

循環型産業への転換による カーボン・インデペンデンスの実現

東京大学 教授
化学工学会 地域連携CN推進委員会委員長

辻 佳子

2050年CN社会実現のために

[1] Efficiencyから人と社会のSufficiencyへ

<https://www.scej.org/sapporo/indexSD.html>

経済的な豊かさの追求

経済と環境の両立

心の豊かさの追求

化石資源からの大量生産

循環型社会

1940

1960

1980

2000

2020

2030

持続可能な社会

[2] 社会構造・産業構造の変革も含めた未来社会をデザインする

システム構想

熱収支

物質収支

反応

新技術
(ラボベース)

品質

コスト(競争力)

環境負荷

未来社会構築
(Grand design)
システム計算
(Simulation)

これを成立
させる
プロセス開発
制度制定

社会実装

化学産業の創成期*のように
化学会社+セメント会社+鉄鋼・・・
大学
エンジニアリング会社
が力を合わせて挑戦できる仕掛けが必要

法令整備

制度整備

雇用

教育

社会受容性

2050年CN社会実現のために

[1] Efficiencyから人と社会のSufficiencyへ

<https://www.scej.org/sapporo/indexSD.html>

経済的な豊かさの追求

経済と環境の両立

心の豊かさの追求

化石資源からの大量生産

循環型社会

1940

地域の特徴に鑑みたものづくりが重要

2030

持続可能な社会

[2] 社会構造・産業構造の変革も含めた未来社会をデザインする

システム構想

熱収支

物質収支

反応

新技術
(ラボベース)

品質

コスト(競争力)

環境負荷

未来社会構築
(Grand design)
システム計算
(Simulation)

これを成立
させる
プロセス開発
制度制定

社会実装

化学産業の創成期*のように
化学会社+セメント会社+鉄鋼・・・
大学
エンジニアリング会社
が力を合わせて挑戦できる仕掛けが必要

・これまで誰も考えなかった(無理だと思っていた)プロセスの開発に挑戦する必要あり。これが差別化、競争力の源泉になる。
・コンビナート改革が産業を再生する

カーボンニュートラル施策

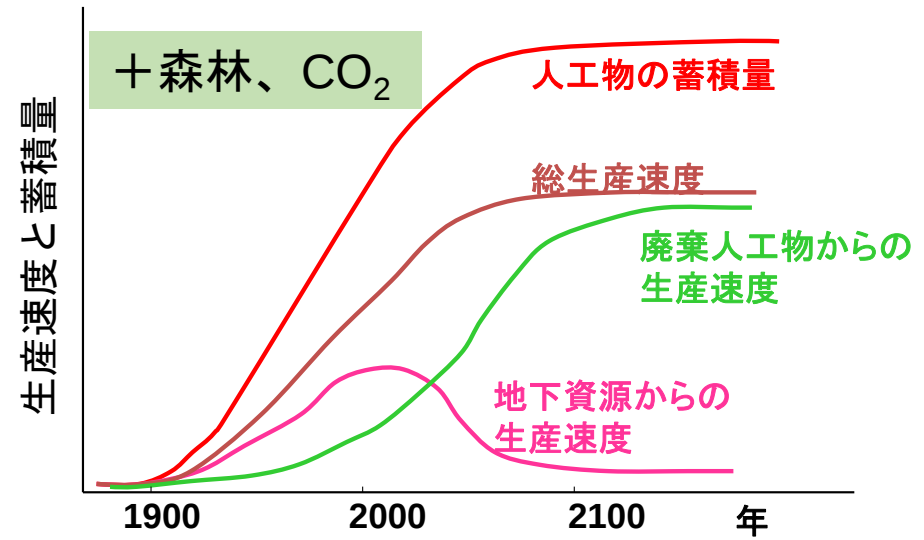


□ エネルギー



□ 3R

(リデュース・リユース・リサイクル)
循環型社会形成推進基本法



化石燃料からの脱却→脱炭素

人工物の飽和→循環社会へ移行可能

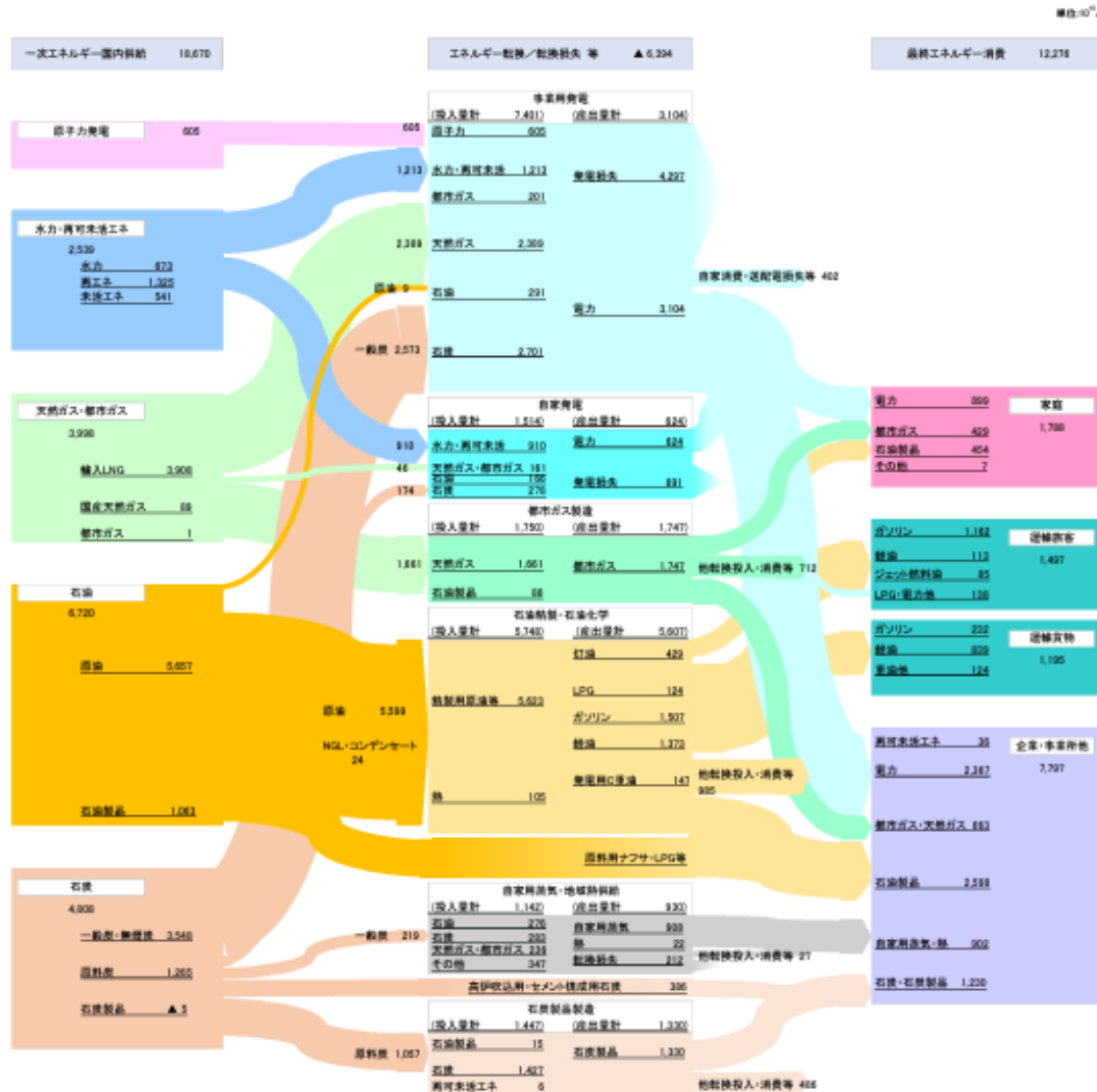
日本のエネルギーバランス・フロー 概要

4

エネルギー白書2023より

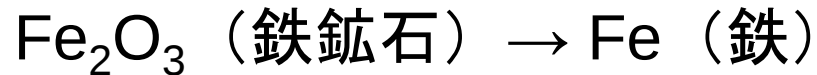
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2023/pdf/>

