弦楽四重奏曲第１番

《極域エナジーバジェット》

String Quartet No.1

“Polar Energy Budget”

永井裕人

Hiroto NAGAI, Ph.D.

| Concert Note |

"Listen to the sound of the earth turning." — this is a quote of instructional art published by Yoko Ono in 1963. At first glance, this may be seen as an unrealizable instruction and a metaphor of some kind. In the present age, it is possible to observe the earth, collect digital data, convert it into audible feature, and listen to it.

Such process is called sonification. Familiar examples are heart rate monitors in hospitals and radiation dosimeters (Geiger counters). The National Aeronautics and Space Administration (NASA) has converted observation data from space-borne telescopes and planetary probes into sounds. Although it is now possible to listen to the data or information that could not be heard directly by people, can they really be called "music"? What is needed for the sonified parts to be incorporated into major music works? These questions are the motivations behind the creation of this work.

The materials for this work are originated from satellite-based earth observation data and climatic reanalysis datasets. They quantify the temporal changes of multiple physical quantities (i.e. shortwave and longwave radiation, surface temperature, cloud optical thickness, and precipitation). Four polar-regional points (i.e. an ice-core drilling site in the Greenland ice sheet, satellite communication facilities at Svalbard Islands, Showa Station in Antarctica, and Dome Fuji Station in Antarctica) are set for data sampling for two violins, a viola, and a cello. The composer's artificiality is added very little in the introduction chapter, whereas it appears more intensively in the latter chapter of the piece.

In meteorology and other earth science, we know that almost all atmospheric phenomena and ecosystem are fundamentally driven by the solar radiant energy. The solar energy transmitted in different forms causes the balance and order on the terrestrial surface, resulting in human’s civilization. Not only focusing on outreach against the global warming, but the composer here intends to express great possibilities to tell about numerous aspects of earth science with artistic expression supported by the sonification technique.

| Concert Note |

“Listen to the sound of the earth turning.”－これは 1963 年にオノ・ヨーコが発表したインストラクション・アートの言葉である。一見、実現できない指示であり、何らかのメタファーとも捉えられる。しかし様々なデジタル処理が可能になった現代では、地球を観測し数値データに直したものを音響や旋律に変換し、人間にも知覚可能な空気振動（＝音）として聴くことができるようになった。

このようなデータの可聴化はソニフィケーション（Sonification）と呼ばれる。身近には病院の心拍数モニターや放射線の線量計（ガイガーカウンター）が含まれ、米国航空宇宙局（NASA）は宇宙望遠鏡や惑星探査機の観測データを音に変換したものを公開している。直接に聞こえなかった響きを人間の可聴範囲に持ってくることはできるようになったが、果たしてそれが「音楽」と呼べるものであるのか、また広く「音楽」と呼ばれるためにはどのような作為を加えなければいけないのか、それが本作品を創作するに至った知的好奇心である。

本作品の素材は人工衛星などによる地球観測データについて、北極・南極周辺にある 4 地点の各種物理量の時間変化を数値化したものである。具体的には、短波および長波放射・地表面温度・雲による日射減衰率・降水量である。四重奏の高音パートから順に、グリーンランド氷床上・スバールバル諸島・南極昭和基地・南極ドームふじ基地の各地点が割り当てられ、楽曲後半になるほど作曲者の作為性が介入している。

気象学や地球科学では、ほぼ全ての気象現象やエコシステムが太陽の放射エネルギーを根源として成り立っていることを学ぶ。太陽からのエネルギーが形を変えながら伝わっていき、地球表層上のバランスと秩序、そして我々人間自身の営みを作り出している様を念頭に、音を編み込んでいった。「地球温暖化の警鐘を鳴らす」や「環境保護の重要性を訴える」という安直なテーマに限定せず、芸術表現としての可能性を広げることを重視する。

| Locations for sampling |

Violin 1st	[59.1°W, 78.6°N]	Greenland icesheet / SIGMA-D ice-core drilling site グリーンランド氷床　SIGMA-D 氷床コア掘削サイト
Violine 2nd	[15.4°E, 78.2°N]	Svalbard islands / Satellite communication facilities スバルバード諸島　衛星追跡管制局（SvalSat）
Viola	[39.6°E, 69.0°S]	Antarctica / Showa Station (NIPR) 南極　昭和基地
Cello	[39.7°E, 77.3°S]	Antarctica / Dome Fuji Station (NIPR) 南極　ドームふじ基地

| Input Parameters |

[Intro]	ERA5	Downward shortwave radiation, monthly mean（W/m^2） 地上月平均下向き短波放射量（W/m^2）
[A]	MODIS	Land surface temperature, 8-days mean（K） 地表面温度 8 日間平均値（K）
[B]-[C]	ERA5	Downward longwave radiation, monthly mean（W/m^2） 地上月平均下向き長波放射量（W/m^2）
[D]-[E]-[F]	Classic arrangements based on a motif (G-B-E-E) derived from the solar constant value (1.366 km/m^2) and top notes from Chapter [G] below. 太陽定数（1.366 kW/m^2）の音列（C-E-A-A）および後述[G]の先頭音列をモチーフとする古典的アレンジメント	
[G]	MODIS	Cloud optical thickness, monthly mean 月平均雲の光学的厚さ
[H]-[I]	ERA5	Precipitation, monthly mean（mm） 月平均降水量（mm）

ERA5：　Climate reanalysis dataset provided by the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
欧州中期気象予報センター（ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts）が公開する気候再解析データセット

MODIS：　An optical multispectral sensor, the Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer, onboard Terra/Aqua satellites (NASA)
Terra/Aqua 衛星（NASA）に搭載された中分解能スペクトル放射計（Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer）

| Acknowledgement |

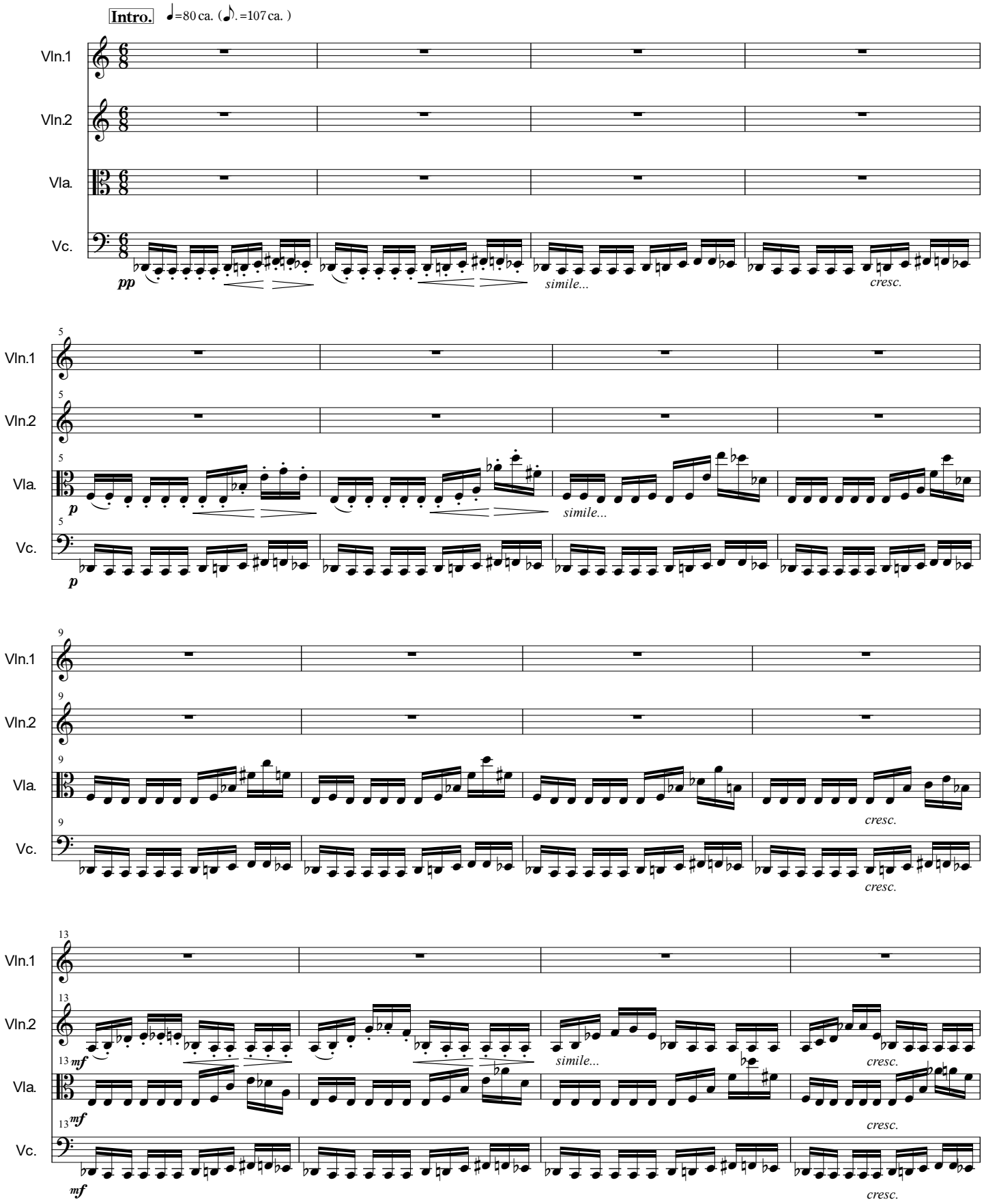
This musical composition and performance were carried out in a research project financially supported by the Remote Sensing Technology Center of Japan. A climatic reanalysis dataset, ERA5, provided by the Copernicus Climate Change Service and MODIS datasets provided by Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), NASA were imported for composition. Those contributions are greatly appreciated.

