

令和 4 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)

総合研究報告書

乳幼児期の玩具使用における健康被害防止に向けた有害性化合物の曝露評価に関する研究

研究代表者 戸次 加奈江 国立保健医療科学院 生活環境研究部 主任研究官

研究要旨：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有害性が指摘される多くの可塑剤・難燃剤が使用されている。こうした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るため、感受性の高い乳幼児期に玩具を口に入れるマウシングによる経口曝露は、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と考えられる。そこで本研究では、乳幼児用玩具の使用による可塑剤・難燃剤を含む規制対象化合物及び未規制化合物に関する曝露実態を調べることで、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した。

上記の目的達成のため、本研究では R2-4 年度の 3 年間で、以下の 5 テーマに取り組んだ。

- ① 可塑剤・難燃剤に関する簡易一斉分析法の確立
- ② 乳幼児用玩具を対象とした可塑剤・難燃剤の分析（材質試験・溶出試験）
- ③ 乳幼児のマウシング行動に関する調査
- ④ 乳幼児用玩具を対象とした含有成分の網羅的解析
- ⑤ 乳幼児用玩具を介した可塑剤・難燃剤の曝露量の推定及びリスク評価

はじめに、本研究では、乳幼児用玩具約 100 製品を対象とした材質試験及び溶出試験を実施したところ、フタル酸エステル類/代替成分は、DBP (80%) 及び DINCH (67%) を初め、殆どの成分がいずれかの製品から検出された。リン系難燃剤についても検出率の高かった TPHP (48%) 及び EHDPP (40%) を初め、その他多くの成分が製品中に含まれていた。これらは、LC-QToFMS による網羅的な分析においても、可塑剤・難燃剤が多く含まれている傾向が見られた。一方で、人口唾液を用いた溶出試験において検出された成分と、製品中との含有量には必ずしも関連性は見られておらず、溶出試験において検出率が比較的高かった成分としては、DINA (42%)、ATBC (41%)、DIDP (40%)、DINP (38%)、DEHP (36%)、TPHP (100%)、TBOEP (14%) などであった。また、マウシング行動による玩具を介した化学物質摂取の可能性が懸念されるため、乳幼児を対象にした室内行動調査により、1 日のマウシング行動時間を求め、各成分の曝露量を算出し健康リスク評価を行った。その結果、フタル酸ジ-n-ブチル (DBP) については、調査した玩具のうち、DnBP が最大量検出された玩具のマウシングにおいて、リスクが懸念されるレベルと考えられた。フタル酸ジ-2 エチルヘキシル (DEHP) に関しては、調査した玩具のうち、DEHP が最大量検出された玩具のマウシングにおいて継続した調査と情報収集が必要なリスクレベルと考えられた。その他のフタル酸エステル類、フタル酸エステル類の代替物質、リン酸エステル類では、リスクの懸念はほとんどないレベルと考えられた。ただし、曝露量推定のために調査した玩具は、フタル酸エステル類の規制がなされる前の製品 (1991~2020 年製造のもの) に焦点をあてており、また海外製のものを多く含んでいるものである。そのため、DBP 及び DEHP の結果については、フタル酸について規制がされている現在の日本国内に流通している玩具全体のリスクを必ずしも反映するものではないと考えられた。本調査結果については、和光市内の乳幼児用施設において、調査に協力頂いたご家庭に結果をフィードバックすると共に、おもちゃの利用上

の注意点や化学物質の健康上のリスクや安全管理のための対策について、現在、行政を含め幅広い機関へ情報提供していくための準備を進めている。

研究分担者 所属機関名・職名

江口 哲史 千葉大学・講師

高口 倅暉 千葉大学・特任研究員

湯川 慶子 国立保健医療科学院・上席主任研究官

東 賢一 近畿大学医学部・准教授

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

吉田 都美 京都大学大学院医学研究科・講師

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は多くの可塑剤・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マウシングによる経口曝露は、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。

