

令和 2 年度厚生労働科学研究費補助金
(食品の安全確保推進研究事業)

分担研究報告書

乳幼児用玩具に含まれる可塑剤・難燃剤の分析

研究代表者	戸次 加奈江	国立保健医療科学院	主任研究官
研究分担者	江口 哲史	千葉大学 予防医学センター	助教
研究分担者	高口 倅暉	千葉大学 予防医学センター	特別研究員

研究要旨：【目的】近年、子供の成長や健康影響に対する化学物質曝露の影響が着目されている。特に柔軟性や難燃性のある合成樹脂やゴム製品には多くの可塑剤・難燃剤が使用されており、これらを原材料とする乳幼児用玩具は、小児が日常生活を送る上でも接触頻度が非常に高く、乳幼児においては化学物質に対する特異的な曝露機会となるものと考えられる。実際、国内では可塑剤 6 成分 (DBP、BBP、DEHP、DNOP、DINP、DIDP) の使用規制が設けられているが、その一方では、代替成分や未規制化合物の使用も年々増加してきている。そこで本研究では、国内に普及する乳幼児用玩具を対象に、規制及び未規制の可塑剤/難燃剤の含有量を調べることで、玩具を介した乳幼児への化学物質曝露の可能性を調べるための基礎データを得ることとした。

【方法】ベビー用品や玩具協会等における統計データに基づき、国内市場で幅広く普及する玩具を 84 製品選定し購入した。これらを細かく切断し凍結粉碎機で粉碎処理したものをアセトニトリルで抽出し、シリカゲルでクリーンアップした後濃縮し、各成分に対応した内部標準物質を添加した後、成分ごとに LC-MS/MS で分析した。

【結果・考察】フタル酸エステル類は、対象とした成分の殆どがいずれかの玩具から検出され、中でも DBP (80%) と DINCH (67%) の検出率が比較的高い傾向にあった。これらは中国産の製品から多く検出される等、生産国の違いによる影響も見られた。一方で、EU 規制に基づくデンマーク産の玩具では、殆どの成分が検出限界以下であったものの、乳幼児用のままごと用品からは、DEHP が高濃度検出される傾向にあった。リン系難燃剤についても、中国製の玩具から比較的高濃度検出されたが、検出された成分の中でも特に検出率の高かった 4 成分 (TPHP、EFDPP、TIBP、TEHP) については、中国産の玩具からの検出頻度が高く、その他の国の製品では検出限界以下のものが多い傾向にあった。また、製造年代の違いからも異なる成分が検出され、検出された一部の成分を除き、年代の経過と共に含有量は減少する傾向にあった。

【結論】本研究結果において、製品ごとに検出された成分の組成や濃度が異なる背景には、可塑剤・難燃剤に関する各国での規制状況の違いや年代ごとの変化が大きく影響しているものと推測された。今後は、本研究で得られた知見をベースに、様々な玩具を想定し乳幼児への曝露状況を明確にすることで、健康リスクの実態を明らかにしていく必要性が示唆された。

研究協力者 所属機関名・職名

稲葉 洋平 国立保健医療科学院 上席主任
研究官

A. 研究目的

近年、子供の成長や健康影響に対する化学物質曝露による影響が着目される中、特に柔軟性や難燃性のある合成樹脂やゴム製品を作る上で多くの可塑剤・難燃剤が使用されている。これらの原材料から成る玩具は、小児が日常生活を送る上でも接触頻度が非常に高く、化学物質に対する特異的な曝露機会となり、特に、感受性の高い乳幼児期に玩具を口に入れる **mouthng** による経口曝露は、化学物質曝露による乳幼児へのリスクを評価する上でも無視できないものである。また、可塑剤や難燃剤などの有害性化合物の中には、製品から住宅のハウスダストへ移行することが明らかとされていることから、玩具に含まれる可塑剤・難燃剤は、室内環境汚染源となる潜在的なリスクにも繋がることを予想される。そこで本研究では、乳幼児用玩具の使用による規制対象化合物及び未規制化合物に関する曝露実態について網羅的に調べることで、乳幼児へのリスク評価と将来的な健康被害の未然防止に向けた基礎データを得ることを目的とする。

B. 研究方法

B.1. 実験試薬

フタル酸エステル類は、玩具製品中で規制対象とされる6成分を含む9種類のフタル酸エステル類と7種類の代替成分(DBP、BBP、DEHP、DNOP、DINP、DIDP、DIBP、DMP、DEP、DCHP、DEHA、DINA、ATBC、DINCH、DBSb、TOTM)を対象とした。リン系難燃剤(PFRs)は、幅広く生活用品や建材の材料として使用され、環境中で比較的高濃度検出されることが報

告される14成分(TMP、TEP、TPP、TIBP、TBOEP、TCEP、TEHP、TCEP、TCIPP、TDCIPP、TPHP、TCsP、EHDPhP、CsDPhP)を対象とした。臭素系難燃剤はヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)、およびポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)7異性体(BDE-47, 99, 100, 153, 154, 183, 209)を測定対象とした。

B.2. 玩具試料

対象とする乳幼児用玩具については、厚生労働大臣が指定する「指定おもちゃ」(乳幼児が口に接触することにより健康を損なう恐れがあるおもちゃ)を初め、ベビー用品販売メーカーや一般社団法人日本玩具協会等における統計データに基づき幅広く市場に普及する玩具を84製品選定し購入した(Table 1)。これらの玩具は、凍結粉碎機(冷凍粉碎機JFC-400、日本分析工業株式会社)にて粉碎処理を行った後、容器に保存して密閉後分析までの間-20℃で保存した。

B.3. 試料前処理

粉碎した試料50mgをアセトニトリル5mlで抽出し、試料に直接シリカゲル(ヘキサン洗浄シリカゲル、ジーエルサイエンス株式会社)1gを加え攪拌することで、試料中のマトリックス成分を除去した。さらに、抽出液2mlを分取しフィルター(0.2µm)処理した後、窒素ガスで溶媒を除去し500µlに濃縮した。この試料から、フタル酸エステル類及びリン系難燃剤の成分ごとに抽出液を200µlずつ分取し、内部標準物質を加え再度フィルター処理し分析に供した。

B.4. フタル酸エステル類の分析

対象とするフタル酸エステル類及びリン系難

燃剤は、LC-MS/MS (Xevo TQ-S, Waters) (Table 2, 3)によるMRMモードで分析した。各成分の分析条件はTable 4及び5に示す通りである。

B.5. 臭素系難燃剤の分析

粉碎した試料 50 mg を分取し、トルエンで 2.5 mL にメスアップ後、30 分間超音波抽出を行った。抽出液 0.05 mL をヘキサンに添加し、5 mL にメスアップして振とうした後、44%硫酸シリカゲルを 2 g 添加・振とうした。遠心分離の後、上清のヘキサン溶液 100 µL をバイアルに分取し、窒素吹付けにより濃縮した。その後、内部標準物質を加え分析に供した。

対象の臭素系難燃剤測定には Agilent 7890B GC, JMS-Q1500GC を組み合わせた四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた。測定条件の詳細は既報に従った¹⁾。

C. 結果及び考察

C.1. 前処理の検討

分析精度及び分析効率の向上、前処理時間の短縮を目的とし、抽出には超音波抽出法を用いた。初めに、各成分の抽出溶媒を検討したところ、アセトニトリルにより対象成分は感度良く検出された。また、抽出の最適時間と分析に用いる試料量を検討したところ、実際の玩具製品からは、DBP 及び DIBP が、いずれも 40 分以降で平衡に達したことから、抽出時間は 40 分とした。また、試料量については、DBP 及び DIBP の濃度が試料量に依存して増加したことから、50mg の試料を分析に用いることとした (Figure 1, 2)。

C.2. 添加回収試験

フタル酸エステル類およびリン系難燃剤を対象とした添加回収試験を実施したところ、フタル酸エステル類は 87~130%、リン系難燃剤は 87~

110%であった。また、各成分の検量線は、いずれも相関係数 (フタル酸エステル類: $r^2 > 0.9744$, リン系難燃剤: $r^2 > 0.9744$) の良好な直線性を示した。そのため本調査では、同位体標識物質を内標準物質とする内標準法を定量法として定めた。

C.3. プラスチック標準試料の分析

フタル酸エステル類については、前処理及び分析法についてのより詳細な分析精度を確認するため、プラスチック標準試料 (JSAC PT0671, 日本分析化学会) を用いフタル酸エステル類 7 成分を対象とした分析精度を確認した。その結果、DNOP については回収率が 8 割を下回る結果となったものの、その他の成分については標準試料と殆ど同様の濃度であることが確認され、本研究での分析手法の妥当性が確認された (Table 6)。

