

ヴァイオリンソナタ第1番「雨の歌」の数学的分析から見る作曲者ブラームの心象風景
 ~気象観測値と楽譜の周波数変換値を用いた時系列データの類似度比較~

千葉大学教育学部附属中学校 1年B組 36番

横内 敬文

1. 研究の動機と目的

僕が所属する成田ジュニアストリングオケストラでは、昨年10月に指導者の勝又智子先生が急逝され、深い悲しみと大きな喪失感の中で演奏活動を続けている。先日、ヴァイオリンの今仲尚子先生による追悼演奏(ブラーム作曲 ヴァイオリンソナタ第1番「雨の歌」)を聴く機会があった。気象現象である降雨、例えば梅雨前線により「しとしと降り続く雨、台風や爆弾低気圧による集中豪雨など、いわゆる自然現象としての雨」のメロディを今仲先生の演奏から感じることはなかった。降り続いた雨が上がり、明るく、日が差しているおな光景を印象づけるメロディを感じた。

古くから数学と音楽の間には密接な関係があることが研究されている。数学者は知らず知らずのうちに数学と音楽の関係を定義し、同じ数学者が「ある種の楽音の組み合わせが美しい響きの背後に素数が潜んでいるから」ということを発見した。一方、音楽家は目を向けずには、フランスの作曲家ラモーは「数学の目覚めは、初めて自らの作曲への考えが明確化された」とを自白している。

以上より、楽譜が示すデータを数学的に解析し、似た類似した波形を持つ気象データを特定できれば、作曲者ブラームが楽譜に込めた考えや思想を、より科学的により客観的に明確化することができるのではないだろうか。僕は考えた。ブラームもラモーのように数学の助けを借りて自らの思想や考え、もしくは作曲時に見た風景や体感した自然現象を楽譜の中に表現したと仮定できないだろうか。この研究では、楽譜の情報と数値化したグラフ化するとともに、自ら演奏した音源をソフトウェア解析した波形を算出し、類似度測定を行い、波形が類似する気象データの特定を試みた。この数学的分析結果から、ブラームが無意識に「雨の歌」の楽譜に込めた「おな」作曲時の「雨の光景」を自分なりに考察してみた。と思う。

2. 研究の方法と内容

2-1. 楽譜に示した情報の数値交換

まず文献調査により、楽譜の情報を数値変換する手法を調べた。単純に1オクターブ階を12の数字に変換する方法(文献No.12, No.13)や、ピッチを4半音で表現する方法(文献No.14)があるが、この先行研究も「旋律の音高のみ数値化された(お)、音の長さやリズムが考慮された(お)ではない」という課題がある。ここでは「雨の歌」の楽譜が示す情報を客観的に数値化することが難しい。そこで僕は、ヴァイオリンの音域(4オクターブ)を全て周波数に換算する計算を行い、加えて、楽譜に提示されたテンポ表記から音符や休符1つ辺りの時間を計測し、これを使って楽譜から時系列グラフを作成することにした。これにより、ブラームが楽譜に記した情報を数値化して見ることができるようになる。解析対象とする楽譜は、ブラームの「雨の歌」を最も強く特徴づける第1楽章「第1主題」と第2主題とする。

①ヴァイオリンの音域に対する周波数の計算

まず、オーケストラピッチは「A(ラ) = 442Hz」である。これを用いた周波数の計算式は

$$f = 442 \times d^{1/2} \\ = 442 \times 2^{(d/12)}$$

となる。この計算式を使って「ヴァイオリンの音域に示した周波数」を下記の通り計算した。なお、ヴァイオリンの音域は下図(図1)のスケールに示す通り低音の4オクターブ上のメロディであり、全音に対して周波数の計算を行ったものが表1である。

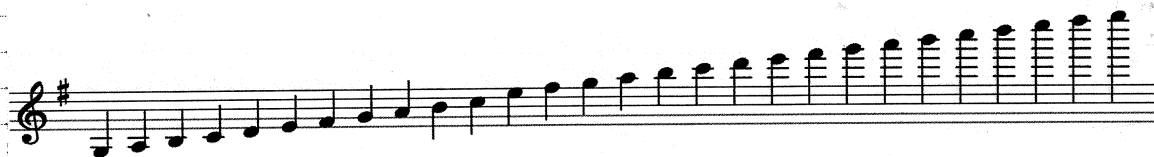


図1. ヴァイオリンの音域(スケール)

表1 マチネの音域に対応した周波数一覧(A 442Hzを基準値[d=0]とする)

音名	G	GA/B	A	A#/Bb	B	C	C#/Db	D	D#/Eb	E	F	F#/Gb	G	GA/B	A	A#/Bb	B	C	C#/Db	D	D#/Eb	E	F	F#/Gb
整数 (d)	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
周波数 (f)	197	209	221	234	246	259	272	285	298	311	324	337	350	363	377	390	403	416	430	442	455	468	481	495

音名	G	GA/B	A	A#/Bb	B	C	C#/Db	D	D#/Eb	E	F	F#/Gb	G	GA/B	A	A#/Bb	B	C	C#/Db	D	D#/Eb	E	F	F#/Gb
整数 (d)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
周波数 (f)	700	740	781	823	866	910	955	1000	1047	1095	1144	1193	1243	1294	1346	1399	1453	1508	1564	1621	1679	1738	1798	1859

