項目	内容
名称	3-メチル-2-ブテナール
一般的名称	3-Methyl-2-butenal
英名	3-Methyl-2-butenal
CAS番号	107-86-8
指定日	平成23年7月19日　　官報
消費者庁 *	消食表第２９５号　消費者庁次長通知 平成23年7月19日 「食品衛生法に基づく添加物の表示等について」の一部改正　平成23年7月19日
厚生労働省 *	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会　　平成23年3月8日 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会添加物部会　平成23年2月9日
食品安全委員会	第364回　食品安全委員会　平成23年1月27日　評価書 第89回　添加物専門調査会　平成22年9月27日
JECFA等の国際的評価機関の結果	FEXPANにより評価され1979年のGRAS 12に公表された[1)]。2003年第61回JECFA会議で、脂肪族分岐飽和・不飽和アルコール、アルデヒド、酸及び関連エステルの一つとして評価され、推定摂取量（0.5～3.9 μg/人/日）が、構造クラスⅠの摂取許容値（1,800 μg/人/日）を下回ることなどから、香料としての使用において安全性の懸念はないとされた[2)]。
JECFA番号	1202
外国の認可状況・使用状況	欧米をはじめ各国で認可され広く使用されている。
FEMA GRAS番号	3646
CoE番号	10354
CFR21掲載	なし
EUレジスター	FL No. 05.124
使用量データ	3kg（米国、1987年）、27kg（EU、1995年）[3)]
我が国での添加物としての必要性	本物質は食品中に存在する成分であり、様々な加工食品において香りを再現し、風味を向上する際に必要不可欠な物質である。本物質は現在日本では未認可であるが、その添加量は微量ながら効果は非常に大きく、様々な加工食品に対してすでに国際的には着香の目的で広く使用されている。したがって国際的整合性の面からみても、これらの物質を日本で使用できるようにすることが不可欠と考えられる。
天然での存在	ラズベリー、ホップ等の食品中に存在し、鶏肉等の加熱調理により生成する成分である[4)]。
米国での食品への使用例（平均添加率）	チューインガム　10ppm、ハード・キャンデー類　2.5ppm、焼菓子　1.5ppm、ソフト・キャンデー類　1.25ppm、製菓材料　1.25ppm、ゼラチン・プリン類　1ppm[3)]
参考資料	1) Food Technology(1973) Vol.27. No.11, pp56-57. 2) WHO Food Additives Series 52 参考：http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v52je15.htm 3) RIFM (Research Institute for Fragrance Materials, Inc.)-FEMA (Flavor and Extract Manufacturers' Association) database, Material Information on 3-Methyl-2-butenal (website accessed in Sep. 2010)（未公表） 4) VCF Volatile Compounds in Food : database / Nijssen, L.M.; Ingen-Visscher, C.A. van; Donders, J.J.H. [eds]. - Version 12.2 - The Netherlands : TNO Quality of Life (website accessed in Sep. 2010)（未公表）

*食品表示等に関する通知は、平成21年9月1日より消費者庁へ移管されました
http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/other/ikan.html

消食表第２９５号
平成２３年7月１９日

各 ［都道府県知事／保健所設置市長／特別区長］ 殿

消費者庁次長

「食品衛生法に基づく添加物の表示等について」の一部改正について

食品衛生法施行規則の一部を改正する省令（平成２３年厚生労働省令第８９号）及び食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件（平成２３年厚生労働省告示第２４１号）が本日公布され、これにより食品衛生法施行規則（昭和２３年厚生省令第２３号）及び食品、添加物等の規格基準（昭和３４年厚生省告示第３７０号）の一部が改正されたところであるが、これに伴い、「食品衛生法に基づく添加物の表示等について」（平成２２年１０月２０日付け消食表第３７７号消費者庁次長通知。以下「次長通知」という。）の一部を別紙新旧対照表のとおり改正したので、関係者に対する周知をお願いする。

なお、改正後の次長通知全文を別添のとおり添付する。

（別　紙）

食品衛生法に基づく添加物の表示等について（新旧対照表）

改正後（新）	改正前（旧）
別紙４ 各一括名の定義及びその添加物の範囲 １～６　（略） ７　香料 （１）、（２）　（略） （３）　添加物の範囲　以下の添加物を香料としての目的で使用する場合。 （略） ピペロナール ピラジン ピロリジン （略） ２－ペンタノール １－ペンテン－３－オール 芳香族アルコール類 （略） ２－メチルブチルアルデヒド ３－メチル－２－ブテナール ３－メチル－２－ブテノール dl－メントール （略） ８～１５　（略）	別紙４ 各一括名の定義及びその添加物の範囲 １～６　（略） ７　香料 （１）、（２）　（略） （３）　添加物の範囲　以下の添加物を香料としての目的で使用する場合。 （略） ピペロナール ピロリジン （略） ２－ペンタノール 芳香族アルコール類 （略） ２－メチルブチルアルデヒド dl－メントール （略） ８～１５　（略）

官　報　　平成 23 年 7 月 19 日付（号外　第 157 号）

〔省　令〕

○　厚生労働省令第八十九号

食品衛生法（昭和二十二年法律第二百三十三号）第十条の規定に基づき、食品衛生法施行規則の一部を改正する省令を次のように定める。

平成二十三年七月十九日　　厚生労働大臣　細川　律夫

食品衛生法施行規則の一部を改正する省令

食品衛生法施行規則（昭和二十三年厚生省令第二十三号）の一部を次のように改正する。

別表第一中第四百十六号を第四百二十号とし、第三百七十一号から第四百十五号までを四号ずつ繰り下げ、第三百七十号を第三百七十二号とし、同号の次に次の二号を加える。

三百七十三　3-メチル-２-ブテナール
三百七十四　３-メチル-２-ブテノール

別表第一中第三百六十九号を第三百七十一号とし、第三百四十一号から第三百六十八号までを二号ずつ繰り下げ、第三百四十号を第三百四十一号とし、同号の次に次の一号を加える。

