

T-G604

最 終 報 告 書

1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)- :
チャイニーズ・ハムスター培養細胞を用いる *in vitro* 染色体異常試験

試験番号 T-G604

試験期間

2022 年 1 月 13 日-2022 年 3 月 23 日

試験施設

株式会社ボゾリサーチセンター 東京研究所
〒156-0042 東京都世田谷区羽根木 1-3-11

試験委託者

厚生労働省

〒100-8916 東京都千代田区霞が関 1-2-2

試験受託者

株式会社ボゾリサーチセンター

〒151-0065 東京都渋谷区大山町 36-7

T-G604

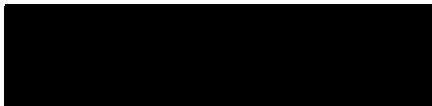
1. GLP 陳述書

試験番号 : T-G604

試験表題 : 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)- : チャイニーズ・ハムスター培養細胞を用いる *in vitro* 染色体異常試験

本試験は以下の GLP 基準を遵守して実施したものです。

- 「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準」
(平成 23 年 3 月 31 日、薬食発 0331 第 8 号、平成 23・03・29 製局第 6 号、環境
企発第 110331010 号)

 2022 年 3 月 23 日

試験責任者
株式会社ボゾリサーチセンター 東京研究所

2. 目次

1.	GLP 陳述書	2
2.	目次	3
3.	試験実施概要	6
3.1	試験番号	6
3.2	試験表題	6
3.3	試験目的	6
3.4	規制に関する情報	6
3.4.1	GLP	6
3.4.2	毒性試験ガイドライン	6
3.5	試験委託者	6
3.6	試験受託者	6
3.7	試験施設	7
3.8	試験責任者	7
3.9	試験担当者	7
3.10	試験日程	7
3.11	予見することができなかった試験の信頼性に影響を及ぼす疑いのあ る事態及び試験計画書に従わなかったこと	7
3.12	資料保存	7
3.13	試験責任者の署名	8
4.	要約	9
5.	緒言	10
6.	試験材料	10
6.1	被験物質及び陰性対照物質（溶媒）	10
6.1.1	被験物質	10
6.1.2	陰性対照物質（溶媒）	11
6.2	被験液の調製	11
6.2.1	細胞増殖抑制試験	11
6.2.1.1	調製方法	11
6.2.1.2	調製頻度	11
6.2.2	染色体異常試験	11
6.2.2.1	調製方法	11
6.2.2.2	調製頻度	12
6.3	陽性対照物質	12
6.3.1	陽性対照物質 1	12
6.3.2	陽性対照物質 2	12
6.4	試験系及びその選択理由	13

6.4.1	細胞株.....	13
6.5	試薬	13
6.5.1	S9 mix	13
6.5.2	培養液.....	14
7.	試験方法	15
7.1	容器及びスライド標本の識別法	15
7.2	用量の設定	15
7.2.1	細胞増殖抑制試験	15
7.2.2	染色体異常試験	15
7.3	培養容器数及び培養条件	16
7.4	処理方法.....	16
7.4.1	細胞増殖抑制試験	16
7.4.2	染色体異常試験	17
7.5	細胞毒性に関連するデータの表示	18
7.6	染色体標本の観察	18
7.6.1	観察手順	18
7.6.2	染色体異常の分類.....	19
7.7	統計解析.....	19
7.8	試験成立基準.....	20
7.9	結果の判定基準.....	20
7.10	確認試験.....	20
8.	試験結果	20
8.1	細胞増殖抑制試験	20
8.2	染色体異常試験.....	21
8.3	試験の成立	21
9.	考察.....	21
10.	結論.....	22

添付資料

Attachment 1	試験成績書（安定性）	23
Attachment 2	Historical Data of the Chromosomal Aberration Tests in CHL/IU Cells	26

表

Table 1	Results of the chromosomal aberration test [Short-term treatment: -S9 mix]	27
Table 2	Results of the chromosomal aberration test [Short-term treatment: +S9 mix]	28

付表

Appendix 1	Results of the cell-growth inhibition test [Short-term treatment: -S9 mix].....	29
Appendix 2	Results of the cell-growth inhibition test [Short-term treatment: +S9 mix].....	30
Appendix 3	Results of the cell-growth inhibition test [Continuous treatment: 24h].....	31
Appendix 4	Results of the chromosomal aberration test [Short-term treatment: -S9 mix].....	32
Appendix 5	Results of the chromosomal aberration test [Short-term treatment: +S9 mix].....	33
Appendix 6	Results of the chromosomal aberration test [Continuous treatment: 24h].....	34
Appendix 7	Population doubling in the cell-growth inhibition test.....	35
Appendix 8	Population doubling in the chromosomal aberration test ..	36
信頼性保証書		37

T-G604

3. 試験実施概要

3.1 試験番号

T-G604

3.2 試験表題

1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)- : チャイニーズ・ハムスター培養細胞を用いる *in vitro* 染色体異常試験

3.3 試験目的

チャイニーズ・ハムスター肺線維芽細胞の培養細胞（CHL/IU）を用いて、1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-の染色体異常誘発能を検討した。

3.4 規制に関する情報

3.4.1 GLP

- 「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準」
（平成 23 年 3 月 31 日、薬食発 0331 第 8 号、平成 23・03・29 製局第 6 号、環保企発第 110331010 号）

3.4.2 毒性試験ガイドライン

- 「新規化学物質等に係る試験の方法について」
（平成 23 年 3 月 31 日付け薬食発 0331 第 7 号厚生労働省医薬食品局長、平成 23・03・29 製局第 5 号経済産業省製造産業局長、環保企発第 110331009 号環境省総合環境政策局長連名通知）（最終改正：平成 30 年 3 月 29 日）
- 「OECD Guidelines for Testing of Chemicals 473: *In Vitro* Mammalian Chromosomal Aberration Test」
（2016 年 7 月 29 日）

3.5 試験委託者

厚生労働省

医薬・生活衛生局 医薬品審査管理課 化学物質安全対策室
〒100-8916 東京都千代田区霞が関 1-2-2

3.6 試験受託者

株式会社ボゾリサーチセンター

〒151-0065 東京都渋谷区大山町 36-7

T-G604

3.7 試験施設

株式会社ボゾリサーチセンター 東京研究所
〒156-0042 東京都世田谷区羽根木 1-3-11

3.8 試験責任者

株式会社ボゾリサーチセンター 東京研究所

3.9 試験担当者

被験物質管理責任者 :
試験担当者 :

3.10 試験日程

試験開始日 : 2022 年 1 月 13 日
被験物質受領日 : 2021 年 12 月 7 日
細胞増殖抑制試験
実験開始日 : 2022 年 1 月 14 日
実験終了日 : 2022 年 1 月 18 日
染色体異常試験
実験開始日 : 2022 年 1 月 28 日
実験終了日 : 2022 年 2 月 9 日
試験終了日 : 2022 年 3 月 23 日

3.11 予見することができなかった試験の信頼性に影響を及ぼす疑いのある事態及び試験計画書に従わなかったこと

本試験に関し、予見することができなかった試験の信頼性に影響を及ぼす疑いのある事態及び試験計画書に従わなかったことはなかった。

3.12 資料保存

試験計画書原本（試験計画書変更書含む）、記録文書、生データ、被験物質保存試料、報告書類（最終報告書の原本を含む）及び染色体標本は株式会社ボゾリサーチセンター 御殿場研究所の資料保存施設に保存する。なお、その期間は試験終了後 5 年間とする。期間終了後の取り扱いについては、厚生労働省 医薬・生活衛生局 医薬品審査管理課 化学物質安全対策室と株式会社ボゾリサーチセンター間で協議し、その処置を決定する。

T-G604

3.13 試験責任者の署名



2022 年 3 月 23 日

試験責任者

株式会社ボゾリサーチセンター 東京研究所

4. 要約

1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-の染色体異常誘発能を検討するため、チャイニーズ・ハムスター肺由来線維芽細胞（CHL/IU）を用いた染色体異常試験を実施した。

