

超臨界流体部会 2022年度基礎セミナー
「超臨界CO2および亜臨界水・超臨界水の基礎と応用技術」



亜臨界水・超臨界水プロセスの工業利用

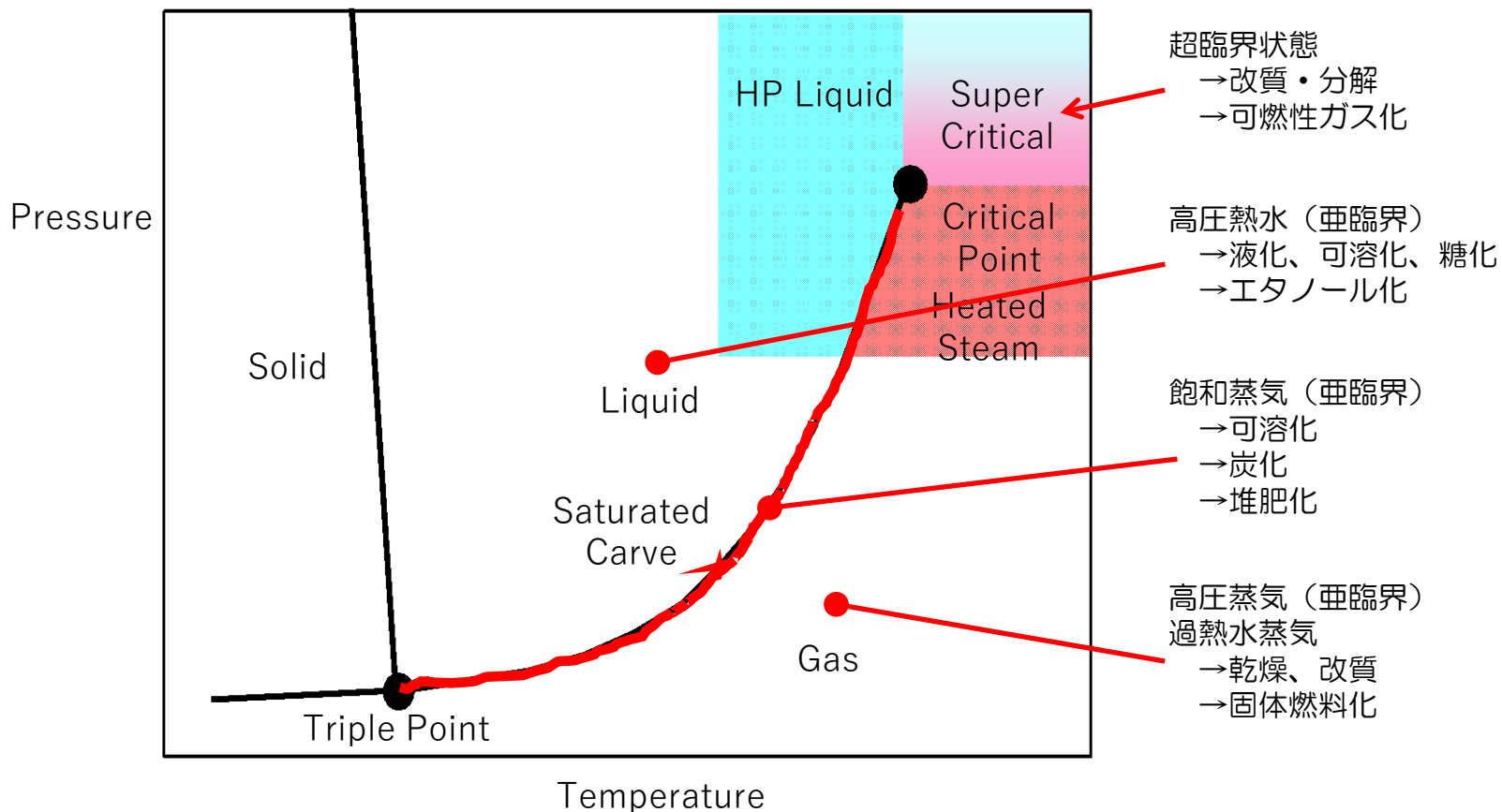
(株) 竹中工務店 技術研究所
環境・社会研究部
地球環境グループ
グループ長 川尻 聡

