52.

昭和52年度　産業デザインに関する調査研究

電動工具のデザインと人間工学的課題

1978年2月

この調査研究は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて、実施したものである。

財団法人 機械振興協会経済研究所

〒105 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館／Tel.03-434-8211

財団法人 日本産業デザイン振興会

〒105 東京都港区浜松町2-4-1世界貿易センタービル別館4階／Tel.03-5633・5634

産業デザインに関する調査研究

電動工具のデザインと人間工学的課題

報告書抄録

戦後，欧米先進諸国においては家屋の老化さらに職人不足・賃金高騰のあおりをうけ，これを打開すべき窮余の策として折柄のレジャーブームの波にのり，趣味と実益を兼ねる新しい創造的な活動としての家庭工作を奨める積極的運動が急激に拡大普及した。いわゆるDIY（何でも自分でやろう）運動がこれである。この社会的ニーズに応えて各国のDIY 産業も急速に伸びその市場も益々活発化しつつある。

昨今経済は世界的低成長期に入り，わが国の社会的環境も先進諸国と同様の不安が増大しており，好むと好まざるとに拘らずDIYの定着する可能性が徐々に醸成されつつあり，DIY 産業もまた呼応して活発な動きを見せはじめている。このような状勢にも拘らずその重要な役割を担うべき電動工具など関連製品の多くは未だ専門家を対象とする産業機器の域を出ず，一般大衆ユーザーを意識して開発されたと分る消費財的性格のものは皆無に等しい。よって，本調査研究は日本人一般ユーザーの志向を明確にし，電動工具，特にその基本的・中心的工具である電気ドリルに焦点を合わせ，設計において人間の生理学的心理学的側面を重視する人間工学的手法に基き，その在り方を定性的・定量的に分析・評価・考察することにより，今後の家庭工作用電動工具に関する問題提起を行ない，消費財としての安全性，使用性，便利性などを含む信頼性の向上を示唆することを試みた。

本調査研究は全文を4章に大別し内容を夫々電動工具の社会的背景，電動工具の問題，使用テスト，計測，および総括とした。

第1章は序論をかね，DIYの発祥と欧米におけるDIY 運動およびDIY産業の普及状況を概説し，対照的にわが国のDIY活動の立ちおくれとその要因に触れ，欧米のDIY 機器以上に周到な安全性・操作性の勝れた機器開発の必要を解説。

第2章は,まず電動工具の機能とデザインにおける人間工学の位置づけを明らかにするとともに人間工学的視野からの電気ドリルの問題の内，特に重要なものとして，人間の諸特性，作業姿勢と作業空間，作業強度，作業環境（主として騒音を対象）および「取扱説明書」などと工具との関係について既存のデータを含め，工具と人間との接点における法則性について定性的に問題をあげることに努めた。この章の内で「取扱説明書」の問題があるが，とかく「取扱説明書」はメーカー，ユーザー双方からの添え物的存在として軽視されがちであるが，本来はメーカーのユーザーに対する重要な情報伝達，対話の場であり，教育指導の場である。在来のものは一人よがりで味も素っ気もない。少くとも読む気にならせることが必要であり，イラスト・写真を有効に使い，取扱い・組立て手順，危険に対する注意事項などは特に明瞭に表示するべきである。誘目性を高めること，簡にして要を得ること，よい紙質で整ったレイアウトであることが望ましいが，さらに一歩進んで，読む「取説」から，読まなくてすむ「取説」へといったユニークな発想をも提案している。「取扱説明書」もまた，人間工学にとって重要な対象であることを強調したい。

第3章は，本調査研究の重点的位置を占めるものであり，工具に関する独自の使用テスト，騒音測定，手の計測を行なった結果を報告している。

使用テストにおいては工具に対して全くの初心者が「取説」のみを手がかりにした場合，工具の取扱いをどのように理解し，操作に際してどのように試行錯誤するか，また工具の形体的イメージのみから如何なる情報を得，その操作がメーカーの期待する正しい動作に一致する割合はどうか，さらに，作業条件，指示を与えた場合その作業を遂行するに当っての姿勢の変化，操作の難易，手，上肢の痛み，疲労などについての観察を行なったが，原則として，ユーザーの慣習的経験による期待に沿う方向への誘導を図るよう工夫することが安定と使用性に有効であることを明らかにすることを得た。

また騒音測定では単に機種間の物理的・展覧的騒音比較にとどまらず，むしろ減音対策にまで堀り下げて検討，簡単な付属品を工具に装着することにより，低周波数帯において10dB，1,000 ～ 2,000 C／S の高周波数帯においても5dB程度の減音をなしうることが明らかとなった。

さらに手の計測では工具設計にも利用しうる手，上肢の細部に関する日本人（成人）の計測値（平均値，標準偏差値など）を発表したが，特に電気ドリル特工具の把持の際の手掌面に関する測定項目を新らしく提唱し，この有効性についての問題提起を試みている。

第4章は本調査研究の総括として得られた知見ならびに感想などを述べ「まとめ」とした。

なお参考資料として，西ドイツ，アメリカにおける電気ドリルについての消費者団体にする使用テストの評価報告を添付している。

昭和52年度　産業デザインに関する調査研究

電動工具のデザインと人間工学的課題

1978年2月

この調査研究は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて、実施したものである。

財団法人 機械振興協会経済研究所

〒105 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館／Tel.03-434-8211

財団法人 日本産業デザイン振興会

〒105 東京都港区浜松町2-4-1世界貿易センタービル別館4階／Tel.03-5633・5634

まえがき

本調査研究報告書は㈶機械振興協会経済研究所の委託により昭和52年度産業デザインに関する調査研究の一環として≪電動工具のデザインと人間工学的課題≫について，㈶日本産業デザイン振興会が専門委員会を設けて実施した調査研究の結果をまとめたものである。

本調査研究の目的は，社会環境と生活意識の変動に伴って急速に需要が高まって来ているDIY産業の中に重要な位置を占めている家庭用電動工具について，人間工学的視点からデザイン上の問題点を明確にしようとするものである。

デザインは一般に製品の外観的特長として捉えられがちであるが，本質的には製品の存在目的に適合するよう物理的・心理的・生理的にも，また審美的にも，合理的で調和のとれた個性・独創性のある商品に結晶せしめることである。特に一般消費者を対象とする消費財にあっては，使い易く，安全で，生活向上に役立つものであることが要求される。

今回の調査研究の対象である電動工具は産業機器としての開発が先行しているため，一般消費者用の家庭用機器としての安全性，操作性など人間工学的問題点が極めて多い。従って本調査研究においては，ヒューマン・オリエンテッドの立場から，人間・電動工具・使用環境の接点において生ずる使用性，安全性などを中心とする問題提起を行い，その解決への糸口を探ることにした。しかし電動工具の種類は非常に多く，その機能，性能も千差万別であるので，本調査研究においては最も普遍性があり，使用頻度も高く，一般によく親しまれている電気ドリルを代表的工具としてとりあげ，操作性のテストと騒音測定を併行して行いながら作業姿勢，作業空間，作業張度などの人間工学的問題の解析を行ったのであるが，短期間の調査，実験のためその精度，解明手続等において必ずしも全貌を詳らかにし得たとはいい難く，デザインと人間工学的機能性についての問題の提起にとどまる結果となった。

しかし，本調査研究が今後わが国のDIY産業の健全な発展に少しでも役立ち，消費者にとって親しみ易い電動工具の，より確かな安全性と機能性，使用性の高いデザイン開発が推進される端緒になるならば望外のよろこびである。

最後に，本調査研究の遂行に積極的なご支援を賜った専門委員会の各委員，有益なご助言を賜った諸先生はじめご協力いただいた関係各位に対し深甚の謝意を表する次第である。

昭和53年2月

㈶日本産業デザイン振興会
理事長　長村貞一

〔調査研究専門委員会 委員〕

知久　篤　日本大学芸術学部教授
製品デザイン研究所 所長　日本人間工学会理事

平野拓夫　多摩美術大学教授
平野拓夫デザイン設計事務所 所長

堀野定雄　神奈川大学工学部助教授

〔アドバイザー〕

大島正光　㈶医療情報センター理事長

森岡三生　日本大学医学部教授

〔調査研究アシスタント〕

川上顕次郎　多摩美術大学助教授

相原　章　日本大学芸術学部助手

〔事務局〕

佐枝新一　㈶日本産業デザイン振興会

高藪　昭　㈶日本産業デザイン振興会

青木史郎　㈶日本産業デザイン振興会

目　次

第1章　電動工具の社会的背景 ………………………… **4**

1. レジャーと家庭工作活動 ………………………… 4
2. DIY運動とDIY市場 ………………………… 4
3. 電動工具の社会的背景と在り方 ………………………… 5
   1＝DIYに関する欧米の環境比較 ………………………… 5
   2＝家庭用電動工具の基本的在り方 ………………………… 5

第2章　電動工具の問題点 ………………………… **12**

1. 電動工具のもつべき機能 ………………………… 12
2. 人間工学とは（人間機械系の接点の解明）………… 13
3. 電気ドリルの人間工学的問題 ………………………… 13
   1＝人間の特性について ………………………… 13
   2＝作業姿勢と作業空間について ………………………… 14
   3＝作業強度について ………………………… 14
   4＝作業環境について ………………………… 15
   5＝取扱説明書について ………………………… 15

第3章　使用テスト・騒音測定・手の計測 ………………… **26**

1. 初心者または，未熟練者による使用テスト ……… 26
   1＝テスト　1　（初歩的取扱いの調査テスト）… 26
   2＝テスト　2　（ハンドル形状と操作性の調査テスト）………………… 28
   3＝テスト　3　（初心者によるハンドル操作性の調査テスト）………… 30
   4＝テスト　4　（作業条件を与えた場合の操作性の調査テスト………… 30
2. 騒音測定 ………………………… 32
   1＝電気ドリルにおける騒音問題の意義 ………… 32
   2＝電気ドリル騒音測定項目と方法 ………………… 33
   3＝機種間の作業性能比較 ………………………… 33
   4＝機種間の騒音比較 ………………………… 33
   5＝無負荷－作業時の騒音比較 ………………………… 35
   6＝隣人へ及ぼす影響 ………………………… 35
   7＝冷却用排気ダクトカバーによる減音効果 ……… 35
3. 手の計測 ………………………… 36
   1＝第1の計測 ………………………… 36
   2＝第2の計測 ………………………… 37
   3＝考察 ………………………… 38

第4章　総　括 ………………………… **66**

参　考　資　料 ………………………… **69**

1. アメリカにおけるハンド・ドリルのテスト評価報告 ……… 69
2. ドイツにおけるハンド・ドリルのテスト評価報告 ……… 72

第１章　電動工具の社会的背景

1.　レジャーと家庭工作活動

１９７０年（昭和４５年）はレジャー元年ともいわれる。

当時，わが国は勤勉な国民性と革新的科学技術を背景に，巨大な工業力をもって産業を充実し，わずか１／４世紀の間に経済の高度成長を達成，経済大国としての繁栄は人々に物質的満足と所得の向上をもたらし，浪費を美徳とする風潮を生むに至った。

その結果は人口の都市集中化を招き，産業・交通公害や自然環境破壊を増大させ，さらに浪費による資源不足など新たな問題の台頭となり，人々は生産と消費の在り方，人工と自然の調和，人間の豊かさなどに対する新らしい価値の認識への模索がはじめられた。

人々は物質の増大より人間性の回復へ，画一化より多様化・個性化へ，量より質へ，表面的なものより内面的なものへ，いわゆるモーレツよりビュウティフルへの志向の転換を重視せざるを得なくなった。

職場と家庭での生活の健全な調和を求めるレジャー志向の多様化もその所産の一つとして大きくクローズアップされたものといえる。（表１－１）

当時，政府もレジャーを重視し，余暇利用に関する実態調査を行なった記録があるが，それによると，一般消費者の大半が家庭内中心の行動をしており，一日中，ラジオやテレビや新聞などを相手にすごすか，または何となく一日中ごろ寝ですぎてしまうといった，仕事第一主義の毎日にただ疲れ切って寝るだけの働き蜂的サラリーマン像が浮び出ている。

しかし，その比率は一挙に１７％台に減少するとはいえ，ベストスリーに≪庭いじり・日曜大工≫があげられていることは注目に値しよう。

リクリエーションとして，庭の手入れ，屋根や建具の修理，また好みの家具に手作りの味を楽しみ，家族ぐるみの余暇をすごす行為は家族中心志向であり，かつ，個性・創造性を涵養し，趣味と実益を兼ねた積極的利用法の一つといえよう。（図１－３）

わが国には古くから独自の大工道具があり，今日でも容易に入手でき，比較的扱いやすいものでもあるので，一般家庭においてもその道具のいくつか（金槌，錐，鋸など）は補修用として持っているケースの多いことが予想される。

今日，日曜大工人口は明らかではないが，家庭工作にいそしんでいる愛好家により初めてグループが結成されたのが昭和３６年（注：日本日曜大工クラブ）であるということからも，その潜在的人口が着実にその底辺をひろげつつあるであろうことは想像に難くない。（注：国産初の電気ドリルキットは昭和３２年日立によって生産された。同社による家庭用電動工具セット（ドリル，カンナ，丸ノコ，グラインダー）の市販は昭和４０年・商品名≪電気大工≫

2.　ＤＩＹ運動とＤＩＹ市場

家庭工作を積極的に普及しようとする，いわゆるＤＩＹ運動は，第二次世界大戦後，イギリスにおいて提唱され≪DO IT YOURSELF≫（何でも自分でやろう）をスローガンに掲げ，イギリス，フランス，西ドイツなどを中心とする欧州，およびアメリカ，カナダに広く展開され，急速にその人口を増大しつつあるというが，わが国もその影響を強くうけている。

イギリスは戦後住宅の老朽化に悩み，加えて大工左官など職人の不足と手間賃の高騰に苦しみ，その解決策として，DIY運動を発案したといわれるが，この悩みは欧米各国共通の社会事情であり，住宅の老朽化の増大するにつれて，益々この運動も活発化しているという。

このような社会的ニーズが強くなればなるほど，これに答えて，必要とする道具・製品を開発する産業が起り，それをユーザーに供給しサービスする市場が開かれるのが道理であるが，ＤＩＹ運動の発展は，将来とも有望な市場として注目され，極めて活潑な活動が行なわれている。（図１－２）

欧米におけるＤＩＹ市場の一例をあげると，フランスの場合は，１９７３年に2,400億円（これはわが国の同年における市場規模の約３倍に相当），アメリカの場合は１９７４年において22,000億円（わが国の同年における市場規模の約２０倍相当）という巨大なマーケットである。

わが国におけるＤＩＹ市場は１９７４年に約1,000億円，１９７７年において約1,800億円（８０％の伸び）といわれ，毎年約２０％の（表１－２，１－３）伸びが予測される有望な市場として育ちつつある。（図１－３，１－４）

さらにＤＩＹ運動の普及度合を家庭工作の基本的工具の電気ドリルを例としてあげてみると，米国においては全世帯の８０％に普及しているのに対し，わが国においては，わずか2.1％にすぎないという。（１９７０年）

これを逆に考えると，電動工具を主体とするわが国のDIY市場はまだ未開であり，大いに将来を期待しうるとする展望が成立つ。

事実，これを裏付けるように，世界の残されたる処女地を狙って，この数年前よりアメリカの一流メーカーであるブラックアンドデッカー社，ロックウエル社，スキル社またシアーズ社が，さらには欧州から西ドイツの名門ボッシュ社などが日本市場に攻勢をかけてきており，一方これを受けて日立，東芝，松下，リョービ東和，三菱，マキタなど有力メーカーはもとより，問屋，代理店，小売店を組織化して昨年，日本ＤＩＹ協会を設立，ようやく一本の業界としての体裁を整備し，これからの数年が勝負の山とわきを固めるなど，まさに緊迫の度を加えつつある状勢にある。

3. 電動工具の社会的背景と在り方

1＝ＤＩＹに関する欧米との環境比較

欧米においてＤＩＹ運動の普及，およびその道具としての電動工具が伸びている社会的背景について検討してみると，およそ次のことが考えられる。

① 一般家庭において電動工具が親しまれている。
② 学校教育において工作訓練が行なわれている。
③ 住宅構造が工作環境として有利である。（地下室，車庫などの普及）
④ ＤＩＹ市場が本格的成長期にある。

欧米における住宅建築は気候，風土，国民性により差異はあるものの，その大半は石，コンクリート，レンガ，鉄などを骨格とし，内装には木材などを主体として構成されており，これに対応する工具としても大出力のものが要求され，かつ機種も極めて多様にならざるを得ない。一方わが国は歴史的に木の文化といわれ，住宅の多くは木材，土，紙などを主体としており，近年に至りようやく先進諸国なみの剛構造のものがふえつつある。必然的にいわゆる大工道具から電動工具へ移りつつあると考えられるが，それもわずか１０年の歩みしかない。したがって人間のエネルギーによる道具から，電気エネルギーによる機械への転換にはその強力な能力に魅力はあるものの，機械を使うことに不安ととまどいのあることはいなめない。

電動工具の使いやすさ，便利さ，安全についてのＰＲと十分なアフターサービスを周到にし，理解を得ることに徹すればその普及の可能性は高いと考えられる。

①，②の背景要因は，相関するものであるが，電動工具の教育・習熟・実践の体系は残念ながら，わが国にはない。青少年に学校で工作演習を通じて創造性開発の訓練をし，情操を高めるとともに，工具に親しみ，その取扱の作法（マナー）を体で覚え，その価値を理解し得ることは，生活の基本につながり，工作愛好家の予備軍として将来の家庭生活をより合理的，能率的にしうることになる。

わが国における青少年期の工作訓練活動は，一部において機械・工具の取扱いを体験させているものの一般的ではない。その大部分の人々は家庭をもってから初めて道具・工具に接することになるが，この差異は極めて重要な問題点といえよう。

しかしながらＤＩＹの普及は徐々にではあるが（前年比２０％位づつ）伸びつつある傾向がうかがえる。

③についても欧米とわが国の間に大きな落差がある。欧米の住宅は前述のようにハードな構造であり生活習慣としても，家庭工作の作業場としては好適な，地下室（燃料貯蔵，ボイラー室，物置，雑作業場などの用途）や，十分に遮蔽された車庫などが設備されているのが一般であり，工具の発する騒音や，作業の雑音などにより周囲の住人に迷惑をかける恐れも少なく，このような場を利用することで家庭工作が容易に一般化したということができる。

わが国は住宅構造からも，過密の面からも適切な作業空間を得がたく，作業騒音など容易に環境公害にされうる事情にあり，このような場の不自由が家庭工作の普及を阻害していることも確かである。

④はすでにのべたようにＤＩＹ運動の普及につれて販路の拡大が促進され，新機種の開発，買替需要への対応など工具ならびに関連材料，工作用部品などの消費も大きいことが想像される。

わが国においても，それなりに不利な条件があるとはいえ，それにも増してメカニックな男の道具としての魅力，すぐれた作業効率に対する優位性に引かれる愛好者達により，電動工具は今日1,000億円台市場として急成長しつつあり，彼らは当初時における単なる住宅の雑作・補修の興味に止まることなく，さらに積極的に自己主張の発現を楽しむホビー活動の新たな局面を開きつつある。

2＝家庭用電動工具の基本的在り方

工具の発達は人間社会の≪物づくり≫の歴史を測るスケールの一つである。

人間が人間の生活の用に供する道具を生み出すためには，まづ，目的・機能を考え，その形のなりたちを容易にする材料の選択と，物づくりのために一番都合のよい工具（それは作業する人間の手の延長としてのものであるが）自体の工夫から始る。

文明が発達し，精巧・複雑な道具が要求されればされるほど，その生産を助ける工具の開発も種類がふえ，より能率のよい高度の性能のものを必要とすることになる。

したがって，機能・品質の優れた形のよい道具を作るためには，工具もまた工人の意志のままに忠実に機能し，使いやすく，かつ安全なものでなければならない。

本来，工具は工人の手足・感覚器の一部でなければならず，そのためすぐれた工人ほど，自分自身の体位，体力の特性・癖に合せて工具の形状，重量，バランス，仕上りなどを厳しく吟味し磨きあげ，はじめて，厳粛に物づくりに対するという極めて個性的，個人的なものであった。

しかし，後年近代工業による製品の大量生産に対応するためには，工具もまた大量生産のレールに乗せなければならず，そのためやむなく平均的仕様に基づく工具が輩出され，個性を失ない，ともすれば使用性・安全性に問題を残すおそれのある，また工人の器用さに依存せざるを得ないものになりかねないのが現状である。しかしながら多少使い勝手の不都合な，また不安全な工具であっても，豊富な経験により熟練した作業者にあっては，巧みに使いこなすことも可能であろうが，未熟練な工人や工具に対して素人の一般家庭人の用に供する工具が扱いにくく，不安全であることは，少なからざる不安感を助長し，作業能率も低下し，また，ちょっとしたミスにも思わざる怪我や事故を誘発しかねないことになり，さらには目的とする製品それ自体の成否にも大きな影響を及ぼすことになる。

しかも，工具の構造・機構が複雑・高度化すればするほど，両者の格差は拡がり，被害も増巾・拡大される傾向をもつ。今日わが国のＤＩＹ志向の愛好家達が使用し，あるいは今後

使用するであろうと思われる，わが国固有の大工道具ならびに電動工具およびその付属品などの種類について調査してみたところ，手動型・電動型のいずれにも極めて多種多様なもののあるのに驚かされた。（表１－４）
わが国の社会環境の中で生れ育った比較的簡素な手動型の大工道具にあっては，ともかく，欧米で開発されその設計条件・使用環境などいずれも欧米人を対象として考えられた機械型の電動工具にあっては全く異質のものであり，特に体位・体力に劣る日本人には，親しみにくく，また使用上問題が多い。（表１－５，図１－５）
もちろん，国産電動工具メーカーもコピーから努力し，DIYのための家庭用電動工具の開発を少なからず研究していると聞くが，まだ十分にユーザーの期待に応えてはいない。
このようにわが国には２つの系統の工具が家庭用工具として普及しつつあることになるが，それらの共通的基本設計条件として次のことがあげられる。
① ユーザー志向を優先すること。
② 作業目的に適合した機能・性能・品質であること。
③ 使用者の体位・体力・運動特性に適合した使用性（使い勝手）のあること。
④ 工具の信頼性，特に使用者の安全性の確保。
⑤ 手入れ・保守保管の容易性のあること。
⑥ 作業環境への適応性のあること。
⑦ 生活の道具として親しみやすいものであること。
⑧ 合理的価格であること。
⑨ その他。

表1－1　年代による価値観の変化対比

1960年代	1970年代
経済高度成長優先	人間性回復・尊重
生産性の向上	個人生活の向上
科学技術万能	科学技術再評価
量的拡大	質的吟味
画一的・他人志向活動	個性的・創造的活動
会社中心的志向	マイホーム中心志向
商業娯楽的レジャー	レクリエイション的レジャー
男性中心レジャー	婦人・家族中心レジャー

表1－2　わが国における主要電動工具の生産高推移（機械統計年次による）

年次	電動工具		電気ドリル		電気カンナ	
	A 数量（台）	B 金額(百万円)	C 数量（台）	D 金額(百万円)	数量（台）	金額(百万円)
昭 45	2,526,434	35,274	693,322	6,938	385,560	6,635
46	2,194,088	31,931	571,175	6,829	300,219	5,772
47	2,473,374	37,466	690,112	8,173	323,853	5,880
48	3,523,924	57,731	973,448	12,841	461,670	9,187
49	3,504,779	67,019	890,422	13,663	478,170	10,676
50	2,851,252	56,657	670,510	11,227	393,189	9,543
51	4,321,458	81,068	1,060,117	16,887	580,720	13,542

年次	電気ノコギリ		電動木工具セット	
	数量（台）	金額(百万円)	数量（台）	金額(百万円)
昭 45	405,280	6,427	92,014	1,489
46	379,056	5,609	109,098	2,145
47	463,020	6,827	111,985	2,462
48	677,844	10,767	102,085	2,536
49	645,469	11,896	93,079	2,887
50	633,101	11,217	102,561	2,994
51	899,023	15,977	79,826	2,283

表1－3　電動工具と電気ドリルの対比

年次	数量対比 C/A（%）	金額対比 D/B（%）	電動工具の金額対前年比 ＊	電気ドリルの金額対前年比
昭 45	27.4	19.7	――	――
46	27.3	21.4	0.89	0.98
47	27.9	21.8	1.17	1.20
48	27.6	22.2	1.53	1.57
49	25.4	20.4	1.19	1.06
50	23.5	19.8	0.85	0.82
51	24.5	20.8	1.41	1.50

表1－4　家庭工作に用いられる工具類

作業目的	主として手動工具(大工道具とその関連器具)		主として電動工具とその関連器具	
	主なる工具名	作業内容・その他	主なる工具名	作業内容・その他
切る	穴挽ノコギリ	丸太・太角材切断用	電動丸ノコ	材料切断用(木工・金工用有)
	両刃ノコ	タテ引き、ヨコ引き両用	テーブルソー	斜め切り(マイターゲージ併用)
	片刃ノコ	細工用	電気ジグソー	
	あぜ引きノコ	溝切り用	電気糸ノコ	
	胴付きノコ	細工用	溝切りカッター	(スタンド併用)
	回し引きノコ	曲線切り用	レシプロソー *	
	カネノコ	金工用	ニプラ *	
	万能ノコ	ブロック、レンガ用	ホームラバーカッター *	ホームラバー切断用
	糸ノコ	曲線切り用(木工・金工用)	ルーター	溝切、切抜、トリミング用
	ノコ刃(各種)		電気チェンソー *	樹木切り用
	剪定ノコ	植木の枝切り用	ヘッジトリマー	生垣、芝生刈用
	その他		その他	
削る(仕上げる)	大カンナ		電気カンナ	平面削り用
	角面カンナ		ウッドレース	木工旋盤
	丸カンナ	内丸、外丸の別有、	サンダー	素面仕上、サビ、塗装落用、
	きわカンナ	隅削り用	オビタルサンダー	
	平カンナ		ベルトサンダー	
	溝カンナ		ジスクサンダー	
	豆カンナ	細工用	仕上げサンダー	
	台直しカンナ	カンナ台の直し用	グラインダー	素面研磨、工具の刃とぎ用
	けびき	L形溝、うす板の一定切用	ウェットグラインダー	石材研磨用
	下刃定規	カンナ台に当てて、ゆがみを直す	アングルグラインダー	
	金工ヤスリ		ポリシャー	艶出し・磨上げ用
	木工ヤスリ		スプレイヤー	塗装用
	その他		その他	
穴あけ	こばキリ		電気ドリル	変速(単、二段、無段の別有)
	つぼキリ			回転(正、逆、両用の別有)
	三ツ目キリ			チャック径の別有、作業強度別有
	四ツ目キリ			電源(交流用、乾電池用の別有)
	ネズミキリ		振動ドリル	レンガ、コンクリート、タイル用、
	きくキリ		コーナードリル	
	ハンドドリル		ダイス	
	クリックボール	木工用	タップ	
	その他		その他	
打つ	ネイルハンマー	金槌・木槌	電気ハンマー	
	タップハンマー		電気ハンマードリル *	
	八角げんのう		その他	
	片口げんのう			
	両口げんのう			
	木槌			
	釘抜兼用金槌			
	石屋木槌	石工用		
	その他			

彫る	タガネ 追いれノミ 突ノミ 内丸ノミ 外丸ノミ 彫刻刀 スエーデン製ノミ その他	コンクリート,レンガ,ブロック用 たたきノミ,	電気ドリル その他	角ノミ加工用アタチメントを併用
締めつける	モンキーレンチ 組スパナ パイプレンチ ＊ スクリュードライバー ハタガネ ニッパ ペンチ クランプ 万力 その他	ガス管用 木ねじ、ボルトナット用の別有	電気スクリュードライバー ナットランナー その他	乾電池用のものもあり
測る	物さし さしがね ノギス 水準器 巻尺 トースカン 定規 その他			
つなぐ	ハンダコテ トーチランプ ホチキス その他		電気熔接機 その他	
その他	収納ケース		作業用テーブルスタンド ドリルスタンド その他	

表1－5　欧米人と日本人の身長・体重比較

部位と計測値		日本人		イギリス人		フランス人		アメリカ人	
		男	女	男	女	男	女	男	女
身長 (mm)	平均値	1651	1544	1780	—	1690	1590	1755	1605
	最大値	1773	1659	1922	—	1832	1695	1837	1661
	最小値	1529	1429	1638	—	1548	1485	1606	1449
体重 (kg)	平均値	58,8	48,7	69,0	—	67,0	56,0	77,6	61,7
	最大値	74,6	60,3	85,6	—	86,0	72,6	107,9	83,5
	最小値	43,0	37,1	52,4	—	48,0	39,4	47,3	39,9

図1－1　休日自由時間のすごし方

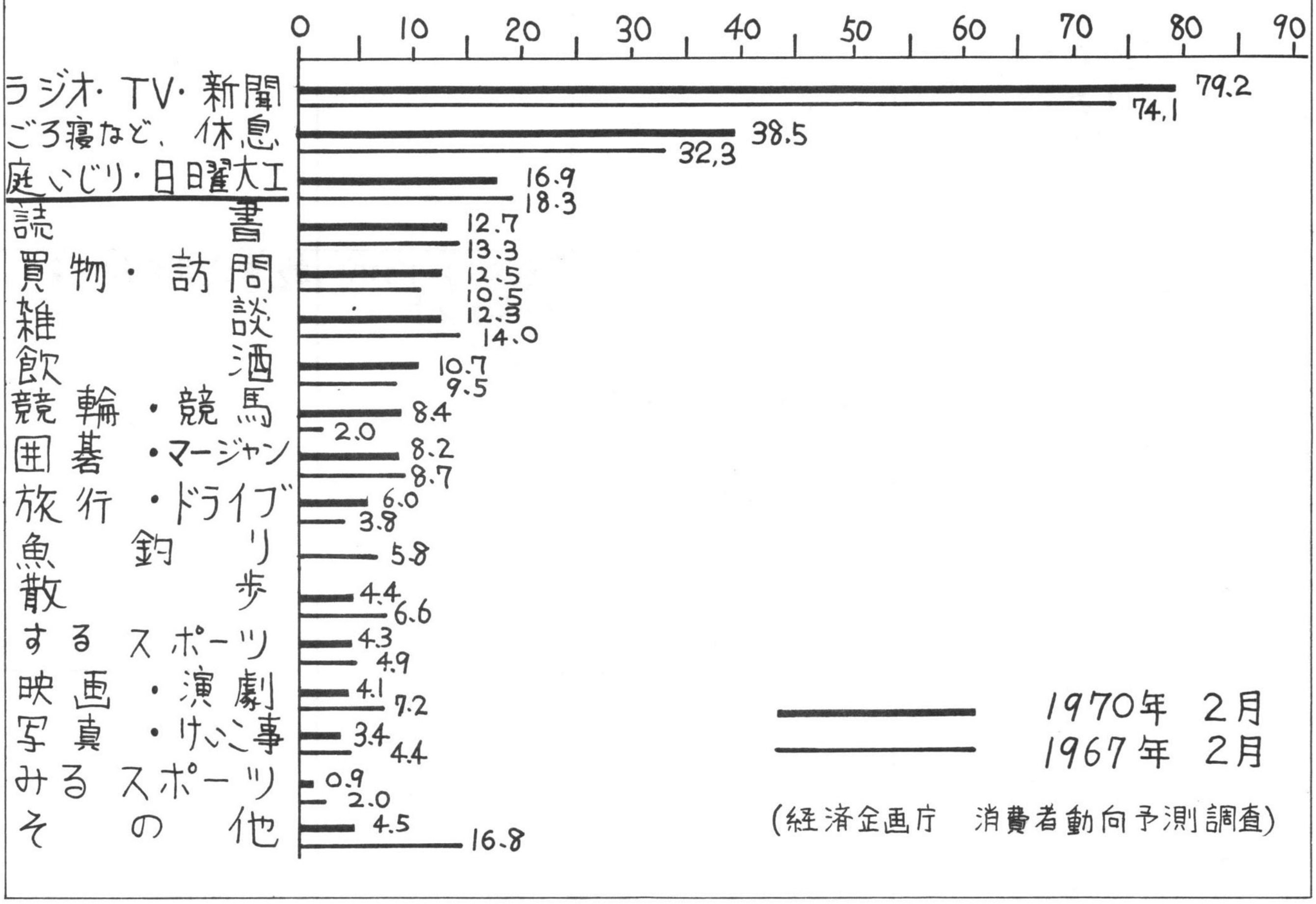


図1－2　DIY運動の位置づけ

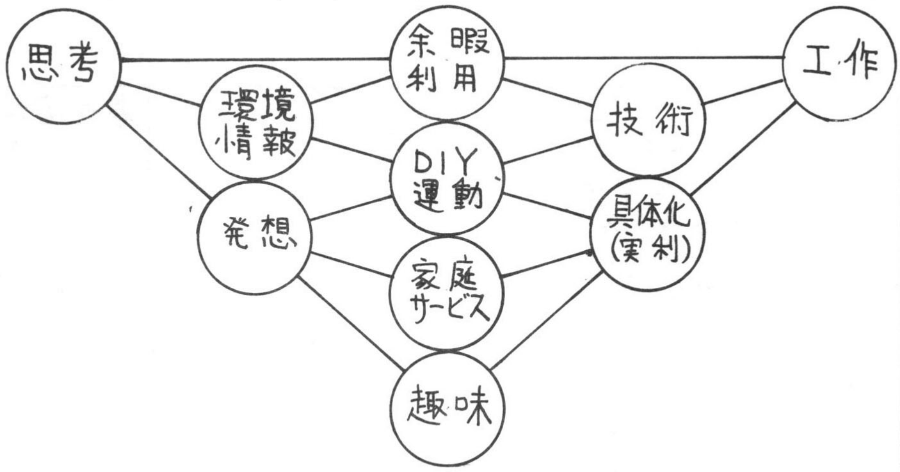


図1－3　わが国におけるＤＩＹ市場の成長率予測

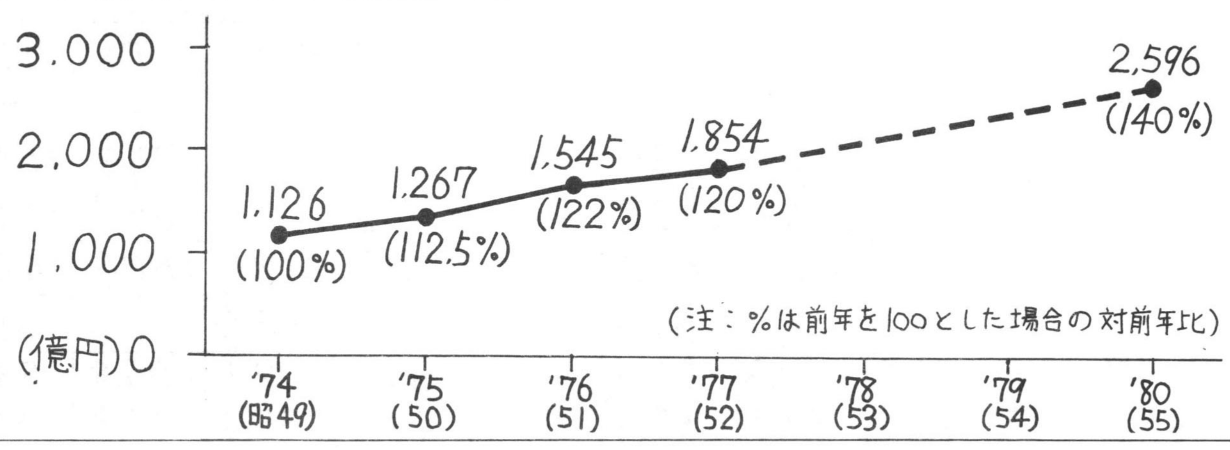


図１－４　わがにおける電動
工具生産高（金額）推移
（機械統計年報による）

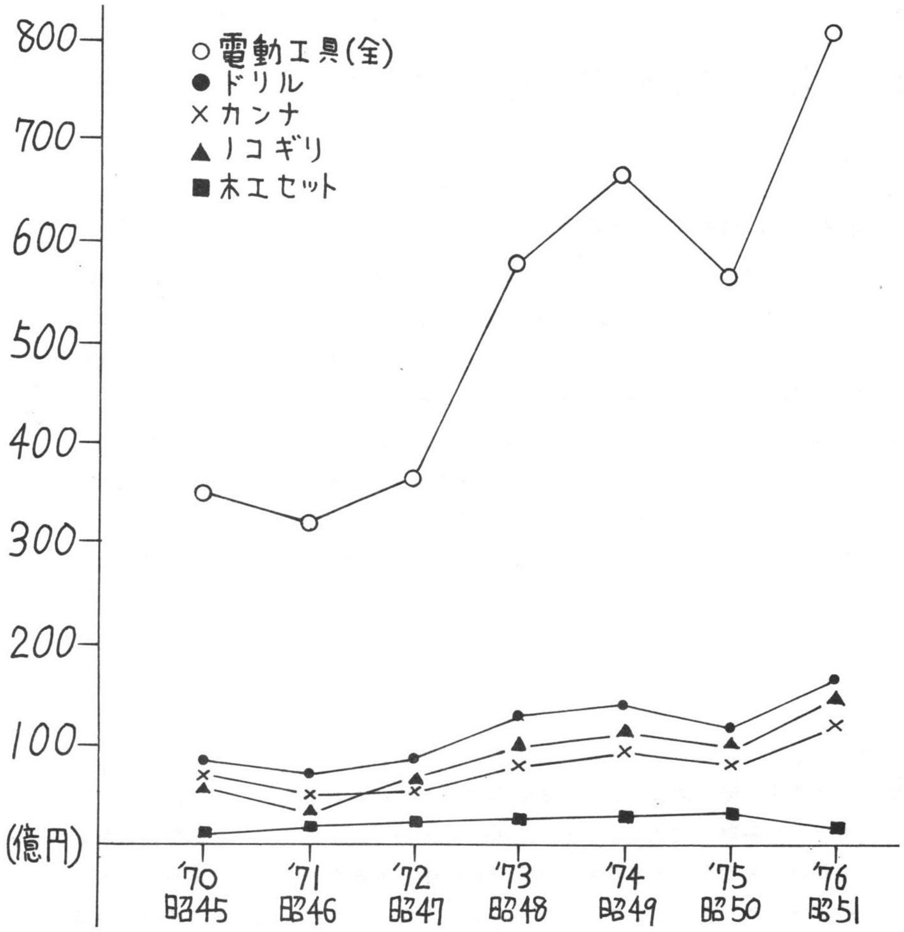
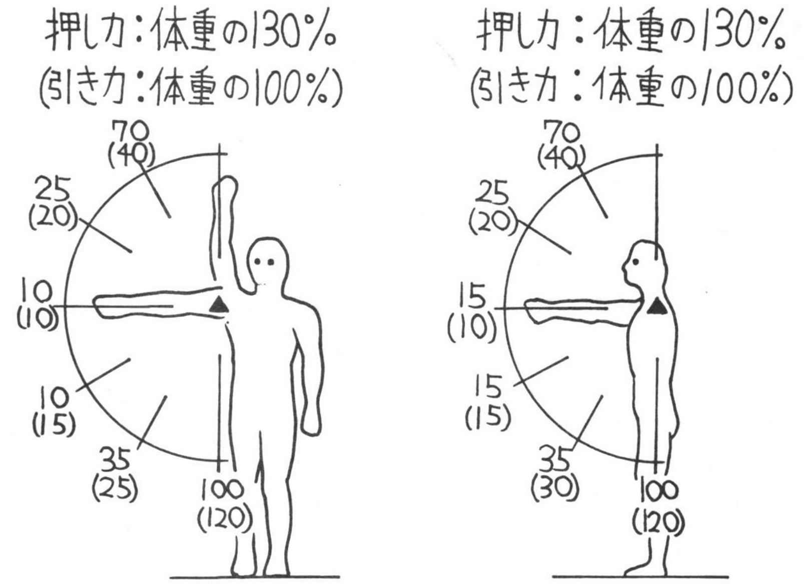


