

タッチウエイト調整の構成要素 ～未来に向けた青写真

*Component Touch Weight Balancing
- Blueprint for the Future*

デービット・C・スタンウッドによる概論

A BRIEF BY DAVID C. STANWOOD

2000年2月11日

この論文はピアノテクニシャンズジャーナル2000年4月号掲載のために書かれました。

翻訳：中村祐司、ARPT, ニュージーランド

この論文の著作権はデービット・C・スタンウッドによって保護されています。

スタンウッド・ピアノ・イノベーション社
STANWOOD PIANO INNOVATIONS INC.
RR1 BOX 340
VINEYARD HAVEN, MASSACHUSETTS
USA 02568
508 693 1583
stanwoodpiano.com

デービット・スタンウッド著：タッチウエイト調整の構成要素～将来に向けた青写真

ピアノテクニシャンズジャーナル2000年3月号で発表した論文「新タッチウエイト度量衡法の視点を通じて見たグランドアクション」では、ピアノ産業界全体の将来に向けた動向、つまり伝統的なピアノ製造・修復に使われてきた技術と新しいタッチウエイト調整管理方法の融合を支持しました。この動きはピアニストに、ピアノ製造会社に、ピアノ販売会社に、そしてピアノ技術者に素晴らしい恩恵を約束してくれています。

伝統的なタッチウエイト調整はダウンウエイトとフェルトの重さを表すパウンド規格に拠っていました。これは鍵盤に鉛を入れるだけの未熟なやり方です。ハンマーウエイトやシャンクストライクウエイト、フリクションウエイト、そしてアクション全体でのてこ比率などの製造時のばらつきの許容範囲の積み重ねが、法則性のないばらつきと精密さに欠ける仕上がりをもたらしめています（後注1）。たとえ考えられる最高に素晴らしい工場の熟練工や修復師によった仕事であったとしてもそれは避けられません。

ピアノ技術者として我々はハンマー交換を頻繁に行います。ところが、最高のハンマーであっても、実証された事実として、ハンマーの重さに明らかな違いがあります。また、私の知る限りどのピアノ製造会社でも、彼らの楽器に使用されるハンマーについて「交換用ハンマーの重さ仕様書」などは用意していません。

現在においてピアノを作る際、より高い水準で、よりたやすく作ることは可能なのです。各アクション部品での精密な材料の基準設定や許容範囲を指定する新しい技術を利用すれば良いのです。単純な方程式がそれらをすべて可能にします。

平衡の等式（後注2）

短い形： $BW + FW = (KR \times WW) + (R \times SW)$

長い形： $((D + U) / 2) + FW = (KR \times WW) + (R \times (SS + HW))$

エンジニアの方への注：アクションのトルクをまとめたこの平衡の等式は、半径が左辺の所では表示されていません。それは半径を1としているからです。

アクションの主要な関連部品はすべて公式上に表示されています。バランスウエイトはダウンウエイト・アップウエイトという伝統的な項目を含有し、新しい技術と結びつける役割を果たしています。

この式にはフリクションの要素は含まれていません。それはこの式とは別に考えます。ちなみにフリクションの値は（ダウンウエイトーアップウエイト）÷2で求めます。

等式平衡法によるタッチウエイト調整では、式の中に各部品の仕様と許容範囲を下記のように持っています。

バランスウエイト（BW）は事前に決定値が決まっています。しかし最終値は個々の部品がどの位基準に合っているかどうかで決まってきます。

フロントウエイト（FW）はアメリカ合衆国特許5585582号によって記述されている方法で計算されます。その式は $FW = ((SW \times R) + (WW \times KR)) - BW$ というものです。そしてデジタル秤を利用した平衡調整の技術を使って、計算で求めた値になるよう鍵盤鉛調整を行います。

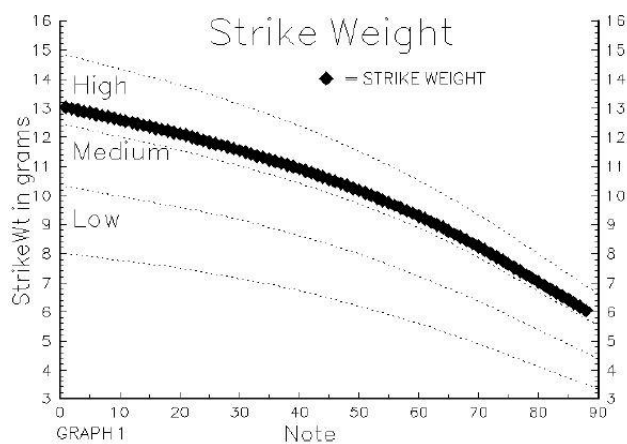
ウイペンウエイト（WW）は使用される部品の現存のウイペンウエイトの平均を基準値とします。