一般に、市場で販売される玩具は、食品衛生法の規格基準に準拠した試験法により検査され、その安全性が確保されている。しかしながら、時代の変遷と共に多様化する玩具の種類や海外からの輸入品の増加、そしてタブレット製品の使用等、乳幼児期におけるこれら製品の使用形態は大きく変化しており、こうした実態を考慮して、定期的な調査を行う必要がある。

また現在、乳幼児用玩具を対象とした可塑剤の規制対象成分として、我が国ではフタル酸エステル類 6 成分 (DBP (フタル酸ジブチル)、BBP (フタル酸ベンジルブチル)、DEHP (フタル酸ジ (2-エチルヘキシル))、DNOP (フタル酸ジ - n - オクチル)、DINP (フタル酸ジイソニル) および DIDP (フタル酸ジイソデシル))

が設定されている中、中国やインドなど新興国における生産量及び使用量は依然膨大であり、輸入品としての国内流入は防ぐことができない状況にある。また、上記 6 成分の代替物質として、類似の構造を持つ他の可塑剤が利用されていることや、難燃剤においては Reach 規制により使用禁止とされた臭素系難燃剤を含む既存生産品の利用や、臭素系難燃剤の代替物質として利用が拡大するリン系難燃剤 (PFRs) についても、アレルギーの原因となることや発がん性を有する他、神経系への影響や生殖毒性を有することも報告されている^{1,2)}。

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評価から、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の取得を目的とする。

B. 研究方法

B.1. 幼児用玩具を対象とした可塑剤・難燃剤の分析

B.1.1. 材質試験

対象とする玩具 (フタル酸エステル類の規制がなされる前の製品 (1991~2020 年製造のもの) にも焦点をあてており、海外製のものを多く含んでいる) は細かく切断し、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た。抽出液は、固相抽出カラム (Bond Elut C18, Agilent) で処理し、その後、濃縮して内部標準物質を添加し、LC-MS/MS で分析した。このとき、DEHP 及び DEHT は LC-MS/MS での分離が困難であったため、GC-MS で分析した。

B.1.2. 溶出試験

材質試験と同様の玩具製品から、フタル酸エステル類及びリン系難燃剤が検出された 75 製品を選定し、表面積およそ 10 cm² となるよう切断した後、振とうしながら人口唾液で抽出した。抽出液は、内部標準法により、Phenyl カラム

(RESTEK)により LC-MS/MS で分析した。このとき、DEHP と DEHT のピークが重なるため、ODS カラム (Titan, Spelco) により別途 DEHP を分析した。

B.2. 有害成分の網羅的解析

材質試験の対象とした玩具 84 製品を対象とした。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、固相抽出カラムでクリーンアップし、濃縮した。Sciex ExionLC AD, X500R を組み合わせた高速液体クロマトグラフ-タンデム飛行時間型質量分析計で分析した。

B.3. 乳幼児のマウシング行動に関する調査

(乳幼児施設)

乳幼児を対象とした子育て学級に参加する母子 (0~18 カ月までの乳幼児を持つ母子) 30 組を対象とした。玩具を用いた遊びや運動する様子をビデオで 60 分間撮影し、玩具、手・足、紙類、布、電化製品、文房具などの項目について、口に入れる頻度と時間をカウントした。

(web 調査)

アンケート調査は、幅広くデータを得るため、全国の約 120 万人のモニターを有する株式会社マクロミルにも委託し、1 日の活動時間 (睡眠、室内遊び、昼寝、食事 etc.) や玩具にまつわる事故事例など、玩具の使用に関するリスクや注意喚起の必要性など、安全管理に関する実態把握のための調査を行った。

B.4. 乳幼児用玩具の使用を介した可塑剤・難燃剤曝露とそのリスク評価

フタル酸エステル類とリン酸エステル類に関して、一般毒性、神経毒性、生殖発生毒性、発がん性等に関する有害性情報およびこれらの有害性に関する量反応関係に関する科学的知見が記載された国際機関や諸外国の評価文書等を網羅的に収集するとともに、Pubmed や TOXLINE 等のデータベース検索を行い、各物質の有害性情報をとりまとめた。特に、各物質の評価値の導

