

東京音楽大学リポジトリ

Tokyo College of Music Repository

大阪万国博DISPLAY

言語のシミュレーションからみるマルチチャンネル
テープ音楽の再現性

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-02-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 磯部, 英彬, Isobe, Hideki メールアドレス: 所属:
URL	https://tokyo-ondai.repo.nii.ac.jp/records/1440

大阪万国博 DISPLAY 言語のシミュレーションからみる
マルチチャンネルテープ音楽の再現性

磯 部 英 彬

大阪万国博 DISPLAY 言語のシミュレーションからみる マルチチャンネルテープ音楽の再現性

磯部英彬

1 序論

本研究では1970年開催の日本万国博覧会のお祭り広場のために開発された演出プログラミング言語である<DISPLAY>の再現プログラミングを中心に、日本の電子音楽の初期のマルチチャンネル作品として作曲された電子音楽作品の再現性について考察する。日本万国博覧会の開催期間中にはマルチチャンネルの電子音楽作品としてドイツ館でシュトックハウゼン、鉄鋼館で武満徹、せんい館で湯浅譲二、お祭り広場では松平頼頼暁、松下真一、一柳慧、小杉武久などの<環境音楽>と呼ばれる作品も上演されていた。また万博開催以前には湯浅譲二 ホワイト・ノイズによる<イコン>(1967)などのマルチチャンネル作品のテープ音楽があるが再生環境の再現の難しさから作品の初演時と同じ状態で楽曲を聴く(再生する)事は難しい。

日本万国博覧会のお祭り広場には469個の音響スピーカーが天井や床などに配置されそれをコントロールするために演出プログラム言語である<DISPLAY> Display Instruments Systematic Programming Language at Anytime by Yourselfが開発された。((財)日本万国博協 1969b)このプログラミング言語では今までは人の手によって感覚的に操作されていた各種演出項目がコンピュータの自動制御による演出方法へと置き換わり、日本万国博覧会の開催期間中183日間毎日同じ演出を再現性を伴って上演する事が可能となっていた。また、開催期間中には533にも及ぶ様々なイベントが立て続けにおこなわれており、イベントごとの演出はコンピュータに事前に記録され、演出切り替えボタンを押すことで次のイベントの演出への切り替えが即座に可能となっていた。

<DISPLAY>言語のシミュレーションプログラミングには電子音楽分野で標準的に用いられている音響プログラミングソフトウェアのCycling '74 MAXを主に使用し、2020年9月及び2021年8月に大阪府万博記念公園事務所資料室において調査をした資料を中心に<DISPLAY>言語の仕様書及び当時の会場の設営資料からコンピュータ内で<DISPLAY>言語の演出機構のシミュレーションを実行できる環境を構築した。

シミュレーションプログラミング開発の過程で<DISPLAY>には演奏時間軸に沿って多数のスピーカー、照明装置などの演出コントロールを効率的に切り替え、運用を行うことができる方式が実装されていたことが分かった。この実装方式は現代のマルチチャンネルの音響制御の方式とは違い、汎用性がなく万国博覧会終了後には使われる事はなかったがプログラム自体は非常に安定して動作するように作られていた。この<DISPLAY>のプログラムを分析を通し

てマルチチャンネルの電子音楽作品の再現性に必要なものとはなにかを考察する。

2 マルチチャンネル作品の実現

2-1 大阪万国博覧会以前の日本の状況

電子音楽分野は1940年代後半からフランスのピエール・シェフェール、ピエール・アンリらにより録音メディアを積極的に編集し新たな音楽を構築するという方法で始まった。この新たな電子音楽分野の作曲方法には記録メディアによる録音、記録、編集、再生というプロセスが伴っており、そこには常に音響機器のテクノロジーの進化が介在をしていた。日本では1950年以降に黛敏郎、柴田南雄、秋山邦晴、松平頼暁、諸井誠らが電子音楽作品を作曲している。黛敏郎はそれまでは器楽作品を作曲していたが、1953年に《ミュージック・コンクレートのための作品『X・Y・Z』》というミュージック・コンクレート作品を作曲した。作品を編集したスタジオは日本文化放送で、NHK電子音楽スタジオが設立される1年前である。この作品の作曲当時、演奏を記録する磁気テープは1トラックで、様々な具体音をテープの切り貼りにより繋げ1つの作品として完成したのちにマスターの磁気テープへ録音をしていた。初演は日本文化放送の放送で行われたため再生の環境としては1チャンネルで再生が行われている。2チャンネルのステレオの音源に関しては1954年よりNHKラジオの第一、第二放送を使った立体音楽堂という番組でステレオ再生を体験することはでき、1955年に柴田南雄の《立体放送のためのミュージック・コンクレート》という作品が放送されている。(川崎弘二 2006)

その後、磁気テープに記録された電子音楽作品のほとんどは1チャンネルもしくは2チャンネルの作品が作られていく。初期のマルチチャンネル作品としては湯浅譲二《葵の上》(1961)にてステレオ+モノラルによる3チャンネルの作品などが作られ《葵の上》では作曲家は3チャンネルによる音響の移動を試みていた。その後楽曲のチャンネル数は1966年以降に増加している傾向があり、日本の電子音楽制作の中心的な役割を担っていたNHK電子音楽スタジオにおいて、1966年のカールハインツ・シュトックハウゼン《テレムジーク》(1966)、湯浅譲二《イコン》(1967)は5チャンネルの作品として作曲されている。また黛敏郎《マルチ・ピアノのための「カンパノロジー」》(1967)の自筆譜では5チャンネルのスピーカーを想定した記譜が試みられていた。作品のマルチチャンネル化はスピーカーで聴衆を囲み、音を立体的に空間上に配置することができ、作品と聴衆がより密な状態を作ることが可能である。しかし、当時はマルチチャンネル作品として作曲しても、再生環境において聴衆に対してマルチチャンネルで作品を聴かせることは難しかった。カールハインツ・シュトックハウゼン《テレムジーク》の初演はNHK教育テレビ(モノラル)、黛敏郎《マルチ・ピアノのための「カンパノロジー」》はNHK-FM(ステレオ)、湯浅譲二《イコン》もスコアには5チャンネルの各スピーカーの音像の移動が綿密にグラフとして書かれていたが、NHK-FM(ステレオ)での放送となっている。これは当時の状況において、スタジオで作成したマルチチャンネルの作品を別の場所で同じようにマルチチャンネルで再生を行うということは、作品を上演する会場に作品を制作した時と同じテープ再生装置、スピーカー群を

用意する必要があり、非常に難しかったことを表している。

2-2 1970年大阪万国博覧会

そのような状況であったが1970年に大阪・千里丘陵にて開催された大阪万国博覧会において、今までとはまったく規模の違う、非常に大規模な音響空間での演奏表現が可能となる。大阪万博は「人類の進歩と調和」をメインテーマとし1964年開催の東京オリンピックと相まって戦後復興からのシンボリックなイベントとなった。来場者は世界各国の最先端の建築、芸術、文化に触れることができ、日本の威信をかけたイベントのため予算規模も莫大であった。このことにより最先端のテクノロジーによる「未来」が会場の様々な場所で提示されていた。1970年の3月15日から9月13日までの183日間の開催期間中延約6422万人が訪れ一日の最高入場者数は80万人と記録されている。会場内には万博のシンボルタワーとして岡本太郎により設計された「太陽の塔」と、それを囲うように約9000㎡の「お祭り広場」が建設され、会場全体で併せて118の展示施設、パビリオンがあった。各パビリオンでは映像、光、音、を使った様々な空間展示や催し物が行われており、様々なパビリオンで電子音楽が演奏されていた。

2-3 大阪万国博覧会における音響

この大阪万博を開催するにあたり、日本万国博イヴェント調査委員会は綿密な事前調査を行っていた。大阪万博では「人類の進歩と調和」がテーマとなっているが、その具現化のためには、重々しい金属的なものや、壮大なものではなく、先端のテクノロジーを集めた、高分子や精密なもの、ミニマル的に組織化されているものを中心とした会場設計を想定していた。その中でコンピュータを使い、人間には到底制御できないような、大量、高速処理を様々な場所で行うことが決定していた。そのなかで各パビリオンにおける制御にもコンピュータやそれに準ずる大量の情報処理を行えるシステムが導入されていた。そのシステムの導入により、非常に大量の光、音、映像などの様々な演出が自動化されることになった。それに伴って音楽の分野では会場にマルチチャンネルのスピーカー及び再生制御システムを伴った音響システムが導入され、非常に立体的な音響空間により電子音楽を再現性をもって上演することが可能となっていた。

