

バルトークの「マイクロコスモス」の分析

—リズムにみるフィボナッチ数列—

小木曾 敏 子

<はじめに>

バルトーク作曲の“マイクロコスモス”の黄金分割またはフィボナッチ数列の適応について、前号までの音楽表現、音程関係等の領域に続いて、本論ではリズムの領域への適応について述べたい。

エルネ・レンドヴァイはリズムに関しての適応については、言及しなかったが、バックマン兄弟がその研究を1979年に発表している^{註1)}。

本論では、リズムの領域にあらわれるフィボナッチ数および数列を抽出することによって、そのつながりを得ることにした。

抽出は、フレーズまたは小節線に沿った。小節線とフレーズが合致しているものもあるが、フレーズと小節線とがずれているものについてはフレーズによった。作曲者自身が記入した¹は、後半になるにつれて細くなるという問題もあるが、作曲者のフレージングに従った。

<本論>

I 基本的な考え方

1. 対象曲について

全168曲のうち14曲は、次の理由による計算上および分析上のあいまいさを避けるために、今回の対象からは除いた。

- 1). 同一音価の音符を連続使用している小節またはフレーズ(♪だけを使用している等)

2). 3, 5, 7連符のある小節やフレーズ除外した曲及び小節数は次の通りである。

第I巻	1曲	8小節
第II巻	4曲	61小節
第III巻	1曲	32小節
第IV巻	2曲	81小節
第V巻	5曲	77小節
第VI巻	1曲	56小節
計	14曲	315小節

その結果、対象になった曲数および小節数は次の通りである。

第I巻	36曲	607小節
第II巻	31曲	742小節
第III巻	32曲	890小節
第IV巻	24曲	895小節
第V巻	17曲	810小節
第VI巻	14曲	1124小節
計	154曲	5068小節

表中の延べ数とは、左右両声部の合計をいう。この場合、単旋律の曲およびユニゾンの小節は、1声部として計算した。下記の通り総数で451小節である。

第I巻	42小節
第II巻	95小節
第III巻	100小節
第IV巻	60小節
第V巻	87小節

第VI巻

67小節

2. 音符の数値への換算方法について
各曲の最小音価の音符を1とし、以下音価に比例して2, 3, 4……と換算した。従って、♪が1の場合、♪は2, ♪は3, ♫は4となる。

II 結果

1. 隣合った音符にあらわれるフィボナッチ数の使用頻度について (表省略)

まず、リズム上に連続してフィボナッチ数があらわれるもののうち、条件をつけずに抽出したものの使用頻度をみる。

第I巻	575
第II巻	714
第III巻	754
第IV巻	899
第V巻	644
第VI巻	1303

計 4889

第V巻を除いて、第I巻から順にその数が増している。

4889個にフィボナッチ数がみられ、全対象小節数の96.5%にあたる。これは、58種のリズムパターンにまとめることができる。2音連続音でみられるのは3種のリズムパターンで2799個57.3%、3音連続では11種で801個 16.4%、4音連続では13種で781個 16.0%、5音連続では18種で355個7.3%、6音連続では12種で152個 3.1%、7音連続では1種で1個である。

12という連続(♪♪)が全体の50.9%で最も多く、次いで1112の連続(♪♪♪♪)が7.9%、122の連続が(♪♪♪)6.9%、23(♪♪.)の連続が6.1%、以下221(♪♪♪)の連続、2111の連続(♪♪♪♪)である。

このうちフィボナッチ数列順にあらわれるリズム

ムは、総計の58種のうちの18種であり、全体の84.5%を占めている。多い順では12が50.9%、1112が7.9%、23が6.1%、221が3.6%以下2111、123の順となる。

フィボナッチ数と合致している上位5曲をみると、第150曲が236個、第151曲が235個、第146曲が191個、第153曲が161個、第141曲が131個の順である。