基準音ラ(=A)に黄色マシ、「雨の歌」第1楽章の第1主題、第2主題で弾く音域に青色マシをかけた。この表を使って楽譜を数値化していく。

①作曲者が指示する速度表記から「音符や休符1つ切りの時間」を計算

次に、楽譜に指示されたテンポ表記から「音符や休符1つ切りの時間」を計算していく。僕が調べた先行研究では、楽譜を数値化するために於ては音高や周波数のみで終わればよい。作曲者が楽譜に記した速度指示や音譜(休符)の長さを考慮したものはなかった。この研究では、表1の計算結果に加え、フレームが楽譜に記す速度指示に対して音符や休符の時間、を計算することで、より正確に作曲者の意思を数値化してみたいと思う。

「雨の歌」のスコア冒頭部分を図2に示した。



図2 ブラームス作曲が付いた第1楽章「雨の歌」楽譜冒頭部より

ブラームスが記した第1楽章のテンポは「Vivace ma non troppo.」である。その意味は「Vivace(ビバ-チ): 活潑に、速く」、「ma(マ): しかし」、「non troppo(ノン-トロ-ポ): あまり甚だしくなく、であり、メトロノーム上のテンポは♩=160である。また、この楽譜は「4分の6拍子」すなわち1小節に4分音符(♩)が6つ入ることになる。これらの数字を使って計算していく。「♩=160」とは1分間(60秒間)に4分音符(♩)を6つ(♩)で演奏する速度であり、「1小節あたりの演奏時間(4分音符6つ)=60×6/160」で2.25秒となる。また、4分音符(4分休符)1つあたりの演奏時間=2.25/6で0.375秒である。これを使い、第1主題と第2主題に入ってくる音符や休符の時間を計算した一覧が表2となる。

表2 ブラームス「雨の歌」に出てくる音符と休符の演奏時間(♩=160, 4分の6拍子)

音符・休符の種類	計算式 (音符・休符1つあたり)	演奏時間 (秒)	音符・休符の種類	計算式 (音符・休符1つあたり)	演奏時間 (秒)
1小節(♩=6つ)	$= 60 \times 6 / 160$	2.25	付点4分音符・休符	$= 0.375 \times 1.5$	0.5625
4分音符・休符	$= 2.25 / 6$	0.375	付点8分音符・休符	$= 0.1875 \times 1.5$	0.28125
8分音符・休符	$= 0.375 / 2$	0.1875	2分音符・休符	$= 0.375 \times 2$	0.75
16分音符・休符	$= 0.1875 / 2$	0.09375	付点2分音符・休符	$= 0.75 \times 1.5$	1.125

全て有限小数となり、各音符・休符1つあたりの演奏時間(秒)は全て「5」か「75」で終わる。

数字が算出された。また楽譜の解析前だが、表2を見ただけでも数学的な美しさを感じる。

③ 「雨の歌 第1楽章」第1主題と第2主題の楽譜を数学的に解析

①、②で計算した数字(表1・表2)を用いて、いま「雨の歌」第1楽章の2つの主題を数値解析し、この楽譜標示波形を描画したいと思う。また第1主題のグライコリン譜を図3に示す。ト長調の4分の6拍子である。

Vivace ma non troppo

図3 グラームス作曲 グライコリンソナタ第1巻「雨の歌」第1楽章より第1主題

静かなピアノの重音に続き、特徴的な下降半音階から曲は始まる。先行研究(文献No. 11)には、「旋律は全体に下降線を描き、階段的な表現も大胆に用いているのが特徴。この下降半音階の表現は雨の音や水のしずくの描写を意図している」と書かれており、まさに「雨の歌」も特徴的な主題となっている。この下降半音階を作曲するにあたり、グラームスはオーストリアのペルシャ(作曲地)で、とんな雨の光景を見ていたのだろうか。

出だしを0とし、表2に示した音符や休符の長さを使って、第1主題の10小節(22.5秒)を数値変換した結果が表3である。表の1マス(演奏開始からの時間)は「16分音符・休符1つ(=0.09375秒)」とした。よって10小節分を240マス(1小節24マス)で表す。同様に「8分音符(休符)」は8マス、「4分音符(休符)」は4マス、「8分音符(休符)」は2マス、「付点2分音符(休符)」は12マス、「付点4分音符(休符)」は6マス、「付点8分音符(休符)」は3マスとなる。

表3 グラームス「雨の歌」楽譜の数値変換一覧表(第1主題)

		1小節																							
演奏開始からの時間t(秒)		0.00015	0.1875	0.38125	0.375	0.46875	0.5625	0.65625	0.75	0.84375	0.9375	1.03125	1.125	1.21875	1.3125	1.40625	1.5	1.5875	1.6875	1.78125	1.875	1.96875	2.0625	2.15625	2.25
16分音符(休符)の数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
周波数f(Hz)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0	0	0.590	0.590	

2小節												3小節																
演奏開始からの時間t(秒)		0.00015	0.1875	0.38125	0.375	0.46875	0.5625	0.65625	0.75	0.84375	0.9375	1.03125	1.125	1.21875	1.3125	1.40625	1.5	1.5875	1.6875	1.78125	1.875	1.96875	2.0625	2.15625	2.25	2.34375	2.4375	
16分音符(休符)の数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
周波数f(Hz)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590

4小節																		5小節																	
演奏開始からの時間t(秒)		0.00015	0.1875	0.38125	0.375	0.46875	0.5625	0.65625	0.75	0.84375	0.9375	1.03125	1.125	1.21875	1.3125	1.40625	1.5	1.5875	1.6875	1.78125	1.875	1.96875	2.0625	2.15625	2.25	2.34375	2.4375	2.53125	2.625						
16分音符(休符)の数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28						
周波数f(Hz)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590					

6小節																		7小節																	
演奏開始からの時間t(秒)		0.00015	0.1875	0.38125	0.375	0.46875	0.5625	0.65625	0.75	0.84375	0.9375	1.03125	1.125	1.21875	1.3125	1.40625	1.5	1.5875	1.6875	1.78125	1.875	1.96875	2.0625	2.15625	2.25	2.34375	2.4375	2.53125	2.625	2.71875	2.8125				
16分音符(休符)の数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
周波数f(Hz)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590				

