



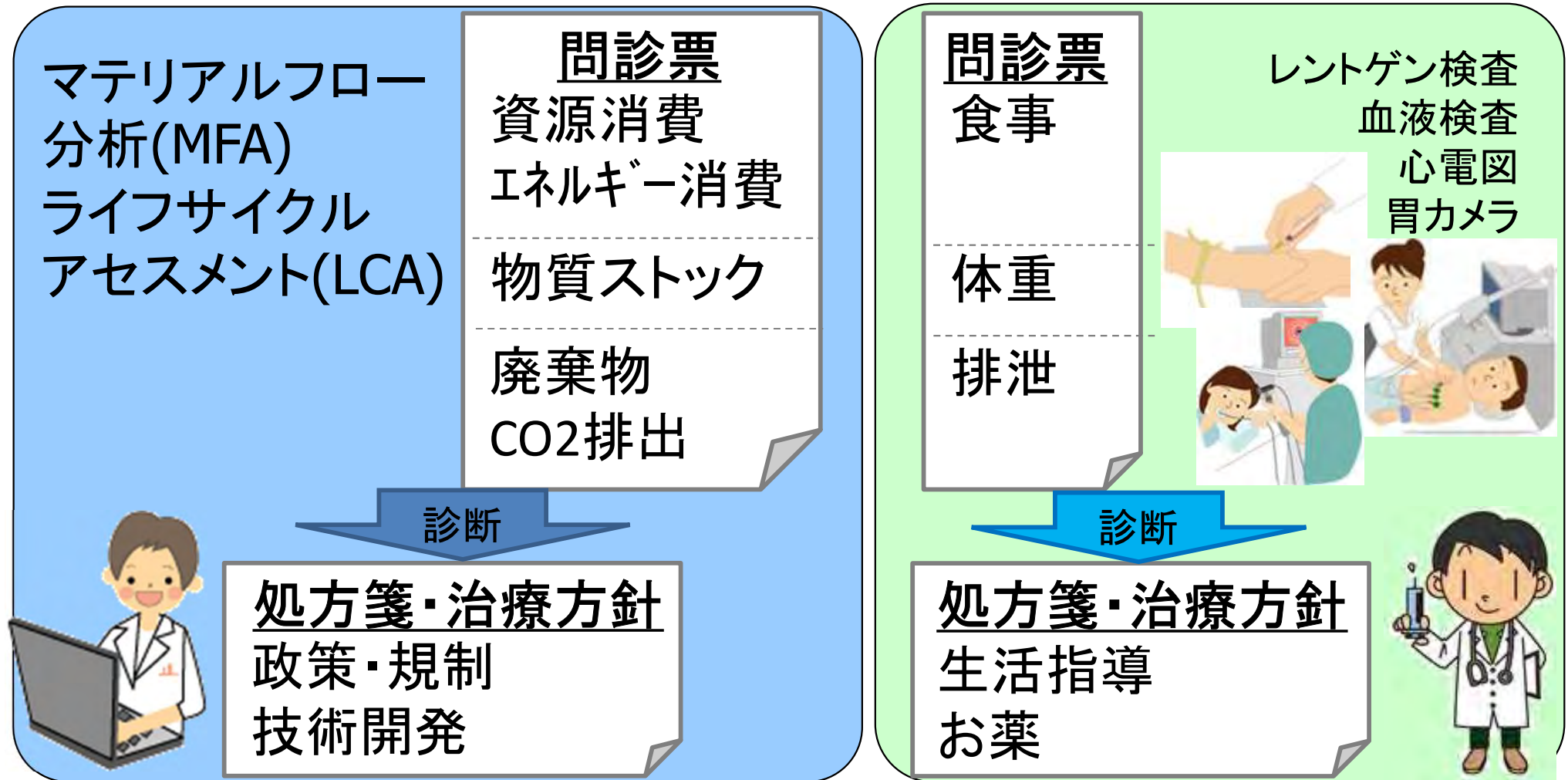
使用済み製品の処理 から原料生産へ

日本学術会議連携会員(特任)
東京大学先端科学技術研究センター
未来戦略LCA連携研究機構
大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
准教授 醍醐市朗



Industrial Ecology(産業エコロジー)

物質やエネルギーを媒体とした相互作用を 産業の代謝
(industrial metabolism)としてとらえた研究



- ・ 自覚症状のない病理部分の早期発見や、予防が重要である。



材料はいつ機能を果たしている？



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構

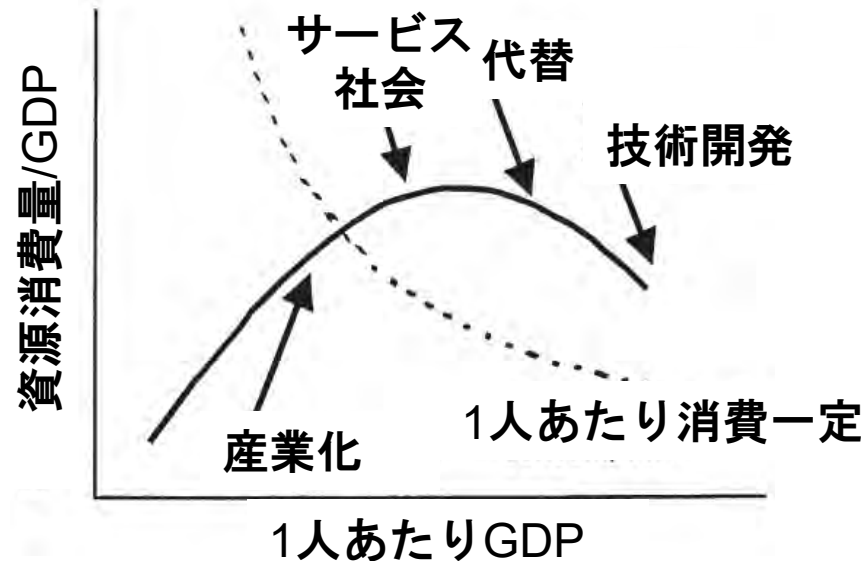


UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



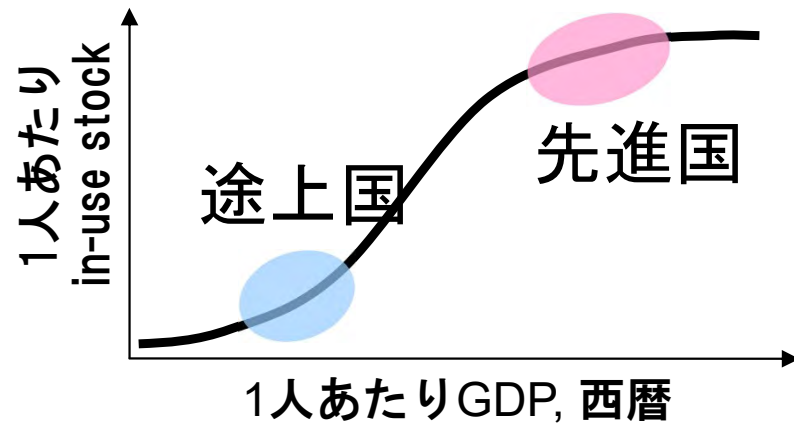
ベースメタルの将来需要推計

使用強度Intensity of use (IU)仮説

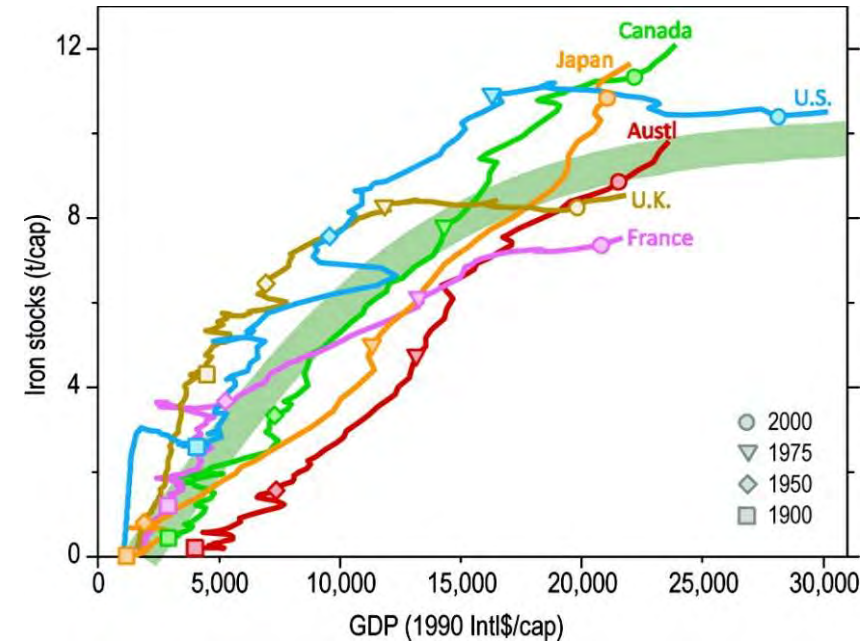


van Vuuren et al., *Resources Policy* **25**, 1999, 239-255.

