

長時間着座姿勢を継続することにより、下肢や足にむくみが発生します。むくみの進行は不快感を伴い、さらには深部静脈血栓症(deep vein thrombosis:DVT)を引き起こす原因にもなります。そこでむくみ予防を考慮した椅子設計の基礎的知見を得ることを目的とし、椅子角度が足のむくみに与える影響の大きさについて検討しました。今回の実験より、足のむくみにおける生理学的メカニズムのとおり、心臓からの高低差および椅子角度による圧力が足のむくみに影響を与えることを実験的に示すことができました。また与える影響の大きさを推測することができました。さらに、座面角度が0度の条件に限定した場合はあるが、高低差と大腿部裏側の圧力による足のむくみの変化率のモデル化をすることができました。

### ①足がむくむメカニズム

むくみとは、組織間隙に水分が貯留した状態であり、その要因は以下の2つです。

1. 毛細血管における濾過の増大(水分供給の亢進)
  2. 毛細血管における再吸収の減少やリンパ系での排出量の低下(水分回収の低下)
- 上記2つの要因のバランスが崩れることにより、むくみが進行すると考えられます。また体内の動静脈は、その姿勢に応じて心臓からの高さの差に等しい静水圧(重力)の影響を受けます。よって静水圧の影響の大きさがむくみの進行スピードに影響を与えると考えられます。なお、むくみには姿勢による体液分布の変化によるものもあります。つまり、姿勢変化後の短時間によるむくみの進行は体液分布の変化によるものであると考えられます。

### ②実験方法

#### 足のむくみの測定

水銀封入式のラバーストレンゲージを用いて、変化量を測定しました。測定部位は両足甲周、被験者は12名(健康な男女6名×左右肢)でした。



むくみの測定器と測定部位

#### 大腿部裏側の圧力の測定

エアバック式接触圧測定器を用いて、圧力を測定しました。測定部位は両足大腿部裏側、被験者は12名(健康な男女6名×左右肢)でした。



圧力の測定器と測定部位

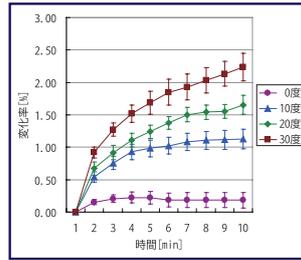
### ③重力が足のむくみに与える影響(実験1)

実験には傾斜ベッド(自作)を用いました。これはベッド角度を0度～30度まで、連続して変化させることができるベッドです。実験条件は、ベッド角度4条件(0度、10度、20度、30度)を設定しました。実験は各条件10分間ずつ連続して行いました。

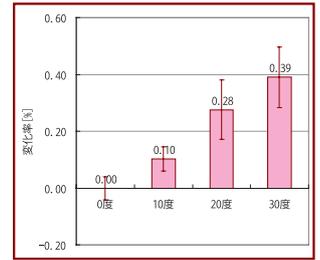


傾斜ベッド

条件変更後5分間はグラフの立ち上がりが大きく、姿勢変化による体液分布の変化の影響が大きいことが予想されたので、6分目の値を基準とする10分目の値を算出し、変化率の平均値±標準誤差をグラフに示します。



1分目を基準とする変化率の経時変化



6分目を基準とする10分目の変化率

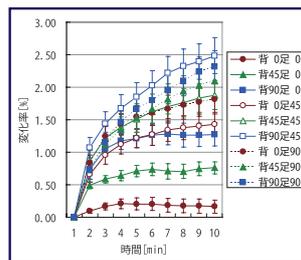
### ④椅子角度が足のむくみに与える影響(実験2)

実験には背もたれとフットレスト角度が任意調節可能な可動椅子(自作)を用いました。なお椅子の奥行きは、被験者ごとに大腿の長さを考慮し調整しました。実験条件は、背もたれ角度3水準(0度、45度、90度)、フットレスト角度3水準(0度、45度、90度)を組合せ、3×3の9条件を設定しました。実験は各条件10分間ずつ連続して行いました。

