

包括連携協定と 今後のイノベーションエコシステムの 醸成について

東京大学
未来ビジョン研究センター

菊池 康紀

本務：未来ビジョン研究センター

兼担：大学院工学系研究科化学システム工学専攻、兼務：「プラチナ社会」総括寄付講座
ykikuchi@ifi.u-tokyo.ac.jp



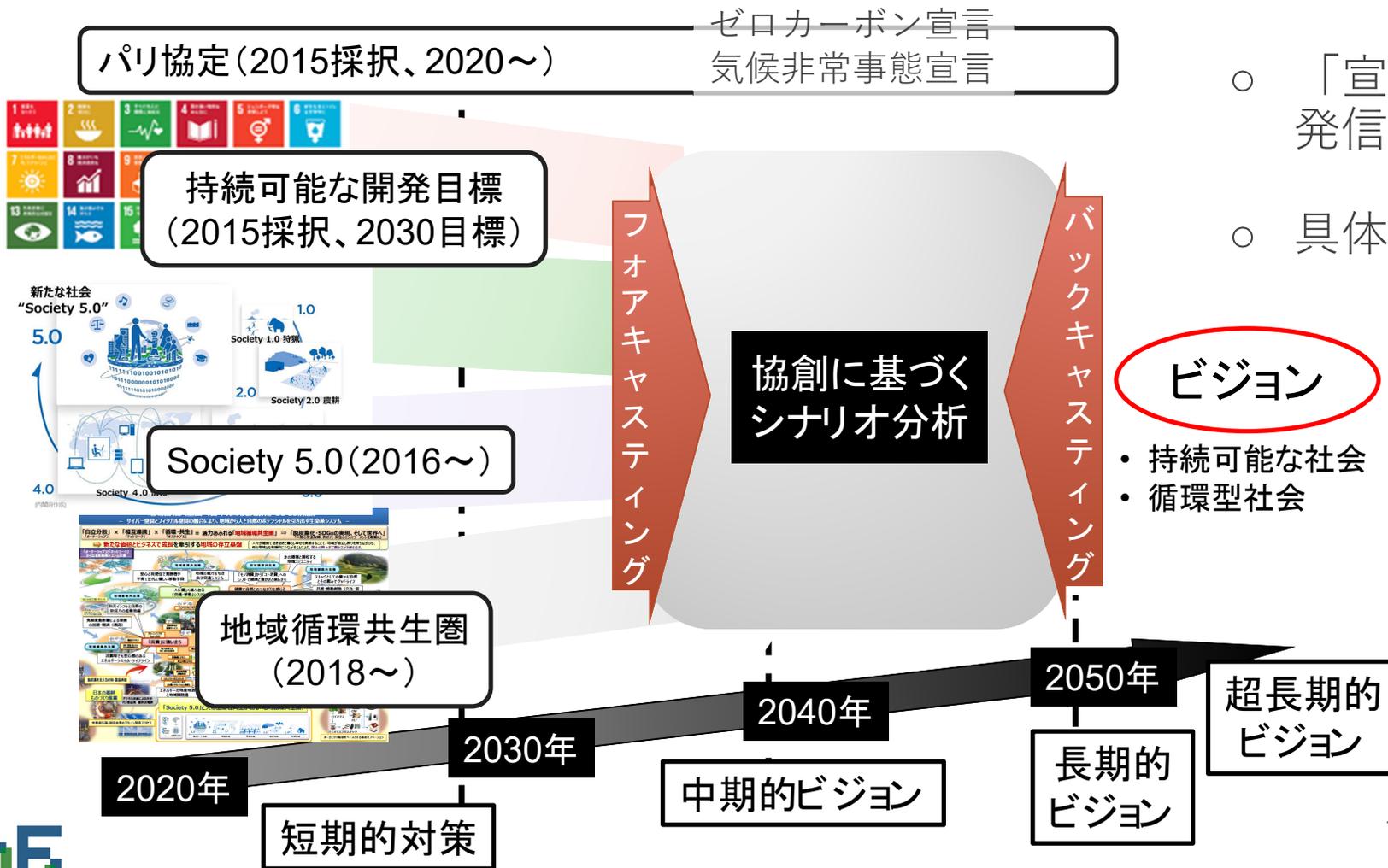
東京大学未来ビジョン研究センター
Institute for Future Initiatives, The University of Tokyo



令和3年3月6日(土)

将来社会に向けたビジョンと協創

地域における専門家不足、連携不足、仕組み不足



- 「宣言」や「計画」の発信はある
- 具体的な計画が少ない

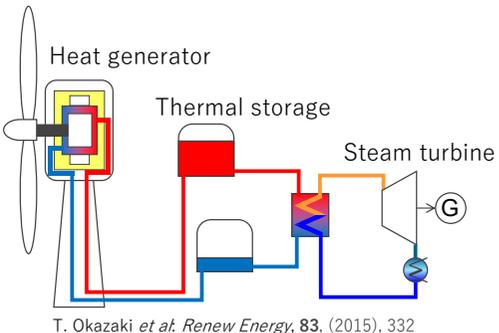
自治体アンケート調査
(2019年11月)
「策定しておらず、検討もしていない」6割
(理由)
「義務がない」
「人員・人材・予算不足」
「優先順位が高くない」
(栗島ら、2020、
環境研究総合推進費2-1910)

市町村および特別区
全1,741団体(回収率79.9%) 2

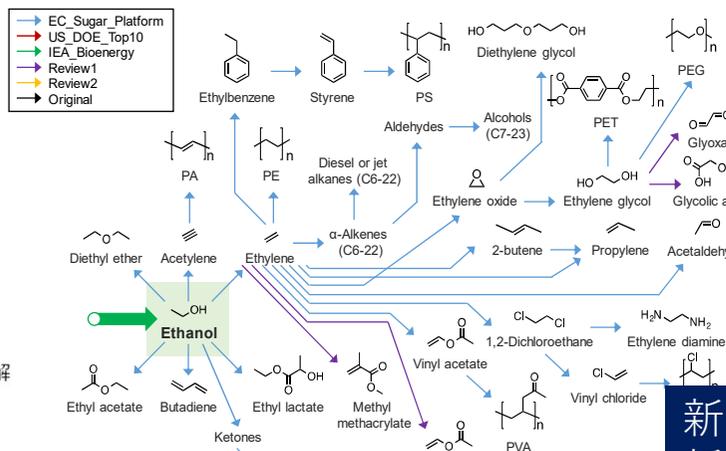
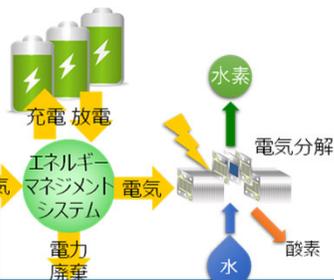


資源・エネルギー技術の課題

- 課題も対策も乱立
- 全体を理解することが困難
- 各地域で有効なシステムの設計が不明
- 今ある仕組みをスムーズに変えていかねばならない



風力熱発電



バイオマス活用技術

新規技術開発と将来システムオプション



ポストコロナの都市



ENVIRONMENTAL Science & technology 農業の環境影響

Agriculture: The Last Unregulated Source

I was born and raised in Iowa—a beautiful state with rolling hills, blue skies, and wide open spaces. And like the people of mythical Lake Wobegone, we want you to believe that everyone here is above average. But I must confess—the water quality here is really terrible.

Iowa creeks flow through some of the richest agricultural land in the world, a national treasure. But farm runoff carries an... by highly un... a "leaky" an... relatively ex... leaching and... have been o... change. Whe... the applied n... lost to runo... Iowa soils are the original f...