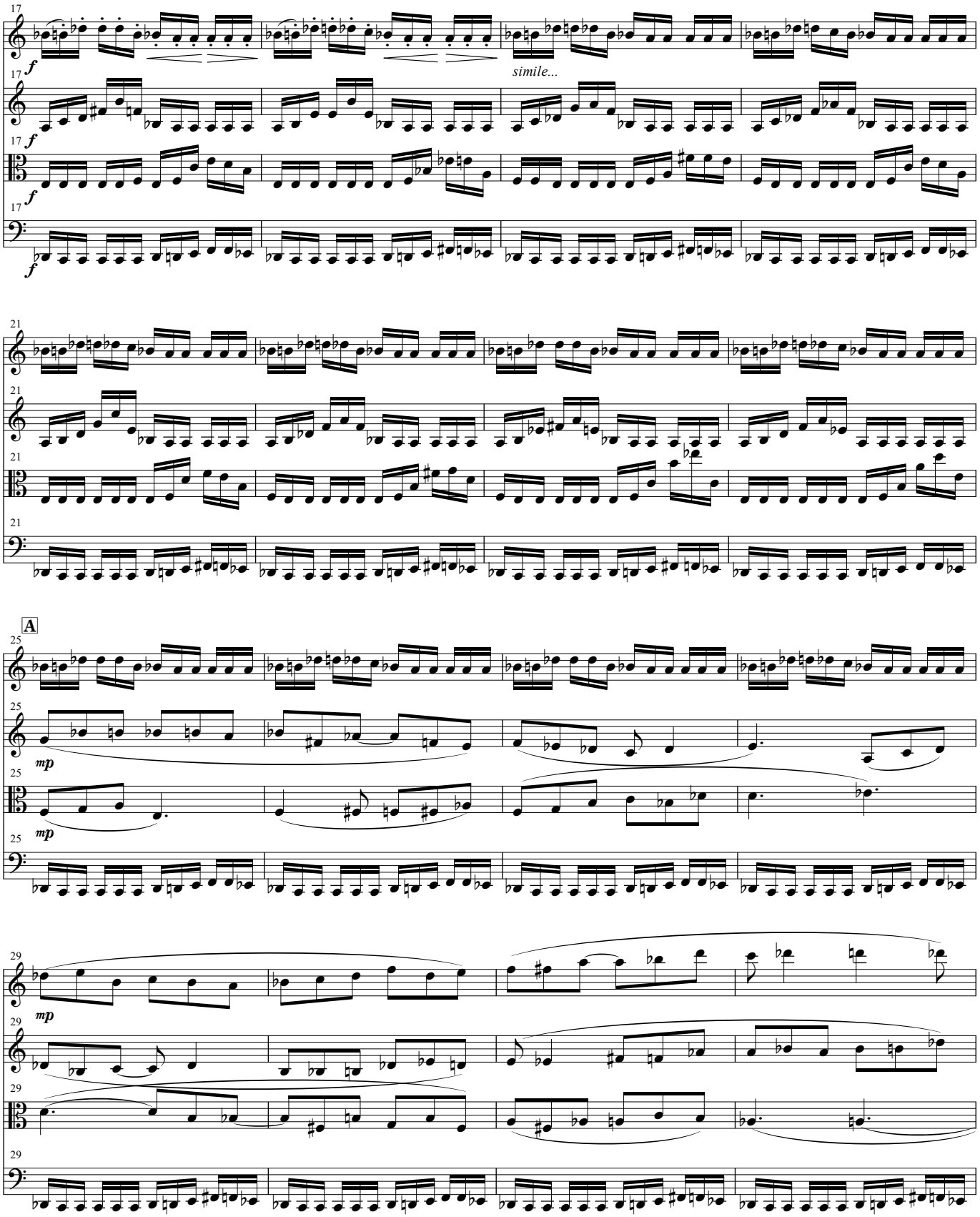
本作品は一般財団法人リモート・センシング技術センターによる 2022 年度 RESTEC 研究助成の支援を受け「衛星データ可聴化技法の探求～地球の響きと人間音楽の調和を探して～（研究代表者：永井裕人）」の研究の一環として創作されたものです。創作にあたり欧州 Copernicus Climate Change Service から提供される ERA5 気候再解析データセット、および米国 NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC)から提供される MODIS データセットを使用しました。ここに謝意を表します。