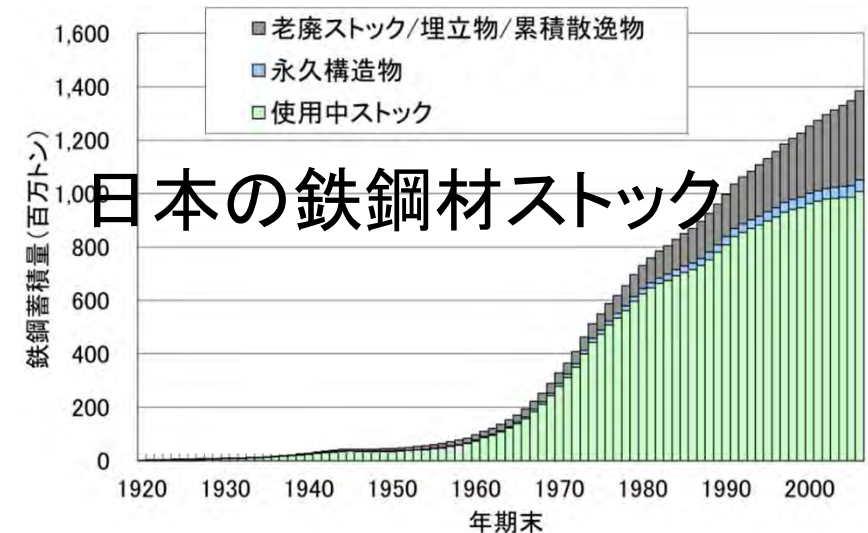
Stock-driven model



H. Hatayama et al.: *Environ. Sci. Technol.*, **44**, 2010, 6457-6463.



D. B. Müller; T. Wang; B. Duval; *Environ. Sci. Technol.*, **45**, 2011, 182-188.

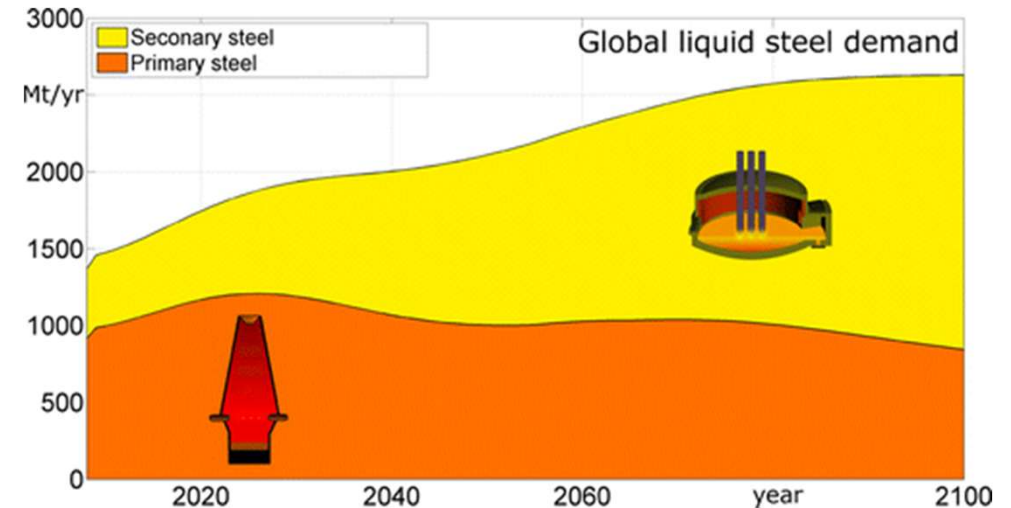
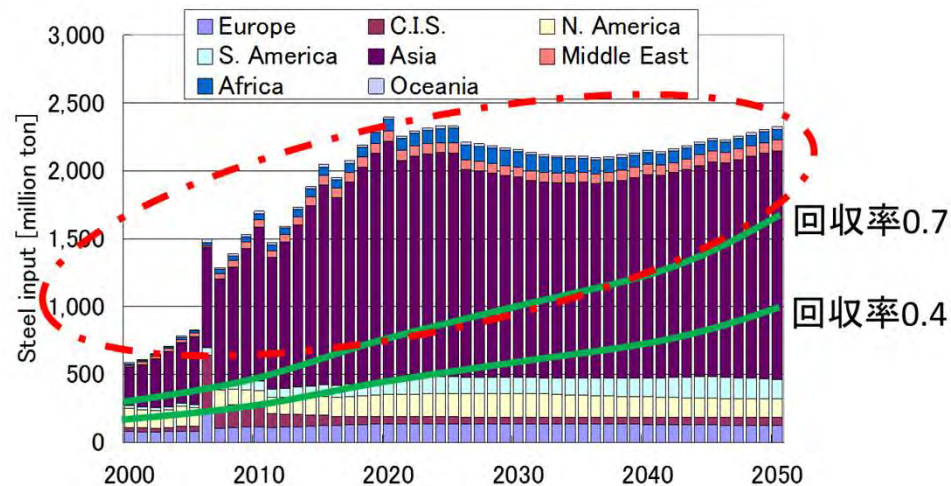


I. Daigo et al.; *ISIJ Int.* **47**, 2007, 1065-1069.を基に作成



スクラップが主原料に

必要とされる鉄鋼材はスクラップからだけでは賄えない



H. Hatayama et al.: *Environ. Sci. Technol.*, **2010**, 44, 6457-6463. S. Pauliuk et al.: The Steel Scrap Age. *Environ. Sci. Technol.*, **2013**, 47, 3448

(単位: 10 億トン/年)	2050年		2100年	
	粗鋼需要量	スクラップ供給量	粗鋼需要量	スクラップ供給量
Pauliuk et al. 2013	2.1	1.0	2.6	1.8
Oda et al. 2013*	2.2	0.9	推計対象外	
Morfeldt et al. 2015**	2.1-2.3***	0.5-0.6	2.3-2.6	1.6-1.7
IEA 2020	2.1	1.4	推計対象外	

* 参照ケースの結果; ** シナリオ demand stagnation in 2050の結果;

*** 3つのシナリオの結果を幅で記した



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科材料工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構

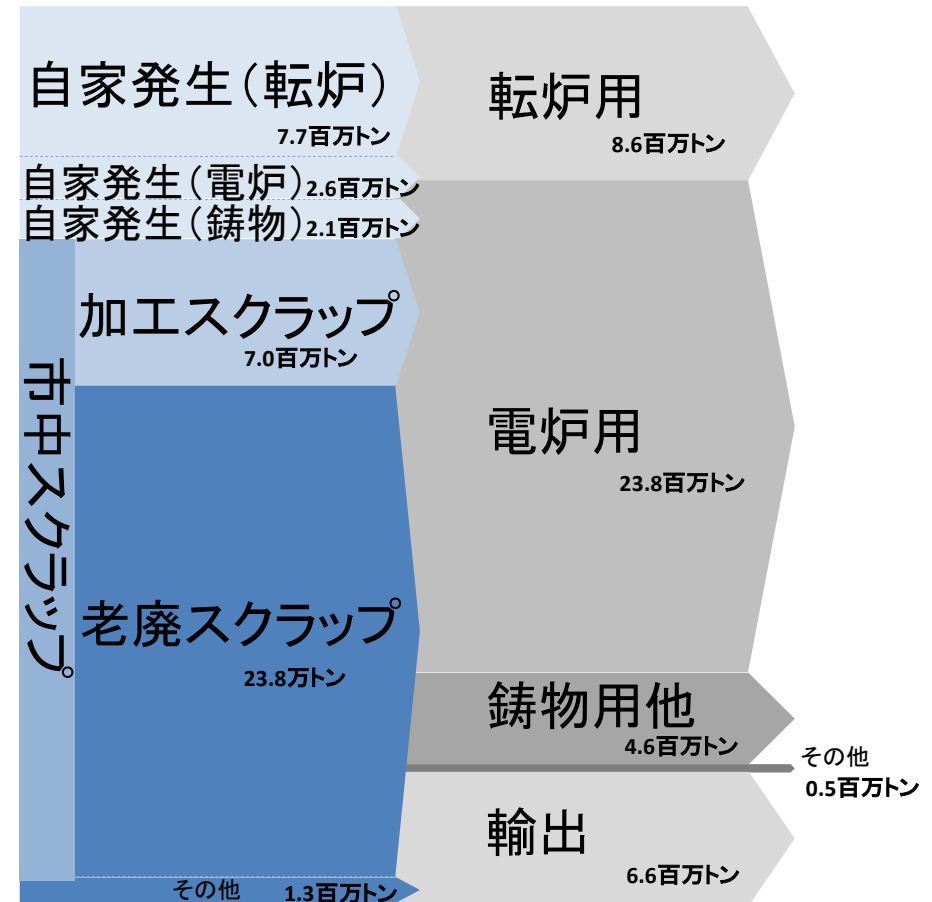


日本の鉄スクラップ需給

加工スクラップ

新断(しんだち)

鋼ダライ粉



44.5百万トン
(2022年度)



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構

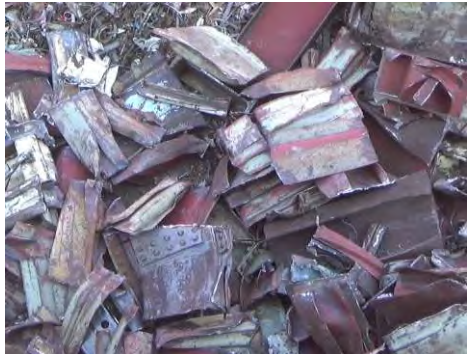


UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構

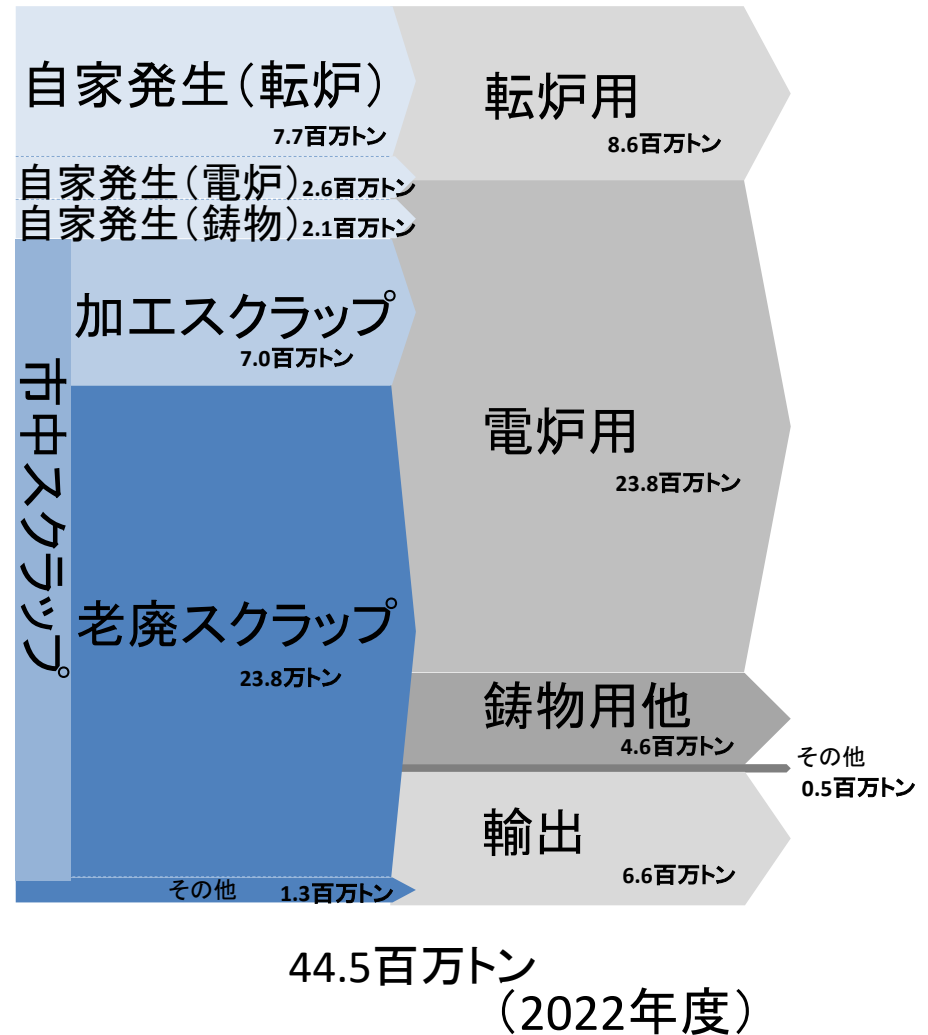


日本の鉄スクラップ需給

老廃スクラップ
ヘビー シュレッダ



プレス



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



鉄鋼材の用途別使用済み処理フロー

使用済み製品	処理場所	素材選別	サイジング	老廃スクラップ 品種
建築物	解体現場、リサイクラー	手選別、重機	シャーリング	ヘビー
建築付帯設備類	解体現場、リサイクラー	手選別、重機	シャーリング	ヘビー
土木構造物	解体現場、リサイクラー	手選別、重機	シャーリング	ヘビー
産業機械	リサイクラー	手選別、重機	ガス溶断・シャーリング	ヘビー・故鉄A
電気機械器具	リサイクラー	磁力選別	シュレッダ*	Bシュレッダ
	リサイクラー	手選別、重機	プレス	Bプレス
家庭用事務用機械器具	リサイクラー	磁力選別	シュレッダ*	Bシュレッダ
	リサイクラー	手選別、重機	プレス	Bプレス
大型家電4品目	リサイクラー	磁力選別	シュレッダ*	Bシュレッダ
自動車(エンジン除く)	リサイクラー	重機・磁力選別	シュレッダ*	Aシュレッダ
	リサイクラー	重機	プレス	Aプレス
自動車(エンジン)	リサイクラー			故鉄A、故鉄B
容器	リサイクラー	磁力選別	プレス	Cプレス



建築物解体物の処理フロー

使用済み製品	処理場所	素材選別	サイジング	老廃スクラップ 品種
建築物	解体現場、リサイクラー	手選別、重機	シャーリング	ヘビー
建築付帯設備類	解体現場			ヘビー
土木構造物	解体現場			ヘビー
産業機械	リサイクラー		シャーリング	ヘビー・故鉄A
電気機械器具	リサイクラー			Bシュレッダ
	リサイクラー			Bプレス
家庭用事務用機械器具	リサイクラー			Bシュレッダ
	リサイクラー			Bプレス
大型家電4品目	リサイクラー			Bシュレッダ
自動車(エンジン除く)	リサイクラー			Aシュレッダ
	リサイクラー			Aプレス
自動車(エンジン)	リサイクラー			故鉄A、故鉄B
容器	リサイクラー			Cプレス