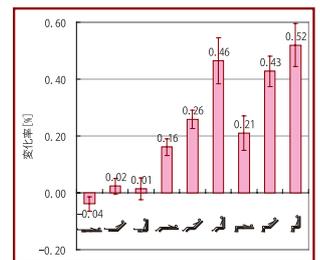


可動椅子

③重力の実験と同様に、6分目の値を基準とする10分目の値を算出し、変化率の平均値±標準誤差をグラフに示します。



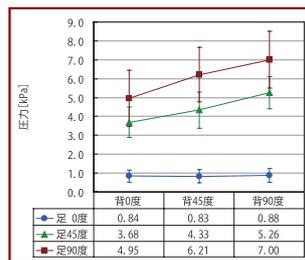
1分目を基準とする変化率の経時変化



6分目を基準とする10分目の変化率

### ⑤椅子角度が大腿部裏側の圧迫に与える影響(実験3)

実験条件は、実験2と同じとしました。フットレスト角度が0度の条件において、背もたれ角度が変化しても圧力には影響がないことが分かります。これは被験者の座姿勢が影響しており、フットレスト角度が0度になることにより、膝裏が浮いた姿勢となるためであると考えられます。



椅子角度と大腿部裏側の圧力の関係

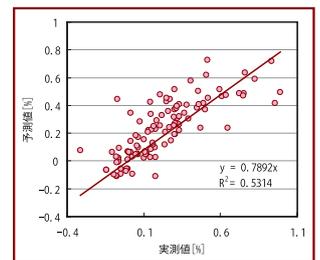
### ⑥足のむくみの変化率のモデル化

$$\text{足のむくみの変化率} = ax_1 + bx_2 + cx_3 + d$$

- x1: 胸骨下縁高-転子高(mm)
- x2: 脛骨上縁高(mm)
- x3: 大腿部裏側の圧力(kPa)
- a: 0.000443 (係数)
- b: 0.000107 (係数)
- c: 0.067232 (係数)
- d: -0.13871 (定数)



\* 胸骨下縁高を心臓の位置と仮定



実測値と予測値の相関関係

木製椅子における肘掛の最適位置を検討するため、背もたれ角度と肘掛の高さを変え、肘頭を置く位置に関して主観評価を用いて前後左右の最適位置の測定を行いました。

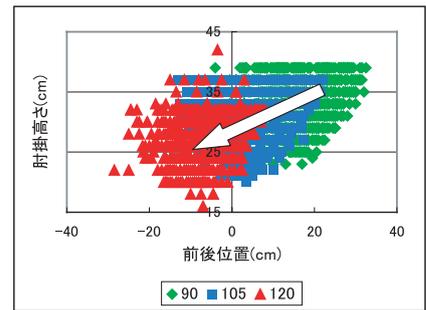
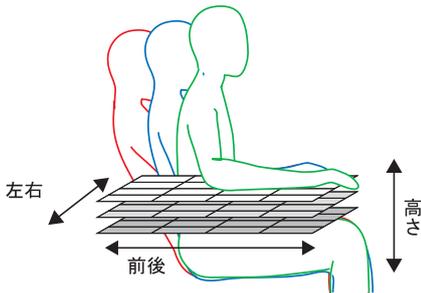
実験結果より肘掛高さは背もたれの後傾に伴い低くなりますが、これは人が背もたれ角度が90度(基本姿勢)の場合の「上体と上腕の開き角度/位置関係」をほぼ保ちながら背もたれとともに後傾していることが要因であると考えられます。

この考察を元に実証実験を行った結果、背もたれ角度・形状が変わっても最適な肘掛位置を推測することができ、作業用椅子や休息用椅子など着座姿勢・用途が違う椅子の肘掛位置の導出/設定に応用可能であると考えられます。

### 背もたれ角度と肘掛の使用範囲に関する実験

背もたれ角度が90、105、120度の椅子に着座し、肘掛高さを変化させ「肘頭最適位置」「使用可能範囲(無理なく肘頭が置ける範囲)」「肘掛最適高さ」を主観評価により測定しました

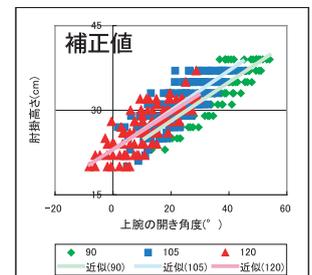
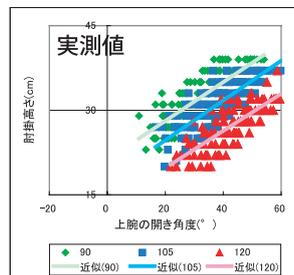
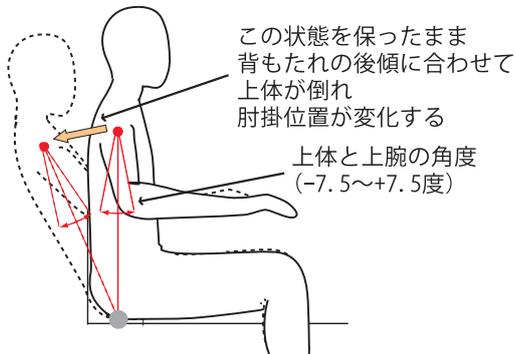
背もたれ角度の変化に伴い肘の置く位置が後方および下方に移動することがわかります



