

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>

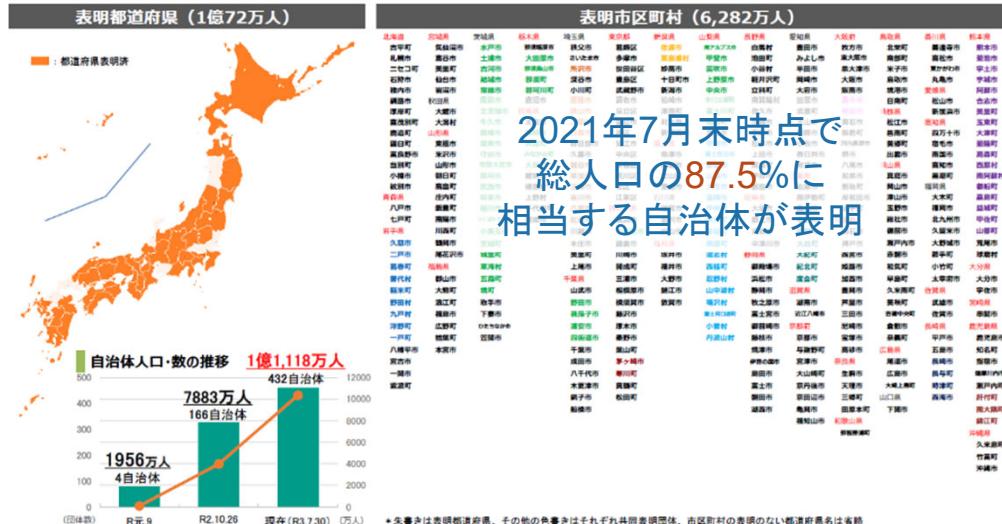
2050年 二酸化炭素排出実質ゼロ表明 自治体

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※。

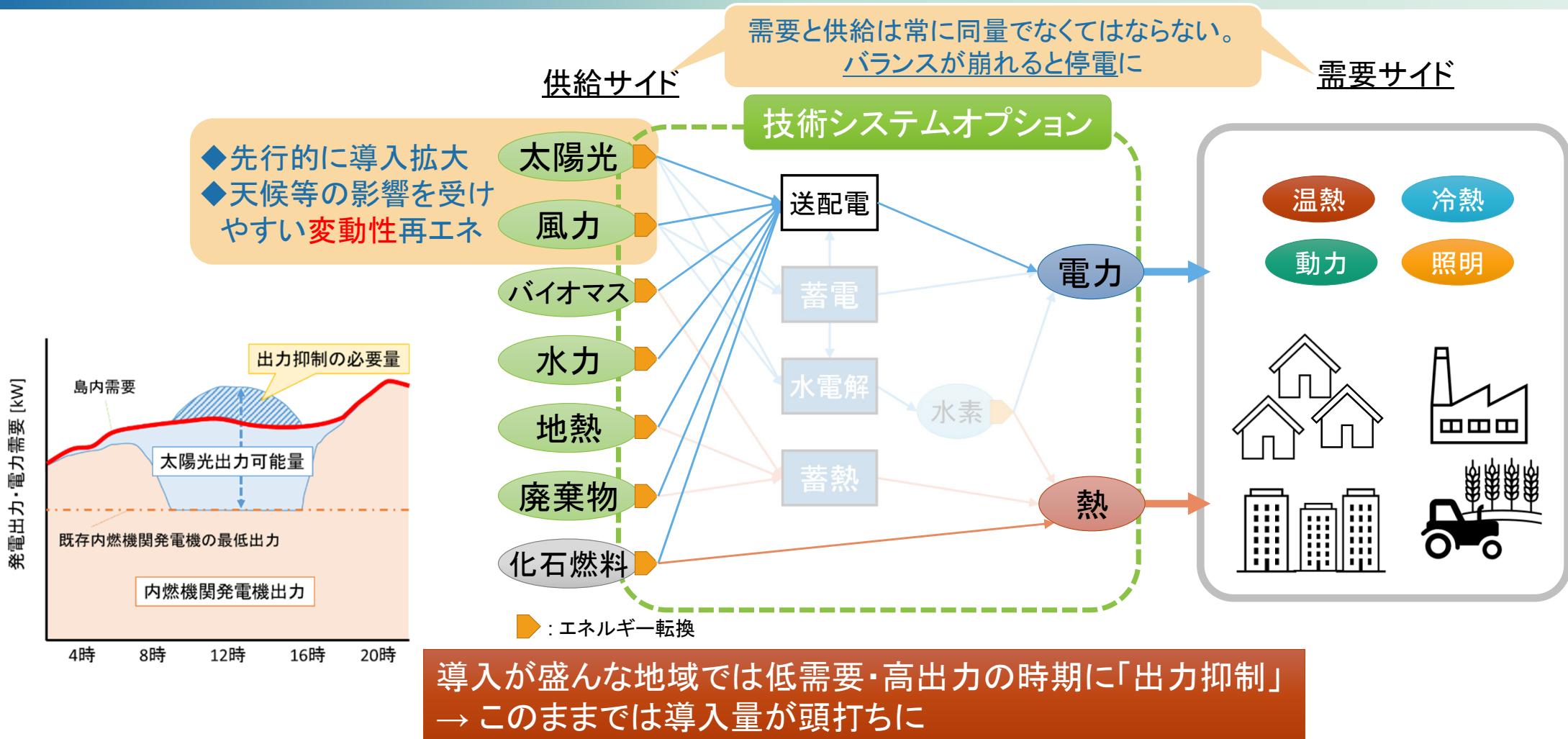
※表明自治体総人口(各地方公共団体の人口合計)では、都道府県と市区町村の重複を除外して計算しています。



