

2005 年以降の 20 年間の北海道石狩浜沿岸の海水温の変動

Changes of sea surface temperature on the coast of Ishikari beach,
Hokkaido, Japan over the twenty years since 2005

志賀 健司^{*}
Kenji SHIGA^{*}

要 旨

2005 年 4 月から 2024 年 12 月までの 20 年間、北海道石狩浜沿岸の海面水温の日変化を観測した。その結果、20 年間で海水温は約 1.5℃上昇したこと、10 年スケールの準周期的な変動を示していることが明らかになった。

キーワード：石狩湾，海面水温，気候変動，暖流系漂着物，太平洋十年規模振動

目的と意義

地球の気候を支配する海洋は、日々・年々という短期的な変動が顕著な大気などと違い、十年スケールの中・長期的な変動が卓越している。今日、明日の生活に直接つながる天気予報とはタイムスケールが異なるためにその重要性は一般には理解されにくく、海面水温や塩分濃度などの海況観測は、気象観測に比べて観測の時間頻度や観測点の分布密度はあまりに不十分である。

日本海北部、北海道中西部の石狩湾は、黒潮から分岐する対馬暖流の影響の実質的な北限に近いこと、日本海と太平洋を南北方向につなぐ石狩低地帯を背後に持ち、北西－南東方向の季節風が通り抜けやすくその影響を大きく受けること、平均流量 440km³/s の北海道最大の河川、石狩川の河口があることから、北東アジア・北西太平洋といった半球規模の気候変動は石狩湾周辺の海洋環境にも反映されていることが予想される。それにも関わらず、海水温や塩分濃度といった海況の定点観

測はごく限られた地点でしか行われておらず、観測値も一般には公開されていない。

十年スケールの海洋変動の将来予測のためには、少なくとも 20 年、30 年といった期間の観測値が不可欠である。世代を跨ぐような期間“超世代タイムスケール”でのデータを蓄積し、未来に伝え、活用できるようにするために、2005 年からほぼ毎日、石狩浜での海況観測を続けてきた（志賀，2011；志賀，2016）。このたびデータの蓄積が、十年スケール変動だとすれば 1 周期程度に相当する 20 年分に達したので、“途中経過”として、ここに報告する。

調査地と手法

観測地点は石狩湾の最奥部にあたる石狩浜である。標高 5 ～ 10m の海岸砂丘、石狩砂丘を背後に持つ砂浜海岸のほぼ中央で、石狩川河口から南西に約 3 km の地点である（43° 14'45"N, 141° 20'45"E, 図 1）。

^{*} いしかり砂丘の風資料館 〒061-3372 北海道石狩市弁天町 30-4

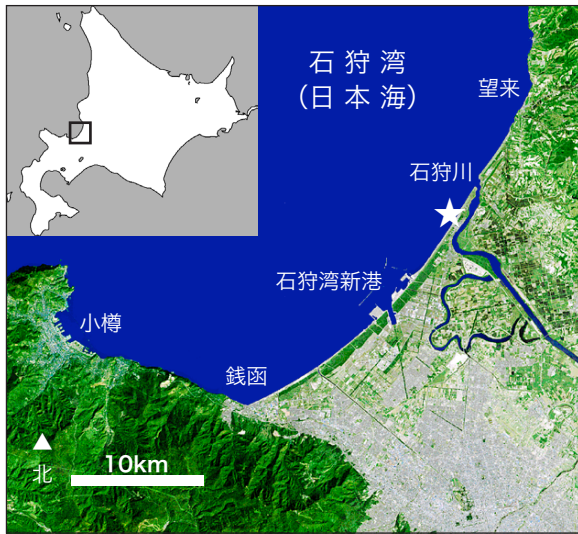


図1. 観測地点 (☆).

継続的な観測を開始したのは2005年4月9日からで、現在も継続している。原則として週に5日間、09:00 (JST) に気温、気圧、定性的な風向・風速、遠方への視程など気象観測・記録するとともに、500mL ボトルで汀線直下の海水を採水し、その場で直ちに水温を計測している。温度計は2006年4月までは赤色アルコール温度計

(分解能 0.5℃), その後2010年9月まではデジタル温度計 (EMPEX 社 DIGIMINI, 分解能 0.1℃), それ以降は温度データロガー (T&D 社 TR-52S, 分解能 0.1℃, 精度±0.3℃) を使用している。採取した海水は海岸から300m 内陸の著者の勤務施設に運び、家庭用食品塩分計 (分解能 1 psu) を用いて塩分濃度を計測し、温度による電気伝導度の変化を補正した値を塩分濃度としている。

結果

2005年4月9日から2024年12月26日まで、約20年間 (19年9ヶ月) の観測により、4113日分の観測値が得られた (図2, 附表1)。気温の変動は小刻みで振幅も大きいですが、比熱の大きい海水温は、中・長期的な変動を示している。年最高海面水温の最高値は27.1℃ (2023年8月24日), 最低値は22.7℃ (2008年9月7日) で、年最低海面水温の最高値は1.1℃ (2015年1月4日), 最低値は-1.2℃ (2019年2月13日) であった (図3)。

