

七ヶ浜町の気象観測

東北大学 岩崎俊樹

東北大学災害科学研究拠点は 七ヶ浜町プロジェクトの一環として
七ヶ浜町役場（67m）と菖蒲田海水浴場（4m）で気象観測を1年半ほど実施した
目的は①七ヶ浜の気候特性を知り町民に紹介する②気象情報をリアルタイムで公開し、
有効活用を図ることである。特に2地点の比較より海洋の影響を明らかにする。

POTEKA 観測種目：風、気温、降水量、湿度、日射量、気圧

実施期間： 2020 6月 7日 ～ 2022年 3月 31日

リアルタイム情報は一般公開し、過去情報は希望者（登録者）に提供する



七ヶ浜町役場屋上



菖蒲田浜海水浴場



七ヶ浜町の気象観測

東北大学災害科学研究拠点 七ヶ浜町プロジェクト
東日本大震災で大きな被害（人的、建物、水産業、農業ほか）

七ヶ浜町と気象情報の接点

- 東日本大震災（3.11）による津波災害
- 県内では気象災害が比較的少ない地域
- 気象・気候が地域社会に与える影響
- アメダスがない → 気象観測の実施



七ヶ浜町

人口 1.85万人

面積 13.2km²

- 水産業
- 農業
- 工業（仙台港、火力発電所ほか）
- 仙台・塩釜への通勤
- 観光 多聞山（松島四大観）、高山外国人避暑地
菖蒲田海水浴場（全国で3番目に開設された海水浴場）



月平均気温の季節変化 2020年7月～2021年6月

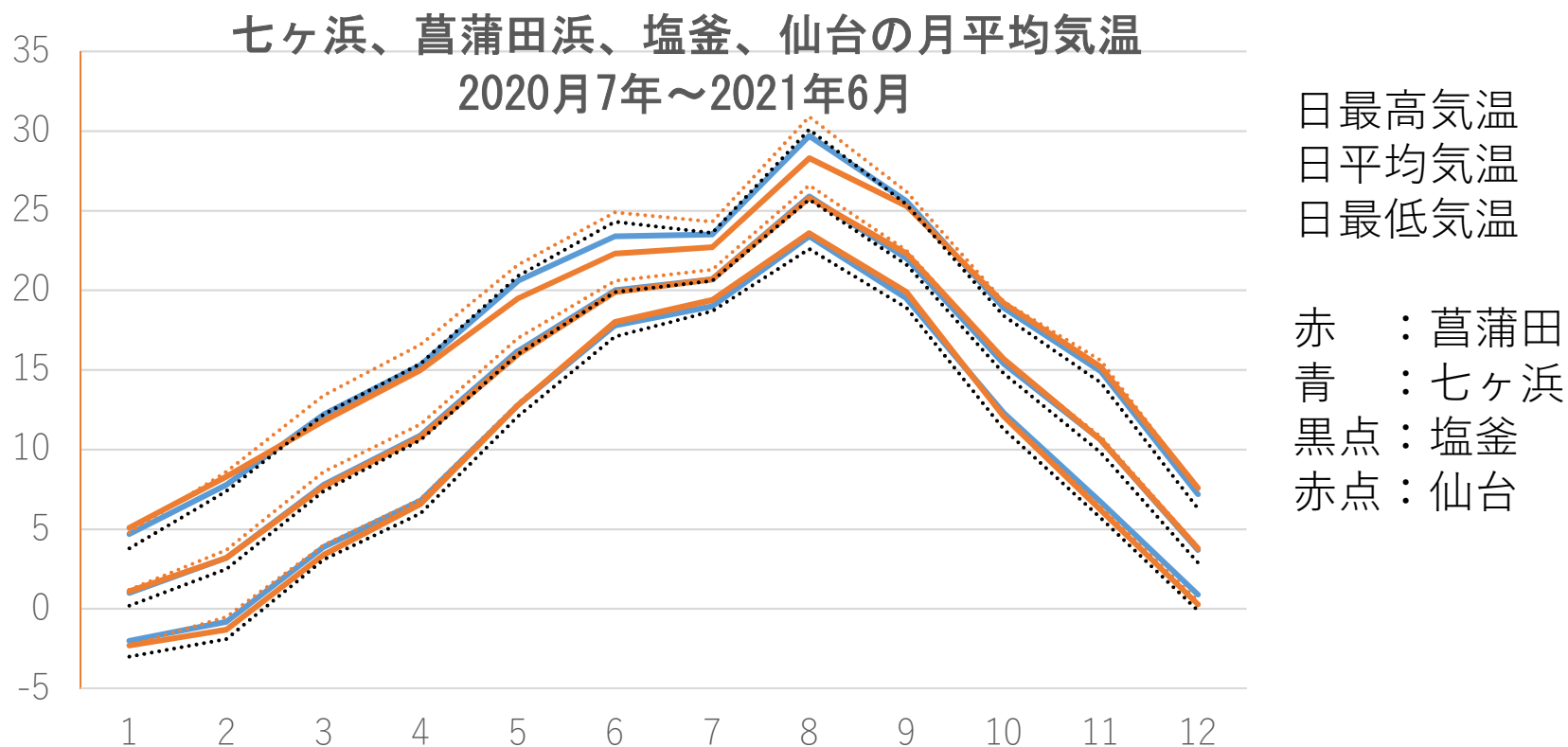
(日最高気温、日平均気温、日最低気温)

七ヶ浜町役場、菖蒲田のPOTEKAと塩釜、仙台のAMEDASの比較

4地点の月平均気温の季節変動は似ている

2020年7月はヤマセによる低温 8月は夏型で高温だった

2020年8月の七ヶ浜、菖蒲田の最高気温は、それぞれ仙台より1℃、2℃以上低い。
海風の影響である。



最多頻度の風向の季節変化

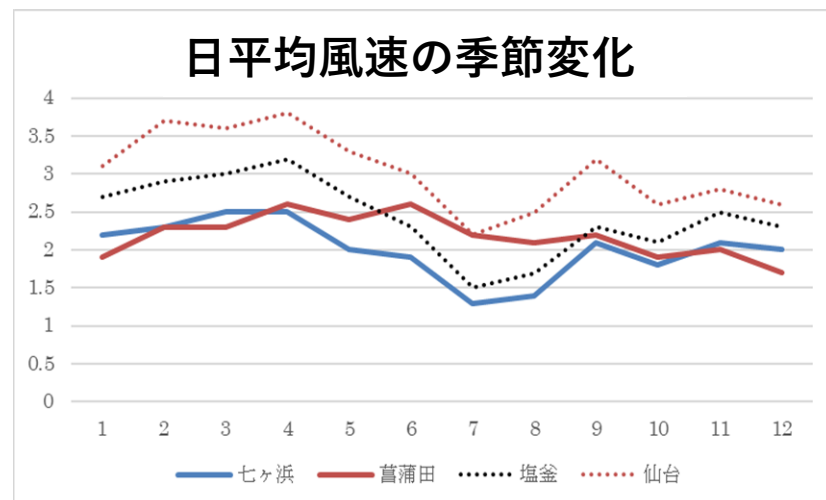
秋～春の10月-4月は**偏西風**で北西風が吹き、晩春～夏の5-8月は**海風**で南東風が吹く。
 このような季節変化は仙台平野の一般的な特徴
 七ヶ浜町は夏に海風の影響をとくに強く受ける

