

# 低炭素社会シナリオ下でのエネルギー安全保障の評価

Evaluating energy security

under low-carbon society scenarios in Japan

生田 遥

IKUTA, Haruka

環境政策・計画学科において学士（環境科学）の学位授与の資格の  
一部として滋賀県立大学環境科学部に提出した研究報告書

2016年度

承認



指導教員



# 低炭素社会シナリオ下でのエネルギー安全保障の評価

松本研究室 1112002 生田遥

## 1. 背景・論点

日本がエネルギー政策を重視し始めたのは、1973年の第一次石油危機がきっかけであった。当時、日本の産業および国民生活は大打撃を受けた。これを受け、日本はエネルギーの安定供給を最優先したエネルギー政策を展開するようになった。2014年に閣議決定された第4次エネルギー基本計画では、エネルギー政策の基本方針として、「3E (Energy Security・Economic Efficiency・Environment)」という基本的な視点に、安全性の確保「S (Safety)」の視点を加味したエネルギー安全保障の考えの重要性が改めて示された<sup>1)</sup>。さらに、2015年に経済産業省が策定した長期エネルギー需給見通しでは、再生可能エネルギーを最大限に導入し、海外から安定的かつ安価にエネルギー資源を調達する体制の構築が2030年までに必要だと示された<sup>1)</sup>。

低炭素社会の実現とエネルギー安全保障の向上の関連について述べると、2011年に双方の関連について関心が寄せられた。これは、同年に発生した東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を受け原子力発電所が停止されたことに伴ったものである。その後、低炭素社会の構築にエネルギー供給の安定の重要性が加えられた<sup>2)</sup>。さらに、2013年以降の地球温暖化対策・施策に関する政府検討会では、2050年までに温室効果ガスを80%削減できるような日本の将来像について検討され、自国のエネルギー供給の脆弱性について、低炭素社会の実現に関わる課題であると示された<sup>3)</sup>。

山田(2007)<sup>4)</sup>は、日本のエネルギー安全保障についての先行研究には定量的な評価がなされているものが少ないことを指摘し、定量的に日本の水準を評価した。そして、日本のエネルギー安全保障は着実に改善しつつあるが、2007年時点では先進諸国中で平均以下の水準であることが示された。

資源エネルギー庁(2014)<sup>5)</sup>は、化石燃料の主な調達先である中東や輸送経路であるアジアの一部の調達に関するリスクが存在することや、各国の社会問題を契機にエネルギーの需給構造は変化しつつあることを示した。そして、試算より日本のエネルギー安全保障水準の低さの要因は、低いエネルギー自給率、高いエネルギーの中東依存度、および地理的条件であることが明らかにされた。

また、日本の現在の施策の組み合わせでCO<sub>2</sub>排出量がどの程度削減できるかを把握するため、文献調査を行った。藤野ら(2007)<sup>6)</sup>は、一定の十分なサービスを国民に供給できる経済成長の下で、2050年の日本のCO<sub>2</sub>排出量を1990年比で70%削減できる技術的な可能性があるかを分析した。そして、2007年時点で行われ

ている施策の組み合わせでも、CO<sub>2</sub>排出量70%削減を実現できる可能性があることが示された。

Matsumoto et al. (2016)<sup>7)</sup>は、気候変動に関する政府間パネルが採択した気候変動に関する2つのシナリオと気候変動政策が含まれていないシナリオを用いて、2100年までのエネルギー構造の変化を分析し、気候緩和とともにエネルギー安全保障の水準が向上することを明らかにした。

上記のような状況から、日本のエネルギー政策においてエネルギー安全保障の考えは、低炭素社会の構築と密接に関連し、並行して実現すべき課題として重要視されている<sup>2),3)</sup>。また、日本においてもエネルギー安全保障の向上と低炭素社会の実現のために、自立したエネルギー供給を可能にする社会構造へ転換する必要性は高い。先行研究では、エネルギー安全保障について定量的な評価が必要とされていることが述べられており、実際に研究されているが、将来の社会シナリオの違いにより変化するエネルギー需給状況に関する予測値を複数用いて比較されているものは少ない。また、先行研究において、日本のエネルギー安全保障に関する水準の低さの要因は示されているが、今後水準を向上させるためには、日本においてどのような社会構造に移行することが効果的であるかを示すような将来の予測に関する研究は見られない。以上より、今後エネルギー安全保障の水準を向上するために、将来日本はどのような社会構造へ移行することが望ましいのかを分析することが重要であるといえる。

## 2. 研究の目的・意義

本研究は、低炭素社会の実現に関連する重要な課題であるエネルギー安全保障を高めるために、必要な社会経済的な要因を明らかにし、将来日本はどのような社会構造へ移行することがエネルギー安全保障の面で望ましいかを示すことを目的とする。

本研究の意義は、今後のエネルギー政策策定の際に、日本の社会構造の違いにより、エネルギー安全保障の水準がどのように変化するかを示す資料となることである。

## 3. 研究方法

### (1)2050 低炭素ナビ

本研究の分析に用いる2050低炭素ナビ(以下、低炭素ナビ)とは、地球環境戦略研究機関・国立環境研究所によって提供されているツールである<sup>8)</sup>。低炭素ナビでは、社会シナリオ、および社会シナリオの条件に基づいて設定するエネルギー需給状況・人々の行動などの

程度に関するレベルにより、2010～2050年（5年ごと）のエネルギー供給構造などの予測値を算出することができる。

低炭素ナビ内で用いられる社会シナリオとは、2013年の政府検討会<sup>3)</sup>で使用された5種類を指している。本研究において各社会シナリオを取り上げる際は、それぞれの社会シナリオをものづくり統括拠点（R&D）社会、メイドインジャパン（MIJ）社会、サービスブランド（SB）社会、資源自立（RI）社会、そして分かち合い（Share）社会と呼ぶ。

本研究の分析には、3種類のレベルの組み合わせを用いる。1つ目は、温室効果ガス排出量削減に向けて、現状以上の努力をしないレベル1である。2つ目は実現可能性が少なからずあり、温室効果ガス排出量削減に向けて最大限の改善努力をしているレベル4である。そして3つ目は、長期エネルギー需給見通し<sup>4)</sup>で示されている2030年時点でのエネルギー需給状況に沿って調整したレベル（以下、調整レベル）である。

## (2)指標

本研究では、Lehr (2009)<sup>9)</sup>の指標を用いて、エネルギー安全保障の評価指標（S1・S2・S3）を構築した（式（2-1, 2-2, 2-6））。

$$S1 = - \sum_{i=1}^N p_i \ln(p_i) \quad (2-1)$$

$$S2 = - \sum_{i=1}^N C_{2i} p_i \ln(p_i) \quad (2-2)$$

ただし、

$$C_{2i} = \left( 1 - im_i \left( 1 - \frac{sm_{2i}}{SM_i} \right) \right) \quad (2-3)$$

$$sm_{2i} = - \sum_{j=1}^M m_{ij} \ln(m_{ij}) \quad (2-4)$$

$$SM_i = -M \frac{1}{M} \ln \frac{1}{M} \quad (2-5)$$

$$S3 = - \sum_{i=1}^N C_{3i} p_i \ln(p_i) \quad (2-6)$$

ただし、

$$C_{3i} = \left( 1 - im_i \left( 1 - \frac{sm_{3i}}{SM_i} \right) \right) \quad (2-7)$$

$$sm_{3i} = - \sum_{j=1}^M a_{ij} * m_{ij} \ln(m_{ij}) \quad (2-8)$$

$p_i$ : 各一次エネルギーの供給割合,  $im_i$ : 各エネルギー源の輸入依存度,  $m_{ij}$ : 各エネルギー源の輸入元国ごとの輸入割合,  $a_{ij}$ : 資源生産安定性 ( $i$ は石油・石炭・天然ガスに適用している),  $i$ : エネルギー種,  $N$ : 一次エネルギー種の総数,  $j$ : 輸入国,  $M$ : 輸入国総数

## (3)データ

評価に使用する将来のエネルギー供給に関する予測値（変数  $p_i$  の算出に用いる）および各エネルギーの輸入量総量（変数  $im_i$  の算出に用いる）は、低炭素ナビの算出結果を用いる。低炭素ナビで算出できない石油・石炭・天然ガスの輸入国ごとの輸入量（変数  $m_{ij}$  の算出

に用いる）には、エネルギー経済研究所計量分析ユニットが提供している最新5年間（2010～2014年）の統計情報<sup>10)</sup>の平均値を用いる。

同様に、低炭素ナビで算出できない国別の石油・石炭・天然ガスの生産量（変数  $a_{ij}$  の算出に用いる）には、U. S. Energy Information Administration が提供するデータの最新5年間（2010～2014年）の値<sup>11)</sup>を用いる。また、過去のエネルギー安全保障を評価する際に使用する、日本の一次エネルギー供給構成・エネルギー輸入量に関する統計情報<sup>10),11)</sup>を使用する。

## 4. 結果・考察

### (1)指標による過去のエネルギー安全保障の評価

1982～2013年のS1・S2および1990～2013年のS3をそれぞれ算出した。S3に関しては、石炭・石油・天然ガスの生産量のデータが手に入った1990年から値を算出した。S3の最大値は1993年の0.55, 最小値は2012年の0.31であった。

また、S1・S2・S3すべての値が2010年に最大値に達した翌年から値が低下し、2012年に大幅に低落して最小値にまで落ち込んだ。これは、東日本大震災の影響による福島第一原子力発電所の事故を受け、原子力発電による発電量が激減したためである。

### (2)社会シナリオによる指標の差異の比較

低炭素ナビに用いられている各社会シナリオごとのエネルギー構成、および指標の算出結果の違いを比較するため、低炭素ナビのレベルを全て調整レベルに設定し、S1・S2・S3を算出した（図1）。

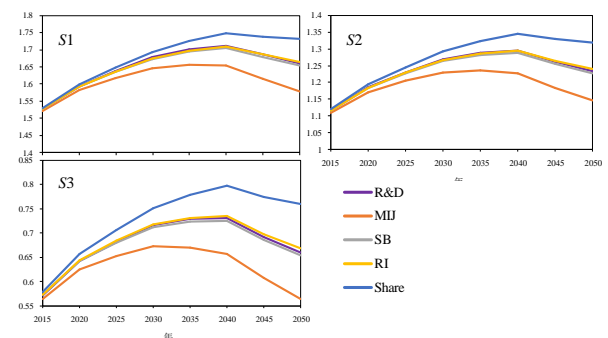


図1 各社会シナリオ（調整レベル）におけるS1・S2・S3の算出結果

図1から、どの指標の算出結果においても、S1・S2・S3の値の社会シナリオの大小関係は変わらない。S3の値が大きい順に社会シナリオを挙げると、Share社会の0.76, RI社会の0.67, R&D社会の0.66, SB社会の0.65, そして、MIJ社会の0.56となった。また、2050年の一次エネルギー構成において、MIJ社会の化石燃料の割合は84.8%と社会シナリオの中で最も高く、Share社会の構成割合は75.6%と最も低くなった。また、MIJ社会における再生可能エネルギーの割合は12.7%と最も低

