

# 冬型の基本・代表的描像

© 2025 stratoverse

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-  
NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND 4.0).

# 金沢と前橋は、ほぼ同じ緯度に位置するが、 2地点の、1月の天候は大きく異なる

---

著作権に配慮し、  
非表示

平均日照時間(時間/1日あたり)	2.0	6.6	
降雪日数(日)	19.0	5.5	* 1月の平年値

参考：<https://ktgis.net/service/uonzu/index.html>、2地点の選定は木村・新野(2010)による。

降水量は、冬には、日本海側で多く、  
夏(梅雨期)には、太平洋岸で多い

降水量

著作権に配慮し、  
非表示

参考:気象庁メッシュ平年値

日本海沿岸地域は、冬季の降雪を反映して、  
同じ緯度帯の中で、突出した降水量を示す

---

日本海側地方の積雪

金沢の年降水量：  
約2400 mm

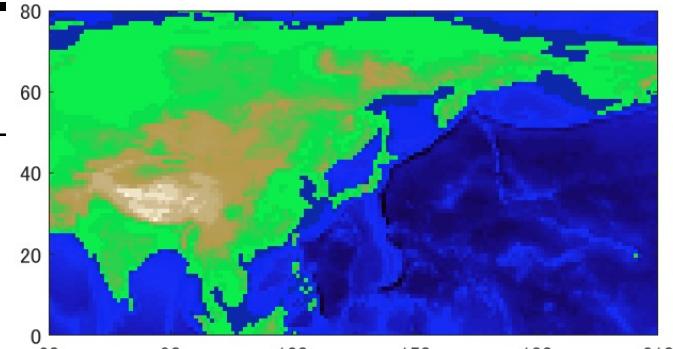
著作権に配慮し、  
非表示

n

# 日本の気象の背景のもうひとつは、日本周辺の、 海陸分布の熱的(＋力学的)非一様性である

日本の気象の背景2: 海陸分布

再掲	ユーラシア大陸 (極東)	太平洋 (西部)
比熱 ( $\propto$ 熱容量)	小	大
暖まりやすさ (=冷めやすさ)	暖まりやすく、 冷めやすい	暖まりにくく、 冷めにくい
冬には、	低温、高圧	高温、低圧
夏には、	高温、低圧	低温、高圧



