

# 序文

気候変動は今世紀初めの時点で最も複雑な挑戦すべき課題のひとつである。どの国もそれを免れることはできない。どの国も気候変動が提起している相互関連した課題に単独で取り組むことはできない。それには議論を呼ぶ政治的な決定、気の遠くなるような技術の変化、広範で地球全体に及ぶ影響が含まれる。

地球温暖化に伴って、降水パターンが変化し、早魃や洪水、森林火災などの異常気象が頻発するだろう。人口密度の高い沿岸部や島嶼国では、海水面が上昇するにつれて何百万という人々が家を失うだろう。アフリカやアジアなどの貧困層は、作物の悲劇的な不作、農業生産性の低下、飢餓や栄養失調、疾病の増加に見舞われると予想されている。

包容的で持続可能な経済開発の達成を使命とする国際機関として、世界銀行グループはこのような相互関連を学際的に説明することを試みる責務を負っている。関連分野には、開発経済学、自然科学、エネルギー、生態学、技術、金融、有効で国際的な政策と統治などがある。186の加盟国を擁する世界銀行グループは、公益を達成するために極めて多様な諸国、民間部門、市民社会との間で協調関係を構築するという課題に日々直面している。この32回目となる『世界開発報告』では、研究の成果を組み合わせることによって、「開発と気候変動」に関する知識を深めることにその経験を適応することに取り組んだ。

気候変動がもたらす影響の矢面に立つのは、貧困を克服し、経済成長を推進しようと努力している途上国であろう。これらの諸国にとって、気候変動は脆弱性を高め、ようやく手に入れた利益を損ない、経済開発の展望を著しく阻害する懸念がある。ミレニアム開発目標を達成した上で、2015年以降についても安全で持続可能な将来を確保することがより困難になる。それと同時に、多くの途上国はエネルギー開発という重要な要請に対する制限、あるいは必要としている多くのもの（インフラや企業家精神など）を窒息させかねない新しいルールを懸念している。

気候変動の膨大で多面的な課題に取り組むためには、並外れた創意工夫の才と協調が必要とされる。「気候に関して賢明」な世界はわれわれが生きているうちに実現可能である。にもかかわらず、本書が主張しているように、そのような転換を実現するためには、今、一緒に、これまでとは異なる行動を起こす必要がある。

われわれは今行動を起こさなければならない。今行うことが将来の気候と未来を形成する選択の両方を決定するからである。現在われわれは温室効果ガスを排出しているが、それは何十年、いや何世紀にもわたって熱を大気圏に閉じ込めることになる。火力発電所、貯水池、住居、輸送システム、都市などを建設しているが、50年以上はもつ可能性がある。革新的な技術や今実験が行われている作物品種は、2050年までに増加が予想されている30億人の要求を満たすために、エネルギーと食料の供給源を作り上げることができる。

われわれは共に行動を起こさなければならない。気候変動は公共財の危機だからである。気候変動は各国が世界規模で協調しなければ解決は不可能である。エネルギー効率を向上させ、クリーン技術を開発して活用し、ガスを吸収することによって緑色に育つ自然の「吸収源」を拡大する必要がある。人間の生命と生態資源を保護する必要がある。さまざまな方法で、また公平な形で、共に行動する必要がある。過去の排出のほとんどは先進国によるものであり、1人当たりの排出水準も高い。したがって先進国は、カーボンフットプリント（炭

素足跡)を大幅に削減し、クリーンな代替エネルギーの開発・研究を刺激することに対して指導権をとるべきである。しかし将来的には、世界全体の排出のほとんどは途上国で生じることになるだろう。途上国が経済開発の展望を窮地に陥れることなく炭素削減の道を追求するためには、十分な資金と技術移転を必要とする。さらに、気候の不可避的な変動に適応するためには援助も必要としている。

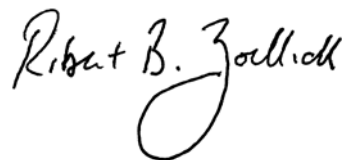
これまでとは違う行動を起こさなければならない。われわれは過去の気候に基づいて将来の計画を立てることはできないからである。将来の気候に対する備えを考えると、新たな条件に耐えることができ、人口の増加を支えるインフラを構築する必要がある。又、生態系を維持しながら、限られた土地と水を使って十分な食料とバイオマスを供給し、世界のエネルギー・システムを再構成する必要もある。そのためには、気温、降水、種の変化しつつあるパターンに関する新たな情報に基づいた適応措置が必要となるだろう。このような規模の変更には大幅な追加的資金が必要だろう。適応や軽減だけでなく、有望な取り組みの規模を拡大し、大胆な新しい発想を探求する戦略的な研究を推進しなければならないからである。

われわれは新たな弾みを必要としている。2009年12月のコペンハーゲンで開催される会議では、経済開発の必要性と気候にかかわる行動を統合した合意に達することが決定的に重要である\*。

世界銀行グループは各国が気候変動に対処するのを後押しするために、金融支援の構想をいくつか創設している。その概要は世界銀行の「気候変動対策戦略」で示した通りである。これには炭素基金や炭素に関する機関が含まれている。これらの機関は、エネルギー効率化と新しい再生可能エネルギーに対する資金の大幅な増加によって拡大が続いている。途上国が気候変動に関する制度からどのように利益を享受することができ、それをどのように支持することができるのかに関して、実際的な経験を積み上げる努力を続けている。これには森林伐採の回避に対して奨励金を提供する仕組みから、低炭素成長のモデルや適応と軽減を組み合わせた取り組みまで様々なものが含まれている。このような方法によって、われわれは「気候変動に関する国際連合枠組条約」(UNFCCC)のプロセスや、新しい国際的な行動の奨励、あるいは抑制を考案している諸国を後押しすることができる。