く、Share 社会における再生可能エネルギーの構成割合は 20.3%と最も高くなった。

さらに、各社会シナリオにおける GDP の予測値を示し（図 2）、比較した。2050 年の GDP の値は MIJ の社会 859 兆円、R&D 社会の 826 兆円、SB の社会 761 兆円、RI 社会の 632 兆円、Share 社会の 421 兆円の順に高くなった。これらの結果から、S1・S2・S3 の評価指標全般の算出において GDP が大きくなるほどエネルギーの使用量が増加し、エネルギー安全保障の評価を低下させる傾向があることが示された。これは、GDP の値が大きいほど、一次エネルギー構成における石炭、石油、天然ガスの供給量が増加する傾向があるためだと考えられる。低炭素ナビの計算上、設定されるレベルが同じであれば再生可能エネルギーの供給量は社会シナリオによって変わらない。

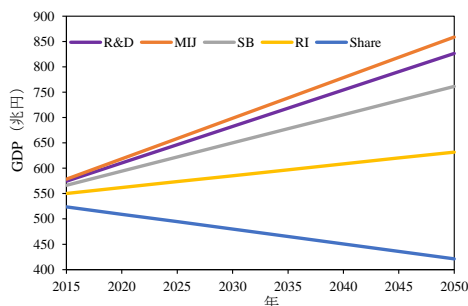


図 2 各社会シナリオにおける GDP の予測値

一方、社会シナリオによってエネルギーの需要量は変化する。低炭素ナビでは、再生可能エネルギーで不足する供給量を化石燃料で埋め合わせるため、エネルギーの需要量が増加するほど、化石燃料の供給量が増加する。

### (3)低炭素ナビのレベルの違いによる比較

次に、低炭素ナビで設定できるレベルの違いによって評価指標の値がどのように変化するかを確認する。そこで、MIJ 社会を選定し、低炭素ナビのレベル 1・4・調整における S1・S2・S3 を算出した。結果は図 3 のとおりである。

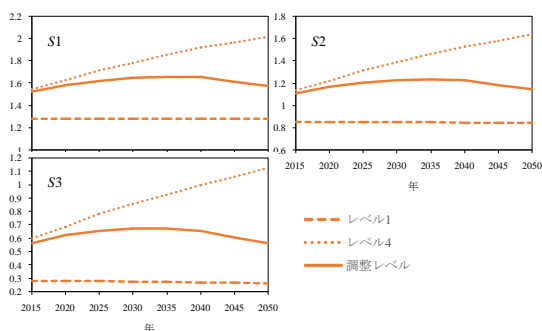


図 3 MIJ 社会のレベル 1・4・調整の S1・S2・S3 の算出結果

結果から、レベル 1 での S1・S2・S3 の値は徐々に低下する傾向にあり、S3 の 2050 年の値は 0.26 という本研究の最低値になった。今後、温室効果ガス排出量削減に向けたエネルギー需給に対する努力がなければ、エネルギー安全保障の値は下がり続け、過去最低値の水準のよりも低くなる。一方、レベル 4 での S1・S2・S3 の値は上昇傾向にあり、S3 の 2050 年の値は 1.13 に達した。このことから、社会シナリオの中で最も評価が低い MIJ 社会でも、今後温室効果ガスの排出削減に向けたエネルギー需給に対する努力のレベルを上げれば、社会シナリオの中で最も評価が高い Share 社会での調整レベルの場合の算出結果を上回ることが示唆された。

社会シナリオの差異により、2050 年の調整レベルの S3 の値は MIJ 社会の 0.56 から Share 社会の 0.76 まで上昇するが、レベルを調整レベルから 4 に変更すると、2050 年の MIJ 社会の S3 の値は 0.56 から 1.13 に上昇する。レベル 4 のエネルギー構成は、既存の原子力発電所が再稼働し、2035 年以降に新設炉の運転も開始されるほか、バイオマス発電が火力発電の 30% 導入され、再生可能エネルギーによる発電量は現状の 4~10 倍および新たに 1400~1750 万 kW の設備が導入される状況である。そのため、化石燃料による発電に依存する必要性は減少し、評価指標に影響を与えたと考えられる。以上より、経済発展の方向性や産業の違いを表す社会シナリオよりも、温室効果ガス排出量削減のためのエネルギー需給に対する努力の程度が結果に大きく影響を与えるといえる。

また、調整レベルの S3 の値は 2030 年に最大値の 0.67 に達するが、2035 年に値が低下し、2050 年には 0.56 となった。この結果から、実際に日本が示している計画に沿ったエネルギー需給状況に合わせた調整レベルよりも、温室効果ガス排出量削減に向けたエネルギー需給や人々の行動が最大限努力されているレベル 4 の方がエネルギー安全保障の評価を高くする影響を与えることがわかる。加えて、レベル 4・調整レベルの 2050 年の S3 の値は、2010 年の S3 の値 0.31 よりも高く、過去最高値である 1993 年の 0.55 よりも高いことが示された。

### (4)各国の資源生産安定性の変化による結果の比較

将来の輸入国の安定性による評価指標の違いを見る。現時点では将来の各国の安定性を予測することができないため、各国の生産安定性の変化によりエネルギー安全保障の評価指標の結果がどのように変化するかを比較する。そこで、各国の石油、石炭、ガスの生産安定性  $a_{ij}$  の値を変化させた。

本分析では中東を  $a_{ij}$  の値を変化させる地域として取り上げる。これは、日本のエネルギー供給割合が最も高い石油の生産安定性の変化が、エネルギー安全保障の評価に最も影響を与えると考えたためである。

全世界の国別の  $a_{ij}$  の値を求めたうえで、石油の輸入量が最も多い中東地域の資源生産安定性  $a_{ij}$  の値を全世界の最大値・最小値になると仮定して結果を比較した。S3 の算出結果を図 4 に示す。

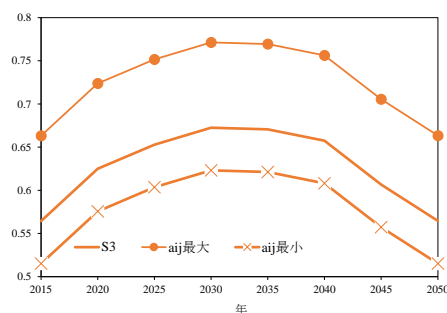


図 4 MJI 社会（調整レベル）の中東地域の  $a_{ij}$  の値を最大・最小にした S3 算出結果

2050 年の S3 の算出結果は、 $a_{ij}$  の値を変化していないものは 0.56、 $a_{ij}$  の値を最小にすると 0.52 となった。そして、 $a_{ij}$  の値を最大にした S3 の算出結果は 0.66 となった。

また、中東地域の  $a_{ij}$  を最大値に変更すると S3 の値は大きく増加するが、最小値に変更した場合の値は変更前の値と大きな差は現れなかった。これは、中東地域の生産安定性がもともと低いためであったと考えられる。

## 5. 結論・課題

### (1) 結論

分析結果より、日本のエネルギー安全保障の水準を向上させるためには、社会シナリオにより変化するエネルギー需要量の高さ・エネルギーを安定して生産する国からエネルギーを輸入することよりも、温室効果ガス排出量削減に向けたエネルギー需給に関する行動の水準を向上させることがより効果的であることが示された。

今後は、現在の日本の社会像を大きく転換しなくてもエネルギー安全保障の水準の向上を見込むことができる。しかし、社会像を転換させない代わりに、再生可能エネルギーでの発電量を増加させ化石燃料への依存度を下げるといった温室効果ガス排出量の削減に向けたエネルギー需給状況に関する最大限の努力が必要になると考えられる。社会像と化石燃料の使用削減などの努力のどちらも現状のままの水準であれば、エネルギー安全保障の水準が向上する可能性は低いと考察する。

### (2) 今後の課題

本研究では、エネルギー安全保障の評価において、エネルギーを確保する際に必要な価格の面を考慮していない。そのため、評価指標に価格の側面を考慮する

評価軸を組み込む必要がある。

また、算出結果の比較にあたり、社会シナリオやレベル・各国の資源生産安定性をいくつかの組み合わせで使用し、考えられるすべての組み合わせを分析に用いなかった。より多くの側面からエネルギー安全保障について研究するためには、より多くの要因を組み合わせることが必要である。さらに、将来のエネルギーの国別の輸出入に関する変数を固定していることも今後の課題と考えられる。

そして、Ang et al. (2015)<sup>12)</sup>が示しているように、エネルギー安全保障について、定義が幅広い考えことを考慮することも必要である。本研究では、原子力による発電量の増加によって化石燃料の供給量が減少することで、エネルギー安全保障の評価の向上に寄与することが示された。しかしながら、より幅広い考えを含んだエネルギー安全保障について考察するためには、原子力発電を単なる準国産エネルギーと扱わず、事故発生のおそれがあるといった危険性の部分を加味して分析することがより望ましい。

## 6. 参考文献

- 1) 経済産業省：2016年版エネルギー白書，経済産業調査会（2016）
- 2) 平沼光：我が国に於けるこれからの再生可能エネルギー開発に求められること，学術の動向，21(4)，pp.44-53（2016）
- 3) 環境省中央環境審議会地球環境部会：2013年以降の対策・施策に関する報告書<<http://www.env.go.jp/earth/report/h24-03/index.html>>，2015-11-23
- 4) 山田英司：先進国との比較による我が国のエネルギーセキュリティレベルの評価研究，日本原子力学会和文論文誌，6(4)，pp.383-392（2007）
- 5) 資源エネルギー庁：エネルギーセキュリティの評価指標について<[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen\\_nenryo/011\\_haifu.html](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/011_haifu.html)>，2015-07-08
- 6) 藤野純一・他：低炭素社会のシナリオとその実現の可能性，地球環境，12(2)，pp.153-160（2007）
- 7) K. Matsumoto et al.: Energy Security in East Asia under Climate Mitigation Scenarios in the 21st Century, *Omega*, 59, pp.60-71（2016）
- 8) 地球環境戦略研究機関・他：2050低炭素ナビ<<http://www.2050-low-carbon-navi.jp/web/jp/index.html>>，2016-9-20
- 10) U. Lehr: *More Baskets?*: Renewable Energy and Energy Security, *gws Discussion Paper*, 2009(8), pp.1-16（2009）
- 11) エネルギー経済研究所計量分析ユニット：データバンク<<http://edmc.ieej.or.jp/>>，2015-07-08
- 12) U.S. Energy Information Administration: *International* <<http://www.eia.gov/beta/international/>>，2016-09-02
- 13) B. W. Ang et al.: Energy security: Definitions, dimensions and indexes, *Renewable and sustainable energy reviews*, 42, pp.1077-1093（2015）

## 目次

第一章 序論 .....	1
1-1 背景・論点 .....	1
1-2 目的・意義 .....	3
1-3 論文の構成 .....	3
<参考文献> .....	4
第二章 研究方法 .....	5
2-1 本研究で扱うエネルギー安全保障の評価軸 .....	5
2-2 2050 低炭素ナビ .....	5
2-2-1 社会シナリオの特徴 .....	5
2-2-2 使用するレベルの組み合わせ .....	6
2-2-3 社会シナリオの選定 .....	7
2-2-4 調整レベルの設定 .....	8
2-3 指標 .....	9
2-4 使用するデータ .....	10
2-5 分析の手順 .....	11
<参考文献> .....	11
第三章 分析結果・考察 .....	13
3-1 過去のエネルギー安全保障の評価 .....	13
3-2 社会シナリオ間の比較 .....	13
3-3 低炭素ナビのエネルギー需給に関するレベルの違いによる比較 .....	15
3-4 各国の資源生産安定性の変化による結果の比較 .....	17
3-5 全体的な考察 .....	18
<参考文献> .....	18
第四章 結論・課題 .....	19

