

平成 2 5 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「発酵食品等の高品質化と伝統技術継承のための味認識装置の
評価技術開発」

研究開発成果等報告書

平成 2 6 年 3 月

委託者 関東経済産業局

委託先 株式会社キャンパスクリエイト

目 次

(ページ番号)

第 1 章 研究開発の概要

1－1	研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1－2	研究体制	1
1－3	成果概要	6
1－4	当該研究開発の連絡窓口	7

第 2 章 本論

2－1	清酒及び中間産物の「味」評価技術の開発	8
2－2	焼酎の味と香りの評価技術の開発	14
2－3	清酒用味認識装置の試作開発	19

第 3 章 全体総括

3－1	複数年の研究開発成果	23
3－2	研究開発後の課題・事業化展開	24

第 4 章	プロジェクトの運営管理	25
-------	-------------	----

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

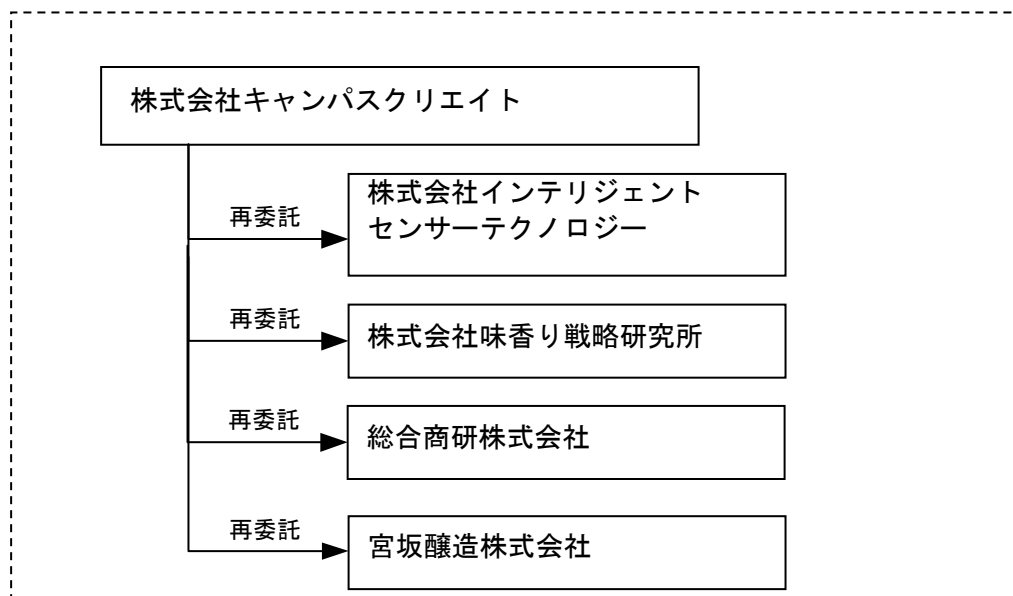
清酒や焼酎等の酒造りにおいては、高品質な製品であるほど、熟練した酒造技能者（杜氏）の勘と経験に大きく依存している。杜氏数は激減しその平均年齢も60歳を超える中、科学的な手法も踏まえた酒類の製造技術継承の必要性が高まっている。本研究開発では、味認識装置による酒類やその中間生産物の味の品質管理技術の開発及び酒造りで使い易い味認識装置を開発し、酒類等の高品質化を目指すことを目的とする。また、消費者へ製品の品質を味の数値で効果的にPRできるよう、酒造業界の売上増加に貢献することも併せて目的とする。

1-2 研究体制

1-2-1 研究組織及び管理体制

1) 研究組織（全体）

1) 研究組織（全体）



総括研究代表者（PL）

株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー
代表取締役社長 池崎 秀和

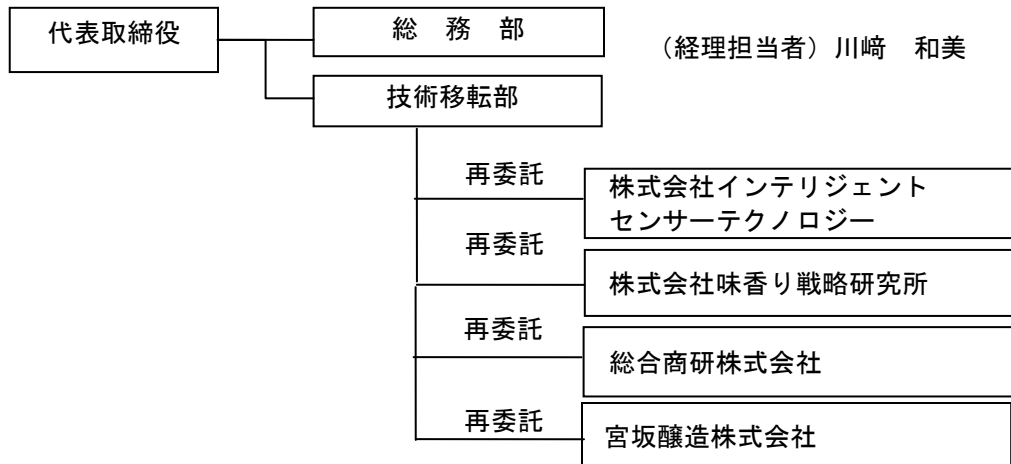
副総括研究代表者（SL）

株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー
研究開発部 プロジェクトマネージャー
豊田 健太郎

2) 管理体制

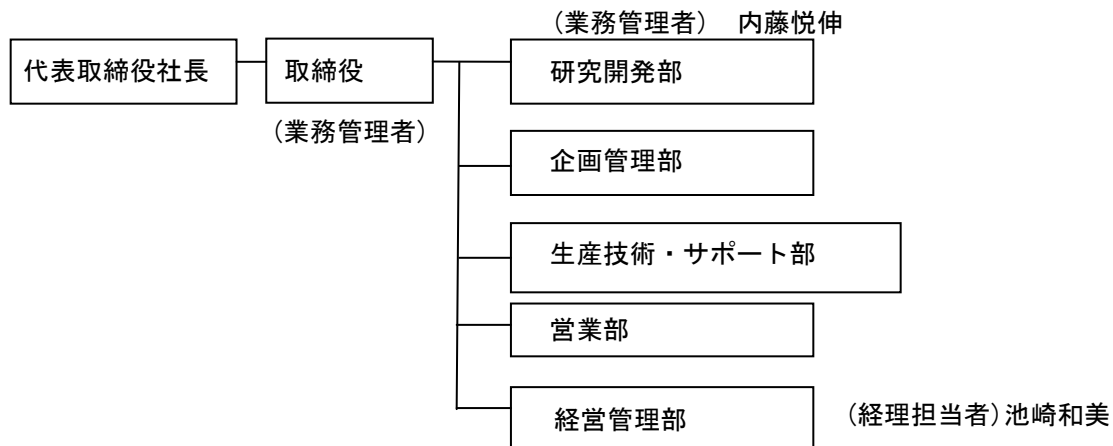
①事業管理機関

[株式会社キャンパスクリエイト]
(業務管理者) 安田 耕平

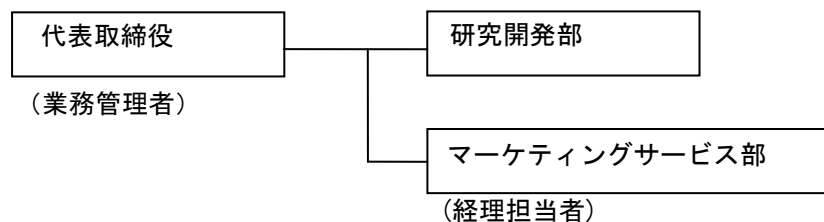


② 再委託先

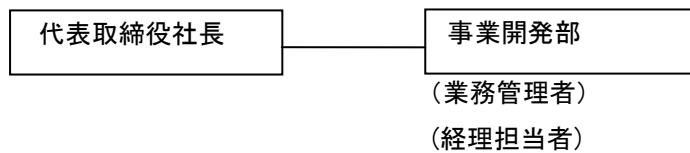
[株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー]



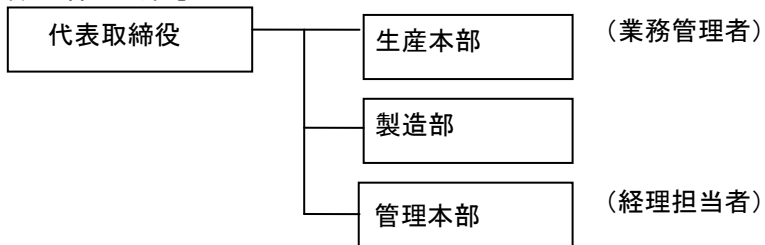
[株式会社味香り戦略研究所]



