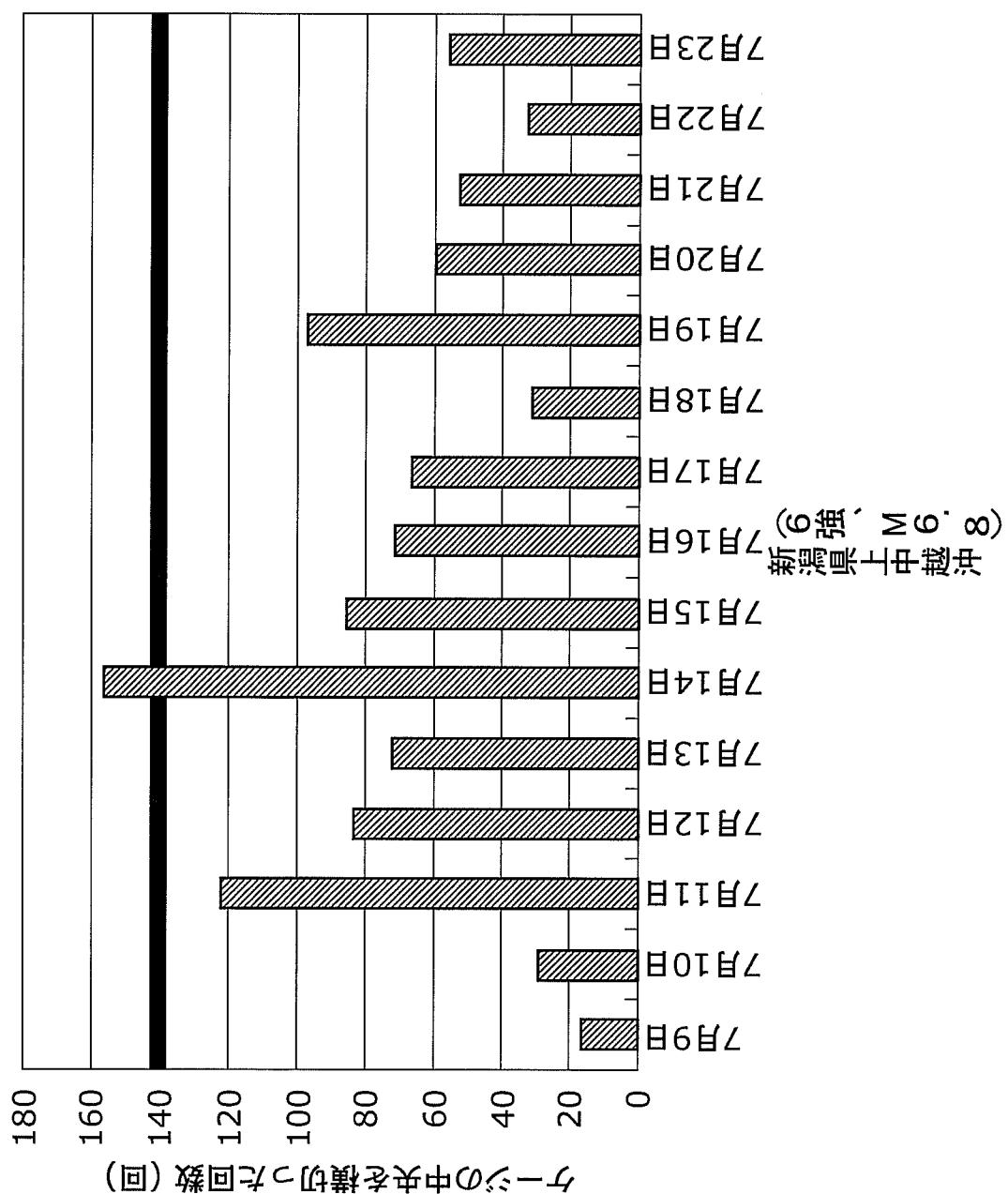
[図7]

No.	発生時刻	震源の緯度・経度	震源の深さ	規模	震源地	最大震度
1	2007年3月25日09:41:57.9	37° 13.2'N 136° 41.1'E	11km	M6.9	能登半島沖	6強
2	2007年3月25日18:11:45.1	37° 18.2'N 136° 50.3'E	18km	M5.3	石川県能登地方	5弱
3	2007年3月26日07:16:36.4	37° 10.0'N 136° 29.3'E	0km	M5.3	能登半島沖	4
4	2007年4月15日12:19:29.5	34° 47.4'N 136° 24.4'E	16km	M5.4	三重県中部	5強
5	2007年4月21日04:37:58.0	27° 26.3'N 128° 36.2'E	42km	M5.7	沖縄本島近海	4
6	2007年4月26日09:02:56.9	33° 53.3'N 133° 35.0'E	39km	M5.3	愛媛県東予	4
7	2007年4月27日01:37:57.2	42° 22.4'N 143° 36.3'E	58km	M5.2	十勝沖	4
8	2007年5月19日00:59:57.5	41° 33.6'N 142° 3.5'E	67km	M5.3	青森県東方沖	4
9	2007年6月11日03:45:13.8	37° 14.6'N 136° 39.2'E	7km	M5.0	能登半島沖	4

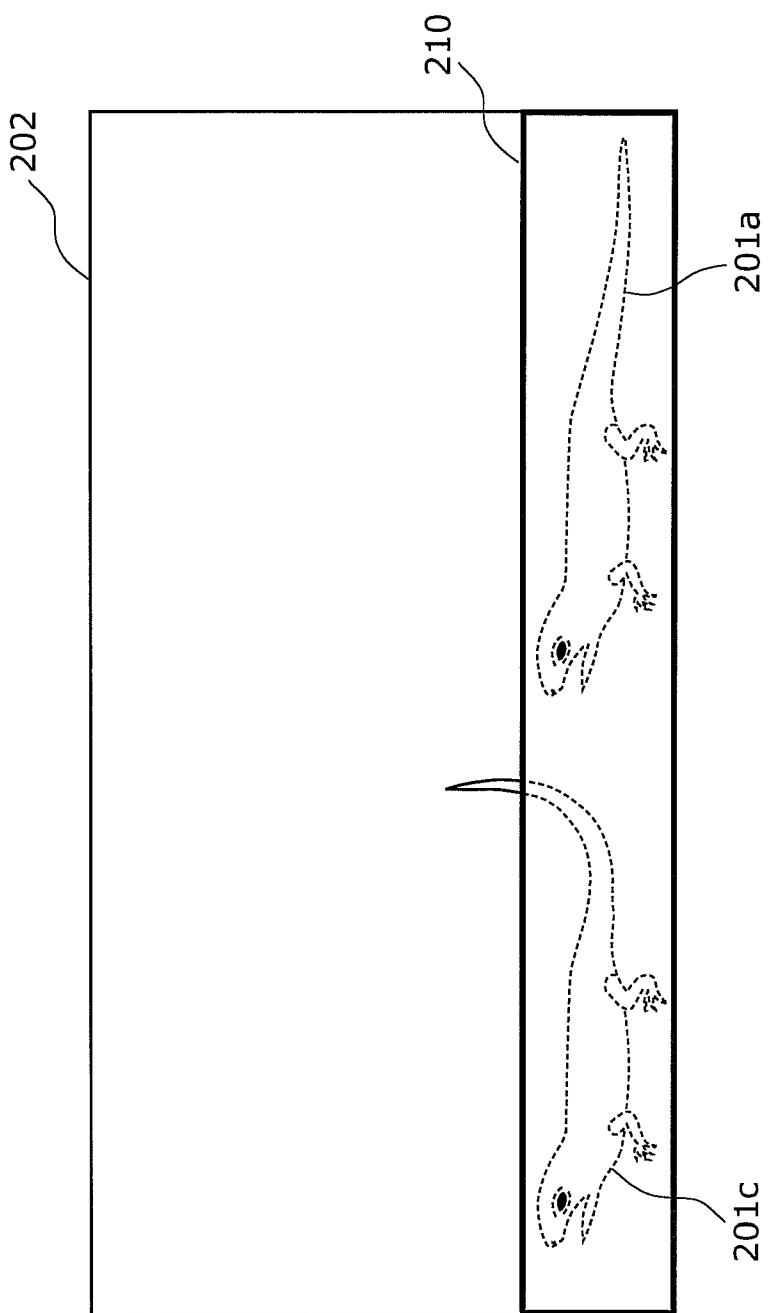
[図8]