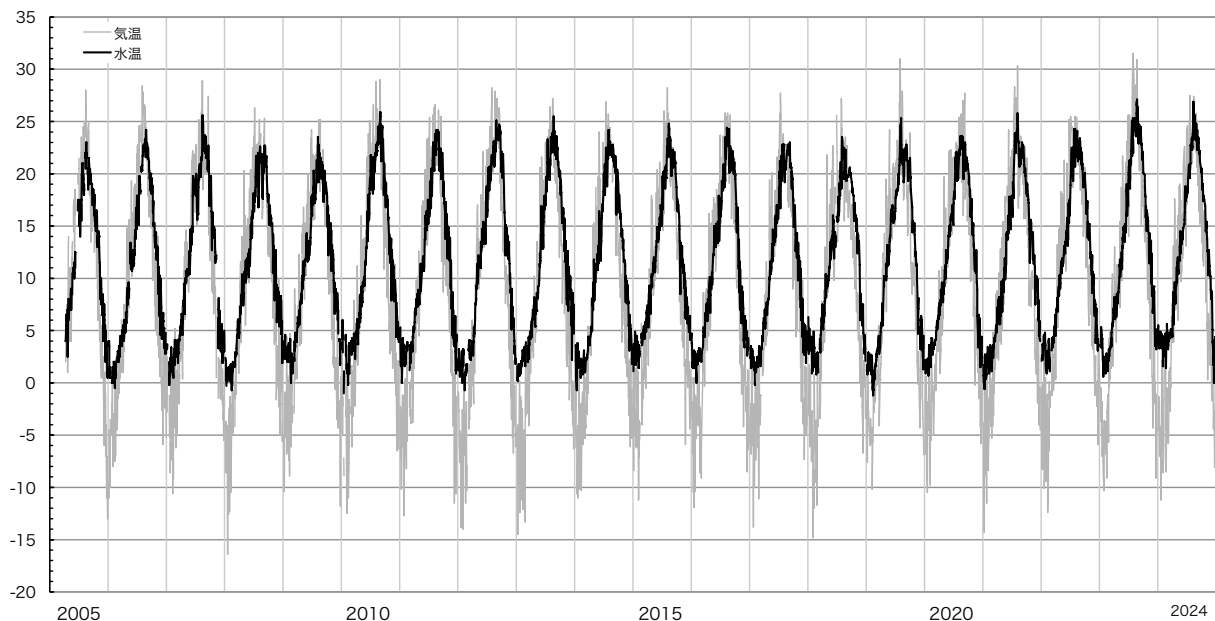


図2. 2005年4月9日から2024年12月26日までの、石狩浜における09:00 (JST) の気温と海面水温の日変化。

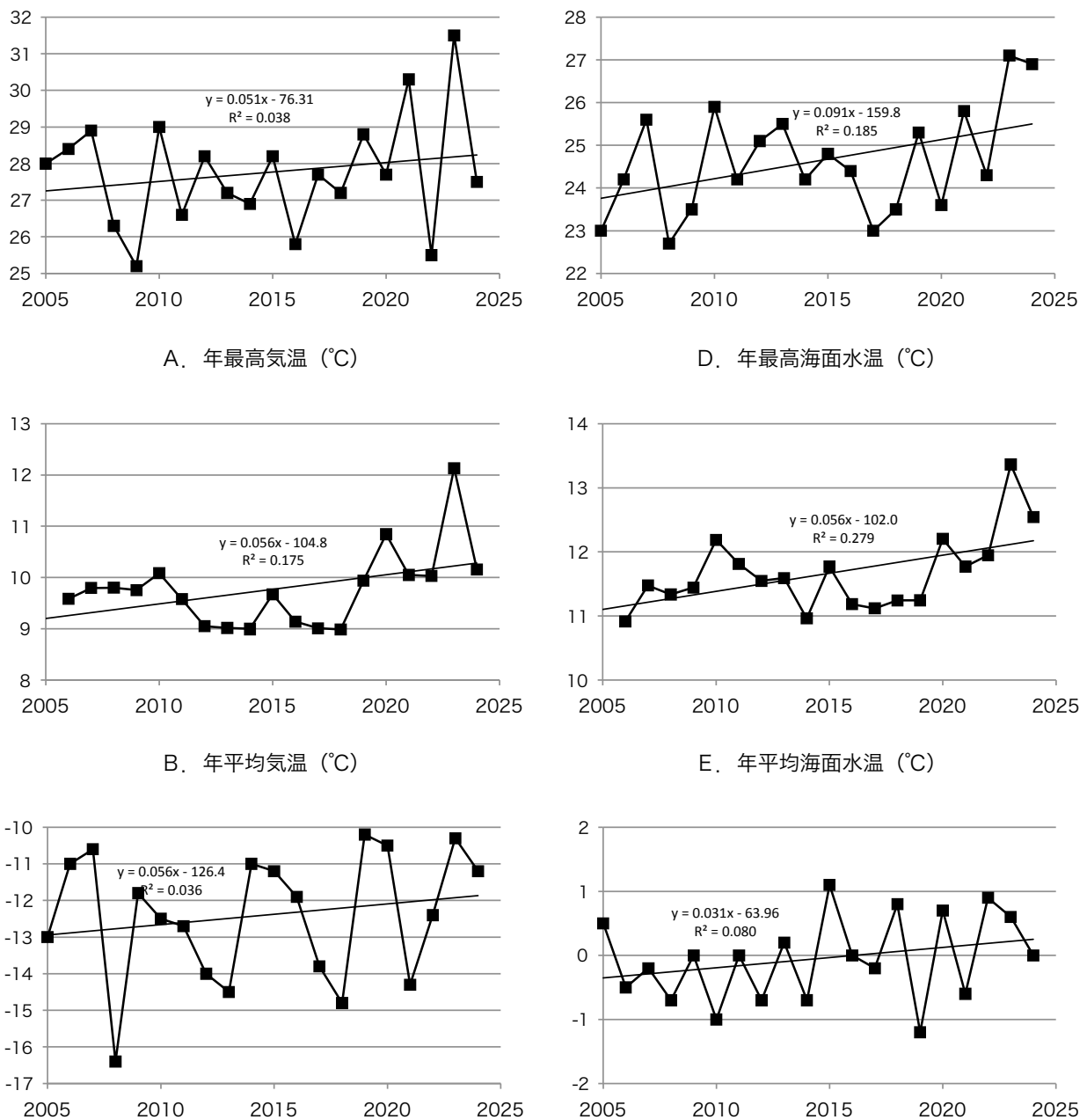


図 3. 2005 年から 2024 年の年ごとの気温と海面水温の最高値，年平均値，最低値。A：年最高気温，B：年平均気温，C：年最低気温，D：年最高海面水温，E：年平均海面水温，F：年最低海面水温。

考 察

年ごとの最高海面水温と年平均海面水温は，細かい変動を繰り返しながらも，線形近似としては長期的に緩やかに上昇していることがわかる。20 年間で，年最高海面水温は約 1.5℃，年平均海面水温は約 1℃，上昇している。年最低海面水温

は 20 年間で 0.5℃程度の上昇に留まっているが，これは結氷しない石狩湾の最低水温は海水の結氷温度（約 -1.8℃）が下限となり振幅が小さくなるためであり，20 年間の傾向としては同様に上昇傾向にあることに変わりはない。日本近海の最近 100 年間の海面水温（海域平均海面水温）の上昇率は +1.35℃/100 年とされており（気象庁，

2024a), 石狩浜沿岸の海面水温の最近 20 年間の上昇率はそれを上回っていることがわかる。

また, 20 年間の変動を 5-10 年程度の中期的な時間スケールで見ると, 年最高海面水温, 年平均海面水温とも, 2006 年～2013 年頃と, 2020 年～2024 年頃(=現在)にピークを持つ, 10 年規模の準周期的変動を示していることがわかる。この変動は, 北太平洋の海面水温

やアリューシャン低気圧の勢力の準周期的変動である太平洋十年規模振動(PDO)(Mantua *et al*, 1997)と同調するような周期・位相を示している(気象庁, 2024b; 図4)。PDO 指数が負の値が卓越するステージでは北西太平洋の海水温が上昇するとされており, 同時期に石狩浜の海面水温が高いことは調和的である。

