



EXTRA 2011 WEST  
**X2011**  
NMRA 2011 SACRAMENTO, CA



## ブラスの模型蒸気機関車の再生

マーク・シュツァー

NMRA ナショナルコンベンション  
カリフォルニア州サクラメント市  
2011年7月

このプレゼンのファイルは以下から入手可能(訳注:英語版のみ)

<http://www.markschutzer.com>

# クリニックの概要



## 蒸気機関車の再生

- このクリニックは、うるさく唸りながら走る機関車を再生し、そろそろと静かに走る機関車に仕立てる方法を紹介する。モーターやギアボックスの交換について論じ、その詳細を紹介する。モーターやギアボックスの選び方、モーターの台の作り方、ユニバーサルジョイントの使い方、といった話題も取り上げる。

# 3台のカツミ製の機関車のお話



## 簡単な実例の紹介

### マウンテン 4355

- 入手直後の状態



### パシフィック 2467

- クリニックで紹介する技法を適用
  - モーターを交換
  - ギアを交換
  - ユニバーサルジョイント取り付け
  - デコーダを取り付け



### マウンテン 4353

- クリニックで紹介する技法を適用
  - モーターを交換
  - ギアを交換
  - ユニバーサルジョイント取り付け
  - デコーダを取り付け



# 問題がよく起きる場所



モーター

ギアボックス

モーターとギアボックスとを繋ぐ固いジョイント

# モーターに関する問題



## モーターに関する問題

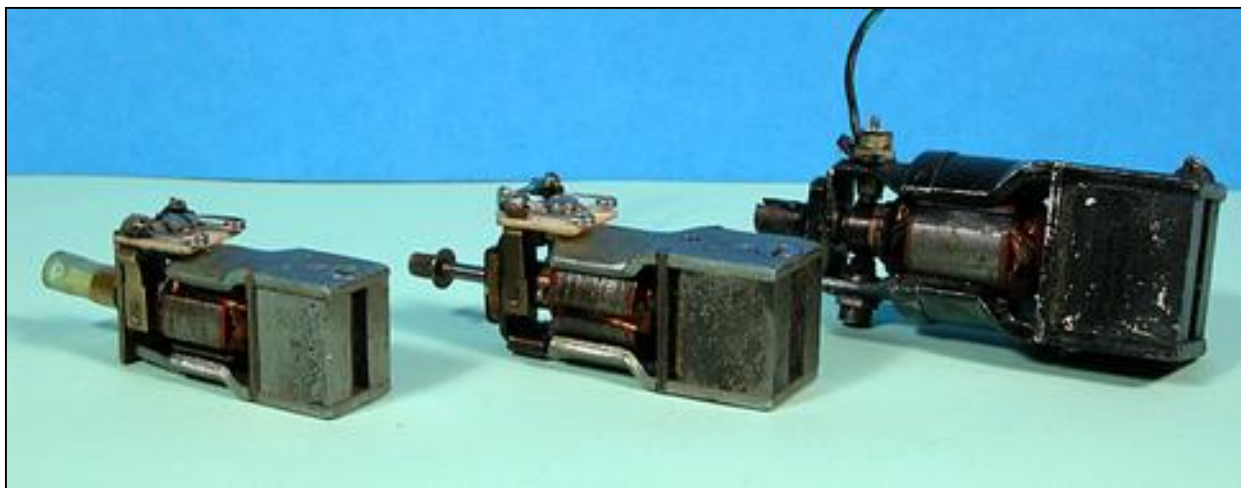
- (1950年代から1970年代の中頃までの)初期のブラスの機関車は、開放型のフレーム形状の棒型モーターを備えているものがほとんどである。
- これらのモーターのほとんどが、起動トルクが弱く、モーターが回転し始める電圧が高めである。
- その結果、実物の機関車のようなゆっくりとした発車がほぼ不可能となる。起動電圧が高く、機関車が実感的に発車することができない。一旦走り出せば、電圧を下げて機関車の速度を落とすことができるが、モーターの低速域のトルクが乏しく、機関車はなめらかに走らない。
- 今日の標準からすれば、これらのモーターは非常に効率が悪く、大きな電流を消費する。拘束電流が2アンペア以上となるのが普通。このような大きな値は、HOスケールのDCCデコーダの定格に適合しない。
- これらのモーターは高速に回転するので、ギア比の大きなギアボックスが使われることが多い(37:1以上)。このようなギア比では、高速で機関車が走るほどモーターやギアボックスも高速に回転し、やかましい。

# もともと取り付けられているモーター



## 棒型モーターの典型的な特性値

モーターの タイプ カツミ棒型	無負荷状態電 流(アンペア) 12 ボルト	典型的な負荷下の 電流(アンペア) 12 ボルト	拘束時電流 (アンペア) 12 ボルト
小型	0.6	1.0以上	2.0
中型	0.6	1.2以上	2.9 – 3.0
大型	0.7	1.5以上	> 3.5



# ギアボックスに関する問題



## ギアボックスに関する問題

- 初期のギアボックスは、ギアの遊びが大きく、うるさい。断面が角型のウォームは、そもそも音が大きいという性質がある。また、ウォームと平ギアとの両方に鉄を使っている場合がほとんどであり、この材質の組み合わせも運転時の騒音の原因となる。
- モーターの低い性能に合わせて、高いギア比のギアボックスが使われていることが多い。運転時に回転数が高くなり、うるさく音を立てながら走る原因となる。
- 初期の模型は、ギアボックスが密閉されていない、あるいはギアをむき出しのまま使っていることが多い。やかましいだけでなく、潤滑油を撒き散らすので汚れの原因となる。
- 初期のギアボックスは、工作精度が低く、性能が悪いものが多い。
- 現代の工作精度で作られたギアボックスは、高速走行時であっても、無音に近い走りをするはずである。

# ジョイントの問題(1)



## モーター・ギアボックス間の固いジョイント

- 初期のブラスの機関車は、モーターからギアボックスへのジョイントに、プラスチックやゴムのチューブを使用しているものが多い。
- モーターとギアボックスとのジョイントとしてはこのチューブは非常に固い。



- 根本的な問題は、ギアボックスが動くことにある。
  - バネで軸が動くことによる上下動。
  - カーブで軸が水平に動く事による左右動。
  - 動力関係部品のがたによる細かい動き。
- ジョイントが固いと、ギアボックスの自由な動きが妨げられ、雑音やひっかかりの原因となる。