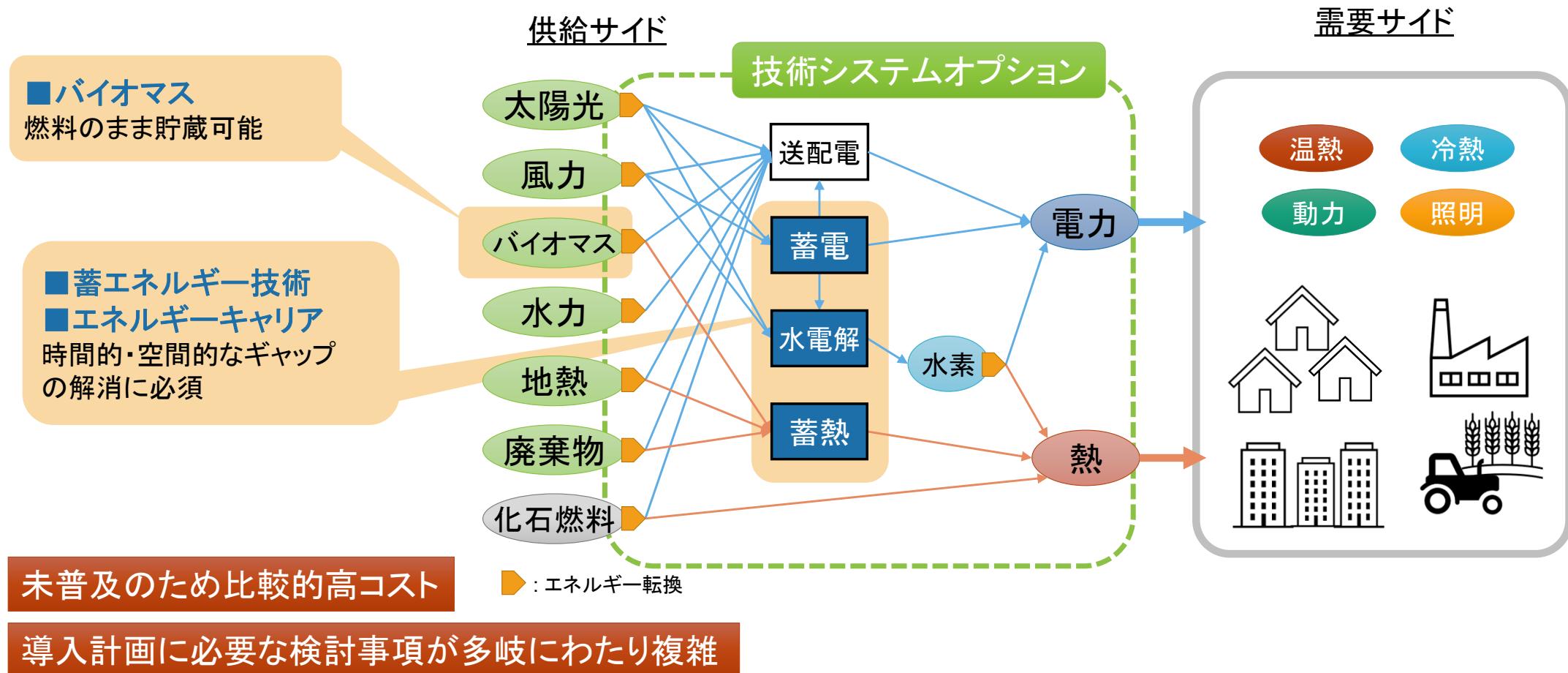
脱炭素・脱化石への対応は待ったなしの状況

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

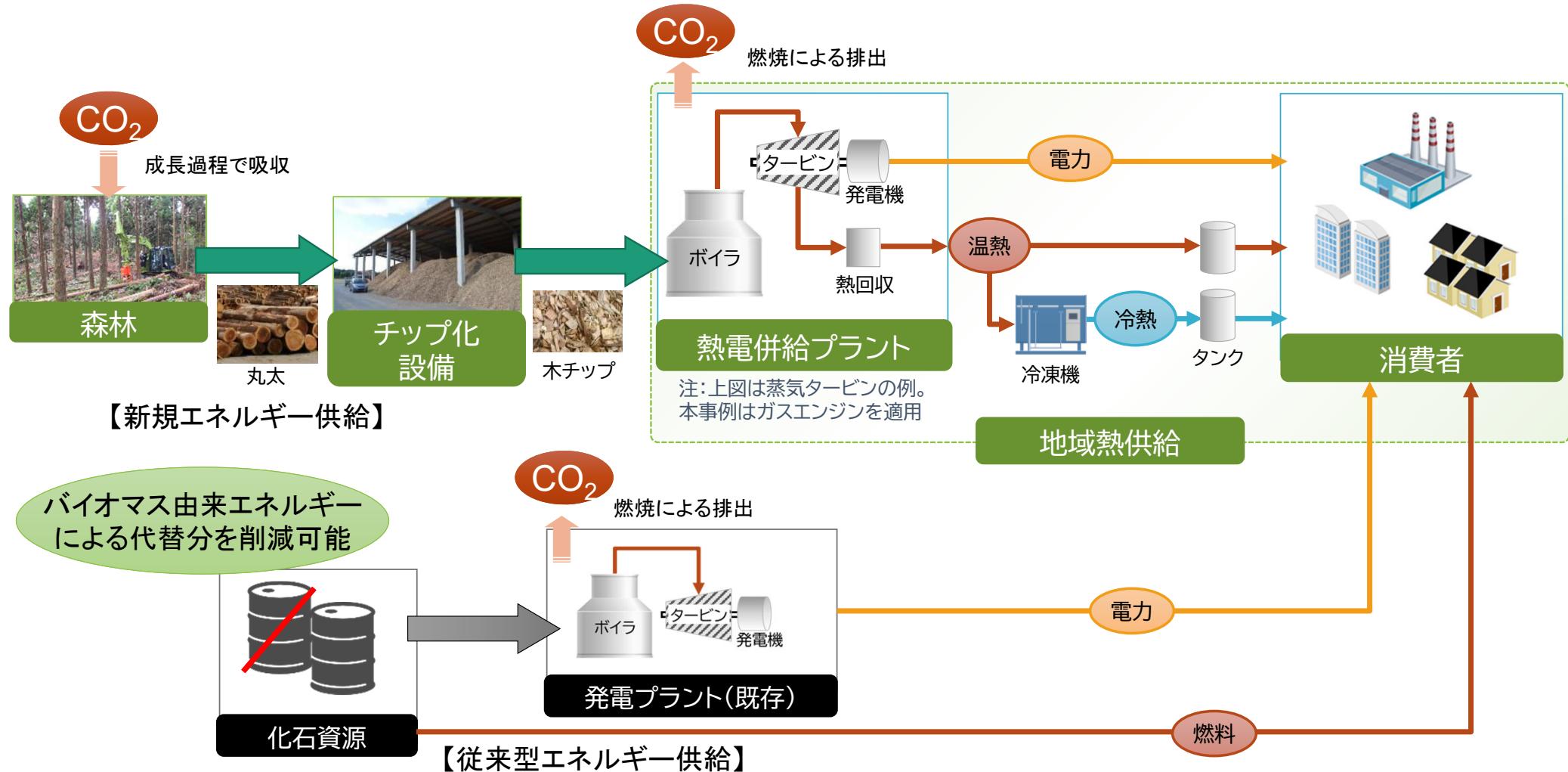


再エネ導入拡大における障壁への対策技術



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)