[総合商研株式会社]



[宮坂醸造株式会社]



(2) 管理員及び研究員

1-2-2 管理員及び研究員

【事業管理機関】株式会社キャンパスクリエイト
(管理員)

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
安田 耕平	代表取締役	4 (平成 23 年度)
阿部 則晴	総務部 ゼネラルマネジャー	4 (平成 23 年度)
森島 恵美	ソリューション部 グループリーダー	4 (平成 23 年度)
堺 奈都	技術移転部 産学官連携コーディネータ	4 (平成 24 年度～平成 25 年度)
坂田 芳幸	技術移転部 産学官連携コーディネータ	4 (平成 24 年度)
菊池 直美	技術移転部	4 (平成 24 年度)
齋藤 弘美	技術移転部	4 (平成 25 年度)

【再委託先】
株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー
(研究員)

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
池崎 秀和	代表取締役社長	1, 3
豊田 健太郎	研究開発部 プロジェクトマネージャー	1, 3
陳 栄剛	研究開発部 プロジェクトマネージャー	1, 3 (平成 23 年度～平成 24 年年度)

小林 義和	企画管理部	3
崔 紅	研究開発部 研究員	1, 3
平川 裕介	研究開発部 研究員	3
濱田 ひかり	生産技術・サポート部 生産グループ アシスタントマネージャー	1, 3
東久保 宏一	営業部 兼 生産技術・サポート部 生産グループ マネージャー	1, 3

株式会社味香り戦略研究所
(研究員)

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
荒谷 和博	研究開発事業部 研究所 所長	2 (平成 23 年度)
鄭 旭志	研究開発事業部 研究所 主任研究員	2 (平成 23 年度)
福田 敏志	研究開発事業部 研究所 主任研究員	2 (平成 23 年度～平成 24 年度前半)
高橋 貴洋	研究開発事業部 研究所 研究員	2 (平成 23 年度、平成 24 年度後半～25 年度)
平野 千恵	研究開発事業部 研究所 研究員	2

総合商研株式会社 (平成 24 年～)
(研究員)

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
荒谷 和博	事業開発部 統括マネージャー	2 (平成 24 年～平成 25 年度)
三浦 義廣	事業開発部 課長	2 (平成 24 年度)
柴田 宗紀	事業開発部	2 (平成 24 年度)
高橋 貴洋	事業開発部	2 (平成 24 年度前半)
河田 麻帆	事業開発部	2 (平成 24 年度～平 成 25 年度)

宮坂醸造株式会社
(研究員)

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
平林 和之	製造部 課長 杜氏	1
三村 昭彦	製造部 課長代理 杜氏	1
田中 まゆみ	製造部	1

1－2－3 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理機関)

株式会社キャンパスクリエイト

(経理担当者) 総務部 G L 川崎 和美

(業務管理者) 代表取締役 安田 耕平

(再委託先)

株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー

(経理担当者) 経営管理部 池崎 和美

(業務管理者) 取締役 内藤 悦伸
研究開発部 プロジェクトマネージャー 豊田 健太郎

株式会社味香り戦略研究所

(経理担当者) 研究開発部 早坂 浩史

(業務管理者) 代表取締役 小柳 道啓

総合商研株式会社

(経理担当者) 事業開発部 杉山 由美子

(業務管理者) 事業開発部 部長 小柳 道啓

宮坂醸造株式会社

(経理担当者) 取締役 管理本部長 青木 等

(業務管理者) 生産本部長 那須 賢二

1-3. 成果概要

1. 清酒及び中間産物の「味」評価技術の開発

1-1 清酒の「コク」の評価方法の開発

清酒の味評価に関して、基本的なセンサー応答性を把握し、実際に活用可能なセンサーを特定した。清酒の後味に着目し、ペプチドに由来する後味をセンサーで感度良く検出する方法を開発した。清酒の規格（純米酒、吟醸酒、山廃酒等）による味わいの違いを、2つのセンサー出力（後味と酸味）で示すことが出来た。清酒のkokの官能評価データと味のデータの相関を認めたが、当初の想定（目標値として0.8以上の相関係数）とは異なり、相関係数は0.72に留まった。清酒の味わいの表示方法を提案した。

1-2 麴や酒母等の「味」による品質評価技術の開発

清酒醸造工程の中間生産物である麴・酒母・醪について、基本的なセンサー応答性を把握し、実際に活用可能なセンサーについて知見を得ることが出来た。麴と酒母については、センサーの測定データにより、品質の違いの識別に関する知見を得ることが出来た。醪については、発酵の経過日数によるセンサー応答性の変化を認め、発酵の予測管理に対する活用可能性を示すことが出来た。

2. 焼酎の味と香りの評価技術の開発

2-1 焼酎の「味・香り」のデータ収集

焼酎の味や香りについて、現状では官能検査を主体とする評価方法が一般的であるが、含まれるアルコールが人体に与える影響や負荷が大きい。このため、味認識装置を活用し、焼酎を評価する方法について検討を行った。

焼酎に特徴的な味・香りに影響を与える成分である高級アルコールやエステル類といった構造によって、味覚センサーの応答が異なることが確認された。また、重回帰分析の結果から、複数のセンサーと官能について何らかの統計的な関連が生じているようであるが、こちらは更なる検証が必要である。

2-2 焼酎の「味・香り」の意味づけ

市販焼酎の味わいについて、他の焼酎の測定結果から得られた知見も踏まえて、以下の推奨軸を用いた評価方法を得た。

○推奨軸

- ・ 苦味雑味／食（苦味（先味）） ⇒ 濃醇
- ・ 渋味刺激（渋味（先味）） ⇒ ふくらみ
- ・ 旨味（先味） ⇒ やわらかさ
- ・ 塩味（先味） ⇒ 濃厚さ
- ・ 酸味B ⇒ ドライ・キレ
- ・ 苦味／食（苦味（後味）） ⇒ コク余韻

3. 清酒用味認識装置の試作開発

3-1 甘味センサーの高感度化

測定方法の改良等により、従来の甘味センサーにおいて、低濃度域における甘味感度を約2倍に向上させることが出来た。当初の目標値である「10倍化」は達成出来なかった。一方、従来は困難であった甘味の後味（CPA 値）の評価方法に関して、測定データの再現性を向上させることに成功し、甘味の後味評価方法の確立に向けて大きな道筋を付けることが出来た。

3-2 味認識装置の操作性向上と小型化

C Eマーク取得にかかわる基準を満たすよう、清酒用味認識装置および測定アプリケーションのテストおよび改良を行った。清酒用味認識装置および測定アプリケーションの動作確認、データの検証および操作性の向上を行い、清酒用味認識装置を完成させた。さらに、清酒用味認識装置の販売に向けて、アプリケーションの多言語化及びマニュアル等を作成した。

1-4. 当該研究開発の連絡窓口

株式会社キャンパスクリエイト

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1 電気通信大学 産学官連携センター 1階

T E L : 042-490-5723 F A X : 042-490-5727

担 当: 堺 奈都 E-mail : sakai@campuscreate.com

第2章 本論

本支援事業は平成23年度から活動しており、全体の計画書の研究項目に従い記述する。

2-1. 清酒及び中間産物の「味」評価技術の開発

2-1-1 清酒の「コク」の評価方法の開発

1) 目的、計画

味認識装置を用いて、清酒の味わいの違いを再現性と精度良く識別できるようにすることを目的とした。特に、清酒の高品質さの指標の一つとなるコク（膨らみ感、後味）に着目した。

2) 実施内容、開発結果

現行の測定条件では、清酒の後味のサンプル間差は最大でも数 mV 程度である。本研究開発において、BT0 センサーに対する測定条件の最適化により、最大でおよそ 13mV のサンプル間差が再現性良く識別出来るようになった。そして、清酒を測定した場合の後味の差は、主にペプチドに対する応答によることを確認した。

後味を検知する BT0 センサーと、有機酸に応答し清酒では酸味（先味、濃厚感）に応答する CT0 センサーと合わせた 2 軸を用いて、清酒の味わいを識別しグラフ化することが可能になった。その結果、清酒の規格（吟醸酒、純米酒、普通酒等）による味わいの違いが、市販酒において明確に識別され（図 1-1-1、1-1-2）、後味に関して官能評価（きき酒）との相関も認められた（図 1-1-3）。

