

東京大学
先端科学技術研究センター

サーキュラーエコノミー時代の 材料生産における課題

東京大学 先端科学技術研究センター 教授
大学院マテリアル工学専攻
未来戦略LCA連携研究機構 機構長
醍醐市朗

材料はいつ機能を果たしている？

Well-being

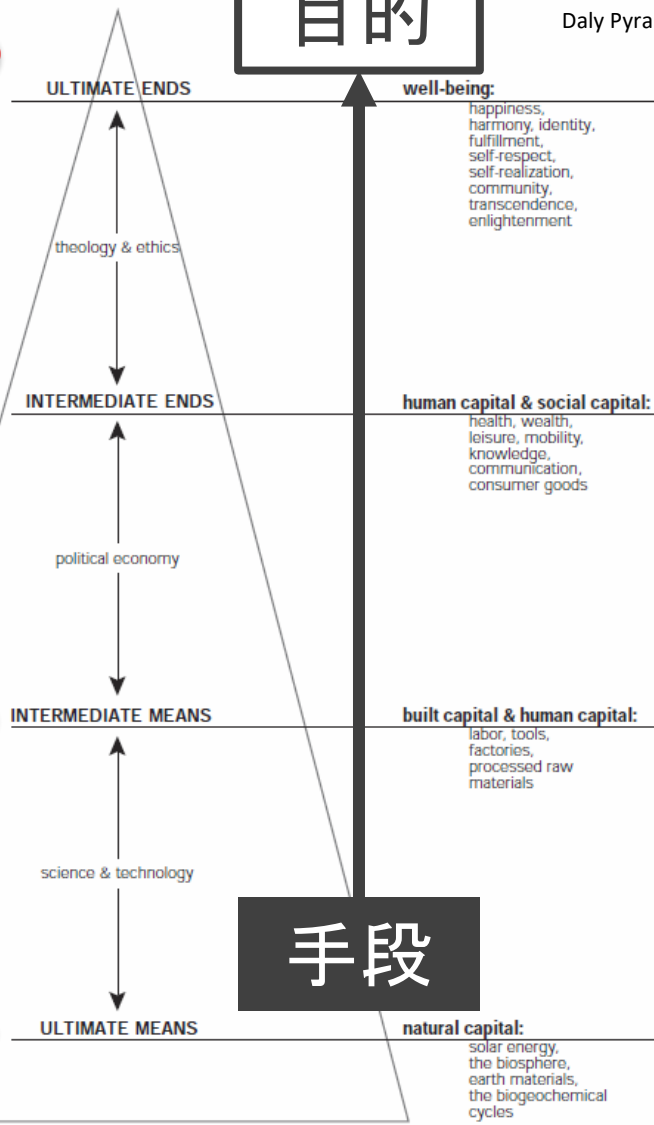
人工資本

自然資本

目的

手段

Daly Pyramid



ガラス素材の特徴

特性： 光透過・ 強度・
表面平滑・安価

代替材料：

PMMA、PC、PET



原料
石灰石
硅砂・硅石
ドロマイト
長石
粘土



不純物に対する許容が小さい ⇒ 制約

- 光透過性
- 脆性破壊



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
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



