

リンP

**【用途】**肥料の他、半導体や医薬品など広範な製造業分野で利用  
 リンには、黄リン(白リン)、赤リン、紫リン( $\alpha$  金属リン)、黒リン( $\beta$  金属リン)など数種類の同素体がある。リンは生体必須元素の一つで、人体には乾燥重量当たり約1%含まれる。リンは、食料生産に不可欠な肥料の原料としての用途が大きい。自動車、半導体・電子部品や医薬品など広範な製造分野で重要な素材としても使われる。例えば、高純度のリン素材は、EV 用二次電池の正極材や電解液、半導体製造におけるエッチング液、mRNA ワクチンやPCR 検査液などの製造に使われる。

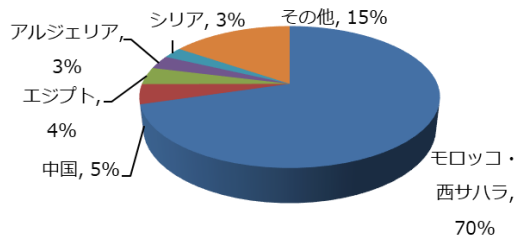
**【特性】**  
 ・熱力学的に最も安定な同素体は黒リンであり、反応性は同素体により異なる  
 ・黄リン(白リン)は最も反応性に富み、湿った空气中で酸化され自然発火するため水中で保存され、毒性が強く、にんにく臭がある

**【資源国と消費国】**

[国名、構成比(%)](2020年世界計) USGS2021

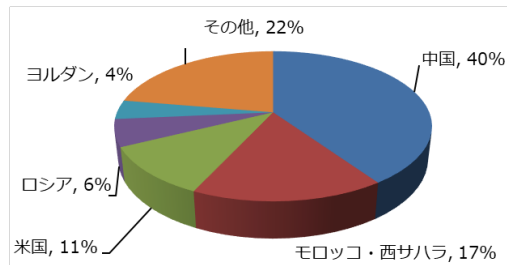
国別リン鉱石埋蔵量

(合計 71,000 マテリアル百万t)

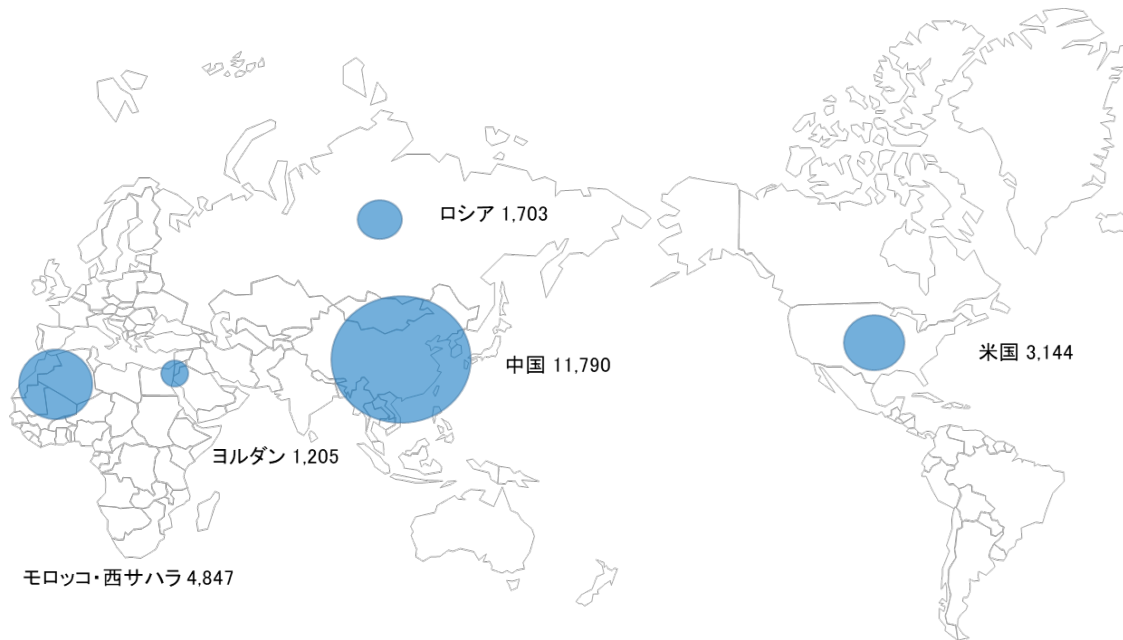


国別リン鉱石生産量

(合計 223 マテリアル百万t)



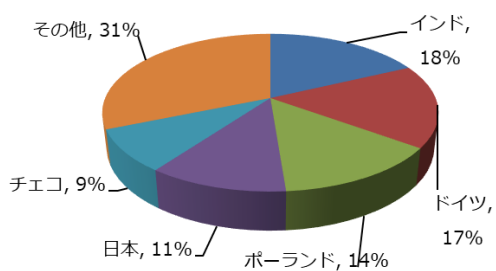
**【世界の主要リン鉱石生産国】** 国名、国別生産量(純分千t、2020年間値)、出典 USGS2021



【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

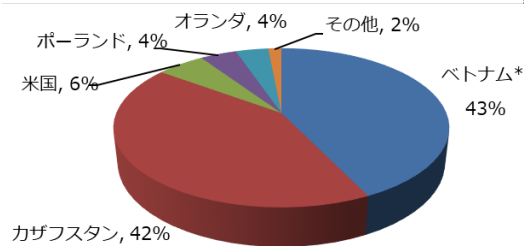
■世界 黄リン主要輸入国

(2020年合計 203 純分千 t)



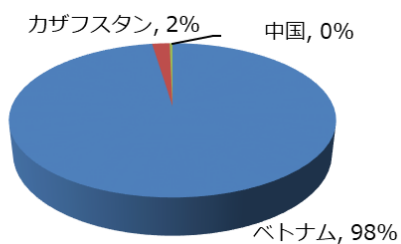
■世界 黄リン主要輸出国

(2020年合計 201 純分千 t)