8小節																		9小節																	
演奏開始からの時間t(秒)		0.00015	0.1875	0.38125	0.375	0.46875	0.5625	0.65625	0.75	0.84375	0.9375	1.03125	1.125	1.21875	1.3125	1.40625	1.5	1.5875	1.6875	1.78125	1.875	1.96875	2.0625	2.15625	2.25	2.34375	2.4375	2.53125	2.625	2.71875	2.8125	2.90625	3.0		
16分音符(休符)の数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
周波数f(Hz)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590		

10小節																																	
演奏開始からの時間t(秒)		0.00015	0.1875	0.38125	0.375	0.46875	0.5625	0.65625	0.75	0.84375	0.9375	1.03125	1.125	1.21875	1.3125	1.40625	1.5	1.5875	1.6875	1.78125	1.875	1.96875	2.0625	2.15625	2.25	2.34375	2.4375	2.53125	2.625	2.71875	2.8125	2.90625	3.0
16分音符(休符)の数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
周波数f(Hz)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0	0	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590

※1 太線: 1小節単位(24マス)

※2 黄色メッシュ: 演奏音源の波形(4秒毎)にグラフを合わせるために4の倍数(近似値)に目印

同様に、第2主題(図4)の17小節(=38.25秒)について数値変換したものが表4である。表3、表4ともに、グラフ作成の元データとするため Excelへ入力作表した。

図4 ブラームス作曲 ヴァイオリンソフタ第1番 雨の歌 第1楽章 より第2主題

第2主題はブラームスの書いた最も印象的な旋律のひとつと評されている。ヴァイオリンが歌い上げる伸び伸びとした明るく活気のあるメロディは、聴く人を素直な気持ちにさせる。一度聴いたら忘れられない印象的で至福感に溢れた第2主題である。

表4 ブラームス「雨の歌」楽譜の数値変換一覧表(第2主題)

	1小節																							
演奏開始からの時間t (秒)	0.0075	0.1875	0.3675	0.5475	0.7275	0.9075	1.0875	1.2675	1.4475	1.6275	1.8075	1.9875	2.1675	2.3475	2.5275	2.7075	2.8875	3.0675	3.2475	3.4275	3.6075	3.7875	3.9675	4.1475
16分音符(休符)の数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
周波数f (Hz)	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	394	394	442	442	442	442	331	331	331	331	372	372	372	372

	2小節												3小節											
演奏開始からの時間t (秒)	4.3675	4.5475	4.7275	4.9075	5.0875	5.2675	5.4475	5.6275	5.8075	5.9875	6.1675	6.3475	6.5275	6.7075	6.8875	7.0675	7.2475	7.4275	7.6075	7.7875	7.9675	8.1475	8.3275	8.5075
16分音符(休符)の数	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
周波数f (Hz)	394	394	394	496	496	496	496	496	590	590	590	590	590	590	590	590	662	662	662	662	662	662	884	884

	4小節												5小節											
演奏開始からの時間t (秒)	8.5675	8.7475	8.9275	9.1075	9.2875	9.4675	9.6475	9.8275	10.0075	10.1875	10.3675	10.5475	10.7275	10.9075	11.0875	11.2675	11.4475	11.6275	11.8075	11.9875	12.1675	12.3475	12.5275	12.7075
16分音符(休符)の数	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
周波数f (Hz)	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96

	6小節												7小節											
演奏開始からの時間t (秒)	12.7675	12.9475	13.1275	13.3075	13.4875	13.6675	13.8475	14.0275	14.2075	14.3875	14.5675	14.7475	14.9275	15.1075	15.2875	15.4675	15.6475	15.8275	16.0075	16.1875	16.3675	16.5475	16.7275	16.9075
16分音符(休符)の数	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
周波数f (Hz)	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144

	8小節												9小節											
演奏開始からの時間t (秒)	16.9675	17.1475	17.3275	17.5075	17.6875	17.8675	18.0475	18.2275	18.4075	18.5875	18.7675	18.9475	19.1275	19.3075	19.4875	19.6675	19.8475	20.0275	20.2075	20.3875	20.5675	20.7475	20.9275	21.1075
16分音符(休符)の数	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
周波数f (Hz)	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192

	10小節												11小節											
演奏開始からの時間t (秒)	21.1675	21.3475	21.5275	21.7075	21.8875	22.0675	22.2475	22.4275	22.6075	22.7875	22.9675	23.1475	23.3275	23.5075	23.6875	23.8675	24.0475	24.2275	24.4075	24.5875	24.7675	24.9475	25.1275	25.3075
16分音符(休符)の数	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
周波数f (Hz)	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240

	12小節												13小節											
演奏開始からの時間t (秒)	25.3675	25.5475	25.7275	25.9075	26.0875	26.2675	26.4475	26.6275	26.8075	26.9875	27.1675	27.3475	27.5275	27.7075	27.8875	28.0675	28.2475	28.4275	28.6075	28.7875	28.9675	29.1475	29.3275	29.5075
16分音符(休符)の数	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
周波数f (Hz)	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288

	14小節												15小節											
演奏開始からの時間t (秒)	29.5675	29.7475	29.9275	30.1075	30.2875	30.4675	30.6475	30.8275	31.0075	31.1875	31.3675	31.5475	31.7275	31.9075	32.0875	32.2675	32.4475	32.6275	32.8075	32.9875	33.1675	33.3475	33.5275	33.7075
16分音符(休符)の数	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
周波数f (Hz)	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336