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
七ヶ浜	北西	北西	北西	北西	南	南東	南東	南東	北東	北北西	北西	北西
菖蒲田	北西	北西	北北西	北北西	東南東	東南東	東南東	東南東	北東	北北西	北西	北西

日平均風速は特に早春期に最も強い

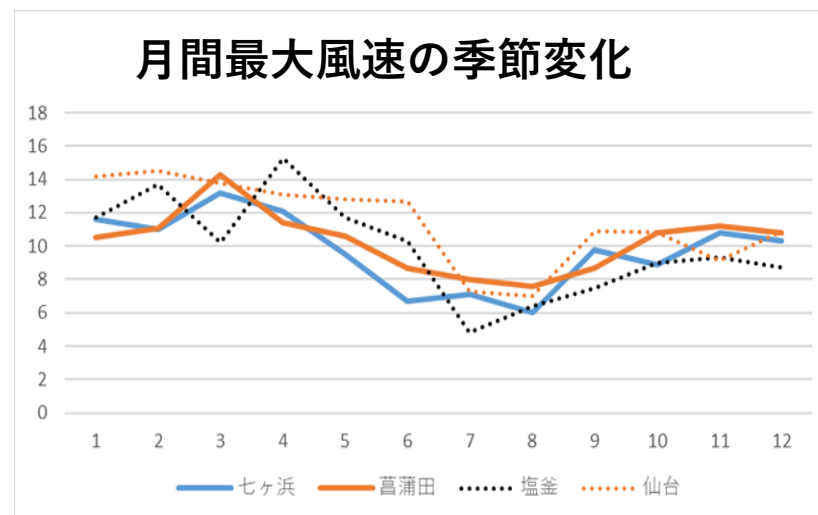
冬に上空の偏西風が強いこと、および
 春には鉛直混合が強いため
 夏は風が弱い

菖蒲田は他地点ほど夏の風が弱くない！



月最大風速も早春期に強い。

温帯低気圧が強風をもたらすため
 夏は温帯低気圧はあまり発達しない
 2020年は台風の影響はあまりなかった



夏の風速と気温の日変化

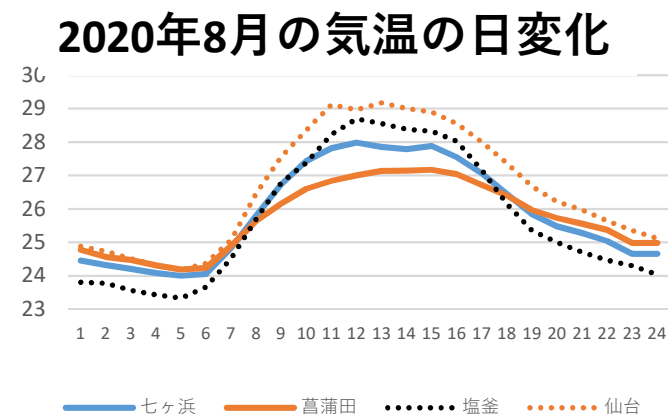
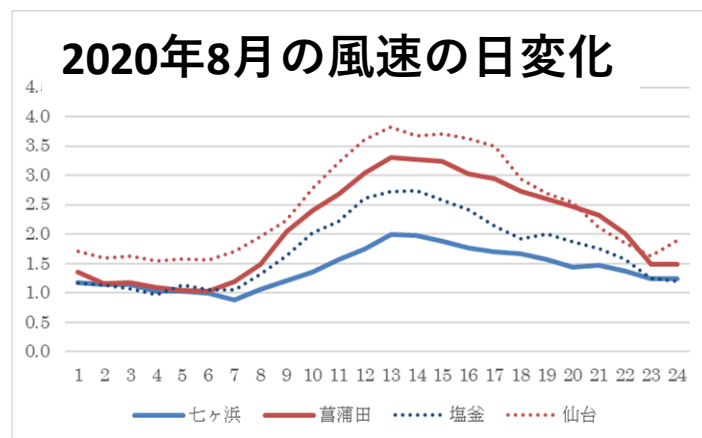
仙台平野の夏は2種類の海風！

曇天型海風（2020年7月）（ヤマセなど）

北方海域の高気圧と梅雨前線などによる総観場が海風を駆動
寒気の南下時に暖かい海面に接触し層積雲を形成し内陸に侵入
降雨を伴うこともあり、沿岸と内陸の気温差は小さく気温の日変化も弱い。

晴天型海風（2020年8月）

強い日射により内陸に熱的低気圧が形成され、海風を駆動
風速・気温の日変化が大きく、海風の先端部には海風前線が形成される



2020年8月は晴天型海風が多かった → 顕著な日変化
菖蒲田の方が町役場より風が強い。海風は下層ほど風が強いため。
町役場と菖蒲田の最高気温は1か月平均で、それぞれ1℃、2℃仙台より低い。

