

※ 10 : 品目間の比較

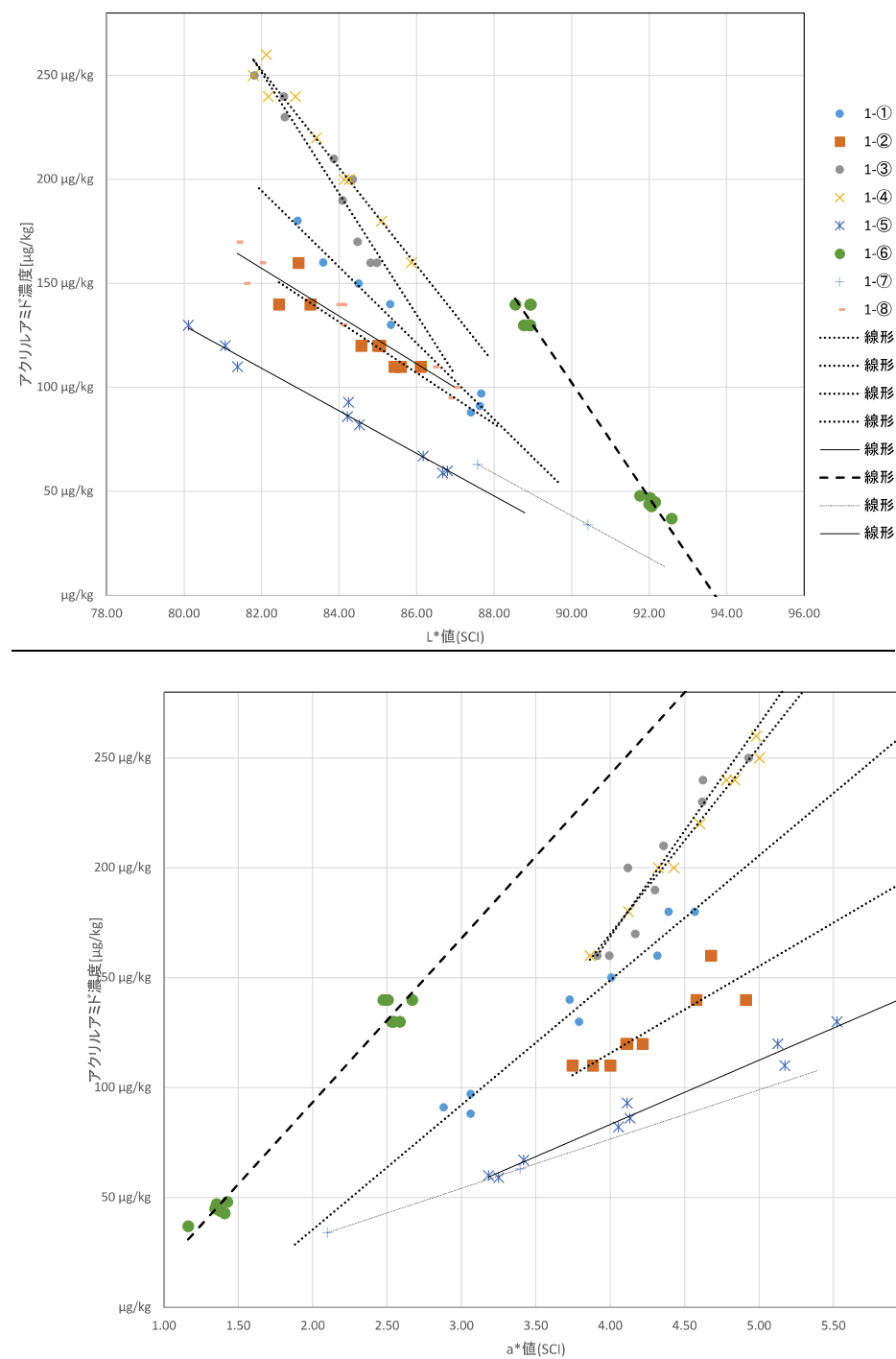


図 2-3-4 7 焼き煎餅（うち）製品のアクリルアミド濃度と色彩データの相関の品
目間の比較（上段：L*、下段：a*）

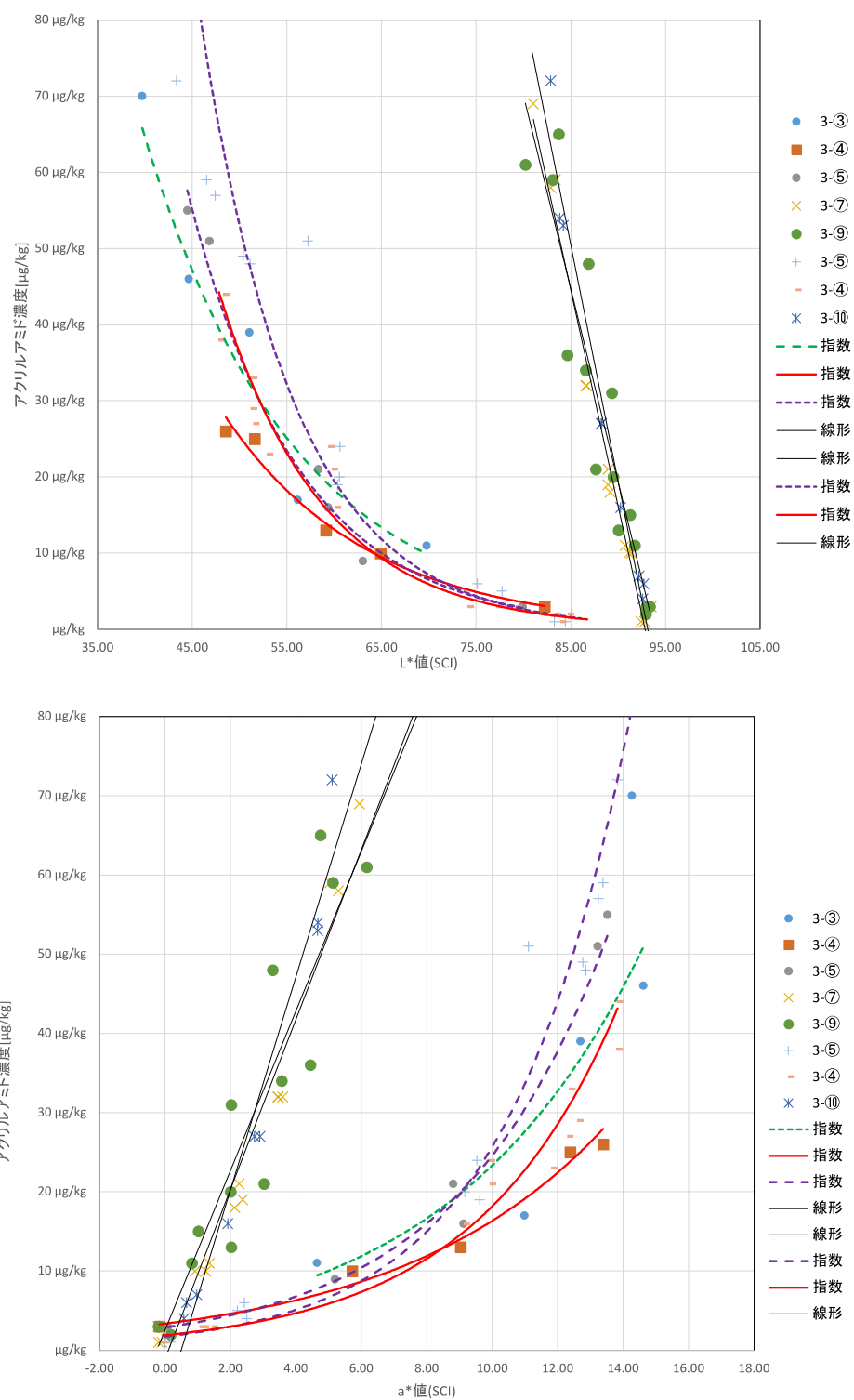


図 2-3-4 8 もち米製品のアクリルアミド濃度と色彩データの相関の品目間の比較
(上段 : L*、下段 : a*)

※ 1 1 : (まとめ) 測色数値と分光数値に対するアクリルアミド濃度の相関解析結果

表 2-3-1 米菓品目の測色値・分光値とアクリルアミド濃度との相関

区分	品目	測色値との相関 (明記しないものは線形近似)	分光値との相関 (明記しないものは線形近似)	関係図表(図番号)		
				分析値	測色値との相関	分光値との相関
1. 焼き煎餅	A社 ① (n=3, 3段階)	◎ $R^2 = 0.921$ (b*)~0.975 (L*)	◎ $R^2 = 0.978$ (590 nm)	図2-2-1	図2-3-1	図2-3-2
	A社 ② (n=3, 3段階)	○ $R^2 = 0.787$ (a*)~0.833 (Z)	○ $R^2 = 0.832$ (590 nm)	図2-2-2	図2-3-3	図2-3-4
	A社 ③ (n=3, 3段階)	○ $R^2 = 0.760$ (b*)~0.922 (X, Y)	○ $R^2 = 0.882$ (590 nm), 0.920 (725 nm)	図2-2-3	図2-3-5	図2-3-6
	A社 ④ (n=3, 3段階)	◎ $R^2 = 0.931$ (b*)~0.985 (a*)	◎ $R^2 = 0.956$ (590 nm), 0.970 (425 nm)	図2-2-4	図2-3-7	図2-3-8
	A社 ⑤ (n=3, 3段階)	◎ $R^2 = 0.940$ (b*)~0.985 (X)	◎ $R^2 = 0.985$ (590 nm)	図2-2-5	図2-3-9	図2-3-10
	A社 ⑥ (n=3, 2段階)	○ $R^2 = 0.985$ (a*)~0.989 (X) 検討水準が少ないため参考値	○ $R^2 = 0.990$ (590 nm) 検討水準が少ないため参考値	図2-2-6	図2-3-11	図2-3-12
	A社 ⑦ (n=3, 3段階)	△ 検討水準が少なく、反復なし	○ 検討水準が少なく、反復なし	図2-2-7	図2-3-13	図2-3-14
	A社 ⑧ (n=3, 3段階)	◎ $R^2 = 0.942$ (L*)~0.957 (a*)	◎ $R^2 = 0.946$ (590 nm)	図2-2-8	図2-3-15	図2-3-16
2. 揚げ煎餅	B社 ① (n=4, 4段階)	× $R^2 = 0.333$ (b*)~0.484 (a*)	× $R^2 = 0.451$ (530 nm)	図2-2-9	図2-3-17	図2-3-18
	B社 ② (n=4, 4段階)	× $R^2 = 0.578$ (b*)~0.704 (a*)	× $R^2 = 0.664$ (515 nm)	図2-2-10	図2-3-19	図2-3-20
	B社 ③ (n=4, 4段階)	× $R^2 = 0.237$ (b*)~0.523 (a*)	× $R^2 = 0.379$ (485 nm)	図2-2-11	図2-3-21	図2-3-22
	B社 ④ (余熱影響試験)(余熱の異なる全24点、n=3~4)	× $R^2 = 0.312$ (b*)~0.678 (a*)	× $R^2 = 0.564$ (485 nm)	図2-2-14 図2-2-15	図2-3-23, 24	(対応図なし)
	C社 ④ (n=3, 3段階)	○ $R^2 = 0.697$ (L*)~0.830 (a*)	○ $R^2 = 0.735$ (445 nm)	図2-2-16	図2-3-25	図2-3-26