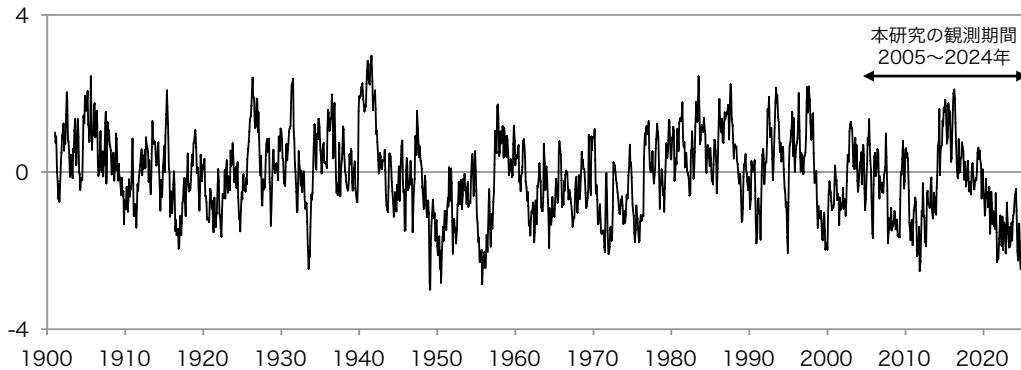


図4. 1900年から2024年までの太平洋十年規模振動指数(PDO)の月変化(気象庁, 2024)。

あるいは約 11 年の周期を持つ太陽活動の強弱に起因して雲生成を通じて気候変動を引き起こすと言われる Svensmark 効果(Svensmark and Friis-Christensen, 1997)による海洋変動も, 可能性としては考えられる。

今回確認された海面水温の長期的な変動は, 海洋生態系にも大きな影響を与えていると考えられる。海面水温が高い時期には石狩浜で見られる暖流系漂着物が増加することが知られており, 特に 2010・2012 年のアオイガイ(志賀, 2015), 2012・2018 年のギンカクラゲやアサガオガイ科の腹足類(鈴木ほか, 2017; 志賀ほか, 2019)で顕著である。また, 熱帯～亜熱帯海域を中心に分布するジンベエザメの漁網への混獲が北海道で見られたのも, 2011・2012 年という温暖期である(志賀, 2014)。これらの暖流系漂着物イベントが多く見られるのは 10 月前後であり, 2005 年以降の 10 月の月平均海面水温の経年変動でもそれらの時期が高水温になっていることがわかる(図5)。

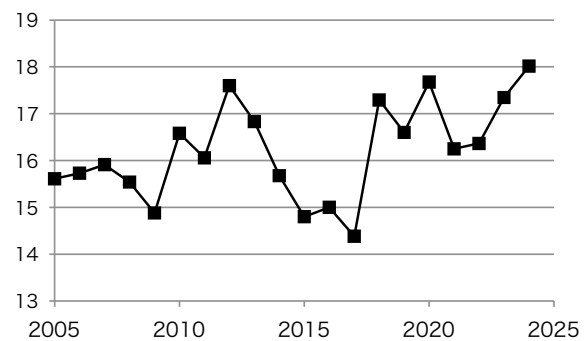


図5. 2005年から2024年までの, 石狩浜における10月の月平均海面水温の経年変動。10年規模の周期を示している。

20 年間, 1ヶ所にとどまって観測や観察を続けるということは, 地域に根ざした博物館でしかできない活動であり, 重要な任務である。特別な, 高価な機器を使用しない研究でも, 世代を超えて継続することで地球や生命の動きが見えてくるのである。効率重視や経費削減などの名目のために, 途切れさせてはいけない。

引用文献

- 気象庁, 2024a. 海面水温の長期的変化傾向 (日本近海). https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html (2024 年 12 月 28 日閲覧)
- 気象庁, 2024b. 太平洋十年規模振動 (PDO) 指数月平均値. https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/climate/pdo/pdo_month.html (2024 年 12 月 28 日閲覧)
- Mantua, N.J., S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace and R. C. Francis, 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78: 1069-1079.
- 志賀健司, 2011. 2005 年～2010 年の北海道石狩湾の海面水温観測値. いしかり砂丘の風資料館紀要, 1: 20-24.
- 志賀健司, 2014. 2011 年に石狩湾沿岸で発見されたジンベエザメとその海洋学的意義. いしかり砂丘の風資料館紀要, 4: 7-11.
- 志賀健司, 2015. 2010 年の石狩湾沿岸における漂着アオイガイの殻長の季節変化. いしかり砂丘の風資料館紀要, 5: 7-12.
- 志賀健司, 2016. 2005 年から 2015 年の石狩湾における海水温・塩分濃度の日変動. いしかり砂丘の風資料館紀要, 6: 71-76.
- 志賀健司・工藤友紀・石郷岡ゆりか, 2019. 2018 年秋に北海道西部日本海側で見られたアサガオガイ科貝類の漂着. 漂着物学会誌, 17: 27-29.
- 鈴木明彦・圓谷昂史・志賀健司・小林真樹・石川慎也, 2017. 北海道沿岸へ漂着した暖流系浮表性巻貝類とクラゲ類. 地球科学, 71: 3, 89-91.
- Svensmark, H., Friis-Christensen, E, 1997. Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage—a missing link in solar-climate relationships. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 59(11): 1225-1232.

Changes of sea surface temperature on the coast of Ishikari beach,
Hokkaido, Japan over the twenty years since 2005

Kenji SHIGA

Abstract

Daily changes in sea surface temperature have been observed along the coast of Ishikari beach, Hokkaido, Japan, for 20 years from April 2005 to December 2024. The results showed that the sea surface temperature had risen by approximately 1.5 °C over the 20 years, and it seemed to show quasi-periodic fluctuations on a decadal scale.

Keywords : Ishikari Bay, sea surface temperature, climate change, warm-water driftage,
Pacific decadal oscillation

附表1. 2005年から2024年までの石狩浜における海面水温の観測値(℃). (その1)