染色体異常試験の用量を設定するため、2000 µg/mL を最高用量とし、以下公比 2 で除した計 8 用量を設定し、細胞増殖抑制試験を行った。その結果、細胞増殖抑制率は、短時間処理法の代謝活性化では 250 µg/mL 以上の用量で、連続処理法では 500 µg/mL 以上の用量で 50%以上を示し、短時間処理法の非代謝活性化では、すべての用量で 50%未満であった。50%細胞増殖抑制濃度（IC₅₀）は、短時間処理法の代謝活性化で 150 µg/mL、連続処理法で 343 µg/mL であった。なお、いずれの処理法でも、62.5 µg/mL 以上の用量で沈殿が認められたが、短時間処理法では処理 6 時間後の培地交換により、ある程度除去できると判断し、連続処理法では影響を与えられる高用量は染色体異常試験では設定していないため、標本観察への影響は、無いものと判断した。以上の結果より、染色体異常試験の用量は、短時間処理法の非代謝活性化では 2000 µg/mL を最高用量とし、以下公比 2 で除した計 4 用量を、短時間処理法の代謝活性化では 300 µg/mL を最高用量とし、以下等差 50 µg/mL で減じた 6 用量を、連続処理法では 400 µg/mL を最高用量とし、以下等差 50 µg/mL で減じた 6 用量を設定した。

被験物質処理群は、短時間処理法の非代謝活性化では全ての用量を、短時間処理法の代謝活性化では細胞増殖抑制率が $55 \pm 5\%$ を示した用量を最高用量とし、200、150、100 及び 50.0 µg/mL の用量を観察した。その結果、短時間処理法の代謝活性化において染色体構造異常（TA）の出現頻度が陰性対照群と比較して統計学的に有意な増加を示し（Fisher の直接確率計算法、 $p < 0.05$ ）、その出現率は陰性対照群の施設内背景データの 95%管理上限を超え、傾向検定においても有意な用量依存性が認められた（Cochran Armitage の傾向検定、 $p < 0.05$ ）。一方で数的異常（倍数性細胞及び核内倍加細胞）の出現頻度はいずれの処理法においても陰性対照群との比較で有意差はみられなかった。

なお、すべての処理法で、試験成立の基準を満たしたため、試験は適切に実施されたと考えられた。

以上の結果から、1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-は本試験条件下において、染色体構造異常を誘発する（陽性）が染色体数的異常は誘発しない（陰性）と結論した。

T-G604

5. 緒言

1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)- のほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験を実施したので、その成績を報告する。

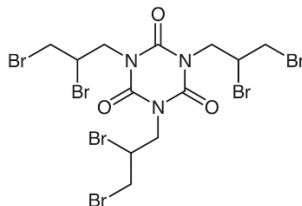
6. 試験材料

6.1 被験物質及び陰性対照物質（溶媒）

6.1.1 被験物質

以下の情報は非 GLP で実施された分析結果に基づく。

製造者	:	
名称	:	1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-
別名	:	Tris(2,3-dibromopropyl) Isocyanurate
CAS 番号	:	52434-90-9
官報公示整理番号	:	(5)-1049（化審法）
構造式又は示性式	:	



分子式	:	$C_{12}H_{15}Br_6N_3O_3$
分子量	:	728.69
外観	:	白色粉末
融点	:	110°C
溶解性	:	溶解性検討の結果、水に 20 mg/mL で不溶、DMSO に 200 mg/mL で溶解することを確認した。
ロット番号	:	
入手量	:	25 g（T-3603 と共用）
純度	:	99.8%
保存条件	:	冷暗所、密栓
保存方法	:	気密容器に入れ、冷蔵庫内（許容範囲：1°C~10°C、保存温度は許容範囲内であった）に保存
取扱い上の注意	:	作業場の換気を十分に行い、マスク、保護眼鏡、保護手袋等の適切な保護具を着用し、直接の接触を防ぐ。取り扱い後は、手、顔等を良く洗い、うがいをする。
保存場所	:	被験物質保存室
安定性確認	:	当試験に使用した被験物質の安定性は、同ロット品につ

	いて別途実施された安定性試験(赤外吸収スペクトル法)結果から確認した(試験番号 A-3348、Attachment 1)。
保存試料	: 被験物質約 1 g を保存試料として保存した。保存試料は T-3603 と共通とする。
残余品の処理	: 使用後の残余は全て廃棄した。

6.1.2 陰性対照物質 (溶媒)

名称	: Dimethyl Sulfoxide (略称 : DMSO)
CAS 番号	: 67-68-5
規格	: 試薬特級
メーカー	: 富士フイルム和光純薬株式会社
ロット番号	: DLG1026
保存条件	: 室温
保存場所	: 培養細胞試験室
媒体の選択理由	: 被験物質の溶解性が良好であり、発泡、発熱、吸熱は認められなかった。 <i>in vitro</i> の遺伝毒性試験に広く用いられており、背景データが豊富であることから選択した。

6.2 被験液の調製

調製操作は、紫外線吸収膜付蛍光灯下で実施した。

6.2.1 細胞増殖抑制試験

6.2.1.1 調製方法

2 mL のメスフラスコに被験物質 0.4000 g を秤量し、適量の溶媒を加えて溶解させたのち更に溶媒を加えて 2 mL とし、最高用量群液 (調製濃度 : 200 mg/mL) を調製した。これを、溶媒で段階的に希釈 (公比 2) して、100、50.0、25.0、12.5、6.25、3.13 及び 1.56 mg/mL 液とし、計 8 濃度を調製した。この時の用量 (細胞暴露濃度) については第 7.2.1 項参照。

6.2.1.2 調製頻度

用時に調製し、調製後 1 時間以内にした。

6.2.2 染色体異常試験

6.2.2.1 調製方法

5 mL のメスフラスコに被験物質 1.0000 g を秤量し、適量の溶媒を加えて溶解させたのち更に溶媒を加えて 5 mL とし、最高用量群液 (調製濃度 : 200 mg/mL) を調製した。これを、溶媒で直接希釈して、100、50.0、40.0、35.0、30.0、25.0、20.0、15.0、10.0 及び 5.00 mg/mL 液とし、計 11 濃度を調製した。このうち、短時間処理法の非代

謝活性化では 200、100、50.0 及び 25.0 mg/mL の 4 濃度、短時間処理法の代謝活性化では 30.0、25.0、20.0、15.0、10.0 及び 5.00 mg/mL の 6 濃度、連続処理法では 40.0、35.0、30.0、25.0、20.0 及び 15.0 mg/mL の 6 濃度を使用した。この時の用量（細胞暴露濃度）については第 7.2.2 項参照。

6.2.2.2 調製頻度

用時に調製し、調製後 1 時間以内にした。

6.3 陽性対照物質

以下の 2 つの化合物を用いた。これらの陽性対照物質はガイドライン(OECD TG473)で推奨され、*in vitro* 染色体異常試験に広く使用されており、また、背景データが豊富であることから選択した。

6.3.1 陽性対照物質 1

1) マイトマイシン（代謝活性化無し）

名称	: Mitomycin C（略称：MMC）
CAS 番号	: 50-07-7
メーカー	: 富士フイルム和光純薬株式会社
ロット番号	: LEQ1937
保存条件	: 冷所
保存場所	: 培養細胞試験室

2) MMC 溶液の調製

用時に調製した。

MMC 1.0 mg を遠沈管に秤取し、これに生理食塩液（日本薬局方、株式会社大塚製薬工場、ロット番号 K1C94）2 mL を加えて溶解し、0.5 mg/mL 溶液とした。この液を生理食塩液で更に 200 倍希釈して 2.5 µg/mL 溶液とした。

3) MMC の用量

短時間処理法（代謝活性化無し）で 0.075 µg/mL、連続処理法で 0.050 µg/mL とした。

6.3.2 陽性対照物質 2

1) シクロフォスファミド（代謝活性化有り）

名称	: Cyclophosphamide monohydrate（略称：CP）
CAS 番号	: 6055-19-2
規格	: 生化学用（97%以上）
メーカー	: 富士フイルム和光純薬株式会社
ロット番号	: SKE6784
保存条件	: 冷蔵、遮光

T-G604

保存場所 : 培養細胞試験室

2) CP 溶液の調製

用時調製した。

CP 14.0 mg を秤取した。これに生理食塩液（日本薬局方、株式会社大塚製薬工場、ロット番号 K1C94）を 20 mL 加えて溶解し、0.70 mg/mL 溶液を調製した。