鍵盤ウエイトレシオ（KR）は使用される部品の現存の鍵盤ウエイトレシオの平均を基準値とします。

ストライクウエイト（SW）は事前に決定値が決まっており、ハンマーウエイトを増量・減量してそれを実現します。

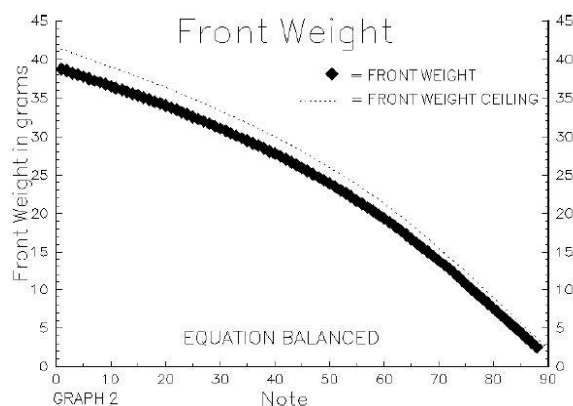
ストライクウェイトレシオ (R) は測定される現存のストライクウェイトレシオの平均値を基準とします。

グラフ 1 では等式平衡法によって作成された典型的な滑らかなストライクウェイトを示しました。



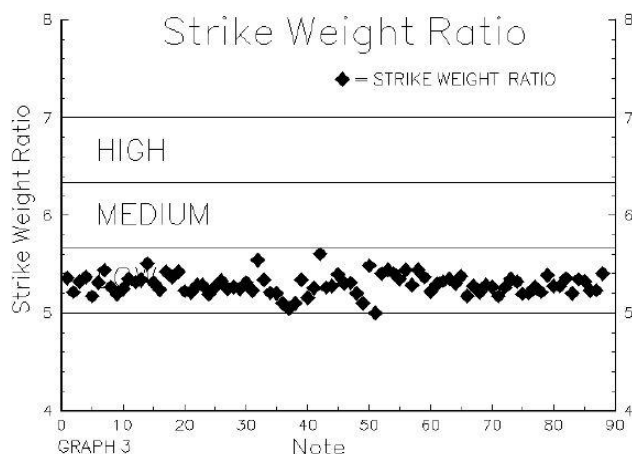
グラフ 1 : 滑らかに調整されたストライクウェイトの曲線

グラフ 2 は、等式平衡法によって作成された滑らかなフロントウェイトです。



グラフ 2 : 等式平衡法で調整されたアクションのフロントウェイト曲線

ここにストライクウェイトが滑らかに調整され、規定のバランスウェイト (後注3) かあるいは規定のダウンウェイトとフリクション (後注4) によって伝統的な鍵盤鉛調整を施されたアクションがあったとします。このアクションでは、ストライクウェイトレシオのばらつきがフロントウェイトのばらつきとなって現れます。グラフ 5 はグラフ 1 で示した滑らかなストライクウェイトを持ち、グラフ 3 で示したばらつきのあるストライクウェイトレシオを持つアクションでのフロントウェイト調整の結果です。フロントウェイトがストライクウェイトレシオのばらつきを鏡のように反映しているのが見て取れます。



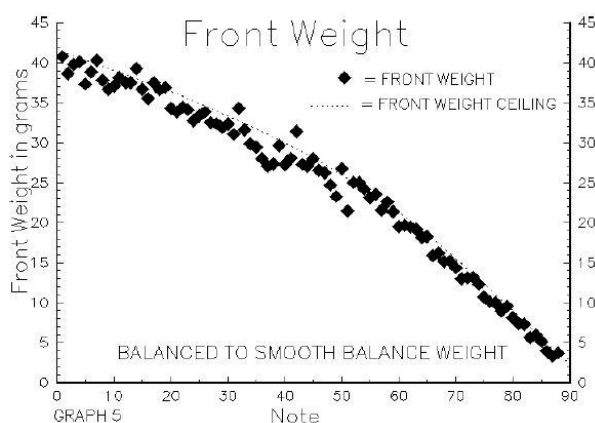
グラフ3：グラフ1で紹介したアクションのストライクウェイトレシオ分布

ストライクウェイトレシオとフロントウェイトの関係を示すこの現象は、アクション部品の交換時において鍵盤鉛調整の効果を台無しにしてしまう可能性を示唆しています。

ストライクウェイトレシオのばらつきの主要な原因の一つはシャンクローラーの位置のばらつきです。シャンクローラーはシャンクセンターピンの非常に近くにあり、ごくわずかな位置のずれや質のばらつきがストライクウェイトレシオのばらつきを大きくしてしまいます。