図１－５　押し（引き）の最大筋力と
腕の位置・方向との関係



(注：工場作業員の計測調査)
(人間工学の指針より　　)

欧州	男子	平均体重64.5kg・標準偏差11.0kg (N=515)
	女子	平均体重57.9Kg・標準偏差 9.2Kg (N=405)
日本	男子	平均体重56.6Kg・標準偏差 6.9Kg (N=300)
	女子	平均体重49.6Kg・標準偏差 5.9Kg (N=300)

第2章　電動工具の問題点

1　電動工具のもつべき機能

製品計画はその企業のもつ独自のユニークなポリシーに基づくことはもちろんであるが，本来対象製品の保有すべき骨格としての生産・流通・消費（使用）・生活（作業）環境など，各分野の主要機能の内容を検討し，その適切な選択を行い，その製品の存在目的に適合するよう，物理的にも心理・生理的にも，審美的にも合理的で調和のとれた個性・独創性のある価値ある商品に結晶せしめることが重要とされる。

特に大量生産システムにより作られる不特定多数の一般消費者を対象とするもの（消費財）にあっては，その性格からみて使いやすく，より安全で，生活向上に本当に役に立つものであることが要求される。

例えば電動工具においてその主要分野別にどのような機能が要求されるかについて表2－1にその概要を示した。

電動工具は本来工場作業者など専門職を対象として造られ普及したもの（生産財）であるが，その性能のよさ，便利さ，能率のよさが魅力となり，今日広くＤＩＹ運動の中心的機器として一般消費者層に普及したものと考えられており，いわばクロウト用に開発されたものが，その形のままでシロウトに受入れられたといってよく，性能は優れていても使用に馴れない未熟練者に対するものとしては，使いやすさ，安全性など重要な面においてまだまだ多くの問題点が残されていよう。

以上のことからまづヒューマン・オリエンテッドの立場から人間・電動工具・環境の接点において生ずる使用性・安全性などを中心とする問題提起を行ない，その解決への糸口を探ることが急務であると考える。

デザイン界で著名なブルース・アーチャー（英）はそのデザイン論の中で，人間が機械（製品）を対象として作業（使用）を遂行する場合の人間と機械とこれらを取りまく環境の間における相互作用の有機的関係と，その解明をするために必要な研究分野の多様な展開のあり方を提示しているが，特に人間・機械・環境の相関において，生理・心理を中心とする人間工学の重要な役割りをあげていることは極めて興味あることといわねばならない（図2－1）。

2　人間工学とは（人間・機械系の接点の解明）

人間工学はエルゴノミックスともいい，第二次世界大戦後イギリスを中心とするヨーロッパにおいて提唱された研究分野であるが，産業革命（1760～1830)を契機として台頭した産業労働科学的手法により人間特性と作業系の法則性の探究を行なった，いわゆる動作研究，時間研究，科学的管理法などの流れをうけ，新らたに収約されたものといえる。

国際人間工学会（ＩＥＡ）の定義するところによれば，「エルゴノミックスは人間の労働とその環境のあり方を実験心理学，生理学，解剖学，システム工学などの面から明らかにしようとする科学的アプローチであって，人間の作業能力とその限界を明らかにし，仕事を人間の生理・心理学的諸特性に適合させようとするものであり，その技術的基盤は人間の仕事と関連するパフォーマンス（成果，性能）のデータを求め，定量的・定性的に人間の刺激に対する反応を分析することにある」という。

要約すれば「仕事のための機械道具類の操作のあり方など，設計に役立つ人間の生理・心理的法則性を研究すること」ということができよう。

また，同じような研究分野にヒューマン・エンジニアリングがあるが，これも第二次世界大戦中に米国において開発提唱され「人間・機械システムにおける合理化を図り，作業が人間にとってより能率的，安全で，かつ快適ならしめるよう機械や道具を設計する」（ウッドソン（米）による）ことを標傍している。

この研究活動は近年においてヒューマン・ファクターズ・エンジニアリング（人間因子工学）に統合され，その研究内容もより広範，複雑になりつつある。

この研究分野の趣旨はウッドソン(米)によれば次のようである。すなわち「最高の能率と最低の費用で，一つのシステムを操作し，かつ最良の維持保全を図るために，客観的量的な人間行動に関する情報をこのシステムの設計に適用するためのもので，この中には適性選択，教育，訓練の計画をも含む」。

いうなればヒューマン・エンジニアリングの範囲にこだわらず，大型装置をも含む大規模な人間・機械システムの設計にも有効に対応しようとするものであり，研究者は主として工学的理学グループが当っている。

これら二つの系統は，欧州が労働科学または労働生理を主軸とし，米国が実験心理学，工学心理学を中核としており，その研究志向も細部において双方に若干のニュアンスの差がみられるが，わが国においてはこれらをいずれも包含する形で「人間工学」と総称している。わが国の現状をふまえて改めてその趣旨をのべると，「人間工学は一定の環境における人間・機械システムにおいて生ずる作業の効率を高めるため，人間，機械の能力が調和し，その機械の使用が安全で，操作が確実迅速で，能率よく，快適に，しかも意欲が高揚されるよう合理化を図り，これを設計に応用するための総合的学問である。」ということができよう。したがってその目的もまた表2－2に示すように人間の側にとって極めて重要なかつ有効な事項の達成を目ざしている。

人間工学はこのように人間の優位を尊重しつつ機械と人間の関係をみてゆくのであるが，人間と機械がどこで，どのように関係をもっているかを知らねばならない。図2－2に電動

工具の一つである電気ドリルの穴あけ作業を例にして人間・機械（電気ドリル）システムの概要を説明してみよう。
まず，電気ドリルを見る — 手を伸ばし — ドリルをつかみ引きよせる — ドリルの各部に異状がないか目と感触により点検 — チャックキーでチャックをゆるめ — ドリルの刃を挿入 — 再びチャックキーでチャックを締付け — 視覚と触覚により確認 — コードをたぐり，ソケットをもち — 電気のコンセントに十分に押込み手応を確める — ドリルを両手で確実に支え構え — 注意深くスイッチを入れる — ドリルの無負荷状態での刃の回転状況を目と発生音（聴覚）で確かめる — 正常な駆動を確認し，心身の緊張した状態でいよいよ作業段階に入る。
いわば準備段階の間においても，人間の目耳，および手の触覚など主要情報入力と，その情報を記憶と照合しつつ脳中枢で判断を下し，目や耳に次々と点検を，また手，指に必要な筋出力を指令し，その応答を再び脳中枢でチェックすることが短い時間に数多く繰返されていることが判る。
作業時においては，目で作業点を確認しつつ，ドリルを把持した両手と上肢，腰，下肢の姿勢を調整しつつ作業点に接近し，上体両手（特に左手の支持のリーチが作業範囲を制約する）の効率をあげうると判断する距離に停止，下肢を開いて上体の安定とドリルのバランスを確め，作業点に正しく合せて，Ⅱ指またはⅢ指でスイッチを引き徐々に刃の回転を高めつつ，その刃の回転状態を目で確かめ,耳で発生音に異常がないかを確かめながら，ドリルの振動感触にも気をくばり，異常のないことが確認され，徐々に筋出力を調整しつつドリルを作業点に直角に押しこむ。—このようにして人間は呼吸を整え，神経を集中して注意深く静的筋作業を続けることになるが，その間，筋力に反応するドリルやその対象物の変化，視・聴覚，触覚などの５感を通じての刻刻の変化の情報が入力として脳中枢に伝えられ，その対応すべき指令が筋出力となって状況の変化に応える。
入力情報の中に異常音または筋肉に予想しない抵抗があると知覚されるや中枢は目耳手に点検を命じ，筋活動を停止せしめ身体の危険からの離脱を図らしめる。
このように人間機械の関係は作業あるいは日常の生活行動において感覚受容→中枢知覚→筋出力→その行動に対する感覚情報の受容への帰還を繰返し続ける働きをする。これを情報フィードバックの回路という。
この情報のフィードバック機構（閉回路）をもつことが人間・機械系の特長であり仕事を円滑に遂行しうる最大の要因である。この働きがいわゆる知覚—運動系であるが，多くの仕事を行うには少なくとも視・聴覚的，触覚的，筋肉的フィードバックの三大回路が働いていると考えられる。
したがって人間工学的手法を用いて一つのシステムの合理化を図ろうとする場合には，その仕事における感覚受容機能，筋出力機能のいわゆる人間と機械との直接接触する場面の効率的な調和（円滑な機能分担）を図る工夫が最も基本である。
また同時に，人間の諸特性の内，プラスに働く面をより有効に活用するとともに，マイナス面から問題をほり下げそれをいかにして除去，または軽減するかを考察することに留意する必要がある。
ここに人間機械系の接点の合理化のための人間工学的基本事項（表２－３），および人間工学の活用における二つの進め方（表２－４）を示す。

3　電気ドリルの人間工学的問題

電動工具はその名の示すように人間の手の機能の延長として，本来の筋出力にプラスして電気エネルギーの助けを借りてモーターを高速回転させ，その出力を大巾に増巾することにより，人間にとって困難な仕事を少ない負担で効率よく遂行せしめようとする極めて有用な作業援助の道具の一つである。
しかし，振動，騒音を伴い，形態，重量も比較的大きく，そのため操作，制御，保持など大きさ，構造，レイアウトに関し，人間・機械関係の接点における各種条件が錯綜し複雑多岐にわたることを免れない。特に素人としての一般ユーザーが使用するためのものとしては，機械的性能が高いこともあってより使いやすく安全を守ることがすべてに優先することが重要であると考える。
このような趣旨から電動工具をここに研究対象として取上げることとしたが，電動工具もその種類が多く千差万別，多様の機能，性能のものがある。
しかも，一般作業において最も普遍的であり使用頻度も高くよく親しまれているものとして電気ドリルを代表的工具としてとりあげることとした。
家庭用電動工具類をセットとして企画されたものにあっては，基本的工具として電気ドリルを中心にカンナ，丸ノコ，ジグソー，グラインダーなどの主要機種をアタッチメント部品として用意し，電気ドリルのモーターを駆動機構として他の工具に兼用する方式を採用簡便化を図り，システムとしての機能を全うせしめようとしている。（図２－３）。
特に一般ユーザーが用いる電気ドリルとユーザー（人間）との関係における人間工学的基本事項は，表２－３に示されるように数々の着眼点があるが，これらの内から２～３についてさらに具体的に記述しよう。

1＝人間の特性について

人間には本来的にいわゆる特性と称する機能がある。その主なものについて，大島正光は表２－５をあげているが，基本的要素として感覚，知覚，運動能力，学習能力，体の大きさなどがあり，また慣習，馴れ，適応しやすいとする優れた面と，錯覚，錯誤やストレス，疲労しやすいマイナス面などが共存し，加えて性差，年令差，個人差，民族差，環境差などが常について廻る。さらに生理的な条件より心理的条件に左右されやすい傾向がある。このような多面的な特性をもつのが人間であり，われわれはこれらの諸特性をよく理解し，そのすぐれた特性についてはこれを助長し，劣る特性についてはこれを軽減する方向に活用しなければならない。
例えば，「人間は体の大きさを持つ」ことに対しては既応の製品設計に役立てるために計測された生体各部の計測値（平

均値，偏差値など）を求め日本人の必要とする年令層，性別の体位の寸法，体形などにつき，定量的もしくは定性的に把握しこれを日本人のための工具の寸法決定に効果あらしめる要があるが，このほか生体の運動機構に係る各関節の運動角度範囲，筋出力，体形・姿勢の変化などについても可能な限り必要とする数値を求め，設計に応用する努力を図らねばならない。しかし，設計のための生体計測値は何にでも広く利用しうるデータは少なく，その利用しうる範囲は限られていることが多い。したがって場合によってはその都度，人間工学的手法により独自に必要部位の計測を行うことになる（図２－４）。

特に手の細部に関するデータは極めて少なく，今回においても電気ドリルのグリップ操作のために必要とする測定項目を新たに検討し，その計測を行なっているなど，その良い例といえる。

人間が錯覚・錯誤しまた疲労する現象は特性のマイナス面として避けられないことであり，これらをどのように最低に押えるかが重要である。錯誤とは「誤まって判断し間違った行為をしてしまう」現象であり，「うっかりして」「大丈夫だと思って」といったあいまいさから引起されるトラブルであり，特にユーザーが電気ドリルの扱いに未熟な場合，やや操作に馴れて気を許した時期に発生する確率が高い。錯誤は危険と共にあるといってよく，錯誤を起こしやすい部位，動作，操作については，よくその原因を追求し，その問題となる部分については，むしろ機械側において自動的に安全を図る機構を具備させる工夫が必要となろう。（たとえばチャックの開閉，スイッチの二重安全装置の開発など）

疲労は生理学的にもまだ完全に解明されていない現象といわれているが，それだけ難しい問題である。一般に疲労は生理的なものより心理的なものに左右されやすく，その回復も心理的な場合はよりおそいが，肉体的なものの場合は早いといわれる。

また馴れない作業は疲労しやすく，無駄な部位に力を入れていると局部的に疲れ，痛みを生ずる。

一般にドリル作業のように静的作業においては生体への負荷が高まり不利な作業といえる。

疲労をさけるための対策としては，ドリルの形状および重量・重心位置（重量配分）など把持する手に無理がかからぬこと，無理な作業姿勢をしないですむようにすること，作業時間を短くてすむようにすること，適切な休憩をとること，作業に早く馴れることなどが原則的に考えられよう。

疲労はマイナス面ばかり重視しがちであるが，仕事時において常に１００％の力を出し切ることなく，ある余力レベルにまで到達すると自動的に疲労というブレーキをかけ，生命を維持する機構でもあるとみられ，生命の安全弁の役目を果していることの有難さを知る。

性差・年令差・民族差・個人差などの取扱いは極めて慎重を要することであり，その対応にも困難を伴うことである。一例として民族差をあげると，特に近年ＤＩＹ普及により欧米の電気ドリルが多種輸入されており，欧米人の体位，筋出力など日本人との比較においても少なからざる差がみられ，その選択には十分の注意が必要である（表２－６，図２－５）。

2＝作業姿勢と作業空間について

電気ドリルによって穴あけ作業を行うのは，いわゆる静的作業の場合が多く，その体位も一般に立体，椅坐位，坐位，臥位のいずれか，もしくはそれらの複合から成立つ多様な姿勢となる。

作業姿勢では身体各部の相互関係を考え，その作業の重点を明らかにし，それを中心に考えてゆく要があろう（表２－８，図２－６）。

電気ドリル自体の把持・操作のためには，手・指が中心となり，したがって手根関節，肘関節など上肢の運動が主となるが，一方，作業点に対しドリルを正対させること，眼点により作業点での情報を得ること，作業の継続を可能ならしめるためのドリルを含む体位の平衡を確保すること，所要の筋力を容易に発揮しうることなどにより，その作業姿勢が選択されることになるが，ムリな姿勢をとることは，体力の消耗を急増させ，身体各部に余分の負担をかけ，精度をそこない，結果として労多くして成果をあげ得ない。「作業姿勢は作業者の体位の相対的位置関係，および空間を占める位置である」といわれるように，作業空間と姿勢の関係は極めて相関度の高いものであり，作業点と体位によって正しく作業しうる空間には自ら制限のあることを認識する必要がある。

たとえば，作業点の上限は立位における眼高点まで，作業点の下限は，臥位で頭を起し，かつ，ドリルの操作を可能としうるギリギリの高さまで。

作業点の左右限は，それぞれドリルを構えた時の体位の中心立軸から肩巾端までと考えることができよう（図２－７）。

この空間内における作業点位置に対し，立位から臥位までの任意の姿勢を選び，作業に対応することになるが，特に中腰の立位で筋力を働かせているとか，ドリルを前方に押し出して空間に支えるような動作の長時間維持は，筋力に主として静的な負担をかけていることになり疲労を早めることになる。したがって，体位より高い作業点には脚立，台などを，また，中腰になる場合には，いす，よりかかり，など，作業姿勢を正しく維持するための各種治具類を併用することが望ましい。

特にＤＩＹとしての電気ドリルはできるだけ軽く，設計上期待する構え方が，そのドリルの形を見ただけで理解されるようデザインする必要があり，かつ，その重心点および作業者が構えた時のバランスが何よりも大切である。

このように作業を円滑にするための姿勢は，作業点，眼点，作業中心関節など多くの重要なポイントがあるが，最も重要なことは，電気ドリルのデザイン，特に手がかりに関するハンドル，支持部，重量バランス，操作部（スイッチ，ロックボタンなど），コードなど，人間の手，指との接触部位の形状，仕上げなどにどの位の精度をあげて，正しい作業姿勢がとれるよう工夫しているか，である。

3＝作業の強度

電気ドリルを使用する場合の作業者に与える筋的負担の強度を調べることも，使いやすさの面から参考になる。

作業強度を求める条件として心拍数・呼吸量の変化，エネルギー消費量などからみるのが一般的であるが，いずれの場合

でも作業者の性差，大きさなど身体的条件をはじめ，作業密度，作業時間，作業速度，作業姿勢，ドリルの保持の仕方，出力の方向，馴れなどの条件が影響を与えることは勿論，ドリルの対象とする材料の形状，材質にも関係するとみられる。一例としてエネルギー消費量から求める方法としてエネルギー代謝率（ＲＭＲ）を用いた場合，次式による。

$$\text{R・M・R} = \frac{(\text{作業時酸素消費量}) - (\text{安静時酸素消費量})}{(\text{基礎代謝時酸素消費量})}$$

（分当り）

沼尻幸吉氏はR.M.Rにより，主として主婦の家事労働と電気ドリル・グラインダ・バフ仕上・ヤスリ作業などＤＩＹ関連工具とを比較したデータを発表している（表２－９）が，それから推察すると電気ドリルの作業強度は，主要家事作業とほぼ類似のものとみられる。しかし，この場合，比較した工具類はいずれも工場作業者によるものと思われ，ＤＩＹ工具の使われ方としては，やや上廻ることになろう。しかし，R.M.Rは，一般に静的作業（ドリルはこの中に入る），神経的精神的作業においての生理的負担（疲労）の指標であるが，必ずしも適切ではないとされている面もあるので，その評価については十分慎重にする必要がある。

4＝作業環境について

ここでいう環境とは主として作業空間・明るさ・温湿度・振動・騒音・粉塵・空気汚染などいわゆる物理的現象についていうが，近年産業・交通などの公害・災害などが社会的問題として強く認識され，作業環境のあり方が注目されつつあることは周知の通りであるが，家庭工作工具の類といえども場合によっては公害的要素を発生させないとも限らない。

特に電気ドリルなどの発生音からの騒音は暗騒音（目標となる騒音が発生しない時の周辺の自然騒音）が低ければ低いほど目立つ。例えばドリルは無負荷（空転）時には８８～８９ホーンを，また負荷（作業）時にはやや低く８５ホーン程度の，しかも高周波音を出す。したがって暗騒音が５０ホーン（普通の会話音に相当）のときはその差の３８～３９ホーンが騒音として感ずることになる。８５ホーンというと，地下鉄の走行音，もしくは自動車のサイレンに近い音であり，特に暗騒音の低い住宅街では相当の影響が考えられる。

しかもドリルの性能のよいものほど発生音の高い傾向がみられるのは問題であろう。

家庭工作は日曜大工の異名もあるように，一般市民が，日曜など余暇を楽みつつわが家の庭でドリルを廻す。本人にとってみれば爽かで気分ののった行為でも全く家庭工作に興味や関心のない周辺地域の住人にとってみればこの楽音も騒音以外の何物でもない。この心理的ギャップが辛抱の度を越すとトラブルの原因になりかねない。

これらの対策としてはまず，物理的に電気ドリルの発生音をできる限り低くするための技術的解決を行うべきである。さもなければ工作作業の時間を短く区切って，その間に一定作業を集中的に行うよう作業行程を工夫する。かつ，ユーザーも周囲の人々の気持を理解して協力する姿勢が望まれる。これも社会環境の調和を維持するための一つの大切なマナーといえよう。

欧米などＤＩＹの先進国においては古くから各住宅に地下室や遮蔽されたガレージをもち，その中で騒音を気にすることなく昼夜にかかわらず工作活動がなしうることがその普及の一助となったと考えられるが，わが国の都市環境において，自由に工作活動をする場が少ないのは事実でありその意味からはまことに残念なことである。

これからの電気ドリルをはじめ一連の電動工具の開発には，使用する側の人間の安全，使いやすさを考慮するのと同じ重要さをもって，周囲の人々に迷惑を及ぼさないことを重視した物づくりをすることを心がけねばならない時代になったことを肝に銘ずべきである。

5＝取扱い説明書について

取扱い説明書，いわゆる取説もまたユーザーに正しく製品の機能と性能を理解させ，安全で錯誤を招かないための取扱いの手順を示し，危険から守るための注意を的確に伝達し，正しい疲れない作業のための把持の方法などを図示するなど，いわゆるソフト情報を事前に伝達するものとして製品自体と同様な重みのあるべきものである。その意味から人間工学的観点から問題を提起してみよう。

一般に取説は製品に添えて届けられる。しかし多くの場合ユーザーは取説をさして読まずイメージで理解しそのまま使い，作業途中で勝手が判らなくなり初めて読み直す，といった傾向が強いが，察するところ，このような工具はそれほど難かしい操作が必要とは考えず軽視してかかることに起因するものと考えるが，現在の取説そのものは，総じて魅力的でないことは確かであり，まして保存して置きたくなる気にもならない。

表示は製品の権威づけのためか，文章も堅く専門語が多く製品の性能説明が主体となり，まず難かしい内容を感じさせ，白地に黒刷り，文字も小さくレイアウトも重点の抑揚に乏しく，写真やイラストも判りにくい。また，図とその説明文が必ずしも一致せず，大切な注意事項の説明も形式的で，少くともユーザーにとって一番関心事の必要な取扱い順序の示されていないものが多いなど，ユーザーの立場に立った親切設計がない。しかも誘目性に乏しいから関心も薄くよむ気にならない。

そこには専門職のための電気ドリルのプライドはあっても，「われわれの顧客は素人のユーザーだ」とする認識がない極めて消極的な態度がうかがえる。

取説がメーカーからユーザーへの重要なメッセージであることを思えば，消費者の側に立っていかに判りやすく意志伝達をするかの工夫をどのように努力しても努力しすぎるということはあるまい。

製品が優れていればいるほど，それをユーザーに正しく伝達する方法，必ず読みたくなる魅力を引出すそれなりの工夫があるべきである。

現在，取説の作り方はまず技術者が創案し，次いで営業担当

またはデザイナーがチェックして作られるのが常道のようであるが，この方法とは全く逆に素人のモニターに工具を与え操作・作業を観察しながらモニターの陥りやすい注意事項を洗い出し，その検討を技術者とデザイナーとで判りやすく平易に説明し読みやすくレイアウトする方式などを試みてはどうであろうか。

一方，読む取説と読まない取説という考え方もある。前述のものを読む説明書とするなら，読まない取説とはドリルの形状や色彩区分を示すことにより，イメージ的にその取扱い方を暗示させようとする考えである。われわれの行なったモニターによる使用テストにおいても専門家からみると全く予想のつかぬ持ち方，例えばモーターの排気孔をふさぐように手をかけたり，ガンタイプのハンドルではピストルをイメージしてか素直にピストル状に握り窮屈に耐えつつついにI指を痛めたりする現象があった。これらはそのものを見た時，経験的連想で行動する現れ，と考えられ，メーカーの期待する正しい把持方法をドリルの造形に巧みに現わすことができれば，使いやすさと安全は守られ疲労や痛みも減少するであろう。また，取説の重要ポイントを製品本体に表示する。例えばチャックの締め方は正しい締めつけ順に①②③の符号をチャック自体に表示し色彩で明示する，手がふれると危険の部位はさわりにくい形にするとともに危険を示す色彩を明示する。あるいは補助グリップを設け危険から手を遠ざけるなど，読まない取説すなわち「見る取説」への変身への努力も一考する価値があるのではないだろうか。(図2－8，9)

表２－１　電動工具における機能的特質の分類（電気ドリルの場合）

電動工具(電気ドリル)

- 物質構成上の特質（物理的特性・性能）
  - ドリルの最大出力、失速時のトルク、発生温度
  - 変速(一定．二段．無段)．チャック最大径．電源型式
  - 材質，構造，機構，組立，仕上げ，
  - 耐久性，信頼性，電気的安全性，互換性，
  - 部品補給，メンテナンス保証，
- 使用機能上の特質(人間・工具特性)－(アーゴノミックス系)
  - 能率，安全性，使用性(操作・制御)，快適性，
  - 疲労の軽減，体位，体力，姿勢，使用時間，負担度，馴れ，
  - 錯誤，騒音，作業意欲，その他生理，心理的事項，
  - ● グループとしての人間関係，協調性，競争意識など，
- 環境機能上の特質(人間．環境特性)
  - 物理的条件：使用(作業)空間の広さ，明るさ，温湿度，振動，騒音，色彩，粉塵，空気汚染など，
  - 社会的条件：消費者ニーズ，生活行動，収入，生活環境 家族構成など，(趣味嗜好を含む)
- 経済的特質（市場性）
  - 価格，流通特性，その他
- その他

自然科学的技術分野(理工系・人間工学系)

人文科学的技術分野

表２－２　人間工学の目標（大島正光による）

1. 安全の確保
2. 疲労の軽減
3. 信頼性の向上
4. 使いやすさの確保
5. 快的性の向上
6. 能率の増進
7. 経済性とのバランス
8. 保守・保全の向上

表2－3　デザインにおける人間工学的基本事項
－人間機械系の接点の合理化のために－

1 製品構造・レイアウト
人体の大きさ形状・動きと製品の大きさ(寸法・形状)の関係
(生体計測値・体形・関節の動き角度範囲など)
2 物理的力の調整(出力)
人体の筋力(要求度)と製品との関係
調整作業の力の問題
(筋力・重量と機械的力の関係)
3 時間・速度・精度(出力)
使用時間の長さと作業速度と精度との関係
(人間の反応時間・作業のおくれ時間,生体負担(疲労)など)
4 情報仲介・感覚的問題(入力)
情報受容,情報処理,判断,操作プロセス
(フィードバック(閉回路)機構)
(感覚(視,聴,触,嗅,味など)
5 環境
物理的,化学的,社会的環境(作業周辺の問題)
6 作業条件
7 その他
(作業のための人間工学的チェックリスト

表2－4　人間工学の活用方法

プラス面の活用	マイナス面の活用
人間科学的法則性	操作・制御上の障害(使いにくさ)
人間・機械の物理的原理原則	錯覚,錯誤,機能不良
人間・環境の物理的社会的原則	疲労,ストレス
経験から得られる知見など	事故,疾病など

表2－5　人間の主なる特性（大島正光による）

A 1)24時間(1日)を周期とする生活を営む.
2)一定の余力を維持しつつ作業する.
3)自動化された対応動作を行なう.
4)適応, 順応など馴れの現象が強い.
5)生理的なものより, 心理的なものに左右され易い.

B 1)感覚能力をもつ(視覚, 聴覚, 味覚, 嗅覚, 触覚(痛.圧.温度)など)
2)知覚・知能をもつ(記憶. 判断. 推理. 感情など)
3)技能. 運動能力をもつ
4)学習能力をもつ
5)適応力をもつ
6)体の大きさをもつ(寸法, 体形, 体重, 発育, 老化など)
7)馴れをもつ
8)慣習をもつ
9)疲労をする
10)錯覚. 錯誤をする
11)性差, 年令差, 個人差, 環境差がある
12)その他.

表2－6　欧米人と日本人の身重・体重比較

部位と計測値		日本人		イギリス人		フランス人		アメリカ人	
		男	女	男	女	男	女	男	女
身長(mm)	平均値	1651	1544	1780	—	1690	1590	1755	1605
	最大値	1773	1659	1922	—	1832	1695	1837	1661
	最小値	1529	1429	1638	—	1548	1485	1606	1449
体重(kg)	平均値	58.8	48.7	69.0	—	67.0	56.0	77.6	61.7
	最大値	74.6	60.3	85.6	—	86.0	72.6	107.6	83.5
	最小値	43.0	37.1	52.4	—	48.0	39.4	47.3	39.9

表2－7　アメリカ人と日本人の握力（右）

	男	女
アメリカ人	55.1	32.0
日本人	37.1	21.6

(楢崎浅次郎による)

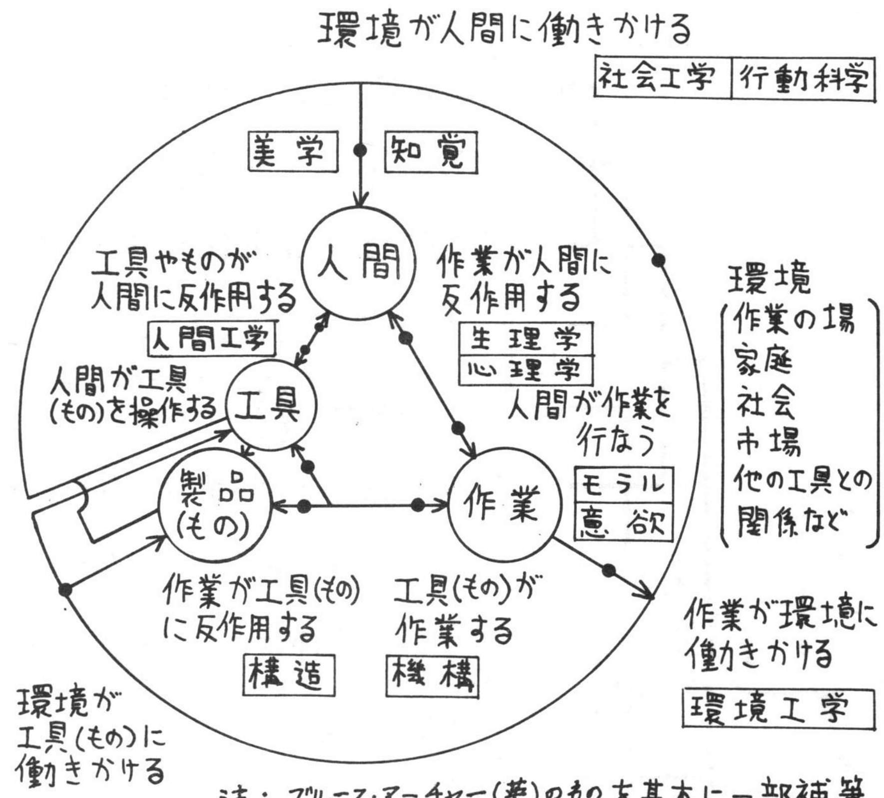
表2－8　作業姿勢を規制する条件
（大島正光による）

1. 作業点からの条件
2. 平衡を保持するための条件
3. 必要とする筋力(出力)からの条件
4. 作業密度からの条件
5. 明視の距離, 方向からの条件
6. 使用する工具からの条件
7. 姿勢反射からくる条件

表2－9　手・上肢を中心とする各種作業とエネルギー消費例

身体の使用部位	動作	R.M.R	代表的作業例				
			姿勢	作業名	条件	性	R.M.R
主として手・指	機械的	0〜0.5	坐	あみもの	1分 50目	♀	0.2
			立	野菜洗い	洗剤使用	♀	0.4
			坐	電気ミシン	雑巾ぬい	♀	0.5
	意識的	0.6〜0.9	坐	和文タイプ		♀	0.6
			立	ドリル穴あけ			0.7
			立	電気熔接			0.7
			立	米とぎ	米 600g	♀	0.7
主として手・上肢	手・前膊	1.0〜2.0	立	フライス盤	両手使用		1.2
			坐	アイロンかけ	木綿ブラウス	♀	1.5
			立	バフ研磨	両手使用		1.6
			立	卵あわ立て	ボール内150回/分	♀	1.8
	手・上肢	2.1〜3.1	立	ひずみとり	ハンマー使用120回/分		2.1
			立	庭はき		♀	2.4
			立	ヤスリ仕上げ			2.7
			立	グラインダー	ホイストに吊り削る		3.0
主として上肢	特に力を必要としない	3.1〜4.0					
	力を必要とする	4.1〜5.5					
全身	移動(歩行) 上下回転 運搬・突動作など	5.6〜					

図２－１　人間・工具・環境の相互関係と作業・研究分野



注：ブルース・アーチャー(英)のものを基本に一部補筆。

図２－２　人間機械系の一例とフィードバック機構

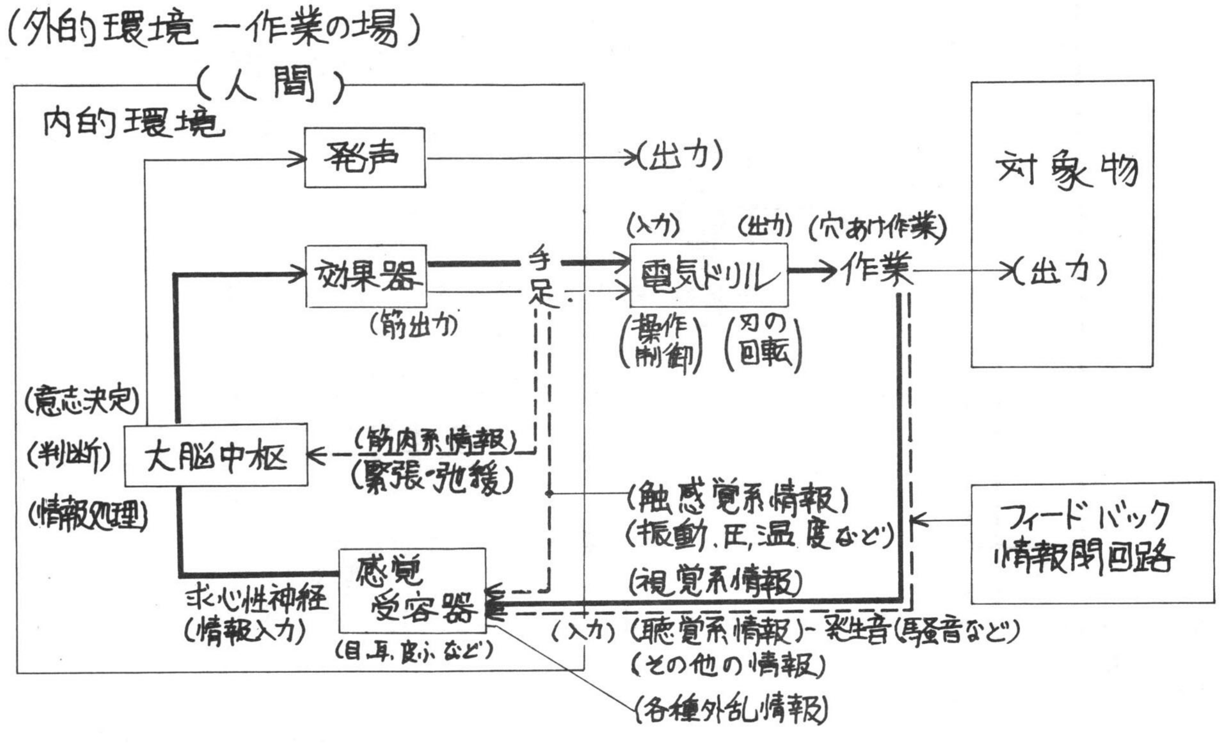


図２－３　ドリル（動力源）を中心とする各種工具（機能）の展開例

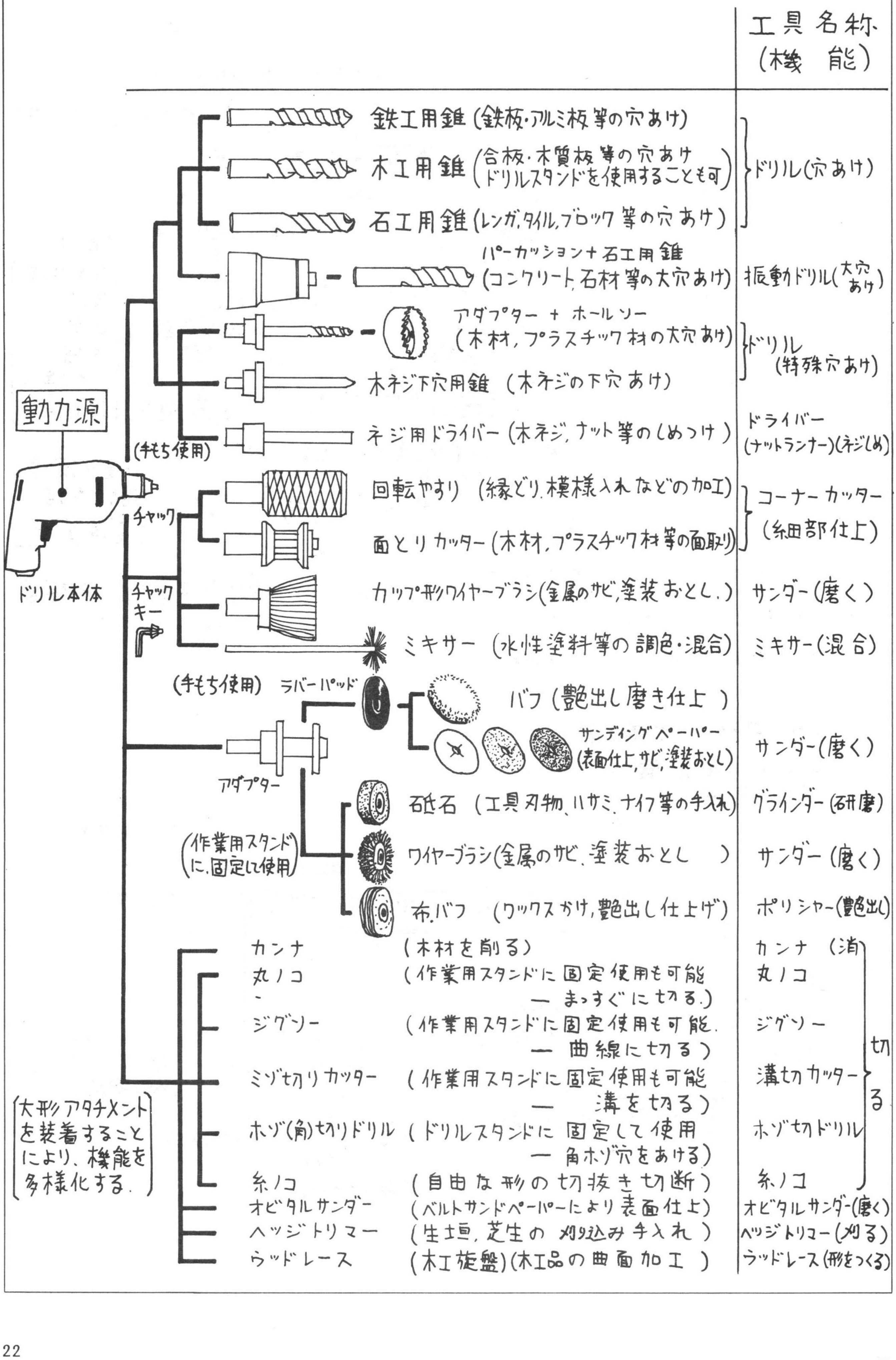


図２－４　手の関節の動きの例（ウッドソン 米による）

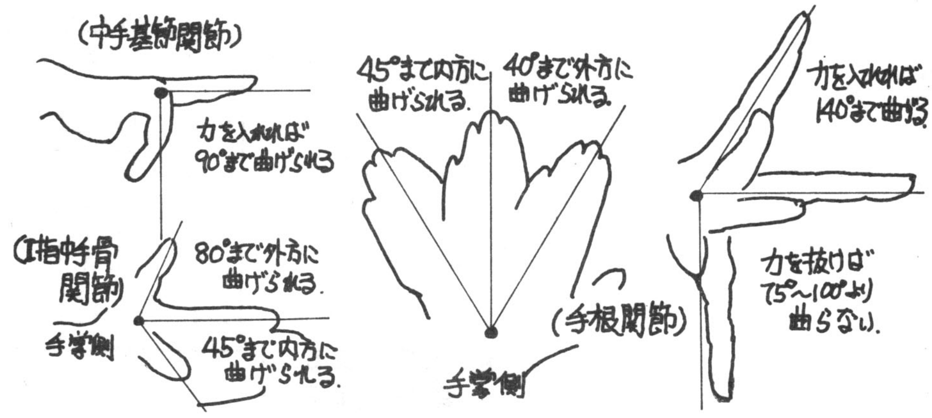
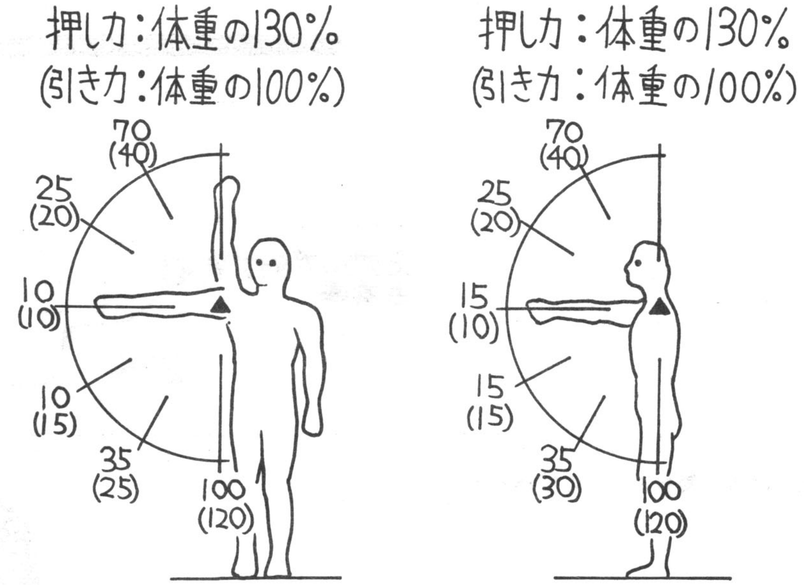