使用済み機械類の処理フロー

使用済み製品	処理場所	素材選別	サイジング	老廃スクラップ 品種
産業機械	リサイクラー	手選別、重機	ガス溶断・シャーリング	ヘビー・故鉄A
電気機械器具				Bシュレッダ
				Bプレス
家庭用事務用材具				Bシュレッダ
				Bプレス
大型家電4品目				Bシュレッダ
自動車(エンジン)				Aシュレッダ
				Aプレス
自動車(エンジン)				故鉄A、故鉄B
容器				Cプレス



使用済み電気機械類の処理フロー

使用済み製品	処理場所	素材選別	サイジング	老廃スクラップ 品種
電気機械器具	リサイクラー	磁力選別	シュレッダ*	Bシュレッダ
	リサイクラー	手選別、重機	プレス	Bプレス
家庭用事務用機械器具	リサイクラー			Bシュレッダ
	リサイクラー			Bプレス
大型家電4品目	リサイクラー			Bシュレッダ
自動車(エンジン除く)	リサイクラー			Aシュレッダ
	リサイクラー			Aプレス
自動車(エンジン)	リサイクラー			故銑A、故銑B
容器	リサイクラー			Cプレス



使用済み家電の処理フロー

使用済み製品	処理場所	素材選別	サイジング	老廃スクラップ 品種
大型家電4品目	リサイクラー	磁力選別	シュレッダ*	Bシュレッダ
自動車(エンジン除く)				Aシュレッダ
自動車(エンジン)				Aプレス
自動車(エンジン)				故銑A、故銑B
容器				Cプレス



使用済み自動車の処理フロー

使用済み製品	処理場所	素材選別	サイジング	老廃スクラップ 品種
自動車(エンジン除く)	リサイクラー	重機・磁力選別	シュレッダ*	Aシュレッダ
自動車(エンジン)				ス
容器				A、故鉄B
				ス



鉄スクラップの等級規格

日本の等級区分			類似する他国・地域の等級区分			
等級	寸法(mm)要件等	単重[kg] 要件	中国		欧州	ISRI(米国)
			スクラップ	再生鉄鋼原料		
ヘビースクラップ						
HS	厚さ ≥ 6 、幅又は高さ $\times$ 長さ $< 500 \times 700$	≤ 600	重型廃鋼II類	HRS101	E3	No.1 HMS (heavy melting steel), 200-202
H1	厚さ ≥ 6 、幅又は高さ $\times$ 長さ $< 500 \times 1200$	≤ 1000	重型廃鋼I類			
H2	厚さ $< 6, \geq 3$ 、幅又は高さ $\times$ 長さ $< 500 \times 1200$	≤ 1000	中型廃鋼	MRS201	E1	No.2 HMS, 203
H3	厚さ $< 3, \geq 1$ 、幅又は高さ $\times$ 長さ $< 500 \times 1200$	≤ 1000	小型廃鋼	LRS01	EHRB	No.2 HMS, 204-206
H4	厚さ < 1 、幅又は高さ $\times$ 長さ $< 500 \times 1200$	≤ 1000	軽薄料廃鋼	—		
プレススクラップ						
A	3辺の総和 < 1800 、最大辺 < 800 主に使用済み自動車をプレスしたもの	—	打包塊	BRS501	—	—
B	3辺の総和 < 1800 、最大辺 < 800 Aプレス、Cプレスでないもの	—		BRS502	—	No.2 bundles, 209 No.3 bundles, 214
C	3辺の総和 $< 1800, \geq 600$ 、最大辺 < 800 飲料缶をプレスしたもの	—		BRS501	—	Steel can bundles, 213
シュレッダスクラップ						
A	主に使用済み自動車を破砕したもの	—	破砕廃鋼I類	SRS401	E40	Shredded scrap, 210-211
B	上記以外の混合品	—	破砕廃鋼II類	SRS402		
故銑スクラップ						
A	1辺 ≤ 1200 、機械銑、道具銑等の上銑、モーターブロック完全解体	≤ 1000	—	CRS501	EHRM	—
B	1辺 ≤ 1200 、並銑、モーターブロック未解体(油ぬきもの)	≤ 1000	—	—		—

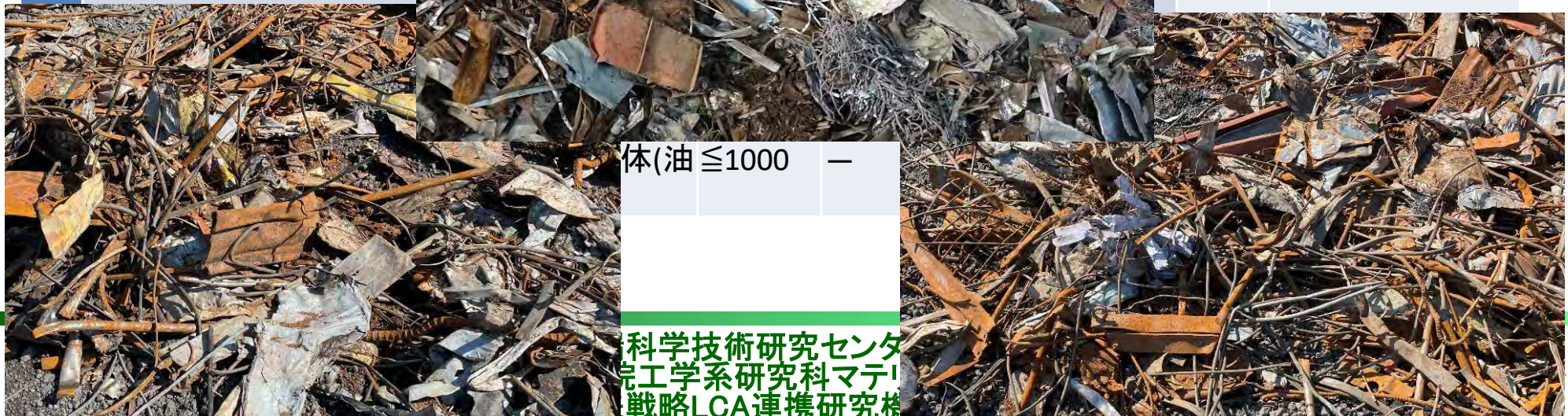
鉄スクラップの等級規格

日本の等級区分			類似する他国・地域の等級区分			
等級	寸法(mm)要件等	単重[kg] 要件	中国		欧州	ISRI(米国)
			スクラップ	再生鉄鋼原料		
ヘビースクラップ						
HS	厚さ≥6、幅又は高さ×長さ<500 x 700	≤600	重型廃鋼Ⅱ類	HRS101	E3	No.1 HMS (heavy melting steel).



鉄スクラップの等級規格

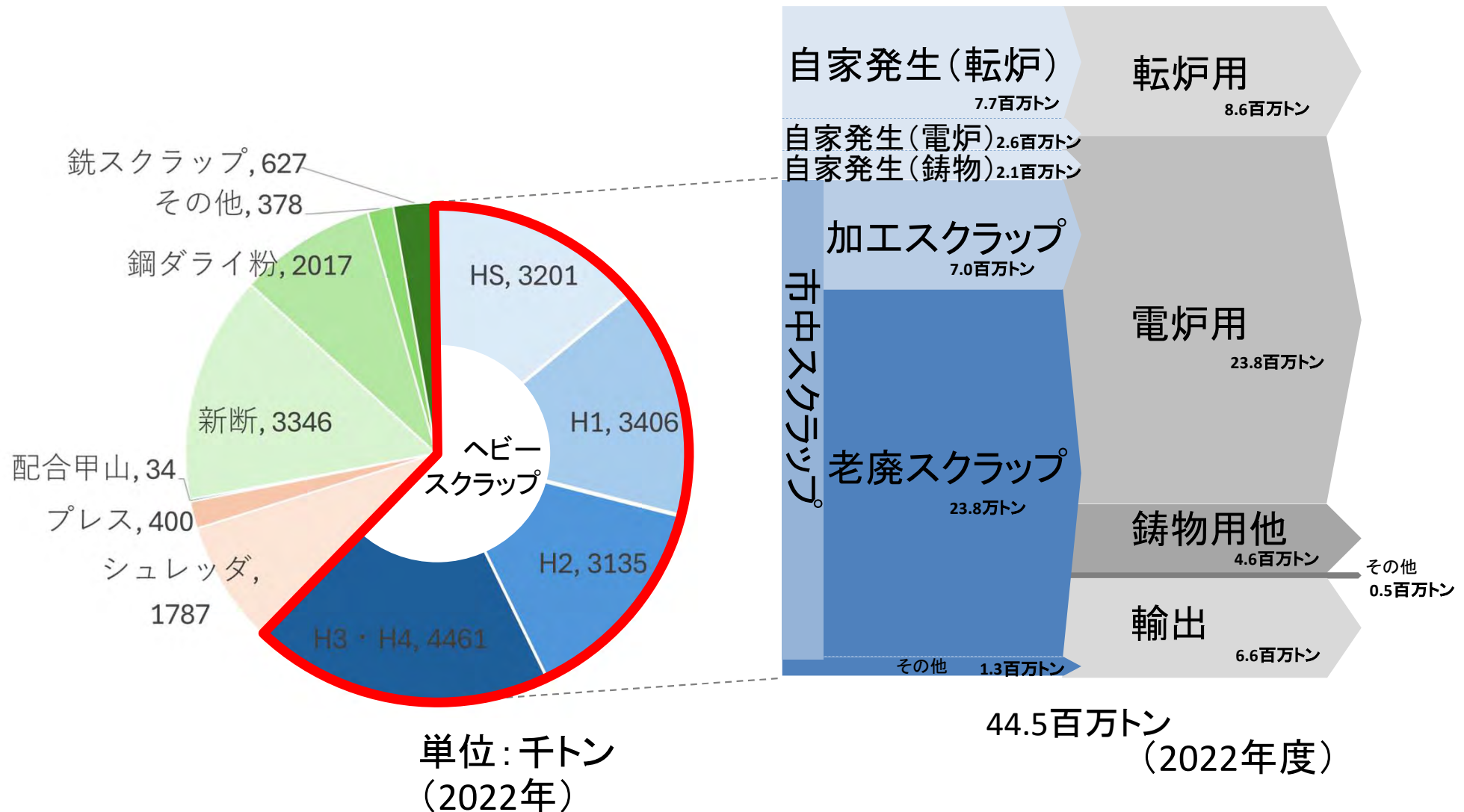
日本の等級区分			類似する他国・地域の等級区分			
等級	寸法(mm)要件等	単重[kg] 要件	中国		欧州	ISRI(米国)
			スクラップ	再生鉄鋼原料		
ヘビースクラップ						
H2	厚さ<6,≧3、幅又は高さx長さ<500 x 1200	≦1000	中型廃鋼	MRS201	E1	No.2 HMS, 203
H3	厚さ<3,≧1、幅又は高さx長さ<500 x 1200	≦1000	小型廃鋼	LRS01	EHRB	No.2 HMS, 204-
H4	厚さ<1、幅又は高さx長さ<500 x 1200	≦1000	軽薄料廃鋼	—		206



