

特集 ～ Living Science 先導的研究開発 ～

奈良県産業振興総合センターでは、少子高齢社会に向けて直面する健康や医療、くらし等に関する様々な課題について、県内の企業や大学、研究機関と連携しながら先導的な研究開発により課題解決を図り、その成果を県内企業に展開することを目標とした「Living Science 先導的研究開発」に取り組んできました。

本特集では、平成26～28年度の3年間に実施した衣・食・住3分野合計6テーマの Living Science先導的研究開発成果抄録を掲載します。

衣

コンフォート衣料 ～快適性、安全性、健康支援～

快適な衣料とは何かについて、さまざまな角度から見つめなおし、子供やお年寄りも安心して着用できる衣料の開発を目指す



研究テーマ

- (1)はだし教育など教育支援用ソックスに関する研究
- (2)フットカバーの快適性に関する研究

食

アンチエイジング食品 ～抗酸化、抗糖化～

県内産植物の機能性を探索するとともに、有効成分を活用する加工方法等を検討し、機能性食品・素材の開発を目指す



研究テーマ

- (1)橘の機能性評価及びその抽出物を活用した食品の開発
- (2)生薬の医薬品以外の部位を食品に利用するための加工技術の開発

住

ストレスフリーな住生活 ～快適性、安全性～

高齢化、高度無線通信時代の2つの視点から健康寿命を高めながら情報コミュニケーションを安心して楽しめる住環境を目指す



研究テーマ

- (1)転倒事故の低減を目指した衝撃吸収クッション材の開発
- (2)都市環境材料として利用できる電波吸収モルタルの開発

Living Science 先導的研究開発

研究フィールド	衣
研究テーマ	はだし教育など教育支援用ソックスに関する研究
期間	平成25年度～平成27年度
担当者	機械・計測・エネルギーグループ 総括研究員 澤島秀成 昌和莫大小株式会社 代表取締役 井上克昭, 開発部長 能丸巖

【目標】

子ども達の足の健康に考慮した「はだし教育」の導入を容易にするために、靴を履かずに靴下のみで屋外活動ができ、自然なはだし感覚を味わうことができる、これまでにない靴下の開発を行う。

【内容】

「はだし教育」向けのソックスを開発するにあたって、その要求される機能や特徴、デザインについて明らかにする。また、それらの機能を実現するための素材や編み方、製造方法、デザインについて、試験・実験により検討し、試作品を作製する。さらに、小学校児童、幼稚園児を対象に実証実験を実施し、更なる改良を経て製品化を推進する。

【結果】

「はだし教育」向けソックスの開発にあたって、その求められる機能に耐える靴下を試作・開発し(図1)、実証実験を行った結果、以下のことが分かった。

1. 素材や編み方を工夫することにより、通常の靴下の100倍以上の耐久性を有し、地面に直接触れても破れにくい靴下の開発が可能となった。
2. 小学校・幼稚園の実証実験では、児童・園児が裸足感覚を楽しむことができ(図2)、かつ、その使用が望まれただけでなく、先生方からも高い評価が得られた。
3. 試作した靴下については、ベアフットランニング愛好家や専門家にも十分評価され、今後、その大人向け製品が望まれていることが分かった。



図1. はだし靴下の試作品

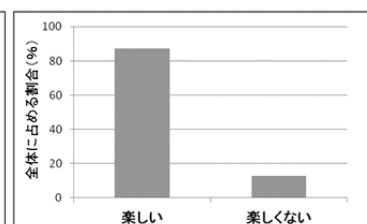
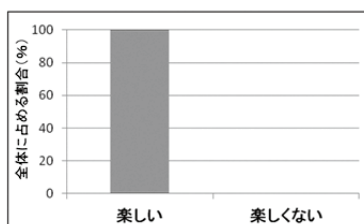


図2. 着用の感想(左:幼稚園年長18名,右:小学3年生63名)