三百四十二　１-ペンテン-３-オール

別表第一中第三百三十九号を第三百四十号とし、第二百九十八号から第三百三十八号までを一号ずつ繰り下げ、第二百九十七号の次に次の一号を加える。

二百九十八　ピラジン

附　則

この省令は、公布の日から施行する

官　報　　平成 23 年 7 月 19 日付（号外　第 157 号）

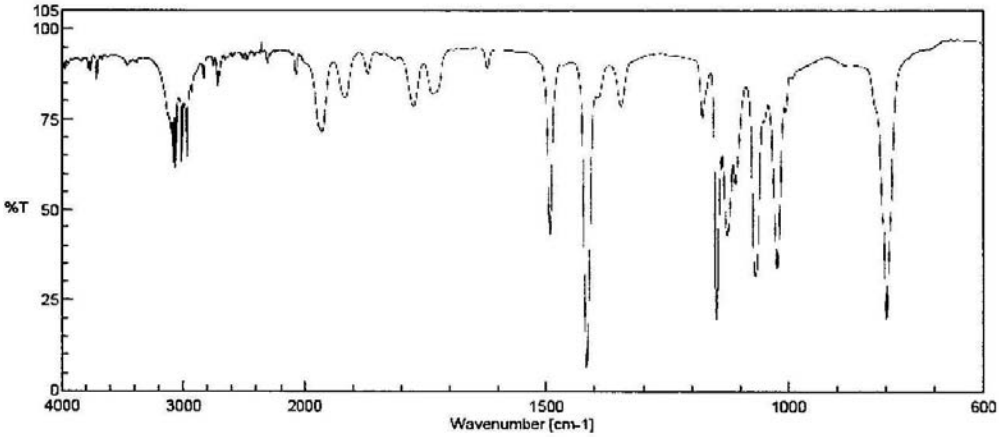
― 告　示 ―（抜粋）

○　厚生労働省告示第二百四十一号

食品衛生法（昭和二十二年法律第二百三十三号）第十一条第一項の規定に基づき、食品、添加物等の規格基準（昭和三十四年厚生省告示第三百七十号）の一部を次のように改正する。

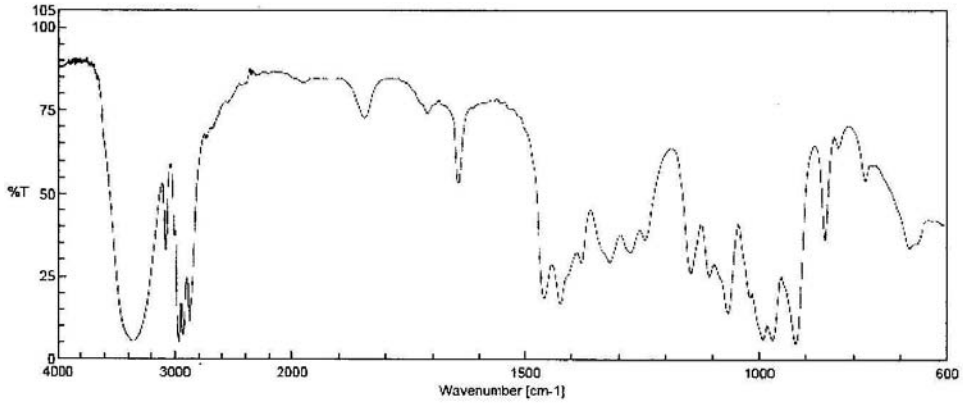
第２添加物の部Ｃ試薬・試液等の項 11 参照赤外吸収スペクトルのピペリジンの目の次に次の一目を加える。

ピラジン



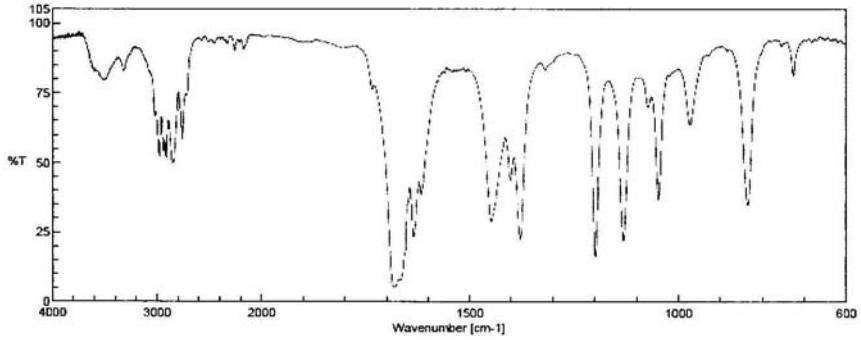
第２添加物の部Ｃ試薬・試液等の項 11 参照赤外吸収スペクトルの２−ペンタノールの目の次に次の一目を加える。

１−ペンテン−３−オール

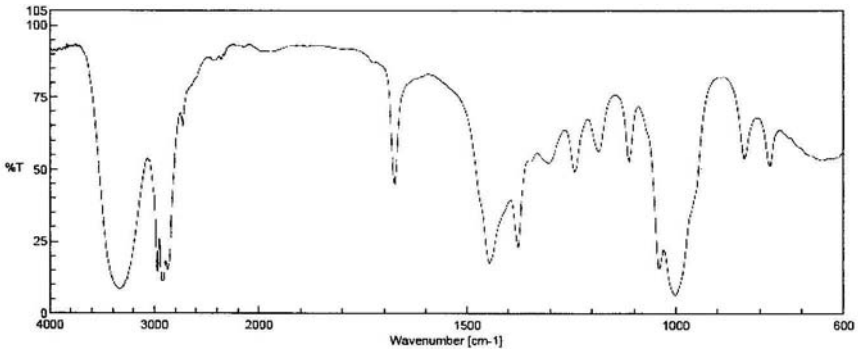


第２添加物の部Ｃ試薬・試液等の項 11 参照赤外吸収スペクトルの２−メチルブチルアルデヒドの目の次に次の二目を加える。

３−メチル−２−ブテナール



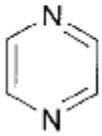
３−メチル−２−ブテノール



第２添加物の部Ｄ成分規格・保存基準各条の項氷酢酸の目の次に次の一目を加える。

ピラジン

Pyrazine



$C_4H_4N_2$　　分子量 80.09

Pyrazine　［290−37−９］

含　　量　本品は，ピラジン（$C_4H_4N_2$）98.0%以上を含む。

性　　状　本品は，白〜淡黄色の固体で，特有のにおいがある。

確認試験　本品を粉末にして窓板に挟み，加温して溶解させ，冷後，赤外吸収スペクトル測定法中の薄膜法により測定し，本品のスペクトルを参照スペクトルと比較するとき，同一波数のところに同様の強度の吸収を認める。

