

第2部 予測とシミュレーション

5章 原子力発電の停止の影響に関する シミュレーション

矢島正之 熊倉修
櫻井紀久 永田豊
服部恒明

1. はじめに
2. 世界へのインパクト
3. 日本へのインパクト
- 3.1 エネルギー
- 3.2 日本経済
4. おわりに

1. はじめに

本章では、原子力発電の停止が石油、LNG、石炭などの一次エネルギー価格やわが国のエネルギー・経済動向に及ぼす影響を中期経済予測システムを用いて分析する。

シミュレーションは、OECD 7か国（日本、アメリカ、カナダ、フランス、西ドイツ、イタリア、イギリス）の原子力発電を停止する場合を想定し、停止の過程について次の2ケースを設定した。

- ① 原子力即時停止ケース：OECD 7か国の原子力発電を、1990年に半減、1991年に全廃する。
- ② 原子力段階的停止ケース：OECD 7か国の原子力発電を、1990年以降直線的に減少させていき、2000年には全廃する。

シミュレーションに用いるのは、世界エネルギーモデル、エネルギー間競合モデルそれに多部門モデルである。シミュレーションに際して

のこれらモデル間のインプット、アウトプットの関係は概略つぎの通りである。まず原子力発電の減少により、火力発電が増加し、化石燃料に対する需要が増加する。この結果、化石燃料の価格が上昇し（世界エネルギーモデル）、わが国の輸入化石燃料価格が上昇する。また、わが国においても原子力発電から火力発電へのシフトが生じるため、化石燃料輸入量は増大する。化石燃料価格の上昇と輸入量の増大はわが国経済にデフレ効果を及ぼすことになる（多部門モデル）。一方、化石燃料価格の上昇は二次エネルギー価格の相対的な変化を通じてわが国のエネルギー間競合に影響を与える（エネルギー間競合モデル）。

2. 世界へのインパクト

原子力発電停止の世界へのインパクトは、世界エネルギーモデルでは、図1に示すような過程を通して波及していく。原子力発電の廃止にともない、電力部門では、短期的には既存の火

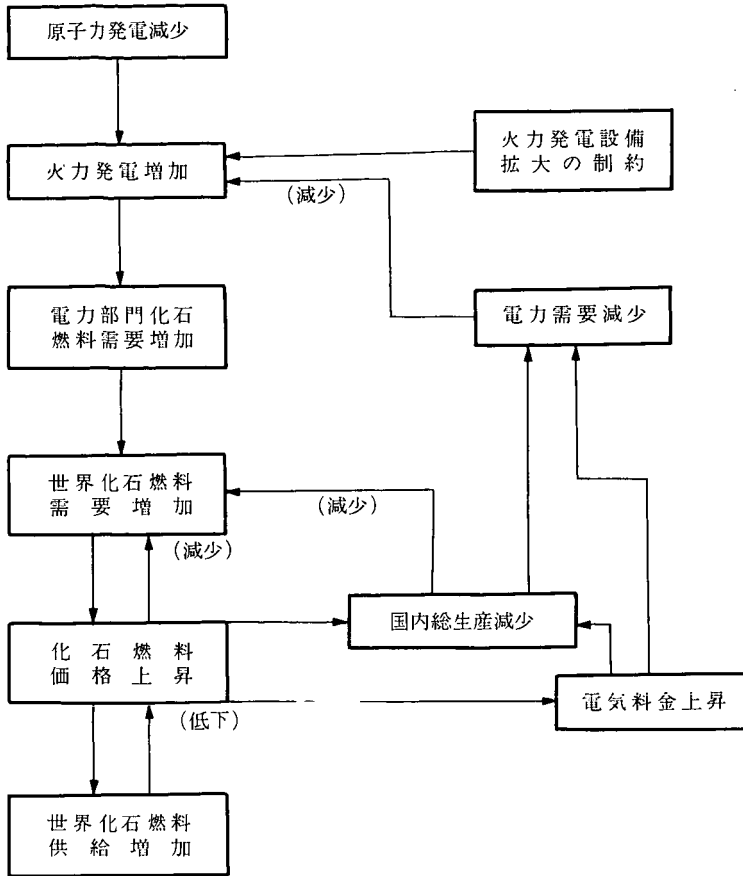


図1 原子力停止の世界エネルギー需給に及ぼす影響

力発電設備の設備利用率の上昇、長期的にはその増設によって発電量を増加させる。ただし、モデルでは各年の火力発電量の増加率に制約を課して、火力発電の増加に対する現実の制約を反映させている。また、火力発電増加分の燃料については、石油と天然ガスを2:1の比率で消費すると仮定した。現実にはOECD7か国の総発電量のうち41%が石炭、8%が石油、10%が天然ガスによって発電されているが、ここでは、地球温暖化対策として、今後石炭の消費が抑制される可能性があることを考慮し、燃料消費が石油と天然ガスに向かうものとした。