📍 2020

📍 2030

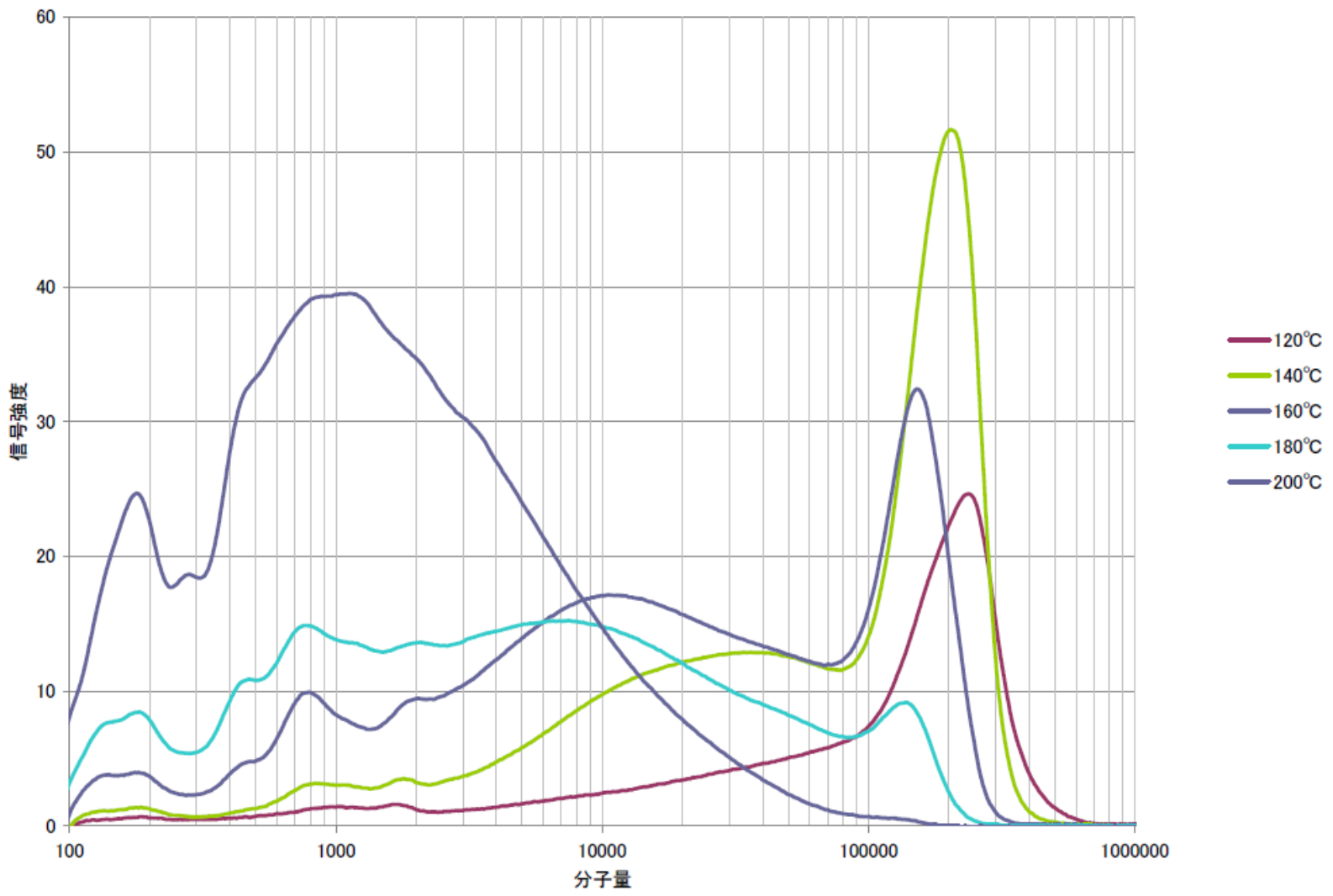
📍 2050

<p>健康・快適で豊かに暮らせる社会</p> 	<p>健康・快適 感性空間 アクティビティ 知的生産性とウェルネス ライフスタイル ワークスタイル 市場</p>	<p>健康建築（健築）</p> <p>地方分散型オフィス 感染症対策 ユニバーサルデザイン (ジェンダーフリー、ダイバーシティ対応)</p> <p>TCFD ソーシャルボンド グリーン投資促進ファンド</p> <p>行動や感覚に対応する環境調節 人に寄り添う環境設備</p> <p>Jクレジットによる取引市場 カーボンライシング 炭素税</p>	<p>ストレスフリー建築 ウェアラブル空調 木質建築の良さを体感する空間</p> <p>水素等を活用した再エネ主力化 カーボンフリー価値取引市場 気候変動予測情報の高精度化</p>	<p>仮想・現実融合 生態模倣建築 多様で新しい暮らしが実現できる空間</p> <p>水素活用インセンティブ電力市場</p>
<p>脱炭素社会</p> 	<p>外皮 室内気候 ZEB カーボンオフセット オフグリッド RE100 ライフサイクル CO₂ゼロ 自社オフィスの CO₂削減 施工時の CO₂削減 (作業所、調達資材)</p>	<p>ゼロエネルギービル</p> <p>断熱ガラス・サッシ拡大 放射パネル・デシカント空調機拡大 未利用エネ利用拡大 蓄電池充放電 環境性能評価・表示 ECM セメント・エポルダン・電炉鋼</p> <p>ネット ZEB の拡大 BEMS 標準装備 エネマネ (AI・IoT 活用) デジタルインフラ整備 木質バイオマス発電+熱利用 再エネの需給調節</p>	<p>CO₂35%削減</p> <p>新築平均で ZEH/ZEB</p> <p>次世代太陽電池（壁面等） 蓄電池革新・リユース 水電解装置（余剰再エネ電力活用） 定置用蓄電池・家庭用蓄電池市場</p>	<p>CO₂100%削減 ライフサイクル CO₂ゼロビル ストック平均で ZEH/ZEB</p> <p>木造木質化による CO₂削減 水素燃料建設重機 革新的燃料電池 光触媒による水素分離・規制緩和 建設機械（電動・水素・バイオ等）普及</p> <p>再エネ 50～60% 電化・水素化・CO₂回収 火力+CO₂回収+熱利用 水素発電</p>
<p>資源循環社会</p> 	<p>事業性 レジリエンス 異常気象への適応 資産価値 <u>資源循環</u> 木造木質建築 <u>廃棄物削減</u></p>	<p>都市木造プロジェクト 輸送の削減 歴史的建築物の保存・再生</p> <p>BIM のライフサイクル活用 建物・地域のストック活用・改修 ロボット・AI による生産性向上</p> <p>都市高層木造</p> <p>設計施工の DX 廃棄物の資源化・エネルギー化 樹脂・木質サッシ <u>回収ルートの最適化</u> <u>食ロス削減・フードチェーン ごみのメタン化</u></p>	<p>廃棄物 50%削減</p> <p>ロジスティック改革 革新的材料 仕上材リユース <u>CO₂を吸収して造るコンクリート</u> 高層建築物等の木造化 <u>バイオマスプラスチック</u></p>	<p>森林グランドサイクル</p> <p><u>生産システムによる資源循環</u> 躯体長寿命化 無振動・無騒音作業所 <u>低炭素セメント工場</u> <u>廃棄物発電・熱利用</u> <u>人工光合成によるプラスチック</u></p> <p>廃棄物 100%削減</p> <p>2050年では遅 <u>サーキュラーエコノミー（循環型経済）</u> 100%リサイクル 終年優化 水素還元製鉄 高層建築物等木造化普及 長寿命化の推進</p>
<p>自然共生社会</p> 	<p>地域の活性化 地域景観 生物多様性 地域エネルギー エリアマネジメント スマート化</p>	<p>グリーンインフラ</p> <p>バイオフィリック建築 生物多様性評価 屋上・壁面緑化 DCP 自然災害リスク対策</p> <p>DX 活用地域エネマネ <u>スマートシティ実証</u> <u>生物多様性配慮の設計施工調達</u> 歩行者空間化・ウォークアブル AEMS・地域防災 地域事業への参画 <u>グリーンインフラの地域導入</u></p>	<p>分散エネルギー事業参画 <u>バイオマス発電事業</u> 小さい経済を守る都市 遊休不動産の暫定利用 電気・熱・モビリティの セクターカップリング <u>分散型エネルギーシステム 地域の再エネ</u></p>	<p>15分コミュニティ モビリティと建築の融合 賃貸住宅のストック化 コンパクト+ネットワーク スマートシティ スマートグリッド エネルギー地産地消</p> <p><u>生物多様性回復</u> <u>都市の自然の拡大</u> 都市の中の近隣界隈 大気汚染の創的減少 <u>都市の創エネと融通</u> 公共空間の民主化</p>



温度と圧力を制御することで、バイオマスを液体～気体まで処理することが可能な前処理技術を構築を志向。

水熱可溶化による低分子化の温度傾向（馬鈴薯でんぷん製造残渣の水熱可溶化）

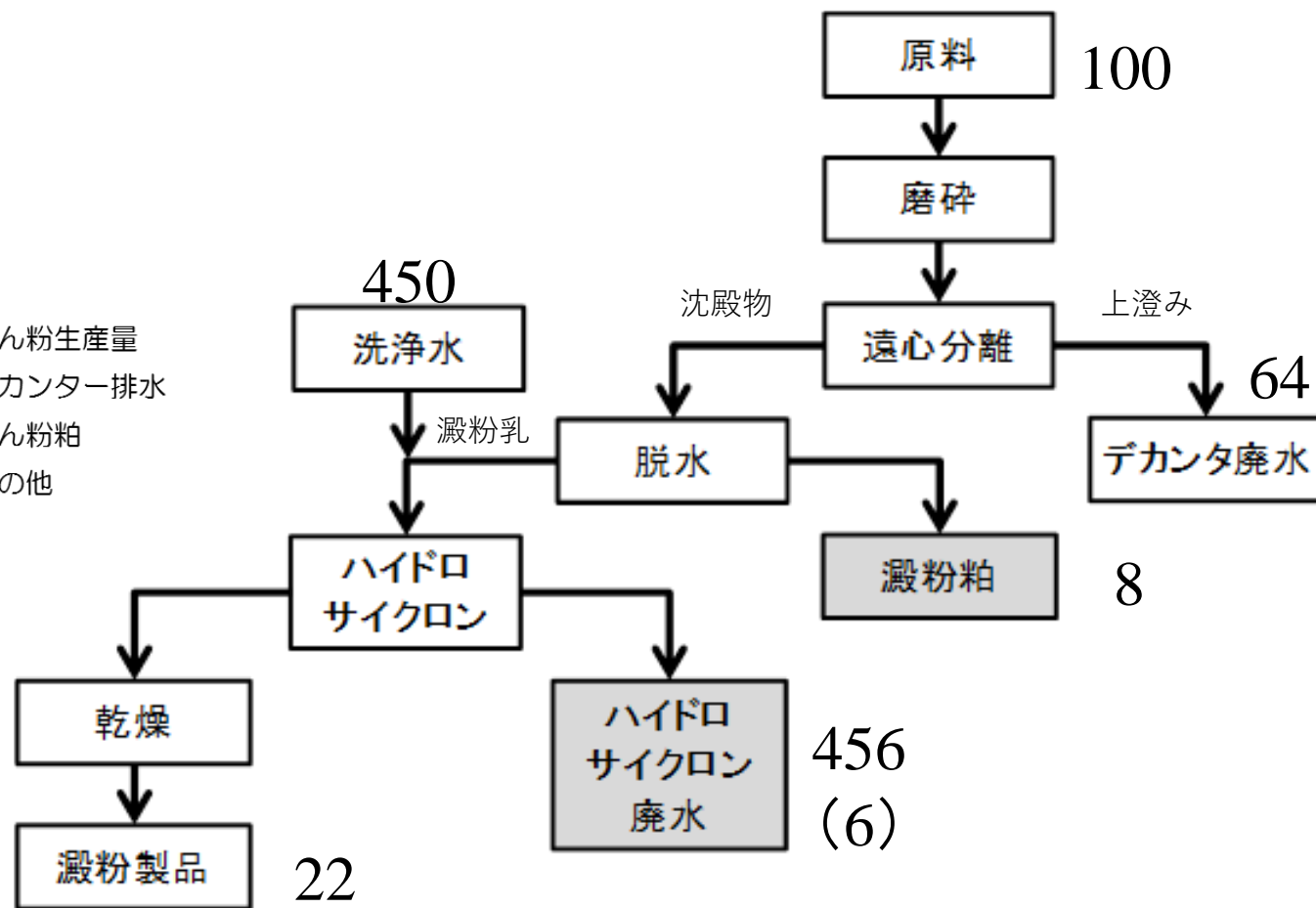
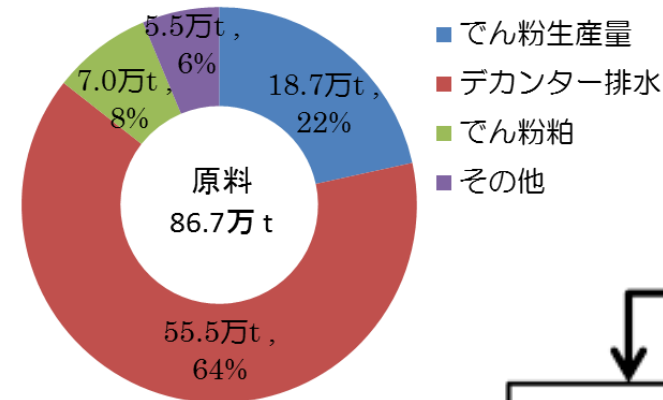
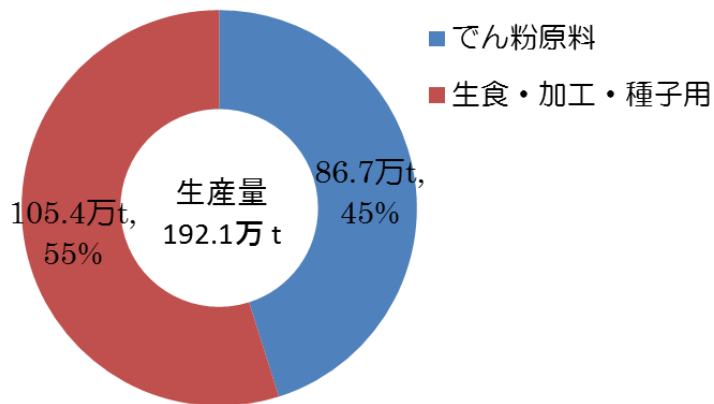


