

2025年10月19日 主催：秋田の環境を考える県民の会

地球環境を守り持続可能な農業を目指して

—ネオニコチノイドやグリホサートなど生態系や人への影響—

環境脳神経科学情報センター 副代表・医学博士
NPOダイオキシン環境ホルモン対策国民会議・理事
デトックス・プロジェクト・ジャパン 顧問

木村一黒田純子

自己紹介

- ・ お茶の水女子大学理学部生物学卒。お茶の水女子大・修士課程大学院修了。
- ・ 1977年から東京都神経科学総合研究所、公益財団法人東京都医学総合研究所で約40年研究を継続。
- ・ 前半はウイルス研究、後半は有害な環境化学物質、PCB(ポリ塩化ビフェニール)やネオニコチノイド系農薬の脳発達への影響について実験研究。名前は仕事名。
- ・ 1984年、東京大学にて医学博士号取得
- ・ 2017年研究所を退職後、有害化学物質の問題を何とかしたいと、連れ合いの黒田洋一郎と環境脳神経科学情報センターにて研究を継続。
- ・ 家族は連れ合い、娘一人(独立)。生き物好き。海や山、自然が何より大好き

著書 2014年“発達障害の原因と発症メカニズム”河出書房新社、黒田洋一郎と共著
2018年”地球を脅かす化学物質—発達障害やアレルギー—急増の原因”海鳴社

本日の内容

1. 合成化学物質の急増とその悪影響
2. 農薬の危険性
3. ネオニコチノイド系など浸透性農薬の毒性と危険性 生態影響と人への影響
4. 国内で急増する発達障害 原因としての環境要因の重要性
農薬や内分泌攪乱物質(環境ホルモン)など有害化学物質の人体汚染状況
5. 発達障害の原因となる農薬など環境要因
ヒトの脳の発達と有機リンやネオニコチノイド系殺虫剤の影響
6. 除草剤グリホサートの発がん性や多様な毒性
発がん性、DNAメチル化異常と継世代影響、腸内細菌叢の異常、補助成分を含む製剤の毒性
7. 内分泌攪乱作用のある農薬と化学肥料、農業用プラスチックの問題
8. プラスチックによる地球規模の環境汚染
9. 有機フッ素化合物PFASの問題
10. まとめ 作る人にも食べる人にも、環境にやさしい農業を

* 資料をSNSなどで使用したい場合は、jkkuro582@gmail.comへ予めお知らせください。部分的に切り取った情報は、誤解を招くことがあるのでよろしくお願い致します。

1. 合成化学物質の急増とその悪影響

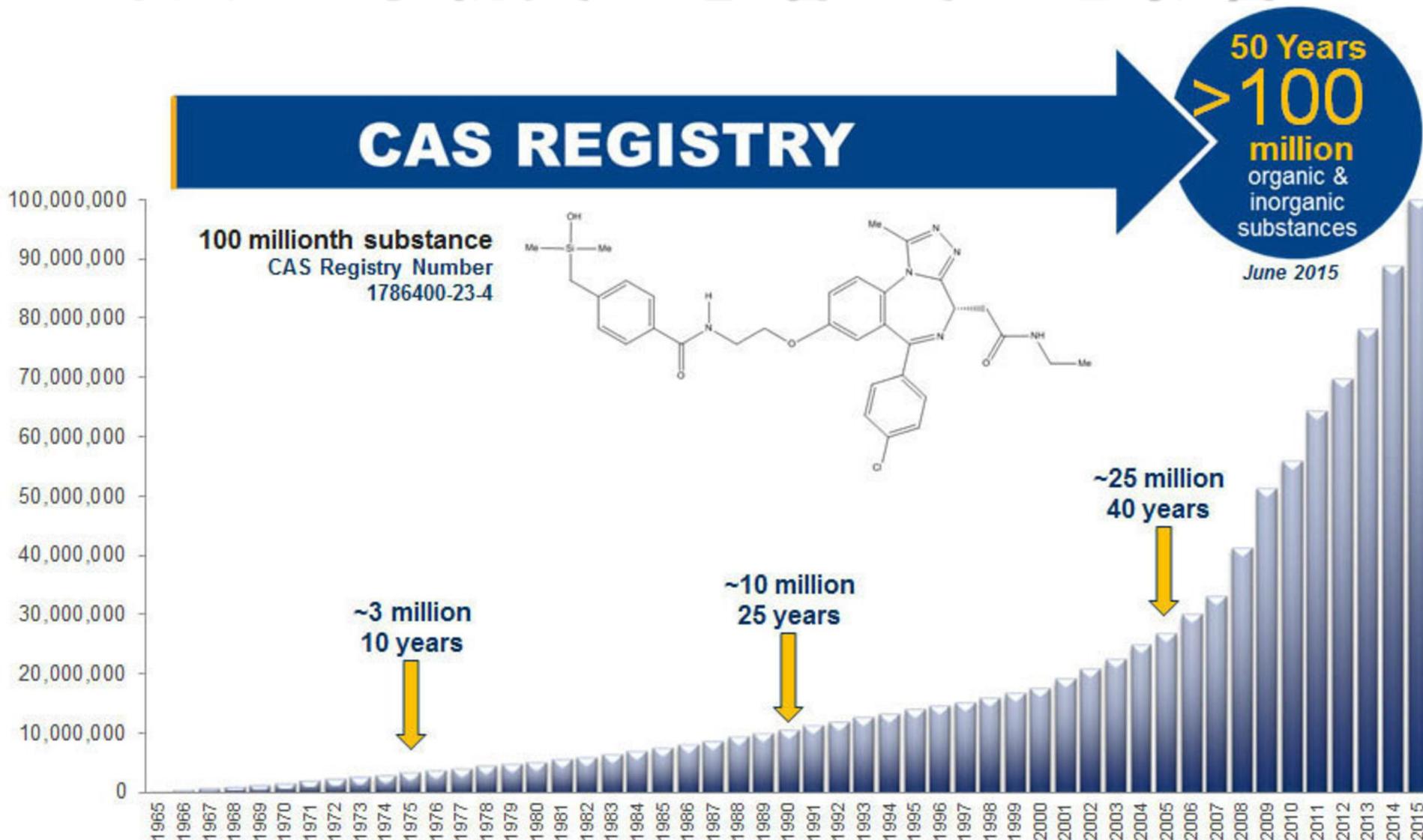
合成人工化学物質の開発は1950年頃から急増。

2015年6月、登録された新規合成化学物質は、1億件を超えた。

平均すると2分30秒で1個の化合物が登録されている。

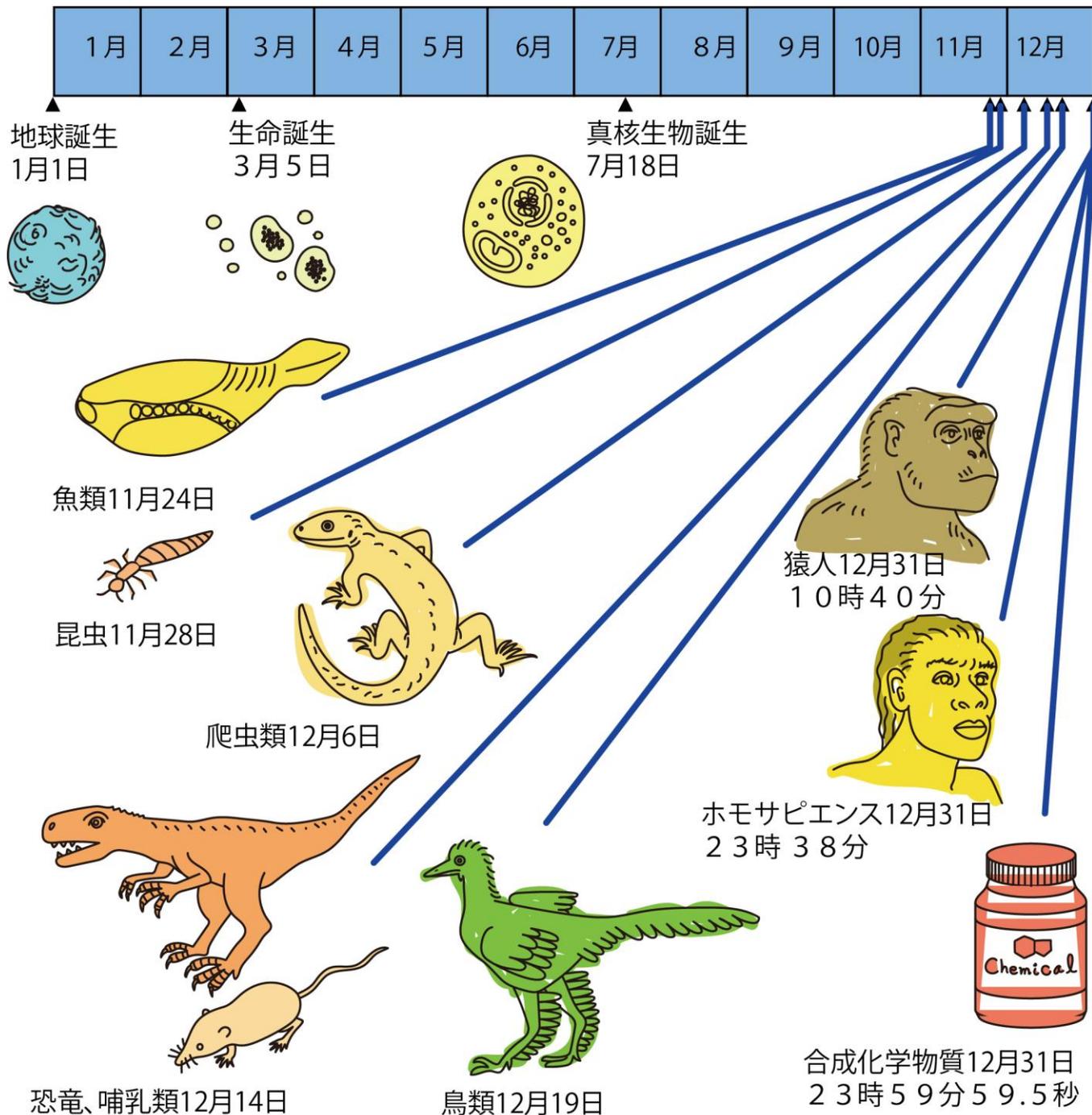
現在のペースで増えていくと、50年後には6億個以上になる。

合成化学物質は有効なものがあった反面、利用した後から有害な物質が見つかった事例がある。



CAS番号 (Chemical Abstracts Service) は、化学物質を特定するための固有の識別番号で、米国化学会が管理している

地球の歴史と人類誕生



地球の歴史46億年を1年に置き換えたときの合成化学物質の出現は？

地球の歴史46億年のなかで生命誕生はおよそ38億年前

生物は、単細胞生物から人間まで多くの共通な生理活性物質を使って進化してきた。

DNA, RNAは元より、セロトニン、アセチルコリン、ドーパミン、GABA、ノルアドレナリン、メラトニン、グルタミン酸など神経伝達物質は単細胞生物も産生して、生理機能を担っている。

人工合成化学物質による悪影響への警告

1962年 農薬大量使用の悪影響 “沈黙の春” レイチェル・カーソン著

春の繁殖期に鳥の囀り、虫の羽音さえない世界
有機塩素系、有機リン系農薬などの毒性や生態影響を指摘

1996年 環境ホルモン問題 “奪われし未来” シーア・コルボーン等著

環境中に含まれているホルモン攪乱作用を持つ化学物質。
正式には、内分泌攪乱物質。
環境ホルモンが生物や生態系に重大な悪影響を及ぼす可能性を危惧。
日本では忘れられがちだが、科学的に明らかとなり、EUでは厳しい
規制が既に実行されている。

2008年頃 世界中でミツバチ大量死 沈黙の春の再来！

ネオニコチノイド系など浸透性農薬の危険性

- プラスチックの大量使用による深刻な環境汚染
- 有機フッ素化合物PFAS（永遠の化学物質）による汚染

複合汚染による子どもへの影響が懸念！地球温暖化とも関連。



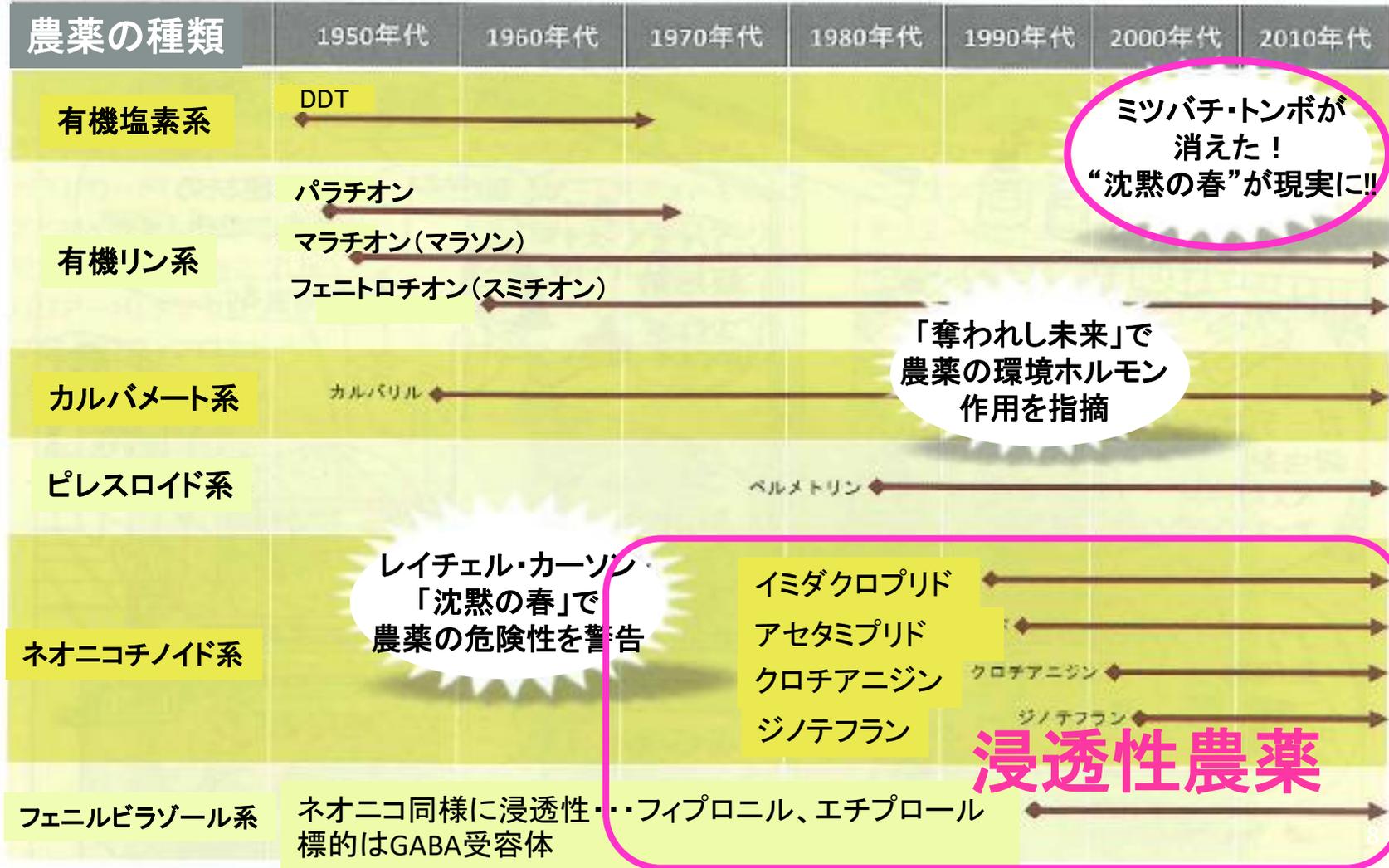
2. 農薬の危険性

農薬とは？

- 人類は長い歴史のなかで安定した農作物の確保に苦勞し、病虫害や雑草を減らすために天然物で防除を行ってきた。1950年頃から合成化学産業が始まり、合成農薬が使われるようになった。
- 合成農薬は便利であった一方、大量に使用した後から、人への毒性や生態影響が判明し、代替農薬を作るという歴史を繰り返してきた。
- 農薬は”薬“ではなく、何らかの生物を殺す殺生物剤(バイオサイド)。農薬は基本的に毒性がある。
- 地球上の生物は、細菌類から人間まで、多くの共通な生理活性物質を使って生きており、”害虫”、”雑草”、”病原菌”、”害獣”だけに毒性をもつ農薬はありえない。
- 農薬は消費者が口にする農作物に散布し、意図的に環境中に放出するため、農薬取締法で決められた多種類の毒性試験が実施されるが、毒性試験は不十分で、ヒトへの毒性は調べていない(調べられない)ため、後から毒性がわかることがある。

危険な農薬(殺虫剤)の変遷

ダイオキシン環境ホルモン対策
国民会議パンフより
<http://kokumin-kaigi.org/>



- 日本では海外で使用されていない有機リン系をいまだ大量に使用し、さらにネオニコやフィプロニルなど浸透性農薬も使用継続している
- 日本では環境ホルモンが通称ですが、正式名は内分泌攪乱物質。資料では両方使っています

脳を標的にした殺虫剤の危険性

主な殺虫剤の種類	浸透性	農薬の具体例(商品名)	神経の標的
有機塩素系	—	DDT BHC	ナトリウムチャネル GABA受容体
ピレスロイド系	—	ペルメトリン(アディオン乳剤)	ナトリウムチャネル
カルバメート系	—	カルバリル(デナポン)	アセチルコリン分解酵素
有機リン系	±	フェントロチオン(スミチオン) マラチオン(マラソン)	アセチルコリン分解酵素
ネオニコチノイド系	+	アセタミプリド(モスピラン) イミダクロプリド(アドマイヤー)	ニコチン性 アセチルコリン受容体
フェニルピラゾール系	+	フィプロニル(プリンス) エチプロール(キラップ)	GABA受容体

- 殺虫剤は昆虫の神経系を標的にしているが、哺乳類の神経系と似ているため、悪影響を及ぼすことがある。
- 有機塩素系以外は国内で使用。殺虫剤では有機リン系が一番多い。次に多いのがネオニコチノイド系。近年、浸透性農薬のネオニコチノイド、フェニルピラゾール系が増え、さらに代替のネオニコ類似農薬が使用されている。
- 浸透性農薬は、水に溶けやすく植物内に浸透し、残留すると洗っても落ちない

3. ネオニコチノイド系など浸透性農薬の毒性と危険性

1990年頃から世界中でミツバチ大量死が起きた
日本各地でもミツバチ大量死の報告！



サイエンス、ネイチャーなど一流科学雑誌に科学的証拠が発表

2012年、ハチ大量失踪は
ネオニコチノイド系など浸透性農薬が主原因に決着！

EU 2018年4月

ネオニコ5種中3種の屋外使用を永続使用禁止
ミツバチだけでなく、昆虫、両生類、鳥など生態系への悪影響が確認

鳥類への影響

新潟県佐渡市のトキや兵庫県豊岡市のコウノトリ



※JA 佐渡・羽茂 私信(2011年度)



- 繁殖成功率が**低い**
- 卵は産むが**孵化しない**(2008~)



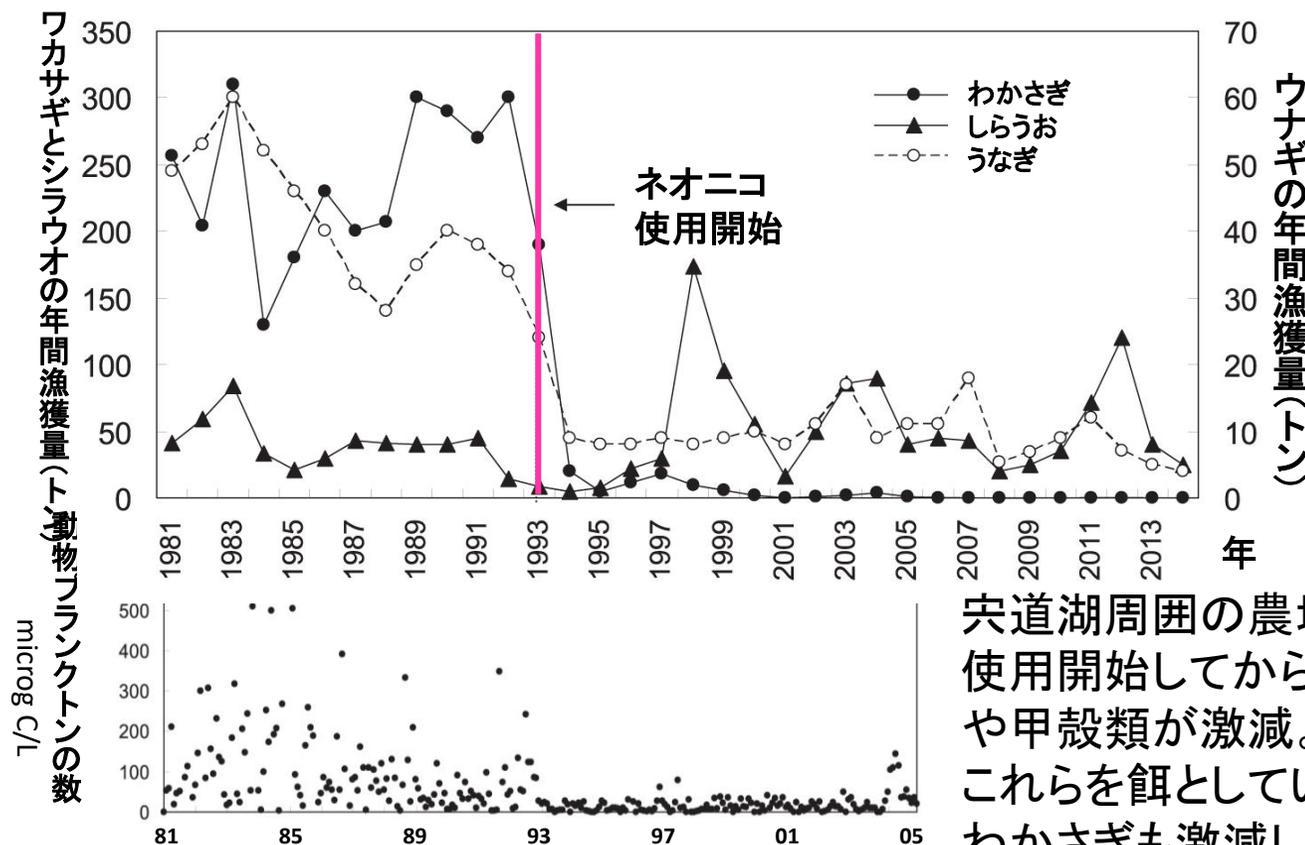
ネオニコチノイド系農薬の影響？

佐渡市、豊岡市でネオニコチノイドの使用をやめたら、トキとコウノトリの繁殖が成功！
両市では、ネオニコチノイドフリーのブランド米を立ち上げ、成功した。
ネオニコチノイドは餌の昆虫を激減させただけでなく、鳥や哺乳類で生殖毒性が確認されている。

宍道湖のウナギ・ワカサギの激減はネオニコチノイドが原因



Yamamuro et al.,
Science 366, 620–623 (2019)
より引用改変



宍道湖の湖水からはネオニコチノイドが検出されている。



ネオニコチノイドの影響！

ネオニコチノイド系農薬の特徴と危険性

有機リン系に代わる農薬として1990年代に開発された殺虫剤
新しいニコチン物質という意味
ニコチンと化学構造がよく似ている

害虫特異性が高く、環境
保全型、人には安全と宣
伝されたが、実際は？

【特徴】

浸透性

水に溶けやすく、散布されたネオニコは根、葉、茎、果実に浸透し、残留すると洗っても落ちない

残効性

地中に長期に残留、河川の汚染、水道水にも汚染が！

神経毒性

神経伝達物質アセチルコリンの受容体に結合し、アセチルコリンを介した神経伝達を攪乱する

ミツバチ大量死の原因として、世界中で注目の殺虫剤。地球生態系に重大なダメージを及ぼした。2021年11月TBS報道特集でネオニコの危険性について放映。Youtubeで446万回再生中。<https://www.youtube.com/watch?v=0J1T-MO3t5U>

秋田をはじめ日本各地の水道水からネオニコや農薬が検出



大潟村

八郎湖

図1 左：堤防の大潟村側で浸透している八郎湖水。大潟村では堤防に沿って約1km長で堤防浸透水を集め、ポンプを使って、地下に埋設した水管を通じ浄水場まで送水している。右：八郎湖と大潟村。八郎湖の水面は大潟村の標高よりも高い。

表2 2022年5月～11月における大潟村とX市の水道水中ネオニコチノイド濃度（単位：ng/L）。MDL未満を「-」で示した。

採水日	5/15	6/3	6/17	6/25	7/15	8/15	9/15	10/15	11/15
大潟村									
ジノテフラン	3.85	2.36	1.81	1.48	1.82	1.36	1.80	1.46	1.42
アセタミプリド	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クロチアニジン	-	-	0.24	-	-	-	-	-	-
チアクロプリド	-	-	-	-	-	-	0.27	-	0.06
イミダクロプリド	-	-	0.27	0.27	-	-	-	-	-
ニテンピラム	-	-	-	-	-	-	-	-	-
チアメトキサム	-	-	0.20	0.20	-	-	-	-	-
X市									
ジノテフラン	46.5	68.8	51.0	56.0	64.0	868	88.5	56.0	64.2
アセタミプリド	0.22	-	-	-	0.91	0.16	0.51	0.22	0.14
クロチアニジン	2.55	21.3	7.51	7.90	6.93	5.11	2.91	3.50	3.70
チアクロプリド	0.20	1.21	0.28	0.20	0.43	0.19	-	-	-
イミダクロプリド	5.08	32.2	8.93	9.43	6.83	5.23	1.39	1.54	1.73
ニテンピラム	-	-	-	-	-	-	-	-	-
チアメトキサム	2.69	9.41	8.93	11.3	15.2	13.0	3.03	3.95	4.22

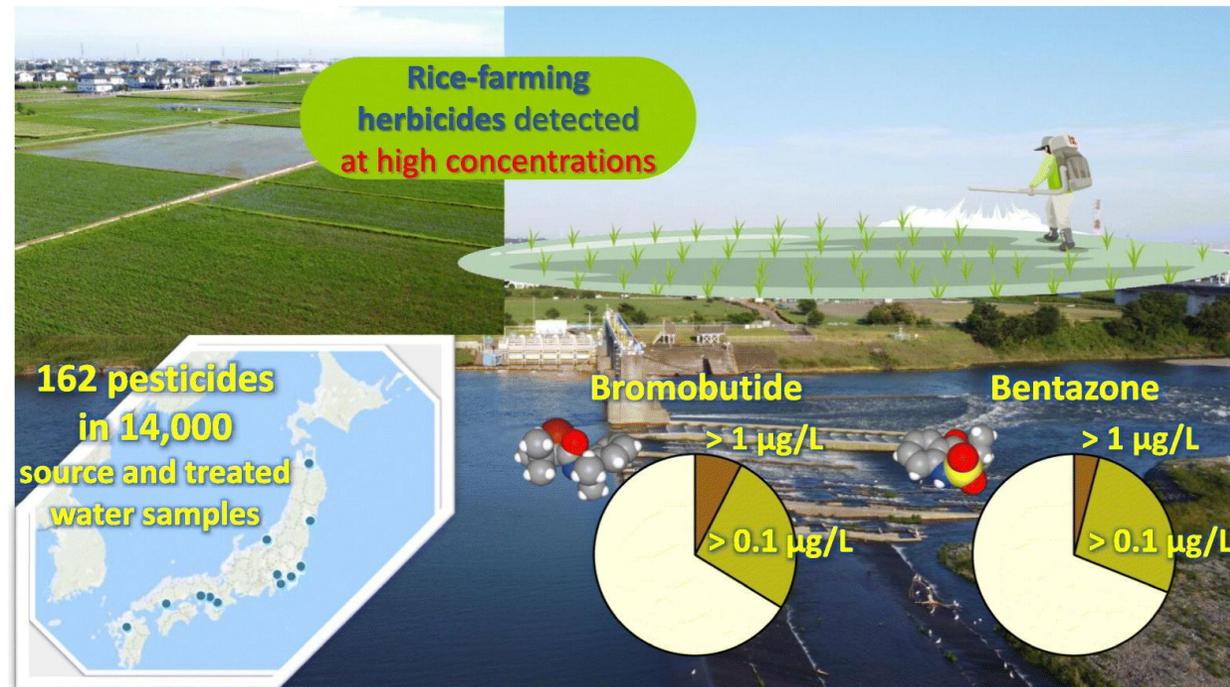
左上、右上表：日本内分泌攪乱物質学会ニュースレター
2023年25-4号 山室真澄先生の記事より

https://jsedr.org/news_letter/NL25-4.pdf

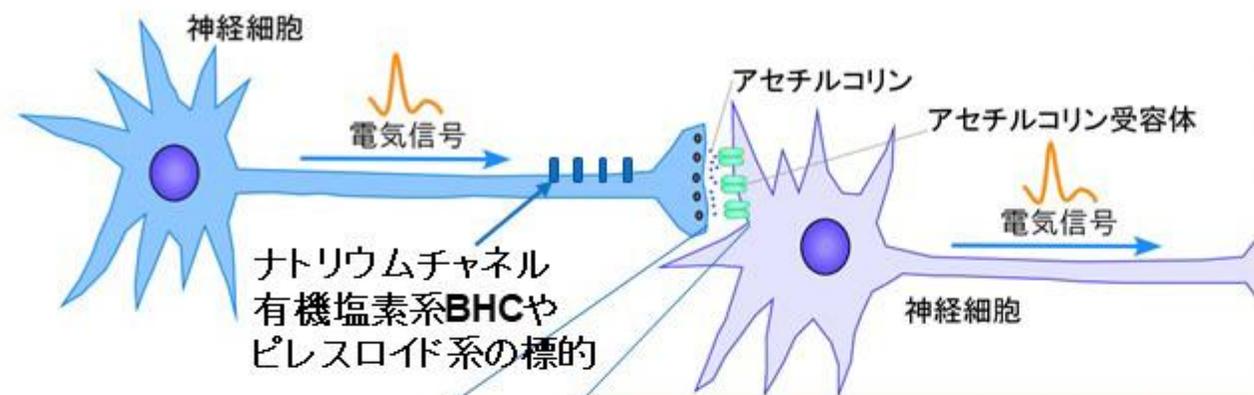
秋田県立大学・近藤先生のご報告

左図：National trends in pesticides in drinking water and water sources in Japan.

Kamata M, Matsui Y, Asami M. Sci Total Environ, 744: 2020
全国12箇所の浄水場での水道原水と水道水を対象に162種の農薬濃度を分析した結果、水道水からネオニコチノイドを含む21種の農薬が頻繁に検出



アセチルコリン系神経伝達を阻害・攪乱する ネオニコチノイドと有機リン系殺虫剤

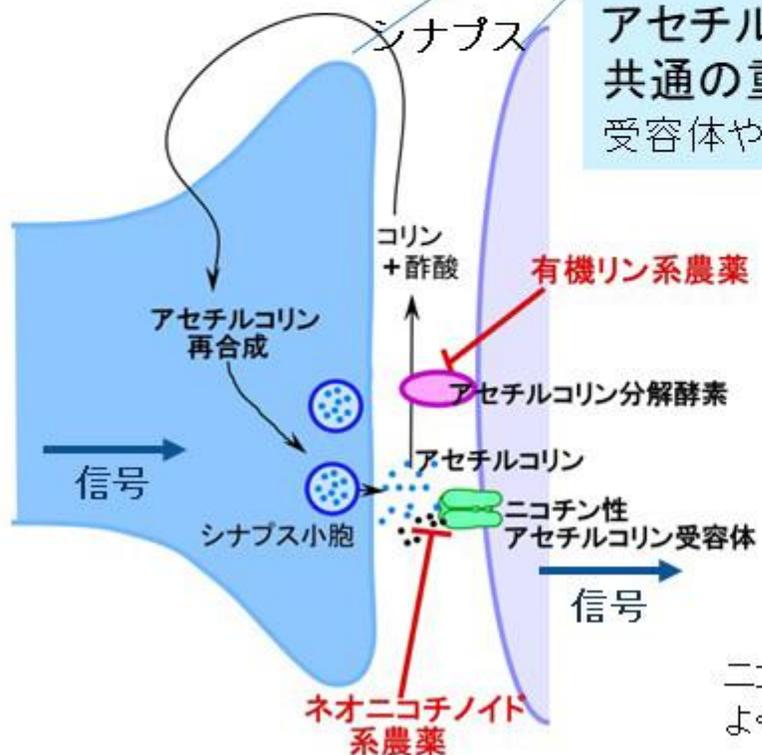


昆虫と人の神経系の基本は同じ



ダイオキシン環境ホルモン対策
国民会議パンフより

アセチルコリンは昆虫、人で
共通の重要な神経伝達物質
受容体や分解酵素は昆虫とヒトで類似



ネオニコチノイドやニコチンは、ニコチン性アセチルコリン受容体に結合してニセ・信号を送るニセ・神経伝達物質

有機リン系は、アセチルコリンの分解酵素を阻害し、アセチルコリンがいつまでも興奮作用を起こす。強毒なアセチルコリン分解酵素阻害剤はサリン

ニコチン性アセチルコリン受容体はタバコ含有の毒物ニコチンがよく結合するために命名。別の種類のアセチルコリン受容体もある。

日本で使用されている主なネオニコチノイド系と類似の成分と商品名

成分	商品名	開発企業
クロチアニジン	ダントツ、フルスウィング、モリエート、ハスラー	住友化学
アセタミプリド劇物	モスピラン、マツグリーン、カダン殺虫肥料	日本曹達
イミダクロプリド劇物	アドマイヤー、ハチクサン、アースガーデン	バイエル
ニテンピラム	ベストガード	住友化学
チアクロプリド劇物	バリアード、エコワンフロアブル	バイエル
チアメトキサム	アクタラ、クルーザー	シンジェンタ
ジノテフラン	スタークル、アルバリン、ボンフラン	三井化学アグロ
フルピラジフロン	シバント(ブテノライド系)	バイエル
スルホキサフロル	トランスフォーム、エクシード(スルホキシイミン系)	ダウ
フルピリミン	エミリア(ピリジリデン系)	MEIJI, クミアイ
トリフルメゾピリム	ゼクサロンパディート、ルミスパンス(メソイオン系)	デュポン

* 下の4種はネオニコ系ではないが、作用機序はネオニコと同じで、ニコチン性アセチルコリン受容体を標的にした殺虫剤。スルホキサフロルはヒト胎児型 γ ニコチン性受容体に強く結合し、ラットでは胎児の死亡や重篤な奇形を起こす。

4. 国内で急増する発達障害

発達障害や「切れやすい」「引きこもる」など
脳の働きに障害のある子どもが増えている

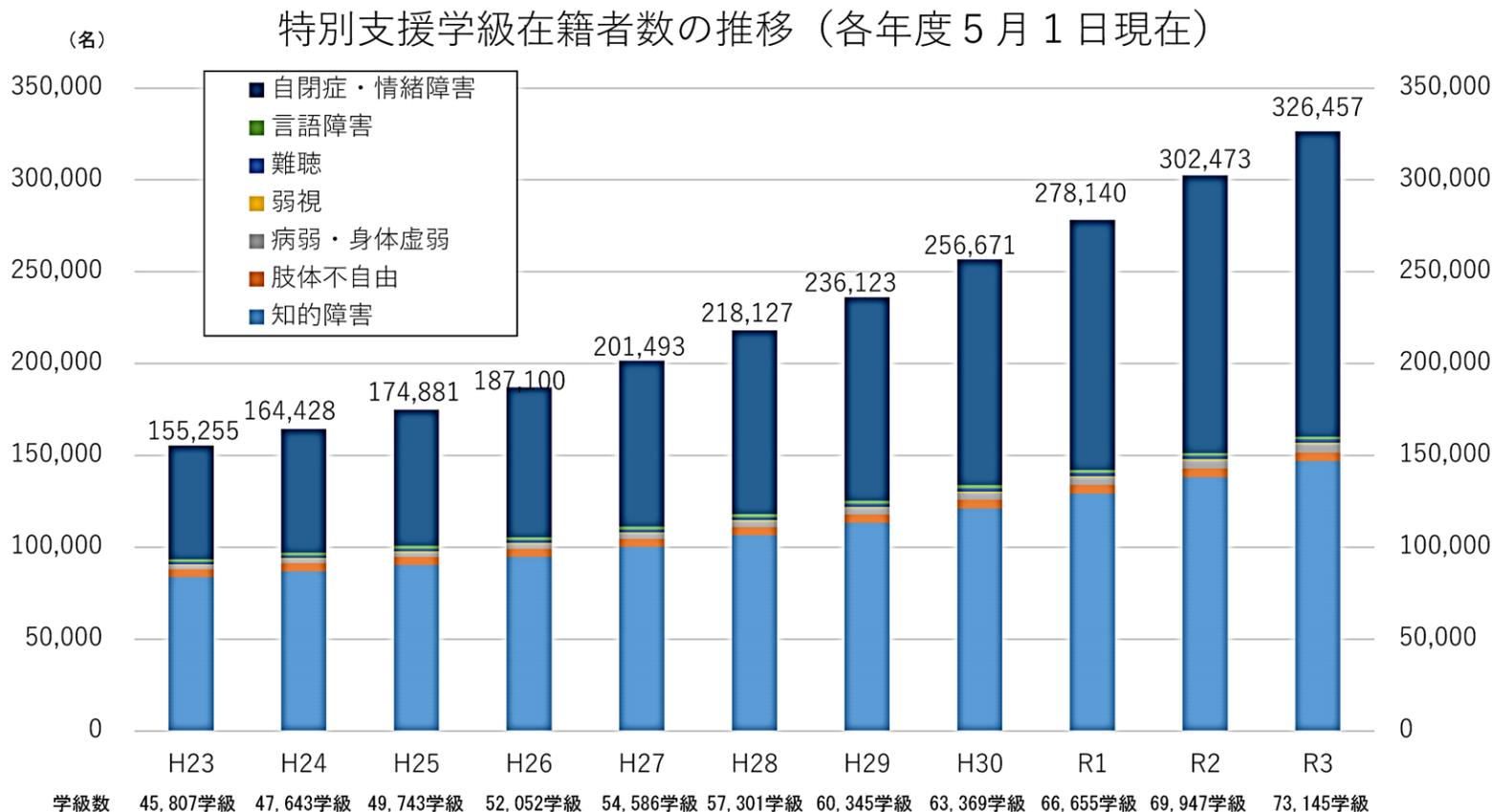
- 発達障害の診断基準 米国の精神疾患分類DSM-5 2013年改定
 - 自閉症スペクトラム障害(以下自閉症):
他人とのコミュニケーションが苦手、常同行動などの症状。
 - 注意欠如多動性障害(ADHD): 多動性、衝動性
 - 学習障害(LD): 読み書き、算数だけうまくできない
- 文科省の調査2012年で全学童の6.5%(15人に1人)が発達障害の可能性。
- 2022年12月、文科省の発表 全学童の8.8%が発達障害の可能性
- 診断基準の変化や、親が早期に医者に連れて行くことも、発達障害増加の一因となっているが、実数も増えていると多くの専門家が指摘している。