【第211-1-3】日本のエネルギーバランス・フロー概要(2021年度)



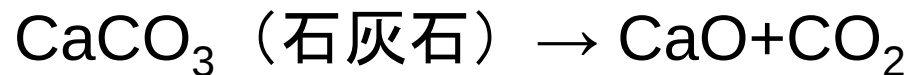
炭素に関する産業

鉄鋼産業

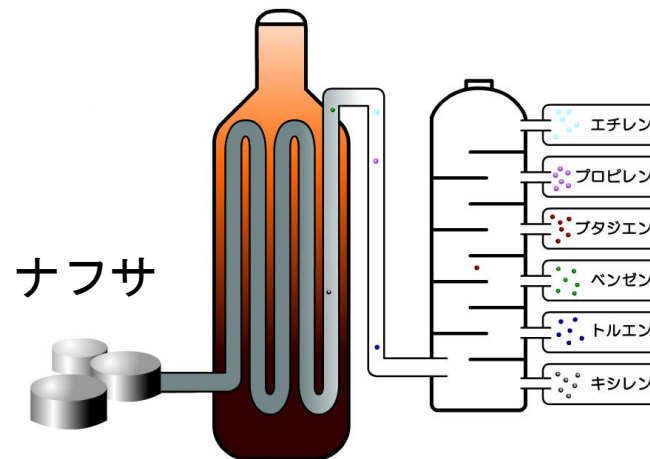


還元剤としてC（コークス）を利用

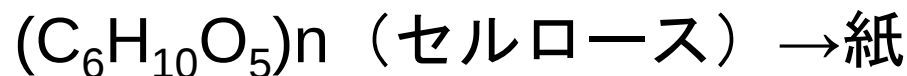
セメント産業



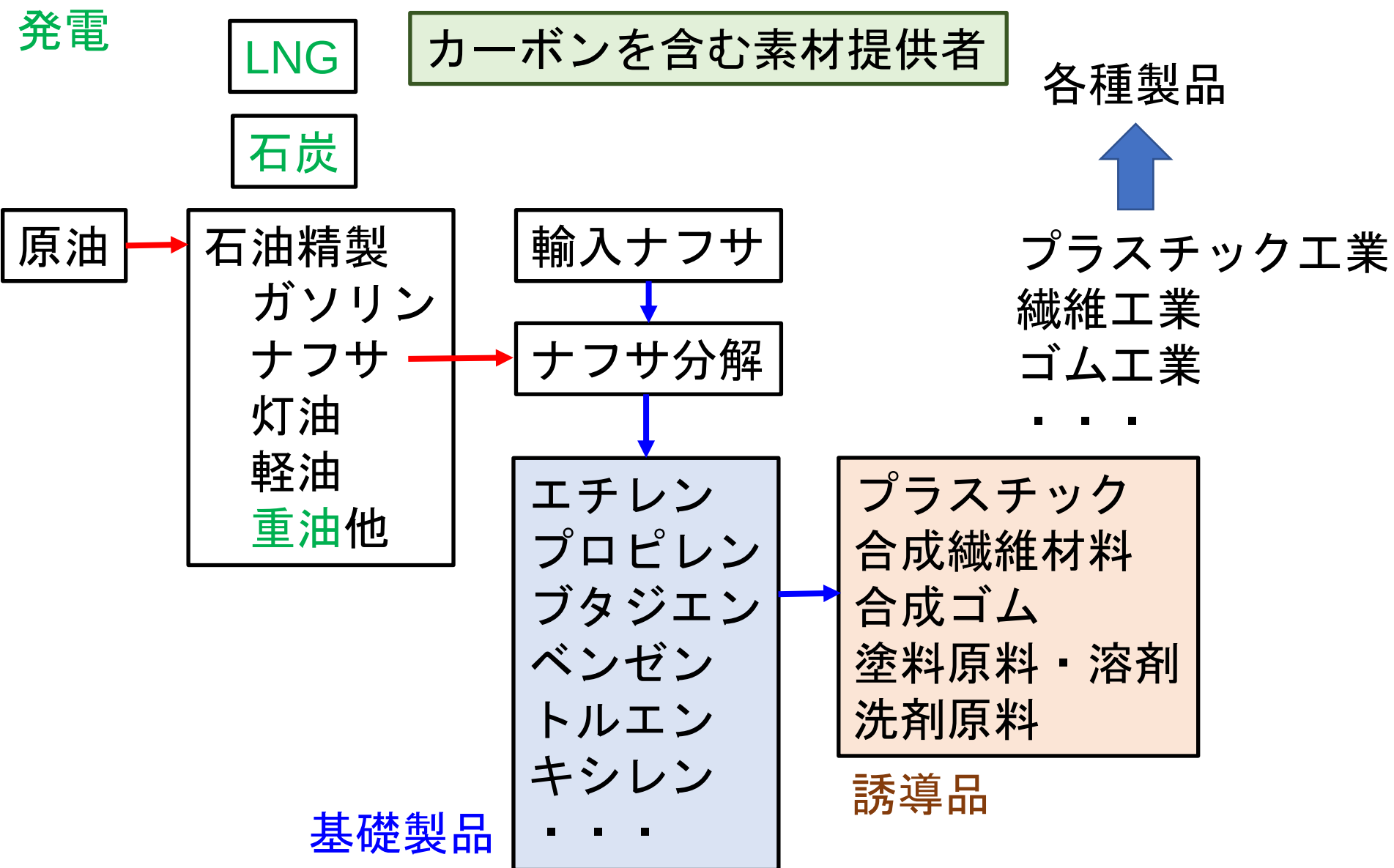
化学産業



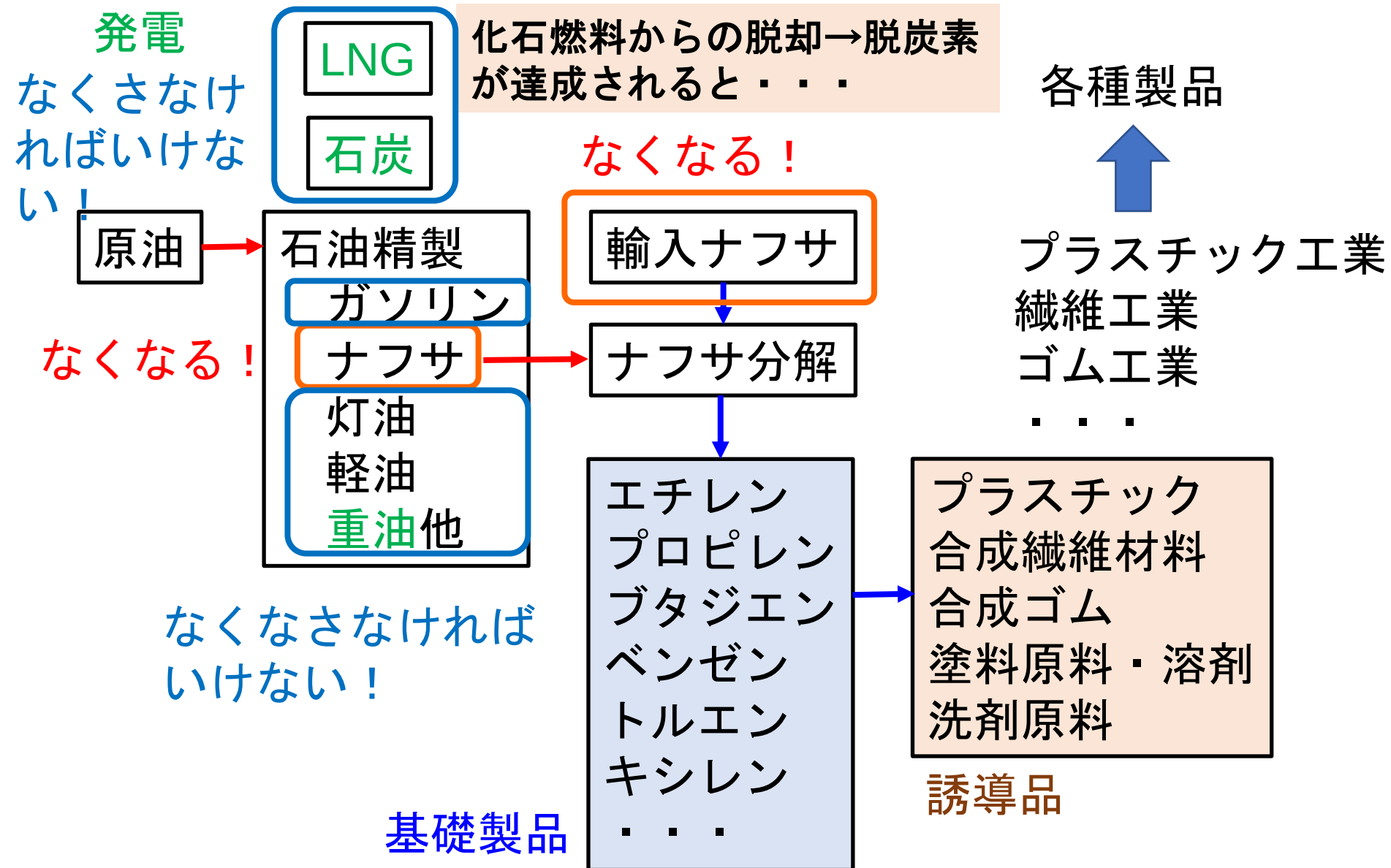
製紙産業



化学産業の役割



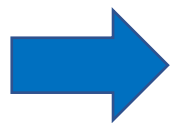
化石燃料からの脱却→脱炭素 が達成されると・・・



日本の化学産業の現状

阿尻、水口、辻

原油 CH_2
26 M t-C/y



化学品 CH_2
15 M t-C

プラスチック

8 M t-C

他の化学品

7 M t-C

廃プラ 7.3Mt
 CH_2

廃食油
 $\text{CH}_2\text{O}_{0.1}$

バイオマス廃棄物

木質バイオマス
 $\text{CH}_{1.4}\text{O}_{0.7}$

CO_2

(0.8 M t-C)

輸出入量は同程度
(輸4.3 出5.2)