産・学・公の役割分担と協創

資金の好循環を目指す

経済活動の主体

ex: 企業、会社

製造、建設、農林水産、
サービスなど

技術の開発と導入、
循環の実現

知の好循環を目指す

知識や方法の開発と継承

ex: 大学、学校

小中学校、高等学校、専門学校、
大学、国立研究開発機関、
研究機構、など

技術の開発と分析、最適化、
循環のビジョニングと
シナリオプランニング

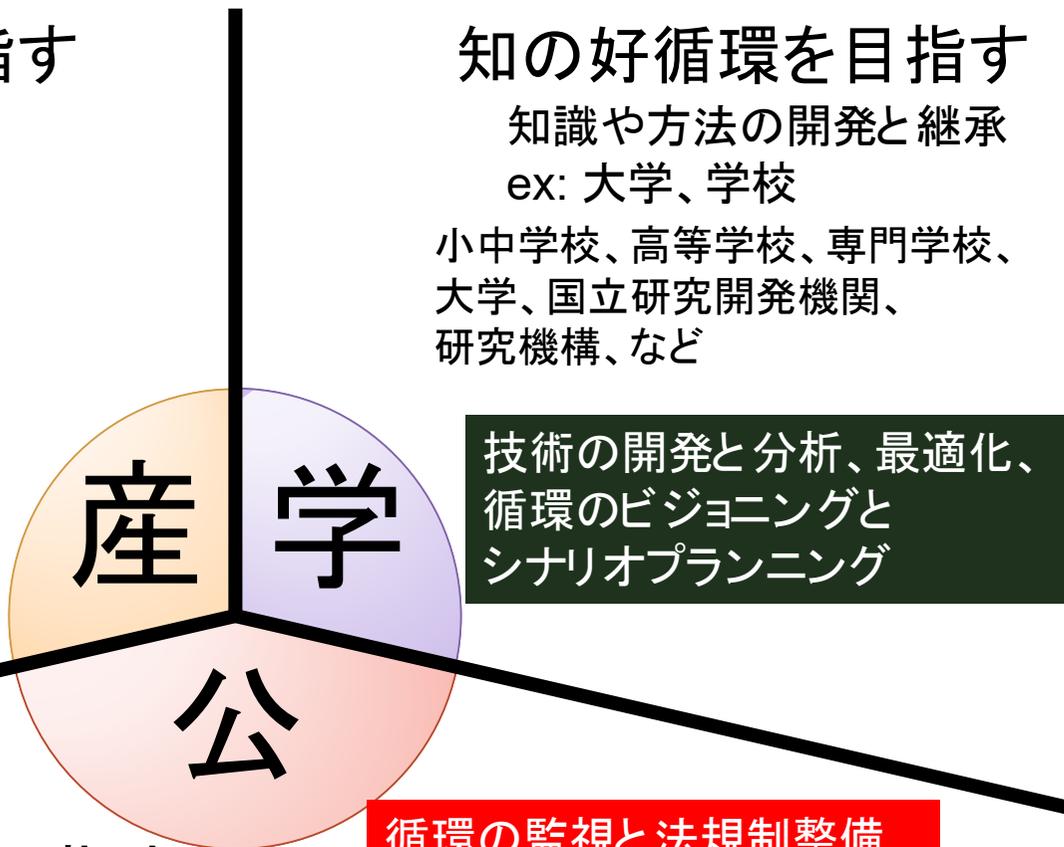
公共資本の好循環を目指す

社会全体のために機能する組織

ex: 自治体、公共組織

市区町村、都道府県、森林組合、農協、
漁業組合、NPO、NGOなど

循環の監視と法規制整備、
インフラ管理

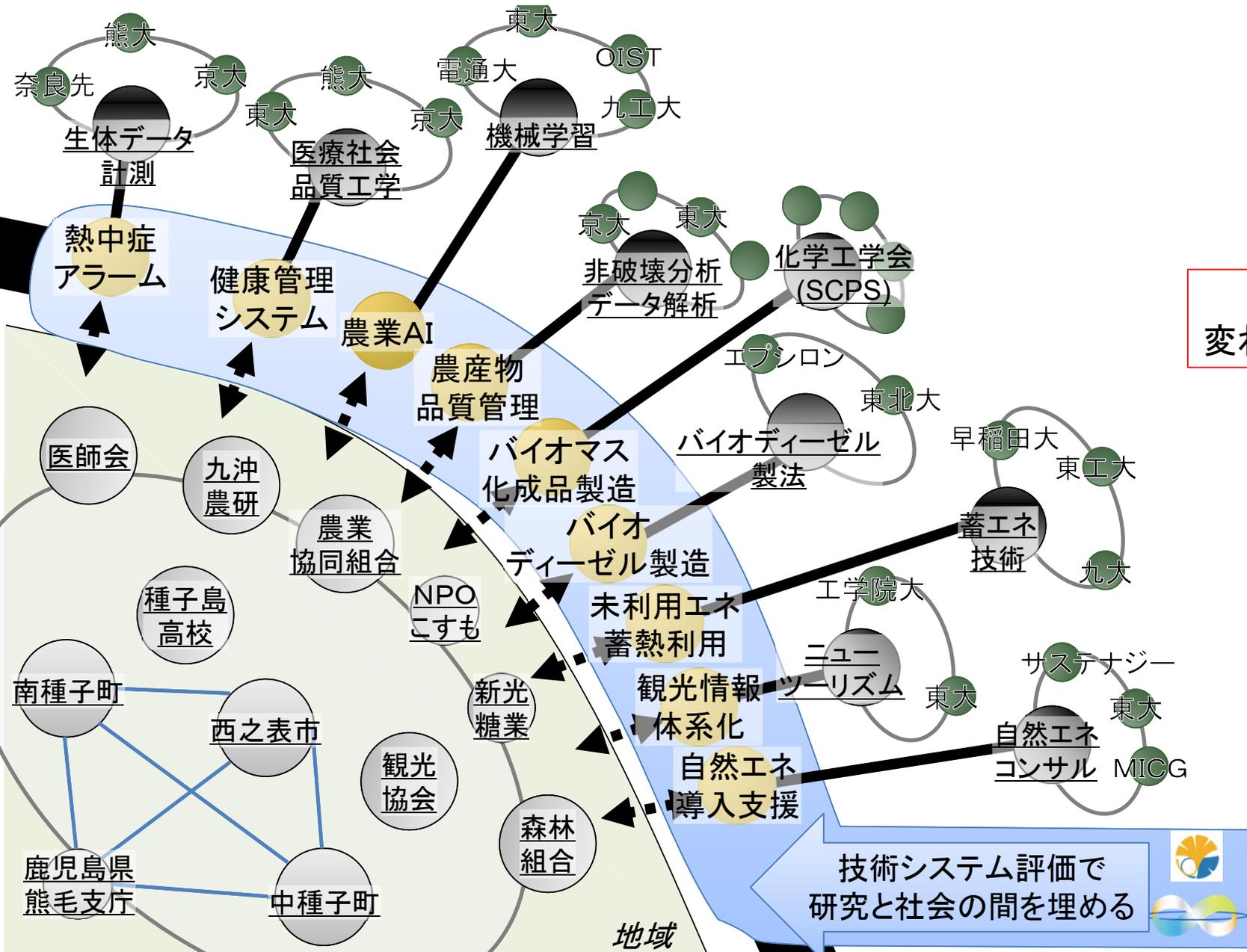


産学公協創による社会実装トライアル：例 種子島

- 種子島一市二町と地域内外の産業、大学と技術・システムの実証試験
 - 2014年から活動
 - 地域内外から産学公の関係者が協創
 - 包括連携協定に基づくネットワーク化
- イノベーション：革新的、新結合
- 最先端科学と地域課題の構造化



The World Cultural Council Award: Special Recognitions
 Kikuchi Y. et al., Sustainability Science, 2020
https://www.u-tokyo.ac.jp/adm/fsi/ja/projects/sdgs/projects_00106.html

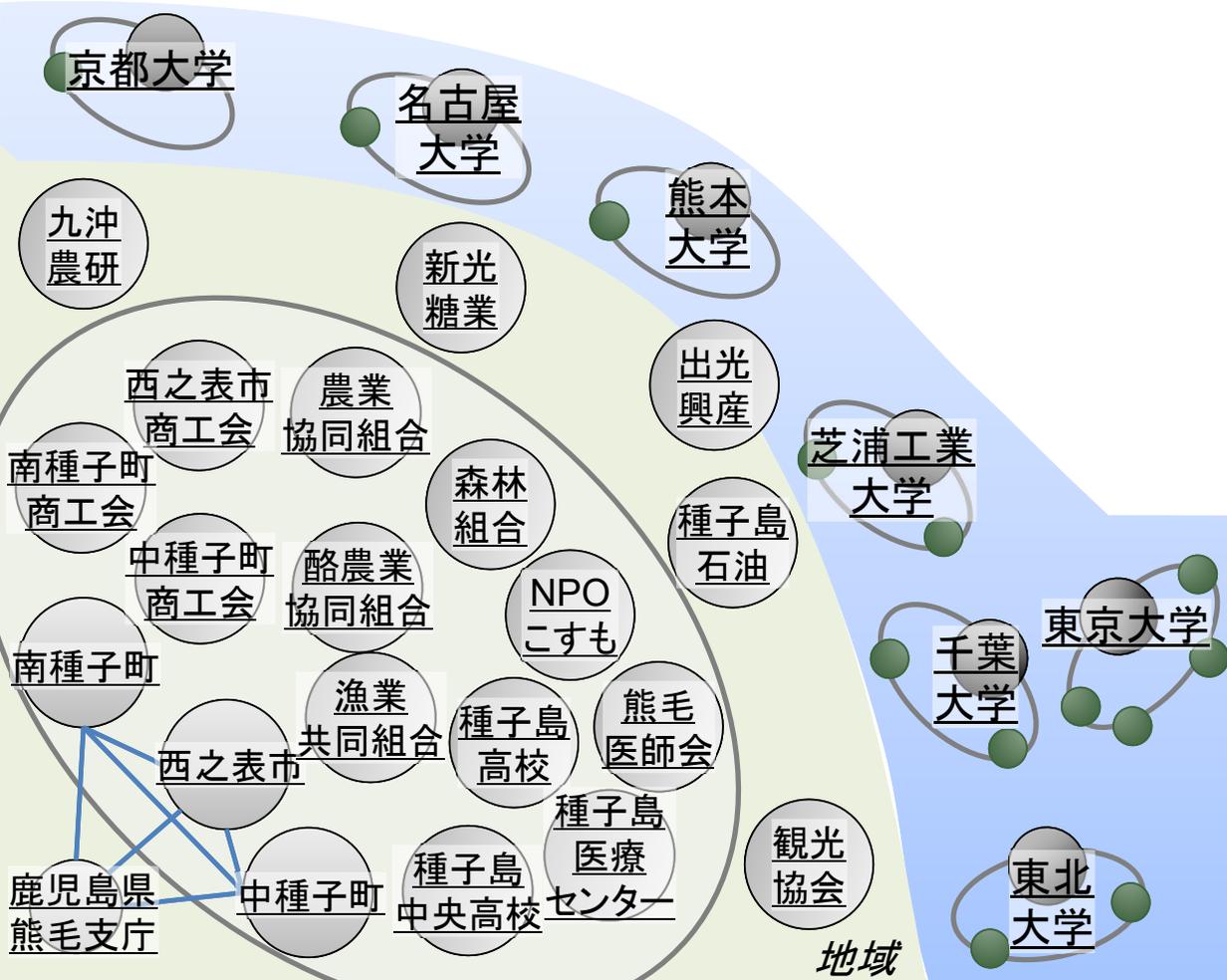


For networking networks

域外と域内をつなぐ
ファシリテータとしての
大学の機能を実践

技術開発者らが
変わろうとする地域に集まる

地域の中でも
ネットワークが繋がる



種子島オーブンプラットフォーム(2020/11/18~)

