

平成28年度 研究成果発表会

家庭用コンセントから高速充電可能なデジタルワンコンバータ方式によるEV用小型充電器の開発（経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業）.....	1
ワイドギャップ半導体パワーデバイス導入による高効率かつ小型・軽量の電力変換装置の開発..... （長崎県戦略プロジェクト研究）	2
機械装置知的遠隔監視装置の開発..... （長崎県経常研究）	3
非接触による光学的非破壊計測技術の開発..... （長崎県経常研究）	4
微小球共振光センサーを用いた微生物迅速検出装置の開発..... （長崎県経常研究）	5
県内企業の製品化技術を高めるための支援技術の確立..... （長崎県経常研究）	6
長崎県産農林水産物の乳酸菌発酵による加工食品の開発（産学官金連携・地域イノベーション創出支援事業（食・食品成分によるQOL向上プロジェクト））....	7
県北の農水産物を利用した九十九島オリジナルな食品の開発..... （長崎県経常研究）	8
皮膚中の自家蛍光測定技術の開発..... （長崎県経常研究）	9

平成28年4月21日（木）

家庭用コンセントから高速充電可能な デジタルワンコンバータ方式によるEV用小型充電器の開発

(戦略的基盤技術高度化支援事業)

基盤技術部 電子情報科 主任研究員
イサハヤ電子株式会社 製品設計1部 課長

中川 豪
服部慎一郎

1. 目的

小型EVが普及するための課題は、車載用小型充電器の開発と充電時間の短縮である。小型化には内部の実装密度の向上、充電時間短縮には充電効率の向上が不可欠である。そのために、まず内部モジュールを高耐圧・高放熱粉末樹脂でコーティングすることで高密度集積技術を高度化する。さらに、独自技術であるワンコンバータのデジタル制御により充電効率の向上と部品数の削減を図り、小型化と充電時間短縮の技術を確立する。

2. 内容

本開発事業は、ものづくり技術を活用した研究・開発や製品の販路開拓などを目的として経済産業省が実施している戦略的基盤技術高度化支援事業（通称「サポイン事業」）の採択を受けて、イサハヤ電子株式会社、長崎大学（黒川教授）、長崎県工業技術センター、OPPC株式会社、ペルノックス株式会社の5機関で実施したものである。充電器の小型化のためには、キーパーツであるサブ基板モジュールの高密度・狭隣接実装が必要となる。これを実現するために、高耐圧・高放熱粉末樹脂を新規開発することで、絶縁の確保及び放熱効果によるサブ基板モジュールの小型化を図り、高密度・狭隣接実装による充電器の小型化へと繋げる。充電効率の向上には、効率低下の要因となるコンバータ回路をツーコンバータ（2回路方式）からワンコンバータ（1回路方式）とすることで、効率を高め省エネルギー化した充電器を開発する。

3. 結果

図3に開発した充電器、図4に充電器の効率・力率特性を示す。力率は従来と同等の98%を達成しながら、効率は従来の83%から93%に向上させた。

今後は、ワンコンバータの制御技術を小型EV用充電器のみではなく、その他の蓄電分野に向けた製品に応用していく予定である。

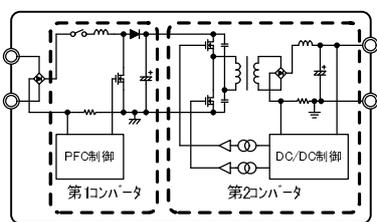


図1. ツーコンバータ方式

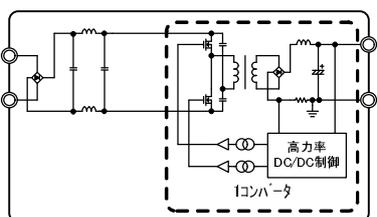
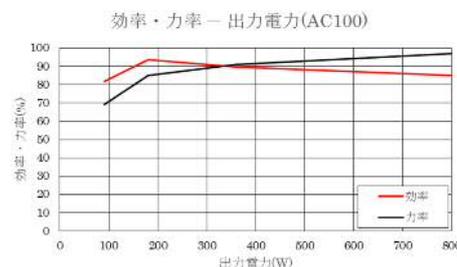