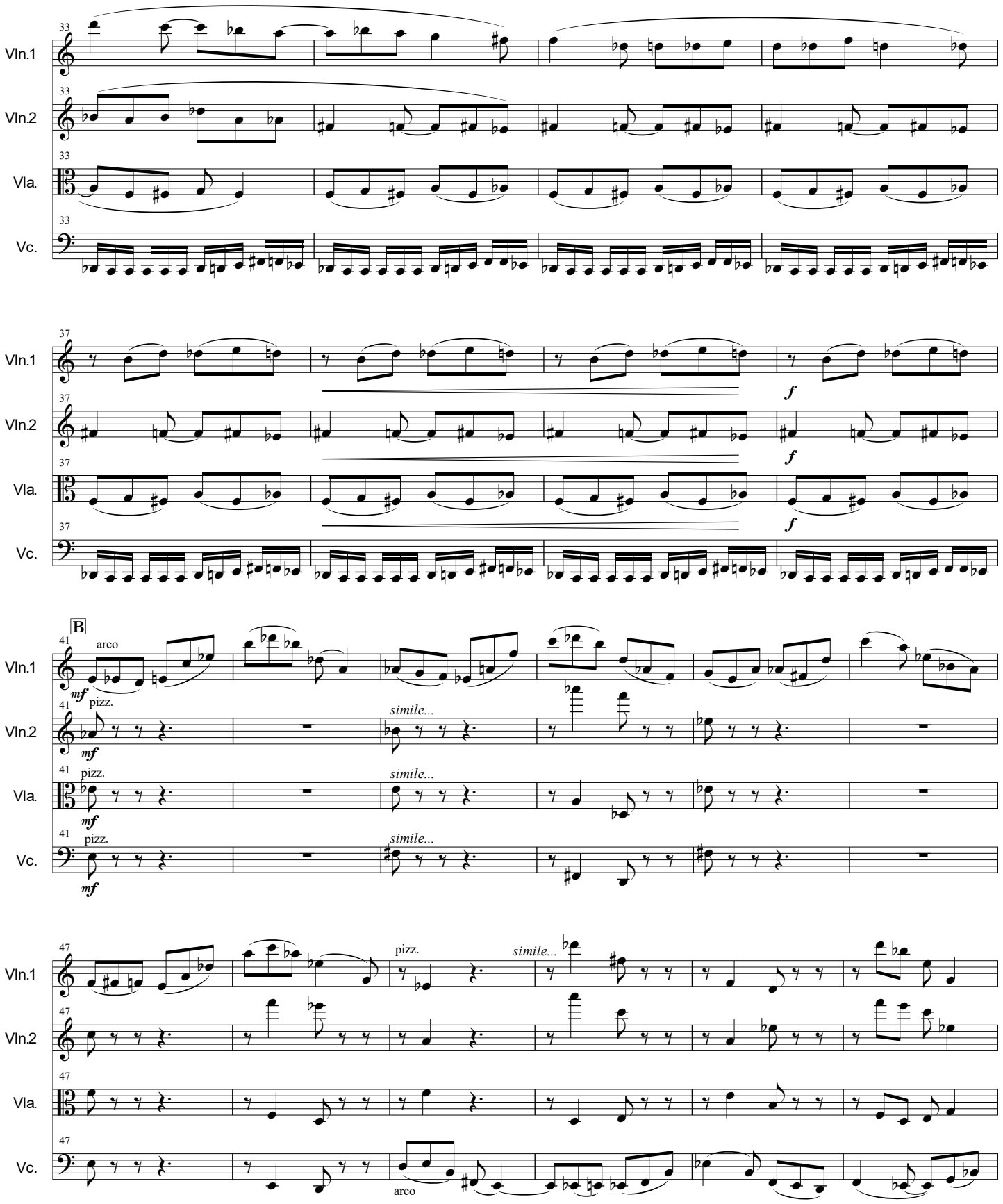
Score

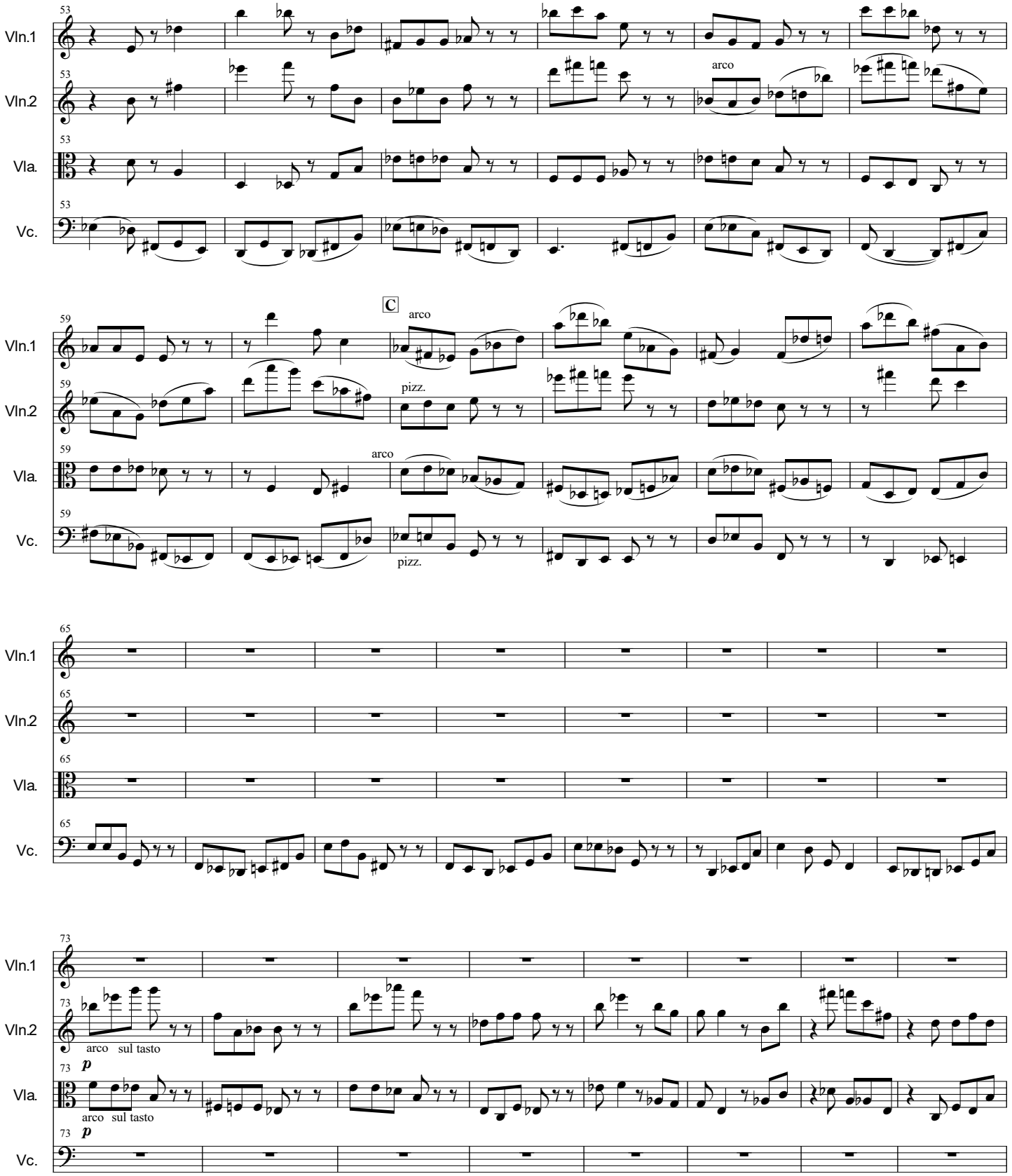
弦楽四重奏曲第１番《極域エナジーバジェット》

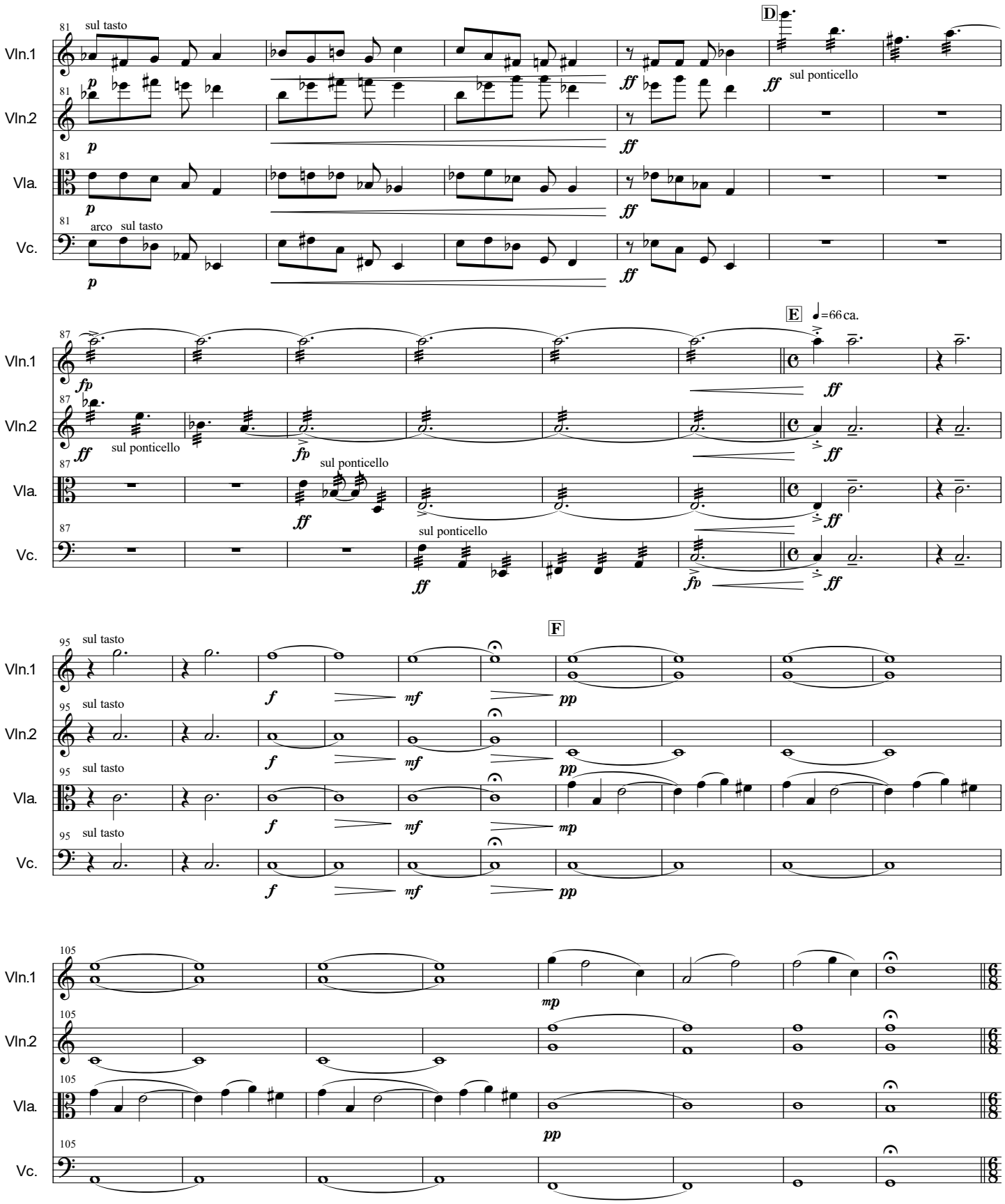
永井裕人

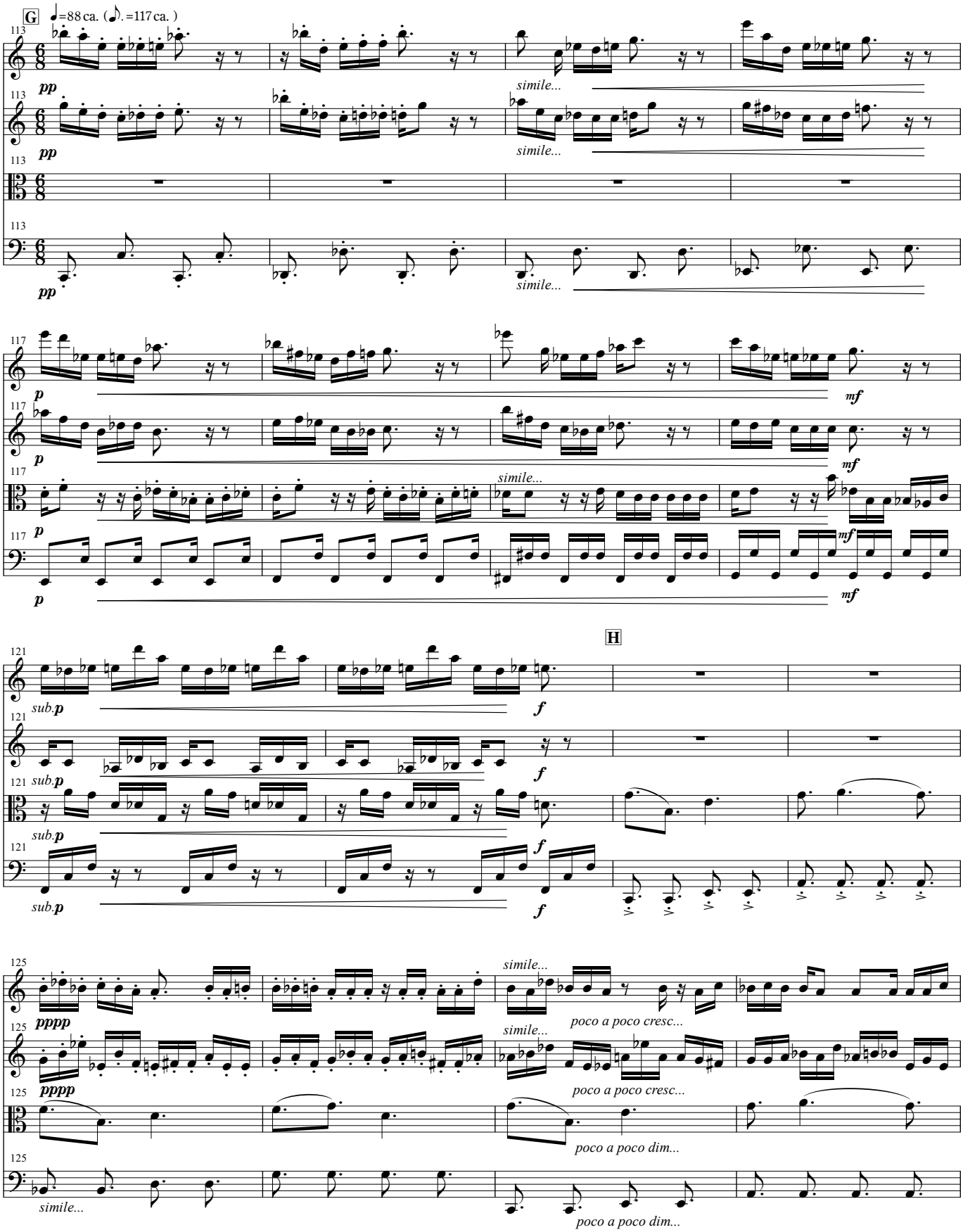


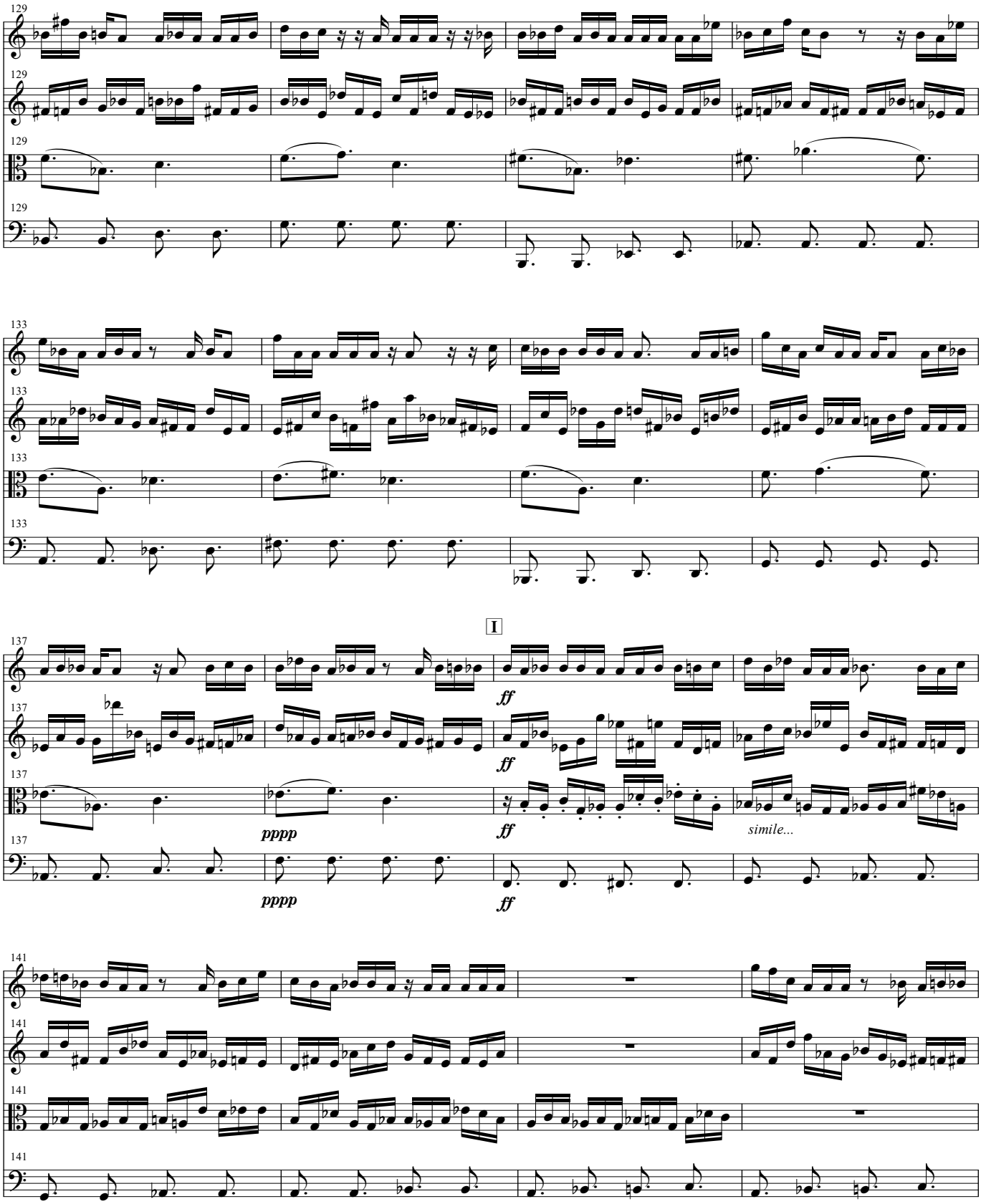

17
Vln.1
Vln.2
Vla.
Vc.
f
simile...
21
A
25
mp
29

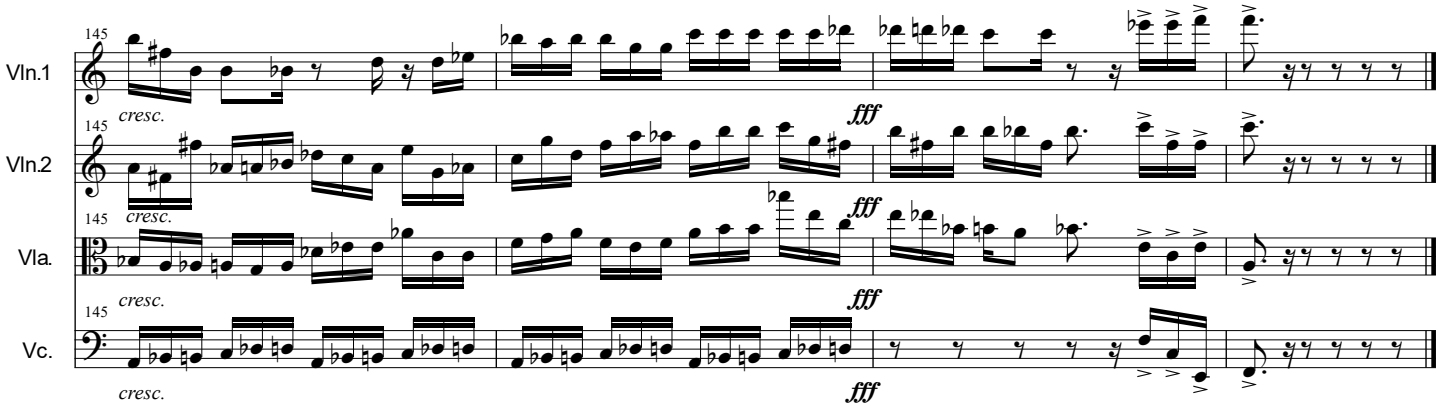

33
Vln.1
Vln.2
Vla.
Vc.
37
f
B
41
arco
mf
pizz.
simile...
47
arco


53
Vln.1
Vln.2
Vla.
Vc.
arco
C
59
pizz.
65
73
arco sul tasto
p


Vln.1
Vln.2
Vla.
Vc.
sul tasto
arco
sul ponticello
D
E
=66 ca.
F


G
♩=88 ca. (♪. =117 ca.)
Vln.1
Vln.2
Vla.
Vc.
pp
simile...
p
mf
sub.p
f
H
pppp
poco a poco cresc...
poco a poco dim...