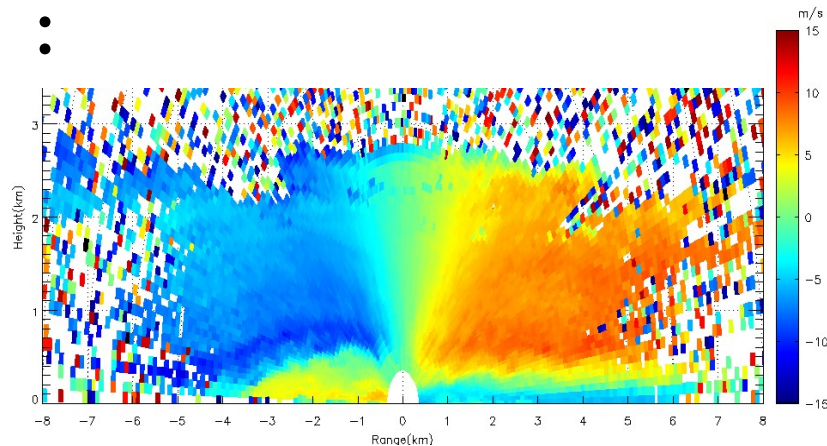
海風の鉛直構造

仙台空港周辺でのドップラーライダー観測と数値シミュレーションの比較

海風のトップの高さは300m程度で、その上には反流が吹いている。

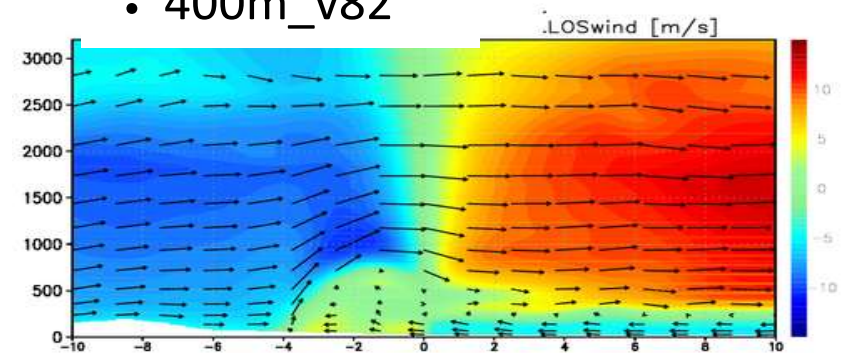
海風の先端部には海風前線のヘッドがある。
地上では海風前線の通過と共に急に海風が吹き出す。

ドップラーライダー観測



数値シミュレーション

： 400m_v82



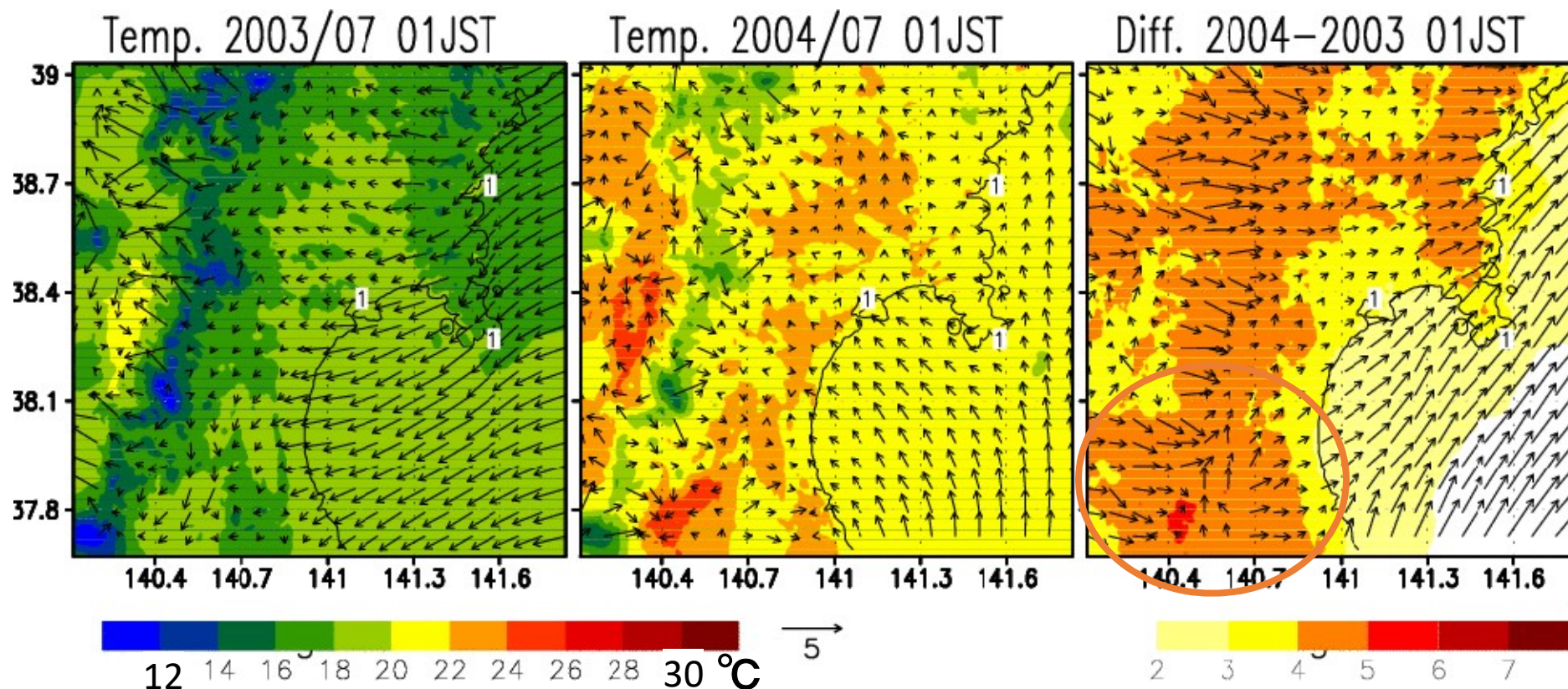
地上から高度3000mまで、ドップラー風速（レーザ視線方向風速）の断面図。

ライダーは地上中央に置かれている。比較のため、数値シミュレーションの結果もドップラー速度に変換してカラー表示。

気温と風の日変化 7月平均 (2003年v.s.2004年)