月	日	年																			
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	1																				
	2																				
	3																				
	4								2.3			1.1	4.7	2.4	6.3			1.7	2.1		5.5
	5							5.3	1.2			2.4	3.8					0.7	2.3		
	6		3.5	3.2	2.4		4.7	4.1	1.6	1.6		2.8	3.6			1.3		0.0	2.6		
	7		4.0	3.7		2.3	4.2	2.0	3.2	0.3	3.5	3.7			2.8	1.0	2.2				4.2
	8		3.5			3.6	5.3	1.6		0.4	3.6				3.8	1.7	0.9				4.8
	9		1.0		2.1	3.4	6.0			0.3	2.1		1.5	3.5	5.2	0.8			2.2		
	10				0.3	4.0	2.9			0.2			2.0	2.3	5.0	1.5		0.5	3.7		3.4
	11				0.7	3.5			1.7				1.6					-0.6	3.6	3.4	3.3
	12				-0.3			3.0	1.7		0.4						2.0	1.2	2.5	5.3	
	13		0.5					1.7	0.6	1.4		3.5					1.4	2.4			
	14		1.5			4.6		0.9	0.8	1.0	-0.7	4.9	1.4		3.6		1.4	2.7			4.8
	15					3.6		0.0	0.9	1.8	0.2		2.2		4.0	2.9	1.3			4.6	3.4
	16					2.3	-1.0			1.1					3.8	2.2			3.5	3.9	
	17					2.4	1.1							1.4	3.2	1.6		2.4	4.5		4.9
	18				0.1	2.9			0.7			1.7	2.4	3.0	3.6			2.0		4.3	4.3
	19			1.0	0.4			2.6	1.7		3.8	4.2	3.1				1.8		3.9	4.2	4.4
	20			-0.2	0.3			4.3	1.2	1.0	3.7		2.6			1.2	2.3	0.4	4.6		4.2
	21			2.0		3.4		2.6	1.6	1.2	2.4	3.0			3.7	1.2					
	22					2.5		2.8		0.7	1.4	3.9			3.1		2.2			2.2	
	23				0.9	3.3				1.1	2.7				3.1				4.3	1.9	
	24			0.7	0.3	2.7			1.6					2.1	4.4	2.0		0.8	4.8		4.7
	25		0.5	0.8	1.5	2.2			3.0	1.1		4.5	2.9	1.9	3.1			2.4		0.6	
	26		0.0	1.8	1.4			3.7	2.0		3.0	4.4	2.6				0.7		3.8		
	27		0.0	2.4	0.8		4.1	3.4	1.2	1.0	1.7	4.1	2.4		0.9	2.1	0.9	2.8	3.6		3.3
	28		1.0	1.4		2.0	4.6	2.3	0.2	1.3	2.8	3.7			1.7	2.7					
	29		1.5			3.0	3.0	2.4	0.0	0.9	1.7			1.2	1.2						4.5
	30				0.4	2.7	2.6	2.8		1.7	1.9			2.0			3.6		1.8	2.5	4.1
	31			3.4	0.3	3.2	3.6			1.6	3.9	1.1		1.6			3.6	1.4	1.2	1.2	3.7
2	1		1.5	2.7	3.4				3.0	2.1	1.5	3.1		1.9	1.1	0.8		3.4		2.0	4.0
	2		1.5	1.7			1.6	3.2				2.1			2.6	0.9		3.0			1.6
	3		1.0	1.7	0.2		2.9	1.6					0.0	-0.2				1.5	1.3		
	4		0.5	1.7		2.0	1.2		3.2			3.1	1.8	-0.1			2.3	1.5	0.9		1.6
	5		2.0			3.6	1.8	2.9			1.7		1.7				3.1	2.4			
	6					3.8	0.9			1.6	1.0	1.4			4.9	2.6	3.6				3.6
	7			1.6	1.7	2.6	1.5		2.7	2.4	0.5		2.0		4.4	1.5					4.0
	8		2.0	1.2	1.5	3.2		1.8		3.1					4.3	0.2		1.2	3.0	1.9	4.4
	9		1.0	1.4	1.8			2.2	0.8			3.6	2.8		3.3			0.9	1.7	0.9	2.6
	10		1.0	1.0	0.7		1.4	2.9	0.4		1.2	3.3	2.8	1.0	3.4		1.5	1.3	3.0	2.0	
	11		0.5	1.2		2.7	0.6	2.9	0.5		2.3	3.0	1.8		2.8	-0.7	2.9	2.1	1.4		
	12		-0.5			3.2	-0.2	3.5	-0.7	3.1	1.9	2.8	3.0			-0.3	3.4	2.0			
	13				0.1	3.6	0.9	3.3		2.3	1.8			1.9		-1.2	3.8				4.0
	14			0.5	-0.7	3.9	0.9			2.1	0.9			1.9	1.9	-0.6	4.3			2.8	3.8
	15		2.0	2.5	0.1	4.2			1.0					1.8	1.8	-0.7			3.1	2.8	3.0
	16		1.5	2.0	-0.1			3.7	0.7				2.4	2.0	1.5			3.6	3.8	2.2	
	17		1.0	2.7	-0.3			3.5	0.7				3.1	2.5				1.7	4.0	2.1	
	18		0.5	3.2			1.5	3.9	1.3	3.4			2.4				4.2	1.5	4.2		
	19		1.0			0.0	3.8	3.1		3.3	1.4		3.3		2.7	0.6	3.2	2.0			4.7
	20				2.0	2.7	2.2		1.3	2.3	0.9				1.6	1.0	2.9		3.1	4.0	4.0
	21				2.0	2.5	0.9		0.9			0.8			1.1	0.3	2.7			2.0	
	22				1.1								2.9	1.5	0.8			3.3	2.4	1.1	1.4
	23		2.0	2.6	1.9				1.7			4.3	3.3	2.4	1.2			2.4	1.7	2.2	3.2
	24			1.7						2.2	1.7	3.8	2.7	2.1				2.1	1.1		
	25		2.0			2.8			1.8	2.2	1.7	3.9	2.1			1.5	3.5				
	26					1.4			1.1	1.6	2.2	3.9					1.9				
	27					2.3					2.2	4.0		2.0	1.1	1.6					
	28			2.9		0.9				3.5	3.1	3.6		2.5	1.0	1.6			2.4	5.6	5.0
	3	1		2.5	2.9		2.1				3.5	2.2			3.2	1.4	1.8	3.8			3.2
2			3.0	2.5						3.9			2.1	3.5	2.9	1.9	3.6	3.2		2.5	3.6
3			3.0	3.2			3.7						3.0	3.3	2.0			3.3		2.6	
4			3.0	3.2			4.0	1.2				4.3	2.0				3.6	3.2		2.8	
5			3.0				3.5	1.5			1.8	4.8	2.8				3.8	3.6			
6					1.5		4.0	3.6			1.5	5.0				2.2	4.0	2.4			3.2
7				3.4	2.9		2.7		3.3		1.0	5.0			1.0	2.8	4.1			3.2	3.6
8				3.4	2.5				3.1		1.1					2.5					
9			2.0	2.8	2.6			2.3	3.2					3.1		3.0			3.3	4.3	4.0
10			3.5	3.7			3.2	1.9	3.6			5.4		1.6				3.4	4.1	3.4	
11			3.5	4.1		2.4	3.8	2.6	3.9			5.3		3.2				3.5	4.2	3.4	
12			3.0			2.1	4.3			2.9	2.3						4.1	4.3	4.1		4.8
13					2.8	3.1				3.4							4.5	3.9			
14				1.9	2.7	4.0	3.2			2.0	2.4	4.2					4.8			4.0	4.2
15			2.5	2.0		3.1				3.2	2.2		3.5		3.2				3.4	4.3	4.7
16			3.5	3.0	3.3			3.9	2.8	3.2			4.5						4.3	3.7	4.5
17			4.5	2.8			3.1	3.3	3.2	2.7		5.5	4.9		4.2		5.3		4.2	4.4	
18			4.0	3.2		3.5	3.5	3.3			2.3	5.6	5.3	3.6		3.6	5.5	4.0	3.8	4.8	
19			3.5			4.6	4.8	3.5	3.8	4.3	2.5	5.8		3.2	3.8	3.9	5.9	4.3	4.0		4.3
20					4.4	4.0				2.2	4.4				2.9	4.5	5.6	4.5			
21				4.2	4.6		4.7			2.3	2.4	5.6		4.5		4.2					4.7
22				4.0	5.1					3.9	2.7			4.3	4.6					5.4	5.1
23			4.0	4.1	5.9			3.0	2.9	3.6			5.0	4.1	4.6	2.8			4.6	5.7	
24			4.5	4.2				4.4	2.7			5.9	4.7	4.0	5.3			5.5	4.7	5.4	
25			4.0	4.5			</														

