

地域資源を活用した 物質・エネルギー生産システム設計の ためのシミュレーション基盤の開発

東京大学「プラチナ社会」総括寄付講座

特任助教 兼松 祐一郎

2021年9月2日 HPCフォーラム



背景：脱炭素・脱化石資源に資する技術導入の拡大と課題

■ 脱炭素・脱化石に関する大きな社会の動き

- 2015年:SDGs、パリ協定 採択
- 2018年:地域循環共生圏(第5次環境基本計画)
- 2020年10月:首相所信表明演説にて「2050年脱炭素社会の実現」を宣言
- 2021年4月:政府「2030年にGHG46%削減(2013年比)」を表明

■ 国内各地域でも「ゼロカーボンシティ」表明などが広がる

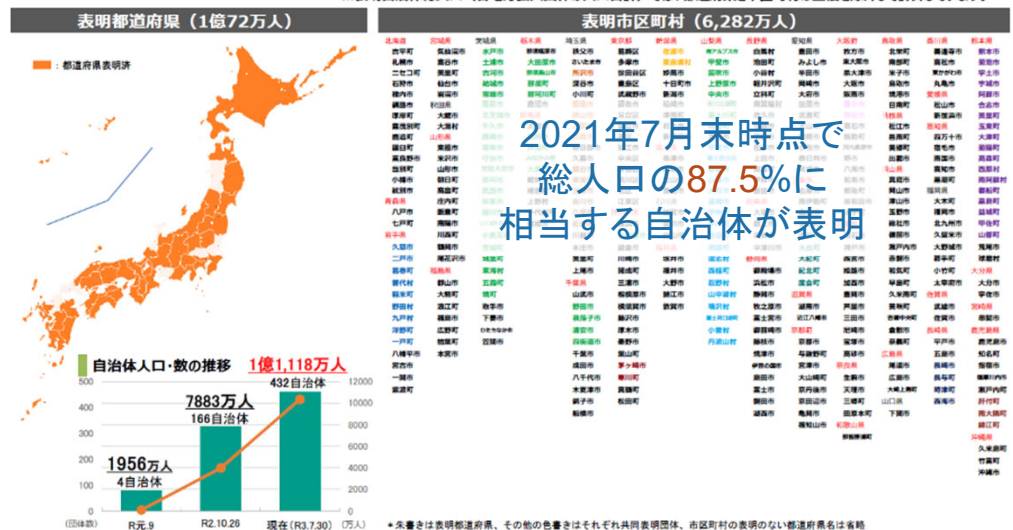
- 一方で、現場では悩みや戸惑いも
 - アンケート「気候変動対策・再エネ導入具体的な計画を策定していますか？」(栗島ら、環境研究総合推進費2-1910,2020)
 - 回答: 策定しておらず検討もしていない=6割
 - 理由:「策定義務がない」「専門的人材がいない」「政策的優先順位が高くない」など...

環境省: <https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html>

2050年 二酸化炭素排出実質ゼロ表明 自治体 2021年7月30日時点

- 東京都・京都市・横浜市を始めとする432自治体(40都道府県、256市、10特別区、106町、20村)が「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明。表明自治体総人口約1億1,118万人※。

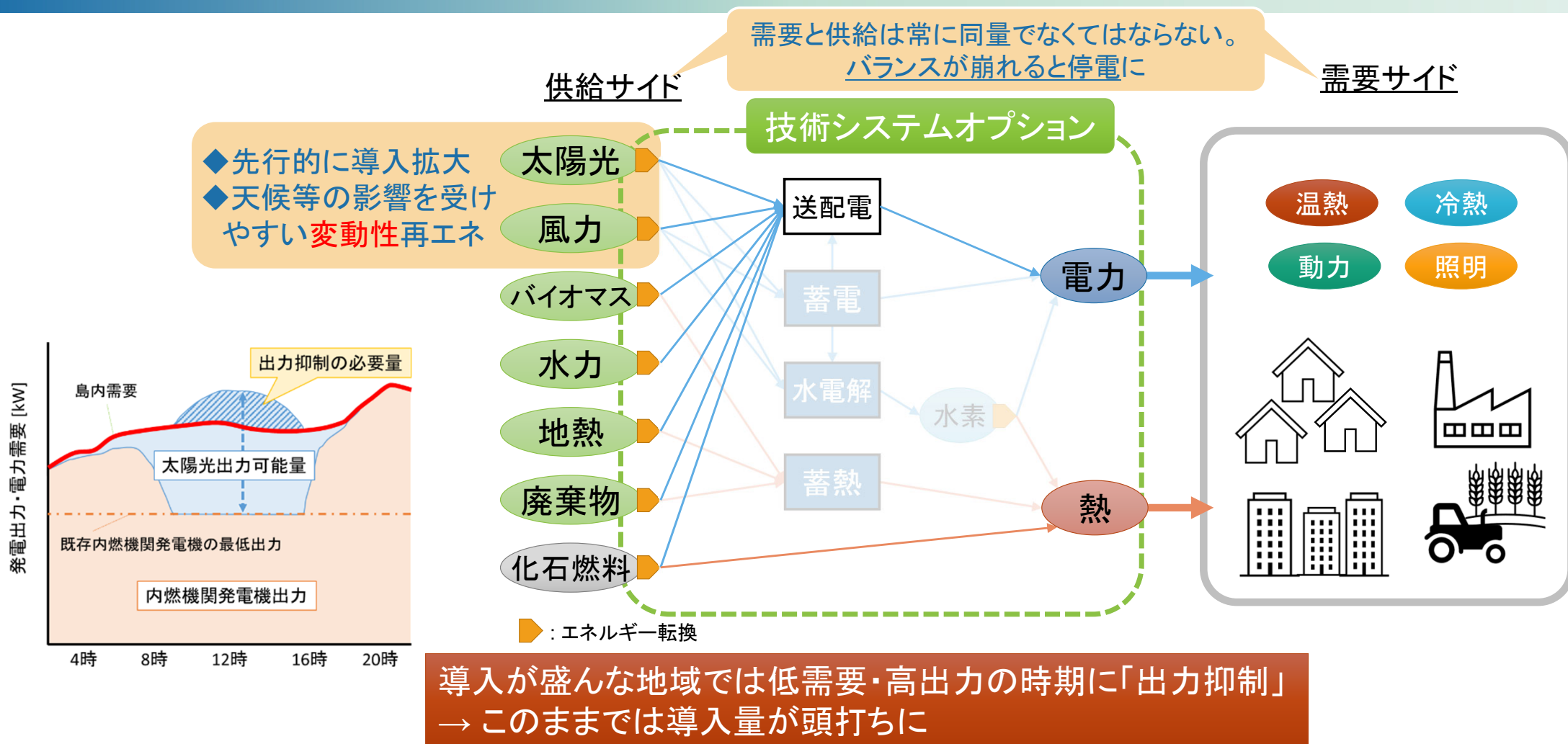
※表明自治体総人口(各地方公共団体の人口合計)では、都道府県と市区町村の重複を除いて計算しています。