要求品位とカスケードリサイクル

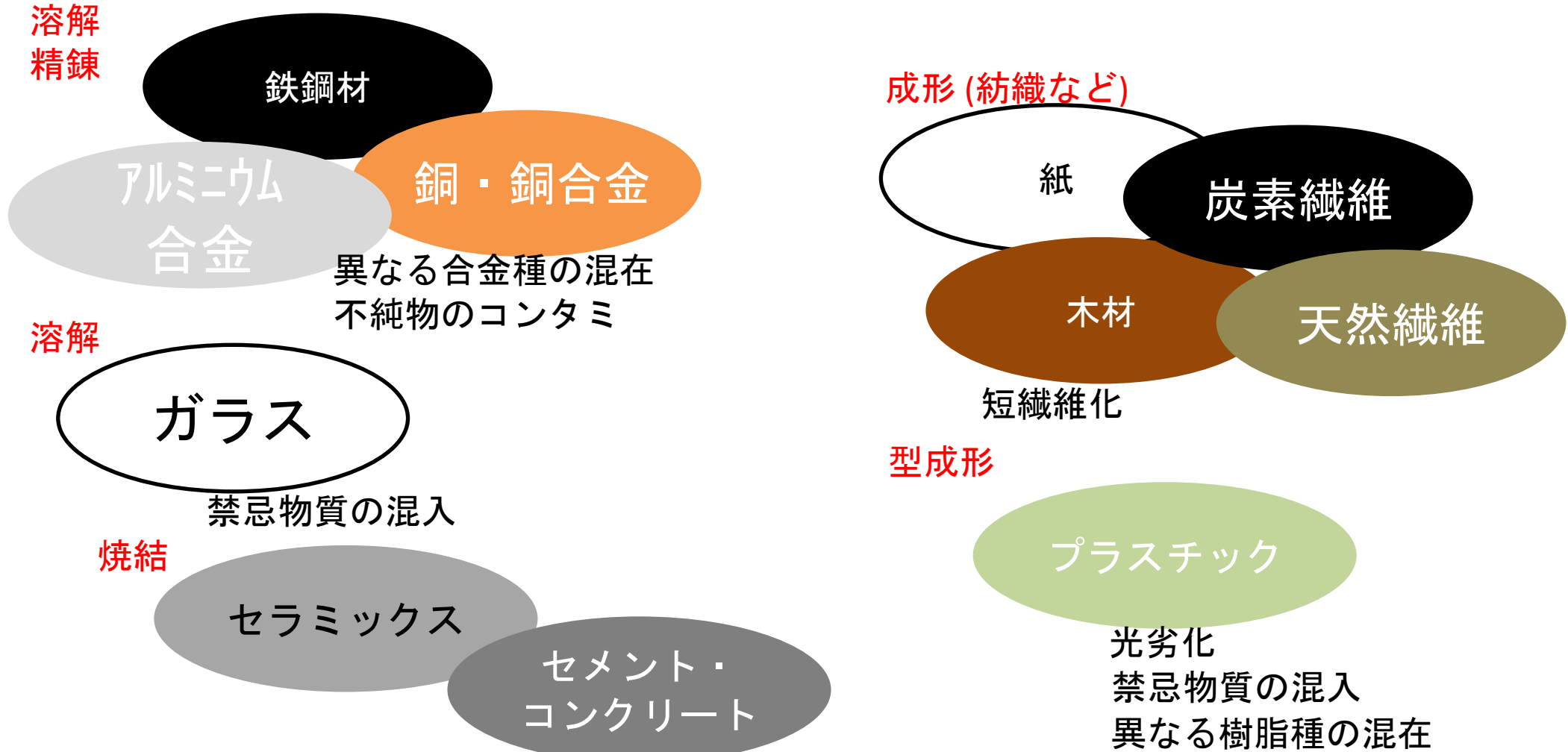


東京大学
先端科学技術研究センター

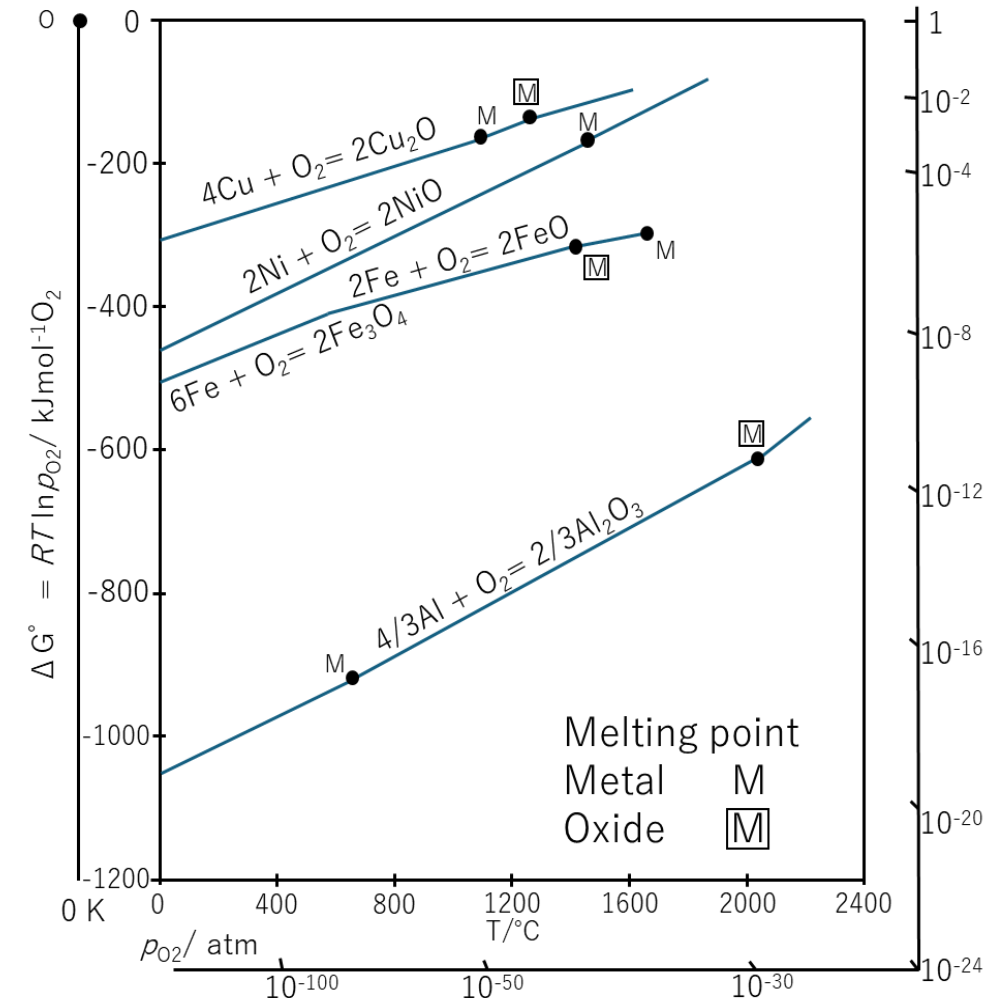
