<table>
<tr><th colspan="6">項目</th></tr>
<tr><td colspan="2">PRTR 番号：304</td><td colspan="3">CAS-NO：代表的な無機ほう素化合物の
CAS-NO を表-1 に示す。</td><td>初期リスク評価指針 Ver.2.0</td></tr>
<tr><td colspan="6">物質名：ほう素及びその化合物</td></tr>
<tr><td rowspan="7">一般情報</td><td>物理化学的性状</td><td colspan="4">代表的な無機ほう素化合物の性状を表-1 に示す。</td></tr>
<tr><td rowspan="6">環境中運命</td><td>①濃縮性</td><td colspan="3">高濃縮性ではない。</td></tr>
<tr><td>②BCF</td><td colspan="3">ほう酸：3.2(5mg/L) 33 未満(0.5mg/L)（コイ）実測</td></tr>
<tr><td>③生分解性</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>安定性
(媒体中での動態)</td><td colspan="3">土壌中：土壌中のほう素は土壌の種類、pH、塩分濃度、有機物含有量、酸化鉄と酸化アルミニウム、水酸化鉄と水酸化アルミニウムの含有量、粘土鉱物含有量に依存して土壌粒子の表面に吸着されるとの報告がある。
大気中：ほう素は、海水の蒸発、火山活動等の自然界及び、採鉱作業、ガラス、セラミック製造、肥料の散布、火力発電所等の人為発生源から放出され、粒子形態のほう酸及び塩であると報告されている。全地球的なほう素の大気中への放出量は、自然界から放出される量の方が多いとの報告がある。ほう酸塩の揮発性は低く、ほう酸塩は大気中に蒸気として存在することは少ない。また、ほう素含有粒子は、比較的水溶性が高いため湿性沈着（雨などによる降下）と乾性沈着（重力による降下）によって大気中から除去され、ほう素の大気中濃度は低いとの報告がある。
水中：ほう素を含む岩石の自然風化が環境水中のほう素の主要な発生源である。また、石炭火力発電所、ほう素を使用する産業の排水からも環境水中に放出される。全地球的な淡水中のほう素濃度の平均値は 0.015 mg B /L であり、河川中のほう素濃度は流域のほう素含有量と人為発生源に依存するとの報告がある。海水中のほう素濃度は比較的高く平均 4.5 mg B /L である 。ほう素は環境水中で土壌及び沈殿物に吸着する。
下水処理及び浄水処理による除去：ほう素は、通常の下水処理や浄水処理によって取り除くことができない。</td></tr>
<tr><td>環境中動態
(変換と分解)</td><td colspan="3">水中での変換及び分解として、ほう砂は解離しほう酸を、酸化ほう素は加水分解しほう酸を、過ほう酸ナトリウムは加水分解しメタほう酸ナトリウムと過酸化水素を、三フッ化ほう素はオキシフルオロほう酸とオキシフルオロほう酸ヒドロニウム塩を生成する。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">発生源情報</td><td>製造・輸出入量等（トン/年）</td><td colspan="4">ほう素化合物は、そのほとんどがほう酸を出発原料としており、ほう酸は全量輸入に依存している。ほう素、ほう素の酸化物及びほう酸の 1999 年から 2003 年までの 5 年間の輸出入量を表-2 に示す。</td></tr>
<tr><td>用途情報</td><td colspan="4">ガラス繊維(79.2%)ほう珪酸ガラス(18.1%)特殊鋼添加剤、医薬品、防虫剤、コンクリートブロック、金属表面処理剤、離型材、プラスチック用充てん剤、化粧品添加物、半導体用ボロン拡散剤、高温電気絶縁材、化合物半導体単結晶製造用るつぼ等(2.7%)</td></tr>
<tr><td>PRTR データ
(2003 年度)</td><td>各媒体の排出量</td><td>大気（t）</td><td>水域（t）</td><td>土壌（t）</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="9">項目</th></tr>
<tr><td rowspan="8"></td><td rowspan="7"></td><td>届出</td><td>147</td><td>2,887</td><td>＜0.5</td><td colspan="3" rowspan="6">裾切り：大気、公共用水域、土壌への排出量は、業種ごとの届出排出量の排出割合と同じと仮定し、推定した。
非対象業種・家庭：大気、公共用水域、土壌への排出量は、物理化学的性状及び用途から推定した。
河川への排出量：2,476 ﾄﾝ</td></tr>
<tr><td>裾切り</td><td>9</td><td>1,134</td><td>－</td></tr>
<tr><td>非対象業種</td><td>－</td><td>1</td><td>4</td></tr>
<tr><td>家庭</td><td>＜0.5</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>移動体</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>合計</td><td>156</td><td>4022</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">対象業種の届出、届出外排出量合計</td><td colspan="6">下水道業(33%)非鉄金属製造業(15%)化学工業(6%)原油･天然ガス鉱業(4%)窯業・土石製品製造業(4%)</td></tr>
<tr><td></td><td>その他の排出源</td><td colspan="7">自然発生源: ほう素は主に岩石の風化、海洋からのほう酸の蒸発、及び火山活動によって環境中に排出される。
人為発生源: 人間の活動による環境中へのほう素の発生源としては、農業用、廃棄物、燃料としての木材の燃焼、石炭及び石油を用いた発電、ガラス製品の製造、家庭及び工場におけるほう酸塩及び過ほう酸塩の使用、ほう酸塩の採鉱及び加工、処理した木材及び紙からの浸出、及び下水や汚泥の処理がある。採鉱作業、ガラス及び陶磁器の製造、農業用化学肥料の散布、石炭を用いた火力発電によって、微粒子及び蒸気としてほう酸塩とほう酸が大気中に排出される。</td></tr>
<tr><td></td><td>排出シナリオ</td><td colspan="7">主な排出源は、人為発生源としては大気へ窯業・土石製品製造業においてガラス製品等の製造に伴う排出と推定され、また、公共用水域へは下水道業及び石炭火力発電所で使用される石炭の燃焼によって発生する排ガスの処理に伴い発生する排水の排出と推定される。自然発生源としては岩石の風化、海洋からのほう酸の蒸発、及び火山活動によって環境中に排出されると考えられる。</td></tr>
<tr><td rowspan="6">暴露評価</td><td rowspan="5">測定値</td><td></td><td>①検出地点/測定地点</td><td>②検出数/検体数</td><td>③検出範囲</td><td>④95%値</td><td>⑤検出限界</td><td colspan="2">⑥調査年度・測定機関</td></tr>
<tr><td>大気中濃度
(μg/m³)</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td colspan="2">－</td></tr>
<tr><td>河川水中濃度
(μg/L)(AA-C 類型)</td><td>1,030/
2,053</td><td>－</td><td>nd-5,200</td><td>1,200</td><td>10-100</td><td colspan="2">2002 年
国立環境研究所環境情報センター</td></tr>
<tr><td>飲料水中濃度
(μg/L)</td><td>25/351</td><td>－</td><td>nd-610</td><td>－</td><td>－</td><td colspan="2">2003 年
水道技術研究センター</td></tr>
<tr><td>食物濃度</td><td colspan="5">食品経由のほう素摂取量のマーケットバスケット方式による調査結果の最大値は 2.57 mg B/人/日であった。</td><td colspan="2">1994-1997
厚生労働省</td></tr>
<tr><td rowspan="2">推定濃度</td><td></td><td>①推定値</td><td colspan="6">②使用したモデルの種類/値の説明</td></tr>
<tr><td>大気中濃度
(μg/m³)</td><td>－</td><td colspan="6">自然発生源からのほう素の排出量の寄与が考慮できないこと、また、環境中への排出形態及び環境中で</td></tr>
</table>