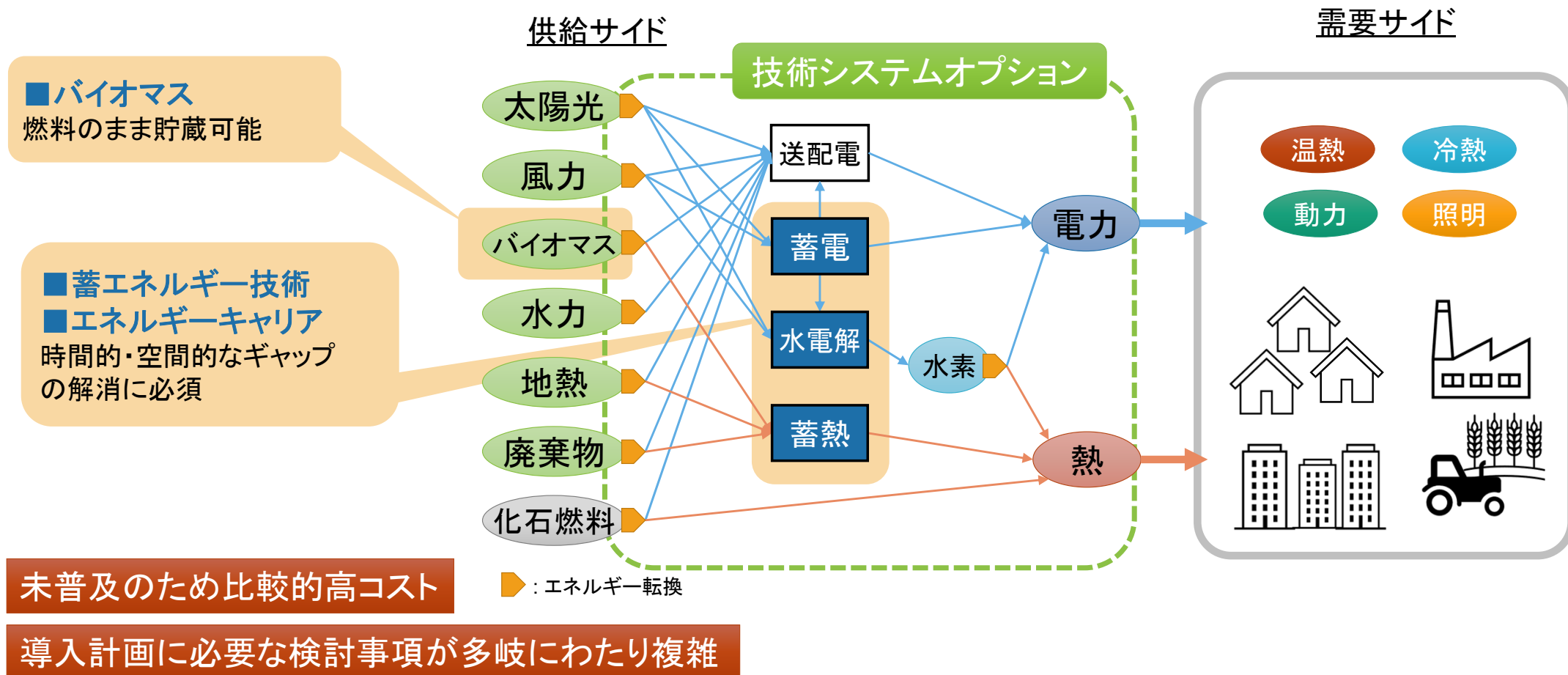
脱炭素・脱化石への対応は待ったなしの状況

地域資源の活用に向けた技術導入が必要だが、その計画を支援する仕組みも必要

再エネ導入拡大における障壁

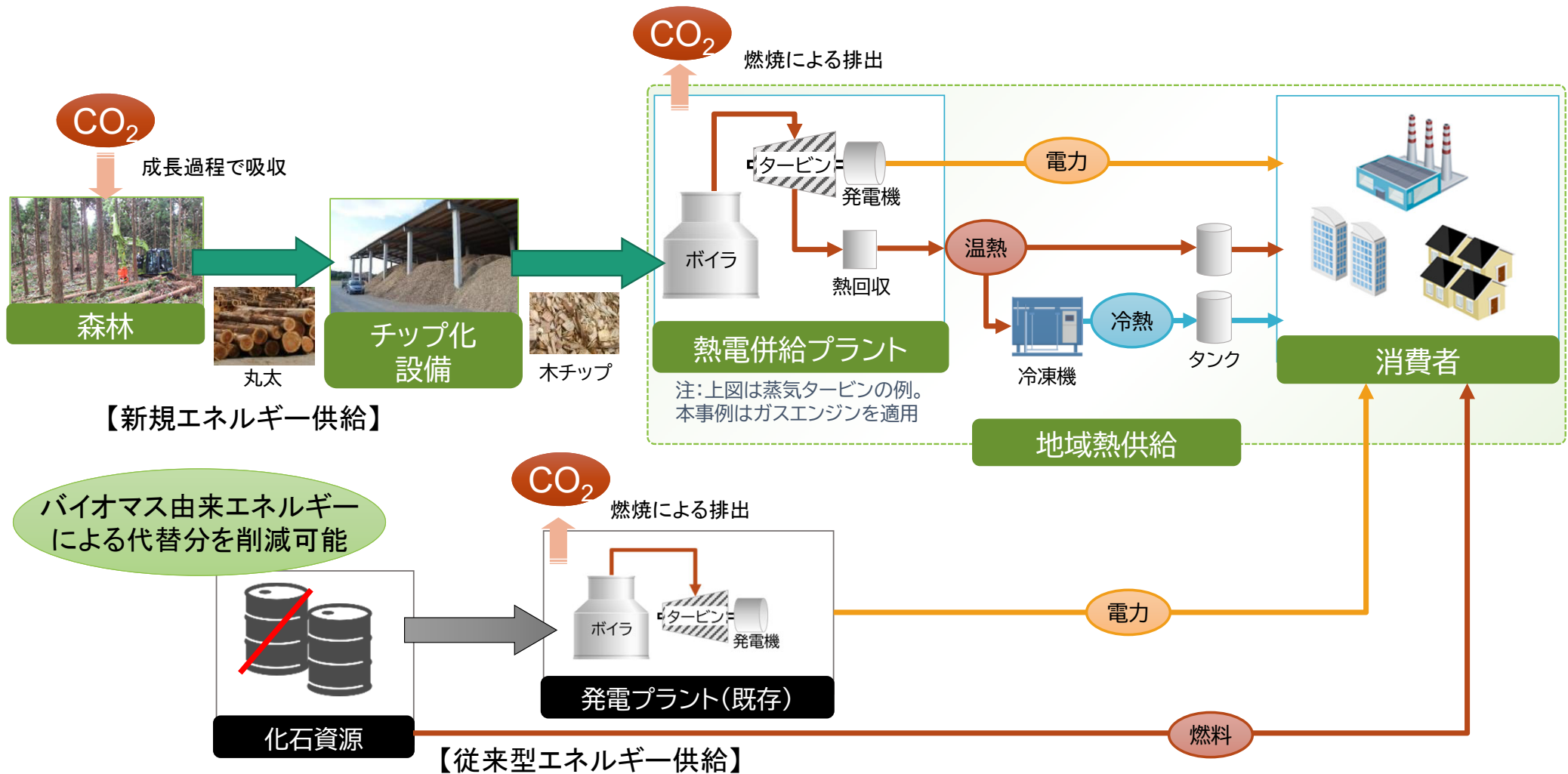


再エネ導入拡大における障壁への対策技術



個別事例紹介：木質バイオマスによる地域熱電併給

Kanematsu et al, Appl. Energy 198, 160–172 (2017)



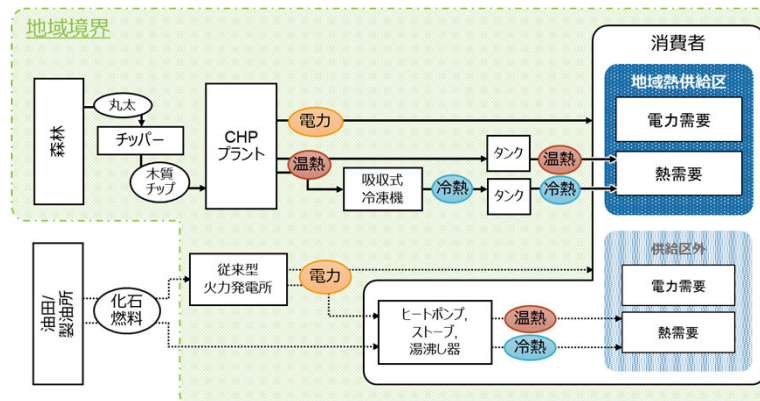
個別事例紹介：木質バイオマスによる地域熱電併給

Kanematsu et al, Appl. Energy 198, 160–172 (2017)

