

## E-022

## 譜めくり作業の負荷を軽減するための楽団向け電子譜面システムの提案

Proposal of the electronic music score system for WindOrchestra to reduce the load of page turning

飯島 安恵\*

Iijima Yasue

今野 将\*

Susumu Konno

## 1 はじめに

近年, iPadなどのタブレット型端末の普及と, それに伴うユーザー数の増加に伴い, タブレット端末の特性を生かしたアプリケーションも開発されてきている. 電子譜面アプリケーションもその中のひとつである.

電子譜面とは, 演奏会や音楽の授業などで使用する楽譜を電子データ化したものである. 現在の電子譜面システムを紙の譜面と比べると, データの管理, 譜面の持ち運び等が簡単になっているが, 個人使用を想定して作られている. その一方で, 楽団においては電子譜面システムを用いた場合でも, 通常の譜面を使用するときと同様に譜めくりを行わなければならない, 演奏者にとって負担になっていると考えられる. 譜めくり作業が負担となっている事の根拠として, ピアノ演奏の際に譜めくりをする助手(ページターナー)が挙げられる. これは, 楽器演奏時に演奏者にとって譜めくりが負担になっているため設置されたものであると考える. この事より, 譜めくりが少ない方が演奏者の負担は軽減できるのではないかと考える. そこで, 本研究では, 譜めくり作業に着目をして, 演奏者の負荷を軽減するためのシステムを提案する.

## 2 楽団向け電子譜面システムの提案と設計

## 2.1 提案内容の概要

本研究では, 吹奏楽団における譜めくり作業の負荷軽減に着目した電子譜面システムを提案する. これは, 譜めくりのタイミングが同じ演奏者をグループ化し, グループ内で譜面めくり以外の負荷が最も低い演奏者を代表者とする. そして, 代表者以外の端末を代表者の端末に同期させて譜めくりを行うというシステムである. 具体的なパラメータや式, アルゴリズムは2.2で述べる.

## 2.2 演奏者の負荷の計算方法

演奏者の負荷軽減のための電子譜面システムにおいて使用するパラメータは, 以下のとおりである.

$NP$  : Number Part (パートの人数)

$LI$  : Load Instrument (楽器の負荷値)

$Pt$  : Page turner ((標準) 譜めくり回数)

$Lm$  : Load member (個人の負荷値)

$Lt$  : Load turner (ひとりの譜めくり負荷値)

$Lp$  : Load part (パートの譜めくり負荷値)

$NP$  とは, パートの人数(定数)である. 本研究におけるパートとは, 同じ譜面を演奏する演奏者の集団を指す(例: フルート 1st パート, フルート 2nd パート).

$LI$  とは, 楽器の負荷値(定数)である. 楽器を演奏する際に用いる部位(右手, 左手, 足)や, 楽器を支えるために用いる部位(右手, 左手, 首)などから算出する.

$Pt$  とは, 個人の譜めくり回数である. 初期値は提案システム導入前の譜めくり回数である.

$Lm$  とは, 演奏者の個人の負荷値である. 個人の負荷値とは, 演奏者自身の楽器歴や, 演奏のスキルなどから算出したものである.

$Lt$  とは, 演奏者ひとり当たりの譜めくり負荷値であり, (1)式を用いて算出する.

$$(LI_x * Lm_y) * Pt_x = Lt_y \quad (1)$$

(1)式は, ひとり当たりの譜めくり負荷値( $Lt_y$ )を示している. パートごとの楽器の負荷値( $LI_x$ )と個人の負荷値( $Lm_y$ )を積算し, その結果とパートごとの標準譜めくり回数( $Pt_x$ )を積算したものである. なお, パラメータの後ろの添え字について,  $x$ は楽器ごとの識別,  $y$ は個人の識別を表すものである.

$Lp$  とは, パートの譜めくり負荷値であり, (2)式で示す通り, 同じパート全員の譜めくり回数を足し合わせた値である.

$$\sum_{y=1}^{NP} (Lt_y) = Lp_x \quad (2)$$

(2)式は, パートごとの譜めくり負荷値( $Lp_x$ )を求めている. (1)式で算出した $Lt$ を, パートの人数分足したものである. (2)式の左辺 $Lt_y$ を展開したものが(3)式である.

$$\sum_{y=1}^{NP} (Lm_y * Pt_x) * LI_x = Lp_x \quad (3)$$

(3)式における譜めくり回数( $Pt$ )は本提案システムを導入する以前のパートに依存する(パートで固定する)値 $Pt_x$ を用いて算出される. これに対し, 提案システム導入後の譜めくり回数( $Pt$ )は(4)式に示す通り, 個人に依存する(個人ごとに変動する)値 $Pt_y$ を用いて算出される値となる.

$$\sum_{m=1}^{NP} (Lm_y * Pt_y) * LI_x = Lp_x \quad (4)$$

\*千葉工業大学 電気電子情報工学科, Department of Electrical Electronics and Computer Engineering, Chiba Institute of Technology.