3 マルチチャンネル再生へのアプローチ

3-1 大阪万博における建築と作曲家

大阪万博では各パビリオンの設計の段階から担当する作曲家を交えて音響設備を含めた建築プランを練っていた。そのため、作曲家はいずれも会場の音響に対しての必要な条件を提示し、それに伴って自身の作品を作曲、実現することが可能であった。これは万博という国家を挙げたイベントであったため予算規模も莫大であったため可能であった事である。どのパビリオンも多数のスピーカーを用意し、マルチチャンネルによる立体的な音響環境を作っていた。各パビリオンにはそれぞれテーマがあり、そのテーマに沿って会場内も作られていたため、それ

ぞれのパビリオンの音響はそれぞれユニークなものとなった。各パビリオンは、最先端の音響機器を導入しており、特に磁気テープレコーダーについては開発メーカーは様々だが6チャンネル以上のものが標準的に用いられ、13トラック(11チャンネル音声+制御2チャンネル)仕様などその会場専用開発されたデッキもあった。¹

3-2 大阪万博に影響を与えた過去のマルチチャンネルシステム

大阪万博以前には1958年開催のブリュッセル万博フィリップス館及び1967年のモントリオール万博のフランス館においてマルチチャンネルを使った展示がされていた。フィリップス館はル・コルビジェが建築を行い、エドガー・ヴァレーズが作曲を担当し《ポエム・エレクトロニック》(1958)が演奏されている。また、同時に設計にも関わっていたヤニス・クセナキスによる《コンクレPH》(1958)という楽曲も演奏されている。モントリオール万博のフランス館においてはクセナキスの4群のスピーカーを使った《モントリオールのポリトープ》という作品が上演されている。(仲條大亮 2007)

大阪万博の各パビリオンの音響システムは特にブリュッセル万博フィリップス館のマルチチャンネルシステムを参考している点が多くある。このマルチチャンネルシステムは3トラックの楽曲テープ及び、15トラックの制御テープとリレースイッチ群、350個のスピーカー群で構成されていた。特に画期的なのは15トラックの磁気テープであり、このテープには各トラックに12個の音程によるコントロール信号が入力されている。周波数は最低音が900Hz、以後比率は1:1.25で1,125Hz,1,406Hz,1,757Hz,2,197Hz,2,747Hz,3,433Hz,4,291Hz,5,364Hz,6,706Hz,8,381Hz、で最高音が10500Hzとなる。この各周波数のポイントのサウンドの有無により12パターンを作り出している。そのため15トラック×12パターンとなり最大で180パターンを時間軸に沿ってスピーカーの切替をプログラミングとすることが可能である。切替にはリレースイッチが用いられ、リレースイッチのon/offにより、スピーカーが切り替えられ、1スピーカーは3つもしくは4つのグループで一つのユニットとして使用されていた。(Philips Research 1958)特にこのリレーによるスピーカーの切替システムは大阪万博でも非常に多くのパビリオンで採用されている。

4 マルチチャンネルシステムが導入された各施設の考察

4-1 考察する施設

本章では大阪万国博においてマルチチャンネルの自動再生環境を構築していた3つの施設について考察する。大阪万国博では118の展示施設があり、その多くの展示施設において複数のスピーカーを使った上演システムは多数あったが、しかしその多くは多数の来場者に対して最適な音量で音声、音楽を届けるためにのみスピーカーが設置され、空間的音響処理を考慮していない、または多数のスピーカーを再現性を伴わない人の手で操作し音響を構築してい

1 みどり館「アストロラマ」用磁気テープ再生デッキ

た施設もあり、それらは本章では対象としない。音楽ホールのような一定数の観客を演目の上演として一時的に留めておくような施設において、楽曲をオートメーションで再現性を伴った形でマルチチャンネル環境を構築していた施設「みどり館」、「鉄鋼館」、「お祭り広場」について考察する。

4-2 みどり館

4-2-1 アストロラマ

アストロラマは三和銀行系32社で結成されたみどり会が出展したみどり館内に設置されていた半円球型の巨大スクリーンが設置されたホールである。みどり館の設計、建築は1967年9月よりスタートした。「アストロラマ」は造語でアストロ（天体、星）、とドラマ（劇）を組み合わせた言葉である。直径30m、高さ23mのホール壁面がすべてスクリーンとなっており、5台の映写機を使いすべての半円の壁面スクリーンに映像を投影し立体映像を投影、またその映像にシンクロして半円の壁面に埋め込まれた複数のスピーカーより超立体音響が再生されていた。（永田穂 1970）アストロラマの映像には「誕生」と「前進」があり音響プロデューサーは黛敏郎が担当した。

4-2-2 超立体音響

アストロラマは視界すべてがスクリーンとなっているため、音響もどの方向の映像を観ても音が聞こえるようにスピーカーをホール全体に配置し、天井から壁へ半円状に配置していた。（三浦種敏 1970）この配置により音響の移動を映像に同期して移動することが可能なシステムであった。スピーカーは主にスクリーンの裏に配置され天井から放射状に円状に5ブロックに分割、その1つを縦に4ブロックに分割した。スピーカーのグループは31あり、縦の4つのブロックのスピーカーは配置位置より適格に観客に音を届けるようにA型+トーンゾイレ（底部）、A型（中部）、B型（高部）、C型（天井）のスピーカーが設計された。音響の出力チャンネルは11チャンネルで、1～5チャンネルA型スピーカー、6～10チャンネルをB型スピーカー、11チャンネルをC型天井スピーカーに放射状に出力した。超立体音響で再生するチャンネル数に関しては設計の段階でアストロラマの音響プロデューサーを担当した黛敏郎より5の倍数+天井というスピーカーの配置の希望が出ていたため11チャンネルとなった。（永田穂、真藤利孝、船津一満、三浦種敏 1970）アストロラマの壁面は5分割できるため、音源の1～5チャンネルのA型スピーカーへの割り振り、6～10チャンネルのB型スピーカーへの割り振りはトラックごとに別々のスピーカーの音源として再生されている。一番底部のA型スピーカーには小型の16cmスピーカーを6個連結したトーンゾイレスピーカーが追加で設定されていた。このトーンゾイレにより各壁面における音源の指向性を増幅させることができた。「アストロラマ」には他の音響のチャンネルを操作するためのコンピュータは搭載されておらず、オープンリールテープに録音された11チャンネルをそのまま音響調整卓、音響アンプで増幅して11チャンネルの音源として再生していた。オープンリー

ルテープ及びデッキは映像との同期もあり13チャンネルのヘッドを持っている。音響11チャンネルのほかに映像との同期信号用1チャンネル、音響制御信号用の1トラックがある。この音響制御信号用のトラックは特徴的で、コンピュータを使わずに音源の音量を調整することができた。音響制御信号は音響アンプの入力段のアッテネータへ接続されており、音響制御信号がある場合、ない場合においてアッテネータで1段音量を減衰させることができた。これは「アストロラマ」の再生において非常に微細な音を再生したい場合、磁気テープに直接小音量の音を記録してしまうとs/n比の問題で非常にノイズが多くなってしまいます。磁気テープに通常の音量で録音しs/n比を上げ、音響アンプ側で減衰させることで微細な音響が必要な部分でノイズの発生を防ぐことが可能となる機構である。

