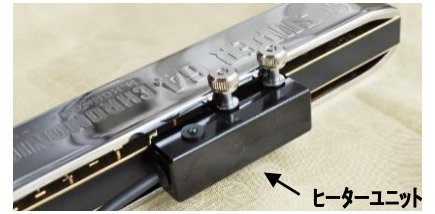


# ”やさしいぬくもり”を解析する



電気式ハーモニカウォーマーが世に出て2回の冬が過ぎ、いま3回目を迎えています。

その間、北海道から九州まで300名もの方々に愛用していただき、今では室内での練習はもとより、ステージで、さらには冬の屋外で、いろんな場面で使用されるようになり開発者として大変うれしく思っています。

「寒いときでも結露によるバルブの貼り付きが発生しない、音が出やすくなった、同時にハーモニカを持つ手が適度な温かさ”やさしいぬくもり”に包まれ、快適に演奏できるようになった」と多くの方から感想が寄せられています。

さて、ハーモニカが”やさしいぬくもり”とは？、リードプレートではどの程度の温度になっているのでしょうか？

開発段階でのスポット測定では体温程度ということは確認していましたが、全体は把握できていませんでした。

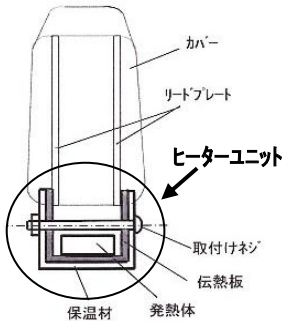
かねてから温度分布などの実際を明らかにしたいと思っていたところ、この度機会があり母校の先生(\*後述)のご協力で行うことができました。ここに誌面をお借りして紹介させていただきます。

## 1. 熱の発生とその伝わり方

温度分布の解析結果説明の前に、予備知識としてハーモニカウォーマーのヒーターユニットの構造ならびに熱の発生とその伝わり方を説明します。

ヒーターユニットに内蔵された発熱体で発生した熱は伝熱板とリードプレートの接触面からリードプレートに伝わり、ここから全体に熱が伝導していきます。【図1】、【写真1】

【図1】断面

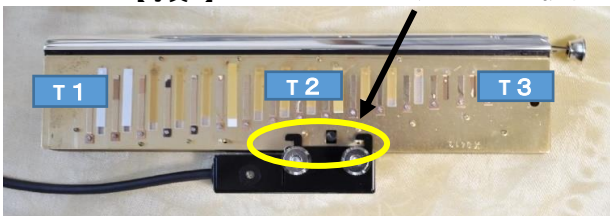


【写真1】ヒーターユニット外観  
伝熱板 (リードプレートとの接触面)