電力部門の化石燃料需要の増加は、世界の化石燃料需要を増加させ、化石燃料価格、さらに電力価格を上昇させる。また、化石燃料価格、電力価格の上昇は、経済成長にマイナスの効果を及ぼす。価格の上昇は、一方では国内総生産の減少とあいまって、エネルギーの需要を抑制するが、他方では、供給を増加させる効果をもつ。モデルでは、こうした過程を通して、化石燃料と電力について、需給を均衡させる価格が決定される。

図2は、原子力即時停止ケースと段階的停止ケースの2005年までの石油価格の動きを示したものである。この2つのケースを比較する

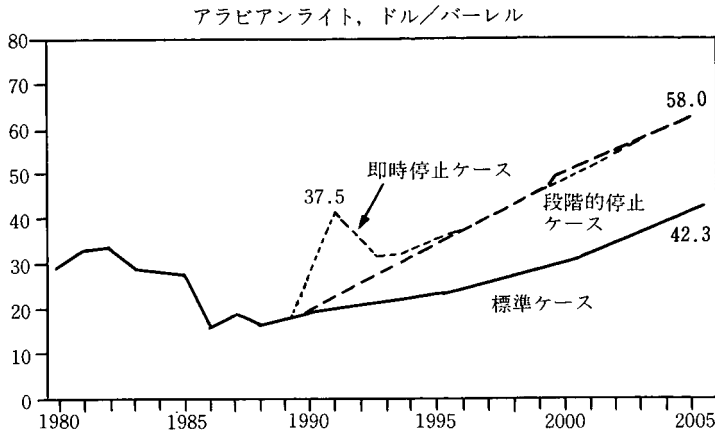


図 2 石油価格

と、長期的には同様の影響を及ぼすことがわかる。しかし、即時停止ケースにおいては、短期的には、すなわち原子力を減少させていく 1990～91 年とその後 2～3 年間は価格への影響は大きく、エネルギー価格、経済活動、エネルギー需給などは多大の影響を受けることになる。

以下では、原子力停止の短期的な影響について、即時停止ケースにより、また長期的影響を段階的停止ケースによって見ることにする。

即時停止ケースにおける石油価格の動向を見ると、1990 年には 31.3 ドル/バーレル、1991 年 37.5 ドルと急騰する（以下表 1 参照）。しかしその後は価格上昇にともなう需要抑制効果と増産効果とが現れて、1992 年には 29.1 ドルまで低下し、その後標準ケースを数ドル上まわる水準で推移する。

原子力発電を急減させるこのケースでは、原子力発電の減少を、火力発電によってすべてカバーすることができず供給力不足が生じ、OECD 7 か国の総発電量は前年の水準を下まわる。1990、1991 年とも原子力の減少分（1991 年には 1.5 兆 kWh、石油換算 3.7 億トン）のうちほぼ 2/3 が火力発電によってカバーされる

が、残りの 1/3 の分の供給力の減少がもたらされる。この結果、OECD 7 か国の総発電量は、標準ケースに比べて 1990 年には 5.4%、1991 年には 9.2% 減少する。また、1992 年には電力価格の急騰による電力需要の抑制効果が大きく現れ、総発電量は標準ケースに比べて 9.7% 減少することになる。しかしその後は電力需要は回復し、標準ケースとほぼ同じ伸び率で増加していく。OECD 7 か国の国内総生産への影響は、1991 年に最も大きくなり、標準ケースの水準を 1.2% 下まわる。しかし、その後は成長率は標準ケースの水準に回復し、各年標準ケースを 1% 下まわる水準で推移する。

自由世界の石油需要への影響をみると、1991、92 年には標準ケースを 7.3% 上まわるが、その後は高価格による需要抑制効果が現れ、標準ケースからの乖離は縮小していく。