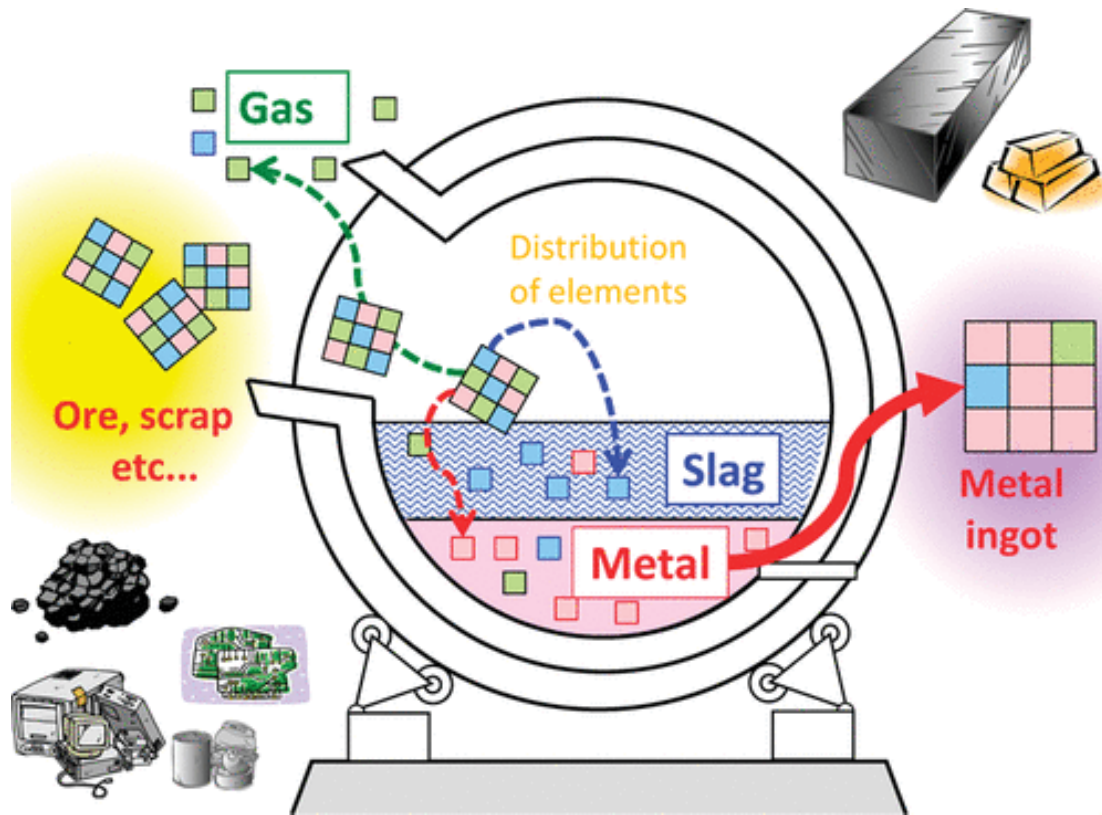
東京大学 先端科学技術研究センター
未来戦略LCA連携研究機構
大学院工学系研究科マテリアル工学専攻