現状調査



システム案の検討

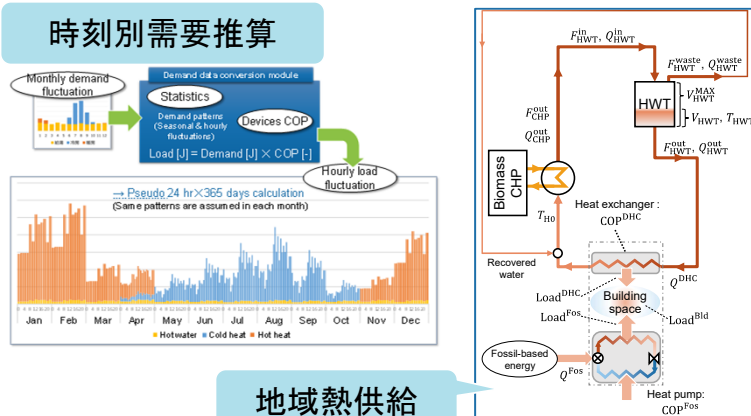


CHP: Combined Heating and Power
(熱電併給、別名:コジェネレーション)

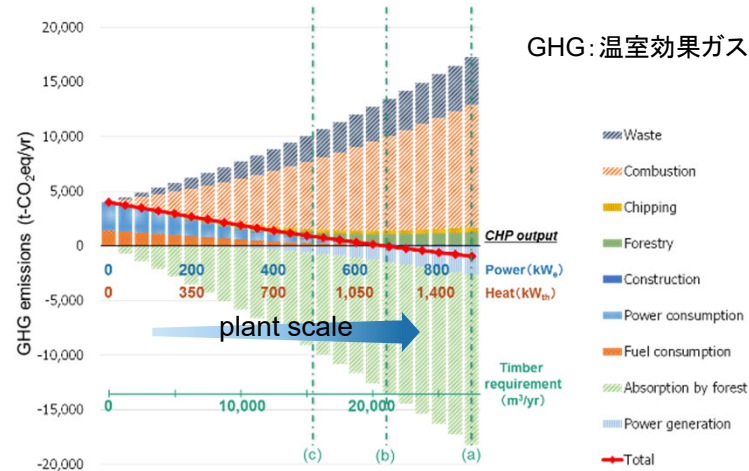
エネルギーや物質の
フローシミュレーション
に基づくLCA(ライフサイクル評価)

同類の技術に対しては
構築したシミュレータを
多地域へ適用可能

エネルギー需給シミュレーション



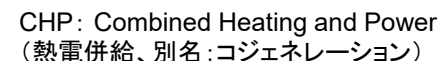
LCA (プラント規模 vs GHG排出量)



地域依存のデータ※は
都度収集が必要

※資源量・エネ需要・
地理情報など

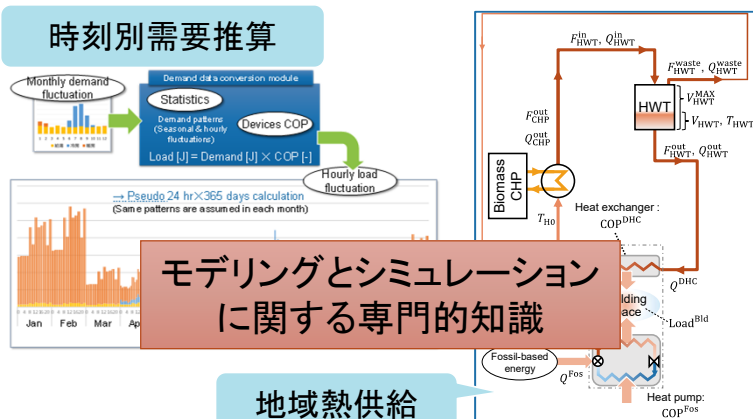
現状調査



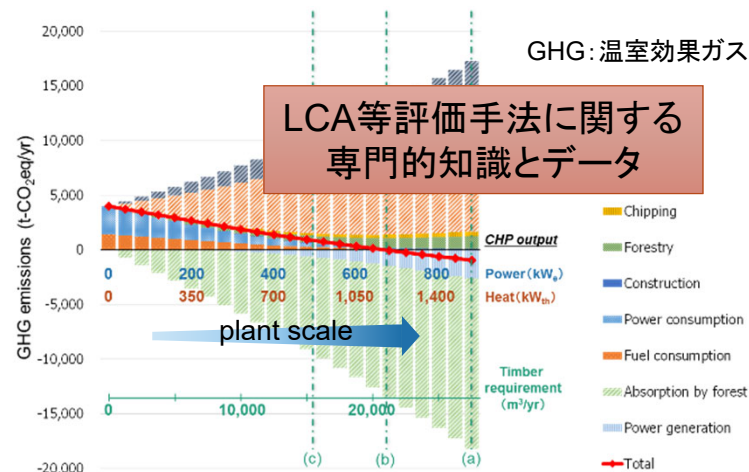
エネルギーや物質の
フローシミュレーション
に基づくLCA(ライフサ
イクル評価)

同類の技術に対しては
構築したシミュレータを
多地域へ適用可能

エネルギー需給シミュレーション



LCA (プラント規模 vs GHG排出量)