3. もち	D社 ① (焼き)(n=1, 3段階)	△ 検討水準が少なく、反復なし 線形近似はおそらく×	△ 検討水準が少なく、反復なし 線形近似はおそらく×	図2-2-17	図2-3-27	図2-3-28
	D社 ② (焼き)(n=1, 副材料入6品目)	× 関数形とならない 異なる品目のデータが混合	○ $R^2 = 0.803$ (410 nm) (指数近似) 異なる品目のデータが混合	図2-2-18	図2-3-29	図2-3-30
	D社 ③ (揚げ)(n=1, 5段階)	◎ $R^2 = 0.820$ (a*)~0.942 (X) (L*, a*: 指数近似、X, Y, Z: 累乗近似、b*: 関数形とならないため除外)	◎ $R^2 = 0.955$ (700 nm) (指数近似)	図2-2-19	図2-3-31(下段)	図2-3-32
	D社 ④-1 (揚げ)(n=1, 5段階)	◎ $R^2 = 0.982$ (b*)~0.993 (L*) (L*, a*: 指数近似、X, Y, Z: 累乗近似、b*: 関数形とならないため除外)	◎ $R^2 = 0.994$ (700 nm) (指数近似)	図2-2-20(上段)	図2-3-33(上段)	図2-3-34(上段)
	D社 ④-2 (揚げ)(n=3, 5段階)	◎ $R^2 = 0.963$ (X)~0.972 (a*) (L*, a*: 指数近似、X, Y, Z: 累乗近似、b*: 関数形とならないため除外)	◎ $R^2 = 0.937$ (700 nm) (指数近似)	図2-2-20(下段)	図2-3-33(下段)	図2-3-34(下段)
	D社 ⑤-1 (揚げ)(n=1, 6段階)	◎ $R^2 = 0.974$ (Z)~0.988 (a*) (L*, a*: 指数近似、X, Y, Z: 累乗近似、b*: 関数形とならないため除外)	◎ $R^2 = 0.987$ (500 nm) (指数近似)	図2-2-21(上段)	図2-3-35(上段)	図2-3-36(上段)
	D社 ⑤-2 (揚げ)(n=3, 5段階)	◎ $R^2 = 0.952$ (L*)~0.967 (Y) (L*, a*: 指数近似、X, Y, Z: 累乗近似、b*: 関数形とならないため除外)	◎ $R^2 = 0.934$ (500 nm) (指数近似)	図2-2-21(下段)	図2-3-35(下段)	図2-3-36(下段)
	D社 ⑥ (揚げ)種実入り(n=1, 5段階)	◎ $R^2 = 0.976$ (a*: 指数近似) (L*, X, Y, Z: 多項式が有効である可能性が高いがデータ点数が少ないため除外、b*: 関数形とならないため除外)	× 多項式が有効である可能性が高いがデータ点数が少ないため除外	図2-2-22	図2-3-37	図2-3-38
	D社 ⑦ (焼き)(n=3, 5段階)	◎ $R^2 = 0.933$ (b*)~0.994 (a*) (L*, a*: X, Y, Z: 2次多項式近似、b*: 指数近似)	◎ $R^2 = 0.973$ (500 nm)	図2-2-23	図2-3-39	図2-3-40
	D社 ⑧ (焼き)(n=3, 5段階)	◎ $R^2 = 0.818$ (L*)~0.934 (Z) (L*, Z: 線形近似、b*: X, Y, Z: 2次多項式近似、a*: 関数形とならないため除外)	◎ $R^2 = 0.945$ (450 nm)	図2-2-24	図2-3-41	図2-3-42
	D社 ⑨ (焼き)(n=3, 5段階)	○ $R^2 = 0.860$ (Z)~0.893 (b*) (L*, a*: X, Y, Z: 線形近似、b*: 指数近似)	○ $R^2 = 0.878$ (500 nm)	図2-2-25	図2-3-43	図2-3-44
	D社 ⑩ (焼き)(n=3, 3段階)	◎ $R^2 = 0.950$ (Z)~0.990 (b*) (a*, b*: 累乗近似)	◎ $R^2 = 0.979$ (600 nm)	図2-2-26	図2-3-45	図2-3-46