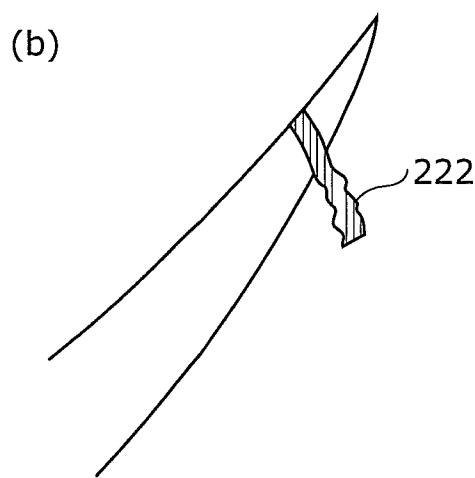
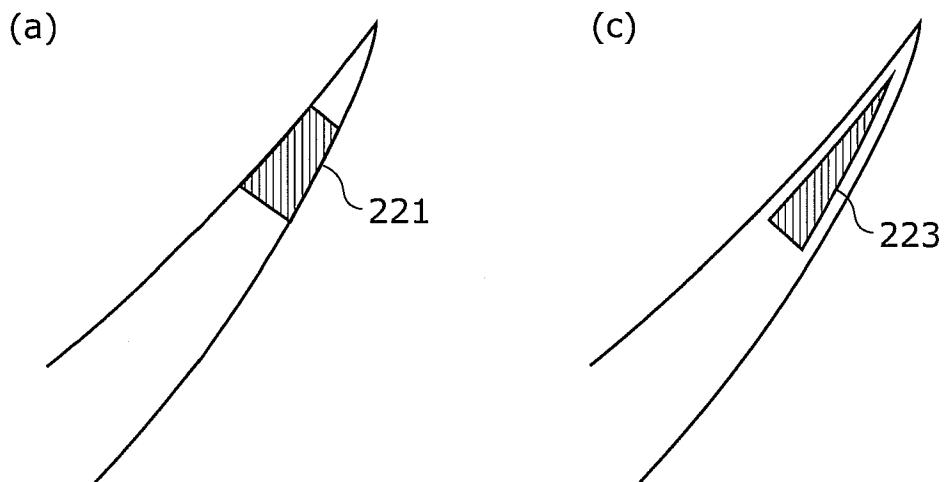
[図6]



[図10]



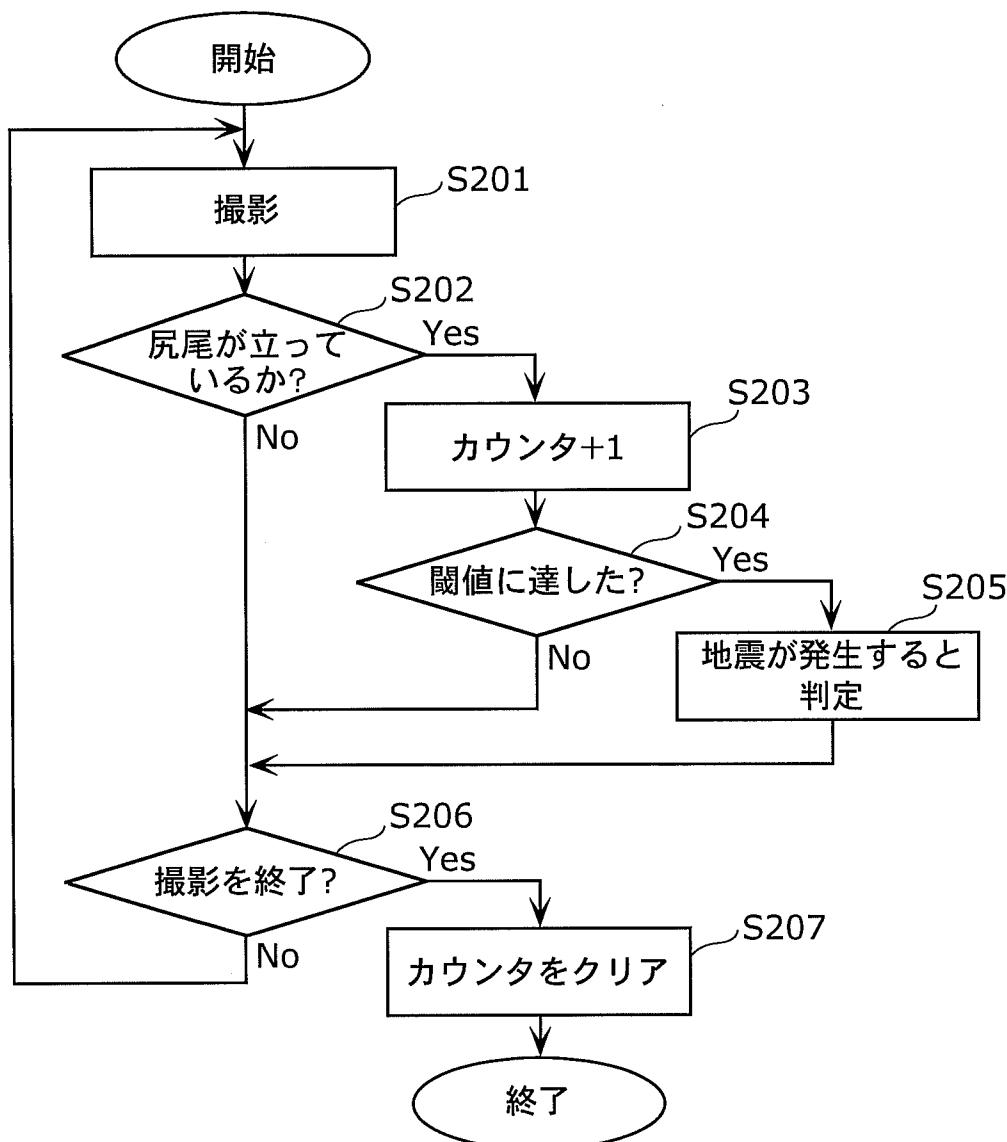
[図11]



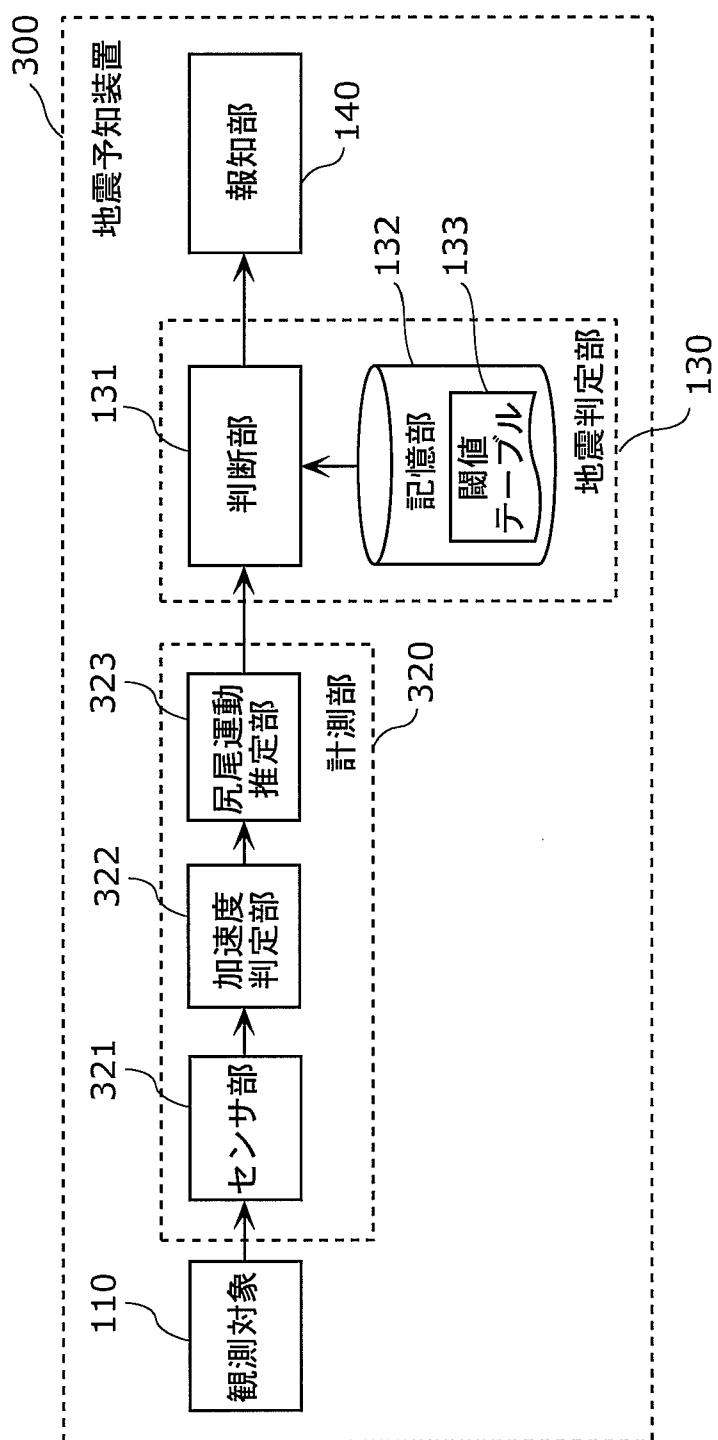
[図12]

	尻尾が立った回数
オス1匹の合計	4回 (10.8%)
メス2匹の合計	33回 (89.2%)
3匹の合計	37回 (100%)

