

地球温暖化問題への対応に向けた 原子力の開発計画と利用への取り組み

2010.3.12

戦略調査室 立松研二

内容

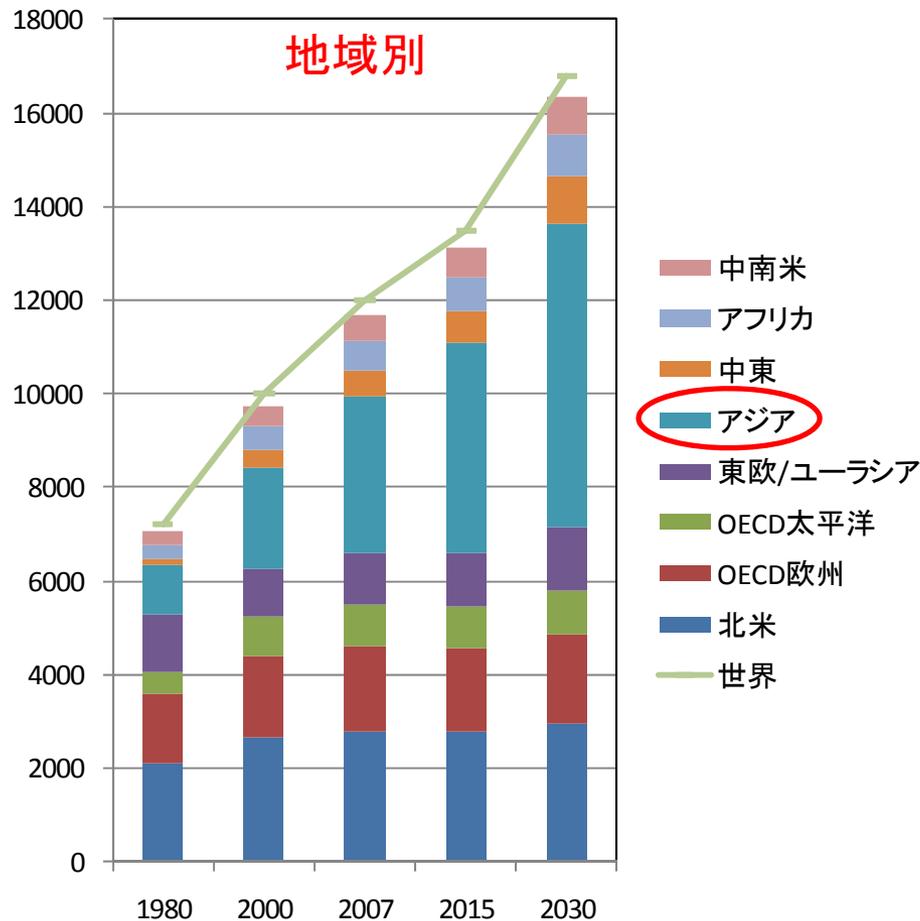
1. エネルギー需給における原子力への期待
2. 世界の原子力利用の現状と開発計画
3. わが国の原子力利用とCO₂排出削減に向けた取り組み

内容

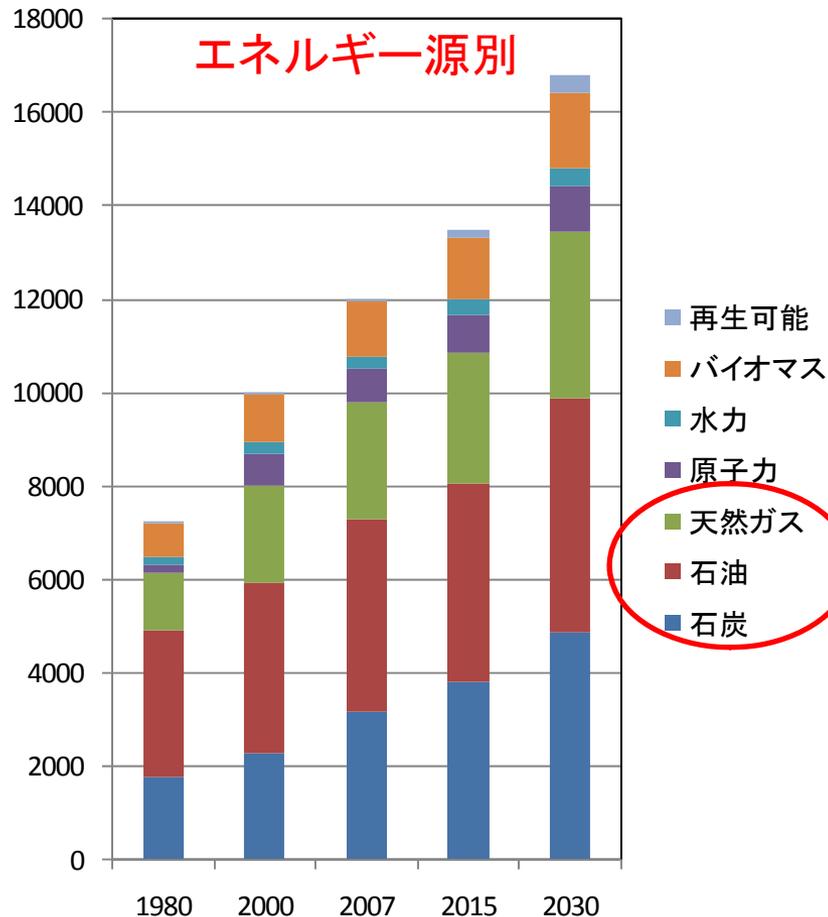
1. エネルギー需給における原子力への期待
2. 世界の原子力利用の現状と開発計画
3. わが国の原子力利用とCO₂排出削減に向けた取り組み