	16小節												17小節											
演奏開始からの時間t (秒)	33.7675	33.9475	34.1275	34.3075	34.4875	34.6675	34.8475	35.0275	35.2075	35.3875	35.5675	35.7475	35.9275	36.1075	36.2875	36.4675	36.6475	36.8275	37.0075	37.1875	37.3675	37.5475	37.7275	37.9075
16分音符(休符)の数	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
周波数f (Hz)	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384

2-2 自分の演奏音源をスペクトル解析することにより波形化

楽譜が示す情報から計算した数値(表3,表4)が実際の「雨の歌」の演奏を正確に表現できているか検証するため、実際の演奏から音源を取得し、これをスペクトル解析した波形と比較する。

まず、古今東西のヴァイオリン名手のCDから音源を取ろうと試みたが、演奏者により楽譜の解釈が異なりテンポかなり揺れる。(特にA)伴奏を音源と一緒に拾いばうことから、ヴァイオリンの旋律を抽出して波形化することが難しく断念し、僕が自分で演奏した解析用の音源データをMP3方式で録音することにした。メトロームを♩=160に設定し、第1主題と第2主題をMP3録音した。次に取得した音源データを解析ソフト「WAVE TONE」に取り込んでスペクトル解析を行って波形を描画した。



表3,表4から作成したグラフ(上)と自分で演奏した音源をスペクトル解析した波形(D)と比較したのが図5(第1主題)、図6(第2主題)である。双方のグラフを比較(さきより基準値(442Hz))にグレー線を引いている。

ブルームス「雨の歌」第1主題の周波数f (Hz) 分布 (縦軸:周波数f, 横軸:時間t [16分音符単位])

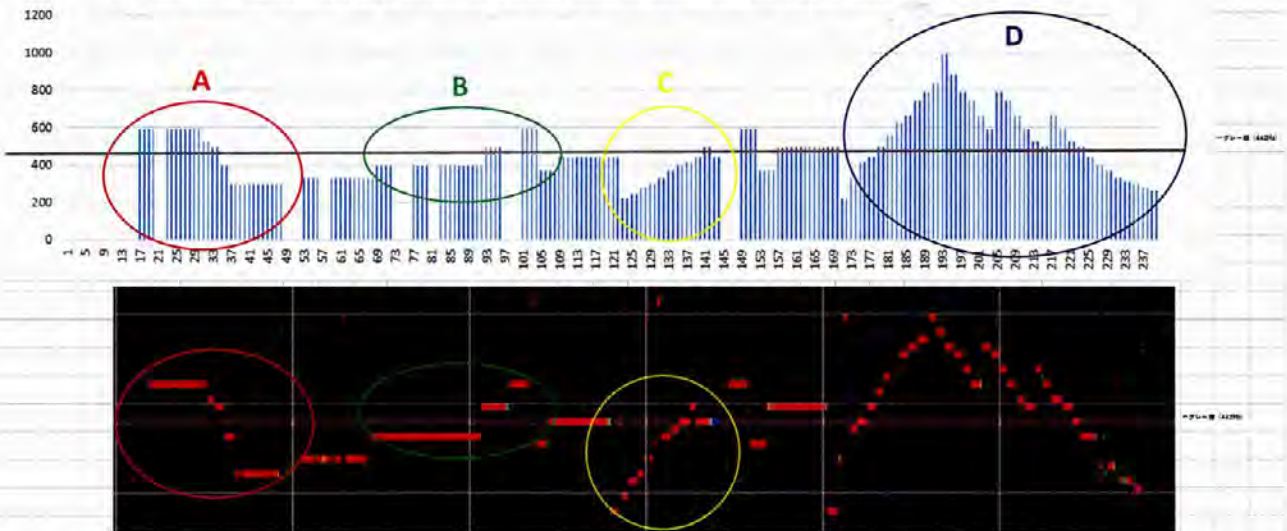


図5 第1主題の波形(上:表3を基にしたグラフ,下:自分の演奏をスペクトル解析した波形)

ブルームス「雨の歌」第2主題の周波数f (Hz) 分布 (縦軸:周波数f, 横軸:時間t [16分音符単位])

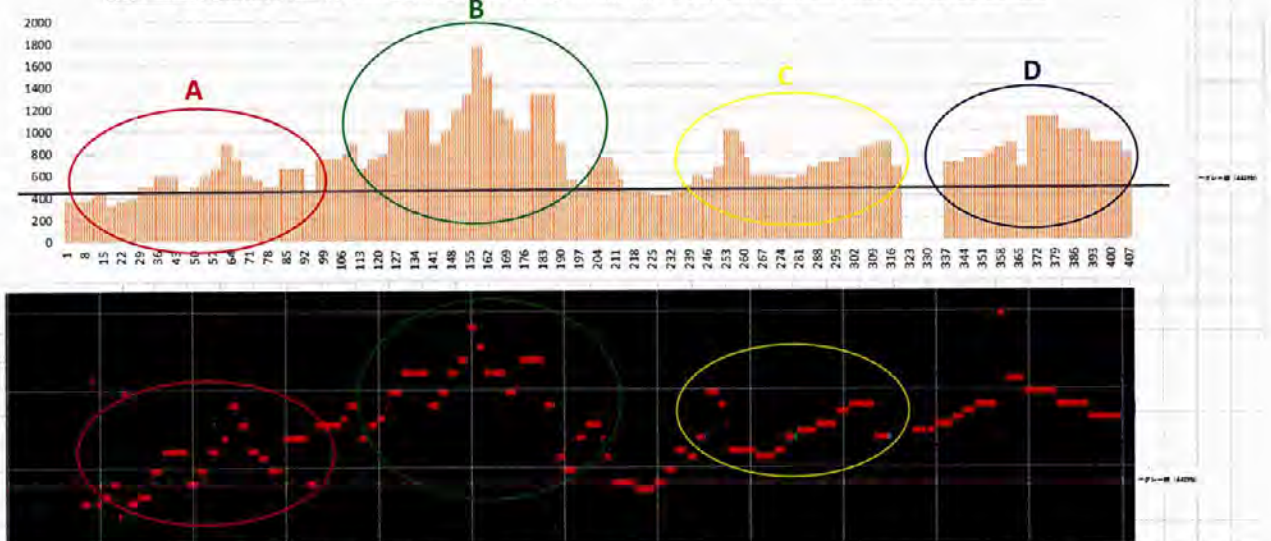


図6 第2主題の波形(上:表4を基にしたグラフ,下:自分の演奏をスペクトル解析した波形)