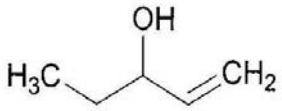
純度試験　融点 51〜55℃

定 量 法　本品 0.1g を量り，エタノール１ml を加えて溶かし，香料試験法中の香料のガスクロマトグラフィーの面積百分率法の操作条件(2)により定量する。

第２添加物の部Ｄ成分規格・保存基準各条の項２-ペンタノールの目の次に次の一目を加える。

１－ペンテン－３－オール

１－Penten－３－ol



$C_5H_{10}O$　　分子量 86.13

Pent-１-en-３-ol　［616-25-1］

含　　量　本品は，１-ペンテン-３-オール（$C_5H_{10}O$）98.0%以上を含む。

性　　状　本品は，無色透明な液体で，特有のにおいがある。

確認試験　本品を赤外吸収スペクトル測定法中の液膜法により測定し，本品のスペクトルを参照スペクトルと比較するとき，同一波数のところに同様の強度の吸収を認める。

純度試験　(1)　屈折率　n_D^{20}＝1.419～1.427

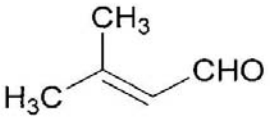
(2)　比重　d_{25}^{25}＝0.834～0.840

定 量 法　香料試験法中の香料のガスクロマトグラフィーの面積百分率法の操作条件(2)により定量する。

第２添加物の部Ｄ成分規格・保存基準各条の項２-メチルブチルアルデヒドの目の次に次の二目を加える。

３－メチル－２－ブテナール

３－Methyl－２－butenal



C_5H_8O　　分子量 84.12

３-Methylbut-２-enal　［107-86-８］

含　　量　本品は，３-メチル-２-ブテナール（C_5H_8O）97.0%以上を含む。

性　　状　本品は，無色透明な液体で，特有のにおいがある。

確認試験　本品を赤外吸収スペクトル測定法中の液膜法により測定し，本品のスペクトルを参照スペクトルと比較するとき，同一波数のところに同様の強度の吸収を認める。

純度試験　(1)　屈折率 n_D^{20}＝1.458～1.464

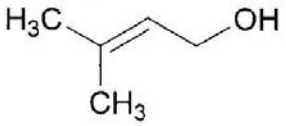
(2)　比重 d_{25}^{25}　＝0.870～0.875

(3)　酸価 5.0 以下（香料試験法）

定 量 法　香料試験法中の香料のガスクロマトグラフィーの面積百分率法の操作条件(2)により定量する。ただし，カラムは，内径 0.25～0.53mm，長さ 30～60m のケイ酸ガラス製の細管に，ガスクロマトグラフィー用ポリエチレングリコールを 0.25～１μm の厚さで被覆したものを使用する。

３－メチル－２－ブテノール

３－Methyl－２－butenol



$C_5H_{10}O$　　分子量 86.13

３-Methylbut-２-en-１-ol　［556-82-１］

含　　量　本品は，３-メチル-２-ブテノール（$C_5H_{10}O$）98.5%以上を含む。

性　　状　本品は，無色透明な液体で，特有のにおいがある。

確認試験　本品を赤外吸収スペクトル測定法中の液膜法により測定し，本品のスペクトルを参照スペクトルと比較するとき，同一波数のところに同様の強度の吸収を認める。

純度試験　(1)　屈折率 n_D^{20}＝1.438～1.448

(2)　比重　d_{25}^{25}　＝0.855～0.863

(3)　酸価 1.0 以下（香料試験法）

定 量 法　香料試験法中の香料のガスクロマトグラフィーの面積百分率法の操作条件(2)により定量する。ただし，カラムは，内径 0.25～0.53mm，長さ 30～60mのケイ酸ガラス製の細管に，ガスクロマトグラフィー用ポリエチレングリコールを 0.25～１μm の厚さで被覆したものを使用する。

第２添加物の部Ｆ使用基準の項ピペロニルブトキシドの目の次に次の一目を加える。

ピラジン

ピラジンは，着香の目的以外に使用してはならない。

第２添加物の部Ｆ使用基準の項２-ペンタノールの目の次に次の一目を加える。

１-ペンテン-３-オール

１-ペンテン-３-オールは，着香の目的以外に使用してはならない。

第２添加物の部Ｆ使用基準の項２-メチルブチルアルデヒドの目の次に次の二目を加える。

３-メチル-２-ブテナール

３-メチル-２-ブテナールは，着香の目的以外に使用してはならない。

３-メチル-２-ブテノール

３-メチル-２-ブテノールは，着香の目的以外に使用してはならない。

以上

食安発０７１９第１号
平成２３年７月１９日

各 ｛都道府県知事／保健所設置市長／特別区長｝ 殿

厚生労働省医薬食品局食品安全部長

食品衛生法施行規則の一部を改正する省令及び食品、
添加物等の規格基準の一部を改正する件について

食品衛生法施行規則の一部を改正する省令（平成２３年厚生労働省令第８９号）及び食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件（平成２３年厚生労働省告示第２４１号）が本日公布され、これにより食品衛生法施行規則（昭和２３年厚生省令第２３号。以下「省令」という。）及び食品、添加物等の規格基準（昭和３４年厚生省告示第３７０号。以下「告示」という。）の一部が改正されたところであるが、改正の概要等は下記のとおりであるので、その運用に遺憾なきよう取り計らわれたい。

また、当該改正の概要等につき、関係者への周知方よろしくお願いする。

記

第１　改正の概要

１　省令関係

食品衛生法（昭和２２年法律第２３３号。以下「法」という。）第１０条の規定に基づき、ピラジン、１－ペンテン－３－オール、３－メチル－２－ブテナール及び３－メチル－２－ブテノールを省令別表第１に追加したこと。

２　告示関係

（１）法第１１条第１項の規定に基づき、農薬エチプロール、チオベンカルブ、フルベンジアミド及びメフェンピルジエチル並びに農薬及び動物用医薬品イソプロチオランについて、食品中の残留基準を設定したこと（別紙１参照）。

（２）法第１１条第１項の規定に基づき、動物用医薬品カラゾロール及びモネパンテルについて、食品中の残留基準を設定したこと（別紙２参照）。

（３）法第１１条第１項の規定に基づき、ピラジン、１－ペンテン－３－オール、３－メチル－２－ブテナール及び３－メチル－２－ブテノールの使用基準及び成分規格を設定したこと。

第２　施行・適用期日

１　省令関係

公布日から施行されるものであること。

２　告示関係

公布日から施行されるものであること。ただし、残留基準値を改正するもののうち、下表の農薬等ごとに掲げる食品に係る残留基準値については、平成２４年１月１９日から適用されるものであること。

農薬等	食品
メフェンピルジエチル	牛の筋肉、豚の筋肉、その他の陸棲哺乳類に属する動物の筋肉、牛の脂肪、豚の脂肪、その他の陸棲哺乳類に属する動物の脂肪、牛の肝臓、豚の肝臓、その他の陸棲哺乳類に属する動物の肝臓、牛の腎臓、豚の腎臓、その他の陸棲哺乳類に属する動物の腎臓、牛の食用部分、豚の食用部分、その他の陸棲哺乳類に属する動物の食用部分、鶏の筋肉、その他の家きんの筋肉、鶏の脂肪、その他の家きんの脂肪、鶏の肝臓、その他の家きんの肝臓、鶏の腎臓、その他の家きんの腎臓、鶏の食用部分及びその他の家きんの食用部分
カラゾロール	牛の肝臓、牛の腎臓、牛の食用部分、豚の食用部分

第３　運用上の注意

１　使用基準関係

ピラジン、１－ペンテン－３－オール、３－メチル－２－ブテナール及び３－メチル－２－ブテノールについては、「着香の目的以外に使用してはならない。」との使用基準が設定されたことから、有機溶剤として使用する等の着香の目的以外の使用は認められないこと。