材料劣化のメカニズム



製錬での熱力学的な制約



酸化物のエリンガム図

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

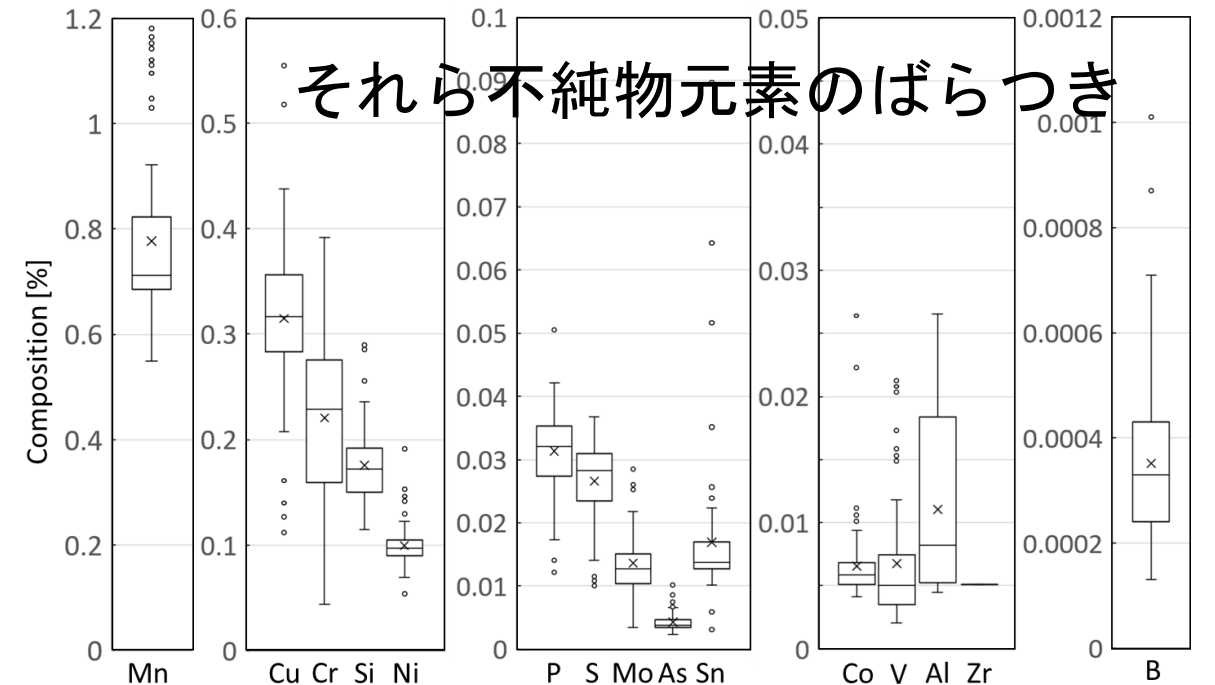
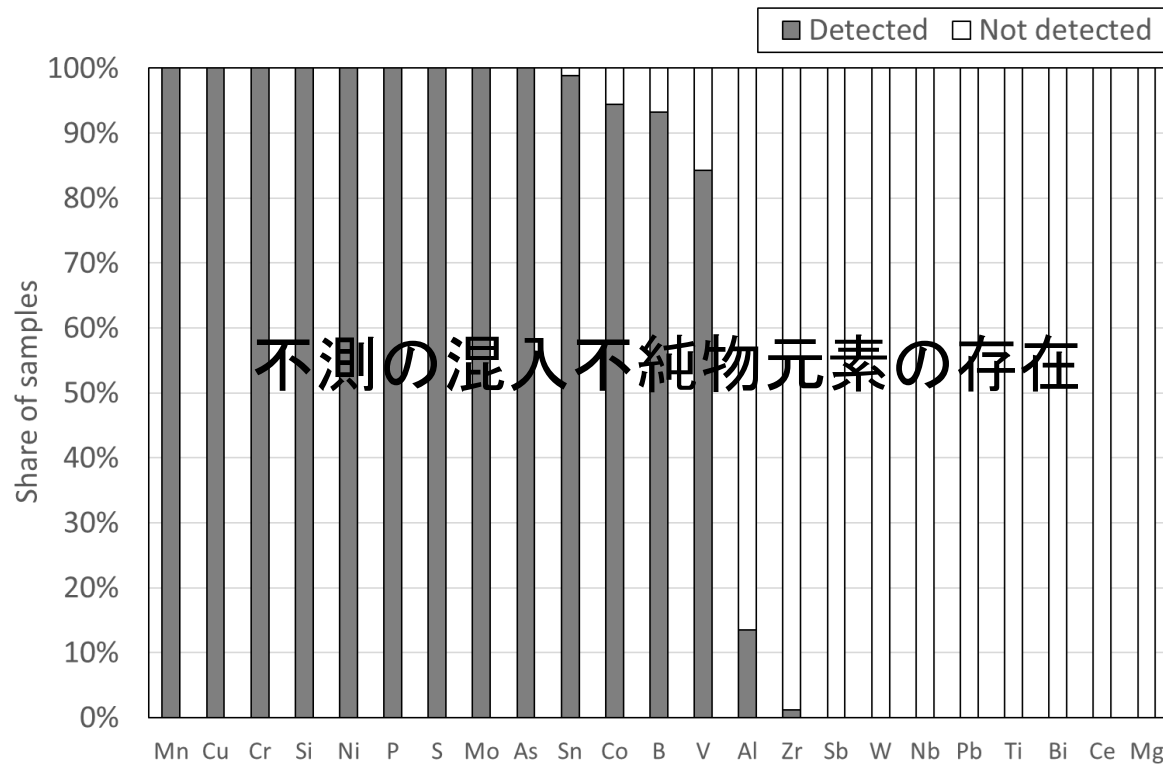
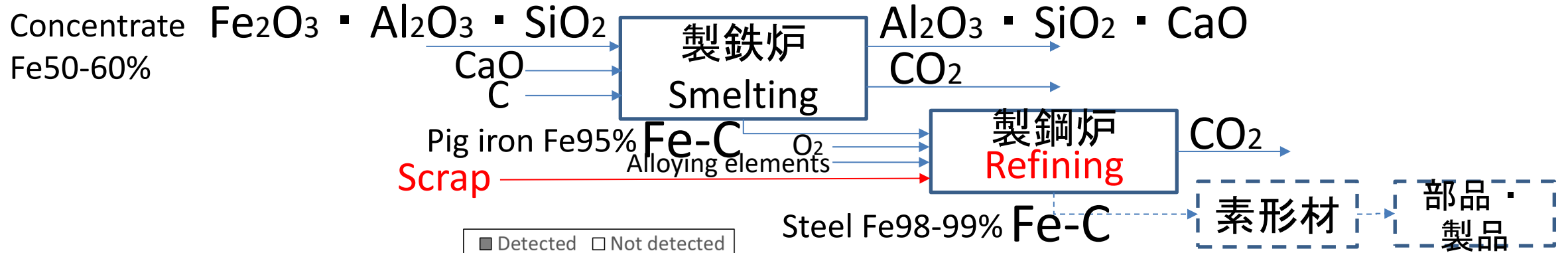


東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
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



製鉄・製鋼



日本の棒鋼中の不純物元素

Daigo et al.: *ISIJ Int* **61** (2021), 498-505.

