



低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

ゼロカーボン社会実現に向けた 産業構造と評価システム

令和5年3月

Industrial Structure and Evaluation System towards Zero Carbon Society

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2022-PP-08

概要

低炭素社会戦略センター（LCS）は2030年、2050年の産業構造を定量的に評価し、GDP、CO₂排出量、電力需要量を明らかにしてきた。その方法論は第1に、再生可能エネルギーと低炭素化技術について、将来の技術の進歩向上を科学的知見に基づいて予測したうえで、プロセス設計手法に従って主要なプロセス機器の仕様を決定し、コスト重量データベースを用いて、発電コストあるいは製造コストの推移を定量的に評価した。これを定量的技術シナリオという。第2に、系統安定性を考慮したLCS電源構成モデルにより、発電部門CO₂排出削減率をパラメータとし、計算された発電コストあるいは製造コストを用いて電力コストを最小とする電源システムを計算した。第3に、産業連関表に再生可能エネルギー部門を追加し、環境負荷原単位データブックを用いて、拡張型産業連関表とCO₂排出係数表を作成した。産業連関分析によりGDPとCO₂排出量を一体的に計算した。この方法論をLCS産業構造評価システムという。本提案書では例を示しながらLCS産業構造評価システムを詳述した。あわせて2050年ゼロカーボン社会の産業構造の例を示し、CCS・DAC技術が必要であること、産業構造の変化に呼応した教育、研究体制の充実とともに人材育成の重要性を述べた。

Summary

Center for Low Carbon Society Strategy (LCS) has quantitatively evaluated the industrial structure in 2030 and 2050 and clarified GDP, CO₂ emissions, and electricity demand. The methodology first determined the specifications of main process equipment according to the process design method for renewable energy and low-carbon technology, and quantitatively evaluated changes in electricity generation costs or manufacturing costs using LCS's proprietary cost and weight database. This is called a Quantitative Technology Scenario. Second, we calculated the power supply structure that minimizes the electricity cost by using LCS's proprietary power supply structure calculation model that considers the system stability under the conditions of calculated electricity generation costs or manufacturing cost as well as the CO₂ emission reduction rate of the power generation sector as a parameter. Third, we added renewable energy sectors to the input-output table, and created the extended input-output table and CO₂ emission coefficient table using the Embodied Energy and Emission Intensity Data for Japan. GDP and CO₂ emissions were calculated integrally by input-output analysis. This methodology is called the LCS Industrial Structure Evaluation System.

This proposal intended to describe in detail the unique LCS Industrial Structure Evaluation System with many case studies including the example of the industrial structure modifications for a zero-carbon society in 2050. In accordance to these modifications in the industrial structure, we would like to mention the necessity of CCS/DAC technology and the importance of human resource development as well as the enhancement of education and research systems.

目次

概要

1. はじめに	1
2. LCS 産業構造評価システム	1
3. 再生可能エネルギーの定量的技術シナリオ	2
3.1 プロセスフローシート、物質収支表、熱収支表の作成	2
3.2 機器リストの作成	3
3.3 発電コスト表の作成	4
3.4 科学的知見に基づいた定量的技術シナリオの作成	5
4. LCS 電源構成モデルによる電力コスト	6
5. 産業連関分析	6
5.1 拡張型産業連関表	6
5.2 産業連関分析結果	7
5.3 人材育成	9
6. まとめ	10
7. 政策提案	10
参考文献	10

1. はじめに

1992年に、東京大学で茅陽一教授（当時）を中心に始まった地球環境チームに、山田興一教授（当時）が小宮山宏教授（当時）とともに参加し、再生可能エネルギーを中心とした電力供給システムの構築を基本にして、将来社会の記述を定量的に示す方法論が必要であるとの着想を得て研究開発を開始した。その目標は、未来のCO₂排出量をゼロにする定量的システムの構築であった。具体的には、主要電源の一翼を担うであろう太陽光発電システムを取り上げ、精緻なプロセス設計手法を用いて、科学的知見に基づいた定量的技術シナリオを作成し公表した [1]。