２　残留基準関係

今回基準値を設定するモネパンテルとは、モネパンテルスルホンをいうこと。

第４　その他

法に基づく残留基準値の設定にあわせ、農薬取締法（昭和２３年法律第８２号）に基づくイソプロチオラン、エチプロール、フルベンジアミドに係る

適用拡大のための変更登録が農林水産省において行われること。なお、動物用医薬品モネパンテルの試験法については、後日通知することとしていること。

別紙１　省略

食安発０７１９第１号
平成２３年７月１９日

各 ⎛ 都道府県知事 ⎞ 殿
⎜ 保健所設置市長 ⎟
⎝ 特　別　区　長 ⎠

厚生労働省医薬食品局食品安全部長

食品衛生法施行規則の一部を改正する省令及び食品、
添加物等の規格基準の一部を改正する件について

食品衛生法施行規則の一部を改正する省令（平成２３年厚生労働省令第８９号）及び食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件（平成２３年厚生労働省告示第２４１号）が本日公布され、これにより食品衛生法施行規則（昭和２３年厚生省令第２３号。以下「省令」という。）及び食品、添加物等の規格基準（昭和３４年厚生省告示第３７０号。以下「告示」という。）の一部が改正されたところであるが、改正の概要等は下記のとおりであるので、その運用に遺憾なきよう取り計らわれたい。

また、当該改正の概要等につき、関係者への周知方よろしくお願いする。

記

第１　改正の概要

１　省令関係

食品衛生法（昭和２２年法律第２３３号。以下「法」という。）第１０条の規定に基づき、ピラジン、１－ペンテン－３－オール、３－メチル－２－ブテナール及び３－メチル－２－ブテノールを省令別表第１に追加したこと。

２　告示関係

（１）法第１１条第１項の規定に基づき、農薬エチプロール、チオベンカルブ、フルベンジアミド及びメフェンピルジエチル並びに農薬及び動物用医薬品イソプロチオランについて、食品中の残留基準を設定したこと（別紙１参照）。

（２）法第１１条第１項の規定に基づき、動物用医薬品カラゾロール及びモネパンテルについて、食品中の残留基準を設定したこと（別紙２参照）。

（３）法第１１条第１項の規定に基づき、ピラジン、１－ペンテン－３－オール、３－メチル－２－ブテナール及び３－メチル－２－ブテノールの使用基準及び成分規格を設定したこと。

第２　施行・適用期日

１　省令関係

公布日から施行されるものであること。

２　告示関係

公布日から施行されるものであること。ただし、残留基準値を改正するもののうち、下表の農薬等ごとに掲げる食品に係る残留基準値については、平成２４年１月１９日から適用されるものであること。

農薬等	食品
メフェンピルジエチル	牛の筋肉、豚の筋肉、その他の陸棲哺乳類に属する動物の筋肉、牛の脂肪、豚の脂肪、その他の陸棲哺乳類に属する動物の脂肪、牛の肝臓、豚の肝臓、その他の陸棲哺乳類に属する動物の肝臓、牛の腎臓、豚の腎臓、その他の陸棲哺乳類に属する動物の腎臓、牛の食用部分、豚の食用部分、その他の陸棲哺乳類に属する動物の食用部分、鶏の筋肉、その他の家きんの筋肉、鶏の脂肪、その他の家きんの脂肪、鶏の肝臓、その他の家きんの肝臓、鶏の腎臓、その他の家きんの腎臓、鶏の食用部分及びその他の家きんの食用部分
カラゾロール	牛の肝臓、牛の腎臓、牛の食用部分、豚の食用部分

第３　運用上の注意

１　使用基準関係

ピラジン、１－ペンテン－３－オール、３－メチル－２－ブテナール及び３－メチル－２－ブテノールについては、「着香の目的以外に使用してはならない。」との使用基準が設定されたことから、有機溶剤として使用する等の着香の目的以外の使用は認められないこと。

２　残留基準関係

今回基準値を設定するモネパンテルとは、モネパンテルスルホンをいうこと。

第４　その他

法に基づく残留基準値の設定にあわせ、農薬取締法（昭和２３年法律第８２号）に基づくイソプロチオラン、エチプロール、フルベンジアミドに係る

適用拡大のための変更登録が農林水産省において行われること。なお、動物用医薬品モネパンテルの試験法については、後日通知することとしていること。

別紙１　省略

府　食　第　６　２　号
平成２３年１月２７日

厚生労働大臣
　細川　律夫　殿

食品安全委員会
委員長　　小泉　直子

食品健康影響評価の結果の通知について

平成２２年９月９日付け厚生労働省発食安０９０９第２号をもって貴省から当委員会に意見を求められた３－メチル－２－ブテナールに係る食品健康影響評価の結果は下記のとおりですので、食品安全基本法（平成１５年法律第４８号）第２３条第２項の規定に基づき通知します。

なお、食品健康影響評価の詳細は別添のとおりです。

記

３－メチル－２－ブテナールは、食品の着香の目的で使用する場合、安全性に懸念がないと考えられる。

添加物評価書

3-メチル-2-ブテナール

２０１１年１月

食品安全委員会

目次

頁
○審議の経緯 2
○食品安全委員会委員名簿 2
○食品安全委員会添加物専門調査会専門委員名簿 2
要　約 3

Ⅰ．評価対象品目の概要 4
　１．用途 4
　２．主成分の名称 4
　３．分子式 4
　４．分子量 4
　５．構造式 4
　６．評価要請の経緯 4

Ⅱ．安全性に係る知見の概要 4
　１．反復投与毒性 4
　２．発がん性 5
　３．生殖発生毒性試験 5
　４．遺伝毒性 6
　（１）微生物を用いる復帰突然変異試験 6
　（２）ほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験 7
　（３）げっ歯類を用いる小核試験 7
　（４）UDS（不定期 DNA 合成）試験 7
　（５）SOS クロモ試験 7
　（６）その他 8
　５．その他 8
　６．摂取量の推定 8
　７．安全マージンの算出 8
　８．構造クラスに基づく評価 9
　９．JECFA における評価 9

Ⅲ．食品健康影響評価 9

別紙：香料構造クラス分類（3-メチル-2-ブテナール） 10

参照 11

＜審議の経緯＞

2010 年 9 月 10 日	厚生労働大臣から添加物の指定に係る食品健康影響評価について要請（厚生労働省発食安 0909 第 2 号）、関係書類の接受
2010 年 9 月 16 日	第 348 回食品安全委員会（要請事項説明）
2010 年 9 月 27 日	第 89 回添加物専門調査会
2010 年 11 月 25 日	第 357 回食品安全委員会（報告）
2010 年 11 月 25 日 から 2010 年 12 月 24 日まで	国民からの御意見・情報の募集
2011 年 1 月 25 日	添加物専門調査会座長より食品安全委員会委員長へ報告
2011 年 1 月 27 日	第 364 回食品安全委員会（報告） （同日付け厚生労働大臣に通知）