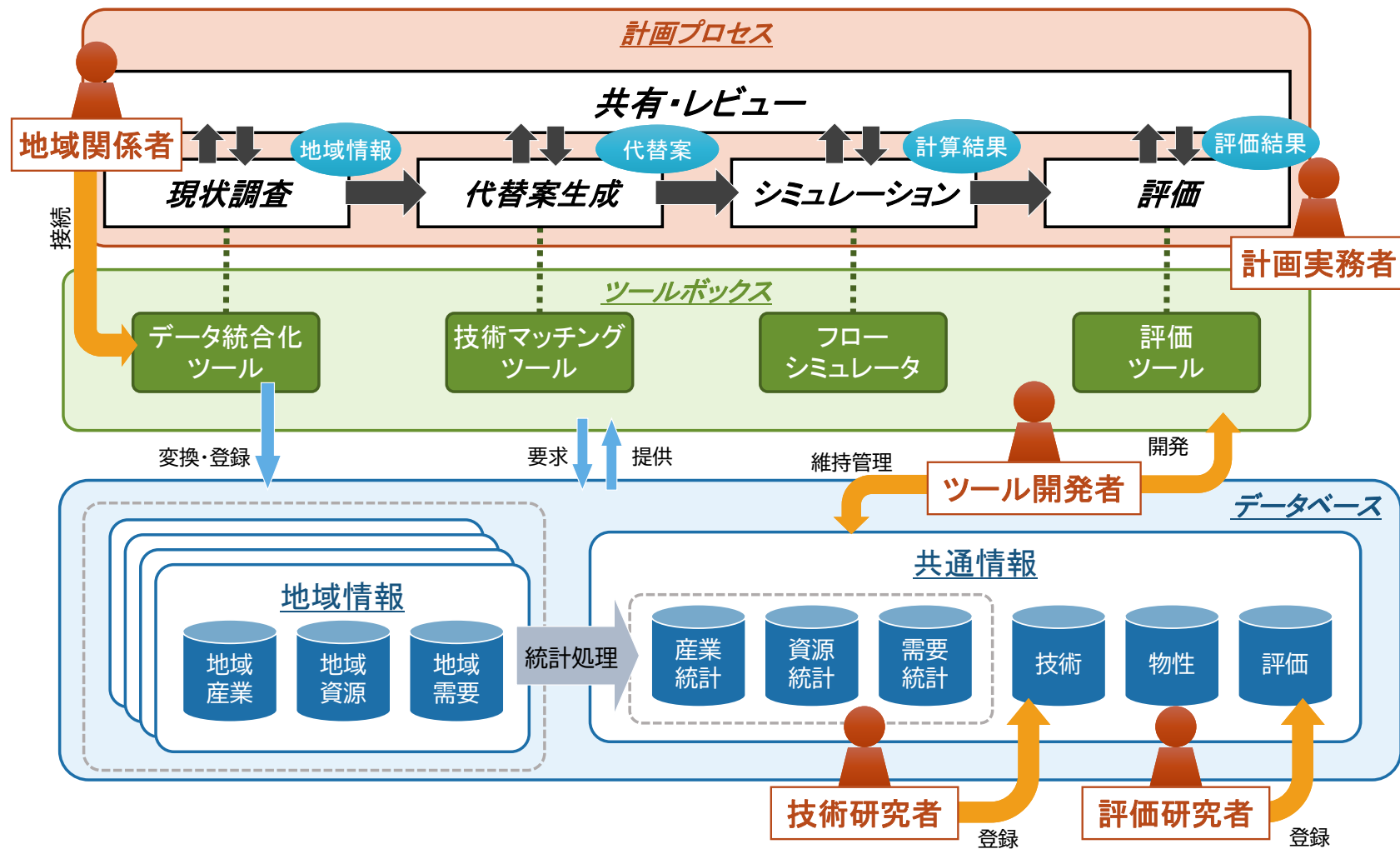


地域依存のデータ※は
都度収集が必要

※資源量・エネ需要・
地理情報など

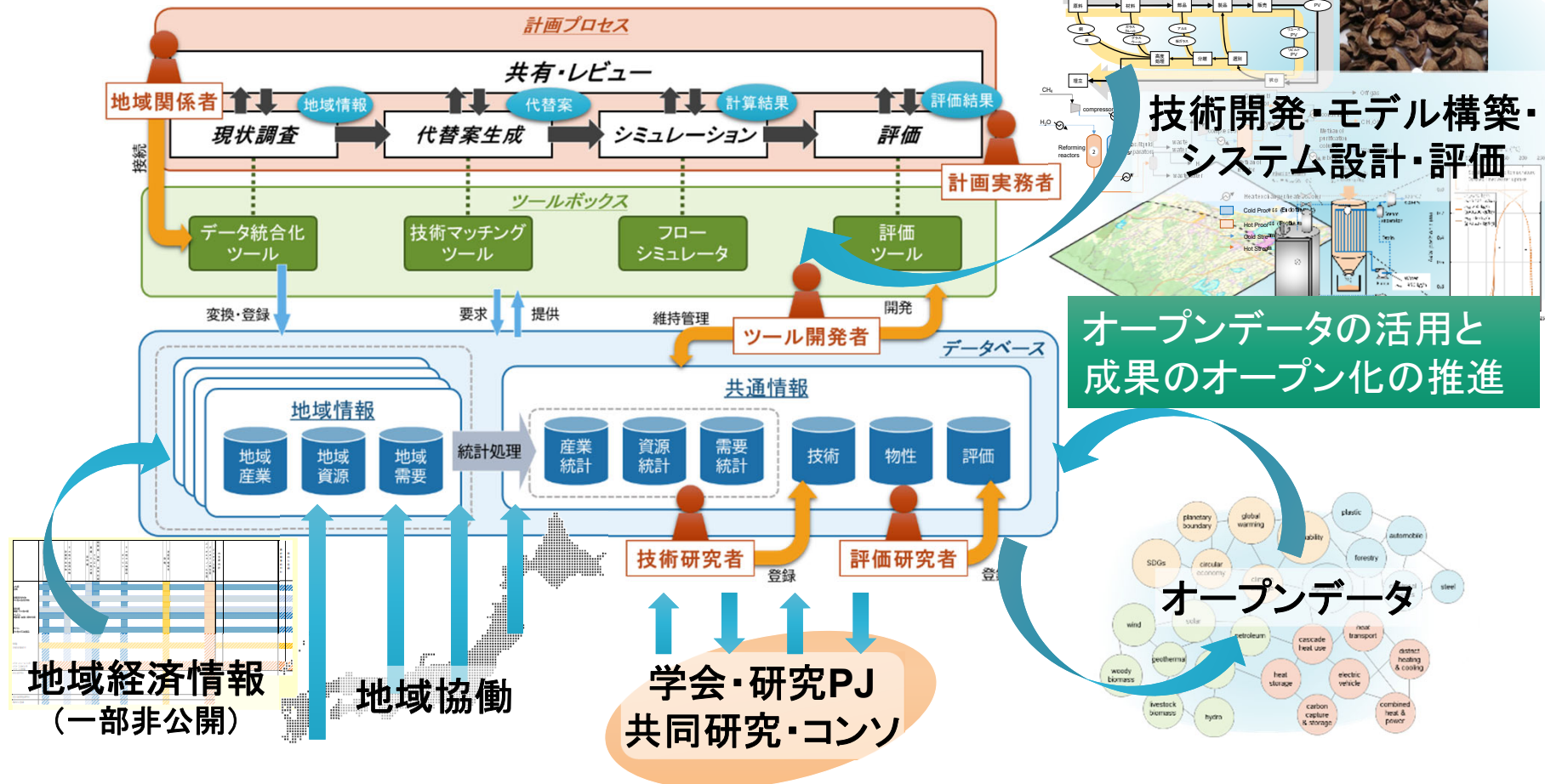
普及展開においては
様々な課題が山積

計画支援に向けたシミュレーション基盤の要件定義



地域への技術導入に向けた共創的な情報基盤(構想)

個別事例で蓄積した地域・技術のデータやシミュレータを統合



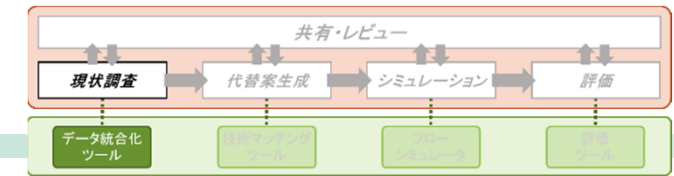
技術開発・モデル構築・システム設計・評価

オープンデータの活用と成果のオープン化の推進

オープンデータ

現状調査：関連データの公開状況

- 公開は進みつつあるが、複数のウェブサイトに分散している
- 再エネ導入計画に役立てるためには統合化が必要



➤ 再エネポテンシャル情報

環境省：

再生可能エネルギー情報提供システム(REPOS)



<http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/index.html>

組合せによる分析

(例) (資源ポテンシャル量) - (現在の導入量) = (今後の導入可能量の目安)

環境省

経産省

(資源ポテンシャル量) / (人口) = (ひとりあたり資源ポテンシャル)

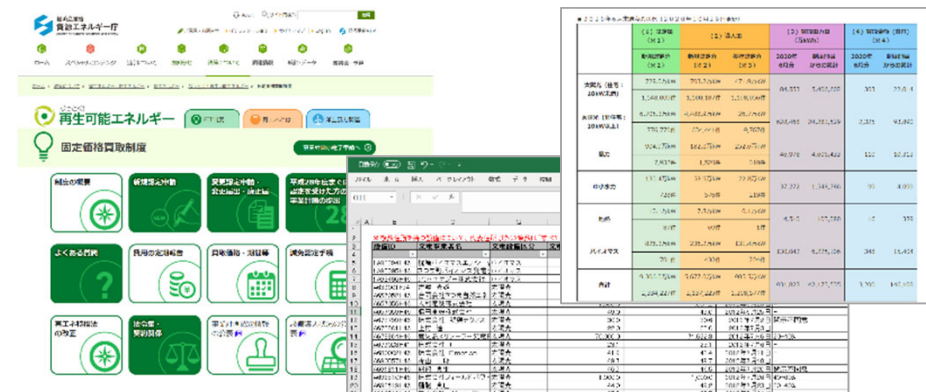
環境省

基礎統計

➤ FIT(固定価格買取制度)認定・導入情報

経済産業省(資源エネルギー庁)：

「なっとく！再生可能エネルギー」ウェブサイト
事業計画認定情報・設備導入状況の公表



<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>

地域の資源ポテンシャル等の可視化

環境省:再生可能エネルギー情報提供システム
[REPOS(リーポス)]