2. 隣合った音符にあらわれるフィボナッチ数の使用のうち、拍数を2, 3, 5のようにまとめることができることを条件に抽出したものの使用頻度について

(表1-1)のように、1曲の中に拍数がフィボナッチ数からなるリズムパターンは、698である。1曲当たり4.5種類のリズムがフィボナッチ数になっている。

また、1曲中に拍数がフィボナッチ数になっているリズムの延べ数は、2085であり、1曲当たり

(表1-1) 1曲中のリズムの種類数

種類数	巻						延べ数
	I	II	III	IV	V	VI	
1	6	3	5	1	1		16
2	6	7	10	1	6	1	60
3	10	4	4	5		1	72
4	5	3	3	4	4		76
5	3	7	4	1		1	80
6	2	3	4	4	3	1	102
7	2	3	2	4	2	3	112
8		1		1			16
9				1		1	18
10	2		1	1		3	70
11							
12					1		12
13							
14				1			14
15						1	15
16						1	16
17							
18							
19						1	19
計	36	31	32	24	17	14	698

バルトークの「マイクロコスモス」の分析

(表1-2) 1曲中のリズムの合致数

巻 リズム	I	II	III	IV	V	VI	延べ数
1			2		2		4
2	1	3	6		1		22
3	7	2	1	1			33
4	7	3	1				44
5	4	4	1	1	1	1	60
6	3		1	1	1		36
7	3	2			1		42
8	2	6	3		1		96
9	4	3	3	2			108
10		2	1	1	1		50
11	1	1	2		2		66
12	1		3	2	2		96
13	1	1	2	3	1		104
14	2			1	1		56
15		1		5			90
16				3			48
17		1	1			1	51
18			1				18
19			1			1	38
20				1			20
21				1		2	63
22			1	1			44
23		1					23
24		1					24
25					1		25
26			1				26
27					1		27
28				1			28
29			1				29
30							
31					1		31
36						1	36
41						1	41
43						1	43
44					1		44
48						1	48
59						1	59
60						1	60
70						1	70
134						1	134
148						1	148
計	36	31	30	24	17	14	2085

13. 5のリズムが合致していることになる。(表1-2)

(表2)はこの合致率の高いものの上位23曲を示したものである。

(表2) 合致率の高いもの

(上位23曲)

順位	合小節数	致数	全小節数	合致率	曲番	巻
1	29	18	161.1	77	III	
2	26	17	152.9	79	III	
3	124	94	131.9	150	VI	
4	83	66	125.8	151	VI	
5	21	18	116.7	50	II	
6	60	60	100.0	148	VI	
7	37	39	94.7	69	III	
8	22	24	91.7	72	III	
9	44	49	89.8	145b	VI	
10	17	19	89.5	114	IV	
11	31	35	88.6	126	V	
12	7	8	87.5	43a	II	
13	12	16	85.7	26	I	
13'	42	49	85.7	145a	VI	
15	8	11	72.7	39	II	
15'	18	55	72.7	111	IV	
17	70	97	72.2	153	VI	
18	10	14	71.4	32	I	
18'	20	28	71.4	84	III	
18''	12	69	71.4	87	III	
21	23	33	69.7	118	IV	
22	8	12	66.7	56	II	
22'	12	18	66.7	83	III	

また、ここで得られたリズムは、7種の型、140通りのリズムパターンに分類することができる。

(表3)

ここでいう型とは、拍数をフィボナッチ数でまとめたことで得られたものを型という。

例 1112 (♪♪♪♪) は、2+3と、まとめられる。

と同時に3+2ともまとめられる。

であるから、2:3型という。しかし、同時に3:2型ともいえる。このようなタイプは、「2:3型または3:2型」とする。

この方法で、次の結果が得られた。

2:3型	6種	276
3:2型	7種	204
2:3型または3:2型	6種	153
3:5型	31種	601
5:3型	28種	416

(表3)

<2:3型>

音 符 数	* 4	* 4	3	3	* 4	3	3	2
リズム	$\underline{11} \underline{12}$	$\underline{11} \underline{21}$	11 $\underline{21}$	11 3	2 111	2 12	2 21	2 3
拍 数	2+3 (3+2)	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3 (3+2)	2+3	2+3
合致小節数	76	39	4	21	8	1	81	123