図２－５　押し（引き）の最大筋力と腕の位置・方向との関係（ローメルトによる）



(注：工場作業員の計測調査)
(人間工学の指針より　　)

欧州	男子	平均体重64.5kg・標準偏差11.0kg (N=515)
	女子	平均体重57.9kg・標準偏差 9.2kg (N=405)
日本	男子	平均体重56.6kg・標準偏差 6.9kg (N=300)
	女子	平均体重49.6kg・標準偏差 5.9kg (N=300)

図２－６
作業点の高さの基準となる
人体の種種の部位

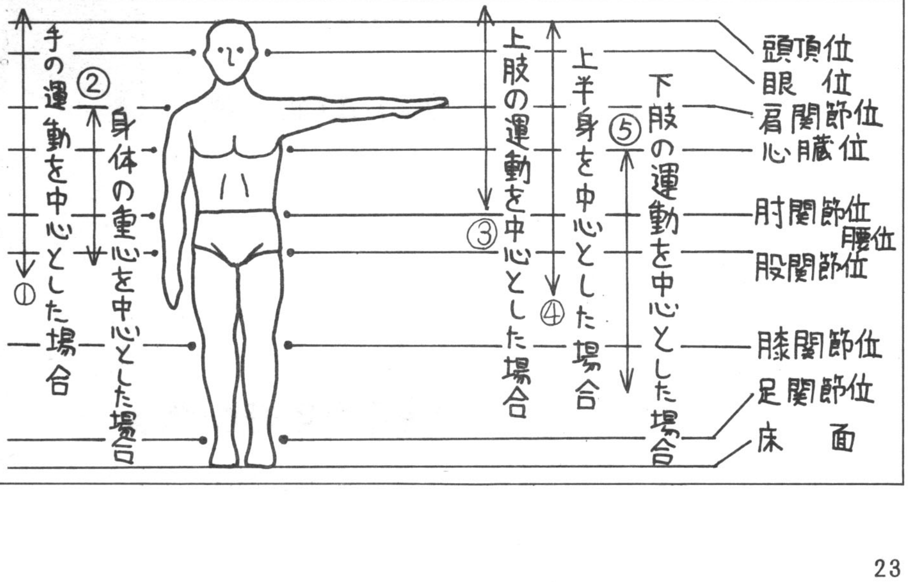


図2－7　電気ドリルの作業域

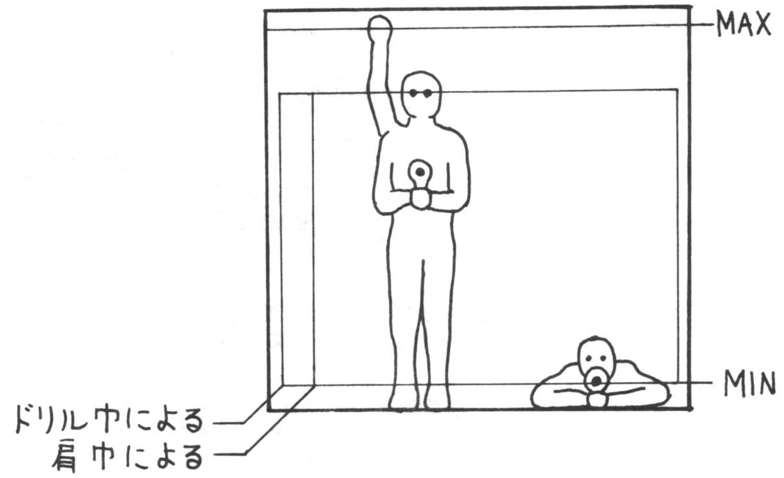


図2－8　グリップのタイプ別占有率

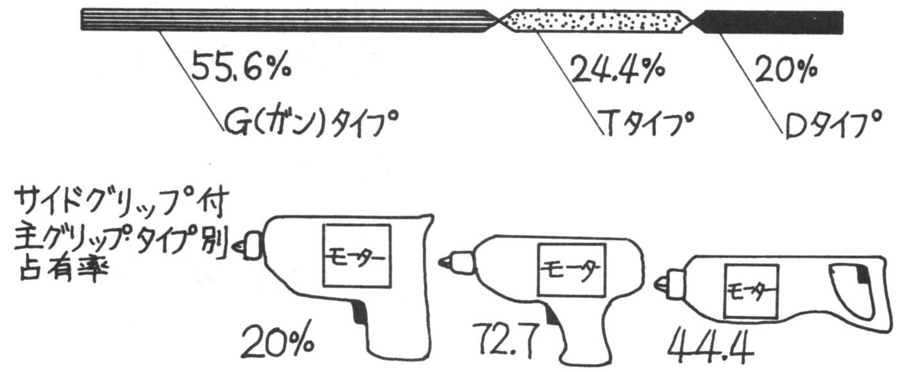
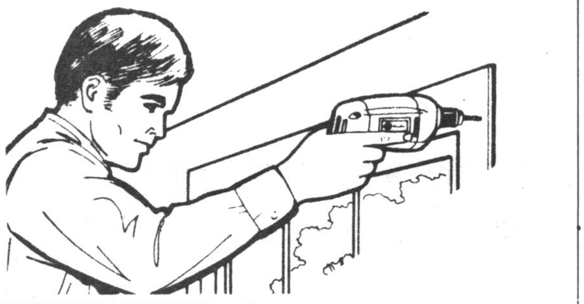


図2－9　電気ドリルの把持の方法



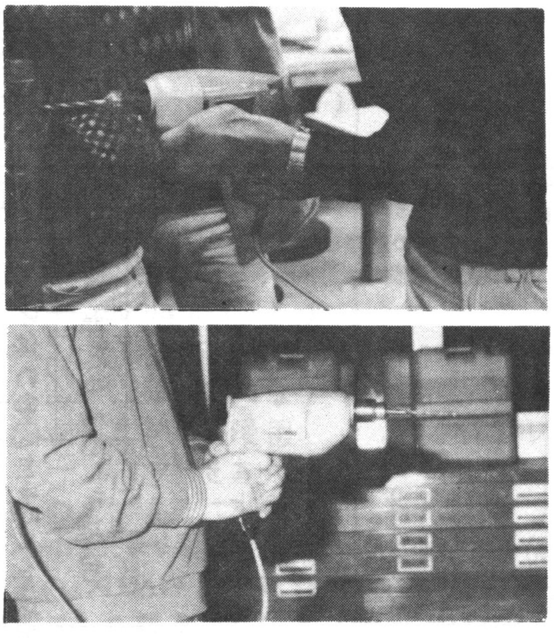


図2－10　わが国DIY市場における主要機種の性能比較

回転数 (r.p.m.) 3,000 2,000 1,000 0	NO.	電気ドリル モデル	チャック (mm)	重量 (kg)	二重絶縁	グリップ形状	セット用	備考	ワット数 (W) 0 100 200 300 400
		マキタ							
	1	6500B	6.5	1.4		D			
	2	6500	↓	1.0	回	G			
	3	6510SB	10	1.2	↓	↓			
	4	MDB10	↓	↓	↓	T	○		
		日立							
	5	FD-6C	6.5	1.1	回	G			
	6	DL-1F	10	2.4	↓	T	○		
	7	DL-1G	↓	2.0	↓	T	○		
	8	FD-10B	↓	1.3	↓	G			
	9	FDV-10	↓	↓	↓	↓			
		リョービ東和							
	10	LD-65	6.5	2.1	回	G			
	11	LD-10	10	↓	↓	↓			
	12	AD-20A	↓	1.8	↓	T			
	13	AD-20VS	↓	1.8	↓	↓			
		東芝							
	14	MD-10B	10	1.5	回	T	○		
		B&D							
	15	7004	6.5	1.2	回	G			
	16	7014	↓	↓	↓	↓			
	17	7104	10	1.4	↓	↓			
	18	7114	↓	↓	↓	↓			
	19	7204	13	1.8	↓	↓			
	20	7214	↓	↓	↓	↓			
		ロックウェル							
	21	4000	6.5	1.8	回	G			
	22	4100	10	↓	↓	↓			
	23	4030	6.5	↓	↓	↓			
	24	4130	10	↓	↓	↓			
	25	4150	↓	↓	↓	↓		逆可	
		スキル							
	26	457	10	1.5		G		逆可	
	27	415	13	2.9	回	D		↓	
	28	1178	↓	1.6	↓	G		↓	
	29	1177	10	1.4	↓	↓		↓	
	30	1176	6.5	↓	↓	↓		↓	
	31	597	10	1.5	↓	↓		↓	
	32	1432H	↓	2.4	↓	↓		↓	
	33	2006	↓	1.0		T		コードレス	
	34	2002	↓	0.9		↓		↓	

第３章　使用テスト・騒音測定・手の計測

1.　初心者または未熟練者による使用テスト

はじめて電気ドリルを扱うことになった未熟練の初心者が，その工具を手にして，どのような手順で，その取扱い方を覚え，また，どのようにして作業体験を積んでいくか，のプロセスはそのユーザーの学習能力，カン，技能および積極的関心度により差異があろうが，まず，取扱説明書の手びきをより所として，現物と対象しつつその働き，特長，注意すべき事項を確認した上，次の初歩的作業訓練に入ることになる。
特に，この種電動工具の取扱いは潜在的に危険な代物としての先入感，緊張感を伴なうのが通常であり，おそるおそるスイッチをＯＮにすると同時に，突如として唸りをあげてドリル刃が回転を始め，その発生騒音と手元に伝わる振動を体験して，はじめて工具の実在感を体を通して味うことになる。
ユーザーは，知識から得た予想的概念を，具体的に体験することにより，本当に理解し，また試行錯誤を重ねることによって，自らのものに消化してゆくにちがいない。
この知識の吸収と経験の累積が，スムーズにトラブルなく，短時間の内に習得しうるにはどうすべきか，また，操作手順が複雑で錯誤し，また扱いにくい部位における不安は当初程強くユーザーに印象づけられるものである。
これらの体験から見出された，しばしば生ずる同じような問題部分については，個人的特性によるものか，または，工具自体のデザイン（設計）の不具合による場合が多い。特に音・形・大きさ・バランス・操作性などに関する問題点は，安全性・使用性にかかわる人間工学的問題として深い関心をもたねばならない。
これらの評価については，一定の手順のもとに，適切な数の初心者を使い習熟観察をすることにより，より問題点が明らかになる。
よって，われわれはドリル等電動工具に関心を有する初心者，もしくは使用経験の極めて浅い未熟練者を選び，前後４回にわたり予備的な観察による使用テストを行い，人間と工具のインターフェイスにおける人間工学的問題点の洗い出しを試みた。
その各テストのテーマは次の通りである。

1.　電気ドリルの初歩的問題点の調査テスト
2.　ハンドルの形状と操作性の調査テスト
3.　初心者によるハンドル操作性の調査テスト
4.　作業条件・指示を与えた場合のドリル操作の調査テスト

これらのテストに供試された電気ドリルは，現在わが国のＤＩＹ市場において入手しやすく，かつ未熟練者用としても適当な機種と考えられるものの内から，特に主要な国別，変速機構別を意図して次に示す４機種を選択した。
対象機種の主要性能諸元の概要は次のようである。（順不同）

1.　Ｂ＆Ｄ社製（米国）機種番号：５７５５
能力：チャック最大径　金工用：１０㎜
　　　　　　　　　　　木工用：２０㎜
電圧：１００Ｖ－2.8Ａ
速度：単速
全負荷時回転数：
重量：1.２６㎏
コード長：
ハンドル形状：ピストル型
備考：ドリルセットとして組まれた製品（旧タイプ）

2.　Ｂ＆Ｄ社製（米国）機種番号：７１１４
能力：チャック最大径・金工用：１０㎜
　　　　　　　　　　　木工用：２０㎜
電圧：１００Ｖ－2.8Ａ
速度：無段変速
全負荷時回転数：０－1,２００ rpm.
重量：1.1４㎏
コード長：1.6５ｍ
ハンドル形状：ピストル型
備考：オレンジシリーズとして発売された二重絶縁機構製品

3.　ＢＯＳＣＨ社製（西独）機種番号：Ｐ１２０ＳＢ
能力：チャック最大径　金工用：１０㎜
　　　　　　　　　　　木工用：２０㎜
電圧：１００Ｖ－
速度：二段変速
全負荷時回転数：９００・1,２００ rpm.
重量：1.3㎏
コード長：1.7５ｍ
ハンドル形状：ピストル型
備考：振動ドリル兼用，強化グラスファイバー製（本体）二重絶縁機構

4.　マキタ社製（日本）機種番号：６５００Ｂ
能力：チャック最大径　金工用：6.5㎜
　　　　　　　　　　　木工用：１３.0㎜
電圧：１００Ｖ－3.0Ａ
速度：単速
全荷重時回転数：2,３００ rpm.
重量：1.４８㎏
コード長：2.5ｍ
ハンドル形状：機関銃型（Ｄ型）
備考：アルミダイカスト製（本体）

1＝テスト－1
①〔課題〕
電気ドリルの初歩的問題点の調査テスト
②〔目的〕

全くの初心者に対し，全くの指導なく，被験者は与えられた供試ドリルに添付された取扱説明書をよみ，自らの判断により，その操作を自習し，その後，最も基本的なドリル作業を行い，その間における被験者の挙動を観察し，また，被験者の体験を報告せしめることにより，初心者にとって問題となりやすい得失点を把握し，電気ドリルの使用性に対する共通的改善事項を明らかにしようとする。

③〔観察者〕

川上顕治郎　相原章

④〔テスト場所〕

多摩美術大学八王子校舎

⑤〔日時〕

昭和５２年９月２日

⑥〔被験者〕

男（３０才，全くの初心者）　１名

⑦〔条件〕

1. 取扱説明書に基く機種の理解
2. 作業台にバイスで固定した１５㎜厚ベニア板の穴あけ作業

⑧〔テスト方法〕

取扱説明書をよみ，対象機種を用いて，穴あけ作業を行い，観察者のその間の経過観察，および被験者の知見報告を集約，取扱説明書，対象ドリルの問題点を把握する。

対象機種は，前項記載の４機種。

⑨〔テスト経過〕

９－１　Ｂ＆Ｄ－５７５８，および同取扱説明書

９－１－１　取扱説明書

特に問題はない。

９－１－２　使用性

チャックキーが小さく，しめつけ操作において力が入らない。

チャックキーがボックス内に収納できるのは良い。

プラグ部にアース・クリップがあるが，３㎝程の長さしかなく，使用不可能。

モーター部よりの油洩れが大きい。

ハンドルのグリップ部が太すぎ，確実に保持できない。

本体の全長が短く，かつグリップ部が太いため，グリップ付根－チャック付根間が手巾一杯の寸法となり，グリップを握り，左手で下側の本体前部を支持しょうとすると，右手（グリップ部）と左手が一部重なってしまい，窮屈で操作性が不良となる。

グリップ部が黒色で，ロックボタンも黒色であり，ボタンの識別がしにくい。

ドリル一次線上にグリップを持ってゆくと，スイッチのコントロールが不可能となる。第４指（薬指）がスイッチ部に当るが第４指ではスイッチ操作は力入らず不能。取扱説明書に図示する作業時の握り方の通りにするとかえって扱い難くなる。（注：取扱説明書に表示したイラストにあいまいさがある。）

９－２　Ｂ＆Ｄ－７１１４，および同取扱説明書

９－２－１　取扱説明書

特に問題はない。

９－２－２　使用性

チャックキーが小さすぎて，しめる時に力が入りにくく，その噛み合せも少ない。また，キーの収納場所がない。

プラグは比較的大きく，滑り止めもつけてあり，やや良い。

ロックボタンの手掛りが少なすぎ，グリップを握った手では操作しにくい。

本体筒部前端下側の傾斜面に丸味がありすぎ，なおその部分を左手で前方斜下方向より支持しようとする時，確実に位置を決めにくく不安定感があり，さらにその左手が，高速で回転しているチャックに触れる恐れがある。

（注：左手による支持面の形状の不適切，ならびに，チャック・本体間と手の大きさとの寸法不足のクレームと判断する）

取扱説明書にイラストされたスイッチコントロールの表示のように，ハンドルを握って作業をしようとすると，使いにくく，不安定である。

無段変速のスイッチ操作自体は扱い易く好ましい。

騒音は比較的大きいが，特に本体側面（筒部左右）縦溝孔におけるものが一番高い。（要対策）

９－３　ＢＯＳＣＨ－Ｐ１２０ＳＢ，および同取扱説明書

９－３－１　取扱説明書

記述事項が簡潔にまとめられすぎて，理解しづらい面がある。

作業に対する具体的注意の説明に乏しい。

図および説明文の対応がなく，レイアウトに一考を要する。

９－３－２　使用性

チャックキーは大形で手がかりよく，力も入れやすい。

非使用時におけるコード処理（本体筒部に巻きつける）も要領よく，扱い易い。

振動切換スイッチは，他のスイッチグループと分離されており誤操作防止の面から優れた位置設定であるが，やや硬く，また，押しにくい形状である。

作業時，力を入れる（注：作業のため押し力を与える）と，つい無意識にロックボタンを押してしまう形になる。（注：被験者は，取説における≪正しい持ち方≫のイラストを見落したのではないか。）

ドリル一次方向線上に手を添えてつかむと，形状が太すぎて保持しにくく，このままではスイッチも入れにくい。

９－４　マキター６５００Ｂ，および同取扱説明書

９－４－１　取扱説明書

特に問題はない。

９－４－２　使用性

チャックキーがコードに保持されるように工夫されており，紛失の心配なく，かつ，キーそのものも使いやすい。（Ｔ型キー）

ハンドルが機関銃式であり，ドリルの中心軸（前後方向）上に設けられているため，作業目標点への狙いもつけ易く，ドリルを作業時に押しつける時の感覚も直接的で操作しやすい。

作業中，ロックボタンを押し易い。

スイッチＯＮと同時に，他機種より大きく右に傾く傾向がある。

垂直面の作業時，ハンドル上部に設けられた突起部に指上面が圧迫され勝ちである。

プラグ部にあるアースは扱いにくい。

左手で本体を支持する場合，本体先端面と，チャック回転部間，およびチャック中心軸と，本体前方部下面間の距離が大

きく，かつ，当該支持面の形状が稜の立った角形であるため，安定感および，安全感が高い。

⑩〔評価（まとめ）〕

１０－１　取扱説明書について：

Ｂ＆Ｄ（２種），マキタは各部位説明・操作方法・注意事項について説明文および写真などによるイラストを多用し具体的に解説していることにより，おおむね理解しうるが，両社とも全般に使用活字が細かく，単調で平板的構成であり，主要事項に対する誘目性に乏しく，読みやすさという点からは問題がある。BOSCHは対象的で説明も要点主義で，要所の活字の使い分け，行間，空きに工夫がみられ，簡明でよみやすい。しかし内容において具体性に乏しく，特に作業方法には全くふれておらず，肝心な理解について不安が残る。写真説明のないことも一考を要す。

内容的には，Ｂ＆Ｄ，マキタ，BOSCHの順であり，表現テクニックとしては，BOSCHがやや良い。

しかしながら，説明書は不特定多数の初心者によまれる物であることを重視し，一般家庭電化製品の取扱説明書に見られるような柔かな表現と，周到な配慮が望まれる。

全体として，消費者が関心をもち，読む気になるような親しみのあるものにするよう，改めて取扱説明書のあり方を考え，表現方法と具体性を工夫して欲しい。

もう一つの問題点として，「説明書は概して当初は十分に読まず，事が起って困った時にあわててやむを得ず読ませる」というのが通弊である。そのためにも当該説明書のほか，工具本体に重要事項，注意事項を直接表示（文字・記号・カラーなど）するための創意工夫がより積極的になされる必要がある。

本体へ直接表示することは，その部分の機能・内容などを具体的に識別・理解し得，作業性・安全性の向上に役立つ。

１０－２　使用性について：

初心者ほど機械的工具の使用には不安・恐怖感があり，その緊張がかえって錯誤操作を誘発しがちである。したがって，不安を起さない，親しみのもてる形，使いやすそうな形，仕上げ，カラーなど，特に人間（ユーザー）と機械の接触点においてのデザイン（設計）が重要となる。

その意味から，特に①ハンドルの形・大きさ・位置と操作各スイッチの位置関係・形・仕上げ・色・押力・引力の度合，および，ハンドル周辺の突起の処理，②ドリルチャック（回転部）と本体の取付部における左手支持時における危険防止対策，③チャックとチャックキーについての確実・迅速な着脱操作のための対策などが問題点としてあげられる。

ハンドルには一般に，ピストル型・Ｔ字型・機関銃型とがあるが，作業の基本点はハンドルにあり，それによる支持バランス，手と関連スイッチ類との関係，手を正しく維持するための姿勢（特に腰）のあり方などに拡大して考えられる。この意味でハンドル・スイッチ類における人間（ユーザー）の手の大きさ（正しい手の握り方における）の寸法値などは適正な設計に役立とう。アメリカのヘンリー・ドレフュスも，米国人のためのハンドル寸法を提案している。

このテストは初心者を対象にして行なったものであり，それも１人のみなので，一つの試行にすぎず，そのテスト結果は必ずしも適切ではないが，多数の初心者についての体験を集約することにより，その問題点はより鮮明となり，改善・開発に効果が上がろう。

また，当然であるが，初心者がドリル作業について習熟してゆくにしたがい経験と馴れにより，操作のあり方，作業についての関心度合，問題とする事項の指摘内容にも変化を生ずる。

２＝テスト－２

①〔課題〕

ハンドル形状と操作性の調査テスト

②〔目的〕

学生（４年生ですでにドリルデザインを学習し，若干ドリル作業を体験済みで半熟練程度の者の複数を選び，電気ドリルの準備の段階からはじめ，所定のドリル作業を行なわしめ，その間におけるハンドルと，その操作性にどのような人間工学的問題点が存在しているかを観察し，併せてムービーカメラを用い分析を支援することとし，電気ドリルによる操作性，ハンドル廻りの共通的改善事項を明らかにしようとする。

③〔観察者〕

川上顕治郎　相原章

④〔テスト場所〕

多摩美術大学八王子校舎

⑤〔日時〕

昭和５２年１０月４日

⑥〔被験者〕

学生（多摩美術大学）　３名（内１名女性）

⑦〔条件〕

作業台にバイスで固定した鑽孔対象材４種

７－１　１５㎜厚ベニヤ板

７－２　２５㎜角，２㎜厚の鉄角パイプ

７－３　２５㎜径，２㎜厚の鉄パイプ

７－４　コンクリートブロック（参考）に対する穴あけ作業（穴あけ位置は任意）対象機種は，テスト－１による４機種に，新たに参考として日立（木工用３６㎜）ＰＵ－ＰＭ３を加える。記録分析用として１６㎜ムービーカメラ（カラー１８ｆ．ｐ．ｓ．）使用。

使用する錐　金工用６㎜　木工用１２㎜

⑧〔テスト経過〕

参考としてムービーより拡大した主要写真を添付する。

⑨〔評価（まとめ）〕

９－１　準備作業の一般的作業手順について：

３名の被験者とも，一応の体験があるため，比較的不安・とまどいもなく落付いた態度で作業が進められているように観察されたが，被験者の平均した作業手順は，概ね次に示すパターンに含まれ，ほゞ適当な進め方と評価される。（表３－１）

９－１－１　準備の第１段階において，第１に被験者は主点をドリル錐をチャッキングする行為におき，その操作のしやすさを念頭に，まず，対象ドリルを取り上げようとする。したがって被験者は必ずしもハンドルをまず握り…など定形的動作に捉われることなく，大胆に，しかし注意深くドリル表面の好みの位置を摑み手元に引よせ，次のチャックキーの作

業に入る。
この行動は，初心者が最初から常にハンドルを気にしながら，不安げに試行錯誤していることと対照的であり，経験することの大切さを知らされた。
被験者が同様にドリルのハンドルを握ったのは，プラグをコンセントに差込む動作時からで，このことは顕著な現象というべきであろう。
9－1－2　チャッキングは第1の重要作業であり，特にチャックキーの形状，大きさは能率に大きく関係する。
対象機種の内，二つのB＆DはいずれもL形キーであり，BOSCH,マキタはT形キーであった。L形キーの場合は小さく力が入りにくい難点があるのに比し,T形キーは指のかかりも十分で力が入れやすく能率もすぐれる。しかし，L形キーも馴れれば，さして問題になるまい。
9－1－3　プラグ差込みは以上の作業が終り,はじめて行なうもので安全上絶対守られる必要がある。
B＆D（無段），BOSCHはいずれも二重絶縁構造のものであるが，B＆Dの旧型とマキタはその構造でないため，特にアースをとらねばならない。将来の家庭用電動工具は原則として二重絶縁構造にすべきである。
9－1－4　穴あけ作業をするための前段として，作業に適する安定した電気ドリルの保持の姿勢をとることが要求され，それはとりも直さず，作業の安全と能率をあげることにつながる。
この場合，特に必要とする一定時間の静的作業負担をうけることになる。したがって，ドリルを支えた時のドリルの重量バランスが整っていること，穴あけ予定点への照準が容易であること，回転による振動，ブレに影響をうけることなく，適切な押し力・引き力を軸方向に均等に働らかせうること，万一の場合機敏に危険から身を守りうることが可能でなければならない。
ドリル操作における重量バランスの調和は姿勢を規制する要因の第一であろう。その点，ピストル型のドリルハンドルのもの（例：B＆D,BOSCHなど)は重心位置が高く，ブレを生じやすく，機関銃型のもの（例：マキタ）は重心軸に沿って握るのでブレも少なく，照準もつけやすい利点があり，姿勢も確実に保持できる。
詳細については，ハンドルの太さ，長さ，（断面形状については，あまり差を感じないとする報告がある），基本的な握りにおける各種スイッチの位置，形状，（握り方によっては指の皮膚面をはさんでしまう。ロックボタンの位置が不適で，きつく握るとそのボタンを誤って押してしまう，などの報告あり），また，コードも邪魔な存在になるかも知れない。
重量負担を分担し，かつ照準の微妙な調整を担う左手の役目は重要であるが，ここにもいくつかの問題があげられる。左手の支持部の形状・太さ・長さが手の大きさ・握りの確実さに対し不適の場合には姿勢および，作業能率・安全性に影響を与える。
特に左手のスペースが狭いと，モーター排気孔をふさぐことになり，モーター効率に影響を与えるおそれを生じ，時によっては指がドリルチャックにふれ，もしくはふれそうになるが，これは安全上危険である。また，支柱部に丸味が強く，手がかりがないと，予期しないショックで滑り，はずれを生じ事故につながる危険がある。
以上の問題を解決するためには，使用者の手の大きさ，両手の余裕のある支持間隔および，使用者の体力を考えた重量，その配置，形状を工具の物理的設計と同じ重要さで考慮することが大切である。
9－2　穴あけ作業（表3－2）
9－2－1　スイッチを入れるとまず第1に無負荷時の回転音と，トルク・リアクションがあることで，しっかり保持していないと不安感を生じ，同時に回転に振られることがあるが，数回の経験で馴れることである。主たる問題は，スイッチ類（メインスイッチ，ロックボタン，速度切換ボタン，振動・普通ドリルの切換レバーなど）の位置，形状，大きさ，表示（カラー，記号など）の処理である。特に，メイン・スイッチとロックボタンの関係は誤操作を生じないよう工夫をする要がある。今回のテストでは4機種共，ロックボタンの位置，押方向の関係の不都合を指摘されている。
9－2－2　穴あけ作業では材料により操作感が異なり，例えばベニヤなど軟質のものは最初から喰込がよくドリリングしやすいが，鉄材はドリルを接した時，ハネ，流れ現象を生じ（特に丸形材は決め難い）難渋しがちであるが，あらかじめ穴あけ点にポンチを打つなどして経験的に処理される。
回転数，トルクなど物理的条件は，当然作業能率の可否にかかわる問題であり，問題点からは除外したい。
9－3　あと作業（表3－3）
作業における緊張と精神集中の時間が長ければ長いほど，スイッチOFF にした時のホッとした開放感が強く，かつ，静的作業は動的作業より，負担も大きく，特に工具との接触面である手掌（特定の指を含む）から手根関節・ひじ関節・肩関節部分へと負担の大きさによって痛み，筋肉疲労の部位が拡大し，最終的には腰部に至る（使用者の習熟度によりその差は大きい）。このような心理的・生理的負担からの開放（作業の難易度にも関係するが）は，とかく気のゆるみを誘い，誤操作・ケガなどのトラブルを生ずる可能性が高い。特にドリル錐の取はずし作業などに粗略にならぬよう注意を要する。
9－4　以上，作業順序を追って各被験者の行動を観察し，一般的に考えられる問題の所在について検討を行ったが，被験者はいずれも経験者であること，穴あけにおいては位置を指定せず，各人の立位での最適作業高を任意に選ばせたこと，などのためか，作業中において機種が変っても，その保持状態は要領よく安定したものと見受けられた。
各機種間における作業性についての被験者の報告では，「ピストル型よりも機関銃型のマキタが最も安定し，使いやすく，かつ，前方へ押し出す姿勢がとりやすい」また，「BOSCHの補助ハンドルを備えたものにあっては，他機種に比べ，その穴あけ位置が若干ではあるが予定位置より下位置になりやすい」などの知見があったが，前者の場合は，ハンドルが重心の軸線上にあるため，手の握りと錐位置が一線になりやすいことにより，また，後者の場合は，ピストル型ハンドルであり，かつ，補助ハンドルがモーター位置の上縁付近にあり，モーターの重量を吊り下げる形になるため，軸線を水平

にしたつもりでも，比較的左手がドリル先端を押え気味になることにより軸線が前下りになるためと考えられ　。これは習熟により修正しうることとはいえ，初心者用としては一考を要しよう。
なお，参考として試用した日立木工用大型機による，垂直材への直角穴あけ作業においては，被験者の体位に比し，相当高位置でのドリリングが可能であったことは注目に値する。

3＝テスト－3
①〔課題〕
初心者によるハンドルの操作性の調査テスト
②〔目的〕
本来，電気ドリルの造形はその形を一見したのみで，適切な保持の仕方，操作の手順など要所が容易に理解できるように設計されていることが，安全，能率の観点から望ましい。まして，家庭用・初心者用のものにおいてはなおさらであろう。
このテストは電気ドリルの取扱いについて，全く無経験の学生グループに対し，一切の予見を与えず，各自の任意の判断にゆだねた場合，どのような保持を行い，また，そのことがドリル作業において，どのような問題を提示するかを明らかにしょうとしたものである。
③〔観察者〕
川上顕治郎　青木史郎　相原章
④〔テスト場所〕
多摩美術大学八王子校舎
⑤〔日時〕
昭和５２年１０月２１日
⑥〔被験者〕
学生（多摩美術大学　ＩＤ３年生）１５名（男１０，女５）
⑦〔条件〕
作業台にバイスで固定した材料３種。
７－１　１６㎜ｔパーティクルボード(プラスチック化粧板張)
７－２　２５㎜角，２㎜厚鉄角パイプ。
７－３　２５㎜径，２㎜厚鉄丸パイプ。
テストに用いた機種はテスト－１による４機種に，新たに参考としてＢ＆Ｄコードレス（MOD－4）を追加。
各電気ドリルの穴あけ位置は任意とする。
⑧〔テスト経過〕
経過記録はスチール写真による。
⑨〔評価（まとめ）〕
被験者に電気ドリルの取扱いについてほとんど知識を持たぬ未体験の学生男女のべ６７名について，本テストの条件に示す鉄またはパーティクルボードに５機種の夫々異なった諸元，形体の電気ドリルを与え作業せしめた場合，各被験者の挙動，特に，ドリル操作における右，左手の位置のとり方に着目しようとした。
彼らが自然に構える姿勢のとり方は，ドリルの形体，重さ，手と操作部の各部品との対応の難易などに最も関係が深いはずであり，形に導かれるままに正規の安定した構えがとれることが，初心者にとっては，使いやすさ，安全を含む当該製品への信頼感を増すことになる。
これら手とドリルとの接点がスムーズに正規の位置に決まるか，あるいは，被験者がその位置決めに不安，またはあいまいさを感じて戸惑うかの問題について，主として写真観察により判定したところ，図３－６－１～３－６－５のような結果を得た。
特に図３－６－１を中心に考察する。水平方向に対する穴あけ作業（作業点は任意）における各機種の手による保持位置の適・不適をみると，Ｂ＆Ｄ（定速および無段変速を含む）においては，左手支持を下側（期待する方向）よりした者は当該機種を扱った者全体の僅か４８％で，左手を上側（期待しない方向）より押えた者，およびその他の特異の押え方をした者を合せると５２％であった。このことは，ドリル自体の形体，特に重心を支え照準を助けるべき左手の位置があいまいであることを示し，およそ使用する人の半分は，当初において戸惑うであろうことを意味する。
ＢＯＳＣＨは，あらかじめ本体部左前方上縁に補助グリップがあり，これを扱った者の８２％は迷うことなく形の導くままに所定の位置を保持しており，基本的支持については適切なものと評価し得よう。
マキタは，これを扱った者の全部が，申し合せたように左手の支持は下側（期待する方向）よりうけており，全く自然にその支持点を理解している。
この製品はこの実験で扱った機種の内，形もＤ型（いわゆる機関銃型）で大きく，重量も大きいことが当然の保持位置を選んだことになったのかも知れない。いずれにしてもこのテストでは，マキタが最もすぐれ，BOSCHがこれにつぎ，Ｂ＆Ｄが一番問題が多いということになる。

4＝テスト－4
①〔課題〕
作業条件と指示を与えた場合のドリル操作の調査テスト
②〔目的〕
初心者(学生3年生3名)および，やや馴れた者（学生４年生１名)計4名を選び，鉄製筒（2㎜厚）電柱に１００㎜間隔により穴あけ位置を指定（最高1,500㎜，最低５００㎜の間），予め関係機種の取扱説明書をよませた後，各ピッチ毎の穴あけ作業を連続的に行わしめ，各機種毎と作業時間の関係，作業者の自覚疲労の度合を調査し，ドリル作業における作業者と機種との間に介在する問題点を抽出しようとした。
③〔観察者〕
川上顕治郎　青木史郎　相原章
④〔テスト場所〕
多摩美術大学八王子校舎
⑤〔日時〕
昭和５２年１１月１１日
⑥〔被験者〕
学生（多摩美術大学　３年生　３名）
学生（多摩美術大学　４年生　１名）計４名
⑦〔条件〕
径２００㎜，厚さ２㎜の鉄板筒（旧電柱）を直立させ，その高さ1,500～500㎜ の間に１００㎜ピッチに穴あけ位置指示マークをつけ
・マークのみ