図2. ワンコンバータ方式



図3. 充電器写真

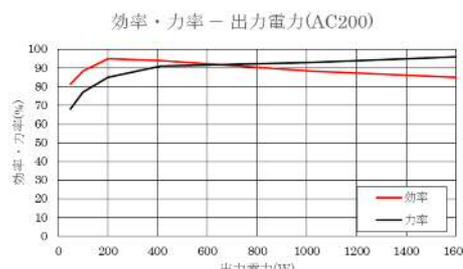


図4. 充電器特性

ワイドギャップ半導体パワーデバイス導入による高効率かつ 小型・軽量の電力変換装置の開発

基盤技術部 電子情報科 中川豪
グリーンニューディール技術開発支援室 兵頭竜二、神田誠
窯業技術センター 永石雅基、山口典男

1. 目的

近年、電気エネルギーを効率良く利用する省エネ技術の推進、再生可能エネルギーの活用など、省エネと環境に配慮したグリーンイノベーションといわれる技術開発が求められている。そこで、窯業技術センターと共同で、超低消費電力、高耐圧、高速・高温動作性など優れた特性を持つSiC（炭化珪素）パワーデバイスと、熱輻射を活用した放熱部材を導入し、エネルギー使用効率が高くコンパクトな電力変換装置の開発を行った。

2. 内容

本研究では、家庭内直流バスや蓄電池の充放電などに応用可能な双方向DC-DCコンバータを設計した。図1に回路構成を示す。昇圧及び降圧動作のMOSFETとダイオードをそれぞれ並列に接続しており、検出した出力電圧をデジタル値に変換してPID制御を行う。演算結果をもとに生成したパルス幅変調信号でMOSFETを駆動させ、コンバータ出力の安定化を図っている。

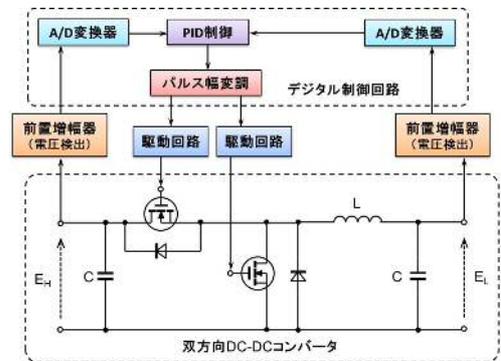


図1 双方向 DC-DC コンバータの構成図

3. 結果

SiCの導入効果を検証するため、電力損失のシミュレーション解析を実施した。図2に変換効率とスイッチング周波数の関係を示す。既存材料であるSiを用いた場合は、スイッチング周波数が高くなるにつれてスイッチング損失が増大するため、変換効率が低下している。一方、SiCではスイッチング損失を大幅に削減できるため、160kHzまで高周波化しても損失の増大はみられない。また、各々最大効率が得られた条件（SiC：160kHz、Si：40kHz）で比較しても、Siが約92%であるのに対し、SiCでは約96%となっており、50%の損失削減効果が得られた。

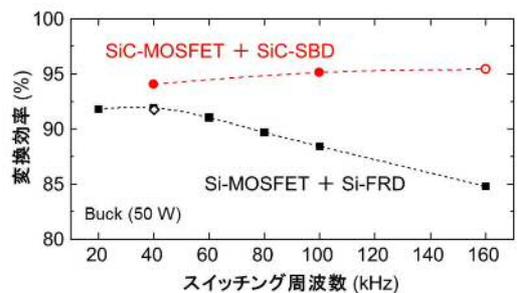


図2 SiC 導入効果の検証

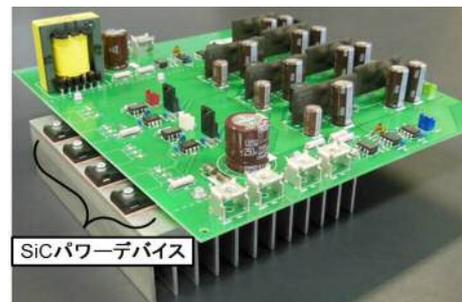


図3 試作機の外観

図3に試作機の外観を示す。SiCパワーデバイスを搭載したこの試作機は、出力電力を500Wで設計し、電力変換部のみを実装した拡張用基板を接続して並列運転させることで、電力容量を拡大することができる。

昇圧動作（入力電圧：100V、出力電圧：200V）させた場合の変換効率について、既存のSiパワーデバイスを搭載した回路と比較した一例を図4に示す。コンバータの負荷率を定格の100%から8%まで変化させ、変換効率を計測した。損失解析シミュレーションで変換効率の周波数依存性を調査した結果をもとに、Siでは出力電力：250W、スイッチング周波数：40kHzで設計・試作した。一方、SiCでは出力電力：1kW（2並列運転）、スイッチング周波数：160kHzで動作させている。図4より、最大効率はSiが約85%であるのに対し、SiCでは約94%となっており、60%の損失削減効果が得られた。