3) CP の用量

短時間処理法（代謝活性化系）で 14 µg/mL とした。

6.4 試験系及びその選択理由

当試験で使用する細胞株はガイドライン（OECD TG473）で推奨されている細胞の一つであり、*in vitro* 染色体異常試験に広く使用されており、背景データが豊富であることから選択した。

6.4.1 細胞株

細胞名 : チャイニーズ・ハムスター肺由来の線維芽細胞 (CHL/IU)

供給源 :

入手日 : 2014 年 4 月 2 日

特性検査 : 細胞の形態が正常（シャーレ底面に接着し紡錘状の形態を有する）、細胞倍加時間 15~20 時間以内（実測値；17.3 時間）、染色体数が 25 本の細胞が 70%以上、染色体異常発生率が 5%未満であり、マイコプラズマの汚染がないことが確認されたものを用いた。

供試時の継代数 : 使用時の細胞継代数は細胞増殖抑制試験で 9 継代、染色体異常試験で 13 継代であった（許容範囲：3~30 継代）。

6.5 試薬

6.5.1 S9 mix

1) S9

名称 : S-9

メーカー : オリエンタル酵母工業株式会社

内容量 : 2 mL/バイアル

ロット番号 : 21090306、21101508

由来 : SD 系雄ラット、肝臓

誘導物質 : フェノバルビタール(PB)及び 5,6-ベンゾフラボン(BF)

誘導物質の処理 : PB : 4 日間腹腔内投与（30、60、60 及び 60 mg/kg）
BF : PB 投与 3 日目に単回腹腔内投与（80 mg/kg）

製造日 : 2021 年 9 月 3 日（ロット番号；21090306）

T-G604

- | | |
|------|--|
| 使用期限 | : 2021 年 10 月 15 日 (ロット番号 ; 21101508)
: 2022 年 3 月 2 日 (ロット番号 ; 21090306)
: 2022 年 4 月 14 日 (ロット番号 ; 21101508) |
| 週齢・性 | : 7 週齢・雄 |
| 平均体重 | : 215.8 ± 7.2 g (ロット番号 ; 21090306)
: 224.7 ± 10.6 g (ロット番号 ; 21101508) |
| 保存条件 | : 冷凍 (-70°C 以下) |
| 保存場所 | : 培養細胞試験室 |
- 2) コファクター
- | | |
|-------|--|
| 名称 | : Cofactor C |
| メーカー | : オリエンタル酵母工業株式会社 |
| 内容量 | : 4.7 mL/バイアル |
| ロット番号 | : C21090106、C21101308 |
| 使用期限 | : 2022 年 2 月 28 日 (ロット番号 ; C21090106)
: 2022 年 4 月 12 日 (ロット番号 ; C21101308) |
| 保存条件 | : 冷凍 (-70°C 以下) |
| 保存場所 | : 培養細胞試験室 |
- 3) S9 mix の調製方法
- 用時調製した。S9 とコファクターを 2 : 4.7 の割合 (各 1 バイアル) で無菌的に混合して S9 mix を調製した。S9 mix の組成 (1 mL 中) を以下に示す。
- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| 水 | : 0.7 mL |
| S9 | : 0.3 mL |
| MgCl ₂ | : 5 μmol |
| KCl | : 33 μmol |
| グルコース-6-リン酸 | : 5 μmol |
| 酸化型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチドリン酸 (NADP) | : 4 μmol |
| HEPES 緩衝液 (pH7.2) | : 4 μmol |

6.5.2 培養液

Minimum Essential Medium (MEM) に非働化した牛血清 (bovine serum、BS) を最終濃度が 10v/v% となるように添加した培養液 (10%BS-MEM) を調製した。調製後の培養液は冷蔵保存し、1 箇月以内に使用した。

- 1) 牛血清
- | | |
|-------|----------------------------------|
| メーカー | : Thermo Fisher Scientific Inc. |
| ロット番号 | : 2261346、2402160 |
| 保存条件 | : 冷凍 (-20°C 以下) |

T-G604

保存場所 : 培養細胞試験室

2) Minimum Essential Medium (MEM)

メーカー : ナカライテスク株式会社

ロット番号 : L1K6990

保存条件 : 冷蔵

保存場所 : 標本作製室

7. 試験方法

各処理法の概略を以下に示す。

短時間処理法 (代謝活性化無し)

: S9 mix 非存在下で被験物質/対照物質 6 時間処理、その後 10%BS-MEM 培養液で 18 時間培養 (回復培養)

短時間処理法 (代謝活性化有り)

: S9 mix 存在下で被験物質/対照物質 6 時間処理、その後 10%BS-MEM 培養液で 18 時間培養 (回復培養)

連続処理法 (代謝活性化無し)

: S9 mix 非存在下で被験物質/対照物質 24 時間処理

7.1 容器及びスライド標本の識別法

容器は試験番号、試験群・処理法及び用量を示す記号・数字で識別した。染色体観察用のスライドは盲検法による観察のため、試験番号及び各容器に対応したコード番号を記したラベルで識別した。

7.2 用量の設定

7.2.1 細胞増殖抑制試験

各処理法における用量を設定する目的で、細胞毒性/細胞増殖抑制及び被験液添加による培養液性状の変化 (沈殿物の有無を含む) を検討した。細胞毒性/細胞増殖抑制の強さは細胞集団倍加数 (Population Doubling : PD) 及び相対細胞集団倍加数 (Relative Population Doubling : RPD) から算出する細胞増殖抑制率により推定した (詳細は第 7.4.1 項参照)。

最高用量は、ガイドライン「新規化学物質等に係る試験の方法について」に基づいて 2000 µg/mL とした。以下、公比 2 で除して 1000、500、250、125、62.5、31.3 及び 15.6 µg/mL を設け、計 8 用量を各処理群に設定した。

被験物質処理群に加え、各処理法に陰性対照群を設けた。

7.2.2 染色体異常試験

細胞増殖抑制試験における細胞増殖抑制率 ($100 - \text{RPD}$) は、短時間処理法の代謝活性化では 250 µg/mL 以上の用量で、連続処理法では 500 µg/mL 以上の用量で 50%

以上を示し、短時間処理法の非代謝活性化では、すべての用量で 50%未満であった。50%細胞増殖抑制濃度は、短時間処理法の代謝活性化で 150 µg/mL、連続処理法で 343 µg/mL と算出された。なお、いずれの処理法でも、62.5 µg/mL 以上の用量で沈殿が認められたが、短時間処理法では処理 6 時間後の培地交換により、ある程度除去できると判断し、連続処理法では影響を与えられると思われる高用量は染色体異常試験では設定していないため、標本観察への影響は、無いものと判断した。以上の結果より、染色体異常試験の用量を下表の通り設定した。

また、被験物質処理群に加えて各処理法に陰性対照群及び陽性対照群を設けた。

処理法	適用濃度 (µg/mL)
短時間処理法 非代謝活性化	2000、1000、500、250
短時間処理法 代謝活性化	300、250、200、150、100、50.0
連続処理法	400、350、300、250、200、150

7.3 培養容器数及び培養条件

1) 培養容器数

培養にはプラスチック製のプレート（シャーレ）を用いた。

細胞増殖抑制試験では各群 1 系列 (single culture: 培養終了時の細胞濃度測定用)、染色体異常試験では各群 3 系列 (triplicate culture: 2 系列を染色体標本作製用、1 系列を培養終了時の細胞濃度測定用) とした。

また、細胞増殖抑制試験及び染色体異常試験とも、別に 1 枚のプレートを処理開始時の細胞濃度測定用として使用した。

2) 培養条件

温度 37°C、加湿及び 5%CO₂ 下で培養した。

7.4 処理方法

7.4.1 細胞増殖抑制試験

試験操作のうち 1) ~ 5) の操作については、無菌環境下で実施した。

- 1) プレート（培養液 5.0 mL）当たり 2×10^4 個の細胞を播種し、3 日間培養した。
- 2) 培養 3 日後に、倒立位相差顕微鏡下で細胞の状態に異常がないことを確認した。
- 3) 下表に従って、培養液を除去し、陰性対照液又は被験液、あるいは S9 mix を添加した。

また、処理開始時細胞濃度測定用のプレート 1 枚について、0.25%trypsin 処理後に細胞を回収し、血球計算盤を用いて処理開始時の細胞濃度を測定した。

処理内容	短時間処理法		連続処理法
	代謝活性化無し	代謝活性化有り	
培養液除去量	0.050 mL	0.883 mL	0.050 mL
S9 mix 添加量 (S9 蛋白最終濃度)		0.833 mL (1.049 mg/mL)	
陰性対照液又は被験 液添加量		0.050 mL	

