平成19年度 研究課題名	人間・生活者視点による人にやさしい製品開発 ～長時間座位における人体の心理・生理的な変化と行動特性～

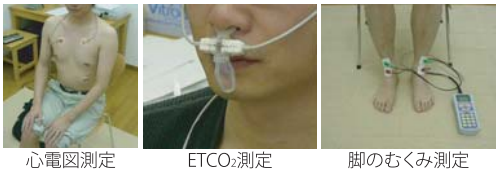
椅子に1時間座ってもらい、そのときの人の心理・生理・行動の変化を記録しました。実験結果から、椅子に座ったときの不快感は大きく分けて２種類あることが考察されました。ひとつは1～2分という短い時間座ることで感じる「痛い」という感覚で、もうひとつは少なくとも15～20分以上座らないと感じない感覚で、「だるい」「重い」と表現されていました。前者は身体にかかる圧力などが原因だと考えられるもので、少し座ってみればわかりますし、姿勢を変えたりすることですぐに解消されます。後者は血液の流れなどが関わっていることが推測され、しばらく座ってみないと感じない感覚です。身体を動かすことでもなかなか解消されず、解消するのに15～20分は必要であることがわかりました。

実験内容

目的：長時間椅子に座ったときの人体の心理的・生理的な変化や、身体の動きなどの行動を調査し、互いの対応関係や長時間座位における注意点について検討しました。

方法：ダイニングチェア、休息用椅子の2条件について、それぞれ1時間座ってもらい、ＴＶ観賞を行ってもらいました。その間、心電図などの生理的な変化や身体の動きなどの行動を記録し、痛みなどの自覚症状については、感じた時点で自由に発話してもらいました。被験者は8名（男性5名、女性3名）でした。

主な測定項目



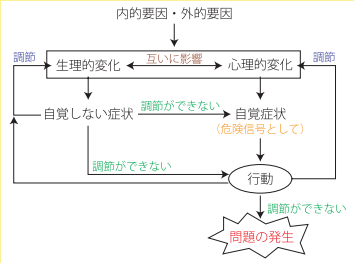
心電図測定　ETCO₂測定　脚のむくみ測定

実験結果と考察

心理・生理的な変化と行動特性

長時間椅子に座ると、そのときの身体の状態や室内環境などの影響により、心理的・生理的な変化が起こります。生理的な変化については自律神経系などの働きにより正常な状態が保たれますが、それらの機能の低下などが原因となり調節できない場合は、一種の危険信号として、痛みなどの自覚症状が現れます。その際、対応した行動をとることで、身体の機能を正常な状態に保つことができますが、対応した行動がなかったり、行動を起こしても改善されない場合には、不快感だけでなく、健康面などへの悪い影響がでる可能性がありますので注意が必要となります。

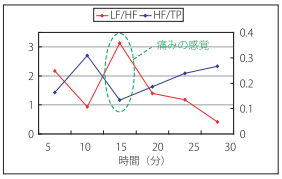
※自律神経系：交感神経と副交感神経からなります。心臓の働きや血液の流れ、呼吸など私たちが意識しない生命活動の調節に関わっています。



行動することですぐに改善される自覚症状（「痛み」の感覚）

痛みを感じたときには、交感神経の働きが活発になり（LF/HFの増加）、その後、身体を動かしたりすることで、すぐに元に戻ることがわかりました。また、腰やお尻の痛みについては、「だるさ」などの感覚と同様の反応を示すことがわかりました。

※交感神経：心拍数や血圧、呼吸数などを増やす働きをします。ストレスを感じたり、興奮したとき、運動したときなどに働きが活発になります。

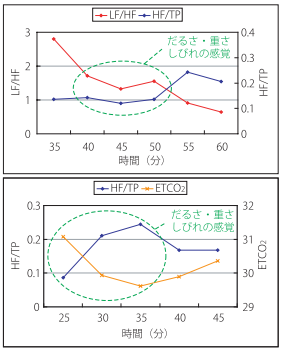


行動しても改善に時間のかかる自覚症状（「だるさ」「しびれ」「重さ」の感覚）

反応には2種類あり、だるさなどを感じる直前の15～20分間で交感神経と副交感神経の拮抗作用に崩れが生じるもの（LF/HFとHF/TPの協調した変化）と、副交感神経の活動の増加とともに血液中に含まれるCO_2が減少するもの（HF/TPの増加と$ETCO_2$の減少）がありました。これは、自律神経系の機能の低下や組織細胞での酸素代謝が低下していることが原因として考えられました。

また、これらの感覚が解消されるには、少なくとも15～20分は必要であることがわかりました。

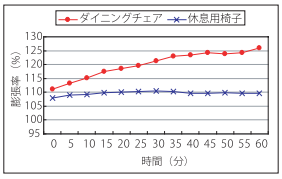
※副交感神経：心拍数や血圧、呼吸数などを減らす働きをします。安静時やリラックスした状態の時などに働きが活発になります。



