二つの気団が接するところに前線が形成される。温暖な気団と寒冷な気団が接するところでは、二 つの気団が交じり合うことはなく、主さの違いから、軽い暖気が上側に位置し、重い寒気が下側に位置 し、傾斜した境界面を形成する。この境界面が「前線面」と呼ばれ、境界面が地表に接する線を「前線」 と呼ぶ。

3.1.1 寒冷前線

寒冷前線は、寒気が暖気へ接近する際に形成される。重たい寒気が、暖気の下に潜り込んで、暖気 を押し上げることで、対流性の積乱雲が形成される。寒冷前線は、比較的早い速度で移動し、通過の 際には、雷雨や突風が発生する。

前線面の傾きは、70~100kmの距離に対して、1kmの高度変化とされる。



3.1.2 温暖前線

温暖前線は、暖気が寒気へ押し寄せるところにできる。軽い暖気は、寒気の上を穏やかに上昇する。 温暖前線には、層状の乱層雲が形成される。温暖前線は、寒冷前線に比べ、移動速度が遅いため、通 過時には、広い範囲で、穏やかで長時間の降雨となる。

前線面の傾きは、200~300kmの距離に対して、1kmの高度変化とされる。



3.1.2 閉塞前線

移動速度の速い寒冷前線が、弱い寒気の温暖前線の下に潜り込んだり、強い寒気の温暖前線の上に 上がってしまったりする。この際に、寒冷前線と温暖前線との間にあった暖気を上空へ押し上げる。 このように、寒冷前線と温暖前線が閉じる現象を閉塞と呼ばれることから、閉塞前線と言う。 寒冷前線の現象と温暖前線の現象が重なって観測される。



① 準備

20190520-22data.csv を D:¥TEMP ヘダウンロードする。 千葉と立山の 2019 年 5 月 20 日から 22 日の 1 時間おきのアメダスデータを用意した。 これは、気象庁のアメダスのサイトから CSV 形式でダウンロードしたものである。



2019年5月20日午前9時(気象庁)



2019年5月21日午前9時(気象庁) 寒冷前線が関東地方を通過した。



2019年5月22日午前9時(気象庁)

② エクセル作業

CSV ファイルを開く。

6	ا ا															
	イル ホーム	· 挿入		アウト 数式		校開	表示 Fox	it PDF	? 実行したい作							
脂り	₩ ₩ ₩	時ゴシック B I <u>U</u> ~		• 11 • A	• ≡ ≡	= %·	音 折り返し 目 セルを料	って全体を表示 昔合して中央揃	する 標準 え • 😳 •	% * 50	▼ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	」 き テーブルとし [、] 書式設定・	て セルの ・ スタイル *	計算 「 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	書式	∑; ⊽;
クリッ	ブボード ら		フォント		5		配置		5	数値	5	スタイル		セル		
		: ×	$\checkmark = f_X$		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	ページ 表	画像 オ	ンライン 図形 画像 *	055 3、スクリーン	ア ショット* ン	ドイ オンライン / * ビデオ	リンクコ	x>r 🖬 🗸	///* -ジ番号 *	いさつ テキ 文 * ボック	スト
	А	в	С	D	F	F	G	H	休田デキス	h Askh J	к	1	м	N	0	-+7
1	ダウンロー	- ・ドした時3	- 列:2019/0	5/27 12:38:	35		-			-		_			-	-
2																
3					千葉	千葉	千葉	千葉	千葉	館山	館山	館山	館山	館山		
4	年	月	B	時	気温(°C)	降水量(mr	風速(m/s)	風速(m/s)	現地気圧(気温(°C)	降水量(mi	風速(m/s)	風速(m/s	現地気圧(h	nPa)	
5								風向					風向			
6																
7	2019	5	20	1	18.4	0	3.5	南東	1020.2	16.9	0	0.7	北東	1019.7		
8	2019	5	20	2	18.2	0	4.5	南東	1019.7	16.4	0	1.3	北東	1019.1		
9	2019	5	20	3	17.4	0	4.2	南東	1019.4	15.3	0	1.1	東	1018.8		
10	2019	5	20	4	17.8	0	3	南東	1019.3	15	0	1.7	南東	1018.8		
11	2019	5	20	5	17.9	0	2.5	南東	1019.1	15.8	0	2.4	南東	1018.5		

