

作品創作からポストプロダクションへ

- 二つの自作品を通して -

菜 孝之

国立音楽大学音楽デザイン学科

rai@kcm-sd.ac.jp

概要:

GUI環境でのオブジェクト指向プログラミングを実現し、Macintoshコンピュータで稼働する音楽用アプリケーション「Max」に信号処理機能「MSP」が組み込まれたことにより、リアルタイム信号処理技術をライブ環境で応用したコンピュータ音楽作品の創作が一般化しつつある。本稿では筆者の長年の経験から、インタラクティブ・コンピュータ音楽制作手順を紹介すると共に、筆者の二つの作品「Transfiguration for clarinet and computer」と「Impulse for percussion and computer」を事例として取り上げ、作品実現後のポストプロダクションについても記述する。また、「DIPS」を用いた作品への視覚的要素の導入に関しても触れることにする。

Creation of interactive computer music and its post-production

Takayuki Rai

Sonology Department, Kunitachi College of Music

rai@kcm-sd.ac.jp

A few years ago the computer music application "Max" running on Macintosh computer, that realizes the object-oriented programming in the GUI environment, obtained the signal processing feature with its extension software "MSP". Since then the live computer electronic music applying the real-time signal processing technique is becoming more common expression for composers.

Here I would like to introduce the process to realize the interactive computer music from my long time experience, and discuss its post-production after the realization of its performance in concerts. As examples of post-production I would like to present two of my works; "Transfiguration for clarinet and computer" and "Impulse for percussion and computer". And in the last part of this paper I will mention about implementing visual element into these two works using DIPS(Digital Image Processing with Sound) briefly.

1. はじめに

筆者が初めて音声信号処理を応用したライブ・コンピュータ音楽作品(ステージ上で演奏されている楽器音にデジタル音声信号処理を施し、そのコンピュータ変換された楽器音をリアルタイムにコンサート会場に再生する)を実現したのは1986年、デン・ハーグ王立音楽院(オランダ)で開催された国際コンピュータ音楽会議(ICMC'86)でのコンサートであった。それ以来、十数年に渡り、ライブ・コンピュータ音楽作品創作に取り組んでいる。この間、ハードウェア、ソフトウェアの革新は凄まじく、PDP-11コンピュータ(Vax)とDMX-1000というDSPシステ

ムに操られていた1980年代から、NeXTコンピュータとIRCAMシグナル・プロセッシング・ワークステーション(ISPW)による1990年代、そして現在ではMacintoshコンピュータへと変転したきた。1980年代にはFORTRANやPASCAL、さらにアセンブラ言語やDSPシステムのためのマイクロコードを駆使して信号処理プログラムを書かなくてはならなかった。ところが、1991年、Miller Puckette氏によるリアルタイム信号処理オブジェクトを持ったNeXT/ISPW用Maxの登場により、信号処理技術を伴ったインタラクティブ・コンピュータ音楽の実現環境は一変する。さらに、Macintoshコンピュータ用MaxにMSPが導入され、今ではPowerBook 1台を持ち歩いてライブ・コンピュータ音楽作品の演奏、コンサート

が実現できるようになった。この十数年と言う時間は短かったのか長かったのか、感慨深いものではあるが、手軽に(？)、音声信号処理技術に応用したコンピュータ音楽作品創作が実現できるようになったことは喜ばしい限りである。

筆者は自作品創作ばかりでなく、1991年より国立音楽大学音楽デザイン学科において前記したNeXT/ISPW用Maxを用い、信号処理技術に応用したライブ・コンピュータ音楽作品創作を指導している。さらに最近では、Max/MSPが登場したことにより、学科外の方々からもライブ・コンピュータ音楽作品の創作方法を尋ねられるようになった。そこで、筆者の経験に基づくライブ・コンピュータ音楽作品制作方法をここに紹介することにする。ライブ・コンピュータ音楽作品創作をめざす学生、作曲家の参考になることを願うが、あくまでも筆者の個人的な制作方法、制作手順であることをお断りしておきたい。なお、本稿では芸術音楽の創作を前提にするが、作曲法に関しては最小限の話題に留め、前半ではコンサート実現までのプロセスを、後半では録音とポストプロダクションに関して記述することにする。以下、Max系アプリケーションを用いてプログラミングを行うことを念頭に進める。