附表 1. 2005 年から 2024 年までの石狩浜における海面水温の観測値 (°C). (その 2)

月	日	年																			
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
4	1		4.0	4.9		5.7	4.7	5.3			3.9	7.4			7.5		7.2	6.8	4.5		
	2		4.5		4.8	5.8	4.9	5.0		4.9	4.4					4.9	7.3		5.3	6.8	4.4
	3				5.8	6.3	4.9		3.4	5.5	4.1		6.0	5.8		5.3				8.1	5.9
	4			6.0	6.1	6.1	4.5		3.2	5.0			7.0	5.5	5.3	5.7		6.6		8.2	6.3
	5		5.5	6.0	5.8	5.4		5.8	2.6			7.4	7.4				7.7	7.4	7.0	7.0	
	6		4.5	6.1	7.3			6.8			3.6	7.3	6.5	7.0			7.0	7.9		7.5	
	7		4.0	6.6			5.1	6.5		5.9	4.1	6.1	7.6			5.4	6.5	7.0			6.5
	8		5.0	6.5		6.1	5.7	6.8	3.9	4.4	4.3	5.3			5.1	5.7	7.9	6.1			8.7
	9	4.0	5.0		7.0	6.0	5.5	7.1	4.5	5.0	4.4			5.2	7.0	5.6	7.4			6.1	5.7
	10	4.0			7.1	6.1	6.1	6.5	5.3	5.6			6.4	5.7	5.8	6.5			7.3	7.8	5.6
	11			4.6	7.3	6.2			4.4	6.1		7.9	7.5	7.1	6.4	7.6		8.2	8.1		7.1
	12		6.0	4.6	6.6	6.8			4.7			7.3	5.9	6.5			7.7	8.1	7.6	8.2	
	13	5.5	5.0	5.8	8.4		4.7	7.6			4.7	9.3	7.2				8.9	7.7	6.8	7.6	
	14	6.5	4.7	5.7			5.3	7.9			5.2	8.6	8.0			6.4	8.0	6.4	8.0		8.2
	15	6.0	5.9			7.0	3.7	8.0	4.7	6.6	5.2	8.3			6.4	5.5	8.8	5.6			9.1
	16	6.5			8.1	5.6	3.7	7.8	5.6	7.0	4.9	8.0		7.1	6.7	6.1	7.9			7.7	9.6
	17				8.5	7.6		5.9	6.0	6.3	5.4		7.3	7.7	7.8	6.6				6.3	8.9
	18			7.5	8.6	7.7			6.3	6.1			7.3	7.0	7.7			7.9	8.7	7.1	8.2
	19		5.2	7.9	10.4				7.6				7.6	7.0	7.7						
	20	7.0	5.1	7.3				7.8				8.2	8.9	6.5			9.6	5.6	8.5		
	21	6.5	5.6	8.4		5.5	8.4			7.4	5.0	6.6	8.6				8.7	8.2	9.2	8.5	
	22	6.0	4.9	7.9		7.9	5.3	8.5	7.5	6.7	7.5	8.4				10.2	7.8	6.8			7.6
	23	2.5	6.7		9.3	7.7	6.7	7.5	8.1	8.2	8.1	9.3			10.4	9.3	7.8				9.1
	24	6.0			8.0	8.5	6.5	7.3	7.8	7.6	7.5			7.5	8.7	9.2			9.4	7.6	9.4
	25			9.5	8.3	8.3			9.3	7.3			9.5					10.0	8.6		9.2
	26		5.7	8.7	8.6	7.6			9.0			9.0	10.1	7.7	8.2		8.1	9.0			9.5
	27	8.0	6.8	6.6	7.4		8.4	8.9			7.0	10.1	9.0	7.9			7.7	9.7	10.3	7.9	
	28	8.0	8.0	9.2		5.8	8.0			5.4	9.6	10.4					8.7	9.4		8.3	
	29		8.2	10.0		8.8	6.2	7.5		5.4					9.8			9.4	9.7		
	30	6.0	9.1		8.9	6.2	8.5		10.6	6.6	7.8	9.7	6.7	8.1	9.7		9.1	8.5	9.0	8.7	11.1
5	1	7.0			9.7	9.6	6.6	8.8	10.5	6.8	8.2	9.2	8.4	8.0	9.1		8.5	9.5	9.5		9.6
	2			9.5	9.8	10.2	7.5		11.4	6.6	11.8	10.2		9.0	10.2		9.5		10.0	9.1	
	3		7.5	9.8	10.6	9.0					9.7	10.3	10.1				9.6	6.8			
	4	8.0	8.5	10.7	10.3			7.8	10.8		9.7	10.4				11.4	9.6	8.2			11.5
	5	8.0	7.5	9.6			8.2	7.5	9.5		7.9					11.3	9.2				12.0
	6		8.8	10.6		11.6	9.2			7.0			9.0	10.1	9.3	9.8			11.6	10.1	10.6
	7	7.5	9.4		10.6	10.7		8.6	10.3	6.9	10.3	10.7		9.9	9.9		10.8	9.9		11.3	
	8	7.0			10.9	9.8	7.3	8.7	11.2	6.9	11.2	11.5		9.8	10.2	10.7			11.1	10.4	