4-3 鉄鋼館

4-3-1 鉄鋼館概要

鉄鋼館はテーマを「鉄の歌」とし、総合プロデューサーに前川國男、音楽監督に武満徹、レーザー光線を使った照明演出は宇佐美圭司が担当し「スペースシアター」と呼ばれる音楽ホールにおいて天井や床、壁面に設置された1008個のスピーカー群とレーザー光線によりホール内が1つの楽器のように音を自在に動かし、マルチチャンネルのテープ作品や生演奏などを各スピーカー群に割り当て立体音響として再生することができた。会場ではこの立体音響設備を使って主にテープ音楽作品が再生されていた。演奏楽曲は武満徹《クロッシング》(1970)、イヤニス・クセナキス《HIBIKI HANA MA》(1970)、高橋悠治《エゲン》(1969)この音響彫刻は鉄鋼館のホワイエに展示され、来場者が実際に演奏し体験することができた。武満徹、谷川俊太郎、大岡信、宇佐美圭司、武田明倫、船山隆による音楽とはなにかを考える音と光によるシンポジウム的な作品《Years of Ears》(1970)が上演されていた。また、月に1度生演奏の演奏会も開催されており、3月28日、4月25日、5月30日、6月27日、7月25日、9月5日は邦楽器による演奏会、8月22日は「現代音楽の夕べ」が開催されていた。(日本鉄鋼連盟 1970)どの演奏会でも宇佐美圭司演出によるレーザー光線と座席下に設置してあるランプによる光の演出が行われた。この鉄鋼館の立体的な音響について音楽プロデューサーの武満は以下のように述べている。(藤田尚 1970)

「まず、固定された客席という観念を、コンサートホールの構造からなくそう。そしてコンサートホールの空間構造は質的に異なった無数の空間が重層している状態として創造されるべきである。すると、固定された音源(複数)はそれぞれ可動な状態として考えられなければならない。」

この武満の構想からもわかる通り、鉄鋼館のホールの電子音響には音を空間的に移動させるという機能が求められていた。これは従来の2次元的な音楽演奏とは違い、観客を前後左右

から包み込むような多面的な音響空間の構築が必要になってくる。それと同時に、コンサートホールという“場”でもあるので、観客の体験は共有ができるものでなければならない。鉄鋼館にはこの立体音響に要求されるコンサートホールの拡張と観客の体験の共有を両立し、そしてそれが万博開催期間中常に再現性をもって行われることが求められていた。

4-3-2 再生装置

磁気テープ作品の再生環境として1インチ幅の6チャンネル音声再生可能なオープンリールデッキ4台²が設置されていた。

またほかに2チャンネルのオープンリールデッキが4台、2チャンネルのレコードプレーヤー1台が設置されていた。6チャンネルのオープンリールデッキはTEAC S-68128型が使用されており、テープ幅は1インチ、速度38cm/s、10号リールで使用磁気テープは“富士フィルム特殊テープ”となっている。6チャンネルのオープンリールデッキには音声用の6トラック以外にSトラックと呼ばれる制御用のトラックがあり、このSトラックを使い各オープンリールデッキ及び後述する映写フィルムの再生同期を行うことができた。テープ幅は7分割して音声6、Sトラック1としている。また楽曲が終了した際に自動頭出しも可能であった。2チャンネルのオープンリールデッキは他のデッキ、映写フィルムとは同期させることはできなかった。再生装置より出力された音声は一度音響用ミキサーで音質、音量を調整した後に下記に述べる音響自動制御装置へ出力された。自動制御装置へ送られる信号は天井4チャンネル、床4チャンネルの合計8チャンネルを送る事が可能であった。(三清エンジニアリング 1970a)

4-3-3 鉄鋼館設備

鉄鋼館の中心となる音響設備の施工は、三精エンジニアリングが担当し1008個のスピーカ群によって構成されている。このスピーカ群は客席を取り囲むように天井、床、壁に設置されており、時間軸に沿って音響の移動が可能であり、また多チャンネルの音声信号の制御に映像フィルムを使うことで複雑な音響移動を自動化することができた。(水野みか子 2000) 多数のスピーカーコントロールの音響制御はブリュッセル万博のフィリップス館の音響システムの影響がみられ、加えてそこに新たなテクノロジーを導入することで、再現性を伴った形で非常に多チャンネルのスピーカーを使用した上演が可能となり、それにより観客を聴覚的に包み込むような立体的な音響の演出が可能となっていた。鉄鋼館の音響の設計はNHK総合技術研究所の主任研究員であった藤田尚と三精エンジニアリングが担当した。³ 鉄鋼館で使われていたスピーカーは1008個であるが、すべてが別々にオートマチックに駆動していたわけではなく、音の指向性なども考慮しいくつかのグループに分けて設置されていた。客席のスピーカーは天井に84台

2 他のパビリオンでは4台のうち2台がメイン、2台がバックアップとして用意されていることから鉄鋼館でも4台を一度に使用せず2台ペアでの運用が主に行われていたと推察される。

3 藤田尚はNHK電子音楽スタジオの創設に参加し黛敏郎、諸井誠らの電子音楽作品にも関わっている。

あり1台に4個のスピーカーが内蔵されているもの32台と2個のスピーカーを内蔵するものが52台の合計232個が設置されている。天井の自動制御が可能なスピーカー群は4台1組で設置がされている32台の合計128台のスピーカーとなる。天井スピーカーは電動で44台、手動で40台が上下に動かすことが可能であった。床スピーカーとして自動制御可能な696台(1台につき1個のスピーカーを内蔵)、ステージに16台(1台につき2個のスピーカーを内蔵)、壁に24台(1台につき2個のスピーカーを内蔵)が設置されていた。このスピーカーの数はホール内のすべてのスピーカーの数であり、この中で自動制御が可能であったスピーカーは天井の4個のスピーカーが内蔵されている32個のスピーカーと床スピーカーの696台になる。スピーカーは天井スピーカーが40W、床スピーカーは3Wの出力を持っていた。各スピーカーは個別のアンプに接続されている。また、通常の音楽ホールと違い、音楽スタジオにあるような残響部屋も設置されていた。これにより、磁気テープの音声、もしくはマイクで収録した音声に任意の残響を加えることが可能であった。

4-3-4 映写機を使ったスピーカー制御方法

鉄鋼館の音響制御装置には映写フィルムと太陽電池スクリーン⁴を使ったスピーカーコントロールシステムが導入されていた。(三清エンジニアリング 1970b)この映写フィルムシステムにより、スピーカーのon/offや各スピーカーの音量の制御を行うことが可能であった。映写室は音響室近くに設置されており、その中で映写機2台を使い、天井スピーカーと床スピーカーの制御を行っていた。映写機は16mmのフィルムを使い、1/24フレームで動作していた。映像フィルムには小さな点が等間隔で多数記録されており、その点の1つ1つが白に点灯することで音量制御用のリレー回路のon/offを行うための信号となっている。この映写機は楽曲が録音された磁気テープと同期することが可能であり、自動巻き戻し等の機能もあった。

天井スピーカー用と床スピーカー用の2台の映写機からの映像は太陽電池スクリーンと呼ばれる明暗読み取りセンサー装置へ投影された。この太陽電池スクリーンは縦2,880mm×横2,100mmの大型の板状のものの中に上下を二分する形で縦1,060mm×横1,110mmのセンサースクリーンが2つ設置されていた。(図1) 上側が天井スピーカー用、下側が床スピーカー用で各センサースクリーンには直径約7mmの穴が多数空いており(図2)⁵、この穴に映写機より投影された光が入ることでその明暗により各天井、床スピーカーの制御を行った。太陽電池スクリーンに使用されたセンサーはSPD-511Tという型番のセンサーで早川電気(株)製⁶でスクリーンに空いた穴1つ1つに設置されていた。穴に投影された光により太陽電池が発電し微弱な電力を発生させ、その後の電子回路で増幅され、on/offの制御信号として変換された。(図3) 天井スピーカー用スクリーンでは4つを一つのグループとして音量の制御を9段階で行い、床スピーカー

4 光電スクリーン、光学的読取盤、OPTICAL READERとの表記もある。

5 スクリーンの図面によると穴の数は上スクリーンは1934孔、下スクリーンは4158孔の穴が空いている。

6 現シャープ株式会社

は3つを1つのグループとして扱い4段階の音量調節を行った。グループごとにスピーカー制御の音量制御の電子回路があり、天井スピーカーは3つの抵抗器と無接続を組み合わせて9段階、床スピーカーはの2つの抵抗器と無接続の切り替えを組み合わせて4段階の音量調節を行うことができた。太陽電池スクリーンは上部から音楽ホールを見た形でのレイアウトで配置されており、各穴の組み合わせに対応した音量の減衰ステップは以下になる。(表1、表2)