世界のエネルギー需要の見通し

石油換算百万トン

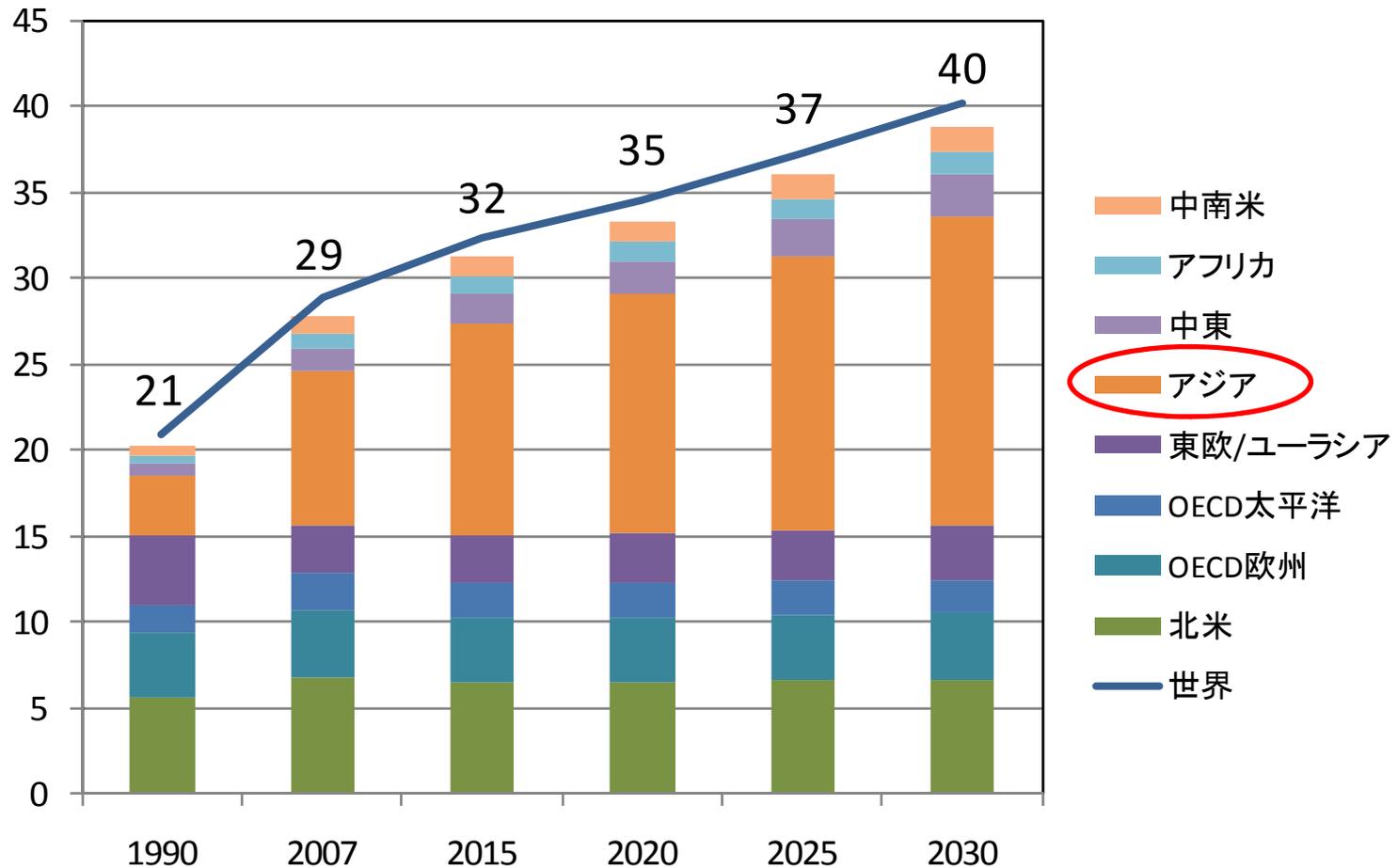


石油換算百万トン



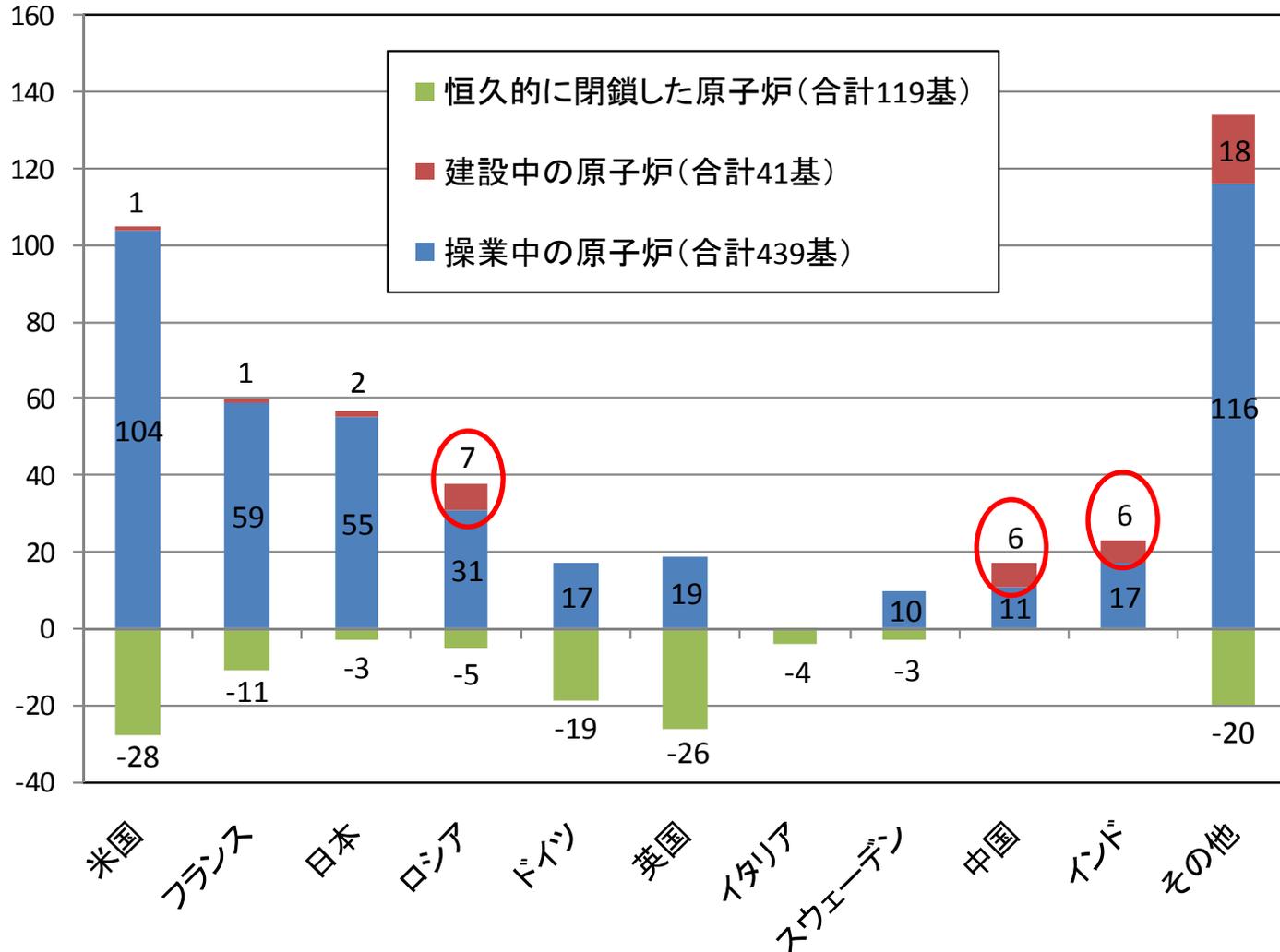
アジアを中心にCO₂排出量が増大

10⁹ton-CO₂



世界の原子炉

基数



原子炉の新設に向けた動き

スリーマイル島原発およびチェルノブイリ原発の事故を契機に脱原子力政策をとってきた欧州諸国においても、原子炉の新設に向けた動きが顕在化

- イタリア

最初の原子炉を2013年までに建設し、2030年までには8～10基の原子炉を建設して電力供給量の25%を原子力発電で賄う計画

- スウェーデン

新規原子力発電所の建設を禁止している現在の法律を廃止し、将来の原子炉更新に向けて政策転換を決定

- ドイツ

2009年9月の連邦議会選挙において誕生した原子力支持の連立政権により脱原子力政策が見直され、当面、原子炉の運転期間を32年から40年に延長する方向で準備中

原子力再評価の背景

- エネルギー—安全保障問題の再浮上
 - 中国やインドなど新興国の経済発展による需要増を背景とした原油価格の高騰
 - 投機資金の流入による原油価格の乱高下
 - 欧州諸国におけるロシア産天然ガスの供給問題
- 温暖化問題への取り組みがますます重要に
 - 京都議定書の第一約束期間に突入し、目標達成に向けた取り組みが本格化
 - ポスト京都へ向けた議論が本格化

中国などの需要増を背景とした 原油価格の高騰

USDドル/バレル



欧州諸国における ロシア産天然ガスの供給問題

- 欧州連合は、天然ガス輸入の**42%**をロシアに依存
- 欧州向け天然ガスの大部分を**ウクライナ経由**のパイプラインで供給
- 価格をめぐる**ロシアとウクライナの対立**の影響により天然ガスの供給がストップ
- 2006年1月の供給ストップを境に、**ロシアへのエネルギー供給依存の危険性**が叫ばれ始めた

原油価格の高騰に続き、ガスの供給ストップでエネルギー安全保障への関心がさらに増大

切迫した地球温暖化対策

- 原子力は温室効果ガスの排出量を減少させる不可欠の手段

(洞爺湖サミット合意文書、2008.7)