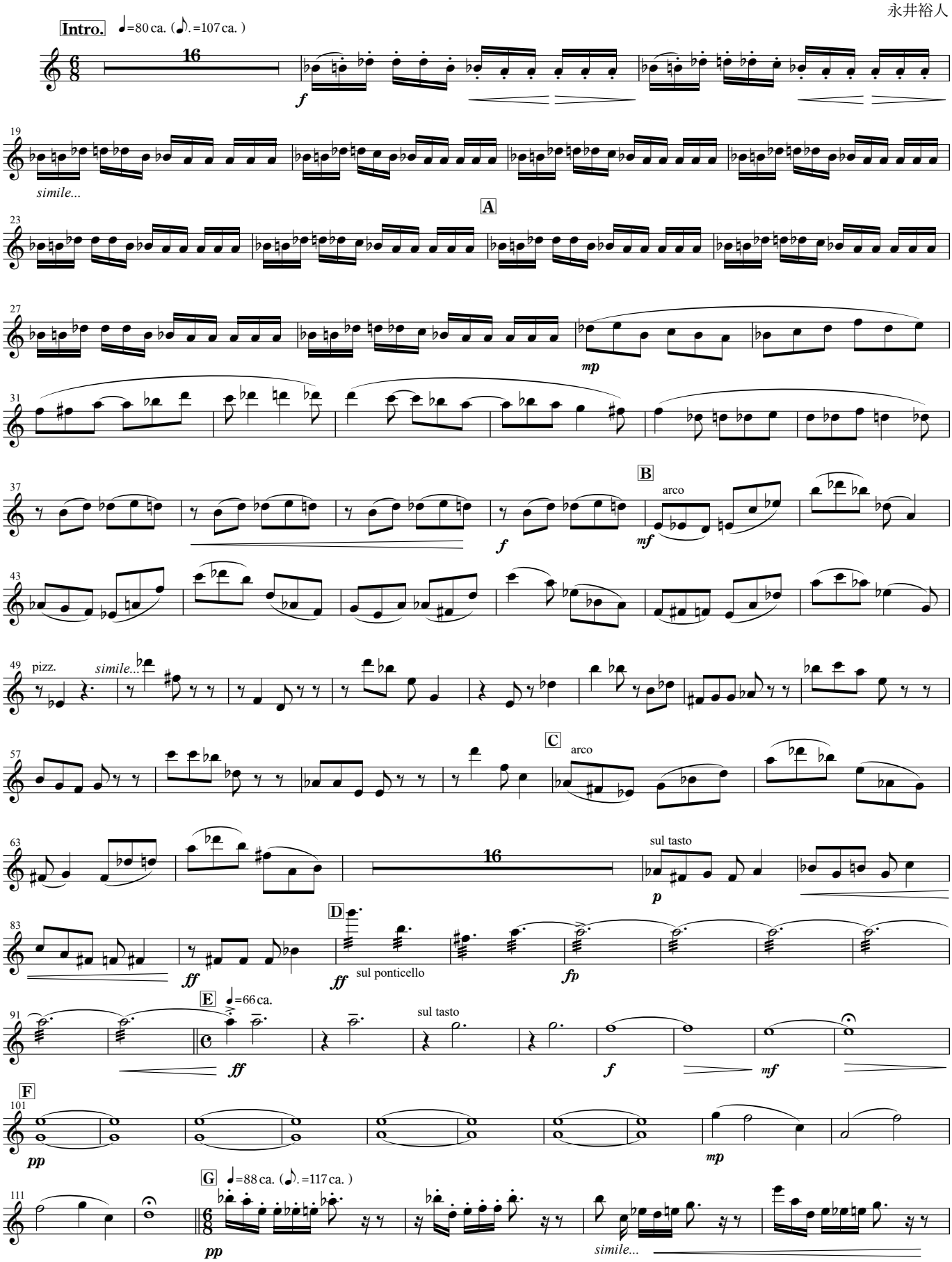

129
Vln.1
Vln.2
Vla.
Vc.
133
I
137
ff
pppp
simile...
141

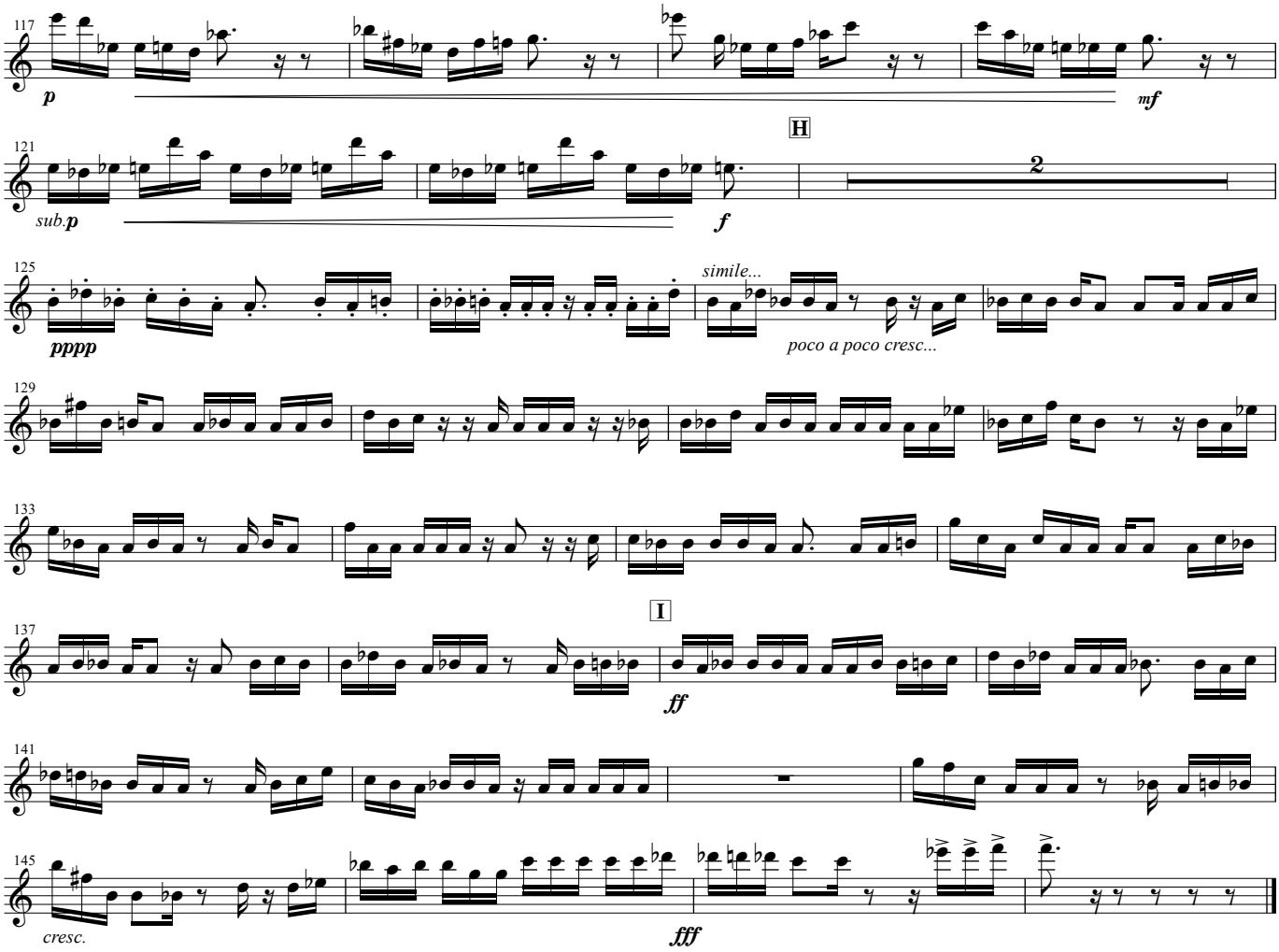

145
Vln.1
cresc.
fff
Vln.2
Vla.
Vc.

Vln.1

弦楽四重奏曲第１番《極域エナジーバジェット》

