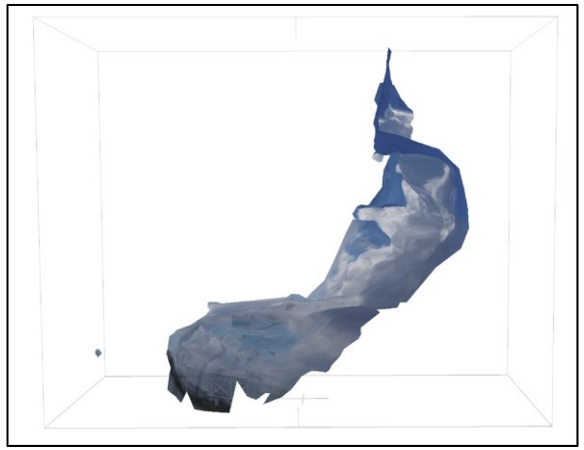
北大-大垣東高遠隔授業2023

積乱雲と線状降水帯

北海道大学
理学部地球惑星科学科4年
前田壮太
中野雄介

自己紹介

前田壮太
2000年8月5日生まれ
北海道大学理学部地球惑星科学科4年
趣味:剣道
卒論:雲の3D画像作成



今日の流れ

- 目標

➡ 雲や雨の仕組みを学び、線状降水帯に関する知識を得よう！

前半：雲とは？積乱雲とは？
後半：線状降水帯とは？

雲とは何か？

- 雲とは？

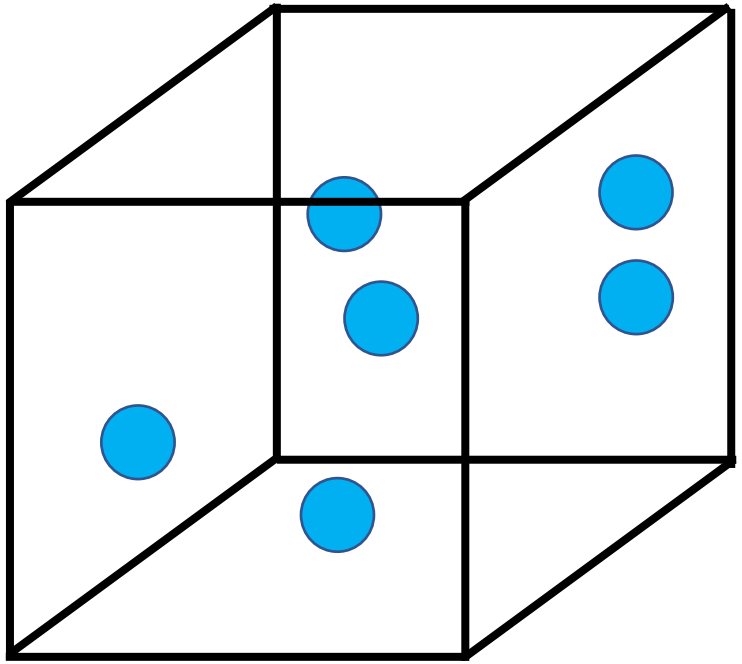
➡ *大気中の水蒸気が上空で凝結したり, 昇華してきわめて小さな水滴や氷の結晶に変わったりして, これらの集まりが空気中に浮かんで目に見える現象をいう.*

(気候学・気象学辞典より引用)