2. 信号処理技術を用いた

ライブ・コンピュータ音楽作品創作

筆者は通常、以下の手順でライブ・コンピュータ音楽作品の演奏、コンサートの実現へ至る。

- コンピュータ音声信号処理の実験
- 使用楽器音を用いた信号処理効果の検証
- 楽器パートを主とした作曲
- コンピュータ・パートの制作
- コンサートでの作品演奏へ

以下、各項に関し解説を加えていく。

2.a コンピュータ音声信号処理の実験

まず、さまざまな信号処理用Maxパッチをプログラミングし、試してみよう。もし、まだMaxや信号処理に慣れていないのなら、まずコンピュータ音合成の実験から始めよう。余談になるが、最近ではコンピュータ音合成も音声信号処理技術の一つと考えられており、合成と信号処理との区別はあいまいになっている。初心者であるならば、

サイン波によるadditive synthesisやfrequency modulation (FM) といった音合成の定番から始めてみよう。この段階で、もしバックグラウンドを理解しておきたいのならば、「table lookup oscillator」について、さらにFMに関して知識を得ておくのがよいであろう。次に、「adc~」からの入力音声信号を用いて信号処理技術を実験しよう。初心者であるならば、delay、feedback、samplingなどから取り掛かろう。この段階で、もし基本的な理論を理解しておきたいならば、デジタル・フィルターやデジタル信号処理に関する書物、さらに最近ではDSPプログラミングに関するテキストを参考にすることもできる。

この段階での筆者のモットーは；

作曲家がコンピュータ音声信号処理を用いる目的は、科学者の目的とは異っている。科学者は正しい美しい理論を組み立て、それを証明、実証することが重要な仕事であるが、作曲家はどんなに美しくもない理論、がたがたなプログラミングを用いようとも「斬新な自分の音」を見つけ出すことが仕事である。従って、既存の正しい信号処理技術を理解することは新たな可能性追及への道しるべになるではあろうが、理論的に未知、幼稚/未完成な技術でも結果さえ満足いくものであれば、作曲家にとっては一つの成果となる。筆者の経験では、ある理論、アイディアをDSPに実装させようとしている時に、たまたま失敗したプログラミングの中にユニークな音を見いだすこともしばしばである。

さて、この作業に終わりはないが、ある程度、信号処理プログラムのストックができたのなら、次の段階へ進もう。

2.b 使用楽器音を用いた信号処理効果の検証

使用する楽器は予め決められている場合もあれば、創作者の意思決定による場合もある。ここでは何らかの楽器が特定されているものとする。但し、もし、初めて信号処理を用いたライブ・コンピュータ音楽作品制作に取り組むならば、ピアノなどのアタック、減衰エンベロープをもった楽器を試すことをお勧めする。

さて、まず用意しなくてはならないのは、使用する楽器のソロによるCDである。どの作曲家の楽曲でもよいが、筆者は20世紀以降の無調の作品の中から、音色のバラエティーが豊富な作品を使用するようにしている。あまり自分のスタイルに近い作品だと、何度も聞いているうちに少な

らず影響を受けてしまう。この点には注意を払う必要がある。また、複数の楽器、アンサンブルのために作曲する場合、全く同じ楽器編成のCDを試すのもよいが、基本的には各楽器ごとにソロのCDを探し、ひとつひとつ実験を積み重ねていくのが良いであろう。

実験台とする音素材が見つかったら、自分で作った信号処理プログラムとその楽器との相性を検証しよう。さまざまな楽器奏法や音域と信号処理の各パラメータ値との相性を自分の耳で確かめながら記憶に留めていこう。ある程度経験が蓄積してくると、入力音声信号の特性と信号処理の効果がある程度、予想できるようになる。これは時間の節約にもなるが、創作家としては一種の「怠慢」に陥る危険性もあり、基本的には常に新鮮な頭、新鮮な心、そして新鮮な耳をもって、新たな音を探求していききたいものである。(自戒の念を込めて！)

さて、使ってみたい楽器音と信号処理のコンビネーションが見えてきたならば、楽器パートの作曲に取りかからねばならない。

2.c 楽器パートを主とした作曲

作曲行為は、まさにその作曲家個人によって独特の手法、方策があるはずである。従って、ここで多くのことを述べることは避けるが、ライブ・コンピュータ音楽創作に際し、楽器パート作曲に関する筆者の基本姿勢を披露しておく。