さらに多くのことが必要である。先行きを展望しながら、世界銀行グループは将来のためにエネルギーや環境に関する戦略を見直しており、さらに各国がリスク管理の実施を強化し、完全には軽減することができないリスクに対処するためにセーフティネットを拡充するのを支援しつつある。

『世界開発報告 2010』は気候問題について次のように行動することを訴えている。すなわち、もしわれわれが今、一緒に、これまでとは違う行動を起こすならば、そこには将来の包容的で持続可能な気候システムをグローバルに形成する真の機会がある。



ロバート・Z・ゼーリック  
世界銀行グループ総裁

\* 訳注：コペンハーゲンでの会議(COP15)は、結果的には破綻という形で幕を閉じた。

# 『世界開発報告 2010』の 重要なメッセージ

貧困の削減と持続可能な開発が引き続き世界全体における優先課題の核心である。途上国人口の25%はいまだに1日1.25ドル未満（約110円）で生活している。10億人が清潔な飲み水、16億人が電気、30億人が十分な衛生設備を利用できない状況にある。途上国ではすべての子供のうち25%が栄養失調である。気候変動によって開発が容易になるのではなく、一層難しくなることを認識しながらも、このような要求への取り組みが途上国と開発援助の両方にとって引き続き優先課題である。

にもかかわらず、世界的な気候変動には緊急に取り組まなければならない。気候変動はすべての国にとって脅威であり、特に途上国は最も脆弱である。推定によれば、気候変動がもたらす損害のコストのうち75-80%は途上国がこうむることになる。産業革命以前に比べて気温が2℃上昇するだけで——世界が経験することになる最低限——、アフリカやアジアではGDPが永久に4-5%減少する。ほとんどの途上国は気候リスクの増大を管理する財政的及び技術的な能力を欠いている。所得と厚生のために、これらの国は気候に敏感な天然資源により直接的に依存している。ほとんどの国がすでに極めて不安定な気候にさらされている熱帯や亜熱帯に位置している。

経済成長が引き続き炭素集約的で地球温暖化を促進するようであれば、経済成長だけで気候変動からの脅威に対抗することは、十分に迅速で公平であるとは思われない。したがって、気候に関する政策は成長か気候変動かという二者択一で策定することはできない。それどころか、開発を促進し、脆弱性を削減し、低炭素型の成長路線への移行を資金援助することこそ、気候に関して賢明で適切な政策である。

もし今、共に、過去とは違った行動を起こせば、気候に関して適切な世界はわれわれの手が届く範囲内にある。

- **今行動を起こす**ことがどうしても必要不可欠である。さもないと世界は、自らが高炭素の軌道に乗り、ほとんど不可逆的な温暖化に向かうことを認めることになる。選択肢は無くなりコストは増大するだろう。生活水準を引き上げ、ミレニアム開発目標を達成するという努力を気候変動は危ういものに始めている。産業革命以前に比べて気温の上昇を2℃にとどめるためには——これは実現可能な上限であろう——、真のエネルギー革命が必要である。ただちにエネルギー効率を引き上げ、低炭素技術を使用するとともに、次世代技術への大規模な投資を実行しなければならない。さもないと、低炭素型の成長は達成不可能であろう。変わりつつある気候に耐えるために、そして現在の人々や生活基盤、生態系だけでなく将来に起こり得るより大きな気候変動に対する備えにかかるコストを最小化するためにも、即座に行動することが必要である。
- 世界全体が**共に行動する**ことが、コストを抑え、適応と緩和の両方に効果的に対処するための鍵となる。最初に行わなければならないのは、高所得国が自国の排出を削減するために積極的に行動することである。それは途上国のために若干の「汚染の余

地」を与えることになるだろうが、より重要なのは、それが新しい技術にかかわる革新と需要を刺激して、速やかな規模拡大を可能にすることになる、ということだ。又、十分に大きく安定した炭素市場の創出に役立つであろう。このような効果とともに、途上国が開発のために必要なエネルギー・サービスの利用を急速に増やしている中で、低炭素軌道への移行を手助けするのに極めて重要である。ただし、これには財政的支援による補完が必要であろう。しかし、より厳しい環境（気候リスクが増大して地域社会の適応能力を凌駕するようになるだろう）の下で開発を推進するためには、共に行動することがやはり極めて重要である。最も脆弱な人々を社会的扶助プログラムを通じて保護し、国際的なリスク分担の取り決めに発展させ、知識や技術、情報の交流を促進するためには、国家や国際社会の支援が必要不可欠であろう。

- 変貌を遂げつつある現在の世界のなかで持続可能な未来を可能とするためには、**今までとは異なる行動を起こす**ことが必要である。世界のエネルギー・システムは今後20-30年間で、全体で排出が50-80%減少するように転換されなければならない。インフラは新たな極限に耐えられるように建設する必要がある。すでにストレス下にある生態系を脅かすことなく、増加する30億人の人口が食べていけるようにするためには、農業生産性と水使用の効率性を改善しなければならない。食料、バイオ燃料、水力による発電、生態系サービスといった天然資源に対する需要の増加を満たすと同時に、生物多様性を保全し、土地や森林の炭素貯蔵を維持することができるのは、長期にわたる大規模で統合的な管理と柔軟な計画だけである。健全で強い経済的及び社会的な戦略というのは、不確実性の増大を考慮に入れるとともに、気候面で多種多様な未来への対応を高めるものでなければならない（過去の気候に「最適に」対処するだけでは不十分である）。有効な政策というのは、開発、適応、そして緩和にかかわる（すべてが人間・財政・自然という同じ有限の資源を利用する）措置を共同で評価するものになるだろう。