4-1	第三章までのまとめ.....	19
4-2	結論 .....	20
4-3	今後の課題.....	20
	<参考文献>.....	21
	謝辞 .....	23
	付録	



## 図 表 目 次

図 1-1	1982年～2014年の日本のエネルギー自給率.....	1
図 2-1	各社会シナリオと長期エネルギー需給見通しにおける 2030 年の GDP 予測 値および各資源生産量の比較.....	7
図 3-1	1982～2013年の S1・S2 および 1990～2013年の S3 の算出結果.....	13
図 3-2	社会シナリオ(調整レベル)における 2050 年の一次エネルギー構成.....	14
図 3-3	各社会シナリオ (調整レベル) における S1・S2・S3 の算出結果.....	14
図 3-4	各社会シナリオにおける GDP の予測値.....	15
図 3-5	MIJ 社会のレベル 1・4・調整の S1・S2・S3 の算出結果.....	16
図 3-6	MJI 社会 (調整レベル) の中東地域の $a_{ij}$ の値を最大・最小にした S3 算出結 果.....	17
表 2-1	政府検討会で用いられた社会シナリオ.....	6
表 2-2	低炭素ナビのレベル説明.....	7
表 2-3	低炭素ナビにおけるレベル変更可能なエネルギー供給に関する項目.....	8
表 2-4	低炭素ナビにおけるレベル変更可能なエネルギー需要に関する項目.....	9



## 第一章 序論

### 1-1 背景・論点

日本のエネルギー自給率は年々減少し、2014年には過去最低値である6%に達した(図1-1)<sup>1)</sup>。日本はエネルギーを供給するために、他国からの輸入に依存している状況にある。この状況では、仮に海外でエネルギー供給にかかわる問題が発生した場合、日本は自立したエネルギー資源の確保が困難になるおそれがある。このような危機に対する考えとして、「エネルギー安全保障」がある。

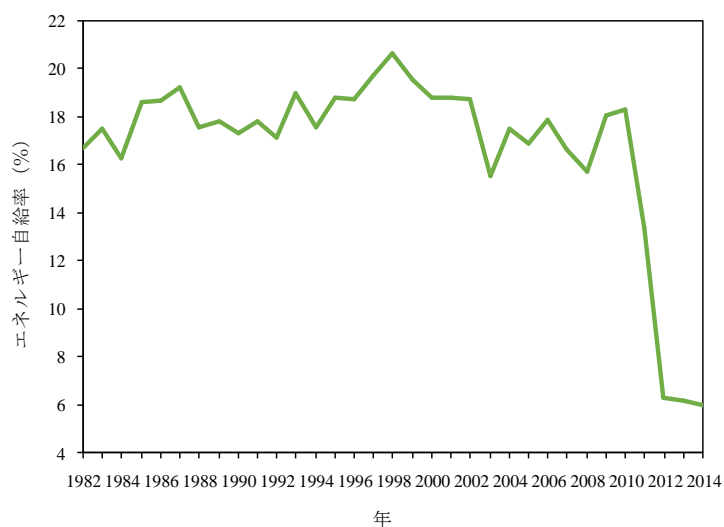


図 1-1 1982 年～2014 年の日本のエネルギー自給率<sup>注 1)</sup>

日本がエネルギー政策を重視し始めたのは、1973年の第一次石油危機がきっかけであった。当時、日本の産業および国民生活は大打撃を受けた。これは、当時の日本が一次エネルギー供給の77%を石油に依存していたためである<sup>2)</sup>。これを受け、日本はエネルギーの安定供給を最優先したエネルギー政策を展開するようになった。その後、1980年代にエネルギーコストの低減・環境保全の考えがエネルギー政策の柱に追加され、現在に至っている<sup>2)</sup>。

2014年に閣議決定された第4次エネルギー基本計画では、エネルギー政策の基本方針として、「3E (Energy Security・Economic Efficiency・Environment)」という基本的な視点に、安全性の確保「S (Safety)」の視点、国際的な視点および、経済成長の視点を加味したエネルギー安全保障の考えの重要性が改めて示された<sup>1)</sup>。さらに、2015年に経済産業省が策定した長期エネルギー需給見通しでは、再生可能エネルギーを最大限に導入し、海外から安定的かつ安価にエネルギー資源を調達する体制の構築が2030年までに必要であるとされた<sup>1)</sup>。また、海外の取り組みでは、ドイツにて2010年から、気候変動問題や原子力発電のリスクを回避するために、一部地域において再生可能エネルギーのみでエネルギーを全て供給するエネルギー自立地域づくりが行われている<sup>3)</sup>。

エネルギー政策と密接に関連し、並行して重視されている政策に、地球温暖化問題の解決に向けた低炭素社会の実現がある。地球温暖化問題は世界共通の政策課題であり、1997年の京都議定書など、各国で低炭素社会の実現に向けたさまざまな取り組みが行われている。2015年に採択されたパリ協定では、21世紀後半に温室効果ガス排出量と吸収量を均衡させることを目標として、途上国を含めた参加国すべてに対してCO<sub>2</sub>の排出量削減目標の作成と提出およびその達成のための対策をとることが義務付けられた<sup>4)</sup>。

低炭素社会の実現とエネルギー安全保障の向上の関連について述べると、2011年に双方の関連について関心が寄せられた。これは、同年に発生した東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を受け原子力発電所が停止されたことに伴ったものである。その後、低炭素社会の構築にエネルギー供給の安定の重要性が加えられた<sup>5)</sup>。さらに、2013年以降の地球温暖化対策・施策に関する政府検討会では、2050年までに温室効果ガスを80%削減できるような日本の将来像について検討され、自国のエネルギー供給の脆弱性について、低炭素社会の実現に関わる課題であるとされた<sup>6)</sup>。

先行研究では、エネルギー安全保障について、以下のような分析が行われている。山田(2007)<sup>2)</sup>は、日本のエネルギー安全保障についての先行研究には定量的な評価がなされているものが少ないことを指摘し、エネルギー安全保障の評価に関する評価軸「安定供給の確保・環境への適合・経済性」の達成度を定量的に示す評価指標「エネルギー利用効率・安定輸入・供給構造・経済への影響」を設定し、総合的かつ定量的に日本の水準を評価した。先進諸国と比較した結果から、日本のエネルギー安全保障は着実に改善しつつあるが、2007年時点では先進諸国中で平均以下の水準であることが示された。さらに、エネルギー安全保障の水準を最大化させる原子力発電の割合について、エネルギー供給の60%に達するまでは水準の向上に貢献することも示された。

資源エネルギー庁(2014)<sup>7)</sup>は、化石燃料の主な調達先である中東や輸送経路であるアジアの一部の調達に関するさまざまなリスクが存在することや、各国のさまざまな社会問題を契機にエネルギーの需給構造は変化しつつあることを示した。そして、この状況の中でエネルギーの調達安定性を高めるために、日本のエネルギー安全保障の程度を定量的に評価する指標を策定し、試算した。試算より、日本のエネルギー安全保障水準の低さの要因は、低いエネルギー自給率、高いエネルギーの中東依存度、および地理的条件であることが明らかにされた。そして、エネルギー安全保障の水準は2011年の震災後の原子力発電の稼働停止により悪化していることも示され、今後の水準の向上には紛争頻度が低い国からのエネルギーの輸入が必要であることも示された。海外からのエネルギー資源供給の不確実性への対応には、適切な供給の分散、各燃料リスクの低下、および価格の低廉化が重要であり、これらの実現にはエネルギー調達国の多角化が大きく貢献することが挙げられた。

藤野ら(2007)<sup>4)</sup>は、一定の十分なサービスを国民に供給できる経済成長の下で、2050年の日本のCO<sub>2</sub>排出量を1990年比で70%削減できる技術的な可能性があるかを分析した。2つの社会シナリオを用い、2050年の一次・二次エネルギー量とCO<sub>2</sub>排出量を予測したとこ

る、2007年時点で行われている施策の組み合わせでも、CO<sub>2</sub>排出量70%削減を実現できる可能性があることが示された。しかし、実現のためには、低炭素社会構築に向けた徹底的な対策を行うことが必要だと述べている。

Matsumoto et al. (2016)<sup>8)</sup>は、気候変動に関する政府間パネルが採択した気候変動に関する2つのシナリオと気候変動政策が含まれていないシナリオを用いて、2100年までのエネルギー構造の変化を分析し、気候緩和とともにエネルギー安全保障の水準が向上することを明らかにした。

上記のような状況から、日本のエネルギー政策においてエネルギー安全保障の考えは、低炭素社会の構築と密接に関連し、並行して実現すべき課題として重要視されている<sup>5)6)</sup>。また、海外の取り組み<sup>3)</sup>などを例にして、日本においてもエネルギー安全保障の向上と低炭素社会の実現のために、自立したエネルギー供給を可能にする社会構造へ転換する必要性は高い。先行研究では、エネルギー安全保障について定量的な評価が必要とされていることが述べられており、実際に研究されているが、将来の社会シナリオの違いにより変化するエネルギー需給状況に関する予測値を複数用いて比較されているものは少ない。また、先行研究において、日本のエネルギー安全保障に関する水準の低さの要因は示されているが、今後水準を向上させるためには、日本においてどのような社会構造に移行することが効果的であるかを示すような将来の予測に関する研究は見当たらない。以上より、今後エネルギー安全保障の水準を向上するために、将来日本はどのような社会構造へ移行することが望ましいのかを分析することは重要だといえる。

## 1-2 目的・意義

本研究は、低炭素社会の実現に関連する重要な課題であるエネルギー安全保障を高めるために、必要な社会経済的な要因を明らかにし、将来日本はどのような社会構造へ移行することがエネルギー安全保障の面で望ましいかを示すことを目的とする。

本研究の意義は、今後のエネルギー政策策定の際に、日本の社会構造の違いにより、エネルギー安全保障の水準がどのように変化するかを示す資料となることである。

## 1-3 論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。

第二章では研究方法について、第三章では分析結果と結果に基づく考察について述べる。そして第四章では、第三章までのまとめ、および本研究の結論と今後の課題について述べる。

### [注]

- 1) 原子力エネルギーは国産エネルギーとして扱っている。

<参考文献>

- 1) 経済産業省：2016年版エネルギー白書，pp.2-28，経済産業調査会（2016）
- 2) 山田英司：先進国との比較による我が国のエネルギーセキュリティレベルの評価研究，日本原子力学会和文論文誌，6(4)，pp.383-392（2007）
- 3) 上園昌武：ドイツにおけるエネルギー自立地域づくりの実態と諸効果，経済科学論集，42，pp.71-90（2016）
- 4) 藤野純一，日比野剛，榎原友樹，松岡譲，増井利彦，甲斐沼美紀子：低炭素社会のシナリオとその実現の可能性，地球環境，12(2)，pp.153-160（2007）
- 5) 平沼光：我が国に於けるこれからの再生可能エネルギー開発に求められること，学術の動向，21(4)，pp.44-53（2016）
- 6) 環境省中央環境審議会地球環境部会：2013年以降の対策・施策に関する報告書<<http://www.env.go.jp/earth/report/h24-03/index.html>>，2015-11-23
- 7) 資源エネルギー庁：エネルギーセキュリティの評価指標について<[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen\\_nenryo/011\\_haifu.html](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/011_haifu.html)>，2015-07-08
- 8) K. Matsumoto, K. Andriosopoulos: Energy Security in East Asia under Climate Mitigation Scenarios in the 21st Century, *Omega*, 59, pp.60-71（2016）