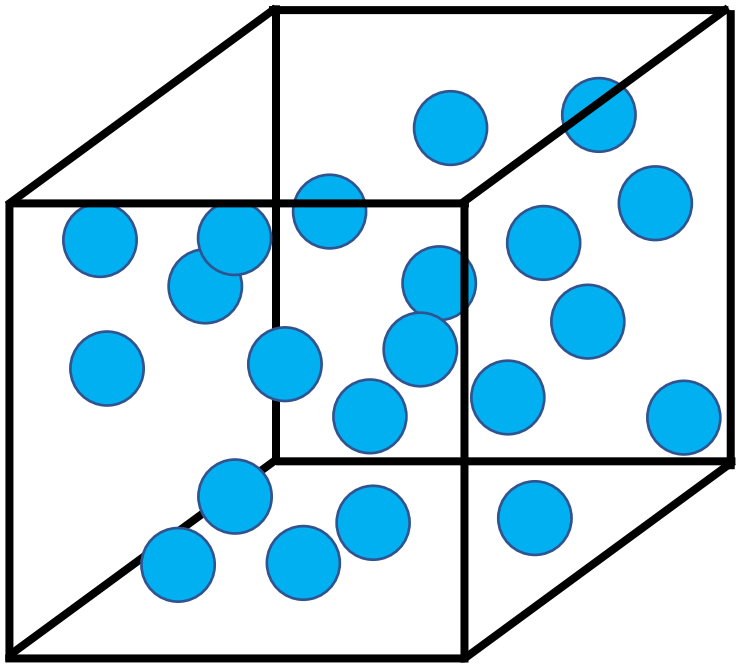
- なぜ浮かんで見える？　水滴？氷？

➡ 雲はどうやってできるか、改めておさらい

クイズその1 - 密度ってなんだっけ？

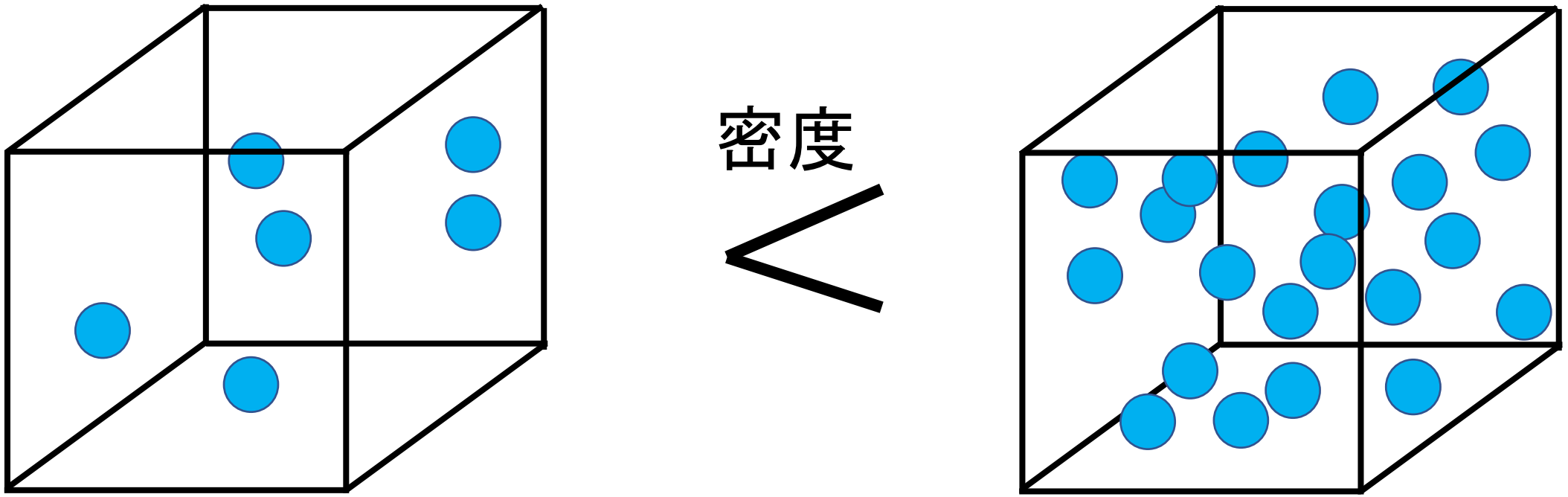


密度どっちが
大きい？



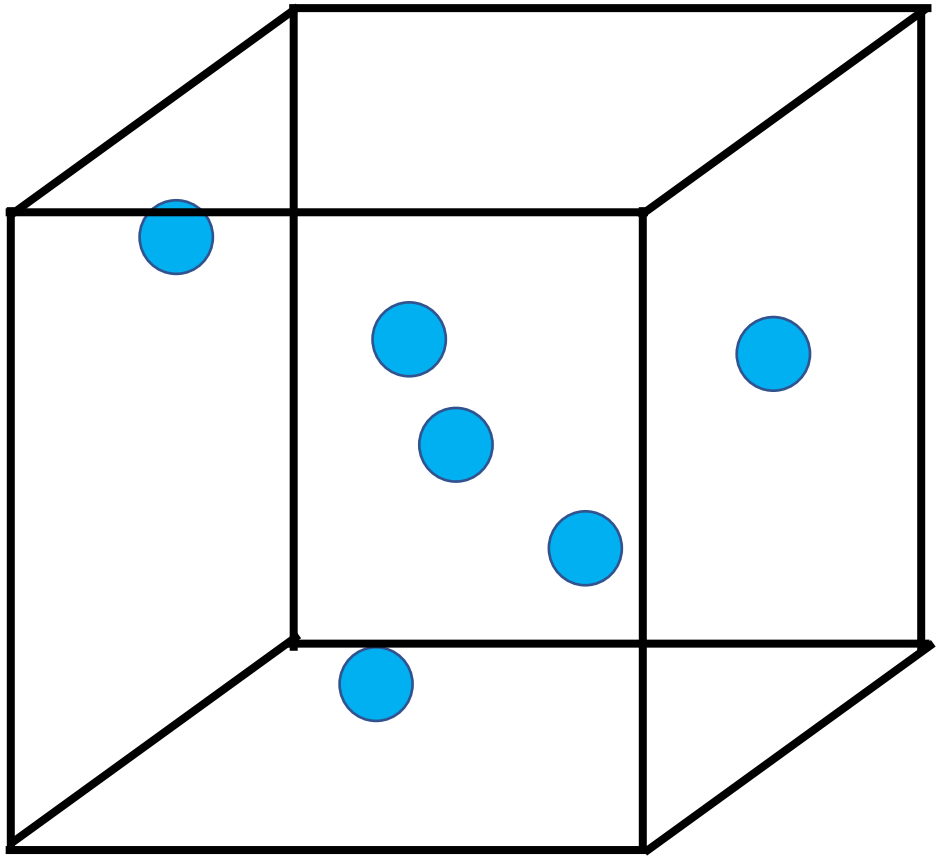
● は水分子、体積は同じ

クイズその1 - 密度ってなんだっけ？

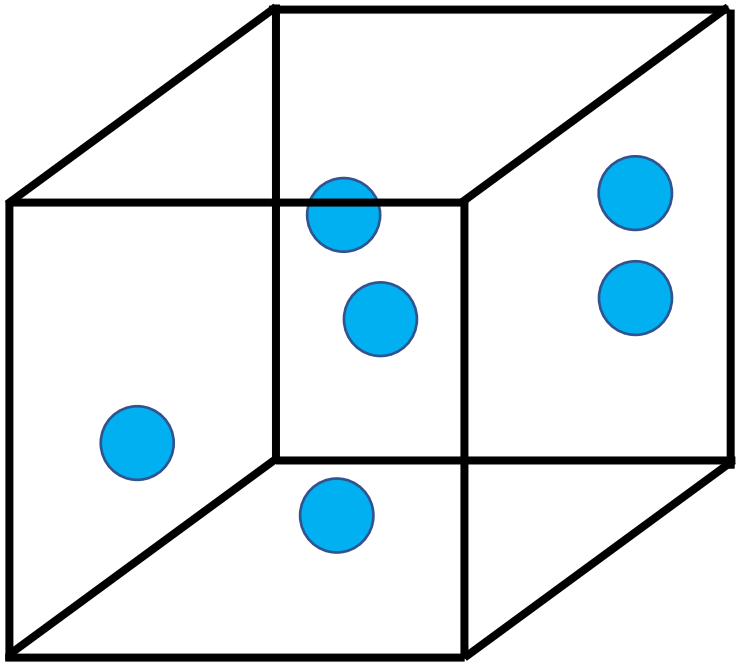


● は水分子、体積は同じ

クイズその2 – 箱の大きさが変わると…？

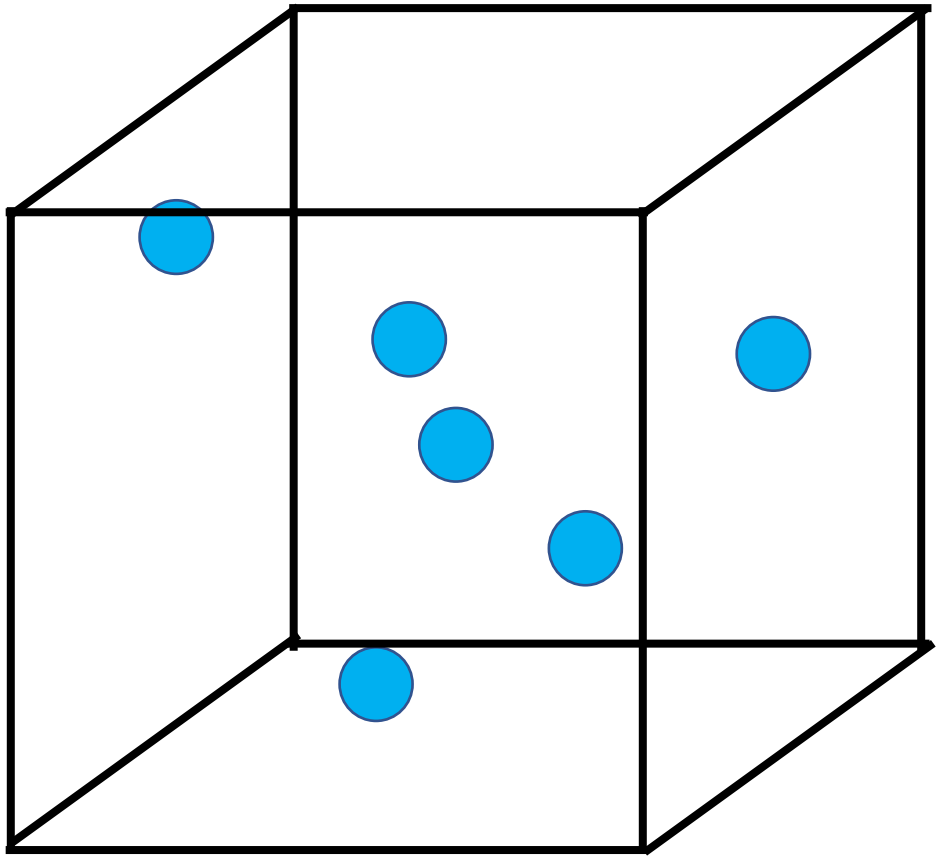


密度どっちが
大きい？

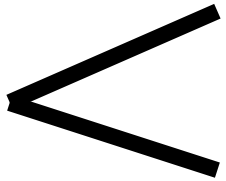


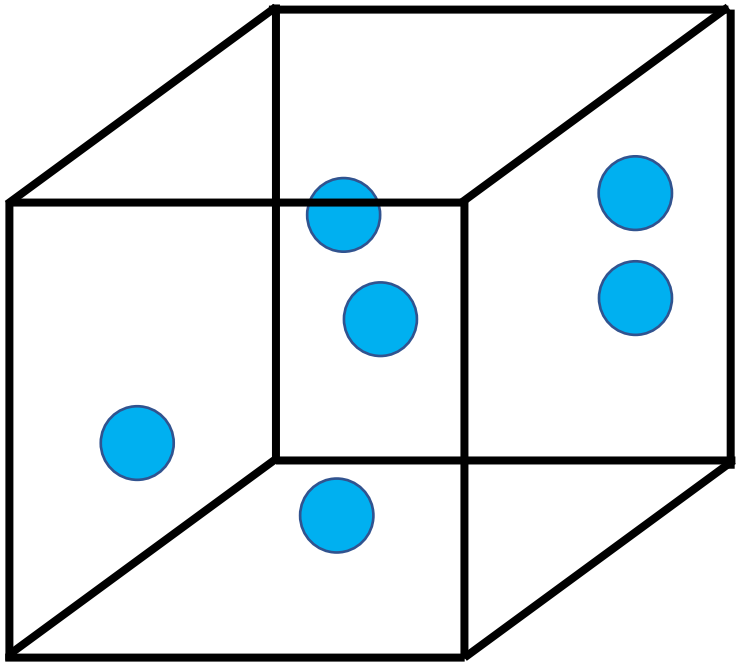
● は水分子、体積は左の方が大きい

クイズその2 – 箱の大きさが変わると…？



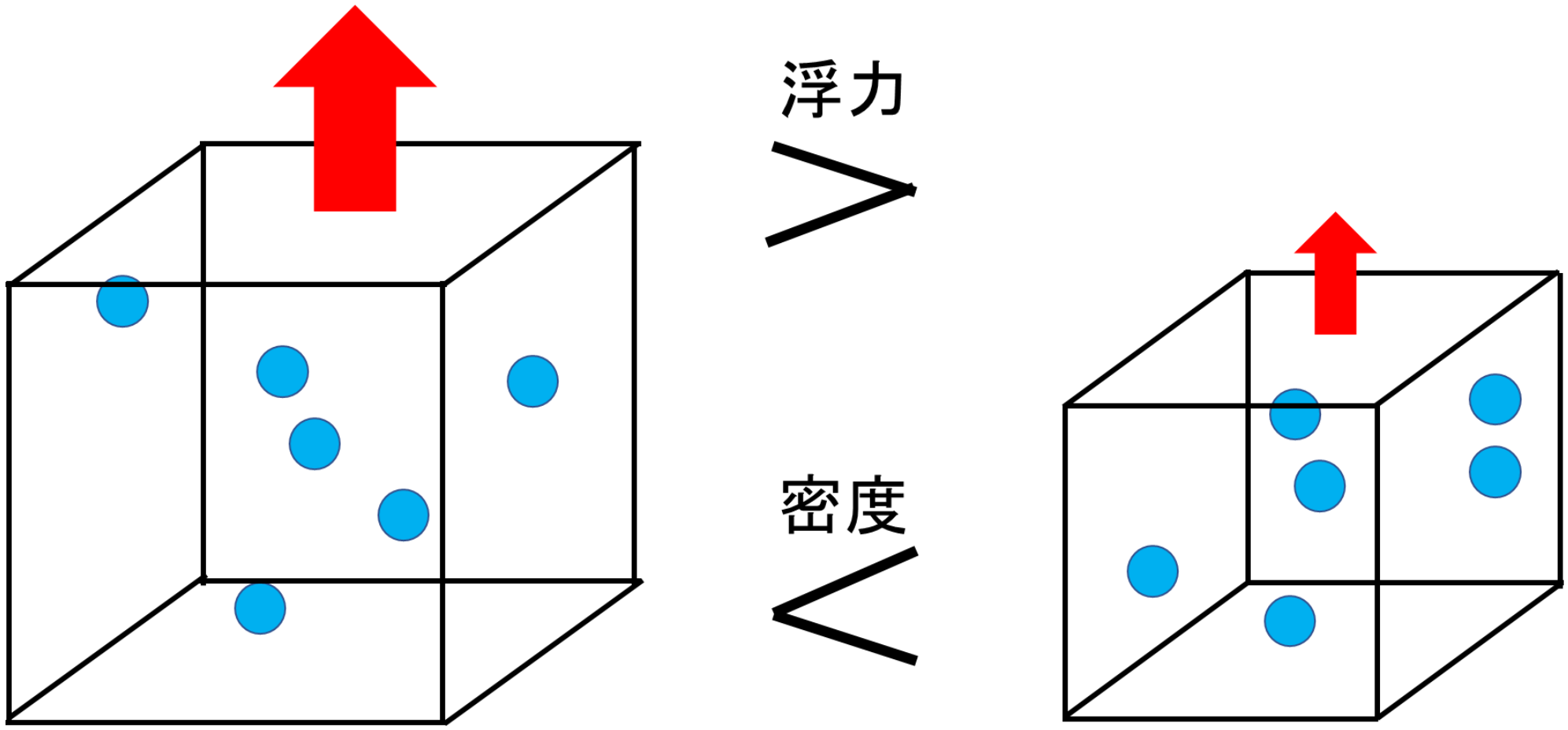
密度





● は水分子、体積は左の方が大きい

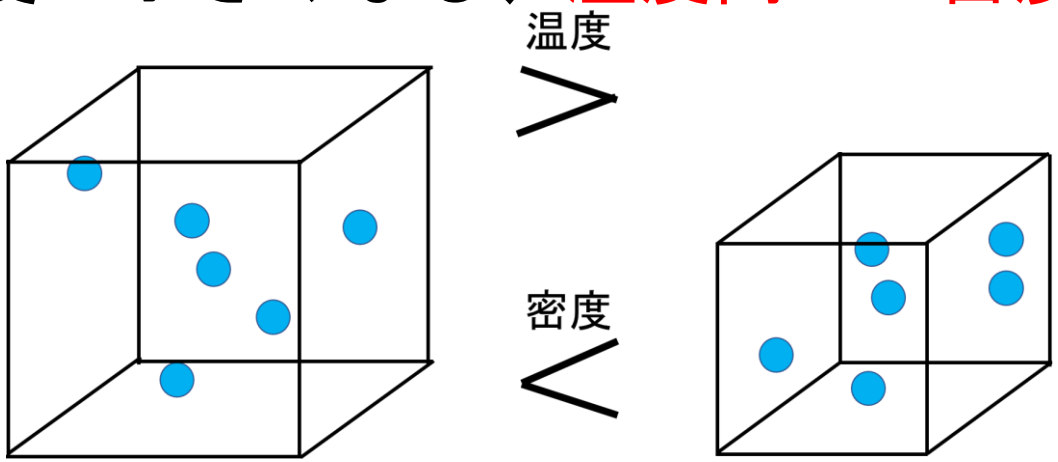
密度が小さいと浮力がはたらく！



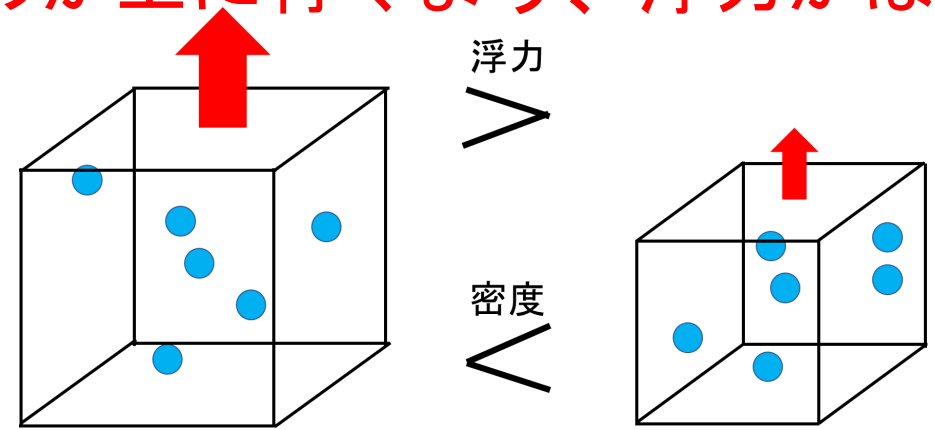
