

アメリカ合衆国環境保護庁における 子供の環境衛生保護を向上させた 20 年間

Michael Firestone, Martha Berger, Brenda Foos, and Ruth Etzel

(米国環境保護庁)

翻訳：五島廉輔、五島綾子、上田昌文

原題：Two Decades of Enhancing Children’s Environmental Health Protection at the U.S.

Environmental Protection Agency

<https://dx.doi.org/10.1289%2FEHP1040>

『環境健康展望』124 巻 12 号 2016 年 12 月

Environ Health Perspect, volume 124, issue 12, December 2016

※ 訳文中の段落番号は「原文テキスト」(PDF) との対応付けを容易にするために訳者の方で付したものです。



(©U.S. Environmental Protection Agency, Office of Children’s Health Protection, Washington, DC, USA)

要約

1) この論説は過去 20 年間のアメリカ合衆国環境保護庁 (U.S. Environmental Protection Agency; U.S.EPA) による環境ハザードから子供の健康を守るための公衆衛生活動の概要を述べており、これは環境保護と健康アウトカム¹⁾を改善するための具体的な段階と成果について事例をあげながら強調して述べられている。これらは公共政策、規則と規制を通して、科学的理解を高め公衆衛生のメッセージを普及させて成し遂げられたものである。加えて、子供の環境衛生をより良く理解し改善する将来の挑戦の事例が議論されている。

序論

2) 子供の臓器組織や代謝能力が十分に発育していないので、彼らは環境化学物質の曝露に対して大人のように対応できない。その理由は、子供は大人より体重に比例してよく食べ、呼吸し、飲むこと、そして子供の環境化学物質による曝露は大人とは異なる子供特有の習性、すなわち手から口およびモノから口への行動、はいはい、そして母乳で育つことによる。同時に、今までの研究では環境化学物質の曝露が家庭、学校、食物および普通の家庭用品にまで及び、喘息、糖尿病、肥満症、注意欠陥障害、学習障害や自閉症のような慢性疾患とも関連しているかもしれないことが示されている(OUP 2013)。

3) U.S. EPA は 1993 全米研究協議会の“幼児と子供の食事の農薬”(1993 National Research Council’s “Pesticides in the Diets of Infants and Children”) (NRC 1993)とその後の 1996 食品品質保護法(1996 Food Quality Protection Act) (FQPA 1996)から出発して、若齢期の化学物質に対する感受性の可能性についての考えを深める努力を始めている。20年前の農薬規制に向けた立法上の変化によって大人の曝露経路に対して子供特有のそれを明らかにするため U.S. EPA による前例のない運動が展開した。今年の夏、オバマ大統領は Frank R. Lautenberg 21世紀化学安全法 (Frank R. Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act (2016)) に署名した。これは市場の参入が認められる前に新しい化学物質または現存する化学物質の重要な新しい使用法の安全性について、その安全性を裏付ける事実を見出すために U.S. EPA を指導して 1976 有害物質規制法 (1976 Toxic Substance Control Act (1976)) を改正したものである。作成に 40 年かかったこれらの改定は、子供や妊婦を含めて最も感受性があるか

もしれない人々に対する不合理なリスクに取り組むことを官庁に要求した。この行動により子供の環境衛生を改善するために U.S. EPA は新たな機会が与えられている。

考察

子供の環境衛生に焦点を当てるための初期の推進者

4) 1988 年に U.S. EPA はヒトに対してほんの僅かながんリスクを引き起こす数種の農薬について制限をゆるめることを試みたが、天然資源保護協議会 (Natural Resources Defense Council) は訴訟を起こして、勝訴に至った。法廷はデラニー条項²⁾ (Hoyle 1996)として知られている 1958 年の食品添加物公定書の中で加工食品と動物用飼料中の発がん物質から市民を守るために立案された規定を変える権限は議会にのみあると言明した。1988 年には、議会は米国科学アカデミーに食物中の残留農薬に対する子供の脆弱性の問題を研究するよう依頼して、農薬の安全性についての市民の関心事に対応したのであった。その結果、1993 年のレポート “幼児および子供の食物中の農薬 (Pesticides in the Diets of Infants and Children) (NRC 1993)” では子供たちの環境衛生を守るために農薬規制の変更のためのいくつかの勧告がなされた。それは子供に特有な曝露の説明と、幼児や子供に対する曝露の影響の大きさを評価するリスク評価法の改良を含んでいた。この NRC レポートによると、国の政策立案者が毒物ハザードに対する子供の脆弱性について究極的にその意識を高めるための主要な推進力であった。それによって子供の健康の防護を高める方向に合衆国の環境政策を動かし、さらに研究投資を促した(Landrigan 2016)。子供を守るための市民の不安と、デラニー条項の不変性に対する業界の不安の両者に取り組む妥協案として、合衆国議会はデラニー条項を取り消して(Appel 1995)、FOPA (食品品質保護法) を新たに制定した。それは議会により満場一致で通過し、その後 1996 年に元大統領クリントンが署名し、法を成立させた。

5) FOPA には子供をより安全に守るために多くの条項があり、食物中の農薬の許容量を定めたり、再評価する時に、別の要因を支持するための適切なデータがない場合には安全因子をさらに 10 倍にして利用することも含まれていた。潜在的リスクに取り組むための条項には、内分泌かく乱を起こす農薬のスクリーニング、食物と住居に使われたものの両者を合わせた曝露の評価および毒性に共通したメカニズムをもつ農薬の累積曝露の説明を含んでいた。