分離と濃縮の概念

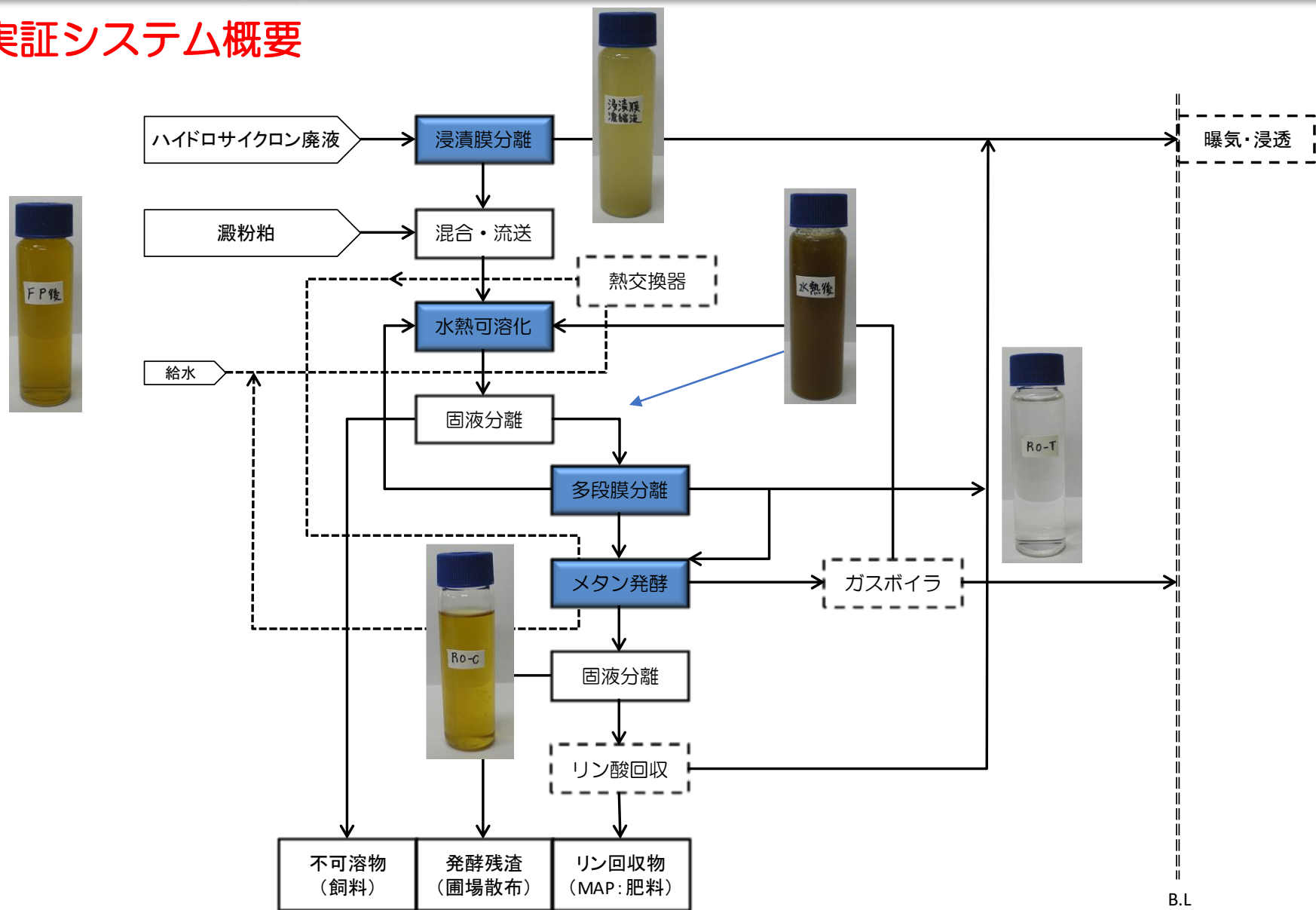
	走査型電子顕微鏡			光学顕微鏡		肉眼視		
	イオン	中分子量物質	高分子量物質	微粒子		微粒子		
大きさ(μm)	0.001	0.01	0.1	1.0	10	100	1000	
分子量	200	20,000	100,000	500,000				
分離する物質例	水溶性塩類 糖類 アミノ酸	ウイルス デンプン タンパク質	孢子	細菌	酵母			
構成システム	逆浸透膜 <0.001μm/100MW ナノ濾過膜 <0.002μm/100-1000MW	限外濾過膜 <0.002-0.05μm/1,000-200,000MW	精密濾過膜 <0.05-5μm/>200,000MW					遠心分離機

