INTERIOR

This NOTEBOOK is produced by BUNEIDO Liability Company,
using a well selected paper suitable to write.

実習日誌 No.1

A班 長嶋 洋一.

B3
B3
K4
40

BUNEIDO

4月7日(火) オリエンテーション・工場見学

今日は実際の作業には入らず、まだ一度も工場を見学していなかったのでラインをひとわたり見学した。以下、メモしておいた点を並べる。

- フレームは何社かに分けて発注しているので、鍵型に別々の番号をうってあって、あとで追跡できる。
- フレームのバラツキが、全体の組み立てで大きな問題になる。
- ピンポンのNC化は、手作業による微妙な調整の点で、まだできていない。
- 警板の小さな穴などは、規格化されたノミで  型に叩ずり、  をうめてあとでけずる。
- 警棒のはりがちがうのは？
  ↳ 機種ごとにちがう。
- コマの高さを1/1000チェックしてスミつけ→けずる、これは音色に大きくひびいてくる！
- (考えてみるとアタリマエだが)
  黒鍵と白鍵で長さがちがうので、支点がずれていた。
- ◎ 外注からひとまず部品をはこびこんでおいて、また他の会社にもっていく合理があった。← 能率が悪いのではないか？
  (理想的には「楽器工業団地」的に、関連会社を同じところに集めるのがいいのだろうが。)
- 流れているライン以外の所に部品が置いていないような工場が理想的。
- 「現場は職場の縮図である！」(伊藤課長)

(山口)

※アクションボルト取付穴あけ　までやっておきたい。

4月8日（水）　張弦工程第1日
（フレーム取付・ブッシュ打ち・穴あけ・チューニングピン打ち・配線印付け）

○まず、工具の説明。今日使ったのは、木づち、ゲンのう、ハンマー、ブッシュぬき、チューニングピン打ち木ヅチ、他に電動ドリル、など。

○ライトとちがって原則的には「手づくり」であるため、支柱にフレームをビスで止めるのも「クリップ」を使い、ピン穴もドリルでやくりあけた。エアーハンマーを使っているチューピン打ちも、ハンマーで1本1本打ち込んだ。

○例えば「フレーム取付」をやっている人の動きは、
①クレーンでフレームをもち上げ、バックの上にはめる。　②支柱よこに当て木をうちつける。　③8×100ビスを5本はめる。　④フェルト用の接着剤をつける。　⑤フェルト（2枚）をはる。　⑥8×100ビスをねじこむ　⑦金物をぬる。
以上のサイクルが、約2分40秒であった。早い!!

○メモは非常に多かったが、新発見を以下、並べてみる：
・ムクリ→鉛直→3軸の調整用として「ナット締め」をする。が、現在では実際にやることは少ない。
・ビスの先にのうをぬってあって、回しやすい。
・フェルトにはうら・オモテがある！→ひっぱったらわかる：（オモテ／うら）
・ブッシュの不良品・バラつき・センター位置のずれが多く、KAWAIのピアノにとって1つの弱点である。※外注部品の精度指導の必要性
・フレームにNCで正確に穴をあけても、ブッシュの発差が大きく効いてしまう。
・「ブッシュ」の作り方そのものを考える必要あり。スタインウェイは使用していない。
・「バスピン」＝＝＝のかわりにUS-80は「アグラフ」⊟⊟⊟を使っている。

「いいものを作るのに、スピードは問わない。」（山本作業長）　（4/12土）

張弦 58.4. 山本

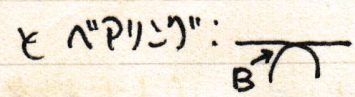
品質は工程の中で一人一人が作るので有る。
基礎を完全習得に常に正しい作業と品質意識が必須で有る。

4月9日(木) 張弦工程 第2日
(ワイヤー張り・コキ上げ)

- US-60のミュージックワイヤーは、220本であった。うち巻線43本、以下20番～13½番までが(6, 6, 6, 18, 12, 24, 12, 18, 12, 12, 18, 18, 15)本ずつであり、最後は1本あまって[redacted]型になる。1人でほとんどをやったが、コツをつかむまでが大変だった。要するに、「余す長さ」と「たるみかたの目測」とのかねあいで、適当に調整するわけで、この作業を機械するためには、多目に基準をおいて、少しずつよけいに巻くか、引きまわしの際に全くたるまないような張度で行なう必要がある。

- コキ上げも、自動化するためには、チューニングピンの形を [redacted] のようにでもすればよいだろうが、コストとの兼ね合いで、やはり省略しにくい工程であろう。チューピン回りが美観的に要求される うちは、容易に手抜きができないと思う。

- チューニングピントルクの問題は、要するに①保証総力の130kgなりを確保する。②ピン板の不均一性や含水率から来るバラツキをなるべくおさえる、という2点であり、さらに③トルク値が高ければ、ワイヤー張り以下の作業が大変である、ということである。
これに対しては、コストとの兼ね合いを考える必要もあるが、
①良質のピン板を使い、強力をおさえる(YAMAHA [redacted])
②チューピンとピン穴の内の摩擦を上げる方法を考える。例えば、ビスにつけるうの反対で「増ネジ剤」のようなもの、あるいはピン穴の内壁に樹脂を塗って固化させる、さらには(コスト的に無理ですが) Guitarのように、ピン穴にネジを切って、[redacted] 完全なネジ止めにしてしまう、など。

- 弦の振動は、駒ピン↔ベアリング間の長さから決まる。疑問に思ったのは、
駒付近:  とベアリング:  のA, B点の形状は、ビリつき等からもう少し考えられるのでは? という点。(Aの角度がわかりません) (以上)

再効注長の確保、弦の振動性考慮のため

張弦 58.4. 山本

4月10日(金)　弦張り工程　第3日

(コキ上げ、ツマミ、弦いっぱい、コキ下し、ピンならし、ワイヤー押え取付、こっわり、リボン通し、再びピンならし、アクションボートやあけ、等)

・駒ピンについて、今朝思ったこと：駒ピンは  こういう感じで、ミュージックワイヤーを斜めのすがらおさえていることになる。つまりミュージックワイヤーから見ると、ベアリングでは  真下なのに、反対側の駒ピンでは斜め上方が「支点」となる。ところで弦にハンマーが当たっての振動の第1モードは、おそらくベアリングに垂直な振動であろうから、駒ピンの付近はへんなふうになるのではないか？　駒ピンのところをベアリングと同じようにとして、こっちの支点もとしたが、振動は垂直になるのでは？ 

詳しいところはわからないけど、駒ピン付近は研究の余地がありそうだ。

・今日の実習は、とにかく「コキ上げ」の必要性をいたる所で感じた。弦の各部分のつながりと、チューピンの高さの指定などは、全てコキ上げを正しくできることを前提としていて、うまくできない我々は、最後までコキ上げにおわれた。　ところで、ブッシュ方式の利点というのは、何度も新たにチューピンのネジを設定できる、という面もあることを発見した。もし、完全にネジもかってしまいて、それがバカになったら、もうその穴は使えない。ところがブッシュがあれば、いちど抜いたチューピンも、ハンマーでオすこんだところが新たなネジ穴となるし、最悪の場合にもブッシュを抜いてとりかえればすむ。昨日の発想は甘かった。

・ビスの先についているOリングが、ほとんど穴のまわりに落ちていた。ムダがあるようにも思われる。　(サーッと穴のまわりがくもる)

・ドリルのもりしずは、焦げていて熱い。フレームも一瞬変色するが、熱による影響はないのだろうか？

焦げている切くずでは当然、勿論である。ムリに光明丹押しみは(以上)。
コゲの元である、ドリルの回転に応じ穴を広げて行く事が必要である。
その他、ドリル研ぎ、上ピン板圧着による光明トラブルとなる。

駒上の部分はベアリングバーとは弦の反対に立掛けられた
ブリッヂ(橋)で有る 普通のPianoだと弦の向う側の駒と
先端のエッチピンの間の部分は振動を止めるのが常識になっていて
フェルトをはさんで振動こない様にして有る そこ此こが振動すると
有害な不協和音やその5音音が発生し基音に混入する可能性が有る
ここに考えようたよっては此の部分をうまく利用し基音に対し協和
する音が共鳴する様にすれば音色は更に豊かになるもので有る
此に着目したものが共鳴弦音方式で有る、YAMAHA Pianoで
アリコード方式を採用している U50-U80 弦の向う木駒のエッチピンの
所から更にその先端のエッチピンの間に鋳駒を追加し本来の
発音部分の長さとの比を設計したもので有る
ベアリング"勇気は中高音より 低音うすとする弦の調子性保持の為

張弦
56. 4.
山本

4月13日（月）　3張3弦工程　第4日

（下律、もとにもどって フレーム取付へ チューピン穴あけ）.

○下律について.

・本来の音より半音高いところに ピッチをあわせる。
・ユニゾンをとく.
・打弦点をはじく
・チューニングハンマーを持つ右手の使い方がコツ.

↳はやく「調律」をやりたいな. という気が出てきた。

○ラインに入ってみて.

・US シリーズでない. 住友機種は. フレームそのものの つくり方が. 比較的ザツというか. 表面もまあまあの（USに比べてザラザラの）処理となっている。3弦3張りの工程を見る限り、機種による差はないようだが、響板・金連盤 その他の部分は. やはりランク区別をしているのだろうか? 上板など選別使用しております 例 US70・US80・

・3張3弦してみると. チューピンの位置の構成（配置）というのは. 特に フレームの骨で囲まれたスミの方にしわよせがきていて. best の パターンではないような気がする。3弦のあて字から考えて. もっとうまい組み方を考えてみたい気もした。設計時に3次業性を充分考慮しております

・「輸出用」というのに. US-50 という板がはってあった. が. どういうことなのか? US-50タイプも輸出されます. その為の社様外にて有ります.

・ライン作業というのは. 単に分業（1人1人は専業）の能率化ばかりでなく. 塗装や接着剤の乾燥時間中に他のことをやる. という時間的能率化でもあることを. 参加してみて気付いた。しかしナットラッカーというのは. つい気が抜けるとふっとぶから. こつくものだ。

機械工具使用は特に安全動作が要求されております
事故など到れた時期に起ります 充分注意を願います。

（山上）

張設 56. 4. 山本

組立 56. 4. 14 伊藤

4月14日(火) 張弦工程 第5日
(つし-取付～ワイヤー張り replay, 及びラインでの作業)

本日は感想を中心に。

・左ページに書いていただいたように、我々もそろそろ「張る」全体の流れと、個々の作業がわかってきたところで、まさに「油断」しはじめている。つまり、いちいち「■失敗せんやろか?」と考えながらやらなくても、何も考えずに手が作業をしはじめたのである。単調作業の連続、というのは恐しいもので、高橋君がワイヤーを指に刺した、と言うし、僕もうっかり、細目に引に代えるのを忘れて6本まで前と同じワイヤーを張っているのに気付いたりした。さすがにナットランナーやドリルでは緊張するが、とにかく1日中、というのは本当に恐い。

・山本作業長の「ネタ」をもとに、たくさんの「提案」の代筆をした。ラインに入って周囲の人を見て思うのは、初めは我々のように、その作業が、途方もなく困難に思えても、それをどうして改善しよう、と考えるより、その困難な作業に熟練する方がラクなのかもしれない、ということ。そして一たびその作業が身についてしまえば、もうそれはアタリマエであって引に改善する必要がなくなってしまう。改善のネタが見えるのは、とにかく我々のように慣れていないうちなのだろう。……そう言いながら、5日前に初めてこのラインを見た時よりも、ずっとそういう視野がなくなってきている自分を感じる。とにかく、なるべく距離をおいて、客観的に見ていこうと思う。 (山人上)

ラインでもラインタイでもすべて大ベテランを見る目が有れば次に判断のどこ悪こが決定的になる頃だけでも仕事は勝つない口スのない決められた作業のパターンを単調とは云へ繰返す毎に身に付くものが技能で有る。それ迄数多くの山に出会いプロになる条件を自分が肌で覚え日々の進歩に努力こそ一人前、一人工になるのです。

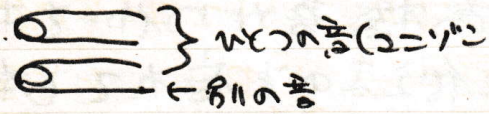
U 58. 4. 15 伊藤

張弦 58. 4. 山本

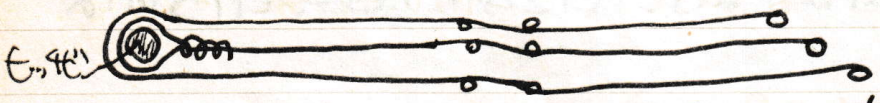
4月15日（水）　張弦工程第6日.
（ワイヤー張り．単線ワイヤー作り．アグラフ植込み）

・ライニで一番苦労するのが．フレームのキズだという。では．特にUPを立てた時に目につくフレーム上辺に．布製のがムテープみたいなテープで粘着力の低いもの（あとではがしても塗装がはがれないように）をはったらどうだろう？　←提案ネタその1.