- 4) 上記操作直後に、処理培養液の色調を肉眼で観察し、また、倒立位相差顕微鏡下で沈殿の有無を観察した。その後、短時間処理法では 6 時間、連続処理法では 24 時間培養（処理）した。
- 5) 短時間処理法では、6 時間の処理後、倒立位相差顕微鏡下で沈殿の有無と細胞の状態を観察した。次いで、処理培養液を捨て、2%牛血清添加生理食塩液で細胞を洗浄し、新しい 10%BS-MEM 培養液 5.0 mL を加えて 18 時間培養（回復培養）した。
- 6) 培養終了後に、倒立位相差顕微鏡下で沈殿の有無と細胞の状態を観察した。
- 7) 次いで、各プレートに 0.25% trypsin で処理して細胞を回収し、血球計算盤を用いて培養終了時の細胞濃度を測定した。
- 8) 処理開始時及び培養終了時の細胞濃度から、次の式 1 及び 2 に従い、各群の PD 及び RPD を算出した。

$$PD = \frac{\log (\text{培養終了時の細胞濃度} \div \text{処理開始時の細胞濃度})}{\log 2}$$

〔式 1〕

$$RPD (\%) = \frac{(\text{被験物質処理群における PD})}{(\text{陰性対照群における PD})} \times 100$$

〔式 2〕

- 9) RPD から細胞増殖抑制率 (=100-RPD) を算出した。細胞増殖抑制率が 50%以上の用量がみられたため、50%を挟む 2 点の直線式から、IC₅₀ を算出した。

7.4.2 染色体異常試験

- 1) 第 7.4.1 項の 1) ~ 2) と同じ操作を行った（処理開始時の細胞濃度測定を含む）。
- 2) 下表に従って、培養液を除去し、陰性対照液、被験液又は陽性対照液、あるいは S9 mix を添加し、各処理群における処理培養液とした。

処理内容	短時間処理法		連続処理法
	代謝活性化無し	代謝活性化有り	
培養液除去量	0.050 mL (0.150 mL)*	0.883 mL (0.933 mL)*	0.050 mL (0.100 mL)*
S9 mix 添加量 (S9 蛋白最終濃度)		0.833 mL (1.089 mg/mL)	
陰性対照液又は被験 液添加量	0.050 mL	0.050 mL	0.050 mL
陽性対照液 添加量	MMC: 0.150 mL	CP: 0.100 mL	MMC: 0.100 mL

*：陽性対照群での培養液除去量

- 3) 第 7.4.1 項の 4)～5) と同じ操作を行った（処理直後及び短時間処理法での 6 時間培養後の培養液と細胞の観察を含む）。
ただし、各群 2 枚の染色体標本作製用プレートについては、培養終了の約 2 時間前にコルセミド（デメコルシン溶液、10 µg/mL）を 0.1 mL 加えた。
- 4) 培養終了後、各濃度群 2 枚の染色体標本作製用プレートについて、以下の手順で染色体標本を作製した。染色体標本はプレート当たり 2 枚作製した。
0.25% trypsin 処理後に細胞を回収し、0.075 M 塩化カリウム溶液で約 15 分間低張処理した後、カルノア固定液（メチルアルコール/酢酸、3/1、v/v）で固定した。固定した細胞をスライドガラス 1 枚につき 2 箇所点滴下し、風乾したのちギムザ液で染色して染色体標本とした。
- 5) 各群の残りの 1 枚のプレート（細胞濃度測定用プレート）を用いて沈殿物の有無及び細胞の状態を確認した。次いで、第 7.4.1 項の 7) 及び 8) の手順で PD、RPD 及び細胞増殖抑制率を算出した。

7.5 細胞毒性に関連するデータの表示

細胞濃度、RPD 及び細胞増殖抑制率は、四捨五入により整数表示、PD は四捨五入により小数点第 2 位まで表示した。また、IC₅₀ は有効数字 3 桁で表示した。

7.6 染色体標本の観察

7.6.1 観察手順

染色体が良く展開し、染色体モード数±2 のセントロメアを含んだ分裂中期像の細胞を顕微鏡下（倍率：×600）で各群 300 個（2 系列×150 個/系列）観察し、構造異常の種類と異常を持つ細胞の出現数を計数し、出現率を算出した。同時に数的異常（倍数体及び核内倍加細胞を区別して計数する）の出現数を計数し、出現率を算出した。観察は盲検法により行った。

陰性対照群及び陽性対照群は全て観察した。被験物質処理群は、短時間処理法の非代謝活性化では全ての用量を、短時間処理法の代謝活性化では細胞増殖抑制率が 55 ± 5% を示した用量を最高用量とし、200、150、100 及び 50.0 µg/mL の用量を観察した。

なお、短時間処理法において、明らかな陽性（染色体構造異常）を示したため、連続処理法の標本観察は実施しなかった。

7.6.2 染色体異常の分類

染色体異常は構造異常と数的異常に大別し、構造異常は更に以下のように定義・分類した。なお、構造異常については、ギャップを含む場合（Total number of cells with aberration including gap : TAG）と含まない場合（Total number of cells with aberration excluding gap : TA）に分けて集計した。

1) 構造異常

- ギャップ (g) : 染色分体型(ctg)及び染色体型(csg)におけるギャップとは染色分体の同軸線上に、染色分体の幅以下で明瞭な非染色部位が認められるもの
- 染色分体型切断(ctb) : 断片が染色分体の同軸線上からはずれているもの及び非染色部位が染色分体の同軸線上にあっても、非染色部位の長さが染色分体の幅以上に離れているもの
- 染色分体型交換(cte) : 2 ヶ所以上で生じた切断が相互に再結合する異常であり、染色体内交換と染色体間交換に分類できる。四放射状交換、三放射状交換などがある
- 染色体型切断(csb) : 分類は ctb に準ずる。非染色部位が染色体の同軸線上からはずれており動原体が認められないもの及び非染色部位が染色体の同軸線上にあっても、非染色部位の長さが染色分体の幅以上に長いもの
- 染色体型交換(cse) : 染色体内交換と染色体間交換に分類できる。二動原体染色体、環状染色体などがある
- その他(other) : 断片化(frg)などがある

2) 数的異常

染色体数が、その細胞が本来持っている固有の数（二倍体）と異なり、倍加したもの（3 倍体、4 倍体など）。

- 倍数性 : 倍数性細胞 (polyploid cell)
核内倍加の細胞 (cells with endoreduplicated chromosomes)

7.7 統計解析

それぞれの処理法ごとに、ギャップを含まない場合（TA）の染色体構造異常を有する細胞の総頻度、数的異常を有する細胞（倍数性細胞及び核内倍加細胞の合計）の総頻度について、以下の統計解析を行った。陰性対照群と被験物質処理群間で Fisher の直接確率計算法による対比較（有意水準：0.05、片側）を行った。短時間処理法の代謝活性化で有意な増加が見られたため、Cochran Armitage の傾向検定（有意水準：0.05、

片側)を実施した。

また、染色体構造異常については、陰性対照群と陽性対照群との間でも Fisher の直接確率計算法による対比較 (有意水準: 0.05、片側)を行った。

いずれの検定も増加を示す場合についてのみ評価した。

7.8 試験成立基準

以下に示す全ての基準を満たした場合、試験成立とする。

- 1) 観察可能な用量が 3 用量以上あること
- 2) 陰性対照群における染色体異常の出現率が、陰性対照群背景データの 95%管理範囲内 ($\text{Mean} \pm 1.96 \text{ SD}$) であること
- 3) 陽性対照群における染色体構造異常の出現頻度が、陰性対照群と比べて有意な増加を示すこと
- 4) 試験 (培養) 環境に問題が認められないこと

7.9 結果の判定基準

以下の全ての基準を満たす場合、被験物質は染色体構造異常又は数的異常 (倍数性細胞及び核内倍加細胞) 誘発性を有する (陽性) と判定する。

- 1) 少なくとも 1 つの被験物質濃度群における染色体異常出現頻度が、陰性対照群と比べて有意な増加を示す
- 2) 上記の増加には Cochran Armitage の傾向検定で有意な用量依存性がみられる
- 3) 増加を示した被験物質濃度群の出現率が、陰性対照群背景データの 95%管理範囲外である