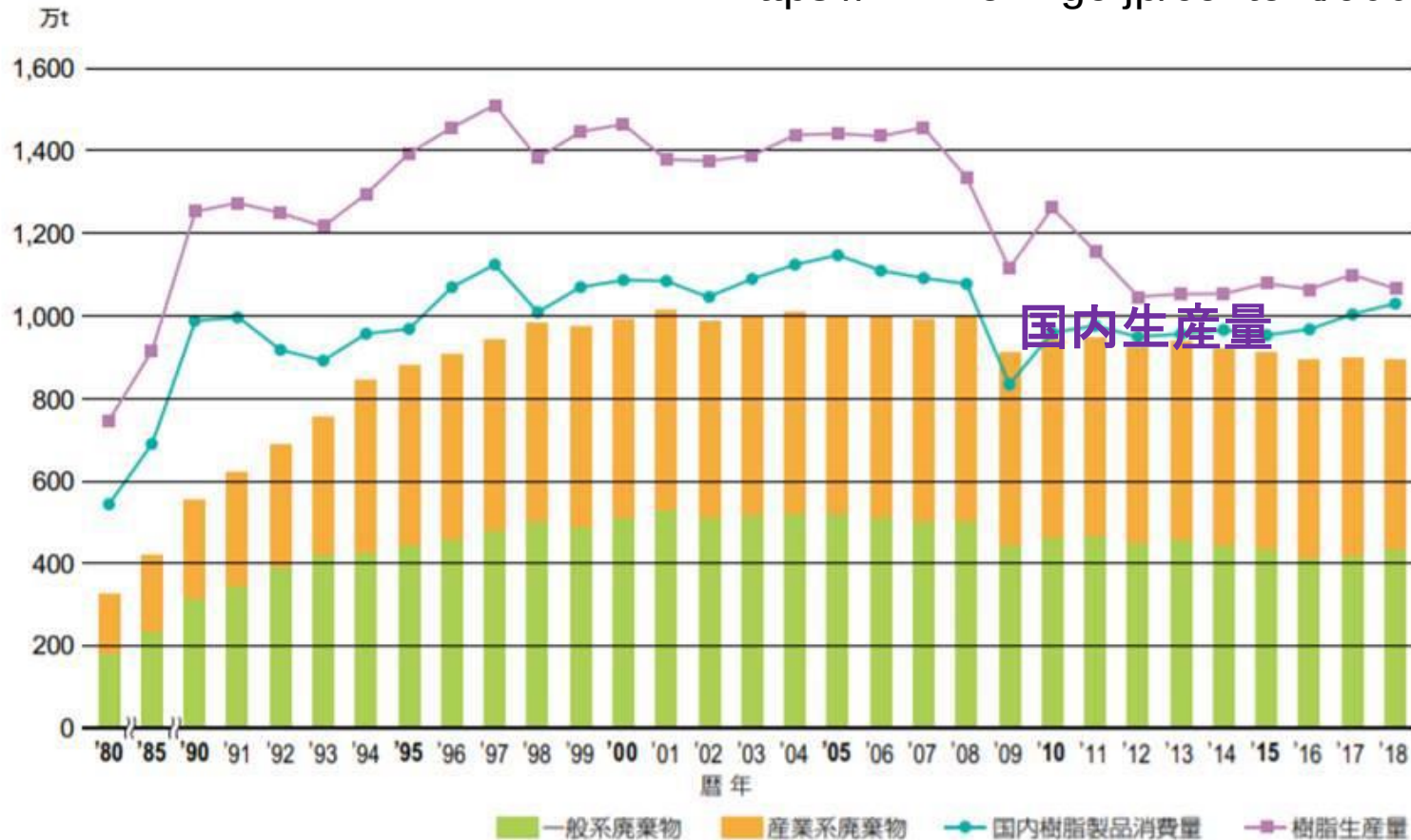
ポテンシャル

27 M t-C 木質バイオマス

24 M t-C 廃棄物系バイオマス

人工物の飽和 プラスチック

<https://www.env.go.jp/content/900515691.pdf>

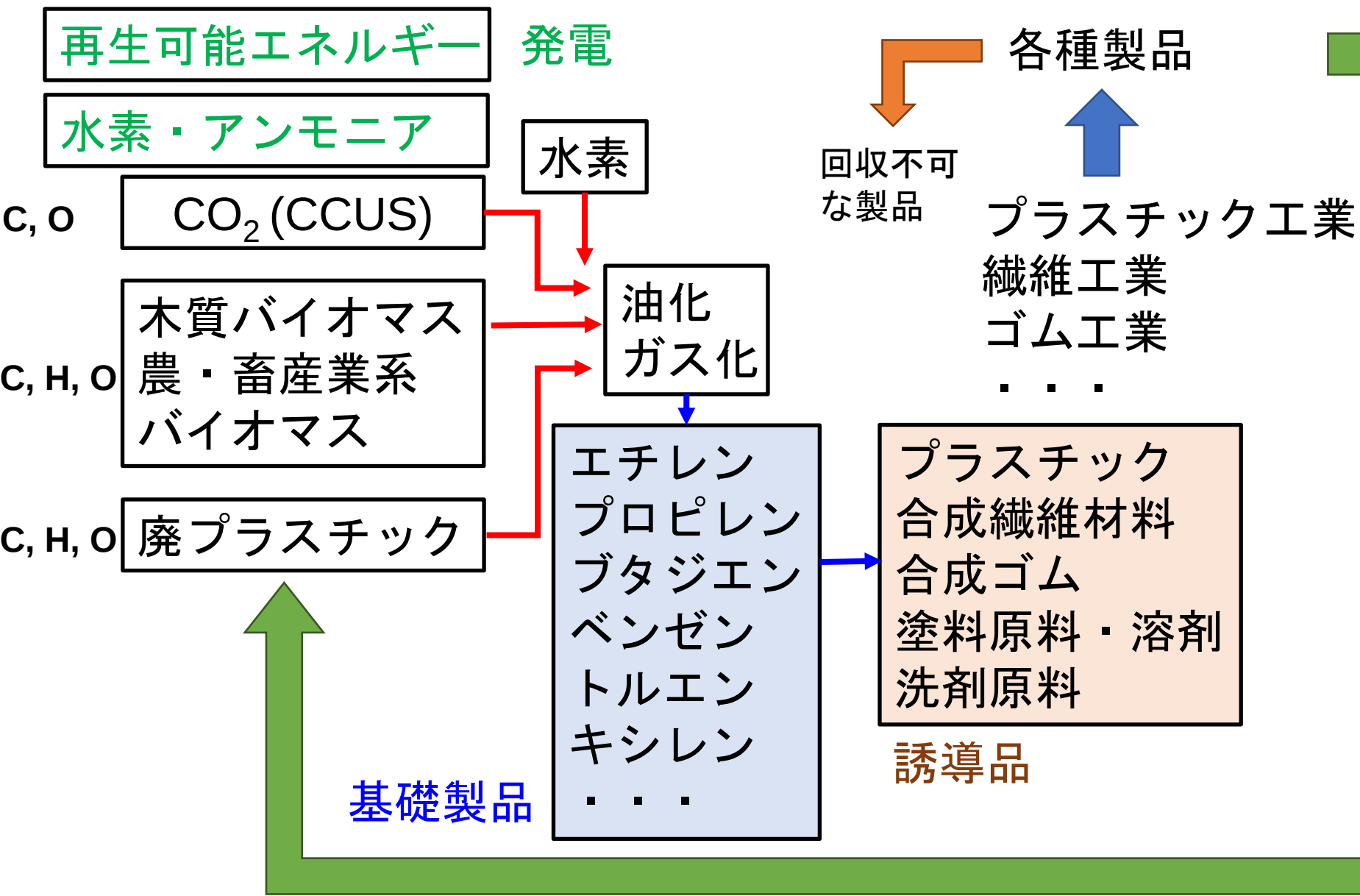


飽和している

→循環社会へ移行可能

現状はサーマルリサイクル。物質循環していない。

カーボンニュートラル化学産業



森林現況（かなり控えめな推算）

（前提条件）

人工林を対象

30年周期で伐採→植林

幹材積の平均比重 0.5 dry-t/m³

炭素含有量 0.5

木材利用率 0.5

枝葉 伐採炭素含有量の0.2

	現況 (FY2017)	30年周期で伐採→植林		木材利用率 0.5	枝葉＝伐採 炭素含有量 の0.2
	総蓄積量 [× 10 ³ m ³]	伐採可能量 [m ³ /y]	炭素含有量 [C-t/y]	幹材積のみ [C-t/y]	枝葉込み [C-t/y]
全国	3,308,000	110,267	27,566,667	13,783,333	19,296,667
北海道	273,582	9,119	2,279,850	1,139,925	1,595,895
中国四国地区	696,068	23,202	5,800,567	2,900,283	4,060,397
山口県	94,438	3,148	786,983	393,492	550,888

二酸化炭素

回収できないCO₂

炭素循環に
組み込むべき/組み込み得るCO₂

農業・畜産

畜産

農業機械・肥料等

セメント

約1,300万t-C/年

ブルー水素

農業・森林・
その他土地利用

農業機械・肥料等

鉄鋼*

約4,700万t-C/年

燃焼排ガス

輸送

航空（ジェット燃料）

自動車・二輪（e-fuel）

船舶

廃棄物

DAC

家庭

暖房

ガスコンロ

化学プロセス

バイオマス発電

発酵CO₂

*https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/chikyu_kankyo/tekko_wg/pdf/2020_001_04_01.pdf