	9			10.2	10.3	11.0			12.2	8.6	10.3	10.5	9.9	10.9	9.8	11.1			10.5	11.8	10.8
	10		9.6	10.3	10.1	10.6			11.1	8.3	9.6		10.5	11.6				9.4	10.7		10.5
	11	7.5	8.1	10.6	11.7			9.7	11.2	8.3			9.9	11.4	9.8		11.2	8.7	11.4	10.1	11.7
	12	8.5	8.2	10.9		7.8	11.4					12.0		10.8			11.1	9.7			
	13	9.0	9.1	10.6		10.3	7.7	9.0			10.9	11.7	10.6	10.4		13.2	11.3	9.8			
	14	8.0	8.9		9.6	11.1	8.7	8.8		8.5	11.4	10.8			10.7	11.6	10.0	11.0			11.7
	15	7.0			10.0	11.2	9.6			8.6		11.7				11.2	12.7			10.9	
	16				10.9	11.4	9.2		11.0	8.1		11.7		10.7	11.1	11.3			11.2		11.8
	17				10.8	11.7			11.1	9.2			12.2		11.0			10.7	11.8	11.8	12.0
	18	8.5			11.8				11.5				12.2	11.0	11.2		11.5	11.9	11.6	11.5	13.0
	19			10.3								11.3	12.3	11.8		12.2	11.9	10.7		12.5	
	20	8.5	11.4	10.4				10.6			11.9	10.6	12.3			12.2	12.3	11.5	11.4		
	21	8.5	13.4					11.0	11.3		11.8	11.0			12.2	11.3		9.9			13.6
	22	10.5				10.1	10.7		11.0		11.1	11.2		13.3	13.5	11.4				10.9	14.5
	23				11.1	11.9			11.0	9.3	12.3		13.4		11.8	11.9			12.2	12.0	12.4
	24			10.9	12.6	12.0			13.5	9.8			15.0	11.6	12.8				12.8	13.1	13.2
	25		11.1	10.9	10.8		9.8	11.1	12.5					13.2	12.1			11.3	13.1	12.9	13.4
	26		11.6	11.0		9.8	11.8				10.8			14.7			12.1	14.2	13.0	13.9	
	27		12.2	10.4		9.3	12.1			11.4	12.4					12.6	12.0				
	28	10.5	11.3		12.4	14.3	10.2	11.3		11.1	11.7	13.0			12.7	13.5	13.1				13.3
	29	11.0			10.9	14.1	10.7		12.4	13.1	13.6				13.6	13.9	14.1			13.6	
	30			12.2	11.0	12.1	11.6		13.0	11.4	11.4		13.6		13.8	13.6				14.2	13.3
	31		10.7	13.5	10.1	12.0			13.9	11.7	12.5		14.0		12.9	13.8			12.4	14.9	
6	1	10.5	10.9	14.7	10.4			11.2	14.7	12.0					14.0	14.1	14.0	14.4	13.5	14.7	
	2	11.5	11.0	12.6			11.3		14.7			13.6	13.9	13.3	13.7		14.4	13.7	13.5	14.6	13.8
	3	10.0	12.0	13.0		12.7	11.6	10.7			14.6	14.9	13.0	13.2			14.4	13.9	13.2	14.9	
	4	10.5	12.7		11.9	11.6	11.8	11.1		14.2	16.4	13.7	13.4				14.1	13.9	13.5		14.2
	5	11.0			12.8	12.2	12.8			13.6	13.8	15.1	13.5		14.5		15.0	13.7			13.7
	6			14.7	12.1	13.6				13.7	15.1	15.5	13.6	15.2	14.6	16.3	14.0			15.0	
	7			13.2	11.2	13.3				13.3	16.9	14.6			14.4	16.0			14.1		
	8	12.5	11.4	14.0	11.5		13.0	13.8	13.7	15.4	14.9	14.0		13.9	13.7	15.3		14.8	14.5	14.5	
	9	12.5	11.4	14.4		12.9	14.6		14.6			13.5	14.4	13.9	15.6	16.6	15.1	16.0	14.3	13.5	14.8
	10	11.0	11.2	15.0		13.7				13.7	14.8			13.5			14.8	15.4		15.2	
	11		11.3		13.7	11.8	13.8	14.8		14.2	14.4	13.9	15.2				14.5	15.6	15.0		
	12				15.1	12.9	14.3	16.0	14.6	13.5	13.4	14.2			14.0	15.5	15.6	14.3			
	13					13.0	16.4		14.0	13.4	12.4	13.9		16.0	13.6	16.3					
	14		12.5	14.8	14.4																