日本における発達障害児の増加—特別支援学級

特別支援学級の児童生徒数・学級数



令和4年7月12日 文部科学省資料より



【令和3年度の状況】

	知的障害	肢体不自由	病弱・身体虚弱	弱視	難聴	言語障害	自閉症・情緒障害	計
学級数	31,227	3,191	2,883	544	1,341	692	33,267	73,145
在籍者数	146,948	4,653	4,618	631	1,931	1,355	166,322	326,457

(出典)学校基本調査

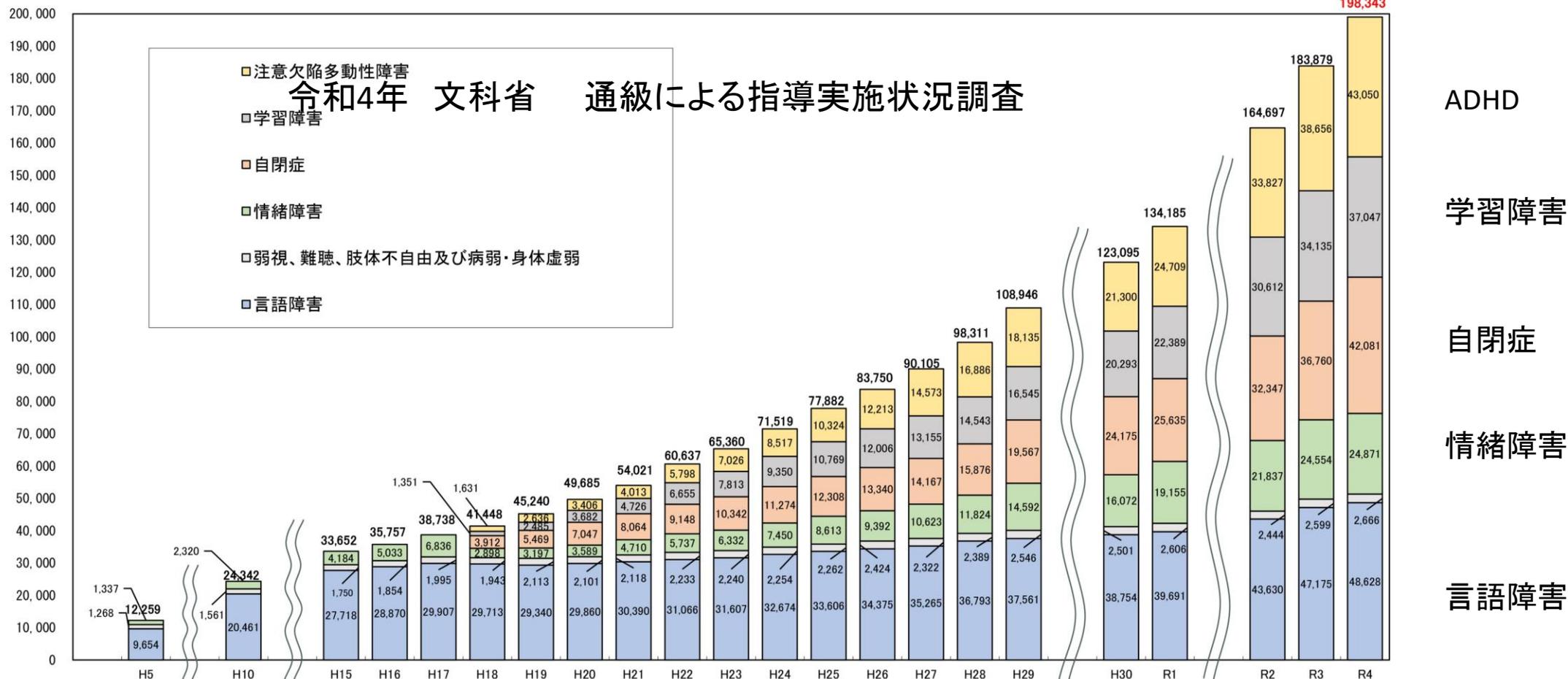
日本における発達障害児の増加—通級

通級による指導を受けている児童生徒数の推移（障害種別）

1.概要



文部科学省
198,343



(出典)通級による指導実施状況調査(文部科学省初等中等教育局特別支援教育課調べ)

※令和2年度～令和4年度の数値は、3月31日を基準とし、通年で通級による指導を実施した児童生徒数について調査。その他の年度の児童生徒数は年度5月1日現在。

※「注意欠陥多動性障害」及び「学習障害」は、平成18年度から通級による指導の対象として学校教育法施行規則に規定し、併せて「自閉症」も平成18年度から対象として明示

(平成17年度以前は主に「情緒障害」の通級による指導の対象として対応)。

※平成30年度から、国立・私立学校を含めて調査。

※高等学校における通級による指導は平成30年度開始であることから、高等学校については平成30年度から計上。

※小学校には義務教育学校前期課程、中学校には義務教育学校後期課程及び中等教育学校前期課程、高等学校には中等教育学校後期課程を含める。

※令和4年度については、令和6年能登半島沖地震の影響を考慮して、石川県は国立学校のみ調査を実施し、公立・私立学校に関する調査は実施していない。

<https://www.mext.go.jp/content/20241107>

-mxt_tokubetu02-000037897_1.pdf

発達障害急増の原因

昔から発達障害はあったが、近年の急増には原因があるはず！

1. 遺伝要因だけでは説明がつかない

遺伝子は、日本人全体など集団で、短期間には変わらない

2. 環境要因が大きく関わっている可能性

栄養、家庭・社会環境など複雑な原因が考えられるが、農薬など有害な環境化学物質の曝露が一因とする研究が蓄積してきている。

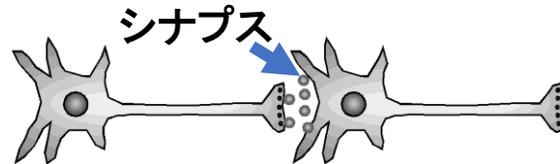
発達障害は個性の延長とも考えられ、一概に悪いとはいえないが
コミュニケーションに支障があると本人も周囲も苦労する。
環境要因で急増しているなら原因究明が必要ではないか。

自閉症の遺伝子研究からわかった環境要因の重要性

“自閉症の原因”の歴史

- 1943年 米国で、自閉症の初報告（カナー医師）
自閉症は母親の育て方が悪いという“冷蔵庫マザー説”が提唱。
- 1977年 イギリスの疫学論文で、自閉症は遺伝性が92%とされた。（ラター医師）
たった21組の一卵性双生児の調査、診断基準など、この研究は問題があった。
（*一卵性双生児は低栄養、低体重になりがちなことを考慮していない）
- 1990年ごろ～ この遺伝性92%が過大評価され、自閉症“原因”遺伝子探索の研究競争が始まった。

単一の原因遺伝子は見つからなかったが、現在約800もの自閉症関連遺伝子が報告。



シナプス形成に関連する遺伝子が多い。

- 2011年 正確な疫学調査が実施され、遺伝性は約37%と報告された。
残りの63%は環境要因。Hallmayer et al. Arc Gen Psychiatry. 2011

ほとんどの病気や疾患には遺伝子が関係するが、自閉症では過大評価された。

遺伝子は変えられないが、環境要因は変えることができる！

発達障害の起こるメカニズム

どうして発達障害になるのか

- 発症しやすさを決める遺伝子背景に、多様な環境要因が引き金となって、発達障害が起こる。
- 発症しやすい遺伝子背景があっても、環境が良ければ発症しない。
- 各々の機能(行動)に対応している神経回路(シナプス)がおかしくなり、対応した機能のみが異常になる。
→ シナプス症
- 自閉症以外の発達障害でも、同様のメカニズムが考えられている。

疾患発症—遺伝要因と環境要因

疾患発症＝

環境要因

- 精神的ストレス
- 環境化学物質
- 放射線
- 生活習慣

etc.

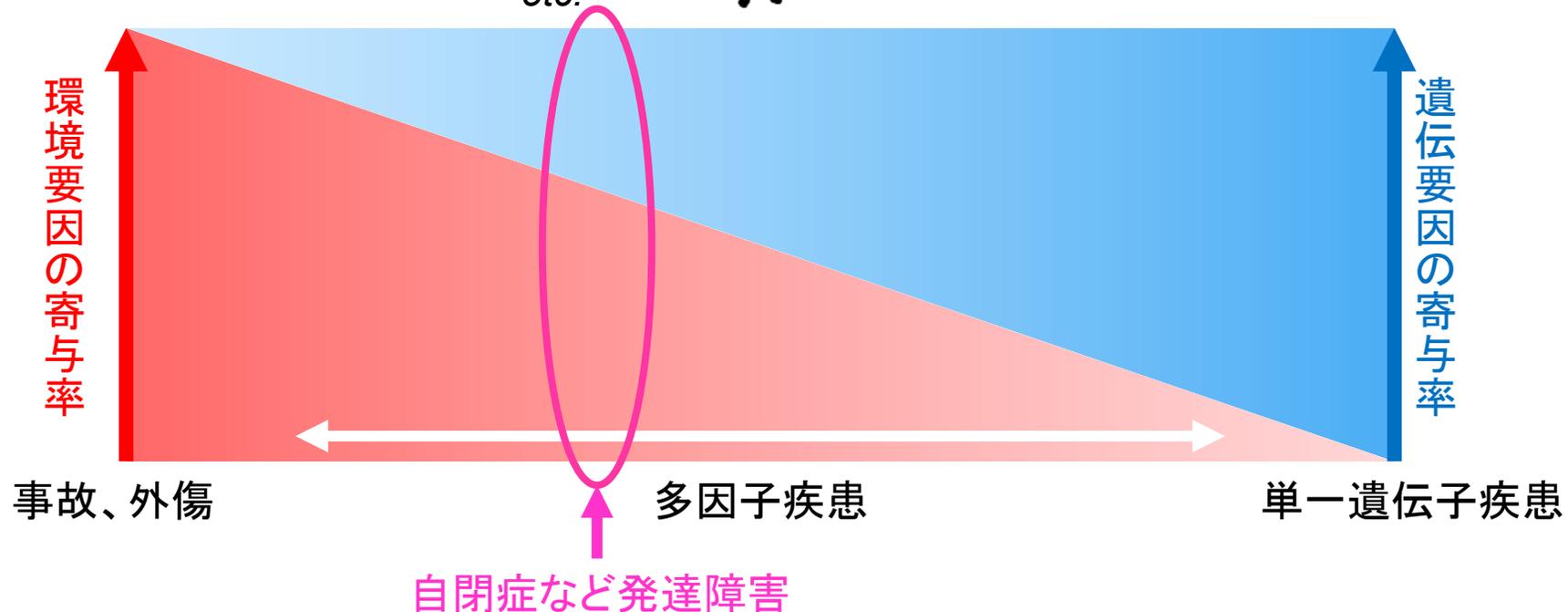
×



遺伝要因

- 一塩基多型 (SNP)
- 遺伝子変異
- 染色体異常

etc.



子どもへの健康影響 発達障害の急増



環境省 子どもの健康と環境に関する全国調査



子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)とは

- ◎ 中心仮説：胎児期から小児期にかけての化学物質曝露が、子どもの健康に大きな影響を与えているのではないか？
- ◎ 調査方法：出生コホート研究
- ◎ 調査規模：全国で10万人
- ◎ 調査期間：21年間（リクルート3年、追跡13年、解析5年）
- ◎ 期待される成果 2011年開始、現在、進行中、2014年から5000人の詳細調査
 - ① 小児の健康に影響を与える環境要因の解明
 - ② 小児の脆弱性を考慮したリスク管理体制の構築
 - ③ 次世代の子どもが健やかに育つ環境の実現
 - ④ 国際競争と国益



<http://www.env.go.jp/chemi/ceh/participants/index.html> 新情報が掲載



本調査の 中心仮説

「胎児期から小児期にかけての化学物質曝露が、子どもの健康に大きな影響を与えているのではないか？」

(環境要因)

○化学物質の曝露

残留性有機汚染物質(ダイオキシン類、PCB、有機フッ素化合物、難燃剤等)、重金属(水銀、鉛、ヒ素、カドミウム等)、内分泌攪乱物質(ビスフェノールA等)、農薬、VOC(ベンゼン等)など

○遺伝要因

○社会要因

○生活習慣要因

(アウトカム・エンドポイント)

○身体発育:

出生時体重低下、出生後の身体発育状況等

○先天奇形:

尿道下裂、停留精巣、口唇・口蓋裂、二分脊椎症、消化管閉鎖症、心室中隔欠損、ダウン症等

○性分化の異常:

性比、性器形成障害、脳の性分化等

○精神神経発達障害:

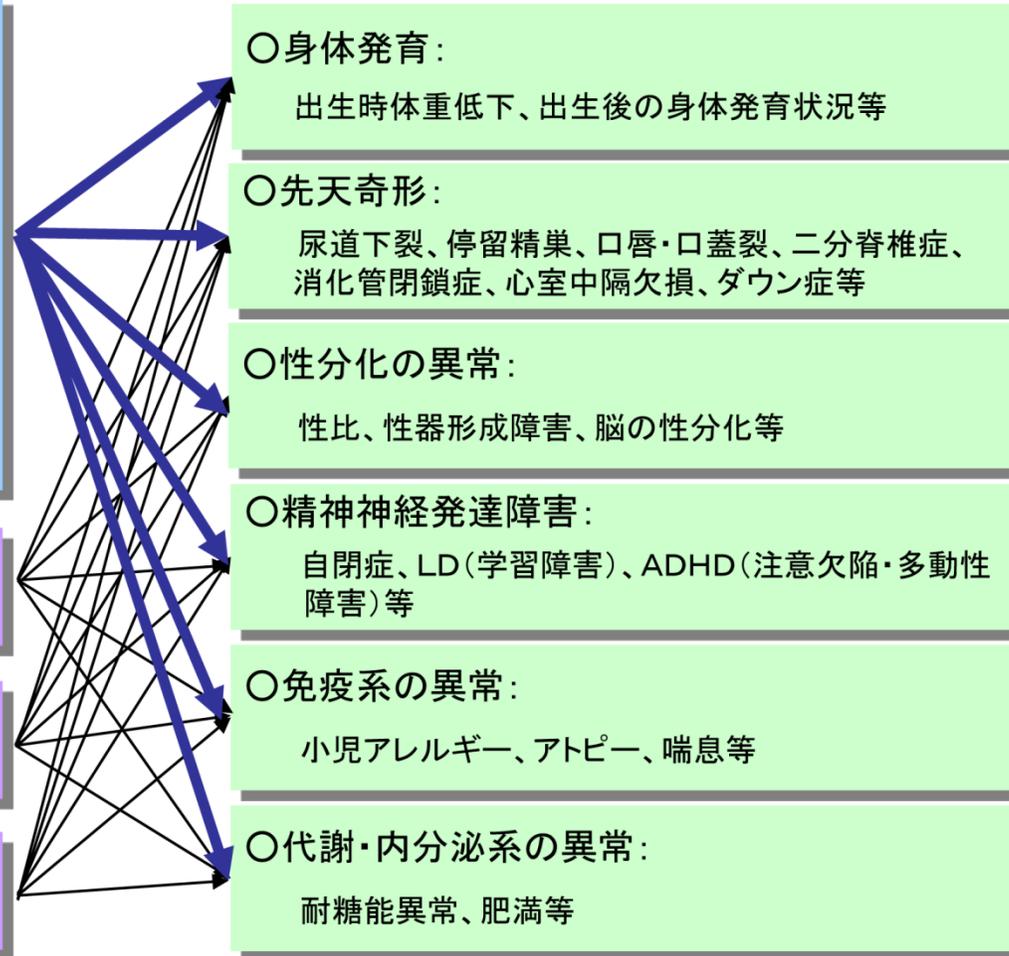
自閉症、LD(学習障害)、ADHD(注意欠陥・多動性障害)等

○免疫系の異常:

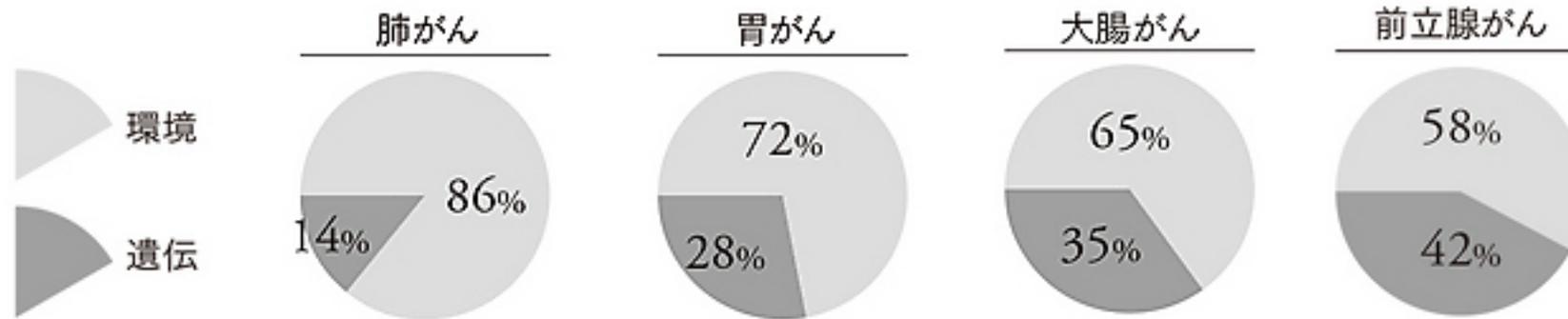
小児アレルギー、アトピー、喘息等

○代謝・内分泌系の異常:

耐糖能異常、肥満等



疾患発症—遺伝要因と環境要因



日経メディカル 米国デイビッド・B・エイガス医師の記事より

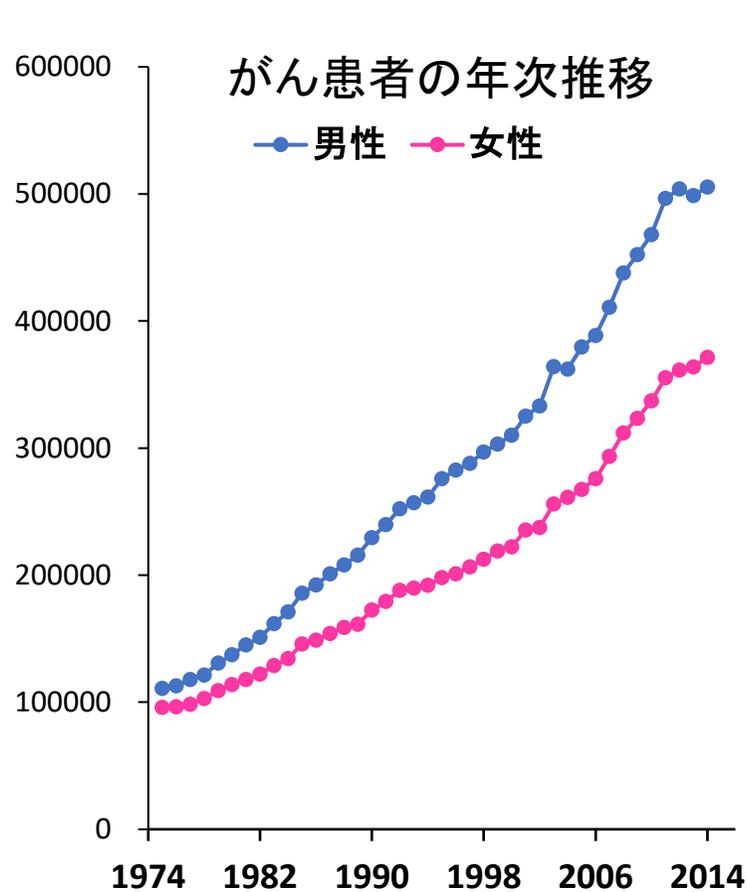
<http://medical.nikkeibp.co.jp/leaf/all/series/david/201312/533596.html>

- 多くの疾患発症には、遺伝要因と環境要因が関わっている。
- 環境要因は多様。精神的ストレス、有害環境化学物質、放射線、生活習慣など。

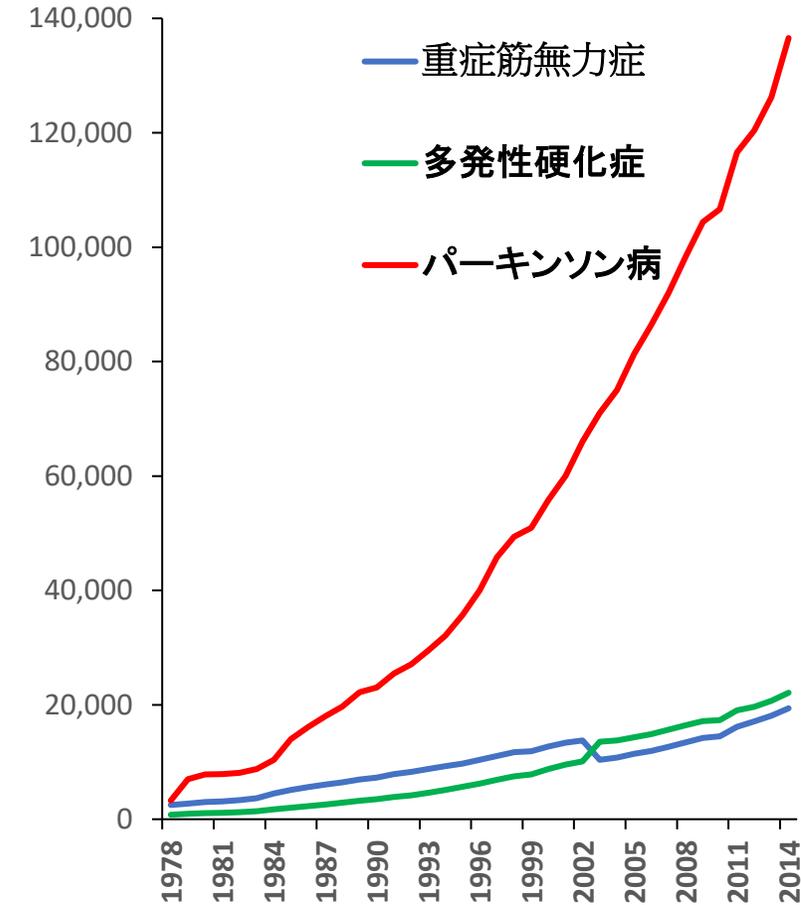
遺伝要因を変えるのは難しいが、環境要因を変えることは可能。

がん疾患やパーキンソン病の急増の原因は？

がん発症の原因として、放射線影響や農薬など有害化学物質曝露の複合影響が懸念。
パーキンソン病はパラコート、ロテノンなどの農薬曝露との因果関係が明らかとなり、
フランス政府は2012年、農業従事者の職業病と認定。



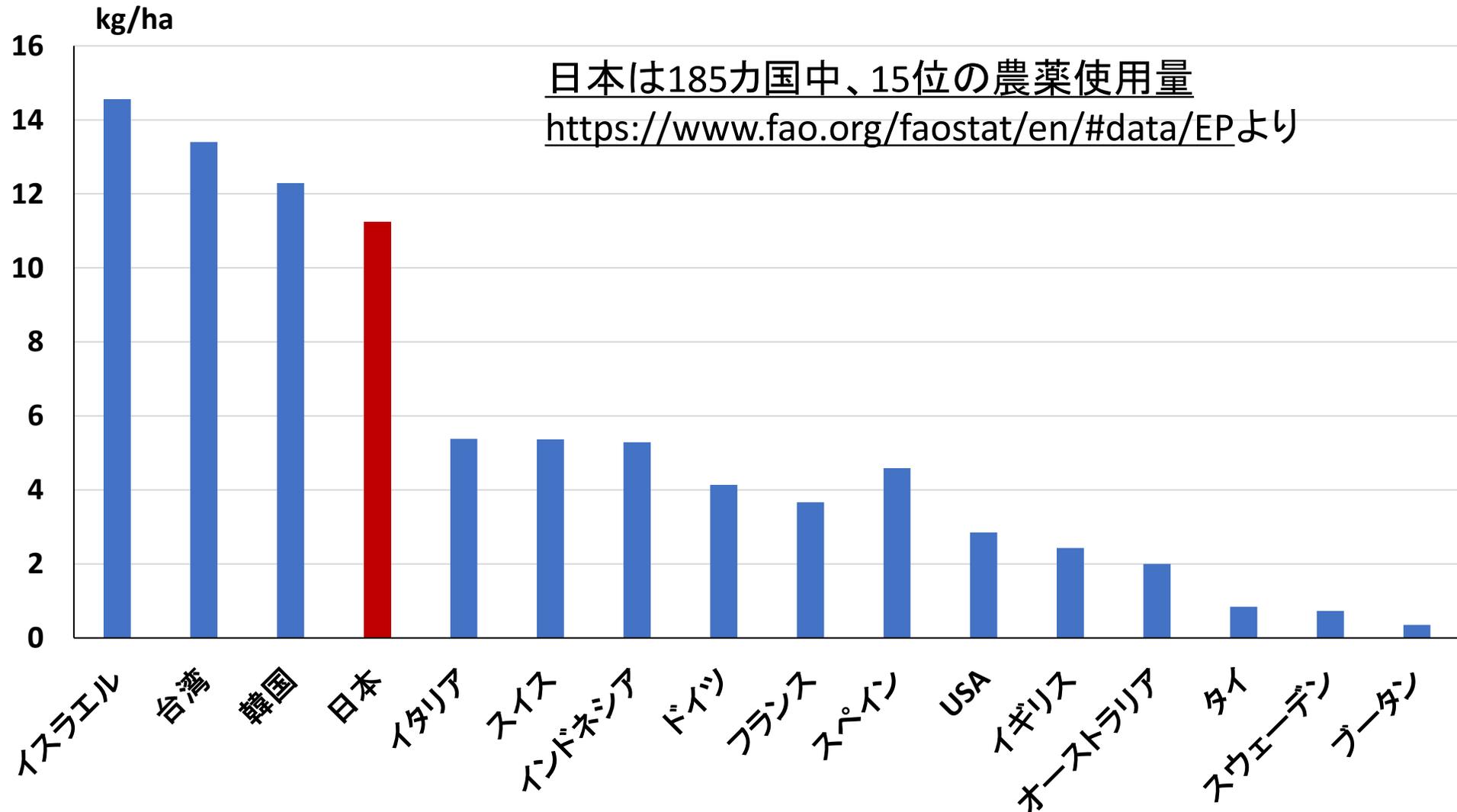
国立がん研究センターがん情報サービス
「がん登録・統計」
https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/



難病情報センター
特定疾患医療受給者交付件数推移
<http://www.nanbyou.or.jp/entry/1356#p09>

日本は農薬使用大国

農地単位面積当たりの農薬使用量: 国連食糧農業機関FAO 2021年



試料	分類・用途など	化学物質名	中央値	毒性や性質
尿 農薬	ネオニコチノイド系農薬	クロチアニジン	0.44 µg/gCr	発達神経毒性、生殖毒性など
		ジノテフラン	◎0.81 µg/gCr	発達神経毒性など
	ネオニコチノイド代謝物	デスメチル・アセタミプリド	◎0.35 µg/gCr	原体は発達神経毒性など
	有機リン系農薬代謝物	DMTP	2.9 µg/gCr	発達神経毒性など
		DEP	3.1 µg/gCr	発達神経毒性など
	ピレスロイド系農薬代謝物	PBA*	0.30 µg/gCr	発達神経毒性など
プラスチック	パラベン類（防腐剤）*	メチルパラベン	◎46 µg/gCr	内分泌攪乱など
	フタル酸エステル類*	MBP	◎15 µg/gCr	内分泌攪乱、発達神経毒性、 エピジェネティック変異、継世代影響
		MEHHP	◎6.2 µg/gCr	
		MEOHP	◎3.3 µg/gCr	
	ビスフェノール類*	BPA	0.2 µg/gCr	内分泌攪乱、エピジェネティック変異、 継世代影響
BPS		0.084 µg/gCr		
血液	ダイオキシン類**	コプラナーPCBを含む	◎5.6 pg-TEQ/g-fat	内分泌攪乱、エピジェネティック変異
	有機フッ素化合物 PFAS	PFOS	◎3.3 ng/ml	内分泌攪乱、発がん性
		PFOA	2.2 ng/ml	内分泌攪乱、発がん性
	総水銀		◎7.3 ng/ml	神経毒性、発達神経毒性、内分泌攪乱
	鉛		◎7.6 ng/ml	神経毒性、発達神経毒性、内分泌攪乱
	カドミウム		◎0.95ng/ml	神経毒性、エピジェネティック変異、 遺伝毒性など
	ヒ素	3価ヒ素	1.8 ng/ml	

日本人における化学物質の曝露1

環境省 日本人における化学物質のばく露量2025年版より。データは健康な成人で令和6年度<117人>、令和5年度(108人)、*令和4年度(89人)

<https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring.html>

尿調査は代謝が早い物質について測定。血液は難分解性物質を測定。
/g cr: 尿中クレアチニンに対する濃度。◎は検査全員検出。毒性については自分が加えたもので、環境省の見解ではない。

これらの物質は胎盤を容易に通過する。成人では大きな影響は出なくとも、胎児や成長期の子ども、生殖系への影響が懸念される。

有害な環境化学物質に複合曝露している日本人ー2

試料	分類、用途など	化学物質名	中央値	毒性や性質など注	
血液	ダイオキシン類（非意図的生産物）		◎9.4 pg-TEQ/g-fat*	発がん性、エピジェネティック変異原等	
	PCB（ポリ塩化ビフェニール）類（異性体 209 種、絶縁材等）		◎190 ng/g-fat**	環境ホルモン作用等	
	PFAS	有機フッ素化合物	PFOS（ペルフルオロオクタンスルホン酸）	◎3.5 ng/ml	発がん性、生殖毒性、環境ホルモン作用等
		（テフロンなど家庭用品）	PFOA（ペルフルオロオクタン酸）	◎1.8 ng/ml	
	農薬	DDT（ジクロロジフェニル	p, p' -DDT	◎6.1 ng/g-fat	有機塩素系農薬、発がん性、神経毒性、発達神経毒性、環境ホルモン作用、エピジェネティック変異原等
		トリクロロエタン）類†	p, p' -DDE（代謝物）	◎120 ng/g-fat	
		クロルデン類†	trans ノナクロル	◎23 ng/g-fat	
		ドリン類†	ディルドリン	◎3.2 ng/g-fat	
		ヘキサクロシクロヘキサン†	β HCH	◎27 ng/g-fat	
		ヘキサクロロベンゼン（除草剤）†		◎14 ng/g-fat	発がん性等
	PBDE 類（ポリ臭素化ジフェニルエーテル、難燃剤）†		◎2.6 ng/g-fat	環境ホルモン作用等	
	鉛		◎11 ng/ml	神経毒性、発達神経毒性等	
	総水銀（メチル水銀、無機水銀など）		◎8.3 ng/ml		

健常人490名（2011～2016年、40～60歳）のボランティアのサンプルを測定。血液調査は難分解性化学物質について測定。◎：検査全員に検出 †：2011年のみ検査。*TEQ：毒性等量（化合物により毒性の強さが違うので、毒性が強い2,3,7,8-TeCDD毒性に換算した値）。**/g-fat：脂肪重量当たりの濃度。毒性については自分が加えたもので、環境省の見解ではない。「日本人における化学物質のばく露量について2017」パンフレットより抜粋（環境省）

国内3歳児(223名)の尿中に有機リン系、ピレスロイド系が100%、ネオニコチノイド系が79.8%検出

Osaka A, et al. Environ Res. 2016, 147:89-96よりデータ引用

農薬	検出率%	幾何平均 nmol/L	パーセンタイル nmol/L					最高値 nmol/L
			5 th	25 th	50 th	75 th	95 th	
ネオニコチノイド総量	79.8	4.9	*	0.8	4.0	15.4	63.8	308.2
有機リン代謝物Σ DMAP	100	167.3	35.4	97.2	155.5	276.1	824.0	2158.5
ピレスロイド代謝物3-PBA	100	5.8	1.7	3.0	5.0	9.0	29.8	126.3

2012-2013年サンプル採取 * : 検出限界以下

2019年の論文では、日本人の子ども46人の尿から、ネオニコチノイドが100%検出 (Ikenaka Y, et al. Environ Toxicol Chem. 2019)。最新の論文では、日本人の赤ちゃん約1000人のオムツの尿から高率にネオニコが検出 (Oya N, Ito Y, et al. Sci Total Environ. 2021)。日本の子どもは有機リン、ピレスロイド、ネオニコチノイド系農薬などに日常曝露しており、複数の農薬による低用量長期曝露が懸念。

5. 発達障害の原因となる農薬など環境要因

この50~60年で劇的に変化した環境要因は？ 有害な環境化学物質の急増

1. 脳内に侵入する発達神経毒性をもつ化学物質 学術論文に掲載されたもの
残留性有機汚染物質： PCB、ダイオキシン、有機塩素系**農薬**の多様な毒性
内分泌攪乱物質： ビスフェノールA、フタル酸エステル、**農薬**、食品添加物
殺虫剤(**農薬**)： 有機リン系、ピレスロイド系、ネオニコチノイド系殺虫剤など
大気汚染物質： PM2.5(水銀、**農薬**などが検出される)
鉛、水銀、ヒ素、カドミウム、アルミニウムなど重金属
医薬品： 妊娠中のバルプロ酸、サリドマイド、アセトアミノフェン、向精神薬など
2. 出産前後のトラブル 早産、低体重
喫煙や**農薬**など有害化学物質曝露によっても起こる
3. 養育期のトラブル 虐待、ネグレクト、低栄養
内分泌攪乱物質や有機リン系**農薬**の発達期曝露後、生まれた雌の母性行動の異常。
有機リン系**農薬**を発達期に曝露すると雄の攻撃性が上昇という報告もある。
4. 母胎や新生児期の感染症や抗生剤、抗菌剤の乱用による免疫異常
脳の発達には免疫系も重要 腸内細菌叢のバランス異常(**農薬**でも起こる)
5. 両親の高齢化(特に父親)精子の遺伝子突然変異 発がん物質(**農薬**など)や放射線

発達神経毒性のある有機リン系農薬

環境化学物質の中でも有機リン系農薬曝露と発達障害、知能低下に
相関関係有りとする論文が2010年頃から現在まで多数(以下はその一部)

- 米國小児科学会誌 Pediatrics (2010) Bouchard MF, et al.
子どもの尿中有機リン系農薬代謝物レベルが比較的になるとADHDが約2倍
- Environ. Health Perspect (2010) Marks AR, et al. 妊婦の尿中に有機リン系農薬代謝物レベルが比較的になると、生まれた子は約5倍ADHDになりやすい
- Environ. Health Perspect (2011) Bouchard MF, et al. 妊婦の尿中に有機リン系農薬代謝物レベルが比較的になると、生まれた子の知能(IQ)が平均7.0下がる。
- Environ. Health Perspect (2011) Rauh V, et al. 妊婦の有機リン系農薬レベルが比較的になると、生まれた子の作業記憶能力が2.8%悪くなる。
- Environ. Health Perspect (2011) Engel SM, et al. 妊婦の尿中の有機リン系農薬代謝物が比較的になると、生まれた子の知的発達が悪くなる。
- Environ. Health Perspect (2018) Sagiv SK, et al. 妊婦の尿中の有機リン系農薬代謝物が比較的になると、自閉症のリスクが高くなる。
- 動物実験でも有機リン系農薬が脳発達に悪影響を及ぼす論文は多数ある。
- 有機リン系殺虫剤クロルピリホスは、脳に悪影響を及ぼすことが明らかで、EUでは2020年に登録抹消、米国でも、バイデン大統領が2021年、食品への使用は禁止した。日本では2025年にようやく再評価が登録抹消される。