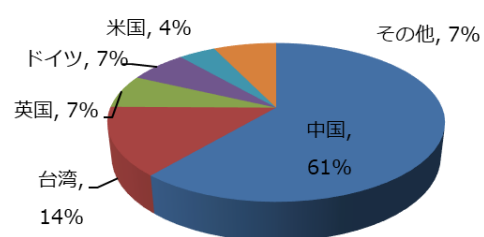
■日本 黄リン主要輸入相手国

(2020年合計 23,003 純分 t)



■日本 黄リン主要輸出相手国

(2020年合計 11 純分 t)



※輸出入量は黄リンの他、赤リンも含む。

## 1.特性・用途

リン鉱石資源として重要な鉱床は、成因により次の3種類に分類される。

- ① :海成鉱床;比較的浅い海の底に生物の遺骸などが堆積してできたリン鉱石鉱床で、アメリカ、モロッコ、ヨルダンなどに存在し、現在のリン鉱石の大半はこの鉱床から供給されている。
- ② :グアノ鉱床;サンゴ礁でできた島などに海鳥の糞が堆積してできたリン鉱床。ペルーのチンチャ諸島、ナウル、アンガウル島、日本国内では沖大東島(ラサ島)などに存在するが、資源量としては少ない。
- ③ :火成鉱床;火山活動により地下から噴出したマグマが地表近くで固まってできたリン鉱石鉱床で、南アフリカやロシアのコラ半島などに存在する

リン鉱石の多くが無機肥料の原料として使用される。

リン鉱石を直接原料とする肥料には、リン鉱石に硫酸を作用させた過リン酸石灰、リン酸又はリン酸と硫酸の混合液を作用させた重過リン酸石灰、リン鉱石に蛇紋岩などを添加して熔融した熔成りん肥、リン鉱石にリン酸及びソーダ灰を添加して焼成した焼成りん肥などリン酸を主成分としたりん酸質肥料がある。一方で、リン鉱石を硫酸分解して得られたリン酸液にアンモニアを作用させて得られるリン酸アンモニウム(リン安)は、高度化成肥料(窒素、りん酸、カリウムの合計成分が30%以上)などの複合肥料の原料となる。

工業用に使用されるリンには、リン鉱石を硫酸分解して得られるリン酸(湿式リン酸)及びこれを出発原料として製造されるリン化合物(縮合リン酸やリン酸塩など)と、黄リンを出発原料として製造されるリン酸(乾式リン酸)及びその他のリン化合物(塩化リンなど)がある。

### <湿式リン酸とその化合物の製造法>

採掘されたリン鉱石を粉砕、浮遊選鉱などにより品位を上げたリン鉱石を硫酸で分解し粗リン酸を製造し、肥料用にはこれにアンモニアを加えてリン安を製造する。工業用には粗リン酸を精製して精製リン酸とした後、ナトリウム、カリウムやカルシウムなどを添加しリン酸塩を製造する。

### <乾式リン酸とその他の化合物の製造法>

リン鉱石をケイ酸(シリカ)、炭素(コークス)とともに電気炉において1,400~1,500°Cの高温で分解し、溶け出したリン酸を炭素で還元して黄リンを生産する。次に、黄リンを空気酸化した後、水を加えてリン酸を生産する。なお、黄リンからはリン酸を経由せず、直接塩化リンなども製造される。日本では現在、リン鉱石から黄リンを製造するには大量の電力が必要であるなどの理由から、黄リンの国内生産は行われておらず、ほぼ全量をベトナムからの輸入に頼っている。

工業用リンの用途には、乾式リン酸がEV用バッテリーの正極材(LiFePO<sub>4</sub>)と半導体のエッチング液(熱リン酸)、塩化リンが電解液(LiPF<sub>6</sub>)、医薬品(例えばC型肝炎や骨粗鬆症特効薬)などの原料に用いられるほか、各種リン酸塩は、食品の加工・添加物等としても使用されている。また、InPなどの化合物半導体は、端面発光レーザー(EEL)などの高周波デバイスとして光通信の分野で長く使用されている。更に有機リン酸エステルは合成樹脂製品の難燃剤や可塑剤などにも利用されている。

また、有機リン化合物の中には、農薬や殺虫剤としても利用されるものもあり、特に黄リンを出発原料として製造される除草剤グリホサートは、世界中で最も多く使われている除草剤の一つである。また、次亜リン酸ソーダは、無電解ニッケルメッキの還元剤として表面加工の分野で広く使われており、リン酸ナトリウム水溶液は強塩基性を示すため、単独で金属の洗浄剤として使われる。

リン酸水素カルシウムは研磨剤として歯磨きなどに含まれ、フッ素を含む歯磨き粉にはモノフルオロリン酸ナトリウム等、口腔衛生にかかわる用途にもリン酸化合物が数多く配合されている。

そのほかにも、リン酸は調味料やベーキングパウダーなどに含まれるほか、ハム、チーズや食用油などの製造時にも使用されている。また、飼料にもリン酸カルシウムが添加剤として使われる。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