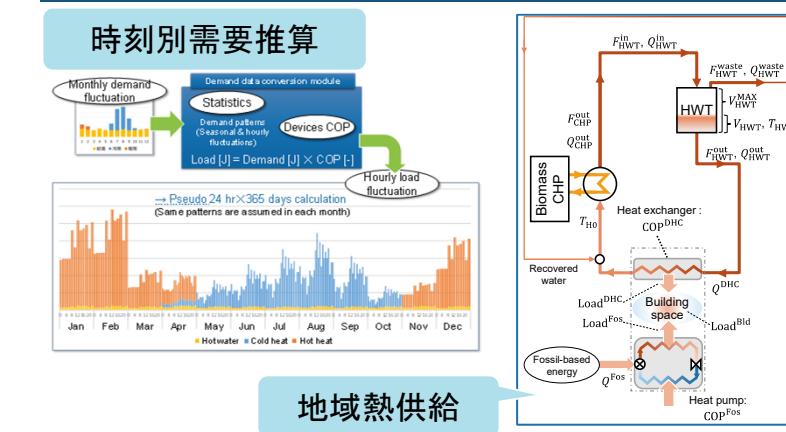
個別事例紹介：木質バイオマスによる地域熱電併給

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

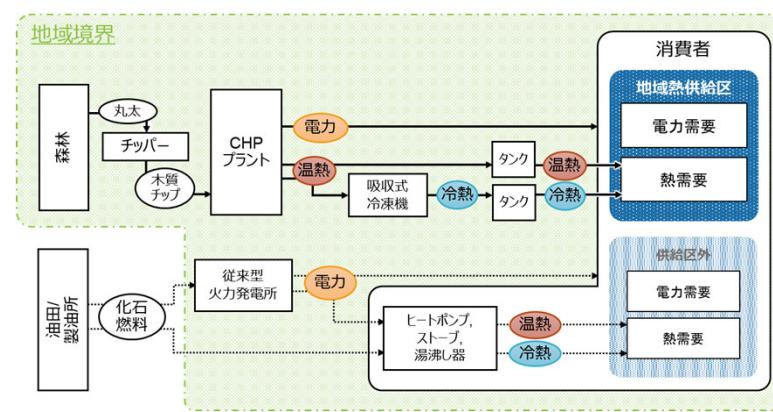
現状調査



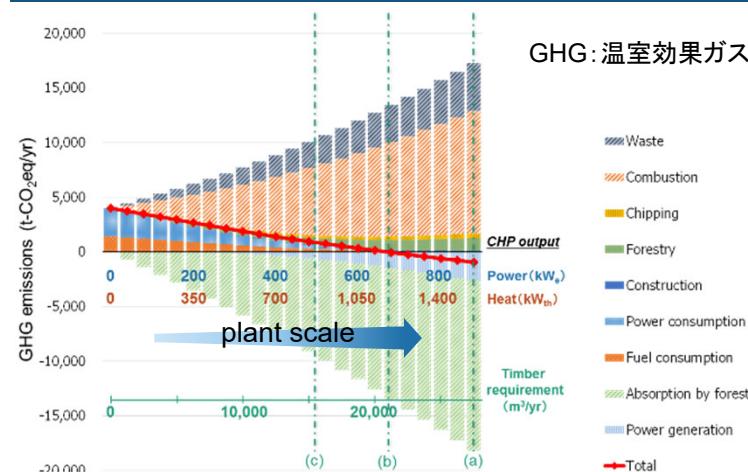
エネルギー需給シミュレーション



システム案の検討



LCA (プラント規模 vs GHG排出量)



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)

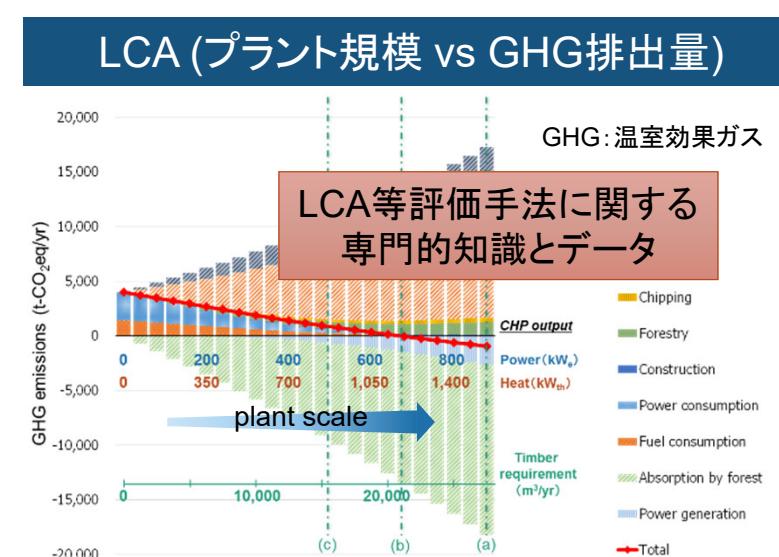
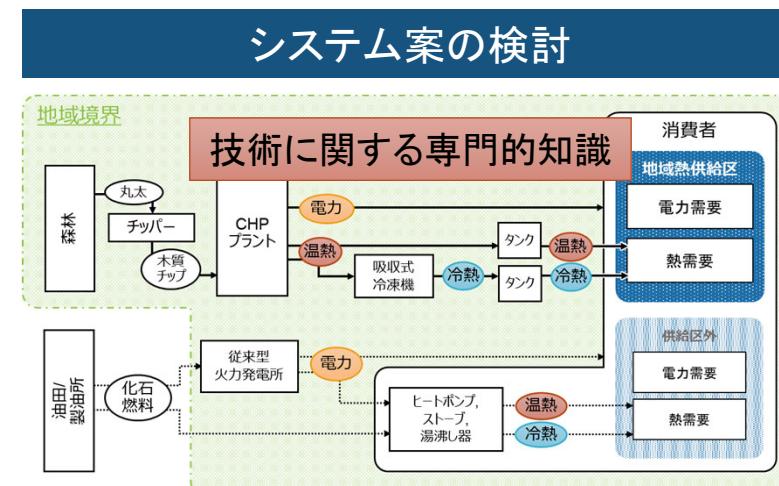
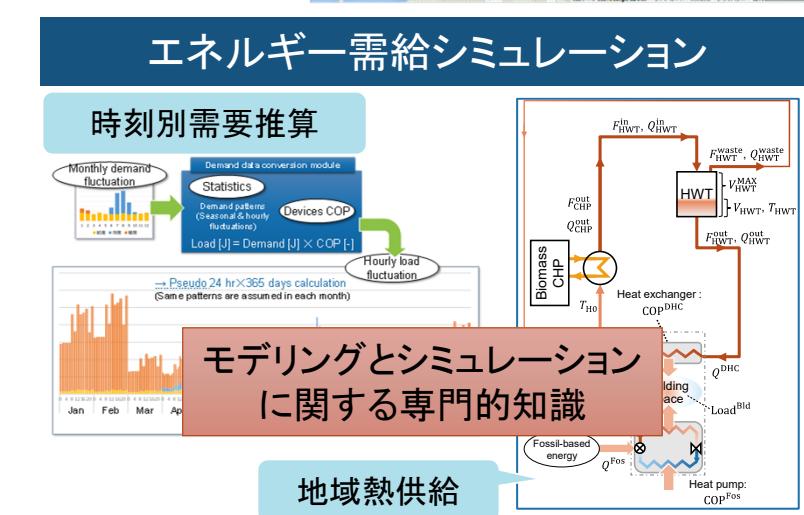
同類の技術に対しては
構築したシミュレータを
多地域へ適用可能

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

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)



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)