＜食品安全委員会委員名簿＞

（2011年1月6日まで）		（2011年1月7日から）	
小泉　直子	（委員長）	小泉　直子	（委員長）
見上　彪	（委員長代理）	熊谷　進	（委員長代理※）
長尾　拓		長尾　拓	
野村　一正		野村　一正	
畑江　敬子		畑江　敬子	
廣瀬　雅雄		廣瀬　雅雄	
村田　容常		村田　容常	

※　2011 年 1 月 13 日から

＜食品安全委員会添加物専門調査会専門委員名簿＞

（2010 年 12 月 20 日まで）		（2010 年 12 月 21 日から）	
今井田　克己	（座長）	今井田　克己	（座長）
山添　康	（座長代理）	梅村　隆志	（座長代理）
石塚　真由美		石塚　真由美	
伊藤　清美		伊藤　清美	
井上　和秀		井上　和秀	
梅村　隆志		江馬　眞	
江馬　眞		久保田　紀久枝	
久保田　紀久枝		塚本　徹哉	
塚本　徹哉		頭金　正博	
頭金　正博		中江　大	
中江　大		林　真	
林　真		三森　国敏	
三森　国敏		森田　明美	
森田　明美		山添　康	
山田　雅巳		山田　雅巳	

要　約

添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」（CAS 番号：107-86-8（3-メチル-2-ブテナールとして））について、各種試験成績等を用いて食品健康影響評価を実施した。

評価に用いた試験成績は、反復投与毒性、生殖発生毒性及び遺伝毒性に関するものである。

食品安全委員会として、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」には、少なくとも香料として用いられる低用量域では、生体にとって特段問題となる毒性はないものと考える。また、食品安全委員会として、国際的に汎用されている香料の我が国における安全性評価法により、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」は構造クラスⅠに分類され、その安全マージン（10,000～80,000）は 90 日間反復投与毒性試験の適切な安全マージンとされる 1,000 を上回り、かつ、想定される推定摂取量（0.5～3.9 μg/人/日）が構造クラスⅠの摂取許容値（1,800 μg/人/日）を下回ることを確認した。

以上より、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」は、食品の着香の目的で使用する場合、安全性に懸念がないと考えられる。

Ⅰ．評価対象品目の概要

１．用途

香料

２．主成分の名称

和名：3-メチル-2-ブテナール
英名：3-Methyl-2-butenal、3-Methylbut-2-enal
CAS 番号：107-86-8（参照１）

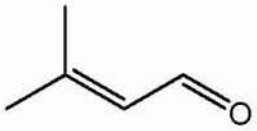
３．分子式

C_5H_8O（参照１）

４．分子量

84.12（参照２）

５．構造式



（参照１）

６．評価要請の経緯

3-メチル-2-ブテナールは、ラズベリー、ホップ等の食品中に存在し、また、鶏肉等の加熱調理により生成する成分である（参照３）。添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」は、欧米において、チューインガム、ハード・キャンデー類、焼菓子、ソフト・キャンデー類、製菓材料、ゼラチン・プリン類等様々な加工食品に、香りの再現、風味の向上等の目的で添加されている（参照１）。

厚生労働省は、2002 年 7 月の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会での了承事項に従い、①JECFA（Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives：FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議）で国際的に安全性評価が終了し、一定の範囲内で安全性が確認されており、かつ、②米国及び EU（欧州連合）諸国等で使用が広く認められていて国際的に必要性が高いと考えられる食品添加物については、企業等からの指定要請を待つことなく、主体的に指定に向けた検討を開始する方針を示している。今般、厚生労働省において添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」についての評価資料が取りまとめられたことから、食品安全基本法に基づき、食品安全委員会に対して、食品健康影響評価の依頼がなされたものである。

なお、香料については、厚生労働省においては、「食品添加物の指定及び使用基準改正に関する指針について」（平成 8 年 3 月 22 日衛化第 29 号厚生省生活衛生局長通知）にはよらず「国際的に汎用されている香料の安全性評価の方法について」に基づき、資料の整理が行われている。（参照４）

Ⅱ．安全性に係る知見の概要

１．反復投与毒性

5 週齢の SD ラット（各群雌雄各 10 匹）に添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」（0、0.08、0.8、8 mg/kg 体重/日）を 90 日間強制経口投与（胃内挿管）する試験が実施されている。その結果、8 mg/kg 体重/日投与群の雄 1 例については、投与開始 69 日目に瀕死状態となったため屠殺された。これについて、試験担当者は、当該動物に切歯の欠損がみられたことから、切歯の脱落による出血と摂餌困難によるものであり、被験物質の投与に関連したものではないと推察している。血液学的検査では、8 mg/kg 体重/日投与群の雌で赤血球数の高値及び平均赤血球ヘモグロビン量の低値が認められた。これについて、試験担当者は、ヘモグロビン量等関連する検査項目や造血器官の病理組織学的検査で変化が認められていないことから、被験物質の投与に関連したものではないとしている。器官重量については、8 mg/kg 体重/日投与群の雄で前立腺の絶対重量及び相対重量の低値が認められたことについて、試験担当者は、病理組織学的検査で関連する変化は認められていないことから、被験物質の投与に関連した変化ではないとしている。剖検では、8 mg/kg 体重/日投与群の雄 2 例で精巣及び精巣上体の萎縮が認められた。病理組織学的検査では、これらの肉眼変化は精細管の萎縮、精巣上体の精子数の減少であった。これらについて、試験担当者は、発現例数が少なく、かつ、精巣及び精巣上体の重量に変化が認められなかったことから、被験物質の投与に関連したものではないとしている。そのほか、一般状態、体重、摂餌量、尿検査及び眼科学的検査において、被験物質の投与に関連した変化は認められなかった。試験担当者は、NOAEL を本試験の最高用量である 8 mg/kg 体重/日としている。（参照５、６、７）

食品安全委員会としては、8 mg/kg 体重/日投与群の 2 例にみられた精巣及び精巣上体の萎縮や、精巣上体の精子数の減少については、1 例においては片側にのみ発現しており、残る 1 例においても左右の精巣で病変の程度が異なることから、投与に関連して誘発された変化とはみなすべきではなく、本品目に精巣毒性作用はないと判定した。ただし、8 mg/kg 体重/日投与群の雄の前立腺重量の減少については、組織学的な異常はみられなかったとしているが、対照群に比べて絶対重量で 23%、相対重量で 26%減少していることから、投与との関連性が推察された。以上のことから、食品安全委員会としては、本試験における NOAEL を 0.8 mg/kg 体重/日と評価した。

２．発がん性

評価要請者は、3-メチル-2-ブテナールについて、発がん性試験は行われておらず、国際機関等（IARC（International Agency for Research on Cancer）、ECB（European Chemicals Bureau）、EPA（Environmental Protection Agency）及び NTP（National Toxicology Program））による発がん性評価も行われていないとしている。（参照２）