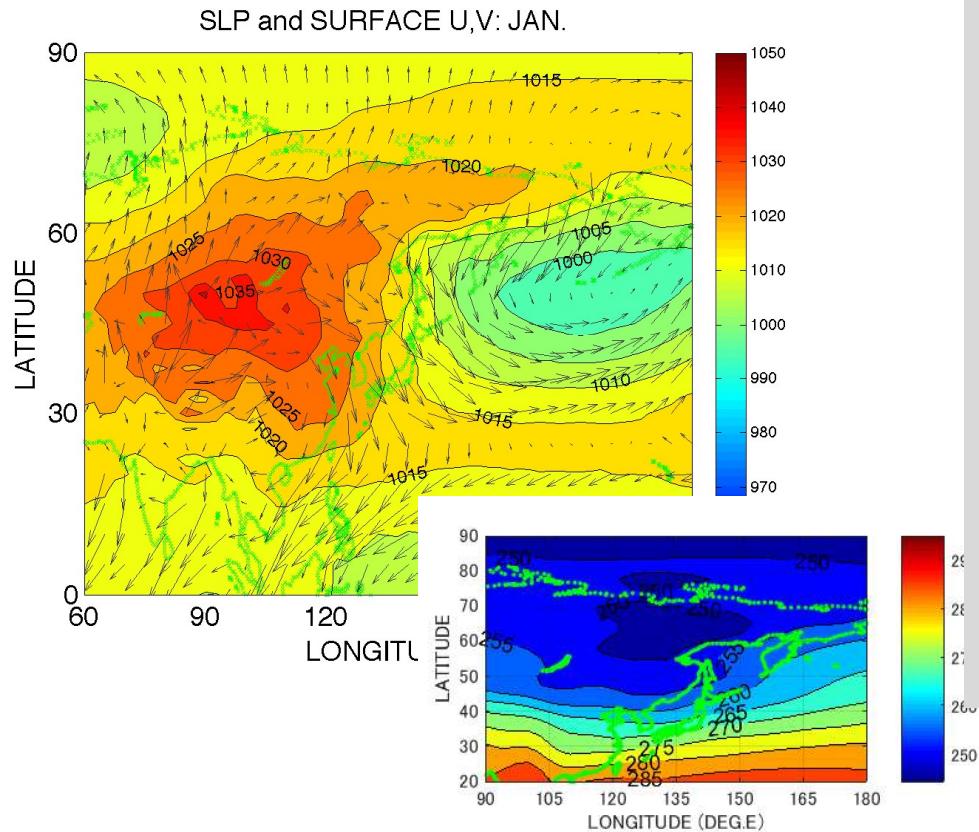
MATLAB  
低解像度標高データ

西高東低  
北風  
  
東高西低  
南風

\* 低温の空気が重いので、低温のところで  
地表気圧が高くなると思ってよい

冬季、シベリア付近では、  
放射冷却で空気が冷やされ、高気圧となっている

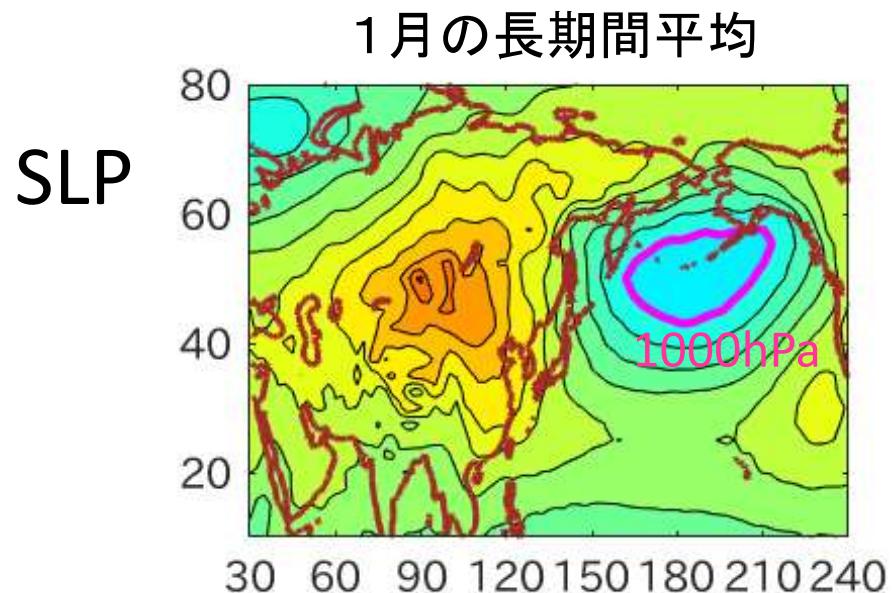
## シベリア高気圧の成因



著作権に配慮し、  
非表示

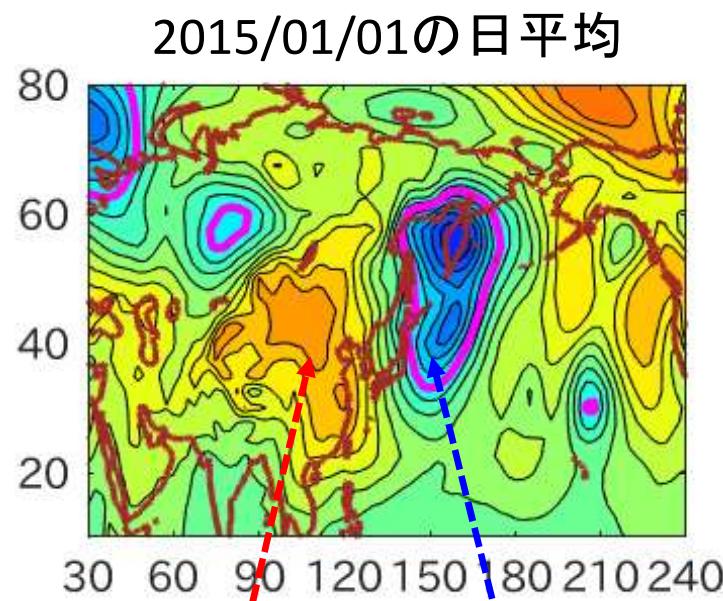
参考：左の図は、NCEP/NCAR再解析データ（1月の気候値）。小さい図は、850hPaの気温。  
右の図は、[http://weather.jal.co.jp/seasonal/12/seasonal\\_12b.html](http://weather.jal.co.jp/seasonal/12/seasonal_12b.html)