・マークの上にポンチ打ち，
による2通りの穴明け作業を行う。テスト機種B＆D（定速用）B＆D（無段変速用），ドリル錐は金工用3㎜とする。

⑧〔指示〕

8－1　取扱説明書をよむ。

8－2　マーク上に連続穴あけを行う。

8－3　材料（旧電柱）に直角にあけること。

8－4　連続作業時間をストップウオッチにより計測。

8－5　スチール写真により要点記録。

8－6　16㎜ムービー（12f．p．s。）を一部使用，
（注：モーター不調のため一部欠損，参考に留める）

⑨〔テスト経過〕

各被験者の作業状況撮影，各機種別連続作業時間を主として観察。

⑩〔考察〕

テスト－4は前回までの3種類の使用テストより，精度を高め，被験者は男女各2名（初心者）と少なくプレテスト的性格が強いが，使用する工具はB＆D社の定速，ならびに無段変速の2機種，穴あけの対象とする鉄板筒（厚さ2㎜）1種とし，さらに高さ500㎜～1,500㎜の間に100㎜ピッチによる作業点を指定，しかもドリリング前に各作業点にポンチを打ったものと打たないものとを用意し，作業能率の差異をみるとともに，手掌など皮膚面における疲労部位のチェックをも調査することにより，内面的問題をも考察しようとした。

具体的にテストを実施してみると，テスト途中でドリル刃の折損が多発し（2㎜の鉄板厚に対するドリル刃の不適合，また直立筒に必ずしも直角にドリルを打込まないことなどのため），また，本テストにおいて100㎜ピッチの作業指定点すべてをドリリングすることにより姿勢・動作の変化を観察しようとしたものの，意外と時間を費やすことになったため，テスト後段では1,500㎜，1,000㎜，500㎜の3点に絞りテストを行なった。

したがって考察においてもこの3点を中心として考慮した。

10－1　ポンチ打の有無の効果

被験者4名についての作業遂行度を時間要素と対比してみると表3－5のようになるが（これを図にしたのが図3－7），定速機種において男子Aは「ポンチの有無」いずれも100㎜ピッチの作業点を穴あけし，男子Cは「ポンチなし」の100㎜ピッチの作業点を終り，「ポンチ有」の方は1500，1,000，500㎜の3点のみについて行ない，女子Bは男子Cと同じに行なったが，女子Dは4人の中でもっとも経験なく不馴れのこともあり，「ポンチの有」「なし」のいずれについても前記同様に3点のみについて行なった。

無段変速機種においては，男子A，C，女子B，Dのいずれも3点のみに作業指示を変更，さらに「ポンチなし」で各人に最もドリリングしやすい高さを任意に選ばせる作業を付け加えた（ただし，100ｍ毎の指定高さの作業点のいずれかとする）。特に女子Dは「ポンチ有」の1,500㎜作業点に対して，2～3分間ドリリングを行ないながら，押し力の低下など筋力の疲労のためか遂に作業を遂行し得ず断念したことが惜しまれる。

この作業の結果から考察する限り，「ポンチ有」による作業時間は機種および性差能力にかかわらず，「ポンチなし」の場合に比較して短かく，その効果のあることが明らかである（表3－6）。少くとも初心者，未熟練者においては穴あけすべき材質が硬く，しかもすべり易く，あるいは曲面の場合には必ずポンチ打ちして後ドリリングする習慣を身につけることが望ましい。しかし，ドリルの性能が高く，ドリル太さが適合し，かつ電気ドリルの取扱いに習熟すれば，相当程度作業時間を短縮しうる可能性は高い。

10－2　作業しやすい高さ範囲

このテスト結果の作業時間データ（図3－7，3－8）を検討すると，表3－7のようになる。一般に男子の方が女子より作業時間が短かく，かつ，機種においては定速より無段変速の性能をもつものの方が効率のよいことが分る。作業の手順として，まず最初に定速機種の「ポンチなし」を，次に「ポンチあり」を，そのあとで無段変速機種を用い同様の手順をとり，しかも，夫々につき作業点高の高い方から低い方へとドリリングを行ったことが，作業への馴れ，電気ドリルのクセをのみ込む結果となり，いわゆる要領のよさの体得が性差に現われ，かつ高性能機の効果を助長したとも考えられる。

さて，作業点高別による作業時間を見ると，ポンチの有無に準じて男子は500㎜高点，僅かの差で1,000㎜高点の順，女子は1,000㎜高点，次いで500㎜高点の順に作業時間が短かい。全被験者とも1,500㎜高点は最も作業時間が長い。このことは，各作業点高に対する姿勢に大きく支配されていることが考えられる。

姿勢を規制する条件は，第2章の「作業姿勢と作業空間」にも述べたように，作業点・平衡保持・筋出力・作業密度・明視距離・方向・使用する工具・姿勢反射的生理現象などに支配される結果の綜合として決められるとされており，かつ筋出力は，腕を前方に押し出す場合体重の15％が限度（ローメルトによる）といわれている。

被験者の身長は次の通りである。

男子A　1,640㎜　　男子C　1,600㎜

女子B　1,600㎜　　女子D　1,620㎜

これを昭和42年に鉄道労働科学研究所で計測した300名の計測値平均身長男子1,620㎜，女子1,517.9㎜に比較すると，ほゞ男子平均値に近く，女子としては大きい範囲に属する。（図3－9）

男子平均値の膝関節高は427.1㎜，肘関節高は1,017㎜，眼高は1,503㎜と示されているが，これらの数値ははだしで直立した姿勢であって，いわゆるドリル作業時の姿勢とは異なる。すなわち，脚を開き膝関節をまげ，肘関節をまげて電気ドリルを上肢前方に突出し，ドリル先端および作業点を見定めるため背をやや丸め，前かがみとなり，肘を固めた静的姿勢となる。このような立位ではいわゆる身長値よりおよそ5～6％は頭頂高が短くなると考えられる。

写真による開脚立位で腰をかがめた姿勢の観察と表3－7による数値と対比しつつ考察してみると，男子の場合900～1,300㎜，女子の場合900～1,200㎜の間は安定しやすい範囲に入るものとみられる。

男子が両機種を通じ500㎜高が最も作業時間が短いのは，

片膝を立て腰を落し，背を丸めた姿勢は重心も低く立位姿勢より安定した形をとるためと考えられる。女子の場合は習慣上とかく膝を合せようとするため，やや不安定になり勝ちであり，作業性に不利な影響をもたらす可能性が高い。しかしながら無段変速機種の場合に女子も男子も良い数値をあげているのは，使用機種の高性能に負うところが大きいと思われる。

1,500㎜高点の数値がすべて大きいのは，身長，特に眼高点の影響と，身体が伸びドリルの構えが不安定になりやすいことから来る悪条件が重なり，ドリルを水平に保持しにくいことが要因と思われる。

作業時の能率を高めるためには，本人の体位，出力，姿勢，電気ドリルの形状，性能などに影響されるほか，作業者の服装，はきものなどが適確であることが必要であり，さらに長髪時にはドリルの排気流に吹上げられることによる不快感いら立ちなどが作業に思いがけぬ影響を与える可能性があり，手拭い，帽子をかぶるとか，身だしなみを整えることは能率ばかりでなく安全を図る上からも大切なことである。

１０－３　身体疲労部位の自覚

４人の被験者の作業終了後の自覚疲労について報告を求めたところ，大要次のような回答を得た。

１０－３－１　定速機種（Ｂ＆Ｄ）について

被験者男女全員により，「ハンドルを右手で握っていたが，第Ⅰ指（母指）中手・基節関節から第Ⅱ指中手・基節関節間における，母指内転筋の痛みの強さがある」，さらに「前腰部筋肉痛」および，「上肢全体の鈍痛」の訴えがあった。

その他にドリルを補助する左手上肢についても痛みを訴える者があった。

１０－３－２　無段変速機種（Ｂ＆Ｄ）について

被験者全員より，前項同様母指内転筋の疲労について訴えがあったが，定速機種に比較してその程度は軽いとする印象であった。

被験者の一部に「定速機種テストの手掌の疲労がまだ回復しないうちに，無段変速テストを行なったためか，痛みの部位が母指手根部から母指基節・末節関節に移動した」という報告や，「母指手根部の痛みに耐えかねて手根部を覆う屈筋支帯部で押す」または「ハンドルのうしろ稜線に沿うて第１指を立てた」など，痛みの中で，何とか逃げようとする工夫が図られたようである。

１０－３－３　所見

両機種を通じ，最も問題とするところはハンドル部と手掌部の接点に関する筋疲労についてである。使用に供した２種のドリルはいずれもＢ＆Ｄ社の製品であり，外形的にもハンドル構造においても類形的である。

問題の第１は，欧米人を対象に開発されたものであるため，ハンドルの寸法・形体がわれわれにとって太すぎ，確実に握ろうとすると掌面が余裕なく緊張してしまい，特に，押し力を出すに当り，第Ⅰ指と第Ⅱ指をつなぐ叉部の皮膚面に常時圧力がかかり，痛覚が高まるとともに筋肉の緊張負担が増大する。特に細い長い筋や，短い筋は疲労が早い。これをさけるためには適時休憩をとり正常な筋活動の回復を図ることが必要であるが，第２の問題として，手に余裕をもてるようハンドルの形状・寸法を日本人の手の形状・寸法に適合するように改め，かつ，重量の軽減，保持のバランスを図ること。（両手の負担の配分の適正化）。および，押し力が容易にドリルに伝達されるようハンドルの握り形状を工夫し，最も押しやすい位置，大きさ，形状を定めることなどである。

Ｂ＆Ｄのハンドルはわれわれにとって太すぎるばかりでなく，重心がうしろ下方にいわゆるピストル型に装備してあるが，重量は一般のピストルよりはるかに重く大型である。したがってハンドル部の負荷は大きい。少くとも，ドリルの筒軸中心位置を押す形式にハンドルを改めた方が作業者の手への負担は軽減される筈である。特に，スイッチボタン，ロックボタンの位置および，その大きさ，操作力の適合が図られねばならない。

ＤＩＹ電気ドリルは本来，専門職用に作られ，それが安易に一般家庭用として普及したものであり，性能のよいものが歓迎されることは確かであるが，それなりに性能を落すことなく素人にも安心して使え，かつ，操作性，安全性に十分気配りをした設計であることが望まれる。

2.　騒音測定

１＝電気ドリルにおける騒音問題の意義

電動工具の使用上，吟味しなければならない環境因子の主要なものは，騒音・振動・粉じん・照明などであろう。こゝで問題にしている電動工具は家庭用であり，生産手段としてのそれではない。また，中でも電気ドリルに注目しているので，環境因子における着眼点もおのずと定まってくる。すなわち，使用者の健康・安全・作業能率という観点も重要であるが，特に日本の住宅環境を念頭においた場合，隣人への影響が重要な着眼点となることを確認する必要がある。

その意味で，家庭用の電気製品の中でも特に電気ドリルは騒音が大きい道具であることに注目しなければならない。その背景としては，元来プロ用として発展して来た工具が一般家庭用にも拡大普及したこと，特にＤＩＹ運動が，地下に工作室を有する恵まれたアメリカの家庭を土壌に進んで来たことなどをあげなくてはならない。

もともと家庭用電気器具として着想され設計・開発されていれば，もっと音を小さくする工夫や努力がなされたであろう。≪日曜大工≫と称する運動の中で位置付られている道具であることからも判る通り休日に使用されることが多く，ピアノ殺人などが起るほど，狭く・密集した貧弱な日本の住宅環境を考えると，現在入手し得る限りの内外の電気ドリルを使ってみると，その音が大きい事を無視するわけには行かない。

そうでなくても家庭の中には文明の利器が増加し，自然音よりもモーター音などの人工音が満ちており，そこへ休日の夢を破るような新たな騒音源が何の対策も施されないまゝ侵入して来るのはあまり愉快なことではない。

そこで，電動工具の減音設計に何か有効な指針でも得られれ

ばと，簡単な使用実験を企て，各種使用条件下での電気ドリルの騒音実態と，ちょっとしたアイデアで減音効果を導き出す実験を行なったので以下にそれらの報告をまとめてみる。
電気ドリルの騒音に影響を与える因子は大きく類別すると，ドリルのモーター，減速歯車，冷却用ファンの構造や材料の性質など構造条件とドリル径・対象材料・作業速度などの作業条件の2つに大別できよう。こゝでは数ある種類の中から，ブラックアンドデッカー（B＆D）社の3機種に絞って，作業条件も日常的な条件に設定して，機種や条件間の比較を若干行なってみた。

2＝電気ドリル騒音測定項目と方法

騒音測定の狙いは次の通りであった。

① 同一メーカー製でも性能による差はどれほどであるか。
② 空転時と作業時での差はどれほどか。
③ 騒音暴露地点によるちがい，特に室の内外差及び扉を閉めることによる遮音効果はどれ位か。
④ モーターの発熱冷却用排気ダクトにカバーを取付けることにより生ずる減音効果の検討。

そこで，表3－8のような概要で騒音の測定実験を行なった。すなわち，採り上げた供試機種はB＆Dの無段変速ドリルでトリガースイッチの調節操作により低速から高速まで任意に無段変速ができる3機種中，最も高性能なもの，B＆Dのドリルキットのシングル速度のもの，さらに新製品として売出し中の充電で稼動するワイヤレスB＆Dの《NOD－4》である。
測定条件としては，図3－10のような把持法で稼動させる無負荷状態と，図3－11のような高さ755㎜の机上で，厚さ23㎜，巾85㎜のラワン材にドリル径4.6㎜φと太い6.5㎜φにより穴をあける作業状態とした。板材の上には事前に補助線を引いて穴の位置を指示するようにし，穴のあける方向は図3－11のように垂直とした。
また，研磨作業は，図3－12，3－13のように外径280㎜φ，内径230㎜φ，上面の高さ655㎜，下面の高さ630㎜，の鋳鉄製の大型灰皿の表面を40Dのサンド・ペーパー・ディスクにより行なった。
測定のための作業はいずれも各1人の男子被験者（22才の大学生）により行なった。作業者により作業の巧拙はあるがそれは騒音の持続時間に影響しても，騒音の性質や大きさには大きな差はないと考えて被験者は各作業とも1人で充分として計画した。
なお，今回はドリル作業に主題を絞ったので研磨作業は，対象材料が金属になった場合の参考として見るに留めた。
さらに，騒音はリオン社製の指示騒音計（リオンNA－07A型）による騒音レベルと，同社製周波数分析器（リオンSA－55型）による可聴域の周波数分析を行ない，それらの測定値をもとにして，必要に応じて，SIL値（会話妨害度）NC曲線との対比，NR数，sone数，noy 数などを算出し電気ドリルの騒音評価の便に供した。
また，騒音の周波数分析を行なっている70～90秒の間にドリルであけた穴の個数を記録し，所要時間をストップウォッチで計測記録し，1分間当りの作業個数に換算表示し作業能率を比較した。
室内外騒音の差を見るため，騒音は，(A)作業者耳の位置（図3－12），(B)作業場所から右横へ水平2mはなれた机上面と同一高さ（7.55㎜），室外で，作業場所から5.5m右横に離れた点で机上面高で，扉を開放した場合（C）と，閉鎖した場合（D）の4点で測定した。なお，室内外を分けている扉は高さ1,960㎜，巾850㎜，厚さ40㎜のベニヤ板製の中空の扉である。A，B，C，D各点の水平位置関係や室の様子は図3－14に示した。
なお，減音効果を吟味するため，無段変速B＆Dのモータ発熱冷却用のファンの排気ダクト孔のところに厚手のボールでカバーを取付けたものを実験的に試作して騒音測定の対象に加えて比較検討した。

3＝機種間の作業性能比較

以上の方法で測定して得られた結果を機種別に整理し。周波数分析の結果及びSIL値を表3－9に，測定位置の違いによる騒音レベル結果をphon と sone 尺度で表3－10に，それぞれ一括してまとめた。これらの結果をもとにして測定目的ごとの考察，評価を行なう。
まず，作業性能を無段変速ドリル，シングル速度ドリル，MOD－4の3機種で比較する。これは表3－9の備考欄に，1分間当りのドリル穴個数で示すドリル速度の実測値を比較すればよい。無段変速ドリルではドリル径が6.5㎜φで14.8個／分，シングル速度ドリルでは，ドリル径が4.6㎜φで12.5個／分，MOD－4では4.6㎜φで7.4個／分，6.5㎜φで3.8個／分であった。
ドリル径が機種で一定でないため単純比較はできないが，一般にドリル径が太い場合の方が細い時よりドリル速度が材料との摩擦などが大きいため，遅いことを考慮に入れると，無段変速，シングル速度。MOD－4の順に作業速度が高く，上位と下位では約4倍の差，2位と3位の同一条件下での比較では約1.7倍の差がある。
これはワイヤレスの充電電源の場合はパワーに限界があるためか，作業速度がかなり遅いこと，無段変速では最初の位置決めを低速で，穴あけの本作業を高速で連続的に速度調整できる効果のためか作業性能はシングル速度よりすぐれている事が明確にされた。

4＝機種間の騒音比較

表3－9をもとにして。騒音の周波数成分をドリル作業時と空転無負荷時に分けて，機種別に比較したのが図3－15，図3－16である。これは作業者の耳の位置で測定したものである。
作業時の騒音は75～87dB（A）でかなり大きい。無負荷空転時も範囲は72～89dB（A）でほゞ作業時と同じである。作業時も空転時も，騒音の大きさは，作業性能の大きさの順になっており，ドリル速度が大きいほど，騒音も大きいということになる。
参考のために測定した，シングル速度ドリルによる金属の研

磨を対象とした時にはドリル作業よりは数dB 大きい８８～９３dB（Ａ）となった。金属である品物自身が反響して大きくなったと考えられる。
図３－１５を見ると，各機種騒音の周波数成分が判るが成分の比率は各機種共に類似したパターンである。大変特長的な事は，低周波成分が少なく，中心周波数が５００～8,０００Ｃ／Ｓの中，高周波成分が大きいことである。であるから，耳にはより一層うるさく聞える性質の音であるといえよう。
このパターンは図３－１６を見ても判る通り，無負荷空転時でも大差ない。よく見ると無負荷時の方が中心周波数1,000～2,000C/S の中周波数帯域でより大きい音を示すことが判る。
米国における測定例であるが家庭電気機械の騒音を真空掃除機，ラジオ，テレビ一般などで例示してあるのと比較すると，電気ドリルの騒音は，真空掃除機と比べても2,000～8,000Ｃ／Ｓの高周波成分が顕著に多い機械であることが判る（図３－７）。
このように，作業時の騒音は７５dB（Ａ）以上もあるかなり大きなもので，その上，聞く者には不快感を与える高周波成分が多く，作業性能に比例しているのが特長といえよう。
次に騒音の妨害度を示す指標として，音声の聞きとりやすさを目安にして考案されているＳＩＬ値（会話妨害度）を求めて考察してみよう。
ＳＩＬ値とはspeech interference level の略で，音声聴取の際の明瞭度に大きく作用する騒音の中の５００Ｃ／Ｓから5,０００Ｃ／Ｓまでの成分の大小を調べるもので，６００～1,２００，1,２００～2,４００，2,４００～4,８００ の３つのバンドの音圧レベルのdB 数を算術平均した指標である。
一般事務所などにおけるＳＩＬ値は６０～７０dB で「騒々しく」て電話の使用が困難となり，もっと静かな会話室や個室などでは「非常に騒々しい」という関係がある。また1ft はなれて普通の声で話ができるためにはその場所のＳＩＬは６５dB 以下でなければならない。電話の使用については６０dB 以上になると困難になり，７５dB 以上では不能である。
電気ドリルの，無負荷空転時又はドリル作業時の各機種別のＳＩＬ値は表３－９に示す通りである。これでみると無段変速ドリルが82～83dB で最も大きく，次にシングル速度ドリルの77dB，ＭＯＤ－４は65～68dB であった。一般事務室並みの住宅を考えたとしても，無段変速ドリルの妨害度は「非常に騒々しく」て電話の使用は困難又は不能で，シングル速度ドリルでは「非常に騒々しく」電話困難な程度である。それに対してＭＯＤ－４は「騒々しい」というレベルでまあまあ電話困難という程度で，最も音が小さい機種であるといえよう。
たゞし電話が満足して使えるのはＳＩＬが６０dB 以下である。これを満たすのはなかったことになる。
さて，ＳＩＬよりは妨害度と周波数の関係をより広く考慮してある評価基準としてＮＣ曲線がある。これは低音は妨害的ではないから若干レベルは高くてもよいということを考慮した指標で，ある室や場所の騒音を使用目的によって押えたい時に使われている。
たとえばＮＣ－６０におさえたいときには，その音をオクターヴ分析した結果がすべてＮＣ－６０の曲線の値より小さくなければならない。
各種の室に対するＮＣの基準として，家庭の寝室がＮＣ２５～３０，図書館ＮＣ３０，事務室の場合ＮＣ３５～４０で６～８ft テーブルで会議が可能，電話の支障はない。ＮＣ５０～５５では２～３人以上の会議は不可能，電話はやゝ困難でタイプ室，計算機室などが該当，ＮＣ５５以上では非常にうるさくて電話使用は困難で事務室としては不適である。
図３－１８にＮＣ４０からＮＣ７０までのカーブを最もうるさい無段変速と最低のMOD －４のオクターヴ曲線に重ねて示した。
そうすると，先ほど考察したように無段変速ドリルは，最もうるさい基準ＮＣ－７０をも上廻っており，特に５００～8,０００Ｃ／Ｓの中・高周波成分で問題となる。ＭＯＤ－４も4,０００Ｃ／Ｓ附付の高周波成分が問題となるところである。思い切って高周波部分をカットするような改善が必要である。
また，「やかましさ」の感じをあらわす総合的な評価基準と考えられているＩＳＯの提案になるＮＲ数（noise rating number）を用いて電気ドリルのやかましさを評価し，機種間の比較をしてみよう。
ＮＲ数は，その音の周波数帯域の音圧レベルと表３－１１の関係にある数で，１０とびに描いたＮＲ曲線群は図３－１９のように描ける。
ＮＲの基準としては表３－１２のようにまとめて紹介されている。この基準に照らして各機種のＮＲ数を評価したのが表３－１３である。表３－１３ではＮＲ＝６０をこえる周波数帯域には○を，ＮＲ＝８０をこえる帯域には◎を付けて識別し易いようにした。この結果，かなり問題となるのは無段変速ドリルでＮＲ＝６０をこえている帯域は５００Ｃ／Ｓ以上，ＮＲ＝８０をこえているのは1,０００Ｃ／Ｓ以上であり，シングル速度がそれに対し，1,000C/S，4,000 Ｃ／Ｓ以上，MOD-４は1,０００C/S 以上帯域でＮＲ＝６０をこえるがすべてＮＲ＝８０以内であり，無段変速の中・高周波成分に問題の多いことが改めて明確になった。
また，無段変速ドリルにおいては，後で詳述するが，モーターの発熱冷却用ファンの排気ダクトのところをプロテクターでカバーしてやると全体にやかましさが下がることも示された。
以上，色々な評価インデックスを用いて，機種間の相違についてみたが，作業速度の大きい無段変速ドリルが最もうるさくて，かつ５００Ｃ／Ｓ以上の高周波成分がかなり多く含まれているのがその要因となっている。低周波成分はむしろ大変少ないのが特徴である。このような周波数成分の特長は，シングル速度ドリル，ＭＯＤ－４でも類似しているが，作業速度に比例して音もうるさくなっている。
この周波数特性は電気ドリルの構造条件によるところが大と考えられるが，分解して直接の騒音源を確定して工学的設計の再検討が必要と考えられる。ドリルの性能と比例的関係が強いので，モーターからドリルへパワーを伝達する過程の減

速用歯車のかみ合いなどに原因があるのかもしれない。
ところでMOD−4を供試機として扱った被験者がたまたまもらした感想に大変興味のある指摘があった。すなわち,「MOD−4のような騒音は弱々しくて頼りない」というのである。「それに比べると無段変速ドリルはしっかりした仕事をしてくれるという頼もしさがあってよい。」とこういう主旨であった。事実，MOD−4は6.5㎜ødドリルで穴あけをする際充電をたっぷりした直後でも途中で止まってしまうこともあったし，スピードも遅い，それに比べて無段変速ドリルは無類の速さと正確さで穴をあけることができた。
このような工具をデザインするとき，作業音そのものが，性能をイメージさせるような性質を有し，騒音評価の上ではやかましく，好ましくないとされてもユーザーは，それを超越して，作業性能への信頼感を感じる。まことに矛盾するようであるが，従来の機械設計にあまりにも慣れて来ている我々はそのような感覚が身についているのかも知れない。デザインする上で，音と製品のイメージの相互関係をどう処理するか，ひとつのヒントを与えてくれたように思われる。
人間工学の立場で言えばNR＝６０以下でかつ，快いイメージを出す騒音としてまとめ，なおかつ信頼できる性能を事実上発揮する機械・工具，これが望ましい姿であると思われる。

5＝無負荷−作業時の騒音比較

ドリルが空転している時はモータだけの回転音が騒音のすべてであるが，穴あけや研摩など負荷がかかった状態では刃物と材料の摩擦などのため，摩擦音は増え，負荷による回転数低下のため音が減るなどが考えられるので，負荷の有無が最終的にはどう影響しているかを実測値より比較検討してみた。
図３−１５，図３−１６を重ね合わせてみると各機種別の周波数成分の比較が可能になる。それによると３機種ともに共通しているのは中心周波数の帯域では作業中の方が無負荷時より１〜５dB小さくなることである。シングル速度とMOD−4については他の周波数域では作業中の方が無負荷時よりも音圧レベルは高く，その差の最高は１５dBもある。中心周波数帯域が１２５〜２５０Ｃ／Ｓに於ては作業中は９〜15dBほど音圧レベルは上昇し，他の帯域に比べて変化が最も大きい。その次に目立つ変化は4000C/S附近の帯域で５〜７dBほど音圧レベルが上昇する。
それに対して無段変速ドリルにおいては変化傾向が逆転していて，２５０Ｃ／Ｓと４０００Ｃ／Ｓ附近の帯域で２〜６dBほど作業時が大きいのを除いて他の周波数帯域すべてにおいて無負荷時の方が高レベルとなっている。
以上の負荷の有無による音圧レベルの変差を一括したのが表３−１４である。
実験例が少ないので一般的に論ずるのは困難であるが，３例によって判ったことは負荷が加わると音が大きくなる場合と反対の場合があって，大きくなる帯域で顕著なのは125〜250Ｃ／Ｓなどの低周波域で妨害の質としては軽いが，4000Ｃ／Ｓ附近の高周波域でもそれに次いで大きくなる点は看過できない。
逆に1000C／S附近は負荷がかゝると下がる点が３例ともに共通していて興味深い。負荷に起因する回転数低下により減速歯車などの噛み合い部分が音源なのであろうか。
資料が不充分のためこれ以上の分析はできないが要は負荷がかゝると無負荷時より若干音の質が変わり，特に問題視したいのは高周波成分の増加である。

6＝隣人へ及ぼす影響

以上の考察で電気ドリル自体の騒音は作業場においてかなり大きく，うるさいことが判った。アメリカと違って特別に遮音が期待できる地下室などに恵まれない日本の住宅事情においては近隣への影響が大きな課題である。
そこで，作業場所となっている室の内外で作業点以外に２ヶ所で測定し，外部への影響を調べてみた。測定の状況は図３−１４の平面図の通りで，測定結果は表３−１０の通りである。これをグラフ表示したのが図３−２０である。
これからわかることはどの機種でも６〜８dB音圧レベルは低下する。そして，5.5ｍ離れた室外では扉を開けたまゝでも１３〜１５dBは低くなる，Sone尺度で表示すると，そのまゝ音の大きさの感覚量として比較できるので換算して併記したが，感覚的には約１／３に減衰する。
さらに簡単なベニヤ板で出来た高さ1.９６ｍ，巾0.８５ｍ厚さ４０㎜の中空の扉を閉めてしまうと，作業者のところの騒音レベルの約１２〜２２％に減衰してしまう。音のレベルとしてはMOD−4では４８〜５３phonで一般住宅並みで，暗騒音が４０phon前後で非常に静かな場合は，感覚的には約２倍の大きさになり無視し難いが，暗騒音自身が少し騒がしいとマスキングされてしまうほどになってしまう。
しかし，無段変速ドリルにおいては，室外で扉を閉めていても，なお５８〜６０phonもあり，騒がしい事務室や商店あるいは普通の会話音並みとなる，暗騒音が静かな（40phon）場合には感覚的には3.5倍の大きさとなるので，これは無視し得ない存在となる。もっと積極的に吸音材を用いて作業室を覆うなどの配慮がないと近隣へはかなりの迷惑になると考えられる。これは表３−１２のＮＲ数のところで行なった考察と併せ考えると，家庭用電動工具として将来とも普及を意図して行くならば，使用する作業室の防音よりも，騒音源そのものに対策を施し減音再設計するように考えることが急務であろう。

7＝冷却用排気ダクトカバーによる減音効果

騒音対策は一般的には，① 騒音源の軽減，② 騒音源の遮断，③ 反射騒音の吸収 など大きくは３つに分けられるが，基本的な対策は騒音源の軽減であることはいうまでもない。
この観点に立って簡単な試みを行なってみた。
電気ドリルは供試機に限らず，モーターの外側は冷却用に排気ダクトが開口しており，本体ボディ内部の機械音が全く遮断されることなく外部に伝わってくる。こゝに試験的に厚手のボール紙で，カバーを取り付けてみた。カバーのねらいは２つである。即ち，①現状では，ドリルの回転軸に垂直な面上

で排気ダクト孔の周囲へ直接，音が拡散しているのをカバーで遮音する。 ②排気の風力がかなり強いので完全に密閉する訳には行かず，排気の気流方向を軸方向前部へカバーによって変え，ドリルの木くずのクリーニングにも活用する。図3－21がカバーの取り付け方と気流の変化と，図3－22がその写真である。

供試機は最も音が大きかった無段変速ドリルとし無負荷で測定した。周波数分析の結果とSIL値は表3－9に，室内外の騒音レベルの測定結果は表3－10と図3－20に示してある。

排気ダクト孔カバーの減音効果はSIL値では83dBから78dBへと5dB 下がり，周波数特性としては，図3－16の斜線部に示されている。低周波成分のカットは約10dB，1000〜2000C/Sの周波数域では約5dBのカットができており，高周波域ではあまり顕著ではなかった。NR数で評価してみると表3－13で見るように現状では1000C/S以上の高周波域がNR＝80をこえているのが，カバーをつけると2000C/S 以上の帯域に改善されることが明確になった。

やかましさのレベルがどれだけ改良されたかを見るため，noy を単位としたPN－dB (perceived noise level) で表わし比較してみた。これはオクターヴ・バンド音圧レベルに対するnoy 数を線図上で求め，最大のnoy数はそのまゝで，あとのnoy数に0.3の補正係数をかけて各値の総和を求め (NT)表3－15の下欄外の式によってPN－dBを算出する。カバーなしのPN－dB が102.8でカバーをつけると100.8へと改良されたことが判る。

表3－10，図3－20から判るように室外に対しても，感覚的には音の大きさは3.5 soneから2.7 soneへと減少し，約23％小さくなっている。

以上のように簡単な厚手ダンボールによる手製のダクトカバーだけでこれほどの減音効果のあることが証明されたので，もっと本格的なカバーを材料を吟味しつゝ設計し取付ければさらに効果が期待できる。

このダクトカバーは他にも利点が確認された。1つは，ドリル作業時，木くずが穴の周囲につもって来て，穴の位置を示す線が隠れたり，ドリルと穴の接触しているところが見えなくなる。そのため無意識に，口から息を吹きかけては，木くずを吹き飛ばすことになるが，このカバーによって方向を軸前方向へ曲げられた勢いの強い排気流が吹飛ばしてくれるので作業点が隠れないですむ効果は大きい。

もう一つは，電気ドリルの把持法と関係あるが，両手で持つ場合，持ち方によっては，手掌部でダクト孔を完全にふさいでしまい排気流を遮断してしまう不都合が起るのである。ところがカバーにより，この不安は解消する。

実用的なデザインとしては，カバーのふくらみを事前に考慮し，ボディ本体をより少し小さくし，カバーを含んだ最終のボディー・ラインが手掌部で把持しやすい形状と寸法になるように工夫すると効果的である。

カバーだけではまだ満足できる状態にならないのでもっと根本的な減音設計を考える必要があるが大胆な試案を示すなら，減速用歯車の材料を金属から強化プラスティックに変える，歯車の数を減らす，あるいは歯車群をユニットとしてすっぽりオイル箱に入れてしまうとか，積極的な再設計の試みが各メーカーの技術関係者によって行なわれることを強く訴えておきたい。繰り返しになるが，今や電気ドリルは産業用，プロ用の工具ではなく，一般人が日常生活の中で使用する他の電化製品と同じ分野の家庭用電気製品化したことを再確認すべきであろう。また住宅事情が欧米と異なる日本では外国製品を輸入して使う場合，この点を特に重視してチェックする必要があろう。

3. 手の計測

機械の側の入力源としての操作・制御部（例えばレバー，ハンドル，スイッチ，ペダルなど）と人間の側の出力を伝達する効果器（例えば，足など）との接点の円滑化を図ることは，作業の能率・安全・快適性などを確保する上で極めて重要な要件である。

しかも，作業者の手とハンドルなどとの間の対応の頻度は極めて高いだけにその適合度の良否は作業に少なからぬ影響を与える。したがって手の寸法，形状，各関節の動き（角度）および出力などの特性を明らかにし，これを定量的に操作部のデザインに応用することが必要となる。

しかしながら手に関する計測値はわが国でもその例に乏しく，特に電動工具についての手の計測で公表されたものは皆無といってよい。

よって，このたび特に電気ドリルのデザインのために必要と考えられる基本的手掌の計測項目を選び2種の計測および測定を行なうと共に関連データを併用した。

1＝第1の計測

① 第1の計測においては，次の項目計測に主点をおく。

1－1 右きき，左ききの出現比率をみること。

1－2 手掌部位の内各指の末節最大巾につき，特に左右手の数値を比較すること。

1－3 電気ドリルのハンドル長設定のための参考として，第Ⅱ－Ⅴ指中節の巾を求めること。

1－4 ドリルの前方下部における左手（右ききの場合）支持部長設定の基礎として左手（または右手）の掌面巾を求めること。
これは手の関節構造と手を差し出す方向からみて，支持しやすい電気ドリルの接触面を規定しようとするもので，ここで求める数値はドリルの本体下面巾の適寸に相当する。これを特にG形状巾と仮称する。

② 計測部位は次の11項目とし，握力，手長，Ⅰ指〜Ⅴ指末節最大巾については右手・左手をそれぞれ計測する（図－23）。

1 身長（stature）：床面から頭頂点までの高さ。計測時姿勢は自然直立位とする。

2 体重（body weight）：身体の重量。ただし，はき

もの，上衣などをぬぎ，可能の限り軽装とする。
3 握力(grip strength)：手を握った時の最大筋出力。(右手および左手)
4 手長(hand length)： 骨茎突点と尺骨茎突点を結ぶ掌側面の線上の中点からⅢ指指先点までの直線距離(右手および左手)
15 Ⅰ指末節最大巾(finger Ⅰ,phalanx distalis breadth)：掌側面Ⅰ指の指節間関節位とⅠ指指先点間における橈側および尺側最外側間の掌面に平行でⅠ指の伸展方向に対して垂直な直線距離(右手および左手)
16 Ⅱ指末節最大巾(fingerⅡ,phalanx distalis breadth)：掌側面Ⅱ指指節間遠位関節位とⅡ指指先点間における橈側および尺側最外側間の掌面に平行でⅡ指の伸展方向に対し垂直な直線距離(右手および左手)
17 Ⅲ指末節最大巾(finggⅢ,phalanx distalis breadth)：6項に準ずる。
18 Ⅳ指末節最大巾(fingerⅣ,phalanx distalis breadth)：6項に準ずる。
19 Ⅴ指末節最大巾(fingerⅤ,phalanx distalis breadth)：6項に準ずる。
22※ Ⅱ指－Ⅴ指中節巾(fingerⅡ－Ⅴ,phalawx media breadth)：被験者にϕ20㎜の円筒状棒を握らせ，Ⅱ指中節指節中央橈側端における円筒状棒の接点と，Ⅴ指中節指節中央尺側外側端における円筒状棒との接点間を結ぶ直線距離。
23※ G掌巾(palmaris special breadth)：Ⅴ指掌指節間関節位尺側外側端点と，Ⅱ指近位指節間関節位橈側外側端点とを結ぶ直線距離に対し，Ⅰ指掌指節間関節位尺側手根点(Ⅰ指を掌側に屈曲した時に生ずる深いしわとⅠ指の掌側中心軸線との交点)より直角に交わる直線距離。

(註：※印は特殊部位の計測方法を示す)

③ 測定に用いる計測器具には主として国際的に認められたマルチン式計測器具を使用したが,各計測部位に対する用具は次の通りである。

1 身長：身長計(Anthropo meter)(マルチン式)
2 体重：度量衡検定に合格した市販のヘルスメータ
3 握力：スメドレー式握力計
4 手長：滑動計(Gleit－zirkel)(マルチン式)
15 Ⅰ指末節最大巾： 同 上
16 Ⅱ指 〃 ： 同 上
17 Ⅲ指 〃 ： 同 上
18 Ⅳ指 〃 ： 同 上
19 Ⅴ指 〃 ： 同 上
22 Ⅱ－Ⅴ指中節巾： 同 上 補助具20㎜径円筒棒
23 G掌巾：滑動計

④ 測定のための経過

測定期日 昭和52年11月22日より12月1日
測定場所 日本大学芸術学部内
測 定 者 人間工学研究班(74年学生5名)
被測定者 総数 264名 (内 男子153名，女子111名)
内有効数 251名 (内 男子 142名，女子 109名)
(日本大学芸術学部 学生 1年次～4年次男女学生)

⑤ 集計結果学部

被測定者251名の内，きき手別調査は次の通りである。

右きき：男子 126名(男子中 88.9%)
　　　　女子 102名(女子中 94.6%)
左きき：男子 16名(男子中 11.1%)
　　　　女子 7名(女子中 6.4%)

全体として，
右きき 228名 (全体の90.8%)
左きき 23名 (全体の 9.2%)