３．生殖発生毒性試験

OECD（経済協力開発機構）の SIAR（SIDS（Screening Information Data Set）initial assessment report：スクリーニング用情報データセット初期評価報告書）における引用によれば、33～35 日齢の Wistar ラット（各群雌雄各 25 匹）に 3-メチル-2-ブテナール（0、50、200、800 ppm；0、6、21、77 mg/kg 体重/日）を交配前から児動物の離乳までの 18 週間飲水投与する一世代生殖毒性試験（OECD TG415）が実施されている。その結果、親動物への影響に関し

ては、投与開始後 10 週（交配前）に 800 ppm 投与群の雌 1 例が死亡した。剖検の結果、腺胃粘膜のびらん/潰瘍が認められたが、SIAR では、当該病変が死因ではないとされている。摂餌量については、800 ppm 投与群の雄で投与開始後 4 週間低値が認められたが、その後は対照群と同様であった。また、摂水量については、800 ppm 投与群の交配前雌雄及び妊娠雌に低値が認められたが、SIAR では、被験物質の忌避が原因とされている。親動物の一般状態、体重並びに剖検及び病理組織学的検査において、被験物質の投与に関連した変化は認められていない。親動物の生殖及び児動物の発生への影響に関しては、出生率について、800 ppm 投与群で低値が認められた。これについて、SIAR では、当該低値は 2 匹の母動物に各 4 匹の死産児があったことによるものであること、当該投与群の児動物の生存率及びほ育率への影響は認められないこと、当該低値は当該動物種の生物学的な変動の範囲内であることから、被験物質の投与に関連したものではないとされている。そのほか、交尾率、受胎率、妊娠期間、出産率、ほ育率並びに児動物の生存率、性比及び体重に被験物質の投与に関連した変化は認められなかったとされている。また、児動物の一般状態及び剖検においても被験物質の投与に関連した変化は認められなかったとされている。以上より、SIAR では、NOAEL は親動物及び児動物ともに 800 ppm（77 mg/kg 体重/日）とされている。（参照８）

食品安全委員会としては、本試験における親動物に対する NOAEL を本試験の最高用量である 800 ppm（77 mg/kg 体重/日）と評価し、児動物に対する NOAEL を 800 ppm における出生率低下に基づいて 200 ppm（21 mg/kg 体重/日）と評価した。

SIAR における引用によれば、Wistar ラット（各群雌 25 匹）に 3-メチル-2-ブテナール（0、50、150、300、450 mg/kg 体重/日）の懸濁液を交尾後 6～19 日に強制経口投与（胃内挿管）する出生前発生毒性試験（OECD TG414）が実施されている。母動物への影響に関しては、450 mg/kg 体重/日投与群において、腹這い位、流涎、流涙、無関心、立毛、摂餌量及び体重の減少等が認められた。妊娠 8～10 日には 5 例が死亡し、残る動物も瀕死状態となったため全て屠殺され、当該投与群はその後の試験から除外された。150 mg/kg 体重/日以上の投与群において、一過性の流涎等が認められた。これについて、SIAR では、被験物質の味が原因であり、有害影響ではないとされている。また、50、150 mg/kg 体重/日投与群の各 1 例に立毛がみられた。そのほか、300 mg/kg 体重/日以下の投与群の体重、摂餌量及び剖検において、被験物質の投与に関連した変化は認められていない。また、受胎率、黄体数、着床数、吸収数、着床前／後胚損失率、生存胎児数並びに胎児の性比、体重及び生存率に被験物質の投与に関連した変化はみられなかった。被験物質の投与に関連した奇形及び変異の増加は認められなかったとされている。以上より、SIAR では、NOAEL は母動物及び児動物ともに 300 mg/kg 体重/日であるとされている。（参照８）

食品安全委員会としても、SIAR と同様、本試験における母動物及び児動物に対する NOAEL を 300 mg/kg 体重/日と評価した。

４．遺伝毒性

（１）微生物を用いる復帰突然変異試験

SIAR における引用によれば、3-メチル-2-ブテナールについての細菌

（*Salmonella typhimurium* TA98、TA100、TA1535、TA1537、TA1538）を用いた復帰突然変異試験（最高用量 2.5 mg/plate）が実施されており、代謝活性化系の有無にかかわらず陰性の結果であったとされている。また、別途行われた、3-メチル-2-ブテナールについての細菌（*S. typhimurium* TA98、TA100）を用いた復帰突然変異試験（最高用量 6 mg/plate）では、代謝活性化系の有無にかかわらず復帰突然変異コロニー数の増加が報告されている。SIAR では、後者の試験について、反応に一貫性がないこと及び用量相関性が明確ではないことが指摘されている。（参照８）

添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」についての細菌（*S. typhimurium* TA98、TA100、TA1535、TA1537 及び *Escherichia coli* WP2*uvrA*）を用いた復帰突然変異試験（最高用量 5 mg/plate）では、代謝活性化系の有無にかかわらず TA100 においてのみ陽性の結果が報告されている。その他の菌株では代謝活性化系の有無にかかわらず陰性の結果が報告されている。（参照６、７、９）

3-メチル-2-ブテナールについての細菌（*S. typhimurium* TA100）を用いた復帰突然変異試験（用量不詳）では、1 μmole あたり 78 個の復帰突然変異コロニーを誘発したとされている。（参照１０）

（２）ほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験

添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」についての CHL/IU（チャイニーズ・ハムスター肺由来培養細胞株）を用いた染色体異常試験（観察対象とした最高用量：代謝活性化系非存在下 0.11 mg/mL（1.3 mM）；代謝活性化系存在下 0.22 mg/mL（2.6 mM））では、代謝活性化系の有無にかかわらず陽性の結果が報告されている。（参照６、７、１１）

（３）げっ歯類を用いる小核試験

SIAR における引用によれば、3-メチル-2-ブテナールについての NMRI マウス（各群雌雄各 5 匹）への単回強制経口投与による *in vivo* 骨髄小核試験（最高用量 700 mg/kg 体重）（OECD TG474）では、陰性の結果であったとされている。（参照８）

添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」についての 9 週齢の ICR マウス（各群雄 5 匹）への 2 日間強制経口投与（胃内挿管）による *in vivo* 骨髄小核試験（最高用量 1,000 mg/kg 体重/日）では、陰性の結果が報告されている。（参照７、１２、１３）

（４）UDS（不定期 DNA 合成）試験

SIAR における引用によれば、3-メチル-2-ブテナールについてのWistarラット（各群雄3匹）への単回強制経口投与（胃内挿管）による*in vivo* UDS試験（最高用量700 mg/kg体重）（OECD TG486）では、陰性の結果が報告されている。（参照８）

（５）SOS クロモ試験

3-メチル-2-ブテナールについての大腸菌（*E. coli* PQ37）を用いたSOSクロモ試験（用量不詳）では、投与群のβ-ガラクトシダーゼの最大比活性が陰性対照群の1.5倍以上となり、SOS修復の誘発が認められたことから、陽性の