図5より、第1主題冒頭の特徴的な下降音階(A)、続くなだらかな階段状の旋律(B)、低音からの上昇音階(C)、3段階の連続する下降音階(D)をほぼ正確に表現できていることがわかった。また、図6より、第2主題の明るく印象的な旋律(A)、続くAからオクターブ上の旋律(B)、なだらかな階段上の旋律(C)、最後の小さな山(D)についてもほぼ正確に表現できていることがわかった。以上より、2-1で計算した結果は、「グラムス雨の歌」の音楽を正確に数値化できていることを証明できた。よって、次章では楽譜を数値化した結果(表3、表4)と類似する降水量データを特定し、グラムスがこのソナタに込めた心象風景+作曲時に下った雨の光景を考察してみたい。

2-3 類似度測定を行い、波形が類似する降水量データを特定～日本およびオーストリアのペルチン
参考文献(No.7)によると、グラムスは1899年夏に初めて言わずに無名の避暑地オーストリアのペルチンで、交響曲第2番として既に「ワイルド」の第5楽章「雨の歌」を一気に書き上げてしまった。気象庁に問い合わせたところ、ペルチンに最近のオーストリアの観測地点は「クラーケンフォルト」だが、解析用に入手できる気象観測値は「日別値」のみだということと、ここでは分析データとして不十分である。最低でも時別値(1時間観測値)、できれば10分値の降水量データを入力したい。そこで、降水量(10分値)を過去数年にわたって入手できる国内の類似地点(峠のペルチン)を探してみることにした。

オーストリアのクラーケンフォルトは、アルプス山脈の北東へ東に広がる内陸性気候の地域である。(図7)気象庁が提供しているクラーケンフォルトの平均値と、理科年表(文庫No.9)の月別平均値(国内主要地点の気温、降水量)から最も類似する地点は「長野県松本(峠のペルチンに代表的な中央高地の内陸性気候)」であった。

作曲地ペルチンは、ジュリア・アルプス山脈から北東へ30km、アルプス・カルク山から東へ100km、川のような細長い東西へ広がるヴァルター湖の北に位置する小さな村である。長野県松本盆地を中心に、この地形に最も類似する場所を立体地図(図8)から調査したところ、「北安曇野群 松川村」を特定することができた。図7 クラーケンフォルトの場所(出典:文献No.10)北アルプス・穂高・槍ヶ岳から北東へ20~30km、飛騨・五山から東南東へ40~50km、村の南西部に流れる戸間川の河口はヴァルター湖に酷似している。



以上より、松川村を「日本のペルチン」に特定し、気象観測値(降水量)の分析を行うことにした。松川村には気象庁の観測地点(5×7m)がないため、NOSAI長野中信地域気象観測システム(松川観測局)の10分積算雨量(降水量の10分値)を分析する。まず、松川観測局の過去5年分(2015~2019年)の初夏(5月)~晩夏(8月)までの4ヶ月分の降水量データ(2019年のみ5~7月)を取得し、日積算降水量25mm以上の日を抽出したものが表5である。

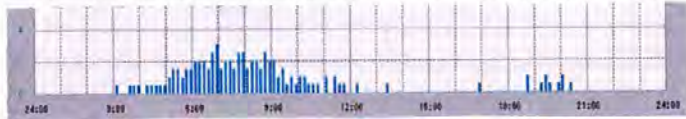
表5 NOSAI 松川観測局の日積算降水量25mm以上の日

2015年	8/17 - 8/30
2016年	5/17 - 7/29, 8/1, 8/30
2017年	6/21, 7/1, 7/4, 8/5, 8/25
2018年	7/5
2019年	5/1, 5/4, 6/30, 7/17

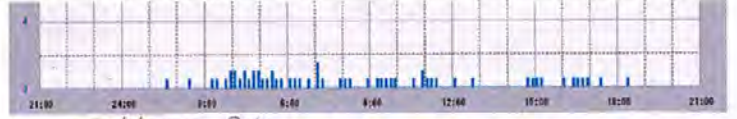
図8 北安曇野群 松川村地図

次に、表5で抽出した日について、NOSAI長野中信地域気象観測システムから取得した10分積算雨量のグラフを並べた(図9)。図5(第1主題)、図6(第2主題)に類似する波形を視覚的に判定し、これについて楽譜データとの類似度分析を行う。