※12：H28年度農林水産省調査試料（B社、うち（揚げ））による色とアクリルアミド濃度の検討

揚げ温度及び揚げ時間とアクリルアミド濃度の関係

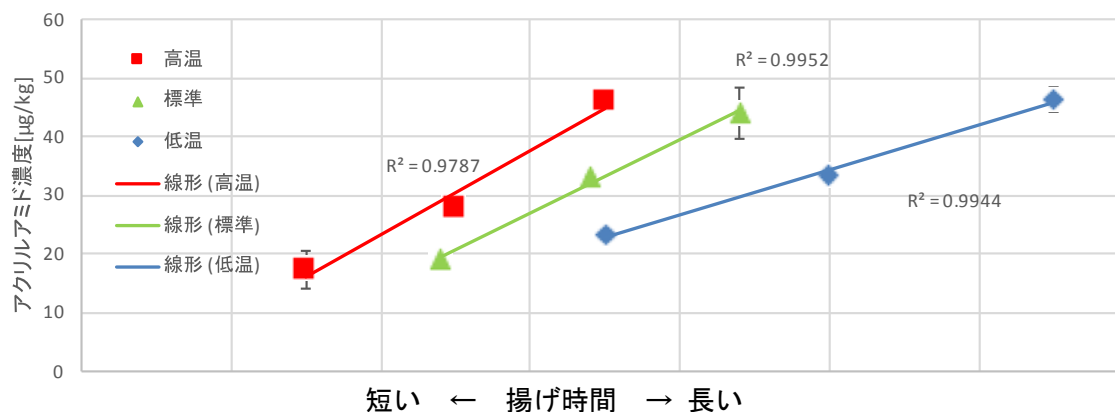


図2-3-49 揚げ温度及び揚げ時間とアクリルアミド濃度の関係(H28農林水産省調査結果)