【成果】

実証実験の結果を通じて、試作品の一部に改良を加え、「はだし教育」向けソックスの製造および販売を支援した(図3)。

また、「はだし教育」向け以外に、大人のベアフットランニング向けのソックス開発につなげるための基礎データを取得した。

【参考文献】

- 1) 澤島秀成, 井上克昭, 能丸巖, 村田浩子: はだし教育用ソックスに関する研究, 日本人間工学会関西支部大会講演論文集, pp112.-115, 2016



図3. 「はだし靴下」の製造・販売

Living Science 先導的研究開発

研究フィールド	衣
研究テーマ	フットカバーの快適性に関する研究
期間	平成27年度～平成28年度
担当者	繊維・毛皮革・高分子グループ 指導研究員 辻坂 敏之

【目標】

滑り止め加工などの後加工を行わず、編立だけで脱げにくくするフットカバーを試作する。

【内容】

最初に、市販フットカバーを用いて履き心地、脱げにくさ（脱げやすさ）の官能評価実験を行い、物理特性との相関を検討した。その結果、かかと後ろ圧迫力が「脱げやすさ」と相関があることが分かった。そこで度目（編目ループの大きさのこと）、およびコース数（丸編みで1周する数）を変化させて、かかと後ろ圧迫力だけが異なるようにしたフットカバー6種類、さらに、かかと部分の高さを変化させたフットカバー4種類を試作して、「脱げやすさ」に及ぼす影響を検討した。

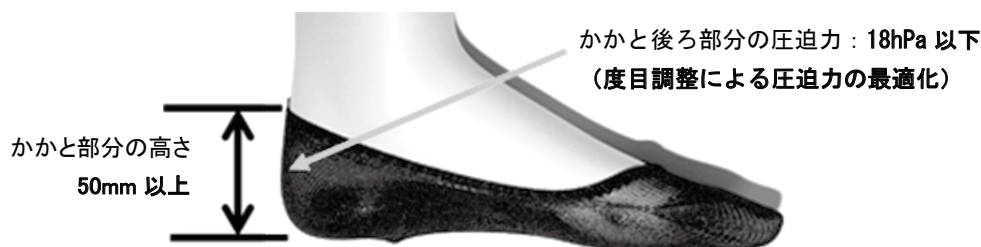
【結果】

次のような知見が明らかになった。

- (1) 「脱げにくさ」、「フットカバーと靴との滑りにくさ」、「かかと周り締付感」、「フィット感」、「総合的な履き心地」に関しては、度目が大きいフットカバーほど評価が高い。
- (2) かかと後ろ圧迫力が弱いと脱げにくくなる。また、脱げにくくするためには、かかと後ろ圧迫力を18hPa以下になるようにする必要がある。
- (3) かかと部分の高さが50mmより低くなると脱げやすくなる。
- (4) 官能評価の結果から、かかと部分の高さが高すぎても「靴との滑りにくさ」、「足との滑りにくさ」、「総合的な履き心地」の評価が低くなる。

【成果】

当初の目標である、滑り止めを使わなくても脱げにくい快適な履き心地のフットカバーを試作することができた。



試作した脱げにくい快適なフットカバー

Living Science 先導的研究開発

研究フィールド	食
研究テーマ	橘の機能性評価及びその抽出物を活用した食品の開発
期間	平成27年度～平成28年度
担当者	バイオ・食品グループ 主任主事 岡本 雄二 指導研究員 首藤 明子, 統括主任研究員 清水 浩美

【目標】

地域資源であるヤマトタチバナを利用した付加価値のある機能性食品の開発を目標に、機能性成分の分析方法の確立、抽出方法の検討、食品の試作などを行い奈良県の特産品の創生を目指す。

【内容】

- ①栄養成分及び機能性成分の分析（部位・季節・年度別）
 栄養成分（エネルギー、水分、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分、無機成分）
 機能性成分（総ポリフェノール、香り成分、フラボノイド類【ノビレチン・タンゲレチン・ヘスペリジン】、
 カロテノイド類【β-クリプトキサンチン・α-カロテン・β-カロテン】）
- ②機能性評価
 抗酸化能、食後血糖値の上昇抑制効果（α-グルコシダーゼ阻害活性）、血圧上昇抑制効果（ACE阻害活性）
- ③加工方法の検討、タチバナを用いた食品の試作