まず、コンピュータをアンサンブルのなかの楽器と考え、楽器パートに比重が置かれすぎないように注意して楽譜を書いていかななくてはならない。常にコンピュータによる信号処理音が入ってくる余地を意識しておこう。

考えてみよう、バッハの作品にせよ、モーツァルトの作品にせよ、モチーフやテーマを聴く人の記憶に刻み込むため、特に曲の冒頭でそれは何度か繰り返される。そのモチーフなりテーマが一端、人の記憶の中に刻まれると、そこを核として変奏や展開が意味を持つようになる。ライブ・コンピュータ音楽作品では、基本的に演奏される音、音形、音楽がなければ信号処理音は無音になってしまう。コンピュータは演奏されたモチーフやテーマ、音となった音楽素材を広義な意味で変調しながら繰り返していく。自ずとコンピュータが担う音楽的役割が見えてくる。

(図1：Transfigurationの楽譜例)

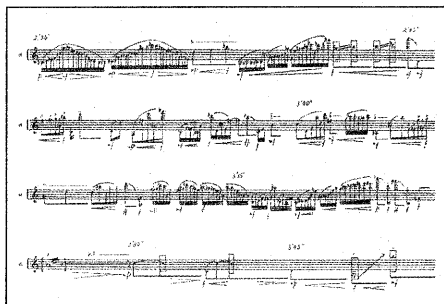


図1

2.d コンピュータ・パートの制作

楽譜を書き上げたならば、次はコンピュータ・パートの制作に取り掛かる。ここまでのプロセスの中で、ある程度のプラン、アイディア、構成は決まっている。それを一つのパッチにプログラミングし、実験を繰り返し、改良を加えていく。

まず、できる限り早く、たとえテンポが遅くとも、たとえ間違えが多くとも、演奏者に譜面を音にしてもらい、それを録音しなくてはならない。コンピュータ・パートの制作は、この録音素材を使って進められる。

楽器パートの各セクションごとにさまざまな信号処理技術を試し、各セクションで主役を演じる信号処理パッチを決定していこう。使用するパッチが概ね決まったならば、それらを一つのパッチにまとめる作業にとりかかる。音声入力かわりにサイン波を入力してバグ取りを行う必要もでてくるかもしれない。楽器演奏の進行と共に信号処理が順次、円滑に変化していくように各パラメータ値を決定し、音のバランスを整えていく。

2.e コンサートでの作品演奏へ

コンサートでの演奏のためには、もう一段階、準備が必要である。実際の演奏、生の楽器音とコンピュータ・パートを結合させるリハーサルである。このリハーサルを通して、メインパッチを最終的に完成させる。概ね、作品中での信号処理プログラムの進行が決定されている訳であるから、この段階では各パラメータの詳細を突き詰めていくことになる。筆者は「qlist」に書き込んだデータを編集する。もちろん、それ以前の段階の間違いを訂正したり、よりよいプログラムが見つかったのなら改訂することも当然である。録音を使った実験では分からなかった問題にも往々として遭遇するであろう。特に、PAスピーカからの音が

楽器音収録用マイクに取り込まれ、そのスピーカからの音にもコンピュータによる音声信号処理が施されてしまったり、コンサート環境では100%避けることはできない。リハーサルを通してぎりぎりの妥協点を探し求め、もっともよいバランスが得られるまで微細な調整をプログラムに加えていく。筆者は1980年代後半、ライブコンピュータ音楽作品の演奏に際して多くの困難に直面した。後から振り返ってみると、いくつかの問題はコンピュータ・プログラム上の問題ではなく、アナログ音声入出力の問題であることに気づき、苦い思いをした。当時の筆者にはPAなどに関する経験、知識が不足していた。それ以来、ライブ・コンピュータ音楽作品の演奏に際しては、直接担当するパートのみならず、譜めくりからPA音響まで、すべてに神経を使う努力をしている。

さて、ゲネプロで最後の音響調整を行ったならば、コンサートでは音声入力、PA出力のバランスに最新の注意を払う必要がある。コンサート会場の音響は聴衆が入ると大きく変化する。もちろん、経験からある程度の予測はできるが、過信は禁物。音が出てみないと分からないものである。演奏中はメインパッチをチェックしつつ、コンピュータパートを進めていく。自分も演奏者になるわけである。演奏の最中はできるだけ冷静に、楽器演奏、PA音を聞きながら、音声出力やメインパッチに微細な調整を加えていく。何はともあれ、よく音を聞き、冷静にコンピュータをコントロールし、予想していない事態に俊敏に対応することである。