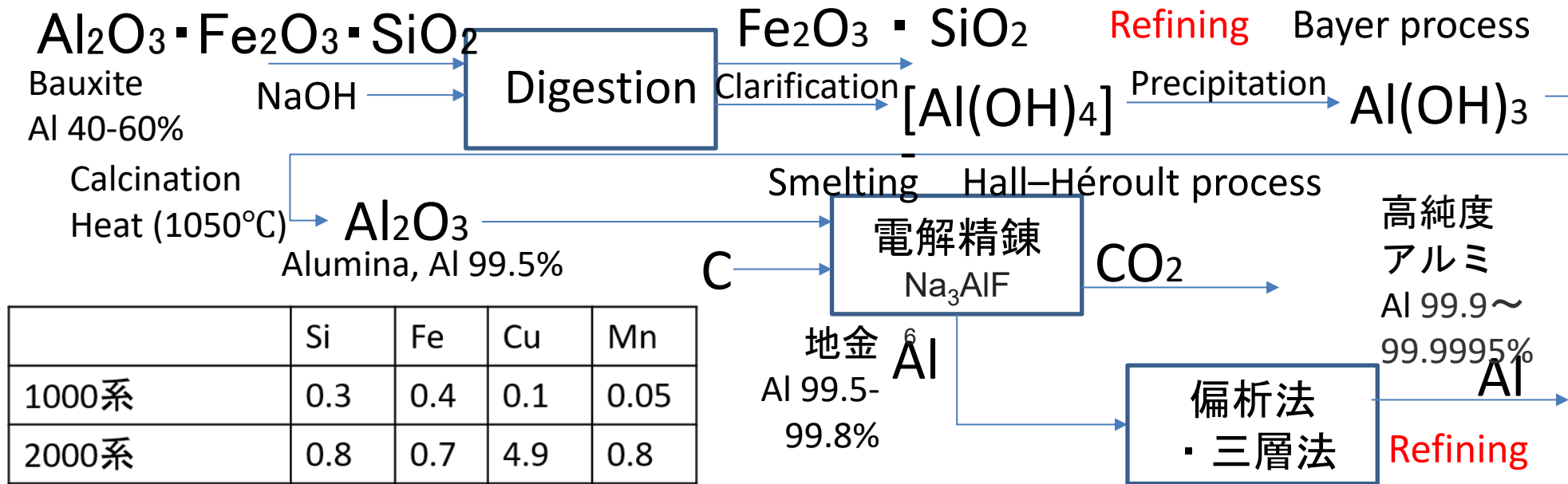


東京大学
先端科学技術研究センター

東京大学 先端科学技術研究センター
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



アルミ製錬

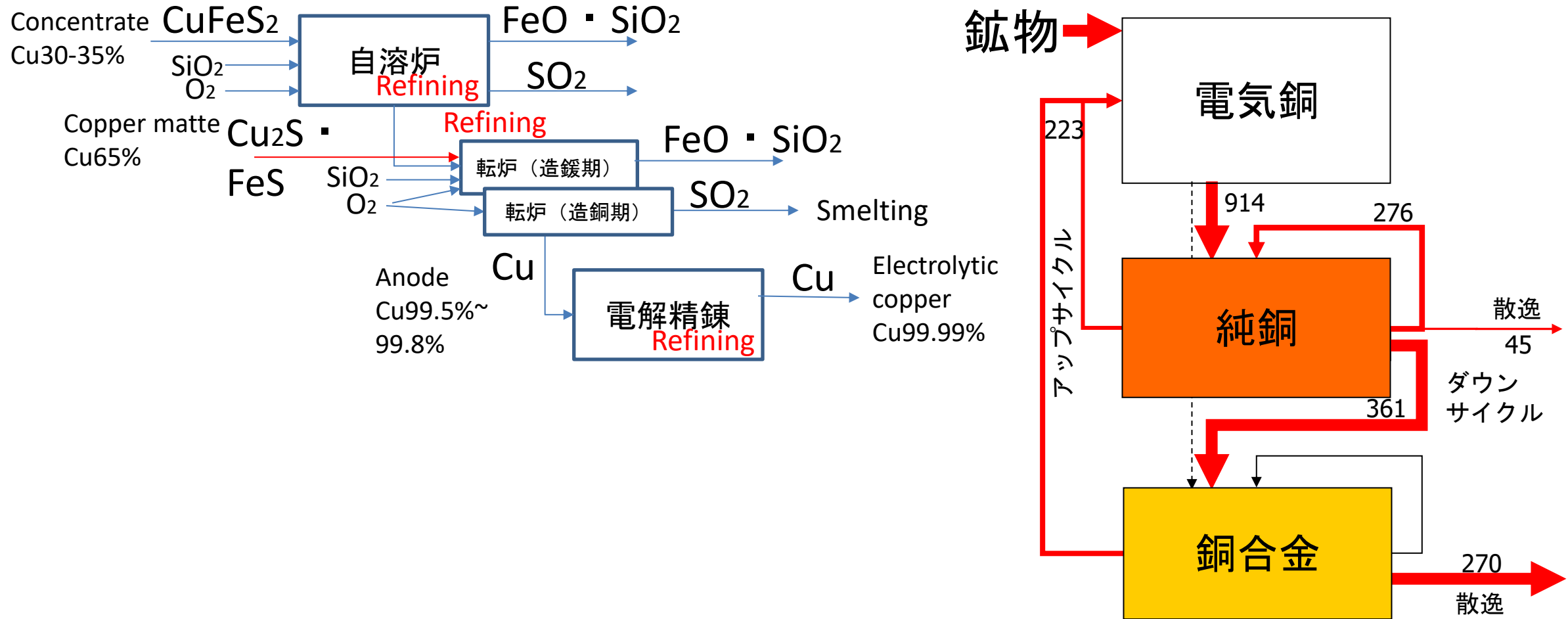


	Si	Fe	Cu	Mn
1000系	0.3	0.4	0.1	0.05
2000系	0.8	0.7	4.9	0.8
3003 (3000系)	0.6	0.7	0.2	1.5
4000系	13.5	1.0	1.3	0.0
5052 (5000系)	0.3	0.4	0.1	0.1
6061 (6000系)	0.8	0.7	0.4	0.2
7000系	0.2	0.2	2.1	0.2
8000系	0.2	1.5	0.05	0.0