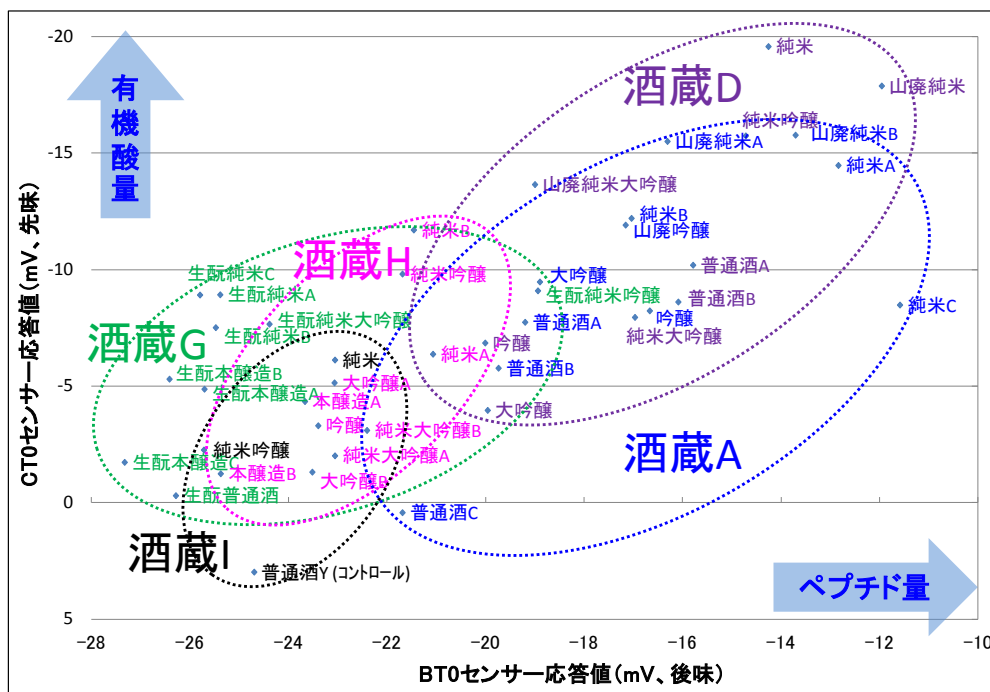


図 1-1-1. 清酒の味わいの違い（酒蔵ごと）

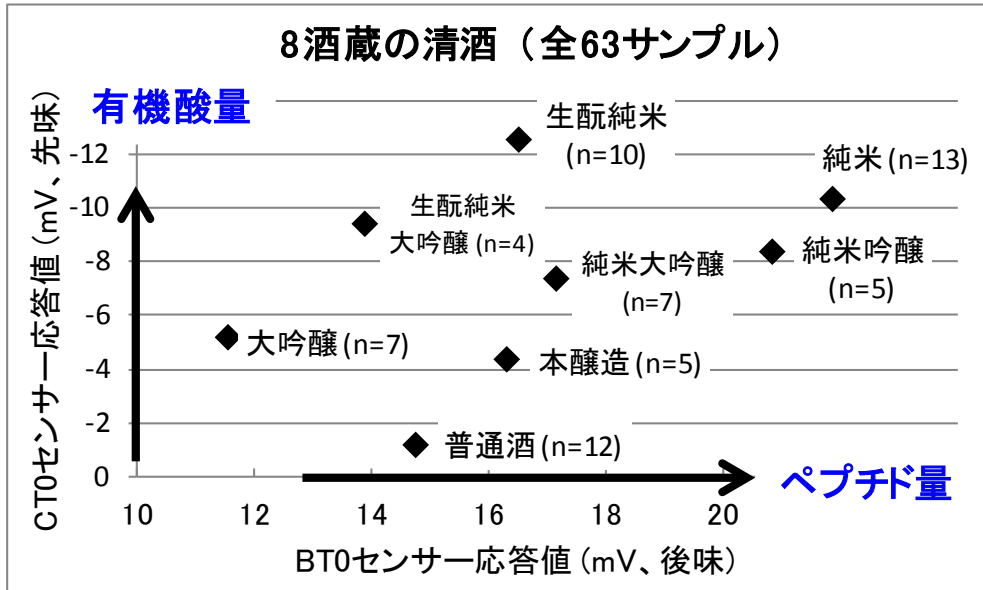


図 1-1-2. 清酒の味わいの違い（規格毎の平均値）

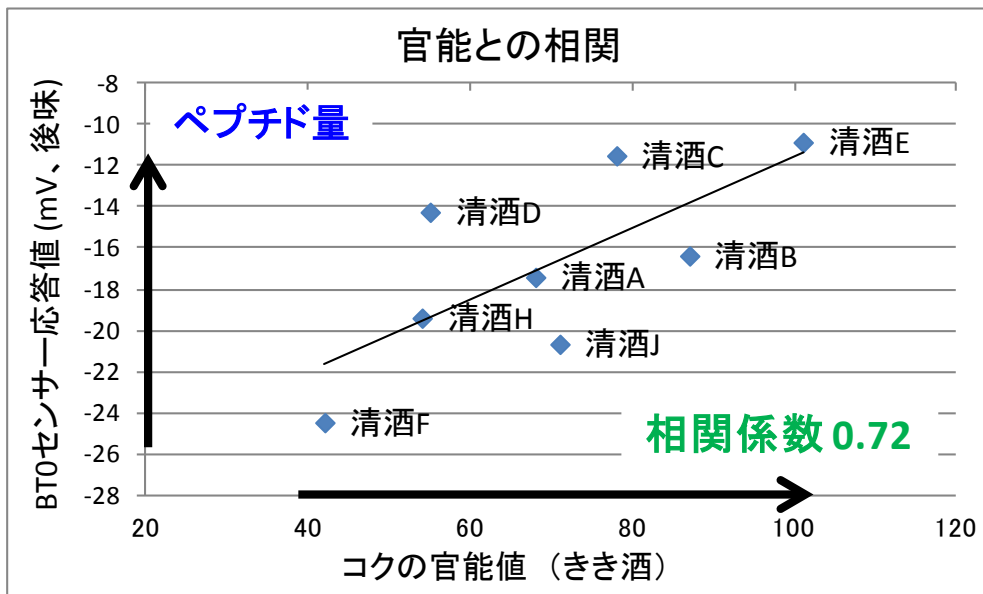
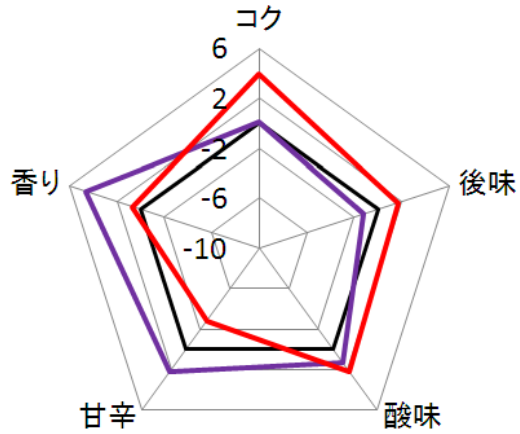


図 1-1-3. 清酒のコク（膨らみ感、後味）とセンサーの相関

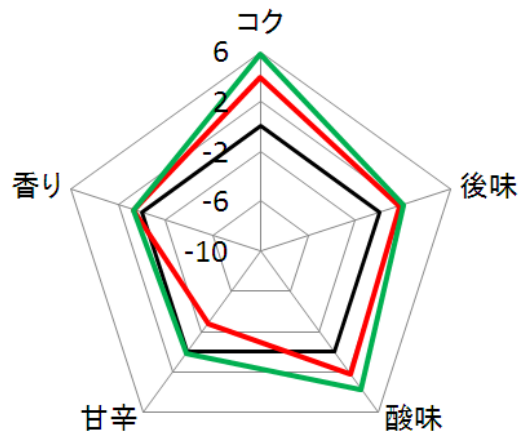
清酒の味わいを一般消費者にわかりやすく表示する方法を考案した。味認識装置の測定によるセンサー出力のデータから「後味」と「酸味」を採用し、さらにそれらの和を「コク」の値として定義した。この場合の「コク」は、“いろいろな味の総和”というイメージである。それらに加えて、一般的な分析値である甘辛と香りの数値も含めた5軸により、各清酒の味わいをグラフ化した（図 1-1-4）。



