

クセナキスの電子音響音楽・コンピュータ音楽における

視覚情報の機能

水野みか子

1. はじめに

1-1. 本稿の目的

本稿では、作曲家イアニス・クセナキス Iannis XENAKIS (1922-2001)が開発した画像音響置換システム UPIC(Unité Polyagogique Informatique du CEMAMu)ⁱと UPIC を創作のために使用した音楽作品《ミケーネ・アルファ *Mycènes Alpha*》(1978)を事例として、コンピュータ音楽における視覚情報の機能を、音楽実践において従来から存在していた「楽譜」との比較において考察する。クセナキスの事例をあらためて議論の俎上にのせることによって、今日の技術的・美的状況における視聴覚情報置換の表現に問題提起できる可能性があると思われる。

1-2. 予備的考察

西洋近代音楽では、楽譜は作品リアリゼーションのために誰かが「読む」ものである、というコミュニケーション状況が前提されてきたⁱⁱ。今日の電子音響音楽・コンピュータ音楽では楽譜に媒介されるコミュニケーション形態は変化し、一見楽譜に似た機能を果たすものが存在するにも関わらず、コミュニケーションのための媒介とは異なる次元の機能を担う視覚情報も存在する。UPIC とクセナキスの音楽は、西洋音楽の歴史上、そうした楽譜の機能転換の最初期に位置している。

演奏者であれ鑑賞者であれ、作品リアリゼーションに際して誰かが「読む」ための「楽譜」は電子音響音楽（特にその音響部分）ⁱⁱⁱにおいては想定されていない場合が多い。確か

に音響制作や上演のためのインストラクションとしての視覚情報はクセナキスの作品にも存在しているが、それらは、従来型の楽譜の拡張として考えることができるような、制作行為を指示する行為記譜ではなく、また、記号化と記号解読との共通基盤をある程度保証するような制度化された音響表示をプレスク립ティブに提供するものでもない。

従って、音響を生成させるための視覚情報としての UPIC 画面は、音楽のための視覚情報としては、楽譜という視覚情報の一般的規定からははずれたものだと言うことができる。この特殊性はシステムの非汎用性として否定的に評価されるべきものではない。むしろ、システム構築のコンセプトにクセナキスの音楽観が反映されているという点で、創作された音楽作品と同程度に個体的価値のある成果物だと言ってもよい。とりわけ、視覚情報が音響を生む際に、書き手（作り手）の創意が作用するという点が重要であり、音響を視覚的に構想しようとするクセナキスの意識的・無意識的欲求が視聴覚情報置換システムを導いたであろうことは容易に想像できる。

クセナキスの音楽と視覚情報の強い関わりは、制作面からと享受・分析面からの両面において指摘することができる。まず制作面については、クセナキスの音楽コンセプトに建築設計の経験によって培った視覚情報からの発想が存在している。《メタスタシス》や《テレテクトール》のような、情報処理技術を用いない作品においても、視覚化できる概念は音楽や音響の構想に反映されていた。この点について本稿ではクセナキス自身の言表を適宜引用して検証する。また、享

受・分析面では、音楽と視覚情報の関係の特殊性が注目される。UPICにおいて音響に連動する視覚情報は、音響に関する特定パラメータ組み合わせのヴィジュアルライゼーションだったのであり、これは、楽譜という記号体系が示した局面とは全く異なる方法で音響特性を示している。こうしたパラメータの選択と組み合わせは、物理的根拠からというより、音楽家としての経験から導出されたものである。

クセナキスが音響ではなく音楽に関わる何をヴィジュアルライズしていたのかという問題に関して、本稿では、第二章において、響きあるいは「音色 *timbre*」に関するクセナキス初期のコンセプトに基づいて可能だと思われる視座をたて、その視座に沿って、第三章において電子音響音楽に特化された分析ソフト *EAnalysis* を使用して^v作品の特定部分を分析・表示し、UPICによる視覚情報と対置する。そしてこの考察過程において「楽譜」と比較する。第四章では、*Iannix* に代表される UPIC 系列の現代アプリケーションについて述べて、クセナキスの構想とは異なる方向での、音楽への視聴覚情報置換の応用に触れる。