※アルファラバル膜カタログを参照して筆者が編集

馬鈴薯でんぷん製造工程

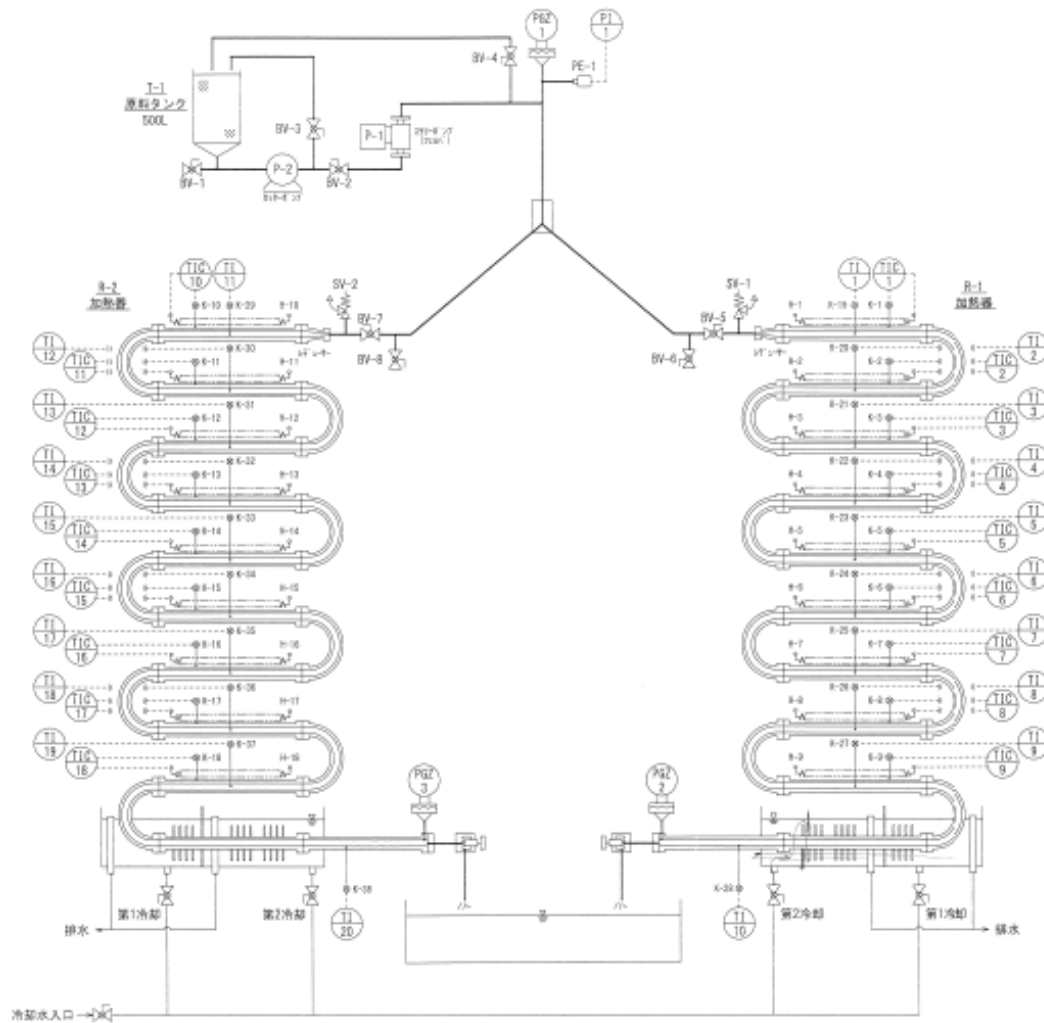


実証システム概要



B.L

水熱可溶化工程



REVISIONS

No.	DATE	DESCRIPTION	BY
◇			
◇			

運転状態

R-1のH-1～H-4・R-2のH-10～H13で常温の流体を徐々に200℃まで昇温し、R-1のH-5～H-9・R-2のH-14～H18で200℃に保持させる。加熱後出口では冷却し、50℃～60℃程度の状態で大気圧まで降圧する。

R-1 加熱器ヒーター容量

記号	名称	容量
H-1	R-1予熱ヒーター1	3相・12kW
H-2	R-1予熱ヒーター2	↓
H-3	R-1予熱ヒーター3	↓
H-4	R-1予熱ヒーター4	3相・12kW
H-5	R-1加熱ヒーター1	単相・2kW
H-6	R-1加熱ヒーター2	↓
H-7	R-1加熱ヒーター3	↓
H-8	R-1加熱ヒーター4	↓
H-9	R-1加熱ヒーター5	単相・2kW

R-2 加熱器ヒーター容量

記号	名称	容量
H-10	R-2予熱ヒーター1	3相・12kW
H-11	R-2予熱ヒーター2	↓
H-12	R-2予熱ヒーター3	↓
H-13	R-2予熱ヒーター4	3相・12kW
H-14	R-2加熱ヒーター1	単相・2kW
H-15	R-2加熱ヒーター2	↓
H-16	R-2加熱ヒーター3	↓
H-17	R-2加熱ヒーター4	↓
H-18	R-2加熱ヒーター5	単相・2kW