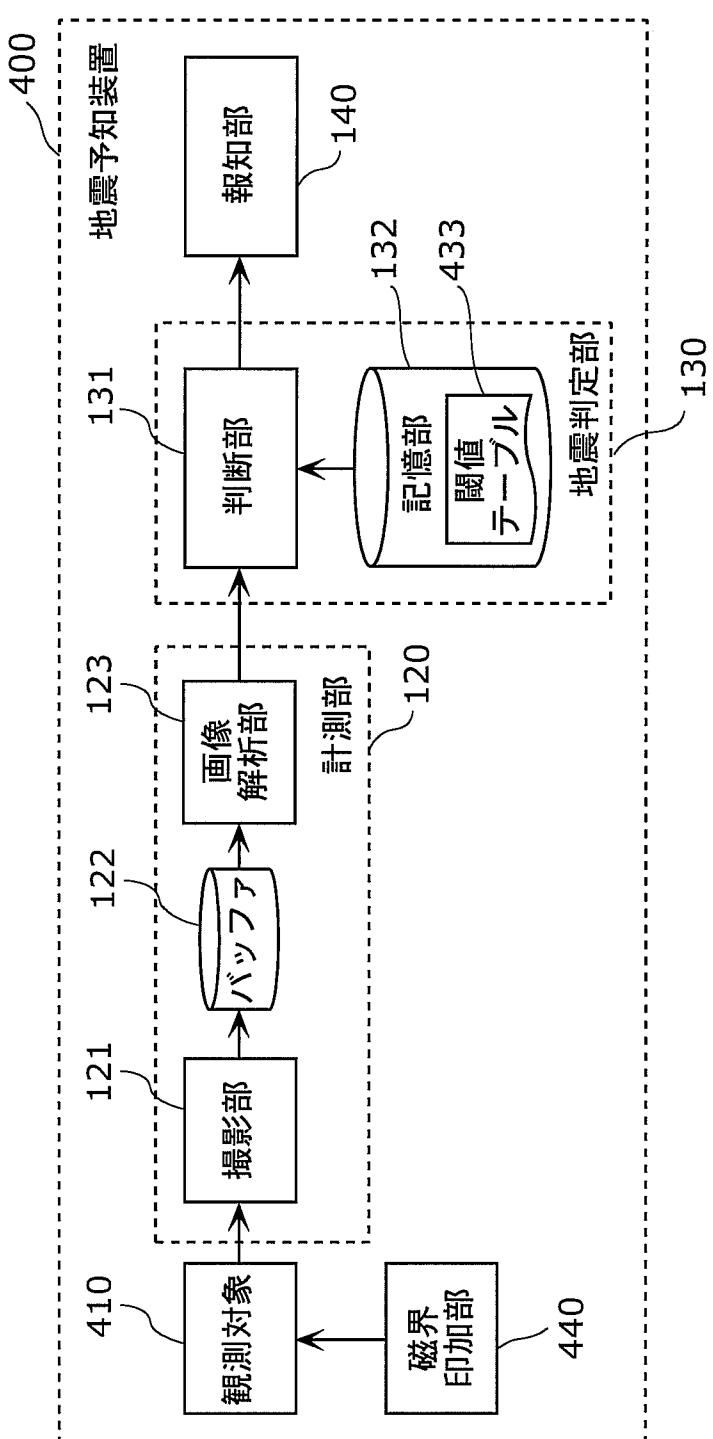
[図13]



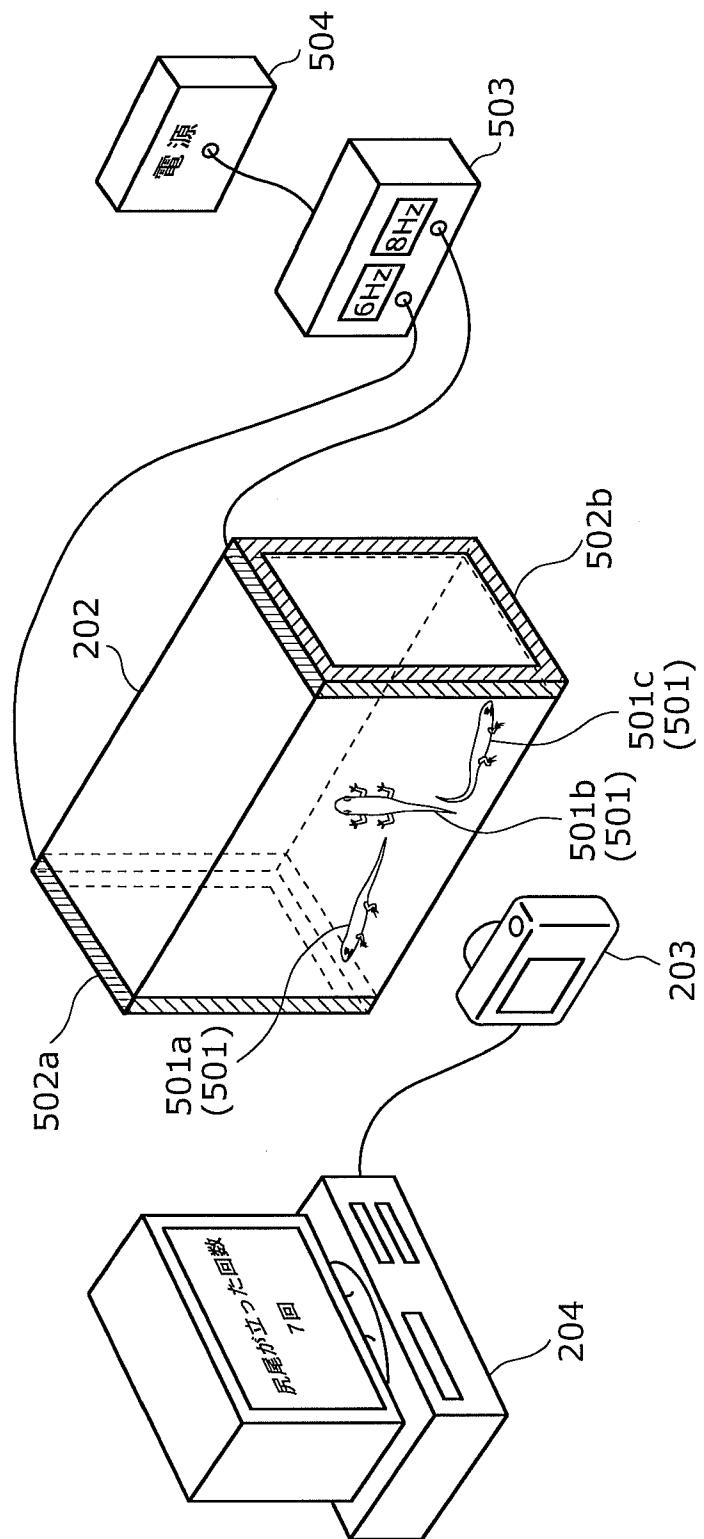
[図14]



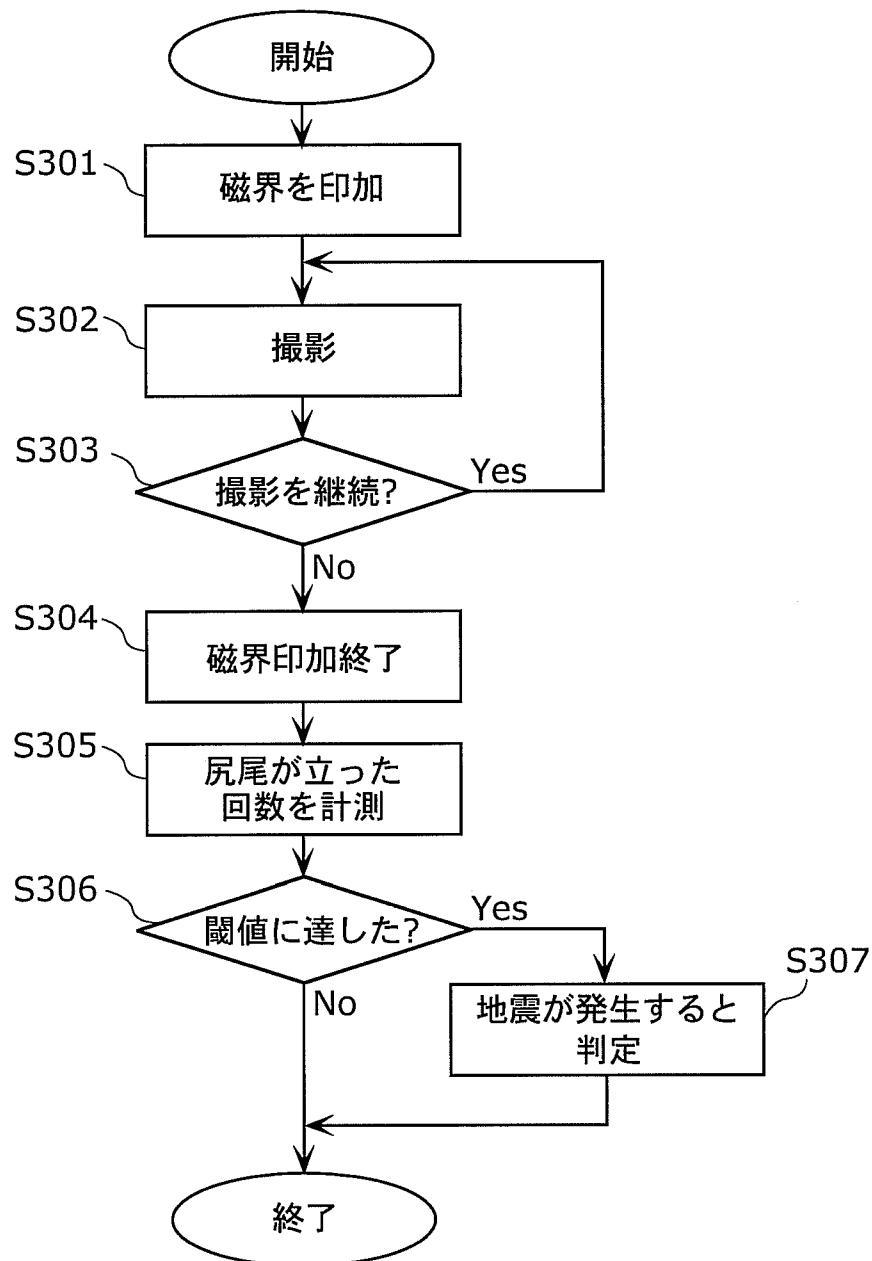
[図15]