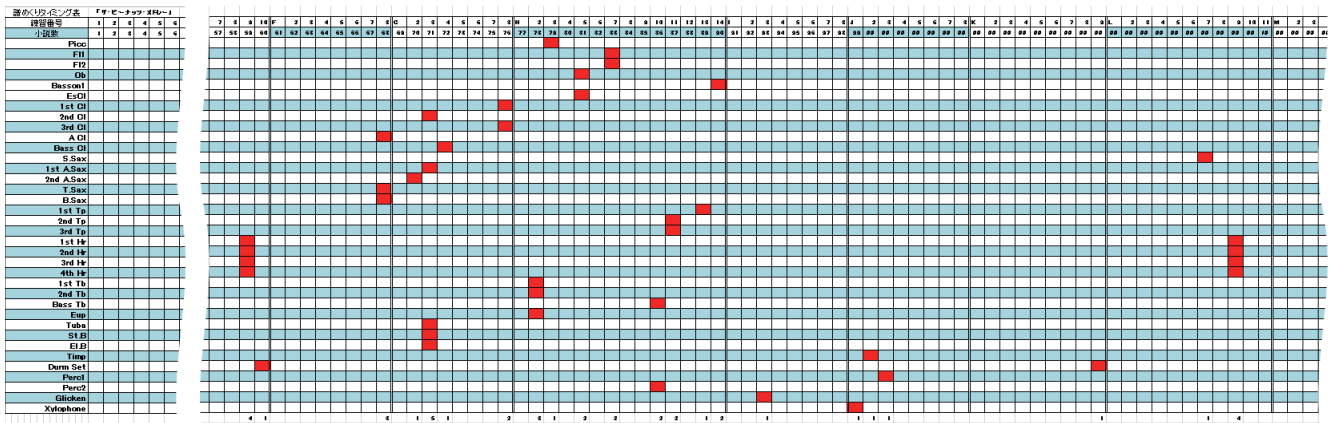


図1: 譜めくりタイミング表

本研究では、(4)式における譜めくり回数 ( $Pt_y$ ) を削減し、演奏者の譜めくり負荷を軽減することを目的としている。

### 2.3 代表端末決定アルゴリズム

代表端末決定のためのアルゴリズムを以下に示す。

**STEP 1. 【譜めくりに関するパラメータを算出】:** 2.2 で述べたパラメータを算出するために必要な値を譜面や楽団などの情報から抽出する作業である。

**STEP 2. 【演奏者をグループに分類】:** 譜面から抽出した譜めくりタイミングを考慮し、演奏者を譜めくりタイミングが同じグループへ分類する作業である。

**STEP 3. 【代表端末を決定】:** STEP 1. で算出したパラメータと、STEP 2. で分類されたグループを考慮しながら、グループ内で譜めくりをする代表端末を決定する作業である。

**STEP 4. 【グループ内で譜めくりを同期】:** STEP 2. で決定したグループ内ごとに、STEP 3. で決定した代表端末と同期をさせ、譜めくりをする。

### 3 シミュレーションによる評価実験と考察

前節までの設計に基づき、提案システムの効果を検証するためにシミュレーションを行った。シミュレーションに用いた楽団モデルは、団員数: 57名、楽器の種類: 18種類、曲の概要は、全小節数: 314小節、ページ数: 4ページ (Basson, S.Sax: 3ページ, DrumSet: 6ページ)、パート: 36パートである。本研究で定義したパートの種類は、曲ごとに異なるため、ここでは楽団に所属する団員が担当する楽器の種類を記載した。図1にシミュレーションに用いた曲の譜めくりタイミング表を示す。表中の赤く色がついている部分が譜めくりタイミングである。

表1に、提案システム導入前後の負荷値の合計と負荷軽減率を示す。

表1: システム導入以前の譜めくり負荷値

ページ数	1	2	3	4	5
負荷値合計 (前)	57	57	54	1	1
負荷値合計 (後)	23	27	22	1	1
負荷軽減率	40%	47%	41%	0%	0%

表1の「ページ数」は譜めくりをする直前のページ数を示している。最大ページ数はDrumSetの6なので、表中の「ページ数」は1~5となっている。「負荷値合計 (前/後)」は提案システム導入前後の楽団全体の譜めくり回数、「負荷軽減率」は提案システム導入前後の負荷値合計を比較し、導入後の負荷値の軽減率を示したものである。表1に示す通り、DrumSetのみ譜めくりがある場合 (4,5ページ) を除き、負荷が40%程度に軽減していることがわかる。これにより、提案システムが楽団全体の譜めくり負荷を軽減することが確認できた。

### 4 おわりに

本研究では、演奏者の譜めくり作業に着目し、譜めくり作業の負荷軽減のためのシステムを提案した。また、シミュレーションを行い、提案システムによる譜めくり作業の負荷の軽減が確認できた。今後は本提案システムを実際の楽団で使用してもらい、検証を行ってゆく予定である。

### 参考文献

- [1] 「plusadd(プラスアド株式会社)」  
<http://www.plus-add.com/>
- [2] 小坂谷壽一, 宮沢美由貴, 木寄増美. 「演奏者に優しい『電子譜面』の研究と成果」. 情報処理学会. 音楽情報処理科学研究会研究報告, 2003-MUS-52-17, pp.119-124