7.10 確認試験

確認試験は実施しなかった。

8. 試験結果

8.1 細胞増殖抑制試験

結果を Appendix 1~3、Appendix 7 に示した。

- 1) 培養液の色調変化
すべての処理法で培養液の色調変化は認められなかった。
- 2) 沈殿
すべての処理法で、被験液添加直後には 500 $\mu\text{g/mL}$ 以上の用量で沈殿が認められた。なお、処理終了時には 62.5 $\mu\text{g/mL}$ 以上の用量で沈殿が認められた。短時間処理群の回復培養終了時には 62.5 $\mu\text{g/mL}$ では沈殿が見られなくなった。
- 3) 細胞毒性
細胞増殖抑制率は、短時間処理法の代謝活性化では 250 $\mu\text{g/mL}$ 以上の用量で、連続処理法では 500 $\mu\text{g/mL}$ 以上の用量で 50%以上を示し、短時間処理法の非代謝活

性化では、すべての用量で 50%未満であった。IC₅₀ は、短時間処理法の代謝活性化で 150 µg/mL、連続処理法で 343 µg/mL であった。

8.2 染色体異常試験

結果を Table 1~3、Appendix 4~6 及び Appendix 8 に示した。

1) 培養液の色調変化

すべての処理法で培養液の色調変化は認められなかった。

2) 沈殿

被験液添加直後には短時間処理法の非代謝活性化では 500 µg/mL 以上、連続処理法では 350 µg/mL 以上の用量で沈殿が認められ、短時間処理法の代謝活性化では沈殿は見られなかった。なお、処理終了時には短時間処理法の非代謝活性化と連続処理法では全ての用量で、短時間処理法の代謝活性化では 100 µg/mL 以上の用量で沈殿が認められた。短時間処理法の代謝活性化において、100 µg/mL では回復培養終了時には沈殿は見られなくなった。

3) 細胞毒性

細胞増殖抑制率は、短時間処理法の代謝活性化では 200 µg/mL 以上の用量で、連続処理法では 400 µg/mL の用量で 50%以上を示した。短時間処理法の非代謝活性化では全ての用量で 50%未満を示した。

4) 観察結果

染色体構造異常 (TA) の出現頻度は、短時間処理法の非代謝活性化では 2000、1000、500 及び 250 µg/mL の用量で 2、3、2 及び 2 であり、対応する陰性対照群との間に有意差はみられなかった。一方で、短時間処理法の代謝活性化では 200、150、100 及び 50.0 µg/mL の用量で 24、17、12 及び 12 であり、陰性対照群と比較して統計学的に有意な増加を示し (Fisher の直接確率計算法、 $p < 0.05$)、その出現率は陰性対照群の施設内背景データの 95%管理上限を超え、傾向検定においても有意な用量依存性が認められた (Cochran Armitage の傾向検定、 $p < 0.05$)。D₂₀ 値は 0.592 mg/mL であった。

数的異常の出現頻度は、短時間処理法の非代謝活性化では 2000、1000、500 及び 250 µg/mL の用量で 2、1、1 及び 1、短時間処理法の代謝活性化では 200、150、100 及び 50.0 µg/mL の用量で 1、1、1 及び 2 であり、対応する陰性対照群との間に有意差はみられなかった。

8.3 試験の成立

すべての処理法で、7.8 項の基準を満たしたため、試験は適切に実施されたと考えられた。

9. 考察

1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione, 1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)- の染色体異常

T-G604

誘発能を検討するため、チャイニーズ・ハムスター肺由来線維芽細胞（CHL/IU）を用いた染色体異常試験を実施した。

染色体異常試験では、短時間処理法の非代謝活性化では全ての用量を、短時間処理法の代謝活性化では細胞増殖抑制率が $55 \pm 5\%$ を示した用量を最高用量とし、200、150、100 及び 50.0 $\mu\text{g/mL}$ の用量を観察した。短時間処理法の代謝活性化において染色体構造異常（TA）の出現頻度が陰性対照群と比較して統計学的に有意な増加を示し（Fisher の直接確率計算法、 $p < 0.05$ ）、その出現率は陰性対照群の施設内背景データの 95% 管理上限を超え、傾向検定においても有意な用量依存性が認められた（Cochran Armitage の傾向検定、 $p < 0.05$ ）。一方で数的異常（倍数性細胞及び核内倍加細胞）の出現頻度はいずれの処理法においても陰性対照群との比較で有意差はみられなかった。

10. 結論

1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione, 1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)- は本試験条件下において、染色体構造異常を誘発する（陽性）が染色体数的異常は誘発しない（陰性）と結論した。

試験成績書

試験番号 : A-3348
試験項目 : 安定性試験
被験物質 : 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris
(2,3-dibromopropyl)-
ロット番号 : XXXXXXXXXX
保存条件 : 冷暗所（許容範囲：1°C~10°C）、密栓
試験施設 : 株式会社ボゾリサーチセンター 御殿場研究所
測定日 : 2021 年 12 月 28 日（前値）
2022 年 3 月 10 日（後値）

測定項目 : 赤外吸収スペクトル（臭化カリウム錠剤法）

判定基準
赤外吸収スペクトル : 前値で得られた赤外吸収スペクトルと同等（主な吸収
について、同一波数域に同様な強度の吸収を認める）
であることを確認する。

結果
赤外吸収スペクトル : 前値で得られた赤外吸収スペクトルと同等（主な吸収
について、同一波数域に同様な強度の吸収を認める）
であった。
赤外吸収スペクトルを次ページに示す。

判定 : 適

安定性評価 : 赤外吸収スペクトルが前値と同等であったことから、
被験物質は 2021 年 12 月 28 日から 2022 年 3 月 10 日
までの間、保存条件下で安定であったと判定した。

試験成績書

本試験は以下の GLP 基準を遵守して実施した。

「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準」

(平成 23 年 3 月 31 日：薬食発 0331 第 8 号、平成 23・03・29 製局第 6 号、
環保企発第 110331010 号)