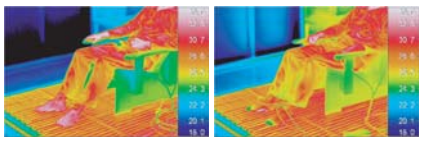
自覚症状があまりなく、行動してもなかなか改善されない自覚症状（「むくみ」の感覚）

脚と心臓の高低差の小さい休息用椅子ではむくみ（脚のむくみ）の進行がほとんどなく、高低差の大きいダイニングチェアではむくみが進行することが確認されました。

実際にはむくんでいるにも関わらず、半数以上の人がむくみを自覚していませんでした。また、むくみは脚を少し動かす程度では、解消されないことがわかりました。



対応する行動がない自覚症状（「足の冷え」の感覚）

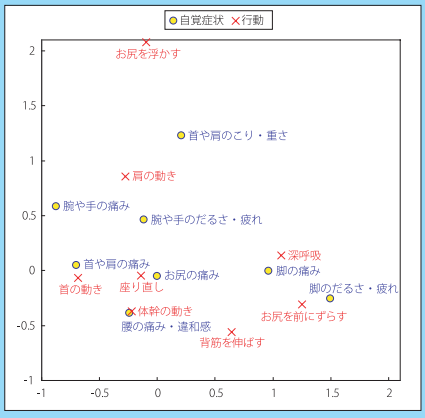


実験開始直後　1時間後

自覚症状と行動特性

図は自覚症状とその際に観察される行動との対応関係を表したものです。点の位置が近いものほど関係が強いことを示しています。

観察された行動は対応する自覚症状を緩和するための行動であると考えられ、痛みなどの自覚症状を感じた身体の部位を動かす傾向がありました。



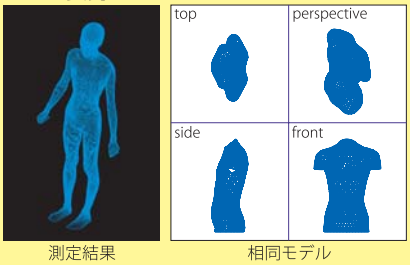
岐阜県生活技術研究所

平成19年度 研究課題名	人間・生活者視点による人にやさしい製品開発 ～立位・座位姿勢での人体の三次元形状～

立った姿勢や椅子に座った姿勢で人の身体の三次元形状を測定し、姿勢によって人の身体の形がどのように変わるかを調べました。その結果、立ったときと座ったときの身体の形の変化は主に上半身の傾きと背中のわん曲で表せることがわかりました。また、様々な体型の人のデータをもとに、座ったときの人の身体の平均的な形状を求めて、衣服の分野ではなじみのある人台（トルソーモデル）の椅子版を製作しました。このトルソーモデルには、椅子を設計する上で参考になる身体の骨の位置に印がつけてあり、実際に椅子に置いてみることで、平均的な体型の人がその椅子に座ったときに身体のどこが支えられるかなどを確認することができます。

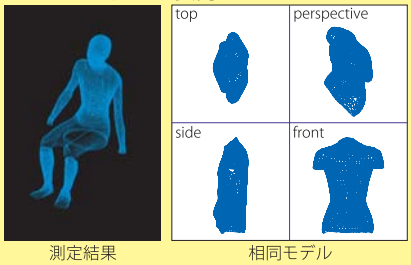
11名の男性被験者を対象に、立った姿勢、スツールに座った姿勢、椅子に座った姿勢（座面角：0度、背もたれ角：100度）の3条件で人体の三次元形状を測定しました。測定結果（点群データ）については、体型や姿勢の違いによって、点の数や身体に対する位置が変わってしまい、そのままでは分析ができないため、人体の解剖学的特徴点をもとに相同モデルを作成しました。相同モデルを作ることで、平均値を求めるなどの統計的な分析が可能になります。