2. クセナキスの電子音響音楽とスタジオ

2-1. クセナキスにおける響きのコンセプトと視覚情報

クセナキスは、1957年から1994年までの38年間に24の電子音響音楽作品を創作した。24という数字は、作曲家自身が自作リスト^vから除外した2作品とリストに無い1作品を除いたものである。[表1]には、電子音響音楽(テープ音楽)、増幅された器楽、ミクスト・ミュージックを、それぞれ①、②、③で示した。

この24作品に関して、制作スタジオの技術的・美的環境や上演形態に従って、五つのグループとそれぞれの特徴を指摘することができる。

1. GRMで制作された作品群。《*Bohor*》(1962)までの5作品は、GRMの技術環境とそこでの音響心理学的議

論に強い影響を受けている。

2. GRM 脱退後の個人スタジオでの制作作品群。《*Persepolis*》(1971)までの3作品で、そこには大阪万博のための《*ヒビキ・ハナ・マ*》(1969-70)も含まれる。
3. CEMAMu (Centre d'Etudes de Mathématique et Automatique Musicales, 1972)での制作でUPIC使用より前の作品群。CEMAMuは国家からの助成で運営され、国立の研究機関として開発技術を行っていたので、音楽創作にも技術汎用性への志向が見られる。
4. UPICを初めて使用した《*ミケーネ・アルファ*》(1978)以後の電子音響音楽。
5. UPIC使用開始後のライブ・エレクトロニック(楽器を増幅させる)作品。

視覚情報と関わるクセナキスの音色観を考察するために、以下では上記の1と4に注目する。

1920年代生まれの作曲家が1950年代に電子音響音楽に携わることは時代の必然であったが、若き日に数学や建築を学び、自身のキャリアを建築事務所でスタートさせたという経歴は後のクセナキスの作風に明らかな痕跡を残し^{vi}、彼の電子音響音楽にも、建築構造の設計家としての思想が色濃く反映されている。このことを象徴するかのよう、クセナキスは、1996年のヴァルガ・ピリアンとの対話の中で以下のように語っている。

[引用1] 建築物の前に立っているとき、我々は、建築物のあらゆる細部を記憶して頭の中でそれらを再構築しなくても、委細をすべて「覗き込む」ことができる。作曲家は音楽そのものに近づけば、どの楽器から音が出ているかを直接確かめなくても、全体を聞いている。

[表 1] 上演に電氣的装置を必要とする 24 作品

• Diamorphoses :1957-8; electroacoustic tape. 7'. GRM ①
• Concret PH :1958; electroacoustic tape; 2'45". GRM ①
• Analogiques B :1958-9; string ensemble (9) and electroacoustic tape; 7'30". GRM,oscillator ③
• Orient-Occident :1960; electroacoustic tape; 12'. GRM ①
• Bohor :1962; electroacoustic tape; 21'30". GRM ①
• Kraanerg :1968-69; electroacoustic tape and ensemble (23). 75'. private studio ③
• Hibiki-Hana-Ma :1969-70; electroacoustic tape; 18'. private studio ①
• Persepolis :1971; electroacoustic tape; 56'. private studio ①
• Polytope de Cluny :1972; electroacoustic tape; 24'. CEMAMu ①
• N'shima :1975; 2 mezzo-sopranos and quintet (2 horns, 2 trb, vc); 17'. ②
• Khoai :1976; harpsichord; 15'. ②
• La Légende d'Eer :1977; electroacoustic tape; 55'. CEMAMu ①
• Mycenae Alpha :1978; electroacoustic tape; 10'. CEMAMu ①
• Aïs :1980; baritone, perc and orchestra (92); 17'. ②
• Komboi :1981; duo (harpsichord, perc); 17'. ②
• Pour la Paix 1981 ; e.ac. 26'45. CEMAMu, GRM ①
• Naama :1984; harpsichord. 16'. ②
• À l'île de Gorée :1986; harpsichord and ensemble (12); 14'. ②
• Kassandra : 1987; baritone, perc; 11'. ②
• Taurhiphanie :1987; electroacoustic tape; 10'45". ①
• Voyage absolu des Unari vers Andromède :1989; electroacoustic tape; 15'30". CEMAMu ①
• Oophaa :1989; duo harpsichord and perc; 9'. ②
• Gendy3 :1991; electroacoustic tape; 20'. CEMAMu ①
• S. 709 :1994; electroacoustic tape; 7'. ①