U.S. EPA における子供の環境衛生保護局の設立

6) 1995 年には U.S. EPA は子供の健康を守る義務をよく理解して、子供の健康リスクの評価に関する政策(U.S. EPA 1995)を公布した。その政策はアメリカ合衆国のために設けられたすべてのリスクの特徴と公衆衛生基準のもとで U.S. EPA に幼児と子供の環境生リスクを明確にかつ一貫して指示するものであった(U.S. EPA 1995)。2013 年、U.S. EPA はこの政策を再確認し、“あらゆる生活環において子供が 大気、大地および水の中の汚染物質に直面する健康リスクを徹底的に評価するために、必要な子供特有なデータを提供する多くの必要とされる研究を促進する” ことの重要性を強調した(U.S. EPA 2013c)。

7) 元大統領クリントンは U.S. EPA から子供の健康に責任を持っている種々の部局へと連邦保護の範囲を広げて、“環境衛生リスクと安全性リスクからの子供の保護” (The President 1997)というタイトルの大統領令 13045 を発令した。この大統領令はすべての連邦機関に次のことを要求した。なによりも子供の健康と安全リスクを守るために取り組むことを最優先にすること、子供の健康について研究の優先性の連携を深めること、そして連邦基準が子供に対する特別なリスクを考慮することを保証することであった。

8) 大統領令は連邦政府の至る所でその指令を実行に移す手助けをするために “子供の環境衛生リスクと安全リスクに関する大統領特別委員会 (President’s Task Force on Environmental Health Risks and Safety Risks to Children) ”

(<https://www.epa.gov/children/presidents-task-force-environmental-health-and-safety-risks-children>)の創立を求めた。今日までに、U.S. EPA と保健福祉局 (the Department of Health and Human Services (DHHS)) が共同議長を務めるその特別委員会は鉛製品、人種間や民族間の喘息の相違、健全な家庭、化学物質曝露及び気候変動を含む問題に焦点をあててきた。

9) U.S. EPA は 1997 年に子供の健康保護局 (Office of Children’s Health Protection (OCHP)) を創立した。この保護局の使命は常にヒトの健康と環境を守ることであったが、C.M. Browner とその後の保護

局リーダーは環境ハザードから子供を守るためには明確で専用の財源を必要とすることを認めていた。保護局は他の部局を指導しあるいはチームと組んで、子供の保護を進めている。こうして、U.S. EPA による活動が研究ギャップを確認し、健康普及活動の取り組みを広げ、子供が直面している高まるリスクを考慮しようとしたからである。

高まる子供をめぐる環境衛生の気づき

1 0) 両親に届ける： 与えられた課題について鍵となる最も重要な発行物と公衆衛生についてのメッセージを一つにして広く分担するために、U.S. EPA のアウトリーチと教育のための活動がデザインされている。子供の喘息予防、副流煙、そして気候変動の影響のような課題についてのアウトリーチの資料は U.S. EPA の “子供の環境衛生を守る (Protecting Children’s Environmental Health)” のタイトルのウェブサイト(<https://www.epa.gov/children>)から入手できる。

1 1) 医療従事者に届ける： 小児科の分野において、疾病に及ぼす環境影響の懸念は 1990 年代にはまれに検討されていた。1995 年の米国医学研究所のレポートの中で医者教育カリキュラムに環境医学の課題が欠けていることが確認されていた(IOM 1995)。医療や看護の従事者に実践的知識を増やすために、U.S. EPA は現在第 6 版の中で、農薬中毒の認知と管理 (*Recognition and Management of Pesticide Poisonings*) (U.S. EPA 2016)として多くの訓練コース、情報手段、マニュアル、そして教育の機会の発展を支持し、さらにそれらの利用を推進した。1999 年に U.S. EPA からの財政的援助で米国小児科学会 (AAP)は初めて小児科環境衛生ハンドブック (子供の環境衛生の学術財団の設立のための将来性のある成果) を公表し、この第 3 版は 2012 年にだされた(AAP 2012)。追加の普及活動資料はその部局の “子供の環境衛生：医療従事者のためのオンライン資料” をオンライン上で見つけることができる。

(<https://www.epa.gov/children/childrens-environmental-health-online-resources-healthcare-providers>).

1 2) 小児環境衛生専門団体 (“Pediatric Environmental Health Specialty Units” (PEHSU; <http://www.pehsu.net/>)) 一生殖と子供の環境衛生に関する専門家のネットワークは、小児科医に環境衛生訓練が欠けていることに気がついた。そこで医学的アドバイス、アウトリーチ、子供の環境衛生疾

患の予防、診断、処置と管理についての訓練を提供するために U.S. EPA と環境有害物質・特定疾病対策庁 (the Agency for Toxic Substances and Disease Registry) が共同して資金を提供した。1999 年から 2014 年にかけて、PEHSU は約 8,000 の協議と 700,000 人以上に及ぶ教育活動を行った(Woolf et al. 2016)。

1 3) より安全な学校環境を通知する : U.S. EPA 全体では、学校環境における大気の質、飲料水および化学物質の安全性に取り組むための非常に多くの活動が行われている。例えば、発育期の 5300 万人の米国の生徒は数多くの環境上の脅威に潜在的に曝されており、彼らを守る目的で地方の学区では連邦援助が現在進行中である。これらの活動は“学校立地ガイドライン (School Siting Guidelines)”に権限を与えた 2007 年のエネルギー自給安全保障法(Energy Independence and Security Act of 2007 (2007))により拡大された(U.S. EPA 2011d)。この任意のガイドラインは学校に設置されている決定事項の作成過程を通知し、改正するために立案されたものである。学校の環境衛生プログラムを確立し、維持あるいは強化するのを助ける多くの追加的情報や手段は U.S. EPA の ウェブサイト (<https://www.epa.gov/schools>)の”健全な学校、健全な子供 (Healthy Schools, Healthy Kids)” “に記載されている。