● は水分子、体積は左の方が大きい

まとめ - 密度と浮力の関係

- 温度が高くなると水分子の動きが速くなり、体積が膨張することで相対的に密度が小さくなる、温度高い→密度小さい

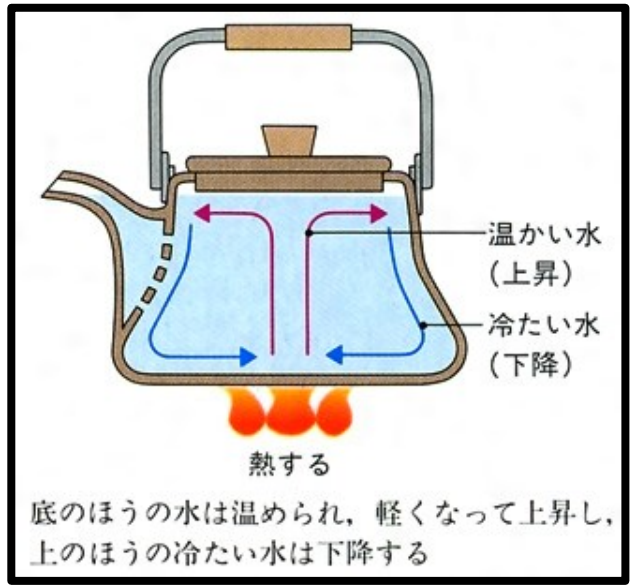


- 密度が小さいものが上に行くよう、浮力がはたらく



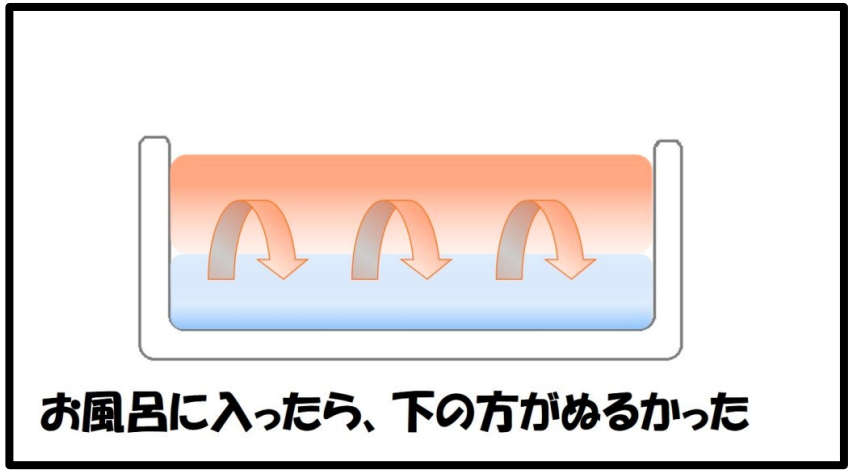
浮力がはたらく具体例

- 例えば　…



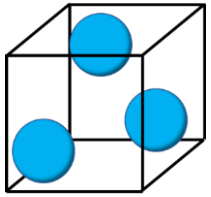
ヤカンを火にかけた時

https://kotobank.jp/word/%E5%AF%BE%E6%B5%81-92280

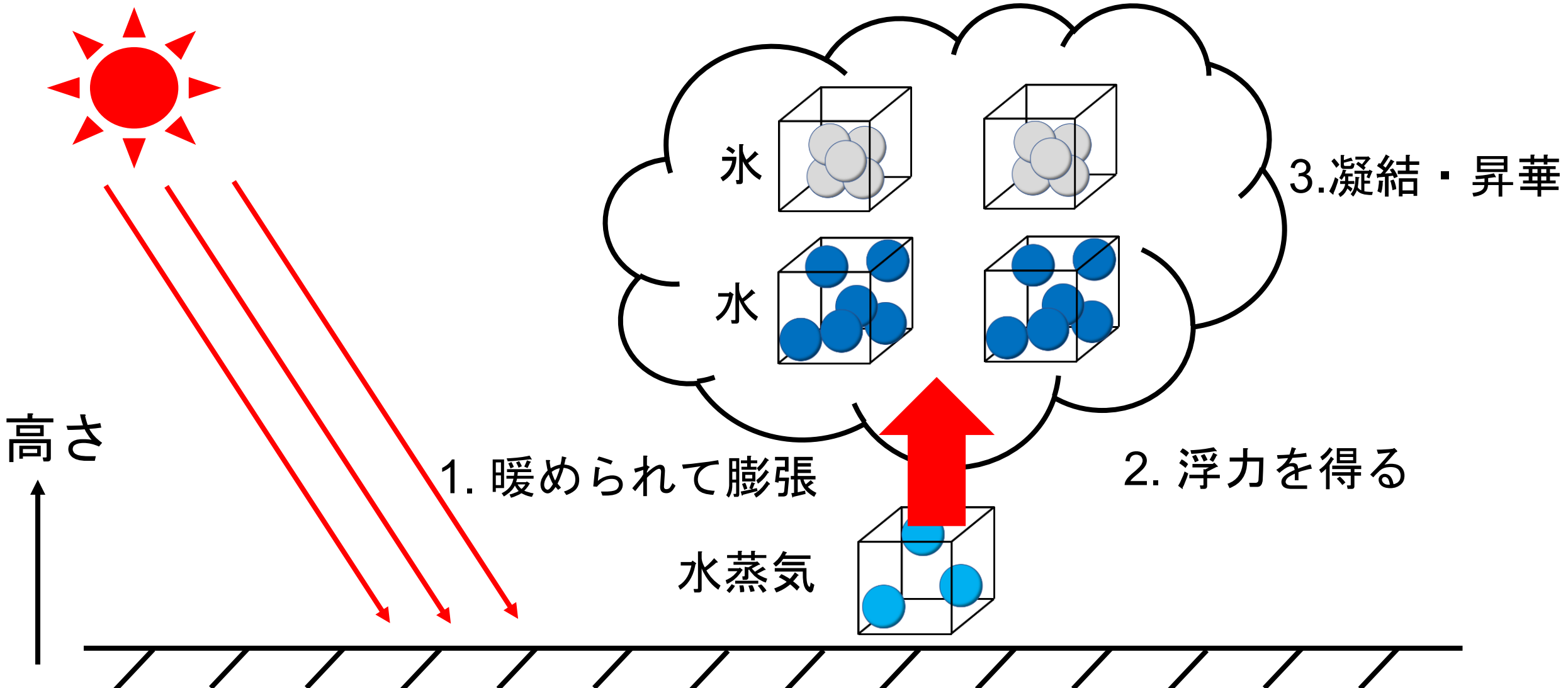


お風呂に入った時

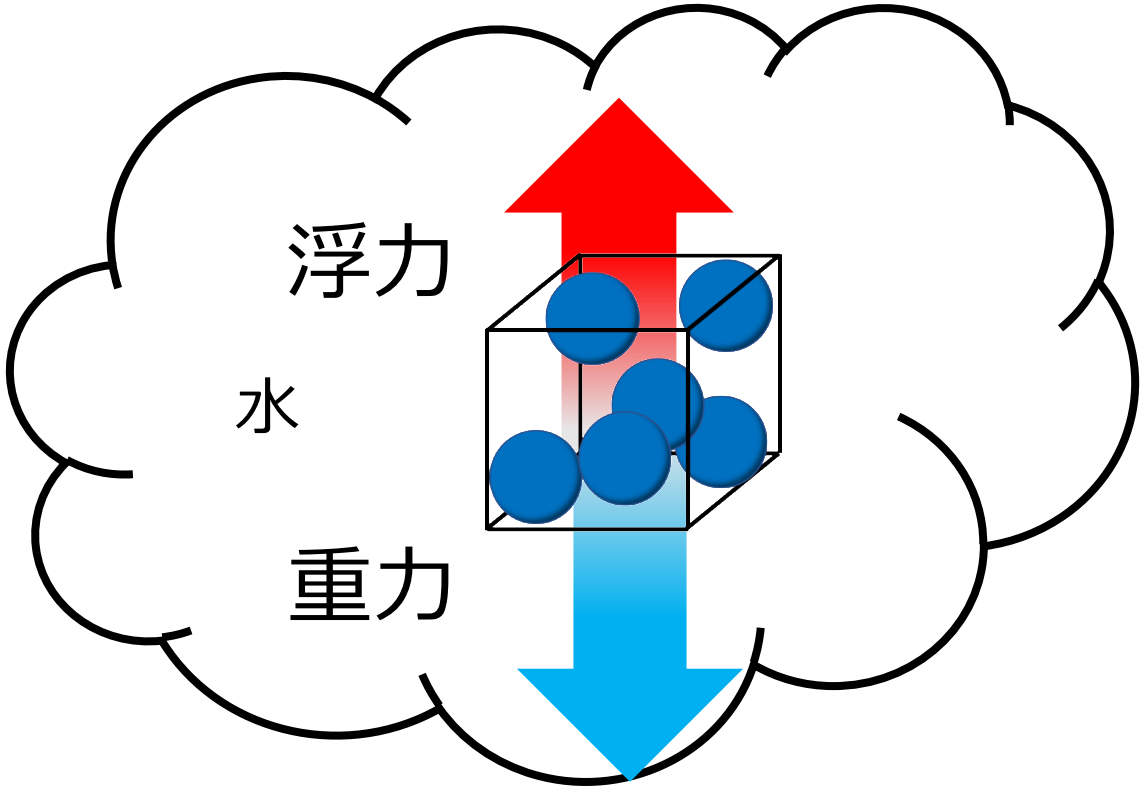
http://onshitsudo.com/information/heat_faq/#:~:text=%E7%86%B1%E3%82%92%E8%93%84%E3%81%88%E3%81%9F%E6%B0%97%E4%BD%93,%E3%81%8C%E4%B8%8A%E9%83%A8%E3%81%AB%E6%BA%9C%E3%81%BE%E3%82%8A%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82