[引用 1]での、「音楽そのものに近づけば」や「委細をすべて<覗き込む>」という叙述は、音楽のマイクロ構造とマクロ構造の平行な考察と、電子的手段で作成される音響に関するイメージを端的に視覚印象として語るものである。1960年代当時、GRMのオシレータを使ってストカスティック音楽の実験を行っていたクセナキスは、すでに音響のマイクロ構造を「見る」技術に触れ、

作品全体の構築と音響細部の波形様態を現実的なアナロジの中で考えることができた。

クセナキスは、秒・ミリ秒など通常の時間単位で計測可能な組織や構成を時間内構造と呼び、認識可能な秒・ミリ秒などでは計測不可能ではあるが時間に依存する組織・構成を時間外構造と呼ぶ。前者を「明白な流れの形での時間」、後者を「凍りついた形での時間、時間外の時間であり、記

憶によって存在可能となる時間」とも定義している^{vii}。この用語法に従うならば、音楽のマイクロ構造は人間に認知されうる秒やミリ秒よりもむしろ時間外構造である響きや音色として知覚される、とすることができる。もちろんここで言う「音色」は音響合成分野でのウェーブフォームやエンヴェロープとは異なり、認識次元においてのものである。クセナキス自身は、1981年のフランソワ・ドラランドとのラジオ向け対話で、ピッチや強度とは異なり音色には段階づけが困難であることを言明し、ある音色から別の音色への移動の道順はひとつではなく複数存在していて非常に相対的なものであることを述べている^{viii}。また、1988年に発表した論文^{ix}では、ビートとウェーブフォームの中間的認識をサブリミナルで無意識なカウントであると述べている。ここではさらに、クセナキスは、音響認識の層構造を考えていたのであり、マイクロ構造(=音色)、ミニ構造(=音符)、メゾ構造(=ポリリズム、メロディー、強度のスケール)、マクロ構造(=数十分規模の全体展開)を述べている。

クセナキスの音楽思想のエッセンスが散りばめられた著書 *Musiques Formelles*(1962)/*Formalized Music* (rev.1992) では、ストカスティックな作曲に類似する方法を視覚現象に当てはめる可能性について議論されている。「音響的粒子の代わりに光量子・光子を当てはめれば同じくストカスティックな状況が生まれるのであり、それによって個々の光子が音響を投射するスクリーンに」なりうるので、「光子放射が特定の音の周波数、エネルギー、密度、空間を生むことができる」と確認されている^x。従って、最も「豊かな音色」とされ、均等な周波数の集積であるホワイトノイズは、見る、聞くといった知覚・感覚を越えた抽象レベルにおいて、均等な光子の集積と共通するのであり、それによって互いに置換可能となる。

ある<実空間>に鳴っている響きの全体としての「音色」は、クセナキスの論説によれば、UPICにおける視覚画像の中では縦軸方向の重なるの厚みに該当する。しかしなが

ら本稿第三章で述べるように、UPICの画面に現れるモノクロの濃淡図は《ミケーネ・アルファ》でフィクストメディアに固定された音響のスペクトルとは異なる。

以上を総合的に考えるならば、クセナキスの思想においては、時間外構造としての音響マイクロ構造は抽象レベルでの響きや音色を規定しているが、それは必ずしもスペクトルと同じではない、と結論づけることができる。

一方、音色に関する、このクセナキスの考え方は、ミュージック・コンクレート初期のGRMにおける音響論と同じ思想背景に置かれていた。音楽家クセナキスが音の物理量の一局面に関していただいた「音色」イメージにアプローチするため、次節では、1950年代のGRMとその後のスタジオ活動と開発技術を振り返っておく。