設計仕様

最高使用圧力	5.0 MPa
最高使用温度	220 ℃
使用圧力	3.0 MPa
使用温度	200 ℃
法 規	第一種圧力容器

水熱可溶化工程

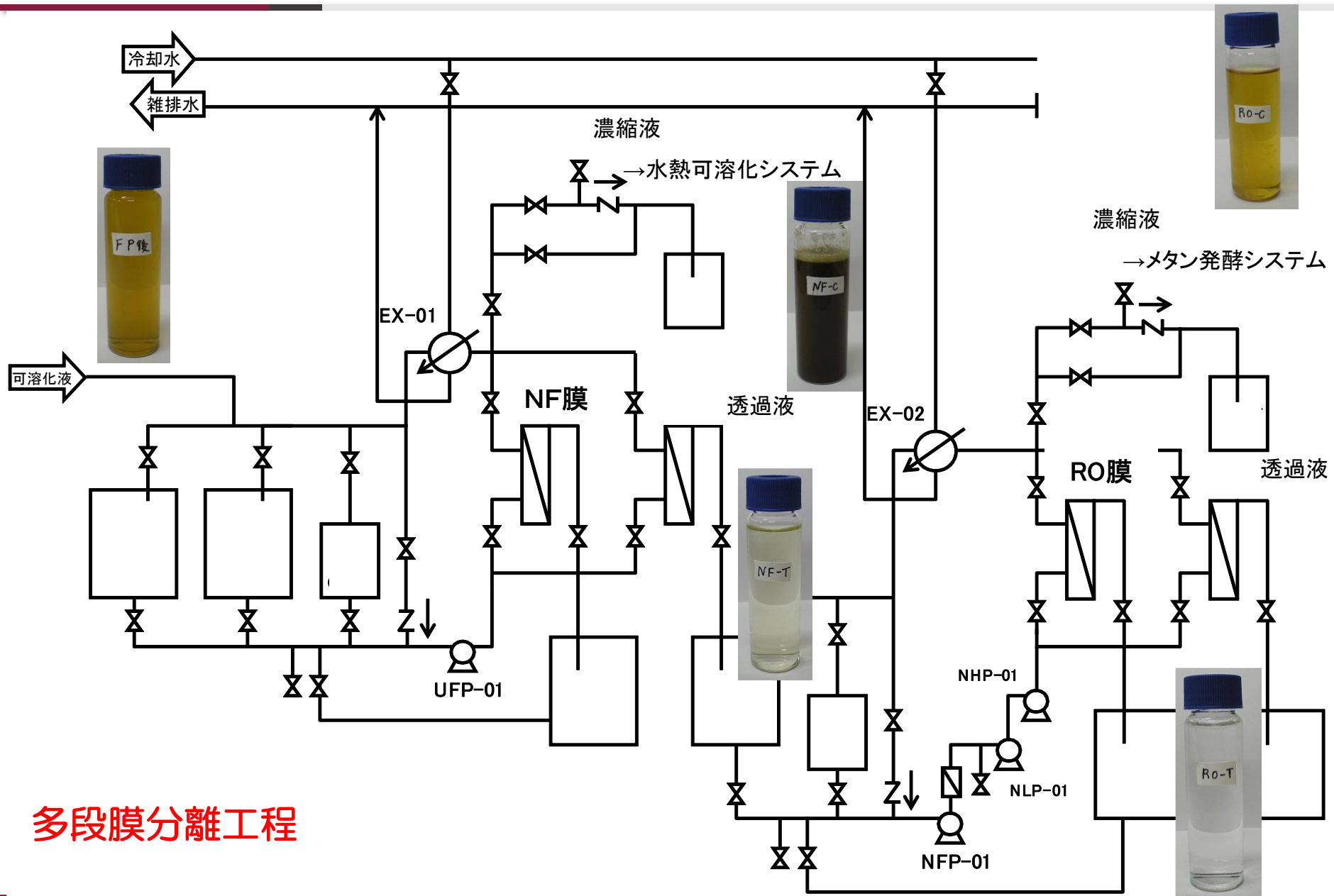


水熱可溶化システム全景



9

開発事例 馬鈴薯でんぷん製造残渣のコンパクトメタン発酵

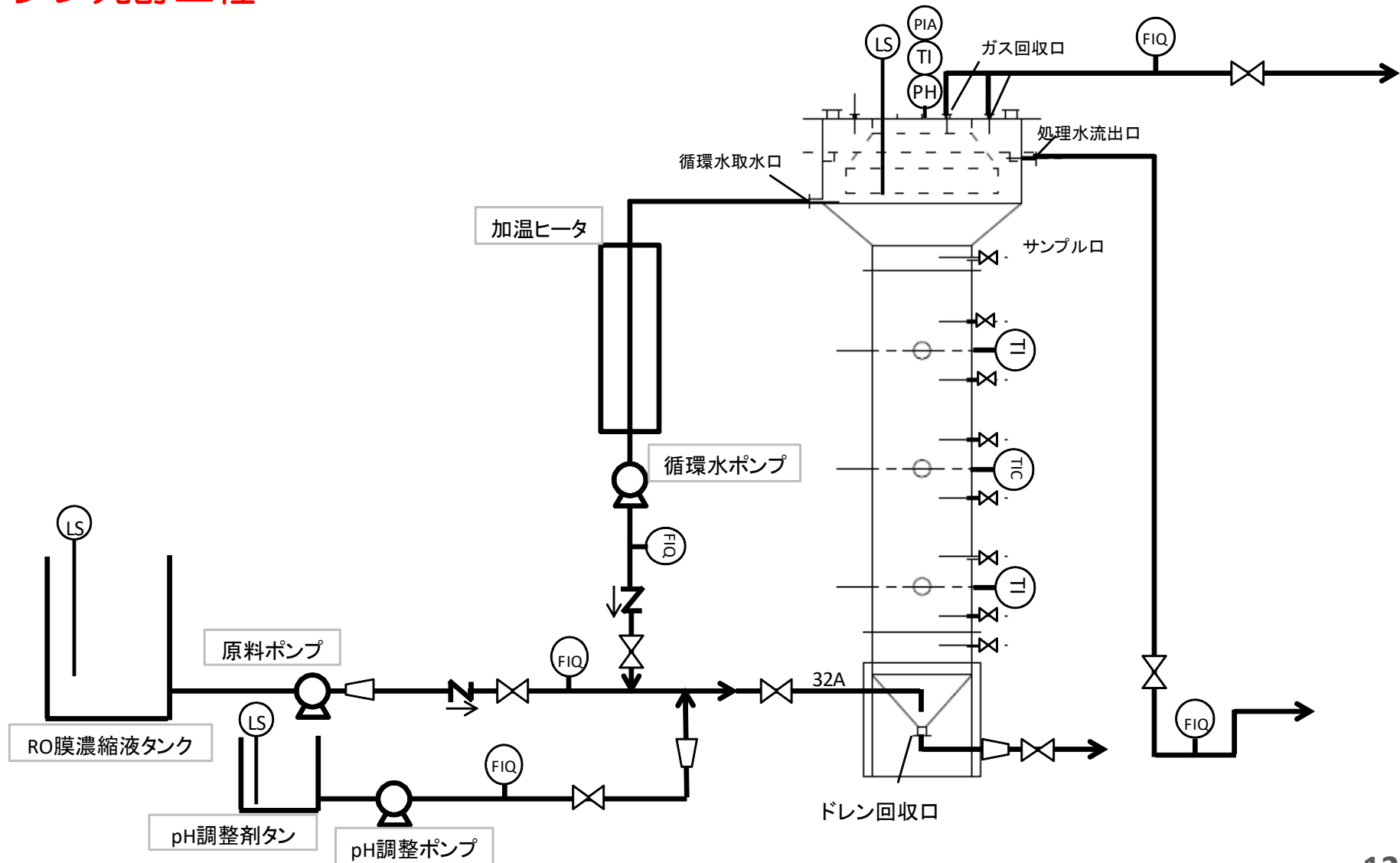


多段膜分離工程

多段膜分離工程



メタン発酵工程



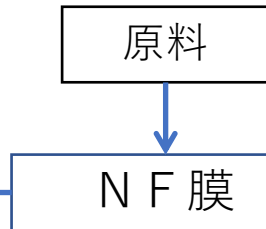
メタン発酵工程



■ HC排水膜分離液の外観

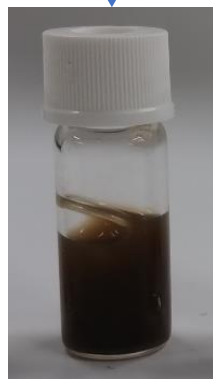


原料 NF濃縮 NF透過 RO濃縮 RO透過



NF透過液

NF濃縮液



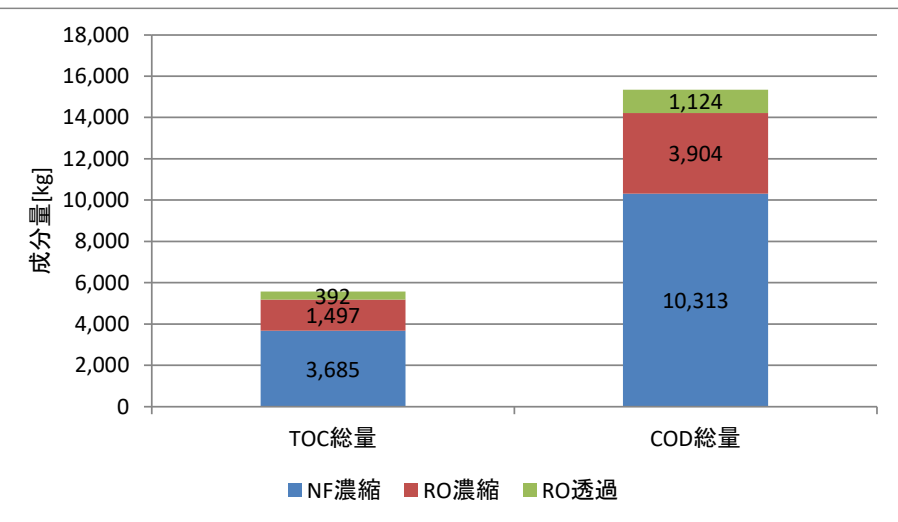
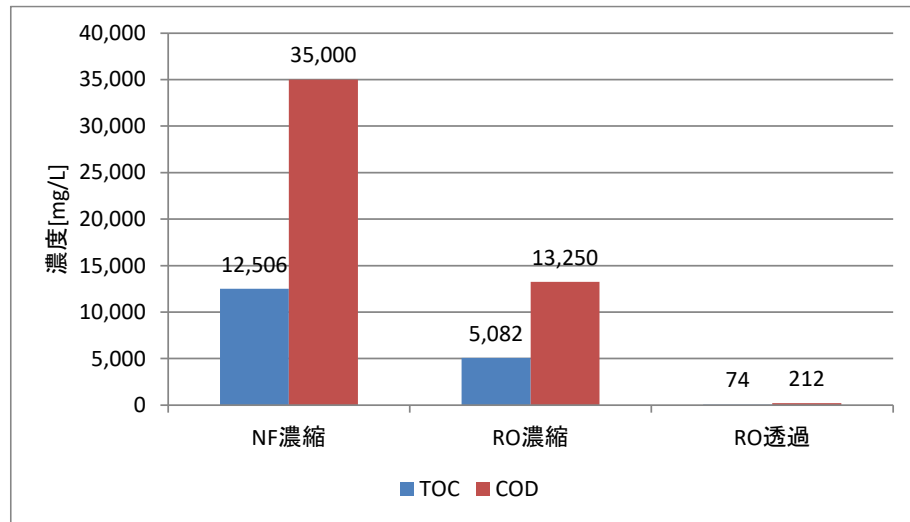
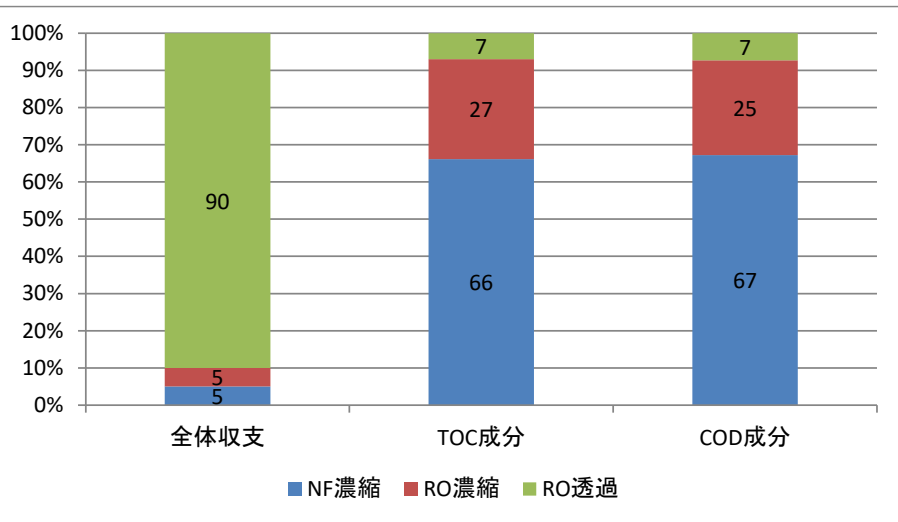
RO膜