初演を終えた後の努力も大切である。一度の演奏で結論を出してはいけぬ。楽器パートもコンピュータ・パートも、ここから磨き上げていく努力を開始すべきである。演奏者も作曲者も完全ではない。ましてや我々は未知の世界、新しい芸術を模索しているのである。そこに間違えが介在するのは当然のことであろう。コンピュータとて人が扱っている以上完全ではない。さらに、コンピュータ技術は日進月歩であり、現在、不可能なことが明日、可能になる。だからこそ、一つの曲を完成させるために、コンサート後、理想を求める努力が重要な意味をもつ。

3. ライブ・コンピュータ音楽作品の ポストプロダクション

作曲者がライブ・コンピュータ音楽作品の演奏を記録として留めることは非常に大事な作業であ

る。通常、その作曲家の過去の作品をよほど詳しく知らない限り、ライブ・コンピュータ音楽作品の譜面から作品全体を把握することは困難である。譜面に記されていないところに作曲者の意図、その作品に関する重要な情報が隠されている。そこで、作曲者は理想に近い音資料を制作し、演奏者などに作品を理解してもらうための道しるべとするのである。もちろん、ライブ・コンピュータ音楽作品であるから、その一つの録音が唯一の演奏結果ではない。しかし、作曲者が何を求めているかを察することは容易になる。

以下、筆者の二つの作品「Transfiguration for clarinet and computer」(1999)と「Impulse for percussion and computer」(1997)の録音、さらにポストプロダクション(注：ここではコンピュータ・パートを加えたマスターテープの制作とする)を事例として取り上げ、本稿の後半部分の主題である「録音とポストプロダクション」について記述していく。

3.a 録音

「Transfiguration」の演奏では、コンタクト・マイクロフォンとエア・マイクロフォン(オン・マイク)によってクラリネット音をピックアップし、コンピュータ入力へ送り、さらにエア・マイクの音はPAスピーカから再生される。コンタクト・マイクからの音色は決して良質なものであるではないが、フィードバック現象を極力防ぐためには強い武器となる。特に、エア・カレント・ノイズ演奏の場面では、コンタクト・マイクの音量を無難に増幅することができ、威力を発揮する。

今回の「Transfiguration」の録音ではクラリネット用コンタクト・マイクにbarcus-berryを、エア・マイクにAKG480B/CK63-ULSを使用した。さらにオフ・マイクにBK4009を2本使用し、マルチチャンネル・テープレコーダ(TASCAM DA-88)による4チャンネル録音を行った。(注：DATでのバックアップ録音はどのような場合でも必須である。)

一方、「Impulse」は多くの打楽器を円形に配置した作品である。(図2：Impulse楽器セッティング写真参照) 従って、14本のマイクロフォン(AKG414など)を配置し、さらに2チャンネルのオフ・マイクを加え計16チャンネル(DA-88 x 2)のマルチトラック・レコーディングを行った。

(図3 : Impulseの打楽器と
マイクの配置図参照)



図2

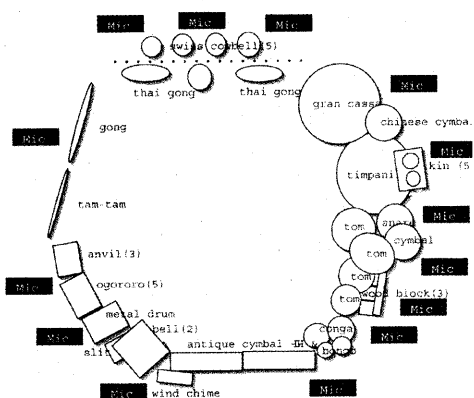


図3

前記のように両作品とも概ねコンサートでのマイク設定と同じ状態で録音された。しかし、ポストプロダクションの為の録音ではPAスピーカは使用しない。従って、ホールに楽器音も増幅されなければコンピュータからの音も演奏者に返さない。演奏者は実際に演奏した体験に基づき、コンピュータ音をモニターすることなく演奏する。このことにより、通常、コンサート環境下で起こりうる、マイクがPAスピーカからの音を拾ってしまふフィードバック現象を避けることができる。この点がポストプロダクションのための録音の大きなメリットであり、コンサート録音との相違点である。演奏者も作曲者も楽器音のみに神経を集中させることができ、作曲者は、最終的に理想的な記録、音楽を創り出せるのである。

