

A. A. C. 大腿義足の軸位置 調節機構について

ADJUSTABLE ALIGNMENT COUPLING OF A.A.C. ABOVE-KNEE PROSTHESIS

藤 浦 鋭 夫

はじめに

人体にとってその上下肢を切断するという事は、人間の持っている重要な機能の一部を失うことであって、筋力による関節の制御不能或は感覚器官として受容器の損失を意味する。又一方形態的には、正常な健康体と比べ容姿が異なるという所から、社会生活上心理上多大な影響を受けることになる。この失われた人間の機能や形態を少しでも元の状態に取り戻そうという障害者の願は、専門技術者達の手によってその努力は続けられて来たものの、欧米諸国に比べ著しく遅れており、充分とは言えないのが現状である。然し我が国でも最近漸くその重要性が一般に広く認識され、公立補装具研究機関、各大学を中心とする研究開発が盛んに行われるようになった。中でも電動義手、筋電義手のように上肢切断のあとわずかに残された筋繊維から活動電流を取り出し、その電位差によって電氣的に義手を操作しようとする研究、又能動義手と称し、掌に設けた触圧部分の圧力を電気信号に変え、義肢と接触する皮膚面に振動の強弱として伝え、それを掌の圧覚として感じさせようとする試みも開発されている。又大腿義足で、表面を軟質樹脂発泡材で覆って触感覚を重要視するもの、又油圧装置による安全膝、各種機構の制御膝などがあるが高価、基準外、品下足の理由で一般にはあまり使用されていない。

このように研究開発されたすぐれた義肢装具が、障害者に真に役立つようになるまでには、行政的な法的基準、部品の規格化による工業的生産システム、義肢製作士の資格制度など早急に解決されなければならない問題が沢山あるようである。ここでは筆者のデザインによる軸位置調節装置の機構について解説する。

I 要 旨

この大腿義足は、義足装着初期の歩行訓練に必要な機能と、本義足として常用するための機能を両立させるため、人体の重心点を通る地面に垂直に立てた体重線と、膝軸の位置関係を相対的に変え得る構造とし、これによって膝の安定性を調節可能にしたものである。「図5」

普通訓練用義足は分厚いギブスソケットに棒状の脚部を固定したものか、或は簡単な構造の膝継手を持ったものが多いが、この義足のソケットは、ポリエステル樹脂と硝子繊維とによって薄く積層成形し、膝継手は自由に折れ曲る構造のものである。しかし装着初期に於てこの膝継手は不慣れによる膝折れの危険があるので、膝継手とソケットの間に adjustable alignment coupling (軸位置調節装置) を設け、その装置を安全なるように調節することによってその危険性を少なくし、その後歩行訓練が進みよく義足に慣れるに従い、逆に膝軸を折れ曲りやすく調節し随意的膝制御の運動を多くして、断端部に残された筋機能を最大限に利用しようとする意図したものである。以下本稿で説明する軸位置調節装置を持ったこの義足を A. A. C. 大腿義足と呼ぶこととする。

II A. A. C. 大腿義足の諸条件の解説

II-1 大腿吸着式義足

断端部を覆い直接皮膚に接するサクション・ソケットと、断端末梢部との間にわずかな間隙の空間を作り、ソケットの周径を断端部のそれよりいく分小さく見積って設計してある。そのため、そのソケットの義足を装着し足を持ち上げる時は、断端とソケットの間に陰圧が生じ、あたかも断端部にソケットが吸着したような結果となって懸垂される。従来の差し込み式のソ

ケットのように肩、腰バンドで懸垂する必要はない。

II-2 機構及び構造

大腿義足の膝継手は、立脚時において膝の中折れによる転倒の危険を防ぎ、又遊脚時には生体の筋力による膝機能に似た運動をする機械制御が要求される。しかしこの二つの機能を同時に満足する膝継手は非常に高価であって一般的ではない。法的給付基準による膝継手は、安価で耐久性のすぐれたものでなければならない。ここでは、単軸国産品・機械摩擦式の振り出し式膝継手に特にスプリング一箇を組み込んで使用し、膝屈曲位から伸展にうつる動作に便なるようにした。

足継手は実用新案出願公告昭 42-10475 の「義足における足関節装置」の市販品を使用し、又膝継手とソケットとの間に A.A.C. 機構を設け、膝の安定度を高めたり屈曲性増大などの調節を行うことにした。この調節機構については後に詳述する。