➡ 水分子の集合  が、どのように動いて雲ができるか見ていく

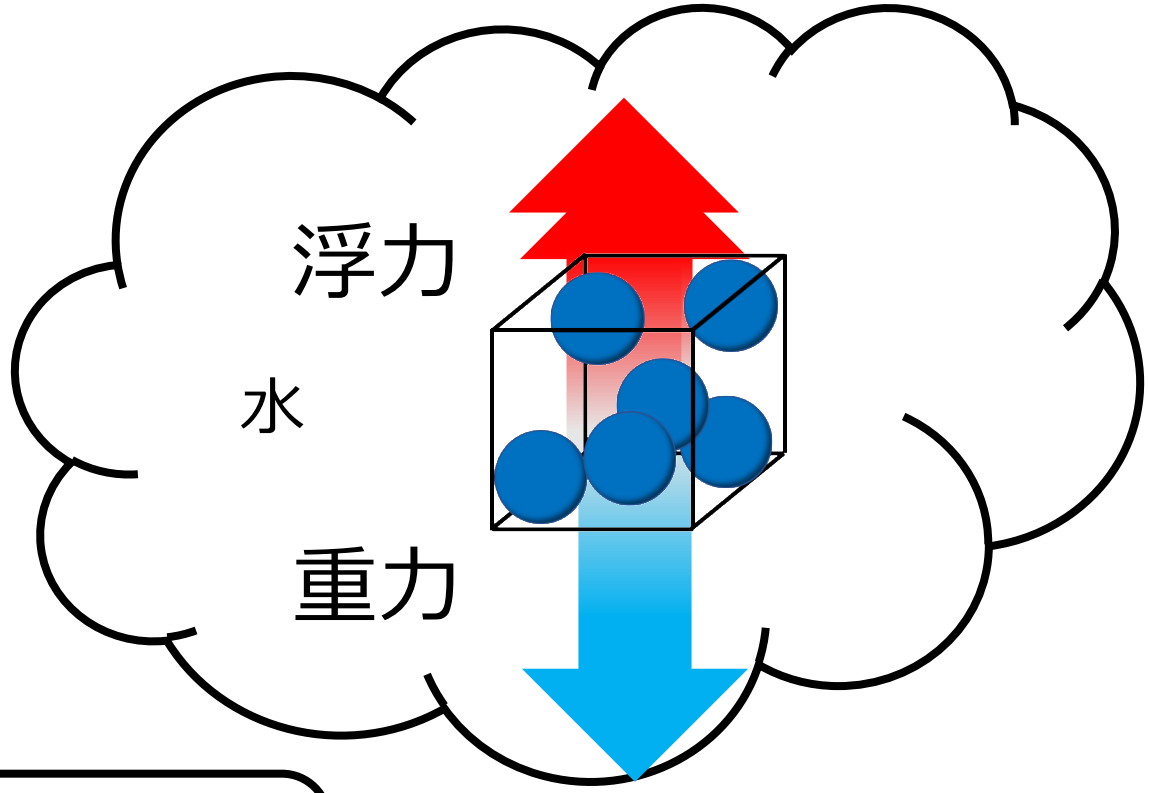
雲はどうやってできるか？



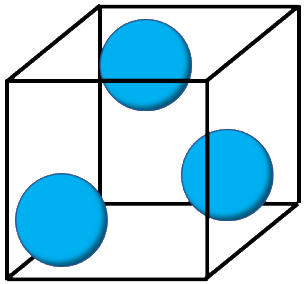
雲はなぜ落ちない？



浮力が小さくなると…



落下する水は
水蒸気となり…



我々の目には見えない
→浮いているように見える！

まとめ – 雲はどうやってできるか

- 温められて上昇した水蒸気は、水や氷の粒に変化する。これらが集まって雲になる
- 上向きの浮力と下向きの重力が釣り合って雲は浮いている（ように見える）

➡ ここからは積乱雲にフォーカス

積乱雲とは？

- 積乱雲…

  積乱雲は、強い上昇気流によって鉛直方向に著しく発達した雲です。

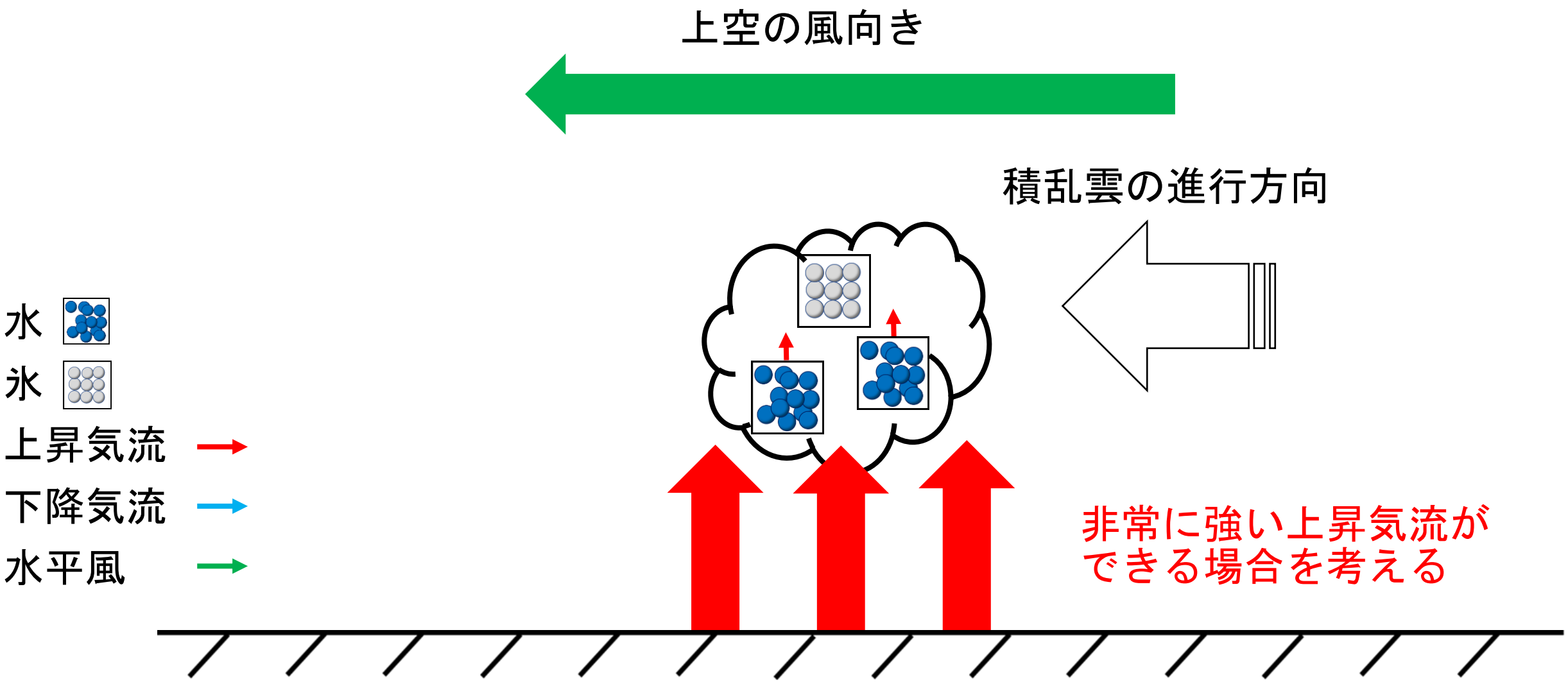
  （気象庁, https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/tenki_chuui/tenki_chuui_p2.html　より引用）