[図16]

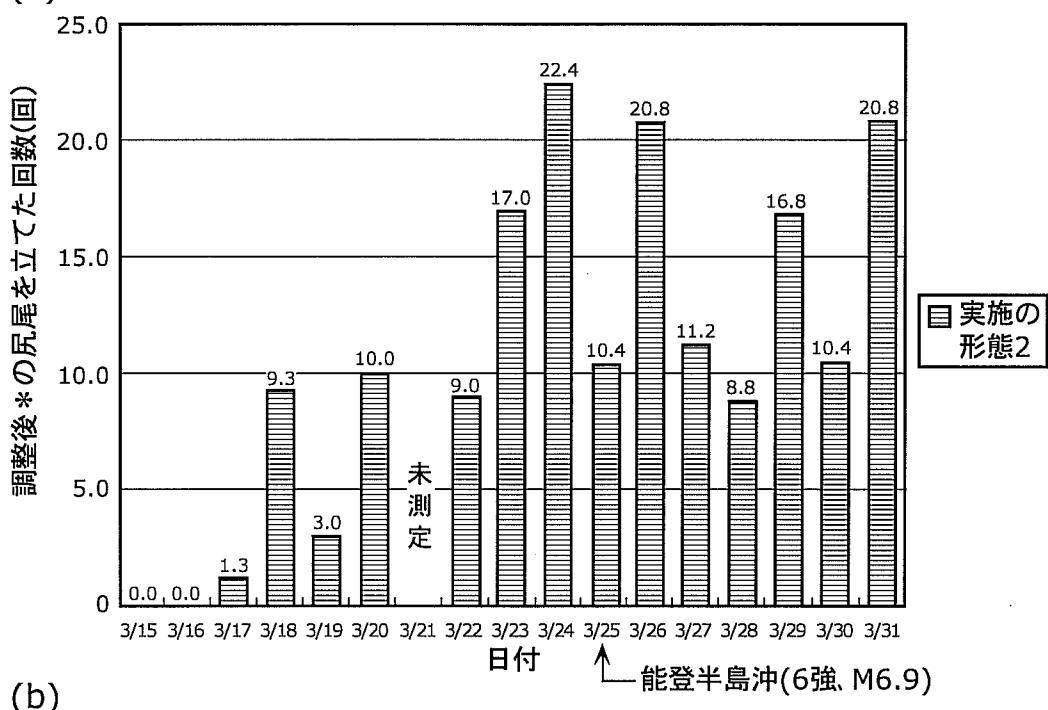


[図17]



[図18]

(a)

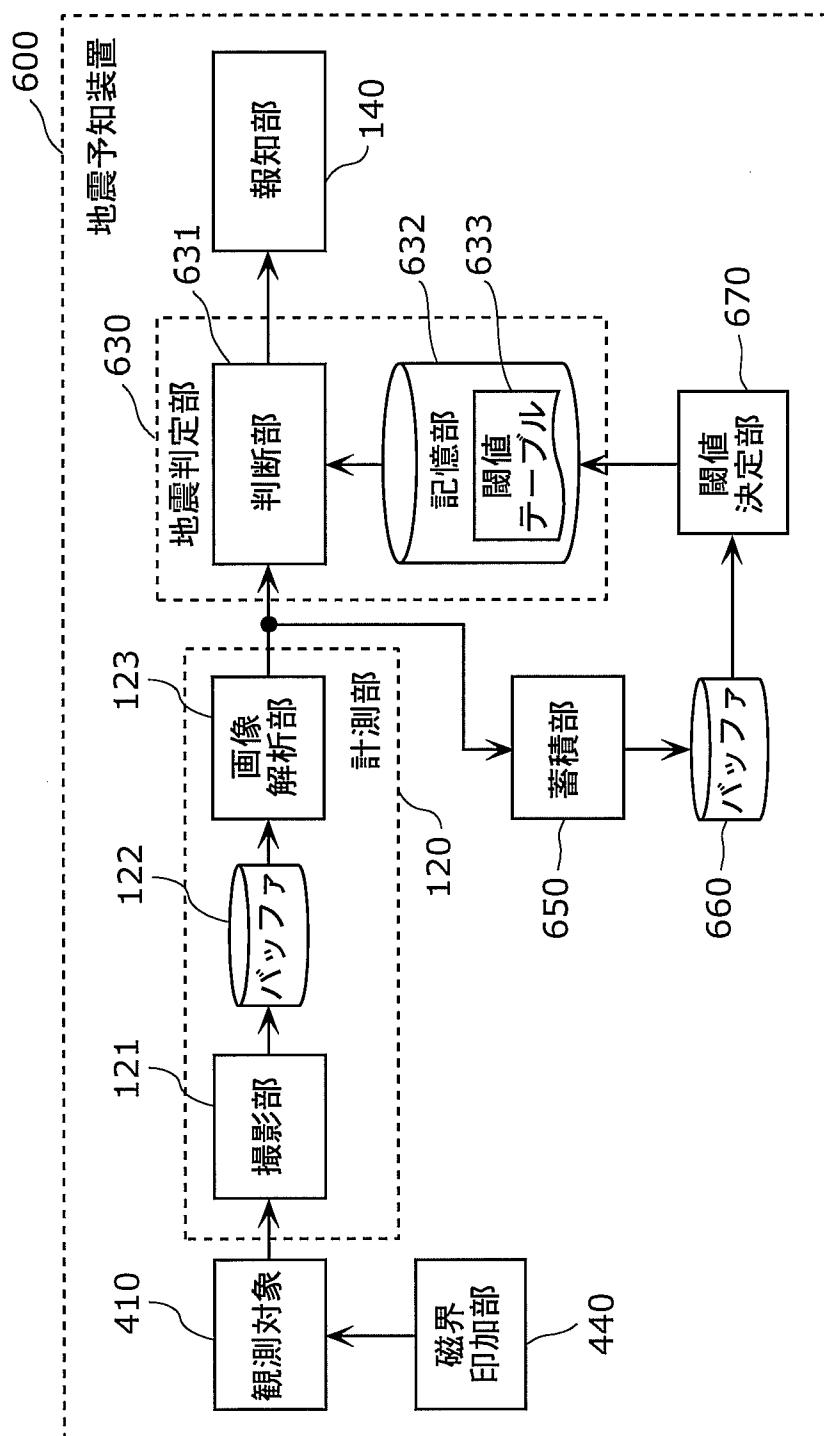


(b)