世界では子どもを農薬や内分泌攪乱物質などの 曝露から守る動きが進んでいる

1. 米國小児科学会は2012年、“農薬曝露は小児がんのリスクを上げ、脳発達に悪影響を及ぼし健康障害を起こす”と公式に勧告を発表。Pesticide exposure in children, 2012, Pediatrics
2. 国際産婦人科連合FIGOは2015年、農薬や内分泌攪乱物質など有害な環境化学物質曝露により、ヒトの生殖、出産異常が増え、子どもの健康障害や脳機能の発達障害が増加していると警告。**2019年7月31日にFIGOは健康影響のため除草剤グリホサートを世界中で禁止するよう提言。** International Journal of Gynecology and Obstetrics , 2015
3. WHO/UNEPは2012年、内分泌攪乱物質や大気汚染、農薬などが子どもの健康や脳の発達に悪影響を及ぼすとまとめた刊行物を発表。
WHO/UNEP State of the science of endocrine disrupting chemicals-2012.
4. 欧州食品安全機関EFSAは2017年、食品中の残留農薬や食品添加物は子どもの脳や免疫系などの発達に悪影響を及ぼすので、曝露を極力下げよう提言。
Risk assessment of substances present in food intended for infants.
5. 米国・環境保護庁EPAは、農薬について子どもにはとくに注意するよう勧告を出している

<https://www.epa.gov/safepestcontrol/pesticides-and-their-impact-children-key-facts-and-talking-points>

有機リン系以外の殺虫剤でも 発達神経毒性の報告が増えている

- 有機リン系

有機リン系農薬が脳発達に悪影響を及ぼすことは多くの研究から確認されてきているが、日本の有機リン使用量は減少傾向なのに、発達障害児が増えている。

→ 有機リン系だけが原因ではなく、他の要因が関わっている。

- ピレスロイド系 脳発達や精子形成への悪影響を示す論文が増えている
自閉症、ADHD発症との関連、精子の減少

- ネオニコチノイド系 脳発達や精子形成への悪影響を示す論文が多数。
この20年近くで使用量が急増しているので、要注意！

Gunier RB, et al. Environ Health Perspect. 2017, 125:057002. 米国カリフォルニア大
有機リン、カルバメート、ピレスロイド、ネオニコチノイド、どの殺虫剤も胎児期に曝露すると、
7歳になった子どものIQが有意に低下すると発表。

殺虫剤は脳神経系を標的にしているので、脳神経系を直接攪乱・阻害する

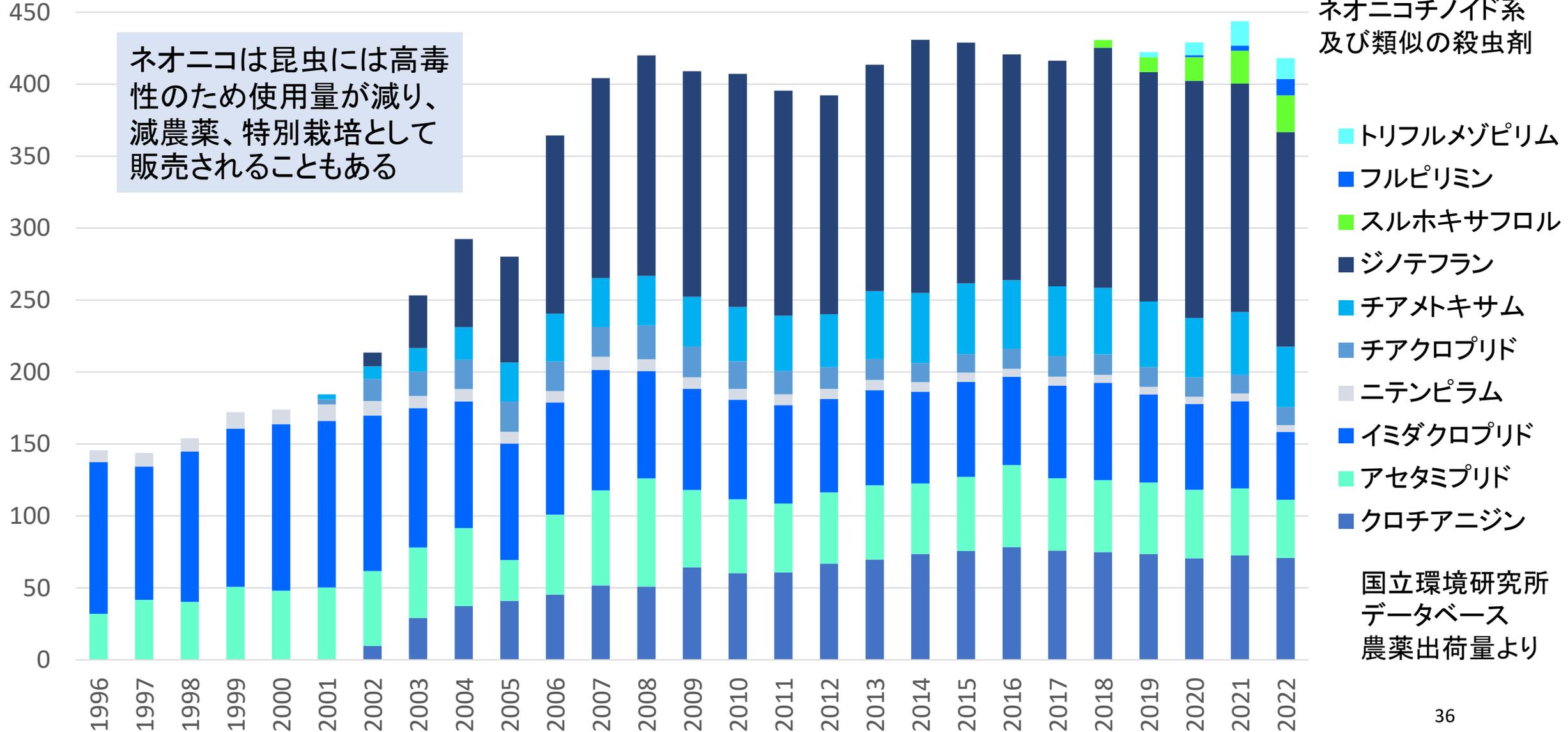
1990年代から急増したネオニコチノイド

トン

有機リン系の使用量は殺虫剤のなかではいまだに一番多いが減少傾向

ネオニコは昆虫には高毒性のため使用量が減り、減農薬、特別栽培として販売されることもある

ネオニコチノイド系
及び類似の殺虫剤



国立環境研究所
データベース
農薬出荷量より

ネオニコチノイドの農薬残留基準値は国内で緩い

アセタミプリドの農薬残留基準 (ppm)

2024年11月15日現在

食品	日本	USA	EU	食品	日本	USA	EU
イチゴ	3	0.6	0.5	茶葉	30	**	0.05*
リンゴ	2	1.0	0.4 (0.07)	トマト	2	0.2	0.5 (0.06)
ナシ	2	1.0	0.4 (0.07)	キュウリ	2	0.5	0.4 (0.05)
ブドウ	5	0.35	0.5 (0.08)	キャベツ	3	1.2	0.4 (0.03)
スイカ	0.3	0.5	0.2 (0.08)	ブロッコリー	2	1.2	0.4 (0.06)
メロン	0.5	0.5	0.2 (0.08)	ピーマン	1	0.2	0.4 (0.09)

* : 検出限界以下 ** : 輸入茶のみ暫定値2010年2月、EUの括弧は2024年以降の予定

- ペットボトルのお茶で2.5ppm検出した例があり、子どもが800ml飲むと一日摂取許容量(0.071mg/kg体重/日)を超える。
- 2018年の論文では、日本産とスリランカ産の茶葉と国産ペットボトル入り茶飲料を調べたところ、日本産茶葉(39検体)とペットボトル飲料(9検体)には全てネオニコチノイドが検出されたが、スリランカ産(30検体)は非検出。濃度は低いが慢性複合影響が懸念される。
- 2015年、農薬残留基準のさらなる緩和
アセタミプリド 春菊、レタス 5→10ppm クロチアニジン ホウレンソウ3→40ppm

ネオニコチノイドが子どもにも悪影響を及ぼす理由

ネオニコチノイドの標的、ニコチン性アセチルコリン受容体とアセチルコリンは、人間の脳神経系で重要だが、発達期の脳ではとくに重要な働きをしている。

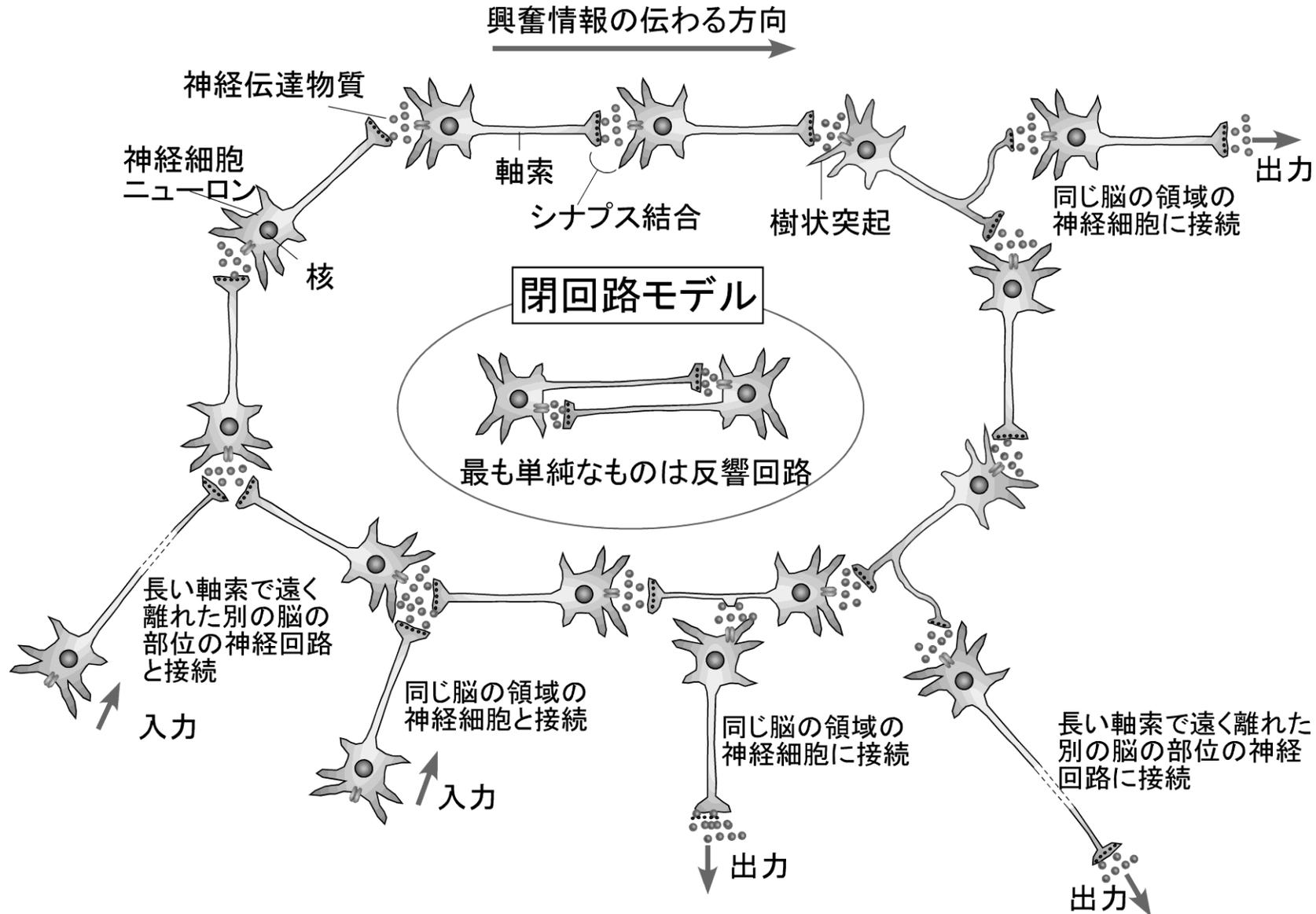
ニコチン性アセチルコリン受容体は、胎児期の脳では成人よりも多く存在して、脳の正常な発達、神経回路形成を担っている。

タバコに含まれる毒物ニコチンは、ニコチン性アセチルコリン受容体に結合して、ニセ情報を送って、脳の発達を阻害する。ニコチンは早産、低出生体重、乳児突然死症候群、ADHD発症のリスクが高くなる。ネオニコにも同様の影響が懸念される。

アセチルコリンとニコチン性受容体は、脳神経系以外の組織(免疫系、循環器系、生殖器系、上皮系など)にも存在しているため、ニコチンやネオニコは脳神経系以外にも悪影響を及ぼす可能性が高い。

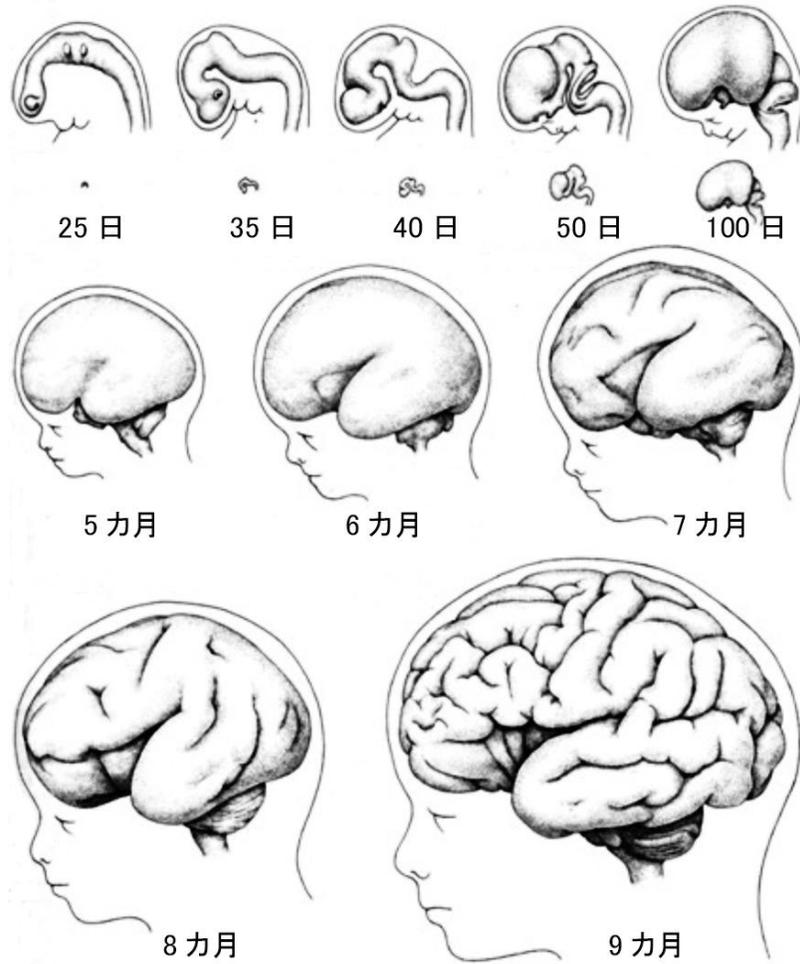
ヒトの脳の発達

高次機能を担う大脳皮質の神経回路とシナプス結合の概念図

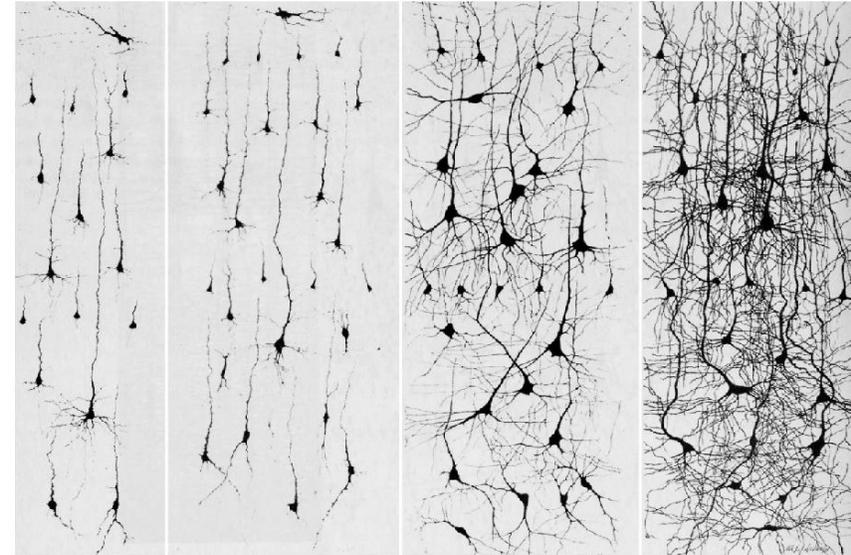


- 人間の行動は、すべてその行動を担う神経回路が働いている。
- 神経回路は、環境要因（化学物質環境と外界からの刺激）によって個々に少しずつ違って作られる（個性の違い）

胎児・子どもの脳の発達



A. 胎児の脳の発達 Cowan, Sci Am. 1979;241



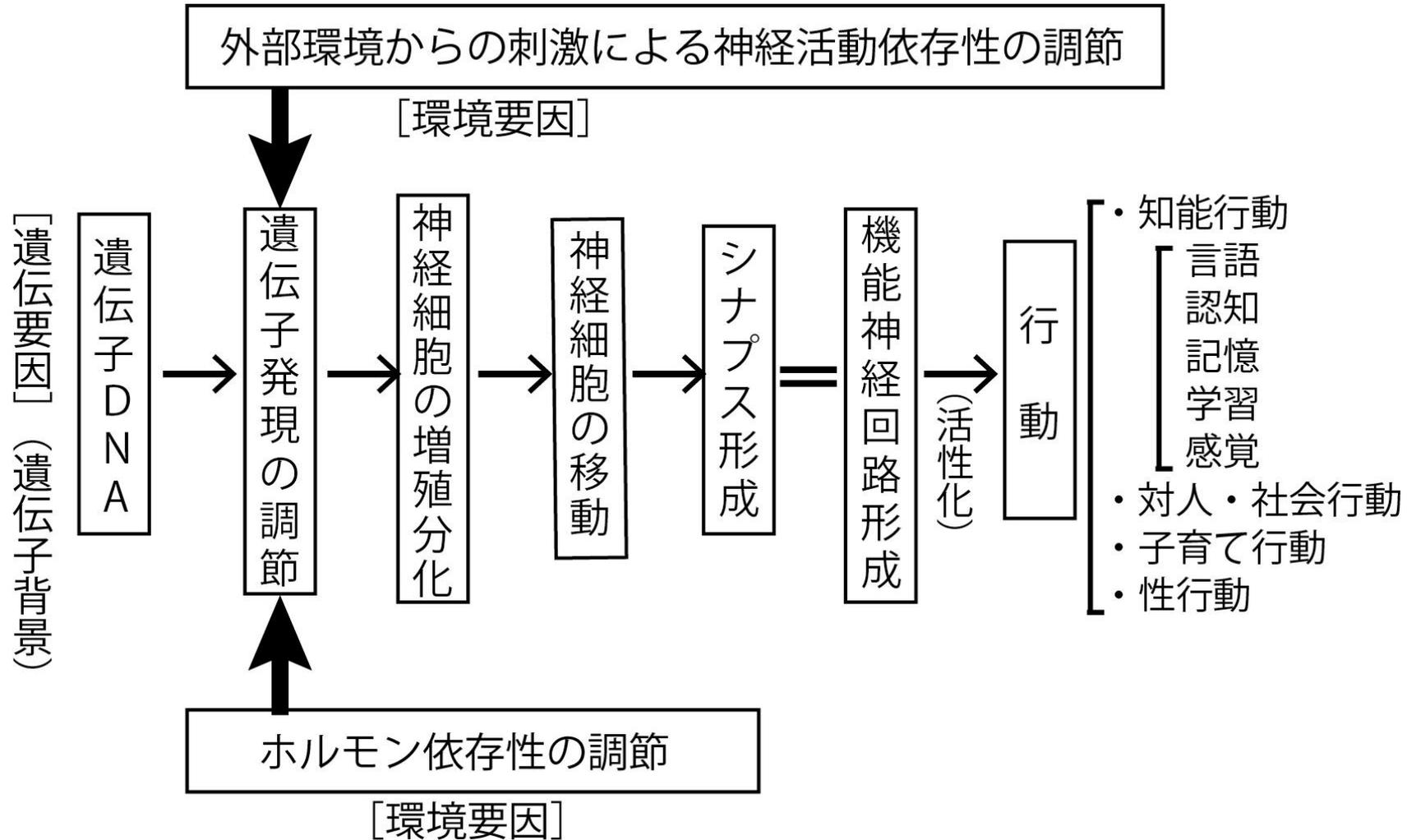
出生直後 1か月目 6か月目 2年目

B. 生後の大脳皮質の神経回路の発達

Courchesne, Neuron. 2007;56

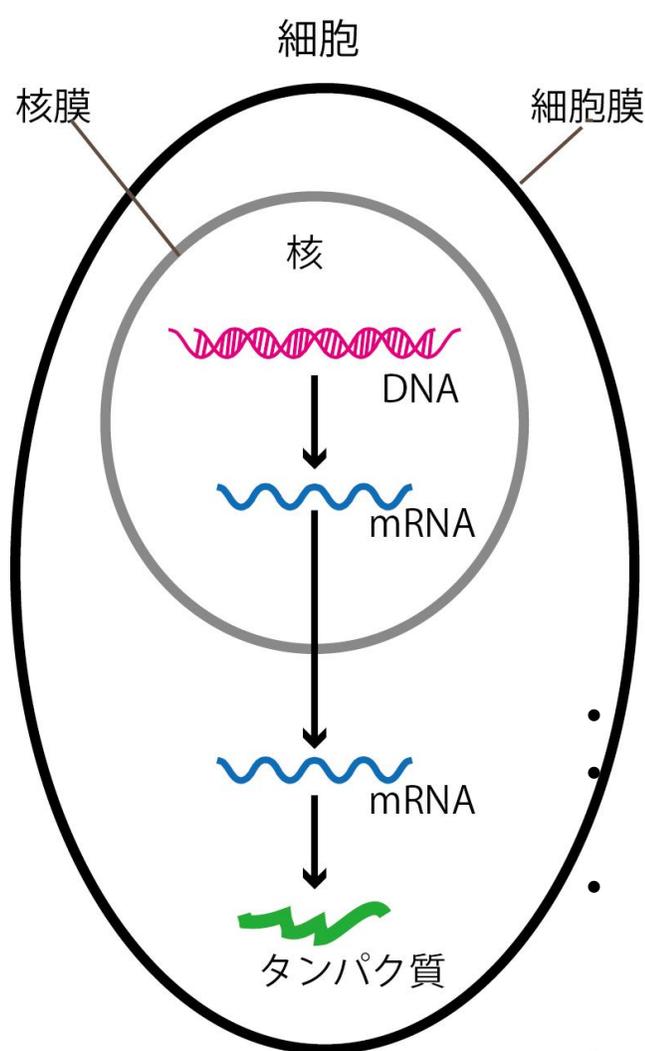
脳の発達は、胎児期も重要だが、出生後の発達は脳の高次機能を担う神経回路網が出来る重要な時期。

ヒトの脳の発達

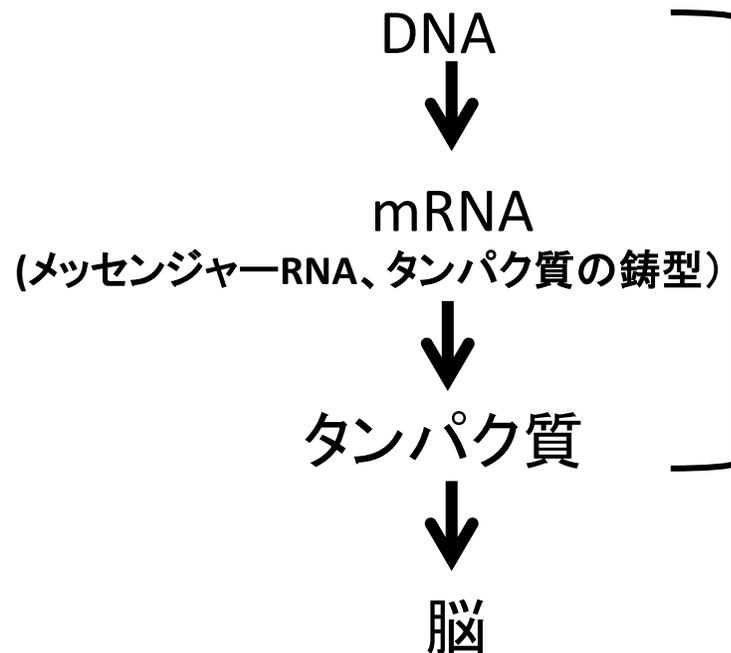


ヒトの脳の発達の基盤は、DNA。DNAは設計図にすぎず、遺伝子発現が重要。遺伝子発現を調節している大きな2つの柱は、ホルモン依存性、外部環境からの刺激による神経活動依存性の調節。

脳の発達の基盤は遺伝子発現



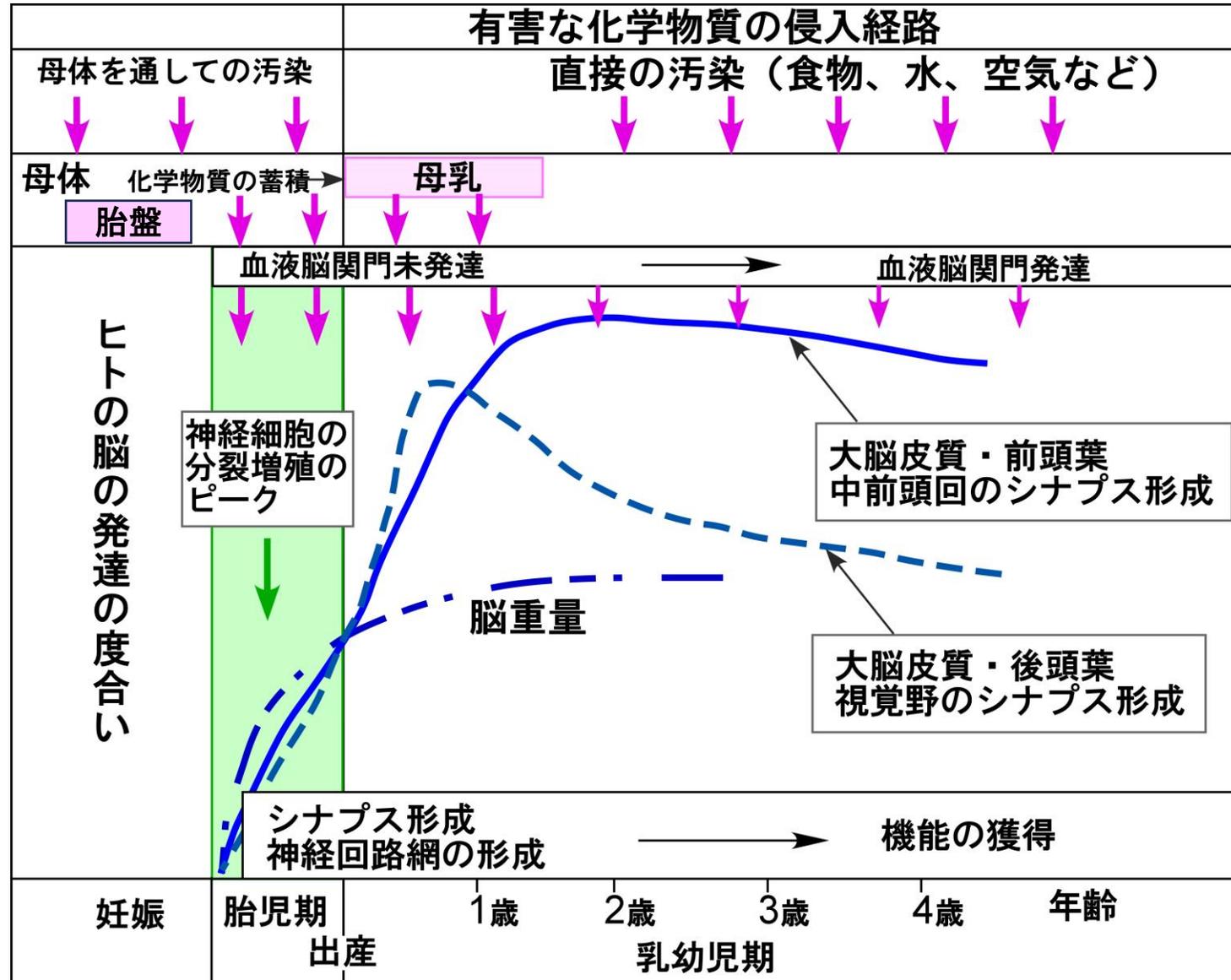
遺伝子発現の概要



遺伝子発現

- 全ての細胞は同じDNA(遺伝情報)を持っている。
- 脳の発達には、膨大な種類のタンパク質を必要量、次々に作る必要があり、遺伝子発現が重要。
- DNAは設計図でしかなく、遺伝子発現は、生理的な化学物質群の複雑な反応で、ホルモンや外部からの刺激で精緻に調節されて機能する。
- 外部からの刺激も、神経伝達物質などの化学物質に変換されて働くため、殺虫剤など有害化学物質に阻害、攪乱される。

脳(神経回路・シナプス)の発達過程と 毒性のある化学物質の脳への侵入経路



脳(シナプス)の可塑性

発達障害では、療育などで良くなるケースも悪くなるケースもある

- 自閉症も療育などで25%ほどはよくなったという報告あり
- ADHDなどでは思春期過ぎにはよくなることも多い
- 脳の神経回路、シナプスには、可塑性という特徴があり、一旦できた神経回路でも、学習や教育、療育などで変わる可能性がある。従って、個性に合った療育が重要。

しかし、発達障害に環境要因が重要なら、予防が重要

ネオニコチノイドのヒトへの影響 - 1

中毒症例、疫学研究の総説

Cimino AM, et al. Environmental Health Perspective 2017, 125:155–162

2005-15年のネオニコのヒトへの影響の89の論文について検討

- 急性毒性 1280件、神経症状、死亡例あり

- 亜急性中毒

群馬県で残留農薬や散布された農薬曝露から亜急性中毒症状を起こし、患者(記憶障害、指の震え、頭痛、動悸など)の尿を調べたところ、アセタミプリドの代謝物を高率に検出。

- 母胎経由の曝露影響

イミダクロプリド曝露と子どもの先天性心臓奇形、無脳症、自閉症に有意な相関関係

実際には、低用量の長期慢性影響、とくに子どもへの影響が懸念

ネオニコチノイドのヒトへの影響 -2

日本の低出生体重の新生児にネオニコチノイド代謝物が検出

国内で、早産で生まれた極低出生体重児の尿を調べた研究

Ichikawa, et al. PLoS One. 2019 Jul 1;14(7)

早産でも体重が正常な新生児に比べ、特に低体重の新生児の尿でネオニコチノイドの一種アセタミプリドの代謝物の検出率が高く、濃度も高いという結果。

低出生体重は、自閉症など発達障害や糖尿病など健康障害のリスク因子で、世界の中でも日本は低出生体重が多い国。
ネオニコ曝露はその一因となっているかもしれない。

この研究から、人でもネオニコチノイドが胎盤を通過して、胎児に移行することが明らかとなった。

ネオニコチノイドのヒトへの影響 — 培養系

ヒト由来のニコチン性受容体や細胞を用いた培養系の実験

ネオニコチノイドはヒトのニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、アセチルコリンの正常な反応を阻害する。

Li P, et al. J Neurosci Res., 2011, 89

チアクロプリド、イミダクロプリド、チアメトキサムは、極めて低用量でヒト胎盤細胞やヒト子宮がん細胞の女性ホルモン産生を攪乱。

ネオニコチノイドには内分泌攪乱作用がある

Caron-Beaudoin E, et al. Toxicol Appl Pharmacol. 2017, 332

**ネオニコチノイドがヒトに影響を及ぼすことは明らか！
低用量長期曝露が問題**

ネオニコチノイドのげっ歯類への影響—1

ネオニコ	処理と影響	文献
イミダクロプリド	母胎経由曝露 (337 mg/kg単回投与) 仔ラットの脳組織、行動に異常	Abou-Donia MB et al. J Toxicol Environ Health A. 2008
チアメトキサム	成熟ラットに投与(50, 100mg/kg 7回投与)ラットの脳内のAChE低下や不安行動	Rodrigues KJ, et al. Ecotoxicol Environ Saf. 2010
クロチアニジン	母マウスの給餌に0.002~0.018%(3~99mg/kg)混合して発達期マウスに曝露 仔マウスに異常行動	Tanaka T. Toxicol Ind Health. 2012
アセタミプリド イミダクロプリド	ラットの発達期神経細胞培養に投与すると1μM以上で、ニコチン類似の興奮作用を起こした	Kimura-Kuroda, J. et al. Plos One 2012
クロチアニジン	雄マウス(8週令)に10, 50, 250mg/kg投与時に、ストレスも与えると、不安行動や精子形成の異常	Hirano T, et al. J Vet Med Sci. 2015
アセタミプリド イミダクロプリド	豚卵母細胞の培養系に10~100ppm, 44時間処理すると、成熟が阻害され染色体にも異常	Ishikawa S, J Vet Med Sci. 2015
アセタミプリド	母マウスに1, 10mg/kg経口投与(胎仔期6日~生後21日)し発達期マウスに曝露 雄仔マウスで不安行動などに異常。低用量群は無毒性量以下で、異常が起こることが確認された	Sano K et al. Front Neurosci 2016
アセタミプリド (モスピラン)	雄マウス(8週令)にNOAELの10,100倍量7日間投与 体重減少、脳内nAChRの発現変動やACEの脳内蓄積を確認	Terashima, H et al. Int J Environ Res Public Health 2016
イミダクロプリド	雄ラットに1mg/kg、65日間経口投与。精子の形態異常、ステロイドホルモンの減少、DNAのダメージなどを確認	Mohamd, AA et al. Environ Pollutant 2016

ヒトとげっ歯類(マウス、ラット)のニコチン性アセチルコリン受容体は約90%の相同性があり、極めてよく似ているので、げっ歯類の結果はヒトでも起こりうる。

ネオニコチノイドのげっ歯類への影響ー2

ネオニコ	処理と影響	文献
アセタミプリド イミダクロプリド	ラットの発達期神経細胞培養に低用量で長期投与すると、自閉症関連遺伝子など脳発達に重要な遺伝子発現に異常	Kimura-Kuroda, J. et al. Int J Environ Res Public Health 2016
イミダクロプリド	マウスにごく低用量を高カロリー食と共に長期投与すると肥満度を高め、インシュリン抵抗性を高率に起こした	Sun Q. et al. J Agric Food Chem. 2016
アセタミプリド・クロチアニジン・チアメトキサム	ラット・ニコチン性受容体 $\alpha 7$ を発現した細胞で、2種のネオニコが興奮作用を起こし、3種のネオニコがアセチルコリンの反応を攪乱	Cartereau A et al. Br J Pharmacol. 2017
クロチアニジン	母マウスに無毒性量を胎仔期から授乳期に投与すると、生まれた雄マウスの生殖細胞が顕著に減少。	Yanai, S et al. J Vet Med Sci. 2017
クロチアニジン	若い雄マウスにNOAEL(無毒性)用量を1回投与すると、無毒性量以下でも不安行動を示し、海馬など脳に異常が確認された	Hirano T, et al. Toxicol Lett. 2018
ジノテフラン 商品名アルバリン	雄マウスの成長期(3-8週)にNOAEL(無毒性)用量を投与すると脳の黒質でドーパミン神経細胞に異常が起こり、無毒性量以下でも用量依存的に多動が起こった	Yoneda N et al. J Vet Med Sci. 2018
イミダクロプリド	ラット副腎髄質の培養系に、低用量で1-2日間投与すると、ニコチン性受容体を介してアドレナリンの分泌異常が起こった	Kawahata I, Yamakuni T. Toxicology. 2018
クロチアニジン	妊娠ラットにクロチアニジンを経口投与すると、投与後1時間で胎仔に移行。胎仔血中のクロチアニジン濃度は母ラットとほぼ同じ。	Ohno, S et al. Toxicol Lett. 2020
クロチアニジン	ラットにクロチアニジンを投与すると、甲状腺が縮小、腸内細菌叢のバランス異常が起こり、炎症反応が増強した。	Onaru, K. et al. J Vet Med Sci. 2020

発達神経毒性、免疫毒性、生殖毒性の報告などがある。ネオニコが一定の濃度以上で毒性を発揮することは明白。低用量長期曝露でも発達神経毒性や生殖毒性が報告されてきている。