【結果】

- ①タチバナに特徴的であった成分のみ以下に示す。

ノビレチン及びタンゲレチンはフラボノイドの一種で、血糖値上昇抑制、メタボリックシンドローム予防、認知症予防などの効果があると言われているが、ヤマトタチバナ中の含有量は、みかんの20倍以上高いことが分かった(表1)。また、上記成分は果皮や葉部に多く含まれ、季節別では未熟果や若葉に多かった。

香り成分については、ガスクロマトグラフ質量分析計を用いて20成分について同定を行った。果皮ではD-リモネン、葉部ではリナロールが主成分であった(図1)。また葉部は季節により構成比が異なっていた。

	タチバナ	ミカン
ノビレチン	202.3	8.4
タンゲレチン	185.5	4.2

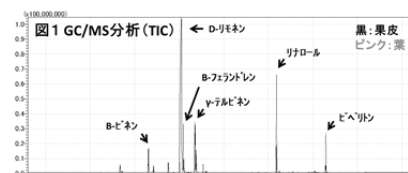
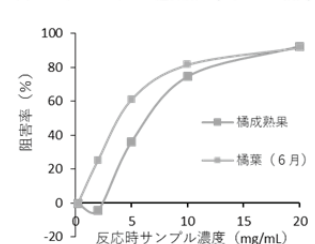


図2 α-グルコシダーゼ阻害活性 (エタノール抽出)



- ②果実及び葉のエタノール抽出物及び水抽出物に、α-グルコシダーゼ阻害活性が見られ(図2)、阻害物質として、ポリフェノールが考えられた。
 葉の水抽出物には、ACE阻害活性も見られた。

- ③パウンドケーキやプレッツェルなどの菓子類及びリキュールを試作。
 精油を抽出。(図3)



図3 試作品 (左からパウンドケーキ, プレッツェル, リキュール, 精油)

【成果】

- ①フラボノイド類・カロテノイド類・香り成分の分析法を確立し、各成分含有量を明らかにした。
- ②抗酸化能・抗糖化能・高血圧抑制機能について、酵素活性を用いた生化学的評価を実施し、タチバナの有効性を明らかにした。
- ③県内企業とともに、商品化を推進した。(図4)



図4 商品例 (左からポン酢, ゼリー)

※なお、本研究はセンター中期研究開発方針の重点研究テーマとしてH28年度以降も継続実施

Living Science 先導的研究開発

研究フィールド	食
研究テーマ	生薬の医薬品以外の部位を食品に利用するための加工技術の開発
期間	平成26年度～平成28年度
担当者	バイオ・食品グループ 指導研究員 首藤 明子, 主任主事 岡本 雄二, 指導研究員 大橋 正孝, 統括主任研究員 清水 浩美

【目標】

薬用植物であるヤマトウキは、生薬として使用される部位は根であるため根以外の部位は廃棄されてきた。そこで、ヤマトウキの葉を利用して食品への展開を図るため、その分析方法等を確立する。

【内容】

①栄養成分分析(生薬, 凍結真空乾燥葉, 県果樹薬草研究センター栽培の H28 7~10 月分) ②トウキ葉中のフタライド類, フロクマリンの分析 ③機能性成分分析 ④加工方法の違いによる香り成分分析 ⑤乾燥方法と洗い方一般細菌検査 ⑥味覚分析 ⑦皮膚表面温度の変化 ⑧乾燥粉末入り食品の開発 ⑨トウキ葉リキュールの試作