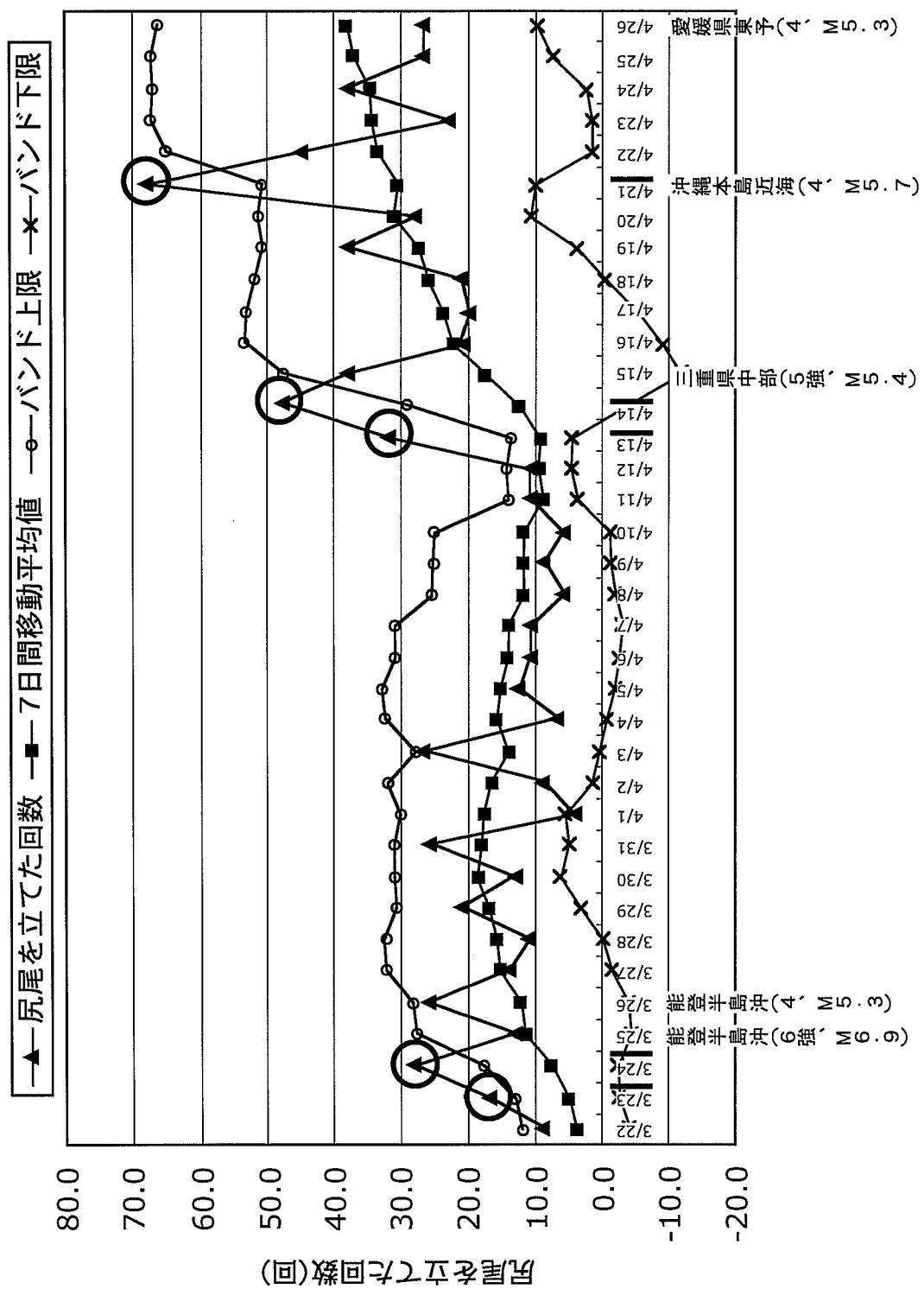
撮影日	撮影間隔 (分)	観測時間 (磁気印加時間)	尻尾を立てた 回数(回)	調整後*の尻尾を 立てた回数(回)
2007/3/15	1	14	0	0.0
2007/3/16	2.5	9	0	0.0
2007/3/17	2.5	11	1	1.3
2007/3/18	2.5	12	8	9.3
2007/3/19	2.5	14	3	3.0
2007/3/20	2.5	14	10	10.0
2007/3/21	2.5	未測定		
2007/3/22	2.5	14	9	9.0
2007/3/23	2.5	14	17	17.0
2007/3/24	2	10	20	22.4
2007/3/25	2	14	13	10.4
2007/3/26	2	14	26	20.8
2007/3/27	2	14	14	11.2
2007/3/28	2	14	11	8.8
2007/3/29	2	14	21	16.8
2007/3/30	2	14	13	10.4
2007/3/31	2	14	26	20.8

※調整後\*…尻尾を立てた回数 × 14 ÷ 観測時間 × 撮影間隔 ÷ 2.5

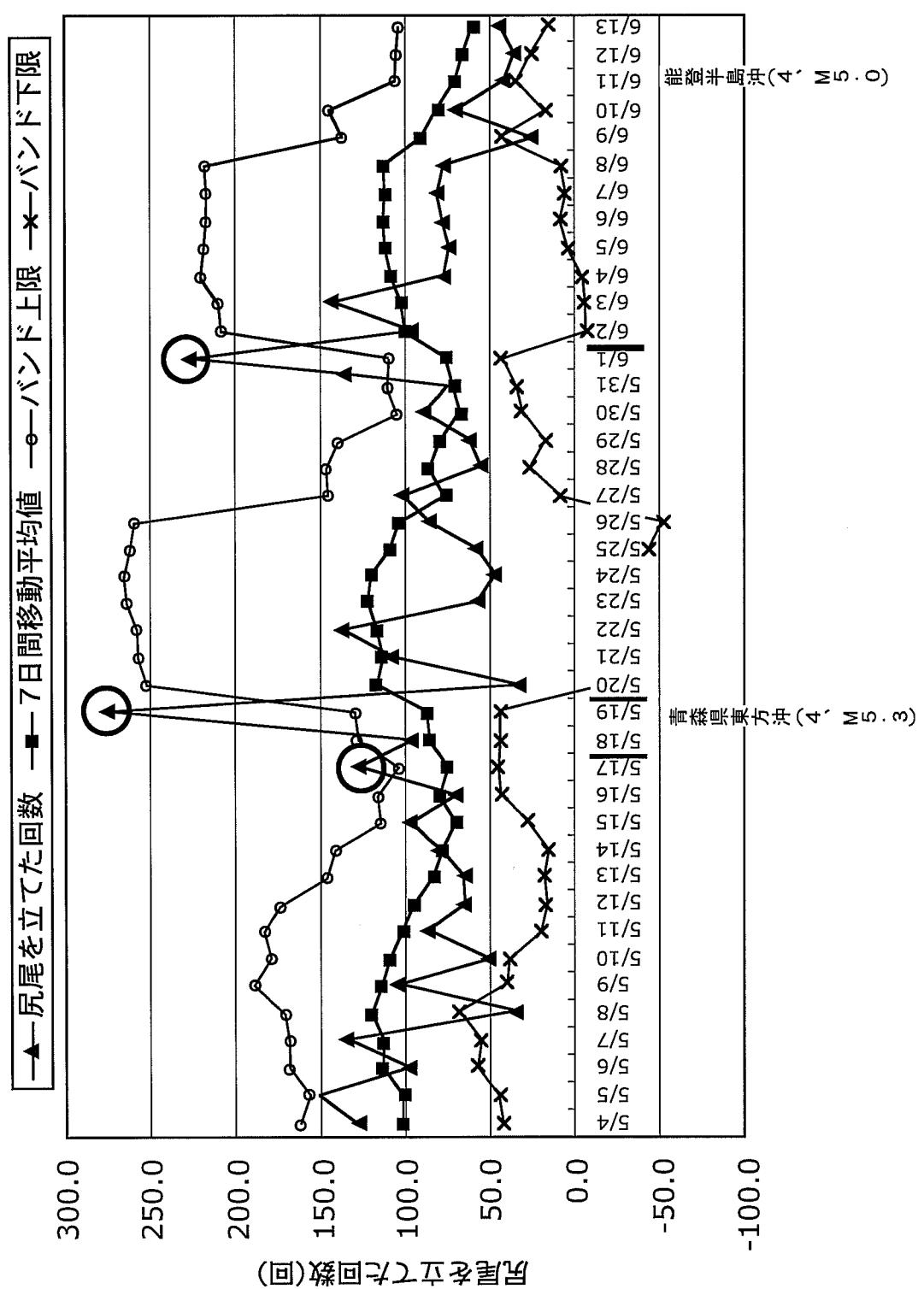
[図19]



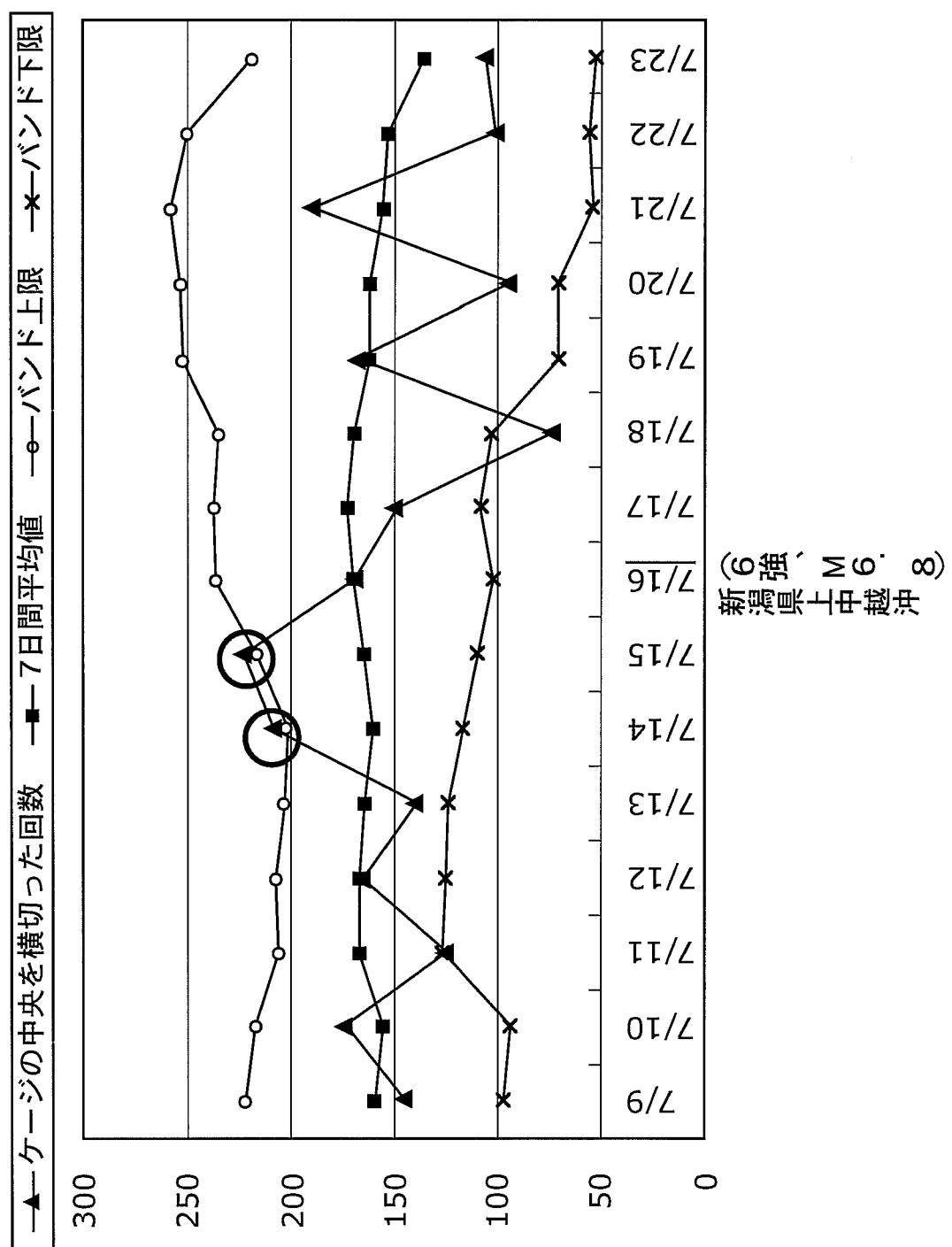
[図20]



