

シリコン汚泥高度化リサイクル研究会 (福岡県リサイクル総合研究センター「研究会」)

東芝LSIパッケージソリューション株式会社:発表

(半導体製造、シリコン汚泥高純度回収システム開発)

国立大学法人九州工業大学

(シリコン回収に伴う物理現象の解明)

シナジーテック株式会社

(シリコン関連商品の販売、シリコンリサイクル情報の把握と分析)

電気化学工業株式会社

(総合化学、シリコン汚泥のリサイクル用途開発)

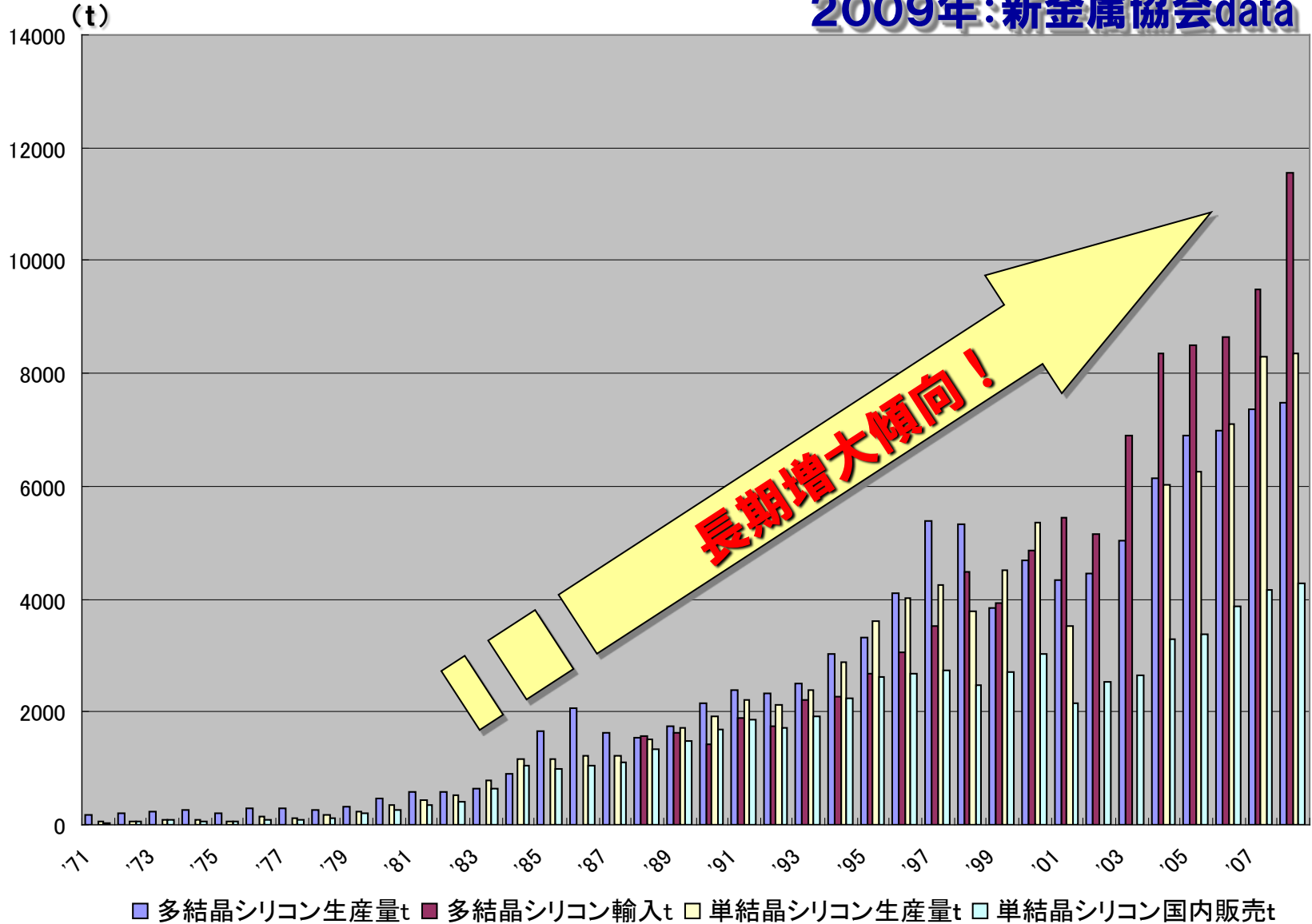
株式会社ユアサメンブレンシステム

(ろ過・水処理システム製造販売、無薬注によるシリコン汚泥回収装置の開発)