表 2-1 世界のリン鉱石生産量

単位: 純分千t

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
中国	10,611	12,484	14,148	13,100	15,720	17,685	18,864	15,720	12,445	11,790	95%	40%
モロッコ・西サハラ	3,668	3,668	3,458	3,930	3,799	3,524	3,930	4,559	4,651	4,847	104%	17%
米国	3,681	3,943	4,087	3,314	3,589	3,550	3,655	3,380	3,052	3,144	103%	11%
ロシア	1,467	1,467	1,310	1,441	1,520	1,624	1,742	1,834	1,716	1,703	99%	6%
ヨルダン	852	836	707	935	1,093	1,047	1,138	1,051	1,208	1,205	100%	4%
サウジアラビア	131	393	393	393	524	550	655	798	852	852	100%	3%
ブラジル	812	884	786	791	799	681	681	752	616	721	117%	2%
エジプト	459	817	852	721	721	655	576	655	655	655	100%	2%
ベトナム	-	-	310	354	328	367	393	432	609	616	101%	2%
チュニジア	655	341	459	495	367	479	579	438	538	524	97%	2%
ペルー	333	421	338	498	508	504	398	511	524	524	100%	2%
セネガル	128	181	105	118	162	288	182	216	448	459	102%	2%
イスラエル	406	460	459	440	464	517	504	465	368	367	100%	1%
豪州	347	341	341	341	328	393	393	367	354	354	100%	1%
南ア	328	293	301	283	259	223	272	275	275	275	100%	1%
インド	164	165	166	145	197	262	208	210	194	197	101%	1%
カザフスタン	-	210	210	210	241	197	197	170	197	197	100%	1%
アルジェリア	197	164	197	197	183	166	170	157	170	170	100%	1%
フィンランド	-	-	-	-	-	123	128	130	130	131	101%	0%
ウズベキスタン	-	-	-	-	-	-	118	118	118	118	100%	0%
トーゴ	96	114	145	157	144	111	108	105	105	105	100%	0%
メキシコ	198	223	231	223	220	223	253	202	73	79	108%	0%
シリア	406	131	66	161	98	-	13	13	262	47	18%	0%
その他	1,001	892	407	312	308	234	79	63	178	136	77%	0%
世界	25,938	28,427	29,475	28,558	31,571	33,405	35,239	32,619	29,737	29,213	98%	100%

出典: USGS「Mineral Commodity Summaries Phosphate Rock」 Mine Production

純分換算率: リン鉱石 13.1 %

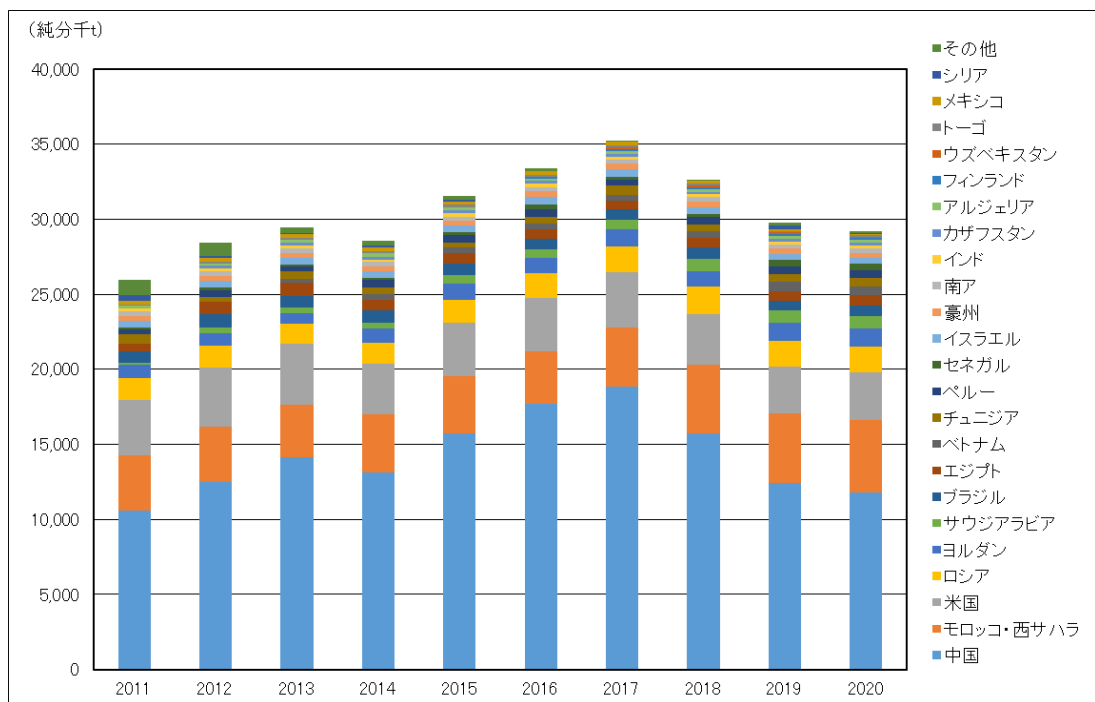


図 2-1 世界のリン鉱石生産量

2-2.国内の需給動向

表 2-2 リンの国内需給

単位:純分千t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	
供給	輸入 <sup>1)</sup>	230.8	205.4	215.1	201.8	190.8	187.2	210.7	206.4	203.8	185.5	91%	
	合計	230.8	205.4	215.1	201.8	190.8	187.2	210.7	206.4	203.8	185.5	91%	
需要	内 需	肥料用 <sup>2)</sup>											
		リン酸質肥料	152.1	172.4	157.1	154.5	142.9	130.7	-	-	-	-	-
		小計	152.1	172.4	157.1	154.5	142.9	130.7	-	-	-	-	-
	工業用 <sup>3)</sup>	リン酸	19.8	17.8	14.5	14.0	14.9	14.6	13.8	13.1	13.4	13.2	99%
		小計	19.8	17.8	14.5	14.0	14.9	14.6	13.8	13.1	13.4	13.2	99%
		小計	171.9	190.2	171.6	168.5	157.7	145.3	13.8	13.1	13.4	13.2	99%
	輸出 <sup>1)</sup>	9.7	8.7	8.0	9.1	8.3	9.5	12.8	11.8	13.6	11.6	85%	
	合計	181.6	198.9	179.6	177.6	166.0	154.8	26.6	24.9	27.0	24.8	92%	
供給-需要		49.2	6.5	35.5	24.2	24.8	32.4	184.1	181.6	176.8	160.7		