未来ビジョン

需要、供給 の 変化

人口減にともない、化学品の需要が減少する。

燃料油 EV化、人口減にともなう減少

供給ポテンシャル評価と地域（空間）マッピング

廃棄物（廃プラとバイオマス）の量的変化

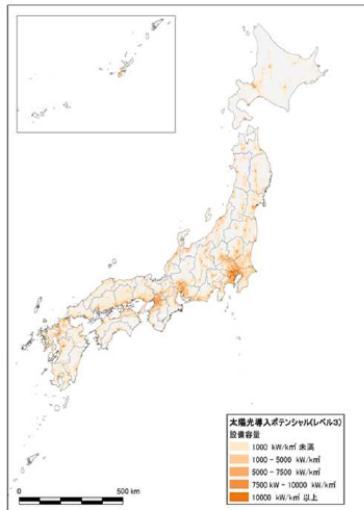
森林資源のポテンシャル

製紙業のポテンシャル

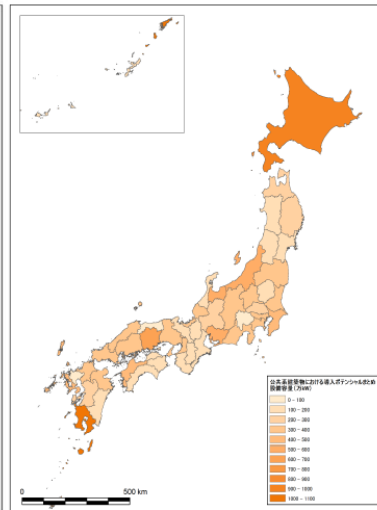
需要供給の 時間的空間的 変化 を考慮した
将来構想

再生エネ導入ポテンシャル

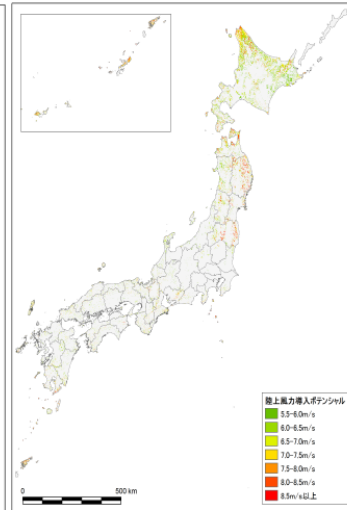
住宅用等太陽光発電



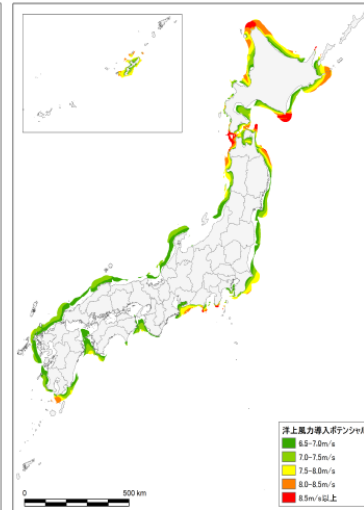
公共系等太陽光発電



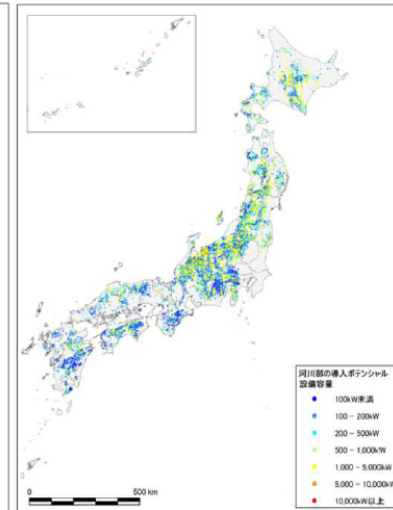
陸上風力発電



洋上風力発電

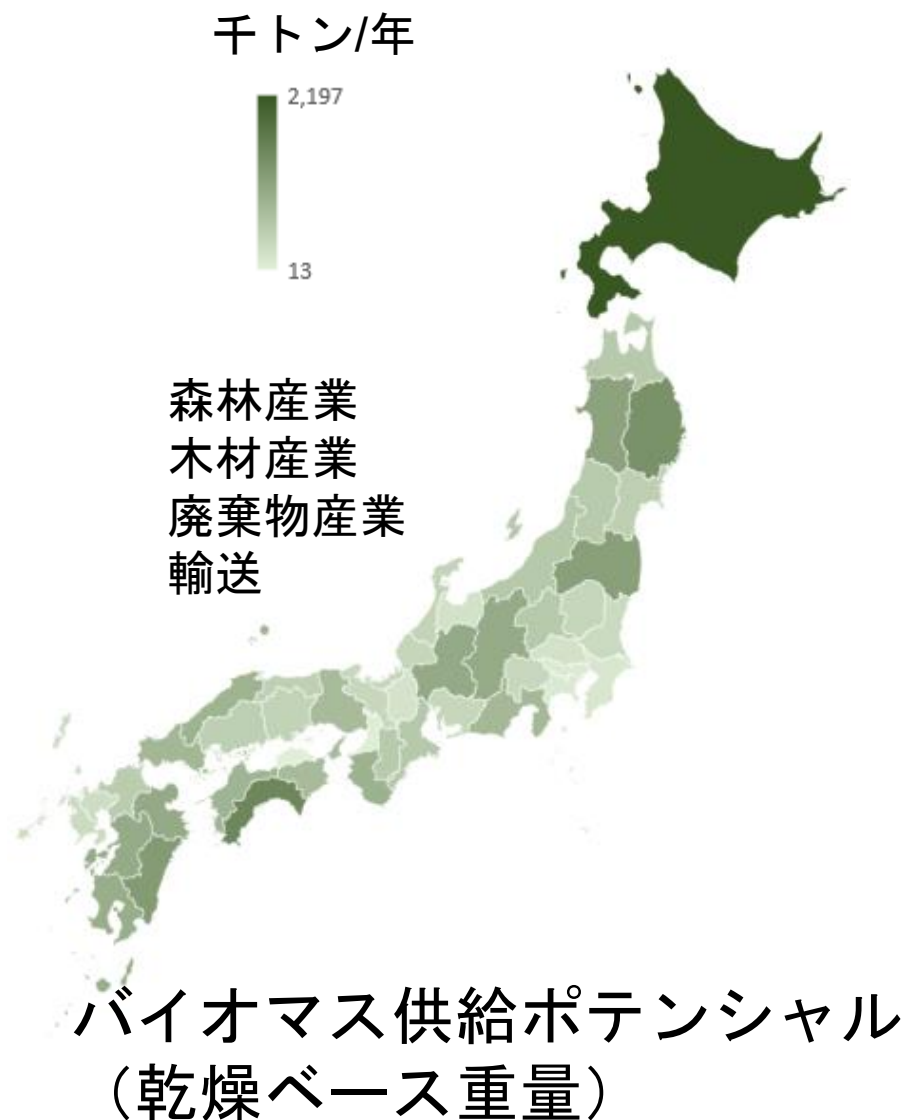
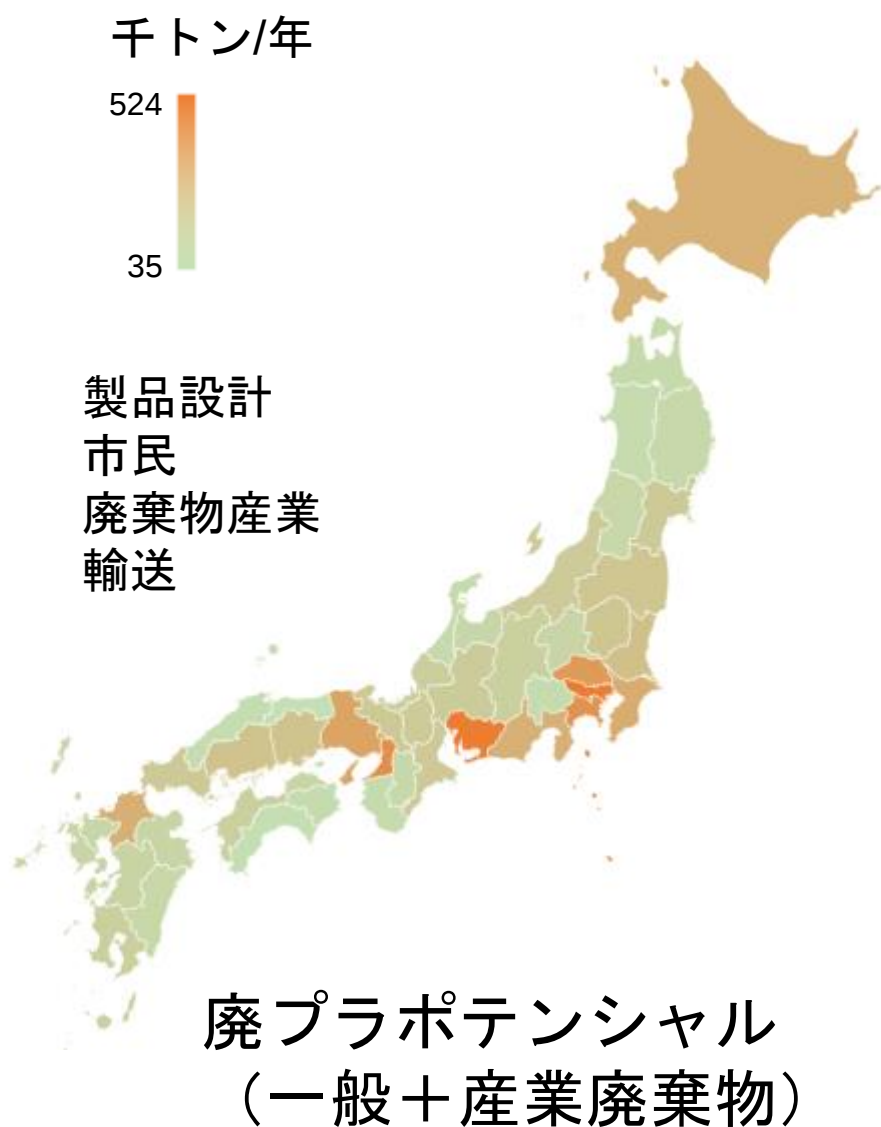