平成22年度 報告

シリコンの生産・輸入量（推移）

2009年:新金属協会data



九州のシリコン汚泥 排出量予測

九州はシリコンアイランドと呼ばれるほど半導体工場が多数存在し日本の10%の面積で半導体の約25%を生産している(出所:経済産業省「工業統計表」2008年)。

九州全体でのシリコン汚泥の排出量は膨大な量と推測される。

シリコン汚泥 利用方法の洗出し

利用方法	ピュアSi含有量 (水分、酸化除く)	予想売価/t	実現性	将来性	処理コスト	引取量
太陽電池の原料	概算99.999% ↑	○	△	△	×	○
硬質セラミックの原料 (ベアリングボール、旋盤刃先等)	概算99.99% ↑	○	○	○	○	○
シリカの原料	概算99% ↑	△	○	○	○	○
耐火物の原料 (高炉用・製鉄用耐火物等)	概算90% ↑	△	×	○	△	○
鉄の脱酸材	概算75% ↑	×	○	○	○	○
Alの脱酸材	概算65% ↑	×	○	○	○	○

現状のシリコン汚泥 分析結果と問題点

状態	No	受け入れ量 (kg) 水分込み	Si純度 (%) 水分除く	不純物 (ppm) 化学分析						C %	O %	※水分 %
				Fe	Al	Ca	B	As	P			
固形スラッジ状	①	1.45	75.76	320	27800	53	21	<2	150	1.05	20.37	51.9
固形スラッジ状	②	1.4	74.66	160	36600	110	32	3	210	1.10	20.53	54.83

問題点①: 排水混入による不純物混入(コンタミ)

問題点②: SiO₂化(酸化)による純度低下

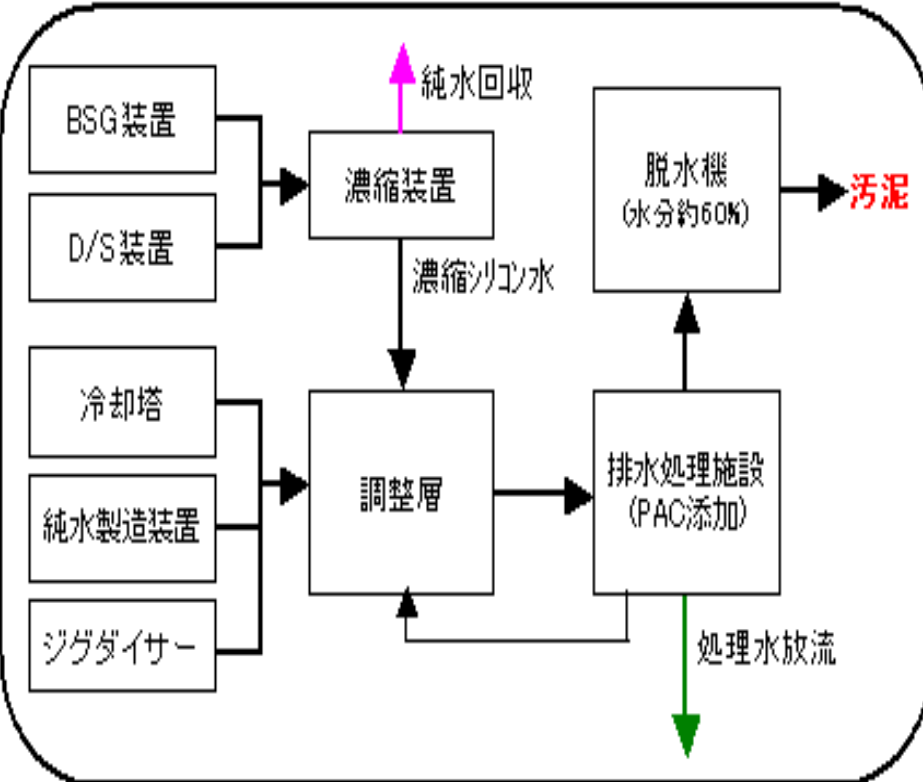
問題点③: 凝集沈殿法による凝集沈殿剤(Al)の混入(コンタミ)