出典: 1) 財務省貿易統計(暦年数値)、2) 農林統計協会(肥料年度7月～翌6月)、3) 経済産業省生産動態統計(暦年数値)

肥料用リンの内需については、農林統計協会ポケット肥料要覧-2019/2020-に掲載されている統計値の最新値が2016年(28肥料年度)のため、2017～2020年値は不明

工業用リンの内需については、リン酸のみを記載(リン酸系可塑剤については内訳が不明なため)

純分換算率: リン酸24.8%

3.輸出入動向  
3-1.輸出入動向

表 3-1 リンの輸出入数量

単位：純分t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	
原料	リン鉱石	輸入	65,805	49,602	47,618	41,001	38,435	31,956	34,193	28,639	25,433	19,843	78%
		輸出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	黄リン	輸入	20,678	18,255	16,306	17,772	18,570	18,959	21,249	23,898	24,017	23,003	96%
		輸出	9	12	13	18	15	15	18	14	10	11	115%
	小計	輸入	86,483	67,857	63,925	58,774	57,005	50,915	55,442	52,537	49,450	42,846	87%
		輸出	9	12	13	18	15	15	18	14	10	11	112%
輸入-輸出		86,474	67,846	63,912	58,756	56,990	50,900	55,424	52,523	49,440	42,835	87%	
工業用素材	リン酸	輸入	15,009	12,005	10,766	12,328	8,764	10,855	9,879	10,660	10,419	7,377	71%
		輸出	252	241	237	244	280	275	290	402	371	261	71%
	リン酸塩類及びその他のリン製品	輸入	19,382	18,603	16,943	16,217	15,826	15,618	15,264	15,006	14,493	13,301	92%
		輸出	8,125	7,422	6,460	7,725	6,702	7,049	7,907	8,752	8,708	9,494	109%
	小計	輸入	34,391	30,608	27,709	28,546	24,590	26,474	25,142	25,666	24,912	20,678	83%
		輸出	8,377	7,663	6,697	7,969	6,982	7,323	8,197	9,154	9,079	9,755	107%
輸入-輸出		26,014	22,945	21,012	20,577	17,607	19,150	16,946	16,512	15,834	10,922	69%	
肥料	リン安	輸入	93,545	86,840	103,257	98,795	96,534	96,467	106,384	107,374	108,728	101,529	93%
		輸出	8	5	1	0	9	9	15	7	7	11	159%
	リン酸質肥料	輸入	5,415	7,941	8,635	6,180	6,045	5,648	15,694	13,433	13,297	13,678	103%
		輸出	42	49	33	36	60	643	2,697	968	2,757	58	2%
	複合肥料	輸入	10,967	12,197	11,583	9,519	6,650	7,667	8,010	7,428	7,439	6,786	91%
		輸出	1,493	1,231	1,518	1,370	1,483	1,743	2,116	2,015	2,148	2,023	94%
小計	輸入	109,927	106,977	123,475	114,493	109,229	109,782	130,088	128,235	129,465	121,994	94%	
	輸出	1,543	1,285	1,551	1,406	1,552	2,395	4,828	2,990	4,912	2,093	43%	
	輸入-輸出	108,384	105,692	121,924	113,087	107,677	107,386	125,261	125,245	124,553	119,901	96%	
合計	輸入	230,800	205,442	215,108	201,813	190,824	187,170	210,673	206,437	203,827	185,518	91%	
	輸出	9,929	8,960	8,261	9,393	8,549	9,733	13,042	12,158	14,000	11,859	85%	
	輸入-輸出	220,871	196,482	206,847	192,420	182,274	177,436	197,631	194,280	189,827	173,659	91%	

出典：財務省貿易統計

純分換算率：鉱石13.1%、黄リン100%、リン酸24.8%、リン酸塩類及びその他のリン製品（五酸化リン43.6%、オキシ塩化リン20.4%、三塩化リン22.8%、五塩化リン15.0%、還元リン酸塩30.1%、リン酸ナトリウム20.8%、リン酸カリ22.8%、リン酸水素カルシウム22.8%、リン酸カルシウム20.0%、リン酸三ナトリウム18.9%、その他のリン酸塩15.2%、トリポリリン酸ソーダ25.3%、その他のポリリン酸25.3%、リン酸エステルと塩22.1%、亜リン酸ジメチル28.2%、亜リン酸トリメチル25.0%、亜リン酸トリエチル18.7%、メチルホスホン酸ジメチル22.5%、PPACA29.2%）、リン酸質肥料（過リン酸石灰35%以上20.1%、その他の過リン酸石灰8.7%、熔成リン肥等8.7%）、DAP（リン酸二アンモニウム）20.1%、MAP（リン酸一アンモニウム）とDAP（リン酸二アンモニウム）の混合物22.7%、複合肥料6.5%