II-3 材料及び成形

ソケット部及び脚部は一般積層用ポリエステル樹脂と硝子繊維によるハンドレイアップ法とし、硝子繊維は 450g/m² マット 1 層、200g/m² クロス 2 層とし、その構成はクロス、マット、

クロスとした。尙外面は革を貼って外観効果を高めた。

II-4 ソケットの適合

II-4-1 坐骨結節高位のソケットパターン

坐骨結節高位での大腿断面は「図1」の如く、大腿骨を中心として内側から内転筋群・hamstring muscles と呼ばれる半腱様筋・半膜様筋・大腿二頭筋があり、大腿四頭筋・縫工筋などによって取り巻かれ、その外側はソケット壁で囲まれる。このソケットの坐骨結節位での断面は「図1」の斜線によって示され、同高位での大腿断面との違いはソケットのすぐれた適合に影響を与える。膝上大腿部で切断された場合の長筋群は、単に肉塊として骨を外部から護る緩衝材としての用だけではなく、大殿筋・短内転筋などの比較的短い有効筋と共にソケット内に圧着され、歩行その他の運動のより積極的な助けとなっている。

II-4-2 ソケット各壁の機能

内壁は正しく進行方向にそって平行で、長内転筋の発達状態を考慮に入れて巾約 10cm、半径約 20cm の曲面とした。この面は内転筋群を包み込んでいて体重支持には殆ど関係はない。そのため地面に対し垂直に近い状態の壁面となっている。

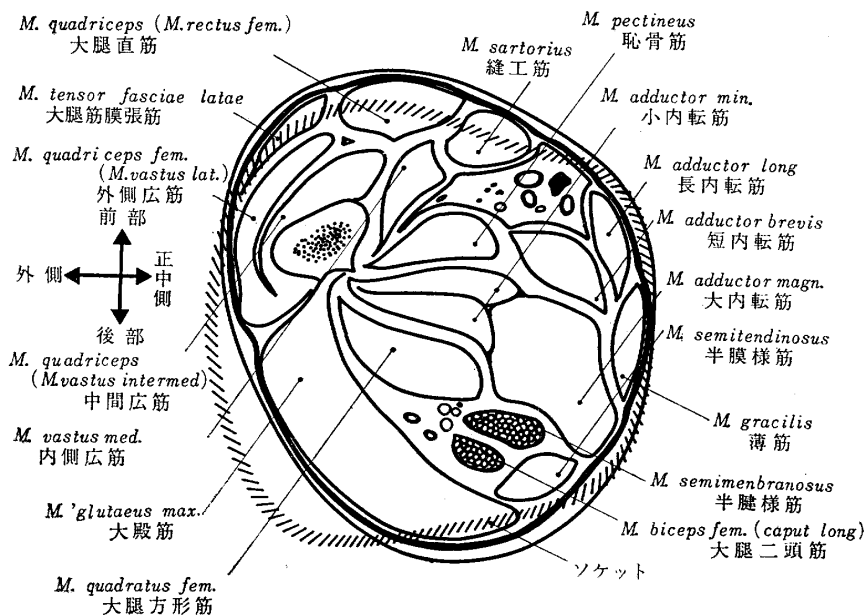


図 1 左大腿坐骨結節高位断面図

後壁は内壁に対し102°の角度とし、上縁は略直線で水平を保ち、巾20mmで坐骨結節を支持する。坐骨結節支持位置は後壁面より約12mm内壁中央部ふくらみからの距離約35mmとした。

外壁は主として外側広筋・大臀筋の接する面で、ソケット保持及び体重の支持、骨盤を水平位に保つための重要な機能を持つ。外壁上部は坐骨結節高位より約7cmの高さにとり、外壁下部は断端附近で大腿骨端とソケット面に挟まれる軟部組織を保護する意味で、わずかに内側に凹みを作り強い圧迫をさせた。

前壁は内側に長内転筋を包み、外側には縫工筋・大腿直筋があり、前壁への圧迫は、坐骨結節を正しい位置に保持するための重要な役割を持っている。外側壁の高さと内壁の高さの差70mmは、内側から $\frac{1}{3}$ の距離から高くなり始め外側から約 $\frac{1}{3}$ の所で外壁と同じ高さとなる。鼠径靱帯・長内転筋・縫工筋によって形成されるスカルパ三角への圧迫は坐骨結節支持を目的とし、内側から外側へ約2.5cmの位置で内部への突出が最も大きくなるようにした。