その後、2009年に立ち上げた低炭素社会戦略センター（以下、LCS）にて、太陽光、風力、中小水力、地熱、木質バイオマス、バイオガス等の再生可能エネルギー分野、さらに、森林資源、蓄電池、揚水発電、水素、燃料電池、CCS、DAC等のゼロカーボン（ZC）化関連技術について、同様に定量的技術シナリオを作成した。次に、これらの知見を元に、LCS電源構成モデル [2-4] を構築し、電源システムの評価を行った。他方で、再生可能エネルギー電源やその他の関連部門を追加した拡張型産業連関表を独自に作成し、ZC電源システムとの統合を実現した。

定量的技術シナリオとZC電源システムを、新しい産業連関表とリンクさせることにより、様々な条件下での現在と未来の社会を定量化することが可能になり、2050年の豊かなZC社会の実現に向けての産業構造を定量的に例示することが可能な方法論を確立することができた。

この統合的方法論、LCS産業構造評価システムは、種々の技術や社会変化を、独自の方法で産業連関表に繋いで表現するもので、他には見られない特長を持っている。この方法論によりCO₂排出量、GDP、貿易収支の関係を幅広く変化させて計算が可能になった。

本提案書では、2030年、2050年での電力需要量、コスト、GDP、貿易収支さらにCO₂排出量等を計算した結果を報告する。さらに、豊かなZC社会実現に向けての産業構造の変化に呼応した教育、研究体制を作り上げることが重要であり、特に人材育成の立場から、期限付き雇用体制の廃止や奨学金制度の充実についての危惧の念を強く訴えたい。

2. LCS 産業構造評価システム

将来の産業構造を設計する手法の概要を以下に示す。

再生可能エネルギー電源の発電コストや関連技術の製造コストをプロセス設計手法により評価する。

- (1) 主なプロセス機器を含めたプロセスフローシート、物質収支表、熱収支表の作成
- (2) コスト重量データベースとラング係数を用いて機器リストの作成
- (3) 発電コスト計算表、ライフサイクルCO₂排出量表の作成
- (4) 科学的知見に基づいて技術進歩を予測した定量的技術シナリオの作成

プロセスフローシート、物質収支表、熱収支表、機器リスト、発電コスト計算表、ライフサイクルCO₂排出量表、定量的技術シナリオを取りまとめて保存する。

次に、情報通信技術関連分野の爆発的な成長によりもたらされる電力需要の増加を考慮して、LCS電源構成モデルを使用し、発電部門CO₂排出削減率と電力需要量をパラメータとして電力コストを最小とする電源システム（3,200TWh/年）を計算する。

最後に、2015年産業連関表 [5] は約500の財・サービス部門と約400の生産部門からなるマトリックスであり、これに再生可能エネルギー電源を加え、2015年環境負荷原単位データブック (3EID) [6] を活用して、拡張型産業連関表とCO₂排出係数表を作成する。CO₂排出量が多い部門と将来生産が拡大すると期待される部門を選び、変化を与えて産業連関分析を行い、GDPとCO₂排出量を算出する。各部門に与える変化は、現状の延長を推定した姿ではなく、目標とする姿を定量化したものとす。

定量的技術シナリオ、LCS 電源構成モデル、産業連関分析からなる LCS 産業構造評価システムを用いることにより、将来の産業構造を明らかにできる。

3. 再生可能エネルギーの定量的技術シナリオ

太陽光発電（メガソーラー）、陸上風力発電、洋上風力発電、木質バイオマス発電、地熱発電、揚水式水力発電、蓄電池変電所、水素（アンモニア）ガスタービン発電、燃料電池、CCS、DAC について定量的技術シナリオを作成した。