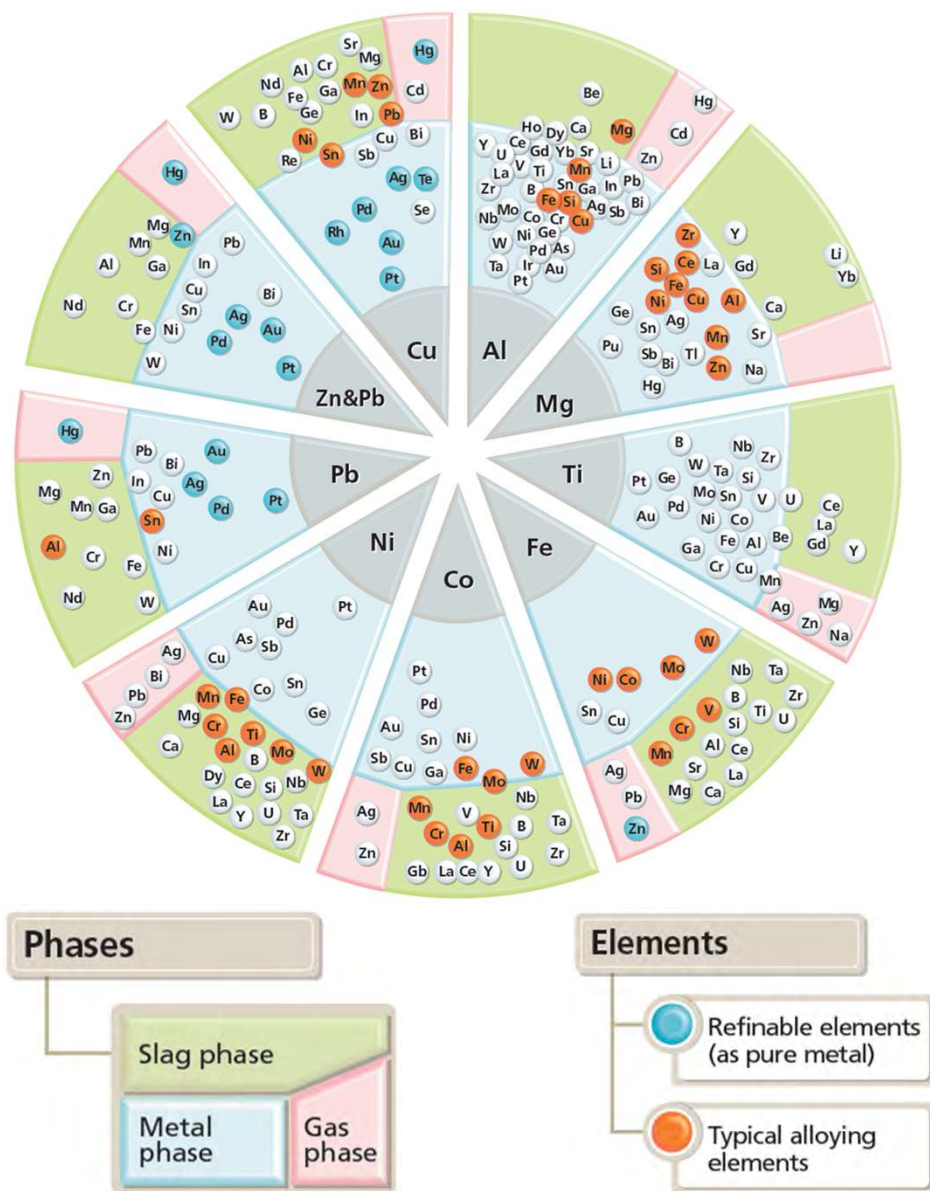
体(油 ≦1000 —

科学技術研究センタ
完工学系研究科マデ
戦略LCA連携研究機

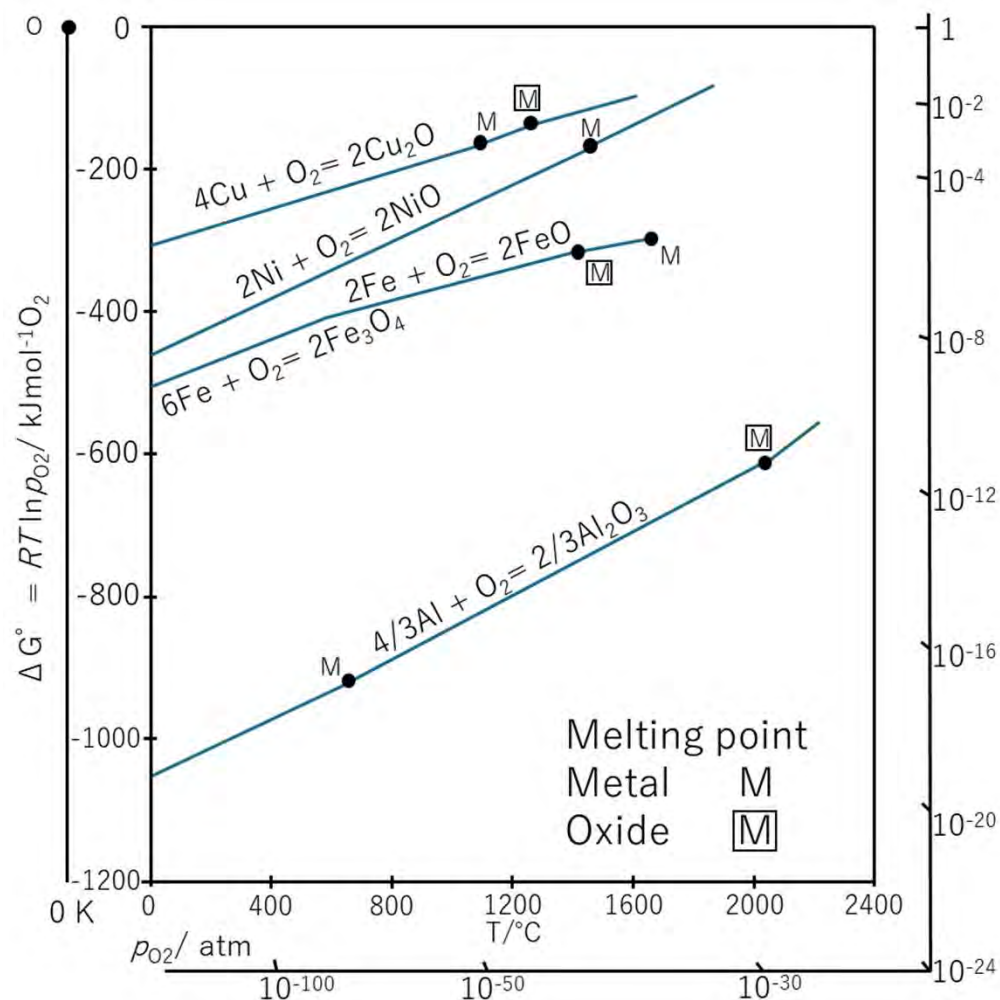
日本の鉄スクラップ需給と等級区分別流通量



金属資源循環における不純物の課題



Nakajima K. et al. Metal Sustainability, Wiley (2016) 453-466.



酸化物のエリンガム図



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



他素材の二次資源にない特徴

- ① 主要な素材が鉄鋼材である部品や製品が多いことから、他の素材の混入が多いこと
- ② シャーリングによる加工により、寸法は短くなるものの、いくつかの鋼片が圧接され、中には単体の重量が数十キロ程度の重量物が発生すること



他素材の二次資源にない特徴

- ③ 磁性を有すること
- ④ 棒鋼や形鋼などの条鋼類も多く、スクラップの先端が尖っていること
- ⑤ 年間千万トン以上と流通量が多いこと
- ⑥ 様々な鋼材が変形を受け曲がった状態で混在しており、高さのある塊になること

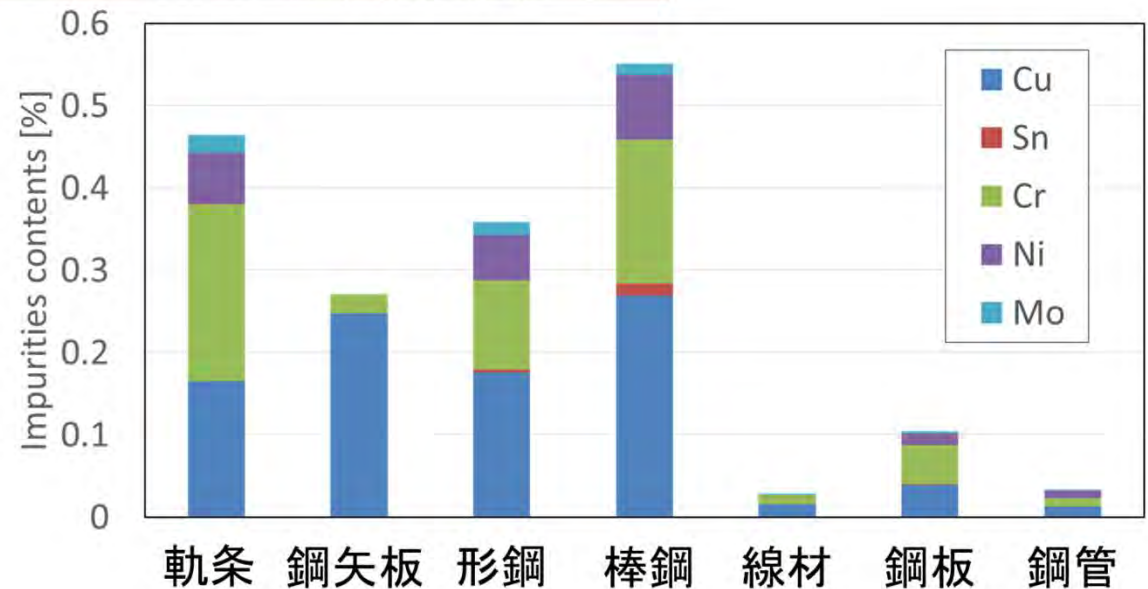


鉄鋼材中のトランプ元素濃度

品種	生産量 1000 t/年	試料 数	トランプ 元素濃度
軌条	786	7	中
鋼矢板	803	2	中
形鋼	6,270	148	高
棒鋼	8,403	216	高
線材	2,261	14	低
鋼板	厚中板	65	低
	熱間圧延		
	冷間圧延		
	電気メッキ鋼板		
	ブリキ		
	亜鉛メッキ鋼板		
	その他表面処理鋼板		
鋼管	3,617	57	低



2011年8月：中部
2015年8月：中部
2016年7月：関東
2016年8月：関東



品種	90%信頼区間 [±%]				
	Cu	Sn	Cr	Ni	Mo
軌条	0.041	0.000	0.066	0.020	0.007
鋼矢板	-	-	-	-	-
形鋼	0.019	0.001	0.013	0.006	0.002
棒鋼	0.013	0.002	0.010	0.005	0.001
線材	0.013	0.000	0.010	0.000	0.002
鋼板	0.017	0.001	0.020	0.006	0.001
鋼管	0.007	0.000	0.002	0.017	0.000

平均値とともに分散も

Daigo I. et al./ ISIJ International, 57 (2017), 388–393
<https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2016-500>