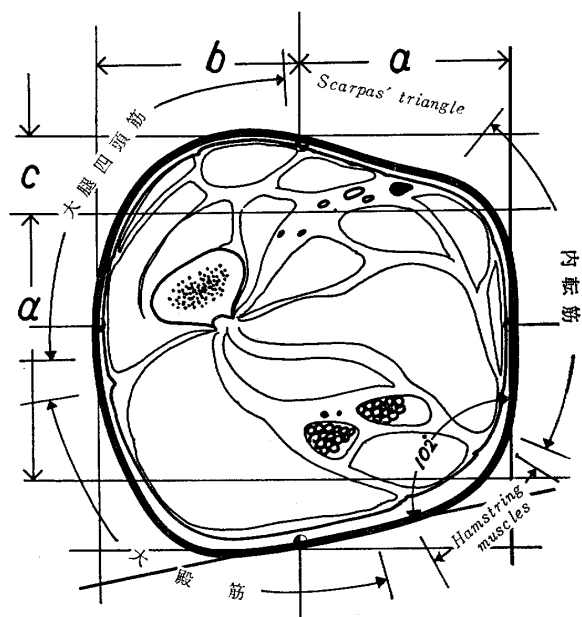
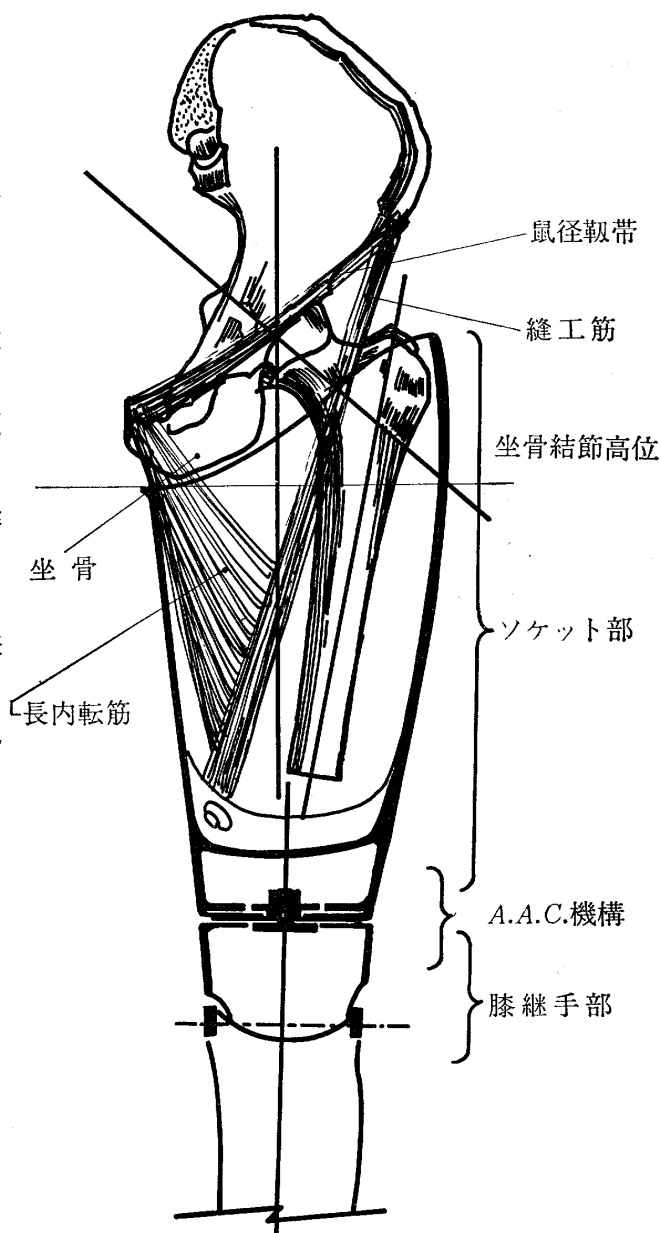


図2 ソケット各壁と筋群及び坐骨結節高のソケット断面



3図 大腿骨とスカルパ三角及びソケットと膝継手の関係

II-4-3 坐骨結節下部のソケットの形状

坐骨結節高位より断端下部に向って5cm毎に周径を測定し、その周径よりそれぞれ20mm、15mm、10mmの数値を差し引いた値をソケット内壁周囲の寸法とし、下部に行くに従って円形に近い形とした。又断端末梢部とソケットの間に約2cmの空間を作り open end 形とした。

