

1. はじめに

四日市萬古焼は、江戸時代の中期に桑名の豪商・沼波弄山が創始者で、明治後期に近代産業として発展した。現在は三重県北勢地域（四日市市・菰野町）に約80社が集積し、国産シェア80%を占める耐熱陶器（土鍋、ごはん鍋、陶板等）、花器、急須、食器等を製造している。

日本では1974年に卓上IH調理器が実用化され、1995年頃に一般家庭にも普及するようになった。SONYが1978年に実用新案「電磁調理器用非金属製容器」を出願し、銀薄膜導電層を転写することにより土鍋等をIH対応化することが可能になった。四日市萬古焼産地では、一般家庭でIH調理器(100V)が普及した頃から土鍋のIH対応化に取り組んできており、1998年頃から銀薄膜転写方式（第一世代）によるIH土鍋が本格的に製造販売された。その後、より高い出力の家庭用ビルトイン型IHクッキングヒーター(200V)が2005年頃から普及し、銀薄膜転写方式は耐久性が課題となった。そして、土鍋の中にステンレス板を置く、金属板方式（第二世代）によるIH土鍋の製造販売が主となった。しかし、金属板が土鍋らしくないということから2015年頃からカーボン板や金属溶射等による方式（第三世代）のIH土鍋も製造販売されるようになった（図1）。

本研究では、四日市萬古焼製造事業者との共同研究と外部資金の活用により、200VのIHクッキングヒーターに対応した銀塗布方式（第三世代）のIH土鍋の開発と製品評価について検討した。その結果、事業化まで到達できたので報告する。

世代	第一世代 (1998年頃～)	第二世代 (2008年頃～)	第三世代 (2015年頃～)		
方式	銀薄膜転写方式	金属板方式	カーボン板方式	金属溶射方式	銀塗布方式
土鍋 外観 (IH 発熱 体)					

図1. IH対応土鍋の種類（赤枠が本研究のIH土鍋）

2. 課題

(1)技術的課題

- ①200VのIHクッキングヒーターでの急速加熱に耐える土鍋素材（耐熱陶土）の開発
- ②IH土鍋用の耐熱陶土に適合した耐熱釉薬の開発
- ③IH発熱体（銀ペースト）の調合・調製
- ④IH土鍋の性能評価方法の確立
- ⑤IH土鍋の製品設計（土鍋底の形状、銀ペーストの塗布量等）
- ⑥個食化に対応するための一人用IH土鍋の開発（小さい鍋が加熱できるIHクッキングヒーターの調査）
- ⑦IH土鍋の耐久性の向上

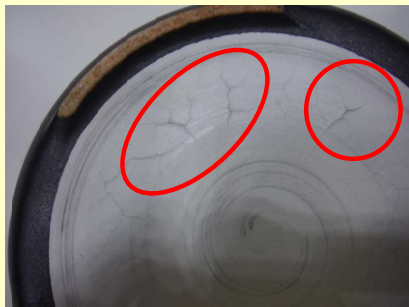
(2)その他の課題

- ①開発・製造設備投資の制限（四日市萬古焼メーカーはほとんどが小規模企業）
- ②販路開拓（第一世代IH土鍋のネガティブなイメージがある、メーカーが販路開拓も行う、首都圏の展示会への出展経費が高額）
- ③IH土鍋に関する先行知的財産権の調査

主な技術的課題



①耐熱陶土の開発：従来の直火用耐熱陶土では、IHの急加熱で割れる



③IH発熱体の調合・調製：耐熱釉薬と銀膜との不整合によるヒビ



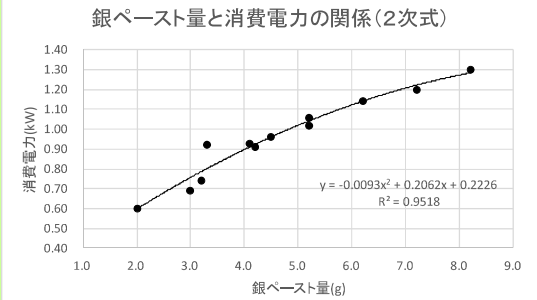
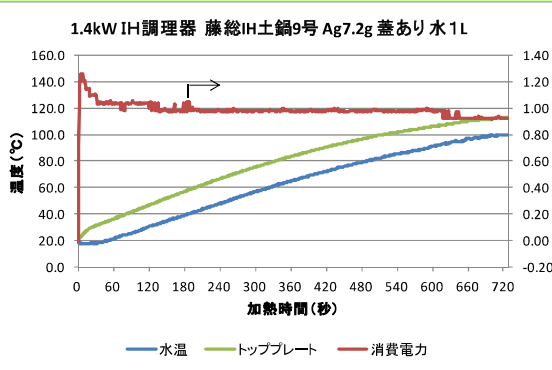
⑤IH土鍋の製品設計：IH発熱体の異常高温で発熱体が損傷