12測定項目に関する計測値は，右きき手，左きき手に大別し，男女それぞれの右手，左手についての，平均値($\bar{x}$)，標準偏差(σ)，および最大値，最小値を示した(表3－16)。ただし，測定項目の内G形状巾(特殊計測)に関しては，作業の都合により，全被測定者の内からランダムに男女50名以上(実際には男子86名，女子62名)を選び，特に右きき，左ききに関係なく，平均値($\bar{x}$)，標準偏差(σ)，最大値，最小値を求め表3－17の結果を得た。

2＝第2の計測

第2の計測においては製品科学研究所が1966年(昭41)に全国一般成人(20～40才)1,557人(内男789人，女768人)について行なった手掌計測(15部位)，肝付邦憲により1974年(昭49)学生14名(平均21才)について行なった手掌計測(11部位)，および，堀野定雄が被測定者1名(学生，男22才)につき測定を行なった参考値を加え，特に電気ドリルの寸法決定に関係ありと思われる計測点14項目について検討を行なった。

計測部位は次の14項目とし，対象は男子，特に明記してないものはすべて右手である。

4 手長(hand length)：前出。
5 Ⅰ手掌長(palmaris Ⅰ length)：橈骨茎突点と，尺骨茎突点を結ぶ掌側面線上の中点と，Ⅲ指指先端点とを結ぶ線分の中点側において直交する仮線に対し，Ⅰ指手根点から垂直に交わる直線距離。
12 Ⅲ手掌長(palmaris Ⅲ length)：前項の橈骨茎突点と尺骨茎突点を結ぶ中点とⅢ指掌指節間関節の中点(指節点)間の直線距離。
7 Ⅴ手掌長(palmaris Ⅴ length)：前項の橈骨茎突点と尺骨茎突点を結ぶ中点とⅢ指指先端点とを結ぶ線分の中点側において直交する仮線に対し，Ⅴ指掌指節間関節の中点(指節点)より垂直に交わる直線距離。
8 手掌長(hand breadth at melacarpale)：橈側中手端点から尺側中手端点までの直線距離。
9 最大手掌巾(maximum hand breadth)：尺側中手端点からⅠ指指節点外側端までの直線距離。
10 Ⅰ指長(fingerⅠ length)：Ⅰ指基節骨部位にあ

る掌側屈曲線の中点からⅠ指指先端点までの直線距離。

11 Ⅱ指長（finger Ⅱ breadth）：Ⅱ指について前項に準ずる。

12 Ⅲ指長（finger Ⅲ breadth）：Ⅲ指について前項に準ずる。

13 Ⅳ指長（finger Ⅳ breadth）：Ⅳ指について前項に準ずる。

14 Ⅴ指長（finger Ⅴ breadth）：Ⅴ指について前項に準ずる。

20 にぎり内径（inside grip diameter）：Ⅰ指先端とⅢ指先端を接して内側にほゞ円形を作った状態におけるⅢ指指節点をⅠ指指節間関節内側部位間の直線距離（具体的には円錐形にぎり径測定具による。

21 にぎり外径（maximum grip diameter）：Ⅰ指先端とⅢ指先端を接して内側にほゞ円形を作った状態におけるⅢ指指節点とⅠ指指節間開節最外突出部位間の直線距離（同　上）。

23 D掌巾（palmaeis special breadth）:前出。

測定に用いる計測器は主としてマルチン式による滑動計，およびにぎり内・外形においてにぎり径測定具を併用した。

計測値は，男子平均値$(\overline{x})$，標準偏差値(σ)とし，その比較値は表3－18の通りである。

3＝考　察

今回のテストに使ったB＆D社の定速および無段変機種を中心に主としてハンドル部位の把持・操作のあり方を考察し，寸法との関係について述べてみたい。

電気ドリルのハンドル形状にはピストル型のもの，モータ軸に近くT型に取付けられたもの，および，機関銃のハンドルのようにドリル軸に沿うて後端部に取付けられたものとがあり，それぞれメリット，デイメリットがある。ここではB＆D社の製品にみるピストル型を中心に考察することとする。

B＆Dはピストル型でスイッチが引金式になっているため，グリップの有効長さと手掌巾との関係で把手面が規定されるばかりでなく，上部前方にあるモーター部の重量により前方にモーメントがかかるのでそれに抗して保持されなければならない。したがって，操作・保持性を高めるためにはモーメントが小さくなるように重量分散を考慮し，ボデイ本体とグリップの相互関係のバランスを重視すべきである。

すなわち，把持方式，把持の安定性・操作の容易性に主に影響を与える要因は，重量バランス，寸法，特に手と接触する部分の寸法形状の三つと考えられる。

取扱い説明書によると，「正しい把持方式として，第Ⅱ指はドリル軸の方向にボデイ側面に添えるよう」解説されているが，（メーカーの意図はそれなりに理解しうるが……）現場の実態としては使用前に説明書を読み然る後仕事をするという例は少なく，多くのユーザーは，まず電気ドリルの形状を確め戸惑うことなく我流でハンドルを握ると第Ⅱ指で引金をいきなり引いて試してみることになる。このことはドリルの形状がピストル型であるためのイメージからくる既成概念の連想からくる習性と，グリップの大きさが日本人の手掌巾などの寸法に近いなじみ易さからくるものと考えられる。

説明書の教示するように構え第Ⅲ指でスイッチ操作する方式は，確かに本体保持のためにはより確実な安定感を得られることを分るが，われわれの道具の中に第Ⅲ指でスイッチを操作する慣習がなく，加えて本体巾が第Ⅰ指と第Ⅱ指の開き巾よりわずか大きいなどのため異和感を伴ない，特に意識しない限りなじみにくい。この場合，われわれの手では重心の安定がより困難になるため，どうしても左手で本体前方下側に添え手をすることになり，その事がまたドリルの方向性をより精度あるものにする効果が高く作業性が高まる。

このようにドリルの形状は使う人間の柔軟な適応性や融通性や使い方に依存して安易に決定されるものではなく，設計の当初においてユーザーが説明書をたとえ見なくても，その形状を見た時にメーカーの意志通りに迷うことなく正しい把持が行なわれ，自然な形で容易に操作しうるようその動きにフィットするデザインを工夫することが，使いやすさ，安定に通ずる重要な事項であろう。

また，本体の重量は無負荷時，負荷時（作業時）を通じハンドル部の把持のみで扱える範囲内であることが理想であり，その意味では図3－24のハンドル断面B_1B_2の把持力（前方へのモーメントへの抵抗力を加えたもの）が出しやすい手の動きと寸法・形状が適合する要があり，かつD掌巾寸法が有効となる。

D掌巾という計測部位は他の生体計測値にはない，いわば電気ドリルの保持のために設けられたものといってよい。これはハンドル断面形状寸法，特に$\ell_1 \ell_2$の巾，長さが関係する。従来の計測項目にぎり内径より有効であると判断される。今回の計測値においてにぎり内径は42㎜（B：51㎜，C：47㎜－平均値）であったのに対し，G掌へは60.8㎜（第1計測平均値　男子65㎜）と大きいことが判る。

ハンドル断面の手掌に触れる部位がこのD掌巾にマッチすべき根拠としてさらにあげられる問題は，手に加わる作業負担である。

把持方式として第Ⅱ指で本体を支え，第Ⅲ指でスイッチ操作を行うよう指示し，約10分間，やや前かゞみの楽な姿勢で研磨作業をさせると，ストッチを操作している第Ⅲ指指先の痛みを訴え，次に第Ⅰ指下部に異和感を生ずるようになった。これは本体の保持と，押し力の維持，スイッチ操作などのためにこの部分に負担が集中するためであり，ハンドルと手との形態的接点として現状の形状・寸法が必ずしもD掌巾を考慮していないことと深く関連していると思われる。

図3－24の本体Cを中心としたグリップ部と本体周辺の形状は手になじみ易いと保持安定を確保する上で効果がある。

また，他の手で補助的に本体前方に添え手をする場合，D掌巾を考慮した支持面形状寸法とすること，特に，支持面形状に本体軸に平行に稜線を立てると手とのなじみがよくなり，触感により本体の軸方向を把握しうる利点がある。本体下部が丸面で滑りやすい形状は，方向設定をも行ないにくく，かつ，チャック部など回転部に手が触れやすく不安感をもちやすい。したがって，万一手がすべっても危険部位にふれることのないよう，滑り止め機能をもたせた形状を工夫すべきである。

表3－1　ドリル作業（準備作業）

作業動作	考えられる問題の所在
1 ドリルを取上げる	どこを捉えて取上げるか（捉える部位）
2 チャックキーを取上げる	キーの収納場所
3 チャックをゆるめる	
4 ドリルを挿入する	
5 チャックを締める	
6 チャックキーで確実に締める	キーの形状，大きさと締め方
7 プラグをコンセントに押入れる	プラグの形状，大きさ
8 構えの姿勢をとる	右のグリップ位置，形状，太さ
9 ドリル本体を左手で支持する	左手の支持位置，形状，大きさ 左手の位置とハンドルとの距離 支持の必要性 モーター排気孔との関連

表3－2　ドリル作業（実作業）

作業動作	考えられる問題の所在
10 スイッチをONにする	トルク・リアクション，騒音
11 穴をあける	ドリルの長い方が照準，姿勢が決め易い 材料により差違がある（喰込，滑りなど） 回転数，トルクにより差違がある 騒音
12 穴あけ完了	

表3－3　ドリル作業（あと作業）

作業動作	考えられる問題の所在
13 スイッチをOFFにする	
14 プラグをコンセントから抜く	
15 チャックをチャックキーでゆるめる	
16 ドリル刃をはずす	
17 ドリルを収納する	収納方法，コード，付属品，収納箱

表3－4　テスト－3（総　括）

	被験者数（延人数）					対象を水平方向に限ったときの被験者数（延人数）				
	① B&D定速	② B&D無段	③ BOSCH	④ マキタ	計	① B&D定速	② B&D無段	③ BOSCH	④ マキタ	計
男	10	10	17	11	48	10	8	15	8	41
女	5	8	2	4	19	5	4	2	3	14
計	15	18	9	15	57	15	12	17	11	55

表3－5　作業点高さ別作業時間

(単位sec)　注:(　)は被験者による任意の高さ.

① B&D 定速								機種	② B&D 無段変速							
♂ A (1640)		♀ B (1600)		♂ C (1600)		♀ D (1620)		被験者(身長)	♂ A (1640)		♀ B (1600)		♂ C (1600)		♀ D (1620)	
イ	ロ(ポンチ)	イ	ロ(ポンチ)	イ	ロ(ポンチ)	イ	ロ(ポンチ)		イ	ロ(ポンチ)	イ	ロ(ポンチ)	イ	ロ(ポンチ)	イ	ロ(ポンチ)
23	25	55	42	34	24	55	75	▲1500	13	14	16	22	7	11	40	—
20	16	35		19				1400								
15	18	35		12				1300								
13	21	20		13				1200	(10)				(6)			
21	16	13		13				1100			(12)				(24)	
17	13	19	17	14	11	19	23	▲1000	8	8	13	16	6	6	15	20
13	11	16		12				900								
15	12	33		17				800								
14	10	9		16				700								
15	10	26		6				600								
14	9	27	26	7	7	24	36	▲500	9	7	14	10	5	6	24	13
54	45	10	85	55	42	98	134	▲印計	30	29	43	48	18	23	79	—

表3－6　ポンチの有無による作業時間　その1

単位 sec,

B&D	速度	ポンチあり 男	ポンチあり 女	ポンチなし 男	ポンチなし 女	備考
定速	計	97	219	109	199	男女何れも 6回
	平均	32,3	36,5	18,2	33,2	
無段変速	計	52	* 81	48	122	*{女子Bのみ
	平均	17,3	16,2	8	2,3	女子D 2回
合計		149	300	157	321	男子A,C 各6回
平均		12,4	27,3	13,1	26,8	
総平均		19,5		19,9		

表3－7　ポンチの有無による作業時間　その2

	作業高度(mm)	ポンチあり 男	ポンチあり 女	ポンチなし 男	ポンチなし 女
B&D 定速	1500	25	53,5	28,5	55
	(1200)			(13)	
	(1100)				(19)
	1000	12	20	15,5	19
	500	8	31	10.5	25,5
B&D 無段変速	1500	12,5	22	10	25
	(1200)			(8)	
	(1100)				(18)
	1000	7	18	7	14
	500	6.5	11.5	7	19

注：男子，女子2名づつの値を平均。( )は，作業しやすい任意の高さにおける作業時間

表3－8　騒音測定　概要

1. 対象機種
   B&D（ブラック&デッカー）
   1) 無段変速
   2) シングル速度
   3) MOD－4
2. 作業条件
   1) 無負荷
   2) ドリル作業（4.6mmφ，6.5mmφ）ラワン材
   3) 研磨作業　鋳鉄製灰皿
3. 測定項目
   1) 騒音レベル
   2) 周波数分析
   3) 作業速度
4. 測定位置
   1) 作業者耳の位置
   2) 作業点より2m，755mmの高さ
   3) 室外（作業点より5.5m，755mmの高さ）扉開放．扉閉鎖

表3－9　騒音周波数

dB(A)

機種	測定条件	オーバーオール O.A.	中心周波数 (c/s) 31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	SIL値 (dB)	備考 ドリル速度 穴の個数/分
B&D無段変速	無負荷 (空転)	88~89	45	47	52	56	76	86	86	77	75	54	83	—
	無負荷 排気ダクトカバー付	84	35	40	42	54	72	78	82	74	75	54	78	カバーは実験的に試作
	ドリル作業 6.5mmφ	86~87	40	42	49	62	76	81	85	79	70	54	82	14.8個/分
B&Dシングル速度	無負荷 (空転)	82	28	35	38	49	64	78	75	77	75	52	77	—
	ドリル作業 4.6mmφ	84	37	38	52	59	65	73	75	82	76	54	77	12.5個/分
	ドリル作業 6.5mmφ	87~90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	研磨 サンドディスク	88~93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B&D MOD-4	無負荷 (空転)	72	21	20	25	42	54	64	66	64	61	34	65	—
	ドリル作業 細い(4.6mmφ)	75	20	27	35	45	59	65	68	71	65	43	68	7.4個/分
	ドリル作業 太い(6.5mmφ)	75	23	33	40	51	58	63	69	71	64	44	68	3.8個/分

表3－10　室内・外騒音

注：上段はphon，下段はsone

機種	測定位置	作業者耳の位置 A	2m B	室外 (5.6 m) ドア開放 C	ドア閉鎖 D	暗騒音	備考
B&D 無段変速	冷却用排気ダクトカバーなし	88~89 (30)	81~82 (18)	73~74 (10.5)	58~60 (3.5)	40 (1)	無負荷 (空転)
	冷却用排気ダクトカバーあり	84 (21)	78~79 (14.5)	68 (7)	54 (2.7)	38 (0.8)	無負荷 (空転)
B&D シングル速度		84 (21)	78 (14)	—	—	—	ドリル作業
B&D MOD-4	細いドリル 4.6mmφ	75 (11.5)	67~69 (7)	60 (4)	48 (1.8)	38 (0.9)	
	太いドリル 6.5mmφ	75 (11.5)	67 (6.5)	62 (4.5)	53 (2.4)	53 (2.4)	

表3－11
オクターブバンド中心周波数と
a・bデシベル

$$NR数 = \frac{L-a}{b}$$ （Lはオクターブ音圧レベル：dB）

オクターブバンド中心周波数	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
a (dB)	35.5	22.0	12.0	1.8	0	−3.5	−6.1	−8.0
b (dB)	0.790	0.870	0.930	0.974	1.000	1.015	1.025	1.030

守田栄著「騒音と騒音防止」より

表3－12　NR数とその評価

- NR ≦ 40　集中した精神作業が支障なく行える。
- 40≦NR≦60　邪魔で煩しいといった心理的影響あり。
- 60≦NR≦80　騒音への持続的暴露は身体的不調をもたらす。この騒音レベルの場所を騒音源と直接関係のない仕事をしている人たちの作業場にしてはいけない。
- 80≦NR　騒音軽減の対策を必ずとる必要あり。

F.ケラーマン他著「人間工学の指針」(1963)より

表3－13　NR数

×：NR=60をこえている帯域
＊：NR=80　〃

機種	測定条件	騒音レベル dB(A)	中心周波数 c/s 31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
B&D 無段変速	無負荷(空転)	88～89	－	14,6	34,5	47,1	×73,1	*86,0	*88,0	*81,1	*80,6	－
	無負荷.排気ダクトカバー付	84	－	5,7	23,0	45,2	×69,0	×78,0	*84,2	*78,1	*80,6	－
	ドリル作業 6,5mmφ	86～87	－	8,2	31,0	53.8	×73,1	*81,0	*87,2	*83,0	*75,7	－
B&D シングル速度	無負荷(空転)	82	－	−0,6	18,4	39,8	60,8	×78,0	×77,3	*81,1	*80,6	－
	ドリル作業 6.5mmφ	84	－	3,2	34,5	50,5	61,8	×73,0	×77,3	*86,0	*81,6	－
B&D MOD-4	無負荷(空転)	72	－	−19,6	3.4	32,3	50,5	×64,0	×68,5	×68,4	×67,0	－
	ドリル作業 4,5mmφ	75	－	−10,8	14,9	35,5	55,6	×65,0	×70,4	×75,2	×70,9	－
	ドリル作業 6,5mmφ	75	－	−3,2	20,7	41,9	54,6	×63,0	×71,4	×75,2	×69,9	－
騒音源と直接関係ない人に、この騒音場所を仕事場としないこと。		NR=60	－	82	75	69	65	60	57	56	55	－
		NR=80	－	100	94	87	84	80	77	76	75	－

表3－14　作業中と無負荷時の音圧レベルの変差

単位：dB

機種＼中心周波数	オーバーオール	31.5 c/s	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
無段変速	−2	−5	−5	−3	6	0	−5	−1	2	−5	0
シングル速度	2	9	3	14	10	1	−5	0	5	1	2
MOD−4	3	2	13	15	9	4	−1	3	7	3	10

(作業中音圧レベルから無負荷時レベルを差引いた)

表3－15　冷却用排気ダクトカバー取り付けの減音効果

中心周波数 c/s		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	total noy	PN-dB
改造前（カバーなし）	音圧レベル（dB）	47	52	56	76	86	86	77	75	76,4	102,8
	noy	0,1	0,7	2,3	13	27	35	30	44		
改造後（カバー付け）	音圧レベル（dB）	40	42	54	72	78	82	74	75	66,6	100,8
	noy	0,1	0,2	2,0	9,0	16	24	24	44		

表3－16　計測項目に関する計測値

男									
右きき	右手					左手			
計測項目	x̄（平均値）	σ（標準偏差）	（最大）MAX	（最小）MINI		x̄	σ	MAX	MINI
1）身長 (mm)	1707	55	1900	1560					
2）体重 (Kg)	58.8	9.6	76.0	45.0					
3）握力 (Kg)	39	8	67	29		38	6	58	25
4）手長 (mm)	186	8	206	167		188	7	207	166
15）第I指末節最大巾 (mm)	22	1	25	18		22	1	26	19
16）II	18	1	21	15		17	1	20	14
17）III	18	1	20	15		17	1	20	15
18）IV	16	1	19	15		16	1	18	13
19）V	15	1	17	13		15	1	17	12
22）第II～V指中節巾※ (mm)	80	7	94	67					

男									
左きき	右手					左手			
計測項目	x̄	σ	MAX	MINI		x̄	σ	MAX	MINI
1）身長 (mm)	1719	37	1790	1650					
2）体重 (Kg)	63.1	9.7	88.0	48.0					
3）握力 (Kg)	40	6	51	29		41	5	49	31
4）手長 (mm)	187	7	197	177		188	6	197	172
15）第I指末節最大巾 (mm)	22	2	26	19		23	1	25	20
16）II	17	1	20	16		18	1	20	16
17）III	18	1	20	15		18	1	20	16
18）IV	17	1	19	15		17	1	19	15
19）V	15	1	17	14		15	1	18	13
22）第II～V指中節巾※ (mm)	80	3	85	72					

女									
右きき	右手					左手			
計測項目	$\bar{x}$（平均値）	γ（標準偏差）	（最大）MAX	（最小）MINI		$\bar{x}$	γ	MAX	MINI
1)	1581	20	1700	1480					
2)	49.4	2	68.0	38.5					
3)	26	3	40	15		22	4	38	13
4)	173	7	193	154		172	7	196	154
15)	20	2	23	14		19	1	22	16
16)	17	2	18	14		15	1	19	13
17)	15	1	19	13		15	1	19	13
18)	14	1	17	12		14	1	16	12
19)	13	1	17	12		13	1	16	10
22)	72	4	94	59					

女									
左きき	右手					左手			
計測項目	$\bar{x}$	γ	MAX	MINI		$\bar{x}$	γ	MAX	MINI
1)	1565	67	1670	1500					
2)	49.6	5.3	60.0	43.5					
3)	23	4	29	15		24	3	28	18
4)	170	20	182	159		173	23	182	160
15)	20	2	23	18		20	1	22	19
16)	16	2	18	15		16	1	19	15
17)	15	1	18	14		16	1	18	15
18)	14	1	17	14		15	1	17	14
19)	14	1	16	13		13	1	15	12
22)	75	3	80	72					

表３－１７　Ｇ掌巾

計測部位	性別	平均値($\bar{x}$)	標準偏差(δ)	最大値(MAX)	最小値(MIN)
23 G掌巾	男	65	5.7	78	51
	女	57	6.3	73	48

（注：単位 mm）

表３－１８　手部の生体計測値

	計測項目	A, N=1 男子22才	B N=14		C N=789	
			M	S.D.	M	S.D.
4	手長 右	189.0	—	—	186	9
	左	191.8	—	—	—	—
5	第Ⅰ手掌長	76.0	6.3	0.5	—	—
6	Ⅳ	112.4	10.5	0.4	109	6
7	Ⅴ	94.0	8.9	0.5	—	—
8	手掌巾	82.8	8.5	0.6	84	4
9	最大手巾	102.0	10.4	0.8	101	6
10	第Ⅰ指長	52.4	6.2	0.4	58	5
11	Ⅱ	69.5	7.2	0.4	70	4
12	Ⅲ	76.8	7.9	0.4	78	4
13	Ⅳ	75.0	7.5	0.4	73	4
14	Ⅴ	55.5	6.0	0.4	58	4
20	握り内径	42.0	5.1	0.3	※47	6
21	握り外径	92.5	—	—	—	—
23	D巾	60.8	—	—	—	—

注：5～21は右手のみ
※印 男子 N=789

A：今回測定(1977)
B：肝付邦憲(1974) 学生(平均21才)
C：製品科学研究所(1966) 一般人20～40才

図３－１　Ｂ＆Ｄ　モデル５７５５

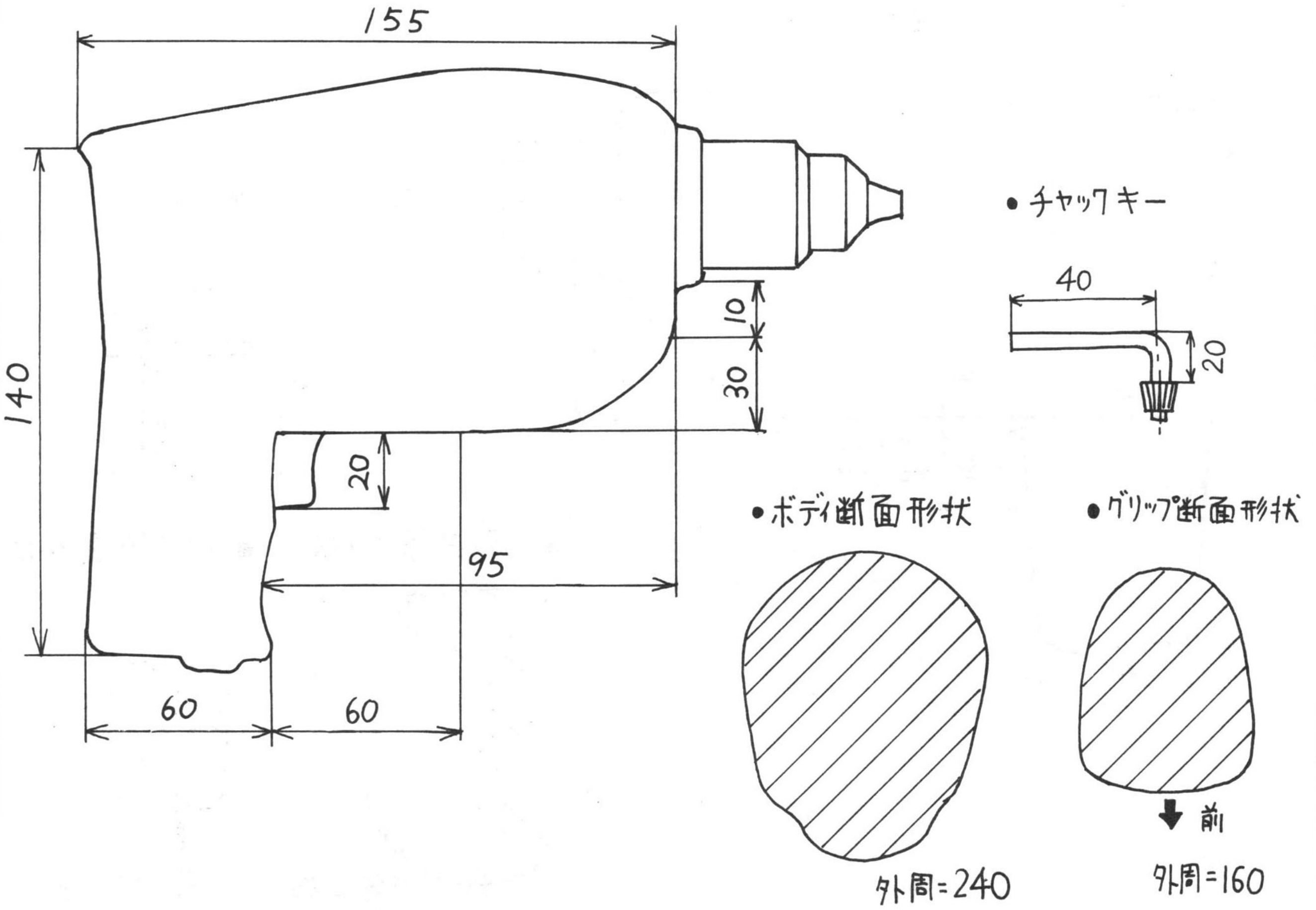


図３－２　Ｂ＆Ｄ　モデル７１１４

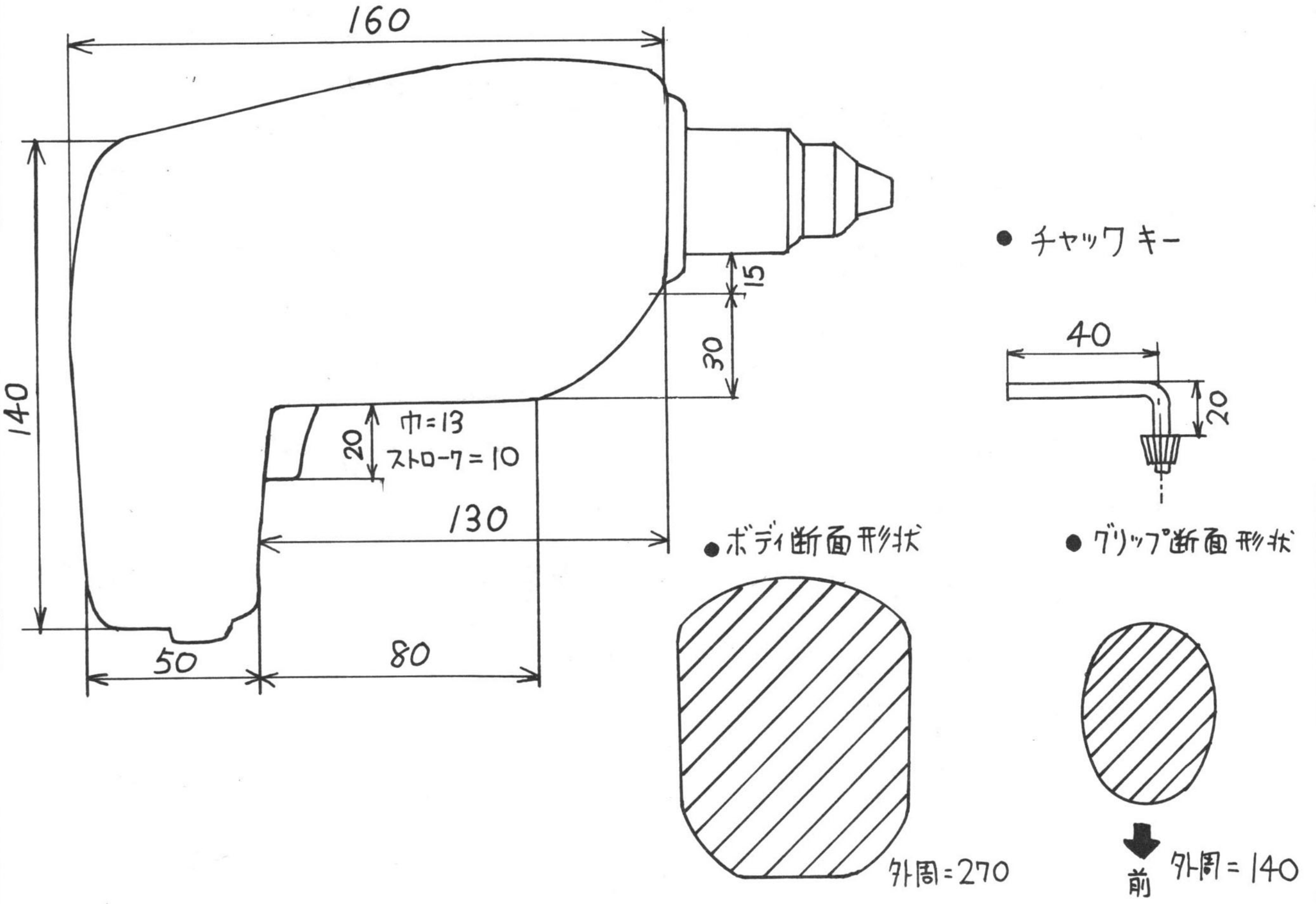


図3－3　BOSCH　モデルP120

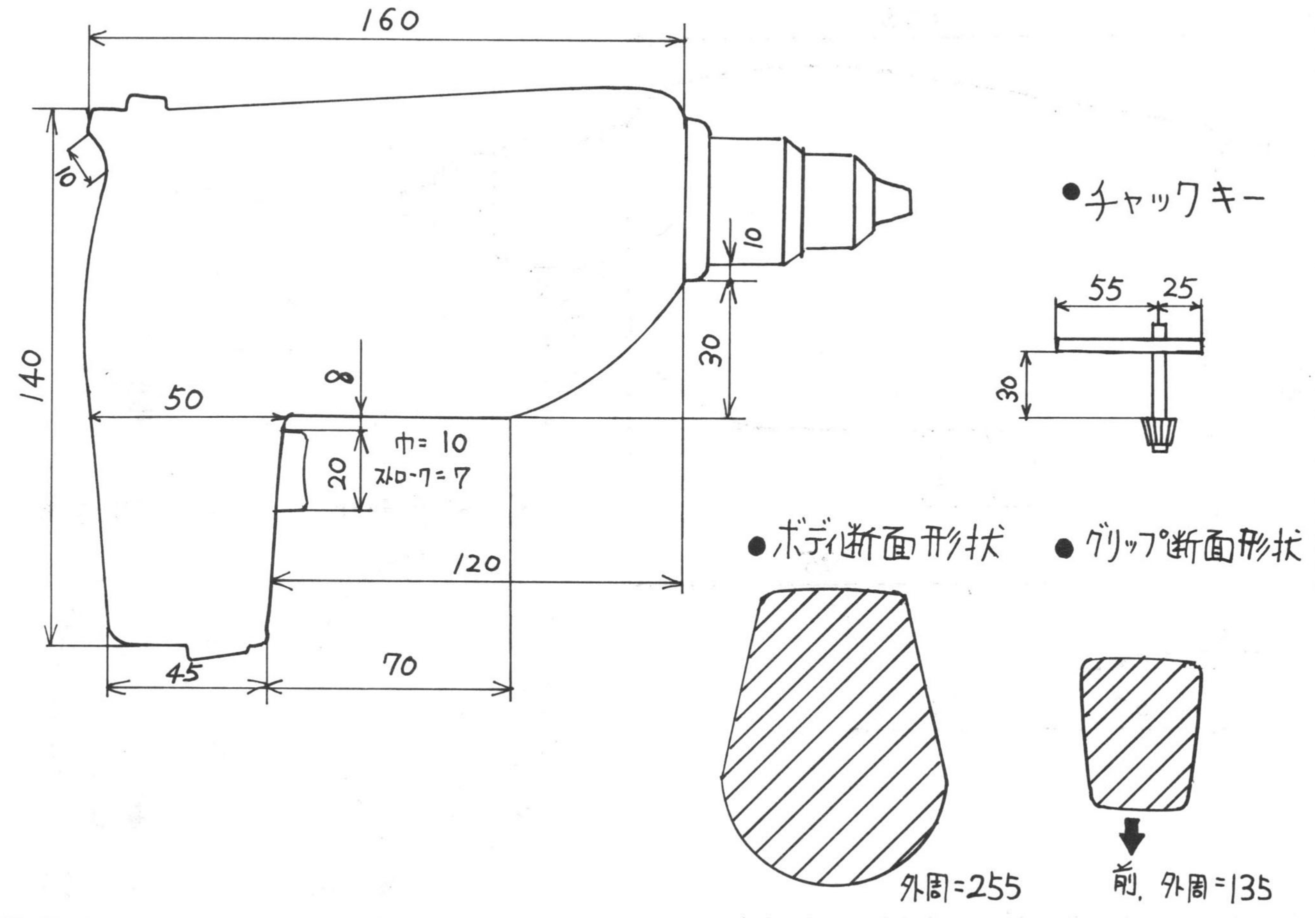


図3－4　マキタ　モデル6500B

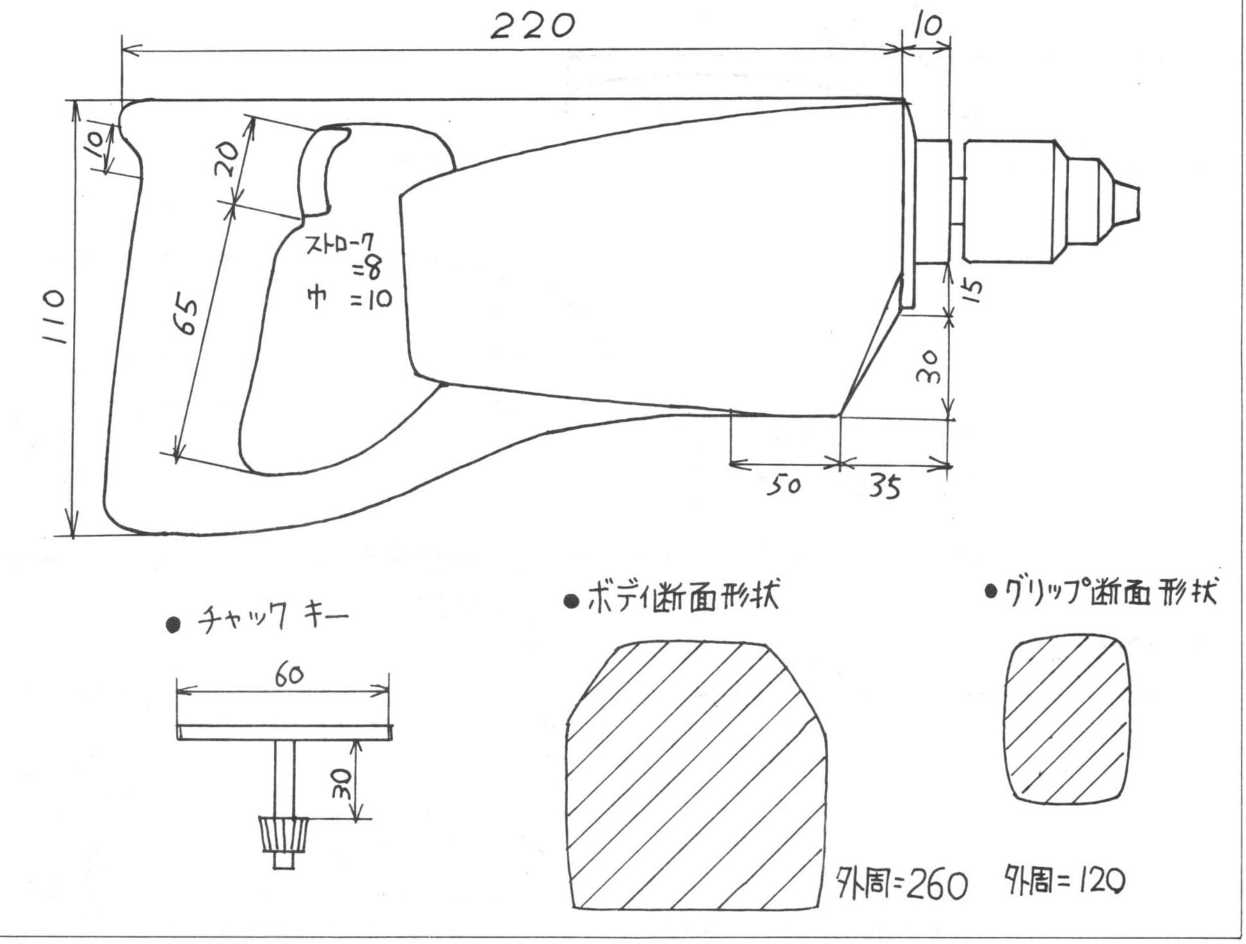


図３－５　工具のハンドルのための適正寸法（ヘンリー・ドレフュスによる）

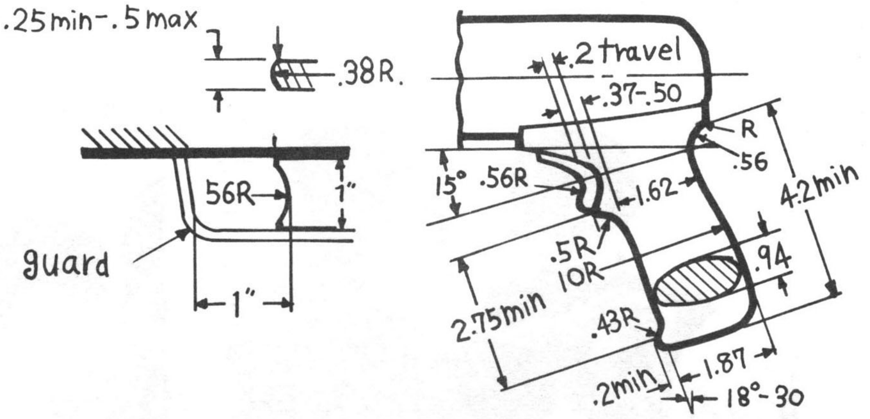


図３－６－１　テスト－３における把持の仕方の各機種別分布（水平支持の場合）

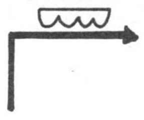
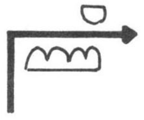
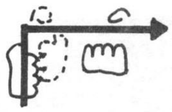
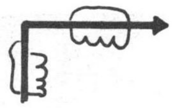
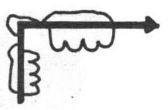
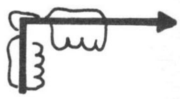
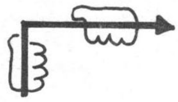
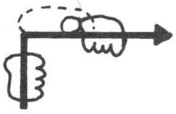
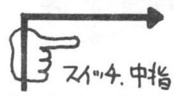
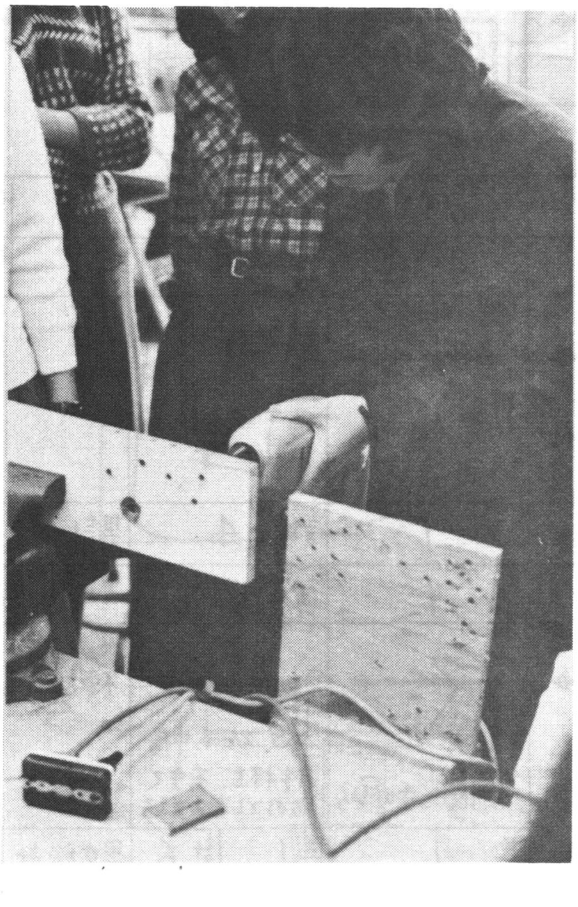
	Gタイプ（B&D setの無段）		D・タイプ（マキタ）	サイドグリップタイプ（ボッシュ）
人数のべ27名中	下持ちタイプ	上持ちタイプ 	下持ちタイプ 	
人数	13	10　計23	11	14
%	48	37　85	100	82