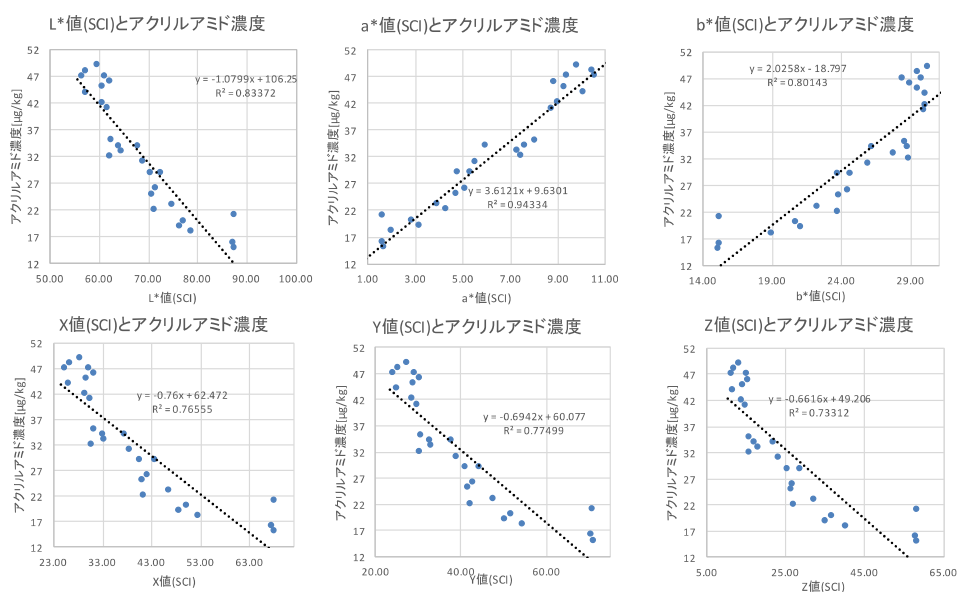
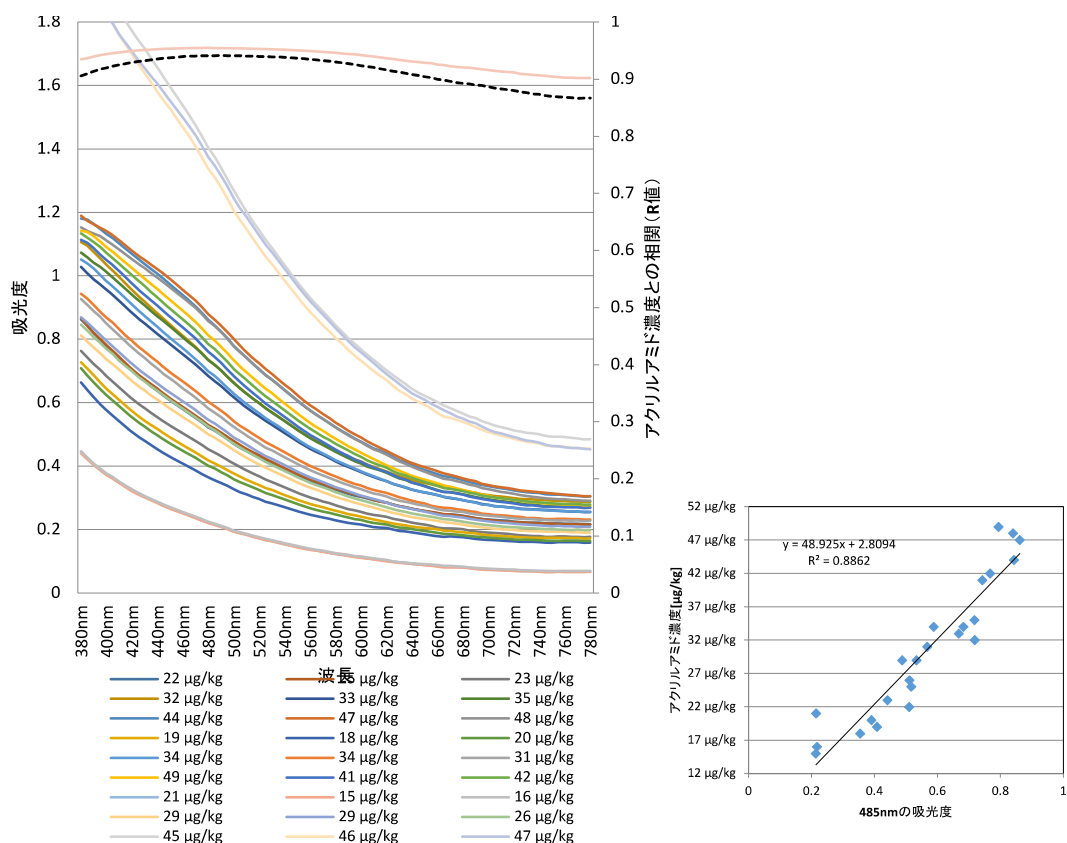


図2-3-51 H28農林水産省調査試料（B社）の測色数値とアクリルアミド濃度の相関



左：全波長域における相関。点線（右軸）のR値（相関係数）が大きい波長が高い相関を示す。
 右：相関の高かった380 nmの吸光度に対するアクリルアミド濃度。 R^2 値が1に近いほど高い相関。