出に必要なエンドポイント及び NOEL や LOAEL 等の情報収集を行うとともに、各評価機関が導出した耐容一日摂取量 (TDI) または経口摂取量評価値 (RfD) を調査した。これらの数値を基に、日本国内で収集した玩具からの溶出量、既報の乳幼児のマウシング時間と日本の乳幼児の体重から一日摂取量を算出し、TDI と比較して健康リスク評価を行った。

B.5. 手作り玩具のフタル酸エステル類含有調査

フタル酸エステル類などの規制成分に関する材質試験や溶出試験について、文献を基に情報収集した。文献検索は、主に国内で販売されるプラスチック製品を対象とした調査研究を中心に、厚生労働科研費データベースや pubmed を用いて研究報告書や文献を調べた他、学会要旨等から情報収集した。

B.6. おもちゃ選びに関するパンフレット作成の取り組み

2021 年に実施した母親に対するアンケート結果のほか、子育てにかかわる周囲の大人に対して知っておいてほしい情報をできる限り網羅すべく、研究者や母親らに意見をもとめて、検討を行い、内容を決定した。1) はじめに、2) おもちゃの使用状況、3) おもちゃに関連した事故の発生、4) 子どもの健康を守る安全な暮らし、5) 安全なおもちゃの選び方、6) 手作りおもちゃで推奨される材料の 6 項目についてエビデンスに基づく情報でありながら、親しみやすく、手に取りやすいデザインとした。PDF での媒体を当院 HP に掲載したほか、和光市の包括支援センター等の HP にも掲載し、ダウンロード可能とした。また、紙でも印刷をして、教育施設や子育て中の方に配布した。

C. 研究結果および考察

C.1. 幼児用玩具を対象とした可塑剤・難燃剤の分析

C.1.1. 材質試験

分析精度について、TOTM を除く全ての成分

が、85%以上の回収率であり良好な直線性を示した。また、本研究で行った前処理において、夾雑成分により分析機器へ不具合が生じる事は無く、良好な分析精度であることが確認された。検出された成分は、フタル酸エステル類及び代替成分のうち、DINCH 79 検体 (90%) と DIDP 77 検体 (88%) の検出率が比較的高く、その他の検出率は DIBP65 検体 (74%) > DBP57 検体 (65%)、DEP55 検体 (63%) > TOTM50 検体 (57%) > DEHP48 検体 (55%) > ATBC46 検体 (52%) > DINA44 検体 (50%) であった。また、リン系難燃剤 (PFRs) は、14 成分のうち検出された成分が 6 成分であり、検出された割合はいずれも 50%を下回る割合であった。中でも TEHP (44%) と TPHP (15%) の検出率が比較的高かった。各成分の含有率について、「指定おもちゃ」から規制される成分が「食品・添加物等の規格基準」の 0.1%を超えるものは無かった。数種類の玩具で規制成分が 0.1%以上含まれるものがあったが、これらは「指定おもちゃ」以外のものが殆どであり、中古品の販売店にて購入した 1990 年代に製造された製品が殆どであった。

C.1.2. 溶出試験

対象成分のうち 12 成分が検出され、中でも比較的高い検出率の高かったものは DCHP (77%)、DBSb (76%)、DEHP (69%)、TOTM (55%)、DINCH (49%) であった。また、比較的溶出量の高かった成分として、ATBC (最大値: 55000 ng/10 cm²/hr)、DBP (最大値: 47000 ng/10 cm²/hr)、DIBP (最大値: 34000 ng/10 cm²/hr) が検出されており、これらは主に塩化ビニル樹脂 (PVC) やポリエチレンテレフタレート (PET) などを素材とするボール、人形、指人形などから多く溶出する傾向が確認され、「指定おもちゃ」に該当する可能性のある 6 歳未満を対象とした製品も含まれていた。リン系難燃剤は、対象としたもののうち 4 成分が検出され、TPHP は検出率が 100%と最も高く殆どの製品から検出された。次に TBOEP (14%)、TCEP (9.3%)、TCPP (2.6%) であった。また、検出された各成分の