大吟醸

— 酒蔵M清酒 平均値
 — 大吟醸Y
 — 山廃純米大吟醸N

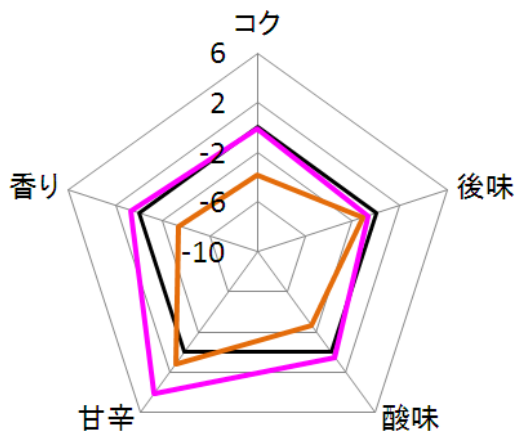
香りやコクが平均以上。甘口か辛口かはそれぞれ。



生酏系

— 酒蔵M清酒 平均値
 — 山廃純米大吟醸N
 — 山廃純米吟醸K

コク、後味、酸味が強い傾向。



辛口酒

— 酒蔵M清酒 平均値
 — 純米吟醸K
 — 普通酒K

辛口でコクや酸味が控えめ。

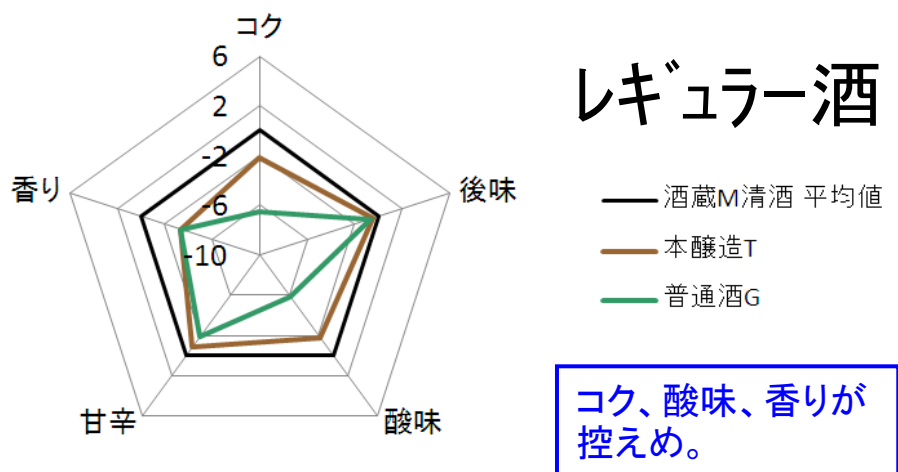


図 1-1-4. 清酒の味わいの表示方法の提案（コク、後味、酸味、甘辛、香りの5軸）

2-1-2 麴や酒母等の「味」による品質評価技術の開発

1) 目的、計画

酒類等の醸造工程における中間生産物（麴、酒母、もろみ）を味認識装置で測定することにより、酒造りの中間段階で品質を判断可能にすることを目的とする。このような試みはこれまでにほとんど前例が無い。

2) 実施内容、開発結果

麴・酒母・醪をセンサーで測定し、発酵の経時変化を味の違いとして検知することができた。麴では用途（酒母麴と留麴）や精米歩合（40～60%）による違いが味の差として識別され（図 1-2-1）、酒母では速醸酒母と高温糖化酒母の違いが識別され（図 1-2-2）、醪では発酵の経過が識別されたことから（図 1-2-3）、発酵の予測管理への活用可能性が示された。