**気候に関する公平で効果的な国際的な取り決めが必要である。** そのような取り決めは、次のことを認めたものになるだろう。すなわち、途上国の様々な要求や制約の十分な認識、開発に関して増大している課題に対処するための資金や技術の支援、国際公共財に占める途上国のシェアが永久に低水準に留まるわけではないことの保証、気候変動の緩和が生じる場所とそのコストを負担する人たちを切り離す仕組みの確立、である。排出の増加のほとんどは今後は途上国で生じると考えられるからである。現状では途上国のカーボンフットプリントは不釣り合いに低く、又、貧困を削減するためには経済の高成長を必要としている。高所得国は途上国における気候変動への適応と低炭素型の成長の両方に対して、財政と技術の面で支援を供与しなければならない。適応と緩和に向けた現在の支援額は、2030年までに毎年必要とされる金額のわずか5%未満にとどまっている。ただし、不足分を革新的な融資の仕組みによって満たすことは不可能ではないだろう。

**成功は行動を変え世論を転換させることにかかっている。** 地球の未来は、私たち個人や市民、消費者が決定することになるだろう。気候変動のことを理解し、行動が必要だと考える人たちが増加してはいるものの、それを優先課題にしている人はまだあまりに少なく、あまりに多くの人が好機であるにもかかわらず行動を起こしていない。したがって、最大の挑戦課題は特に高所得国を中心に行動様式や制度を変えることにあるといえる。民間部門や市民が行動を起こすのを容易にし、より魅力的にするためには、（地方、地域、国、国際社会のすべての）公的政策を変更することが求められている。

# 目次

|  |            |
|--|------------|
| 序文   | iii        |
| 謝辞   | v          |
| 略語およびデータ注  | vii        |
| 『世界開発報告 2010』の重要なメッセージ                           | x          |
| <b>概観——経済開発のために気候を変える</b>                        | <b>3</b>   |
| 行動を起こすことを支持する理由                                  | 6          |
| もしわれわれが今、一緒に、違った行動を起こせば、気候に関してスマートな世界は手に届くところにある | 12         |
| 実現に向けて：新しい圧力、新しい手段、新しい資源                         | 22         |
| <b>1 気候変動と経済開発との結び付きを理解する</b>                    | <b>31</b>  |
| 気候変動を緩和しないのであれば、持続可能な経済開発を実現することはできない            | 33         |
| トレードオフを評価する                                      | 42         |
| 世界的な緩和に向けた取り組みを先送りするコスト                          | 49         |
| 好機をとらえる：即座の刺激と長期的な転換                             | 52         |
| <b>フォーカス A 気候変動の科学</b>                           | <b>56</b>  |
| <b>Part I</b>                                    |            |
| <b>2 人間の脆弱性を軽減する：人々の自助努力を支える</b>                 | <b>71</b>  |
| 適応的管理：気候変動と共に生きる                                 | 73         |
| 物理的リスクの管理：回避可能なリスクを回避する                          | 75         |
| 金融リスクの管理：不測の事態に備える柔軟な手段                          | 85         |
| 社会的リスクの管理：コミュニティが自己保護できるように支援する                  | 89         |
| 2050年までを見通す：どのような世界になっているか？                      | 96         |
| <b>フォーカス B 気候変動下の生物多様性と生態系サービス</b>               | <b>98</b>  |
| <b>3 90億人を養い、自然のシステムを保護するために土地と水を管理する</b>        | <b>107</b> |
| 天然資源管理のファンダメンタルズを整備する                            | 108        |
| 一定量の水からの生産量を増やすと同時に、水管理技術を向上させる                  | 110        |
| 農業における生産性を向上させると同時に環境を保護する                       | 119        |
| 漁業及び養殖水産の生産を増加させると同時に保全を改善する                     | 131        |
| 柔軟な国際協定を締結する                                     | 133        |
| 信頼できる情報が、適切な天然資源管理には不可欠である                       | 136        |
| 炭素、食料、そしてエネルギーの価格設定が踏み台になるだろう                    | 141        |
| <b>4 気候変動対策を犠牲にすることなく経済開発を促進する</b>               | <b>151</b> |
| 競合する目的をうまく調整する                                   | 153        |
| 世界が向かうべきところ：将来に向けて、持続可能なエネルギーへ転換する               | 158        |
| エネルギー効率化によって節約を実現する                              | 174        |
| 既存の低炭素技術を普及させる                                   | 181        |
| 革新と先進技術を加速化する                                    | 184        |
| 政策は統合しなければならない                                   | 185        |
| <b>Part II</b>                                   |            |
| <b>5 経済開発を世界的な気候レジームに統合する</b>                    | <b>191</b> |
| 気候レジームを構築する：気候と経済開発の間の緊張を克服する                    | 191        |
| 途上国の行動を世界的なアーキテクチャーのなかに統合するための選択肢                | 198        |
| 途上国の緩和に向けた取り組みに対する支援                             | 203        |

適応を気候に関してスマートな開発に統合する国際的な取り組みを促進する 205

**フォーカス C 貿易と気候変動 208**

**6 緩和と適応に必要な資金を調達する ..... 215**

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| ファイナンスの不足                  | 216 |
| 既存の気候ファイナンスの手段における非効率性     | 221 |
| 気候変動資金の規模を拡大する             | 225 |
| 透明で、効率的な、そして公平な資金の利用を確実にする | 235 |
| 必要とされる資金と資金源を適合させる         | 237 |