### 背もたれ角度と上腕と上体がなす角度に関する考察

何故、背もたれ角度の変化に伴い、肘頭の位置が変化するのか??

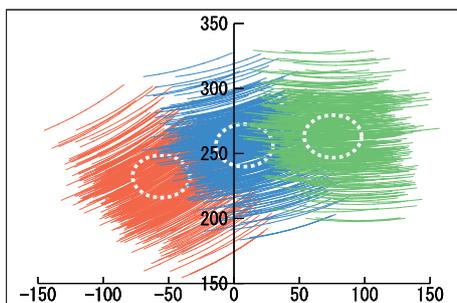
上腕の開き角度と肘掛高さを背もたれの角度を補正



背もたれ角度で補正することにより背もたれ角度が変化しても上腕の開き角度は変化しないことがわかります

### 人体寸法データベースを用いた考察

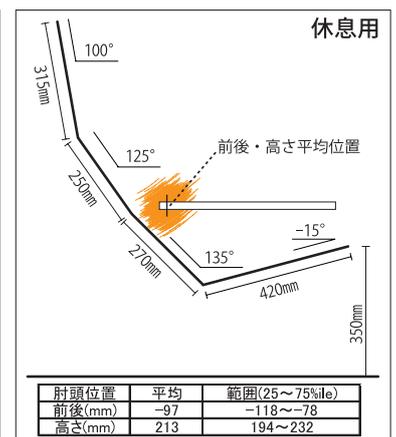
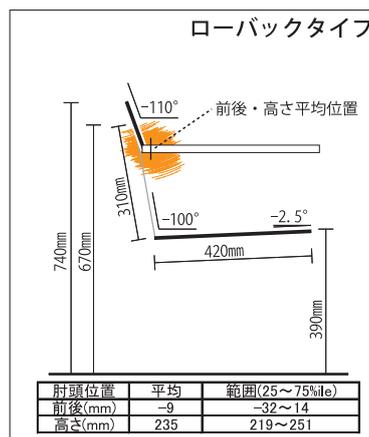
背もたれ角度が90、105、120度の時の側面から見た肘頭の可動軌跡を算出しました。最適な肘頭位置を高さ、前後方向で25~75ileに含まれる範囲とし、図中に破線として示します



背もたれ角度	前後位置(mm) (座面後端より)	高さ(mm) (座面後端より)
90°	54~99	248~281
105°	-14~30	241~274
120°	-78~-34	217~249

### 製品への応用例

当所にて製作した『背面形状と上体の支持位置を考慮した』ローバックタイプ試作椅子と休息用試作椅子の最適肘掛を人体寸法データベースを用いて算出しました



本研究では、休息用椅子で推奨される座面高や角度条件について、下肢の血行動態、頸部の筋活動、身体の安定性(圧力中心の移動量)、主観評価による休息性の面から検討を行いました。これらの評価項目をもとに総合的に判断した結果、背座角度は120度で、座面角度は0～5度、座面高と同じ程度の高さのフットレストを使用することが推奨されました。また、首にかかる負担は上体の支え方(背もたれの形状)により軽減することが可能であると考えられたため、頸部の筋活動以外の項目で評価の高かった角度条件について上体の支持方法を検討し、今後はより休息性の高い推奨値の導出を行っていく予定です。

### 実験方法

角度条件の違う椅子に座ってもらい、休息性についての調査を行いました。実験時は、被験者にはTV観賞を行ってもらい、モニターは目線が水平になる位置に設置しました。背座角度3条件、座面角度5条件、フットレスト角度4条件の計60条件それぞれについて、3分間座ってもらいました。なお、実験の際は被験者には安静状態を保ってもらい、測定結果の分析には、3分間の測定データの最後の1分間を使用しました。(N=6)