図1 太陽電池スクリーン図面 出典 三清エンジニアリング 1970b

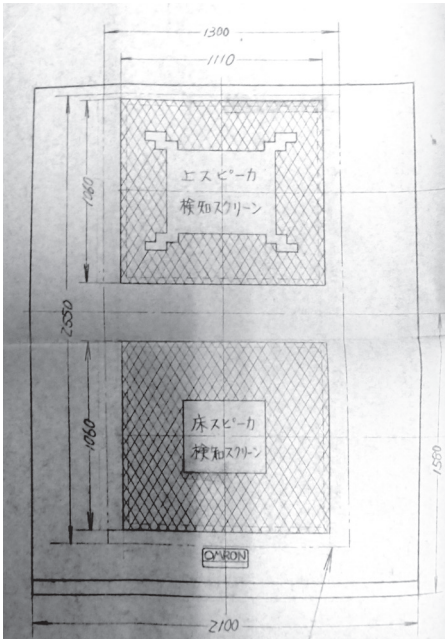


図2 天井スピーカー用太陽電池スクリーン右上拡大図 出典 三清エンジニアリング 1970b

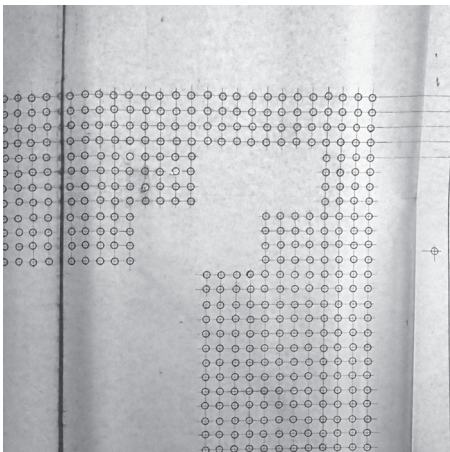


図3 鉄鋼館の音響制御システム 出典 日本鉄鋼連盟 1970

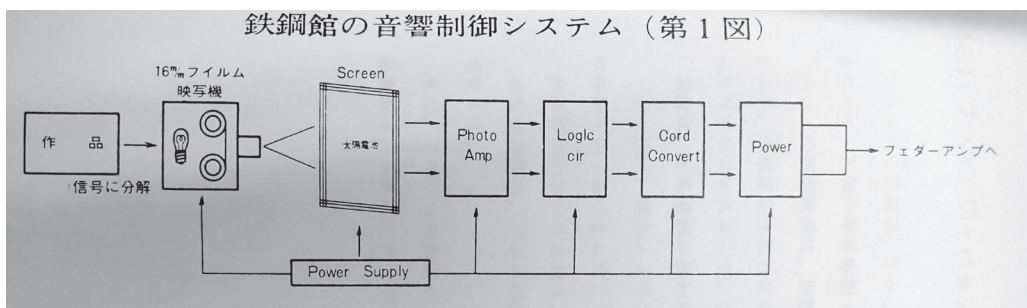


表1 鉄鋼館天井スピーカー音量 減衰ステップ 出典 三清エンジニアリング 1970b

	減衰ステップ (dB)
1	0
2	2.3
3	5.5
4	6.8
5	11.0
6	11.7
7	13.0
8	13.6
9	∞

表2 鉄鋼館天井スピーカー音量 減衰ステップ 出典 三清エンジニアリング 1970b

	減衰ステップ (dB)
1	0
2	2.5
3	6.0
4	∞

映写フィルムのフレームレートは1秒あたり24コマで動作するように設計⁷されていたが太陽電池素子の反応の遅延や、その後のA/D変換回路、音量切り替えのためのリレー動作などの駆動時間が必要になるため、実際には0.5秒～1秒程度が切り替え時間の限界であったのではと推察する。また非常に小さな多数の穴に光を確実に投影する必要があるため、振動は厳禁であった。この自動制御機構は鉄鋼館の音響ブロック図では天井と床スピーカーの制御のみとなっている。磁気テープからの入力信号を各スピーカーに割り振る段階では音声の自動制御を行うことはできず、回線は固定となっている。⁸ このことからマルチトラックで作成された楽曲テープに

7 15分間の映写で2～5コマのずれが発生した。

8 音響パッチ盤での手動の切り替えは可能であった。

は事前に天井用、床用、壁用などの各スピーカブロックに割り当てる音をトラック別に録音しておき、壁など音量制御ができないスピーカー部分の音量は予め音源としてテープに作成し、スピーカーの自動制御と組み合わせて立体的な音響空間を演出していたと推察される。また生演奏の行われた演奏会ではスピーカーの自動制御はせず手でアッテネータを制御し音量、音像の調節を行っていた。

4-3-5 楽曲の再生

鉄鋼館で上演されていたテープ作品は4曲あるが、各曲の演奏時間は武満徹《クロッシング》が9分、イヤニス・クセナキス《HIBIKI HANA MA》が17分半、高橋悠治《エゲン》が10分半、《Years of Ears》が24分半となっている。楽曲の上演は鉄鋼館の開演中は毎日決まった時間に行われていたが楽曲毎にテープの入れ替え、スピーカー制御用のフィルムの入れ替えを行う場合、楽曲の記録されたテープ2本、スピーカー制御用の映写フィルム2本の交換及び、楽曲に対応した音響機器の音量調整や映写機と太陽電池スクリーンの位置調整など多数の作業が必要となる。また、テープの入れ替えを行うということは入れ替え時のテープの入れ間違い、入れ替えに伴うテープの破損などのリスクが発生するためなるべく避けるべきである。そのことを踏まえるといくつかの曲は一つのテープに記録されていたのではないかと推察する。《クロッシング》、《HIBIKI HANA MA》、《エゲン》の再生時間を合計すると約37分となる。テープデッキには指定の位置まで再生したら自動で巻き戻しをし、所定の位置まで戻る機構が装備されていた。使用テープは富士フィルム製の特殊テープとの記載があり、テープの厚み、磁性体の量などを鉄鋼館専用にカスタマイズしていたと推察される。(三清エンジニアリング 1970a)

この映写機と太陽電池スクリーンによる音量制御方法はトランジスタによる大電力の制御が難しい時代においてリレースイッチによる切り替えにより一度に多数のスピーカーの音量を調節する機構は非常に画期的な方法であった。映写機による投影のため、スピーカー制御の部分の変更が生じた際には修正が必要な箇所のフィルムを再度撮影、現像、差し替えという行程が発生してしまうが、繊細な音量調節を自動で行うことが可能な音響システムの構築は他のどのパビリオンでも実施しなかったことである。このフィルムによる自動音量調節機構は立体音響を再現性を持った形で実現された。この音響機構により武満の構想していた音楽ホールの実現が可能となった。鉄鋼館の音響表現に関しては鉄鋼館の総合プロデューサーの前川國男は鉄鋼館の再利用計画における聞き取りの際に以下のように述べている。((財)日本万国博協会 1972)

立体音楽堂「鉄鋼館」とは音響の新しい使い方を試みる場であった。エレクトロニクスを用いた既存の楽器の容量をはるかに超えたものとした。音楽堂そのものが新しい一つの楽器であると認識されていた、超音楽ともいえよう。

これは建築物によりが表現が多様化するという事である。元来の楽曲と演奏空間が分離していたコンサートホールとは違い、鉄鋼館は建築が楽曲に介在し、ホールを含めた空間そのものが芸術として表現されている。