© 2017 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



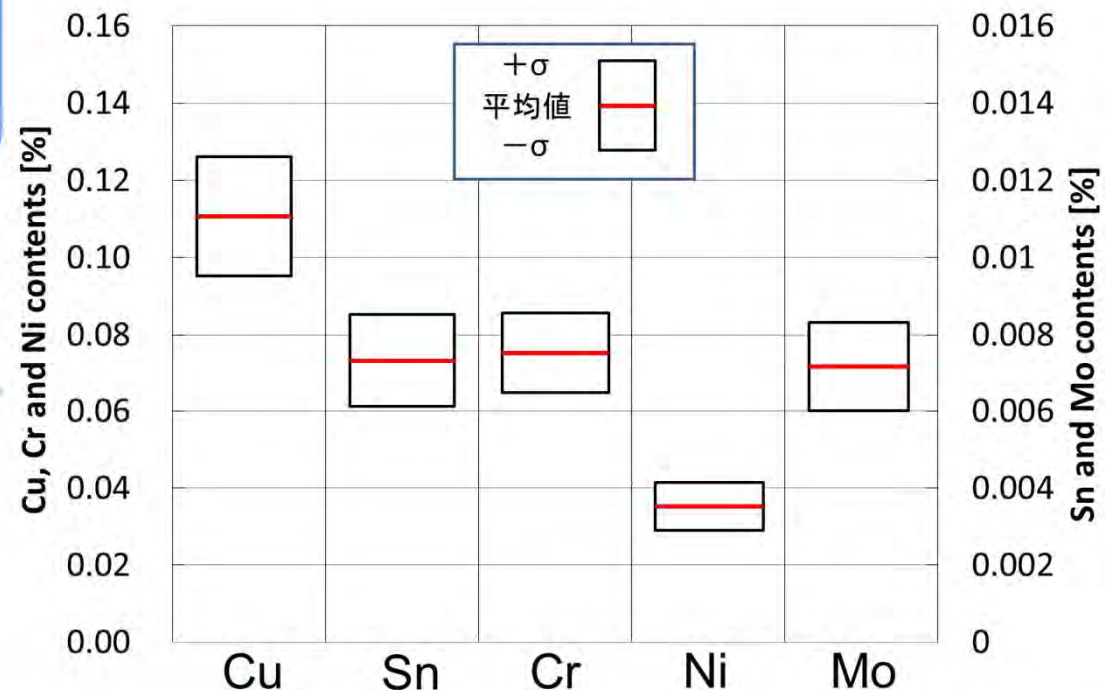
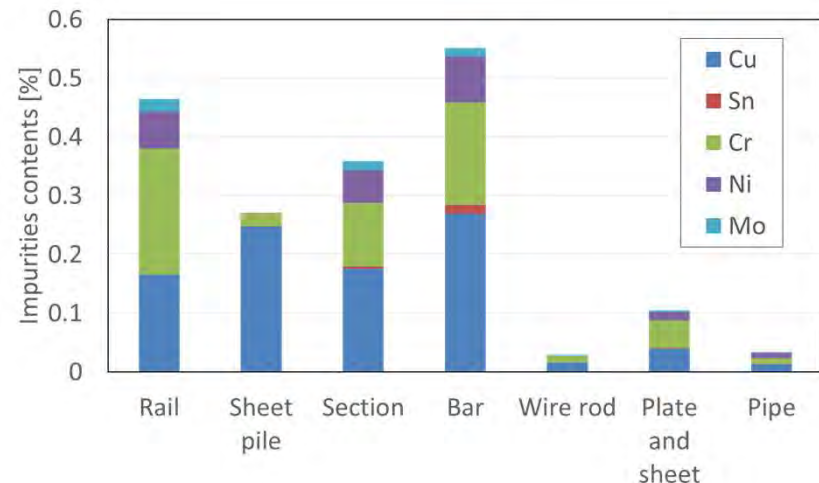
日本において得られる鉄スクラップの平均値

品種	生産量 1000 t/年	国内消費量 1000 t/年	国内投入量 1000 t/年
軌条	786	186	40
鋼矢板	803	674	237
形鋼	6,270	5,488	4,935
棒鋼	8,403	8,249	7,640
線材	2,261	1,665	103
鋼板	厚中板	10,485	3,633
	熱間圧延	17,639	3,270
	冷間圧延	6,141	1,479
	電気メッキ鋼板	1,689	87
	ブリキ	901	304
	亜鉛メッキ鋼板	533	220
	その他表面処理鋼板	12,324	8,501
鋼管	3,617	2,908	2,347

2013年度

日本で得られる鉄スクラップ
の不純物濃度の期待値

×



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科材料工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



VTN: Oct. 2015 @Vinh Phuc city and Dahoi Village, n=121

日本

ベトナム

使用済み製品の
発生

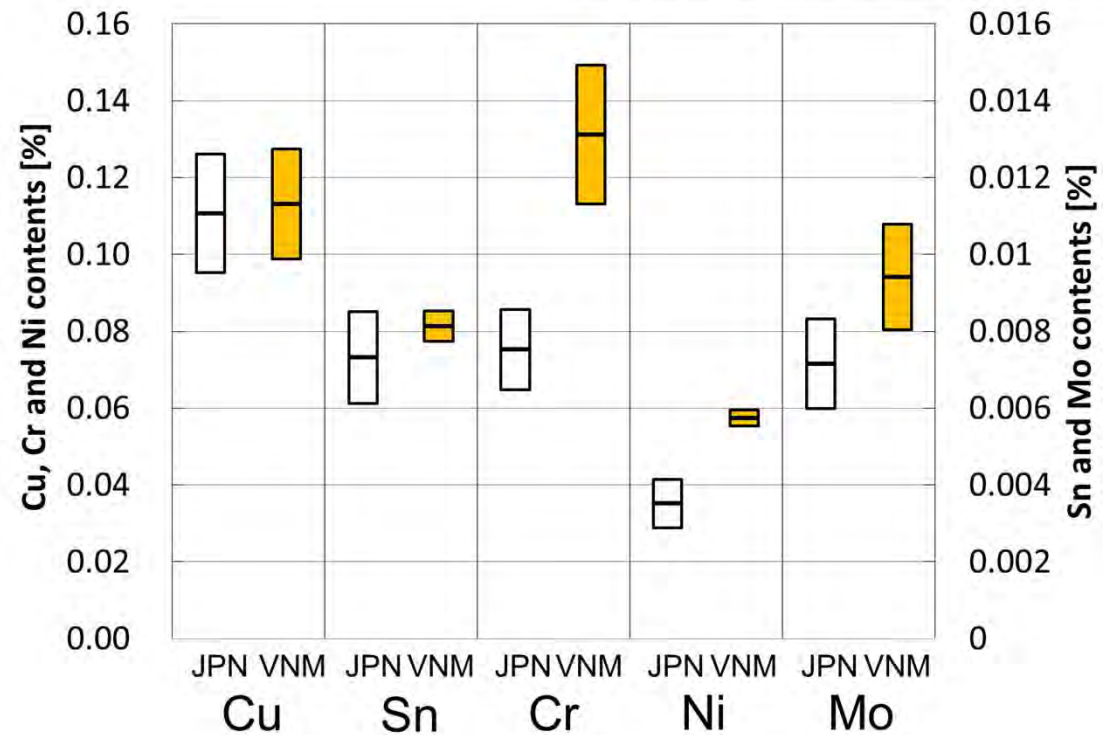
解体・分離

鉄
スクラップ

他素材の
ピッキング

溶解

非鉄素材を分離
特殊鋼(ステンレス鋼含む)は分離してない



Daigo I. et al./ ISIJ International, 57 (2017), 388–393

<https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2016-500>

© 2017 日本鉄鋼協会



東京大学

先端科学技術研究センター

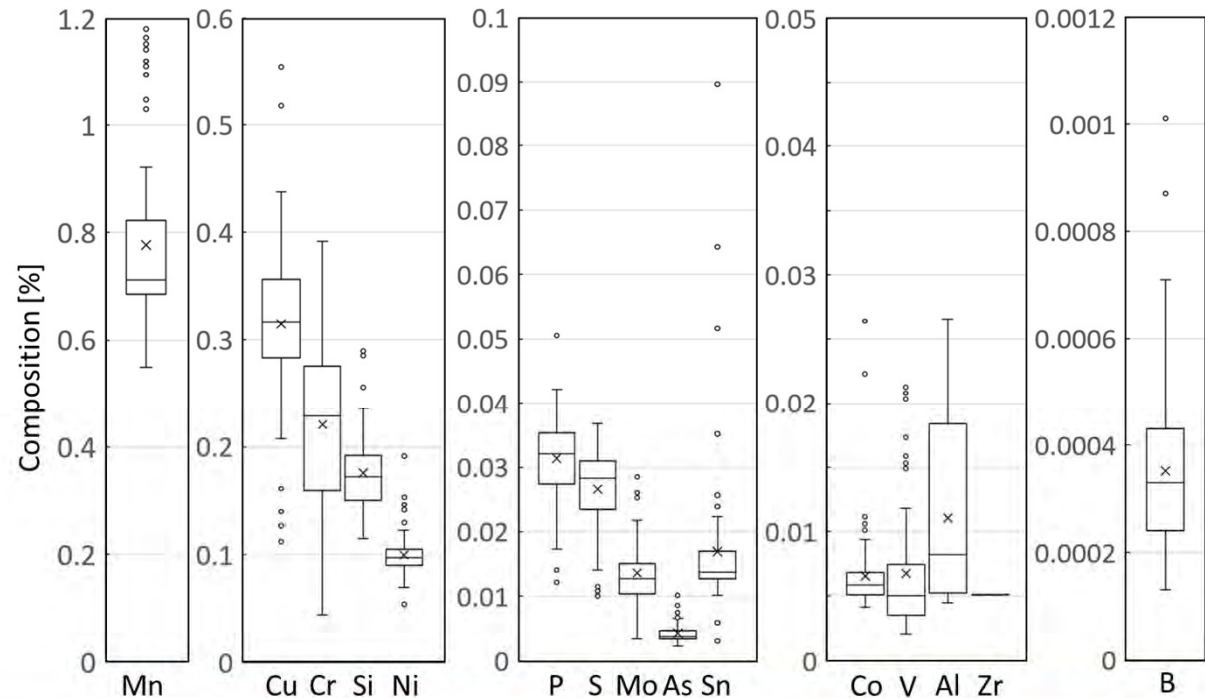
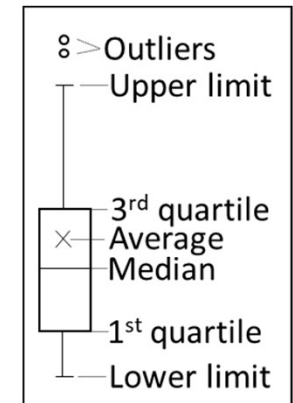
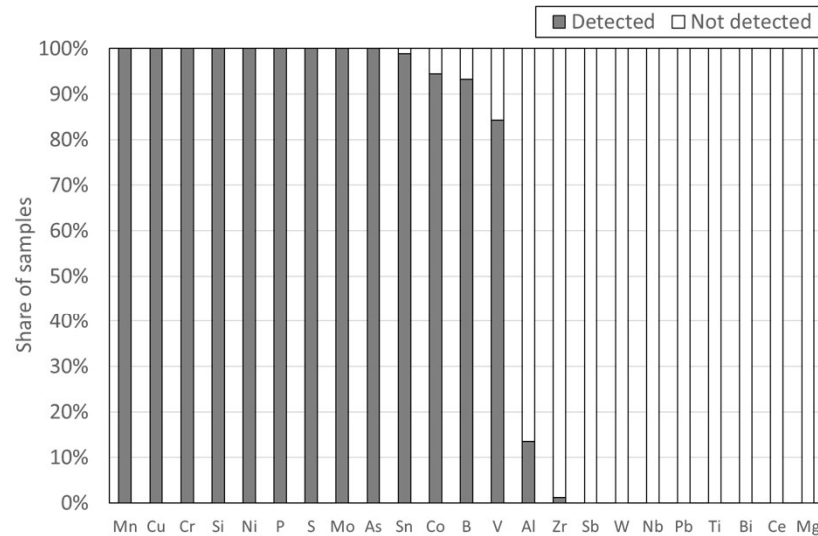
東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科材料工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



鉄筋棒鋼中の不純物元素の実態把握



Daigo et al.: *ISIJ Int*, **2021**, 61, 498-505.
<https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2020-377>
 © 2021 日本鉄鋼協会