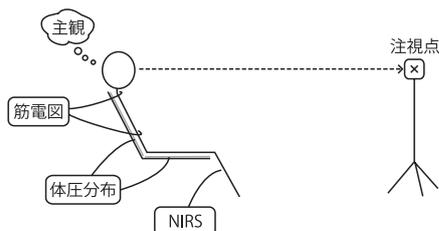


表 角度条件

背座角度(3条件)	100°, 110°, 120°
座面角度(5条件)	0°, 5°, 10°, 15°, 20°
フットレスト角度(4条件)	0°, 30°, 60°, 90°

表 測定項目

主観評価	休息性についての7段階評価
筋電図	頸部の筋活動の評価
体圧分布	身体の安定性(圧力中心の移動量)の評価
NIRS	下肢の血行動態の評価



### 実験結果

#### ◎主観評価

以下の条件で休息性が高くなります。

- 背座角100度のときには、座面角5～20度
- 背座角110度のときには、座面角0～20度
- 背座角120度のときには、座面角0～15度

#### 結果の概略

- 休息性(主観評価) → 座面は後傾した方が良い
- 首の筋負担 → 上体を後傾させない方が良い
- 身体の安定性 → 座-背の角度が110～120°程度が良い
- 下肢の血行動態 → 心臓と脚の高低差が小さい方が良い

#### ◎頸部の筋活動の評価

背もたれの角度が125度以下で首の筋活動が小さくなります。

#### ◎身体の安定性の評価

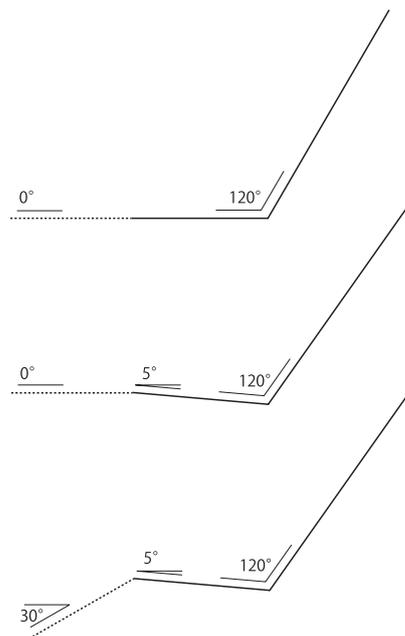
背座角110～120度で身体の安定性が高くなります。  
背座角110度のときには、フットレスト角度は30～90度にすることが望ましいです。

#### ◎下肢の血行動態の評価

以下の条件で比較的良好とされる寝た姿勢での血行動態と近くなります。

- 背座角100度のときには、座面角15～20度でフットレスト角0度
- 背座角110度のときには、座面角10～15度でフットレスト角0度  
座面角20度でフットレスト角0～30度
- 背座角120度のときには、座面角0度でフットレスト角0度  
座面角5～20度でフットレスト角0～30度  
座面角15度でフットレスト角60度

※以上の結果より、総合的に判断すると右図に示したような条件が休息用椅子の角度条件として、推奨されます。



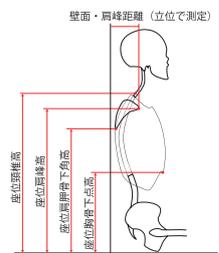
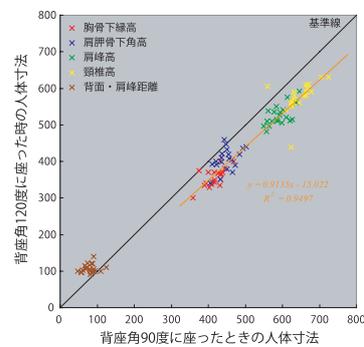
屈曲角10~30度で屈曲位置の高さを変え、座った人が不快を感じない範囲を調べました。結果は以下のようになりました。

N=20

(図中で色が濃いほど屈曲位置として適していることを示しています。)

### 背座角度が変わったときの人体寸法の変化

背座角90度と背座角120度の椅子に座ったときの人体寸法の変化について調べました。その結果、壁面・肩峰距離以外の部位については、背座角90度に比べて背座角120度に座った時に身体が背もたれに接触する位置が低くなることがわかりました。また、その原因が骨盤の回転にあることが考察されました。