## 第二章 研究方法

本研究では、社会シナリオの差異により変化するエネルギー安全保障の水準を評価するため、社会シナリオごとに算出される将来のエネルギー供給に関する予測値をもとにエネルギー安全保障の評価指標の値を算出する。

2-1 では本研究で扱うエネルギー安全保障の評価軸について述べる。社会シナリオごとに示される将来の予測値の算出には、2-2 で説明する「2050 低炭素ナビ」<sup>1)</sup>を用いる。2-3 では評価指標について述べ、2-4 では使用するデータについて説明する。そして、2-5 では分析の手順について述べる。

### 2-1 本研究で扱うエネルギー安全保障の評価軸

経済産業省は、エネルギー安全保障を「国民生活、経済・社会活動、国防等に必要な量のエネルギーを、受容可能な価格で確保できること」と定義している<sup>2)</sup>。しかし、エネルギー安全保障は概念が形成されて以降、当時のエネルギー情勢などに応じて概念が変化している。Ang et al. (2015)<sup>3)</sup>は、2001 年から 2014 年までの 104 件の調査をもとに、エネルギー安全保障の定義は、その考えが示される状況に応じて意味が変わる幅広い考えであることを示している。政策文書のなかでエネルギー安全保障の言葉を初めて使用した欧州エネルギー政策調査団報告（1961 年）では、エネルギー安全保障を「エネルギーの供給確保」と論じた<sup>4)</sup>。その後、1970 年代にはエネルギー供給における緊急時体制の整備のために、「長期的な安定供給の確保」という概念に変化した<sup>4)</sup>。そして、1990 年代では地球温暖化をはじめとする環境問題を受け地球環境保全への関心が高まり、エネルギー資源の制約という考えも加えて論じられている<sup>4)</sup>。また、松原（2016）<sup>5)</sup>は、エネルギー安全保障の定義について、安定したエネルギー供給であると述べたうえで、原子力発電に頼らずに化石燃料への依存を下げるのが、エネルギー政策の面で本来重要であると示している。

これらの考えを踏まえ、本研究ではエネルギー安全保障を定量的に評価するため、供給する一次エネルギー源の多様性・エネルギー源調達国の多様性・調達国の資源生産安定性の 3 点を評価軸として用いる。

### 2-2 2050 低炭素ナビ

#### 2-2-1 社会シナリオの特徴

本研究の分析に用いる 2050 低炭素ナビ（以下、低炭素ナビ）とは、地球環境戦略研究機関・国立環境研究所によって提供されているツールである。低炭素ナビでは、社会シナリオ、および社会シナリオの条件に基づいて設定するエネルギー需給状況・人々の行動などの程度に関するレベルにより、2010～2050 年（5 年ごと）のエネルギー供給構造などの予測値を算出することができる。低炭素ナビ内で用いられる社会シナリオとは、2013 年の政府検討会<sup>6)</sup>で使用された 5 種類を指している（表 2-1）。なお、上記の社会シナリオごとに設定されている条件の差異として、GDP や資源生産量（粗鉄、セメント、エチレン、紙・板紙）の値

がある。

本研究では 2050 年低炭素ナビから将来のエネルギー供給構造などの予測値を算出し、指標に用いる。本研究において各社会シナリオを取り上げる際は、それぞれの社会シナリオをものづくり統括拠点 (R&D) 社会、メイドインジャパン (MIJ) 社会、サービスブランド (SB) 社会、資源自立 (RI) 社会、分かち合い (Share) 社会と呼ぶ。

表 2-1 政府検討会<sup>6)</sup>で用いられた社会シナリオ

社会シナリオ	経済発展	特徴
ものづくり統括拠点 (R&D) 社会	海外を拠点とした製造業により成長する	先端的な技術開発力を持ち、海外の売り上げにより経済発展する。トップレベルの技術力の維持のための大きな投資が必要とされる。
メイドインジャパン (MIJ) 社会	国内を拠点とした製造業により成長する	海外向けに日本製の付加価値が高い製品を製造する。競争力の維持のため労働者の給与が抑制され、為替変動にも強く影響を受ける。
サービスブランド (SB) 社会	外国人向けのサービス業により成長する	高品質なサービスを追求し、海外・訪日外国人の消費により経済成長する。国内の富裕層のみがそのサービスを使用できる。
資源自立 (RI) 社会	資源自立を目指し、第一次産業が中心となる	エネルギーや資源、食料などを可能な限り国内でまかなう。コストの高い資源を使用し、国内調達できない資源が入手困難となる。
分かち合い (Share) 社会	産業発展は望まない	新たな価値観の下、時間的に余裕のある生活を重視する。経済的に貧弱であり、全シナリオ中で生活水準が最も低下する恐れがある。

## 2-2-2 使用するレベルの組み合わせ

低炭素ナビ上で設定できる項目は、産業・生活部門（運輸・家庭・業務・産業）、エネルギー構成部門（原子力発電・火力発電・再生可能エネルギー）、CO<sub>2</sub>回収・貯留部門の3つに分類されている<sup>7)</sup>。本研究では、産業・生活部門、エネルギー構成部門に該当する項目を分析に扱う。項目のレベルは、表 2-2 に示される考え方をもとに5段階に設定されている。

本研究の分析には、3種類のレベルの組み合わせを用いる。1つ目は、温室効果ガス排出量削減に向けて、現状以上の努力をしないレベル1である。2つ目は実現可能性が少なからずあり、温室効果ガス排出量削減に向けて最大限の改善努力をしているレベル4である。レベル5は物理的・技術的な限界に挑む努力の程度を示しており、実現可能性がほとんどないと考え選定しなかった。そして3つ目は、長期エネルギー需給見通し<sup>7)</sup>で示されている2030年時点でのエネルギー需給状況<sup>注1)</sup>に沿って調整したレベル（以下、調整レベル）である。調整レベルの組み合わせは、実際に日本政府が示している計画に沿ったエネルギー需給状況で分析し、他の結果と比較するために構築した。調整レベルの構築には、MIJ社会を選定し各項目のレベルを調整した。選定理由については2-2-3、調整レベルの構築については2-



2-4 で説明する。

表 2-2 低炭素ナビのレベル説明<sup>1)</sup>

レベル	努力の程度
1	努力なし（エネルギーシフトなし，技術進展なし，現行の消費行動）
2	レベル1よりも大きな努力
3	レベル2よりも大きな努力
4	大きな努力（再生可能エネルギーの使用増加，先進技術，単位当たりのエネルギー需要減少）
5	物理的・技術的な限界に挑む努力（再生可能エネルギーが中心）

注) すべての項目において，1 から 5 までのレベルが設けられているとは限らない。

### 2-2-3 社会シナリオの選定

次に，低炭素ナビのエネルギー需給状況および人々の行動等に関するレベルの変更による結果の差異を確認するため，1つの社会シナリオを選定し，レベル1・4・調整レベルにおけるエネルギー安全保障の評価指標を算出し，結果を比較した。社会シナリオの選定には，現時点における政府計画である「長期エネルギー需給見通し」で示されている GDP 成長率や各資源生産量の予測値を比較した。

長期エネルギー需給見通しでは 2030 年までの予測値が示されているため，2030 年時点での予測値を比較に用いた。長期エネルギー需給見通しと各社会シナリオの各項目の比較結果は図 2-1 のとおりである。図 2-1 より，長期エネルギー需給見通しで示されている GDP および資源生産量の予測値と最も近似している MIJ 社会を選定し，分析に用いる。また，MIJ 社会は社会シナリオのなかで最も GDP が高く資源生産量が多い社会であることがわかる。

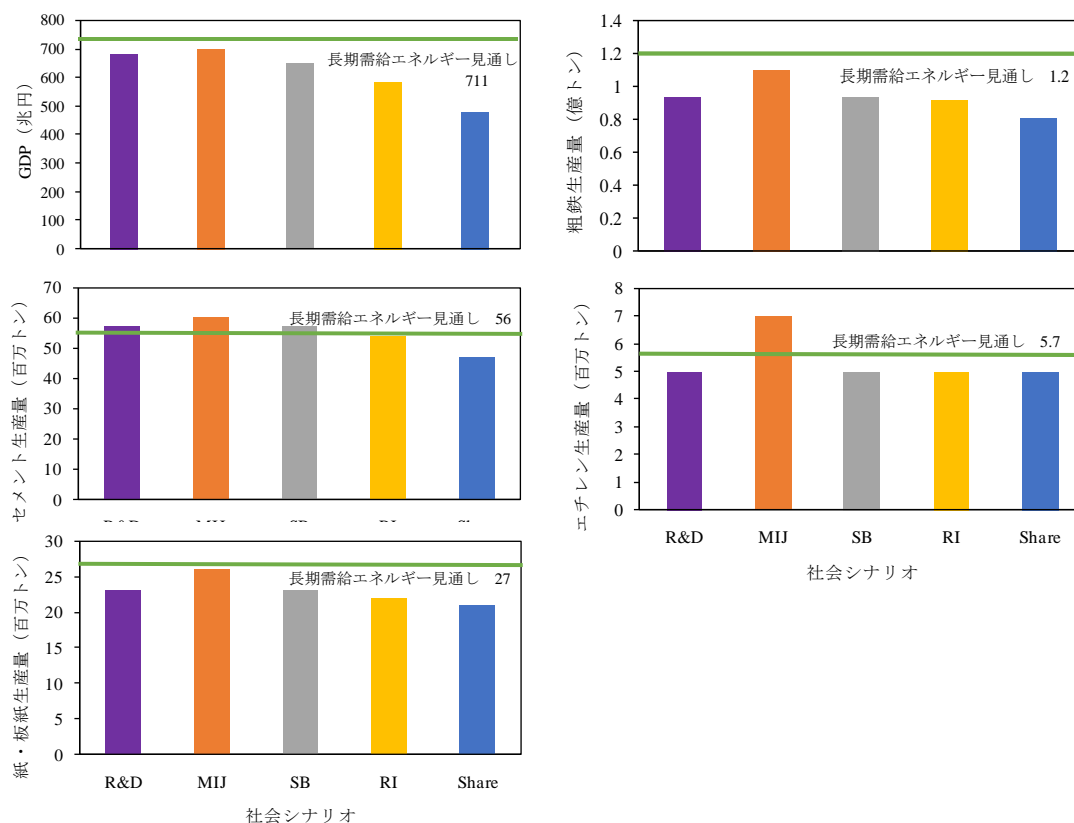


図 2-1 各社会シナリオと長期エネルギー需給見通しにおける 2030 年の GDP 予測値  
および各資源生産量の比較

#### 2-2-4 調整レベルの設定

本研究で用いる調整レベルの組み合わせは、長期エネルギー需給見通しで示されている 2030 年時点でのエネルギー需給状況に沿って構築した。

調整した項目およびそれぞれのレベルは表 2-3、2-4 に示すとおりである。低炭素ナビでは CO<sub>2</sub> 回収・貯留部門のレベル設定も可能であるが、本研究では設定していない。