若齢期の生活環のリスクに取り組む

1 4) 曝露評価 : 2000 年代初めに、U.S. EPA は小児期の生活環³⁾と結びつく行動的で生理学的な変化が環境ハザードの曝露によりどのように影響を受けるかを検討する作業に取りかかった。環境法は子供を部分母集団とみなしているが、2000 年代中頃に U.S. EPA から公刊された二つの重要なリスク評価ガイダンスの文書は以下の重要な点を強調している。人口の比較的固定した部分 (例えば、民族性に基づくグループ) を構成している人口グループと、全人口を含む生活環または年齢によるグループを区別することである。“生活環”という用語は発育と成長に結びついている特有な言葉であり、比較的安定な行動や生理学的特性を持つ個人の生活の中で区別できる時間枠を表している。このように、U.S. EPA は子供を固定した部分母集団としてみなすより、むしろ幼年期、青年期を含む成人期を通して生活環のある段階として小児期をみなしている。

1 5) 2005 年に U.S. EPA は “環境汚染物質による小児期曝露をモニタリングし評価するための年齢別グループについてのガイダンス (Guidance on Selecting Age Groups for Monitoring and Assessing Childhood Exposures to Environmental Contaminants)” (U.S. EPA 2005a) を公表した。このレポートは母乳養育、はいはい、手から口および物から口への行動のように、子供特有の行動を考慮している。年齢によるグループ分けの標準セット (Table 1 参照) の開発は若齢期の生活における曝露を適切に評価するリスク評価の発展のためには緊急に必要である。その理由として、このリスク評価が将来の研究やデータ収集活動を重点的に取り扱い、生活環におけるすべての重要な変化に取り組むというゴールを目指しているからである (Firestone et. al. 2007; Firestone 2010)。この U.S. EPA ガイダンスは世界保健機構 (WHO) による同様なガイダンスの開発を通知することに役立った (Cohen Hubal et al. 2014)。

Table 1

Children's age groups for exposure assessment (U.S. EPA 2005a).

Groups < 1 year old	Groups > 1 year old
Birth to < 1 month	1 to < 2 years
1 to < 3 months	2 to < 3 years
3 to < 6 months	3 to < 6 years
6 to < 12 months	6 to < 11 years
	11 to < 16 years
	16 to 21 years

曝露評価のための子供の年齢グループ

Groups < 1 year old・・・一歳以下のグループ
 Birth to < 1 month・・・誕生から1か月以内
 1 to < 3 months・・・1か月から3か月以内
 ……
 以下同様

(U.S. EPA 2005a).

1 6) このガイダンスを実施するために、U.S. EPA は “子供に特有な曝露要因ハンドブック (Child-Specific Exposure Factors Handbook)” (U.S. EPA 2008a) を公表した。このレポートの情報は “曝露要因ハンドブック 2011 版 (Exposure Factors Handbook 2011 Edition)” (U.S. EPA 2011a) として環境保護庁の最新のドキュメントに入っている。このハンドブックは様々な生理学のおよび行動要因についての情報を提供している。2005 年の年齢グループ別ガイダンスでは生活環と年齢グループに分けられた曝露の評価に使用された (U.S. EPA 2005a)。

17) このような曝露の手段の応用例の一つとして “過塩素酸塩についての説明のための補足的依頼書 (Perchlorate Supplemental Request for Comments)” に掲載されている年齢グループ別ガイダンスと曝露要因ハンドブックデータの両者の利用である(参照 Table 2 in U.S. EPA 2009)。この分析では U.S. EPA の 2011 年に告示された過塩素酸塩がはっきりした規制決定のための飲料水安全基準に合っていることが伝えられた(U.S. EPA 2011b)。

18) リスク評価： 毒性学分野におけるスイスの科学者パラケルスス (1493-1541)の有名なことわざ、“服用量が毒をつくる (the dose makes the poison)” がある。この単純化されたことわざは二つの潜在的に重要な要因を見落としている。第一の要因は曝露または服用量のタイミングの問題である。発症の期間は疾病の性質と重症度に影響を与えるが、いくつかの化学物質はこの発症期間に特有な毒性を示すからである(Selevin et al. 2000)。第二の要因として、内分泌かく乱物質は高用量より低用量においてその影響が非常に異なる可能性がある(Vandenberg et al. 2012)。

19) U.S. EPA が 1986 年以來の “発がん物質リスク評価のためのガイドライン (Guidelines for Carcinogen Risk Assessment)” を更新するためのほぼ 20 年にわたる努力の中で、鍵となる挑戦は若齢期の生活環境感受性に新しい情報を導入したことであった(U.S. EPA 1986)。U.S. EPA は最終的に二つのガイダンス公文書を作成した。一つは 2005 年改訂版 “発がん物質リスク評価のためのガイドライン (U.S. EPA 2005b)と、もう一つは手引書 “発がん物質の初期曝露に対する感受性を評価するための補足的ガイドライン (Guidelines for Carcinogen Risk Assessment)” であった(U.S. EPA 2005c)。若齢期の生活環境感受性が活発に変化していると思われたために、補足的ガイドラインは 2005 年改正がんガイドラインには含まれなかった。このようにガイドラインの改正や更新が主な U.S. EPA リスク評価ガイドラインに求められる以上に迅速な方法で成し遂げられた。