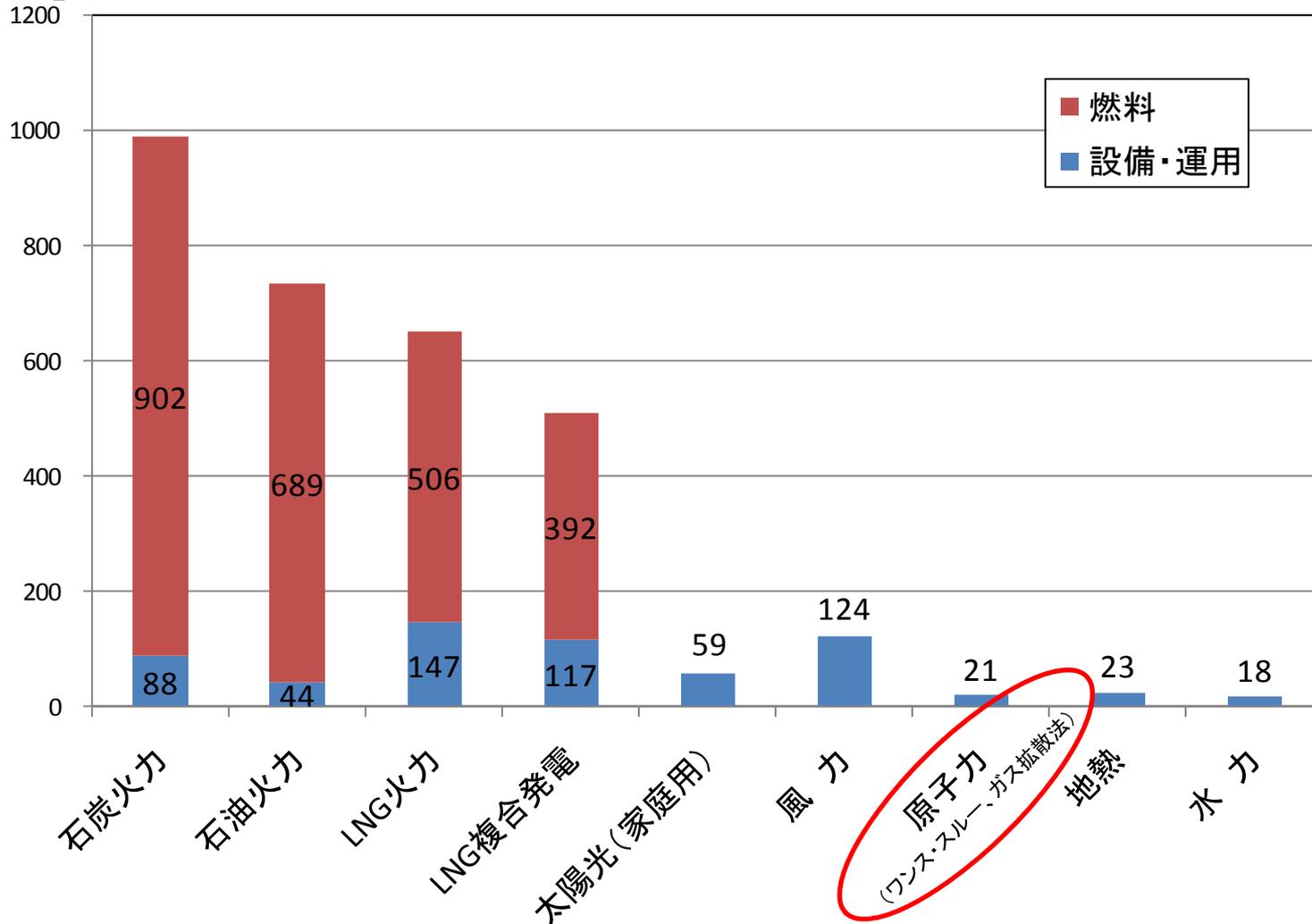
- ライフサイクルを通じて二酸化炭素の排出が少なく、安定して大規模な電力供給が可能な原子力発電の導入拡大が世界的な低炭素社会の実現に不可欠

(原子力委員会「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」、2008.3)