中小水力発電（河川部）



出典：環境省「平成27年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」

都道府県別炭素源ポテンシャル

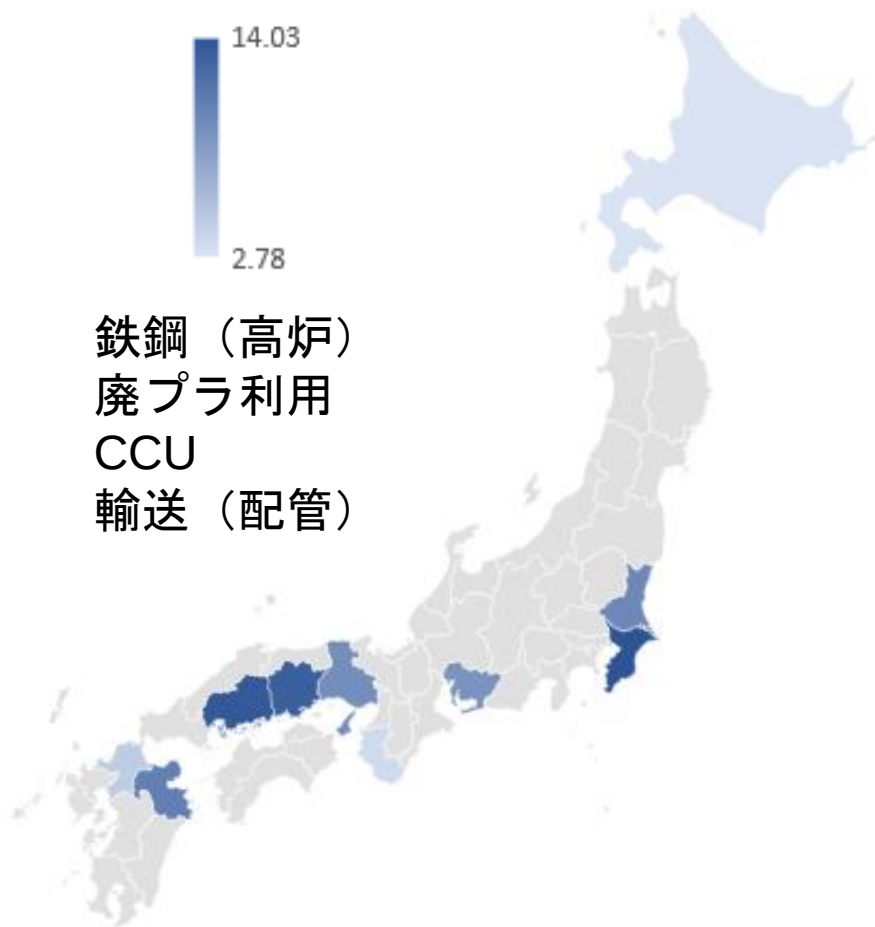


都道府県別炭素源ポテンシャル

千トン/年



鉄鋼（高炉）
廃プラ利用
CCU
輸送（配管）

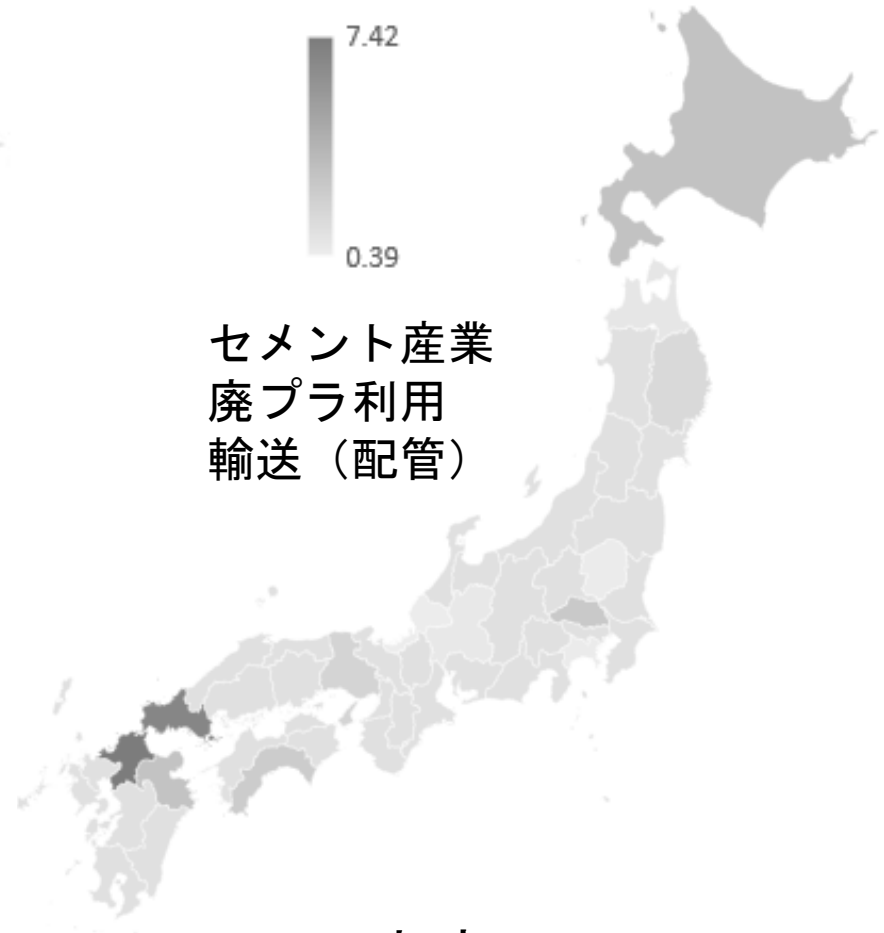


高炉由来CO₂

千トン/年

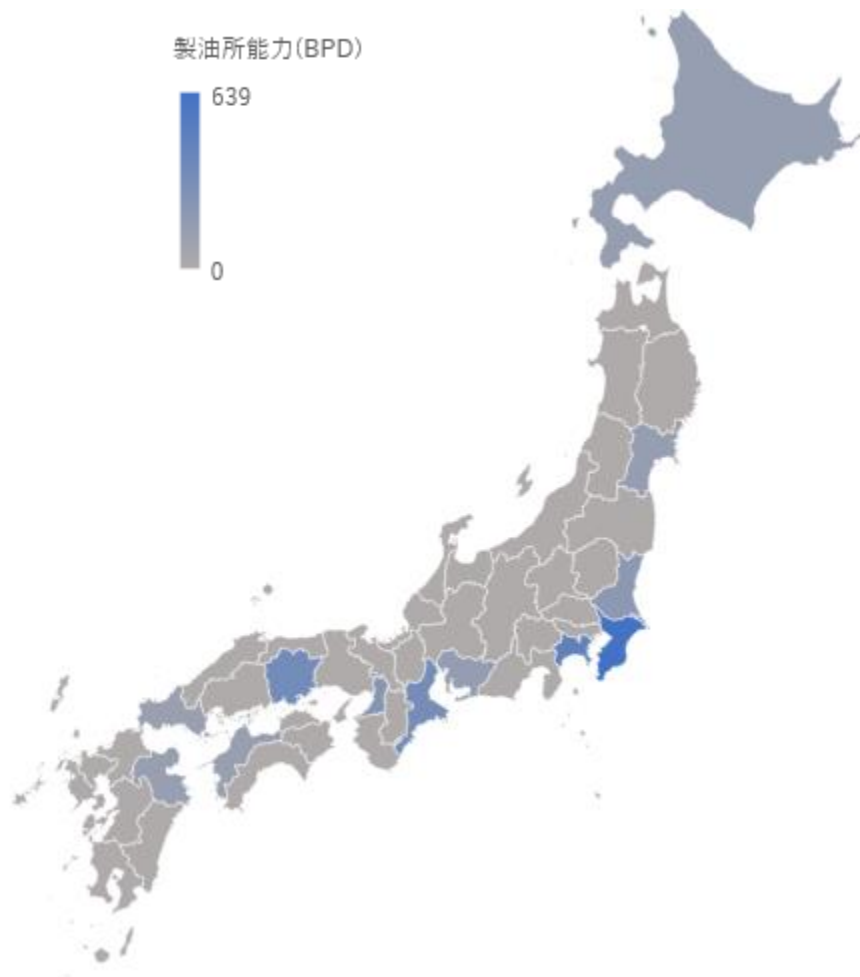


セメント産業
廃プラ利用