<3:2型>

音 符 数	5	* 4	3	3	* 4	3	3	* 4	3	3	2
リズム	111 11	111 2	$\underline{111}$ 2	$\underline{11}$ 12	12 11	12 $\underline{11}$	12 2	21 11	21 2	3 11	3 2
拍 数	3+2 (2+3)	3+2 (2+3)	3+2	3+2 (2+3)	3+2	3+2	3+2	3+2	3+2	3+2 (2+3)	3+2
合致小節数	6	39	1	1	19	1	82	43	30	18	40

<3:5型>

音 符 数	* 8	* 7	* 7	* 6	* 7	* 6	* 7	* 6	* 6	* 6
リズム	111 11111	111 $\underline{11111}$	111 1112	111 $\underline{1112}$	111 1121	111 $\underline{1121}$	111 1211	111 $\underline{1211}$	111 113	111 122
拍 数	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5
合致小節数	3	1	48	1	13	1	68	7	20	130

音 符 数	5	* 6	5	5	* 7	* 6	* 6	* 6	5	5
リズム	111 $\underline{122}$	111 131	111 $\underline{131}$	111 14	111 2111	111 $\underline{2111}$	111 212	111 221	111 $\underline{221}$	111 23
拍 数	3+5	3+5	3+5	3+5	3+5 (5+3)	3+5	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)
合致小節数	1	19	3	24	6	4	3	7	3	5

音 符 数	* 4	* 6	5	5	* 7	5	* 7	* 6	* 6	* 6
リズム	111 $\underline{23}$	111 311	111 $\underline{311}$	111 32	111 2111	111 41	12 11111	12 1112	12 1121	12 1211
拍 数	3+5	3+5	3+5	3+5	3+5 (5+3)	3+5	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5
合致小節数	1	9	18	20	1	17	2	12	6	1

音 符 数	5	* 4	* 4	* 6	5	5	* 4	* 4	* 7	* 6
リズム	12 122	12 $\underline{122}$	12 14	12 2111	12 212	12 221	12 23	12 32	21 11111	21 1112
拍 数	3+5	3+5	3+5	3+5	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)
合致小節数	17	1	6	1	2	44	2	1	11	56

音 符 数	5	5	* 6	* 6	5	5	5	* 4	5	* 4
リズム	21 $\underline{1112}$	$\underline{21}$ 1112	21 1121	21 1211	21 $\underline{1211}$	21 122	21 131	21 14	21 221	21 23
拍 数	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5	3+5	3+5	3+5	3+5	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)
合致小節数	46	1	3	29	6	88	5	13	2	2

バルトークの「マイクロコスモス」の分析

音 符 数	* 4	* 4	* 6	* 4	* 4	* 4	3	3	3	3
リ ズ ム	21 311	21 32	3 11111	3 113	3 122	3 131	3 23	3 311	3 32	3 41
拍 数	3+5	3+5	3+5 (5+3)	3+5 (5+3)	3+5	3+5	3+5 (5+3)	3+5	3+5	3+5
合致小節数	1	1	4	2	6	31	10	3	66	4

<5:3型>

音 符 数	* 7	* 7	* 7	* 6	* 7	* 6	* 6	5	* 6	5
リ ズ ム	11111 12	11111 21	1112 111	1112 21	1121 111	1121 111	1121 12	1121 3	113 111	113 12
拍 数	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3
合致小節数	6	4	3	4	12	11	44	2	5	1

音 符 数	5	* 4	* 7	* 6	* 7	* 6	* 6	* 6	5	5
リ ズ ム	113 21	113 3	1211 111	11111 3	1211 111	1211 111	1211 12	1211 21	1211 21	1211 21
拍 数	5+3	5+3	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3	5+3 (5+3)	3+5 (5+3)	5+3	5+3 (3+5)
合致小節数	1	2	1	2	2	1	2	4	1	8

音 符 数	* 6	5	5	* 4	5	5	5	* 4	* 4	* 7
リ ズ ム	122 111	122 12	122 21	122 3	131 12	131 111	131 21	131 21	131 3	2111 111
拍 数	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3 (3+5)
合致小節数	3	12	6	3	1	1	2	2	11	44