20) 周産期⁴⁾ の曝露を通してがんを発生する 50 以上の化学物質のデータ分析に基づく補足的ガイダンスは以下のように結論づけた。がんリスクは一生の後半の同じレベルの曝露に比べ、若齢期曝露の方が一般に高い。特に突然変異誘発性発がん物質に当てはまる。ガイダンスはがんリスクを評価する時に、

化学物質の具体的なデータが欠けている場合に突然変異を経て作用する発がん物質についてのみ年齢依存補正係数 (ADAFs) の使用を推奨した。

- 2 歳前の曝露： 10 倍の補正
- 2 歳から 16 歳以下の間の曝露： 3 倍の補正
- 16 歳以降の曝露： 補正なし

2 1) 補足ガイダンスによると、エストロゲン様作用剤や化学物質は内分泌かく乱、それに続く発がんを発生させながら、別の径路を経て作用するとするガイダンスの展開は、ジエチールstilベステロールや今ある若齢期の動物研究と共にヒトの経験からみてかなり優位に立っているかもしれない(U.S. EPA 2005c)。加えて、国家研究評議会 (the National Research Council (NRC)) は “科学と裁決 (Science and Decisions)” のレポートの中で “実際に、EPA は発がん性に対する感受性を欠いている出生前の期間を扱っており・・・かつ子宮曝露や突然変異性作用があるかどうか判断するための証拠となる、しきい値がない化学物質のがんリスク評価を明確に検討する方法が EPA には必要とされる。” ことを認めた。証拠として必要なしきい値のないホルモンのような活性化化合物や遺伝毒性のある化学物質に特別の注意が向けられるべきである(NRC 2009)。

2 2) これらの発見を詳細に調査するために、発がん物質の若齢期曝露から生じるがんリスクについて研究する必要がある。

U.S. EPA の規則と規制支持の発展を通じて子供の環境衛生に取り組む

2 3) 議会を通過し、大統領によって署名された環境法を施行するために、U.S. EPA は環境規制を展開し、かつ強化している。U.S. EPA は 1990 年大気浄化法 (Clean Air Act Amendments of 1990 (1990))、安全飲料水法 (Safe Drinking Water Act (2002))、および 1976 年有害物質規制法 (Toxic Substances Control Act of 1976 (1976)) を含む 20 以上の規制法のもとに権限を持っている。規制措置として子供の環境衛生に取り組むことは子供を守るための U.S. EPA の中心となる仕事である。子供の健康保護を明

確に要求する 3 つの重要な制定法、FQPA（食品品質保護法）、安全飲料水法、有害物質規制法の権限に加えて、子供は別の制定法の権限下でも過敏で、影響されやすく、かつ脆弱なグループとして広く認められている。

2 4) U.S. EPA の “活動の展開方法： EPA 活動を展開する時に子供の健康を考えるためのガイド (Action Development Process: Guide to Considering Children’s Health When Developing EPA Actions)” ([U.S. EPA 2006b](#))は規制する活動の中で子供の環境衛生を検討するために以下の情報を提供している。(1) 子供のどのようなタイプの健康情報が記述されるべきか、(2) リスク査定者のための質問、(3) 政策決定者に子供の健康に考慮すべき事柄の提出の方法である。次のセクションにおける例は U.S. EPA によって取り上げられた様々なタイプの規制アプローチを洞察するために企画されている。それらはより安全に子供を守るために既存の規制基準を更新し、以前には子供に目を向けなかった規制活動を拡大し、そして新たに発生してくる脅威から子供を守る新しい基準を展開することを含んでいる。

鉛の国家環境大気質基準—2008 改訂版

2 5) 1978 年の最初の公表以来、鉛の国家環境大気質基準 (the National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) for lead) の目標は空気で運ばれる鉛曝露の神経発生的影響から子供を守ることであった([U.S. EPA 1978](#))。空気浄化法によって認められた権限のもとで、1978 年の基準は $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ のレベルと決め、1～5 歳の子供が鉛に特に感受性のあるおおよその人口のグループとしてみなすべきであることを承認している。有害な神経発生的なアウトカムに関する新しい科学情報に基づいて([U.S. EPA 2006a](#), [2013c](#))、U.S. EPA は 2008 年に鉛の国家環境大気質基準 (NAAQS)を一桁下げて $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ にした([U.S. EPA 2008b](#))。この改定の序文は “いくつかの有害な健康影響のリスクと明らかに関連しないとして、確信をもって今まで確認できる鉛曝露のレベルはない”、さらに手から口への行動のような曝露を増大する種々の要因により子供へのリスクを高めると述べている。

2 6) 1970 年代と 1980 年代に塗料と車のガソリンに鉛の使用禁止を含めて、U.S. EPA の規制活動の公衆衛生への影響は鉛の子供への曝露を顕著に減少させる結果につながった。U.S. EPA の “アメリカ

の子供と環境 (America's Children and the Environment) (<https://www.epa.gov/ace>) 指標レポートによると、1 歳と 5 歳の子供の血中鉛濃度中央値は 1976-1980 年に $15 \mu\text{g}/\text{dL}$ であったが、2011-2012 年には $1.0 \mu\text{g}/\text{dL}$ へと 93% の減少を示している。鉛曝露の減少が犯罪行動の減少と関係していたとする報告がいくつか見られた。(U.S. EPA 2015a; see Indicator B1: <https://www.epa.gov/ace/biomonitoring-lead>)。