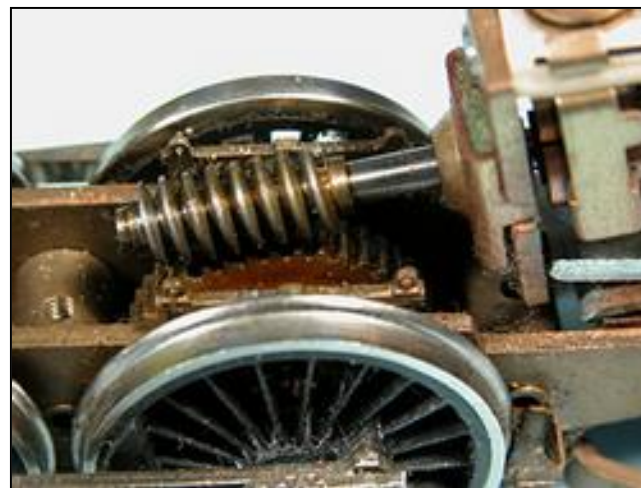


## ジョイントの問題(2)



### モーターの軸にむき出しのまま取り付けられたウォームギア

- 初期の機関車の中には、モーターの軸にウォームを直接ハンダ付けしているものが多い。駆動軸の動輪にむき出しの平ギアがとりつけられており、この真上でむき出しのウォームがうまく噛み合う位置関係を保つように、モーターを固定している。
- 固定軸の動輪によく使われていた技法。
- この方法には問題がある。ウォームと平ギアとの間隔を正しく保つことが困難であり、ギアがむき出しのためやかましく、注油すると油やグリスが飛び散ることを防ぐことができない。

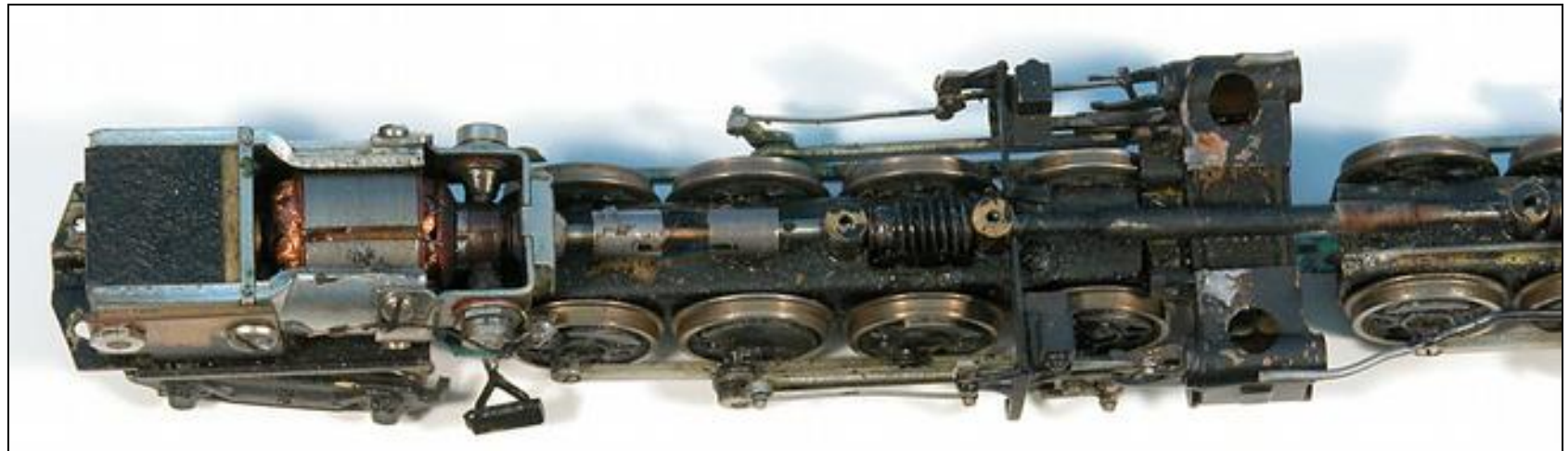


## ジョイントの問題(3)



### 金属製のユニバーサルジョイント

- 古い大型の連接機は駆動軸の一部に金属製のユニバーサルジョイントを使用している。
- これらの古い金属製の部品は、走らせるとうるさい。ボールとカップからなるジョイントをひとつしか使っていないことがよくあり、芯を出して引っ掛からないようにするのは、非常に大変である。



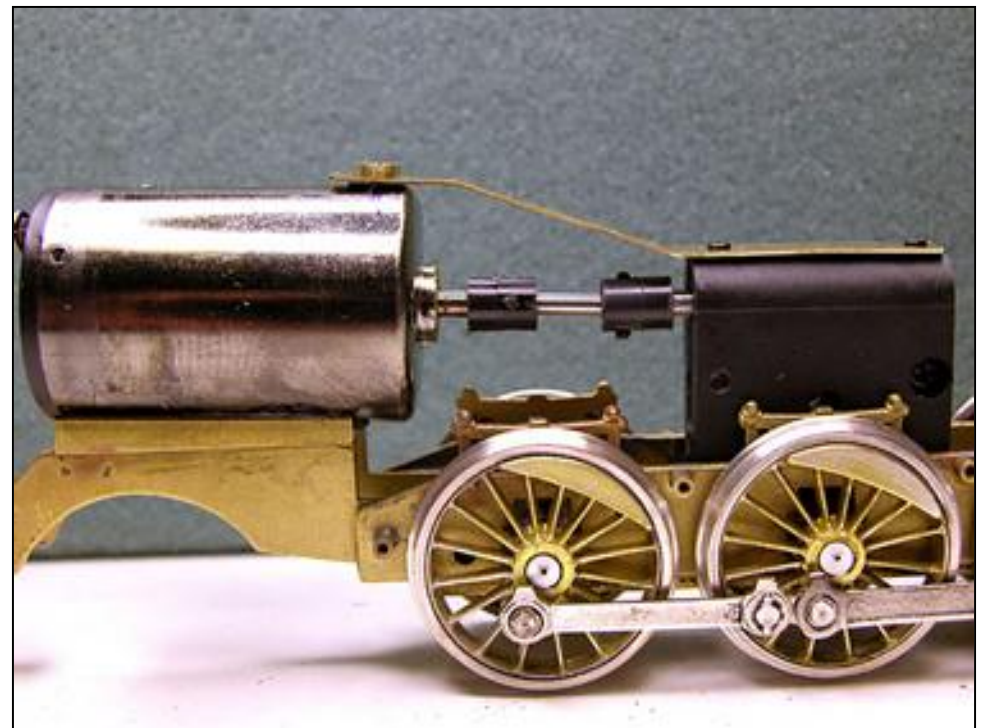


再生

# 再生の概要



モーター  
モーターの台  
ギアボックス  
動輪とギア  
ジョイント  
トルクアーム  
フライホイール  
バランスをとる



# モーター(1)



## 缶モーターの利点

- (棒型モーターに比べ)効率がよく、電流がはるかに少なくてすむ。
- 溝が斜めに切っているため[skew wound]、低速の性能が非常に良いものがほとんど。
- 起動の速度がゆっくりで、申し分のない低速域のトルクが得られる。
- 低速域での性能が改善されることで、ギアボックスのギア比を下げることができ、最高速度での騒音を低減することができる。
- DCCとの相性がよい。電極の端子が分離されており、HOサイズであれば、拘束電流が1アンペア未満か1アンペア前後のものがほとんど。