問題点④: シリコン再利用での処理・運搬を考え水分量の削減が必要

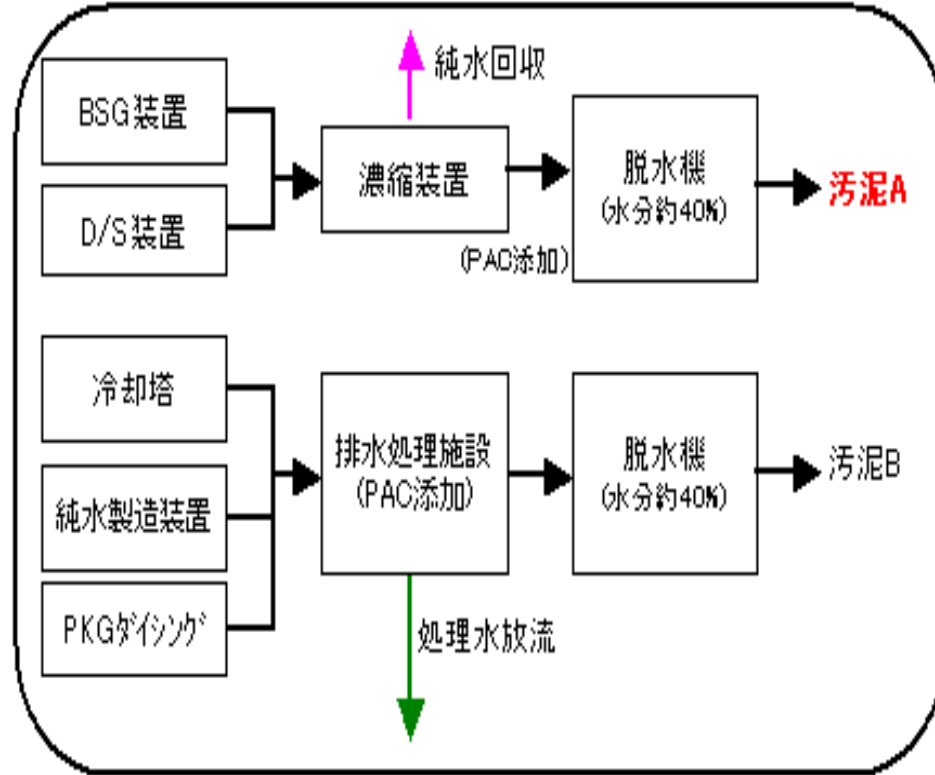
硬質セラミックの原料として活用するために、不純物混入の許容を、金属系15ppm以下、炭素1%以下、酸素2%以下、水分35%以下、を目標とする。

排出経路の見直し(改善1)