・ 作業1 H4とM4の「風速(m/s)」を「風向」へ変更する。

・ 作業2 1、2、5、6行目を削除する。

E	5 -															0
יידר	イル ホー	-4	挿入	ページレイ	アウト 数코	データ	校開	表示 Fox	it PDF 🛛	? 実行したい作	業を入力してく	ださい				
1	×	游ゴシ	ック		• 11 • A	≡ ≡	= %.	🔐 折り返し	て全体を表示	する 標準		•			-	×
貼り	567 🤜 .	в 1	<u>u</u> -	- 🗄 🔹 💆	• <u>A</u> • ⁷	• = =	= = =	目をルを結	詰合して中央揃;	ž - 💱 -	% * .0	-00 条件付 書式、	き テーブルとし ・ 書式設定	て セルの * スタイル *	挿入 削	\$ T
クリッ	ブボード ら			フォント		G.		配置		5	数値	5	スタイル		セノ	L.
			×	√ f _x		/	ページ 表	画像オ	ンライン 図形 画像	リッフノ 山 スクリーン	ア ショット・ ン	ドイ オンライン ・・・・・ビデオ	リンク ニ	ر 🖬 ارکد ۳ 🗐 ۱	>>>>>>	あいさ 文
			~		-		*		151	休田アキス	h /5.8h				0	
	В		C	U	E	F	G	н		J	K	L	M	N	0	
1					千葉	千葉	千葉	千葉	千葉	館山	館山	館山	館山	館山		
2	月	B		時	気温(°C)	降水量(mr	風速(m/s)	風向	現地気圧(気温(°C)	降水量(mr	風速(m/s)	風向	現地気圧(hPa)	
3		5	20	1	18.4	0	3.5	南東	1020.2	16.9	0	0.7	北東	1019.7		
4		5	20	2	18.2	0	4.5	南東	1019.7	16.4	0	1.3	北東	1019.1		
5		5	20	3	17.4	0	4.2	南東	1019.4	15.3	0	1.1	東	1018.8		
6		5	20	4	17.8	0	3	南東	1019.3	15	0	1.7	南東	1018.8		
7		5	20	5	17.9	0	2.5	南東	1019.1	15.8	0	2.4	南東	1018.5		
0		-	00	C	10.7	•				10.0						

③ 日付のシリアル値計算

• Eを右クリックし、挿入をクリックする。

E1	*	: ×	$\sqrt{-f_x}$							
	А	В	С	D	E	F	G	Н	I.	J
1						千葉	千葉	千葉	千葉	千葉
2	年	月	日	時		気温(°C)	降水量(mr	降水量(mr	風速(m/s)	風向
3	2019	5	20	1		18.4	0	1	3.5	南東
4	2019	5	20	2		18.2	0	1	4.5	南東
5	2019	5	20	3		17.4	0	0	4.2	南東
6	2019	5	20	4		17.8	0	0	3	南東
7	2019	5	20	5		17.9	0	0	2.5	南東
8	2019	5	20	6		18.7	0	1	3.3	南南東

- E2を「シリアル値」とする。
- ・ E3 へ次の式を入力する。

= DATEVALUE(A3&"/"&B3&"/"&C3) + D3/24

& は接続の意味。

"/"は年月日の区切りの意味。

D3/24 は24時間を小数点単位の日とするため。

- ・ E3の右下のオートフィルをダブルクリックし、最終行までコピーする。
- ・ Eを右クリックし、表示形式を標準とする。

R	UNDUP *	:	×	✓ f ₃		=DATE	ALUE(A3&"/	/"&B3&"/"	&C3)+D3/2	24			
	А		В	С		D	E	F	G	Н	I.	J	К
1								千葉	千葉	千葉	千葉	千葉	千葉
2	年	月		B	時		シリアル値	気温(℃)	降水量(mr	降水量(mr	風速(m/s)	風向	現地気圧(I
3	2019		5	2	0	1	=DATEVALU	JE(A3&"/"&	&B3&"/"&C	3)+D3/24	3.5	南東	1020.2
4	2019		5	2	0	2		18.2	0	1	4.5	南東	1019.7
5	2019		5	2	0	3		17.4	0	0	4.2	南東	1019.4
6	2019		5	2	0	4		17.8	0	0	3	南東	1019.3