## 機関車に搭載できる範囲で最大のモーターを選ぶこと

## 火室が狭い場合は平らな缶モーターを選ぶこと

## 色々なモーターのメーカーから選ぶことができる

- NWSL - サガミ
- マシマ
- A line - Proto Power West
- キヤノン

# モーター(2)



## 色々な缶モーター



# 缶モーター



## 缶モーターの代表的な特性値

モーターの タイプ NWSL	無負荷状態電 流(アンペア) 12 ボルト	典型的な負荷下で の電流(アンペア) 12 ボルト	拘束時電流(ア ンペア) 12 ボルト	拘束時トルク (Oz.-in./ mNm)
12270-9	0.08	0.25	0.54	0.61/ 4.31
16307-9	0.05	0.34	0.95	0.79/ 5.58
18367-9	0.19	0.40	1.20	2.50/ 17.65
20324-9	0.05	0.36	0.90	1.40/ 9.88



## モーターを取り付けるための台

- 新しいモーターを取り付けるにあたっては、機関車の主台枠に確実に固定する必要がある。
- 調整保守のため、モーターを取り外せるようにしておく必要がある。
- 台は、モーターの位置の微調整ができるようにする必要がある。
- 台は、モーターの振動をある程度遮断するようにすべきである。

## 解決方法

- 真鍮の材料からモーターの台を作る。
- シリコンゴムのシーラントを介してモーターを台に取り付け。
- もとのモーターを取り付けていたねじでモーター台を固定。

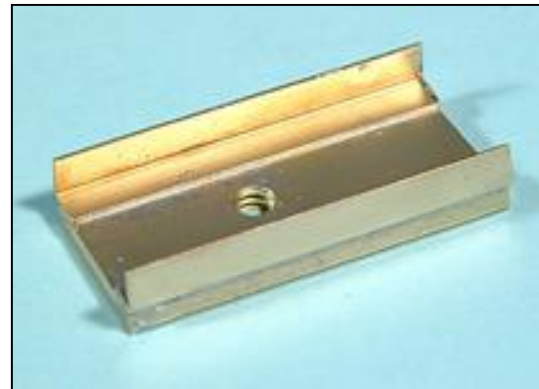


## モーターの台(2)



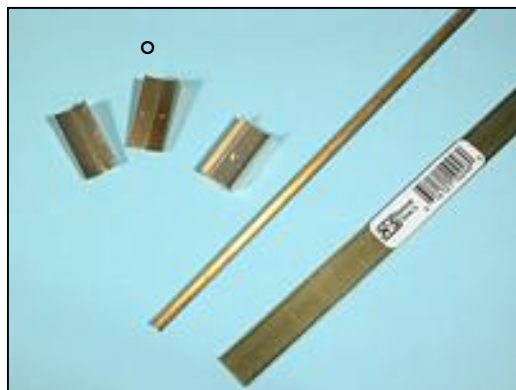
### モーター台をつくる

- .062" x .5" (注1) の真鍮角材の台。
- .125" x .125" (注2) の真鍮アングル材の側板。
- ハンダ付けする。
- フレームの(もとのモーター取り付け)穴に合うように穴をあけ、タップをたてる。
- ミリングで切削成形するのも可



»(注1) 15.8mm×12.7mm

»(注2) 3.2mm×3.2mm



# ギアボックス(1)



## 交換用のギアボックス

- NWSLが販売している。幅広い選択肢の中から精度の高いギアボックスを選ぶことができる。
- 標準的なギア比は、28:1か36:1。
- ほとんどのHOの模型に使える大きさである。小型の機関車にはモジュール0.3、中型から大型の機関車にはモジュール0.4。
- アイドラーギアのないもの、一段のもの、二段のものがある。背の高いもの、低いものがある。
- 静かな運転のためにすべてのギアは高精度に切削されている。

## ヒント

- 初めて使用する時は、説明書をよく読むこと。
- ギアボックスの下面をサンドペーパーで軽くやすり、動輪の軸の遊びをなくすこと。
- スムーズにねじどめできるように、すべての穴にタップを通しておくこと。
- ウォームの軸受けが、ギアボックスにぴったりはまることを確認すること。型番によっては、ギアボックスの片側のテーパを軽くやすって、軸受けがぴったりはまるようにする必要がある。
- 私のウェブサイトにある、組み立てに関するチュートリアルを参照のこと。

訳注: [http://www.markschutzer.com/tutorials/Gearbox\\_Assembly\\_101.pdf](http://www.markschutzer.com/tutorials/Gearbox_Assembly_101.pdf)