「Impulse」は大きく8つの部分から構成されており、各部分ごとに録音を行った。

「Transfiguration」も大きく8つの部分から構成されているが、録音では5つのセクションに分け、第2セクションは細部に分割して部分録りが行われた。

3.b 編集

次の作業は、録音した素材をコンピュータによる信号処理のためのサウンドファイルにトラックダウンすることである。以前は、録音テープを一度テープ編集し、テープを再生しながら音をコンピュータ入力に送っていた。今回の録音では「ProTools LE」を使用し、ハード・ディスク編集を行うことにした。マルチトラック・テープレコーダに収録した各テイクを吟味した後、使用するテイクをDA-88からハードディスクにデジタルで取り込む。その後、オフ・マイク以外の録音素材を必要に応じて編集。コンピュータ入力用にトラックダウン (2チャンネル) し、サウンドファイルとしてセーブする。

「Transfiguration」ではコンタクト・マイクとエア・マイクを別トラックのまま、「Impulse」では演奏されている楽器から遠いマイクの音をカットして2チャンネルにミックスした。

(図4 : ProTools LEの画面)

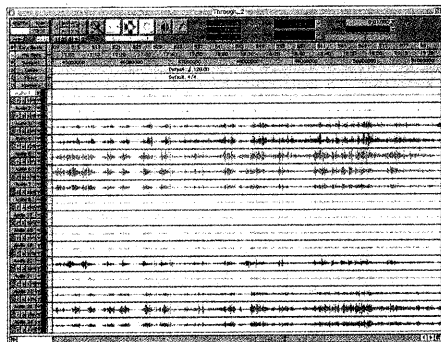


図4

3.c コンピュータ信号処理音の制作

各セクションごとにトラックダウンされた楽器音、サウンドファイルを使用してコンサート同様、コンピュータ処理を加えていく。Max/MSPでは、メインパッチの「adc~」を「sfread~」に置き換えハードディスク上の音声データをパッチ

に入力。さらに音声出力部分に「sfwrite~」を加え、コンピュータ変換された音を新たなサウンドファイルとしてハードディスクに書きこんでいく。(図5: Transfigurationのメインパッチ)

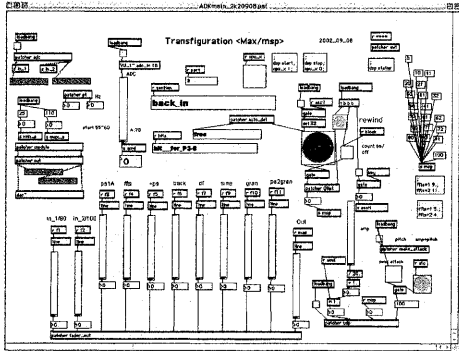


図5

3.d ミキシングとトラックダウン

各セッションごとのコンピュータ変換されたサウンドファイルは、その元となったProTools LEの編集セッションにインポートされる。ここで、オフ・マイクによる録音も加えた全ての録音素材を吟味し、音量のバランスを取ったうえで最終的なマスター用ステレオ・サウンドファイルを制作する。全てのセッションに関してこの作業を行った後、新たなProTools LEの編集セッションを作り、セッションごとのマスター・サウンドファイルを順番に配置。各セッションのつなぎの部分の時間を調整。必要とあればフェードイン/フェードアウト、オーバーラップさせ各セッションをつなぎ合わせていく。

最終的なトラックダウン時には、楽器音とコンピュータ音を同じリバーブに送り、アコースティックを追加して音色を整えることも有効である。筆者の経験では、電気回路を通った音と生楽器の音色を整えるために、一度、同じ回路に音をのせるのが好ましい。これはコンサート演奏のPAでも同じであるが、さらにコンサートの際には、電気信号として伝えられるスピーカからの楽器音と空気中を伝わる楽器音との時差をなくすため、若干、生楽器のPA音にディレイをかける方が自然に聞こえるとの話も伺ったことがある。

