

2018年9月4日

厚生労働省 労働基準局  
安全衛生部 化学物質対策課  
化学物質評価室 御中

## 1-ブロモプロパンに関する意見書

労働者が作業環境において暴露される大気中の1-ブロモプロパンの許容濃度（TLV）を0.1 ppmとした米国産業衛生専門家会議（ACGIH）の決断の背景と手続きの不備について大まかにご説明したく思い、このレターを書くに至りました。2011年にACGIHは、1日8時間の労働時間に対する1-ブロモプロパンの時間荷重平均濃度（TLV-TWA）を10 ppmから0.1 ppmに引き下げたことを述べた「意図している変更の通知（NIC）を公開しました（ACGIH 2012）。また、ACGIHは1-ブロモプロパンを「確認された動物発がん性因子であるが、ヒトとの関連は不明（Confirmed Animal Carcinogen with Unknown Relevance to Humans）」に再分類しました（ACGIH 2012, 2013）。ACGIH理事会は、1-ブロモプロパンのNICを採用したことを2014年1月31日発行の年次報告書において示しました。さらにACGIHは、1日8時間の労働時間に対する1-ブロモプロパンのTLV-TWAを0.1 ppmとしました（ACGIH 2014; 米国陸軍公衆衛生局（USAPHC）2014）。

TLVは、以下の試験から得られた結果にもとづいて引き下げられました。

Dose-Dependent Neurologic Abnormalities in Workers Exposed to 1-Bromopropane  
Weihua Li, MD, Eiji Shibata, MD, PhD, Zhijun Zhou, MD, PhD, Sahoko Ichihara, MD, PhD, Hai'an Wang, MD, PhD, Qiangyi Wang, MD, Jiefei Li, MD, Lingyi Zhang, MD, Kenji Wakai, MD, PhD, Yasuhiro Takeuchi, MD, PhD, Xuncheng Ding, MD, and Gaku Ichihara, MD, PhD  
*Occupational and Environmental Medicine*, Volume 52, Number 8, August 2010. 同論文（Li et al., 2010）の試験主任者は、「ACGIHは当報告の内容にもとづいて1-ブロモプロパンのTLVを計算した。」と言及しています。この言及は、「DISPOSITION OF PEER REVIEW COMMENTS FOR TOXICOLOGICAL PROFILE FOR 1-BROMOPROPANE（1-ブロモプロパンの毒性プロファイルに対するピアレビューコメントの傾向）（SRC, Inc. 社（7502 Round Pond Road, North Syracuse, NY 13212 米国）が米国公衆衛生局 有害物質・疾病登録局 業務分担マネージャHenry Abadin氏に提出するため作成した文書）」の5ページで行われました。

ACGIHがTLVを0.1 ppmと規定した際のLi et al.（2010）の試験における特定のデータポイントは、中国人の工場労働者コホートの足指における振動覚の消失で測定した脚と足の推定神経損傷でした。この有害作用は、1-ブロモプロパンの測定値が1.28 ppmのみであったにもかかわらず生じたと著者らは考えています。Albemarle社は、末梢神経障害の最小毒性量（LOAEL）である1.28 ppmを12.8倍の安全因子で除算することにより0.1 ppmのTLVが得られたと推測しています。

Albemarle社は、Li et al. (2010) の試験結果の脱構築プロセスを米国ミネソタ州ロチェスター市のメイヨー・クリニック末梢神経研究室長Peter J. Dyck医師とのミーティングから始めました。Dyck医師によると、Li et al. (2010) の試験で測定に用いられた手動式の音叉は米国では末梢神経障害の研究用ツールとして使用されておらず、この代わりに現在は、CASE IV Systemなどのより正確に定量評価できる自動式の方法が使用されているとのことです。

Dyck医師とのミーティングを受け、Albemarle社はLi et al. (2010) の試験内容をレビューするため、専門のコンサルタントである青森県立中央病院 脳神経内科の馬場正之医療顧問と契約しました。馬場医師がAlbemarle社に提出した報告書によると、臨床評価では通常64ヘルツ (Hz) で振動する音叉が使用されており、Li et al. (2010) の試験で使用された128 Hzで振動する音叉は使用されないとのことでした。馬場医師は、「このような試験には最低でも64 Hzの音叉、あるいは定量評価が可能な振動覚計が用いられるべきであった。128 Hzの音叉を用いて定量評価をするとは無謀であり、例えば聴診器を用いて得たデータを心エコーで得たデータのように扱うくらいナンセンスである。」と述べています。