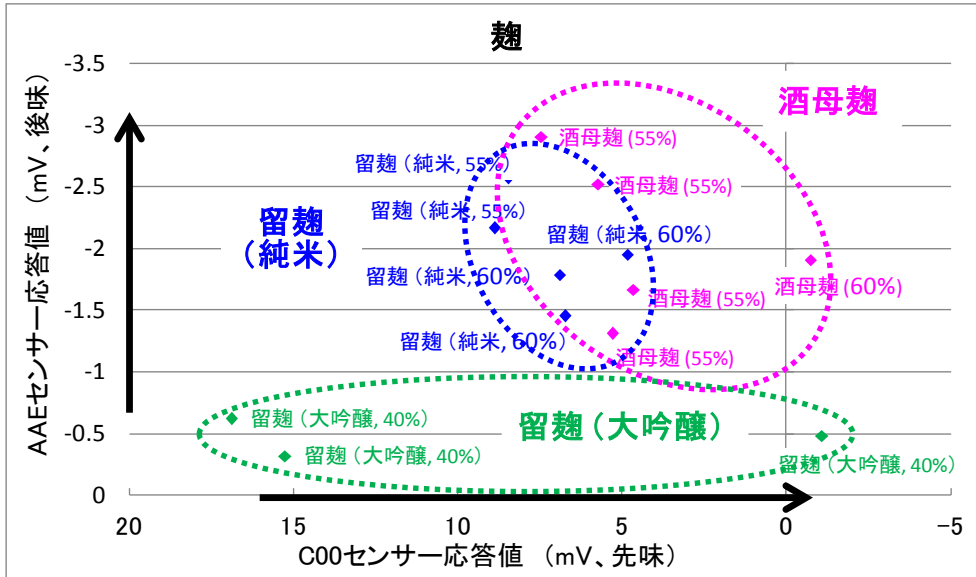


図1-2-1. 麴の違いとセンサー出力

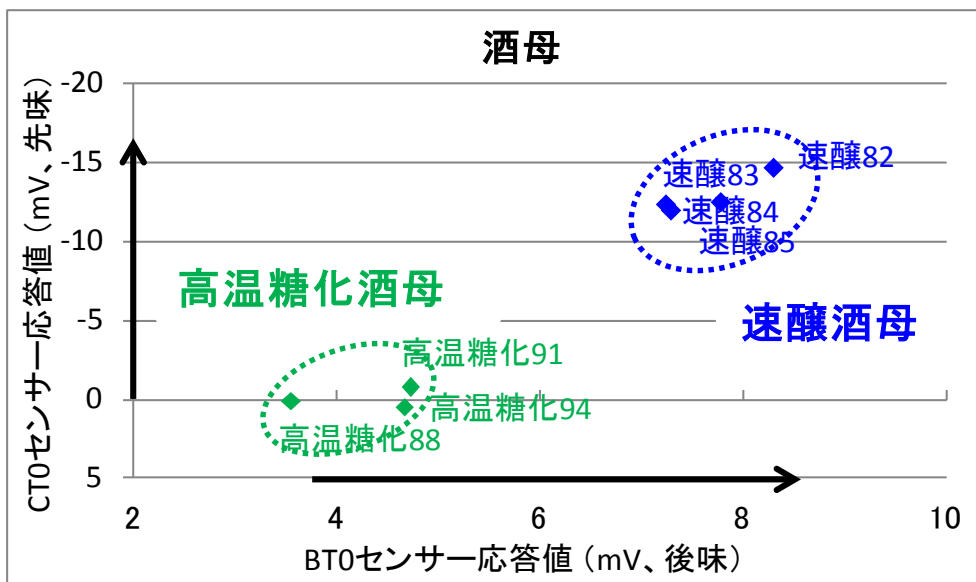


図1-2-2. 酒母の違いとセンサー出力

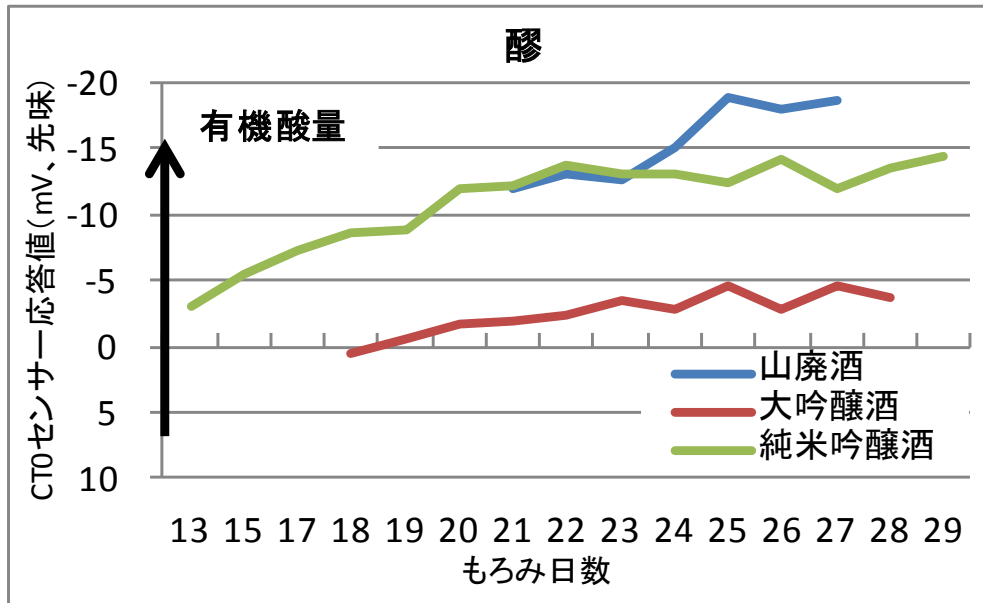


図1-2-3. 醪（もろみ）の発酵とセンサー出力

2-2. 焼酎の味と香りの評価技術の開発

2-2-1 焼酎の「味・香り」のデータ収集

1) 目的、計画

焼酎の味や香りについて、現状では官能検査を用いた評価が広く行われている。しかしながらアルコール分が高く、官能検査を行う時の負荷が大きい。そのため味認識装置にて測定した結果から、焼酎を評価することを目的として、データの収集を行った。本事業では、焼酎に含まれる各種の成分のうち延べ 19 種類の成分について評価が可能か否かの検証を行う。

2) 実施内容、開発結果

焼酎に特徴的な味・香りに影響を与える成分自体は高級アルコールやエステル類、フルフラール等、多岐に渡るが、まず 9 種類の成分について、適宜濃度勾配を調整したサンプルを準備し、味認識装置への応答パターンを解析した。濃度勾配については、まずはセンサーの応答の大きさを確認する上で、3 種類の濃度とした。

また、これらのサンプルについて、味認識装置にて測定を行い、それぞれの添加物質の量と味覚軸との相関について、以下の表に纏めた。

	先味									後味				
	酸味A	苦味雑味 ／薬	苦味雑味 ／食	渋味刺激	旨味	塩味	甘味	酸味B		にがり系 苦味	苦味／薬	苦味／食	渋味	旨味コク
n-Propyl Alcohol	○↑	△↑	△↑	○↑			○↑	△↑						△↑
i-Amyl Acetate	△↑	△↑	△↑	○↑			△↑	△↑						
i-Amyl Alcohol	○↑	○↑	△↑	○↑		△↑	○↑	○↑						
Linalool	△↑	△↑	△↑	△↑		△↑	△↑	△↑						
β-Phenethyl Alcohol	△↑	○↑	○↑	△↑		△↑	○↑	△↑						
β-phenethyl acetate			○↑	○↑			○↑					△↑		
isobutyl alcohol			○↑	△↑			○↑							
ethyl caproate	△↑		△↑	△↑			△↑							
geraniol			△↑	△↑			△↑							

凡例
 ○↑ 濃度勾配が見られる軸(相関)
 ○↓ 濃度勾配が見られる軸(逆相関)
 △↑ 明らかな濃度勾配は無いが、添加による影響が見られる軸(相関)
 △↓ 明らかな濃度勾配は無いが、添加による影響が見られる軸(逆相関)

次に 10 種の香気成分について、味覚センサーによる測定結果を示す。香気成分についてはセンサーの選択性が低いこともあり、今回は各センサーの電位差データを基に解析を行った。

傾向としては、アルコール系・エステル系等に大まかに応答が異なっていることが確認された。

○各香気成分と応答値(電位差)

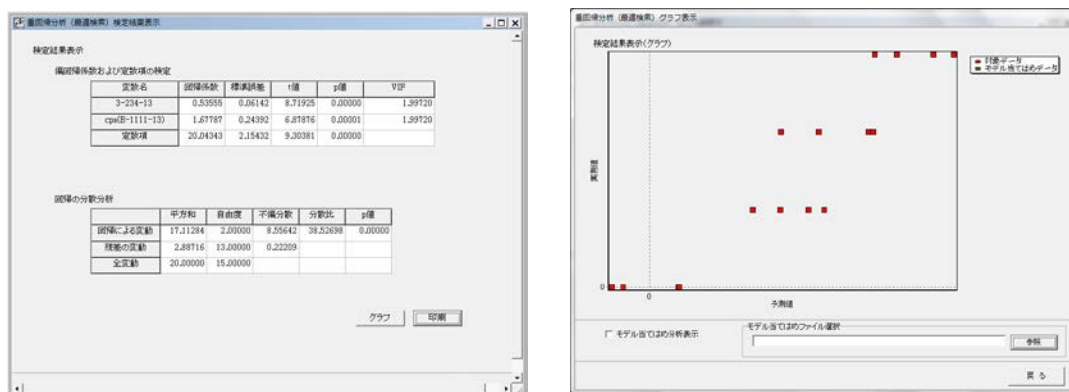
No.	物質名	tACO	tATO	tANO	tCOO	tAEI	tAAZ	tAAE	tCTO	tCAO	tcpa(ACO)	tcpa(ATO)	tcpa(ANO)	tcpa(COO)	tcpa(AEI)	tcpa(AAZ)	tcpa(AAE)	tcpa(CTO)	tcpa(CAO)
1	isobutyl	-97.63	-69.70	-53.48	-5.28	-69.72	-103.98	-75.81	-29.63	-53.99	-1.81	-0.32	-1.84	-3.62	-0.36	-3.67	-3.92	-0.61	-0.34
2	geraniol	-97.88	-70.98	-54.35	-7.22	-70.17	-113.47	-75.74	-31.43	-33.22	-1.82	-0.42	-1.82	-3.67	-0.36	-4.28	-3.24	-0.68	-0.65
3	β-phenethyl	-97.06	-78.11	-59.89	-5.94	-69.57	-105.93	-74.47	-32.35	-37.96	-1.90	-0.39	-1.88	-3.57	-0.37	-4.41	-3.34	-0.67	-0.52
4	ethyl	-98.31	-72.39	-53.12	-7.21	-66.91	-107.60	-75.29	-31.23	-35.72	-1.93	-0.42	-1.91	-3.68	-0.49	-4.69	-3.49	-0.63	-1.00
5	n-Propyl	-97.65	-70.99	-53.47	-5.24	-69.89	-104.49	-76.24	-29.74	-33.74	-2.54	-0.60	-2.48	-3.92	-0.73	-3.92	-2.92	-0.25	-0.59
6	i-Amyl	-95.44	-79.51	-41.78	-7.29	-71.44	-104.19	-80.62	-31.08	-39.07	-2.38	-0.37	-2.55	-2.61	-0.01	-6.64	-3.16	0.83	-1.06
7	i-Amyl	-97.57	-70.41	-53.75	-5.95	-69.88	-103.90	-76.45	-28.52	-34.21	-2.41	-0.02	-2.37	-3.18	-0.12	-3.98	-3.67	-0.83	-0.29
8	Linalool	-95.72	-71.12	-49.55	-6.83	-74.01	-119.69	-79.44	-30.83	-52.00	-2.17	-0.45	-1.91	-3.77	-0.15	-6.09	-3.57	-0.50	-0.59
9	β-Phenethyl	-97.87	-69.93	-53.91	-5.65	-69.84	-104.16	-76.38	-29.77	-33.67	-2.13	-0.47	-1.87	-3.30	-0.71	-3.85	-2.95	-0.86	-0.44
10	D-limonene	-96.07	-70.89	-50.20	-7.42	-73.72	-120.18	-79.55	-31.22	-51.99	-2.18	-1.12	-2.65	-3.70	-0.88	-5.68	-3.47	0.54	-0.67

次に官能評価の表現例を示す。こちらは複数人によるグループにより芳香を確認し、表現を決定した。この中で、濃度勾配による香りの強度変化について、ほぼ濃度と強度が一致することを確認した。

No.	物質名	官能評価による表現例
1	isobutyl alcohol	アルコール・消毒薬・やや鼻につく
2	geraniol	花の香り・落ち着く
3	β -phenethyl acetate	果物(梨のような)・少し鼻につく
4	ethyl caproate	吟醸香・果物・柔らかい
5	n-Propyl Alcohol	刺激性・アルコール・芳香
6	i-Amyl Acetate	吟醸香・果物・柔らかい
7	i-Amyl Alcohol	少し違和感・ネガティブ
8	Linalool	はなやか・花の香り・落ち着く
9	β -Phenethyl Alcohol	心地よい・はなやか・花の香り・薔薇
10	D-limonene	柑橘系の香り