「図3」

ソケット内形はそこに納まる筋膜・筋肉と断端の長さによって決定されるが、いままでに

その理想とする形に変遷があり、現在断端末梢部に空隙を残すもの、全面接触型のトータルコンタクトと言われるもの、三角形に近いソケットパターンのも、四角形・五角形を基本と考えるものなどさまざまである。

義足は人間が使用する道具である。そこに人間工学として「人間-機械」系の関係を見逃すわけにはいかない。上記のように各種のソケットが考えられているが、そのなかで最もすぐれた適合とはどのようなものなのか。断端部の循環器障害をなくし、吸着効果をよくするtension値は果してこれでよいのか。又生体皮膚面とソケット材質との関係など適合についての問題は山積みされているようである。

■ 軸位置調節装置

義足の装着が快適なるがためには、各継手間の位置関係を整合して最良の alignment を得ることが必要である。普通大腿義足のアライメン

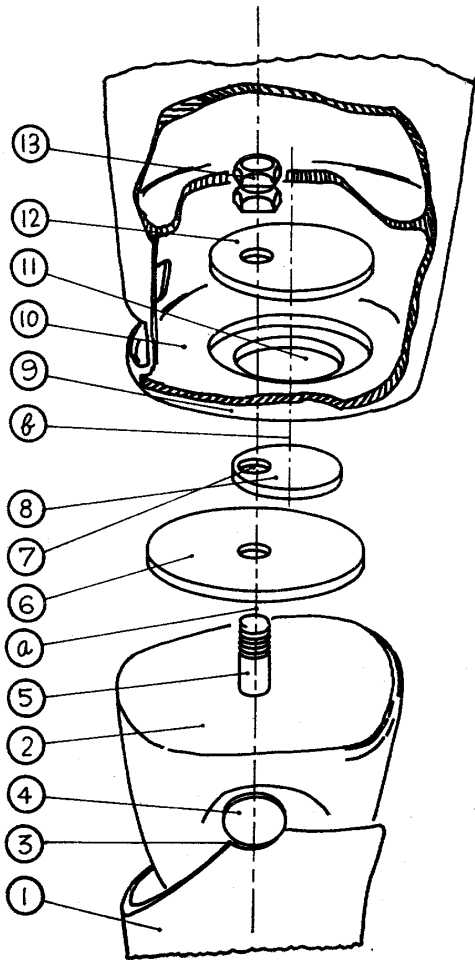


図4 A.A.C.組立図

トを決定するには、義足製作途中膝継手とソケットとの間に Coupling を仮に組入れて装着者の断端部と膝継手・足部の関係を測定する。その後復元装置によって、静的・動的アライメントを最良に保ちながらカップリングを取りはずし、膝継手とソケットを一体化し義足組立を完了する。然しこの A.A.C. 義足はサクシオン・ソケット下部と膝継手との間に設けた一本の

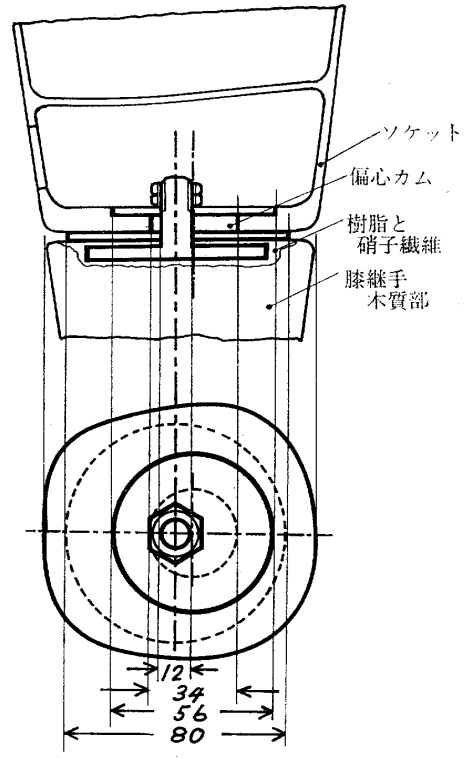


図5 A.A.C.部

ボルトによって組立てられ、体重線と膝軸の位置関係をある範囲内で自由に変えうる機構を持つ義足である。

この構造は「図4・図5」のように膝継手上部に水平面を設けその中心にボルト(2)を垂直に適当な長さを残して埋め込み、そのボルトに弾性体緩衝板(6)と、偏心孔を持つ平板状カム(8)を挿着する。一方ソケット底部の中心部にカム(8)と完全に合致する形状、厚さの嵌着孔(11)を設け、ソケットにかかる体重負荷中心線(体重線)を、カムの中心を通るようにソケットを上方より挿入する。次に円坐(12)をボルトに通しナットを締めつけると膝継手とソケットが固着される。