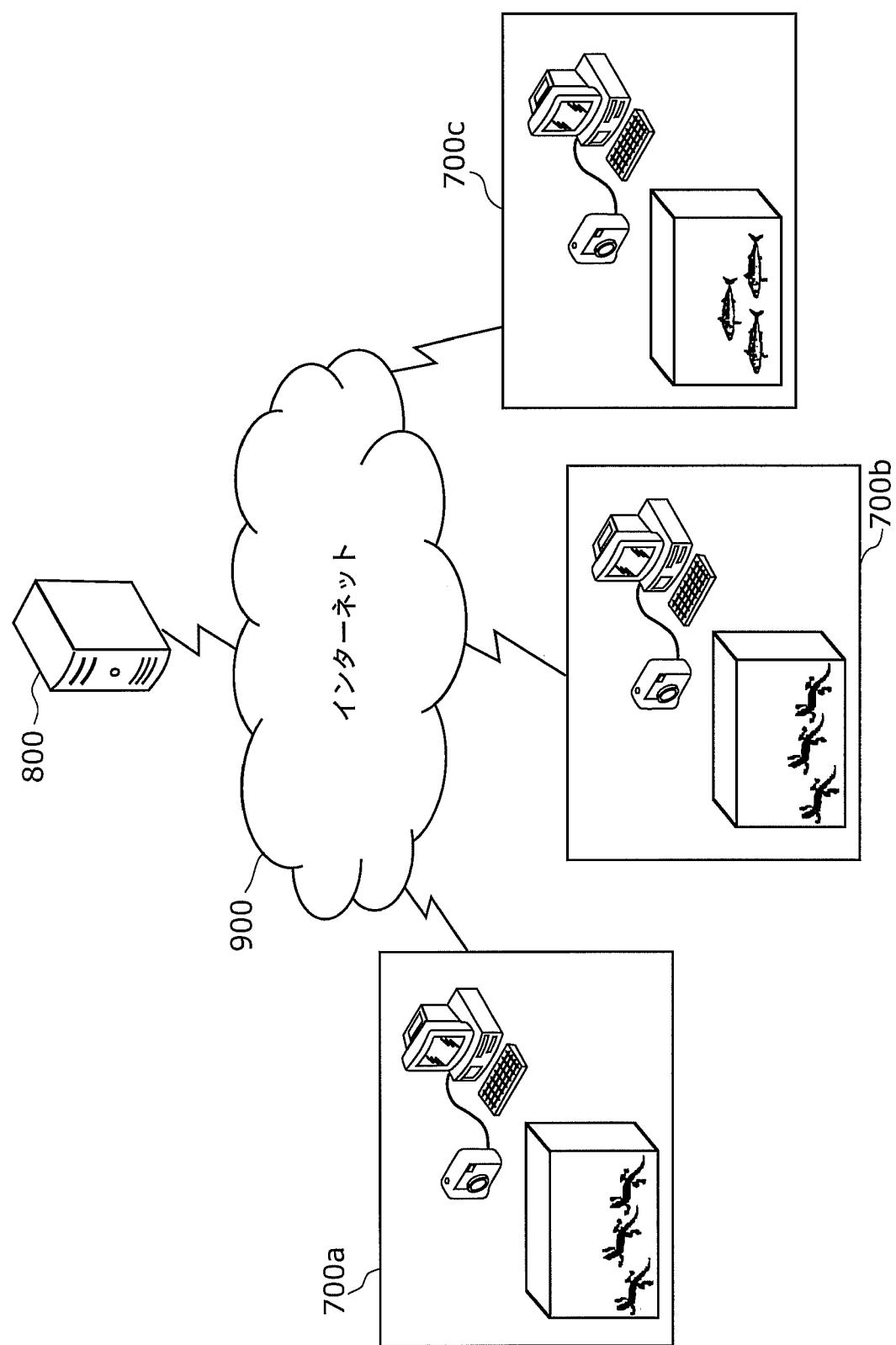
[図21]



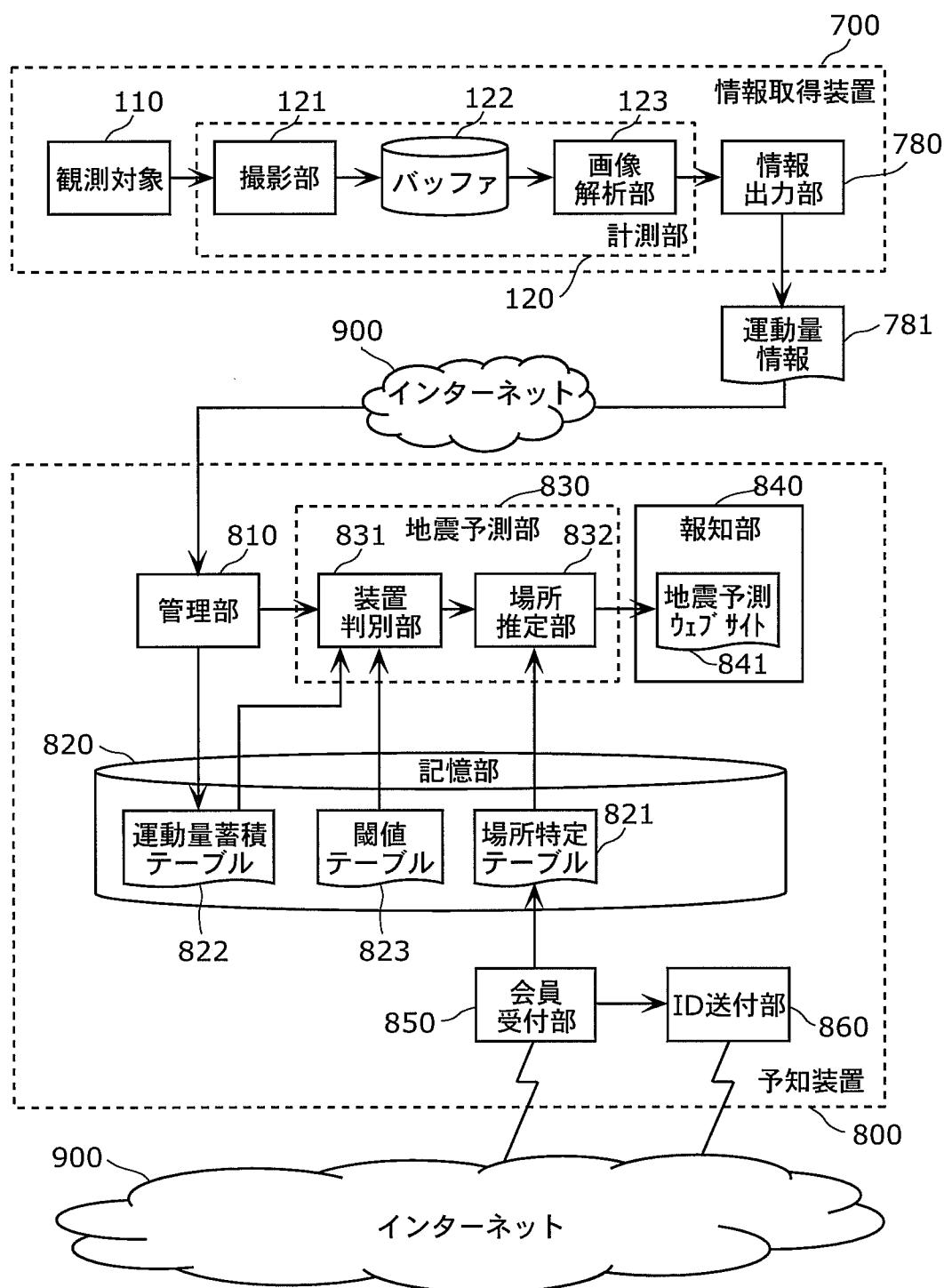
[図22]