永井裕人

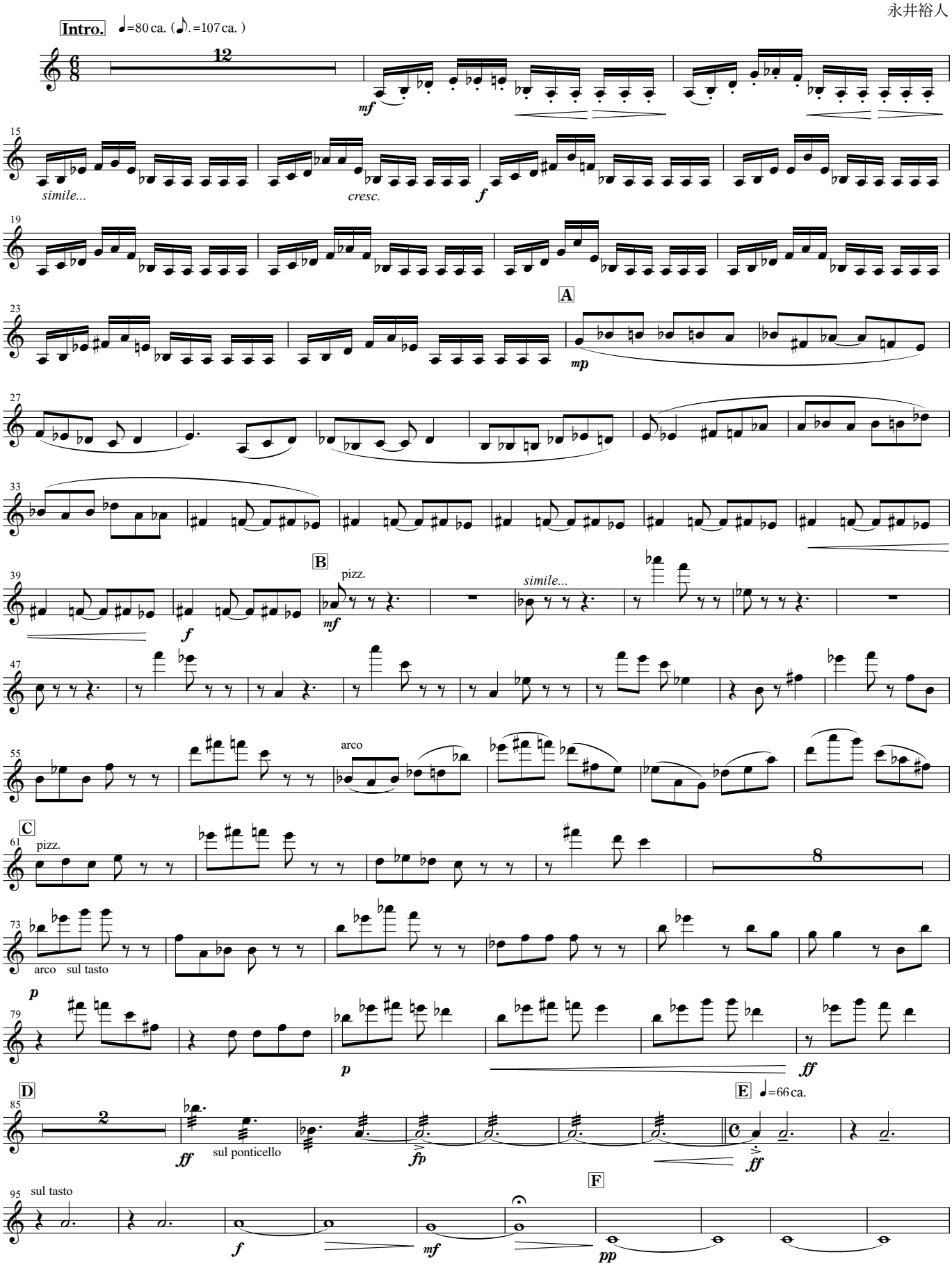


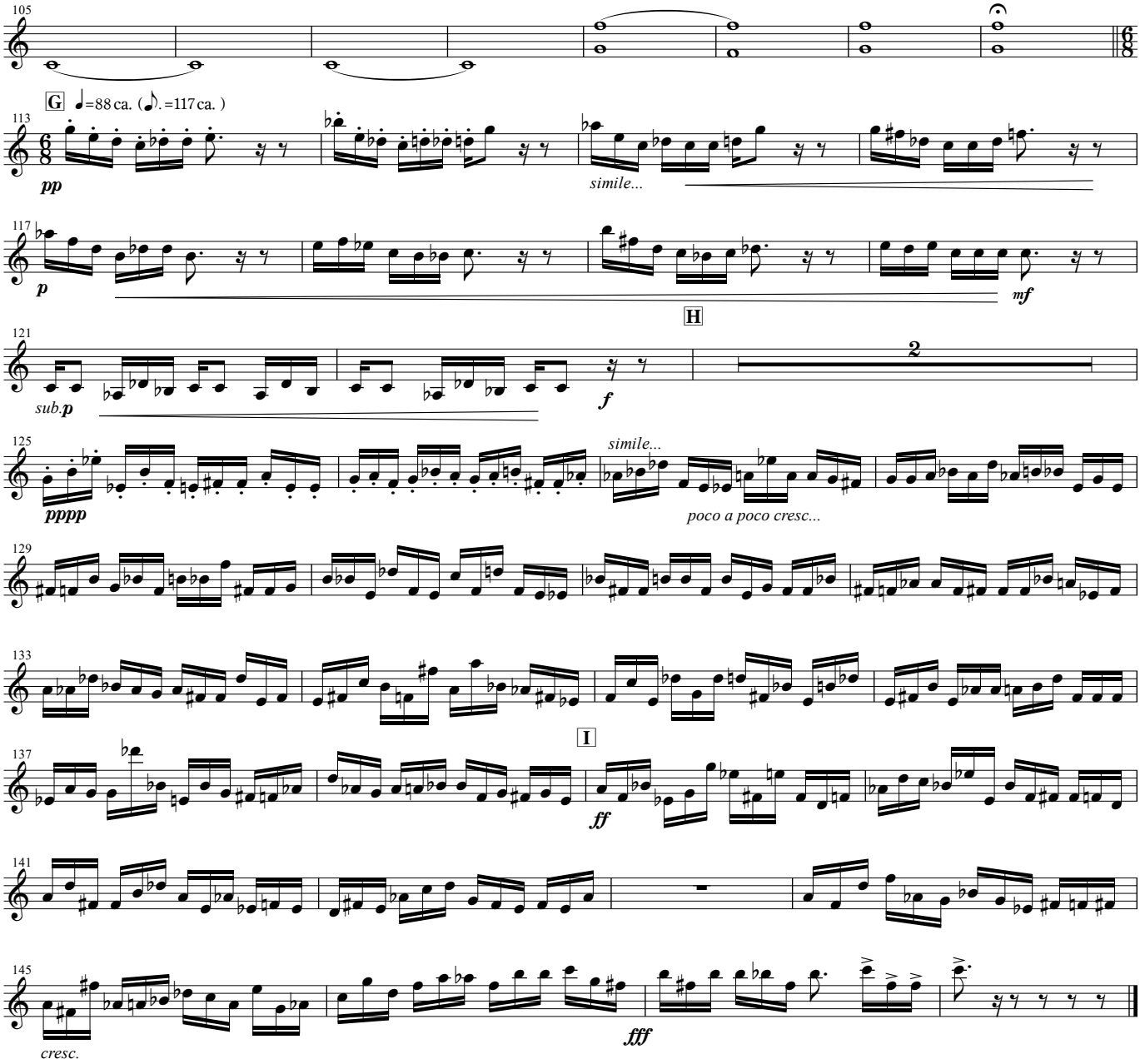

117
p
mf
H
121
sub.p
f
2
125
pppp
simile...
poco a poco cresc...
129
133
I
137
ff
141
145
cresc.
fff