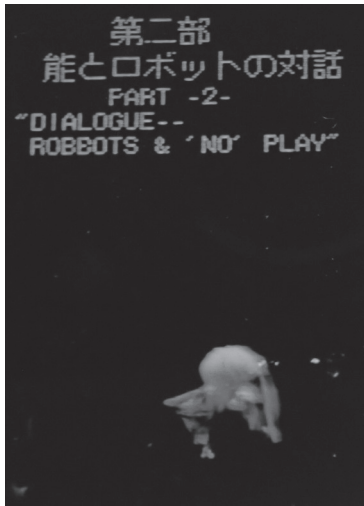
4-4 大阪万国博覧会 - お祭り広場

4-4-1 お祭り広場概要

お祭り広場は万博の中心的建築物であり計画案の段階より「現代における人類の最高の科学、芸術、スポーツ等に接しうる空間とすると共に、人々の主体的な参加による催し物が行われる場所」として丹下健三により建築された。南北に約130m、東西に約80m、高さが約30mの広大な建造物であり来場者の移動が常にある場所である。万博開催期間中は開催式に始まり、劇や音楽、祭り、ナショナルデー、スペシャルデーや夜のイベントでは松平頼暁が担当した「旗、旗、旗と光の広場」や一柳慧、小杉武久が担当した星座へのイベント「機械は生きている」「能とロボットの対話」(図4)などが行われ、また各イベントの間などには、<環境音楽>と呼ばれる電子音楽が上演されていた。(磯崎新 1970)この<環境音楽>は大多数がマルチチャンネルの音源で製作されており、9:00~10:00が松平頼暁<おはよう音楽1><おはよう音楽2> <杖はひるがえり>、12:00~13:00及び14:00~15:00が松下真一<愛><太古><愛のレクイエム>、16:00~17:00が一柳慧<ミュージックプロジェクト No.1><ミュージックプロジェクト No.2><ロボットの音楽>、小杉武久<広場の幻想>、21:00~22:00が小杉武久<星座の音楽><虹の音楽>の計12曲でどの楽曲も約30分前後の上演時間となっている。(磯部英彬 2020)

このお祭り広場はシンボルとしての機能、来場者の移動をコントロールするためのクッションとしての機能、いこいの場としての機能、様々な催し物を実施する機能などを兼ね備え現代の「祭り」を行うことができる場所として計画されていた。((財)日本科学技術振興財団 日本万国博イベント調査委員会1967)そのため、構造として、会場の側面には壁はなく6本の柱とスペースフレーム工法による大屋根を兼ね備えた開放的な半野外の空間として建築された。会場では様々なイベントが183日間の開催期間中に毎日開園から閉園まで行われるため、その一つ一つに対応することのできる演出システムが必要であった。((財)日本万国博協会 1967)そのため、演出システムは照明が天井、トローリーなどを含め1228灯、スピーカーが天井、床などのグループに割り振られた469個が設置された。また、デメ、デクロボットの擬装による霧、匂いなど、多数の演出装置システムを迅速にかつエラーなく複雑に運用するためにコンピュータが導入されていた。(大森徹,佐々木弘 1970)

図4 電光掲示板表示 出典 (財)日本万国博協会 1969e



4-4-2 コンピュータによる自動演出

お祭り広場は膨大な数の音や光などの演出を平行して行える環境が必要であり、コンピュータを使った自動制御による演出が行われていた。お祭り広場の演出にコンピュータを使用する事はお祭り広場建築当初より導入が決定しており、人間では到底操作不可能な、来場者を感動させる「人類の進歩と調和」を体現させる未来の演出を行うために活用されていた。音響及び照明は高度に自動化されており、夜の演目では幻想的な空間を立体音響を伴って上演した。またお祭り広場には演目の表示を行うための電光掲示板が設置されていた。この電光掲示板ともリンクして動作できるよう構築されていた。このコンピュータの導入により、演目間の転換も事前に次の演目の設定をプログラムして呼び出すことで迅速に行うことが可能であった。

コンピュータは富士通のFACOM 270-30が採用された。FACOM 270-30は速度、記憶容量、周辺機器との接続で当時の他の機種よりも優れており、お祭り広場の広大な演出機構の実現のために導入された。また動作ソフトウェアの作成についても実績があり、開発経験の豊富さからもFACOM 270-30を使用して作業が進められた。コンピュータと併せて磁気ドラム装置627A、磁気テープ装置606A、ラインプリンター643k、FACOMライター801A、紙テープ穿孔機767A、データライターDR5388、紙テープ読み取り装置749A、光学マーク読み取り装置6351が導入された。⁹

4-4-3 DISPLAY 言語開発

お祭り広場の演出用コンピュータには、演出をコントロールするためのDISPLAY(Display

9 FACOM270コンピュータは大阪万博の様々な場所で活用されていた。一柳慧、佐藤慶次郎が音響を担当した三井グループ館ではFACOM 270-10が演出制御用に活用され、古河パビリオンのコンピュータ・ミュージカル・ホールではFACOM 270-30が音と光の自動演奏に使用されていた。また万博会場の給水制御にFACOM 270-20がメイン制御装置として使用されていた。

Instruments Systematic Programming Language at Anytime by Yourself)というプログラミング言語が実装されていた。このDISPLAY言語によりお祭り広場のほぼすべての音、光、匂い、霧を自動でコントロールすることができ、演目に最適な演出プランを構築することができた。

この演出機構制御のためのDISPLAY言語の開発は1968年の11月より開発がスタートした。万博開催の1970年の3月までの1年5カ月の間を5つのブロックに分けて実施した。まず1968年11月から1969年1月までの期間でシステム設計を行った。この段階で演出に必要な機能の洗い出しを行い、1969年の1月より4月までの期間にデティール・フローを行った。ここで実際の動作に対するプログラミングの動作検討を行い、プログラミング前の段階でエラーが最小限になるように検討した。1969年4月から1969年6月の期間でコーディングを行い、実際のプログラムを作成した。1969年6月より1969年10月までをデバック期間一次試験、1969年10月から11月に工場にて二次試験を行った。1969年11月より実際のお祭り広場会場での現地試験を5カ月間をかけて行った。ソフトウェアの開発は万博開催の3月直前まで行われており、お祭り広場完成後はすぐに万博が開催されるため、各演目の自動演出機構などを活用した複雑な演出プランの検討を会場の機器を使用して行うことは難しかった。そのため、“お祭り広場構成室”という部屋が提案された。(財)日本万国博協会 1969d)この“お祭り広場構成室”にはお祭り広場の小型の模型がおかれ演出装置システムの卓上で演出計画を検討することができ、演出装置の作動を手動、自動、コンピュータの作業に分類し演出計画に沿ったタイムテーブルの作成ができた。小型の模型を使用することで具体的にお祭り広場諸装置の演出イメージが検討しやすくなり、また機器の配置、動きの可能性も検討することができる。タイムテーブルはDISPLAYのユーザーパターンを作成する補助としても使われた。

4-4-4 お祭り広場設備

DISPLAY(Display Instruments Systematic Programming Language at Anytime by Yourself)はお祭り広場の演出機構制御のための専用言語として開発された。このプログラミング言語はお祭り広場の制御コンピュータFACOM270-30で動作し、下記に述べる演出諸装置を制御できた。

- *大屋根に取り付けられた間接照明789灯222グループの400Wメタルハライドランプを14キュービカルに分割、分割した各グループを4灯、2灯、1灯、消灯の4段階で制御
- *大屋根に取り付けられたダウンライト215灯の1kwハロゲンランプを120のグループに分割して制御
- *大屋根に取り付けられたストロボライト112灯の120Wキセノンストロボフラッシュライトを104のグループに分割して制御
- *大屋根からトロリーによって吊り下げられた3台のライティングブースに各112灯4グループの1kwハロゲンランプが取り付けられている。このランプをグループ単位で調光(消灯、1/3点灯、

2/3点灯、3/3点灯)と調色(ホワイト、ブルー、アンバー、ピンク)を制御

- *大屋根に取り付けられた天井スピーカーシステム96個(96チャンネル)、セレモニースピーカー2チャンネル、柱脚に取り付けられた12個(12チャンネル)の柱脚固定スピーカーのon/off
- *お祭り広場床面下に取り付けた床スピーカーシステム190個(110チャンネル)の床スピーカー、固定観客席に取り付けられた50個(20チャンネル)のスピーカー、調和の広場にある2個(2チャンネル)の調和の広場スピーカーと、お祭り広場床面の15箇所に設置されている音源用床コンセント(各14チャンネル)の出力のon/offを制御
- *ロボット艤装 催し物ロボットの頭部、胴体についているストロボライト50個、効果照明40個、スポットビーム6個スピーカー44チャンネル、霧発生装置4系統、匂い発生器2種の制御、及び、ロボットに取り付けられた13種類のセンサー(光量センサー8系統、音量センサー5系統)を演出プログラムのリアルタイム変化のための入力として使用