次に原子力段階的停止ケースにより、長期的な影響を見よう（表 2）。このケースでは、原子力発電停止の影響は、2005 年まで徐々に大きくなっていき、石油価格は 1995 年には、標準ケースを 7 ドル上まわる 29.4 ドルにとどまるが、2005 年には、標準ケースを 16 ドル上ま

表 1 標準ケースと原子力即時停止ケースとの比較

| | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|---------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 標準ケース | | | | | | |
| 石油価格 ドル/バーレル | 16.7 | 18.5 | 19.5 | 20.5 | 21.2 | 22.0 |
| 石炭価格 ドル/トン | 40.8 | 43.1 | 45.5 | 47.7 | 49.0 | 50.8 |
| OECD7 各国 | | | | | | |
| 総発電量 10 億 kWh | 5,080.3 | 5,209.7 | 5,312.6 | 5,409.1 | 5,497.1 | 5,599.4 |
| 原子力発電量 | 1,269.0 | 1,353.9 | 1,388.2 | 1,422.0 | 1,456.3 | 1,490.3 |
| 国内総生産 10 億ドル | 8,698.2 | 8,921.8 | 9,146.7 | 9,377.0 | 9,615.9 | 9,861.4 |
| 自由世界化石燃料需要量 | | | | | | |
| 石油 百万 toe | 2,314.9 | 2,328.5 | 2,356.1 | 2,383.5 | 2,415.6 | 2,448.2 |
| 石炭 | 1,089.6 | 1,110.6 | 1,094.7 | 1,113.0 | 1,130.1 | 1,147.9 |
| 天然ガス | 1,037.5 | 1,032.9 | 1,044.7 | 1,056.6 | 1,072.6 | 1,089.1 |
| 計 | 4,442.0 | 4,471.9 | 4,495.5 | 4,553.1 | 4,618.3 | 4,685.2 |
| 原子力即時停止ケース | | | | | | |
| 石油価格 ドル/バーレル | 16.7 | 31.3 | 37.5 | 29.1 | 28.7 | 29.8 |
| (0.0) | (69.2) | (92.3) | (42.0) | (35.4) | (35.5) | |
| 石炭価格 ドル/トン | 40.8 | 51.7 | 61.8 | 50.6 | 52.2 | 55.4 |
| (0.0) | (20.0) | (35.8) | (6.1) | (6.5) | (9.1) | |
| OECD7 各国 | | | | | | |
| 総発電量 10 億 kWh | 5,080.3 | 4,930.0 | 4,826.0 | 4,886.6 | 5,131.1 | 5,251.7 |
| (0.0) | (5.4) | (-9.2) | (-9.7) | (-6.7) | (-6.2) | |
| 原子力発電量 | 1,269.0 | 634.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| (0.0) | (-53.1) | (0.0) | (0.0) | (0.0) | (0.0) | |
| 国内総生産 10 億ドル | 8,698.2 | 8,861.7 | 9,037.1 | 9,278.7 | 9,533.1 | 9,782.0 |
| (0.0) | (-0.7) | (-1.2) | (-1.0) | (-0.9) | (-0.8) | |
| 自由世界化石燃料需要量 | | | | | | |
| 石油 百万 toe | 2,314.0 | 2,409.8 | 2,528.9 | 2,558.4 | 2,577.4 | 2,577.0 |
| (0.0) | (3.5) | (7.3) | (7.3) | (6.7) | (5.3) | |
| 石炭 | 1,089.6 | 1,036.6 | 1,111.2 | 1,114.3 | 1,129.9 | 1,148.4 |
| (0.0) | (0.4) | (1.5) | (0.1) | (0.0) | (0.0) | |
| 天然ガス | 1,037.5 | 1,036.6 | 1,094.0 | 1,138.0 | 1,153.0 | 1,160.6 |
| (0.0) | (0.4) | (4.7) | (7.7) | (7.5) | (6.6) | |
| 計 | 4,442.0 | 4,564.2 | 4,734.1 | 4,810.7 | 4,860.4 | 4,886.1 |
| (0.0) | (2.1) | (5.3) | (5.7) | (5.2) | (4.3) | |

注) () 内は対標準ケース比(%)