- 地域資源が循環するシステムを理想の概念・論拠・情理に基づいたイノベーションエコシステムで開発できる産学公共創の実現
- 包括協定をベースとしたNetwork of Networks
- 域内外における知・技・人の交流を円滑化
- 実証試験等を通じた技術・システム選択の社会実装

島嶼地域：課題先進国で先進して課題が顕在化

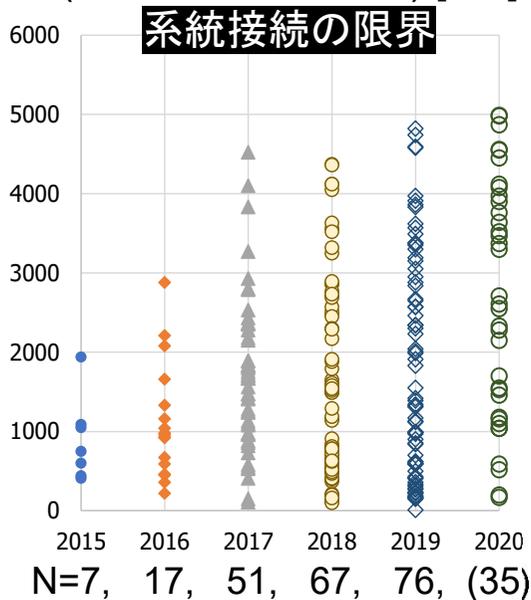
島外からの燃料調達

- 高コスト
- 燃料購入による島外への資金の流出

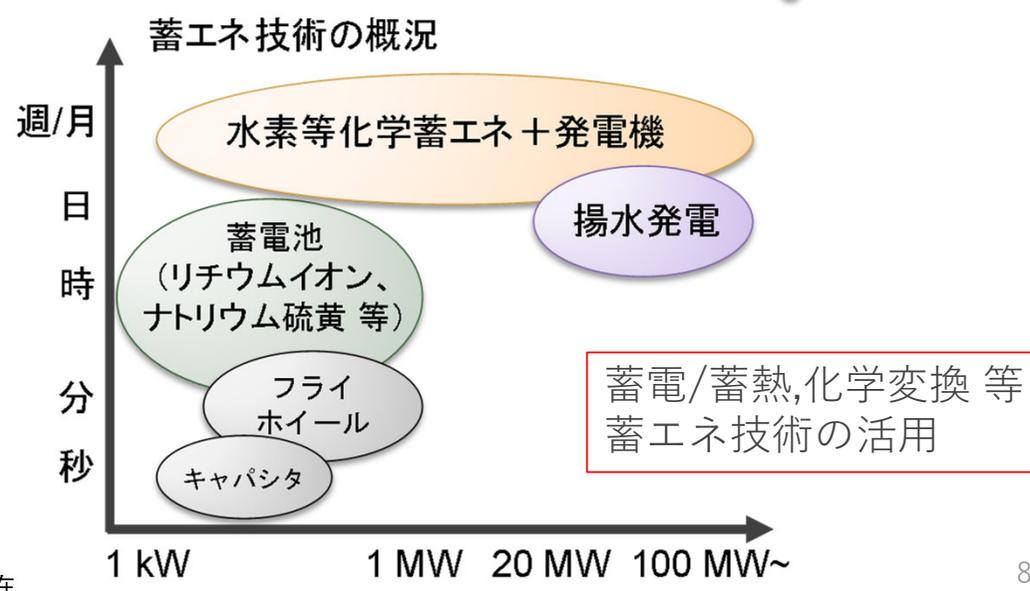
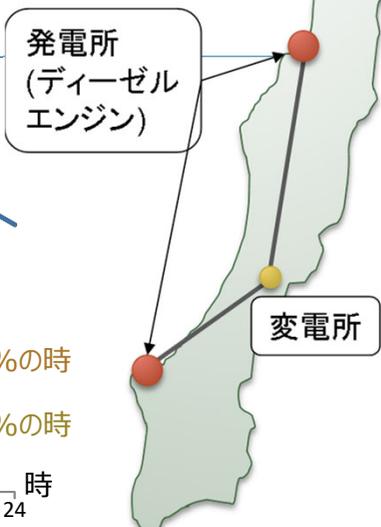
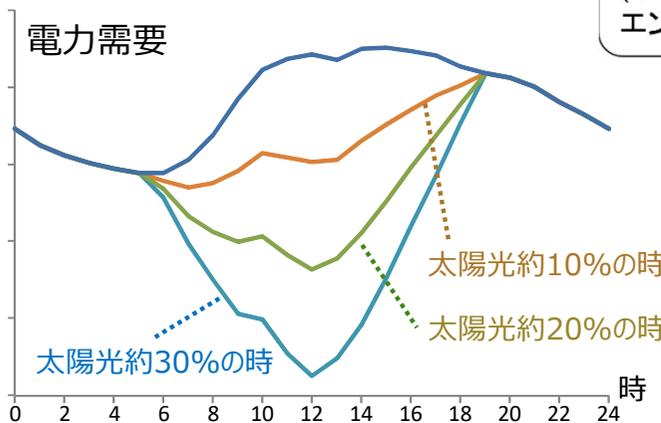
再生可能エネルギーの導入によるエネルギー自給率の向上

- 島外からの化石資源の調達を減らしたい
 - 島内には資源はある
- 使い切れていない未利用化資源
 - 時間変動、季節変動、インフラ、慣れ、法制度、前例

出力制御再エネ設備 (一日の最大余剰時) [kW]



2020/7/19現在

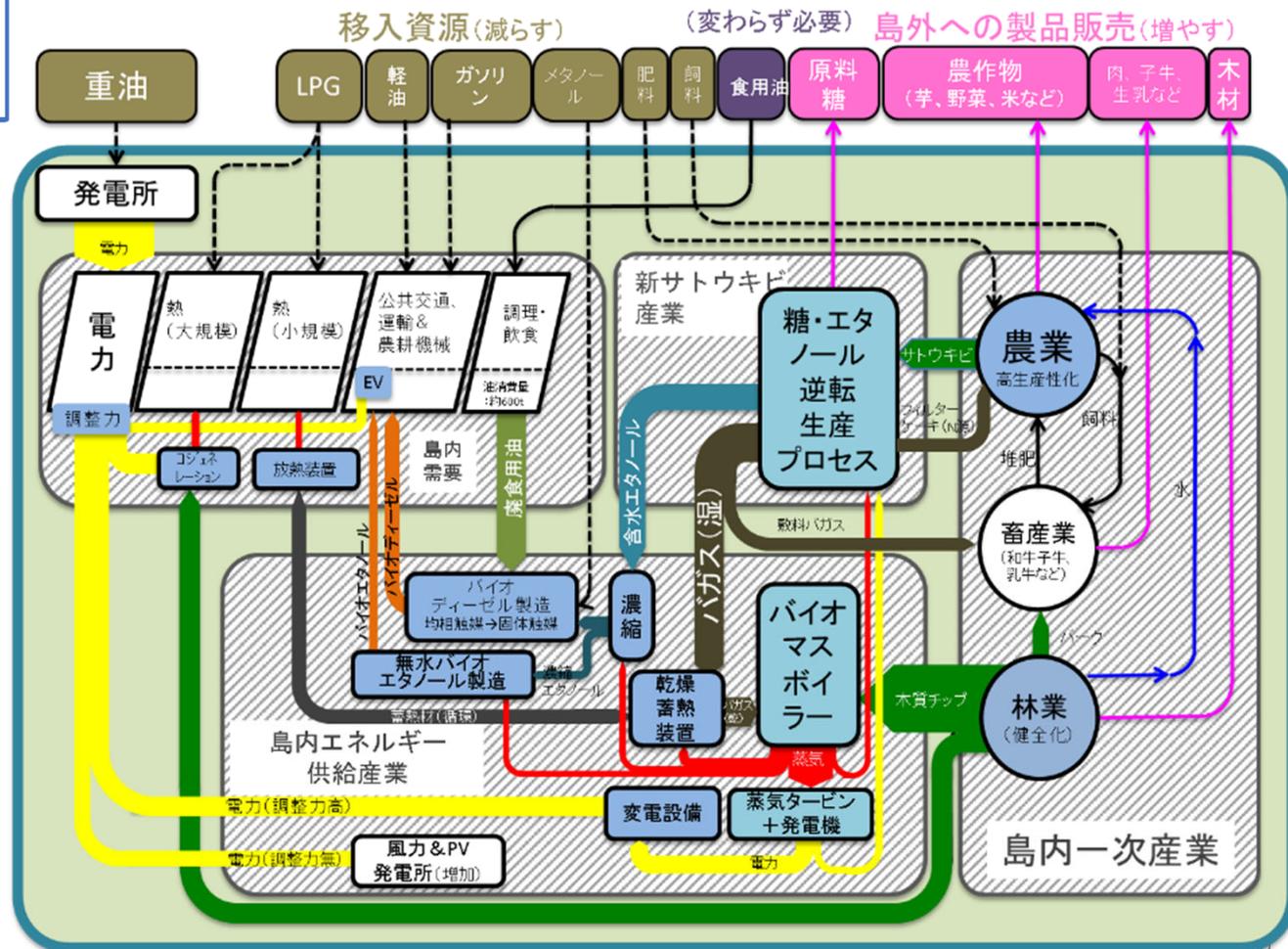


地域資源の循環利用で到達できる物質・エネルギーシステムの設計

実装可能な技術を組み合わせて
実現できる地域物質・エネルギーシステムの
オプション生成

- 地域の資源を循環利用するシステムオプションの生成
 - 地域産業・地域資源
 - 太陽光、風力、バイオマス等
 - 新規技術の組み合わせ
 - エネルギーキャリア等
 - 変動調整、防災・減災
- 地域特徴に合わせた、実装可能な技術・システムオプションの組み合わせ
- フィールド実証試験を織り交ぜた研究開発の促進