・中ヘ高音は1keyで3本の弦であり．ヒッチピン位置は



となっている。これだとある音のチューニングが隣に関係する。そこで．



という風に．ヒッチピン毎に単線を入れたらどうだろう。これだと．チューニングはkeyごとに独立だし．ヒッチピンが今の約90本から60本にでもて．スペースも広くなる。巻線つくりを機械化してコストを下げれば．いけるのではないか？　←提案ネタその2

・アグラフ植込みをやったが．フレームの穴がみなやや大きく．全部のアグラフにカシメ打ちをした。NC穴あけ位置のミスが．大もなものになっている。これなら．ブッシュにあたるような．アルミパイプの輪切り  をうちこんでやるのも変わらないが。それに．一度アグラフがやるんだら．もうブッシュとチューピンのような打ちなおしがもかなし。何か間に入れたほうがいいのでは？　←提案ネタその3

・昨日の反省のもとに．今日はネタさがしをしてみました。（以上）

色々な角度から見て考えられた様です。昨日の訓練成果です。有難う。
判断致します、どこどこ改善点の指摘を願います。

張弦 58. 4. 15
工藤 58. 4. 16 伊藤

4月16日(木) 弦工程 第7日
(チューピントルク検査, 下律(全弦), [redacted])

○品質特性検査のポイント
- 張圧 — 何カ所かで設定してあり、ゲージで測定
- 張長 — フレームがずれていると決定されない。重要。
- チューニングピントルクの測定:
(1日5台、ランダムに選んで測定する。
高・中・低音各々5カ所ずつ、ゲージで測定。
→平均 $\bar{x}$, 幅(max-min) R をおく、そして全体の傾向を見るため、$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{m}\sum_{n=1}^{m} \bar{x}_n$, $\bar{R} = \frac{1}{m}\sum_{n=1}^{m} R_n$ をとる。
→毎日の変化をがうつにつけ、悪化した場合は原因をさぐる。
(例)穴あけ不良(大きすぎ ドリルのづれ)、ピン板の乾燥劣化、等。

○下律も、今日は最高音から最低音までやってみた。
高い方は全部できたが、低い方から5本ほどは、何かもものの指がかなり手でも、ちょっと自信がなかった。うまく倍音を出すようなハジキ方あるいはハジキ位置があるのでろうかて。
(低い音を耳でとらえる手がもっとかこい音の方を角き取る方に若干でも力を加減より下方でハジキ弦の音を出す様にする)

○時間におわれて今日はここまで。慣れてきたのにやる事がドンドンふえていくので、疲れかたは1こうして変わらない。これも充実感ととらえるのが若さ、なのだろう。

(以上)
実習に対する意欲と思える。楽器工程にすべてを自分を忘れて早く作業がエットーで、実習の日数は期間内に一つでも多く出そと努力する事が必要です。弦作りはピアノ製造の基礎を充分に身につけた事が将来に役立つものです。

張弦 56.4. 山本
舞阪 56.4.17 鳥井
U組立 56.4.17 伊藤

4月20日(月) 張弦工程 第8日
(コキにげへ 下律 など)

・今日はラインを流れていたのは低額機種(こういう言い方はよくないか?)のようで、US-50,60などとはかなり異なっていた。
・高~中音部の弦が1本で、ブッシュうち、ピン周辺がかりかりし。
・リボン、弦おさえの所のフェルトがない (KS-2F, 3F)
・中音の巻線を6本使っているので、(1ばん高い)えも単線づくりをしなくてすむ。

ただ、ネームプレートというか KS-3F というやつが、TP-125は TP-125 とつながうすいので、欠けてしまったものがいくつかあった。

・今日は下律は最高音から最低音まで、エアーハンマーのうるさをなやでちゃんとできた。弾じく位置により倍音の出方がかわるので(1ばん)変え。一方、 
のように耳にかなづち(小さいもの)をあてて フレームの音を響板に伝わらせないようにしたためである。光明が見えてきた。

・ブッシュのラインに少し入ったが、KS-1Fなどだから甘くてもいいのかどうかわからないけど、ブッシュ穴あけのNCがまずいのか、とにかく穴が大きかった。ブッシュがゆるいのである。穴が大きくなる原因は前にも書いたが、少しともつれ一弦りでチューピンをまわした時にブッシュがチューピンといっしょにまわるのでは、それこそ不要な存在になってしまうだろう。 ← 内径あり!

仕様以外のドリルを使った事がまづかったのにNCによる。
現場 ドリル折損時に他の様な問題が生じると考えます
鉄工係へ連絡チェック徹底を依頼する。 (以上)

張弦 56.4.17 山本

4月21日(火) 弦工程 第9日

(ピン立て、ワイヤー張り、ひっぱり、づっこうち、アグラフ植込み、他)

昨日見たある雑誌の広告に「フェルナンデスエレキギター新製品、もう外面だけのコピーの時代は終った!!」というのがあった。たしかフェルナンデスというのはKAWAIと関係あると思ったけど、ここで僕が今日考えていたこととは関係ない。10年以上まえから、日本人のアマチュアがエレキギターを手にするとき、金のある者は外国のフェンダー、ギブソン等のものを買い、金のない者はグレコとかフェルナンデスなどの国内メーカーの「コピー」、つまりフェンダーやギブソンと同じ外見に作られたものを買った(値段は数分の1になる)。オリジナルデザインのエレキなど、誰も買わなかった。しかし10年たって、ようやく、外見がフェンダーでも、しょせんフェルナンデスはフェルナンデスの音であって全然ちがう、という事実がわかってきたのか、上記のような変化となってきた。一方で、最近では国内メーカーのオリジナルデザインのエレキが(音の面でも向上してきたためか)売れてきたのである。

ピアノを作る作業を1日中続けながら何を考えていたか、というと、つまり、上の話がピアノでもそのまま当てはまるのでは?ということなのだ。しょせん、ヤマハでスタインウェイだカワイだ、という、音楽家が判断するようなハイレベルでの音の内容はプロユースのGPにおいて問われるわけで、このラインで作るようなUPは、それこそ音については「値段のわりに…」という枕詞にかくれてしまいそうな気もする。考えてみたら、スタインウェイの家庭用UPなんて聞いたこともないわけだから、ピアノという木型が既に形として与えられたものと考えて安いだけのコピーをつくるのでなく、同じUPでも全くオリジナルな楽器としてのUPを考えてみたいような気もする。少くとも楽器を扱う僕自身としては。(以上)

愛連用、練習用、専門家と質子は異なるが、世界の音楽文化に貢献するピアノ作りとして原点は一つで有るが多様の地方を開発して行かなければ企業として脱落致します。時代に即応した事に新鮮の心で立向う必要有り。

84.4.22 伊藤

4月22日(水) 張弦工程 第10日 (113113)

今日もいろいろ考えた。昨日から大きく意識が進展した。
まず、これまで僕自身がいろいろな楽器ーバイオリン、ホルン、ギター、ベース、ドラムス、シンセサイザー等々も扱ってきた上で、この工場実習中に感じていた疑問点というのは、言ってみればピアノをあまりにも「均質につくる」ことに対するものであったようだ。つまり、原理的には1台1台異なる木材という材質に対し、とにかく「機械の如く、均質なピアノ」を生産している。ところが僕が「楽器」という物に対して抱くimageというのは、まさに「個性」そのものであって、1台1台ちがう、その「クセ」を自分の個性にしていく、という観点である。「楽器が音楽をつくる」歴史を肯定する僕としては、あくまで楽器はユニークなものでなければならなかった。ピアノのどこの部品をどう改良する、というのは重箱のスミをつつくようなものであり、むしろ「何をもってピアノと呼ぶか」「名前が『ピアノ』でなくても、現ピアノを超えたより新しい概念の楽器を…」と思っていたのである。少くともその昨日までは。
しかし今日、2百数十本のワイヤーの設計(弦長、線径(太さ)、テンション)を考えてみて、そこのファクターに、おそらく「各音域で同音量、音質はなめらかに(弦の太さが変わった所で急に変化せず)変わる」となるであろう事に思い至った時、もう一つのピアノというものに対する視野がひらけたのである。つまり、ピアノの均質性の追求、というのは、ピアノという楽器の持つ「普遍性」という名の特殊性から来ているのではないか、という事なのである。ここで、昨日の「ピアノは本質的につまらない楽器である。(から好きでない)」という考えと対立するのである。
色々な楽器を操作・演奏して思うのは、楽器を扱うこと自体が非常に高度なテクニックである、という事である。つまり、例えばギターで"F"というコードをジャラーンと弾こうと思うと、本に書い

であるようなポジションに→  指をおくだけではダメで、それを他の弦に触れず、かつ相当強くおさえないと音にならない。つまり"F"のコードを正しく鳴らすのに、1年以上かかるのである。そして、チューニングの微妙なずれのもこえない人のギターが弾くにたえないものであるあたりにも、ギター人口に限界があるわけなのだ。ところがピアノなら、  の3鍵を押せば、まずまちがいなく"F"の和音が鳴る。ピッチもすでにそろっている。つまり、「そのkeyからは必ずその音が出る」ところまで完全に用意されている、という意味で、ピアノの鍵盤というのは、最も"ボタン的"な楽器の入口なのだ。子供がピアノを手軽に習うのも、言ってみればピアノは、もっともカンタンに生のひくことのマネ、即ち「コピー」ができる楽器であるからなのだろう。コピーがよくない、というのと全く反対で、むしろひきなおって、初心者の上でも、ピアノという楽器は最も"ピーら"楽器であり、素人が入っていきやすい、という特質に気がついたわけである。そこで、特に家庭用を対象としたUPなどの場合、前述のような「新しいimageの楽器」とかいうよりも、別の視点でピアノというものを研究する必要があると思う。目新しい「何か」でなく、ピアノが当然持っているべき特性の、「■ミスタッチでない限り、その音が出る」ところから一歩すすんだところで、初耳の音質でなく、より親しみやすい音質とか、ペダルの人間工学的な操作性とか、3和音・消音(フェルト)内係がバリスポリするような処理とか、響板のひびきその向上とか…　ということになるだろう。

つまり、最初の「重箱のスミをほじくる」も思ったところに行きつくのだが、この結論は、「同じシンプルなUPに、なるべく演奏者なしの表現力をもりこむような設計を！」ということになるわけで、ルーツが全く変わって来ているわけなのだ。（20分で書くには内容が多すぎた。）

（山上）。

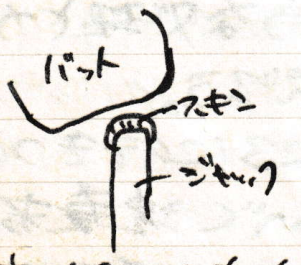


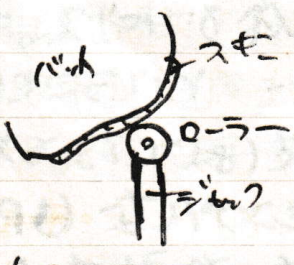


9月27日（月）　アクションオリエンテーション
（工場見学・外注会社見学・実作り）
協力工場

- 本格的な実習は明日からなので、今日気がついてメモしておいた点を書くことにする。
- 部品ーUPはかなりつるスティック化しており、高級機種やGPに木製を使用している。
- 歩留まりを上げる…　接着技術がカギ。
- 小さい部品につつに、金属工並みの精度（$\frac{1}{100}$ぐらい）を求めている。
- スプリングの協力会社…　小さなスプリングの性能が変わるのは、素材（Cu 96%, Sn 3%　Ag 1%）のバラツキに支配されているため。
- ダンパーレバーのスプリングは3段階に強さを分けているが、本当なら「連続」に従って連続的に変化させるのが理想的。
- 度度はこの5月ごろでオシマイ。あとは合成皮革になる。
- 部品の自分の精度だけでなく、それを使って作る二次部品に至る精度管理をしなければ意味がない。

- アクションの大まかな機構がわかりかけてきたが、そのやで気付いた点など：
- ジャックの先端とバットのあたりに一考の余地あり。

①


②


…など。

- 少し遠くから人力をながめ、「そもそもアクションとして要求される動き」だけを抽出して、全く新しいメカニックになりえないか、そもそも視点を忘れたくないと思った。

（以上）

PLは実物イメージが現実には共通にあるためである。むしろ精度は安し。
メリットは多い。販売政策上のトップマネジメントの問題　9/28 戸田.

4月28日（火）　アクション工程 第2日
（穴ばり・センターピンとおし・スモンばり）

◦ジャックつしンジの加工　（木製）
- ブッシングクロスの先作り…　接着剤"220"によって固め、ハサミでカットする。
- つしンジ1個分を基してつしンジを通し（治具使用）、約18個を通す。
- のりづけ…　接着剤"SP-210"をクロスに塗り、つしンジをずらして、ナイフでカットする。（クロスにしみた接着剤で、うしろの穴も接着される。
- からくりピン：22mm, 1.225mmφ　を中心に通す。
　長さ17 そしてのち中

◦その他のつしンジの加工　（プラスチック製）
- ブッシングクロスの先作り…　ジャックつしンジ用と同じ。
- 治具を用いてつしンジ18個を通す。（端からつけてよい）
- のりづけ…　注射器で、シンナーを1滴ずつ、つしンジの穴の周に落とす。　これによって、クロスをしみて伝わったシンナーがつしンジのプラスチックを溶かして、のりづけされる！
- からくりピン：　20mm,　1.225mmφ　を中心に通す。

- クロスの状態が、ピンを通してみるといろいろあるようで、明日以降の「湯どおし」工程によってどのように均質化されるかが楽しみである。　もう少しうまい手があるような気もする。（クロスを使うのでない方法、という意味で。）

（以上）

プラスチックつしンジは自動穴開け機で行っている。
4/29 戸田

4月29日（水）アクション工程第3日

（バットフェルト貼り、キャッチャースキン貼り、ウイペンフェルト貼り、
ブライドルテープつくり、ウイペン周辺加工　等）

○湯通し：

石けん水の蒸気中を通す → 強制乾燥 → 保温

効果…… 円滑化、スティック現象防止

※湯通し工程を実際に見てみたいと思う。

工場のウイペン組も工程でやっている、工程実習で見てみよ。

○ウイペン…3種類あり、スプーン穴で分かれる。

低音	中音	次中音	高音
1～27	28～51	52～71	72～88
㊧27コ	㊨24コ	㊧19コ	㊨18コ

ダンパーがない。？

※ミュージックウイペーのセクション割りと少し違う（第2セクションの最高音にはダンパーがつかない）のに注意。

※機種によってもかわる！

○ウイペン周辺加工

スプーン … 13°の角度（±13°）、高さ26mm

ブライドルウイペー … 47mm

バックチェック … 65mm、ねじれのないように。

浅田治 56.4.30 鈴木

浅田 56.4.30 鈴木

・これらの押込み治具を見ると、かつて手作業であった時代の人たちの「治具」に対するアイデアにびっくりしてしまう。3年次でも思ったが、時間をいくらかけてもいいなら、治具＋手作業の方が、いいピアノを作れるような気もする。（山上）