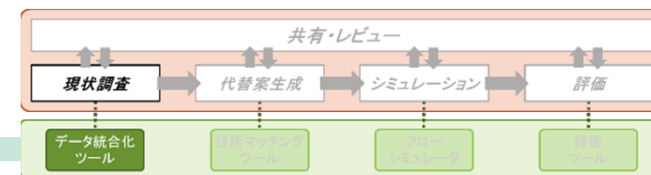


	Lv1_年間発電電 力量_kWh	Lv2_年間発電電 力量_kWh	Lv3_年間発電電 力量_kWh
海草	321,307,750	850,445,231	1,100,473,749
那賀	98,630,221	261,015,457	337,519,342
伊都	81,744,930	216,144,318	279,085,527
有田	85,805,006	227,244,121	294,149,081
日高	71,968,786	190,460,923	246,317,162
西牟婁	108,779,207	288,136,199	373,238,395
東牟婁	67,591,271	179,100,768	232,540,729
	835,827,170	2,212,547,017	2,863,323,985

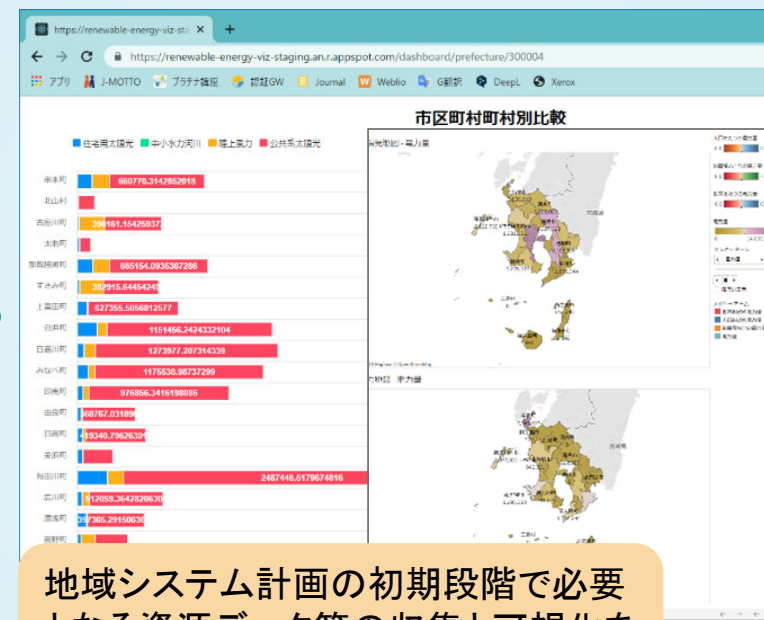
未来ワークショップ(大学生向け)で
実際に用いたデータ

市町村CD	市町村名	振興局	Lv1_年間発電電 力量_kWh	Lv2_年間発電電 力量_kWh	Lv3_年間発電電 力量_kWh
30201	和歌山市	海草	259,728,556	687,475,869	889,777,506
30202	海南市	海草	53,752,304	142,236,371	183,832,366
30203	橋本市	伊都	51,808,913	137,165,582	177,500,861
30204	有田市	有田	30,409,528	80,539,375	104,175,639
30205	御坊市	日高	25,720,077	68,029,075	87,955,604
30206	田辺市	西牟婁	67,013,539	177,518,174	230,124,541
30301	和歌山県	海草	22,213,825	58,757,033	76,264,600
30302	和歌山県	伊都	65,790,255	174,049,062	224,664,443
30303	和歌山県	有田	32,839,966	86,966,394	112,854,899
30304	和歌山県	日高	7,826,891	20,732,991	26,863,878
30341	かつらぎ町	伊都	21,651,987	57,121,883	73,343,240
30343	九度山町	伊都	4,217,015	11,182,789	14,514,296
30344	高野町	伊都	4,067,014	10,674,064	13,727,130
30361	湯浅町	有田	11,320,319	29,993,322	38,858,506
30362	広川町	有田	5,974,347	15,823,277	20,490,320
30366	有田川町	有田	38,100,812	100,888,147	130,624,615
30381	美浜町	日高	6,643,906	17,618,151	22,844,182
30382	日高町	日高	6,363,702	16,833,862	21,762,687
30383	由良町	日高	4,440,580	11,758,154	15,223,944
30390	印南町	日高	6,898,089	18,266,601	23,659,064
30391	みなべ町	日高	14,124,664	37,371,823	48,256,824
30392	日高川町	日高	7,777,768	20,583,258	26,614,856
30401	白浜町	西牟婁	25,597,096	67,789,904	87,606,520
30404	上富田町	西牟婁	13,048,167	34,568,797	44,820,768
30406	すさみ町	西牟婁	3,120,404	8,259,324	10,686,565
30421	那智勝浦町	東牟婁	19,089,835	50,669,746	65,828,313
30422	太地町	東牟婁	3,072,979	8,156,548	10,615,905

データベース環境や計算環境
としてmdxの活用を検討中



ウェブアプリの開発と展開

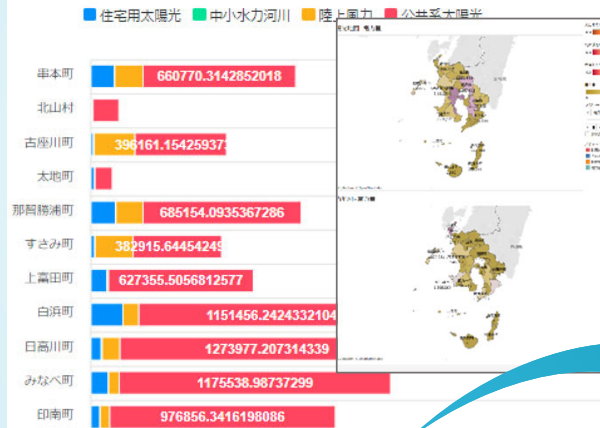


地域システム計画の初期段階で必要
となる資源データ等の収集と可視化を
可能な限り自動化する

クラウド上にデータベースと計算基盤
を整備し、ユーザー側はウェブブラウザ
さえあれば使用可能とする

地域資源と要素技術のマッチング(例)