表 2-3 低炭素ナビにおけるレベル変更可能なエネルギー供給に関する項目

部門	項目	レベル
原子力発電	既存原子力発電の再稼働	4
	原子力発電所の新設	2
火力発電	火力発電所の燃料構成	1
再生可能エネルギー	太陽光	3
	陸上風力	2
	洋上風力(着床式・浮体式)	2
	中小水力	1
	地熱	1
	海洋	1

表 2-4 低炭素ナビにおけるレベル変更可能なエネルギー需要に関する項目

部門	項目	レベル
運輸	旅客輸送量と手段	4
	ゼロエミッション旅客輸送技術へのシフト	4
	ゼロエミッション旅客輸送技術の選択	4
	旅客輸送のバイオ燃料混合比率	4
	貨物輸送手段	4
	ゼロエミッション貨物トラック技術へのシフト	4
	貨物輸送のバイオ燃料混合比率	4
家庭	住宅のエネルギー消費管理	4
	住宅の断熱性能	4
	家庭用暖房機器の電気率	4
	家庭用冷暖房機器のエネルギー効率	4
	家庭用給湯技術の選択	4
	家庭用給湯機器のエネルギー効率	4
	家庭用太陽熱給湯機	4
	世帯当たりの調理・照明・家電用エネルギー需要	4
	世帯当たりの調理・照明・家電用エネルギー効率	4
	産業	産業部門の工業生産高当たりのエネルギー単価
産業部門におけるエネルギーミックス		4

### 2-3 指標

本研究では、Lehr (2009)<sup>8)</sup>の指標を用いて、エネルギー安全保障の評価指標 (S1・S2・S3) を構築した (式 (2-1, 2-2, 2-6)).

$$S1 = - \sum_{i=1}^N p_i \ln(p_i) \quad (2-1)$$

$$S2 = - \sum_{i=1}^N C_{2i} p_i \ln(p_i) \quad (2-2)$$

ただし,

$$C_{2i} = \left( 1 - im_i \left( 1 - \frac{sm_{2i}}{SM_i} \right) \right) \quad (2-3)$$

$$sm_{2i} = - \sum_{j=1}^M m_{ij} \ln(m_{ij}) \quad (2-4)$$

$$SM_i = -M \frac{1}{M} \ln \frac{1}{M} \quad (2-5)$$

$$S3 = - \sum_{i=1}^N C_{3i} p_i \ln(p_i) \quad (2-6)$$

ただし,

$$C_{3i} = \left( 1 - im_i \left( 1 - \frac{sm_{3i}}{SM_i} \right) \right) \quad (2-7)$$

$$sm_{3i} = - \sum_{j=1}^M a_{ij} * m_{ij} \ln(m_{ij}) \quad (2-8)$$

$p_i$ : 各一次エネルギー<sup>注2)</sup>の供給割合,  $im_i$ : 各エネルギー源の輸入依存度,  $m_{ij}$ : 各エネルギー源の輸入元国ごとの輸入割合,  $a_{ij}$ : 資源生産安定性 ( $i$ は石油・石炭・天然ガスに適用している),  $i$ : エネルギー種,  $N$ : 一次エネルギー種の総数,  $j$ : 輸入国,  $M$ : 輸入国総数

S1 は供給するエネルギー源の多様性によってエネルギー安全保障を評価できる指標であり, 多様な一次エネルギーによりエネルギーが供給されていると S1 の値が高くなる. S2 は S1 にエネルギー輸入割合や輸入元の多様性を考慮したものである. 多様な一次エネルギーによるエネルギー供給がなされつつ, 多様な国からエネルギー源を輸入していると S2 の値は高くなる. そして, S3 は S2 に輸入国の資源生産安定性を考慮したものである. 多様な一次エネルギーを供給しており, かつ多様な供給国からエネルギーを輸入し, さらに各供給国の資源生産安定性が高いと S3 の値が高くなる.

なお, S3 の計算に用いる資源生産安定性  $a_{ij}$  は, 資源エネルギー庁による資源生産安定性の算出方法<sup>9)</sup>に基づき算出した. 値の算出手順は以下の通りである. まず, U.S. Energy Information Administration が提供する各化石燃料の年別生産量の最新 5 年間(2010~2014 年)のデータを用いて求めた標準偏差と平均値から変動係数を算出する. そして, 変動係数の値を 0~1 の範囲で正規化する. すなわち, 5 年間の資源生産量の変動が大きいほど, 変動係数の値は高くなる. 最後に, 資源生産量の変動が小さいほど変動係数を高くさせるため, 1 から正規化した変動係数の値を引き, 大小関係を反転させる. 以上より,  $a_{ij}$  の値が大きいほど, 供給国の資源生産安定性が高いと判断できる.

定義より, 指標より算出される値は, S1・S2・S3 の順で小さくなると定義できる. 本研究では, エネルギー安全保障の評価について, 本研究の定義で示しているすべての評価軸を含んだ S3 の算出結果を主に考察に用いる.

#### 2-4 使用するデータ

評価に使用する将来のエネルギー供給に関する予測値(変数  $p_i$  の算出に用いる)および各エネルギーの輸入量総量(変数  $im_i$  の算出に用いる)は, 低炭素ナビの算出結果を用いる. 低炭素ナビで算出できない石油・石炭・天然ガスの輸入国ごとの輸入量(変数  $m_{ij}$  の算出に用いる)には, エネルギー経済研究所計量分析ユニットが提供している最新 5 年間(2010~2014 年)の統計情報<sup>10)</sup>の平均値を用いる. 同様に, 低炭素ナビで算出できない国別の石油・石炭・天然ガスの生産量(変数  $a_{ij}$  の算出に用いる)には, U.S. Energy Information Administration が提供するデータの最新 5 年間(2010~2014 年)の値<sup>11)</sup>を用いる. また, 過去のエネルギー安全保障を評価する際に使用する, 日本の一次エネルギー供給構成・エネルギー輸入量に関して, 統計情報<sup>10),11)</sup>を使用する.

## 2-5 分析の手順

本研究は4つの分析手順から目的を達成する。まず、過去（1982～2013年）のエネルギー安全保障の評価を行い、これまでの値の変化を確認し、将来の予測値による評価結果との比較に用いる。次に、低炭素ナビのレベルを調整レベルに設定したうえでエネルギー安全保障の評価指標 S1・S2・S3 を算出し、5つの社会シナリオによる算出結果の違いを比較する。次に、MIJ 社会を選定し3種類のレベル（レベル1・4・調整レベル）における S1・S2・S3 をそれぞれ算出し、レベルによる算出結果の違いを比較する。最後に、中東地域の資源生産安定性を表す値を変化させ、輸入国の資源生産安定性の変化による算出結果の違いを比較する。以上の分析をもとに考察し、エネルギー安全保障を高める社会経済的な要因を明らかにする。

### [注]

- 1) 一次エネルギー構成，エネルギー需要，電源構成，電力需要の状況を指す。
- 2) 石炭，石油，天然ガス，原子力，太陽光，風力，バイオマス，水力，地熱，海洋エネルギーを指す。

### <参考文献>

- 1) 地球環境戦略研究機関・国立環境研究所：2050 低炭素ナビ<<http://www.2050-low-carbon-navi.jp/web/jp/index.html>>，2016-9-20
- 2) 経済産業省：エネルギー白書（2010年版），p.65，新高速印刷株式会社（2010）
- 3) B. W. Ang, W. L. Choongn, T. S. Ng: Energy security Definitions, dimensions and indexes, *Renewable and sustainable energy reviews*, 42, pp.1077-1093 (2015)
- 4) 入江一友，神田啓治：エネルギー安全保障概念の形成と変容，日本エネルギー学会誌，81(5)，pp.311-321 (2002)
- 5) 松原弘直：再生可能エネルギー政策の変遷と地域における100%再生可能エネルギーへの展望，サステイナビリティ研究，6，pp.37-56 (2016)。
- 6) 環境省中央環境審議会地球環境部会：2013年以降の対策・施策に関する報告書<<http://www.env.go.jp/earth/report/h24-03/index.html>>，2015-11-23
- 7) 経済産業省：2016年版エネルギー白書，pp.65-67，経済産業調査会（2016）
- 8) U. Lehr: More Baskets? : Renewable Energy and Energy Security, *gws Discussion Paper*, 2009(8), pp.1-16 (2009)
- 9) 資源エネルギー庁：エネルギーセキュリティの評価指標について<[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen\\_nenryo/011\\_haifu.html](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/011_haifu.html)>，2015-07-08
- 10) エネルギー経済研究所計量分析ユニット：データバンク<<http://edmc.ieej.or.jp/>>，2015-07-08
- 11) U.S. Energy Information Administration: *International* <<http://www.eia.gov/beta/international/>>，2016-09-02



### 第三章 分析結果・考察

本章では、分析結果と各結果に対する考察を述べる。3-1 では過去のエネルギー安全保障の評価について述べ、3-2 では社会シナリオ間の評価指標の算出結果について述べる。3-3 では、低炭素ナビのエネルギー需給に関するレベルの違いによる評価指標の算出結果について述べ、3-4 では各国の資源生産安定性の変化による結果について述べる。最後に、3-5 では全体的な考察について述べる。

#### 3-1 過去のエネルギー安全保障の評価

これまでの日本のエネルギー安全保障の水準の変化を見るため、1982～2013年のS1・S2および1990～2013年のS3をそれぞれ算出した。S3に関しては、石炭・石油・天然ガスの生産量のデータが手に入った1990年から値を算出した。結果は図3-1の通りである。

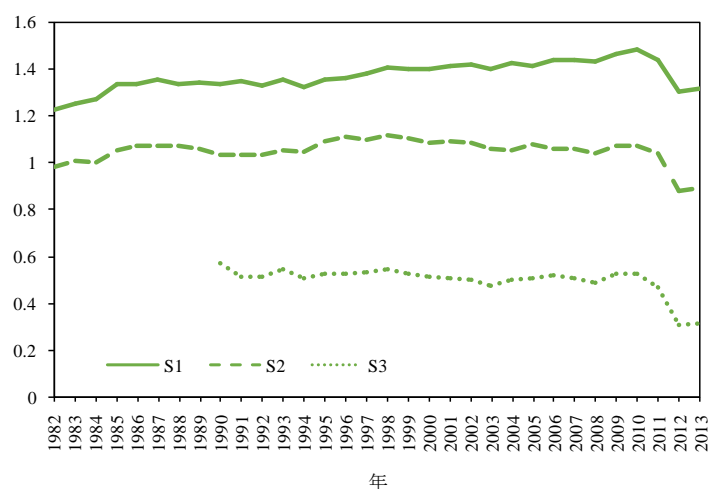


図3-1 1982～2013年のS1・S2および1990～2013年のS3の算出結果

2013年のS3の値は0.32であった。また、S3の最大値は1993年の0.55、最小値は2012年の0.31であった。S1・S2・S3すべての値は2010年に最大値に達したが、翌年から値は低下し、2012年に大幅に低落して最小値にまで落ち込んだ。なお、翌2013年のS3の値は少し上昇し0.32となった。これは、東日本大震災の影響による福島第一原子力発電所の事故を受け、原子力発電による発電量が激減したためである。