輸送（配管）

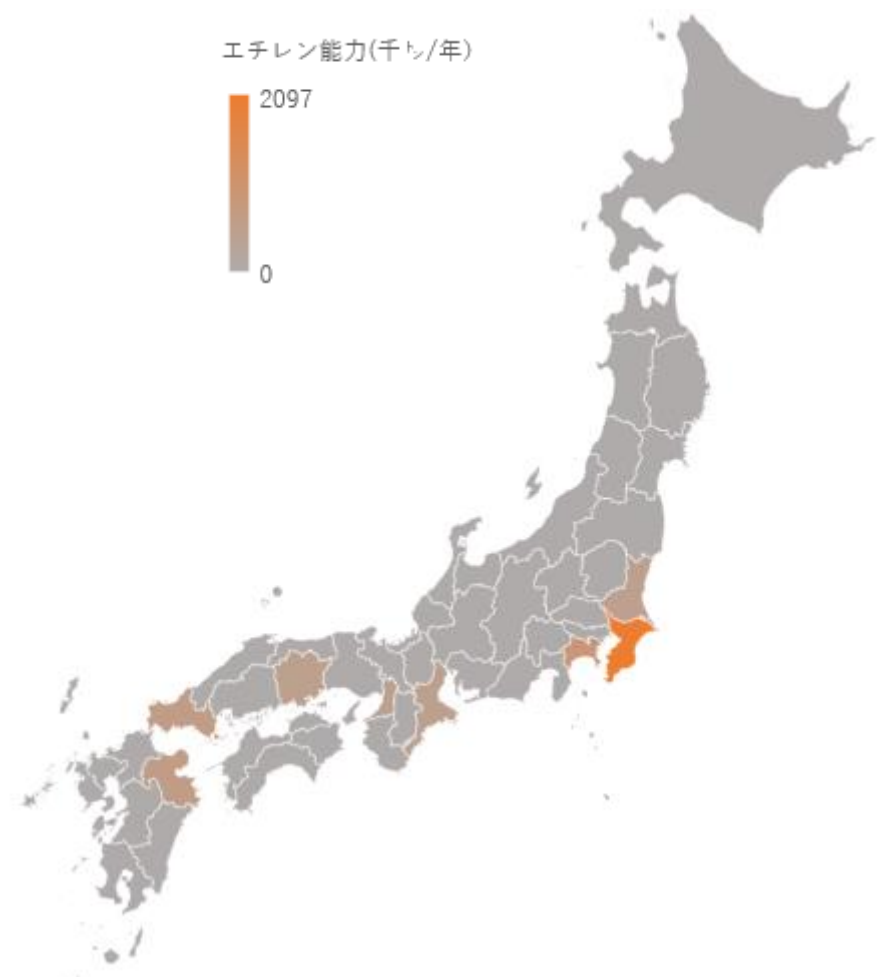


セメント由来CO₂

既存炭化水素産業ポテンシャル



製油所処理能力



エチレン生産能力

化学工学会の地域連携の取組事例

化学の日パネルディスカッション資料より抜粋



自家発電が石炭火力
苛性ソーダを軸とする無機化学とオレフィン系の有機化学が融合
石油化学・ソーダ・セメント・ゴム・鉄鋼などの多彩な素材型産業が集積
副生水素がある



工学的なモデル
地域産業政策的なモデル
連携体制構築のモデル
として確立
→日本、そして世界に展開

周南カーボンニュートラルコンビナート構想 (未来共創センター化)