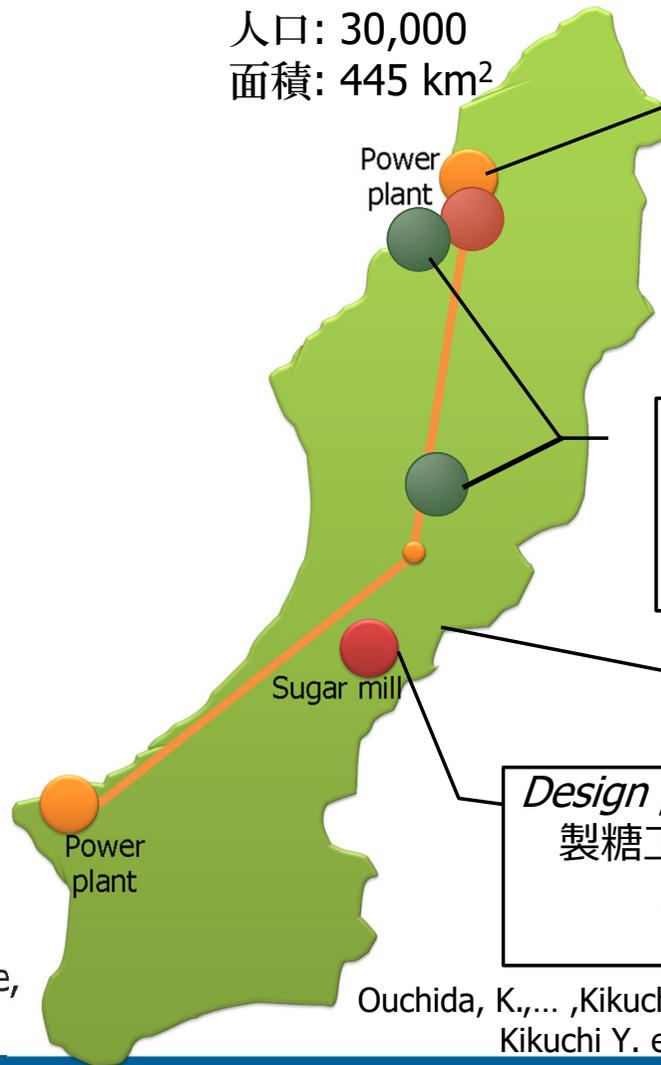
種子島グランドデザイン



地域理想の概念の探索

種子島エネルギーシステムに関するプロジェクト 例

人口: 30,000
面積: 445 km²



Design problem:
小規模CHPによる
地域温冷熱電供給
(木質系由来バイオマス)

Y. Kanematsu, K. Oosawa, T. Okubo, Y. Kikuchi, *Applied Energy* (2017)

Design problem:
固体触媒法に基づく
新規バイオディーゼル生産
(廃食用油)

I. Chen, et al., *J Chem Eng Jpn* (2018)

Design problem:
製糖工場を中心とした
産業共生
(バガス)

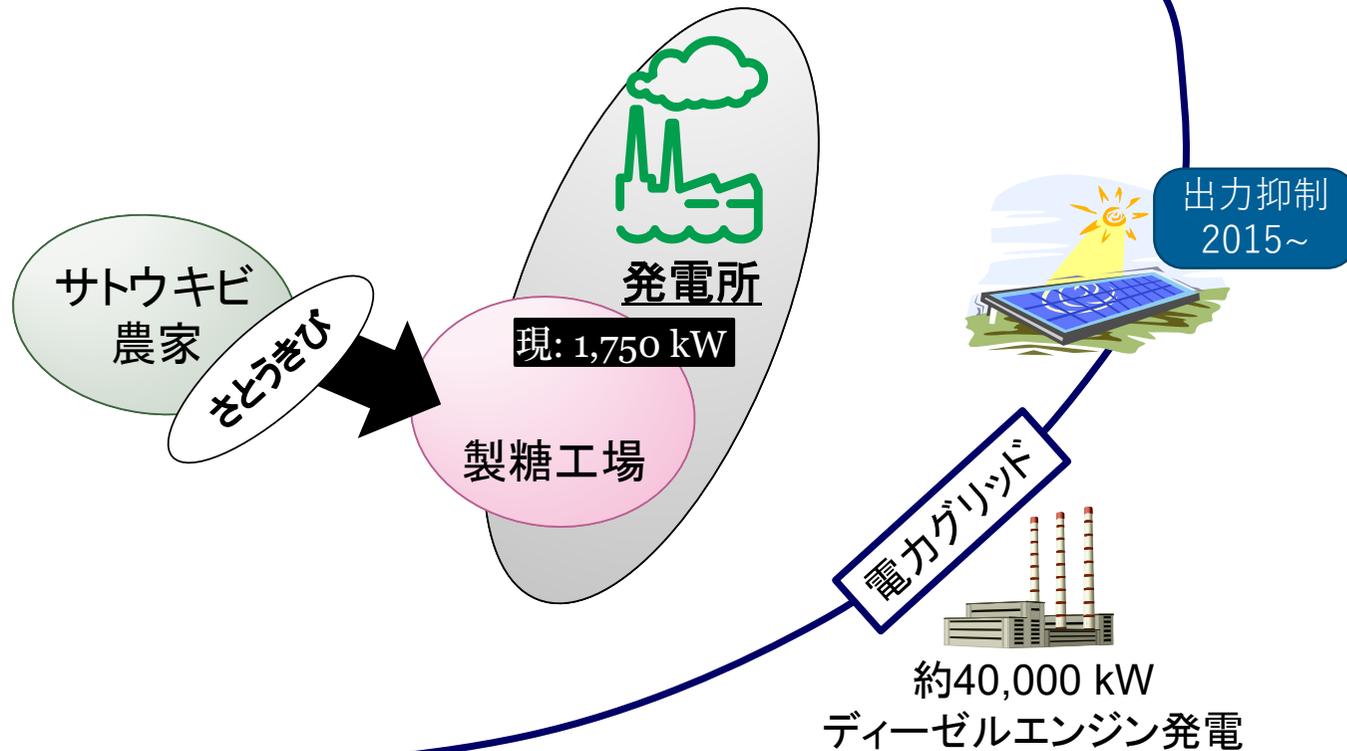
Ouchida, K.,... ,Kikuchi, Y., *AIChE J*, (2017) ,
Kikuchi Y. et al. *J Ind Ecol*, (2016)

Design problem:
蓄電池援用型水素製造による
変動性再エネの利活用と
(太陽光・風力)

Kikuchi, Y. et al., *int J Hydrogen Energy* (2019)

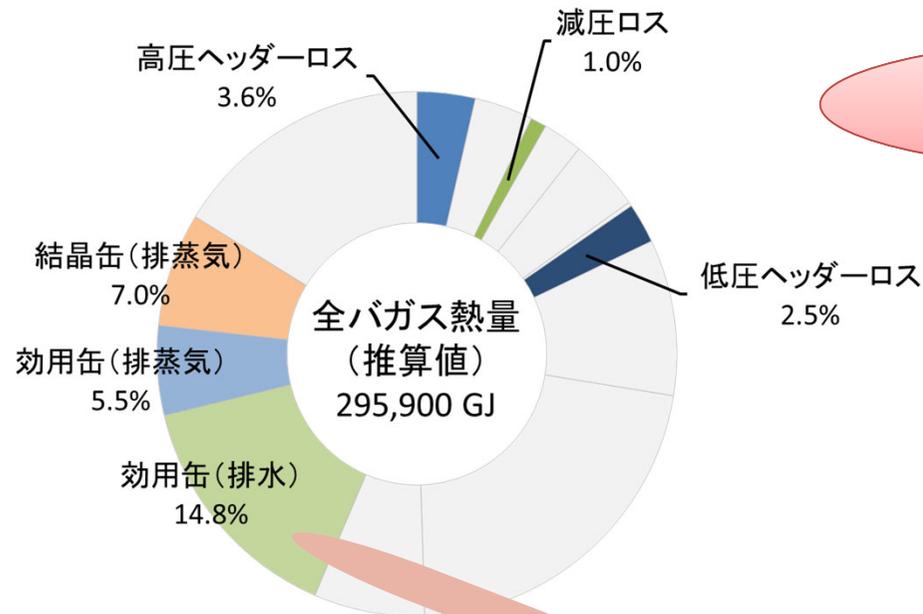
Kikuchi Y. et al.,
Sustainability Science,
2020

製糖工場を中心とした産業共生



Kikuchi Y. et al. *J Ind Ecol*, DOI: 10.1111/jiec.12347 (2015)