音 符 数	* 6	* 6	5	5	* 6	5	5	* 6	5	5
リ ズ ム	2111 111	2111 12	2111 12	2111 3	2111 111	212 12	212 21	221 111	221 111	221 12
拍 数	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3	5+3	5+3
合致小節数	2	14	3	1	3	2	2	41	6	159

音 符 数	* 4	* 4	* 4	3	* 6	5	* 4	* 4	5	3
リ ズ ム	221 12	23 12	23 21	23 3	311 111	311 12	311 12	311 3	32 111	32 3
拍 数	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)	5+3 (3+5)
合致小節数	15	5	1	1	35	6	1	2	1	9

音 符 数	5	* 4	* 4	* 4	* 4	3	5
リ ズ ム	41 111	41 111	41 12	41 21	4 13	2111 21	
拍 数	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3	5+3 (3+5)	
合致小節数	51	30	1	2	6	8	

<その他>

音 符 数	* 6	3	3	5	* 4
リ ズ ム	11 21 14	111 1112 8	111 1211 8	3 131 8	32 3 2
拍 数	2+3+5	3+5+8	3+5+8	3+5+8	5+3+2
合致小節数	1	1	2	4	1

(表4) 拍とフィボナッチ数列

リズム	数	通算拍数	リズム	数	通算拍数
1111131	42	11234589	12134	2	1245812
111131	38	1234589	2231	2	13589
1111132	29	112345810	1111131	1	11234589
2232	29	135810	112131	1	1124589
21131	25	134589	11331	1	112589
3131	23	14589	12133	1	11345811
13131	22	114589	2132	1	1345810
11231	21	123589	111131	1	1234589
11231	19	1135811	2135	1	134510
111231	18	1123589	2235	1	135813
2233	18	135811	332	53	25810
21131	15	134589	11131	51	234589
1111134	10	112345812	233	35	35811
1121131	10	1134589	1131	16	34589
1331	10	12589	11132	14	2345810
21132	10	1345810	235	11	35813
12232	9	1135810	1231	7	23589
1111133	8	112345811	1232	6	235810
12231	8	113589	2132	4	245810
2233	8	135811	232	3	35810
111231	6	1123589	2131	2	24589
3132	6	145810	1133	2	345811
225	4	13510	23	2	3511
13132	3	1145810	2134	1	245812
111135	3	12345813	34	1	259
111232	2	11235810	234	1	35812
12235	2	1135813	134	1	45812
12131	2	124589			
			計	55種	622

(注 一は2桁)

3 : 5型または5 : 3型	57種	509
その他	5種	9
計	140種	2168

(表3)は、上段から音符数、リズムの数字譜、拍数、フィボナッチ数になっている(合致)小節数、の順に記したものである。合致小節数のうち、リズムが何小節かにわたる場合は1と数えた。また、21は実際は3拍であるし、同様に11は2拍、22は4拍となるが、この表では別に分類した。音符数の上部の*印は、音符数がフィボナッチ数と合致しないことを示したものである。また、どちらの型にも解釈できるものには()で示した。

2 : 3および3 : 2型の633に対し、3 : 5および5 : 3型が1526で、70.8%を占めている。3 : 5・5 : 3型で全体の40.7%、3 : 5型が22.1%、5 : 3型が20.0%である。この3つの型で全体の82.8%を占めている。ちなみに、2 : 3型は12.7%、3 : 2型は9.4%、2 : 3・3 : 2型は7.1%である。3 : 5・5 : 3系型と2 : 3・3 : 2系型の比率は71対39となっている。

次に、拍数だけでなく、音符数もフィボナッチ数と合致するものは1084である。

例 1112は音符数が4であるから、フィボナッチ数には合致しない。従って*印がつ

く。

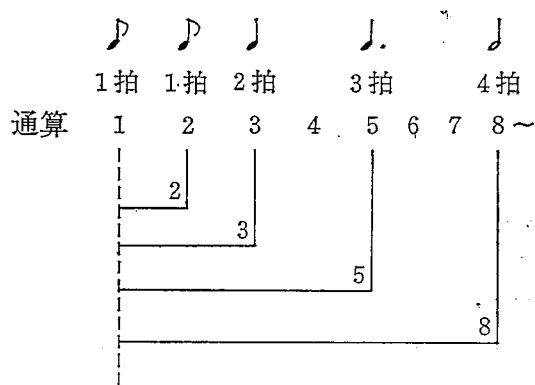
音符の数がフィボナッチ数ではないのも1084を数え、合致するものと同数となり、各々50%となった。