図2-3-5 2 H28 農林水産省調査試料（B社）の分光データとアクリルアミド濃度の相関

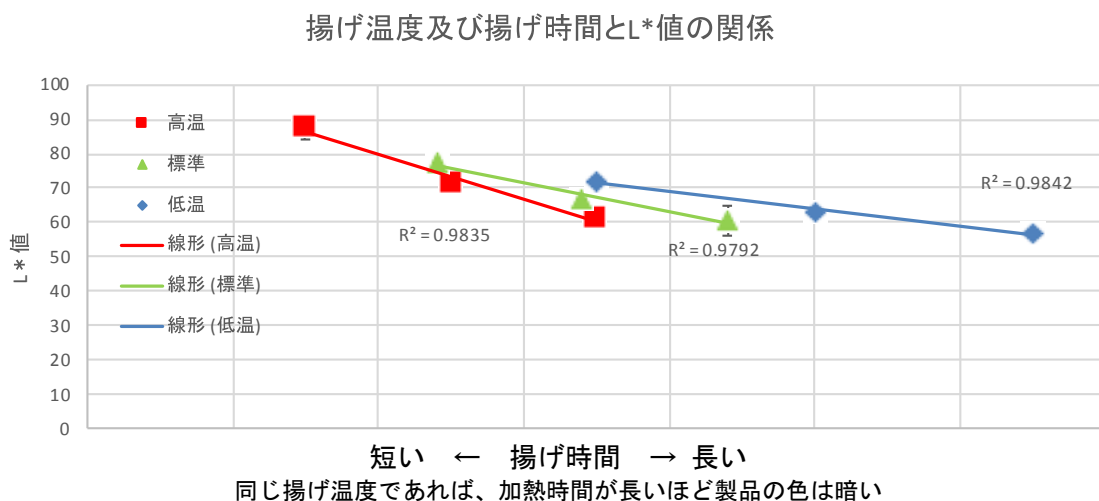


図2-3-5 3 H28 農林水産省調査試料（B社）の揚げ温度及び揚げ時間とL*（色の明るさ）の関係

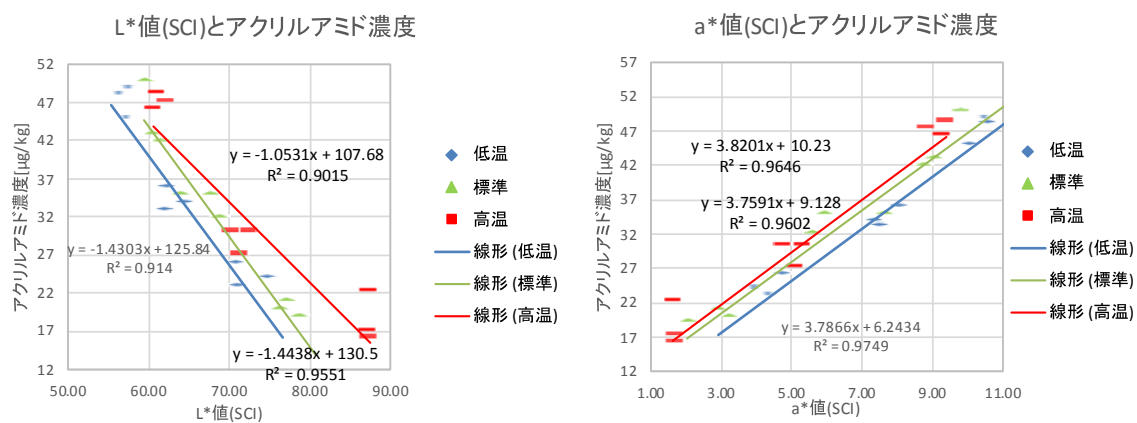


図 2-3-5 4 H28 農林水産省調査試料 (B 社) の揚げ温度及び測色データ (L*, a*) とアクリルアミド濃度の関係

※13：H29年度農林水産省調査試料（E社、もち（揚げ））による色とアクリルアミド濃度の検討

揚げ温度及び揚げ時間とアクリルアミド濃度の関係

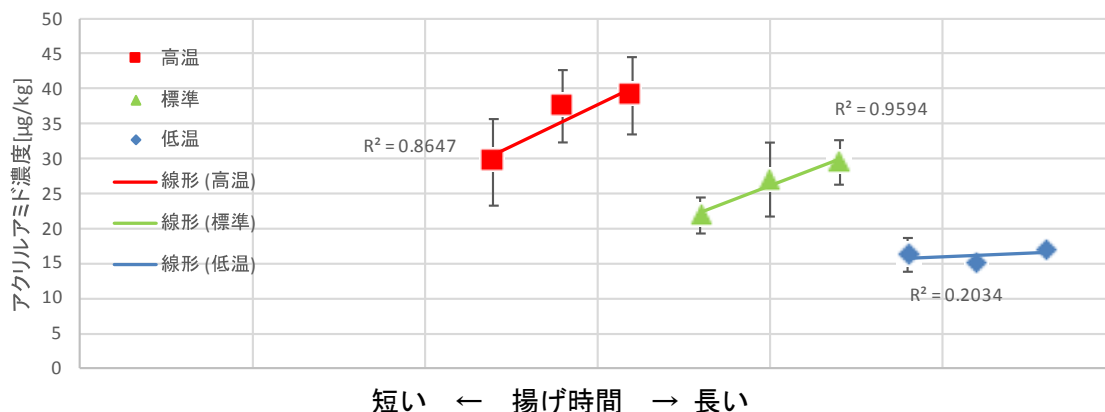
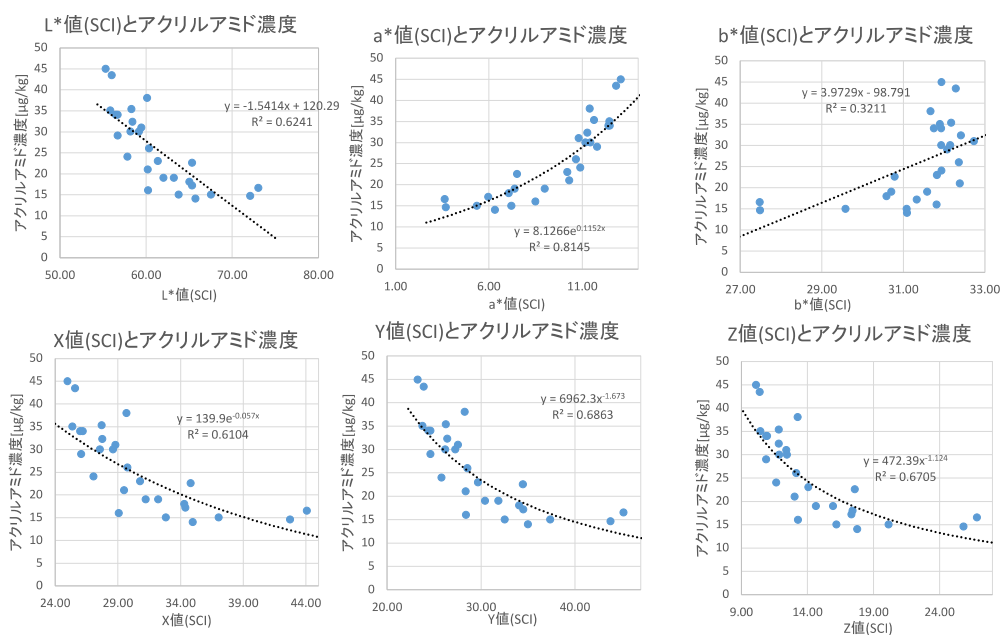