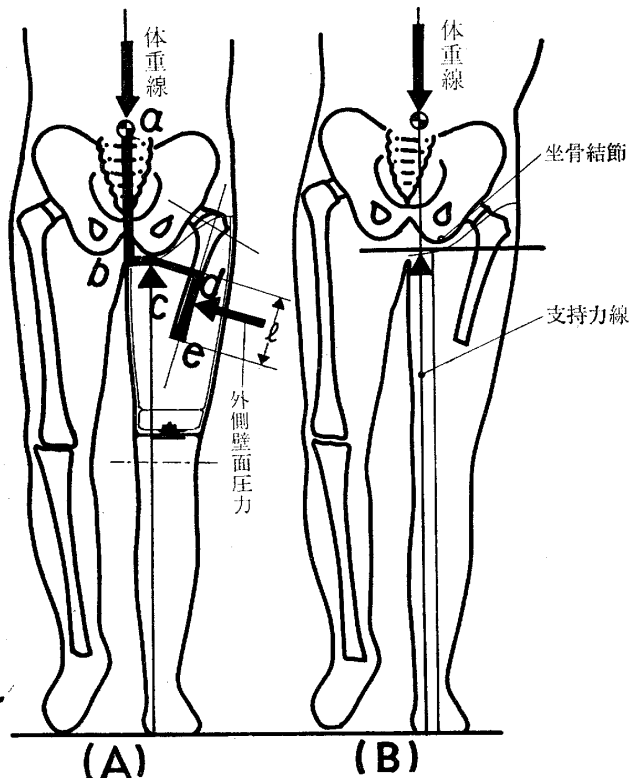


図6 正常歩行 (A) と上体を義足側に傾けた時 (B) の体重線と支持力線との関係

「図4」は膝軸を通る支持力中心線に対し、体重線が前方に位置するように設置したものであり、体重線を後方に移動させるためには、ボルトを緩めボルトを中心にして、カムを密着させながらソケットを回転させる。それにつれてカムの中心も同様に回転しながら後方に移動するので、適宜な位置に定置させた後ナットを締めつけると、体重線を前方より後方の適当な位置に止めた状態の義足を形成することが出来る。「図5」「図7」これは単にナットをゆるめ偏心カムを回転させることによって、膝軸に対し体

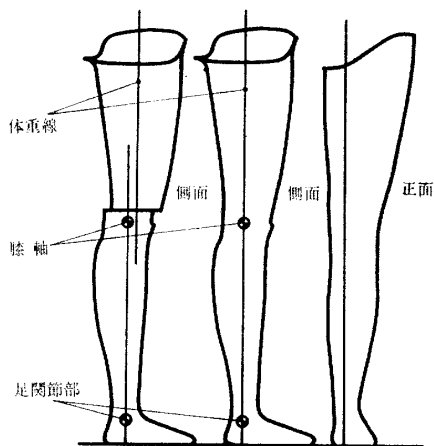


図7 体重 (負荷中心) 線と膝軸

重線の位置を前後左右に位置させることが出来る。それで、義足装着初期の訓練期間には多少能動的ではないが、不随意による膝折れの危険をなくし、安定した使用が出来るように体重線を前方に設置したりすることが出来る。又熟練するに従って後方に移動させ、能動的な使用が出来るように、目的に応じて最適な状態に定置することが出来るものである。