E3	-	: ×	$\sqrt{-f_x}$	=DATE	=DATEVALUE(A3&"/"&B3&"/"&C3)+D3/24										
	А	В	С	D	E	F	G	Н	I.	J	К				
1						千葉	千葉	千葉	千葉	千葉	千葉				
2	年	月	B	時	シリアル値	気温(°C)	降水量(mr	降水量(mr	風速(m/s)	風向	現地気圧(I				
3	2019	5	20	1	43605.0417	18.4	0	1	3.5	南東	1020.2				
4	2019	5	20	2	43605.0833	18.2	0	1	4.5	南東	1019.7				
5	2019	5	20	3	43605.125	17.4	0	0	4.2	南東	1019.4				
0	2010	-	20	4	40005 1007	17.0	•	•	2	± #	1010 0				

新しくシートを追加し、次の表を作成する。追加は⊕をクリックし、ラベルを「方位角度」とする。

B1	.7	-	\times	$\checkmark f_x$		
	А		В	С	D	E
1	北		0			
2	北北東		22.5			
3	北東		45			
4	東北東		67.5			
5	東		90			
6	東南東		112.5			
7	南東		135			
8	南南東		157.5			
9	南		180			
10	南南西		202.5			
11	南西		225			
12	西南西		247.5			
13	西		270			
14	西北西		292.5			
15	北西		315			
16	北北西		337.5			
17						
18						
10	• •	2	019052	0-22data	方位角度	+

A列に、北から北北西までの16方位、

B列に22.5刻みの方位角度を入力する。

⑤ 風向から方位角度への変換

Jを右クリックし方位角度のためのセルを挿入する。同様に、Rを右クリックしセルを挿入する。セル名を「風向(°)」とする。

		В		.00 .00	
1	J	ĸ		N	0
葉	千葉	千葉 📩	切り取り(1)	1	館山
速(m/s)	風向	現地 🗒		(量(mr	風速(m/s
3.5	南東	10	REDININのオブション:	1	0.7
4.5	南東	10		1	1.5
4.2	南東	10	形式を選択して貼り付け(<u>S</u>)	1	1.1
3	南東	10	挿入(1)	1	1.7
2.5	南東	10	削除(<u>D)</u>	1	2.4
3.3	南南東	10	数式と値のクリア(<u>№</u>)	0	:
5.5	南東		セルの書式設定(E)	1	2.1
6.6	南東	10	列の幅(<u>C</u>)	1	5.2
7.3	南南東	10	非表示(<u>H</u>)	1	6.9
7.2	南東	1617.1	冉表示(<u>U)</u>	1	4.7
5.6	南南東	1016.7	22.8 0	1	6.(
5.1	南宙	1016.6	23 0	1	6 1

・千葉の風向(°)を K3 へ。館山の風向(°)を R3 へ入力する。

J3 は = VLOOKUP(I3,方位角度!\$A\$1:\$B\$16,2,)

P3 は = VLOOKUP (03,方位角度!\$A\$1:\$B\$16,2,)