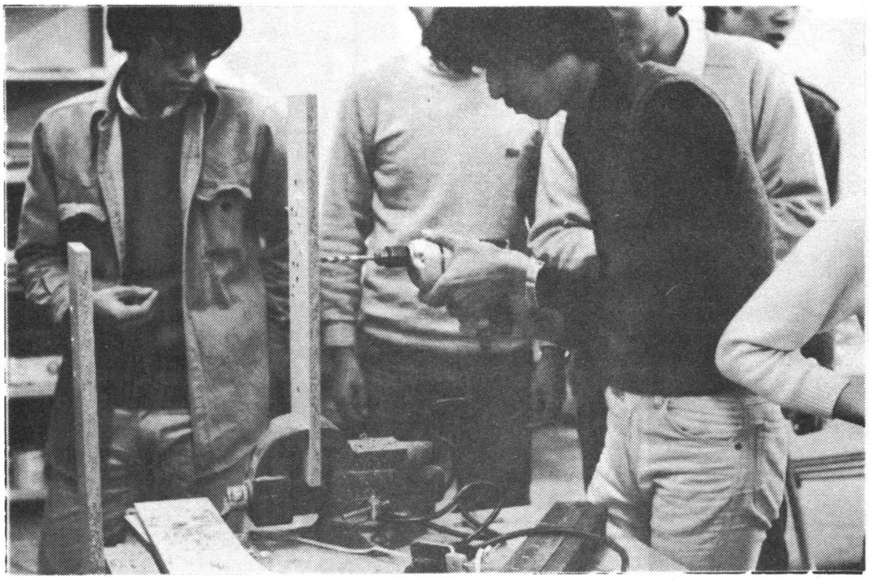
図３－６－２　テスト－３　B＆D　定速の場合

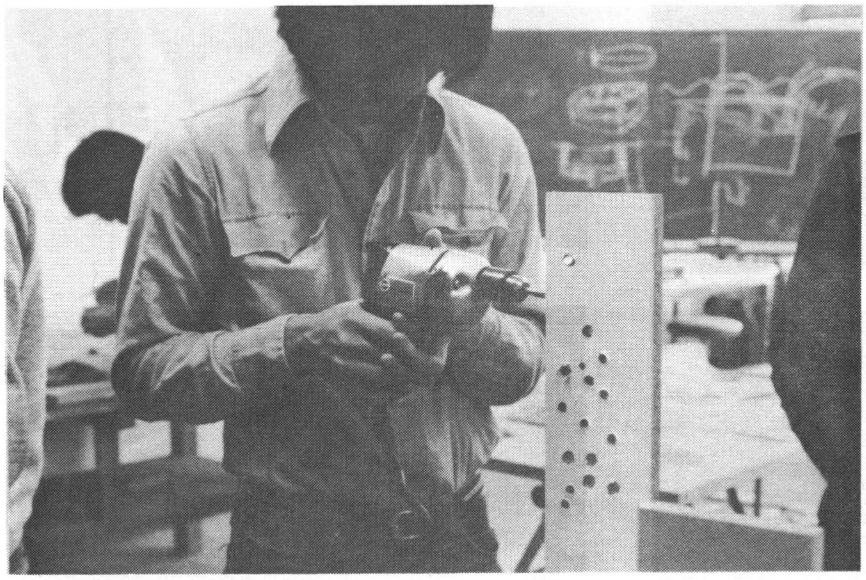
木工（男）		 点線（　）内			
のべ人数	1	7 (1)	1	1	計 11
人数	1	4 (1)	1	1	計 8
金工（男）				↓	
のべ人数	3	1	計　4	男計　15	
人数	1	1	計　2	男計　10	
木工（女）	 点線（　）内	側面に手のひら	 スイッチ、中指 片手持ち、左手で 校のブレをおさえる	＊…見ていて不安を感じた人 ↓	
のべ人数	3 (1)	＊　1	＊1　計 6	男女総計 21	
人数	2 (1)	1	1　計 5	男女総計 15	

テスト－3　B＆D（無段）

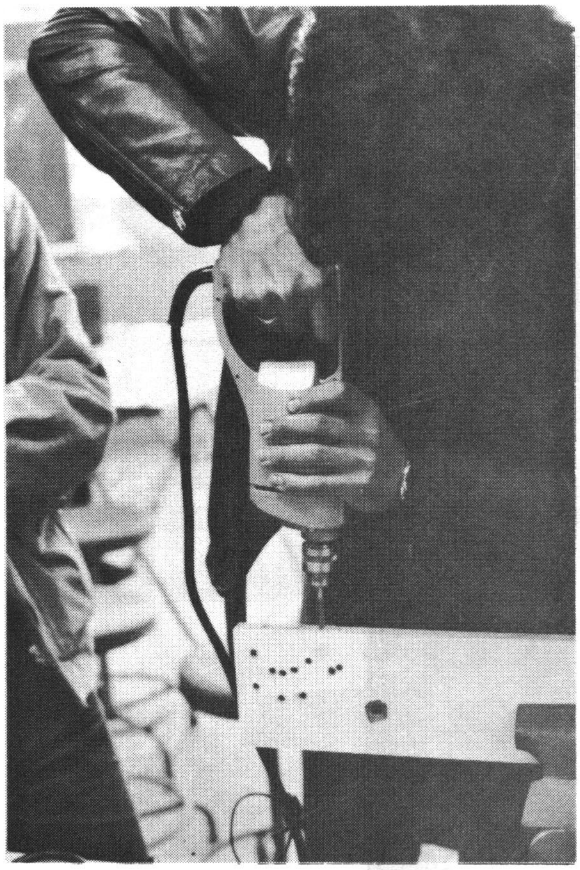


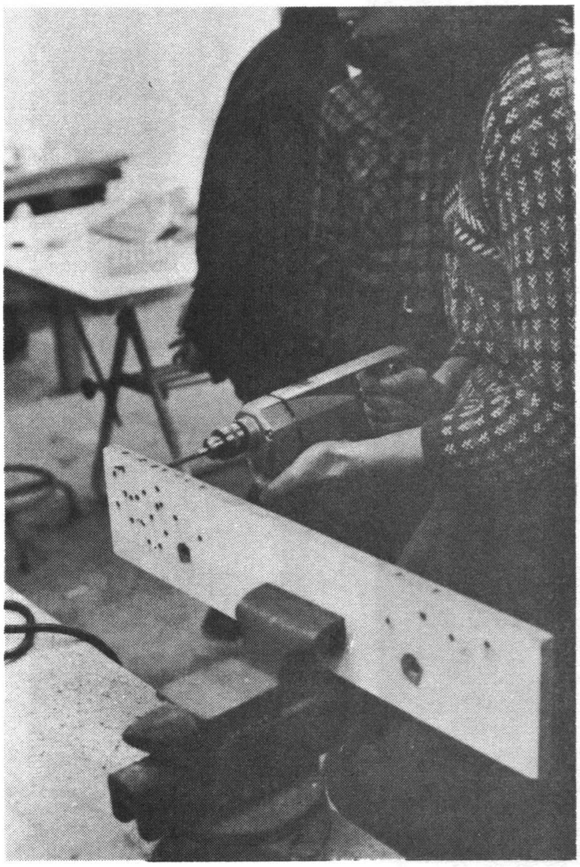
テスト－3　B&D（定速）

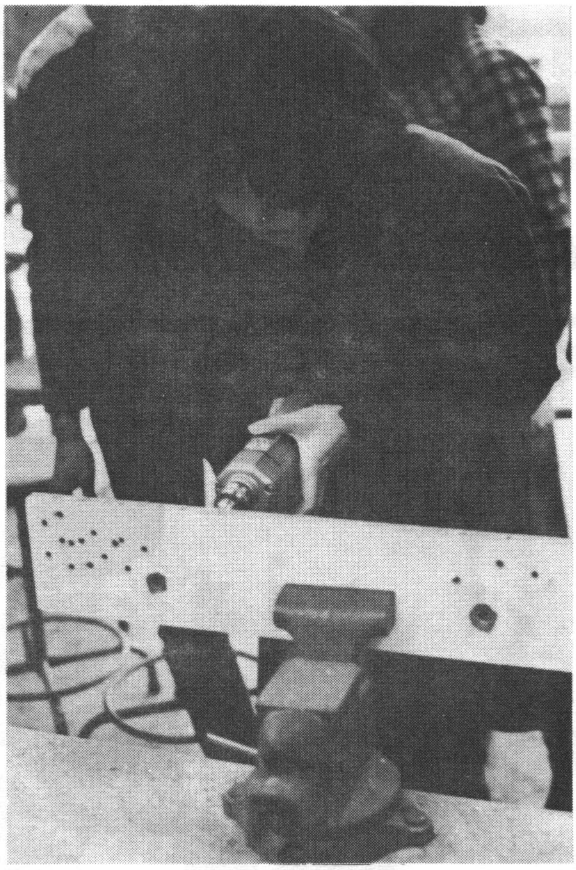




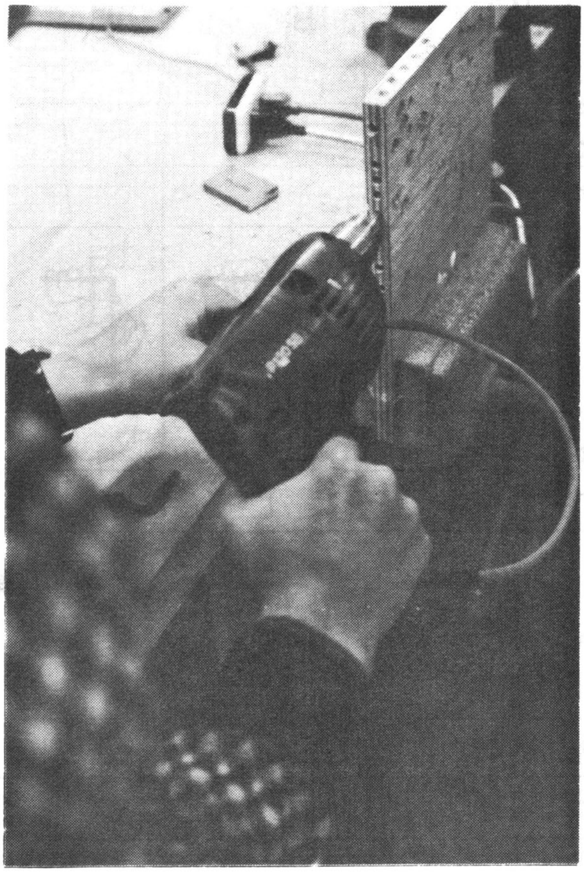
テスト—3　マキタ







テスト—3　BOSCH



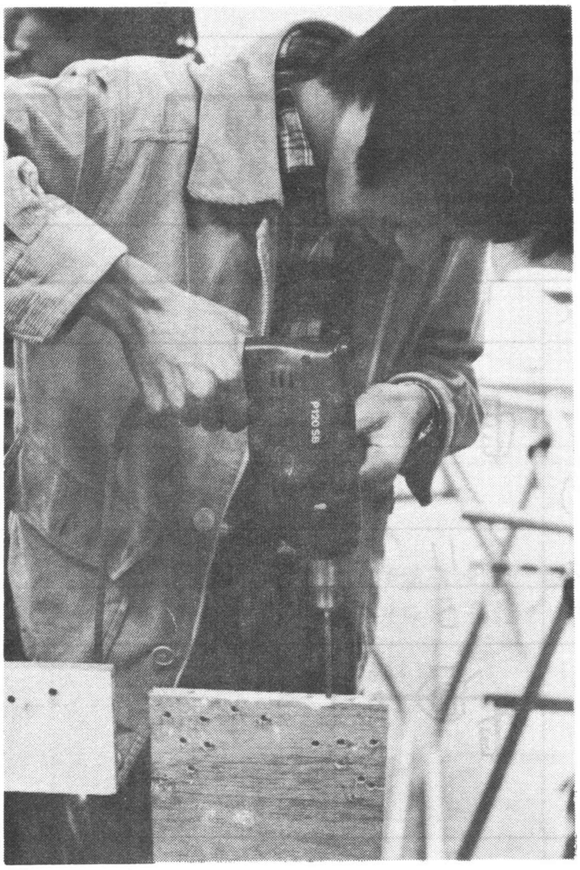
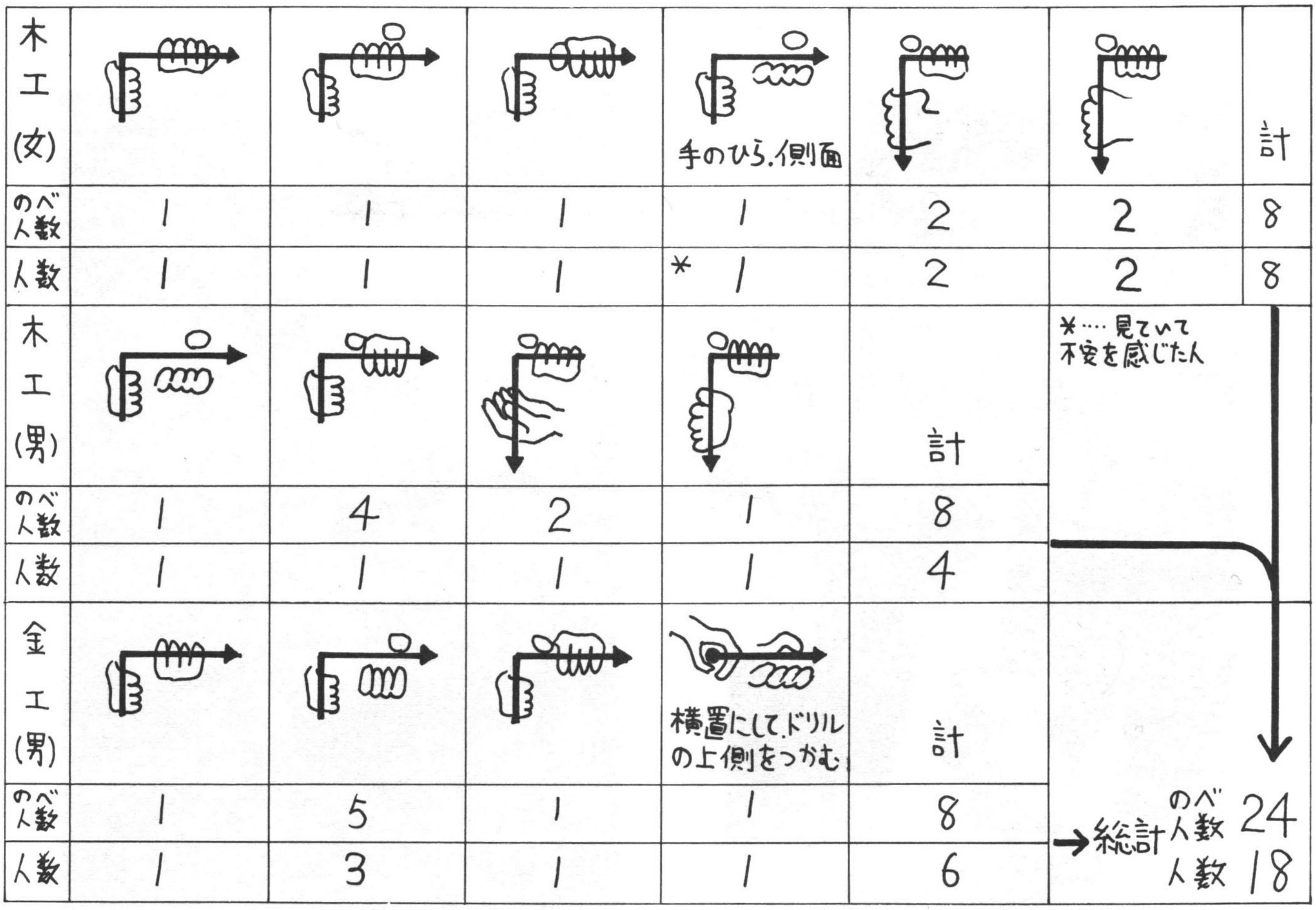


図３－６－３　テスト３　Ｂ＆Ｄ　無段変速の場合



木工(女)				手のひら.側面			計
のべ人数	1	1	1	1	2	2	8
人数	1	1	1	*1	2	2	8

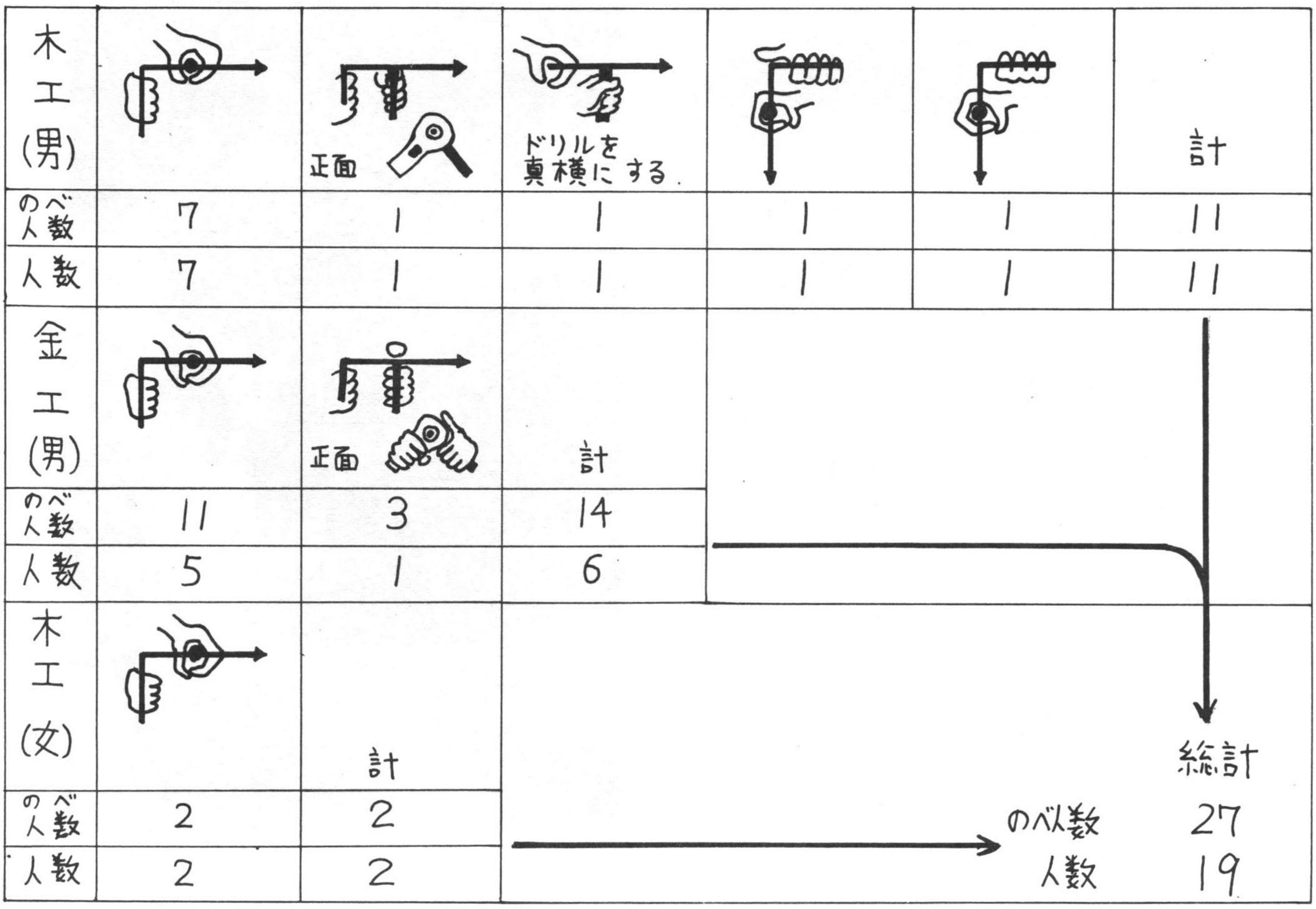
*…見ていて不安を感じた人

木工(男)					計
のべ人数	1	4	2	1	8
人数	1	1	1	1	4

金工(男)				横置にして.ドリルの上側をつかむ	計
のべ人数	1	5	1	1	8
人数	1	3	1	1	6

総計　のべ人数 24　人数 18

図３－６－４　テスト－３　BOSCHの場合



木工(男)		正面	ドリルを真横にする			計
のべ人数	7	1	1	1	1	11
人数	7	1	1	1	1	11

金工(男)		正面	計
のべ人数	11	3	14
人数	5	1	6

木工(女)		計
のべ人数	2	2
人数	2	2

総計　のべ人数 27　人数 19

図３－６－５
テスト－３　マキタの場合

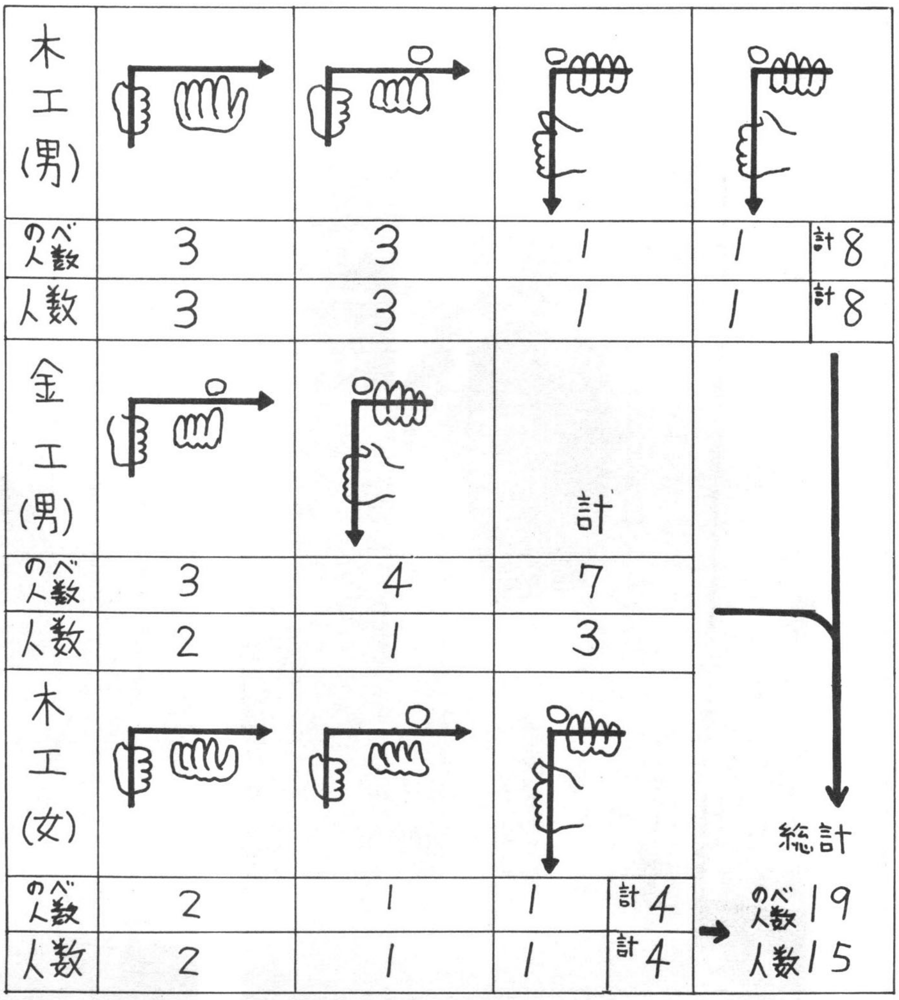


図３－７　テスト－４
被験者Ａ・Ｃ（男子）

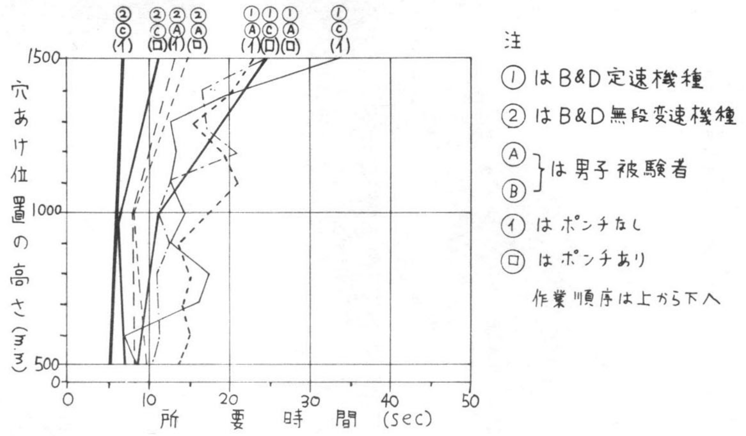
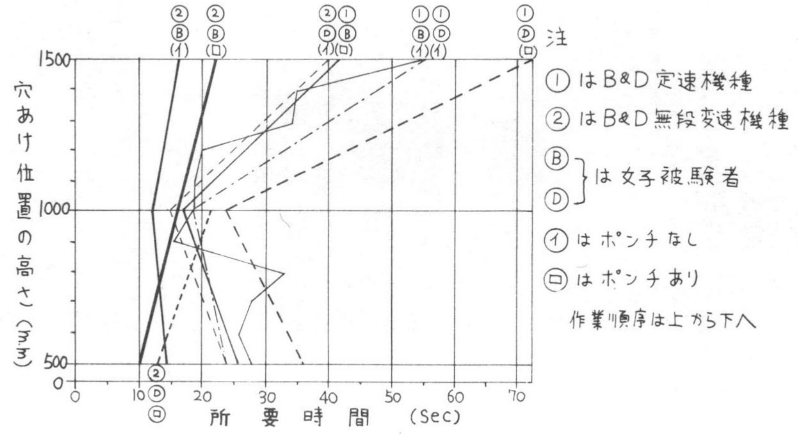
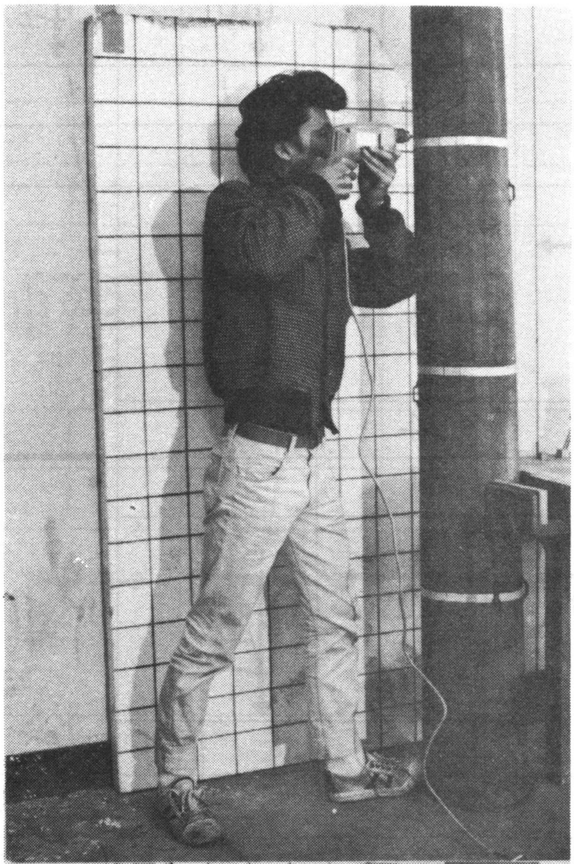
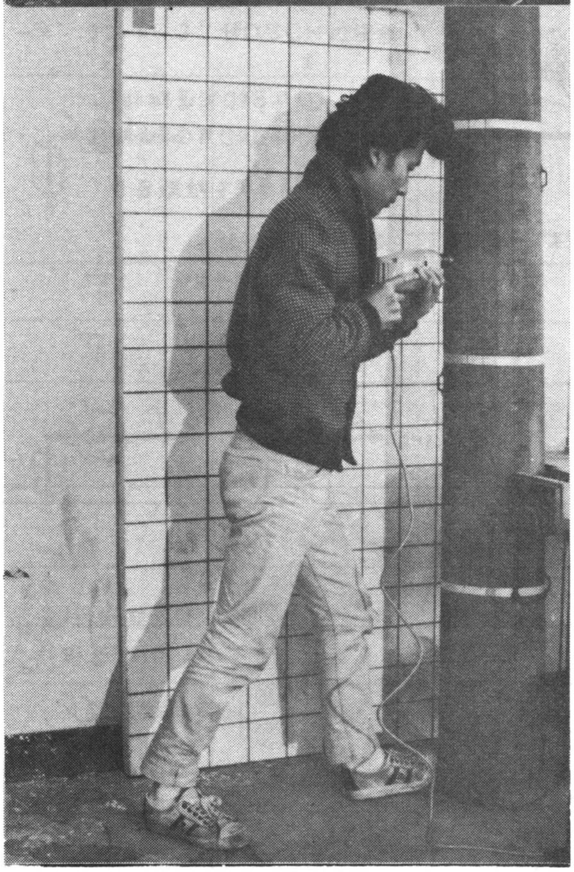