#### 3-2 社会シナリオ間の比較

低炭素ナビに用いられている各社会シナリオごとのエネルギー構成、および指標の算出結果の違いを比較するため、低炭素ナビのレベルを全て調整レベルに設定し、S1・S2・S3を算出した。社会シナリオごとの2050年のエネルギー構成の予測値は図3-2、各指標の算出結果は図3-3の通りである。

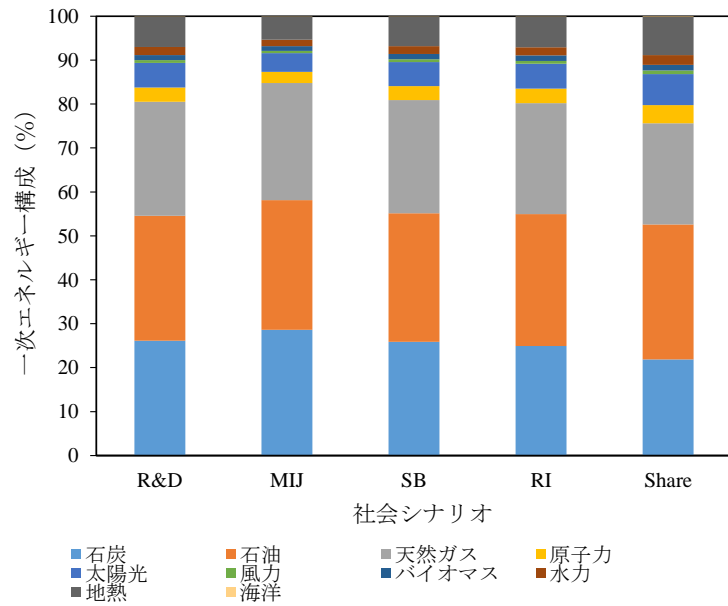


図 3-2 社会シナリオ（調整レベル）における 2050 年の一次エネルギー構成

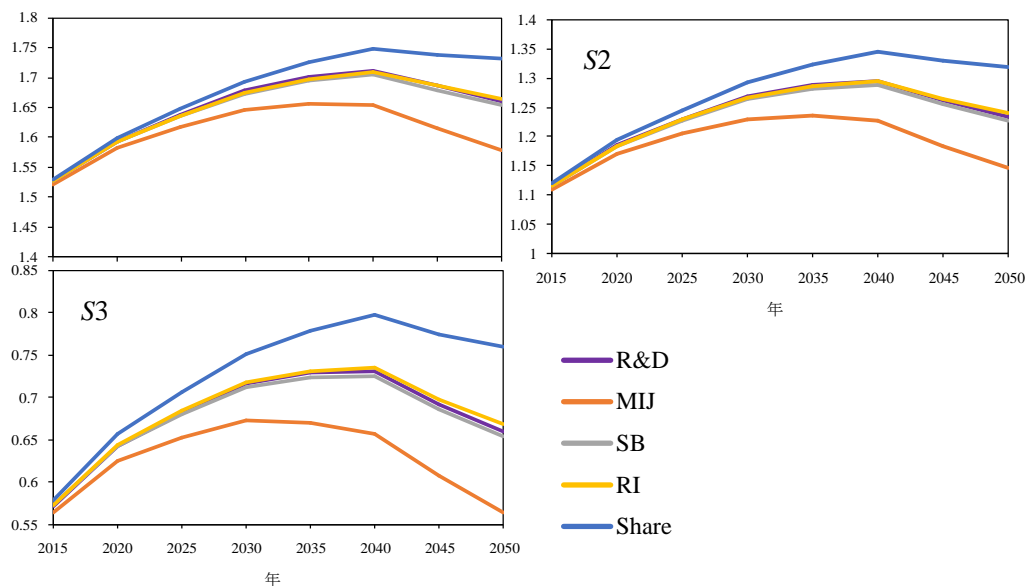


図 3-3 各社会シナリオ（調整レベル）における S1・S2・S3 の算出結果

図 3-2 から、2050 年の一次エネルギー構成において、MIJ 社会が化石燃料（石炭・石油・天然ガス）の割合が最も高く、84.80%となった。また、MIJ 社会における太陽光、風力、バイオマス、水力、地熱といった再生可能エネルギーの割合は 12.68%であり、5 つの社会シナリオのなかで最も低くなった。一方、化石燃料の割合が最も低くなったのは Share 社会で、構成割合は 75.59%であった。そして、Share 社会における再生可能エネルギーの構成割合は



20.25%であり、社会シナリオのなかで最も高くなった。そして、原子力の構成割合が一番高い社会シナリオは Share 社会の 4.16%、一番低い社会シナリオは MIJ 社会の 2.52%となる。

図 3-3 から、2050 年の S3 の値が大きい順の社会シナリオは、Share 社会の 0.76、RI 社会の 0.67、R&D 社会の 0.66、SB 社会の 0.65、MIJ 社会の 0.56 となる。

さらに、各社会シナリオにおける GDP の予測値を示し（図 3-4）、比較した。2050 年の GDP は MIJ の社会 858 兆円、R&D 社会の 826 兆円、SB の社会 761 兆円、RI 社会の 631 兆円、Share 社会の 421 兆円となった。

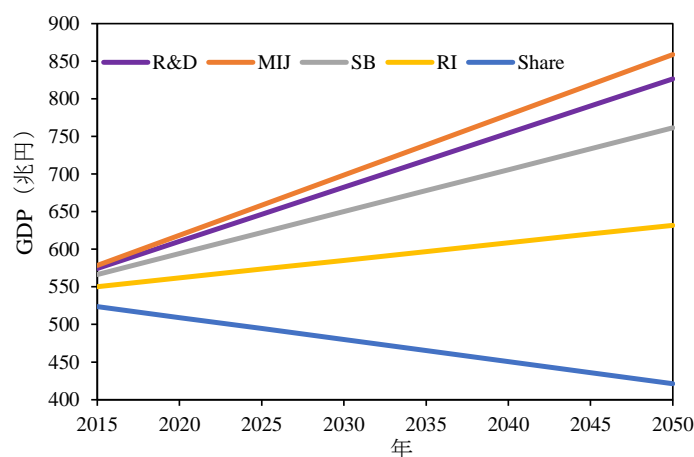


図 3-4 各社会シナリオにおける GDP の予測値

注) 社会シナリオにより設定される GDP の予測値は、レベルの違いによって変化しない。

これらの結果から、S1・S2・S3 の評価指標全般の算出において GDP が大きくなるほどエネルギーの使用量が増加し、エネルギー安全保障の評価を低下させる傾向があることが示された。これは、GDP の値が大きいほど、一次エネルギー構成における石炭、石油、および天然ガスの供給量が増加する傾向があるためと考えられる。低炭素ナビの計算上、再生可能エネルギーの供給量は再生可能エネルギーの導入量に関するレベルでのみ決定されており、社会シナリオによって変わらない。一方、社会シナリオによってエネルギーの需要量は変わる。低炭素ナビでは、再生可能エネルギーで不足するエネルギー供給量を化石燃料で埋め合わせる。そのため、エネルギーの需要量が増加するほど、化石燃料の供給量が増加することになる。したがって、GDP の値が大きいほど、エネルギーの需要量が増加するため、GDP の値が大きい社会シナリオほど化石燃料の供給量が増加する。

### 3-3 低炭素ナビのエネルギー需給に関するレベルの違いによる比較

MIJ 社会を選定したうえで、低炭素ナビのレベル 1・4・調整における S1・S2・S3 をそれぞれ算出した。結果は図 3-5 の通りである。

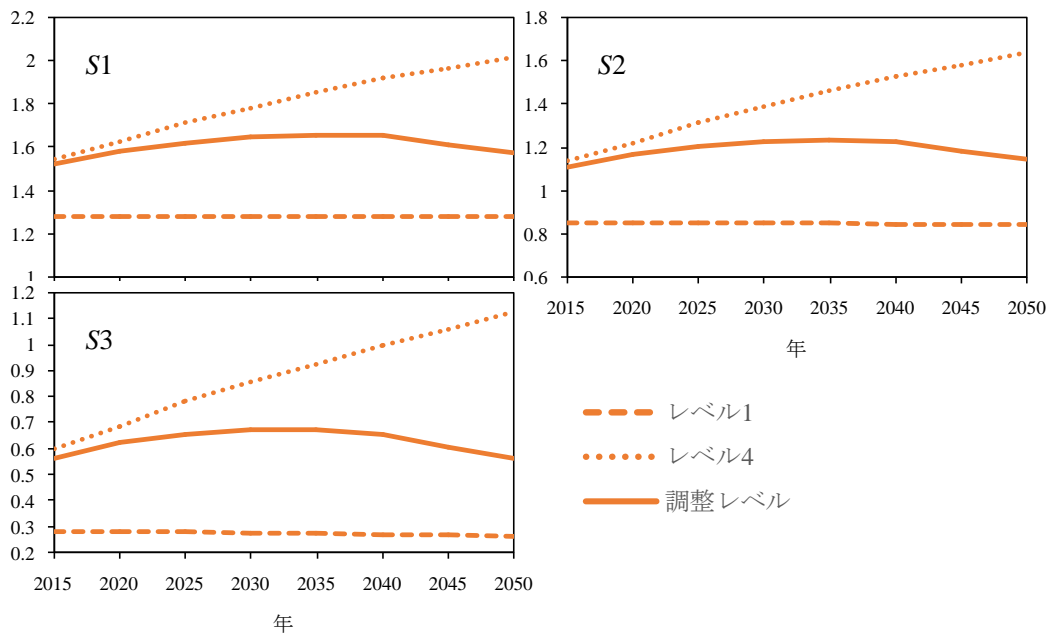


図 3-5 MIJ 社会のレベル 1・4・調整の S1・S2・S3 の算出結果

結果から、レベル 1 での S3 の値は徐々に低下する傾向にあり、S3 の 2050 年の値は 0.26 という本研究での算出結果のなかで最も低い数値に落ち込んだ。この値は 3-1 で示した過去最低値である 2012 年の S3 の値 0.31 よりも低いことがわかる。レベル 1 のエネルギー構成は、原子力発電とバイオマスによる火力発電がなく、再生可能エネルギーによる発電量は現状維持である。そのため、レベル 1 の状況は、エネルギー供給において化石燃料に大きく依存する。このことから、今後、温室効果ガス排出量削減に向けたエネルギー需給に対する努力がなされなければ値が下がり続け、過去の日本のエネルギー安全保障の最低値よりも低い値となる。一方、レベル 4 での S1・S2・S3 の値は上昇傾向にあり、S3 の 2050 年の値は 1.13 に達した。

このことから、社会シナリオの中で最もエネルギー安全保障の指標の値が低い MIJ 社会でも、今後温室効果ガスの排出削減に向けたエネルギー需給に対する努力のレベルを上げれば、社会シナリオの中で最もエネルギー安全保障の指標の値が高い Share 社会での調整レベルの場合の算出結果に近づくことが出来ることが示唆された。