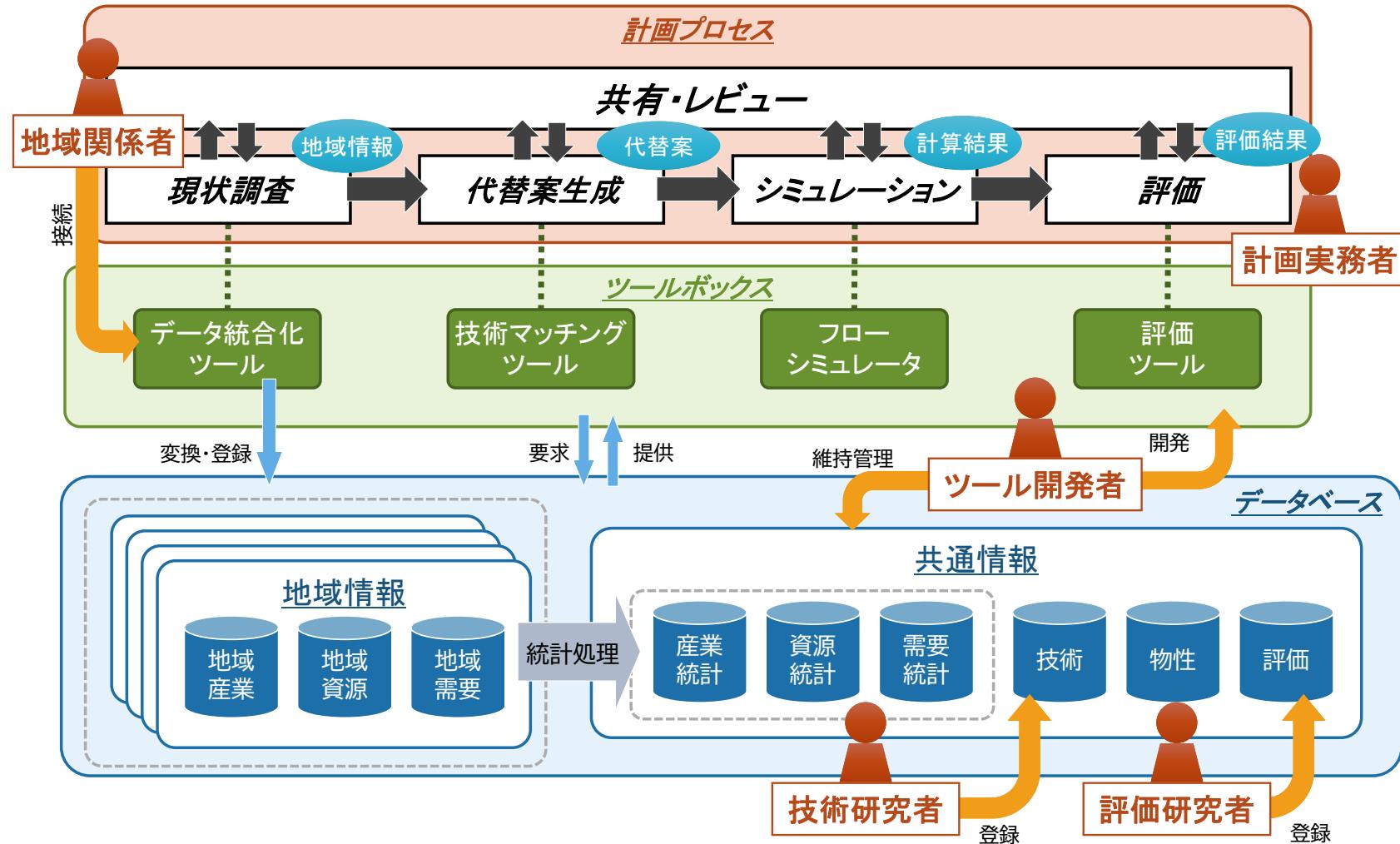
同類の技術に対しては構築したシミュレータを多地域へ適用可能

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

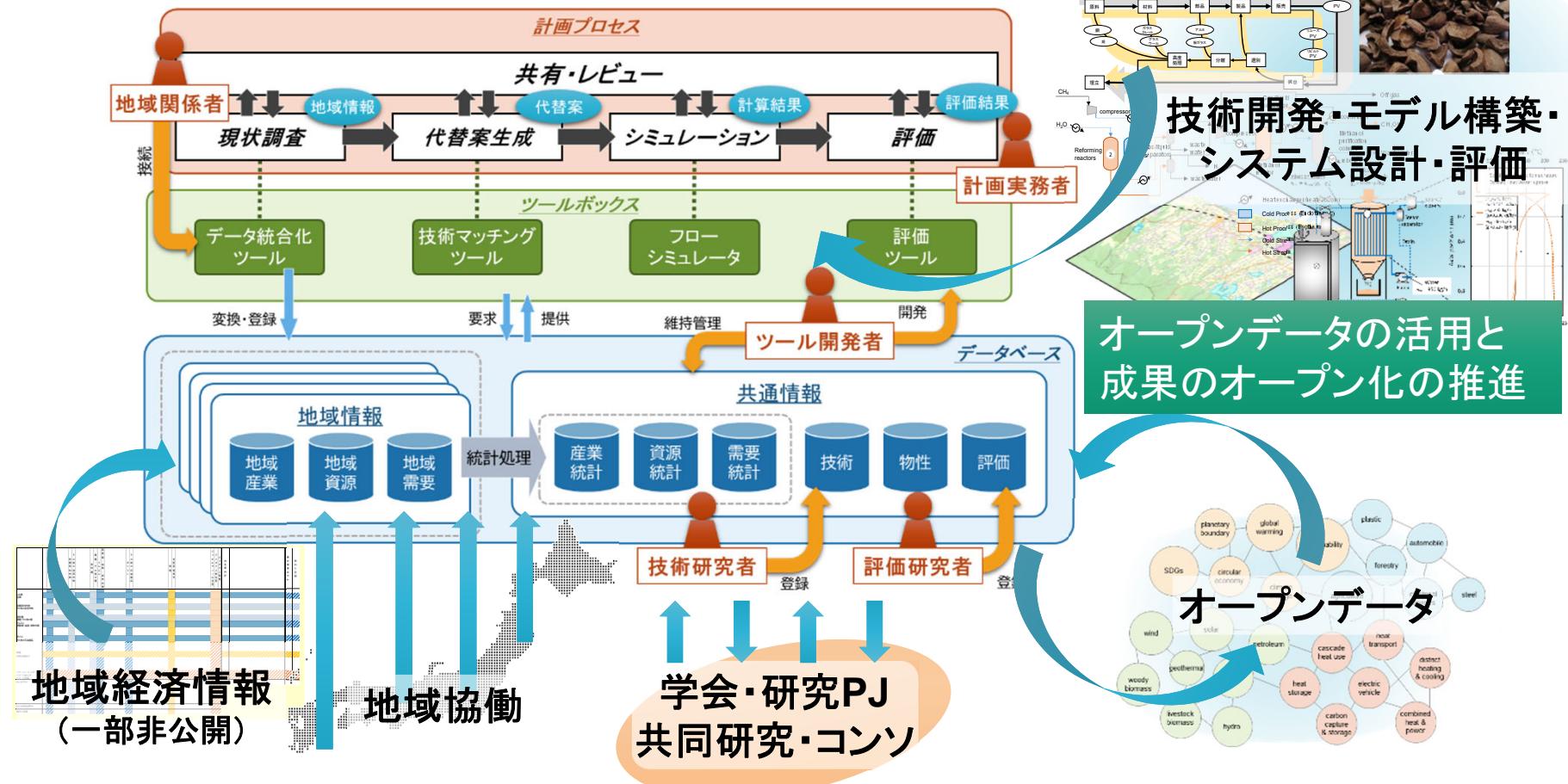
普及展開においては様々な課題が山積

計画支援に向けたシミュレーション基盤の要件定義



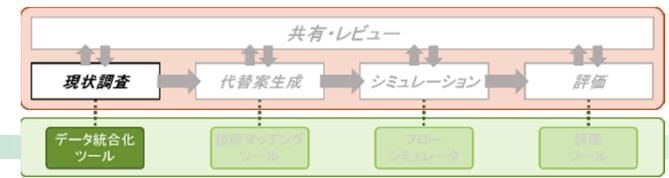
地域への技術導入に向けた共創的な情報基盤(構想)

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



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

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

環境省 経産省

$$\text{(資源ポтенシャル量)} / \text{(人口)} = \text{(ひとりあたり資源ポテンシャル)}$$

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

The screenshot shows a table from the FIT portal. The table has four main sections: (1) 資源エネルギーの総量 (Total Renewable Energy Potential), (2) 対応設備 (Approved Equipment), (3) 対応事業 (Approved Projects), and (4) 対応施設 (Approved Facilities). Each section contains detailed data for various regions and categories.