**7 革新と技術の普及を加速化する ..... 243**

|   |     |
|---|-----|
| ツールや技術、制度が適切であれば、気候に関してスマートな世界を実現できる    | 245 |
| 国際的な協力とコスト分担は、国内の取り組みを活用して革新を促すことを可能にする | 249 |
| 公的なプログラムや政策、制度は革新とその普及を推進する             | 259 |

**8 行動様式や制度がもつ慣性を克服する ..... 271**

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 個人の行動様式の変化を活用する         | 272 |
| 国家を再び持ち込む               | 281 |
| 気候政策について政治的に考える         | 286 |
| 気候に関してスマートな経済開発は自宅から始まる | 291 |

**注 ..... 293**

**参考文献 ..... 312**

**参考文献についての注 ..... 354**

**用語解説 ..... 356**

**主要指標 ..... 363**

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 表 A1 エネルギー関連の排出と炭素排出原単位 | 364 |
| 表 A2 土地ベースの排出           | 365 |
| 表 A3 一次エネルギー総供給         | 366 |
| 表 A4 自然災害               | 368 |
| 表 A5 土地、水、及び農業          | 369 |
| 表 A6 国富                 | 370 |
| 表 A7 革新、研究、及び開発         | 371 |
| 出典と定義                   | 372 |
| 記号と集計値                  | 376 |

**主要世界開発指標 ..... 377**

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| データの出典と方法                 | 377 |
| 国の分類と総括値                  | 377 |
| 用語と対象国                    | 378 |
| テクニカル・ノート                 | 378 |
| 記号                        | 378 |
| データの表示方法                  | 378 |
| 表 1 主要開発指標                | 380 |
| 表 2 貧困                    | 382 |
| 表 3 ミレニアム開発目標：貧困の撲滅と生活の改善 | 384 |
| 表 4 経済活動                  | 386 |
| 表 5 貿易、援助、及び金融            | 388 |
| 表 6 その他諸国の主要指標            | 390 |
| テクニカル・ノート                 | 392 |
| 統計手法                      | 397 |
| 世界銀行アトラス方式                | 397 |