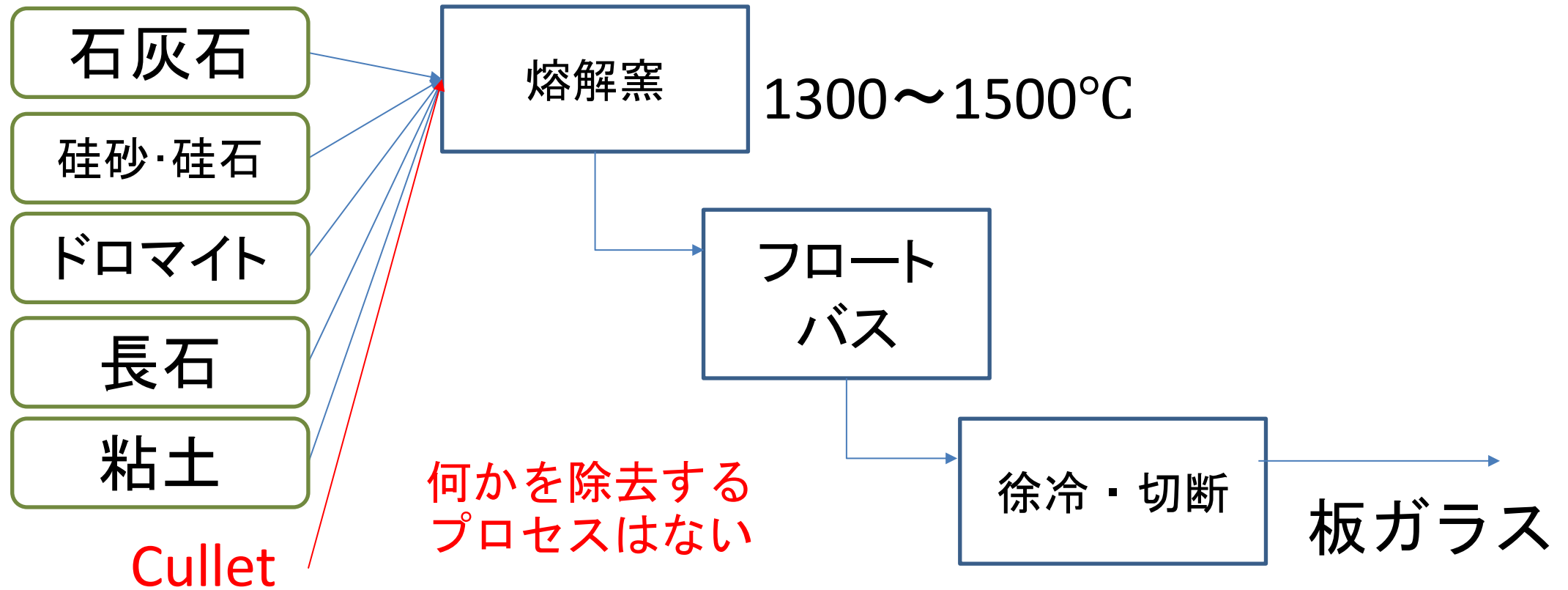
	Si	Fe	Cu	Mn
鋳物	7.0	1.0	4.0	0.5
ダイキャスト	12.0	1.3	3.5	0.5