2015年 8月17日



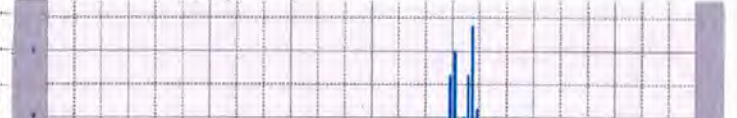
2015年 8月30日



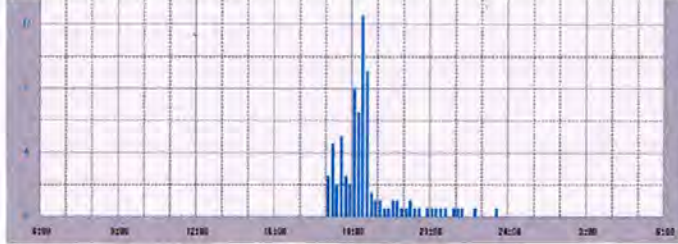
2016年 5月17日



2016年 7月29日



2016年 8月1日



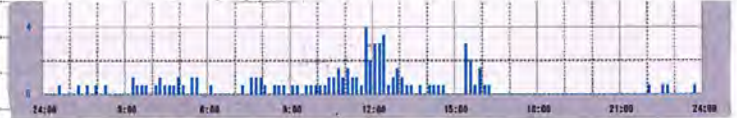
*2016年 8月30日



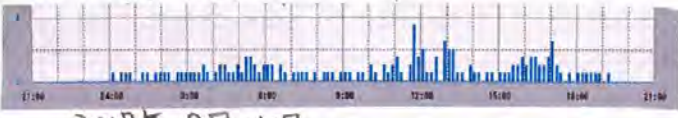
*2017年 6月21日



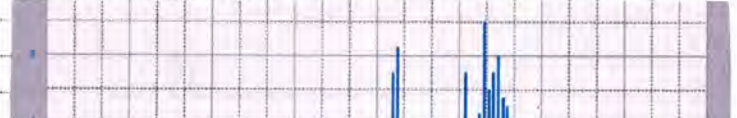
2017年 7月1日



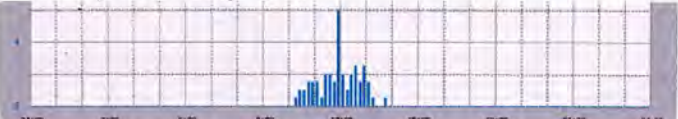
2017年 7月4日



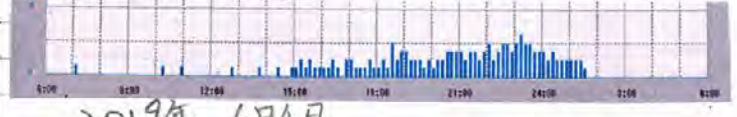
2017年 8月5日



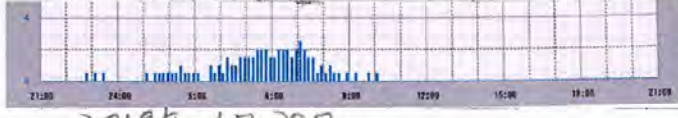
2017年 8月25日



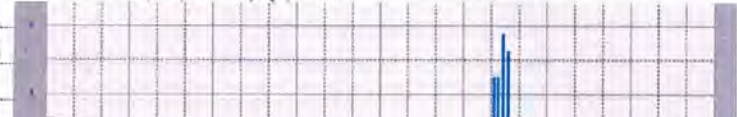
2018年 7月5日



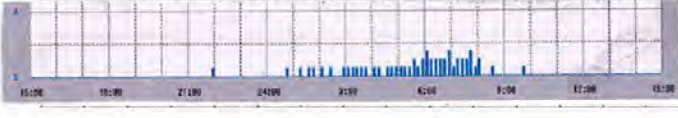
2019年 5月21日



2019年 6月4日



2019年 6月30日



2019年 7月17日

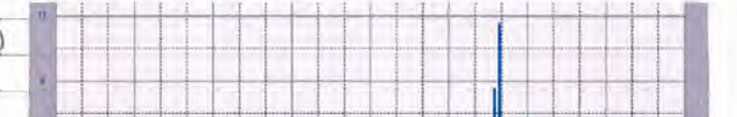


図9 NOSAI 松川親 渡崎の日積算降水量25mm以上の日についての10分積算雨量グラフ

まず、第1主題に類似する雨の降り方を検討する。第1主題は物中か小雨が降りた後、少雨が続き最後に段階雨が止んでいく様子を示している。この場合致す雨量グラフを図9から探せば「2017年6月21日」が最も類似性が高いと言えよう。

次に、第2主題に類似する雨の降り方を検討する。第2主題は明るい旋律が回(2回目は1オクターブ上)にくら返さる二山構造であり、後半はなだらかな降雨が続く様子を示している。この場合致す雨量グラフを図9から探せば「2016年8月30日」が最も類似性が高いと言えよう(ある第1主題、第2主題それぞれについて、類似度が高いと判定される雨量約との比較検証を行う)