損傷を受けている末梢神経は、正常で健康な神経と同じ速度で神経インパルスを伝導することができません。遠位潜時 (DL) と称するパラメータは、神経がインパルスを伝導する速度を反映しています。馬場医師は、Li et al. (2010) の試験において健康かつ正常であるはずの対照患者にみられた異常について次のように述べています。「対照群のDLが $6.7 \pm 1.7$  msであったことが表3に記載されているが、この値は非常に病的な延長を示している。健康な対照患者からこのデータが得られたとは信じがたい。」

要約すると、下肢の神経障害を測定する試験に用いるには音叉から得たデータは変動が大きすぎる、ということになります。64 Hzの音叉は、個々の患者評価に用いることはできても、研究の場が求めている正確な測定値を得るには推奨されていません。Li et al. (2010) の試験では128 Hzの音叉を用いて末梢神経障害の主要評価を行っただけでなく、臨床評価も不適切に行われました。音叉による測定の場合、手指により多くの神経終末部があり感覚時間が延長することから、患者の足指から観察者の手指までの振動を測定します。一方Li et al. (2010) の試験では、患者の足指から観察者の足指までを音叉で測定しています。このため、Li et al. (2010) の試験の「対照」の値は、神経損傷を来した患者が呈する範囲内にあります。Li et al. (2010) の試験に用いられたLOAELは1.28 ppmでしたが、この値は末梢神経障害の測定値を正しく反映していません。以上により、1-ブロモプロパンのTLVを新たに設定する際に、Li et al. (2010) の試験結果を考慮すべきではないと考えます。

Albemarle社が米国有害物質・疾病登録局 (ATSDR、米国ジョージア州アトランタ市を拠点とする米国保健省の連邦公衆衛生機関) に宛てたコメントの全容は、以下をご覧ください。

<https://www.regulations.gov/docketBrowser?rpp=25&so=DESC&sb=commentDueDate&po=0&D=ATSDR-2016-0003>; **Comment on FR Doc # N/A**; See attached file(s) **Public Submission Posted: 06/03/2016; ID: ATSDR-2016-0003-0006; Submitter Name: Carr Smith**

Albemarle社の社員および学識経験者は、音叉による測定の欠陥に加え、Li et al. (2010)の試験の問題点について述べたLetter to the Editorを投稿しました。以下の引用情報からご覧いただけます。

C.J.Smith, G.T.Johnson, R.D.Harbison, Y. Zhu, R.V.Lee, M. Banasik, and T. Stedeford (2011). “Dose-dependent neurologic abnormalities in workers exposed to 1-bromopropane” , *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 53, pp.707-708.

### 癌のリスクに関する試験の評価

Li et al. (2010) の他に、1-ブロモプロパンのTLVを10 ppmから0.1 ppmに引き下げることと直接関連した主要な新しい試験が1件実施されています。引用情報は次のとおりです。米国国家毒性プログラム (NTP) . 米国保健福祉省. 2011. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of 1-bromopropane (CAS No. 106-94-5) in F344/N rats and B6C3F1 mice (inhalation studies) (F344/NラットおよびB6C3F1マウスにおける1-ブロモプロパン (CAS番号106-94-5) の毒性試験および発がん性試験に関するNTPテクニカルレポート (吸入試験) ) . 米国国家毒性プログラム テクニカルレポートシリーズ TR-564, 2011.

The National Toxicology Program (NTP) uses a classification scheme for carcinogens that differs from that employed by the International Agency for Research on Cancer (IARC).The NTP and IARC carcinogen classifications are as follows:

- NTP - Known to be human carcinogens
- NTP - Reasonably anticipated to be human carcinogens
- IARC Group 1: Carcinogenic to humans
- IARC Group 2A: Probably carcinogenic to humans
- IARC Group 2B: Possibly carcinogenic to humans
- IARC Group 3: Unclassifiable as to carcinogenicity in humans
- IARC Group 4: Probably not carcinogenic to humans