図３－８　テスト－４
被験者Ｂ・Ｄ（女子）



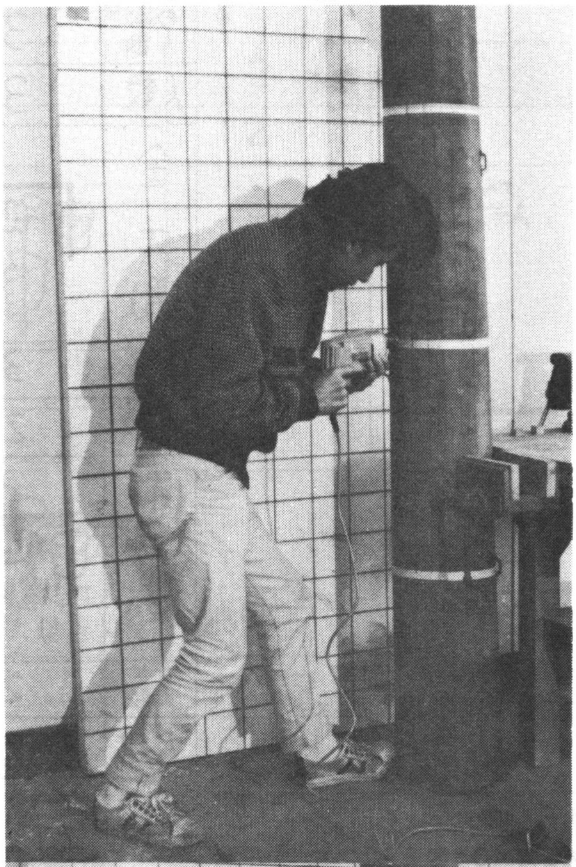
被験者Ａ（男子）の作業姿勢例

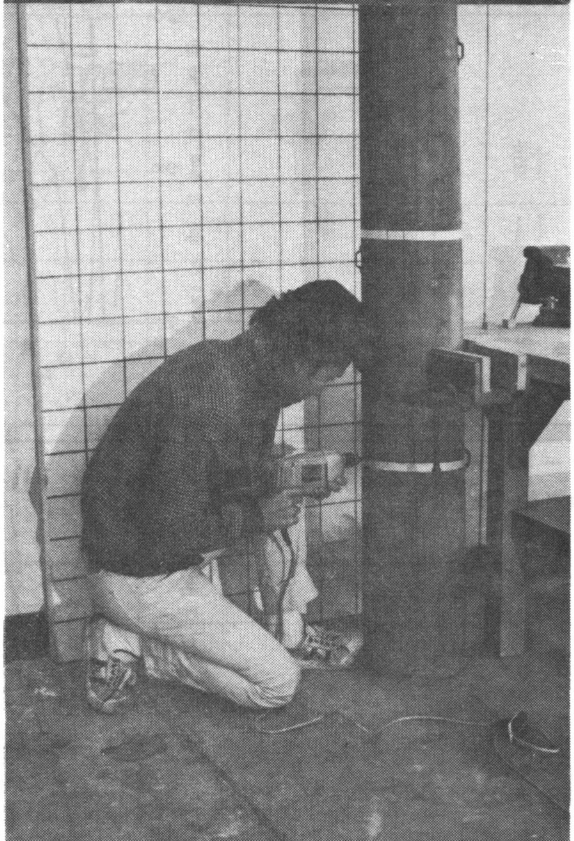




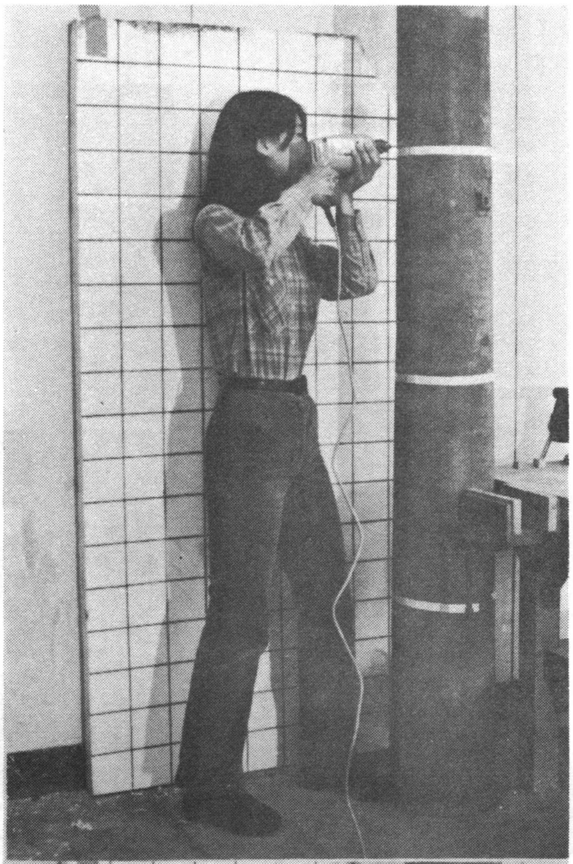
上：1,500mmの高さ
下：任意の高さ

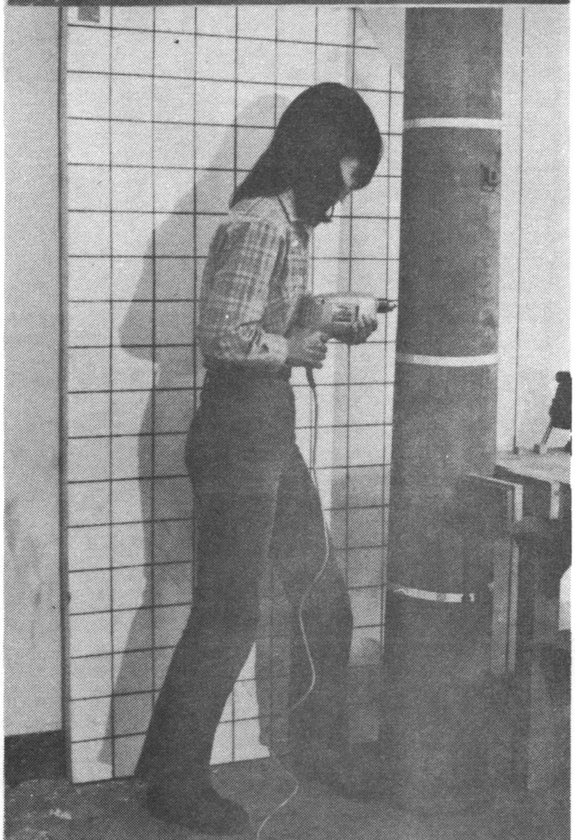
上：1,000mmの高さ
下：500mmの高さ





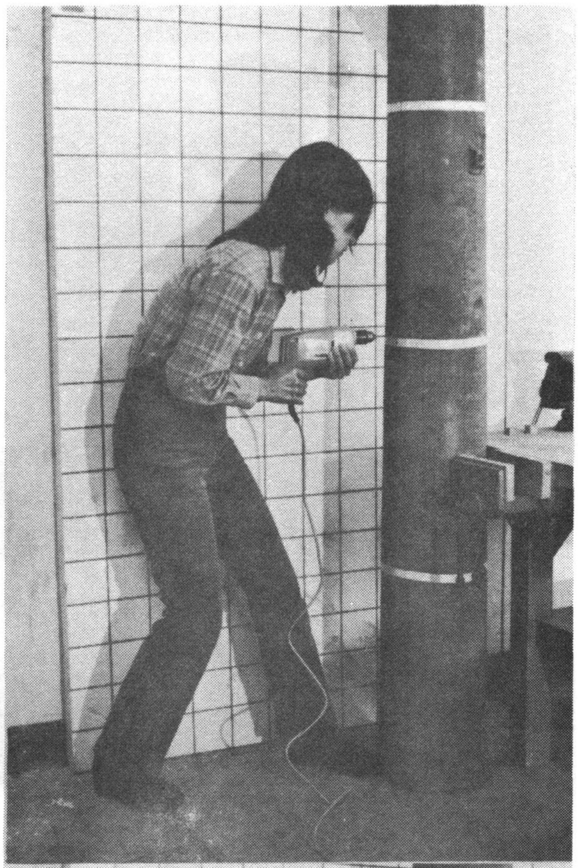
被験者Ｂ（女子）の作業姿勢例

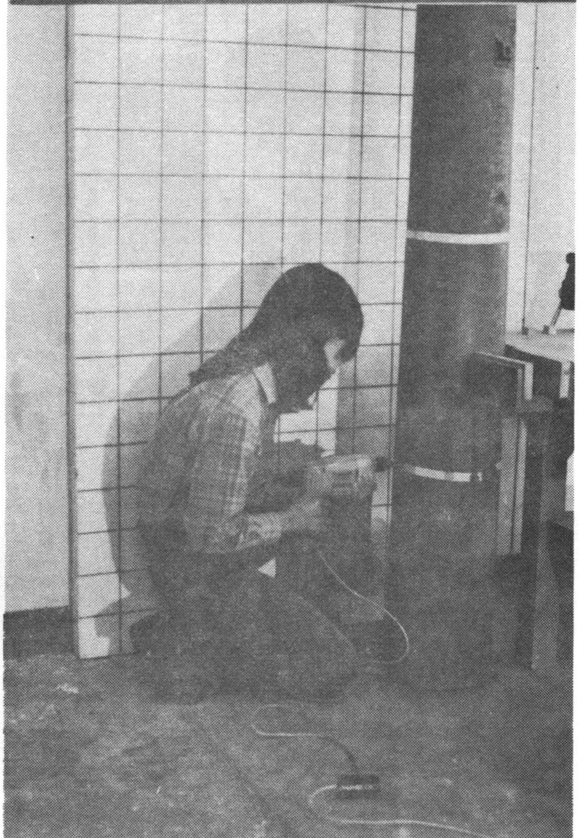




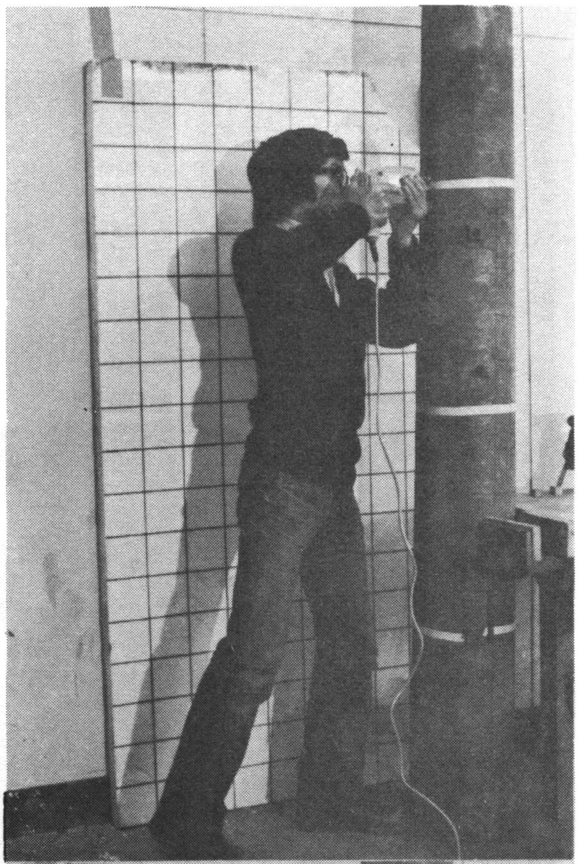
上：1500mmの高さ
下：任意の高さ

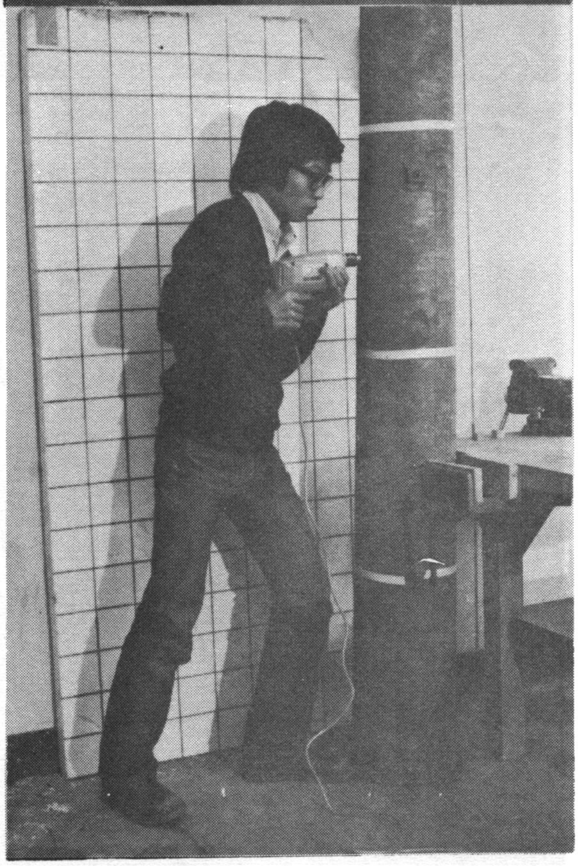
上：1,000mmの高さ
下：500mmの高さ





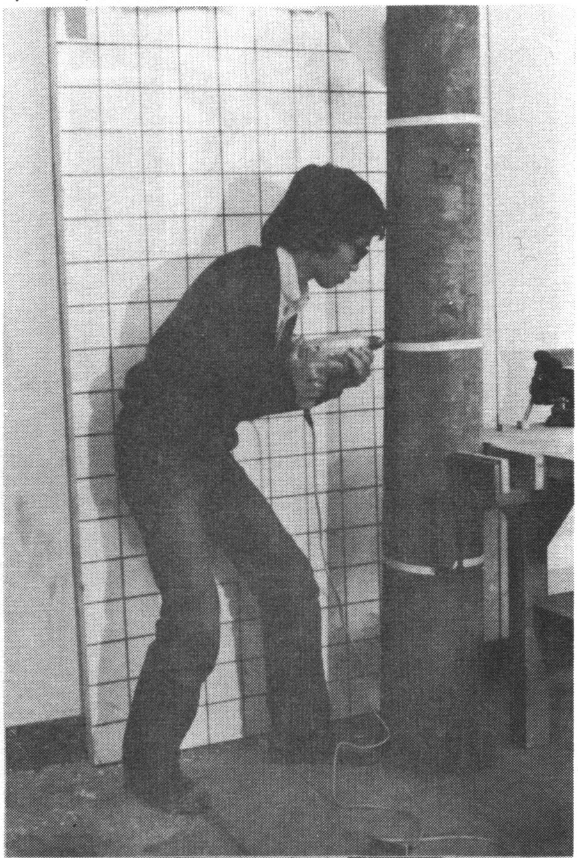
被験者C（男子）の作業姿勢例



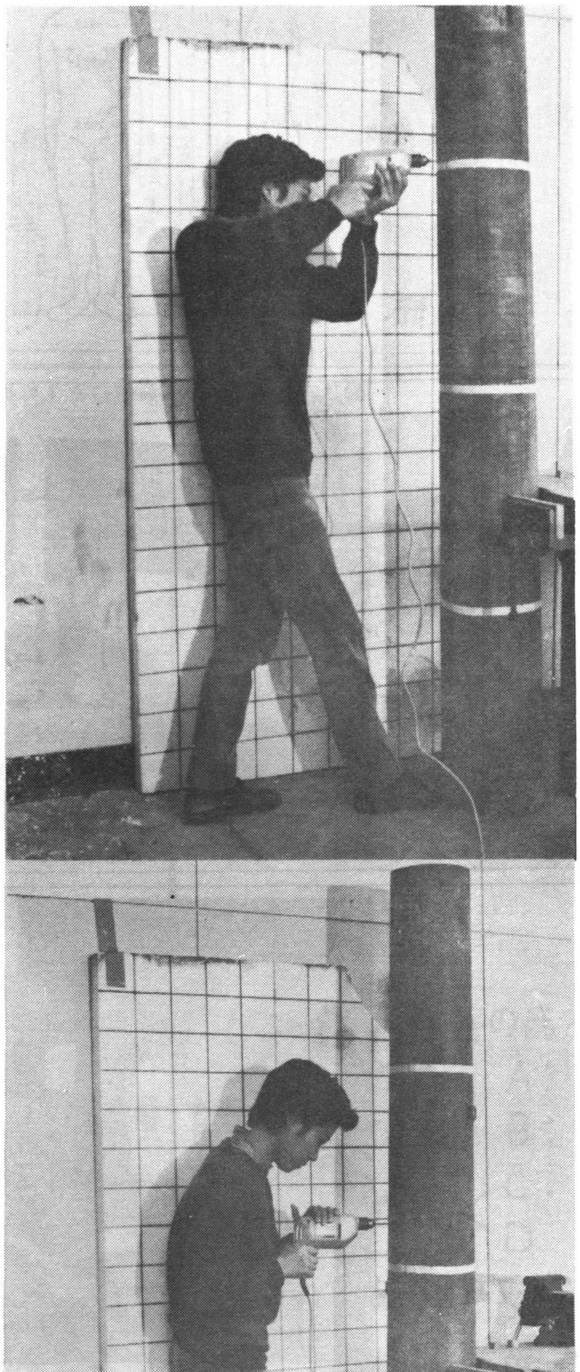


上：1,500mmの高さ
下：任意の高さ

上：1,000mmの高さ
下：500mmの高さ



被験者D（女子）の作業姿勢例



上：1,500mmの高さ
下：任意の高さ

上：1,000mmの高さ
下：500mmの高さ

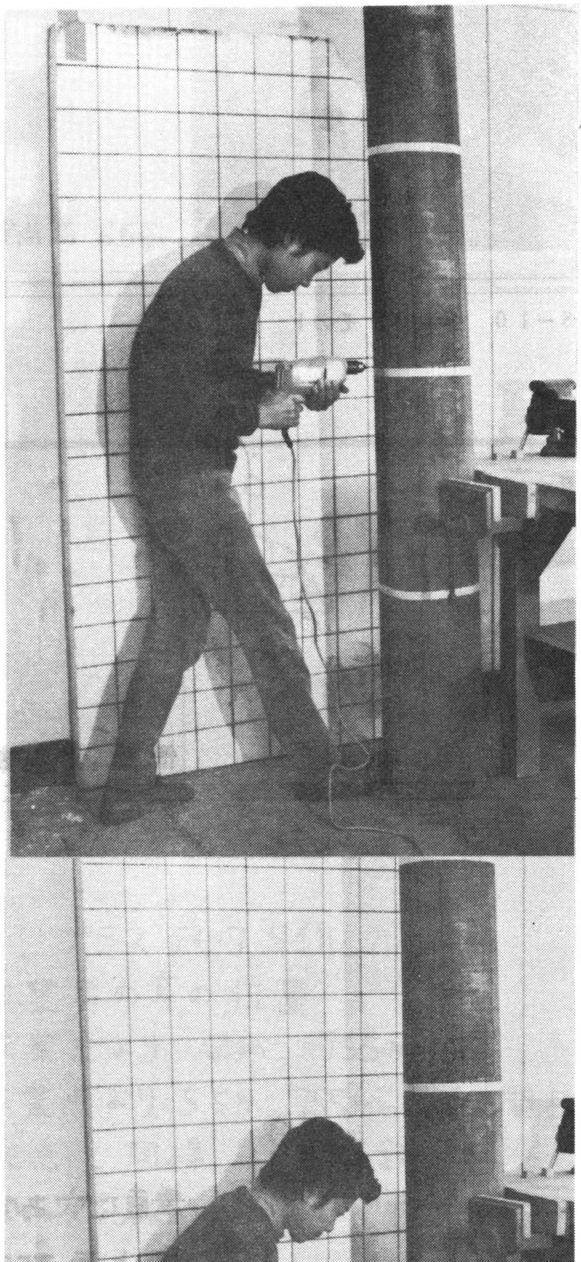


図３－９　男子の平均値

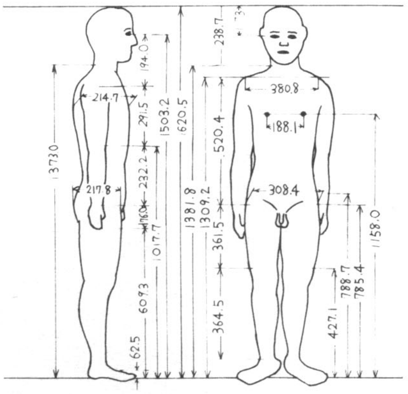
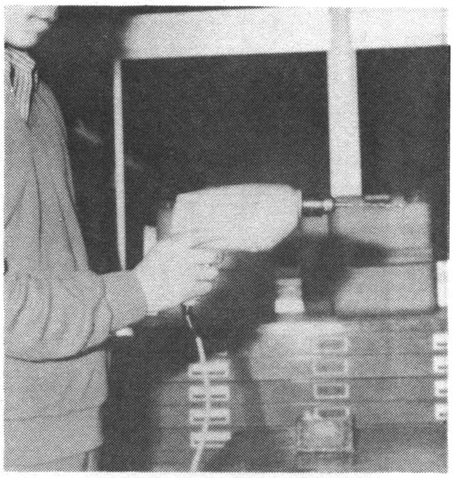


図３－１０　騒音測定 その１

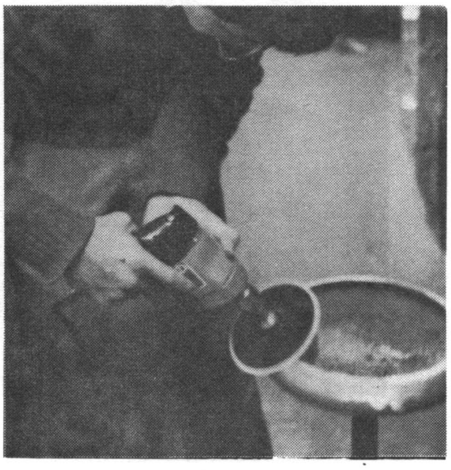


無負荷空転時

図３－１１　騒音測定 その２

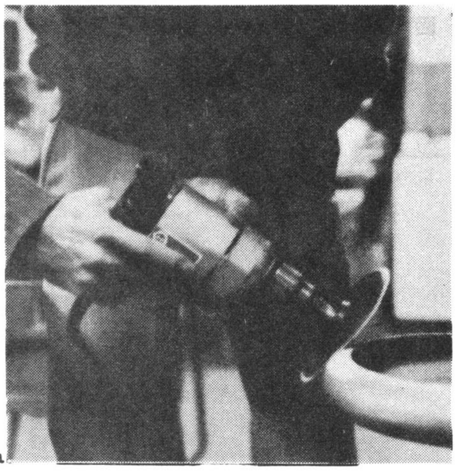
垂直に穴あけ，グリップ高 995mm
机上面 755mm

図３－１２　騒音測定 その３



耳の位置に指示騒音計

図３－１３　騒音測定　その４



研磨作業．作業点高 655mm

図３－１４　騒音測定場所・見取り図

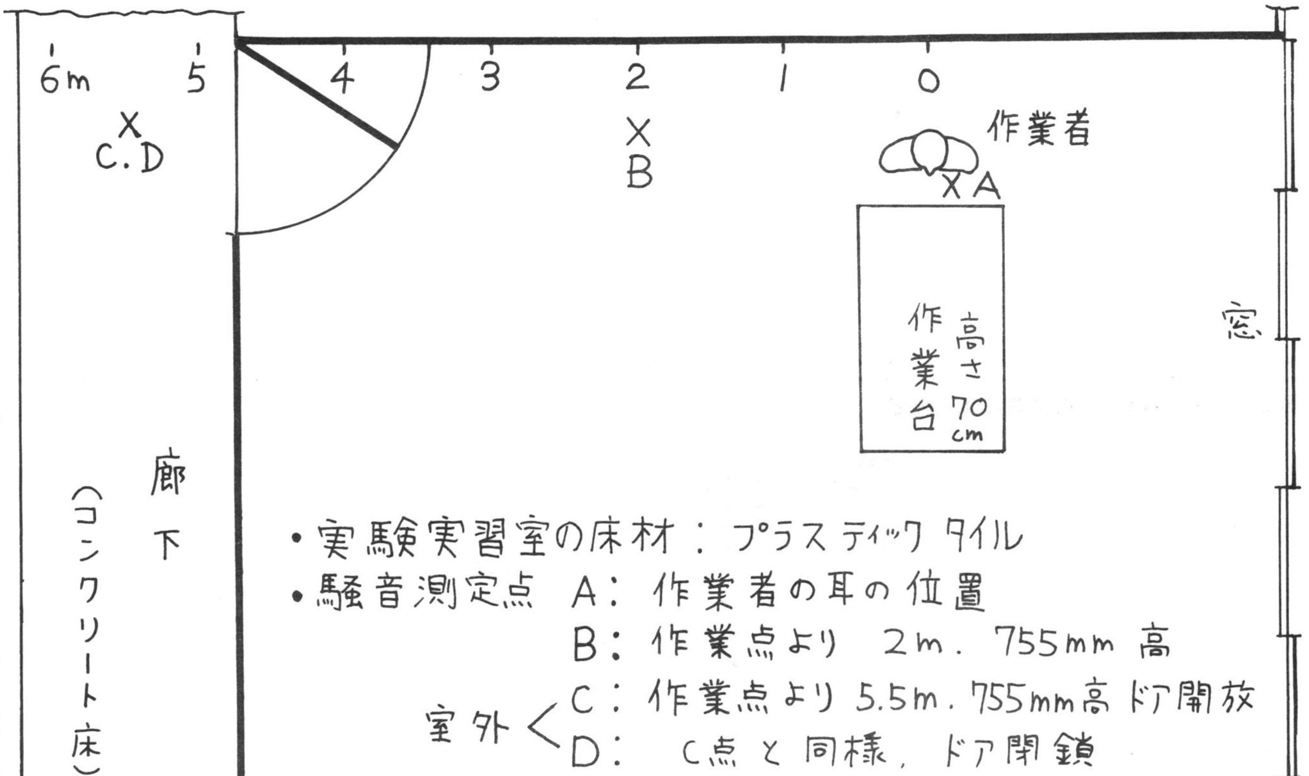


図３－１５　作業時騒音の機種間比較

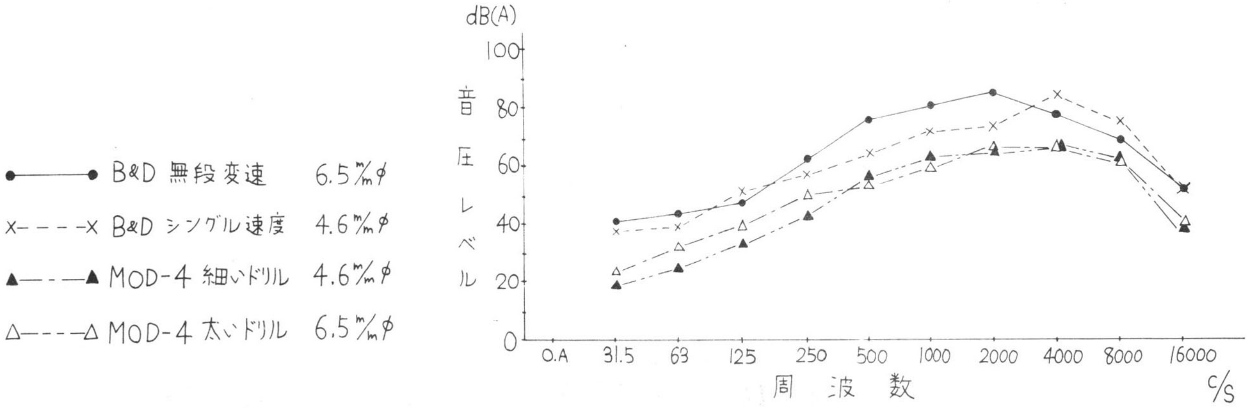


図3－16　空転時騒音の機種間比較

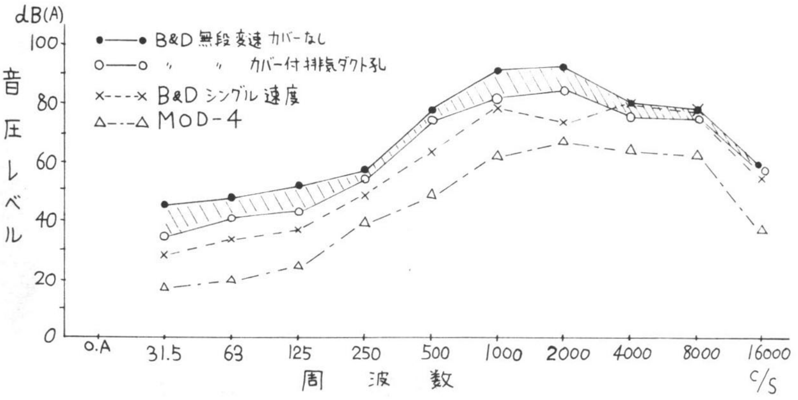


図3－17　騒 音 例

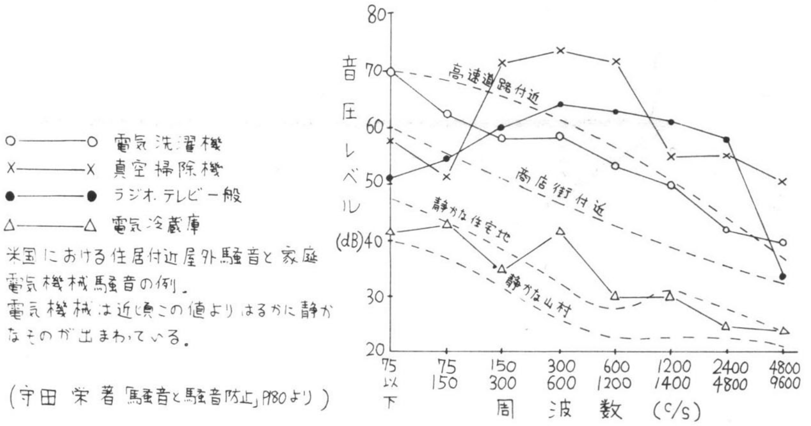


図3－18　騒音のNC曲線による評価

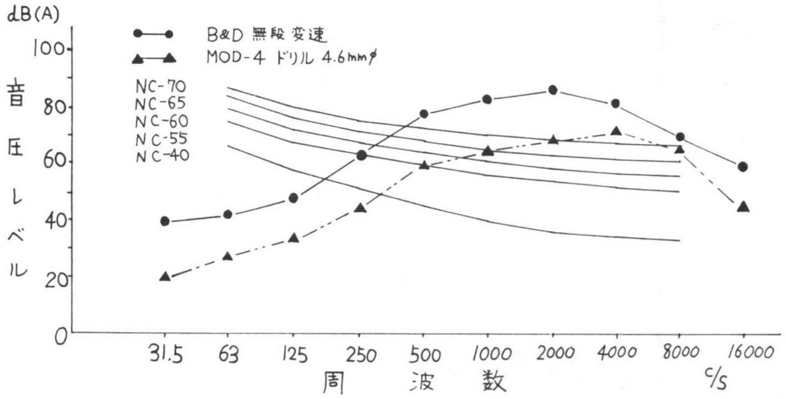
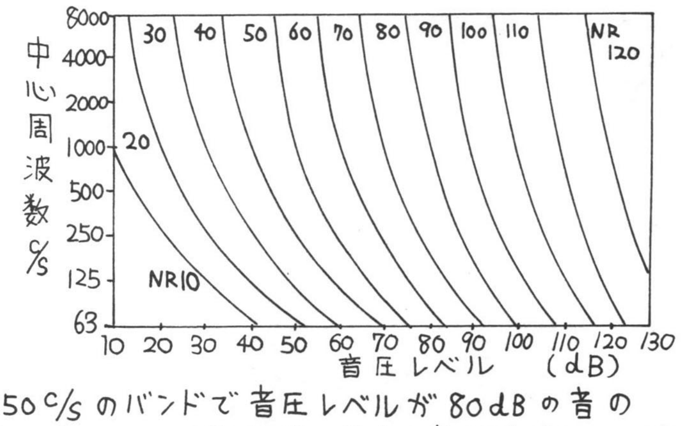


図3－19
オクターブバンド音圧レベルとNR数



たとえば250c/sのバンドで音圧レベルが80dBの音のNR数は73である。　(守田 栄 著「騒音と騒音防止」より)

図3－20　室内・外の騒音レベル

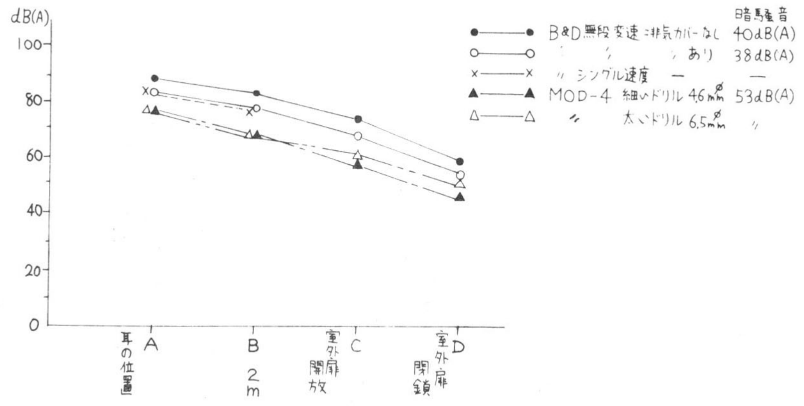


図3－21　排気ダクト孔カバー取付けによる排気流の変化

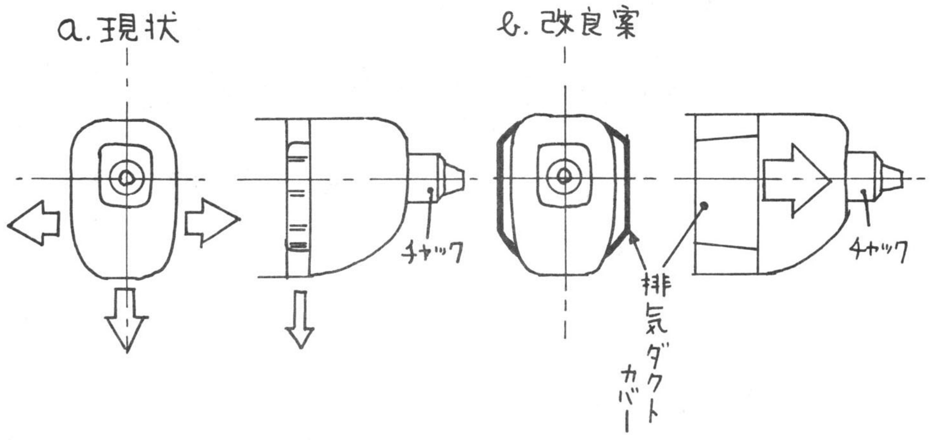


図3－22
カバーを取り付けたドリル

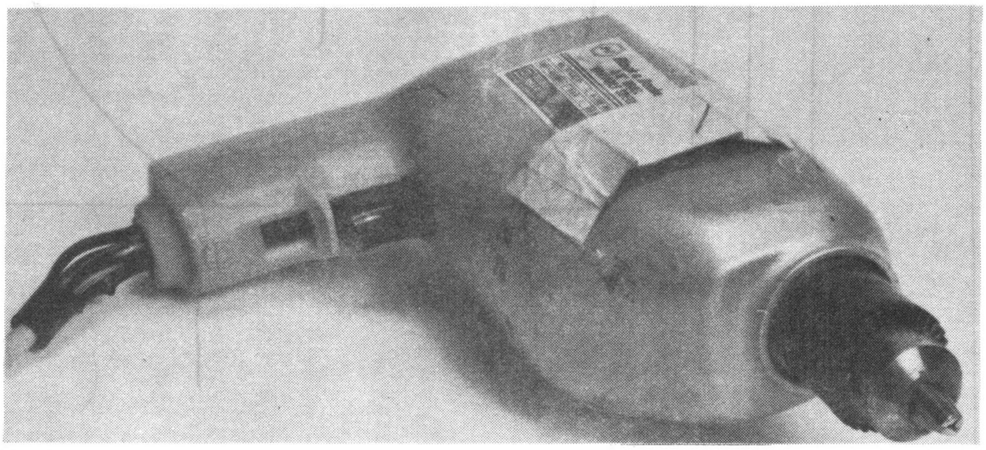


図３－２３　手部の生体計測項目

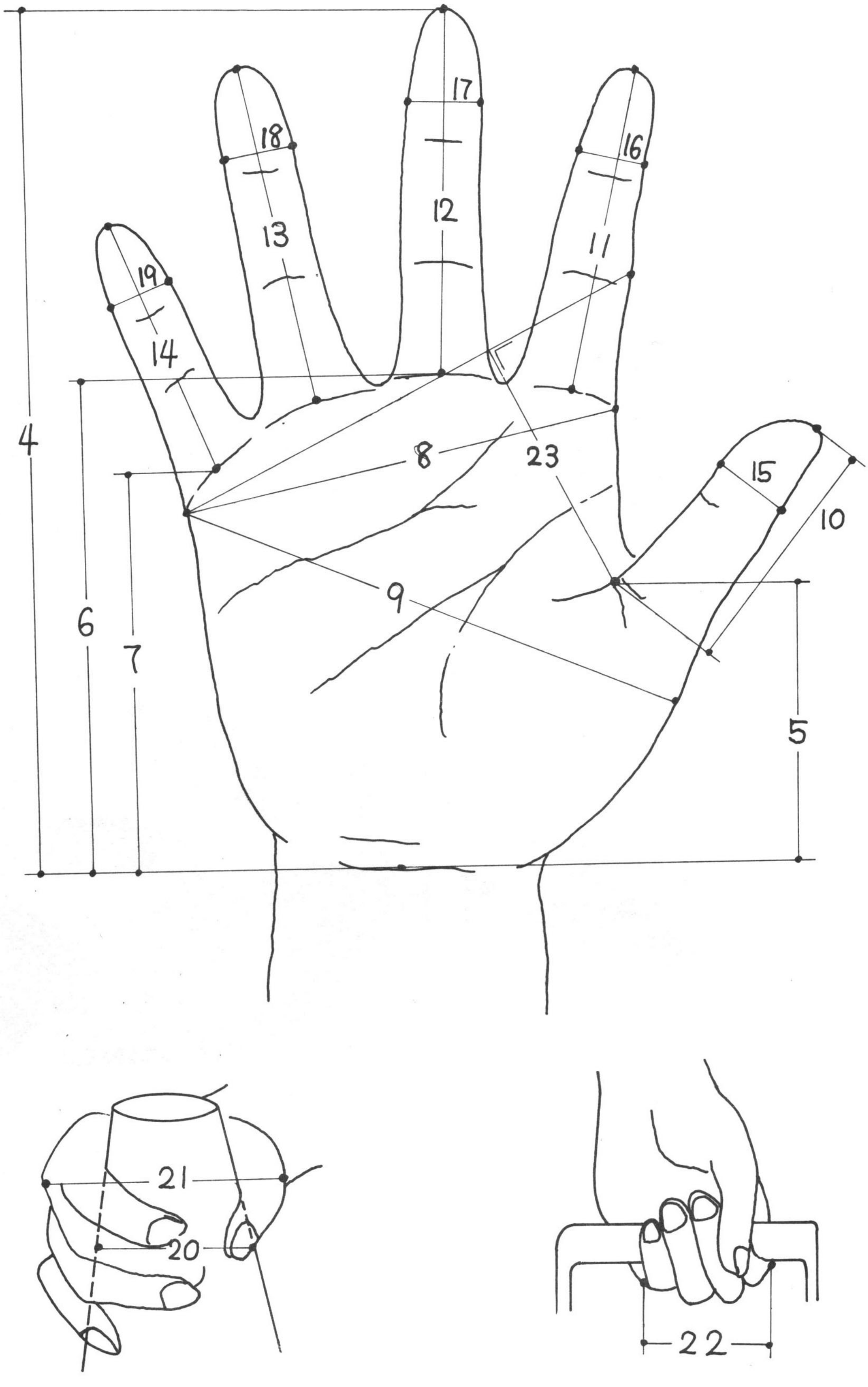
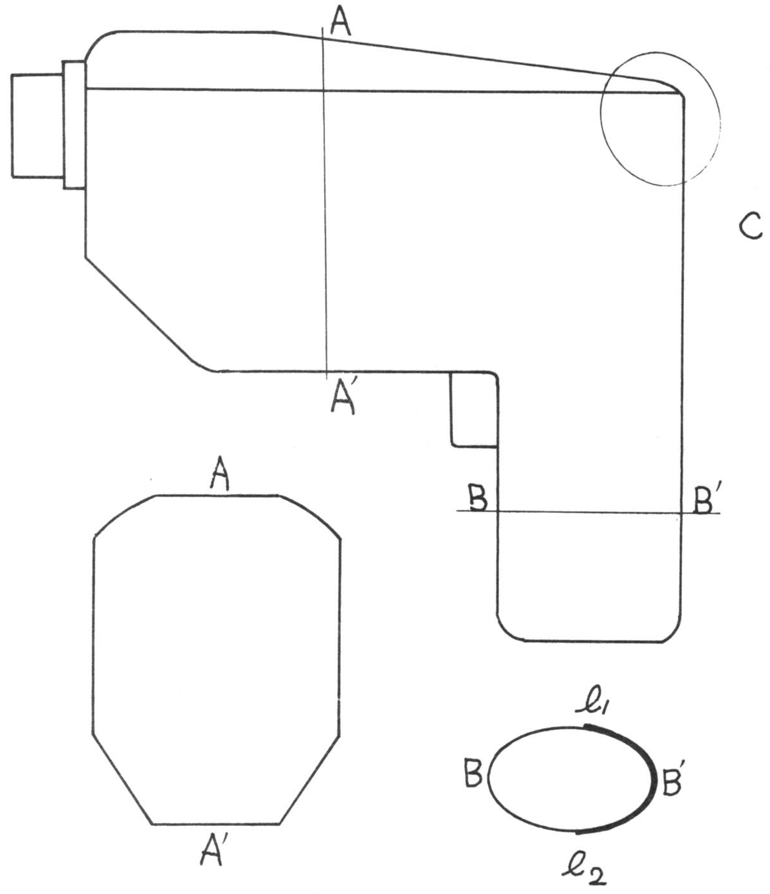


図３－２４　ドリルの把持と形状



第４章　総　括

イギリスに生れたＤＩＹ運動がわずかの間に西欧，米国などを中心に拡大し魅力ある運動として高く評価され，今日，確固たる世界を造り得たその成功の要因を考えてみると，直接的には各国の人口衰退による後継者難に係る大工・左官など専門職人の不足，加えてその賃金の高騰をもたらした社会環境の変化に対する自衛策と考えられるが，本質的にはこの問題を折から増大しつつあるレジャーへの積極参加，ならびに趣味の発揮が同時に実益に繋がる健全かつ近代的な価値観に結びつける卓抜した発想に多大の共感が得られたためといえよう。

しかし，その基盤には西欧人の歴史的に培われた「家に勝るものなし」とする根強い家族思想と，お互の個性・立場を尊重し自らを律する国民性があり。そのことが個々の住宅や生活様式などにおいて趣味を自由に表現することを楽しみとしうる心の余裕を生むことになる。また子供の頃から工作教育を通じて機械的道具類に馴れ親しみ，物を創作する喜びの大切さを教えられるなど情操訓練がなされていることや，住宅構造の面でもそのほとんどに地下室，ガレージなどが設けられており。好適な作業の場を持ち得ることも具体的で無視し得ない要因である。

聞く所によると欧米特に西欧ではＤＩＹに対する多様な道具や材料を提供する専門店があり，デパートにも特設コーナーが設けられるなど，豊富な品揃えや初心者用の指導書・解説書などの情報も周到に用意されているという。

これに対しわが国においては家屋構造の主体は未だ木質材が中心であり一部においていわゆる木工用大工道具の内，ノコギリ，金槌，ドライバーなどの道具が一般家庭用の常備品として保有されているが，自ら手を下して家の修理や家庭用機器の故障を直すという積極的意識に乏しく，まして電動工具に関する関心や工作教育訓練をうけ親しむ体系も残念ながら皆無に等しい。

１９７０年におけるわが国の電気ドリルの普及率は僅か2.1％にとゞまり，アメリカの８０％に比べその実態が察知し得よう。

長期の経済高度成長に馴らされ甘やかされたわれわれは，物は完成品でありあらかじめ作られた価値を受け入れるもの，物は浪費し使い捨てるものなどを当然と理解し，ともすれば個人の創造への価値の主体性すら忘れられようとした。しかし，今日は世界的不況に会い，省資源，材料の節約，職人の減少，賃金の高騰など，各国とも同じ環境のきびしさを加えており，わが国といえども近い将来には好むと好まざるとに拘らずＤＩＹ志向にならざるを得ないのではなかろうか。

わが国のＤＩＹの普及度を１９７４年のＤＩＹ市場の延びで見ると漸く1,１００億円台の大台にのせるほどに成長したが，これとてアメリカの同年額に比べると１／19.5にすぎない。これからは毎年２０％位の順調な伸びを予測されているが，現状のままではわが国の特殊事情からみて爆発的に急伸する可能性はまずあるまい。

すなわち適切な作業の場を求めにくい，電動工具に対する無関心・危険度・恐怖感・工作教育訓練組織の不備などわが国固有の事情がＤＩＹの積極的志向を阻害していると思われる。

しかし，反面，日本人は一般に手が器用で，感情・情緒も豊かであり，創造力も劣るところはない。

幸いにも日本人の素人である一般利用者の立場に立ち，日本人の体位・体力に即した，使いやすく安全で合理的価格の電動工具の開発が可能であるならば，他の条件が多少不備であろうとも。便利な能率よい道具としての価値が見直され。場合によってはさらに新しい利用の道が開拓されるかも知れない期待もある。