のが図10、図11である。第1主題、第2主題それぞれに特徴的な下降上昇、音階の「アップ・ダウン」と特徴を重ね合わせるように工夫して作曲した。

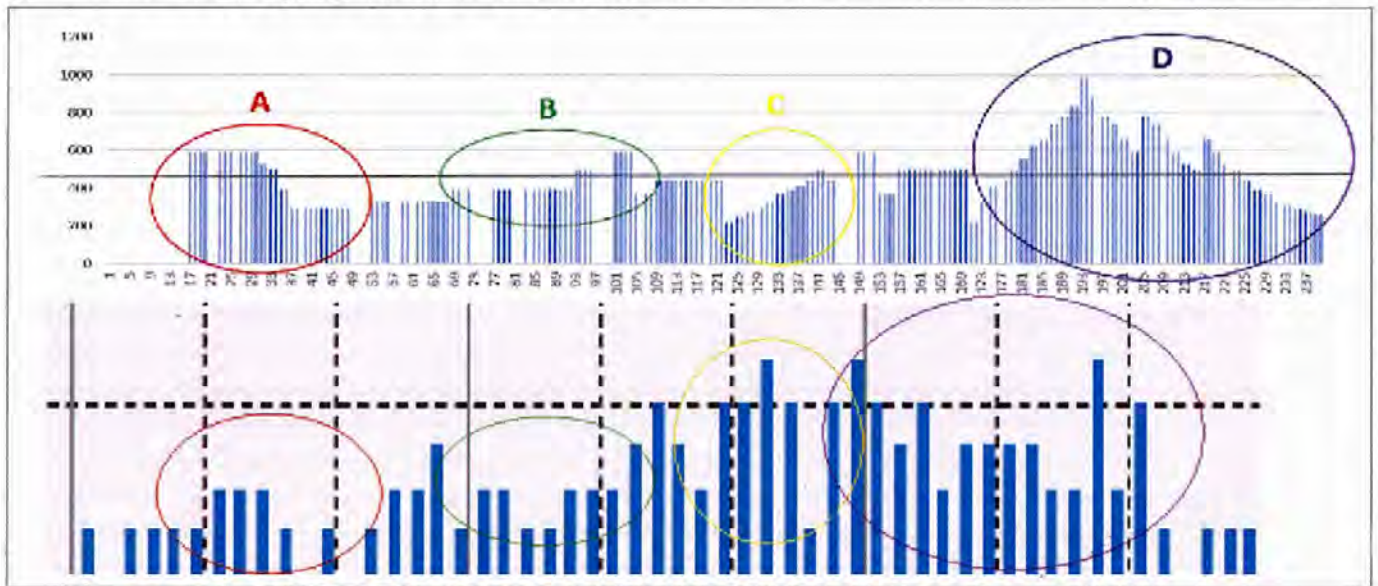


図10 第1主題と10分積算雨量グラフ(2019年6月21日)の類似度比較

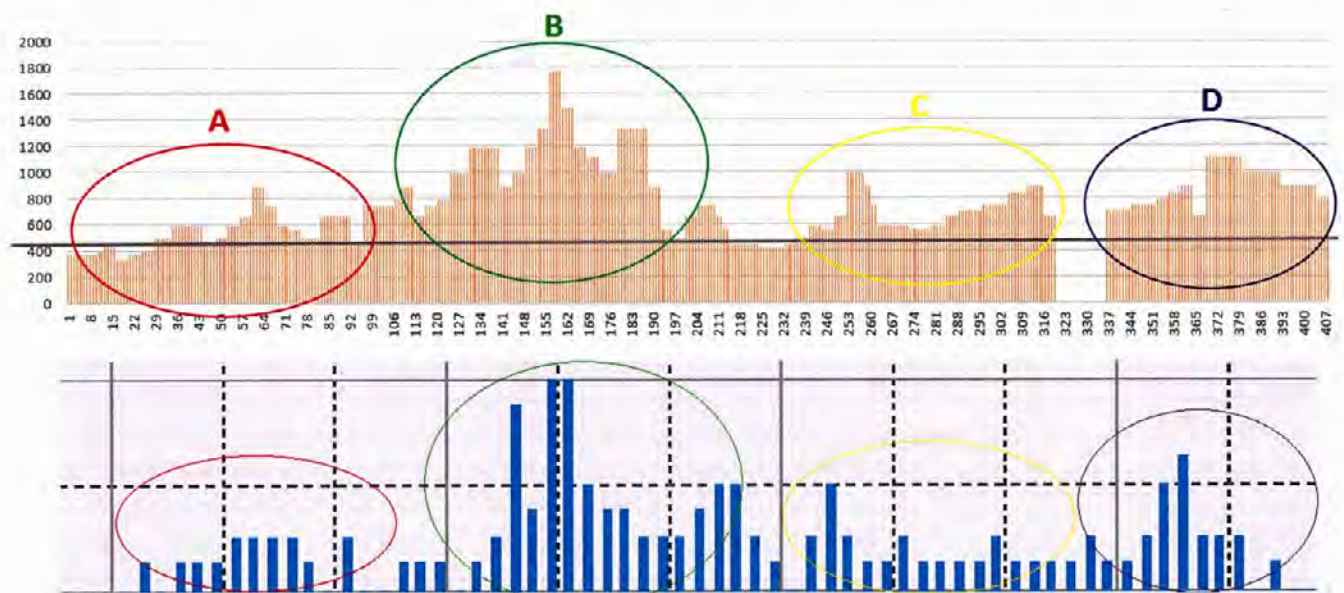


図11 第2主題と10分積算雨量グラフ(2016年8月30日)の類似度比較

第1主題、第2主題ともに、楽譜の特徴(A・B・C・D)をよく表現できている雨量データ特定することができた。特に第2主題の波形と雨量グラフは非常によく似ており、第2主題に類似する2016年8月30日に日本の山形・松川村はこのような気象状況だったのが興味深い。次に、第2主題を表現している2016年8月30日の松川村の気象状況を分析し、この研究の結論(フレームスが作曲時に見たであろう雨の情景の検証と考察)をしたいと思う。

3. まとめと結論

以上の研究より、冒頭の仮説「楽譜が示すデータを数学的に解析し、これに類似した波形を持つ気象データを特定できれば、作曲者フレームスが楽譜に込めた考えや思想を、科学的・客観的に明確化することができるのではないか」について、ひとつの結論を述べたいと思う。