**索引 ..... 399**

## ボックス

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 1    | すべての途上国が気候変動がもたらす影響に脆弱であるが、理由はそれぞれ異なる                                    | 8   |
| 2    | 経済成長：必要だが十分ではない  | 9   |
| 3    | 「気候保険」のコスト   | 11  |
| 4    | セーフティネット：所得扶助から気候変動に対する脆弱性の削減へ   | 16  |
| 5    | 農民と環境の両方にとって優れている有望なアプローチ  | 20  |
| 6    | 発明の才が必要：適応には新しい道具と新しい知識が必要   | 22  |
| 7    | カーボンフットプリントを削減している都市   | 24  |
| 8    | 気候変動の管理に果たす土地利用、農業、及び林業の役割   | 28  |
| 1.1  | 女性の権利の強化が緩和と適応の結果を改善する   | 37  |
| 1.2  | 気候変動に対する緩和措置の費用便益にかかわる割引方法の基礎  | 43  |
| 1.3  | 自然と社会経済のシステムにおける正のフィードバック、転換点、閾値、非線形性                                    | 45  |
| 1.4  | 倫理と気候変動  | 48  |
| FA.1 | 炭素循環   | 57  |
| FA.2 | 海洋の健全な状態：サンゴ礁と酸性化  | 65  |
| 2.1  | 適応的管理の特徴   | 74  |
| 2.2  | 緑豊かで安全な都市を目指す計画：クリチーナ市の場合  | 77  |
| 2.3  | 気候変動への適応：アレキサンドリア、カサブランカ、チュニスの場合   | 77  |
| 2.4  | 緩和と適応の相乗効果を助長する  | 79  |
| 2.5  | 熱波に備える   | 81  |
| 2.6  | 逆境に打ち勝ち、機先を制する：異常気象のリスクを管理する   | 84  |
| 2.7  | 人工衛星のデータと地理情報はリスク管理に役立つ——しかも安価である  | 85  |
| 2.8  | 洪水のリスクを削減するために雇用を創出する  | 85  |
| 2.9  | 気候に関するリスクを負うための官民パートナーシップ：モンゴルの家畜保険                                      | 86  |
| 2.10 | カリブ海諸国災害リスク保険機構：災害後の行政サービス中断を阻止するための保険                                   | 89  |
| 2.11 | 全国農村部雇用保証法に基づくインドの勤労福祉制度   | 93  |
| 2.12 | 今日の移住  | 94  |
| FB.1 | 生物多様性とは？ 生態系サービスとは？  | 98  |
| FB.2 | 生態系サービスおよび緩和サービスに対する支払い  | 103 |
| FB.3 | 気候変動に関する先住民宣言からの抜粋   | 104 |
| 3.1  | ロバスト型意思決定：水管理者の仕事のやり方を変更する   | 115 |
| 3.2  | 制度的な構造を整備する前に水利権の市場を創設するのは危険である  | 116 |
| 3.3  | 許容誤差の範囲内で水資源を管理する：チュニジア  | 117 |
| 3.4  | パーム油、排出削減、森林伐採の回避  | 122 |
| 3.5  | 産物と市場の多様化：熱帯の限界的な農民にとって経済的及び生態的な代替策                                      | 127 |
| 3.6  | バイオ作物は農民が気候変動に適応する助けになるだろう   | 130 |
| 3.7  | バイオ炭は炭素を固定化し、大規模に収量を増加させることができるだろう                                       | 130 |
| 3.8  | モロッコの政策立案者は穀物輸入について厳しいトレードオフに直面している                                      | 135 |
| 3.9  | ケニアの農業における炭素ファイナンスの実験プロジェクト  | 146 |
| 4.1  | 金融危機は効率的でクリーンなエネルギーの好機になる  | 152 |
| 4.2  | 効率的でクリーンなエネルギーは経済開発にとって有益であろう  | 154 |
| 4.3  | CO <sub>2</sub> e で 450ppm (2°Cの温暖化) を達成するためには世界のエネルギー・システムの根本的な変更が必要である | 162 |
| 4.4  | CO <sub>2</sub> e 450ppm を達成する (温暖化を 2°Cに抑制する) ための地域別エネルギー構成             | 164 |
| 4.5  | 再生可能エネルギー技術には膨大な潜在力があるが制約にも直面している  | 169 |
| 4.6  | 先進技術   | 172 |
| 4.7  | 緩和と経済開発という相乗利益の達成に都市政策が果たす役割   | 173 |
| 4.8  | エネルギー効率化は数多くの市場性および非市場性の障害や失敗に直面している                                     | 175 |
| 4.9  | 炭素価格の設定だけでは不十分   | 177 |
| 4.10 | カリフォルニアのエネルギー効率化、及び再生可能エネルギープログラム  | 178 |
| 4.11 | 世界銀行グループのエネルギー効率化ファイナンスにかかわる経験   | 180 |
| 4.12 | エネルギー技術のコスト比較にかかわる困難：前提の問題   | 182 |
| 4.13 | デンマークは排出を削減しながら経済成長を維持している   | 182 |
| 4.14 | ドイツ、中国、及びアメリカにおける固定価格買取制度、利権、税額控除、再生可能エネルギー利用割合基準                        | 183 |
| 4.15 | 中東と北アフリカにおける集光型太陽熱発電   | 186 |
| 5.1  | 現在の気候レジーム  | 192 |
| 5.2  | 負担の共有についての提案例  | 195 |
| 5.3  | 複数軌道アプローチは有効性と公平性で高い評価を得ている  | 200 |
| FC.1 | 仮想炭素に対する課税   | 210 |
| 6.1  | 途上国において気候変動への適応に必要なとされるコストを計算する  | 219 |
| 6.2  | CDM の相乗利益を評価する   | 224 |
| 6.3  | 炭素税と排出権取引  | 227 |
| 6.4  | インドネシア財務省の気候変動問題への関与   | 228 |
| 6.5  | 農業土壌炭素を保全する  | 232 |
| 6.6  | 譲許的な開発ファイナンスの配分  | 236 |
| 6.7  | 気候に対する脆弱性 vs. と社会的能力   | 238 |
| 6.8  | 気候変動に対する脆弱性 vs. 適応能力   | 239 |
| 7.1  | 地球工学で世界を気候変動から救う   | 246 |
| 7.2  | 革新というのは複雑な過程である。あるひとつの複雑なシステムの複数部分に取り組む政策によってのみ革新を推進することができる             | 250 |
| 7.3  | 革新的なモニタリング：グローバル気候サービスと「システムのシステム」を創出する                                  | 252 |
| 7.4  | ITER：エネルギー R&D のコスト分担問題で開始が遅延  | 254 |
| 7.5  | CCS 技術には大規模な取り組みが必要である   | 255 |
| 7.6  | 超効率的な冷蔵庫：市場公約プログラムを推進した先駆者？  | 256 |
| 7.7  | 沿岸地域の適応にとって有望な革新   | 259 |
| 7.8  | 大学は革新的でなければならない：アフリカの事例  | 261 |