# ギアボックス(2)



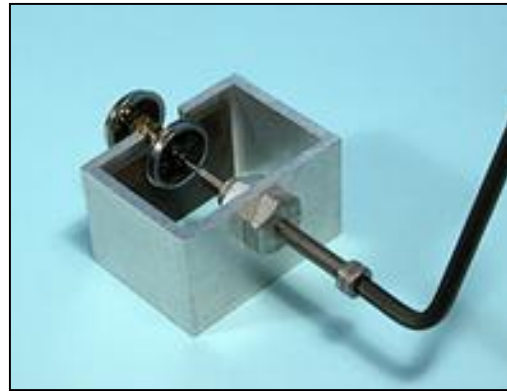
## 交換用の新しいギアボックス



# 動輪とギアとを引き抜く



## NWSL Puller



## 軸押しプレス

- NWSL Sensipress
- PanaVise press



# ギアを抜く



## 軸押しプレス

- NWSL Sensipress
- PanaVise press

## NWSL Gear Aligners



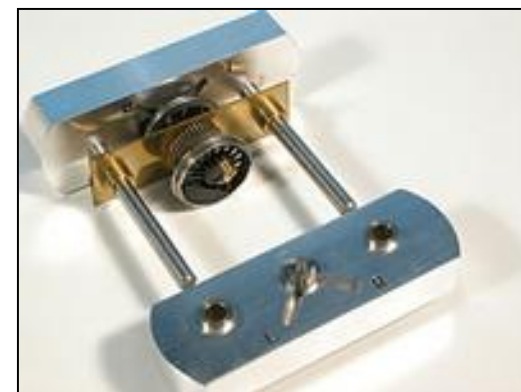
# クォータリング用の工具



NWSL Quarterer



NWSL Quarterer 2



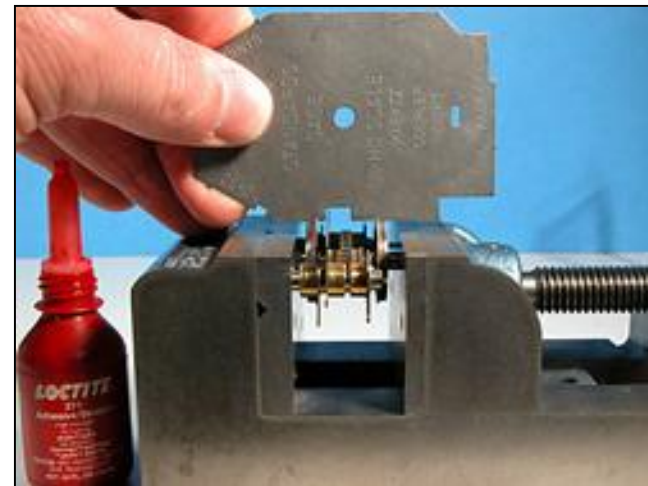
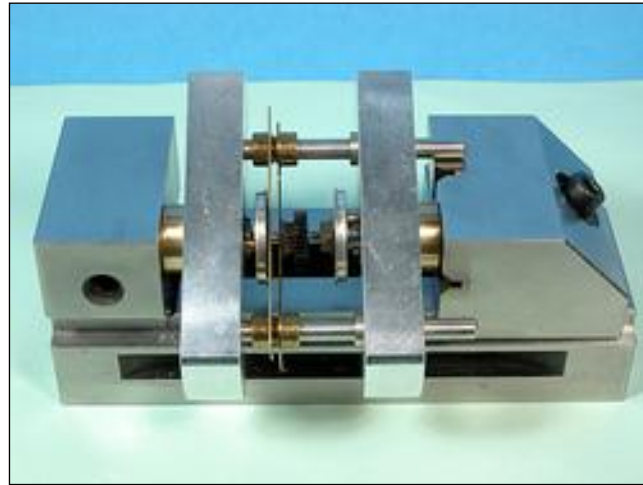
クォータリング用の万力



# 動輪を圧入する



## クォータリング



# ジョイントを実現する方法



## ゴムのジョイント

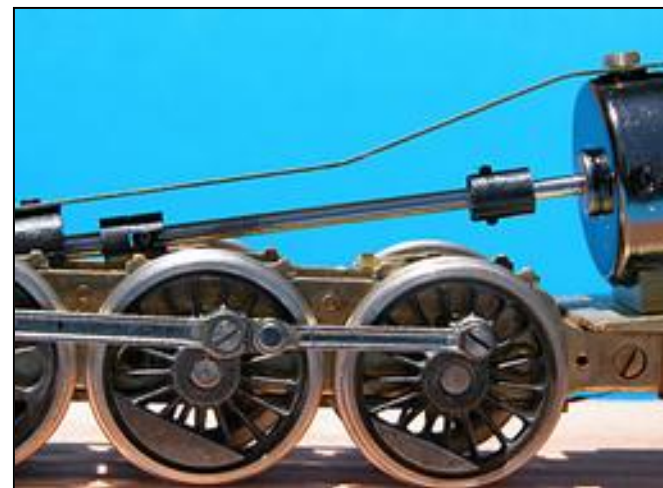
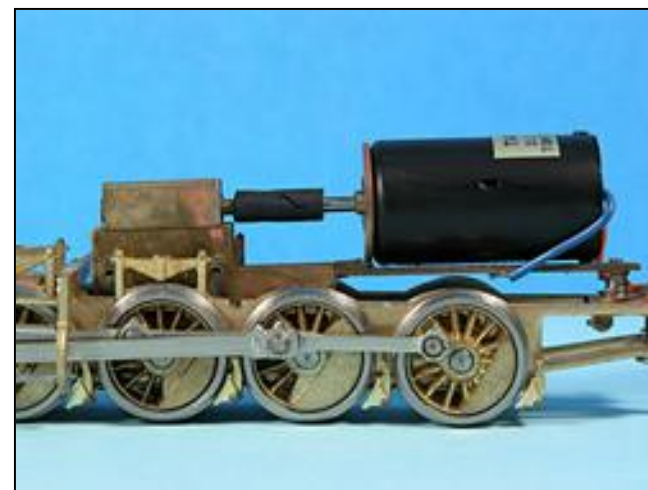
- トルクアームを使う場合には十分使える方法であるが、モーターとギアボックスとの芯を出すのが大変。
- 代わりにユニバーサルジョイントを使うのがおすすめ。

## モーターの軸をそのままギアボックスに繋げる

- 使える場合もある。
- 芯を出す必要がない。
- アイドラーのないギアボックスには不向き。
- スペース上の問題がある。大きなモーターがギアボックスの近くに来る。

## ユニバーサルジョイント

- おすすめの方法だが、トルクアームが必要。
- モーターとギアボックスとの間は固い接続ではない。
- 多少は芯が出ていなくてもよい。ジョイントの角度を15度未満に押さえること。
- 非常に静かに走る。
- ギアボックスをモーターから分離している。

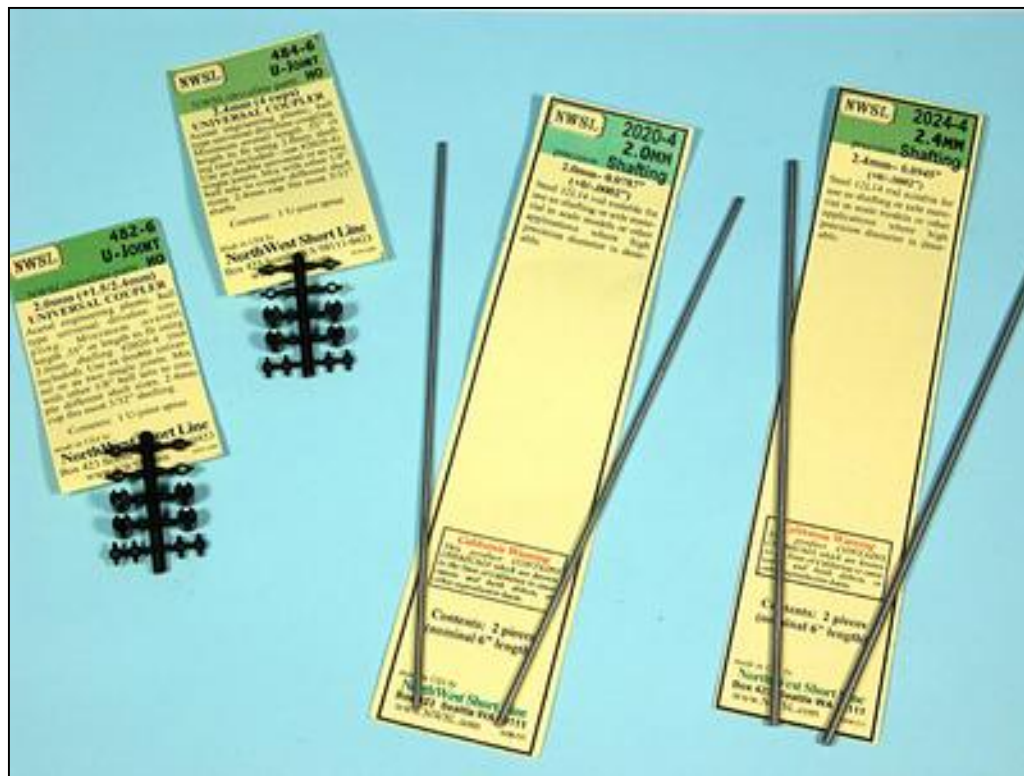




# ユニバーサルジョイント



NWSLが販売している。色々な選択肢から選ぶことができる。  
よく使われる軸に合わせて何種類かの太さがある。1.5ミリ、2.0ミリ、2.5ミリ  
。  
NWSLは、高精度の軸も提供している。