3.1 プロセスフローシート、物質収支表、熱収支表の作成

シングルフラッシュ式地熱発電の例を図1、表1、表2に示した。

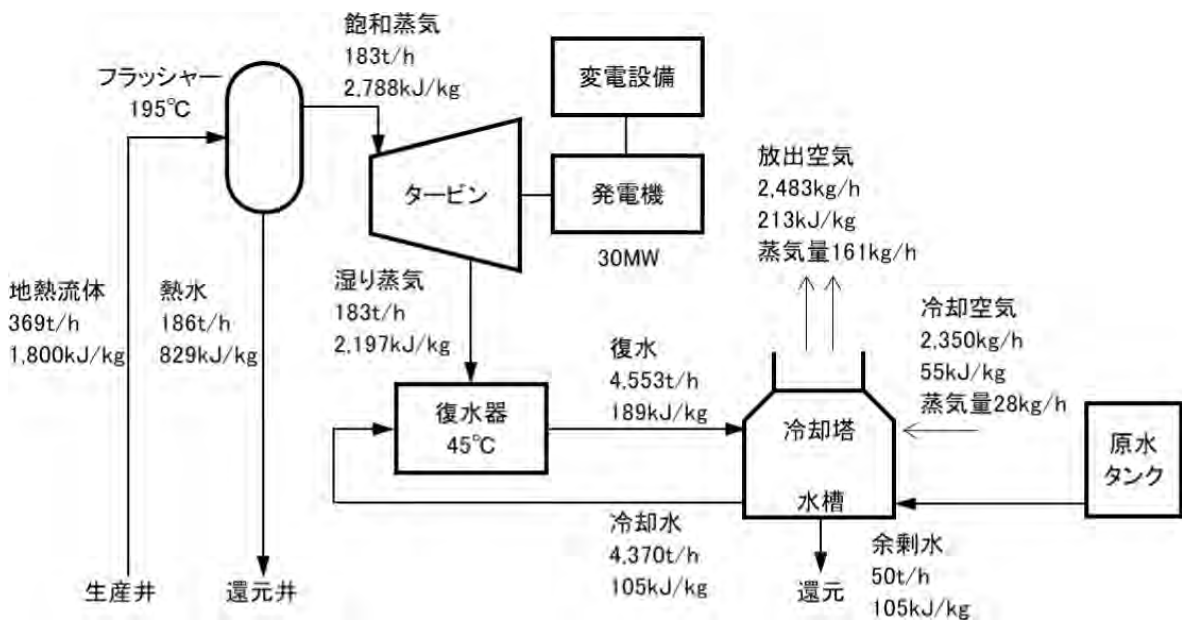


図1 地熱発電プロセスフローシートの例（LCS 提案書 FY2014-PP-07 [7] の図に加筆）

表1 物質収支表の例

単位：t/h

	生産井	フラッシャー	タービン	復水器	冷却空気	冷却塔
地熱流体	369					
飽和蒸気		183				
熱水		186				
湿り蒸気			183			
復水				4,553		
冷却空気中蒸気					28	
冷却水						4,370
放出空気中蒸気						161
余剰水						50

表2 熱収支表の例

単位：MW

	生産井	フラッシュャー	タービン	復水器	冷却空気	冷却塔
地熱流体	185					
飽和蒸気		142				
熱水		43				
発電出力			30			
湿り蒸気			112			
復水				239		
冷却空気					36	
冷却水						127
放出空気						147
余剰水						1

3.2 機器リストの作成

LCSは主なプロセス機器のコスト（機器購入費）と重量をまとめたコスト重量データベースを作成した[8]。コスト重量データベースは、化学プロセス用機器だけでなく加工組立用、物流用機器も含んでおり、図2にコスト重量データベースのイメージを示した。

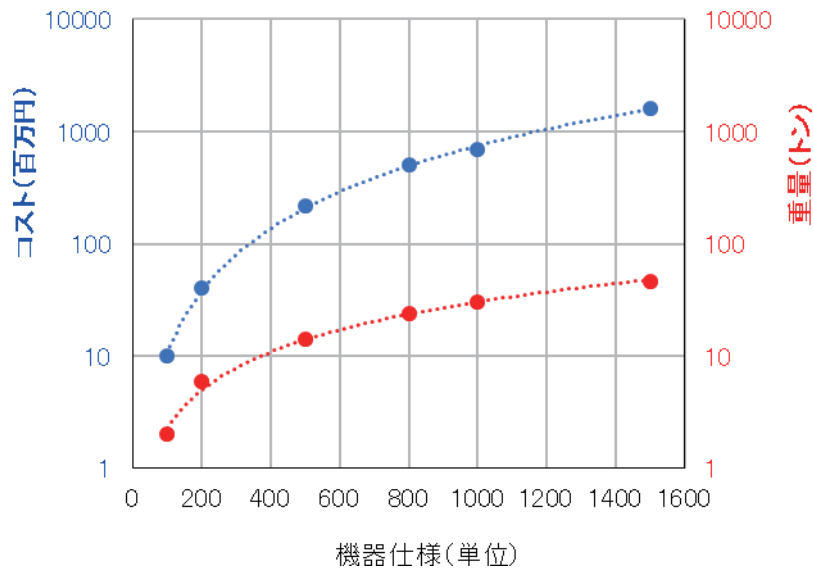


図2 プロセス機器のコスト重量データのイメージ図

プロセスフローシートからプロセス機器の仕様を決定した。コスト重量データベースを用いて、仕様に基づいてプロセス機器のコスト、重量、運転人員を求めた。機器リストとプロセス機器以外の設備リストの例を表3、表4に示す。