DISPLAYで制御できる音源ソースは6トラックオープンリールデッキ4台(2台は予備)、2トラックテープデッキ2台、レコードプレーヤー、電子音響機器¹⁰、外部マイクインプット等が音響制御ミキサーで調整され最終的に11チャンネルの信号としてまとめられた。その11チャンネルを任意の入力として使用する事が可能であった。電子音楽作品などマルチトラックの音源の再生には6トラックのオープンリールテープ2台を使い、11チャンネルの音源ソースと磁気テープの残り1トラックを使用した制御信号パルスによりFACOM270-30及び他装置との同期を行っていた。(財)日本万国博協会 1969c)

5 お祭り広場演出機構の再現

5-1 DISPLAY 言語のシミュレーション

DISPLAY 言語のシミュレーションには音響プログラミングソフトウェアのCycling '74 MAXを使用する。バージョン8をベースに作成した。Cycling '74 MAXはリアルタイム音響処理のプログラミングをグラフィカルユーザーインターフェースを用いて開発できるソフトウェアである。このソフトウェア上で開発をすることにより、DISPLAY言語の操作に必要なボタン、ノブをグラフィカルインターフェースを使って同時に実装することができる。DISPLAY(Display Instruments Systematic Programming Language at Anytime by Yourself)はFACOM-270-30上で動作するように作られた。演出プログラムは8桁のパンチカードで入力データを作成し、作成したプログラムをFACOM270-30の磁気ドラム記憶装置に読み込み使用していた。(月尾嘉男、佐藤光昭、佐藤武孝 1970)再現システムではパンチカードの入力部分は視認性を考慮しグラフィカルインターフェースで作成した。再現システムでは演出諸装置への接続は、照明はグラフィカルインターフェースでの表示と併せてDMX制御装置へ送信する事を前提に、音響はグラフィカルイ

10 発信器、鍵盤、変調器などが搭載されており即興で演目に音響効果をつける事が可能であった。(島原正男 1970)

インターフェースでの表示と併せて外部出力及び再現PC内の音響処理により出力を可能としている。本論文での再現はDISPLAYプログラムに関する文献、万博開催当時の映像資料、写真、DISPLAYの言語の環境、音響機器、照明機器の実行環境を考察し執筆者が再プログラムしたものとなる。

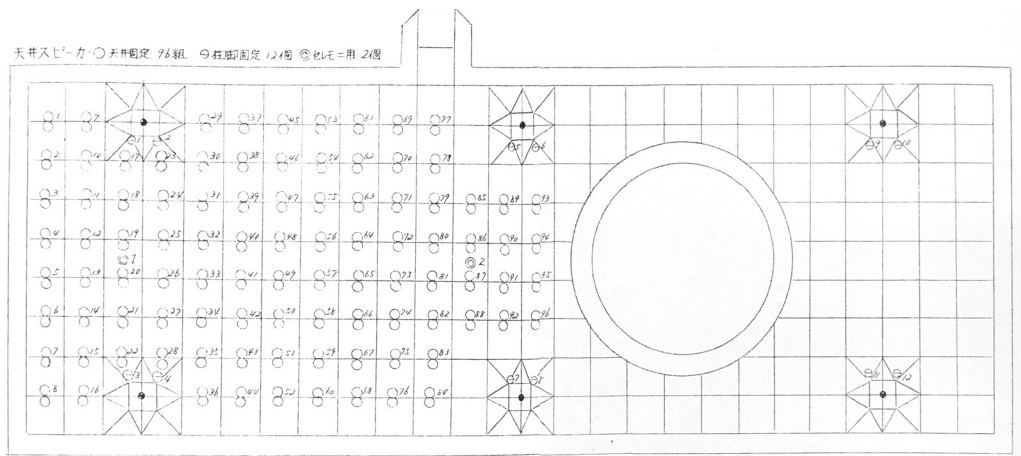
5-2 DISPLAY-PとDISPLAY-W

DISPLAYは主に2つのファイルで動作する。1つ目はDISPLAY-Pと呼ばれる演出の基本設定ファイルである。このDISPLAY-Pには演出装置(スピーカーや照明の最小単位)を時間軸上でどのように作動させるかを記述する。このDISPLAY-Pは最大で99秒間のイベントを記述可能である。FACOM 270-30のメモリの制限により記述できる行数には127行、30行等の制限があった。再現システムではこの部分の文字数制限は行っていない。再現システムの今後のバージョンアップ時には指定の行以上になった場合にはアラートを出す等の機能の追加を検討している。

5-3 DISPLAYからの演出装置への命令送信

音響、照明の各演出装置はグループ化され、機器ひとつひとつに対応する数字が割り当てられており、そのデータを元にして演出のためのプログラミングを記述する。(図5)

図5 天井スピーカー割り当て番号一覧 出典 (財)日本万国博協会 1969a



DISPLAY-Pの最初の行に、間接照明(INDER)、ダウンライト(DOWNL)、ストロボライト(FLASH)、ライティングブース(BOOTH)、天井スピーカー(TSPEK)、床スピーカー(FSPEK)、ロボット機装(ROBOT)という命令文を記述することで、各演出装置に対応した命令文となる。会場の特定の天井スピーカーを使用する場合には下記のように記述する。

```
TSPEK-A-01@
00,0,031,1@
00,0,032,1@
00,0,033,1@
00,0,034,1@
00,0,039,1@
00,0,040,1@
00,0,041,1@
00,0,042,1@
00,0,047,1@
00,0,048,1@
00,0,049,1@
00,0,050,1@
ENDPT@
```

これにより天井スピーカーの中心部分、31～34、39～42、47～50のスピーカーの状態をonにする事ができる。(図6)ファイルの一行目はTSPEKは天井スピーカーへの命令、Aの部分は動作パターン種別を記述する。A: 正比例パターン、L: 直線パターン、S: 斜行パターン、P: 放射パターン、E: 渦巻パターン、U: ユーザーパターンがある。2行目から13行目はどのスピーカーに命令を送るかの記述で、1番目00はタイミング¹¹、2番目0は天井スピーカーの選択。もし1の場合は脚柱固定スピーカー、2の場合はセレモニースピーカーとなる。3番目の031～050までの数字はスピーカー番号、4番目の1はスピーカーon、0でスピーカーoffになる。最終行にENDPT@を記述し、ファイルの終了を宣言する。このDSIPALY-Pファイルを複数制作し、DSPLAY-Wファイルにまとめ楽曲の演出データとなる。DISPLAY-Wファイルを作成するにはこのDISPLAY-Pファイルを開始時間の指定、ダイナミックファイルとして設定した場合には加速、減速等の追加のパラメータを負荷する事が可能となる。DSPLAY-Pファイルはユーザーデータとして新規に構築する事も可能であるが、お祭り広場は様々な演目を毎日行う必要があるので、汎用性のある演出プランの動きのデータは事前に制作されていたと推察される。汎用性のあるスピーカー移動のシミュレーションプログラムの基本動作はの「(財)日本万国博協会 1969b お祭り広場装置一覧」の演出イメージ図を元にプログラミングを行っている。(図7)

11 00～99の数値の幅があり、00と記述した場合には上の行に記述されたプログラムと同じタイミングでイベントが実行される。単位は1秒で6chのオープンリールデッキからのクロックパルス同期信号により経過時間をカウントする。