未利用エネルギーの探索と産業共生利用



再生可能資源由来の
未利用エネルギー

産業共生における活用:
化石資源代替による
低環境負荷(炭素)化

0.18~0.36 m³/min
16 hr/day

2,89~5.78 GJ
74~148 L-A重油

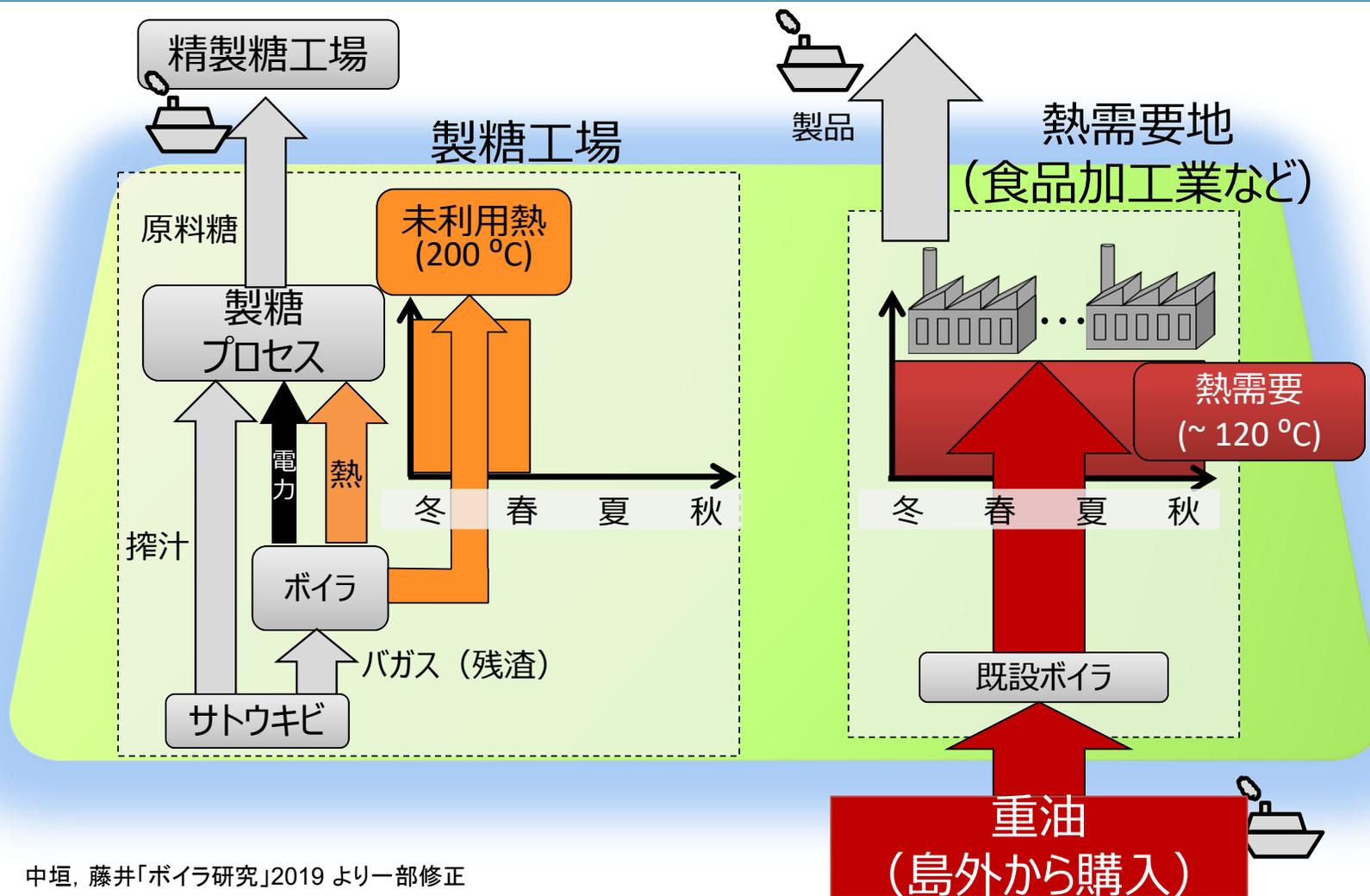
レザーリーフファン
栽培農園



圃場の昇温の
ために使用

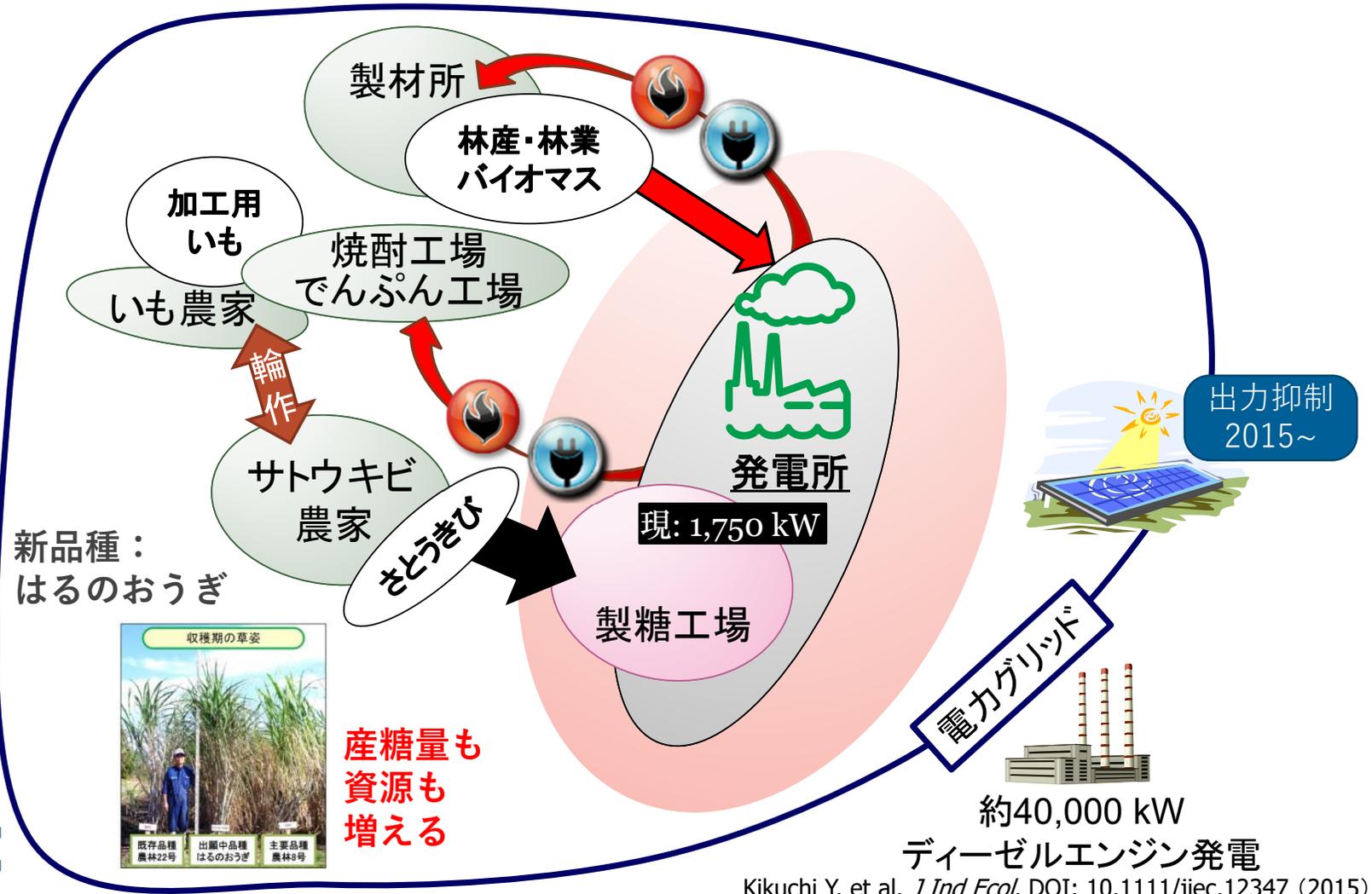


製糖工場排熱



中垣, 藤井「ボイラ研究」2019 より一部修正

製糖工場を中心とした産業共生

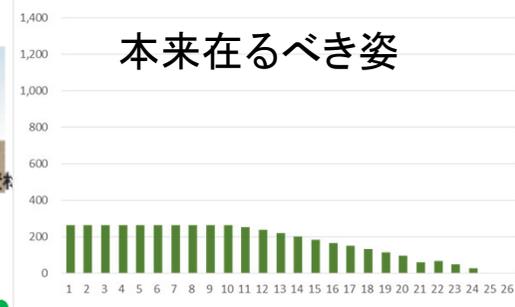


持続可能な森林管理のための森林利用

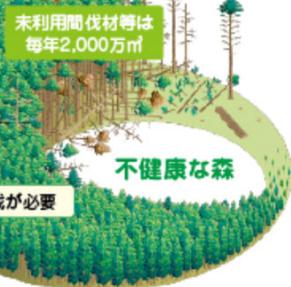
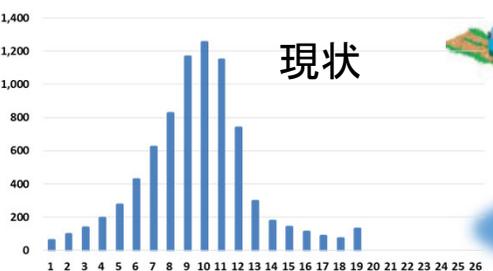
60~100年
=1サイクル