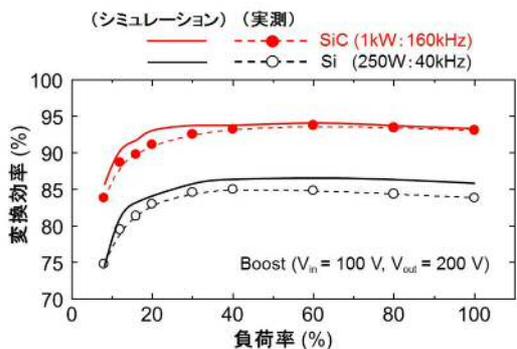


図4 変換効率の負荷特性

試作機を並列接続して3kWまで電力容量を拡大させた場合、SiCパワーデバイスの導入効果によって、電力変換装置を1/4まで小型化可能であることが試算された。

今後は、SiC及び輻射活用型放熱器の導入による高効率化と小型化の効果を試算するとともに、県内企業への技術移転を進めていく予定である。

機械装置知的遠隔監視装置の開発

基盤技術部 機械システム科 田口喜祥

1. 目的

生産効率を上げるため、工作機械を少人数で長時間稼働させたいという要望がある。そこで、工作機械にセンサを取り付け、インターネット回線などを用いてデータを収集し、解析することで、工作機械の異常監視や、工具交換時期を予測する知的遠隔監視装置の開発を行うことを目的とした。

2. 内容

工作機械の異常を監視し、工具交換時期などを予測するために開発した知的遠隔監視装置の構成を図1に示す。知的遠隔監視装置は、主に工場内に設置する、センサユニット、サーバユニット、ロボット機構と、事務所に設置しているパソコン上で動作する予測監視プログラムで構成される。センサユニットは主に工作機械の主軸電流を計測し収集する。サーバユニットは、センサユニットで取得したデータや画像センサで取得したデータを解析する。ロボット機構は、押しボタンスイッチやスライドスイッチを動かすことで工作機械の制御を行う。予測監視プログラムは、サーバユニットから送られてくるデータを時系列に記録し、特徴点を解析し、特徴点の時系列変化を基に工作機械の予測監視を行う。ロボット機構の例としてスライドレバーロボット機構を図2に、押しボタンロボット機構を図3に、予測監視プログラムの例を図4に示す。

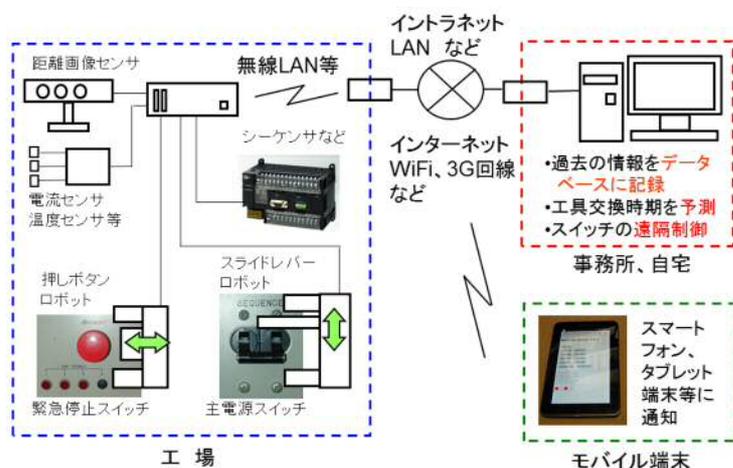


図1 システム構成



図2 スライドレバーロボット機構



図3 押しボタンロボット機構

3. 結果

工具交換時期を予測するために、主軸回転中の電流波形を用いた予測プログラムの開発を行った。開発した装置の検証のために、県内企業が使用しているNC工作機械に知的監視装置を取り付け、実証試験を行った。工作機械にセンサユニット、工場内にサーバユニットを設置し実証試験を行った。その結果、工作機械の起動、終了、過負荷、オーバートラベルなどを検出し、工作機械を一時停止することが可能であること、および押しボタンロボット機構によるNCプログラムの再起動が可能であることを確認した。さらに、インターネット環境において、スマートフォンを用いて遠隔制御が可能であることを確認した。ただし、インターネットを介しての制御はセキュリティーの問題があるため、現在は社内LAN環境からの利用に留めている。工具交換時期の予測については、機能の確認を行いことができたが、閾値の設定などのために取得するデータをさらに蓄積する必要があるため、今後も継続して試験を行うこととしている。