2-2. クセナキスの電子音響音楽制作と技術環境としてのスタジオ

1954年、クセナキスはメシアンを通じてシェフェールの知己を得、GRMで作業中のエドガー・ヴァレーズ、そしてヘルマン・シェルヒェンに出会い、1955年から1962年までGRMで電子音響音楽の制作に携わるようになった。クセナキスがGRMで制作したのは、《*Diamorphoses*》(1957-58)、《*Concret PH*》(1958)、《*Analogiques B*》(1958)、《*Orient-Occident*》(1960)、《*Bohor*》(1962)という五つの作品であり、これらの作品制作と並行して1961年と1962年には、GRMの3回の「集団コンサート」のうち最初の2回においてリーダーシップをとっていた。

「集団コンサート」の制作段階では、音色観の集団的共通性と独創性について、とりわけ集中的に仲間たちとの議論が交わされた。フランソワ・ベイル、リュック・フェラーリ、フランソワ・ベルナル・マッシュ、イーヴォ・マレック、ベルナル・パルメジャーニ、ミシェル・フィリボラとクセナキスによる、お手製の音色シートを使った集団的創造は、ベルナル・マッシュが言う「生産よりも重要な生産的活動」だったのであり、シェフェールが『音楽オ

『ブジェ論』をまとめるための直接の土台にもなった。

よく知られているように、各々の噪音や音響のパッセージを蓋然性によって音色マトリックス化しようとしたクセナキスの提案は、経験的・直感的方法を重視するシェフェールの方法と相容れず、それが理由でクセナキスは GRM を去った。ただし離脱後もシェフェールとクセナキスは協力関係を保ち、『*Concret PH*』や『*Orient-Occident*』の 4ch ヴァージョンは GRM で作成された。

GRM を離れて後 6 年の間、クセナキスは電子音響音楽の新作創作に携わっておらず、1968 年に再び電子音響音楽作品を完成させたのは個人スタジオにおいてだった。大阪万博のための『*Hibiki-Hana-Ma*』(1969-70)や巨大な『*Persepolis*』(1971)を生み出したのも個人スタジオにおいてである。1966 年設立の EMAMu(Equipe de Mathematique et Automatique Musicales)は、クセナキスと二人の数学者(マルク・バルビュ、ジョルジュ・ジルボー)によって始動され、1969 年から徐々にコレージュ・ド・フランスにデジタル機材を整え、1971 年には国立テレコミュニケーション研究所の助力を得て CEMAMu となった。CEMAMu で創作された作品は上演時にはテープ媒体の再生という形態になるが、それらの電子音響の制作プロセスにおいてはコンピュータ上の独自のプログラムが使用された。[図 1]に関連スタジオを示し、[表 2]にクセナキスのアコースマティック作品^{xi}を一覧化した。

GRM(1957-62) → private studio →
 EMAMu(1966) → CEMAMu(1971) → Ateliers
 UPIC(1985) → CCMIX(Centre de Création
 Musicale Iannis Xenakis, 2000) → CIX (Centre
 Iannis Xenakis, 2010)

[図 1] クセナキスに関連する電子音響音楽・音楽情報処理のスタジオ

[表 2]クセナキスのアコースマティック作品

electroacoustic pieces by Xenakis			
	title of the piece	year of composition	duration
1	Diamorphoses	1957-58	7'
2	Concret PH	1958	2'45"
3	Orient-Occident	1960	12'
4	Bohor	1962	21'30"
5	Hibiki-Hana-Ma	1969-70	18'
6	Persepolis	1971	56'
7	Polytope de Cluny	1972	24'
8	La Légende d'Eer	1977	55'
9	Mycenae Alpha	1978	10'
10	Pour la paix	1981	26'45"
11	Taurhiphanie	1987	10'45"
12	Voyage absolu des Unari vers Andromède	1989	15'30"
13	Gendy3	1991	20'
14	S. 709	1994	7'

電子音響音楽に関するクセナキスの経歴をまとめると、徒弟時代に GRM で作品を制作した後、まず個人スタジオと EMAMu で計算実験をしながら制作した。そこでの情報科学的アプローチをシステムとして CEMAMu で公式に発展させ視覚情報を音響情報に置換するために開発した UPIC システムがより広い社会に受け入れられ、汎用性方向での開発を進めた。この時点で UPIC そのものはクセナキスの作曲コンセプトから距離を持つことになる。