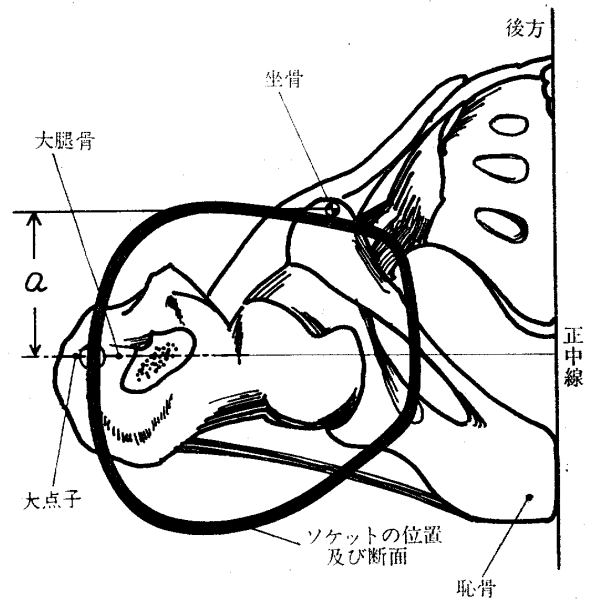


図8 大腿骨・坐骨結節とソケットとの関係を下から見た図

「図8」のように坐骨はソケット後壁上縁に位置し、体重支持のための、ソケットにかかる体重負荷の働きはこの位置より前方に於て行われる。接踵時、体重をそのまま坐骨結節にかけると、体重線と膝軸の関係によって膝折れを起すので、随意的に膝の安定を計る必要がある。「図8」の図で少なくとも a の距離をすばやく動かす、ソケット内の荷重位置を中央部まで移動させねばならない。その後始めて膝継手が持つストッパーによって膝折れは防止される。つまり振り出し時の随意膝屈曲に要する筋力は、体重線が膝軸に対し後方に位置すればする程小さくなり、ソケット内の筋収縮を随意的に解くことによって、あたかも正常歩行に於ける大腿伸展筋の緊張を解くように、正常歩行に近い歩容を得ることが出来る。又その時の随意的な筋

運動が断端部の筋委縮を防止し、適度な緊張度を保つソケットの義足であれば、長期間快適に使用することが出来る。

IV 最後 に

この義足の軸位置調節装置の耐用性は、膝継手の木質部に埋め込まれたボルトの太さとその状態、及び樹脂積層の技術に影響される所が多い。又手加工のため、質的に不均一な所もあり安全度を高く見積る必要があるが「図5」のソケット底部、ボルトの埋め込み方法で現在数年間の使用に堪えている。

この稿では単に軸位置調節機構の解説に終るが、今後の課題として障害者のための補装具や義肢と「デザインの活動」との間にいくつか大切な問題がある。

先ず工業デザインは本来工学的な知識を基礎とし、各分野の製品に必要な要素を満足し、或るシステムに従って生産される内容を持つので、その中には多数同じものを同時的に生産するという要素をも含んでいる。然し、この義肢は他の補装具、リハビリテーションのための自助具と同様、当人にはよく適合し機能を満たしても他人には全く無用な場合が多く、そのため同じものを多数生産することをたてまえとする工業デザインの手法に反することになる。この矛盾した性格について、1973年京都で開かれた国際インダストリアルデザイン会議（ICSID）の特別分科会でも取り上げられた。そこでは、共通の部品を出来るだけ多くして工場生産に適した方法で生産し、個々の違った機能を持たせるためには、それぞれの部品の選択によって解決しようという方向づけの討議が行われた。要はデザインの方向が、このマスの性格を内蔵しながら、どこまで対象としての個別化に徹して行く事が出来るかという所に問題がある。

次に身体障害者のための施設・機器道具を考える時、障害者一人一人の失われた機能を取り戻そうとする行為の中に、創造活動の出発点を見出すことが出来る。そこには人間と物とに関係し、多くの問題が提起されそうである。時には、わずかの遊びも許されない人間と物との極

限の厳しさの中に、見失ってはならない人間性を求めなければならない場合もあるからである。いままでのデザイン活動が、消費と生産の間に立って其の場限りの無責任な惰性的循環行為をくり返し、人間性を忘れた「物」を氾濫させているなかで、この障害者の補装具のデザインは、もう一度人間の根元に立ち帰り、デザイン活動の原点において、人間性を見直そうとする総合活動を感じさせるのである。

更に又そのデザイン活動が単に障害者のための何かを作るという事だけでなく、障害者に与えた最も新しいすぐれた道具が、その人間をどのように変化させて行くかを見極める必要がある。それが健常者に対するデザイン活動のなかに、何かの示唆となって帰って来ることを期待するからである。

参 考 文 献

- topographischen und angewandten Anatomie des Menschen
Professor Dr. Helmut Ferner
- 人体の構造と機能 大島新治
- 義肢 飯田卯之吉
- 切断と義肢 沢村誠志
- 装具・自助具・車椅子 荻島秀男
- 義肢の現況と問題点（日本医師会雑誌）
加倉井周一
- 強化プラスチック ハンドブック
強化プラスチック 技術協会編
日刊工業新聞社
- 強化プラスチック
強化プラスチック 技術協会編