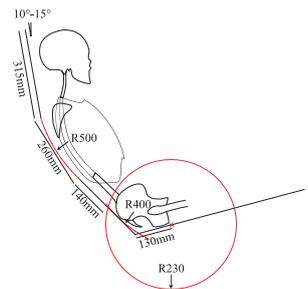


N=20

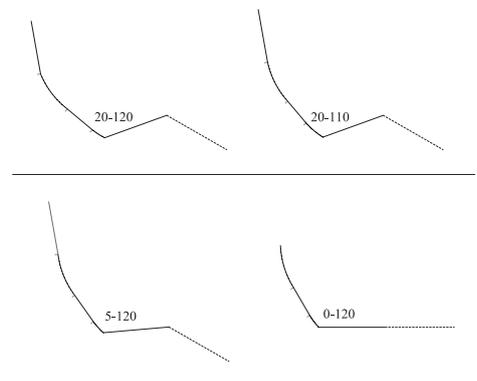
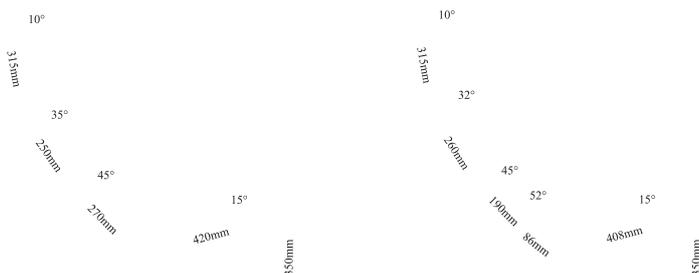
3つの実験結果から、上体の支持方法について検討しました。

N=20

(図中で色が濃いほど前方が見やすいことを示しています。)



以上のことから、図に示すような休息用椅子のプロトタイプを提案しました。また、上体の支持方法をもとに、他の角度条件への応用も試みました。



発達に遅れや障がいのある子どもに対し、個々の発達段階に合わせた指導を行っている療育施設にて調査を行い、職員からのニーズをもとに木を主材料とした教具の開発を行ってきました。

今回は、特別支援学校からの要望により、スイングボード（H17年度開発品）を感覚統合訓練具として、児童に対応可能な形へと改良を行いましたので報告します。また、これまでに開発した教具の実用化にあたり、開発品の商品に使用する商標権を取得しましたので紹介します。

## ◆スイングボード（ブランコ型教具）の改良

### ◇背景

広いところやたくさんの人がいる中で遊ぶことが苦手という理由から、公園のブランコに乗ることが難しい子もいます。馴染みのある教室や廊下で安心して楽しみたい。

### ◇主な使用目的

気分が高まっているときは、ゆっくり揺れることで落ち着いたり、逆にぼんやりしているときは、揺れによってしゃきっとしたりするなど、子どもの気持ちを落ち着かせます。

### ◇改良に伴う要望

児童が乗っても安全で、なおかつ楽しめるブランコを作って欲しい。（想定児童：身長160cm、体重60kg）

- ・乗降、揺動時に支柱や梁にぶつからない大きさに  
→ 本体をW1640×D1850×H1540mmへ拡大
- ・児童の手足がはみ出ない大きさに  
→ ボードをW800×D1600mmへ拡大
- ・使用時における安全面について  
→ クッションや金具カバーなどの安全具を追加

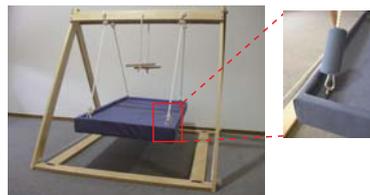


H17年度試作モデル

天井からの吊り下げ設備がない教室でスイング系の揺れ刺激を与えることにより、バランス感覚などを養う目的として開発した教具です。臥位姿勢で乗れるようにしました。

本体：W1000×D1200×H1050mm  
ボード：W600×D900mm

改良



改良型の基本構造

指を挟まないようにカバーを取付



職員による乗り心地チェック!!