項目						
		河川水中濃度（μg/L）	－	の動態に関する定量的な情報が不足していることから、PRTR 排出量データを用いた数理モデルによる暴露量推定は行わない。		
	EEC	EEC（μg/L）	1,200			
		採用理由	2002 年度の水質汚濁防止法に基づく水域監視測定結果の最大値より算出した 95 パーセンタイルである 1,200μg B/L とした。			
	ヒトの摂取量		①摂取量推定に採用した濃度の値	②１日推定摂取量（μg/人/日）	③1 日体重当たり摂取量（μg/kg/日）	
		吸入経路 大気	－（μg/m³）	－	－	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	摂取量推定に採用する大気中濃度が得られなかったことから、大気からの摂取量は算出しない。			
		経口経路 飲料水	610（μg/L）	1,200	24	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	全国を調査範囲としており、測定地点も多いことから、2003 年度の水道技術研究センターによる水道水質管理計画に基づく調査結果の最大値である 610μg B/L とした。			
		食物	－（μg/g）	2,570	51	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	食物摂取量は、厚生労働省による食品経由のほう素摂取量のマーケットバスケット方式による調査結果の最大値である 2.57 mg B/人/日とした。			
		経口経路の合計	－	3,770	75	
		その他 消費者製品等	－	－	－	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	－			
		全経路の合計値	－	－	算出しない	
	消費者製品経由の暴露	防虫剤等の製品に使用されている。しかし、これらのほう素及びその化合物の含有率や使用量等に関する定量的な情報が得られていないため、本評価書では考慮しない。				
有害性評価	生態毒性		①長期 or 急性	②生物種	③エンドポイント	④NOEC 等の値
		藻類（$Na_2B_4O_7$・$10H_2O$）	急性	*Selenastrum Capricornutum*[1)]（緑藻、ｾﾚﾅｽﾄﾗﾑ）	96 時間 EC_{50} 生長阻害（ﾊﾞｲｵﾏｽ）	15.4(mg/L)
		甲殻類（H_3BO_3）	長期	*Daphnia magna*（ｵｵﾐｼﾞﾝｺ）	21 日間 NOEC 繁殖及び成長	6(mg/L)
		魚類（H_3BO_3）	長期	*Oncorhynchus mykiss*（ﾆｼﾞﾏｽ）（受精卵）	87 日間 NOEC 胚の致死	2.1(mg/L)
		採用した生物とその理由	最小値であるほう酸の魚類（ニジマス）			
	ヒ	疫学調査及び事例：－				