(1) 資源エネルギーの総量		(2) 対応設備		(3) 対応事業		(4) 対応施設 (施設)	
年間供給量	年間供給量	年間供給量	年間供給量	年間供給量	年間供給量	年間供給量	年間供給量
377,750MW	253,300MW	12,100MW	64,555	5,653,120	311	33,614	3,600
1,340,800MW	5,100,900MW	12,100MW	64,555	5,653,120	311	33,614	3,600
86,125,200MW	46,625,200MW	28,200MW	64,555	24,351,120	2,315	9,242	1,080
730,220MW	3,700,000MW	4,700MW	64,555	24,351,120	2,315	9,242	1,080
92,417MW	144,710MW	24,200MW	64,555	4,921,442	122	3,222	380
7,415MW	5,700MW	1,100MW	64,555	4,921,442	122	3,222	380
17,475MW	34,700MW	22,800MW	32,322	1,343,766	91	4,693	530
7,406	2,900	1,100	64,555	157,766	12	3,551	400
7,406	2,900	1,100	64,555	157,766	12	3,551	400
43,512MW	210,710MW	13,100MW	64,555	6,278,108	344	15,404	1,720
20,705	13,000	2,700	64,555	6,278,108	344	15,404	1,720
9,303,442MW	6,227,442MW	2,100,500MW	64,555	45,351,770	3,587	4,677	500

<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)]

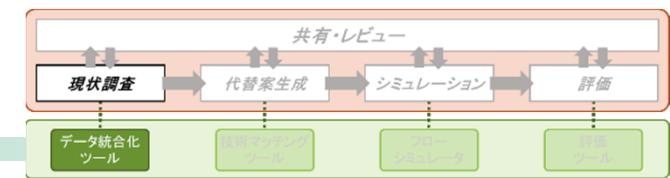


	Lv1_年間発電電力量_kWh	Lv2_年間発電電力量_kWh	Lv3_年間発電電力量_kWh
海草	321,307,750	850,445,231	1,100,473,749
那賀	98,630,221	261,015,457	337,519,342
伊都	81,744,930	216,144,318	279,085,527
有田	85,805,006	227,244,121	294,149,081
日高	71,968,786	190,460,923	246,317,162
西牟婁	108,779,207	288,136,199	373,238,395
東牟婁	67,591,271	179,100,768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

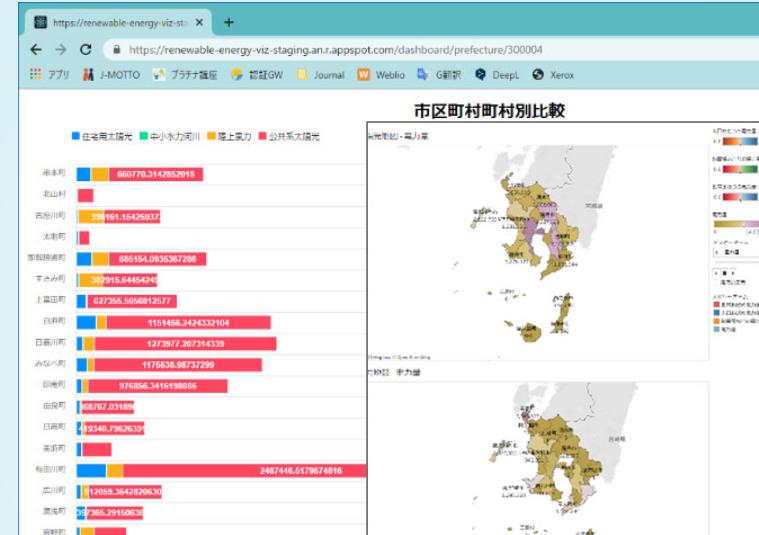
未来ワークショップ(大学生向け)で実際に用いたデータ

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
			22,213,825	58,757,033	76,264,600
			65,790,255	174,049,062	224,664,443
			32,839,966	86,966,394	112,854,899
			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



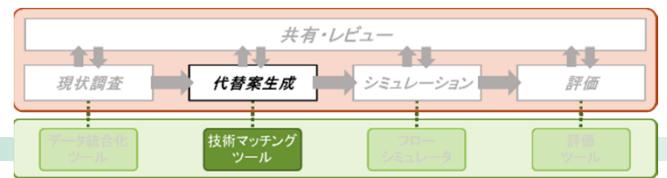
ウェブアプリの開発と展開



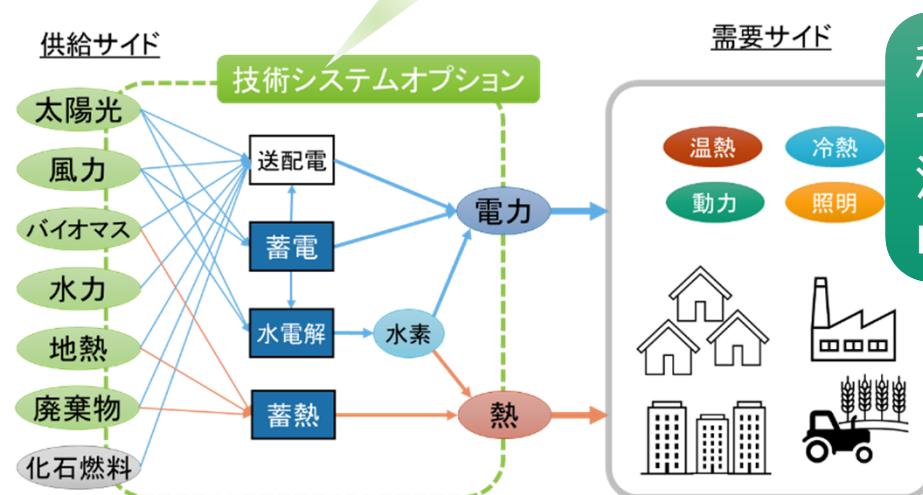
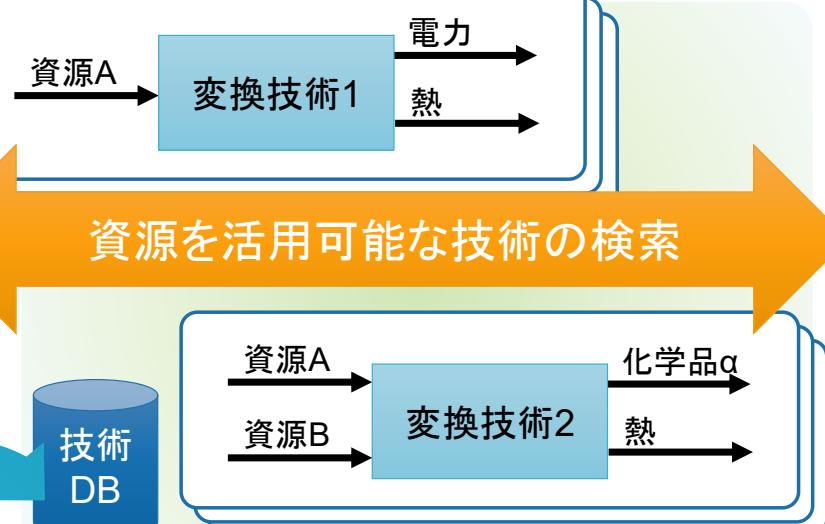
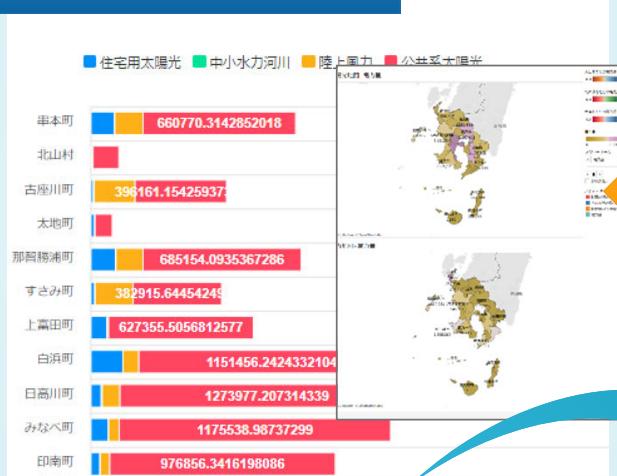
地域システム計画の初期段階で必要な資源データ等の収集と可視化を可能な限り自動化する