|          |  |     |      |   |     |
|----------|--|-----|------|---|-----|
| 7.9      | CGIAR：気候変動に対する手本？  | 262 | 8.6  | 学校カリキュラムに気候に関する教育を組み込む  | 279 |
| 7.10     | 改良型料理用レンジは煤を減らして、人間の健康とCO <sub>2</sub> 緩和に重要な利益をもたらす           | 268 | 8.7  | 中国とインドにおける気候変動のための制度改革に向かう道   | 283 |
| 8.1      | 気候行動の必要性についての誤ったコミュニケーション                                      | 273 | 8.8  | 国別適応行動計画  | 285 |
| 8.2      | 気候変動の力学の誤解が無頓着を奨励する  | 275 | 8.9  | イギリスでは気候変動に対する政府の説明責任が大きくなっている  | 285 |
| 8.3      | リスク認識はどのようにして政策を無効にするのか：洪水リスク管理                                | 275 | 8.10 | 緑の連邦主義と気候変動政策   | 287 |
| 8.4      | カリブ海諸国では地滑りリスク削減のために地域社会が徹底して関与                                | 277 | 8.11 | 排出権取引への支援を保証する  | 290 |
| 8.5      | 気候変動に関する情報の伝達  | 278 | 8.12 | 民間部門は国の法律がなくても行動を変更しつつある  | 292 |
| <b>図</b> |  |     |      |   |     |
| 1        | 不平等なカーボンフットプリント：低・中・高  | 4   |      | 循環をとおして感じられるだろう   | 111 |
| 2        | バランスの見直し：アメリカでSUVから燃費の良い乗用車に乗り換えるだけで、16億人に電気を供給することに伴う排出が相殺できる | 5   | 3.2  | 地球上の利用可能な水に淡水河川が占める割合は小さく、農業が水使用を支配している   | 114 |
| 3        | 高所得国は歴史的にみて世界の排出のほとんどを占めてきたし、現在でもそうである                         | 5   | 3.3  | 肉は主要作物よりもずっと水集約的である   | 123 |
| 4        | CO <sub>2</sub> は多すぎて測れない                                      | 6   | 3.4  | 集約的な牛肉生産は大量の温室効果ガスを排出する   | 123 |
| 5        | 将来はどうか？多数あるなかで2つの選択肢：平常通りか積極的な緩和か                              | 13  | 3.5  | 農業生産性は気候変動を考えるとより一層急上昇しなければならないだろう  | 124 |
| 6        | 気候に与える影響は長続きする：CO <sub>2</sub> 濃度上昇に伴う気温と海水面の上昇                | 14  | 3.6  | 生態系はすでに広く農業に転換されている   | 126 |
| 7        | 世界の部門別CO <sub>2e</sub> 排出：エネルギーだけでなく、農業と林業も重要な排出源              | 17  | 3.7  | コロンビアの集約的な土地利用に関するコンピュータ・シミュレーション   | 127 |
| 8        | 世界が2℃の軌道に乗るためには、特効薬ではなく、既存の措置と先進的な技術すべてを組み合わせる必要がある            | 18  | 3.8  | 水産養殖魚に対する需要は特にアジアとアフリカを中心に増加するだろう   | 132 |
| 9        | 太陽光発電は大きな需要が予想されるため大量生産が可能となり、そのおかげでコストが削減される                  | 19  | 3.9  | ウスター（南アフリカ西ケープ州）のブドウ園では、遠隔探知技術を使って水使用量に対する生産性を測定している  | 138 |
| 10       | ギャップは大きい：現在の財源との比較でみた2℃の軌道に必要な追加的な年間コストの予想                     | 26  | 3.10 | インドのアンドラ・プラデシュ州では、農民は帯水層からの取水を調整するために、非常に単純な手段やツールを用いて独自の水文データを作成している                                     | 139 |
| 1.1      | 高所得国における個人の排出量は低所得国のそれを圧倒している                                  | 33  | 3.11 | 気候に適応した未来の理想的な農業地形：農民は新しい技術や農法を使って収量を最大化することができ、自然の生息地が農業にとって生産的な地形と一体化しているため、土地管理者は自然のシステムを保全することができるだろう | 140 |
| 1.2      | アメリカにおける炭素ベースのバイオ燃料は、ガソリンとの比較でCO <sub>2</sub> 排出と健康のコストを増やす    | 41  | 3.12 | 気候に関してスマートな未来の理想的な農業地形：柔軟な技術を使い、自然に関するインフラ、建築インフラ、市場メカニズムを通じて、気候が急変した際の衝撃を和らげる                            | 141 |
| 1.3      | 気候に関する協定への部分的な参加に伴う純損失を評価する                                    | 51  | 3.13 | 世界の穀物価格は2050年までに50-100%の上昇が予想される  | 143 |
| 1.4      | グリーンな景気刺激支出は世界全体で増加している  | 53  | 3.14 | 農業と土地利用変化に起因する排出への炭素税の適用は、天然資源の保全を促進するだろう   | 144 |
| FA.1     | 世界全体の温室効果ガス排出は増加傾向にある  | 58  | 4.1  | 排出倍増の背後にある現実：エネルギーや炭素排出にかかわる原単位の改善だけでは、所得の上昇に伴うエネルギー需要増大を相殺するには不十分  | 155 |
| FA.2     | 産業革命以降の気候に影響を与えている主要な要因  | 59  | 4.2  | 1850-2006年のエネルギー構成：1850-1950年までエネルギー消費は年1.5%増加しており、その中心は石炭。1950-2006年までは年2.7%増加したが中心は石油と天然ガス              | 156 |
| FA.3     | 地球の年平均気温とCO <sub>2</sub> 濃度は上昇を続けている（1880-2007年）               | 60  | 4.3  | 途上国は1人当たりのエネルギー消費と排出が少ないにもかかわらず、将来的にはエネルギーとCO <sub>2</sub> 排出全体の増加のほとんどを占めるようになる                          | 156 |
| FA.4     | グリーンランドにおける氷床の融解   | 61  | 4.4  | 温室効果ガス排出の部門別内訳：低・中・高所得国別  | 157 |
| FA.5     | 濃淡で示したリスクの度合い：リスクと損害の評価は2001年から07年の間に高まっている                    | 63  | 4.5  | 自動車保有台数は所得とともに増加するが、自動車利用は価格設定や公共輸送手段、都市計画、都市密度で抑制できる   | 158 |
| FA.6     | 気候変動がもたらす影響に関する地域別予測   | 64  |      |   |     |
| FA.7     | 温暖化を産業革命以前の水準比で2℃に抑制する方法                                       | 67  |      |   |     |
| 2.1      | 気候変動に関連のある疾病に罹患する人々が増加している                                     | 83  |      |   |     |
| 2.2      | 旱魃が生じやすいアフリカにおいても洪水が増加している                                     | 84  |      |   |     |
| 2.3      | 途上国では保険が限定的  | 87  |      |   |     |
| 2.4      | 先住民の知識や農民の活動、社会的学習によって砂漠化を押し戻す                                 | 91  |      |   |     |
| 3.1      | 典型的な河川流域における気候変動の影響は水文   |     |      |   |     |