C.4. 幼児用玩具の分析

C.4.1. 可塑剤/難燃剤成分の検出

フタル酸エステル類

検出されたフタル酸エステル類と代替物質の結果を Table 7 に示す。対象とした成分の殆どがいずれかの玩具から検出された。中でも DBP56 検体 (80%) と DINCH42 検体 (67%) の検出率が比較的高い傾向が見られた。その他にも検出された濃度が比較的高かった成分として TOTM47 検体 (58%)、DMP35 検体 (46%)、DEHP24 検体 (44%)、DEHA31 検体 (39%)、DEP31 検体 (37%)、BBP20 検体 (34%)、DIDP27 検体 (34%) の順に検出された。各成分の含有率を算出した結果から、規制対象とされるフタル酸エステル類 6 成分について、殆どのが「食品・添加物等の規格基準」(令和 2 年厚生労働省告示第 380 号) の 0.1% 以下であることが確認されたものの、一部の輸入製品において、0.1% 以上のものが検出された。さらに、

「指定おもちゃ」からの各成分の検出率については別途 Table 9-1 に示す。

リン系難燃剤

検出された PFRs の結果を Table 8 に示す。対象とした殆どの PFRs がいずれかの玩具から検出されていたが、中でも TPHP48 検体 (48%) と EHDPP40 検体 (40%) の検出率が比較的高く、含有量も高い傾向が見られた。次に TIBP28 検体 (31%)、TEHP26 検体 (29%)、TCPP24 検体 (27%)、TCsP23 検体 (26%)、TEP22 検体 (25%)、TBOEP17 検体 (19%)、TCEP16 検体 (18%)、TMP16 検体 (18%)、TNBP10 検体 (11%)、TPP5 検体 (6%)、CsDPPHP5 検体 (6%) の順に検出された。

フタル酸エステルと同様、リン酸エステルについても「指定おもちゃ」からの検出率については別途 Table 9-2 に示す。

臭素系難燃剤

臭素系難燃剤については、PBDE9 種異性体及び HBCD を対象とし、全ての試料について分析を実施した結果、現在のところ全検体で検出下限値を下回る結果となった。

C.4.2. 可塑剤/難燃剤成分の特徴

本研究で対象とした製品について、生産国 (タイ、中国、デンマーク、日本、韓国、台湾 etc.) の違いと成分濃度とを比較したところ、フタル酸エステル類及びその代替成分については、中国製の指人形等から比較的高濃度検出される傾向が見られ、DBP、DEHA、TOTM などの成分が特に高濃度検出された。一方で、欧州の規制により管理されるデンマーク産の製品については、DEHP の検出率が比較的高い傾向にあり、その他の成分については殆ど検出されない状況であった。

また、リン酸エステル類について、検出率の高かった 4 成分 (TPHP、EFDPP、TIBP、TEHP) については、中国産の製品からの検出頻度が最も高く、タイ、日本、デンマーク産の製品からは殆ど検出されなかった。また、中国製の玩具からは、比較的高濃度の PFR が検出される傾向が見られ、製造年代の違いによっても組成が異なる傾向が見られた。さらに、分析の対象とした玩具製品を製造された年代ごとに分類し (1990~2000 年、2000~2010 年、2010~2020 年)、年代ごとに、製品中の各成分の含有量の推移を調べたところ、検出された殆どの成分が、年代が経過するごとに含有量が減少する傾向が見られた。特に、フタル酸エステル類では (Figure 3)、DBP、DEHA、DIBP 及び DIDP において、2010 年以前までに製造された製品中において 20000 µg/g を超過する数種類の製品が検出されていたものの、2010~2020 年の間に製造された製品においては、含有量が大幅に減少していることが確認された。リン系難燃剤においても同様に、2010 年以前までの製品において比較的高濃度検出されていた TPHP については、2010 年以降では含有量が大幅に減少していることが確認された (Figure 4)。しかしながら、本研究で対象とした玩具製品については、玩具の種類や製造年代、製造国等に関する条件が統一されていないため、より詳細な実態を把握するためには種類や数量などの条件を統一させ調査を行う必要性も考えられた。

さらに、本研究で対象とした主な成分の有害性に関する情報について、規制成分を含むフタル酸エステル類 9 成分 (DMP、DEP、DBP、DEHP、BBP、DINP、DIDP、DIBP、DNOP) およびアジピン酸エステル類 2 成分 (DEHA、DINA) とその代替物質 (DINCH)、そしてリン酸エステル類 11 成分 (TMP、TEP、TPP、TIBP、TBOEP、TEHP、TCEP、TCIPP、TDCIPP、

TPHP、TCsP) については、令和元年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）において東らによって、主な有害性に関する情報と健康リスク評価に必要な耐容一日摂取量（TDI）に関して報告されているので参照されたい²⁾。また、ATBC については、各種の動物ごとに経口曝露による毒性影響について報告があるが、全般的に急性毒性等に関する報告は無いものの、ラットでの肝臓や代謝系に対する影響³⁾、そして妊娠期のラットにおいて胎児の体重低下や死亡への影響等が報告されている⁴⁾。

D. 結論

本研究結果において、製品ごとに検出された成分の組成や濃度が異なる背景には、可塑剤・難燃剤に関する各国での規制状況の違いや年代ごとの変化が大きく影響しているものと推測された。今後は、各成分の毒性情報を基に、本研究で得られた知見をベースとして、様々な玩具を想定した乳幼児への曝露状況を明確にすることで、健康リスクの実態を明らかにしていく必要性が示唆された。

E. 参考文献

1. Eguchi A, Matsukami H, Takahashi A, Kajiwara N. Simultaneous determination of polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in plastic waste by short-column gas-chromatography-quadrupole mass spectrometry and electron capture detector. *Chemosphere* 2021; 277: 130301.
2. 東賢一、金勲、稲葉洋平、戸次加奈江. SVOC の多経路多媒体曝露を考慮した居住者の健康リスク評価. 令和元年度厚生労働科学研究費補助金 健康安全・危機管理対策総合研究事業分

担研究報告書 2020. 3 月

3. Takeshita A., Igarashi-Migitaka J., Nishiyama K., Takahashi H., Takeuchi Y., Koibuchi, N. *Toxicol. Sci.* 2011; 123: 460-470.
4. 平田睦子、高橋美加、松本真理子、河村智子、小野敦、広瀬明彦. 小児用玩具に使用されるフタル酸エステル代替可塑剤の毒性影響. *Bull. Natl. Inst. Health Sci.* 2012; 130: 31-42.