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)

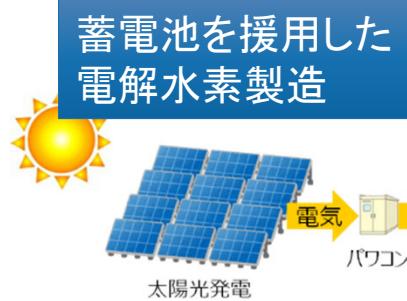


資源ポテンシャル情報



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

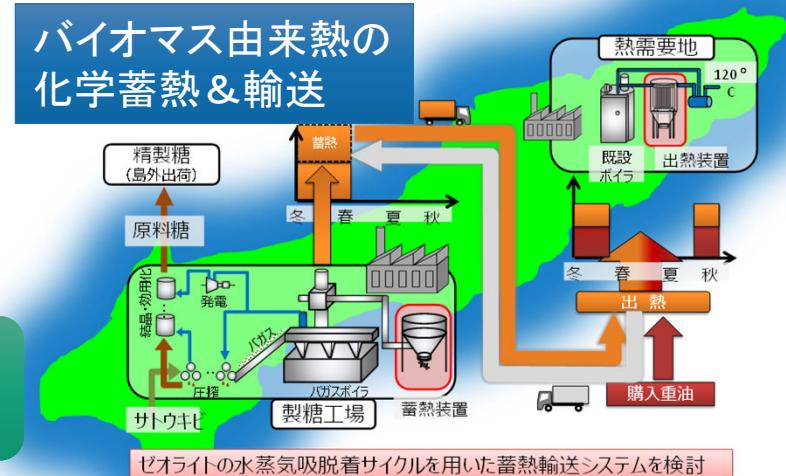
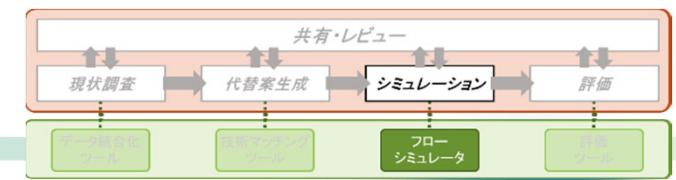
シミュレータ開発:



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

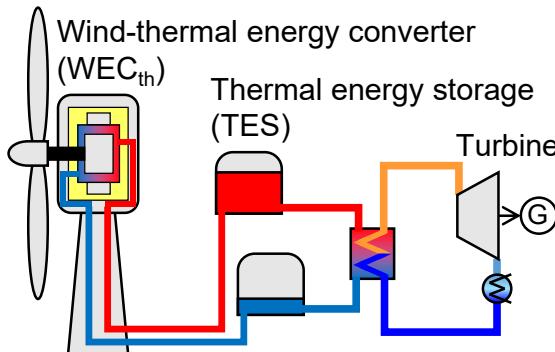
Kikuchi et al., *Int J Hydrogen Energ.*, **44**, 1451–1465 (2018)
 Sako, Okubo, Kikuchi et al., *J. Clean. Prod.*, **298**, 126809 (2021)

クラウド高速計算環境
としてmdx活用を検討中



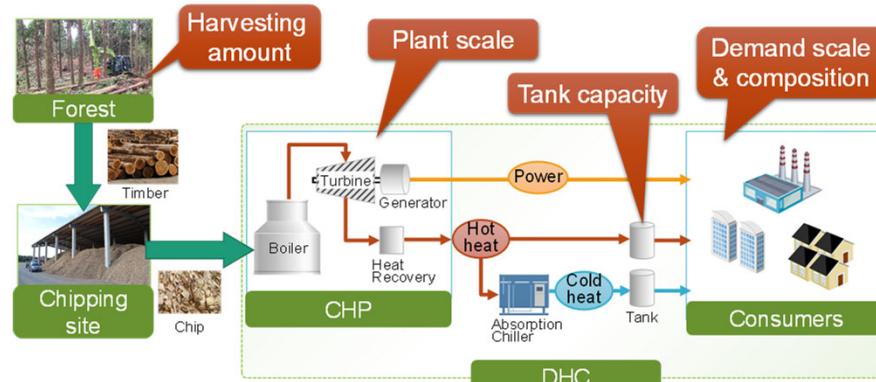
Fujii, Kanematsu, Kikuchi et al., *Appl. Energy*, **238**, 561-571. (2019) を基に作成