2022 年 3 月 12 日

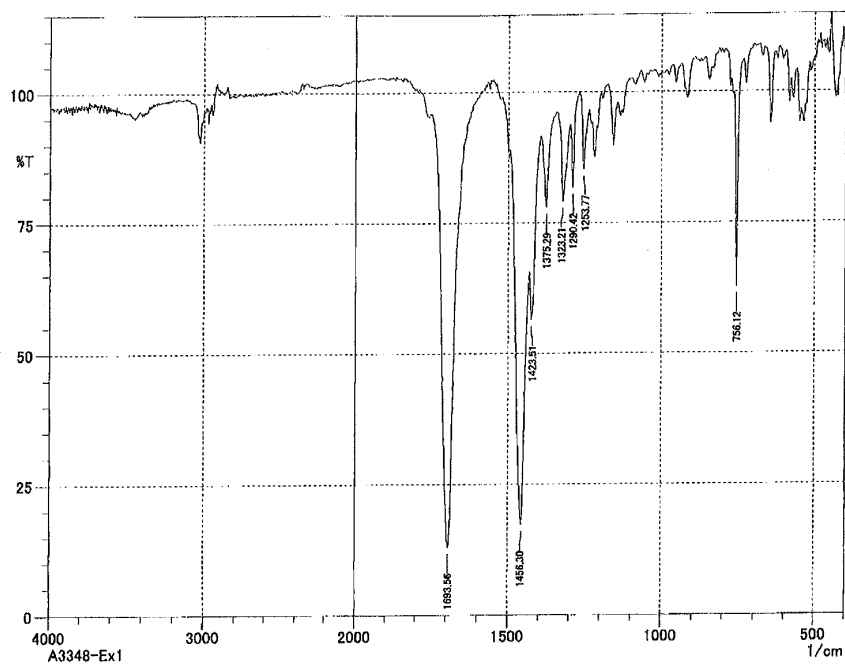
試験責任者

株式会社ボゾリサーチセンター 御殿場研究所

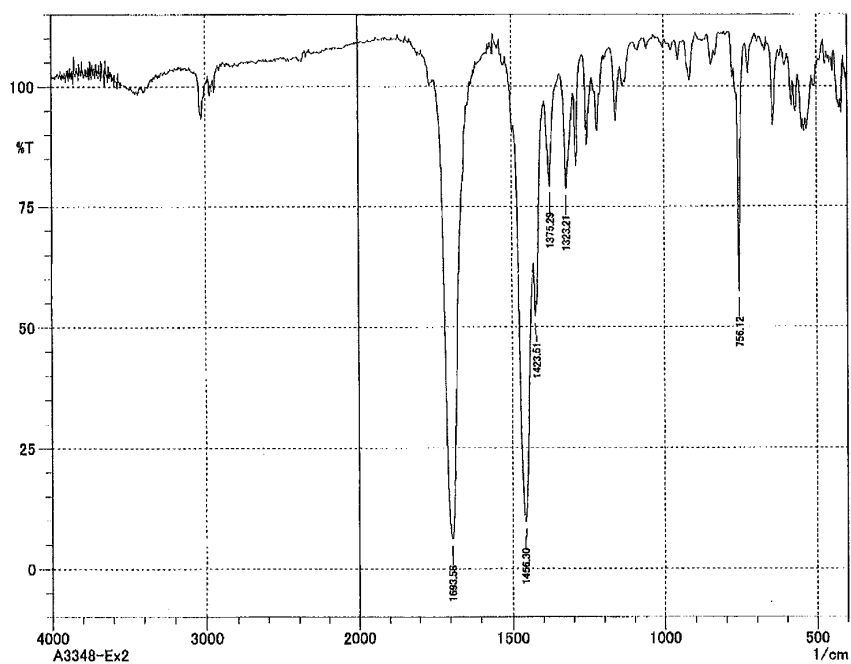
試験成績書

赤外吸収スペクトル：

前値



後値



Historical Data of the Chromosomal Aberration Tests in CHL/IU Cells

Negative control					Positive control					
Short-term treatment (50 studies, 15900 cells)					Short-term treatment (50 studies, 15000 cells)					
S9 mix	Time		Poly (%)	TA (%)	Substance	S9 mix	Time	Poly (%)	TA (%)	
+	6	Mean	0.7	0.7	CP	+	6	Mean	0.0	60.7
		S.D.	0.2	0.3				S.D.	0.0	11.5
		UCL	1.1	1.3				UCL	0.0	83.2
		LCL	0.3	0.1				LCL	0.0	38.2
Short-term treatment (50 studies, 15900 cells)					Short-term treatment (50 studies, 15300 cells)					
S9 mix	Time		Poly (%)	TA (%)	Substance	S9 mix	Time	Poly (%)	TA (%)	
-	6	Mean	0.6	0.8	MMC	-	6	Mean	0.1	21.8
		S.D.	0.2	0.3				S.D.	0.2	3.8
		UCL	1.0	1.4				UCL	0.5	29.2
		LCL	0.2	0.2				LCL	0.0	14.4
Continuous treatment (50 studies, 15900 cells)					Continuous treatment (50 studies, 15300 cells)					
S9 mix	Time		Poly (%)	TA (%)	Substance	S9 mix	Time	Poly (%)	TA (%)	
-	24	Mean	0.7	0.7	MMC	-	24	Mean	0.2	24.1
		S.D.	0.3	0.3				S.D.	0.2	4.1
		UCL	1.3	1.3				UCL	0.6	32.1
		LCL	0.1	0.1				LCL	0.0	16.1

Cumulative background data of chromosome aberration tests in cultured Chinese hamster cells line (CHL/IU), carried out under the same study conditions at BoZo Research Center Inc. from April 2018 to October 2021.

Negative control: solvent or extraction vehicle of the test formulations (water for injection, isotonic sodium chloride solution, dimethyl sulfoxide, acetone, 1,4-dioxane or culture medium)

Positive control: CP; Cyclophosphamide, 14 µg/mL
MMC; Mitomycin C, 0.075 µg/mL (for the short-term treatment)
MMC; Mitomycin C, 0.050 µg/mL (for the continuous treatment)

S9 mix : + ; with metabolic activation - ; without metabolic activation

Time : Duration of treatment. Short-term treatment (6-hour treatment) was followed by 18-hour non-treatment culture.

Poly : polyploid cells and endoreduplication cells

TA : total number of cells with aberrations excluding gaps

UCL : 95% control limits(upper control limit)

LCL : 95% control limits(lower control limit When calculated value was less than 0, LCL value was regarded as 0%)

Table 1 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the chromosomal aberration test [Short-term treatment: -S9 mix]

Treatment (h)	S9 mix	Dose Level (µg/mL)	Plate	Number of cells with structural chromosomal aberration ^{a), b)}								RPD (%)	Plate	Number of cells with numerical chromosomal aberration ^{b)}				
				Cells ^{c)} observed	ctb	cte	csb	cse	other	TA	g			TAG	Cells ^{d)} observed	Polyploid cell	Endore- duplicated cell	Total
6	-	NC	1	150	0	1	0	0	0	1	0	1	100	1	151	1	0	1
			2	150	1	0	0	0	0	1	0	1		2	151	1	0	1
			Total	300	1(0.3)	1(0.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	2(0.7)		Total	302	2(0.7)	0(0.0)	2(0.7)
		250	1	150	0	1	0	0	0	1	0	1	85	1	150	0	0	0
			2	150	0	1	0	0	0	1	0	1		2	151	1	0	1
			Total	300	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	2(0.7)		Total	301	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)
		500	1	150	0	1	0	0	0	1	0	1	83	1	151	1	0	1
			2	150	0	1	0	0	0	1	0	1		2	150	0	0	0
			Total	300	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	2(0.7)		Total	301	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)
		1000	1	150	1	0	0	0	0	1	0	1	66	1	150	0	0	0
			2	150	1	1	0	0	0	2	0	2		2	151	1	0	1
			Total	300	2(0.7)	1(0.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	3(1.0)	0(0.0)	3(1.0)		Total	301	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)
		2000	1	150	0	1	0	0	0	1	0	1	56	1	150	0	0	0
			2	150	0	1	0	0	0	1	0	1		2	152	2	0	2
			Total	300	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	2(0.7)		Total	302	2(0.7)	0(0.0)	2(0.7)
		PC	1	150	7	26	0	0	0	32	0	32	75	1	150	0	0	0
			2	150	7	22	0	0	0	27	0	27		2	150	0	0	0
			Total	300	14(4.7)	48(16.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	59*(19.7)	0(0.0)	59(19.7)		Total	300	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)

a): ctb: chromatid break, cte: chromatid exchange, csb: chromosome break, cse: chromosome exchange, other: including fragmentation, g: chromatid or chromosome gap

b): Value in the parentheses indicates percentage against the total number of cells observed. c): Diploid cells d): Diploid, polyploid, and endoreduplicated cells

TA: Total number of cells with aberration excluding gap, TAG: Total number of cells with aberration including gap.

NC: Negative control (DMSO)

PC: Positive control (mitomycin C, 0.075 µg/mL)

RPD: Relative population doubling

*: $p < 0.05$ (significantly different from the negative control by Fisher's exact test)

Table 2 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the chromosomal aberration test [Short-term treatment: +S9 mix]

Results of the chromosomal aberration test (Short-term treatment: +S7 mix)																		
Treatment (h)	S9 mix	Dose Level (µg/mL)	Plate	Number of cells with structural chromosomal aberration ^{a), b)}								RPD (%)	Plate	Number of cells with numerical chromosomal aberration ^{b)}				
				Cells ^{c)} observed	ctb	cte	csb	cse	other	TA	g			TAG	Cells ^{d)} observed	Polyploid cell	Endore- duplicated cell	Total
6	+	NC	1	150	2	0	0	0	0	2	0	2	100	1	150	0	0	0
			2	150	1	0	0	0	0	1	0	1		2	151	1	0	1
			Total	300	3(1.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	3(1.0)#	0(0.0)	3(1.0)		Total	301	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)
		50.0	1	150	1	3	0	0	0	4	0	4	81	1	150	0	0	0
			2	150	1	5	0	2	0	8	0	8		2	152	2	0	2
			Total	300	2(0.7)	8(2.7)	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)	12*(4.0)	0(0.0)	12(4.0)		Total	302	2(0.7)	0(0.0)	2(0.7)
		100	1	150	0	9	0	0	0	9	0	9	60	1	151	1	0	1
			2	150	0	3	0	0	0	3	0	3		2	150	0	0	0
			Total	300	0(0.0)	12(4.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	12*(4.0)	0(0.0)	12(4.0)		Total	301	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)
		150	1	150	1	9	0	1	0	11	0	11	51	1	150	0	0	0
			2	150	0	6	0	0	0	6	0	6		2	151	1	0	1
			Total	300	1(0.3)	15(5.0)	0(0.0)	1(0.3)	0(0.0)	17*(5.7)	0(0.0)	17(5.7)		Total	301	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)
		200	1	150	2	10	0	0	0	12	0	12	44	1	150	0	0	0
			2	150	0	12	0	0	0	12	0	12		2	151	1	0	1
			Total	300	2(0.7)	22(7.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	24*(8.0)	0(0.0)	24(8.0)		Total	301	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)
		PC	1	150	9	55	0	0	0	60	0	60	44	1	150	0	0	0
			2	150	7	50	0	0	0	56	0	56		2	150	0	0	0
			Total	300	16(5.3)	105(35.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	116*(38.7)	0(0.0)	116(38.7)		Total	300	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)