社会シナリオの差異により、2050 年の調整レベルの S3 の値は MIJ 社会の 0.56 から Share 社会の 0.76 まで上昇するが（図 3-3 を参照）、レベルを調整レベルから 4 に変更すると、2050 年の MIJ 社会の S3 の値は 0.56 から 1.13 に上昇する。レベル 4 のエネルギー構成は、既存の原子力発電所が再稼働し、2035 年以降に新設炉の運転も開始されるほか、バイオマス発電が火力発電の 30% 導入され、再生可能エネルギーによる発電量は現状の 4~10 倍および新たに 1400~1750 万 kW の設備が導入される状況である。そのため、化石燃料による発電に依存する必要性は減少し、評価指標に影響を与えたと考えられる。以上より、経済発

展の方向性や産業の違いを表す社会シナリオよりも、温室効果ガス排出量削減のためのエネルギー需給に対する努力の程度が結果に大きく影響を与えるといえる。

調整レベルの S1・S2・S3 の値はいずれも 2030 年まで値が上昇し、2035 年以降からゆるやかに値が減少する。S3 は 2030 年に最大値の 0.67 に達するが、2035 年に値が低下し、2050 年の S3 の値は 0.56 となった。この結果から、実際に日本が示している計画に沿ったエネルギー需給状況に合わせた調整レベルよりも、温室効果ガス排出量削減に向けたエネルギー需給や人々の行動が最大限努力されているレベル 4 の方がエネルギー安全保障の評価を高めることがわかる。加えて、レベル 4・調整レベルの 2050 年の S3 の値は、3-1 で示した 2010 年の S3 の値 0.31 よりも高く、過去最高値である 1993 年の 0.55 よりも高いことが示された。

### 3-4 各国の資源生産安定性の変化による結果の比較

次に、将来の輸入国の安定性の高さによるエネルギー安全保障の評価の変化を見る。そこで、3-2・3-3 で算出した MJI 社会の調整レベルにおけるエネルギー安全保障の評価指標 S3 内の輸入国の安定性の値を変化させる。現時点では将来の各国の安定性を予測することができないため、評価指標 S3 内の各国の生産安定性を変化させることで、エネルギー安全保障の評価指標がどのように変化するかを分析する。具体的には、各国の石油、石炭、ガスの生産安定性  $a_{ij}$  の値を変化させた。なお、本分析では中東を  $a_{ij}$  の値を変化させる地域として取り上げる。これは、日本のエネルギー供給において石油の占める割合が最も高く、また、石油の 81.8% (2014 年)<sup>1)</sup> を中東地域から輸入していることから、中東地域の生産安定性の変化が、エネルギー安全保障の評価に最も影響を与えると考えたためである。全世界の国別の  $a_{ij}$  の値を求めたうえで、中東地域の資源生産安定性  $a_{ij}$  の値を全世界の最大値・最小値になると仮定して結果を比較した。算出結果を図 3-6 に示す。

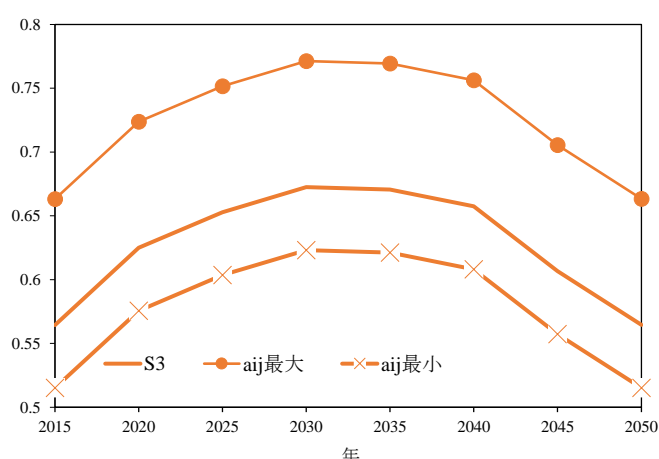


図 3-6 MJI 社会 (調整レベル) の中東地域の  $a_{ij}$  の値を最大・最小にした S3 算出結果

図 3-6 から、2050 年の S3 の算出結果は、 $a_{ij}$  の値を変化していないものは 0.56、 $a_{ij}$  の値を最小にすると 0.52 となった。そして、 $a_{ij}$  の値を最大にした S3 の算出結果は 0.66 となった。また、仮に、MJI 社会で中東地域の資源生産安定性が全世界の最大値まで向上すると、評価指標の値は 2050 年時点で約 17.86% 増加する。

そして、中東地域の  $a_{ij}$  を最小値に変更した場合の S3 の値の減少率は 7.14% であった。中東地域の  $a_{ij}$  を最大値にした場合よりも最小値にした場合の変化率の方が小さかったのは、現在の中東地域の生産安定性がもともと低いためであったと考えられる。

### 3-5 全体的な考察

本分析より、エネルギー安全保障の評価指標 S1・S2・S3 の値を変化させる因子は 3 つあった。1 つ目は、GDP の値の大きさによって変化するエネルギー需要量である。GDP の値が小さくなるほど、石炭・石油・天然ガスの供給量が減少する傾向にあるためエネルギー安全保障の評価指標は増加する。

2 つ目は、温室効果ガス排出量削減に向けた行動の程度である。算出結果より、行動を現状よりも努力するほど、評価指標の算出結果の値は増加する傾向があった。また、社会シナリオの違いによる指標の変化よりも、温室効果ガス排出量削減に向けた行動の程度を変化させる方が結果に大きく影響を与える傾向にある。

そして 3 つ目は、エネルギー供給国の資源生産安定性である。仮に、MJI 社会で中東地域の資源生産安定性が全世界の最大値まで向上すると、評価指標の値は 2050 年時点で約 17.86% 増加する。また、エネルギー供給国の資源生産安定性に関しても、社会シナリオの違いによる指標の変化よりも結果に影響を与える傾向がある。

以上より、エネルギー安全保障の評価指標の値を向上するためには、エネルギー需要量が低く、温室効果ガス排出量削減に向けた行動の程度が高く、エネルギー供給国の資源生産安定性の値が高いことが貢献する。さらに、分析から、エネルギー安全保障の評価指標の値の向上には、温室効果ガス排出量削減に向けた行動の程度の高さが最も強く影響を与え、続いて、エネルギー需要量の低さ、エネルギー供給国の資源生産安定性の値の高さの順に影響を与えることが示された。

#### <参考文献>

- 1) エネルギー経済研究所計量分析ユニット：データバンク <<http://edmc.ieej.or.jp/>>，2015-07-08

## 第四章 結論・課題

本章では、まず 4-1 に第三章までのまとめを記す。そして 4-2 に本研究の結論を述べ、最後に 4-2 に今後の課題を述べる。

### 4-1 第三章までのまとめ

本研究では、まず、過去（1982～2013 年）のデータをエネルギー安全保障の評価指標に用いて算出した  $S1 \cdot S2 \cdot S3$  の値の変化を示した。 $S3$  は 1993 年に最大値 0.55 に達したのち、ゆるやかに値が減少し続け、2012 年に値が大きく減少し最小値 0.31 にまで落ち込んだ。なお、翌 2013 年の  $S3$  の値は少し上昇し 0.32 であった。2012 年の値が減少した理由は、東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を受け、原子力による発電量が激減したことによるものである。

次に、低炭素ナビのレベルを調整レベルに設定したうえで  $S1 \cdot S2 \cdot S3$  の算出結果を示し、5 つの社会シナリオによる算出結果の違いを比較したところ、社会シナリオによって設定されている GDP の値が大きいほど指標の値が減少する傾向にあった。これは、GDP の値が大きいほど、石炭・石油・天然ガスの供給量が増加することに起因していると考えられる。最も指標の算出結果の値が高くなる社会シナリオは Share 社会であり、MIJ 社会の値が最も低くなった。

そして、エネルギー安全保障の向上のためのエネルギー需給に対するレベルの程度の差異による算出結果の違いを比較するため、MIJ 社会を選定し 3 種類のレベル（レベル 1・4・調整レベル）における  $S1 \cdot S2 \cdot S3$  の算出結果を示した。結果より、2050 年のレベル 1 の  $S3$  の値は本分析の同指標の算出結果のなかで最も低い水準であった。これは、レベル 1 のエネルギー構成が化石燃料による発電に大幅に依存する必要があることが結果に影響を与えたと考えられる。また、調整レベルによる算出結果はレベル 4 の値より低くなった。これは、調整レベルで設定されている各項目のレベルが、レベル 4 の各項目のレベルより低いためだと考えられる。したがって、長期エネルギー需給見通しで示されているエネルギー安全保障の向上に向けたエネルギー需給に対する努力は、温室効果ガス排出量削減に向けた実現可能性がある中の最大限の努力よりも、努力の程度が低いといえる。さらに、MIJ 社会の各レベルの 2050 年の  $S3$  の値を過去の値と比較したところ、レベル 1 では過去最低値である 0.31（2012 年）よりも低くなる。一方、レベル 4・調整レベルでは、過去最高値である 0.55（1993 年）よりも高い値になることが示された。

最後に、中東地域の資源生産安定性を表す値を変化させ、輸入国の資源生産安定性の変化による算出結果の違いを比較した。中東地域の  $a_{ij}$  を最大値に変更すると  $S3$  の値は 17.86% 増加するが、最小値に変更した場合の値の減少率は 7.14% であった。このことから、各国の資源生産安定性が向上した場合、資源生産安定性が低下した場合よりも、評価指標から算出される値が大きく変化することを確認した。

以上の分析結果より、本研究においてエネルギー安全保障の評価の向上には、エネルギー需要量が低く、エネルギー安全保障の向上に対する行動の程度が可能な限り高い水準であり、輸入国の資源生産安定性が高いことが貢献することが示された。そして、本研究でエネルギー安全保障の評価に変化をもたらすことを明らかにした、社会シナリオの違い・温室効果ガス排出量削減に向けた行動の程度・中東の資源生産安定性による値の変化の違いを比較すると、社会シナリオの違い・中東の資源生産安定性の高さよりも、エネルギー安全保障の向上に対する行動の程度による算出結果の値の変化が大きかった。

#### 4-2 結論

分析結果より、日本のエネルギー安全保障の水準を向上させるためには、社会シナリオにより変化するエネルギー需要量・エネルギーを安定して生産する国からエネルギーを輸入させることよりも、化石燃料の供給量を減少させることがより効果的であることが示された。

社会シナリオのみの差異による算出結果を比較すると、エネルギー安全保障の向上のためには、社会シナリオとして **Share** 社会を採択することが最も望ましい。しかし、**Share** 社会は産業発展を望まず、最も生活水準が低下する恐れがある社会シナリオである。いわばどの社会シナリオよりも現在の価値観を転換させる必要があり、移行が難しい将来像と考えられる。一方、**MIJ** 社会は評価指標の算出結果は最も低くなるが、日本が示している計画に沿ったエネルギー需給状況に最も近似する社会シナリオであり、移行できる可能性が十分高い。さらに、**MIJ** 社会シナリオ上で温室効果ガス排出量削減に向けたエネルギー需給に対する努力および人々の行動に関するレベルを向上することにより、エネルギー安全保障の評価指標を大きく向上することが可能である。

以上より、**MIJ** 社会上で温室効果ガス排出量削減に関する努力の程度を可能な限り向上させることが、エネルギー安全保障の水準の向上に貢献する最も実現可能性が高い社会となり得る。