# トルクアーム(1)

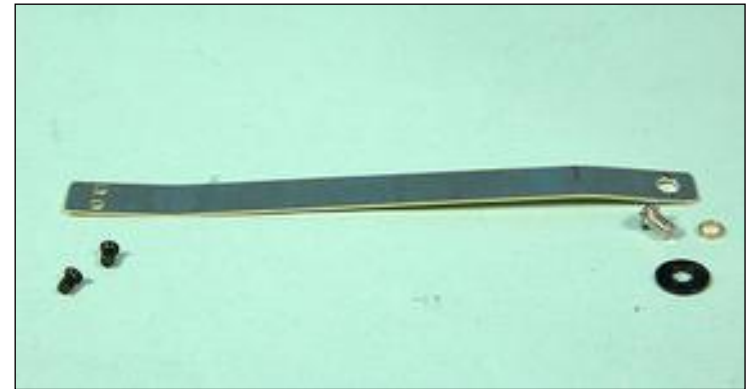


ユニバーサルジョイントを使用する場合、ギアボックスが回転しないように、トルクアームが必要になる。

私の好むのは、(駆動軸の)上方にトルクアームを置き、モーターの台の頂点で留める方法である。

## 作り方

- 0.016インチ(0.4064mm)厚の真鍮板で作る。
- 幅は0.2インチ(5.08mm)程度。
- 必要に応じて折り曲げること。
- ギアボックス側の端に穴を2つあける。これらの穴に合わせてギアボックスに穴をあけ、タップをたてる(1.4ミリネジ)。
- モーターの前方にある穴にそろうように、モーター側に穴をあける(2ミリネジ)。
- モーター側の固定には2ミリネジを使い、クリアランス確保のためにワッシャーを入れるか、段付きネジを使うこと。
- モーターとトルクアームの間に、プラスチックか樹脂製のワッシャーをはさみ、モーターが振動する際の金属同士が接触する騒音を防ぐこと。

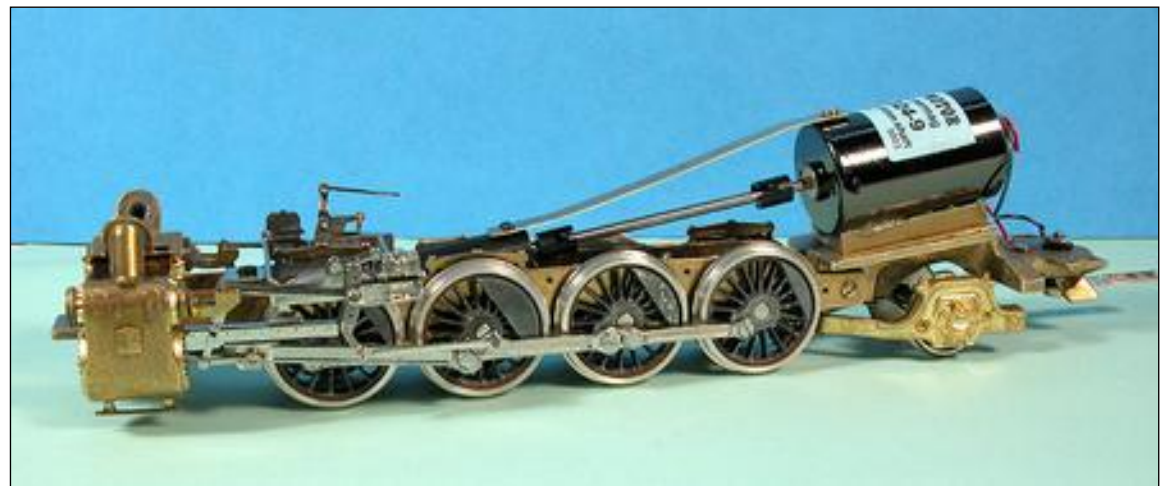


## トルクアーム(2)



### この方法の利点

- ギアボックスの回転を防ぐ。
- トルクアームが長く薄いので、ギアボックスが上下方向に自由に動く。
- トルクアームの一点をモーターの上でとめてあり、ギアボックスが左右方向に自由に動く。
- 軸の動きに追従して、ギアボックスが自由に動くことができる。
- 構造が単純であり、割合簡単に作ることができる。
- 非常に効果が高い。

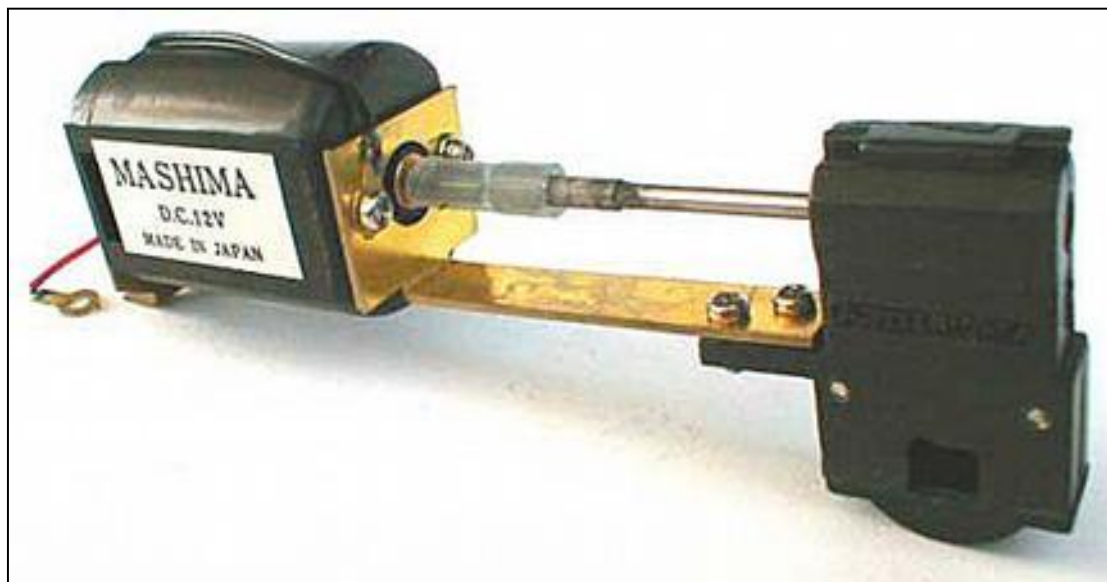


## トルクアーム(3)



既製品で使えるもの

- モーターとトルクアームが一体になったものがGreenway Productsから販売されている。

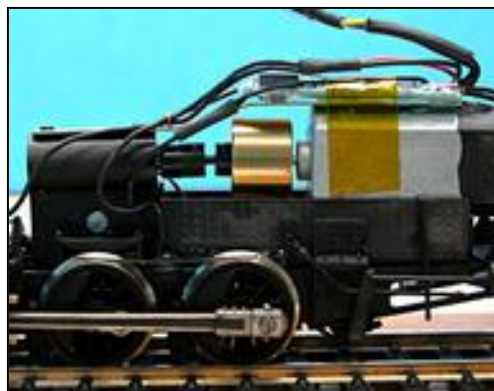
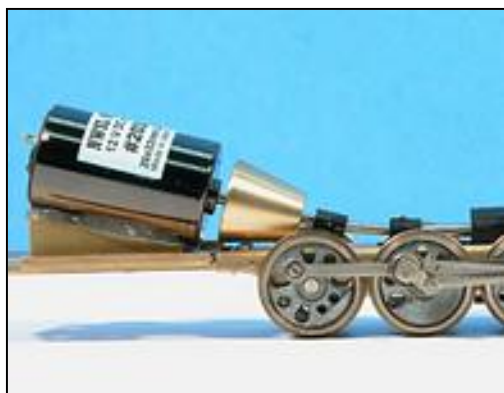