シャンクローラーが消耗した時やローラーやシャンクが交換された時には、ストライクウェイトレシオが変わってしまうため、元の状態で調整されていたフロントウェイト値の意味は減少し、時には失われてしまいます。なぜならそのフロントウェイト値はオリジナル部品で行われた鍵盤鉛調整の時点でのストライクウェイトレシオに対応していたからです。特にストライクウェイトが滑らかに調整されていないか、フリクションの影響が考慮されていないか、この問題はもっと深刻になります。これらの問題は古いタイプのピアノ技術の世界でよく見られます。

等式平衡調整された鍵盤でもストライクウェイトレシオのばらつきによって多少影響を受けますが、バランスウェイトはグラフ7で見られるようにある程度の範囲で一定な値を取ることができます。重要なことはピアニストが滑らかなフロントウェイトを感じることができ、そしてそれを弾きやすいと思う、ということです。彼らはグラフ5で示したフロントウェイト曲線を持つアクションよりもグラフ2で示したアクションの方をより好むでしょう。



グラフ5：滑らかなバランスウェイトとばらつきのあるストライクウェイトレシオで調整されたフロントウェイトの例

ひとたびグラフ2のようにフロントウェイトを調整したならば、その後はたとえ部品交換がなされたとしても再調整する必要は全くありません。等式平衡法で調整されたフロントウェイトは、「鍵盤鉛はいじっちゃだめだよ、工場でちゃんと正しく調整されているのだから」という業界で使い古されてきた言葉が、本当の意味で初めて生きてくるのです。

等式平衡法でフロントウェイトを調整されたアクションは、重いストライクウェイトなら重いタッチ、軽いストライクウェイトなら軽いタッチをもたらします。等式平衡法を行う技術者はストライクウェイトの高低レベルをハンマーウェイトを調整することによって設定し、タッチウェイトを巧みにコントロールします。

ピアノ製造者は技術者に軽め、中位、あるいは重めなどのストライクウェイト標準値を提供できます。彼らはハンマー製造の過程において出てくる重さのばらつきの範囲を想定して論理的にストライクウェイトを設定するでしょう。中位のストライクウェイトはタッチの重さの範囲で中間程度を意味することになります。これはピアノ製造者が実際にストライクウェイトを彼らの標準に合わせずとも出荷できることも意味します。というのも作業標準表を元に現場の技術者が必要に伴いタッチの再調整することを見込めるからです。

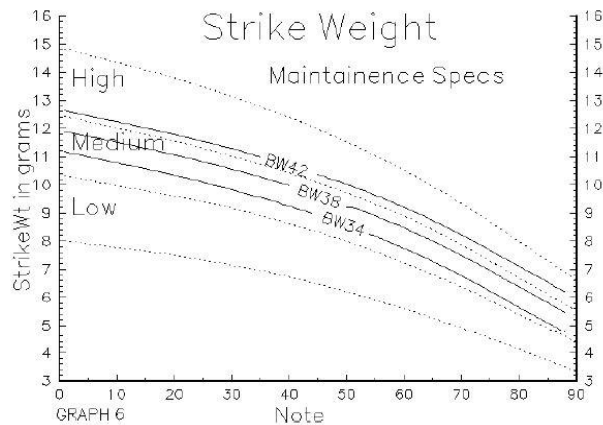
表1では3種類のバランスウェイトレベル例でのストライクウェイトがどのように表示されるかを示しています。

Table I - Strike Weight Specifications in grams

Note	Light (BW34)	Medium (BW38)	Heavy (BW42)
1	11.2	11.9	12.6
2	11.1	11.9	12.6
3	11.1	11.8	12.5
4	11.0	11.8	12.5
5	11.0	11.7	12.5
6	11.0	11.7	12.4
7	10.9	11.6	12.4
8	10.9	11.6	12.3
9	10.8	11.6	12.3
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
80	5.7	6.4	7.1
81	5.5	6.3	7.0
82	5.4	6.2	6.9
83	5.3	6.0	6.8
84	5.2	5.9	6.7
85	5.1	5.8	6.5
86	5.0	5.7	6.4
87	4.9	5.6	6.3
88	4.8	5.5	6.2