資源ポテンシャル情報



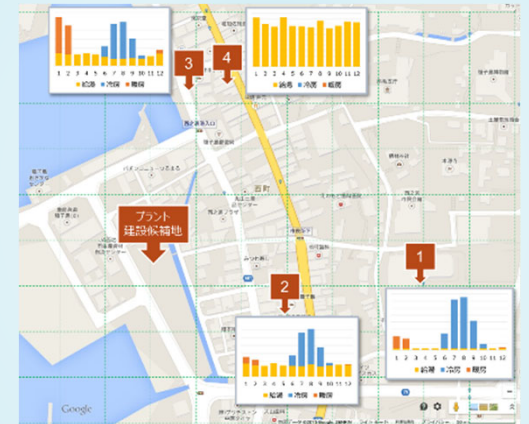
資源A → 変換技術1 → 電力
熱

資源を活用可能な技術の検索

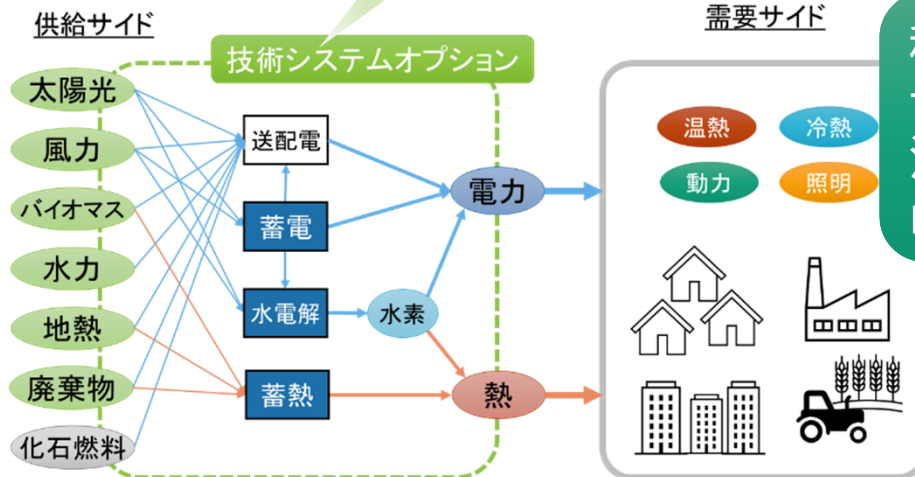
資源A → 変換技術2 → 化学品α
資源B → 熱

技術DB

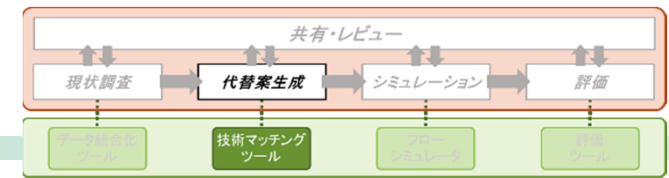
需要情報



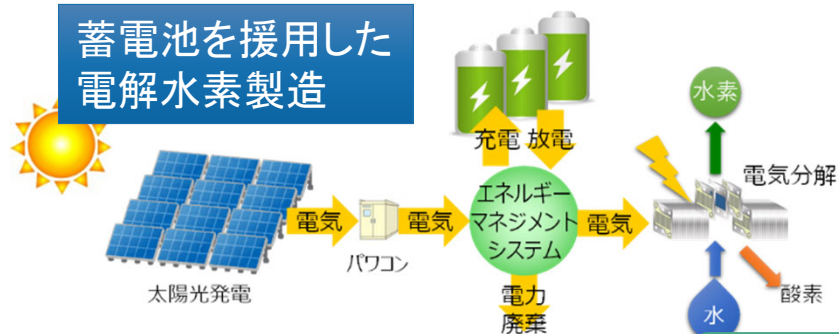
技術情報の登録



秘匿性のある技術情報など
セキュアな保管と効率的な
活用の両立に向けて
mdxの活用を検討中



シミュレータ開発:

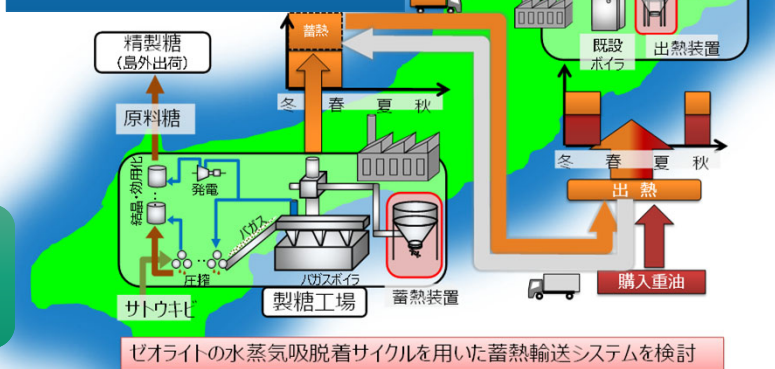


http://www.k.u-tokyo.ac.jp/info/entry/22_entry706/
<https://www.nims.go.jp/news/press/2018/12/201812130.html>

Kikuchi et al., *Int J Hydrogen Energy*, **44**, 1451–1465 (2018)
 Sako, Okubo, Kikuchi et al., *J. Clean. Prod.*, **298**, 126809 (2021)

クラウド高速計算環境
としてmdx活用を検討中

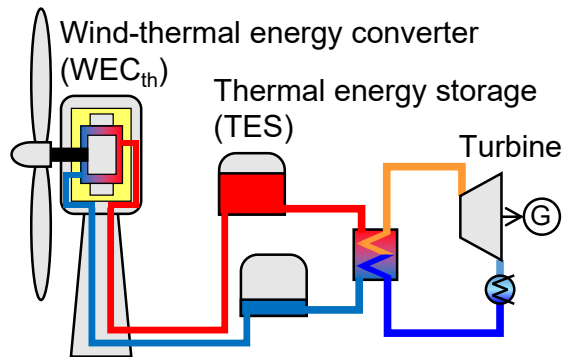
バイオマス由来熱の 化学蓄熱&輸送



ゼオライトの水蒸気吸脱着サイクルを用いた蓄熱輸送システムを検討

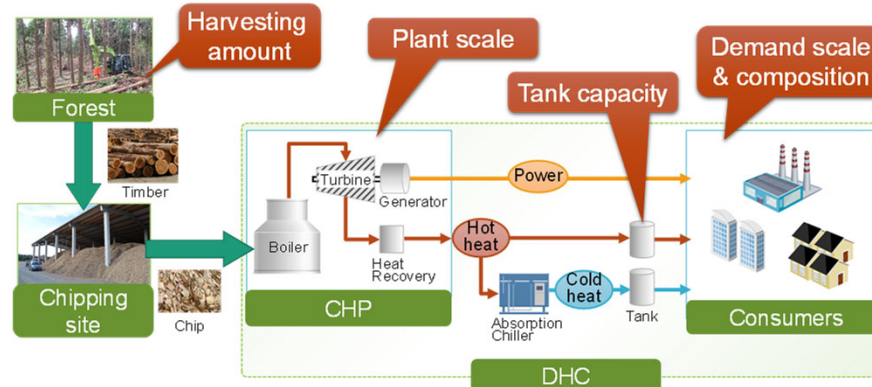
Fujii, Kanematsu, Kikuchi et al., *Appl. Energy*, **238**, 561–571. (2019) を基に作成

風力熱発電+蓄熱

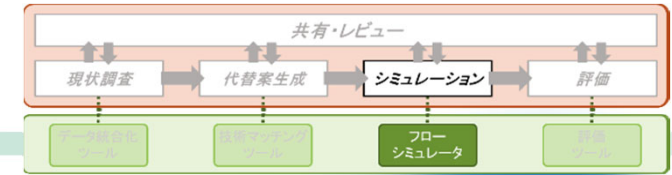


Yamaki, Kanematsu, Kikuchi, *Energy*, **205**, 118056 (2020)