F. 研究発表

なし

G 知的財産権の出願・登録状況

なし

Table1 乳幼児用玩具一覧

種類	製造国	製造年	対象年齢	材質	新旧
楽器 1	china	2019	8 か月	ABS 樹脂	new
楽器 2	china	—	12 か月～	ABS 樹脂	new
楽器 3	china	—	6 歳～	PS	new
楽器 4	china	—	6 歳～	PS	new
コップ重ね	china	2020	6 か月～	コップ:PP, くま:ABS	new
シャボン玉 1	japan	—	3 歳～	PE	new
シャボン玉 2	japan	2019	3 歳～	吹き棒:PP/ボトル, ボトルキャップ:PE	new
スマホケース 1	china	—	—	シリコンラバー	new
スマホケース 2	china	—	—	シリコンラバー	new
スマホケース 3	china	—	—	シリコンラバー	new
チェーンリング 1	china	—	0 歳～	PP	new
チェーンリング 2	japan	2020	3 歳～	PP	new
鉄道玩具 1	thailand	1992	3 歳～	PP	used
鉄道玩具 2	thailand	1996	3 歳～	—	used
鉄道玩具 3	thailand	1996	3 歳～	—	used
鉄道玩具 4	thailand	2019	1.5 歳～	ABS/PP/MABS	new
鉄道玩具 5	—	2004	—	—	used
人形 1	china	2001	3 歳～	PVC	used
人形 2	china	2001	3 歳～	PVC	used
人形 3	china	2004	3 歳～	PVC	used
人形 4	china	2012	—	PVC	used
人形 5	china	—	3 か月～	天然ゴム	new
人形 6	france	—	0 歳～	天然ゴム	new
人形 7	china	—	3 歳～	PVC	new
人形 8	china	2019	3 歳～	カエル:PE/PP, チューブ:PVC, ポンプ:PE, 足:ゴム	used
人形 9	china	—	3 歳～	PE	used
はがため 1	—	—	3 か月～	—	
はがため 2	china	2018	3 か月～	ABS樹脂, TPE, PP	used
はがため 3	korea	—	3 か月～	TPE	new
はがため 4	china	—	3 か月～	ABS 樹脂/PP/EVA 樹脂/TPE	new
はがため 5	china	2020	3 か月～	ABS/MABS/PP/合成ゴム	new
はがため 6	china	2018	3 か月～	TPU/ABS/PEs	new
はがため 7	china	—	0 歳～	シリコーンゴム	new
はがため 8	korea	2019	3 か月～	TPE	new
はがため 9	thailand	—	6 か月～	ソフト部:TPE, ハード部:PP, 鈴:PS	new
パズル	china	—	6 歳～	EVA	new
ビーズ 1	—	—	6 歳～	PP/PE	new
ビーズ 2	china	2007	6 歳～	PE	used
ブロック 1	china	—	2 歳～	PE	new
ブロック 2	china	—	3 歳～	PP	new
ブロック 3	—	—	1.5 歳～	ABS 樹脂	new
ボール 1	china	—	0 歳～	PU/ABS	new
ボール 2	china	—	6 歳～	PVC	new
ボール 3	china	—	6 歳～	PVC	new
ボール 4	china	—	1.5 歳～	PVC	new
ままごと 1	china	2018	3 歳～	PS	used
ままごと 2	china	2018	3 歳～	PS	used
ままごと 3	china	2018	3 歳～	PS	used
ままごと 4	china	2018	3 歳～	PS	used
ままごと 5	china	2018	3 歳～	PS	used
ままごと 6	denmark	—	2 歳～	PE/PP/SBC	new

ままごと 7	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 8	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 9	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 10	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 11	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 12	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 13	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 14	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 15	denmark	—	2歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 16	denmark	—	4歳～	PE/PP/SBC	new
ままごと 17	china	2018	3歳～	PS	new
ままごと 18	china	2018	3歳～	PS	new
ままごと 19	china	2018	3歳～	PS	new
ままごと 20	china	2018	3歳～	PS	new
ままごと 21	china	2018	3歳～	PS	new
ままごと 22	china	2018	3歳～	PS	new
ままごと 23	china	2018	3歳～	PS	new
ミニカー1	china	1991	3歳～	カーウォッシャー本体:PS,POM,PU、ベース:PS、ガードレール:PP	used
ミニカー2	taiwan	2002	6歳～	自動車ボディ・シャーシ・ホイール:ABS樹脂、タイヤ:合成ゴム	used
ミニカー3	china	2001	6歳～	自動車ボディ・シャーシ・ホイール:ABS樹脂、タイヤ:合成ゴム	used
ミニカー4	china	2001	6歳～	自動車ボディ・シャーシ・ホイール:ABS樹脂、タイヤ:合成ゴム	used
ミニカー5	china	2014	3歳～	ABS樹脂	used
ミニカー6	china	—	3歳～	ABS樹脂	used
ミニカー7	china	—	3歳～	ABS樹脂	used
ミニカー8	china	2004	3歳～	ABS樹脂	used
ミニカー9	—	—	3歳～	ABS樹脂	used
ミニカー10	china	2008	3歳～	ABS樹脂	used
指人形 1	china	—	3歳～	PET	used
指人形 2	china	1996	3歳～	PET	used
指人形 3	china	—	3歳～	PET	used
指人形 4	china	2000	3歳～	PET	used
指人形 5	china	1998	3歳～	PET	used
指人形 6	china	1994	3歳～	PET	used
指人形 7	china	2000	3歳～	PET	used
指人形 8	china	—	3歳～	PET	used
指人形 9	china	1996	3歳～	PET	used
指人形 10	china	1997	3歳～	PET	used
指人形 11	china	1999	3歳～	PET	used
指人形 12	china	2000	3歳～	PET	used

PS:ポリスチレン, PE:ポリエチレン, PP:ポリプロピレン, PES:ポリエステル, PU:ポリウレタン, PET:ポリエチレンテレフタレート, TPE:熱可塑性エラストマー, PVC:塩化ビニル樹脂, ABS:アクリロニトリル/ブタジエン/スチレンの共重合による熱可塑性樹脂, MABS:透明なABS樹脂, EVA:エチレン酢酸ビニル, POM:ポリアセタール

Table 2 Analytical condition of phthalic esters by LC-MS/MS.

Instrument: LC-MS/MS (Xevo TQ-S, Waters)
Mobile phase: A) Water containing 10 mM Ammonium formate, B) Methanol
Gradient: hold at 60% B for 0.5 min, 60% to 70% in 3 min, 70% to 95% B in 7.5 min, hold for 3 min, 95% to 60% in 0.5 min
Flow rate: 0.3 ml/min
Column: Raptor Fluoro Phenyl, 500 mm x 2.1 mm, 1.8 μm (RESTEK)
Column temperature: 40°C

Table 3 Analytical condition of phosphorelated flame retardants by LC-MS/MS.

Instrument: LC-MS/MS (Xevo TQ-S, Waters)
Mobile phase: A) Water containing 10 mM Ammonium acetate, B) Methanol containing 10 mM Ammonium acetate
Gradient: hold at 60% B for 1 min, 60% to 70% in 1 min, 70% to 95% B in 6 min, 95% to 50% in 4 min, hold for 3 min
Flow rate: 0.3 ml/min
Column: Kinetex C18, 50 mm x 2.1 mm, 1.3 μm (Phenomenex)
Column temperature: 50°C

Table 4 MS/MS parameters for the Phthalate esters.

Name	PRABs	Retention time (min)	Precursor ion [M+H] ⁺ (m/z)	Quantifier (m/z)	Cone (V)	Collision (eV)
Di-butyl phthalate	DBP	5.26	279.1	149.0	12	10
Butyl benzyl phthalate	BBP	5.40	313.2	149.0	16	10
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	DEHP	9.41	391.3	279.0	19	10
Di-octyl phthalate	DNOP	9.80	391.3	261.0	18	10
Di-isononyl phthalate	DINP	10.3	419.6	275.0	15	10
Di-isodecyl phthalate	DIDP	10.7	447.4	149.0	15	23
Diisobutyl phthalate	DIBP	5.15	279.1	149.0	12	10
Dimethyl phthalate	DMP	1.68	195.1	163.1	30	12
Diethyl phthalate	DEP	2.48	223.2	149.1	28	18
Dicyclohexyl phthalate	DCHP	6.78	331.0	167.0	15	12
Bis(2-ethylhexyl)-adipate	DEHA	9.53	371.3	129.0	18	15
Diisononyl adipate	DINA	10.28	399.8	129.0	18	15
Acetyl tributyl citrate	ATBC	6.74	403.5	185.1	15	12
1,2-Cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester	DINCH	10.54	425.7	155.2	20	15
Dibutyl sebacate	DBSb	7.68	315.5	139.2	18	14
Tris(2-ethylhexyl) Trimellitate	TOTM	11.94	547.8	305.2	18	15
Di-butyl phthalate- <i>d</i> ₄	DBP- <i>d</i> ₄	5.24	283.0	209.0	12	7
Butyl benzyl phthalate- <i>d</i> ₄	BBP- <i>d</i> ₄	5.39	317.2	209.0	16	5
Dimethyl phthalate- <i>d</i> ₄	DMP- <i>d</i> ₄	1.67	199.1	167.0	28	10
Diethyl phthalate- <i>d</i> ₄	DEP- <i>d</i> ₄	2.47	227.2	153.1	28	18
Bis(2-ethylhexyl) phthalate- <i>d</i> ₄	DEHP- <i>d</i> ₄	9.41	391.3	279.0	19	10
Dicyclohexyl phthalate- <i>d</i> ₄	DCHP- <i>d</i> ₄	6.33	335.0	171.2	15	12
Bis(2-ethylhexyl)-adipate- <i>d</i> ₈	DEHA- <i>d</i> ₈	9.53	379.3	137.0	18	15
Di-octyl phthalate- <i>d</i> ₄	DNOP- <i>d</i> ₄	9.79	395.5	153.0	18	10
1,2-Cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester-H6A	DINCH-H6A	10.49	431.7	161.2	19	17

Table 5 MS/MS parameters for the Phosphorus flame retardants.