立った姿勢



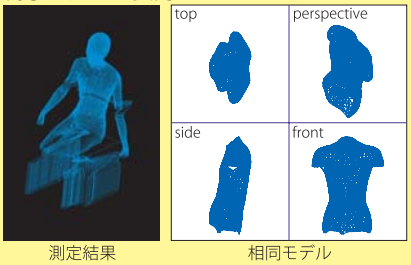
測定結果　相同モデル

スツールに座った姿勢



測定結果　相同モデル

椅子に座った姿勢

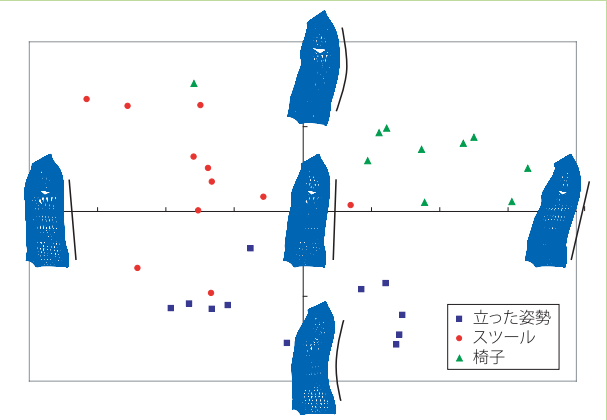


測定結果　相同モデル

3姿勢×11名のデータ

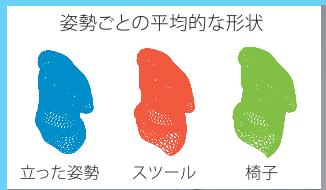
姿勢による人体の三次元形状の変化

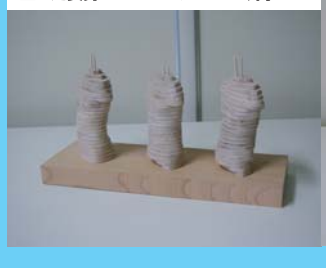
立ったときと座ったときの身体の形状の変化は、上半身の前後の傾きと背中のわん曲で説明できることがわかりました。下図は上半身の傾きを横軸に、背中のわん曲を縦軸にとったものです。立った姿勢に比べて座った姿勢では背中が後にわん曲することがわかります。また、同じ姿勢でも上半身の傾きには個人差があることがわかりました。背中のわん曲については、スツールに座った姿勢以外は個人差はあまり大きくないと考えられました。



姿勢ごとの人体の平均的な形状

姿勢による身体の形状の違いを実際に手で触れて確認できるように、姿勢ごとに11名の平均値を求め、縮尺1/5のモデルを作成しました。また、椅子に座った姿勢については、実寸台のモデルを作成しました。これらのモデルには、椅子を設計する上で参考になる身体の特徴点に印がつけてあり、実際に椅子に置くことで、平均的な体型の人が座ったときに身体のどこが支えられるかなどを確認することができます。





研究協力：(独)産業技術総合研究所　デジタルヒューマン研究センター

岐阜県生活技術研究所

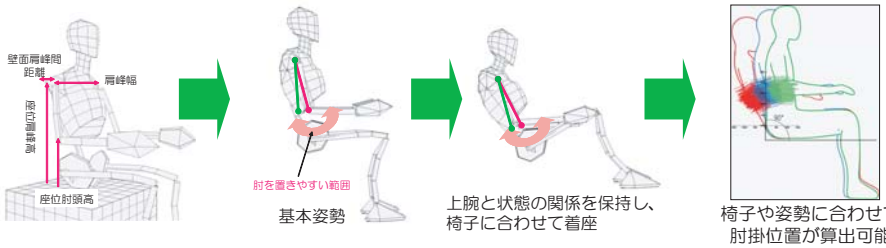
平成19年度 研究課題名	人間･生活者視点による人にやさしい製品開発 ～肩関節推定手法を用いた肘掛の最適位置の導出～

人体構造を考慮した木製椅子の肘掛の最適位置を導出するため、モーションキャプチャシステムと「肩関節の推定手法」を用いて肘掛けを使用する動作を計測・解析し、最適な肘掛位置に関して考察を行いました。

その結果を身体寸法を基に標準化することにより胸郭、肩峰などの身体特徴点から肘掛けを使用する場合の肩関節中心の推定が可能となりました。この結果に上腕の可動範囲と上腕長を加算することで肘の軌跡が算出でき、人体寸法データベースと組み合わせることにより、日本人全体、若年層、高齢者など想定されるユーザー層の体型に合わせた肘掛位置の設計指針の導出が可能と考えられます。

過去の研究　人体寸法を考慮した肘掛の最適位置(平成18年度)

着座時の姿勢と肘位置の関係と人体寸法データベースから最適な肘掛位置を算出



基本姿勢

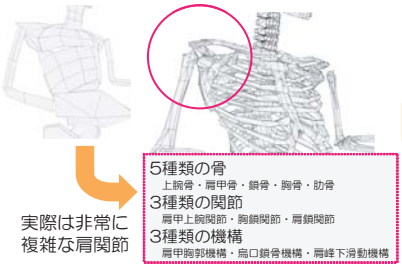
上腕と状態の関係を保持し、椅子に合わせて着座

椅子や姿勢に合わせて肘掛位置が算出可能

製品への応用例

肘の動きの算出方法に肩関節の構造を考慮することによりデータの信頼性の向上が可能

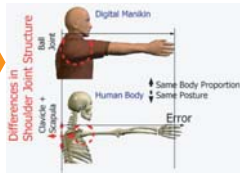
肘掛位置算出方法の改良　人体骨格からのアプローチ



実際は非常に複雑な肩関節

肩関節の構造を把握するのが難しい

産業技術総合研究所
デジタルヒューマン研究センターと研究協力



上腕の複合動作から肩関節中心を推定

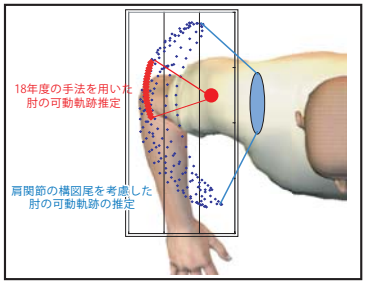
デジタルヒューマン研究センターwebサイト
http://www.dh.aist.go.jp/research/centered/shoulder/index.php.ja
研究内容>人に合わせるデジタルヒューマン>肩関節中心の推定手法より引用