3. 課題解決方法

(1)技術的課題

工業研究所（窯業研究室）との共同研究を平成27年度、平成30年度と令和元年度に実施して、各課題を解決した。①耐熱陶土の開発：原料メーカーの協力を得て実施。③ IH発熱体の調合・調製：銀ペーストに低熱膨張フリット等を添加して調合実験を繰り返し、粉碎時間・焼付条件を検討して完成した。

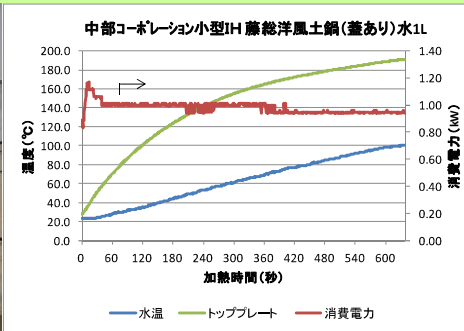
共同研究で解決した主な課題 ④IH土鍋の性能評価方法の確立、⑤IH土鍋の製品設計



銀ペースト塗布量の最適化 → 低コスト化

◆試作IH土鍋の水の沸騰時間、IHトッププレート温度、消費電力の測定により、性能評価方法を確立した。

共同研究で解決した主な課題 ⑥個食化に対応した一人用IH土鍋の開発



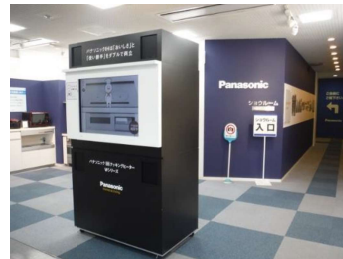
【課題】IH発熱体(Φ12cm以下)の小さな土鍋を加熱できるIH調理器が存在しない。

→(株)中部コーポレーション(桑名市)の協力を得て、業務用小型IH調理器(200V)により試作品を評価

◆上記④と同様に、工業研究所の消費電力測定装置を用いた実験により、独自の製品規格を確立した。

調理の観点から水が沸騰する時間とIH調理器の消費電力値の関係を整理

外部資金「全国中小企業団体中央会 ものづくり中小企業・小規模事業者連携支援事業」に四日市萬古焼メーカー3社の連携体（管理機関：四日市商工会議所）が採択され、技術調査（IHクッキングヒーターメーカー、IH鍋のSG基準評価機関等）を実施して、課題を解決した。



パナソニック(株)神戸工場



日用品金属製品検査センター

(2)その他の課題

外部資金「全国中小企業団体中央会 ものづくり中小企業・小規模事業者連携支援事業」（2カ年事業）を活用して、首都圏（東京ビッグサイト）で開催された国際ホテル・レストランショー2018と国際テーブル&キッチンウェアEXPO夏に出展して、試作品の評価を受けるとともに販路開拓に取り組んだ。（課題①と②への対応）



国際ホテル・レストランショー2018



国際テーブルウェア&キッチンEXPO夏

平成29年度中小企業等特許情報分析活用支援事業（発明推進協会）に採択されて、先行知的財産権の調査を実施した結果、特許侵害等の問題はないことが確認できた。（課題③への対応）

4. 結果

開発した第三世代IH土鍋は、一般社団法人日本薬膳学会の協力を得て、薬膳土鍋、薬膳土瓶等として、2020年に販売開始した。

四日市商工会議所の支援もあり、首都圏で開催されたインテリアライフスタイルリビング展2019やインバウンドマーケットEXPO2020等にも出展した結果、日経TRENDY2020年2月号に紹介記事が掲載された。