このような意図と期待からヒューマン・オリエンテッドを優先し専門知識のない，そのための特別の教育訓練をうけない素人のユーザーが安全に使いきれるためには電動工具を物理的に造形的にどのようにデザインすればよいか，を命題に選び検討考察を進めることとした。

電動工具もその用途に応じ年々種類も多く多彩になりつつあるので，それらの内，最も普及度の高い，最も中核となる基本的工具として電気ドリルを取上げ，その分析・評価の手法も「ユーザーと工具との関係で行われる作業や環境のあり方を生理的，心理的，形態的面から分析しその法則性を明らかにする」いわゆる人間工学的角度から考察することを主旨とした。

第２章においては人間の基本的特性と電気ドリルの関係，作業姿勢・作業空間と電気ドリルの作業の関係，電気ドリルの作業強度の関係，作業環境と騒音の関係，および人間工学的視点から考える取扱説明書のあり方に主点をおき，電気ドリルの人間工学的問題点として重要と思われる事項をできるだけ基本的データを引用しつつ問題提起することに努めた。

特に「取扱説明書のあり方」に関する項は必ずしも電動工具に限らない問題でもあり，一般性を持つが，今日，一般家庭用機器等の「取説」は相手が機械に弱いユーザーであることを十分に理解した上，繊細な注意と周到な準備の後，誤解や錯誤を行さぬよう，図解，イラスト，写真を豊富に用い，判りやすくやさしい用語で簡明に表示し，その「取説」を手にしただけで読みたくなるような魅力をもたせる努力をしている。もちろん紙質もよく，カラーを十分に使って親近感，信頼感の助長に効果をあげている。

これに対し電気ドリルはメーカー自体が「消費者（素人）のための機械」という理解に乏しく，レイアウトも文章も羅列的で無神経であり，写真も図解もおざなりでかつ専門用語が多くよみにくく，判りにくく，読んで理解するのに一苦労し

そうなものが多く，ただでさえ使うことにおよび腰の所へ読む気を失わせることになり，使うことの自信を失うことになる。確かに産業用機器としての「取説」なら相手が専門家であり，一味違った堅い表現の方が専門機器としての権威を示す意味で歓迎されるであろうが，「相手を見て法をとけ」でなければ，顧客は逃げてしまう。メーカーは須く頭を切り換えて消費財機器としての電気ドリルの安全性と取扱手順，万一の場合の危険についての注意を必ず明記して欲しい。「取説」をつける以上それなりの神経の行届いた親切設計でなければ「仏作って魂入れず」になろう。

この項は，やや電気ドリルそのものの問題から脇道に入った観があるが，執筆グループ全員が各社の代表的取説を調査した結果，これの問題提起の重要さを認めたためであり，その真意を理解されたい。

第3章においては，この報告書の中核となる初心者。未熟練者を対象とした電気ドリルの使用テスト（4種），電気ドリルの騒音測定および電気ドリルデザインに役立てようとする手の細部計測を行い，それらの観察結果と考察を行なった。

使用テストは，まず製品に添付される取扱説明書のみの情報を頼りにしてドリルの扱い方を学習してゆく過程で初心者はどのような試行錯誤を行なうか，言葉を変えれば現行の「取説」がどこまで初心者の役に立つか，また，「取説」を読ませずに，初心者にいきなりドリルを保持，操作させた場合，彼らはドリルの形態的イメージからどのような情報を感知してどのような取扱いをする傾向があるか，彼らの慣習や経験からくる連想・既製概念がどこまで機能するか，さらに，初歩的経験者が作業条件・精度を要求され仕事をする場合，ドリルが規制する作業姿勢，作業時間および自覚疲労の現われ方などを観察することで初心者の慣習的に期待するドリルとメーカーが期待するドリルとの間の形態的矛盾を実験的に発見することにより，素人にとって使いやすく安全なドリルデザインの主として形態決定にかかわる問題提起を意図した。

この一連の使用テストはわれわれとしても前例に乏しく多大の興味をもち期待したが，テストにかけうる時間，実験装置，試用機種などの制約により，16ミリ，スチールカメラなどによる観察が主体となり定性的判断に傾き易く，試用機種も少数の範囲に限らざるを得なかったことなど，いささか心残りであるが，その結果としては極めて具体的に少なからざる問題点が発見され今後の開発製品に有効なデータを提供し得たと思う。

騒音測定について，われわれが問題にしようとするドリルは家庭用素人用であり，産業用ではない。したがってユーザーの不安感・恐怖感をなくすためできるだけ発生音を低くすること，また作業の場が家庭でありその周辺住民に対する騒音防止への配慮が必要となる。

このような観点から測定を行なったが，ドリルは高性能なもの程その発生音が高く，特に高周波数帯の音圧がきくというのが定説である。今回の測定実験での成果はちよっとした発想からドリルモーター排気孔にダクト状の覆いを取付け他のものと比較したところ低周波数帯で10dB，1,000〜2,000C／Sの高周波数帯で5dBの減音効果が見られたことである。しかも，ダクト状の覆いは左手でドリルを保持するとき，ややもすると排気孔を手掌で覆い排気を妨げるおそれを排除し，かつ，ダクト状覆いに誘導された排気はドリル先端方向に沿って排出されることになり，孔あけ作業時ドリル先端に残留する屑やゴミをも吹き飛ばすなど3重の効果を生ずることも判った。

この成果は特に家庭用機器として極めて望ましいものであり，この実験を契機としてさらに詳細の吟味をすることにより減音対策研究を行う必要がある。

これからの騒音を伴う家庭用機器は，特に地域住民に対する迷惑を及ぼさぬようその設計の当初から十分の技術的検討をすることがメーカーのモラルとして要求される時代になることを銘記すべきである。

手の計測について，ユーザーの手掌がドリルの形態面に正しくフイットしてその多用な操作に無理な負担のかゝることなく所要の筋出力が円滑に伝えられ，皮膚面への痛み損傷を与えないことは使用上安全上重要なことであるが，特に不特定多数の人々にフイットさせるためには人間と機器の接点において，どのように調和を図るかにかかる。その内でも手の大きさ，寸法，関節の動き角度，形状を正しく把握することが基本である。そのため成人についての手掌の計測を行なったが，その中で。電気ドリルのための特定の重要計測項目を新らたに設定吟味し，その数値を具体的に提示し得たことは，前項の減音について新らしい所見を得たことと同様に極めて満足すべき成果であった。

総括の最後に当り，われわれの期待するこれからの電動工具は産業用機器としてのものではなくあくまで大衆の生活必需機器の一環としての認識に立って開発されることを念願しており。その製品は必要とする性能を満すことはもちろん，把握すべき部位，操作のための部位が一見して明瞭に形体，色彩の上にあらわされ，錯誤なく円滑な操作が可能であり，傷害危険から安全に守られ。それを使用することに喜びと満足を得られ。しかも合理的価格で入手しうる，信頼性の高い実用機器であって欲しいと考える。

この報告書はこのほか人間工学的チョックリスト，ならびに具体的対策についても企画したが諸般の都合によりいずれ次の機会に譲らせて頂くこととし，基本的問題提起に終始することになったが，少なくともこれからの家庭用機器デザインに対する基本的共通的事項の一環としての認識・態度で執筆したつもりであり，われわれの意とする所を了とされ，この報告書が今後の家庭用電動工具の開発，さらにはＤＩＹ運動の発展のための一助ともなりうるならば望外の喜びである。

なお，参考として巻末に次の2編を収録したので披見されれば幸いである。

- アメリカにおけるハンド・ドリル（家庭用工具）に関するコンシュマー・ユニオンのテスト評価報告（1975）
- ドイツにおけるハンド・ドリル（家庭用工具としてのドリル，およびその付属品）に関する消費者団体のテスト評価報告（1975）

参　考　文　献

- レジャー産業のニューマーケット　矢野誠也ほか著　海潮社　(1972)
- 人間工学　ウッドソン著　青木・野本訳　コロナ社　(1946)
- 人間工学　大島正光　コロナ社　(1970)
- 姿勢と作業点　大島正光 } 人間工学ハンドブック
作業強度　沼尻幸吉 } 金原出版　(1966)
- 人間工学の指針　ケラーマンら著　小木和孝訳　人間と技術社　(1967)
- メジャー オブ マン　ヘンリードレフュース著
- 騒音と騒音防止　守田栄（第3版）　オーム社　(1965)
- 騒音対策ハンドブック　日本音響材料協会編　オーム社　(1966)
- 人間工学の指針　人間と技術社　(1967)
- 生体計測の標準化に関する報告書　日本人間工学会生体計測部会　人間工学誌6巻1号　(1970)
- 手掌に関する生体計測　製品科学研究所　(1966)
- 機器設計のための人体計測値　製品科学研究所技術ノート№19　人間工学誌4巻2号　(1968)
- 美術解剖図譜　内田謙著　人間と技術社　(1975)
- JIS C 9605－1976　日本規格協会

参　考　資　料

1. アメリカにおけるハンド・ドリル（家庭用工具）に関するコンシマー・ユニオンのテスト評価報告（consumer reports 1975年10月）

アメリカのコンシュマー・ユニオンは創立以来，消費生活防衛の砦として数多くの実績をあげている世界的に著名な消費者団体であり，特に生活用品に対するテストならびにその評価は市場に少なからざる影響を与えるものとして注目されている。今回，図らずも家庭用電動工具に関する報告を入手し得たので，その概要を記述する。

1＝テストの対象となった市販ハンドドリル

どのような家庭工作にも，性能の良い電気ドリルなしに済ませるのは難しい。

その基本的機能は，孔をあけることにある。しかし，適当な付属部品を併用すれば，ドリルはヤスリかけ，研磨，艶出しにも使うことができる。

その機能の多様性を考えれば，性能のよい電気ドリルは，家庭用動力工具として，まづ第一に購入されるべきものである。

この報告のためには，3／8 in のチャック能力（直径3／8 in までの軸を取付けられるの意）のあるドリルで，握り（ハンドル）がピストル式，スイッチが引金式（on と off に作用する）で続けて使用する場合は on の位置でロックし固定され，二重に絶縁被覆（使用者と電気回路の間）された電気ドリルを中心にテスト対象に選択した。

CU（コンシュマー・ユニオンの略）はこの形式による電気ドリルの31機種を選んだが，内7機種はカナダで購入（その内4機種は同じものが米国市場にも売られている）された。

選ばれたテスト用電気ドリルの内訳は

① 単一スピード方式　　13機種

② マルチスピード方式　　17機種

③ 2段切換え方式（BLACK & DECKER 7109型）
　1機種

である。

理論的には，最適なスピードはドリル刃の材質，寸法，ならびに孔をあける物質（材料），その他の要素によって決まるが，実際には，単一スピード方式のドリルでも通常的作業には全く支障ない。

したがって，その殆んどの通常的作業においてはいちいち，最適なスピードに調節する必要はない。

本来，単一スピード方式のものでも一般に小さな刃では早く，大きな刃ではおそく回転する傾向がある。また，小さな刃を使えば抵抗も小さい。

単一スピード方式のドリルは12ドル～45ドルである。

マルチスピード方式のものでは，1分間の回転数（rpm）がほとんどゼロに近いものから，その製品の可能最高速度までを変速しうる。

引き金の握り具合でスピードを制御する型が最も一般的で，引き金がスイッチと変速とに二重に機能する。

超低速は，ねじまわし（ドライバー）を取付けて使用する場合，また，練瓦，金属，表面を硬質に仕上げられた陶質材料などを，打ち抜かずに窪みをつけ，そこから改めて孔をあけてゆく場合に最適である。

マルチスピード方式のほとんどの製品が，逆回転も可能であり，時により最高の機能を発揮する。一例えば，大量のネジを抜く時など一，したがって，変速，逆回転など可能な製品は一般に高値であり，われわれの調査した範囲では29ドル（送料含まず）～57ドルであった。

2＝重要な三要素

簡単な作業においてはどのようなドリルでもよいが，困難な作業においては，ドリル自体の出力，失速抵抗能力，および非過熱の三要素が，最も重要である。

これらのテストにはダイナモ・メータ（動力計）を用い，作業中のドリル能力を回転数で計った。

本報告にのべられた「評価」は，これらの三要素に関するテスト結果に基づいている。

① 最大出力

これはどの位の力（回転数により加算されたねじり力ートルク）が出るか，というテストである。

特大刃で硬質木材に孔をあけるとか，円盤形ヤスリ（ディスク・サンド）を用いる難作業などには，中程度以上に評価されたドリルを使うべきである。（評価の項参照）難度が高くなるほど，高能力と評価されたドリルを使用する必要がある。

② 失速時のトルク

作業荷重が大きくなればなるほど，ドリルのスピードは落ちる。失速時のトルクは，チャック（本体の軸受部分）が回転停止するまで荷重を加え，その時点でのドリルのねじり力を計った。このことは，金属板に孔をあける時，刃がその裏側に突き抜ける寸前，刃と金属板との噛み合せが大きくなり過ぎ，ドリルが回転できずに失速することがあるので重要である。

低回転数で，高トルクがあれば，ドリルは短時間の過荷重に耐え，失速することなく孔をあけることができる。失速時に高トルクをマークしたと記録されている製品（評価の項参照）は，前述の条件下でも機能し続ける。

③　過熱
ドリルを最高回転数で25％減速させるように荷重を加え，温度を計った。
最良値をマークしたBLACK & DECKER 7154 型は，わずかに過熱したのみであった。かつ，最大出力が大きいので，これを使用する限り，過熱の心配はほとんどなく，最大出力で作業を継続しうる。
ドリルが過熱すると，モーターが焼けたり，損傷する恐れがある。
プラスチック製の外装をしたドリルは，モーターの発熱をハンドルにより遮断し，熱を手に伝え難いように工夫してあるので，特に損傷しにくい。

3＝その他の使用上の問題点
以上の他，幾つかの機能上の重要な問題についてもテストを行なった。（結果については評価の項参照）

①　非荷重時の最高速度
実際に孔あけ作業を行なわずにドリルのモーターを空転させると，チャックは自由に回転するので，モーターとギヤとの最高回転数になる（シヤフト荷重はゼロ）。
テストされたドリル（マルチ式にあっては最高速度で）は，非荷重時の最高回転数が740から1,290であり，この程度のチャック能力を有するドリルであれば標準タイプといえる。
比較的高速度のものは，極小刃の使用時に，いくらか調子が良い。

②　荷重時の速度
ドリルに外力が加わった際の減速の程度は，製品によりバラツキがある。われわれが最も標準的と算出した荷重下では，最高速度は560から940 rpm であり，機能的に満足しうる。しかし，高速度のドリルは制御が難かしく，大形刃では振動により，孔が狙った位置よりずれたり，仕上りが荒くなったり，予定以上の大きい孔があいてしまう。また過熱により刃が損傷をうけるなど，種々の問題を引き起すことがある。
使用者は，ある程度ドリルの握り具合を変えることにより，スピードを制御することができる（圧力式）。しかし，圧力を多くかけることは，かえって使用者を疲れさせ，板金にギザギザの孔（品質不良）をあけたり，また，刃を欠いたりし勝である。
これらの点を併せ，CUとしては，失速時高トルクをマークするように，やや低速に回転するように設計されているドリルが，全般的な使用に有利である，と判断している。
事実，ほとんどのドリルのギヤは，使用時にスピードを抑えるように設計されている。

③　騒音
ドリルの使用時には，大きい騒音が出る。よって，ドリルの最もうるさい状態をデシベル（dBA）で計り，92dBA（うるさい）から104dBA（ひどく騒々しい）にまたがる結果を得た。
電気ドリルの長時間使用時においては，騒音防止用装置（コンシュマー・リポート参照）の使用をおすすめする。

④　電気的安全性
電動工具には危険がつきものであるが，携帯式電動工具の使用には，使用者が電気ショックをうけるかも知れないという恐れがつきまとう。
ドリルのハンドルを握りしめている両手が，時には汗で湿っていることがある。屋外，地下室，ガレージなどでの作業では，湿った床が電導体の役目をすることもある。これらの条件の下では，ドリル内のショートは生命にかかわる事故ともなる。
WIZARD 2H 5208型，STANLEY 91048型・91041型は金属の外装，ハンドルが使われており，危険ともなり得るが，電気ショックを避けるための三極式アース付コンセントを一緒に使用するようになっている。とはいえ，このコンセントは三番目の電線が正しくアースされている場合にのみ有効であり，作業場に設備（三極式回線が）されていない場合には，正しくアースされたアダプターが別途必要である。（BUYING GUIDE ISSUE 誌1975年91頁参照）。
このタイプのドリルには，継ぎ足し用コードも三極式のものを用いなければならない。
その意味からも二重被覆式のものはショックの予防に良い。
二重に被覆されていれば，内側の被覆が損傷した場合でも，外側は絶縁されており，アースの必要もない。
二重被覆製品のハンドルは全製品がプラスチックス製で，かつ，外装も同様のものがほとんどである。
壁に孔をあける際，そこに埋め込まれた電線に誤ってドリルを触れるといった，あまり一般的でないが，ありうる事故の可能性をも含め，外装には全面プラスチック製によるドリルの使用をおすすめする。

4＝使用上の難易性
ドリルを使用しやすくするための種々が配慮がされている，主な製品について当ってみよう。

①　ロック・ボタン
ON,OFF に作用するスイッチを，ON の位置にロックするためには，引き金を一杯に引き，ハンドルの左側にあるボタンを，親指で押しつける。
ドリルが作業途中でひつかかつたり，思い通りに作用しない際は，もう一度，引き金を引くとロックが外れる。テストした全製品がこの種のロック方式を備えている。（細かな違いについては評価参照）。
マルチ式ドリルは，最高速度でON の位置にロックでき，その他のものは中速度でロックが可能である。（例外については評価参照）

② 引き金の取扱位置

引き金と本体とが密着していれば，そこに指をはさむ危険性は少ない。いわゆるフランジ形や，また，使い易いような形に設計された引き金・ハンドルも，指を安全な位置に保つ補助になる。評価の項には，引き金が指をはさむ危険性の有無の判断が示されている。

③ ハンドル

ドリルのハンドルは，必要とする指のスペースが確保され。かつ，確実に握れるよう，その長さと厚みが十分に保たれねばならない。

ハンドルのデザインは，自然で。持ち易く。かつ。握り具合のよい必要がある。また。ハンドルの表面は滑らかであり，材質は金属製より。プラスチック製のものの方が好ましい。——（熱伝導率が低い面からも）

ハンドルの位置もドリルの操作の難易に大きく影響する。モーター部分の真下か，前方に寄り気味につけられたハンドルは，後方寄りにつけられたものよりもバランスが良く，長時間の作業にも疲労が少ない。

ところが，ほとんどの製品のハンドルが後方寄りに作られており。本体を水平に保とうとしても軸の先端が下りやすい感じになる。これらの細部についても詳しく検討し，ハンドル操作の難易を判定し，評価の項に示した。

しかしながら。使い易さには個人差もあり，使用者，一人一人が購入時に。実際に現物について握り具合，操作のやり易さを吟味されることお奨めする。

④ 補助ハンドル

本体に補助ハンドルがあれば，ドリル操作は一層確実に，かつ，楽に保持される。

また，ドリル本体を支えるために，空いている手を使うこともできる。

事実，補助ハンドルのある製品も数種あった。

ROCKWELL の２機種は，本体とは別売されている付属品類とセットになっており。MASTERCRAFT 54−2843 においては，補助ハンドルだけが，単独で別売りされている。

２，３の機種では，補助ハンドル用のネジ込み式ソケットが，ドリル本体の両側に装置してある。

他の６機種では，左側だけに補助ハンドル用取付ソケットがあるが，これでは右利きの人にしか使えない不便さがあろう。

⑤ コードの長さ

ほとんどのドリルのコードの長さは，少くとも５フイートある。

継ぎ足しの必要な場合には，メーカーの推奨する長さにすることが大切である。それが判らない場合には。次の点に留意されたい。

コードの長さが５０フィート以下の場合，

５−１　２〜３アンペア用ドリルには，１８ゲージのコードを使うこと。

５−２　３〜６アンペア用ドリルには，１６ゲージのコードを使うこと。

５−３　どの場合にも，重作業用コードが必要であり，普通のランプ用コードを使ってはならない。

テスト品の内，４機種（評価参照）には非常に短いコードがつけてあるが，これらには継ぎ足し用コードが是非必要である。

⑥ 作業範囲

ドリル全体の長さ，高さについてあまり問題ではないが，止め金具のあるコーナーなどで作業する場合には，その作業能力は。ドリルが邪魔になるか否かのクリヤランス（訳者注—本体四周のデッド・スペース）に左右される。

本体頂上部のクリヤランス（刃の中心線と本体頂上部間の距離巾）は最も重要である。これにより，壁に極めて接近した床に孔をあける場合など，壁の垂直面にどこまで近づけるかが決まる。

同じ意味で。側面のクリヤランスも，場合により。重要になることがありうる。

⑦ チャック・キー

テスト対象の全機種には，チャックで刃を締めつけ，固定させるための鍵がついており，その形式は歯車式（JACOBS −TYPE）である。

一般に，キーは扱いにくいものであるが，L字形の取手のものは，特に扱いにくいものが多く見られた。

⑧ ブラシ

ドリルの回転電動子（ARMATURE）に電力を伝えるブラシは，使用期間により磨耗する。ブラシが磨耗して，他の内部部品が電動子に触れると，スパークを生じたり，部品その他が損傷したりする。

BRBLACK & DECKER の機種と，STANLEY 91041 型には，良くデザインされた「自動防禦」形ブラシを備え，他の６機種は，ブラシが外から見え，ドリルを分解することなしに，その消耗状況を観察しうる設計になっている。

5＝補修・手入れと保証

どの様な工具でも，平素正しい手入れをし，早目に修理を行なえば，その製品寿命は延びる。

今回調査した製品の内，数機種には定期的注油のための詳しい手引き書が付いている。

DO IT YOURSELF 工作のマニアや，高価なドリルの持ち主は，文句なしにこの手引き品の利用者になるであろう。

中には，購入時のままで，使用可能期間中には，注油など手入れの必要性がないと認められる製品もある。

また，安全性の立場から，二重被覆されている製品は，専門店による手入れが望ましい。と当該メーカー側が要請している。

部品とサービスの両面を含め，一年間保証付きの製品も幾つかある。取扱店（ディーラー）に持込めば，その場で新品と

交換する形での保証を行うメーカーもあり，新品と交換するか，修理で済ませるか，は取扱店の判断にまつとするメーカーもある。
無期限保証をするメーカーもあるが，自然的消耗と，不自然な取扱いの二項目が証書の中から除外されているので，あまり意味はない。

6＝推奨しうるドリル機種

ドリルはよく値引き販売される。
高性能製品が割引き値で入るとすれば買得となろう。
電気ドリルの使用頻度は極めて高いので，家庭工作の愛好者であるならば，強力なマルチ式逆回転可能の性能をもつ製品をお奨めしたい。
その意味で，最高級品BLACK & DECKER 7154(40ドル)に勝るものは，まずあるまい。
この型が手に入らない。または，もう少し安値のものを，と望まれる場合には，WARDS 9215(32ドル)をお奨めする。(たゞし，送料を含まず)
カナダ国内の場合はSKIL917C(57ドル)がよい。
主として，住居内の細かい修理作業などに使用しようとする人々のためには，二重被覆された単一スピード式電気ドリルで十分と思われる。
ROCKWELL 4100 (13ドル)は，この手のものの中では第一級品である。価格も極めて安く，加えて品質もすぐれており，最高の買得品である。

7＝評価

① 出力，失速時のトルク，過熱の傾向の3点を中心に考慮して，全般的な品質の順にリストした。
② 全機種に，ピストル式ハンドル，最高速度時にロックしうる引金式スイッチ，3／8 in の JACOBS 型のチャックとチャック・キーが付属されている。特に説明のない場合には，5フィートのパワーコードを付属。
③ マルチスピード方式の機種は，逆回転可能で，かつ，中スピードでスイッチ・ロックができる。
④ 価格はドル単位に揃えて表示したが，値引販売もされている。
⑤ カエデの葉の印は，カナダの製品で，価格は，カナダ・ドルで示す。
⑥ 今回対象とした全製品が「使用可能」である。

2. ドイツにおけるハンド・ドリル（家庭用工具としてのドリル，およびその付属品）に関する消費者団体のテスト評価報告（1975年）

DIY運動の盛んな西ドイツにおいても，特に家庭用工具として，ハンド・ドリルの品質，操作性，安全性に強い関心が示され，関連消費者団体による商品テストが行なわれ，「低価格ドライバーでも，上手に孔あけができる」をキャッチフレーズにして，適正商品の普及に努めている。その内容を要約すれば次の通りである。

1＝日曜大工としてのドリル

統計によると，ドイツの日曜大工は自宅の壁をきれいにすることに熱心であり，そのための電動工具は大いに活用されている。
しかし，供給量は需要を上廻り価格は大きく変動している。
今回，およそ90マルクから400マルクまでの22種のハンド・ドリル，および42種の付属品についてテストを行った。
その結果，12種の商品は良好な評点を得たが，4種の商品は電波障害の除去が不充分で失格，1種は孔あけ試験が不良であった。
日曜大工仕事では一寸した修理でも，またコンクリートの壁に孔をあけようとする場合などでも少なからず困惑することがあるが，ここで役にたつのは強力なハンド・ドリルだけである。
これを入手するには，当方の価格調査によれば400マルク以上，要しよう。しかし，年に2〜3回の作業では手頃の価格の商品でも十分である。まして，時たま使うならば必要な工具を近所から拝借すればよい。
これに反し，寸暇を惜しんで努力する日曜大工にとっては，自分の大工道具を揃えずに済ますことは我慢ができないことであり，中には専門職のやるような複雑な仕事にも手を出すほど，手仕事に深い理解を示す日曜大工も少なくない。
自分の手で家計を節約し，かつ生活を楽しむこの趣味はDIYファンを増大させている。
ニュールンベルグの消費・市場・流通研究会(GFK)のモニター・アンケートによれば，

① 16才から69才のドイツ人で4人の内3人は，すでに壁紙を張り，ペンキ塗りの技能を有し，
② 素人の2人に1人は，壁作り，コンクリート打ち，漆喰塗りができる，と報告されている。

今日においては家屋はステイタス・シンボルではなく，自分自身による造作物がこれに代りつつある。しかも，特に日曜大工を「気分転換のスポーツ」として熱心に励んでいるのは裕福な人達である。しかしながら，これら日曜大工の数はまだ微々たるものである。
今日，簡単で小規模の作業に適する100マルクから200マルクのハンド・ドリルは多量に出回っており，それで十分役に立つにもかかわらず，目的の作業にとって，価格的に1ランク上の商品を個人が求めようとしている傾向がみられる。
よって，誰でもがこの有益な道具を購入する前に，「どのような仕事を，どの程度でこなそうとしているのか」を十分認識しておく必要があろう。
特に，価格に注意すること。なぜなら，われわれは，同一モデル間においてすら最高160マルクもの価格差を確認している。
さらに，選んだモデルが，関連する付属品と的確に組合せる

ことが可能か否かを確認する必要がある。

2＝テクニカル・テスト
テクニカル・テストに選んだ２２機種のハンド・ドリルは，いずれもビルト・イン・ドリルを備えている。
しかし，これらは作動回転速度のセッティングにおいて本質的な相違がある。
すなわち，ワンウェイ機１２種には，無段速度制御装置が設けられている。
テストの結果では，２段階のギヤと電子的回転数制御のものが最も好ましい，と確認された。
なぜなら，この場合，作業行程の各々に応じて最適の回転数をセットしうるからである。
すなわち，
① 第1行程で，重量物の孔あけ，および鋸引き作業のための低速高トルクを，
② 第2行程で，木材，軽金属，および研摩作業のための高速回転を，
夫々の場合に応じ，好ましい回転数をセットしうることは，タイルや敷石に注意深く孔あけ作業を行う場合を含め有利である。

3＝孔あけテスト
孔あけテストは一部を除き極めて優れた成績を得た。一部不良とみられる機種は次の通りである。
①無段変速のない機種では，常に最適条件で作業するという訳には行かず，このことは特に，鋼材の場合に示された。
②ワンウェイ機では状況は一層不利であった。
すなわち，ほとんどの場合，孔口径の大きい時の回転数が過度に大きくなりすぎていた。
③ギヤチェンジ機構のない無段変速機における電気的切換えの場合は，総じて取付可能な最大ドリル径におけるトルクの不足が認められ，そのことは，建築用鋼材の場合に顕著であった。
④これらに対し，コンクリート，および煉瓦の場合には振動式ドリル装置を有するものの方が決定的に優れた結果を得た。

4＝実用テスト
実用テストでは，どの機種も良好な結果が得られ，コンクリートは勿論，硬質木材，および煉瓦も，極めて優秀な仕上がりを見た。
ただ，１機種（QUELLE UNIROPA JUNIOR SBⅡ）のみは，建築鋼材，およびコンクリートの孔あけにおいて出力が不充分と判定された。

5＝電気的安全性テスト
電気的安全性テストは，２機種においてわずかな欠陥を確認したものの，他は良好，または比較的良好とする結果を得た。

6＝電波障害除去テスト
電波障害除去テストに失格した機種に対して，われわれはきびしく非難せざるを得ない。これに含まれるのは，BLACK & DECKERの全機種，および，AEG モデルの１機種である。

7＝耐久テスト
耐久テストにおいては，７機種に，ドリル覆いおよび，その止め具・ネジ部にサビの出易いことが判明したものの，結果としては２年前に行なわれた家庭工具テスト（注 １９７３年１１月）の場合と同様，本テストでの脱落機種のなかったことは喜ばしいことである。

8＝騒音テスト
家庭用工具は，すべてにある程度の騒音を我慢しなければならない。このテストで８機種については使用中の騒音「大」と判定されたが，これらは強力な冷却ブロアが問題となった。

9＝高温度テスト
家庭用工具が孔あけの際に強く押わけられるほど，工具には大きな力を生ずる。しかしながら同時に熱を発する。これは電気エネルギーが１００％機械エネルギーに変換されないためである。発熱はモーターの巻線，およびギヤに集中する。
このオーバーロードは長期間の使用に悪影響を及ぼすため，大半のメーカーは，その一連の機種に，高負荷時に電流供給を中断するオーバーロード保護装置を組込んでいる。
これらのうち，２機種には滑りカップリングを設けてあるが，これも，モーターおよび工具をオーバーロードから保護する効果がある。この装置はさらに大出力機種（６００ワット）の場合，使用者を保護する働きもある。
滑りカップリングは，工具がオーバーロードになったり，衝動的にブレーキが掛ったり，また，はさまれたりすると即座に働く。その場合，モーターは回転し続けるが，工具とギヤは停止する。
静止の瞬間に生ずる力は，滑りカップリングにより，ハンド・・ドリルを安全に保持していられるよう制動される。

10＝付属品テスト
日曜大工で腕を磨き，益々積極的に自らの技能範囲を拡大しようと志す人々は，次第に家庭工具関連の付属品を取揃えることになるが，どのメーカーのハンド・ドリルにも，他のメーカーの付属品も取付可能のように標準化が図られているので，日曜大工のこれら付属品選択の余地は大きく，たまたま，自社の付属品を指示している所があっても，その例はまれである（BLACK & DECKER およびSKIL）。

① 卓上ドリルスタンド，振動ポリッシャーなどに関するテスト

これらに関するテストはすべての装置に最適のテスト条件を付与するため，同一メーカーの本体，および付属品により実施。

1－1　卓上ドリルスタンド

テストされた１１機種（価格範囲４０～１００マルク）の安定性は，優秀とまではいえないまでも，家庭用工具としては十分である。

本品の場合は精度が問題であり，ハンド・ドリルを装着した時，斜行したり，滑ったりすることがあってはならない。この機能は，全機種とも良好に満され，かつ，いずれもテスト中自重によって送り方向に移動する欠隔は認められなかった。

OTTO　およびQUELLE を除く，他のスタンドはスプリングを備えており，これによりドリルは作業行程が終了すると，自動的に出発位置に戻される。

METABO およびSKIL　は，前送り運動のためのレバーに比較的大きい力を必要とする難があり，また，OTTO　およびQUELLE においては，前送りのためのレバーを適当な作業位置にセットするのが可能とのみはいい切れない。なぜなら，スタンドの支柱が同時に前送り運動のためのラックになっているからである。

ハンド・ドリルのスタンドへの着脱操作ではBLACK　&　DECKER のモデルにおいてはやや困難を伴い，巾１３㎜のドリル覆いもネジを要するため，いくつかの補助工具を必要とする。

耐久テストにおいてはサビの出やすいものが5機種あり（METABO NECKERMANN，OTTO，QUELLE，SKIL），全体として，スタンドを用いてする孔あけ作業での孔の精度・品質はいずれの場合も満足しうるものであった。

1－2　振動ポリッシャー

振動ポリッシャーとしての付属部品，１１機種（約40～90マルク）の全てに対し，われわれは，満足，または良好の評価を与えることができた。

これらは特に，木材の仕上用であるが，金属。およびラッカー塗布面も，この装置で良好に研磨しうる。

出力判定のためには，同一メーカーの最高速度のハンド・ドリルにより本装置を駆動した。

その場合①回転数3,000回／分では一部極めて良好。②回転数2.500回／分～3,000回／分では，良好乃至満足。③回転数2.200回／分では，不満足という結果を得た。研磨作業は，ドリルモーターの回転数に関係する。

たとえば，不満足な成績を示したOTTO　のものも，高回転数の機種により駆動すると，その結果は満足の枠内に判定された。

Ⅱ＝終りに一言

ドリル作業中に，うっかりして電気ケーブルや，水道管，ガスパイプ，その他，漆喰下にある供給ラインに孔をあけてしまうトラブルを起し勝ちであるが，このような粗末なことは「当てずっぽうに合せ，釘をうつ」という言葉の通り高価な代償となり── 状況次第では壁をこじあけ，穴のあいた暖房用パイプを修理しなければならなくなるなど── かえって金属探知装置を調達する価値を生む結果となるが，このようなハンド・ドリルなら，２５マルクから購入できる。

（参考事項）

① テスト対象

２２機種のハンド・ドリル。およびその付属品（ドリルスタンド，振動ポリッシャー，ジグソー，およびハンド丸鋸）

② テスト品の選択・購入

広い地域を代理する提供者の各々から，各1台のツーウェイ・モデルで，電子的回転数制御装置を有するもの，およびその装置のないものについて選択。

ハンド・ドリルの公称出力は３１０～６５０ワットの範囲。

機種の購入は，各3台のテスト・サンプル（ハンド・ドリル）および，各1台のテスト・サンプル（付属品）について

１９７５年3月～4月の間に実施。

③ 価格

価格調査は，われわれと契約している研究機関の一つにより，ドイツ連邦共和国内２１地点の１５１店に対し，7月～8月の間行なったアンケートに基づく。

調査は統計的な完全さを要求するものではない。平均価格（中位価格）は，数学的平均価格ではなく，むしろ，ハンド・ドリルおよびその付属品についての各々につき通知された価格を。価格目盛上の高い方，および，低い方の半々に分けるものである。

④ ハンド・ドリル

評価方法── テストにおける品質評価の総計点を１００点とし，内。４０点を孔あけテスト，３０点をテクニカル・テスト，２０点を取扱いテスト，残り１０点を電気的安全性テストに配分。

⑤ テクニカル・テスト

本テストの重点は，作動範囲内の最大トルク，および回転数の切換（機械的，または電気的），および，無段変速によるトルクの低下にあたり。これらはドリリングの能力，および利用度に関する資料となる。

5－1　耐久テスト

耐久テストは負荷を変え，５００回のテストを行ない総合したが，どの機種も故障なく合格。

5－2　電波障害除去テスト

電波障害除去テスト（VDE　0857－17.71 に準拠して実施）においては不幸な結果となった。

5－3　耐蝕テスト

耐蝕テストはSFW50017　による発汗水テストにより全機種を対象とし資料を得た。

5－4　騒音測定テスト

騒音測定テストは，アイドリング，および公称負荷のロード

・ランにおいて，新状態の下，ＤＩＮ－４５６３５により実施。

⑥　電気的安全性テスト
本テストはＶＤＥ規準０７４０－17.7３第１部，および２Ａにより実施。

⑦　孔あけテスト
専門家１名，素人３名が各種の孔あけ作業を実施，その観察により各ドリルの孔あけ性能を判定。
被験者は各孔あけ作業毎に新しいドリル刃を使用，次の４種の作業を実施。

７－１　平らなドリル刃ＷＳ１２㎜，２０㎜φを用い，２０㎜ｔの乾燥したオーク材にドリリング。

７－２　スパイラル・ドリル刃ＨＳＳ６㎜，１０㎜φで，20㎜ｔの建築鋼材にドリリング。

７－３　硬質金属・石材用ドリル刃６㎜，１０㎜φで，レンガにドリリング（振動ドリル装置を使用）

７－４　硬質金属ドリル刃６㎜，２０㎜を用い，Ｂ３００のコンクリートに深さ５０㎜のドリリング。（振動ドリル装置を使用）

⑧　取り扱いテスト
本テストでは特に把手の位置，ハンド・ドリルの形状，大きさ，および付属品の配置状態（左きき用のものも含め）を鑑定し，さらにスイッチ位置，ロック能力，ドリル刃の取付け，および振動ドリル操作への切換についても鑑定。

⑨　卓上ドリルスタンドのテスト
この孔あけテストにおいては，スパイラル・ドリル刃６㎜，１０㎜を用い，２２㎜ｔの建築用鋼材のドリリングを実施。
この場合，レバーへの力は２００Ｎを要し，ドリル刃６㎜においては各ギヤの高速段に，同１０㎜においては低速段に夫夫セットされた。
本テストでは，あけられた穴の品質の他に，ドリルスタンドの安定性をも鑑定した。また，取扱いテストでは，ハンド・ドリルのスタンドへの装着，および送りレバーの形状，およびその操作の容易性の可否をも重視した。

⑩　振動ポリッシャーのテスト
金属・木材・切欠きのある硬化ラッカー面に対する研磨テストは本テストの重点であり，その研磨能力の判定には最高回転数のハンド・ドリルを用いた。これにより，単位面積当りの作業時間，研磨面の品質，およびその一様な仕上り効果を評価。
取扱いテストでは，ハンド・ドリルと研磨プレートとの装着・脱，交換，工具の案内，安定性，および振動などが判定の要素となった。

産業デザインに関する調査研究報告書
電動工具のデザインと人間工学的課題

昭和53年２月

発行：財団法人　日本産業デザイン振興会
東京都港区浜松町２－４－１
世界貿易センタービル別館４階
Tel 03-435-5633・5634
印刷：株式会社モリイチ