# フライホイール



スペースに余裕があれば、フライホイールの追加を検討するとよい

- 走行性能を改善し、集電の良くない場所でも機関車が滑らかに走る。
- モーターが回転させる質量が増え、低速走行の性能を改善できる。
- スペースに余裕があれば、取り付けを考えるとよい。
- フライホイールには、決まった大きさはない。空いたスペースに合うように作ればよい。



# バランスをとる



## バランスをとる

- 総合的に最適な性能を得るためには、機関車の重心が動輪の中心付近に来るようにするべきである。
- 牽引力の改善については議論があり、効果があるという意見と、効果がないという意見がある。
- モーターを交換した結果、重量バランスが変わることがよくある。
- 機関車の後方にウェイトを加えなければならない場合がある。
- 重量バランスを適切に保つ事によって、(モーターで駆動されていない)動輪がサイドロッドによって回転する際に、線路に密着するようになり、機関車がなめらかに走る。模型の遊びは大きいため、動輪が正しくクォータリングされていたとしても、重量がうまく配分されていない場合、どちらかの方向に走るときにひっかかることがある。
- 動輪のバネは硬く、あまり縮まないことが多く、うまく負荷を配分できない。
- もとのバネを、NWSLの交換用のバネで置き換えること。中[medium]、弱[light]、特に弱い[wimpy]の3つの強さのものがある。ボイラーの重みで、動輪のバネが沈むようなものを使うこと。



# 实例

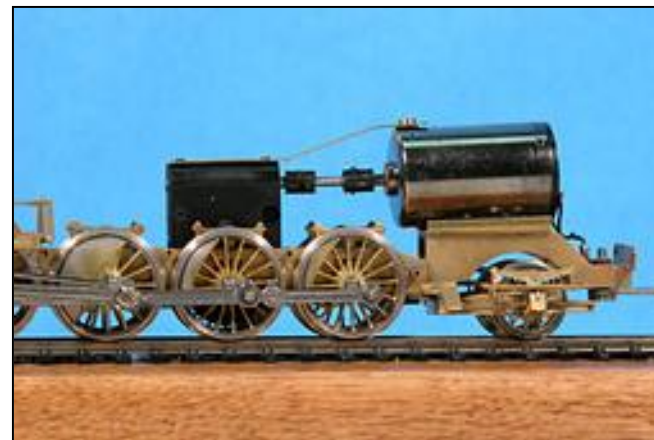
# 実例(1)



ウエストサイドP-1、再生の前



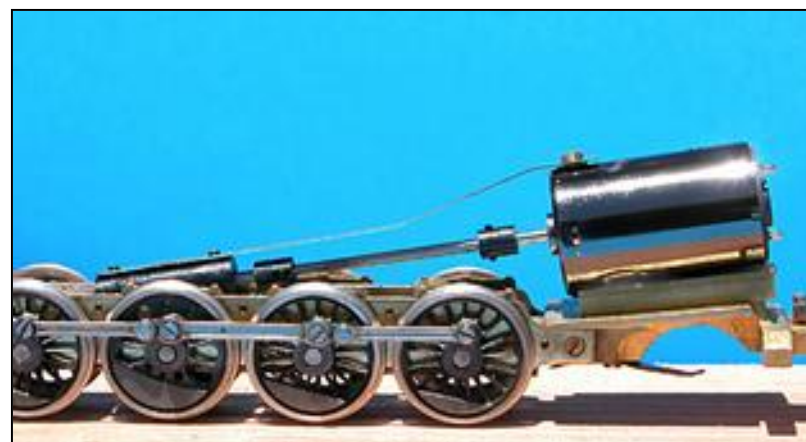
アルコMT-2、再生の後



ウエストサイドP-1、再生の後



バルボアMT-4、再生の後





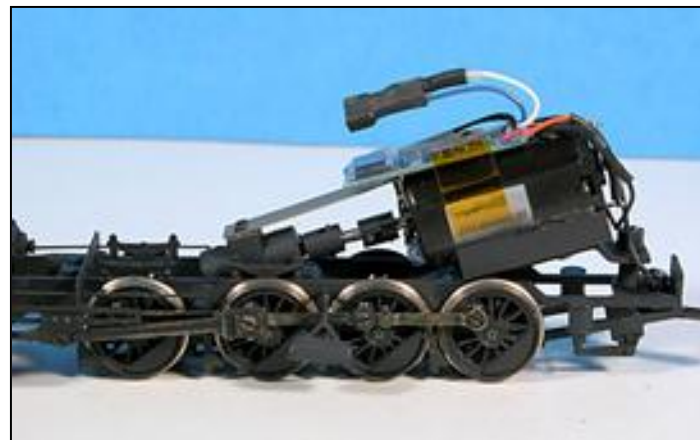
## 実例(2)