NTPによる「ヒト発がん性因子であることが知られている (Known to be human carcinogens)」の分類は、IARCグループ1「ヒトに対して発がん性がある (Carcinogenic to humans)」の分類と同等です。NTPのもうひとつの発がん性分類である「合理的にヒト発がん性因子であることが予測される (Reasonably anticipated to be human carcinogens)」の分類は、IARCグループ2A「ヒトに対しておそらく発がん性がある (Probably carcinogenic to humans)」の分類と同等で、IARCグループ2B「ヒトに対する発がんの可能性のある (Possibly carcinogenic to humans)」の分類と一部重なっています。NTPは1-ブロモプロパンを「合理的にヒト発がん性因子であることが予測される (Reasonably anticipated to be human carcinogens)」に分類していますが、IARCはNTPに

よる分類より若干低めのIARCグループ2B「ヒトに対する発がんの可能性がある (Possibly carcinogenic to humans)」に分類しています。

1-ブロモプロパンのIARCグループ2Bの分類「ヒトに対する発がんの可能性がある (Possibly carcinogenic to humans)」のほうが若干高めのNTPの分類「合理的にヒト発がん性因子であることが予測される (Reasonably anticipated to be a human carcinogen)」よりも良好に裏付けられていることを示唆する様々なエビデンスがあります。Albemarle社の研究グループは、げっ歯類の癌に関する2年分のNTPデータベース (594件のバイオアッセイを収録) 全体を統計学および機構的に分析しました。その結果、479種類の化学物質または化合物、ならびに2件の発がん性物質報告書 (Report on Carcinogens, ROC) に記載された3種類の追加の化学物質を含むNTPの最終報告書を作成しました。6編のペーパー・シリーズが出版されています。NTPデータベース全体の分析から、「明確な」レベルのエビデンスまで増加した発がん性の結果のみが、生物学的に説得力のある統計学的相関を示すに足ることが示されました。1-ブロモプロパンに関する腫瘍の検索結果では、雌マウスにおける細気管支肺胞上皮癌 (BAC) および雌ラットにおける小腸腺腫の2件のみが「明確な」エビデンスを示していました。

「マウスのみ」に誘発する肺腫瘍は、ヒトの肺がんとは無関係です。細気管支肺胞上皮癌が (ラットとマウスではなく) マウスのみで誘発された場合、現実世界でヒト (労働者) が暴露する量の1-ブロモプロパンにより肺がんリスクが高まることはないことが、かなり多くの状況証拠により強く示唆されています。

### **Six Albemarle Publications Analyzing the Entire NTP Database**

Smith CJ and Anderson SP. High discordance in development and organ site distribution of tumors in rats and mice in NTP 2-year inhalation studies. *Toxicology Research and Application* 2017; Volume 1: 1-22.

Smith CJ and Perfetti TA. Tumor Site Concordance and Genetic Toxicology Test Correlations in NTP Two-Year Feed Studies. *Toxicology Research and Application*, Volume 1: 1-12. DOI: 10.1177/2397847317739942

Smith CJ and Perfetti TA (January 9, 2018). Tumor Site Concordance and Genetic Toxicology Test Correlations in NTP Two-Year Gavage, Drinking Water, Dermal, and Intraperitoneal Injection Studies. *Toxicology Research and Application*. <https://doi.org/10.1177/2397847317751147>

Smith CJ, Perfetti TA, Ko GM, Garg R. Ames mutagenicity, structural alerts of carcinogenicity, Hansch molecular parameters (ClogP, CMR, MgVol), tumor site concordance/multiplicity, and tumorigenicity rank in 2-year NTP studies. *Toxicology Research and Application* 2018; 2: 1-14. DOI: 10.1177/2397847318759327

Smith CJ and Perfetti TA. Comparison of carcinogenicity predictions by the Oncologic expert system with NTP 2-year rodent study tumorigenicity results. *Toxicology Research and Application*. Volume 2: 1-11. DOI: 10.1177/2397847318771128

Smith CJ and Perfetti TA. The ‘False Positive’ Problem in the NTP 2-Year Rodent Cancer Study Database. *Toxicology Research and Application*. Volume 2: 1-13. DOI: 10.1177/2397847318772839

労働者は皮膚または汚染した食品の摂取により暴露することがありますが、蒸気脱脂作業中の主な投与経路は吸入です。Albemarle社は、ラットおよびマウスの肺腫瘍とヒトにおける肺がんとの関連性の理解を深めるため、NTPが実施したすべての吸入試験の統計学的分析を行いました。NTPによる吸入試験の分析結果は以下の引用情報からご覧いただけます。

Smith CJ and Anderson SP. High discordance in development and organ site distribution of tumors in rats and mice in NTP 2-year inhalation studies. *Toxicology Research and Application* 2017; Volume 1: 1-22.