続いて複数の味覚センサーの応答値を香りの強さを重回帰分析した結果であるが、以下のような組み合わせで統計的には相関が見受けられるものの、最終的な結論を見出すには更なる検証が必要である。精度の良い評価を行うには至らなかったが、引き続き検討を行っていく。

○重回帰分析例（n-Propyl Alcohol の応答値と香りの強さの官能値）



2-2-2 焼酎の「味・香り」の意味づけ

1) 目的、計画

市販焼酎（芋等）について、異なる原材料や工程（麴・蒸溜等）の商品選択し、味・香りの官能評価を行い、味認識装置への応答パターンと照らし合わせて、味・香りの「意味づけ」や「質の評価」を行う。

味認識装置による測定データと、人間が味わうことによる官能データと突合し、味・香りの「意味づけ」を行う。官能データでは、同一の官能表現に対し複数の呈味成分や香気成分が影響を及ぼすことが考えられるため、複数の成分の組合せについて、多変量解析等を用いながら網羅的に解析を行う。

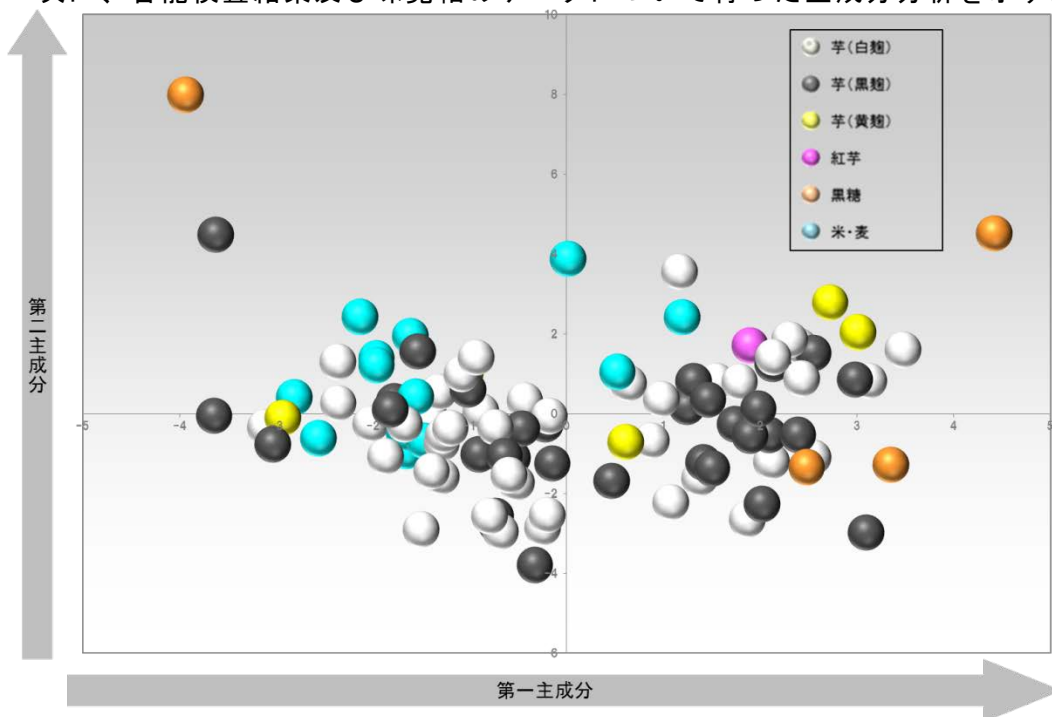
2) 実施内容、開発結果

まず、市販の焼酎の味認識装置による測定データと人間が味わうことによる官能データとつきあわせ、味・香りの「意味づけ」を行う事を目的として検討を行った。

以下に官能検査結果と味認識装置から得られた味覚軸のデータとの相関係数を示す。

相関係数	酸味A	苦味雑味／ 薬	苦味雑味／ 食	渋味刺激	旨味	塩味	にがり系苦	苦味／薬	苦味／食	渋味	旨味コ	甘味	酸味B
香りの強さ	-0.11	-0.03	0.03	0.04	-0.09	-0.14	-0.13	-0.16	0.14	-0.08	0.22	-0.07	-0.09
原材料由来の香り	-0.24	-0.28	0.09	0.19	0.19	-0.19	-0.34	-0.50	0.09	-0.19	0.12	-0.07	-0.07
味の強さ	0.00	-0.04	-0.12	0.01	0.00	-0.14	-0.08	-0.23	-0.02	0.05	-0.05	-0.15	0.18
ギレ	-0.08	-0.03	0.11	0.07	0.04	-0.26	-0.29	-0.19	-0.21	-0.27	-0.05	-0.01	-0.03
コク	-0.14	-0.04	0.02	0.12	0.20	-0.14	-0.19	-0.27	-0.10	-0.09	-0.13	-0.11	-0.01
好み	-0.12	-0.16	0.11	0.31	0.16	-0.25	-0.43	-0.31	-0.22	-0.19	-0.04	0.08	-0.21

次に、官能検査結果及び味覚軸のデータについて行った主成分分析を示す。



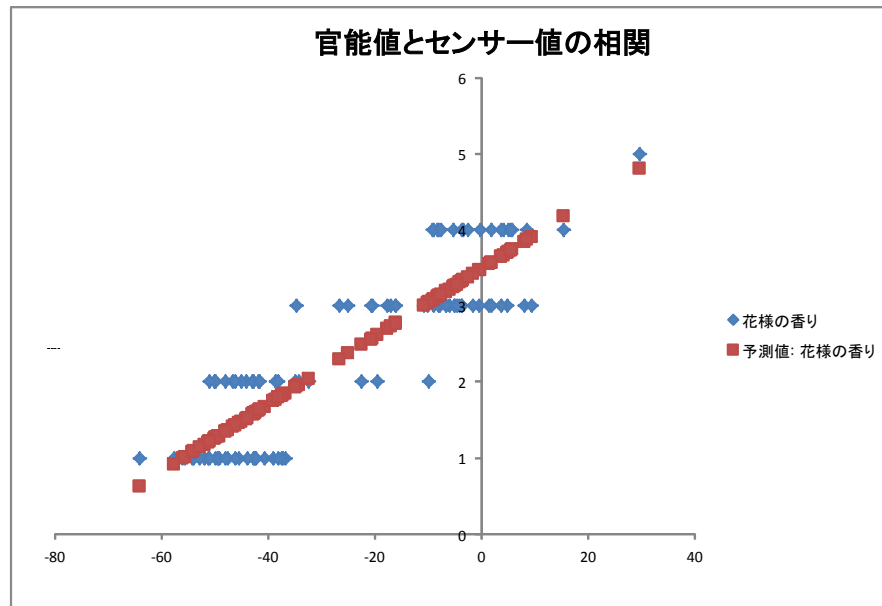
今回、味や香りの意味づけを行う目的で、味覚センサーのデータ項目と官能検査の項目にて相関係数及び主成分分析を調査したが、結果としては、強い相関や逆相関を示す値は特に見受けられなかった。また主成分分析についても特に方向性を見出すことは困難であった。

次に官能評価については、香気成分の時と同様に複数人によるグループにより芳香を確認し、各々の強度を決定する方法をとった。これは、先だって行った官能検査では評価者によるばらつきが大きく、統計的な意味を見出すことが困難であったためである。また、評価項目として、香気成分の官能時に表現例として現れた「アルコール臭」、「花様の香り」、「果物様の香り」、「柑橘系の香り」、「木香」、「刺激臭」の5種について評価を行なった。こちらについても、味