最初の UPIC は、クセナキスの構想をもとにギイ・メデニュによって実現され、ソルフェージュを初めとする専門的知識や技能が無くても自由に作曲できる道具として世にでたが、クセナキスも言うように「決して作曲のシステムではなく、自由なフィールドを与えるもの」であった^{xii}。UPIC を使って画面に描くと同時に音を聞くことで直感的・即興的に響きを作っていくが、一方でクセナキスは、その行為を記録し書き取ることの重要性を指摘し、書き取り、すなわち、記譜することにより響きの変更や組み合わせ、あるいはコピーや模倣など「知的な」活動である作曲が可能となる、と強調している^{xiii}。

2-3.クセナキスと情報科学

クセナキスの音楽思想に関していえば、UPIC だけに注視するのではなく、情報処理学全般も視野に入れるべきで

ある。クセナキスの科学者としての思考が音楽に応用されていく際に、電子音響に関する興味があったのと同時に、情報科学への驚きがあった。情報科学を音楽に応用することの発展性について、クセナキスはフランスワ・ドラランドとの対話の中で、以下のように語っている。

[引用 2] 50年代の終わりから60年代初頭の時期に、私は、総合音楽の分野の中に「音楽情報」領域が絶対に必要になると考えていました。器楽についても、ミュージック・コンクレートについても、そして音響合成に関する領域でも、「音楽情報」分野が必要です。たとえ10年かかっても、この分野を作ることが必要だと考えていました^{xiv}。

1950年代末から60年代にかけてクセナキスは、主にストカスティック計算のために情報科学に興味を持っていた。UPICはここから派生的に出て別方向へ展開されたものと言うことができる。汎用性あるプログラムには教育普及が求められるという社会的流れに沿って、UPICスタジオは、よりワークショップ的な活動を展開する場へ、そして成果物としての作品を世に出す組織へと展開された^{xv}。UPICと並んでクセナキスの音楽思想に深く関係したもう一つのプログラム Gendy (後述) は、IRCAMでも活躍した情報処理専門家のマリー=エレーヌ・セラによって1991年に開発・展開されたが、このプログラムもまた、クセナキスの音楽観を反映することに特化されたものではなく、むしろ、IRCAMや米国の定期刊行物 PNM といった先端音楽に関わる教育や議論の場で浸透していった。

3. UPIC と《ミケーネ・アルファ》(1978)

3-1. システム概要とノーテーション

UPICの最初のヴァージョンは1977年開発され、1980年まで、電磁ペンでタブレット入力し DA コンバータを経て音として録音し再生するハードウェアであった。90年

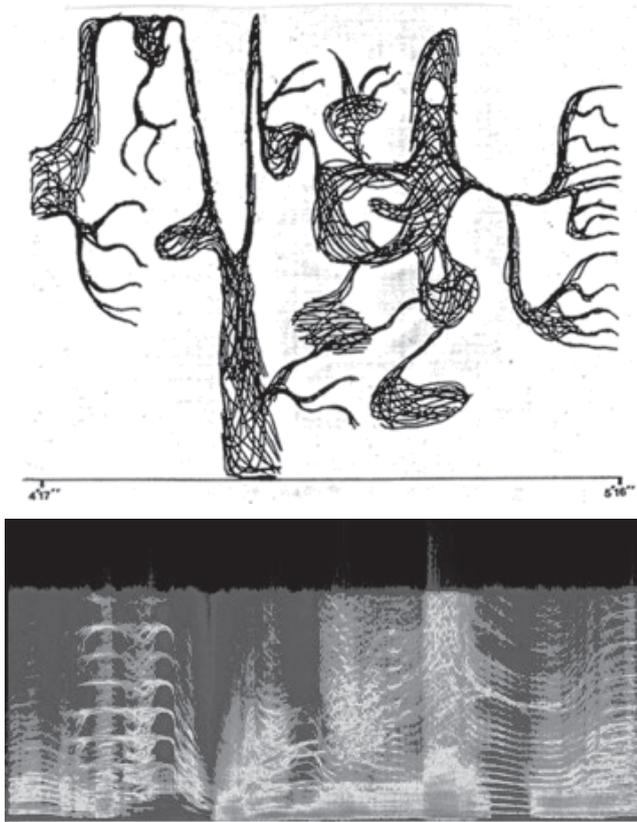
代半ばころには、マウスで入力し、Windows 上のソフトウェアが作動するものとなり、リアルタイム処理も可能になった。画面上では、縦軸にピッチが示され、それは鍵盤型の音型値指標で区切られている。フリーハンドで線を書くので、手の揺れが微妙なピッチ変化となる。斜めの線は、微量なピッチ変化をグリッサンドのように音響化する。