【写真2】はヒーターユニットをハーモニカに取り付けた状態です。分かりやすくするためカバーを取り外しています。

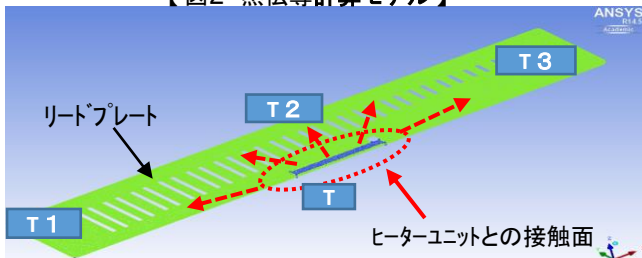
【写真2】ヒーターユニットとリードプレートの接触面



## 2. 熱伝導の解析 (解析対象ハーモニカ: Hohner Super64)

リードプレートとヒーターユニットの接触面 30ミリ×3ミリから入った熱がリードプレート全面に伝導していく過程を熱伝導のソフトウェアで解析をおこないました。

【図2】熱伝導計算モデル



モデルはリードプレート本体のみとし、リードは取り除いた形状としました。

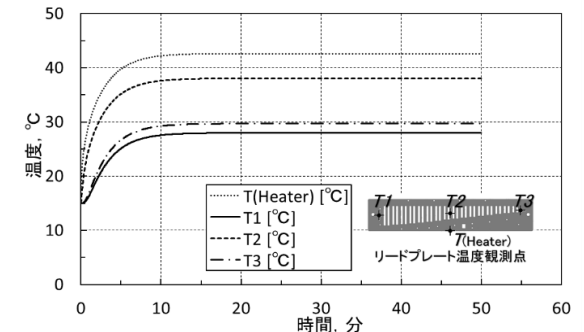
## 3. 解析結果

時間の経過とともに熱がどのように伝わっていくかを見てみましょう。接触面の温度をT、低音部側をT1、中央部をT2、高音部側をT3で表します。

### 3-1【温度上昇の経時変化】

【図3】は冬、暖房があまり効いていない部屋、室温15°Cを想定しました。よく使う中央部T2は10分程度で38°C(体温程度)に到達し、通電が続く限りその温度を維持することが分かります。発熱体の発生する熱とリードプレートから放散する熱があるところでバランスしているということです。

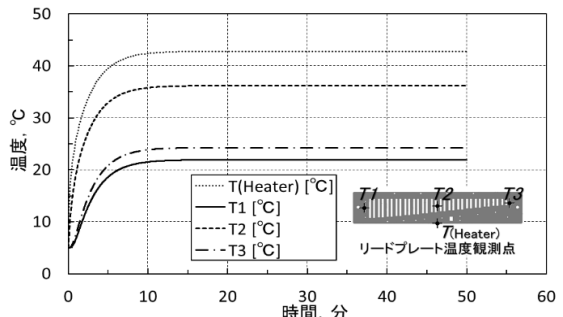
【図3】環境 15°C(冬の室内想定) 電源: ACアダプター(3V)



注: 電源が単3充電電池×3本では到達温度はグラフより上がります。

【図4】は冬の屋外を想定しています。中央部T2は10分程度で38°C(体温程度)に到達し、通電が続く限りその温度を維持します。ただし、持続時間は1900mAhのものでフル充電の場合約90分です。

【図4】環境 5°C(冬の屋外想定) 電源: 単3充電電池×3本(3.6V)

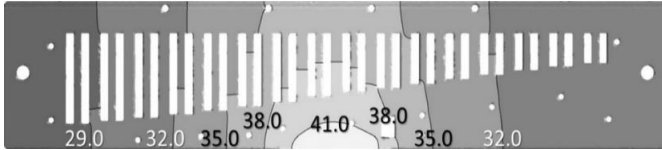


注: 電源がACアダプターでは到達温度はグラフより下がります。

### 3-2 【リードプレート各部の温度】

【図5】は15℃（冬の室内想定）の環境下の場合で、定常状態になった時のリードプレートの温度分布です。中央部が38℃程度と適温になっています。中央と端は10℃程度の差がありますが、低音部の方が高音部より熱の伝わり方が悪いことが分かります。これは低音部の方がリード孔の開口面積が大きいことが影響していると考えられます。

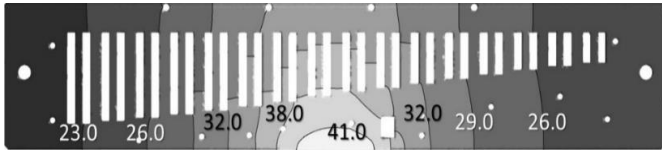
【図5】環境 15℃(冬の室内想定) 電源:ACアダプター



数字の単位: °C

【図6】は5℃（冬の屋外想定）の環境下の場合です。中央部が38℃程度と適温になっていますが、中央と端の温度差は【図5】の場合より大きくなっています。これは環境が、より低温の方がリードプレートからの放熱がより大きくなるためと考えられます。

【図6】環境 5℃(冬の屋外想定) 電源:単3充電電池×3本



数字の単位: °C

上記のように定常状態ではリードプレートの温度と吐く息の温度（≒体温）が同じ程度になるので、「結露の発生を抑え」、また「発生した結露が解消される」ということとなります。