7月の毎時の気温(1.5m) & 風(10m)の分布

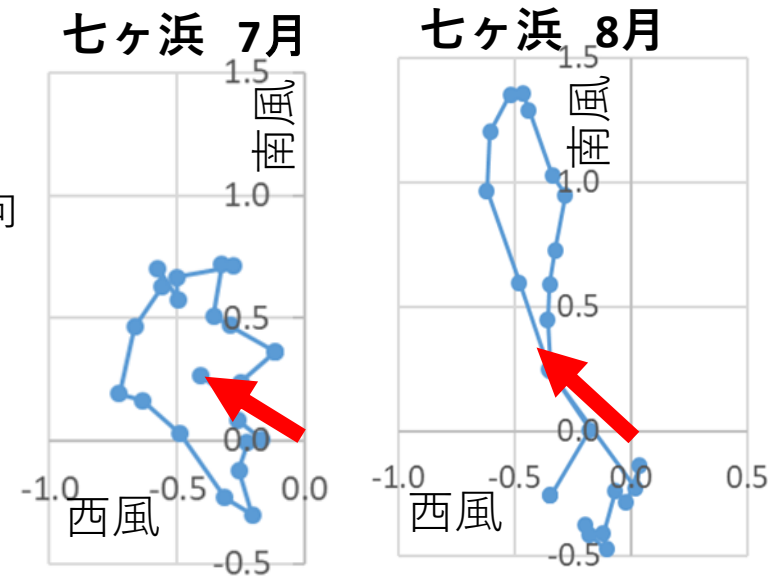
ヤマセ：曇天型海風が多い 夏型：晴天型海風が多い 差（晴天型－曇天型）



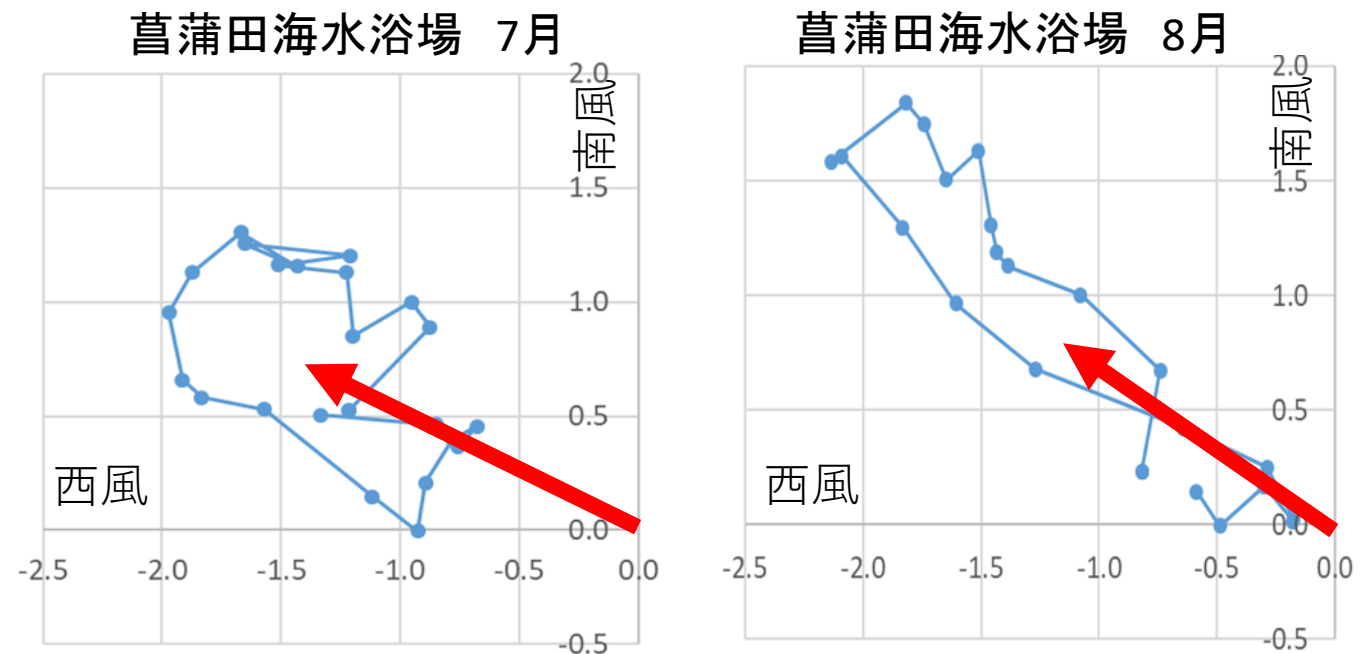
2003年、2004年の比較：宮城県南部で特に気温が低い（13JST: ~ 7度）
陸上での気温差：放射（+混合+移流）

地上風の日変化(2020年の7、8月のベクトル平均)

1. 海風は時計回りの日変化をする。(慣性振動)
2. 海風の振幅は菖蒲田が1.5倍ほど大きい。風向は七ヶ浜が南南東で菖蒲田が南東。
3. 7月より8月の日変化が1.5倍大きい。8月は晴天型海風日が多く、日変化が大きくなった。