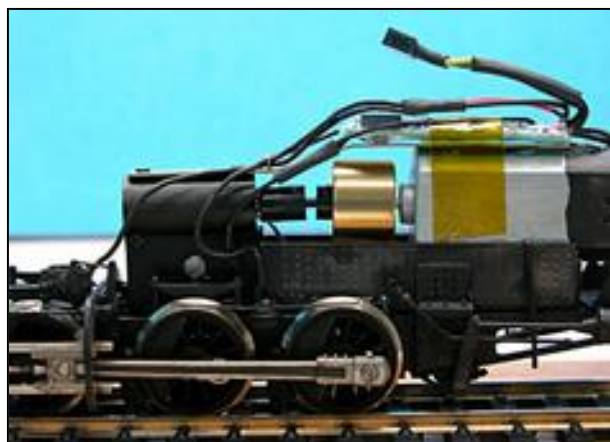
ウエストサイド0-6-0T、再生の前



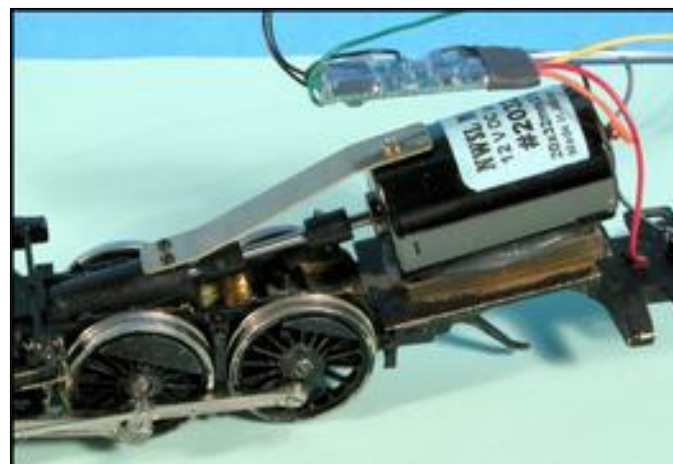
マックスグレイTW-8、再生の後



ウエストサイド0-6-0T、再生の後



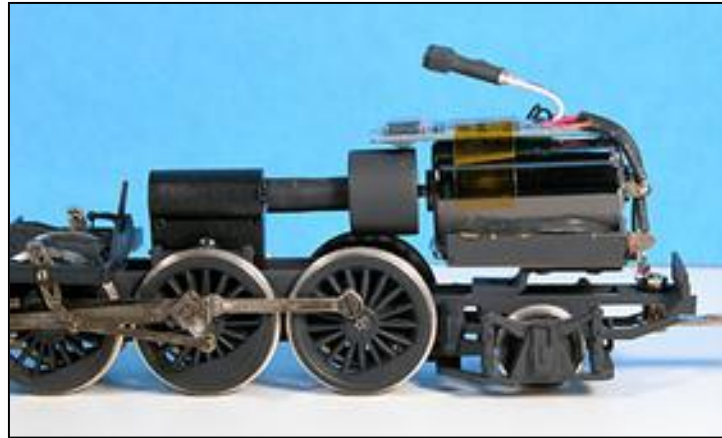
バルボアP-8 #2467、再生の後



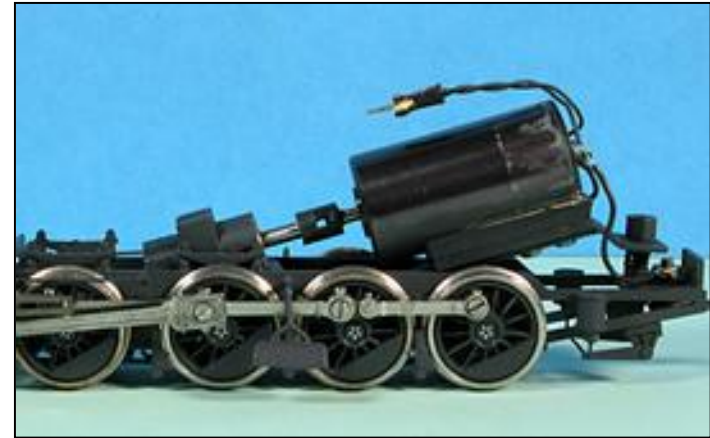
# 実例(3)