表1：各音ごとに設定された標準ストライクウェイト（軽い・中位・重い）の例、単位はグラム

グラフ6は表1で示した3種類のバランスウェイトで設定したストライクウェイト曲線（軽め・中くらい・重め）を示しています。軽めと重めのラインでできる上下範囲は、ピアノ製造会社の規格を元にハンマー製造会社が作ったハンマーウェイトのばらつきの範囲とさほど変わりません。



グラフ6：ストライクウェイトのメンテナンススペック例

古いタイプのピアノ技術者はアクションの平衡調整をする際に、タッチウェイトを軽くしようとして鍵盤鉛を追加するかもしれません。しかしこの作業は、増やされた質量とそれに付随する慣性モーメントの増加による効果によって、実際に弾いている動的な状況においてはタッチを重くしてしまっています。

等式平衡法によって調整される新しい方法では、技術者はタッチを軽くするためにはハンマーを軽くします。この作業によってダウンウェイトとアップウェイトは連動して軽減されます。反対にタッチを重くするためにはハンマーにおもりを追加します。そのためにダウンウェイトやアップウェイトが増し、タッチが重くなります。ハンマーウッド部にハンマー用の細い鉛を詰めるというやり方が効果的でうまく調整できることが実証されています。（写真1）



写真1：ハンマーウッドに埋められたハンマー用鉛

ハンマーウッド部にドリルで穴を開けて直径0.109インチ（約2.8mm）のハンマー用鉛を挿入し、両側から力かけると鉛が膨らみ穴の中で密着します。この方法ですでに多くの技術者が長期に渡って加工していますが、ウッドが割れたり鉛が緩んだりとか、雑音の原因になったというようなことは今までありません。このやり方はハンマーの重さを増やすために効果的な方法です。デメリットもありません。

この手法を工場生産の中に取り入れたら製造にかかる時間が増えるのではないかと、という質問を受けることがあります。実際には少なくとも同じか、上手くいけば短縮することができます。その上熟練度の低い作業員でもフロントウェイトの標準値表とデジタル秤を使えば鍵盤鉛調整をすることがより簡単にできるという恩恵さえ出てきます。

デジタルデータで標準値を使うことができるこのやり方はコンピュータ制御機械を活用することができるようになります。アメリカ合衆国特許5,796,024号では標準化された鍵盤への鉛入れパターンを使って、ピアノ製造工場での技術を使用するための方法を詳述しています。この方法を使えば、事前に鍵盤鉛の位置を決定できるので、必要な穴を自動制御機械で加工することができるので

す。鉛入れパターンは指定の鍵盤鉛の重さと位置を元に設計されているので、仕上がりは滑らかなフロントウエイト曲線に合致します。

例を上げてみましょう。もし鍵盤鉛のまだ入っていない鍵盤のフロントウエイトが平均4グラムだとしましょう。事前に設定するパターンではまず、最終目標とする数値より4グラム少なく設定します。次にその4グラム少なめに設定されたパターンに従ってドリルで穴を開けます。そして穴あけされたところに鉛を詰める前に、鍵盤をデジタル秤の上に載せて小さな鉛を使ってフロントウエイトが4グラムになる位置を探し、それをその場所に埋めます。そうしたら最後に事前に開けられている穴に指定の鍵盤鉛を詰めれば、最終目標値に仕上がります。つまりこの方法を使いますと、一つのフロントウエイト標準値が設定されていれば良いわけです。ですから、鍵盤平衡調整では熟練していない作業者であっても、古いやり方で行っている非常に熟練した作業者よりも、はるかに良好な結果を得ることができるでしょう。

ハンマーウエイトの最終微調整は生産工場ではなく、外部の技術者に委託されることになるかもしれません。その場合、工場での作業はハンマーウエイト値の管理と、適切なストライクウエイトレシオ値への調整と管理が中心になります。

以上のことを踏まえると、等式平衡法で調整されたアクションは独特な指標を持っていると言えます。バランスウエイトが、アクション全体での比率であるストライクウエイトレシオを表現することになるのです。なぜならば、二つの末端のウエイトを構成する要素、すなわちフロントウエイトとストライクウエイトが滑らかに、そして精密に調整されているからです。（ウイペンは平衡される必要はありません。）それゆえに、もしバランスウエイトが標準値よりも外れているものがあれば、それはストライクウエイトレシオに誤差がある結果なのです。