<table>
<tr><th colspan="8">項目</th></tr>
<tr><td rowspan="8"></td><td rowspan="8">ト健康</td><td rowspan="4">反復投与毒性</td><td>摂取経路</td><td>①生物種</td><td>②投与期間・方法</td><td>③エンドポイント</td><td colspan="2">④NOAEL 等の値（換算値）</td></tr>
<tr><td>吸入経路</td><td colspan="6">適切な動物試験の報告は得られなかった。</td></tr>
<tr><td>経口経路</td><td>雌雄の SD ラット</td><td>ほう酸及びほう砂を 2 年間混餌投与</td><td>一般状態の変化（被毛粗剛、背弯姿勢、四肢腹側の腫脹及び表皮剥離、眼瞼の炎症、眼脂など）、体重増加抑制、ヘマトクリット値及びヘモグロビン量の減少、雄の精細管萎縮</td><td colspan="2">NOAEL：
350 ppm（17.5 mg B/kg/日相当）</td></tr>
<tr><td>経皮経路</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td colspan="2">－</td></tr>
<tr><td>生殖・発生毒性</td><td>経口経路</td><td>SD ラット</td><td>ほう酸を妊娠 0～20 日目に混餌投与</td><td>胎児の体重減少、第 13 肋骨短縮及び波状肋骨</td><td colspan="2">NOAEL：
750 ppm（ほう素換算 9.6 mg B/kg/日）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">発がん性</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td colspan="2">－</td></tr>
<tr><td colspan="6">発がん性試験情報：マウス及びラットにほう酸、ほう砂、及びメタほう酸ナトリウムを 2 年間ないしは生涯を通して経口投与した試験で、投与に関連した腫瘍性変化はみられていない。</td></tr>
<tr><td colspan="6">IARC の評価結果：ほう素及びその化合物の発がん性を評価していない。</td></tr>
<tr><td colspan="6">ユニットリスク：－</td></tr>
<tr><td>遺伝毒性</td><td colspan="6">遺伝毒性判定の結果：遺伝毒性を有しないと判断</td></tr>
<tr><td rowspan="6">リスク評価</td><td rowspan="4">生態への影響</td><td rowspan="3">リスク評価</td><td colspan="2">①EEC（μg/L）</td><td colspan="2">②NOEC 等（mg/L）</td><td>③MOE（NOEC 等/EEC）</td><td>④不確実係数積</td><td>⑤判定</td></tr>
<tr><td colspan="2">1,200</td><td colspan="2">NOEC：2.1</td><td>1.8</td><td>50</td><td>詳細候補</td></tr>
<tr><td colspan="7">不確実係数積内訳：室内試験(10)2 栄養段階(5)</td></tr>
<tr><td>リコメンデーション</td><td colspan="7">環境中において水生生物は様々な化学形態のほう素化合物に暴露されることが考えられるが、EEC の算出には河川水中に存在するほう素の合計濃度を用いている。一方で、リスク評価に用いた無影響濃度は最も小さいほう酸の NOEC を採用している。そのため、本評価書では、ほう素及びその化合物の環境中の水生生物に対するリスクを大きく見積もっている可能性がある。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ヒト健康</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2">1.暴露評価</td><td>2.NOAEL 等</td><td colspan="3">3.リスク評価</td></tr>
<tr><td colspan="2">①摂取量（μg/kg/日）</td><td>①NOAEL 等換算値（mg/kg/日）</td><td>①MOE（NOAEL 等/摂取量）</td><td>②不確実係数積</td><td>③判定</td></tr>
<tr><td>反復投与毒性</td><td>吸入経路</td><td colspan="2">大気中濃度は得られていない。</td><td>適切に評価できる試験は得られていない。</td><td>算出せず</td><td>算出せず</td><td>－</td></tr>
</table>

項目								
			経口経路	75	NOAEL：17.5	230	100	影響ないと判断
			全経路	－	－	－	－	－
			不確実係数積内訳：種差(10)個人差(10)					
		生殖・発生毒性	経口経路	75	NOAEL：9.6	130	100	影響ないと判断
			不確実係数積内訳：種差(10)個人差(10)					
		発がん性	－	－	－	－	－	－
		リコメンデーション						