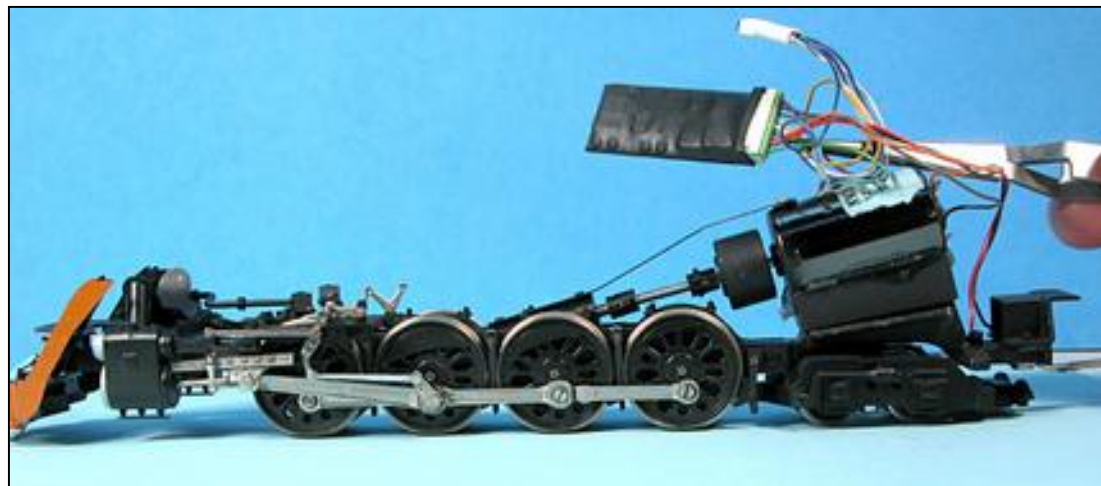
天賞堂P-5、再生の後



マックスグレイTW-8、再生の後



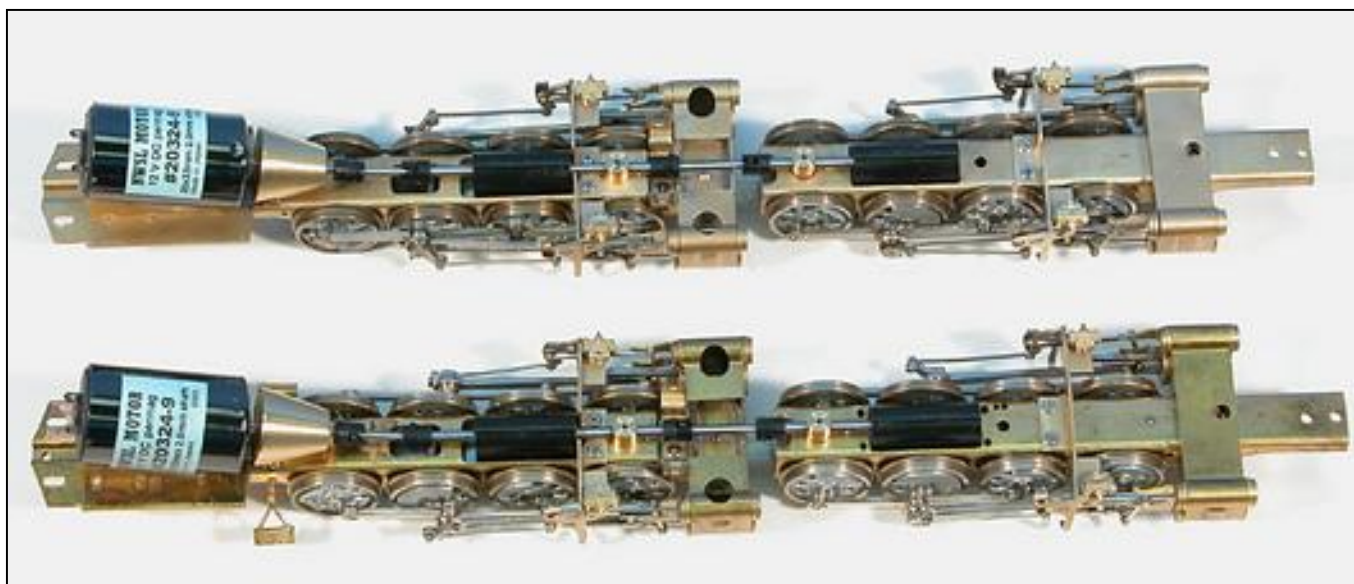
バルボアGS-4、再生の後



# 実例(4)



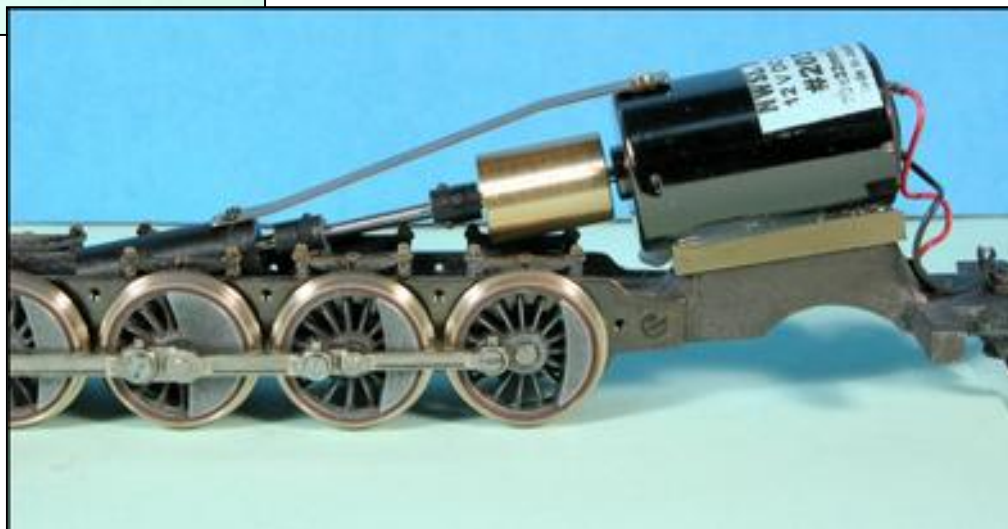
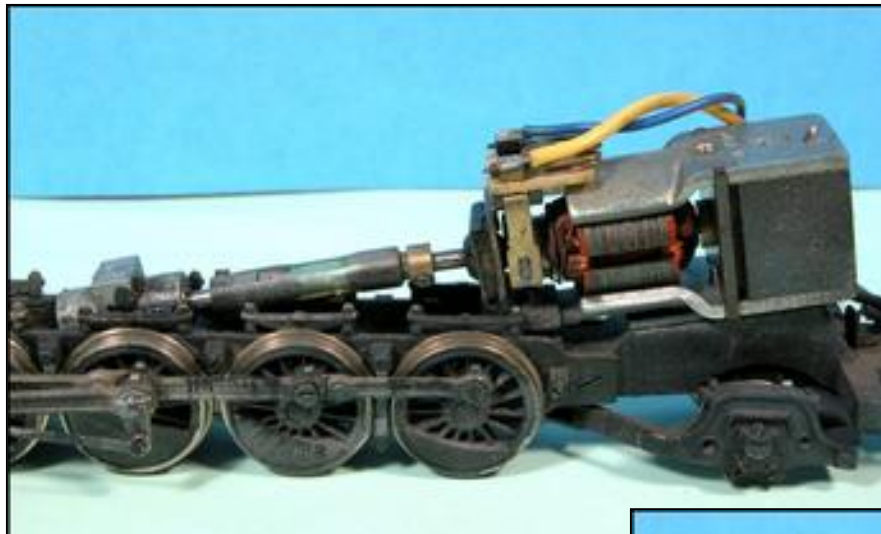
## アカネAC-11、再生の前後



# 実例(5)



## マックスグレイSP-1、再生の前後





## 工具と情報

訳注) ここで紹介されているものに関して、日本での入手を保証するものではありません。  
また、日本の環境に適するかどうかも保証できません。  
適宜代替できるものを探して工夫していただきますようお願いいたします。



## 工具

- 精密ドライバー、ラジオシャック
- ピンセット
- 精密ヤスリセット
- 4ミリの深いボックスレンチ

## North West Short Linesの工具

- Quarterer、Quarterer 2
- Puller、Puller 2、SensiPress
- Aligner
- ミリ規格のタップとドリル

## 潤滑油

- ラベル#102 ギアオイル[Labelle #102 gear oil]
- ラベル#108 ライトオイル[Labelle #108 light oil]
- ラベル#106 テフロングリス[Labelle #106 Teflon grease]



## ネジの緩み止め

- ロックタイト271 (赤) 高強度[high strength]

## Other Stuff

- NMRAの線路と車輪のゲージ。
- 0.020インチ(0.508mm)の燐青銅線(ドローバーの集電補助)
- 0.62インチ(14.748mm)×0.5インチ(12.7mm)×12インチ(304.8mm)の真鍮ブロック。K&S Metals他。
- 0.125インチ(3.175mm)×0.125インチ(3.175mm)×12インチ(304.8mm)の真鍮アングル。K&S Metals他。
- 0.016インチ(0.4064mm)の真鍮板(トルクアームの材料)。
- 0.016インチ(0.4064mm)×0.25インチ(6.35mm)×12インチ(304.8mm)の真鍮ブロック。K&S Metals他。(トルクアームの別の方法)
- 内径0.062インチ(1.5748mm)、外径0.094(2.3876mm)インチの真鍮パイプ。K&S Metals。ドリルで内径を0.081インチ(2.0574mm)に広げ、トルクアームと支点とのクリアランス用のワッシャーを作る。
- RTV社の透明シリコンゴムのシーラント。

# 入手先



## North West Short Line

- モーター
- フライホイール
- ギアとギアボックス
- ユニバーサルジョイント
- 軸の材料
- ミリネジ
- 動輪用のバネ
- その他、なんでも

## Proto Power West – A-Line

- モーター

## Roundbell Hobby Products

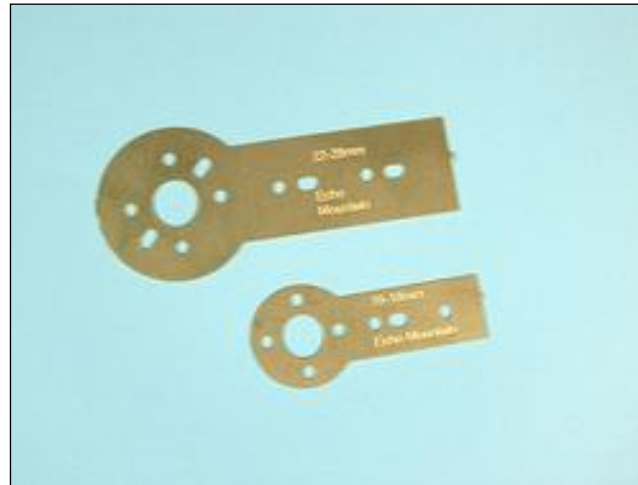
- モーター、マシマ
- フライホイール





## Echo Mountain Models

- サガミ(NWSL)モーター用のマウント



## Greenway Products

- 動輪
- ロッドをとめるネジとピン
- モーターとギアボックスとが一体となったトルクアーム



質問？