手造り作業の治工具の考案は、先代社長の源流である。品質ポイントを正しく踏まえた技能を有効自動化により、よりバラつきの少ないものとなる。部品精度と材質の経済性でポイントの重要性を軽視しないことが大切。

4/30 戸田

4月30日（木）アクション工程 第七日

（・キャ．チューシャンとづライドルテープの接着 …"A-32で"使用
　↳さかさまにつけてしまったので、やりなおし！
・ウイペンとジャックフレンジの接着 …"CH3"使用
・バットフレンジコード付け …"MEK"使用）

・これを書いているのは、実は5月5日．5連休の最終日．浜松に帰って来た夜である。入社して1ヶ月．久しぶりに大学時代の友人・後輩と再会してみて（帰省せず．京都に帰ったので…）、あらためて社会人となった自分を実感した。
・立すがに．「地に足をつけて．じっくりと見据えていこう」と思っていたにもかかわらず．4月はア、という間に過ぎてしまった。その間．ピアノのイメージは．
「高級家具」的ぜいたく品。（入社前）
　↳（単純に造られる）工業製品。（ラインと接して）
　　↳歴史の上に立つ高級楽器（いろいろ知ってみて）
と、二転三転している。まだまだ変わるだろうし、それを楽しみにしている。
・いよいよ2ヶ月目，そろそろこちらの生活に腰をすえる時になってきたと思う。（連休も終わって、もう何も待っていないし。）先日買ってきた「ピアノの本」とかいろ本も読みたいし．ピアノの曲をじっくり弾いてもみたいし．いろいろやりたいと思っていたことに手をつけようと思う。そして、本当に目の前にピアノの部品を並べられたら組立てができるような環境を．それこそじっくりと目ざしていこうと思う。（「ピアノとは」という問いはもうしばらく．あたためていたい。）

（以上）

後程Mさんの取組みを綴りてアップ 5/6 予田

5月6日（水）アクション工程 第5日

（バットつまみ・ガイドセンターピン固定 … シリコンオイル
キャップ・キャップチューシャンクとりつけ … A-27
バット・キャップはり … CH3
・先削り・バットスキンづめ ←2回目（2台目））

・5人で同じ工程を行い、かつ治具が1台ないし2台しかないため、2台目の作業などが入ってきた。いよいよ各parts（部品）が少しずつ組み合わさって、アクションに近づいてきているようである。

・アクション部分の精度と、各部分、それに各部品の精度を考えてみた。
  ・部品の精度 … つまみ、バット、ウイペン等は非常によくできていて、特にプラスチックのつまみは、わずかなバリが問題になる程度。ただし、ウイペンからくりの穴の角度、等に問題があった。
  ・プッシングブロス固定 … ここが問題で、プラスチックのつまみ穴にシンナーが入って非常にかたいもの、湯通しピンが太くて穴のゆるいもの。他に、穴をピンでひろげる時にセンターのずれるもの、傷が発生する。（◎というのは、本質的に不均質ともいえる）
  ・部品の穴あけ付近 … 例えばウイペンにスプーンとプライドルワイヤーをうめこむが、このガイド穴が治具と直線上になっていない部分があって、かなり（2～3mm以内）ずれる場合がある。
  ・治具 … これが一番の問題で、もっとのびし、あるいは途中でのびしは、完成されるアクションのバラつきの主因となると思われる。
・作業中に吸収できるもの（つり、疲れ、等）もあるが、それでは機械化できない。一度、なるべく機械になったつもりでやってみようとも思う。（以上）

部品精度と治具を含めた作業方法の関連の問題であり、自動機械の場合も重要な問題です。5/7戸田。

5月7日 (木) アクション工程 第6日

(ウイペンスプリングつけ. バットプレートつけ. スプリングつくり. バットイリくり. センターレールにバット取付け. etc)

- ピアノは木と金属でできている —— といわれる理由が、何となくわかってきたような気がする。即ち、響板・響棒等の、音響素材として秀れている、という第一番目の理由の他に、部品の加工上の都合がよい、という面が大きいのではないだろうか。
- 例えばバットのスプリングの軸となるスプリングがらくりでも、これは接着剤も何も使わず、穴とコードとのこすりで支えている。穴を小さ目に、内側に内あけのケバが立つのも使われているわけでプラスチックではできないことだろう。
- シャンクの押し込み関係も、木が圧縮に対して、かなりの自由度を持つことを利用しているので、両方(穴とシャンクと)をプラスチック化しては、接着剤もエポキシ樹脂系が必要となって、かえって大変なのだろう。
- しかし一方で、木材の性質から、木製部品には1つ1つが異なるし、かなり作業者のカンで吸収している微妙なだしが横行する。穴をあけるにしても、プラスチックのバリに当たる、小さなうし・ケバ立ちなどがあるし、ドリルとのまさつによる発熱(にげるほどになっている)の影響とかは、すでに経験ずみで理解してきた。
- 材料としてはやはり木製が主流だろうが、バランス的使用法などで、改善をさがして行くべきだろう。

(以上)

浅田治 56.5.8 鈴木

浅田 56.5.8 鈴木

5/8 戸田

5月8日(金) アクション工程 第7日

(バット調整・バット絵仕上げ.
ウイペン取付.
レギュレーティングレール取付、ジャックレール取付)

- 「走り」調整
  - バットの走り … シャンクをはずして見る.
    ↳のり紙をつしンジの反対側のうしろにはれる。 1枚でもでしすぎるので. [つしンジ][のり紙] のように半分かまして. つしンジのネジを強く締めるなどして調整.
  - キャッチャーの走り
    ↳のり紙をつしンジの下にはれる。 初めからスキ間があるので. 最低2枚はれないと効果が出ない。

- 絵仕上げ
  - 「割り定規」を楽にはられるように。 キレイにそろえば. 0.5mmほどの「あそび」が出る。 左右いずれかにおしつけて上げた時に上がるのは. そこが出ているため。それを修正する。

⇩

再度調整をする.

- 割り定規に合わせてバットの角度を変えると. また「走り」が出てくるのでは? (ピン溝の形状修正をすることでセンターピンの変化しるければ走りの差とはないはず. しかし. プッシングロスに修正の力の加わり変化する場合が多々(ナて)
- バットのV字ミゾとプレートでもンターピンをはさんでいるが. この部分は製品では (図) こういう感じで立っていて. 長く使うちにV字ミゾに力がかかってゆるんでこないのだろうか?
- バットスプリングの強さのバラつき (←つしンジコードの長さのバラつき) はどこで調整するのだろうか?

(以上)

- V字溝修正は加工変形であるので変化は少ない むしろプレートスクリューのゆるみが発生するのにニースコン後ビス締付を実施する
- コード長さ工ho… スプリング強さはかえぐりの固さとの関連とする. 現実には調整工程での微調整にスプリング角度を調整され商品があるが手順的には正しくない. ずれ本部品加工精度管理ポイントである. 現状品質で特にクレームとはなっていない. 5/9 戸田 分

5月9日（土）　アクション工程　第8日

（ウイペン調整・総仕上げ
ごきげんなおし・バックチェック修正・づライドルワイヤー修正
ダンパーロッド取付
ダンパーレバー取付）

○ウイペン調整
ジャックがバットの中心にあたるようにする。
（1mm以上のズレはウイペンをはずし、ジャックつしンジからくりを修正する。
　ジャックつしンジをウイペンに押込む溝奥のズレから発生。
0.5mm程度以内のズレは、のり紙をウイペンつしンジにかまして調整。

○バックチェック・づライドルワイヤー修正
・「外観の質」を重視。づライドルテープによってダランと伸びた状態でなく、手元に持ち上げた状態でバックチェックの頭とづライドルワイヤーの頭をそろえるのが、アクションとしての調整。

○ダンパーレバー
例えば“H506”と入力してあり、生産した場所と月日が追跡できるようになっている。（上の例は“つジタ、5月6日”）

○かざり弦について　←新発見！
かざり3弦は低音域の音量増加のためであり、
（・チューニングを決まっている。
・ダンパーレバーもつける。

1台目全体を完成、理解、技能を大変よい（以上）。
2台目は効率的にまとめて下さい。
5/11 戸田。

5月11日(月) アクション工程第9日

(ダンパーレバー修正、ブラケット取付、ハンマーレール周辺取付。
アクションネームうけ …以上1名目
フレンジ穴はり、バットスキン(バックポスト)はり、Dレンジのりつけ。
湯通しピン通し、バットフェルトはり、キャッチャースキンはり。
ウイペンフェルトはり …以上2名目)

・ついに1台目が完成した。アクションネームのシールをはる時の気分は最高であった。

・ハンマーの角度はハンマー(レール)の位置によって決定されるが、この位置は、ブラケットの形状とクッションフェルトによってチェックされていて、例えばグライドルのオーバーの角度でグライドルテープの長さを調整できるような、調整機構がない。ハンマーレールフォークの形状の中に、角度を可変にできる機構を組み込んだらどうなのか? 1つの考方であり、時折話題にするが現むは部品精度UPの方向行である。メーカーによってはアタレール方式でブラケットに固定するものもある。

・バット、ウイペン周辺の調整で要した「のり紙」は、88枚を軽く越しているが、この原因はほとんどが 昔のK35(KAWAI)はこの方式であった。
(フレンジがらくり(←ブッシングプロスの処理などによる)
はめ込み (←何といっても治具のせい!)
の2つから来ている。

・2回目に入っているが、特にセンターピン通し作業と、押込み作業に細心の注意をして、どれだけ「のり紙」の数を、「全く精度を妥協せずに」減らせるか、を見きわめてみたい。

バット、ウイペン取付調整はいずれもがらくり精度が主体であり (以上)
関連部品のバラつきをこの段階で確認することである。木製フレンジの場も同様。それをフレンジがらくり時点で吸収すべき方式である。(工程順序の問題)

5/12 戸田

5月12日（火）　アクション工程 第10日

（バットスキンセカリ、キャッチャースキンセカリ、ウイペンフェルトセカリ、
づライドルテープ作り、キャッチャーシャンクとの接着
ウイペン固定（スプーン、づライドルワイヤー、バックチェック 押込）
キャッチャー・キャッチャーシャンク 押込。）

・2日目は、僕がしんやん先行していて何でも空いているため もあり、効率を考えて順序を選んでいる。要するに接着剤が固化するまでの時間に他に何かすることと、キャッチャーは何stepもあるので先行させることである。フレンジの湾曲のために、今回はフレンジ以外の大部分をやってしまった。明日はいよいよ、問題のかしめ工程である。

・スプーン押込、づライドルワイヤー押込は同じ治具（押込み）の上に色々の治具を取付けるため、今回は全て自分でやってみた。やはり、今回の実習で一番楽しいのは、治具の調整だと思う。あの形の治具はもうあまり使われないのでかわいそうな気がないが、治具全体の規格がまちまちで使いにくい時がある。（ビス・ナットの径、ミゾ幅など）

・一方、づライドルワイヤー押込のための、ウイペンを固定するのが、ビス穴が異常に大きいため、かえって傾けてづライドルワイヤーの角度を設定できるのにはナルホドとも思った。いろいろな治具が並び、というのも、治具の歴史を感じさせてくれるものである。

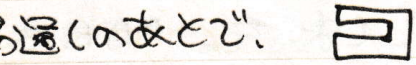
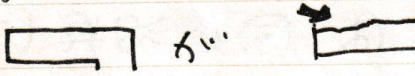
・同じ治具を使うのに、1日目よりもバラつきが少ない。要するに使い方次第、ということなのだろう。　（以上）

5/13 戸田

5月13日(水) アクション工程 第11日

(ウイペン・ジャックつしンジ押込.(←ジャックつしンジからくり)
バットつしンジコードつけ
ウイペンからくり)

・今日は、ウイペンの精度に大きく関係する部分を行なった。全体の構成がわかってはじめ、視点が大きく変わった。

① ジャックつしンジからくり
木製つしンジの持つ、精度的欠点が大きな問題である。
・湯通しのあとで、  が極端に描くと のように広がるものがあった。ジャックのガタになるので、今回は全て除外した。
・穴はりの時に外についた SP210 を竹ぐしではがす時、  が のようにへこみやすい。これによってからくり治具の上に水平にならず、軸がずれる場合があった。
・プラスチックとちがい、目で見てもわかるような厚さのちがい、あるいは あとで判明した穴のズレ、等もあった。
・つしンジからくりの時点で、センターピンのずれがわかりにくいのが問題である。(ウイペンからくりの治具で判明するまで不明)
穴貼り完了時 湯通棒を通した時に確認する。

② ウイペンへの押込
治具の、ウイペンをおさえる木製の部分が、2回にわたってひびが入って使いた。木製では無理である。また、ジャックつしンジをのせる台の、高さ調整用の厚紙がボロボロになってきて、かえってズレをもたらした。今回、最も精度上の問題点は、この治具にあると思う。
(以上)

5/14 戸田

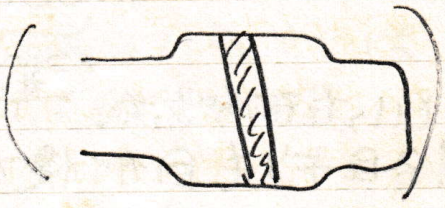
5月14日(木) アクション工作室 第12日

(
ウイペンスプリングつけ.
バットプレートつけ・バットスプリングとおし.
バットかくり
センターレールにバット取付.
バット調整治具. (キャッチャー修正)
)

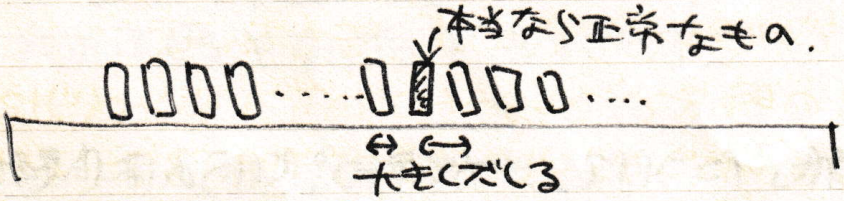
・ウイペンにおいては. センターピン穴自体がななめしていたが. バットかくり用の. バットについては V字ミゾもずれていた。極端な描くと.