最大値は、TCPP (150 ng/10 cm²/hr)、TCEP (84 ng/10 cm²/hr)、TPHP (72 ng/10 cm²/hr)、TBOEP (28 ng/10 cm²/hr) であり、可塑剤と比較して検出率及び濃度は低い傾向にあった。

C.2. 有害成分の網羅的解析

計測の結果、185 ピークに MSI level 2 のアノテーションが付けられた。これらのピーク強度を用いて主成分分析を実施したところ、中国製かつ製造年が 2010 年以前の製品において、特徴的な組成が認められた。この結果から、製造年、製造地域により特異的な化学物質が製品中に含まれている可能性が示唆された。因子負荷量からこれらの製品に特徴的な化学物質を探索したところ、グリコール、ノニルフェノール、ベンゾフェノンなどの寄与が認められた。この結果から、製造年、製造地域により特異的な化学物質が製品中に含まれている可能性が示唆された。この背景には各国・各年における規制の差などが関与していることが示唆された。

また、MSI level 2 のアノテーションでは、bisphenol A や臭素系難燃剤に関する高懸念物質のピークは認められなかったが、これら成分については、今後、高分解能の MS1 スペクトルの一致である MSI level 3 の規準でアノテートされたピークについても検証を進める必要があるかもしれない。一方、MSI level 3 の規準でアノテートされたピークは数千存在するため、今後は、効率的なデータ探索技術の導入も必須である。

さらに、乳幼児のマウジング行動を想定し、製品から口腔内の唾液中への成分の移行についても調べるため、人工唾液で溶出した試料についても同様の網羅的な解析を行ったところ、玩具試料において検出された DBP のフタル酸エステルに関しては、模擬唾液試料において検出されたフタル酸エステル類と強い相関性があることが示された。

C.3. 乳幼児のマウジング行動に関する調査

(乳幼児施設)

行動調査に参加頂いた 30 人の乳幼児のうち、マウシング行動の習性は月齢によっても大きく異なり、9 カ月～13 カ月の乳幼児で特に高い頻度観察された。観察されたマウシング時間とアンケート調査による室内での行動時間から、1 日のマウシング行動時間の最大値を算出したところ 85 分/日であり、特におもちゃや手足を口に入れる頻度が比較的多い傾向にあった。実際に、家で過ごす際に口に入れる頻度の高いものについても、共通しておもちゃ (22%) が挙げられており、続いて手足 (21%)、布 (18%) 紙類 (13%) 木製家具 (10%) などが挙げられた。また、全体のうち 6 名 (17%) がおしゃぶりを使用する習慣があり、こうした乳幼児の場合は、室内以外でもマウシング行動を比較的長く行っていることとなり、1 日のマウシング時間は比較的長くなることが予想される。

(インターネット調査)

本アンケート調査では、対象者全体のうち 60 名 (17%) がおしゃぶりを使用する習慣があり、その多くは「寝るとき」(49%) や「泣くとき」(31%) に使用していた。使用頻度が高かった玩具として、人形 (17%)、歯固め (15%)、ボール (14%) であった。使用頻度の高い玩具の素材は、プラスチック (60%)、布 (20%)、木 (11%) の順で、口に入れる頻度の高いものとしては、おもちゃ (25%) のほか、手足 (27%)、布 (17%) などが挙げられた。また、小さなおもちゃの誤飲のほか、兄弟のおもちゃの誤飲やおもちゃの部品を飲み込むなどの経験が報告された。プラスチック製の玩具に関する規制の存在は十分に知られておらず、事故発生の具体例や予防方法についての啓発が必要である。

C.4. 乳幼児用玩具の使用を介した可塑剤・難燃剤曝露とそのリスク評価

フタル酸エステル類とその代替物質 17 物質、リン酸エステル類 14 物質に関する有害性情報を収集し、健康リスク評価に必要な耐容一日摂取量 (TDI) をとりまとめた。また、本研究において日本国内で収集した玩具からの溶出量、既報