吸入試験の分析結果をより深く理解していただくために言及しますが、系統樹上ではラットおよびマウスはヒトよりもラットまたはマウスに近い存在です。ヒトおよびげっ歯類が共通の祖先から分離したのは8000万年前で、ラットとマウスの分岐は1200万年から2400万年前に起こりました (Gibbs et al. 2004)。哺乳動物種間の系統発生的距離が増大するほど標的組織に微細解剖学および生化学的影響を及ぼす遺伝子、腫瘍感受性、腫瘍抑制、アポトーシス、DNAの修復、免疫監視機構および代謝が異なってきます。また、代謝率の違いは細胞増殖に影響します。系統樹では、ラットとマウスはいずれのげっ歯類種よりもヒトに近いといえます。2年間のバイオアッセイではラットとマウス間に大きな不一致が見られましたが、この結果はげっ歯類から得られた結果をヒトの発がんリスクに外挿した際に信頼性の質を低下させます。

Gibbs RA, Weinstock GM, Metzker ML, et al. Genome sequence of the Brown Norway rat yields insights into mammalian evolution, *Nature* 428(6982) (2004) 493-521.

NTPは、2年間にわたってラットおよびマウスを用いた58種類の化合物の吸入試験を行いました。検討された58種類中11種類 (19%) の化合物はAmes試験陰性で、マウスの肺腫瘍のみが観察されました。

マウスを用いて検討した58種類の化合物はいずれも、肺以外の腫瘍を誘発しませんでした。また、同化合物群はラットにおいて肺以外の腫瘍を誘発することはありませんでした。これに比して、ラットで検討した58種類中16種類の化合物は肺以外の腫瘍を誘発しましたが、同化合物による肺以外の腫瘍はマウスにおいて見られませんでした。

吸入した化学物質に関し、マウスはラットより肺腫瘍を発現する可能性が大幅に高く、ラットはマウスより肺以外に腫瘍を発現する可能性が高いことが明らかとなりました。吸入による化学物質への暴露は同じでしたが、マウスにおける肺腫瘍の発現リスクは、

ラットにおける肺腫瘍発現の予測因子としては不良であることがわかりました。マウスの肺の微細解剖学的所見は、肺腫瘍の発現に見られたマウスとラット間の大きな不一致、ならびにこの延長線上にあるマウスの肺腫瘍をもとにヒトの肺がんリスクを検討するという不良なモデルについて説明しています。マウスにおける肺腫瘍は細気管支肺胞上皮癌で、通常は肺の末梢部分に発現します。細気管支肺胞上皮癌の前駆細胞はType 2およびクララ細胞です。ラットおよびヒトの気道の被膜組織には、マウスによく発現する細気管支肺胞上皮癌に変化する前駆細胞がはるかに少ない量で含まれています。

吸入暴露によりラットとマウスの両方に肺腫瘍が形成される際の懸念レベルは、マウスのみには肺腫瘍が形成される際よりも著しく高まります。

1-ブロモプロパンに特定して言及しますと、肺腫瘍はマウスのみ、しかも雌のマウスのみ形成されていました。臨床上見当違いな雌マウスの肺腫瘍は、雌ラットの小腸腺癌をNTPによる1-ブロモプロパン試験が目的としたエンドポイントとみなしています。

1-ブロモプロパンによる腫瘍形成の潜在性を左右する作用機序 (MOA) はいくつか考えられます。まず、1-ブロモプロパンには発がん性の構造アラートが含まれています。この構造アラートは、DNAの求核部位と求核置換反応を介して相互作用する求電子性臭素原子です。グアニン残基のN7位はDNAベースで最も求核性を示す部位であり、小分子で自由拡散性のほぼすべてのアルキル化剤が好んで反応する部位です。

[An Overview of Chemical Processes That Damage Cellular DNA ... \(細胞DNAを損傷する化学プロセスの概要\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2806061/)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2806061/>