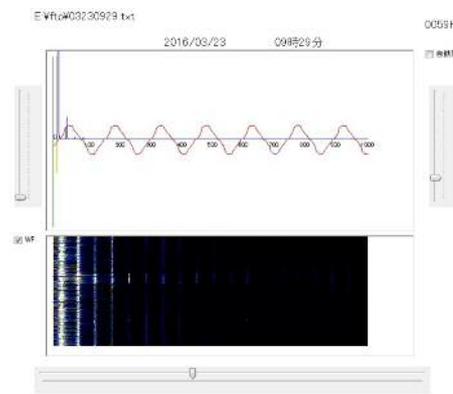


図4 予測監視プログラム

非接触による光学的非破壊計測技術の開発

電子情報科 下村義昭

1. 目的

長崎県独自の非破壊計測手法であるTFDRS法(Three-Fiber-Based Diffuse Reflectance Spectroscopy)は、光散乱や複数成分等の影響を受けない特徴を有しており、食品の品質測定や生体の組成計測等その適応範囲は非常に広い。しかし、試料表面の凹凸が大きく測定部との接触が十分ではない場合、試料表面からの反射光の影響を受けて大きな測定誤差が生じる。そこで、本開発ではTFDRS法をベースに試料表面からの反射光の影響を低減することにより試料組成の情報を持つ内部からの反射光を検出する非破壊計測技術を開発した。

2. 内容

直線偏光の光をポリスチレン溶液に照射し、その透過光の偏光状態を測定した結果を図1に示す。溶液の濃度に比例する等価散乱係数 μ_s' (mm^{-1})とセル光路長 L (mm)の増加に伴い、偏光解消度は1に収束している。これは、入射光がポリスチレン粒子からの多重散乱の影響を受けて無偏光な状態になったことを示しており、果実や生体等でも等価散乱係数に応じて十分な検出距離を設定することで試料内部からの反射光を無偏光な状態にすることができる。

この多重散乱による偏光解消を利用することで、試料表面と内部からの各反射光を偏光素子等で分離することが可能となる。

3. 結果

図2は粳殻付の米(以下粳米)の吸収スペクトルを示す。図中の複数の吸収スペクトルは同一サンプルを攪拌して複数回測定した結果である。(a)偏光素子無しの現行方法では吸収スペクトルに著しい変化が見られる。一方、(b)偏光素子を用いることで吸収スペクトルの著しい変化が低減されている。これは、偏光素子により試料表面からの反射光の影響が低減されたことを示している。図2の吸収スペクトルから粳米の水分量を推定した結果を図3示す。偏光素子を用いることにより、サンプルの攪拌による推定値の変動が低減されて実測値とほぼ一致した値を示している。

以上、偏光素子を用いることにより凹凸の大きな試料表面からの反射光の影響を低減して試料組成の情報を持つ内部からの反射光を検出するTFDRS法ベースの非破壊計測技術を実現した。