こういう感じ



になっていて. 要するにバットに垂直でないのである。これが全体として. センターレールに取付けたとき.



となって傾向を持っていた。



・バットのV字ミゾにこのような傾向があるため. 賭物のときにバットの色の濃淡で左右のものを入れかえた所が. 大きな傾向のズレとなって. キャッチャーの走りにあらわれた。のり紙でのBBし生れず. つじつまも修正してあわせなければならなかった。 アクション組加工精度. 平行度との関連は. 捩割の直角度 (1/以上) 半輪状の中心のズレは. 旦那仕上のもの. かくり時の影響の方が大きいと思うが. 現物確認でつと判断つかず. ウイペン方式のアクション組加工は. 最も精度維持が困難なもの. 材質. 硬さ. 切削スピード. ドリル研ぎ等の要因により. バラつく. 5/15 戸田.
PL部品はこの点ですべれている.

5月15日(金)　プラスチック工程　第13日

(キャッチャー走り修正
バット走り修正
バット総仕上げ
ライパン取付)

・1台目はけっこう早くで生えが. これは ところどころのバットが走っているために見分けやすかった偶然があったようである。今回は.

・集団でまとまって使いたグループがにらみあう:



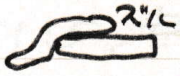
といった形があった。

・1台目よりも目が慣れて. 小さな走りも気になった。

の2点のために. 結局1台目と同じぐらいの「のり紙」を使った。

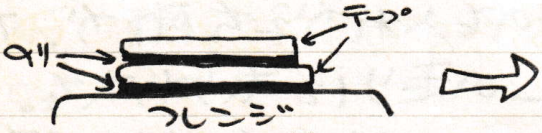
・つレンジのからくり自体は. 1台目がてんでバラバラだったのに比べ. かなりなめらかな傾向にあり. やはり気をつけると精度は上がってしまうようである。

・2枚重ねの「のり紙」について。がんテープというのは以外で.

① 強くしめつけると.  ⇨  とずれて. 結局1枚分ちょっとの厚さになってしまう。

② しめつけて少し時間がたつと. のりが出てきて.

浅田治 56.5.17 鈴木



とうすくなってきて再びやる必要が出たものがあった。

・「のり紙」としては. 表面のマサツがもう少しあって(ずれにくく)、のりの量が少ないものが. より適当であると思う。 (山上)

ライパン作業では使用量は. 少なく、この使用すべり以外特に問題である。初期交換かな〜.

浅田 56.5.18 鈴木

5/18 戸田。

5日18日（月）アクション工程表（4日

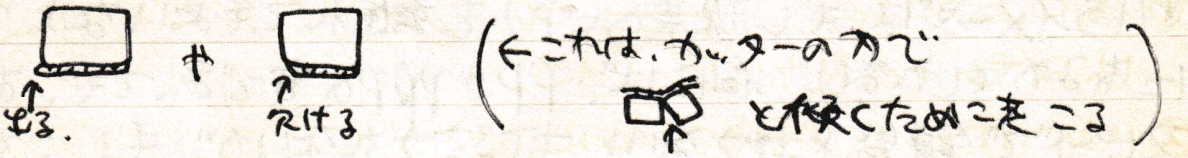
（ウイペン調整
バックチェック・ブライドルワイヤー調整
ダンパーロッド取付）

- ウイペンフレンジがらくりのチェックを注意して行ったためか、1台目に比べ、ウイペン前面部分が容易にそろった。しかし一方で、ウイペン前面が等間隔になっているのに、ヒルフロス付近でバラつきが出る（ウイペンフレンジの傾き）ものもあった。

- ジャックは1台目のような、1mmへ2mmというずしはなかった。これも、ジャックフレンジに注意したためと思われる。

- しかしウイペンのバラつきがいくつかのグループで傾向を持っていたのに対し、ジャックのバラつきは全く左右バラバラであり、これはジャックフレンジをウイペンに押さえる強さのバラつきが最大の原因となったと思われる。

- キャッチャースキン切りのバラつき：



などのために、バックチェックのはかくをそろえるのに困難になった。

- ブライドルテープの長さが1台目よりはるかに良くそろった。やはり、あたら見をつけてみるものである。

（以上）

5/19戸田

5月19日（火）アクション工程第15日

（ダンパーしバー取付～ …… 2台目完成！）

・2台目ができた。1台目にくらべて、スピードも品質も向上したと思う。

・アクション機構の模型をしげしげと眺めてみると、1つ1つを自分の手で組み立ててきた今では、その動きが以前と全くちがって見える。アクションを考える上で必要なのは、

① 打弦そのものの動作 …「もどり」、ダンパー操作などまで。
② 88鍵の間の均質性、および一様性（低音弦に行くに従って重くなる、等。音量も含む（ハンマー））。
③ 鍵盤の「タッチ」。

などであり、視野が限定されてしまってはならないと思う。

・いまのアクション機構・部品のあり方は、まず①の要求から来ており、材料や形状・製作方法に②が反映している。その結果、③は調整段階で手を加える、という位置にある。

・しかし一方で、ピアノという楽器に要求される「音」なり「タッチ」なり、というイメージは、もし現実のピアノを離れてもよいなら、それなりにあるかもしれない。例えば、ppやpppの音であっても、ある程度のスピードで鍵盤を押さないと打弦されないが、もし、これをゆっくりそーっと押しても、それに応答するpppが何らかの方法で作れるなら、ピアノによる音楽表現は変わるだろうとも思える。僕が一番気になっているのは、ジャックの先端とバットの触れる部分である。いずれ、これによく考えていきたいと思うことの一つである。

5/20 戸田

（以上）

5月20日（水）　アクション工程第16日

（ブライドルテープかけ・ウイペン調整・バックチェック調整、等
…以上3台分。）

・今日から組立工程内で作業をはじめた。といっても作業をするラインは止まっているので、実際には作業台と変わらないが。

・ラインを流れているアクションは、我々が手で組立てたものとは、かなり精度がちがっている。機械組立てでは、かなりの誤差があると思っていたが、逆であった。

① バット、ウイペンともプラスチック製であり、木製部品はキャップ、チーシャンつだけである。このため、個々の部品の精度が「木製部品＋我々の手づくり」よりもずっとよい。

② センターレールへの取付（アクションスクリュー）をNCで行っているため、つしンジが等間隔、かつ等トルクで取付けられており、バランスがよい。

③ このため、ウイペン調整は、のり紙をなるべく使わずにだってみたところ、1台に3枚で済んだ。

④ ブライドルテープの長さ（キャップへの差込み？）がかなりのバラつきを見せていて、ブライドルのイヤーの頭はそろわなかった。

・自動機が人間に勝る部分をまざまざと見せつけられた。が、ウイペン取付のNCはかなりセットするのが大変で、設計段階の各レベルの機械を見ることができたように思う。

（以上）

5/21、戸田

5月21日（木）アクション工程 第17日

・そろそろ目新しいことがなくなって来て、またラインの単調作業に追われていると、いくらでも考えてメモをとるわけにはいかず、よって再び最初の時と同様に書くことがなくなってきた。そこでまた実習と直接関係ないことを依然なるままに書くことにする。

・いろいろ考えるたびに二転三転し、いろんな本を読むたびにまた変化するのが、「楽器」というものの存在意義についてである。
・昨日の夜、ラジオのFMで生中継していた音楽は、Sopranoのsoloにオーケストラがついた曲だったが、こういう曲を聞いていると、やはり人間の肉声が最高の楽器である、という説を痛感してしまう。音楽そのものの中に表現力なり感情なりを要求する、従来主流となっている音楽美学上の立場で考えてみれば、肉声＝最高の楽器、というのは明らかとも言える。
・そこで「声」を除いて音楽に於ける楽器の位置づけを考えてみると、演奏者の担当する、音楽の「再現」段階において、演奏者の音楽性・操作技術に応え、音符を実際の音にする、ということになる。ここで「楽器」に要求されることは、
① 演奏者のあらゆる働きかけに対し、必然的な反応をする。
② ①の目的のために、演奏者にその構造的特性を理解させておく。
の2点である。②はつまり、例えばシンセサイザーの原理・構造、そのためには電子回路技術的知識がなければ、十分なシンセサイザー奏者たりえない、という意味である。この、特に②の意味で、ピアノという楽器のもつ潜在的欠点について、いろいろ考えてみた。

（続く）

慶應義塾 56.5.22 教養

5/22 戸田

5月22日(金) アクション工程 第18日

(続き)

・前に弦の時に書いたように、ピアノという楽器の特性は、その規格的というか「おぜん立てされた」ところにある。チューニングの狂ったピアノが、子供の音感を狂わせるように、演奏者がチューニングという操作を行なわない点。これは、そこまで完成された楽器、という反面、演奏者がピアノの鍵盤がブラックボックスの端末のような感じで接してしまう危険性を持つことも意味する。

・1つ特筆しておくべきなのは、上の特性に従い、演奏者はピアノが理想的に均一であると信じている、という点である。実際の1本弦ー2本弦ー3本弦の境界の不連続、UPの交叉弦のとんでる部分(H～C間)の音像移動、ダンパーレバーが3種類のスプリングによって分けられているためのタッチの段差、そういうものが知られてはならない。ピアノを製作する側に要求される均質性、というのがこれである。

・しかし、例えばGuitarであれば、演奏者はどこが巻き線でどこが単線であるかを知り、それに応じた対応をして演奏しているのである。左ページの②の点で、ピアノは必要以上にその機構を隠ぺいしてしまい、それが、ピアノの演奏がごく超一流のピアニストを除いて、たてえつぴつであっても判で押したように同じ音しか出されずにいる、という現状の原因になっているように思う。エンジニアとして、の必要はなくても、ピアノの機構を十分に知らずして、自分の感覚的手足として弾きこなせるはずがないのでは……、と、他の楽器と比較して思うのである。(続く)

浅田 56.5.20 鈴木

浅田治 56.5.23 鈴木

5月25日（月）アクション工程 第19日

（続き）

。河合楽器が「世界一のピアノをめざす」というための研究で、プロのピアニストと交流して研究している、という話は聞いている。が、一方で、「芸術家の感覚的な批評は物理的研究に反映されにくい」という技術職の人の説明も聞いた。ここで求められているのは、次のような段階であると思う。

① 我々技術職に必要なのが、まず、芸術家の言葉を理解できること。これは、とりもなおさずKAWAIの技術者はプロ（ピアノ）なかれ音楽家たらんとするべきである、という意見に通じるものである。ピアノをひくより、何らかの音楽を志向することから大切にすべきであると思う。

② ①の条件を満たしつつ、もう一つ技術職が要求されるのは、技術職として十分にオリジナリティーであること。つまり、「もっとつややかな音を」とか言われて、どこの部分をどうしていいかわからん、というのは①だが、例えば「もっと明るい音」「もっと鋭い立ち上がり」との意見に対し、どこの設計に対応するかを十分に熟知していることである。もちろんやっているだろうけれど。

③ そして前ページに関係するもう一つのポイントは、音楽家自身もピアノのエンジニアたれ、と思うのである。考えてみると、ピアノはうまくひくが、チューニングが狂ったり弦がちぎれたのに何もできない、なんていうのは他の楽器ではありえないほど特殊であるのがわかる。楽器を自分で最大限に使いこなすためには、アクションなり響板なりを手にしていなければムリだ、と考える演奏者をさがして来て、研究に協力してもらう、というのはどうだろうか。

（続く）

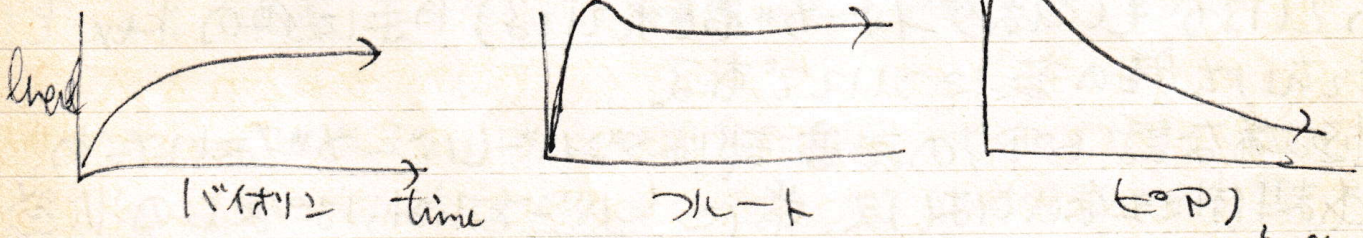
5/26 戸田

組立 56.5.26 江間

5月26日(火) アクション工程 第20日

(続き)

○楽器としてのピアノについて少し考えてみた。
本来、人間が操作する楽器で完全な持続音を持つもの、というのは非常に少なく、オルガン系(パイプオルガン等)ぐらいなものである。(オルガンといえども key を離せば音はなくなる。この点で、1度 key を押せばあとは離しても音が鳴り続ける、と(13のはシンセサイザーだけれなる)が、バイオリン等は弓の長さ(及びその往復を連続とすればその長さ)、管楽器は息の長さに応じて持続音であり、やはりギターのような撥弦楽器、ピアノのような打弦楽器の特性はアタック→減衰というしべル変化してある。