a): ctb: chromatid break, cte: chromatid exchange, csb: chromosome break, cse: chromosome exchange, other: including fragmentation, g: chromatid or chromosome gap

b): Value in the parentheses indicates percentage against the total number of cells observed. c): Diploid cells d): Diploid, polyploid, and endoreduplicated cells

TA: Total number of cells with aberration excluding gap, TAG: Total number of cells with aberration including gap.

NC: Negative control (DMSO)

PC: Positive control (cyclophosphamide monohydrate, 14 µg/mL)

RPD: Relative population doubling

*: $p < 0.05$ (significantly different from the negative control by Fisher's exact test)

#: $p < 0.05$ (statistically significant trend by Cochran-Armitage trend test)

Appendix 1 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the cell-growth inhibition test
[Short-term treatment: -S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)		RPD ^{a)} (%)	Cell-growth inhibition rate (%) ^{b)}	Condition of cells ^{c, e)}		Condition of culture medium ^{d)}			
S9 mix	Treatment (h)							Color ^{f)}	Precipitates ^{g)}		
						1)	2)		1)	2)	3)
-	6	0 (NC)		100	0	-	-	-	-	-	-
		Test article	15.6	97	3	-	-	-	-	-	-
			31.3	102	-2	-	-	-	-	-	-
			62.5	100	0	-	-	-	-	+	-
			125	97	3	-	-	-	-	+	+
			250	89	11	-	-	-	-	+	+
			500	83	17	+	-	-	+	+	+
			1000	73	27	h)	+	-	+	+	+
			2000	62	38	h)	+	-	+	+	+
Concentration of 50% cell-growth inhibition : Not determined											

NC : Negative control (DMSO)

a) RPD (relative population doubling) = PD (population doubling) of treated group / PD of negative control group × 100

b) Cell-growth inhibition rate was shown as 100 - RPD.

c) Condition of cells was observed 1): at the end of the treatment and 2): at the end of incubation.

d) Color of culture medium was observed immediately after addition of the test solutions. Presence or absence of precipitates was examined 1): immediately after addition of the test solution, 2): at the end of the treatment, 3): at the end of

e) -: Most of the cells were attached to the plates and grew as a monolayer. Their shape was normal.

+: A small number of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

f) -: No color changes

g) -: No precipitates

+: Presence of precipitates.

h) It was difficult to distinguish due to severe precipitation.

Appendix 2 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the cell-growth inhibition test
[Short-term treatment: +S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)		RPD ^{a)} (%)	Cell-growth inhibition rate (%) ^{b)}	Condition of cells ^{c, e)}		Condition of culture medium ^{d)}			
S9 mix	Treatment (h)							Color ^{f)}	Precipitates ^{g)}		
						1)	2)		1)	2)	3)
+	6	0 (NC)		100	0	-	-	-	-	-	-
		Test article	15.6	96	4	-	-	-	-	-	-
			31.3	100	0	-	-	-	-	-	-
			62.5	86	14	-	-	-	-	+	-
			125	54	46	-	-	-	-	+	+
			250	34	66	+	+	-	-	+	+
			500	11	89	h)	++	-	+	+	+
			1000	6	94	h)	+++	-	+	+	+
			2000	-12	112	h)	+++	-	+	+	+
Concentration of 50% cell-growth inhibition : 150 µg/mL											

NC : Negative control (DMSO)

a) RPD (relative population doubling) = PD (population doubling) of treated group/ PD of negative control group × 100

b) Cell-growth inhibition rate was shown as 100 - RPD.

c) Condition of cells was observed 1): at the end of the treatment and 2): at the end of incubation.

d) Color of culture medium was observed immediately after addition of the test solutions. Presence or absence of precipitates was examined 1): immediately after addition of the test solution, 2): at the end of the treatment, 3): at the end of

e) -: Most of the cells were attached to the plates and grew as a monolayer. Their shape was normal.

+: A small number of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

++: Approximately half of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

+++ : Most of the cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

f) -: No color changes

g) -: No precipitates

+: Presence of precipitates.

h) It was difficult to distinguish due to severe precipitation.

Appendix 3 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the cell-growth inhibition test
[Continuous treatment: 24h]

Study type		Concentration (µg/mL)		RPD ^{a)} (%)	Cell-growth inhibition rate (%) ^{b)}	Condition of cells ^{c, e)}	Condition of culture medium ^{d)}		
S9 mix	Treatment (h)						Color ^{f)}	Precipitates ^{g)}	
								1)	2)
-	24	0 (NC)		100	0	-	-	-	-
		Test article	15.6	100	0	-	-	-	-
			31.3	95	5	-	-	-	-
			62.5	98	2	-	-	-	+
			125	105	-5	-	-	-	+
			250	73	27	-	-	-	+
			500	11	89	++	-	+	+
			1000	-120	220	h)	-	+	+
			2000	-195	295	h)	-	+	+
Concentration of 50% cell-growth inhibition : 343 µg/mL									

NC : Negative control (DMSO)

a) RPD (relative population doubling) = PD (population doubling) of treated group/ PD of negative control group × 100

b) Cell-growth inhibition rate was shown as 100 - RPD.

c) Condition of cells was observed at the end of the treatment.

d) Color of culture medium was observed immediately after addition of the test solutions. Presence or absence of precipitates was examined 1): immediately after addition of the test solution, and 2): at the end of the incubation.

e) -: Most of the cells were attached to the plates and grew as a monolayer. Their shape was normal.

++: Approximately half of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

f) -: No color changes

g) -: No precipitates

+: Presence of precipitates.

h) It was difficult to distinguish due to severe precipitation.

Appendix 4 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the chromosomal aberration test
[Short-term treatment: -S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)		RPD ^{a)} (%)	Cell-growth inhibition rate (%) ^{b)}	Condition of cells ^{c, e)}		Condition of culture medium ^{d)}			
S9 mix	Treatment (h)							Color ^{f)}	Precipitates ^{g)}		
						1)	2)		1)	2)	3)
-	6	0 (NC)		100	0	-	-	-	-	-	-
		Test article	250	85	15	-	-	-	-	+	+
			500	83	17	+	-	-	+	+	+
			1000	66	34	h)	+	-	+	+	+
			2000	56	44	h)	+	-	+	+	+
		PC		75	25	-	-	-	-	-	-

NC : Negative control (DMSO)

PC : Positive control (Mitomycin C: 0.075 µg/mL)

a) RPD (relative population doubling) = PD (population doubling) of treated group/PD of negative control group × 100

b) Cell-growth inhibition rate was shown as 100 - RPD.

c) Condition of cells was observed 1): at the end of the treatment and 2): at the end of incubation.

d) Color of culture medium was observed immediately after addition of the test solutions. Presence or absence of precipitates was examined 1): immediately after addition of the test solution, 2): at the end of the treatment, 3): at the end of

e) -: Most of the cells were attached to the plates and grew as a monolayer. Their shape was normal.

+: A small number of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

f) -: No color changes

g) -: No precipitates

+: Presence of precipitates.

h) It was difficult to distinguish due to severe precipitation.