## ◆開発教具の実用化

「GTOY」が商標登録されました。（登録第5042646号）

当研究所が開発した教具の商品には、このマークを付けて販売されます。

### 生活技術研究所開発品



★ハンマージャンプ



★かたちならべ



★いろならべ



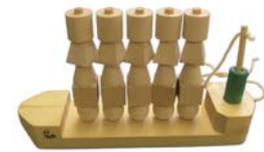
★ロッキングホース



★販売機

### 実用化予定の開発教具

### 実用化モデル例



GTOY®

「GTOY」「ジートイ」は岐阜県の登録商標です。



近年、環境保全に配慮した製品作りが盛んに行われています。家具製造業においても、再生産可能な持続性資源の代表であるスギ・ヒノキを使用した製品開発への試みが各地で行われています。しかしこれらの木材を家具へ利用する際には、ブナ・ナラに比べ、軟質材であるがゆえ表面が軟らかく、強度が弱いなどの種々の問題があります。そこでこれらの欠点を補う表面処理方法として、ロールプレスにより木材表面をあらかじめ圧縮し樹脂液に浸漬します。圧縮された表層細胞の復元により樹脂を含浸し、その後熱プレス等で表面層を硬化させました。今回は、実際汎用性のある水溶性樹脂を用いた結果について紹介します。

## ◎表層圧密木材の製造方法



木材の圧縮後の回復を利用して液体を含浸する！



表面の密度増加と樹脂により表面硬化！



表層付近の年輪が圧縮され間隔が狭くなっている。

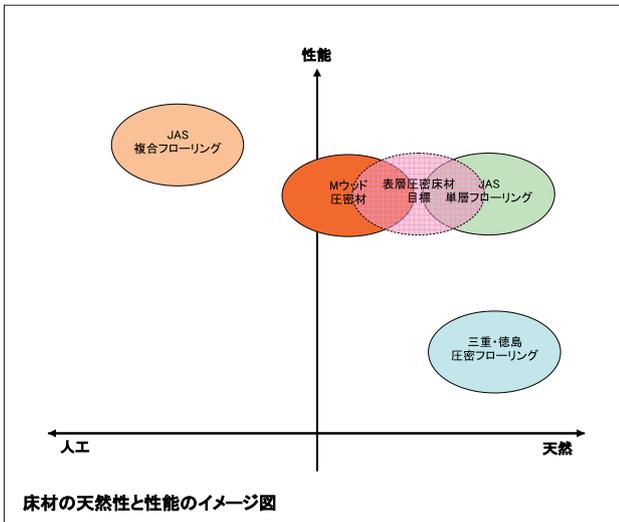
### ・ロールプレスによる圧縮と樹脂含浸

ロール径150mm  
ロール速度5m/min  
圧縮量2~5mm

### ・表層の圧縮と樹脂の硬化

プレス温度150~200℃とし、樹脂を硬化  
高周波誘電加熱を併用可

## ◎フローリングとした場合の製品イメージ



## ◎検討した汎用タイプの水溶性樹脂

樹脂種類	樹脂記号	特 性
フェノール樹脂 (Jケミカル製)	PWS	標準タイプ。比較的颜色が薄い
	PWP	架橋可塑性タイプ
	PWB	架橋剛性タイプ
	P05-3 P10-3	低ホルタイプ、濃度5% 低ホルタイプ、濃度10%
メラミン樹脂 (Jケミカル製)	MLS	標準タイプ、透明で樹脂硬度がある
	MLB	架橋剛性タイプ、MLSの剛性を向上させたもの
グリオキサール樹脂 (大日本インキ製)	G10	濃度10%、透明で臭気が少ない
	G20	濃度20%、透明で臭気が少ない
	G10A	濃度10%、触媒を変えて高周波に適応させたもの
	L10	濃度10%、低ホルタイプ
シリコンエマルジョン (信越化学製)	S4	濃度4%、ホルムアルデヒドを全く含まない
	S8	濃度8%、ホルムアルデヒドを全く含まない