表3 機器リストの例

	機器名称	仕様	コスト(百万円)	重量(トン)	運転員(人)	基数
1	フラッシャー	1.2 m ³	2	1	0	1
2	蒸気輸送管	250 A、1,500 m	185	270	0	1
3	蒸気タービン	30 MW	305	68	0.1	1
4	発電機	33,000 kVA	245	47	0.1	1
5	変圧器	33,000 kVA	603	106	0.1	1
6	復水器	4,370 t/h	104	189	0.1	1
7	冷却塔(除く水槽)	102 MW	133	125	0.1	1
8	原水タンク	800 m ³	51	90	0.35	2
	合計	————	1,628	————	0.85	————

表4 プロセス機器以外の設備リストの例

	機器名称	仕様	コスト(百万円)	重量(トン)	運転員(人)	基数
1	坑井(掘削費)	2000 m、15本	6,483	2,734	2	1
2	水槽	1,455 m ³	23	406	0	1
3	タービン建屋	1,300 m ²	260	1,000	0	1
3	その他(調査費)		100	0	0	1
	合計	————	6,866	————	2	————

3.3 発電コスト表の作成

プロセス機器のコスト(機器購入費)にラング係数を乗じて直接費と間接費を求め、プラントの総建設費を計算した。ラング係数は機器購入費に対するプラント建設費の比率であり、LCS提案書FY2014-PP-11[8]に例を示した。設備利用率と所内率を設定して年間発電量を計算し、設定した年経費率、燃料費、人件費から表5に示す発電コスト計算表を作成した。

表5 発電コスト計算表の例

項目	単位	数値
機器購入費	百万円	1,628
直接費（工事）	百万円	2,442
間接費	百万円	611
その他の設備費	百万円	6,866
総建設費	百万円	11,547
発電容量	MW	30
設備利用率	%	80
所内率	%	10
年間発電量	MWh	189,216
年経費率	%	10
燃料費	百万円	0
人件費（5百万円/人）	百万円	25
その他（補充坑井）	百万円	113
発電コスト	円/kWh	6.8

3.4 科学的知見に基づいた定量的技術シナリオの作成

LCSは、技術の進歩を分子レベル（ミクロスケール）から着目し、実スケールに展開したうえで評価する手法により、定量的技術シナリオの作成を実践してきた。

その一例として、太陽電池システムの変換効率と製造コストについて、1990年時点で2010年までの予測結果 [1]、さらに2010年時点で2030年までの予測結果 [9] を図3に示した。いずれも現実の市場価格の動きと良く一致していることが分かる。

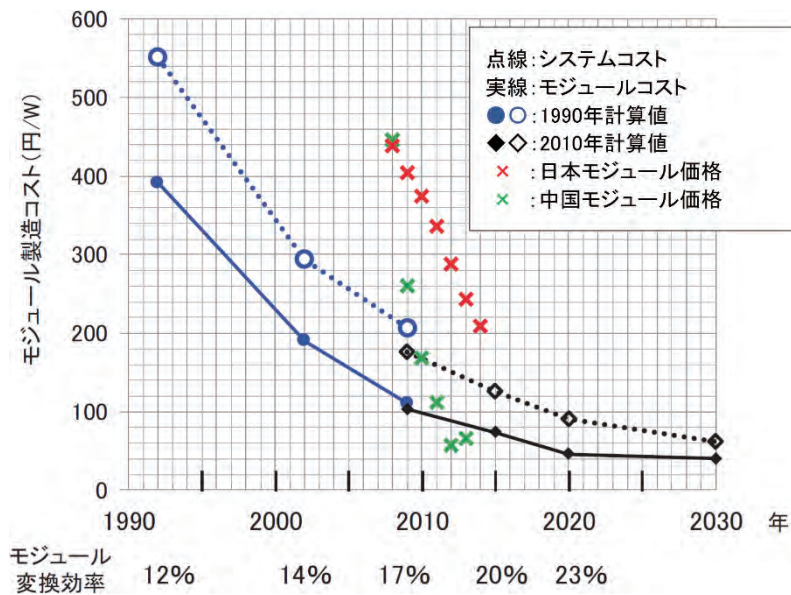


図3 シリコン太陽光発電システムのコスト推移
 (LCS 提案書 FY2016-PP-01 から転載)