グラフ7で見られるバランスウエイトの不均一性が、グラフ3でのストライクウエイトレシオの不均一性を反映していることにご注目ください。製造過程の質によりその程度に違いはあるものの、これらの誤差はすべてのアクションに自然に現れます。この現象は工場でのタッチデザインの品質管理チェックに有益なツールを用意してくれます。バランスウエイトの許容外へのばらつきの定例化は生産過程のどこかに正すべきところがあるということを教えてくれるのです。

ピアノアクションの大修理における等式平衡法タッチウエイト調整の要素の導入においては、技術者はアクションの位置関係を尊重した上で適確な作業標準を踏まえることが重要です。私はアクションの位置関係の作業を2つに分けて考えます。一つは円運動としての位置関係、もう一つはてこ比率による位置関係です。円運動としての位置関係ではアクション部品間の円周位置、部品間の距離、ウイペンヒールの厚さ、シャンクローラーの大きさ、センターピンの高さなどを考察します。技術者はまずこの部分が最低限の標準状態にあることをチェックすべきでしょう。

てこ比率での位置関係とは、鍵盤レシオ・ウイペンレシオそしてシャンクレシオの乗算値から生じる関係です。その比率の不均一性はシャンクローラーとシャンクセンターとの距離、そして鍵盤レシオが主要な原因です。問題の一つはアクションが円運動としての位置関係では問題ないのに対して、てこ比率での位置関係に問題がある場合です。両方のタイプについてその特質を考えなくてはなりません。

現在のところ、等式平衡法を利用したピアノアクションのカスタムデザインや改造の仕事は訓練を受けた特別な技術者の専門領域になっています。この技術についてもっと学びたいという技術者は、PTG（ピアノテクニシャンズギルド）主催の研修会に参加して独学するか、現在増えつつあるタッチデザインの専門家である特別に訓練された技術者を頼ってアドバイスを得たり仕事を頼んだりすることが必要でしょう。彼ら認定専門技術者はアクションの等式平衡法一式を研修と経験を通して芸術性と科学性両面から身に着けています。

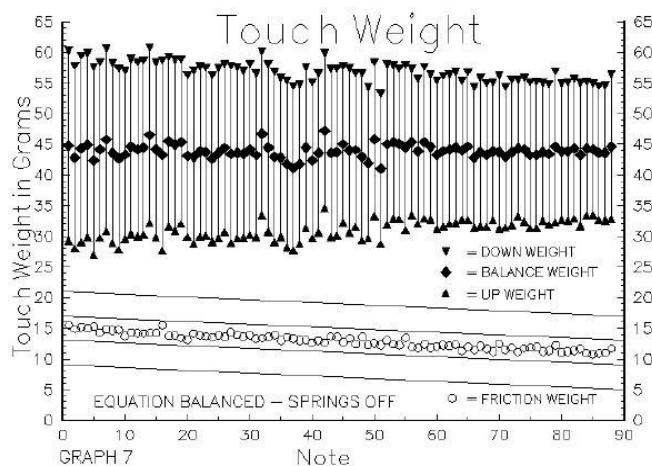
最後にウイペンサポートスプリングの使用の復活についてコメントしたいと思います。長年に渡り、私自身で多くの技術者のためにこの部品の後付改造作業を提供してきました。レンナーUSA社からも「ターボウィップ」の名前で購入できます。以前に書いた通り、この部品はそこに潜在する可能性

をないがしろにされ、大きく誤った理解をされてきました。私はこれをタッチウエイトデザインのオプションとして考えるべきであると思っています。

この部品は多くの著名なピアノメーカーによって使われてきました。スタインウェイ、ベーゼンドルファ、ペヒシュタインそして他の多くのヨーロッパのメーカーが大きな成功と共に使ってきました。彼らはしかしながらアクションの問題を修正する手ごろな部品として間違った使い方をしていました。本来ならアクションレシオやハンマーウエイトなどを含めアクションのデザインを修正したほうが良いのにもかかわらず、このスプリングによって安易な解決を試みたのでした。