## ◎まとめ

メラミン樹脂：  
耐衝撃性、耐摩耗性に関する性能向上が顕著であったが、ホルムアルデヒドに関しては、F☆☆☆☆を満たす0.4mg/L以下には低減できなかった。

フェノール樹脂：  
高温による材劣化の傾向や樹脂による着色が若干見られたが、床材としての基本的性能は満たす。

グリオキサール樹脂：  
樹脂の安定性は良いが硬化反応に時間を要するため、高周波加熱の併用が有効である。

シリコンエマルジョン：  
ホルムアルデヒドの放散量が極めて低く、最も安全性が高く実用性が高い。

本研究は、

- ・東京大学アジア生物資源環境研究センター 井上雅文 氏
- ・山本ビニター(株) 児玉順一 氏

と共同で実施した研究である。

当研究所は、  
地域と共に歩む研究機関を目指しています。

## ◎処理後の性能

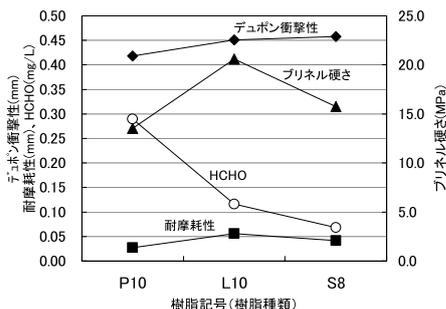


図 フェノール樹脂P10、グリオキサール樹脂L10  
シリコンエマルジョンS8の比較

ヒノキ木粉とポリプロピレン(PP)を複合した木材・プラスチック複合材の耐候性を検討するため、促進耐候性試験機を用いて促進劣化処理(水噴射あり)を行い、色および表面性状の変化を調べました。同時に、リグニンを紫外線吸収剤として利用する試みとしてクラフトリグニン(KL)の複合を行い、同様に耐候性を調べました。その結果、KL添加による材料の濃色化は白化を促進させると推察され、木粉の膨潤収縮によって生じたと考えられる微細な亀裂も白化の原因と推察されました。

木粉 (80)	PP (20)	木粉 (72)	PP (18)	KL (10)	木粉 (56)	PP (14)	KL (30)
KL00		KL10		KL30			

ヒノキ木粉とポリプロピレン(PP)の複合材を作製 (KL混入 0, 10, 30%)

リグニン構成単位

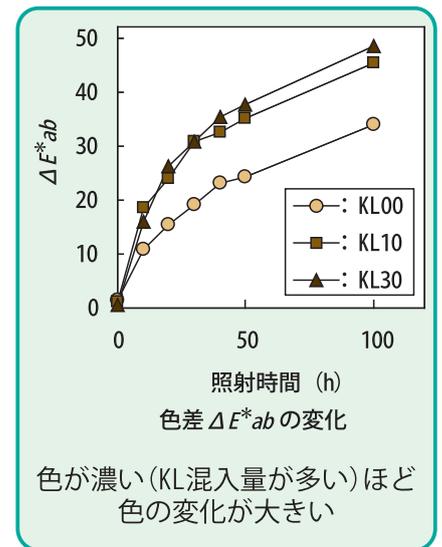
ベンゼン核に紫外線吸収能力あり

クラフトリグニン(KL)混入

複合材の促進劣化処理  
(スーパーキセノンウェザーメータ, 50h, 水噴射あり)

白化現象を確認 (木材とPPが剥離, 木材は白化していない)

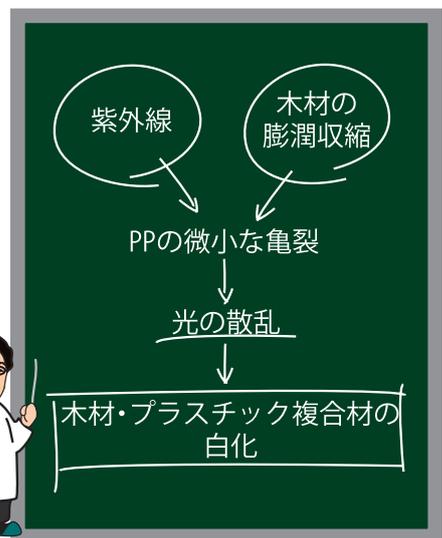
白化の大きな要因はPPにあると推察 (微小な亀裂が発生, 光が散乱)



表面が白化した材料を加熱処理  
(200℃に設定した乾燥機内で加熱, 30min)

白化した表面がほぼ元の色に回復

色の回復は表面のPPが溶融したことによると推察 (微小な亀裂が消失)



熟練工の経験と勘に基づき構築されてきた曲げ木技術の継承及び、改善のために、最適な加工条件を指標化するを目的として、曲げ木工程の現状を把握し、課題について検討した。

- (1) 曲げ時の折れ・座屈、乾燥に伴う焦げ・割れ、曲げ変形の戻り等の問題があった。
- (2) 蒸煮直後の含水率は材間で約3%の差があり、高周波乾燥後の含水率もばらつき、乾燥不足が懸念された。
- (3) 乾燥後の材において、湿度変化に伴う含水率変化量が多いほど、曲げの戻りも大きかった。
- (4) 高周波乾燥により含水率約12%まで乾いた材の内部で焦げがみられた。