○前にオルガンとの違いとして指摘されたのは、同じ鍵盤楽器でも、ピアノは前にいった音が小さくなるので、あとで加わる音がよくわかる、というのがあった。確かにオルガンにエコーなりリバーブをかけて同じ曲をひいてみると、その明確な音の区別にびっくりする。それ故、GPのペダルのような開発があり、またそれに応じた選手があったのだろう。

○しかし、この「音のseparation」の問題は、ピアノのダンパー周辺や響板・リム周辺にも関係してくるのではないか、という点に気付いたのである。(詳しくは、明日ラインの仕事をやりながら考えて、明日書くことにする。)

(続く)

5/26 中田

組立 56.5.27 江間

5月27日(水) アクション工程第2回

(続き)

- ピアノの音の研究、といっても色々あると思う。音色ひとつとっても、その高調波スペクトラムは時間的に変化するから、decay modeとあわせて表示するのに、少くとも3次元の表示が必要となる。また、響棒ー響板の振動モードも、音程に応じて異なるし、はっきり言えば完ぺきに解明されない、という気もする。
- 単音の鳴り方でさえ上述のようであるが、これが和音であれば、平均律によるうなりを含めて表示は少くとも5次元か6次元必要になり、もう全く手にあまる。しかしここで考えるのは、両者の中間である。つまり、あるkeyを押している(その音は鳴っているか、もしくはダンパーが離れている)時に他のkeyをたたいた時の音、についてである。
- 極端な話、ピアノの高音部はダンパーレバーがないため、あまり閉こうないとはいえ、常にレバーをふみっぱなしの状態になっている。よく聞いてみると、他の弦の音をキーンと響かせている。
- 曲によっては、あるkeyを音も出さずにそっと押しておいて、別のKeyを強打して倍音がピーンと鳴るのを指定した楽譜もあり、この手の共鳴を用いた手法も出てきている。
- しかし一方で、ある弦が励振されている時に他の弦が振動する、というのはあ者の振動モードに影響するわけで、かつてあったように響板を分割するとか、交叉3弦でなくする(あえてもどす)とか、何らかのアプローチがなされてもいいと思う。ペダルは、まだ新しい別の可能性も持っているかもしれないのだ。

(続くか?)

5/28 戸田

組立 56.5.28 江間

5月28日（木）アクション工程 第22日

○これまでに実施した「張弦」と「アクション」の関係を整理し、ポイントをいくつかまとめてみる：

張弦：ワイヤー構成・当て置き，響板へのスムースな振動伝達、
チューニング操作・チューニングUPの保持、打弦点確保

つまり、音域で1本弦～3本弦を分けふり、交叉弦とし、駒・響ピンが響棒ー響板の共鳴システムを形成する。チューピン付近では、ブッシュやピン板が上記の目的に沿っている。
（張弦でできるのは、打弦されるまでの「おぜん立て」である。）

アクション：鍵盤 → アクション → ハンマー で打弦

↓

アクションの担当するのはこの部分であり、おぬぐれるものは、
① 指先の微妙なタッチに反応する正確な機構。
② 88鍵のはばでの均質性、および滑らかな変化。
③ 連続打弦、経時変化等に対する安定性。
④ あとで細かい調整や、一部部品のとりかえができるための可変調整・互換性。

等。

○まだあまり見ていないものも整理しておく。
① GPアクション。
② ペダル機構関係。
③ ハンマーの特性・属性。

（以上）

6月1日(月)　仕上工程 第1日
(シャンク植込み など)

・いよいよ、前に実習した「3点3元」と「アクション」を結びつける「仕上」工程になった。まだ4ヶ月たばかりの今のうちに、この実習で見きわめたいポイントを書いておく。

① 3点3元の3元割り部分と、アクションでの並びとは、それぞれに規格を決めて精度管理をしている。
② しかし実際は、工程が多くあるため、この両者は本来ならスッと取りつけられるはずなのに、合わない。
③ 鍵盤を基準にして、どのようにこの2つを合わせるか?
④ その、誤差の程度は?
⑤ この誤差はどう吸収するのか?
⑥ この誤差がある程度見込まれる場合、例えばアクション工程のどこの精度管理が、重要上、ムダであるか?
⑦ 生産技術上の対策。
etc....

などである。ゆっくりじっくり、見きわめてみたい。

(山仁)



6月2日(火)　仕上工程　第2日
(アクション取付、ブロック調整)

- アクション取付位置を定めるためには、
  ① 打弦距離定規 → 46mm.
  ② アクション取付定規 → 357mm
  ③ 打弦点定規 → 88, 73 鍵の位置
  の3条件を同時に満たすところを見つける。これが難しい。

- 上の条件下で、アクションベースの位置を決め、高音の打弦点から高さも決める。
- 次に、この高さも低音側でもそろえ、アクションベースの前後位置が決まり、[redacted]ケガキをする。
- 各セクションの両端に3本ずつ入れたピンマーを走らせて、打弦点の横方向のずれも見る。
- 全体を平均して、アクションベースの横方向を決める。

- 手順は上のようだが、この間にそのつど、46mmや打弦点の確認を何回も行ない、なかなかヤンキーでネジを打込まないのは、この部分の重要性を物語っている。

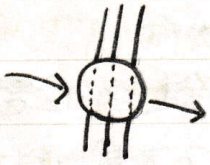
- ブロック調整でも、同時に2~3のポイントを要求された。(明日にでも書く)

(以上)

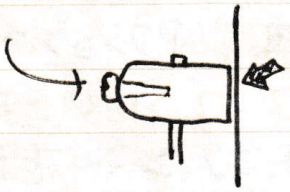
精下

6月3日(水)　仕上工程 第3日
(ブロック調整・ダンパー接着・ハンマー弦あわせ)

・ブロック調整では
① 弦の上に来るように、板もかましてワイヤーツイーターで曲げる:



② 弦との間隔を
低音: 7mm , 中-高音: 15mm にする。
③ 弦に垂直にあたる:



の3条件を満たすようにして何度も調整した。

・ダンパー接着: "S-220" 使用.
・この接着剤は今まで使ってきた "CH3" や "210" などのエマルジョンタイプと異なり溶剤タイプなので、グズグズしてると固まってしまう。
・特に中~高音ではプラスチック同志なので、何度も動かすとプラスチックが溶けて変形するので要注意!

・総仕上げ: ほかの弦弦、ダンパーレバーに対して1本1本にダンパーが動くように調整。
↳ ダンパーフェルトのバラつきが気になった(:  や  など。)
(以上)

6月4日(木) 仕上工程第4日

(ハンマー弦あわせ. キャップ+ナット. ペッドならし.
ハンマー接着. キャプスタンネジ ちこみ. スプーンがけ)

○ハンマー弦あわせ

・コツを発見した。ヘッド部分のはしを見ていてもだめなのである。シャンクの部分の平行のならびを見ると、おどろくほどよく見えてきた。(このコツを見つけるのに半日かかった)

○キャップ+ナットならし

・つねにハンマーをきれいに並べておく.

・(高いとき → シャンクのうしろを削る.
低いとき → シャンクプライヤーを使ってうしろにまげる.

○ヘッドならし

・88全建. クラ鍵の高さをまずあわせる.

・ヘッドの下1cmぐらいの所をシャンクプライヤーでかの熱してまげる.

・木型から見て一直線になるように.

○ハンマー接着 "5-220"

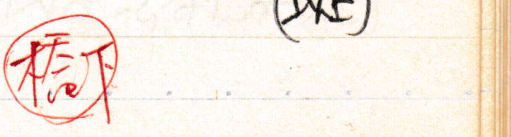
・丸くはみ出るように. →

・1本ずつはじしてみる.

○キャプスタンネジちこみ

・穴あけ…ドリル. 押しこみ…エアー式 でらくであった.

(IKE)

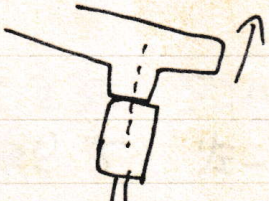


6月5日(金) 仕上工程 第5日
(スプーンガイド、もどり、鍵盤とりつけ、
ロストモーション

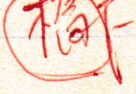
◦スプーンガイド
・右手でやる方(低音、中音)は前後どちらにもうまく曲がったが、左手でやる方(次中音)はうまくいかず、ウイペンの下から手をつっこんで直接まげてから修正した。
・全体にダンパーの動きが早すぎた。
⇒「半分をすぎてから動くように」←次回は注意。

◦もどり
・ウイペンをもち上げて、ハンマーがそれに近づく位置を
(高音、中音 … 2mm
次中音 … 2.5mm
低音 … 3mm)
に調整する。ボタンの回転はかなり敏感。
・全体に広すぎて、次中音以下をやりなおした。
←次回は注意。

◦ロストモーション
・ボタンの左右、傾き(垂直)、前後をあわせる。
・前後は、



運動のはばの中間点でピタリ合うように
・ハンマーレールとクッションフェルト間に1mmの厚紙をかまして、レールにふれるかふれないかの点に調整。
(以上)



6月8日(月) 仕上工程 第6日

(ロストモーション、鍵盤殺し、全鍵盤ならし、
あがき、バックチェック合わせ、
バックストップ、ジャックストップレール調整、
ブライドルのイトー調整)

◦ 鍵盤殺し

(フロントブッシングとピンのガタ… 0.5mm ← 強調
バランスブッシングとピンのガタ ~0.3mm

・バランスの穴をゆるめる
↳よこ穴にする: |O| → |⊖|

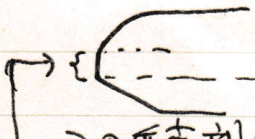
・5~10mm持ち上げて、
ストンと落ちるように

◦ 鍵盤ならし

・高さ: 21mm±1mm

(高いもの…バランス穴のあたりをけずる
低いもの…ピンに紙をかます。うすい紙ほど上にする

・黒鍵:



この垂直部分の上半分が出るようにして、全体もそろえる。

◦ あがき

・深さ… 10.3mm

・1本1本チェックするのと、まとめて高さのそろってるのを見るのとを併用する。

(ムラ)

精不

6月9日（火）　仕上工程第7日

（ブライドル調整、内隔調整　…以上1日目
ジャンク抜込み．アクション取付．ブロック取付．
ブロック調整　…以上2日目）

（昨日の続き）

- バックチェック合せ
  - 左右、等内隔、垂直　←全て見る．
  - ごそげん直し．
  - 同定あわせ←大体．一列にする．

- バックストップ
  - 打込後．14mm±2mm　で止まるように。
  ① 白鍵で14mmを決め．バックチェックをそろえる．
  ② 黒鍵のバックチェックを白鍵のバックチェックにそろえる．
  ③ 黒鍵のアガキをする．

- ジャックストップレール調整
  - 打込後、ジャックと1～2mm．
  - 上からのぞいて見る．

- ブライドル調整
  - リフトペダルのつき上げ棒をセット．打込み距離の1/3にする。
  - ブライドルテープは右側のバックチェックワイヤーの中心をねらい．ウイペンが動いても当たらない所で決める。
  - 横のならび、上辺の水平、全体のバランスを見る。

（以上）

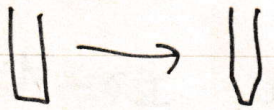
横井

6月10日(水)　仕上工程 第8日

(工程見学
2台目…ハンマー弦合わせの途中まで)

見学して気付いたことをいくつか書いてみる。

・アクション取付用の治具は、1台で
〔アクション位置・アクションベース位置、
打弦点高さ、ハンマー位置、おさえ位置〕
を同時にまとめてしまう。非常に早くなる。

・ダンパーブロックと弦との距離:
(低音…7mm, 中高音…15mm)
は調整せず、弦との垂直のみをやっている。
・弦との距離は、ダンパー接着後、あわせてやっている。しかしこれだと、  こういう感じで、全体的に作ってしまいそうな気もする。
(距離をあわすと、垂直が再びズレてくるので)
何らかの方法で距離はとっているはずで7mm 15mmは現場からの数値です。
・ハンマーシャンクは、全てを一本気に

とけずってしまう。

・ヘッドなSしまでハンマー[redacted]軸のCH3が固まりきっていないので、手でグイとヘッドなSしをしている。シャンクプライヤーやスリの出番がナシ!!

(つづく)



6月11日(木) 仕上工程第9日

(ハンマー組合せ ～ スプーン曲げ)

(昨日の続き)

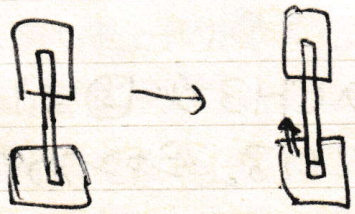
- ヘッド接着は数本をしばねてまとめてつける。
  - 1本1本を走らすのではなく、固定用の割り定規をセットし、何本かを確認のために走らせてチェックしている。

- ラインは、接着後、何もさわらずに25分ぐらい流れていて、この後(60分ぐらいで)に固まる。その後に外装をいろいろとやっている。

- ハンマーのところで、アクションベースの高さ調節ネジを回してセットしたのに、鍵盤取り付けのところで、再びキャップスタンに合わせて回していた。
  ↳ 打弦点が変わってしまうのでは?