本来在るべき姿



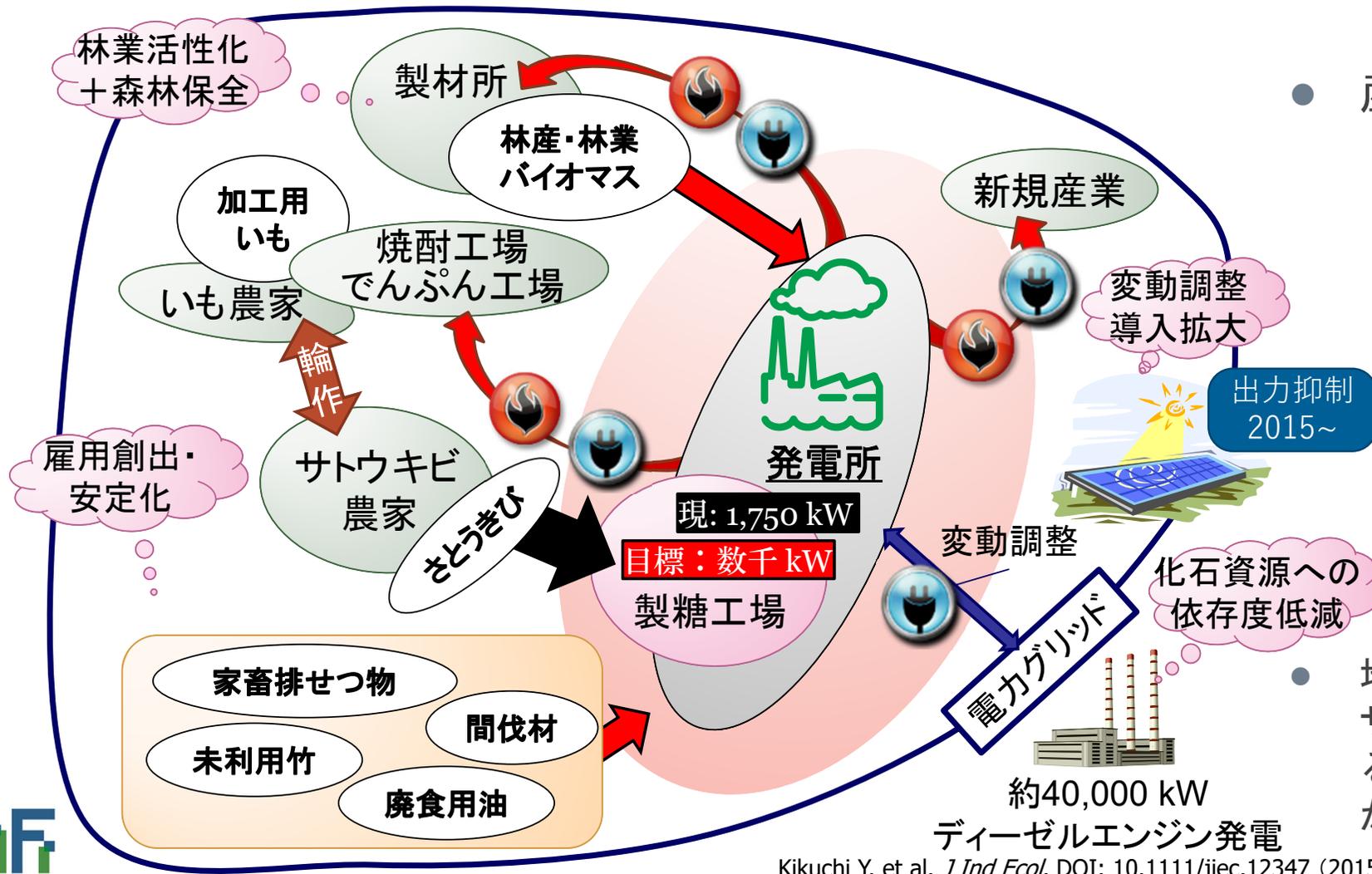
現状



林野庁

伐らなくても、伐り過ぎても持続不可能

製糖工場を中心とした産業共生



- 産業共生
 - 未利用資源を組み合わせて利用することで実現するシステム

- 地域の基幹産業であるサトウキビを中心とすることで、協創のきっかけづくり

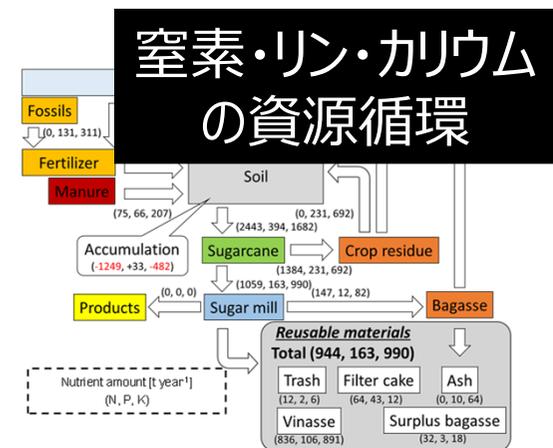
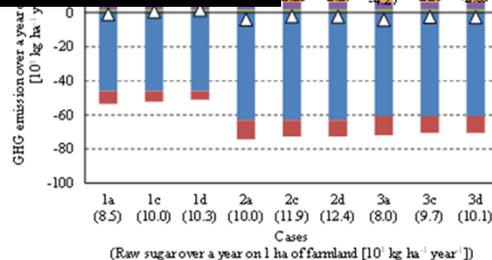


地域資源の循環利用で到達できる物質・エネルギーシステムの設計

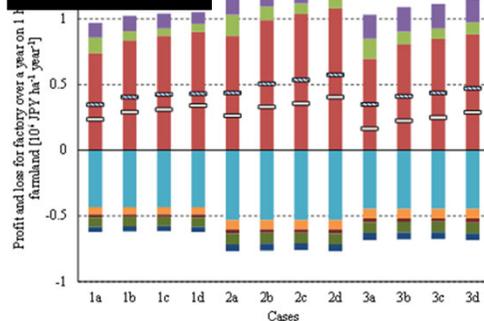
技術・システムのライフサイクルサステナビリティ評価

- 技術・システムオプションに対してライフサイクル思考に基づく技術評価
 - ライフサイクルアセスメント
 - 環境影響
 - ライフサイクルコストリング
 - 事業費用、社会費用
 - 社会性ライフサイクル評価
 - 生態系、労働への影響
- 真に持続可能な地域のシステムへ

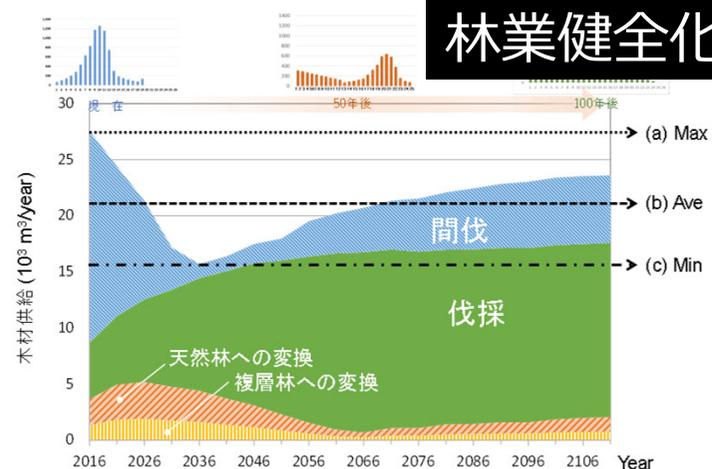
ライフサイクルの環境影響



事業性



林業健全化

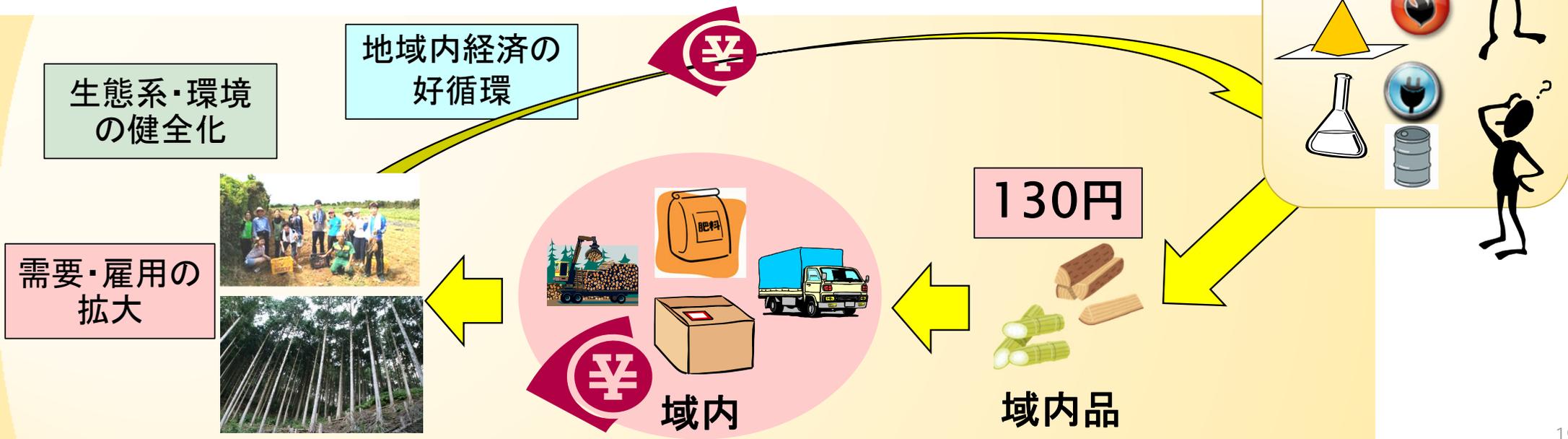


理想たる**論拠**の探索

Kanematsu et al., *Appl. Ener.*, 2017; Ouchida et al., 2019; 福島ら, 日本LCA学会誌, 2019; 大内田ら, 化学工学論文集, 2018