改善前

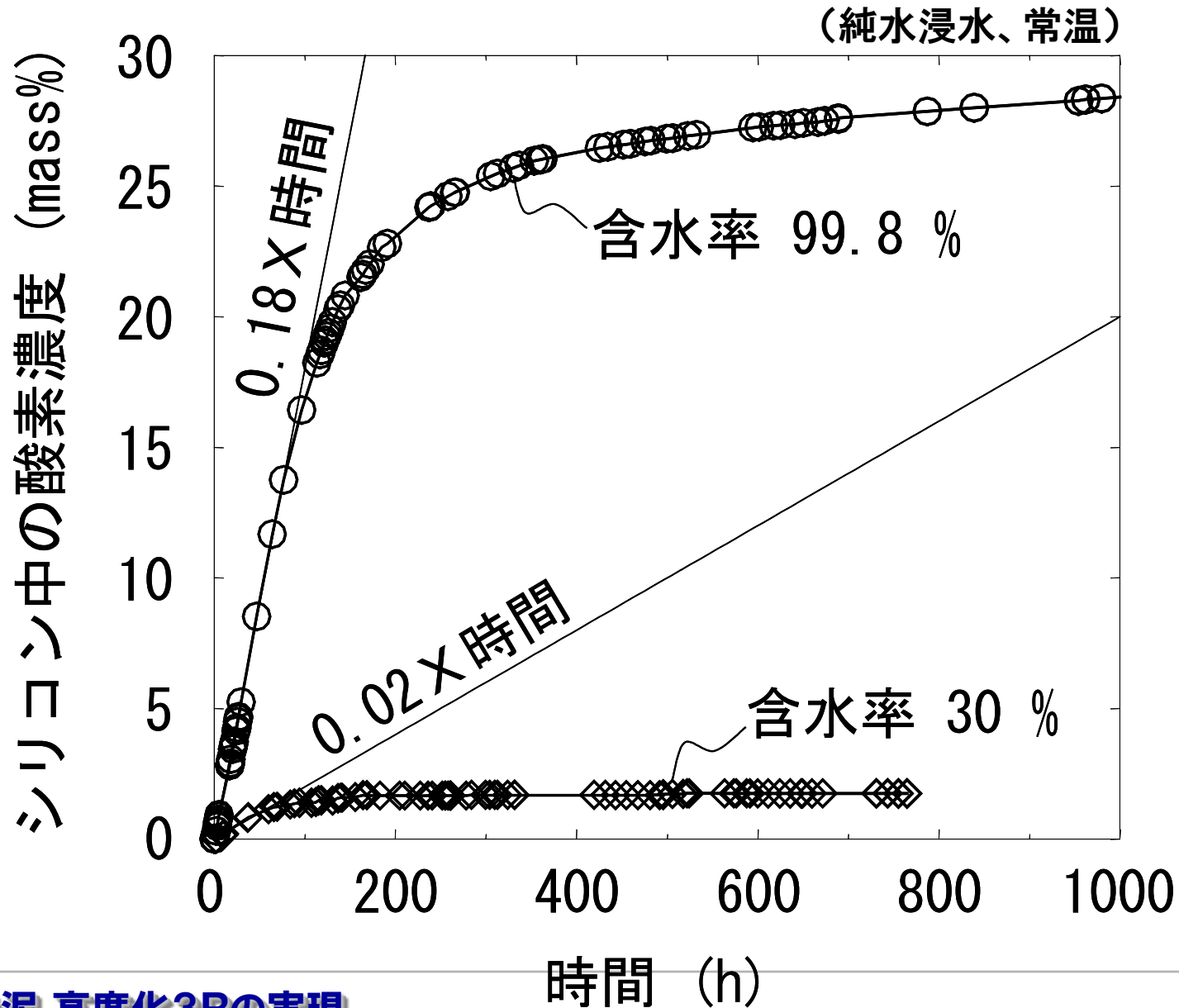


改善後

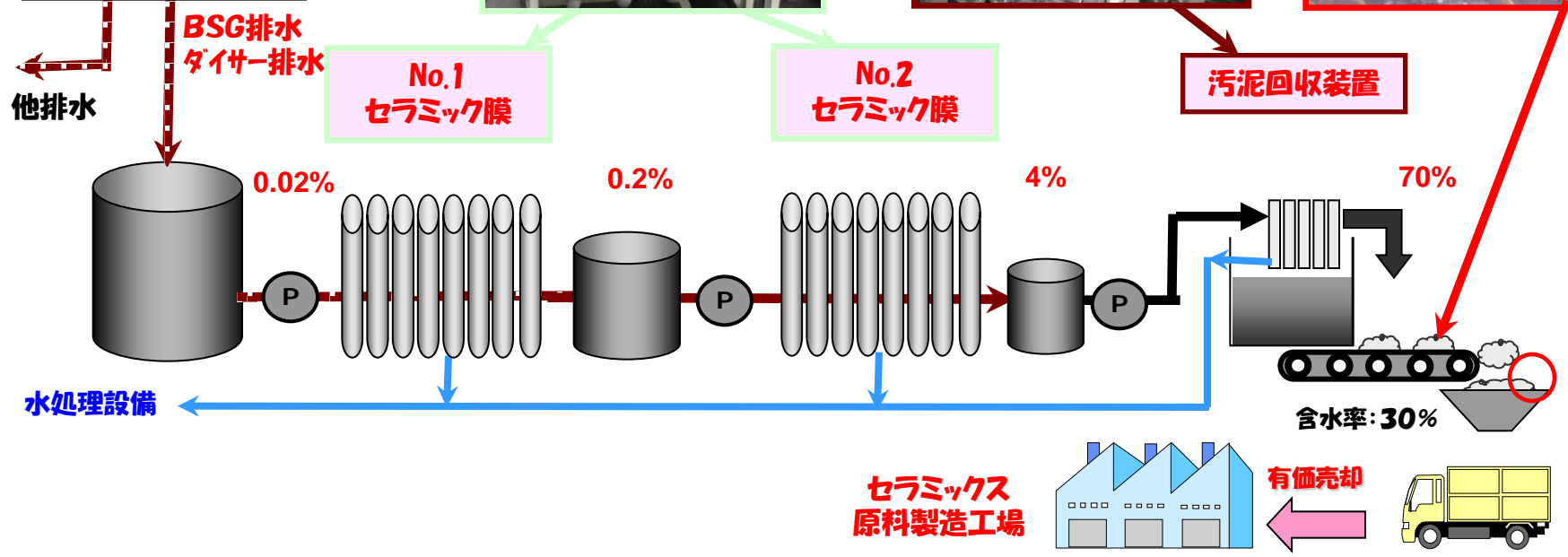
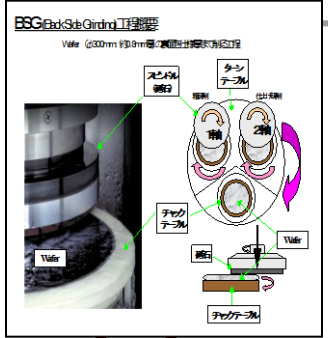


BSG,D/C装置からの排水のみを分離し
不純物の混入を防止する。(コンタミ対策)

シリコン酸化係数による回収時間の算出(改善2)

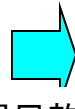
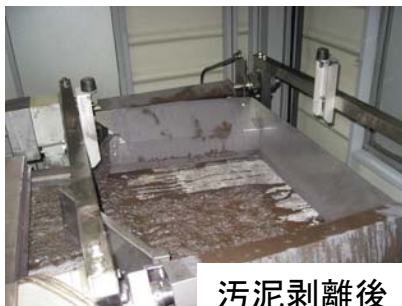
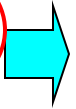