※原料はリン鉱石及び黄リン、工業用素材はリン酸、リン酸塩類及びその他のリン製品、肥料はリン安、リン酸質肥料及び複合肥料

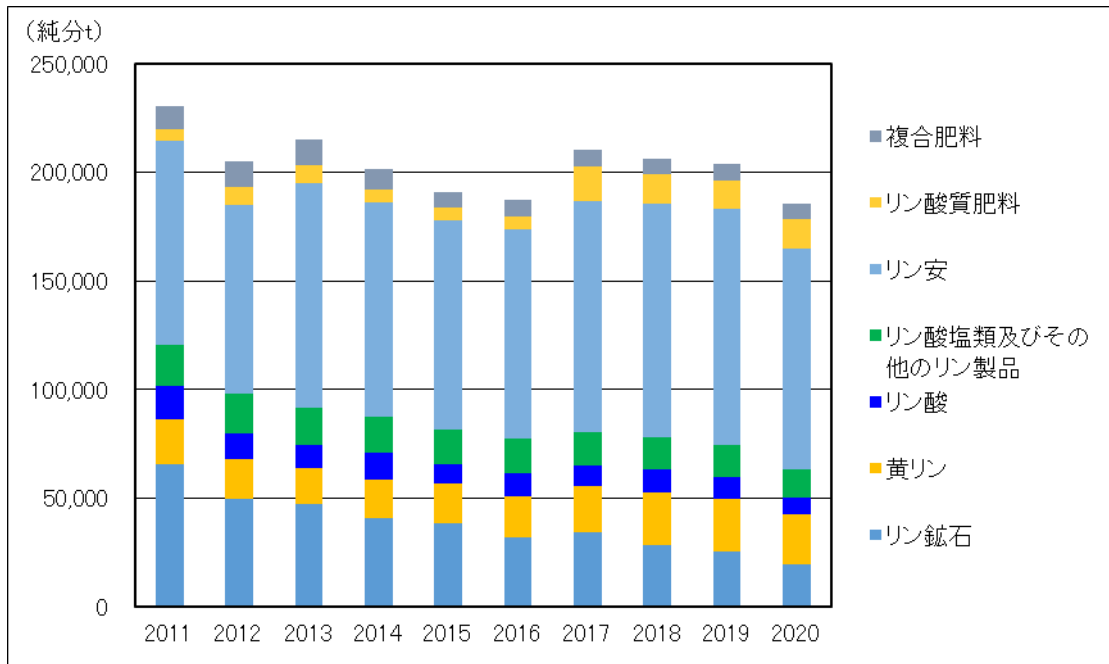


図 3-1-1 リンの輸入数量

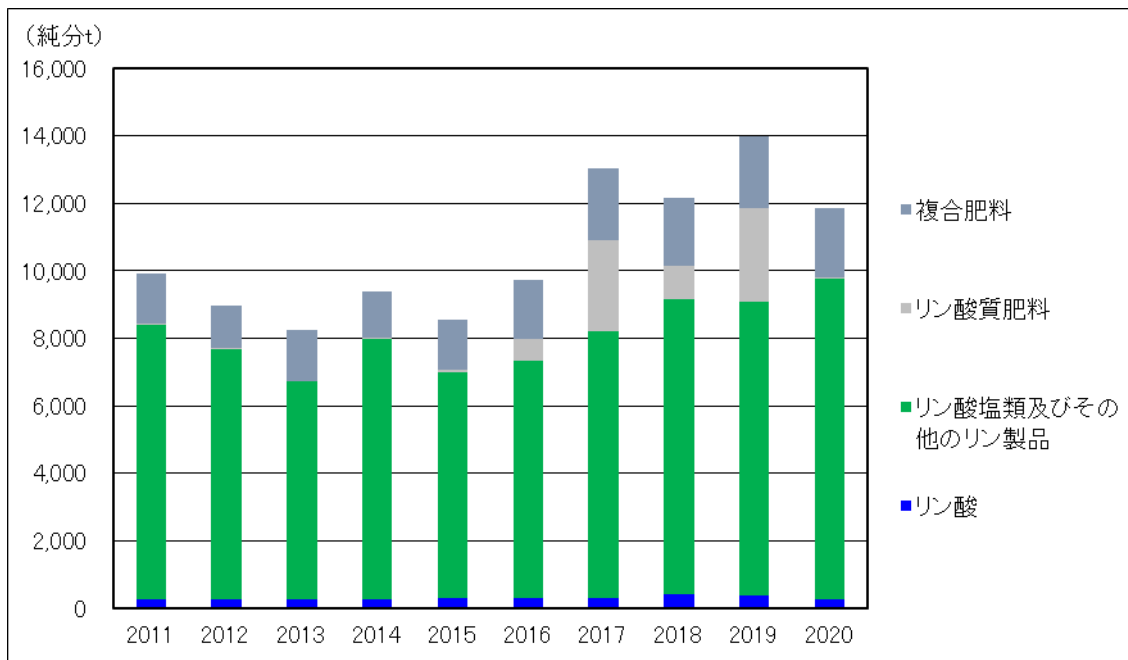


図 3-1-2 リンの輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.リン鉱石

表 3-2-1 リン鉱石の輸入相手国

単位:純分t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
輸入	中国	21,539	20,146	18,461	12,285	9,368	6,477	9,320	9,594	6,289	5,060	80%	33%
	南ア	17,902	10,225	7,998	7,722	9,207	9,105	8,254	8,973	8,561	4,127	48%	27%
	モロッコ	11,076	7,515	3,589	5,895	6,676	2,528	4,754	2,227	2,659	3,431	129%	23%
	ヨルダン	12,179	7,860	12,209	10,323	6,943	7,804	5,050	4,585	2,777	3,196	115%	21%
	ベトナム	1,066	1,402	2,948	2,280	2,754	2,279	1,825	1,320	1,376	2,290	166%	15%
	イスラエル	711	688	419	576	865	940	1,127	629	1,112	1,740	156%	11%
	ナウル	590	1,749	1,991	1,913	2,620	2,817	3,855	1,310	1,310	-	-	-
	その他	741	17	3	8	3	5	8	0	1,349	0	0%	0%
	合計	65,805	49,602	47,618	41,001	38,435	31,956	34,193	28,639	25,433	19,843	78%	131%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:リン鉱石13.1%