Vln.2

弦楽四重奏曲第１番《極域エナジーバジェット》

永井裕人

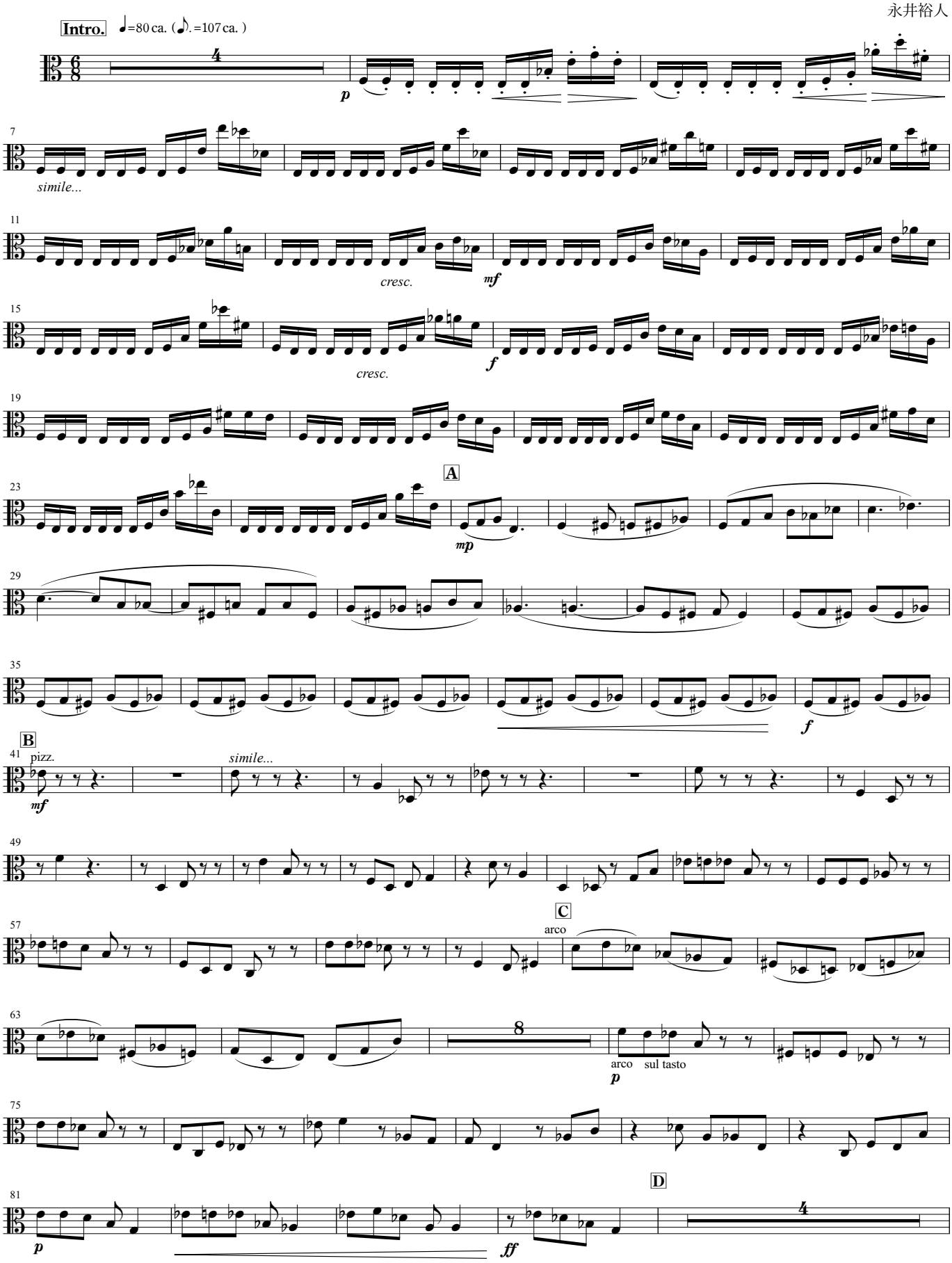


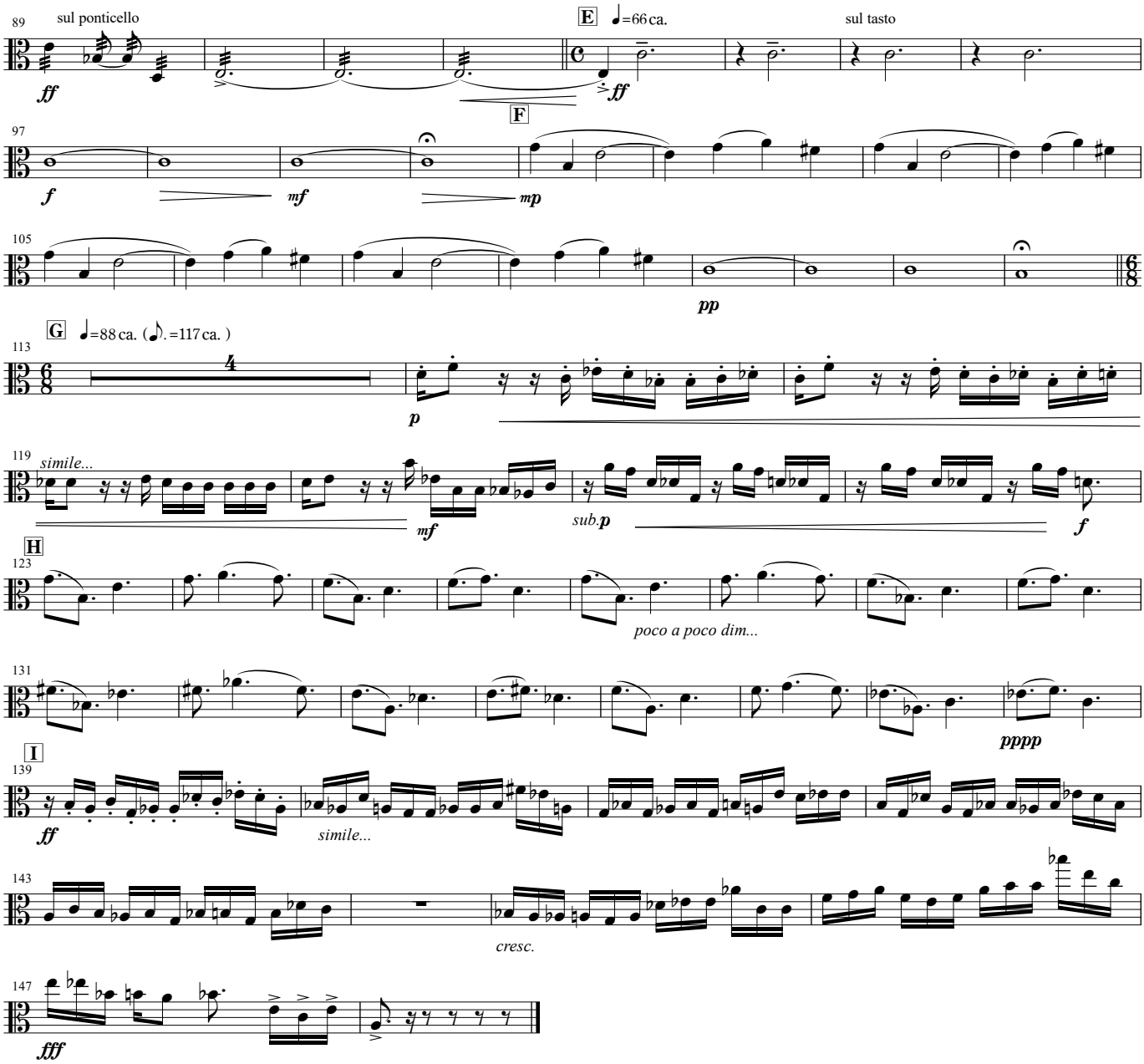

105
G
♩=88 ca. (♪.=117 ca.)
113
pp
simile...
117
p
mf
H
121
sub.p
f
2
125
pppp
simile...
poco a poco cresc...
129
133
I
137
ff
141
145
cresc.
fff

Vla.