覚の評価を行なう場合は評価者への負荷が大きいことが起因となって評価者間の感覚が一致しない可能性も鑑み、今回は香気の評価にとどめた。

次に官能検査結果と味認識装置から得られた味覚軸のデータとの回帰分析を行った。

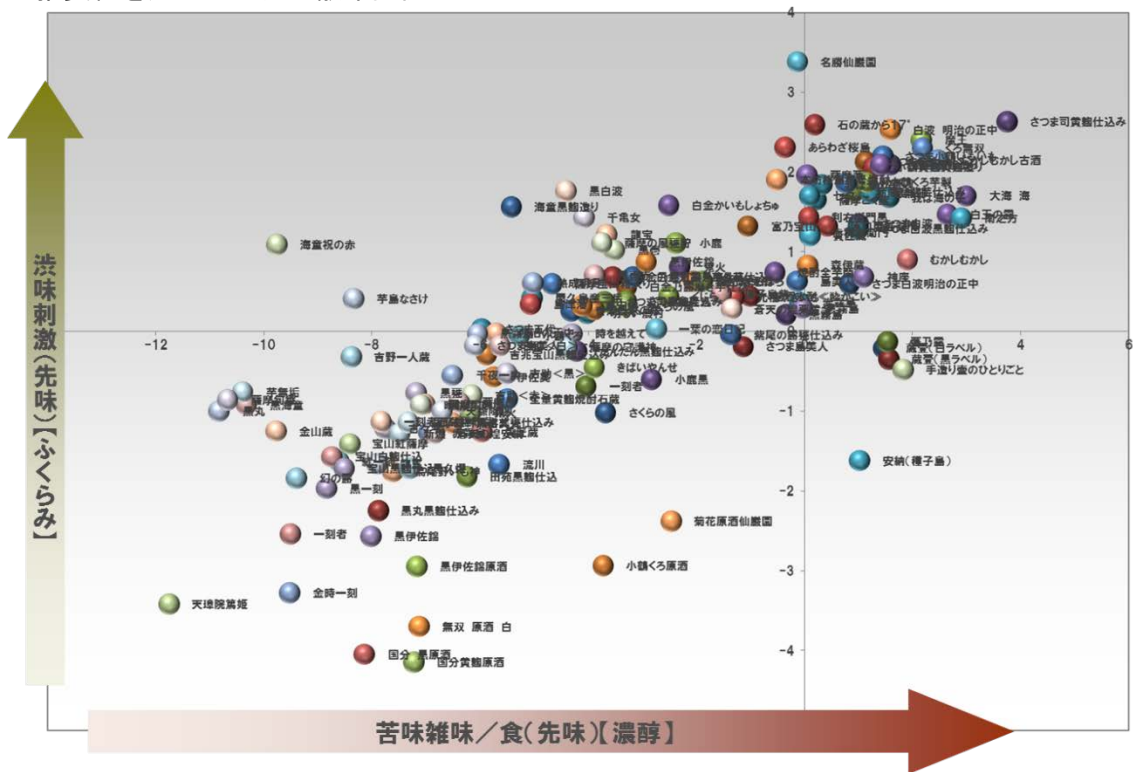
○回帰分析結果（官能値：花様の香り 味覚センサー：センサーA 電位差）



今回の解析結果から、センサーAの測定結果について、官能検査にて得られた「花様の香り」のデータとの間でやや相関が見受けられた。他のセンサーや官能検査データでは相関を示す値は特に見受けられなかったが、センサーAの応答に何らかの表現を加えることが示唆された。

最終年度については、現在までに得られている知見に基づいた推奨軸を用いて解析を行った。以下に解析結果を示す。

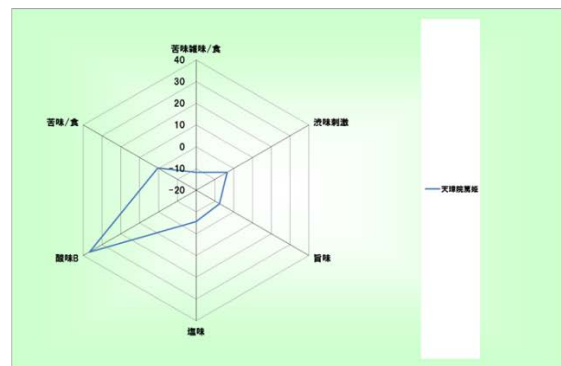
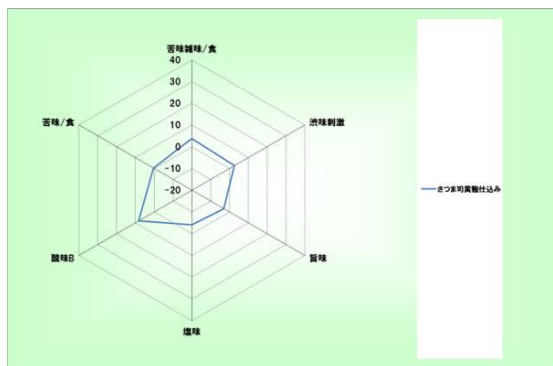
○推奨軸を用いた二次元散布図例



○推奨軸を用いたレーダーチャート（各推奨軸の特異的なサンプル）

苦味雑味／食(先味)【濃醇】:大

苦味雑味／食(先味)【濃醇】:小



今回の解析結果から、6 項目の味覚センサー推奨軸の測定結果を評価項目とし、それぞれについて意味づけを行うことで焼酎の官能指標の数値化について一定のモデル化を行うことが可能となった。

また香りの評価項目として、事業期間半ばまではセンサーA を用いて「花様の香り」との相関を得られていたが、最終的には明確な評価結果に至らず、再現性に乏しいことも考えられることから、現状では香りの評価項目としては除外することとした。

2-3. 清酒用味認識装置の試作開発

2-3-1 甘味センサーの高感度化

1) 目的、計画

清酒や中間生産物（麴、酒母、もろみ）の「コク」の要素と考えられる、「甘味」のセンサーを対象とする。現行の甘味センサーは甘味度との相関はあるものの（相関係数 0.756）、糖質に対する感度が人間と同程度であり、センサーとしてはやや感度が低い。現状では、サンプル液の糖濃度は 3%以上である必要があるが、発酵食品等に含まれる糖濃度は 1%程度と考えられるため、甘味センサーの高感度化（3～10 倍）を目的とした。



甘味センサー

2) 実施内容、開発結果

センサー高感度化のためには、甘味センサーの脂質膜組成（配合する甘味応答物質の種類や量の調節）の最適化、あるいは、測定条件（洗浄液の選択や前処理方法の検討）の最適化という、大きく分けて 2 つのアプローチが考えられる。本研究開発においては、主に後者のアプローチによって、およそ 2 倍の高感度化という成果が得られた。

一方、現行の甘味センサーでは後味の評価方法が確立されていない。これは、データの再現性が悪いためであるが、再現性が悪いなりに濃度依存性が見られることもある。コクの要素として重要なのは、甘味の先味ではなくむしろ後味ではないかという認識のもと、甘味センサーの後味評価方法について検討した。その結果、現行の甘味センサーの後味に関して、再現性低下の原因をいくつか見出すことが出来、甘味後味評価のための突破口を開くという成果が得られた。

2-3-2 味認識装置の操作性向上と小型化

1) 目的、計画

株式会社インテリジェントセンサーテクノロジーでは、味認識装置 SA402B、性能上位機種 TS-5000Z を販売してきた。SA402B および、TS-5000Z の用途としては、その大部分が、商品開発時における官能検査の代行、および補佐として使用されている。しかしながら、最近の PL 法、HACCP 等に代表されるように食品業界では、製造食品、飲料に対する安全性、均一性が重要視されるようになってきた。そこで、弊社では、食品、飲料の製造現場での使用を将来的に見据え、味認識装置の占有スペースの削減を計画した。さらに、研究者以外の方にも、容易に味認識装置の操作ができるように、アプリケーションの操作性向上を計画した。

平成 23 年度は、味認識装置装置のハード面での開発に比率を置いて開発を行う。平成 24 年度は、特に酒造現場で使いやすく操作性がよい清酒用味認識装置のアプリケーションの開発を行う。さらに、酒造現場に複数の清酒用味認識装置を設置することを想定し、清酒用味認識装置の管理、設定等の保守作業を容易化した保守用アプリケーションの開発を行う。平成 25 年度は、CE マーク取得にかかわる基準を満たすよう、清酒用味認識装置および測定アプリケーションのテストおよび改良を行う。清酒用味認識装置の動作確認、データの検証および操作

性の向上を行い、清酒用味認識装置を完成する。さらに、清酒用味認識装置の販売に向けて、測定アプリケーションの多言語化及びマニュアル等を作成する。

2) 実施内容、開発結果

平成23年度は、味認識装置を小型化、高性能化するために、CPUボード（清酒用味認識装置の心臓部）と味認識装置の筐体部分のそれぞれの仕様を検討し、設計を行った。図3-2-1に試作した清酒用味認識装置、図3-2-2に開発したCPUボードの写真を記載する。