[図23]



[図24]



[図25]

装置ID	観測日	観測時間	撮影間隔	動物の種類	異常行動種別	運動量
A	2007/9/20	12時間	2分	トカゲ	尻尾が立った回数	15

[図26]

821

装置ID	場所
A	京都市左京区 · · · · ·
B	大阪市淀川区 · · · · ·
C	大阪府堺市 · · · · ·
⋮	⋮

[図27]

822

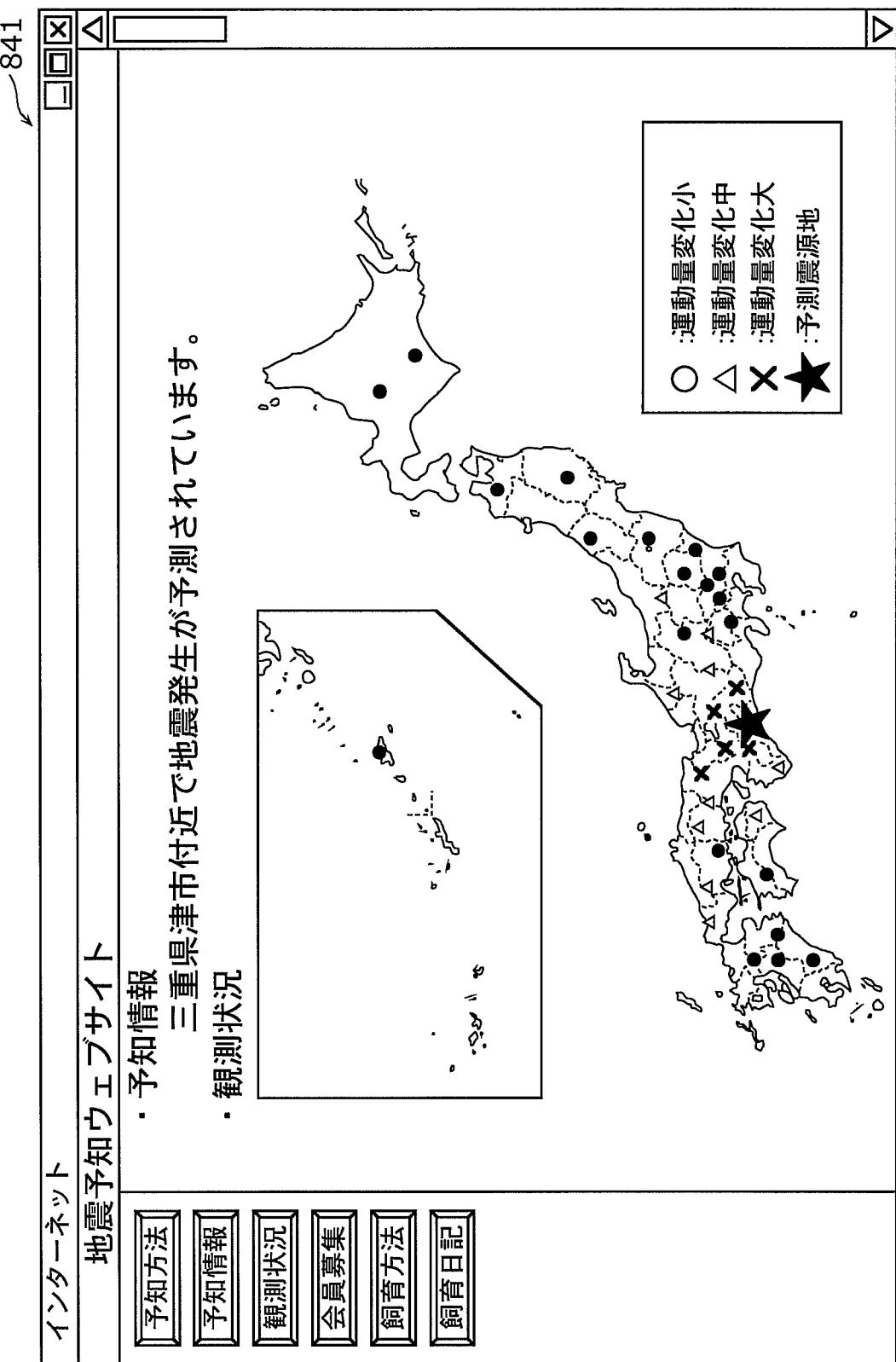
装置ID	観測日	観測時間	撮影間隔	動物の種類	異常行動種別	運動量
A	2007/9/20	12時間	2分	トカゲ	尻尾が立った回数	15
B	2007/9/20	8時間	2分	トカゲ	尻尾が立った回数	10
C	2007/9/20	12時間	2分	魚	動いた距離	5
A	2007/9/19	12時間	2分	トカゲ	尻尾が立った回数	20
B	2007/9/19	8時間	2分	トカゲ	尻尾が立った回数	13
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図28]

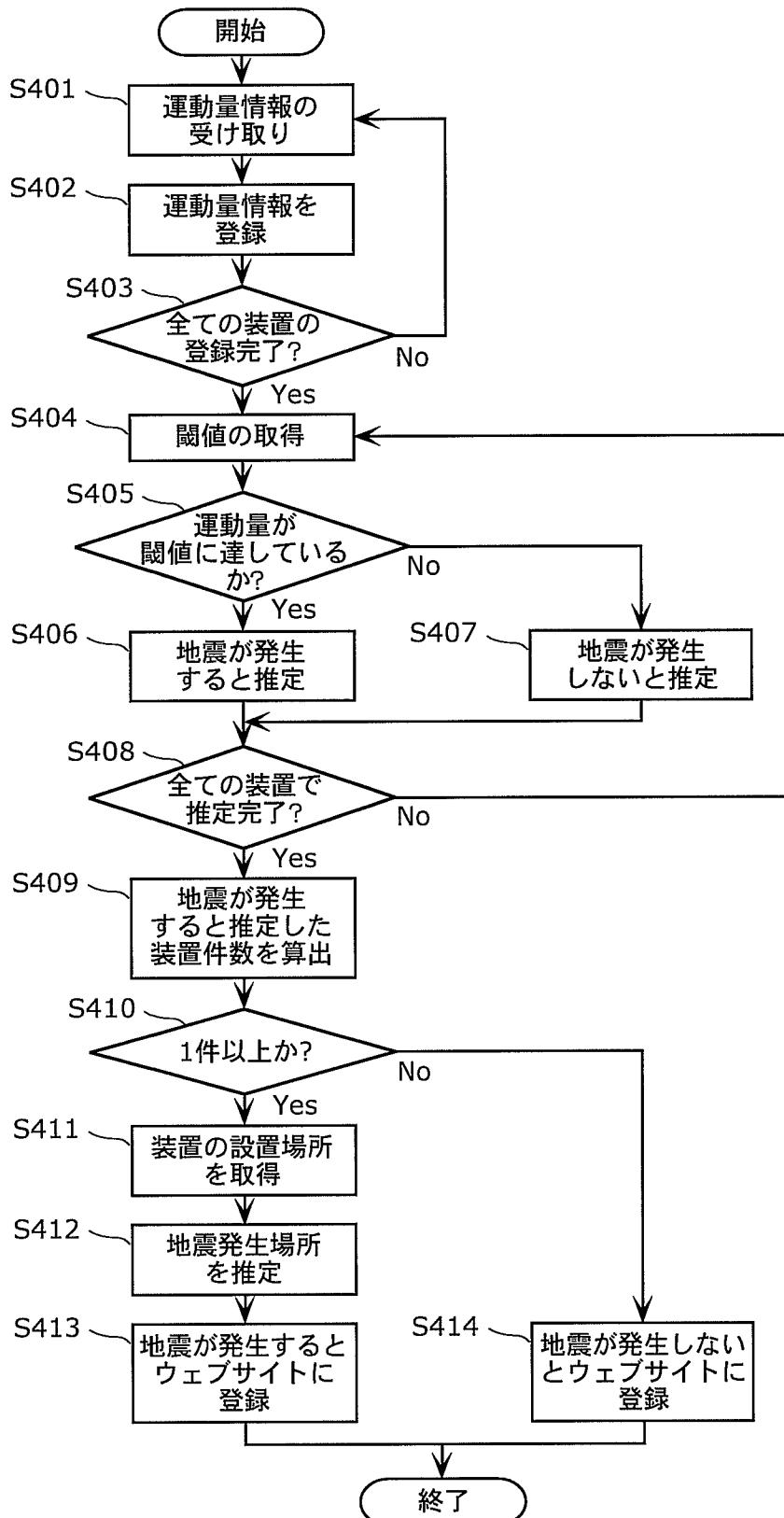
823

装置ID	観測時間	撮影間隔	動物の種類	異常行動種別	運動量の閾値
A	12時間	2分	トカゲ	尻尾が立った回数	15
B	8時間	2分	トカゲ	尻尾が立った回数	10
C	12時間	2分	魚	動いた距離	5
:	:	:	:	:	:

[図29]



[図30]