弦楽四重奏曲第１番《極域エナジーバジェット》

永井裕人

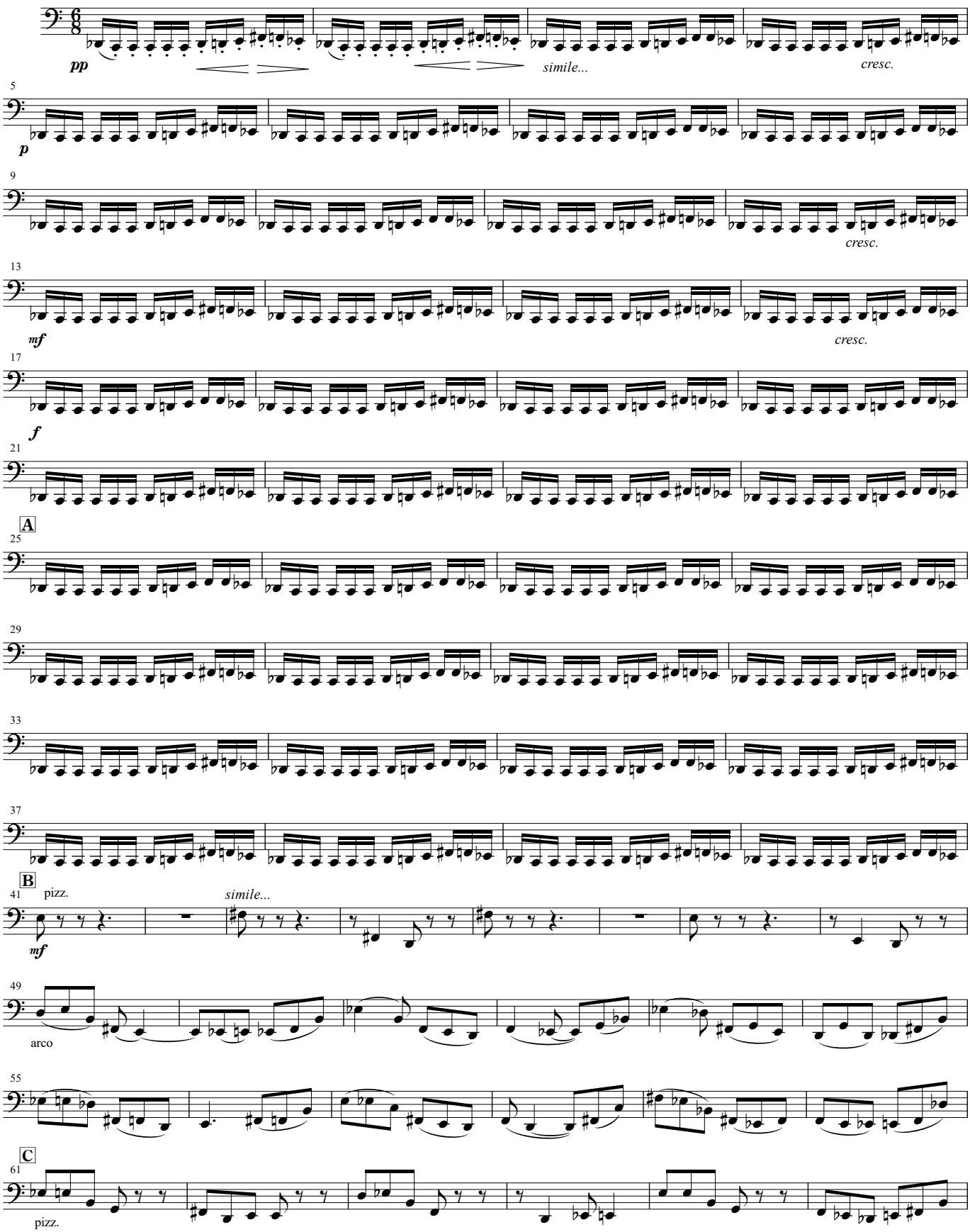


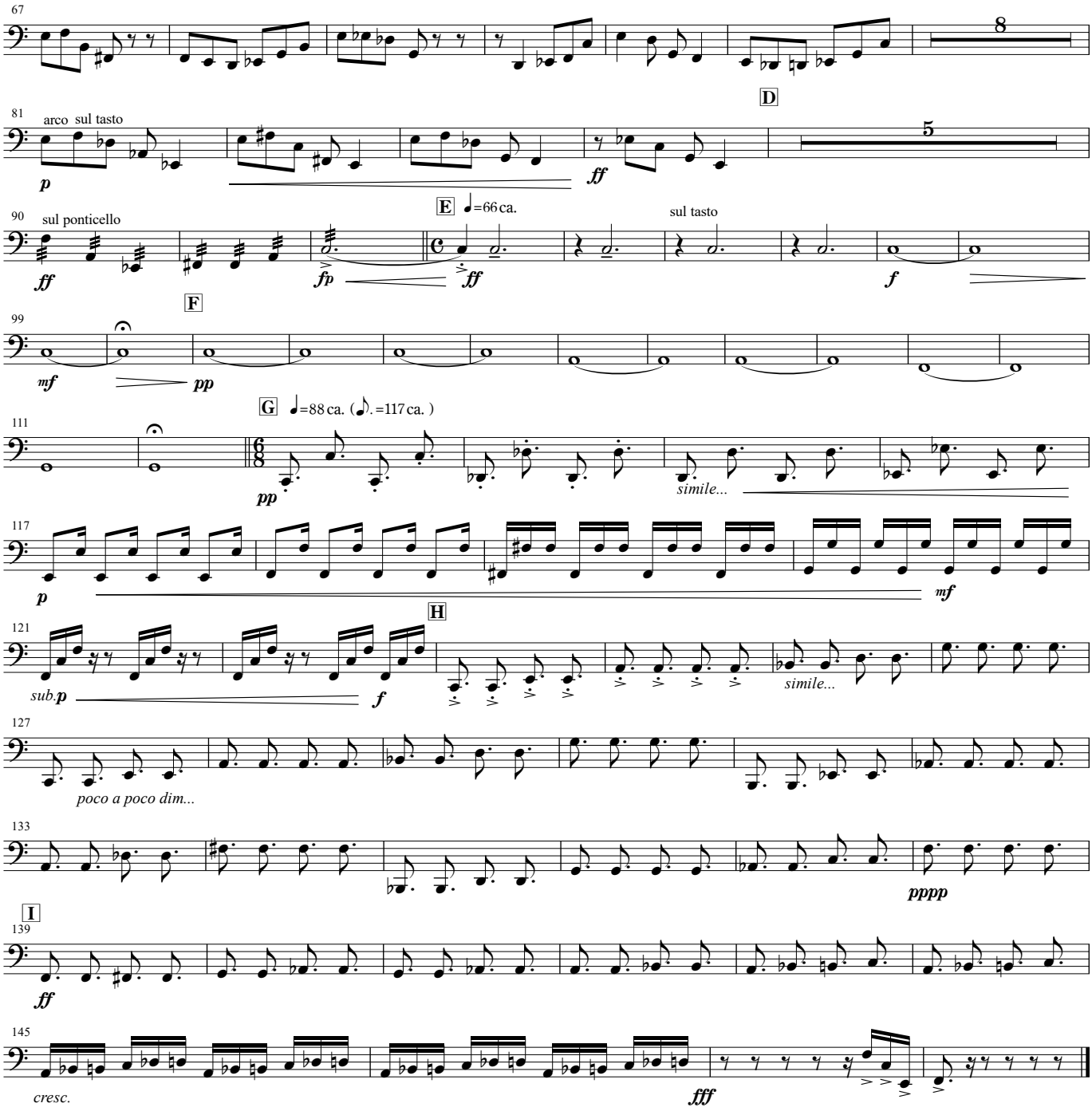

89
sul ponticello
ff
E
=66 ca.
sul tasto
ff
F
97
f
mf
mp
105
pp
G
=88 ca. (♪.=117 ca.)
113
p
119
simile...
mf
sub.p
f
H
123
poco a poco dim...
131
pppp
I
139
ff
simile...
143
cresc.
147
fff

Vc.

弦楽四重奏曲第１番《極域エナジーバジェット》

永井裕人




67
8
D
81
arco sul tasto
p
ff
5
90
sul ponticello
ff
fp
E
♩=66 ca.
ff
sul tasto
f
F
99
mf
pp
G
♩=88 ca. (♪.=117 ca.)
111
pp
simile...
117
p
mf
H
121
sub.p
f
simile...
127
poco a poco dim...
133
pppp
I
139
ff
145
cresc.
fff