次に、発がん性の単一構造アラートを有する1-ブロモプロパンに変異原性はあるか否かということですが、1-ブロモプロパンのNTPエキスパートパネルは、イーストマン・コダック社が実施したBarber et al. (1981) の非GLP試験の結果にもとづいて潜在的な変異原性を判断しています。

Barber et al. (1981) は、S9の代謝活性化なしで、つまり1-ブロモプロパンを直接作用変異原物質として行った変異原性試験 (Ames試験) の結果を報告していますが、NTPデータベース全体を分析したAlbemarle社の主な結論は次のとおりです。「GLPの条件下に関連のあるOECDプロトコルを用いて最近実施されたAmes試験は、非GLP条件下でより昔の標準化していないプロトコルを用いて行われた過去のAmes試験データよりも優先されるべきである。」

Smith CJ and Perfetti TA. The 'False Positive' Problem in the NTP 2-Year Rodent Cancer Study Database. (NTPの2年分のげっ歯類を対象とした癌研究データベースの「偽陽性」問題について) *Toxicology Research and Application*. Volume 2: 1-13. DOI: 10.1177/2397847318772839

より以前にイーストマン・コダック社が非GLPの手法から得た結果とは対照的に、Albemarle社はBioReliance Corporation社と契約し、1-ブロモプロパンの揮発性のため閉

鎖型システムを用い、代謝活性化存在下および非存在下で2件のAmes試験を実施しました。その結果、変異原性が増大しなかったことを報告するに至りました。

### Summary of BioReliance Ames Test Results on 1-Bromopropane Conducted Under Contract to Albemarle

1-Bromopropane (N-propyl bromide) is Not Mutagenic in an Ames Assay Using Closed Test Conditions and is Clastogenic in an *in vitro* Chromosome Aberration Assay

Carr J. Smith\*, Valentine O. Wagner, III\*\*\*,  
Shambhu Roy\*\*\*, Philip Atkins\*\*\*, Joseph H. Miller\*\*, Steven P. Anderson\*, Indu Kheterpal\*\*

\* Health, Safety & Environment, Albemarle Corporation, Baton Rouge, LA

\*\* Process Development Center, Albemarle Corporation, Baton Rouge, LA

\*\*\* BioReliance Corporation, Rockville, MD

Poster Presented

European Environmental Mutagenesis and Genomics Society, August 2016

Abstract 04, Ames Salmonella Mutagenicity Assay of Volatile 1-Bromopropane in a Closed System

Carr Smith, Steve Anderson, Indu Kheterpal, Joseph Miller, Sylvia Jacobi

#### 抄録

1-ブロモプロパン (1-BP) (CASRN 106-94-5) は重要な工業化学物質である。米国国家毒性プログラム (NTP) では、1-BPを「ヒト発がん性であることが合理的に予想される (Reasonably anticipated to be a human carcinogen)」に分類している。NTPによると、1-BPはサルモネラ菌TA100およびTA1535株に対する直接作用変異原物質である。この試験では、サルモネラ菌TA98、TA100、TA1535、およびTA1537株ならびに大腸菌WP2 *uvrA*株を用いて代謝活性化存在下および非存在下の両方における1-ブロモプロパンの変異原性を検証するため、閉鎖型プレインキュベーションシステムを使用した。細菌細胞が意図されたように1-BPに暴露するようアッセイチューブの化学分析が行われた。細菌に対して1-BPに毒性があることがプレートにつき3000または5000 µgで示され始めたが、検討したいずれの菌株でも、アロクロール誘発ラット肝S9の存在とは関係なく、変異原性の陽性反応は見られなかった。一方、これと似た閉鎖型アッセイの条件下で、ヒト末梢血リンパ球 (HPBL) を用いて*in vitro* 染色体異常アッセイを行ったところ、1-BPによる染色体異常誘発が見られた。哺乳動物における*in vitro*染色体異常試験は、OECD毒性試験ガイドライン473に従って標準的手法で実施された。げっ歯類で報告された1-BPの腫瘍原生の作用機序は、現時点では不明である。

キーワード : 1-bromopropane (1-ブロモプロパン) 、 Ames test (Ames試験) 、 Chromosome Aberration (染色体異常) 、 Analytical verification (分析的検証)  
1-ブロモプロパンのAmes試験の特筆事項