RO濃縮液



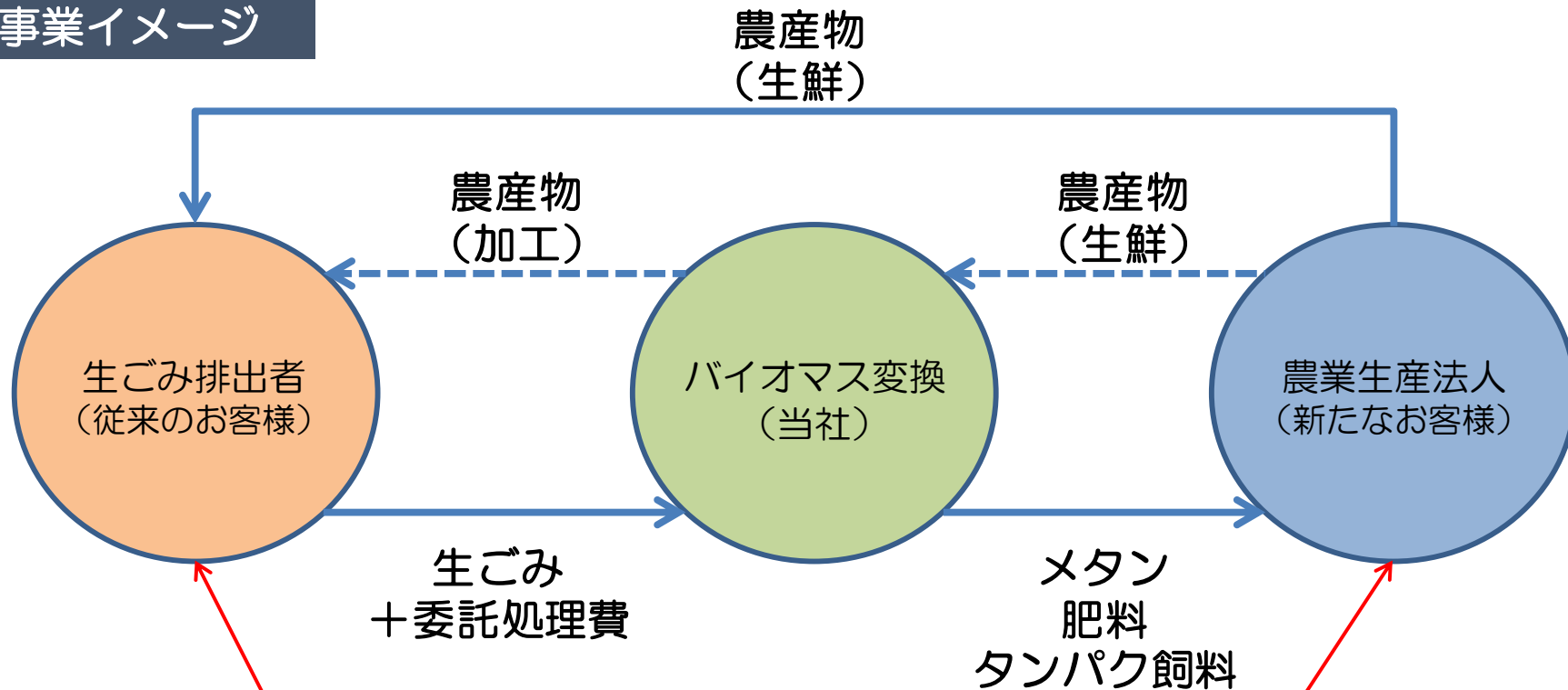
RO透過液





SSや固形物を除去した hidroサイクロン排水をNF膜、RO膜で濾過したところ、全体の5%のNF濃縮液が、有機成分の2/3を占め、同じく5%のRO濃縮液が、有機成分の1/4程度を占めている。RO透過液は、排水全体の90%の容量を有するが、有機物量は、7%と低く、良好な分離状況が得られた。今後、RO透過液の水質分析によって、循環利用が可能か検討する。