青は始点を原点とする風ベクトル終点をつないだ。
赤いベクトルは日平均風。



2020年8月の暑さ 七ヶ浜は日中は涼しい！

真夏日(最高気温30℃以上) 菖蒲田5日、七ヶ浜13日、塩釜16日、仙台21日、山形26日。

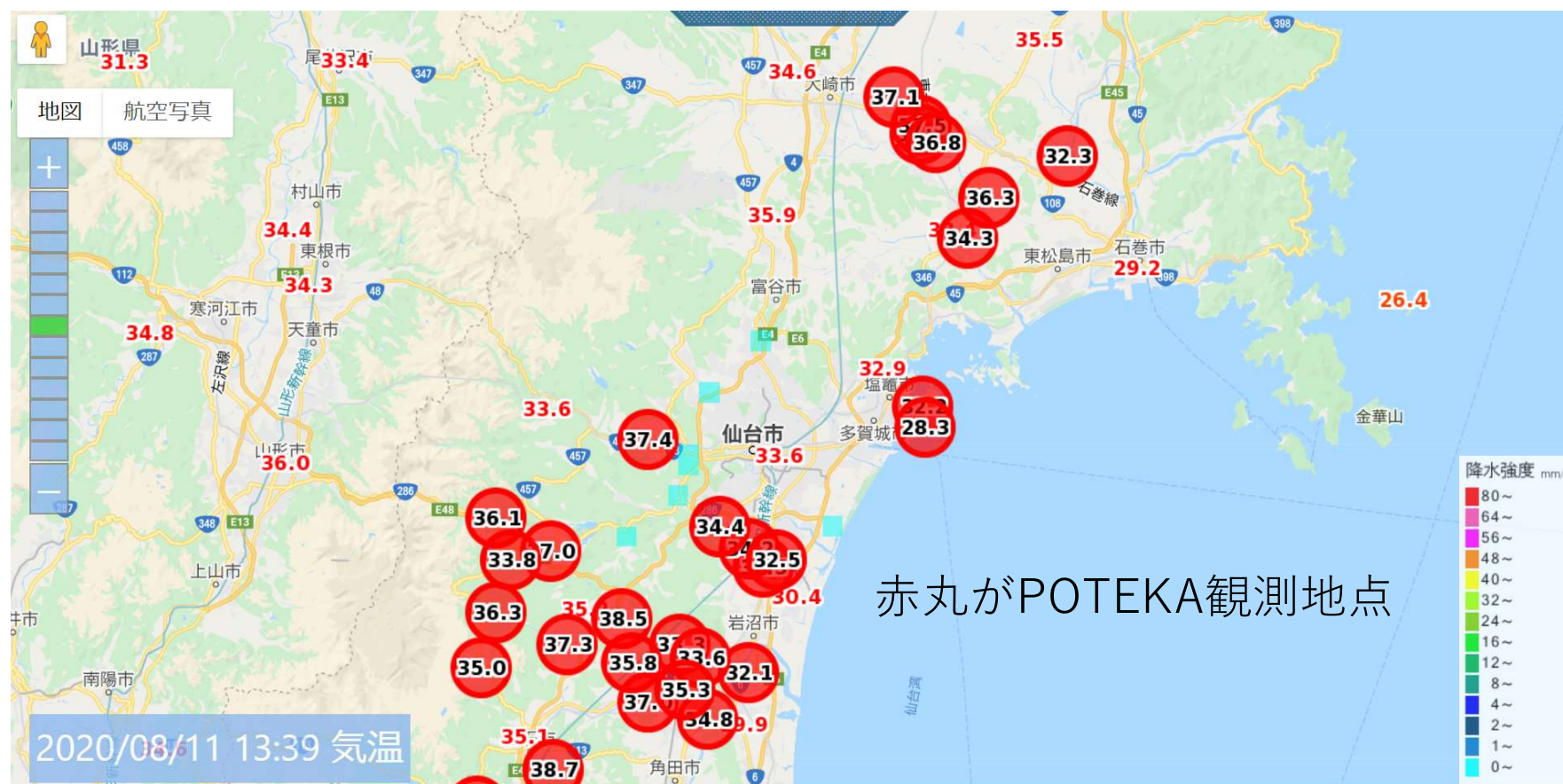
猛暑日(最高気温35℃以上) 菖蒲田、七ヶ浜、塩釜が1日、仙台が2日。

参考：丸森、大衡4日、山形8日、福島13日

月平均最高気温：菖蒲田28.3℃、七ヶ浜29.7℃、塩釜30.1℃、仙台30.9℃、山形32.7℃

七ヶ浜町は日中は涼しい(気温が低い)

POTEKANETの画面



暑さ指数

$$\text{WBGT}(^{\circ}\text{C}) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$$

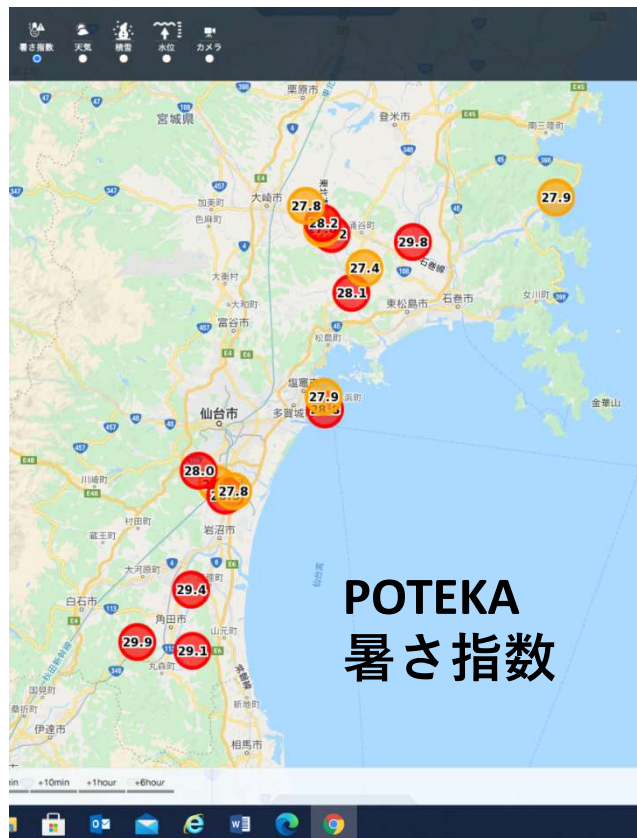
アメリカ海兵隊が1954年に熱中症予測のために始めた

$$\text{不快指数} = 0.81 \times T(^{\circ}\text{C}) + 0.01 \times \text{RH}(\%) \times (0.99 \times T - 14.3) + 46.3$$

NOAAが1959年に電力使用量予測のために始めた。

暑さ指数の活用：気候変動、児童・生徒の指導、高齢化社会、住環境

熱中症アラート：暑さ指数33℃が予想されたとき（環境省、気象庁）



WBGT 値早見表 熱中症の危険度をチェック！ 参考資料：日本生気象学会 2008. 4

早見表	相対湿度 %																		
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
乾球温度 ℃	40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
	39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
	38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	
	37	27	28	29	29	30	31	32	33	35	35	35	36	37	38	39	40	41	
	36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39	
	35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38	
	34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37	
	33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36	
	32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35	
	31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34	
	30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33	
	29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32	
	28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31	
	27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30	
	26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29	
	25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	
	24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	
	23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	
	22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	
	21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24	

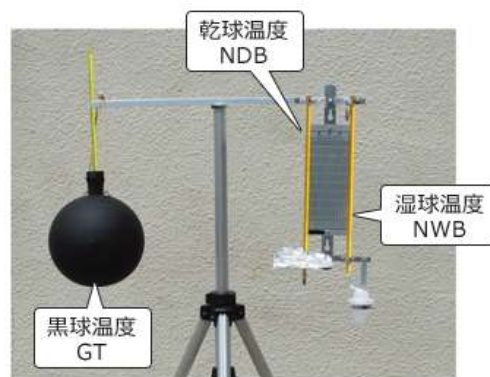
WBGT 値

注意 25℃未満	警戒 25℃～28℃	嚴重警戒 28℃～31℃	危険 31℃以上
----------	------------	--------------	----------

熱中症リスクの増大 ← 高齢化社会、気候変動、ヒートアイランド

暑さ指数 ← 熱中症の発症には湿度も大きく影響する
Wet-Bulb Globe Temperature (湿球黒球温度)

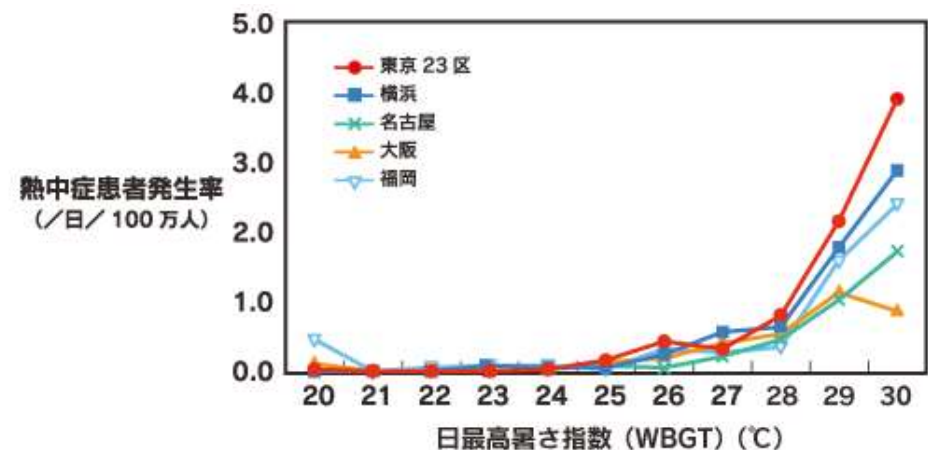
$$\text{WBGT}(^{\circ}\text{C}) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$$