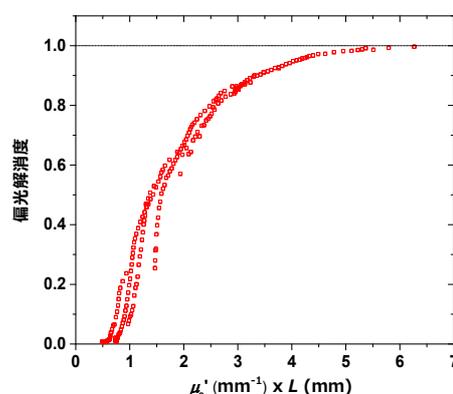


図1 ポリスチレン溶液を透過した光の偏光解消度

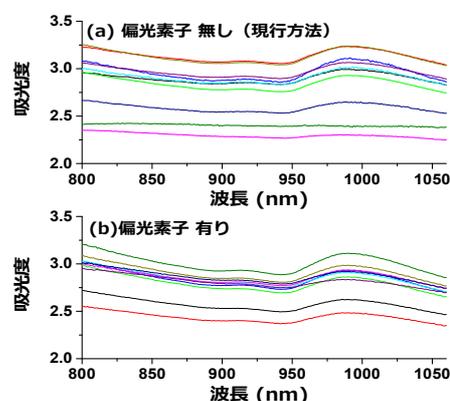


図2 粳米の吸収スペクトル

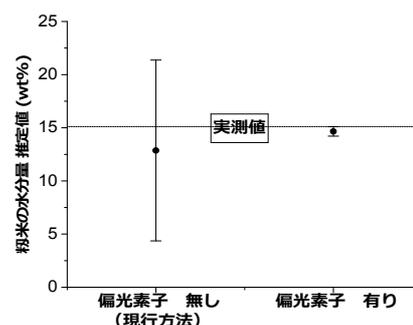


図3 TFDRS法により推定した粳米の水分量

微小球共振光センサーを用いた微生物迅速検出装置の開発

電子情報科 田尻健志
 食品・環境科 松本周三
 九州大学大学院 今任稔彦
 徳島大学大学院 原口雅宣

1. 目的

食品産業において、食品の安心安全の観点から微生物汚染を未然に防止する自主検査が要望されている。長時間を要する培養法は出荷後に結果が出る場合があり、年々、迅速検査のニーズが高まっている。一方、迅速検査装置は、迅速・簡便・精度・検査コストの面で課題があり、各社の製品特性に合わせた検査装置の開発が求められている。そこで、本研究では、微小球の光共振特性と抗原抗体の特異性を融合した安価なプローブおよび検査装置を開発し、食品検査の衛生指標菌である大腸菌群による汚染を短時間で高感度に検出できる卓上型検出装置を開発することを目的とした。

2. 内容

微生物汚染を判定する微小球プローブとして、直径 $10\mu\text{m}$ のポリスチレン微小球を選定し、表面に大腸菌群が産生する分解酵素に対する抗体（anti- β -Galactosidase）を固定化した。図1に示すように、作製した微小球プローブをカバーガラス上に配置し、油浸対物レンズ（ $100\times$ 、NA 1.25）の全反射減衰配置によるエバネセント光で励起し、長距離作動対物レンズ（ $50\times$ 、WD=13.8mm）で散乱光を検出した。この散乱光は、微小球表面を周回するウィスパーリングギャラリモード（WGM）の特性を反映するため、微小球の表面状態を評価することができる。図2に示すように、散乱光の共振ピーク波長のシフトとMie理論の散乱断面積を比較することで、微小球表面への吸着状態（厚み、屈折率）を評価し、判定時間と下方検出限界を算出した。

3. 結果

微小球表面に付着した抗体（anti- β -Galactosidase）と抗原：酵素（ β -Galactosidase）の厚みは、それぞれ14nmと16nm、屈折率は1.50~1.56と算出できた。これらの値は抗体と酵素の仕様と一致し、微小球表面の抗体と抗原が単一層で形成されていることがわかった。さらには、酵素濃度に対する抗原抗体反応時間依存性より、酵素吸着の判定時間は8分、下方検出限界は $5\mu\text{g}/\text{ml}$ が得られた。また、図3に示すように、微小球共振光センサーシステムを小型化し、卓上型検出装置を開発した。

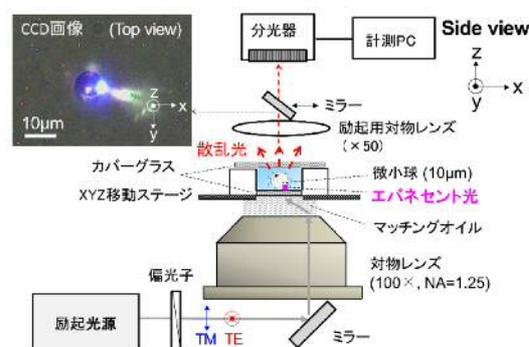


図1 微小球共振センサーシステム

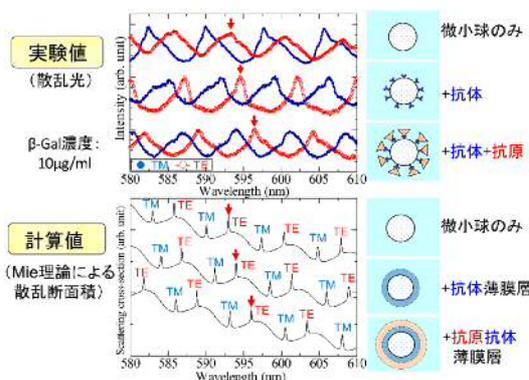


図2 WGM共振ピーク波長のシフト

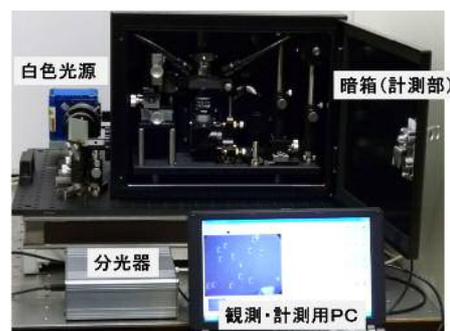


図3 卓上型検出装置

県内企業の製品化技術を高めるための支援技術の確立 (研究開発成果の県内企業への技術移転事業)