Appendix 5 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the chromosomal aberration test
[Short-term treatment: +S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)	RPD ^{a)} (%)	Cell-growth inhibition rate (%) ^{b)}	Condition of cells ^{c, e)}		Condition of culture medium ^{d)}				
S9 mix	Treatment (h)				1)	2)	Color ^{f)}	Precipitates ^{g)}			
								1)	2)	3)	
+	6	0 (NC)		100	0	-	-	-	-	-	-
		Test article	50.0	81	19	-	-	-	-	-	-
			100	60	40	-	-	-	-	+	-
			150	51	49	-	-	-	-	+	+
			200	44	56	+	-	-	-	+	+
			250	36	64	+	+	-	-	+	+
			300	-66	166	+	+	-	-	+	+
			PC		44	56	-	-	-	-	-

NC : Negative control (DMSO)

PC : Positive control (Cyclophosphamide monohydrate: 14 µg/mL)

a) RPD (relative population doubling) = PD (population doubling) of treated group / PD of negative control group × 100

b) Cell-growth inhibition rate was shown as 100 - RPD.

c) Condition of cells was observed 1): at the end of the treatment and 2): at the end of incubation.

d) Color of culture medium was observed immediately after addition of the test solutions. Presence or absence of precipitates was examined 1): immediately after addition of the test solution, 2): at the end of the treatment, 3): at the end of

e) -: Most of the cells were attached to the plates and grew as a monolayer. Their shape was normal.

+: A small number of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

f) -: No color changes

g) -: No precipitates

+: Presence of precipitates.

Appendix 6 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Results of the chromosomal aberration test
[Continuous treatment: 24h]

Study type		Concentration (µg/mL)	RPD ^{a)} (%)	Cell-growth inhibition rate (%) ^{b)}	Condition of cells ^{c, e)}	Condition of culture medium ^{d)}			
S9 mix	Treatment (h)					Color ^{f)}	Precipitates ^{g)}		
							1)	2)	
-	24	0 (NC)		100	0	-	-	-	-
		Test article	150	87	13	-	-	-	+
			200	82	18	-	-	-	+
			250	85	15	-	-	-	+
			300	79	21	+	-	-	+
			350	61	39	++	-	+	+
			400	43	57	++	-	+	+
			PC		76	24	-	-	-

NC : Negative control (DMSO)

PC : Positive control (Mitomycin C: 0.050 µg/mL)

a) RPD (relative population doubling) = PD (population doubling) of treated group/PD of negative control group × 100

b) Cell-growth inhibition rate was shown as 100 - RPD.

c) Condition of cells was observed at the end of the treatment.

d) Color of culture medium was observed immediately after addition of the test solutions. Presence or absence of precipitates was examined 1): immediately after addition of the test solution, and 2): at the end of the incubation.

e) -: Most of the cells were attached to the plates and grew as a monolayer. Their shape was normal.

+: A small number of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

++: Approximately half of cells were detached from the plate and floated in the culture medium. The shape of attached cells was also altered.

f) -: No color changes

g) -: No precipitates

+: Presence of precipitates.

Appendix 7 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Population doubling in the cell-growth inhibition test

[Short-term treatment: -S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)		Cell counts ($\times 10^4$ cells/mL)		PD
S9 mix	Treatment (h)			At the initiation of the treatment	At the end of the incubation	
-	6	0 (NC)		18	43	1.26
		Test article	15.6		42	1.22
			31.3		44	1.29
			62.5		43	1.26
			125		42	1.22
			250		39	1.12
			500		37	1.04
			1000		34	0.92
			2000		31	0.78

[Short-term treatment: +S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)		Cell counts ($\times 10^4$ cells/mL)		PD
S9 mix	Treatment (h)			At the initiation of the treatment	At the end of the incubation	
+	6	0 (NC)		18	47	1.38
		Test article	15.6		45	1.32
			31.3		47	1.38
			62.5		41	1.19
			125		30	0.74
			250		25	0.47
			500		20	0.15
			1000		19	0.08
			2000		16	-0.17

[Continuous treatment: 24h]

Study type		Concentration (µg/mL)		Cell counts ($\times 10^4$ cells/mL)		PD
S9 mix	Treatment (h)			At the initiation of the treatment	At the end of the incubation	
-	24	0 (NC)		18	45	1.32
		Test article	15.6		45	1.32
			31.3		43	1.26
			62.5		44	1.29
			125		47	1.38
			250		35	0.96
			500		20	0.15
			1000		6	-1.58
			2000		3	-2.58

NC : Negative control (DMSO)

PD : Population doubling was determined as;

$[\log (\text{cell counts at the time of end} / \text{cell counts at the time of start treatment})] / \log 2$

Appendix 8 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)-: *In vitro* chromosomal aberration test in cultured Chinese hamster cells
Population doubling in the chromosomal aberration test

[Short-term treatment: -S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)		Cell counts ($\times 10^4$ cells/mL)		PD
S9 mix	Treatment (h)			At the initiation of the treatment	At the end of the incubation	
-	6	0 (NC)		19	48	1.34
		Test article	250		42	1.14
			500		41	1.11
			1000		35	0.88
			2000		32	0.75
			PC (MMC)		38	1.00

[Short-term treatment: +S9 mix]

Study type		Concentration (µg/mL)		Cell counts ($\times 10^4$ cells/mL)		PD
S9 mix	Treatment (h)			At the initiation of the treatment	At the end of the incubation	
+	6	0 (NC)		19	50	1.40
		Test article	50.0		42	1.14
			100		34	0.84
			150		31	0.71
			200		29	0.61
			250		27	0.51
			300		10	-0.93
			PC (CP)		29	0.61

[Continuous treatment: 24h]

Study type		Concentration (µg/mL)		Cell counts ($\times 10^4$ cells/mL)		PD
S9 mix	Treatment (h)			At the initiation of the treatment	At the end of the incubation	
-	24	0 (NC)		19	47	1.31
		Test article	150		42	1.14
			200		40	1.07
			250		41	1.11
			300		39	1.04
			350		33	0.80
			400		28	0.56
			PC (MMC)		38	1.00

NC : Negative control (DMSO)

PC : Positive control (MMC; Mitomycin C, 0.075 or 0.050 µg/mL, CP; Cyclophosphamide monohydrate, 14 µg/mL)

PD : Population doubling was determined as;

$[\log (\text{cell counts at the time of end} / \text{cell counts at the time of start treatment})] / \log 2$

T-G604

信頼性保証書 (1/2)

試験番号 : T-G604

試験表題 : 1,3,5-Triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione,1,3,5-tris(2,3-dibromopropyl)- : チャイニーズ・ハムスター培養細胞を用いる *in vitro* 染色体異常試験

本試験は以下に示す基準に従って実施されたことを保証致します。

- 「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準」(平成 23 年 3 月 31 日:薬食発 0331 第 8 号、平成 23・03・29 製局第 6 号、環保企発第 110331010 号)

なお、調査は下記の通り実施し、報告致しました。

試験の調査

項 目	担当者	調 査 日	試験責任者及び 運営管理者への 報告日
試験計画書		2022 年 1 月 13 日	2022 年 1 月 13 日
試験計画書変更書 (1)		2022 年 1 月 27 日	2022 年 1 月 27 日
細胞播種		2022 年 1 月 28 日	2022 年 1 月 31 日
調製・保存 (被験物質・ 陽性対照物質)、処理		2022 年 1 月 31 日	2022 年 2 月 2 日
染色体標本作製 (固定)		2022 年 2 月 1 日	2022 年 2 月 7 日
染色体標本作製 (染色)		2022 年 2 月 2 日	2022 年 2 月 7 日
染色体標本観察		2022 年 2 月 7 日	2022 年 2 月 9 日
生データ		2022 年 3 月 18 日	2022 年 3 月 18 日
最終報告書草案 表・付表		2022 年 3 月 18 日	2022 年 3 月 18 日
改善確認		2022 年 3 月 18 日	2022 年 3 月 18 日
申請資料		2022 年 3 月 18 日	2022 年 3 月 18 日
改善確認		2022 年 3 月 18 日	2022 年 3 月 18 日
最終報告書		2022 年 3 月 23 日	2022 年 3 月 23 日

信頼性保証書 (2/2)

施設調査

項 目	担当者	調 査 日	部門責任者及び 運営管理者への 報告日
培養細胞の性状検査		2021 年 12 月 24 日	
		2021 年 12 月 27 日	
		2021 年 12 月 28 日	
		2021 年 12 月 29 日	
		2022 年 1 月 4 日	2022 年 1 月 6 日

2022年 3月23日

株式会社ボゾリサーチセンター
信頼性保証部門