2000 年における住居での有機リン酸塩農薬の使用取り消しを含めた登録制限

27) クロルピリホス⁵⁾ や他の有機リン酸塩 (OP) 農薬は共通の作用形式であるアセチルコリンエステラーゼ⁶⁾ の阻害を通して神経機能を阻害すると考えられている(Milesen et al. 1998)。2000 年以前にはクロルピリホスは合衆国で最も広く使用された家庭用農薬であり、芝生処理のための屋外散布や家庭用としての屋内の隙間や裂け目の処理用に登録された。子供たちを守る努力として、すべての住宅におけるクロルピリホスの使用 (子供に耐性のある包装がされているゴキブリ誘引ステーションやトフシアリのアリ塚処理を除いて) が排除されたのであった(U.S. EPA 2000a)。これはクロルピリホスが子供の発育上の神経毒としての懸念があるからである。

28) 加えて、農業によく使われる有機リン酸塩 (Ops) の使用が同様に制限 (例えばトマト)、中止、あるいは取り消された (例えば、リンゴ、柑橘類および木の実)。これらの活動を支持するリスク評価は子供を守るために食品品質保護法 (FQPA) によって規定された 10 倍の安全因子を確保していた(U.S. EPA 2000b)。U.S. EPA は 1990 年後半に始まり 10 年以上経ていくつかの果物や野菜中に検出される OP 農薬残渣の減少を明らかにしている(U.S. EPA 2013a; see Indicator E9: <https://www.epa.gov/ace/environments-and-contaminants-chemicals-food>)。

29) クロルピリホス曝露に関連するリスクについての科学的情報は発展し続けており、さらに子供へのリスクを明らかにしている。改正されたリスク評価により飲料水や職業的リスクが確認され(U.S. EPA

2014)、U.S. EPA により食物中のクロルピリホスの残留許容限度量の取り消しが提案された(U.S. EPA 2015c)。

軽自動車、中型自動車および大型自動車からの温室効果ガス排出の管理—2011 年から 2012 年

3 0) 近年、U.S. EPA は大気浄化法によって承認された権限のもとで気候変動に取り組むために新しい規制を確立した。軽自動車（乗用車と軽トラック）と中型及び大型自動車からの温室効果ガスの排出を規制する最終規則はそのような基準の例である(U.S. EPA 2011c, 2012)。温室効果ガスの排出を制限する中で、U.S. EPA は気候変動と関連して、子供の健康を含む公衆衛生への脅威と取り組んでいる。気候変動を継続して取り組む努力により、U.S. EPA は気候変動に適応し、かつ緩和するための活動を通して、中型及び大型エンジンや自動車に対するフェーズ 2⁷⁾の温室効果ガス排出基準と燃料効率基準を提案した(U.S. EPA 2015d)。

子供の環境衛生研究

3 1) 大統領令 13045 の命令に基づいて、U.S. EPA と国家環境衛生科学研究所 (NIEHS) は子供の環境衛生と疾病予防研究センター (Children's Environmental Health and Disease Prevention Research Centers) と共同で 1998 年以来資金を出していた。これらの学際的研究センターは環境因子がどのように子供の健康に影響しているかを調査し、基礎的研究の発見が有害な健康アウトカムを防ぐための介入と予防の方法につながるように推進している[参照 U.S. EPA (<https://www.epa.gov/research-grants/niehsepa-childrens-environmental-health-and-disease-prevention-research-centers>) and NIEHS (<https://www.niehs.nih.gov/research/supported/centers/prevention/>)].

3 2) 新しい研究分野の例として、①アメリカの子供たちの間での肥満の公衆衛生的流行に環境因子の役割を含めること； ②子供に影響する体内ホルモンを妨害する化学物質の曝露がどのように広がったかを測定すること； ③ダイエット、老化、ストレスおよび環境曝露から生じる DNA のエピジェネティック⁸⁾な修飾がいかに我々の子供や孫に影響するかを確認することがあげられる。

3 3) 最近、U.S. EPA は “子供の環境衛生研究指針” ([U.S. EPA 2015b](#))を公表した。若齢期における環境ハザードの曝露の役割を理解する目的で U.S. EPA の独自の指令に応じてだされた研究指針は U.S. EPA の決定を知らせるために子供の環境衛生についての統一した最前線の科学を提供するための見解を示している。この指針に述べられた研究は上に述べたセンターから外部資金を受けた科学者と同様に U.S. EPA の研究者による努力の成果を含んでいる。

将来の挑戦

3 4) U.S. EPA は子供たちの健康防護を改良するために過去 20 年間多くの活動を行ってきたが、重要な挑戦が残っている。恐らく最も困難な挑戦は子供への気候変動の影響を可能な程度に理解し緩和することである。米国地球変動研究プログラム (The U.S. Global Change Research Program) は新しいレポート “合衆国におけるヒトの健康への気候変動の影響： 科学的評価 (The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment)” ([USGCRP 2016](#))を公開した。それは子供や妊婦を含む最も脆弱なヒトについての情報を含んでいた。子供たちの健康への気候変動の影響は気象災害、増加する熱ストレス、低下する大気質、変化する病気の種類の身体および心理学的な影響、そして食物や上水の入手の可能性についての影響もつけ加えている([Ahdoot et al. 2015](#))。