図2-3-55 揚げ温度及び揚げ時間とアクリルアミド濃度の関係（H29 農林水産省調査結果）



色のパラメータとアクリルアミド濃度の相関は高いが、推定精度は良くない

図2-3-57 H29 農林水産省調査試料（E社、もち、揚げ）の測色数値とアクリルアミド濃度の相関

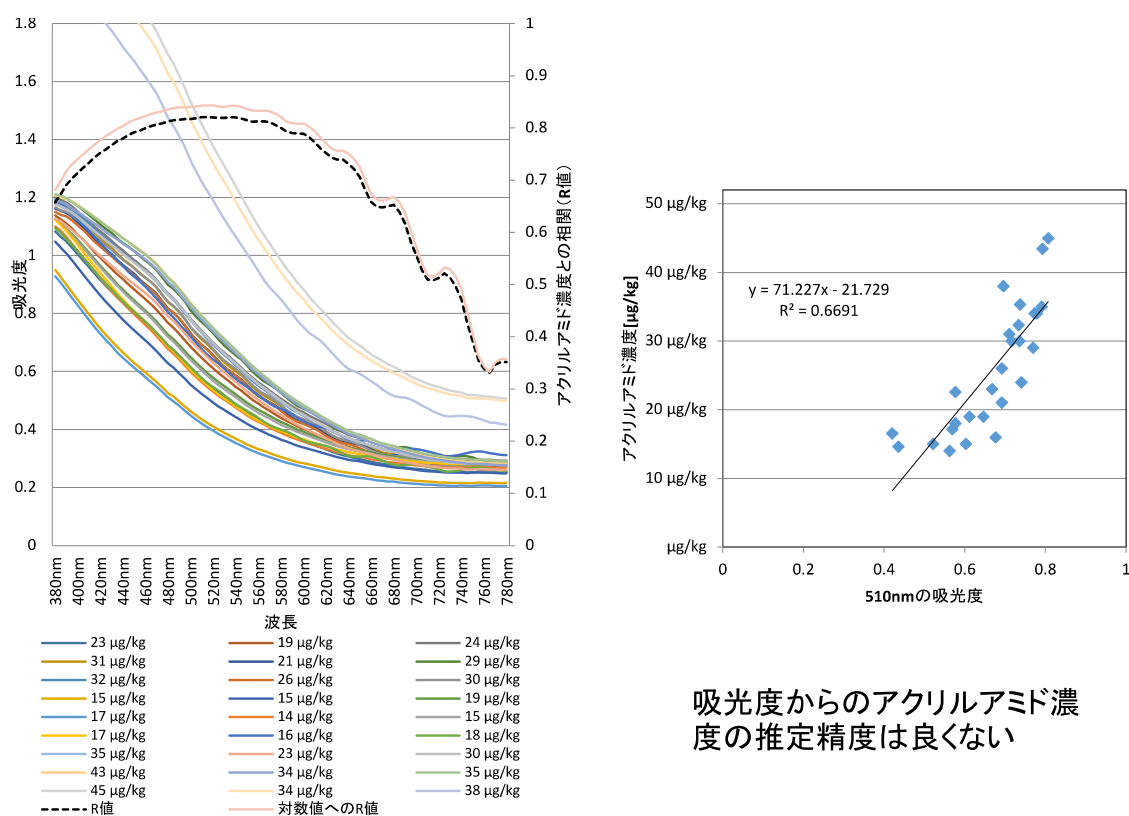


図 2-3-58 H29 農林水産省調査試料（E 社、もち、揚げ）の分光データとアクリルアミド濃度の相関

揚げ温度及び揚げ時間とL*値の関係

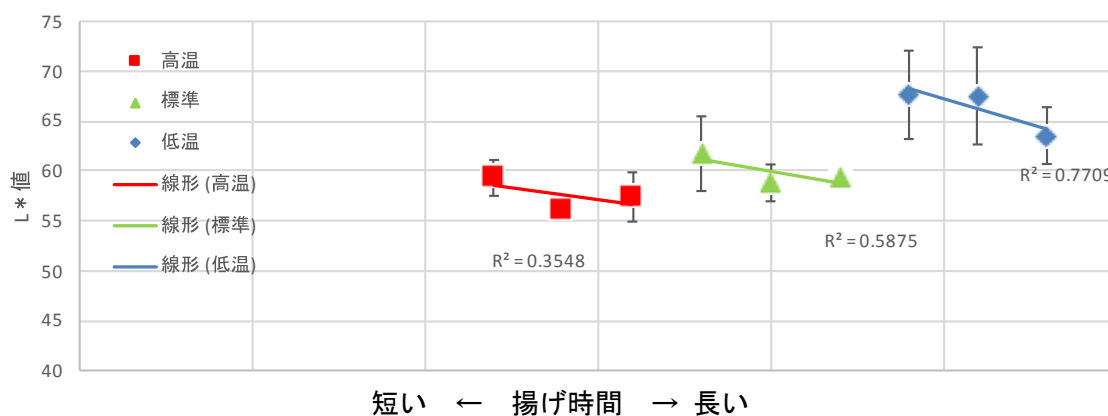


図 2-3-59 H29 農林水産省調査試料（E 社、もち、揚げ）の揚げ温度及び揚げ時間とL*（色の明るさ）の関係

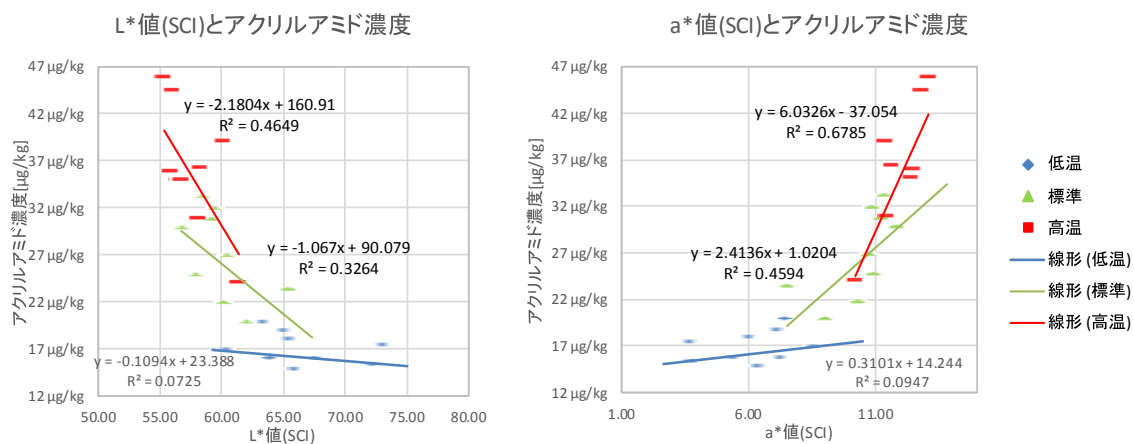


図 2-3-6 O H29 農林水産省調査試料 (E 社、もち、揚げ) の揚げ温度及び測色データ (L*, a*) とアクリルアミド濃度の関係

(ウ) 成果目標に対する達成状況

写真による製品の色の濃さとアクリルアミド濃度の関係を示すことができる定性的な指標を示すことができた。測色データを用いて、品目別に検量線を作成することで定量的な濃度指標を得ることができたが、アクリルアミド濃度が低いうるち米の揚げ米菓については、十分な精度が得られなかった。