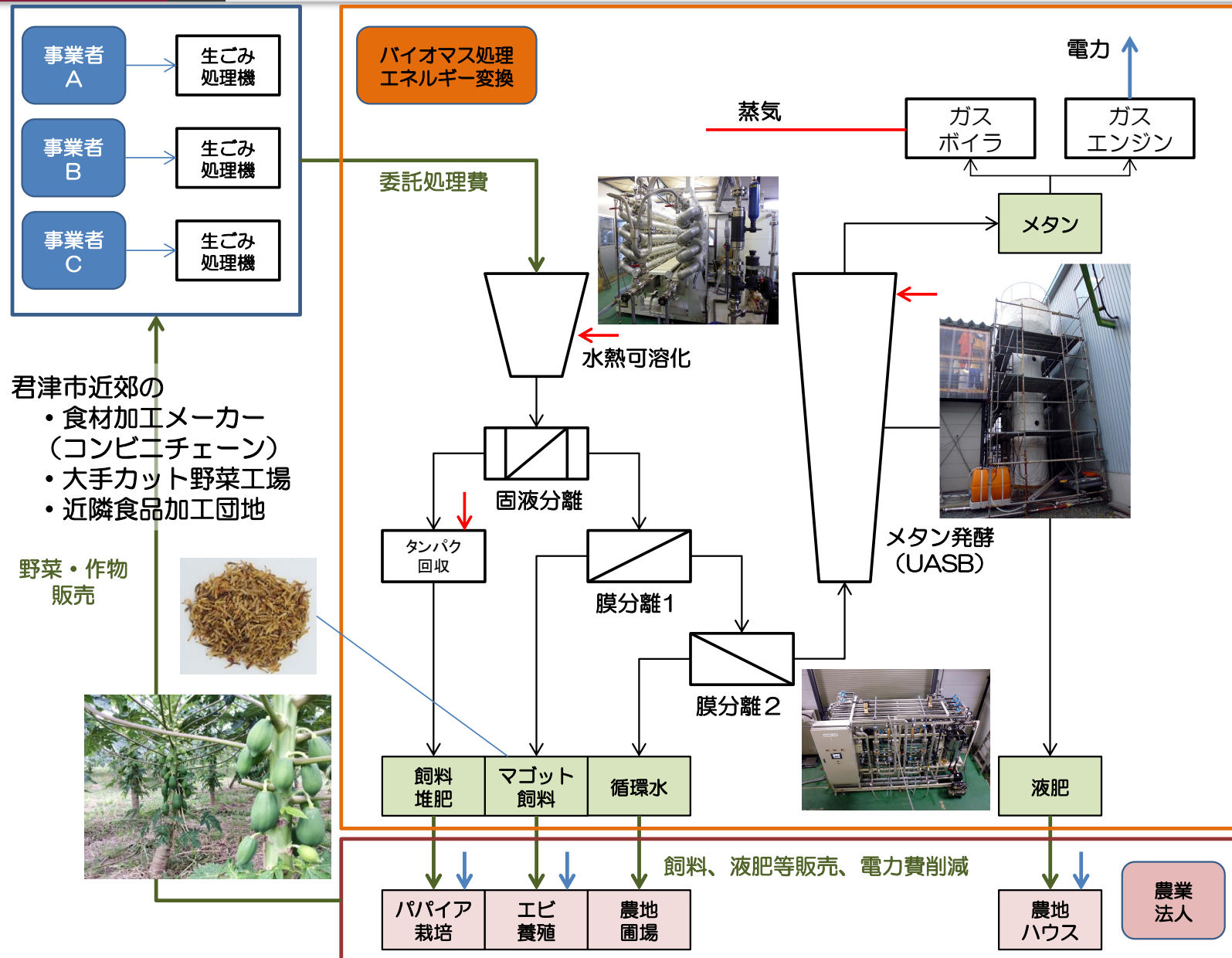
事業イメージ



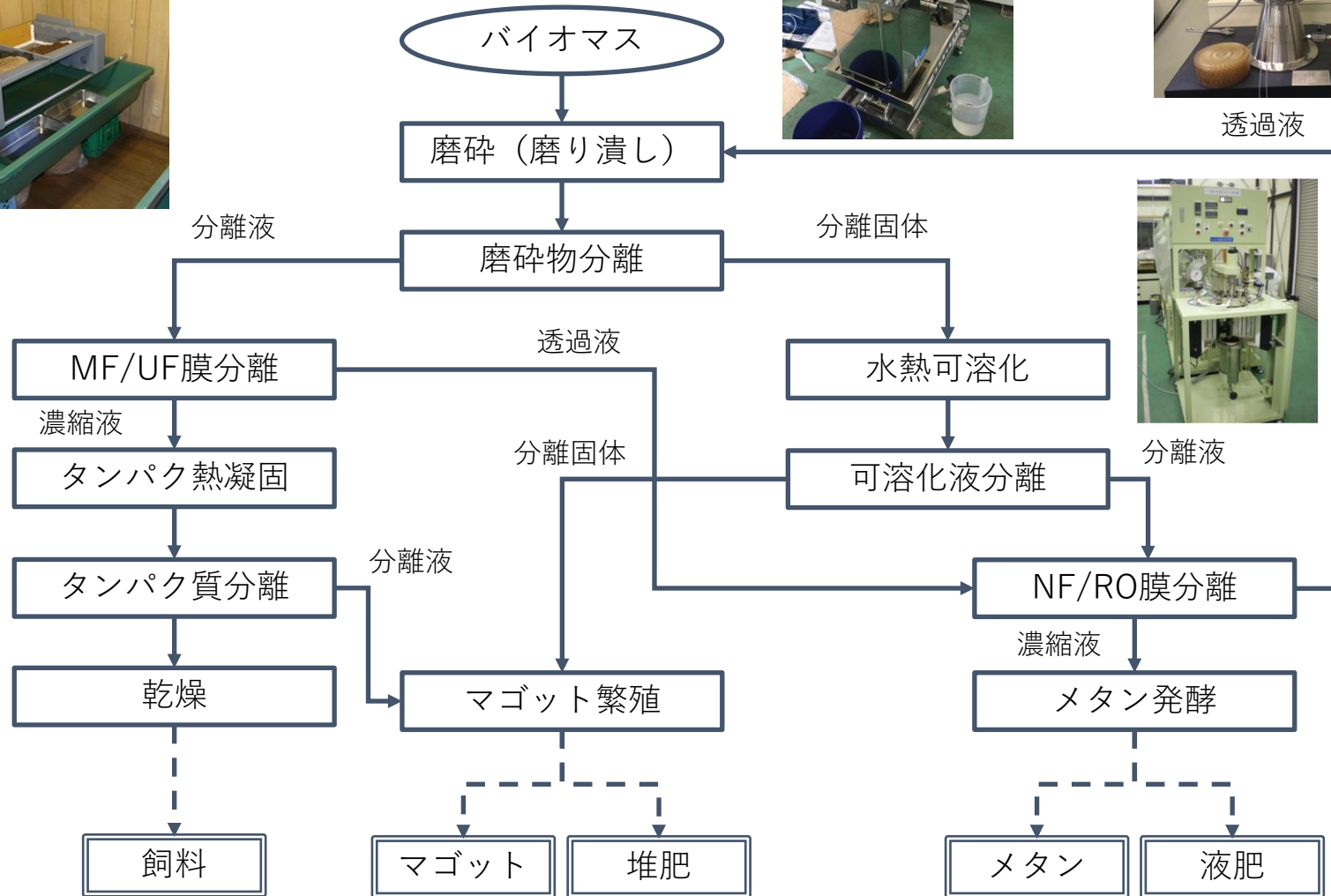
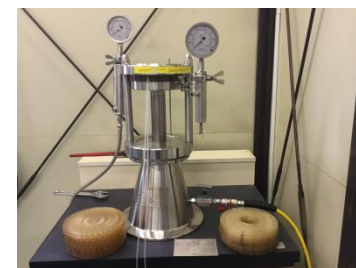
生ごみ排出者：
自らが排出したバイオマスから生産された農産物を購入することで持続的な資源循環の担い手になる。排出したバイオマスが有効に活用される。

農業生産法人：
バイオマスの委託処理費の一部、副産物であるメタン、肥料等による収入により脆弱な農業経営の基盤を強化できる。安定した出荷が可能。

都市と農業地域を繋ぐ循環型バリューチェーンの構築



処理プロセス



低CO₂と低環境負荷を実現する微細藻バイオリファイナーの創出

- ・ **2030年**にパリ協定（温室効果ガス排出量2013年度比26%削減）の達成に貢献する。
- ・ **2035年**に最大20兆円の国際市場規模と予想されるバイオ燃料の生産に貢献する。



●大塚→●春日→●本郷→●柏→●つくば

New Innovation Corridor

研究開発課題1

1. 微細藻類3,000株スクリーニング



緑藻・トレボウクシ藻網が中心

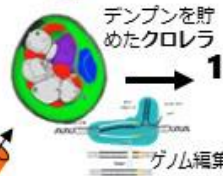


クロレラは条件さえよければ分裂回数3回/日が可能



理研仁科センター

デンプンを貯めたクロレラ



中央大学・研究開発機構

2. 重イオンビーム育種とゲノム編集



重イオンビーム

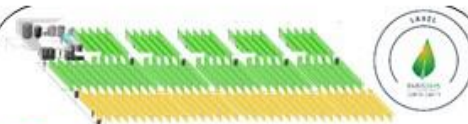
研究開発課題2



福島県・新地町
スマートコミュニティ
促進事業支援

3. 閉鎖系バイオリアクター

4. 微細藻類細胞回収技術



ワーゲニガン大学の0.5€/kgを目指す。

屋外閉鎖系ユニット（3トン/年）
直径6cmチューブなら総延長10.5km or
折径50cmプラチューブなら総延長3km
50mを60本並べるとネットで1,500㎡

研究開発課題5

- ・ 微細藻類は、太陽光のもとで（独立栄養条件）、CO₂ 3.3トンと水 2.5トンから、**油脂1トンと残渣1.5トン**をつくり出せる。
- ・ 油脂は燃料に、残渣は機能性素材にバイオマス触媒変換することで、環境負荷低減を実現する。