この評価手法の基本概念は文献 [1] に詳述されており、その後、LCS でさらに研究、考察を継続して発展させた結果、いわゆる習熟曲線等に依存しない定量的技術シナリオ作成の手法を確立することができた [9]。

続いて、この方法論をその他の再生可能エネルギー関連技術体系（風力、中小水力、地熱、木質バイオマス、森林資源、蓄電池、揚水発電、水素製造・発電、燃料電池、CCS、DAC など）にも適用して、それぞれの分野の定量的技術シナリオを完成させ、政策提案書等の作成を通して公表している。

さらに、これらの各分野の定量的技術シナリオを元にして、将来の ZC 社会の実現には必須である ZC 電源システムの構築を行い、ZC 電力構成、電力需要、電力コストの関係を明確にすることができた。

4. LCS 電源構成モデルによる電力コスト

ZC 社会の主なエネルギーは再生可能エネルギーによる電力である。LCS は系統安定性を考慮した電源構成モデルを構築し、ZC 電源システムを評価してきた [2-4]。

再生可能エネルギーの定量的技術シナリオによる発電コストと発電所の建設単価を用い、LCS 提案書 FY2021-PP-05 [4] の表 2 に示した各電源のポテンシャルの制約の下で、電力需要量と発電部門 CO₂ 削減率をパラメータとして、LCS 電源構成モデルにより電力コストを最小とする電源システムを計算した。これにより各電源の発電量と発電設備容量、および全体の電力コストが分かる。

ZC 電力コストの計算結果の例を図 4 に示す。電力需要量が現状の 3 倍以上のときでも ZC 電力コストは約 25 円/kWh という結果を得た。

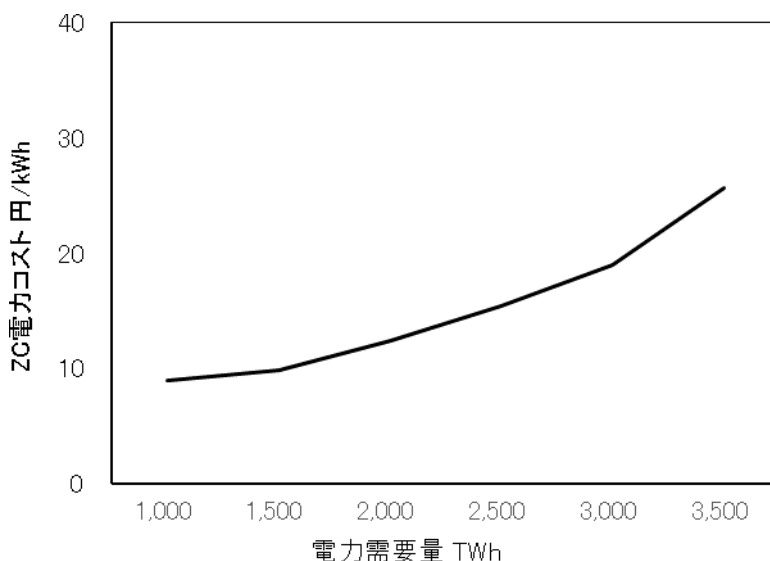


図 4 電力需要量と電力コスト

5. 産業連関分析

5.1 拡張型産業連関表

2015 年産業連関表には再生可能エネルギーとその関連部門がなく、表 6 に示した部門を追加して 173 部門の拡張型産業連関表を作成した。CO₂ 排出量を計算するため 3EID を活用した。