表 2 原子力段階的停止と標準ケースとの比較 (2005 年)

| | 標準ケース | 原子力即時停止ケース 標準ケースとの差 | |
|---------------|--------|------------------------|---------------|
| | | | |
| 石油価格 ドル/バーレル | 42.3 | 58.0 | +15.7 (37.1) |
| 石炭価格 ドル/トン | 85.4 | 94.7 | +9.3 (10.9) |
| 自由世界化石燃料需要量 | | | |
| 石油 百万 toe | 2,749 | 2,945 | +196 (7.1) |
| 石炭 | 1,433 | 1,437 | +4 (0.3) |
| 天然ガス | 1,270 | 1,355 | +85 (6.7) |
| 計 | 5,452 | 5,737 | +285 (5.2) |
| うち発展途上国 | 1,292 | 1,267 | -25 (-1.9) |
| OECD7 各国 | | | |
| 総発電量 10 億 kWh | 6,792 | 6,157 | -635 (-9.3) |
| 原子力発電量 | 1,951 | 0 | -1,951 (-) |
| 国内総生産 10 億ドル | 12,946 | 12,822 | -124 (-1.0) |

注) () 内は対標準ケース(%)

わる 58 ドルとなる。OECD 7 か国の総発電電力量は、標準ケースの年率 1.8% の伸びが 1.2% に低下し、2005 年には標準ケースを 9% 下まわる 6.2 兆 kWh となる。自由世界の石油需要量も同様に、次第に標準ケースとの差をひろげ、2005 年には標準ケースを 7% 上まわる 29.5 億 toe になる。また、7 か国の国内総生産は、2005 年には標準ケースを 1.0% (1.2 千億ドル) 下まわる。

3. 日本へのインパクト

3.1 エネルギー

つぎに、原子力停止のわが国のエネルギー需給と価格に及ぼす影響をエネルギー間競争モデルを用いて見ることにする。図 3 に示すように、世界エネルギーモデルからインプットされる一次エネルギーの国際価格上昇は、その国内価格上昇、二次エネルギー価格上昇と波及していく。電力価格は原子力から火力発電へのシフトによる新設火力の建設や高騰した化石燃料への代替によって上昇する。二次エネルギー価格の上昇は多部門モデルにインプットされ部門別生産の減少をもたらす。この結果、価格、生産両面から部門別エネルギー需要は減少する。部門別エネルギー需要の減少は、二次エネルギー

価格の相対的な変化を通じて、需要種別エネルギー消費の変化をもたらすことになる。このようにして減少した二次エネルギーの需要は価格の上昇を抑制する方向に作用する。

一次エネルギー供給についてみると、標準ケースからの減少率は 2000 年で 3.7%、2005 年で 4.3% である (図 4)。短期的に即時停止ケースの方が影響が大きい、2000 年以降は両ケースともほぼ等しくなる。

2005 年時点の二次エネルギー価格は標準ケースに比べ、石油製品、コークス、都市ガス、電力の順でそれぞれ 15.5、11.4、14.5、25.9% 高となり、電力価格の上昇率が最も大きい。これは現在稼働中の原子力発電所の大部分が未償却であり、段階的に停止した場合でも償却されないまま停止される設備が存在することと、その代替電源として火力発電所の建設を追加し高騰した燃料を使用することの影響による。

電力需要は 2005 年において標準ケースより 6.6% 減 (自家発を含む) となり、電力価格の高騰を反映し最終消費全体の 4.2% 減より減少幅は大きくなる (図 5)。内訳では電気事業が 6.5%、自家発が 7.6% の減少で全体としては自家発のシェアが低下するが、これは業務・家庭部門など自家発との競合がない部門での減少

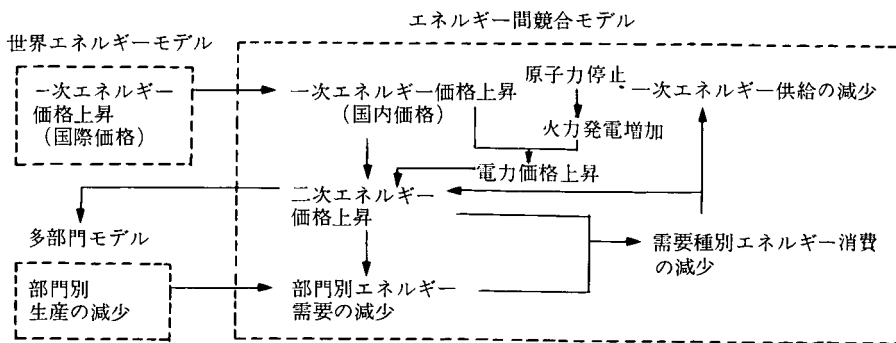


図 3 原子力停止のエネルギー間競争に及ぼす影響

(原油換算百万k1)