|      |   |     |  |     |
|------|---|-----|--|-----|
| 4.6  | 世界はどこへ向かうべきか：エネルギーに関連した1人当たりのCO <sub>2</sub> 排出   | 159 | 原子力関係がほとんどを占めている   | 248 |
| 4.7  | 450 ppm CO <sub>2</sub> e (2°C) 近辺にとどまるのに必要な排出削減を達成することが可能であるとしているのは、エネルギー・モデルの半分にすぎない                      | 160 | 7.3 エネルギーと気候変動にかかわる R&D 向けの年間支出額は補助金と比べて僅少                         | 249 |
| 4.8  | 5つのモデルによるCO <sub>2</sub> eで450ppm(2°C)及び550ppm(3°C)を達成するために必要な緩和コストと炭素価格の推定値                                | 166 | 7.4 低炭素技術の発明ペースは分野ごとにさまざまである                                       | 249 |
| 4.9  | 温暖化を2°C(450ppm)ないし3°C(550ppm)に抑制するためには世界規模での行動が不可欠。先進国だけではたとえ排出を2050年までにゼロに削減しても、世界を2°Cないし3°Cの軌道に乗せることはできない | 167 | 7.5 政策は革新の連鎖のあらゆる結び付きに影響を及ぼす                                       | 251 |
| 4.10 | 世界が向かっているところと世界が向かう必要があるところの間の排出格差は膨大であるが、一連のクリーン・エネルギー技術は世界を450ppm CO <sub>2</sub> e(2°C)にとどめるのに役立つ        | 168 | 7.6 研究と市場の間にある「死の谷」  | 257 |
| 4.11 | 低炭素技術を未立証の概念から広範な利用と排出削減の増加に押しやるのが目標である   | 171 | 7.7 多くの途上国では工学専攻者の数は低水準にとどまっている                                    | 261 |
| 4.12 | 太陽光発電はR&Dと発電の大規模化に伴う期待需要増加のおかげで、時間とともに安価になりつつある   | 185 | 7.8 中国では今やEバイクが最も安く最もクリーンな通勤手段となっている                               | 264 |
| FC.1 | 高所得国と低・中所得国のエネルギー集約的な製品の輸入対輸出比率   | 211 | 7.9 中所得国は風力発電設備で世界の上位5社から投資を誘致しているが、知的財産権制度が不備なため技術移転やR&D能力は限定的である | 266 |
| 6.1  | 気温の目標が厳しく到達の確実性が高くなるほど年間の緩和コストは上昇する   | 217 | 8.1 アメリカでは消費者の直接的な行動がCO <sub>2</sub> 総排出の3分の1を占めている                | 272 |
| 6.2  | ギャップは大きい：2°C軌道のために必要な気候変動の資金の推計値と現行財源との比較   | 222 | 8.2 バランスの見直し：アメリカでSUVから燃費の良い乗用車に乗り換えるだけで、16億人に電気を供給することに伴う排出が相殺できる | 273 |
| 7.1  | 世界の風力発電の能力は過去10年間に急増している  | 243 | 8.3 気候変動への対応に対する個人の意欲は国により異なり、常に具体的な行動につながるとは限らない                  | 274 |
| 7.2  | 政府のエネルギーR&Dは最低水準に近く、しかも   |     | 8.4 気候変動はまだ優先課題になっていない   | 276 |

**地図**

|      |   |    |   |     |
|------|---|----|---|-----|
| 1    | 気候変動で2050年にはほとんどの諸国で農業の収量が低下する(現在の農耕法と作物品種を前提にする場合)   | 7  | 2.5 中小貧困国は異常気象に対して財政的に脆弱  | 88  |
| 1.1  | 小さくなりつつあるヒマラヤの氷河には10億人以上もの人々が依存している                   | 32 | 2.6 セネガル国内の移住者はダカール近郊の洪水危険地域に定住している   | 95  |
| 1.2  | 高所得国も異常気象の影響を受けている：ヨーロッパでは2003年の熱波で7万人以上の死者が発生        | 35 | FB.1 生態系の変化が予測される地域の多くは亜寒帯あるいは砂漠地帯にあり、生物多様性のホットスポットにはなっていないが、その重複が懸念されている地域が依然として多い | 100 |
| 1.3  | ブラジルでは特に最貧地域を中心に、気候変動が原因で貧困が増大する可能性がある                | 36 | FB.2 森林伐採のリスクが高く炭素蓄積の多い非保護地域。このような地域はREDDメカニズムから優先的に恩恵を受けるべきである。                    | 103 |
| 1.4  | 中国における2008年1月の嵐は経済成長の柱である移動可能性に大混乱をもたらした              | 39 | 3.1 水の入手可能性は21世紀半ばまでには世界の多くの場所で激変するものと予測されている                                       | 112 |
| 1.5  | アフリカには膨大な未開発の水力発電能力があるのに対して、アメリカの水力発電資源は少ないが、開発は進んでいる | 40 | 3.2 世界は乾期の長期化と降雨の激化という両方の気象を経験することになるだろう  | 113 |
| FA.1 | 過去30年間における世界の気候変化に見られる地域的な相違                          | 62 | 3.3 現在の農業の手法と農作物品種を所与とすると、気候変動は2050年までにほとんどの諸国で農業収量を押し下げるだろう                        | 120 |
| FA.2 | 大きな変化が起こる可能性のある気候システムの要素：地球全体の分布                      | 66 | 3.4 発展途上世界における集約農業は「死の海」の広がりに関与してきた   | 125 |
| 2.1  | リスクと隣り合わせ：人々や巨大都市は海抜の低い沿岸部に集中し、海面の上昇や高潮に脅かされている       | 76 | 3.5 世界の穀物貿易は一握りの国による輸出に依存している   | 136 |
| 2.2  | 複合的な課題：気候変動下の南アジアと東南アジアにおいて都市の発展と洪水のリスクを管理する          | 78 | 3.6 先進国は水の監視について、多数のデータ収集地点と長期にわたる時系列データをもっている                                      | 137 |
| 2.3  | 高緯度に位置する都市も今や地中海性気候に備えることが必要                          | 81 | 7.1 風に関する情報を表す地図の作成技術の進歩が新しい機会を開拓する   | 244 |
| 2.4  | 気候変動によって南北アメリカの Dengue 熱再流行が加速                        | 82 |   |     |