【結果】

①他のセリ科野菜と比較すると脂質が若干多いためエネルギーが高く、水分が少ないことから炭水化物が多い傾向にある。②収穫時期や加工方法とリグスチリド含有量の関係を図1に示す。③加工方法の違いによるポリフェノール含有量は、ドラムドライ処理(以下, DD とする)で 91 mg/100g, 凍結真空乾燥処理(以下, FD とする)で 74 mg/100g, 30°C100h の低温乾燥で 51mg/100g であった。④低温乾燥では、β-ピネンや D-リモネンといった柑橘系の芳香が検出された。⑤乾燥方法では DD が、洗い方では次亜塩素酸ナトリウム 100ppm と 50°C洗いに効果があった。⑥DD で 1%と FD で 1%のソーセージを試作して味覚センサーで測定した結果を図2に示す。⑦女性4名(年齢40~48歳, BMI 値 20.2~25.0)で実施。トウキ葉粉末 0.5w/v %と比較対象の水では、トウキ葉で冷水にひたした時から最高温度まで平均 5.1°C上昇, 水では 3.1°Cの上昇であった。血流量は、4人の平均でトウキ葉 6.5mL/min/100g, 水 3.0 mL/min/100gであった。⑧センターウェブサイトにもその一部を「漢方 PJ レシピ集」として掲載。⑨アルコール 31.8%, エキス分 9.4%のリキュールが完成。

【成果】

- ①フタライド類とフロクマリン類の分析方法を確立した。
- ②トウキ葉喫食による皮膚表面温度の計測に関するプロトコルを確立した。

なお、この研究は、センター中期研究開発方針の重点課題として引き続き取り組んでいく。

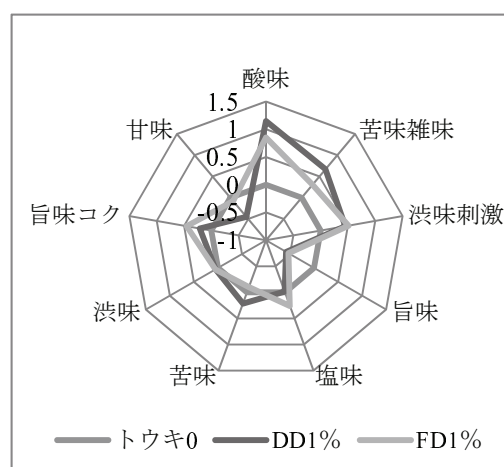
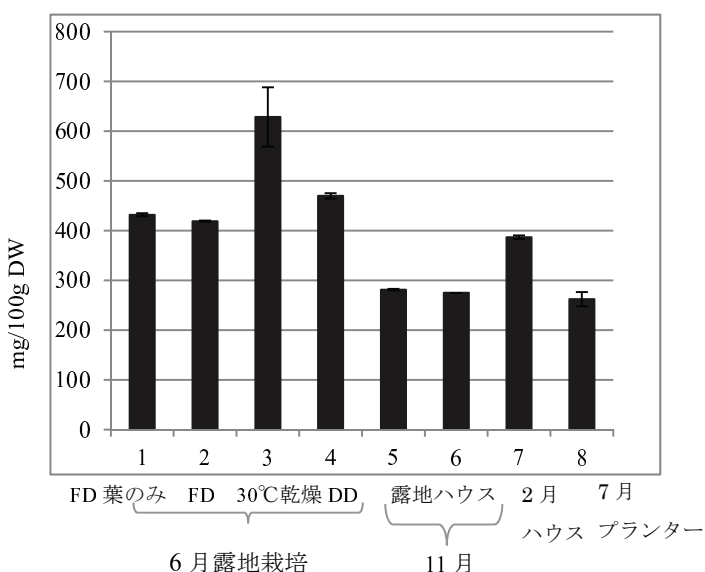


図2 ソーセージの味覚分析

図1 リグスチリド含有量

Living Science 先導的研究開発

研究フィールド	住
研究テーマ	衝撃クッション材の開発 ～転倒事故の低減を目指して～
期間	平成26年度 ～ 平成27年度
担当者	機械・計測・ITグループ 指導研究員 梅本 博一 機械・計測・ITグループ 主任主事 重本 憲佑

【目 標】

年々増加の傾向にある高齢者の転倒事故による大腿骨頸部骨折のリスクを低減させるために、本研究開発では、県内企業が製造している発砲樹脂シートを活用する。その発砲樹脂シートを用いて、安全な歩行および転倒時の衝撃吸収に優れたクッション材を開発する。