3. 拍とフィボナッチ数列について (表4)

この項では、拍をフィボナッチ数列順に数えることができるリズムパターンについてみることにする。(表4)

次のリズム譜は、以下のように読む。

♪を1と数えると、拍数はそれぞれ1拍、1拍、2拍、3拍、4拍と換算することができる。これを、最初の音から通算すると次の図のように完全なフィボナッチ数列が得られる。



この方法で♪を1拍として換算した結果、55種類のリズムパターンに622の合致を得た。

フィボナッチ数との合致は23種類263であるが、フィボナッチ数列との合致は2種類23である。1部に数欠如または1部に該当外の数が加わっているものは32種類359である。厳密な合致は0.4%にみられたことになる。

表中のリズム欄の数字5(拍)の内容はさまざまであるが、繁雑を避けて分類をせずに、同じ5拍として扱った。

4. 様式上の黄金分割とフィボナッチ数列とについて

(表5-1) 表中のG数とは、黄金分割点の数を指

(表5-1) 1曲中の黄金分割点(G)

1曲中のG数	曲数	G総数
2	135	270
6	2	12
7	1	7
8	13	104
10	2	20
11	1	11
計	154	424

(表5-2) 黄金分割点とフィボナッチ数の合致

合致G数	曲数	延べ小節数
0	31	
1	71	56
2	41	46
3	4	5
4	3	8
5	2	2
6	1	2
7	1	
8		2
9		1
11		1
計	154	123

す。また、延べ数とは左右両方の声部の合計数をいう。(前出)

対象曲154曲の中で、フィボナッチ数のあらわれている小節と黄金分割点とが全く合致しない曲が31曲あり、全対象曲の7.3%である。

黄金分割点是对象曲に424点存在する。(表5-2)にみるように、1曲中で黄金分割点とリズムのフィボナッチ数が合致している小節は、123小節であり、全対象曲の29.0%が合致しているということになる。1曲当たり3.7%のリズムパターンが、拍がフィボナッチ数列になっていることになる。

5. 同リズムの再出現の間隔におけるフィボナッチ数について (表6)

同じリズムパターンが再度出現する間隔についてみると、すぐ次の小節に再出現するものが最も多く全体の31.9%、続いて2小節目に再出現するものが13.9%、同一小節内に再度あらわれるもの

(表6) 同リズムパターンの再出現間隔

間隔小節	再出数	%	間隔小節	再出数	%
ユニゾン	54	4.6	20	2	
同一小節内	110	9.3	21	3	
1	378	31.9	22	4	
2	166	13.9	23	2	
3	93	7.8	24	1	
4	104	8.8	25		
5	40	3.4	26	7	
6	51	4.3	27	3	
7	29	2.4	28	1	
8	28	2.4	29	1	
9	14	1.2	30	2	
10	17	1.4	31		
11	11	0.9	32	1	
12	13	1.1	33	1	
13	10	0.8	34	2	
14	5	以下略	37	1	
15	7		44	1	
16	7		45	1	
17	5		51	1	
18	6		73	1	
19	3				
			計	1186	

が9.3%である。以下、4小節目、3小節目の順であった。

フィボナッチ数の小節に再度出現するものは総小節数1186のうち741で、全体の62.5%になっており、全対象小節数5068の14.6%になっている。

<まとめ>

1. フィボナッチ数だけを条件にした場合、4889と全対象小節数の96.5%が該当している。リズム譜上では、殆どの小節にフィボナッチ数が連続していることになる。これに対して、リズムと拍数とを条件にした場合には、2067で40.8%となり、55.7%減となっている。しかし、これでもかなり高い頻度といえよう。その上に更に音符数もフィボナッチ数と合致するという3つの条件をつけた場合は、1084で21.4%と52.5%減となっていて、偶然にも50%強ずつの減となっている。