Name	PRABs	Retention time (min)	Precursor ion [M+H] ⁺ (m/z)	Quantifier (m/z)	Cone (V)	Collision (eV)
Trimethyl phosphate	TMP	0.41	141.1	109.0	30	15
Triethyl phosphate	TEP	0.64	183.1	99.1	30	20
Tris(2-chloroethyl) phosphate	TCEP	0.82	287.0	99.1	25	30
Tripropyl phosphate	TPP	1.83	225.1	99.1	30	25
Tris(2-chloroisopropyl) phosphate	TCPP	1.90	327.0	99.0	30	30
Tris(1,3-dichloroisopropyl) phosphate	TDCPP	2.70	430.9	99.1	30	25
Triphenyl phosphate	TPHP	2.85	327.1	215.2	30	30
Tris(isobutyl) phosphate	TIBP	3.19	267.2	99.1	30	30
Tri- <i>n</i> -butyl phosphate	TNBP	3.29	267.2	99.1	30	30
Cresyl diphenyl phosphate	CsDPhP	3.27	341.1	152.1	30	30
Tris(2-butoxyethyl) phosphate	TBOEP	3.76	399.2	99.1	40	40
Tricresyl phosphate	TCsP	4.22	369.1	243.0	30	30
2-Ethylhexyldiphenyl phosphate	EHDPP	4.77	363.2	251.0	25	25
Tris(2-ethylhexyl) phosphate	TEHP	8.53	435.3	99.0	40	35
Tris(2-chloroethyl) phosphate- <i>d</i> ₁₂	TCEP- <i>d</i> ₁₂	0.81	299.0	67.3	35	30
Triphenyl phosphate- <i>d</i> ₁₅	TPHP- <i>d</i> ₁₅	2.80	342.2	160.1	35	30
Tris(methylphenyl) phosphate- <i>d</i> ₂₁	TMPP- <i>d</i> ₂₁	4.16	390.1	175.1	35	30
Tris(2-ethylhexyl) phosphate- <i>d</i> ₅₁	TEHP- <i>d</i> ₅₁	8.41	486.6	103.0	35	30

Table 6 規制フタル酸エステル類 6 成分を含むプラスチック標準試料 (JSAC PT0671, 日本分析化学会) の分析

Phthalate ester	Reference material (JSAC PT0671, $\mu\text{g/g}$)	This study	
		$\mu\text{g/g}$	%
DEHP	970	961	99
BBP	948	949	100
DBP	940	953	101
DIBP	923	989	107
DINP	974	864	89
DIDP	952	1019	107
DNOP	984	747	76

Table 7-1 玩具から検出されたフタル酸エステル類と代替成分の濃度

µg/g																			
種類	生産国	製造年代	DBP	BBP	DEHP	DNOP	DINP	DIDP	DIBP	DMP	DEP	DCHP	DEHA	DINA	ATBC	DINCH	DBSb	TOTM	
楽器 1	china	2019	52	n,d	n,d	22	n,d	n,d	190	n,d	n,d	n,d	n,d	460	2600	n,d	9.3	170	
楽器 2	-	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	330	n,d	n,d	n,d	n,d	110	1400	n,d	n,d	58	
楽器 4	china	-	1300	42	n,d	73	n,d	410	n,d	n,d	n,d	84	n,d	n,d	n,d	n,d	70	150	
コップ重ね	china	2020	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	1000	n,d	n,d	
シャボン玉 1	japan	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	590	n,d	3.4	
シャボン玉 2	japan	2019	42	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	160	n,d	6.0	
スマホケース 1	china	-	750	4.7	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	580	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
スマホケース 2	-	-	210	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	670	n,d	n,d	
スマホケース 3	china	-	650	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	63	6400	n,d	n,d	n,d	n,d	1200	n,d	n,d	
チェンリング 1	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	340	n,d	n,d	
チェンリング 2	japan	2020	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
鉄道玩具 1	thailand	1992	0.62	n,d	n,d	n,d	20	0.55	0.27	0.12	0.13	n,d	0.04	n,d	n,d	0.1	0.037	0.02	
鉄道玩具 2	thailand	1996	0.28	n,d	n,d	n,d	17	0.58	0.1	0.013	0.018	n,d	0.039	n,d	n,d	0.065	n,d	0.25	
鉄道玩具 3	thailand	1996	0.2	n,d	n,d	n,d	15	0.35	0.067	0.032	0.033	n,d	0.033	n,d	n,d	0.046	n,d	0.08	
鉄道玩具 5	-	2004	1000	30	11000	n,d	n,d	1200	n,d	n,d	62000	n,d	180	n,d	n,d	3800	n,d	190	
人形 1	china	2001	6.8	n,d	n,d	0.2	n,d	0.51	14	1.6	1.7	n,d	2.5	540	880	29	6.16	1.06	
人形 2	china	2001	28	n,d	n,d	0.13	n,d	2.5	18	1	1.1	n,d	90	790	790	2.5	3.5	39	
人形 3	china	2004	n,d	420	10000	n,d	n,d	n,d	n,d	3700	20000	n,d	18000	n,d	n,d	n,d	n,d	370	
人形 4	china	2012	3000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	840	240	n,d	n,d	13	1700	1500	8200	48	4000	
人形 5	china	-	960	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
人形 6	france	-	1600	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
人形 7	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	56	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	-	n,d	n,d	
人形 8	china	2019	4800	-	5600	n,d	n,d	n,d	7400	230	200	n,d	73	n,d	n,d	1600	n,d	1400	
人形 9	china	-	4200	6.7	n,d	n,d	n,d	n,d	2700	140	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	1800	n,d	13	
はがため 1		2005	7.5	n,d	n,d	0.11	n,d	0.92	12	1.2	1.1	0.051	1.6	n,d	n,d	57	n,d	0.44	
はがため 2	china	2018	0.21	n,d	n,d	n,d	n,d	0.039	0.15	0.021	n,d	n,d	0.01	n,d	n,d	0.16	n,d	0.012	
はがため 3	korea	-	5000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	69	
はがため 4	china	-	670	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	10	
はがため 5	china	2020	360	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	70	
はがため 6	china	2018	600	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	19	
はがため 7	china	-	490	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	130	n,d	n,d	n,d	1800	5900	870	n,d	110	
はがため 8	korea	2019	6900	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	270	n,d	n,d	n,d	n,d	390	n,d	26	
はがため 9	thailand	-	210	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	50	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	390	n,d	17	
パズル	china	-	1100	210	1700	n,d	n,d	3600	n,d	n,d	n,d	n,d	1900	n,d	n,d	1500	21	81	
ビーズ 1	-	-	1200	3.0	5800	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	260	n,d	38	
ビーズ 2	china	2007	n,d	n,d	800	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	59	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
ブロック 1	china	-	50	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	380	n,d	n,d	n,d	n,d	790	n,d	n,d	
ブロック 2	china	-	56	n,d	n,d	n,d	n,d	5600	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	600	n,d	n,d	
ブロック 3	-	-	31	23	n,d	38	n,d	29	n,d	n,d	160	n,d	n,d	n,d	n,d	710	n,d	n,d	
ボール 1	china	-	5500	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	10	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	120	
ボール 2	china	-	n,d	n,d	18000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	48	n,d	n,d	n,d	n,d	32	
ボール 3	china	-	n,d	n,d	10000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	120	n,d	n,d	n,d	n,d	7.0	
ボール 4	china	-	n,d	n,d	2500	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	210	n,d	200	n,d	n,d	n,d	n,d	170	
ままごと 1	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	0.061	n,d	0.045	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	17	n,d	0.017	
ままごと 2	china	2018	1.0	n,d	n,d	n,d	n,d	1.8	0.41	0.053	n,d	n,d	0.12	n,d	n,d	25	n,d	0.8	
ままごと 3	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	0.028	n,d	0.031	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	55	n,d	n,d	
ままごと 4	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	0.021	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	1.1	n,d	n,d	
ままごと 5	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	1.3	0.045	n,d	0.011	n,d	n,d	n,d	n,d	3.6	n,d	n,d	
ままごと 6	denmark	-	1300	n,d	n,d	n,d	n,d	1900	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
ままごと 7	denmark	-	180	n,d	42000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
ままごと 8	denmark	-	16	n,d	29000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
ままごと 9	denmark	-	56	n,d	11000	n,d	n,d	n,d	n,d	510	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	200	n,d	n,d	
ままごと 10	denmark	-	25	n,d	6900	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	84	n,d	n,d	
ままごと 11	denmark	-	n,d	n,d	2400	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	200	n,d	n,d	
ままごと 12	denmark	-	20	n,d	1600	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
ままごと 13	denmark	-	94	n,d	5100	n,d	n,d	1500	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	27	n,d	n,d	
ままごと 14	denmark	-	n,d	n,d	350	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	
ままごと 15	denmark	-	260	n,d	1200	n,d	n,d	72	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	1000	n,d	n,d	
ままごと 16	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	12	n,d	n,d	620	n,d	n,d	
ままごと 17	china	2018	180	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	710	n,d	n,d	
ままごと 19	china	2018	310	n,d	720	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	810	n,d	n,d	