の乳幼児のマウシング時間と日本の乳幼児の体重から一日摂取量を算出し、TDI と比較して健康リスク評価を行った。その結果、DBP については、調査した玩具のうち、DBP が最大量検出された玩具のマウシングを、採用したデータのうち最長時間行った場合において、リスクが懸念されるレベルと考えられた。DEHP に関しては、調査した玩具のうち、DEHP が最大量検出された玩具のマウシングを、採用したデータのうち最長時間行った場合において、継続した調査と情報収集が必要なリスクレベルと考えられた。また、その他のフタル酸エステル類、フタル酸エステル類の代替物質、リン酸エステル類では、リスクの懸念はほとんどないレベルと考えられた。

ただし、曝露量推定のために調査した玩具は、B1 にも記載したとおり、フタル酸エステル類の規制がなされる前の製品 (1991～2020 年製造のもの) にも焦点をあてており、海外製のものを多く含んでいる。そのため、DBP 及び DEHP の結果については、フタル酸について規制がされている現在の日本国内に流通している玩具全体のリスクを必ずしも反映するものではないと考えられた。

C.5. 手作り玩具のフタル酸エステル類含有調査

手作りの工作に使用される生活用品としては、柔らかく自由に変形が可能なポリ塩化ビニル製のビニールテープや手袋、軽量で取り扱いが容易な食品の容器包装などがある。しかしながら、ビニールテープには、玩具や容器包装において規制の対象とされる DEHP (フタル酸ジエチルヘキシル) が使われてきたことや、フタル酸系のゴム手袋からは、現在の規制値 (0.1%) を超えるフタル酸類 (DEHP を始め DEHA (アジピン酸ジ (2-エチルヘキシル))、DINP (フタル酸ジイソノニル)、BBP (フタル酸ベンジルブチル)、DEHA (アジピン酸ジ (2-エチルヘキシル)) も検出されていた。こうした食品関連の器具・容器包装の対象製品については、2010 年の規制対象の大幅な改正によって含有量の見直しが進められてきたものの、一方では、未規制の可塑剤の使用量や曝露量が増加傾向にあることなども示唆されている。

C.6. おもちゃ選びに関するパンフレット作成の取り組み

パンフレット（試作版）はA3版1枚（A4で4ページ）である。従来の専門的なパンフレットとは異なり、調査研究成果に基づき、安全なおもちゃ選びや利用の際の注意点に言及した点、親しみやすいイラストで育児に携わる大人が手にとりやすく、わかりやすい説明でフタル酸という専門的な成分の危険性をわかりやすく記した点に意義がある。研究班で調査対象とした方の中で、プラスチック製の玩具に関する化学物質の規制の存在は十分に知られていなかったことから、今後は、事故発生の具体例や予防方法についての啓発が引き続き必要であることが示唆された。

D. 結論

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、可塑剤・難燃剤に関する各国での規制状況の違いや年代の違いが影響しているものと推測された。また、ノンターゲットによる網羅的な解析の結果からは、グリコール、ノニルフェノール、ベンゾフェノンなど対象成分以外にも有害性が懸念されるものが検出され、製造国や製造年代の違いとの関連性が確認された。そのため、乳幼児が使用する玩具は、年代や材質、使用状況によって、曝露量が大きく変化することが示唆された。また、観察されたマウシング時間とアンケート調査による室内行動時間から、1日のマウシング行動時間の最大値を算出したところ85分/日であり、このとき、特にプラスチック製の玩具や手足を口に入れる頻度が比較的多いことが確認された。また、玩具のマウシングによるリスク評価の結果から、フタル酸ジ-n-ブチル(DBP)については、調査した玩具のうち、DBPが最大量検出された玩具のマウシングを採用したデータのうち最長時間行った場合において、リスクが懸念されるレベルと考えられ、フタル酸ジ-2エチルヘキシル(DEHP)に関しては、調査した玩具のうち、DEHPが最大量検出された玩具のマウシングを、採用したデータのうち最

長時間行った場合において、継続した調査と情報収集が必要なリスクレベルと考えられた。なお、その他のフタル酸エステル類、フタル酸エステル類の代替物質、リン酸エステル類では、リスクの懸念はほとんどないレベルと考えられた。