ネオニコチノイドのげっ歯類への影響—3

ネオニコ	処理と影響	文献
ニテンピラム	母体経由の曝露で、仔マウスの腸内細菌叢のバランス異常と代謝異常が起こる	Yan,S et al. Chemosphere, 2020
クロチアニジン	母体経由の無毒性量 (NOAEL) の胎仔・授乳期曝露は、雄マウスの発達段階において神経新生を阻害し、行動異常を誘発する	Maeda M, Hoshi N, et al. J Vet Med Sci, 2021
クロチアニジン	母体経由の無毒性量の胎仔・授乳期曝露は、次世代以降の雌マウスのエピゲノム異常を起こし、育子放棄と食殺が起こる	Kitauchi S, Hoshi N, et al. J Vet Med Sci, 2021
クロチアニジン	老齢マウスに無毒性量を投与し、原体とその代謝物の濃度が成人群と比較して、血液と脳で有意に高く、運動活性を低下させる	Hirano T, Miyata Y, Hoshi N, et al. Toxicol Lett, 2021
フィプロニル	性成熟前のマウスに0.05および5 mg/kg (無毒性量) 投与すると、ドーパミンの極端な減少に伴い、運動量および不安行動が増加	Maeda M, Hoshi N, et al. J Vet Med Sci, 2021
クロチアニジン	無毒性量以下で、認知記憶・情動行動には明確な性差があり、雄マウスの神経行動学的な脆弱性が明らかになった	Kubo S, Hirano T, Hoshi N, et al. Toxicol Appl Pharmacol, 2022
クロチアニジン	母乳に速やかに濃縮して移行する。母乳中のCLO濃度は血中濃度より高いため、授乳中のCLOの影響が懸念される	Shoda A, Hoshi N, et al. Toxicol Lett, 2022
ジノテフラン	母体経由曝露で、仔マウスに用量依存性の神経学的行動異常が起こる	Tanaka, T et al Birth Defects Res 2022
チアメトキサム クロチアニジン	マウスにごく低用量投与を長期にすると、代謝異常が起こる	Li L et al Chem Biol Interact 2022
イミダクロプリド	イミダクロプリドを含む農薬製剤を低用量、45日投与すると、ラットは行動異常や代謝異常などの障害を起こした。	Tonietto BD et al Environ Toxicol Pharmacol. 2022
アセタミプリド	アセタミプリドを無毒性量投与した後、マウスの脳内の神経細胞は異常な反応を示した。	Hirai, A et al Sci. Rep. 2022

胎仔期、授乳期にアセタミプリドを低用量長期曝露した雄仔マウスに異常行動

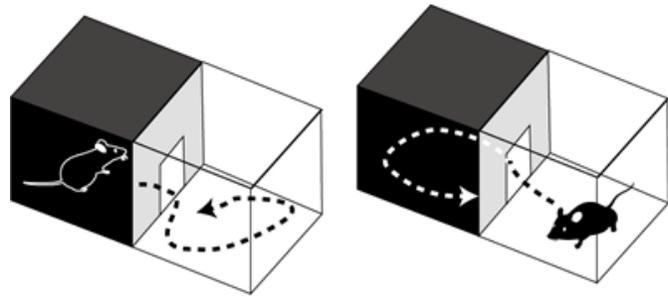
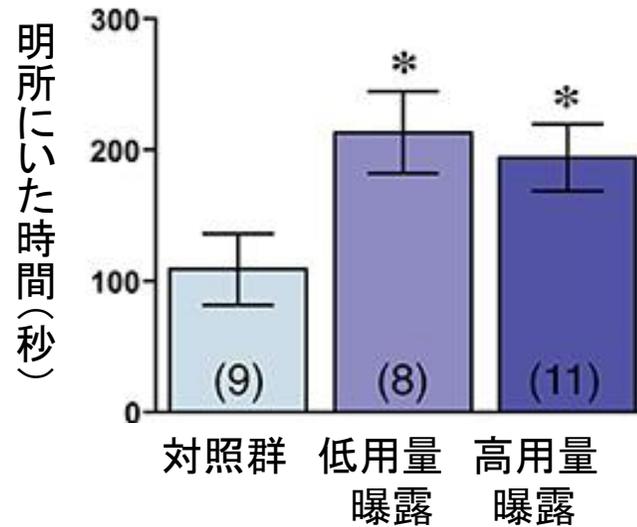


図 1. 明暗箱試験の概要

暗箱と明箱が狭い通路で接続された明暗箱にマウスを入れて10分間行動観察する。マウスは通路を介して明箱と暗箱を自由に往来できる。暗箱の滞在時間が長い程不安を感じる場所に出て行く情動反応が強いと考えられる。

雄仔マウスの不安行動



無毒性量とは:

農薬取締法で規定されている農薬の毒性を調べる動物試験等で、有害な影響が認められない最大投与量

国立環境研究所 Sano K et al. Front Neurosci. 2016 Volume 10

- 母マウスに経口投与でアセタミプリドを1, 10mg/kg体重/日、胎仔期～授乳期に投与すると雄仔マウスで不安行動、攻撃行動、性行動などに、異常行動がみられた。農薬毒性試験で無毒性量は7.1mg/kgなので、**無毒性量以下で異常が確認された。**
- 仔マウス脳内からアセタミプリドが検出され、母胎から仔の脳に移行が確認された。
- ヒトでは自閉症など発達障害は男子に多く、特定の行動のみ異常がみられる。

無毒性量を基に、農薬の安全基準値が決定されている。

ヒトの発達障害の一部はネオニコチノイド曝露された雄仔マウスで再現されている可能性

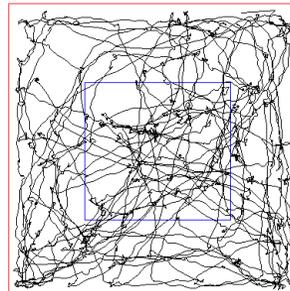
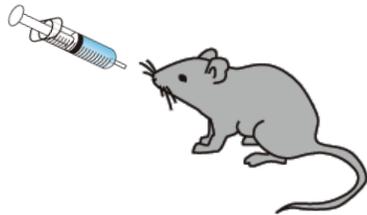
無毒性量のクロチアニジンを単回投与した成獣マウスは不安行動を示し、脳の一部が活性化していた

オープンフィールド試験

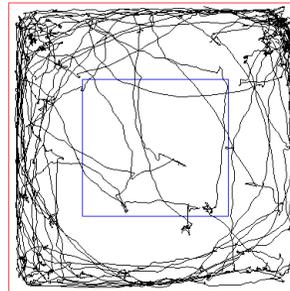
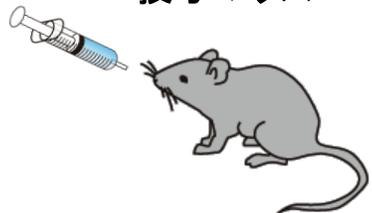


マウスの毒性試験で
無毒性量は47.2mg/kg
(農薬評価書より)

非投与マウス

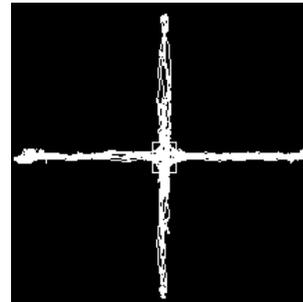
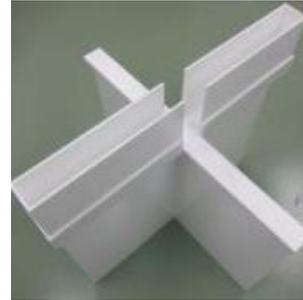


CTD クロチアニジン
投与マウス

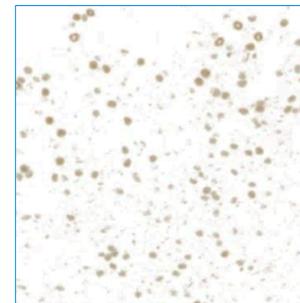
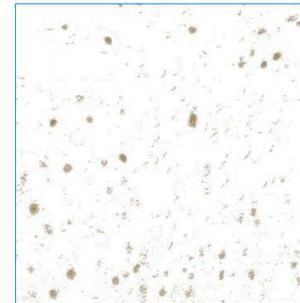
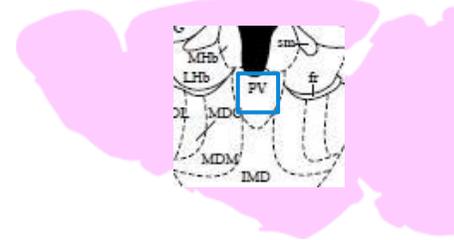


5, 50mg/kg、両方の濃度で同様の結果

高架式十字迷路試験



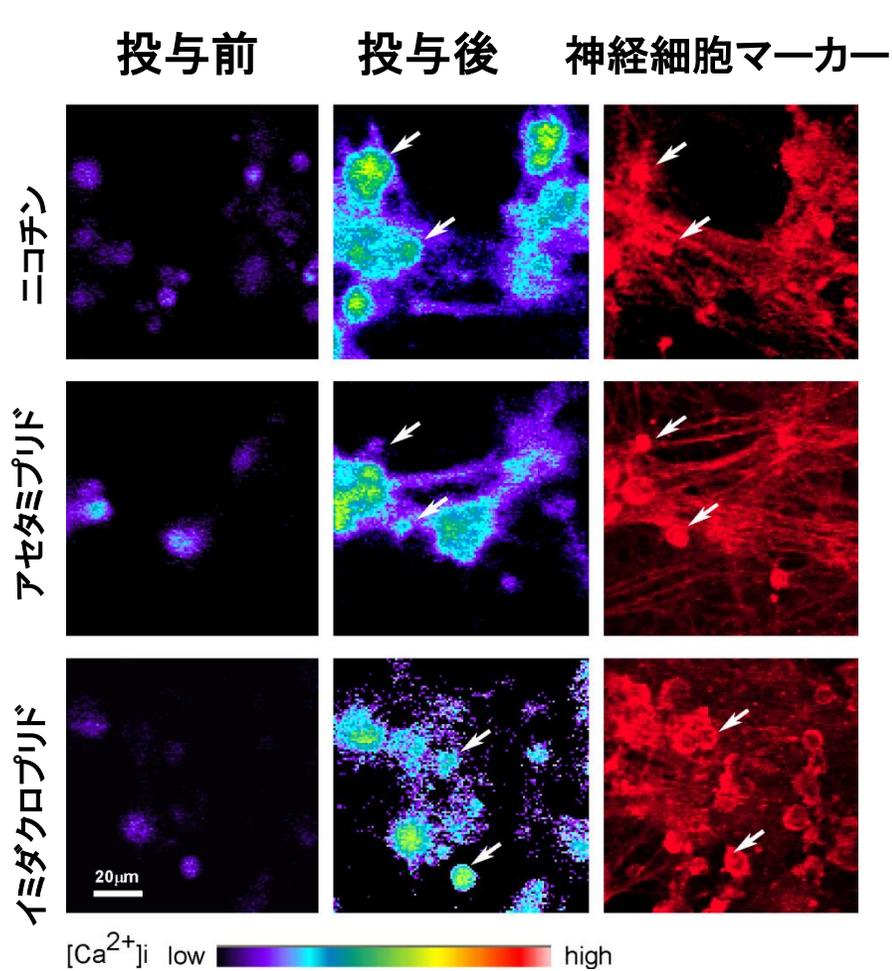
神経活動性解析
C-fosの発現



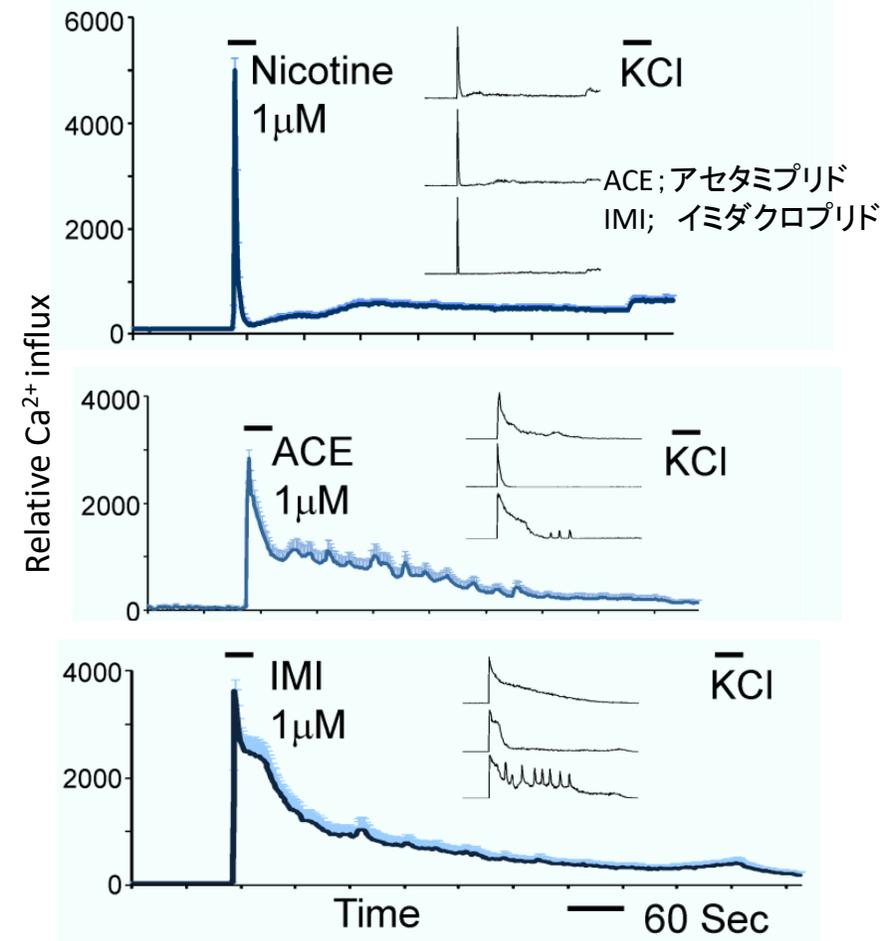
ネオニコチノイド系
クロチアニジンは
無毒性量の投与
でも、成獣マウス
に行動異常を起こ
すことが判明

神戸大の研究 Hirano, T, et al. Toxicol Lett, 2018, 282

ネオニコチノイドはラット発達期神経細胞にニコチン様の興奮作用を起こす



Kimura-Kuroda et al. PlosOne 2012



ニコチン性アセチルコリン受容体を発現している発達期のラット培養神経細胞は、低濃度(1 μM 以上)のアセタミプリド、イミダクロプリド投与によりニコチン様の興奮作用を起こした。
→ネオニコチノイドは哺乳類にも作用する

欧州食品安全機関がネオニコチノイドに発達神経毒性の可能性を指摘

速報 > 科学 > 記事

ミツバチに毒性懸念の農薬、人間の脳にも影響か

2014/1/2 21:30

小 中 大 保存 印刷 リプリント   ▼共有

ミツバチへの悪影響が懸念されているネオニコチノイド系農薬のうち2種類が、低濃度でも人間の脳や神経の発達に悪影響を及ぼす恐れがあるとの見解を、欧州連合(EU)で食品の安全性などを評価する欧州食品安全機関(EFSA)がまとめたことが2日、分かった。

2種類はアセタミプリドとイミダクロプリド。EFSAは予防的措置として、アセタミプリドについて1日に取ることができる許容摂取量(ADI)を引き下げよう勧告した。この2種類は日本でも使われており、国内でも詳しい調査や規制強化を求める声が強まりそうだ。

EFSAの科学委員会は、2種類の農薬が哺乳類の脳内の神経伝達メカニズムに与える影響などに関する研究結果を検討し、不確実性はあるものの「神経の発達と機能に悪影響を与える可能性がある」との結論を出した。

これを受け、EFSAはEU各国にアセタミプリドのADIを3分の1に引き下げ厳しくすることなどを勧告。イミダクロプリドは現在のADIで問題ないとして引き下げる必要はないとした。また他のネオニコチノイド系農薬を含め、子供の神経の発達に対する毒性の研究を強化し、関連データを提出するよう求めた。

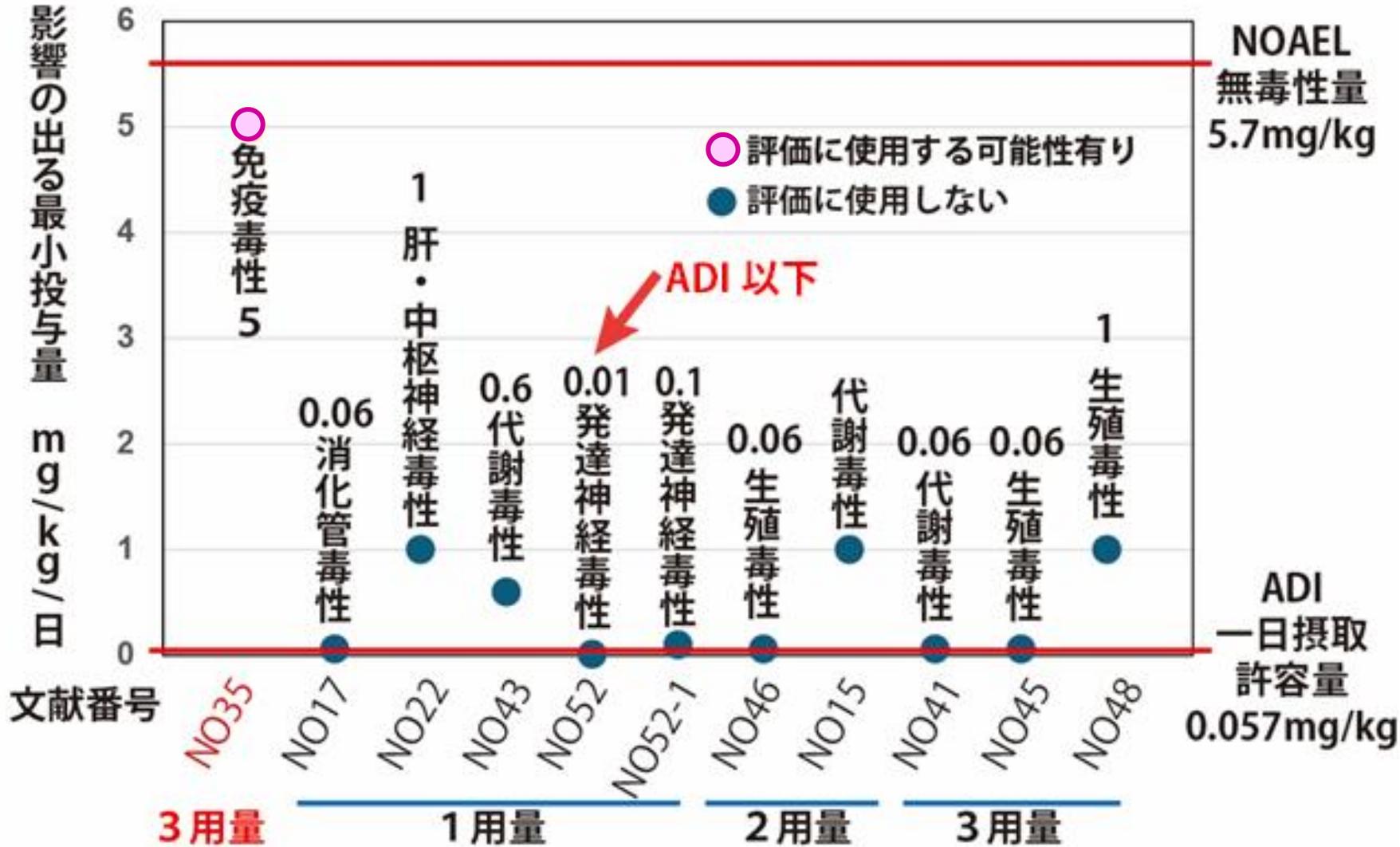
日本の東京都医学総合研究所などは2012年に発表した論文で、2種類の農薬は微量でも脳内のニコチン性アセチルコリン受容体という物質を興奮させる作用があることを、ラットの培養細胞を使った実験で確認。人間の脳の発達に悪影響を及ぼす可能性があると指摘した。この研究は、今回のEFSAの見解でも重視された。[共同]

2013年、EFSA欧州食品安全機関は、我々の論文を精査して、ネオニコチノイドに発達神経毒性の可能性があるので、基準値を下げるよう勧告し、2020年にはそれに従い基準値を下げた。

欧米の一流新聞、ガーディアン、ルモンド、ウォールストリートジャーナルなどに「ミツバチの減少原因の農薬、ヒトの脳にも影響」と紹介

日本でも2014年1月2日
日本経済新聞に記載
(共同通信配信)

食品安全委員会・イミダクロプリドのリスク評価の公表文献(疫学以外)無毒性以下の資料



食安委6月10日の審議の資料より
 農薬毒性試験の無毒性量以下で異常が検出される動物実験の論文は11報あるが評価に使用する可能性ありは1報。10報は評価に使用しない文献に分類された。

無毒性量以下の論文は1, 2用量でもリスク評価に使用する必要があるのではないか。

発達神経毒性については、動物実験以外に培養系で3報論文があるが、培養系は評価対象外とし「評価に使用しない」に分類。海外では、培養系をリスク評価の参考にしたケースもある。

イミダクロプリド

2025年4月9日食安委公開セミナーより

毒性試験
(GLP、
OECD
TG)

✓ 発達神経毒性試験（ラット）

750 ppm (54.7 mg/kg体重/日) 投与群の児動物で運動能及び移動運動能の低下が、雄では生後17日、雌では生後17及び21日に認められたが、雌雄とも生後60日には認められなかった

✓ 拡張1世代繁殖試験（ラット）

繁殖試験に発達神経毒性試験等が組み込まれた試験

1,000 ppm (120 mg/kg体重/日) 投与群の児動物雄で聴覚驚愕反応の抑制が認められた

一般状態の悪化に伴う影響とも考えられたが、**発達神経毒性に関連した影響である可能性を否定することができない**

公表文献
(*in vitro*)

✓ Kimura-Kurodaら (2012、2016)

新生児ラット小脳初代培養細胞への1 μmol/L以上処理により有意な興奮性Ca²⁺流入

✓ Loserら (2021)

ヒト胎児中脳由来細胞株 (LUHMES細胞) 等への1～10 μmol/L前処理によりニコチン及びアセチルコリンに対するシグナル伝達反応の低下

神経系への作用メカニズムの特徴付けにおいて有用

公表文献
(*in vivo*)

✓ Saitoら (2023)

0.01 mg/kg体重/日の用量で妊娠マウスに飲水投与した結果、不安関連行動の変化及び学習・記憶の障害

✓ Nambaら (2024)

0.1 mg/kg体重/日の用量で妊娠マウスに飲水投与した結果、自発運動量減少、不安増加、社交性の減少、うつ病様症状の増加が認められ、ストレスに対する適応能力の欠陥を示唆

動物の選抜方法、一群当たりの動物数、群数、投与量を裏付ける情報の不足等から、現時点ではADI、ARfD等のリスク評価に用いることは困難

⇒ 以上より、本剤投与による発達神経毒性は否定できないものの、発達神経毒性試験及び拡張1世代繁殖試験において、無毒性量が得られており、本剤のADI及びARfDにより安全性は担保できる

毒性の高いネオニコチノイドの代謝物

種類	農薬と代謝物の名称	昆虫への致死毒性 イエバエ LD50 mg/kg	哺乳類への致死毒性 マウス LD50 mg/kg
原体	イミダクロプリド(劇物指定)	0.05	45
代謝物	デスニトロ・イミダクロプリド	>5	8
原体	チアクロプリド(劇物指定)	0.03	28
代謝物	デシアノ・チアクロプリド	>5	1.1
原体	ニコチン(毒物指定)	7.5*	7

ネオニコチノイド類はヒト体内や動植物内の代謝過程で、毒物ニコチンよりも毒性の強い代謝物が産生されることがある。

引用: Tomizawa & Casida, Annu. Rev. Entomol., 2003, 48:339-364

*: Shono & Scott, Pest. Biochem. Physiol., 2003, 75:1-7

高毒性の代謝物の危険性は多くの研究者が指摘している。

Zhang J et al. Environ Sci Technol. 2025 Sep 2;59(34):17933-17951

ネオニコチノイドの使用用途・製品

- 農業 稲・野菜・果樹への前処理・散布
- 林業 松枯れ防止
- 建築業 建材(防虫剤) 床下のシロアリ防除
- 園芸用品 害虫対策
- ペット用品 犬猫のノミ取り剤
- 殺虫剤 コバエ駆除



『新農業ネオニコチノイドが脅かすミツバチ・生態系・人間』
NPO法人代ダイオキシン・環境ホルモン対策国民会議



農業以外の農薬は法規制が異なるため、総曝露量は考慮されておらず野放しの状態。

住宅は神経毒性のあるネオニコなど浸透性殺虫剤や ピレスロイド系が多用されている



家庭用殺虫剤には神経毒性のあるピレスロイド系殺虫剤が多用されている

NPO法人代ダイオキシシン・環境ホルモン対策国民会議 パンフよりイラスト 安富佐織さん

日本人の尿中に検出されるネオニコチノイド

尿提供者ID	アセタミプリド	クロチアニジン	ジノテフラン	イミダクロプリド	ニテンピラム	チアクロプリド	チアメトキサム
BLK01	N.D.	N.D.	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
BLK02	N.D.	N.D.	0.5	N.D.	N.D.	N.D.	0.1
BLK03	N.D.	0.2	4.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
BLK04	N.D.	0.1	N.D.	N.D.	0.1	N.D.	N.D.
BLK05	N.D.	N.D.	0.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
BLK06	N.D.	N.D.	0.4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
BLK07	N.D.	N.D.	0.8	N.D.	0.3	N.D.	0.2
BLK08	N.D.	0.4	1.6	N.D.	N.D.	N.D.	0.1
BLK09	N.D.	N.D.	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
BLK10	N.D.	N.D.	2.1	N.D.	N.D.	N.D.	0.1
BLK11	N.D.	0.2	1.4	0.1	N.D.	N.D.	0.2
BLK12	N.D.	0.2	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	0.1
BLK13	N.D.	0.1	0.4	N.D.	N.D.	N.D.	0.2

農民連食品分析センターの検査結果：
有機栽培や無農薬栽培をおこなっている農家や、そういった農産物を選んで食べている消費者からも微量ながらネオニコチノイドが検出されている。

<https://earlybirds.ddo.jp/bunseki/report/agr/neonico/urine/blanktester/index.html>

環境省エコチル調査：妊娠中ネオニコ曝露と子どもの発達障害

Association between maternal urinary neonicotinoid concentrations and child development in the Japan Environment and Children's Study. Nishihama Y et al. Environ Int. 2023 Oct 13;181:108267.

環境省・エコチル調査8538人の検査結果。妊娠中の母親の尿中には、ADI以下だが高率にネオニコが検出。生まれた子どもの発達について、6か月から4歳まで、J-ASQ-3という検査方法（親が回答する方法）で検査。検査項目は、コミュニケーション、粗大運動、微細運動、問題解決、社会性。

この検査方法では、母親のネオニコ曝露と脳発達に相関は見られなかった。

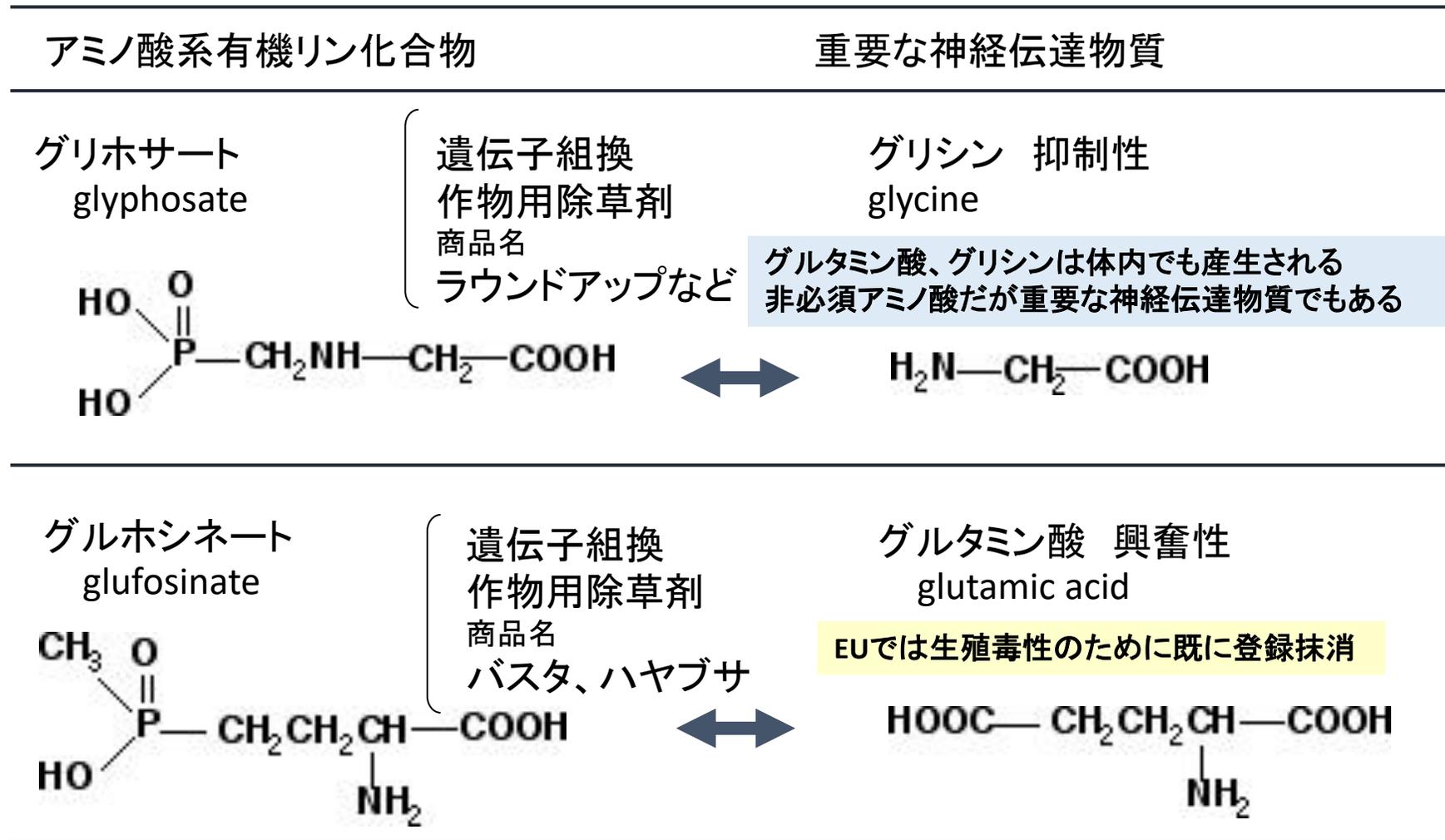
ADIレベルの低濃度曝露ですぐに発達障害を起こすわけではない

しかし、論文の著者らも、「検査方法によってネオニコが悪影響を及ぼす可能性は否定できない。専門医による診断や4歳以上の検査など、さらなる研究が必要。」と指摘。

ネオニコチノイドの種類	妊娠初期 ng/ml 中央値	(検出率%) 95パーセンタイル値	妊娠中後期 ng/ml 中央値	(検出率%) 95パーセンタイル値
アセタミプリド	—	0.07 (14.8)	—	0.06 (13.5)
アセタミプリド代謝物	0.34	3.88 (86.3)	0.28	3.63 (82.3)
クロチアニジン	0.14	1.4 (68.5)	0.12	1.41 (62.9)
ジノテフラン	0.22	7.57 (70.8)	0.18	5.81 (67.4)
イミダクロプリド	—	0.18 (14.2)	—	0.17 (12.7)
チアメトキサム	0.05	0.14 (59.6)	0.04	0.5 (56.6)

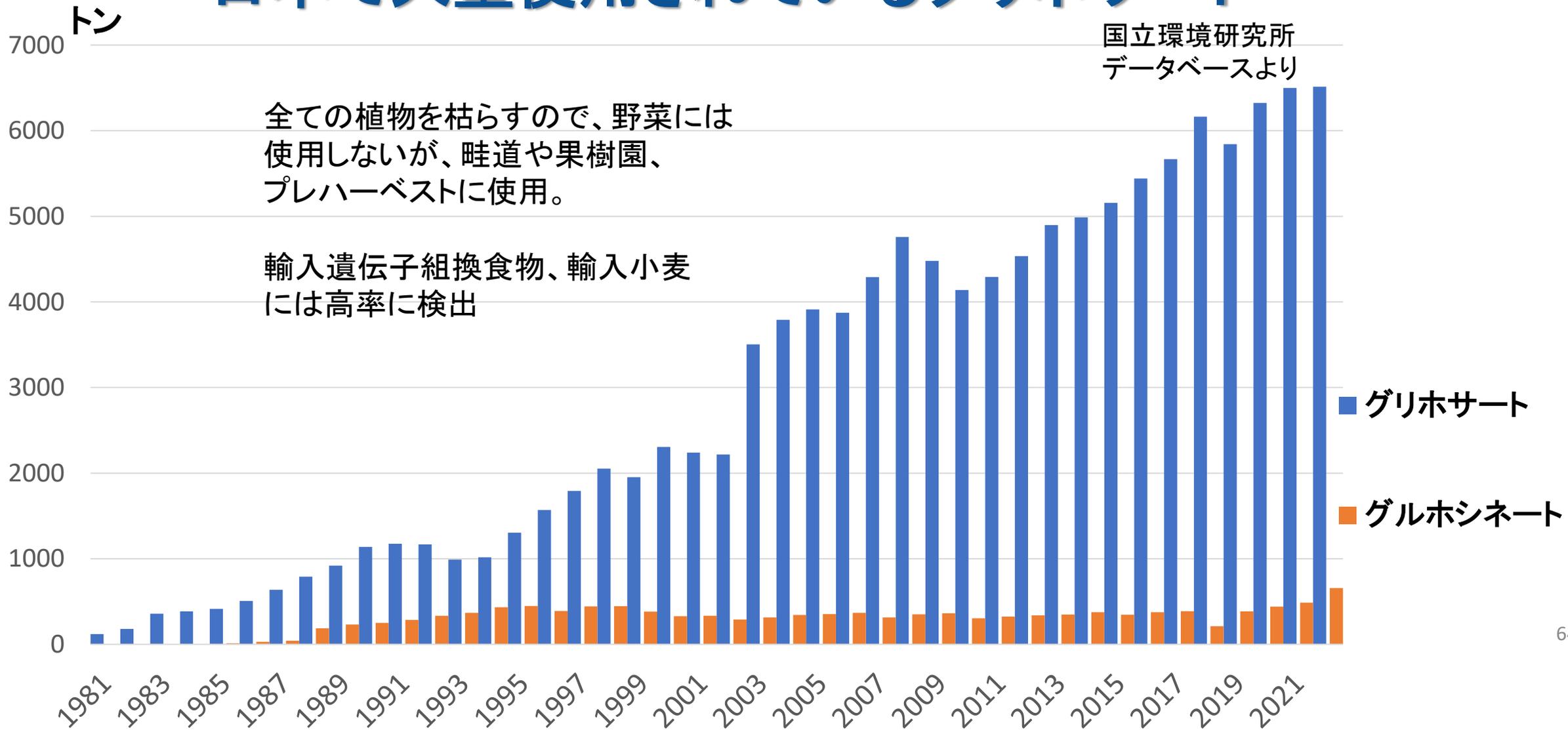
検出限界0.0027～0.52 ng/ml 定量限界 0.0061～1.6 ng/ml

6. 除草剤グリホサートの発がん性や多様な毒性



帝京大藤井博士: グルホシネートを母体経路で曝露した雌仔ラットは攻撃性が強く、噛み合う。使用量が多いグリホサートは国際がん研究機関で、**発がん性がランク2A**に指定されている。

日本で大量使用されているグリホサート



海外では規制が進む中、日本では大量使用が継続。さらに国内では**2017年、グリホサートの残留基準が大幅に緩和**。小麦粉では5ppmから30ppm(6倍)、そばでは0.2ppmから30ppm(150倍)、最大で400倍の緩和に変更。