5 研究成果の発表（主要な論文、取得した（申請中）の特許等を記述）

別紙の（３）～（８）のとおり

6 目的の達成に当たっての現時点での問題点等

当初の達成目標である「現場利用可能な濃度指標の開発」について、写真による製品の色の濃さとアクリルアミド濃度の関係を示すことができる定性的な指標が米菓について得られたが、黒糖については、製造直後の製品については十分な指標を得ることができなかった。

アクリルアミドは還元糖とアスパラギンのアミノカルボニル反応に付随して生成するため、同時に生成する着色物質を代用特性とする戦略で検討を進めたが、黒糖の原料や製造条件により、着色反応を生じる条件が様々に変化することが、十分な定量的指標を得ることができなかった要因と考えられる。pH が高いほどメイラード反応が進行しやすくなり、アクリルアミドの生成が増加する要因となり得るが、併行して起こる着色物質の生成にも影響を与えている。黒糖工場の日報データの検討から、pH とアクリルアミド濃度の関連も示唆されたが、定量的な指標として活用できる精度は見出されなかった。工場で取得されている数値データの解析からも、製品のアクリルアミド濃度を十分に説明できないことから、サトウキビの生産や収穫の工程について、過去にデータの蓄積がないアスパラギン等のアクリルアミドの前駆体について情報収集する必要がある。

アクリルアミドの外注による分析単価は下がっているため、輸出等で取引先に分析値の提出が必要となるようなケースでも、事業者の分析費用の負担は以前よりも低廉となっている。アクリルアミドの濃度指標は、工場等の現場で品質管理の一環として利用されることが主な利用場面と考えられるが、今後、さらに研究を進めるとすれば、業界でどのくらいの濃度範囲で検量線を必要とするのか等、現場でのニーズをより深く掘り下げた上で研究開発のスペックと実現可能性を考慮することが望まれる。

研究推進会議の開催状況、研究成果の発表(論文、特許等)等

試験研究課題名	アクリルアミド濃度の目安となる指標等の開発(アクリルアミド濃度の目安となる指標の開発)
---------	---

課題 番号	(1) 研究推 進会議 等開催 回数	(2) 行政が 活用し うる成 果の有 無	(3)学術論文数		(4)口頭発表回数		(5) 出版 図書数	(6)国内特許権等数		(7)国際特許権等数		(8) 報道 件数	(9) 物品購 入の有 無
			和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得		
2701-1	25	有	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	有

(1)研究推進会議等の開催実績

区分:①推進会議、②現地検討会、③その他

区分	推進会議の名称	年月日	開催場所	参加者 数	消費・安全局担当 官の出席有無	主な議題及び決定事項
①	H27年度第1回推進会議	H27.7.10	農林水産省	9	有(7名)	H27研究計画の詳細について検討。黒糖を実施、コーヒーは対象外とする。 米菓は事業の成果の活用先として想定される業界団体、事業者と意見交換を行うこととなった。 受託者からの提案された簡易分析は、当面文献調査などに留めることとなった。
③	アクリルアミド低減に向けた 意見交換会	H27.7.23	内閣府地方事務所	20	有(3名)	業界、地域行政の担当者らと意見交換を行い、アクリルアミドの指標開発に関する進め方の参考とした。
③	業界団体との打ち合わせ	H27.8.3	農林水産省	11	有(3名)	業界との意見交換を行い、米菓については工場(3社)を見学した上で、今年度の計画を立てることとなった。
②	揚げ米菓の製造工程にお けるアクリルアミド濃度指 標の ニーズ調査のための現地 検 討 会	H27.8.20	米菓製造メーカー	7	有(2名)	揚げ米菓の製造工程を見学。

②	焼き米菓の製造工程におけるアクリルアミド濃度指標のニーズ調査のための現地検討会	H27.9.09	米菓製造メーカー	7	有(2名)	焼き米菓の製造工程を見学。
②	もち米菓の製造工程におけるアクリルアミド濃度指標のニーズ調査のための現地検討会	H27.9.10	米菓製造メーカー	6	有(2名)	もち米菓の製造工程を見学。
③	H27年度中間検討会	H27.10.22	農林水産省	5	有(3名)	黒糖の進捗状況について入手済み試料のアクリルアミド分析が終了したことを報告。米菓のH27年度の実施計画について検討。見学した3工場から100-200点程度の試料提供をうけて、進めることとし、より具体的な事業者との打ち合わせを11/2に行うこととなった。
③	業界団体との意見交換と試料採取の打ち合わせ	H27.11.2	都内業界団体事務所	3	有(2名)	3工場からのサンプリングについて具体的な依頼手順等について打ち合わせた。
③	メーカーとの意見交換と試料採取の打ち合わせ	H27.11.20	米菓製造メーカー	3	無	工場からのサンプリングについて具体的な品目、内容、依頼手順等について打ち合わせた。
①	H27年度第2回推進会議	H28.3.8	農林水産省	8	有(5名)	H27年度の研究内容と結果について情報共有を行った。研究計画に米菓を中課題2として追記し、それに従って報告書を取りまとめることが了承された。
③	業界団体との意見交換	H28.6.13	都内業界団体事務所	9	有(3名)	H27年度に提供を受けた試料の分析結果の概要について説明し、今後の検討方針について意見交換。
①	H28年度第1回推進会議	H28.6.17	農林水産省	9	有(7名)	H28研究計画の詳細について検討。米菓については、各事業者へ結果説明とともに今年度の試料調達の依頼を行う。黒糖は、工場単位でのより長い製造期間におけるサンプリングについて検討。
②	焼き米菓のH27年度の結果の情報共有と現地検討会	H28.7.4	米菓製造メーカー	9	有(1名)	焼き米菓に関するH27年度の結果を情報共有。
②	もち米菓のH27年度の結果の情報共有と現地検討会	H28.7.8	米菓製造メーカー	8	有(2名)	もち米菓に関するH27年度の結果を情報共有。
②	揚げ米菓のH27年度の結果の情報共有と現地検討会	H28.7.11	米菓製造メーカー	16	有(2名)	揚げ米菓に関するH27年度の結果を情報共有。