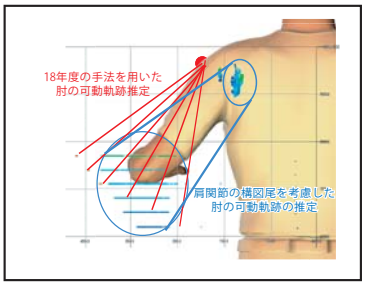
肩関節構造推定実験

モーションキャプチャシステムを使用し肘掛の使用する場合の動きを計測・推定

研究成果

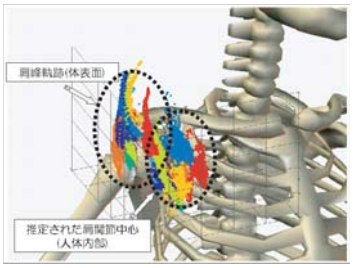
従来の手法と肩関節の構造を考慮した肘位置の比較



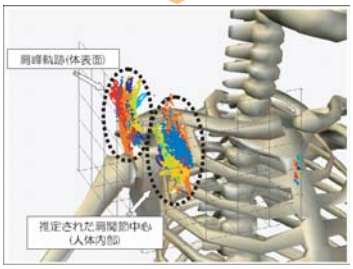


肩関節の構造を考慮することでより、肘の位置や範囲のデータ精度が向上していることがわかります

データの標準化



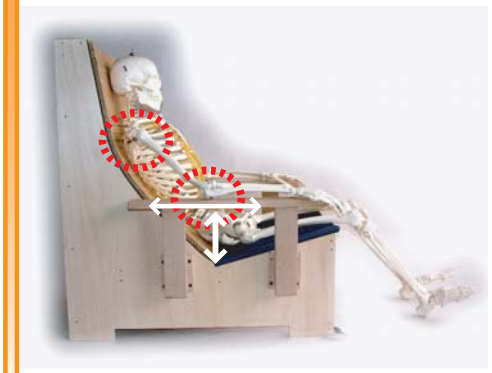
被験者10人の身体寸法を基に胸郭上縁点を原点とし、肩峰位置の動作軌跡と推定された肩関節中心を標準化しました



肩関節中心位置のばらつきが排除され、胸郭、肩峰などの身体特徴点と肩関節中心から肘の位置が逆算できます。また、実験動作を「肘掛を無理なく使用する動作」としていることから肘掛を無理なく使用する肘の軌跡が算出できます。

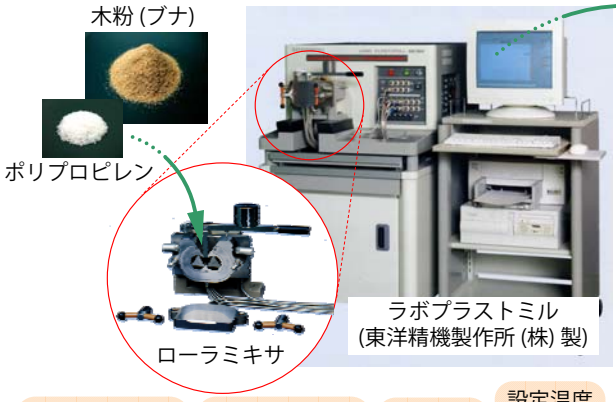
まとめ

肩関節など骨格を考慮することで、椅子の形状や体格に合わせた、より自然で使い心地の良い肘掛の設計が可能です。
また、人体寸法データベースを用いることにより・日本人全体や若年層、高齢者の平均的体型に・合わせた肘掛位置の推定が可能なります。



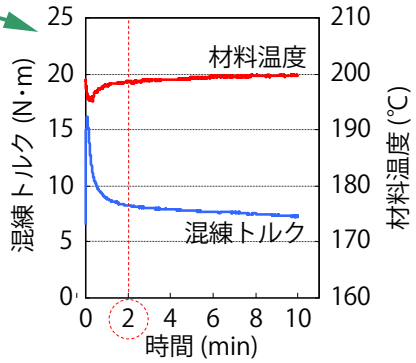
平成19年度 研究課題名	資源循環利用を考慮した木質部材に関する研究 (第1報) 木材・プラスチック混合物の混練特性