研究開発課題3



5. バイオマス触媒変換

7. 超臨界流体と環境負荷低減技術



松風



オイル含量60%以上のクロレラ超オイル細胞



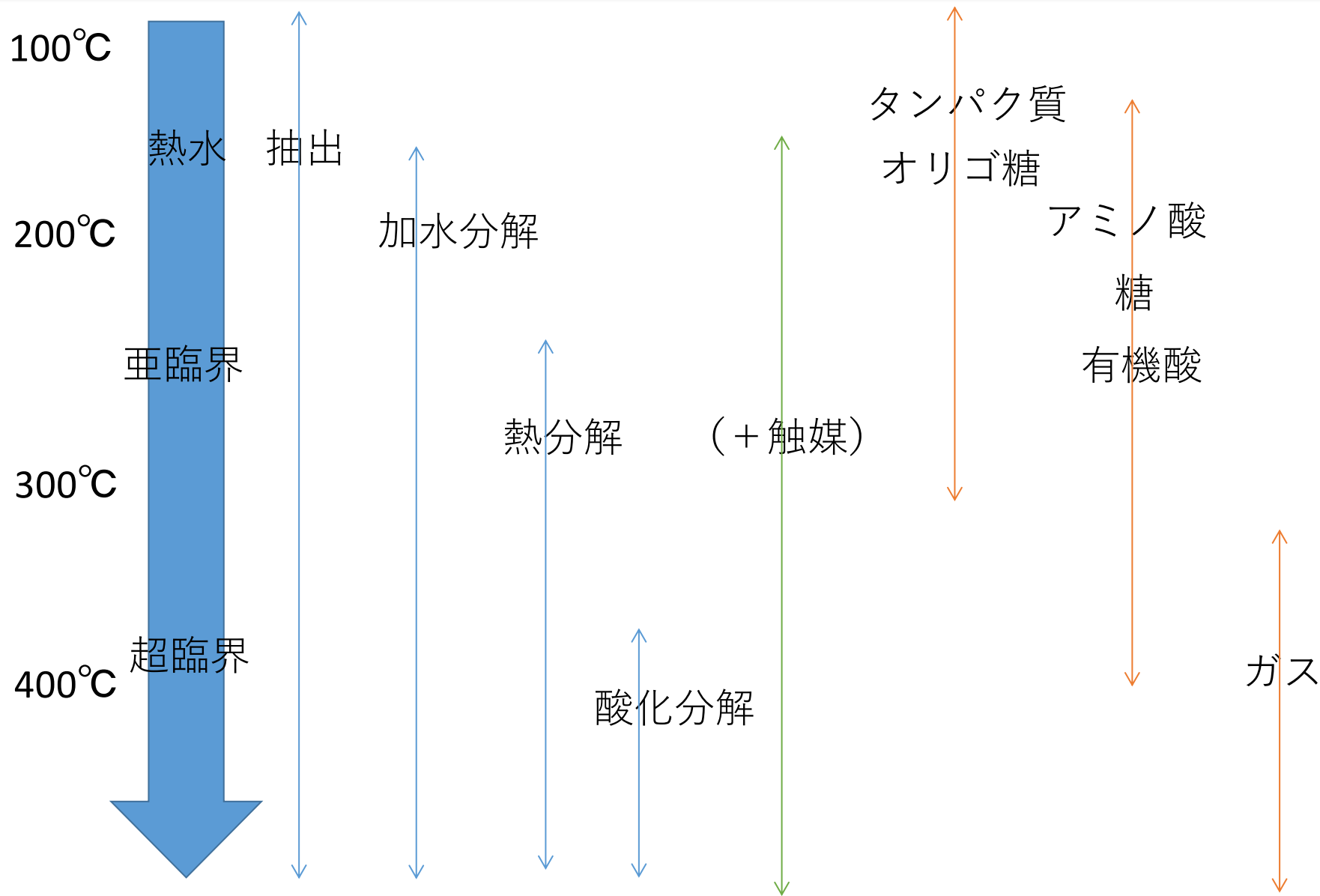
6. 機能性試験と形態プロファイリング

8. サルファーインデックス解析技術



研究開発課題4

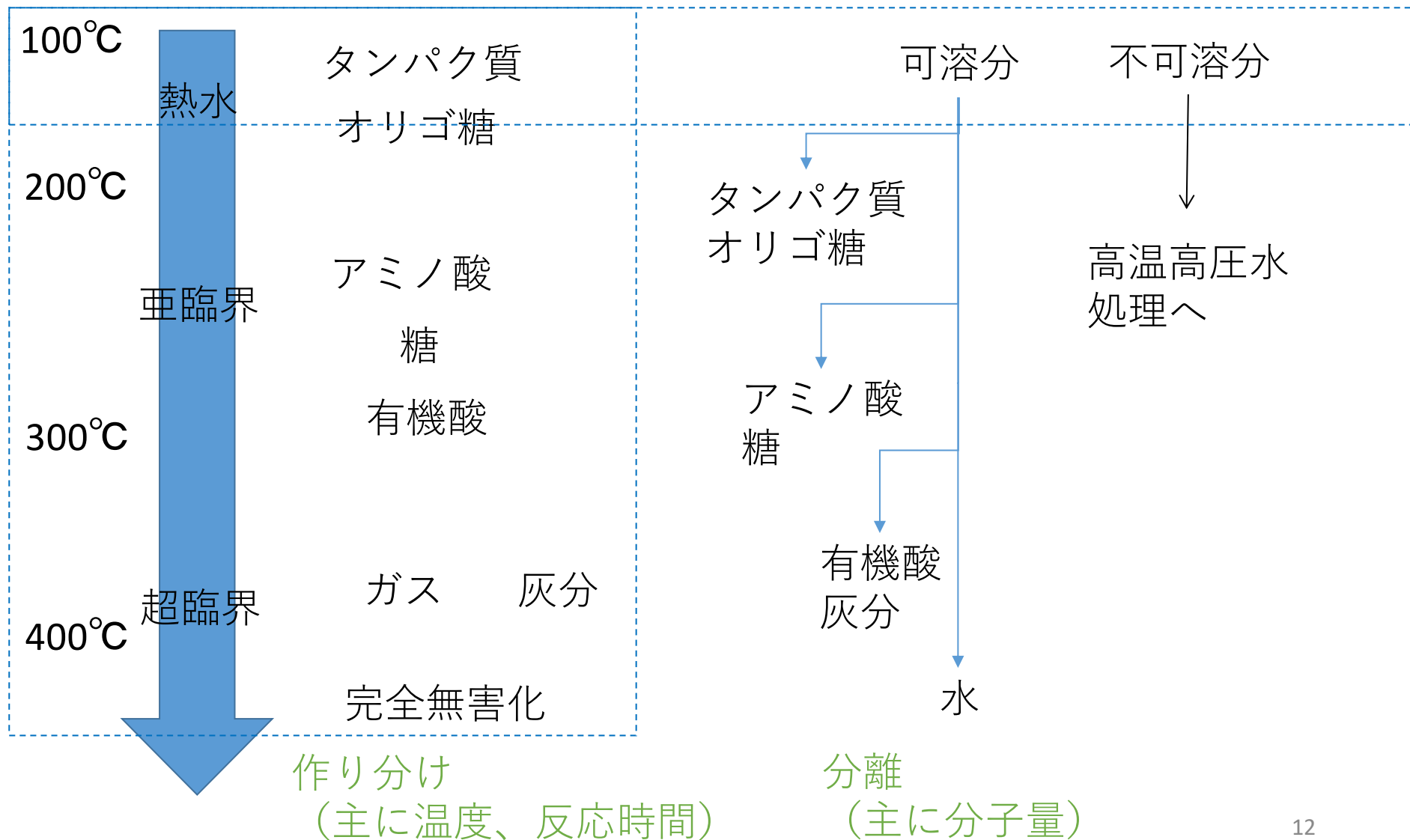
水熱～超臨界水処理における主要な生成物



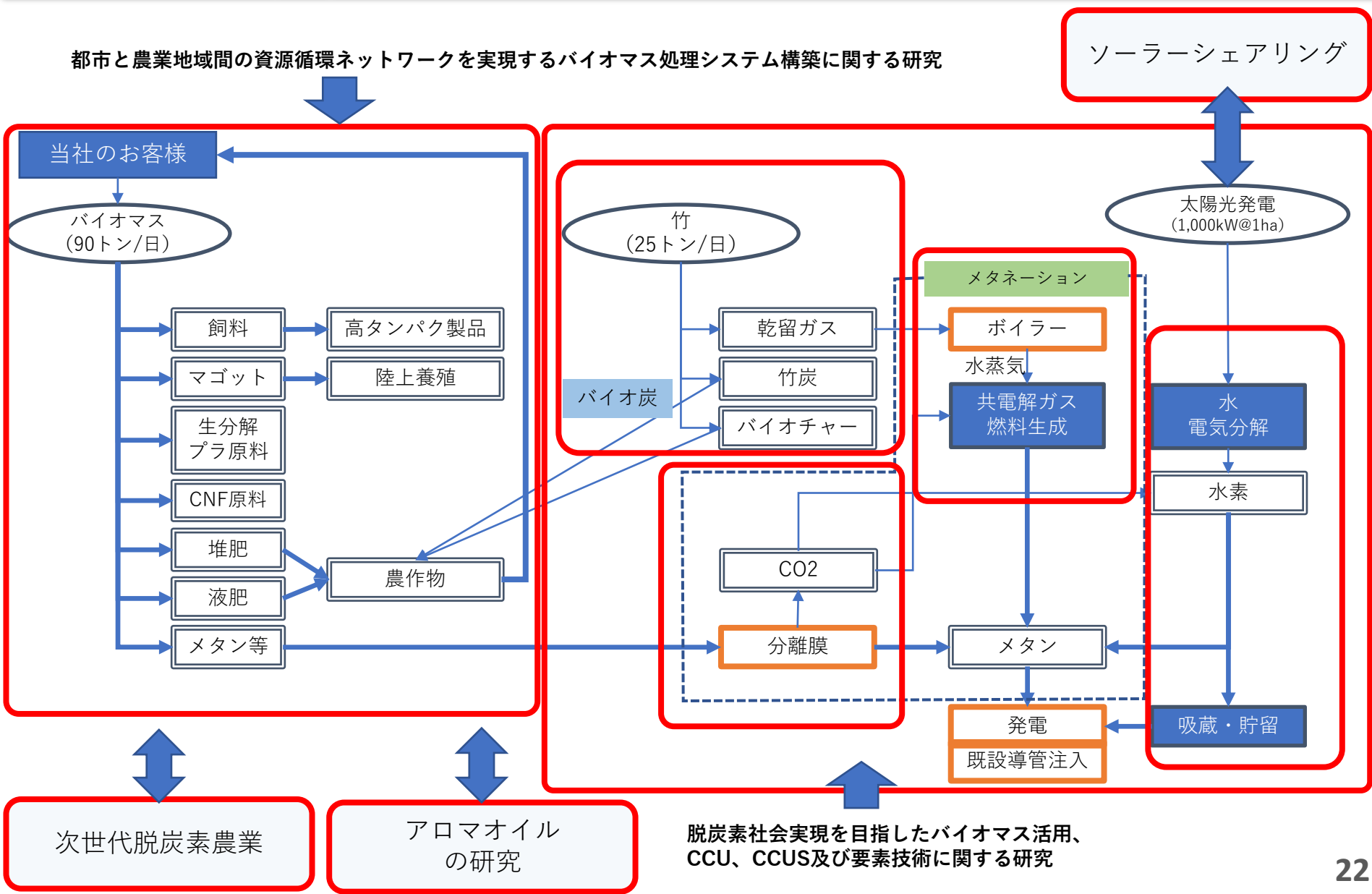
水利用技術

高温高压水パターン

熱水+膜分離パターン



都市と農業地域間の資源循環ネットワークを実現するバイオマス処理システム構築に関する研究



想いをかたちに 未来へつなぐ