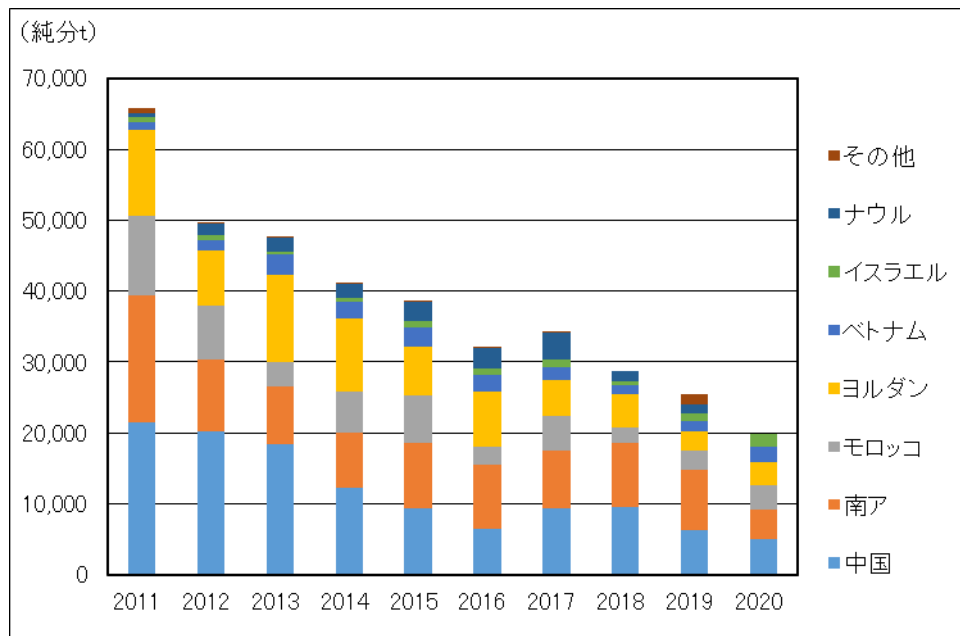


図 3-2-1 リン鉱石の輸入相手国



3-2-2.黄リン

表 3-2-2 黄リンの輸出入相手国

単位:純分t

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比
輸入	ベトナム	9,866	12,614	12,281	13,759	15,842	16,162	19,316	22,719	22,700	22,450	99%	98%
	カザフスタン	—	—	—	—	—	—	—	11	99	475	—	2%
	中国	9,928	5,426	4,007	4,013	2,727	2,797	1,933	1,168	1,218	78	6%	0%
	オランダ	883	215	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	その他	1	—	0	0	0	—	—	0	0	0	—	—
	合計	20,678	18,255	16,306	17,772	18,570	18,959	21,249	23,898	24,017	23,003	96%	100%
輸出	中国	1.7	2.4	2.4	3.2	2.6	4.2	3.6	4.8	5.3	6.9	129%	61%
	台湾	1.2	1.1	1.4	1.4	1.2	1.2	1.3	2.4	1.4	1.6	114%	14%
	英国	0.1	0.4	0.4	0.6	0.6	0.9	0.7	1.0	0.6	0.8	119%	7%
	ドイツ	0.5	0.5	0.3	0.6	0.8	0.5	0.7	0.8	0.9	0.7	80%	7%
	米国	0.2	1.7	0.3	0.2	1.2	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	126%	4%
	韓国	5.2	4.3	6.3	11.3	8.2	7.1	10.4	3.4	0.3	—	—	—
	その他	0.5	1.4	1.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.8	0.8	97%	7%
	合計	9.4	11.7	12.7	17.9	15.1	14.8	17.8	13.6	9.7	11.2	115%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:黄リン100%

輸出は主に赤リン(黄リンの同素体)

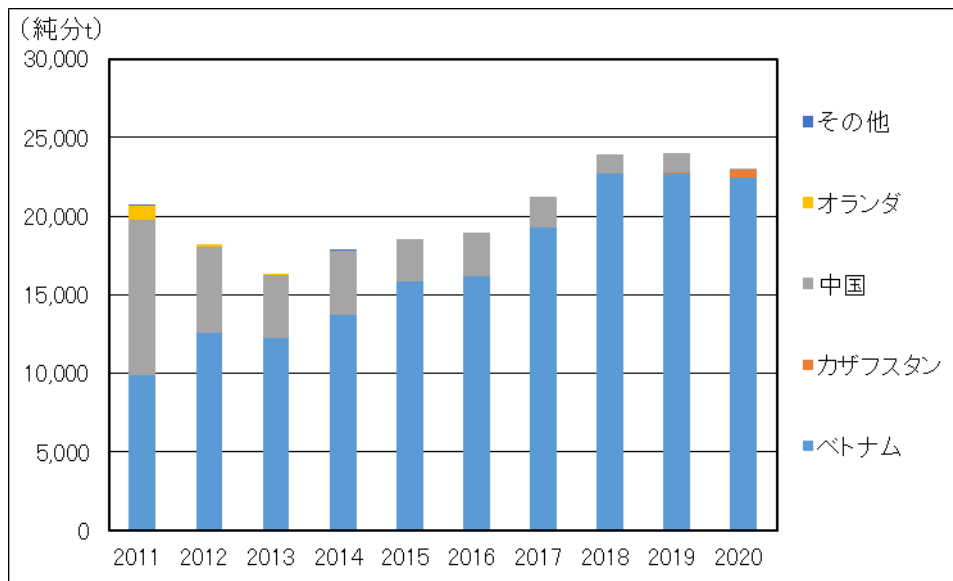


図 3-2-2 黄リンの輸入相手国

3-2-3.リン酸

表 3-2-3 リン酸の輸出入相手国

単位:純分t

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比	構成比	
輸入	中国	11,723	8,682	8,584	9,335	8,396	10,424	9,568	10,612	10,355	7,310	71%	99%
	ベトナム	0	-	-	-	-	-	-	5	40	35	87%	0%
	米国	22	50	81	49	67	34	34	24	4	21	525%	0%
	マレーシア	17	22	25	12	5	5	7	5	5	5	100%	0%
	シンガポール	-	-	-	-	-	-	1	8	12	3	24%	0%
	イタリア	1	2	2	1	1	2	3	3	2	1	95%	0%
	台湾	262	300	162	223	276	377	257	0	-	-	-	-
	南ア	2,959	2,918	1,871	2,660	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	24	32	42	47	19	14	8	3	2	1	69%	0%
	合計	15,009	12,005	10,766	12,328	8,764	10,855	9,879	10,660	10,419	7,377	71%	100%
輸出	中国	62	54	50	48	188	405	858	1,014	1,234	1,854	150%	42%
	韓国	1,343	933	756	1,293	1,581	1,974	1,550	2,229	2,110	1,293	61%	29%
	米国	446	517	437	402	485	427	599	506	476	559	117%	13%
	台湾	10	12	7	8	11	49	118	16	18	354	1991%	8%
	シンガポール	224	269	286	284	232	206	382	369	282	258	91%	6%
	マレーシア	47	50	97	106	96	79	54	54	45	55	121%	1%
	タイ	43	64	76	59	70	67	106	76	86	53	62%	1%
	その他	12	12	7	9	174	7	9	13	11	6	55%	0%
	合計	2,187	1,912	1,717	2,208	2,837	3,215	3,676	4,276	4,261	4,430	104%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:リン酸24.8%