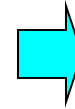
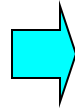
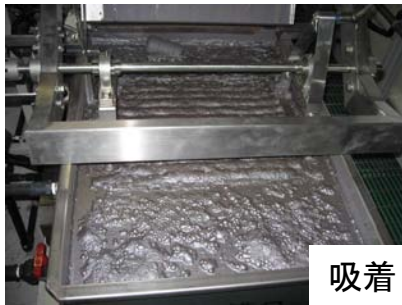
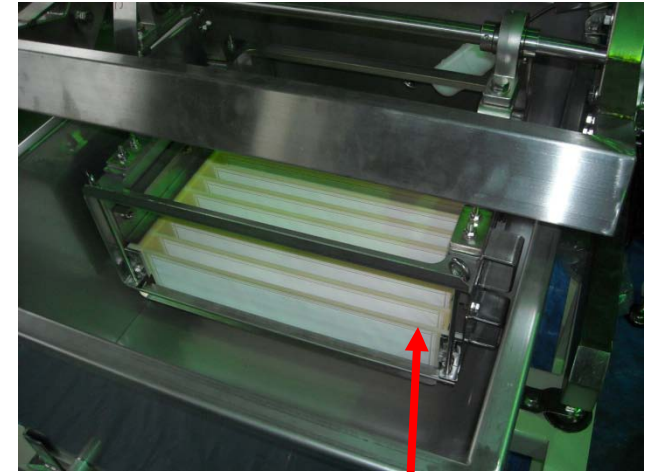


新Si回収装置 概略フロー（改善3）

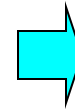


- ◆排水方法 Si回収装置に通水する装置は一部に特定(BSG,ダイサー)
- ◆処理フロー Si排水濃縮(2段)+Si回収+乾燥
- ◆Si汚泥成分 Si:70%,水:30%