附表1. 2005年から2024年までの石狩浜における海面水温の観測値(℃)。(その3)

月	日	年																			
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
7	1		17.9	18.6		16.1	18.5	17.2	17.0		18.3	15.0	17.1								
	2	17.0	17.9		16.8	16.0	20.3	17.5	15.9	17.9	20.0			16.9		16.4	17.2			19.9	17.8
	3	17.5			17.0	18.0	21.7			17.0			15.9	17.8	15.7	16.7		18.9	20.1	18.0	
	4			19.2	16.4	17.8				17.7			17.7	18.7	15.8	16.7			20.7		
	5		17.8	17.9	18.1	17.9		15.9	16.5			17.7	17.6	18.2	15.4		18.3	15.9		18.7	
	6	15.0	16.9	18.9	17.3		21.8	17.1			18.8	19.8	16.5	20.2			17.9	15.9		18.2	
	7	15.5	16.9	19.3			21.6	16.8		19.4	19.5	16.6				18.2	17.8	17.7			
	8	16.0	16.8	20.0		17.0	20.7	16.2	20.4	19.7	20.1	18.1			16.3	18.4	17.6	19.2			
	9	16.0	16.5		18.4	18.6	21.5	16.6	18.8	18.3	20.9	18.6		19.5	15.7	17.9	19.0			21.3	19.5
	10	14.0			18.1	18.7	21.5	19.1	19.8		18.0		17.4	21.2	15.5	18.3			19.7		
	11			18.6	17.8	18.9	20.7		20.6				19.3		16.0	18.4		17.7	22.5	18.6	
	12		15.1	16.5	18.7	20.3			19.4					16.7	17.8		20.7	17.7	20.2	20.4	
	13		17.6	15.6	19.7			19.3			19.9	18.7		18.3			21.0	19.9			20.8
	14	17.5	19.5	15.7			20.5	17.5		21.0	20.4	19.1	18.9			18.3	21.6				
	15	17.5		16.7		18.1	19.6	18.2	19.3	21.1	20.9	19.7			16.1	18.5	20.4				
	16	17.0	19.8		21.7	17.8	18.4	16.7	18.4	23.3		20.2		19.3	16.5	18.4	20.6			21.4	20.9
	17	15.5			19.6	18.2	18.1		20.1	21.5	22.5		19.2	21.2	17.6	18.6		22.7	20.3	20.2	20.2
	18				20.1	17.6			20.7				19.6	21.7	19.1				20.3	20.9	19.9
	19			16.1	18.9	17.2						20.2	18.4	21.2	18.5		20.0	23.1	19.6	22.2	19.6
	20		19.0	16.2	20.7			20.5			20.7	20.5	19.6	19.3			22.1	23.9		20.3	
	21	20.0	18.3	18.7			21.6	18.3		20.9	21.6	20.6	20.9			20.0	20.6				20.3
	22	19.5	18.4	19.4			18.5	18.1	19.8	20.5		18.6			17.9	19.2	19.3				
	23	21.0	18.1			17.6	20.0	17.9	19.7	20.4	18.8			21.9	19.7	19.0		22.7		25.0	
	24	21.0			19.4	18.4	19.8	19.2	19.5	20.9			19.1	22.8	19.8	19.3	20.6	22.4	22.6	22.8	21.0
	25			19.8	20.7	18.2	21.2		19.4		22.1	19.9	19.2	22.2	21.1		21.5	22.6	22.5	21.7	22.7
	26		20.4	20.6	22.0			21.3			21.7	20.8	18.7		19.5			22.0	22.5	23.4	22.8
	27	20.0	20.2	20.1			21.8			19.4	21.4	19.6				20.8		23.8	24.3		
	28	19.0	20.2	20.6			21.8			20.3	22.3	19.6			19.8	21.4	19.4				
	29	19.5	20.6	20.9		20.1	20.3	22.2	20.9	21.2	22.3	20.3		22.5	20.1	21.4	19.6		23.9	23.3	22.4
	30	20.0	20.7			20.4	20.2	23.0	21.8	21.2		20.3			22.5	20.1	21.4	19.6		23.9	22.4
	31	19.0			16.8	21.3	21.1		20.9	21.4	22.8		19.7		22.5	22.4	20.0		21.9	23.2	22.3
8	1			19.7	17.8	20.0				20.8	24.2		19.3	22.8	18.8	23.5			24.3	22.0	23.4
	2		20.3	19.7	17.5	19.2		20.3		21.3			23.5	22.8	22.3	24.6		24.2	20.7		
	3	18.0	20.3	19.7	18.7		22.0	20.3				22.6		22.3	23.5			23.5	22.7		
	4	18.5	20.8				21.7	21.4	21.2	23.1		21.9		21.0			21.5	25.0	22.0	25.0	22.3
	5	19.0	21.7	20.1		20.1	21.8	20.4		23.5	22.1	21.6	21.4	20.6			21.9	25.3		25.0	22.6
	6	21.0	21.8		21.1	21.7	22.8	20.3			22.7					24.8	21.9	25.8			
	7	22.0			21.8	23.5	22.6	23.0	21.7	23.2	23.0	23.4			22.2	25.3	22.3			23.5	
	8			21.6	21.8	23.1	22.3		22.6	23.4	23.0		23.3		21.5	24.9	21.8		21.6	25.0	
	9		22.6	21.3	22.4	21.2			22.3	22.0			22.6	19.2	22.0	22.8	22.1	24.7	22.4	25.0	
	10	22.0	22.5	21.4	22.6			22.3	22.0			22.3	23.1	21.0	22.3			23.2	22.7	25.3	
	11	22.0	22.7	21.4			21.8	23.1	23.1		23.1	22.4	23.8	20.7				23.0	23.3	24.6	25.7
	12	21.5	22.4	21.6		22.8	22.2	23.7			21.8	23.7	24.4			21.0		23.0	23.4		26.9
	13	22.0	22.8		21.1	19.2	22.2	23.8		23.2	22.3	24.5			22.5	23.6		21.9			24.2
	14	20.5			21.1	20.9	23.0		22.4	23.5	22.8	24.8		20.5	22.0	21.9	23.1			23.3	
	15			25.6	21.3	21.4			22.0	23.9	22.6		22.7	20.4	21.7			24.1	24.1	24.1	
	16		22.5	24.8	21.1	22.0		22.6	20.7	23.6			23.8	21.0	21.6	22.3		20.8	22.5	23.6	
	17	23.0	22.5	24.1	21.3		22.8	21.8	20.9			24.3	22.7		19.5	22.2	23.2	21.2	22.0	24.5	
	18	23.0	22.2	22.9			23.8	22.4					23.9	21.2				20.7	23.2	23.6	23.6
	19	21.5	22.8	22.4		19.7	24.5	22.3				22.4					23.2	21.6	21.2		25.6
	20	22.0	23.3		21.3	20.2	22.8	24.2	21.7	24.1		21.6					22.4	22.4		24.7	
	21	21.5			21.4	20.3	22.9	23.8	23.1	23.7		23.5				20.9	22.8			25.8	25.2
	22			22.7	21.9	20.5	23.5		22.6	25.0			23.5			21.0				26.9	
	23		22.3	22.2	20.7	20.7			22.1	25.5			23.4		20.7	19.2		21.2	22.5	26.5	
	24		21.6	23.3	17.8			23.2	22.3				23.6		22.2		23.6	21.3	22.0	27.1	
	25	22.5	22.5					23.3			21.8	23.2					22.8		22.8		24.4
	26	20.0	24.0	22.5		21.5	23.0	24.2		22.1	21.6		20.1			19.4	23.2	20.9	22.2		23.7
	27	20.5	24.2		17.6	20.4	24.2	24.1	23.8	24.1	22.1					21.8	23.5	21.9		25.1	23.2
	28	18.5			19.6	20.1	24.6		25.1	22.0	22.6			22.8		21.3	23.2			26.4	
	29			23.7	19.5	20.1			23.6		22.8				19.7				21.5	26.0	
	30		22.5	23.5	20.8	19.5		23.6						22.1	19.3	22.4		21.9	25.5	24.8	
	31	20.5	22.0	22.0	20.1			23.2	23.6			19.8		21.8	19.9		19.8	21.9	22.1	25.2	23.9
9	1	21.5	22.6	22.2			25.2	23.9	24.4		21.6	22.6	22.0		19.5		19.5	22.1	23.4	24.1	
	2	21.5	22.5	23.6		21.1	25.9			21.8	21.2	21.2	20.2	22.2			20.6	22.7	21.4	22.9	23.7
	3	19.5	22.9		21.1	20.3	25.5	24.0		21.9	21.8	21.4	21.1				21.5	23.0	22.1		22.3
	4	20.0			21.2	19.6	23.2	22.9	23.9	22.0		21.5			19.8	22.2	21.3	22.7			24.2
	5			22.3	22.0	19.6	24.7		23.8	22.2	20.7			22.0		21.9	21.7			24.5	23.4
	6		22.0	21.5	22.4	20.8			23.3	21.4	20.8		21.6	22.6		21.8			24.2	23.0	
	7	19.0	21.4	21.6	22.7			20.3	23.5				22.3	22.2		22.4		22.8	22.5	24.7	23.4
	8	19.5	22.5	21.7			21.2		23.7				22.1	22.7					20.9	24.3	
	9	20.5				19.0	23.9	21.8				21.7	20								

附表 1. 2005 年から 2024 年までの石狩浜における海面水温の観測値 (°C). (その 4)