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

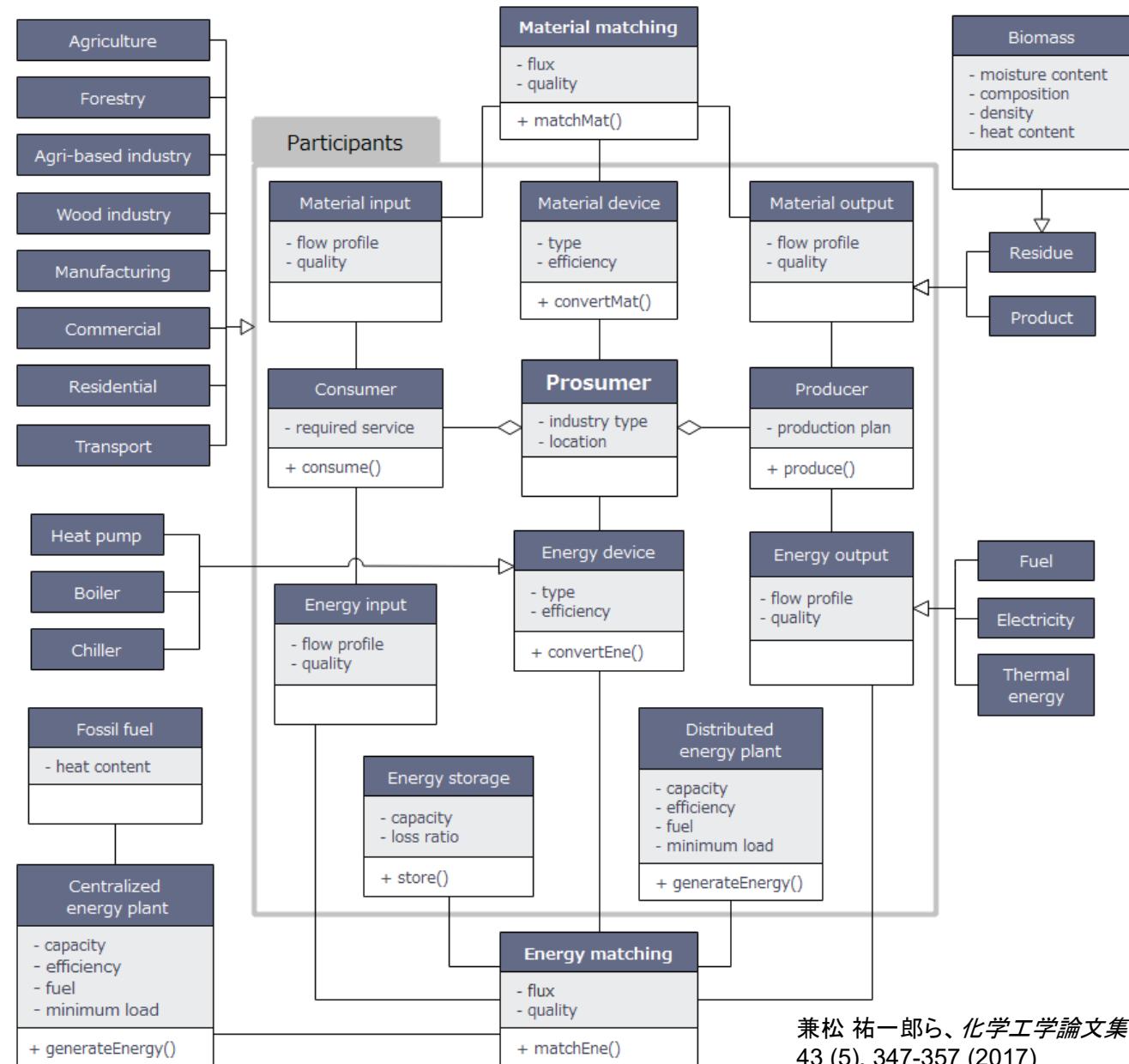
技術導入シミュレーション
におけるデータモデル
(UMLクラス図)