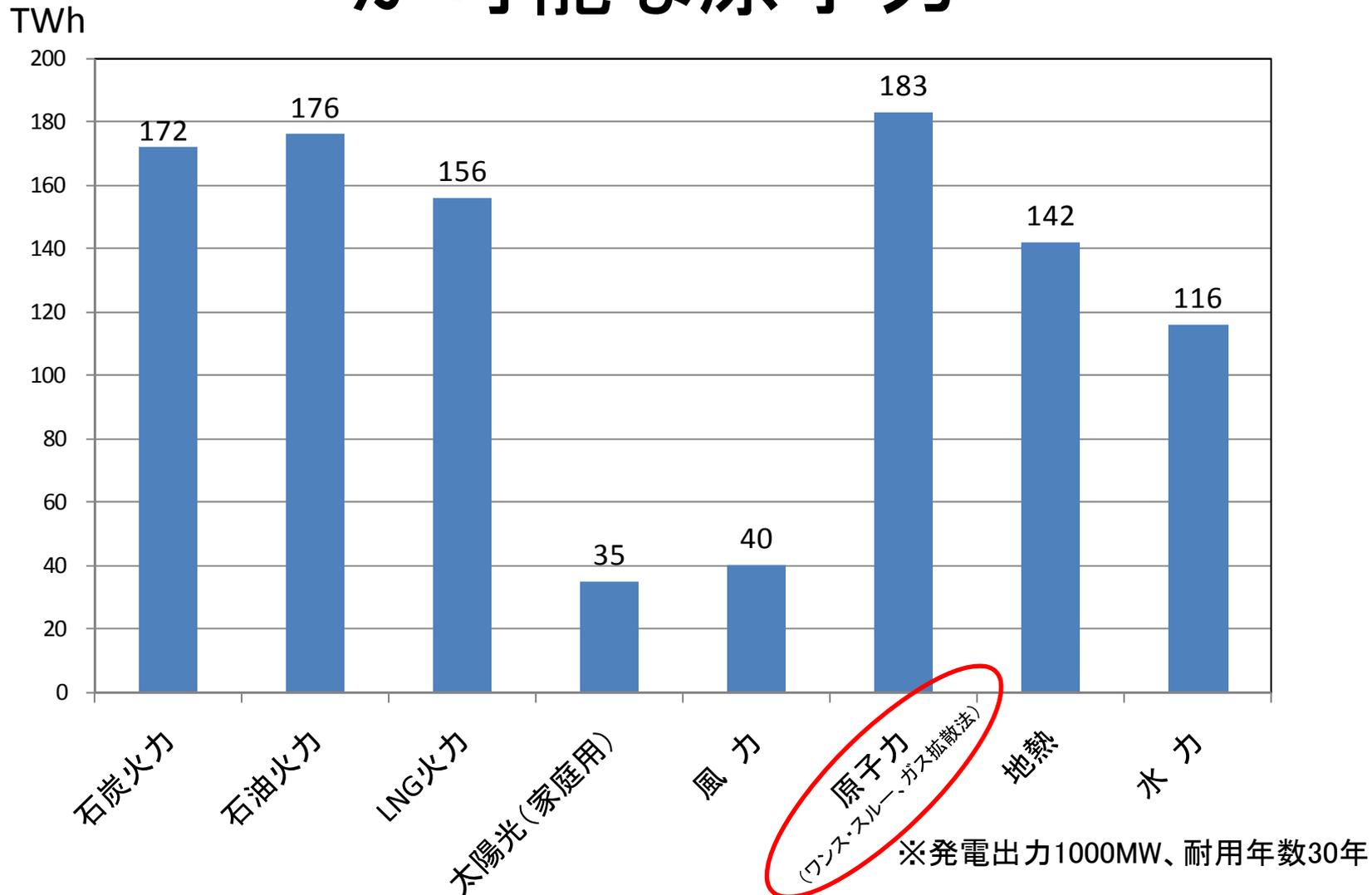
CO₂排出削減技術としての原子力への期待の高まり

ライフサイクルを通じて CO₂排出が少ない原子力

g-CO₂/kWh

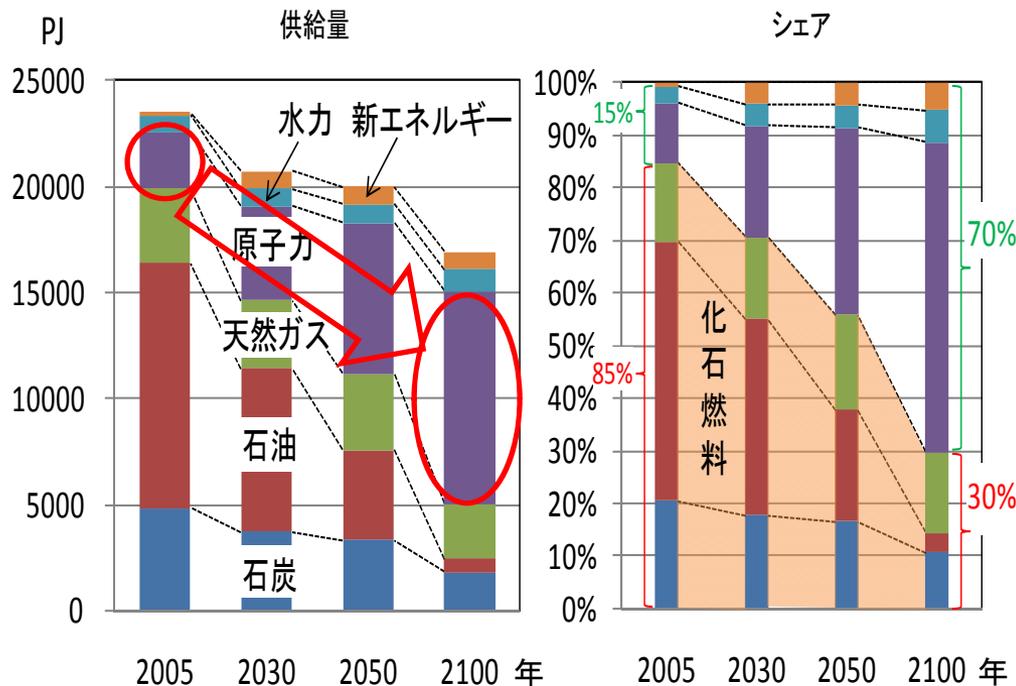


安定して大規模な電力供給 が可能な原子力

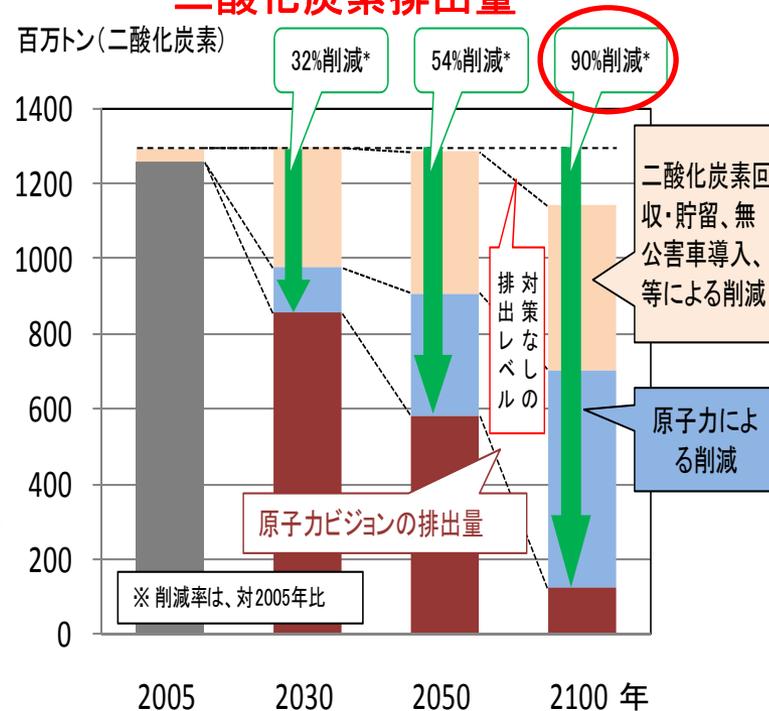


基幹エネルギー源として相応しい 技術特性を備えた原子力

一次エネルギー供給量



二酸化炭素排出量



ここで描いた大規模な原子力利用の実現には、安全の確保、立地場所の確保、放射性廃棄物の処理処分、核不拡散の確保、人的資源を含む原子力技術基盤の維持などの技術的および社会的な課題がある。

内容

1. エネルギー需給における原子力への期待
2. 世界の原子力利用の現状と開発計画
3. わが国の原子力利用とCO₂排出削減に向けた取り組み

中国の現状と開発計画

- 稼働中の原子炉は11基/8.6GWe、建設中は21基/23GWe、計画中は36基/41GWe

建設中の原子炉	炉型	発電容量	基数
	CPR-1000	1080MWe	15
	AP1000	1250MWe	3
	CNP-600	650MWe	2
	EPR	1700MWe	1
	合計		21