月	日	年																			
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
10	1	18.5	18.9		17.9		19.1	17.9	21.9		19.2	18.7		17.6							20.1
	2				18.0		19.3	19.3	22.1	20.2			19.8					17.9	19.5	20.1	20.5
	3			18.7	16.5	18.1	18.9		21.6	19.5			20.0		19.2		20.0	19.1		19.7	
	4		18.6	19.2	16.3	17.8						16.5	19.5	14.9	19.0		19.0			19.4	
	5	16.0	18.9	19.4	15.1			17.8		18.0	16.3	17.6		15.0		19.6	19.0			18.5	
	6	17.0	18.2				16.8	17.5		18.6						19.7		19.0			
	7	17.5	18.4	19.8		14.9	19.1	17.7	19.6	19.3	18.0	17.3			18.2	18.5	19.8				
	8	18.0	16.3		17.0	16.9	19.1	17.2	21.2	18.8		16.4		16.9	18.6				18.1		
	9	16.0			15.4	16.3	18.0		21.9	18.4			17.1	17.0						19.0	
	10			16.4	16.4	16.8				18.2			15.5	16.5	18.1			17.9	16.2		
	11		17.4		16.7	12.2						17.1		16.9	18.0		17.8	17.9		19.9	
	12	15.0	15.0	15.9	15.6			16.4			16.3		14.4				18.5		16.3	19.3	
	13	16.0	15.3	12.7			17.1	13.8			16.5							17.5	16.5		
	14			14.8		14.1	17.3	16.4			15.7				17.9		17.9	17.2		17.9	
	15					16.0	17.9	16.6	18.6	15.3	16.2			14.2	17.0		15.9			18.0	
	16	14.5			16.0	15.3	16.9	17.3	18.2	16.6	15.9			12.6		16.8		15.7	17.4	17.8	
	17				15.6	15.3	17.5						16.8		15.5	14.4		14.7	17.4		
	18			16.3	15.8	15.1			16.3			15.9		14.1			17.4		13.9	15.8	
	19		15.3	15.4	15.0			14.4		16.4		15.0					17.5		15.4	16.9	
	20	16.0	14.1	15.2			15.8	15.0		16.3		14.7	15.9					13.7		17.5	
	21	16.5	13.5				15.8	16.2	15.4	16.3		13.6			17.1	15.5	16.5	11.5			
	22	16.0			15.3	13.2	15.6	15.8	13.4	16.7	14.0	11.4		14.3	17.2		17.6				
	23	16.0				14.5				16.2	14.7				13.5					14.5	
	24			13.9	15.3	14.1			12.2	14.6			10.9	12.0	15.8	15.1			14.9		
	25		12.9	14.2	15.2	15.3		15.1	14.3				11.2	14.3				14.5		16.5	
	26	13.0	13.5	14.4			14.1	14.4			14.6	8.5		12.8			14.2		13.7	16.2	
	27	14.0	13.0	14.9		12.3	13.4	11.9			13.6	13.0						15.6	15.2		
	28	14.0	14.4	14.7		12.2	13.4		15.1	12.6		13.4				14.5				14.5	
	29	14.0	13.7		13.0	14.6		14.4		14.6		12.9			16.0						
	30	13.0			10.5	14.2	14.2			15.7	12.8		8.6	12.1		15.3					
	31			14.6	14.2	10.7	13.4		12.2	13.8			11.6	9.8	14.5			15.3	15.2	15.8	14.8
11	1		11.8		12.4	13.2			14.2	11.6		11.1	8.0	13.4	15.0	14.2	15.3	13.9		15.5	
	2	14.5	12.8	12.9	13.1			14.9	14.8		13.7	12.7	7.0	11.1	15.7		15.1	15.1		14.8	
	3	13.5	12.9	12.5							12.7		10.9				14.1	14.1		15.4	
	4	14.0	12.7	11.5			11.5	14.8			11.6	11.9	7.7							14.4	
	5	14.0	13.1		10.7	12.2	11.9	14.4	12.2			13.1			15.2		13.0	14.4			
	6	13.0			12.1	11.8	12.6		14.1	13.6	11.7	11.7		12.1		12.1	13.3		11.9	13.9	
	7			12.1	12.6	12.4			13.3	13.3		11.8		12.0	12.4	12.5			12.5	12.6	
	8		12.0		11.2	12.7			12.3	11.3				14.3						11.5	
	9	11.5	12.9	12.2	7.9		13.8	12.8	12.7				7.2	10.3				11.4		14.3	
	10	11.5	10.7	11.8			9.8	11.7	11.9		11.7	11.8	5.7	10.2				11.8			
	11	11.0	11.0			12.3	7.9	12.8		9.9	11.5	11.2	8.8	11.4		11.4	10.7	14.4			
	12	8.0	8.5		12.1	11.8	12.1	13.1	8.1	11.7	11.2				14.1		12.4				
	13	8.5			12.5	10.5		13.9	13.4	7.5	11.2	10.5				11.2	12.5			10.3	
	14				11.5	9.8	12.7		12.8	11.9	10.1			11.6	13.0		11.3		10.3	11.8	
	15				12.6	8.6			11.8				9.2	8.5			9.8	11.4		12.5	
	16		11.1		12.7			9.4	13.5				7.0	8.1	13.6				12.2	12.7	
	17	9.5	8.3				10.8	9.0	12.6		7.7	11.3	6.5	7.2					8.6		
	18	10.0	6.4			8.9	9.7	10.5		10.9	10.2	9.1	8.7	10.9			10.5				
	19	9.0	10.3			9.6	10.4	11.7		12.6	8.9	10.6					10.6	12.2			
	20	7.5			8.2	6.6	11.7		11.4	11.5						7.2	12.7			11.2	
	21			6.2	9.4	9.1		7.1	9.9	8.0	9.6			6.0	11.3	4.7			10.6		
	22		10.1		7.4	6.7		7.1	9.5	6.9	9.8		7.1	8.1		5.7				9.5	
	23		7.2	3.3	5.8		11.0	7.1	10.5			6.2	5.5	7.7			9.6	11.0	9.4	10.2	
	24	8.0	4.6	8.1			11.1				8.7	9.8	4.1		6.0			9.9	10.4		
	25	6.5	4.7	7.0				8.5		10.9		7.5	4.0			7.1	9.4	7.5			
	26		10.0				10.2	4.6	8.6	11.1	8.6	8.4					8.9	8.2		8.3	
	27	8.5			8.8	9.0	7.8	8.7	8.9	10.4	7.6	9.1		4.4		8.1	6.4		8.8	10.2	
	28				9.1	6.9	9.8		8.6		9.4			7.1	8.5					8.9	
	29				8.7	8.3			8.6					8.0	6.9			9.9			
	30	8.0	7.2	5.1	8.7				8.8	9.5			3.4	5.8	6.0					7.0	
	12	1	4.0	6.7	6.9			8.1	4.3	4.3			6.1	6.4	4.0	7.3					6.7
2		7.0	6.1	5.4			9.8	7.0				7.1	8.2	2.9			4.1	9.7	6.4	8.8	
3		5.5	4.2				9.5	6.2		8.7	7.6	8.2	4.4				4.4	10.2	7.9		
4		7.5			8.3				8.3	9.8		6.9					5.3			8.3	
5					8.7	7.2			5.7	10.2		5.5	7.0				3.4			8.5	
6					6.8	8.6		3.6	5.2	8.2	5.5			5.7	6.2		3.2				
7		6.5	6.6	3.7	3.1			5.2	5.9	8.0				6.0	5.5		3.2			9.2	
8		7.5	4.6	3.0	5.4		8.4	3.5	5.7			5.7	4.1	3.3	6.6		7.5	3.8	7.9	5.1	
9		6.5	5.9	4.9		7.6	6.6	5.8			4.1	6.7	5.8				8.9	4.5	8.8	3.9	
10		6.0	5.9		8.0	6.0	4.4			8.9	3.1	7.3	4.4				6.2	9.5	6.6		
11		5.5			5.6	7.0	7.7	4.9		5.5	6.5						6.0	9.9		3.5	
12				5.5	6.1	6.9			3.7	6.5	4.7	7.2			7.5		6.2				
13			6.7	5.1	5.5	4.7			4.6	7.3	4.1	6.4	4.8	4.6	7.4		3.5				
14		5.5	4.3	5.0	6.4			3.5	5.5	6.1			4.2	3.7	4.8		6.0		7.1	4.7	
15		2.0	5.2	5.6			4.4	6.4	4.8	2.2			4.7	5.5				6.1	5.4	3.5	
16		5.0	5.2	3.5			6.4	3.0	5.0		5.6		4.9				2.0	5.9	5.0		
17		3.5			6.7		5.6	1.2				4.9	2.6		4.2		1.5	7.9			
18		2.0			8.3		4.7				4.2	5.0					4.5	4.5	4.6		
19				1.9	4.7	4.0			1.7	8.6				3.3		4.5				0.0	
20			3.3	4.0	7.																