画面上には、arc と呼ばれる、入力ペンでフリーハンドで書かれる曲線が軌跡として現れ、pages と呼ばれる、一定時間で区切られたラージ・スケールのユニットが、ページごとに様々な時間的長さで並び、ページの区切れ目は時間軸上でマークされる。個々のアークを個別に作り、いくつかの集合体を接続して作品を完成させることになる。

一般に、演奏者に指示を与えるものである「楽譜」は、演奏・上演のたびに「読み解かれる」が、UPIC 作品におけるグラフィック・スコアは、最初のリアリゼーションにおいてのみ必要となる。グラフィック・スコアに呼応してできあがる音は、最初のリアリゼーションとして直接録音媒体に固定され、その音が、2 回め以降の上演において、決定バージョンとなる。従って、最初のリアリゼーションがなされてしまうと、グラフィック・スコアは、作曲のスケッチが実現されたものとして残されるのであり、初回以外のリアリゼーションを待つことはない。ただしマクロ構造の分析にとって有益な資料となる。

ここで UPIC を使って創作された最初の作品である《ミケーネ・アルファ》の「スコア」を見てみよう。この作品は、ギリシャのミケーネにおいて1978年9月2~5日に開催された「光、動き、音楽の祭典」のポリトープのイベントにおいて初公開された。作品として、電子音響のほか、ミケーネの地形に鼓舞されたグラフィック・スコアとミケーネの地図のメモ書きが残されている。全体は13の部分(セグメント1~セグメント13)で構成され、それぞれの部分は視覚的図柄デザインとしてはっきりした特性を持っている。音響分析表示ソフトウェア EAnalysis を使って、各部分の図柄とリアリゼーションされた音響を対

照させ、そのうちの第8セグメントを[図2]に示した。



[図2] 《ミケーネ・アルファ》セグメント8 (4'17'-5'16) のグラフィック・スコアとソナグラム

3-2. 視覚印象から見るピッチと稠密度

UPIC で描かれるピッチはピッチ集積の厚みとしての響きに連動する。シェフェールの音響心理学では、パルスからピッチへと変わる閾値を推測するために 8 パルスから順にサイクルを挙げて行く実験がなされたが、UPIC においては、縦軸で決定的数値としてピッチが示される一方で、フリーハンドの arc には、ピッチの連続変化が反映される。そして arc が描く重要な認知要素は稠密度である。

[表3]に示した各部分の構成において種々レベルで 2:3 の比率が見られる。この事実を指摘した Ronald Squibbs に従って、スコアの視覚印象をいくつか記述してみよう^{xvi)}。

たとえば、セグメント7とセグメント13は、時間的長さは異なる(24秒と61秒、すなわち、2:3の比を成し

ている)が、グラフィカル表示上の稠密度は近似する。従って、音響的にもセグメント13のほうがゆったりしていて、arcの視覚印象からアナログカルに感じ取ることのできる音響印象も格段にわかりやすい。

また、セグメント11とセグメント12のフォルム上の視覚印象はよく似ているが、セグメント12のほうが密度が薄い。また、セグメント11は水平サステインと曲線(グリサンド)との両方を含むハイブリッドであるが、セグメント12は水平が主体である。