\* 長期間平均での冬の“西高東低”と、  
普段の天気に影響する気圧の高低は、ちょっと違う



長期間平均での西高東低  
←地表の海陸分布によるもの  
いつもほぼ同じようにある

普段の天気に影響する気圧の高低  
温帯低気圧と移動性高気圧  
←傾圧不安定によるもの

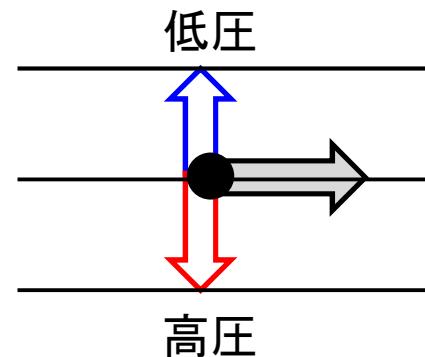


著作権に配慮し、  
非表示

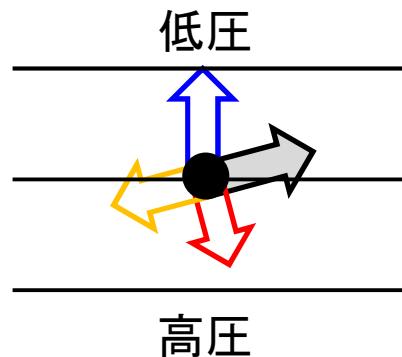
# 西高東低(縦じま)の気圧配置において 地上風を考えると北西風になる (詳細は小倉 1999)