- 2020年までに少なくとも60GWeに、2030年までに160GWeに拡大する計画
- ✓ 原子炉の設計と建設の国産化が急速に進行中

16 In operation
7 Under construction
54 Planned

インドの原子力エネルギー利用戦略

国内の豊富なトリウム資源を利用した3段階からなる核燃料サイクル技術の確立

第1段階：PHWRによるPu239の生産

第2段階：FBRによるPu239増殖とU233の生産

第3段階：第2段階で生産したU233とトリウムを燃料とした先進型重水炉(AHWR)によるトリウム燃料サイクルの確立

※ PHWR: カナダAECLとインドNPCILが共同開発した加圧水型重水炉

インドの現状と開発計画

	基数	容量	運開予定	PHWR	BWR	PWR	FBR	AHWR
稼働中	18	4.0GWe		16	2	0	0	0
建設中	5	2.8GWe	2011年まで	2	0	2	1	0
計画中	23	24GWe	2020年まで	10	0	11	2	1

- 2020年までに20GWe、2032年までに63GWeに拡大する計画
- 2050年には電力需要の25%を原子力で供給（2007年は2.5%）

- ✓ 稼働中の原子炉は、米GE製のBWR(2基)を除き、残りは天然ウラン燃料の加圧水型重水炉(PHWR)。
- ✓ 2008年10月10日の**米印原子力平和利用協力協定**の発効によって世界の原子力市場に復帰。2032年までの増設計画63GWeのうち40GWeは輸入ウランを使用するPWRが含まれる。

米国における原子炉利用の概要

- ✓ スリーマイル島原発事故後の安全規制の強化により、1980年代には設備利用率が低迷し**経済性が悪化**
- ✓ 運転保守の統合などの**経営の合理化**や点検保守の合理化などの**規制緩和**を進めた結果、今世紀に入り設備利用率が90%を超え劇的に運転業績が向上
- ✓ 米国原子力規制委員会(NRC)は、2009年10月現在、55基の原子炉に対し、**運転許可を40年から60年に延長**
- ✓ **エネルギー安全保障の強化**の観点から策定された前ブッシュ政権のエネルギー政策により原子炉の新設計画が進行中
- ✓ 2010年1月27日、オバマ大統領が年頭の一般教書演説で原子力利用の推進を表明

米国の新規原子炉建設計画

	サイト		炉型	基数	MWe	債務保証候補
建設中	ワッツバー	テネシー	PWR	1	1180	
計画中	サウステキサスプロジェクト	テキサス	ABWR	2	2700	○
	ボーグル	ジョージア	AP1000	2	2234	○
	バージル・C・サマー	サウスカロライナ	AP1000	2	2234	○
	カルバートクリフス	メリーランド	US EPR	1	1600	○
	レヴィ・カウンティ	フロリダ	AP1000	2	2234	

※構想中の24基は除く、契約済み8基(2009.3.5現在)

債務保証の適用と増額

		債務保証額			債権保証候補	
建設中	ワッツバー	2009年度会計予算	185億ドル	0		
計画中	サウスカロライナプロジェクト	2011年度会計予算案	360億ドル	0	○	
	ボーグル	ジョージア	AP1000	2	2234	○
	バージニア	サウスカロライナ	AP1000	2	2234	○
	レヴィ・カウンティ	フロリダ	AP1000	2	2234	

2010年2月16日、ボーグル原発の建設プロジェクトに対する83.3億ドルの債務保証の適用が発表

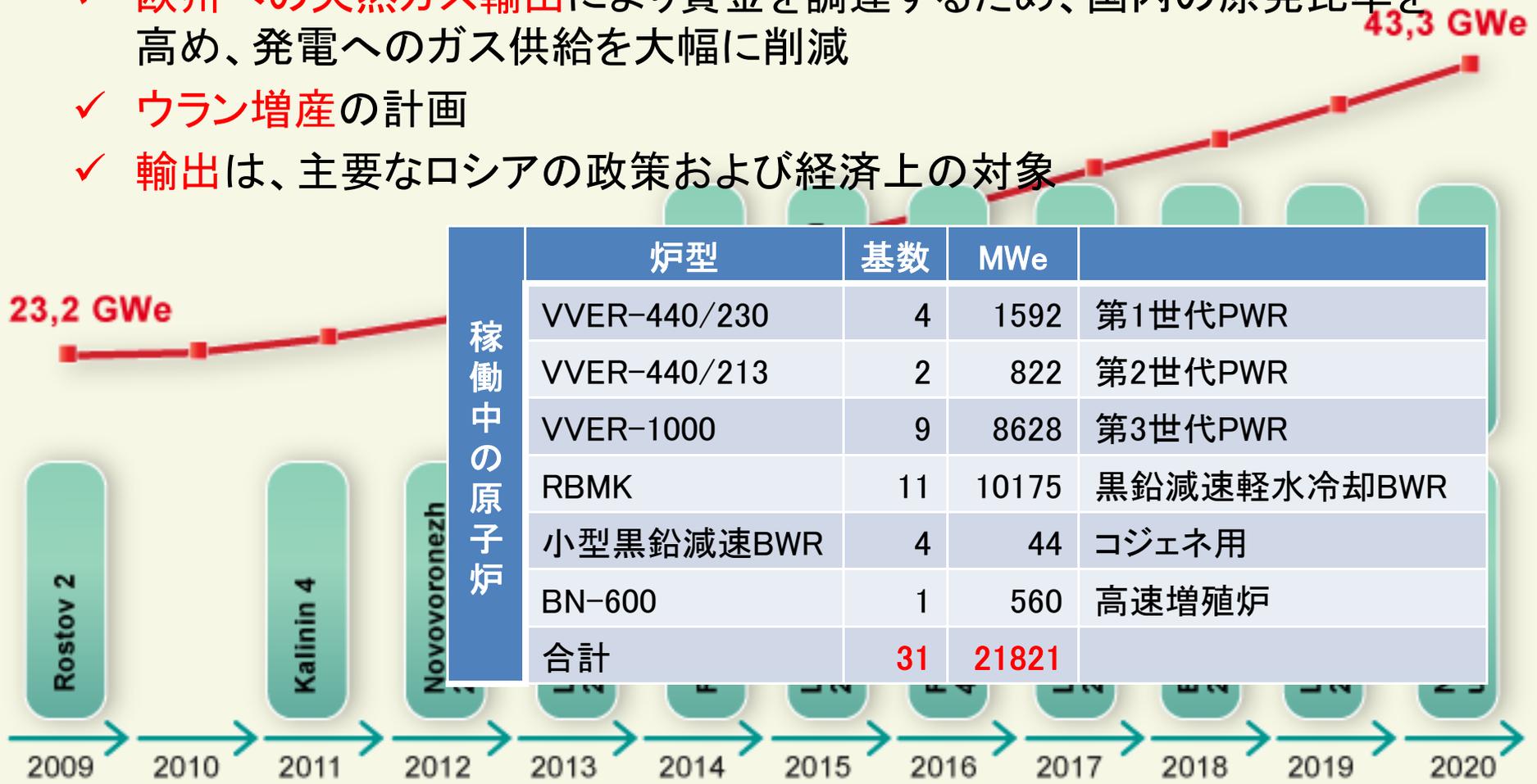
※構想中の24基は除く、契約済み8基(2009.3.5現在)