結果が報告されている。（参照１０、１４）

（６）その他（参考）

DNA付加体形成に関する試験において、3-メチル-2-ブテナール（0.2～2 mmol）と、2'-デオキシグアノシン又は2'-デオキシグアノシン-5'-一リン酸（いずれも0.4 mmol）とを*in vitro*で６日間加熱（90℃）したところ、いずれにおいても付加体が形成されたと報告されている。（参照１４、１５）

以上の結果から、細菌を用いた復帰突然変異試験では、一部の菌株において高用量で変異コロニーの出現率が増加したとの報告もあるが、総合的に評価すれば代謝活性化系の有無にかかわらず陰性の結果であったと考える。また、ほ乳類培養細胞を用いた染色体異常試験において、代謝活性化系の有無にかかわらず構造異常の誘発が報告されている。しかし、同じ指標を*in vivo*で検出する、げっ歯類を用いた小核試験において、最大耐量まで検討したところ陰性の結果であり、*in vitro*で観察された染色体異常誘発性を*in vivo*で再現することができなかった。そのほか、大腸菌を用いたSOSクロモ試験においてSOS修復誘発が1.5倍以上増加したとの報告もあるが、ラットを用いた*in vivo* UDS試験において、最大耐量まで検討したところ陰性の結果であり、*in vivo*におけるDNA損傷性も認められなかった。なお、一部のヌクレオチド又はヌクレオシドとの付加体の形成については、生体内では起こりえない高温条件下で認められたものであり、生物学的には意義がなく、ヒトの健康に及ぼす影響について解釈することができない。以上を総合的に考察すると、*in vitro*で一部陽性を示すものもあったが、最大耐量まで行われた*in vivo*試験系では陰性の結果が報告されていることから、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」には、少なくとも香料として用いられる低用量域では、生体にとって特段問題となる遺伝毒性はないものと考えられた。

５．その他

評価要請者は、3-メチル-2-ブテナールについて、内分泌かく乱性に関する試験は行われていないとしている。（参照２）

６．摂取量の推定

添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」の香料としての年間使用量の全量を人口の 10%が消費していると仮定する JECFA の PCTT（Per Capita intake Times Ten）法による 1987 年の米国及び 1995 年の欧州における一人一日あたりの推定摂取量は、0.5 μg 及び 3.9 μg である（参照１、１６、１７）。正確には指定後の追跡調査による確認が必要と考えられるが、既に指定されている香料物質の我が国と欧米の推定摂取量が同程度との情報があることから（参照１８）、我が国での本品目の推定摂取量は、およそ 0.5 μg から 3.9 μg までの範囲になると推定される。

７．安全マージンの算出

90 日間反復投与毒性試験における NOAEL 0.8 mg/kg 体重/日と、想定される推定摂取量（0.5～3.9 μg/人/日）を体重 50 kg で割ることで算出される推定摂取量（0.00001～0.00008 mg/kg 体重/日）とを比較し、安全マージン 10,000

～80,000 が得られる。

８．構造クラスに基づく評価

3-メチル-2-ブテナールは構造クラスⅠに分類される。本物質の体内動態についての直接の知見はないが、カルボン酸に代謝され、さらに β 酸化を受けて、最終的には二酸化炭素に分解されると考えられている。（参照１６、１９）

９．JECFA における評価

JECFA は、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」を飽和及び不飽和の分岐鎖脂肪族のアルコール、アルデヒド、酸及び関連エステルのグループとして評価し、推定摂取量は構造クラスⅠの摂取許容値（1,800 μg/人/日）を下回るため、本品目は現状の摂取レベルにおいて安全性に懸念をもたらすものではないとしている。（参照１６）

Ⅲ．食品健康影響評価

食品安全委員会として、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」には、少なくとも香料として用いられる低用量域では、生体にとって特段問題となる毒性はないものと考える。また、食品安全委員会として、国際的に汎用されている香料の我が国における安全性評価法（参照４）により、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」は構造クラスⅠに分類され、その安全マージン（10,000～80,000）は 90 日間反復投与毒性試験の適切な安全マージンとされる 1,000 を上回り、かつ、想定される推定摂取量（0.5～3.9 μg/人/日）が構造クラスⅠの摂取許容値（1,800 μg/人/日）を下回ることを確認した。

以上より、添加物（香料）「3-メチル-2-ブテナール」は、食品の着香の目的で使用する場合、安全性に懸念がないと考えられる。

香料構造クラス分類（3-メチル-2-ブテナール）

YES : ⟶ , NO : ⇢

START

1. 生体成分、或いはその光学異性体であるか → I

2. 以下の官能基を持つか
脂肪族第２級アミンとその塩, cyano, N-nitroso, diazo, triazeno, 第４級窒素（例外あり） → III

3. 構造に C,H,O,N, ２価のＳ以外の要素があるか

4. 前項の質問でリストされなかったのは以下の何れかであるか
a. carboxylic acid の Na,K,Mg,NH4 塩
b. amine の硫酸塩又は塩酸塩
c. Na-,K-,Ca-sulphonate,sulphamate or sulphate → III

5. 単純に分岐した、非環状脂肪族炭化水素か炭水化物か → I

6. ベンゼン環の以下の置換構造物質か
a. 炭化水素またはその 1'-hydroxy or hydroxy ester 体 **かつ**
b. 一つ又は複数の alkoxy 基があり、このうち一つは a の炭化水素のパラ位 → III

7. heterocyclic 構造であるか → 8. lactone か cyclic diester であるか

8. lactone か cyclic diester であるか

9. 他の環に融合しているか、5 又は 6 員環のα,β-不飽和 lactone か
lactone の場合はヒドロキシ酸として扱う。
cyclic diester の場合はそれぞれの構成要素として扱う。 → III
複素環 → 10.　開環 → Q20　炭素環 → Q23

10. 3 員の heterocyclic 化合物か → III

11. いかなる環における hetero 原子を無視して、複素環は以下の置換基**以外**の置換基をもつか
単純な炭化水素（架橋及び単環 aryl or alkyl を含む）、alkyl alcohol 、aldehyde 、acetal 、ketone、ketal、acid、ester(ラクトン以外のエステル)、mercaptan、 sulphide、methyl ethers、水酸基、これらの置換基**以外**の置換基をもたない単一の環(hetero 又は aryl) → III

12. hetero 芳香族化合物か

13. 置換基を有するか → III

14. 二つ以上の芳香族の環を有するか

15. 一つずつの環に容易に加水分解されるか → III

16. 普通の terpene-hydrocarbon、 -alcohol、-aldehyde、または-carboxylic acid (not a ketone)であるか → I

17. 普通の terpene、-alcohol、-aldehyde 又は-carboxylic acid に容易に加水分解されるか → 19. open chain か