- 雲頂高度が最大10km程度、大雨などの気象災害を引き起こす。

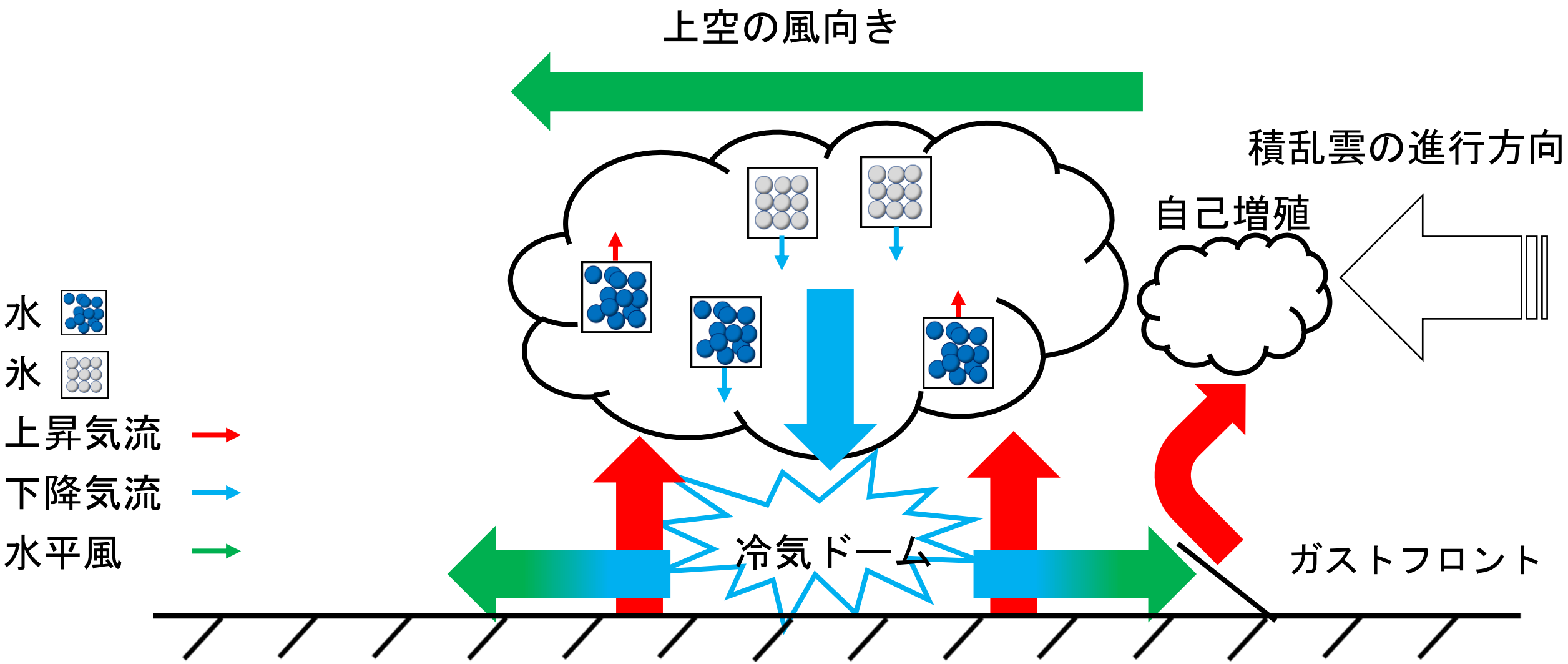
➡ 積乱雲の生涯を見ていく

撮影者:前田壮太　撮影日:2023年8月12日

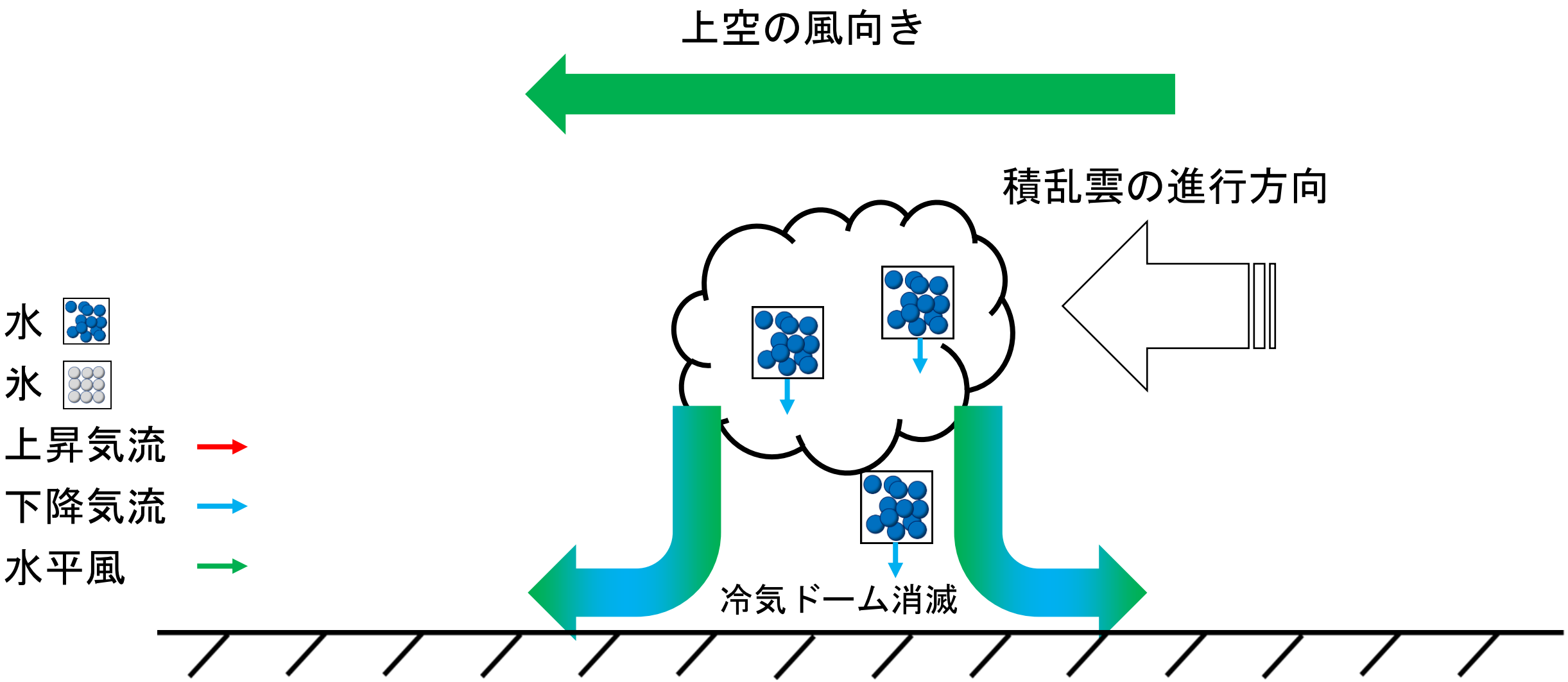
積乱雲の生涯 (1/3 成長期)



積乱雲の生涯（2/3 成熟期）



積乱雲の生涯（3/3 減衰期）



前半のまとめ

- 雲は浮力によって上昇した水蒸気が水・氷の粒になってできる
- 雲は浮力と重力が釣り合うことで浮いている（ように見える！）
- 積乱雲は激しい雨を引き起こす
- 積乱雲は自己増殖する（場合もある！）

➡ 後半へ続く！

後半：線状降水帯とは？

自己紹介

中野雄介

北海道大学理学部地球惑星科学科4年

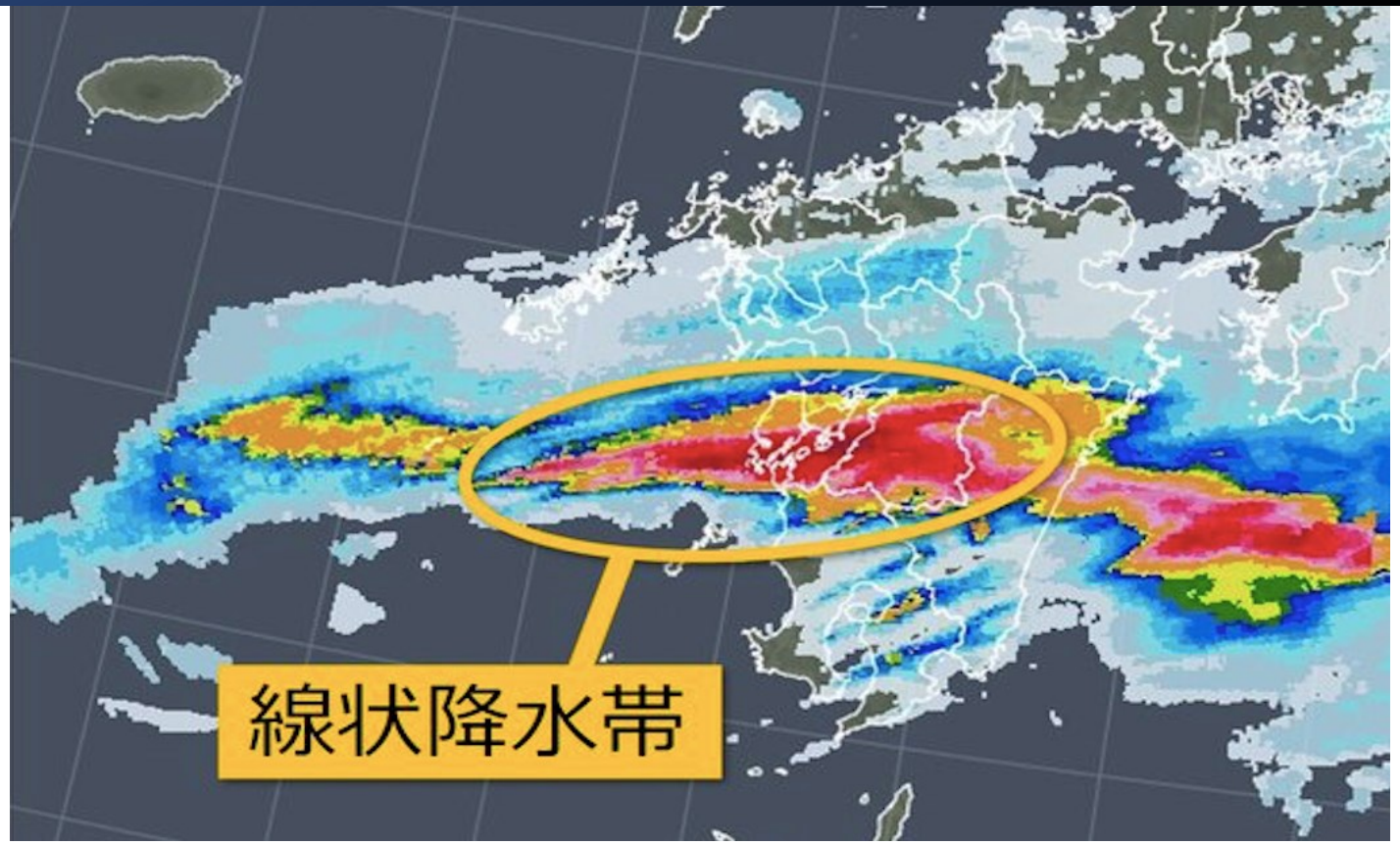
趣味:ベースを弾くこと

卒論の内容:ハビタブルな太陽系外惑星の条件を探る

線状降水帯とは？

線状降水帯とは？

- 複数の積乱雲が線状に並んだもの.
- 長さ50~300km, 幅20~50km程度.
- 数時間に渡ってほぼ同じ場所に停滞し, 大雨をもたらす.



九州地方の降水量マップ

Image Credit & Copyright : 日本気象協会
https://tenki.jp/forecaster/watarumatsui/2020/07/05/8777.html

実例：平成29年7月九州北部豪雨

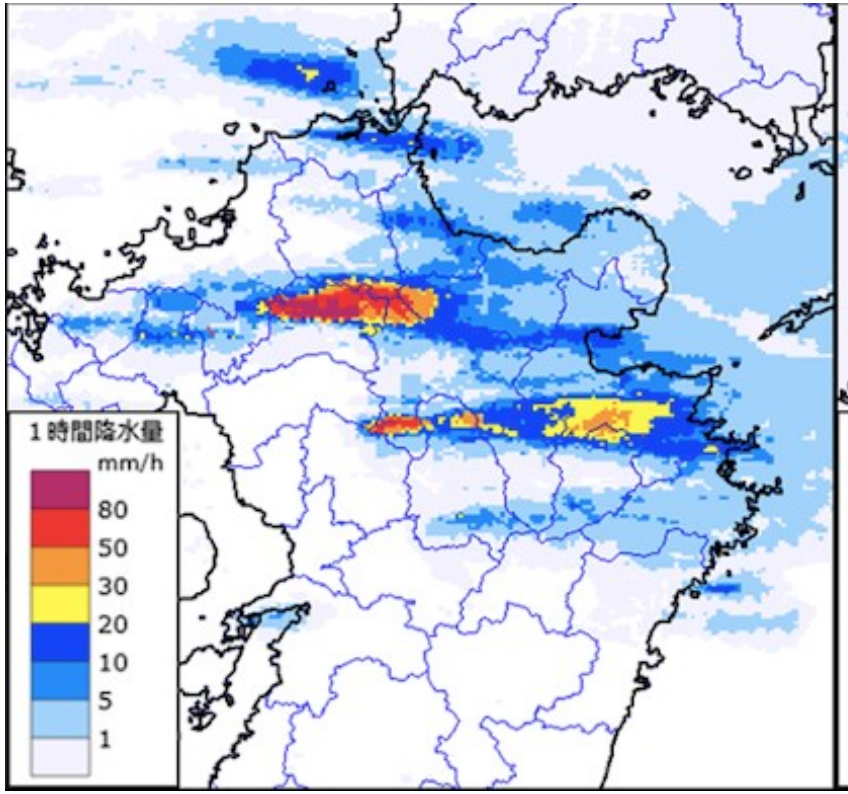
死者・行方不明者41名

河川の氾濫や土砂崩れで甚大な被害が生じた.

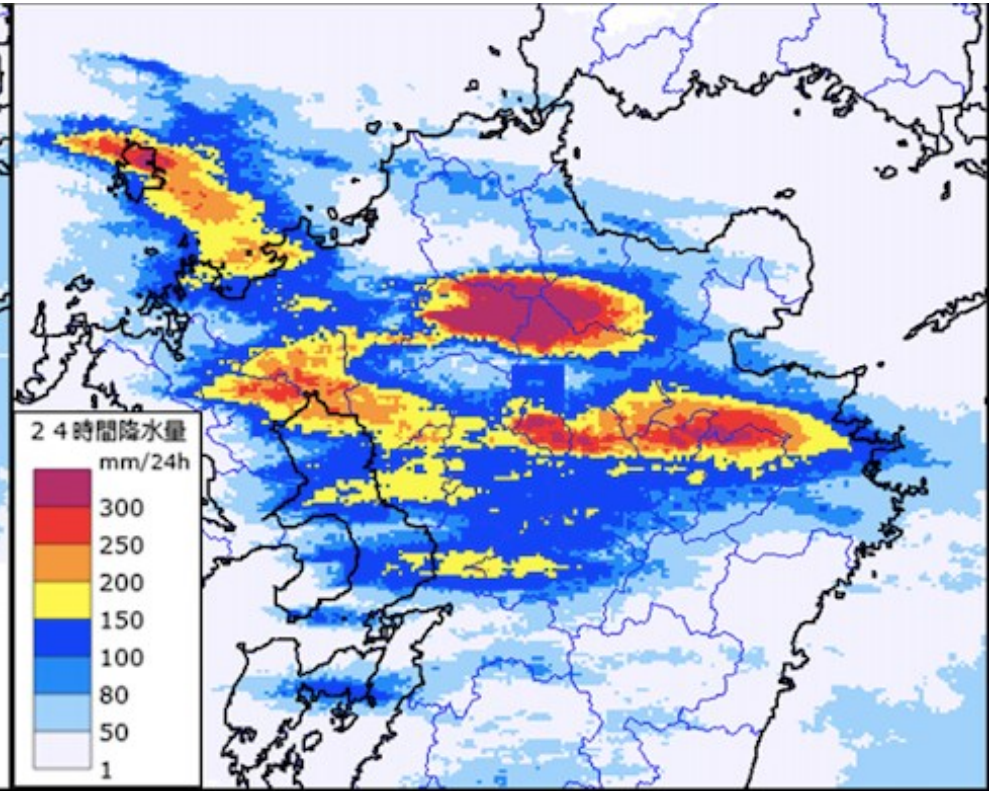
福岡県朝倉市で起きた家屋損害と流木
https://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h29/88/disaster.html

実例：平成29年7月九州北部豪雨

1時間降水量は最大で100mm以上.