【内 容】

骨折を回避できる衝撃荷重を求め、これを満足するクッション材を探索・評価できる衝撃緩和評価装置を製作した。その装置を用いて県内企業のクッション材の性能を評価し、有望な材料を選定した。また、上敷きを設けた際の衝撃緩和性能の評価や歩行感に関する評価試験を行い、製品化への目処がついた。

【結 果】

1. 高齢者の転倒による衝撃力を評価できる衝撃緩和装置（図1）を開発し、県内企業が製造する各種発砲樹脂シートによる試験を行い、衝撃緩和性能の評価技術を構築した。
2. 製品化を想定して、上敷きを設置した状態での衝撃緩和性能を評価した。その結果、上敷きの種類に関わらず開発したクッション材は、大腿骨頸部骨折発生の閾値である2110Nの半分以下の衝撃荷重にまで軽減されており、十分な衝撃緩和性能を有していることを確認した。
3. 床に敷くシート材として適用するために、歩行感に関するVAS法^(*)による感性評価を実施した。指標は、「柔らかさ」「滑りにくさ」「不安感」の三点で被験者は30名とした。滑りにくさと不安感との相関（図2）について検討した結果、不安感を減らすためには適度な滑りが必要であることがわかった。

(*) VAS法：Visual Analogue Scaleの略。評価項目毎、両端に硬いと軟らかいなど最小指標と最大指標を記載した100mmの直線上に被験者が感じた程度の部分に×印をつけて、端から×印までの長さを測ることで定量化する方法。

【成 果】

1. 衝撃緩和性能の評価技術を構築した結果、骨折リスクを低減する材料やその厚さ、残留へこみ等を明らかにすることができ、大腿骨頸部骨折のリスクを低減できるクッション材を絞り込むことができた。
2. 市販のジョイントマットでは、大腿骨頸部骨折発生の閾値である2110Nを超える衝撃荷重を示したことから、当該クッション材（図3）の有用性を明らかにすることができた。
3. 高齢者施設の廊下用歩行シート、ふろ場のマット、自宅のベッドサイド、ヘルメットの衝撃緩衝部材、スポーツ器具や施設の棚、尖った角部分の安全保護での活用など、多くの場所や用途における当該衝撃クッション材の技術性能を明らかにすることができた。

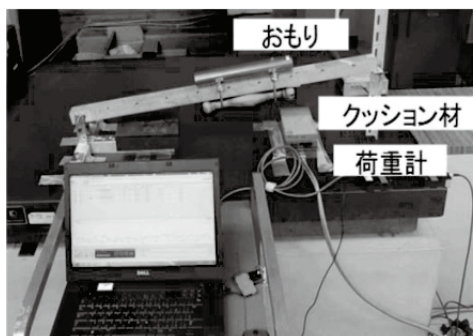


図1 衝撃緩和評価装置の外観

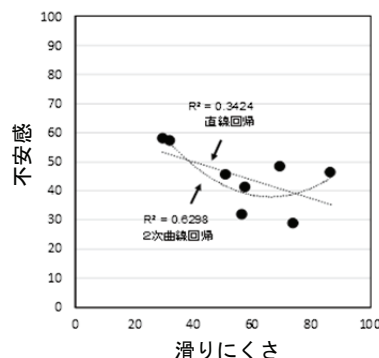


図2 不安感と滑りにくさとの相関

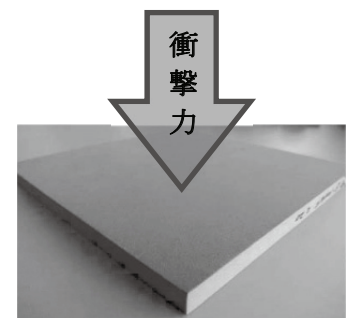


図3 衝撃クッション材の外観

Living Science 先導的研究開発

研究フィールド	住
研究テーマ	都市環境材料として利用できる電波吸収モルタルの開発
期間	平成25年度～平成28年度
担当者	I o T推進グループ 総括研究員 林 達郎