備考：①ほう素は、環境中に種々の化学形態で存在すると考えられるが、環境中濃度の測定結果の多くは化学形態別の濃度ではなくほう素の合計濃度である。そのため、水生生物生息環境における推定環境濃度（EEC）及びヒトの推定摂取量は、環境中での化学形態の区別はせず、ほう素の合計濃度を用いて算出する。②ほう素の化合物のうち、製造・輸入量の実績や用途情報、また、環境中の生物及びヒト健康に対する有害性情報の有無等を考慮し、リスク評価の対象とする化合物を複数選定した。環境中の水生生物に対するリスク評価に用いた無影響濃度は最も小さい(最も厳しい)ほう酸の NOEC を採用した。そのため、本評価書では、リスクを大きく見積もっている可能性がある。③本書の中で濃度、摂取量など mg/L、μg/kg/日などはいずれもほう素純分換算の mgB/L、μgB/kg/日の意味である。④ほう素及びその化合物のヒトでの事例としては、ほう酸及びほう砂を経口摂取した成人及び幼児で、嘔吐、発疹、皮膚の紅斑などが認められ、反復経口摂取した幼児では、さらに、けいれんがみられている。

表-1　CAS-NO 及び物理化学的性質

化学物質審査規制法官報公示整理番号	―	1-63	1-69	1-826	―	1-71	1-44
化学物質排出把握管理促進法政令号番号	1-304						
物質名	ほう素及びその化合物						
	単体 ほう素	ほう酸	四ほう酸二ナトリウム (ほう砂)	過ほう酸ナトリウム	メタほう酸ナトリウム	酸化 ほう素	三フッ化 ほう素
CAS 登録番号	7440-42-8	10043-35-3	1330-43-4(無水物)、1303-96-4(十水和物)	7632-04-4(無水物)、10486-00-7(四水和物)	7775-19-1(無水物)、10555-76-7(四水和物)	1303-86-2	7637-07-2
化学式	B	H_3BO_3	$Na_2B_4O_7$(無水物)、$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$(十水和物)	$NaBO_3$(無水物)、$NaBO_3 \cdot 4H_2O$(四水和物)	$NaBO_2$(無水物)、$NaBO_2 \cdot 4H_2O$(四水和物)	B_2O_3	BF_3
分子量	10.81 (原子量)	61.83	201.22(無水物)、381.37(十水和物)	81.80(無水物)、153.86(四水和物)	65.80(無水物)、137.86(四水和物)	69.62	67.81
外観	α 斜方晶系:赤色固体、α 正方晶系、β 斜方晶系:黒色固体、無定形:黒色または褐色固体	白色固体	白色固体(無水物)、(十水和物)	無色固体(四水和物)	白色固体(無水物)、(四水和物)	無色固体	無色気体
結晶系	(上記の通り)	三斜晶系	三斜晶系(無水物)、単斜晶系(十水和物)	三斜晶系(四水和物)	六方晶系(無水物)、単斜晶系(四水和物)	六方晶系	該当せず
融点	2075℃	約 100℃でメタほう酸(HBO_2)に変化	743℃(無水物)、75℃(十水和物)	60℃(分解)(四水和物)	966℃(無水物)、53.5℃(四水和物)	450℃(結晶)	-126.8℃[2]

沸点	約 3,500℃[5]	ﾃﾞｰﾀなし	1,575℃（分解）（無水物）[2]、100℃以上で無水物に変化（十水和物）[1]	ﾃﾞｰﾀなし	1,434℃（無水物）[2]	2,065℃[8]	-101℃[2]
溶解性	水：不溶[3]	水：58.0g/kg（25℃）	水：31.7g/kg（25℃）（無水物）、47g/kg(20℃)（十水和物）、解離しほう酸を生成	水：23g/L（20℃）（四水和物）、加水分解し $NaBO_2$ 及び H_2O_2 を生成(無水物)	水:260g/L（20℃）（無水物）、206g/kg（20℃）（四水和物）	水:22g/kg（20℃）、加水分解しほう酸を生成	水：1,060 g/L(20℃)、付加物を生成、部分的に加水分解し、HF を生成

表-2　ほう素、ほう素の酸化物及びほう酸の輸出入量（トン）

品　　目	区分	1999	2000	2001	2002	2003
ほう素の酸化物	輸入	861	900	555	427	656
ほう酸	輸入	35,057 (6,131)	37,185 (6,503)	37,010 (6,473)	42,194 (7,379)	40,906 (7,154)
ほう素の酸化物及びほう酸	輸出	325	551	206	496	461
ほう素[1]	輸入	26	20	17	14	10
	輸出	2	9	22	17	94

1）ほう素及びテルルの統計値であるため、テルルを含む。
括弧内は、ほう素純分量
ほう酸のほう素純分換算比率: 0.1749