ここで、I3 は千葉の風向、O3 は館山の風向。方位角度の後ろの「!」はシートの意味。 それぞれ、オートフィルで最終行までコピーする。

E	ا ا	⊘ ∓						201905	20-22dataV	Vorksheet2 - E	xcel	°					æ –	e ×
77	(ル ホー)	ム挿入	ページレイ	アウト 数式	じ データ	校開 表示	ति Foxit F	PDF ₽₿	見行したい 4年美	業を入力してくださ	л) •	$ \rightarrow$	-		浅沼 市野	男 月 共有
貼り	50 - 10 50 - 10 50 - 10	游ゴシック B I <u>U</u> ▼	== + &	• 11 • A*			デ 折り返して: 団 セルを結合	全体を表示する して中央揃え	· 標準	* * ******	条件付き : 書式 →	デーブルとして 書式設定 * ス	マルの 挿 タイル・		¥ t t t t t t t t t t t t t	オート SUM マ フィルマ クリアマ	27 並べ替えと 検索 フィルター * 選択) د
クリッ	ブボード ら		フォント		5	百	置		5	数値	3	スタイル	11.7~0	ชม		編	集	~
		: ×	$\checkmark = f_X$		~-~	ジ表	画像 オンラ 画像	イン 図形 観 * 8	スクリーンS	アドイ イヨット・ン・	オンライン ビデオ	יגעב ליגע י	I / → →	番号 - 女	さつ テキスト ・ ボックス・	A =	記号と 特殊文字 -	
	А	в	с	D	F	⇒ F	G	Real H	休田できるさ	I J	к	1	м	N	=+7	P	0	R
1						千葉	千葉	千葉	千葉		千葉	館山	館山	館山	館山		館山	
2	年	月	B	時	シリアル値	気温(°C)	降水量(mr	風速(m/s	風向	風向(°)	現地気圧(Ⅰ気温(°C)	降水量(m	r風速(m/s)風向	風向(°)	現地気圧(hF	Pa)
3	2019	5	20	1	43605.0417	18.4	0	3.5	南東	135	1020.2	16.9	C	0.7	北東	45	1019.7	
4	2019	5	20	2	43605.0833	18.2	0	4.5	南東	135	1019.7	16.4	C	1.3	北東	45	1019.1	
5	2019	5	20	3	43605.125	17.4	0	4.2	南東	135	1019.4	15.3	C	1.1	東	90	1018.8	
6	2019	5	20	4	43605.1667	17.8	0	3	南東	135	1019.3	15	C	1.7	南東	135	1018.8	
7	2019	5	20	5	43605.2083	17.9	0	2.5	南東	135	1019.1	15.8	C	2.4	南東	135	1018.5	_
8	2019	5	20	6	43605.25	18.7	0	3.3	南南東	157.5	1019.3	18.9	0	3	東南東	112.5	1018.8	
9	2019	5	20	7	43605.2917	19.2	0	5.5	南東	135	1019	20.5	C	2.7	南東	135	1018.3	_
10	2019	5	20	8	43605.3333	20.6	0	6.6	南東	135	1018.1	22.2	C	5.2	南東	135	1017.3	
11	2019	5	20	9	43605.375	22.7	0	7.3	南南東	157.5	1017.3	22.5	C	6.9	南東	135	1017.2	

⑥ 千葉のグラフ化その1 (気温、降水量、風向、風速)

千葉の気温、降水量、風向、風速の時間変化を示すため、

・ シリアル値、気温、降水量、風速を選択し、ctrl+shift+↓をクリックする。

H2		Ŧ	: ×	$\sqrt{-f_x}$	風速(m/s	5)						
	1	A	В	С	D	E	F	G	Н	I	J	К
J	2		• : ×	√ f _x	風向(°)						
		А	В	С	D	E	F	G	Н	I.	J	К
1							千葉	千葉	千葉	千葉		千葉
2	年		月	E	時	シリアル値	気温(℃)	降水量(mr	·風速(m/s)	風向	風向(°)	現地気圧()
3		2019	Ę	5 20) 1	43605.0417	18.4	0	3.5	南東	135	1020.2
4		2019	5	5 20	2	43605.0833	18.2	0	4.5	南東	135	1019.7
5		2019	5	5 20	3	43605.125	17.4	0	4.2	南東	135	1019.4
6		2019	Ę	5 20	4	43605.1667	17.8	0	3	南東	135	1019.3
		A	В	С	D	E	F	G	н	I.	J	К
1							千葉	千葉	千葉	千葉		千葉
2	年		月	B	時	シリアル値	気温(°C)	降水量(mr	風速(m/s)	風向	風向(°)	現地気圧(I
3		2019	5	20	1	43605.0417	18.4	0	3.5	南東	135	1020.2
4		2019	5	20	2	43605.0833	18.2	0	4.5	南東	135	1019.7
5		2019	5	20	3	43605.125	17.4	0	4.2	南東	135	1019.4

・ Ctrl キーを抑えたまま、J2 から J 列の最後までを選択する。

・ 挿入から、グラフの散布図を指定する。

E	l 5 ·								20190520-22	dataWo
ファ	イル ホーム	4 挿入	ページレイス	까아ト 数코	む データ	校閲 表示	r Foxi	t PDF	♀ 実行した	しい作業を
レイボーク してい しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	クレンジョン シトレンション ブルビボットテー	♪ デーブル ・ブル	 画像 おとう 	● ¹ ● ¹ ・ イン 像 ¹ ・	[●] ストア ♪ マイ アドイン マ	 はすする ガラフ 	- - -	· / ·	レポットグラフ マ	3D マッ プ・
	テーブル	ŀ	×		アドイン		Ħ	如何図		
7	 ⇒⊃7 •	: ×	√ f _×							<u>d</u>
	А	В	С	D	E	F	G		Ь	
1						千葉	千葉		\sim	
2	年	月	B	時	シリアル値	気温(℃)	降水	(7)1.		
3	2019	5	20	1	43605.0417	18.4		1210	1	
4	2019	5	20	2	43605.0833	18.2			8	
5	2019	5	20	3	Ĭ		ガニ			
6	2019	5	20	4				その他	Bの散布図(M).	