## 地衡風と地上風

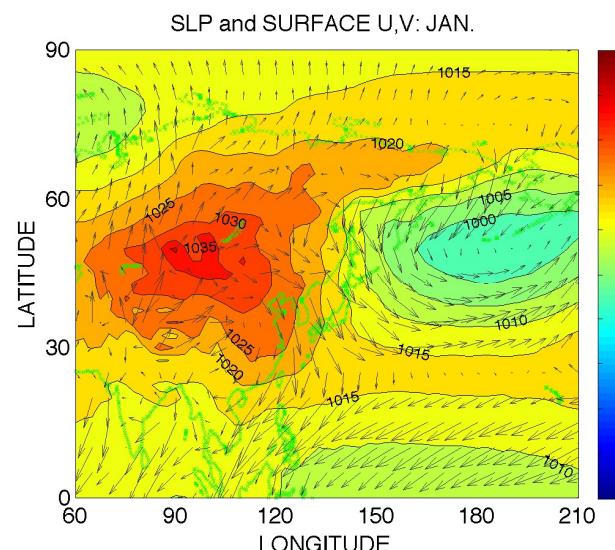
### 地衡風



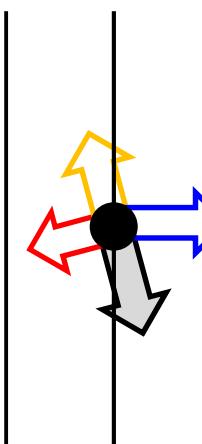
### 地上風



低圧側へ少し  
吹き込む  
地衡風より  
少し弱い



高圧



西高東低の時、  
北西風になる

# 北西季節風の流入・変質に伴って、 日本海には、筋状雲(積乱雲、積雲)が現れる

## 筋状雲

気温と水温の差が大きく、空気が**加熱**される

湿度が低く、風も強いので、**蒸発**がさかん

⇒対流+流れで筋状の雲になり、雪を降らせる

太平洋側では、乾燥した空気が吹きおり  
（“からつ風”）、晴天（乾燥状態）が続く



著作権に配慮し、  
非表示

\* 逆転層との兼ね合い

しばしば逆転層が形成、豊富な水蒸気が下層にたまる

参考：小倉（1994）

# 季節風は、大陸から日本海沿岸域に来るにつれて、 低温・低湿から高温・高湿の空気に変質する

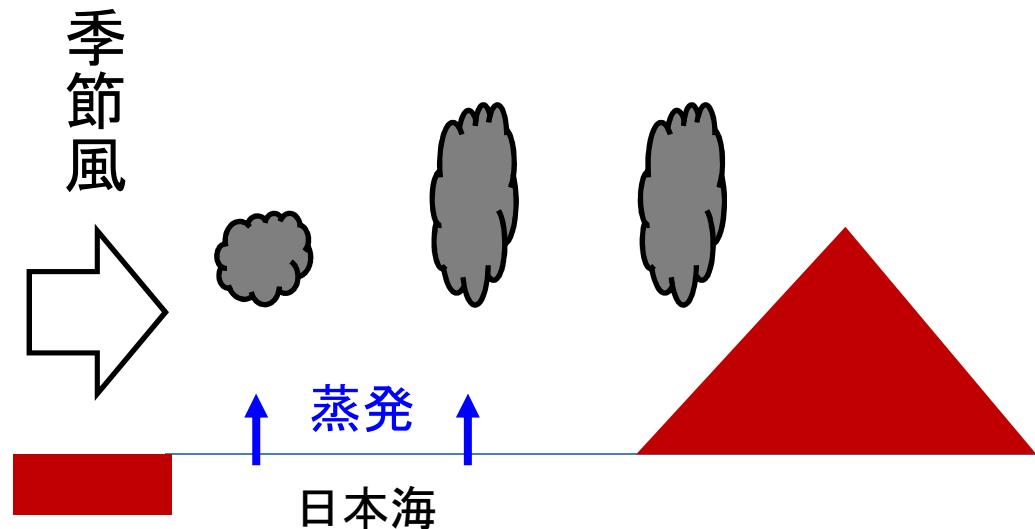
## 冬季季節風の変質

著作権に配慮し、  
非表示

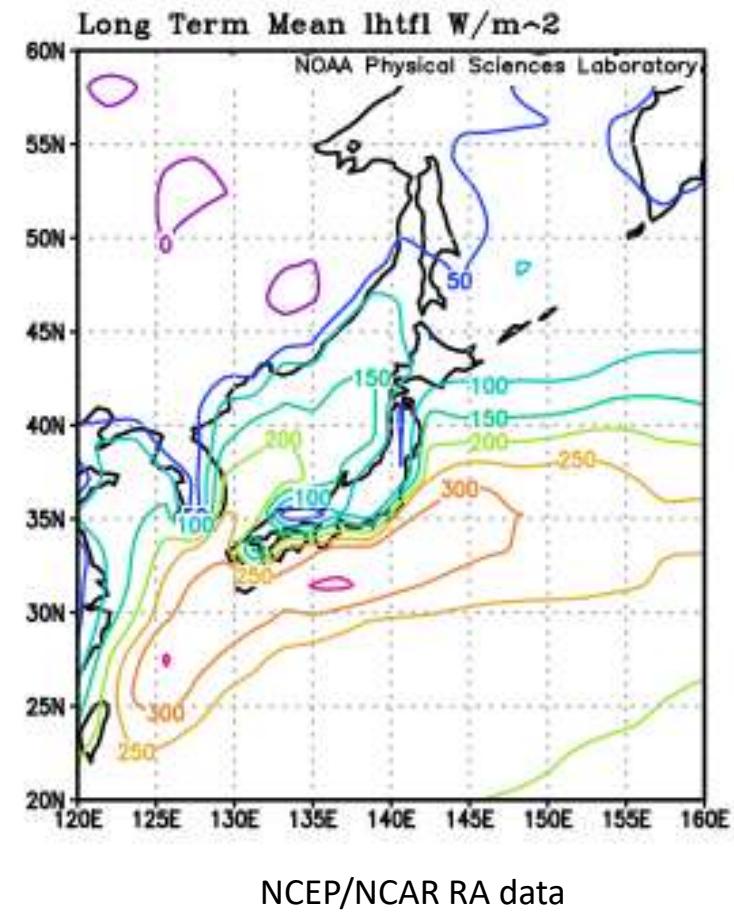
1月における3地点での  
気温(実線)・混合比(破線)の分布。  
啓風丸は、気象庁の観測船で、  
日本海で観測を実施した。  
二宮他(1997)。

同じく相当温位  $\theta_e = \theta \exp(L ws / Cp T)$  の  
分布で、気温・湿度の両方を加味する量。  
wsは、飽和混合比。  
相当温位が上空に増加(減少)しているの  
は安定(不安定)。二宮他(1997)。

\* 設定をごく単純化すれば、『降雪量と蒸発量が定量的におよそ矛盾がない(同じ桁にある)』ことを示せるであろう



1月の気候値(平均状態)  
海面から、蒸発で失われるエネルギー



- ①日本海側地域の降雪の総量を推定すると?
- ②日本海から蒸発する水の総量を推定すると?
- ③①と②は、同じ桁にあるのではないか。

# 日本海の筋状雲の元は、流体力学的には、 ○○○として理解できる



- 1 円形の器を大小2つ用意する
- 2 大きい器には、お湯(約50°C)
- 3 小さい器には、水(約10°C) + 絵具 = 作業流体
- 4 3の底を、お湯につける