木質バイオマス地域熱供給



Kanematsu, Oosawa, Okubo, Kikuchi, *Appl. Energy*, **198**, 160–172 (2017) を基に作成



技術モデル構造の共通化

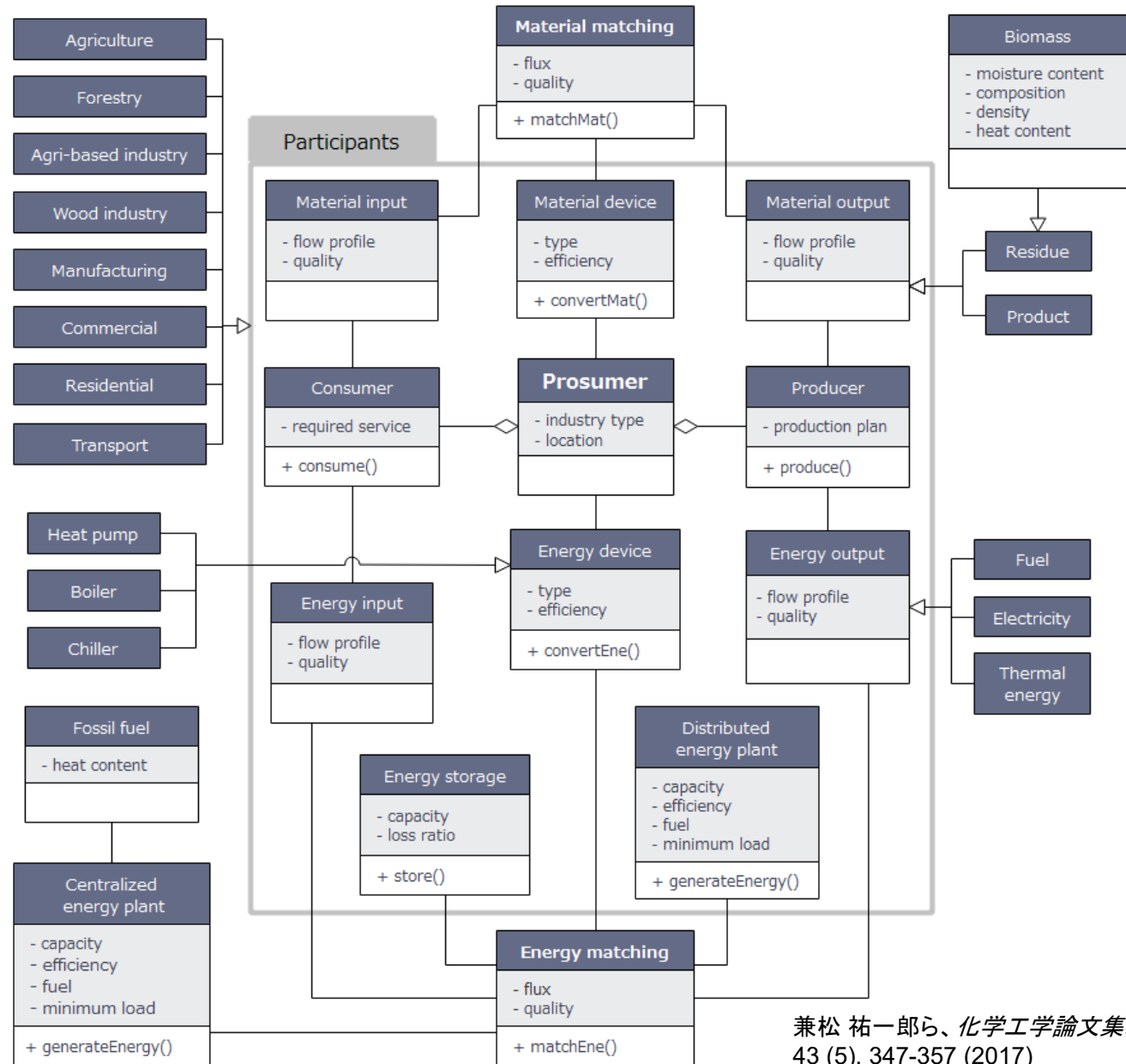
技術導入シミュレーション におけるデータモデル (UMLクラス図)

クラス名
データ属性
関数

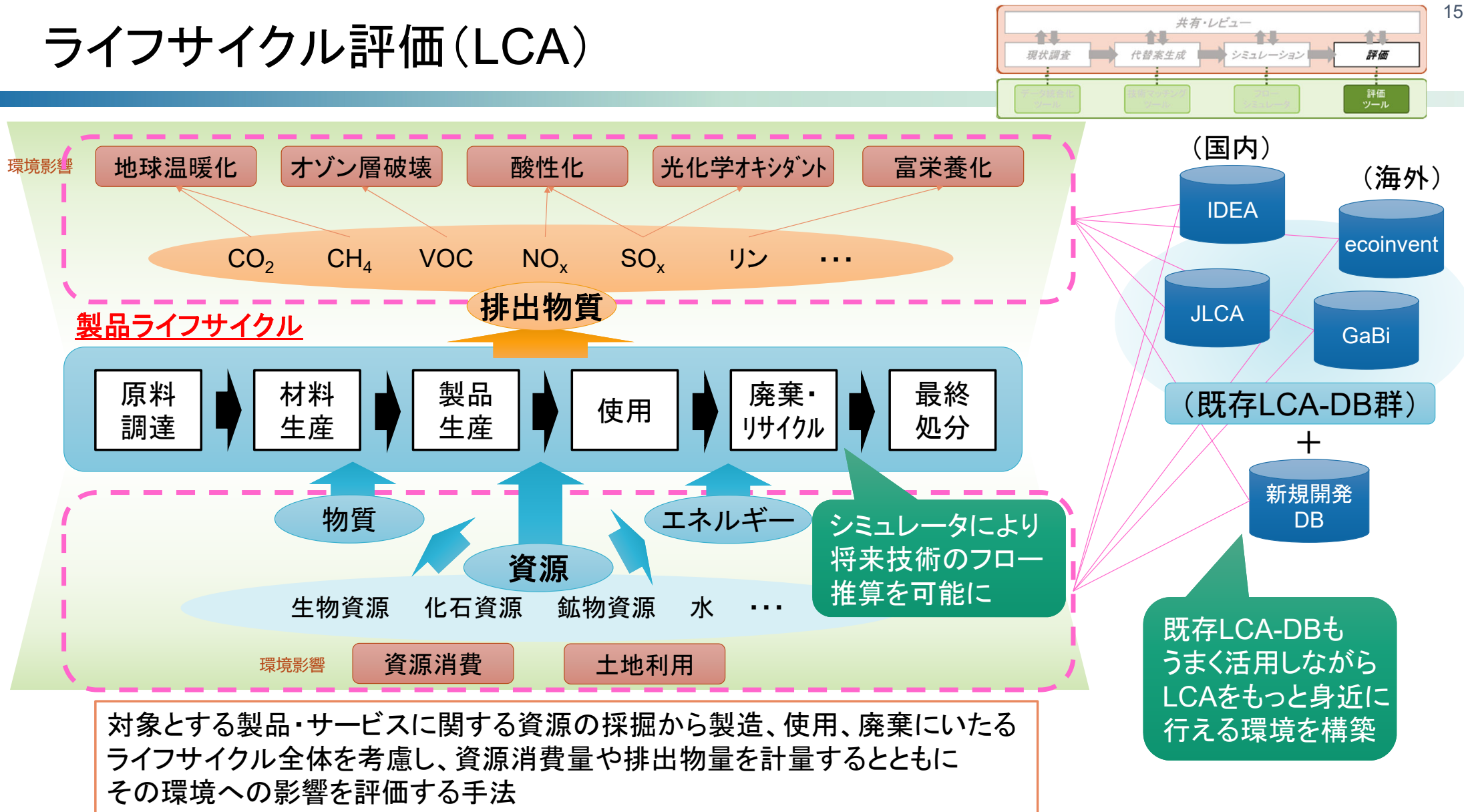
同類モジュール構造の
共通化により連携や
追加をしやすい仕組みに

【モデル類型の例】

- エネルギー生産
- 物質生産/変換
- 蓄エネルギー
- 輸送 etc...