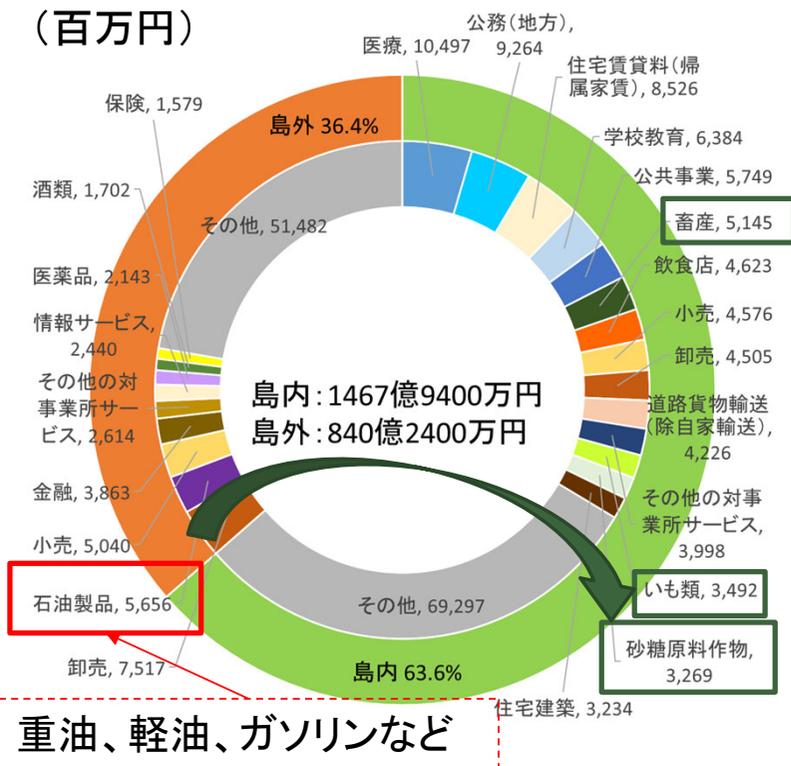


“コスト”が高い、とは？：域内資源と域外資源



技術導入による社会経済的波及の可視化

島内の生産額と島外への流出額 (百万円)

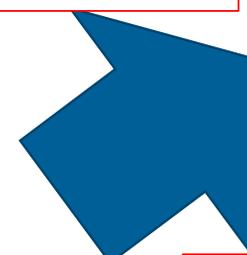


現在の化石使用量

Gasoline: 16,534 kL,
Diesel: 10,224 kL
Heavy oil: 51,290 kL,
LPG: 5,583 t

4,590
million JPY/yr

地域資源による代替



外に漏れていた資金を
地域内産業へ

- サトウキビ新品種
- バガス由来発電所の導入
- 糖蜜エタノール
- ショ糖結晶化技術
- 木質チップ利用
- バイオディーゼル固体触媒生産法

- 島内の電力需要の14.2%、ガソリンの7.5%、軽油の0.2%が代替
- 島内生産額が約**51.5億円**(導入前の島内生産額の3.5%)、粗付加価値が**20.1億円**(雇用者所得:4.6億円)増加
- 島外流出は正味5.1億円増加(生産額の増加の1割)※改善余地あり
- 島内経済の**好循環化**

最先端知に基づくビジョンと地域のCo-learning

地域ビジョン・シナリオに関する 産学公Co-learning

- 研究開発・技術者と地域が学び合える場の構築手法を開発
 - 地域の皆さんにとって魅力ある物質・エネルギーシステムとするために、産学公の共創のための学び合いの場
 - 地域へ導入すべき技術・システムの理解を相互に深め、フィールド実証、社会実装、水平展開を加速する学び合いの場

地域における**情理**の探索

住民との熟議



地域企業とシナリオプランニング



中高生との授業と発信



ビジョンの共有

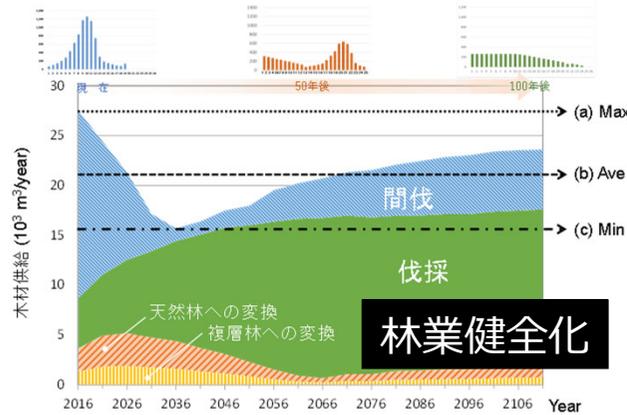
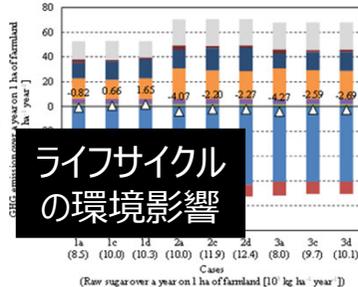
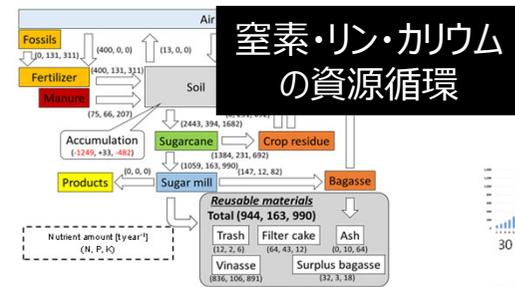
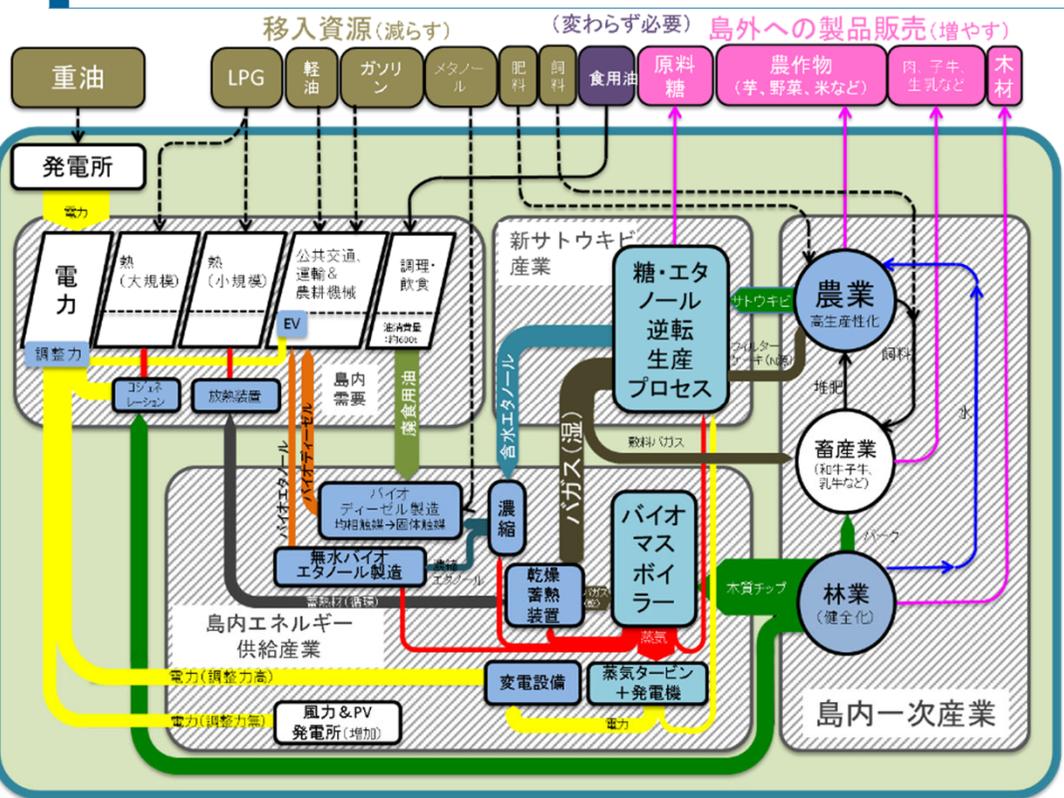


職員研修

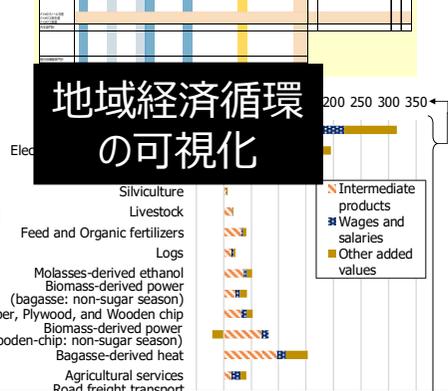


The World Cultural Council Award: Special Recognitions
Kikuchi Y. et al., Sustainability Science, 2020; 中井ら、日本LCA学会誌、
2020; Nakai, et al., Energy Research and Social Science, 2018;

地域資源の循環利用で到達できる物質・エネルギーシステムの設計



拡張型種子島産業連関表 (197部門+3部門新設)