グリホサート原体や製剤による多様な毒性

ヒトで関連が報告されている疾患や異常（製剤）

発がん

急性毒性（皮膚炎、肺炎、血管炎）

自閉症など発達障害

生殖系への影響 妊娠期間の短縮

パーキンソン病

腎障害・肝臓障害

動物実験で関連が報告されている異常や疾患（原体・製剤）

発がんやDNAの損傷

発達期の脳への影響・行動異常

腸内細菌叢のバランス異常

グルタミン酸受容体の攪乱作用

金属のキレート化

内分泌攪乱作用（環境ホルモン作用）と生殖毒性

DNAのメチル化異常（エピジェネティクス異常）

曝露した個体で影響がなくとも継世代で健康障害、発がんとも関連

農薬製剤ラウンドアップは農薬原体グリホサートより桁違いに急性毒性が高い

農薬の補助成分の毒性が明らかに 研究紹介では、原体、製剤を区別して紹介

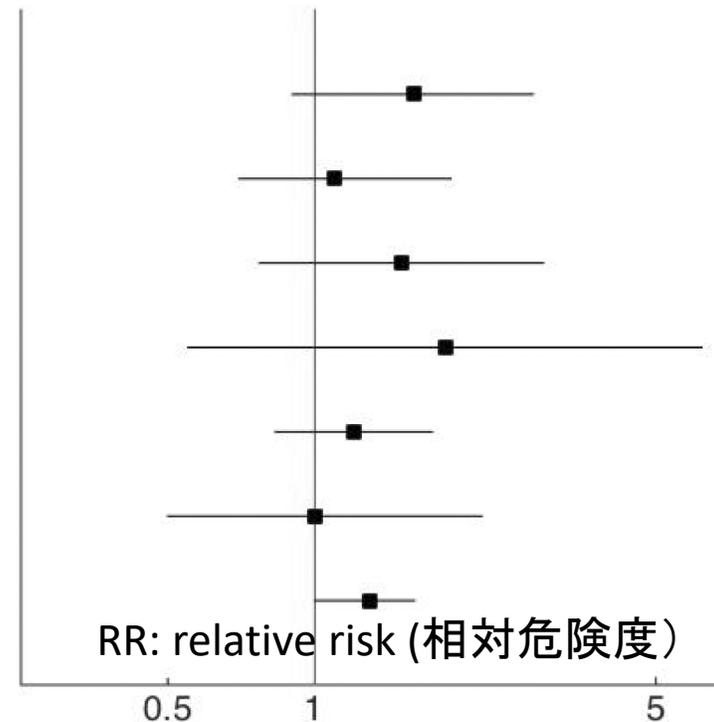
① グリホサートの発がん性 世界の公的機関の混乱

- 2015年3月 国際がん研究機関IARC (WHOの専門機関)
グリホサートはヒトに対して”おそらく発がん性がある”(2A)と発表。
- 2015年11月 EFSA欧州食品安全機関
グリホサート原体にはおそらく(unlikely)ヒトへの発がん性はないと発表。
この評価には農薬企業・元モンサントの社員が絡んでいるとされている。
- 2016年3月 FAO/WHO-JMPR((国際連合食糧農業機関/世界保健機関、合同残留農薬専門家会議)
2016年9月 米国EPA(アメリカ合衆国環境保護庁)
グリホサートはリスク評価の限り発がん性はおそらくないだろうと発表。
- 2017年6月 米国カリフォルニア州プロポジション65(州独自の化学物質規制)
グリホサートは発がん性ありと評価。
- 2016年、日本の食品安全委員会は、農薬評価書で、発がん性は認められないとした。
- 2019年4月、米国の政府機関・有害物質・疾病登録局(ATSDR)は、“グリホサート曝露と非ホジキンリンパ腫の関係は否定できない”とし、発がん性を認める表現。
- 2023年11月 EFSAが、EU加盟国の過半数の同意は得られていないにも関わらず、グリホサート登録10年延長。環境団体が訴訟を予定。
- 2023年 日本ではグリホサートの農薬再評価が開始 (審議は未定)

グリホサートやラウンドアップの発がん性 ヒトの疫学

- ヒトの疫学:グリホサート、ラウンドアップ曝露と発がんの相関関係を示した論文

Study	RR	Lower	Upper	Weight
De Roos et al. (2003)	1.600	0.900	2.800	16.2
De Roos et al. (2005)	1.100	0.700	1.900	21.0
Eriksson et al., (2008)	1.510	0.770	2.940	11.6
Hardell et al. (2002)	1.850	0.550	6.200	3.6
McDuffie et al. (2001)	1.200	0.830	1.740	38.1
Oris et al. (2009)	1.000	0.500	2.200	9.5
Meta-Analysis	1.300	1.000	1.600	100.0



Chang & Delzell, J Environ Sci Health B 2016

- RR1以上は発がん相関関係あり。国際がん研究機関IARCは発がん性有りとした。
- Portier, et al. J Epidemiol Community Health. 2016 世界の94名の研究者がIARCのグリホサートの発がん性結果を支持したコメントを発表。
- Zhang et al. Mutation Research, 2019.
グリホサート曝露は、非ホジキンリンパ腫のリスクを41%上げると発表

グリホサートやラウンドアップの発がん性

動物実験

マウス、ラットを用いたグリホサートの長期投与実験では、腎臓がん、血管肉腫、悪性リンパ腫など、発がん性を示す論文が多数出ている。

Portier CJ, Environ Health 2020 13の動物実験の論文を検証し、グリホサートの長期投与で発がん性は明らかと結論。

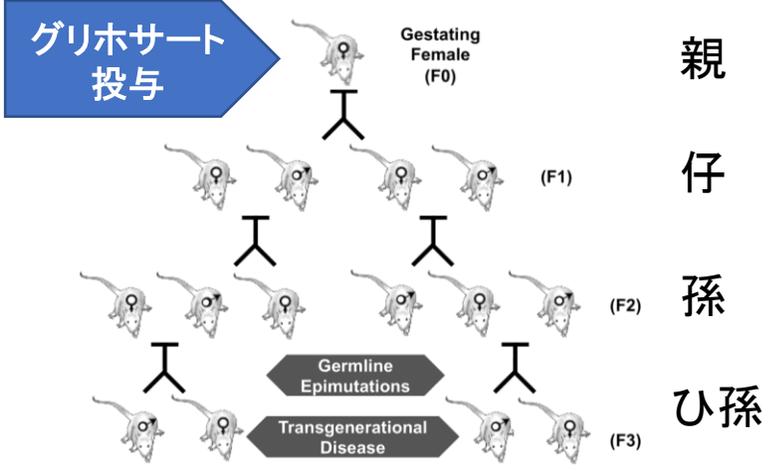
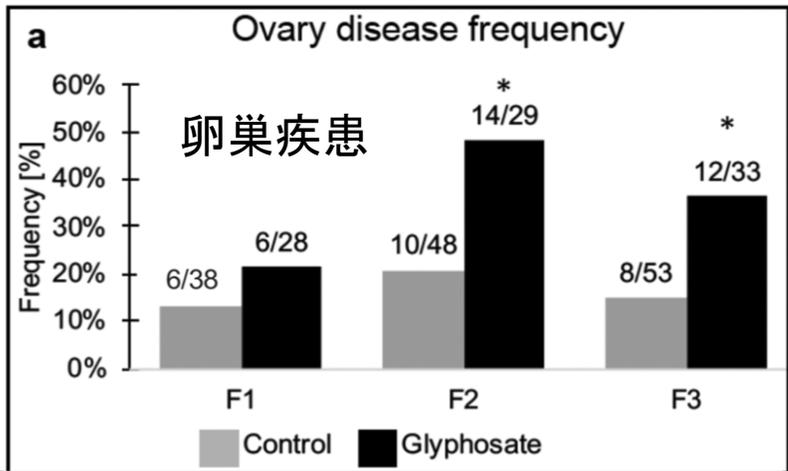
- 公的機関の見解の違いはどのようにして起こるのか？
- ハザード評価とリスク評価。

ハザード評価	有害性の有無による評価	IARC
リスク評価	有害性×曝露量で評価	FAO/WHO, EPA

有害性の評価は確実か？国内で人体の曝露量は不明。

- この混迷をどう考えるのか？ **予防原則の重要性 & 2017年以降に明らかとなった毒性研究から再考すべき**
- 2018-9年米国で、ラウンドアップ曝露によりがんを発症したと訴訟が起こり、がん患者が3件勝訴し企業に多額の支払いが命じられた。
- 同様な訴訟が約12万件も起こり、バイエルは2020年約1兆円で和解したと発表。ただし、バイエルは発がん性を認めていない。

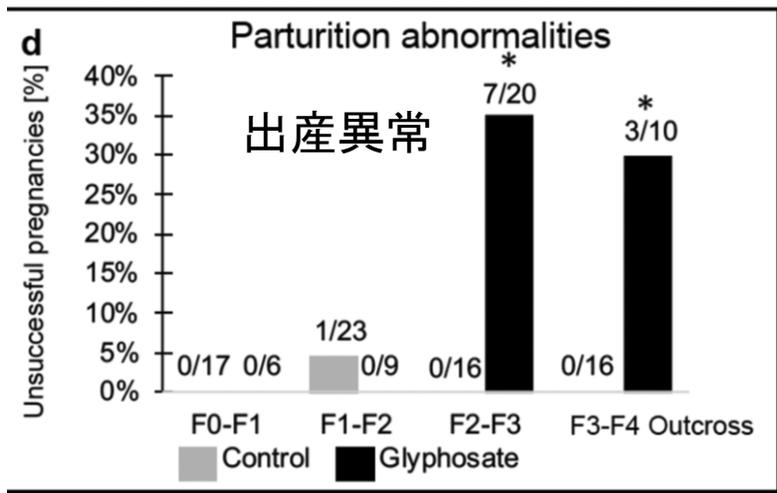
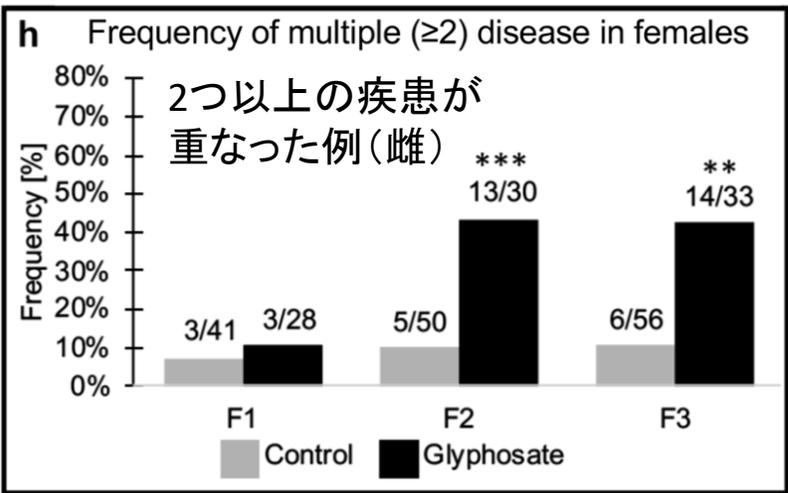
② グリホサートによるDNAメチル化異常を介した継世代影響



Kubsad, et al. Scientific Reports, 2019

妊娠8~22日のラットに、グリホサート(25mg/kg/day)を腹腔投与し、次世代への影響を調べた。

投与量は半数致死量の0.4%、無毒性量の50%に相当。親や次世代(F1)への影響はほぼないが、孫世代(F2)、さらに次のひ孫世代(F3)では腫瘍や生殖器の異常など多様な障害が確認。

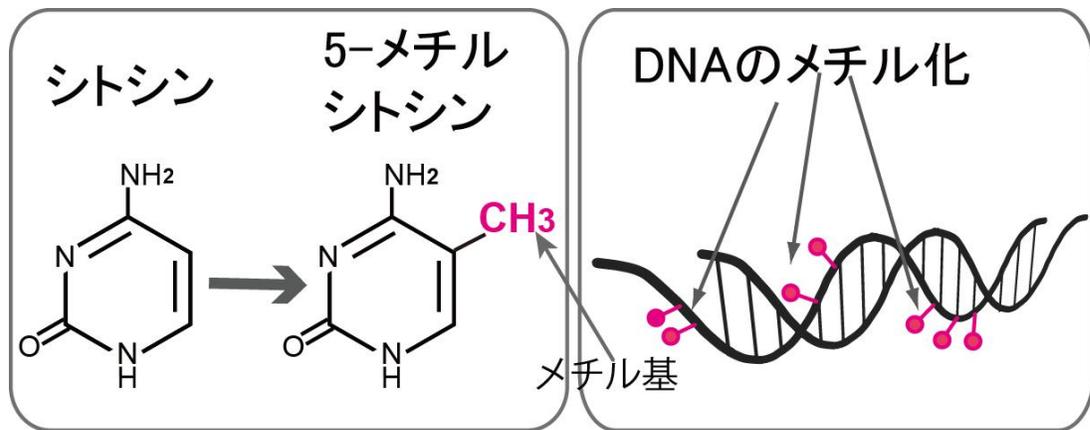


F1~3の雄の精子を調べると、DNAのメチル化に変異が見つかった(エピジェネティクス変異)。

エピジェネティクス: DNAの塩基配列を変えずに細胞が遺伝子の働きを制御する仕組み

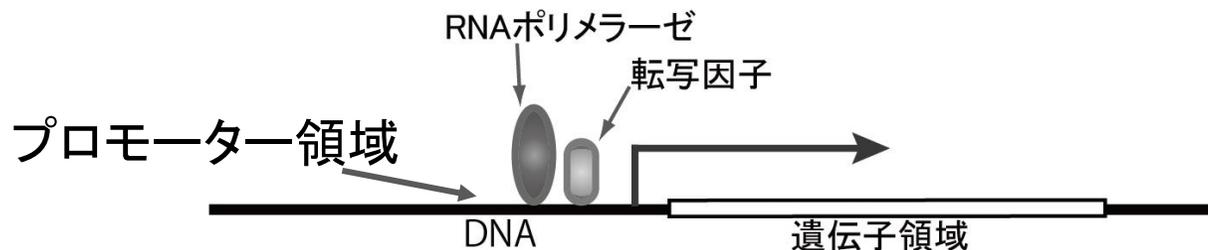
グリホサートはDNAメチル化の異常を介して長期影響や継世代影響を起こす

シトシンはDNAの4塩基の一つ

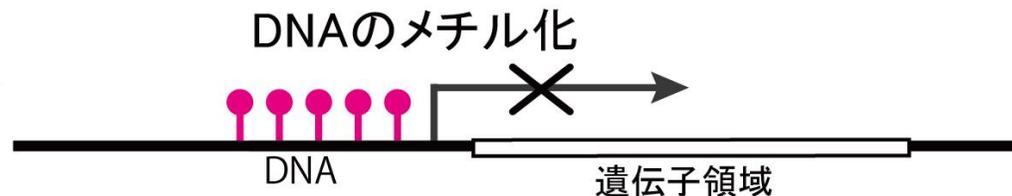


遺伝子発現の調節 (DNAの転写調節)

遺伝子発現
オン



遺伝子発現
オフ



DNAにメチル基が多数結合すると、その領域の遺伝子発現はオフになる。

DNAメチル化は、遺伝子発現の調節に重要で、正常細胞においても起こっている。一旦メチル化されると一生(世代を越える場合もある)引き継がれるために影響が大きい。

動物実験で、ビスフェノールAやフタル酸エステル、ダイオキシン、除草剤グリホサート、アトラジン、ビンクロゾリンなどの農薬、ヒ素などは、DNAメチル化の異常、継世代影響を起こす。

遺伝子発現の調節を担うエピジェネティクスは、DNAメチル化以外にもあるが、ここでは省略

グリホサートによる世代を超えた影響ー2

Milesi, et al. Archives of Toxicology, 2018

妊娠9日目～授乳期間、ラットにグリホサートを含む農薬を投与し、次世代への影響を調べた。投与量はグリホサートに換算して低用量群は2mg/kg/day, 高用量群は200mg/kg/day。親(F0)や次世代(F1)に影響はほぼなかったが、孫世代(F2)に異常が起こった。



グリホサートを含む農薬を低用量でも曝露すると、次々世代の胎仔数の減少や胎仔の発育不良、胎盤形成異常などが確認された。

このグループの2019年の論文では、曝露した次世代(F1)の子宮で、女性ホルモン受容体のプロモーター領域のDNAのメチル化に異常が起こっていた。Lorenz, et al. Mol Cell Endocrinol. 2019

著者らは、DNAのメチル化異常が、世代を超えた影響を及ぼしたと考察している。

グリホサートのDNAメチル化異常 発がん性への影響

がんなどにおけるDNAメチル化異常 国立がん研究センターHPより
がん細胞には、様々なDNA突然変異とDNAメチル化異常が蓄積していることがわかっている。最近、DNAメチル化異常は、1つのがん細胞の中でも非常に多くの遺伝子に起こっていることがわかってきた。

- Kwiatkowska, et al. Food Chem Toxicol. 2017
グリホサートをヒトの末梢血単核細胞に投与して24時間培養すると、0.5-10mMではDNAの損傷、0.25mMではDNAのメチル化異常が確認された。
- Wozniak E, et al. Toxicology in Vitro, 63, 104736, 2019
グリホサートをヒト末梢血単核細胞に投与すると、**低用量の500nM**以上で、がん抑制因子など発がんに関わる複数の遺伝子のプロモーター領域のDNAのメチル化に異常が確認され、遺伝子発現も変化した。
- Duforestel M, et al. Front Genet. Sep 27;10:885. 2019
グリホサートをヒト乳がん由来の細胞に極めて**低用量(10pM)**添加し21日培養すると、遺伝子発現に関わるたんぱく質の遺伝子のプロモーター領域のDNAメチル化に異常が起こった。このグリホサートを曝露した乳がん由来細胞を、一定の条件下でマウスに移植すると、高率に腫瘍が発症。

→ **グリホサートはごく低用量で、がんの発症要因となる可能性**

③ グリホサートによる腸内細菌叢の異常

- グリホサート、ラウンドアップなどグリホサート製剤は、植物特異的なシキミ酸経路(アミノ酸産生)を阻害するので、ヒトには安全と宣伝したが、シキミ酸経路を持つ腸内細菌叢のバランスを崩し、免疫異常、脳への悪影響などの健康障害を起こす可能性がある。土壌細菌にも悪影響を及ぼす研究が多数報告。
- Shehata, et al. Curr Microbiol. 2013
腸内細菌の培養系に0.075~5.0mg/ml濃度のラウンドアップを入れて培養し、細菌の生残を調べたところ、乳酸菌などの善玉菌はラウンドアップに弱く、ボツリヌス菌やサルモネラ菌などの悪玉菌はラウンドアップ耐性であった。
- Mao, et al. Environmental Health. 2018
妊娠6日目から出生後13週まで、ラットにグリホサート、ラウンドアップを、1.75mg/kg/day (一日摂取許容量USA)投与し、親と仔ラットの糞便から腸内細菌叢を調べた。グリホサート、ラウンドアップはどちらも仔ラットの腸内細菌叢のバランス異常を起こした。

**腸内細菌は、ヒトの最大の免疫系・腸管免疫を正常に機能させる。
腸内細菌の働きは、脳・精神にも影響を及ぼすことが分かっている。**

自閉症と腸内細菌

- 腸内細菌の異常との関連 とくに退行性自閉症というタイプでは消化器症状を伴うことが多く、腸内細菌の改善で自閉症状が改善するという報告が増えている。
- 動物実験でも、腸内細菌の異常と行動異常の関連が確認され、腸内細菌の改善で、行動異常が改善するという報告がでている。
- 腸内細菌の異常により起こること → 重要な腸管免疫の異常
炎症性物質の上昇 脳へも影響
悪玉細菌が産生した毒性物質の脳への侵入、 脳と腸の神経伝達系の異常
- 腸管免疫系が働かなくなると、免疫系全体が弱まり、がんの発症リスクを上げる。アレルギー増加の要因ともなっている。

腸内細菌に異常を起こす化学物質： 抗生物質、抗菌剤、除菌剤、
農薬（グリホサート、有機リン、ネオニコチノイド、殺菌剤）

腸内細菌を脅かす抗生剤、抗菌剤、農薬

- **抗生剤(抗菌剤)の乱用**

抗生物質により感染症による死亡は激減。細菌性の感染症など必要な場合に、使用するの当然だが、必要のない使用は避けるべき。

抗生剤、抗菌剤の乱用により、重篤な感染症を起こす薬剤耐性菌が生まれ、腸内細菌のバランス異常が起こり、様々な疾患の原因となっていることが指摘されている。

畜産業や養殖の抗生剤の多量使用も問題。医療用よりも多量に使用されている。

- **除菌剤、殺菌剤の乱用**

日本は清潔好きが多く、除菌剤、殺菌剤が多用されているが、乱用により腸内細菌のバランス異常が起こったり、皮膚の維持に役立っている常在菌のバランス異常が起こったりして、アトピー性皮膚炎が悪化するともいわれている。

新型コロナ予防などで適度な消毒は必要だが、やりすぎは粘膜や免疫系がダメージを受ける

- **抗菌剤、除草剤、殺虫剤などの農薬**

農薬としての抗菌剤、除草剤、殺虫剤も動物実験で腸内細菌のバランス異常が起こることも報告されている。有機リン系、ネオニコチノイド、グリホサートなど

④ 補助成分を含む農薬製剤(ラウンドアップなど)の高毒性

ラウンドアップなどグリホサートを有効成分とした農薬製剤は、多くの研究報告で、グリホサートよりも急性毒性が100倍以上など桁違いに高い。

農薬製剤には、有効成分(グリホサートなどの原体)以外に、多種類の補助成分が加えられているが企業秘密で公開されていない。

界面活性剤以外に、溶剤、安定剤、防腐剤、染料、乳剤などが添加されている。

Mesnager & Antoniou, *Frontiers in Public Health*, 2018

ラウンドアップでは、当初使用された界面活性剤POEAの急性毒性が極めて強く、あとから違う界面活性剤に変更されたが、詳細は不明。

多くの農薬は原体よりも、補助成分の入った製剤で、数倍から数百倍も毒性が強くなることが報告されている。

農薬の毒性試験では、通常原体のみについて行い、その結果を元に、安全基準値を決めている。私たちは、実際には農薬製剤に曝露している。

農薬の安全基準の決め方には問題がある

神戸大学 星信彦教授資料より

無毒性量（NOAEL：No-Observed Adverse Effect Level）の算出

…動物試験等で有害な影響が認められない最大投与量

動物実験



A試験 : 100 mg/kg/day
B試験 : 1 mg/kg/day
C試験 : 50 mg/kg/day
…

外挿

農薬原体の全ての毒性試験について算出し、
最低値を安全係数（ $\times 100$ ）で割る
安全係数（個体差10 x 種差10）

一日摂取許容量（ADI: Acceptable Daily Intake）の決定

…ヒトが生涯にわたり毎日摂取し続けても有害作用を示さない一日あたりの量

ヒトに対する安全性



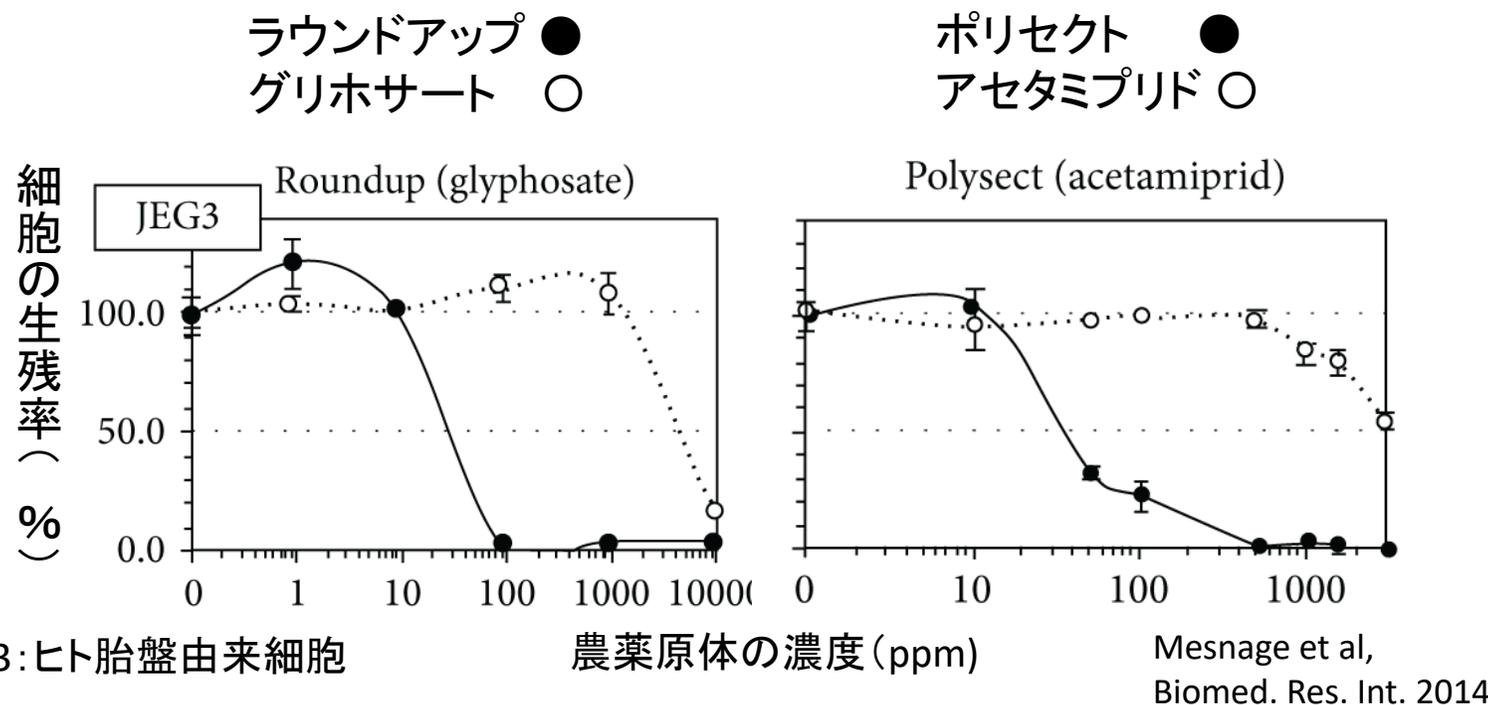
ヒトのADI
= 0.01 mg/kg/day

- ・食品添加物の使用量
- ・農薬の残留基準値
等の設定に活用される

77

医薬品と違い、農薬は人間の臨床試験はやれないので、後からヒトへの毒性が判明することがある。安全な許容量の元となる無毒性量以下で毒性が出る報告もある。製剤は急性毒性を調べるのみで、安全基準の基にはならない

農薬原体より毒性が高い農薬製剤



- ラウンドアップだけでなく農薬製剤●は、通常、農薬原体○よりも、毒性が高い。
- 農薬製剤には、界面活性剤など補助成分が入れられるが、企業秘密で不明。
- 補助成分のなかには、毒性の高いものがある。
- 農薬の毒性試験は、原体で調べられ、その結果を元に基準が決まる。
- **実際に使用されている農薬製剤の無毒性量から、許容量を計算すべきではないか。**

禁止予定の30種の農薬補助成分

	物質名称		物質名称
1	アクリルアミド	16	4ホウ酸ナトリウム5水和物
2	アモサイト(アスベスト成分)	17	4ホウ酸ナトリウム10水和物
3	1-エチルピロリジン-2-オン	18	N・N-ジメチルホルムアミド
4	エチレンオキシド	19	13酸化8ホウ素2ナトリウム4水和物
5	エチレングリコールモノエチルエーテル(別名セロソルブ)	20	獣脂アルキルアミンのエトキシ化物
6	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート (別名セロソルブアセテート)	21	2-ニトロプロパン ← POEA
7	エチレングリコールモノメチルエーテル(別名メチルセロソルブ)	22	ニトロベンゼン
8	エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート	23	1・3-ブタジエン
9	エピクロロヒドリン	24	フタル酸ジイソブチル
10	キノリン	25	フタル酸ジ-ノルマル-ブチル
11	クリソタイル(アスベスト成分)	26	ベンゼン
12	クロシドライト(アスベスト成分)	27	ベンゾ[a]ピレン
13	鉱油(高度に精製されたものを除く。)	28	ホルムアミド
14	1・2ジクロロエタン(別名二塩化エチレン)	29	ホルムアルデヒド
15	4ホウ酸ナトリウム	30	N-メチルホルムアミド

- 農水省は、2022年6月、約1200種の補助成分のうち、欧米で既に禁止されている発がん性など高毒性の30種を使用禁止にする省令案を提案した。ただし施行予定は2025年10月1日
- 青枠で囲った補助成分を使用している農薬製剤が、現在でも販売・使用されているが、農水省は健康影響はない(?)としている。直ぐに使用禁止にするべきではないか。
- 30種以外にも毒性のある補助成分が使用されている可能性があるが、補助成分は表示義務がないため、不明。欧米では補助成分の規制を進めている。

農薬登録の毒性試験で考慮されていないこと

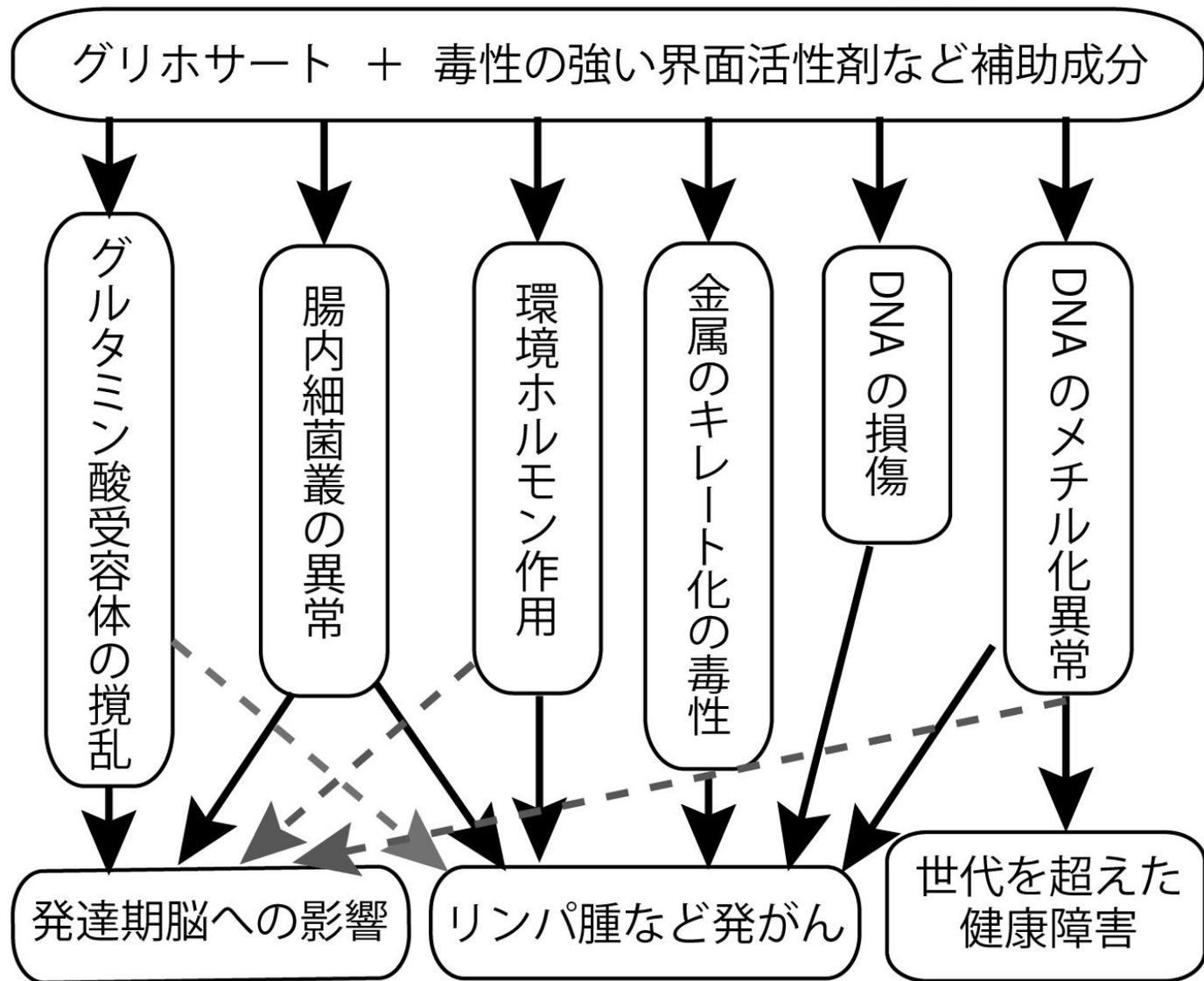
- 1) 内分泌攪乱作用(環境ホルモン) EUでは既に厳しく規制
- 2) 発達神経毒性 2019年4月以降試験項目に入れられたが必須ではなく、極めて古い方法で脳高次機能を調べるには不十分
- 3) DNAメチル化異常、3世代以降への影響
- 4) 複数の農薬の複合曝露影響 実際には多種類の農薬に曝露しており、相乗効果が懸念されるが複合毒性は調べていない
- 5) 毒性試験は原体のみ、製剤ではやらない 補助成分の毒性が考慮されていない

化学物質に脆弱な子どもの特異性、腸内細菌叢への影響についても検討が必要
難分解性・高毒性の懸念があるフッ素系農薬が使用されており、今後規制が必要。

農薬は多種類の毒性試験をやっているから、基準内なら安全とは決していけない。ゼロリスクは難しいが使用量を減らすことが必要。

グリホサートの多様な毒性

ラウンドアップなどグリホサート含有製剤



- グリホサートの毒性は多様で複雑。障害も多様で、実際にはもっと複雑かもしれない。
- グリホサート原体の急性毒性は低いですが、多様な慢性毒性があり、低用量長期影響が懸念。
- 新たにわかってきた毒性を考慮に入れて、発がん性など毒性の再評価をすべきではないか。

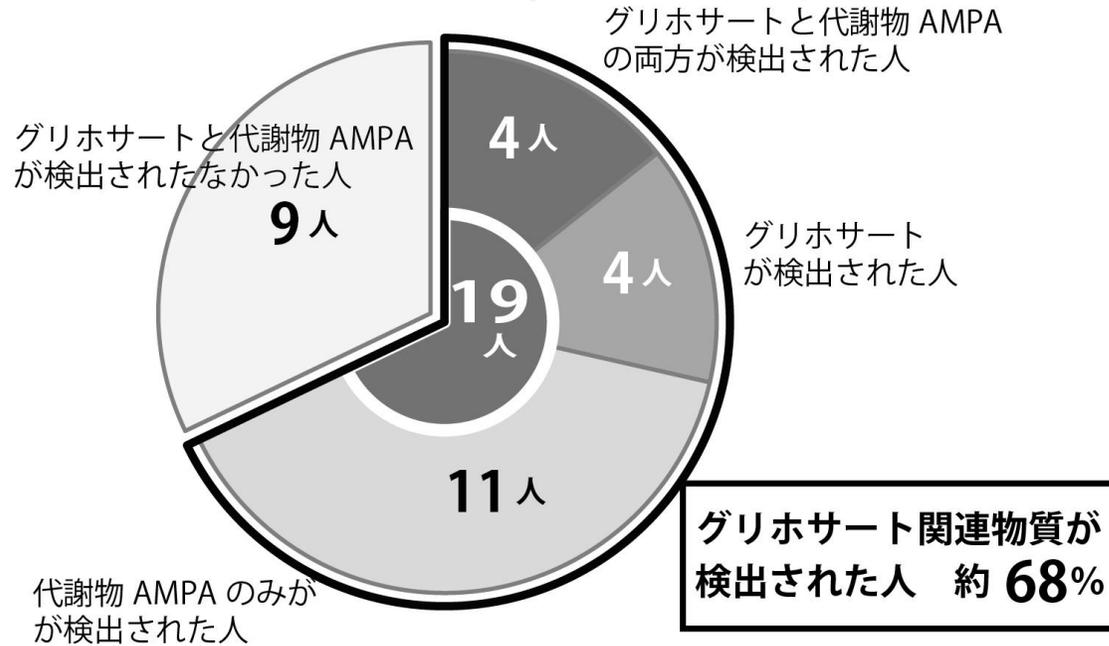
身近に販売されているグリホサート含有除草剤



スーパーの
園芸品売り場の
グリホサート類

グリホサートは、国内で除草剤として、スーパーなどで身近に販売されている。農薬登録されたもの以外にも、非農耕地用除草剤として道路、学校、鉄道線路、駐車場、グラウンドなどでも多用されている。

デトックスプロジェクトジャパンによる毛髪予備検査



2019年、国会議員23名を含む28名有志の毛髪検査をフランスの研究所 Kudzu Science に送り、グリホサートを含む62成分の農薬を調べた結果を発表した。

その結果、21名から14成分の農薬関連物質を検出し、特に除草剤グリホサート関連物質の検出率が高かった。

AMPAはグリホサートの代謝物。

成分名	検出だが痕跡*	検出値が定量できた人とその検出値
グリホサート	4名	4名 145.8 pg/mg 159.7 pg/mg 296.2 pg/mg 791.0 pg/mg
代謝物 AMPA	13名	2名 1097.4 pg/mg 1205.8 pg/mg

日本人の尿中グリホサート

Table 6 Detection rates, geometric means, and percentiles of urinary glyphosate concentrations

Group	Sample size	>LOD (%) ^a	Units	GM	Selected percentiles					Max.
					5th	25th	50th	75th	95th	
A 子ども	20	70	μg/L	0.36	<LOD	<LOD	0.54	1.17	1.43	1.44
			μg/g cre	0.37	<LOD	<LOD	0.40	0.88	2.57	2.59
B 大人	24	33	μg/L	NC ^b	<LOD	<LOD	<LOD	0.16	1.84	1.99
			μg/g cre	NC ^b	<LOD	<LOD	<LOD	0.34	0.65	0.68
C 農業従事者	10	100	μg/L	0.47	0.21	0.29	0.56	0.73	0.77	0.77
			μg/g cre	0.67	0.43	0.47	0.67	0.83	1.72	1.72
Total	54	59	μg/L	0.24	<LOD	<LOD	0.25	0.70	1.41	1.99
			μg/g cre	0.26	<LOD	<LOD	0.34	0.66	1.95	2.59

LOD limit of detection, cre creatinine, GM geometric mean, NC not calculated, <LOD lower than level of limit of detection

^aPercent of detection frequency

^bGM was not calculated due to low detection rate

A:子ども3歳児(愛知)、B:大人(九州)、C:農業従事者(九州)、検出感度>0.1μg/L

- 人数は少ないが、日本の子どものグリホサート検出率は、70%と高く、検出濃度も高い傾向だった。

Nomura H et al. Environ Health Prev Med. 2020 ;25(1):83.