## 表

|      |  |     |     |                                 |     |
|------|--|-----|-----|---------------------------------|-----|
| 1    | 2°Cの軌道を維持するための追加的な緩和のコストと関連するファイナンスの必要額：途上国は2030年までにいくら必要か？              | 12  | 4.5 | エネルギー効率化，再生可能エネルギー，及び輸送に対する政策介入 | 178 |
| 2    | 長期的にコストはどうか？（2100年までの緩和のコストの現在価値）  | 12  | 6.1 | 既存の気候変動のファイナンス手段                | 216 |
| FA.1 | 気候システムにおける転換点：引き金，期間，及び影響  | 66  | 6.2 | 途上国における緩和向けの年間資金調達所要額の推計        | 218 |
| FB.1 | 地球規模でみた主要な生態系サービスの現状評価   | 99  | 6.3 | 潜在的な地域別 CDM 実施と炭素収入（2012年まで）    | 220 |
| 4.1  | 温暖化を2°C近辺にとどめるのに必要な450ppm CO <sub>2</sub> eの原単位を達成するにはどうしたらいいか——例示的なシナリオ | 160 | 6.4 | 新しい二国間，及び多国間の気候基金               | 221 |
| 4.2  | 2030年に温暖化を2°C（450ppm CO <sub>2</sub> e）に抑制するために必要とされる投資                  | 166 | 6.5 | クリーン開発メカニズムに対する適応課税の帰着（2020年）   | 225 |
| 4.3  | 国によって状況は異なっており，それぞれの国に適したアプローチをとる必要がある                                   | 167 | 6.6 | 緩和及び適応に関する潜在的なファイナンス源           | 229 |
| 4.4  | 技術の成熟度に対応した政策手段  | 171 | 6.7 | 森林の伐採・劣化を削減する各国および多角的イニシアティブ    | 232 |
|      |  |     | 7.1 | 気候変動について技術指向型の国際的な合意            | 250 |
|      |  |     | 7.2 | 革新のために重要な国内政策の優先課題              | 260 |

### 危険な領域へ向かって進んでいる

人間の活動によって、地球は温暖化しつつある。現在までの1000年の間、地球の平均気温は0.7°C以内の範囲で変化していた（下の図の緑色の領域）。しかし、人間の活動による温室効果ガスの排出は、過去100年の間に地球の平均気温の劇的な増加をもたらした（下の図の黄色の領域）。増加を続ける排出量によってこの先の100年で予想される温室効果ガスの増加は、産業革命以前と比べて地球の気温を5°Cまで上昇させるだろう（図の赤色の領域）。このような温暖化は、人類がまだ経験したことがないものであり、それによってもたらされる物理的な影響は、開発を厳しく制限することになるだろう。温室効果ガスの排出の抑制を目的とした緊急かつ野心的な行動によってのみ危険な温暖化を回避できるだろう。

現在までの1000年間における気温の変動の仕方は、過去の記録の代わりとなるものから得られる見積もりを基礎としている。例えば木の年輪や氷コアの分析から得られる情報であり、その情報は長期的な温度の変動を反映している。19世紀から始まった近代的な気象の観測によって、地球全体の気温をより正確に見積もることが可能になった。これにより、過去150年の間に、地球全体の気温は産業革命以前から1°C上昇していることが示された。地球気候モデルは、この先の温室効果ガスの排出について、いくつかの異なる成り行きが地球の気候に与える影響を予測している。又、今世紀中に起こる可能性がある気温の変化の幅を予測している。この予測は以下のことを示している。最も積極的な緩和に向けた取り組みでさえ、2°Cかそれ以上の温暖化をもたらす（これは既に危険であると考えられている変化である）、ほとんどのモデルは、緩和への取り組みが少なかった場合は3°Cから5°C、ある

いはそれ以上（もっとも、このくらいの高さの気温の上昇については確実性は劣っている）の気温の上昇に到ると予測している。本書のカバーに描かれている3つの地球は、1998年から2007年の夏の間衛星によって集められたデータから作成されたものである。海の色はクロロフィルの濃度を示している。クロロフィルの濃度は、地球全体の海洋植物（植物プランクトン）の分布状況を計る際の尺度になる。濃い青色はクロロフィルの濃度が低い領域であり、一方、緑色、黄色、及び赤色は、濃度が高い領域を示している。陸の色は、植物の発育を表している。白、茶色、及び黄褐色は植物の生育が最小の領域を示しており、明るい緑から濃い緑は植物の生育がより活発であることを示している。陸上や海洋中の生物学的な過程は、地球の気温と炭素循環を一定に保つという点で重要な役割を果たしている。そして、ここに示されている地球の地図のような情報は、人口が増加し続けている世界における限られた自然資源を管理するという点で、欠くことのできないものである。

出 所： Jones, P. D., and M. E. Mann. 2004. "Climate Over Past Millennia." *Reviews of Geophysics* 42(2): doi:10.1029/2003RG000143.

Jones, P. D., D. E. Parker, T. J. Osborn, and K. R. Briffa. 2009. "Global and Hemispheric Temperature Anomalies—Land and Marine Instrumental Records." In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, TN. doi: 10.3334/CDIAC/cli.002

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC.

産業革命前を基準とした温度の変化（°C）