木材・プラスチック複合材を成形する際の適当な条件を探索するため，ブナ木粉とポリプロピレンを混合した材料の混練特性について検討しました。木粉粒径，木粉とプラスチックの混合割合，回転速度，設定温度を様々に変えて，時間の経過に伴う混練トルクおよび材料温度の変化を調べ，混練された材料の様子を観察しました。その結果，材料の効率的な混練と熱安定性の兼ね合いで適当な回転速度が存在することが示唆され，また，材料内部の摩擦熱やせん断発熱，木材の熱分解が材料温度の調整に及ぼす影響を把握できました。



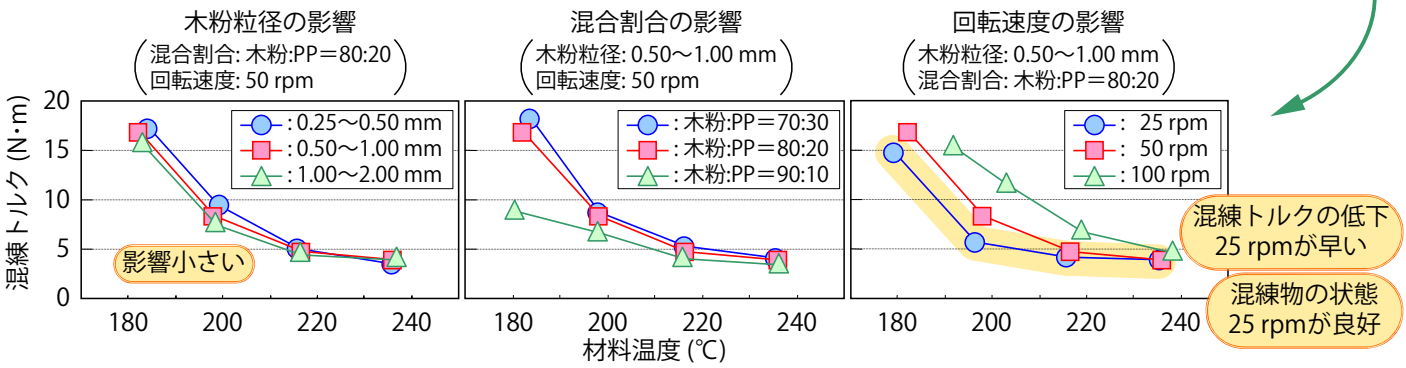
木粉粒径	混合割合	回転速度	設定温度
0.25～0.50 mm	木粉:PP＝70:30	25 rpm	180℃
0.50～1.00 mm	木粉:PP＝80:20	50 rpm	200℃
1.00～2.00 mm	木粉:PP＝90:10	100 rpm	220℃
			240℃