- 2022年最新の論文:4-6歳の子どもの尿を調べたところ、2006年で18%、2011年で30%、2015年で50%に検出され。グリホサート使用量と相関していた(各年度50人)。濃度は最高値で1.33 μg/Lであり、健康影響を及ぼす量ではないと、著者らは考察。

Nomura H et al. Int J Hyg Environ Health. 2022 ;242:113963

学校給食パンのグリホサート残留調査結果2019

No.	商品名	地域	小麦の原産地	分析結果(ppm)
1	コッペパン(学校給食パン)	関東	外国産80%, 県産小麦20%	グリホサート 0.05
2	はちみつパン(学校給食パン)	関東	外国産80%, 県産小麦20%	グリホサート 0.05
3	Sロール(学校給食パン)	関東	埼玉県産小麦100%	検出せず
4	コッペパン(学校給食パン)	関東	外国産100%	グリホサート 0.04
5	ロールパン(学校給食パン)	関東	外国産100%	グリホサート 0.05
6	学校給食用コッペパン黒糖	関西	不明	グリホサート 0.07
7	学校給食パン	九州	不明	グリホサート 0.08
8	学校給食パン	九州	不明	グリホサート 0.08
9	学校給食パン	九州	不明	グリホサート 0.05
10	学校給食パン(米粉パン)	九州	県内産米「ヒノヒカリ」70%、県内産小麦「ミナミノカオリ」30%	検出せず
11	学校給食パン(焼きそばパン用)	関東	不明	グリホサート 0.07
12	小学校の給食パン	関西	不明	グリホサート 0.03
13	給食パン	九州	アメリカ、カナダ	グリホサート 0.07
14	給食パン(中学校のもの)	東北	不明	グリホサート 0.03

基準内だが14検体中12の給食パンにグリホサートが検出。

プレハーベストによる汚染と考えられる。

農民連食品分析センター
<http://earlybirds.ddo.jp/bunseki/>

世界で進むネオニコチノイドやグリホサートの規制

ネオニコチノイド

EU 2018年4月 イミダクロプリド、チアメトキサム、クロチアニジンの屋外使用を永続禁止
(ジノテフラン、ニテンピラムは未登録) 2020年チアクロプリド登録抹消

2017年9月 フィプロニル登録失効(フェニルピラゾール系)

EU 2018年ヒトへの発達神経毒性の可能性ありとして、アセタミプリドの規制強化を実行。

フランス 2018年9月 全てのネオニコチノイド使用中止。

オランダ 2014年 ネオニコの全面禁止法案を議会で可決。

ドイツ、イタリア、スロベニア、スウェーデンでも使用規制

アメリカ、カナダ、ブラジル、韓国、台湾でも使用禁止・規制

グリホサート

サウジアラビア、アラブ首長国連邦、バーレーン、オマーン、ルクセンブルクでは使用禁止。

ドイツ、オーストリア、チェコ、タイでは使用禁止を決定。フランス、イタリアは規制強化。

部分的に禁止、規制している国や自治体。ベルギー、米国(個人向け販売禁止)

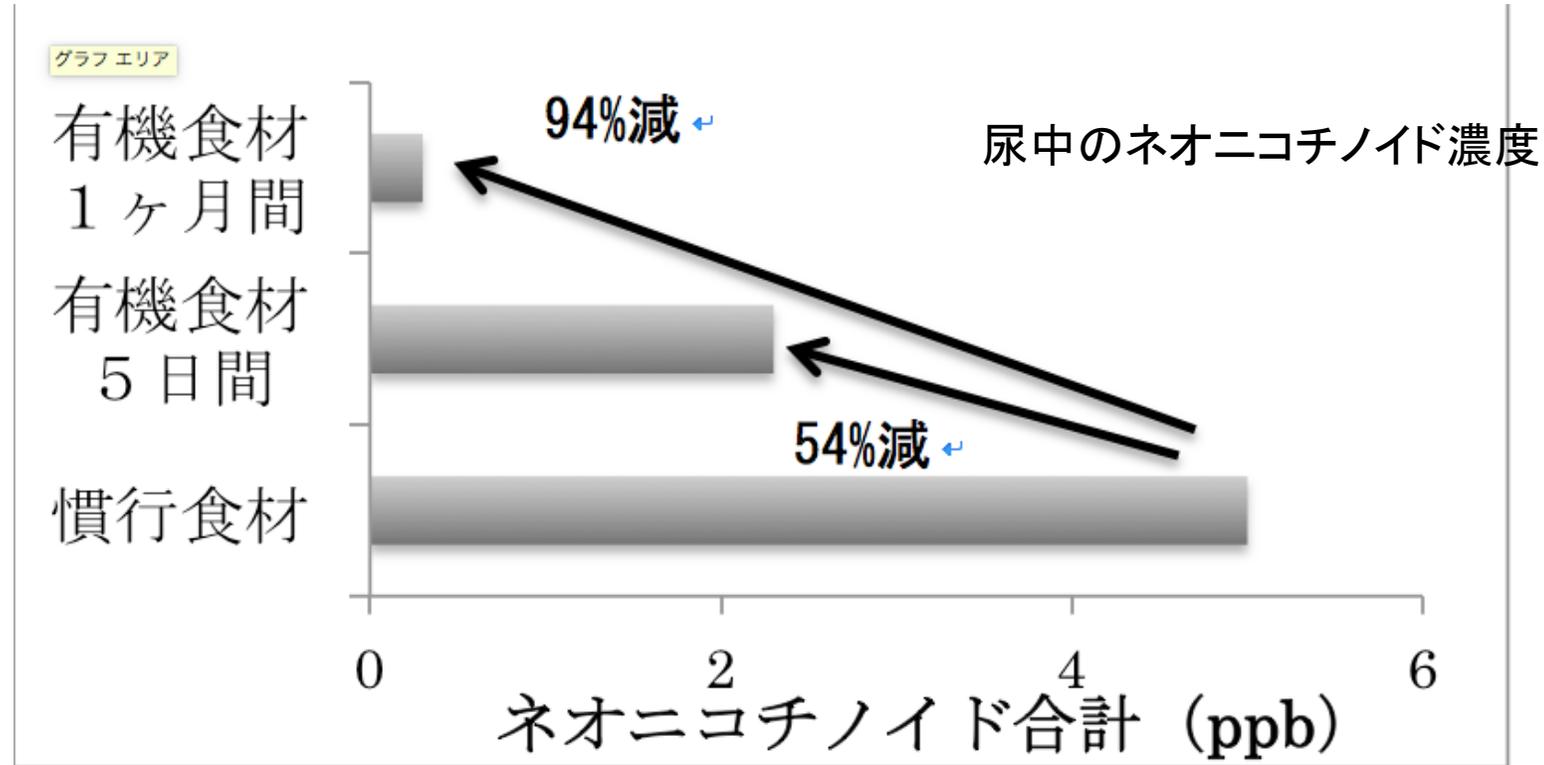
オランダ(個人使用禁止)、ポルトガル(公共地での使用禁止)、インド・ケララ州使用禁止など

● ネオニコチノイドやグリホサートの禁止、規制は世界中で進んでいる！

体内の農薬など有害化学物質を低減するには

ネオニコチノイドや有機リン系農薬など比較的分解しやすい物質

体内に蓄積しにくいので、摂取しないことが大事



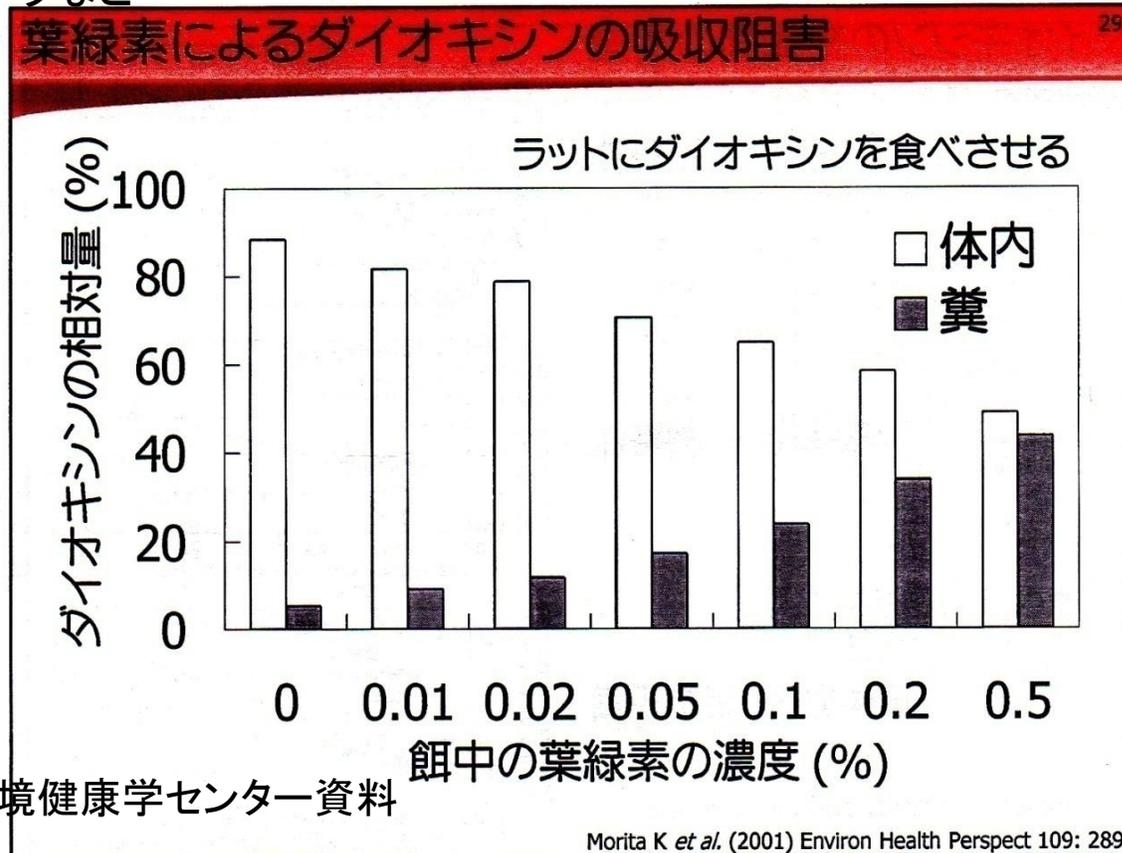
福島有機農業ネットワークHP資料より <http://fukushima-yuuki.net/>
有機食材を摂取すると。体内の農薬濃度が低減することは多数の論文で実証済み。
Organic diet intervention significantly reduces urinary pesticide levels in U.S. children and adults. Hyland C, et al. Environ Res. 2019 Apr;171:568-575.

体内の農薬など有害化学物質を低減するには

ダイオキシン、PCB、有機塩素系農薬、PFASなど難分解・蓄積性化学物質

- 食物繊維 とくにリグニンを含む食物繊維が有効
米ぬか、ココア、豆類、イチゴなど(特にココアに多い)
- 葉緑素 緑黄色野菜、抹茶、クロレラなど
- 抗酸化作用をもつもの
活性酸素対策
野菜や果物など

デトックスやサプリメントなど
様々な広告があるが誇大広告や
不当商法もあるので要注意！
特にサプリメントは多量に
1種類の物質を摂取してしまう
ので気をつけましょう。



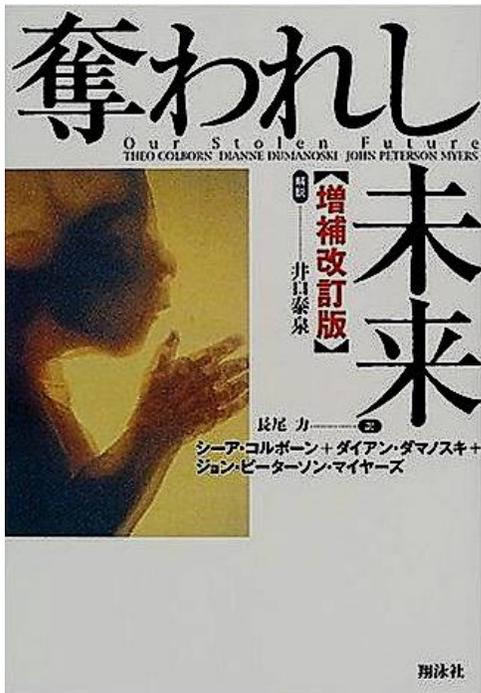
7. 内分泌攪乱作用のある農薬、化学肥料、農業用プラスチックの問題

ホルモンを攪乱する環境ホルモン(内分泌攪乱物質)は子どもの発達に悪影響を及ぼす

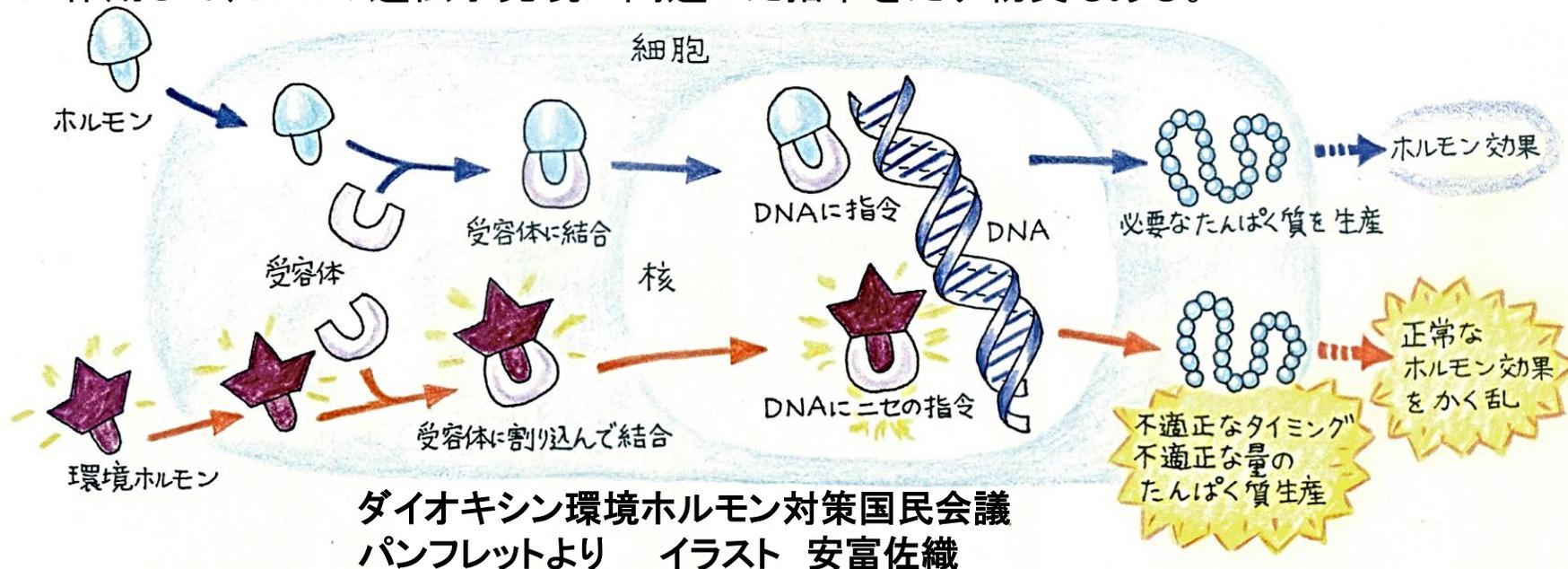
- 環境ホルモンは日本では忘れられがちだが、科学的に立証されており、欧米やWHOでは重要な懸案事項。
- 脳や体の正常な発達には、甲状腺ホルモンや性ホルモンなど内分泌系が必須。ホルモン同様に、環境ホルモンは低用量で、ホルモン作用を攪乱し、脳や身体の発達に悪影響を及ぼす。環境ホルモン曝露が不妊の要因になっていることについて、科学的知見が蓄積しているが、日本では全く考慮されていない。(少子化は女性の立場が補償されていないなど、社会的問題も重大)
- 環境ホルモン作用の確認されている人工化学物質(ビスフェノール類、フタル酸エステル類、有機フッ素化合物、パラベンなど)は、プラスチック製品、化粧品、日常品にも多用されているので、農薬以外にも注意が必要。
- EUでは環境ホルモンの法的規制が始まっており、プラスチック類だけでなく、多くの農薬類の環境ホルモン作用が確認されてきている。

日本は、環境ホルモンに関わる規制が遅れている。

内分泌攪乱物質（環境ホルモン）の作用機序モデル



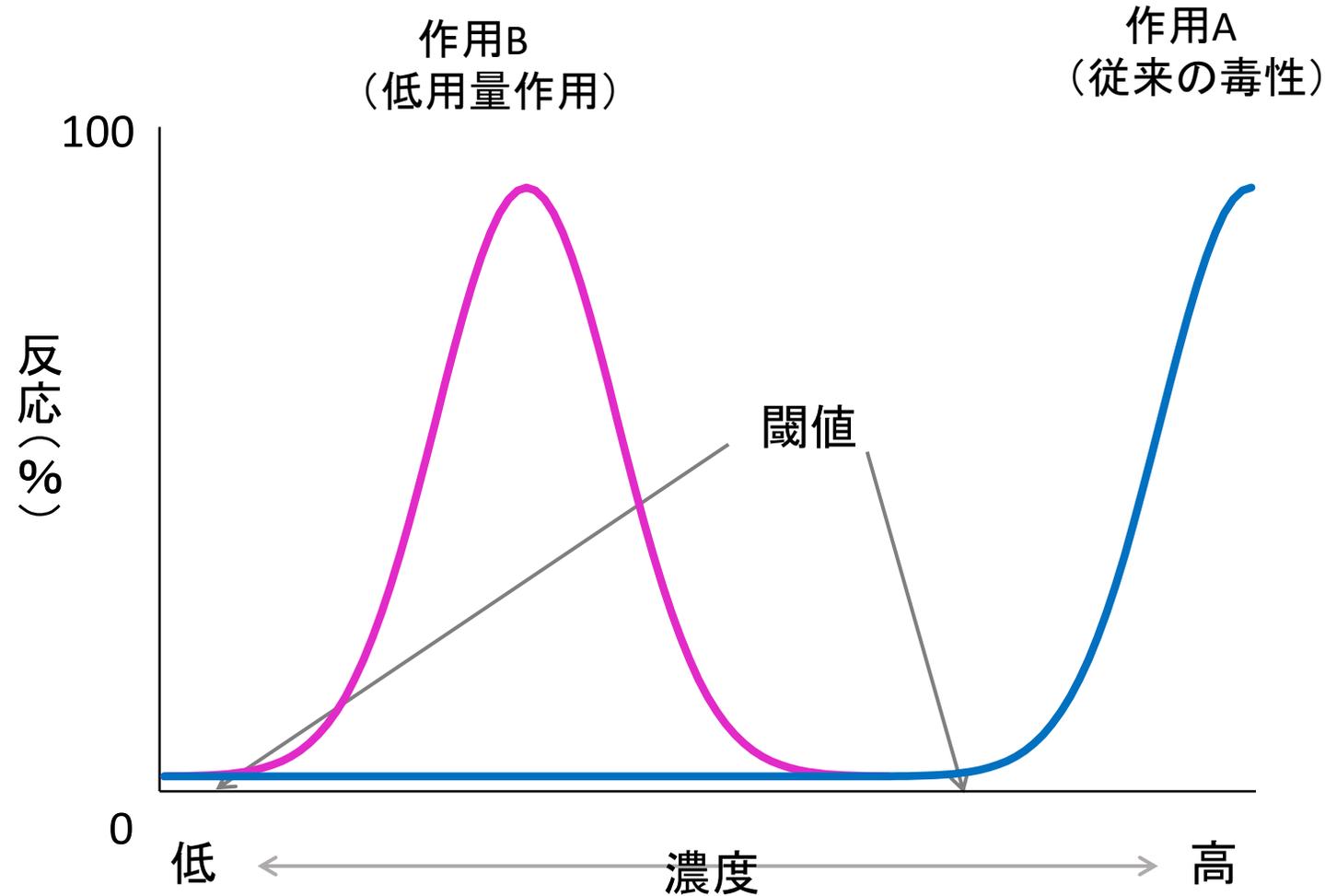
環境ホルモンは、ホルモン受容体に直接結合する物質だけでなく、ホルモン受容体の働きに作用して、DNAの遺伝子発現に間違った指令をだす物質もある。



「奪われし未来」 1996年：内分泌攪乱物質（環境ホルモン）人工化学物質が野生生物や人のホルモンを攪乱し、生殖機能などに影響をおよぼすことを警告し、2000年頃に国内外で、連日ニュースが流れた。

日本では「大した問題ではなかった」として規制の対象とされていないが、研究の蓄積から、生態系へのダメージだけでなく、ヒト、とくに子どもの成長や生殖系に重大な悪影響を及ぼすことが明らかとなり、海外では厳しい規制を実施している。内分泌攪乱作用は、女性ホルモン、男性ホルモン、甲状腺ホルモンで確認されている。

環境ホルモンの低用量作用 逆U字反応



従来の毒物では、反応曲線がAのように単調になるが、内分泌攪乱物質の場合Bのように逆U字型をとることがある。ホルモンは高濃度になると、反応を抑えるようなフィードバック反応が起こる。内分泌攪乱物質でも同様な作用が確認されている。閾値が決められないことが問題。

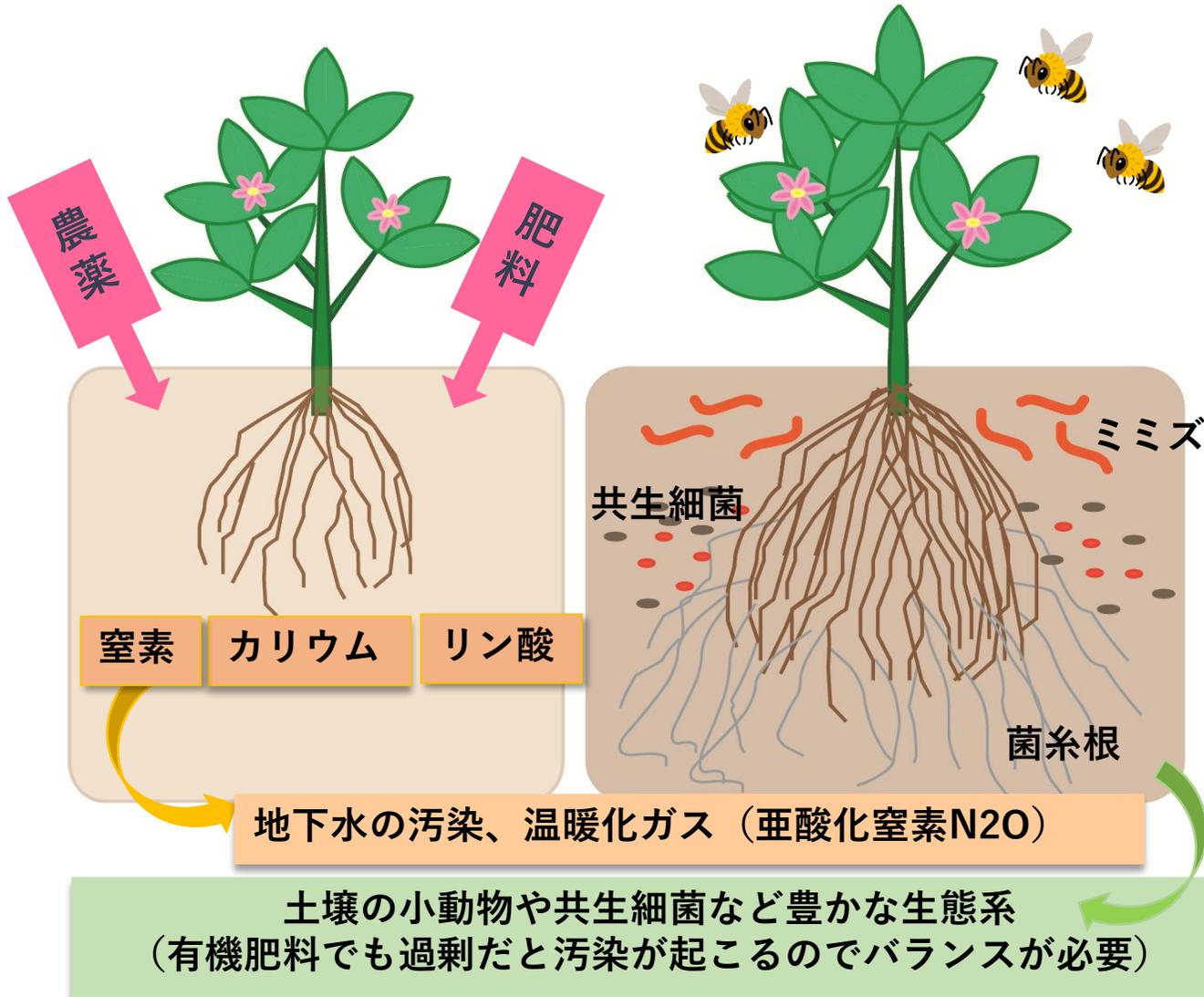
EUで失効している環境ホルモン作用のある農薬

農薬の種類	農薬名	EU	日本
カルバメート系殺虫剤	カルバリル (NAC)	失効 2007	使用中
ピレスロイド系殺虫剤	ペルメトリン	失効 2000	使用中
有機リン系殺虫剤	フェニトロチオン	失効 2007	使用中
殺菌剤	プロシミドン	失効 2006	使用中
殺菌剤	マンネブ	失効 2017	使用中
殺菌剤	チウラム	失効 2014	使用中
殺菌剤	マンゼブ	失効 2014	使用中
除草剤	アラクロール	失効 2006	使用中
除草剤	アトラジン	失効 2004	使用中
除草剤	シマジン (CAT)	失効 2004	使用中
除草剤	ジウロン	失効 2018	使用中
除草剤	プロパニル	失効 2011	使用中
土壌燻煙剤 (オゾン層破壊)	臭化メチル(世界で禁止が進む)	失効 2011	使用中
シラミ駆除剤(国内の農薬登録なし)	スミスリン(EUでは殺虫剤)	失効 2009	家庭用に使用中

化学農薬・化学肥料に依存した慣行農業の破綻

化学農薬・化学肥料に
依存した慣行農業

無農薬・無肥料の
自然栽培や有機農業



農文協 ほんとうのサステナビリティってなに？
2023年分担執筆：木村一黒田純子記事より

化学農薬だけでなく、輸入に依存した化学肥料も問題で、過剰使用により環境汚染や地球温暖化の原因となっている。

カリウム、リン酸は100%輸入に依存。

窒素肥料は大気中の窒素を元に作られるが、製造過程で石油や天然ガスが大量に必要。

窒素肥料の土壌からの流出は水系を汚染し、産生する亜酸化窒素は二酸化炭素の約300倍もの温室効果。

肥料の流出を防ぎ徐放効果のために使用されている被覆肥料(マイクロカプセル剤)は、原料のプラスチック殻の水系・土壌汚染を引き起こしている。

化学肥料の大量使用により、一時的に農産物の収穫が上がっても、継続せずに土壌は荒れてしまう
⇒ 本来植物がもつ生命力を大事にした農業が重要

農業用プラスチックの問題ー1

農水省資料より

https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/attach/pdf/used_plastic-4.pdf

我が国全体のプラスチックの利用、排出、処理の状況

- 我が国の廃プラスチック総排出量は約823万t（2022年）であり、そのうち農林水産分野からの排出量は約12万t（1.4%）で前年と同程度。
- 有効利用された廃プラ量は717万tで前年と同程度であり、有効利用率も87%と前年と同様。

■ プラスチックのマテリアルフロー図



「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢」より抜粋

農業用プラスチックの問題ー2

農水省資料より

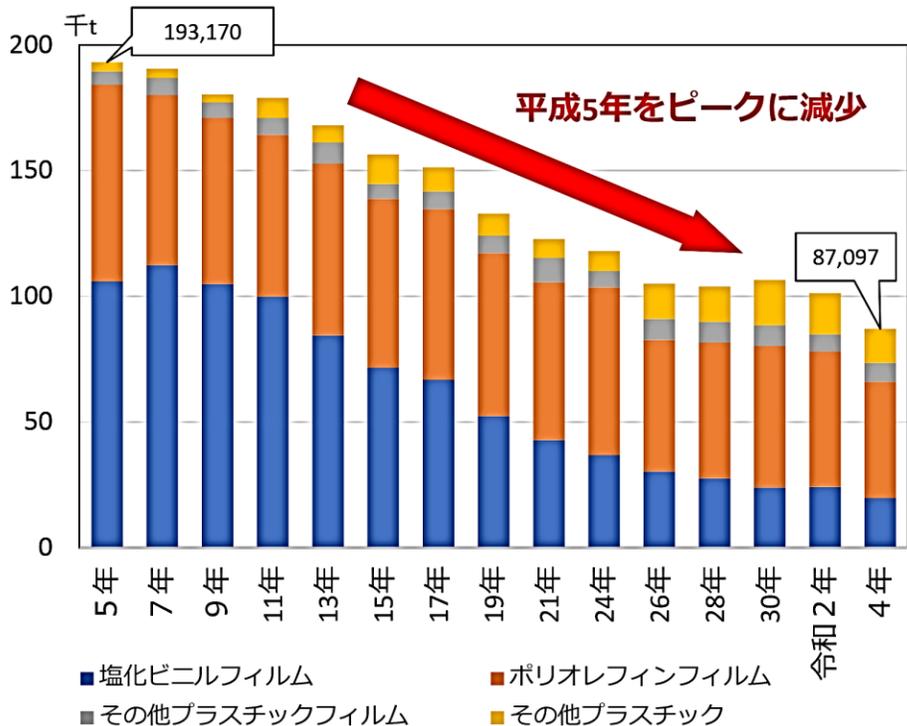
https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/attach/pdf/used_plastic-4.pdf

農業由来の廃プラスチックの排出及び処理の状況

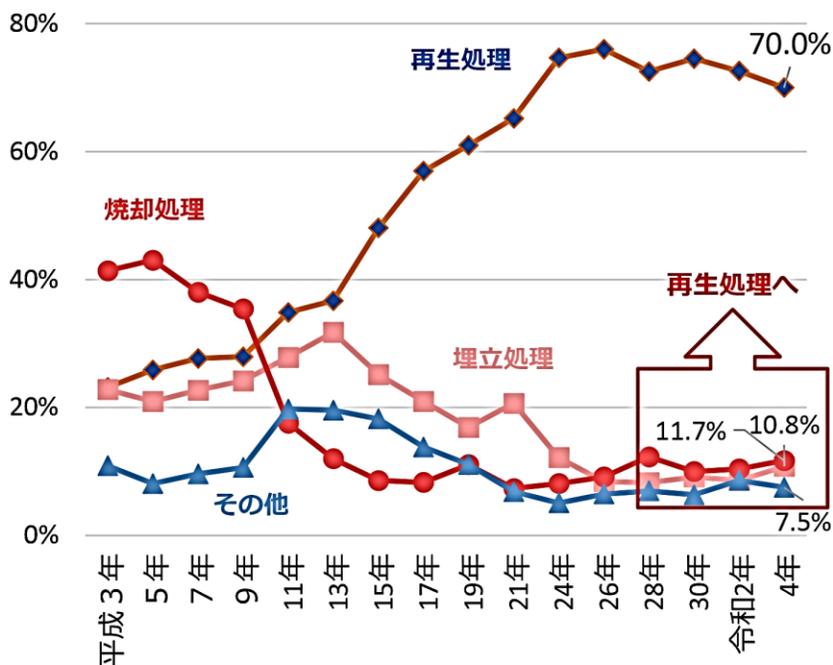
- 農業由来の廃プラスチックの量は、農業用ハウスの面積の減少や被覆資材の耐久性向上等により全体的には減少傾向にある。
- 農業由来の廃プラスチックは、産業廃棄物として適切に処理する必要（排出者の責務）、その処理方法は、平成5年には焼却が一番多かったが、令和4年の再生処理の割合は70.0%と平成24年以降70%台で推移。

「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐり情勢」より抜粋

■ 農業用廃プラスチックの排出量の推移



■ 農業由来廃プラスチックの処理方法の推移



農業用廃プラは減少傾向ではあるが、さらに減らす必要があるのではないか

農業用プラスチックの問題ー3

農水省資料より

https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/attach/pdf/used_plastic-4.pdf

「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢」より抜粋

農畜産業分野から排出されるプラスチック類

- 農畜産業分野から排出される廃プラスチックには、農業用ハウスやトンネルの被覆資材、マルチ、苗や花のポット、牧草等のサイレージラップなどがある。

■ 農畜産業分野で使用するプラスチック製品の例



鉄骨ハウス（ポリオレフィン系・その他プラスチックフィルム）



パイプハウス（塩化ビニルファルム・ポリオレフィン系フィルム）



トンネル（塩化ビニルファルム・ポリオレフィン系フィルム）



マルチ（ポリオレフィン系フィルム）



べたがけ（ポリオレフィン系フィルム）



育苗トレイ（その他プラスチック）



ポット（その他プラスチック）



サイレージラップ（ポリオレフィン系フィルム）

現代農業

5

May ● 2024

土に還る

竹マルチ
イタドリマルチ
ノー・ディグ農法
生分解性マルチを
使いこなす

マルチ

最新
情報

アザミ、タンポポ、スギナ
ホトケノザが売れる

暑い水田
転作でカボチャ

みんなで農！

サツマイモ

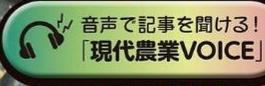
コウノトリ、イトミミズ
ウキクサ、アヒル
生きものと一緒に
イネづくり・草抑え

シャインマスカットの未開花症が激減

新連載 日本ミツバチの飼い方質問箱

新連載 産卵率80%超の牧草養鶏

誌上タネ交換会2024 結果発表!!