暑さ指数(WBGT)測定装置



実際の観測の様子



気温 (参考)	暑さ指数 (WBGT)	熱中症予防運動指針	
35°C以上	31°C以上	運動は原則中止	特別の場合以外は運動を中止する。 特に子どもの場合には中止すべき。
31～35°C	28～31°C	厳重警戒 (激しい運動は中止)	熱中症の危険性が高いので、激しい運動や持久走など体温が上昇 10～20分おきに休憩をとり水分・塩分の補給を行う。 暑さに弱い人※は運動を軽減または中止。
28～31°C	25～28°C	警戒 (積極的に休憩)	熱中症の危険が増すので、積極的に休憩をとり適宜、水分・塩分 激しい運動では、30分おきくらいに休憩をとる。
24～28°C	21～25°C	注意	熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。

環境省HPより
抜粋。

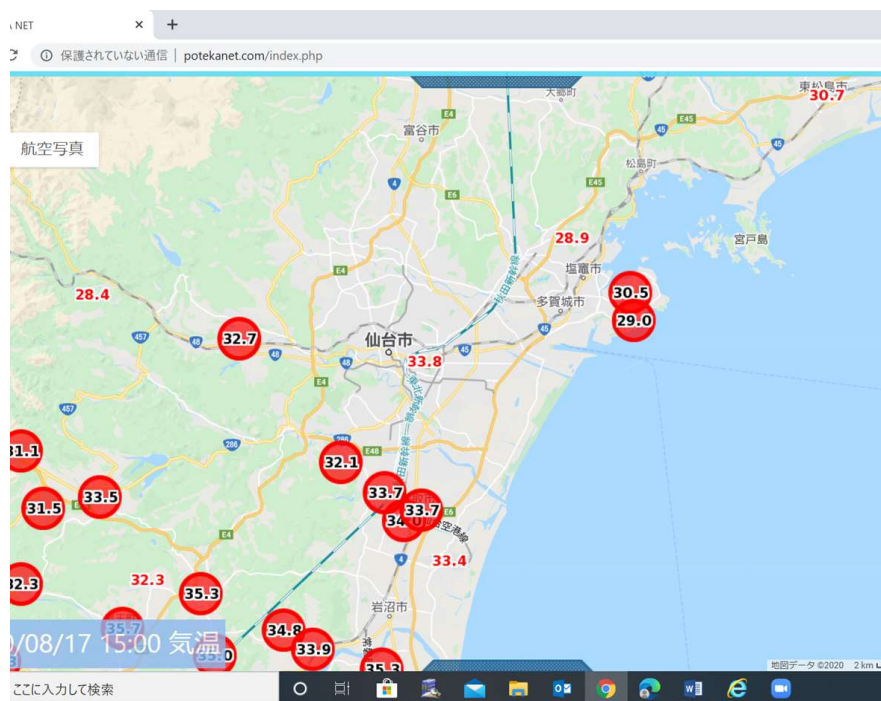
熱中症警戒アラート（環境省 & 気象庁）がスタート

暑さ指数の予測値が 33°C 以上の時、府県単位で発表
アメダス観測点（湿度観測実施地点）で暑さ指数の実況値が提供

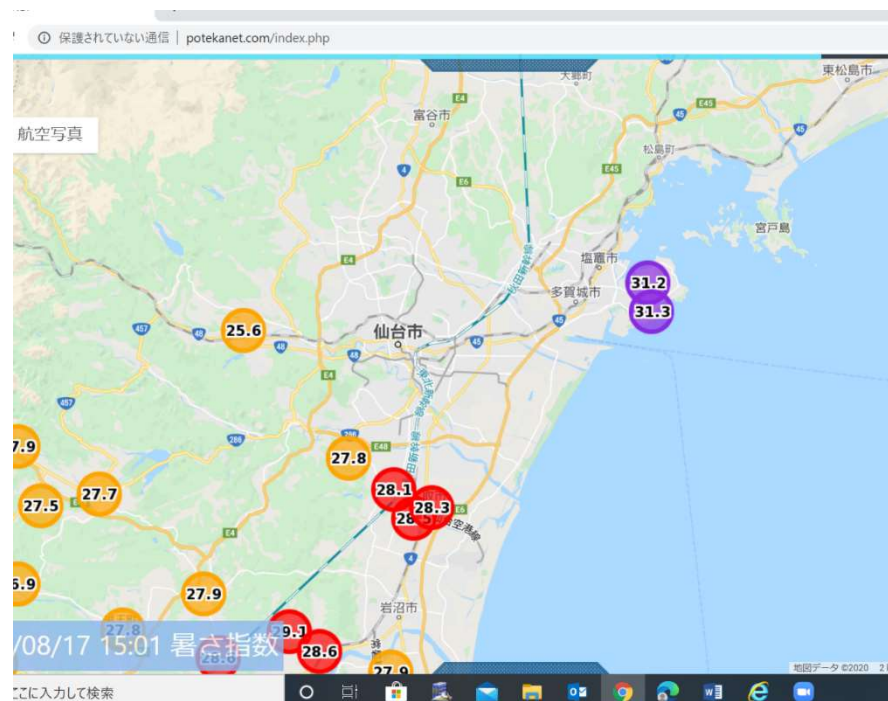
暑さ指数の日最高値の8月平均は、 仙台29.5、七ヶ浜30.0 菖蒲田浜29.9
七ヶ浜町は県内他地点と傾向が異なる→自前の観測の利用が望ましい

