

# 楽団向け電子譜面システムのための 演奏者モデルと代表端末選定アルゴリズムの提案と評価

Design and development 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

電子譜面は紙の譜面と比較して、劣化・黄ばみ・破損が少ない上に、保管・管理が容易であるという点でメリットがあり、近年では iPad などのタブレット型端末が用いられることが多い。また、電子譜面システムを演奏会（特に吹奏楽団など）で利用すると、紙の譜面を利用する際に演奏者にかかっていた負荷の軽減が期待できる。しかし、現状の電子譜面システムは個人使用を想定して開発されているため、楽団（大人数）で使用した際にいくつかの問題が生じる。また、アプリケーション内の機能が端末内のみで完結してしまうため、タブレット型端末の特性を活かしきれていないと考えた。

そこで、本研究ではタブレット型端末の特性を活かした楽団向け電子譜面システムの提案を行う。

## 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。

システムの具体的な内容は、演奏者や譜面から譜めくりに関するパラメータを抽出し、譜めくりのタイミングが同じ演奏者をグループ化し、グループ内で譜めくり以外の負荷が最も低い演奏者を代表者として、グループの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。

パラメータと式、アルゴリズムは 2.2, 2.3 へ記載する。パラメータと式、アルゴリズムの詳細については参考文献 [3] を参照されたい。

### 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と式は、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 (楽器歴, 音楽歴))

$Lt$  : Load turner (ひとりの譜めくり負荷値)

\*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.

$Lp$  : Load part (パートの譜めくり負荷値)

$Lt$  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。

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

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 (変動する) 値  $Pt_y$  を用いて算出される値となる。

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

### 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】

**STEP 2.** 【演奏者をグループに分類】

**STEP 3.** 【代表端末を決定】

**STEP 4.** 【グループ内で譜めくりを同期】

## 3 代表端末決定アルゴリズムの検証

本稿では、代表端末決定アルゴリズムの [STEP 2.] について、いくつかの方法を検討し、1つの楽曲を用いて4通りの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曲は、小節数 314 小節、使用楽器数 36 パー

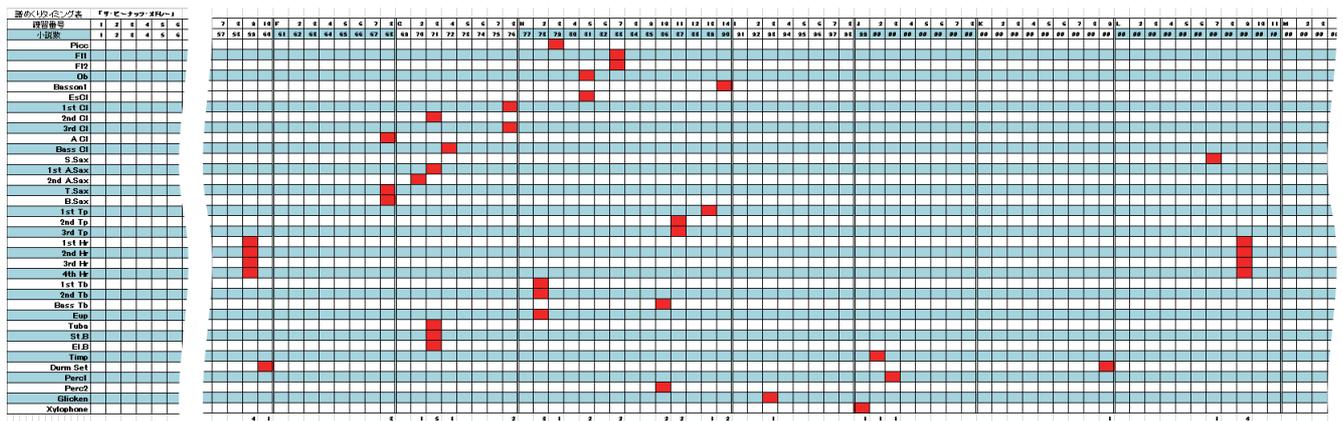


図 1: 譜めくりタイミング表

ト（同じ楽器で違うパートを演奏している場合も含む）であり、楽団モデルは、団員数：57名である。

図 1 にシミュレーションに用いた楽曲の譜めくりタイミング表の一部を示す。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。

譜めくりタイミング表は、譜めくりタイミングの他に、楽器の負荷値、個人の負荷値（楽器歴、音楽歴）、譜めくり負荷値（代表端末決定前・後）などの情報を記載している。

今回行ったシミュレーションは、演奏者の負荷値の合計が高いパートを避けて代表端末を割り振る方法（譜めくりタイミング表を前方[A]・後方[B]から見る）と、演奏者の負荷値の合計が低いパートへ優先的に代表端末を割り振る方法（譜めくりタイミング表を前方[C]・後方[D]から見る）の4種類である。

まず、[A]の方法でシミュレーションを行ったところ、全体の2.6割の演奏者の譜めくり負荷軽減率が100%、約1.4割の演奏者の譜めくり負荷軽減率が66.7%となり、全体の約4割の演奏者の譜めくり負荷が軽減できた。[B]の方法の場合も譜めくり負荷軽減率はほぼ同様の値を得られた。この方法で代表端末を決定した場合、負荷値が高いパートへは代表端末が割り振られず、負荷値の低い、比較的楽器経験の長い演奏者へ譜めくり負荷が偏る結果となった。

次に、[C]の方法でシミュレーションを行ったところ、全体の約1.5割の演奏者の譜めくり負荷軽減率が100%、約2.4割の演奏者の譜めくり負荷軽減率が66.7%となり、譜めくりタイミング表を前方・後方から見た場合（[D]の方法）のいずれも、パートの軽減率について多少の変動はあったものの、全体の約4割の演奏者の譜めくり負荷を軽減するという結果を得た。この方法で代表端末を決定した場合もまた、負荷値が低い演奏者へ譜めくり負荷が偏る結果となったが、先に行った方法よりは譜めくり負荷がばらける傾向にあった。

表 1 に、各シミュレーションごとのシステム導入後の負荷軽減率の割合を示す。

表 1: 各シミュレーションごとの負荷軽減率

軽減率	100%	66.7%	33.3%	0%
A(人)	15	8	4	29
B(人)	14	8	8	27
C(人)	9	14	11	23
D(人)	9	14	11	23

#### 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とアルゴリズムを提案した。また、アルゴリズムについて4種類の方法を評価・検討した結果、譜めくり作業の負荷軽減を確認することができたが、それぞれほぼ同様の結果となり、比較的楽器経験、音楽経験の長い演奏者へ負荷が偏る形となった。

今後は、更にアルゴリズムの検討を行ってゆくと共に、提案システムを実際の楽団で使用してもらい、パラメータや式の詳細な検証を行ってゆく。

#### 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
- [3] 飯島安恵, 今野将. 「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」. 情報処理学会.FIT2013 (第12回情報科学技術フォーラム), pp.233-234