②	揚げ煎餅試作の現地試験	H28.10.9	米菓製造メーカー	3	無	揚げ米菓(うるち)のH27年度結果である揚げ色とアクリルアミド濃度の相関のばらつきの要因として、余熱の影響を検討するため比較試料を工場の製造ラインで調製。
①	H28年度第2回推進会議	H29.3.6	農林水産省	10	有(5名)	H28年度の研究内容と結果について情報共有を行い、次年度の計画について検討。米菓については次年度の早期に業界団体・事業者へ結果をフィードバックした上で新たな事業者への協力依頼を検討、黒糖については、現在収集中に試料を用いて検討を継続することとなった。
③	業界団体との意見交換	H29.5.11	都内業界団体事務所	8	有(2名)	H28年度に提供を受けた試料の分析結果の概要について説明し、今後の検討方針について意見交換。
②	揚げ米菓のH28年度の結果の情報共有と現地検討会	H29.6.5	米菓製造メーカー	22	有(2名)	揚げ米菓に関するH28年度の結果を情報共有し、今後の検討方針について意見交換。
②	焼き米菓のH28年度の結果の情報共有と現地検討会	H29.6.12	米菓製造メーカー	9	有(1名)	焼き米菓に関するH28年度の結果を情報共有し、今後の検討方針について意見交換。
①	H29年度第1回推進会議	H29.6.16	農林水産省	13	有(11名)	H28研究計画の詳細について検討。米菓については、各事業者へ結果説明とともに今年度の試料調達の依頼を行う。黒糖は、長期の試料収集を行なった工場について日報データの提供を依頼し、アクリルアミド濃度との相関について検討。
②	もち米菓のH28年度の結果の情報共有	H29.6.20	米菓製造メーカー	7	有(2名)	もち米菓に関するH28年度の結果を情報共有し、今後の検討方針について意見交換。
②	H28年度農水省調査試料の解析結果報告	H29.8.1	米菓製造メーカー	12	無	H28年度農水省調査試料について、本研究事業で行なっている色とアクリルアミド濃度の解析を行った結果について、事業者と情報共有。工場の設備を見学。
②	前年度の黒糖分析結果の情報共有と現地検討	H30.3.12	含蜜糖製造工場	9	無	前年度の提供試料の解析結果の概要について情報共有し、今後の検討について意見交換。
①	H29年度第2回推進会議	H30.3.29	農林水産省	10	有(8名)	H29年度の研究内容と結果について情報共有と議論。成果の活用について検討。

(2) 行政が活用しうる成果

区分: ①行政がすでに活用した成果、②行政が活用する目途がたった成果

区分	成果の内容	主な利用場面	活用状況
②	副材料の入らない多くの米菓について、色が薄いほどアクリルアミド濃度が低くなることを調味前の製品の写真とアクリルアミド濃度のグラフとして明らかにした。	米菓を製造する事業者に焼き色とアクリルアミド濃度の関係を定性的に理解してもらうための情報ツールとして活用	米菓の色とアクリルアミド濃度の定性的な関係について、試料提供を受けた米菓メーカーと業界団体に情報提供した。行政部局と協力して業界内での周知について協力を求めている予定。
②	焼き煎餅(原材料:うるち米)とおかき(揚げ・焼き、原材料:もち米)について粉碎して測定して得た表色系の数値が、アクリルアミド濃度の指標として活用できる可能性を示した。なお、品目毎に検量線を作成する必要がある。	輸出等の出荷先でアクリルアミド濃度のモニタリングが求められる製品の品質管理	品目ごとに米菓の表色系による色数値を活用した定量的なアクリルアミド濃度の検量線の作成方法について、業界に情報提供予定。アクリルアミドのモニタリングを必要とする事業者に参考情報として周知してもらうため、行政部局と協力して業界内での周知について協力を求めている予定。
①	製造直後の黒糖中のアクリルアミド濃度は製品の色や原料の還元糖濃度との相関が低い、工場で計測している中間品シラップのpHと弱い相関があることを明らかにした。	今後の調査研究のための基礎資料	農林水産省の委託プロジェクト研究において黒糖の安全性をさらに向上するための課題が企画立案された。
①	室温で保管を経た製品は表色系のa*値に弱い相関が見られることが明らかとなった。	今後の調査研究のための基礎資料	農林水産省の委託プロジェクト研究において黒糖の安全性をさらに向上するための課題が企画立案された。
①	黒糖のアクリルアミドが製品の色や原料の還元糖濃度との相関が低いことが明らかとなった	今後の調査研究のための基礎資料	農林水産省の委託プロジェクト研究において黒糖の安全性をさらに向上するための課題が企画立案された。

(3) 学術論文

タイトル、著者名、学会誌名、巻、ページ、発行年月	機関名
なし	

(4) 口頭発表

タイトル、発表者名、学会等名、発表年月	機関名
なし	

(5) 出版図書

区分: ①出版著書、②雑誌、③年報、④広報誌、⑤その他

区分	著書名、(タイトル)、著者名、出版社名、発行年月	機関名
	なし	

(6)国内特許権等

特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	特許権等の種類	番号	出願年月日	取得年月日	機関名
なし							

(7)国際特許権等

特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	特許権等の種類	番号	出願年月日	取得年月日	機関名
なし							

(8)報道件数

区分:①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映

区分	記事等の名称	掲載紙・放送社名	年月日	機関名	備考
	なし				