銅精錬



ガラス



経済発展と廃製品処理の違い

手解体

機械破碎・物理選別



Dismantling

高い**単体分離率**

人件費がかかる



Shredding and mechanical sorting

他素材の**混入**

人件費が比較的安価



酸化物系セラミックスの主要11成分

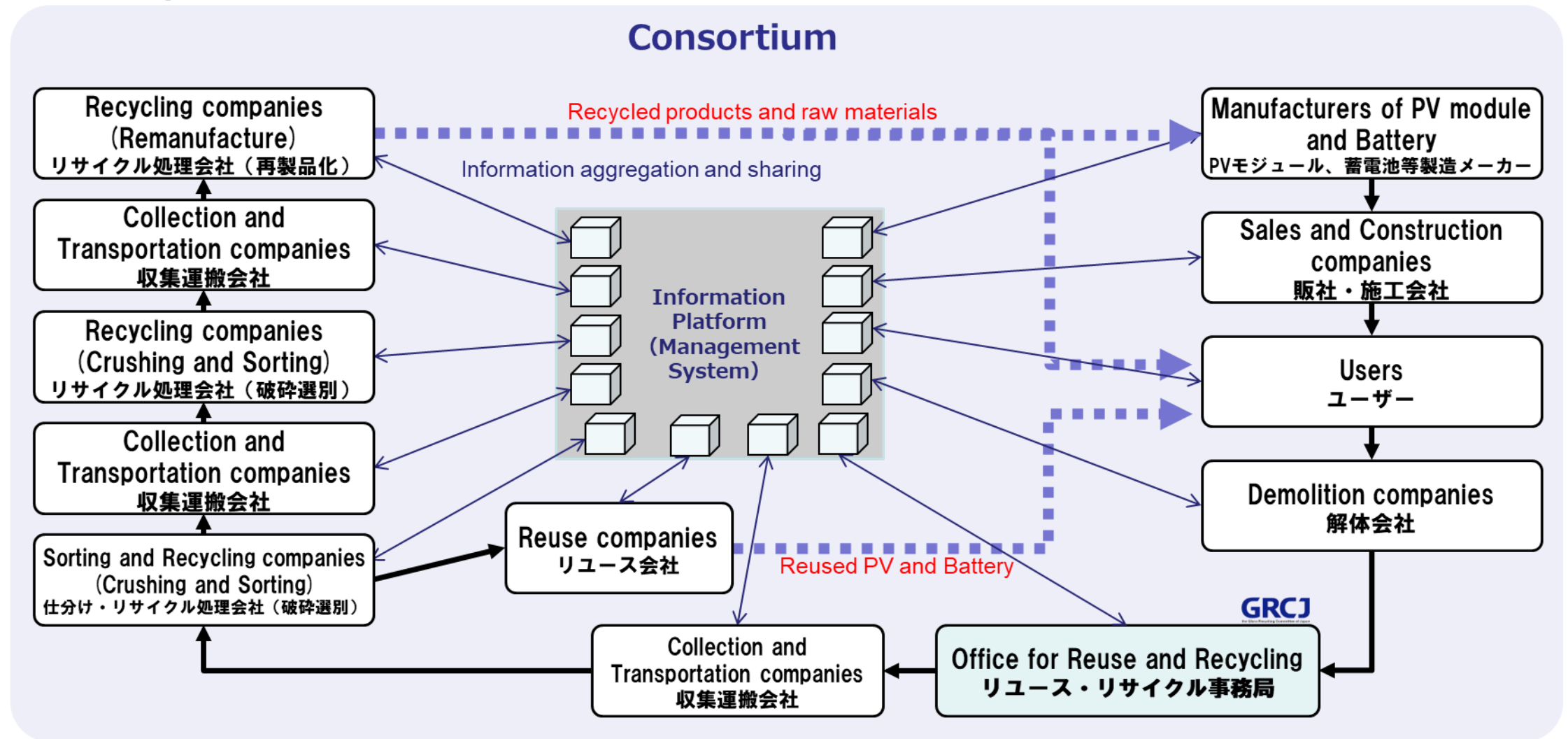


	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	B ₂ O ₃	その他
GMB(透明)	72.5	0	1.8	0.03	11.2	0.1	0.8	13.1	0	0	0	0.18
GMB(茶色)	72.6	0	2.0	0.26	10.5	0.2	1.2	13.1	0.01	0	0	0.09
GMB(その他)	71.9	0	2.0	0.15	10.6	0.3	1.3	13.1	0	0	0	0.41
GMA	70.0	0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0	0	0.4
GMV	70.0	0	1.7	0.1	8.0	4.0	1.5	13	0	0	0	0.4
GMF	72.7	0	3.1	0	1.2	0	4.5	4.3	0	0	14.1	0
GML	68.6	0	16.4	0	9.5	5.2	0	0	0	0	0	0
高炉スラグ	33.8	0	13.4	0.4	41.7	7.4	0	0	0.3	0.1	0	2.9
電気炉還元スラグ*	18.8	0	16.5	0.3	55.1	7.3	0	0	1	0.1	0	0.09
汚泥熔融スラグ*	30.4	0	12.9	11.2	17.1	2.64	2.16	1.05	0	15.8	0	2.6
アルミ質耐火物	0.9	0.2	92.7	0.1	0.8	5	0.1	0.1	0	0	0	0