農業用プラスチックを減らすために

マルチについては、プラスチック製の黒マルチ以外に、代替のマルチが候補となっている。
現代農業2024年5月号特集

掲載されている項目

- 天然物系マルチ
竹マルチ、イタドリマルチ、有機物マルチ、生き草マルチ、マルチムギ、モミガラマルチャー、ウキクサマルチ
- 人工物系マルチ
段ボールマルチ、生分解性マルチ

農業従事者でないので、最適な方法は難しいが、できれば天然物系マルチが望ましいのではないか

農業用プラスチックの問題ー4

農水省資料より

https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/attach/pdf/used_plastic-4.pdf

農業由来の廃プラスチックの再生利用

- 塩化ビニルフィルム及びポリオレフィン系フィルムとも再生処理割合は7割を超えるが、埋立や埋却処理から再生処理への移行が課題。
- 塩化ビニルフィルムの再生処理は、床材等へのマテリアルリサイクルが中心で、ポリオレフィン系フィルムの再生処理は、**サーマルリサイクルが中心**

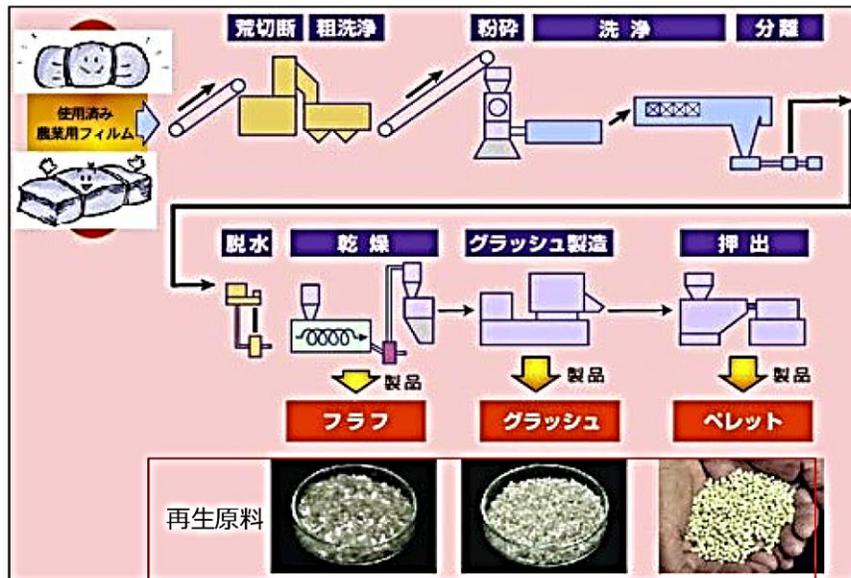
■再生処理の現状

(単位：t,%)

項目	排出量	再生処理量	再生処理割合
塩化ビニルフィルム	19,768	14,517	73.4%
ポリオレフィン系フィルム	46,217	35,580	77.0%

資料：農林水産省「園芸用施設の設置等の状況 2022年」

■マテリアルリサイクルの主な工程



■再生処理の事例

方法	内容	農ビ	ポリ
マテリアルリサイクル	再生利用	国内	○
		輸出	ペレット化して○
ケミカルリサイクル	高炉還元材	2012年12月 JFE受け入れ中止	農業用廃プラは処理されていない
	ガス化・油化		農業用廃プラでは実施されていない
サーマルリサイクル	燃料代替 セメント工場、製紙工場など 発電、RPF、RDF		○

塩化ビニルフィルム（農ビ）の事例

ほぼ100%マテリアルリサイクル。建築・土木資材、産業資材として使われてきたが、製品を作る工場の海外移転、競合品の上市などにより、国内の主用途は床材の中間層用。



床材



熱回収



固形燃料(RPF等)

ポリオレフィン系フィルム（農ポリ・農PO）の事例

単一素材で熱回収しやすいことから、サーマルリサイクルが増加。一部はマテリアルリサイクルされており、パレット、擬木、建築土木資材などに利用。また、セメント工場では補助燃料として利用され、灰はセメント材料として活用。

農ビ・農ポリとも、破碎洗浄後の再生原料は国内だけでなく、輸出され、輸出先で成形・製品化されている場合がある。

「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢」より抜粋

サーマルリサイクルは、プラスチックを燃焼して熱回収する方法で、地球温暖化を促進するとして、世界ではリサイクルとして扱われていない。

サーマルリサイクルをリサイクルの一つとして認定しているのは日本だけ

農業用プラスチックの問題—5

農水省資料より

https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/attach/pdf/used_plastic-4.pdf

農業用廃プラスチックの課題

- 農業用廃プラスチックは、植物残渣など異物の混入、土等による汚れ、直射日光による劣化などにより、再生利用が困難なものも存在。また、農業者は一般に零細で、発生地域の分散、排出時期の偏りなどの課題も存在。
- 課題解決のため、新たな再生処理技術や排出量の抑制や値上げを抑制するための排出時の工夫などの取組を進める必要。

「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢」より抜粋

■ 再生利用が困難な農業用廃プラスチック

洗浄技術又は汚れたままでの再生処理技術が必要



汚れたマルチ（茶色の部分が土）

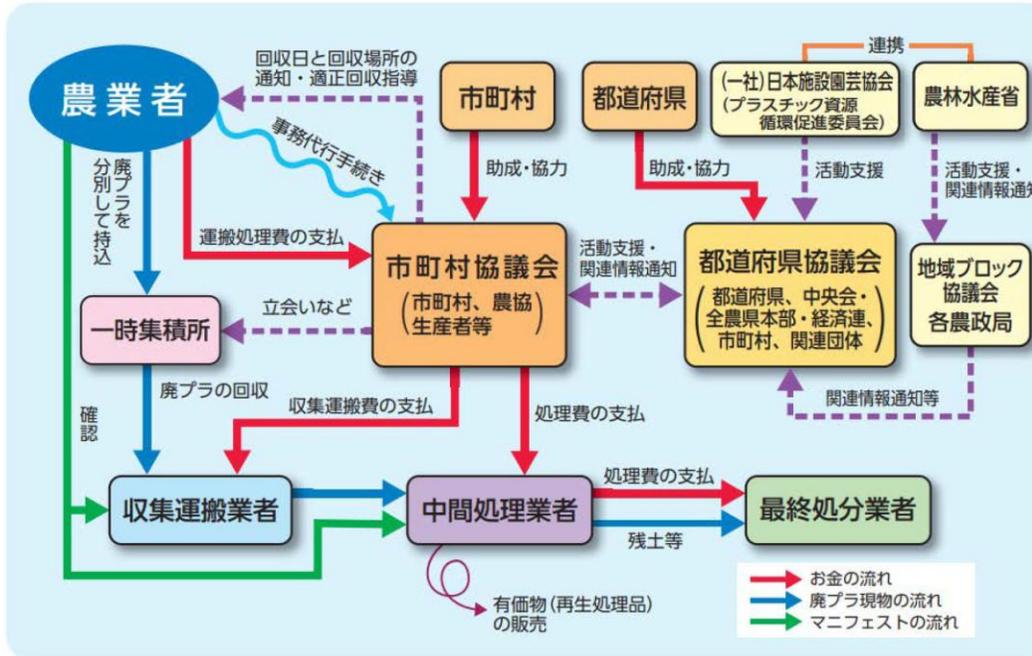
分別の徹底



異なる素材（農ビと農ポリ）が混ざっている

■ 適正処理推進のための組織

農業用廃プラ集団回収・経費徴収システム図



資料：日本施設園芸協会「〈農業用廃プラスチック〉適正処理・資源循環促進のご案内」

農業用プラスチックの問題—6

https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/attach/pdf/used_plastic-4.pdf

みどりの食料システム戦略（概要）

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～

現状と今後の課題

- 生産者の減少・高齢化、地域コミュニティの衰退
- 温暖化、大規模自然災害
- コロナを契機としたサプライチェーン混乱、内食拡大
- SDGsや環境への対応強化
- 国際ルールメイキングへの参画

 「Farm to Fork戦略」(20.5)
2030年までに化学農薬の使用及びリスクを50%減、有機農業を25%に拡大

 「農業イノベーションアジェンダ」(20.2)
2050年までに農業生産量40%増加と環境フットプリント半減

農林水産業や地域の将来も見据えた持続可能な食料システムの構築が急務

持続可能な食料システムの構築に向け、「みどりの食料システム戦略」を策定し、中長期的な観点から、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進

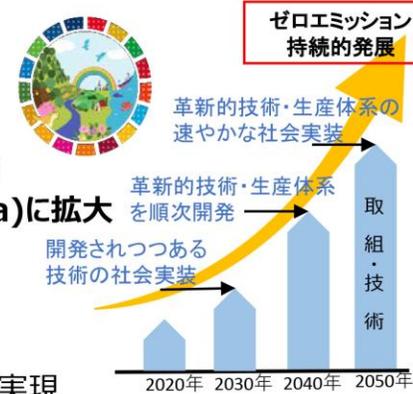
目指す姿と取組方向

2050年までに目指す姿

- 農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現
- 低リスク農業への転換、総合的な病害虫管理体系の確立・普及に加え、ネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬等の開発により化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減
- 輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減
- 耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大
- 2030年までに食品製造業の労働生産性を最低3割向上
- 2030年までに食品企業における持続可能性に配慮した輸入原材料調達の実現を目指す
- エリートツリー等を林業用苗木の9割以上に拡大
- ニホンウナギ、クロマグロ等の養殖において人工種苗比率100%を実現

戦略的な取組方向

2040年までに革新的な技術・生産体系を順次開発（技術開発目標）
2050年までに革新的な技術・生産体系の開発を踏まえ、今後、「政策手法のグリーン化」を推進し、その社会実装を実現（社会実装目標）
※政策手法のグリーン化：2030年までに施策の支援対象を持続可能な食料・農林水産業を行う者に集中。
2040年までに技術開発の状況を踏まえつつ、補助事業についてカーボンニュートラルに対応することを目指す。
補助金拡充、環境負荷軽減メニューの充実とセットでクロスコンプライアンス要件を充実。
※革新的技術・生産体系の社会実装や、持続可能な取組を後押しする観点から、その時点において必要な規制を見直し。地産地消型エネルギーシステムの構築に向けて必要な規制を見直し。



農水省資料
「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢」より抜粋

期待される効果

経済

持続的な産業基盤の構築

- ・輸入から国内生産への転換（肥料・飼料・原料調達）
- ・国産品の評価向上による輸出拡大
- ・新技術を活かした多様な働き方、生産者のすそ野の拡大

社会

国民の豊かな食生活 地域の雇用・所得増大

- ・生産者・消費者が連携した健康的な日本型食生活
- ・地域資源を活かした地域経済循環
- ・多様な人々が共生する地域社会

環境

将来にわたり安心して暮らせる地球環境の継承

- ・環境と調和した食料・農林水産業
- ・化石燃料からの切替によるカーボンニュートラルへの貢献
- ・化学農薬・化学肥料の抑制によるコスト低減

アジアモンスーン地域の持続的な食料システムのモデルとして打ち出し、国際ルールメイキングに参画（国連食料システムサミット（2021年9月）など）

農業用プラスチックの問題ー7

地球温暖化対策（ゼロエミッション化）

目標

ゼロエミッション化のための排出源対策として、

- ・**園芸施設**について、**2050年までに化石燃料を使用しない施設への完全移行**。
- ・新たに販売される主要な**農業機械**について、蓄電池・燃料電池や合成燃料等のイノベーションも活用し、**2040年までに化石燃料を使用しない方式に転換**。
- ・園芸分野において、**2035年までに廃プラスチックのリサイクル率を100%に引き上げ**。
このほか、吸収源対策として、**2030年までに、農地・草地におけるCO₂吸収量を倍増**。

https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/attach/pdf/used_plastic-4.pdf

1 施設園芸の化石燃料からの脱却・廃プラリサイクル

これまでの化石燃料に依存した園芸から脱却して、バイオマスや廃熱などを活用したゼロエミッション型施設を実現する。

目標達成に向けた技術開発

- ・**暖房器具**
- ・**プラ**
- ・高速加温型ヒートポンプ
- ・自然冷熱や産業廃熱等の**超高効率な蓄熱・移送技術**
- ・バイオマスを活用した加温装置や蓄熱装置の精密な**放熱制御技術**
- ・透過性が高く温室に活用できる**太陽光発電システム**
- ・耐久性の高い**生分解性フィルム**（マルチに加え、施設で使用可）



目標達成に向けた環境・体制整備

- ・**暖房器具**
- ・**プラ**
- ・新技術の低コスト化に向けた現場実証
- ・補助事業における**ハイブリッド施設やゼロエミッション型施設の優遇からスタートして最終的には化石燃料を使用する施設を対象外にする**などとして誘導
- ・**廃プラペレットや木質バイオマス等の熱源安定供給体制の確立**
- ・**廃熱発生工場等で発生する廃熱とCO₂を利用することにより、園芸施設における化石燃料の使用削減とCO₂の有効活用を推進**
- ・最終的には**農業用A重油の免税・還付措置の廃止**
- ・**太陽光発電システムや生分解性フィルムの現場実証**

2 農機の電化・水素化・脱炭素燃料化

新たに販売される主要な農業機械について、蓄電池・燃料電池、水素燃料・合成燃料等のイノベーションや作業体系そのものの見直しにより、ゼロエミッション化を実現する。

目標達成に向けた技術開発

- ・**蓄電池・燃料電池の小型化・強靱化・低価格化**
〔現在の蓄電池は、13馬力1時間作業可で、160kg・260万円（試算）
→ 無充電1日作業可・農機に搭載可能な大きさ・経済的な価格〕
- ・**水素燃料・脱炭素燃料の開発**
〔脱炭素燃料：生物由来のバイオ燃料や、CO₂と水素から作られるe-fuel〕
- ・**電力等に対応した農機・作業機の開発**
〔上記動力に対応した農業機械の構造の構築等〕
- ・**超小型農機の開発と作業体系の確立**
〔化石燃料を使用する中大型機械体系から電力駆動する超小型機械体系への転換等〕

目標達成に向けた環境・体制整備

- ・補助事業における**電動農機等の優遇からスタートして、最終的には化石燃料を使用する農機を対象外にする**などとして誘導
- ・**充電施設等の整備**（事務所・ほ場周辺等、営農型太陽光発電とも連携）
- ・**蓄電池等の充電・交換・シェアリング等のサービス体制の整備**

農水省資料

「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢」より抜粋

被覆肥料によるプラスチックの環境汚染

圃場に撒いた被覆肥料(マイクロカプセル剤)のうち、被覆殻が流出するのは2.6%に過ぎず、残りは土壤に蓄積するので、マイクロプラスチックの土壤汚染が問題となる。

https://www.env.go.jp/water/b-1_katsumi_ishikawa_pref_univ_upload_rev.pdf

被覆農薬(マイクロカプセル農薬)も環境汚染が問題。



畦に集まった被覆肥料殻 福井県坂井市の水田
出典:日本野鳥の会福井県支部 支部報つぐみ 2022年12月号写真:松村俊幸(日本野鳥の会福井県支部)



被覆肥料殻を採食するアカエリヒレアシシギ 福井県坂井市の水田 2022年5月2日
写真:松村俊幸(日本野鳥の会福井県支部)

フッ素フィルム(フッ素樹脂)を使用した農業用プラスチック

農業資材情報

新製品や各社のお知らせ

農業資材販売店

農業関連記事

お問い合わせ

会員メニュー



目次

1. 農業用フッ素フィルムとは
2. 製造元・発売元及び製品名
3. 同じ用途や類似する製品群
4. 使用上の注意点 (焼却処分厳禁)



台風や強風に
負けない。
強い農芸用鋼管は
大和鋼管STX。

 **大和鋼管**

農業用プラスチックでは、
今社会問題になっている
有機フッ素化合物
PFASを使用したフッ素
フィルムを使っているも
もある。ビニールハウ
スやマルチなど

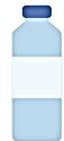
8. プラスチックによる地球規模の環境汚染

プラスチックを使い続けると2050年、海洋プラスチックゴミは魚の量を超える

2014

2050

プラスチックの
生産量

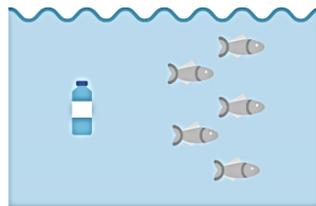


311 MT

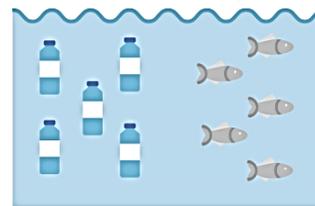


1,124 MT

海洋中のプラスチックと
海洋魚の割合
(重量比)



1:5



>1:1

世界の石油消費量に占める
プラスチックの割合

CONSUMPTION



6%



20%

炭素排出量における
プラスチックの割合

OF CARBON BUDGET³



1%



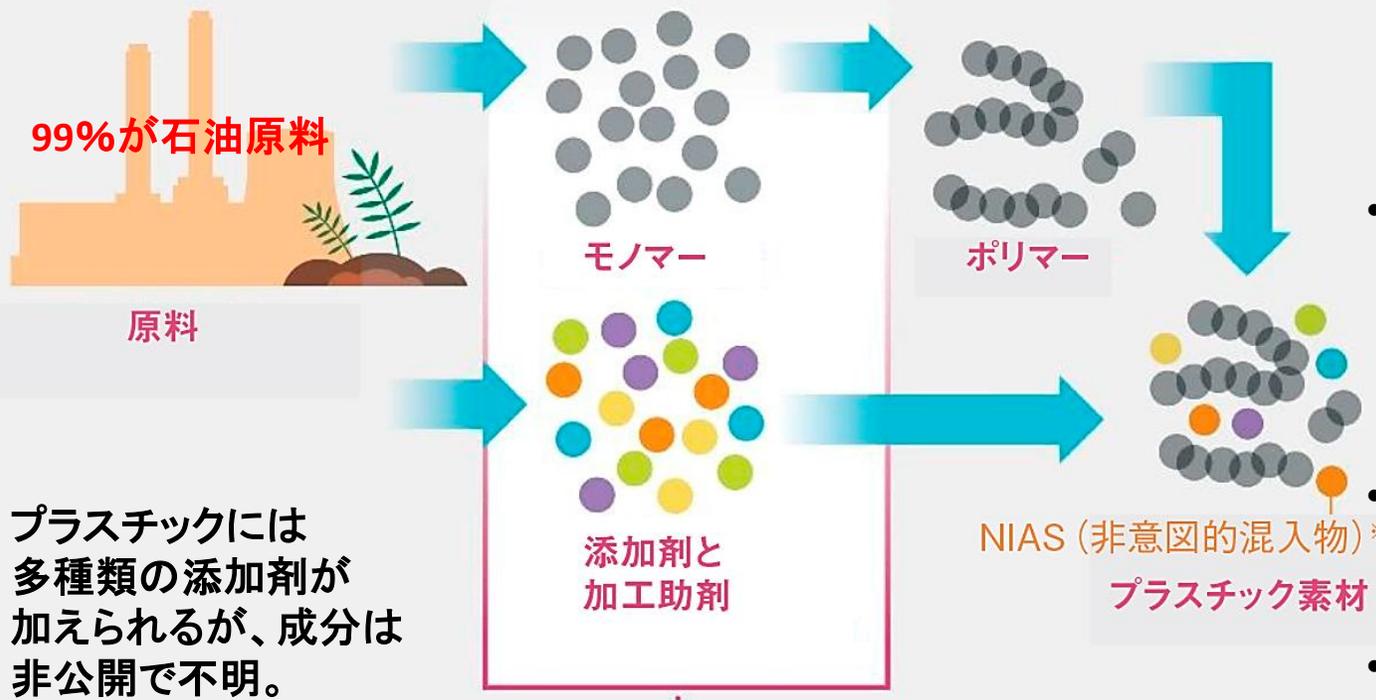
15%

国際機関・世界経済フォーラム2016年
の発表

2014年プラスチックの生産量3.11億トン
このまま2050年まで増え続けると11.24
億トン

2050年の海洋中のプラスチックゴミは海
洋魚よりも多くなると予想されている。

<https://www.weforum.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics/>
より引用



プラスチックには多種類の添加剤が加えられるが、成分は非公開で不明。

プラスチックとは

- モノマーを重合して作られるポリマーが基本構造
例 エチレン ⇒ ポリエチレン
スチレン ⇒ ポリスチレン
塩化ビニル ⇒ ポリ塩化ビニル
- ポリマーに様々な添加剤と加工助剤が加えられてプラスチック素材が作られる。
- 非意図的混入物が含まれることもある。
分解生成物、不純物、反応副生成物など
- 添加剤や加工助剤などは、化学重合していないので溶出しやすい。
- ポリマーには重合しないモノマーが残留し、劣化や加熱で溶出する可能性有り
有害性が懸念されるモノマー:ビスフェノール類、スチレン、塩化ビニル、ジイソシアネートなど
- プラスチック中に含まれる化学物質では、約6000種について有害性の有無が確認されていない



UNEP国連環境計画資料(2023年版)より
JEPa翻訳版を参照
<https://kokumin-kaigi.org/?p=10909>

プラスチックの主な構成要素の概要

プラスチックは添加剤の表示義務がないため、何がふくまれているのかわからないことが問題



①

モノマーとポリマー

プラスチック素材を構成する基本的構成単位

②

添加剤

目的とする機能をプラスチック素材に付与する化学物質

③

その他の意図的な添加物質

出発原料や触媒など

*出発原料 (JEPA注) ; 何段階もの合成反応を経て化合物を作るとき、その合成の出発点となる原料のこと。

④

非意図的な混入物質

製造やリサイクルの際に混入する溶剤、洗浄剤、不純物など

種類

一般的に使用されている主なプラスチック添加剤*



可塑剤

プラスチックに柔軟性や弾性を付与するもの
例：フタル酸エステル類、塩素化パラフィン類など

充填剤

機能的な特性に影響を与えずに増強効果をもたらすもの
例：マイカ(雲母)、タルク、クレー(粘土類)など

難燃剤

可燃性の抑制、延焼の防止のために添加されるもの
例：臭素系難燃剤、塩素系難燃剤など

その他

着色剤、酸化防止剤、熱安定剤、光安定剤、潤滑剤、殺生物剤、帯電防止剤など

プラスチックのライフサイクルと化学物質の関係



**原料の採取
とその加工**

プラスチック素材の生産
素材の強化、軟化、着色、
難燃化などを目的として添
加剤が使用される

プラスチック製品の製造
製品の特性を強化するため
に多種の化学物質が加えら
れる。

リサイクル
有害な添加剤によってプラス
チックのリサイクルが困難にな
り、プラスチックの循環性が制
限される可能性（新たに生産す
るリサイクル製品素材を汚染す
ることなどが原因）

プラスチック製品の使用
プラスチック製品の使用中に
化学物質が放出される可能性

廃棄
プラスチック廃棄物の屋外焼却によ
り、ダイオキシン類やフラン類などの
有害化学物質が放出される可能性

プラスチックはそのライフサイク
ル全体を通じて懸念化学物質を
放出し、大気、水系、土壌を汚染
する可能性があります

UNEP資料JEP A翻訳版より
<https://kokumin-kaigi.org/?p=10909>

プラスチック中の10種類の有害化学物質－1

	物質群	主な有害性	何に入っているのか？
1	難燃剤 (臭素系難燃剤、有機リン系難燃剤など)	IQの低下、知的障害、発達神経毒性、発がん性、内分泌かく乱作用、生殖毒性など	玩具などの子ども向け製品、電気・電子機器、自動車、合成繊維素材、家具、建築資材など
2	有機フッ素化合物 (PFAS)	内分泌かく乱作用、発がん性、発生毒性(低出生体重、不妊増加)、免疫低下、脳の発達遅延など	フッ素樹脂加工の鍋やフライパン等、食品容器包装、合成繊維素材、家具、人工芝など
3	フタル酸エステル類 (DEHP、DBP、BBP、DIBPなど)	生殖毒性(精子減少、不妊)、内分泌かく乱作用(肥満や糖尿病など)	玩具などの子ども向け製品(塩化ビニール製の玩具の可塑剤)、自動車、建築資材、医療機器など
4	ビスフェノール類 (BPA、BPF、BPSなど)	生殖毒性(卵形成への悪影響、不妊など)、内分泌かく乱作用(脳発達への悪影響や肥満など)	玩具などの子ども向け製品、ポリカーボネート製食器、建築資材、パソコン・スマートフォン・カメラのボディ、CD・DVD、缶詰の内面塗装、感熱紙など
5	アルキルフェノール類 (ノニルフェノール、ノニルフェノールエトキシレートなど)	内分泌かく乱作用(精子減少、不妊)など	飲料容器の蓋、プラスチックの酸化防止剤や乳剤など

子どもケミネットHPより
UNEP資料より改変

https://c.kokumin-kaigi.org/?page_id=753

プラスチック中の10種類の有害化学物質－2

	物質群	主な有害性	何に入っているのか？
6	殺生物剤 (第四級アンモニウム塩、トリクロサンなど)	皮膚・目への刺激や感作性、 遺伝毒性、内分泌かく乱作用 など	抗菌プラスチックなど
7	紫外線吸収剤・安定剤 (ベンゾフェノン類、 UV-328 など)	肝臓毒性、内分泌かく乱作用、 アレルギーの原因	プラスチック製品の劣化 防止剤など
8	金属・半金属類 (ヒ素、カドミウム、 コバルト、クロム、鉛、 水銀、スズ、亜鉛など)	神経毒性、発達神経毒性、各 種有害作用・玩具からのカ ドミウムの溶出	玩具などの子ども向け製 品、食器の着色剤、自動車 など
9	多環芳香族炭化水素類 (ナフタレン、ベンゾピ レンなど)	発がん性、変異原性、生殖毒 性など	直接に接触するプラス チック製品中に存在、人工 芝など
10	その他の非意図的混入物 (NIAS) (ダイオキシン類・揮発性 有機化合物(VOC)など)	内分泌かく乱作用、生殖毒 性、発達神経毒性など	再生プラスチック中には、 ダイオキシン類や揮発性有 機化合物などが検出されて いる

子どもケミネットHPより
UNEP資料より改変

https://c.kokumin-kaigi.org/?page_id=753

多様な用途に使用されているプラスチック-1

	産業セクター 製品のバリエーション	優先的に対応する理由	具体的な 懸念化学物質の例
①	玩具などの 子ども向け 製品 	<ul style="list-style-type: none"> プラスチック製玩具の普及率が高い(市販の玩具の約90%) 口で接触することによるばく露リスクが高い 子どもたちは成人と比べて体重が少なく、発達途中にあるため、特に影響を受けやすい(小児の脆弱性) 	特定のフタル酸エステル類、BPA、SCCPs (塩素化パラフィン)、PBDEs (臭素系難燃剤)、ダイオキシン類、有害金属・半金属類
②	包装(食品 接触材を含む) 	<ul style="list-style-type: none"> 食品への溶出によるばく露リスクが高い 海洋プラスチック汚染の主要発生源 	モノマー、有害金属・半金属類、NIAS (非意図的混入物)
③	電気・電子 機器 	<ul style="list-style-type: none"> 量が多い - 年間約1,000万トンのプラスチック廃棄物が発生(電気・電子機器廃棄物全体の20%に相当) 	過去に添加剤として使われた残留性有機汚染物質(POPs)(PBDEs、HBCDDなど)*
④	自動車 	<ul style="list-style-type: none"> 増え続けるプラスチック使用量(例:乗用車では、1980年代に一台あたり100kgだったプラスチックの平均使用量が2014年には200kgまで増加) 	車の室内の空気やほこりに含まれる有害金属・半金属類、VOCs、臭素系・有機リン系難燃剤、特定のフタル酸エステル類(使用量が上昇し、人体へのばく露量が増加)
⑤	合成繊維 素材 	<ul style="list-style-type: none"> プラスチックの高い普及率 — 繊維製品の60%以上(2016年は約6,500万トン) 天然繊維と比較して多くの難燃剤が必要 	PBDEs、HBCDD、SCCPs、PFOS、PFOA

※ 電気・電子機器のライフサイクル内で発生する有害物質で、ストックホルム条約において懸念性があると認定されたもの

多様な用途に使用されているプラスチック-2

	産業セクター 製品のバリエーション	優先的に対応する理由	具体的な 懸念化学物質の例
⑥	家具 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 懸念化学物質の人体ばく露の重大な原因 (特に子ども) ・ 耐用年数が高い (再利用を含めて) ため、使われなくなった添加剤も含め長期間ばく露 	臭素系・有機リン系難燃剤
⑦	建築資材 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プラスチックの大量使用による室内空気・屋外環境の悪化 ・ 長期使用による長期ばく露および廃棄物管理の課題 	臭素系・有機リン系難燃剤、SCCPs、MCCPs、フタル酸エステル類、PCBs
⑧	医療機器 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 病院や保健施設におけるPVC (ポリ塩化ビニル) 製プラスチック医療機器の広範な使用 (プラスチック製の医療機器の40%) による脆弱な人々のばく露 	フタル酸エステル類 (DEHPなど)、ダイオキシン類 (PCDDs/PCDFs) (PVC でできた医療廃棄物の燃焼により発生)
⑨	パーソナル ケア製品・ 家庭用品 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原料に大量に使用されている懸念化学物質の人体や生態系への直接ばく露 ・ 容器から製品へ懸念化学物質が移行 	フタル酸エステル類やその他の可塑剤、NIAS (非意図的混入物)
⑩	農業・水産 養殖業・漁 業用品 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業や水産養殖業ではプラスチックが広く使用され (2018年は約1,250万トン)、回収・リサイクルが難しく、環境への大量排出 (特に多いのは農業用マルチフィルム) 	特定のフタル酸エステル類、ビスフェノール類、ダイオキシン類 (PCDDs/PCDFs) (PVC製品の野焼きから発生)

プラスチック中の有害化学物質の人体曝露とその影響

発生源



日常的なプラスチック製品：

プラスチックを使用した食品接触材、建築資材、電子機器、繊維製品、衣類、パーソナルケア製品、家庭用品など



子ども向け製品：

玩具、衣類、家具など



職場：

プラスチックのバリューチェーンの各段階における職業的ばく露

UNEP資料JEP A翻訳版より

<https://kokumin-kaigi.org/?p=10909>

ばく露経路

の例

汚染された空気の吸入
(経気)

汚染された食品、水、ほ
こりの摂取 (経口)

皮膚への接触 (経皮)



健康への悪影響

の例

ホルモン機能の異常

生殖能力の低下

神経系の損傷

高血圧・心血管疾患

肺がん・肝臓がん

ビスフェノール類やフタル酸エステル類など内分泌攪乱物質が不妊を起こし、発達障害の要因となっていることが多くの科学論文から明らかになっている。

プラスチックのライフサイクルを通じて有害化学物質に対処するために

不要なプラスチックの生産を減らすことで**プラスチックの大元の蛇口を閉める**

ライフサイクルからのアプローチやシステム思考、グリーンケミストリーの原則に基づくプラスチックおよびプラスチック製品の**持続可能な設計**

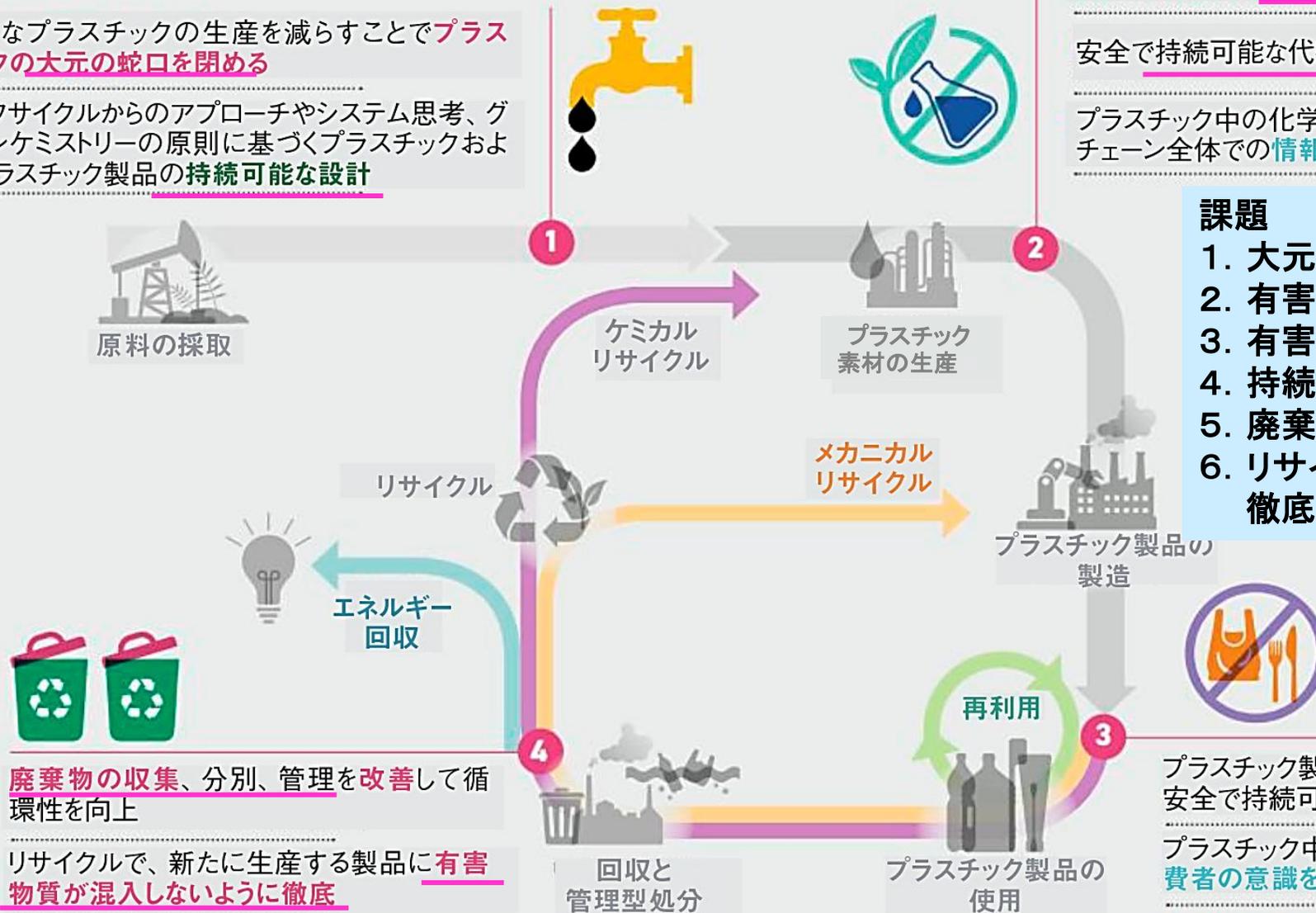
懸念化学物質の**規制・段階的廃止**

安全で持続可能な代替品の**推進と開発**

プラスチック中の化学物質についてバリューチェーン全体での**情報共有**

課題

1. 大元の蛇口を閉める
2. 有害物質を含まないプラスチックの設計
3. 有害物質の規制・段階的廃止
4. 持続可能・安全な代替品の開発と推奨
5. 廃棄物の徹底した分別・管理
6. リサイクルで、有害物質が混入しないよう徹底



廃棄物の収集、分別、管理を改善して循環性を向上

リサイクルで、新たに生産する製品に**有害物質が混入しないように徹底**

労働者（インフォーマルセクター）の**保護**

UNEP資料JEP A翻訳版より

<https://kokumin-kaigi.org/?p=10909>

プラスチック製品の**総使用量を削減し**、安全で持続可能な代替品を推奨

プラスチック中の化学物質について**消費者の意識を向上**

プラスチック製品中の避けられない汚染物質に対する**制限の規制**

バイオマスプラスチック、生分解性プラスチックなら良いのか

・ バイオマスプラスチック

石油燃料ではなく植物などの有機資源を原料とするプラスチックの総称

トウモロコシやサトウキビなどを主原料とするが、食料と競合し環境負荷、温暖化ガスの放出が起こる。

・ 生分解性プラスチック

微生物によって低分子まで分解されるプラスチック

海洋環境中では生分解されるまで長期間かかり、長期に渡ってマイクロプラスチック化する。リサイクルルートで他のプラスチック素材と混在するとリサイクルの阻害要因となる。

モラルハザードを引き起こし、ポイ捨てを助長する。

問題点

1. どちらも有害な添加剤などが使われる可能性がある⇒何が使われるか不明
2. どちらも大量使用すれば、環境に負荷がかかる。
3. 現在環境に負荷を及ぼさず安全なプラスチック代替品は存在しない。
4. 安全な代替プラの開発は良いが、大元の蛇口を閉める必要がある。

プラスチックのリサイクル

• マテリアルリサイクル(メカニカルリサイクル)

プラスチック廃棄物を、その性質を変えずに新たな製品の材料として再利用すること。

PETボトルは、主にこのリサイクル法を用いている。PETボトルリサイクル推進協議会では、2021年の回収率94%、リサイクル率86%と報告。しかし日本のPETボトルは年間248億本販売されており、その6%を占める非回収分つまり廃棄分は、なんと約15億本にも及ぶ。またリサイクルにかかる費用は、バージンプラスチックよりも高いとも言われている(プラジャーナル<https://plasticjournal.net/column/4500.html>)。

• ケミカルリサイクル

廃プラスチックに熱や圧力を加えて化学的処理をして、モノマーなどの原料に戻して、プラスチック原料とする方法。高額費用がかかり、有害物質を排出するなど非現実的ともいわれている。

• 熱回収(サーマルリサイクル)

廃プラスチックを焼却してエネルギーを回収する方法。残留性の高いPFAS類やPOPs、有害懸念物質などが含まれるプラスチックを焼却すると、大気中に放出する大気汚染物質や、灰に含まれる有害化学物質の処理が問題になる。温暖化を促進するもいわれており、国際的にはリサイクルと認定されていない。

プラスチック循環利用協会(<https://www.pwmi.or.jp/pdf/panf1.pdf>)によると、2021年日本の廃プラスチック総排出量は824万トン、有効利用率は717万トン(87%)。その内訳はマテリアルリサイクル177万トン(25%)、ケミカルリサイクル29万トン(4%)サーマルリサイクル511万トン(71%)

どのリサイクルにおいても、プラスチックに含まれる有害化学物質が問題！

リサイクル・プラスチックに混入する有害化学物質

- プラスチックはリサイクルが推奨されているが、もともと添加剤が多種類含まれていることが多いため、安全なリサイクルは難しい。
- 2019年、100円ショップで販売されているプラスチック製玩具32点中7点に、ストックホルム国際条約で禁止(2009年)されている臭素系難燃剤PBDEが検出された。(ダイオキシン環境ホルモン対策国民会議とIPEN国際汚染物質廃絶ネットワークの調査)
- 正確な混入の経緯は不明だが、日本は2017年まで、廃プラスチックを中国に大量に輸出していたことから、中国でそれを利用して安価なプラスチック製品を生産し、日本が逆輸入していた可能性。



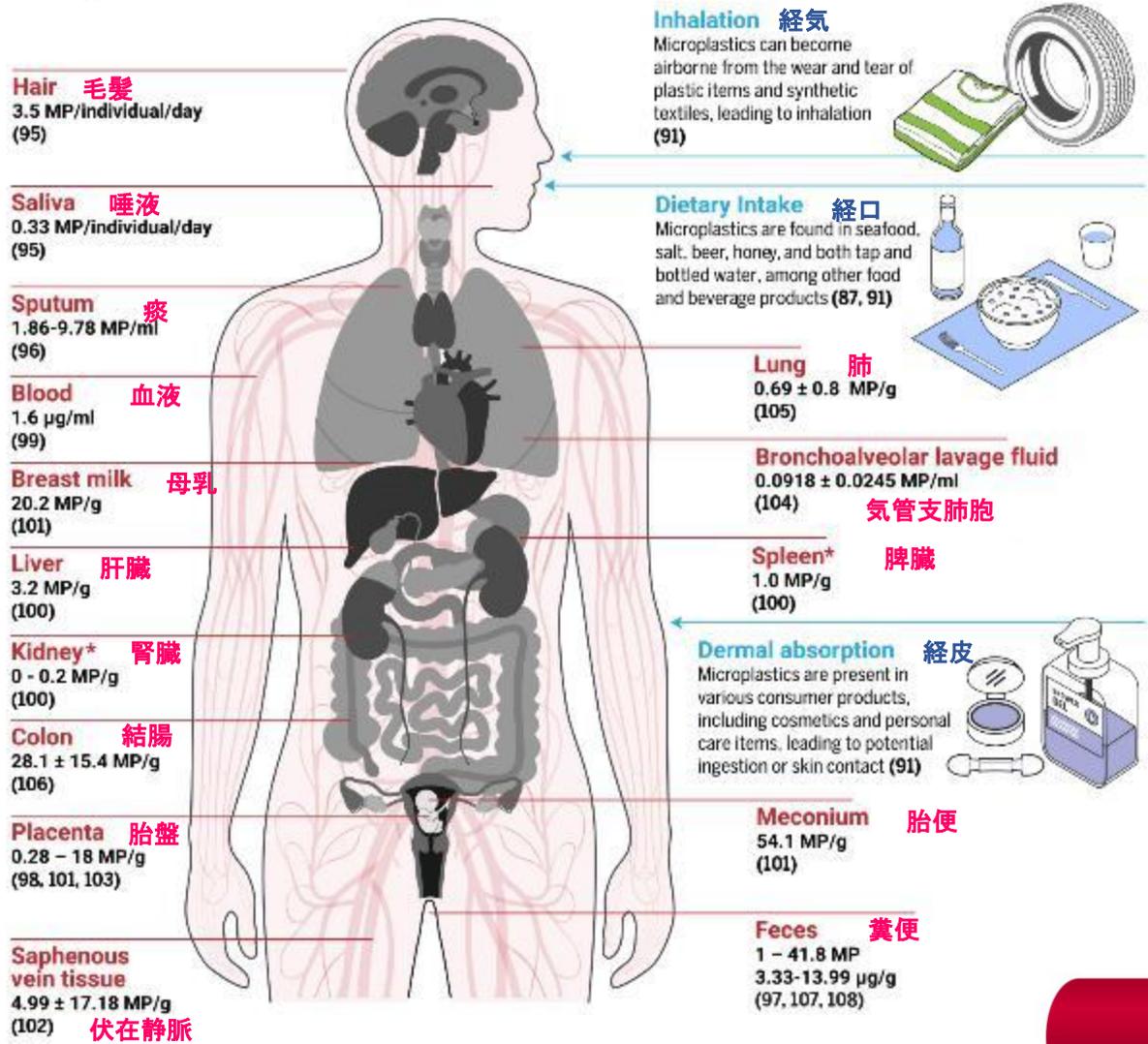
PBDEが検出された玩具のギター、髪留め、スマホケース、ヘアバンド
JEPAニュース118号(2019) https://kokumin-kaigi.org/?page_id=3059