もし、今後、再生可能エネルギーでの発電量を増加させ化石燃料への依存度を下げるといった温室効果ガス排出量の削減に向けたエネルギー需給状況に関する最大限の努力がなされれば、現在の日本の社会像を大きく転換しなくてもエネルギー安全保障の水準の向上を見込むことができる。しかし、社会像と化石燃料の使用削減などの努力のどちらも現状のままの水準であれば、エネルギー安全保障の水準が向上する可能性は低くなる。

#### 4-3 今後の課題

本研究では、エネルギー安全保障の評価において、エネルギーを確保する際に必要な価格の面を考慮していない。そのため、評価指標に価格の側面を考慮する評価軸を組み込む必要がある。また、算出結果の比較にあたり、社会シナリオやレベル・各国の資源生産安定性をいくつかの組み合わせで使用し、考えられるすべての組み合わせを分析に用いなかった。

より多くの側面からエネルギー安全保障について研究するためには、より多くの要因を組み合わせる必要がある。さらに、将来のエネルギーの国別の輸出入に関する変数を固定していることも今後の課題と考えられる。

そして、Ang et al. (2015)<sup>1)</sup>が示しているように、エネルギー安全保障について、定義が幅広い考えことを考慮することも必要である。本研究では、原子力による発電量の増加によって化石燃料の供給量が減少することで、エネルギー安全保障の評価の向上に寄与することが示された。しかしながら、より幅広い考えを含んだエネルギー安全保障について考察するためには、原子力発電を単なる準国産エネルギーと扱わず、事故発生のおそれがあるといった危険性の部分を加味して分析することがより望ましい。

<参考文献>

- 1) B. W. Ang, W. L. Choong, T. S. Ng: Energy security Definitions, dimensions and indexes, *Renewable and sustainable energy reviews*, 42, pp.1077-1093 (2015)





## 謝辞

本論文を締めくくるにあたり、ご指導してくださった松本先生に心から感謝いたします。分析では慣れない作業が多く、先生の下でなければここまでやり遂げることが出来ませんでした。また、昨年春からは離れた距離でのやり取りになり、不安に感じることもありましたが、先生は終始親身になって私の論文に向き合ってくださいました。貴重なお時間を割いてご指導していただき、本当にありがとうございました。

また、査読を担当していただいた白木先生には大変お世話になりました。エネルギー政策に関する知識の乏しい私のために、多くの時間をかけて丁寧にご指導していただきましたことを深く感謝しております。

そして、卒業論文の提出にあたって、多くの先生方にお世話になりました。感謝申し上げます。特に、金谷先生には私の相談に乗っていただくことが多くあり、大変お世話になりました。また、米野さんには研究内容はもちろんのこと、多くの事柄について励ましていただきました。本当にありがとうございました。

そして、同じ松本研究室の4回生である高木さんとは、研究に関する相談をはじめとした多くの事について話すことができ、研究室で過ごす時間を充実させることができました。私が最後まで前向きに論文に取り組むことができたのは、高木さんのおかげです。

また、研究室が近い金谷研究室の皆さんにはお世話になることが多くありました。ありがとうございました。

そして、他大学の大学院生である赤松さんにも大変お世話になりました。論文はもちろん、さまざまな相談に乗ってくれ、その度に自分の考えを整理することができました。深く感謝しています。

大学生活で学んだことを無駄にせず、これからも努力して参ります。  
本当にありがとうございました。

生田 遥



# 付 録



## 付 録 目 次

A 参考 Web ページの引用.....	1
----------------------	---



## A 参考 Web ページの引用

環境省中央環境審議会地球環境部会：2013 年以降の対策・施策に関する報告書

<<http://www.env.go.jp/earth/report/h24-03/index.html>>

環境省>地球環境, 国土・資源部局>地球温暖化対策

2013年以降の対策・施策に関する報告書(平成24年6月)  
(地球温暖化対策の選択肢の原案について)

報告書本体

- 2013年以降の対策・施策に関する報告書(地球温暖化対策の選択肢の原案について)
- 1. 選択肢①(PDF 4,859KB)
- 2. 選択肢②(PDF 5,039KB)

別冊

- (別冊 1) 2013年以降の対策・施策に関する検討小委員会における議論を踏まえたエネルギー消費量・温室効果ガス排出量等の見直し
- 1. 表紙①(PDF 3,909KB)
- 2. a110~a200 (PDF 3,599KB)
- 3. 付録①(電力供給) (PDF 1,373KB)

- (別冊 2) 経済モデル分析の試算結果について [PDF 4,146KB]
- (別冊 3) 各WQの検討内容について
- 1. 選択肢①-② (エネルギー供給) (PDF 2,404KB)
- 2. a04~a100 (エネルギー供給) (PDF 2,019KB)
- 3. a101~a144 (住宅・建築物) (PDF 4,838KB)
- 4. a145~a179 (住宅・建築物) (PDF 4,362KB)
- 5. a180~a184 (自動車) (PDF 372KB)
- 6. a185~a200 (自動車) (PDF 5,020KB)
- 7. a201~a317 (低炭素ビジネス) (PDF 3,560KB)
- 8. a318~a351 (低炭素ビジネス) (PDF 4,459KB)
- 9. a352~a480 (低炭素ビジネス) (参考資料) (PDF 4,224KB)
- 10. a481~a488 (低炭素ビジネス) (参考資料) (PDF 2,138KB)
- 11. a489~a501 (エネルギー供給) (PDF 4,967KB)
- 12. a502~a557 (エネルギー供給) (参考資料) (PDF 2,649KB)
- 13. a558~a717 (エネルギー供給) (参考資料) (PDF 4,816KB)
- 14. a718~a744 (エネルギー供給) (参考資料) (PDF 1,107KB)
- 15. a745~a818 (エネルギー供給) (補足説明資料) (PDF 3,500KB)
- 16. a819~a858 (地域エネルギー) (PDF 3,290KB)
- 17. a859~a900 (地域エネルギー) (PDF 3,934KB)
- 18. a901~a951 (地域エネルギー) (土地利用・交通) (PDF 2,169KB)
- 19. a952~a970 (地域エネルギー) (地域・防災) (PDF 3,701KB)
- 20. a971~a991 (地域エネルギー) (地域・防災) (PDF 4,906KB)
- 21. a992~a1000 (地域エネルギー) (補足説明) (PDF 1,376KB)
- 22. a1001~a1009 (コミュニケーション・マーケティング) (PDF 3,339KB)
- 23. a1010~a1069 (コミュニケーション・マーケティング) (PDF 3,543KB)
- 24. a1070~a1079 (コミュニケーション・マーケティング) (伝達手段のガイドライン) (A版) (PDF 1,409KB)

資源エネルギー庁：エネルギーセキュリティの評価指標について

<[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen\\_nenryo/011\\_haifu.html](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/011_haifu.html)>

経済産業省  
Ministry of Economy, Trade and Industry

平成29年度 経済産業政策の重点

東日本大震災 関連情報はこちら

ニュースリリース：最新情報をお知らせ

地球環境戦略研究機関：2050 低炭素ナビ

< <http://www.2050-low-carbon-navi.jp/web/jp/index.html> >

日本版2050パスウェイ・カリキュレーター  
(2050低炭素ナビ)



---

ホーム 低炭素ナビ 検索 ツールキット リンク お問い合わせ

**新着情報**

- 2050日本低炭素ナビeラーニングシリーズ制作 (2016年5月)  
公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES) は、2050日本低炭素ナビeラーニングシリーズ『あなたがナビする未来エネ...』を制作し、各都道府県で無料配布に当たってを行いました。このeラーニングビデオは、『2050低炭素ナビ』について詳しく紹介するものです。
- 日本版2050低炭素ナビゲーター第2版公開 (2016年3月)  
日本版2050低炭素ナビゲーターのウェブツール第2版が更新されました。改正版では、「5+3E」を閲覧できる機能を追加し、使いやすさを向上させました。
- 日本版2050低炭素ナビゲーターについて  
福島第一原子力発電所の事故発生以降、世界のエネルギー政策を巡る中で、日本は積極に立ち上がっています。最適なエネルギーミックスと低炭素技術を重視し、エネルギー供給の安定化とともに、温室効果ガス(GHG)排出の80(一セント削減)という野心的な目標を達成することが求められています。

政策決定者、エネルギー関係者、消費者（一般市民を含む）、エネルギーの反変化やGHG排出量の削減について日本が取るべき選択を議論するため、地球環境戦略研究機関 (IGES) と国立環境研究所 (NIES) は、日本版2050低炭素ナビを共同開発しました。これは、英国にて開発された英国版2050(スウェーデン・カリキュレーター)の日本版に適用したものです。日本の開発にあたっては、多くの専門家や英国エネルギー・気候変動開発省 (DECC) の英国版(スウェーデン・カリキュレーター)開発チームによる有益な助言を頂きました。加えて、本ナビゲーターの開発にあたり、駐日英国大使館および日本環境省に多くの支援を頂きました。

データの透明性が高く単純な操作で結果を表示できる低炭素ナビは、エネルギーや気候変動対策に関する様々な関係者による議論を活性化し、学生や一般市民が日本の将来の低炭素社会の在り方を考える有用なツールになると考えています。

>> 詳細はこちら

日本語 English

CONTACT / フィードバック

CONTACTはこちら

(公財)地球環境戦略研究機関 (IGES)  
グリーン経済エリア  
〒240-0115 神奈川県川崎市三浦区  
東山1-1-1  
Tel: 046-826-9375  
Fax: 046-825-3809  
E-mail: ge-info@iges.or.jp  
Website:  
[www.iges.or.jp/jp/green-economy/](http://www.iges.or.jp/jp/green-economy/)

(独法)国立環境研究所(NIES)  
社会政策システム研究センター  
〒205-0806 東京都小平市  
小野川1-2  
Tel: 026-870-2227  
E-mail: [ica\\_navi@nies.go.jp](mailto:ica_navi@nies.go.jp)

The Global Calculator  
From the 2050 Low Carbon Japan Project

エネルギー経済研究所計量分析ユニット：データバンク

< <http://edmc.ieej.or.jp/> >

公益財団法人 (EDMC) 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット

EDMC  
IEE JAPAN  
The Institute of Energy Economics, Japan  
The Energy Data and Modeling Center

HOME | データバンク (会員登録) | ご利用案内、お問い合わせ | 出版物

---

**お知らせ**

トレンド最新号トピックス : 「中国における電気事業法によるCO2排出削減に関する一考察」を掲載しました。 2017.1.16

出 版 物 : 「エネルギー・経済統計要覧 2016」のデータを収録しました。 2016.3.26 (2016.3.17) (2016.7.22)

---

**データバンク**

データバンク  
(会員登録)

1週間無料  
お試しログイン

※ EDMCデータバンクは会員登録サービスです。      ご利用料金やご利用案内はこちらまで。

---

**データバンクコンテンツ**

国内データ	海外データ
エネルギー資源、炭地、設備	エネルギー資源、炭地、設備
エネルギー価格、コスト	エネルギー価格、コスト
経済指標ほか	経済指標ほか
地域編 (都道府県データ)	各国・地域編

---

**出版物**

要覧 エネルギー・経済データ      Handbook of Japan's & World      エネルギー・トレンド



# U.S. Energy Information Administration: International

<<http://www.eia.gov/beta/international/>>