・風向の数値(0~337.5)がほかのデータより大きいので、風向のデータを第2軸へ移動する。
 ・風向のデータを右クリックし、データ系列の書式設定を選択し、第2軸を選択する。





●気温(℃) ●降水量(mm) ●風速(m/s) ●風向(°)

軸の書式設定

・ 軸ラベルの追加として、グラフ要素を追加の軸ラベルから、第1横軸、第1縦軸、第2縦軸を順 に選択する。



第1縦軸を「風速(m/s)、降水量(mm)、気温(℃)」とする。 第2縦軸を「風向(°)」とする。 第1横軸を「日時」とする。

X 軸の書式変更

X軸の数値を右クリックし、軸の書式設定を選択し、追加をクリックする。

軸の書式設定 軸のオプション ▼ 文字のオプション ◇ ☆ ☆ 園 ■	
表示単位(U)	
表示単位のラベルをグラフに表示する(S)	
□ 対数目盛を 表示する(L) 基数(B) 10	
□ 軸を反転する(⊻)	
▷ 目盛	
> ⊅√ ル	
▲ 表示形式	
カテゴリ(<u>C</u>)	
ユーザー設定 🔹 🤇	
種類	・第2Y軸の最小最大を、それぞれ0、360へ変更する。
#,##0;-#,##0 🔻	
表示形式コード(<u>I</u>) 🕕	軸の書式設定 ▼×
m/d h;@ 追加(<u>A</u>)	軸のオプション ▼ 文字のオプション
	۵ 🗘 🖬

のオプション 🔻	文字のオプション	2
> û I		
軸のオプション	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
境界値		
最小値	0.0	リセット
最大値	360.0	リセット
単位		
目盛	50.0	自動
補助目盛	10.0	自動
横軸との交点		
● 自動(<u>0</u>))	
○ 軸の値(!	E)	0.0
○ 軸の最フ	<値(<u>M</u>)	
表示単位(<u>U</u>)	なし	, ,
表示単位	立のラベルをグラフに	表示する(<u>S</u>)



・ グラフ領域が選択状態であることを確認し、コピー、ペーストによりワードへ貼り付ける。

⑦ 千葉のグラフ化その2 (風向、現地気圧)

・ シリアル値、風向、現地気圧を選択する。

Ŀ	J2	~	:	\times	~	$f_{\mathcal{K}}$	風	句(°))							
4		A		В		С	D		E	F	G	Н	I.	J	K	
1	L									千葉	千葉	千葉	千葉		千葉	Ê
2	2	年	月		B		時		シリアル値	気温(℃)	降水量(mr	風速(m/s)	風向	風向(°)	現地気圧(\$
111	3	2019		5		20		1	43605.0417	18.4	0	3.5	南東	135	1020.2	
4	1	2019		5		20		2	43605.0833	18.2	0	4.5	南東	135	1019.7	Γ
ļ	5	2019		5		20		3	43605.125	17.4	0	4.2	南東	135	1019.4	
1		0010		-		0			40005 1007	17.0	•	2	±=	105	1010 0	Г

・ 挿入から、散布図を指定する。



・ 風向を第2Y軸へ移動。

・軸ラベル 第1Y軸→ 現地気圧(hPa)
 第2Y軸→ 風向(°)
 第1X軸→ 日時
 ・X軸の書式変更 → m/d h;@

・ 第 2Y 軸のレンジ変更→ 0~360°





⑧ 館山のグラフ化その1(気温、降水量、風速、風向)







2019年5月21日(月)に、寒冷前線が関東地方を通過した。千葉では、昼頃に大雨となった。
降水量の時間変化を見ると、21日____時に最大値____mmを示し、夕方に雨が止んだ。
風速は、21日____時に最大値____m/sを示し、大雨の直前に最大値となった。
気温は、21日____時に最大値____℃を示し、徐々に低下を示した。
風向は、21日23時に___の風を示し、22日0時には____の風へ変化し、前線が通過したことが分

かる。前線の通過に先立ち、短時間で大雨となった。