©周南コンビナート脱炭素推進協議会

四つのチャレンジ

①原料のCN化

エチレン

②製品のCN化

化学品

③CO₂の固定化・活用

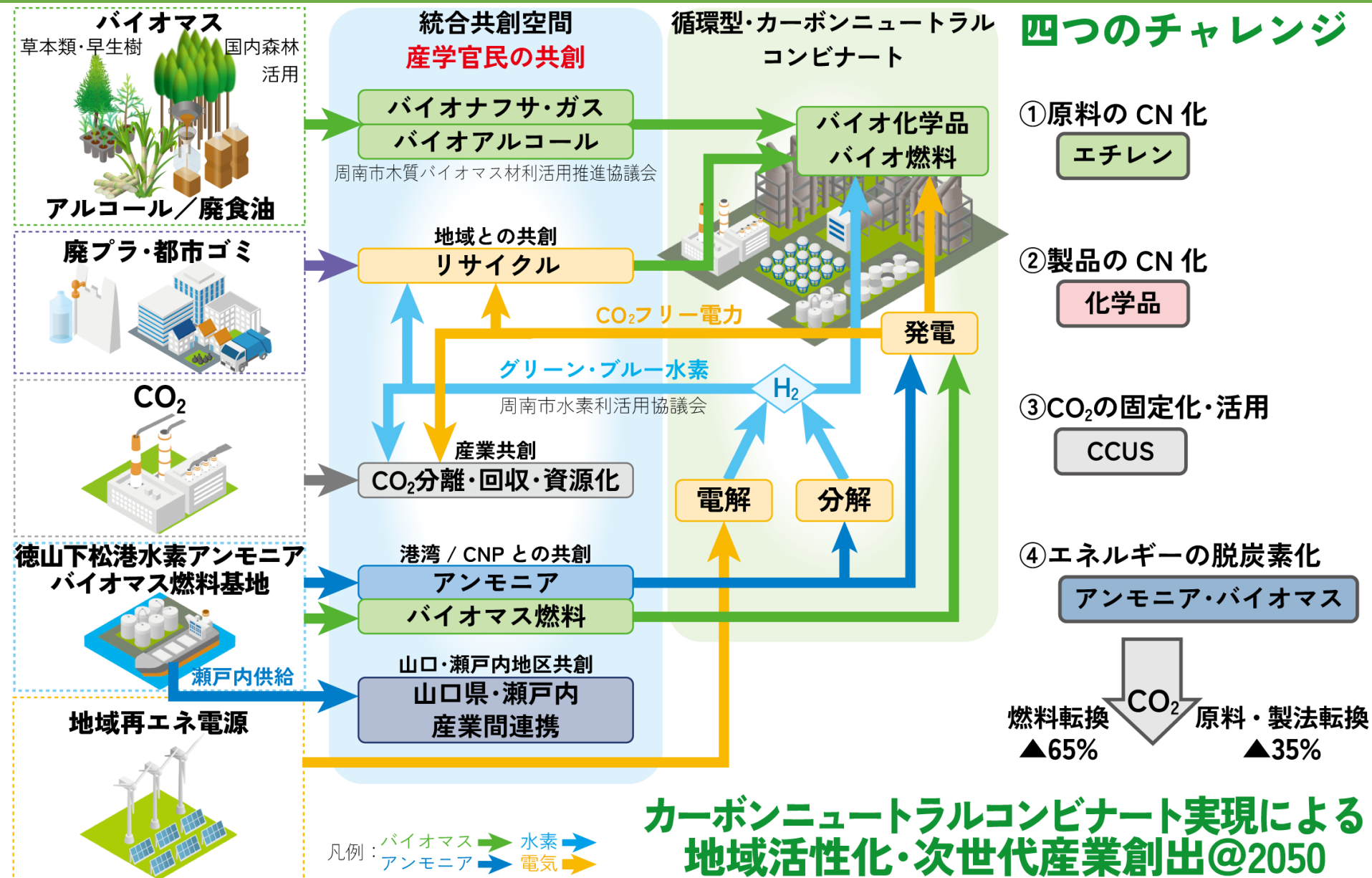
CCUS

④エネルギーの脱炭素化

アンモニア・バイオマス

燃料転換
▲65%

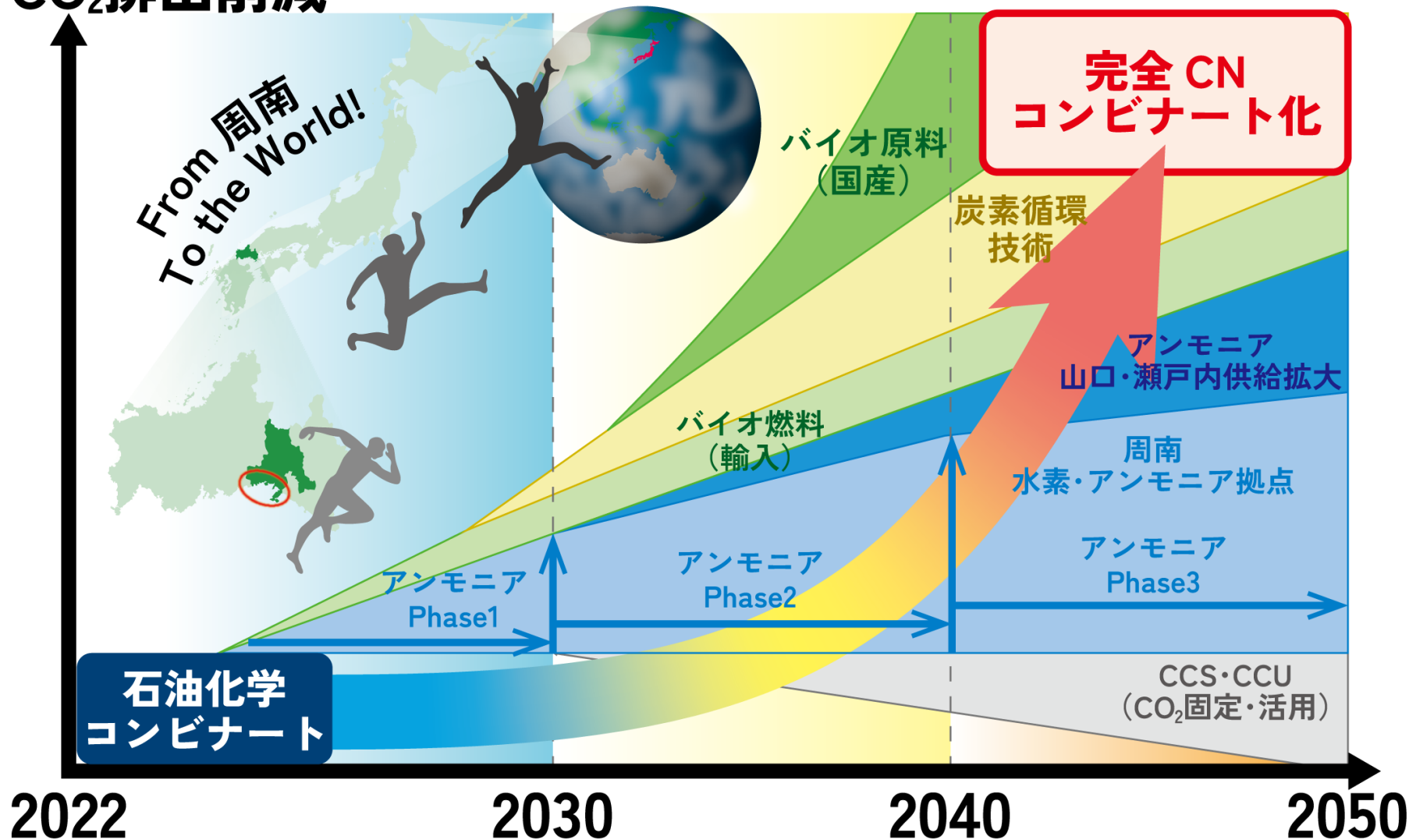
原料・製法転換
▲35%



周南コンビナートカーボンニュートラルロードマップ

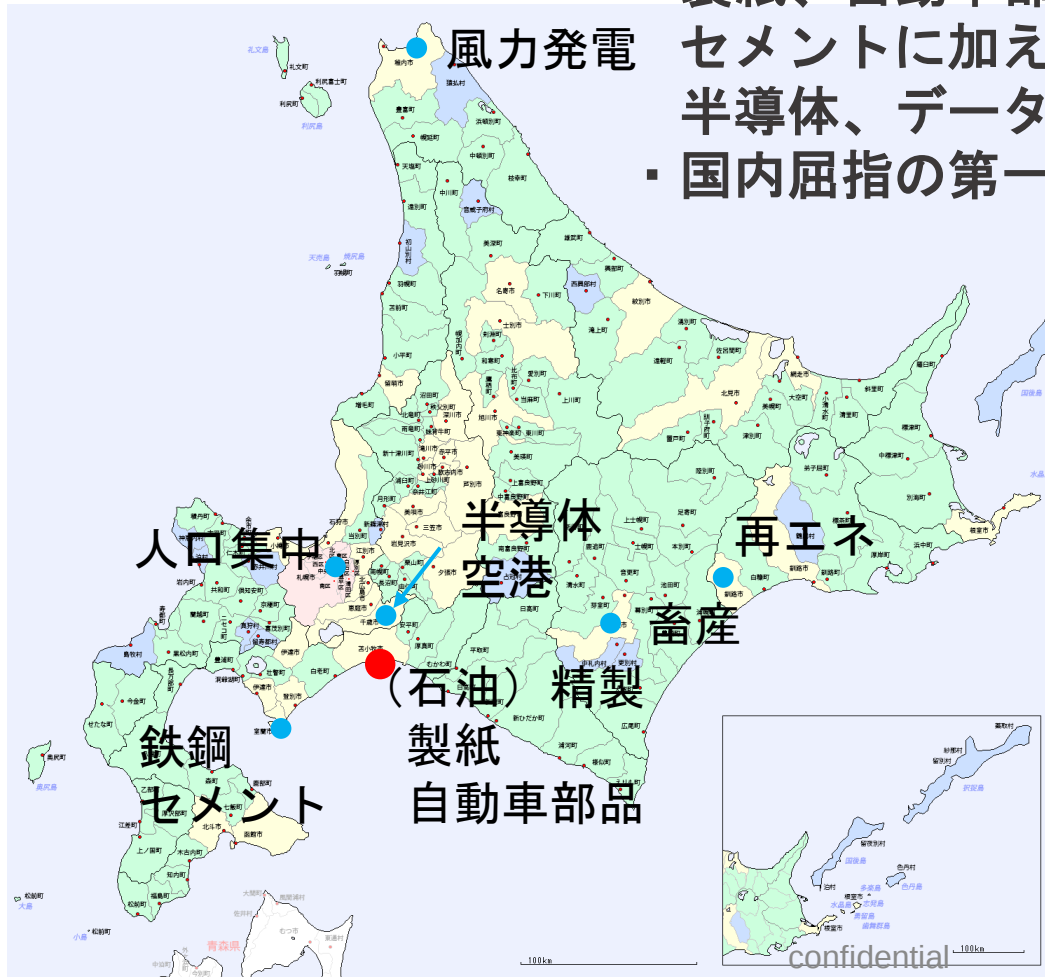
©周南コンビナート脱炭素推進協議会

CO₂排出削減



北海道のパテンシャル

- ・ 国内有数の貨物取扱量を誇る港湾と空の玄関
新千歳空港のダブルポートを有する
- ・ 製紙、自動車部品、石油精製/備蓄、製鉄、
セメントに加え、近年は
半導体、データセンターの誘致が進む
- ・ 国内屈指の第一次産業



苫小牧の特徴

再エネ+原発
バイオマス資源
を利用した

- 1) 水素・e-fuel拠点
- 2) 基礎化学品原料拠点
- 3) 陸・海・空の物流拠点

カーボンニュートラル施策の影響検討 フレームの構築

22

日本学会議第25期記録

<https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kiroku/3-20230913-2.pdf>

CN実現

原因・影響

実現できないリスク

原因1：社会的合意の未成立

原因2：産業の移行の課題が解決できない

原因3：技術開発に関する事項

原因4：個人の選択の問題

CN施策の達成がもたらすリスク

影響1：産業構造

影響2：エネルギー

影響3：炭素を主原材料とする産業

影響4：気候変動以外の環境影響

影響5：生活・地域・国・国際

影響6：気候変動抑制未達成

影響7：移行期間

ACT NOW !

時代の先頭に立ち、基盤強化と地域協調の仕組みの構築
知のプロフェッショナルとして総合力を発揮

英知集結の場として機能し、産学官連携で推進

 2050年CNに向けて社会変革、産業変革
国際的な課題に対して

日本が世界をリード + 国内産業の活性化

産業の融合

(例) 化学産業とセメント産業

化学産業と鉄鋼産業

化学産業と製紙産業

化学産業と廃棄物産業

地域内連携

地域全体のライフサイクル（含む民生）

技術力強化

システム計算とプロセス開発と方法論構築