セグメントの8とセグメント9はよく似ている。8、9、10は全て約60秒であり、どのセグメントも、全ピッチ空間を通過している。

セグメント8とセグメント11が際立って複雑な形をしている。稠密度の観点からいうと、9と12では水平なarcの重層度が似ていて、10の稠密度は7や13に似ている。

[表3] 《ミケーネ・アルファ》各セグメントの時間と arc のカテゴリー

セグメント名	開始時刻	長さ(秒)	arcのカテゴリー
1	0"	17	水平
2	17"	38	カーブ
3	55"	58	水平
4	1'53"	5	水平
5	1'58"	55	カーブ
6	2'53"	60	水平
7	3'53"	24	水平
8	4'17"	59	カーブ
9	5'16"	60	水平
10	6'16"	60	水平
11	7'16"	59	水平、カーブ
12	8'15"	20	水平
13	8'35"	61	水平

周波数分布上の点から述べるならば、複数のサステイン帯域があるが、いずれも比較的狭い帯域にあること、狭い帯域のピッチ空間から出発して爆発的に広がるパターンがあること、等が指摘できる。

3-3. UPIC スコアと「楽譜」

グリッサンドかサステインかという差異は、秒・ミリ秒といった時間単位で計測できる時間内構造ではないが、そこでも時間内構造にあるような 2:3 の比率が指摘できる。すなわち《ミケーネ・アルファ》は、[表 3]で示すように、水平での「サステイン」状態(4つのセグメント)、弧を描く「グリッサンド」状態(4つのセグメント)、という二つのカテゴリーに分類することができる。[表 3]に示した時間配分を合計すると、サステイン 63 パーセント、グリッサンドのカーブ 37 パーセント (3:2) である。

視覚情報が音響情報に置換されている点では、UPIC スコアも従来の「楽譜」も同じであるが置換のルールが異なっている。時間内構造として描くことが UPIC 上での描画であり、そこでは響きとして認識されるグリッサンドやサステインあるいはピッチ集積というマイクロ構造を、アナログ的に視覚イメージとして認知することができる。UPIC で視覚から音響へ置換されたオペレーションは非可逆である。スペクトログラムでは音響測定された結果、音響が視覚情報に置換(ヴィジュアライズ)され、視覚から音響の方向へも可逆である。「楽譜」では、視覚記号と音響の置換は、西洋記譜の伝統によって数百年に渡って継承され音楽教育によって習得されたことにより、ピッチとしては一義的であり可逆的である。しかしこの場合も、強度や音色は多義的である。

4. クセナキスから現代へ

UPIC では、タブレットにフリーハンドで書き、点と点の間をコンピュータが補完し、それらは arcs から pages へと上位構造に組みあげられる。タブレット初期の時代から 30 年程度経った今日では、クセナキスの同時代よりも「テクノロジーに沿った美学」を遥かに忠実に実装可能である。たとえば UPIC の上位プログラムである GENDY(GEN:generation, DY:dynamic)はストカスティック音楽作品を創作するプログラムであり、GENDY3 は

マリー=エレーヌ・セラらによって開発されたマイクロの波形合成をより詳細に処理することができる。

本稿のおわりに、技術上の展開を再び振り返り、近年の技術状況を略述する。

1960 年代にストカスティック処理の自動化・効率化をめざしていたクセナキスは 1971 年ころ、DA 変換によってストカスティック処理を音データに直接施す方法を考えた。《エールの伝説》(1977)でプログラム DSS (dynamic stochastic synthesis) を使い、《ミケーネ・アルファ》では図形合成を実行した。1991 年には、作曲者自身が CEMAMu で書いたプログラム GENDY によって、マイクロとマクロを同じくアーキテクチャで生成させるストカスティック・アルゴリズムの夢を実現し、モンテリオールの ICMC でデモンストレーションを行った。

DSS では、楽器音のアタック部分の波形をモデルとして、一つの波動から次の波動への変化(差)が大きいような波形を作る。そのため、波形は幾つかのセグメントに区切られてポリゴン構成となり、ノンリニアに合成される。インプットで波形におけるセグメントの数を決めるとピッチが制御されるのであり、ディストリビューションを決めると強度と音色が決まる。こうしてタイム・フィールド上の位置を、各ヴォイスに対して制御していく、いわゆるストカスティック・アーキテクチャが実現され、2ch のテープ作品 《アンドロメダ星雲へのうなりの絶対的な旅》(1989) が生まれた。