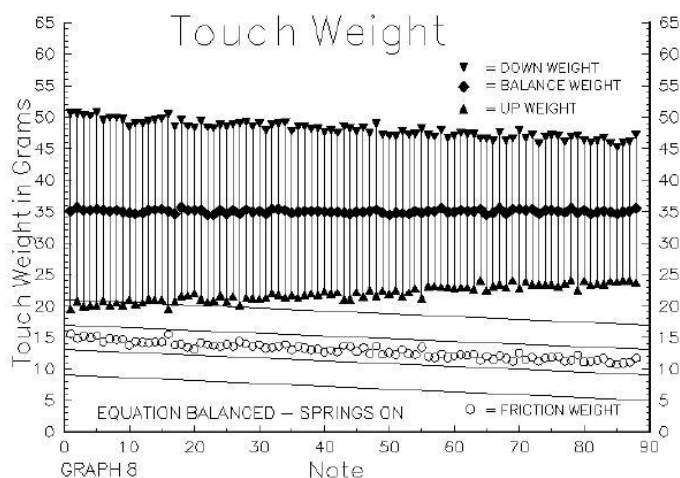
等式平衡法アクションではウイペンサポートスプリングはストライクレシオのばらつき由来のバランスウエイトのばらつきを補正する道具として機能します。

グラフ7は88鍵全部にウイペンサポートスプリングを装備し等式平衡法によって準備されたアクションの例です。このグラフの時点ではスプリングは外されています。ダウンウエイトやアップウエイトそしてフリクションウエイトが徐々に滑らかに変化しています。このアクションは等式平衡法によって調整されていますので、ストライクウエイトとフロントウエイトは完璧に調整されています。ですからこの時点で残っているばらつきの要素はストライクレシオにあると言えます。



グラフ7：等式平衡法で調整されたアクションのウイペンサポートスプリング装着前のタッチウエイトの様子

グラフ8では同じアクションでウイペンサポートスプリングを接続し、バランスウエイトのばらつきを調整した後の様子です。このアクションのバランスウエイトは参考として、古典的に使用されるスタインウェイの指定タッチウエイトである35グラムに合わせました。サポートスプリングは個々の状況に応じて幅広くタッチウエイトを調整できるという利点も持っています。



グラフ8：ウイペンサポートスプリングを接続・バランスウエイト調整した後のタッチウエイトの様子

この作業は図1で紹介したバランスウェイト調整ねじを追加することによって、はるかに簡単に行うことができます。

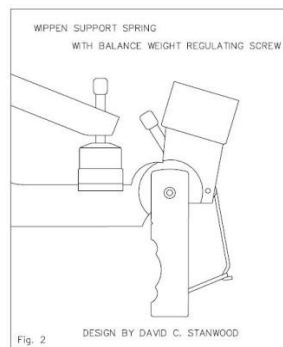


図1：バランスウェイト調整ねじの詳細の様子

このねじは現在のところ後付けすることでしか装着できません。今後ウイペンサポートスプリングの需要が高まることで、部品製造会社がこのデザインを取り入れた部品の供給をしてもらえることを期待しています（訳者注参照）。

結論

我々はダウンウェイトという指標とアクションの動的なタッチ感覚を関係付ける慣習を捨てなければなりません。ダイナミックタッチは重さとして比率の特徴を組み合わせた働きで、その基準や許容範囲は平衡の等式によって書かれます。これによって我々はどんな基準のアクションでも作り出せる自由さと問題点をあぶりだすためのツールを得ることができました。製造メーカーやタッチウェイト専門家によって基準書が準備され、それを元に作られた交換部品を使うことによってアクションの平衡状態を正常に保ち続けることができるのです。

後注：

- 1、ピアノテクニシャンズジャーナル（以下PTGジャーナル）2000年3月号掲載のデービット・C・スタンウッドによる「新タッチウェイト度量衡法の視点を通じて見たグランドアクション」を参照のこと。
- 2、平衡の等式に関する由来はデービット・C・スタンウッドによるPTGジャーナル1996年6月号掲載の「新タッチウェイト度量衡法」を、用語と略語集、改訂された標準測定方法については同じ著者によるPTGジャーナル2000年2月号掲載の「新タッチウェイト度量衡法の作業標準」を参照のこと。
- 3、デービット・C・スタンウッドによるPTGジャーナル1990年11月号掲載の「バランスウェイトシステムでフリクションを理解する」を参照のこと（日本語訳は未発表）。
- 4、ビル・スパーロックによるPTGジャーナル1991年1月号掲載の「グランドピアノのタッチウェイト、パート2」を参照のこと（日本語訳は未発表）。

訳者注：

サポートスプリング調整ねじ付きのウイペンは、現在トキワ製作所（浜松市）にて製造されています。アメリカ合衆国とカナダではピアノテック・サプライカンパニー（1-800-347-3854）を通じて販売されており、日本国内では（株）トキワ製作所（053-471-6813）から直接購入することができます。