鍵盤取付けは原則としてACベースの高さは調整しないはずですがハンマーの打弦点合わせ取付けは仮ハンマーと本ハンマーとの微調整があります。

- ロストモーション
  - キャップスタンが高いときはネジこむ。
  - 低い時は、ネジでゆるめると多くなるので、エアーポンプの治具で



とひっこめる。(1×2mm)

(以上)

6月12日（金）　仕上工程第10日

（スプーン曲げ～バックストップ）

・2台目では、1台目よりかなり早くできているが、あちこちでまだミスが出ている。

・アクション取付…ハンマーを走らせて十分あわせたつもりだったが 2mmほどずれているのが判明、アクションベースの穴をうめてつけなおした。

・ダンパー調整（ブロック2）…一列になったが、  このようにして右下がり傾向が出てダンパーがつかえるため、小し穴にワイヤーがもぐり込む様につけなおした。

・ダンパーレール取付…7mmというのをブロック側で見たので、さがりすぎてしまい、再修正した。

・ヘッドならし…シャンクプライヤーで修正中、また1本、シャンクを折った。

・ハンマー接着…中音のあたり方をまちがえてしまい、約20本、バットで調整しなおした。

・鍵盤取付…スプーンがけと戻りの高にやってしまったので、スプーンが出し入れしにくくなってしまった。

（ミスばかりのようだが、カンどころはずっと見えてきている！）

橋下

6月15日(月) 仕上工程 第11日

(2台目完了.
3台目: ダンパーブロック取付調整の途中まで)

- スプーン曲げの見方の一方法:
  - ダンパーペダルをふんでおいて. 鍵盤を軽く押す.
  - ダンパーの大きく動くものは. 動きも出しが早い。

- 3台目: KS1F.
  - KS1Fと2F, 5Fのちがいをまとめると.

	5F	2F	1F
アクション	9セクション	3セクション	3セクション
フェルト棒・他	US-50等と同じ	(古いもの)	2Fと同じ. (1本だけ?)
バットプレート	あり	あり	なし.
鍵盤	US-50等と同じ	低い	低いうえにうすい.

などとなる。やはり, 色々とtotalするとかなりの差になるのでろう。

- ところで我々実習生は. カワイのPのカタログを入手で手ずにいる。いろんな機種を. お客さんサイドからも見てみたいのだが。
(なんとかいただけないでしょうか。浅田には なかったのですが。)

(以上)

どんな物があるか 工夫してあります。

橋下

6月16日(火) 仕上工程 第12日

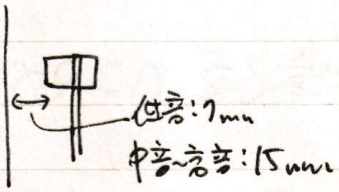
(3分目：ハンマー接着まで)

◦ ダンパーブロック取付調整について.



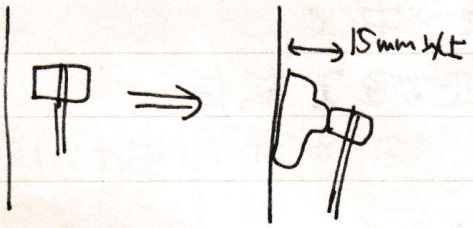
図①

左図のようにして垂直を設定し、最終的には



図②

となるようにしている。しかし特に中音では、



図③

となるため、ブロックが上向きになって

ダンパーが垂直にならない！

以上のため、少し<u>うつむき気味</u>で調整した。

◦ アクション取付位置がかなりよかったため、3弦合わせでは中～低音のシャンクをけずるものが非常に少なかった。けずらない分、走りもしっかりしていた。

(以上)

橋下

6月17日(水)　仕上工程　第13日

(3台目：鍵盤装しまで)

- 一夜明けて、ハンマーの角度がやや変わって固まったものがあった。ハンマー接着の時にラインで使っているような、固定式の割り定規のような治具がないので、3時すぎに接着するのはまずいと思った。

- キャプスタン押し込みでミスをやった。
  - 高さを読みちがえて、全体が5mmほど高くて、ハンマーが全然もどらず、もう一度全部押し込みなおした。
  - あまりに高いもの → 押し込みなおし
    やや高いもの → ネジ込み、
    低いもの → エアー式の引きぬき治具で抜く、
    というラインの分類は、当然ながら最も正確であった。

- スプーンが叶
  「半分すぎてから動く」
  というのがかなりわかってきた。この上のレベルとしては、高音と低音での当たりの違い、あるいはダンパーの種類によっての対応があると思う。

- 戻り
  他の、取り付け関係はかなり早くできるが、この戻りやロストモーションになると、どうしても時間がかかってしまう。(ある程度の範囲で妥協すればいいのかもしれないが)

(以上)

稔下

6月18日(木)　仕上工程　第16日

（3台目完成）

◦アガキ

・1台目が深くて、定規を押す力を強くして2台目をやってみたが、3台目でミスがでた。
・定規の10.3mmとしてはちょうどでも、実際には強すぎて、ヤスリで「戻り」が働かなかった。
・ラインのピアノを見ると、10.7mmくらいから11mmに近いものもあり、その分「戻り」はよかった。
・アガキに要求されるのは、
（①「戻り」とのコンビネーションであって、10.3mmは「目安」
②となり合う鍵盤同志は同じ深さにセットする事。
であるようだ。

◦鍵盤の間隔調整について
①白鍵の間隔をそろえる（ピンをたたく）
②黒鍵を、両側を同じにする（〃）
③先座板を見て、黒鍵のバランスピンをたたく

という手順でやると、再び黒鍵で浅いものが出た。最後にキャプスタンをそろえたが、その後ロストモーションを再チェックすると、2〜3個/セクション の割で、1mm〜2mmずれるものがでた。調整の限界を知る思いである。

（以上）

橋下

6月19日(金)　仕上工程 第15日

○今日は3台目の整調をやったがけでも4台目は来週からやることになる。例によってほとんど新たに書くことがなくなってきたので、また直接実習に関係ないことを書くことにする。

○今日の疑問…　はたしてKAWAIは「楽器メーカー」なのか？

・新入社員教育以来、刻々とこの会社に関する考え方も変わってきているが、今あらためて考えるのはこのことである。
「KAWAIはピアノメーカーであって楽器メーカーではないのでは？」
これは極論すると、ヤマハがエレクトーンもヒットさせてからSドリオトーンも作っている、程度の感じでとえ受けるかりである。
・石田さんの言う、アクションはかなり評判されてきて、こう作るとどういう評価を得るかがわかってきた、というのはGS-30でも明らかである。それでこそKAWAIである。しかし、ピアノの研究はかなり進んできたし、これからのピアノ産業は営業リード型であり、技術屋の仕事は「生産技術」中心になる、という意見には、かなりの抵抗をおぼえる。
・ピアノというのは結局のところ単なる1種類の楽器であるし、それがある程度以上の数量、社会に出回り得ないのも楽器の特性上常識である。KAWAIのピアノからの技術は、高級セットでなくても、ギター→弦楽器(バイオリン・ベース・ハープ等)、打楽器、管楽器にも十分生かせる木材技術ではないのか？
・電子楽器にしても、ヤマハのノウハウに追いつけんがりとにげ腰では、それこそ全く「楽器メーカー」の看板になってしまう。やはり僕は「社訓」の最初の1文を忘れたくないのである。

(続く)

6月22日（月） 仕上工程 第16日

（ 88鍵 ～ ダンパー接着まで ）

（続き）

・例えば今日、US-70のハンマーシャンク植込みをやっていて、高音のハンマーの形が



ちがっているのに気がついた。同じ88鍵で、シャンクの長さもハンマー全体の長さも同じであるが、フェルト部分の大きさがふくよかがうのである。どういう理由かは推しはかるしかないが、少くとも慣性モーメントは異なるし、特にそれが急激な運動量変化である打弦の瞬間に表れてくるであろうことは想像できる。

・KAWAIのピアノの研究が、このようなハンマーの形状、打弦点、その他いろいろな点で進められているのはわかる。しかし、なぜ「ハンマーの存在そのもの」が問題にされないのか？

・ハープシコードはハンマーでたたくかわりにツメでこする。それなら、同じハンマーでも、例えばコルクだったり硬質ゴムだったりアルミ合金だったりすれば、よほど音色のユニークな楽器が生まれるのではないか。しかもこれらはピアノ固有の豊かな表現力をそのまま持っている！

・しかしここに立ちはだかるのが、「そこまでやると、もうピアノではない」の考え方である。この発想に対しては、また別のところで論及してみたい。

（続く）

修了

6月23日(火)　仕上工程　第17日

(続き)

- Fenderというメーカーの Rhodesという エレピがある。弦でなく金属片をたたく方式のコンボタイプのエレピであり、非常にユニークな音がする。ピアノほどの表現がないにもかかわらず、この楽器の持つ個性は、現代のポピュラーの世界では、もはや生ピアノ以上の存在を持っている。
- Hammondというメーカーのオルガンも、同様にオルガンといえばHammond、として確固たる個性を主張している。パイプオルガンのぼう大な数のパイプのかわりに、数百個の歯車(tone wheel)をぶん回す、という、現代のエレクトロニクスからは想像しがたいアイデアのこのオルガンは、しかし現代のポピュラー音楽を生み出す大きな要因として働いたのである。今では15mm×25mm程度のIC1個でそれだけの発振をさせてしまうが、Hammondの音はどうがんばっても「再現」でおずにいる。
- 上の2つの例で言いたいのは、少くとも今世紀に入ってからの音楽―それは大衆音楽の開花と、現代音楽(クラシック)の混乱―において、新しい楽器が先導している、ということなのである。単に音色の目新しさをおめても、それはシンセサイザーのようにろくに使われない。楽器は人間と音との接点であり、やはりアコースティックな部分が最も重要である。目新しさ、でなく、十分な個性を持った楽器、というのが、電子技術だけでなくあらゆる技術からおめられていると思う。
- 言いかえると、いくら音や性能のよいピアノをつくったところで、それは100～200年前のピアノ曲を弾くのに多少便利ではあっても、明りかれ今世紀に入ってからの音楽を創造するためには、もう古くさいのである。ピアノという楽器が化石化し、ピアノ音楽が化石化した現代、新しい音楽文化をおめるためには「何故ピアノでなければならないのか」と自問する必要があると思う。

(続く)

6月24日（水）仕上工程 第18日

（続き）

・楽器としてのピアノという視点でなく、文化（人数学）的にピアノという「もの」を考えてみる。ここでは文化と音楽芸術との関係を論ずるわけにいかないので、少くとも音楽が社会の中で一つの存在を持っていることを前提とする。

・ピアノは、前にも書いた通り、誰も専門的技術なしに発音できる楽器であり、個人差の少ない音と西洋音楽の平均律に即した特性から、音楽教育上最もポピュラーな楽器である。ピアノを買う親にすれば、それがかなり高価であるにもかかわらず、子供の教育のために、百科事典全20巻などと同じように買うのである。ここで（特にUPに）売れるのは、確かな安心感と、信頼の安定となってくるだろう。

・しかし、前世紀までのピアノの歴史からわかるのは、発達途上ではいくつものメーカーが個性を競い、また買う方も専門家か愛好家などであり、現代でもそのイメージのまま「高級品」として扱われてきていた点である。そしてピアノが一つの求められるべき形（Steinway）になってからは、生産技術の差から次々とメーカーが消えていったのである。

・そして現代から少し先まで考えてみると、社会の中流家庭クラスにも飽和するレベルでピアノがいきわたり、一方、ピアノというものが社会で持つ意味も、時計や自動車と同じ、耐久消費財化していくと思われる。極論すると、現在は文化産業と工業の間にあるようなKAWAIも、ピアノだけに固執していれば、やがては単なる製造業となり、社会的意義が低下するのである。単なるメーカーだ、と割りきるのならしかたないが。

（続く）

検印

6月25日(木) 仕上工程 第19日
(49日完成)

◦仕上工程での質問事項をまとめる。

①ハンマーについて
- 材料・材質はどのようなものが理想的なのか？
  (レンナーのハンマーとKAWAIでは、セットしただけでちがう)
- 形状、運動力学的な要素は？
- シャンクとの接着剤(CH3, 220)の硬度は？ シャンクもかなりけずっているのでバット側では欠かく。 ⇒

②タッチについて。
- ハンマーが重いのだから、低音側ではバットスプリングも強くしないと、連続打鍵しにくいのでは？
- ダンパーの当たりはじめをおそくしたら、鍵盤が軽くなるのでは？
- ジャックの先端とバットスキンとの触れ合いで、回転のなめらかさが工夫できるのでは？
  ↳材質、形状

③バックとアクションとの整合について。
- フレームに直接アクションを取付けられるような方式にして、3点割りも取付穴に対してキッチリやり、一方アクションの取付穴に対して、キッチリとハンマーまでつけて出荷するようにできないか？
  ↳これができるなら、ダンパーもダンパーレバーにつけておける。
- 上乳がけりなら、せめて内隙の割りをお立えて、左右の微調整ですむようには？

(2以上)

実測時の内容もあり本日の授論指導時に納得のいく説明をうけたい。

橋下

6月29日（月）　調律第1日

（ユニゾン・オクターブ）

- 中音のユニゾンは比較的やりやすいが、次中音に行くとわかりにくくなった。中音でも20番のあたりの低いのになるとやりずらくつかいい。

- オクターブは、周囲がうるさいせいもあって、なかなか感じがつかめない。明日以降の課題。

- 音割りで、「4度はひろく、5度はせまく」というのを計算してみた。

	自然律	平均律
完全5度：	$\frac{3}{2} = 1.5000$	$2^{\frac{7}{12}} = (1.0594631\cdots)^7$
完全4度：	$\frac{4}{3} = 1.333\cdots$	$2^{\frac{5}{12}} = (1.0594631\cdots)^5$

$$ズレ = \frac{自然律の振動数比 - 平均律の振動数比}{平均律の振動数比}$$

とすると、ズレは（完全5度：+0.11％
完全4度：−0.11％

となる。
よって自然律に対し、「4度はひろく、5度はせまく」することになる。

（以上）

設計 松野

6月30日(水) 調律第2日

(ユニゾン・オクターブ)

- 今日は低音～次音までをひと通りやってみた。

- 試奏機を通していないので、別のところをやっているうちに音が動いてしまう傾向がある。オクターブをとるのに、基準のkeyも右ねじいていても、そのあとにユニゾンが狂ったりする。