ままごと 20	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 23	china	2018	470	n,d	540	n,d	n,d	n,d	n,d	120	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	840	n,d	n,d
ミニカ-1	china	1991	0.54	n,d	n,d	n,d.	9.5	0.14	0.032	n,d.	n,d.	n,d.	n,d.	n,d.	n,d.	0.041	n,d.	n,d.
ミニカ-3	china	2001	3.9	n,d	n,d	n,d.	16	3.8	0.61	0.52	0.14	n,d.	0.077	n,d.	n,d.	n,d.	0.11	n,d.
ミニカ-5	china	2014	n,d	n,d	n,d	160	27000	n,d	7600	n,d	990	n,d	n,d	6500	n,d	n,d	50	1800
ミニカ-6	china	-	n,d	n,d	9000	n,d	n,d	670	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	13000	n,d	1200	n,d	760
ミニカ-7	china	-	120	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	150	n,d	n,d	n,d	n,d	2300	n,d	30
ミニカ-8	china	2004	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	370	n,d	n,d	n,d	35000	n,d	3.5	n,d
ミニカ-9	china	2008	3900	140	11000	n,d	n,d	n,d	2700	n,d	850	n,d	150	n,d	3600	n,d	n,d	91
ミニカ-10	-	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
指人形 1	china	-	n,d	120	36000	n,d	n,d	5400	n,d	5900	6600	n,d	9000	n,d	n,d	n,d	10000	n,d
指人形 2	china	1996	15000	70	n,d	n,d	n,d	12000	6600	7900	n,d	48000	n,d	n,d	n,d	n,d	13000	34000
指人形 3	china	-	4000	4.3	42000	n,d	n,d	2900	3900	1000	3800	n,d	2400	n,d	n,d	n,d	n,d	19000
指人形 4	china	2000	16000	46	n,d	n,d	n,d	1700	20000	6200	12000	n,d	16000	n,d	n,d	n,d	5000	2800
指人形 5	china	1998	5100	1400	n,d	n,d	n,d	n,d	2800	610	510	n,d	45000	22000	n,d	n,d	510	1300
指人形 6	china	1994	n,d	1000	n,d	n,d	n,d	n,d	6100	1900	4500	n,d	n,d	2400	n,d	n,d	4300	2900
指人形 7	china	2000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	1500	1900	n,d	14000	n,d	n,d	n,d	410	2700
指人形 8	china	-	23000	220	n,d	n,d	n,d	n,d	8100	3900	5700	n,d	10000	n,d	n,d	n,d	6000	6600
指人形 11	china	1999	13000	650	n,d	n,d	n,d	n,d	2100	1100	940	n,d	31000	n,d	n,d	n,d	470	1900
指人形 12	china	2000	n,d	260	n,d	n,d	n,d	9700	n,d	8200	7400	940	40000	n,d	n,d	n,d	4600	5600

Table 7-2 玩具から検出されたフタル酸エステル類と代替成分の割合

(%)																		
種類	生産国	年代	DBP	BBP	DEHP	DNOP	DINP	DIDP	DIBP	DMP	DEP	DCHP	DEHA	DINA	ATBC	DINCH	DBSb	TOTM
楽器 1	china	2019	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.38	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.92	5.2	<0.1	<0.1	0.34
楽器 2	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.66	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.22	2.8	<0.1	<0.1	0.11
楽器 4	china	-	2.6	<0.1	<0.1	0.14	<0.1	0.82	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.14	0.30
コップ重ね	china	2020	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.0	<0.1	<0.1
シャボン玉 1	japan	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.1	<0.1	<0.1
シャボン玉 2	japan	2019	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.32	<0.1	<0.1
スマホケース 1	china	-	1.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
スマホケース 2	-	-	0.42	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.3	<0.1	<0.1
スマホケース 3	china	-	1.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.4	<0.1	<0.1
チェンリング 1	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.68	<0.1	<0.1
チェンリング 2	japan	2020	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 1	thailand	1992	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 2	thailand	1996	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 3	thailand	1996	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 5	-	2004	2.0	<0.1	22	<0.1	<0.1	2.4	7.2	<0.1	120	<0.1	0.36	<0.1	<0.1	7.6	<0.1	0.38
人形 1	china	2001	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.0	1.7	<0.1	<0.1	<0.1
人形 2	china	2001	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.18	1.5	1.5	<0.1	<0.1	<0.1
人形 3	china	2004	26	0.84	20	<0.1	<0.1	<0.1	5.6	7.4	40	<0.1	36	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.74
人形 4	china	2012	6.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.6	0.48	<0.1	<0.1	<0.1	3.4	3.0	16	<0.1	8.0
人形 5	china	-	1.9	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
人形 6	france	-	3.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
人形 7	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
人形 8	china	2019	9.6	<0.1	11	<0.1	<0.1	<0.1	14	0.46	0.40	<0.1	0.14	<0.1	<0.1	3.2	<0.1	2.8
人形 9	china	-	8.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5.4	0.28	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.6	<0.1	0.026
はがため 1	-	2005	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1
はがため 2	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 3	korea	-	10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.13
はがため 4	china	-	1.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 5	china	2020	0.72	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.14
はがため 6	china	2018	1.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 7	china	-	0.98	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.26	<0.1	<0.1	<0.1	3.6	11	1.7	<0.1	0.22
はがため 8	korea	2019	13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.54	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.78	<0.1	<0.1
はがため 9	thailand	-	0.42	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.78	<0.1	<0.1
パズル	china	-	2.2	0.42	3.4	<0.1	<0.1	7.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.8	<0.1	<0.1	3.0	<0.1	0.16
ビーズ 1	-	-	2.4	<0.1	11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.52	<0.1	<0.1
ビーズ 2	china	2007	<0.1	<0.1	1.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.0	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ブロック 1	china	-	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.76	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	<0.1	<0.1
ブロック 2	china	-	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.2	<0.1	<0.1
ブロック 3	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.32	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.4	<0.1	<0.1
ボール 1	china	-	11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.24
ボール 2	china	-	<0.1	<0.1	36	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	10	<0.1	<0.1
ボール 3	china	-	<0.1	<0.1	20	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	6.0	<0.1	<0.1	0.24	<0.1	<0.1	10	<0.1	<0.1
ボール 4	china	-	<0.1	<0.1	5.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	8.4	0.42	<0.1	0.40	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.34
ままごと 1	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 2	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 3	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1
ままごと 4	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 5	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 6	denmark	-	2.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.8	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 7	denmark	-	<0.1	<0.1	84	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 8	denmark	-	<0.1	<0.1	58	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 9	denmark	-	0.11	<0.1	22	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.40	<0.1	<0.1
ままごと 10	denmark	-	<0.1	<0.1	13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1	<0.1
ままごと 11	denmark	-	<0.1	<0.1	4.8	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.40	<0.1	<0.1
ままごと 12	denmark	-	<0.1	<0.1	3.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 13	denmark	-	0.18	<0.1	10	<0.1	<0.1	3.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 14	denmark	-	<0.1	<0.1	0.70	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 15	denmark	-	0.52	<0.1	2.4	<0.1	<0.1	0.14	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.0	<0.1	<0.1
ままごと 16	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.2	<0.1	<0.1
ままごと 17	china	2018	0.36	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.4	<0.1	<0.1
ままごと 19	china	2018	0.62	<0.1	1.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.6	<0.1	<0.1