図6 天井スピーカー接続プログラムシミュレーション

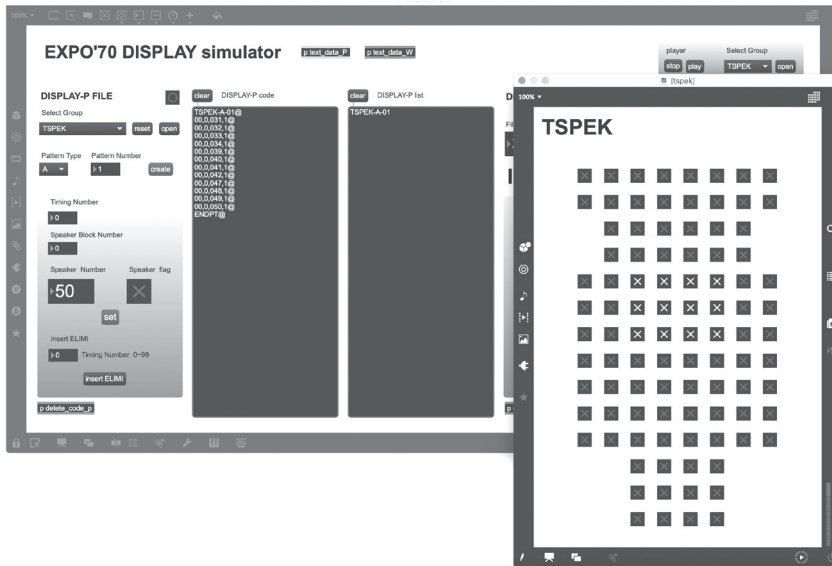
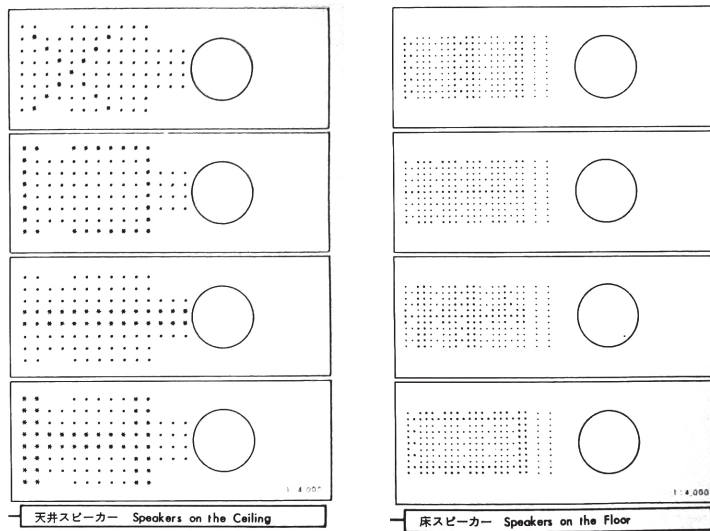


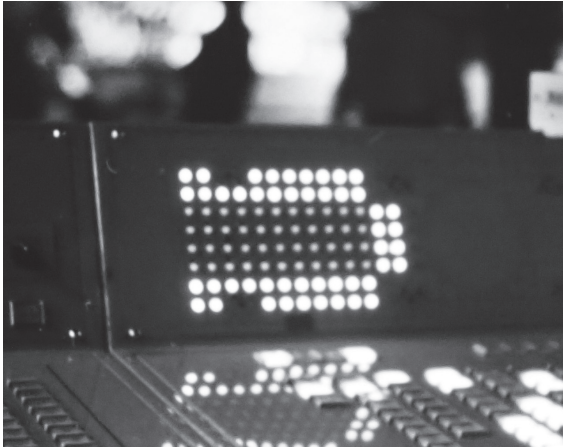
図7 天井スピーカー、床スピーカーの演出イメージ図 出典 (財)日本万国博協会 1969b



5-4 各装置の使用状況の確認

お祭り広場のメインコントロールルームの音響、照明制御卓には、多数のスピーカー、照明の現在の装置の使用状況がランプにより確認できる状況確認表示器が搭載されていた。(図8) 本シミュレーションでも使用状況を確認できるようにインターフェースを搭載した。表示の角度については左右を対象にするため90度回転させて、図6にあるようにメイン客席側が下部になり、上手が左、下手が右となるようにした。

図8 音響卓天井スピーカー使用状況 出典 (財)日本万国博協会 1969e



5-5 マトリクス架

お祭り広場でも他のパビリオンと同様にリレースイッチによる音声経路の組み換えが自由に行えた。入力段11チャンネル、出力段288チャンネルを持っている。出力段の288系統は並列で接続されているが、お祭り広場の音響機器に接続されているのは238チャンネルあり、残りの50チャンネルのうち水上ステージ4チャンネル、ロイヤルボック6チャンネル、BGM 1チャンネル、40チャンネルが予備として準備されていた。使用この予備部分に関しては使用しているリレースイッチが故障した場合に即座に前段の入力パッチ架で切り替えることが可能である。お祭り広場で使用されていたリレースイッチはまとめてラックに収納されて運用されていたが、使用されている288チャンネルはグループ分けすることができ、お祭り広場の会場の固定観覧席20ch、床スピーカー80チャンネル、床スピーカー30チャンネル、天井スピーカー92チャンネル、柱脚スピーカー12チャンネル、調和の広場スピーカー2チャンネル、セレモニースピーカー2チャンネルに分割できる。シミュレーションプログラムについてはMAXのmatrix～オブジェクトを使用して切替をおこなう。matrix～オブジェクトはスピーカーのグループ数分用意し、スピーカー7グループとも入力11チャンネルとする。

お祭り広場では現在どのスピーカーが使用されているかを確認するためにメインコントロール卓に表示用の床用、天井用の確認用ディスプレイが設置されていた。この機構を実現させるためにmatrix～オブジェクトのコントロールメッセージを再度変換しスピーカー位置に配置したtoggleオブジェクトへ送っている。

5-6 点音と面音

万博のパビリオンではマルチチャンネルシステムによる音響移動が可能であったが、特にお祭り広場、鉄鋼館の音響システムでは単純な点としての音の移動に加え、面としての音の移動も可能であった。これは非常に多数のスピーカー群を等間隔で配置しそれを正確にコントロール

することにより、音が移動をしながら糸のような点音から、1枚の布のような幅を持った面音に変化することができるシステムであった。これは点音から面音へ変化する事により、単に音源の音量が増加するというのではなく、観客に対して音が迫ってくる、観客を音で包み込むということが可能であった。特に面音として出力する場合には物理的なスピーカーの数が必要になってくる。この音響設備を実現するためには予算及び技術的にも高度なものが要求されるが、万博という特殊な環境により実現が可能であった。

5-7 DISPLAY 言語による音響再現

DISPLAY 言語のシミュレーションプログラムを使用し、松平頼暁<杖はひるがえり>の部分的な音響再現を試みた。

この楽曲はお祭り広場で行われていた演目の間の休憩、舞台転換の時間に<環境音楽>というカテゴリで上演されていた12曲の楽曲のうちの1曲である。上演時間帯は朝の9:00~10:00の間になる。

この楽曲は6チャンネルのテープ2本を使い、音声11チャンネルと1チャンネルの制御信号のトラックで作られており、演奏時間は約30分である。以前の調査ではこの楽曲は自動化プログラムを使い上演されていた事が判明している。演奏時間約7分のところから朗読が再生される場面となる。テープ1の1~6トラックで楽器音やノイズ、オルゴールなどのサウンドが再生され、テープ2の1~5トラックで日本語、ドイツ語、ロシア語、フランス語、英語の朗読の音声再生される。このテープ2の1~5の朗読トラックは松平頼暁へのインタビューで、お祭り広場に世界中から訪れる来場者にどの位置にいても各国の音声(朗読)が聴こえるように音を円形に回転させていたと証言している。(電話インタビュー)

本論文でのDISPLAYシミュレーションでは作曲者から証言がとれているこの部分に関して再現を行う。

この各言語の5トラックの音声の回転の実現のためにはまず、DISPLAY-Pによるスピーカー移動の演出プログラムを作成する必要がある。このスピーカー移動は5トラックが回転する必要があるため、天井スピーカーの回転時の音源のスタート位置をお祭り広場観客席の中心部分から5方向に伸びるように図9のように配置し、この音源の位置を1分間かけて時計回りで会場を一周するプログラムを作成した。各言語に対応した5つのDISPLAY-Pプログラムを作成しそれを組み合わせてDSPLAY-Wプログラムを作成した。DSPLAY-Wプログラムは