工業材料科 瀧内直祐

1. 目的

平成26年度から新たな取り組みとして、工業技術センターが保有する研究ポテンシャル・研究成果を県内中小企業に対し即効的に技術移転するための補完研究および技術移転活動を行っている。

平成27年度は、水溶液ミスト装置に関する技術支援および事業化について取り組みを行った。

2. 内容

金属材料切削分野は、当所が他と差別化できる研究ポテンシャルを有する技術移転段階にあり、また、大手企業が手を出さないニッチ領域、個々にカスタマイズが必要な特異性がある先端的領域である。研究成果を県内企業が活用するための補完研究を行い、県内企業への技術移転を行った。

3. 結果

企業訪問等を実施して企業における課題を抽出し、その課題をさらに検討するための現地技術支援、掘り起こした課題を解決するための共同技術開発、補完研究を実施した。その結果、具体的な技術移転・普及段階に達したものとして、以下のものがある。

- ・難削性金属材料における水溶液ミストによる切削加工実験および事業化
- ・脱脂洗浄における技術支援および事業化

図1は、水溶液ミストによるエンドミル切削加工、図2は、ステンレス鋼(SUS304)における切削油剤、油ミスト、水溶液A(界面活性剤を添加した水溶液)ミスト、および水溶液B(発泡剤を添加した水溶液)ミストによるTiAlNコーテッド超硬エンドミル工具の工具摩耗幅(μm)の結果である。同一加工条件で行った。水溶液Aミストは、工具摩耗幅が著しく減少し、工具寿命が長くなった。水溶液Aミストは工具刃先への冷却があるため、異常な工具摩耗等の発生を抑制することがわかった。



水溶液ミスト

図1 水溶液ミストによるエンドミル切削加工実験

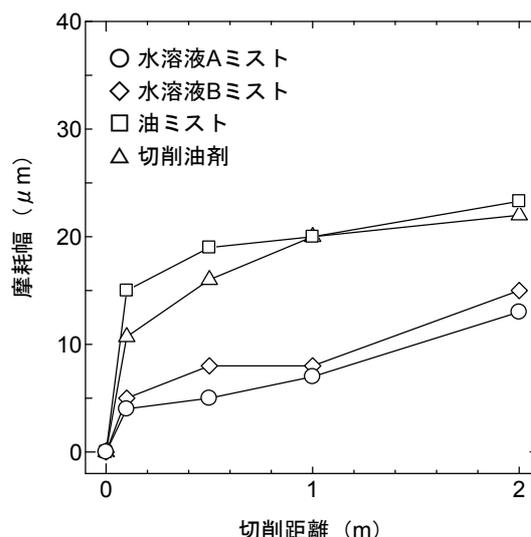


図2 切削距離と工具摩耗幅の関係

長崎県産農林水産物の乳酸菌発酵による加工食品の開発

(産学官金連携・地域イノベーション創出支援事業(食・食品成分によるQOL向上プロジェクト))

食品・環境科 河村 俊哉、玉屋 圭、松本周三

1. 目的

工業技術センターでは、これまでに長崎県特産物から乳酸菌約 600 株を分離してきた。さらに、これら菌株の有する特徴(有用成分生産能、抗菌性、抗酸化性など)を明らかにしライブラリー化することにより、各種の加工食品を開発してきた。本研究では、ライブラリー化された菌株の中で、これまでに有用成分の生産能が確認されている菌株を用いて県産農産物を発酵し、生産物に含まれる成分並びにその機能性を検討することにより、健康機能性を有する食品素材の探索を行った。

2. 内容

本県特産物から分離した乳酸菌株を用いて、大豆、緑茶、ミニトマトなどの農産物を乳酸発酵し、その生産物に含まれる機能性成分(γ-アミノ酪酸(GABA)などの遊離アミノ酸など)を測定した。なお、農産物の発酵に用いた乳酸菌株は果物、醤油もろみ、漬物などから分離したものである。