リン酸には様々な純度のものがあり、縮合リン酸も含まれる

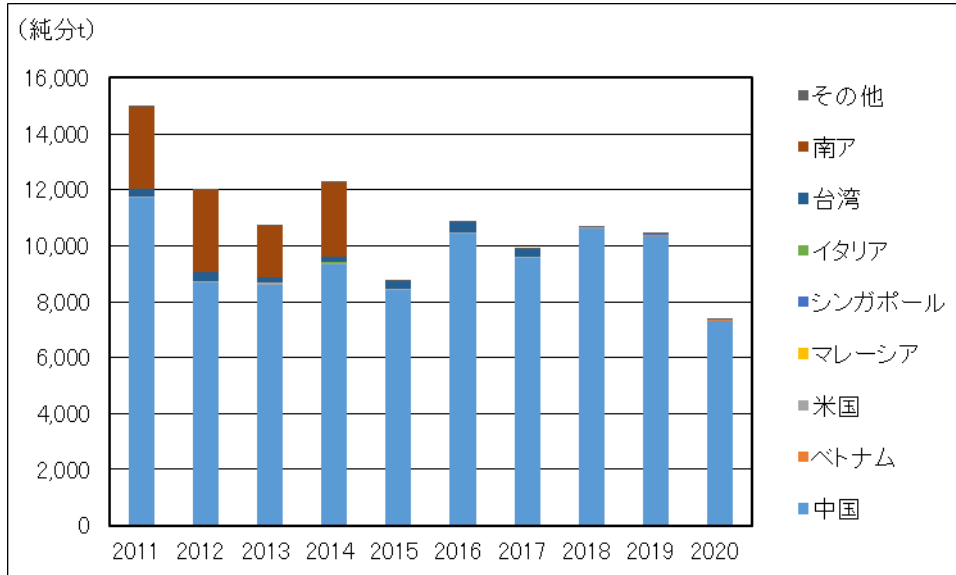


図 3-2-3-1 リン酸の輸入相手国

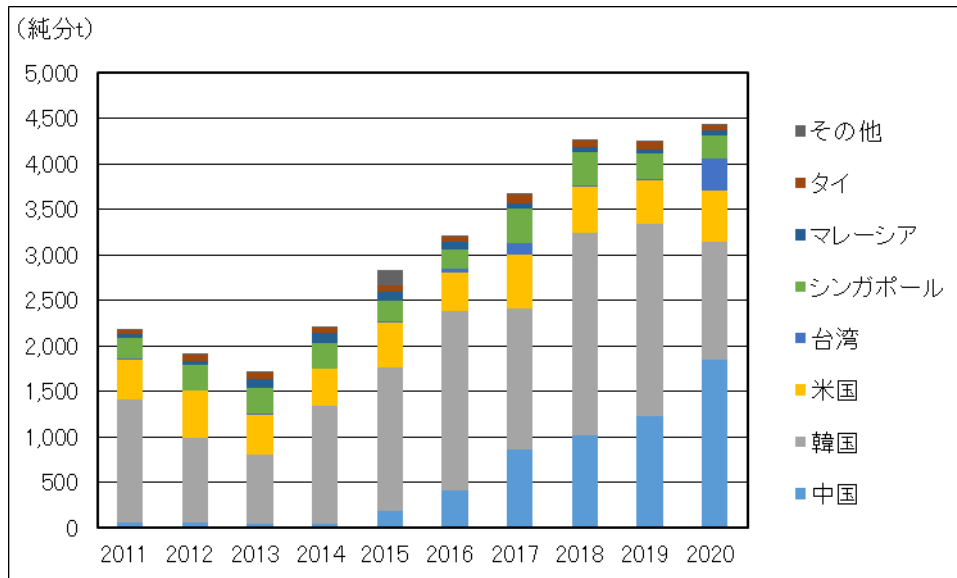


図 3-2-3-2 リン酸の輸出相手国

### 3-3.輸出入価格

			単位	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19比
原料	鉍石	輸入	\$/t	259	280	254	225	217	198	189	195	202	194	96%
	黄リン	輸入	\$/t	3,400	3,647	3,635	3,350	3,206	2,863	2,812	2,952	3,034	2,854	94%
素材	リン酸	輸入	\$/t	832	884	861	796	842	761	779	773	766	786	103%
		輸出	\$/t	2,729	2,656	2,259	1,972	1,688	1,952	1,863	1,894	1,886	1,867	99%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