島内生産額: 約**51.5億円**(3.5%)増
 粗付加価値: 約**20.1億円**
 (雇用者所得: 4.6億円)増

学術的批判を受け止めながら進化

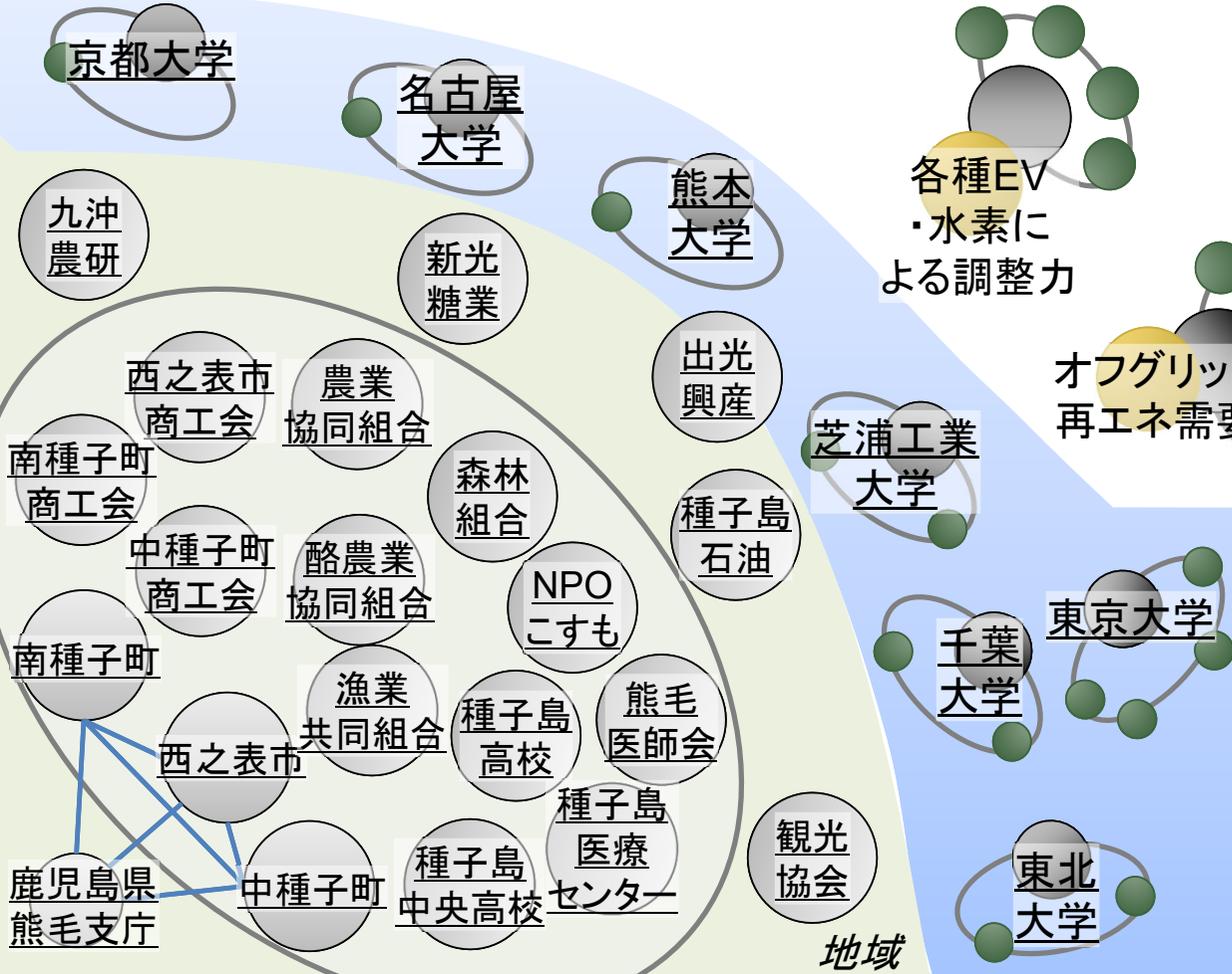
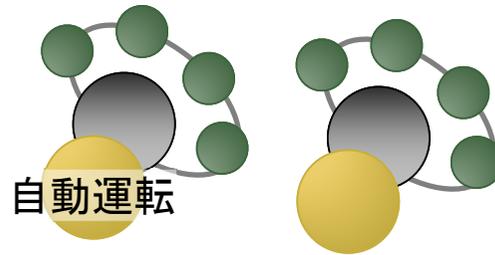
Kikuchi Y. et al., *Sustain. Sci.*, 2020; Fujii et al., *Appl. Energy.*, 2019; 小原ら、*日本LCA学会誌*, 2019; Kikuchi et al., *Int J Hydrogen Energy*, 2019; Kanematsu et al., *Appl. Energy.*, 2017; Ouchida et al., *J Clean Prod*, 2019; 福島ら、*日本LCA学会誌*, 2019; 大内田ら、*化学工学論文集*, 2018; Ouchida, K., *AIChE J*, 2017; Kikuchi Y. et al. *J Ind Ecol*, 2016; 尾下ら、*日本LCA学会誌*, 2020; 中井ら、*日本LCA学会誌*, 2020; Nakai, et al., *Energy Res Social Sci*, 2018; I. Chen, et al., *J Chem Eng Jpn* 2018; The World Cultural Council Award: Special Recognitions



産学公・中高生と
 Co-learning
 (学び合い)

プラットフォーム上で新たに
検討を開始しようとしている域外の要素

必要なものを取り込む
“場” (エコシステム)



種子島オープンプラットフォーム(2020/11/18~)

- 地域資源が循環するシステムを理想の概念・論拠・情理に基づいたイノベーションエコシステムで開発できる産学公共創の実現
- 包括協定をベースとしたNetwork of Networks
- 域内外における知・技・人の交流を円滑化
- 実証試験等を通じた技術・システム選択の社会実装

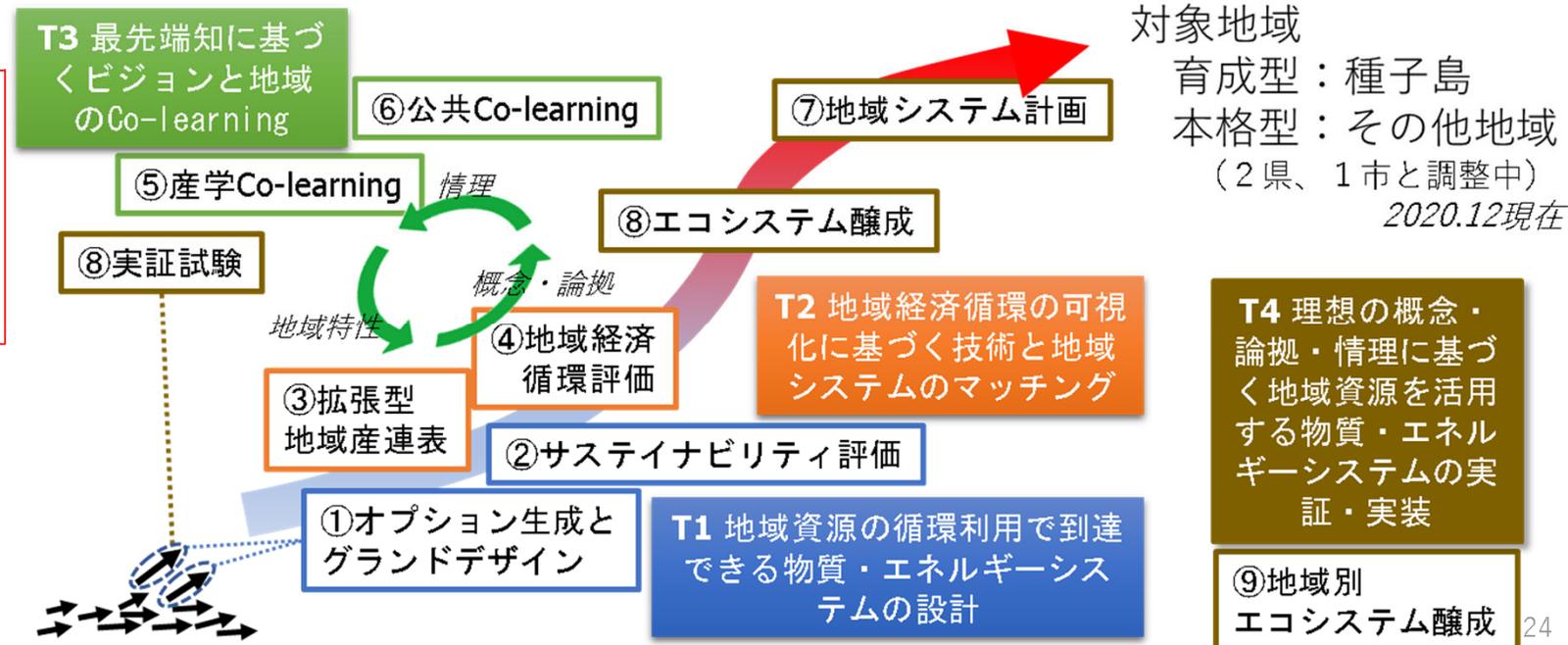
地域で大学からはじめる産学公の協創

最先端科学技術に“**実証の場**”を、地域に“**最先端科学技術へ触れる機会**”を提供し、複雑化する地域課題を乗り越えた先にある将来ビジョンを描きやすくし、**地域循環社会やSDGsの実現を早める研究拠点の実現**

- 実装可能な技術で創る地域の物質・エネルギーシステムのシナリオ
- システム思考による設計と実行可能性評価
- 地域が変わるために地域でシナリオ導出

資源を循環させる
地域イノベーション
エコシステム研究拠点
(JPMJPF2003:2020.12~)

JST共創の場(COI-NEXT)



講師紹介：菊池康紀



● 略歴

- 2000年3月 福島県立会津高等学校卒業
- 2004年3月 東京大学工学部化学システム工学科卒業
- 2006年3月 同工学系研究科化学システム工学専攻 博士課程修了 博士（工学）
- 2009年4月 同専攻 助教
- 2011年7月-9月 スイス連邦工科大学チューリッヒ校 Academic Guest
- 2012年4月 東京大学総長室総括プロジェクト機構 特任講師
- 2015年10月 東京大学総長室総括プロジェクト機構 特任准教授
- 2018年4月 東京大学国際高等研究所 サステナビリティ学連携研究機構 准教授
- 2019年4月 東京大学未来ビジョン研究センター 准教授（組織改革）
「プラチナ社会」総括寄付講座（代表兼務）
工学系研究科化学システム工学専攻(兼担)

○ 兼任等

九州大学カーボンニュートラルエネルギー国際研究所、千葉大学環境健康フィールド科学センター、科学技術振興機構研究開発戦略センター、物質材料研究機構、東京工業大学物質理工学院

● 専門

化学工学、プロセスシステム工学、ライフサイクル工学、知識の構造化、Transdisciplinary research

E-mail: ykikuchi@ifi.u-tokyo.ac.jp

所属学会・委員会等

化学工学会、日本LCA学会、日本リスク研究学会、国際産業エコロジー学会、アメリカ化学工学会、UNEP IRP LCIA-WG
日本学術振興会プロセスシステム工学第143委員会