3. 結果

- 当センター保有の乳酸菌株を用いた大豆の乳酸発酵物について検討した。県産の黄大豆、黒大豆を発酵させた試料の総ポリフェノール量は、それぞれ最大で26%、22%増加していた。さらに、大豆特有のポリフェノールであるイソフラボンを測定した結果、数種の菌株がダイジン、ゲニスチンなどの配糖体を糖部分が切り離されたアグリコン(ダイゼイン、ゲニステイン)に分解することを確認した。
- 県産緑茶を乳酸発酵し、発酵物に含まれる遊離アミノ酸を AccQ-Tag 法により測定した。その結果、ある菌株を用いた発酵物では、GABA 量が非発酵試料と比較して約 5 倍に増加していることが明らかになった。また、発酵物の抗酸化性を検討するために、DPPH ラジカル消去活性を測定したところ、活性上昇を示す菌株が観察され、高いもので 54%の増大を示した。
- ミニトマト(イエローキャロル、CF小鈴)を20種の菌株を用いて発酵し、官能試験を実施した。果汁の味及び風味を向上させる優れた菌株を選抜し、含有成分を測定した。その結果、遊離アミノ酸に大きな変化は見られなかったが、有機酸については乳酸や酢酸が新たに生成し、青臭さを感じさせる香り成分のヘキサナールが減少していた。

以上の結果から、当センターが保有する乳酸菌株を用いて本県特産物を発酵させることにより、味、香りの向上、機能性成分の増加や有用成分への変換が生じることが示された。

今後は、乳酸発酵物の健康機能を県内大学との連携により解明することにより、当センター保有の乳酸菌株の有効性を明らかにし、ライブラリーを用いた新たな加工食品の開発を進めていく。



図1 乳酸菌を用いた農産物の発酵

図2 ミニトマト発酵ジュース
(試作品)

県北の農水産物を利用した九十九島オリジナルな食品の開発

食品・環境科	晦日房和、玉屋 圭
つくも食品(株)	緒方誠治
(有)草加家	高木龍男
させぼパール・シー(株)	原田誠一郎、辻 佳代子

1. 目的

九十九島は、208の島々が点在する風光明媚な海域であり、昭和30年に西海国立公園の指定を受けている。このような素晴らしい県北の環境と、豊かな農水産物があることから食・観光の振興のために九十九島オリジナルな食品の開発が要望されていた。そこで我々は、県北地域の食品・観光産業の活性化に寄与するために、地元食材を用いて加工食品の開発に取り組んだ。

2. 内容

- ① 東彼杵郡川棚町小串郷のトマトは独特の栽培技法により糖度が高い。しかしながら、青果出荷を行わない規格外品も多く、その有効利用が課題であった。また、同郡は県内一の緑茶の産地であるばかりかタマネギなどの収穫も多い。そこで、トマト等の食材の有用成分分析、及びレトルト加工法の検討を行い、小串トマトをベースにした鍋用スープの開発を試みた。
- ② 九十九島では豊かな海を利用して真珠の養殖がさかんに行われているが、養殖後、母貝であるアコヤ貝の貝殻が大量に廃棄され、この未利用資源の活用が望まれていた。食品分野において貝殻真珠層粉末は既存添加物になっているが、あまり使用された例がないため各種試験を行いながら安全性を調べ、同真珠層粉末と、県内食材を取り入れて九十九島の真珠にちなんだ製菓の開発を行った。

3. 結果

- ① 小串トマト・パプリカ等の食材はピューレとし、殺菌のために加熱処理を行い使用まで凍結保存した。加熱処理による食材の有用成分量の影響を調べた結果、それらの含量はほとんど影響を受けないことがわかった。次に、イリコ、アゴ及び緑茶から作った出汁に、先に凍結保存したトマト・パプリカ等の食材を加えオリジナルなレトルトスープを試作した。そして試食及び成分分析を行ったところ、食材が本来持っていた美味しさに加え、有用成分及び抗酸化能を有していた。それらの結果を基に、東彼杵郡発の「小串トマト鍋スープ」を開発した(写真1)。
- ② 真珠層粉末及び県産食材を取り入れ何度も試作と試食を行いながら、真珠を連想させる白・黒の丸いフォルムの2種類の製菓を開発した。これらは真珠層粉末と大村産おからを加えた生地、黒ゴマを混ぜ小豆を入れたものと(黒色)、吉岐産の柚子とピーナッツペーストを使用したもの(白色)である。試作品の細菌及び物性試験を行った結果、室温で安定であることを確認した。本研究の結果を基に、九十九島のオリジナル製菓「真珠のたまてばこ」を開発した(写真2)。