表 3-3 リンの平均輸出入価格

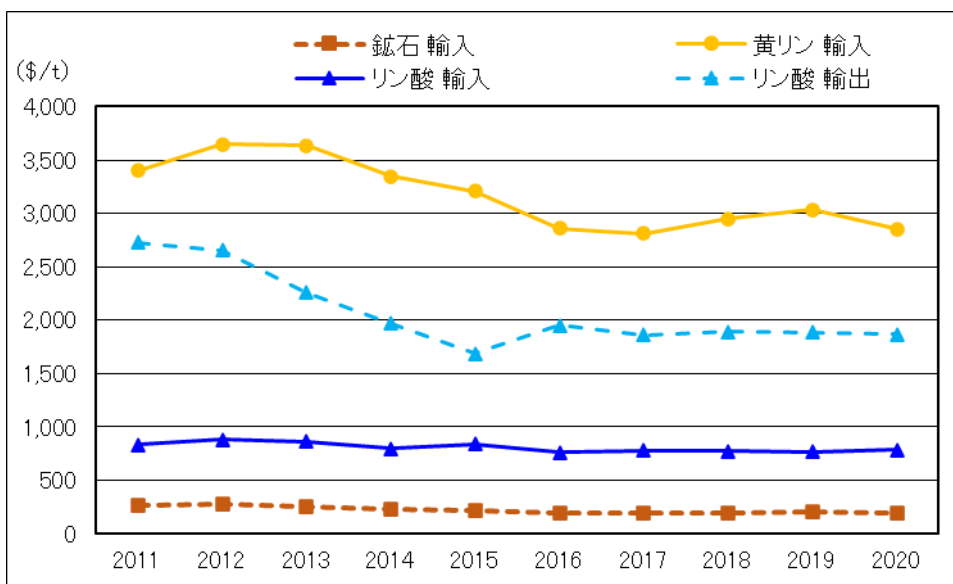
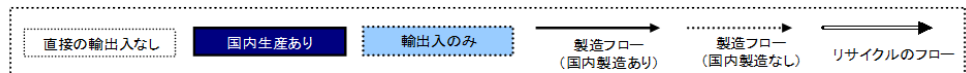
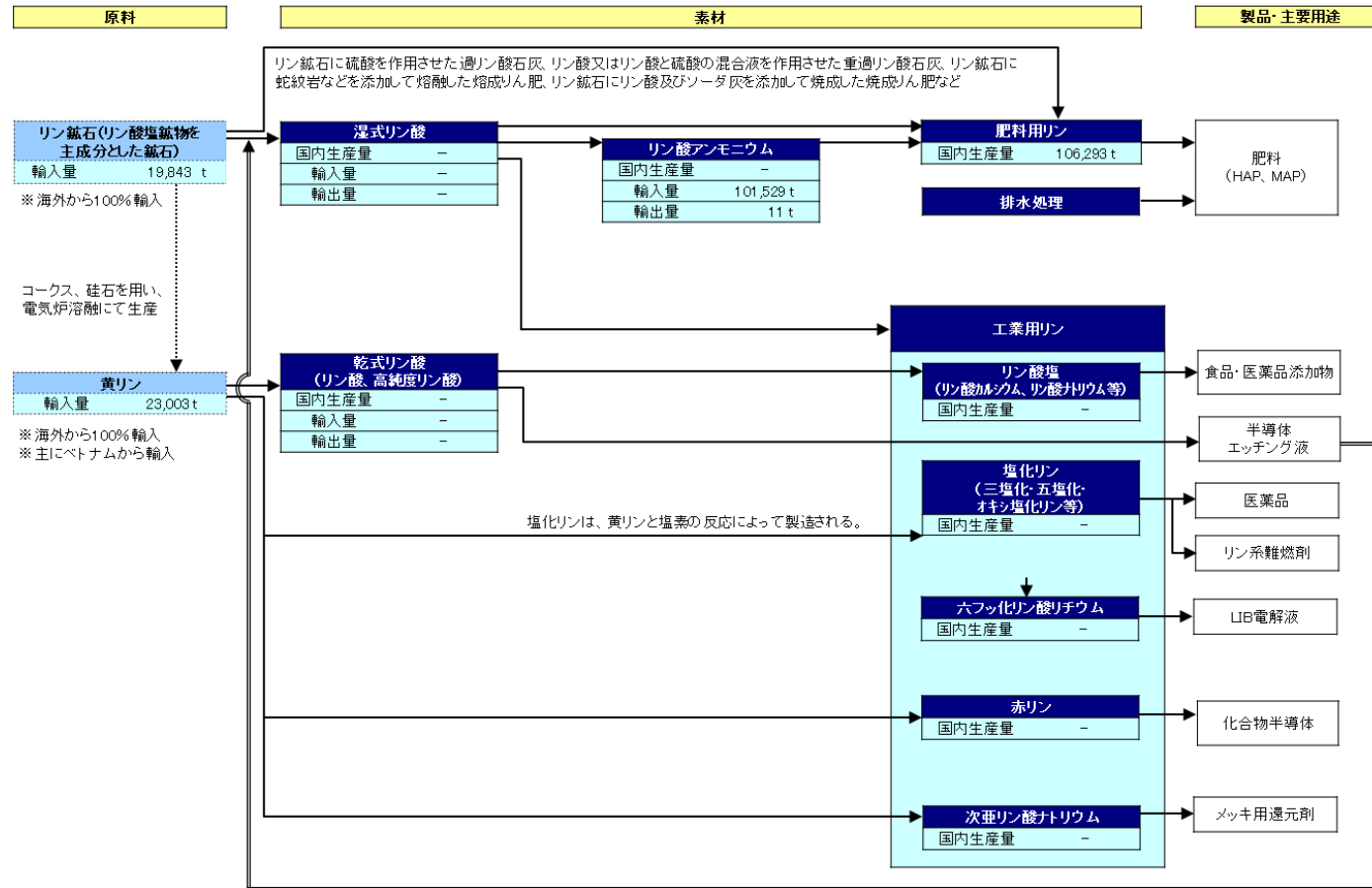


図 3-3 リンの平均輸出入価格

### 4.リサイクル データなし

リンのマテリアルフロー(2020年)



※純分換算率: 鉱石13.1%、黄リン100%、リン酸一アンモニウム20.1%、リン酸一アンモニウム及びこれとリン酸二アンモニウムとの混合物22.7%  
 ※国内生産量は日本肥料アンモニア協会統計、経済産業省生産動態統計より