マイクロプラスチック、ナノプラスチックの危険性

- マイクロプラスチックは、海洋、大気、土壌、人体(血液、肺、胎盤など)、全てに検出。
- マイクロプラスチック自体の毒性、WHOは①それ自体による組織への損傷、②溶出する有害化学物質、③微生物が付着・増殖して形成されるバイオフィルムの危険性を指摘。
- マイクロプラスチックはさらに微小なナノプラスチックになり、血液脳関門を通過し、神経系に悪影響を及ぼす可能性がある。
- プラスチックの過剰使用による環境破壊やヒトへの健康影響に関する総説
Landigan PI et al. The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health.
Ann Glob Health. 2023 Mar 21;89(1):23. 高田秀重先生や世界の40人の著者
マイクロプラ、ナノプラの危険性を指摘
- **マイクロプラスチックと心臓発作や脳卒中が関連、初の証拠 2024年4月**
動脈の壁にたまった沈着物にプラ粒子、死亡を含むリスクに約4.5倍の差
<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/24/041500211/>
N Engl J Med. 2024 May 9;390(18):1727. doi: 10.1056/NEJMc2404154.
- **ヒトやペットの睾丸でマイクロプラスチック検出。精子減少との関連が懸念 2024年5月**
<https://www.theguardian.com/environment/article/2024/may/20/microplastics-human-testicles-study-sperm-counts>
<https://academic.oup.com/toxsci/advance-article-abstract/doi/10.1093/toxsci/kfae060/7673133>

マイクロプラスチックによるヒトの健康障害について

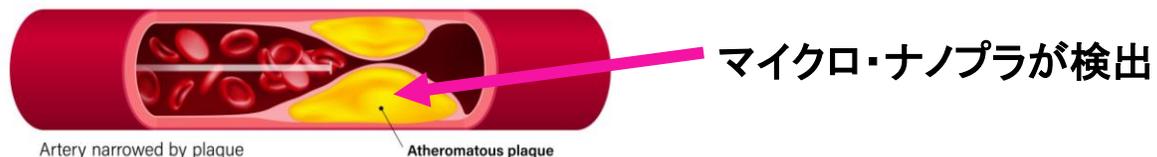
Microplastics in the human body



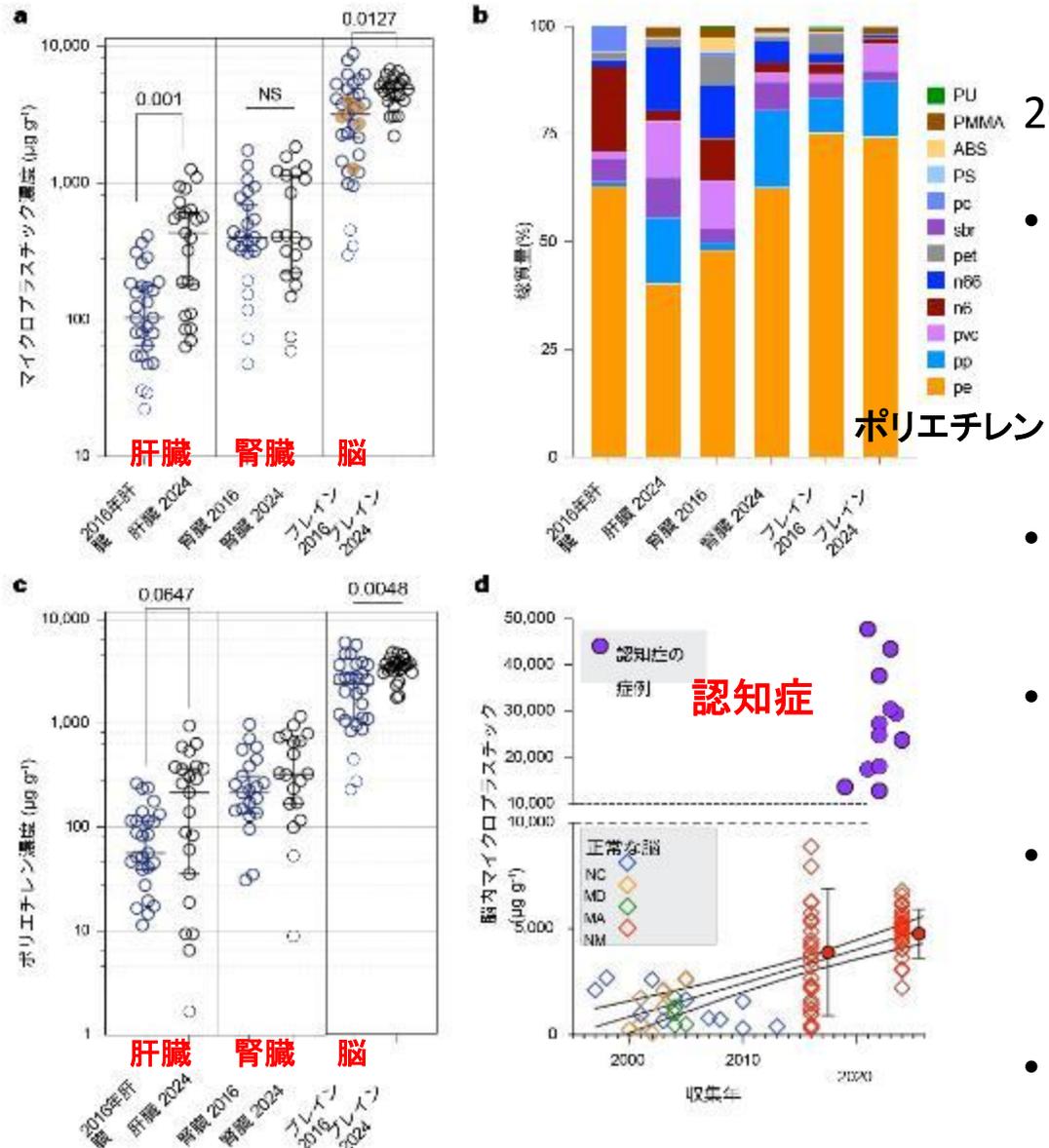
- 近年、マイクロプラスチックが人体の多様な組織で検出され、健康への影響に関わる報告が複数出ている。
- マイクロプラスチック及び、より微小なナノプラスチックによる環境や生体への影響が懸念されている。
- 最近の研究報告(イタリア)で、頸動脈の動脈硬化病変切除片において、304人中150人(58%)からポリエチレンの、マイクロ・ナノプラが検出され、31人(12.1%)にポリ塩化ビニルのマイクロ・ナノプラが検出された。
- これらの患者の3年後の調査では、マイクロ・ナノプラが確認されなかった動脈硬化の患者と比べ、心筋梗塞、脳卒中などの死亡リスクが**4.53倍**上がると報告された。

Marfella R, et al. N Engl J Med. 2024 Mar 7;390(10):900-910.

2月3日クローズアップ現代「人体からプラスチック粒子が…懸念される健康リスク」NHKオンデマンドでご覧ください



マイクロプラスチックによるヒトの健康障害 — 脳への影響



2025年発表された米国ニューメキシコ大学の研究

- 2016年(28人、平均年齢45歳)と2024年(24人、平均年齢51歳)の死亡者(事故死など)の肝臓、腎臓、脳を調べたところ、脳で最も高濃度のマイクロ・ナノプラスチックが検出され、ポリエチレン粒子が最も多かった。脳内の微細な血管壁と免疫細胞に多くのマイクロ・ナノプラが集積。
- 2016年と2024年を比べると、脳では約50%マイクロ・ナノプラ量が増加
- 認知症の死亡者(12人、2019-24年、平均年齢77歳)の脳ではマイクロ・ナノプラ量が多く、健常者の脳と比べ2~10倍
- 認知症との因果関係は不明だが、脳にはマイクロ・ナノプラが多く集まり、脳に何等かの障害を及ぼしている可能性が考えられる。
- マイクロ・ナノプラによる人体影響については今後の研究と予防が必要。

プラスチックによる環境破壊

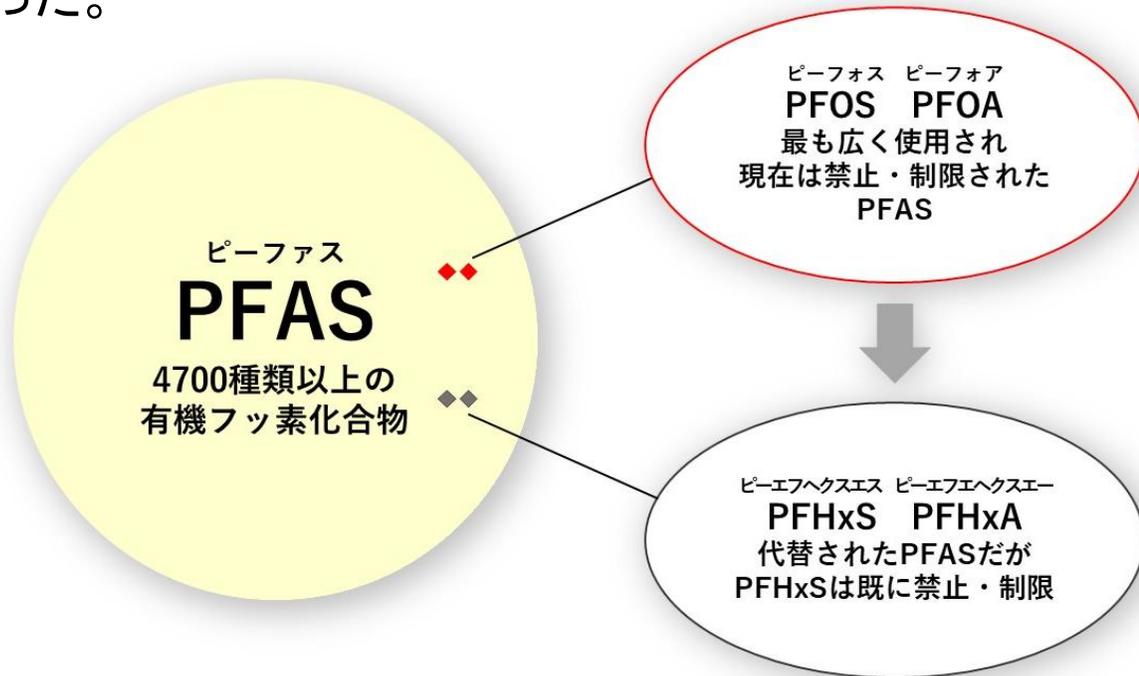
- プラスチックは、日常生活から農業、漁業、医療など全てに多用されているが、プラスチックの廃棄物、マイクロプラスチックによって、重大な環境汚染が進行している。
- プラスチック製品には、環境ホルモンなど有害性が確認されている化学物質が含まれていることが多いが、添加剤は企業秘密で何が使用されているか不明。
- プラスチックに含まれる有害化学物質:ビスフェノール類、フタル酸エステル類、紫外線吸収剤、難燃剤、有機フッ素化合物PFASなど多種類
- 有機農業においても、プラスチックは欠かせないが、農業用プラスチックをできるだけ削減することが必要ではないか。 例えばマルチ→カバークロップ
- 農水省の取り組み 「園芸分野から排出されるプラスチックをめぐる情勢」

9. 有機フッ素化合物PFASの問題

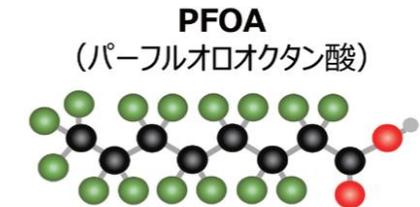
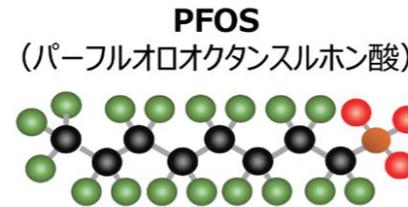
有機フッ素化合物PFAS 永遠の化学物質 (forever chemicals) 有機物 (炭素と水素)、フッ素を含む化合物、パー(ペル)フルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物の総称

有機フッ素化合物PFOS, PFOAは撥水性、防水性などの性質から多様な用途に大量使用されてきた。その後、難分解性、生殖毒性、甲状腺機能障害、環境ホルモン作用、発がん性、潰瘍性大腸炎発症リスクが確認され、既に国際的な法規制対象になっている。

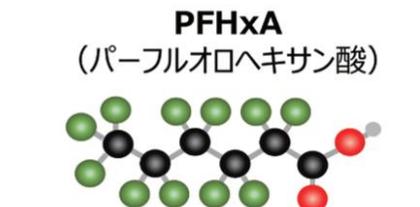
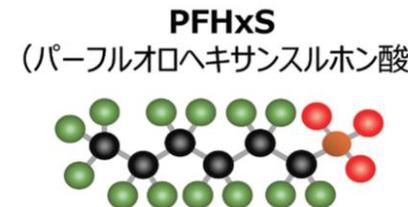
代替のPFHxSも環境ホルモン様作用が報告され、環境汚染、人体汚染も確認。2023年8月に国際的な規制対象になった。



C8 (C = 炭素の数が8個)

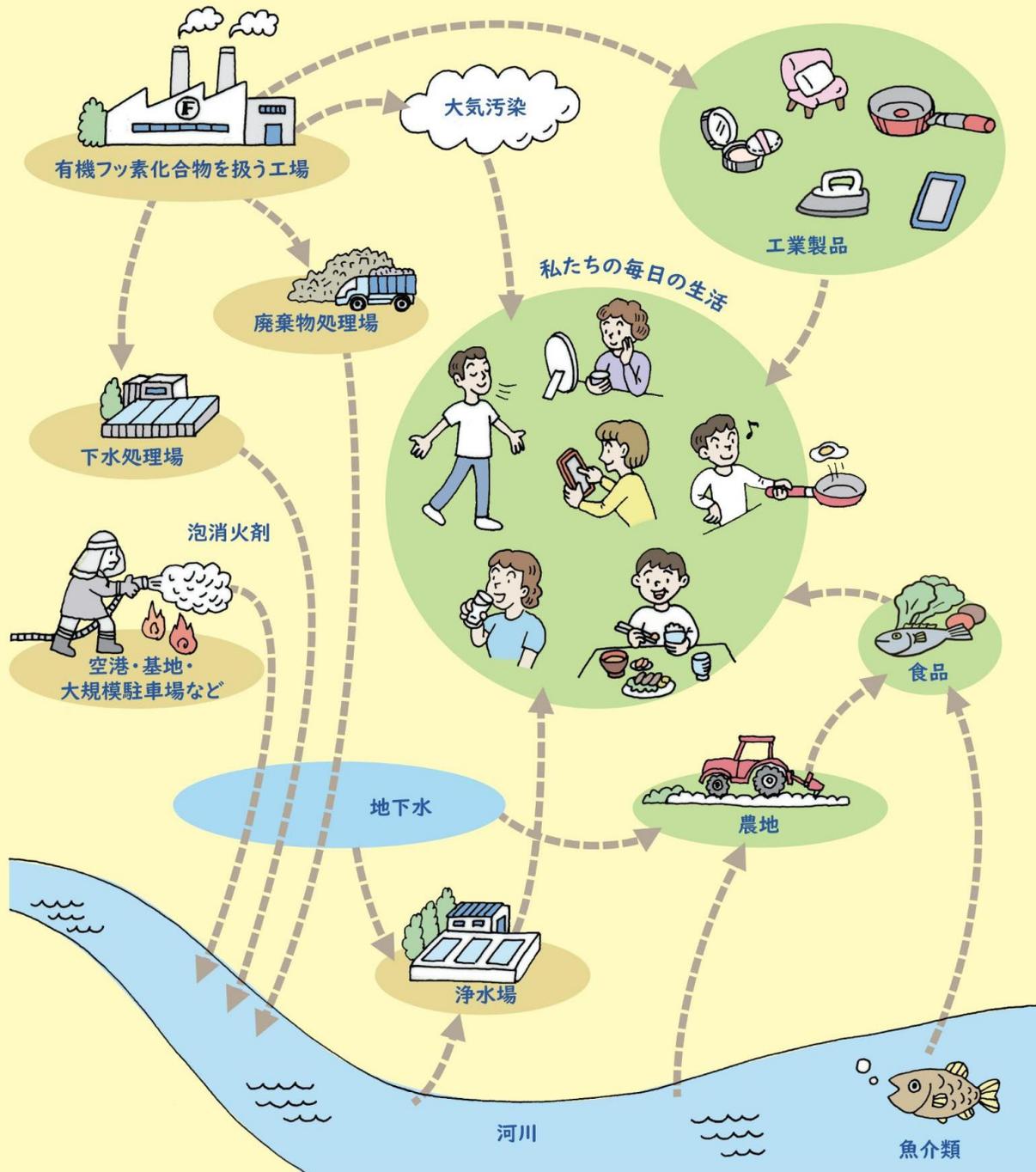


C6 (C = 炭素の数が6個)



●炭素 ●フッ素 ●酸素 ●硫黄 ●水素

PFASの環境中の動態



- 有機フッ素化合物PFASは全て人工的に合成された化学物質
- PFASは油にも水にも溶けるため、水系、大気、土壌全てに浸透して、環境全てに汚染を引き起こす

ダイオキシン環境ホルモン対策国民会議パンフより
イラスト:安富沙織

2020年 農家の血中から検出 地下水・土壌から農産物へ移行

図1 摂津市の汚染調査地域



住民Aさん 110.44ng/mL
 住民Bさん 41.91ng/mL
 住民Cさん 53.85ng/mL

「井戸水は飲んでいない」

	PFOA濃度	
	ng/L(水)	ng/kg(土壌・作物)
畑1 (地下水を利用)		
井戸水		18,366
土壌		2522.3
サトイモ		66.0
ナス		317.3
じゃがいも		124.3
畑2 (以前地下水、2012年に農業用水路で灌漑)		
農業用水		130~370
土壌		3647.0
キャベツ		265.2
大根		721.9
ナス		87.1
白菜		446.9

植田武智氏

食の安全・監視市民委員会
 科学ジャーナリスト
 Tウオッチ2024年
 学習会資料より

摂取を減らせば体内濃度は下がる

摂津市住民の2021年から約1年間の野菜摂取制限の効果

住民	2020/7/10 及び 9/30			2021/10/23 (ng/mL)			2022/9/27 (ng/mL)			2022年の2021年に対する比率 (%)
	PFOS	PFOA	PFOS+PFOA	PFOS	PFOA	PFOS+PFOA	PFOS	PFOA	PFOS+PFOA	
A				7.5	17.3	24.8				
B				33.3	140.9	174.2	12	98.8	110.8	63.6
C	5.6	41.9	47.5	31.8	79.7	111.5	28.9	54.7	78.6	70.5
D	4.7	53.9	58.6	9.3	190.7	200.0	16	117	133	66.5
E				22.1	81.8	104.0	13.8	81.7	95.5	91.9
F				6.4	18.2	24.6				
G				2.1	32.1	34.2				
H	7.3	110.4	117.7	12.6	103.4	116.0	6.7	76.6	83.2	71.7
I				4.0	9.0	13.0				
J							12.7	67.5	80.1	
K							9.4	34.2	43.6	
L							5.3	11.8	17.1	
平均	5.9	68.7	74.6	14.3	74.8	89.1	12.5	67.8	80.2	72.8
標準偏差	1.3	36.6	37.7	11.8	62.6	69.0	5.8	34.0	36.4	11.1

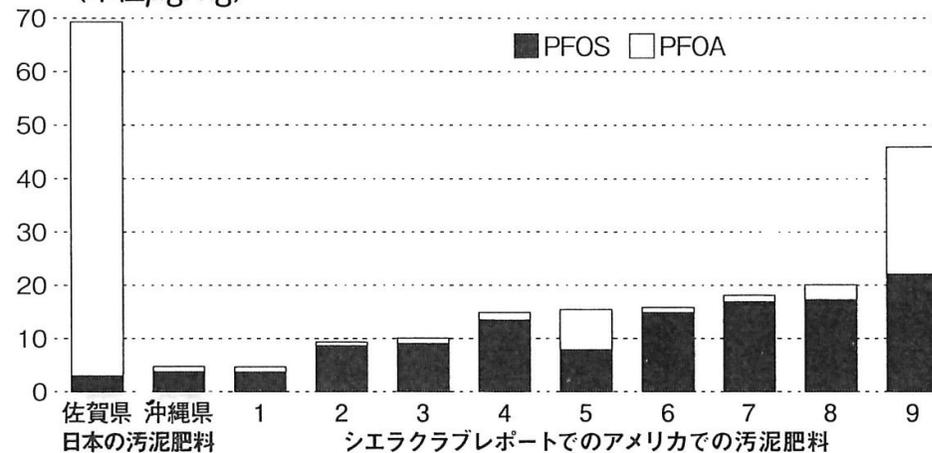
水道水以外からの汚染

●調査した中国産アサリの分析結果

アサリ

検体番号	販売者、製造者、加工者	商品名	写真	あさり原産地	PFOA (ng/kg)
1	(株)ホテイフーズ コーポレーション	あさり水煮		中国	3049
2	マルハニチロ(株)	あさり水煮		中国	3678
3	清水食品(株)	あさり水煮		中国	1450
4	マルケー食品(株)	あさり飯の素		中国	5132
5	(株)マルコ水産 (三重県津市)	冷凍アサリ		三重県	333
6	(株)やまあき (千葉県木更津市)	活あさり		北海道	157
7	(株)やまあき (千葉県木更津市)	活あさり		愛知県	471

図1●日米の汚泥肥料でのPFOS、PFOAの濃度比較
(単位 $\mu\text{g}/\text{kg}$)



汚泥肥料

週刊金曜日
2023.11.24
植田武智記事より

相模川支流の魚から全国平均の340倍のPFAS検出

道保川のカワムツの身で、2万9000ng/kg (PFOA+PFOS)
1週間に身を8g食べれば「健康リスク」も 京大と共同調査
東京新聞デジタル版より

<https://www.tokyo-np.co.jp/article/302128>

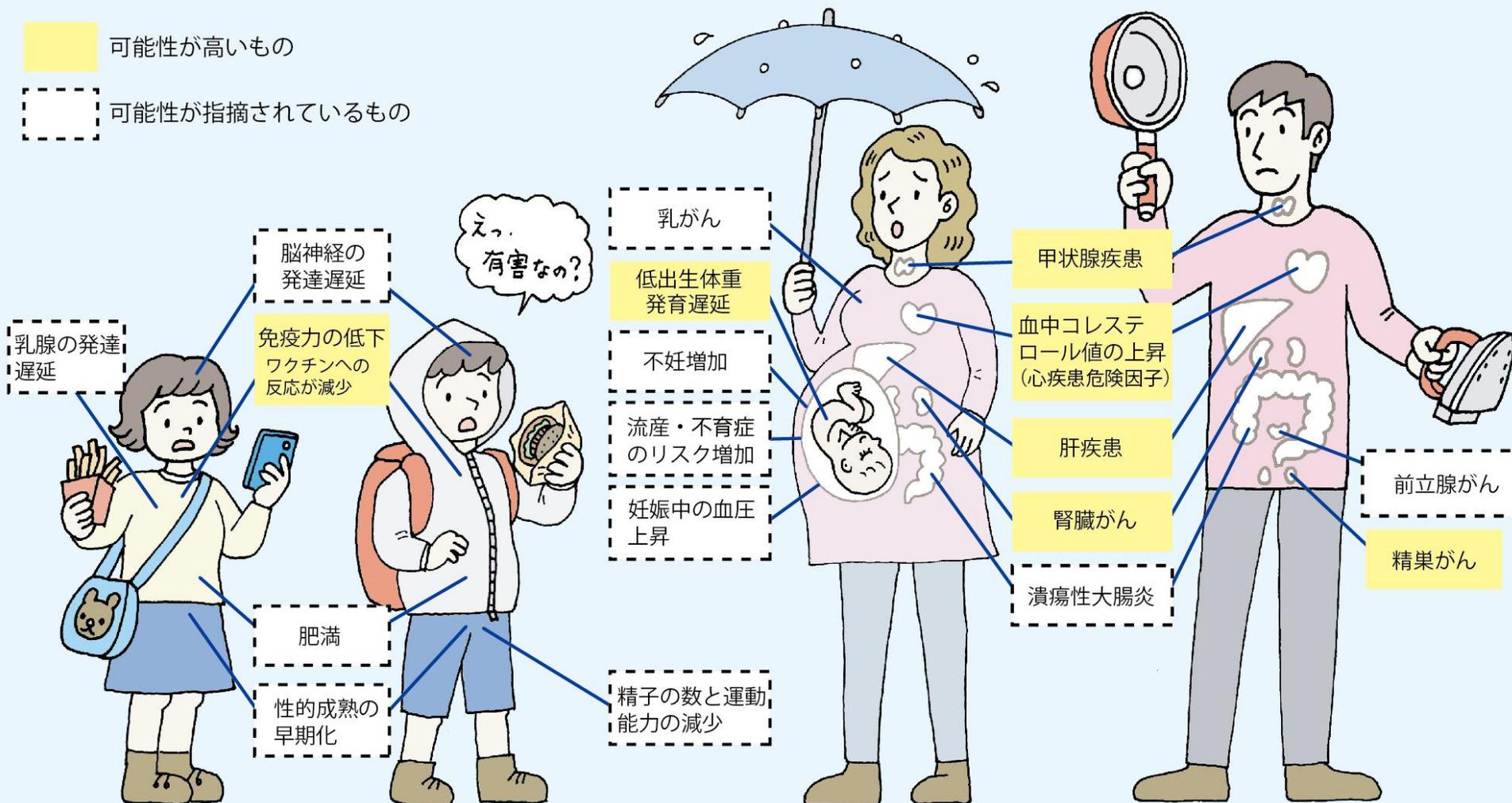
日本では水道水の暫定基準、耐容一日摂取量TDIがあるだけで、食品などの基準は現在決まっていない。
汚染地域の食材は注意が必要

PFASの健康影響

ダイオキシン環境ホルモン対策国民会議パンフより
イラスト 安富佐織

PFASのばく露によるヒトへの毒性

- 可能性が高いもの
- 可能性が指摘されているもの



- 発がん性、生殖毒性、甲状腺機能障害、環境ホルモン作用、潰瘍性大腸炎発症などのリスク
- 欧州環境機関や米国ナショナルアカデミーの資料、学術文献などより資料を作成(2023年6月時点)
- 2023年末 国際がん研究機関IARCの発表
 - PFOAはグループ1 ヒトに対して発がん性がある
 - PFOSはグループ2B ヒトに対して発がん性がある可能性がある

世界の飲料水のPFASの設定値

国名	PFOS		PFOA		備考
	目標値等	TDI等	目標値等	TDI等	
WHO	100ng/L	-	100ng/L	-	
米国	4ng/L (2023)	-	4ng/L (2023)	-	2016年 PFOS+PFOA 70ng/L
英国	100ng/L	成人3.3ng/kg/d 小児 10ng/kg/d	100ng/L	成人3.3ng/kg/d 小児 10ng/kg/d	
カナダ	600ng/L	60ng/kg/d	200ng/L	21ng/kg/d	2023年総PFAS 30ng/Lが提案
オーストラリア・ ニュージーランド	-	-	560ng/L	160ng/kg/d	PFOS+PFHxS 70ng/L
ドイツ	100ng/L	28.6ng/kg/d	100ng/L	20.37ng/kg/d	20PFAS (C=4~13 のPFAS) 合計 100ng/L が2026年~、4PFAS (PFOS、PFOA、PFNA、PFHxS) 合計 20ng/L が2028年~
日本	50ng/L(PFOS+P FOA)	20ng/kg/d	50ng/L(PFOS+P FOA)	20ng/kg/d	体重50kg、一日あたり摂取量2L、 水道水の寄与率(割当率)10%

環境省 PFASに対する総合戦略検討専門家会議 2023年7月25日資料より作成 規制は今後、変わる可能性有り
 PFOS, PFOA以外のPFASに対する設定値を設けている国もある <https://www.env.go.jp/water/pfas/pfas.html>

今後のPFAS対策はどうしたらいいのか

- 全てのPFASに規制を導入 PFOS, PFOA, PFHxS以外のPFASも問題
- 水質管理目標ではなく水道水質基準の策定
2024年12月24日、環境省は水道法の省令を改正し、水質基準項目に「PFOS」と「PFOA」を加えることを方針に、2026年4月の施行をめどに施行予定。
- 魚介類、農産物など食品のPFAS基準の策定と情報提供
- 製造・使用・廃棄のすべてのサイクルでのPFASの管理体制
- PFAS含有廃棄物・使用済み活性炭の規制
- 家庭用品・化粧品・食品容器などへのPFAS規制 個人レベルでもPFAS含有用品は使用、購入しないよう気をつけよう。
- 汚染地域の特定と、汚染源の解明・浄化措置の実施
- 汚染地域の住民を対象とする血液検査と健康影響のフォローアップの実施

10. まとめ 作る人にも食べる人にも環境にやさしい農業を

- 農薬は“薬”ではなく、何らかの生物を殺す殺生物剤で、基本的に毒性がある。そのため、生態系を破壊したり、人間にも毒性を持つことがある。
- 農薬の毒性試験は、新しい毒性や複合毒性、補助成分の毒性などが入っておらず、不十分。基準値内なら安全性が確保されているとはいえない。
- 農薬再評価が始まり、ネオニコチノイドなどの審議が実施されているが、適切な評価が行われているのか、注視していこう。ネオニコ、グリホサート以外の農薬にも危険な農薬は多種類あるので要注意。
- 世界の動向は、化学農薬や化学肥料を減らし、持続可能な生態系を維持した有機農業に向かっている。日本の食料自給率が約38%と低いことも問題。
- 無農薬・無肥料の自然農法や有機農業を進めることは、地球と子ども達の未来に繋がっている。農業者の皆さんだけでなく、全ての立場から、支援していくことが必要。政府に日本の農業をもっと重視し、予算を使うよう働きかけていこう。

有害化学物質から子どもを守るために

- 農産物はなるべく無農薬、有機農産物を選び、食品添加物もできるだけ避ける。
- 学校給食に無農薬・有機農産物を使うよう働きかける。**オーガニック給食マップ**
<https://organic-lunch-map.studio.site/home>
- 家庭用・園芸用殺虫剤、除草剤を使わない。子どもには特に注意
- 抗菌剤、殺菌剤、消臭剤の乱用を避ける。抗生剤の乱用にも注意。
- プラスチック製品は熱や油脂で環境ホルモンが出てくる可能性有。
電子レンジ可でもガラスやせともので。プラスチックフリーの生活を目指そう。
- 有機フッ素加工製品の使用は止める。フッ素加工のフライパンや防水製品など
- 水銀など重金属を避ける：水銀はマグロなどの魚に多い 厚労省よりパンフ有
<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/dl/100601-1.pdf>
- アルミ鍋は酸性食品で神経毒性をもつアルミイオンが溶出するので避けよう。
- PCB、ダイオキシンを避ける：生態系上位の魚や肉の脂(クジラ、マグロのトロなど)
- 大気汚染を避ける PM2.5, マイクロプラスチック、ナノプラスチックは危険。
- 放射性物質や発がん性のある化学物質にも注意。
- **たくさんありますが、あまり神経質にならずに、できることからやりましょう。**

地球生態系と子ども達の健康を守るために

- 発達障害やアレルギー、不妊の増加原因として、農薬や内分泌攪乱物質など有害な化学物質の悪影響について、科学的事実が蓄積している。実際には複雑な複合影響が起こっており、詳細な科学的解明は時間がかかる。
- 予防原則が重要：脳の発達や免疫系、妊娠・出産のメカニズムは最先端の医学でもまだ未知のことが多い。危ないことが分った段階で危険を避けることが大切。後になって、取り返しがつかなくなる
- 農薬、PFAS、プラスチックなど有害化学物質による地球環境汚染も重大な環境問題。合成化学物質のむやみな生産や廃棄は地球温暖化の要因ともなっている。
- 人間は自然生態系のごく一部でしかなく、地球環境に生かされていることを忘れてはならない。レイチェル・カーソンが提唱した”別の道“に希望があるのではないか。
- 個人レベルで有害な化学物質の曝露を避ける対策をとるとともに、消費者団体、生協や環境NPOなどと連携して、農薬や有害化学物質の規制強化、法規制の整備などを進めよう。

有害化学物質から子どもを守るネットワーク(子どもケミネット)

子どもケミネットは、環境ホルモンをはじめ子どもの発達・健康に有害な化学物質について、国内外の研究・対策の最前線を学ぶとともに、立法・行政に対し必要な規制等の対策の実施を働きかけることを目的として、ダイオキシン環境ホルモン対策国民会議が提案し、2023年4月に発足したネットワーク組織です。

ダイオキシン環境ホルモン対策国民会議、日消連、グリーンコープ、コープ自然派など49団体や100名以上の個人が賛同して参加しています。

賛同参加しても、費用は無料で、義務もありませんので、皆さん、是非参加して、子ども達を有害化学物質から守る運動を進めましょう。

国際プラスチック条約の策定において、プラスチック中の有害化学物質の規制を強化するよう、署名活動を実施中です。皆さん、できることから、ご一緒に行動していきましょう。



<https://c.kokumin-kaigi.org/>

人工芝はいらない！



学校や公共施設などで人工芝の利用が進んでいます。見た目はきれいで、管理が簡単そうですが、問題はないのでしょうか。人工芝の上で運動すると、大量のマイクロプラスチックや内分泌かく乱物質などの有害物質が放出され、子ども達はそれを吸い込んで健康障害を起こす可能性が指摘されています。最近では、国内の人工芝から有害な有機フッ素化学物質PFASが検出されました。

また、人工芝から発生する大量のマイクロプラスチックは、海へ流れ込み、地球規模の海洋汚染を引き起こしています。

このような汚染を引き起こす人工芝は本当に必要でしょうか？ どうすれば、人工芝の利用を止めることができるでしょうか？ 一緒に考えましょう！！

農業と関わりませんが、マイクロプラスチックの大量発生源である人工芝を規制するための学習会、パネルディスカッションを予定しています。

ご興味のある方、ぜひご参加ください。

11月15日(土)

13:00開場 13:30～16:00

第1部 講演・報告

講演「人工芝の何が問題か？」

栗岡理子氏(日本消費者連盟環境部会)

報告①「人工芝由来マイクロプラスチックや有害物質による健康影響」

木村一黒田純子氏(環境脳神経科学情報センター)

報告②「人工芝をストップした中野区の取組み」

むとう有子氏(中野区・区議会議員)

第2部 パネルディスカッション

「人工芝化をストップするために」

パネリスト: 上記演者＋中下裕子氏(JEPA代表・子どもケミネット代表世話人)

場所/連合会館402号室

千代田区神田駿河台3-2-11

JRお茶の水駅より5分

参加費：無料

会場・オンライン同時開催

【参加申込】

会場参加はメールで

[Kokumin-kaigi@syd.odn.ne.jp](mailto:kokumin-kaigi@syd.odn.ne.jp)

ウェビナー参加は

QRコードまたは

<https://x.gd/xQJDC>

上記URLより

ご登録を



共催：有害化学物質から子どもを守るネットワーク（子どもケミネット）

ダイオキシン・環境ホルモン対策国民会議（JEPA）

ご清聴ありがとうございました。下記もご覧ください



『地球を脅かす化学物質』
海鳴社、2018



『発達障害の原因と発症メカニズム』
共著、河出書房新社、2014
2020年改訂版発売中



ダイオキシン環境ホルモン対策国民会議

<https://kokumin-kaigi.org/>パンフはダウンロード可能。紙版は事務局へ

https://kokumin-kaigi.org/?page_id=7131

子どもを守るための有害物質データシートも掲載

https://kokumin-kaigi.org/?page_id=6827

有害化学物質から子どもを守るネットワークも進行中

<https://c.kokumin-kaigi.org/>

環境脳神経科学情報センターHP <https://environmental-neuroscience.info/>
農薬グリホサートやネオニコチノイド、内分泌攪乱物質などについて、情報提供。
日本語の総説(グリホサート、ネオニコ)などフリーダウンロードできるものも掲載