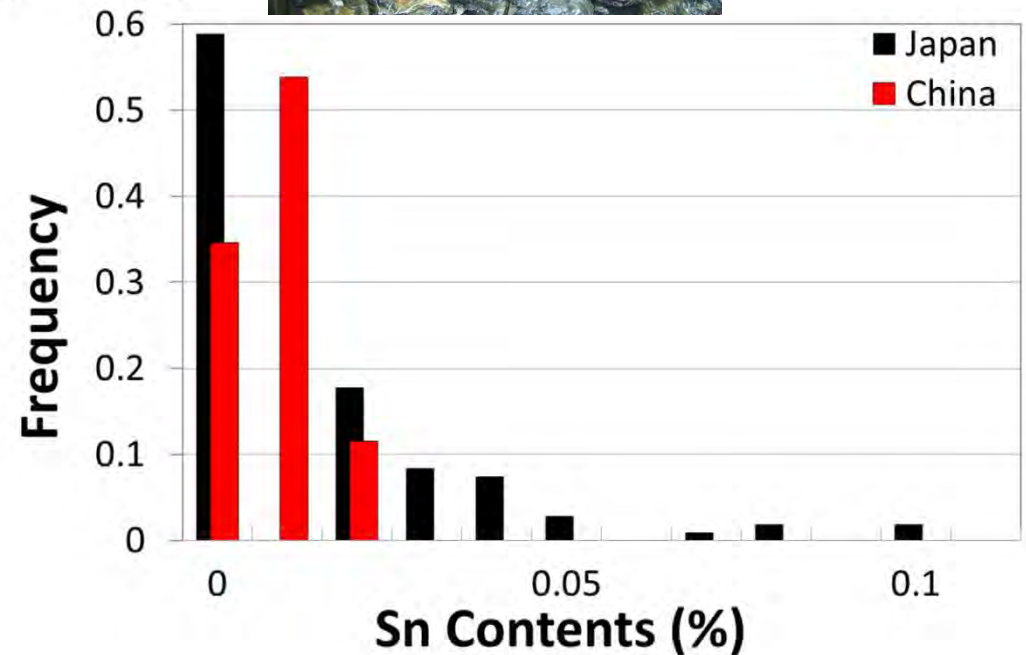
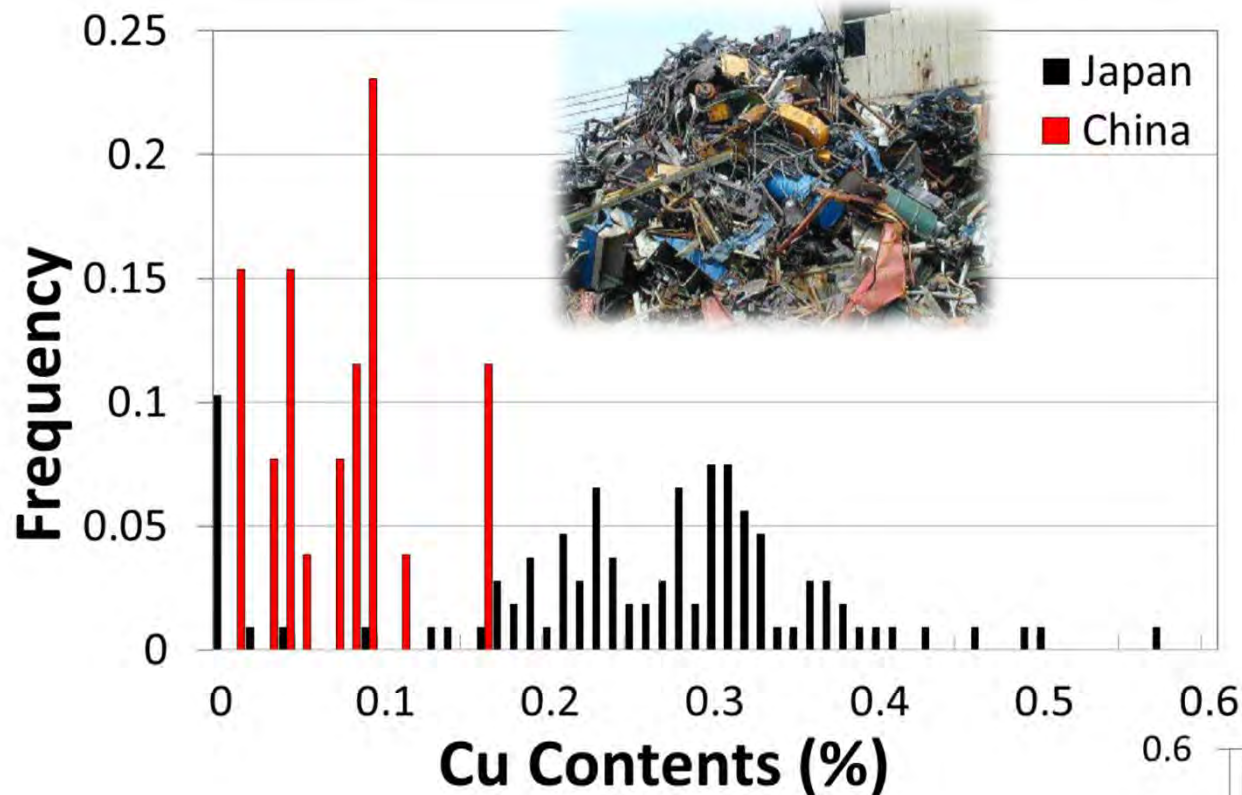
東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
 東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
 東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構





Daigo and Goto: *ISIJ Int.* **55**, 2015, 2027-2032. <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2015-166> © 2015 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



各国でのサンプリング



Ukraine

98 samples from an EAF
company in 2015

China (Shandong)

125 samples from scraps yard in
2016



West Europe

(Belgium, France, Germany, Netherlands)
65 samples from a scraps yard in 2015



China (Shanghai)

26 samples from scraps yard in
2013



Vietnam

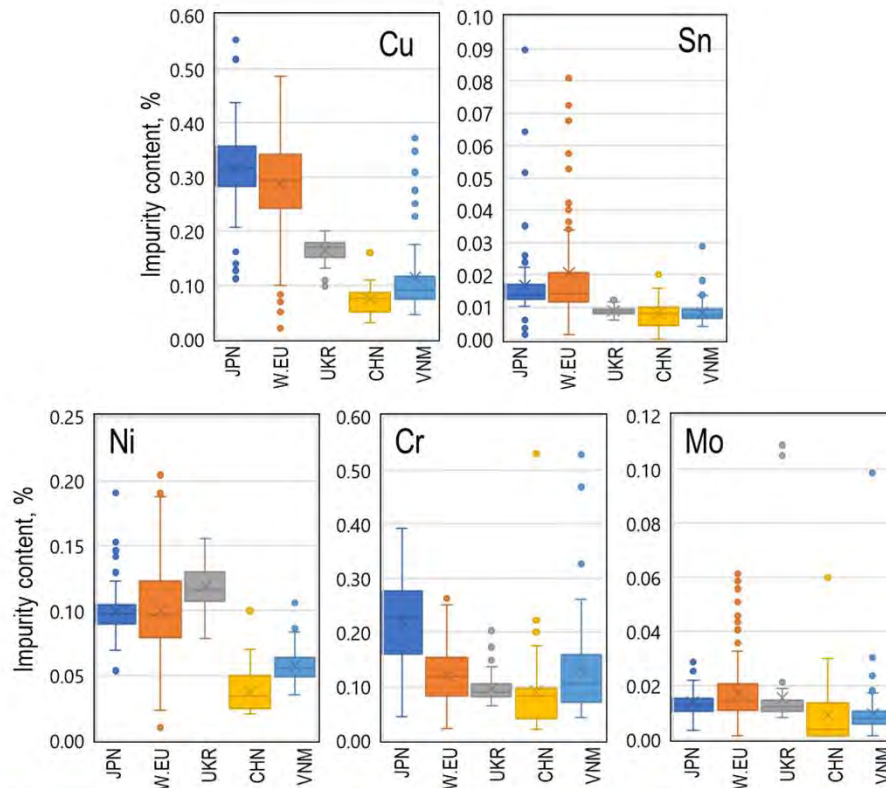
121 samples from an EAF
company in 2015



Japan

107 samples from a scrap yard in 2011
89 samples from a scraps yard in 2015

先進国の方が素材中不純物が多い！



世界各国でのリサイクル実態の現地調査

Panasiuk et al.: J. Ind. Ecol. 26(3), 1040-1050, 2022
<https://doi.org/10.1111/jiec.13246>



東京大学
 先端科学技術研究センター

東京大学 大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
 東京大学 未来戦略LCA連携研究機構

UTLCA
 未来戦略LCA連携研究機構

DESIGN
 OF
 FOR
 WITH
 MATERIALS

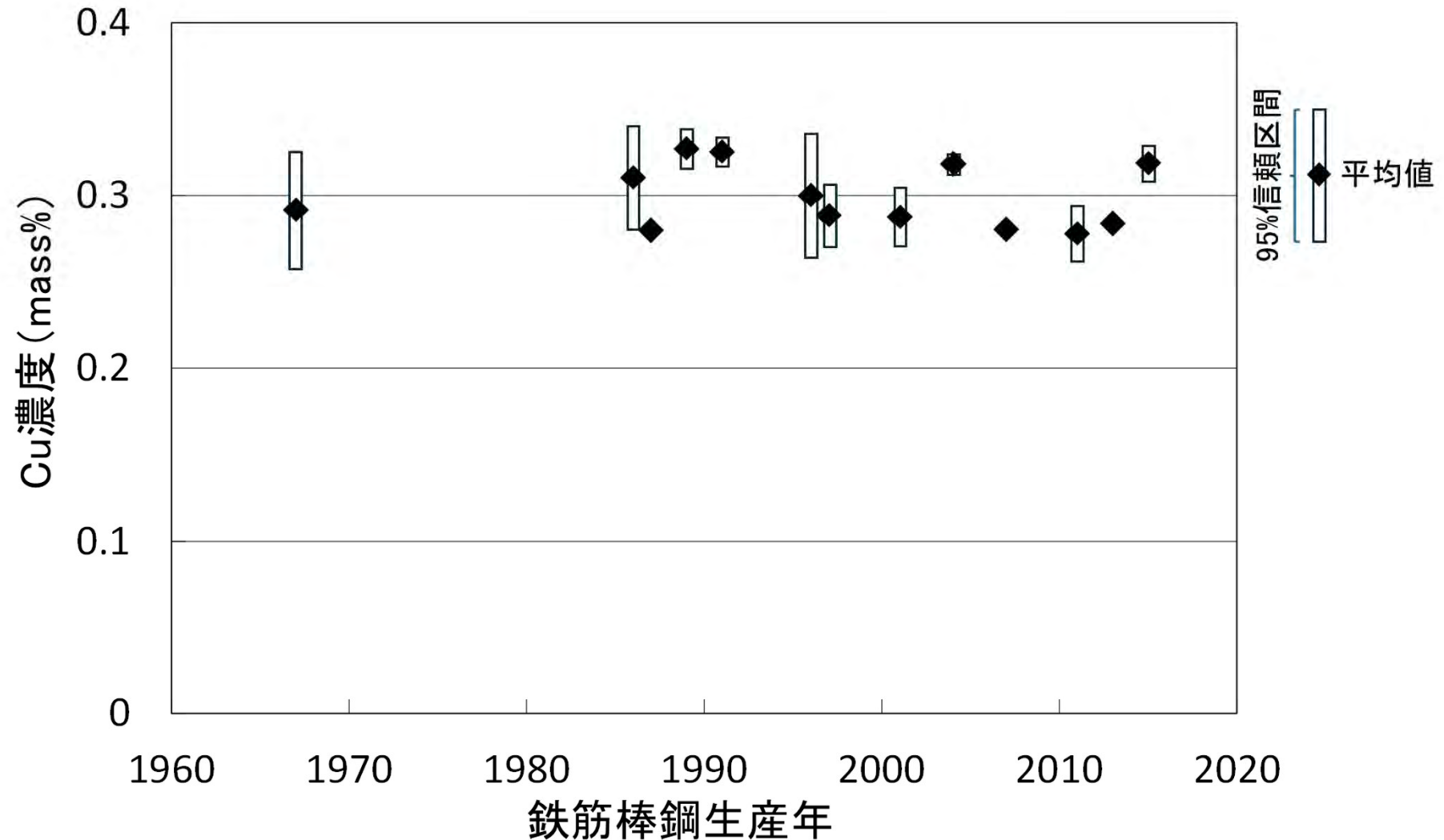
東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学 大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



- ステンレス鋼中のCrやNi
- 高機能材の中のMo, V, Nb, Mn等

- 他素材中のCu, Sn等
- 鉄鋼材中の添加元素

電炉鉄筋棒鋼の化学組成の推移



醍醐市朗ら：鉄と鋼, **104**, 2018, 461-466.