検体の揮発性のためチューブに蓋があてがわれた  
容量はプロトコルに従って細菌の細胞毒性が得られるまで増量させ、その後減量させた  
試験はS9の代謝活性化存在下および非存在下で行われた  
代謝活性化存在下および非存在下の両方において、サルモネラ菌TA98、TA100、  
TA1535、およびTA1537株ならびに大腸菌WP2 *uvrA*株で変異原性陰性を示した

Ames試験の最終報告書および*In Vitro*染色体異常試験のGLP報告書

<https://www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OPPT-2015-0084-0021>

このリンクから、1-ブロモプロパンのリスクアセスメント案に関してAlbemarle社が米国環境保護庁に発したパブリック・コメントを閲覧することができます。

BioReliance社によるAmes試験の最終報告書は添付資料III、BioReliance社によるAnalytical Protocolの最終報告書は添付資料IV、BioReliance社による*in vitro*染色体異常試験の最終報告書は添付資料Vをご覧ください。

2部複写

### この他に最近実施されたGLP準拠の1-ブロモプロパン変異原性試験

最近実施された2件のGLP試験では、変異原性陰性でした。Israel Chemicals Ltd.社（ICL社）は契約後、Big Blue® Transgenic Rodent Mutation（TGR）試験を用いて1-ブロモプロパンの変異原性を検討しました。ICL社は、NTPの2年間の吸入試験で用いられた容量と同一の容量を使用しました。結果は陰性で、変異原性は認められませんでした。同様に、EnviroTech International社（ETI社）も契約後に、Big Blue® Transgenic Rodent Mutation（TGR）試験を用いて1-ブロモプロパンの変異原性を検討しました。こちらも結果は陰性で、変異原性は認められませんでした。ETI社はこの試験の最終報告書を米国環境保護庁に提出しました。

### 1-ブロモプロパンの毒性に関する概要

1-ブロモプロパンは、より高い不明の容量においてヒトに神経毒性を示します。しかしLi et al. (2010) が行った試験で設定された1.28 ppmのLOAELは、末梢神経障害を128 Hzの音叉で測定するという不適切な試みに起因する実験的なアーチファクトでした。このため、ACGIHがこの試験結果をもとに設定した0.1 ppmのTLVは不正確です。1-ブロモプロパンには「発がん性の構造アラート」が含まれています。この構造アラートは、DNAの求核部位と求核置換反応を介して相互作用する求電子性臭素原子です。1-ブロモプロパンは変異原でないことがエビデンスにより示唆されていますが、1-ブロモプロパンは染色体異常誘発性があり、*in vitro*染色体異常試験は陽性でした。ラットおよびマウスにおける2年間の吸入試験では、雌マウスのみにおける細気管支肺胞上皮癌と雌ラットのみにおける小腸腺腫の2種類の腫瘍が明らかに誘発されました。エビデンスの重みは、雌マウスに生じた肺腫瘍が1-ブロモプロパンに現実レベルで暴露するヒト（労働者）の発がんリスクに関連していないことを強く示唆しています。雌ラットに500 ppmの容量で誘発された小腸腺癌については、リスクアセスメントを実施すべきであると考えます。



## 結論

ACGIHによる1-ブロモプロパンのTLVである0.1 ppmは、他の曝露限界を設定する際に考慮されるべきではありません。1-ブロモプロパンを直接作用変異原物質とする不適切な分類は、NTPが行った2年間の試験で得られた腫瘍陽性の結果の解釈に不当な影響を与えました。

500 ppmの容量において雌ラットに発現した小腸腺癌は、DNAの求核部位との求電子反応に関連したDNA相互作用機序、あるいは細胞毒性が誘発する細胞修復プロセスに起因するバックグラウンドで起こる突然変異率を増幅する細胞増殖の増大に一致しています。1-ブロモプロパンの変異原性は、作用機序にかかわらず中程度と考えられます。

Albemarle社はピアレビューされた学術雑誌への投稿を検討しており、1-ブロモプロパンの毒性分析を継続する予定です。Albemarle社は、1-ブロモプロパンの「最適な科学」による毒性評価をサポートするために今後も分析結果を提供し続ける機会を与えていただき、心より感謝しております。

ブロモカーボン協議会（日本）