ままごと 20	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 23	china	2018	0.94	<0.1	1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.24	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.6	<0.1	<0.1
ミニカ-1	china	1991	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカ-3	china	2001	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカ-5	china	2014	1.6	<0.1	0.48	0.32	54	<0.1	15	<0.1	1.9	<0.1	<0.1	13	<0.1	<0.1	0.10	3.6
ミニカ-6	china	-	<0.1	<0.1	18	<0.1	<0.1	1.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	26	<0.1	2.4	<0.1	1.5
ミニカ-7	china	-	0.24	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.30	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.6	<0.1	<0.1
ミニカ-8	china	2004	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.74	<0.1	<0.1	<0.1	70	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカ-9	china	2008	7.8	0.28	22	<0.1	<0.1	<0.1	5.4	<0.1	1.7	<0.1	0.30	<0.1	7.2	10	<0.1	0.18
ミニカ-10	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
指人形 1	china	-	<0.1	0.24	72	<0.1	<0.1	10	<0.1	11	13	<0.1	18	<0.1	<0.1	<0.1	20	<0.1
指人形 2	china	1996	30	0.14	<0.1	<0.1	<0.1	24	13	15	<0.1	96	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	26	68
指人形 3	china	-	8.0	<0.1	84	<0.1	<0.1	5.8	7.8	2.0	7.6	<0.1	4.8	<0.1	<0.1	32	<0.1	38
指人形 4	china	2000	32	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.4	40	12	24	<0.1	32	<0.1	<0.1	<0.1	10	5.6
指人形 5	china	1998	10	2.8	<0.1	<0.1	<0.1	5.6	1.2	1.0	<0.1	90	44	<0.1	<0.1	<0.1	1.0	2.6
指人形 6	china	1994	56	2.0	<0.1	<0.1	<0.1	12	3.8	9.0	<0.1	72	4.8	<0.1	<0.1	<0.1	8.6	5.8
指人形 7	china	2000	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.0	3.8	<0.1	28	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.82	5.4
指人形 8	china	-	46	0.44	<0.1	<0.1	<0.1	16	7.8	11	<0.1	20	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	12	13
指人形 11	china	1999	26	1.3	<0.1	<0.1	<0.1	4.2	2.2	1.8	<0.1	62	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.94	3.8
指人形 12	china	2000	<0.1	0.52	<0.1	<0.1	<0.1	19	<0.1	16	14	1.8	80	<0.1	<0.1	<0.1	9.2	11

Table 8-1 玩具から検出されたリン酸エステル類の濃度

µg/g																
種類	生産国	製造年代	TMP	TEP	TPP	TCEP	TCPP	TDCPP	TPHP	TIBP	TNBP	CsDPPH	TBOEP	TCsP	EHDPP	TEHP
楽器 1	china	2019	15	43	2.1	n,d	n,d	n,d	n,d	160	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
楽器 2	-	-	38	n,d	2.6	n,d	340	n,d	36	490	26	n,d	n,d	n,d	6.6	n,d
楽器 4	china	-	n,d	7.0	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	320	n,d	n,d
コップ重ね	china	2020	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
シャボン玉 1	japan	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	140	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
シャボン玉 2	japan	2019	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	69	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
スマホケース 1	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	1600	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
スマホケース 2	-	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	730	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	100	n,d
スマホケース 3	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	190	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
チェーンリング 1	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
チェーンリング 2	japan	2020	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
鉄道玩具 1	thailand	1992	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
鉄道玩具 2	thailand	1996	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
鉄道玩具 3	thailand	1996	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
鉄道玩具 5	-	2004	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
人形 1	china	2001	3.6	9.1	n,d	390	370	140	9800	74	270	12	970	4.4	220	5.9
人形 2	china	2001	65	23	n,d	300	430	160	10000	55	270	16	780	190	3.2	16
人形 3	china	2004	8.0	27	n,d	n,d	920	190	23000	n,d	790	24	n,d	5500	220	33
人形 4	china	2012	n,d	870	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	1400	4.9	87
人形 5	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	110	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
人形 6	france	-	n,d	23	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	28	n,d	n,d	n,d	4200	n,d	n,d
人形 7	china	-	n,d	1.9	n,d	n,d	n,d	n,d	4300	n,d	n,d	n,d	n,d	4500	-	8300
人形 8	china	2019	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	140	n,d	n,d	n,d	n,d	840	430	120
人形 9	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	150	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	370	38
はがため 2	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
はがため 3	korea	-	n,d	22	n,d	n,d	n,d	n,d	380	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
はがため 4	china	-	1.8	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
はがため 5	china	2020	29	36	n,d	n,d	41	n,d	n,d	370	8.0	n,d	n,d	22	n,d	n,d
はがため 6	china	2018	9.0	11	n,d	n,d	n,d	n,d	82	n,d	n,d	n,d	n,d	11	20	15
はがため 7	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	150	78	n,d	n,d	n,d	64	75	310
はがため 8	korea	2019	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	93	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
はがため 9	thailand	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	100	67	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
パズル	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	130	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	75	64
ピース 1	-	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	85	n,d	n,d	n,d	1000	n,d	n,d
ピース 2	china	2007	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	170	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	910	110
ブロック 1	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ブロック 2	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	100	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	750	n,d
ブロック 3	-	-	n,d	120	n,d	n,d	280	n,d	n,d	89	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ボール 1	china	-	n,d	9.1	n,d	n,d	n,d	n,d	30000	n,d	n,d	9.6	n,d	160	n,d	8.6
ボール 2	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	11000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	-	12000
ボール 3	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	330	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	3900	1900
ボール 4	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	2200	n,d	n,d	n,d	n,d	450	41000	10000
ままごと 1	china	2018	4.5	1.4	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	5.3	n,d	n,d	n,d	n,d	17	n,d
ままごと 2	china	2018	n,d	8.4	2.8	n,d	18	180	4500	22	24	n,d	370	n,d	310	25
ままごと 3	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	190	2.8	n,d	17	n,d	400	n,d	28	n,d
ままごと 4	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 5	china	2018	n,d	2.3	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 6	denmark	-	2.3	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	72	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	220	42
ままごと 7	denmark	-	1.5	6.8	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 8	denmark	-	8.4	25	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	150	n,d	n,d
ままごと 9	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 10	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 11	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 12	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 13	denmark	-	n,d	74	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 14	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 15	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 16	denmark	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 17	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 19	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ままごと 20	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d

ままごと 23	china	2018	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ミニカー1	china	1991	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ミニカー3	china	2001	n,d	n,d	n,d	n,d	0.32	n,d	0.29	0.13	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ミニカー5	china	2014	3300	1800	4800	960	8100	5300	750	n,d	2500	n,d	1100	n,d	n,d	19000
ミニカー6	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	140	1800	n,d	n,d	n,d	240	2500	6400	680
ミニカー7	china	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	57	n,d	n,d
ミニカー8	china	2004	270	n,d	n,d	n,d	n,d	-	8700	n,d	n,d	n,d	-	n,d	-	n,d
ミニカー9	-	-	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
ミニカー10	china	2008	38000	33000	n,d	29000	110000	550000	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d
指人形 1	china	-	n,d	n,d	n,d	490	920	130	17000	320	n,d	n,d	500	5400	270	n,d
指人形 2	china	1996	n,d	n,d	n,d	260	600	230	25000	380	n,d	n,d	1500	n,d	710	51
指人形 3	china	-	n,d	n,d	n,d	120	180	93	230	96	n,d	n,d	470	2400	490	41
指人形 4	china	2000	n,d	n,d	n,d	780	1800	180	25000	240	n,d	n,d	880	n,d	540	46
指人形 5	china	1998	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	n,d	330	73	n,d	n,d	300	n,d	340	98
指人形 6	china	1994	n,d	n,d	n,d	660	4100	2100	280	230	n,d	n,d	9100	1100	970	n,d
指人形 7	china	2000	n,d	n,d	n,d	680	140	n,d	19000	78	n,d	n,d	n,d	1800	220	n,d
指人形 8	china	-	n,d	n,d	n,d	99	550	230	510	140	n,d	n,d	1400	n,d	360	61
指人形 9	china	1996	n,d	n,d	n,d	140	320	200	640	130	n,d	n,d	970	n,d	3700	n,d
指人形 10	china	1997	n,d	n,d	n,d	330	7400	130	360	160	n,d	n,d	860	n,d	1200	480
指人形 11	china	1999	n,d	n,d	n,d	110	210	82	300	83	1200	n,d	350	n,d	270	360
指人形 12	china	2000	n,d	n,d	n,d	2900	280	n,d	25000	300	n,d	n,d	n,d	n,d	1300	n,d