（8月17日、七ヶ浜は他地点より気温は低いが暑さ指数は高かった）

2020.8.17 15:00 気温



2020.8.17 15:01 暑さ指数（POTEKA）



冬の日変化について（2021年1月平均を例として）

午後に強い（昇温により成層安定性が弱まり鉛直混合が促進されるため？）

海風とは異なり、偏西風は上空ほど強い。

→ 七ヶ浜（町役場）の方が菖蒲田より強い。

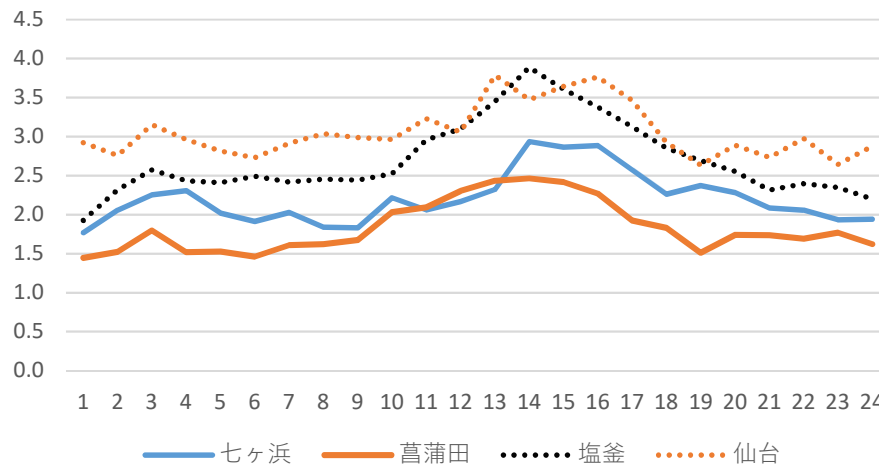
菖蒲田は山陰で風が弱い。

気温は夏とは逆に、七ヶ浜より菖蒲田の方が日較差が大きい。

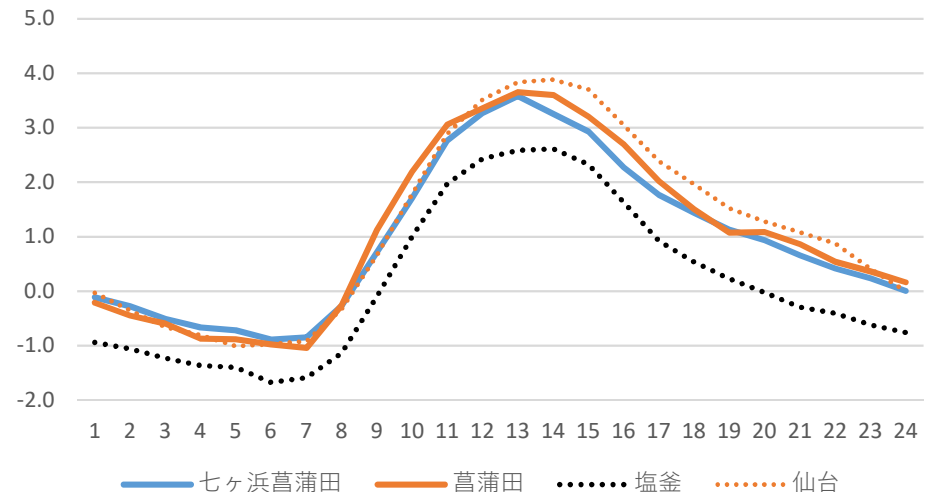
斜面風の非断熱冷却が影響

冬の七ヶ浜と菖蒲田の関係は海の影響は小さく、周囲の丘陵と盆地の底の関係に似る。

風の日変化 2021年1月



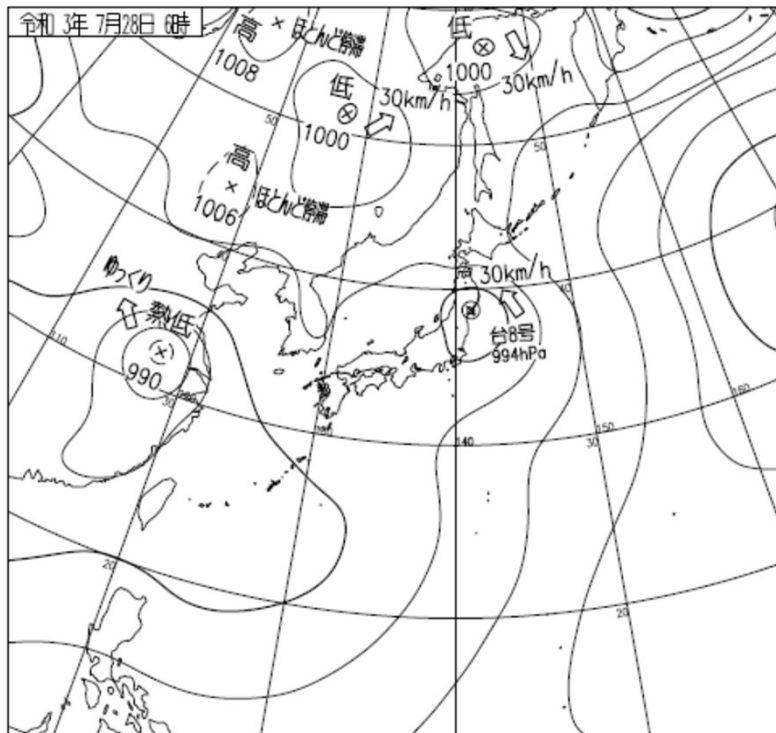
気温の日変化（2021年1月平均）



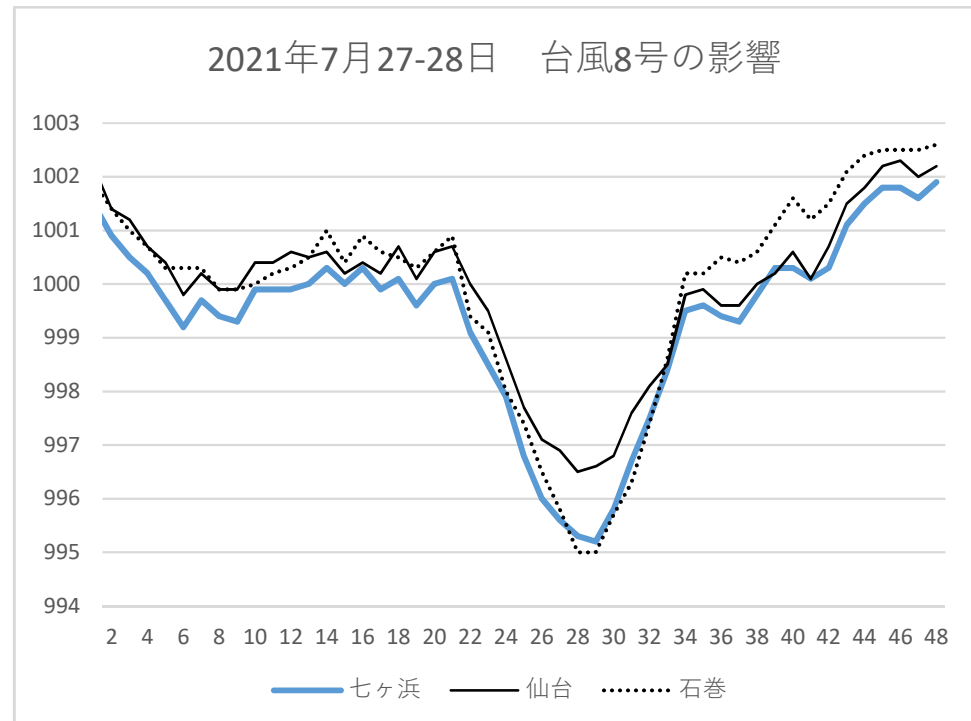
2021年台風8号は1951年以降、初めて宮城に上陸した台風。

七ヶ浜町は石巻市以上に台風の勢力下に入っていた？

台風8号 速報値 38.6N 141.3E



石巻 38.4N 141.3E 七ヶ浜 38.3N 141.1E



POTEKA と POTEKANET 明星電気社製

小型気象計とデータベース機能

観測要素

気温・気圧・相対湿度・風向風速・日射・感雨・雨量

メリット

費用対効果がよい

観測項目が（アメダスより）多い

メンテナンスフリー（観測の実施を担保）

POTEKANETを通じリアルタイムで一般公開

観測データは全てアーカイブ

デメリット

測風塔の高さが低い（高くするのは利用者の責任）

データ整理用のソフトウェアが機能が劣る

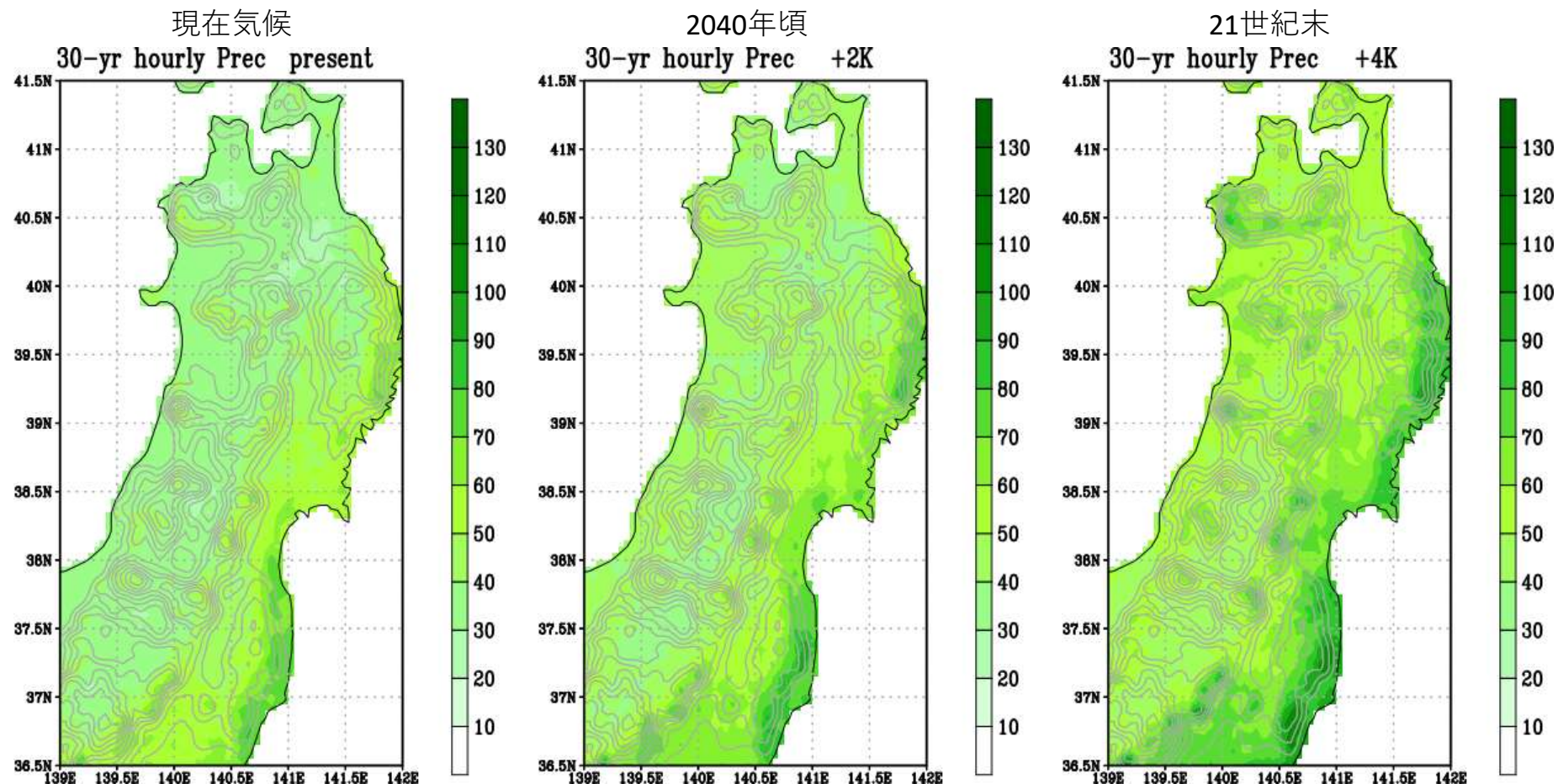
他のPOTEKA観測点の過去データは参照できない

気象庁の情報には反映されない



地球温暖化により 集中豪雨は強まる

30年に1度程度発生する(異常な)1時間降水量(再現期間30年)は 東北地方で