UPIC とその後継プログラムとしての GENDY は、ストカスティック合成音やグラニューラシンセを可能にし、マイクロ構造とマクロ構造を切り離して、二段構えで作曲できるようなシステムとなった。時間が一般的时间軸から開放されているがゆえ、パフォーマンス・アートではない芸術、音楽として時間を越えた芸術、全方向に浸透する音響という形での音楽の空間性等へと応用されていった。

また、UPIC の後継としてフランス文化省の支援により La kitchen によって開発された《IanniX》は、OSC(Open

Sound Control) に基づいて開発され、JavaScript、MIDI、UDP の通信を可能にしている。オーディオエンジンをビルトインしない代わりにビデオキャプチャ、センサー・キャプチャがある。これによってイベントのトリガー、カーソルによる曲線と関連空間のフォロー、ポリ・テンポラリティー（複数時間の処理）が可能になる。インターフェイスとして使って、センサー、Kinect などのビデオキャプチャに接続したり、PureData や SuperCollider と結べば、統合的なインタラクティブ環境として応用できる。

脚注：

- i クセナキスは UPIC を以下のように定義している。「UPIC はグラフィックなスコア・エディタとヴォイス・エディタと強力なパフォーマンス（あるいはプレーバック）のシステムを結合した作曲システムであり、結合された全てのシステムは同じデータを共有する。」 *Formalized Music (rev.1992)*, p.329. 従って、視覚情報を音響情報に置換するというよりも、同じマウス駆動によるデータが画面と音響の双方に同時に反映されるシステムである。
- ii このことに関してジャン=ジャック・ナティエはジャン・モリノの概念を援用して、楽譜はコミュニケーションの層において中立レベルにあることを指摘していた。
- iii 今日、電子音響音楽と呼ばれる作品形態分野には、ライブ・エレクトロニクスやミクスト・ミュージック、サウンド・アート、ソニック・アート、サウンド・インスタレーションなども含まれる。本稿ではクセナキスが活動した時代に鑑みて、上演時にはテープ等の記録媒体を再生させるもの、ミクスト・ミュージックのうちテープ等と生演奏を使用するもの、生演奏を増幅させるものを主に想定している。従って、(特にその音響部分) という指示は、上演時の楽器演奏者ための記譜は本稿では取り扱わないことを示している。
- iv 同様の目的のために、UPIC の系列に属する現代のシステムである Iannix や GRM での電子音響音楽の分析・表示に有用な Acousmograph がある。
- v ここでのリストは以下を参照した。François Bernard-Mâche dir, *Portrait(s) de Iannis Xenakis*, 2001.
- vi 筆者が 1997 年にクセナキスにインタビューした際には、自身の音楽作品における建築的アイデアについて否定していた。両者の表層的關係を認めていないと解釈できる。

- vii Iannis Xenakis, Concerning Time, Space and Music. In: *Redécouvrir le Temps, Editions de l'Université de Bruxelles, vol.1-2(1988), Perspectives of New Music, vol.27-1(1988), Formalized Music (rev.1992)* p.266.
- viii 音色をテーマとする対話は下記書物に記録されている。François Delalande, 《Il faut être constamment un immigré》 *Entretiens avec Xenakis*, 1997, pp.46-52.
- ix Xenakis, *Formalized Music (rev.1992)* pp.266-267.
- x *ibid.*, p.179.
- xi 音を発している場を見ることなく音を聞く「アコースマ」の状態にちなんで「アコースマティック音楽」という用語が使われる。事象の原因を見ることを総合して、クセナキスはプラトンの《ティマイオス》に触れている。
- xii Delalande 1997, p.145.
- xiii *ibid.* pp.146-147.
- xiv *ibid.* p.37.
- xv システム開発と教育のための Ateliers UPIC は 1986 年に始まった。
- xvi Ronald Squibbs, *Images of Sound in Xenakis's Mycenae-Alpha*. In : *Journée Informatiques Musicale 1996*.