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

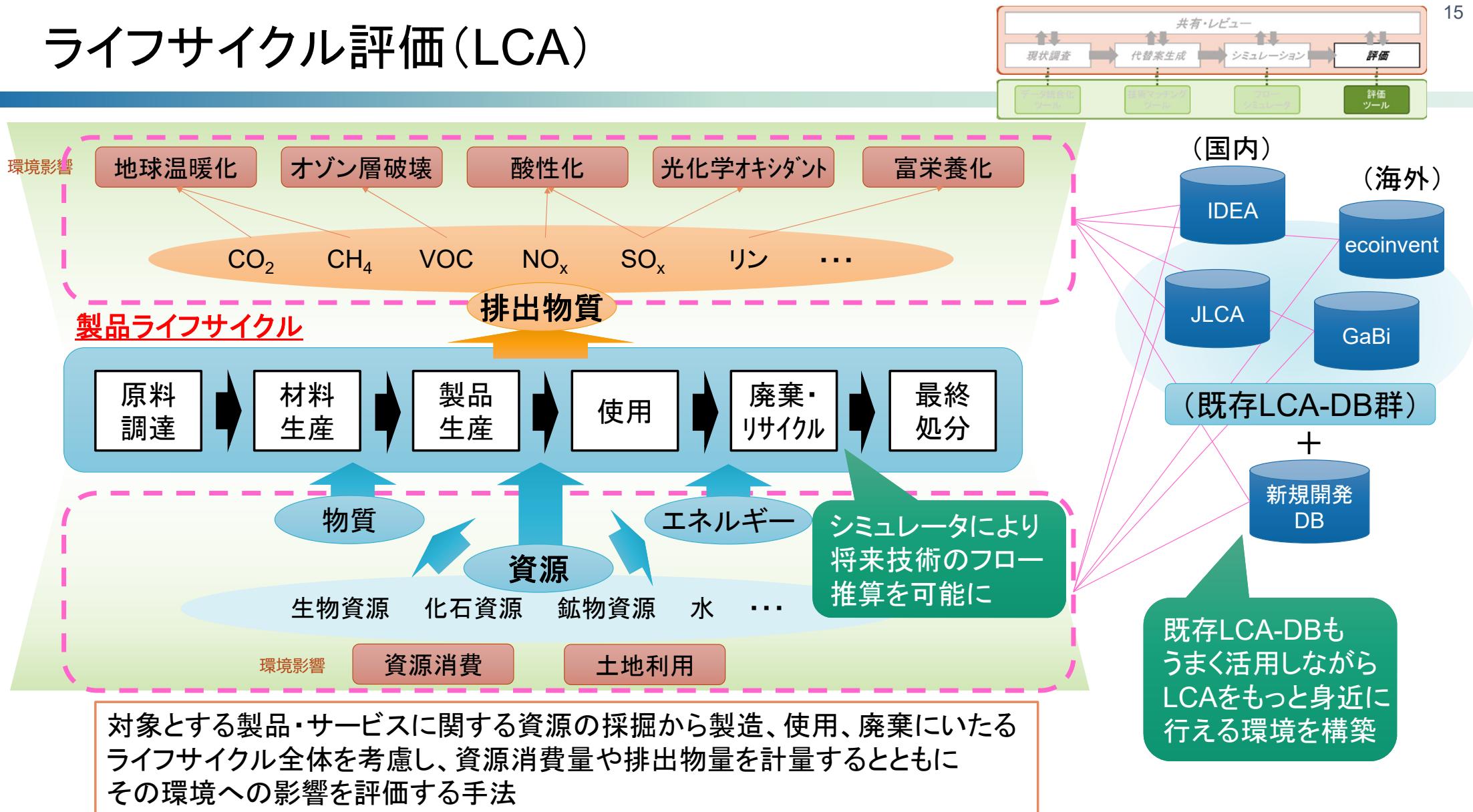
【モデル類型の例】

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



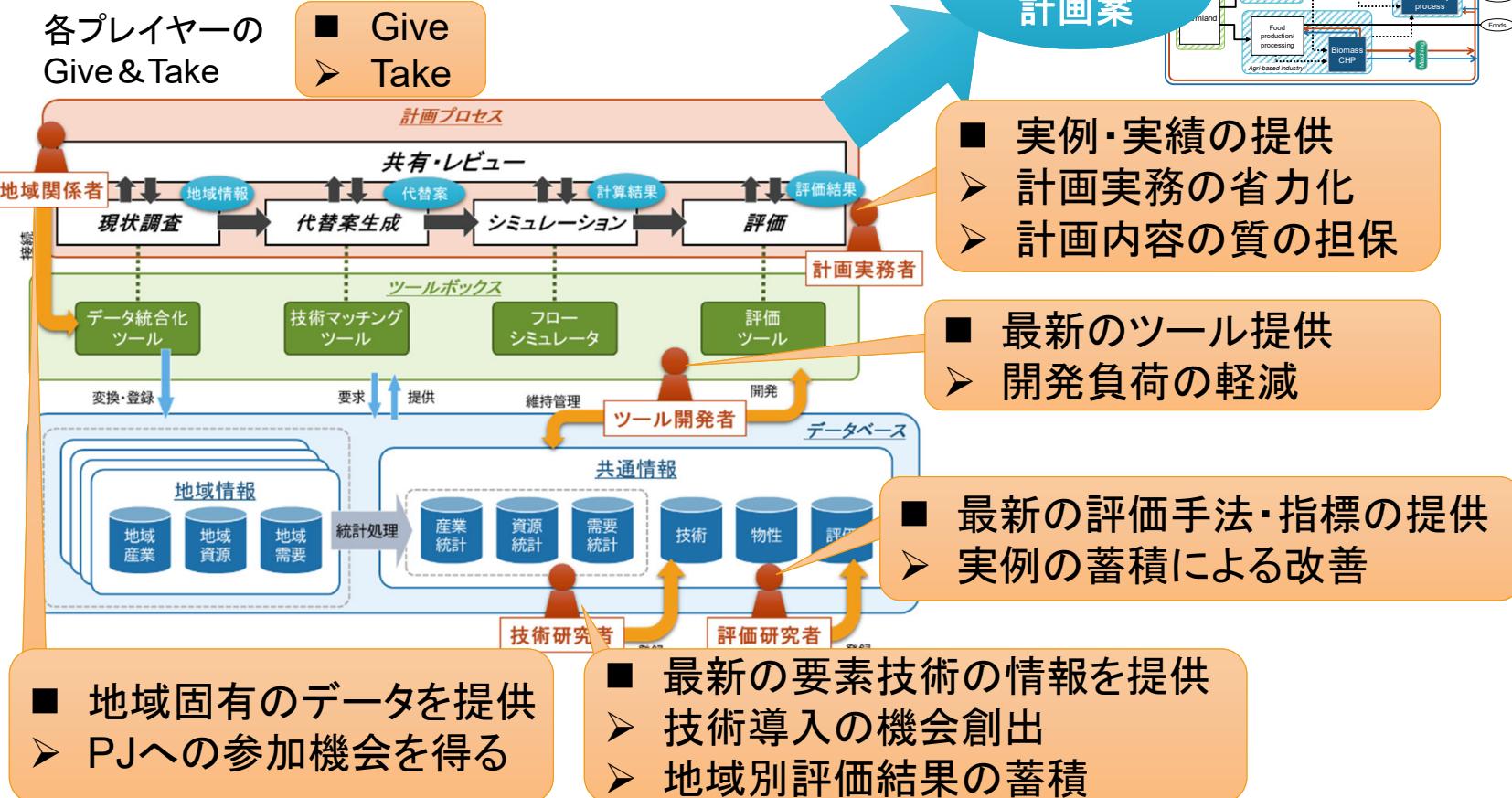
兼松 祐一郎ら、化学工学論文集、
43 (5), 347-357 (2017)

ライフサイクル評価(LCA)



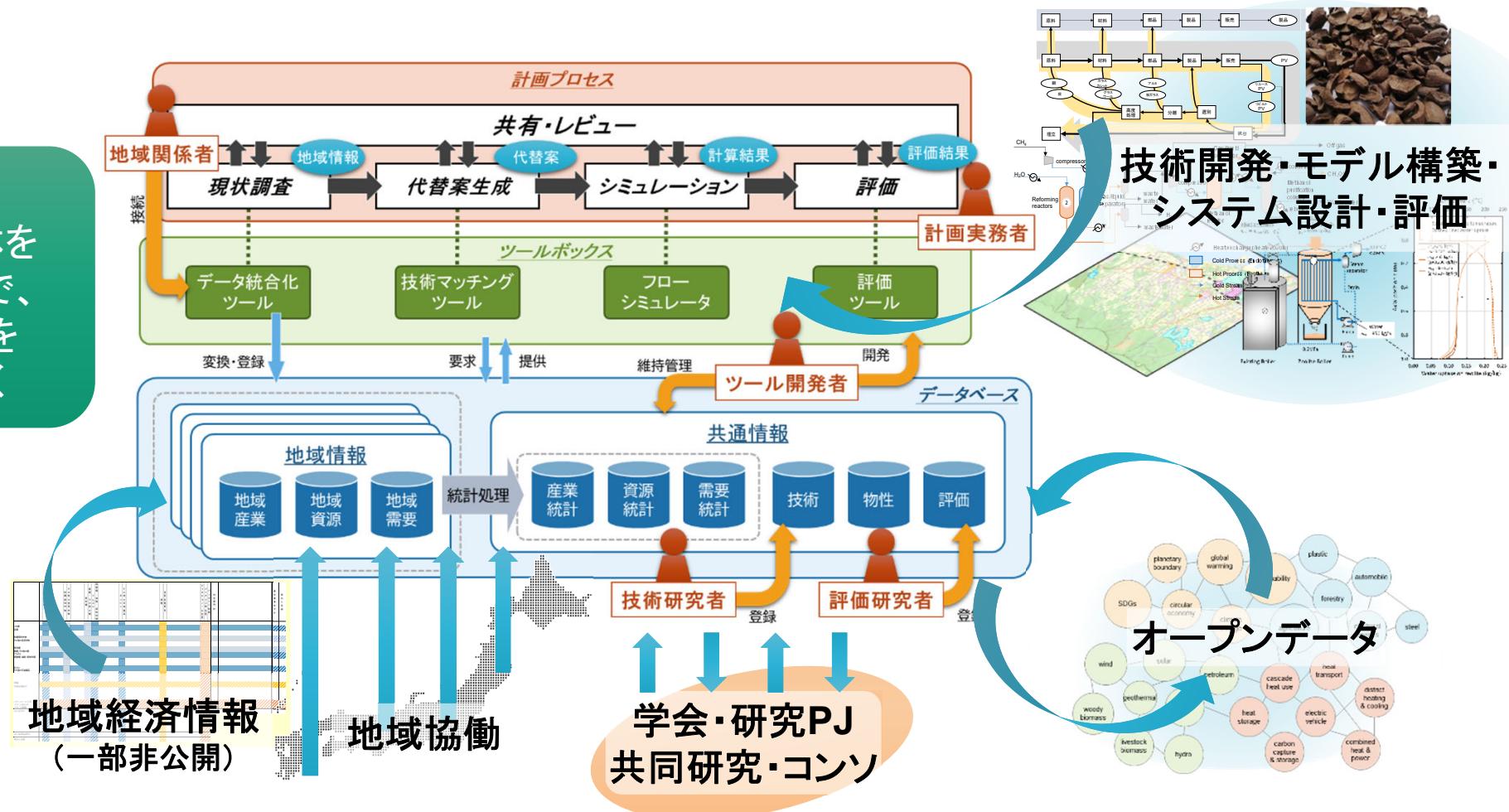
共創による基盤の継続的アップデート

→ 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 자체を
共創することで、
地域の共創を
支援していく

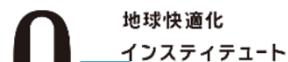


謝辞

■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。



地球快適化
インスティテュート



都市に豊かさと潤いを
三井不動産



ShinEtsu



ORIX



SEKISUI HOUSE



JR 東日本



豊田通商