3 5) 有害物質規制法 (Toxic Substances Control Act) を改正し 2016 年に新たに制定された Frank R. Lautenberg 21 世紀化学安全法 ([Frank R. Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act \(2016\)](#)) の施行は工業用化学物質への曝露から “幼児、子供、妊婦のような潜在的に曝露されまたは影響されやすい部分母集団” の防護を改良するための好意を示している。その新しい規定は幼児、子供および妊婦のことをよく考えて、新しいかすすでにある毒性化学物質の潜在的な健康リスクに取り組むために行動を起こす大きな機会を提供している。

3 6) U.S. EPA はリスク評価方法論の新しい研究を取り込んで開発し続けている。子供の健康リスク評価には多くの進歩がみられるが、次のことを含めて多くの研究がまだ必要である。

- ・ 若齢期の感受性に導くメカニズムのより進んだ理解（例えば、若齢期曝露と内分泌かく乱やがんとの間の可能な関連性を調べること）
- ・ 子供による土やごみの摂取のような曝露経路についてのわかりやすい説明
- ・ ダイナミックで変わりやすい性質をもつ若齢期の段階をより適切に示す成長を正確に反映するモデルである。そのため生理学に基づいた薬物動態学的モデルの幅広い利用がリスク評価に有効なものとなる。
- ・ 若齢期における環境化学物質の曝露と成人期における慢性疾患との可能な関係明らかにするデータ(例えば Barker 仮説⁹⁾) (Calkins and Devaskar 2011)。
- ・ リスク評価における疫学的な発見について改善された報告と応用。子供の観察が政策決定によりよく利用される。

37) まだ見つかっていないかまたは取り組まれてこなかった新生の子供の環境衛生への懸念が残っている。例えば、競技場や運動場で使用されているリサイクルされたタイヤの断片の安全性への疑問は、最近新しい連邦全体 (U.S. EPA を含む) の成果—運動場でのリサイクルされたタイヤ断片についての連邦研究 (Federal Research on Recycled Tire Crumb Used on Playing Fields) (<https://www.epa.gov/chemical-research/federal-research-recycled-tire-crumb-used-playing-fields>)—を導いた。子供の環境衛生における研究コミュニティの継続的関与はこれらの挑戦に取り組む手助けに、そして来る世代のためにわが国の子供たちを守るために必要である。

結論

38) 20年の経験をもとに U.S. EPA は、①若齢期感受性をより深く理解するための科学、②環境規制における子供たちに考慮すべきこと、③医療提供者や公衆に知らせるためのアウトリーチの三つの主な分野においての努力に焦点を当て続けるであろう。

39) 環境ハザードから子供を守るために過去 20 年間の U.S. EPA の仕事の多くは初期の予防と考えられる。これらは健康へのハザードを最小化し、疾病のリスクを増やすことが知られている要因の出現と確立を阻害する、集団レベルでの行動と対策である。例えば、U.S. EPA の鉛(Pb)と有機リン酸塩 (OP) 農薬への規制が子供への曝露と神経発達障害への可能性を減少させてきた。

40) 過去 20 年間の子供の環境衛生防護の進展と拡大は注目に値するものであった。U.S. EPA における重要な成果は子供の特別な感受性に取り組んだことであり、しかもその仕事は子供の環境の危険をなくし、健康的な発育を支持することを確保するために新生の環境上の懸念に取り組み続けることである。

脚注

41) この論文に記載された見解は著者のそれであり、必ずしも U.S. EPA の見解または方針を反映していない。著者らは現実にまたは潜在的に競合する金銭的利権がないことを宣言する。

注 (訳者による)

1) アウトカム(outcome)

原因に対する曝露または予防的、治療介入から生じるすべての起こりうる健康上の結果。

2) デラニー条項(Delaney Clause)

ゼロリスクすなわち、どんなに微量であってもリスクが認められる限り食品に使用してはならない、という発想で制定された法律。しかしその後研究で環境中の空気や水そして食品中に微量の発がん物質が含まれていることがわかり、ゼロリスクを前提にしたデラニー条項は 1996 年に廃止された。

3) 生活環 (life stage)

生物の、前の世代の生殖細胞から出発し、生活史のある段階で次の世代を作るまでの一周忌の過程

4) 周産期 (perinatal)

妊娠 28 週から出産後 7 日までの期間をいう。この時期は、胎児・新生児や母体に障害が起こりやすい。

5) クロルピリホス (chlorpyrifos)

有機リン酸化合物で、コリンエステラーゼ阻害作用により殺虫効果を示すので農薬などに使用される。

6) アセチルコリンエステラーゼ (acetylcholinesterase)

中枢神経伝達物質として分泌されたアセチルコリンを分解して刺激を解除する酵素で、有機リン剤で阻害される。その結果、縮瞳、痙攣、呼吸困難などを起こし、生命に危険を及ぼす。

7) フェーズ 2 (Phase 2)

低炭素社会実行計画で 2020 年を目標年としたものを“フェーズ 1”といい、2030 年を目標年とした計画を“フェーズ 2”という。

8) エピジェネティック(epigenetic)

DNA 配列を変化させずに DNA メチル化修飾などによる発生上での遺伝子機能の変化。

9) Barker 仮説(Barker Hypothesis)