ここでマスターは完成し、ライブ・コンピュータ音楽作品のポストプロダクションは完了する。通常の録音作業に加え、コンピュータ・パートを

確定させるプレッシャーも加わり、たいへん神経を使う作業である。ライブ・コンピュータ音楽作品が、ここで初めて一つの恒久的な作品になったと意識する瞬間でもある。

3.e DIPSの導入

「Transfiguration」は1999年に開催された「SonicArt '99」において初演された。その際は、国立音楽大学音楽デザイン学科で松田周氏が開発した「DIPS (Digital Image Processing with Sound)」を用いて、インタラクティブ・マルチメディア作品として演奏された。従って、ポストプロダクションの計画当初から、映像を伴ったビデオ・マスターの制作も意識されていた。

この作品のDIPSパートは、OpenGLによる3D映像生成を中心に組み立てられている。幸い、DIPSがMac OS Xで稼働するようになり、映像を伴った作品としての演奏機会にも恵まれるようになった。従って、DIPSパートも完成とは言えないまでも、徐々に洗練されてきている。

(図6: Transfigurationシステム図参照)

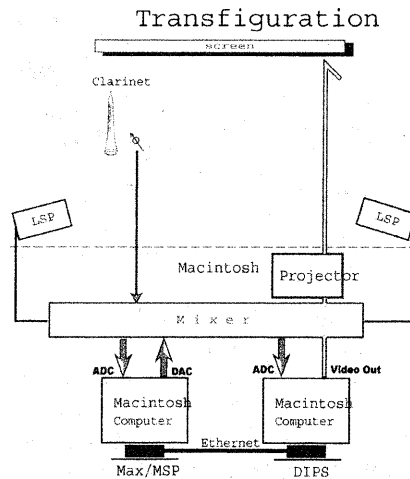


図6

DIPSパートの映像制作はProTools LEで再生する楽器音を利用して制作された。ProTools LEからの楽器音はDIPSが稼働するMacintoshコンピュータへ音声入力され、3D映像生成のためのパラメータをコントロールする。DIPSパートもいくつか分割されているが部分撮りはせず、全体を通して録画することにした。この為、もう一台のMacintoshコンピュータ上のMax/MSPのメインパッチからEthernetを介してDIPSへデータ

を送り、プログラムを進行させていく。DIPSによって生成された画像はデジタル・ビデオに録画され、同時にガイドとして楽器音も録音する。この映像と音楽マスターは、FinalCut Proを用いて編集され、インタラクティブ・マルチメディア作品としてのビデオ・マスターを制作した。

一方、1997年11月に開催された「NTTコンピュータ音楽シンポジウム」において初演された「Impulse」は、映像を伴った作品として作曲された訳ではない。しかし、録音に際しては、将来の可能性を加味し、演奏を5台のカメラを用いて録画した。これらの映像を元に、映像記録としてビデオ・マスターを制作することはもとより、この演奏映像を素材にビデオ入力映像の加工を主としたDIPSパートをプログラミングし、この作品をインタラクティブ・マルチメディア作品に拡張していくことも検討している。

PowerBook2台を持ち歩けば、Max/MSPとDIPSによるインタラクティブ・マルチメディア作品を演奏できる時代である。ポストプロダクションというライブ・コンピュータ音楽の一つの到達点が、新たな作品展開へのスタートとなるのである。

4. おわりに

以上、ライブ・コンピュータ音楽作品の演奏に至るまでのプロセス、さらに作品を確定されるポストプロダクションに関して記述してきた。最初にも述べたが、これはある作曲家の一つの事例であり、それぞれの作曲家が違うプロセスを持っていることであろう。そのことを承知した上で、さまざまな形態の新しい芸術を模索する今日／明日の創作家に参考にして頂ければ幸いである。

なお、本稿で取り上げた録音は2000年2月27日から3月6日にかけて、国立音楽大学メディアセンター110スタジオにて行われた。演奏はそれぞれの作品を初演して下さった佐久間 順氏（クラリネット）と伊勢 友一氏（打楽器）。録音は音楽デザイン学科学生有志の協力による。また、本稿後半の研究テーマ「コンピュータを用いた自作品二曲のポスト・プロダクション－録音から記録制作」は国立音楽大学個人研究費（特別支給）助成を受け実現されたことを最後に記しておく。