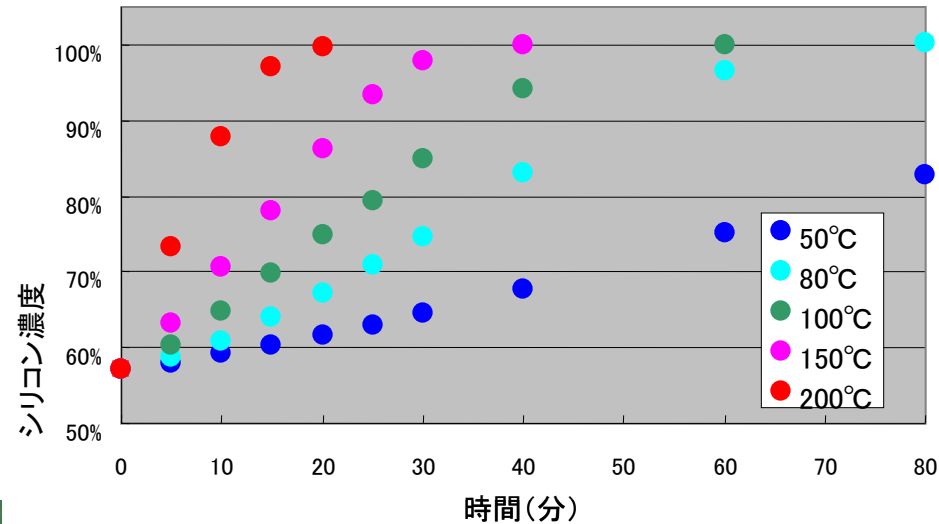
汚泥吸着機 < 逆洗式ユミクロンろ過装置 > (改善3)



温風乾燥



汚泥吸着機実機<乾燥仕様>(改善4)



乾燥温度とシリコン濃度の関係 (深さ8mm)
○: 送風乾燥機

シリコン濃度と粘度の関係

シリコン濃度(wt%)	mPa·s
0.1	20
16.4	30
29.7	50
40.0	175
45.0	225
50.0	550
53.0	850
55.0	900
57.0	2250
59.5	2825
60.0	3450
62.8	11200
65.2	30000
66.5	流動固形物(振動液状化)
68.0	固形物(振動液状化)
71.1	固形物(液状化せず)