英国での疫学（統計）調査から、1921 年～1925 年の新生児死亡率の高かった地域では、その約 40～50 年後の 1968 年～1978 年に虚血性心疾患（狭心症、心筋梗塞）での死亡率が高いことがわかった。その後の世界的な調査によって、低出生体重児（2500g 以下）と虚血性心疾患の因果関係が確認された。この因果関係を胎児の栄養状態で説明しようとしたのが Barker 仮説である。つまり、子宮内での栄養状態が悪いと、胎児は少ない栄養をより効率よく取り込もうとするように身体のプログラムが調整される。そのため太りやすい体質（省エネルギー、脂肪蓄積体質）となり、成人期には高血圧、肥満、糖尿病、高脂血症などのメタボリックシンドロームになり易く、その最終結果として虚血性心疾患が発症するという仮説。（松林 英彦のブログより引用）

References

- AAP (American Academy of Pediatrics Council on Environmental Health) Elk Grove Village, IL: AAP; 2012. Pediatric Environmental Health. Etzel RA, Balk S, eds. 3rd Edition.
- Ahdoot S, Pacheco SE, Council on Environmental Health Global Climate Change and Children's Health. Pediatrics. 2015;136(5):e1468–e1484. [[PubMed](#)]
- Appel A. Delaney clause heads for the history books. Nature. 1995;376(6536):109. [[PubMed](#)]
- Calkins K, Devaskar SU. Fetal origins of adult disease. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care. 2011;41(6):158–176. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)]
- Carpenter D, Nevin R. Environmental causes of violence. Physiol Behav. 2010;99(2):260–268. [[PubMed](#)]

- Clean Air Act Amendments of 1990. Pub Law No. 101-549, 101st Congress (Nov. 15, 1990). 1990 <http://www.wilderness.net/NWPS/documents/publiclaws/PDF/101-549.pdf> [accessed 4 October 2016]
- Cohen Hubal EA, de Wet T, Du Toit L, Firestone MP, Ruchirawat M, van Engelen J, et al. Identifying important life stages for monitoring and assessing risks from exposures to environmental contaminants: results of a World Health Organization review. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2014;69(1):113-124. [PubMed]
- Energy Independence and Security Act of 2007. <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-110hr6enr/pdf/BILLS-110hr6enr.pdf> [accessed 4 October 2016]; 2007. Public Law 110-140, 110th Congress (January 4, 2007).
- Firestone M, Moya J, Cohen-Hubal E, Zartarian V, Xue J. Identifying Childhood Age Groups for Exposure Assessments and Monitoring. *Risk Anal.* 2007;27(3):701-714. [PubMed]
- Firestone M. Protecting children from environmental risks throughout each stage of their childhood. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2010;20(3):227-228. [PubMed]
- FQPA (Food Quality Protection Act of 1996) Public Law 104-170, 104th Congress (Aug. 3, 1996). 1996 <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-104publ170/pdf/PLAW-104publ170.pdf> [accessed 4 October 2016]
- Frank R. Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act. Public Law 114-182, 114th Congress (June 22, 2016). 2016 <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2576/text> [accessed 16 August 2016]
- Hoyle R. Delaney clause knocked out by surprise compromise act. *Nat Biotechnol.* 1996;14(9):1056. [PubMed]
- IOM (Institute of Medicine, Committee on Curriculum Development in Environmental Medicine) Washington DC: National Academies Press; 1995. *Environmental Medicine: Integrating a Missing Element into Medical Education*, Pope A, Rall P, eds. [PubMed]
- Landrigan P. Children's environmental health: a brief history. *Acad Pediatr.* 2016;16(1):1-9. [PubMed]
- Mileson BE, Chambers JE, Chen WL, Dettbarn W, Ehrich M, Eldefrawi AT, et al. Common mechanism of toxicity: a case study of organophosphorus pesticides. *Toxicol Sci.* 1998;41(1):8-20. [PubMed]
- Muennig P. The social costs of childhood lead exposure in the post-lead regulation era. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009;163(9):844-849. [PubMed]
- NRC (National Research Council) Washington, DC: National Academies Press; 1993. *Pesticides in the Diets of Infants and Children.* <https://www.nap.edu/catalog/2126/pesticides-in-the-diets-of-infants-and-children> [accessed 4 October 2016]
- NRC. Washington, DC: National Academies Press; 2009. *Science and Decisions: Advancing Risk Assessment.* <https://www.nap.edu/catalog/12209/science-and-decisions-advancing-risk-assessment> [accessed 4 October 2016]
- OUP (Oxford University Press) New York, NY: Oxford University Press; 2013. *Textbook of Children's Environmental Health.* Landrigan P, Etzel R, eds.
- Safe Drinking Water Act. Public Law 107-377 2002
- Selevin S, Kimmel CA, Mendola P. 2000. Identifying critical windows of exposure for children's health. *Environ Health Perspect* 108 (suppl 3 451 455 [PMC free article] [PubMed])
- The President. Executive Order 13045 of April 21, 1997. Protection of children from environmental health risks and safety risks. *Fed Reg.* 1997;62(78):19885-19888.
- Toxic Substances Control Act of 1976. 15 U.S. Code, chapter 53, subchapter 1, Control of Toxic Substances § 2601. 1976

<http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid%3AUSC-prelim-title15-chapter53-subchapter1&edition=prelim> [accessed 4 October 2016]