1時間降水量



24時間の積算降水量

Image Credit & Copyright : 気象庁
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yohokaisetu/senjoukousuitai_ooame.html

実例：平成29年7月九州北部豪雨

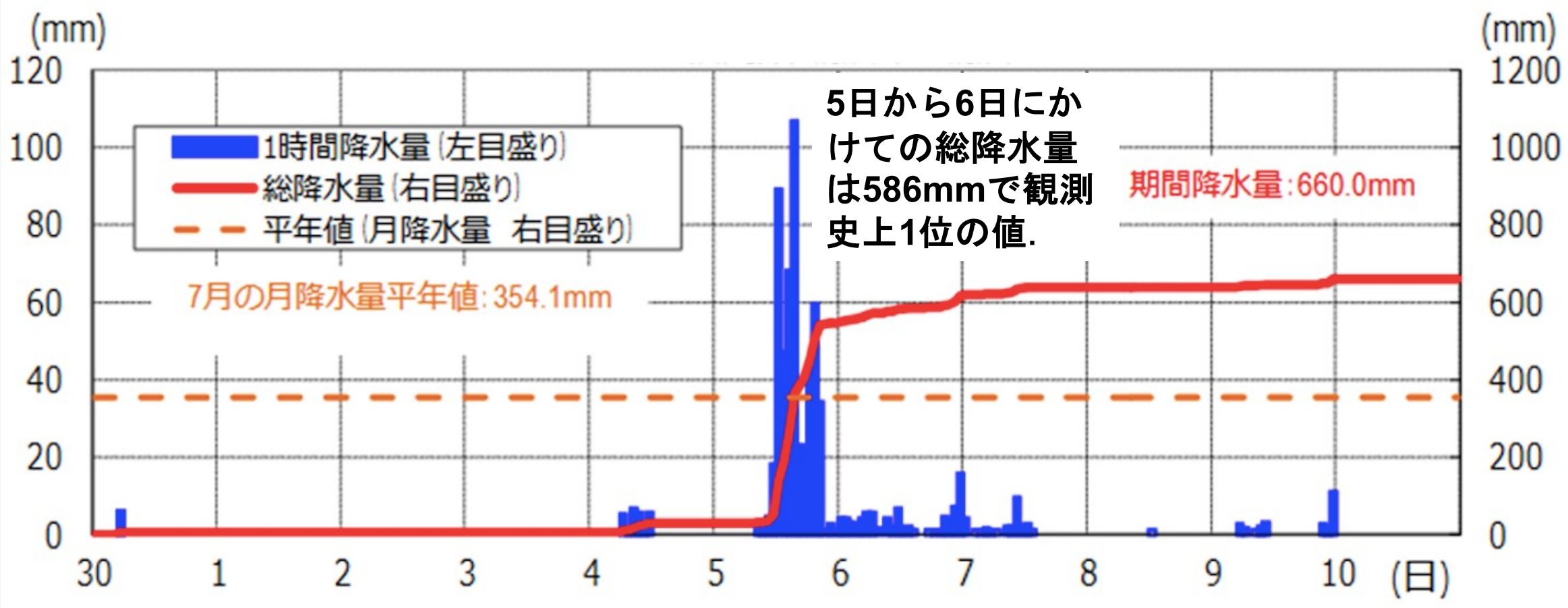
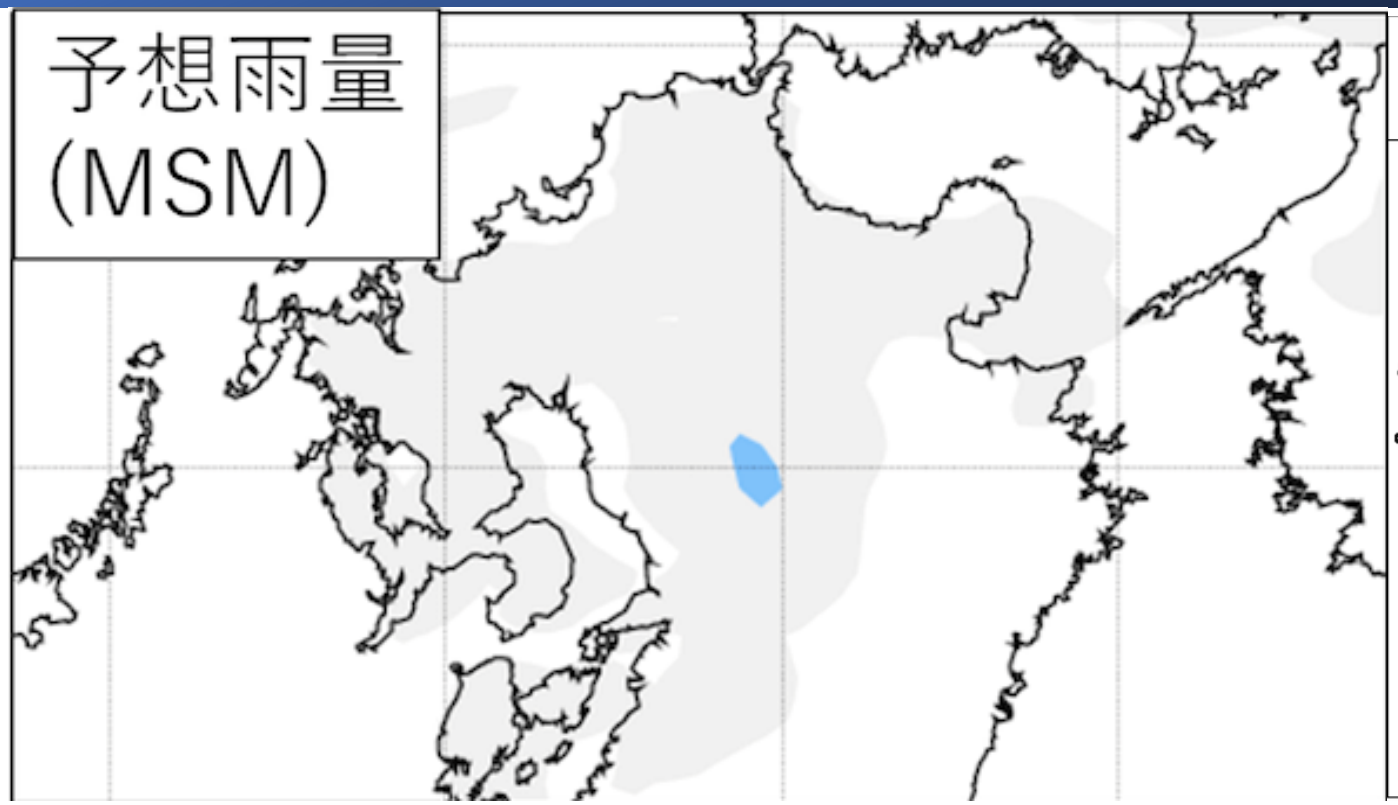
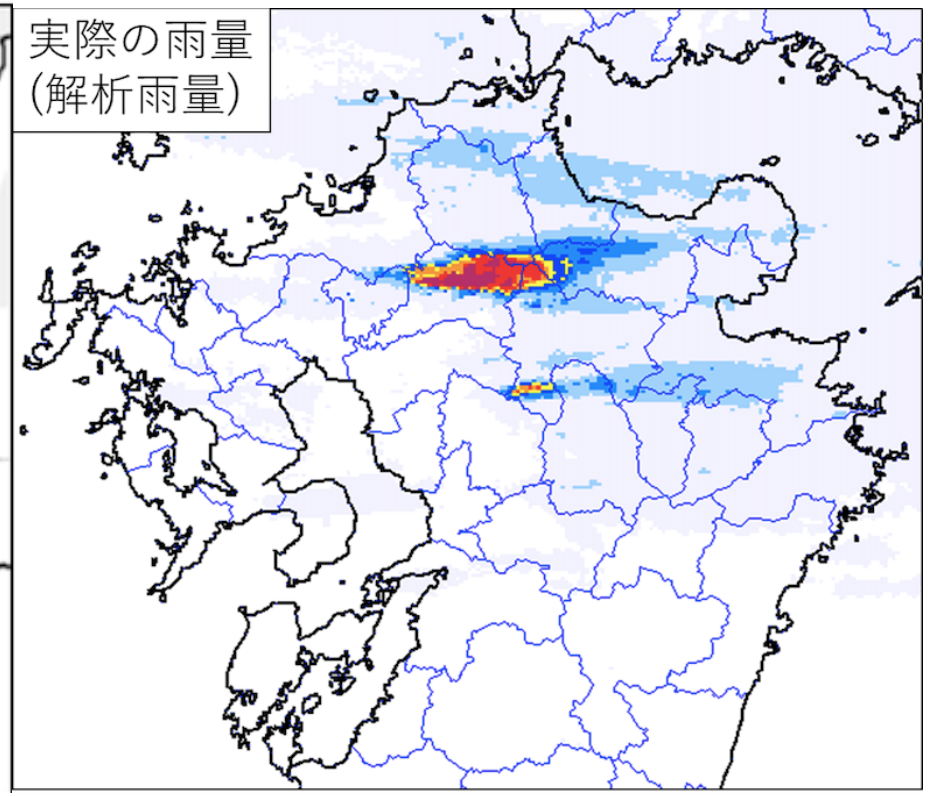


Image Credit & Copyright : 気象庁
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yohokaisetu/senjoukousuitai_ooame.html