表6 追加した電力部門とその関連部門

電力部門（建設と運転）		関連部門	
1	原子力発電	1	太陽光モジュール（国産）
2	石炭火力発電	2	太陽光モジュール（輸入）
3	石油火力発電	3	リチウム蓄電池（EV車用）
4	LNG火力発電	4	鉛蓄電池（蓄電池変電所用）
5	水力発電	5	水素ガス製造
6	太陽光発電	6	乗用車EV
7	陸上風力発電	7	トラックバスEV
8	洋上風力発電	8	CCS建設
9	バイオマス発電	9	DAC建設
10	地熱発電	10	CCS（国内）
11	地熱発電高温岩体発電	11	DAC（国内）
12	蓄電池	—	—
13	水素ガスタービン発電	—	—
14	揚水式水力発電	—	—
15	送電	—	—

新設する部門の投入係数の決定方法はLCS提案書FY2019-PP-14 [10]の3.1項に示した。

産業連関表と3EIDの部門集約と部門追加のために、独自のLCSプログラムを開発して作業の効率化を図り、N部門産業連関表とN部門CO₂排出係数表を作成した。LCSプログラムではNを任意に設定できる。作業の流れを表す図5に示したように、産業連関表基本取引表の代わりに投入表を使用した。

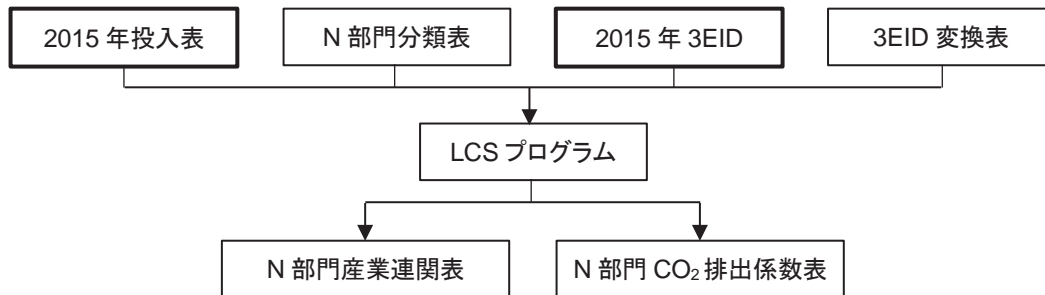


図5 N部門産業連関表の作成フロー（太枠はダウンロードしたデータである）

5.2 産業連関分析結果

産業連関表には多くの産業分野が含まれているが、ここでは変化を与える対象として173部門から10分野を選んだ。CO₂排出量の多い分野として発電、化学工業、鉄鋼、セメント、運輸、家計の6部門、GDPに大きく影響する分野として機械製品、情報通信サービス、医療、宿泊・飲食（訪日客）の4部門に対し、LCS提案書FY2021-PP-09 [11]の表2に示した項目に変化を与えて産業連関分析を行った結果を表7と表8に示した。

表7 産業連関分析結果—2030年—

年		2015年	2030年	2030年	2030年	2030年
変化の例	発電部門 CO ₂ 削減率 (%)	—	70	70	70	70
	総電力コスト (円/kWh)	20.3	9.2	9.2	9.2	9.2
	情報サービス—家計支出 (兆円)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	情報サービス—資本形成 (兆円)	9.3	37.0	37.0	37.0	37.0
	情報サービス—輸出 (兆円)	0.4	6.0	6.0	6.0	6.0
	情報サービス—輸入係数	0.078	0.028	0.028	0.028	0.028
	機械製品—輸出 (兆円)	9.8	11.7	13.9	15.9	17.7
	海外観光客 (兆円)	1.1	1.7	4.6	6.8	6.8
計算結果	GDP (兆円)	533	595	599	603	605
	輸出 (兆円)	87	94	99	103	105
	輸入 (兆円)	102	102	102	103	103
	貿易収支 (兆円)	−15	−8	−3	0.4	2
	電力需要量 (TWh/年)	1,000	1,185	1,197	1,206	1,209
	CO ₂ 排出量 (Mt)	1,227	740	748	755	758
	CO ₂ 排出削減率 (%) 2013年比	6.3	43.5	42.9	42.4	42.2