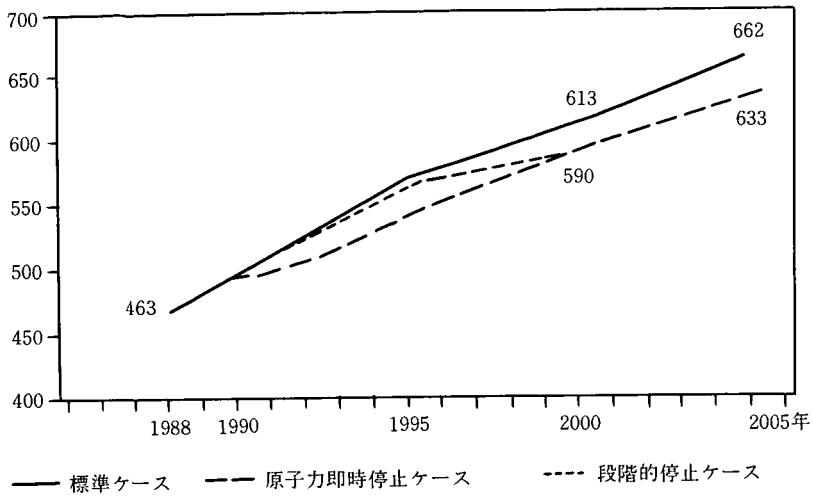


図4 一次エネルギー供給

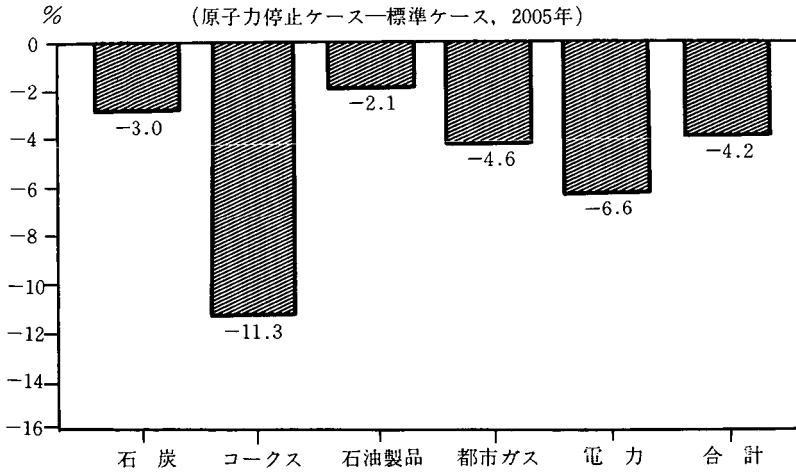


図5 最終エネルギー消費の変化

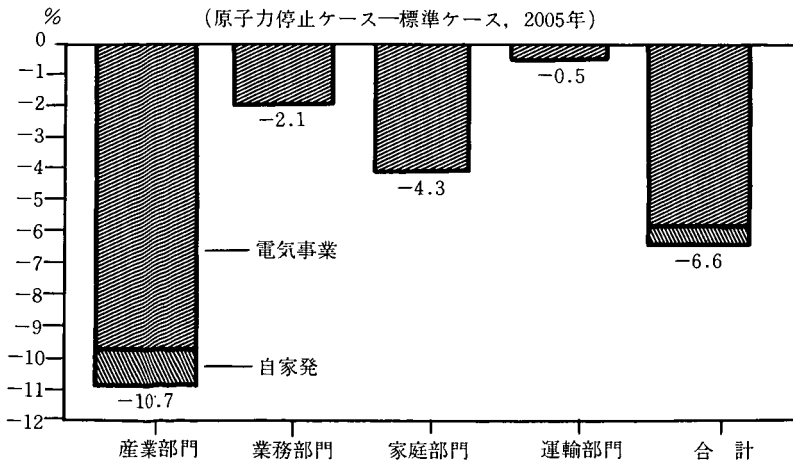


図6 部門別電力需要の変化

幅が相対的に小さいことによる（図6）。産業部門では電力需要合計が10.7%減となるのに対し、電気事業向けの需要は11.1%減となり、標準ケースと比べて自家発のシェアの低下は若干回復する。業務部門では量的にはわずかであるが他のエネルギーと競合する用途でのシェアの減少がいっそう進み、家庭部門においては標準ケースでシェアを維持していた給湯用などで他のエネルギーにシェアを奪われてしまう。