小さい器の中の模様



## 対流

局所的に高温の空気が**浮力(密度差)**によって、  
鉛直上方に移動(上昇)する運動  
あるいは、低温の空気が下降する運動

身近なところでは？

# 日本海の筋状雲の元は、流体力学的には、 ベナール型対流として理解できる

---

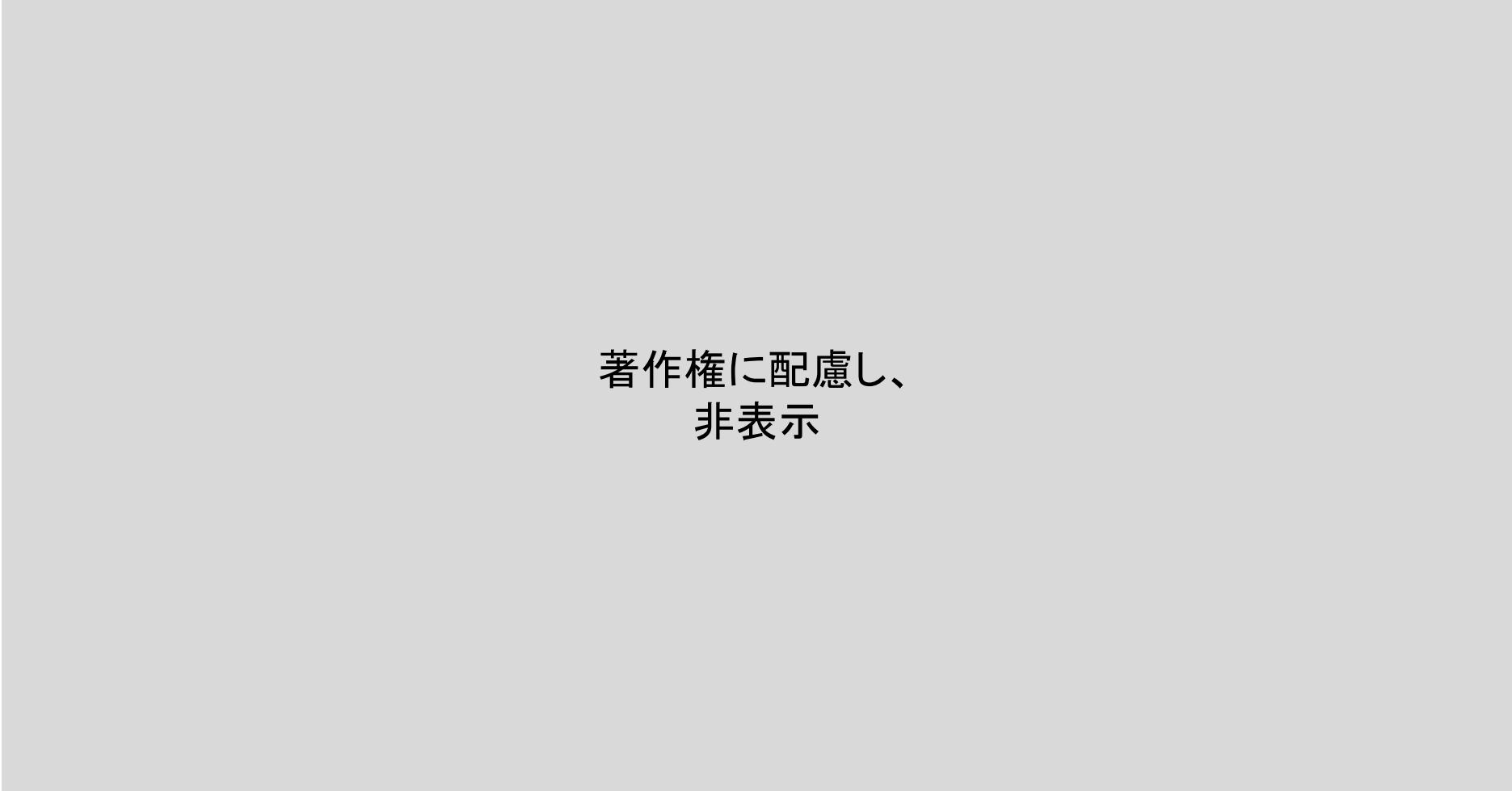
## ベナール型対流

著作権に配慮し、  
非表示

# ベナール型対流を平均流で流すと、 筋状の模様ができる

---

ベナール型対流



著作権に配慮し、  
非表示

参考：小倉（1994）。この実験では、風をあてて、流体をひきずった。

# 流体層を下から加熱する場合、 粘性があると、対流が発生するとは限らない

---

D  
深さ

$T_{top}$

水平無限の(=十分に広い)液体(例:水)