Table 8-2 玩具から検出されたリン酸エステル類の割合

(%)																
種類	生産国	製造年代	TMP	TEP	TPP	TCEP	TCPP	TDCPP	TPHP	TIBP	TNBP	CsDPHP	TBOEP	TCsP	EHDPP	TEHP
楽器 1	china	2019	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.32	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
楽器 2	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.68	<0.1	<0.1	0.98	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
楽器 4	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.64	<0.1	<0.1
コップ重ね	china	2020	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
シャボン玉 1	japan	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.28	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
シャボン玉 2	japan	2019	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
スマホケース 1	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
スマホケース 2	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.20	<0.1
スマホケース 3	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.38	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
チェーンリング 1	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
チェーンリング 2	japan	2020	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 1	thailand	1992	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 2	thailand	1996	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 3	thailand	1996	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉄道玩具 5	-	2004	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
人形 1	china	2001	<0.1	<0.1	<0.1	0.78	0.74	0.28	19.6	0.14	0.54	<0.1	1.9	<0.1	0.44	<0.1
人形 2	china	2001	0.13	<0.1	<0.1	0.60	0.86	0.32	20	0.11	0.54	<0.1	1.5	0.38	<0.1	<0.1
人形 3	china	2004	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.8	0.38	46	<0.1	1.5	<0.1	<0.1	11	0.44	<0.1
人形 4	china	2012	<0.1	1.7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.8	<0.1	0.174
人形 5	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.22	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
人形 6	france	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	8.4	<0.1	<0.1
人形 7	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	8.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	9.0	<0.1	16
人形 8	china	2019	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.28	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.6	0.86	0.24
人形 9	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.30	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.74	<0.1
はがため 1	-	2005	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 1	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 2	korea	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.76	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 3	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 4	china	2020	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.74	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 5	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 6	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.15	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	0.15	0.62
はがため 7	korea	2019	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.18	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
はがため 8	thailand	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.20	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
パズル	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.15	0.12
ビーズ 1	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.17	<0.1	<0.1	<0.1	2.0	<0.1	<0.1
ビーズ 2	china	2007	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.8	0.22
ブロック 1	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ブロック 2	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.20	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	<0.1
ブロック 3	-	-	<0.1	0.24	<0.1	<0.1	0.56	<0.1	<0.1	0.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ボール 1	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	60	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.32	<0.1	<0.1
ボール 2	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	22	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	24
ボール 3	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.66	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	7.8	3.8
ボール 4	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.90	82	20
ままごと 1	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 2	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.36	9.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.62	<0.1
ままごと 3	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.38	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 4	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 5	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 6	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.14	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.44	<0.1
ままごと 7	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 8	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.30	<0.1	<0.1
ままごと 9	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 10	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 11	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 12	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 13	denmark	-	<0.1	0.14	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 14	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 15	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 16	denmark	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 17	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 19	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

ままごと 20	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ままごと 23	china	2018	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカー1	china	1991	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカー3	china	2001	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカー5	china	2014	6.6	3.6	9.6	1.9	16	10	1.5	<0.1	5.0	<0.1	2.2	<0.1	<0.1	38
ミニカー6	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.28	3.6	<0.1	<0.1	<0.1	0.48	5.0	12	1.3
ミニカー7	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1
ミニカー8	china	2004	0.54	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカー9	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ミニカー10	china	2008	76	66	<0.1	58	220	1100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
指人形 1	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	0.98	1.8	0.26	34	0.64	<0.1	<0.1	1.0	10	0.54	<0.1
指人形 2	china	1996	<0.1	<0.1	<0.1	0.52	1.2	0.46	50	0.76	<0.1	<0.1	3.0	<0.1	1.4	0.10
指人形 3	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	0.24	0.36	0.18	0.46	0.19	<0.1	<0.1	0.94	4.8	0.98	<0.1
指人形 4	china	2000	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	3.6	0.36	50	0.48	<0.1	<0.1	1.7	<0.1	1.0	<0.1
指人形 5	china	1998	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.66	0.14	<0.1	<0.1	0.60	<0.1	0.68	0.19
指人形 6	china	1994	<0.1	<0.1	<0.1	1.3	8.2	4.2	0.56	0.46	<0.1	<0.1	18	2.2	1.9	<0.1
指人形 7	china	2000	<0.1	<0.1	<0.1	1.3	0.28	<0.1	38	0.15	<0.1	<0.1	<0.1	3.6	0.44	<0.1
指人形 8	china	-	<0.1	<0.1	<0.1	0.19	1.1	0.46	1.0	0.28	<0.1	<0.1	2.8	<0.1	0.72	0.12
指人形 9	china	1996	<0.1	<0.1	<0.1	0.28	0.64	0.40	1.2	0.26	<0.1	<0.1	1.9	<0.1	7.4	<0.1
指人形 10	china	1997	<0.1	<0.1	<0.1	0.66	14	0.26	0.72	0.32	<0.1	<0.1	1.7	<0.1	2.4	0.96
指人形 11	china	1999	<0.1	<0.1	<0.1	0.22	0.42	0.16	0.6	0.16	2.4	<0.1	0.7	<0.1	0.54	0.72
指人形 12	china	2000	<0.1	<0.1	<0.1	5.8	0.56	<0.1	50	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.6	<0.1

Table 9-1 「指定おもちゃ」に含まれるフタル酸エステル類及び代替成分の検出率

可塑剤/代替物質	検出数	検出率(%)
DBP	45	78
BBP	14	29
DEHP	16	40
DNOP	6	10
DINP	6	10
DIDP	22	35
DIBP	23	38
DMP	31	48
DEP	25	38
DCHP	4	6.2
DEHA	23	37
DINA	8	14
ATBC	6	11
DINCH	34	68
DBSb	16	25
TOTM	37	57

Table 9-2 「指定おもちゃ」に含まれるリン系難燃剤の検出率

可塑剤/代替物質	検出数	検出率(%)
TMP	13	19
TEP	18	26
TPP	4	5.8
TCEP	14	20
TCPP	20	29
TDCPP	15	22
TPHP	32	46
TIBP	25	36
TNBP	9	13
CsDPPH	4	5.8
TBOEP	15	22
TCsP	17	25
EHDPP	26	38
TEHP	20	29