ただし、曝露量推定のために調査した玩具は、フタル酸エステル類の規制がなされる前の製品（1991～2020年製造のもの）にも焦点をあてており、海外製のものを多く含んでいる。そのため、DBP及びDEHPの結果については、フタル酸について規制がされている現在の日本国内に流通している玩具全体のリスクを必ずしも反映するものではないと考えられた。

E. 参考文献

1. Alert N. Preventing Lung Disease in Workers Who Use or Make Flavorings. NIOSH Publication No. 2004-2110, 2003.
2. Ni Y., Kumagai K., Yanagisawa Y. Measuring emissions of organophosphate flame retardants using a passive flux sampler. Atmospheric Environment 41(15) 2007, 3235-3240.

F. 研究発表

（学会発表）

- 1) 戸次加奈江、江口哲史、高口倅暉. 乳幼児用玩具に含まれる可塑剤/難燃剤の分析. 第29回環境化学討論会；2021.6.1-3 大阪、web開催
- 2) 戸次加奈江、稲葉洋平. 乳幼児用玩具を介した有害性化合物の曝露評価に関する研究. 全国衛生化学技術協議会年会；2021.11.25-26；名古屋. 同講演集. p. 88-89.
- 3) 戸次加奈江、稲葉洋平. 乳幼児用玩具を介した可塑剤・難燃剤の曝露評価に関する研究. 第80回公衆衛生学会総会；2021.12.21-23；東京. 同講演集. p. 481
- 4) 戸次加奈江、稲葉洋平. 乳幼児用玩具を介したフタル酸エステル類の曝露評価に関する研究. 第92回日本衛生学会；2022.3.21-23；兵庫. 同講演集.

5) Eguchi A, Mori C, Bekki K. Comparison of chemical composition in toy plastics based on year and country of production. 5th International Chemical Hazard Symposium; 2022. 2. 3; online. 同講演集.

6) 戸次加奈江、稲葉洋平、湯川慶子、吉田都美、高口倅暉、江口哲史. 乳幼児におけるプラスチック製玩具を介したフタル酸エステル類の曝露濃度推定. 第30回環境化学討論会; 2022.6.14-16; 富山. 同講演集.

7) 戸次加奈江、吉田都美、湯川慶子、稲葉洋平、東賢一. 玩具の使用を介した子どもへの化学物質曝露に関する実態調査. 第81回日本公衆衛生学会総会; 2022.10.7-9; 山梨. 同講演集

8) 戸次加奈江、江口哲史、高口倅暉、稲葉洋平、東賢一. 乳幼児用玩具に含まれるプラスチック添加剤の使用実態調査. 2022年室内環境学会学術大会; 2022. 12.1-2; 東京. 同講演集

9) 戸次加奈江、稲葉洋平、湯川慶子、吉田都美、高口倅暉、江口哲史. 乳幼児におけるプラスチック製玩具を介したフタル酸エステル類の曝露濃度推定. 第30回環境化学討論会; 2022.6.14-16; 富山. 同講演集.

10) 戸次加奈江、吉田都美、湯川慶子、稲葉洋平、東賢一. 玩具の使用を介した子どもへの化学物質曝露に関する実態調査. 第81回日本公衆衛生学会総会; 2022.10.7-9; 山梨. 同講演集.

11) 戸次加奈江、江口哲史、高口倅暉、稲葉洋平、東賢一. 乳幼児用玩具に含まれるプラスチック添加剤の使用実態調査. 2022年室内環境学会学術大会; 2022. 12.1-2; 東京. 同講演集.

(論文)

1) 戸次加奈江. 環境リスクと疾病. 保健医療科学. 第72巻3号, 2023年(印刷中)

2) 戸次加奈江, 湯川慶子. おもちゃの安全管理と化学物質による健康リスク. 保健医療科学. 第72巻3号, 2023年(印刷中)

(書籍)

1) 戸次加奈江. 室内行動調査. 室内環境の事典—快適で健康な暮らしを支える科学—, 2023年. 朝倉書店(印刷中)

G. 健康危険情報

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