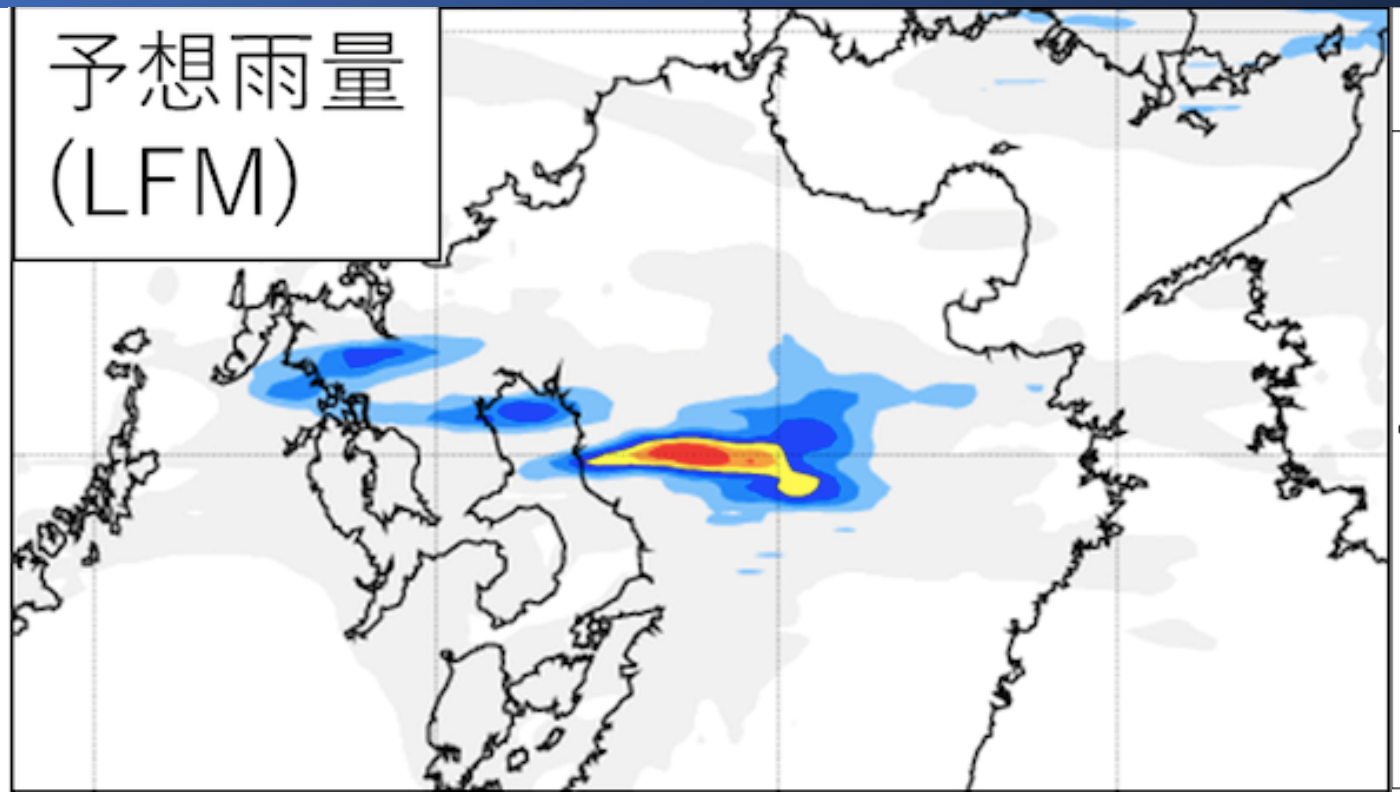
線状降水帯の発生予測

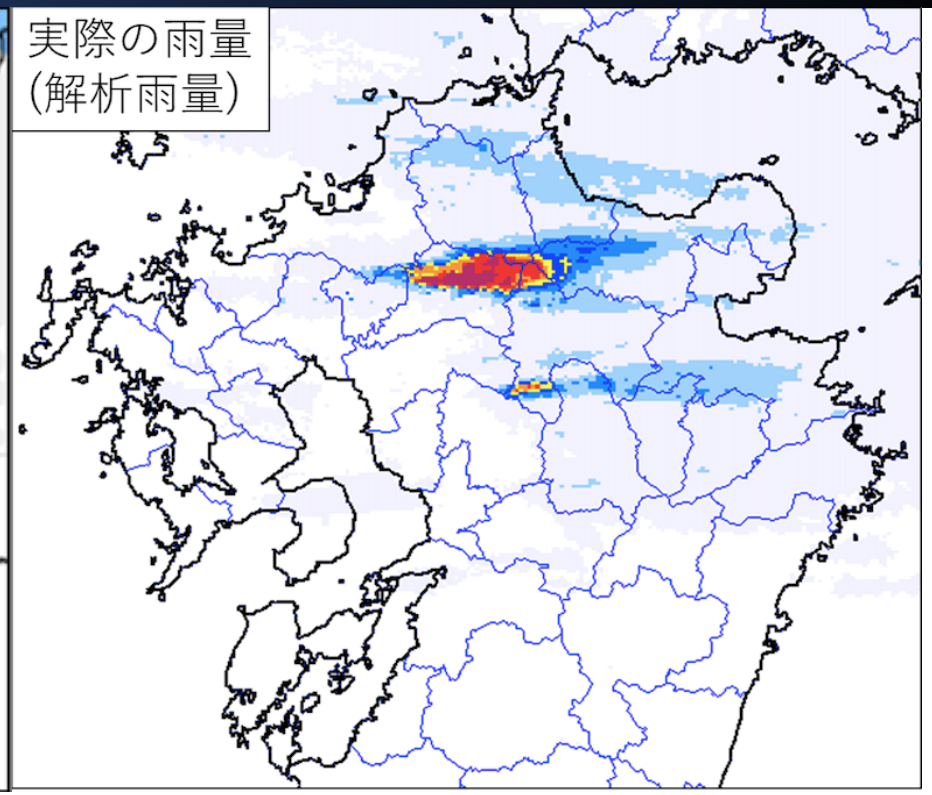




大雑把な計算では線状降水帯の発生を予測できない.

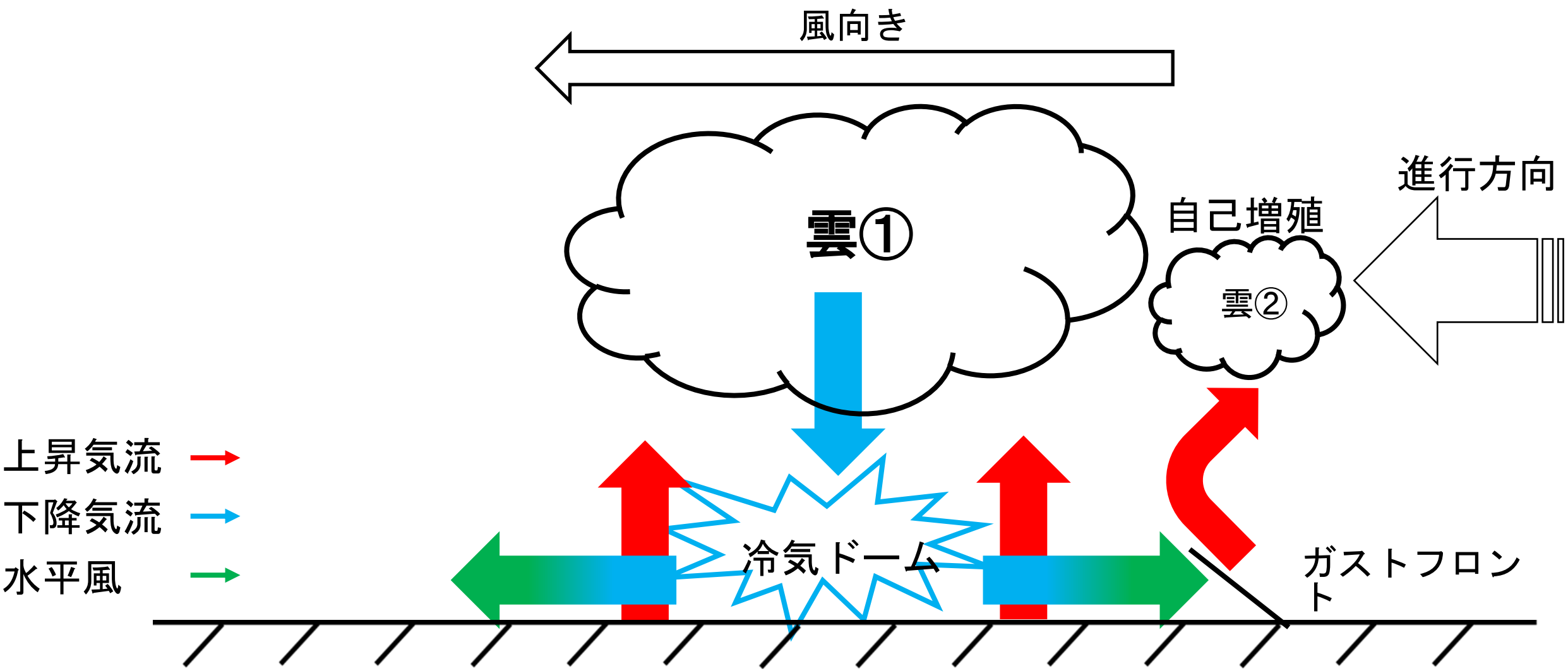
線状降水帯の発生予測



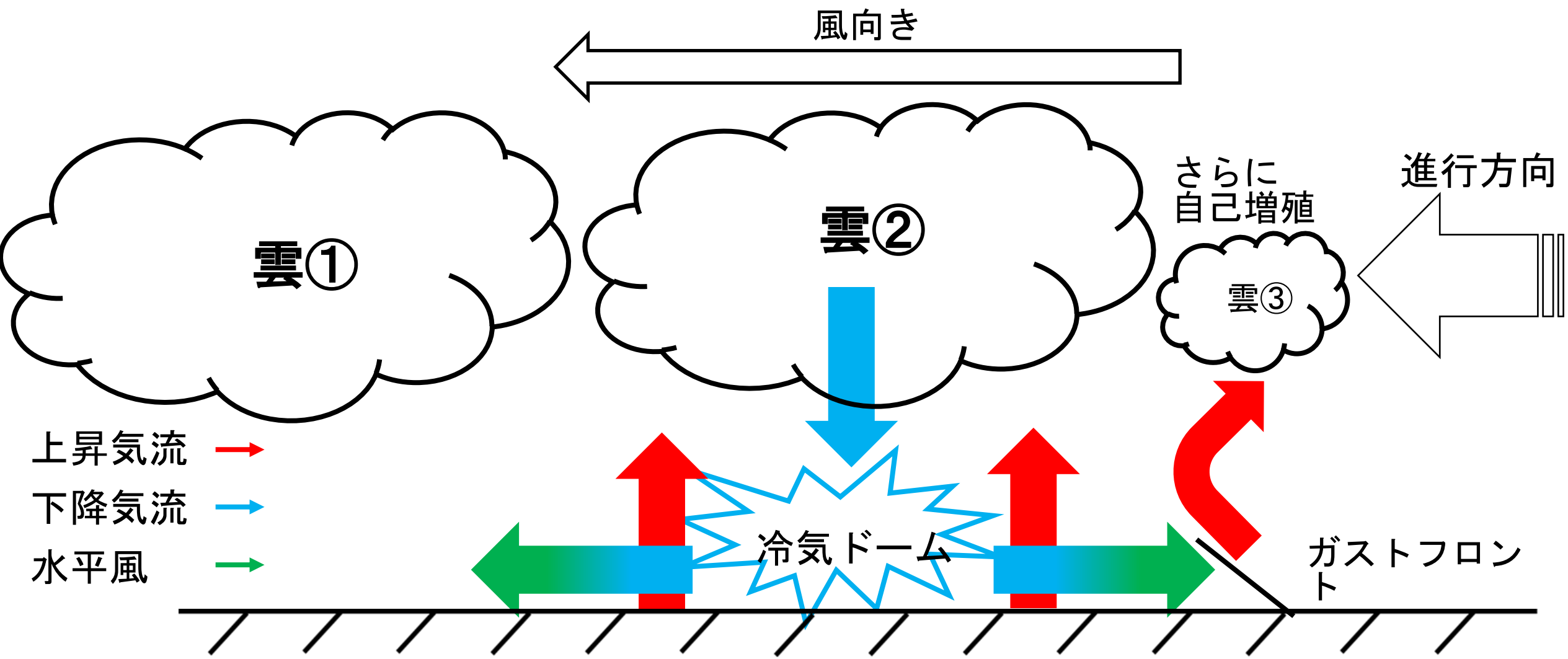


発生は予測できているが，位置がズレている.