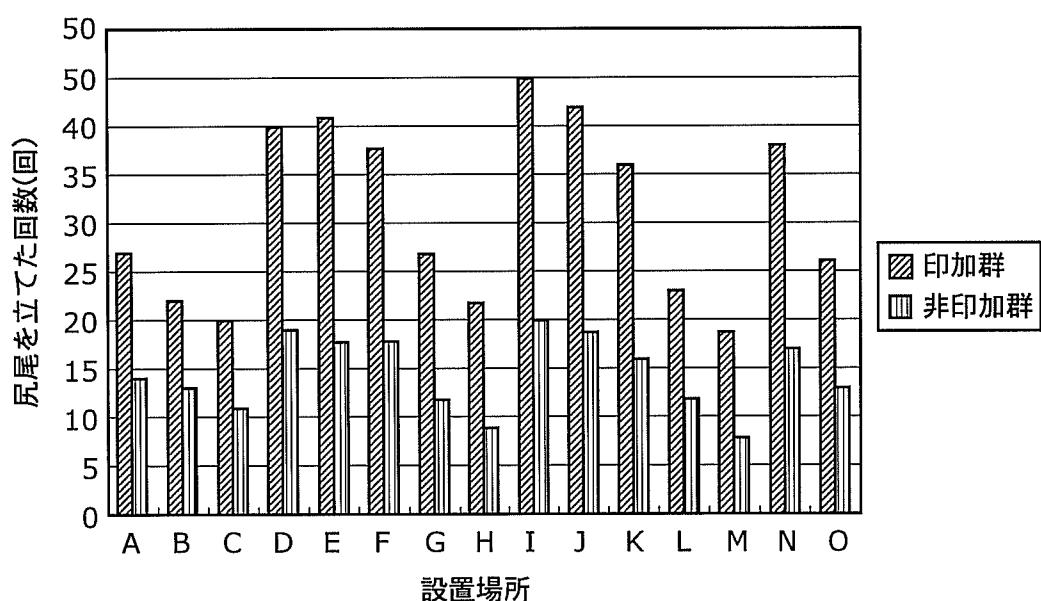


[図31]

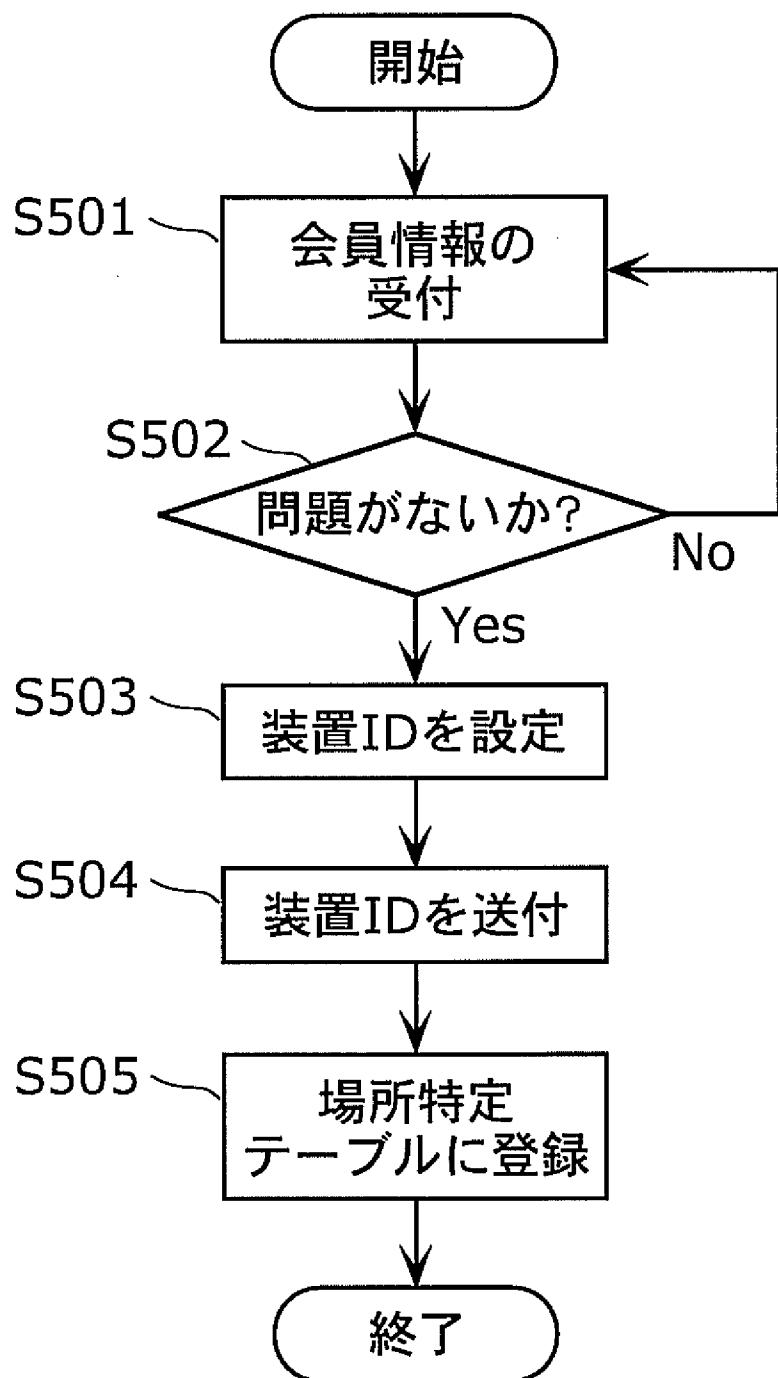
(a)



(b)



[図32]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2008/001739

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*G01V1/00 (2006.01) i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
*G01V1/00*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Taiki Ion Jishin Yosoku Kenkyukai e-PISCO Kokan Ijo Keijiban, [online], 2001, [retrieval date 24 September, 2008 (24.09.08)], Internet <URL: <a href="http://www1.e-pisco.jp/maspa/view/infoview.asp">http://www1.e-pisco.jp/maspa/view/infoview.asp</a> >	1, 19-24 2-18
Y	"Inu no Kodo o Rikai suru", [online], 2006, [retrieval date 24 September, 2008 (24.09.08)], Internet <URL: <a href="http://f18.aaa.livedoor.jp/~megohime/dog/inukimoti.html">http://f18.aaa.livedoor.jp/~megohime/dog/inukimoti.html</a> >	1, 19-24
Y	Earthquake Prediction Research Center, Tokai University, Kokan Ijo Gensho Kenkyuhan, Namazu to Jishin tono Kankei, Kenkyu Hokoku 2006, [online], 2006, [retrieval date 24 September, 2008 (24.09.08)], Internet <URL: <a href="http://www.sems-tokaiuniv.jp/namazu/">http://www.sems-tokaiuniv.jp/namazu/</a> >	1, 19-24

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
*24 September, 2008 (24.09.08)*

Date of mailing of the international search report  
*07 October, 2008 (07.10.08)*

Name and mailing address of the ISA/  
*Japanese Patent Office*

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2008/001739

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Hamster Kansatsu no Kai, Kansatsu, Hamuchan Data, Kenkyu Seika 2006, [online], 2007.02, [retrieval date 24 September, 2008 (24.09.08)], Internet <URL: <a href="http://www.h6.dion.ne.jp/~dog_noda/">http://www.h6.dion.ne.jp/~dog_noda/</a> >	20-24
Y	JP 2006-153830 A (Kazuhide MEGURO), 15 June, 2006 (15.06.06), Par. No. [0006]; Figs. 1, 3 (Family: none)	21-24
A	JP 11-95649 A (Mitsuhiro FUJIWARA), 09 April, 1999 (09.04.99), Full text; all drawings (Family: none)	13
A	JP 2002-267763 A (Kiyoshi WADATSUMI), 18 September, 2002 (18.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	20

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01V1/00(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01V1/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	大気イオン地震予測研究会 e-PISCO 宏観異常掲示板, [online], 2001, [検索日 2008. 09. 24], インターネット	1, 19-24
A	<URL : http://www1.e-pisco.jp/maspa/view/infoview.asp>	2-18
Y	犬の行動を理解する, [online], 2006, [検索日 2008. 09. 24], インターネット<URL : http://f18.aaa.livedoor.jp/~megohime/dog/inukimoti.html>	1, 19-24

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

24. 09. 2008

## 国際調査報告の発送日

07. 10. 2008

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

2J 3409

田中 秀直

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	東海大学地震予知研究センター 宏観異常現象研究班, ナマズと地震との関係、研究報告2006, [online], 2006, [検索日2008. 09. 24], インターネット<URL : <a href="http://www.sems-tokaiuniv.jp/namazu/">http://www.sems-tokaiuniv.jp/namazu/</a> >	1, 19-24
Y	ハムスター観察の会, 観察、はむちゃんデータ、研究成果2006, [online], 2007.02, [検索日2008. 09. 24], インターネット<URL : <a href="http://www.h6.dion.ne.jp/~dog_noda/">http://www.h6.dion.ne.jp/~dog_noda/</a> >	20-24
Y	JP 2006-153830 A (目黒一英) 2006.06.15, 【0006】、図1、図3 (ファミリーなし)	21-24
A	JP 11-95649 A (藤原充弘) 1999.04.09, 全文・全図 (ファミリーなし)	13
A	JP 2002-267763 A (弘原海清) 2002.09.18, 全文・全図 (ファミリーなし)	20