僕は、ブラムスがヴァイオリンソナタ第1番「雨の歌」第1楽章の第2主題で表現した光景は、下記のような気象状況であつたらうと考察する。

2016年8月30日の地上天気図(出典:気象庁)、気象衛星画像とレタ雨量を重ね合わせた画像(出典:日本気象協会)を図2に示す。

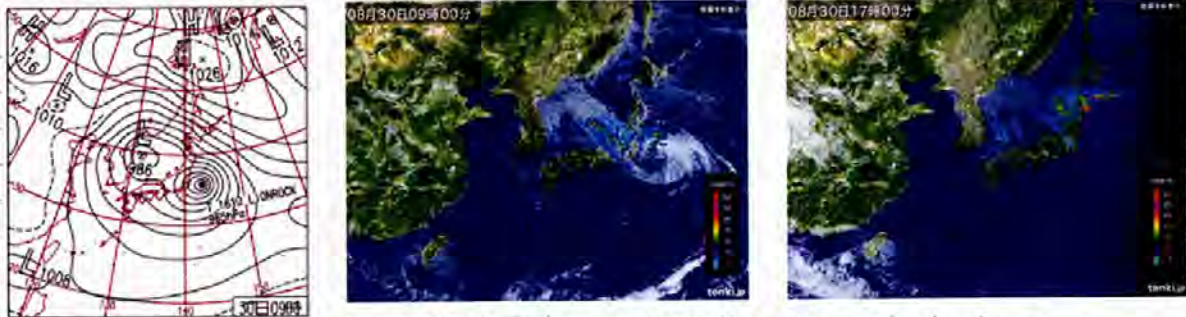


図2 2016年8月30日の地上天気図と衛星画像(出典:気象庁、日本気象協会)

この日は、日本海に低気圧、太平洋沿岸に台風10号が北東進しており、松川村周辺は明け方から雨が降り始めた。早朝に一旦止みかけた雨は、午前中にビクを迎え、午後にかけておさまっていき、夕方からは晴れ間が出る。これが「ブラムスの書いた最も印象的な旋律」と評されている第2主題のひとつの解釈といえないだろうか。

4. 研究を通しての感想と先生方への謝辞

「ヴァイオリンソナタ」雨の歌の楽譜には、ブラムスが実際に作曲地で見えた雨量データが反映されているのではないが、もしの仮説が正しいならば、このヴァイオリンソナタが提示する雨の様子を実際の気象データを使い「検証してみたい」という、思いっつきレベルのアイデアを数学で実証するのはとても大変だったかヒアやヴァイオリニストを指導していたという先生方の肩力を借りて試行錯誤を繰り返しながら夏休みが終わるまでに11つの楽譜に到達できた。ほととは一連の研究を通じ最後にブラムスが第2主題で表現した「あつた雨の情景」を考察することができたと思えている。

ブラムスはこのソナタを作曲するにあたり、こう書き残している。「ベルギーは信じられないほど美しい街である。ここではメロディがとめどなく湧き出てくるので、散歩のときにそれを踏みつぶさないよう取っかかっている」と。僕もこの夏休みに日本のベルギー「本松川村」を実際に訪問した。この日、ソナタと同じく雨が降っていた松川村は、厚い雲に覆われた北アルプスのふもとに、穏やかな川が清流を水源とする田舎風景が広がる豊かな地域だった。この情景を見ていると、ブラムスがあの第2主題の美しい旋律をふみつぶさないよう書き残したというところが突然できる感じがあった。



今後の課題として、楽譜主題だけでなく、この曲全体(楽章まで)を通して解釈してみたいとも深くブラムスを理解できると思っている。また本研究ではまだ付いた詳細の分析はしたがピアノ伴奏をどう解釈するかということも課題として残る。単音ではなく和音が多いピアノ音響をどう数学的に解釈するか手法をめぐら今後の課題として研究を深めたい。この研究とは逆に降水量データから楽譜を起してみたい。音楽を数学的に解釈するというのは、幼少時からヴァイオリンに親しんできた僕自身が生かして取り組む研究テーマだと思っている。

最後に、この研究を進めるにあたり、ヴァイオリンソナタ第1番「雨の歌」に出会ったきっかけを下さった成田マリアスティングウ先生の今中尚子先生、日ごろから楽典理論の御指導をいただいているピアのとも奈先生に心より感謝申し上げます。

そして、この研究をヴァイオリンの恩師である「故・勝又智子先生」に捧げます。先生は生前、「中学生の頃は、数学者になろうか音楽家になろうか迷っていた」と僕に語っておられました。これから僕がその志を引き継いでいくつもりです。血のつながりのような努力を生涯怠ることかながら月教授先生の生き様を胸に、僕はこれから真摯に音楽に向き合っていくと思います。

5. 参考文献

- 1) 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/>
- 2) 日本気象協会 tenki.jp サイト <https://tenki.jp/>
- 3) NASA 長野中信地域気象観測システム http://202.215.147.177/000_index.php?mnt=001
- 4) 採譜支援ソフト「Wave Tone」 <http://ackiesound.ifdefi.jp/>
- 5) フラームス「雨の歌」ヴァイオリンソナタ第1番 長調 作品78 楽譜 BAERENREITER 社版
- 6) 石橋 真礼生「楽典-理論と実習」1998 音楽之友社
- 7) ひのまこと「フラームス-人はみな草のごとく」1985: リブリオ出版
- 8) マーカス・ソレイ「素数の音楽」2013 新潮文庫
- 9) 国立天文台「理科年表2019」丸善出版
- 10) 世界対地図帳 七訂版 2015 平凡社
- 11) 西原 稔「フラームス『雨の歌 Re gentropfen』(WoO23)の成立過程: 関与的研究」2011. 桐朋学園大学研究紀要37
- 12) 高橋 恒介「気象データの音楽への交換」2006. 22nd Fuzzy System Symposium 予稿集
- 13) = 「クラウドによる気象データ解析と音楽情報への交換記録」2008. 青野岡産業大学情報学部研究紀要第10号
- 14) 久原 聖元・平尾剛聡「LSTMを用いた既存楽曲学習に基づく作曲対策法」DEIM Forum 2018