注目すべきは、環境への負荷の増加である。CO₂排出量は2005年時点で炭素換算4.09億トンで、標準ケースから14%、1988年実績から50%以上の増加となる。電気事業が排出するCO₂の増加は著しく、2005年で標準ケースの46%増となり、全体に占めるシェアは40%に達する。

3.2 日本経済

最後に、原子力発電の停止が日本経済に及ぼす影響を多部門モデルでシミュレーションしてみよう。

原子力発電停止による日本経済への波及の経路は図7に示されている。まず、価格面の影響として、原子力発電の停止は火力発電へのシフトをもたらす、世界の化石燃料市場の需給は逼

迫するため、エネルギー価格は上昇する（世界エネルギーモデルよりインプットされる）。数量面では、原子力から石油・天然ガスへの燃料シフトに伴い、わが国への化石燃料輸入量が増加する（エネルギー間競合モデルとの連動シミュレーションにより求まる）。また、他の影響として、エネルギー価格上昇による世界的なスタグフレーション傾向、電気料金の上昇、経常収支の悪化等による円レート下落なども生じ、これらの影響も考慮に入れシミュレーションする。

計算結果の要約は表3に示す通りである。以下では、即時停止ケースで原子力停止の短期的影響を分析し、段階的停止ケースではその長期的影響をみることにする。

まず、即時停止ケースであるが、物価への影響をみると、エネルギー価格の急騰や円レートの減価により、1年目の1990年に卸売物価は標準ケースと比べて3.2%、消費者物価は同1.2%上昇、2年目にはそれぞれ3.3%、1.7%と上昇し、インフレが一挙に加速する。また、化石燃料輸入額は、名目ベースで1990年3.9兆円、1991年には5.7兆円に膨れ上がる。

実質GNPは、こうした輸入インフレの発

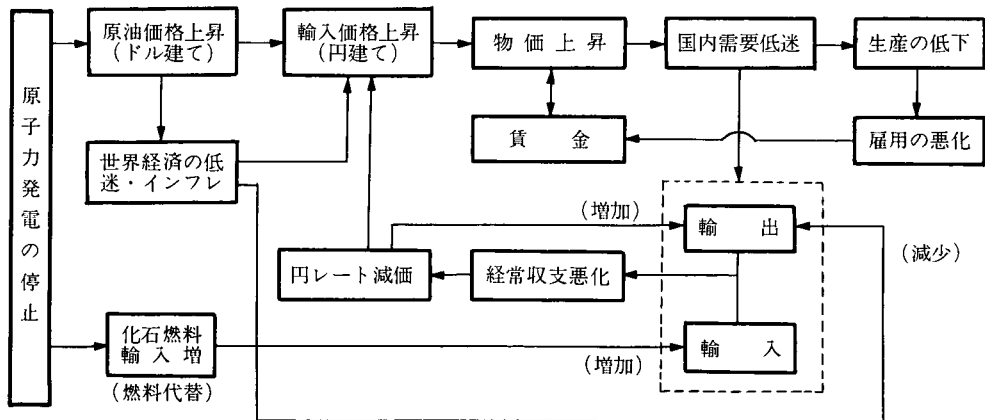


図7 原子力停止のマクロ経済への影響

表 3 原子力発電停止の経済的影響 (%)

| 年 | 即時停止ケース | | | 段階的停止ケース | |
|-----------------------|---------|------|------|----------|------|
| | 1990 | 1991 | 1992 | 1995 | 2005 |
| 実質 GNP | -0.9 | -1.5 | -1.7 | -0.5 | -1.0 |
| 民間消費 | -0.5 | -1.2 | -1.4 | -0.8 | -1.9 |
| 民間住宅 | -1.1 | -2.4 | -2.7 | -1.4 | -2.4 |
| 民間設備 | -0.5 | -1.2 | -1.7 | -0.5 | -1.2 |
| 輸出 | -0.2 | -2.0 | -4.1 | 1.6 | 3.0 |
| 輸入 | 0.9 | -2.1 | -4.3 | -0.3 | -1.3 |
| 経常収支 | -523 | -678 | -366 | -347 | -839 |
| 卸売物価 | 3.1 | 6.4 | 6.0 | 3.2 | 7.0 |
| 消費者物価 | 1.1 | 2.8 | 3.4 | 2.0 | 4.6 |
| 実質国内生産 | -1.0 | -1.6 | -1.8 | -0.6 | -1.2 |
| 素材 | -2.4 | -2.4 | -2.6 | -1.3 | -1.7 |
| 機械 | -0.7 | -1.7 | -2.5 | 0.0 | -0.3 |
| サービス | -0.8 | -1.3 | -1.5 | -0.6 | -1.3 |
| エネルギー輸入増加 (実質, 兆円) | 0.91 | 1.36 | 1.36 | 1.67 | 3.11 |