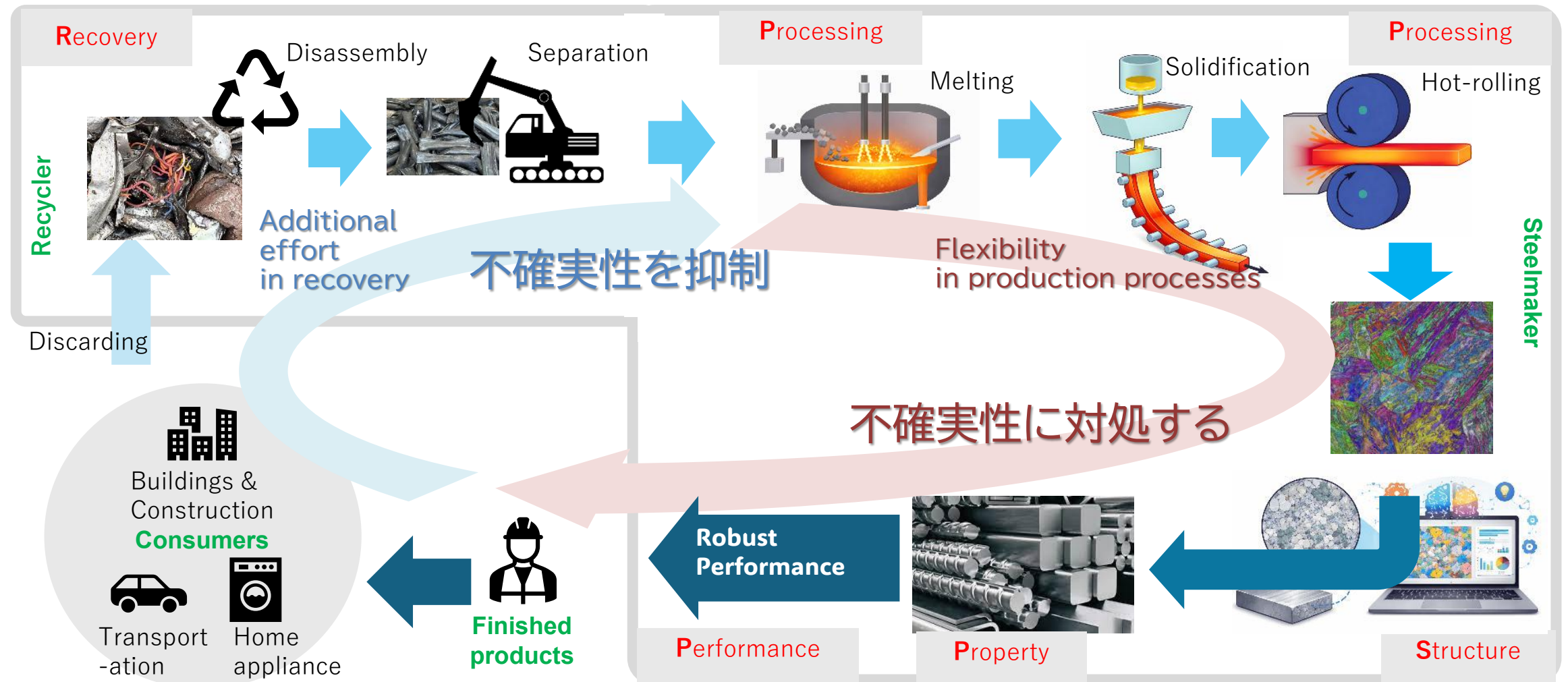


最適化の姿に近づくために

< Image of an information platform >



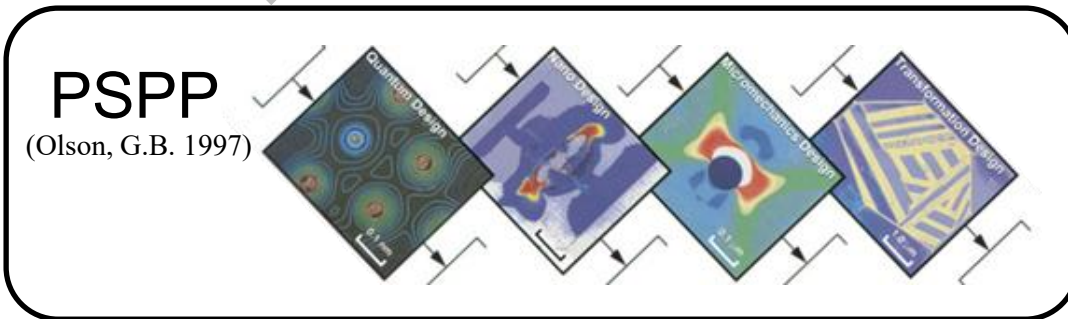
二次資源時代の生産技術





Primary resource

Deterministic input



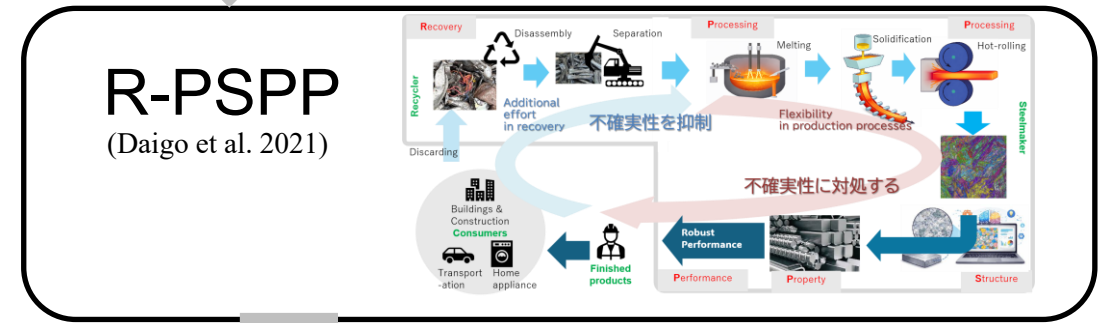
Materials Informatics

High-performance materials



Secondary resource

Probabilistic input (distribution)

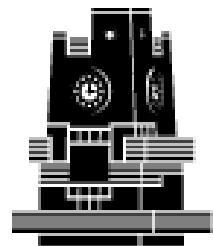


Recycling Informatics

Robust process chains for high-performance materials



ご清聴ありがとうございました



東京大学
先端科学技術研究センター



UTLCA
未来戦略LCA連携研究機構



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
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