ロシアの現状と開発計画

Russian design units commissioning schedule 2009



- ✓ 欧州への天然ガス輸出により資金を調達するため、国内の原発比率を高め、発電へのガス供給を大幅に削減
- ✓ ウラン増産の計画
- ✓ 輸出は、主要なロシアの政策および経済上の対象



Source: Atomenergoprom September 2009

フランスにおける原子炉利用の概要

- ✓ フランス政府は1974年に、**エネルギー安全保障の向上**のために原子力発電の拡大を決定
- ✓ 稼働中の原子炉は58基/63GWe
- ✓ 電気の**75%以上**を原子力で供給
- ✓ 総発電量は4300億kWh/年、**世界最大の電気の輸出国**で、売電収入が**年間30億ユーロ以上**
- ✓ 原子力技術および製品が主な輸出品
- ✓ 第3世代炉EPRをフラマンビルに建設中、2013年に商業運転開始予定

イギリスの現状と開発計画

- ✓ 稼働中の原子炉が19基/11GWe（2023年までに1基を除き閉鎖）
- ✓ 2006年には全発電量の19%を担っていたが、2007年に15%、2008年に13.5%と老朽化のため年々発電量が減少
- ✓ イギリス政府は、2003年ぐらいまでは、電力自由化を背景に**経済性**の面から原子力の必要性について非常に否定的
- ✓ 2006年、**地球温暖化問題**への対応と**エネルギー安全保障**の向上を理由に 政策を見直し、リプレースを勧告

	サイト	炉型	MWe	運開年
計 画 中	サイズウェル、サフォーク	EPR x 2	3300	2019
	ヒンクリーポイント、サマセット	EPR x 2	3300	2017
	オールドバリー、グロスタシャー	EPR or AP1000	1600-2400	2020+
	ウィルファ、ウェールズ	EPR or AP1000	3600	2020+
	セルフィールド、カンブリア	?	3600	2020+
	合計		16,200	

欧米における既設炉の活用について

経済的競争力の強化を目的に実施

- 設備利用率の向上
 - 建設費に比べ運転・保守費用が安いため稼働率の向上は発電単価の低減に効果的
- 電気出力の引き上げ
 - わずかな追加投資で発電量の増強が可能
 - ✓ ベルギー、フィンランド、ドイツ、ハンガリー、韓国、スペイン、スイス、スウェーデンおよび米国などで実施
- 原子炉寿命の延長
 - 減価償却が済んだ設備の継続利用
 - ✓ 米国、フィンランドおよび英国などで実施

内容

1. エネルギー需給における原子力への期待
2. 世界の原子力利用の現状と開発計画
3. わが国の原子力利用とCO₂排出削減に向けた取り組み

わが国の現状と建設計画

	基数	GWe		
稼働中	54	47		
建設中	2	2.756	島根3号、大間1号	
計画中	12	16.5		
計画中	炉型	MWe	建設開始	運転開始
福島第一7号	ABWR	1380	2010.4	2015.10
福島第一8号	ABWR	1380	2011.4?	2016.10
東通1号 東電	ABWR	1385	2010.12	2017.3
敦賀3号	APWR	1538	2010.10	2016
敦賀4号	APWR	1538	2011.10?	2017
上関1号	ABWR	1373	2012.6	2018.3
川内3号	APWR	1590	2013	2019
東通2号 東電	ABWR	1385	2014?	2019以降
浜岡6号	ABWR	1380	2015	2020
東通2号 東北	ABWR	1385	2016	2020以降
浪江・小高	BWR	825	2017	2021.3
上関2号	ABWR	1373	2018	2022