木材・プラスチック混合物の混練性試験

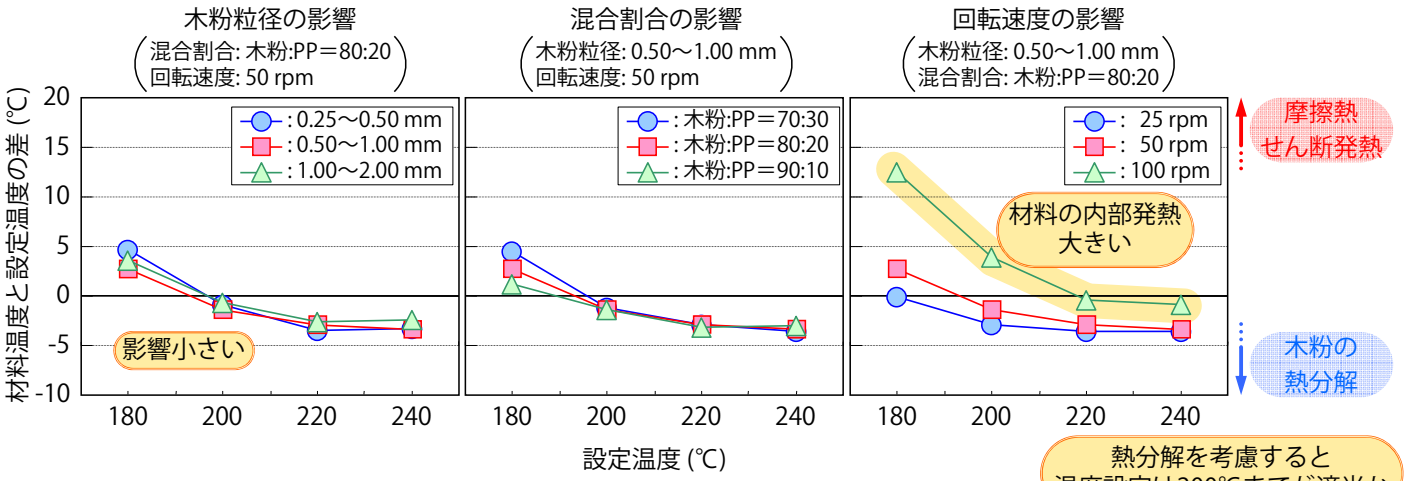


木粉粒径: 0.50～1.00 mm
混合割合: 木粉:PP＝80:20
回転速度: 50 rpm
設定温度: 200℃

混練開始後2 minにおける
混練トルク，材料温度に着目



材料温度と混練トルクの関係



材料温度と設定温度の差

熱分解を考慮すると
温度設定は200℃までが適当か

岐阜県生活技術研究所

平成19年度 研究課題名	木製家具における伝統技術の解明－曲げ木工程の指標化－

家具の製造工程の課題である高周波乾燥による材内部の焦げを検討するため、乾燥過程にある材の温度測定を行いました。また、最適な乾燥条件の指標化を目的とし、高周波印加電力量や乾燥時間の設定条件を検討しました。
（1）現状の高周波乾燥法では、温度上昇が材間でばらつき、焦げと乾燥不足が懸念されました。
（2）高周波乾燥と乾燥室保持の併用あるいは高周波印加と停止の繰返しにより、焦げを低減することができましたが、次段階では最適な含水率まで乾燥させるための設定条件を見出すことが必要です。
（3）仕上がりが良好な乾燥状態となる設定乾燥時間に見合う高周波出力が計算により求められました。

背景・目的

曲げ木加工は職人技で、経験の蓄積に依るところが大きい

現状
- 技術の継承が難しい
- 状況や熟練度により不均一な仕上がり

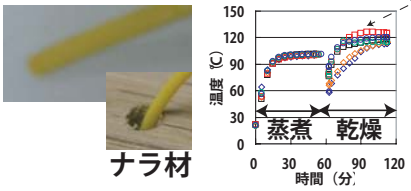
目的
- 曲げ木工程における木材の状態を把握
  → 作業時の最適なタイミングの目印の発見