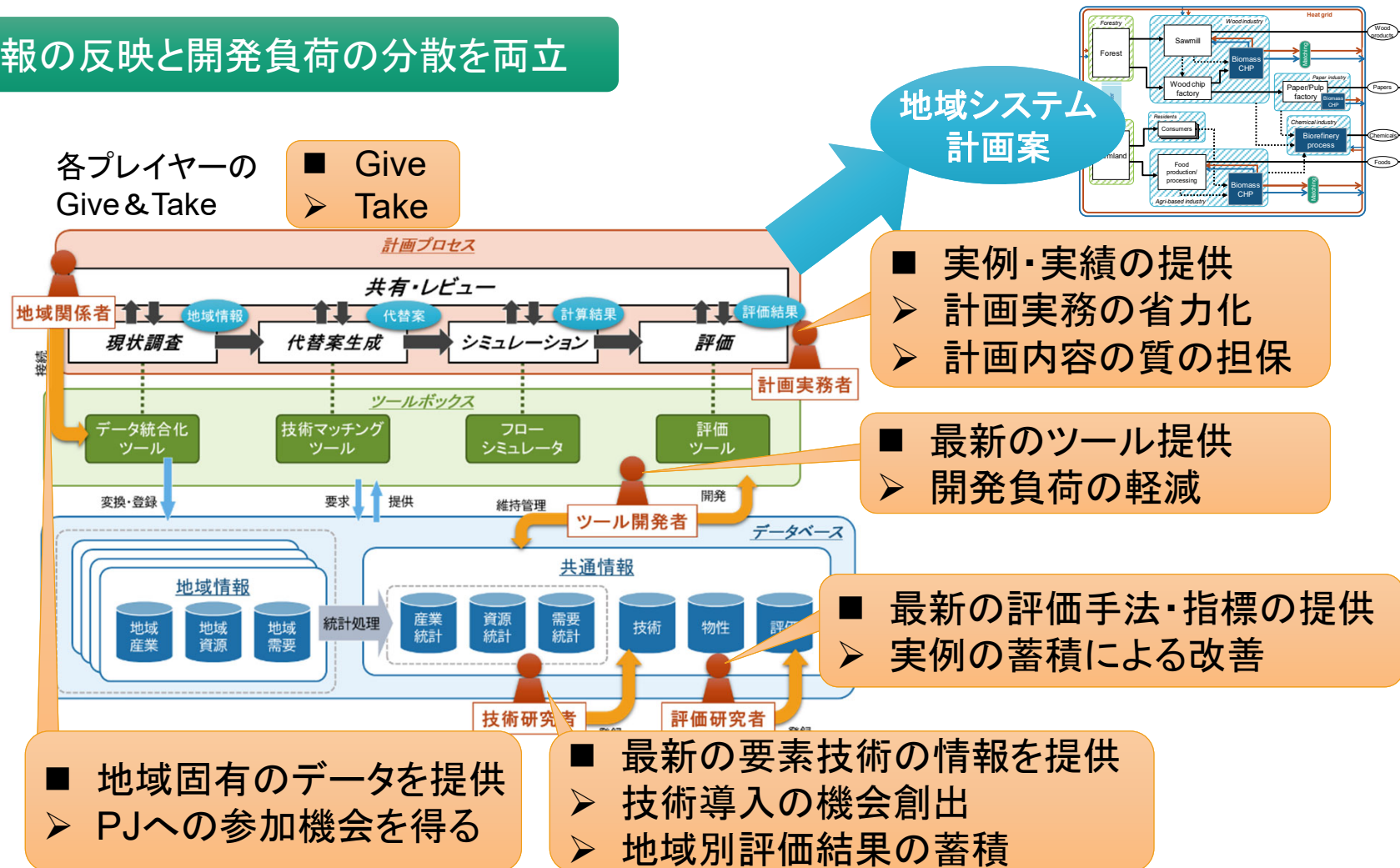


兼松 祐一郎ら、化学工学論文集、
43 (5), 347-357 (2017)



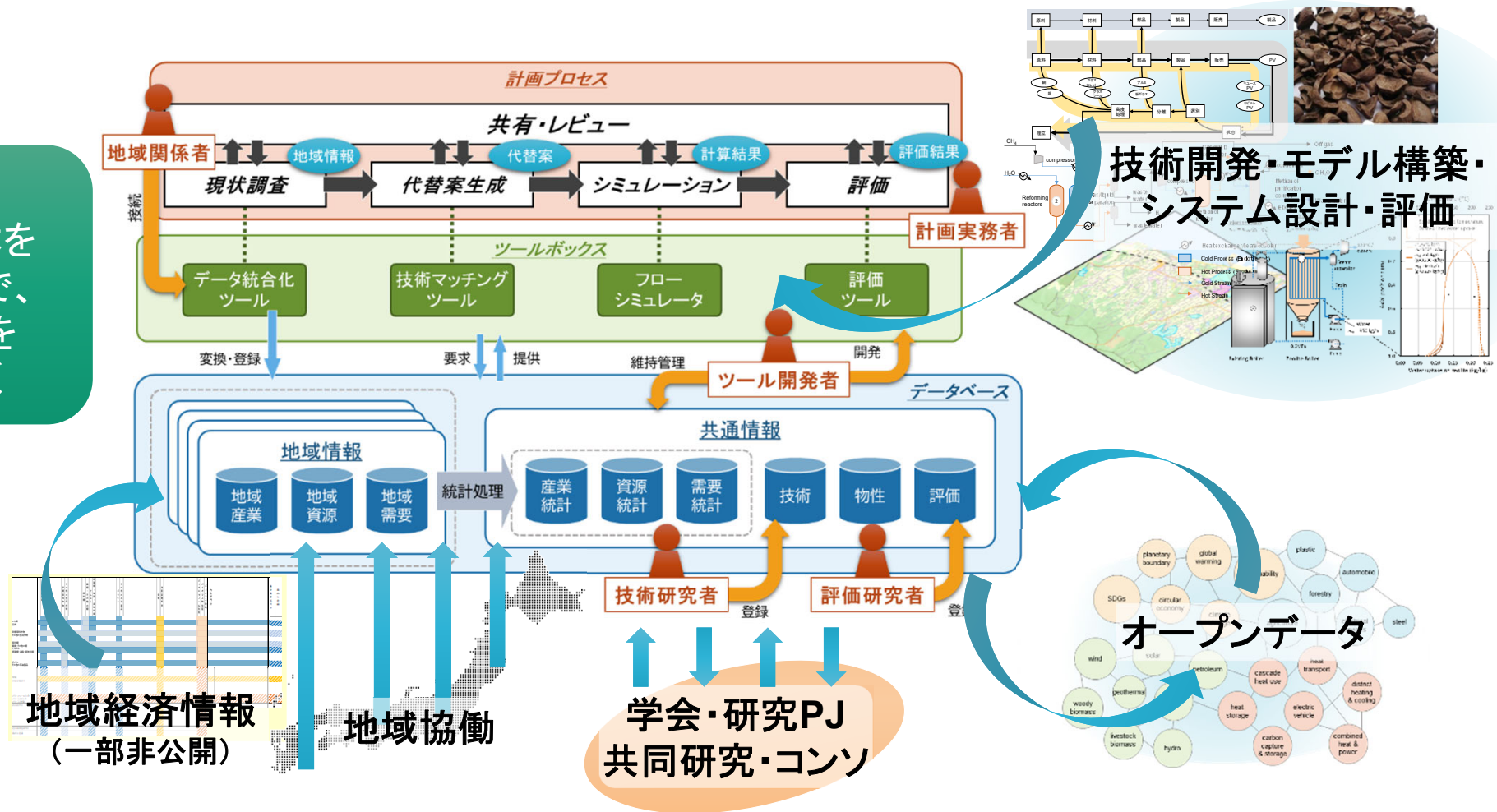
共創による基盤の継続的アップデート

→ 最新情報の反映と開発負荷の分散を両立



地域への技術導入に向けた共創的な情報基盤(構想)

【コンセプト】
情報基盤自体を
共創することで、
地域の共創を
支援していく



謝辞

■本研究は以下から支援を受けています。

- JST COI-NEXT共創の場形成支援プログラム(JPMJPF2003)
- JSPS 科研費若手研究(21K17919)
- 環境研究総合推進費(2-1910)

■東京大学「プラチナ社会」総括寄付講座は以下の企業の寄付により活動しています。