**背景・目的**

曲げ木技術＝「匠の技」：熟練工の経験と勘に基づく

- ・技術継承が難しい
- ・団塊世代の退職に緊急に対処するべき

- ・曲げ木工程の現状把握、改善課題の検討
- ・不良率低減に向けた最適加工条件の見いだし

**曲げ木工程**

樹種：ナラ 長さ820mm 両端部直径25mm 中央部直径40mm

蒸煮 (50分間)



曲げ



高周波乾燥 (1時間)



冷却・養生

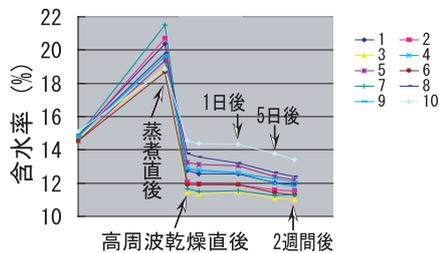


問題点  
折れ・座屈

問題点  
焦げ・割れ

問題点  
曲げの戻り

**測定 1：含水率変化挙動**



- ・蒸煮直後：材間で約3%の差
- ・高周波乾燥直後：大きくばらつき、乾燥不足気味。

**測定 2：材内部の色 - 含水率変化と材色との関係性 -**

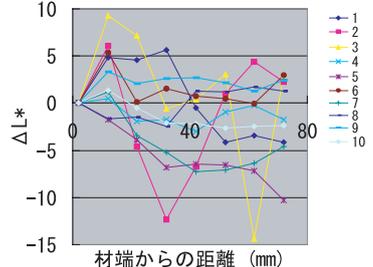
ホゾ穴や加工面の焦げは不良品・・・



乾燥による割れ

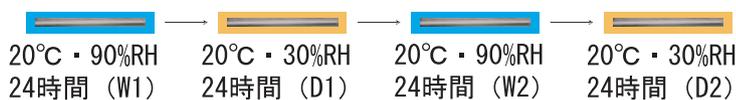
材の縦方向半分を撮影 (上から順に1、2、...10)

左端部の明るさ(L\*)を0とし、色差計で測定

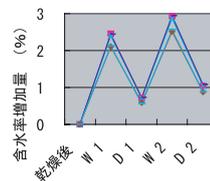


見た目、 $\Delta L^* > 15$ に相当する材は焦げによる不良とされている。焦げが認められた材は約12%含水率まで乾燥。

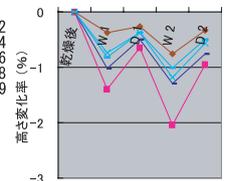
**測定 3：曲げ変形の安定性 - 乾燥後の変形戻りと含水率変化との関係性 -**



各雰囲気下保持後、含水率と曲げ部分高さを測定



乾燥後からの含水率増加量



最初の高さに対する変化量の割合

含水率変化量が多いほど、曲げの戻りも大きくなる傾向

**今後の予定**

- ・材内の温度測定や水分分布を観察
- ・乾燥速度・程度の影響を検討
- ・蒸煮による水分の導入量、高周波発振機の電力、乾燥時間・速度等を検討

すべてを一様に十分乾燥させ、さらに焦げが生じないようにすることが必須

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。

## 研究背景と研究提案

加齢や疲労、事故、疾病などにより身体機能が低下すると常日頃の動作が億劫になってきます。

こうして日常動作の量が少なくなると身体機能の維持が難しくなり、機能低下を助長する結果となります。このような状況を避けるためには、日常の動作を行うことの精神的負担を取り除く必要があります。

日常の生活において、立ち上がり不可欠な動作ですが、起立動作は歩行動作と比べて身体負担が大きいことが知られています。

歩行動作のまえに行わなければならない起立動作で負担が大きいと、そのことが精神的に負担となり、歩行動作をなるべくおこなわないで済ませようとしてしまいます。

そこで起立動作の身体負担を軽減し、動作に対する精神的負担を取り除くことで、問題の解決を試みました。

起立動作を支援する機能を持つものとして、ここでは起立補助椅子を取り上げ、現状の起立補助椅子よりも立ち上がりやすくするための機能について検討しました。

起立補助椅子の座面移動の軌道を身体特性を考慮して検討するとともに、肘掛けを可動式にすることで、立ち上がり時に必要な力を上肢で分担できるようにしました。

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。

## Standup Assist Chair