曲げ木工程と問題点

原因は温度では？？

高周波乾燥時の温度測定

計測器：光ファイバー式温度計



蒸煮・高周波乾燥時の温度変化

- 120℃を超えて約30分経つと材内部が焦げ付く
- 温度上昇の割りに仕上がり含水率はやや高め

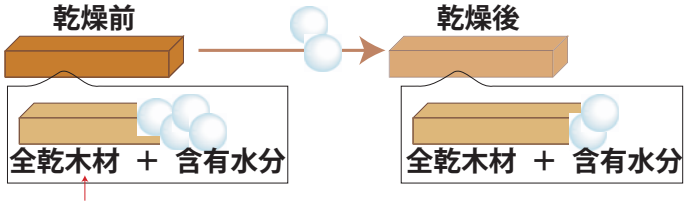
早くきれいに仕上げるための条件設定が必要

高周波加熱装置で実験

仕上がり良く乾燥させるには？？
- 乾燥に必要な熱だけを材に投入し、温度を上げすぎないことが必要

山本ビニター（株）社製
トランジスタ発振方式
周波数：13.56MHz
電力調整：0～3000W

高周波乾燥に必要な熱量



顕熱：全体を昇温させる熱
［全乾重量×材比熱＋含水重量×水比熱］×ΔT
（g）（cal/g･K）（g）（cal/g･K）（K）

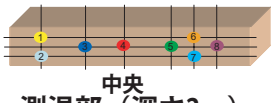
潜熱：蒸発させる熱
［目標脱水重量×蒸発潜熱］
（g）（530cal/g）

乾燥に必要な熱量（cal）＝顕熱＋潜熱

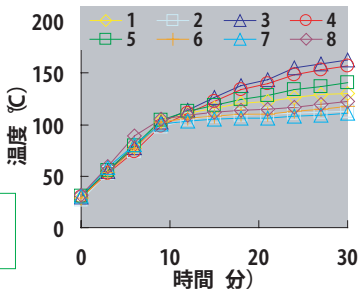
1kcal＝1.163Whより、1時間当たりに要する出力が求まる

計算による熱量の当てはめ

実験１　材：ナラ（4×4×26.5 cm）
含水率変化：18%→11%
設定乾燥時間：30分
→ 必要な発振出力：130W



測温部（深さ2cm）

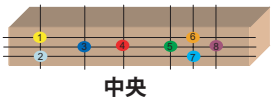


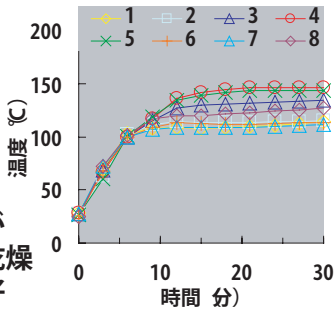
材温の上がり方は材内部が高い傾向

30分後：目標値まで乾燥＝**計算と合致**
←→ 材の中心内部は、うすく焦げていた

余熱を利用する試み

実験２　材：ナラ（4×4×26.5 cm）
含水率変化：18%→11%
設定乾燥時間：30分
必要な発振出力：初期10分間195W
後期20分間 96W





- 約5分で材温は100℃に
- 第2段階では内部温度がやや高めに推移
- 30分では乾き切らないが冷却工程で目標値まで乾燥
- 材内部の仕上がりは良好

初期に多めの熱を与える余熱の有効性が期待

今後の展開　低コスト化、実用化に向けた検討（高周波乾燥時の昇温速度が材の内外で異なることを利用）

岐阜県生活技術研究所

平成19年度 研究課題名	上肢支援型起立動作補助装置の開発

起立動作を支援する機能を椅子に付加する目的で、椅子に取り付ける起立補助装置について検討しました。動作のしやすさに効果があると思われる座面の移動軌道について検討するとともに、肘掛けに可動機能を付加することで起立動作支援の効果向上を試みました。また、対象となるユーザを考慮すると椅子に座り続ける時間が比較的長いと考えられることから、座位姿勢を続けることによる生理反応について調査を行いました。今後はこれらの結果をふまえ、商品モデルを提案していく予定です。

研究内容

肘掛け可動機構の提案と試作

上肢支援型起立補助試作椅子

試作機のコンセプト

椅子強度試験

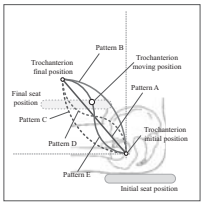
肘掛け垂直力試験

肘掛け水平力試験

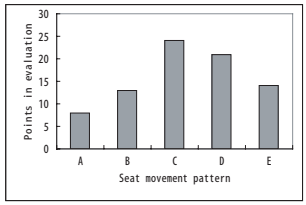
起立するときに肘掛けを使って立ち上がることができるように、肘掛け可動機構を付加した起立補助椅子を岐阜大学と共同で提案し、試作しました。試作した起立補助椅子には強度試験を行い、安全性の評価を行いました。岐阜大学では試作機を福祉施設に持ち込んで臨床実験を行い、普通の起立補助椅子よりも立ち上がりやすいという結果を得ています。

座面の動きと不安感の関係の考察

起立補助椅子の動作とユーザの感覚面との対応を明らかにするため、官能検査実験を行いました。その結果、人は不安感で座面の移動を評価していることがわかりました。



座面移動パターン



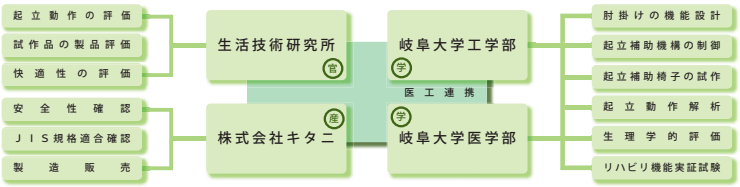
官能検査の結果

つぎに座面の移動軌道とユーザの姿勢変化の関係を調べるため、動作測定実験を行いました。それらの結果を踏まえ、座面上昇にともなう人の姿勢変化とユーザの心理的な感覚との対応関係について考察しました。そこから、座面移動にともなう不安感を低減させるためには

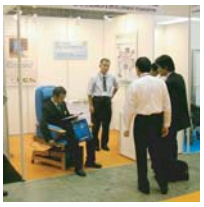
- 膝角度の変化を小さくすること
- 脊柱湾曲角度の変化を小さくすること
- 座面の広い面積で身体を支えられるようにすること
- 座面が多くの体重を支えられるようにすること
- 座面荷重中心の前方移動をより遅くするように座面を動かすこと

が重要になるとの示唆を得ることができました。

研究体制



成果普及



東京ビックサイトで開かれたHCR2007　国際福祉機器展で機器展示を行いました。

生活技術研究所研究発表会で研究発表を行いました。

研究成果は研究会を通じて普及しています。

平成19 年度 岐阜・大垣地域知的クラスター成果発表会併設展にて機器展示を行いました。

この研究は、文部科学省知的クラスター創成事業「岐阜・大垣地区ロボティック先端医療クラスター」の援助を受けて行われました。

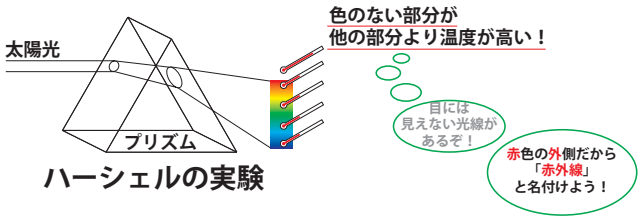
岐阜県生活技術研究所

平成19年度 研究課題名	# 光で木材を計測する

近赤外分光法を用いて熱処理材の評価について検討しました。近赤外二次微分スペクトル中に、熱処理によって6913cm^{-1}にこれまで報告されていなかった新たな吸収帯が観察されました。アセチル化木材と比較したところ、リグニン由来のフェノール性水酸基に帰属されると考えられました。また、水酸基領域(7200-6100cm^{-1})を波形分離し、面積比の変化を検討したところ、セルロースの水酸基の熱劣化は非晶領域から始まり、準結晶領域、結晶領域へと続くことが明らかになりました。さらに、熱処理による重量減少とセルロース中の水酸基の減少との間には強い相関が認めらました。