<https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-009> © 2018 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



Cuの混入源の観測

	品目	重量(kg)
鉄系素材	鋼管	372.6
	棒鋼	棒鋼 136
		ネジ棒鋼 4.0
	線材	12
	形鋼	292
	鋼板	鋼板 856
		亜鉛メッキ鋼板 25
	鋳鉄	201
非鉄金属	アルミニウム素材	3.2
	銅素材	3.1
部品	分電盤	18.8
	銅線入り鉄鋼製電線管	10.4
	可とう電線管付電気設備ボックス	7.3
	モータ(6個)	3.2
	トランス	3.8
総重量		1,948



構成物	重量 [kg]
鉄	13
銅	2.6
木材	1.6
ゴム・プラ類	1.6

Cu14wt%



分電盤



構成物	重量 [kg]
鉄	4
銅	1.7
木材	0.5
ゴム・プラ類	1.1

Cu23wt%



可とう電線管付電気設備ボックス

醍醐市朗ら: 開発技術. 25, 2019, 63-72.

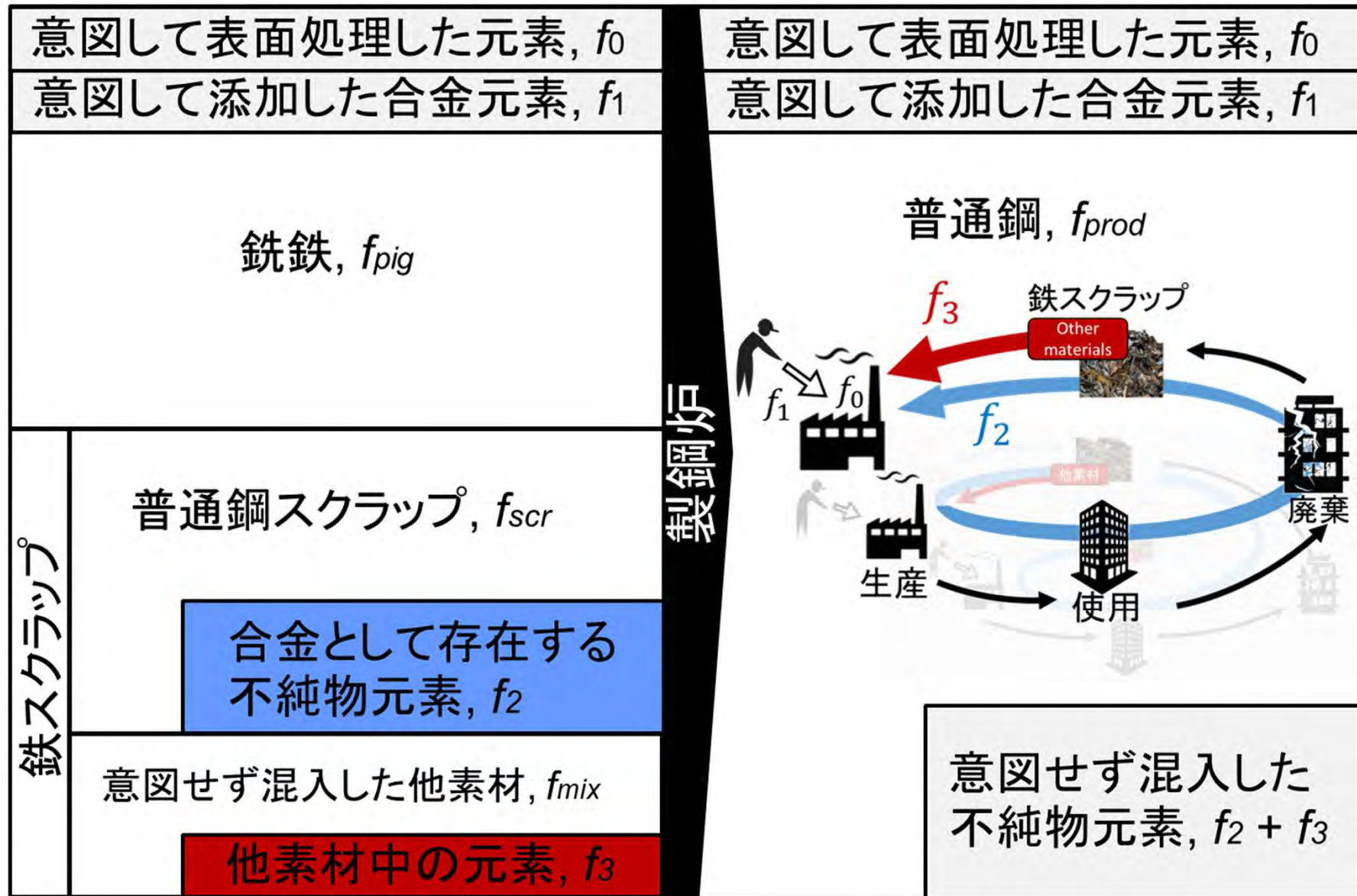


東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



製鋼での物質収支



I. Daigo et al.: ISIJ Inter. 57(2), 388-393., 2017. <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2016-500> © 2017 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

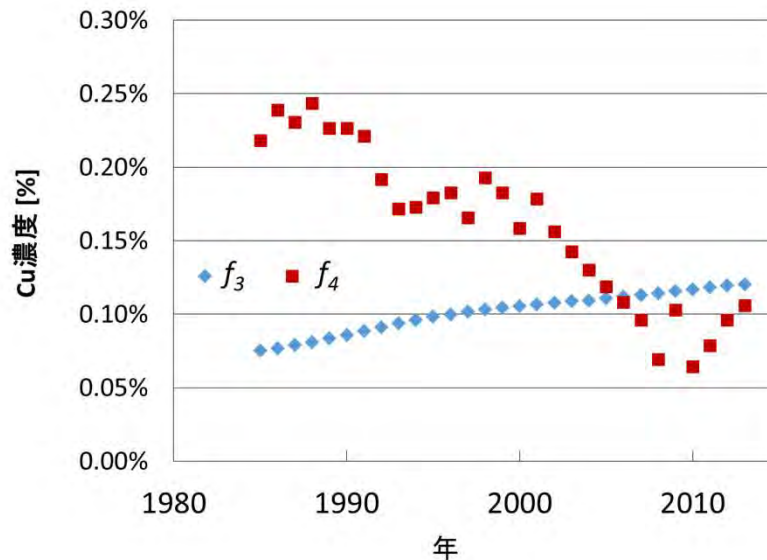
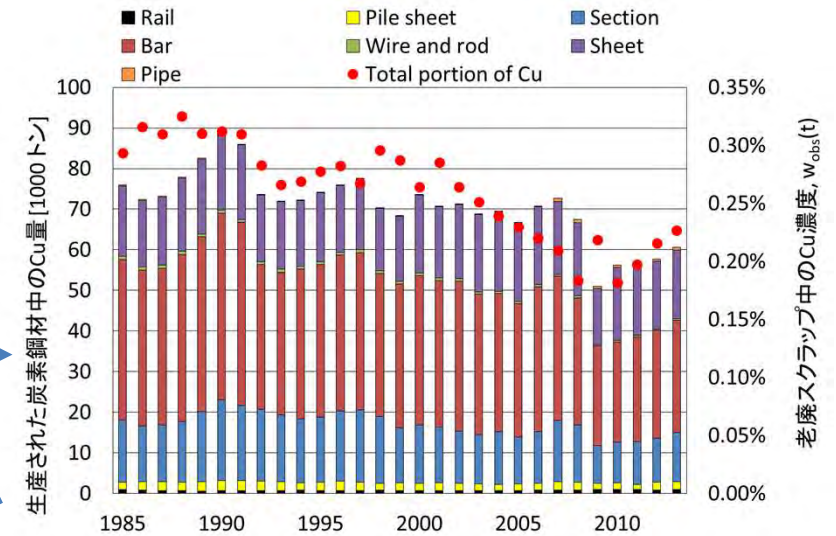
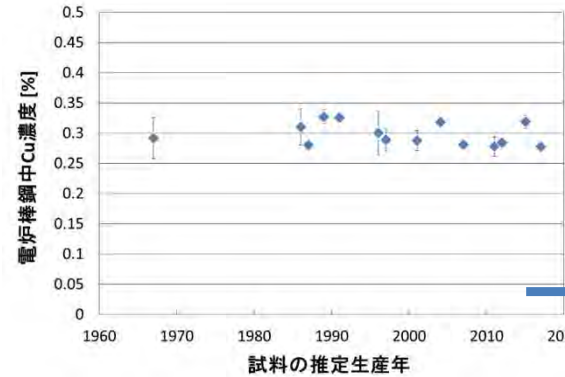
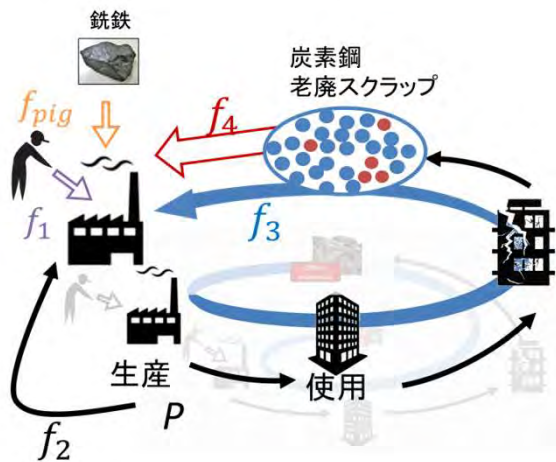
東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



時系列での変化



Cu混入量は著しく減少傾向にあることが判明

醍醐市朗ら: 鉄と鋼, 104, 2018, 461-466.

<https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-009> © 2018 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



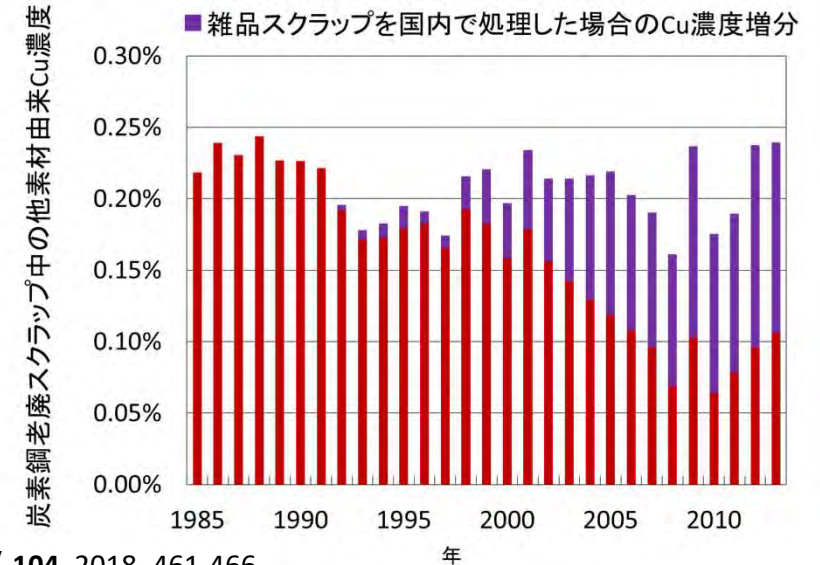
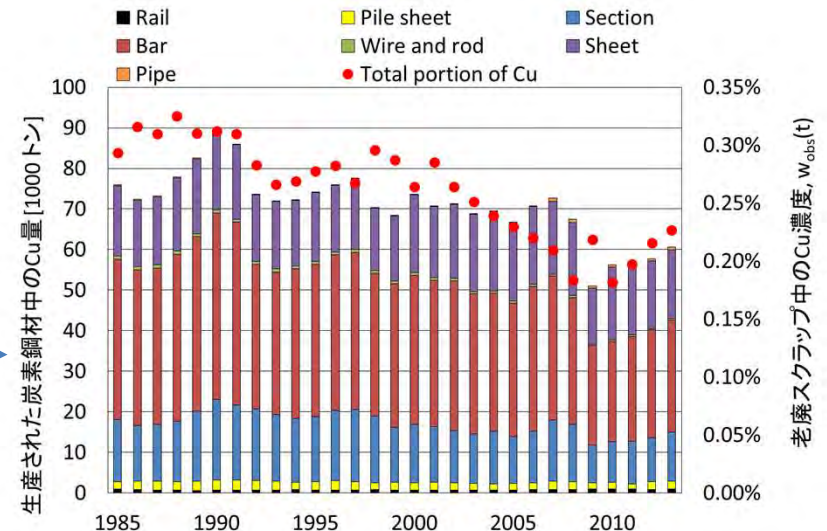
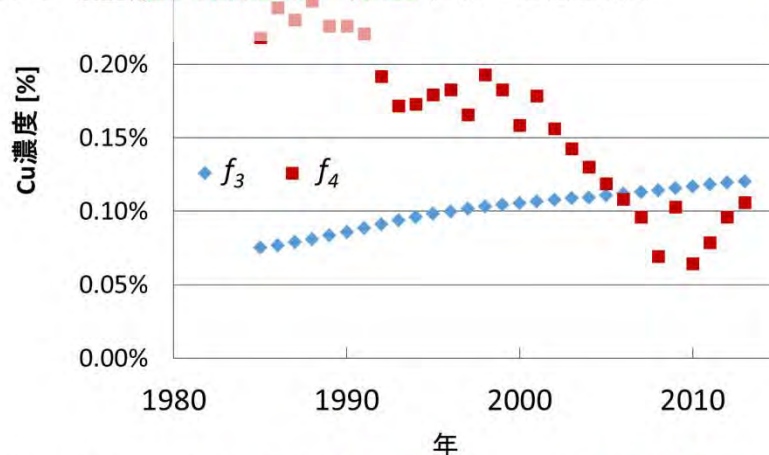
雑品輸出規制によって生じる課題