※ 2008年経産省計画、一部電力会社HP情報により修正

わが国における既設炉の活用計画

原子力発電推進強化策

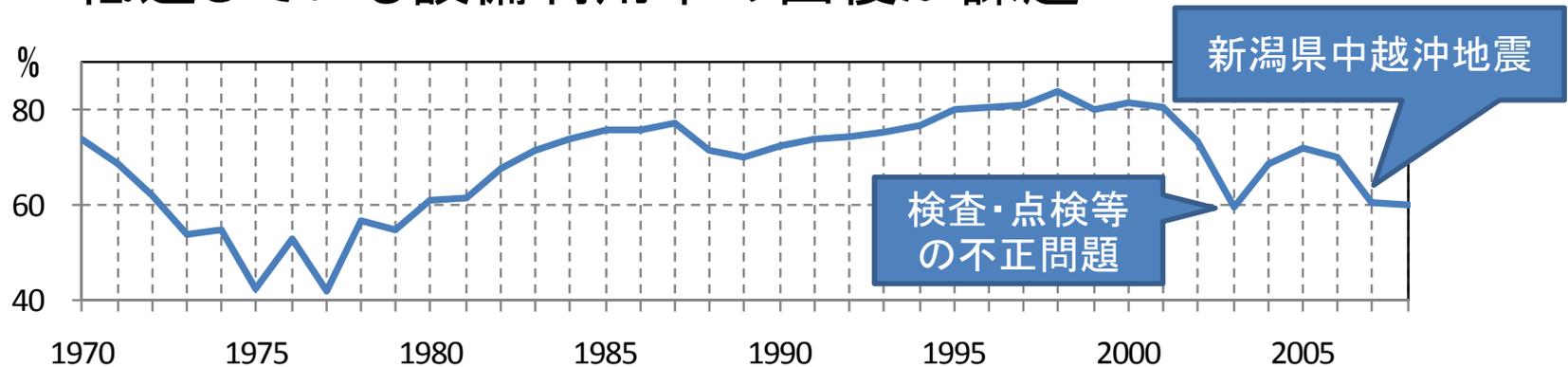
「原子力発電の更なる推進に向けた具体的取り組み」
についてまとめている

- 既設炉の高度利用
- 新增設・リプレースの円滑化
- 核燃料サイクルの推進
- 国民との相互理解促進
- 地域共生
- 国際的課題への対応

CO₂排出削減に向けた即効性のある手段として、
設備利用率の向上や
電気出力の向上が挙げ
られている。

設備利用率について

- 低迷している設備利用率の回復が課題



- 米国並みの90%を超える設備利用率が達成可能な体制に
 - 定期検査の間隔を、「13ヶ月を超えない範囲」⇒「24ヶ月以内で柔軟に」設定が可能な新検査制度の導入(2009年1月)

既設炉の電気出力の向上について

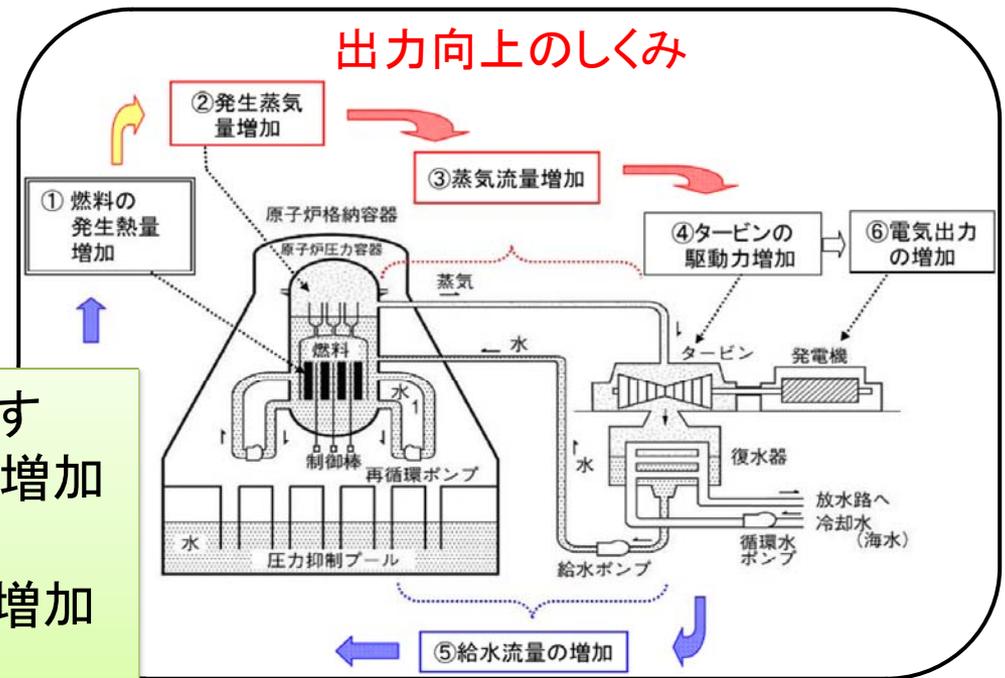
(電気出力の引き上げ)

- 比較的短期間で柔軟に原子力発電容量を引き上げるための有効な方策
- わが国では、東海第2発電所(110万kW, BWR)の5%出力アップが先陣

東海第2発電所の出力向上計画

許認可手続き	平成21年度(予定)
出力向上運転開始	平成23年度(予定)
原子炉熱出力	⇒ 約5%向上
発電機出力	⇒ 約5%向上

1. 新燃料の割合を増やす
2. 炉心全体の核反応が増加
3. 熱出力が増加
4. 発生する蒸気の量が増加
5. 電気出力が増加



出典: 経済産業省 News Release 「原子炉熱出力向上の安全性に係る報告書のとりまとめについて」

<http://www.meti.go.jp/press/20100305001/20100305001.pdf>

出典: 「平成21年度東海発電所, 東海第二発電所の事業計画概要について」<http://www.japc.co.jp/news/bn/h21/210515.pdf>