図3-2-1. 清酒用味認識装置の試作機



図3-2-2. 開発したCPUボード

機能および動作確認のために、測定アプリケーションのプロトタイプ版を開発した。図 3-2-3 に測定アプリケーションの起動時の画面（ログイン画面）および、図 3-2-4 に、測定中の画面を記載する。基本的なテストを行い、清酒用味認識装置およびCPUボードの設計に問題がないことを確認した。



図 3-2-3. 測定アプリケーションの起動画面

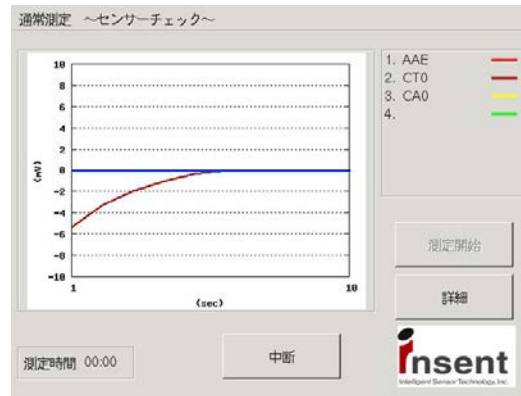


図 3-2-4. 測定画面

平成 24 年度は、プロトタイプ版の測定アプリケーションを基に、測定中のセンサー衝突等の異常検出および回復、アプリケーションのアップデート、清酒用味認識装置の設定等の、製品化に必要な機能の追加を行った。

さらに、酒造現場に複数の清酒用味認識装置を設置することを想定し、清酒用味認識装置の管理、設定等の保守作業を容易化した保守用アプリケーションのプロトタイプ版を開発した。保守用アプリケーションは、清酒用味認識装置と LAN ケーブルにより接続したサーバにて動作する。表 3-2-1 に保守用アプリケーションの機能一覧をまとめる。図 3-2-5 に保守用アプリケーションでの測定条件設定画面を記載する。基本的なテストを行い、保守用アプリケーションの動作および必要な機能が揃っていることを確認した。

表 3-2-1. 保守用アプリケーションの機能一覧

分類	機能
測定	測定データの受信、管理 測定条件の作成、配信、管理
保守、 障害 対策	味認識装置の登録、削除 使用者の設定、削除 味認識装置の情報表示 測定アプリケーションの更新 測定時のエラー報告



図 3-2-5. 測定条件設定画面

平成25年度は、CEマーク取得にかかわる基準を満たすよう、清酒用味認識装置および測定アプリケーションのテストおよび改良を行った。改良した清酒用味認識装置および測定アプリケーションの動作確認およびデータの検証を行い、清酒用味認識装置および測定アプリケーションを完成させた。さらに、清酒用味認識装置の販売に向けて、アプリケーションの英語化及びマニュアル等を作成した。

従来機（TS-5000Z）と本研究開発にて試作した清酒用味認識装置の仕様を表 3-2-2 にまとめる。従来機と開発した清酒用味認識装置の写真を図 3-2-6 に記載する。清酒用味認識装置では、センサー装着数および測定サンプル数を最小限にすること、清酒用味認識装置に内蔵するCPUボードを小型化することにより、従来機よりも軽く、占有面積の削減が可能となった。



図 3-2-6. 左：従来の味認識装置 右：清酒用味認識装置

表 3-2-2. 従来機と開発した味認識装置の仕様

項目	従来機	本研究開発の試作機
名称	味認識装置	清酒用味認識装置
型番	TS-5000Z	TS-600
質量	26 kg	17 kg
寸法	47cm×53cm×51cm	36cm×43cm×44 cm
測定サンプル数	14（＊1）	7（＊1）
測定サンプル量	25 ～ 70 ml	40ml m l
センサー数	最大 8 c h	最大 4ch
USBポート	1	1
L A Nポート	1	1

（＊1）標準的な測定手順の場合

第3章 全体総括

3-1 複数年の研究開発成果

本支援事業は研究を3項目に分け、各々高い目標を掲げて実施し、高い成果を達成することができた。研究テーマに沿って、個別に記述する。

【1】 清酒及び中間産物の「味」評価技術の開発

清酒の味評価において、ペプチドに由来する「後味」をセンサーで感度良く検出する方法を開発した。その結果、清酒の規格（純米酒、吟醸酒、山廃酒等）による味わいの違いを、2つのセンサー出力（後味と酸味）で示すことが出来るようになった。後味の測定データは、清酒のコクの官能評価と相関があることを認めた（相関係数0.7）。清酒の後味という指標はこれまでに提示されたことが無いが、消費者にとってわかりやすい基準となる可能性が考えられる。酒造りの中間生産物である麴・酒母・醪の味評価については、センサー応答性に関する一定の知見を得ることが出来、発酵管理における味覚センサーの活用可能性を認めた。

【2】 焼酎の味と香りの評価技術の開発

焼酎の味について、6項目の味覚センサー推奨軸の測定結果を評価項目とし、それぞれについて意味づけを行うことで焼酎の官能指標の数値化について一定のモデル化を行うことが可能となった。香りの評価については、確定的な評価には至らなかったが、複数のセンサーに対する応答は確認されており、今後更なる検証を加えることで、焼酎の評価への可能性が示唆された。

【3】 清酒用味認識装置の試作開発

清酒用味認識装置、および測定アプリケーションの開発に成功した。開発した清酒用味認識装置は従来の味認識装置に比べて約3分の2と小型になり、かつ、使用が簡便になったため、現場での活用により適した装置となった。一方、感度不足が指摘されていた甘味センサーについては2倍の高感度化に成功するとともに、これまでに困難であった甘味の後味評価に対して、再現性の向上という突破口を開いた。

3-2 研究開発後の課題・事業化展開

一連の研究の結果、残された課題と事業化の展開には以下が重要と考えられる。

1. 清酒の「コク」の官能評価とセンサーデータとの相関性の精査

清酒のコク評価方法では、センサー技術（測定方法）としてはほぼ達成された。得られる測定データの妥当性は官能評価（きき酒）の裏付けが重要であるが、本研究開発において官能評価との相関係数は0.72という数値が得られたものの、この数字には幅があると感じている。さらに多くのサンプルを用いて官能評価を継続的に実施し、相関について精査する必要があると考えられる。

2. 焼酎の「味・香り」の評価技術の精度向上

味については一定の評価が可能なレベルに至っているものの、香りについてはまだ確定的な評価には至っていない。香りについては官能評価も難しいため、評価技術の向上のためには、焼酎の官能を適切に行うためのトレーニングを行い、一定レベルの焼酎検査員の養成を行う。その後、味・香りの官能検査を改めて実施し、味覚センサーの結果との相関等、解析を進める必要がある。

3. 甘味センサーの後味評価方法の開発

甘味センサーの高感度化の内容については、今後も感度向上を目指すとともに、これまでは先味しか評価できなかったものが、後味も含めた評価が見いだせたため、後味の評価方法の確立に向けて大きな道筋を付けることができた。しかし、サンプル間差が数 mV と小さい等の課題が残っているため、さらに検討が必要である。

4. 清酒用味認識装置の製品化

清酒用味認識装置の開発が成功したため、次の段階として、実際の酒造現場における試用を検討する。長期間使用した場合の耐久性、操作性の向上を目指す。

第4章 プロジェクトの運営管理 株式会社キャンパスクリエイト

平成23年度から平成25年度戦略的基盤技術高度化支援事業、「発酵食品等の高品質化と伝統技術継承のための味認識装置の評価技術開発」において研究開発推進委員会を、下記の日程で開催し、株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー、株式会社味香り戦略研究所、総合商研株式会社、宮坂醸造株式会社、株式会社キャンパスクリエイトの五者で、協議しながら研究開発を進めた。

<研究開発委員会開催実績>

平成23年度 研究開発委員会

- ・ 第1回研究開発委員会 平成23年9月7日 開催場所：宮坂醸造株式会社
- ・ 第2回研究開発委員会 平成22年12月8日 開催場所：宮坂醸造株式会社

平成24年度 研究開発委員会

- ・ 第1回研究開発委員会 平成24年4月26日 開催場所：宮坂醸造株式会社
- ・ 第2回研究開発委員会 平成24年9月25日 開催場所：宮坂醸造株式会社

平成25年度 研究開発委員会

- ・ 第1回研究開発委員会 平成25年6月25日 開催場所：宮坂醸造株式会社
- ・ 第2回研究開発委員会 平成25年11月28日 開催場所：宮坂醸造株式会社
- ・ 第3回研究開発委員会 平成26年3月10日 開催場所：宮坂醸造株式会社