IDENT-120@

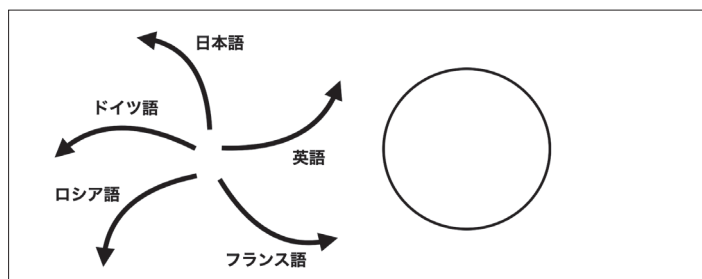
0420,TSPEK,E-01,S,C,60,7@

0420,TSPEK,E-02,S,C,60,8@

0420,TSPEK,E-03,S,C,60,9@

0420,TSPEK,E-04,S,C,60,10@

図9 音響移動図



というプログラムになる。基本動作をDISPLAY-Pで行っているため非常に短く書く事が可能となる。1行目のIDENT-120@は松平頼暁<杖はひるがえり>のDISPLAYプログラムになる。2行～6行目は各国の朗読を再生するスピーカーを設定したDISPLAY-Pファイル呼び出す項目になる。1番目0000は開始時刻(秒)。2番目は各装置に対する命令、3番目E-01は登録ファイル番号、4番目Sはスタティックもしくはダイナミック¹²の動作選択、5番目はループするかをCもしくはSで指定。6番目は継続時間(秒)7番目入力チャンネル1～11のいずれかとなる。再現では<杖はひるがえり>テープ2の1～5トラック目の朗読をスピーカー出力するため、テープ2の1～5トラックを7、8、9、10、11チャンネルで出力した。

再現での出力の部分はお祭り広場では多数のスピーカーが配置されていたが同型のものを同数用意することは物理的に不可能であるので、238チャンネルのフル出力以外にコンピュータ内で出力チャンネル数を変更できるようになっている。一般的な2チャンネル、4、8、16、32チャンネルでの出力を可能とした。通常の出力以外にIRCAMで開発された3D立体音響を構築可能なSpat (Carpentier, T., Noisternig, M., and Warusfel, O. 2015)オブジェクトを使い、様々な再現環境において柔軟に対応できるシステムとした。Spatオブジェクトで構築している部分は、他の3D立体音響ソフトウェアへの実装も簡易にするために、接続部分をサブパッチ内に送り、そのパッチ内での接続を可能とした。

5-8 再現結果

このDISPLAYプログラムの実行により、DISPLAY言語の再現及び楽曲の一部分であるが、大阪万博当時に作曲家が指示をしていた音響の再現を行うことができた。DISPLAYプログラムは、既存の演出の編集、新規追加なども比較的自由に行うことができるようになっており、

¹² 4番目のパラメータでダイナミックを選択した場合には最後のパラメータに加速、減速度を追加する事が可能になる。変化には5つの選択肢があり等速、二次関数による加速変化、三次関数による加速変化、1/2関数による減速変化、1/3関数による減速変化を選択できた。

また簡素に記述したプログラムを複数繋ぎ合わせていき1つの演目の演出を作るというプロセスのため、演出項目を細分化して検討する事が可能であった。万博開催当時コンピュータに触れた事のない演出家や出演者と、お祭り広場の演出プログラムを製作するコンピュータプログラマーの双方が各演目の演出に対して、コンピュータを使用しなければ不可能な非常に高度で複雑な表現の内容を、双方がお互いに理解しながら1つ1つのイベントを短期間で作成でき、またコンピュータプログラムという性質上内容の修正も簡単にできるというシステムは素晴らしいものであった。このシステムは来場者は目にする事のないバックグラウンドで運用されていた部分ではあるが、183日間の膨大な演目の演出を滞りなく行うことで来場者にコンピュータを多様した未来の社会を体験させた一部となった。

6 まとめ

大阪万博におけるマルチチャンネル再生環境の構築は、マルチチャンネルにおける音響理論、運用理論があまりない時代に様々なパビリオンにおいて独自に研究を行い立体音響を構築した。

みどり館アストロラマにみられるように綿密に音響のシミュレーションをおこない、映像に対する最適な再生方法、ホールの音響特性の研究も行われてた。

また万博開催期間中の来場者すべてに同じ再現性をもった形で音響空間を実現したことは来場者の体験の統一性、未来の音響空間の提示という面からも非常に素晴らしい結果となった。

多数のスピーカーとコンピュータテクノロジーを活用して、正確にコントロールすることで構築した立体音響は観客に異次元の音場を体感させ、大阪万博を経てより理論化された今日の立体音響へと進化していった。しかし当時大阪万博で実際に行われてた演出、再生方法は各パビリオンの建築物及びシステムに依存する形で楽曲が作曲、演奏されていたため、電子音楽の最大の特徴である複製という機能を利用できず、また作曲家がマルチチャンネル作品として綿密に音場を作曲したにも関わらず、日本の初期のマルチチャンネル電子音楽作品の多くは本来の表現が今日では再現不可能な状態にもある。このシミュレーションプログラムによりお祭り広場の演出機構をコンピュータ上で再現することが可能となったが、多数のスピーカーによる実際の再演はコストの問題から事実上不可能である。今回のシミュレーションでは〈DSPLAY〉プログラムから制御する照明コントロール部分の代替システムの実装は行っていないが、これは映像プロジェクタを使用し映像として上部から投影することで再現が可能であると考え。今後はこのシミュレーションプログラムをアップデートし鉄鋼館など他のパビリオンのシミュレーションに応用することで各会場で上演されていた楽曲の再現を試みていきたい。

(本学講師=作曲(芸術)担当)

引用文献

- (財)日本万国博協会 1972 鉄鋼館の再利用に関する聞き取り書
藤田尚 1970 万博の建築音響の舞台裏 万国博「鉄鋼館」の電子音響設備『電子』10(8)(108) p.46

参考文献

- 川崎弘二 2006『日本の電子音楽』大谷能生(協力) 東京:愛育社
大森徹,佐々木弘 1970「お祭り広場の音響システム」『東芝レビュー』(25巻6号) p.735 オーム社
(財)日本万国博協会 1969a お祭り広場諸装置演出用プログラム言語 <DISPLAY> 解説
(財)日本万国博協会 1969b お祭り広場装置一覧
(財)日本万国博協会 1969c お祭り広場諸装置制御方式第2版
(財)日本万国博協会 1969d お祭り広場装置構成室に関する提案書
(財)日本万国博協会 1969e 広場諸装置スライド
(財)日本万国博協会 1967 日本万国博覧会におけるオペレーション・コントロールシステム計画推進の基本条件について
水野みか子 2000「大阪万博鉄鋼館における「音楽の空間化」の理念と技術について」日本建築学会計画系論文集 527号 p.113
日本鉄鋼連盟 1970「鉄鋼館」日本鉄鋼連盟
三清エンジニアリング 1970a 鉄鋼館特殊音響施設完成図(その1)
三清エンジニアリング 1970b 鉄鋼館特殊音響施設完成図(その2)
(財)日本科学技術振興財団 日本万国博イベント調査委員会1967 日本万国博覧会 修景調査報告書「お祭り広場を中心とした日本万国博覧会会場における総合的演出機構の調査研究」
仲條大亮 2007 万国博覧会における音楽の空間的展示
Philips Research (1958) Philips Technical Review Volume 20.
磯崎新 1970「お祭り広場・演出用諸装置の設計」『建築雑誌』85号 p.217 日本建築学会
三浦種敏 1970 万博の建築音響の舞台裏 万国博みどり館“アストロラマ”の音響『電子』10(8)(108) p.43 日本電子機械工業会
永田穂 1970 みどり館の音響設備 電波科学(439) 万国博テクニカルスコープ p.114
永田穂, 真藤利孝, 船津一満, 三浦種敏 1970 アストロラマ超立体音響システム 日立評論(別冊) p.19
月尾嘉男, 佐藤光昭, 佐藤武孝 1970 電子計算機による日本万国博・お祭り広場演出 富士時報 43号 p.630
Carpentier, Thibaut, Markus Noisternig, and Olivier Warusfel 2015 Twenty years of Ircam Spat: looking back, looking forward IRCAM
磯部英彬 2020 大阪万博のお祭り広場における電子音楽作品の上演方法についての分析と考察 東京音楽大学紀要第44集

高原正男 1970 万博の建築音響の舞台裏 お祭り広場とその諸装置について 10(8)(108)
p.33 日本電子機械工業会

補足資料

松平頼暁 2020年6月22日電話インタビュー(執筆者) 東京都