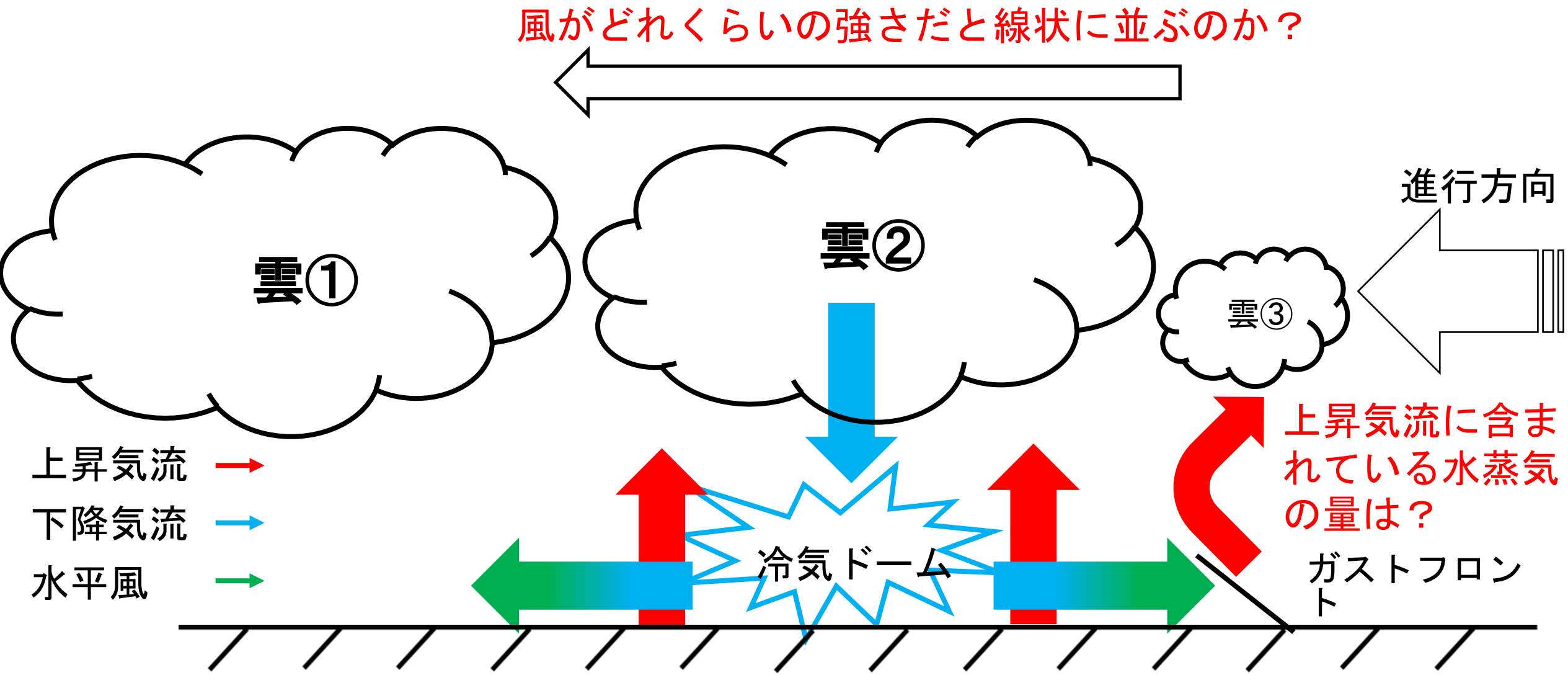
線状降水帯の発生メカニズム



線状降水帯の発生メカニズム



線状降水帯の発生メカニズム



線状降水帯周辺の大気の３次元分布の正確なデータが欲しい

線状降水帯の発生を予想するためには，線状降水帯周辺の大気の3次元分布の正確な把握が必要.

線状降水帯は海上から陸上にかけて位置することが多いため，特に海上の水蒸気量の把握が重要.

海上では陸上に比べて観測データが十分ではない.

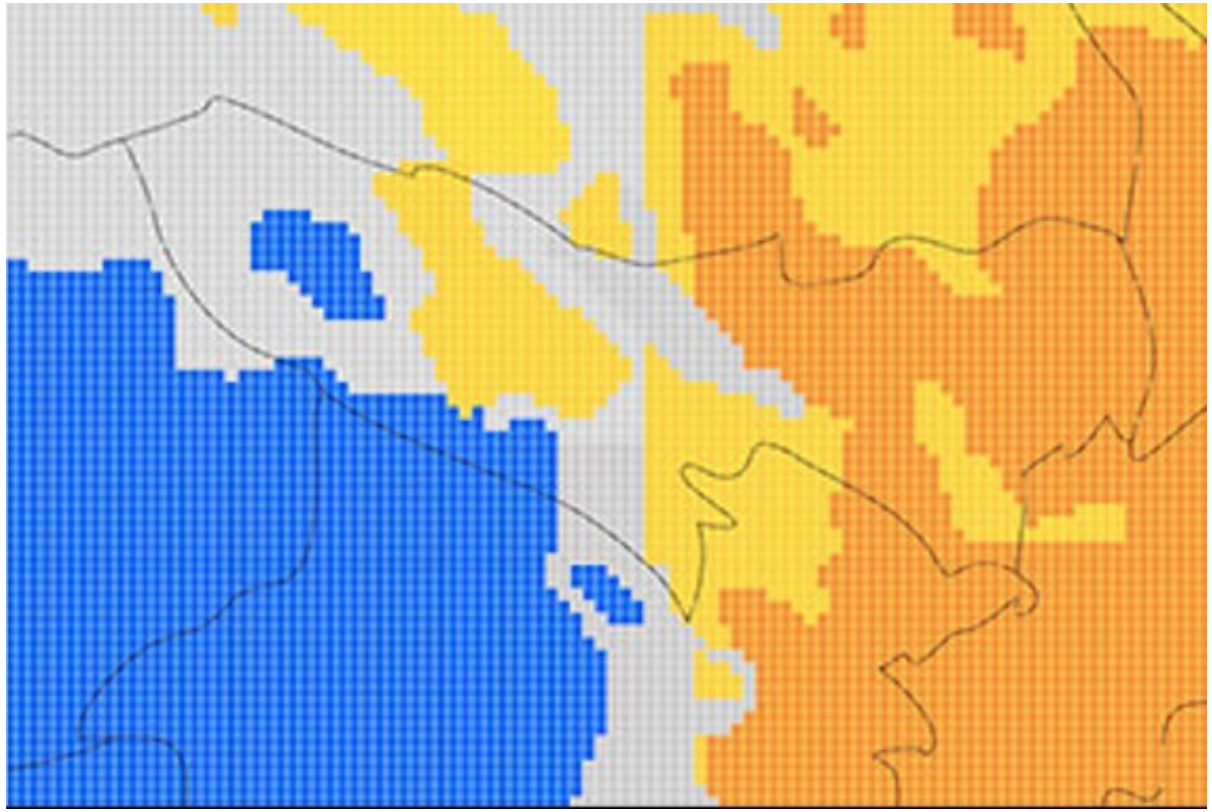
予報モデルの解像度

- 気象庁の予報業務で使用しているモデルは水平解像度が2km.
- この解像度では個々の積乱雲の発生・発達を十分に予想することはできない.
- 解像度を上げると計算時間が増えてしまう.

水平解像度のイメージ

水平解像度5km

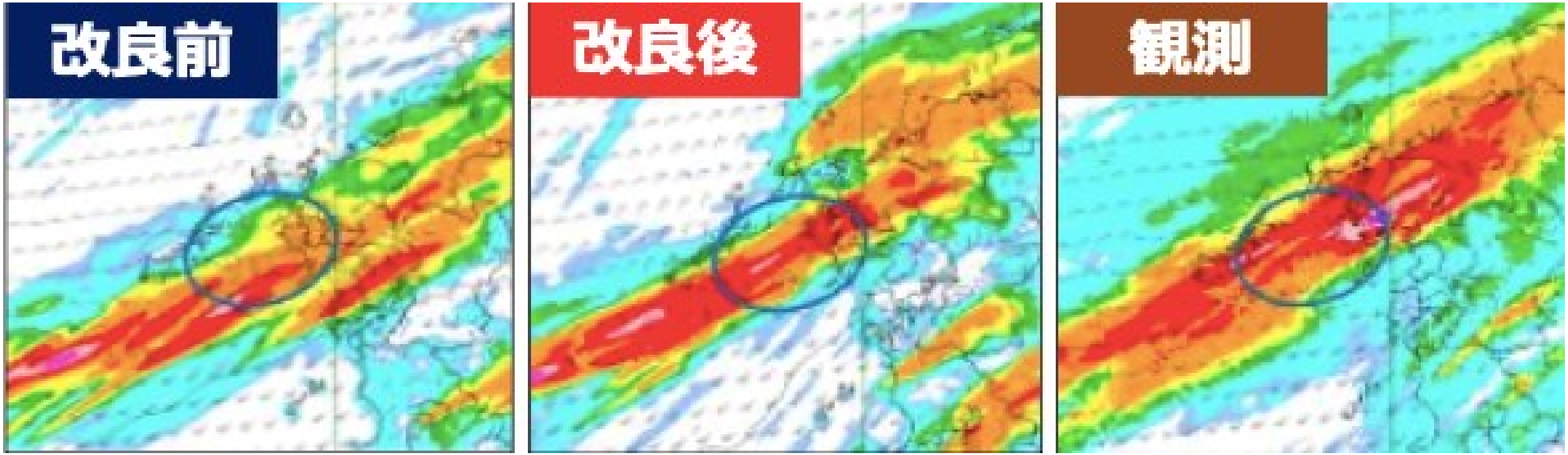
水平解像度1km



現在はスーパーコンピュータ「富岳」を用いて水平解像度1kmのモデルを試運転中.

日本最高(2023)のスパコン富岳を使わないと難しい計算

現在のモデル



予報モデルを改良し，以前より観測に近い結果が得られた！

後半のまとめ

- 線状に並んだ積乱雲群を線状降水帯という.
- 線状降水帯の発生には自己増殖が必要.
  - 線状降水帯周辺の大気の３次元分布の正確なデータが必要.
- 大気の3次元分布観測と予報モデルは改良されつつあり，以前より観測に近い結果が得られるようになった.

全体のまとめ

- 雲は浮力によって上昇した水蒸気が水・氷の粒になってできる.
- 積乱雲は激しい雨を引き起こす．自己増殖をする場合もある.
- 線状に並んだ積乱雲群を線状降水帯という.
- 線状降水帯の発生には自己増殖が必要.
  - 線状降水帯周辺の大気の３次元分布の正確なデータが必要.
- 大気の3次元分布観測と予報モデルは改良されつつあり，以前より観測に近い結果が得られるようになった.