18. 以下の何れかであるか
a. diketone が近接；末端の vinyl 基に ketone,ketal が接続
b. 末端の vinyl 基に２級アルコールかそのエステルが接続
c. allyl alcohol 又は acetral、ketal 又は ester 誘導体
d. allyl mercaptan, allyl sulphide, allyl thioester, allyl amine
e. acrolein, methacrolein 又はその acetal
f. acrylic or methacrylic acid
g. acetylenic compound
h. acyclic 脂肪族 ketone, ketal, ketoalcohol のみを官能基とし、4 つ以上の炭素を keto 基のいずれかの側に持つ
i. 官能基が sterically hindered
→ II　→ I

19. open chain か

20. 次のいずれかの官能基を含む直鎖又は単純に分岐した、脂肪族化合物か
a. alcohol, aldehyde, carboxylic acid or ester が 4 つ以下
b. 以下の官能基が一つ以上で一つずつ acetal, ketone or ketal, mercaptan, sulphide, thioester, polyethylene(n<4), １級又は３級 amine

21. methoxy を除く３種類以上の異なる官能基を含むか → III

22. 食品の一般的な成分又はその成分と構造的に良く類似しているか → III　→ II

23. 芳香族化合物か

24. cyclopropane, cyclobutane とその誘導体を除く monocarbocyclic 化合物で置換されていないか或いは以下の置換基を 1 つ含む環または脂肪族側鎖を持つか。(alcohol, aldehyde, 側鎖の ketone, acid, ester, 又は Na, K, Ca, sulphonate, sulphamate, acyclic acetal or ketal)

25. 以下のいずれかか
a. 24 で述べた置換基のみの cyclopropane 又は cyclobutane
b. mono- or bicyclic sulphide or mercaptan → Q11

26. 以下のいずれかか
a. 24 にリストした以外の官能基を含まない
b. 環状 ketone の有無に関わらず monocycloalkanone か bicyclic 化合物 → Q11

27. 環は置換基を持つか → III

28. 二つ以上の芳香族環を持つか

29. 加水分解を受けて単環式残基となるか
その他 → III
芳香族残基 → 30.

30. 環の hydroxy, methoxy 基を無視して、その環は以下に示す炭素数 1-5 の脂肪族グループ**以外**の置換基を持つか。
すなわち炭化水素あるいは alcohol, ketone, aldehyde, carboxyl, 単純 ester※（加水分解を受けて炭素数 5 以下の環置換体となる）を含む 脂肪族置換基。
→ 31.　→ Q18

※単純 ester が加水分解されるとき、芳香族以外は Q19

31. Q30 の、acyclic acetal, -ketal or -ester の何れかか → Q18

32. Q30 の官能基のみ、又は Q31 の誘導体と以下の何れか又は全てを持つか
a. 融合した非芳香族 carboxylic ring
b. 炭素数 5 を超える置換鎖
c. 芳香族環または脂肪族側鎖に polyoxyethylene 鎖
→ II　→ Q22

※単純 ester が加水分解されるとき、芳香族は Q18

＜参照＞

1 RIFM (Research Institute for Fragrance Materials, Inc.)-FEMA (Flavor and Extract Manufacturers' Association) database (website accessed in Sep. 2010).（未公表）

2 3-メチル-2-ブテナールの概要（要請者作成資料）.

3 Nijssen LM, van Ingen-Visscher CA and Donders JJH (ed.), VCF volatile compounds in food, database version 12.2, TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Naturwestenschappelijk Onderzoek), the Netherlands (website accessed in Sep. 2010).（未公表）

4 香料安全性評価法検討会，国際的に汎用されている香料の安全性評価の方法について（最終報告・再訂正版）（平成 15 年 11 月 4 日）.

5 (株)化合物安全性研究所，平成 16 年度食品・添加物等規格基準に関する試験検査等について　国際的に汎用されている添加物（香料）の指定に向けた試験　3-メチル-2-ブテナールのラットにおける 90 日間反復経口投与毒性試験（厚生労働省委託試験）. 2005

6 Aldrich, Certificate of analysis (product name, 3-methyl-2-butenal; product number, W364606; lot number, 27107BB).

7 被験物質 3-メチル-2-ブテナールの確認結果（要請者作成資料）.

8 OECD and UNEP Chemicals (ed.), 3-Methyl-2-butenal, CAS N°:107-86-8 (SIDS initial assessment report for SIAM 17, Arona, Italy, 11–14 November 2003), UNEP Publications.
参考：http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECDSIDS/107868.pdf

9 (財)食品薬品安全センター秦野研究所，平成 16 年度食品・添加物等規格基準に関する試験検査等について　国際的に汎用されている添加物（香料）の指定に向けた試験　3-メチル-2-ブテナールの細菌を用いる復帰突然変異試験（厚生労働省委託試験）. 2005

10 Eder E, Hoffman C, Bastian H, Deininger C and Scheckenbach S: Molecular mechanisms of DNA damage initiated by α,β-unsaturated carbonyl compounds as criteria for genotoxicity and mutagenicity. Environ Health Perspect 1990; 88: 99-106

11 (財)食品農医薬品安全性評価センター，平成 16 年度食品・添加物等規格基準に関する試験検査等について　3-メチル-2-ブテナールのほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験（厚生労働省委託試験）. 2005

12 (財)食品薬品安全センター秦野研究所，平成 17 年度国際的に汎用されている添

加物（香料）の指定に向けた試験に係る試験・研究及び調査　国際的に汎用されている添加物（香料）の指定に向けた試験–3-メチル-2-ブテナールのマウスを用いる小核試験–（厚生労働省委託試験）．2006

13 ジボダンジャパン(株)，品質試験成績書（製品名，3-methyl-2-butenal；ロット番号，8004049179）．

14 Eder E, Scheckenbach S, Deininger C and Hoffman C: The possible role of α,β-unsaturated carbonyl compounds in mutagenesis and carcinogenesis. Toxicol Lett 1993; 67: 87-103

15 Eder E and Hoffman C: Identification and characterization of deoxyguanosine adducts of mutagenic β-alkyl-substituted acrolein congeners. Chem Res Toxicol 1993; 6(4): 486-94

16 Aliphatic branched-chain saturated and unsaturated alcohols, aldehydes, acids, and related esters. In WHO (ed.), Food Additives Series: 52, Safety evaluation of certain food additives and contaminants, prepared by the sixtyfirst meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Rome, 10-19 June 2003, WHO, Geneva, 2004.
参考：http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v52je01.htm

17 Committee on Food Additives Survey Data, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy of Sciences (ed.), 1987 Poundage and technical effects update of substances added to food, Washington, D.C., 1989; pp.5-9, 364.

18 新村嘉也（日本香料工業会），平成 14 年度厚生労働科学研究報告書「食品用香料及び天然添加物の化学的安全性確保に関する研究（日本における食品香料化合物の使用量実態調査）」報告書.

19 3-メチル-2-ブテナールの構造クラス（要請者作成資料）．