+2Kでは平均1.18倍、+4Kでは平均1.45倍に増加する



緩和策：地球温暖化対策の推進に関する法律(1998)→改正地球温暖化対策推進法(2021)

適応策：気候変動適応法(2018) 地域における気候変動の緩和策・適応策の立案と実行

地域の反応

1年半にわたる地上気象観測の評価

地域で気象情報の有効活用の事例を育てることはできなかった。

幸なことに災害がなかったため、災害時の有効性は確認できなかった。

町民に客観的なデータで示された**気候特性に一定の興味**を持っていた
気温や暑さ指数、風など気象要素が内陸地域と違いを客観的に確認するなど、

身近に観測データがあることの意義はある程度理解していただいた

町では各種報告に付記していた塩釜アメダスデータを七ヶ浜町データに切替えた
七ヶ浜町は2022年4月から役所屋上のPOTEKAを運用する予算を計上

＊ 菖蒲田浜の観測は3月31日をもって終了する。

一番の効果は、七ヶ浜町の町民と接点を持つことができたことかもしれない。

漁獲される魚種の変化、津波堤防による内水氾濫の発生、熱波の健康影響などへの関心が高いことが分かった。

町役場（高台）と菖蒲田浜（海岸）の比較

夏の気温の日較差は町役場の方が大きい（日最低気温は低く日最高気温は高い）

夏の風は町役場の方が弱い（海風は下層ほど強い、海は摩擦が弱いためである）

* 夏の気温や風の違いは海風の性質として理解できそうである。

冬の気温の日較差は町役場が僅かに小さい（日最低気温は低く日最高気温は高い）

冬の風は町役場の方が強い（偏西風の鉛直混合により日中に強まる）

* 冬の気温や風の違いは盆地の縁と底の性質として理解できるかもしれない。

地上気象観測情報の活用 記録することの重要性

防災：顕著現象の監視、災害要因の事後分析 → 防災計画の策定

健康：熱中症の予防：高齢化社会の対応、児童・生徒の指導、気候変動

観光：海洋レジャーの安全性向上、観光客への情報提供

産業：農業、水産業、交通、エネルギー、商業ほか

* 降水量や日射量は年々変動が大きい→農業などの高度化に活用

教育：気象現象の理解と災害に対する備え、自然環境の保全、気候変動の理解