- U.S. EPA (Environmental Protection Agency) National ambient air quality standards for lead. Fed Reg. 1978;43(194):46246–46277.
- U.S. EPA. Guidelines for carcinogen risk assessment. EPA/630/R-00/004. Fed Reg. 1986;51(185):33992–34003.
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 1995. Policy on Evaluating Health Risks to Children. <https://www.epa.gov/children/epas-policy-evaluating-risk-children> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Chlorpyrifos: cancellation order. Fed Reg. 2000a;65(235):76233–76240. <https://www.federalregister.gov/documents/2000/12/06/00-30917/chlorpyrifos-cancellation-order> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2000b. Human Health Risk Assessment: Chlorpyrifos. https://archive.epa.gov/scipoly/sap/meetings/web/pdf/hed_ra.pdf [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2005a. Guidance on Selecting Age Groups for Monitoring and Assessing Childhood Exposures to Environmental Contaminants. EPA/630/P-03/003F. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-09/documents/agegroups.pdf> [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2005b. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. 630/P-03/001F. https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2005c. Supplemental Guidance for Assessing Susceptibility from Early-life Exposure to Carcinogens. 630-R-03-003F. https://epa-prgs.ornl.gov/chemicals/help/documents/CHILDRENS_SUPPLEMENT_FINAL_%5b1%5d.pdf [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2006a. Air Quality Criteria for Lead (2006) Final Report. EPA/600/R-05/144aF-bF. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=158823&CFID=73507502&CFTOKEN=47300850> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2006b. EPA's Action Development Process. Guide to Considering Children's Health When Developing EPA Actions: Implementing Executive Order 13045 and EPA's Policy on Evaluating Health Risks to Children. <https://www.epa.gov/children/guide-considering-childrens-health-when-developing-epa-actions-implementing-executive-order> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Child-Specific Exposure Factors Handbook. EPA/600/R-06/096F. 2008a <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=199243> [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. National ambient air quality standards for lead. Final rule. Fed Reg. 2008b;73(219):66964–67062.
- U.S. EPA. Drinking water: perchlorate supplemental request for comments. Fed Reg. 2009;74(159):41883. <https://federalregister.gov/aE9-19507> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2011a. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final). EPA/600/R-09/052F. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Final regulatory determination notice for perchlorate. Fed Reg. 2011b;76(29):7762–7767. <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2011-02-11/html/2011-2603.htm> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. Greenhouse gas emissions standards and fuel efficiency standards for medium- and heavy-duty engines and vehicles. Final rules. Fed Reg. 2011c;76(179):57106–57513.

- U.S. EPA. School Siting Guidelines. 2011d <https://www.epa.gov/schools/school-siting-guidelines> [accessed 16 August 2016]
- U.S. EPA. 2017 and later model year light-duty vehicle greenhouse gas emissions and corporate average fuel economy standards. Final rule. Fed Reg. 2012;77(199):62624–63200.
- U.S. EPA. America’s Children and the Environment. Environments and Contaminants: Chemicals in Food. Indicator. 2013a;E9 <https://www.epa.gov/ace/environments-and-contaminants-chemicals-food> [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2013b. Final Report: Integrated Science Assessment for Lead. EPA/600/R-10/075F. <https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=255721> [accessed 20 June 2016]
- U.S. EPA. Reaffirmation of the Environmental Protection Agency’s 1995 Policy on Evaluating Health Risks to Children. Washington, DC. 2013c <https://www.epa.gov/children/epas-policy-evaluating-risk-children> [accessed 17 June 2016]
- U.S. EPA. Chlorpyrifos: Revised Human Health Risk Assessment for Registration Review. Washington, DC. 2014 <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/revised-human-health-risk-assessment-chlorpyrifos> [accessed 17 June 2016]
- U.S. EPA. America’s Children and the Environment. Biomonitoring: Lead. Indicator B1. 2015a <https://www.epa.gov/ace/biomonitoring-lead> [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2015b. Children’s Environmental Health (CEH) Research Roadmap. EPA 601/R-15/001. https://www.epa.gov/sites/production/files/201602/documents/researchroadmap_ceh_508_compliant_final_optimized.pdf [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Chlorpyrifos: tolerance revocations. Fed Reg. 2015c;80(215):69080–69110. <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2015-11-06/pdf/2015-28083.pdf> [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Greenhouse gas emissions and fuel efficiency standards for medium- and heavy-duty engines and vehicles—phase 2. Fed Reg. 2015d;80(133):40138–40765. <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2015-07-13/pdf/2015-15500.pdf> [accessed 4 October 2016]
- U.S. EPA. Washington, DC: U.S. EPA; 2016. Recognition and Management of Pesticide Poisonings: 6th Edition. EPA 735K-13001. https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-01/documents/rmpp_6thed_final_lowresopt.pdf [accessed 4 October 2016]
- USGCRP (U.S. Global Change Research Program) 2016. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC. <http://dx.doi.org/10.7930/JOR49NQX> [accessed 16 August 2016]
- Vandenberg LN, Colborn T, Hayes TB, Heindel JJ, Jacobs DR, Jr, Lee DH, et al. Hormones and endocrine-disrupting chemicals: low-dose effects and nonmonotonic dose responses. *Endocr Rev.* 2012;33(3):378–455. [PMC free article] [PubMed]
- Woolf AD, Sibrizzi C, Kirkland K. Pediatric Environmental Health Specialty Units: an analysis of operations. *Acad Pediatr.* 2016;16(1):25–33. [PubMed]
- Wright JP, Dietrich KN, Ris MD, Hornung RW, Wessel SD, Lanphear BP, et al. 2008. Association of prenatal and childhood blood lead concentrations with criminal arrests in early adulthood. *PLoS Med* 5 5 e101, doi: 10.1371/journal.pmed.0050101 [PMC free article] [PubMed] [Cross Ref]