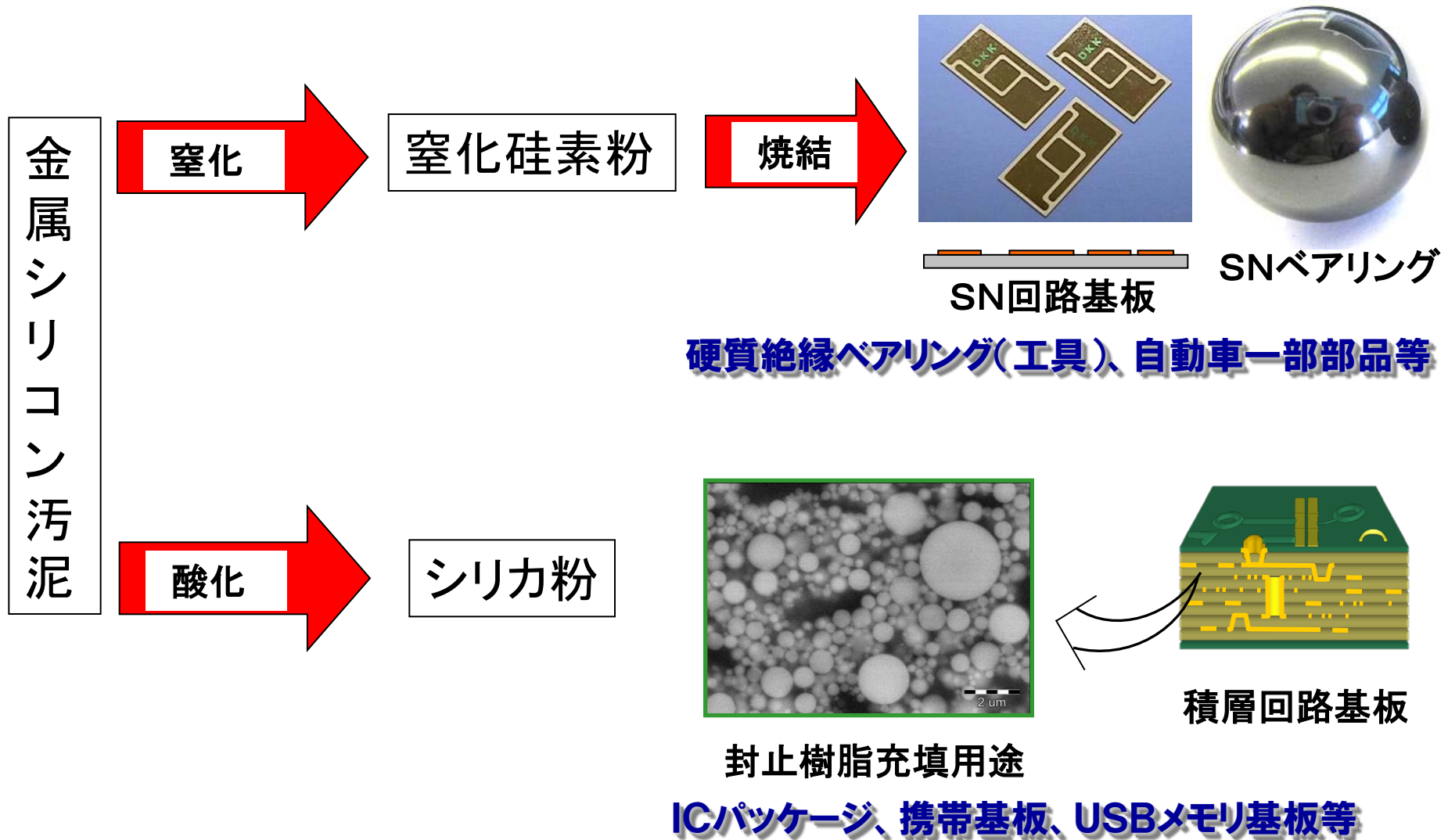
乾燥条件: 70°C × 60分
含水率: 30%以下

改善後のシリコン汚泥 分析結果

SPL	量 (kg)	不純物(ppm)														不純物(%)			備考
		Fe	Al	Ca	B	As	P	Na	K	Ti	Cr	Ni	Cu	Ba	V	C	O	H2O	
シリコン汚泥 (08.7.8入手)	0.1	6	18	10	6	<2.5	3	-	-	-	-	-	-	-	0.1	1.7	-	ユアサ評価機No2 完全乾燥品	
シリコン汚泥 (08.7.8入手)	40l	2	12	10	4	<2.5	3	-	-	-	-	-	-	-	0.0	1.5	35.0	ユアサ評価機No2 スラリー状	
シリコン排水 (09.4.20入手)	20l	N.D	<10	10	-	-	-	N.D	N.D	N.D	N.D	4	4	N.D	N.D	-	-	-	フルスペック調査
売却シリコン スラッジ (10.2.8入手)	100	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	ユアサ実機立上中 SPL、簡易評価	
売却シリコン スラッジ (10.4.22入手)	1.0	4	10	7	2	N.D	3	N.D	N.D	1	-	10	6	-	-	0.0	1.6	31.0	ユアサ実機R'n稼動 SPL

不純物混入の許容目標(金属系15ppm以下、炭素1%以下、酸素2%以下、水分35%以下)を達成！

シリコン汚泥 利用方法の決定



研究成果のまとめ

- 1. 成果1、排水経路の分離、回収時間管理による酸化防止、無薬注によるシリコン回収、乾燥機による水分率削減等の改善を盛り込んだシリコン回収システムを立上げ目標純度を達成。**
- 2. 成果2、新しいリサイクル用途を開発(セラミック原料、樹脂充填剤)。**
- 3. 成果3、文献の無かったシリコンの物理現象を解明(酸化係数、乾燥係数、粘性等)。**
- 4. 成果4、2010年2月シリコン回収システム立上げ完了、目標純度で稼動、ストック買取実施中(新しいリサイクル用途の立上げ待ち)。**

END