表7は2030年産業構造の例を示した。発電部門のCO₂排出削減率、鉄リサイクル、EV車普及、情報サービスなどに与える変化は一定とし、生産用機械製品などの輸出および訪日客による宿泊と飲食を増加させた4個のケースの計算結果である。CO₂排出量は2015年の1,227Mtから740～758Mtに減少した。2013年の排出量1,310Mtを基準としたCO₂排出削減率は、2021年に閣議決定された削減目標46%にほぼ近づくことが分かった。GDPは約600兆円、電力需要量は約1,200TWh/年となった。

表8 産業連関分析結果—2050年、CCS・DACあり—

年		2015年	2050年	2050年	2050年	2050年
変化の例	発電部門 CO ₂ 削減率 (%)	—	100	100	100	100
	総電力コスト (円/kWh)	20.3	15.8	15.8	21.6	25.0
	情報サービス—家計支出 (兆円)	1.8	195	195	780	780
	情報サービス—資本形成 (兆円)	9.3	71	71	71	71
	情報サービス—輸出 (兆円)	0.4	42	91	91	91
	情報サービス—輸入係数	0.078	0.078	0.008	0.078	0.008
	機械製品—輸出 (兆円)	9.8	54	54	54	54
	海外観光客 (兆円)	1.1	21	21	21	21
計算結果	GDP (兆円)	533	930	1,014	1,472	1,573
	輸出 (兆円)	87	161	209	209	209
	輸入 (兆円)	102	168	132	265	165
	貿易収支 (兆円)	−15	−7	77	−56	45
	電力需要量 (TWh/年)	1,000	2,276	2,435	3,000	3,220
	CO ₂ 排出量 (Mt)	1,227	0	0	0	0
	CO ₂ 排出削減率 (%) 2013年比	6.3	100	100	100	100

表8に2050年産業構造の例を示した。情報サービスの家計支出、資本形成、輸出が大幅に増加し、輸入係数が小さくなった場合の4個のケースの計算結果である。CCS・DACが社会に実装され、CO₂排出量はゼロとなった。GDPは930～1,573兆円、電力需要量は2,276～3,220TWh/年となった。GDPが1,573兆円となった場合の年間平均成長率は3.1%である。

2050年にCCS・DACで処理するCO₂量を明確にするため、与える変化は表8と同じとしCCS・DACなしの場合の計算結果を表9に示した。CO₂総排出量、およびその内訳として上位6部門のCO₂排出量を示した。

表9 産業連関分析結果—2050年、CCS・DACなし、変化条件は表8と同じ—

		年	2015年	2050年	2050年	2050年	2050年
計算結果	GDP (兆円)		533	931	1,014	1,473	1,573
	輸出 (兆円)		87	161	209	209	209
	輸入 (兆円)		102	167	131	264	164
	貿易収支 (兆円)		-15	-6	78	-55	45
	電力需要量 (TWh/年)		1,000	2,260	2,418	2,987	3,207
	CO ₂ 排出量 (Mt)		1,227	141	144	159	163
	漁業の CO ₂ 排出量 (Mt)		5	4	4	4	4
	化学工業の CO ₂ 排出量 (Mt)		50	33	34	36	37
	セメントの CO ₂ 排出量 (Mt)		43	23	24	25	25
	廃棄物処理 CO ₂ 排出量 (Mt)		31	35	36	40	42
	航空輸送の CO ₂ 排出量 (Mt)		8	11	12	17	19
	水運の CO ₂ 排出量 (Mt)		12	10	10	11	11
	6部門以外 CO ₂ 排出量 (Mt)		1,078	24	25	26	26

表9に示したように、ZC電源、EV車の普及、電化と省エネを変化として与えてもCO₂排出は残るため、2050年ZC社会の実現にはCCS・DACが必要であることが分かった。

日本国内のCO₂地下貯留ポテンシャルは3,600Mt-CO₂ [12]であり、CO₂地下貯留160Mt/年は22年間可能である。この22年の間に、CCS・DACによらずCO₂排出をゼロとするさらなる技術開発が必要である。大気中のCO₂を積極的に減少させるため、国内CO₂地下貯留ポテンシャルを高めるための探査が必要である。

5.3 人材育成

経済的困窮の学生が、就学の機会を得て学業に専念できるように給付型奨学金制度を充実させ、あわせて期限付き雇用制度の廃止によりポストドクターの経済基盤を確保し、例えば、今後拡大が予想される情報通信サービス産業を創出する人材を育成することにより、新ビジネスを生み出すという長期的な視点が重要である。表7および表8に示した分析結果は教育部門への給付型奨学金や安定雇用等の施策を反映した結果である。