$T_{bottom}$

\* 粘性がない場合

微小な擾乱を与えると、必ず対流が発生する

■ 粘性がある場合

対流が発生するとは限らない

レーリー数  $Ra = g \alpha \beta D^4 / (\kappa \nu)$ 、プラントル数  $Pr = \nu / \kappa$  に依存

$\alpha$  体積膨張率  
 $\beta$  温度勾配  
 $\kappa$  熱伝導率  
 $\nu$  粘性率

流体層を下から加熱すると、 $Ra > Rac$ の場合に、

不安定解(ベナール対流)が出現する

ベナール対流(松田 2002)

→ Ra大

	$Ra \ll Rac$	$Ra > Rac$	$Ra \gg Rac$
実験	流体はマクロ的には静止 熱輸送は熱伝導による	一定のセルサイズをもった 2次元的な定常の対流  対流の速度などは $Ra$ とともに 増加	3次元的なセル、 振動状態、 乱流状態、などが出現
理論	運動方程式と温度の式の摂動を考察 上端・下端での境界条件を課して、 振動数 $\sigma$ について固有値問題を解く  $Ra \leq Rac$ のとき 解は全て安定 $Ra > Rac$ のとき 不安定解が存在 解の構造も決定できる		(理論的扱いは困難)

水の場合、臨界レーリー数  $Rac \approx 1700$

流体層を下から加熱すると、 $Ra > Rac$ の場合に、  
不安定解(ベナール対流)が出現する

---

著作権に配慮し、  
非表示

# 同じ冬型でも、強弱がある； 強弱変化は、天気図・雲画像に現れる

冬型の強弱

弱い

強い



等圧線(縦縞)  
←疎                   密→  
強風・暴風に  
注意

筋状雲  
←薄い                   濃密→  
時に、太平洋側ま  
で進出

離岸距離  
←長い                   短い→  
降雪分布  
←(少ない)              山雪→



# 雪の多い地域の家には、 様々な工夫(対策)が取り入れられている

## 落雪式(らくせつしき)住宅

著作権に配慮し、  
非表示

屋根の傾斜を急にして、自然に雪が屋根からすべり落ちるようにしている。  
多くは3階建て。1階は頑丈なコンクリート製で、車庫や物置。  
屋根雪が落ちて、1階は埋まる恐れがある。

参考 : <http://www.city.tokamachi.lg.jp/yukiguni/Y001/Y009/1454496028124.html>

# 雪おろしは、時に“命がけ”の作業になりかねない

## 雪害による犠牲者発生の要因と年齢

著作権に配慮し、  
非表示

# 積雪は、家屋(屋根)に大きな負荷をかけるので、 雪おろしが必要になる

---

## 雪おろしの必要性

ある家屋は、水平の屋根(面積 $50\text{ m}^2$ )を持つとする。

屋根全体に一様に、 $1\text{ m}$ の積雪があるとする。

その質量は、成人(体重 $50\text{ kg}$ とする)の何人分に相当するか？

ここでは、積雪の比重は $0.3$ とする(液体の水の密度 $1000\text{kg/m}^3$ の、 $0.3$ 倍)。  
(ふんわりした新雪で約 $0.03\sim 0.15$ 、時間が経った積雪で約 $0.2\sim 0.5$ 。)

まず、屋根 $1\text{m}^2$ を考えると、そこに高さ $1\text{m}$ の積雪があり、その質量は $300\text{kg}$ 。  
これは、成人6人分に等しい。

屋根全体では、その50倍なので、答えは300人分。

逆に、太平洋地域(関東地方)では、  
冬季の強風の備えているところがある

---

## 防風林

著作権に配慮し、  
非表示

# 冬型の基本的特徴

---

まとめ

## ■ 冬型気圧配置 = 西高東低

海陸分布による: 大陸上(極東域)が寒く、海上が比較的暖かい

\* 温帯低気圧とは規模・成因が違う

⇒ 北寄りの季節風

## ■ 日本海に筋状の雪雲

低温・乾燥の季節風が日本海(対馬海流=暖流)上を吹走・変質

⇒ ベナール対流・季節風 + 海水蒸発による筋状雲

⇒ 日本海側は世界屈指の豪雪地帯

太平洋側は晴天・乾燥(からつ風)

## ■ 強弱変化

等圧線・筋状雲の疎密、離岸距離の長短、に現れる

\* これ以外の冬季のバリエーションは次回の内容