写真1. 小串トマト鍋スープ



写真2. 真珠のたまてばこ

皮膚の自家蛍光測定技術の開発

食品・環境科 三木 伸一

1. 目的

健康に関する測定機器では、体を傷つけないこと、簡便であることが要求され、生体（皮膚等）の内蔵物質からの発光（自家蛍光）を利用する測定技術が、健康の度合いを判断する有力な手法の一つになっている。一方、生体組織においては、目的成分以外の夾雑成分、成分分布の個人差などが、しばしば発光測定値の誤差となり、正確に測定するうえでの支障となる。そこで、本研究では、皮膚の光学特性（蛍光、散乱、吸光）について詳細な解析を行い、また、これらの結果を基に、光伝播シミュレーションを実施することで、夾雑成分等の補正方法を検討し、より簡便、より安価な構成を実現する自家蛍光計測技術の確立を目指す。

2. 内容

生体を想定した非蛍光性及び蛍光性タンパク（糖化生成物）、脂質などの散乱成分を含んだサンプルを調整し、これらの吸光スペクトル及び蛍光スペクトルにより、人体を想定した光学特性を明らかにする。また、これらのデータから、拡散近似方程式、モンテカルロシミュレーションなどの解析法による光の伝播に関する検証を行い、補正方法などの検討を行う。

3. 結果

特定の光を入射して、特定の発光した光を検出することで目的の発光物質の量を知ることができるが、生体（皮膚）においては、他の物質の吸収・発光、あるいは、生体組織による散乱の程度によって、測定値に正または負の誤差を与える。

まず、吸光に関する誤差の影響を調べるために、紫外から可視域にかけて生体の構成成分の吸光係数を調べた。図1に生体の蛍光計測の妨げになるメラニン及びヘモグロビンの吸光スペクトルを示す。水を含む多くの吸収物質が皮膚中には含まれるが、その分布並びに個人差による存在範囲を考慮すると、メラニン、ヘモグロビンが支配的に作用する。また、皮膚中の光は強く散乱し、消光するため、散乱の程度を示す散乱係数も併せて算出した。

得られた散乱係数、吸収係数などから、モンテカルロシミュレーション法を用いて、皮膚に光が入射したときの蛍光の伝播を予測した（図2）。こうしたシミュレーションに基づき、簡便な構成で、ヘモグロビンやメラニンによる吸収の影響、他の物質の蛍光の影響などを補正する手法を検討、考案した。

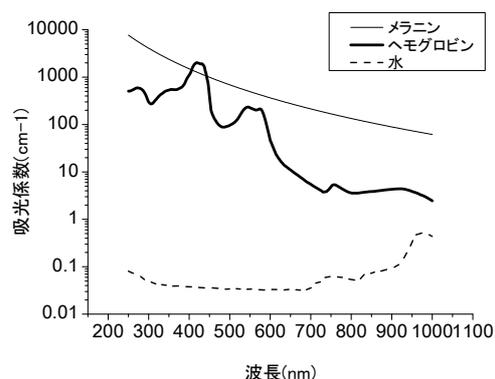


図1 生体成分の吸光係数

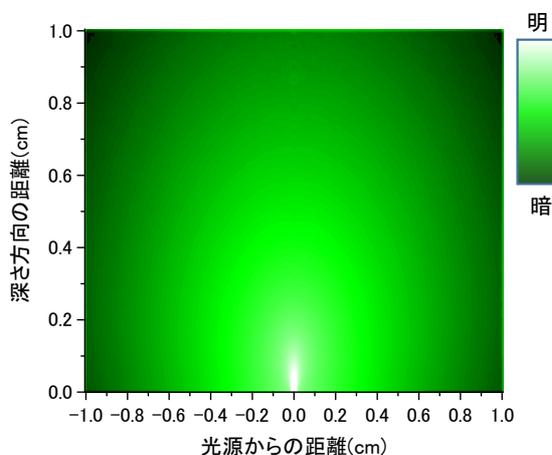


図2 光伝播シミュレーション



長崎県工業技術センター

〒856-0026 長崎県大村市池田 2-1303-8

TEL 0957-52-1133 FAX 0957-52-1136

<http://www.pref.nagasaki.jp/section/kogyo-c/index.html>