・雑品とは？ 配電盤・コンプレッサ・モータ等の処理困難物を多く含む、Cu濃度の高い低グレードスクラップ



人件費の安い途上国へ輸出

雑品の最大の受け入れ先である中国が2017年末から2018年中に輸入を完全に停止することを表明



この20年来、雑品輸出により濃化を回避していたことが判明

醍醐市朗ら：鉄と鋼，104，2018，461-466.

<https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-009> © 2018 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



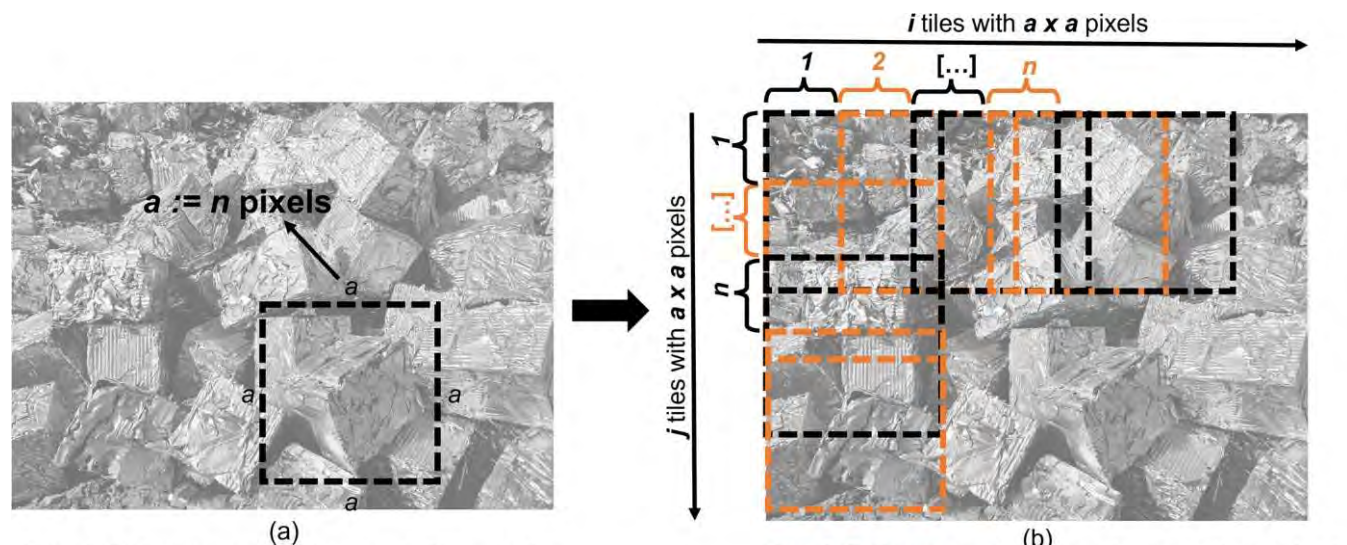
UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



使用済み製品に対する画像解析技術 の適用事例



田島圭二郎,画像解析を用いた鉄スクラップの 等級分類
及び異物検出システムの構築,
東京大学大学院工学系研究科修士論文, 2021.3



Step 1: Define a square that represents the properties
in terms of size

Step 2: Define a step size and cut the tiles of the previously
defined size n in horizontal and vertical direction.

Schäfer, M. et al.: Sci Data 10, 780 (2023).

<https://doi.org/10.1038/s41597-023-02662-6> Copyright © 2023, The Authors



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科材料工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



厚みを外観の変形度合いから推計可能

厚板(6 mm $\leq$)のスクラップ

薄板(<3 mm)のスクラップ

鉄スクラップの特徴

連続体(stuff)

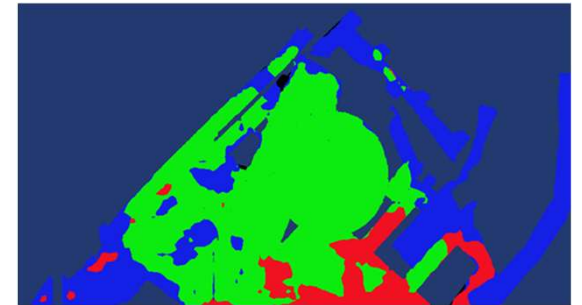
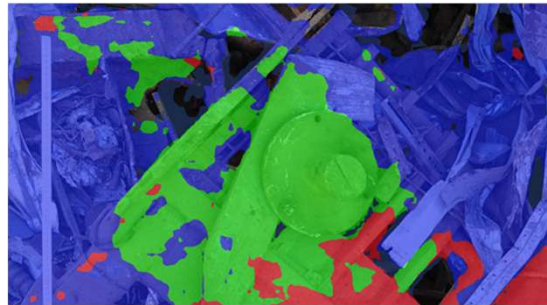
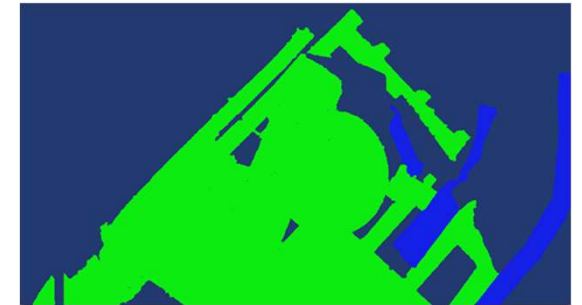
単体(object)

両方の性質を併せ持つ



鋼材の厚さクラス

- 6 mm - (緑)
- 3 - 6 mm (赤)
- - 3 mm (青)



I. Daigo, K. Murakami, K. Tajima, R. Kawakami, ISIJ Int., 63(1), (2023) 197-203.

<https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2022-331> © 2023 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構

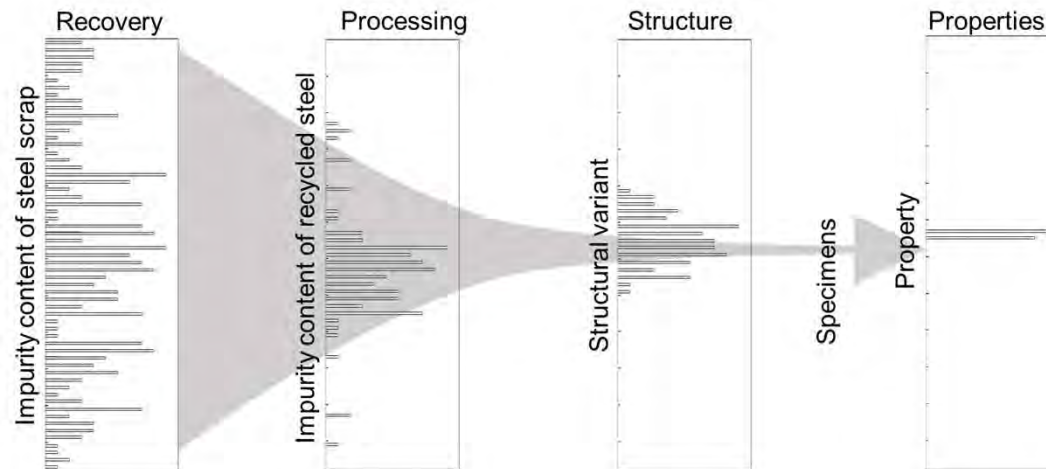


ばらつきのある不純物元素に対しロバストな材料生産チェーン

棒鋼中に存在する不純物元素の鉄鋼材の主要な特性への影響

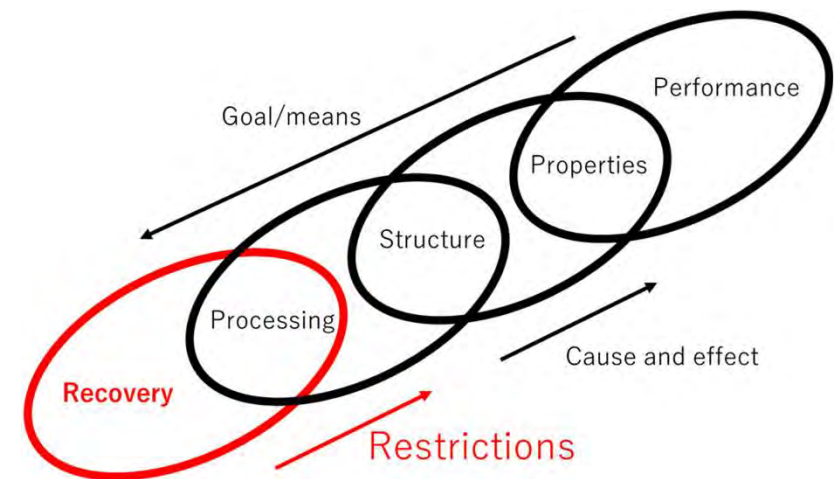
主要な特性	Mn	Cu	Cr	Si	Ni	P	S	Mo	As	Sn	Co	B	V	Ca	Al
引張強度	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
伸び	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
降伏点または耐力	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
溶接割れ感受性	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
破壊靱性	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ 向上 ■ 低下 ■ 向上の場合も低下の場合も
□ 影響なし □ 情報なし



Recovery-PSPP

Daigo et al. (2021) にて提唱した新たなコンセプト



Daigo et al.: *ISIJ Int*, **61**, 2021, 498-505.
<https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2020-377>
© 2021 日本鉄鋼協会



東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
東京大学大学院工学系研究科材料工学専攻
東京大学 未来戦略LCA連携研究機構



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



おわりに

～これからの鉄スクラップ～

- 従来の廃製品や解体物の「処理」から製鋼原料の「生産」へ
➡ 金属スクラップの性状や内容物に対する科学的知見
- 製鋼原料としての品位に応じた等級区分 ➡ 品位を判断できる基準として画像解析技術が期待
- 鉄スクラップは、他の素材のように選別プロセスの自動化は困難
➡ 検出された異物を、選別するシステムの開発が期待
- 不可避かつ不測の不純物元素混入 ➡ 不純物元素を許容したロバストな材料生産チェーンが求められる