2. (表3)の方法では、かなりの制限があることになり、全対象小節数の2.8%と大きく減じている。しかし、表以外にも135のリズムは最も単純なリズム(「J」)であるから、かなり使用されていると思われる。

3. 拍をフィボナッチ数列に沿って数えることができるリズムパターンは、全対象曲の61.7%の95曲にみられた。しかし、通算拍でみられるようにそのフィボナッチ数は欠如したり、該当数以外の数が加わっていて、フィボナッチ数列に合致しているとはいえない。

4. 黄金分割点との合致も29.0%にみられたが、分割点を境にしての特徴的なリズムの変更も見いだすことができなかった。

5. 同じリズムが再度出現する時期については、伝統的な作曲方法で行われる4小節目に再度出現となる4, 8, 12, 16, 24, 32小節目に再出現するのは141で11.9%である。フィボナッチ数の小節に再出現するのは720で、60.7%となっていて、かなり高い合致がみられる。このことは、フィボナッチ数との関係からではなくても、バルトークの音楽の特徴をあらわしているといえよう。

6. 全体的にみて、いずれの場合にも、それぞれに異なった抽出法で行っても、第II巻から第IV巻までの数値の差は小さく、第V巻で少し減少をみ、第VI巻で大きな数値になっているという共通の減少がみられた。即ち、難易度の低い曲と高い曲とに差がないということである。このことは、バルトークが、フィボナッチ数列や黄金分割を意識的、積極的に使用しなかったとも言えるし、作曲の姿勢が難易に煩わされることなく一貫していたと言えよう。

<おわりに>

リズムの領域においても、かなり高い数のフィボナッチ数または数列の使用がみられた。しかし、ことリズムおよびリズムパターンに関しては、そ

それを適用したという決定的な箇所は見当たらなかった。音楽表現、様式、音程関係の領域で見られた積極的といえる黄金分割との合致はない。従って、バルトークの“マイクロコスモス”においては、黄金分割およびフィボナッチ数の適用はなされていないといえよう。

バルトークは、作曲に際しての黄金分割またはフィボナッチ数列の適用については、一言も表明してはいない。

また、この理論体系を作りあげたエルネ・レンドヴァイも何を手懸かりにしてどのようにして黄金分割の適用に着目したのかは、述べていない。ただ、レンドヴァイは、彼の著書^{注2)}の中で植物の枝の生え方、松かさの裏側の片鱗の重なり方、ひまわり等の葉や花卉のつき方にみられるフィボナッチ数列について述べていることから、これを音楽の分野に導入することに着目したものとおもわれる。

アガサ・ファセットによると、バルトークは、ひまわりの花に執着があり、松ぼっくりを身近に（食卓に）置いておいてそれと遊ぶのがお気にいりだったようである^{注3)}。

彼は、自分の音楽は本能的、感覚的なものであるから、いろいろ説明を求められても、私がそう感じ、そう書いたというほかはないといっている。

しかし、周到で緻密な数的処理の追求が、本能的や感覚的だけのものであるだろうか。それとも、それさえも本能や感覚の中に組み込まれているのだろうか。この数理的処理も数的な適用も、最終的には音楽に優先させることはなかったというのは、確かである。彼の音楽がそれを証明しているのだから。

注1) 益山典子著「バルトークと黄金分割」(音楽芸術 昭和60年6月号) P42

注2) エルネ・レンドヴァイ著「バルトークの作曲技法」P37~40

注3) アガサ・ファセット著「バルトーク晩年の悲劇」P104~105

参考文献

- ・BÉLA BARTÓK: MIKROKOSMOS, 全6巻 BOOSY&HAWKES
- ・益山典子: バルトークと黄金分割, 音楽之友社(音楽芸術 昭和60年6月号)
- ・エルネ・レンドヴァイ/谷本一之訳: バルトークの作曲技法, 全音楽譜出版社(1998 第8版)
- ・アガサ・ファセット/野水瑞穂訳: バルトーク晩年の悲劇, みすず書房(1987 3版)
- ・バルトーク/羽仁協子訳: ある芸術家の人間像, 富山房(1970)