【目標】

モルタルあるいはコンクリートに任意に電波吸収特性を付与することができれば、本来の耐荷力を担う能力に加えて不要な電波の反射を抑制する材料として利用が可能である。本研究では近年利用が盛んな GHz 帯において電波吸収特性をもつモルタルを新しい都市環境材料として提供することを目標に試験体の開発と評価を行った。

【内容】

モルタルに電波吸収特性を付与するためには材料表面における電波の反射を抑制し、さらに内部を進行する電波を熱損失により減少させる必要がある。そのため材料全体の複素比誘電率（又は複素比透磁率）を一定値に収めることが求められるが、一般に材料の複素比誘電率を直接的に任意の値に調整することは困難である。そこで本研究では、導電性物質の添加が材料全体の複素比誘電率を変化させる性質を利用し、モルタルに導電性の炭素粉末を添加した試験体を作製し、電波吸収特性の評価を行った。なお、試験体の寸法は縦×横×厚みを 300×300×10mm とし、異なる含水条件下（湿潤、気乾、絶乾）における評価を実施した。

【結果】

炭素粉末を添加して作製した試験体の電波吸収特性の評価結果を図1に示す。

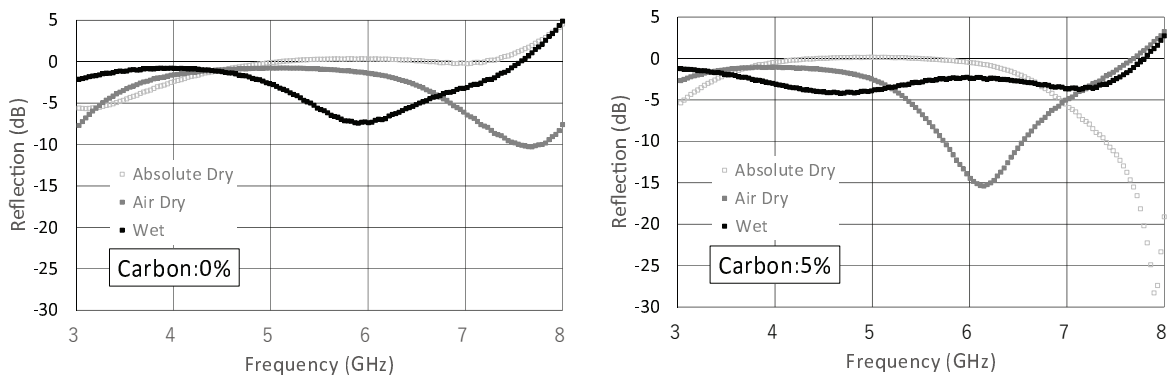


図1 炭素粉末を添加したモルタルの電波吸収特性(厚み 10mm)

【成果】

図1より、炭素粉末を添加しない試験体ではいずれの含水条件下でも著しい電波吸収効果が得られないが、添加率5%の試験体では湿潤条件を除き、気乾条件下で6GHz付近に、絶乾条件下で8GHz付近に15dBを超える吸収特性が得られることがわかった。なお、現在ここで得た知見を基に実用化に向けた技術課題の検討を進めている。

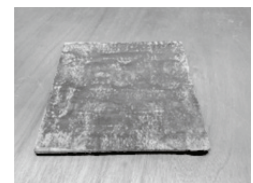


図2 試験体の外観

【謝辞】

本研究は、奈良県と村本建設株式会社との共同研究により実施したものである。なお、試験体の作製において摂南大学理工学部熊野研究室の皆様の協力をいただきました。

【参考文献】

- 1) 林達郎, 高井伸一郎, ” 炭素粉末を添加したモルタルの電磁遮へい性に関する研究”, 奈良県産業振興総合センター研究報告, pp.1-5, No.41, 2015
- 2) 林達郎, 高井伸一郎, ”モルタルの含水条件が電波吸収特性に与える影響について“, 平成28年電気関係学会関西連合大会/電子情報通信学会, 講演論文集, pp.228-229, 2016.