(\*)温度解析していただいた方

国立明石高専 機械工学科准教授 博士(工学) 田中誠一氏

### 4. おわりに

・以上、「やさしいぬくもり」の実態をお分かりいただけただけでしょうか。気をつけるべきことは、到達温度は環境温度、電源、ハーモニカの大きさなどによって変わりますのでケースバイケースで電源を使い分けることが必要です。

・今回の結果はヒーターユニットを中央部に取付けた場合ですが、取付ける場所によって温度の中心が取付け場所にシフトします。

・今回は単純化のためリードプレートのみ解析にとどまりました。実際はリードプレートの熱はハーモニカ本体やマウスピース、カバーなどへも伝導しますので、実際の温度上昇曲線は【図3】、【図4】よりゆるやかになります。表面温度計によるスポットの実測値では定常状態になるまで約20~30分を要すこと、また到達温度は【図5】、【図6】より数度低いことを確認しています。

・昇温（電源OFF時は冷却）によってリードプレートやボディなどが熱膨張（熱収縮）し各部に熱応力が発生しますが、実用上全く問題のないレベルです。また、バルブ（樹脂）の軟化温度より到達温度が低いためバルブの軟化変形はおこりません。

・最後に、昨年の発売開始以来これまでに400台近くの実績ができましたが、このウォーマーに起因するハーモニカの不具合はメーカー、機種を問わず1件も報告されていないことをごお伝えしておきます。

### (ご参考)今後の開発課題

さらに使いやすいものにするため下記の検討を続けます。

#### 1. 温度調整機能

現状のウォーマーは温度調整機能を備えていません。したがって環境温度、電源の種類、ハーモニカの大きさなどの条件が変われば到達温度が変わります。今後、条件が変わっても希望の温度に調整する機能を開発します。

#### 2. バッテリー～ヒーター一体型

現状はヒーターとバッテリーが別体でその間にコードが介在するので、特にマイク使用時の演奏の煩わしさは否めません。これを解消するため、ヒーターとバッテリーを一体としたコードレスタイプを開発します。

#### 3. 結露が発生しないハーモニカ

ハーモニカ自体に結露防止機能を組み込む、これが究極の形と考えます。ハーモニカの構造の変更が必要ですのでハーモニカメーカーでないとできません。今まで世の中になかった【結露が発生しないハーモニカ】＝”ウォーマー内蔵ハーモニカ”をメーカーに開発し提供してほしいと願っています。

執筆：藤原 義弘

〒560-0056 大阪府豊中市宮山町2-12-18

Tel & Fax 06-6852-0439

E-mail: [harmonicawarmer@gmail.com](mailto:harmonicawarmer@gmail.com)

URL: [http://www.geocities.jp/y\\_fujiwara0111/](http://www.geocities.jp/y_fujiwara0111/)

↑ ホームページをリニューアルしました。

開発状況、製作や在庫などの状況、トピックスなどハーモニカウォーマーに関する情報を掲載しています。ぜひご覧ください。

### ... これまでの経緯 ...

▼2012年春、開発に着手

▼2012年冬、試作第1号機完成。

▼2013年初春、モニター品20数台製作。徳永門下生で評価。実用化の目途がたつ。

▼2013年6月 特許取得

▼2014年2月第1期 60台製作、実用品として提供開始

▼2014年6月FIH JAPAN Harmonica Review 2014Summer(No60)にウォーマーの紹介記事を初めて掲載

▼2014年10月好評のため第2期として 160台追加製作

▼2014年12月Harmonica Review 2014Winter(No61)にウォーマーの「原理や構造」などの解説記事を掲載

▼2015年2月第3期として 100台製作、累計 300台突破

▼2015年10月改良型投入、第4期 50台製作

▼2015年12月Harmonica Review 2015Winter(No63)にウォーマー使用によるハーモニカの「温度分布」の解説記事を掲載

▼2016年1月第5期 50台製作、累計400台を超える