- あちこちで「うなり」が聞こえてきたが、
  ① 3弦の第1モード周辺でのうなり: $|f_1 - f_2|$
  はある程度以上のユニゾンでは消え、
  ② 倍音同志のうなり: $2|f_1 - f_2|$
  やオクターブでの
  ③ オクターブ下の2倍音と上の弦の基音のうなり:
  $|2f_1 - f_2|$
  はかなりむずかしく、中音の下の方からは、
  ④ 低調波?似のうなり:
  [redacted] $\left|\frac{f_1}{2} - \frac{f_2}{2}\right|$, $\left|\frac{f_1}{4} - \frac{f_2}{4}\right|$, ……(?)
  あるいは差線で、全展的な音色で
  ⑤ 数次高調波のうなり:
  $2^n|f_1^* - f_2^*|$
  (ただし f_1^*, f_2^* は正規の弦振動より剛体振動モードに近い)

などがあり、何が出るかが不規則でむずかしかった。

(以上)

設計 松野

9月1日(水)　調律第3日

(ユニゾン・オクターヴ)

・今日は中音～高音(のG)までをひと通りやってみた。

・わぶいをやりなおして、中音のユニゾンからやりやってみたが、中音に関してはかなりユニゾンがきまってきたように思う。

・ハンマーの操作がまずいためか、狂いやすい。「小し高目にしめて3度打して下げて合わす」というのが、まだなかなかうまくいかない。

・高音セクションは、大体の予立はつかめている。目のおさどころ(耳のかたむけどころ)をつかむのは明日以降の課題。

・低音までやれるかと思ったが、中音のユニゾンに時間をかけすぎたためか、1日ではできなかった。やはり、スピードはハンマーがどれだけ手についているかで決まるようである。

・長3度のうなりは4度、5度よりかなり多いようだが、計算してみると、ズレは、

長3度：−0.79%　　長6度：−0.90%

と、レ－ミ間の全音の−1.01%に次いで大きなズレがあった。
(まだわりふりはムリのようである)

↑ユニゾン・オクターヴをしっかりやっておけば必ず出来るようになります。

(M.上)

設計 松野

7月2日(木)　調律第4日

(ユニゾン・オクターブ)

・今日は4音のユニゾンのとりなおし、高音のやりのこし部分と、低音のオクターブ・ユニゾンをやった。

・低音のオクターブでは、弦によって生えてくる音がまちまちで、

① 2f …オクターブ上の音。

② 4f …2オクターブ上の音。

③ 6f …2オクターブと5度上の音。

④ 5f …2オクターブと3度上の音。

⑤ 3f …オクターブと5度上の音。

⑥ 8f …3オクターブ上の音。

⑦(1回だけ) 7f (もしは$\frac{7}{2}$f)…3オクターブ上の全音下

などが出てきて、時に⑤~⑦では、①~④が合ってもでしる場合が多く、優先順位が大切だった。

何も出てこない弦もあって、とても困った。

(上村)

設計 松野

7月3日（金） 調律実習5日

（ユニゾン・オクターブ）

◦課題1の解答

1) C → G →(①) D → A →(②) E → H →(③) Fis →(④) Cis → As →(⑤) Es ↓ B →(⑥) F → C(⑦)

上図のようにCにもどるまでに
Cが7回わたってくる。よって ∴7オクターブ.

（別解）完全5度は半音7つ分。これが12種類つみ重なるのだから。
最初のCから最後のCまでは …半音（7×12）つ分。
これを、半音12つ分のオクターブで割るのだから。計算は

$(7\times 12)\div 12 = 7$. （当たり前!） ∴7オクターブ.

2)・7オクターブ上のCは. $f_1 = 32.703\times 2^7 = 4185.984$ (Hz)

・自然律の完全5度の12つ分は. $f_2 = 32.703\times\left(\frac{3}{2}\right)^{12} \fallingdotseq 4243.094$ (Hz)

よって差は $|f_1-f_2|$ より. ∴（差）57.11 Hz

比は $\frac{|f_1-f_2|}{f_1}\times 100$ より. ∴（比）1.3643%

（23.4分9秒/123セント）

(7月3日 つづき)

3) オクターブの振動数比は … 2^7.

これを等比にて等分するのだから、平均律の完全5度の

振動数比は、

$$\sqrt[12]{2^7} = 2^{\frac{7}{12}}.$$

$2^{\frac{1}{12}} \fallingdotseq 1.0594631$ を用いてこれを7乗すると、

$2^{\frac{7}{12}} \fallingdotseq 1.4983069$

O.K

$\therefore$ 1.498.

(使用電卓は+−×÷のみの安物なので、精度はあまりよくありません。)

- 止め方がやっとわかりかけてきたように思う。
  - 次中音～高音のユニゾン・オクターブを2時間ぐらいでやることができた。
  - ところどころ、1本でもキーンという金属音が出るものがあって、気になった。

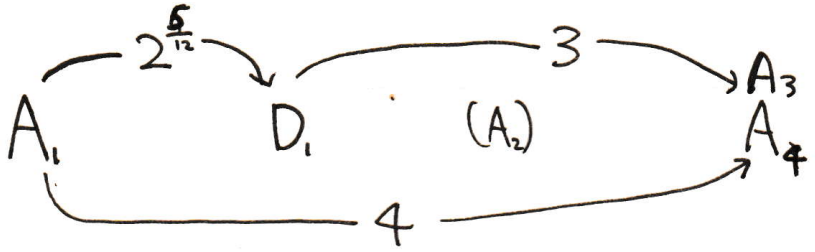
(山本).

7月6日(月) 講義第6日

(割り込み)

○課題2の解答

・上行4度のうなり：例を $A_{37} \to D_{42}$ とすると.



上図のように、たたく音 A_1 と D_1 から出る音 A_3, A_4 は.

(A_1 の2オクターブ上の A_4.
A_1 から平均律の5度上の D_1 の3倍音の A_3

であり、これがうなる。

よってうなりの振動数を求める計算式は.

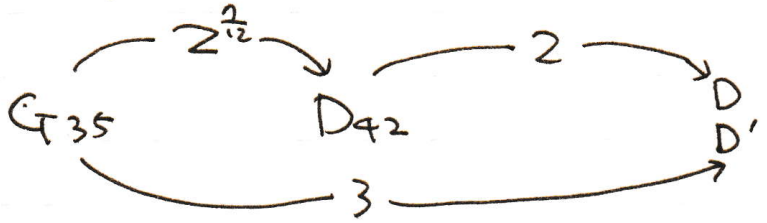
$$(\text{基本振動数}) \times \left| 3 \times 2^{\frac{5}{12}} - 4 \right|$$

となる。例えば $A_{37} \to D_{42}$ の場合. $A_{37} = 220\,Hz$.

うなり f_1 は $f_1 = 220 \times \left| 3 \times 2^{\frac{5}{12}} - 4 \right| = 220 \times 0.004519$

$= 0.994202$ (cps)
となる.

・下行5度のうなり：例を $D_{42} \to G_{35}$ ととると．同様に．



(G_{35}の3倍音のD'
G_{35}から~~平均律~~の5度上の D_{42} のオクターブ上のD

がうなる。

よってこのときのうなり：f_2は．$G_{35} = 195.99771$ Hzより．

$$f_2 = 195.99771 \times |2 \times 2^{\frac{7}{12}} - 3|$$

$$= 195.99771 \times 0.0033862 = 0.6636874 \quad (c.p.s)$$

・計算に必要な定数は．

(上行4度の音程の振動数比：$2^{\frac{5}{12}} = 1.3348397. = a_1$

下行~~5~~度の音程の振動数比：$2^{-\frac{7}{12}} = 0.66742. = a_2$

上行4度のうなり定数：$|3 \times 2^{\frac{5}{12}} - 4| = 0.0045191 = b_1$

下行5度のうなり定数：$|2 \times 2^{\frac{7}{12}} - 3| = 0.0033862 = b_2$

・以上より、求めるうなりをまとめると、

		核磁気数 (H_z)		うなり (cps)
鍵盤：	A_{37}	220	→ xb_1 ·····	0.994202
上4	↓ xa_1			
	D_{42}	293.66473		
下5	↓ xa_2		→ xb_2 ·····	0.6636874
	G_{35}	195.99771	→ xb_1 ·····	0.8851332
上4	↓ xa_1			
	C_{40}	261.62552		
下5	↓ xa_2		→ xb_2 ····	0.5912782
	F_{33}	174.6141	→ xb_1 ····	0.7890985
上4	↓ xa_1			
	B_{38}	233.08183	→ xb_1 ·····	1.05332
上4	↓ xa_1			
	Es_{43}	311.12688		
下5	↓ xa_2		→ xb_2 ·····	0.7031522
	As_{36}	207.6523	→ xb_1 ·····	0.9384015
上4	↓ xa_1			
	Cis_{41}	277.18253		
下5	↓ xa_2		→ xb_2 ·····	0.6264373
	Fis_{34}	184.99716	→ xb_1 ·····	0.8360206
上4	↓ xa_1			
	H_{39}	246.94155	→ xb_1 ·····	1.1159535
上4	↓ xa_1			
	E_{44}	329.62738		
下5	↓ xa_2		→ xb_2 ····	0.7449636
(	A_{37}	219.9999	)	

(以上)

設計 松野

7月7日(火)　調律第7日

(割りふり)

- 昨日の計算で、どこにうなりがあるかがハッキリわかったので、よけいな所を、かなり早くcut offできるようになった。
- A→D→G→C→F　までやって、次に、"F~A"、"F~D"の3度、6度をやるとずしていることが多い。高目にとるクセがあるようだ。
- A→D→……→Fis→H→E　までいと回り行って"E→A"をやってみると、なかなかずしが大きかった。この時、"A→E→H→Fis→Cis→……"と逆にもどす場合、今度は完全にハモる所の左側によせるのが要注意!
- 毎日、日ごとに環境が悪化している。ピアノが動く音は慣れているが、①空気がこもっている　②温度が高い　③湿度が高いの三重苦では、とても1日中集中し続け得ない。まして、5台並んだピアノが同じようなことをやっているのである。練習になる、というのは言いようだが、非常に能率が悪いと言わざるを得ないと思う。

(山下)

7月8日（水）　調律第8日

（オクターブ・ユニゾン→全体ひと通り）

・えしぶりに中音→低音→次中音→高音　と打ちげたが、

① 低音の方の角度がおかしくなっていて、かなり低目に合わせてしまった。

② 中音全体のオクターブ・ユニゾンはかなりピタリとれてきた。

③ 次中音～高音はスピードアップの分、多少甘くなった。（とは言ってもあの環境では、とても慎重にぶっ続けるのは困難である。）

等の点に気付いた。弦の止め方はかなり慣れてきたようである。

・オクターブで打ちげる時のチェック法

① 5度のチェック

② 10度のチェック：例 F_2 ← F_1 とおす時：

F_2の長3度下のDesとのうなりと、F_1～Desのうなりで
F_2～F_1をチェックする。

③ 2オクターブでのチェック。

（以上）



7月9日（木）調律第9日

○課題3の解答

1) 定義より　∴ 1200セント.

2) $\frac{3}{2}=R$ として代入すると.

$\frac{3}{2}=2^{\frac{x}{1200}}$ より.　$x=1200\log_2\left(\frac{3}{2}\right)$

$=701.955001\cdots$

∴ 701.955セント.

3) ・振動数をそのまま表示すれば、オクターブを等間隔にしているので、等比数列になってしまい、例えば低音の4Hzと中音の4Hzと高音の4Hzでは全くその影響が異なってくる。
・そこで定義式のように、指数の肩にのった数、言いかえると振動数のlogとしてその比を差にしてしまったものが"セント"である。
・こうすることにより、低音でも高音でも、あるセント数は同じ振動数比（同じ音）を表わすことができる。
・さらにlogの底を2とし、セントの分母に1200をおくことで、オクターブを基準とし、半音を100セントとわかりやすくなっている。
・つまり、定義式は、generalizeとnormalizeを同時に行なっているのである。

・周波数試験結果は次のとおり。（セント）

	1回目（昨日のまま）	2回目（1時間）	3回目（A毛取りなおして）※H21に
F	13	13	11
Fis	13	16	16
G	13	13	12
As	16	15	15
A	13	13	12
B	14	14	13
H	15	13	14
C	14	14	13
Cis	17	16	16
D	14	13	13
Es	14	14	13
E	15	14	13

狭くなる

狭くなる

狭くなる

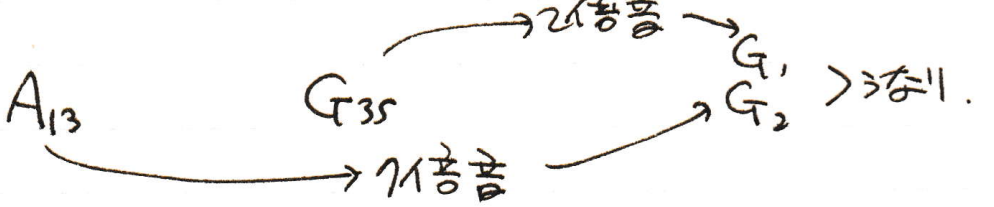
（以上）

O.K

設計 松野

7月10日(金)　雨律第10日

- "オクターブ検査方法"の表について.
- 上から6つは明らかなので、「オクターブ検査法」について、うまいを計算してみる:



プログラム(高橋の変卓)は次のとおり:

$$f(A,B) = 445 \times 2^{((A-49)\div 12)} \times 7 - 445 \times 2^{((B-49)\div 12)} \times 2$$

ここのA,Bに、表の $C_{16}-A^{\#}_{38}$ だったら A=16, B=38 を代入した:

$C_{16}-B_{38}$	….	−8.413556527 (cps)	(≒ 8 cps)
$A_{13}-G_{35}$	….	−7.074929598	(≒ 7)
$Fis_{10}-E_{32}$	….	−5.944928292	(≒ 6)
Dis_7-Cis_{29}	….	−5.002730695	(≒ 5)
H_3 − A_{25}	….	−3.970669968	(≒ 4)
A_1-G_{23}	….	−3.537464755	(≒ 3.5)

[redacted]ばかりになっている。E_3でなくてH_3(B_3)!