注) 経常収支(億ドル)は標準ケースに対する差, その他は乖離率。

生や海外への所得移転の急増, さらに世界的な不況による輸出の減少によって大きく下落し, 標準ケース比で 1990 年に 0.9% 減少, 1992 年には 1.7% 減と減少幅が累積し, 4 年目の 1994 年には最大 9.4 兆円, 2.2% 減になる。これを成長率でみると, 1 年目に最大 0.9% 下落, 2 年目に 0.6%, 3 年目には 0.3% と減少幅が縮小するが, 1989~94 年間では年平均 0.5% 成長率が下がることになる。内需では, 住宅投資や民間設備投資の減少幅が大きい。

経常収支は, エネルギーの輸入金額の増加等による名目輸入の増加と世界的な不況の影響を受けた輸出の減少とによって黒字は急激に減少に向かい, 1990 年は標準ケース比で約 520 億ドルも急減し, 6 年目の 1995 年には赤字に転化する。

産業別の生産では, エネルギー集約度が高い素材産業が最も減少幅が大きい。標準ケース比では, 1 年目は素材が 2.4% 減, 機械が 0.7% 減であるが, 4 年目には素材が 2.6% 減, 機

械が 2.5% と減少幅が増す。

つぎに, 段階的停止ケースにより, 長期的影響をみることにする。これまでに述べた短期的分析と比べて, 長期において大きく異なるのは輸出の動きである。輸出は, 短期では標準ケース比で 1990 年には 0.2% 減, 1992 年には最大 4.1% 減少し, 景気の低下要因になるが, 長期では円安による拡張効果により, 2005 年では標準ケース比で 3.0% の増加となり, 国内の景気下落を緩和する。その結果, 実質 GNP は 2005 年では標準ケース比で 6.3 兆円, 約 1.0% の減少, 成長率でも 1989~2005 年間で 0.05 ポイントの低下にとどまる。一方, 内需は, 2005 年で合計 12 兆円, 1.9% 減少するが, そのうち民間消費, 住宅投資の減少幅が大きい。輸入は名目ベースでは大幅増となるものの内需の低下に伴って実質では 1.3% 減少する。

物価は, 2005 年に卸売物価が 7.0%, 消費者物価で 4.6% 上昇しインフレ傾向が続く。1989~2005 年間でみると, 消費者物価上昇率

は2.7% となり標準ケースに比べて0.3ポイントの上昇。また、経常収支はエネルギー輸入の増加で名目ベースの輸入が著しく増加するため黒字は大幅に減少し、1990年代末には赤字となる。

産業別生産では、素材産業の減少が大きく、2005年で1.7%、機械工業では輸出増が内需低下を補うため減少幅は小さく、0.3%の減少にとどまる。

4. おわりに

これまでに、原子力発電の停止が世界の一次エネルギー需給やわが国のエネルギー・経済動向に及ぼす影響を見てきた。即時停止ケースと

段階的停止ケースとではその影響は長期的には似たようなものとなるが、短期的には大きく異なることがわかった。

即時停止ケースにおける短期的な影響を1991年で見ると、原油価格は標準ケースの19.5ドル/バレルから37.5ドル/バレルにまで急騰、わが国の卸売物価も標準ケースと比べて3.3%急伸する。実質GNPは標準ケース比で1.5%減少し、5兆円規模での国民経済的な損失を蒙ることになる。これらのことから、原子発電停止の世界および日本のエネルギー需給や日本のマクロ経済に及ぼすインパクトは非常に大きいと言えるだろう。

| | |
|------|----------|
| やじま | まさゆき |
| 経済部 | 経営研究室 |
| くまくら | おさむ |
| 経済部 | エネルギー研究室 |
| さくらい | のりひさ |
| 経済部 | 経営研究室 |
| ながた | ゆたか |
| 経済部 | エネルギー研究室 |
| はっとり | つねあき |
| 経済部 | 経営研究室 |