6. まとめ

プロセス設計手法を応用して再生可能エネルギー電源の発電コストとその将来推移を科学的に評価し、再生可能エネルギーと ZC 化技術の定量的技術シナリオを作成した。

GDP、CO₂ 総排出量、電力需要量を別個に評価するのではなく、産業連関分析を活用して一体的かつ定量的に評価する手法、LCS 産業構造評価システムを確立した。

ZC 電源や EV 車の普及、電化と省エネの推進を行っても CO₂ 排出は残るため、ZC 社会の実現には CCS・DAC は必要であることが明らかになった。

仮想空間市場の拡大にともない情報通信サービス産業を成長させれば、日本の GDP を 1,500 兆円に伸ばすことができることが分かった。

7. 政策提案

LCS 産業構造評価システムを用いて様々なシナリオを評価し、2050 年 ZC 社会の産業構造の目指す姿を定量的に示す必要がある。

多くの企業、組織が 2050 年 ZC を目標に掲げており、CCS・DAC で捕集した CO₂ を国内地下貯留することに価値があることを知らせる必要がある。

情報通信サービス産業を牽引する人材を育成するため、経済的困窮にある学生が学業に打ち込むことができ、ポストドクターが期限なしに研究に専念できる場を提供する必要がある。

参考文献

- [1] 山田興一，小宮山宏，太陽光発電工学—太陽電池の基礎からシステム評価まで—，日経 BP，2002.
- [2] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，“ゼロカーボン電源システムの安定化と技術・経済性評価（Vol.1）—安定的かつ経済的なゼロカーボン電源供給のための技術開発課題—”，LCS-FY2019-PP-21，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，令和2年3月.
- [3] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，“ゼロカーボン電源システムの安定化と技術・経済性評価（Vol.2）—2050年のゼロカーボン電源に向けたシナリオ解析—”，LCS-FY2020-PP-17，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，令和3年9月.
- [4] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，“ゼロカーボン電源システムの安定化と技術・経済性評価（Vol.3）—2030年政府案実現の見通し評価と2050年ゼロカーボン電源化への課題—”，LCS-FY2021-PP-05，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，令和4年3月.
- [5] 総務省，https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/ichiran.htm，（アクセス日2022年12月26日）.
- [6] 国立研究開発法人国立環境研究所，南斉規介，産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID），<http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index.html>，2019，（アクセス日2022年12月26日）.
- [7] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，技術開発編，“地熱発電（Vol.1）—発電量拡大に向けた設計・評価—”，LCS-FY2014-PP-07，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，平成27年3月.
- [8] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション

- 政策立案のための提案書，技術開発編，“プロセス機器選定と製造コスト、環境負荷算出のための基礎データベース作成—製造機器・材料・コスト情報の構造化—”，LCS-FY2014-PP-11，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，平成27年3月。
- [9] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，技術開発編，“太陽光発電システム（Vol.4）—定量的技術シナリオに基づく太陽電池モジュールの製造コスト低下要因分析—”，LCS-FY2016-PP-01，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，平成29年3月。
- [10] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，“ゼロカーボン社会に向かう産業構造の変化例—拡張型産業連関表の適用—”，LCS-FY2019-PP-14，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，令和2年3月。
- [11] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，“ゼロカーボン社会実現に向けた2030年、2050年の産業構造”，LCS-FY2021-PP-09，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，令和4年4月。
- [12] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，“液体二酸化炭素の深海堆積物層中での貯留—日本における適地の探索—”，LCS-FY2021-PP-06，科学技術振興機構低炭素社会戦略センター，令和4年3月。

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

**ゼロカーボン社会実現に向けた
産業構造と評価システム**

令和5年3月

Industrial Structure and Evaluation System towards Zero Carbon Society

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies,
Center for Low Carbon Society Strategy,
Japan Science and Technology Agency,
2023.3

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 主任研究員 石川 環 (ISHIKAWA Tamaki)
上席研究員 三森 輝夫 (MITSUMORI Teruo)
特任研究員 西川 浩 (NISHIKAWA Hiroshi)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ 8階
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273
<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2023 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