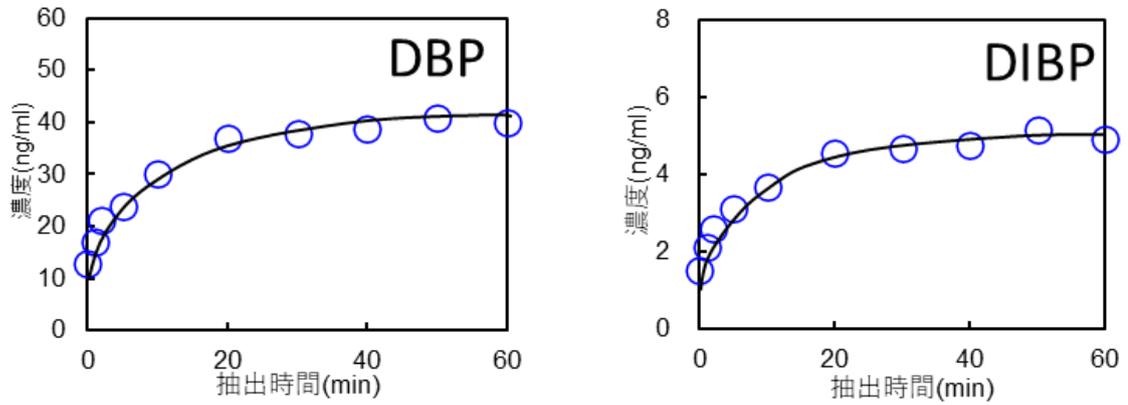


Figure 1 超音波抽出時間の検討

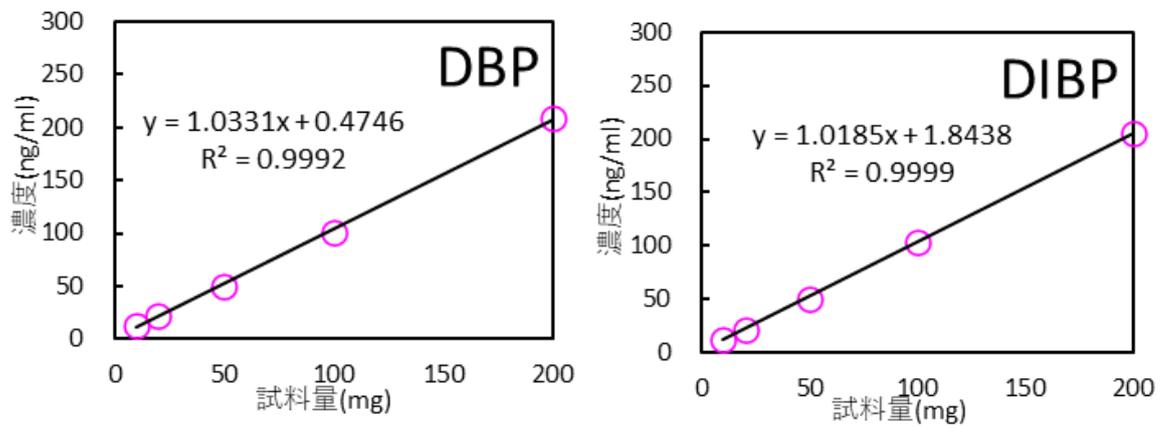


Figure 2 試料量に依存したフタル酸エステル濃度の上昇

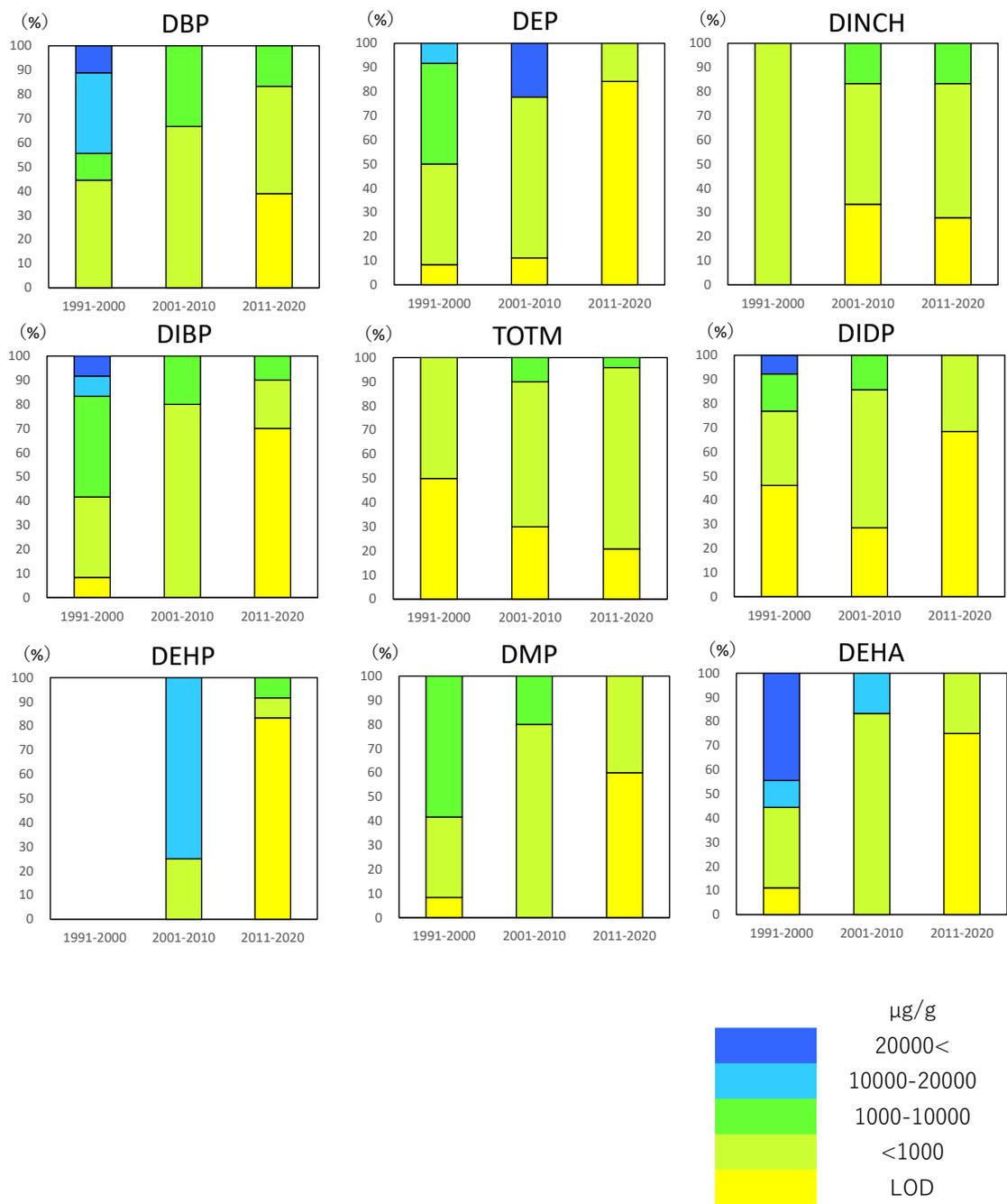


Figure 3 玩具製品の製造年代とフタル酸エステル類及び代替成分の濃度分布

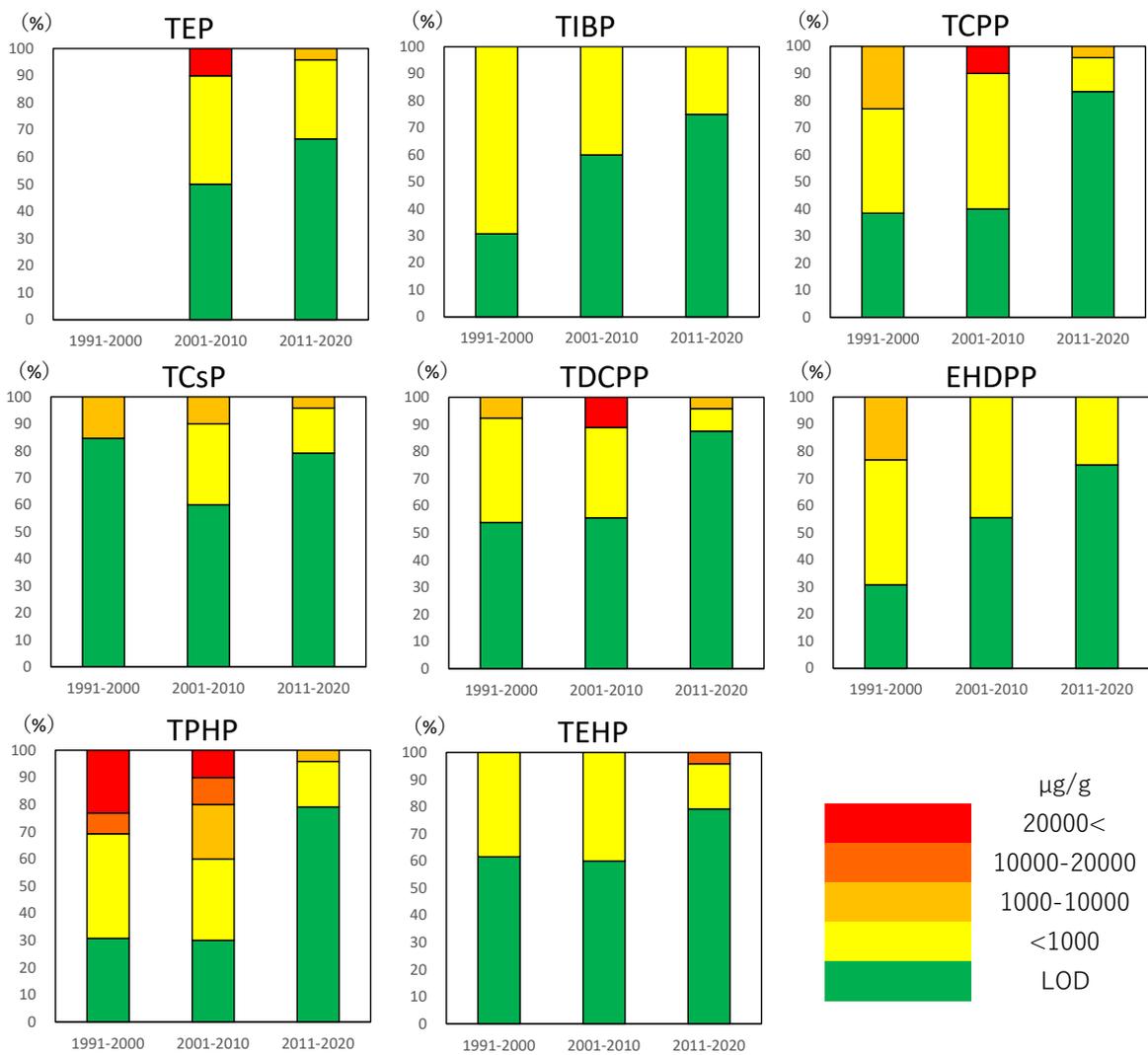


Figure 4 玩具製品の製造年代と PFR 濃度分布