赤外線の発見

1800年イギリスの天文学者ハーシェル(Sir Frederick William Herschel:1738-1822)が、太陽光をプリズムに通していたとき、色のない部分が他の部分より温度が上がることを発見しました。これが赤外線を実験的に見出した最初です。



ハーシェルの実験

近赤外分光学の歴史

近赤外光は中赤外光と比べて、測定結果を解釈することが非常に困難だったため、1960年代の後半まで、近赤外分光法は赤外分光法に較べて利点はほとんどなく、利用しにくいという評価をされてしまい、長く眠っていました。そのため、近赤外分光法は"Sleeping Giant(眠れる巨人)"と呼ばれていました。

しかし、1968年に夜明けが訪れました。アメリカ農務省のNorrisらが近赤外スペクトルを統計的手法によって解析する方法を見いだしたのです。

その後、1974年にスウェーデンのWoldとアメリカのKowalskiが「ケモメトリックス(Chemometrics：多変量解析を分析化学や分光学に適用する手法)」を誕生させたことにより、近赤外分光法が飛躍的に発達しました。

近赤外分光法の応用例

NIR測定はMIR測定と異なり、非破壊で測定を行うことができます。ミカンの糖度選別機にはNIRが用いられており、1分間に約180個を自動選別しています。

木材への適用

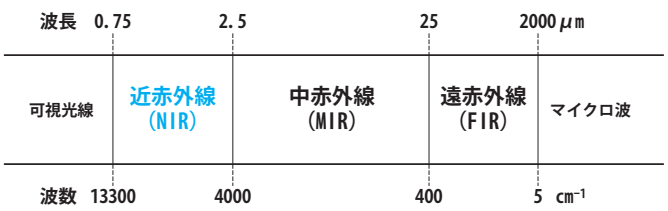
木材のNIRスペクトルにケモメトリックスを適用することにより、木材の含水率、繊維傾斜角、強度などの推定が行われています。また、近赤外カメラを用いて、建築廃材の分別も試みられています。

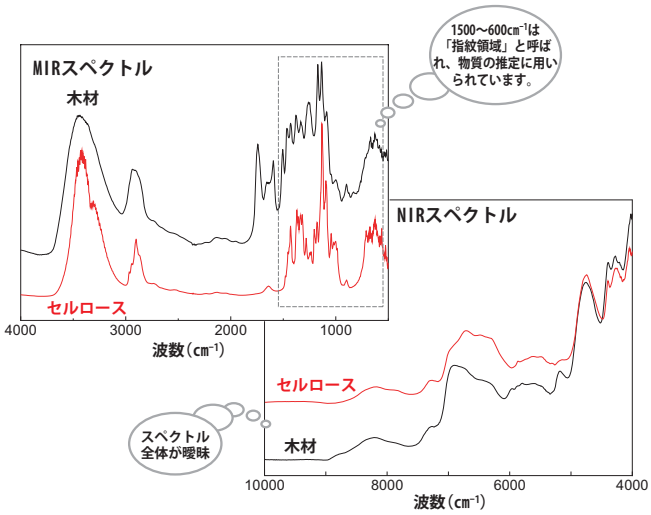
しかし、研究の歴史が浅いことから、スペクトルピークの帰属が正確に行われていないのが現状です。帰属を正確に行うことにより、ケモメトリックスを用いた推定の精度が、今まで以上に増していきます。

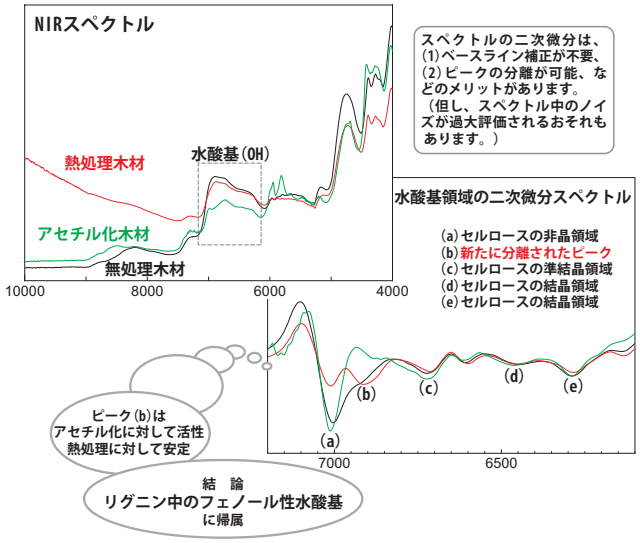
そこで、今回の実験で、無処理木材、熱処理木材、アセチル化木材のNIRスペクトルを比較したところ、これまで報告されていないピークが分離されました。

赤外線の種類

赤外線は波長によって3種類（近赤外線・中赤外線・遠赤外線）に分けられます。







岐阜県生活技術研究所