[redacted]

○ A=445Hz と A=443Hz とのズレについて.

・一般に. A(Hz)と B(Hz) とで何セントずれるかを求めるのがらくをつくっておく.

$$\frac{B}{A} = 2^{\frac{cent}{1200}} \quad より. \qquad \log B - \log A = \frac{x}{1200} \times \log 2.$$

$$よって \quad f(A,B) = 1200 \times (\log B - \log A) \div \log 2 .$$

この結果は次のようになった.(高橋重卓):

・$\log x$ を $\log_{10} x$ (常用対数)とした場合

$$f(445,443) = -7.79836476 \quad (cent)$$

・$\log x$ を $LN x$ (自然対数)とした場合.

$$f(445,443) = -7.79836475 \quad (cent)$$

要するに約 7.8 セントのずれとなった。

○ 全体にいろいろ変えて測定してみた。中音域はまあまあだが.

低音と高音はバラつきが出てしまっている。

(以上)

設計松野

7月13日（月）　調律実習11日

- 調律実習をやれる環境ではなくなってきた。

もしこれが工程実習であって、肉体労働なら汗を流すものであったとしても我々はそれもいとわない。しかしもしこの調律実習で、わずか1カ月はでも、「調律」のエッセンスを身をもって体得しようという目的（あるいは、「自動調律機」へのアプローチのきっかけ等も含まれるであろう）があるのだとしたら、もはや全く無意味に近い。ピアノを汗でべちょべちょにしながらがんばるにしても、何も聞こえないし、何も考えられない状態でいったい何を「実習」しろというのだろうか。
今日我々が実習したことは、「調律実習をやれる環境ではないところで調律実習をしようと試みること」であったが、とても成功したとは言いがたい。
明日以降も、この無内容とも思える試みを続行するのであろうか。

- KS-1Fのチューピンの感じ
  - ピン板が異なるためか、今までのUS-70, US-50よりもチューピンHしクが、「奥の方で甘い」ような手ごたえがした。
  - ウルトラの強力はどうなのかよくわからないが、もしかすると小型の方、小さいのもチューピンの締まりに関係しているかもしれない。

（以上）

1月14日(火)　調律第12日

「自動調律機」に関する思考実験 part 1

・ピアノの製作工程の中で、調律は多くの部分を占めており、これをうまく(安く)自動化できればコストが下がる、という話を誰からか聞いていたので、考えてみることにする。

・まず、調律作業を分解してみると、
① 調律すべき弦をえらぶ
② チューニングハンマーをチューピンにはめる
③ 鍵盤を1打たいて、音を出す。
　(③'a：下鍵では弦をはじく
　③'b：他では、不要の弦にミュートをはめる。)
④ ハンマーを前後させ、正しい点を見つけ、少し上にもっていく
⑤ チューピンをうまくすわらせるように下げて合わせる。
　(⑤'a：3発打ってピタリとあわす。
　⑤'b：「つき」という状態で(奥まで回って)止める。)

・なんと上のをながめてみても、この作業をNC化なりマイコン制御化なりするのは大変である。現在のピアノの形が変わらない、と仮定すると、自動機の製作の可能性に対しては否定的にならざるをえないが、とにかく考えてみることにする。

・まず明らかなのが、全弦同時対応がムリであるということ。(マイクでひろってのフィードバックの困難さ)よって、1本1本を対象とする、チューニングハンマー形式である、と考えられる。

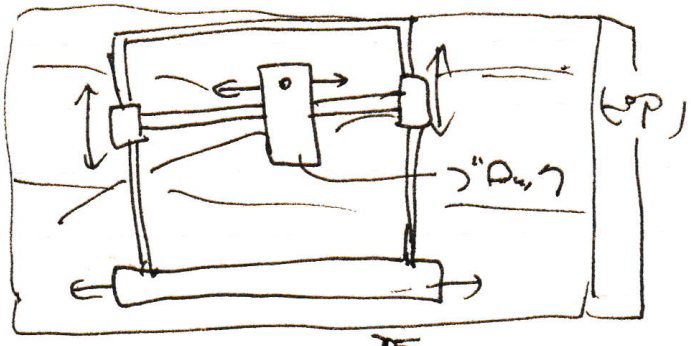
設計 松野

(続く)

7月15日（水）調律第13日

・「自動調律機」に関する思考実験 part2

・機種によって、チューピン穴の並び方のレイアウトがちがっているため、ピン台の移動にも、NCのプログラムを要する。従って、さっきの③～⑤の動作をするブロックがあるとして、これを移動するシステムがいる：



・しかし、チューピン穴の精度は[redacted]程で見たところ、±1mmになるほど大きいものもあり、チューピンの角度（㊐、㊒の傾き）もバラバラなので、チューピンを傷つけずにうまくブロックを移動させてチューピンをとらえるためには、金属工のピン穴あけNCのような精度では不足で、ピンをとらえるブロック部分にセンサーをとりつけてフィードバックする必要がある。

・上の点一つをとってみても、人間なら目で見て手で持っていくだけなのに、いざ自動化しようとすると大変になる。要するにピン配置が全く自動化されていないし、ピン機構もまだ知れていないのである。（この点は後述するかもしれない）

・とにかくブロックの移動については上のような問題点があり、これだけで、異常な時間を要してしまい、「否定的」になってしまう。

（続く）

設計 松野

7月16日（木）調律第14日

- 扇風機がついたため、空気が動き、同じ30℃以上にしても、ずっと環境はよくなった。10分も続けられなかったのに、一気に30分以上もぶっ続けにできるようになった。

- 2回目をチューナーでとってみた。

① 今回は割りふりが甘かったので、そのデコボコがずっとでてしまった。3月のU5-50では、時間をかけてやってみたい。

② 高音はかなりわかってきた。2重オクターブによって、ほとんど正しい範囲に追いこめそうである。

③ 低音は、一番下のA-Aのオクターブ、特にA1～C4が課題となった。もともと1回目のU5-70にくらべて、K5-1Fは低音の方がひどく「音になってない」ので、今度のU5-50では改善されるかもしれない。

④ 「高音は可で出そ、低音は体できく」というのをつかみかけている。3回目は低音までもメてみたい。

設計 松野

(M二)

7月17日（金）満徳第15日

- 「自動調律機」に関する思考実験 part3

- チューピンを回すブロック，部分に分けて考えてみる。大きく分けて，
  ① チューピンを正しい向きで つかまえる．
  ② チューピンを回す．
  ③ チューピンのずれ具合を検知する
  の3つの機能が必要であり，②→③→②… というフィードバックループが あることになる。（メインプログラムに対する サブルーチン）

- ①については，
  a：大きめの ツメ  ではさむ．
  b：チューニングハンマーの穴で，試しに回して はめる穴をさがす．
  の2方式が考えられ，bの方が機構的には安くできるが，さらに 2つのサブルーチンループが 要る．

- ②については，
  a：枠本から5ハッキリ回すための"大トルク，パルス的"回転．
  b：フィードバックループ内回す，"小トルク，連続的回転
  の2種が 最低必要となる．

- ③については，
  a：チューピンの反対方向のトルクのセンサ．
  b：ハンマーの ささり具合 「こじ」具合のセンサ
  等が必要であり，これらのセンサと②の回転機構とをTSS方式で 連動させるために，またもや大容量プログラムを必要とすることになる．

（続く）

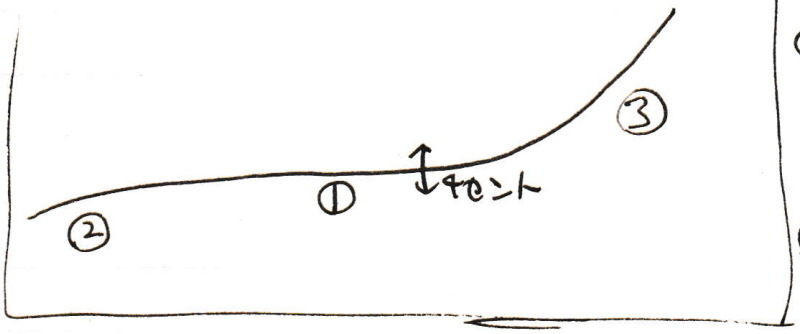
設計 松野

7月20日（月）測律第16回

（3台目完成）

・3台のグラフを比較してみる．

1台目（05-50）：

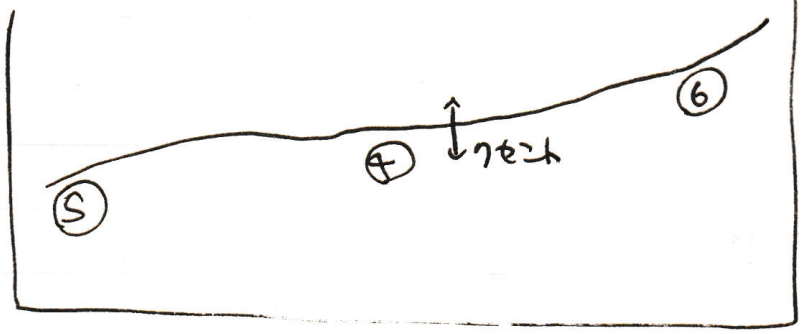


① 時間をものすごくかけたので．割りふりは◎．

② 低音は下がりきっていない．

③ 高音は上がりすぎ．

2台目（KS-1F）：

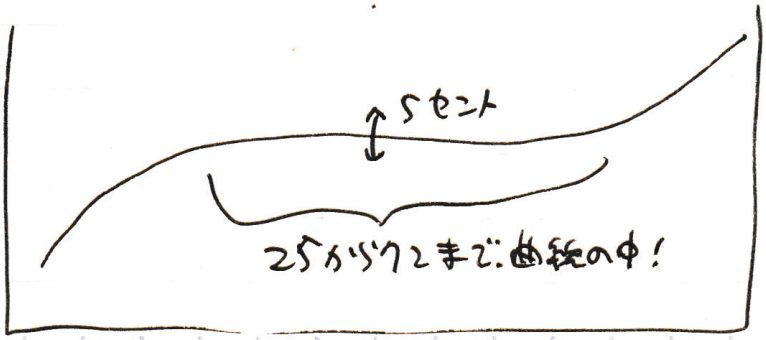


④ 早くやったが．割りふりが甘くなった．

⑤ 低音がばらばら．まよいがある．

⑥ 高音はばらつきながらも傾向は正しい．

3台目（05-50）：



・1日でやったにしては上出来。

・低音は、やりすぎて下がるものが出た．

（以上）

設計 松野

7月21日(火) 調律第17日

- どうもラインの流れが違いように思えたが気のせいか。ずっと来ると思っていたUS-5のがなかなか来なくて、3台目のでしたのかユニゾンのとりなおしをしていて、全く退屈がなかった。
これでどうやら、そうをやるだけで終わりそうである。

- ピアノという楽器の特性上、調律という作業が[redacted]技術者の仕事になってしまっているが、いろいろ考[redacted]される事がある。
  - 家にあるピアノを弾いてみると、ユニゾンはがタガタ、調律発音中の耳にはあおられないほど。
  - 浜松駅前のKAWAI音楽教室のホールにあるGPでさえ、ハッキリわかるユニゾンのずしがほとんどのkeyにある。要するにピアノの音なんてそんなもの、と思ってしまっているわけである。
  - 日ごろの練習では調律の不十分なピアノで、演奏会当日だけ調律してもの「すばらしいピアノ」の前にすわる、というのではますますホールのウルフコンが光って見えるわけだが、UPでもビシッと調律してやれば、そのへんに置き物としてあるGPよりずっといい音を出す、という現状は自慢なものだと思う。
  - 要は、ふつうのGuitar等の楽器のように、弾く時もいつも調律できないという特性がネックなのであって、調律せんでもピッチが常に保[redacted]されるオルガン等とちがってピアノは刻一刻と狂っているのだ、という認識が不足しているのだろう。
  - まあ、オルガンが完全に普及すると、それはほとんどこわれないからピアノ以上にきびしい亜打ちになるが、ピアノは老いていく、というところが、当分KAWAIのたよりとするところになるのだろうか。

(以上)

設計 松野

7月22日（水）　調律第18日

○「自動調律機」に関する思考実験　part4.

・今まで考えてきた結果は、どうも自動調律機というのは手間がかかりすぎて、人間がやった方が早い、ということになりそうである。
・例えば、どのピアノもチューピンの位置がピッタリと同じであり、フレームの穴あけのNCの精度、ブッシュ穴のセンターの精度、チューピン穴あけドリルの精度が現在よりも1桁向上するなら、全ピンの位置をビシッと決めて、そっくりはめてかれるから、設計生があるのだけれど。

・むしろ考えられるのは、現在のオフイチューナーのように（はいち1本1本の音を比較して見るのでなく、全弦のピッチを一発でdisplayして、どこが高いか低いかを一目で見られるようにすることでスピードアップをはかる、「オートチューナー」の方ではないだろうか。
・オートチューナーなら、鍵盤は同じ幅なので、全器種とも同一規格、また測定回路もほとんど難点はなく、ミュートで1鍵1弦とすると、おそらく10分を測定表示するのに1分とかからないだろう。
・また、同時計測（いちじ計測）、チューニングピンのリアルタイム表示方式とする回路も考えられ、こうなると、画面上の点を正しい位置に動かすようにチューニングハンマーを回す、という、耳を必要としない[redacted]調律という形を生み出しうる。必要なのは、人間の手の微妙な手操作のみ、ということである。

（以上）

設計
松野